Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΔΗΜΟΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΒΕΡΟΙΑΣ
Αριθ. εισ. 1822
Δώρο Θρ. Λεξηθηακήρου
Γιατρού

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημοσίευθεν Κόστα δρ. 15950-
Εσοφλήθη Δ/Σ 4 Δεκεμβρίου 1929.
Γενικὴ ἐμπορικὴ ἀγορά -

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΦΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΝ — ΟΠΤΙΚΗ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ Γ. Ν. ΝΑΝΤΑΚΗ
1—ΟΔΟΣ ΑΙΟΛΟΥ καὶ ΜΟΥΣΑΙΟΥ—1.

1891

Αρ. Ε16 885
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΝ

Θερμότης, Ψῦχος 1.

Περὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων ὑπὸ τῆς θερμότητος.

Διαστολὴ τῶν στερεῶν 2.— Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν 3.—Διαστολὴ τῶν ἀερίων .—3 Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων 4.— Θερμοκρασία 5.— Θερμόμετρα 5 — Κατασκευὴ θερμομέτρου 6 — Βαθμολογία θερμομέτρου 8. —Μετάπτωσις τοῦ μηδενικοῦ 11.— Βατσυϊκὰ δάκρυα 12.— Οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον 12.— Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου 12.— Διαφορικὸν θερμόμετρον 15.— Θερμοσκόπιον 15.— Πυρόμετρα 16.— Συντελεστὴς τῆς κατὰ μῆκος ἢ γραμμικῆς διαστολῆς 17.— Συντελεστὴς τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς 18.— Συντελεστὴς τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς 18.— Μεταβολὴ τῆς πυκνότητος τῶν σωμάτων 19.— Μέτρον τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν 19.— Μέθοδοι διαφορικὴ τοῦ Borda 21.— Πίναξ τῶν συντελεστῶν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς 23.— Ἐκκρεμὴς σταθεροῦ μήκους 24.— Ἐκκρεμὲς Leroy 24.— Ἐκκρεμὲς δι' ὑδραργύρου 25.— Ἐπανορθωτικὰ ἐλάσματα 26.— Ἀείστροφον τῶν ὡρολογίων 27.— Μεταλλινον θερμόμετρον 27.— Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν 28.— Συντελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς ὑγροῦ 29.— Θερμόμετρον διὰ σταθμήσεως 30.— Συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου 31.— Διαστολὴ τοῦ ὕδατος 34.— Μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος 35.— Πίναξ τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος εἰς διαφόρους θερμοκρασίας 37.— Μεγίστη πυκνότης διαλύματος ἅλατος 38.— Διόρθωσις τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν σωμάτων 39.— Ἀναγωγὴ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός 40 — Διαστολὴ τῶν ἀερίων 41.— Ἀερικὸν θερμόμετρον 43.— Νόμος τοῦ Gay Lussac καὶ τοῦ Μαριότου 43.— Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων 45.— Πίναξ τῆς πυκνότητος τῶν ἀερίων 47.— Βάρος τῶν ἀερίων 47.— Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων 48.— Ῥεῦμα ἀέρος ἐν καπνοδόχῃ 49.— Θέρμανσις διὰ θερμοῦ ἀέρος ἢ διὰ θερμοῦ ὕδατος 49.

Περὶ τῆς μεταβολῆς τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.

Τῆξις καὶ νόμοι τήξεως 50.— Θερμότης τήξεως 51.— Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου 52.— Διάλυσις 52 Ψυκτικὰ μίγματα 53 Πῆξις καὶ νόμοι πήξεως 54.— Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τῆξιν καὶ πῆξιν 54. — Αἰτίαι μεταβάλλουσαι τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως καὶ πήξεως τῶν σωμάτων 55. —Ὑπέρτηξις 55 — Ὑπέρκορος 57.— Ἐξαέρωσις καὶ ἐκρεύστωσις 57.— Παραγωγὴ τῶν ἀτμῶν ὑπὸ πίεσιν 58.— Παραγωγὴ τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ 59.—Μὴ κεκορεσμένος καὶ κεκορεσμένος χῶρος ἀτμῶν 60.— Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν ἐν κεκορεσμένῳ καὶ μὴ χώρῳ 61.— Μέτρησις τῆς μεγίστης

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τάσεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ 63.— Μεγίστη τάσις μίγματος διαφόρων ὑγρῶν 68.— Ἀτμόμετρον (vaporimètre) 69.— Μεγίστη τάσις διαλύματος ἅλατος 70.— Ἡ ἀρχὴ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς 70.— Βρασμὸς καὶ νόμοι βρασμοῦ 71.— Πίναξ βαθμοῦ ζέσεως 72.— Αἰτίαι μεταβάλλουσαι τὸν βαθμὸν τῆς ζέσεως 72 — Ὑψομετρικὸν θερμόμετρον 75.— Ὑγρόσφυρα 77.— Χύτρα τοῦ Παπίνου 77.— Θερμότης ἐξαερώσεως 78.— Ἐκρεύστωσις 79.— Ἐκρεύστωσις διὰ πιέσεως 79.— Ἐκρεύστωσις διὰ ψύξεως 79.— Θερμότης ἐκλυομένη κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν 80 — Θέρμανσις δι' ὑδρατμοῦ 80.— Ἀπόσταξις 80.— Οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Salleron 81.— Ἐξάτμισις 82. —Ἐξάτμισις θειϊκοῦ ὀξέος 82 — Ἐξάτμισις ὑδραργύρου 83.—Αἰτίαι ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξάτμισιν 83.— Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν 83. Κρυοφόρον τοῦ Βολλαστῶνος 84 —Παγοποιητικὴ συσκευὴ τοῦ Carré 85.— Παγοποιητικὴ συσκευὴ δι' ἀμμωνίας 86 —Ὑγρὰ σφαιροειδῆ ἐν τῷ πυρὶ γινόμενα 87.—Πῆξις ὕδατος ἐν ἐρυθροπυρωθείσῃ κάψῃ ἐκ λευκοχρύσου 89.— Ἐκρεύστωσις τῶν ἀερίων 90 —Συσκευὴ Faraday 90.—Συσκευὴ Thilorier 91.—Κρίσιμος θερμοκρασία 92 —Ρευστοποίησις πάντων τῶν ἀερίων 92.— Συσκευὴ Pictet 93.— Πυκνότης τῶν ἀτμῶν 94.—Μέθοδος Gay-Lussac 94. —Μέθοδος Dumas 95.—Μέθοδος Hofmann 96.—Μέθοδος Meyer 97.—Μίγματα ἀερίων καὶ ἀτμῶν 98.—Νόμοι τοῦ Δάλτωνος 98.—Προβλήματα ἀναγόμενα εἰς τὰ μίγματα ἀερίων καὶ ἀτμῶν 100.— Ὑγρομετρία 101.— Ὑγρομετρικὴ κατάστασις 102.— Ὑγροσκόπια 104.— Ὑγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου 105.— Ὑγρόμετρον διὰ χημικῆς μεθόδου 107.— Ψυχρόμετρον τοῦ August 108.— Βαθμὸς δρότου 109.— Ὑπολογισμὸς τοῦ τύπου τοῦ ψυχρομέτρου August 110.— Γραφικὸν ψυχρόμετρον τοῦ Lowe 111.— Συμπυκνωτικὰ ὑγρόμετρα 113.

Περὶ θερμοχωρητικότητος ἢ περὶ εἰδικῆς θερμότητος.

Θερμογωρητικότης 115.— Εἰδικὸν θερμαντικὸν 116.— Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ 117.— Μέθοδος τοῦ ψυκτὸς ἐν πάγῳ 117 — Μέθοδος Lavoisier καὶ Laplace 118.— Θερμογονόμετρον τοῦ Bunsen 119.— Μέθοδος τῶν μιγμάτων 120.— Προβλήματα ἐπὶ τῶν μιγμάτων διαφόρων σωμάτων 121.— Μέθοδος τῆς ψύξεως 121.— Πίναξ τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν κυριωτέρων σωμάτων 122.— Νόμος τοῦ Dulong καὶ Petit 122. — Περὶ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν ἀερίων 123 — Εἰδικὴ θερμότης τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον 123.— Εὕρεσις τοῦ λόγου τῆς εἰδικῆς θερμότητος ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν πρὸς τὴν εἰδικὴν θερμότητα ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον 124.— Πίναξ τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἀερίων 127.— Λανθάνουσα θερμότης τήξεως καὶ ἐξαερώσεως 127.— Προσδιορισμὸς θερμότητος τήξεως 127. — Προσδιορισμὸς θερμότητος ἐξαερώσεως 128.

Μηχανικὴ θεωρία τῆς θερμότητος.

Ὑπόθεσις τῆς ἐκπομπῆς 131 — Μηχανικὴ θεωρία 132.— Ὁμοιότης μεταξὺ θερμότητος καὶ ἤχου 132 — Ἐξίσωσις τοῦ ἔργου 132 — Ἀσυμφωνία μεταξὺ θεωρίας καὶ τῆς κινήσεως τῆς υτγανῆς. 134.— Ἀπώλεια ἔργου. παραγωγὴ θερμότητος καὶ ἀντιστρόφως 135 — Μέτρον τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδυνάμου τῆς θερμότητος 138.— Θεωρία τῶν ἀερίων 141.— Πίεσις 142.— Ἀπόλυτον μηδὲν 143 — Μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον 143.— Ὁ ἄνθρωπος καὶ τὰ ζῷα εἶσι θερμομηχαναὶ 144.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Περὶ διαδόσεως τῆς θερμότητος.

Τρόποι καθ' οὓς διαδίδεται ἡ θερμότης 146.— Θερμαγωγὲν τῶν σωμάτων 147.— Θεωρία τοῦ θερμαγωγοῦ τῶν σωμάτων 149.— Πείραμα τοῦ Despretz 151.— Πίναξ συντελεστῶν τοῦ θερμαγωγοῦ 153 — Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν 154.—Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων 156.— Ἀγωγιμότης τοῦ ξύλου καὶ τῶν κρυστάλλων 157.— Ἀκτινοβόλος θερμότης 159.— Νόμοι τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος 160 — Συζυγῆ παραβολικὰ κάτοπτρα 162.— Φαινομένη τοῦ ψύχους ἀνάκλασις 162.— Ταχύτης τῆς ψύξεως τῶν σωμάτων. Νόμος τοῦ Νεύτωνος 163.— Ἀνακλαστικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων 165 — Διασκεδαστικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων 166.— Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων 167.— Ἀφετικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων 168.— Διαβατικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων 170 — Ἐφαρμογαὶ τῶν ἰδιοτήτων τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος 172 — Θάλαμος τοῦ Σωσσύρου 172.

Ὑδατώδη μετέωρα.

Ὁμίχλη, νέφη 173.— Βροχὴ 174.— Ὑετόμετρον 175.— Χιὼν 176. — Χάλαζα 177.— Περὶ δρόσου καὶ πάχνης 178.

Περὶ ἀνέμων.

Αἴτια τῶν ἀνέμων 186.— Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων 186.— Ταχύτης τῶν ἀνέμων 187.— Ἀνεμόμετρον τοῦ Robinson 187 — Αὖρα 188.— Ἐτησίαι ἄνεμοι 188.— Διηνεκεῖς ἄνεμοι ἢ ὁληγεῖς (vents alisés) 189 — Ἰσοβρεῖς καμπύλαι 190.— Μετακίνησις τοῦ κέντρου τῶν κυκλώνων 192.

Κλιματολογία.

Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας 192.— Ἰσόθερμοι γραμμαὶ 192 — Διαφορὰ μέσης χειμερινῆς καὶ θερινῆς θερμοκρασίας 194 — Ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας μετὰ τοῦ ὕψους 195.— Θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους 196

ΟΠΤΙΚΗ

Ὁρισμὸς ὀπτικῆς 198.— Ὑπόθεσις τῆς ἐκπομπῆς καὶ ὑπόθεσις τῶν κυμάνσεων 198.— Σώματα φωτογόνα καὶ σκοτεινὰ 199.— Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερὰ 199 — Ἀκτὶς φωτὸς 199 — Κύματα φωτὸς 200 — Ἰδανικὸν τῆς ἀκτῖνος τοῦ φωτὸς 201 —Δέσμη φωτὸς 202 — Ἀποτελέσματα τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτὸς 202.— Σκιὰ 203.— Σκοτεινὸς θάλαμος 204 — Ταχύτης τοῦ φωτὸς 206 — Μέθοδος τοῦ Roemer 206.— Μέθοδος τοῦ Bradley 209 — Ἔντασις τοῦ φωτὸς 211.— Νόμοι τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς 211.— Ἀπόδειξις τῶν νόμων τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς 212.— Μονὰς φωτὸς 213.— Φωτόμετρα 213.— Φωτόμετρον τοῦ Bouguer (σχ. 117) 213.—Φωτόμετρον τοῦ Rumfort (σχ. 118) 215.— Φωτόμετρον τοῦ Bunsen 217.— Φωτόμετρον τοῦ Wheatstone (σχ. 120) 217.

Περὶ ἀνακλάσεως τοῦ φωτός.

Νόμοι ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς 219 — Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς 220.— Ἔντασις τοῦ κανονικῶς ἀνακλωμένου καὶ ἀκανονίστως διαχεομένου φωτὸς 221.— Κάτοπτρα 221.— Σχηματισμὸς τοῦ εἰδώλου φωτεινοῦ σημείου 222 — Ἐξήγησις τῆς ἀνακλάσεως διὰ τῆς θεωρίας τῆς κυμάνσεως 223.— Εἴδωλον φωτεινοῦ ἀντικει-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μένου ἐν ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ 224.-- Μετάστασις τοῦ εἰδώλου 226.-- Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων 227.— Ἀνάκλασις ἐπὶ κατόπτρων συγκλινόντων 228.—Καλειδοσκόπιον ἢ εἰδωλοσκόπιον 230.—Μαγικὸν κάτοπτρον 230.--Ὀπτικὸν πεδίον ἐπιπέδου κατόπτρου 231.--Ἐξὰς 232. --Περὶ σφαιρικῶν κατόπτρων 233.--Κυρία ἑστία κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου 233.—Συζυγεῖς ἑστίαι 235.—Ἑστία κατ' ἔμφασιν κοίλου κατόπτρου 237.-- Ἑστίαι κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου 238.--Ὑπολογισμὸς τῶν ἑστιῶν τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων 239 —Διασκόπησις τοῦ τύπου 239.--Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας φωτεβόλου σημείου ἐπὶ τοῦ πρωτεύοντος ἄξονος 241.— Δευτερεύοντες ἄξονες τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων 241.— Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας φωτοβόλου σημείου κειμένου ἐπὶ εἰσυδήποτε δευτερεύοντος ἄξονος 242.— Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων κατ' ὑπόστασιν 243.— Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων κατ' ἔμφασιν 244.— Ὑποτείνουσα τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν εἰδώλων εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα 245.— Συζυγῆ κάτοπτρα 247.— Ἐκτροπὴ τοῦ φωτὸς ἐκ σφαιρικότητος 249.— Καυστικαὶ ἐπιφάνειαι 249.— Παραβολικὰ κάτοπτρα 250.— Κωνικὰ καὶ κυλινδρικὰ κάτοπτρα 252.

Περὶ διαθλάσεως τοῦ φωτός.

Νόμοι τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτὸς 253.— Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτὸς 254 — Πίναξ τῶν δεικτῶν διαθλάσεως τῶν συνηθεστέρων οὐσιῶν 256 — Ὀπτικὴ συσκευὴ Τιμ. Ἀργυροπούλου, δι' ἧς ἀποδείκνυται πειραματικῶς ὅτι τὰ φυσικῶς πυκνότερα σώματα δὲν εἶνε πάντοτε διαθλαστικώτερα 256.— Εἰδικὴ ἠλαστότης 258 — Ἐξήγησις τῆς διαθλάσεως διὰ τῆς θεωρίας τῶν κυμάνσεων 259.— Εὕρεσις τοῦ νόμου τοῦ Καρτεσίου 260.— Φαινόμενα ἐξηγούμενα διὰ τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτὸς 261.— Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις 262.— Ὁρικὴ γωνία 264.— Ὁλικὴ ἀνάκλασις 265.— Γεωμετρικαὶ κατασκευαὶ πρὸς εὕρεσιν τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος 266.— Κατασκευὴ τοῦ Huygens 266 — Κατασκευὴ τοῦ Billet 267. Ἀτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμός 268.— Διάθλασις διὰ διαφανῶν σωμάτων 270.— Διάθλασις διὰ πλακῶν 270.— Ὑπολογισμὸς τῆς παραλλήλου ἐκτροπῆς 271.-- Διάθλασις καὶ ἀνάκλασις διὰ πλακῶν 273.-- Φαινόμενον πάχος κατόπτρου 274.— Εὕρεσις πάχους κατόπτρου 275. - Διαδοχικὰ εἴδωλα ἐν ὑαλίνῳ κατόπτρῳ 276 — Ἀπλανητικὸν κάτοπτρον 276.— Ποισματικὴ διάθλασις 277 -- Ἐξισώσεις τοῦ πρίσματος 278.— Εὕρεσις τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως 281 -- Συνθῆναι ἀναδύσεως τῶν ἐν τῷ πρίσματι καταδυουσῶν ἀκτίνων 282.— Πρῖσμα ὁλικῆς ἀνακλάσεως 283.— Ἑστία τοῦ ὀπτικοῦ πρίσματος 284.

Περὶ φακῶν.

Διάφορα εἴδη φακῶν 285.— Κυρία ἑστία. Συζυγεῖς ἑστίαι 286.— Ὑπολογισμὸς τῶν ἑστιῶν 287.— Διασκόπησις τοῦ τύπου τῶν φακῶν 290.— Ὀπτικὸν κέντρον. Δευτερεύοντες ἄξονες 293.-- Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας 296.— Σχηματισμὸς εἰδώλων ἐν τοῖς ἀμφικύρτοις φακοῖς 297.— Ἑστίαι καὶ εἴδωλα ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς 299.

Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.

Ἡλιακὸν φάσμα 301.— Σύνθεσις τοῦ φωτός 304.— Δίσκος τοῦ Νεύτωνος 305.— Συσκευὴ Δ. Στρούμπου 305.- Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὸν Νεύτωνα 306.— Συμπληρωτικὰ χρώματα 307.--Φωτιστικαί, θερμαντικαὶ καὶ χημικαὶ ἰδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος 308.— Φθορισμὸς καὶ φωσφόρησις 309.— Ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος 310.— Φασματοσκόπιον 310. — Παρεκτροπὴ ἢ ἀφεστίασις τοῦ φωτὸς ἐκ διασκεδασμοῦ 315.— Ἀχρωστικὰ πρίσματα καὶ ἀχρωστικοὶ φακοὶ 315.— Συσκευὴ Τ. Ἀργυροπούλου, δι' ἧς ἀποδείκνυται πειραματικῶς ὅτι σώματα ἔχοντα διάφορον διαθλαστικὴν δύναμιν ἔχουσιν ἴσην διασκεδαστικὴν καὶ τἀνάπαλιν 316.— Ὑπολογισμὸς τῶν γωνιῶν τῶν ἀχρωστικῶν πρισμάτων 317.— Ἐκτροπὴ ἢ ἀφεστίασις τοῦ φωτὸς ἐκ σφαιρικότητος 318.

Περιγραφὴ τῶν κυριωτέρων ὀπτικῶν ὀργάνων.

Ἁπλᾶ ὀπτικὰ ὄργανα 320. Σκοτεινὸς θάλαμος 320. Φωτεινὸς θάλαμος 321. — Φωτογραφικὸς θάλαμος 322. Συσκευὴ προβολῆς φωτεινῶν εἰκόνων 322.— Ἁπλοῦν μικροσκόπιον 324. — Ἡλιακὸν μικροσκόπιον 326. — Φάροι 327.— Ὀπτικὸς στρατιωτικὸς τηλέγραφος 330. Σύνθετα ὀπτικὰ ὄργανα 332.— Διάφραγμα 333. Σταυρόνημα (réticule) 334.— Προσοφθάλμιος δακτύλιος ἢ μικρὸς κύκλος τοῦ Ramsden 336. Μεγέθυνσις τῆς διόπτρας 336. Προσδιορισμὸς τῆς μεγεθύνσεως διὰ μικρομέτρου 337.— Ἐνάργεια διὰ τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων 338. Σύνθετον μικροσκόπιον 340. Περιγραφὴ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου τοῦ Nachet 340.— Κορμὸς τοῦ μικροσκοπίου 340. Σωματοδέκτης τοῦ μικροσκοπίου 341.-- Ἀνακλαστὴρ καὶ διάφραγμα τοῦ μικροσκοπίου 341.-- Σύνθετος ἀντιφθάλμιος φακὸς 342. Σύνθετος προσοφθάλμιος φακὸς 342.-- Ἰρίδωσις ἐν τοῖς ὀπτικοῖς ὀργάνοις 343.-- Ὀπτικὸν πεδίον τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων 344.-- Ἀρνητικὸν προσοφθάλμιον σύστημα τοῦ Hughens 345.-- Θετικὸν προσοφθάλμιον σύστημα τοῦ Ramsden 345.-- Πειραματικὴ μέτρησις τῆς μεγεθύνσεως διὰ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου 346. -- Μέθοδος διὰ φωτεινοῦ θαλάμου 346 -- -- Μέθοδος ἄνευ φωτεινοῦ θαλάμου 348. — Τηλεσκόπια 349 -- Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον 349.-- Προσοφθάλμιον σύστημα τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας 350. -- Τοπογραφικὴ διόπτρα 350.-- Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων 350. -- Διόπτρα ὁλλανδικὴ ἢ τοῦ Γαλιλαίου 351. -- Μεγέθυνσις διὰ τῆς διόπτρας τοῦ Γαλιλαίου 352.-- Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια 353. -- Ταχύτης τοῦ φωτὸς 355. -- Συσκευὴ τοῦ Fizeau 355.-- Συσκευὴ τοῦ Foucault 357.-- Διαστημόμετρα 360.-- Τοπογραφικὸν διαστημόμετρον 360.-- Τηλέμετρον τοῦ Lugeol 362. -- Ἔλεγχος τηλεμέτρου καὶ διόρθωσις αὐτοῦ 365.

Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Πορεία τῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ὀφθαλμὸν 368.-- Ὀπτικὴ γωνία ἢ φαινομένη διάμετρος ἀντικειμένου 369. --Ἐκτίμησις τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν ἀντικειμένων 370.-- Διόφθαλμος ὅρασις 371.-- Ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων 371.-- Στερεοσκόπιον 371.-- Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα 373. Ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὄψεως 374.--Προσαρμοστὴς τοῦ ὀφθαλμοῦ 375 —Ὀφθαλμοσκόπιον 376.

Περὶ οὐρανίου τόξου ἢ ἴριδος.

Πορεία τοῦ φωτὸς ἐν ὑδατίνῃ σταγόνι 377.-- Ἐλαχίστη ἐκτροπὴ 378· -- Ἐνεργοὶ ἀκτῖνες 379.-- Πειραματικὴ ἀπόδειξις 381.-- Ἐξήγησις τῆς ἴριδος 384.—

Διορθωτέα 384.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βόλος

ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ

Cours de Physique par J. Jamin — Traité de Physique par P. A. Daguin — Cours de Physique par A. Boutan et J. Ch. Almeida — Leçons de Physique par P. Desains — Traité de Physique par G. Maneuvrier — Experimentalphysik von E. Jochmann und O. Hermes — Traitè de Physique par le Dr W. Wundt — Les phenomènes et les applications de la Physique par A. Guillemin — Manipulations de Physique par H. Buignet — Traité de Physique par A. Angot — Physique par C. M. Gariel et V. Desplats — La Chaleur par J. Tyndall — La lumiére par J. Tyndall — Traité de Physique par E. Peclet — Traité de Géologie par A. de Lapparent — Cours de Physique par J. Violle — Etudes météorologiques par G. Tissandier — Physique par P. Poiré — Physique par Poitevin — Optique par Moitessier — Cours de Physique par H. Pellat — Traité de Physique par M. F. Billet — Compendium der Physik von Dr L. Graetz — Leçons de Physique par E. Verdet — Physikalische demonstrationen von Dr A. F. Weinhold — Traité de Physique par Biot — Cours de Physique par Pitoiset — Cours lithographié de l' Ecole Polytechnique — Cours lithographié de l' Ecole Navale — Journal de Physique fondé par J. Ch. Alméida, tomes 1er jusqu' au 7me — Notice sur les phares par Sauter.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟΝ

Θερμότης. Ψῦχος. Τοῖς πᾶσιν εἶνε γνωστὸν τὸ αἴσθημα, ὅπερ αἰσθανόμεθα ἁπτόμενοι διαφόρων σωμάτων, ἐξ ὧν τὰ μὲν φαίνονται ἡμῖν θερμά, τὰ δὲ ψυχρά. Ἀλλ' οὐ μόνον ἀδυνατοῦμεν διὰ τῆς ἁφῆς νὰ ὁρίσωμεν κατὰ πόσον σῶμά τι εἶνε θερμότερον ἢ ψυχρότερον ἄλλου, ἀλλὰ καὶ ἀπατώμεθα πολλάκις ἐν τῷ ὁρισμῷ τούτῳ, ἕνεκα προηγουμένων ἐντυπώσεων, ὧν ἕνεκα τὸ αὐτὸ σῶμα ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις εὑρισκόμενον ἄλλοτε μὲν φαίνεται ἡμῖν θερμόν, ἄλλοτε δὲ ψυχρόν. Τὸ ἑξῆς ἁπλούστατον πείραμα ἀποδεικνύει τοῦτο. Ἐμβαπτίζομεν τὴν μίαν τῶν χειρῶν μας εἰς ὕδωρ ἐμπεριέχον πάγον καὶ τὴν ἑτέραν εἰς ὕδωρ ἀρκούντως θερμόν, καὶ ἀφοῦ τὰς ἀφήσωμεν ἐπί τινα χρόνον, ἐμβαπτίζομεν αὐτὰς ταυτοχρόνως ἐν ὕδατι χλιαρῷ, ἐν ᾧ αἰσθανόμεθα δι' ἑκάστης τῶν χειρῶν ὅλως διάφορον αἴσθημα. Ἡ χεὶρ ἡ ἐκ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος αἰσθάνεται τὸ χλιαρὸν ὕδωρ θερμόν, ἡ δὲ ἄλλη, ἣν εἴχομεν ἐμβαπτίσει ἐν τῷ θερμῷ ὕδατι, αἰσθάνεται τὸ αὐτὸ ὕδωρ ψυχρόν. Ὡσαύτως δύο σώματα. οἷον τεμάχιον μετάλλου καὶ τεμάχιον ξύλου ἐν τῷ αὐτῷ χώρῳ πρὸ πολλοῦ χρόνου εὑρισκόμενα καὶ τὸν αὐτὸν συνήθη βαθμὸν θερμότητος ἐπομένως ἔχοντα φαίνονται εἰς τὴν ἁφὴν ἡμῶν τὸ μὲν πρῶτον ψυχρὸν τὸ δὲ δεύτερον θερμόν, διότι ὡς θέλομεν ἴδει βραδύτερον τὰ δύο ταῦτα σώματα ἔχουσιν ἄνισον θερμαγωγὸν δύναμιν. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ θερμαντικὸν αἴσθημα τῶν νεύρων δὲν δύναται νὰ χρησιμεύῃ ὡς ἀσφαλὴς ὁδηγὸς πρὸς ἔρευναν τῶν φαινομένων, ἅτινα παράγει ἡ φυσικὴ δύναμις, ἥτις καλεῖται *θερμότης*. Ὅθεν πρέπει

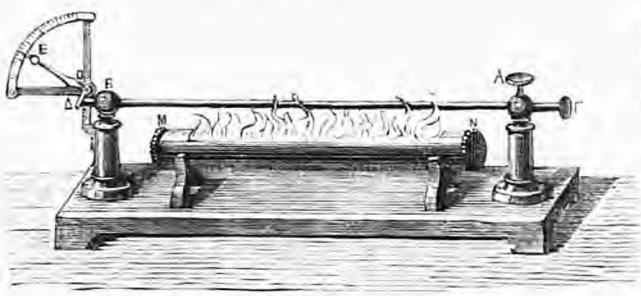
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κατὰ πρῶτον νὰ ἴδωμεν διὰ τίνων μέσων δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμότητα καὶ τὸ ψῦχος τελειότερον τῆς ἁφῆς καὶ μεταξὺ ὁρίων οἱωνδήποτε.

Τὰ διάφορα σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος κατὰ πρῶτον διαστέλλονται καὶ μάλιστα μὲν πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρὰ καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεά.

Διαστολὴ τῶν στερεῶν. Ὅπως καταδειχθῇ πειραματικῶς ἡ διαστολή, ἐκτελοῦνται συνήθως τὰ ἑξῆς πειράματα.

α΄.) Ἐπὶ ξυλίνης στερεᾶς βάσεως στηρίζονται δύο μεταλλινοι στηλίσκοι κατακόρυφοι Α καὶ Β (σχ. 1), οἵτινες κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον αὐτῶν φέρουσιν ὁριζοντίως ὀπάς, δι' ὧν διέρχεται μεταλλίνη ῥάβδος. Πιεστικὸς κοχλίας Α τηρεῖ ἀμετάθετον τὸ ἓν ἄκρον τῆς ῥάβδου, ἐνῶ τὸ ἕτερον πέρας Δ μένον ἐλεύθερον, δύναται νὰ προχωρήσῃ ἢ νὰ ὑποχωρήσῃ ἐν τῇ ὀπῇ τοῦ στηλίσκου Β ὅστις ἁπλῶς ὑποστηρίζει τὴν ῥάβδον. Ἡ κίνησις τοῦ πέρατος μεγεθύνεται δι' ἠγκωνισμένου μοχλοῦ ΔΟΕ, τοῦ ὁποίου ὁ βραχύτερος βραχίων ΟΔ ὠθεῖται ὑπὸ τοῦ πέρατος Δ, ὁ δὲ μείζων βραχίων ΟΕ διαγράφει ὑποδιηρημένον τόξον κύκλου. Ὑπὸ τὴν ῥάβδον ὑπάρχει ἐπίμηκες χάλκινον δοχεῖον ΜΝ, ἐνῷ τίθεται βάμβαξ καὶ οἰνόπνευμα, ὅπερ ἀναφλέγομεν. Ἡ ῥάβδος θερμαινομένη ἐπιμηκύνεται, ὁ δὲ δείκτης μετακινεῖται. Ἐὰν ἡ θέρμανσις ἐλαττωθῇ ἢ παύσῃ ὁ δείκτης μένει ἀκίνητος ἢ στρέφεται πρὸς τὰ ὀπίσω ἐπανερχόμενος εἰς τὸ μηδὲν τοῦ ὑποδιηρημένου τόξου. Πάντα τὰ μέταλλα τιθέμενα διαδοχικῶς ἐπὶ τῆς συσκευῆς παρουσιάζουσι τὸ αὐτὸ φαινόμενον τῆς διαστολῆς ἀλλὰ τὰ μὲν πλειότερον τὰ δὲ ὀλιγώτερον.

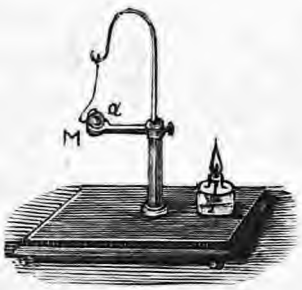


Σχῆμα 1.

β΄.) Τὸ ἀνωτέρω πείραμα καταδεικνύει τὴν κατὰ μῆκος διαστολήν. Ὅπως ἀποδειχθῇ, ὅτι ἡ διαστολὴ αὕτη γίνεται καθ' ὅλας τὰς

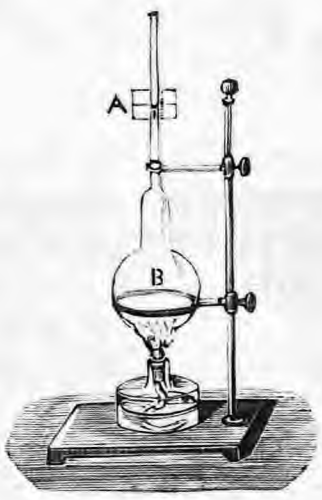
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

διευθύνσεις, γίνεται χρῆσις σφαίρας μεταλλίνης α ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ (σχ. 2), ἥτις ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν διέρχεται ἐλευθέρως διὰ μεταλλίνου δακτυλίου Μ, τοῦ ὁποίου ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶνε κατά τι μείζων τῆς διαμέτρου τῆς χαλκῆς σφαίρας. Ἂν θερμάνωμεν ἰσχυρῶς τὴν σφαῖραν ταύτην, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ ὁπωσδήποτε καὶ ἂν στρέψωμεν αὐτὴν ἐπὶ τοῦ δακτυλίου· διέρχεται δὲ πάλιν, ὅταν ψυχθῇ μέχρι τῆς συνήθους θερμοκρασίας.



Σχῆμα 2.

Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Διὰ νὰ καταδείξωμεν τὴν διαστολὴν τῶν ὑγρῶν εἰσάγομεν ὑγρόν τι ἐντὸς σφαίρας ὑαλίνης Β (σχ. 3) ληγούσης ἄνωθεν εἰς στενὸν σωλῆνα, ἐφ' οὗ διά τινος δείκτου ἐκ χάρτου Α σημειοῦμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, καὶ εἶτα, ἢ ἐμβαπτίζομεν τὴν σφαῖραν ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος, ἢ θερμαίνομεν διὰ λύχνου ἐμπεριέχοντος οἰνόπνευμα· τότε κατ' ἀρχὰς μὲν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται ἕνεκα τῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου, μετ' ὀλίγον ὅμως τὸ ὑγρὸν ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι ἄνω τοῦ δείκτου.



Σχῆμα 3.

Διαστολὴ τῶν ἀερίων. Τὰ ὑγρὰ εἶνε ἐν γένει μᾶλλον διαστελτὰ τῶν στερεῶν, ἐνῷ τὰ ἀέρια διαστέλλονται πλειότερον τῶν ὑγρῶν. Ἀποδεικνύεται τοῦτο διὰ σφαίρας ὑαλίνης (σχ. 4) φερούσης λεπτὸν σωλῆνα καὶ πεπληρωμένης δι' ἀέρος· εἰσάγομεν εἰς τὸν σωλῆνα μικρὰν σταγόνα ὑδραργύρου ν ἥτις διακόπτουσα τὴν συγκοι-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νωνίαν τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ χρησιμεύει ὡς δείκτης. Ἅμα διὰ τῶν χειρῶν ἐγγίσωμεν τὴν σφαίραν Α βλέπομεν τὸν δείκτην ἀποτόμως μετατιθέμενον εἰς τὸ ν', ἀλλ' ἅμα ἀφήσωμεν τὴν σφαῖραν νὰ ψυχθῇ, ὁ δείκτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν θέσιν.

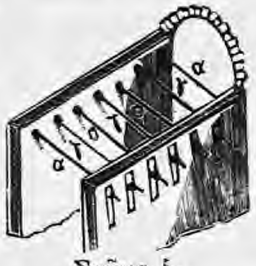
Ἐφαρμογαὶ διαστολῆς. Μεταξὺ τῶν διαδοχικῶν ῥάβδων τοῦ σιδηροδρόμου ἀφίνουσι μικρόν τι διάστημα κενόν, ὅπως ἐλευθέρως διαστέλλωνται ἀπὸ τοῦ χειμῶνος μέχρι τοῦ θέρους. Διὰ νὰ ἀνοίξωμεν εὐχερῶς φιάλην φέρουσαν ὑάλινον πῶμα, θερμαίνομεν διὰ λύχνου οἰνοπνεύματος τὸν λαιμὸν τῆς φιάλης ὁμοιομερῶς πέριξ· οὕτω διαστελλόμενος πρῶτος καθιστᾷ ἐλευθέραν τὴν ἔξοδον εἰς τὸ ὑάλινον πῶμα. Αἱ σιδηραῖ ῥάβδοι, αἵτινες ἀποτελοῦσι τὴν ἐσχάραν λέβητος, κατὰ τὸ ἓν μόνον ἄκρον κρατοῦνται ἀκίνητοι κατὰ τὸ ἕτερον ἁπλῶς στηρίζονται, θερμαινόμεναι δὲ ἐλευθέρως διαστέλλονται· ἄλλως ἢ ἤθελον καμφθῇ καὶ θραυσθῇ, ἢ ἤθελον ἀνατρέψῃ τὸ ὑποστήριγμα ἕνεκα τῆς μεγίστης διασταλτικῆς δυνάμεως, ἥτις ἀναπτύσσεται κατὰ τὴν θέρμανσιν μεταλλικῶν ῥάβδων. Ὅταν καλύπτωμεν στέγην διὰ φύλλων ψευδαργύρου, δὲν πρέπει ταῦτα νὰ προσηλῶμεν καὶ κατὰ τὰς τέσσαρας πλευράς, ἀλλὰ μόνον κατὰ τὴν μίαν, διότι ὁ ψευδάργυρος εἶνε ἐκ τῶν μᾶλλον διασταλτῶν μετάλλων· διὰ τοῦτο καὶ κατασκευάζουσι συνήθως τὰ φύλλα ταῦτα κυματοειδῆ. Οἱ ὑδραγωγοὶ σωλῆνες ὡς καὶ οἱ τοῦ ῥωταερίου συνδέονται πρὸς ἀλλήλους διὰ μολύβδου, ὅστις μαλακὸς ὢν ἐπιτρέπει τὴν συστολὴν καὶ διαστολὴν τῶν σωλήνων. Ἡ σιδηρᾶ στεφάνη (τὸ ἐπίσωτρον), ἥτις περιβάλλει τὸν ξύλινον τροχὸν ἁμάξης (σῶτρον), ἔχει διάμετρον ὀλίγῳ μικροτέραν τῆς τοῦ τροχοῦ. Θερμαινομένη διαστέλλεται καὶ περιβάλλει εὐχερῶς τὸν ξύλινον τροχόν, ψυχομένη δὲ συστέλλεται καὶ ἁρμόζεται στερεῶς ἐπ' αὐτοῦ.

Σχ. 4.

Ὁ Γάλλος μηχανικὸς Molard ἐφήρμοσε λίαν εὐρυῶς τὴν ἐκ τῆς συστολῆς κατὰ τὴν ψῦξιν σιδηρῶν ῥάβδων ἀναπτυσσομένην δύναμιν, πρὸς ἀνέγερσιν δύο παραλλήλων τοίχων, οἵτινες ἐκαλύ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πτοντο ὑπὸ κυλινδρικοῦ θόλου καὶ εἶχον ἀπυκλίνει τῆς κατακορύφου. Πρὸς τοῦτο ἔθηκε σειρὰν σιδηρῶν ῥάβδων παραλλήλων α καὶ γ (σχ.5), αἵτινες διαπερῶσαι τοὺς δύο παραλλήλους τοίχους ἔφεραν ἐξωτερικῶς κοχλίας ἐρειδομένους ἐπὶ σιδηρῶν ἐλασμάτων. Ἐθέρμανε κατὰ πρῶτον τὴν πρώτην, τρίτην, πέμπτην κτλ. δι' ἐσχαρῶν ἐκ σύρματος, ἐφ' ὧν ἔθετε διαπύρους ἄνθρακας. Αἱ ῥάβδοι αὗται α, α, διεστάλησαν, οὕτω δὲ περιέστρεψεν ἐξωτερικῶς τοὺς κοχλίας. Εἶτα ἀφῆκεν αὐτὰς νὰ ψυχθῶσιν, καὶ ἐθέρμανεν ὁμοίως τὰς ἄλλας γ, γ. Αἱ πρῶται ψυχόμεναι συνεστάλησαν καὶ ἕλκουσαι ἀνύψωσαν ὀλίγον τοὺς τοίχους πρὸς τὴν κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ψῦξιν τῶν ῥάβδων γ καὶ αὖθις οἱ τοῖχοι ἀνηγέρθησαν ὀλίγον πρὸς τὴν κατακόρυφον. Ἐπανειλημμένως θερμάνας ἐναλλὰξ τὰς ῥάβδους ταύτας, κατώρθωσε διὰ τῆς ἑκάστοτε συστολῆς ν' ἀνορθώσῃ τοὺς τοίχους μέχρι τῆς κατακορύφου.



Σχῆμα 5.

Θερμοκρασία. Ὅταν διάφορα σώματα πλησίον ἀλλήλων κείμενα δὲν ἐπιφέρωσιν ἐπ' ἄλληλα οὐδεμίαν ἐνέργειαν καταδεικνυομένην διὰ τῆς μεταβολῆς τῶν ὄγκων αὐτῶν, λέγομεν ὅτι ἔχουσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἀνευρίσκομεν λοιπὸν τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας σώματός τινος διὰ τῆς μεταβολῆς τοῦ ὄγκου αὐτοῦ, ἢ διὰ τῆς μεταβολῆς τοῦ ὄγκου ἄλλου τινὸς σώματος εὑρισκομένου ἐν τῷ αὐτῷ καὶ ἐκεῖνο χώρῳ.

Θερμόμετρα. Πειραματικῶς ἀπεδείχθη, ὅτι ὁ νόμος τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων εἶνε γενικός, δυνάμεθα ἑπομένως νὰ κατασκευάσωμεν ὄργανα ὅμοια πρὸς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα καὶ νὰ τὰ διαθέσωμεν οὕτως, ὥστε εἰς πᾶσαν στιγμὴν νὰ μετρῶμεν τὸν ὄγκον σώματός τινος ἁρμοδίου πρὸς τὸν σκοπόν. Ἐὰν ὁ ὄγκος οὗτος αὐξάνηται μένῃ σταθερὸς ἢ ἐλαττῶται, συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος αὐξάνεται, μένει σταθερὰ ἢ ἐλαττοῦται. Δυνάμεθα ἑπομένως νὰ μετρήσωμεν τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας διὰ τῆς διαστολῆς. Τὰ ὄργανα, ὧν ἡ κατασκευὴ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης καλοῦνται *θερμόμετρα*. Τὰ μὲν στερεὰ διαστέλλονται ὀλίγον, τὰ δὲ ἀέρια εἶνε μὲν τὰ μᾶλλον διασταλτά, ἀλλ' ὁ ὄγκος αὐτῶν ἐλαττοῦται αὐξανομένης τῆς ἀτμο-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σφαιρικῆς πιέσεως. Τὰ ἄριστα τῶν θερμομέτρων εἰσὶ βεβαίως τὰ ἀερικὰ ὡς εὐπαθέστατα, ἀλλ' ἀπαιτοῦσιν, ὡς θέλομεν ἰδεῖ, ὑπολογισμόν τινα πρὸς εὕρεσιν τῆς θερμοκρασίας.

Ἐκ τῶν ὑγρῶν τὸ μὲν ὕδωρ πήγνυται καὶ ἐξαεροῦται εὐκόλως, διαστέλλεται δὲ ἀκανονίστως. Πάντων τῶν ὑγρῶν ὁ ὑδράργυρος εἶνε ὁ καταλληλότατος πρὸς κατασκευὴν θερμομέτρου διὰ τοὺς ἑξῆς λόγους.

α΄.) Δυνάμεθα νὰ παρασκευάσωμεν αὐτὸν χημικῶς καθαρὸν καὶ κατ' ἀκολουθίαν πάντοτε τὸν αὐτόν.

β΄.) Πήγνυται εἰς ἰσχυρὸν ψῦχος (—39°,4) καὶ ἐξαεροῦται εἰς ὑψηλὴν θερμοκρασίαν (357°,25).

γ΄.) Διαστέλλεται κανονικῶς, τουτέστιν, ὅταν εἰς ὡρισμένον βάρος ὑδραργύρου παρέχωμεν τὴν αὐτὴν πάντοτε ποσότητα θερμότητος, διαστέλλεται αἰσθητῶς πάντοτε κατὰ τὸ αὐτὸ ποσόν.

δ΄.) Εἶνε εὐθερμαγωγὸς καὶ ἐπομένως ὑπὸ μικρὸν ὄγκον ταχέως τίθεται εἰς ἰσορροπίαν θερμοκρασίας μετὰ τοῦ χώρου, ἐν ᾧ τίθεται.

ε΄.) Ἔχει μικρὰν θερμοχωρητικότητα, τουτέστιν ἀπαιτεῖ μικρὰν ποσότητα θερμότητος, ὅπως ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία, καὶ ἕνεκα τούτου δὲν μεταβάλλει αἰσθητῶς τὴν θερμαντικὴν κατάστασιν τοῦ σώματος, οὗτινος πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ ἡ θερμοκρασία.

Κατασκευὴ θερμομέτρου. Τὸ ἐν χρήσει θερμόμετρον σύγκειται ἔκ τινος σωλῆνος ὑαλίνου τριχοδιαμετρικοῦ, τοῦ ὁποίου δηλονότι ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶνε ἐλαχίστη· λαμβάνεται δὲ ὁ σωλὴν τοιοῦτος ἕνεκα τῆς μικρᾶς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, διαστελλομένου ἑπτάκις ὀλιγώτερον τοῦ οἰνοπνεύματος. Ὁ σωλὴν οὗτος πρέπει νὰ εἶνε κυλινδρικός, οὕτως ὥστε, ἐὰν ὑποδιαιρεθῇ εἰς ἴσα κατὰ τὸ μῆκός του μέρη, ταῦτα ν' ἀντιστοιχῶσι πρὸς ἴσας χωρητικότητας.

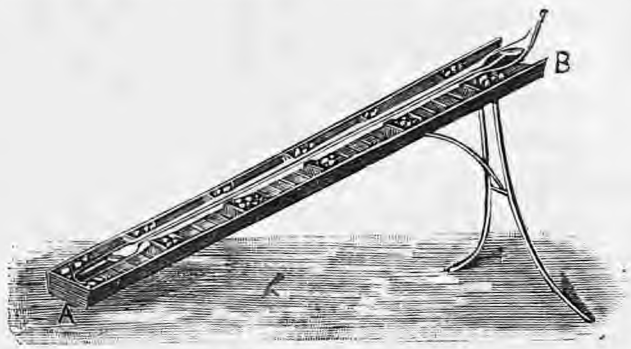
Σχῆμα 6.

Διὰ νὰ διαγνώσωμεν ἂν ἡ συνθήκη αὕτη πληροῦται εἰσάγομεν ἐν τῷ σωλῆνι (σχ. 6) στήλην ὑδραργύρου συνεχῆ μήκους 50 χ. μ. περίπου καὶ ἐμφυσῶντες ἀέρα διὰ σωλῆνος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως, μετακινοῦμεν τὸν ὑδράργυρον καθ' ὅλον τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος καὶ μετροῦμεν τὸ μῆκος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης κατὰ τὰς διαδοχικὰς θέσεις, ἃς καταλαμβάνει ἐν τῷ σωλῆνι. Ἐὰν κατὰ τὴν μετακίνησιν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ταύτην ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ἐπιμηκύνεται ἢ βραχύνεται αἰσθητῶς ὁ σωλὴν ἀποβρίπτεται· ἀλλ' ἐὰν τὸ μῆκος μένῃ σταθερὸν μὲ προσέγγισιν 1 χ. μ. ἀπὸ τοῦ ἑνὸς πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον, ὁ σωλὴν θεωρεῖται χρήσιμος.

Ὁ σωλὴν εἶτα ἐκπλύνεται κατὰ πρῶτον διὰ ζέοντος νιτρικοῦ ὀξέος, ὅπως καταστραφῶσιν αἱ ὀργανικαὶ οὐσίαι, τὰς ὁποίας ἐμπεριέχει, εἶτα ἐκπλύνεται δι' ὕδατος καὶ ἀποξηραίνεται διὰ ῥεύματος ξηροῦ ἀέρος. Εἶτα τήκεται ἡ ὕαλος εἰς τὸ ἓν ἄκρον καὶ δι' ἐμφυσήσεως κατασκευάζεται δοχεῖον σφαιρικὸν ἢ κυλινδρικόν· ἀλλὰ τὸ



Σχῆμα 7.

κυλινδρικὸν σχῆμα εἶνε προσφορώτερον, διότι τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἶνε μεγαλητέρα καὶ τὸ ὄργανον εἶνε εὐπαθέστερον.

Ὅπως εἰσαγάγωμεν τὸν ὑδράργυρον εἰς τὸ δοχεῖον κατασκευάζομεν πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σωλῆνος διὰ τήξεως τῆς ὑάλου καὶ ἐμφυσήσεως χωνίον, ὅπερ νὰ δεχθῇ ὅλον τὸν ὑδράργυρον, ὅστις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν πλήρωσιν τοῦ θερμομέτρου. Ἀφοῦ εἰσάξωμεν εἰς τὸ χωνίον τὸν ἀπαιτούμενον ὑδράργυρον, θέτομεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ κεκλιμένης ἐσχάρας AB (σχ. 7). Θερμαίνοντες δι' ἀνθράκων ἐκδιώκομεν τὸν ἐντὸς ἀέρα, κατὰ δὲ τὴν ψῦξιν ὁ ὑδράργυρος καταλαμβάνει τὴν θέσιν αὐτοῦ. Πρέπει δὲ νὰ θερμάνωμεν τὸν σωλῆνα καθ' ὅλον τὸ μῆκος αὐτοῦ, καθὼς καὶ τὸν ὑδράργυρον βράζοντες αὐτὸν ἐπανειλημμένως ἐν τῷ δοχείῳ διὰ νὰ μὴ ἀφήσωμεν οὐδὲν ἴχνος ὑγρασίας ἐν τῇ συσκευῇ.

Πρὶν κλείσωμεν τὸ θερμόμετρον εἶνε ἀπαραίτητον νὰ τὸ θερμάνωμεν μέχρι τῆς ὑψίστης θερμοκρασίας, ἣν πρόκειται νὰ δείξῃ, τοῦτο

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δὲ διὰ νὰ ἐκδιώξωμεν ἐκ τοῦ σωλῆνος τὸν πλεονάζοντα ὑδράργυρον· εἶτα ἀφήνομεν αὐτὸν νὰ ψυχθῇ διὰ νὰ ἴδωμεν εἰς ποῖον σημεῖον ἵσταται ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸν διαλυόμενον πάγον καὶ ποία θὰ εἶναι ἡ κατωτέρα θερμοκρασία, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ δείξῃ. Αἱ προκαταρκτικαὶ αὗται ἐργασίαι ἀπαιτοῦνται διὰ νὰ προσδιορισθῇ ἐκ τῶν προτέρων ἡ ποσότης τοῦ ὑδραργύρου, ὅστις πρέπει νὰ μείνῃ ἐν τῇ συσκευῇ. Ἂν π. χ. τὸ θερμόμετρον πρόκειται νὰ βαθμολογηθῇ μέχρι τῆς θερμοκρασίας 100° τῆς τοῦ ζέοντος ὕδατος, τίθεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς ζέοντος ὕδατος ἐμπεριέχοντος ἅλας διαλελυμένον. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ζέοντος τούτου ὑγροῦ εἶνε ἀνωτέρα τῶν 100° κατά τινας βαθμούς. Ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος ἐκδιώκει τὸν ἐμπεριεχόμενον ἀέρα, ὅταν δὲ ὁ ὑδράργυρος παύσῃ ἐκρέων ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου κλείομεν τὸν σωλῆνα προσφυσῶντες εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ φλόγα φωταερίου.

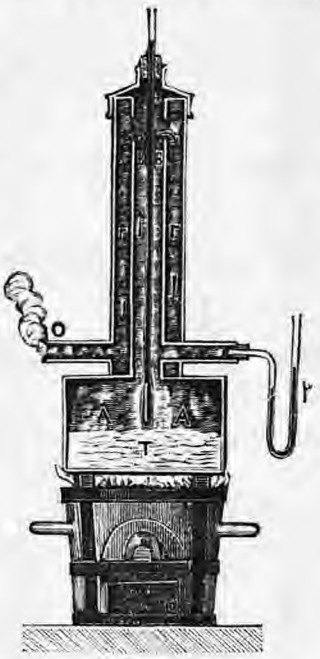
Σχῆμα 8.

Μένει τέλος νὰ ὁρίσωμεν τὰ σταθερὰ σημεῖα 0 καὶ 100. Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ μηδὲν τοῦ θερμομέτρου εἰσάγομεν ὅλην τὴν συσκευὴν εἰς ὑποδοχέα (σχ. 8) πλήρη τετριμμένου πάγου καὶ ἀναμένομεν μέχρις ὅτου ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη μείνῃ στάσιμος· ἀνασύρομεν τότε τὸν σωλῆνα τόσον μόνον, ὥστε νὰ ἴδωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἄνωθεν τοῦ πάγου. Σημειοῦμεν τὸ σημεῖον τοῦτο δι' ἐρυθροῦ χρώματος καὶ ἐξάγοντες εἶτα τὴν συσκευὴν ἐκ τοῦ πάγου χαράσσομεν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τὸ μηδὲν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος. Μεταχειριζόμεθα δὲ τὸν διαλυόμενον πάγον, διότι οὗτος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως διατηρεῖ θερμοκρασίαν σταθερὰν καὶ ἀμετάβλητον.

Ὁ προσδιορισμὸς τοῦ σημείου 100 ἀπαιτεῖ πλειοτέρας προφυλάξεις. Πρὸς τοῦτο ἡ συσκευὴ πρέπει νὰ τεθῇ ἐντὸς *τῶν ἀτμῶν* ὕδατος ζέοντος *ὑπὸ τὴν πίεσιν* 760 μ. χ. Τοῦτο δέ, διότι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ τούτου τοῦ ζέοντος ὕδατος εἶνε κατωτέρα πλησίον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀνωτέρα πρὸς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου·

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κατωτέρα, ὅταν τὸ ὕδωρ εἶνε ἀπεσταγμένον, ἀνωτέρα δὲ, ὅταν ἐμπεριέχῃ ἅλατα διαλελυμένα· ὡσαύτως ἀνωτέρα ὅταν τὸ ζέον ὕδωρ εὑρίσκεται ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ καὶ κατωτέρα ἐν μεταλλικῷ. Κατὰ τὸν Gay-Lussac ἡ τελευταία αὕτη διαφορὰ εἶνε ἴση πρὸς ἕνα περίπου ἑκατονταδικὸν βαθμόν. Ἀλλὰ κατὰ τὰς ἐρεύνας τοῦ Rudberg, οἱονδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ὕδωρ, καὶ οἱαδήποτε ἡ φύσις τοῦ δοχείου, οἱ *ἀτμοὶ* τοῦ ζέοντος ὕδατος ἔχουσι πάντοτε τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν εἰς μικρὰν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀπόστασιν, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶνε ἐντελῶς ὡρισμένη καὶ ἀμετάβλητος.



Σχῆμα 9.

Πρὸς εὕρεσιν τοῦ 100 γίνεται συνήθως χρῆσις τοῦ θερμαντῆρος τοῦ ὁποίου κατακόρυφος τομὴ παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 9. Τὸ θερμόμετρον Τ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ καλύμματος διὰ πώματος ἐκ φελοῦ. Ὁ ἀτμὸς ἀνυψούμενος περιβάλλει αὐτὸ πανταχόθεν, κατερχόμενος εἶτα διὰ τοῦ περιβλήματος ΓΓ, τὸ ὁποῖον προφυλάττει ἀπὸ τὴν ψῦξιν τὸν ἐσωτερικὸν σωλῆνα ΒΒ. Ὁ ἀτμὸς τέλος ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς Ο. Πρὸς μείζονα ἀκρίβειαν τίθεται παρακειμένως ἀνοικτὸν μανόμετρον μ, ὅπως διαγνώσωμεν κατὰ πόσον ὁ ἀτμὸς ἔχει ἐλαστικότητα μείζονα τῆς ἐξωτερικῆς, ἣν πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν. Ἀφοῦ τὸ θερμόμετρον παραμείνῃ ἐπί τινα χρόνον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν ἀνασύρομεν τὸν σωλῆνα καὶ σημειοῦμεν τὸ σημεῖον, εἰς τὸ ὁποῖον ἵσταται ὁ ὑδράργυρος. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο σημειοῦμεν 100, ἐὰν κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις εἶνε ἴση πρὸς 760 χ. μ. Ἀλλ' ἐὰν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος διαφέρῃ ὀλίγον τῶν 760 χ. μ., δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας ἔχοντες ἐν νῷ, ὅτι εἰς διαφορὰν πιέσεως 26,6 χ. μ. ἀντιστοιχεῖ διαφορὰ θερμοκρασίας ἑνὸς ἑκατονταδικοῦ βαθμοῦ, ἤτοι ὑπὸ πίεσιν 760 — 26,6 = 733,4 τὸ ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν 99°.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὰ θερμόμετρα τὰ χρησιμεύοντα διὰ τὴν εὕρεσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος φθάνουσι τὸ πολὺ μέχρι τῶν 50°. Ταῦτα βαθμολογοῦνται παραβολικῶς πρὸς ἕτερον ἀκριβὲς θερμόμετρον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει ὡς ὅρος συγκρίσεως. Πρὸς τοῦτο ἀφ' οὗ ὁρισθῇ τὸ μηδέν, ὡς ἀνωτέρω ἐξετέθη, τίθενται ἀμφότερα τὰ θερμόμετρα ἐντὸς ὕδατος ἔχοντος θερμοκρασίαν 50°. Εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἵσταται ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸ ὑπὸ βαθμολογίαν θερμόμετρον σημειοῦμεν 50° καὶ τὸ μεταξὺ διάστημα διαιροῦμεν εἰς 50 ἴσα μέρη. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἐργαζόμεθα, ὅταν θέλωμεν νὰ ἐξελέγξωμεν τὴν ἀκρίβειαν τοῦ θερμομέτρου, τοῦ ὁποίου ἡ μεγίστη θερμοκρασία, ἣν δύναται νὰ δείξῃ εἶνε κατωτέρα τῶν 100°.

Ὁρισμὸς τοῦ 0° καὶ τῶν 100°. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν, ὅτι θερμοκρασία τοῦ μηδενὸς καλεῖται *ἡ θερμοκρασία τοῦ διαλυομένου πάγου*· θερμοκρασία δὲ τῶν 100° *ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος ὑπὸ τὴν πίεσιν* 760 χ. μ.

Ὅταν εὑρεθῶσι τὰ δύο μόνιμα σημεῖα 0 καὶ 100 τὸ μεταξὺ διάστημα ὑποδιαιρεῖται εἰς 100 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνονται αἱ διαιρέσεις καὶ ἄνωθεν τοῦ 100° καὶ κάτωθεν τοῦ 0°. Αἱ ἄνωθεν τοῦ 0° βαθμοὶ διακρίνονται διὰ τοῦ σημείου + καλούμενοι θετικοὶ βαθμοὶ ἢ βαθμοὶ θερμότητος, οἱ δὲ κάτωθεν τοῦ 0° διὰ τοῦ σημείου — καλούμενοι ἀρνητικοὶ βαθμοὶ ἢ βαθμοὶ ψύχους.

Εἴς τινας τόπους μεταχειρίζονται τὴν κλίμακα τοῦ Ῥεωμύρου· διαφέρει δὲ τῆς ἑκατομβάθμου κλίμακος κατὰ τοῦτο, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ζέοντος ὕδατος σημειοῦται 80° ἀντὶ 100°. Μετατρέπομεν δὲ P βαθμοὺς τῆς κλίμακος τοῦ θερμομέτρου Ῥεωμύρου εἰς βαθμοὺς E τοῦ ἑκατομβάθμου διὰ τῆς ἀναλογίας $P:E = 80°:100°$· ὅθεν $E = \frac{100\,P}{80} = \frac{5}{4}P$, ἤτοι πολυπλασιάζοντες τὸν ἀριθμὸν P τὸν δεικνύοντα τοὺς ἀριθμοὺς τοῦ Ῥεωμύρου ἐπὶ $\frac{5}{4}$, ἢ κάλλιον αὐξάνοντες αὐτὸν κατὰ τὸ τέταρτον αὐτοῦ, διότι $\frac{5}{4} = 1 + \frac{1}{4}$. Οὕτω 36 P ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $36 + \frac{1}{4}\,36$ ἤτοι 45 E. Ἀντιστρόφως τρέπομεν ἀριθμόν τινα E βαθμῶν ἑκατονταδικῶν εἰς βαθμοὺς P Ῥεω-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μύρου, διὰ τῆς ἀναλογίας E:P = 100:80· ὅθεν $P = \frac{80E}{100} = \frac{4}{5}E$, ἤτοι πολυπλασιάζομεν αὐτὸν ἐπὶ $\frac{4}{5}$ ἢ ἐλαττοῦμεν τὸν ἀριθμὸν τὸν σημαίνοντα ἑκατονταδικοὺς βαθμοὺς κατὰ τὸ πέμπτον αὐτοῦ, διότι $\frac{4}{5} = 1 - \frac{1}{5}$, ἤτοι 35 K ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $35 - \frac{1}{5}\,35 = 28$ P.

Ἀλλαχοῦ γίνεται χρῆσις καὶ ἄλλου τινὸς θερμομέτρου, ὅπερ καλεῖται θερμόμετρον τοῦ Φαρενεΐτου. Ἐν τῷ θερμομέτρῳ τούτῳ τὸ μηδὲν ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων βαρῶν ἀμμωνιακοῦ ἅλατος καὶ τετριμμένου πάγου. Εἰς τὸ σημεῖον, καθ' ὃ βράζει τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν 760, σημειοῦται 212. Ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκομένου πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς 32° τοῦ θερμομέτρου τούτου. Ἵνα τρέψωμεν βαθμοὺς τοῦ θερμομέτρου Φαρενεΐτου εἰς ἑκατομβάθμους ἢ Ῥεωμύρου, πρέπει ν' ἀφαιρέσωμεν ἀπὸ τοῦ ἀριθμοῦ, ὅστις ἐκφράζει τοὺς βαθμοὺς τοῦ Φαρενεΐτου, τὸν ἀριθμὸν 32 καὶ τὸ ὑπόλοιπον νὰ πολυπλασιάσωμεν ἐπὶ $\frac{5}{9}$ ἢ ἐπὶ $\frac{4}{9}$. Τοὐναντίον δὲ μετατρέπομεν βαθμοὺς ἑκατονταδικοὺς ἢ Ῥεωμύρου εἰς Φαρενεΐτου πολυπλασιάζοντες τὸν ἀριθμόν, ὅστις ἐκφράζει τοὺς βαθμοὺς τοῦ ἑκατομβάθμου ἢ Ῥεωμύρου ἐπὶ $\frac{9}{5}$ ἢ ἐπὶ $\frac{9}{4}$ καὶ εἰς τὸ γινόμενον προσθέτοντες τὸν ἀριθμὸν 32.

Ἐν γένει μετατρέπομεν θερμομετρικοὺς βαθμοὺς ἐπιλύοντες τὰς ἐξισώσεις $\frac{E}{5} = \frac{P}{4} = \frac{Φ-32}{9}$.

Μετάπτωσις τοῦ μηδενικοῦ. Τὰ θερμόμετρα ὑπόκεινται εἰς σπουδαῖον λάθος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ ἔχωμεν ὑπ' ὄψιν. Προϊόντος τοῦ χρόνου τὸ μηδὲν ἀνέρχεται, τουτέστιν ὅταν τὸ θερμόμετρον τεθῇ ἐντὸς τοῦ διαλυομένου πάγου, ὁ ὑδράργυρος δὲν κατέρχεται μέχρι τοῦ 0 τῆς κλίμακος, ἀλλ' ἵσταται εἰς ἀνώτερον σημεῖον· ἡ μετάπτωσις αὕτη ἀνέρχεται ἐνίοτε εἰς 2 βαθμούς, κατὰ τὰς ἐρεύνας δὲ τοῦ Despretz ἐξακολουθεῖ ἐπὶ πολλὰ κατὰ συνέχειαν ἔτη.

Ἡ βραδεῖα αὕτη καὶ διηνεκὴς συστολὴ τοῦ δοχείου τοῦ θερμομέτρου προέρχεται ἐκ τῆς ἰσχυρᾶς θερμάνσεως, ἣν ὑφίσταται τὸ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δοχεῖον, ὅταν ἐντὸς αὐτοῦ βράζῃ ὁ ὑδράργυρος καὶ ἐκ τῆς ταχείας εἶτα ψύξεως[1]. Ἐκτὸς τῆς βραδείας ταύτης μεταπτώσεως τοῦ μηδενὸς ἐπέρχονται καὶ ἀπότομοι μεταπτώσεις, ὅταν τὸ θερμόμετρον φέρεται εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας καὶ ψύχεται εἶτα ταχέως. Διὰ τοῦτο ὅταν θέλωμεν νὰ προσδιορίσωμεν ἀκριβῶς θερμοκρασίαν τινά, πρέπει προηγουμένως νὰ ἐπαληθεύσωμεν τὸ μηδὲν τοῦ θερμομέτρου, θέτοντες αὐτὸ ἐντὸς τοῦ διαλυομένου πάγου.

Οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον. Ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται εἰς —39°,4 διὰ τὰ μεγάλα ψύχη γίνεται χρῆσις τοῦ οἰνοπνεύματος, τὸ ὁποῖον διατηρεῖ τὴν ῥευστὴν κατάστασιν καὶ εἰς λίαν χαμηλὰς θερμοκρασίας (—140)°. Ἀλλὰ τὸ οἰνόπνευμα διαστέλλεται ἑπτάκις περίπου πλέον τοῦ ὑδραργύρου, ὥστε δὲν ἀπαιτεῖται σωλὴν τριχοδιαμετρικὸς διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ οἰνοπνευματικοῦ θερμομέτρου. Τὸ καθαρὸν οἰνόπνευμα ἀναβράζει εἰς 78°,4 διὰ τοῦτο τὸ οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον βαθμολογεῖται παραβολικῶς πρὸς ὑδραργυρικόν· ἵνα δὲ εἶνε ὁρατὸν τὸ οἰνόπνευμα, χρωματίζεται συνήθως ἐρυθρόν.

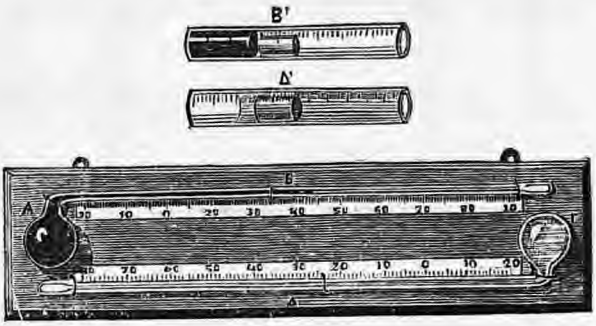
Θερμόμετρα μεγίστου καὶ ἐλαχίστου. Ταῦτα χρησι-

1.) Ἡ ὕαλος θερμαινομένη τήκεται, ἐν ῥευστῇ δὲ καταστάσει καταλαμβάνει ὄγκον μείζονα τοῦ ἀρχικοῦ, καὶ ἐὰν μὲν βραδέως ψυχθῇ, ἐπαναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν ὄγκον, ἐὰν ὅμως ταχέως, τηρεῖ ὄγκον μείζονα τοῦ ἀρχικοῦ, ὃν προϊόντος τοῦ χρόνου τείνει βραδέως νὰ καταλάβῃ, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸ ὀχεῖον τοῦ θερμομέτρου.

Ἐὰν δὲ ὑγρὰ οὖσα καταρρεύσῃ ἐν ψυχρῷ ὕδατι καὶ αἰφνιδίως λάβῃ τὴν στερεὰν κατάστασιν, δὲν προφθάνει, οὕτως εἰπεῖν, νὰ λάβῃ τὸν ὄγκον, ὃν θὰ ἐλάμβανεν, ἂν ἠρέμα καὶ βαθμηδὸν ἐψύχετο, λαμβάνει δὲ τότε ἡ ψυχθεῖσα σταγὼν ἰδίαν μορφήν, ὡς δεικνύει τὸ παρακείμενον σχῆμα, καὶ καλεῖται βαταυϊκὸν ἢ ὁλλανδικὸν δάκρυον. Κατὰ τὴν ἀπότομον ψῦξιν τὰ μὲν ἐξωτερικὰ μόρια ἔλαβον πρῶτα τὴν στερεὰν κατάστασιν, τὰ δὲ ἐνδότερα ἐτήρησαν τὰς θέσεις, ἃς κατεῖχον ἐν τῇ ῥευστῇ καταστάσει, διότι ἠναγκασμένα ὄντα νὰ συνέχωνται μετὰ τῶν ἐξωτερικῶν τῶν ἀρχικῶς ψυχθέντων δὲν ἠδυνήθησαν νὰ συσταλῶσιν. Ἐὰν ἐγκλείσωμεν τὸ μέρος Δ ἐν τῇ χειρὶ καὶ θραύσωμεν τὸ λεπτὸν ἄκρον, πᾶσα ἡ ὕαλος τρέπεται εἰς κόνιν μετὰ μικροῦ ψόφου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει, ἐὰν διὰ ῥίνης θελήσωμεν νὰ χαράξωμεν τὸ βαταυϊκὸν δάκρυον ἢ δι' ὀξείας βελόνης θελήσωμεν νὰ διατρυπήσωμεν αὐτό.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μεύουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν χώρου τινὸς ἐν ὡρισμένῳ διαστήματι χρόνου. Ὁ Rutherford μετεχειρίσθη ὡς θερμόμετρον μεγίστου, ὑδραργυρικὸν κοινὸν θερμόμετρον AB (σχ. 10) βαθμολογηθὲν ὡς πάντα τὰ θερμόμετρα ἀλλ' ὁριζόντιον καὶ ἐμπεριέχον εἰς τὸν σωλῆνά του δείκτην τινα B ἤτοι μικρὸν τεμάχιον σιδήρου ὅπερ φαίνεται ἐπηυξημένον εἰς B'. Ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, ὁ δείκτης ὠθεῖται ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν δὲ ἐλαττῶται ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται φερόμενος πρὸς τὸ δοχεῖον καὶ καταλείπει τὸν δείκτην ἐκεῖ, ἔνθα ὤθησεν αὐτὸν κατὰ τὴν μεγίστην



Σχῆμα 10.

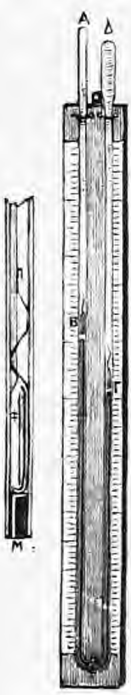
θερμοκρασίαν, τοῦτο δὲ, διότι ὁ ὑδράργυρος δὲν διαβρέχει τὸν σίδηρον καὶ δὲν ὑπάρχει ἑπομένως συνάφεια μεταξὺ αὐτῶν.

Διὰ τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν ὁ αὐτὸς φυσικὸς κατεσκεύασεν οἰνοπνευματικὸν θερμόμετρον ΓΔ, τὸ ὁποῖον διαφέρει τῶν λοιπῶν θερμομέτρων, διότι φέρει ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δείκτην ὑάλινον κεχρωματισμένον, ὅστις φαίνεται κατ' ἰδίαν εἰς τὸ Δ'. Οὗτος εἶνε μικρὸς κοῖλος κύλινδρος ὑάλινος εἰσηγμένος ἐν τῷ οἰνοπνεύματι. Ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἰνόπνευμα διαστέλλεται ὑπερβαίνει τὸν δείκτην χωρὶς νὰ τὸν μετακινήσῃ· ἀλλ' ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐλαττῶται, τὸ οἰνόπνευμα συστέλλεται καὶ παρασύρει τὸν δείκτην, τοῦτο δὲ διότι τὸ οἰνόπνευμα διαβρέχει τὴν ὕαλον καὶ ὑπάρχει ἑπομένως συνάφεια μεταξὺ αὐτῶν. Ὁ δείκτης παρασύρεται οὕτω μέχρι τοῦ σημείου τῆς συστολῆς καὶ δεικνύει οὕτω τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, ὅταν καὶ αὖθις τὸ οἰνόπνευμα διασταλῇ. Ὅταν ἀναγνώσωμεν τὰς θερμοκρασίας τοῦ μεγίστου καὶ ἐλαχίστου κλίνομεν τὸ θερμό-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μετρα καὶ φέρομεν πάλιν τοὺς δείκτας μέχρι τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος.

Ὁ θερμομετρογράφος τοῦ Six καὶ Bellani παρέχει καὶ τὴν μεγίστην καὶ τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν (σχ. 11). Σύγκειται ἐξ ἑνὸς δοχείου Δ πεπληρωμένου δι' οἰνοπνεύματος, ἐξ ἑνὸς σιφωνοειδοῦς σωλῆνος ΔΓΒ ἐμπεριέχοντος τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ΓΒ καὶ ἀπολήγοντος ἄνωθεν εἰς τὸν εὐθὺν σωλῆνα ΒΑ ἐμπεριέχοντα οἰνόπνευμα καὶ εἰς τὸ ἄνω ἄκρον Α χῶρον κενόν. Ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ Γ κατέρχεται καὶ εἰς τὸ Β ἀνέρχηται. Ἐπὶ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν Β καὶ Γ τοῦ ὑδραργύρου ὑπάρχουσι δεῖκται συγκείμενοι ἐξ ὑαλίνου τινὸς κυλίνδρου, ὅστις παρίσταται κατ' ἰδίαν εἰς τὸ Φ. Οὗτος ἐμπεριέχει λεπτὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου καὶ τηρεῖται ἐν τῷ σωλῆνι διὰ τῆς πιέσεως, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος τὸ ἐξ ὑάλου ἐλατήριον Ρ. Ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἀνέρχηται ἢ εἰς τὸ Γ ἢ εἰς τὸ Β ὁ ὑπερκείμενος δείκτης ἀνωθεῖται. Ἀλλ' ὅταν ὁ ὑδράργυρος κατέρχηται ὁ δείκτης ἀκινητεῖ ἐν τῷ οἰνοπνεύματι εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ὑδράργυρος ὠθησεν αὐτόν. Οὕτω ὁ μὲν δείκτης Β δεικνύει τὴν μεγίστην, ὁ δὲ Γ τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν. Μετὰ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν στάσεων τῶν δύο δεικτῶν φέρομεν πάλιν τοὺς δείκτας ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου διὰ μαγνήτου, ὅστις ἕλκει ἔξωθεν τοὺς ἐκ σιδήρου κυλίνδρους, οὓς φέρουσιν οἱ δεῖκται.



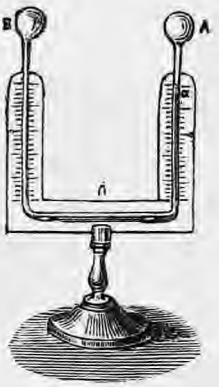
Σχ. 11.

Πολλάκις κατασκευάζουσι θερμόμετρα μεγίστου ὡς ἐξῆς. Ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου πρὸς τὸ ἀνώτερον ἄκρον εἶνε διακεκομμένη, μεταξὺ δὲ ὑπάρχει ὀλίγος ἀήρ. Ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, ἡ μικρὰ ποσότης τοῦ ὑδραργύρου χρησιμεύουσα ὡς δείκτης ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω. Ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία ἐλαττῶται, ὁ μὲν δείκτης μένει ἀκίνητος ὁ δὲ λοιπὸς ὑδράργυρος συστέλλεται. Ὅπως ἐνώσωμεν τὸν ὑδραργυρικὴν στήλην δι' ἄλλην παρατήρησιν, κτυποῦμεν ὀλίγον τὸ δοχεῖον καὶ οὕτως ὁ δείκτης κατέρχεται. Ἄλλοτε κατὰ τὴν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

συγκοινωνίαν τοῦ δοχείου μετὰ τοῦ σωλῆνος τοῦ θερμομέτρου παράγεται λαιμὸς τόσον στενὸς καὶ λεπτός, ὥστε κατὰ τὴν ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας ὁ ὑδράργυρος δύναται νὰ διέλθῃ διαστελλόμενος, ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία κατέρχηται, ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη διακόπτεται ἀκριβῶς κατὰ τὸν λαιμὸν καὶ ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδράργυρος μένει ἀκίνητος. Δι' ἐλαφρῶν προσκρούσεων δύναται καὶ αὖθις νὰ εἰσαχθῇ ὁ ὑδράργυρος ἐν τῷ σωλῆνι. Τοιαῦτα θερμόμετρα μεγίστου μεταχειρίζονται ἰδίως οἱ ἰατροί.

Διαφορικὸν θερμόμετρον. Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων σημείων, ὁ Leslie ἐπενόησε τὸ ὄργανον ὃ παριστᾷ τὸ σχῆμα 12. Σύγκειται ἐκ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος ΒΔΑ, ὅστις ἀπολήγει εἰς δύο σφαίρας Β καὶ Α ἰσομεγέθεις ἀεροστεγῶς κεκλεισμένας καὶ πλήρεις ἀέρος. Στήλη θειϊκοῦ ὀξέος κεχρωματισμένου κατέχει τὸ κατώτερον μέρος τοῦ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος, αἱ δὲ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εὑρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον καὶ τὰ δύο σκέλη ὅταν αἱ θερμοκρασίαι εἰς τὸ Β καὶ εἰς τὸ Α εἶνε αἱ αὐταί. Ἄμα θερμανθῇ καὶ κατ' ἐλάχιστον ἡ μία τῶν σφαιρῶν οἷον ἡ Β ἀμέσως ὁ ἐντὸς ἀὴρ διαστέλλεται καὶ παρωθεῖ τὸ ὑγρὸν τὸ ὁποῖον κατέρχεται πρὸς τὸ μέρος τοῦτο καὶ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πρὸς τὴν σφαῖραν Α. Βαθμολογοῦσι τὸ ὄργανον τοῦτο θέτοντες τὰς δύο σφαίρας ἐν τῷ ὕδατι, οὕτως ὥστε νὰ ὑπάρχῃ διαφορὰ θερμοκρασίας 10° καὶ σημειοῦσι 10 εἰς τὰ σημεῖα εἰς ἃ τὸ ὑγρὸν ἵσταται ἑκατέρωθεν καὶ 0 εἰς τὰ σημεῖα εἰς ἃ ἵστατο ἀρχικῶς· εἶτα διαιροῦσι τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10 διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουσι τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ μηδενὸς καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῶν σκελῶν.

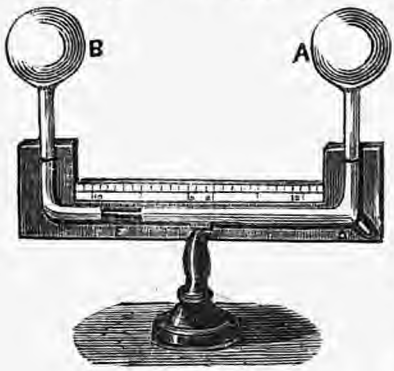


Σχ. 12.

Θερμοσκόπιον τοῦ Rumford. Εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 13) αἱ δύο σφαῖραι ἔχουσι μείζονας διαστάσεις ὁ δὲ ὁριζόντιος σωλὴν εἶνε μακρότερος. Ἡ στήλη τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος ἀντικαθίσταται ἐνταῦθα διὰ σταγόνος ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, ἥτις ἀποτελεῖ ὑγρὸν δείκτην δύο ὑδρεκατομέτρων. Οὗτος ὅταν αἱ δύο σφαῖραι ἔχωσι τὴν αὐ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὴν θερμοκρασίαν, εὑρίσκεται εἰς τὸ μέσον τοῦ ὁριζοντίου σωλῆνος. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὡς καὶ τὸ προηγούμενον καὶ δεικνύει ἐλαχίστας διαφορὰς θερμοκρασίας. Κατὰ τὸ Δ ὑπάρχει μικρὸς σωληνίσκος, ἐν ᾧ τοποθετεῖται τὸ ὑγρὸν, ὅταν θέλωμεν νὰ κανονίσωμεν τὸν ἀέρα τῶν δύο σφαιρῶν.



Σχ. 13.

Πυρόμετρα. Τὰ ὄργανα ταῦτα χρησιμεύουσιν, ὅπως διαγνώσωμεν ἂν χῶρός τις, οἷον κάμινος, ἐθερμάνθη μέχρι τῆς ἀπαιτουμένης θερμοκρασίας, ὡς ἐν τῇ κεραμεικῇ. Τὰ μάλιστα ἐν χρήσει εἶνε τὸ τοῦ Wedgwood καὶ τὸ τοῦ Brongniard.

Τὸ πυρόμετρον τοῦ Wedgwood στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἰδιότητος, ἣν ἔχει ἡ ἄργιλλος πυρουμένη νὰ συστέλληται καὶ διατηρῇ τὴν συστολὴν ταύτην καὶ μετὰ τὴν ψῦξιν. Σύγκειται δὲ (σχ. 14) ἐκ μεταλλίνης πλακὸς, ἐφ' ἧς προσαρμόζυνται τρεῖς κανόνες ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου ὀλίγον συγκλίνοντες, ὥστε ν' ἀποτελῶσιν αὔλακας, ὧν τὸ πλάτος βαίνει κανονικῶς ἐλαττούμενον. Ἡ μία αὔλαξ εἶνε ἡ ἐξακολούθησις τῆς ἑτέρας, ὑποδιαιροῦνται δὲ κατὰ μῆκος εἰς 240 ἴσα μέρη, ἅτινα παριστῶσι τοὺς βαθμοὺς τοῦ πυρομέτρου. Κύλινδροι ἐξ ἀργίλλου a, ἔχοντες διάμετρον ἴσην πρὸς τὸ μέγιστον πλάτος τῆς αὔλακος, τίθενται ἐντὸς τῆς καμίνου, ἧς πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ ὁ βαθμὸς τῆς θερμάνσεως. Μετ' ὀλίγον ἐξάγεται εἷς ἐξ αὐτῶν καὶ ψυχθεὶς τίθεται εἰς τὴν αὔλακα καὶ ὠθεῖται ἐφ' ὅσον δύναται νὰ προχωρήσῃ, δεικνύει δὲ τὸν σχετικὸν βαθμὸν τῆς θερμάνσεως τῆς καμίνου.

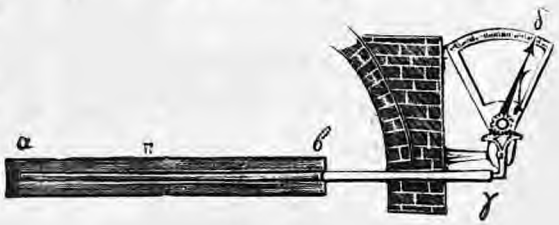
Σχ. 14.

Παραδέχονται, εἰ καὶ τοῦτο δὲν εἶνε ἐντελῶς ἀκριβὲς, ὅτι τὸ 0 τοῦ πυρομέτρου ἀντιστοιχεῖ εἰς 580° ἑκατονταδικοὺς καὶ ὅτι ἕκα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

στος βαθμὸς τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμεῖ πρὸς 72 τοῦ ἑκατομβάθμου θερμομέτρου. Κατ' ἀκολουθίαν μ βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς $580 + 72\,\mu$ ἑκατονταδικοὺς βαθμούς.

Τὸ πυρόμετρον τοῦ Brongniard σύγκειται ἐκ σιδηρᾶς ῥάβδου (σχ. 15) ἐναρμοζομένης εἰς αὔλακα κατασκευασθεῖσαν ἐπὶ πλακὸς π ἐκ πορσελάνης. Τῆς σιδηρᾶς ῥάβδου τὸ μὲν ἓν ἄκρον α στηρίζεται ἀνενδότως ἐπὶ τοῦ πέρατος τῆς αὔλακος, τὸ δὲ ἕτερον β εἶνε ἐλεύθερον καὶ ὠθεῖ ῥάβδον ἐκ πορσελάνης $\beta\gamma$, ἥτις διέρχεται δι' ὀπῆς κατασκευασθείσης ἐπὶ τῶν τοίχων τῆς καμίνου καὶ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἄκρου μοχλοῦ στρέφοντος δι' ὀδοντωτοῦ τόξου δείκτην δ. Ὁ δείκτης οὗτος διαγράφει διὰ τοῦ ἀνωτέρου αὐτοῦ ἄκρου τόξον ἐφ' οὗ σημειοῦνται οἱ διάφοροι βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου.



Σχ. 15.

Ἀερικὸν πυρόμετρον. Τὸ ἄριστον θερμόμετρον καὶ πυρόμετρον εἶνε τὸ ἀερικόν, περὶ οὗ πραγματευόμεθα εἰς τὸ περὶ διαστολῆς τῶν ἀερίων κεφάλαιον.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΥΠΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Καλοῦμεν γενικῶς διαστολὴν τὴν ἐπαύξησιν, ἣν λαμβάνει ὁ ὄγκος σώματος κατὰ τὰς τρεῖς αὐτοῦ διαστάσεις. Διακρίνομεν δὲ α΄.) τὴν γραμμικὴν ἢ κατὰ μῆκος διαστολήν· β΄.) τὴν κατ' ἐπιφάνειαν διαστολὴν καὶ γ΄.) τὴν ἐν γένει διαστολὴν ἢ κατ' ὄγκον διαστολήν.

Κατὰ μῆκος διαστολή. Καλοῦμεν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς τὴν διαστολὴν δ, ἣν ὑφίσταται ῥάβδος τις ἑνὸς μέτρου μήκους θερμαινομένη ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας τοῦ μηδενὸς εἰς τὴν τοῦ ἑνὸς βαθμοῦ. Ἂν δ' ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ διαστολὴ αὕτη εἶνε σταθερὰ πρὸς πᾶσαν μεταβολὴν θερμοκρασίας ἑνὸς βαθμοῦ, τότε ἐν γένει ῥάβδος μήκους μ_0 μέτρων θερμανθεῖσα ἀπὸ μηδενὸς εἰς ἕνα βαθμὸν εἰς $2^0 \ldots$ εἰς θ^0, διαστέλλεται κατὰ $\mu\delta, 2\mu\delta, \ldots \theta^0\mu\delta$, καὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὸ νέον αὐτῆς μῆκος μ_0 ἔσεται $\mu_0 + \mu_0\delta\theta$, ἤτοι $\mu_\theta = \mu_0(1 + \delta\theta)$ καὶ εἰς θερμοκρασίαν θ' θέλομεν ἔχει $\mu_{\theta'} = \mu_0(1 + \delta\theta')$,

καὶ διαιροῦντες κατὰ μέλη λαμβάνομεν (1) $\dfrac{\mu_\theta}{\mu_{\theta'}} = \dfrac{1 + \delta\theta}{1 + \delta\theta'}$.

ἐκ τῆς ἐξισώσεως ταύτης λαμβάνομεν $\delta = \dfrac{\mu_\theta - \mu_{\theta'}}{\theta\mu_{\theta'} - \theta'\mu_\theta}$.

Κατ' ἐπιφάνειαν διαστολή. Κατ' ἐπιφάνειαν διαστολὴ καλεῖται ἡ ἐπέκτασις τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος θερμαινομένου ἀπὸ τοῦ 0^0 εἰς 1^0. Ἐὰν πλὰξ ὁμοιομερὴς διαστέλληται, αὐξάνεται ὁμοιομόρφως, κατ' ἀκολουθίαν αἱ ἐπιφάνειαι E_0 καὶ E_θ ἀπὸ μηδενὸς εἰς θ βαθμοὺς εἶνε σχήματα ὅμοια καὶ ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν ὁμολόγων πλευρῶν καὶ ἔχομεν

$$\frac{E_\theta}{E_0} = \frac{\mu_\theta^2}{\mu_0^2} = (1 + \delta\theta)^2 = 1 + 2\delta\theta + \delta^2\theta^2.$$

καὶ παραλείποντες $\delta^2\theta^2$ (διότι $\delta = 0{,}00001$ ἕως $0{,}00003$ διὰ τὰ μέταλλα, ἐπομένως $\delta^2 = 0{,}0000000001$ ἕως $0{,}0000000009$) λαμβάνομεν $E_\theta = E_0(1 + 2\delta\theta)$,

τύπος ὅμοιος τῷ ἐκφράζοντι τὴν κατὰ μῆκος διαστολήν, μὲ μόνην τὴν διαφοράν, ὅτι τὸ δ ἀντικαθίσταται διὰ 2δ, ὥστε ὁ συντελεστὴς τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς πορίσματι δι' ἀριθμοῦ διπλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς.

Κατ' ὄγκον διαστολή. Κατ' ὄγκον διαστολὴ ἢ ἐξόγκωσις, ἢ καὶ ἁπλῶς διαστολή, καλεῖται ἡ ἐπαύξησις τοῦ ὁλικοῦ ὄγκου τοῦ θερμαινομένου σώματος. Παραδεχόμεθα ἐπίσης ἐνταῦθα, ὅτι οἱ ὄγκοι εἰς 0^0 καὶ εἰς θ^0 τηροῦνται ὅμοιοι καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἀνάλογοι τῶν κύβων τῶν ὁμολόγων αὐτῶν διαστάσεων, τοῦθ' ὅπερ παρέχει

$$\frac{O_\theta}{O_0} = \frac{\mu_\theta^3}{\mu_0^3} = (1 + \delta\theta)^3 = 1 + 3\delta\theta + 3\delta^2\theta^2 + \delta^3\theta^3,$$

καὶ κατὰ προσέγγισιν (παραλείποντες $3\delta^2\theta^2 + \delta^3\theta^3$ ὡς ἐλάχιστα) ἔχομεν $O_\theta = O_0(1 + 3\delta\theta) = O_0(1 + \Delta\theta)$.

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

Παραβάλλοντες καὶ τὸν τύπον τοῦτον πρὸς τὸν πρῶτον βλέπομεν ὅτι ὁ συντελεστὴς $\Delta = 3\delta$ τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς πορίσματι

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

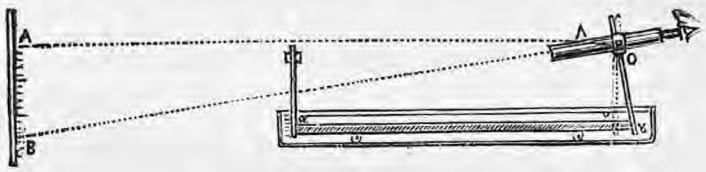
δι' ἀριθμοῦ τριπλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὴν κατὰ μῆκος διαστολὴν δ.

Μεταβολὴ τοῦ βάρους τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου ἤτοι τῆς πυκνότητος. Ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου, ἤτοι τὸ κυβικὸν ὑφεκατόμετρον εἶνε σχῆμα γεωμετρικὸν ἐντελῶς καθωρισμένον καὶ ἀμετάβλητον κατὰ τὸν ὄγκον ἢ τὴν χωρητικότητα. Τὸ βάρος ὅμως τῆς ὕλης, ἥτις πληροῖ τὸν ὄγκον τοῦτον εἶνε διάφορον εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας, ὅθεν τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου, ἤτοι ἡ πυκνότης σώματός τινος μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας. Ἀλλ' αἱ πυκνότητες εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τοὺς ὄγκους, διότι τὸ βάρος Β ἑνὸς σώματος ἰσοῦται μὲ τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν ἀντίστοιχον πυκνότητα ἤτοι $B = O_0 \times \Pi_0 = O_\theta \times \Pi_\theta$.

Ὅθεν $$\frac{\Pi_0}{\Pi_\theta} = \frac{O_\theta}{O_0} = \frac{O_0(1+\Delta\theta)}{O_0} = 1+\Delta\theta$$

καὶ $\Pi_\theta = \dfrac{\Pi_0}{1+\Delta\theta}$. Διὰ τοῦ τύπου τούτου εὑρίσκομεν τὴν πυκνότητα σώματός τινος εἰς θ γνωρίζοντες τὴν πυκνότητα τοῦ σώματος τούτου εἰς 0^0 καὶ τὸν συντελεστὴν Δ τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τοῦ σώματος.

Μέτρον τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν. Τὴν κατὰ μῆκος διαστολὴν τῶν στερεῶν σωμάτων εὗρον κατὰ πρῶτον ὁ Lavoisier καὶ ὁ Laplace διὰ τῆς ἑξῆς μεθόδου. Ῥάβδος $\alpha\gamma$ (σχ. 16) ἧς πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς, τίθεται ὁριζοντίως ἐν ἐπιμήκει σκάφῃ· καὶ τὸ μὲν ἄκρον αὐτῆς α στηρίζεται ἀκλονήτως, τὸ δὲ ἄλλο ἅπτεται τοῦ κατακορύφου στελέχους $\gamma\sigma$ συνδεδεμένου στερεῶς κατ' ὀρθὴν γωνίαν μετὰ τῆς διόπτρας Λ. Τίθεται κατὰ πρῶτον ἐν τῇ σκάφῃ τετριμμένος πάγος, ὅστις τηκόμενος ψύχει τὴν ῥάβδον μέχρι τοῦ μηδενὸς, τότε ὁ ἄξων



Σχ. 16.

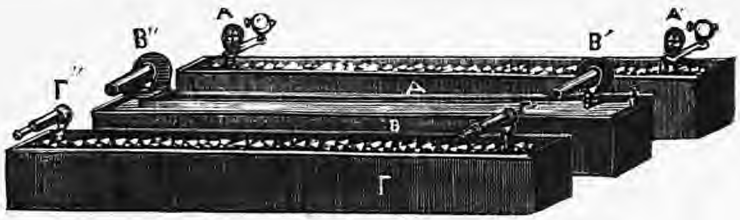
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς διόπτρας εἶνε ὁριζόντιος καὶ τὸ σταυρόνημα αὐτῆς δεικνύει τὴν διαίρεσιν Α κατακορύφου κανόνος ΑΒ μακρὰν εὑρισκομένου. Εἶτα θερμαίνεται τὸ ἐν τῇ σκάφῃ ὕδωρ μέχρι βρασμοῦ, ἢ τίθεται ἐν αὐτῇ ζέον ἔλαιον, ὥστε ἡ ῥάβδος νὰ λάβῃ ὡρισμένην θερμοκρασίαν θ, ἣν μετροῦμεν δι' ἀκριβεστάτων θερμομέτρων. Ἡ ῥάβδος ἐπιμηκύνεται κατὰ τὸ $\gamma\gamma$, τὸ στέλεχος λαμβάνει τὴν θέσιν $o\gamma$, ὁ δὲ ὀπτικὸς ἄξων τῆς διόπτρας διευθύνεται πρὸς τὴν διαίρεσιν Β τῆς κλίμακος.

Τὰ δύο ὀρθογώνια τρίγωνα $\gamma\gamma o$ καὶ ΑΒΟ εἰσὶν ὅμοια καὶ ἔχομεν $\frac{\gamma\gamma}{\gamma o} = \frac{\text{ΑΒ}}{\text{Α}o}$ ὅθεν $\gamma\gamma = \frac{\text{ΑΒ} \times \gamma o}{\text{Α}o}$. Ἐὰν λοιπὸν προσδιορίσωμεν ἅπαξ διὰ παντὸς τὸν λόγον $\frac{\gamma o}{\text{Α}o}$ πολυπλασιάζοντες αὐτὸν ἑκάστοτε ἐπὶ ΑΒ, ὅπερ παρέχει ἡμῖν ὁ κανών, εὑρίσκομεν τὸ $\gamma\gamma$ ὅπερ καλέσωμεν a.

Ἐὰν τὸ μῆκος τῆς ῥάβδου εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς ἴσον πρὸς μ μέτρα ὁ ζητούμενος συντελεστὴς $\delta = \frac{a}{\mu . \theta}$.

Ὁ Ramsden ἐτελειοποίησε τὴν μέθοδον ταύτην ὡς ἑξῆς. Τρεῖς μεταλλικαὶ σκάφαι Α, Β καὶ Γ (σχ. 17) τίθενται παραλλήλως ἐπὶ



Σχ. 17.

σιδηρῶν ὑποστηριγμάτων, καὶ αἱ μὲν ἐξώτεραι Α καὶ Γ πληροῦνται τετριμμένου πάγου, ἡ δὲ μεσαία Β ἥτις ἐμπεριέχει ὕδωρ, δύναται νὰ θερμανθῇ διὰ λύχνων οἰνοπνεύματος τιθεμένων ὑπ' αὐτήν. Ἑκάστη σκάφη ἐμπεριέχει μεταλλικὴν ῥάβδον μήκους 2 μέτρων· καὶ αἱ μὲν εἰς τὰς ἐξωτέρας σκάφας κείμεναι, αἵτινες εὑρίσκονται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°, διατηροῦσι μῆκος μόνιμον καὶ ἀποτελοῦσι σύστημα ἀμετάβλητον, ἐνῷ ἡ ἐν τῇ μεσαίᾳ σκάφῃ ἧς τὴν διαστολὴν πρόκειται νὰ μετρήσωμεν, φέρεται διαδοχικῶς εἰς διαφόρους θερμοκρασίας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

οὕτω δὲ ἐπιμηκύνεται καὶ βραχύνεται. Ἐστήριξαν ἐπὶ ἑκατέρων τῶν ἄκρων τῶν τριῶν ῥάβδων μεταλλικοὺς στηλίσκους κατακορύφους οἵτινες ὑψοῦνται ἄνωθεν τῶν σκαφῶν καὶ φέρουσιν εἰς τὴν κορυφήν των. 1ον Εἰς τὸ Α′ καὶ Α″ σταυρονήματα ἄτινα χρησιμεύουσιν ὡς στόχασμα (mire) καὶ φωτίζονται ἕκαστον διὰ μικροῦ κατόπτρου. 2ον Εἰς Β′ καὶ Β″ φακοὺς συγκλίνοντας ἐγκεκλεισμένους εἰς σωλῆνας καὶ δεχομένους τὸ φῶς ὅπερ ἐκπέμπουσι τὰ σταυρονήματα. 3ον εἰς Γ′ καὶ Γ″ φακοὺς χρησιμεύοντας ὡς ἁπλᾶ μικροσκόπια εἰς τὴν ἑστίαν τῶν ὁποίων διατίθενται δύο ἄλλα σταυρονήματα, τὰ ὁποῖα ὁ ὀφθαλμὸς βλέπει εὐκρινῶς ὄπισθεν τοῦ φακοῦ τιθέμενος. Μετακινουμένου καταλλήλως τοῦ ἐν τῷ μέσῳ φακοῦ Β′ ἢ Β″ ὁ ὀφθαλμὸς δύναται νὰ ἴδῃ ταὐτιζόμενα τὰ εἴδωλα τῶν σταυρονημάτων, ἡ ἐλαχίστη δὲ ἐπιμήκυνσις τῆς μεσαίας ῥάβδου μετακινοῦσα τοὺς φακούς, οὓς αὐτὴ φέρει, καταστρέφει τὴν σύμπτωσιν τῶν νημάτων.

Ψύχουσι τὰς τρεῖς σκάφας μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ μηδενὸς καὶ εἶτα κανονίζουσι τὴν μεσαίαν ῥάβδον οὕτως, ὥστε τὰ νήματα νὰ συμπέσωσι πρὸς τὸ ἓν μέρος Α′, Β′, Γ′ καὶ τότε στηρίζουσιν ἀμεταθέτως τὸ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος Β′ ἄκρον τῆς ῥάβδου, ἥτις κεῖται ἐν τῇ μεσαίᾳ σκάφῃ Β. Διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου μετατίθεται ὁ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον Β′ τῆς αὐτῆς ῥάβδου φακὸς μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ σύμπτωσις τῶν νημάτων καὶ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος Α″, Β″, Γ″. Εἶτα θερμαίνουσι τὴν ἐν τῷ μέσῳ σκάφην καὶ ὅταν φθάσῃ εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ἣν ἀκριβῶς προσδιορίζουσι μετακινοῦσι διὰ τοῦ μικρομετρικοῦ κοχλίου τὸν φακὸν Β″, μέχρις ὅτου καὶ πάλιν τὰ νήματα συμπέσωσι. Διὰ τοῦ μικρομετρικοῦ τούτου κοχλίου, ὅστις προσδιορίζει μήκη μὲ προσέγγισιν 1/500 τοῦ χιλιοστομέτρου ἀνευρίσκουσι τὴν ὁλικὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς ἐν τῷ μέσῳ ῥάβδου. Διαιροῦντες ταύτην διὰ τοῦ μήκους τῆς ῥάβδου εἰς 0° καὶ διὰ τῆς θερμοκρασίας εὑρίσκουσι τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.

Μέθοδος διαφορική. Ὁ Borda ἐπιφορτισθεὶς τὴν καταμέτρησιν τοῦ γαλλικοῦ μεσημβρινοῦ, ἠναγάσθη νὰ λύσῃ τὸ πρόβλημα τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν μεταλλικῶν κανόνων, οὓς μετεχειρίζετο πρὸς καταμέτρησιν τῆς βάσεως· πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον μετεχειρίσθη τοιαύτην μέθοδον, ὥστε οἱ κανόνες ἐδείκνυον ἑκάστοτε τὴν θερμοκρασίαν εἰς ἣν εὑρίσκοντο, καὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐπομένως τὴν διόρθωσιν, ἣν ἑκάστοτε ἔπρεπε νὰ ὑποστῶσιν ὡς πρὸς τὸ μῆκός των. Πρὸς τοῦτο κανὼν ἐκ λευκοχρύσου AB (σχ. 18) μήκους 12 ποδῶν, προσεκολλήθη διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου εἰς χάλκινον κανόνα ὀλίγον τι βραχύτερον A′B′ οὗτινος τὸ ἕτερον ἄκρον ἐκινεῖτο ἐλευθέρως κατὰ μῆκος τοῦ ἐκ λευκοχρόσου κανόνος, κατὰ τὰς διαφόρους ἀνίσους διαστολὰς αὐτῶν. Τὸ ἄκρον B τοῦ κανόνος AB ἦτο ὑποδιηρημένον εἰς ἴσα μέρη, ἅτινα ἦσαν ἴσα πρὸς τὸ ἓν ἑκατομμυριοστὸν τοῦ ὅλου κανόνος. Ὡσαύτως τὸ ἄκρον B′ τοῦ κανόνος A′ B′ ἔφερε διαιρέσεις, αἵτινες ἀπετέλουν βερνιέρον μὲ τὰς διαιρέσεις τοῦ κανόνος AB.

Ἐπειδὴ ὁ χαλκὸς διαστέλλεται πλειότερον τοῦ λευκοχρύσου, ἡ διαφορὰ τοῦ μήκους τῶν δύο κανόνων ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ θερμο-

Σχ. 18.

κρασία αὐξάνηται καὶ αὐξάνεται, ὅταν αὕτη ἐλαττῶται κατὰ ποσότητας, ἃς καταμετροῦσι διὰ τῆς μετατοπίσεως τοῦ βερνιέρου ἐπὶ τῶν διαιρέσεων τοῦ κανόνος AB. Ἀρκεῖ νὰ σημειώσωμεν τὰς ἐνδείξεις τοῦ βερνιέρου, ὅταν περιβάλλωμεν τὸ σύστημα τῶν δύο κανόνων διὰ τηκουμένου πάγου καὶ εἶτα ὅταν ἐμβαπτίζωμεν αὐτὰς ἐντὸς τοῦ ζέοντος ὕδατος, λαμβάνομεν οὕτω δι' ἁπλῆς ἀναλογίας τὴν θερμοκρασίαν τῶν κανόνων τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς οἱανδήποτε ἔνδειξιν τοῦ βερνιέρου. Τὸ σύστημα τῶν δύο μεταλλικῶν κανόνων ἀποτελεῖ οὕτω μεταλλικὸν θερμόμετρον.

Ὅπως δὲ εὕρωμεν τὴν διόρθωσιν, ἣν πρέπει νὰ ἐπιφέρωμεν εἰς τὸ μῆκος τοῦ κανόνος τοῦ λευκοχρύσου, πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τὴν ἀπόλυτον διαστολὴν τοῦ ἐκ λευκοχρύσου κανόνος μεταξὺ 0° καὶ 100°.

Ἐὰν ἡ διαστολὴ αὕτη ὑποτεθῇ γνωστή, ἡ μέθοδος τοῦ Borda παρέχει ἡμῖν ἀμέσως τὸ μέγεθος τῆς διαστολῆς τοῦ χαλκοῦ· ἐὰν δὲ ἀντικαταστήσωμεν τὸν χαλκὸν δι' ἄλλου μετάλλου, δυνάμεθα οὕτω νὰ εὕρωμεν τὴν διαστολὴν καὶ τοῦ μετάλλου τούτου.

Τοιαῦται εἶνε αἱ διάφοροι μέθοδοι, ἃς μετεχειρίσθησαν πρὸς εὕρεσιν τῆς διαστολῆς τῶν διαφόρων στερεῶν οὐσιῶν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὁ κάτωθι πίναξ παρέχει τοὺς συντελεστὰς τῆς διαστολῆς τῶν ἐν ταῖς τέχναις εὐχρηστοτέρων οὐσιῶν.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Ὀνόματα τῶν οὐσιῶν	Συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς			
Ξύλον ἐλάτης	ἀπὸ	0,0000035	ἕως	0,0000050
Λευκὴ ὕαλος	»	0,0000082	»	0,0000086
Πυριτύαλος Flint - glass	»	0,0000081	»	0,0000090
Γρανίτης	»	0,0000086	»	0,0000090
Λευκόχρυσος	»	0,0000085	»	0,0000088
Χυτοσίδηρος	»	0,0000110	»	0,0000111
Σίδηρος	»	0,0000118	»	0,0000144
Χάλυψ ἐστομωμένος	»	0,0000123	»	0,0000137
Χρυσὸς	»	0,0000147	»	0,0000155
Χαλκὸς	»	0,0000171	»	0,0000172
Ὀρείχαλκος	»	0,0000187	»	0,0000188
Ἄργυρος	»	0,0000190	»	0,0000191
Κασσίτερος	»	0,0000217	»	0,0000218
Ἀργίλλιον	»	0,0000222	»	0,0000223
Μόλυβδος	»	0,0000284	»	0,0000285
Ψευδάργυρος	»	0,0000295	»	0,0000297

ΣΗΜ. Ὅπως εὕρωμεν τὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τριπλασιάζομεν τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς.

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου καταφαίνεται, ὅτι ἐκ τῶν εὐχρήστων ἐν ταῖς τέχναις μετάλλων τὸ μᾶλλον διασταλτὸν εἶνε ὁ ψευδάργυρος, διότι ῥάβδος μήκους ἑνὸς μέτρου εἰς 0° γίνεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν 100° τοῦ ἑκατομβάθμου 1μ.μ. 00296, ἐνῷ ὁ λευκόχρυσος ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις διαστέλλεται μόνον κατὰ 0,86 τοῦ χιλιοστομέτρου.

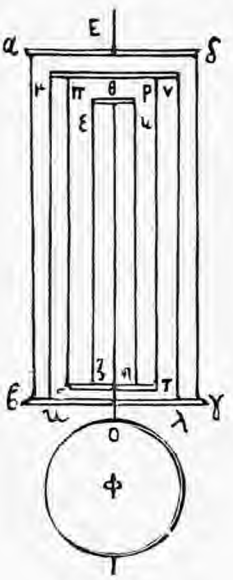
Μόνον οἱ κρύσταλλοι τοῦ κυβικοῦ συστήματος θερμαινόμενοι διαστέλλονται ἐπίσης κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις, οἱ κρύσταλλοι τῶν ἄλλων συστημάτων διαστέλλονται ἀνίσως κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις. Ἐξαίρεσιν περίεργον ὡς πρὸς τὴν διαστολὴν ἀποτελεῖ ὁ ἰω-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

διοῦχος ἄργυρος ὅστις συστέλλεται ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας — 10^0 μέχρι $+70^0$ καὶ διαστέλλεται ψυχόμενος. Ὡσαύτως ἐξαίρεσιν ἀποτελεῖ ἡ ἄργιλλος ἥτις καὶ ὅταν διὰ θερμάνσεως ἀποβάλῃ τὴν ὑγρασίαν αὐτῆς ἐξακολουθεῖ συστελλομένη καὶ εἰς θερμοκρασίας ὑψηλοτέρας, διατηροῦσα καὶ μετὰ τὴν ψύξιν τὸν νέον ὄγκον ὃν ἔλαβε συστελλομένη, τοῦθ' ὅπερ προέρχεται ἐξ ἰσχυροτέρας συνενώσεως τῶν μορίων αὐτῆς.

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ.

Ἐκκρεμῆ σταθεροῦ μήκους. Εἴδομεν ὅτι τῶν ἐκκρεμοφόρων ὡρολογίων ἡ κίνησις κανονίζεται δι' ἐκκρεμοῦς· ὅταν δὲ ἡ ῥάβδος τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶνε ἰδίως ἐκ μετάλλου, τὸ μῆκος αὐτῆς μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας· καὶ ἑπομένως καὶ ὁ χρόνος μιᾶς αἰωρήσεως, οὕτω δὲ τὰ ὡρολόγια βραδυποροῦσι μὲν κατὰ τὸ θέρος ταχυποροῦσι δὲ κατὰ τὸν χειμῶνα. Ἐὰν ἡ ῥάβδος τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶνε κατεσκευασμένη ἐκ ξύλου ξηροῦ καλῶς ἐπικεχρισμένου ὥστε νὰ μὴ ἀπορροφᾷ ὑγρασίαν, τὸ μῆκος ὀλίγον μεταβάλλεται. Εἰς τὰ ἀκριβῆ ὅμως ὡρολόγια μεταχειρίζονται μετάλλινα ἐκκρεμῆ σταθεροῦ μήκους ἐν τοῖς ὁποίοις δηλ. ἡ ἐνέργεια τῆς θερμότητος ἐξουδετεροῦται.



Σχ. 19.

Ἐκκρεμὲς Leroy. Εἰς τὸ ἐκκρεμὲς τοῦτο (σχ. 19) ὁ βαρὺς φακὸς Φ κρέμαται διὰ σιδηρᾶς ἐσχάρας, ἥτις σύγκειται ἐξ ἑνὸς ὀρθογωνίου τετραπλεύρου $αβγδ$, ὅπερ κρέμαται διὰ τοῦ χαλυβδίνου ἐλάσματος Ε καὶ τοῦ ὁποίου αἱ δύο κατακύρυφοι πλευραὶ $αδ$ καὶ $γδ$ εἰσὶν ἐκ σιδήρου. Ἐπὶ τῆς κατωτέρας πλευρᾶς $βγ$ εἶνε προσηλωμένον τὸ ὀρθογώνιον τρίπλευρον $κμν.ι$, οὗτινος αἱ πλευραὶ $μκ$ καὶ $ν.ι$ εἰσὶν ἐκ χαλκοῦ. Ἐπὶ τῆς ἄνω πλευρᾶς $μν$ στηρίζεται τὸ τρίπλευρον $πστρ$, οὗτινος αἱ πλευραὶ $πσ$ καὶ $ρτ$ εἶνε ἐκ σιδήρου, ἐπὶ τούτου τρίτον μικρότερον τρίπλευρον $ζεκη$, οὗ αἱ πλευραὶ $εζ$ καὶ $κη$ εἰσὶν ἐκ χαλκοῦ, εἰς τὸ μέσον δὲ τῆς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πλευρᾶς *εκ* ἐξαρτᾶται ἡ τὸν φακὸν Φ βαστάζουσα ῥάβδος *θο* ἐκ σιδήρου. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως εἶνε φανερὸν, ὅτι ὁ φακὸς κατέρχεται μὲν διὰ τῆς διαστολῆς τῶν ἐκ σιδήρου ῥάβδων *αβ* καὶ *γδ*, *πσ* καὶ *ρτ*, καὶ *θο*, ἀνέρχεται ὅμως ἕνεκα τῆς συγχρόνου διαστολῆς πρὸς τὰ ἄνω τῶν ἐκ χαλκοῦ ῥάβδων *μκ* καὶ *νλ*, *ζε* καὶ *ηκ*. Ἐπειδὴ δὲ ἀφ' ἑνὸς μὲν ὁ χαλκὸς διαστέλλεται πλειότερον τοῦ σιδήρου, ἀλλ' ἀφ' ἑτέρου τὸ μῆκος τῶν ἐκ σιδήρου ῥάβδων εἶνε ὑπέρτερον τῶν ἐκ χαλκοῦ δύνανται νὰ ὑπολογισθῶσι τὰ μήκη ταῦτα οὕτως, ὥστε ἡ διαφορὰ τῶν μηκῶν νὰ εἶνε σταθερά.

Πρὸς τοῦτο καλέσωμεν $M_\sigma = \alpha\beta + \pi\sigma + \theta o$ καὶ $M_\chi = \mu\kappa + \zeta\varepsilon$ τὰ μήκη τῶν ῥάβδων εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς καὶ Σ_τ, Σ_χ τοὺς συντελεστὰς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χαλκοῦ. Αἱ ἐπιμηκύνσεις ἀπὸ 0° εἰς θ° πρέπει νὰ εἶνε ἴσαι ἤτοι

$$M_\sigma \Sigma_\sigma \theta = M_\chi \Sigma_\chi \theta \quad \text{ὅθεν}$$

$$\frac{M_\sigma}{M_\chi} = \frac{\Sigma_\chi}{\Sigma_\sigma}$$

ἤτοι τὰ μήκη πρέπει νὰ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τοὺς συντελεστὰς τῶν διαστολῶν τοῦ σιδήρου καὶ χαλκοῦ. Ἀλλὰ

$$\Sigma_\chi = 0{,}000018 \text{ καὶ } \Sigma_\sigma = 0{,}000012 \quad \text{ὅθεν}$$

$$\frac{M_\sigma}{M_\chi} = \frac{0{,}000018}{0{,}000012} = \frac{18}{12} = \frac{3}{2}.$$

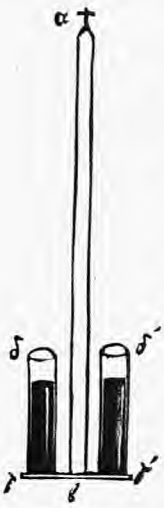
Ἐὰν θέλωμεν ἡ ἀπόστασις ΕΟ νὰ εἶνε ἴση πρὸς ἓν μέτρον ἔχομεν

$$M_\sigma - M_\chi = 1 \quad \text{ὅθεν } M_\sigma = 3\mu\acute{\varepsilon}. \text{ καὶ } M_\chi = 2\mu\acute{\varepsilon}.$$

Ἐκκρεμὲς δι' ὑδραργύρου. Εἰς τοῦτο ἡ ῥάβδος τοῦ ἐκκρεμοῦς *αβ* φέρει πρὸς τὸ κατώτερον μέρος ἐνίοτε μὲν ἕνα ἄλλοτε δὲ δύο κυλίνδρους ὑαλίνους *γδ* καὶ *γ'δ'* (σχ. 20) ἐμπεριέχοντος ὑδράργυρον, ὅστις ἔχει συντελεστὴν τῆς διαστολῆς μείζονα τοῦ τῆς ῥάβδου *αβ*. Τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὑπολογίζεται τοιοῦτον, ὥστε τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς νὰ μένῃ ἀμετάβλητον. Διότι θερμαινουμένου τοῦ συστήματος τὸ μὲν στέλεχος *αβ* ἐπιμηκύνεται καὶ τείνει νὰ καταβιβάσῃ τὸν ἄξονα τῆς αἰωρήσεως, ἀλλὰ συγχρόνως ὁ ὑδράργυρος διαστέλλεται πρὸς τὰ ἄνω καὶ τείνει ν' ἀναβιβάσῃ αὐτὸν οὕτως, ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως μένει σταθερὰ καὶ ἐπομένως καὶ ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐπανορθωτικὰ ἐλάσματα. Λαμβάνομεν δύο ἐλάσματα ΣΣ καὶ ΧΧ (Σχ. 21), τὸ μὲν ἐκ σιδήρου τὸ δὲ ἐκ χαλκοῦ, ἔχοντα τὸ αὐτὸ μῆκος ἐν ὡρισμένῃ θερμοκρασίᾳ καὶ συγκολλῶμεν ταῦτα καθ' ὅλον αὐτῶν τὸ μῆκος. Ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψῶται, ἐπειδὴ ὁ χαλκὸς διαστέλλεται πλειότερον τοῦ σιδήρου, τὸ ἔλασμα κάμπτεται γινόμενον κοῖλον πρὸς τὸν σίδηρον καὶ κυρτὸν πρὸς τὸν χαλκόν. Τοὐναντίον συμβαίνει, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέλθῃ κάτωθεν τῆς ἀρχικῆς τότε τὸ ὅλον κοιλοῦται πρὸς τὸν χαλκὸν καὶ κυρτοῦται πρὸς τὸν σίδηρον. Τοιοῦτον ἔλασμα προσκολλᾶται ὁριζοντίως ἐπὶ τοῦ κατακορύφου στελέχους τοῦ ἐκκρεμοῦς (σχ. 22) οὕτως ὥστε ὁ μᾶλλον συστελλόμενος ἢ διαστελλόμενος



Σχ. 20.

Σχ. 21.

χαλκὸς εἶνε πρὸς τὰ κάτω. Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐλαττῶται, τὸ στέλεχος τοῦ ἐκκρεμοῦς γίνεται βραχύτερον ἀλλὰ τὰ ἐπανορθωτικὰ ἐλάσματα κάμπτονται πρὸς τὰ κάτω καὶ οὕτω τὸ μῆκος τοῦ ἐκ-

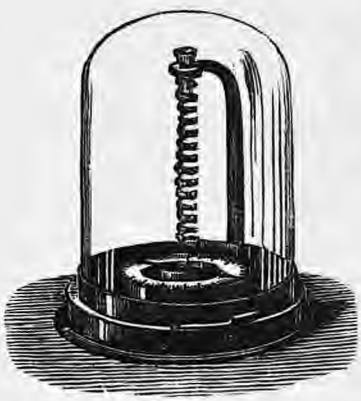
Σχ. 22.

κρεμοῦς μένει σταθερόν. Ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται τὸ στέλεχος ἐπιμηκύνεται ἀλλὰ τὰ ἐπανορθωτικὰ ἐλάσματα κάμπτονται πρὸς τὰ ἄνω καὶ διατηρεῖται οὕτω εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ὁ ἄξων τῆς αἰωρήσεως.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἀείστροφον τῶν χρονομέτρων καὶ ἐγκολπίων ὡρολογίων. Οὕτω καλεῖται μικρὸς τροχὸς, ὅστις ῥυθμίζει τὴν κίνησιν τῶν χρονομέτρων καὶ ἐγκολπίων ὡρολογίων. Ἀλλ' ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως τοῦ μικροῦ τούτου τροχοῦ αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, διότι αἱ ἀκτῖνες αὐτοῦ ἐπιμηκύνονται. Διὰ τοῦτο τέμνουσι τὴν περιφέρειαν τοῦ τροχίσκου εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα σημεῖα (σχ. 23), ἑκάστη δὲ ἡμιπεριφέρεια κατατασκευάζεται ἐκ δύο ἐλασμάτων πρὸς τὰ ἔσω μὲν ἐκ χάλυβος πρὸς τὰ ἔξω δὲ ἐκ χαλκοῦ καὶ στηρίζεται διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου αὐτῆς *a* καὶ *b* εἰς τὰ ἄκρα τῆς διαμέτρου *ab* τοῦ τροχίσκου, εἰς δὲ τὸ ἕτερον ἐλεύθερον ἄκρον φέρει μικρὰν μεταλλικὴν μᾶζαν *μ*. Αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας καὶ ἡ διάμετρος συναυξάνεται ἀλλ' ἑκάστη ἡμιπεριφέρεια κυρτοῦται μᾶλλον πρὸς τὰ ἔνδον, οὕτω δὲ αἱ μᾶζαι Μ τηροῦνται εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ ἄξονος Ο τοῦ τροχίσκου. Ἂν ἡ θερμοκρασία ἐλαττῶται καὶ ἡ διάμετρος *ab* ἐλαττοῦται ὡσαύτως ἀλλὰ τότε ἡ κυρτότης τῶν ἐλασμάτων ἐλαττοῦται καὶ οὕτω ἐπέρχεται τελεία ἐπανόρθωσις.

Σχ. 23.


Σχ. 24.

Μετάλλινον θερμόμετρον. Ὁ Breguet κατεσκεύασε σπειροειδὲς ἔλασμα ἐκ τριῶν διαφόρων μετάλλων λευκοχρύσου, χρυσοῦ καὶ ἀργύρου ἀνίσως διαστελλομένων, ὅπερ ἕνεκα τούτου συνελίσσεται μὲν τῆς θερμοκρασίας αὐξανομένης ὅταν ὁ μᾶλλον διασταλτὸς ἄργυρος κεῖται πρὸς τὰ ἔξω καὶ ὁ ἧττον διασταλτὸς λευκόχρυσος πρὸς τὰ ἔσω. Τοὐναντίον ὅσῳ χαμηλοτέρα εἶνε ἡ θερμοκρασία τοσούτῳ μᾶλλον τὸ σπειροειδὲς ἔλασμα ἐξελίσσεται. Πρὸς κατασκευὴν τοῦ θερμομέτρου τὸ μὲν ἓν ἄκρον τοῦ σπειροειδοῦς ἐλάσματος στηρίζεται μονίμως, εἰς δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον προσκολλᾶται δείκτης (σχ. 24) δυνάμενος νὰ περιγράψῃ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

διὰ τοῦ ἄκρου αὐτοῦ τόξον ὁριζοντίου κύκλου, ὅταν τὸ σπειροειδὲς ἐλατήριον συνελίσσεται ἢ ἐξελίσσεται. Βαθμολογεῖται τὸ μετάλλινον τοῦτο θερμόμετρον παραβολικῶς πρὸς ἀκριβὲς ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον, εἶνε δὲ λίαν εὐπαθές.

Εἰς τὴν γεωδαισίαν προσδιορίζουσιν ἐκάστοτε τὴν θερμοκρασίαν τῶν μεταλλικῶν κανόνων, οἵτινες χρησιμεύουσι πρὸς καταμέτρησιν βάσεως ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, δι' αὐτῆς δὲ καὶ τοῦ γνωστοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τοῦ κανόνος ἀνευρίσκεται τὸ ἀληθὲς μῆκος τῆς βάσεως.

Περὶ τῆς διαστολῆς τῶν ὑγρῶν. Τὰ ὑγρὰ δὲν ἔχουσιν ὡρισμένον σχῆμα ἀλλὰ λαμβάνουσι τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, ἐν ᾧ τίθενται. Ἕνεκα τούτου ὡς πρὸς τὰ ὑγρὰ θεωροῦμεν μόνον τὴν κατ' ὄγκον διαστολήν. Ἀλλὰ δὲν πρέπει ν' ἀρκεσθῶμεν εἰς τὴν φαινομένην διαστολήν, ἣν τὰ ὑγρὰ ὑφίστανται εἰς τὰ διάφορα δοχεῖα, διότι ἡ χωρητικότης τῶν δοχείων τούτων αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ἀλλὰ πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν διαστολὴν τοῦ δοχείου. Πρὸς τοῦτο θεωρήσωμεν δοχεῖόν τι σχήματος καὶ οὐσίας οἱασδήποτε. Ἐὰν φαντασθῶμεν ὅτι εἶνε πεπληρωμένον, ἀπὸ πυρῆνα οὕτως εἰπεῖν, ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας, θὰ ἔχωμεν στερεόν τι συνεχές· ἐὰν τὸ θερμάνωμεν, ὅλη ἡ μάζα του διαστέλλεται χωρὶς ὁ πυρὴν νὰ παύσῃ πληρῶν ἀκριβῶς τὸ δοχεῖον. Ὥστε ἡ ἐσωτερικὴ χωρητικότης τοῦ δοχείου θὰ ὑποστῇ τὴν αὐτὴν διαστολήν, ἣν καὶ ὁ ἐξωτερικὸς ὄγκος τοῦ ἐν αὐτῷ πυρῆνος. Ἐὰν δὲ καλέσωμεν M τὸν ὄγκον τοῦτον εἰς O^o εἰς θ βαθμοὺς ἔσεται $M(1+3\delta\theta)$. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ φαινομένη διαστολὴ ὑγροῦ ἐν δοχείῳ εἶνε ἴση τῇ διαφορᾷ τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑγροῦ τούτου καὶ τῆς κυβικῆς διαστολῆς ὄγκου ἴσου πρὸς τὸν τοῦ ὑγροῦ ἀλλ' ἐκ τῆς οὐσίας, ἐξ ἧς κατεσκευάσθη τὸ δοχεῖον.

Δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν αἰσθητὴν τὴν διαστολὴν τοῦ δοχείου παρατηροῦντες μετὰ προσοχῆς τί συμβαίνει εἰς τὸ πείραμα, ὅπερ περιεγράψαμεν ἤδη καὶ δι' οὗ ἀποδεικνύεται ἡ διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Πληροῦμεν ὕδατος ὑαλίνην σφαῖραν ἀπολήγουσαν εἰς λεπτότατον σωλῆνα (σχ. 25) καὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἀνερχομένης εἰς τὸ σημεῖον α ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ἐμβαπτίζομεν τὴν σφαῖραν εἰς δοχεῖον ἐμπεριέχον θερμὸν ὕδωρ. Κατὰ τὴν στιγμὴν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς καταδύσεως ἡ ὑαλίνη σφαῖρα λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν θερμοῦ ὕδατος πρὶν ἢ ἡ θερμότης εἰσδύσῃ εἰς τὸ ἐντὸς τῆς σφαίρας ὑγρόν. Ὥστε ἐπέρχεται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ θὰ ἐπήρχετο, ἐὰν μόνον τὸ δοχεῖον ἐθερμαίνετο οὐχὶ δὲ καὶ τὸ ὑγρόν· ἐὰν δὲ ἀληθῶς ἡ χωρητικότης τοῦ δοχείου αὐξάνεται πρέπει νὰ ἴδωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καταπίπτουσαν ἀπὸ τὸ a εἰς b, τοῦθ' ὅπερ πράγματι συμβαίνει. Ἀλλὰ τοῦτο διαρκεῖ ἐλάχιστον χρόνον, διότι πάραυτα καὶ τὸ ἐντὸς ὕδωρ θερμαινόμενον διαστέλλεται καὶ ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ διαστέλλεται *κατ' ὄγκον* εἰκοσάκις περίπου περισσότερον τῆς ὑάλου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται ἄνωθεν τοῦ σημείου a μέχρι τοῦ a'. Διὰ τοῦ οἰνοπνεύματος τὸ φαινόμενον εἶνε μᾶλλον ὁρατόν, διότι τοῦτο διαστέλλεται διπλασίως σχεδὸν τοῦ ὕδατος.

Σχ. 25.

Συντελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς ὑγροῦ τινος ἐν δοχείῳ ἐξ ὡρισμένης ὕλης. Ἐὰν λάβωμεν δοχεῖον συγκείμενον ἐξ ὑαλίνης μεγάλης σφαίρας Α (σχ. 26) φερούσης πρὸς τὰ ἄνω λεπτὸν σωλῆνα ab δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν χωρητικότητα Α τῆς σφαίρας εἰς θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 μέχρι τοῦ a καὶ τὴν χωρητικότητα τοῦ σωλῆνος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρακίαν ἀπὸ τοῦ a μέχρι τοῦ b πληροῦντες τὸ δοχεῖον ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 τὸ πρῶτον μὲν μέχρι τοῦ σημείου a εἶτα δὲ μέχρι τοῦ b καὶ προσδιορίζοντες τὸ βάρος αὐτοῦ καὶ κατὰ τὰς δύο περιστάσεις. Διαιροῦντες τὸ βάρος τοῦ ὑδραργύρου διὰ τῆς πυκνότητος αὐτοῦ εἰς 0^0 ἔχομεν τὸν ὄγκον τῆς σφαίρας καὶ τοῦ σωλῆνος ab εἰς θερμοκρασίαν τοῦ 0^0.

Σχ. 26.

Ἂν ὁ σωλὴν ab εἶνε διηρημένος εἰς μ ἴσα μέρη, παραβάλλοντες τὴν χωρητικότητα τῆς σφαίρας Α πρὸς τὴν χωρητικότητα τῶν διαιρέσεων τούτων εὑρίσκομεν οὕτω, ὅτι ἡ σφαῖρα Α ἔχει

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χωρητικότητα Μ τοιούτων διαιρέσεων. Τούτων τεθέντων ὑποθέσωμεν ὑγρόν τι ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 πληροῦν τὴν σφαῖραν μέχρι τοῦ σημείου a καὶ ὅτι ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν θ καταλαμβάνει ν διαιρέσεις τοῦ σωλῆνος. Ἕπεται ἐκ τούτου ὅτι ἡ φαινομένη διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 εἶνε ν καὶ ἑπομένως ἡ φαινομένη διαστολὴ τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου ὑπὸ τὴν μονάδα τῆς θερμοκρασίας ἰσοῦται πρὸς $\frac{\nu}{M\theta}$, ὅστις εἶνε ὁ καλούμενος συντελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑγροῦ ἐν τῇ ὑάλῳ.

Ὁ συντελεστὴς Δ τῆς ἀπολύτου διαστολῆς ὑγροῦ τινος ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι τοῦ συντελεστοῦ δ τῆς φαινομένης διαστολῆς αὐτοῦ καὶ τοῦ συντελεστοῦ σ τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τοῦ δοχείου.

Καὶ ὄντως ἔστω Μ ὡς ἀνωτέρω ὁ κοινὸς ὄγκος τοῦ ῥευστοῦ καὶ τοῦ δοχείου ἐν θερμοκρασίᾳ τοῦ 0 μέχρι τοῦ σημείου a (σχ. 24)· ὁ φαινόμενος ὄγκος τοῦ ὑγροῦ εἰς θ ἔσεται $M(1+\delta\theta)$, ὁ δὲ ἀληθὴς $M(1+\delta\theta)(1+\sigma\theta)$ ἀλλ' ὁ ἀληθὴς ὄγκος τοῦ ὑγροῦ εἶνε ἐπίσης ἴσος πρὸς $M(1+\Delta\theta)$· ὅθεν

$$M(1+\Delta\theta) = M(1+\delta\theta)(1+\sigma\theta)$$

καὶ $\Delta = \delta+\sigma+\delta.\sigma.\theta$. καὶ ἐπειδὴ τὸ γινόμενον $\delta.\sigma.\theta$ ἐλάχιστον λαμβάνομεν $\Delta = \delta+\sigma$.

Διὰ τῆς συσκευῆς ἣν παριστᾷ τὸ σχῆμα 25 δύναται νὰ εὑρεθῇ ὁ συντελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ ὑάλῳ, ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ πληρωθῇ ὑδραργύρου μέχρι τοῦ σημείου a ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ τοῦ 0^0 καὶ νὰ θερμανθῇ μέχρι τῆς ὡρισμένης θερμοκρασίας θ. Ἂν διαιρέσωμεν τὴν φαινομένην ταύτην διαστολὴν διὰ τοῦ ὄγκου εἰς 0 καὶ διὰ τῆς θερμοκρασίας θ εὑρίσκομεν τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ ὑάλῳ. Οὕτω εὑρέθη ἴσος πρὸς $\frac{1}{6480} = 0{,}000155433$.

Θερμόμετρον διὰ σταθμήσεως. Γνωστοῦ ὄντος τοῦ συντελεστοῦ τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ ὑάλῳ καὶ τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τῆς ὑάλου, εὑρίσκομεν τὴν θερμοκρασίαν διὰ σταθμήσεως ὡς ἑξῆς. Λαμβάνομεν ὑάλινον δοχεῖον Α (σχ. 27) ἀπολῆγον εἰς λεπτὸν σωλῆνα κεκαμμένον δὶς κατ' ὀρθὴν γωνίαν. Προσδιορίζομεν τὸ βάρος αὐτοῦ κενοῦ καὶ εἶτα πληροῦμεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

αὐτὸ ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°. Ζυγίζομεν αὐτὸ ἐκ νέου καὶ διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους εὑρίσκομεν τὸ βάρος τοῦ ὑδραργύρου τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0. Ἔστω Β τὸ βάρος τοῦτο καὶ π ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0. Ὁ λόγος $\frac{B}{\pi}$ παριστᾷ τὸν ὄγκον τοῦ ὑδραργύρου καὶ τὴν χωρητικότητα τοῦ δοχείου εἰς 0. Φέρομεν τὴν συσκευὴν εἰς τὸν χῶρον, οὗτινος πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ ἡ θερμοκρασία θέτοντες μικρὸν δοχεῖον Δ, ὅπως ἐκρεύσῃ ἐν αὐτῷ ὁ ἕνεκα τῆς διαστολῆς πλεονάζων ὑδράργυρος μέχρι παύσεως τῆς ἐκροῆς. Ἔστω β τὸ βάρος τοῦ ἐκρεύσαντος ὑδραργύρου. $B-\beta$ παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ μείναντος ὑδραργύρου ἐν τῷ δοχείῳ, καὶ $\frac{B-\beta}{\pi}$ τὸν ὄγκον αὐτοῦ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0. Ἡ αὐτὴ ποσότης ὑδραργύρου εἰς τὴν θερμοκρασίαν θ καταλαμβάνει τὸν φαινομένην χωρητικότητα τοῦ δοχείου, ἥτις εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 μετρηθεῖσα εὑρέθη ἴση πρὸς $\frac{B}{\pi}$. Ὅθεν καλοῦντες Σ τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου λαμβάνομεν

Σχ. 27.

$$\frac{B-\beta}{\pi}(1 \quad \Sigma\theta) = \frac{B}{\pi}$$

ὅθεν $B-\beta+(B-\beta)\Sigma\theta = B$ καὶ $\theta = \frac{\beta}{(B-\beta)\Sigma}$.

Συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἐὰν εἰς τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ ὑάλῳ (0,00015433) προστθέσωμεν τὸ τριπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς τῆς ὑάλου (0,00C0086) θέλομεν ἔχει $0,00015433+0,00002585=0,00018018=\frac{1}{5550}$. ἥτοι τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἀλλ' ὁ Dulong καὶ ὁ Petit εὗρον ἀπ' εὐθείας τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ἀνεξαρτήτως τῆς διαστο-

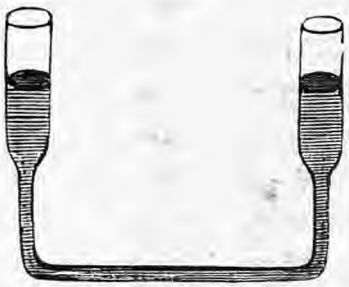
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λῆς τοῦ ἀγγείου, στηριχθέντες ἐπὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων, ὅταν ταῦτα ἐμπεριέχωσιν ὑγρὰ διαφόρου πυκνότητος.

Προσδιορισμὸς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἐὰν λάβωμεν βάρος Β ὑδραργύρου, οὗτος κατέχει εἰς 0^0 καὶ Θ^0 τοὺς ὄγκους M_0 καὶ M_θ λαμβάνει δὲ διαφόρους πυκνότητας π_0 καὶ π_θ. Ὅθεν ἔχομεν

$$B = M_0\pi_0 = M_\theta\pi_\theta \text{ ἢ } \frac{\pi_0}{\pi_\theta} = \frac{M_\theta}{M_0} = 1 + \Delta\theta$$

ὥστε ἀρκεῖ νὰ καταμετρήσωμεν τὰς πυκνότητας τοῦ ὑδραργύρου εἰς 0^0 καὶ θ^0 διὰ νὰ ἀνεύρωμεν τὴν ἀπόλυτον αὐτοῦ διαστολὴν Δ μεταξὺ τῶν δύο τούτων θερμοκρασιῶν.



Σχ. 28.

Ἀλλ' ὡς γνωστὸν εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα δοχεῖα τὰ ἐμπεριέχοντα ἑτερογενῆ ὑγρὰ τὰ ὕψη τῶν στηλῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων. Ἐπομένως ἐὰν ῥίψωμεν ὑδράργυρον καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη (σχ. 28) καὶ ψύξωμεν μὲν τὸ ἓν σκέλος μέχρι τοῦ 0^0 θερμάνωμεν δὲ τὸ ἕτερον μέχρι θ^0, αἱ πυκνότητες π_0 καὶ π_θ ἔσονται ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ ὕψη η_0 καὶ η_θ καὶ θὰ ἔχομεν τὴν σχέσιν

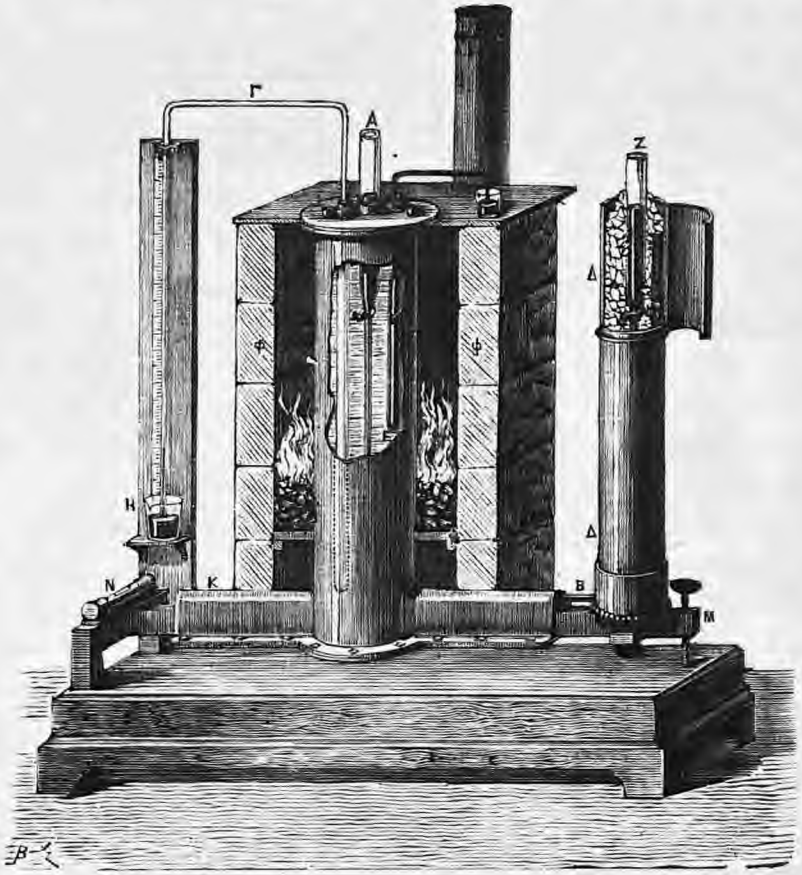
$$\frac{\eta_\theta}{\eta_0} = \frac{\pi_0}{\pi_\theta} = 1 + \Delta\theta \text{ ὅθεν ἐξάγομεν } \frac{\eta_\theta - \eta_0}{\eta_0} = \Delta\theta.$$

Ὥστε ἀνευρίσκομεν τὸ Δ καταμετροῦντες τὰ ὕψη η_0 καὶ η_θ, ἅτινα εἶνε ἀνεξάρτητα τοῦ σχήματος τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων, ἐξαρτῶνται δὲ μόνον ἐκ τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηριζόμενοι οἱ Dulong καὶ Petit κατεσκεύασαν τὴν ἑξῆς συσκευήν.

Συσκευὴ Dulong **καὶ** Petit. Ἡ συσκευὴ αὕτη (σχ. 29) σύγκειται ἐκ δύο ὑαλίνων σωλήνων Α καὶ Β ἑνουμένων διὰ τριχοδιαμετρικοῦ σωλῆνος ὁριζοντίου καὶ τηρουμένων κατακορύφως ἐπὶ σιδηροῦ ὑποστηρίγματος ΚΜ. Τὸ ὑποστήριγμα τοῦτο διατίθεται

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὁριζοντίως διὰ τοῦ ἰσοπεδωτικοῦ κοχλίου Μ τῇ ὁδηγίᾳ τῆς ἀεροστάθμης Ν. Οἱ δύο σωλῆνες περιβάλλονται διὰ μεταλλίνων κυλίνδρων, ὧν ὁ μικρότερος Δ πληροῦται διὰ τετριμμένου πάγου, καὶ ὁ ἕτερος δι' ἐλαίου, τὸ ὁποῖον θερμαίνεται βαθμηδὸν διὰ μικρᾶς καμίνου ΦΦ.



Σχῆμα 29.

Οἱ σωλῆνες Α καὶ **Ζ** πληροῦνται διὰ καθαροῦ ὑδραργύρου· καὶ εἰς μὲν τὸ ἓν σκέλος ὁ ὑδράργυρος ψυχόμενος μέχρι τοῦ 0° συστέλλεται εἰς δὲ τὸ ἕτερον θερμαινόμενος μέχρις ὡρισμένης τινὸς θερμοκρασίας θ, διαστέλλεται. Ἡ θερμοκρασία αὕτη θ° εὑρίσκεται διὰ δύο διαφόρων θερμομέτρων. Τὸ ἓν τῶν θερμομέτρων τὸ Ε εἶνε θερμόμετρον *διὰ σταθμήσεως*, οὗτινος ὁ ὑδράργυρος ἐκρέει εἰς κύπελλον, τὸ δεύτερον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θερμόμετρον τὸ ΓΗ εἶνε *ἀερικὸν*, περὶ οὗ πραγματευόμεθα ἐν τοῖς ἑπομένοις. Τὰ δὲ ὕψη τῶν ὑδραργυρικῶν στηλῶν προσδιορίζονται διὰ τοῦ καθετομέτρου ἤτοι δι' ὀργάνου συγκειμένου ἐκ κατακορύφου κανόνος φέροντος διόπτραν, ἧς ὁ ὀπτικὸς ἄξων τηρεῖ πάντοτε ὁριζοντίαν διεύθυνσιν, ὅταν ἡ διόπτρα ἀνέρχηται ἢ κατέρχηται. Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης εὑρέθη ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου μεταξὺ 0^0 καὶ 100^0 εἶνε ἴσος πρὸς $\frac{1}{5550}$ καὶ ὅτι ὁ συντελεστὴς οὗτος αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Οὕτω μεταξὺ 100^0 καὶ 200^0 ὁ μέσος συντελεστὴς ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{5425}$ καὶ μεταξὺ 200^0 καὶ 300^0 ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{5300}$. Ἀλλὰ μεταξὺ -36^0 καὶ $+100^0$ εὗρον ὅτι ὁ συντελεστὴς οὗτος εἶνε *αἰσθητῶς* σταθερός.

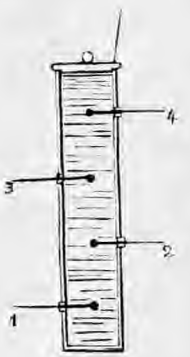
Διαστολὴ τοῦ ὕδατος. Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον παρουσιάζει παράδοξον ἀνωμαλίαν· οὕτω ἀπὸ τοῦ 0^0 μέχρι $+ 4^0$ ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται ἤτοι ἡ πυκνότης αὐτοῦ αὐξάνεται· ἀπὸ δὲ τῆς θερμοκρασίας τῶν 4^0 διαστέλλεται καὶ ἑπομένως ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται, οὕτως ὥστε τὸ ὕδωρ κτᾶται εἰς τὴν θερμοκρασίαν περίπου τῶν $+ 4^0$ *τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα*.

Ὁ Hällström ἐπενόησε μέθοδον, δι' ἧς ἀνευρίσκει τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος εἰς διαφόρους θερμοκρασίας· πρὸς τοῦτο λαμβάνει σφαῖραν, ἣν κατασκευάζει ἐξ ὑάλου, καὶ ἧς προσδιορίζει προηγουμένως τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς δ καὶ διὰ τούτου τὸν συντελεστὴν Δ τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῆς σφαίρας, ὅστις ὡς γνωστὸν εἶνε ἴσος πρὸς 3δ. Ἐντὸς τῆς σφαίρας, ἥτις εἶνε κοίλη, βίπτει ἀρκετὴν ποσότητα ἄμμου, οὕτως ὥστε νὰ καταστήσῃ αὐτὴν ὀλίγον βαρυτέραν ἴσου ὄγκου ὕδατος. Κλείεται ἡ σφαῖρα ἀδιαπνεύστως καὶ ἐξαρτᾶται διὰ λεπτοτάτου μεταλλίνου σύρματος ἐκ τοῦ ἑτέρου τῶν δίσκων εὐπαθοῦς ζυγοῦ καὶ ἰσορροπεῖται κατὰ πρῶτον διὰ χόνδρων μολύβδου. Εἶτα θέτει ὑπὸ τὴν σφαῖραν δοχεῖον πλῆρες ἀπεσταγμένου ὕδατος, ὃ δύναται νὰ θερμάνῃ ἢ νὰ ψύξῃ κατὰ βούλησιν καὶ τοῦ ὁποίου τὴν θερμοκρασίαν ἑκάστοτε προσδιορίζει δι' εὐπαθοῦς καὶ ἀκριβοῦς θερμομέτρου. Κατὰ τὴν ἐμβάπτισιν τῆς σφαίρας ἐν τῷ ὕδατι αὕτη ἀποβάλλει μέρος τοῦ βάρους της, ἀλλὰ διὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σταθμῶν ἐπαναφέρει τὴν ἰσορροπίαν. Τὰ στάθμα ταῦτα δ_θ παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, ὃ ἐκτοπίζει ἡ σφαῖρα κατὰ τὴν θερμοκρασίαν θ. Βεβαίως ἡ ἀπώλεια αὕτη τοῦ βάρους μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, ἐξαρτᾶται δὲ καὶ ἐκ τῆς μεταβολῆς τοῦ ὄγκου τῆς σφαίρας καὶ ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος, διότι ἔχομεν τὴν σχέσιν $\delta_\theta = M_\theta \delta_\theta$ καλοῦντες M_θ τὸν ὄγκον τῆς σφαίρας καὶ δ_θ τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος. Ἀλλὰ $M_\theta = M_0 (1+\Delta\theta)$ καλοῦντες M_0 τὸν ὄγκον τῆς σφαίρας εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 καὶ Δ τὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῆς ὑάλου. Ὅθεν λαμβάνομεν $\delta_\theta = M_0 (1+\Delta\theta)\, \delta_\theta$ ἔνθα δ_θ καὶ Δ γνωσταὶ ποσότητες.

Οὕτως ἐπειράθη ὁ Hällström εἰς διαφόρους θερμοκρασίας. Ἔχομεν δὲ ὁμοίως $\delta_{\theta'} = M_0 (1+\Delta\theta')\, \delta_{\theta'}$ καὶ διαιροῦντες κατὰ μέλη λαμβάνομεν $\frac{\delta_\theta}{\delta_{\theta'}} = \frac{(1+\Delta\theta)\,\delta_\theta}{(1+\Delta\theta')\,\delta_{\theta'}}$. διὰ τοῦ τύπου τούτου εὑρίσκομεν τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν τινὰ θ' γνωρίζοντες ταύτην εἰς ἄλλην τινα θερμοκρασίαν θ. Λαμβάνοντες τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος ὑπὸ ὡρισμένην θερμοκρασίαν ὡς μονάδα εὑρίσκομεν τὴν πυκνότητα αὐτοῦ εἰς ἄλλην τινὰ θερμοκρασίαν οἱανδήποτε.



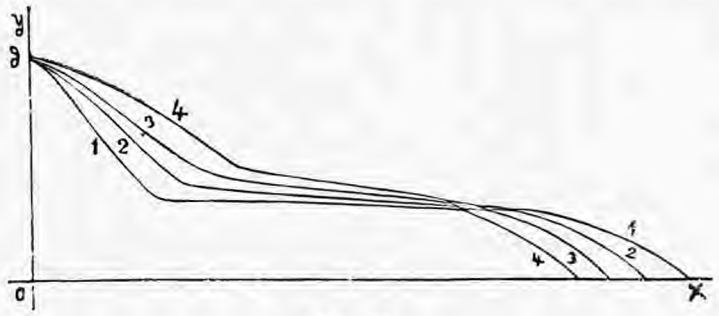
Σχ. 30.

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εὗρεν ὁ Hällström, ὅτι ὡρισμένος ὄγκος ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν $+4^0$ καταλαμβάνει *τὸν ἐλάχιστον αὐτοῦ ὄγκον* καὶ ἐπομένως λαμβάνει τὴν μεγίστην πυκνότητα.

Ἡ ἰδιότης αὕτη τοῦ ὕδατος καταδεικνύεται διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος, ὅπερ ἐπενόησεν ὁ Hope. Δοχεῖον κλειστὸν πλῆρες ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 10^0 καὶ φέρον τέσσαρα θερμόμετρα 1, 2, 3, 4, (σχ.30) ἐκτίθεται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν κατὰ ψυχρὰν τινα ἡμέραν. Τὰ μόρια τοῦ ὕδατος τὰ εὑρισκόμενα εἰς ἐπαφὴν μὲ τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου καθίστανται βαρύτερα καὶ πίπτουσιν εἰς τὸν πυθμένα καὶ ἀντ' αὐτῶν ἀναπλέουσιν ἐκ τοῦ πυθμένος τὰ θερμότερα ὡς ἀραιότερα. Κατ' ἀκολουθίαν ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων κατα πίπτει καὶ τοῦ μὲν 1 ταχέως, τοῦ 2 βραδύτερον, τῶν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δὲ 3 καὶ 4 βραδύτατα. Μετ' ὀλίγον τὸ 1 δεικνύει 4° καὶ διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, διότι τὰ μόρια τὰ περιβάλλοντα αὐτὸ ἔλαβον τὴν μεγίστην αὐτῶν πυκνότητα. Εἶτα ἐπέρχεται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καὶ ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου 2 καὶ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ 3 καὶ 4. Οὕτω τὸ ἓν μετὰ τὸ ἄλλο τὰ θερμόμετρα λαμβάνουσι τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἣν τηροῦσι μέχρις ὅτου πᾶσα ἡ ὑγρὰ μᾶζα λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ὁμοιομερῶς. Ὅταν ἐπέλθῃ ἡ κατάστασις αὕτη ἐπειδὴ ἐξακολουθεῖ ἡ ψῦξις, μέρη τινὰ τοῦ ὑγροῦ γίνονται ψυχρότερα ἀλλὰ ταὐτοχρόνως καὶ ἀραιότερα καὶ ἕνεκα τούτου ἀναπλέουσι πρὸς τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Τὸ θερμόμετρον 4, ὅπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἤδη



Σχ. 31.

πρῶτον ψύχεται κάτωθεν τῶν 4° καὶ φθάνει μέχρι τοῦ 0°. Εἶτα αἱ καταπτώσεις τῶν θερμοκρασιῶν μεταδίδονται ἀπὸ τοῦ ἀνωτέρου πρὸς τὸ κατώτερον, ὅπως προηγουμένως ἐκ τοῦ κατωτέρου πρὸς τὸ ἀνώτερον.

Ἡ πορεία τῶν τεσσάρων θερμομέτρων δύναται νὰ παρασταθῇ γραφικῶς ὡς ἑξῆς. Λαμβάνομεν δύο ὀρθογωνίους ἄξονας OX καὶ OY (σχ. 31) καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἄξονος OX τῶν τετμημένων παριστῶμεν τοὺς χρόνους ἐπὶ δὲ τοῦ ἄξονος OY τῶν τεταγμένων τὰς θερμοκρασίας. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ χρόνου, ἣν παριστᾷ ἡ ἀρχὴ τῶν συντεταγμένων O, τὰ τέσσαρα θερμόμετρα δεικνύουσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν 0θ, εἶτα καταπίπτουσι τὸ ἓν κατόπιν τοῦ ἄλλου κατὰ τὴν τάξιν 1, 2, 3, 4 μέχρι τῆς θερμοκρασίας 4°, μένουσιν ἰσοστάσια ἐπί τινα χρόνον καὶ εἶτα καταπίπτουσιν αὖθις ἀλλὰ κατὰ τάξιν ἀντίστροφον 4, 3, 2, 1. Τὸ αὐτὸ πείραμα ἐπανελήφθη τεθέντος τοῦ δο-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χείου πεπληρωμένου ὕδατος ψυχροῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 ἐν θερμῇ ἀτμοσφαίρᾳ.

Ἡ ἀνώμαλος αὕτη συστολὴ καὶ διαστολὴ τοῦ ὕδατος ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς ἑξῆς συσκευῆς. Δύο θερμόμετρα, ὧν τὸ μὲν περιέχει ὕδωρ τὸ δὲ οἰνόπνευμα (σχ. 32), τίθενται ἐντὸς δοχείου ἐμπεριέχοντος τετριμμένον πάγον. Τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου τοῦ ἐμπεριέχοντος ὕδωρ εἶνε σπειροειδὴς σωλὴν περιβάλλων τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου δι' οἰνοπνεύματος. Ἐν τῷ τηκομένῳ πάγῳ τὰ δύο θερμόμετρα εἶνε ἰσοστάσια. Ἀνασύροντες ἐκ τοῦ πάγου τοῦ τηκομένου τὰ θερμόμετρα παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μὲν οἰνοπνεύματος ἀνέρχεται τοῦ δὲ ὕδατος κατέρχεται μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν 4^0, ὅτε καὶ τοῦτο ἄρχεται διαστελλόμενον.

Σχ. 32.

Πίναξ τῆς πυκνότητος καὶ τοῦ ὄγκου τοῦ ὕδατος εἰς τινας θερμοκρασίας, τῆς ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 4^0 ληφθείσης ὡς μονάδος.

Βαθμοὶ	Ὄγκοι	Πυκνότητες
0	1,000130	0,999873
2	1,000032	0,999966
4	1,000000	1,000000
6	1,000030	0,999969
8	1,000116	0,999878
10	1,000260	0,999731
20	1,001746	0,998213
50	1,011941	0,988093
100	1,043130	0,958634

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου καταφαίνεται ὅτι τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 2^0 καὶ 6^0 κατέχει τὸν αὐτὸν ὄγκον, ὡσαύτως ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 0^0 καὶ 8^0 εἶνε ἰσόπυκνον.

Ἡ ἀνώμαλος αὕτη διαστολὴ τοῦ ὕδατος ἐξηγεῖ τὸ συμβαῖνον εἰς τὰς λίμνας τῆς Ἑλβετίας, εἰς ἃς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὸν πυθμένα εἶνε πάντοτε περίπου ἴση πρὸς 4^0, ἐνῷ τὰ ἀνώτερα στρώματα θερμαίνονται κατὰ τὸ θέρος μέχρι 25^0 καὶ ψύχονται

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κατὰ τὸν χειμῶνα μέχρι πήξεως. Καὶ κατὰ μὲν τὸν χειμῶνα τὸ ὕδωρ ψύχεται διηνεκῶς κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν μέχρι 4^0 πίπτει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἀραιοτέρου ὡς θερμοτέρου μέχρις ὅτου ὅλον περίπου τὸ ὕδωρ τῆς λίμνης λάβῃ θερμοκρασίαν 4^0. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης τὰ ἐπιπόλαια στρώματα ψυχόμενα κάτω τῶν 4^0 μένουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὡς ἀραιότερα καὶ ἐπὶ τέλους πήγνυνται. Κατὰ τὸ θέρος τὸ ὕδωρ τὸ ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων προερχόμενον, καταῤῥέον ὡς πυκνότερον εἰς τὸν πυθμένα διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ κατωτέρου στρώματος εἰς 4^0 περίπου.

Διαλύσεις ἁλάτων. Ὁ Despretz πρῶτος ἀνεῦρεν ὅτι τὰ διαλύματα τῶν ἁλάτων παρουσιάζουσιν, ὅπως τὸ ὕδωρ μεγίστην πυκνότητα. Πρὸς τοῦτο ἐνέκλειε τὰ ἁλατοῦχα διαλύματα εἰς ὑαλίνους συσκευὰς ὁμοίας πρὸς τὰς χρησιμευούσας διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου, αἵτινες ἔχουσι σωλῆνα τριχοδιαμετρικὸν, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἠδύνατο νὰ ψύξῃ τὰ ἁλατοῦχα διαλύματα διατηρῶν αὐτὰ ἐν ὑγρᾷ καταστάσει εἰς θερμοκρασίας, καθ' ἃς ἐν τῷ ἀέρι θὰ ἐπήγνυντο. Διὰ τοῦ μέσου τούτου κατεδείχθη ὅτι πάντα τὰ ἁλατοῦχα ὕδατα ἔχουσι μεγίστην τινὰ πυκνότητα ἀλλὰ πάντοτε εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν ἐκείνης, καθ' ἣν πήγνυνται ἐν τῷ ἀέρι. Οὕτω τὸ θαλάσσιον ὕδωρ πήγνυται εἰς $-1^0,88$ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι ἀνακινούμενον· λαμβάνει δὲ τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα εἰς $-3^0,67$ ἐν τριχοδιαμετρικῷ σωλῆνι. Ὥστε τὸ φαινόμενον τοῦτο δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ πυθμένος τῆς θαλάσσης, ὡς εἴδομεν ὅτι τοῦτο συμβαίνει εἰς λίμνας γλυκέος ὕδατος. Κατὰ παρατηρήσεις τοῦ Thomson εὑρέθη ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ πυθμένος τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὠκεανοῦ εἰς μέγιστα βάθη ἔχει θερμοκρασίαν ἀμετάβλητον μεταξὺ τοῦ 0^0 καὶ $+ 2^0$.

Πολλὰ ὑγρὰ προερχόμενα ἐκ τῆς ῥευστοποιήσεως ἀερίων ὑπὸ μεγάλας πιέσεις, διαστέλλονται ὑπερμέτρως πολλάκις δὲ πλειότερον καὶ αὐτῶν τῶν ἀερίων. Οὕτω ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ῥευστοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, ὅπερ διατηροῦμεν ἐν κλειστῷ ὑαλίνῳ σωλῆνι ἰσοῦται μεταξὺ 0^0 καὶ 30^0 πρὸς 0,0142, ἐνῷ ὁ τῶν ἀερίων ἰσοῦται πρὸς 0,00367· ἤτοι ἡ διαστολὴ τοῦ δι' ἰσχυρᾶς πιέσεως ῥευστοποιηθέντος ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἶνε τετραπλασία περίπου τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Διόρθωσις τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων. Εἰδικὸν βάρος σώματός τινος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου ἐν τῷ κενῷ καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς, πρὸς τὸ βάρος ἐν τῷ κενῷ ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4^0.

Πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους προσδιορίζομεν κατὰ πρῶτον τὸ βάρος τοῦ σώματος διὰ διπλῆς σταθμήσεως, καὶ ἔστωσαν Β τὰ σταθμά. Εἶτα ἐξαρτῶμεν αὐτὸ ἐκ λεπτοτάτου νήματος καὶ τὸ ἐμβαπτίζομεν ἐν τῷ ἀπεσταγμένῳ ὕδατι, καὶ ἔστωσαν $\mathcal{B}$ τὰ σταθμὰ τὰ παριστῶντα τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος. Ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος, τοῦ ἀέρος καὶ τοῦ ὕδατος εἶνε ἡ αὐτὴ θ.

Ἔστω Π τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ κενῷ καὶ δ τὸ ζητούμενον βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός· ἂν ὡς μονὰς βάρους ληφθῇ τὸ βάρος ἐν τῷ κενῷ ἑνὸς κυβικοῦ ὑφεκατομέτρου ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 4^0, $\Pi - \frac{\Pi}{\delta}(1+\rho\theta)\varepsilon$ παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι, ἂν ρ μὲν εἶνε ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ σώματος ε δὲ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος ὑπὸ τὴν προκειμένην πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν.

Ὅθεν ἔχομεν $\Pi\left(1 - \frac{(1+\rho\theta)\varepsilon}{\delta}\right) = \mathrm{B}$. (1)

Κατὰ τὴν δευτέραν στάθμησιν τὸ σῶμα ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ ὕδατι. Τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος ἰσοῦται πρὸς $\frac{\Pi}{\delta}(1+\rho\theta)\pi$, ἐὰν π παριστᾷ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, ὅπερ παρέχει ἡμῖν ὁ πίναξ τῶν πυκνοτήτων τοῦ ὕδατος. Ὥστε τὰ σταθμὰ Β ἰσοδυναμοῦσι πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ὕδατι, ὅπερ ἴσον $\Pi - \frac{\Pi}{\delta}(1+\rho\theta)\pi$ σὺν τῷ βάρει $\mathcal{B}$. Ἔχομεν ἑπομένως $\Pi\left(1 - \frac{(1+\rho\theta)\pi}{\delta}\right) + \mathcal{B} = \mathrm{B}$, (2).

Ἐξαλείφοντες μεταξὺ τῶν δύο ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὸ Π λαμβάνομεν $\frac{\delta-(1+\rho\theta)\varepsilon}{\delta-(1+\rho\theta)\pi} = \frac{\mathrm{B}}{\mathrm{B}-\mathcal{B}}$ ὅθεν $\delta = \left(\frac{\mathrm{B}\pi-(\mathrm{B}-\mathcal{B})\varepsilon}{\mathcal{B}}\right)(1+\rho\theta)$.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἀναγωγὴ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Τὰ βαρομετρικὰ ὕψη ὅπως παρεβληθῶσι πρὸς ἄλληλα ἢ εἰσαχθῶσιν εἰς τοὺς ὑψομετρικοὺς τύπους, πρέπει πάντοτε ν' ἀνάγωνται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Ἔστω H_θ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν θ, καὶ H_o τὸ ὕψος, ὅπερ ἠθέλομεν παρατηρήσει ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἂν τὸ βαρόμετρον εὑρίσκετο ἐν τῷ διαλυομένῳ πάγῳ, ἤτοι ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Ἔστωσαν Π_θ καὶ Π_o αἱ ἀντίστοιχοι πυκνότητες τοῦ ὑδραργύρου· τὰ ὕψη εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων

ἤτοι $$\frac{H_o}{H_\theta} = \frac{\Pi_\theta}{\Pi_o}$$

Ἀλλ' αἱ πυκνότητες εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τοὺς ὄγκους B_o καὶ B_θ ἤτοι $$\frac{\Pi_\theta}{\Pi_o} = \frac{B_o}{B_\theta}$$

ὅθεν $$\frac{H_o}{H\theta} = \frac{B_o}{B_\theta} = \frac{B_o}{B_o(1+\Delta\theta)} = \frac{1}{1+\Delta\theta}$$ ἔνθα Δ ὁ συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου $\frac{1}{5550}$.

ὅθεν $$H = \frac{H_\theta}{1+\Delta\theta}.$$

Ἤτοι πρὸς ἀναγωγὴν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς ἀρκεῖ νὰ διαιρέσωμεν τοῦτο διὰ τοῦ διωνύμου τῆς διαστολῆς $1+\Delta\theta$.

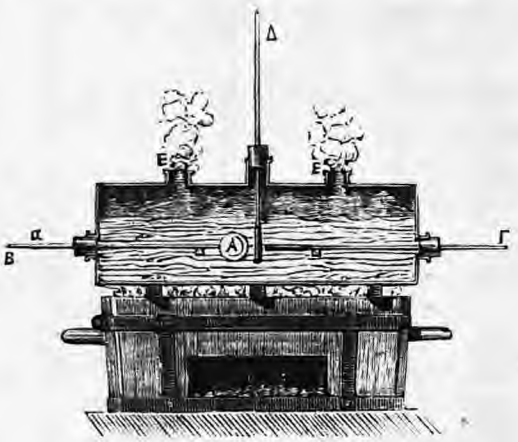
Παραδείγματα. Βαρομ. ὕψος 755χμ. εἰς θερμ. + 17° λύσις 752,93
» » 740χμ. » + 12° » 738,57
» » 765χμ. » + 27° » 761,67

ΣΗΜ. Ἡ κλῖμαξ, δι' ἧς μετρεῖμεν τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης εἶνε διεσταλμένη, ὡς κατασκευασθεῖσα ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός· Ἑκάστη δὲ διαίρεσις τοῦ κανόνος δὲν παριστᾷ ἓν χιλιοστόμετρον ἀλλὰ $1+\delta\theta$, ἐὰν τὸ δ ἐμφαίνῃ τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ ὀρειχάλκου· ὥστε πρέπει νὰ πολυπλασιάσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος τὸ ἀναχθὲν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς ἐπὶ τὸ διώνυμον $1+\delta\theta$. Ἡ διόρθωσις αὕτη συνήθως παραλείπεται.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Διαστολὴ τῶν ἀερίων. Εἴδομεν ὅτι τὰ μᾶλλον διασταλτὰ τῶν σωμάτων διὰ τῆς θερμότητος εἶνε τὰ ἀέρια. Ἐπειδὴ ὅμως καὶ ἡ ἐλάττωσις τῆς πιέσεως ἐπιφέρει διαστολὴν τῶν ἀερίων, πρέπει κατὰ τὸν προσδιορισμὸν τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων ἢ νὰ διατελῇ ἡ πίεσις ἀμετάβλητος ἢ νὰ λαμβάνωμεν ὑπ' ὄψιν τὴν ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς πιέσεως μεταβολὴν τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου.

Ὁ Gay-Lussac ἔλαβε κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν Α (σχ. 33) ἐφ' ἧς προσκολλᾶται στενὸς καὶ μακρὸς σωλήν· ἐν τούτῳ μικρὸς ἐξ ὑδραργύρου δείκτης *α* διέκοπτε τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀερίου καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος· ἐθέρμαινε τὴν σφαῖραν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0^0 μέχρις 100^0. Οὕτω πειραθεὶς ἀνεῦρεν ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ πίεσις, ὑφ' ἣν εὑρίσκονται.



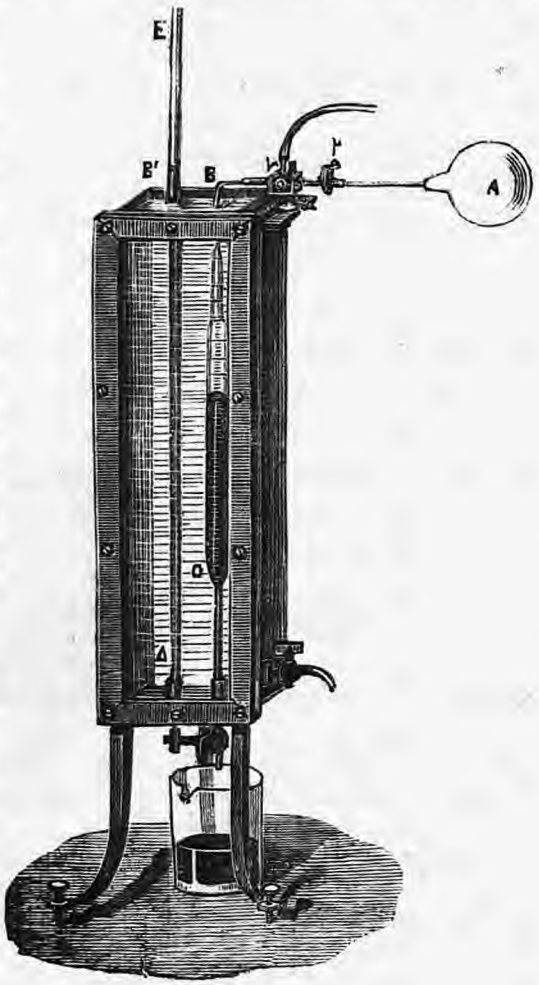
Σχ. 33.

Ἄλλα πειράματα τοῦ Regnault κατέδειξαν ὅτι πάντα τὰ ἀέρια δὲν ἔχουσι τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς συντελεστὴν διαστολῆς καὶ ὅτι ὁ ὑπὸ τοῦ Gay-Lussac εὑρεθεὶς ἀριθμὸς εἶνε μείζων τοῦ ἀληθοῦς. Ἐπειδὴ ὅμως αἱ διαφοραὶ τῶν συντελεστῶν τῆς διαστολῆς τῶν διαφόρων ἀερίων εἶνε ἐλάχισται εἰς τὰς ἐφαρμογὰς παραδέχονται ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι συντελεστὴν τῆς διαστολῆς τὸν ἀριθμὸν $0{,}00367 = \frac{1}{273}$ ἢ $\frac{11}{3000}$, τουτέστι 273 ὄγκοι ἀερίου γίνονται 274 ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ κατὰ ἕνα βαθμόν.

Ἡ μέθοδος ἣν μετεχειρίσθη ὁ Regnault, εἶνε *περίπου* ἡ ἑξῆς.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἔλαβε σφαῖραν ὑαλίνην Α (σχ. 34), ἣν ἐπλήρωσε διὰ τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν ἀερίου, ἐντελῶς ξηροῦ. Ἡ σφαῖρα αὕτη εὑρίσκετο εἰς συγκοινωνίαν διὰ λεπτοῦ σωλῆνος μετὰ ἀνοικτοῦ τινος μανομέτρου ΒΔΕ, δι' οὗ τὸ ἐγκεκλεισμένον ἀέριον ἐτίθετο ὑπὸ πίεσιν ἴσην τῇ ἐξωτερικῇ Η, ὅτε ἡ σφαῖρα εὑρίσκετο ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος ἵσταται κατὰ τὰ σημεῖα Β καὶ Β′ εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον. Ἔστω Μ ὁ ὄγκος τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀερίου μέχρι τοῦ σημείου Β ὑπὸ πίεσιν Η καὶ θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Εἶτα ἐθέρμανε τὴν σφαῖραν μέχοι θερμοκρασίας θ. Τὸ ἀέριον διαστέλλεται ἀλλὰ δι' ἐγχύσεως ὑδραργύρου εἰς τὸ ἀνοικτὸν σκέλος Ε τοῦ μανομέτρου ἐπαναφέρομεν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ Β καὶ τὸν ὄγκον τοῦ ἀερίου εἰς τὸν ἀρχικὸν Μ. Ἔστω η ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου, δι' ἧς τὸ ἐγκεκλεισμένον ἀέριον λαμβάνει τὸν ἀρχικὸν ὄγκον Μ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν θ.



Σχ. 34

Ἂν τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέριον διεστέλλετο ἐλευθέρως ὑπὸ πίεσιν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σταθερὰν, θὰ κατελάμβανεν ὄγκον M (1+αθ) ἔνθα α ὁ ζητούμενος συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ἀερίου.

Ὥστε ἔχομεν ὄγκον M (1+αθ) ὑπὸ πίεσιν H

καὶ ὄγκον M ὑπὸ πίεσιν H+η

Ἐφαρμόζοντες τὸν νόμον τοῦ Μαριότου λαμβάνομεν

$$M(1+\alpha\theta)H = M(H+\eta)$$

ὅθεν $$1+\alpha\theta = \frac{H+\eta}{H} \quad \text{καὶ} \quad \alpha\theta = \frac{\eta}{H}$$

ὅθεν $$\alpha = \frac{\eta}{H\theta} \quad (1).$$

Ὁ Regnault εὗρεν οὕτως ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἰσοῦται πρὸς 0,003665.

Τοὺς αὐτοὺς συντελεστὰς ἔχουσι καὶ τὰ δυσκόλως ἐκρευστούμενα ἀέρια, οἷον τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ ὀξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Ἐνῷ τὰ εὐκόλως ρευστοποιούμενα ἀέρια, οἷον τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, τὸ διοξείδιον τοῦ θείου ἔχουσι μείζονα συντελεστὴν τῆς διαστολῆς.

Ἀεροκὸν θερμόμετρον. Λύοντες τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν (1) ὡς πρὸς τὸ θ λαμβάνομεν $\theta = \frac{\eta}{H\alpha}$. Διὰ τοῦ τύπου τούτου καὶ τῆς συσκευῆς τοῦ Regnault (σχ. 34), γνωστοῦ ὄντος τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων, εὑρίσκομεν τὴν θερμοκρασίαν θ. Τότε ἡ συσκευὴ καλεῖται *ἀεροκὸν θερμόμετρον* καὶ χρησιμεύει καὶ ὡς πυρόμετρον· ἀλλὰ τότε κατασκευάζεται ἐκ λευκοχρύσου, μᾶλλον δὲ ἐκ πορσελάνης, διότι ὁ λευκόχρυσος εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας διαπερᾶται εὐκόλως ὑπὸ τῶν ἀερίων.

Νόμος τοῦ Gay-Lussac καὶ τοῦ Μαριότου. Ἔστωσαν B, H καὶ θ ὁ ὄγκος, ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία ὡρισμένης ποσότητος ἀερίου. Ἀναζητήσωμεν τὸν ὄγκον B_0 τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός.

Κατὰ πρῶτον ἂν ἡ πίεσις μένῃ ἀμετάβλητος, ὁ ὄγκος B εἰς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς θέλει γείνει $\frac{B}{1+\alpha\theta}$ ὥστε ἔχομεν ὄγκον

$$\frac{B}{1+\alpha\theta}$$ ὑπὸ πίεσιν H

καὶ ὄγκον B_0 ὑπὸ πίεσιν 760.

Ἐφαρμόζοντες τὸν νόμον τοῦ Μαριότου λαμβάνομεν

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

Διὰ τοῦ τύπου τούτου εὑρίσκομεν τὸν ὄγκον B_0 ὑπὸ πίεσιν 760 καὶ θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς, ὅταν γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον τῆς αὐτῆς ποσότητος ἀερίου ὑπὸ πίεσιν H καὶ θερμοκρασίαν θ καὶ τἀνάπαλιν.

Ἂν τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ἀερίου μεταβάλωμεν τὴν πίεσιν H εἰς H′ καὶ τὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ θ εἰς θ′, ὁ ὄγκος ἀπὸ B μεταβληθήσεται εἰς B′. Ὅθεν ἔχομεν $B_0 = \frac{B'}{1+\alpha\theta'} \cdot \frac{H}{760}$, διότι ὁ τύπος (1) εἶνε γενικός· ἐξισοῦντες τὰς τιμὰς τοῦ B_0 λαμβάνομεν

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

Ὁ τύπος οὗτος ἐκφράζει νόμον γνωστὸν ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν νόμον τοῦ Μαριότου καὶ τοῦ Gay - Lussac. Τουτέστιν ὡρισμένης ποσότητος ἀερίου ἂν διαιρέσωμεν ἑκάστοτε τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν ἀντίστοιχον πίεσιν διὰ τοῦ διωνύμου τῆς διαστολῆς εὑρίσκομεν ποσότητα σταθεράν.

Εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον (2) ἐὰν $H = H'$

λαμβάνομεν $$\frac{B}{B'} = \frac{1+\alpha\theta}{1+\alpha\theta'}$$

ἤτοι οἱ ὄγκοι ὡρισμένης ποσότητος ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν καὶ ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας εἶνε ἀνάλογοι τῶν διωνύμων τῆς διαστολῆς.

Ἐὰν εἰς τὸν τύπον (2) θέσωμεν $B = B'$ λαμβάνομεν

$$\frac{H}{H'} = \frac{1+\alpha\theta}{1+\alpha\theta'}$$

ἤτοι αἱ πιέσεις ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον εἶνε ἀνάλογοι τῶν διωνύμων·

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐὰν ἡ μὲν θερμοκρασία θ′ εἶνε ἴση τῇ θερμοκρασίᾳ τοῦ 0, τὴν δὲ πίεσιν Η′ παραστήσωμεν διὰ H_0 λαμβάνομεν

$$H = H_0 (1 + \alpha\theta).$$

ἤτοι ἡ ἐλαστικότης ἢ ἡ πίεσις ἀερίου εἰς θερμοκρασίαν οἱανδήποτε ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς καὶ ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον ἐπὶ τὸ διώνυμον τῆς διαστολῆς.

Παράδειγμα. Σφαῖραν κοίλην ἀμετάβλητον κατὰ τὸν ὄγκον πληροῦμεν ἀέρος ὑπὸ τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας καὶ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Θερμαίνομεν αὐτὴν μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν 273°· ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἐντὸς ἀέρος γίνεται ἴση πρὸς $(1 + \frac{1}{273} \times 273) = 2$ ἴση πρὸς δύο ἀτμοσφαίρας ἤτοι διπλασιάζεται.

Διὰ νὰ ἔχωμεν $H = O$ πρέπει $1 + \alpha\theta = 0$ ὅθεν $\theta = -\frac{1}{\alpha} = -273°$ ἤτοι ἂν ὁ νόμος τοῦ Gay - Lussac ἀληθεύῃ δι' οἱασδήποτε θερμοκρασίας εἰς θερμοκρασίαν 273 κάτωθεν τοῦ μηδενὸς ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀερίου ἴση τῷ μηδενί, τουτέστι κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην τὸ ἀέριον δὲν θέλει ἐπιφέρει οὐδεμίαν πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, οὗ ἐντὸς εὑρίσκεται.

Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων. Καλεῖται *εἰδικὸν βάρος* ἀερίου ὁ λόγος τοῦ βάρους ὄγκου τινὸς τοῦ ἀερίου τούτου πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἢ κάλλιον πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὑδρογόνου ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν εὑρισκομένου. Πρὸς τοῦτο ζυγίζομεν κατὰ πρῶτον κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν πεπληρωμένην ὑπὸ τοῦ προκειμένου ἀερίου καθαροῦ καὶ ξηροῦ ὑπὸ πίεσιν Η καὶ θερμοκρασίαν θ. Ἔστω Β τὸ βάρος τοῦτο. Εἶτα κενοῦμεν αὐτὴν ἐφ' ὅσον τοῦτο εἶνε δυνατὸν μέχρι πιέσεως η καὶ ἔστω β τὸ βάρος τῆς σφαίρας. Δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι ὄγκος τις τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν ἀερίου ἴσος πρὸς τὴν χωρητικότητα τῆς σφαίρας ὑπὸ πίεσιν Η—η καὶ θερμοκρασίαν θ ζυγίζει Β—β.

Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ δι' ἀέρος ἢ δι' ὑδρογόνου καθαροῦ καὶ ξηροῦ καὶ εὑρίσκομεν ὅτι ὄγκος τις ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἴσος πρὸς τὴν χωρητικότητα τῆς σφαίρας ὑπὸ θερμοκρασίαν θ, καὶ πίεσιν $H_1 - \eta$ ζυγίζει $B_1 - \beta_1$.

Ἵνα παραβάλωμεν τὰ βάρη ταῦτα πρέπει νὰ ἀναγάγωμεν αὐτὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὑπὸ τὴν πίεσιν τὴν κανονικὴν 760 καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τὴν τοῦ μηδενός. Ἔστωσαν δὲ α καὶ α οἱ συντελεσταὶ τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ ἀερίου καὶ τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ ὑδρογόνου καὶ δ ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τῆς ὑάλου. Τὸ βάρος $B-\mathcal{B}$ τοῦ ἀερίου, ὅπερ εὑρίσκεται ὑπὸ πίεσιν $H-\eta$ καὶ θερμοκρασίαν θ, γίνεται ὑπὸ πίεσιν 760 καὶ θερμοκρασίαν τοῦ 0_0

$$\frac{(B-\mathcal{B})\ (1+\alpha\theta)\ 760}{H\quad \eta}$$

ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ ὄγκος τῆς σφαίρας ἐλαττοῦται ὑπὸ τὴν ἀναλογίαν 1 πρὸς $1+\sigma\theta$, ἕπεται ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἀερίου. ὅπερ ἠδύνατο νὰ πληρώσῃ τὴν σφαῖραν ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 καὶ ὑπὸ ἐλαστικότητα 760χ.μ. ἰσοῦται πρὸς

$$\frac{(B-\mathcal{B})\ (1+\alpha\theta)\ 760}{(H-\eta)\ (1+\sigma\theta)}$$

ὡσαύτως τὸ βάρος τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ ὑδρογόνου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἰσοῦται πρὸς

$$\frac{(B_1-\mathcal{B}_1)\ (1+\alpha_1\theta_1)\ 760}{(H_1-\eta_1)\ (1+\sigma\theta_1)}$$

ὥστε τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος ἰσοῦται πρὸς

$$\pi = \frac{B-\mathcal{B}}{B_1-\mathcal{B}_1}\cdot\frac{H_1-\eta_1}{H-\eta}\cdot\frac{1+\alpha\theta}{1+\alpha_1\theta_1}\cdot\frac{1+\sigma\theta_1}{1+\sigma\theta}$$

Ἂν κατὰ τὰς διαδοχικὰς σταθμήσεις ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία ἔμειναν ἀμετάβλητοι, ἀραιώσωμεν δὲ τὸ ἀέριον καὶ εἶτα τὸν ἀέρα ἢ τὸ ὑδρογόνον μέχρι τῆς αὐτῆς ἀκριβῶς πιέσεως ἢ λαμβάνομεν

$$\pi = \frac{B-\mathcal{B}}{B_1-\mathcal{B}_1}\cdot\frac{1+\alpha\theta}{1+\alpha_1\theta_1}$$

Ἂν δὲ παραδεχθῶμεν τὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς τοῦ ἀερίου ἴσον πρὸς τὸν τοῦ ἀέρος λαμβάνομεν ἁπλῶς

$$\pi = \frac{B-\mathcal{B}}{B_1-\mathcal{B}_1}$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Πίναξ τῶν πυκνοτήτων τῶν κυριωτέρων ἀερίων ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 καὶ ὑπὸ πίεσιν 760 χ.μ.

Εἰδικὸν βάρος		Εἰδικὴ πυκνότης	
Ἀήρ	1,00000	Ὑδρογόνον	1,00
Ὑδρογόνον	0,06926	Ὀξυγόνον	15,96
Ὀξυγόνον	1,10563	Ἄζωτον	14,01
Ἄζωτον	0,97140	Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	21,995
Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	1,52900	Χλώριον	35,37
Χλώριον	2,45020		

ΣΗΜ. Οἱ ἀριθμοὶ οἱ παριστῶντες τὴν εἰδικὴν πυκνότητα τῶν στοιχείων, παριστῶσιν ὡσαύτως καὶ τὰ ἐνωτικὰ αὐτῶν βάρη, ἤτοι τὰ βάρη τῶν εἰς χημικὰς ἑνώσεις εἰσερχομένων ποσοτήτων τῶν στοιχείων, διὰ τοῦτο εἶνε προσφορώτερον νὰ λαμβάνηται ὡς μονὰς τὸ ὑδρογόνον.

Τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον, ἅτινα δὲν ἀπομακρύνονται πολὺ τῶν νόμων τοῦ Μαριότου καὶ Gay-Lussac ἔχουσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα ὡς πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ὑπὸ πᾶσαν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν. Ἀλλὰ τῶν ἀερίων τῶν εὐχερέστερον ῥευστοποιουμένων, οἷον τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἡ πυκνότης ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100^0 ὡς πρὸς τὸν ἀέρα ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις πιέσεως καὶ θερμοκρασίας εὑρισκομένου εἶνε διάφορος τῆς πυκνότητος αὐτοῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός. Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς συνήθως θεωροῦσι τὴν πυκνότητα ταύτην σταθερὰν ὑπὸ τὰς συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις.

Βάρος ἀερίων. Ὅπως εὕρωμεν τὸ βάρος ὡρισμένου ὄγκου ἀερίου ὑπὸ ὡρισμένην πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν ἀνευρίσκομεν κατὰ πρῶτον τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἀέρος ξηροῦ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις εὑρισκομένου καὶ πολυπλασιάζομεν τὸ εὑρεθὲν βάρος ἐπὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀερίου.

Οὕτω τὸ βάρος Β κυβικῶν ὑποδεκαμέτρων ἀερίου τινός, οὗτινος ἡ πυκνότης δ, ὑπὸ πίεσιν Η καὶ θερμοκρασίαν θ εὑρίσκεται ὡς ἑξῆς. Τὸ βάρος Β κυβ. ὑποδ. ἀέρος ξηροῦ ὑπὸ πίεσιν 760 καὶ θερμοκρασίαν τοῦ 0_0 ἰσοῦται πρὸς 1γρ., $293 \times B = B6$, ὑπὸ πίεσιν δὲ Η ἰσοῦται πρὸς $\frac{BH6}{760}$ καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν θ πρὸς $\frac{B6H}{760(1+\alpha\theta)}$. τὸ δὲ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

βάρος τοῦ ἀερίου $\frac{\text{Β. 6. Η. δ}}{760\ (1+\alpha\theta)}$. Οὕτω π. χ. ἓν κυβικὸν μέτρον ὑδρογόνου ξηροῦ ὑπὸ πίεσιν 730χ.μ καὶ ὑπὸ θερμοκρασίαν 30^0 ἔχει βάρος ἴσον πρὸς

$$\frac{1000\times 1\gamma\rho\,,\ 293\times 730\times 0{,}0693}{760\ (1+0{,}00367\times 30)}$$

Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων. Ἡ διαστολὴ τῶν ἀερίων παρέχει ἐφαρμογὰς ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ, καὶ γίνεται πρόξενος ἀτμοσφαιρικῶν φαινομένων. Ὅταν ὁ ἀὴρ θερμαίνηται καὶ μολύνηται διὰ τῆς ἀναπνοῆς πολλῶν ἀνθρώπων συνηγμένων ἐντὸς μιᾶς αἰθούσης ἐπέρχεται διαστολὴ ἕνεκα τῆς θερμάνσεως· ἀλλ' ἂν καὶ τὸ ὀξυγόνον μετατρέπεται εἰς τὸ πολὺ βαρύτερον διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, ἐν τούτοις ἕνεκα τῆς ἐκ τῆς θερμάνσεως μεγάλης διαστολῆς ἐπέρχεται ἀνάβασις τοῦ θερμοῦ καὶ μεμολυσμένου ἀέρος εἰς τὰ ἀνώτερα μέρη τῆς αἰθούσης, ἔνθα ἐξέρχεται, ἐὰν ὑπάρχωσι αἱ πρὸς ἀερισμὸν ἀπαιτούμεναι ὀπαί, καὶ ἀντικαθίστανται διὰ ψυχροτέρου, ξηροτέρου καὶ καθαροῦ ἀέρος εἰσδύοντος διὰ τῶν θυρῶν καὶ παραθύρων. Ὅταν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες θερμαίνωσιν ἰσχυρῶς τὸ ἔδαφος, τὸ στρῶμα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος τὸ ἐφαπτόμενον τοῦ ἐδάφους τείνει νὰ λάβῃ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ ἐπομένως νὰ ὑπερθερμανθῇ. Ἀλλὰ τὸ στρῶμα τοῦτο τοῦ ἀέρος, ἐν ᾧ ζῶμεν, θερμαινόμενον διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, καὶ ἀντικαθίστανται ὑπ' ἀέρος ψυχροτέρου ὡς πυκνοτέρου. Οὕτω δὲ ἡ ὑπέρμετρος θερμοκρασία, ἥτις τείνει νὰ παραχθῇ εἰς τὸ κατώτερον στρῶμα τῆς ἀτμοσφαίρας συγκεράννυται καὶ δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὰ ὡρισμένα ὅρια, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύνανται νὰ ὑπάρξωσι τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῶα.

Ἕνεκα τῆς διαστολῆς ταύτης τοῦ ἀέρος ὑπὸ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος παράγονται οἱ ἄνεμοι, οἵτινες οὐ μόνον ἐπιφέρουσι τὴν ἀνάμιξιν τῶν θερμοτέρων καὶ ψυχροτέρων μερῶν τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀλλὰ ἐκδιώκουσι τὸν μεμολυσμένον ἀέρα ἐκ τῶν πόλεων καὶ τὸν ἀντικαθιστῶσι διὰ καθαροῦ ἀέρος, συντελοῦντες οὕτως εἰς τὴν ἐξυγίανσιν τῶν πόλεων. Ἄνευ τῶν ῥευμάτων τούτων αἱ πόλεις θὰ ἦσαν διηνεκεῖς ἑστίαι μολυσμάτων καὶ ἐπιδημιῶν πάσης φύσεως. Ἄνευ τῶν ῥευμάτων τούτων τοῦ ἀέρος οἱ ὑδρατμοὶ οἱ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θαλάσσης ἀναδιδόμενοι θὰ ἔμενον ἀκίνητοι καὶ συμπυκνούμενοι θὰ ἔπιπτον πάλιν εἰς τὴν θάλασσαν, δὲν θὰ ἐφέροντο δὲ πρὸς τὰς ἠπείρους.

Ῥεῦμα ἀέρος ἐν καπνοδόχῃ. Ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῃ ἀὴρ θερμαινόμενος ὑπὸ τῆς ἑστίας τοῦ πυρὸς γίνεται ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ γεννᾶται ἰσχυρὸν ῥεῦμα ἀέρος, ὅπερ διερχόμενον διὰ τῆς ἑστίας ἐπιταχύνει τὴν καῦσιν καὶ θερμαινόμενον ἀνέρχεται διηνεκῶς συμπαρασῦρον τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὑποθέσωμεν τὸν ἐν τῇ καπνοδόχῃ ἀέρα ἔχοντα καθ' ὅλον τὸ ὕψος αὐτῆς θερμοκρασίαν τὴν αὐτὴν **Τ** ὑπερτέραν τῆς θερμοκρασίας τ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, καὶ ἔστω **Υ** τὸ ὕψος τῆς καπνοδόχης, καὶ α τὸ βάρος ἑνὸς κυβικοῦ ὑποδεκαμέτρου ἀέρος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς καὶ ὑπὸ πίεσιν τὴν ὑφισταμένην. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ Σ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἐγκαρσίου τομῆς τῆς καπνοδόχης, τὸ βάρος τῆς ἐμπεριεχομένης στήλης τοῦ ἀέρος ἐν μὲν τῇ θερμοκρασίᾳ τοῦ μηδενὸς εἶνε αΥΣ ἐν δὲ τῇ θερμοκρασίᾳ τ ἰσοῦται πρὸς $\frac{\alpha\Upsilon\Sigma}{1+\delta\tau}$ καὶ ἐν τῇ ὑψηλοτέρᾳ θερμοκρασίᾳ Τ πρὸς $\frac{\alpha\Upsilon\Sigma}{1+\delta\mathbf{T}}$, ὅπερ μικρότερον τοῦ προηγουμένου. Ὅθεν ὁ ἀὴρ θὰ εἰσρεύσῃ διὰ τῆς ἑστίας μετὰ πιέσεως ἴσης τῇ διαφορᾷ τοῦ βάρους τῶν δύο τούτων ἀερίνων στηλῶν.

Θέρμανσις διὰ θερμοῦ ἀέρος ἢ διὰ θερμοῦ ὕδατος. Ἡ ἰδιότης, ἣν ἔχουσι τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ἀέρια νὰ μεταφέρωσι τὴν θερμότητα δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ῥευμάτων παραγομένων ἐν αὐτῷ ἕνεκα τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίστανται διὰ τῆς θερμάνσεως, χρησιμοποιεῖται εἰς τὴν θέρμανσιν δι' ὕδατος ἢ δι' ἀέρος οἰκιῶν, καταστημάτων, νοσοκομείων. Πρὸς τοῦτο ὕδωρ θερμαινόμενον ἐν λέβητι καὶ διαστελλόμενον φέρεται διὰ μεταλλικῶν σωλήνων πρὸς τὰ διάφορα δωμάτια τοῦ καταστήματος, ἔνθα ψυχόμενον παλινδρομεῖ διὰ δευτέρου συστήματος σωλήνων πρὸς τὸν λέβητα καὶ οὕτω κυκλοφορεῖ ἀδιαλείπτως.

Ὡσαύτως ὁ πρὸς θέρμανσιν χρησιμοποιούμενος ἀὴρ θερμαίνεται ἐντὸς σιδηρῶν σωλήνων, ὧν τὸ μὲν ἓν ἄκρον συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος τὸ δ' ἄλλο ἐκστομοῦται ἐντὸς τῶν αἰθου-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σῶν· ὁ ἐν αὐταῖς ψυχρὸς ἀὴρ ἐκφεύγει πρὸς τὰ ἔξω δι' ὀπῶν ἀνεῳγμένων παρὰ τὸ πάτωμα τῆς αἰθούσης.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Εἴδομεν ὅτι πάντα τὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται. Ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἓν ὅριον διαστολῆς, οὗ ἐπέκεινα τὰ μὲν στερεὰ μεθίστανται ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἤτοι τήκονται, τὰ δὲ ὑγρὰ εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἤτοι ἐξαεροῦνται. Τὸ πρῶτον φαινόμενον καλεῖται *τῆξις*, τὸ δὲ δεύτερον *ἐξαέρωσις*. Τὰ ἐξαερωθέντα ὑγρὰ καὶ τὰ τακέντα στερεὰ ψυχόμενα ἐπαναλαμβάνουσι τὰ μὲν πρῶτα τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἤτοι ἐκρευστοῦνται, τὰ δὲ τετηκότα τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἤτοι πήγνυνται. Τὰ φαινόμενα ταῦτα καλοῦνται τὸ μὲν *ἐκρεύστωσις* τὸ δὲ *πῆξις*.

Τῆξις. Τὸ φαινόμενον τῆς τήξεως ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς νόμους.

α'.) Ἕκαστον σῶμα ἄρχεται τηκόμενον ἐν ὡρισμένῃ τινὶ θερμοκρασίᾳ, ἥτις εἶνε ἡ αὐτὴ πάντοτε καὶ καλεῖται θερμοκρασία τήξεως.

β'.) Ἀφ' ἧς στιγμῆς ἄρχεται ἡ τῆξις, ἡ θερμοκρασία μένει σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ ἔντασις τῆς πηγῆς τῆς θερμότητος, μέχρις οὗ ἡ τῆξις γείνῃ τελεία.

Ἡ τῆξις τῶν σωμάτων συμβαίνει εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, ὡς δεικνύει ὁ ἑπόμενος πίναξ τῶν θερμοκρασιῶν τῆς τήξεως διαφόρων σωμάτων.

Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	-58^0	Ψευδάργυρος	$+360^0$
Ὑδράργυρος	$-38^0,2$	Ἄργυρος	$+1000^0$
Πάγος	0^0	Χαλκὸς	$+1050^0$
Στέαρ	$+40^0$	Χυτοσίδηρος	$+1200^0$
Φωσφόρος	$+44^0$	Χρυσὸς	$+1250^0$
Κάλιον	$+58^0$	Χάλυψ	$+1350^0$
Κηρὸς	$+68^0$	Ἐλατὸς σίδηρος	$+1600^0$
Νάτριον	$+90^0$	Λευκόχρυσος	$+1779^0$
Θεῖον	$+111^0,6$	Ἰρίδιον	$+1950^0$
Κασσίτερος	$+230^0$	Ὄσμιον ἄνω τῶν	$+2500^0$
Μόλυβδος	$+330^0$		

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Εἴς τινα σώματα προηγεῖται τῆς τήξεως μαλάκυνσις, ἤτοι ταῦτα θερμαινόμενα κατὰ πρῶτον γίνονται μαλακά, εἶτα ἡμίρρευστα καὶ βαθμηδὸν λαμβάνουσι τὴν ῥευστὴν κατάστασιν, ὡς τὸ στέαρ, ὁ κηρὸς, ἡ ὕαλος.

Ὑπάρχουσι σώματα, ἅτινα δὲν ἠδυνήθησαν νὰ τήξωσι μέχρι σήμερον, ὡς π. χ. τὸν ἄνθρακα. Ἄλλα σώματα οἷον ὁ χάρτης, τὸ ξύλον, τὸ μάρμαρον. Ἰσχυρῶς θερμαινόμενα ἐν τῷ κενῷ ἢ ἀναλύονται εἰς τὰ στοιχεῖά των, ἢ ἀποσυντίθενται εἰς ἄλλα ἁπλούστερα σώματα.

Τὰ μεταλλικὰ κράματα τήκονται ἐνίοτε εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ἐκείνης, καθ' ἣν τήκεται κατ' ἰδίαν τὸ εὐτηκτότερον τῶν συνιστώντων τὸ κρᾶμα μετάλλων, πολλάκις δὲ εἰς θερμοκρασίαν ταπεινοτέραν τοῦ σημείου τῆς τήξεως τῶν συστατικῶν μετάλλων. Οὕτω κρᾶμα ἐκ τριῶν μερῶν μολύβδου (330^0) καὶ πέντε κασσιτέρου (230^0) τήκεται εἰς 186^0, κρᾶμα ἐκ δύο μερῶν βισμουθίου (265^0), ἑνὸς μολύβδου (330^0) καὶ ἑνὸς κασσιτέρου τήκεται εἰς 94^0, καὶ τέλος κρᾶμα ἐξ 8 μερῶν μολύβδου, 15 βισμουθίου, 4 κασσιτέρου καὶ 3 καδμίου (315^0) *μέταλλον* τοῦ Wood, καλούμενον, τήκεται εἰς 65^0.

Θερμότης τήξεως. Ἐὰν ἐντὸς τετριμμένου πάγου θέσωμεν θερμόμετρον καὶ θερμάνωμεν διὰ φλογὸς, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος ἀκινητεῖ εἰς τὸ μηδὲν μέχρις ὅτου ὅλος ὁ πάγος τακῇ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐντὸς χύτρας θέσωμεν μικρὰ τεμάχια θείου καὶ ἐντὸς αὐτοῦ θερμόμετρον, τὸ ὅλον δὲ θέσωμεν ἐπὶ θερμαντικῆς πηγῆς, παρατηροῦμεν ὅτι κατ' ἀρχὰς μὲν τὸ θερμόμετρον δεικνύει κανονικὴν ὕψωσιν θερμοκρασίας μέχρι $111^0,6$ βαθμῶν, εἶτα ἡ θερμοκρασία μένει στάσιμος ἐπί τινα χρόνον καὶ εἶτα ἄρχεται πάλιν κανονικῶς ὑψουμένη. Ἕπεται ἐκ τούτου, ὅτι ἡ παρεχομένη τότε θερμότης καταναλίσκεται εἰς τὸ νὰ ἐλαττώσῃ τὴν δύναμιν τῆς συνοχῆς τῶν ἀτόμων τοῦ στερεοῦ σώματος καὶ δὲν γίνεται αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμόμετρον. Καλεῖται δὲ *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λανθάνουσα θερμότης*.

Ὡς μονάδα θερμότητος λαμβάνομεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, τὸ ὁποῖον δαπανῶμεν διὰ νὰ ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν ἑνὸς χιλιογράμμου ὕδατος κατὰ ἕνα βαθμόν. Οὕτω, ἵνα θερμάνωμεν ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀπὸ 0^0 εἰς 100^0, δαπανῶμεν ἑκατὸν μονάδας θερμότητος, τοὐναντίον δὲ ἵνα ψύξωμεν ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀπὸ 100^0 εἰς 10^0, πρέπει νὰ τοῦ ἀφαιρέσωμεν, 90 μονάδας θερμότητος.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐὰν ἀναμίξωμεν ἴσα βάρη ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίας θ καὶ θ′, ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος εἶνε $\frac{\theta+\theta'}{2}$. Ἐὰν ὅμως ἀναμίξωμεν Β χιλιόγραμμα ὕδατος εἰς θ μὲ Β′ χιλιόγραμμα εἰς θ′, ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος θ_1 εὑρίσκεται ὡς ἑξῆς. Ἐὰν ὑποθέσωμεν $\theta' > \theta$, τότε τὰ μὲν Β χιλιόγραμμα προσέλαβον $B(\theta_1 - \theta)$ μονάδας τὰ δὲ Β′ ἀπέβαλον $B'(\theta' - \theta_1)$. Ἐξισοῦντες λαμβάνομεν $B(\theta_1 - \theta) = B'(\theta' - \theta_1)$ ὅθεν $\theta_1 = \frac{B\theta + B'\theta'}{B + B'}$. Ἐν γένει δὲ ὅταν ἀναμίξωμεν τὰ βάρη Β, Β′, Β″, Β‴ ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίας θ, θ′, θ″, θ‴... εὑρίσκομεν τὴν θερμοκρασίαν θ_1 τοῦ μίγματος διὰ τοῦ τύπου

$$\theta_1 = \frac{B\theta + B'\theta' + B''\theta'' + B'''\theta''' + \ldots}{B + B' + B'' + B''' + \ldots}.$$

Θερμότης τήξεως τοῦ πάγου. Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ δαπανᾶται κατὰ τὴν τῆξιν ἑνὸς χιλιογράμμου πάγου, ἐμβάλωμεν εἰς ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος 100^0 ἓν χιλιόγραμμον τετριμμένου πάγου ἢ χιόνος θερμοκρασίας 0^0· ὁ πάγος ἢ ἡ χιὼν τήκεται καὶ λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμμα ὕδατος θερμοκρασίας $10^0,4$. Ἑπομένως τὸ ζέον ὕδωρ ἀπέβαλε $100 - 10,4 = 89,6$ μονάδας θερμότητος, αἵτινες ἐχρησίμευσαν πρὸς τῆξιν τοῦ πάγου καὶ πρὸς θέρμανσιν τοῦ ἐκ τῆς τήξεως προελθόντος ὕδατος μέχρι $10^0,4$. Ὥστε, ἐὰν ἀπὸ τὰς 89,6 μονάδας ἀφαιρέσωμεν τὰς 10,4, αἱ ὑπολειπόμεναι 79,2 ἢ ἀκριβέστερον κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Regnault 79,25 παριστῶσι τὴν λανθάνουσαν θερμότητα τῆς τήξεως τοῦ πάγου.

Προβλήματα. α′.) Εὑρεῖν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν θ_1 μίγματος Υ χιλιογράμμων ὕδατος θερμοκρασίας θ καὶ Π χιλιογράμμων πάγου θερμοκρασίας 0^0.

$$\Upsilon(\theta - \theta_1) = 79,25\,\Pi + \Pi\theta_1 \text{ ὅθεν } \theta_1 = \frac{\Upsilon\theta - 79,25\,\Pi}{\Upsilon + \Pi}.$$

β′.) Ποῖα σχέσις πρέπει νὰ ὑφίσταται τὸ μὲν βάρους καὶ θερμοκρασίας ὕδατος, τὸ δὲ βάρους πάγου, ὅπως ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος εἶνε ἴση τῷ μηδενί;

Εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον $\theta_1 = 0$, ὅθεν $\Upsilon\theta - 79,25\,\Pi = 0$

ἢ $\Upsilon\theta = 79,25\,\Pi$.

γ′.) Εὑρεῖν τὸ ποσὸν τοῦ πάγου π τὸ ὁποῖον μένει ἄτηκτον, ὅταν τὸ θερμὸν ὕδωρ δὲν ἐπαρκῇ πρὸς τῆξιν αὐτοῦ.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἵνα μείνῃ πάγος ἄτηκτος πρέπει Υθ<79,25 Π.

Ὅθεν ἐὰν τὴν διαφορὰν 79,25 Π—Υθ, ἤτις παριστᾷ τὰς ἐλλειπούσας μονάδας θερμότητος, διαιρέσωμεν διὰ 79,25, εὑρίσκομεν τὸ ποσὸν π τοῦ ἀτήκτου πάγου, ἤτοι

$$\pi = \Pi - \frac{\Upsilon\theta}{79,25}.$$

Διάλυσις. Πολλὰ ἅλατα διαλύονται ἐν τῷ ὕδατι ἢ καὶ ἐν ἑτέροις ῥευστοῖς, συνήθως δὲ ἡ διαλυτότης αὐξάνεται ὑψουμένης τῆς θερμοκρασίας. Κατὰ τὴν διάλυσιν ἅλατός τινος ἐν ὕδατι παράγεται θερμότης, ἂν τὸ διαλυόμενον ἅλας ἑνῶται χημικῶς μετὰ τοῦ ὕδατος, ὡς τὸ ἄνυδρον χλωριοῦχον ἀσβέστιον. Ὅταν ὅμως τὸ ἅλας διαλύηται ἄνευ χημικῆς ἑνώσεως ἢ τοιαύτης ἀσθενεστάτης, ἐπειδὴ ἐπέρχεται μεταβολὴ καταστάσεως σώματος ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἥτις ἀπορροφᾷ θερμότητα, ἣν μεταβάλλει εἰς λανθάνουσαν, παραλαμβάνει ταύτην ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος καταβιβάζει ἐπαισθητῶς τὴν θερμοκρασίαν. Οὕτω ἂν διαλύσωμεν ἐν ὕδατι νίτρον ἢ ἀμμωνιακὸν ἅλας, ἢ κάλλιον νιτρικὸν ἀμμώνιον ἐν λεπτοτάτῃ κόνει, ἐπέρχεται λίαν αἰσθητὴ ψῦξις τοῦ διαλύματος, διότι τὸ στερεὸν ἅλας μεταβάλλει κατάστασιν. Ἂν ἀναμίξωμεν ἅλας μαγειρικὸν μετὰ χιόνος, ἐπειδὴ τὸ ἅλας εἶνε εὐδιάλυτον ἐν τῷ ὕδατι, μέρος τῆς χιόνος τήκεται, ἐν δὲ τῷ ὕδατι τῷ ἐκ τῆς τήξεως προερχομένῳ διαλύεται τὸ ἅλας. Ἀλλὰ καὶ ἡ τῆξις τῆς χιόνος καὶ ἡ διάλυσις τοῦ ἅλατος ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν ἀπορροφῶσιν ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ μίγματος, ὅπερ ψύχεται κάτωθεν τοῦ μηδενὸς μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῆς πήξεως τοῦ ἁλατούχου διαλύματος, ἥτις εἶνε πολὺ κατωτέρα τῆς τοῦ μηδενός. Ἐὰν ἐπὶ τεσσάρων μερῶν τετριμμένου πάγου ἐπιχύσωμεν ἓν μέρος ἁραιοῦ θειϊκοῦ ὀξέος, ἐπέρχεται ταχεῖα τῆξις τοῦ πάγου καὶ μεγίστη ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας. Τῆς ἀπορροφήσεως ταύτης τῆς αἰσθητῆς θερμότητος τοῦ μίγματος καὶ τῆς μεταβολῆς αὐτῆς εἰς λανθάνουσαν γίνεται χρῆσις πρὸς παραγωγὴν τεχνητοῦ ψύχους διὰ μιγμάτων ἅτινα καλοῦνται *ψυκτικὰ μίγματα*· εἰς ταῦτα τοὐλάχιστον τὸ ἓν ἐκ τῶν ἀναμιγνυομένων σωμάτων πρέπει νὰ εἶνε στερεόν.

Τὸ συνηθέστατον ψυκτικὸν μῖγμα ἀποτελεῖται ἐξ ἴσων βαρῶν πάγου τετριμμένου ἢ χιόνος καὶ μαγειρικοῦ ἅλατος, εἰς ὃ κατέρχε-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ται ἡ θερμοκρασία ἀπὸ 0^0 εἰς $-21^0,3$. Δὲν δύναται δὲ νὰ κατέλθῃ εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν, διότι ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ταύτης τὸ ὕδωρ καὶ τὸ ἅλας ἄρχονται κρυσταλλούμενα ἰδίᾳ ἕκαστον.

Μῖγμα ἐξ ἴσων βαρῶν χιόνος καὶ κρυσταλλικοῦ χλωριούχου ἀσβεστίου καταβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν μέχρι -50^0, στερεὸν δὲ ἀνθρακικὸν ὀξὺ μιγνύμενον μετ' αἰθέρος παράγει ψῦχος -110^0.

Ὅσῳ ταχύτερον διαλύεται ἅλας τι ἔν τινι ὑγρῷ, τοσούτῳ μεῖζον ψῦχος παράγεται. Οὕτω 2 μέρη θειοκυανιούχου (ῥοδανικοῦ) καλίου εἰς 3 μέρη ὕδατος διαλυόμενα παράγουσι ψῦξιν 34 βαθμῶν. Δύο μέρη εἰς βάρος πυκνοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος χεόμενα ἐπὶ ὁκτὼ μερῶν θειϊκοῦ νατρίου κρυσταλλικοῦ, μεταβληθέντος προηγουμένως εἰς λεπτὴν κόνιν, ἐπιφέρουσι κατάπτωσιν θερμοκρασίας κατὰ 30^0 περίπου.

Πῆξις. Καλεῖται πῆξις ἡ μετάβασις ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν. Ἀκολουθεῖ δὲ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

α΄.) Τὸ αὐτὸ σῶμα πήγνυται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἥτις εἶνε ἡ αὐτὴ τῇ θερμοκρασίᾳ τῆς τήξεως.

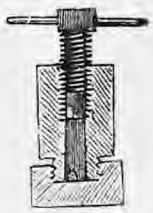
β΄.) Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως ἡ θερμοκρασία μένει ἀμετάβλητος, διότι τὸ ὑγρὸν πηγνύμενον ἀποδίδει πᾶσαν τὴν λανθάνουσαν θερμότητα, ἣν ἀπερρόφησε κατὰ τὴν τῆξιν. Ἂν π. χ. ἐντὸς ψυκτικοῦ μίγματος ἔχοντος θερμοκρασίαν 10 ἢ 15 βαθμῶν κάτωθεν τοῦ μηδενικοῦ θέσωμεν δοχεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ ἐντὸς αὐτοῦ θερμόμετρον, παρατηροῦμεν κατ' ἀρχὰς μὲν κανονικὴν κατάπτωσιν τῆς θερμοκρασίας μέχρι τοῦ μηδενός· εἶτα ἂν καὶ τὸ ψυκτικὸν μῖγμα διηνεκῶς ἀφαιρῇ θερμότητα, ἐπί τινα χρόνον τὸ θερμόμετρον μένει στάσιμον, τοῦτο δέ, διότι ἐκλύεται ἡ λανθάνουσα θερμότης. Ὅταν ἐπέλθῃ τελεία πῆξις, ἄρχεται καὶ πάλιν κανονικὴ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας.

Μεταβολὴ τοῦ ὄγκου κατὰ τὴν τῆξιν καὶ πῆξιν. Κατὰ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων ὁ ὄγκος αὐτῶν καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης πάσχουσιν αἰφνιδίαν τινὰ μεταβολήν. Συνήθως ὁ ὄγκος τῶν σωμάτων αὐξάνεται κατὰ τὴν τῆξιν καὶ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν πῆξιν, ἀλλ' εἴς τινα σώματα συμβαίνει τὸ ἐναντίον, τουτέστι κατὰ τὴν τῆξιν ὁ ὄγκος αὐξάνεται. Οὕτω τὸ ὕδωρ πηγνύμενον διαστέλλεται ὁ δὲ πάγος ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Κατὰ τὴν πῆξιν δὲ τοῦ ὕδατος ἀναπτύσσεται τοιαύτη διασταλ-

τική δύναμις, ὥστε θραύει οὐ μόνον ἀγγεῖα ἐξ ὑάλου ἀλλὰ καὶ διαρρηγνύει κοίλας σιδηρᾶς σφαίρας, ἃς ἐντελῶς ἐπλήρου. Ὀλίγα εἰσὶ τὰ σώματα, ἅτινα ὅπως τὸ ὕδωρ πηγνύμενα διαστέλλονται· τοιαῦτά εἰσιν ὁ χυτοσίδηρος, τὸ βισμούθιον, τὸ ἀντιμόνιον, ὁ ἄργυρος· διαγινώσκομεν δὲ τοῦτο, διότι βλέπομεν κατὰ τὴν τῆξιν τῶν σωμάτων τούτων στερεὰ τεμάχια ἐπιπολάζοντα, ὅπως ὁ πάγος ἐπὶ τοῦ ὕδατος.

Αἰτίαι μεταβάλλουσαι τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως καὶ πήξεως τῶν σωμάτων. Ὅταν τὰ σώματα ὑπόκεινται εἰς ἰσχυρὰς πιέσεις, ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως μεταβάλλεται. Καὶ ὅσων μὲν ὁ ὄγκος αὐξάνεται κατὰ τὴν τῆξιν καὶ ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς πιέσεως. Οὕτω τὸ λευκὸν τῆς φαλαίνης, ἤτοι τὸ σπέρμα τοῦ κήτους, ὅπερ τήκεται εἰς $47^0,7$ ὑπὸ τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας τήκεται

εἰς $48^0,3$ ὑπὸ πίεσιν 29 ἀτμοσφαιρῶν
» $49^0,9$ » » 96 »
» $50^0 6$, » » 156 »



Σχ. 35.

Τοὐναντίον τὰ σώματα, ὧν ὁ ὄγκος αὐξάνεται κατὰ τὴν πῆξιν, ὑποβαλλόμενα εἰς ἰσχυρὰς πιέσεις τήκονται εἰς θερμοκρασίας κατωτέρας. Οὕτω ὁ πάγος τήκεται

εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας
» » » » 0,05 » » 8 ἀτμοσφαιρῶν
» » » » 0,13 » » 16 »

Ὁ Mousson ἔτηξε τὸν πάγον ἐν θερμοκρασίᾳ — 18^0 ὑπὸ ἰσχυροτάτην πίεσιν διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος. Ἐν κοίλῳ σιδηρῷ σωλῆνι ἐθηκεν ὕδωρ, ὅπερ μετέβαλεν εἰς πάγον θερμοκρασίας — 18^0 καὶ ἐπ' αὐτοῦ ἔθηκε μικρὸν σφαιρίδιον ἐκ μετάλλου (σχ. 35). Εἶτα διὰ πιεστικοῦ καχλίου ἐπέφερε πίεσιν ἰσχυράν, τηρῶν τὴν συσκευὴν ἐν τῷ ψυκτικῷ μίγματι. Ἀνοίξας εἶτα τὴν συσκευὴν εὗρεν εἰς τὸν πυθμένα τὸ τεμάχιον τοῦ μετάλλου, τοῦτο δέ, διότι διὰ τῆς ἰσχυρᾶς πιέσεως ὁ πάγος πρὸς στιγμὴν μετεβλήθη εἰς ὕδωρ, ὅπερ καὶ αὖθις μετεβλήθη εἰς πάγον κατὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς πιέσεως.

Ὑπέρτηξις. (Surfusion). Τὸ ὕδωρ ἐντὸς τριχοειδῶν σωλήνων τιθέμενον δὲν πήγνυται ψυχόμενον μέχρι -20^0. Ὡσαύτως

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὸ ὕδωρ ἐν ἀταραξίᾳ εὑρισκόμενον ὑπὸ κώδωνα ἀεραντλίας ἄνευ ἀέρος, ἢ ὑπὸ στρῶμα ἐλαίου δύναται νὰ διατηρηθῇ ὑγρὸν μέχρι—12°. Ἡ ἐλαχίστη ὅμως διαταραξις ἐπιφέρει μερικὴν αἰφνιδίαν πῆξιν καὶ ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας μέχρι τοῦ 0°. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καταδείκνυται διὰ θερμομέτρου, οὗ τὸ δοχεῖον Β (σχ. 36) ἐγκλείεται εἰς σωλῆνα Α ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κενὸν ἀέρος. Ψυχομένου τοῦ θερμομέτρου διὰ ψυκτικοῦ μίγματος μέχρι —10° ἕως —12°, τὸ ὕδωρ διατηρεῖται ὑγρόν. Ἐὰν ὅμως ἀναταράξωμεν τὴν συσκευήν, μέρος τοῦ ὕδατος πήγνυται ἀμέσως καὶ ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται εἰς τὸ 0°. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ὑπέρτηξις* καὶ παρατηρεῖται καὶ εἰς ἄλλα σώματα, οἷον τὸν κασσίτερον, τὸ θεῖον, τὸν φωσφόρον. Οὕτω φωσφόρος τετηκὼς ἐν θερμῷ ὕδατι τηρεῖται ὑγρὸς μέχρι +22° ἂν καὶ πήγνυται εἰς +44°. Ἐὰν ὅμως ψαύσωμεν αὐτὸν διὰ μικροῦ τεμαχίου φωσφόρου, ἡ πῆξις προχωρεῖ ταχέως δι' ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ. Τὸ φαινόμενον τῆς ὑπερτήξεως καὶ τῆς ἐπερχομένης εἶτα κρυσταλλώσεως καταδείκνυται εὐχερῶς διὰ τοῦ ὑποθειώδους νατρίου. Πρὸς τοῦτο ἐν ὑαλίνῃ σφαίρᾳ τήκομεν ὑποθειῶδες νάτριον καὶ ἀφήνομεν εἶτα τοῦτο νὰ ψυχθῇ βραδέως. Ῥίπτομεν εἶτα ἐντὸς αὐτοῦ κρύσταλλον ἐλάχιστον ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἅλατος. Τὸ τετηκὸς ὑποθειῶδες νάτριον κρυσταλλοῦται καθ' ὁλοκληρίαν ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνυψοῦται αἰσθητῶς. Τὰ ἁλατοῦχα διαλύματα πήγνυνται εἰς θερμοκρασίαν ταπεινοτέραν ἐκείνης, καθ' ἣν πήγνυται τὸ καθαρὸν ὕδωρ. Ἐὰν ἐπομένως ἐπὶ τετριμμένου πάγου ῥίψωμεν τετριμμένον ἅλας, ἐπιφέρομεν τὴν τῆξιν αὐτοῦ, ἂν καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πάγου εἶνε κατά τι ταπεινοτέρα τῆς τοῦ μηδενός.

Σχ. 36.

ΣΗΜ. Ὕδωρ ψυχόμενον εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ 0° καὶ ἀναταρασσόμενον δὲν πήγνυται καθ' ὁλοκληρίαν, διότι δύναται νὰ ἐμπεριέχῃ πλείονα ποσότητα θερμότητος ἢ ἴσον βάρος πάγου εἰς 0°.

Πρόβλημα. Ἔστωσαν Υ χιλιόγραμμα ὕδατος εἰς —θ° ἀναταρασσόμενα παράγουσι π χιλ. πάγου εἰς 0° καὶ υ ὕδατος εἰς 0°. Ζητοῦνται τὰ ποσὰ ταῦτα.

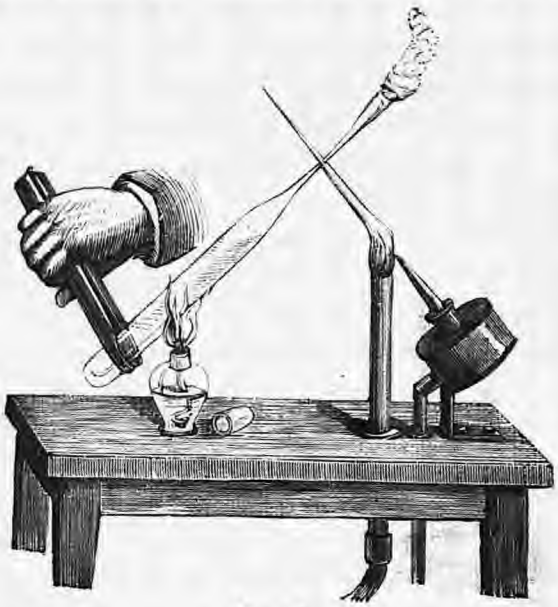
Ἔχομεν $\pi + \upsilon = \Upsilon$

καὶ $\theta\Upsilon = 79{,}25\ \pi$, ὅθεν λαμβάνομεν τὰς τιμὰς τοῦ π καὶ υ.

Παράδειγμα. Ἐκ 3 χιλιογράμμων ὕδατος εἰς —10° παράγονται 379 γρ. πάγου καὶ $2\chi_{,}$ 621 ὕδατος εἰς 0°.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὑπέρκορος (Sursaturation). Ἐὰν παρασκευάσωμεν κεκορεσμένην διάλυσιν ἅλατος ἐν ὕδατι εἰς θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν τῆς συνήθους καὶ ἀφήσωμεν αὐτὴν νὰ ψυχθῇ, ἐπειδὴ ἡ διαλυτότης ἐλαττοῦται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ἐπέρχεται ἐκκρυστάλλωσις τοῦ ἐμπεριεχομένου ἅλατος. Ἐὰν ὅμως θέσωμεν τὸ διάλυμα ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος, ἀφοῦ δὲ διὰ βρασμοῦ ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα συντήξωμεν τὸν σωλῆνα (σχ. 37), ἐπειδὴ ἀπεκλείσθη ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, τὸ ἅλας δὲν κρυσταλλοῦται κατὰ τὴν ψῦξιν, τὸ δὲ διάλυμα μένει ὑπερκεκορεσμένον. Τοιαῦτα διαλύματα παρέχουσιν ἡ στυπτηρία, τὸ θειϊκὸν νάτριον καὶ ἄλλα ἅλατα. Ἂν ὅμως θραύσαντες τὸν σωλῆνα ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ ἢ ῥίψωμεν ἐντὸς τοῦ ὑπερκεκορεσμένου διαλύματος μικρὸν κρύσταλλον ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας, κρυσταλλοῦται τὸ ὅλον καὶ ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ὑπέρκορος*.



Σχ. 37.

Τὸ φαινόμενον τῆς ὑπερτήξεως τοῦ ὕδατος ἐν ἀταραξίᾳ ἐχρησίμευσε πρὸς ἐξήγησιν τῆς χαλάζης καὶ τῆς παγερᾶς βροχῆς, ἧς αἱ ῥανίδες προσκρούουσαι τῷ ἐδάφει πήγνυνται καὶ καλύπτουσιν αὐτὸ διὰ στερεοῦ στρώματος πάγου.

ΠΕΡΙ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΚΡΕΥΣΤΩΣΕΩΣ

Καλεῖται *ἐξαέρωσις* ἡ μετάστασις σώματος ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, *ἐκρεύστωσις* δὲ ἡ μετάστασις ἀπὸ τῆς ἀεριώδους εἰς τὴν ῥευστὴν κατάστασιν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἡ ἀέριος κατάστασις, ἣν λαμβάνουσι πολλὰ ὑγρὰ διὰ τῆς θερμότητος, καλεῖται *ἀτμός*. Ἐν τῇ φύσει ἀνευρίσκομεν ἰδίως τὸν ὑδατώδη ἀτμὸν, ὅστις εὑρίσκεται ἀφθονώτατος ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ.

Ὑπάρχουσιν ὑγρὰ, ἅτινα παρέχουσιν ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν καὶ εἰς χαμηλοτέραν τῆς συνήθους· ταῦτα καλοῦνται *ἐξατμιστὰ ἢ πτητικά*, οἷον τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθὴρ καὶ τὰ καλούμενα πτητικὰ ἔλαια, οἷον τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ἄλλα. Καλοῦνται τοὐναντίον *ἔμμονα* τὰ μὴ παράγοντα ἀτμοὺς εἰς οἱανδήποτε θερμοκρασίαν, τοιαῦτα δέ εἰσι τὰ λιπαρὰ ἔλαια, οἷον τὸ κοινὸν ἔλαιον. Ταῦτα θερμαινόμενα ἰσχυρῶς ἀποσυντίθενται παρέχοντα ἀέρια φύσεως διαφόρου τῆς τῶν ὑγρῶν ἐξ ὧν παρήχθησαν. Ὑπάρχουσιν ὡσαύτως τὰ καλούμενα ξηραντικὰ ἔλαια, οἷον τὸ λινέλαιον, ἅτινα ἀποξηραίνονται οὐχὶ δι' ἐξατμίσεως ἀλλὰ δι' ἀπορρητινώσεως.

Σχ. 38.

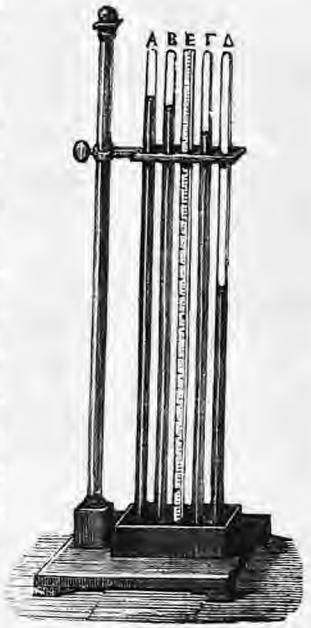
Ὑπάρχουσι στερεὰ σώματα μεθιστάμενα ἀπ' εὐθείας εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν χωρὶς νὰ διέλθωσι πρότερον διὰ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως. Οὕτω ὁ πάγος, ὁ καλύπτων τὸ ἔδαφος ἐν καιρῷ χειμῶνος ξηροῦ καὶ ψυχροῦ, ἐξαεροῦται πολλάκις ἄνευ προηγουμένης τήξεως.

Τοιαύτην ἄμεσον ἐξαέρωσιν παρουσιάζουσιν ὡσαύτως πολλαὶ ἀρωματικαὶ οὐσίαι, οἷον ἡ καφουρὰ, ὡσαύτως δὲ καὶ τὸ ἀρσενικόν.

Παραγωγὴ τῶν ἀτμῶν ὑπὸ πίεσιν. Ἐν τῷ ἀέρι καὶ τοῖς ἀερίοις τὰ ὑγρὰ ἐξαεροῦνται βραδέως, ἕνεκα τῆς ἐπιφερομένης πιέσεως. Τούτου ἕνεκα τὸ εἰς ἀγγεῖον ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ καὶ ἐκτεθειμένον εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἐξαεροῦται μετὰ πάροδον ἱκανοῦ χρόνου. Ὡσαύτως ὑγρόν τι ὑπὸ πίεσιν εὑρισκόμενον ἐξαεροῦται βραδέως. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου λαμβάνουσι σιφωνοειδῆ σωλῆνα (σχ. 38) καὶ πληροῦσιν αὐτὸν ὑδραργύρου, εἰσάγοντες μικρὰν ποσότητα αἰθέρος κατὰ τὸ ἄκρον *αβ* τοῦ κλειστοῦ σκέλους, εἶτα δ' ἐμβαπτίζουσιν αὐτὸν ἐντὸς ὕδατος ἔχοντος θερμοκρασίαν 45 περίπου βαθμῶν. Μετ' ὀλίγον ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἐν μὲν τῷ βραχίονι *αβ* βραδέως καταβαίνει, τοὐναντίον δ' ἀναβαίνει ἐν τῷ σκέλει *γδ*. Ἐν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀνασύρωμεν τὸν σωλῆνα ἢ ψύξωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει κατὰ τὸ *β* καὶ ὁ παραχθεὶς ἀτμὸς ἐκλείπει. Ἐὰν τοὐναντίον θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ τοῦ δοχείου, ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἔτι μᾶλλον κατὰ τὸ *β*. Τὸ πείραμα τοῦτο ἀποδεικνύει ἡμῖν, ὅτι οἱ ἀτμοὶ ἔχουσιν ἐλαστικότητα, ἥτις αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται, αὐξανομένης ἢ ἐλαττουμένης τῆς θερμοκρασίας. Ἡ ἐλαστικότης αὕτη τῶν ἀτμῶν, ἥτις αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, καλεῖται *τάσις τῶν ἀτμῶν*.



Σχ. 39.

Παραγωγὴ τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ. Ἐν τῷ κενῷ οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης ἐμπεριεχούσης ὑδράργυρον πλείονας σωλῆνας βαρομετρικούς, οἷον τέσσαρας (σχ. 39) πλήρεις ὑδραργύρου. Ὁ ὑδράργυρος ἵσταται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ εἰς τοὺς τέσσαρας σωλῆνας. Εἶτα εἰσάγομεν εἰς τὸ δεύτερον τῶν βαρομέτρων τούτων τὸ Β σταγόνας τινὰς ὕδατος, εἰς τὸ τρίτον Γ σταγόνας οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸ τέταρτον Δ σταγόνας αἰθέρος, βλέπομεν δὲ ὅτι, καθ' ἣν στιγμὴν τὰ ὑγρὰ ταῦτα διασχίσαντα τὴν ὑδραργυρικὴν στήλην φθάνουσι μέχρι τῶν βαρομετρικῶν θαλάμων, αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου καταβαίνουσιν ἀμέσως κάτωθεν τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομέτρῳ Α. Τοῦτο δὲ διότι ἐσχηματίσθησαν ἀκαριαίως ἀτμοί, ὧν ἡ ἐλαστικὴ δύναμις ἢ ἡ τάσις κατεβίβασε τὴν ὑδραργυρικὴν στήλην. Τὸ πείραμα τοῦτο καταδεικνύει, οὐ μόνον ὅτι τὰ πτητικὰ ὑγρὰ ἐξατμίζονται ἀκαριαίως ἐν τῷ κενῷ, ἀλλὰ καὶ ὅτι ἡ ἐλαστικότης τῶν παραγομένων ἀτμῶν εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρὰ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Οὕτω εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 20° ὁ ὑδράργυρος ἐν τῷ σωλῆνι Δ τῷ ἐμπεριέχοντι ἀτμοὺς αἰθέρος καταβαίνει 25ᵐᵐ περισσότερον ἢ ἐν τῷ σωλῆνι Β τῷ ἐμπεριέχοντι ὑδρατμούς, ἐν δὲ τῷ σωλῆνι Γ τῷ ἐμπε-

Δημοσία Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ριέχοντι ἀτμοὺς οἰνοπνεύματος τετράκις πλειότερον ἢ ἐν τῷ σωλῆνι Β.

Μὴ κεκορεσμένος καὶ κεκορεσμένος χῶρος ἀτμῶν. Λαμβάνομεν ὑάλινον σωλῆνα ἀπολήγοντα εἰς σφαῖραν Α, πληρώσαντες δὲ ὑδραργύρου (σχ. 40) ἀναστρέφομεν αὐτὸν ἐν λεκάνῃ ἐμπεριεχούσῃ ὑδράργυρον ἢ σωλῆνα φέροντα ἄνωθεν κυλινδρικὸν δοχεῖον μετάλλινον, τὸ ὁποῖον κενοῦμεν ἀέρος διὰ τῆς ἀεραντλίας καὶ εἶτα εἰσάγομεν μίαν μόνην σταγόνα ἐξατμιστοῦ τινος ὑγροῦ, οἷον ὕδατος.

Σχ. 40.

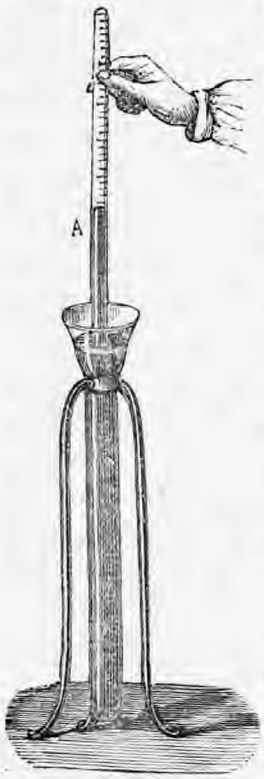
Αὕτη ἐξατμίζεται ὁλοσχερῶς, ἡ δ' ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου καταβαίνει ὀλίγον, ἀλλ' ὁ τέως κενὸς χῶρος τῆς σφαίρας δὲν κορέννυται ἀτμῶν, διότι ἡ εἰσαχθεῖσα σταγὼν τοῦ ὑγροῦ δὲν εἶνε πρὸς τοῦτο ἐπαρκής. Ἔστω θ ἡ θερμοκρασία κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ πειράματος καὶ ε ἡ κατάπτωσις εἰς χιλιοστόμετρα τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης, ἥτις παριστᾷ τὴν τάσιν τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν εἰσαγάγωμεν καὶ δευτέραν σταγόνα, αὕτη παντάπασιν ἐξαεροῦται, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου καταβαίνει κατὰ ε' χιλιοστόμετρα ἀπὸ τῆς ἀρχικῆς αὐτῆς στάσεως. Ἐὰν οὕτω ἐξακολουθήσωμεν τῆς θερμοκρασίας ὑπαρχούσης σταθερᾶς, ἔρχεται στιγμή, καθ' ἣν ἡ εἰσαγομένη σταγὼν τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐξατμίζεται ἀλλὰ διατηρεῖ τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι ὡρισμένος χῶρος κορέννυται ὑπὸ ὡρισμένης ποσότητος ἀτμοῦ ἐν ὡρισμένῃ θερμοκρασίᾳ, λέγομεν δὲ τότε ὅτι *ὁ χῶρος* εἶνε *κεκορεσμένος*. Ὡσαύτως παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὑδράργυρος ἐξακολουθεῖ καταβαίνων, ἐφ' ὅσον ὁ χῶρος δὲν εἶνε κεκορεσμένος καὶ αἱ ἐλαστικότητες τῶν ἀτμῶν $\varepsilon, \varepsilon', \varepsilon', \ldots$ βαίνουσιν αὐξανόμεναι, ἀλλ' ὅταν ὁ χῶρος κορεσθῇ παύει καὶ ἡ ἐξάτμισις, ἡ δὲ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν λαμβάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν Ε ὑπὸ τὴν ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ἥτις καλεῖται *μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν* τοῦ ὑγροῦ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα διὰ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ εἰς ἀνωτέραν θερμοκρασίαν θ_1 εὑρίσκομεν ὅτι αἱ ἐλαστικότητες τῶν ἀτμῶν $\varepsilon_1, \varepsilon'_1, \varepsilon''_1$, αὐξάνονται μετὰ τῆς ποσότητος τῶν ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀτμῶν ἢ μετὰ τῆς πυκνότητος αὐτῶν μέχρι τοῦ κόρου, ὅτε λαμβάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν E_1 μείζονα τοῦ Ε.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

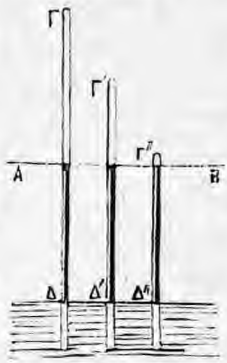
Ὅθεν πρὸς πᾶσαν θερμοκρασίαν ἀντιστοιχεῖ μεγίστη τάσις ἀτμῶν ἐν κόρῳ, ἥτις αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν ἐν μὴ κεκορεσμένῳ καὶ ἐν κεκορεσμένῳ χώρῳ.

α΄.) *Χῶρος μὴ κεκορεσμένος.* Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ἡ συσκευή, δι' ἧς ἀπεδείχθη ὁ νόμος τοῦ Μαριότου διὰ πιέσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ὁ ὑάλινος σωλὴν Α (σχ. 41) εἶνε ὑποδιηρημένος καθ' ὅλον τὸ μῆκός του εἰς ἴσας χωρητικότητας καὶ δύναται ν' ἀναβιβασθῇ καὶ νὰ καταβιβασθῇ οὕτως, ὥστε ἑκάστοτε νὰ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν κατάπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης. Ἀνευρίσκομεν δὲ οὕτω, ὅτι μεταβάλλοντες τὸν ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ κατεχόμενον χῶρον μεταβάλλομεν ὡσαύτως καὶ τὴν ἐλαστικότητα αὐτοῦ καὶ ὅτι ἑκάστοτε τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν εἶνε αἰσθητῶς σταθερόν, τουτέστιν ὁ νόμος τοῦ Μαριότου ἐφαρμόζεται καὶ ἐπὶ τῶν ἀτμῶν τῶν μὴ κορεννυόντων τὸν χῶρον, ὅπως καὶ ἐπὶ τῶν ἀερίων ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς περιορισμούς.



Σχ. 41.



Σχ. 42.

β΄.) *Χῶρος κεκορεσμένος.* Ὅταν ὁ χῶρος εἶνε κεκορεσμένος, τουτέστιν ὅταν ἐν τῷ σωλῆνι ὑπάρχῃ πλεονάζον ὑγρόν, παρατηροῦμεν τὰ ἑξῆς φαινόμενα.

α΄.) Ἐὰν ἀνυψώσωμεν τὸν σωλῆνα Γ (σχ. 42), ἡ κορυφὴ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης δὲν ὑψοῦται ποσῶς, ἀλλὰ μένει διηνεκῶς εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος ΑΒ, τουτέστιν ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀτμοῦ μένει ἀμετάβλητος. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι μέρος τοῦ ὑγροῦ ἐξαεροῦται εὐθὺς ὡς ὁ ὑπερκείμενος χῶρος αὐξηθῇ· ἐὰν αὐξηθῇ κατὰ τὸν ὄγκον v,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σχηματίζεται ἴσος ὄγκος v ἀτμῶν, καὶ ἐξακολουθοῦσιν ἀτμοὶ παραγόμενοι ἐφ' ὅσον ὑπάρχει ὑγρὸν πρὸς ἐξαέρωσιν. Οὕτω, ὄχι μόνον οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ἀκαριαίως ἐν τῷ κενῷ, ἀλλὰ λαμβάνουσιν ἐλαστικήν τινα δύναμιν ἀνεξάρτητον τοῦ ὄγκου, ὃν καταλαμβάνουσι καὶ ἀμετάβλητον, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶνε σταθερά.

β΄.) Ὅταν καταβιβάσωμεν τὸν σωλῆνα Γ′, παράγεται ἀντίθετον φαινόμενον· ὁ ἀτμὸς ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἐφόσον ὁ χῶρος, ὃν κατέχει, ἐλαττοῦται. Ἐὰν ἐλαττωθῇ κατὰ v, ὄγκος v ἀτμῶν ὑγροποιεῖται. Ὥστε παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου μένει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος AB, καὶ ὅταν ἡ κορυφὴ Γ′′ τοῦ σωλῆνος κατερχομένου φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τοῦτο, ὁ ἀτμὸς ἐκλείπει καὶ τὸ ὑγρὸν ἀναφαίνεται καθ' ὁλοκληρίαν. Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει ἡμῖν, ὅτι ὄχι μόνον ἡ ἐλαστικότης μένει σταθερά, ἀλλ' ὅτι δὲν δύναται ν' αὐξηθῇ διὰ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου. Λέγομεν δὲ τότε ὅτι εἶνε *μεγίστη*, ὅτι ὁ χῶρος εἶνε *κεκορεσμένος* καὶ ὅτι ὁ ἀτμὸς εὑρίσκεται εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ *κόρου*.

γ΄.) Ἐὰν περιβάλωμεν τὴν συσκευὴν διὰ δοχείου, ἐν ᾧ τίθεται θερμὸν ὕδωρ καὶ ἐπαναλάβωμεν τὰ αὐτὰ πειράματα εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, ἃς διατηροῦμεν σταθερὰς δι' ἑκάστην δοκιμήν, εὑρίσκομεν ὅτι εἰς ἑκάστην περίπτωσιν ὁ ἀτμὸς κτᾶται ἐλαστικότητα σταθερὰν καὶ μεγίστην, ἥτις εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον μεγαλητέρα, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία εἶνε ὑψηλοτέρα. Ἡ ἐλαστικότης αὕτη αὐξάνεται ταχέως αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας.

δ΄.) Ἐπειδὴ ἡ μεγίστη αὕτη τάσις εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ ὄγκου καὶ αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι τὸ βάρος τῶν ἀτμῶν, οἵτινες ἀπαιτοῦνται διὰ νὰ κορέσωσι χῶρόν τινα, εἶνε ἀνάλογον τοῦ ὄγκου καὶ ὅτι ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Αὐξάνομεν ἑπομένως τὴν ποσότητα ταύτην αὐξάνοντες τὸν ὄγκον καὶ τὴν θερμοκρασίαν, εἴτε ἰδίᾳ εἴτε συγχρόνως· καὶ ἀντιστρόφως ὑγροποιοῦμεν μερικῶς ἀτμὸν ἐν κόρῳ, ἐλαττοῦντες ἢ τὸν ὄγκον ἢ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ.

ε΄.) Διὰ δύο μέσων κορέννυμεν ἀτμὸν μὴ ἐν κόρῳ· ἢ πιέζοντες αὐτὸν, διότι τότε ἡ τάσις αὐξάνεται μέχρις ὅτου ἐξισωθῇ τῇ μεγίστῃ τάσει τῶν ἀτμῶν ἢ ἐλαττοῦντες μὲν τὴν θερμοκρασίαν, τηροῦντες

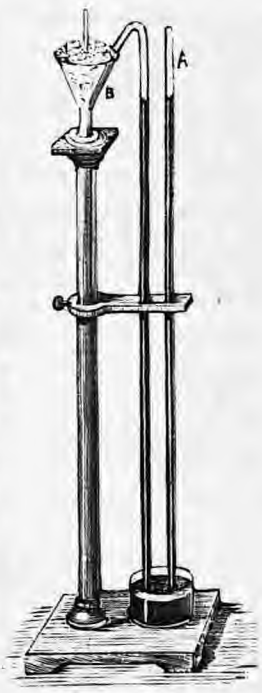
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀμετάβλητον τὸν ὄγκον, διότι ἡ μεγίστη τάσις ἐλαττοῦται ἐλαττουμένης τῆς θερμοκρασίας.

ς΄.) Ὅταν ἀτμὸς μὴ εὑρισκόμενος ἐν κόρῳ μεταβαίνῃ ἀπὸ μιᾶς θερμοκρασίας θ εἰς ἄλλην θ΄ καὶ ἀπὸ ὄγκου Β εἰς Β΄, ἡ πίεσις αὐτοῦ ἀπὸ Η γίνεται Η΄, ἣν ὑπολογίζομεν διὰ τοῦ ἑξῆς γνωστοῦ τύπου.

$$\frac{BH}{1+\alpha\theta} = \frac{B'H'}{1+\alpha\theta'}.$$

Ἀλλ' ὁ τύπος οὗτος ἐφαρμόζεται μόνον, ὅταν ὁ ἀτμὸς δὲν εὑρίσκηται ἐν κόρῳ· παύει δ' ἀληθεύων, ὅταν τὸ Η΄ ἐξισωθῇ πρὸς τὴν μεγίστην τάσιν $\Phi_{\theta'}$, ἐὰν δ' ὁ ὑπολογισμὸς δώσῃ δι' Η΄ τιμὴν μεγαλητέραν τοῦ $\Phi_{\theta'}$ πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι μέρος τῶν ἀτμῶν ἔλαβε τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ὅταν ὁ ὄγκος ἀπὸ Β ἐγένετο Β΄.



Σχ. 43.

Μέτρησις τῆς μεγίστης τάσεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ.

α΄.) Ὑπὸ θερμοκρασίας κατωτέρας τοῦ μηδενός.

β΄.) Μεταξὺ μηδενὸς καὶ ἑκατὸν βαθμῶν.

γ΄.) Ἄνω τῶν ἑκατὸν βαθμῶν.

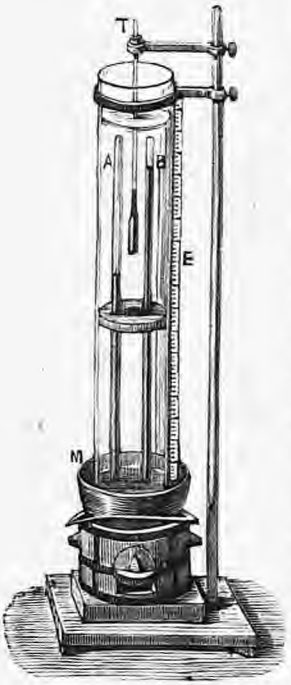
α΄.) Πρὸς τοῦτο ὁ Gay - Lussac ἔλαβε βαρομετρικὸν σωλῆνα κεκαμμένον ἄνωθεν καὶ ἐμπεριέχοντα μικρὰν ποσότητα ὕδατος, οὕτως ὥστε ὁ βαρομετρικὸς θάλαμος Β ἐνεβαπτίζετο ἐντὸς ψυκτικοῦ μίγματος (σχ. 43). Ἐγγὺς ὑπῆρχε βαρόμετρον Α ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῇ αὐτῇ λεκάνῃ. Ὁ ὑδράργυρος κατέπιπτεν ὀλίγον ἐν τῷ σωλῆνι τῷ ἐμπεριέχοντι τὸ ὕδωρ ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος τῶν παραγομένων ἀτμῶν. Οὕτω εὗρεν ὁ Gay - Lussac τὸν ἑξῆς πίνακα.

Θερμοκρασίαι	Μέγισται τάσεις εἰς χ. μ.
0^0	4,60
-10^0	1,96
-20^0	0,84
-30^0	0,33

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου καταφαίνεται, ὅτι εἰς λίαν χαμηλὰς θερμοκρασίας ὁ πάγος ἀναπέμπει ὑδρατμούς.

Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν μεταξὺ 0^0 καὶ 100^0 ἐμετρήθη ὑπὸ τοῦ Δάλτωνος διὰ τῆς ἑξῆς συσκευῆς (σχ. 44). Χύτρα ἐκ χυτοσιδήρου Μ ἐμπεριέχουσα ὑδράργυρον χρησιμεύει ὡς λεκάνη. ἐν ᾗ ἐμβαπτίζεται βαρόμετρον Β καὶ δεύτερος σωλὴν Α ὅμοιος τῷ πρώτῳ, περιέχων μικρὰν ποσότητα ὕδατος πρὸς ἐξαέρωσιν. Ἀμφότεροι οἱ σωλῆνες τηροῦνται κατακόρυφοι. Διὰ νὰ δυνηθῶμεν νὰ θερμάνωμεν ἀμφοτέρους τοὺς σωλῆνας μέχρι οἱασδήποτε θερμοκρασίας κάτω τῶν 100^0, ἀλλὰ τῆς αὐτῆς καὶ διὰ τοὺς δύο, περιβάλλομεν αὐτοὺς διά τινος ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου, ὅστις στηρίζεται ἐπὶ τῆς χύτρας καὶ πληροῦται δι' ὕδατος. Εἶνε φανερὸν, ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦτο ὑποβαστάζεται ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου τῆς χύτρας, ἂν δὲ θέσωμεν τὴν χύτραν ἐπὶ τῆς πυρᾶς, θερμαίνομεν ταὐτοχρόνως καὶ τὸν ὑδράργυρον καὶ τὸ ὕδωρ καὶ τοὺς δύο σωλῆνας Α καὶ Β. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος καθίσταται ὁμοία καθ' ὅλον τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου δι' ἀνακινήσεως, παρέχεται δὲ διὰ θερμομέτρου Τ. Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἐν τῷ σωλῆνι Β ὑδρατμῶν, μετροῦμεν τὴν διαφορὰν η τοῦ ὕψους τῶν δύο βαρομέτρων διὰ κανόνος Ε, ὅστις εὑρίσκεται παρακειμένως. Τὴν διαφορὰν ταύτην η ἀνάγομεν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 διαιροῦντες διὰ τοῦ διωνύμου $1+\Delta\theta$. Ὑψοῦντες βαθμηδὸν τὴν θερμοκρασίαν μέχρις 100^0 μετροῦμεν ἑκάστοτε τὴν κατάπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης, ἥτις καταπίπτει καθ' ὁλοκληρίαν, ὅταν τὸ ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι ὕδωρ θερμανθῇ μέχρις 100^0. Ἐξ οὗ συνάγομεν, ὅτι οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100^0 ἔχουσι μεγίστην τάσιν ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας.



Σχ. 44.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν εἰς θερμοκρασίας μεταξὺ 0^0 καὶ 100^0 περιέχεται ἐν τῷ ἑξῆς πίνακι.

Θερμοκρασίαι	Μέγισται τάσεις εἰς χιλιοστόμετρα
0^0	4,600
10^0	9,165
20^0	17,391
30^0	31,548
40^0	54,906
50^0	91,982
60^0	148,791
70^0	233,093
80^0	354,643
90^0	525,450
100^0	760,000

Σχ. 45.

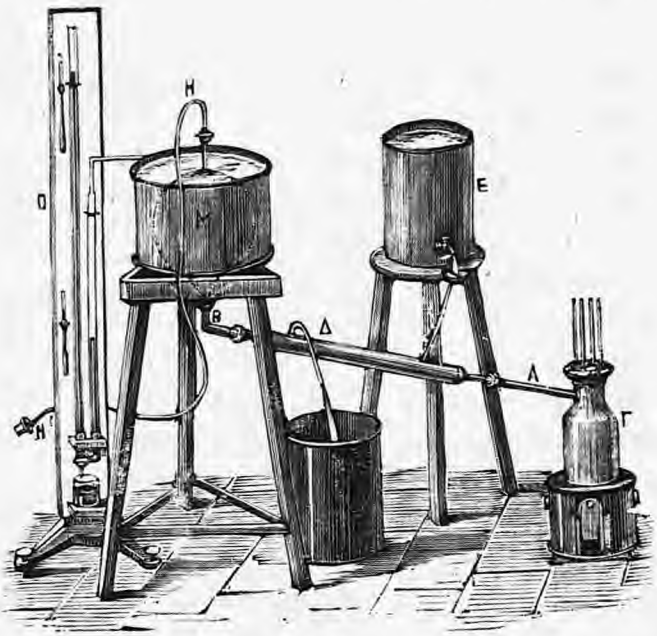
Ὅπως παραστήσωμεν γραφικῶς τὴν μεταβολὴν τῆς μεγίστης τάσεως τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος μεταξὺ τοῦ 0^0 καὶ 100^0, λαμβάνομεν δύο ὀρθογωνίους ἄξονας (σχ. 45) καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἄξονος τῶν χ λαμβάνομεν τὰς θερμοκρασίας ἐπὶ δὲ τοῦ ἄξονος τῶν ψ τὰς μεγίστας τάσεις. Ἡ καμπύλη δεικνύει, ὅτι ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν αὐξάνεται πολὺ ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας, τουτέστι διπλασιαζομένης ἢ τριπλασιαζομένης τῆς θερμοκρασίας ἡ μεγίστη τάσις ὑπερδιπλασιάζεται ἢ ὑπερτριπλασιάζεται.

Τὴν ελαστικὴν δύναμιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 100^0 προσδιώρισαν διά τινος μεθόδου στηριζομένης ἐπὶ τῆς ἀρχῆς, καθ' ἣν ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ τοῦ βρασμοῦ ὑγροῦ τινος ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ παραγομένου ἀτμοῦ ἰσοῦται τῇ ἐπιφερομένῃ θλίψει. ἑπομένως ἐὰν βράσωμεν τὸ ὕδωρ ἐντὸς κεκλεισμένης χύτρας ὑπὸ θλίψεις ὡρισμένας τοῦτο βράζει εἰ θερμοκρασίας συναυξανομένας μετὰ τῆς θλίψεως, ἣν μετροῦντες ἑκάστοτε θέλομεν εὕρει, ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὰς θερμοκρασίας ταύτας ἰσοῦται τῇ ἐπιφερομένῃ θλίψει.

Ἡ συσκευή, ἣν ἐποιήσατο χρῆσιν ὁ Regnault πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον, σύγκειται ἐκ μικροῦ χαλκίνου λέβητος Γ (σχ. 46) ἑρμητικῶς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κεκλεισμένου καὶ ἐμπεριέχοντος ὕδωρ. Τέσσαρες σωλῆνες προσκεκολλημένοι ἐπὶ τοῦ καλύμματος, ἀνοικτοὶ ἄνωθεν καὶ κλειστοὶ κάτωθεν, ἐμπεριέχουσιν ἔλαιον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζονται θερμόμετρα, ἅτινα παρέχουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐν τῷ λέβητι ἀτμοῦ. Ἀπὸ τῆς χύτρας ἐκτείνεται σωλὴν ΑΒ, ὅστις ἐκστομοῦται εἰς σφαῖραν ὀρειχαλκίνην Μ περιβάλλεται δὲ διὰ δευτέρου σωλῆνος Δ, ἐν ᾧ ῥέει ἐκ τοῦ Ε διηνεκῶς ψυχρὸν ὕδωρ. Οἱ διὰ τοῦ βρασμοῦ παραγόμενοι



Σχ. 46

ἀτμοὶ ὑγροποιοῦνται διηνεκῶς καὶ ἐπανέρχονται εἰς τὴν χύτραν. Ἡ ὀρειχαλκίνη σφαῖρα Μ, ἥτις διατηρεῖται ἐν ἀμεταβλήτῳ θερμοκρασίᾳ, τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ σωλῆνος Η Η' μετὰ καταθλιπτικῆς πνευματικῆς μηχανῆς, ἡ δὲ ἐλαστικότης τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέρος ἤτοι ἡ πίεσις ἡ ἐπιφερομένη ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἐν τῇ χύτρᾳ, παρέχεται διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἀνοικτοῦ μανομέτρου Ο.

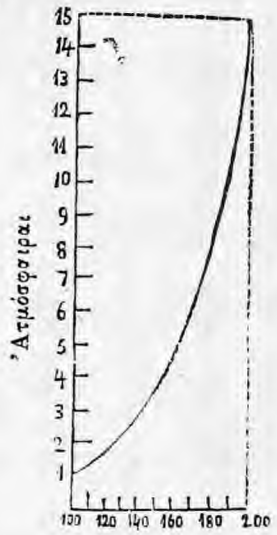
Κατὰ πρῶτον διὰ τῆς καταθλιπτικῆς μηχανῆς ἐπιφέρεται ὡρισμένη καὶ σταθερὰ πίεσις καὶ εἶτα τὸ ὕδωρ θερμαίνεται μέχρι βρασμοῦ, ὅτε τὰ θερμόμετρα μένουσι στάσιμα. Τὴν μὲν θερμοκρασίαν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῶν παραγομένων ἀτμῶν παρέχουσι τὰ θερμόμετρα, τὴν δὲ μεγίστην τάσιν αὐτῶν τὸ μανόμετρον. Εἶτα αὐξάνουσι τὴν πίεσιν καὶ θερμαίνουσι καὶ αὖθις τὸ ὕδωρ μέχρι βρασμοῦ.

Ἐν τῷ ἑξῆς πίνακι περιέχονται αἱ μέγισται αὗται τάσεις μέχρι θερμοκρασίας τῶν $230^0,9$. Ἐν τῷ (σχ. 47) παρίσταται γραφικῶς ἡ μεταβολὴ τῆς μεγίστης τάσεως εἰς θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 100^0 καὶ καταδείκνυται οὕτω, ὅτι ἡ μεγίστη τάσις αὐξάνεται πολὺ ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας.

Θερμοκρασίαι	Μέγισται τάσεις εἰς ἀτμισφαίρας
100^0,	1
$120,^06$	2
$133,^09$	3
$144,^0$	4
$152,^02$	5
$159,^02$	6
$165,^03$	7
$180,^03$	10
$198,^08$	15
$213,^06$	20
$224,^07$	25
$230,^09$	28



Σχ. 47.

Ὁ Regnault δι' ὁμοίων πειραμάτων εὗρε τὴν μεγίστην τάσιν διαφόρων ὑγρῶν ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας, τινὰ δὲ τῶν ἐξαγομένων περιέχονται ἐν τῷ ἑπομένῳ πίνακι.

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου καταφαίνεται, ὅτι τὰ διάφορα ὑγρὰ παράγουσιν ἀτμούς, ὧν ἡ μεγίστη τάσις ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν εἶνε ἄνισος. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο πειραματικῶς διὰ τεσσάρων βαρομετρικῶν σωλήνων, ἀνεστραμμένων ἐν τῇ αὐτῇ λεκάνῃ, ἐξ ὧν εἰς μὲν τὸν δεύτερον εἰσάγομεν σταγόνας ὕδατος εἰς τὸν τρίτον σταγόνας οἰνοπνεύματος καὶ εἰς τὸν τέταρτον σταγόνας αἰθέρος, ὁπότε παρατηροῦμεν ἄνισον κατάπτωσιν τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τῶν τριῶν σωλήνων.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὑγρὰ	Θερμοκρασίαι	Τάσεις εἰς χιλιοστόμετρα
Ὑδράργυρος	0^0	0,02
	50^0	0,11
	100^0	0,74
Οἰνόπνευμα	0^0	13
	50^0	220
	100^0	1685
Θειοῦχος ἄνθραξ	-20^0	43
	0^0	132
	$+60^0$	1164
	100^0	3329
Αἰθὴρ	-20^0	0
	0^0	182
	$+60^0$	1728
	100^0	4920
Διοξείδιον τοῦ θείου (θειῶδες ὀξὺ)	-20^0	479
	0^0	1165
	$+60^0$	8124
Ἀμμωνία	-30^0	441
	-20^0	4273
	0^0	7709

Μεγίστη τάσις μίγματος διαφόρων ὑγρῶν. Διακρίνουσι τρεῖς περιπτώσεις. Πρῶτον, ὅταν τὰ δύο ὑγρὰ δὲν εἶνε ἐπιδεκτικὰ μίξεως, οἷον τὸ ὕδωρ καὶ ὁ θειοῦχος ἄνθραξ. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ μεγίστη τάσις τοῦ μίγματος τῶν ἀτμῶν εἶνε ἴση τῷ ἀθροίσματι τῶν μεγίστων τάσεων τῶν ἀτμῶν τῶν συνιστώντων τὸ μῖγμα ὑγρῶν. Δεύτερον, ὅταν τὰ ὑγρὰ διαλύωνται τὸ ἓν ἐντὸς τοῦ ἄλλου ὑπὸ ὡρισμένην πυκνότητα, οἷον τὸ ὕδωρ καὶ ὁ αἰθήρ, ὅτε ἡ μεγίστη τάσις τοῦ μίγματος τῶν ἀτμῶν εἶνε μικροτέρα τοῦ ἀθροίσματος τῶν μεγίστων τάσεων τῶν ὑγρῶν. Τρίτον, ὅταν τὰ δύο ὑγρὰ μίγνυνται ὑπὸ οἱασδήποτε ἀναλογίας, οἷον ὕδωρ καὶ οἰνόπνευμα, τότε ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ μίγματος εἶνε μικροτέρα τῆς μεγίστης τάσεως τοῦ πτητικωτέρου τῶν δύο ὑγρῶν καὶ βαίνει διη-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

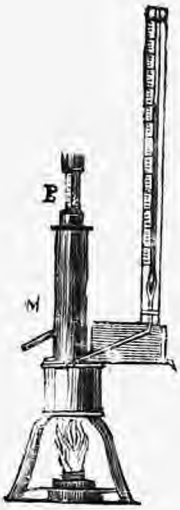
νεκῶς ἐλαττουμένη, ἐφ' ὅσον ἡ ποσότης τοῦ ἐμπεριεχομένου πτητικωτέρου ὑγροῦ ἐλαττοῦται. Οὕτω π. χ. εἰς θερμοκρασίαν 40^0 ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἶνε ἴση πρὸς 55 χ. μ., τῶν τοῦ οἰνοπνεύματος, πρὸς 117 χ. μ., καὶ τέλος μίγματος ἐξ ἑνὸς μέρους ὕδατος καὶ $^1/_2$ οἰνοπνεύματος πρὸς 103 χ. μ. Οὕτως ὥστε τῆς ποσότητος τοῦ οἰνοπνεύματος ἐλαττουμένης καὶ ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ μίγματος βαίνει ἐλαττουμένη.

Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηριζόμενος ὁ Geissler κατεσκεύασεν ὄργανον *ἀτμόμετρον* (vaporimètre) καλούμενον, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνευρίσκομεν τὸ ποσὸν τοῦ οἰνοπνεύματος κατ' ὄγκον καὶ κατὰ βάρος τὸ ἐμπεριεχόμενον εἰς οἰνοπνευματοῦχόν τι ὑγρὸν, οἷον εἰς τὸν οἶνον, ζῦθον κλπ. προσδιορίζοντες τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ εἰς ὡρισμένην θερμοκρασίαν τὴν τῶν 100^0. Ἂν λάβωμεν σιφωνοειδῆ σωλῆνα *αβγδ* (σχ. 48), οὗτινος τὰ δύο σκέλη εἶνε ἄνισα καὶ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ κλειστὸν ἄκρον *α* τοῦ βραχυτέρου σκέλους μικρὰν ποσότητα τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ καὶ χύσωμεν εἶτα ὑδράργυρον, ἐμβαπτίσωμεν δὲ τὴν συσκευὴν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, οἱ ἀτμοὶ τοῦ οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ διὰ τῆς τάσεως αὐτῶν ἐκδιώκουσι τὸν ὑδράργυρον ἐκ τοῦ βραχέος σκέλους πρὸς τὸ ἀνοικτόν. Ὁ ὑδράργυρος κατ' ἀρχὰς μὲν ἀνέρχεται, ἀλλὰ μετ' ὀλίγον μένει στάσιμος, τὸ δὲ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης *γδ* δεικνύει τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ εἰς τὴν ὡρισμένην θερμοκρασίαν τῶν 100^0. Τὸ ὕψος τοῦτο *γδ* εἶνε διάφορον κατὰ τὸ διάφορον ποσὸν τοῦ ἐν τῷ οἰνοπνευματούχῳ ὑγρῷ ἐμπεριεχομένου οἰνοπνεύματος. Εἰς τὴν συσκευὴν τοῦ Geissler (σχ. 48), τὸ βραχὺ σκέλος εἶνε ἀνοικτὸν πρὸς τὸ ἀνώτερον ἄκρον καὶ κατειργασμένον διὰ σμύριδος, ἐπ' αὐτοῦ δ' ἐφαρμόζεται καλῶς μικρὸν κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἐν ᾧ τίθεται ὡρισμένη ποσότης ὑδραργύρου καὶ ὡρισμένη ποσότης τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ. Εἶτα ἐφαρμόζεται ὁ κεκαμμένος σωλὴν *βγδ*, τὸ ὅλον δ' ἀναστρέφεται καὶ

Σχ. 48.

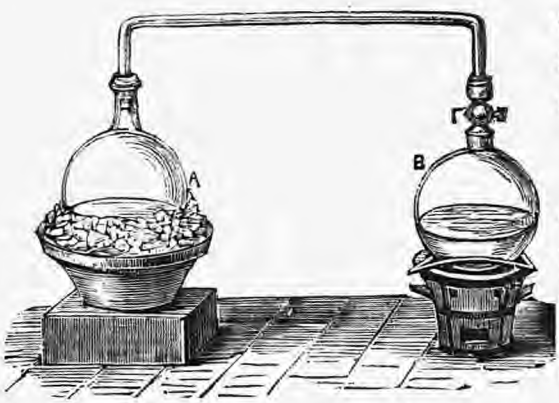
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

στηρίζεται ἄνωθεν ὀρειχαλκίνου ἀγγείου, ἐν ᾧ ζέει ὕδωρ. Τὸ δοχεῖον τὸ ἐμπεριέχον τὸ οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν ἐγκλείεται ἐντὸς ὀρειχαλκίνου θερμαντῆρος Μ (σχ. 49) καὶ θερμαίνεται διὰ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑποκάτωθεν ζέοντος ὕδατος μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν 100^0, ἣν δεικνύει τὸ θερμόμετρον *β*. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ ἐκδιώκουσι τὸν ὑδράργυρον πρὸς τὸ μακρότερον σκέλος, ὅπερ στηρίζεται ἐπὶ πίνακος φέροντος δύο κλίμακας. Ἡ ἀνωτέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου, ὅταν μείνῃ στάσιμος, δεικνύει τὸ ποσὸν τοῦ ἐμπεριεχομένου οἰνοπνεύματος ἐν τῷ ὑπὸ δοκιμασίαν οἰνοπνευματούχῳ ὑγρῷ, καὶ ἡ μὲν μία κλῖμαξ παρέχει πόσον τοῖς ἑκατὸν κατ' ὄγκον ἡ δὲ ἄλλη πόσον τοῖς ἑκατὸν κατὰ βάρος.



Σχ. 49.

Μεγίστη τάσις διαλύματος ἅλατος. Ὅταν τὸ ὕδωρ ἐμπεριέχῃ διαλελυμένον ἅλας ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν εἶνε μικροτέρα, ἢ ὅταν τὸ ὕδωρ εἶνε καθαρόν· καὶ τοσούτῳ μικροτέρα, ὅσῳ τὸ διάλυμα πυκνότερον. Σημειωτέον ὅτι πάντοτε οἱ ὑπὸ τοῦ διαλύματος ἐκπεμπόμενοι ἀτμοὶ εἶνε ὕδωρ καθαρόν.



Σχ. 50.

Ἡ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς ἀρχὴ τοῦ Watt. Ἐὰν λάβωμεν δύο ἀγγεῖα, οἷον δύο σφαίρας ὑαλίνας Α καὶ Β (σχ. 50) συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας καὶ ἐμπεριεχούσας ὕδωρ, ἐξ ὧν ἡ μὲν Α εὑρίσκεται ἐντὸς τηκομένου πάγου, ἤτοι ὑπὸ θερμοκρασίαν 0^0, ἡ δὲ Β ὑπὸ θερμοκρασίαν 100^0, πρὶν καταστήσωμεν ταύτας εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῆς στρόφιγγος Γ, ἐν μὲν τῇ πρώτῃ ἡ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τάσις τῶν ἀτμῶν εἶνε ἴση πρὸς 4χ. μ., β, ἐν δὲ τῷ Β θέλει εἶνε 760χ. μ. Εὐθὺς ὡς ἀνοίξωμεν τὴν συγκοινωνίαν ὁ ἀτμὸς τῆς σφαίρας Β διαχεόμενος ἐν τῇ σφαίρᾳ Α ψύχεται καὶ ὑγροποιεῖται, νέα δὲ ποτότης ἀτμῶν παράγεται ἐν τῇ σφαίρᾳ Β, ἥτις ὑγροποιεῖται εἰς Α, ὥστε ἐπέρχεται διηνεκὴς ἀπόσταξις ἀπὸ τοῦ Β εἰς Α, μέχρις ὅτου ἅπαν τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ Β ὑγρὸν ἐξαερωθῇ καὶ συμπυκνωθῇ ἐν τῇ σφαίρᾳ Α. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι διὰ νὰ ὑγροποιήσωμεν ἀτμοὺς δὲν εἶνε ἀπαραίτητον νὰ ψύξωμεν ἅπαντα τὸν ὑπ' αὐτῶν κατεχόμενον χῶρον, ἀλλ' ἁπλῶς μέρος τῶν παρειῶν τοῦ δοχείου, ἐν ᾧ ἐγκλείεται ὁ ἀτμὸς. καὶ ὅτι ὅταν δύο δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν ἐν περισσῇ ποσότητι ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας τεθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν, ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση τῇ ἀντιστοιχούσῃ εἰς τὴν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν. Ἡ ἀρχὴ αὐτὴ γνωστὴ ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν *ἀρχὴ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς* ἐφηρμόσθη εἰς τὰ ἀποστακτικὰ σκεύη καὶ τοὺς καλουμένους πυκνωτὰς τῶν ἀτμομηχανῶν.

Περὶ βρασμοῦ καὶ ἐξατμίσεως.

Α΄.) *Περὶ βρασμοῦ.* Καλεῖται *βρασμὸς* ἡ ταχεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν κατὰ πομφόλυγας μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλας, αἵτινες παράγονται ἐντὸς αὐτῆς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ.

Ὅταν θερμαίνωμεν ὕδωρ ἐκ τῶν κάτω ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου, παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον ρυσαλίδας ἐκλυομένας, αἵτινες προέρχονται ἐκ τοῦ ἐν τῷ ὕδατι διαλελυμένου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Μετ' ὀλίγον σχηματίζονται πομφόλυγες ἀτμῶν ἐκ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, αἵτινες ἀνερχόμεναι διὰ τῶν ἀνωτέρων ψυχροτέρων στρωμάτων τοῦ ὑγροῦ συμπυκνοῦνται καὶ παράγουσι σιγμόν τινα, ὅστις προηγεῖται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Μετ' ὀλίγον αἱ σχηματιζόμεναι πομφόλυγες τῶν ἀτμῶν ἀνερχόμεναι μέχρι τῆς ἐπιφανείας διαρρήγνυνται καὶ οὕτω παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ (σχ. 51).

Ὁ βρασμὸς ὑγροῦ τινος ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

α΄.) Ὁ βρασμὸς ἄρχεται ἐν ὡρισμένῃ θερμοκρασίᾳ, ἥτις εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρά, ἀλλ' ἡ αὐτὴ πάντοτε διὰ τὸ αὐτὸ ὑγρόν, ὅταν εὑρίσκηται ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν.

ΣΗΜ. Ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν βράζει ὑγρόν τι ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας (760) καλεῖται «βαθμὸς ἢ σημεῖον ζέσεως».

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

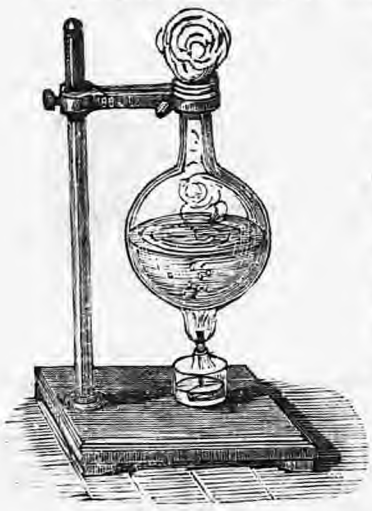
β΄.) Οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ ἔντασις τῆς θερμαντικῆς πηγῆς, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἄρχεται ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ μένει στάσιμος, ὅταν ἡ ἐπιφερομένη πίεσις μένῃ σταθερά.

γ΄.) Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν ζέοντος ὑγροῦ ἰσοῦται ἀκριβῶς τῇ πιέσει, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ φυσικὴ ἢ τεχνητὴ ἀτμόσφαιρα.

Βαθμὸς ζέσεως ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν 760χ.μ.

Ὑποξείδιον ἀζώτου	$-78^0,9$	Αἰθὴρ	$+35^0$
Ἀνθρακικὸν ὀξὺ	$-78^0,2$	Θειοῦχος ἄνθραξ	$+46^0,2$
Ὑδρόθειον	$-61^0,8$	Οἰνόπνευμα	$+78^0,4$
Ἀμμωνία	$-38^0,5$	Ὕδωρ	$+100^0$
Χλώριον	$-33^0,6$	Τερεβινθέλαιον	$+159^0,3$
Διοξείδιον θείου	$-10^0,1$	Θειικὸν ὀξὺ	$+352^0$

Ὁ βαθμὸς οὗτος τῆς ζέσεως μεταβάλλεται ἐκ τῶν ἐν τῷ ὑγρῷ διαλελυμένων οὐσιῶν, ἐκ τοῦ ποιοῦ τοῦ ἀγγείου, ἐκ τῆς ἐλλείψεως ἀέρος διαλελυμένου ἐν τῷ ὑγρῷ καὶ ἰδίᾳ ἐκ τῆς πιέσεως.



Σχ. 51.

α΄.) *Οὐσίαι διαλελυμέναι ἐν τῷ ὑγρῷ.* Ὅταν ἡ ἐν ὑγρῷ διαλελυμένη οὐσία δὲν εἶνε πτητική, ἢ εἶνε ἧττον ἐξατμιστὴ τοῦ ὑγροῦ, ἐπιβραδύνει αὕτη τὸν βρασμὸν καὶ τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ τὸ ὑγρὸν ἐμπεριέχει μείζονα ποσότητα ἐκ ταύτης.

Οὕτω τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν 760χ.μ., ζέει εἰς θερμοκρασίαν 100^0, ἀλλὰ κεκορεσμένον

διὰ κοινοῦ ἅλατος	βράζει εἰς	109^0
» νίτρου	»	»	116^0
» ἀνθρακικοῦ καλίου	»	»	135^0
» χλωριούχου ἀσβεστίου	»	»	179^0

Ἀλλὰ κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Rudberg ἡ θερμοκρασία τῶν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἶνε πάντοτε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς 100^0, ὅταν ἡ ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε ἴση πρὸς 760 οἱαιδήποτε καὶ ἂν ὦσιν αἱ ἐν τῷ ὑγρῷ διαλελυμέναι οὐσίαι, διότι ὁ ἐκλυόμενος ἀτμὸς καίπερ ἔχων θερμοκρασίαν ὑπερτέραν τῶν 100^0, διαστελλόμενος ψύχεται ἀμέσως μέχρις 100^0. Διὰ τοῦτο τὸ δοχεῖον τὸ πρὸς βαθμολογίαν θερμομέτρου πρέπει νὰ εὑρίσκηται εἰς ἀπόστασιν ὀλίγων ὑφεκατομέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

Ἡ θερμοκρασία ζέοντος ὑγροῦ καὶ αὐτοῦ τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος εἶνε κατωτέρα κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀνωτέρα κατὰ τὸν πυθμένα. Αἱ ἔν τινι ὑγρῷ ἁπλῶς αἰωρούμεναι οὐσίαι δὲν αὐξάνουσι τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν τοῦτο βράζει.

Ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν βράζει τὸ μίγμα δύο ὑγρῶν, ἅτινα διαλύονται τελείως τὸ ἓν ἐντὸς τοῦ ἄλλου, οἷον ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος, κεῖται μεταξὺ τῶν θερμοκρασιῶν, καθ' ἃς βράζουσι τὰ δύο ὑγρὰ ἰδίᾳ ἕκαστον καὶ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ποσότητος αὐτῶν. Οὕτω τὸ καθαρὸν ὕδωρ ζέει εἰς 100^0, τὸ ἄνυδρον οἰνόπνευμα εἰς $78^0,4$ ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν. Μίγμα ἐξ ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος, οἷον ὁ οἶνος, ὁ ζῦθος, βράζουσιν εἰς θερμοκρασίαν ἐπὶ τοσοῦτον πλησιεστέραν πρὸς τοὺς 100^0, ἐφ' ὅσον τὸ οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν εἶνε μᾶλλον ὑδατοῦχον. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης στηρίζεται ὄργανον καλούμενον *βρασμόμετρον* (ebullioscope), διὰ τοῦ ὁποίου εὑρίσκομεν τὸ ποσὸν τοῦ ἐν οἰνοπνευματούχῳ ὑγρῷ περιεχομένου οἰνοπνεύματος, προσδιορίζοντες τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ τούτου.

ΣΗΜ. Ὅταν θερμαίνωμεν οἰνοπνευματοῦχόν τι ὑγρόν, οἷον οἶνον, ἡ θερμοκρασία ὑψουμένη κανονικῶς μένει ἐπὶ ὀλίγας μόνον στιγμὰς στάσιμος καὶ εἶτα αὖθις ἀνέρχεται μέχρις 100^0. Ἡ ἐπί τινας μόνον στιγμὰς στάσιμος αὕτη θερμοκρασία παριστᾷ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ τοῦ οἴνου καὶ ἐκ ταύτης διὰ πινάκων ἢ κλίμακος ἀνευρίσκομεν τὸ ποσὸν τοῦ ἐμπεριεχομένου οἰνοπνεύματος.

Ϛ'.) Ποιὸν τοῦ ἀγγείου. Ὁ Gay-Lussac παρετήρησεν, ὅτι τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὴν πίεσιν 760^0 βράζει ἐν μὲν μεταλλίνῳ ἀγγείῳ εἰς 100^0, ἐν δ' ὑαλίνῳ εἰς 101^0. Ὅταν δὲ τὸ ὑάλινον δοχεῖον καθαρισθῇ ἐσωτερικῶς διὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος ἢ διὰ ποτάσσης, ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ δύναται νὰ ὑψωθῇ καὶ μέχρις 105^0 — 106^0.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τεμάχια μετάλλου, ῥινήματα ἢ σύρματα μετάλλινα ῥιπτόμενα ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου δοχείου ἐπαναφέρουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ εἰς 100^0. Τὸ μέσον τοῦτο μεταχειρίζονται εἰς τὸν βρασμὸν ὀξέων ἢ πυκνῶν διαλυμάτων ἁλάτων ἐν ὑαλίνῳ σκεύει πρὸς ἀποφυγὴν ἀποτόμων ἀνατιναγμῶν τοῦ ὑγροῦ. Ἀλλ' οἱονδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ποιὸν τοῦ δοχείου, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ζέοντος ὕδατος ἔχουσι θερμοκρασίαν 100^0, ὅταν ἡ πίεσις εἶνε 760χ μ.

γ΄.) *Ἔλλειψις ἀέρος διαλελυμένου.* Τὸ ὕδωρ τὸ ἐντελῶς ἀπηλλαγμένον ἀέρος διὰ προηγηθέντος παρατεταμένου βρασμοῦ δύναται νὰ θερμανθῇ κατὰ τὸν Deluc μέχρι 112^0 ἐν ἐπιμήκει σωλῆνι χωρὶς νὰ βράσῃ.

Ὁ Donny ἔθετεν ὕδωρ εἰς ὑάλινον σωλῆνα ΓΑΒ (σχ. 52) δὶς κεκαμμένον καὶ ἀπολήγοντα εἰς σφαιρικὸν δοχεῖον καὶ καλῶς καθαρισθέντα διὰ θειικοῦ ὀξέος· ἐκ τούτου ἐξεδίωξε τὸν ἀέρα διὰ παρατεταμένου βρασμοῦ καὶ εἶτα ἔκλεισε τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον διὰ συντήξεως τῆς ὑάλου. Εἶτα ἔθεσε τὸ ἄκρον ΓΑ τὸ ἐμπεριέχον ὕδωρ ἐντὸς διαλύματος χλωριούχου ἀσβεστίου ἢ ἐντὸς γλυκερίνης, ἣν ἐθέρμανεν. Εἰς θερμοκρασίαν 137^0 ἐπῆλθεν αἰφνιδία ἐξαέρωσις μετὰ βιαίου ἀνατιναγμοῦ, ἥτις ἠδύνατο καὶ νὰ θραύσῃ τὸν σωλῆνα. Ἐκ τῆς αἰτίας ταύτης ἐπέρχεται ἐνίοτε ἡ ἔκρηξις τῶν λεβήτων.

Σχ. 52.

Ἐὰν καλύψωμεν δι' ἐλαίου ὕδωρ ἐντελῶς ἀπηλλαγμένον ἀέρος καὶ θερμάνωμεν εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 132^0, ἐπέρχεται ἀπότομος ἀεριασμὸς ὁμοιάζων πρὸς ἔκρηξιν.

Ὁ Dufour παρετήρησεν, ὅτι ὑγρὰ αἰωρούμενα ἐν ὑγροῖς τῆς αὐτῆς πυκνότητος, ἀλλ' ἧττον πτητικοῖς, ἀναβράζουσιν εἰς θερμοκρασίας πολὺ ὑπερτέρας. Οὕτω ὕδωρ αἰωρούμενον ἐν καταλλήλῳ μίγματι λινελαίου καὶ αἰθερίου ἐλαίου τῶν καρυοφύλλων ἀναβράζει αἴφνης εἰς 120^0. Τὸ διοξείδιον τοῦ θείου, οὗτινος ὁ βαθμὸς τῆς ζέσεως εἶνε -11^0, μένει ὑγρὸν αἰωρούμενον ἐν μίγματι ὕδατος καὶ θειικοῦ ὀξέος μέχρι $+18^0$.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὁ Dufour παρετήρησεν ὡσαύτως ὅτι, ἐὰν οὕτω ὑπερθερμανθέντα ὑγρὰ ἐγγίσωμεν διά τινος στερεοῦ σώματος, ἐξαεροῦνται ἀποτόμως μετὰ βιαίου ἀνατιναγμοῦ ἕνεκα τοῦ ἀέρος, ὅστις εὑρίσκεται προσκεκολλημένος οὕτως εἰπεῖν ἐπὶ τοῦ στερεοῦ σώματος.

δ'.) *Ἐξωτερικὴ πίεσις.* Ὅταν ὑγρόν τι βράζῃ, οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἔχουσι τάσιν ἴσην τῇ ἐπιφερομένῃ πιέσει. Ἐὰν ἐπομένως ἐλαττώσωμεν τὴν πίεσιν, παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 100^0, ἐὰν δὲ αὐξήσωμεν αὐτὴν εἰς ἀνωτέραν.

Ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας τὸ ὕδωρ βράζει ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ἐν δὲ τῷ κενῷ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0, διότι οἱ ἀτμοὶ ἔχουσιν ἐλαστικότητα 4χ.μ, 6 ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην.

Εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν 760χ.μ. τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ βράζει ἐν μετελλίνῳ ἀγγείῳ εἰς 100^0, ἀλλ' εἰς τὰς κορυφὰς τῶν ὀρέων ἀναβράζει εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν. Οὕτω ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ Λευκοῦ ὄρους, εἰς ὕψος δηλ. πεντακισχιλίων περίπου μέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τὸ ὕδωρ βράζει εἰς 84°, ὅθεν ἐκεῖ τὰ ὄσπρια ἐν τῷ ζέοντι ὕδατι καίπερ καθαρῷ, διαμένουσι τραχέα, ἄβραστα ὡς λέγομεν.

Ὅταν ἡ ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἐπιφερομένη πίεσις ἐλαττωθῇ κατὰ 27χ.μ., ἐπέρχεται ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας τῆς ἀναζέσεως κατὰ ἕνα βαθμόν. Ὥστε εἰς ἕκαστον χιλιοστόμετρον ἀντιστοιχεῖ $^1/_{27}$ τοῦ βαθμοῦ. Ἐὰν ἐπομένως κατὰ τὴν βαθμολογίαν τοῦ θερμομέτρου ἡ στάσις τοῦ βαρομέτρου εἶνε 757, ἤτοι 760—3χ.μ., θὰ σημειώσωμεν οὐχὶ 100^0, ἀλλὰ $100^0—^3/_{27}$. Ἐκ τούτου ἕπεται, ὅτι τὸ θερμόμετρον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἀντὶ τοῦ βαρομέτρου πρὸς ὑψομετρήσεις.

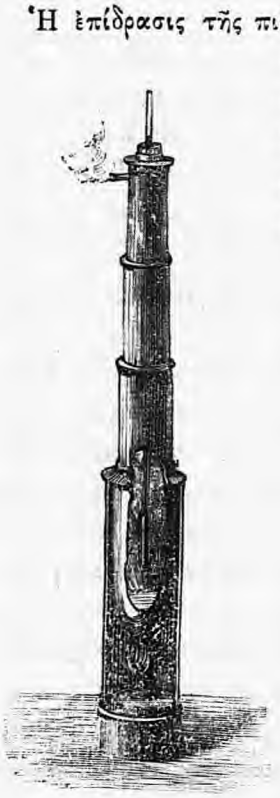
Ὑψομετρικὸν θερμόμετρον. Τὸ ὑψοθερμόμετρον εἶνε θερμόμετρον ὑδραργυρικὸν φέρον κλίμακα περιλαμβάνουσαν βαθμοὺς ἀπὸ τοῦ 85^0 μέχρι 101^0, ὑποδιῃρημένους εἰς δέκατα. Διὰ τοῦ θερμομέτρου τούτου (σχ. 53) ἀναζητοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τὸ χωρίον, οὗτινος θέλομεν νὰ εὕρωμεν τὸ ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ διὰ τῶν πινάκων τὴν ἀντίστοιχον ἐλαστικότητα αὐτῶν, ἥτις παριστᾷ τὸ διορθωθὲν βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τὸ χωρίον τοῦτο.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

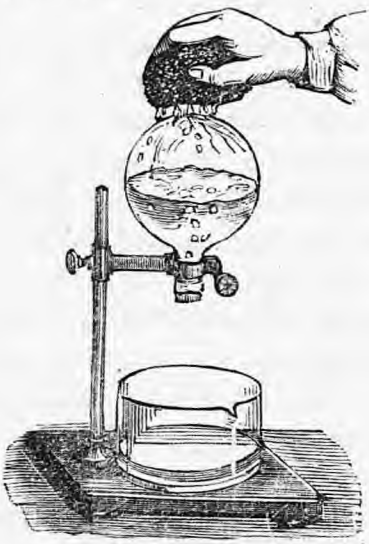
Πίναξ τῆς ἐλαστικότητος τῶν ὑδρατμῶν μεταξὺ 85^0 *καὶ* 101^0.

Θερμοκρασία	Ἐλαστικότης	Θερμοκρασία	Ἐλαστικότης
85^0	433,04	93^0	588,41
86^0	450,34	94^0	610,74
87^0	468,22	95^0	633.78
88^0	486,69	96^0	657,54
89^0	505,76	97^0	682,03
90^0	525,45	98^0	707,26
91^0	545,78	99^0	733,21
92^0	566,76	100^0	760,00
		101^0	787,63

Ἡ ἐπίδρασις τῆς πιέσεως ἐπὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ὑγροῦ τινος καταδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ πειράματος τοῦ Φραγκλίνου. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν ὑάλινον ἀγγεῖον, ἐν ᾧ βράζομεν ὕδωρ ἐπί τινα χρόνον, ὅπως ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα, εἶτα κλείομεν αὐτὸ καὶ



Σχ. 53.



Σχ. 54.

ἀνασιρέφομεν (σχ. 54). Ὁ βρασμὸς ἐξακολουθεῖ καὶ ἄνευ πιρᾶς, διότι οἱ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ἀτμοὶ ψύχονται ταχύτερον τοῦ ὕδα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

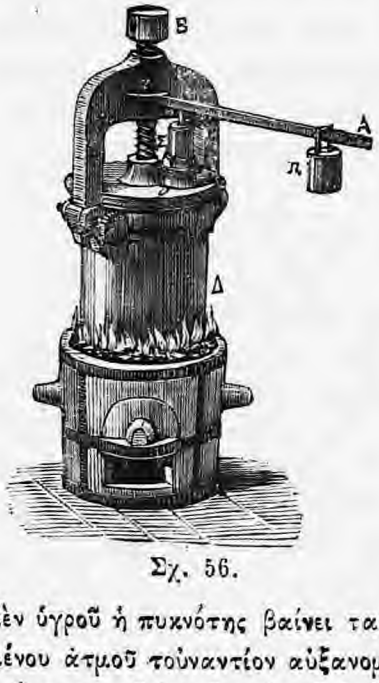
τος, ἡ δὲ ἐλαστικότης αὐτῶν καθίσταται μικροτέρα τῆς ἐλαστικότητος τῶν ἐν τῷ ὑγρῷ ἀτμῶν. Μετά τινα χρόνον ὁ βρασμὸς παύει, ἐπαναλαμβάνεται δὲ ζωηρότερος, ἐὰν ἐπιχύσωμεν ψυχρὸν ὕδωρ διὰ σπόγγου, ἕνεκα τῆς συμπυκνώσεως τῶν ὑπερκειμένων ἀτμῶν. Καὶ ὅταν ἡ συσκευὴ λάβῃ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, δυνάμεθα νὰ μεταδώσωμεν εἰς τὸ ὕδωρ κίνησιν ὁμοίαν πρὸς ἀνάβρασιν, ἐπιθέτοντες τεμάχιον πάγου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον *ὑγρόσφυρα*. Τοῦτο εἶνε σωλὴν ὑάλινος ἐμπεριέχων ὕδωρ, (σχ. 55), ἄνωθεν τοῦ ὁποίου ἀὴρ μὲν δὲν ὑπάρχει, ἀλλ' ὀλίγοι ἀτμοὶ ὕδατος πιέζοντες, διὰ τῆς μικρᾶς αὐτῶν ἐλαστικότητος ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν ἐλαττώσωμεν τὴν πίεσιν ταύτην, τότε δι' ἐλαχίστης θερμάνσεως τοῦ ὕδατος δυνάμεθα νὰ θέσωμεν αὐτὸ εἰς βρασμόν. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν ἐν τῇ χειρὶ τὴν σφαῖραν τῆς ὑγροσφύρας καὶ κρατοῦμεν τὸν σωλῆνα κεκλιμμένως τῷ ὁρίζοντι, τρίβομεν δ' αὐτὸν διὰ τεμαχίου πάγου καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ ὕδωρ ἀνατινάσσεται μεθ' ὁρμῆς πρὸς τὸν σωλῆνα, διότι ὁ πάγος ὑγροποιεῖ τοὺς ἀτμούς, οὕτω δὲ σχεδὸν ἐκλείπει ἡ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερομένη πίεσις.

Σχ. 55.

Αὔξησις ἐξωτερικῆς πιέσεως. Τῆς ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερομένης πιέσεως αὐξανομένης, αὐξάνεται ἐπίσης καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ. Οὕτω ὑπὸ τὴν πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν τὸ ὕδωρ βράζει εἰς 121°. Ἀλλ' ἐν λέβητι κεκλεισμένῳ ἀεροστεγῶς καὶ ἔχοντι ἱκανῶς παχέα τοιχώματα τὰ ὑγρὰ θερμαίνονται ὑπὲρ τὸν βαθμὸν τῆς ζέσεως καὶ δὲν ζέουσι, διότι ἡ πίεσις τοῦ παραγομένου ἀτμοῦ, ὅστις δὲν δύναται νὰ ἐκφύγῃ, αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ ἐμποδίζει τὸν βρασμόν. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῆς καλουμένης χύτρας τοῦ Παπίνου. Αὕτη σύγκειται ἐξ ὀρειχαλκίνου ἢ σιδηροῦ δοχείου Δ πεπληρωμένου κατὰ τὰ δύο τρίτα δι' ὕδατος καὶ κλειομένου ἀεροστεγῶς διὰ πώματος, ὅπερ πιέζεται ἰσχυρῶς διὰ κοχλίου Β (σχ. 56). Φέρει δὲ πρὸς ἀποφυγὴν ἐκρήξεως δικλεῖδα ἀσφαλείας Σ, ἤτοι κόλουρον κῶνον μετάλλινον, ὅστις κλείει ὀπὴν ο ἐπὶ τοῦ πώματος ὑπάρχουσαν καὶ δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ μοχλοῦ ο Α διὰ τοῦ κινητοῦ βάρους π. Διὰ τοῦ λέβητος τούτου δυνάμεθα νὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὑπερθερμάνωμεν ὑγρὰ καὶ νὰ αὐξήσωμεν τὴν διαλυτικὴν αὐτῶν δύναμιν. Ἐὰν ἀνυψώσωμεν τὴν ἐπιστομίδα, ἥτις κλείει τὴν ὀπὴν τοῦ πώματος, ἐξέρχεται ἀτμὸς μετὰ συριγμοῦ καὶ ἀνέρχεται εἰς ὕψος ἱκανὸν, τὸ δὲ ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ, ὅπερ μέχρις ἐκείνης τῆς στιγμῆς δὲν εἶχε βράσει, ἀναζέει ἀμέτως, ἡ δὲ θερμοκρασία του κατέρχεται εἰς 100^0. Ἐὰν ἐντὸς τῶν βιαίως ἀναδιδομένων ἀτμῶν θέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, δὲν αἰσθανόμεθα ὑπέρμετρον θερμότητα ἕνεκα τῆς ἀποτόμου διαστολῆς τῶν ἐξερχομένων ἀτμῶν. Ἐὰν ἐντὸς σωλήνων ὑαλίνων ἐχόντων παχέα τοιχώματα ἐγκλείσωμεν ἀδιαπνεύστως ὑγρόν τι ἐστερημένον ἀέρος, οἷον ὕδωρ, ἢ οἰνόπνευμα, ἢ αἰθέρα, οὕτως ὥστε τὸ ὑγρὸν νὰ πληροῖ τὸν σωλῆνα μέχρι τοῦ μέσου ἢ κατὰ τὰ $^2/_3$ καὶ θερμάνωμεν τὸν σωλῆνα διὰ ζέοντος ἐλαίου, παρατηροῦμεν εἴς τινα ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τὸ ὑγρὸν ὑπερμέτρως διαστελλόμενον. Οὕτω τοῦ μὲν ὑγροῦ ἡ πυκνότης βαίνει ταχέως ἐλαττουμένη, τοῦ δὲ ὑπερκειμένου ἀτμοῦ τοὐναντίον αὐξανομένη καὶ ἐν δεδομένῃ στιγμῇ αἱ πυκνότητες τοῦ ὑγροῦ καὶ τοῦ ἀτμοῦ ἐξισοῦνται καὶ ἐπέρχεται ἀνάμιξις αὐτῶν τελεία. Εἰς ἀνωτέραν θερμοκρασίαν τὸ ὑγρὸν ἐκλείπει καὶ ὁ σωλὴν πληροῦται δι' ὁμοιομεροῦς τινος ἀερίου.



Σχ. 56.

Θερμότης ἐξαερώσεως. Ἐὰν διὰ φλογὸς θερμάνωμεν ὑγρόν τι, οἷον ὕδωρ ἐν δοχείῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει θερμόμετρον, βλέπομεν τὸν ὑδράργυρον τοῦ θερμομέτρου κατ' ἀρχὰς διαστελλόμενον μέχρι τοῦ βαθμοῦ τῆς ζέσεως καὶ ἐκεῖ *ἀκινητοῦντα* ἐφόσον διαρκεῖ ὁ βρασμὸς καὶ ὑπάρχει ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ ξευστόν. Ἡ θερμότης αὕτη, ἥτις δαπανᾶται μόνον πρὸς μεταβολὴν τοῦ ὕδατος εἰς ἀτμὸν, καλεῖται *θερμότης ἐξαερώσεως*. Θέλομεν δὲ ἰδεῖ βραδύτερον πῶς δύναται νὰ μετρηθῇ. Ἡ θερμότης αὕτη δαπανᾶται ἐν μέρει μὲν ὅπως

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὑπερνικήσῃ τὴν συνοχὴν τῶν ὑγρῶν μορίων, ἐν μέρει δὲ ἵνα μεταδώσῃ εἰς τὸν ἀτμὸν τὴν τάσιν, δι' ἧς δύναται οὗτος νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν.

Ἐκρεύστωσις. Καλεῖται *ἐκρεύστωσις* ἡ ἐπάνοδος τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Αἱ κύριαι αἰτίαι τοῦ φαινομένου τούτου εἰσὶν ἡ ψῦξις, ἡ πίεσις καὶ ἡ χημικὴ ἕλξις. Καὶ αἱ μὲν δύο πρῶται αἰτίαι ἐπιφέρουσι τὴν ἐκρεύστωσιν ἀτμῶν ἐν κόρῳ, ἀλλ' ἡ χημικὴ ἕλξις ὑγροποιεῖ καὶ τοὺς ἀραιοτάτους ἀτμούς. Οὕτω τὸ ἀνθρακικὸν κάλιον, τὸ ἄνυδρον χλωριοῦχον ἀσβέστιον, ἀπορροφῶσι τὴν ὑγρασίαν τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ διαλύονται ἐντελῶς ἐντὸς αὐτῆς, καλοῦνται δὲ διὰ τοῦτο *ἅλατα ὑγροσκοπικὰ* ἢ *διαρρέοντα* (sels déliquescents).

Ἐκρεύστωσις διὰ πιέσεως. Λαμβάνομεν κύλινδρον κλειστὸν μὲν κάτωθεν, φέροντα δὲ ἄνωθεν ἐμβολέα καὶ ἐμπεριέχοντα ὑδρατμοὺς μὴ κορεννύοντας τὸν χῶρον τοῦ κυλίνδρου. Ἐὰν καταβιβάσωμεν τὸν ἐμβολέα, κατ' ἀρχὰς μὲν ἡ ἐλαστικότης καὶ ἡ πυκνότης τῶν ἀτμῶν αὐξάνεται, ἀλλ' ἕνεκα τῆς διηνεκοῦς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου αὐτῶν ἐπέρχεται στιγμή, καθ' ἣν ὁ χῶρος κορέννυται διὰ τῶν ὑπαρχόντων ἀτμῶν. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης, τοῦ ἐμβολέως κατερχομένου, μέρος τῶν ἀτμῶν μεθίσταται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς φθάσῃ εἰς τὴν κατωτάτην θέσιν, ὅλοι οἱ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀτμοὶ ὑγροποιοῦνται.

Ἐκρεύστωσις διὰ ψύξεως. Ἐὰν δοχεῖον περιέχῃ ἀτμοὺς μὴ κορεννύοντας τὸν χῶρον τοῦ δοχείου καὶ ψύξωμεν αὐτὸ ἀρκούντως, κατὰ πρῶτον μὲν ὁ χῶρος τοῦ δοχείου κορέννυται ἀτμῶν, ἀπὸ τῆς στιγμῆς δὲ ταύτης οἱ ἐμπεριεχόμενοι ἀτμοὶ μεθίστανται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν καὶ σχηματίζουσι λεπτότατα σταγονίδια, ἅτινα αἰωροῦνται ὡς νέφος καὶ ἐναποτίθενται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου δίκην δρόσου. Οὕτω συμπυκνοῦνται καὶ καθίστανται ὁρατοὶ οἱ ἐκ τοῦ στόματος ἡμῶν ἐξερχόμενοι ἀτμοί, ὅταν ὁ ἀὴρ εἶνε ψυχρός. Ὁμοίως καθίστανται ὁρατοὶ οἱ ἀτμοὶ ζέοντος ὕδατος οἱ ἀναδιδόμενοι ἐκ τῶν ἀτμολεβήτων τῶν σιδηροδρόμων καὶ οἱ ἐκ τοῦ θερμοῦ ἐδάφους ἢ ἐκ τῶν ποταμῶν, ὅταν παράγηται ὁμίχλη. Ὅταν ὁ ἀὴρ εἶνε ψυχρός, αἱ ὕκλοι τῶν θαλάσσων καλύπτονται ἐσωτερικῶς διὰ δρόσου· τοῦτο δὲ συμβαίνει διότι ὁ ἀὴρ τοῦ δωματίου ὁ εὑρισκόμενος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ὑάλου ψύχεται, ἀλλὰ μετὰ τοῦ ἀέρος ψύχονται ἐπίσης καὶ οἱ ἐν αὐτῷ περιεχόμενοι ἀτμοί, οἵτινες κατ' ἀρχὰς μὲν κορεννύουσιν αὐτὸν, εἶτα δὲ ὑγροποιούμενοι ἐπικάθηνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς ὑάλου, καθιστῶντες αὐτὴν σχεδὸν ἀδιαφανῆ· ἐνίοτε δὲ ἂν τὸ ψῦχος εἶνε δριμὺ μεταβάλλονται καὶ εἰς πάγον.

Θερμότης ἐκλυομένη κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν. Κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν τῶν ἀτμῶν ἐκλύεται ἅπασα ἡ θερμότης, ἥτις ἀπορροφᾶται κατὰ τὴν ἐξαέρωσιν. Ἡ θερμότης αὕτη τῆς ἐξαερώσεως ἐκλήθη *λαθάρουσα* εἶνε δὲ παμμεγίστη εἰς τὸ ὕδωρ. Οὕτω ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος 100^0 μόνον διὰ νὰ ἐξαερωθῇ ἀπορροφᾷ 537 μονάδας θερμότητος, ἤτοι τοσαύτην ποσότητα θερμότητος, ὅση ἠδύνατο νὰ θερμάνῃ 537 χιλιόγραμμα ὕδατος ἀπὸ τοῦ 0^0 εἰς 1^0. Ἀντιστρόφως ἓν χιλιόγραμμον ὑδρατμῶν θερμοκρασίας 100^0, μεταβαλλόμενον εἰς ὕδωρ 100^0, ἐκλύει 537 μονάδας θερμότητος.

Θέρμανσις δι' ὑδρατμοῦ. Ἡ ἐκλυομένη θερμότης κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν τῶν ὑδρατμῶν χρησιμοποιεῖται πρὸς θέρμανσιν τῶν λουτρῶν, τῶν δημοσίων καταστημάτων, τῶν οἰκημάτων, τῶν θερμοκηπίων καὶ τῶν πυριατηρίων. Πρὸς τοῦτο ὕδωρ θερμαίνεται ἐντὸς λέβητος, ὁ δὲ παραγόμενος ἀτμὸς κυκλοφορεῖ ἐντὸς χαλκίνων σωλήνων, ἔνθα συμπυκνοῦται καὶ ἐκλύει τὴν ἐμπεριεχομένην ἐν αὐτῷ θερμότητα ἐξαερώσεως, ἥτις μεταδίδεται εἰς τὸν περιβάλλοντα ἀέρα.

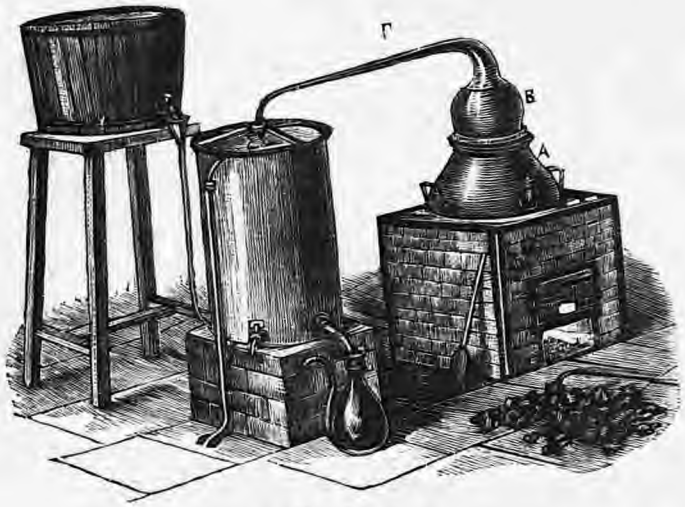
Ἀπόσταξις. Ἡ ἀπόσταξις εἶνε ἐργασία, δι' ἧς ἀποχωρίζεται ἐξατμιστὸν ὑγρὸν ἀπὸ τῶν οὐσιῶν, ἃς περιέχει διαλελυμένας, οἷον κατὰ τὴν ἀπόσταξιν τοῦ θαλασσίου ὕδατος ἀποχωρίζεται τὸ ὕδωρ τῶν ἁλάτων, ἢ καὶ πρὸς χωρισμὸν δύο ἢ πλειόνων ὑγρῶν ἀνίσως ἐξατμιστῶν, οἷον ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος διὰ τῆς *τμηματικῆς* ἢ *κλασματικῆς* καλουμένης ἀποστάξεως.

Τὰ ἀποστακτικὰ σκεύη, ἅτινα συνήθως κατασκευάζονται ἐκ χαλκοῦ καὶ εἶνε ἐπικεκασσιτερωμένα, σύγκεινται ἐκ τοῦ λέβητος Α (σχ. 57), ἐν ᾧ τίθεται τὸ πρὸς ἀπόσταξιν ὑγρόν. Ἐπὶ τοῦ λέβητος τίθεται ὁ *ἄμβιξ* Β, ὅστις ἐπιπωματίζει τὸν λέβητα καὶ συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ σωλῆνος Γ μετὰ ὀφεοειδοῦς σωλῆνος Σ ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς μεταλλίνου ἀγγείου, ἐμπεριέχοντος ψυχρὸν ὕδωρ διηνεκῶς ἀνανεούμενον, ὅστις καλεῖται *ψυκτήρ*. Ὁ διὰ τοῦ βρασμοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

παραγόμενος ἀτμὸς ψυχόμενος ἐν τῷ ψυκτῆρι συμπυκνοῦται καὶ καταρρέει διὰ τοῦ κατωτέρου ἀνοικτοῦ ἄκρου τοῦ ὀφεοειδοῦς σωλῆνος ἐντὸς ὑποδοχέως Δ.

Δι' ὁμοίας συσκευῆς ἀποστάζουσι διάφορα οἰνοπνευματοῦχα ποτὰ, ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ οἰνόπνευμα. Τὸ κατ' ἀρχὰς ἀποστάζον εἶνε ἰδίως οἰνόπνευμα ἐμπεριέχον μικρὰν ποσότητα ὕδατος·



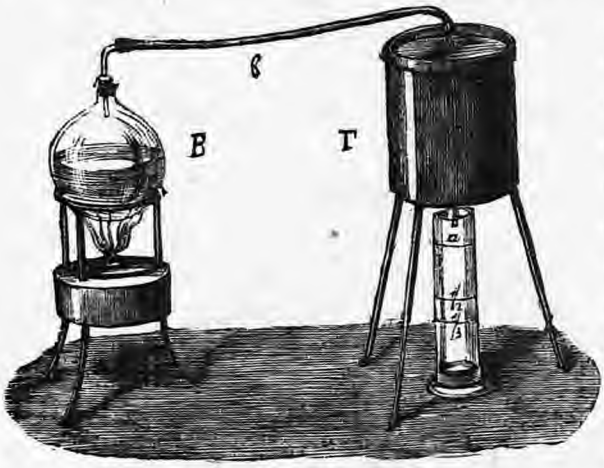
Σχ. 57.

τοῦτο δὲ, διότι τὸ μὲν καθαρὸν οἰνόπνευμα ἀναβράζει εἰς $78^0,4$ τὸ δὲ ὕδωρ εἰς 100^0.

Οἰνοπνευματόμετρον τοῦ Salleron **δι' ἀποστάξεως.** Εἴδομεν εἰς τὸ περὶ ἀραιομέτρων κεφάλαιον ὅτι ἀνευρίσκομεν τὸ ποσοστὸν τοῦ εἰς οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν περιεχομένου χημικῶς καθαροῦ οἰνοπνεύματος διὰ τοῦ ἑκατομβάθμου οἰνοπνευματοζυγίου τοῦ Gay-Lussac, ὅταν τὸ οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν ἐνέχῃ μόνον ὕδωρ καὶ οἰνόπνευμα. Ἐὰν ὅμως ἐμπεριέχωνται καὶ ἄλλαι οὐσίαι, οἷον σάκχαρον, χρωστικαὶ οὐσίαι, ὡς ἐν τῷ οἴνῳ, τότε ὑποβάλλεται κατὰ πρῶτον τὸ οἰνοπνευματοῦχον ὑγρὸν εἰς ἀπόσταξιν διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Salleron (σχ. 58). Πρὸς τοῦτο ἐν σφαιρικῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ Β τίθεται ποσότης τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν ὑγροῦ ἴση πρὸς τὴν χωρητικότητα τοῦ κυλινδρικοῦ δοχείου α, θερμαίνεται διὰ τῆς φλο-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

γὸς λύχνου, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ διαβιβάζονται διὰ τοῦ σωλῆνος *β* εἰς τὸν ψυκτῆρα Γ, ὅστις τηρεῖται ψυχρὸς διὰ τοῦ ἐπιχεομένου ψυχροῦ ὕδατος. Ὅταν τὸ ἀπόσταγμα πληρώσῃ τὸν κύλινδρον α μέχρι τοῦ μέσου, διακόπτεται ἡ ἀπόσταξις καὶ πληροῦται καὶ τὸ ἕτερον ἥμισυ τοῦ κυλίνδρου ἀποσταγμένου ὕδατος. Εἰς τὸ ἀπόσταγμα τοῦτο, τὸ ὁποῖον ἔχει ὄγκον ἴσον πρὸς τὸν ἀρχικῶς ληφθέντα ὄγκον τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν οἰνοπνευματούχου ὑγροῦ, ἐνυπάρχει ὅλον τὸ οἰνόπνευμα, ἀλλὰ μόνον μεθ' ὕδατος μεμιγμένον. Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν εἶτα ἐν τούτῳ τὸ οἰνοπνευματοζύγιον μετὰ τοῦ θερμομέτρου ἀνευρίσκομεν ἐν πίνακι τὸ ποσοστὸν τοῦ περιεχομένου ἀνύδρου οἰνοπνεύματος.



Σχ. 58.

ΠΕΡΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ

Καλεῖται *ἐξάτμισις* ἡ βραδεῖα παραγωγὴ ἀτμῶν, ἡ γινομένη κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Δι' ἐξατμίσεως ξηραίνονται αἱ διαβρεχθεῖσαι σανίδες τῶν δωματίων, τὰ βεβρεγμένα ὑφάσματα, τὸ ὑγρὸν ἔδαφος· δι' ἐξατμίσεως ὡσαύτως ἀναδίδονται ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, οἵτινες συμπυκνοῦνται εἶτα εἰς νέφη καὶ βροχήν.

Ἐξάτμισις θειικοῦ ὀξέος. Τὸ θειικὸν ὀξὺ δὲν παράγει ἀτμοὺς εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 30^0 καὶ ἐν αὐτῷ τῷ κενῷ· πειθόμεθα δὲ περὶ τούτου θέτοντες ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ἐν κάψῃ θειικὸν ὀξὺ καὶ ἐν ἄλλῃ παρακειμένως διαυγὲς διάλυμα βαρύας ἐν ὕδατι, ὅπερ δὲν θολοῦται ἢ εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 30^0.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐξάτμισις ὑδραργύρου. Ὁ ὑδράργυρος παράγει ἀτμοὺς καὶ εἰς χαμηλοτάτας θερμοκρασίας (-44^0), περὶ τούτου δὲ πειθόμεθα θέτοντες ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, τηρουμένου ἐν ψυκτικῷ μίγματι φύλλον ἐκ χρυσοῦ, ὅπερ μετά τινα χρόνον ἐφυδραργυροῦται.

Αἰτίαι ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξάτμισιν. Πολλαὶ εἶνε αἱ αἰτίαι, ἐξ ὧν ἐξαρτᾶται ἡ ταχυτέρα ἢ βραδυτέρα ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος.

α΄.) Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ· διότι δι' αὐτῆς αὐξάνεται ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ.

β΄.) Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος· διότι ὅσῳ ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν ἔχει ὁ ἀήρ, τοσούτῳ μείζονα ποσότητα ὑδρατμῶν ἀπαιτεῖ, ὅπως κορεσθῇ.

γ΄.) Ἡ ποσότης τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, ὃν περιέχει ὁ περιβάλλων τὸ ὑγρὸν ἀήρ· διότι ἂν μὲν ὁ ὑπερκείμενος ἀὴρ εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἡ ἐξάτμισις παύει, ἂν δὲ εἶνε ἐντελῶς ξηρός, ἡ ἐξάτμισις εἶνε μεγίστη.

δ΄.) Ἡ ἀνανέωσις τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος· διότι τοῦ ἀέρος τοῦ περιβάλλοντος τὸ ὑγρὸν μὴ ἀνανεουμένου ἐπέρχεται ὁ κόρος, ὅστις ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω ἐξάτμισιν.

ε΄.) Ἡ ἔκτασις τῆς ἐξατμιζομένης ἐπιφανείας· οὕτως ὑγρόν τι ἐξατμίζεται ταχύτερον ἐν ἀνοικτῇ λεκάνῃ ἢ ἐν στενολαίμῳ δοχείῳ.

Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν. Ἡ ἐξάτμισις εἶνε μεταβολὴ καταστάσεως, ἥτις γίνεται δαπάνῃ θερμότητος. Ὥστε ὅταν ὑγρόν τι ἐξατμίζηται, δὲν ὑπάρχῃ δὲ ἄλλη πηγὴ θερμότητος, λαμβάνει τὴν πρὸς ἐξάτμισιν αὐτοῦ ἀπαιτουμένην θερμότητα ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἐκ τοῦ σώματος, ὅπερ τὸ ὑγρὸν διαβρέχει, ἅτινα ψύχονται καὶ ἐπὶ τοσούτῳ μᾶλλον ὅσῳ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχυτέρα.

Οὕτω αἰθὴρ χεόμενος ἐπὶ τῆς χειρὸς παράγει ψῦχος. Ὡσαύτως ἐὰν ἐπὶ τοῦ δοχείου θερμομέτρου χύσωμεν αἰθέρα, παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμομέτρου ἐλαττοῦται κατὰ δέκα βαθμοὺς καὶ ἔτι πλέον. Ἐὰν ἐν δοκιμαστικῷ σωλῆνι θέσωμεν ὕδωρ καὶ ἐμβαπτίσωμεν αὐτὸν ἐν αἰθέρι, διαβιβάσωμεν δὲ διὰ τοῦ αἰθέρος ῥεῦμα ἀέρος, ἐπέρχεται ἡ πῆξις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὕδατος (σχ. 59).

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷον τὰ συνήθη παρ' ἡμῖν *αἰγυπτικὰ*, τὰ alcarazas, ψύχουσι τὸ ὕδωρ κατὰ τὸ θέρος, ὅταν τεθῶσιν ἰδίως ἐν ρεύματι ἀέρος, διότι ἐπέρχεται ἐξάτμισις εἰς τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἀγγείου ἐξερχόμενον ὕδωρ καὶ ἐπομένως ψῦξις.

Σχ. 59.

Ψῆξις τοῦ ὕδατος ἐν τῷ κενῷ. Ἐὰν θέσωμεν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας (σχ. 60) ἀγγεῖον περιέχον πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ ἐπ' αὐτοῦ στηρίξωμεν διὰ τρίποδος χαλκοῦν πινάκιον Α ἢ κάλλιον δίσκον ἐκ φελλοῦ, ὅστις ἐν κοιλότητι νὰ ἐμπεριέχῃ ὕδωρ, καὶ ἀραιώσωμεν τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ μεταβαλλόμενον εἰς πάγον. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἕνεκα τῆς ἀραιώσεως τοῦ ἀέρος ἐπέρχεται ταχεῖα ἐξάτμισις, ἐπιταχυνομένη ἔτι μᾶλλον διὰ τὴν ἄμεσον ἀπορρόφησιν τῶν παραγομένων ἀτμῶν ὑπὸ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον ἀποξηραίνει διηνεκῶς τὸν χῶρον τοῦ κώδωνος καὶ ἐπισπεύδει οὕτω τὴν ἐξάτμισιν καὶ ἐπομένως τὴν ψῦξιν τοῦ ἐπὶ τοῦ δίσκου ὕδατος.

Σχ. 60.

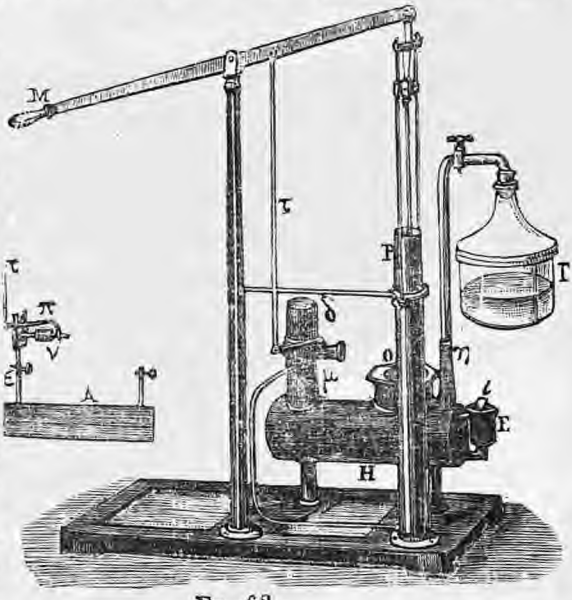
Κρυοφόρον τοῦ Βολλαστῶνος. Τοῦτο συνίσταται ἐκ σωλῆνος δὶς κεκαμμένου καὶ ἀπολήγοντος εἰς σφαιρεῖα. Διὰ παρατεταμένου βρασμοῦ ἐκβάλλομεν κατὰ πρῶτον τὸν ἀέρα, ὅπως εἰς τὴν ὑδρόσφυραν, καὶ εἶτα κλείομεν τὴν συσκευήν. Μεταφέρομεν τὸ ὕδωρ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς τὴν σφαῖραν Β (σχ. 61) καὶ περιβάλλομεν τὴν σφαῖραν Α διὰ ψυκτικοῦ μίγματος ἢ ἁπλῶς διὰ πάγου, καὶ μετά τινα χρόνον παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ Β ὑπάρχον ὕδωρ μετατρέπεται εἰς πάγον ἕνεκα τῆς ἐξατμίσεως, ἥτις ἐπιταχύνεται διὰ τῆς ἀδιαλείπτου συμπυκνώσεως τῶν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἀναδιδομένων ἀτμῶν. Ταχύτερον γίνεται ἡ πῆξις τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ Β ὕδατος, ἐὰν τεθῇ αὕτη ἐντὸς ποτηρίου, διότι οὕτω παρακωλύονται τὰ ἀναβατικὰ καὶ καταβατικὰ ῥεύματα τοῦ περιέχοντος ἀέρος, δι' ὧν θερμαίνεται ὀλίγον τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ ταύτῃ ὕδωρ.

Σχ. 61.

Παγοποιητικὴ συσκευὴ τοῦ Carré. Ἡ συσκευὴ αὕτη εἶνε ἐφαρμογὴ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος τῆς πήξεως τοῦ ὕδατος ἐν τῷ κενῷ, σύγκειται δ' ἐκ κυλινδρικοῦ δοχείου Η κατασκευασθέντος ἐξ ἀντιμονιούχου μολύβδου (σχ. 62). Εἰς τὸ ἓν πέρας ὑπάρχει χωνίον Ε δι' οὗ εἰσάγεται τὸ θειικὸν ὀξύ, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ κύλινδρος μεταλλικὸς μ ἐφ' οὗ προσαρμόζεται ἀεροστεγῶς ὁ δόμος δ, φέρων διάφορα διαφράγματα δι' ὧν παρεμποδίζεται ἡ εἴσοδος τοῦ θειικοῦ ὀξέος εἰς τὴν ἀεραντλίαν. Ἐπὶ τοῦ δοχείου Η ὑπάρχει ὀπὴ κλειομένη ἀεροστεγῶς δι' ὑαλίνης πλακὸς ο



Σχ. 62.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

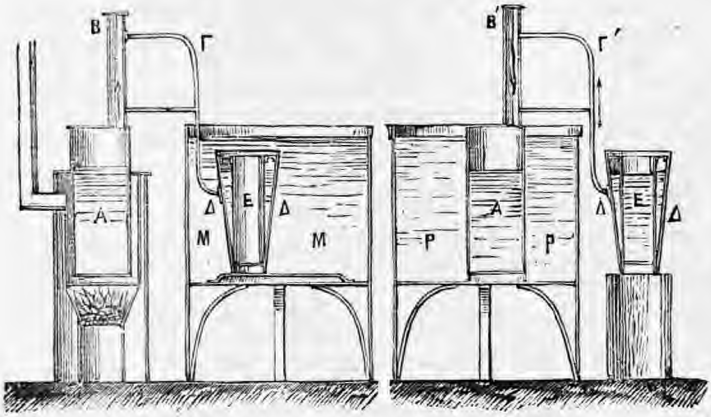
καὶ σωλὴν η εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου προσαρμόζεται φιάλη Γ ἐνέχουσα τὸ πρὸς πῆξιν ὕδωρ. Ἀεραντλία Ρ συγκοινωνεῖ πρὸς τὸ δοχεῖον Η διὰ χαλκίνου σωλῆνος, διὰ τοῦ μοχλοῦ δὲ Μ τίθεται εἰς κίνησιν ὁ ἐμβολεὺς αὐτῆς καὶ ἀραιοῦται ὁ ἀὴρ καὶ ἐν τῷ δοχείῳ Η καὶ ἐν τῇ φιάλῃ Γ μέχρις ἐλαχίστης πιέσεως. Εἰς τὸν μοχλὸν Μ προσαρμόζεται τὸ στέλεχος τ, ὅπερ διὰ τοῦ μηχανισμοῦ τπτε θέτει εἰς κίνησιν τὴν μολυβδίνην πλάκα Α, ἥτις ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ θειικῷ ὀξεῖ· τοῦτο δὲ οὕτω διηνεκῶς ἀναταρασσόμενον ἀπορροφᾷ ταχύτερον τοὺς ὑπερκειμένους ὑδρατμούς.

Ἐν τῷ κυλίνδρῳ Η εἰσάγονται $2\,^1|_2$ χιλιόγραμμα πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἐν δὲ τῇ φιάλῃ Γ 400 γραμμάρια ὕδατος. Μετὰ 70 περίπου ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις τοῦ ἐμβολέως τὸ ἐν τῇ φιάλῃ ὕδωρ ἄρχεται ἀναταρασσόμενον καὶ παράγον κινήσεις ὁμοίας πρὸς τὰς τοῦ ζέοντος ὕδατος, τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἄνωθεν τοῦ ὕδατος δὲν ὑπάρχει πλέον ἀήρ. Οἱ ἀτμοὶ οἱ ἐκ τοῦ ὕδατος ἀναδιδόμενοι ἀπορροφῶνται διηνεκῶς ὑπὸ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, οὕτω δὲ ἐπέρχεται ταχεῖα ἐξάτμισις τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπομένως ψῦξις. Μετ' ὀλίγον ἀναφαίνονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τεμάχια πάγου, ἐὰν δὲ ἀνὰ 5 λεπτὰ τῆς ὥρας ἐξακολουθήσωμεν ὀλίγον ἀντλοῦντες μετὰ παρέλευσιν 45 λεπτῶν ἐπέρχεται τελεία πῆξις τοῦ ὕδατος, ἂν τὸ θειικὸν ὀξὺ εἶνε πυκνόν.

Παγοποιητικὴ συσκευὴ δι' ἀμμωνίας. Ἡ ἀέριος ἀμμωνία εἶνε ὡς γνωστὸν εὐδιάλυτος ἐν τῷ ὕδατι, ἐκδιώκεται δὲ ἐκ τοῦ ἐν ὕδατι διαλύματος διὰ θερμάνσεως. Ἡ ἀέριος ἀμμωνία εὐκόλως ῥευστοποιεῖται διὰ πιέσεως καὶ μικρᾶς ψύξεως, ἐξατμιζομένη δὲ παράγει ἰσχυρὸν ψῦχος, ὅπερ ἐχρησιμοποίησεν ὁ Carré εἰς τὴν παγοποιητικὴν αὐτοῦ συσκευήν. Αὕτη ὑπὸ τὴν ἁπλουστέραν αὐτῆς μορφὴν σύγκειται ἐκ δύο ἀγγείων σιδηρῶν Α καὶ Ε ἡνωμένων διὰ τοῦ σωλῆνος ΒΓΔ (σχ. 63), ὧν τὸ μεγαλείτερον Α ἐμπεριέχει κεκορεσμένον διάλυμα ἀερίου ἀμμωνίας ἐν τῷ ὕδατι, τίθεται δὲ ἐπὶ πυρᾶς καὶ θερμαίνεται, τὸ δὲ μικρότερον δοχεῖον ΔΔ εἶνε κενὸν καὶ ψύχεται ἐντὸς κιβωτίου ΜΜ ἐμπεριέχοντος ὕδωρ ψυχρόν. Ἡ ἀέριος ἀμμωνία ἐκλύεται ἐκ τοῦ δοχείου Α συμπαρασύρουσα τὴν θερμότητα τῆς ἐξαερώσεως, συμπυκνουμένη δ' ἐν τῷ δοχείῳ ΔΔ ἀποδίδει τὴν θερμότητα ταύτην τῆς ἐξαερώσεως εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ κιβωτίου ΜΜ.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὅταν ἡ ἀπόσταξις αὕτη συμπληρωθῇ, ἀλλάσσουσι τὴν σχετικὴν θέσιν τῶν δύο δοχείων, ψύχοντες ἤδη τὸ δοχεῖον Α ἐν τῷ κιβωτίῳ PP. Οὕτω ἡ συμπυκνωθεῖσα ἐν τῷ ΔΔ ἀμμωνία ἐξαεροῦται αὖθις ἀπορροφῶσα τὴν πρὸς ἐξαέρωσιν ἀπαιτουμένην θερμότητα, ἣν λαμβάνει ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ δοχείου καὶ ἐκ τοῦ ὕδατος τοῦ εὑρισκομένου ἐν τῷ κυλίνδρῳ Ε, ὅπερ οὕτω πήγνυται. Οὕτω ἡ θερμότης ἡ ληφθεῖσα ἐκ τῆς ἑστίας κατὰ τὴν πρώτην φάσιν τοῦ πειράματος ἀπορροφᾶται ἐκ τοῦ Ε κατὰ τὴν δευτέραν φάσιν αὐτοῦ. Διὰ τῆς



Σχῆμα 63.

καταναλώσεως ἑνὸς χιλιογράμμου ξυλανθράκων παράγονται τρία περίπου χιλιόγραμμα πάγου.

Ὑγρὰ σφαιροειδῆ ἐν τῷ πυρὶ γινόμενα. Ἐὰν ἐπὶ ὑπερερμανθείσης μεταλλικῆς πλακὸς ῥίψωμεν σταγόνας ὑγροῦ, οἷον ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο μετασχηματίζεται σφαιροειδῶς καὶ ἐκπέμπεται μεθ' ὁρμῆς. Τὸ ὑγρὸν τότε δὲν ἐκτείνεται ἐπὶ τοῦ μετάλλου οὐδ' ἅπτεται αὐτοῦ, ἀλλ' αἰωρεῖται τηρούμενον οὕτω μετέωρον ὑπὸ τοῦ ἰδίου ἀτμοῦ, ὅστις παρεντίθεται μεταξὺ τῆς αἰωρουμένης σταγόνος, ἐξ ἧς ἐκπέμπονται οἱ ἀτμοί, καὶ τῆς διαπύρου ἐπιφανείας τῆς μεταλλικῆς πλακός. Ὁ Boutigny παρετήρησεν, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐν σφαιροειδεῖ καταστάσει ὑγροῦ ὑπολείπεται πάντοτε κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Οὕτω τὸ μὲν ὕδωρ μένει εἰς $95^0,5$, τὸ οἰνό-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς $75^0,5$, ὁ αἰθὴρ εἰς 34^0 καὶ τὸ διοξείδιον τοῦ θείου εἰς $-10^0,5$.

Ἐὰν λάβωμεν κάψαν ἐκ λευκοχρύσου καὶ πυρώσαντες αὐτὴν ἰσχυρῶς ἐγχύσωμεν εἶτα ὑγρὸν, βλέπομεν ὅτι δὲν ἀναβράζει τοῦτο ἀλλὰ περιδινεῖται συσφαιρούμενον καὶ δύναται νὰ διαμείνῃ ἐκεῖ ἐπὶ ἱκανὸν χρόνον, ὡς μὴ ἐφαπτόμενον τοῦ θερμοῦ μετάλλου (σχ. 64). Ὅταν ὅμως ψύξωμεν τὴν ἐκ λευκοχρύσου κάψαν, τότε τὸ ὑγρὸν ἐκτείνεται, ἐφάπτεται τῆς ἐπιφανείας τοῦ θερμοῦ ἔτι μετάλλου καὶ ἐξατμίζεται ταχέως. Ἡ σφαιροειδὴς κατάστασις τῶν ὑγρῶν διατηρεῖται ἐφ' ὅσον ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν, οἵτινες βαστάζουσι τὴν σταγόνα, εἶνε ἱκανὴ νὰ ἰσορροπήσῃ τήν τε ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ τὸ βάρος τῆς σταγόνος. Διὰ τοῦτο ἐν τῷ κενῷ διαρκεῖ ἡ σφαιροειδὴς κατάστασις τοῦ ὕδατος καὶ ὅταν ἡ πλὰξ λάβῃ θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν 100^0, ἐνῷ εἰς τὸν ἀέρα ἀπαιτεῖται θερμοκρασία ἀνωτέρα τῶν 171^0.

Σχ. 64.

Σχ. 65.

Ἐὰν λάβωμεν μικρὸν λέβητα καὶ ἀφοῦ πυρώσωμεν αὐτὸν ἰσχυρῶς ἐγχύσωμεν ὀλίγον ὕδωρ (σχ. 65), παρατηροῦμεν ὅτι δὲν ἐξατμίζεται, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν σφαιροειδῆ κατάστασιν. Ἐὰν κλείσωμεν διὰ πώματος καὶ ἀφήσωμεν αὐτὸν νὰ ψυχθῇ, ἐπέρχεται κατά τινα θερμοκρασίαν ταχεῖα ἐξαέρωσις τὸ δὲ πῶμα ἐκτινάσσεται. Εἰς τὴν αἰτίαν ταύτην ἀποδίδουσιν ἐνίοτε τὴν ἔκρηξιν τῶν λεβήτων, ὅταν ἐξ ἀπροσεξίας τοῦ θερμαστοῦ κατέλθῃ ὑπερμέτρως τὸ ὕδωρ ἐν τῷ λέβητι· τότε ἡ παρειὰ αὐτοῦ ὑπερθερμαίνεται καὶ ὅταν αὖθις εἰσαχθῇ ὕδωρ καὶ ἡ παρειὰ ψυχθῇ, γίνεται ἀπότομος ἐξαέρωσις τοῦ ὕδατος ἐπιφέρουσα τὴν ἔκρηξιν τοῦ λέβητος.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὸ φαινόμενον τῆς σφαιροειδοῦς καταστάσεως γίνεται καὶ ὅταν λάβωμεν σφαῖραν ἐκ λευκοχρύσου καὶ ἀφοῦ πυρώσωμεν αὐτὴν ἰσχυρῶς ἐμβαπτίσωμεν ταχέως ἐν ψυχρῷ ὕδατι. Τὸ ὕδωρ τότε περιβάλλει πανταχόθεν τὴν σφαῖραν καὶ δὲν ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτῆς ἐπί τινας στιγμὰς, οὕτω δὲ ἡ σφαῖρα μένει διάπυρος ἐν μέσῳ τοῦ ὕδατος, διότι παρεντίθενται ἀτμοὶ μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας καὶ τοῦ ὕδατος, οἵτινες εἶνε καὶ δυσθερμαγωγοί. Ὅταν ὅμως ἡ σφαῖρα ψυχθῇ ἀρκούντως, γίνεται ἐπαφὴ καὶ ὁρμητικὴ ἐξάτμισις, ἧς ἕνεκα ἀκούομεν καὶ μικρὸν ψόφον. Ὁ Deville, ὅστις πρῶτος ἔτηξε τὸν δυστηκτότατον λευκόχρυσον διὰ τοῦ καμινευτῆρος, δι' οὗ καίεται καθαρὸν ὑδρογόνον ἐν καθαρῷ ὀξυγόνῳ, ἔρριψεν εἰς τὸ ὕδωρ τετηκότα λευκόχρυσον καὶ παρετήρησεν ὅτι διατηρεῖται ἐπί τινα χρόνον ὑπ' αὐτὸ ῥευστὸς καὶ διάπυρος.

Ὁμοίως ἐξηγεῖται καὶ τὸ ἑξῆς φαινόμενον· ἐὰν ἐν χύτρᾳ τήξωμεν μόλυβδον, διαβρέξωμεν δ' εἶτα τὴν χεῖρα ἡμῶν καλῶς διὰ μίγματος ἴσων μερῶν οἰνοπνεύματος καὶ αἰθέρος, δυνάμεθα νὰ ἐμβαπτίσωμεν ταύτην ἐν τῷ τετηκότι μολύβδῳ καὶ νὰ ἐκτινάξωμεν τὸ θερμότατον μέταλλον χωρὶς νὰ αἰσθανθῶμεν τὴν ὑπέρμετρον θερμοκρασίαν τοῦ τετηκότος μολύβδου ἀνωτέραν τῶν 330^0, διότι τὸ παρεντεθὲν ὑγρὸν, ὅπερ διαβρέχει τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἐξατμιζόμενον ἐμποδίζει τὸν τετηκότα μόλυβδον νὰ ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἡμετέρας χειρός. Οἱ καμινεύοντες τὸν σίδηρον ἐμβαπτίζουσι τὰς χεῖρας αὐτῶν ὑγρὰς καὶ ἐντὸς τετηκότος σιδήρου.

Πῆξις ὕδατος ἐν ἐρυθροπυρωθείσῃ κάψῃ ἐκ λευκοχρύσου. Ἐὰν ἐντὸς κάψης ἐκ λευκοχρύσου πυρωθείσης ἰσχυρῶς ἐγχύσωμεν διοξείδιον τοῦ θείου ὑγρὸν, ὅπερ ἐψύξαμεν προηγουμένως ἐν ψυκτικῷ μίγματι κάτω τῶν -11^0, τοῦτο δὲν ἐξατμίζεται, ἀλλὰ σφαιροειδῶς περιορίζεται. Ἐὰν δ' ἐπιχύσωμεν ὀλίγον ὕδωρ, τότε τὸ διοξείδιον τοῦ θείου ἐξατμίζεται ἀκαριαίως, ψύχει τὸ ὕδωρ καὶ μεταβάλλει αὐτὸ εἰς πάγον, ὃν ταχέως ῥίπτομεν ἐκτὸς τῆς κάψης, διατηρουμένης ἔτι θερμῆς. Εἰς τὸ πείραμα τοῦτο τὸ ὕδωρ πήγνυται ἐν τῇ διαπύρῳ κάψῃ, ὡς ἤθελε παγώσει ῥιπτόμενον ἐν δοχείῳ μὴ διαπύρῳ ἐμπεριέχοντι ῥευστὸν διοξείδιον τοῦ θείου[1].

1). Τὸ διοξείδιον τοῦ θείου εἶνε ἀέριον εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν, γίνεται δὲ ὑγρὸν εἰς τὴν συνήθη πίεσιν, ψυχόμενον κάτωθεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐκρεύστωσις τῶν ἀερίων. Καλοῦσι συνήθως *ἀτμοὺς* τὴν ἀέριον κατάστασιν τῶν σωμάτων, ἅτινα ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν ἔχουσι τὴν στερεὰν ἢ ὑγρὰν κατάστασιν καὶ *ἀέρια*, τὰ διατηροῦντα τὴν ἀέριον κατάστασιν ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν, ἐκρευστούμενα δέ, ὅταν ὑποβληθῶσιν ὑπὸ πιέσεις μᾶλλον ἢ ἧττον μείζονας καὶ ὑπὸ θερμοκρασίας μᾶλλον ἢ ἧττον χαμηλοτέρας τῆς συνήθους.

Ὁ Faraday πρῶτος κατώρθωσε τὴν ἐκρεύστωσιν πολλῶν ἀερίων διὰ συμπιέσεως, ἣν αὐτὸ τοῦτο τὸ ἀέριον ἐπιφέρει, ἀφθόνως ἀναπτυσσόμενον ἐν χώρῳ κεκλεισμένῳ. Ἐὰν π. χ. λάβωμεν σωλῆνα ὑάλινον κεκαμμένον (σχ. 66), ἔχοντα ἀρκετὸν πάχος καὶ εἰς τὸ ἐν σκέλος αὐτοῦ ὄντος κατεψυγμένου θέσωμεν ξηροὺς κρυστάλλους ἐνύδρου χλωρίου ἢ χλωριοῦχον ἄργυρον κορεσθέντα προηγουμένως ὑπὸ ἀερώδους ἀμμωνίας, καὶ ἀφοῦ συντήξωμεν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ ἑτέρου σκέλους θερμάνωμεν τὸ πρῶτον σκέλος, ἀναπτύσσεται ἀέριον χλώριον ἢ ἀέριος ἀμμωνία ἐν μεγάλῃ ποσότητι. Τὰ οὕτω ἀναπτυσσόμενα ἀέρια πιέζοντα ἑαυτὰ μεθίστανται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Ἡ ἐκρεύστωσις γίνεται ταχύτερον, ἐὰν τὸ σκέλος, ἐν ᾧ συμπυκνοῦται τὸ ἀέριον, ψυχθῇ διὰ ψυκτικοῦ τινος μίγματος.

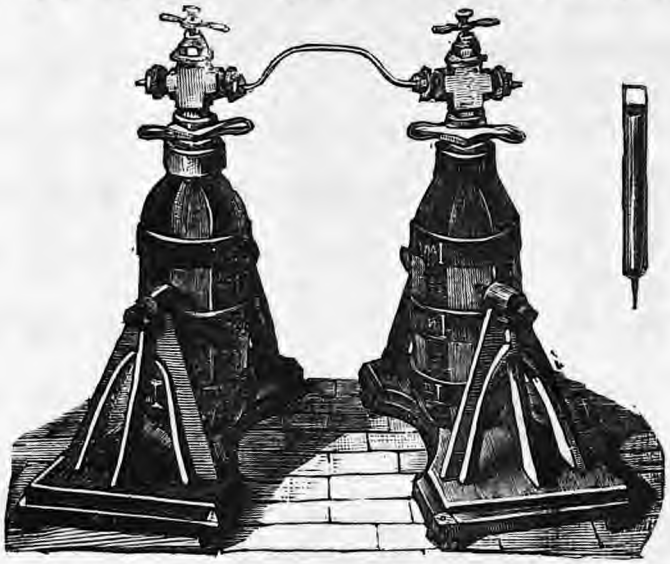
Σχ. 66.

Καθ' ὅμοιον τρόπον δύναται νὰ ἐκρευστωθῇ ὁ ἀνυδρίτης τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, εἰσαγομένων οὐσιῶν (δισανθρακικοῦ νατρίου καὶ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος), αἵτινες ἐπιδρῶσαι χημικῶς παράγουσι μεγάλας ποσότητας διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Συμπυκνοῦται δὲ τὸ ἀέριον τοῦτο εἰς τὴν θερμοκρασίαν μὲν τοῦ 0^0, ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 35,5 ἀτμοσφαιρῶν, εἰς τὴν θερμοκρασίαν δὲ τῶν 30^0 ὑπὸ πίεσιν τῶν 11^0 ὑπὸ τὸ μηδέν, ἢ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 4—5 ἀτμοσφαιρῶν. Ἕνεκα τούτου φυλάσσεται εἰς ὑαλίνους σωλῆνας ἀεροστεγῶς, ὅταν δὲ πρόκειται νὰ μεταχειρισθῶμεν τὸ διοξείδιον τοῦ θείου ἐνθέτομεν αὐτὸ εἰς ψυκτικὸν μίγμα καὶ ὅταν ἀρκούντως ψυχθῇ θραύομεν τὸν σωλῆνα εἰς τὸ ἄνω πέρας.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

73,5 ἀτμοσφαιρῶν παράγον ὑγρόν τι λίαν εὐκίνητον καὶ ἄχρουν ἐπιπολάζον ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ὡς ἔχον εἰδικὸν βάρος 0,99 καὶ βράζον εἰς —78°.

Ὁ Thilorier ἐξερεύστωσε μεγάλας ποσότητας διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἐντὸς σιδηροῦ δοχείου (σχ. 67), παναχόθεν κλειστοῦ καὶ ἀντέχοντος εἰς ὑπερβολικὰς πιέσεις. Εἰς τὸν ἕνα κύλινδρον τίθεται κατὰ πρῶτον τὸ δισανθρακικὸν νάτριον καὶ ἐντὸς σωλῆνος πυκνὸν θειικὸν ὀξύ, ὅπερ, ὅταν τὸ δοχεῖον κλεισθῇ ἀδιαπνεύστως καὶ περι-



Σχ. 67.

στραφῇ περὶ ὁριζόντιον ἄξονα, χύνεται κατὰ μικρὰς δόσεις ἐπὶ τοῦ ἅλατος, ἐξ οὗ ἐκλύεται τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος, διοχετευόμενον διὰ σωλῆνος εἰς ὅμοιον σιδηρόφρακτον δοχεῖον ἔνθα καὶ συμπυκνοῦται. Στρόφιγξ πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σιδηροῦ σκεύους ὑπάρχουσα ἀνοίγεται, ὅτε μέρος τοῦ ὑγροῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος ἐξαεροῦται ταχύτατα καὶ ἀπορροφᾷ τὴν πρὸς ἐξαέρωσιν ἀπαιτουμένην θερμότητα ἐκ τοῦ λοιποῦ ὑγροῦ, ὅπερ πήγνυται μεταβαλλόμενον εἰς λευκοτάτας νιφάδας συλλεγομένας ἐν κυλινδρικῷ δοχείῳ, προσαρμοζομένῳ εἰς τὴν ὀπήν, ἐξ ἧς ἐκρέει τὸ ῥευστὸν διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος. Ἡ λευκὴ αὕτη χιὼν δύναται νὰ διατηρηθῇ ἐπί τινα χρόνον εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, καίπερ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἔχουσα κατ' ἀρχὰς θερμοκρασίαν —58^0, ἀλλὰ διηνεκῶς ἐξατμιζομένη ψύχεται μέχρις 80^0 ἕως 90^0 κάτωθεν τοῦ μηδενός. Ἐὰν ἀναμίξωμεν στερεὸν διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος μετὰ αἰθέρος καὶ θέσαντες ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ἀραιώσωμεν τὸν ἀέρα, παράγεται διὰ τῆς ἐξατμίσεως θερμοκρασία 110^0 κάτωθεν τοῦ μηδενὸς ἐν τῇ ὁποίᾳ τὸ διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος γίνεται σῶμα στερεὸν καὶ διαφανές.

Κρίσιμος θερμοκρασία. Ὁ Andrews κατέδειξεν, ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχῃ. Ἡ θερμοκρασία αὕτη ἐκλήθη *κρίσιμος*. Ἑπομένως ὅσον καὶ ἂν πιέσωμεν ἀέριόν τι, ἐὰν συγχρόνως δὲν ψύξωμεν αὐτὸ κάτωθεν τῆς κρισίμου θερμοκρασίας, διατηρεῖ τὴν ἀέριον κατάστασιν. Οὕτω εὑρέθη, ὅτι ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ μὲν ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἶνε +31^0, τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου +140^0, τοῦ αἰθέρος +200^0, τοῦ οἰνοπνεύματος +290^0, τοῦ ὕδατος +413^0.

Ἐκ τούτου συνεπέραναν, ὅτι ἡ αἰτία δι' ἣν μόλις πρὸ μικροῦ κατωρθώθη ἡ ἐκρεύστωσις τῶν ἐμμόνων καλουμένων ἀερίων, οἷον τοῦ ὀξυγόνου, ἀζώτου, ὑδρογόνου, ἦν τὸ ταπεινὸν τῆς κρισίμου αὐτῶν θερμοκρασίας, ἥτις εἶνε κατωτέρα καὶ αὐτῶν τῶν —110^0, ἣν παρήγαγεν ὁ Faraday διὰ τοῦ μίγματος αἰθέρος καὶ στερεοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος.

Ῥευστοποίησις πάντων τῶν ἀερίων. Τὴν ῥευστοποίησιν καὶ τῶν ἐμμόνων ἀερίων κατώρθωσαν ταυτοχρόνως περὶ τὰ τέλη τοῦ 1877 ὁ Cailletet ἐν Παρισίοις καὶ ὁ Pictet ἐν Γενεύῃ.

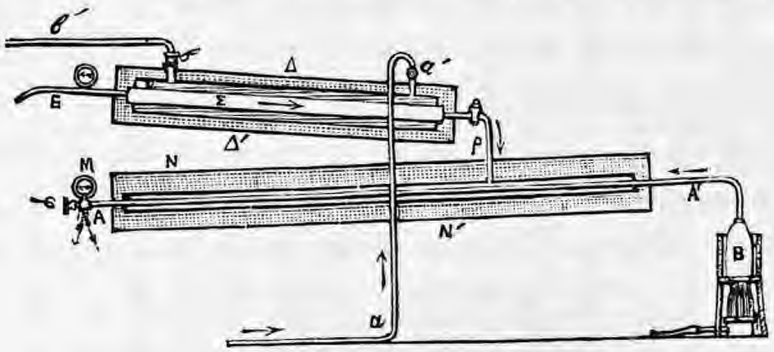
Ὁ Cailletet συμπιέζει κατὰ πρῶτον τὸ ἀέριον δι' ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ἐντὸς σωλῆνος ὑαλίνου μέχρι πιέσεως 400 ἀτμοσφαιρῶν καὶ ψύχει αὐτὸ διὰ ψυχροῦ ὕδατος. Εἶτα ἀποτόμως καταβιβάζει τὴν πίεσιν μέχρι μιᾶς ἀτμοσφαίρας, οὕτω δ' ἕνεκα τῆς ἀποτόμου ταύτης διαστολῆς τοῦ ἀερίου ἐπέρχεται ψῦξις κατὰ 200 περίπου βαθμοὺς ἀπὸ τῆς ἀρχικῆς, ἕνεκα δὲ τούτου ἐπέρχεται μερικὴ ἐκρεύστωσις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀερίου.

Ὁ Pictet πρὸς ἐκρεύστωσιν τοῦ ὀξυγόνου ἔλαβε κοῖλον σιδηροῦν δοχεῖον Β (σχ. 68), οὗτινος αἱ παρειαὶ εἶχον πάχος 35χ.μ., ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἔθεσεν ἓν χιλιόγραμμον περίπου χλωρικοῦ καλίου. Τὸ δοχεῖον τοῦτο, ὅπερ ἐθέρμανε κάτωθεν διὰ μεγάλης φλογὸς φω-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ταερίου, συνεκοινώνει μετὰ σωλῆνος χαλκίνου ΑΑ′ μήκους 4 περίπου μέτρων, ὅστις ἔφερεν εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον μανόμετρον Μ καὶ στρόφιγγα φ. Θερμαινομένου τοῦ δοχείου μέχρι 500^0, ὅλον τὸ ὀξυγόνον τοῦ χλωρικοῦ καλίου ἐκλύεται καὶ συμπιέζεται ἐν τῷ σωλῆνι ΑΑ′ μέχρι πιέσεως 525 ἀτμοσφαιρῶν, ἣν δεικνύει τὸ μανόμετρον Μ. Ὁ σωλὴν ΑΑ′ περιβάλλεται δι' ἄλλου σωλῆνος, ὅστις εὑρίσκεται ἐν κιβωτίῳ ΝΝ′ πεπληρωμένῳ ῥινημάτων ξύλου, ἤτοι σώματος δυσθερμαγωγοῦ. Ὁ σωλὴν οὗτος συγκοινωνεῖ μετὰ ἑτέρου σωλῆνος Σ, ὅστις περιβάλλεται δι' ἄλλου εὑρισκομένου καὶ τούτου ἐντὸς κιβωτίου ΔΔ′, ἐμπεριέχοντος ῥινήματα ξύλου.

Πνευματικὴ ἀτμοκίνητος καταθλιπτικὴ μηχανὴ συμπιέζει διο-



Σχ. 68.

ξείδιον τοῦ θείου, ὅπερ ἐκρευστούμενον φέρεται διὰ τοῦ σωλῆνος $\alpha\alpha'$ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ρ τῷ περιβάλλοντι τὸν σωλῆνα Σ. Δευτέρα ἀτμοκίνητος ἀεραντλία ἐπιφέρει διηνεκῶς τὴν ἐξαέρωσιν τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ρ ῥευστοῦ διοξειδίου τοῦ θείου, ὅπερ ἀπέρχεται οὕτω διὰ τοῦ σωλῆνος β' καὶ εἰσέρχεται αὖθις ἐν ῥευστῇ καταστάσει διὰ τοῦ σωλῆνος $\alpha\alpha'$. Διὰ τοῦ μέσου τούτου ἡ θερμοκρασία ἐν τῷ κυλίνδρῳ Σ κατέρχεται μέχρι 65 βαθμῶν ὑπὸ τὸ μηδενικόν. Δευτέρα πνευματικὴ ἀτμοκίνητος καταθλιπτικὴ μηχανὴ συμπιέζει ἀνυδρίτην ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐν τῷ κυλίνδρῳ Σ, ἔνθα τὸ ἀέριον τοῦτο συμπιεζόμενον καὶ ψυχόμενον ἐκρευστοῦται καὶ καταρρέει διὰ τοῦ σωλῆνος ρ ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ὅστις περιβάλλει τὸν σωλῆνα ΑΑ′, ἐν ᾧ ὑπάρχει τὸ συμπεπιεσμένον ὀξυγιονον. Ὅταν ὁ πέριξ κύλινδρος πληρωθῇ ῥευστοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος, τίθεται ὁ σωλὴν Ε εἰς συγκοινωνίαν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μετ' ἀτμοκινήτου ἀεραντλίας, οὕτω δ' ἐξαερουμένου ἐν μέρει τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ῥευστοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, ἐπέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα ΑΑ' ψῦξις μέχρι 140^0 κάτωθεν τοῦ μηδενός.

Τὸ ὀξυγόνον εὑρίσκεται οὕτω ἐν τῷ σωλῆνι ΑΑ' ὑπὸ πίεσιν 525 ἀτμοσφαιρῶν καὶ εἰς θερμοκρασίαν -140^0, ἀλλὰ διατηρεῖ ἔτι τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Ἀνοιγομένης ὅμως τῆς στρόφιγγος φ καὶ χαλαρουμένης οὕτω ἀποτόμως τῆς πιέσεως, ἐκτινάσσεται μετὰ βίας φλὲψ ἐξ ὑγροῦ ὀξυγόνου, ἐν ᾧ διάπυρος κατὰ τὸ ἓν ἄκρον ἄνθραξ ταχέως ἀναλίσκεται.

Δι' ὁμοίας μεθόδου ἐπετεύχθη καὶ ἡ ἐκρεύστωσις τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Πρὸς ἐκρεύστωσιν τοῦ ὑδρογόνου, ὁ Pictet ηὔξησε τὴν πίεσιν μέχρι 650 ἀτμοσφαιρῶν καὶ κατεβίβασε τὴν θερμοκρασίαν μέχρι -140^0. Ἅμα ἀνοιχθείσης τότε τῆς στρόφιγγος ἐξῆλθεν ὑγρὰ ὑδρογόνου φλὲψ, ἥτις φωτισθεῖσα δι' ἠλεκτρικοῦ φωτὸς ἦν σκιερὰ χρώματος χαλυβοκυάνου. Τὸ σκιάζον μέρος εἶχε μῆκος 16 ὑφεκατ. καὶ 1 ἕως 2 διάμετρον. Μετ' ὀλίγον ἡ ὑγρὰ φλὲψ ἐγένετο διαλείπουσα καὶ τὸ πῖπτον ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ὡμοίαζε πρὸς χόνδρους ἐκ μετάλλου, ἐξ οὗ εἰκάζουσιν ὅτι ἐπέρχεται ἐν μέρει πῆξις τοῦ ὑδρογόνου ἐν τῷ σωλῆνι.

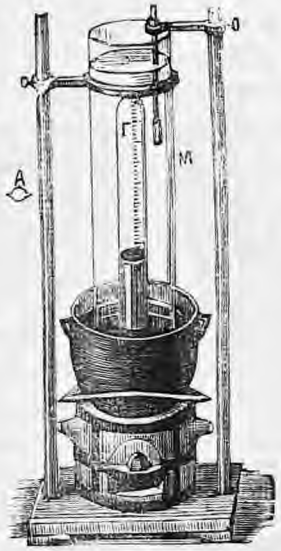
Πυκνότης τῶν ἀτμῶν. Καλεῖται *πυκνότης ἀτμοῦ* ὁ λόγος τοῦ βάρους ὡρισμένου ὄγκου ἀτμοῦ πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἀέρος ξηροῦ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις πιέσεως καὶ θερμοκρασίας εὑρισκομένου, ὑπὸ τὰς ὁποίας εὑρίσκεται καὶ ὁ ἀτμός.

Τὸ βάρος δὲ P τῶν μ κυβικῶν ὑποδεκαμέτρων ἀτμοῦ εὑρίσκεται διὰ τοῦ τύπου $P = \mu . 1\gamma\rho . , 293 \times \delta \times \frac{\Phi}{760} \times \frac{1}{1+\alpha\theta}$, ἔνθα δ ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοῦ, θ ἡ θερμοκρασία καὶ Φ ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν. Προσδιορίζοντες ὅθεν τὸ βάρος P τοῦ ἀτμοῦ ἐλαστικότητος Φ, ὅστις ἐμπεριέχεται ἐν ὑαλίνῃ σφαίρᾳ ὡρισμένης χωρητικότητος, εὑρίσκομεν διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου τὸ δ, ἤτοι τὴν πυκνότητα τοῦ ἀτμοῦ.

Εὕρεσις τῆς πυκνότητος τῶν ἀτμῶν. α'.) *Μέθοδος τοῦ* Gay-Lussac. Ἡ συσκευὴ τοῦ Gay-Lussac σύγκειται ἐκ χύτρας ἐκ χυτοῦ σιδήρου πεπληρωμένης δι' ὑδραργύρου, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται κώδων ὑάλινος ἀνεστραμμένος Γ (σχ. 69)

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πλήρης ὑδραργύρου. Εἰς τὸν κώδωνα τοῦτον εἰσάγεται μικρὰ ὑαλίνη σφαῖρα Α πλήρης τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος πρόκειται νὰ εὕρωμεν τὴν πυκνότητα τῶν ἀτμῶν. Ζυγίζοντες τὴν σφαῖραν ταύτην κενὴν καὶ πλήρη ὑγροῦ εὑρίσκομεν τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπομένως τὸ βάρος τῶν ἀτμῶν, ἤτοι τὴν ποσότητα Ρ τοῦ ἀνωτέρω τύπου.



Σχ. 69.

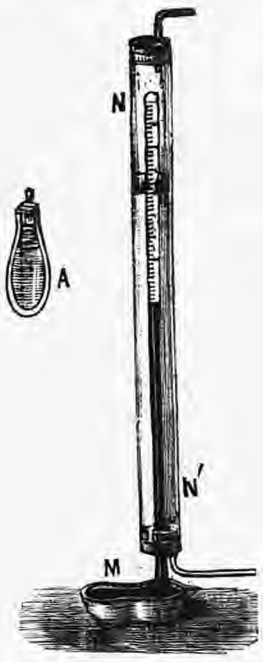
Ὁ κώδων Γ ὑποδιηρημένος περιέχεται ἐν ὑαλίνῳ κυλίνδρῳ Μ πλήρει ὕδατος ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζεται θερμόμετρον δεικνῦον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὑγροῦ. Θερμαινομένης βαθμηδὸν τῆς χύτρας, ἐπομένως καὶ τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ Μ ὕδατος, ἡ σφαῖρα Α διαρρήγνυται καὶ τὸ ὑγρὸν ἐξαεροῦται. Μετ' ὀλίγον ἡ ἐπιφάνεια τοῦ κατερχομένου ὑδραργύρου μένει στάσιμος, ἡ διαφορὰ δὲ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους καὶ τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ κώδωνι μετὰ τὴν ἀναγωγὴν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς παρέχει τὴν ἐλαστικότητα Φ τοῦ ἀτμοῦ. Ὁ ὄγκος μ τοῦ ἀτμοῦ παρέχεται διὰ τῶν ὑποδιαιρέσεων τοῦ κώδωνος, ἡ δὲ θερμοκρασία θ διὰ τοῦ θερμομέτρου.

Σχ. 70.

6'.) *Μέθοδος τοῦ* Dumas. Ἡ συσκευὴ τοῦ Dumas (σχ. 70) σύγκειται ἐξ ἐλαφρᾶς ὑαλίνης σφαίρας Β χωρητικότητος 200 ἕως 300 κυβ. ἑκ. καὶ ἧς ὁ λαιμὸς ἀπολήγει εἰς ἀκίδα. Προσδιορίζουσι κατὰ πρῶτον τὸ βάρος αὐτῆς Β πεπληρωμένης ξηροῦ ἀέρος καὶ σημειοῦσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος κατ' ἐκείνην τὴν στιγμήν. Εἶτα εἰσάγουσιν εἰς τὴν σφαῖραν μικρὰν ποσότητα τοῦ ὑγροῦ (5 — 10γρ.), οὗ πρόκειται νὰ εὑρεθῇ ἡ εἰδικὴ πυκνότης τῶν ἀτμῶν καὶ εἶτα ἐμβαπτίζουσιν αὐτὴν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐντὸς σιδηρᾶς χύτρας περιεχούσης ἁλατοῦχον ὕδωρ ἢ ἔλαιον ἢ τετηγμένην παραφίνην καὶ θερμαίνουσι μέχρι θερμοκρασίας κατὰ 30^0 περίπου ὑπερτέρας ἐκείνης, καθ' ἣν βράζει τὸ ὑγρόν. Ὁ ἀτμὸς ἐξερχόμενος ἐκδιώκει τὸν ἀέρα καὶ πληροῦται τέλος ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ ὑπὸ πίεσιν ὡρισμένην H. Ὅταν παύσῃ ἐξακοντιζόμενος ὁ ἀτμός, συντήκουσι τὴν σφαῖραν κατὰ τὸ ἄκρον τῆς ἀκίδος καὶ καθαρίσαντες καλῶς αὐτὴν ζυγίζουσι πλήρη ἀτμῶν καὶ σημειοῦσι τὸ βάρος αὐτῆς B′ καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ λουτροῦ. Θραύουσιν εἶτα τὸ ἄκρον τῆς ἀκίδος ἐν τῷ ὑδραργύρῳ καὶ διὰ τοῦ βάρους τοῦ πληροῦντος τὴν σφαῖραν ὑδραργύρου ἢ ὡσαύτως διὰ τοῦ ὄγκου τοῦ ὑδραργύρου εὑρίσκουσι τὴν χωρητικότητα τῆς σφαίρας μ. Διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ εὑρίσκουσι τὸ βάρος δ τοῦ ἀέρος τοῦ πληροῦντος τὴν σφαῖραν, καὶ ἐπομένως τὸ βάρος $P = B' - B + \delta$ τῶν ἀτμῶν τῶν πληρούντων αὐτήν. Γνωρίζοντες ἐπομένως τὸ βάρος τῶν ἀτμῶν P, τὸν ὄγκον αὐτῶν μ, τὴν ἐλαστικότητα H καὶ τὴν θερμοκρασίαν θ εὑρίσκουσι τὸ ζητούμενον δ.



Σχ. 71.

γ′.) *Μέθοδος τοῦ* Hofmann. Ὁ Hofmann ἐτελειοποίησε τὴν μέθοδον τοῦ Gay-Lussac ὡς ἐξῆς· ἔλαβε σωλῆνα ὑάλινον μήκους ἑνὸς μέτρου καὶ διαμέτρου δύο ἑκατοστομέτρων κλειστοῦ κατὰ τὸ ἓν ἄκρον καὶ ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἕτερον. Ὁ σωλὴν οὗτος εἶνε ὑποδιηρημένος ἀκριβῶς εἰς κυβικὰ ὑφεκατόμετρα καὶ χιλιοστόμετρα, οἱ δὲ ἀριθμοὶ εἶνε κεχαραγμένοι ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Ὁ σωλὴν οὗτος πληροῦται ὑδραργύρου καὶ ἀναστρέφεται ἐν λεκάνῃ M πλήρει ὑδραργύρου ὡς καὶ κατὰ τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος τοῦ Τορικέλη. Εἶτα εἰσάγεται κάτωθεν μικρὰ ὑαλίνη σφαῖρα A κεκλεισμένη δι' ἐσμυρισμένου πώματος πλήρης τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν ὑγροῦ· ἡ σφαῖρα αὕτη A φαίνεται ἰδίᾳ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος. Ὁ σωλὴν περιβάλλεται διὰ πλατυτέρου κυλινδρικοῦ σωλῆνος NN′, δι' οὗ διοχετεύεται ὁ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀτμὸς ἄλλου τινὸς ὑγροῦ ζέοντος εἰς γνωστὴν σταθερὰν θερμοκρασίαν, οἷον εἶνε τὸ ὕδωρ ($+100^0$), τὸ ἀμυλικὸν πνεῦμα ($+132^0$), ἡ ἀνιλίνη ($+182^0$). Εἰς τὴν ὑψηλὴν ταύτην θερμοκρασίαν ἡ ὑαλίνη σφαῖρα (σχ. 71) ἐκπωματίζεται ἢ θραύεται, τὸ ὑγρὸν ἐξαεροῦται καὶ ὁ ὑδράργυρος καταπίπτει ἐν μέρει εἰς τὸν σωλῆνα καὶ ἐπὶ τέλους μένει στάσιμος. Ἔστω Η ἡ βαρομετρικὴ πίεσις καὶ η τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης· ἔχομεν $\Phi = H - \eta$. Ὁ ὄγκος ἀνευρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἠριθμημένου σωλῆνος, ἡ δὲ θερμοκρασία εἶνε ἡ τοῦ ζέοντος ὑγροῦ. Διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου εὑρίσκομεν τὸ ζητούμενον.

Σχ. 72.

δ'.) *Μέθοδος τοῦ* Meyer. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ὑάλινον σκεῦος *β* (σχ. 72), φέρον εἰς τὸν πυθμένα μικρὸν τεμάχιον ἀμιάντου ἢ ὀλίγον ὑδράργυρον. Τὸ σκεῦος τοῦτο τίθεται ἐντὸς εὐρυτέρου σωλῆνος φέροντος πρὸς τὸ κατώτερον μέρος σφαῖραν *γ* ἐμπεριέχουσαν ὕδωρ ἢ ἄλλο τι ὑγρόν, οὗτινος ὁ βαθμὸς τῆς ζέσεως εἶνε ὑπέρτερος τοῦ βαθμοῦ τῆς ὑπὸ δοκιμασίαν οὐσίας. Θερμαινομένης τῆς σφαίρας *γ* θερμαίνεται διὰ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ καὶ ὁ ἐντὸς σωλὴν *β* μέχρι ὡρισμένης τινὸς θερμοκρασίας. Ὁ ἐντὸς ἀὴρ θερμαινόμενος διαστέλλεται, ἀλλ' ἐπὶ τέλους λαμβάνων ὡρισμένην θερμοκρασίαν παύει διαστελλόμενος, ὅτε παύουσιν ἐξερχόμεναι φυσαλίδες ἐκ τοῦ ἄκρου *φ* τοῦ σωλῆνος *α*, ὅπερ εἶνε ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς λεκάνης πλήρους ὕδατος. Μετὰ τοῦτο ἀφαιροῦντες τὸ πῶμα *δ* εἰσάγομεν τὴν ζυγισθεῖσαν οὐσίαν τεθεῖσαν ἐντὸς μικροῦ φιαλιδίου καὶ πωματίζομεν ταχέως τὴν συσκευήν. Ἡ οὐσία θερμαινομένη μέχρι τῆς ὡρισμένης θερμοκρασίας ἐξαεροῦται, ὁ δὲ παραγόμενος ἀτμὸς ἐκτοπίζει ἴσον ὄγκον ἀέρος, ὃν συλλέγομεν ἐντὸς σωλῆνος ὑποδιηρημένου πλήρους ὕδατος καὶ ἀνεστραμμένου ἐπὶ τοῦ ὕδατος τῆς σκάφης ζ. Μεταφέροντες τὸν σωλῆνα εἰς ἄλλην λεκάνην, ἐμβαπτίζομεν αὐτὸν μέχρις ὅτου αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὕδατος καὶ ἐντὸς καὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος φθάσωσιν εἰς τὸ αὐτὸ ὁριζόντιον ἐπίπεδον, ὅτε ἀνευρίσκομεν τὸν ὄγκον τοῦ ἀέρος ὑπὸ τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν. Καλοῦντες 6 τὸ βάρος τῆς οὐσίας, Η τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν, θ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ἀέρος, Φ τὴν τάσιν τῶν ὑδρατμῶν ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν θ, v τὸν ἐκτοπισθέντα ὄγκον τοῦ ἀέρος εἰς κυβικὰ ὑφεκατόμετρα ὑπὸ πίεσιν Η καὶ δ τὴν ζητουμένην τῶν ἀτμῶν πυκνότητα, γνωρίζοντες ὅτι $\delta = \frac{6}{6_1}$, ἔνθα 6_1 τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἀέρος, λαμβάνομεν $\delta = \frac{6}{\frac{0,001293 \times v\,(H-\Phi)}{(1+\alpha\theta)\,760.}} = \frac{760\,6\,(1+0,0036650)}{0,001293 \times v\,(H-\Phi)}$

ΣΗΜ. Ὁ τύπος $6_1 = \frac{0,001293 \times v\,(H-\varphi)}{(1+\alpha\theta)\,760}$, ὃν θέλομεν ἀνεύρει εἰς τὸ περὶ μιγμάτων ἀερίων καὶ ἀτμῶν ἀμέσως ἑπόμενον κεφάλαιον παρέχει τὸ βάρος ὡρισμένου ὄγκου ἀέρος ὑπὸ πίεσιν Η ταῦ μεμιγμένου μεθ' ὑδρατμοῦ, οὗτινος ἡ τάσις ὑπὸ θερμοκρασίαν θ εἶνε ἴση πρὸς Φ.

Πίναξ τῆς πυκνότητος τῶν ἀτμῶν διαφόρων σωμάτων.

Ἀήρ	1,0000
Ὑδρατμὸς	0,6235
Ἀτμὸς οἰνοπνεύματος	1,6138
» κοινοῦ αἰθέρος	2,5860
» θειούχου ἄνθρακος	2,6447
» τερεβινθελαίου	5,0130

ΜΙΓΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΤΜΩΝ

Νόμοι τοῦ Δάλτωνος. Οἱ ἀτμοὶ καὶ τὰ ἀέρια, ἅτινα δὲν ἐπιδρῶσι χημικῶς πρὸς ἄλληλα μιγνύμενα, ὑπόκεινται εἰς τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

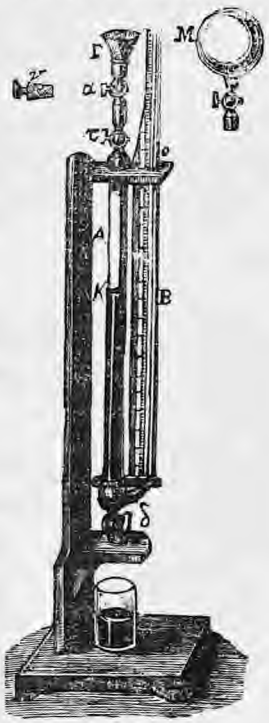
α'). Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν, οἵτινες κορεννύουσι ὡρισμένον χῶρον εἶνε ἡ αὐτὴ ὑπὸ ἴσην θερμοκρασίαν, εἴτε ὁ χῶρος οὗτος εἶνε κενὸς εἴτε πλήρης οἱουδήποτε ἀερίου.

β'.) Ἡ ἐλαστικότης τοῦ μίγματος ἀερίου καὶ ἀτμοῦ εἶνε ἴση τῷ ἀθροίσματι τῶν ἐλαστικοτήτων ἀμφοτέρων, τοῦ ὄγκου τοῦ μίγματος ἀναχθέντος εἰς τὸν ἀρχικὸν ὄγκον τοῦ ἀερίου.

Ἡ συσκευή, δι' ἧς δύνανται ν' ἀποδειχθῶσι πειραματικῶς οἱ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δύο οὗτοι νόμοι, σύγκειται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος ἀπολήγοντος κατὰ τὰ δύο ἄκρα εἰς σιδηρᾶς στρόφιγγας β καὶ τ (σχ. 73) καὶ συγκοινωνοῦντος πρὸς τὰ κάτω μετ' ἄλλου ὑαλίνου σωλῆνος Β στενοτέρου καὶ ἀνοικτοῦ ἄνωθεν. Πληροῦνται κατὰ πρῶτον ὑδραργύρου ὁ σωλὴν Α μέχρι τῆς στρόφιγγος τ καὶ ὁ σωλὴν Β μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους. Εἶτα κοχλιοῦται ἐπὶ τῆς στρόφιγγος τ κοίλη ὑαλίνη σφαῖρα Μ πλήρης ξηροῦ ἀέρος καὶ ἀνοίγονται καὶ αἱ τρεῖς στρόφιγγες, ἡ ἐπὶ τῆς σφαίρας Μ καὶ αἱ δύο ἄλλαι τ καὶ δ. Ἐκρέοντος ἀρκετοῦ ὑδραργύρου κάτωθεν εἰσέρχεται ξηρὸς ἀὴρ εἰς τὸν σωλῆνα Α. Κλείοντες εἶτα τὰς στρόφιγγας τ καὶ δ, χύνομεν ὑδράργυρον διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β μέχρις ὅτου τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου γίνῃ τὸ αὐτὸ εἰς ἀμφοτέρους τοὺς σωλῆνας, σημειοῦμεν δὲ τὸ ὕψος Κ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν ἐντὸς τῶν σωλήνων ἐπὶ τῆς κλίμακος, ἥτις περιέχεται μεταξὺ τῶν δύο σωλήνων, καὶ συγχρόνως τὴν βαρομερικὴν πίεσιν Η, ἥτις παριστᾷ τὴν ἐλαστικότητα τοῦ ἐγκλεισθέντος ξηροῦ ἀέρος. Ἀφαιροῦμεν εἶτα τὴν σφαῖραν Μ καὶ ἀντ' αὐτῆς κοχλιοῦμεν χωνίον Γ, ὅπερ φέρει στρόφιγγα α, φέρουσαν μόνον μικράν τινα κοιλότητα, ὡς φαίνεται εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος κατὰ τὸ κ. Ἀφοῦ χύσωμεν εἰς τὸ χωνίον τὸ πρὸς ἐξάτμισιν ὑγρόν, στρέφομεν τὴν στρόφιγγα, ἧς ἡ κοιλότης ἔχει πληρωθῆ ὑγροῦ, οὕτως ὥστε τὸ ἐν τῇ κοιλότητι ὑγρὸν νὰ καταρρεύσῃ ἐν τῷ χώρῳ Α, ἐν ᾧ μετ' ὀλίγον ἐξατμίζεται. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ πολλάκις μέχρις ὅτου ὁ χῶρος Α κορεσθῇ ἀτμῶν· βεβαιούμεθα δὲ περὶ τούτου, ὅταν ἴδωμεν, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἔπαυσε καταβαίνουσα ἐν τῷ σωλῆνι τούτῳ. Ἐκ τούτου βλέπομεν, ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ηὐξήθη, διότι εἰς τὴν ἐλαστικότητα αὐτοῦ προσετέθη καὶ ἡ τάσις τοῦ παραχθέντος ὑδρατμοῦ. Κατωτέρω δὲ θέλομεν ἰδεῖ πῶς ὑπολογίζεται ἡ αὔξησις αὕτη τοῦ ὄγκου. Χύνοντες



Σχ. 73.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἤδη ὑδράργυρον διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β ἀνάγομεν τὸν ὄγκον τοῦ μίγματος εἰς τὸν ἀρχικὸν ὄγκον τοῦ ἀερίου. Μετροῦντες δὲ τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο σωλῆνας εὑρίσκομεν ταύτην ἴσην η καὶ ἔστω Η′ ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην. Ὅθεν Η′+η—Η=δ παριστᾷ τὴν ἐλαστικότητα τοῦ παραχθέντος ἀτμοῦ, ἥτις εὑρίσκομεν ὅτι ἰσοῦται τῇ μεγίστῃ τάσει τῶν ὑδρατμῶν τῶν παραγομένων ἐν τῷ κενῷ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Οὕτω δὲ ἀποδεικνύονται καὶ οἱ δύο νόμοι, διότι οὐ μόνον ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν εἶνε ἡ αὐτὴ ἐν χώρῳ κενῷ καὶ ἐν χώρῳ πλήρει ἀερίου, ἀλλ᾽ ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν ἐλαστικότητα τοῦ ἀερίου, ὅταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου μείνῃ σταθερός.

Προβλήματα ἀναγόμενα εἰς τὰ μίγματα ἀερίων καὶ ἀτμῶν.

α′.) Ἔστω Β ὁ ὄγκος ξηροῦ ἀερίου ὑπὸ πίεσιν Η καὶ θερμοκρασίαν θ. Ζητεῖται ὁ ὄγκος Β′ τοῦ ἀερίου, ὅταν κορεσθῇ ὑδρατμῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν.

Ἔστω Φ ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν θ· ἔπεται ὅτι ὁ ἀὴρ ἐν τῷ μίγματι εὑρίσκεται ὑπὸ πίεσιν Η—Φ. Ἐφαρμόζοντες δὲ τὸν νόμον τοῦ Μαριότου λαμβάνομεν

$$BH=B'(H-\Phi),\ \text{ὅθεν}\ B'=B\frac{H-\Phi}{H}.$$

β′.) Ἔστω Β, ὁ ὄγκος ἀερίου κεκορεσμένου ὑδρατμῶν ὑπὸ τὴν πίεσιν Η καὶ θερμοκρασίαν θ. Ζητεῖται ὁ ὄγκος Β′ ὑπὸ πίεσιν Η′ καὶ θερμοκρασίαν θ′.

Ἔστωσαν Φ καὶ Φ′ αἱ μέγισται τάσεις τῶν ὑδρατμῶν ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας θ καὶ θ′. Ὁ ἀὴρ ὁ ἐμπεριεχόμενος εἰς μὲν τὸ πρῶτον μῖγμα εὑρίσκεται ὑπὸ τὴν πίεσιν Η—Φ εἰς δὲ τὸ δεύτερον ὑπὸ τὴν πίεσιν Η′—Φ′.

Ἐφαρμόζοντες τοὺς νόμους τοῦ Μαριότου καὶ Gay-Lussac λαμβάνομεν

$$\frac{B(H-\Phi)}{1+\alpha\delta}=\frac{B'(H'-\Phi')}{1+\alpha\theta'},\ \text{ὅθεν}\ B'=B\frac{H-\Phi}{H'-\Phi'}\cdot\frac{1+\alpha\theta'}{1+\alpha\theta}.$$

γ′.) Ζητεῖται τὸ βάρος Ρ τοῦ ὄγκου Β ἀέρος κεκορεσμένου ὑδρατμῶν ὑπὸ πίεσιν Η καὶ θερμοκρασίαν θ, τῆς πυκνότητος τῶν ὑδρατμῶν οὔσης $\Delta=\frac{5}{8}$.

Ὁ ὄγκος Β τοῦ μίγματος σύγκειται ἐκ Β λίτρων ἀέρος ὑπὸ πίεσιν Η—Φ καὶ Β λίτρων ὑδρατμῶν κορεννυόντων αὐτὸν ὑπὸ θερμοκρασίαν θ.

Τὸ βάρος Β λίτρων ἀέρος ξηροῦ ὑπὸ πίεσιν Η—Φ καὶ θερμοκρασίαν θ εὑρίσκεται διὰ τοῦ τύπου

$$M=B\times 1\text{γρ.},\ 293\frac{H-\Phi}{760\ (1+\alpha\theta)}.$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὡσαύτως τὸ βάρος τῶν ὑδρατμῶν, εἵτινες κορεννύουσι Β λίτρα ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν θ ἰσοῦται πρὸς

$$N=B\times 1\text{γρ.},293\,\frac{\Phi\Delta}{760\,(1+\alpha\theta)}.$$

Ὅθεν τὸ ζητούμενον βάρος $P=M+N$ ἰσοῦται πρὸς

$$P=\frac{1\text{γρ.},293.\,B}{760\,(1+\alpha\vartheta)}(H-\Phi+\Phi\Delta)=\frac{1,293.B}{760(1+\alpha\theta)}\,(H-\frac{3}{8}\,\Phi).$$

δ'.) Εὑρεῖν τὸν ὄγκον, ὃν καταλαμβάνει ὡρισμένος ὄγκος ὑγροῦ, οἷον ἓν κυβικὸν ὑφεκατόμετρον ὕδατος ἐξαερούμενον ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 100°. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἓν λίτρον κεκορεσμένον ὑδρατμῶν ὑπὸ θερμοκρασίαν 100° καὶ ὑπὸ πίεσιν 760 ζυγίζει

$$\frac{1\text{γρ}..293\times 0,6235}{1\quad 100\alpha}=0\text{γρ.},\ 5898.$$

Ἑπομένως ἓν γραμμμάριον ὑδρατμῶν ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις καταλαμβάνει ὄγκον $\frac{1}{0,5898}=1,695$ λίτρων ἢ 1695 κυβικῶν ὑφεκατομέτρων.

Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξαερούμενον ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν 100° καὶ ὑπὸ τὴν πίεσιν 760χ.μ. καταλαμβάνει ὄγκον 1700 περίπου φορὰς μεγαλείτερον.

Ὑγρομετρία. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ εὑρισκόμενος διαρκῶς εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν φυσικῶν ὑδάτων περιέχει πάντοτε ὑδατώδεις ἀτμούς, προερχομένους ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν καὶ ἐκ τῶν φυτῶν. Ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα ἐμπεριέχει πάντοτε ὑδρατμοὺς ἀποδεικνύεται διὰ τῆς εἰς τὸν ἀέρα ἐκθέσεως οὐσιῶν ὑγροσκοπικῶν, οἷον τοῦ ἀνύδρου χλωριούχου ἀσβεστίου, ὅπερ καθυγραίνεται καὶ ἐπὶ τέλους διαρρέει ἕνεκα τῶν ὑδρατμῶν, οὓς ἀπορροφᾷ καὶ αὐξάνεται αἰσθητῶς κατὰ τὸ βάρος αὐτοῦ. Ὡσαύτως ἐὰν ἐν καθαρῷ ὑαλίνῳ ποτηρίῳ θέσωμεν ψυκτικόν τι μῖγμα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται ἀμέσως ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος ὑγρασίας, ἥτις καθιστᾷ τὴν ὕαλον ἀδιαφανῆ. προέρχεται δὲ ἡ ὑγρασία αὕτη ἐκ τῶν μετὰ τοῦ ἀέρος μεμιγμένων ἀτμῶν, οἵτινες ψυχόμενοι λαμβάνουσι τὴν ὑγρὰν κατάστασιν καὶ ἐπικάθηνται ἐπὶ τῆς ὑάλου.

Ἡ ποσότης τῶν ἀτμῶν, οὓς ἐμπεριέχει ὡρισμένος ὄγκος ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, αὐξάνεται καὶ ἐλαττοῦται ἐν γένει μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ὥστε εἶνε μείζων κατὰ τὸ θέρος καὶ ἐλάσσων κατὰ τὸν χειμῶνα, μείζων μὲν εἰς τὰ παράλια καὶ εἰς τὰ δάση, ἐλάσσων δὲ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς τὰ ὑψηλὰ τῆς ἀτμοσφαίρας στρώματα καὶ εἰς τὰς ἀμμώδεις ἐρήμους. Ἀλλ' ἡ σχετικὴ ξηρασία καὶ ὑγρασία τοῦ ἀέρος δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀπολύτου ποσότητος τῶν ἐμπεριεχομένων ὑδρατμῶν, ἀλλ' ἀπὸ τῆς μείζονος ἢ ἐλάσσονος ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου. Οὕτω δωμάτιον, ὅπερ εὑρίσκομεν ὑγρότατον, ἐὰν θερμάνωμεν, διὰ θερμαντῆρος, φαίνεται ἡμῖν ξηρόν. Ἐὰν δὲ ἰσχυρῶς θερμάνωμεν τοῦτο αἰσθανόμεθα ἐνόχλησιν ἕνεκα τῆς ξηρασίας τοῦ ἀέρος. Καὶ ὅμως καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιστάσεις τὸ δωμάτιον ἐγκλείει τὴν αὐτὴν ποσότητα ἀτμῶν, ἀλλ' εἰς μὲν τὴν πρώτην περίστασιν ὁ ἀὴρ ἀπέχει ἐλάχιστον ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου εἰς δὲ τὴν τρίτην τὸ πλεῖστον. Ἵνα δὲ μὴ ἀναπνέωμεν λίαν ξηρὸν ἀέρα, πρέπει νὰ ἐκθέτωμεν εἰς τὸ θερμανθὲν δωμάτιον λεκάνην πλήρη ὕδατος.

Ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος καλεῖται ὁ λόγος τῆς ποσότητος τῶν ἀτμῶν, οὓς περιέχει ὁ ἀὴρ ἑνὸς τόπου, ὑπὸ ὡρισμένην θερμοκρασίαν πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ ἐμπεριεῖχεν ἂν ἦτο κεκορεσμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ὅθεν ὁ ἀὴρ δύναται νὰ φαίνηται ξηρότερος κατὰ θερινὴν ἡμέραν, καίπερ ἐμπεριέχων πλείονα ποσότητα ἀτμῶν, ἢ κατ' ἄλλην ἡμέραν χειμερινήν, ὅτε φαίνεται ὑγρότερος, καίπερ ἐμπεριέχων μικροτέραν ποσότητα ἀτμῶν. Οὕτω κατὰ θερινὴν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε 30^0, ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἀὴρ τόπου τινὸς ἐμπεριέχει 15 γραμμάρια ὑδρατμῶν κατὰ κυβικὸν μέτρον, κατ' ἄλλην δὲ ἡμέραν χειμερινήν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε 5^0, ὅτι περιέχει μόνον 5 γραμμάρια ὑδρατμῶν. Ἡ χειμερινὴ αὕτη ἡμέρα εἶνε πολὺ ὑγροτέρα τῆς θερινῆς, καίτοι ὁ ἀὴρ ἐμπεριέχει μόνον τὸ $^1/_3$ τῶν ὑδρατμῶν, οὓς ἐμπεριέχει κατὰ τὴν θερινήν· ἀλλὰ κατὰ μὲν τὴν χειμερινὴν ἡμέραν 1γρ., 75 ὑδρατμῶν κατὰ κυβικὸν μέτρον ἀρκεῖ διὰ νὰ τὸν κορέσῃ, ἐνῷ κατὰ τὴν θερινὴν ἡμέραν ἀπαιτοῦνται ἔτι 15γρ.,21 κατὰ κυβικὸν μέτρον διὰ νὰ κορέσωσι τὸν ἀέρα. Τοῦτο δὲ καταδεικνύει καὶ ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις, ἥτις κατὰ μὲν τὴν χειμερινὴν ἡμέραν ἰσοῦται πρὸς $\frac{5}{6,75} = 0,74$, κατὰ δὲ τὴν θερινὴν πρὸς $\frac{15}{30,21} = 0,49$.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις χώρου τινὸς ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, καίτοι ἡ ποσότης τῶν ὑδρατμῶν μένει ἡ αὐτή. Τοὐναντίον χῶρος φαινόμε-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νος ξηρὸς, ὅταν ψυχθῇ γίνεται ὑγρὸς διὰ τῆς αὐτῆς ποσότητος τῶν ὑδρατμῶν.

Τὸ πρόβλημα τῆς ὑγρομετρίας δύναται νὰ θεωρηθῇ ὑπὸ τρεῖς διαφόρους ἐπόψεις.

α΄.) Δυνάμεθα ν' ἀναζητήσωμεν ἐν δεδομένῃ στιγμῇ τὴν ἐλαστικότητα φ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑδρατμῶν.

β΄.) Δυνάμεθα ν' ἀνεύρωμεν τὸ βάρος β τῶν ὑδρατμῶν τῶν ἐμπεριεχομένων εἰς υ λίτρα ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Τὸ βάρος αὐτὸ π παρέχεται διὰ τοῦ ἐξῆς τύπου·

$$\pi = \frac{\upsilon\,(1\text{γρ.},293)\;0{,}622\;\varphi}{(1+\alpha\theta)\;760} = \frac{\upsilon\,(0\text{γρ.},81)\;\varphi}{(1+\alpha\theta)\;760}.$$

Εἶνε φανερὸν, ὅτι ἡ δευτέρα αὕτη περίπτωσις ἀνάγεται εἰς τὴν πρώτην, διότι ὅταν γνωρίσωμεν τὸ φ, δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ π καὶ τἀνάπαλιν, ὅταν εὕρωμεν τὸ π εὑρίσκομεν τὸ φ διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου.

γ΄.) Ὁ ἀὴρ εἶνε μᾶλλον ἢ ἧττον ὑγρὸς, ὅταν πλησιάζῃ μᾶλλον ἢ ἧττον εἰς τὸν βαθμὸν τοῦ κόρου, ἢ ὅταν ἡ τάσις φ τοῦ ὑδρατμοῦ, ὃν ἐμπεριέχει, πλησιάζῃ μᾶλλον ἢ ἧττον τὴν μεγίστην τάσιν Φ· δυνάμεθα ἐπομένως νὰ προσδιορίσωμεν τὸν λόγον $\frac{\varphi}{\Phi}$, ὅστις εἶνε κλάσμα ἐπὶ τοσοῦτον μικρότερον, ἐφ' ὅσον ὁ ἀὴρ εἶνε ξηρότερος καὶ θὰ πλησιάζῃ πλειότερον πρὸς τὴν μονάδα ἐφ'ὅσον ὁ ἀὴρ εἶνε ὑγρότερος· ἡ τιμὴ αὐτοῦ δύναται νὰ ληφθῇ ὡς μέτρον τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τοῦ ἀέρος.

Ἂν ὁ ἀὴρ εἶνε κεκορεσμένος, τὸ βάρος Π τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ἐμπεριεχομένου εἰς ὄγκον υ ὑπὸ θερμοκρασίαν θ ἔσται $\Pi = \frac{\upsilon\,(0\text{γρ.},81)\;\Phi}{(1+\alpha\theta)\;760}$.

καὶ διαιροῦντες π διὰ Π ἔχομεν $\frac{\pi}{\Pi} = \frac{\varphi}{\Phi}$.

Ὥστε ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις παρίσταται διὰ τῶν κλασμάτων $\frac{\varphi}{\Phi} = \frac{\pi}{\Pi}$ καὶ εἶνε ἴση πρὸς τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν τῶν ὑπαρχόντων ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ διὰ τῆς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μεγίστης τάσεως ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἢ πρὸς τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ βάρους τῶν ἀτμῶν τῶν ἐμπεριεχομένων ἐν ὡρισμένῳ ὄγκῳ ἀέρος πρὸς τὸ βάρος τῶν ἀτμῶν, οἵτινες κορεννύουσι τὸν αὐτὸν ὄγκον ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

Ἡ τιμὴ τῆς μεγίστης τάσεως Φ παρέχεται διὰ πινάκων εἰς πάσας τὰς θερμοκρασίας, ἑπομένως δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ $\frac{\varphi}{\Phi}$, ἐὰν ἀνεύρωμεν τὸ φ ἢ τὸ π, ὡς ἐπίσης δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν τιμὴν τοῦ φ καὶ τοῦ π, ἐὰν γνωρίζωμεν $\frac{\varphi}{\Phi}$.

Ὥστε δυνάμεθα νὰ λύσωμεν πάντα τὰ ζητήματα τὰ ἀναγόμενα εἰς τὴν ὑγρομετρίαν, ἐὰν ἀνεύρωμεν πειραματικῶς τὴν ἐλαστικότητα φ τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἀτμῶν ἢ τὸ βάρος π τῶν ἀτμῶν τῶν περιεχομένων ἐν δεδομένῳ ὄγκῳ ἢ τέλος τὸν λόγον $\frac{\pi}{\Pi} = \frac{\varphi}{\Phi}$, ὅστις εἶνε ἡ καλουμένη *ὑγρομετρικὴ κατάστασις*.

Τὸ ὄργανα, ἅτινα χρησιμεύουσι πρὸς ἀνεύρεσιν καὶ μέτρησιν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος εἶνε δύο εἰδῶν· 1ον *ὑγροσκόπια*, 2ον *ὑγρόμετρα*.

Α΄.) *Ὑγροσκόπια.* Εἰς τὸ ἐμπόριον πολλάκις φέρονται σωλῆνες ὑάλινοι ἀδιαπνεύστως κλειστοί, ἐμπεριέχοντες ὑγρόν τι διαφανὲς ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναφαίνονται βελονοειδεῖς κρύσταλλοι, ὧν ἡ ποσότης καὶ τὸ σχῆμα μεταβάλλονται κατὰ τὰς διαφόρους ἀτμοσφαιρικὰς μεταβολάς. Αἱ συσκευαὶ αὗται γνωσταὶ ποὸ ἑκατονταετίας καὶ πλέον ἀναφαίνονται κατὰ διαφόρους ἐποχὰς ὡς νέα ἀνακάλυψις, ἀλλὰ παρατηρήσεις δι' αὐτῶν γενόμεναι κατέδειξαν, ὅτι δὲν ἐπηρεάζονται οὔτε ἀπὸ τὴν ξηρασίαν ἢ ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος, οὔτε ἀπὸ τὴν φορὰν τῶν πνεόντων ἀνέμων,· ἀλλὰ μόνον ἀπὸ τὰς *μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας* τοῦ ἀέρος, καθ' ἃς ἀναφαίνονται πλειότεροι ἢ ὀλιγώτεροι κρύσταλλοι. Τὸ ἐμπεριεχόμενον ὑγρὸν ἔχει συνήθως τὴν ἑξῆς σύνθεσιν.

Οἰνοπνεύματος 80 βαθμῶν	80	γραμμάρια
Νίτρου	6	»
Ἀμμωνιακοῦ ἅλατος	6	»
Καφουρᾶς	6	»
Ὕδατος ἀπεσταγμένου	200	»

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

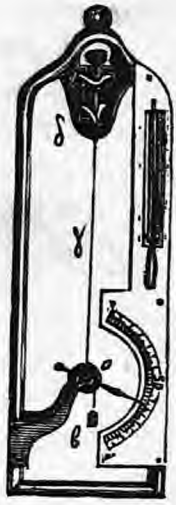
Δεύτερον ὑγροσκόπιον, ὅπερ φέρεται εἰς τὸ ἐμπόριον, εἶνε τὸ στηριζόμενον ἐπὶ τῆς ἰδιότητος, ἣν ἔχει τὸ χλωριοῦχον κοβάλτιον νὰ λαμβάνῃ χρῶμα ἰῶδες ῥόδινον, ὅταν τίθηται ἐν ὑγρῷ ἀέρι καὶ χρῶμα κυανοῦν ἐν ξηρῷ, ἀλλὰ προϊόντος τοῦ χρόνου ἡ οὐσία αὕτη ἀλλοιοῦται καὶ τὸ ὑγροσκόπιον καθίσταται ἄχρηστον. Διὰ τοῦ χλωριούχου κοβαλτίου ἐμποτίζεται εἰκὼν παριστάνουσα ἄνθος, δένδρον, χαμαιλέοντα. Ὑγροσκόπια τελειότερα τῶν προηγουμένων εἶνε τὰ στηριζόμενα ἐπὶ τῆς ἰδιότητος, ἣν ἔχουσιν ὀργανικά τινα σώματα νὰ μεταβάλλωσι σχῆμα ἢ διαστάσεις ἐκ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος. Τοιαῦτά εἰσιν αἱ ἐξ ἐντέρων χορδαί, αἵτινες συνελίσσονται μὲν ἐν ξηρῷ ἀέρι, ἀνελίσσονται δ' ἐν ὑγρῷ· τούτων τὸ μὲν ἓν ἄκρον ἐμπιέζεται εἰς σταθερὸν στήριγμα, τὸ δ' ἄλλο φέρει δείκτην κινούμενον καὶ δεικνύοντα διὰ τῆς φορᾶς τῆς κινήσεως αὔξησιν ἢ ἐλάττωσιν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος. Ἄλλα ὑγροσκόπια φέρουσι λεπτὴν ταινίαν ἐκ φαλαίνης ἢ κεκλωσμένα καννάβινα νήματα, ἅτινα βραχύνονται ἢ ἐπιμηκύνονται κατὰ τὰς ὑγρομετρικὰς μεταβολὰς τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἀλλὰ τελειότερον πάντων τῶν τοῦ εἴδους τούτου ὀργάνων εἶνε τὸ ὑγροσκόπιον τοῦ Saussure, τὸ στηριζόμενον ἐπὶ τῆς ὑγροπαθείας τῆς τριχός.

Ὑγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου. Ἡ θρὶξ, ἥτις δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς συγκειμένη ἐκ σειρᾶς κώνων, ὧν ὁ εἷς κεῖται ἐντὸς τοῦ ἄλλου, ἀπορροφᾷ ὕδατα ὑγρασίαν μηκύνεται, ξηραινομένη δὲ βραχύνεται. Τὸ ὑγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου σύγκειται ἔκ τινος ξανθῆς ἀνθρωπίνης τριχὸς, λείας καὶ οὐχὶ οὔλης ἐκλιπανθείσης ἐντὸς ζέοντος ὕδατος ἐμπεριέχοντος $^1/_{10}$ ἀνθρακικοῦ νατρίου. Ἡ θρὶξ αὕτη γ κρατεῖται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον δ (σχ. 74) ὀρειχαλκίνου πλαισίου, ἐλίσσεται δὲ περὶ τροχαλίαν o καὶ περατοῦται εἰς βάρος b ἴσον πρὸς 2 δέκατα τοῦ γραμμαρίου, ὅπερ εἶνε ἱκανὸν μὲν νὰ τείνῃ τὴν τρίχα, ἀνίκανον δὲ νὰ ἐπιμηκύνῃ αὐτήν. Ἡ τροχαλία φέρει δείκτην, ὅστις διαγράφει τόξον κύκλου, ἐφ' οὗ χαράσσονται οἱ διάφοροι βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου. Ὁ δείκτης ἀνέρχεται ὅταν βρέχῃ, κατέρχεται δὲ ὅταν ὁ ἀὴρ εἶνε ξηρός.

Πρὸς βαθμολογίαν τοῦ ὑγρομέτρου καλύπτουσιν αὐτὸ διὰ κώδωνος περιέχοντος ἀέρα ἀποξηρανθέντα δι' ὑγροσκοπικῶν οὐσιῶν, οἷον δι' ἀνθρακικοῦ καλίου, ὅπερ τετηκὸς ῥίπτεται ἐπὶ σιδηρᾶς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πλακὸς, ἥτις εἶτα τίθεται ὑπὸ τὸν κώδωνα. Τότε ἡ θριξ βραχύνεται, ὁ δὲ δείκτης μετάτινα χρόνον μένει στάσιμος, εἷς τι σημεῖον τοῦ τόξου εἰς ὃ σημειοῦσι 0, δεικνῦον τελείαν ξηρασίαν. Εἶτα τοποθετεῖται ὁ κώδων ἐπὶ πινακίου ἐμπεριέχοντος ὕδωρ καὶ διαβρέχονται τὰ ἐσωτερικὰ αὐτοῦ τοιχώματα δι' ὕδατος· ὁ ἐντὸς ἀὴρ κορένυνται, ἡ θριξ ἐπιμηκύνεται, ὁ δὲ δείκτης στρέφεται διὰ τοῦ βάρους *β* καὶ ἐπὶ τέλους μένει στάσιμος εἰς ἄλλο τι σημεῖον τοῦ τόξου, ὅπερ δεικνύει τελείαν ὑγρασίαν, ἔνθα σημειοῦσι τὸν ἀριθμὸν 100. Ἔπειτα διαιροῦσιν εἰς 100 ἴσα μέρη τὸ διάστημα τὸ μεταξὺ τῶν δύο σταθερῶν τούτων σημείων.



Σχ. 74

Ἐκτιθέμενον εἰς τὸν ἀέρα τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο δεικνύει τοὺς διαφόρους ὑγρομετρικοὺς βαθμούς.

Ἀλλὰ διὰ πειραμάτων, ἅτινα βραδύτερον ἐξετελέσθησαν, κατεδείχθη ὅτι οἱ βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου τοῦ Σωσσύρου δὲν δεικνύουσι τὴν ἀληθῆ ὑγρομετρικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος. Οὕτως ὅταν τὸ ὑγρόμετρον δεικνύῃ 25 ἢ 50 ἢ 75 βαθμοὺς ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις δὲν εἶνε $^1|_4$, $^1|_2$, $^3|_4$ ἀλλὰ διάφορος. Ὁ Gay-Lussac διὰ πειραμάτων εὗρε τὸν ἑξῆς πίνακα, ἐν ᾧ δείκνυνται αἱ διάφοροι ὑγρομετρικαὶ καταστάσεις αἱ ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τοὺς ὑπὸ τοῦ ὑγρομέτρου τοῦ Σωσσύρου δεικνυομένους βαθμούς.

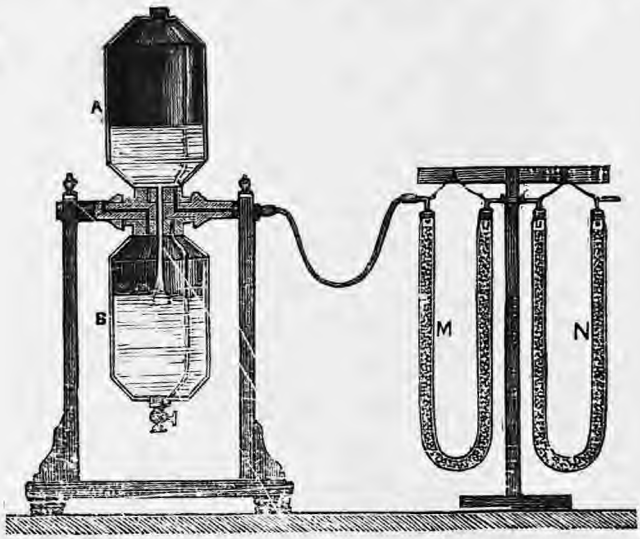
Βαθμοὶ Σωσσύρου	Ὑγρομετρικοὶ βαθμοὶ $\frac{\varphi}{\Phi}$	Βαθμοὶ Σωτσύρου	Ὑγρομετρικοὶ βαθμοὶ $\frac{\varphi}{\Phi}$
0	0,000	60	0,363
10	0,046	70	0,472
20	0,094	72	0,500
30	0,148	80	0,612
40	0,208	90	0,791
50	0,278	100	1,000

Πειράματα ὅμως ἐκτελεσθέντα ὑπὸ τοῦ Regnault κατέδει-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ξαν, ὅτι ὁ πίναξ οὗτος δὲν εἶνε γενικὸς διὰ πάντα τὰ μετὰ τριχὸς ὑγρόμετρα.

Ὑγρόμετρον διὰ χημικῆς μεθόδου. Ὁ Brunner ἐσκέφθη νὰ προσδιορίσῃ ἀπ' εὐθείας διὰ χημικῆς ἀναλύσεως τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἐγκλείει ὡρισμένος ὄγκος ἀέρος υ. Ἡ μέθοδος αὕτη ἀκριβεστάτη οὖσα ἐκτελεῖται ὡς ἑξῆς. Σωλὴν ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος προσαρμοσθεὶς εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ ὑοειδοῦς σωλῆνος N (σχ. 75) προσλαμβάνει ἀέρα ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας ἔξωθεν, εἰσπνεύστης δὲ A, (aspirateur) πλήρης ὕδατος, ὅπερ ἐκρέει βραδέως, παράγει ῥεῦμα



Σχ. 75.

ἀέρος διαβιβαζόμενον δι' ὑοειδῶν σωλήνων M καὶ N περιεχόντων κίσσηριν ἐμπεποτισμένην διὰ πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος. Ὁ ἀὴρ ἀποξηραίνεται τελείως διερχόμενος διὰ τῶν σωλήνων τούτων· πολλάκις μεταξὺ τοῦ εἰσπνεύστου καὶ τῶν ὑοειδῶν σωλήνων παρεντίθεται τρίτος ὅμοιος σωλήν, ὅστις χρησιμεύει, ὅπως ἐμποδίσῃ τὴν ὑγρασίαν τοῦ εἰσπνεύστου νὰ ἔλθῃ πρὸς τὸν ξηρὸν ἀέρα καὶ ἐναποτεθῇ ἐπὶ τῆς κισσήρεως τῶν δύο ἄλλων σωλήνων. Ἐστάθμησαν τοὺς δύο σωλῆνας M καὶ N πρὸ τῆς δοκιμῆς, σταθμῶντες δὲ αὐτοὺς ἐκ νέου μετὰ τὸ πέρας τῆς δοκιμῆς εὑρίσκουσι διὰ τῆς αὐξήσεως τοῦ βάρους αὐτῶν τὸ βάρος τῶν ὑδρατμῶν.

Ἔχομεν $$\pi = \frac{\upsilon\,(0{,}81)\,X}{(1+\alpha\theta)\,760},$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἔνθα π παριστᾷ τὸ βάρος τῶν ὑδρατμῶν, υ τὸν ὄγκον τοῦ εἰσπνευσθέντος ἀέρος εἰς λίτρα, θ τὴν μέσην θερμοκρασίαν κατὰ τὴν δοκιμὴν καὶ **Χ** τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἐν τῷ ἀέρι ὑδρατμῶν.

Ὁ εἰσπνεύστης, οὗτινος γίνεται χρῆσις, ἐπιτρέπει παρατεταμένην δοκιμήν. Σύγκειται ἐκ δύο δοχείων Α καὶ Β διατεθειμένων τοῦ ἑνὸς ἐπὶ τοῦ ἄλλου καὶ δυναμένων νὰ στραφῶσι περὶ ὁριζόντιον ἄξονα (σχ. 75). Εἰς τὴν θέσιν, ἣν δεικνύει τὸ σχῆμα, ὁ ἀὴρ εἰσπνέεται διὰ τῶν σωλήνων Μ καὶ Ν, φθάνει ἄνωθεν τοῦ ὕδατος τοῦ εἰσπνεύστου Α καὶ ἀντικαθιστᾷ αὐτὸ ἐν τῷ δοχείῳ, ἐφ' ὅσον τὸ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ ἐν τῷ μέσῳ ὀχετοῦ. Ταυτοχρόνως τὸ κατώτερον δοχεῖον Β πληροῦται ὕδατος, ὁ δ' ἐν αὐτῷ ἀὴρ ἐκδιώκεται διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὀχετοῦ. Ὅταν ὅλον τὸ ὕδωρ καταρρεύσῃ, στρέφουσι τὰ δύο δοχεῖα περὶ τὸν ἄξονα καὶ ἐπειδὴ ταῦτα εἶνε ἐντελῶς ὅμοια φέροντα τοὺς αὐτοὺς ὀχετούς, ἐπαναλαμβάνεται καὶ αὖθις τὸ αὐτὸ φαινόμενον, ἤτοι τὸ ἀνώτερον δοχεῖον κενοῦται καὶ τὸ κατώτερον πληροῦται, καὶ οὕτω καθεξῆς εἰσπνέεται ἑκάστοτε ὄγκος ἀέρος ἴσος τῇ χωρητικότητι τοῦ δοχείου τοῦ εἰσπνεύστου. Ἡ μέθοδος αὕτη εἶνε ἀκριβεστάτη ἀλλ' ἀπαιτεῖ πολὺν χρόνον, καὶ ἐπομένως πρακτικῶς ἀποβαίνει ἀκατάλληλος διὰ τὰς μετεωρολογικὰς παρατηρήσεις, αἵτινες ἀπαιτοῦσι ταχύτητα.

Σχ. 76.

Ψυχρόμετρον τοῦ August. Οὗτος στηρίζει δύο εὐπαθῆ καὶ ἀκριβῆ θερμόμετρα Α καὶ Β τὸ ἓν πλησίον τοῦ ἄλλου ἐπὶ τῆς αὐτῆς πλακὸς (σχ. 76). Περιελίσσει τὸ δοχεῖον τοῦ ἑνὸς θερμομέτρου Β δι' ὑφάσματος διηνεκῶς βρεχομένου δι' ὕδατος, ὅπερ καταρρέει ἐκ τοῦ δοχείου Γ διὰ βαμβακίνης θρυαλλίδος. Εἶνε γνωστὸν ἐκ τῶν περὶ ἐξατμίσεως λεχθέντων, ὅτι ἡ θερμοκρασία θ' τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου εἶνε πάντοτε ἐλάσσων τῆς θερμοκρασίας θ τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου, διότι ἐπὶ τοῦ δοχείου τοῦ θερμομέτρου, ὅπερ διηνεκῶς διαβρέχεται, γίνεται ἐξάτμισις καὶ ἐπομένως ψῦξις· ἀλλ' ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχυτέρα μὲν ἐν ξηρῷ ἀέρι ἐλαχίστη δὲ ἐν ὑγρῷ, ὅθεν ἐν κεκορεσμένῳ ἀέρι ἡ ἐξάτμισις καὶ ἡ ψῦξις εἶνε ἐλαχίστη καὶ τὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δύο θερμόμετρα τχεδὸν ἰσοστάσια, δηλ. δεικνύουτι τὴν αὐτὴν περίπου θερμοκρασιαν· ἐν ξηρῷ δὲ ἀέρι ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχεῖα καὶ ἡ ψῦξις μείζων, ἐπομένως ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, ἃς δεικνύουσι τὰ δύο θερμόμετρα, μεγίστη. Ἡ διαφορὰ αὕτη παρίσταται διὰ τοῦ ἑξῆς τύπου $\theta - \theta' = \frac{A}{H}(\Phi' - \chi)$· ἔνθα Α ἐστὶ σταθερὰ ποσότης, Η ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, Φ′ ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν εἰς θ′ καὶ χ ἡ ζητουμένη τάσις τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑπαρχόντων ἀτμῶν. Ἐὰν ἐκ τῶν προτέρων προσδιορίσωμεν τὴν σταθερὰν ποσότητα Α, μετρήσωμεν δὲ τὴν διαφορὰν θ — θ′ καὶ τὴν πίεσιν Η καὶ διὰ τῶν πινάκων εὕρωμεν τὴν μεγίστην τάσιν Φ′, εὑρίσκομεν τὸ ζητούμενον χ. Διαιροῦντες δὲ τὴν τάσιν ταύτην διὰ τῆς μεγίστης τάσεως Φ τῶν ὑδρατμῶν εἰς τὴν θερμοκρασίαν θ, ἣν παρέχει ἡμῖν τὸ ξηρὸν θερμόμετρον, εὑρίσκομεν τὴν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος. Ὁ συντελεστὴς Α δὲν εἶνε ποσότης σταθερὰ, ἀλλὰ διάφορος εἰς τοὺς διαφόρους τόπους. Εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δύναται νὰ θεωρηθῇ αἰσθητῶς σταθερά. Πρὸς εὕρεσιν τοῦ συντελεστοῦ τούτου εἴς τινα τόπον δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν τὴν ἐξῆς μέθοδον. Διὰ τῆς χημικῆς μεθόδου εὑρίσκομεν τὸ βάρος τῶν ὑδρατμῶν καὶ δι' αὐτοῦ τὴν ἐλαστικότητα τῶν ὑδρατμῶν χ. Διὰ τοῦ ψυχρομέτρου λαμβάνομεν τὰς θερμοκρασίας θ καὶ θ′, διὰ τοῦ βαρομέτρου τὸ Η καὶ διὰ τῶν πινάκων τὴν μεγίστην τάσιν Φ′. Ἀντικαθιστῶντες δὲ τὰς τιμὰς ταύτας εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον εὑρίσκομεν τὸν συντελεστὴν Α.

Λύοντες τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν ὡς πρὸς τὸ χ λαμβάνομεν τὴν ἐξῆς $\chi = \Phi' - \frac{1}{A}(\theta - \theta')\,H$ εἰς ἣν δυνάμεθα κατὰ προσέγγισιν νὰ λάβωμεν $\frac{1}{A} = 0{,}000635$ ἢ $0{,}0007$, τοῦ Α ὄντος ἴσου πρὸς $\frac{\nu\delta}{\varepsilon}$, ἔνθα $\nu = 600$ παριστᾷ τὴν θερμότητα τῆς ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος, $\delta = 0{,}622$ τὴν πυκνότητα τῶν ὑδρατμῶν καὶ $\varepsilon = 0{,}2377$ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ ἀέρος ὑπὸ πίεσιν ἀμετάβλητον. Οὕτως ὁ ἀνωτέρω τύπος γίνεται $\chi = \Phi - 0{,}0007\,(\theta - \theta')\,H$.

Βαθμὸς δρόσου. Καλεῖται *βαθμὸς δρόσου* ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν ἡ ἀτμόσφαιρα θὰ ἐκορέννυτο διὰ τῶν ὑπαρχόντων ἀτμῶν. Ὅπως εὕρωμεν τὸν βαθμὸν τοῦτον, ἀναζητοῦμεν εἰς τὸν πίνακα τῆς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μεγίστης τάσεως τῶν ὑδρατμῶν τὴν θερμοκρασίαν τ ἐκείνην, καθ' ἣν ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν εἶνε ἴση τῇ εὑρεθείσῃ τάσει χ τῶν ὄντως ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑπαρχόντων ἀτμῶν. Ἡ θερμοκρασία αὕτη εἶνε ὁ καλούμενος *βαθμὸς δρόσου*.

Ὑπολογισμὸς τοῦ τύπου. Ὁ τύπος οὗτος ἀνευρέθη ὑπὸ τοῦ August διὰ τῆς ἐξῆς θεωρίας.

Ἔστω θ ἡ θερμοκρασία τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου καὶ θ′ ἡ τοῦ ὑγροῦ. Ὄγκος τις Υ λίτρων ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐρχόμενος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ δοχείου τοῦ ὑγροῦ θερμομέτρου ψύχεται ἀπὸ θ εἰς θ′ βαθμούς, καὶ κορέννυται ἀτμῶν διὰ τῆς ἐξατμίσεως, ἥτις παράγεται ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ θερμομέτρου. Ὅταν τὸ ὑγρὸν θερμόμετρον μένῃ στάσιμον, ἡ θερμότης, ἣν παρέχει ὁ ὄγκος Υ τοῦ ψυχομένου ἀέρος, ἰσοῦται τῇ θερμότητι τῇ ἀπορροφουμένῃ διὰ τῆς ἐξατμίσεως. Ἔστω π ἡ ἐν θερμοκρασίᾳ θ καὶ π_1 ἡ ἐν θερμοκρασίᾳ θ_1 ἀπαιτουμένη ποσότης ἀτμῶν πρὸς κόρον Υ ὄγκου ἀέρος καὶ ω ἡ πράγματι ἐν τῷ ὄγκῳ Υ ὑπάρχουσα ποσότης ἀτμῶν καὶ πρὸς τούτοις Φ′ ἡ μεγίστη τάσις τῶν ὑδρατμῶν κατὰ τὴν θερμοκρασίαν θ_1 τοῦ ὑγροῦ θερμομέτρου καὶ φ ἡ τάσις τοῦ ἐν τῷ ἀέρι πραγματικοῦ ὑδρατμοῦ καὶ Η ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις. Τὸ βάρος Β τοῦ ξηροῦ ἀέρος, οὗτινος ὁ ὄγκος Υ, δίδεται διὰ τοῦ ἐξῆς τύπου

$$B = \frac{\Upsilon\,(1\text{γρ.},293)\,H}{(1+\alpha\theta_1)\,760} = MH.$$

Ἐὰν δὲ καλέσωμεν ε τὴν εἰδικὴν θερμότητα τοῦ ἀέρος ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ἡ πρὸς ἐξάτμισιν ὑπὸ τοῦ ἀέρος παρεχομένη θερμότης ἔσται $B\varepsilon\,(\theta-\theta_1)$. Ἀλλ' ὁ ὄγκος οὗτος τοῦ ἀέρος ἐμπεριέχει ποσότητα ὑδρατμῶν ω, ὥστε εἶνε ἱκανὸς νὰ περιλάβῃ ἔτι $\pi_1-\omega$ ποσότητα ὑδρατμῶν, ἥτις ἀπαιτεῖ πρὸς ἐξάτμισιν $\nu\,(\pi_1-\omega)$ μονάδας θερμότητος, ἐὰν καλέσωμεν ν τὴν πρὸς ἐξάτμισιν τῆς μονάδος τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος ἀπαιτουμένην θερμότητα.

Ὅθεν ἔχομεν $B\varepsilon\,(\theta-\theta_1) = \nu\,(\pi_1-\omega)$,

ἐξ ἧς λαμβάνομεν $\omega = \pi_1 - \dfrac{B\varepsilon\,(\theta-\theta_1)}{\nu}$ (1).

Ἀλλ' ἡ ποσότης τῶν ὑδρατμῶν δίδεται διὰ τοῦ τύπου

$$\omega = \frac{\Upsilon\,(1\text{γρ.},293)}{(1+\alpha\theta_1)760}\,\varphi.\,\delta = M.\,\varphi\delta,$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐὰν διὰ τοῦ δ παραστήσωμεν τὴν πυκνότητα τῶν ὑδρατμῶν· ἡ δὲ ποσότης τῶν ὑδρατμῶν $\pi_1 = \frac{\Upsilon\,(1\gamma\rho.,293)}{(1+\alpha\theta)\,760}\,\Phi'\delta$,

καὶ ἐὰν θεωρήσωμεν τὸ $(1+\alpha\theta)$ ὡς αἰσθητῶς ἴσον πρὸς τὸ $(1+\alpha\theta_1)$, λαμβάνομεν $\pi_1 = M\Phi'\delta$·

ἀντεισάγοντες δὲ τὰς τιμὰς τοῦ ω, τοῦ π_1 καὶ τοῦ B εἰς τὴν ἐξίσωσιν (1) λαμβάνομεν

$$M\varphi\delta = M\Phi'\delta - MH\,\frac{\varepsilon\,(\theta-\theta_1)}{\nu},$$

ὅθεν $\varphi = \Phi' - \frac{\varepsilon H\,(\theta-\theta_1)}{\nu\delta}$· καλοῦντες δὲ τὸ $\frac{\varepsilon}{\nu\delta} = \frac{1}{A}$, λαμβάνομεν $\varphi = \Phi' - \frac{H}{A}(\theta-\theta_1)$,

ἔνθα ἀντικαθιστῶντες τὸ ε, τὸ δ καὶ τὸ ν διὰ τῶν ἀντιστοίχων τιμῶν, αἵτινές εἰσι $\varepsilon = 0{,}2377$, $\delta = 0{,}622$ καὶ $\nu = 600$, λαμβάνομεν $\varphi = \Phi' - 0{,}000635\,(\theta-\theta_1)H$.

Ἔστω π. χ. 18^0 ἡ θερμοκρασία τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου, 8^0 ἡ τοῦ ὑγροῦ καὶ 760 ἡ βαρομετρικὴ πίεσις. Οἱ πίνακες τῶν τάσεων τῶν ὑδρατμῶν δίδουσιν ἡμῖν τὴν τάσιν εἰς 8^0, ἤτοι $\Phi' = 8\chi.\mu.,02$.

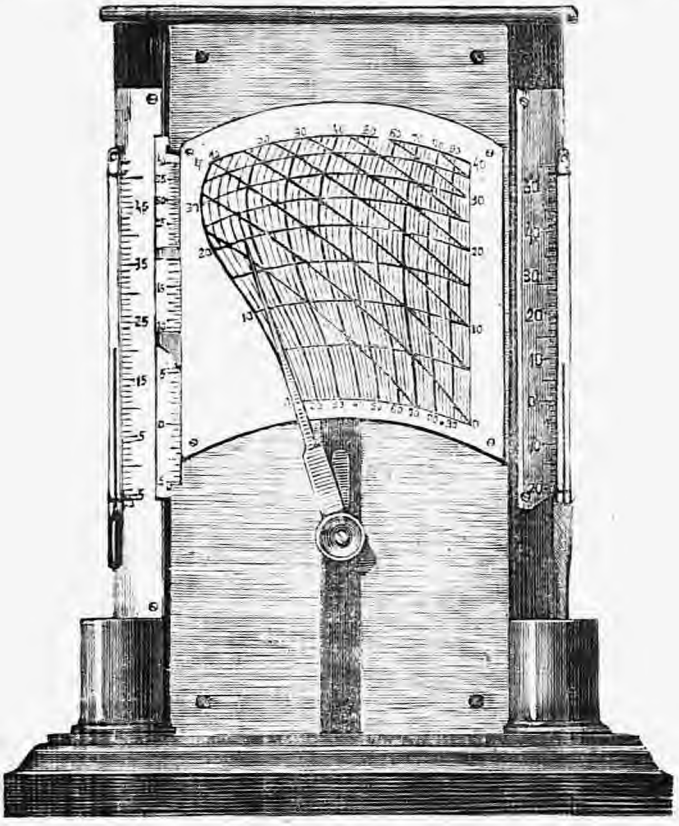
Ἡ διαφορὰ $\theta-\theta_1 = 10$ καὶ $H = 760$. Ὅθεν λαμβάνομεν $\varphi = 8{,}02 - 4{,}82 = 3\chi.\mu.,2$· ἤτοι ἡ τάσις τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑπάρχοντος ὑδρατμοῦ ἰσοῦται πρὸς $3\chi\,\mu.,2$. Ἀλλ' οἱ πίνακες δίδουσιν ἡμῖν τὴν τάσιν τῶν ὑδρατμῶν εἰς 18^0 ἴσην πρὸς 15,36. Ὅθεν ἡ ζητουμένη ὑγρομετρικὴ κατάστασις εἶνε $\frac{3{,}2}{15{,}36} = 0{,}21$.

Εὕρομεν ὅτι ἡ τάσις τῶν ὑπαρχόντων ὑδρατμῶν εἶνε 3,2, ἥτις ἀνταποκρίνεται κατὰ τοὺς πίνακας εἰς -4^0 ἕως -5^0 θερμοκρασίας, ἥτις εἶνε ἡ θερμοκρασία τῆς δρόσου, δηλ. ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν ἄρχεται νὰ ἐναποτίθηται ἡ δρόσος, ἢ καθ' ἣν ὁ ἀὴρ θὰ ἦτο κεκορεσμένος διὰ τῶν ὑπαρχόντων ὑδρατμῶν.

Γραφικὸν ψυχρόμετρον τοῦ Lowe. Ὁ ἀμερικανὸς Lowe εὗρε πρακτικήν τινα λύσιν διὰ τὴν χρῆσιν τοῦ ψυχρομέτρου, οὕτως ὥστε ν' ἀνευρίσκωμεν ἑκάστοτε τὸν ὑγρομετρικὸν βαθμὸν *κατὰ προσέγγισιν* ἄνευ πινάκων, τοῦθ' ὅπερ χρησιμεύει εἰς πολλὰς ἐφαρμογάς.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὰ δύο θερμόμετρα, ὧν τὸ ἓν ξηρὸν τὸ δ' ἄλλο ὑγρόν, κεῖνται ἑκατέρωθεν (σχ. 77) τοῦ ὀργάνου. Λευκὴ φαγεντιανὴ πλὰξ κατέχει τὸν μεταξὺ τῶν δύο θερμομέτρων χῶρον, ἀφίουσα πρὸς τὰ ἀριστερὰ μικρὸν διάστημα, ἐν ᾧ κεῖται βοηθητική τις κλίμαξ. Αἱ ὑποδιαιρέσεις τῆς κλιμακοσταύτης εἰσὶν ἄνισοι καὶ βαίνουσιν ἐλατ-



Σχ. 77.

τούμεναι, ἐφ' ὅσον ἡ θερμοκρασία ἀνέρχεται, καθ' ὡρισμένην πρόοδον φθίνουσαν. Ἡ ἀνισότης αὕτη χρησιμεύει πρὸς εὐκολίαν τῆς κατασκευῆς τῶν καμπύλων ἐπὶ τῆς λευκῆς πλακὸς καὶ ὅπως καταστήσῃ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν ἀριθμῶν εὐχερεστέραν.

Ὑπὸ τὴν πλάκα ὑπάρχει ἁπλούστατός τις μηχανισμός, δι' οὗ κινοῦνται δύο δεῖκται ἐπὶ τῆς βοηθητικῆς κλίμακος. Κατὰ πρῶτον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀναγινώσκομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου καὶ θέτομεν τὸν ἀνώτερον δείκτην εἰς τὴν διαίρεσιν τῆς βοηθητικῆς κλίμακος, ἥτις φέρει τὸν ἀριθμὸν τὸν δεικνύοντα τὸν θερμομετρικὸν βαθμὸν τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ μετακινήσωμεν διὰ τῆς χειρὸς τὸ κομβίον τὸ εὑρισκόμενον εἰς τὸ κατώτερον πέρας τοῦ ἐν τῷ μέσῳ μεγάλου δείκτου κατακορύφως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἢ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω μέχρις ὅτου ὁ ἀνώτερος δείκτης συμπέσῃ ἀκριβῶς μετὰ τῆς διαιρέσεως τῆς δεικνυούσης τὴν παρατηρηθεῖσαν θερμοκρασίαν.

Εἶτα ἀναγινώσκομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου καὶ φέρομεν τὸν κατώτερον δείκτην τῆς βοηθητικῆς κλίμακος ἐπὶ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεικνύοντος τὴν παρατηρηθεῖσαν ταύτην θερμοκρασίαν. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ στρέψωμεν τὸ αὐτὸ κομβίον περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ, μέχρις ὅτου ὁ κατώτερος δείκτης δείξῃ ἀκριβῶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ *ὑγροῦ* καλουμένου *θερμομέτρου*.

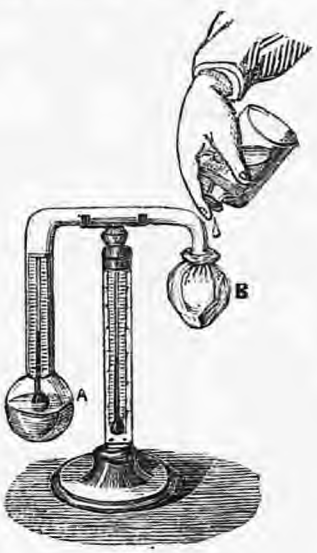
Κατὰ τὰς κινήσεις ταύτας τοῦ κομβίου καὶ ὁ μέγας δείκτης ἐκτοπίζεται, ἀνερχόμενος ἢ κατερχόμενος καὶ στρέφεται ἢ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἢ πρὸς τὰ δεξιά· ὅταν δὲ οἱ δεῖκται λάβωσιν ὡρισμένας θέσεις ἐπὶ τῆς βοηθητικῆς κλίμακος, τὸ ἄκρον τοῦ μεγάλου δείκτου δεικνύει διὰ μὲν τῶν κατακορύφων καμπύλων τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν, διὰ δὲ τῶν διαγωνίων καμπύλων τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου, δηλ. τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν ἀρχεται ἐναποτιθεμένη ἡ δρόσος, ἢ καθ' ἣν ὁ ἀὴρ θὰ ἦτο κεκορεσμένος διὰ τῶν ὑπαρχόντων ἀτμῶν.

Ἐπὶ τῶν διαγωνίων καμπύλων τοῦ λευκοῦ πίνακος ἀναγράφονται ἀριθμοί, παριστῶντες τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας ἀπὸ -5^0 ἕως $+30^0$.

Συμπυκνωτικὰ ὑγρόμετρα. Τὰ ὑγρόμετρα ταῦτα στηρίζονται ἐπὶ τοῦ ἐξῆς πειράματος ὑπὸ τοῦ Leroy τὸ πρῶτον ἐπινοηθέντος. Λαμβάνομεν ὑάλινον δοχεῖον καλῶς καθαρισθὲν ἐξωθεν, ὥστε ν' ἀπεικονίζῃ ἐναργῶς τὰ περιξ ἀντικείμενα, πληροῦμεν δὲ τοῦτο ὕδατος καὶ ἐμβαπτίζομεν ἐν αὐτῷ εὐπαθὲς θερμόμετρον· ἐκθέσαντες δ' εἶτα αὐτὸ εἰς τὸν ἀέρα ψύχομεν τὸ ἐντὸς ὕδωρ διὰ μικρῶν τεμαχίων πάγου, ἅτινα ῥίπτομεν ἐν αὐτῷ. Ἐν ὡρισμένῃ τινὶ θερμοκρασίᾳ ἀναφαίνεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς ὑάλου λεπτοτάτη δρόσος. Εἶνε φανερὸν, ὅτι τὸ στρῶμα τοῦ ἀέρος, τὸ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς σφαίρας εὑρισκόμενον,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ψύχεται ψυχομένης τῆς σφαίρας καὶ ἐὰν ἡ δρόσος παράγηται εἰς θ′ βαθμούς, τοῦτο σημαίνει ὅτι εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ὁ πέριξ ἀὴρ εἶνε ὀλίγον ὑπερκεκορεσμένος διὰ τῶν ὑπαρχόντων ἀτμῶν, ἡ δὲ τάσις χ τοῦ ὑδρατμοῦ, ὃν ἐμπεριέχει, εἶνε ὀλίγον ὑπερτέρα τῆς μεγίστης τάσεως Φ′ τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν θερμοκρασίαν θ′. Ἀφίνομεν εἶτα τὴν σφαῖραν νὰ θερμανθῇ ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δρόσος ἐξαφανίζεται εἰς θερμοκρασίαν θ″. Εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ὁ ἀὴρ παύει ἀπὸ τοῦ νὰ εἶνε κεκορεσμένος, διότι ὁ ὑγροποιηθεὶς ἀτμὸς ἐπαναλαμβάνει τὴν ἀέριον κατάστασιν καὶ ἑπομένως ἡ ζητουμένη τάσις χ εἶνε κατωτέρα τῆς μεγίστης τάσεως Φ″, ἥτις ἀντιστοιχεῖ εἰς θ″. Ὅθεν τὸ χ εὑρίσκεται μεταξὺ Φ′ καὶ Φ″ καὶ δύναται ἑπομένως νὰ ληφθῇ κατὰ μέσον ὅρον ἴσον πρὸς $\frac{\Phi' + \Phi''}{2}$.



Σχ. 78.

Τοιαύτη εἶνε ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζονται τὰ συμπυκνωτικὰ ὑγροσκόπια τὰ καλούμενα ὡσαύτως *δροσοσκόπια*. Ἡ ἀρχὴ αὕτη εἶνε ἁπλῆ καὶ ἀσφαλής, πραγματοποιεῖται δὲ διὰ τῆς συσκευῆς, ἣν ἐπενόησεν ὁ Daniell.

Ἐπὶ ξυλίνου ὑποστηρίγματος (σχ. 78) κεῖται σιφωνοειδὴς ὑάλινος σωλὴν κλειστὸς ἄνευ ἀέρος, ἐμπεριέχων αἰθέρα εἰς τὸ Α. Περατοῦται δὲ εἰς δύο σφαίρας, ἐξ ὧν ἡ μὲν πρώτη Β καλύπτεται διὰ λεπτοῦ ὑφάσματος, ἡ δὲ δευτέρα Α εἶνε γυμνή, ἐνίοτε ἐπίχρυσος, ἀλλὰ συνήθως ἔχει χρῶμα βαθὺ κυανοῦν. Ἐντὸς τῆς σφαίρας ταύτης εὑρίσκεται τὸ δοχεῖον εὐπαθοῦς θερμομέτρου. Ὅταν θέλωμεν νὰ πειραματίσωμεν, χύνομεν ὀλίγας σταγόνας αἰθέρος ἐπὶ τῆς σφαίρας, ἥτις καλύπτεται δι' ὑφάσματος· ὁ αἰθὴρ ἐξαεροῦται ταχέως, ψύχεται δ' οὕτω ἡ σφαῖρα Β καὶ κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς παράγεται ἀπόσταξις τοῦ ἐντὸς αἰθέρος ἀπὸ τῆς σφαίρας Α εἰς τὴν Β. Ἐ-έρχεται οὕτω ἀπορρόφησις λανθανούσης θερμότητος εἰς τὸ Α, ψῦξις

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τοῦ ἐντὸς θερμομέτρου καὶ τοῦ περιβάλλοντος ἀέρος, καὶ ἐναπόθεσις δρόσου ἐπὶ τῆς σφαίρας Α. Ὁ παρατηρητὴς τίθεται εἰς μικρὰν ἀπόστασιν οὕτως, ὥστε νὰ βλέπῃ ἀπεικονιζόμενα τὰ πέριξ ἀντικείμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας καὶ ἀνευρίσκει τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἐναποτίθεται ἡ δρόσος, διότι αἱ εἰκόνες γίνονται ἀμυδραί· σημειοῖ δ' ἀμέσως τὴν θερμοκρασίαν θ′ τοῦ ἐντὸς θερμομέτρου. Τότε παύει χύνων αἰθέρα ἐπὶ τῆς σφαίρας Β, ἡ θερμοκρασία τῆς σφαίρας Α ὑψοῦται, ἡ δρόσος ἐκλείπει, τὸ δ' ἐσωτερικὸν θερμόμετρον κατ' ἐκείνην τὴν στιγμὴν δεικνύει θ′′ βαθμούς. Ἤδη ἢ λαμβάνομεν τὸν μέσον ὅρον τῶν θερμοκρασιῶν θ′ καὶ θ′′ καὶ ἀναζητοῦμεν εἰς τοὺς πίνακας τὴν μεγίστην τάσιν φ τῶν ὑδρατμῶν εἰς τὴν θερμοκρασίαν $\frac{\theta' + \theta''}{2}$, ἣν διαιροῦμεν διὰ τῆς μεγίστης τάσεως Φ τῆς ἀντιστοιχούσης εἰς τὴν θερμοκρασίαν θ τοῦ ἀέρος, ἣν παρέχει ἡμῖν τὸ ἐπὶ τοῦ στηρίγματος ὑπάρχον ἐξωτερικὸν θερμόμετρον, ἢ λαμβάνομεν τὰς τάσεις Φ′ καὶ Φ′′ τὰς ἀντιστοιχούσας εἰς θ′ καὶ θ′′ καὶ τὸ ἡμιάθροισμα αὐτῶν $\frac{\Phi' + \Phi''}{2}$ διαιροῦμεν διὰ τοῦ Φ.

Ἡ θερμοκρασία $\tau = \frac{\theta' + \theta''}{2}$ εἶνε *ὁ βαθμὸς δρόσου.*

Περὶ θερμοχωρητικότητος.

Πολλὰ πειράματα ἀποδεικνύουσιν, ὅτι τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ *βάρος* καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα ἐμπεριέχουσι διάφορον ποσὸν θερμότητος, τουτέστι τὰ διάφορα σώματα ἔχουσι διάφορον θερμοχωρητικότητα. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων περιγράφομεν τὰ ἑξῆς δύο.

α′) Ἂν ἐντὸς ζέοντος ἐλαίου θέσωμεν σφαίρας *ἰσοβαρεῖς* ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, οἷον τὴν μὲν ἐκ μολύβδου, τὴν δ' ἐκ κασσιτέρου, ἄλλην ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἄλλην ἐκ σιδήρου, καὶ ἀφήσωμεν αὐτὰς ἐπί τινα χρόνον, ὥστε νὰ λάβωσι πᾶσαι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ζέοντος ἐλαίου, μεταφέρωμεν δὲ εἶτα ταχέως αὐτὰς εἰς ὅμοια δοχεῖα ἐμπεριέχοντα πάντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, οἷον τὴν συνήθη, θέλομεν παρατηρήσει, ὅ-ταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία θερμοκρασίας, ὅτι ἡ σφαῖρα ἡ ἐκ σιδήρου θερμαίνει τὸ ὕδωρ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μᾶλλον, ἧττον ἡ ἐκ ψευδαργύρου, ὀλιγώτερον ἡ ἐκ κασσιτέρου καὶ ἔτι ὀλιγώτερον ἡ ἐκ μολύβδου.

6'.) Ὁ Tyndall ἔθεσε τὰς *ἰσοβαρεῖς* σφαίρας ἐντὸς ζέοντος ἐλαίου καὶ ὅτε ἔλαβον τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἐπέθηκεν αὐτὰς ἐπὶ πλακοῦντος ἐκ κηροῦ ἔχοντος πάχος ἑνὸς περίπου ὑφεκατομέτρου, παρετήρησε δ' ὅτι πρώτη ἡ ἐκ σιδήρου σφαῖρα τήξασα τὸν κηρὸν διῆλθε, κατόπιν ἡ ἐκ ψευδαργύρου, ἐν ᾧ ἡ ἐκ κασσιτέρου ἔτηξε μὲν τὸν κηρὸν καθ' ὅλον τὸ πάχος, ἀλλὰ δὲν ἠδυνήθη νὰ διέλθῃ καὶ τέλος ἡ ἐκ μολύβδου μόλις ἠδυνήθη νὰ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον τοῦ πάχους τοῦ κηρίνου πλακοῦντος.

Ἂν καὶ ἡ φύσις τῆς θερμότητος εἶνε ἄγνωστος εἰς ἡμᾶς, δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν αὐτὴν λαμβάνοντες ὡρισμένην μονάδα. Ὡς μονὰς δὲ θερμότητος ἐλήφθη τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀπὸ τοῦ 0^0 εἰς 1^0. Τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ δαπανώμενον εἰς τὸ νὰ θερμάνωμεν ἀπὸ 0^0 εἰς 1^0 ἓν χιλιόγραμμον σώματός τινος καλεῖται *εἰδικὸν θερμαντικὸν* τοῦ σώματος τούτου.

Ὡς θέλομεν ἰδεῖ, τὸ θερμοχωρητικώτατον τῶν σωμάτων εἶνε τὸ ὕδωρ, καὶ ἐπειδὴ τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ θερμαντικὸν ἐλήφθη ὡς μονάς, ἕπεται ὅτι τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν ὅλων τῶν ἄλλων ἐκφράζεται δι' ἀριθμοῦ μικροτέρου τῆς μονάδος.

Τὸ ποσὸν τοῦ θερμαντικοῦ τὸ δαπανώμενον εἰς θέρμανσιν σώματός τινος, ἔχοντος ὡρισμένον βάρος, ἀπὸ θ εἰς θ' βαθμοὺς εἶνε ἀνάλογον τοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας. Καὶ τὸ μὲν πρῶτον δὲν χρήζει πειραματικῆς ἀποδείξεως, διότι ἂν ἓν χιλιόγραμμον ἀπαιτῇ ποσὸν θερμότητος Π διὰ νὰ θερμανθῇ ἀπὸ θ εἰς θ', δύο χιλιόγραμμα ἀπαιτοῦσι 2 Π, τρία χιλιόγραμμα 3 Π καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἀλλ' ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος εἶνε ἀνάλογον τῆς θερμοκρασίας ἀποδεικνύεται ὡς ἑξῆς. Ἐὰν ἀναμίξωμεν ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0^0 μεθ' ἑνὸς χιλιογράμμου ὑπὸ θερμοκρασίαν 50^0, λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμμα ὑπὸ θερμοκρασίαν 25^0. Ὡσαύτως ἀναμιγνύοντες ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος 0^0 μεθ' ἑνὸς χιλιογράμμου ὕδατος 100^0, λαμβάνομεν δύο χιλιόγραμμα 50^0. Ὅπως δήποτε καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ πείραμα καὶ λάβωμεν *ἴσα* βάρη ὕδατος ὑπὸ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θερμοκρασίας θ καὶ θ′ καὶ ἀναμίξωμεν, λαμβάνομεν τελικὴν θερμοκρασίαν ἴσην πρὸς τὸ ἡμιάθροισμα $\frac{\theta+\theta'}{2}$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ δαπανᾶται, ἵνα θερμάνῃ ποσόν τι ὕδατος ἀπὸ θ εἰς $\frac{\theta+\theta'}{2}$, εἶνε ἴσον πρὸς τὸ δαπανώμενον διὰ νὰ θερμάνῃ τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ἀπὸ $\frac{\theta+\theta'}{2}$ εἰς θ′, ἕπεται ὅτι ἡ δαπανωμένη θερμότης εἶνε ἀνάλογος τῆς θερμοκρασίας. Ὁ νόμος οὗτος δὲν ἀληθεύει δι' οἱασδήποτε θερμοκρασίας.

Τὸ αὐτὸ πείραμα ἀποδεικνύει, ὅτι ἵνα ψύξωμεν ὡρισμένον βάρος σώματος ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας θ′ εἰς τὴν θ, πρέπει ν' ἀφαιρέσωμεν ἀπὸ τοῦ σώματος τούτου τόσην θερμότητα, ὅση εἶνε ἱκανὴ νὰ θερμάνῃ αὐτὸ ἀπὸ θ εἰς θ′.

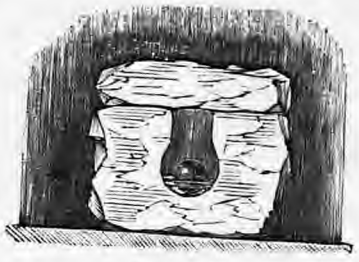
Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων καὶ ἐπὶ τοῦ ὁρισμοῦ τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ στηριζόμενοι εὑρίσκομεν, ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ δαπανῶμεν, ἵνα θερμάνωμεν ἀπὸ θ εἰς θ′ βαθμοὺς Β χιλιόγραμμα σώματός τινος, οὗτινος τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν δ ἰσοῦται πρὸς Β(θ′—θ)δ, ἤτοι παρίσταται διὰ τοῦ γινομένου τοῦ βάρους ἐπὶ τὴν ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἐπὶ τὸ εἰδικὸν θερμαντικόν· τοῦτο δέ, διότι ἂν ἓν χιλιόγραμμον ἀπαιτῇ δ μονάδας θερμότητος, Β χιλιόγραμμα ἀπαιτοῦσι Βδ μονάδας θερμότητος, ἵνα θερμανθῶσι κατὰ ἕνα βαθμόν· διὰ νὰ θερμανθῶσι δὲ κατὰ θ′—θ βαθμοὺς ἀπαιτοῦσι Β (θ′—θ) δ μονάδας θερμότητος. Ὡσαύτως ὅταν σῶμά τι ὡς τὸ ἀνωτέρω, ψύχηται ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας θ_1 εἰς τὴν θ, ἀποβάλλει ποσότητα θερμαντικοῦ, ἥτις παρίσταται διὰ τοῦ αὐτοῦ τύπου Β $(\theta_1-\theta)$ δ.

Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν. Ὑπάρχουσι πλείονες μέθοδοι, ὧν γίνεται χρῆσις εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦτον.

α′.) **Διὰ τοῦ ῥεύστος ἐν πάγῳ.** Εἴδομεν ἤδη, ὅτι ἓν χιλιόγραμμον πάγου θερμοκρασίας τοῦ μηδενὸς διὰ νὰ τακῇ μόνον ἀπαιτῇ 79,25 μονάδας θερμαντικοῦ. Ἐπὶ τοῦ φαινομένου τούτου στηριζόμενοι εὑρίσκομεν τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν σώματός τινος ὡς ἑξῆς. Λαμβάνομεν ὀγκώδες τεμάχιον πάγου, ἐν ᾧ ξέομεν κοίλωμά τι, ὅπερ ἀφοῦ καλῶς σπογγίσωμεν καλύπτομεν διὰ πλακὸς ἐκ πάγου (σχ.79).

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἔστω νῦν Β τὸ βάρος σώματος καὶ θ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ. Θέτομεν ταχέως τὸ σῶμα τοῦτο ἐν τῇ κοιλότητι καὶ καλύπτομεν αὐτὸ διὰ τῆς πλακός. Μετά τινας στιγμὰς τοῦ μὲν σώματος ἡ θερμοκρασία κατέρχεται ἀπὸ θ εἰς 0^0 καὶ ποσόν τι πάγου τήκεται.



Σχ. 79.

Λαμβάνοντες στυπίον ξηρὸν καὶ προσδιορίζοντες τὸ βάρος αὐτοῦ, ἀφαιροῦμεν τὴν πλάκα, καὶ δι' αὐτοῦ συλλέγομεν ὅλον τὸ ὕδωρ τὸ προελθὸν ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ εὑρίσκομεν οὕτω τὸ βάρος αὐτοῦ 6. Τὸ μὲν σῶμα ἀπώλεσε Βθχ μονάδας θερμότητος, ἔνθα χ παριστᾷ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν θερμαντικὸν αὐτοῦ, ὁ δὲ τακεὶς πάγος ἀπερρόφησε $79,25\,6$ μονάδας θερμότητος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ὑπὸ τοῦ σώματος ἀπολεσθεῖσα ποσότης θερμότητος Βθχ ἀπερροφήθη ὅλη ὑπὸ τοῦ τακέντος πάγου, ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν

$$\text{Βθχ} = 79,25\,6 \text{ ὅθεν } \chi = \frac{79,25\,6}{\text{Βθ}}.$$

Ὁ Lavoisier καὶ ὁ Laplace κατεσκεύασαν ὄργανον στηριζόμενον ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς, δι' οὗ οὐ μόνον εὑρίσκεται τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν σώματος, ἀλλ' ἐν γένει δύναται νὰ καταμετρηθῇ ποσόν τι θερμότητος· τούτου δ' ἕνεκα τὸ ὄργανον τοῦτο καλεῖται *θερμογονόμετρον*. Σύγκειται ἐκ τριῶν ὁμοκέντρων δοχείων ἐκ λευκοσιδήρου, καὶ ἐν μὲν τῷ κεντρικῷ θέτομεν τὸ σῶμα (σχ. 80), ὅπερ ἐν χύτρᾳ ἔλαβεν ὡρισμένην τινὰ θερμοκρασίαν, καὶ οὗτινος πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν καὶ καλύπτομεν διὰ πώματος Μεταξὺ τοῦ κεντρικοῦ δοχείου καὶ τοῦ μεσαίου θέτομεν πάγον τετριμμένον εἰς ΑΑ, τὸ δ' ἐκ τῆς τήξεως αὐτοῦ παραγόμενον ὕδωρ συλλέγομεν διὰ τῆς στρόφιγγος Δ εἰς δοχεῖον ὑποδιηρημένον καὶ προσδιορίζομεν τὸν ὄγκον αὐτοῦ καὶ ἐπομένως καὶ τὸ βάρος. Μεταξὺ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀγγείου καὶ τοῦ μεσαίου θέτομεν ἐπίσης πάγον εἰς ΒΒ, ὅπως ἐμποδίσωμεν τὴν ἐξω-

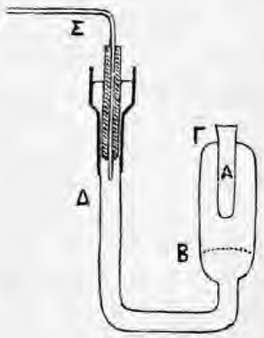
Σχ. 80.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τερικὴν θερμότητα νὰ τήξῃ μέρος τοῦ πάγου τοῦ μεσαίου ἀγγείου.

Θερμογονόμετρον τοῦ Bunsen. Ὁ Bunsen ἐτελειοποίησε τὸ ὄργανον τοῦτο καὶ κατέστησεν αὐτὸ τοιοῦτον, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ προσδιορίζωμεν δι' αὐτοῦ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν σώματός τινος ἀκριβέστατα καὶ ὅταν ἔχωμεν ἐλάχιστον βάρος ἐκ τοῦ σώματος τούτου.

Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος ΔΒΓ, (σχ. 81), οὗτινος τὸ ἓν σκέλος φέρει πλατύτερον σωλῆνα ΒΓ, εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ὁ δοκιμαστικὸς σωλὴν Α προσκεκολλημμένος διὰ συντήξεως τῆς ὑάλου. Ἐντὸς τοῦ δοχείου ΒΓ τίθεται ὕδωρ περιοριζόμενον ὑποκάτωθεν δι' ὑδραργύρου πληροῦντος καὶ τὸ ἕτερον σκέλος Δ τοῦ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σκέλους τούτου προσαρμόζεται καλῶς διὰ πώματος τριχοειδὴς σωλὴν Σ, ὑποδιηρημένος, πλήρης ἐπίσης ὑδραργύρου. Κατὰ πρῶτον πήγνυται ἐν μέρει τὸ ὕδωρ τὸ ἐν τῷ σωλῆνι ΒΓ δι' οἰνοπνεύματος προψυχθέντος εἰς πολὺ ταπεινὴν θερμοκρασίαν, ὅπερ διαβιβάζομεν διὰ τοῦ σωλῆνος Α, οὕτω δ' ἐπέρχεται ἐξόγκωσις τοῦ πηγνυμένου ὕδατος καὶ μετάθεσις τοῦ ὑδραργύρου μέχρι σημείου τινὸς τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος Σ.



Σχ. 81.

Πρὸς βαθμολογίαν τοῦ ὀργάνου ῥίπτεται ποσόν τι ὕδατος Ρ′ εἰς θερμοκρασίαν θ′ ἐν τῷ δοχείῳ Α. Τοῦτο ψύχεται μέχρι τοῦ 0^0 καὶ παραχωρεῖ εἰς τὸν πάγον Ρ′θ′ μονάδας θερμότητος. Ὁ πάγος τηκόμενος συστέλλεται καὶ οὕτως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου μετακινεῖται πρὸς τὰ ἔσω ἐν τῷ σωλῆνι Σ κατὰ ν′ διαιρέσεις. Ὅθεν ν′ διαιρέσεις τοῦ σωλῆνος Σ παριστῶσι Ρ′θ′ μονάδας θερμότητος καὶ ἑπομένως ἑκάστη διαίρεσις τοῦ σωλῆνος ἀντιστοιχεῖ πρὸς $\frac{P'\theta'}{\nu'} = a$ μονάδας θερμότητος.

Πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ σώματός τινος λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ βάρος Ρ ὑπὸ θερμοκρασίαν θ καὶ ῥίπτεται ἐν τῷ σωλῆνι Α. Τὸ σῶμα ψύχεται μέχρι τοῦ 0^0 καὶ παραχωρεῖ Ρθχ μονάδας θερμαντικοῦ, ἔνθα τὸ χ δηλοῖ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν θερμαν-

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τικόν. Ἂν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου μετεκινήθη κατὰ ν διαιρέσεις, τοῦτο σημαίνει, ὅτι ὁ πάγος ἀπερρόφησε νa μονάδας θερμότητος, ὅθεν $\mathrm{P}\theta\chi = \nu a$ καὶ $\chi = \frac{\nu a}{\mathrm{P}\theta}$.

Μέθοδος τῶν μιγμάτων. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην μεταχειριζόμεθα χάλκινον δοχεῖον (σχ. 82) πολὺ λεπτὸν καὶ ἑπομένως ἐλαφρόν, οὗ τὸ βάρος ἔστω β' καὶ τὸ ἄγνωστον εἰδικὸν θερμαντικὸν ε. Τὸ δοχεῖον τοῦτο στηρίζομεν ἐπὶ δυσθερμαγωγῶν σωμάτων, ὅπως μὴ ἀποβάλῃ θερμότητα δι' ἀγωγιμότητος, καὶ ῥίπτομεν ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ ὡρισμένου βάρους β καὶ θερμοκρασίας θ_1. Ἐν τῷ ὕδατι τούτῳ ἐμβαπτίζομεν ταχέως τὸ σῶμα, τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν θερμαντικόν, οὗτινος τὸ βάρος ἔστω Β, ἡ θερμοκρασία θ_3 καὶ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν θερμαντικὸν χ. Ταράσσομεν τὸ μῖγμα δι' ὑαλίνου ῥαβδίου a, ὅπως καταστήσωμεν ἐν αὐτῷ τὴν θερμοκρασίαν παντοχοῦ ἴσην καὶ δι' εὐπαθοῦς θερμομέτρου προσδιορίζομεν αὐτὴν καὶ ἔστω αὕτη θ_2. Εὑρίσκομεν οὕτω ὅτι τὸ σῶμα ἐψύχθη ἀπὸ θ_3 εἰς θ_2 καὶ ἀπέβαλεν ἅθεν $\mathrm{B}(\theta_3 - \theta_2)\chi$ μονάδας θερμαντικοῦ. Τὰς μονάδας ταύτας προσέλαβε τὸ ὕδωρ καὶ τὸ δοχεῖον καὶ ἐθερμάνθησαν ἀμφότερα ἀπὸ θ_1 εἰς θ_2, ὥστε προσέλαβον τὸ μὲν ὕδωρ $\beta(\theta_2 - \theta_1)$ μονάδας, τὸ δὲ δοχεῖον $\beta'(\theta_2 - \theta_1)\varepsilon$ μονάδας. Ὅθεν ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν $\mathrm{B}(\theta_3 - \theta_2)\chi = \beta(\theta_2 - \theta_1) + \beta'(\theta_2 - \theta_1)\varepsilon$.

Σχ. 82.

Ἐπειδὴ καὶ τὸ ε εἶνε ἄγνωστον, δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν αὐτὸ διὰ δευτέρου πειράματος, μεταβάλλοντες τὸ βάρος τοῦ ὕδατος ἢ καὶ τὸ τοῦ σώματος, ὅτε θὰ ἔχωμεν καὶ δευτέραν ἐξίσωσιν

$$\mathrm{B}'(\theta_3 - \theta'_2)\chi = \beta'_1(\theta'_2 - \theta_1) + \beta'(\theta'_2 - \theta_1)\varepsilon,$$

ἢ προσδιορίζοντες κατὰ πρῶτον τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν σώματος ἐκ τῆς αὐτῆς ἀκριβῶς ὕλης, ἐξ ἧς καὶ τὸ δοχεῖον, ὅτε ἡ ἐξίσωσις γίνεται $\mathrm{B}(\theta_3 - \theta_2)\chi = \beta(\theta_2 - \theta_1) + \beta'(\theta_2 - \theta_1)\chi$, ὅτε ἔχομεν μίαν μόνην ἄγνωστον.

Διόρθωσις σφάλματος. Θερμαινόμενον τὸ δοχεῖον ἀπὸ θ_1 εἰς θ_2 ἀποβάλλει ὀλίγην θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας, διότι ἀνέρ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χεται εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τοῦ περιβάλλοντος χώρου. Πρὸς διόρθωσιν προσδιορίζομεν πρῶτον κατὰ προσέγγισιν τὴν ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας $\theta_2 - \theta_1$ καὶ μεταχειριζόμεθα ὕδωρ θερμοκρασίας κατωτέρας τῆς τοῦ περιβάλλοντος χώρου κατὰ $\frac{\theta_2 - \theta_1}{2}$. Οὕτω κατ' ἀρχὰς μὲν τὸ δοχεῖον δέχεται θερμότητα ἐκ τοῦ χώρου, εἶτα δ' ἐκπέμπει πρὸς αὐτόν· ἐπειδὴ δ' αἱ διαφοραὶ τῆς ἀρχικῆς καὶ τελικῆς θερμοκρασίας τοῦ δοχείου πρὸς τὴν τοῦ χώρου εἶνε ἴσαι, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ἡ θέρμανσις ἐξουδετεροῖ τὴν ψῦξιν.

Πρόβλημα α'.) Εὑρεῖν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν θ μίγματος διαφόρων ποσῶν ὕδατος, ὧν τὰ βάρη εἶνε $B_1, B_2, B_3, \ldots$ αἱ δὲ θερμοκρασίαι $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \ldots$.

Διὰ νὰ ψυχθῶσι πάντα ταῦτα τὰ ὕδατα μέχρι τοῦ μηδενὸς πρέπει ν' ἀποβάλωσι τὰς ἑξῆς μονάδας θερμότητος

$$B_1\,\theta_1 + B_2\,\theta_2 + B_3\,\theta_3 + \ldots$$

Ἐὰν παραχωρήσωμεν τὸ ποσὸν τοῦτο τῆς θερμότητος εἰς $B_1 + B_2 + B_3$ χιλιόγραμμα ὕδατος θερμοκρασίας 0^0, θέλει θερμανθῆ μέχρι τῆς θερμοκρασίας θ^0, ἥτις εἶνε ζητουμένη. Ὅθεν

$$B_1\,\theta_1 + B_2\,\theta_2 + B_3\,\theta_3 + \ldots = (B_1 + B_2 + B_3 + \ldots)\,\theta$$

καὶ

$$\theta = \frac{B_1\,\theta_1 + B_2\,\theta_2 + B_3\,\theta_3 + \ldots}{B_1 + B_2 + B_3 \ldots}$$

Πρόβλημα β') Εὑρεῖν τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν θ μίγματος διαφόρων σωμάτων, ὧν τὰ βάρη εἶνε $B_1, B_2, B_3 \ldots$ αἱ θερμοκρασίαι $\theta_1, \theta_2\,\theta_3 \ldots$ καὶ τὰ εἰδικὰ θερμαντικὰ $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \ldots$

Λύσις.

$$\theta = \frac{B_1\,\theta_1\,\delta_1 + B_2\,\theta_2\,\delta_2 + B_3\,\theta_3\,\delta_3 + \ldots}{B_1\,\delta_1 + B_2\,\delta_2 + B_3\,\delta_3 + \ldots}$$

Μέθοδος τῆς ψύξεως. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ὁ Dulong καὶ ὁ Petit προσδιώριζον τοὺς χρόνους τ καὶ τ', οὓς δαπανῶσι δύο διάφορα σώματα ὧν τὰ βάρη εἶνε β καὶ β' καὶ τὰ εἰδικὰ θερμαντικὰ ε καὶ ε', ἵνα ψυχθῶσιν ἀπὸ θερμοκρασίαν θ εἰς κατωτέραν θ'. Τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος $\beta\varepsilon\,(\theta - \theta')$ καὶ $\beta'\varepsilon'(\theta - \theta')$ εἶνε ἀνάλογα τῶν χρόνων τ καὶ τ' κατὰ νόμον τινὰ τοῦ Νεύτωνος· ὅθεν $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{\beta\varepsilon}{\beta'\varepsilon'}$ καὶ $\frac{\varepsilon}{\varepsilon'} = \frac{\tau\beta'}{\tau'\beta}$. Εὑρίσκομεν λοιπὸν τὸν λόγον τῶν εἰδικῶν θερμαντικῶν πολλαπλασιάζοντες τὸν λόγον τῶν χρόνων ἐπὶ τὸν ἀντίστροφον λόγον τῶν βαρῶν τῶν δύο σωμάτων. Ἀλλ' ὅμως ἡ μέθο-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δος αὕτη ὑπόκειται εἰς λάθη καὶ ἐπομένως δὲν παρέχει ἀκριβῆ ἀποτελέσματα.

Πίναξ τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν κυριωτέρων σωμάτων

Ὕδωρ = 1,00000

Βισμούθιον	0,03084	Ψευδάργυρος	0,09555
Μόλυβδος	0,03140	Νικέλιον	0,10860
Λευκόχρυσος	0,03243	Σίδηρος	0,11370
Χρυσὸς	0,03244	Ἀδάμας	0,14680
Ὑδράργυρος	0,03332	Φωσφόρος	0,18870
Πάγος	0,05040	Ὕαλος	0,19768
Ἀντιμόνιον	0.05077	Θεῖον	0,20259
Ἰώδιον	0,05412	Βενζίνη	0, 3952
Ἄργυρος	0,05601	Τερεβινθέλαιον	0, 4629
Κασσίτερος	0,05623	Αἰθὴρ	0, 5157
Χαλκὸς	0,09215	Οἰνόπνευμα	0, 6735
Ὀρείχαλκος	0,09391		

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου καταφαίνεται, ὅτι τὸ ὕδωρ εἶνε τὸ θερμοχωρητικώτερον τῶν σωμάτων, ἤτοι ἡ μεγίστη ἀποθήκη θερμότητος καὶ ὅτι ἔχει θερμοχωρητικότητα διπλασίαν τῆς τοῦ πάγου. Οὕτω τὸ ὕδωρ ὑπὸ ὡρισμένον βάρος, θερμαινόμενον ἀπὸ 0^0 εἰς 100^0, ἀποταμιεύει ποτότητα θερμότητος δεκαπλασίαν ἐκείνης, ἣν ἀποταμιεύει ἴσον βάρος σιδήρου ὑ·ὸ τὰς αὐτὰς περιττάσεις Καὶ ὁ μὲν σίδηρος ἀτοδίδει αὐτὴν ταχέως ὡς θερμαγωγὸς, ἐνῷ τὸ ὕδωρ βραδύτατα. Ἕνεκα τούτου γίνεται χρῆσις ζέοντος ὕδατος πρὸς θέρμανσιν ἐν ἁμαξοστοιχίαις, διὰ τοὺς ἀσθενεῖς καὶ ἐνίοτε δι' οἰκίας καὶ καταστήματα.

Νόμος τοῦ Dulong καὶ Petit. Ὁ Dulong καὶ ὁ Petit ἐρευνῶντες τὴν εἰδικὴν θερμότητα τῶν σωμάτων ἀνεῦρον τὸν ἑπόμενον νόμον· ὅτι τὸ γινόμενον τῆς εἰδικῆς θερμότητος οἱουδήποτε ἁπλοῦ σώματος ἐν στερεᾷ κατασ:άσει ἐπὶ τὸ ἀτομικὸν αὐτοῦβάρος εἶνε σταθερὸς ἀριθμός. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος ἐκφράζει τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ δύναται νὰ θερμάνῃ κατὰ ἕνα βαθμὸν ἓν ἄτομον οἱουδήποτε χημικοῦ στοιχείου καὶ καλεῖται *ἀτομικὴ θερμότης*. Ὥστε ὁ ἀνωτέρω νόμος διατυποῦται ἁπλούστερον οὕτω πως. Πάντα τὰ χημικὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

στοιχεῖα ἐν στερεᾷ καταταστάσει ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἀτομικὴν θερμότητα.

Μὴ ὑπείκοντα εἰς τὸν νόμον τοῦτον συνήθη στοιχεῖα εἶνε ὁ ἄνθραξ, τὸ βόριον καὶ τὸ πυρίτιον.

Περὶ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν ἀερίων. Πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν ἀερίων μεταχειρίζονται μέθοδον ὁμοίαν πρὸς τὴν μέθοδον τῶν μιγμάτων. Διοχετεύουσι δηλ. ὡρισμένον βάρος ἀερίου ὑπὸ ὡρισμένην καὶ σταθερὰν πίεσιν δι' ὀφεοειδοῦς σωλῆνος ἐμβεβαπτισμένου ἐν δοχείῳ ἐμπεριέχοντι θερμὸν ὑγρὸν ὑπὸ ὡρισμένην θερμοκρασίαν, ὥστε τὸ ἀέριον νὰ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Εἶτα διαβιβάζουσιν ἀμέτως διὰ δευτέρου ὀφεοειδοῦς σωλῆνος ἐμβεβαπτισμένου ἐν θερμογονομέτρῳ ἐμπεριέχοντι ὡρισμένον βάρος ψυχροῦ ὕδατος ὑπὸ ὡρισμένην θερμοκρασίαν. Προσδιορίζοντες τὴν ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ θερμογονομέτρῳ, ἀνευρίσκουσι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅτερ ἐγκατέλιπε τὸ ἀέριον καὶ ἐπομένως τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ θερμαντικὸν ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν.

Τῶν ἀερίων στοιχείων ὁποῖά εἰσι τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ ὑδρογόνον, τὸ χλώριον αἱ εἰδικαὶ θερμότητές εἰσιν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς πυκνότητας, ἤτοι τὸ γινόμενον τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἐπὶ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου ἀερίου εἶνε σταθερὰ ποσότης. Ἀλλὰ τὸ γινόμενον τοῦτο παριστᾷ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ εἶνε ἱκανὸν νὰ θερμάνῃ τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου ἀερίου κατὰ ἕνα βαθμόν. Ὅθεν διὰ τοῦ αὐτοῦ ποσοῦ θερμότητος ἰσάκις θερμαίνουμεν ἴσους ὄγκους τοιούτων ἀερίων. Ἀλλ' εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου περιλαμβάνεται ἴσος ἀριθμὸς ἀτόμων τῶν ἀερίων στοιχείων, ἐξ οὗ συμπεραίνομεν ὅτι ταῦτα κέκτηνται ἴσην ἀτομικὴν θερμότητα.

Εἰδικὴ θερμότης τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον. Ἀνωτέρω εἴδομεν πῶς προσδιορίζεται ἡ εἰδικὴ θερμότης ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν καὶ ἐπομένως ὑπὸ μεταβλητὸν ὄγκον. Ἀλλὰ διακρίνουσιν ὡσαύτως καὶ τὴν εἰδικὴν θερμότητα ἀερίου, ὅταν ὁ ὄγκος μένῃ σταθερός, ὅτε ἡ πίεσις ἢ ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀερίου αὐξάνεται. Τὸ πείραμα ἀποδεικνύει, ὅτι ἡ εἰδικὴ θερμότης ἀερίου ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον εἶνε μικροτέρα τῆς εἰδικῆς θερμότητος ὑπὸ μεταβλητὸν ὄγκον καὶ σταθερὰν πίεσιν, διότι εἰς τὴν δευτέραν ταύτην περίπτωσιν δαπανᾶται ποσὸν θερμότητος ἐπὶ πλέον πρὸς διαστολὴν τοῦ ἀερίου.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Διὰ τῆς ἀνωτέρω ἐκτεθείσης μεθόδου εὑρέθη ἡ εἰδικὴ θερμότης ε τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν. Ἡ εἰδικὴ θερμότης ε_1 ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον δὲν εἶνε εὔκολον νὰ προσδιορισθῇ πειραματικῶς, ἀλλὰ διὰ διαφόρων μεθόδων δύναται νὰ εὑρεθῇ ὁ λόγος $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}$· ἐκθέτομεν δ' ἐνταῦθα τὴν ὑπὸ τοῦ Laplace ὑποδειχθεῖσαν.

Ἐὰν Δ ἐμφαίνῃ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου ἀερίου τινός, ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τ καὶ ε τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ θερμαντικὸν ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, πρέπει νὰ δαπανήσωμεν Δε μονάδας θερμότητος, ὅπως ὑψώσωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ ἀπὸ τ^0 εἰς $(\tau+1)^0$ βαθμούς. Ἐὰν δὲ καλέσωμεν α τὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς τοῦ ἀερίου, τότε ὁ ὄγκος αὐτοῦ, ὅστις ἦτο ἴσος τῇ μονάδι ὑπὸ θερμοκρασίαν τ, θὰ ἦτο εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 ἴσος πρὸς $\frac{1}{1+\alpha\tau}$ καὶ εἰς θερμοκρασίαν τ+1 ἴσος πρὸς

$$\frac{1}{1+\alpha\tau}\left(1+\alpha\,(\tau+1)\right), \text{ ἤτοι } 1+\left(\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}\right),$$

ἤτοι θ' αὐξηθῇ κατὰ $\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}$. Ὅθεν ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου θερμαινομένη κατὰ ἕνα βαθμὸν αὐξάνεται κατὰ $\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}$ καὶ προσλαμβάνει Δε μονάδας θερμαντικοῦ. Ἐὰν ἤδη ἐπαναφέρωμεν τὸν αὐξηθέντα ὄγκον $1+\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}$ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου θέλει θερμανθῇ ὀλίγον, διότι πᾶσα συστολὴ ἀερίου ἐπιφέρει αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας, ἣν καλέσωμεν ω. Ὥστε ἡ θερμοκρασία ἀπὸ τ+1 θὰ γίνῃ τ+1+ω. ἕνεκα τῆς συμπιέσεως κατὰ τὴν ποσότητα $\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}$. Ὅθεν παραχωροῦντες Δε μονάδας θερμαντικοῦ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου δυνάμεθα ἢ νὰ θερμάνωμεν αὐτὸ κατὰ ἕνα βαθμόν, ἀφίνοντες αὐτὸ ἐλευθέρως νὰ διασταλῇ, ἢ κατὰ $(1+\omega)^0$ βαθμοὺς διατηροῦντες τὸν ὄγκον αὐτοῦ ἀμετάβλητον. Ἀλλὰ διὰ νὰ θερμάνωμεν τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου κατὰ ἕνα βαθμὸν ὑπὸ ὄγκον σταθερόν, πρέπει νὰ δαπανήσωμεν $\Delta\varepsilon_1$ μονάδας θερμότητος, ἔνθα ε_1 παριστᾷ τὴν εἰδικὴν θερμότητα ὑπὸ σταθερὸν ὄγκον.

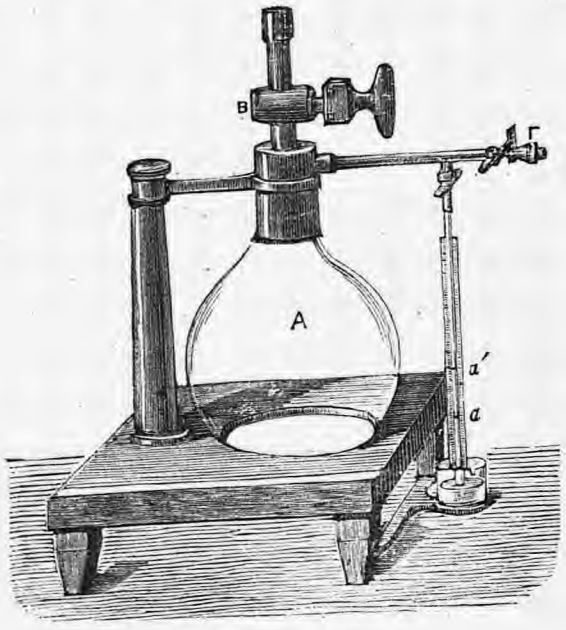
Ὥστε Δε θερμότης θερμαίνει κατὰ $(1+\omega)^0$ βαθμούς
καὶ $\Delta\varepsilon_1$ » » » 1^0 βαθμόν·
ὅθεν $\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta\varepsilon_1}=\frac{1+\omega}{1}=1+\omega$ καὶ $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}=1+\omega$.

Ἑπομένως εὑρίσκομεν τὸν ζητούμενον λόγον $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}$ προσδιορίζοντες τὸ ω, ἤτοι τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν συμπίεσιν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Πρὸς μέτρησιν τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν συμπίεσιν γίνεται χρῆσις τῆς ἑξῆς μεθόδου, ἣν ὑπέδειξε μὲν ὁ Laplace, ἐξετέλεσαν δὲ ὁ Clement καὶ ὁ Desormes.

Ἔστω ὄγκος Β ἀερίου ὑπὸ θερμοκρασίαν τ καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι συμπιέζομεν αὐτὸ κατὰ τὸν ὄγκον $\frac{6}{B}$. Ἕπεται ὅτι ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου συμπιέζεται κατὰ $\frac{6}{B}$ καὶ ἐπέρχεται ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας κατὰ 0 βαθμούς. Ὅθεν ὅταν ἡ



Σχῆμα 83.

μονὰς τοῦ ὄγκου συμπιέζηται κατὰ $\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}$, ἐπέρχεται ὕψωσις θερμοκρασίας ω, ὅταν δὲ κατὰ $\frac{6}{B}$, ὕψωσις θ. Ἂν δ' αἱ συμπιέσεις αὗται εἶνε ἐλάχισται, δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ἀνάλογοι τῶν ὑψώσεων τῆς θερμοκρασίας, ἤτοι

$$\frac{\omega}{\theta} = \frac{\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}}{\frac{6}{B}}, \text{ ἢ } \omega = \theta\left(\frac{\alpha}{1+\alpha\tau}\right)\frac{B}{6} \quad (1).$$

Ὅθεν ἵνα εὕρωμεν τὸ ω πρέπει νὰ προσδιορίσωμεν τὸ θ. Πρὸς τοῦτο ἔλαβον πλατύστομον ὑαλίνην σφαῖραν Α (σχ. 83) πλήρη ἀέρος κλεισμένην διὰ μεγάλης ξυλίνης στρόφιγγος Β καὶ συγκοινωνοῦσαν μετὰ σωλῆ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νος, ὅστις ἐμβαπτίζεται κατὰ τὸ κατώτερον ἄκρον εἰς πυκνὸν θειικὸν ὀξὺ καὶ χρησιμεύει πρὸς εὕρεσιν τῆς πιέσεως τοῦ ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέρος. Κατὰ πρῶτον ἀραιοῦσιν ὀλίγον τὸν ἐντὸς ἀέρα, ὅτε τὸ θειικὸν ὀξὺ ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι μέχρι τοῦ σημείου α'. Ὅταν δ' ἐπέλθῃ ἰσορροπία θερμοκρασίας, προσδιορίζουσι τὸ ὕψος εἰς ὃ ἀνέρχεται τὸ ὑγρὸν, ὅπερ ἔστω ἰσοδύναμον στήλῃ ὑδραργύρου η. Ὥστε ἐὰν καλέσωμεν Η τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν, ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος ἰσοῦται πρὸς Η—η. Εἶτα ἀνοίγουσιν ἐπί τινας στιγμὰς τὴν στρόφιγγα Β, μέχρις ὅτου τὸ ὑγρὸν κατέλθῃ καθ' ὁλοκληρίαν ἐν τῷ σωλῆνι α'α καὶ κλείουσιν ἀμέσως αὐτήν. Ὁ ἐντὸς ἀὴρ συμπιεσθεὶς ἐθερμάνθη, μετ' ὀλίγον ψύχεται καὶ συστέλλεται, τὸ δὲ ὑγρὸν ἀνέρχεται μέχρι τοῦ σημείου α, ἤτοι εἰς ὕψος η'.

Ἔχομεν ἑπομένως τρεῖς διαδοχικὰς φάσεις τοῦ πειράματος·

α'.) Ὄγκον ἀέρος Β ὑπὸ θερμοκρασίαν τ καὶ πίεσιν Η—η.

β'.) » » Β—β » » τ + θ » » Η.

γ'.) » » Β—β » » τ » » Η—η'.

Ἐφαρμόζοντες ἤδη τὸν νόμον τοῦ Μαριότου καὶ Gay-Lussac λαμβάνομεν μεταξὺ τῆς α'. καὶ γ': φάσεως τοῦ πειράματος

$$B\,(H-\eta) = (B-\beta)\,(H-\eta')\cdot$$

ὅθεν $$1-\frac{\beta}{B}=\frac{H-\eta}{H-\eta'},\ \text{καὶ}\ \frac{\beta}{B}=\frac{\eta-\eta'}{H-\eta'}.\quad (2)$$

Ὡσαύτως μεταξὺ τῆς β'. καὶ γ'. φάσεως τοῦ πειράματος

$$\frac{H}{1+\alpha\,(\tau+\theta)}=\frac{H-\eta'}{1+\alpha\tau},\ \text{ὅθεν}\ \frac{1+\alpha\tau+\alpha\theta}{1+\alpha\tau}=\frac{H}{H-\eta'},$$

καὶ $$1+\frac{\alpha\theta}{1+\alpha\tau}=\frac{H}{H-\eta'}\ \text{καὶ}\ \frac{\alpha\theta}{1+\alpha\tau}=\frac{\eta'}{H-\eta'}\quad (3).$$

Συγκρίνοντες δὲ τὰς ἐξισώσεις (2) καὶ (3) πρὸς τὴν ἀνωτέρω (1),

εὑρίσκομεν $$\omega=\frac{\eta'}{H-\eta'}\cdot\ \frac{H-\eta'}{\eta-\eta'}=\frac{\eta'}{\eta-\eta'},$$

καὶ $$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}=1+\omega=1+\frac{\eta'}{\eta-\eta'}=\frac{\eta}{\eta-\eta'}\cdot$$

οὕτως εὑρέθη ὁ λόγος $$\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1}=1{,}41\cdot$$

καὶ ἐπειδὴ $\varepsilon=0{,}2377$, ἕπεται ὅτι $$\varepsilon_1=\frac{0{,}2377}{1{,}41}=0{,}1686.$$

Ὁ ἑπόμενος πίναξ παρέχει τὰς εἰδικὰς θερμότητας ἀερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ ὕδατος, ὅπερ λαμβάνεται ὡς μονάς, ἤτοι παρέχει ἡμῖν τὸ ποσὸν τῆς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θερμότητος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ δαπανήσωμεν διὰ νὰ θερμάνωμεν ἀπὸ τοῦ 0^0 εἰς 1^0 ἓν χιλιόγραμμον τοῦ ἀερίου, ὅταν ἡ ἐπ' αὐτοῦ ἐπιφερομένη πίεσις μένῃ ἀμετάβλητος.

Ὑδρογόνον	3,4090
Ὑδρατμὸς	0,4805
Ἄζωτον	0,2438
Ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ	0,2377
Ὀξυγόνον	0,2174
Ἀνθρακικὸν ὀξὺ (ἀνυδρί ης)	0,2169
Χλώριον	0,12099

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου καταφαίνεται, ὅτι μόνον τὸ ὑδρογόνον ἔχει εἰδικὸν θερμαντικὸν ἀνώτερον τῆς μονάδος. Ὁ Regnault ἀνεῦρεν, ὅτι τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τῶν ἀερίων τῶν δυσκόλως ῥευστοποιουμένων εἶνε ἀνεξάρτητον τῆς σταθερᾶς πιέσεως εἰς ἣν εὑρίσκονται καὶ τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν.

Λανθάνουσα θερμότης τήξεως καὶ ἐξαερώσεως. Εἴδομεν, ὅτι οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ ἔντασις τῆς θερμαντικῆς πηγῆς, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἄρχεται ἡ τῆξις στερεοῦ σώματος ἢ ὁ βρασμὸς ὑγροῦ, ἡ θερμοκρασία μένει στάσιμος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως ἢ τοῦ βρασμοῦ. Ἐντεῦθεν ἕπεται, ὅτι ἡ παρεχομένη θερμότης εἰς τὸ σῶμα καταναλίσκεται ὁλόκληρος εἰς τὸ νὰ μεταβάλῃ τὴν κατάστασιν τοῦ σώματος.

Προσδιορισμὸς θερμότητος τήξεως. Ὅταν σῶμά τι ἐκ τῆς στερεᾶς μεταβαίνῃ εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἀποδίδει κατὰ τὴν πῆξιν πᾶσαν τὴν λανθάνουσαν θερμότητα, ἣν ἀπερρόφησε κατὰ τὴν τῆξιν. Οὕτω ἓν μὲν χιλιόγραμμον πάγου μεταβαλλόμενον εἰς ὕδωρ ἀπορροφᾷ κατὰ τὴν τῆξιν 79,25 μονάδας θερμαντικοῦ, ἓν δὲ χιλιόγραμμον ὕδατος ἀποδίδει κατὰ τὴν πῆξιν τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος, ἤτοι 79,25 μονάδας. Εἰς τὸ φαινόμενον τοῦτο στηριζόμενος ὁ Person εὗρε τὴν θερμότητα τῆς τήξεως σώματός τινος, οἷον τοῦ μολύβδου, διὰ τῆς μεθόδου τῶν μιγμάτων ὡς ἑξῆς.

Τήκομεν ποσόν τι μολύβδου βάρους ρ, καὶ ὅταν λάβῃ θερμοκρασίαν τινὰ τ, ἀνωτέραν τῆς θερμοκρασίας τῆς τήξεως T_1, ῥίπτομεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

αὐτὸν ἐντὸς θερμογονομέτρου ἐμπεριέχοντος ὕδωρ βάρους P καὶ θερμοκρασίας T. Ἔστω ε′ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ μολύβδου ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, ε τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν ἐν στερεᾷ καταστάσει, θ ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος. Τὸ μὲν ὕδωρ θερμανθὲν ἀπὸ T εἰς θ βαθμοὺς προσέλαβε P (θ—T) μονάδας θερμότητος, ὁ δὲ μόλυβδος ἀπέδωσε κατὰ πρῶτον ρε′ (τ—T_1) εἶτα ρχ μονάδας θερμότητος, ἔνθα διὰ τοῦ χ παρίσταται ἡ ζητουμένη λανθάνουσα θερμότης τῆς τήξεως τοῦ μολύβδου, εἶτα δ' ἐψύχθη ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας τῆς πήξεως T_1 εἰς τὴν θ καὶ ἀπέδωκε ρε (T_1—θ) μονάδας θερμότητος. Ὅθεν ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν

$$\rho\varepsilon' (\tau - T_1) + \rho\chi + \rho\varepsilon (T_1 - \theta) = P (\theta - T),$$

ἐξ ἧς λαμβάνομεν τὴν τιμὴν τῆς ἀγνώστου χ. Ὁ Person ἔτηκε τὸ μέταλλον ἐν λεπτῷ δοχείῳ ἐκ χαλκοῦ, οὗτινος ἐγνώριζε τὸ βάρος. Ἐπειδὴ εἰς τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν ἦτο ἄγνωστον καὶ τὸ ε′, ἤτοι τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ σώματος ἐν ῥευστῇ καταστάσει, ὁ Person ἐξετέλεσε δεύτερον πείραμα, καθ' ὃ ἐθέρμανε τὸ σῶμα εἰς θερμοκρασίαν τ′ πολὺ διάφορον τῆς τ, οὕτω δὲ ἐλάμβανε καὶ δευτέραν ἐξίσωσιν

$$\rho\varepsilon' (\tau' - T_1) + \rho\chi + \rho\varepsilon (T_1 - \theta') = P (\theta' - T).$$

Διὰ τῶν δύο τούτων ἐξισώσεων εὑρίσκομεν τὰ τιμὰς τοῦ χ καὶ τοῦ ε′

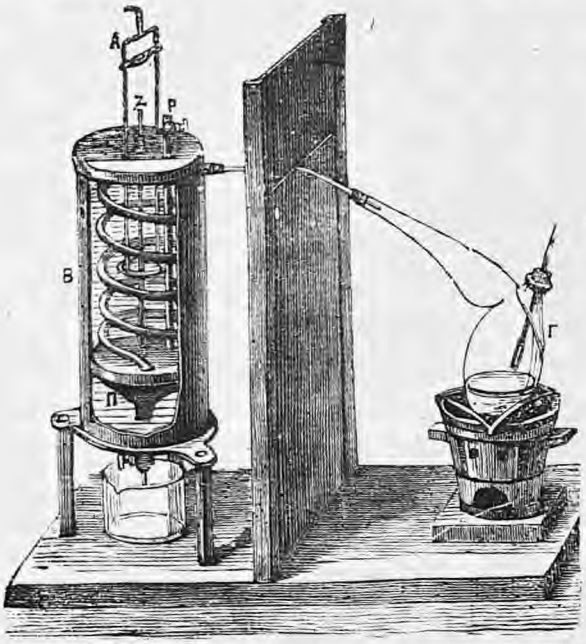
Πίναξ τῆς θερμότητος τήξεως διαφόρων σωμάτων.

Πάγος	79,250
Ψευδάργυρος	28,130
Ἄργυρος	21,070
Κασσίτερος	14,252
Βισμούθιον	12,640
Θεῖον	9,368
Μόλυβδος	5,369
Φωσφόρος	5,243
Ὑδράργυρος	2,830

Προσδιορισμὸς θερμότητος ἐξαερώσεως. Ἡ λανθάνουσα θερμότης τῆς ἐξαερώσεως, ἣν ἀπαιτεῖ ὑγιόν τι ὅπως μεταβληθῇ εἰς ἀτμόν, εὑρέθη ὡς ἑξῆς. Ἀποστάζουσιν ἐν κερατίνῃ Γ (σχ. 84) βάρος β τοῦ ὑγροῦ, οὗτινος πρόκειται νὰ εὑρεθῇ ἡ θερμότης ἐξαερώσεως καὶ διαβιβάζουσι τοὺς ἀτμοὺς τοῦ ὑγροῦ διὰ ὀφεοειδοῦς σωλῆνος, ὅστις περιβάλλεται διὰ ἐλαίου ἔνθα λαμβάνει θερ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μοκρασίαν Τ ὑπερτέραν τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ, εἶτα διὰ δευτέρου τοιούτου ἐμβεβαπτισμένου ἐν θερμογονομέτρῳ Β πλήρει ὕδατος, οὗτινος ὑψοῦται ἡ θερμοκρασία ἀπὸ τ εἰς θ (σχ. 83). Οἱ ἀτμοὶ ἀποβάλλουσι κατὰ πρῶτον τὴν εἰδικὴν αὐτῶν θερμότητα ἐν ἀερίῳ καταστάσει ψυχόμενοι ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας Τ εἰς τὴν τῆς ὑγροποιήσεως T_1, ἤτοι μονάδας $ρε''(T-θ)$, δεύτερον τὴν λανθάνουσαν θερμότητα ρχ καὶ εἶτα τὴν εἰδικὴν θερμότητα ἐν ὑγρᾷ



Σχ. 83.

καταστάσει. Τὸ ὑγρὸν ψυχόμενον ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας τῆς ὑγροποιήσεως T_1 εἰς θ ἀποβάλλει μονάδας $ρε'(T_1-θ)$. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐπαναλαμβάνεται δίς, θερμαινομένου τοῦ ἀτμοῦ εἰς θερμοκρασίαν Τ′ πολλῷ διάφορον τῆς Τ. Οὕτω δὲ λαμβάνομεν δύο ἐξισώσεις ἐχούσας δύο ἀγνώστους, ἤτοι τὴν εἰδικὴν θερμότητα ε″ ἐν ἀερίῳ καταστάσει καὶ τὴν λανθάνουσαν θερμότητα τῶν ἀτμῶν χ. Αἱ δύο ἐξισώσεις εἶνε αἱ ἑξῆς

$$ρε''(T-T_1)+ρχ+ρε'(T_1-θ)=P(θ-τ)$$
$$ρ'ε''(T'-T_1)+ρ'χ+ρ'ε'(T_1-θ')=P(θ'-τ')$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Κατὰ τὰ ἀρχαιότερα πειράματα ἀπέσταζον ἁπλῶς τὸ ὑγρὸν διὰ συσκευῆς, οἵαν δεικνύει τὸ σχ. 83, καὶ διεβίβαζον τὸν ἀτμὸν χωρὶς νὰ ὑπερθερμάνωσιν αὐτὸν εἰς θερμογονόμετρον ἐμπεριέχον ὀφεοειδῆ σωλῆνα. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἔχομεν μίαν μόνην ἐξίσωσιν, τὴν ἑξῆς·

$$\rho\chi + \rho\varepsilon' (T_1 - \theta) = P (\theta - \tau)\cdot$$

ἀλλ' ἡ μέθοδος αὕτη εἶνε ἀτελὴς, διότι μέρος τῶν ἀτμῶν ὑγροποιεῖται εἰς τὸν σωλῆνα, ὅστις ἄγει εἰς τὸν ὀφεοειδῆ καὶ οὕτω φθάνει ἐν ὑγρᾷ καταστάσει εἰς τὸ θερμογονόμετρον χωρὶς ν' ἀποδώσῃ εἰς αὐτὸ τὴν λανθάνουσαν αὐτοῦ θερμότητα.

Πίναξ τῆς λανθανούσης θερμότητος τῶν ἀτμῶν διαφόρων ὑγρῶν.

Ὕδωρ	536	μονάδες
Οἰνόπνευμα	208	»
Αἰθὴρ	91	»
Τερεβινθέλαιον	69	»

Οἱ ἀνωτέρω δύο πίνακες καταδεικνύουσιν, ὅτι τὸ ὕδωρ ἀπαιτεῖ τὴν μεγίστην ποσότητα λανθανούσης θερμότητος, εἴτε ὅπως μεταβῇ ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, εἴτε ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν. Εἴδομεν προσέτι, ὅτι τὸ ὕδωρ εἶνε τὸ θερμοχωρητικότατον τῶν σωμάτων, ὅθεν οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς μεγίστη ἀποθήκη θερμότητος. Οὕτω ἓν χιλιόγραμμον ἀτμῶν ὕδατος θερμοκρασίας 100^0 μεταβαλλόμενον εἰς πάγον 0^0 ἀποδίδει $536 + 100 + 79 = 715$ μονάδας θερμότητος.

Ὁ Regnault ἀπέδειξεν, ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖ ὑγρόν τι ὅπως *μόνον* ἐξαερωθῇ, εἶνε ὑπέρτερον εἰς κατωτέραν θερμοκρασίαν καὶ ὀλιγώτερον εἰς ἀνωτέραν. Ἀλλὰ τὸ ποσὸν, ὅπερ ἀπαιτεῖται ἵνα θερμανθῇ ὑγρόν τι ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 καὶ εἶτα ἐξαερωθῇ εἰς θ^0, αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας. Τὸ ποσὸν τοῦτο τῆς ὁλικῆς θερμότητος πρὸς θέρμανσιν εἰς θ^0 καὶ ἐξαέρωσιν παρίσταται διὰ τοῦ τύπου

$$K = 606{,}5 + 0{,}305 . \theta.$$

Τὸ δὲ ποσὸν Λ τῆς ἐξαερώσεως μόνον παρίσταται ἐπομένως διὰ τοῦ τύπου $\Lambda = K - \theta = 606{,}5 + 0{,}305\,\theta - \theta$,

ἤτοι $$\Lambda = 606{,}5 - 0{,}695\,\theta.$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Οὕτω ἀπαιτοῦνται πρὸς ἐξαέρωσιν μόνον τοῦ ὕδατος εἰς τὰς θερμοκρασίας

0^0	606,5	μονάδες	θερμότητος
10^0	599,5	»	»
20^0	592,6	»	»
30^0	585,7	»	»
50^0	571,7	»	»
100^0	536,5	»	»
200^0	467,5	»	»

πρὸς θέρμανσιν δὲ ἀπὸ 0^0 εἰς θ^0 καὶ ἐξαέρωσιν ἀπαιτοῦνται εἰς τὴν θερμοκρασίαν

10^0	609,5	μονάδες	θερμότητος
20^0	612,6	»	»
50^0	621,7	»	»
100^0	636,5	»	»
200^0	667,5	»	»

ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Ὑπόθεσις τῆς ἐκπομπῆς. Δύο ὑποθέσεις ἐγένοντο πρὸς ἐξήγησιν τῆς θερμότητος· κατὰ τὴν πρώτην τούτων τὴν τῆς ἐκπομπῆς, ἡ θερμότης εἶνε ἀβαρές τι ῥευστὸν, ὅπερ οὔτε γεννᾶται οὔτε καταστρέφεται, ἀλλ' ἁπλῶς μεταβαίνει ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα εἰσδύον μεταξὺ τῶν μορίων. Ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ θερμότης ἀπωθεῖ τὰ μόρια τῶν σωμάτων, παράγουσα οὕτω 1ον τὴν διαστολὴν, 2ον τὴν τῆξιν ἐν ὡρισμένῃ θερμοκρασίᾳ, 3ον τὸν βρασμὸν, ὅταν ἡ δύναμις αὕτη ὑπερνικήσῃ τὴν τῶν μορίων συνοχὴν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ὡσαύτως ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ θερμότης εἰσδύουσα εἰς τὰ σώματα διανέμεται εἰς δύο διακεκριμένα μέρη. Τὸ ἓν μέρος τῆς θερμότητος ἑνοῦται μετὰ τῶν μορίων τοῦ σώματος, τὸ δὲ ἕτερον χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Τὸ πρῶτον μέρος αὐξάνεται, ὅταν αἱ οὐσίαι τήκωνται ἢ ἐξαερῶνται, ἀπορροφῶσαι λανθάνουσαν θερμότητα· ἡ θερμότης δ' αὕτη ἀποδίδεται ἐν μέρει κατὰ τὴν τριβὴν, κατὰ τὰς χημικὰς συνθέσεις, ἰδίᾳ δὲ κατὰ τὴν καῦσιν.

Κατὰ τὴν θεωρίαν ταύτην τῆς ἐκπομπῆς πᾶν σῶμα θερμανθὲν μέχρι ἐρυθροπυρώσεως ἐκπέμπει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις δι' ἀκτινοβολίας δύο εἰδῶν λεπτότατα μόρια διάφορα τὴν φύσιν, μό-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ρια θερμότητος καὶ μόρια φωτὸς, ἅτινα προβαίνουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ἀκολουθοῦσι τοὺς αὐτοὺς νόμους.

Ἡ ὑπόθεσις αὕτη ἐγκατελείφθη, ὅτε κατέπεσεν ἐν τῇ ὀπτικῇ ἡ ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἐπινοηθεῖσα ὑπόθεσις τῆς ἐκπομπῆς. Διότι διὰ τῶν πειραμάτων τοῦ Melloni καὶ ἄλλων κατεδείχθη, ὅτι τὸ φῶς καὶ ἡ θερμότης εἶνε δύο διάφοροι ἰδιότητες, προερχόμεναι ἐκ τῆς αὐτῆς αἰτίας καὶ ἐπομένως, ἂν τὸ φῶς προέρχεται ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν μορίων τοῦ αἰθέρος, καὶ ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης εἶνε ὁμοία παλμικὴ κίνησις· εἰσδύουσα δ' εἰς τὰ σώματα ἡ θερμότης δὲν εἶνε δυνατὸν νὰ μεταβληθῇ εἰς ἀβαρὲς ῥεῦστὸν, ἀλλὰ πρέπει καὶ ἐν τοῖς σώμασιν ἡ θερμότης νὰ εἶνε κίνησις. Οὕτω ἀγόμεθα εἰς νέαν ὑπόθεσιν, τὴν μηχανικὴν θεωρίαν τῆς θερμότητος.

Μηχανικὴ θεωρία. Τὰ μόρια παντὸς στερεοῦ ἢ ὑγροῦ σώματος ἐκτελοῦσι κατ' ἰδίαν ἕκαστον, ὅταν τὸ σῶμα θερμαίνηται, παλμικὰς κινήσεις ἐλαχίστας καὶ ταχυτάτας· οὕτω δ' ἀποκτῶσιν ἐν δεδομένῃ στιγμῇ ὡρισμένον ποσὸν δρώσης δυνάμεως, ἣν θὰ διετήρουν ἐπ' ἀόριστον ἐν τῷ ἀπολύτῳ κενῷ. Ἀλλ' ἐπειδὴ περιβάλλονται ὑπὸ ῥευστοῦ τινος ἐξόχως ἐλαστικοῦ, *τοῦ αἰθέρος*, κραδαίνουσι τὰ ἀμέσως εἰς ἐπαφὴν εὑρισκόμενα μόρια τοῦ περιβάλλοντος χώρου· ταῦτα δὲ πάλιν κραδαίνουσι τὰ ἀμέσως ἑπόμενα, ἡ δὲ κίνησις διαδίδεται κατὰ σφαιρικὰ ὁμόκεντρα κύματα. Ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἡ δρῶσα δύναμις, ἥτις ἀρχικῶς συνεσωρεύθη ἐν τῷ θερμῷ σώματι, δαπανᾶται καὶ τὸ σῶμα ψύχεται. Ἡ δρῶσα αὕτη δύναμις διεσκορπίσθη εἰς τὸ διάστημα καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλὰ δὲν ἀπωλέσθη, διότι ἂν εἰς ἀπόστασίν τινα εὑρίσκηται σῶμα ψυχρὸν, δέχεται τὸ μέρος τῆς θερμότητος, ὅπερ διευθύνεται πρὸς αὐτό. Ἡ θερμότης αὕτη διαμοιράζεται εἰς τρία μέρη· τὸ μὲν πρῶτον μέρος ἀνακλᾶται, τὸ δεύτερον διέρχεται διὰ τοῦ σώματος διαθλώμενον καὶ τὸ τρίτον μεταδίδεται εἰς τὰ σταθμητὰ μόρια τῆς ὕλης τοῦ σώματος, ἅτινα κραδαίνονται παλλόμενα μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης· ἡ κίνησις αὕτη μεταδίδεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον δι' ἀγωγιμότητος. Οὕτω δὲ βαθμηδὸν τὸ σῶμα ἀποταμιεύει δρῶσαν δύναμιν, ἤτοι θερμαίνεται.

Ὁμοιότης μεταξὺ θερμότητος καὶ ἤχου. Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην μεγάλη ὁμοιότης ὑφίσταται μεταξὺ θερμότητος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ φωτὸς ἀφ' ἑνὸς καὶ ἤχου ἀφ' ἑτέρου. Κώδων κρουόμενος διὰ σφύρας δέχεται ποσόν τι δρώσης δυνάμεως καὶ κραδαίνεται, θὰ διετήρει δ' ἐπ' ἀόριστον τὴν παλμικὴν ταύτην κίνησιν, ἂν εὑρίσκετο ἐν τῷ κενῷ. Ἀλλ' ἐν μέσῳ τοῦ ἀέρος κρουόμενος ὁ κώδων κραδαίνει τὰ ἀέρινα μόρια, ἅτινα περιβάλλουσιν αὐτὸν, ταῦτα κραδαίνουσι τὰ ἑπόμενα μόρια, οὕτω δὲ τὸ ἠχητικὸν κῦμα προβαίνει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις φέρον ἐν ἑαυτῷ τὴν δρῶσαν δύναμιν, ἥτις ἀρχικῶς μετεδόθη εἰς τὸν κώδωνα διὰ τῆς σφύρας, ὅπως διασκορπίσῃ αὐτήν. Ὀλίγον κατ' ὀλίγον ὁ κώδων ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἠρεμίαν, ἀλλ' ἡ κράδανσις αὐτοῦ μετεδόθη εἰς ἀπόστασιν καὶ προσελήφθη ὑπὸ πάντων τῶν πέριξ ἠχογόνων σωμάτων, ἅτινα ἄρχονται κραδαινόμενα.

Ἐξίσωσις τοῦ ἔργου. Ἐὰν ὑψώσωμεν βάρος β εἰς ὕψος ε μέτρων, παράγομεν ἔργον ἐκφραζόμενον διὰ τοῦ γινομένου $\beta\varepsilon$. Ὅταν τοὐναντίον σῶμα βάρους β πίπτῃ ἐξ ὕψους ε δαπανᾶται ἔργον $\beta\varepsilon$. Ἀλλ' ὅταν σῶμα πίπτῃ ἐξ ὕψους ε ἀποκτᾷ ταχύτητα, ἥτις ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου $\upsilon^2 = 2g\varepsilon$. Ἂν κατά τινα μὲν στιγμὴν χρόνου ἔχει διανύσει διάστημα ε_0, κατ' ἄλλην δὲ διάστημα ε, αἱ ταχύτητες υ καὶ υ_0 κατὰ τὰς δύο ταύτας χρονικὰς στιγμὰς παρίστανται διὰ τῶν τύπων $\upsilon^2 = 2g\varepsilon$ $\upsilon_0^2 = 2g\varepsilon_0$.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει οὐ μόνον διὰ τῆς βαρύτητος ἀλλὰ καὶ δι' οἱασδήποτε ἄλλης δυνάμεως. Ἀντικαθιστῶντες g διὰ τοῦ πηλίκου τῆς διαιρέσεως τῆς δυνάμεως, ἥτις ἐνταῦθα εἶνε τὸ βάρος τοῦ σώματος ρ, διὰ τῆς μάζης αὐτοῦ μ, καὶ ἀφαιροῦντες τὰς δύο ἐξισώσεις κατὰ μέλη λαμβάνομεν

$$(1)\quad \rho(\varepsilon - \varepsilon_0) = \frac{1}{2}(\mu\upsilon^2 - \mu\upsilon_0^2).$$

Τὸ πρῶτον μέλος παριστᾷ τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὸν δρόμον, ὃν διήνυσε τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως καθ' ὡρισμένον χρόνον. Τὸ γινόμενον τοῦτο κατὰ συνθήκην καλεῖται *ἔργον τῆς δυνάμεως*. Τὸ δὲ γινόμενον τῆς μάζης ἐπὶ τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος καλεῖται *δρῶσα δύναμις* τοῦ σώματος. Ἡ διαφορὰ $\mu\upsilon^2 - \mu\upsilon_0^2$ εἶνε ἡ αὔξησις τῆς δρώσης δυνάμεως, ἡ δὲ ἐξίσωσις (1) δεικνύει, ὅτι τὸ ἔργον δυνάμεως ἐν ὡρισμένῳ χρόνῳ εἶνε ἴσον τῷ ἡμίσει τῆς αὐξήσεως τῆς δρώσης δυνάμεως ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Τὸ θεώρημα τοῦτο εἶνε γενικὸν καὶ ἐφαρμόζεται ἐπίσης, ὅταν σῶμά τι

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν πολλῶν δυνάμεων. Πρὸς συντομίαν παριστῶμεν τὸ πρῶτον μέλος τῆς ἐξισώσεως (1) διὰ T καὶ τὸ δεύτερον διὰ $\frac{1}{2}(\Phi - \Phi_0)$· ὅθεν λαμβάνομεν (2) $T = \frac{1}{2}(\Phi - \Phi_0)$.

Αὕτη εἶνε ἡ καλουμένη ἐξίσωσις τοῦ ἔργου, ἐξ ἧς ἐξάγομεν τὸ ἑξῆς σπουδαιότατον πόρισμα.

Ἐὰν μηχανή τις οἱαδήποτε κινουμένη ἀποκτήσῃ ἐπὶ τέλους κίνησιν ὁμαλὴν ἢ ἰσοταχῆ, τότε ἐν ὡρισμένῳ τινὶ χρόνῳ ἡ ταχύτης μένει σταθερά, ἤτοι $\upsilon = \upsilon_0$, ὅθεν δὲν ἐπέρχεται αὔξησις δρώσης δυνάμεως κατὰ τὸ χρονικὸν τοῦτο διάστημα καὶ ἐπομένως τὸ ἄθροισμα τῶν ἔργων ὅλων τῶν δυνάμεων, αἵτινες ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τῆς μηχανῆς, εἶνε ἴσον τῷ μηδενί.

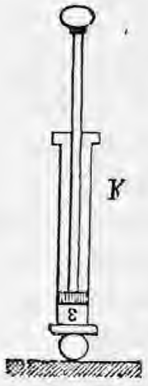
Ἀλλὰ πᾶσα μηχανὴ ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν ἀφ' ἑνὸς μὲν κινούσης δυνάμεως, ἥτις τείνει διηνεκῶς ν' αὐξήσῃ τὴν ταχύτητα τῆς μηχανῆς, ὁπότε τὸ ἔργον τῆς δυνάμεως ταύτης εἶνε θετικόν· ἀλλ' ἀφ' ἑτέρου ἡ μηχανὴ εἶνε προωρισμένη ἵνα παραγάγῃ ἔργον τι, οἷον νὰ ὑψώσῃ ἢ νὰ σύρῃ βάρη, ἤτοι ἔργον, ὅπερ τείνει διηνεκῶς νὰ ἐλαττώσῃ τὴν ταχύτητα τῆς μηχανῆς, τοῦτο δὲ καλεῖται ἔργον ἀντιστάσεως ἢ ἀρνητικόν. Ὅταν λέγωμεν, ὅτι εἰς μηχανὴν ἐν ἰσοταχεῖ κινήσει εὑρισκομένην τὸ ὅλον ἔργον εἶνε ἴσον τῷ μηδενί, τοῦτο σημαίνει, ὅτι τὸ κινοῦν ἔργον εἶνε ἴσον τῷ ἔργῳ τῆς ἀντιστάσεως κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα, καθ' ὃ ἡ κίνησις διαμένει ἰσοταχής, τουτέστιν ἡ μηχανὴ μετατρέπει τὸ ἔργον τῆς κινούσης δυνάμεως ἄνευ οὐδεμιᾶς ἀπωλείας εἰς ἄλλο ἔργον ἴσον καὶ ἀντίθετον.

Ἁπλούστατον παράδειγμα παρέχει ἡμῖν ὑδραυλικὴ μηχανὴ χρησιμεύουσα πρὸς ἀνύψωσιν ὕδατος. Ἡ κινοῦσα δύναμις εἶνε μεγάλη ποσότης ὕδατος P πίπτουσα ἐκ μικροῦ ὕψους η. Τὸ ἔργον ταύτης εἶνε Pη. Ἡ δύναμις αὕτη κινεῖ ὑδραυλικοὺς τροχοὺς καὶ ὑδραντλίας, αἵτινες ἀνυψοῦσιν ὀλιγώτερον ποσὸν ὕδατος ρ ἀλλ' εἰς ἱκανὸν ὕψος Η ὑπέρτερον τοῦ η. Μετά τινα δὲ χρόνον, ὅταν ἡ μηχανὴ ἀποκτήσῃ κίνησιν ἰσοταχῆ, πρέπει τὸ κινητήριον ἔργον Pη νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὸ ἔργον τῆς ἀντιστάσεως ρΗ. Τοιοῦτος εἶνε ὁ θεμελιώδης νόμος πάσης μηχανῆς.

Ἀσυμφωνία μεταξὺ τῆς θεωρίας καὶ τῆς κινήσεως τῆς μηχανῆς. Εἰς τὰς ἐφαρμογὰς ὁ νόμος οὗτος οὐδέποτε ἀλη-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θεύει, διότι τὸ παραγόμενον ἔργον εἶνε πάντοτε ἔλαττον τοῦ δαπανωμένου, ἤτοι ρH<Pη. Οὕτω εἰς ὑδραυλικήν τινα μηχανὴν τοῦ Marly ἐν τῷ Σηκουάνᾳ, ἥτις κινουμένη διὰ τοῦ ῥέοντος ὕδατος τοῦ ποταμοῦ χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν ὕδατος ἐκ τοῦ ποταμοῦ μέχρι τῶν Βερσαλλιῶν, τὸ $\rho H = \frac{1}{10} P\eta$ καὶ εἰς τὰς τελειοτέρας τοιούτου εἴδους μηχανὰς $\rho H = \frac{2}{3} P\eta$. Ἡ ἀπώλεια αὕτη προέρχεται πρῶτον μὲν ἐκ τῶν κραδασμῶν, εἰς οὓς ὑπόκειται ἡ μηχανή, αἵτινες μεταδίδονται εἰς τὸ ἔδαφος καὶ οὕτω παράγεται ὁ διηνεκὴς βρόμος μηχανῆς κινουμένης· ἀλλ' ἡ μεγαλητέρα ἀπώλεια προέρχεται ἐκ τῆς τριβῆς τῶν ἀξόνων, τῶν ἐμβολέων ἐντὸς τῶν κυλίνδρων καὶ ἐν γένει ἐκ τῆς τριβῆς ἐπιφανειῶν κινουμένων ἐπ' ἄλλων ἐπιφανειῶν, αἵτινες δὲν μετέχουσι τῆς κινήσεως τῶν πρώτων. Εἰς πᾶν δὲ σημεῖον ἔνθα παράγεται τριβὴ ἐπέρχεται ἀπώλεια κινητηρίου ἔργου.



Σχ. 84.

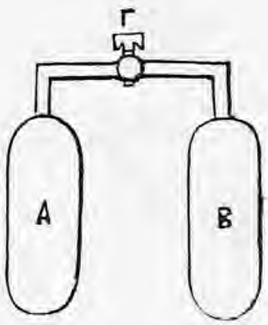
Ἀπώλεια ἔργου, παραγωγὴ θερμότητος καὶ ἀντιστρόφως. α΄.) Τὸ ἔργον τὸ δαπανώμενον, ὅπως συμπιεσθῇ ἀέριόν τι, παράγει θερμότητα. Ἵνα ἀποδείξωμεν τοῦτο, συμπιέζομεν ταχέως ἀέρα διὰ καταθλιπτικῆς πνευματικῆς μηχανῆς εἰς δοχεῖον καὶ παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἰσχυρῶς θερμαίνεται. Δυνάμεθα ὡσαύτως νὰ θέσωμεν μετάλλινον εὐπαθὲς θερμόμετρον ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ἐμπεριέχοντα ἀραιὸν ἀέρα, καὶ ν' ἀφήσωμεν ἀποτόμως νὰ εἰσέλθῃ ὁ ἀήρ, ὅστις ὡς ἐμβολεὺς συμπιέζει τὸν ἐντὸς ἀραιὸν ἀέρα καὶ θερμαίνει αὐτόν. Ὡσαύτως ἀποδεικνύεται τοῦτο διὰ τοῦ καλουμένου *ἀερικοῦ πυρείου* (σχ. 84), ὅπερ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου Κ ἔχοντος παχέα τοιχώματα, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἓν ἄκρον καὶ ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἕτερον. Ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐμβολέα ἐφαρμοζόμενον ἀκριβῶς καὶ φέροντα μικρὸν τεμάχιον ἀγαρικοῦ, καταβιβάσωμεν δ' αὐτὸν ὁρμητικῶς, ὁ ἀὴρ συνθλίβεται ἐν τῷ χώρῳ ε καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ἐὰν διὰ κοινοῦ φυσητηρίου φυσήσωμεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀέρα ἐπὶ θερμοηλεκτρικῆς στήλης, αὕτη ἐλέγχει θέρμανσιν, διότι τὸ ἔργον τῶν μυῶν τὸ δαπανώμενον διὰ τὴν συμπίεσιν τοῦ ἀερίου μετατρέπεται εἰς θερμότητα.

β΄.) Ἀντιστρόφως, πᾶν ἀέριον, ὅπερ παράγει ἔργον διαστελλόμενον, ἀποβάλλει θερμότητα καὶ ψύχεται. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο διὰ μεταλλίνου θερμομέτρου, ὅπερ ψύχεται ἐν κώδωνι, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀφαιροῦμεν ταχέως τὸν ἀέρα, ἢ διευθύνοντες ἐπὶ θερμοπολυπλασιαστοῦ, (ἤτοι ἐπὶ εὐπαθεστάτου θερμομέτρου) ῥεῦμα ἀέρος, ὅπερ ἐξέρχεται ἐκ δοχείου, ἐν ᾧ πολὺ πρὶν συνεπιέσθη ἀήρ[1], ἢ κάλλιον ἐμβαπτίζοντες τὸ δοχεῖον ἐν θερμογονομέτρῳ πλήρει ὕδατος, ὅπερ ψύχεται, ὅταν ὁ ἐν τῷ δοχείῳ ἀὴρ ἐκφεύγῃ.

γ΄.) Λαμβάνομεν δύο χαλκᾶ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 85) συγκοινωνοῦντα διὰ σωλῆνος φέροντος στρόφιγγα Γ, καὶ ἐμβεβαπτισμένα εἰς διάφορα θερμογονόμετρα· τὸ ἐν τούτων Α ἐγκλείει ἀέρα ἐκ τῶν προτέρων συμπιεσθέντα ὑπὸ πίεσιν 22 ἀτμοσφαιρῶν, τὸ δ' ἄλλο Β εἶνε κενόν. Ἂν ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα Γ, ὁ ἀὴρ διανέμεται εἰς τὰ δύο δοχεῖα, λαμβάνων ὄγκον διπλάσιον καὶ πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ἀρχικῆς.



Σχ. 85.

Ἐὰν ἐρευνήσωμεν τὸ συμβαῖνον εἰς τὸ πρῶτον δοχεῖον Α, εὑρίσκομεν ὅτι ὁ ἀὴρ ὅστις ἦτο ἐν ἠρεμίᾳ, διεστάλη καὶ παρήγαγεν ἔργον δαπάνῃ τῆς δρώσης αὐτοῦ δυνάμεως, ἤτοι δαπάνῃ τῆς θερμότητος, ἣν ὁ ἀὴρ ἐμπεριεῖχεν· ἕνεκα δὲ τούτου τὸ δοχεῖον Α ψύχεται καὶ ψύχει καὶ τὸ ὕδωρ τοῦ θερμογονομέτρου, ἐν ᾧ εἶνε ἐμβεβαπτισμένον.

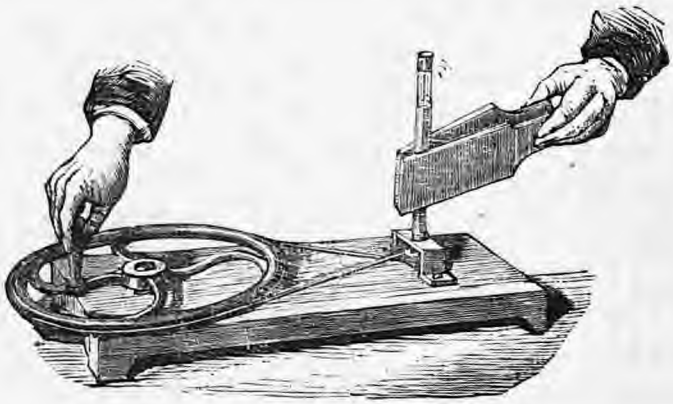
Τὸ ἐναντίον συμβαίνει εἰς τὸ δοχεῖον Β· τὰ κατὰ πρῶτον ἐξελθόντα μόρια τοῦ ἀέρος συμπιέζονται ἐν τῷ δοχείῳ τούτῳ, ὥστε δαπανᾶται πρὸς τοῦτο ἔργον, ὅπερ μετατρέπεται εἰς δρῶσαν δύναμιν τῶν μορίων τοῦ οὕτω συμπιεζομένου ἀέρος, ὅστις θερμαινόμενος θερμαίνει ἐπίσης καὶ τὸ θερμογονόμετρον.

1). Τὸ αὐτὸ πείραμα δύναται νὰ ἐκτελεσθῇ καὶ διὰ φιάλης σελτζείου ὕδατος, ἥτις προθερμαίνεται ὀλίγον, ὥστε νὰ ἔχῃ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τοῦ θερμοπολυπλασιαστοῦ.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δ΄.) Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν ἤδη καὶ τὰ δύο δοχεῖα **A** καὶ **B** *ἐν τῷ αὐτῷ* θερμογονομέτρῳ καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα, ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος τοῦ θερμογονομέτρου οὐδόλως μεταβάλλεται. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ὅση θερμότης ἀπορροφᾶται ἀφ' ἑνὸς διὰ νὰ τεθῇ τὸ ἀέριον εἰς κίνησιν, τόση ἀφ' ἑτέρου ἐκλύεται, ὅταν ἡ κίνησις αὕτη παύσῃ. Ὥστε, ὅταν οὐδὲν ἔργον ἐξωτερικὸν παράγηται ἢ δαπανᾶται, οὔτε ἀφαιρεῖται οὔτε παράγεται θερμότης.

ε΄.) Ὁ Rumford κατὰ τὴν τρύπησιν τοῦ ὄλμου τηλεβόλων ἐν Μονάχῳ παρετήρησε πρῶτος τὴν μεγάλην θερμότητα τὴν ἀναπτυσσομένην ἐκ τῆς τριβῆς. Πειραματικῶς δὲ τοῦτο ἀποδεικνύεται ὡς ἑξῆς. Σωλὴν μετάλλινος ἐμπεριέχων ὕδωρ κλείεται διὰ πώματος, τιθέμενος δ' εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφίγγεται μεταξὺ δύο τεμαχίων ξύλου (σχ. 86)·



Σχ. 86.

ἕνεκα τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ δὲ ὕδωρ θερμαινόμενον ἀναβράζει καὶ οἱ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνατινάσσουσι τὸ πῶμα.

ς΄.) Ὅταν ἐλαστικὴ σφαῖρα πίπτῃ ἐπὶ μαρμαρίνης πλακὸς, δὲν παράγει αἰσθητὴν θερμότητα, διότι τὸ ἔργον, ὅπερ παρήγαγε κατὰ τὴν πτῶσιν, ἀποδίδεται ὁλοσχερῶς, ὅταν ἀναπηδᾷ εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος. Ἐὰν λάβωμεν σφαῖραν ἧττον ἐλαστικὴν καὶ ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα, παρατηροῦμεν ὅτι ὀλιγώτερον μὲν ἔργον ἀποδίδεται ἀλλὰ παράγεται πλειοτέρα θερμότης. Ἐὰν μολυβδίνη

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

βολὶς ῥιφθῇ δι' ὅπλου ἐπὶ σιδηρᾶς πλακὸς, καταθλίβεται καὶ ὅλη ἡ δρῶσα δύναμις, ἡ ἀρχικὴ, ἣν ἐνέκλειεν ἡ βολὶς κινουμένη μετατρέπεται εἰς δρῶσαν δύναμιν τῶν μορίων αὐτῆς, ἤτοι εἰς θερμότητα.

ζ'.) Ἡ θέρμανσις τῶν ἀξόνων τῶν τροχῶν, τῶν νομισμάτων ἐν τῷ νομισματοκοπείῳ, τῶν σφυρηλατουμένων μετάλλων, τοῦ χάλυβος κρουομένου διὰ πυρίτου λίθου, τοῦ φωσφόρου καὶ τέλος τὸ πῦρ τῶν ἀγρίων ἀποδεικνύουσι τὴν μετατροπὴν τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.

Μέτρον τοῦ μηχανικοῦ ἰσοδυνάμου τῆς θερμότητος. α'.) Συμπιέζουσιν ἀέρα ἐντὸς ἀδιαπνεύστου δοχείου δι' ἀεροθλιπτικῆς μηχανῆς. Οἱ κύλινδροι τῆς μηχανῆς ταύτης ἐμβαπτίζονται ἐντὸς θερμογονομέτρου πλήρους ὕδατος. Μετὰ 300 καταθλίψεις τοῦ ἐμβολέως τὸ ἀέριον ἀποκτᾷ ἐλαστικότητα 22 ἀτμοσφαιρῶν, μετροῦσι δὲ μετὰ τῶν ἀπαιτουμένων προφυλάξεων τὰς μονάδας τῆς θερμότητος Γ, ἃς προσέλαβε τὸ ὕδωρ. Ἡ θερμότης αὕτη προέρχεται ἐκ τῆς συμπιέσεως τοῦ ἀέρος καὶ τῆς τριβῆς τοῦ ἐμβολέως ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου τῆς ἀεροθλιπτικῆς μηχανῆς. Ἵνα ὑπολογίσωσι τὴν τριβὴν ταύτην, ἐπαναλαμβάνουσι τὸ πείραμα ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις, ἀφίνοντες τὸ δοχεῖον ἀνοικτόν· τότε ὁ ἀὴρ δὲν συμπιέζεται, αἱ δὲ 300 νέαι καταθλίψεις τοῦ ἐμβολέως ἀναπτύσσουσι Γ' μονάδας θερμότητος. Ἑπομένως Γ—Γ' παριστᾷ τὴν θερμότητα τὴν παραχθεῖσαν ἐκ τῆς καταθλίψεως τοῦ ἀέρος.

Ἵνα ὑπολογισθῇ τὸ δαπανηθὲν ἔργον, πρέπει νὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι εἰς ἑκάστην κατάθλιψιν τοῦ ἐμβολέως ἡ πίεσις αὐξάνεται κατὰ σταθερὰν ποσότητα ἐν τῷ δοχείῳ καὶ ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ ἐμβολέως ἀντιστάσεις, αἵτινες δύνανται νὰ παρασταθῶσι διὰ P, P+α, P+2α, ... P_1. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ λ τὸ μῆκος τῆς διαδρομῆς τοῦ ἐμβολέως, εὑρίσκομεν ὅτι τὸ ἄθροισμα τοῦ δαπανηθέντος ἔργου ἔσται

$$T = P\lambda + (P+\alpha)\lambda + \ldots P_1\lambda \text{ ἢ } T = 300\,\frac{(P+P_1)\,\lambda}{2}.$$

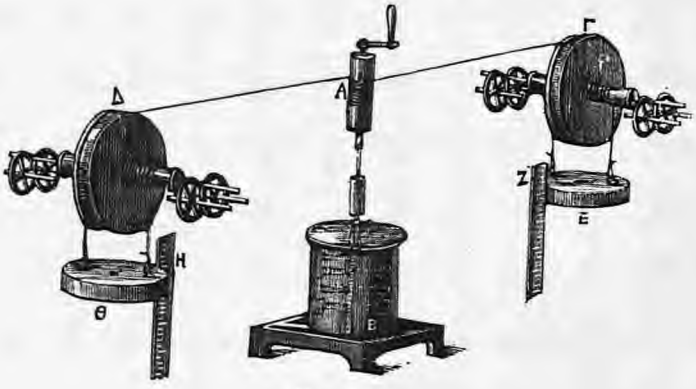
Εἶνε δὲ γνωστὸν, ὅτι τὸ ἔργον τοῦτο ἐδαπανήθη ἀκέραιον διὰ νὰ ἀναπτύξῃ θερμότητα, χωρὶς νὰ παραγάγῃ ἐν τῷ ἀερίῳ κατὰ τὴν συμπίεσιν ἔργον τι ἐσωτερικόν· ἑπομένως τὸ μηχανικὸν ἰσοδύναμον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς θερμότητος ἔσται ἴσον τῷ λόγῳ τοῦ Τ πρὸς τὸ Γ—Γ′. Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εὗρον ὅτι

$$E = \frac{T}{\Gamma - \Gamma'} = 444 \text{ χιλιογραμμόμετρα.}$$

ϐ′.) Θερμογονόμετρον Β πλῆρες ὕδατος ἢ ὑδραργύρου ἐμπεριέχει πτερωτὸν τροχὸν κινητὸν περὶ τὸν ἄξονα ΑΒ (σχ. 87). Ὁ τροχὸς οὗτος στρέφεται διὰ διπλοῦ σχοινίου, ὅπερ διέρχεται ἐπὶ τῶν δύο τροχαλιῶν Γ καὶ Δ· αὗται κινοῦνται διὰ τῶν βαρῶν Ε καὶ Θ, ἅτινα πίπτουσιν ἐξ ὕψους προσδιοριζομένου διὰ τῶν κανόνων Ζ καὶ Η. Ἐπαναλαμβάνομεν εἰκοσάκις τὴν ἐργασίαν ταύτην καὶ παρα-



Σχ. 87.

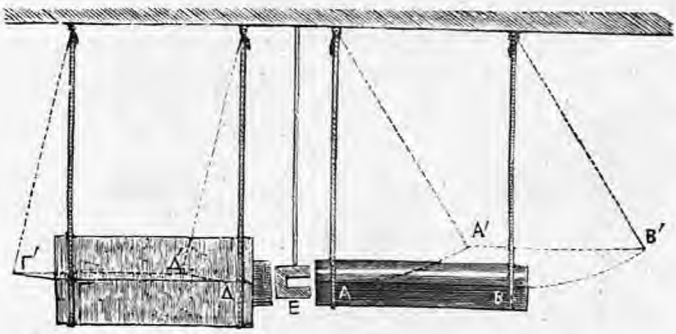
τηροῦμεν ὅτι τὸ ἔργον τῶν πιπτόντων βαρῶν ἀποροφᾶται ὁλόκληρον ὑπὸ τῶν ἀντιστάσεων τῶν ἐκ τῆς τριβῆς παραγομένων, οὕτω δὲ τὸ ὕδωρ τοῦ θερμογονομέτρου Β θερμαίνεται.

Ἡ παραγομένη θερμότης καταμετρεῖται διὰ τῶν συνήθων θερμογονομετρικῶν μεθόδων. Τὸ δὲ δαπανώμενον ἔργον ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὑγροῦ ἰσοῦται τῷ ὁλικῷ ἔργῳ Ρη, ὅπερ λαμβάνομεν πολυπλασιάζοντες τὰ δύο βάρη ἐπὶ τὸ ὕψος, ὅπερ διατρέχουσιν ἠλαττωμένον κατὰ τὸ ἔργον ρη· τὸ ἔργον τοῦτο ἀπόλλυται ἕνεκα τῶν τριβῶν τῆς συσκευῆς, προσδιορίζομεν δ' αὐτὸ ἐνοῦντες τὰς τροχαλίας Γ καὶ Δ διὰ τοῦ σχοινίου ΓΔ, χωρὶς νὰ τὸ περιστρέψωμεν περὶ τὸν κύλινδρον Α καὶ ἀναζητοῦντες τὸ ἀπαιτούμενον βάρος ρ, ἵνα μεταδώσῃ εἰς τὰς τροχαλίας κίνησιν ἰσοταχῆ. Τὸ πείραμα τοῦτο παρέ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σχε διὰ μὲν τοῦ ὕδατος E = 430 χιλιογραμμόμετρα, διὰ δὲ τοῦ ὑδραργύρου E = 432 χιλιογραμμόμετρα.

γ΄.) Ὁ Hirn ἔλαβε χονδρὸν χυτοσιδηροῦν κύλινδρον ΓΔ (σχ. 88) καὶ ἐξήρτησεν αὐτὸν διὰ σχοινίου· τὸ βάρος αὐτοῦ ἔστω P. Εἰς τὸ E τίθεται τεμάχιον μολύβδου, οὗ τὸ βάρος καὶ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν ἔστωσαν π καὶ γ. Εἰς τὸ AB κρέμαται δεύτερος ὁριζόντιος κύλινδρος βάρους ρ. Ἐὰν ὑψωθῇ τὸ βάρος τοῦτο εἰς τὸ A΄B΄ ἤτοι εἰς ὕψος η καὶ ἀφεθῇ ἐκεῖθεν νὰ καταπέσῃ ὡς σφῦρα, θέλει καταβλίψει τὸν μόλυβδον E ἐπὶ τοῦ ἄκμονος ΓΔ. Μετρήσωμεν εἶτα τὸ δαπανηθὲν ἔργον καὶ τὴν ἀναπτυχθεῖσαν θερμότητα.



Σχ. 88.

Ἡ σφῦρα ὑψώθη εἰς ὕψος η. Τὸ ἐκ τῆς πτώσεως ἔργον εἶνε ρη, ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος ὑψοῦται εἰς η΄ καὶ οὕτω ἀπωλέσθη ποσὸν ἔργου ρ (η—η΄). Ἀφ' ἑτέρου, ὁ ἄκμων ἐξετοπίσθη καὶ ἀνῆλθεν εἰς ὕψος H, ὅθεν ἀπερρόφησεν ἔργον PH. Ὥστε τὸ ποσὸν τοῦ ἔργου T, ὅπερ ἀπερρόφησεν ὁ μόλυβδος, εἶνε

$$T = \rho (\eta - \eta') - PH.$$

Ἐξ ἄλλου μέρους ὁ μόλυβδος ἐθερμάνθη κατὰ θ βαθμοὺς καὶ κατ' ἀκολουθίαν προσέλαβεν πγθ μονάδας θερμότητος· ἑπομένως τὸ μηχανικὸν ἰσοδύναμον εἶνε

$$\frac{T}{\pi\gamma\theta} = 425 \text{ χιλιογραμμόμετρα.}$$

Διὰ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων πειραμάτων καὶ δι' ἄλλων πολλῶν καταδείκνυται πειραματικῶς, ὅτι ἀναφαίνεται θερμότης εἰς πά-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σας τὰς περιστάσεις, καθ' ἃς ἔργον δαπανᾶται ἢ διὰ τῆς τριβῆς μεταξὺ στερεῶν ἢ ὑγρῶν, ἢ διὰ τῆς συμπιέσεως ἀερίων, ἢ ἐν γένει δι' οἱασδήποτε μηχανικῆς ἐργασίας. Καὶ ἂν τὸ δαπανηθὲν ἔργον δὲν παρήγαγεν ἐσωτερικήν τινα μεταβολὴν ἢ ἐξωτερικόν τι ἀποτέλεσμα, εἰς πᾶσαν μονάδα θερμότητος ἀναφανεῖσαν ἀντιστοιχοῦσι 436 χιλιογραμμόμετρα. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι τὸ μηχανικὸν ἔργον μετατρέπεται εἰς θερμότητα.

Θεωρία τῶν ἀερίων. Ἔχοντες ἤδη σαφῆ ἰδέαν περὶ τῆς φύσεως τῆς θερμότητος, ἐξετάσωμεν ὁποίου εἴδους κίνησις μεταδίδεται εἰς τὰ μόρια τῶν σωμάτων, ἅτινα θερμαίνονται. Θεωρήσωμεν δὲ τὴν ἁπλουστέραν περίπτωσιν, τὴν τῶν ἀερίων.

Ἡ χαρακτηρίζουσα τὰ ἀέρια ἰδιότης εἶνε ἡ ἐντελὴς ἢ σχεδὸν ἀπόλυτος ἀνεξαρτησία τῶν μορίων αὐτῶν. Τοῦτο προκύπτει προφανῶς ἐκ τοῦ νόμου, ὃν ἀκολουθοῦσι τὰ μίγματα τῶν ἀερίων, διότι κατὰ τὴν μῖξιν αὐτῶν εἴδομεν, ὅτι αἱ κατ' ἰδίαν πιέσεις ἑνὸς ἑκάστου τῶν ἀερίων, ἅτινα εἰσάγονται εἰς τὸ αὐτὸ δοχεῖον, διατηροῦνται αἱ αὐταὶ καὶ ἐπιπροστίθενται ἀλλήλαις. Ἐκ τούτου πρέπει νὰ συμπεράνωμεν, ὅτι τὰ μόρια τῶν ἀερίων παράκεινται ἁπλῶς ὡσεὶ ἦσαν μόνα των, καὶ ὅτι δὲν ἐπιδρῶσιν ἀμοιβαίως ἐπ' ἄλληλα. Τὸ αὐτὸ ὡσαύτως ἐξάγεται ἐκ τῶν πειραμάτων τοῦ Joule, δι' ὧν ἀπεδείχθη, ὅτι οὐδὲν θερμαντικὸν ἀποτέλεσμα ἐπέρχεται, ὅταν ἀέριον διαστέλληται ἐν κλειστῷ δοχείῳ, τουτέστιν ὅτι τὰ μόρια τῶν ἀερίων οὐδὲν ἐσωτερικὸν ἔργον παράγουσιν ἀπομακρυνόμενα ἀπ' ἀλλήλων, οὔτε ἀπαιτοῦσι τοιοῦτον, ἵνα πλησιάσωσι πρὸς ἄλληλα, ἐν ἄλλαις λέξεσιν οὐδεμίαν ἀμοιβαίαν ἐνέργειαν ἔχουσι.

Ἀλλὰ παραδεχόμενοι τὸ ἀνεξάρτητον τῶν ἀερίνων μορίων προσκρούομεν ἄλλῃ τινὶ δυσκολίᾳ. Πῶς νὰ ἐξηγήσωμεν τὸ φαινόμενον, καθ' ὃ, ὅταν εἰς ἓν σημεῖον ἀερίνης μάζης ἐπέλθῃ μεταβολὴ πιέσεως ἢ θερμοκρασίας, ἀμέσως αὕτη ἐπιφέρει διατάραξιν τῆς ἰσορροπίας τῆς ὅλης ἀερίνης μάζης; Τὴν δυσκολίαν ταύτην δὲν δυνάμεθα νὰ ὑπερνικήσωμεν, παραδεχόμενοι ὅτι τὰ ἀέρια μόρια ἔχουσι κίνησιν παλμικὴν ἢ περιστροφικήν· ἀλλ' αἴρομεν αὐτὴν παραδεχόμενοι τὴν θεωρίαν τοῦ Bernoulli, καθ' ἣν τὰ μόρια κινοῦνται *εὐθυγράμμως* καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις μετὰ ταχυτήτων διαφόρων, ὧν αἱ μέσαι τιμαὶ εἶνε αἱ αὐταὶ περὶ ἕκαστον σημεῖον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν. Ὥστε δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν, χωρὶς νὰ παραβλάψωμεν τὴν γενικότητα τῆς ὑποθέσεως, ὅτι πᾶσαι αὗται αἱ ταχύτητες εἶνε ἴσαι τῇ μέσῃ ταύτῃ ταχύτητι. Καὶ εἶνε μὲν ἀληθὲς, ὅτι τὰ μόρια συναντῶνται κατὰ τὴν πορείαν των καὶ προσκρούοντα ἀλλήλοις μεταβάλλουσι πορείαν, ἀλλ' ἐπειδὴ πάντα τὰ μόρια ἔχουσι τὴν αὐτὴν δρῶσαν δύναμιν ἢ ῥύμην, διατηροῦσι τὴν ταχύτητα αὐτῶν, ὥστε δυνάμεθα νὰ μὴ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν τὸ τοιοῦτον ἀποτέλεσμα.

Πίεσις. Ὅταν ὁ ὑπ' ἀερίου τινὸς κατεχόμενος χῶρος περιορίζηται ὑπὸ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ μόρια συναντῶντα τὰ τοιχώματα ταῦτα προσκρούουσιν ἐπ' αὐτῶν. Αἱ κρούσεις αὗται ἐπαναλαμβανόμεναι πολλάκις ἐντὸς ἐλαχίστων χρονικῶν διαστημάτων εἶνε ἀνὰ πᾶσαν στιγμὴν καὶ εἰς πᾶν σημεῖον ἰσάριθμοι, τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ ἐνεργοῦσι κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις, αἱ δὲ συνιστῶσαι τῶν κρούσεων τούτων, αἱ κάθετοι ἐπὶ τὰ τοιχώματα, ἐνεργοῦσιν ὡς πίεσις συνεχὴς καθέτως ἐπιφερομένη.

Ἂν τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου εἶνε ἀμετάθετα, τὰ μόρια ἀνακλῶνται τηροῦντα διηνεκῶς τὴν αὐτὴν ταχύτητα, αἱ δὲ κρούσεις ἐπαναλαμβάνονται ἀδιακόπως ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις, οὕτω δὲ ἡ πίεσις τηρεῖται ἀμετάβλητος καὶ εἶνε ἡ αὐτὴ ἐπὶ ἴσων τμημάτων τῆς ἐπιφανείας τῶν τοιχωμάτων. Ἐὰν παραδεχθῶμεν τοιαύτην τὴν σύστασιν τῶν ἀερίων, ἐξηγοῦμεν εὐχερῶς τὸν μηχανισμὸν τῆς μετατροπῆς τοῦ μηχανικοῦ ἔργου εἰς θερμότητα καὶ ἀντιστρόφως. Ὑποθέσωμεν π.χ. ὅτι ἐμβολεὺς κλείων ἀδιαπνεύστως κύλινδρον πλήρη ἀέρος (σχ. 84) ὠθεῖται ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω συμπιέζων τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρα. Τὰ μόρια, ἅτινα κρούουσι τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κινουμένου ἐμβολέως, δέχονται ἀνακλώμενα οὐ μόνον τὴν ταχύτητα, ἣν εἶχον προτπίπτοντα, ἀλλὰ καὶ πρόσθετόν τινα ταχύτητα τὴν τοῦ ἐμβολέως. Ἑπομένως ἡ δρῶσα αὐτῶν δύναμις αὐξήθη δαπάνῃ τοῦ ἔργου τοῦ κινοῦντος τὸν ἐμβολέα. Ἔχομεν δ' ἀκριβῆ εἰκόνα τοῦ φαινομένου θεωροῦντες τὸ συμβαῖνον εἰς τὸ παίγνιον, καθ' ὃ δεχόμενός τις ἐν τῇ χειρὶ σφαῖραν κινουμένην κρούει αὐτὴν καὶ τὴν ἐξαποστέλλει κατ' ἀντίθετον φορὰν μετὰ ταχύτητος ἀνωτέρας.

Ἐὰν τοὐναντίον ὁ ἐμβολεὺς ὁ τηρῶν ἀέριον συμπεπιεσμένον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀφεθῇ ἐλεύθερος, αἱ κρούσεις τῶν μορίων ὠθοῦσιν αὐτὸν ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω· μεταδίδοντα δ' εἰς τὸν ἐμβολέα κίνησιν, χάνουσι ταχύτητα, ἤτοι ἀποβάλλουσι μέρος τῆς δρώσης δυνάμεως ἴσον πρὸς τὴν δρῶσαν δύναμιν, ἣν μετέδωκαν εἰς τὸν ἐμβολέα, οὕτω δ' ἐξαφανίζεται ποσὸν θερμότητος ἰσοδύναμον πρὸς τὸ ἔργον, ὅπερ παρήχθη.

Ἀπόλυτον μηδέν. Εἴδομεν εἰς τὸ περὶ διαστολῆς τῶν ἀερίων τὸν τύπον $H_0 = H_0 (1+a\theta)$, καθ' ὃν ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀερίου εἰς θ^0 ἰσοῦται τῇ ἐλαστικότητι αὐτοῦ εἰς 0^0 ἐπὶ τὸ διώνυμον τῆς διαστολῆς, ὅταν ὁ ὄγκος μένῃ σταθερός.

Ἐὰν παραδεχθῶμεν, ὅτι ὁ νόμος οὗτος ἀληθεύῃ μέχρι τῆς θερμοκρασίας -273^0, ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἔσται $H_{(-273)} = H_0 \left(1 - \frac{273}{273}\right) = 0.$

Ἐπειδὴ δ' ἡ πίεσις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν δρῶσαν δύναμιν τῶν μορίων, πρέπει εἰς -273^0 ἡ δρῶσα αὕτη δύναμις νὰ μηδενισθῇ, ἤτοι εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην τὸ ἀέριον δὲν ἐπιφέρει πίεσιν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, τὰ δὲ μόρια αὐτοῦ ἀκινητοῦσι καὶ τὸ ἀέριον δὲν ἐγκλείει ποσῶς θερμότητα. Ἑπομένως ἡ θερμοκρασία αὕτη θὰ εἶνε τὸ *ἀπόλυτον μηδέν*.

Μετατροπὴ τῆς μονάδος τῆς θερμότητος εἰς ἔργον. Ὑποθέσωμεν ἓν κυβικὸν μέτρον ἀέρος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0 καὶ ὑπὸ πίεσιν 760χ. μ. ἐγκεκλεισμένον ἐν κυλινδρικῷ δοχείῳ ἔχοντι βάσιν ἓν τετραγωνικὸν μέτρον καὶ ὕψος ἓν μέτρον. Ἐμβολεὺς ἄνευ βάρους καὶ τριβῆς κλείει ἀδιαπνεύστως τὸν κύλινδρον. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἔστω ἡ κανονική, ἤτοι ἴση πρὸς 760χ.μ.. Ὁ ἐμβολεὺς ὑποβαστάζει βάρος 10333 χιλιογράμμων, ὅπερ τηρεῖται ἐν ἰσορροπίᾳ κάτωθεν διὰ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος. Θερμάνωμεν τὸν ἀέρα μέχρι θερμοκρασίας τοιαύτης, ὥστε ὁ ὄγκος του νὰ διπλασιασθῇ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν· πρέπει νὰ θερμανθῇ μέχρι θερμοκρασίας, ἥτις δίδεται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$2 = 1 + a\chi \quad \text{ὅθεν} \quad \chi = \frac{1}{a} = 273^0.$$

Ὅπως ἀνυψωθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ κυβικοῦ μέτρου τοῦ ἀέρος μέχρι $+273^0$, πρέπει νὰ μεταδώσωμεν εἰς αὐτὸ ποσὸν θερμότητος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Κ, ὅπερ εὐχερῶς ὑπολογίζομεν, διότι ἰσοῦται τῷ γινομένῳ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος 1χιλ.,29318 ἐπὶ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν καὶ μεταβλητὸν ὄγκον 0,2377 ἐπὶ τὴν θερμοκρασίαν 273· ὅθεν ἔχομεν $K = 1,29318 \times 0,2377 \times 273$.

Ἀλλ' ἐὰν ἐμποδίσωμεν τὸν ἀέρα νὰ διασταλῇ, διὰ νὰ θερμανθῇ καὶ πάλιν μέχρι $+ 273^0$ πρέπει νὰ προσλάβῃ ποσὸν θερμότητος Κ′ ἔλαττον τοῦ Κ, διότι τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ ἀέρος ὑπὸ ὄγκον σταθερὸν καὶ πίεσιν μεταβλητὴν εἶνε μόνον 0,17044. Ὅθεν ἔχομεν

$$K' = 1,29318 \times 0,17044 \times 273.$$

Ἡ διαφορὰ αὕτη προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ὁ ἀὴρ οὐ μόνον ἐθερμάνθη ἀπὸ 0^0 εἰς $+ 273^0$ ἀλλὰ καὶ παρήγαγεν ἔργον, διότι ἀνύψωσεν εἰς ὕψος ἑνὸς μέτρου βάρος 10333 χιλιογράμμων, ὅπερ ἀνθίστατο εἰς τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ἐμβολέως. Παρήγαγεν ἑπομένως ἔργον $1 \times 10333 = 10333$ χιλιογραμμομέτρων, πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ ὁποίου ἐχρειάσθη ποσὸν θερμότητος ἴσον τῇ διαφορᾷ Κ—Κ′.

Ἀλλὰ $K-K' = 1,29318 \times (0,2377 - 0,17044) \times 273 = 23,71$ μονάδες θερμότητος.

Αἱ 23,71 μονάδες αὗται θερμότητος ἐξέλιπον, διότι παρήχθη ἔργον 10333 χιλιογραμμομέτρων. Ὅθεν συμπεραίνομεν, ὅτι μία μονὰς θερμότητος παράγει ἔργον ἴσον πρὸς $\frac{10333}{23,71} = 436$ χιλιογραμμόμετρα. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος ὀλίγον διαφέρει τοῦ εὑρεθέντος διὰ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων πειραμάτων.

Ὁ ἄνθρωπος καὶ τὰ ζῷά εἰσι θερμομηχαναί. Πρῶτος ὁ Mayer φυσιολόγος ἐν Heilbronn ἐξήγγειλε τὴν ἐξῆς ἀρχήν. Πᾶν ζῷον εἶνε θερμομηχανή, διότι πᾶσα κίνησις, ἣν ὁ ἄνθρωπος ἢ τὰ ζῷα παράγουσιν, εἶνε μετατροπὴ εἰς ἔργον τῆς θερμότητος τῆς ἀναπτυσσομένης ἐν τῷ ὀργανισμῷ διὰ τῆς καύσεως. Ἂν ὁ ἄνθρωπος ἢ τὰ ζῷα παράγουσιν ἐξωτερικόν τι ἔργον (ἀνυψοῦσι βάρος, σύρουσι φορτίον) τοῦτο γίνεται τῇ δαπάνῃ ἰσοδυνάμου ποσοῦ θερμότητος. Ἡ ἀτμάμαξα κινεῖται καὶ θέτει εἰς κίνησιν βαρέα σώματα διὰ τῆς καύσεως ὕλης καυσίμου, ἥτις παράγει θερμότητα μετατρεπομένην εἰς ἔργον· ὁμοίως ὁ ἄνθρωπος καὶ τὰ ζῷα κινοῦνται καὶ παράγουσιν ἔργον διὰ τῆς καύσεως ἐν τῷ ὀργανισμῷ συστατικῶν τῆς τροφῆς, ἥτις παρά-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

γει θερμότητα μετατρεπομένην εἰς ἔργον. Τὸ πείραμα ἐπεκύρωσε τὴν θαυμασίαν ταύτην ἰδέαν τοῦ Mayer. Τὸ τελειότερον πείραμα ἐξετέλεσεν ὁ Horn. Ἐντὸς μικροῦ ξυλίνου θαλάμου κεκλεισμένου ἐτέθη τροχὸς φέρων πλάτας καὶ κινούμενος ἔξωθεν διὰ κινητηρίου μηχανῆς. Ἄνθρωπος ἠδύνατο νὰ βαδίσῃ ἐπὶ τῶν πλατῶν τοῦ τροχοῦ καὶ νὰ εὑρεθῇ ὑπὸ τὰς ἑξῆς τρεῖς περιστάσεις α') ἀκίνητος, β') ν' ἀνέρχηται ἐκ τῆς μιᾶς πλάτας εἰς τὴν ἄλλην, ἂν αὗται ἐστρέφοντο κατερχόμεναι καὶ νὰ παράγῃ ἔργον, τὸ τῆς ἀνυψώσεως τοῦ ἰδίου βάρους του Β μετὰ τῆς περιφερικῆς ταχύτητος τοῦ τροχοῦ. Τὸ ἔργον τοῦτο, ὅπερ εἶναι ἴσον πρὸς 2πΑΒν, ἔνθα διὰ τοῦ Α παρίσταται ἡ ἀκτὶς τοῦ τροχοῦ καὶ διὰ τοῦ ν ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν, γίνεται δαπάνη θερμότητος· καὶ γ') ὁ εἰς τὸ πείραμα ὑποβαλλόμενος ἄνθρωπος δύναται νὰ κατέρχηται ἀπὸ πλάτας εἰς πλάταν, ἐὰν αὗται ἀνέρχωνται, καὶ νὰ δαπανήσῃ ἔργον θετικὸν ἴσον πρὸς 2πΑΒν, ἔργον, ὅπερ θὰ παραγάγῃ θερμότητα.

Ὁ ὑπὸ δοκιμασίαν εὑρισκόμενος ἄνθρωπος εἰσπνέει διὰ σωλῆνος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος ἀέρα ἔκ τινος ἀεροφυλακείου ἠριθμημένου καὶ ἐκπνέει αὐτὸν εἰς ἕτερον ἀεροφυλάκειον, οὕτως ὥστε δύναται νὰ καταμετρηθῇ τὸ ποσὸν τοῦ τε καταναλισκομένου ὀξυγόνου καὶ τοῦ παραγομένου διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος. Καταμετρεῖται ὡσαύτως καὶ τὸ ποσὸν τῆς παραγομένης θερμότητος, διότι τὸ ξύλινον δωμάτιον εἶνε θερμογονόμετρον, ὅπερ θερμαίνεται κατὰ τὰ διάφορα πειράματα μέχρι ὡρισμένης διαφορᾶς θερμοκρασίας, ἥτις ἀποβαίνει σταθερὰ μετά τινα χρόνον καὶ δύναται νὰ καταμετρηθῇ. Ἀντικαθιστῶσιν εἶτα τὸν ἄνθρωπον διὰ φλογὸς φωταερίου, ἣν κανονίζουσιν οὕτως, ὥστε νὰ παραχθῇ ἡ αὐτὴ διαφορὰ θερμοκρασίας καὶ ἐπομένως ἡ αὐτὴ ποσότης θερμότητος ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, ἣν δύναταί τις νὰ ὑπολογίσῃ διὰ τῆς καταμετρήσεως τοῦ ὄγκου τοῦ καταναλωθέντος ἀερίου.

Τὸ ἐξαγόμενον τῶν πειραμάτων τούτων εἶνε διδακτικώτατον. Ἐν τελείᾳ ἀναπαύσει ὁ ἄνθρωπος κατηνάλωσε 30 γραμμ. ὀξυγόνου καθ' ὥραν καὶ παρήγαγε 150 μονάδας θερμότητος, ἤτοι 5 μονάδας δι' ἕκαστον γραμμ. ὀξυγόνου. Ἅμα ἀνῆλθεν ἐπὶ τοῦ τροχοῦ ὅπως παραγάγῃ ἔργον, ἡ ἀναπνοή του ἐγένετο ταχυτέρα, καὶ ἀντὶ 30 γρ. ὀξυγόνου κατηνάλωσε 150 γρ. ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι, ὅταν ἐκτελῇ τις ἔργον, ἐπέρχεται μείζων κατανάλωσις καυσίμου ὕλης, καὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τούτου ἕνεκα ὅταν ἐκτελῶμεν κοπιώδη ἐργασίαν θερμαινόμεθα.

Ἐπειδὴ ὁ ὑπὸ δοκιμασίαν ἄνθρωπος κατηνάλωσε πενταπλασίαν ποσότητα ὀξυγόνου, ἔπρεπε νὰ παραγάγῃ καὶ πενταπλασίαν ποσότητα θερμότητος, ἤτοι 7.0 μονάδας θερμότητος· ἀλλ' ὅμως παρήγαγε μόνον 2·50· ἐπομένως 5·00 μονάδες θερμότητος ἀπωλέσθησαν, δαπανηθεῖσαι εἰς τὴν παραγωγὴν α') ἐξωτερικοῦ τινος ἔργου ἴσου πρὸς 20750 χιλιογραμμόμετρα, καὶ β') ἐσωτερικοῦ τινος ἔργου τοῦ τῶν ὀργάνων, δι' ὧν μεταδίδεται ἡ κίνησις.

Εἰς τρίτον πείραμα ὁ ὑπὸ δοκιμασίαν ἄνθρωπος κατήρχετο ἐπὶ τοῦ τροχοῦ, κατηνάλισκεν ἔλασσον ποσὸν ὀξυγόνου, ἡ δὲ ἀναπτυσσομένη ποσότης τῆς θερμότητος ἀντὶ νὰ εἶνε 5 μονάδες θερμότητος δι' ἕκαστον γραμμάριον ὀξυγόνου, ἀνῆλθε κατὰ τὴν δαπάνην ἔργου εἰς 6 ἢ 7 μονάδας θερμότητος. Ὥστε εἰς τὸ πείραμα τοῦτο πλεονάζει θερμότης, τὸ δὲ πλεόνασμα τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς μετατροπῆς τοῦ δαπανωμένου ἔργου εἰς θερμότητα.

Περὶ τοῦ τρόπου καθ' ὃν διαδίδεται ἡ θερμότης.

Ἡ θερμότης διαδίδεται κατὰ δύο τρόπους.

α') Δι' ἀγωγιμότητος.

β') Δι' ἀκτινοβολίας.

Δι' ἀγωγιμότητος διαδίδεται ἡ θερμότης ὅταν μεταβαίνῃ ἀπὸ μορίου εἰς μόριον ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ σώματος ἢ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα μεθ' οὗ εὑρίσκεται εἰς ἐπαφήν.

Δι' ἀκτινοβολίας δὲ διαδίδεται ἡ θερμότης ὅταν μεταβαίνῃ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα ἐξ ἀποστάσεως καὶ ὅταν μεταξὺ τῶν σωμάτων ὑπάρχῃ ἢ δὲν ὑπάρχῃ ὕλη σταθμητή. Οὕτω ἔρχεται πρὸς ἡμᾶς ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἥτις διανύει τὸ μεταξὺ τοῦ ἡλίου καὶ τῆς γῆς διάστημα. Δι' ἀκτινοβολίας ἐπίσης ἔρχεται πρὸς ἡμᾶς ἡ θερμότης διαπύρων σωμάτων. Ἐξετάσωμεν κατὰ πρῶτον τὸ θερμαγωγὸν τῶν σωμάτων. Ἐὰν τὸ ἓν ἄκρον μεταλλικῆς ῥάβδου εἰσαγάγωμεν ἐντὸς διαπύρων ἀνθράκων, αἰσθανόμεθα μετ' ὀλίγον θερμότητα ἱκανὴν εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον. Ἐὰν ὅμως λάβωμεν ὑαλίνην ῥάβδον καὶ θερμαίνωμεν αὐτὴν κατὰ τὸ ἓν ἄκρον καὶ μέχρι τήξεως, αἰσθανόμεθα θερμότητα εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἤτοι μόνον εἰς τὰ μέρη τὰ ἀμέσως παρακείμενα τῇ θερμαντικῇ πηγῇ. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ αὐτὸ πείραμα διὰ διαφόρων σωμάτων, παρατηροῦμεν ὅτι δὲν ἄγουσι πάντα τὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σώματα τὴν θερμότητα ἐπίσης. ἀλλὰ τὰ μὲν μεταφέρουσι ταύτην εἰς μείζονα ἀπόστασιν καὶ καλοῦνται *εὐθερμαγωγὰ* σώματα, τὰ δὲ εἰς ἐλαχίστην καὶ καλοῦνται *δυσθερμαγωγά*. Ἐκ τῶν στερεῶν σωμάτων μᾶλλον θερμαγωγά εἰσι τὰ μέταλλα, μετρίως θερμαγωγὰ τὰ ὀρυκτά, οἷον τὸ μάρμαρον, δυσθερμαγωγὰ δὲ τὰ ξύλα, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα, ὁ βάμβαξ, τὰ ἄχυρα, αἱ σισύραι.

Εἰσερχόμενοι εἰς αἴθουσαν πλήρη διαφόρων ἀντικειμένων, τῶν μὲν εὐθερμαγωγῶν, οἷον ἐκ μετάλλου, τῶν δὲ μᾶλλον ἢ ἧττον δυσθερμαγωγῶν, οἷον ἐκ ξύλου, ἐκ μαρμάρου, ἐξ ἐρίου πάντων ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, παρατηροῦμεν ὅτι ἂν μὲν ἡ θερμοκρασία εἶνε χαμηλὴ αἰσθανόμεθα τὰ εὐθερμαγωγὰ ψυχρότερα τῶν δυσθερμαγωγῶν, διότι τὰ πρῶτα ἀφαιροῦσι ταχέως τὴν θερμότητα τῆς χειρὸς ἡμῶν. ἂν δὲ τοὐναντίον ἡ ἴση θερμοκρασία τῶν διαφόρων ἀντικειμένων εἶνε ὑψηλή, φαίνονται ἡμῖν θερμότερα τὰ εὐθερμαγωγότερα, διότι προσάγουσι ταχέως θερμότητα εἰς τὴν χεῖρα ἡμῶν. Τὸ εὐθερμαγωγὸν τῶν μετάλλων καταδείκνυται καὶ διὰ τοῦ ἑξῆς ἁπλουστάτου πειράματος. Λαμβάνομεν σφαῖραν μεταλλικὴν καὶ καλύπτομεν αὐτὴν καλῶς διὰ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καὶ εἶτα ἐπιθέτομεν διάπυρον ἄνθρακα, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕφασμα δὲν καίεται, διότι τὸ μέταλλον ἀφαιρεῖ ἀμέσως τὴν εἰς τὸ ὕφασμα παρεχομένην θερμότητα. Ἐντὸς χάρτου παχέως δυνάμεθα νὰ τήξωμεν κασσίτερον διὰ φλογός, διότι ὁ κασσίτερος ἀφαιρεῖ ἀμέσως τὴν θερμότητα, ἣν ἡ φλὸξ μεταδίδει εἰς τὸν χάρτην, ἡ δὲ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ κασσιτέρου ($+228^0$) εἶνε *κατωτέρα* τῆς θερμοκρασίας καθ' ἣν ἀναφλέγεται ὁ χάρτης.

Μικρὰ φλὸξ ἀποσβέννυται διὰ ἑλικοειδοῦς μεταλλικοῦ σύρματος ἐντὸς αὐτοῦ εἰσαγομένου, διότι ἕνεκα τοῦ εὐθερμαγωγοῦ τοῦ μεταλλικοῦ σύρματος ἀφαιρεῖται ταχέως ἡ θερμότης τῆς φλογός, οὕτω δὲ ἡ θερμοκρασία κατέρχεται κάτωθεν τῆς ἀπαιτουμένης θερμοκρασίας διὰ τὴν ἀνάφλεξιν. Διὰ τοῦτο ὡσαύτως ἐὰν φέρωμεν ἐπὶ φλογὸς φωταερίου μεταλλικὸν πλέγμα καὶ καταβιβάσωμεν αὐτὸ πρὸς τὸν λύχνον, βλέπομεν ὅτι ἡ φλὸξ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ πλέγματος· τοῦτο δέ, διότι τὸ μεταλλικὸν πλέγμα ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτοῦ ἀγωγιμότητος ψύχει τὸ πρὸς φλέξιν ἀέριον, ὅπερ διέρχεται οὕτω διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ πλέγματος μὴ καιόμενον. Ἐὰν φέρωμεν ἄλλην φλόγα ἄνωθεν τοῦ πλέγματος, ἀναφλέγομεν τὸ οὕτω διελθὸν ἀέριον. Ὅθεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

διὰ μεταλλικοῦ πλέγματος δὲν δύναται νὰ μεταδοθῇ φλὸξ, εἰμὴ μόνον ἐὰν τὸ πλέγμα διαπυρωθῇ.

Ἐπὶ τοῦ εὐθερμαγωγοῦ τῶν μεταλλικῶν πλεγμάτων στηρίζεται ἡ *ἀσφαλιστικὴ λυχνία* τοῦ Davy ἡ προωρισμένη διὰ τὰ ἀνθρακωρυχεῖα, εἰς ἃ πολλάκις ἐκλύεται ἀέριον ἀναφλέξιμον. Ἡ φλὶξ τῆς λυχνίας περιβάλλεται πέριξ καὶ ἄνωθεν διὰ μεταλλικοῦ πλέγματος διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ ὁποίου εἰσέρχεται ὁ πρὸς καῦσιν ἀπαιτούμενος ἀήρ· ἀλλὰ διὰ τῶν αὐτῶν ὀπῶν δύναται νὰ εἰσέλθῃ καὶ τὸ ἀναφλέξιμον ἀέριον, ὅπερ ἀναφλέγεται ἐν τῷ ἐσωτερικῷ χώρῳ τοῦ λύχνου, ἀλλ' ἡ φλὸξ δὲν δύναται νὰ μεταδοθῇ καὶ εἰς τὸ ἐκτὸς ἀναφλέξιμον ἀέριον ἕνεκα τοῦ μεταλλικοῦ πλέγματος. Ὅταν μάλιστα ἀναφλεχθῇ τὸ ἐντὸς ἀέριον, παράγεται μικρὸς ψόφος καὶ ἡ φλὸξ τοῦ λύχνου ἀποσβέννυται.

Τὴν πολύτιμον ταύτην ἰδιότητα τῆς ἀσφαλιστικῆς λυχνίας τοῦ Davy ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς εἰσάγοντες αὐτὴν ἐν μεγάλῳ ὑαλίνῳ κώδωνι ἐμπεριέχοντι ἀτμοὺς αἰθέρος. Μετά τινας στιγμὰς ἡ φλὸξ τοῦ λύχνου ἀποσβέννυται μετὰ μικροῦ ψόφου, ἐὰν ὅμως εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κώδωνα τὴν φλόγα λαμπάδος, ὁ ἀτμὸς τοῦ αἰθέρος ἀναφλέγεται.

Τὰ μέταλλα εἶνε μὲν πάντα εὐθερμαγωγὰ, ἀλλὰ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχει διαφορά τις καταδεικνυομένη διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν δύο ῥάβδους τὴν μὲν ἐκ χαλκοῦ τὴν δ' ἐκ μολύβδου (Σχ. 89) καὶ προσκολλῶμεν διὰ κηροῦ μικρὰς σφαίρας ἐκ ξύλου εἰς ἴσας ἀποστάσεις. Εἶτα θερμαίνομεν τὰ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἄκρα τῶν ῥάβδων καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμότης διαδίδεται δι' ἀγωγιμότητος, ὁ κηρὸς τήκεται καὶ αἱ σφαῖραι πίπτουσιν. Εἰς τὴν ῥάβδον τὴν ἐκ χαλκοῦ, ὡς μᾶλλον θερμαγωγὸν, πίπτουσι πλείονες σφαῖραι, διότι ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ κηροῦ φθάνει δι' αὐτῆς εἰς μείζονα ἀπόστασιν.

Σχ. 89

Δέον νὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι τὸ θερμαγωγὸν ἀποδεικνύεται διὰ τῆς μείζονος ἀποστάσεως εἰς ἣν μεταδίδεται ἡ θερμότης καὶ οὐχὶ διὰ τῆς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ταχύτητος τῆς μεταδόσεως αὐτῆς. Ἡ ταχύτης τῆς μεταδόσεως προέρχεται ἐκ τῆς μείζονος ἢ ἐλάσσονος θερμοχωρητικότητος τοῦ μετάλλου, ἤτοι ἐκ τοῦ ποσοῦ τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖ διὰ νὰ ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ. Ὅσῳ δὲ μικροτέρα εἶνε ἡ θερμοχωρητικότης τοῦ μετάλλου, τοσούτῳ ταχύτερον μεταδίδεται ἡ θερμότης. Οὕτως εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ταχύτερον πίπτουσιν αἱ σφαῖραι αἱ ἐπὶ τοῦ μολύβδου προσκεκολλημέναι. Αἱ δ' ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ πίπτουσιν μὲν βραδύτερον ἀλλὰ πλείονες, τοῦτο δὲ, διότι ὁ χαλκὸς ἔχει τριπλασίαν θερμοχωρητικότητα τῆς τοῦ μολύβδου (0,095 : 0,031) ἀλλ' εἶνε ἐννεάκις περίπου θερμαγωγότερος τοῦ μολύβδου.

Θεωρία τοῦ θερμαγωγοῦ τῶν σωμάτων. Κατὰ τὸν Fourier τὰ μόρια τῶν σωμάτων θερμαινόμενα διὰ θερμαντικῆς τινος πηγῆς ἀκτινοβολοῦσιν εἶτα τὴν θερμότητα ταύτην πρὸς τὰ παρακείμενα, ἅτινα ἀρκούντως θερμανθέντα ἀκτινοβολοῦσι πρὸς τὰ ἀμέσως ἑπόμενα καὶ οὕτω καθεξῆς, ὡς συμβαίνει τὸ αὐτὸ καὶ μεταξὺ ὑλικῶν σωμάτων εἰς ἀπόστασιν κειμένων ἐν τῷ κενῷ ἢ ἐντὸς ἀερίων. Ἡ ποσότης δὲ τῆς θερμότητος, ἣν μόριόν τι ἐκπέμπει πρὸς τὸ παρακείμενον, ἐλαττοῦται αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως καὶ εἶνε ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο μορίων· ἀλλ' ἡ ἐκπεμπομένη αὕτη θερμότης εἶνε ἡ αὐτή, εἴτε τὰ μόρια εἶνε θερμότερα εἴτε ψυχρότερα, ἀρκεῖ μόνον ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν αὐτῶν νὰ εἶνε αὐτή. Ἐξαρτᾶται τέλος καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῶν μορίων.

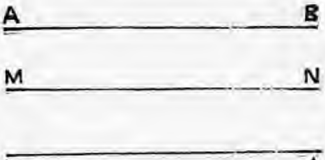
Φαντασθῶμεν δύο χώρους ἔχοντας θερμοκρασίας θ καὶ θ', διαφόρους μὲν ἀλλὰ σταθερὰς καὶ ἀμεταβλήτους, διαχωριζομένους διὰ διαφράγματος ὁμοιομεροῦς, οὗτινος αἱ δύο ἐπιφάνειαι οὖσαι παράλληλοι καὶ ἀπεριόριστοι ἀπέχουσι κατὰ τὴν ποσότητα ε. Θερμότης ἐκ τοῦ θερμοτέρου χώρου εἰσδύουσα προβαίνει καὶ ἐξέρχεται εἰς τὸν ψυχρότερον, μετ' οὐ πολὺ δ' ἐπέρχεται μόνιμός τις θερμαντικὴ κατάστασις ἐν τῷ διαφράγματι, καθ' ἣν ἡ θερμότης Π, ἥτις διέρχεται ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου ἐπίπεδόν τι MN (σχ. 90) παράλληλον ταῖς ἐπιφανείαις AB καὶ ΓΔ τοῦ διαφράγματος εἶνε σταθερά· διότι ἂν τοῦτο δὲν συνέβαινε, τότε ἂν ὑποδιαιρέσωμεν τὸ διάφραγμα εἰς στρώματα ἰσοπαχῆ παράλληλα, ἐν ἐξ αὐτῶν θὰ ἐδέχετο ἐκ τοῦ προηγουμένου πλειοτέραν θερμότητα ἐκείνης, ἣν ἐκπέμπει εἰς τὸ ἑπόμενον καὶ ἑπομένως θὰ ἐθερμαίνετο· ἢ θ' ἀπέβαλλε πλειοτέραν ἐκεί-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νης ἣν δέχεται καὶ θὰ ἐψύχετο. Ὥστε ἡ ποσότης Π εἶνε σταθερά. Ἡ ποσότης αὕτη Π εἶνε ἀνάλογος τῇ διαφορᾷ τῶν θερμοκρασιῶν θ καὶ θ′, ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ πάχος ε τοῦ διαφράγματος· ἐξαρτᾶται δὲ καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαφράγματος. Δύναται ἑπομένως νὰ ἐκφρασθῇ διὰ τοῦ τύπου

$$\Pi = \sigma \frac{\theta - \theta'}{\varepsilon}.$$

Ἂν ἡ διαφορὰ $\theta - \theta'$ εἶνε ἴση πρὸς 1^0, τὸ δὲ πάχος $\varepsilon = 1$, τότε $\Pi = \sigma$. Τὸ σ παριστᾷ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ εἰσέρχεται εἰς τὸ διάφραγμα ἢ ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, διὰ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, ὅταν τὸ πάχος ε εἶνε ἴσον τῇ μονάδι καὶ ὅταν ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο χώρων εἶνε ἴση πρὸς ἕνα βαθμόν. Ἡ ποσότης αὕτη σ εἶνε ὁ καλούμενος *συντελεστὴς τῆς ἀγωγιμότητος*.



Σχ. 90.

Ἡ ἀγωγιμότης τῶν διαφόρων στερεῶν σωμάτων δύναται νὰ ἐρευνηθῇ διὰ ῥάβδου λίαν ἐπιμήκους καὶ λεπτῆς, ἧς θερμαίνομεν τὸ ἓν ἄκρον οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ ὑψηλήν τινα θερμοκρασίαν. Τὸ ἓν ἄκρον τῆς ῥάβδου δεχόμενον θερμότητα ἐκ τῆς πηγῆς μεταδίδει αὐτὴν εἰς τὰ ἑπόμενα καὶ οὕτω γεννᾶται θερμαντικόν τι ῥεῦμα, μετά τινα δὲ χρόνον ἐπέρχεται μόνιμος θερμαντικὴ κατάστασις, καθ' ἣν ἑκάστη τομὴ λαμβάνει θερμοκρασίαν σταθεράν. Ὅταν ἡ κατάστασις αὕτη ἐπέλθῃ, ἑκάστη τομὴ τῆς ῥάβδου κάθετος τῷ ἄξονι αὐτῆς δέχεται ἐκ τῆς προηγουμένης τοσαύτην θερμότητα, ὅσην ἐκπέμπει εἰς τὴν ἑπομένην. Ἡ θερμοκρασία τῶν διαφόρων τομῶν τῆς ῥάβδου βαίνει ἐλαττουμένη ἐφ' ὅσον ἀπομακρυνόμεθα ἀπὸ τοῦ θερμαινομένου ἄκρου, ἐὰν δ' ἔχῃ ἀρκετὸν μῆκος, ἀνευρίσκομεν εἰς ἱκανοῦσαν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς τομήν, ἔχουσαν θερμοκρασίαν τὴν τοῦ περιβάλλοντος χώρου.

Ἐὰν καλέσωμεν Τ τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμαινομένου ἄκρου ἀπὸ τοῦ περιβάλλοντος χώρου, θ τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας τοῦ χώρου καὶ ἐγκαρσίας τομῆς τῆς ῥάβδου ἀπε-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χούσης ἀπὸ τοῦ θερμαινομένου ἄκρου κατὰ χ, ἔχομεν κατὰ τὸν Fourier τὴν ἑξῆς σχέσιν

$$\theta = T\varepsilon^{-\alpha\chi}.$$

ἔνθα ε εἶνε ἡ βάσις τῶν νεπερείων λογαρίθμων καὶ α ποσότης σταθερὰ μὲν διὰ τὴν αὐτὴν οὐσίαν, ἀλλὰ διάφορον εἰς τὰς διαφόρους οὐσίας. Ἐὰν εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον, ὅστις δύναται νὰ γραφῇ καὶ οὕτω

$$\theta = T\frac{1}{\varepsilon^{\alpha\chi}},$$

θέσωμεν ἀντὶ χ τὰς τιμὰς 1, 2. 3....., εὑρίσκομεν τὰς ἑξῆς τιμὰς

$$\theta_1 = T\frac{1}{\varepsilon^{\alpha}}, \qquad \theta_2 = T\frac{1}{\varepsilon^{2\alpha}}, \qquad \theta_3 = T\frac{1}{\varepsilon^{3\alpha}},$$

ἀλλ' αἱ τιμαὶ αὗται τοῦ θ εἶνε οἱ ὅροι γεωμετρικῆς προόδου φθινούσης. Ὅθεν ἐκ τοῦ τύπου τοῦ Fourier ἐξάγομεν τὸν ἑξῆς νόμον.

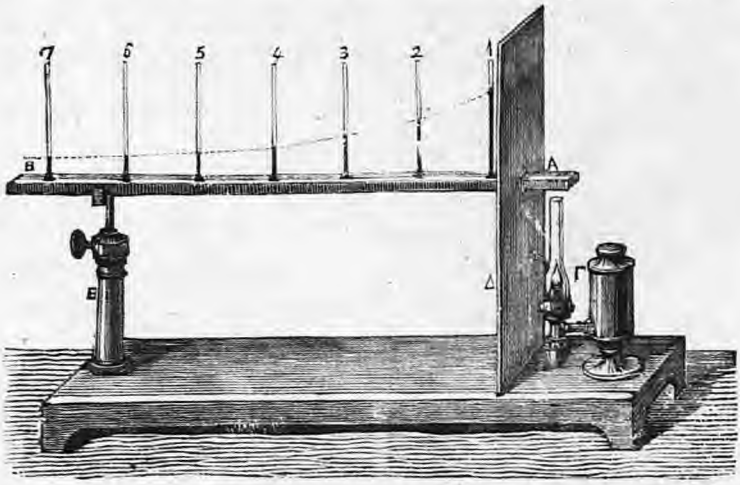
Ὅταν αἱ ἀπὸ τοῦ θερμαινομένου ἄκρου ἀποστάσεις τῶν σημείων τῆς ῥάβδου βαίνωσιν ὡς οἱ ὅροι ἀριθμητικῆς προόδου, αἱ θερμοκρασίαι τῶν σημείων τούτου βαίνουσιν ὡς οἱ ὅροι γεωμετρικῆς προόδου φθινούσης.

Πείραμα τοῦ Despretz. Ὁ Despretz ἀπέδειξε τὴν ἀλήθειαν τοῦ νόμου τούτου πειραματικῶς ὡς ἑξῆς.

Εἰς πρισματικὴν ῥάβδον AB κατεσκεύασε κοιλώματα μικρὰ εἰς ἀποστάσεις ἴσας πρὸς 10 ὑφεκατ. ἐπλήρωσεν αὐτὰ δι' ὑδραργύρου καὶ ἐνέθηκε τὰ δοχεῖα μικρῶν εὐπαθῶν θερμομέτρων (σχ. 91). Τὸ ἓν ἄκρον A τῆς ῥάβδου ἐθέρμανε διὰ λύχνου Γ, οὗ ἕνεκα ὀνίζε τὴν φλόγα οὕτως, ὥστε τὸ ἄκρον τοῦτο τῆς ῥάβδου νὰ λάβῃ ἐπὶ τέλους θερμοκρασίαν σταθερὰν, διὰ διαφράγματος δὲ Δ παρεκώλυε τὴν δι' ἀκτινοβολίας θέρμανσιν τῆς ῥάβδου. Ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων 1,2.3, βαθμηδὸν ἀνυψοῦται καὶ μετά τινα χρόνον μένει μὲν στάσιμος δι' ἕκαστον θερμόμετρον ἀλλὰ μειουμένη ἀπὸ τοῦ θερμαινομένου ἄκρου πρὸς τὸ ἕτερον, καθ' ὃ εὑρίσκομεν θερμόμετρον 7 δεικνύον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος χώρου. Ἐὰν συγκρίνωμεν τὰς θερμοκρασίας εὑρίσκομεν ὅτι βαίνουσιν αἰσθητῶς ὡς οἱ ὅροι γεωμετρικῆς προόδου φθινούσης.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐν τούτοις ὁ νόμος οὗτος εἶνε ἐντελῶς ἀληθὴς διὰ τὰ θερμαγωγότερα τῶν μετάλλων, οἷα εἶνε ὁ ἄργυρος, ὁ χαλκός, ὁ χρυσός, ὁ λευκόχρυσος. Εἶνε κατὰ προσέγγισιν ἀληθὴς εἰς τὸν σίδηρον, ψευ-



Σχ. 91.

δάργυρον, μόλυβδον, κασσίτερον, δὲν ἀληθεύει δὲ διὰ τὰ μὴ μεταλλικὰ σώματα, οἷον τὸ μάρμαρον καὶ ἄλλα.

Θεωρήσωμεν δύο ῥάβδους ἰσομήκεις καὶ ἰσοπαχεῖς διαφόρου ὕλης, ὧν τὰ ἄκρα θερμαίνονται μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας. Ἔστωσαν μ καὶ μ′ αἱ ἀποστάσεις καθ' ἃς ἡ θερμοκρασία εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ εἰς τὰς δύο ῥάβδους.

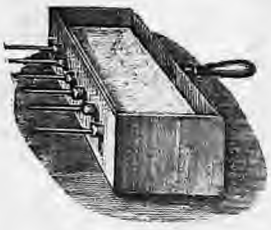
Ἔχομεν $\theta = T\varepsilon^{-\alpha\mu}$ καὶ $\theta = T\varepsilon^{-\alpha'\mu'}$

ὅθεν λαμβάνομεν $\frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\mu}{\mu'}$ καὶ $\frac{\alpha'^2}{\alpha^2} = \frac{\mu^2}{\mu'^2}$.

Ἐξ ἄλλου ὅμως ἀποδεικνύεται, ὅτι οἱ συντελεσταὶ τῆς ἀγωγιμότητος σ καὶ σ′ εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν συντελεστῶν α καὶ α′, ἤτοι $\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{\alpha'^2}{\alpha^2}$. ὅθεν $\frac{\sigma}{\sigma'} = \frac{\mu^2}{\mu'^2}$. Ἤτοι οἱ συντελεσταὶ τῆς ἀγωγιμότητος δύο οὐσιῶν εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων εἰς ἃς μεταφέρουσιν αὗται θερμότητα ἐκ τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Ἀλλ' ὁ νόμος οὗτος εἶνε ἀληθὴς, ἐὰν αἱ ῥάβδοι ἔχωσιν οὐ μόνον τὴν αὐτὴν ἐγκαρσίαν τομὴν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀλλὰ καὶ τὴν αὐτὴν ἐξωτερικὴν ἀγωγιμότητα, τοῦθ' ὅπερ ἐπιτυγχάνομεν καλύπτοντες τὰς ῥάβδους διὰ τῆς αὐτῆς οὐσίας. Τοῦτο κατορθοῦμεν διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Ingenhousz. Αὕτη σύγκειται ἐξ ὀρειχαλκίνου δοχείου (σχ. 92) εἰς ἓν τῶν τοιχωμάτων τοῦ ὁποίου ἐμπήγνυνται λεπταὶ ῥάβδοι ἐκ διαφόρων μετάλλων, αἵτινες εἰσδύουσιν ὀλίγον εἰς τὸ δοχεῖον καὶ καλύπτονται διὰ κιτρίνου κηροῦ τηκομένου εἰς 61^0. Πληροῦμεν τὸ δοχεῖον ζέοντος ὕδατος καὶ παρατηροῦμεν μετ' ὀλίγον ὅτι ὁ κηρὸς τήκεται ἐπὶ τῶν στηλίσκων εἰς ἀποστάσεις διαφόρους. Ἐὰν μετρήσωμεν τὰς ἀποστάσεις ταύτας, ὑψώσωμεν εἰς τὸ τετράγωνον καὶ λάβωμεν τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων, ἔχομεν τὴν σχετικὴν ἀγωγιμότητα τῶν διαφόρων μετάλλων, ἅτινα ἐθέσαμεν ἐπὶ τῆς συσκευῆς.



Σχ. 92.

Ἀλλ' ἡ μέθοδος αὕτη δὲν παρέχει ἀκριβῆ ἀποτελέσματα, ὡς καὶ ἡ τοῦ Despretz, διότι τὰ κοιλώματα καταστρέφουσι τὴν συνέχειαν τῆς ῥάβδου, ἥτις ἔχει καὶ μεγάλην ἐγκαρσίαν τομήν.

Τὰ πειράματα ταῦτα ἐπανέλαβον ὁ Wiedemann καὶ ὁ Franz μεταχειρισθέντες θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἅτινα ἔχοντα μικρὰν μᾶζαν δὲν ἐμποδίζουσι τὴν ὁμαλὴν διάδοσιν τῆς θερμότητος διὰ τῶν ῥάβδων. Διὰ νὰ ἔχωσι δὲ ἴσην ἐξωτερικὴν ἀγωγιμότητα, ἤτοι διὰ νὰ παραχωρῶσιν ἐπίσης τὴν ἑαυτῶν θερμότητα εἰς τὸν περιβάλλοντα χῶρον, ἐκαλύφθησαν αἱ ῥάβδοι διὰ λεπτοτάτου στρώματος ἀργύρου. Οὗτοι εὗρον τὸν ἑξῆς πίνακα, ὅστις δεικνύει, ὅτι αἱ δύο ἰδιότητες τοῦ εὐθερμαγωγοῦ καὶ εὐηλεκτραγωγοῦ συμβαδίζουσι.

Πίναξ συντελεστῶν θερμαγωγοῦ καὶ ἠλεκτραγωγοῦ.

Σώματα	*Θερμαγωγὸν*	*Ἠλεκτραγωγὸν*
Ἄργυρος	1000	1000
Χαλκὸς	736	774
Χρυσὸς	532	552
Ψευδάργυρος	281	274
Κασσίτερος	141	115
Σίδηρος	112	144

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Μόλυβδος	85	78
Λευκόχρυσος	84	105
Βισμούθιον	18	12

Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν. Ἐξ ὅλων τῶν ὑγρῶν μόνος ὁ ὑδράργυρος ἔχει ἀγωγιμότητα δυναμένην νὰ παραβληθῇ πρὸς τὴν ἀγωγιμότητα τῶν λοιπῶν μετάλλων· αὕτη κατὰ τὸν Gripon εἶνε τὰ 0,41 τῆς ἀγωγιμότητος τοῦ μολύβδου. Τὰ λοιπὰ ὑγρὰ εἶνε σώματα δυσθερμαγωγά, μεταφέρουσι δὲ τὴν θερμότητα οὐχὶ δι' ἀγωγιμότητος ἀλλὰ διὰ ῥευμάτων ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν. Οὕτω π. χ. ἐὰν ἐν κυλινδρικῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ (σχ. 93) θέσωμεν ὕδωρ καὶ θερμάνωμεν κάτωθεν, τὸ παρὰ τὸν πυθμένα ὑγρὸν στρῶμα θερμαινόμενον ἀπ' εὐθείας καὶ καθιστάμενον ἀραιότερον ἀναπλέει μεταφέρον τὴν θερμότητα πρὸς τὰ ἄνω, ἐν ᾧ τὰ ἀνώτερα στρώματα βυθίζονται ὡς ψυχρότερα καὶ ἐπομένως πυκνότερα. Ἀποδεικνύομεν δὲ πειραματικῶς τὴν ὕπαρξιν τῶν ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ῥευμάτων διὰ ῥινημάτων ξύλου αἰωρουμένων ἐν τῷ ὑγρῷ. Τὰ ῥινήματα ταῦτα ἀνέρχονται κατὰ τὸν ἄξονα καὶ κατέρχονται κατὰ τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου, καταδεικνύοντα τὴν ὕπαρξιν δύο ῥευμάτων τοῦ μὲν ἀνερχομένου ἐκ τῶν σημείων ἅτινα πλειότερον θερμαίνονται, κατερχομένου δὲ πρὸς τὰ σημεῖα, ἅτινα δὲν θερμαίνονται ἀπ' εὐθείας. Κατὰ τὴν ψῦξιν παράγονται ἀντίθετα ῥεύματα.

Σχ. 93.

Ἐὰν τοὐναντίον ἐμποδίσωμεν τὴν κίνησιν τῶν ὑγρῶν μορίων, ἐμποδίζομεν ὡταύτως τὴν διάδοσιν τῆς θερμότητος διὰ τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν ἐπίσης θερμάνωμεν τὸ ὑγρὸν ἄνωθεν, τότε τὸ ἀνώτερον στρῶμα τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ ἀπ' εὐθείας θερμαίνεται, μένει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καὶ δὲν κατέρχεται καθ' ὃ ἀραιότερον, βραδύτατα δὲ προχωρεῖ ἡ θερμότης δι' ἀγωγιμότητος εἰς τὰ ἀμέσως ὑποκείμενα στρώματα. Δυνάμεθα δὲ νὰ θερμάνωμεν ὕδωρ ἐκ τῆς ἐπιφανείας του, ἐπιθέτοντες μετάλλινον δοχεῖον ἐν τῷ ὁποίῳ ῥίπτομεν ζέον ἔλαιον ἢ οἰνόπνευμα, ὅπερ ἀναφλέγομεν. Θερμόμετρον ἐν τῷ ὑγρῷ εὑρισκό-

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μενον καὶ εἰς μικρὸν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας ἀπόστασιν οὐδεμίαν ὕψωσιν θερμοκρασίας δεικνύει.

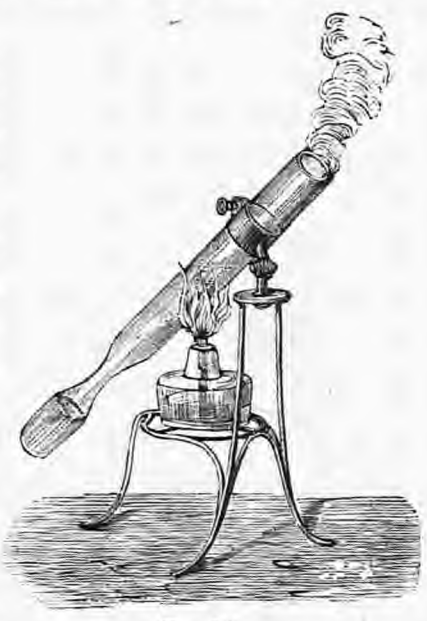
Ὁ Rumford ἀπέδειξε τὸ δυσθερμαγωγὸν τοῦ ὕδατος ὡς ἑξῆς. Εἰς δύο ἐντελῶς ὁμοίους ὑαλίνους κυλίνδρους ἔθηκεν ὕδωρ μέχρι τοῦ μέσου καὶ ἔψυξεν αὐτὸ μέχρι τελείας πήξεως. Εἶτα ἔχυσεν εἰς μὲν τὸ πρῶτον ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος 100^0, εἰς δὲ τὸ δεύτερον τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος 0^0. Πάραυτα τὸ στρῶμα τοῦ ὕδατος, τὸ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ πάγου εὑρισκόμενον ἔλαβε τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4^0 καὶ τὴν μεγίστην πυκνότητα, καὶ παρήχθη οὕτω ἓν διάφραγμα δυσθερμαγωγότατον μεταξὺ τοῦ πάγου καὶ τοῦ παρακειμένου ὑγροῦ, ὅπερ εἶχε θερμοκρασίαν τῶν 100^0 εἰς τὸ ἓν καὶ τοῦ 0^0 εἰς τὸ ἕτερον. Μετὰ πάροδον χρόνου ἀνεῦρε διὰ σταθμήσεως ὅτι τὸ αὐτὸ ποσὸν πάγου ἐτάκη καὶ ἐπομένως τὸ θερμὸν ὕδωρ, τὸ εὑρισκόμενον εἰς τὸ ἓν δοχεῖον, δὲν ἠδυνήθη δι' ἀγωγιμότητος νὰ μεταδώτῃ θερμότητα εἰς τὸν πάγον.

Ἐὰν λάβωμεν δύο ἴσας σφαίρας κοίλας τὴν μὲν κενὴν τὴν δὲ πλήρη βάμβακος, ἐμπεριεχούσας θερμόμετρον, οὗτινος τὸ δοχεῖον νὰ εὑρίσκηται εἰς τὸ κέντρον τῆς σφαίρας, ἐγχύσωμεν δὲ ἴσα ποσὰ ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ψύχεται βραδύτερον μὲν εἰς τὸ δοχεῖον τὸ περιέχον τὸν βάμβακα, ταχύτερον δὲ εἰς τὸ ἄλλο· τοῦτο δὲ συμβαίνει διότι εἰς τὸ πρῶτον ἡ κίνησις τοῦ ὑγροῦ παρεμποδίζεται ἐν μέρει διὰ τοῦ βάμβακος. Ἀντιστρόφως, ἐὰν καὶ αἱ δύο σφαῖραι περιέχωσιν ὕδωρ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ ἐμβαπτισθῶσιν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, βλέπομεν ὅτι εἰς μὲν τὴν ἄνευ βάμβακος σφαῖραν τὸ θερμότερον ὑψοῦται ταχέως, οὐδόλως δ' εἰς τὴν ἄλλην τὴν περιέχουσαν τὸν βάμβακα.

Τὸ δυσθερμαγωγὸν τοῦ ὕδατος ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον (Σχ. 94) κατὰ τὸν τὸν πυθμένα τοῦ ὁποίου θέτομεν τεμάχιον πάγου καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὕδατος. Εἶτα κλίνοντες ὀλίγον τὸν σωλῆνα θερμαίνομεν τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος διὰ λύχνου οἰνοπνεύματος. Μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ βράζει κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾧ ὁ ἐν τῷ πυθμένι πάγος δὲν τήκεται. Ἀντὶ πάγου δυνάμεθα νὰ θέσωμεν εἰς τὸν πυθμένα θερμόμετρον, ὅπερ καὶ μετὰ παρατεταμένον βρασμὸν τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν δεικνύει μικρὰν ὕψωσιν θερμοκρασίας.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων. Ἐὰν μᾶζα ὑγροῦ θερμαίνεται σχεδὸν ὁμοιομερῶς ἕνεκα ῥευμάτων, διὰ πολὺ ἰσχυρότερον λόγον ὄγκος ἀερίου θερμαινόμενος εἰς ἓν μέρος μεταφέρει τὴν θερμότητα καθ' ὅλα τὰ μέρη αὐτοῦ διὰ ῥευμάτων, διότι τὰ ἀέρια εἰσὶ μᾶλλον διασταλτὰ καὶ ῥωδέστερα τῶν ὑγρῶν. Δυνάμεθα δὲ νὰ ἐμποδίσωμεν τὴν κίνησιν τῶν μορίων διὰ νηματωδῶν οὐσιῶν, οἷον διὰ βάμβακος. Οὕτω ἂν λάβωμεν δύο σφαίρας καὶ τὴν μίαν ἐξ αὐτῶν πληρώσωμεν βάμβακος, ἐνθέσαντες δὲ θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτὰς εἰς ζέον ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς μὲν τὴν ἄνευ βάμβακος τὸ θερμόμετρον ὑψοῦται ταχέως, οὐδόλως δὲ εἰς τὴν ἄλλην. Οὕτω κατεδείχθη, ὅτι τὸ δυσθερμαγωγὸν τῶν νηματωδῶν οὐσιῶν, οἷον τοῦ βάμβακος, τῶν μαλλίων, τῶν πτίλων τῶν πτηνῶν, τοῦ τριχώματος τῶν ζώων, τῶν ρινημάτων τοῦ ξύλου, τῶν ἀχύρων, προέρχεται ἐκ τοῦ δυσθερμαγωγοῦ τοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν ἀκινησίᾳ ἀέρος.



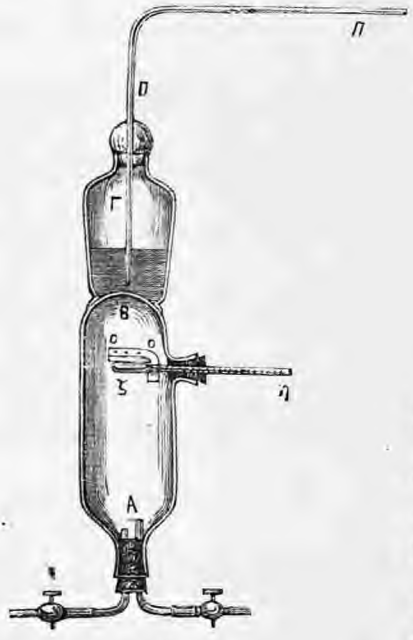
Σχ. 94.

Ἐξ ὅλων τῶν ἀερίων τὸ εὐθερμαγωγότερον εἶνε τὸ ὑδρογόνον. Τοῦτο κατέδειξεν ὁ Magnus διὰ τῆς ἑξῆς συσκευῆς. Ἐν ὑαλίνῳ κυλίνδρῳ AB (Σχ. 95) περατουμένῳ ἄνωθεν ἡμισφαιρικῶς ἐντίθεται θερμόμετρον *Ζη* κεκαλυμμένον διὰ ῥελλοῦ οο. Διὰ τοῦ στομίου Α εἰσέρχονται δύο σωλῆνες, ἐξ ὧν ὁ μὲν εἷς χρησιμεύει διὰ τὴν ἐξαγωγὴν τοῦ ἀέρος, ὁ δ' ἄλλος διὰ τὴν εἰσαγωγὴν ἀερίου τινὸς οἱουδήποτε. Ἡ συσκευὴ αὕτη κεῖται ὑπὸ δοχεῖον Γ προσκεκολλημένον ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου AB, ἐν ᾧ τίθεται ζέον ὕδωρ διατηρούμενον εἰς βρασμὸν διὰ ῥεύματος ἀτμοῦ εἰσαγομένου διὰ τοῦ σωλῆνος ΠΠ.

Ἀφαιρεθέντος κατὰ πρῶτον τοῦ ἀέρος ἐκ τοῦ κυλίνδρου AB, ὑπὸ πίεσιν 2 χ. μ., τὸ θερμόμετρον ἔδειξεν ὕψωσιν θερμοκρασίας 11

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

βαθμῶν. Εἶτα εἰσήχθησαν διάφορα ἀέρια ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἑκάστοτε δὲ τὸ θερμόμετρον ἐδείκνυε διάφορον ὕψωσιν θερμοκρασίας. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 100 τὴν ἐν τῷ κενῷ ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου, ἡ ὕψωσις αὕτη εἰς τὰ διάφορα ἀέρια ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν εἶνε ἡ ἑξῆς·



Σχ. 95.

Διοξείδιον τοῦ θείου	66.
Διοξείδιον τοῦ ἄνθρακος	75.
Ὑποξείδιον τοῦ ἀζώτου	75.
Ἐλαιογόνον ἀέριον	76.
Ἀήρ	82.
Ὑδρογόνον	111.

Διὰ πάντα τὰ ἀέρια, ἐξαιρουμένου τοῦ ὑδρογόνου, ἡ τελικὴ ἀνύψωσις τῆς θερμοκρασίας εἶνε μικροτέρα ἢ ἐν τῷ κενῷ. Ἐξηγοῦμεν δὲ τοῦτο, παραδεχόμενοι ὅτι εἶνε ἀνίσως θερμοπερατὰ, καὶ ἐπειδὴ ἡ ἀνύψωσις τοῦ θερμομέτρου μειοῦται αὐξανομένης τῆς πιέσεως, πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι πάντα τὰ ἀέρια πλὴν τοῦ ὑδρογόνου εἶνε δυσθερμαγωγά.

Δὲν ἔχει ὅμως οὕτω καὶ διὰ τὸ ὑδρογόνον. Ἡ τελικὴ ἀνύψωσις τοῦ θερμομέτρου εἶνε ὑπερτέρα ἢ ἐν τῷ κενῷ, καὶ ἡ ἀνύψωσις αὕτη αὐξάνεται μετὰ τῆς πιέσεως, ἐφ' ὅσον τὰ μόρια τοῦ ὑδρογόνου πλησιάζουσιν ἄλληλα καὶ εἶνε πολυπληθέστερα Τέλος, ἐὰν πληρώσωμεν τὸν κύλινδρον ΑΒ βάμβακος, ἡ τελικὴ ὕψωσις τῆς θερμοκρασίας εἶνε 7 βαθμῶν ἐν τῷ κενῷ, $7^0,5$ ἐὰν ὁ κύλινδρος περιέχῃ ἀέρα καὶ 11^0 ἐὰν ἐμπεριέχῃ ὑδρογόνον. Ἐκ τούτων συνάγομεν, ὅτι τὸ ὑδρογόνον εἶνε σῶμα εὐθερμαγωγὸν ὥσπερ καὶ εὐηλεκτραγωγὸν, διὰ τῶν ἰδιοτήτων δὲ τούτων τὸ ὑδρογόνον προσομοιάζει τοῖς μετάλλοις.

Ἀγωγιμότης τοῦ ξύλου καὶ τῶν κοκκίδων. Ὁ De la Rive κατέδειξεν ὅτι ἡ ἀγωγιμότης τοῦ ξύλου εἶνε μικροτέρα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καθέτως πρὸς τὰ ἴνας αὐτοῦ, μεγαλητέρα δὲ κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν, καὶ ὅτι τὰ πυκνότερα ξύλα εἶνε εὐθερμαγωγότερα, τὰ δὲ ἀραιότερα δ σθερμαγωγότερα. Ὁ δὲ Senarmont κατέδειξεν ὡσαύτως ὅτι ἡ ἀγωγιμότης τῶν κρυστάλλων εἶνε ἄνισος κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσει·. Πρὸς τοῦτο σχίζει κρύσταλλον εἰς πλακίδια, ἅπερ περικαλύπτει διὰ κηροῦ καὶ θερμαίνει αὐτὰ εἴς τι σημεῖον. Πρὸς τοῦτο ἀνοίγει μικρὰν ὀπὴν ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πλακιδίου, διαβιβάζων σύρμα ἀργυροῦν, οὗτινος θερμαίνει τὸ ἄκρον. Ἡ θερμότης διαβιβαζομένη εἰς τὸ πλακίδιον τήκει τὸν κηρὸν καὶ σχηματίζει κατὰ τὰ ὅρια τῆς τήξεως προεξοχήν τινα ἐκ κηροῦ, ἥτις διατηρεῖται καὶ μετὰ τὴν ψῦξιν διαγράφουσα ἰσόθερμον καμπύλην. Ἐὰν ἀποκόψωμεν ἐντῷ κρυστάλλῳ πλακίδια κατὰ διαφόρους διευθύνσεις ὡς πρὸς τοὺς κρυσταλλογραφικοὺς ἄξονας καὶ ἀναζητήσωμεν διὰ τοῦ αὐτοῦ μέσου τὸ σχῆμα τῆς ἰσοθέρμου καμπύλης, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν οὕτω τὸ σχῆμα τῆς ἰσοθέρμου ἐπιφανείας, ἥτις θὰ παρήγετο, ἂν ὁ κρύσταλλος ἐθερμαίνετο διά τινος ἐσωτερικοῦ σημείου. Ὁ Senarmont εὗρεν ὅτι εἰς τοὺς κρυστάλλους ἡ ἰσόθερμος αὕτη ἐπιφάνεια εἶνε ἐλλειψοειδές.

α) Εἰς τὸ κυβικὸν σύστημα τὸ ἐλλειψοειδὲς μετατρέπεται εἰς σφαῖραν.

β). Εἰς τὸ δεύτερον καὶ τρίτον κρυσταλλικὸν σύστημα, εἰς ἃ οἱ κρύσταλλοι ἔχουσιν ἕνα ἄξονα συμμετρίας, τὸ ἐλλειψοειδὲς εἶνε ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον. Οὕτω ἡ ὀρεία κρύσταλλος, ἥτις ἔχει σχῆμα ἐξαγωνικοῦ πρίσματος, ἔχει ἀγωγὸν δύναμιν κατὰ μὲν τὸν ἄξονα 50,3 καθέτως δὲ 39,1· τοιοῦτοι δὲ εἶνε οἱ ἡμιάξονες τοῦ ἰσοθέρμου ἐλλειψοειδοῦς·

γ) Εἰς τὸ τέταρτον σύστημα, ἔνθα ὑπάρχουσι τρεῖς ἄξονες ἄνισοι καὶ κάθετοι πρὸς ἀλλήλους, καὶ τὸ ἐλλειψοειδὲς ἔχει ἐπίσης τρεῖς ἄξονας ἀνίσους, ἔχοντας τὴν αὐτὴν τῇ τῶν κρυσταλλογραφικῶν ἀξόνων διεύθυνσιν.

δ) Τὸ πέμπτον σύστημα ἔχει ἕνα ἄξονα κρυσταλλογραφικὸν κάθετον τῷ ἐπιπέδῳ τῶν δύο ἄλλων, οἵτινες εἶνε κεκλιμένοι πρὸς ἀλλήλους· καὶ τοῦ ἐλλειψοειδοῦς ὁ εἷς ἄξων ταυτίζεται τῷ πρώτῳ, οἱ δὲ δύο ἄλλοι ἔχουσι διευθύνσεις, αἵτινες δὲν δύνανται νὰ καθορισθῶσιν.

ε) Τέλος εἰς τὸ ἕκτον σύστημα, ἔνθα ὑπάρχουσι τρεῖς ἄξονες κεκλιμένοι πρὸς ἀλλήλους, τὸ ἰσόθερμον ἐλλειψοειδὲς ἔχει διεύθυνσιν, ἥτις ἀδύνατον νὰ ὁρισθῇ διὰ νόμου.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Περὶ ἀκτινοβόλου θερμότητος.

Ἡ θερμότης διαδίδεται οὐ μόνον δι' ἀγωγιμότητος, ἤτοι ἀπὸ μορίου εἰς μόριον διὰ τῆς σταθμητῆς ὕλης ὅτε κινεῖται μετὰ ταχύτητος μικρᾶς, ἀλλὰ καὶ ἐξ ἀποστάσεως ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα, ὡς ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἡ τῶν θερμαστρῶν, ἡ τῶν καμίνων καὶ ἡ ἐκ διαφόρων θερμῶν σωμάτων ἐκπεμπομένη θερμότης. Ἡ οὕτω μεταδιδομένη θερμότης καλεῖται *ἀκτινοβόλος*.

Ἐὰν σῶμά τι, οἷον μεταλλίνη σφαῖρα, διαπυρωθῇ καὶ εἰσαχθῇ εἰς χῶρον ψυχρότερον, αὕτη μὲν ψύχεται τὰ δὲ περιξ σώματα θερμαίνονται. Τὸ θερμὸν σῶμα ἀκτινοβολεῖ τὴν ἑαυτοῦ θερμότητα καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ὅπως ἀκτινοβολεῖ φωτεινὸν σῶμα τὸ φῶς. Οὐ μόνον δὲ τὰ θερμὰ σώματα ἀκτινοβολοῦσιν, ἀλλὰ καὶ τὰ ψυχρά, ἐν ᾧ τὰ πρῶτα ἐκπέμπουσι μείζονα ποσότητα θερμότητος ἢ τὰ ψυχρά. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης καλεῖται *φωτεινή*, ὅταν ἐκπέμπηται ὑπὸ διαπύρου σώματος, οἷον ὑπὸ διαπύρου μετάλλου, *σκοτεινὴ* δέ, ὅταν ἐκπέμπηται ὑπὸ σώματος μὴ φωτοβολοῦντος, ἀοράτου ἐν τῷ σκότει, οἷον ἐκ δοχείου περιέχοντος ζέον ὕδωρ.

Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης διαδίδεται κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ κατ' εὐθεῖαν γραμμήν, ἐὰν τὸ μέσον ὅπερ διαπερᾷ εἶνε ὁμοιομερὲς, ἄλλως πλανᾶται ἢ ἀκολουθεῖ καμπυλόγραμμον τροχιὰν ὅπως καὶ τὸ φῶς.

Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ, διαπερᾷ δὲ πλεῖστα στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια, οἷον τὴν ὕαλον, τὸν ξηρὸν ἀέρα χωρὶς νὰ θερμάνῃ αἰσθητῶς αὐτά.

Τὴν διὰ τοῦ κενοῦ διάδοσιν τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος ἀποδεικνύει μὲν ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἀλλὰ συνήθως ἐκτελεῖται τὸ ἑξῆς πείραμα τοῦ Rumford. Οὗτος ἔλαβε κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν χωρητικότητος ἡμίσεος λίτρου φέρουσαν ἐν τῷ μέσῳ αὐτῆς θερμόμετρον συντετηγμένον (σχ. 96) οὗτινος τὸ δοχεῖον ἔκειτο εἰς τὸ κέντρον τῆς σφαίρας καὶ προσεκόλλησεν εἰς τὸ στόμιον σωλῆνα 50 ἑκατομέτρων. Ἐπλήρωσε δι' ὑδραργύρου τὸ ὅλον καὶ ἀνέστρεψεν ἐν λεκάνῃ, ὅπως καὶ εἰς τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλη. Ἐν τῇ σφαίρᾳ παρήχθη τὸ βαρομετρικὸν κενόν. Εἶτα ἔτηξε τὸν σωλῆνα ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου (σχ. 97), τὴν οὕτω δὲ κενωθεῖσαν σφαῖραν ἐνεβάπτισεν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος καὶ παρετήρησεν ὅτι τὸ θερμόμετρον ἀνέβαινε

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ταχέως. Τοῦτο δὲ μόνον εἰς τὴν διὰ τοῦ κενοῦ διάδοσιν τῆς θερμότητος δύναται ν' ἀποδοθῇ, διότι ἡ ὕλος εἶνε σῶμα δυσθερμαγωγότατον καὶ ἀδύνατον νὰ διαδοθῇ διὰ τῶν τοιχωμάτων τῆς σφαίρας καὶ διὰ τοῦ θερμομέτρου θ.

Σχ. 96.

Ὅτι δὲ ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης διαπερᾷ πολλὰ σώματα χωρὶς νὰ θερμάνῃ αὐτὰ αἰσθητῶς, ἀποδεικνύομεν διὰ φακοῦ ἀμφικύρτου ἐκ πάγου, ὃν παρασκευάζομεν δι' ἰσχυροτάτης πιέσεως· ἐὰν ἐπ' αὐτοῦ δεχθῶμεν ἡλιακὰς ἀκτῖνας, δυνάμεθα δι' αὐτῶν ν' ἀνάψωμεν ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ φακοῦ εὐφλέκτους ὕλας, ἐν ᾧ ὁ φακὸς δὲν τήκεται αἰσθητῶς. Διὰ φακοῦ κοίλου ἐκ λεπτῆς ὑάλου κατασκευασθέντος καὶ πληρωθέντος ψυχροῦ ὕδατος διηνεκῶς ἀνανεουμένου δυνάμεθα ὡσαύτως νὰ συγκεντρώσωμεν εἰς τὴν ἑστίαν ἡλιακὴν θερμότητα ἱκανὴν νὰ τήξῃ διάφορα μέταλλα. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης δὲν διαδίδεται διὰ τῶν μορίων τῆς σταθμητῆς ὕλης ἀλλὰ διὰ μέσου ὑπάρχοντος μεταξὺ τῶν μορίων τῆς σταθμητῆς ὕλης ὡς καὶ ἐν αὐτῷ τῷ κενῷ. Τὸ ὄχημα τοῦτο εἶνε ὁ καλούμενος *αἰθήρ*, διὰ τῶν κυματοειδῶν δονήσεων τοῦ ὁποίου διαδίδεται καὶ τὸ φῶς, ὡς θέλομεν ἰδεῖ ἐν τῇ ὀπτικῇ. Εἰς τοῦτο δὲ πείθει ἡμᾶς ἔτι μᾶλλον ἡ ταυτότης τῶν νόμων τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος καὶ τοῦ φωτός.

Σχ. 97.

Οὕτω ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης, ὅπως καὶ τὸ φῶς, ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς νόμους.

α) Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ λείαν ἐπιφάνειαν NM ἀνταναακλᾶται σχηματίζουσα τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως ΑΒΔ (σχ. 98) ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς ἀνακλάσεως ΔΒΓ, ἤτοι π=α. Τὸ δὲ ἐπίπεδον ΑΒΓ, ἐν ᾧ κεῖται ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν.

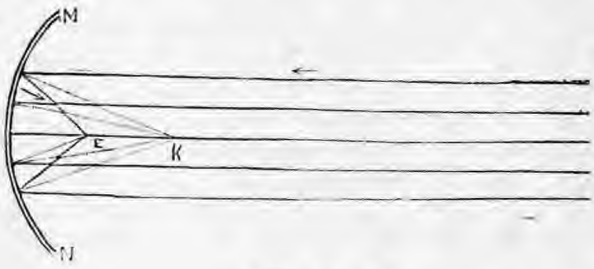
Πειραματικῶς δύναται ν' ἀποδειχθῇ ὁ νόμος οὗτος διὰ κοίλου παραβολικοῦ κατόπτρου ΜΝ ἐκ στιλπνοῦ μετάλλου

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

(σχ. 99) δεχομένου ἡλιακὰς ἀκτῖνας παραλλήλως τῷ ἄξονι αὐτοῦ ΑΒ. Αἱ ἀκτῖνες αὗται συγκεντροῦνται εἰς τὸ σημεῖον Ε τὴν ἑστίαν τοῦ κατόπτρου· τοῦτο δὲ δύναται νὰ συμβῇ μόνον, ἐὰν ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ἀκολουθῇ τοὺς ἀνωτέρω νόμους τῆς ἀνακλάσεως, διότι κατὰ γνωστὴν ἰδιότητα τῆς παραβολῆς ἡ ἐκ τῆς ἑστίας Ε ἐπί τι σημεῖον τῆς παραβολῆς ἠγμένη εὐθεῖα καὶ ἡ ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου παράλληλος τῷ ἄξονι σχηματίζουσι μετὰ τῆς καθέτου γωνίας ἴσας.

Σχ. 98.

β) Ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως.



Σχ. 99.

Τὸν νόμον τοῦτον ἀκολουθεῖ καὶ τὸ φῶς, ἐν τῇ ὀπτικῇ δὲ ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς. Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται, ἐὰν θέσωμεν εἰς ἀποστάσεις ἴσας πρὸς 1,2,3, τὴν ἑτέραν τῶν σφαιρῶν διαφορικοῦ θερμομέτρου ἢ μᾶλλον θερμοηλεκτρικὴν στήλην ἀπὸ σταθερᾶς θερμαντικῆς πηγῆς, οἷον ἀπὸ κυβικοῦ δοχείου ἐμπεριέχοντος ζέον ὕδωρ, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι αἱ θερμοκρασίαι ἐλαττοῦνται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως, ἤτοι βαίνουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ $1, {}^1/_4, {}^1/_9 \ldots$.

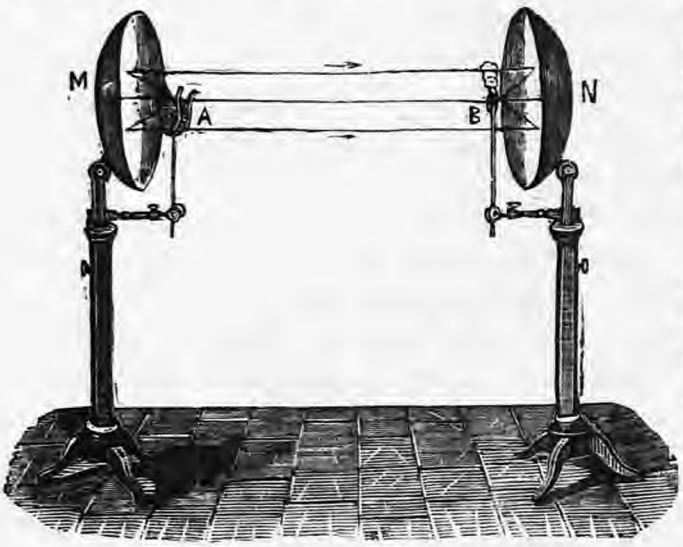
γ) Ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, ἣν ἐκπέμπει πλαγίως ἐπιφάνειά τις, εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας, ἣν αἱ ἀκτῖνες σχηματίζουσι μετὰ τῆς ἐπιφανείας. Ὡσαύτως, ὅταν δέσμη θερμαντικῶν ἀκτίνων, οἷον ἡλιακῶν, προσπίπτῃ πλαγίως ἐπί τινα ἐπιφάνειαν, ἡ ἔντασις αὐτῆς εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς αὐτῆς γωνίας.

Οἱ δύο οὗτοι νόμοι ἀποδεικνύονται διὰ κύβου πεπληρωμένου ζέοντος ὕδατος καὶ διὰ θερμοηλεκτρικῆς στήλης φερούσης κωνικὸν ὅλμον, ὃν στρέφομεν πρὸς μίαν τῶν ἑδρῶν τοῦ κύβου. Ἕνεκα τούτου αἱ ἡλια-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ ἀκτῖνες θερμαίνουσι μᾶλλον τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα, μᾶλλον τὴν μεσημβρίαν ἢ τὴν πρωΐαν, περισσότερον δὲ τὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώρας.

Συζυγῆ παραβολικὰ κάτοπτρα. Ἐὰν θέσωμεν ἀπέναντι ἀλλήλων δύο κοῖλα παραβολικὰ κάτοπτρα M καὶ N (σχ. 100) ἐκ στιλπνοῦ μετάλλου οὕτως, ὥστε οἱ ἄξονες αὐτῶν νὰ κεῖνται ἐπ' εὐθείας, καὶ ἐν τῇ κυρίᾳ ἑστίᾳ τοῦ ἑτέρου αὐτῶν θέσωμεν διάπυρον σῶμα A, αἱ ἐκ τούτου ἐκπεμπόμεναι θερμαντικαὶ ἀκτῖνες ἀνακλώμεναι κατὰ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου M μεταβάλλονται εἰς δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων τῷ ἄξονι ἕνεκα τῆς ἄνω ἐκτεθείσης ἰδιότητος τῆς παραβολῆς. Ἐὰν ἤδη τὸ δεύτερον κάτοπτρον N δεχθῇ τὰς παραλλήλους ταύτας τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνας, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν αὗται θέλουσι συγκεντρωθῇ εἰς τὴν ἑστίαν αὐτοῦ καὶ δύνανται ν' ἀναφλέξωσιν εὐφλέκτους ὕλας B, καίτοι τὰ κάτοπτρα κεῖνται εἰς ἀπόστασιν πολλῶν μέτρων.



Σχ. 100.

Φαινομένη τοῦ ψύχους ἀνάκλασις. Ἐὰν εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ ἑνὸς τῶν παραβολικῶν κατόπτρων (σχ. 100) θέσωμεν τεμάχιον πάγου ἢ κάλλιον ψυκτικὸν μῖγμα, οἷον πάγον καὶ ἅλας, εἰς δὲ τὴν ἑστίαν τοῦ ἑτέρου θερμόμετρον εὐπαθές, οἷον ἀερικόν, θερμόμετρον δι' αἰθάλης κεκαλυμμένον, ἡ δὲ αἴθουσα ἐν ᾗ πειρώμεθα ἔχῃ θερμοκρασίαν 15 τοὐλάχιστον βαθμῶν, βλέπομεν μετ' ὀλίγον ὅτι τὸ θερμόμετρον καταβαίνει κατὰ βαθμούς τινας, ὡσεὶ ὁ πάγος ἐξέπεμπε ψυκτικὰς ἀκτῖνας. Ὡσαύτως, ὅταν ἱστάμεθα πλησίον ψυχρῶν σωμά-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

των νομίζομεν ὅτι τὰ σώματα ταῦτα ἐκπέμπουσι πρὸς ἡμᾶς ψυκτικὰς ἀκτῖνας, ἐν ᾧ τοιαῦται δὲν ὑπάρχουσιν, καὶ τοὐναντίον τὰ ψυχρότερα τῶν σωμάτων ἐκπέμπουσι θερμότητα, τὰ δὲ ἀνωτέρω φαινόμενα ὑπάγονται εἰς τοὺς γενικοὺς νόμους τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, καὶ ἐξηγοῦνται εὐκόλως ὡς ἐξῆς.

Ἐὰν διάφορα σώματα ἔχοντα διαφόρους θερμοκρασίας εὑρίσκωνται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χώρου, ἕκαστον τῶν σωμάτων τούτων ἀκτινοβολεῖ συνεχῶς πρὸς τὰ λοιπά. Ἀλλὰ τὰ μὲν θερμότερα ἐκπέμπουσι θερμότητα περισσοτέραν ἐκείνης, ἣν δέχονται ἀπὸ τῶν ψυχροτέρων καὶ διὰ τοῦτο ψύχονται. Τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς ἡμᾶς αὐτοὺς εἰσερχομένους ἐν περιβόλῳ ψυχρῷ. Τὰ δὲ ψυχρότερα δέχονται θερμότητα πλείονα ἐκείνης, ἣν ἀποβάλλουσι καὶ διὰ τοῦτο θερμαίνονται μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία θερμοκρασίας. Ὅταν δὲ πάντα τὰ σώματα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἡ ἀκτινοβολία ἐξακολουθεῖ εἰσέτι, ἀλλὰ τότε ἕκαστον σῶμα δέχεται παρὰ τῶν ἄλλων τόσην θερμότητα, ὅσην ἀκτινοβολεῖ πρὸς αὐτὰ καὶ ἐπομένως διατηρεῖ σταθερὰν θερμοκρασίαν. Ἡ ἀνταλλαγὴ αὕτη τῆς θερμότητος καλεῖται *κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας*.

ΣΗΜ. Εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα τῆς φαινομένης ἀνακλάσεως τοῦ ψύχους διὰ τῶν κατόπτρων συμβαίνει κυρίως τὸ ἐξῆς. Ἐὰν τὸ θερμόμετρον εἰσαχθῇ ἐντὸς τῆς αἰθούσης οὐχὶ ἐπὶ τῆς ἑστίας τοῦ ἑνὸς κατόπτρου ἀλλὰ πέραν τῶν κατόπτρων, θέλει μετ' ὀλίγον δείξει τὴν θερμοκρασίαν τῆς αἰθούσης, διότι οἱ περὶξ τοῖχοι ἀκτινοβολοῦσι θερμότητα πρὸς τὸ θερμόμετρον. Ἐὰν ἤδη τὸ θερμόμετρον τεθῇ εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ ἑνὸς παραβολικοῦ κατόπτρου, εἰς δὲ τὴν ἑστίαν τοῦ ἄλλου ψυκτικὸν μῖγμα, τότε μέρος τοῦ περιβάλλοντος χώρου ἀντικαθίσταται διὰ τοῦ κατόπτρου οὗ ἐνώπιον εὑρίσκεται ὁ πάγος. Ὥστε αἱ ἀκτῖνες ἃς ἐξέπεμπε προηγουμένως πρὸς τὸ θερμόμετρον τὸ μέρος τοῦτο τοῦ χώρου, παρεμποδίζονται ὑπὸ τοῦ κατόπτρου καὶ ἀντικαθίστανται διὰ τῶν ὀλιγίστων θερμαντικῶν ἀκτίνων ἃς ἐκπέμπει ὁ πάγος καὶ αἵτινες προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ πρώτου κατόπτρου καὶ ἀνακλώμεναι ἐπὶ τοῦ δευτέρου συγκεντροῦνται τέλος ἐπὶ τοῦ εἰς τὴν ἑστίαν κειμένου θερμομέτρου.

Ταχύτης τῆς ψύξεως τῶν σωμάτων. Πᾶν σῶμα θερμὸν εὑρισκόμενον ἐν τῷ ἀέρι ψύχεται κατὰ δύο τρόπους, δι' ἀκτινοβολίας καὶ δι' ἐπαφῆς μετὰ τοῦ ἀέρος, ἐν ᾧ ἐν τῷ κενῷ ψύχεται διὰ μόνης τῆς ἀκτινοβολίας.

Νόμος τοῦ Νεύτωνος. Ἡ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἣν ὑφίσταται σῶμά τι ψυχόμενον ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, εἶνε ἀνάλογος τῆς διαφορᾶς τῆς ὑπαρχούσης μεταξὺ τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος καὶ τῆς τοῦ περιβάλλοντος χώρου. Οὕτω ἐὰν σῶμα ἔχον θερμοκρασίαν 25^0 εἰσαχθῇ ἐν χώρῳ ἔχοντι θερμοκρασίαν σταθερὰν 15^0, ὅτε ἡ διαφορὰ εἶνε 10^0, ψυχθῇ δ' ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου κατὰ $\frac{1}{2}$ βαθμὸν, μετὰ παρέλευσιν χρόνου τινὸς ὅταν λάβῃ θερμοκρασίαν 20^0, ὅτε ἡ διαφορὰ ἔσται μόνον 5 βαθμῶν, θὰ ψυχθῇ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου μόνον κατὰ $\frac{1}{4}$ βαθμοῦ, διότι $\frac{10}{5} = \frac{0,5}{0,25}$. Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ἐὰν εἰς χῶρον ἔχοντα ὡρισμένην θερμοκρασίαν, εἰσάξωμεν θερμόμετρον προθερμανθὲν εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν, καὶ σημειώσωμεν τὰς θερμοκρασίας, ἃς λαμβάνει καθ' ἑκάστην μονάδα τοῦ χρόνου. Ὁ νόμος οὗτος ἀληθεύει ὅταν ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας δὲν ὑπερβαίνῃ τοὺς 20 βαθμούς, ὅτε δύναται νὰ θεωρηθῇ ἐπίσης ἀληθὴς καὶ ἐν τῷ κενῷ καὶ ἐν τῷ ἀέρι.

Ὅταν σῶμά τι ψύχηται κατὰ $\frac{1}{2}$ βαθμὸν, ἀποβάλλει ποσότητα θερμότητος διπλασίαν ἐκείνης ἣν ἀποβάλλει, ψυχόμενον κατὰ $\frac{1}{4}$ βαθμοῦ. Τοῦτο προκύπτει ἐκ τοῦ νόμου τῆς θερμοχωρητικότητος τῶν σωμάτων, καθ' ὃν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀποβάλλει σῶμά τι ψυχόμενον, εἶνε ἀνάλογον τῆς καταπτώσεως τῆς θερμοκρασίας. Ὅθεν ὁ νόμος τοῦ Νεύτωνος δύναται νὰ διατυπωθῇ καὶ ὡς ἑξῆς· τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος, ἅτινα ἀποβάλλει ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου σῶμά τι ψυχόμενον, εἶνε ἀνάλογα τῆς διαφορᾶς, ἥτις ὑπάρχει μεταξὺ τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος καὶ τῆς τοῦ περιβάλλοντος χώρου.

ΣΗΜ. Καὶ ἡ θέρμανσις σώματος εἰσαγομένου εἰς χῶρον ἔχοντα θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῆς τοῦ σώματος ἀκολουθεῖ τὸν αὐτὸν νόμον, ἐὰν ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν τοῦ σώματος καὶ τοῦ χώρου δὲν ὑπερβαίνῃ τοὺς 20 ἢ 30 βαθμούς.

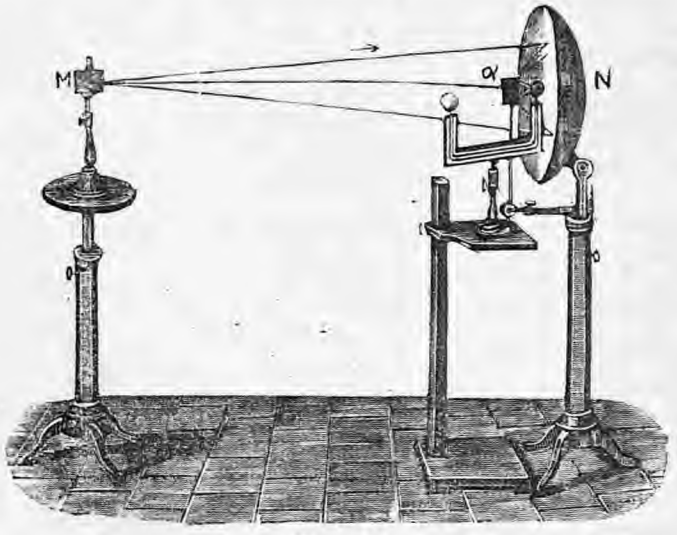
Ἡ ψῦξις τῶν σωμάτων ἐντὸς τῶν ἀερίων γίνεται ταχύτερον ἢ ἐν τῷ κενῷ, ἐξαρτᾶται δ' ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου, οὗσα ταχυτέρα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ὡς μᾶλλον θερμαγωγῷ ἢ ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι· ἐξαρτᾶται δ' ὡσαύτως καὶ ἐκ τῆς πιέσεως τοῦ περιβάλλοντος τὸ σῶμα ἀέρος.

Ἀνακλαστική, διασκεδαστική, ἀπορροφητικὴ καὶ διαβατικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ἡ προσπίπτουσα ἐπὶ τὰ σώματα τὸ μὲν ἀνακλᾶται κανονικῶς, τὸ δὲ διασκορπίζεται ἀκανονίστως, τὸ δὲ τέλος ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ σώματος καὶ μέρος αὐτῆς διέρχεται διὰ τοῦ σώματος.

α) **Ἀνακλαστικὴ δύναμις.** Ἡ δύναμις αὕτη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῶν σωμάτων, τῆς καταστάσεως τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ τῆς γωνίας ὑφ' ἣν προσπίπτουσιν αἱ ἀκτῖνες. Πρὸς σύγκρισιν τῶν ἀνακλαστικῶν δυνάμεων διαφόρων σωμάτων ὁ Leslie ἔλαβε κοῖλον κάτοπτρον N (σχ. 101) καὶ ἀπέναντι αὐτοῦ ἔθηκε κυβικὸν ἀγγεῖον M πεπληρωμένον ζέοντος ὕδατος, ὥστε ἡ θερμοκρασία ἦτο σταθερὰ καὶ ὡρισμένη. Ἐκ τῶν ἐκπεμπομένων θερμαντικῶν ἀκτίνων μέρος προσπίπτει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καὶ ἤθελε



Σχ. 101.

συνέλθει εἰς τὴν συζυγῆ ἑστίαν, ἂν μὴ ἐτίθετο πρὸ ταύτης μικρὰ πλάξ α κατεσκευασμένη ἐκ τῆς ὕλης, ἧς πρόκειται νὰ εὑρεθῇ ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις. Αἱ ἀκτῖνες ἀνακλώμεναι ἐπ' αὐτῆς συνέρ-

Δημοσία Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χονται εἴς τι σημεῖον συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸ ἀνακλαστικὸν ἐπίπεδον τῆς πλακός, ἔνθα ἔθηκε τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου. Οὕτω ὁ Leslie εὗρε τὴν σχετικὴν ἀνακλαστικὴν δύναμιν διαφόρων σωμάτων.

Καὶ ὁ Melloni εὗρεν ἐπίσης τὴν ἀνακλαστικὴν δύναμιν ἀλλὰ διὰ θερμοηλεκτρικῆς στήλης, τὰ δὲ πειράματα ταῦτα ἐπανέλαβεν ἀκριβέστερον ὁ Desains, ὅστις εὗρε τὸν ἑξῆς πίνακα τῆς ἀνακλαστικῆς δυνάμεως διαφόρων σωμάτων ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως 30 μοιρῶν.

Ἄργυρος.....	0,97	Χάλυψ.....	0,82
Χρυσός	0,95	Ψευδάργυρος ...	0,81
Ὀρείχαλκος καὶ		Σίδηρος.....	0,77
χαλκός.....	0,93	Χυτοσίδηρος ...	0,74
Λευκόχρυσος	0,83		

Ἡ ἀνακλαστικὴ τῶν σωμάτων δύναμις δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τοῦ λείου τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς πυκνότητος αὐτῆς. Οὕτω πλὰξ ἀργυρᾶ σφυρηλατηθεῖσα καὶ λεανθεῖσα ἔχει μείζονα ἀνακλαστικὴν δύναμιν τῆς μὴ σφυρηλατηθείσης, καὶ ἁπλῶς λεανθείσης.

Ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως, ἰδίᾳ δ' εἰς τὰς διαφανεῖς οὐσίας αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Οὕτω ἐπὶ τῆς ὑάλου

ὑπὸ γωνίαν	20^0	ἀνακλᾶται θερμότης	0,050
»	40^0	» »	0,080
»	60^0	» »	0,179
»	80^0	» »	0,551

Τοιαύτη ἀκριβῶς εἶνε καὶ ἡ ἀναλογία τοῦ ἀνακλωμένου φωτός.

Ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων ἐξαρτᾶται ἀκόμη καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Οὕτω ὁ χάλυψ ἀνακλᾷ τὰ 0,60 τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καὶ τὰ 0,33 τῆς προερχομένης ἐκ φλογὸς λύχνου ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως 45^0. Τέλος ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν μετάλλων εἶνε μείζων διὰ τὴν σκοτεινὴν θερμότητα καὶ μικροτέρα διὰ τὴν φωτεινήν.

Διασκεδαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων ὡς πρὸς τὴν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θερμότητα. Ἡ ἐπὶ τὰ σώματα προσπίπτουσα θερμότης δὲν ἀνακλᾶται σύμπαντα κατὰ τοὺς νόμους τῆς ἀνακλάσεως, ἀλλὰ μέρος αὐτῆς διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τοῦτο δὲ γίνεται ἰδίως εἰς τὰ σώματα τὰ ἔχοντα ἐπιφάνειαν τραχεῖαν ἢ μὴ στιλπνήν. Ὁ Melloni κατέδειξε τοῦτο ῥίψας ἐπὶ μεταλλικῆς μὴ στιλπνῆς ἐπιφανείας δέσμην ἀκτίνων θερμαντικῶν, ἀνεῦρε δὲ διὰ τῆς θερμοηλεκτρικῆς αὐτοῦ στήλης θερμότητα ἀνακλωμένην καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἀκανονίστως.

Ἡ διασκεδαστικὴ δύναμις τῆς θερμότητος τῶν σωμάτων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς καὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος. Εἰς τὴν αἰθάλην, τὰ στιλπνὰ μέταλλα καὶ τὴν ὕαλον εἶνε ἐλαχίστη· τοὐναντίον εἰς τὰ μὴ στιλπνὰ μέταλλα, τὴν μὴ στιλπνὴν ὕαλον, τὸν χάρτην, τὸν ἀνθρακικὸν μόλυβδον ἡ διασκεδαστικὴ δύναμις εἶνε μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλη.

Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. Τὰ σώματα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα ν' ἀπορροφῶσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν προσπιπτούσης θερμότητος.

Καλεῖται σχετικὴ ἀπορροφητικὴ δύναμις ὁ λόγος τῆς ποσότητος τῶν ἀπορροφωμένων ἀκτίνων ὑπὸ σώματός τινος πρὸς τὰς ἀπορροφωμένας ὑπ' ἄλλου τινὸς σώματος, οἷον τῆς αἰθάλης ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις εὑρισκομένης. Τοὐναντίον καλεῖται ἀπόλυτος ἀπορροφητικὴ δύναμις ὁ λόγος τῆς ἀπορροφωμένης θερμότητος πρὸς τὴν προσπίπτουσαν.

Ὁ Leslie πρὸς προσδιορισμὸν τῆς σχετικῆς ἀπορροφητικῆς δυνάμεως διαφόρων σωμάτων ἔθηκεν ἀπέναντι κοίλου κατόπτρου κύβον πλήρη ζέοντος ὕδατος, εἰς τὴν ἑστίαν δὲ τοῦ κατόπτρου τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν διαφορικοῦ θερμομέτρου, ἣν ἐκάλυψε διαδοχικῶς διὰ διαφόρων σωμάτων, οἷον δι' αἰθάλης, χάρτου, χρυσοῦ, ἀργύρου στιλπνοῦ καὶ μὴ στιλπνοῦ, εὗρε δὲ ὅτι ἐκεῖνα τῶν σωμάτων ἔχουσι μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ὅσα ἔχουσι μικρὰν ἀνακλαστικήν.

Ὁ Melloni προσδιώρισε τὴν ἀπορροφητικὴν δύναμιν διὰ τῆς θερμοηλεκτρικῆς στήλης. Πρὸς τοῦτο ἔθηκεν ἀπέναντι τῆς στήλης χαλκοῦν ἔλασμα λεπτὸν, ὅπερ κατὰ μὲν τὴν μίαν τῶν ἑδρῶν του τὴν πρὸς τὴν στήλην ἐστραμμένην ἦτο κεκαλυμμένον δι' αἰθάλης,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κατὰ τὴν ἑτέραν δὲ τὴν ἐστραμμένην πρὸς τὴν θερμαντικὴν πηγὴν (κῦβος 100^0) ἐκαλύπτετο διὰ τῆς οὐσίας, ἧς ἐπρόκειτο νὰ προσδιορισθῇ ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις. Οὕτω δὲ εὗρε τὸν ἑξῆς πίνακα·

Αἰθάλη	100
Ἀνθρ. μόλυβδος	100
Ἰχθυόκολλα.....	91
Λάκκειον κόμμι.....	72
Μέταλλα	13

Ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις τῶν σωμάτων αὐξάνεται μὲν ἐλαττουμένης τῆς ἀνακλαστικῆς καὶ τἀνάπαλιν, ἀλλ' οὐχὶ κατ' ἀντίστροφον ἀκριβῶς λόγον. Τουτέστι τὸ ἄθροισμα τῆς ἀνακλωμένης καὶ ἀπορροφωμένης θερμότητοςδὲν ἰσοῦται πρὸςτὴν προσπίπτουσαν.Τοῦτο δὲ γίνεται, διότι τῆς προσπιπτούσης θερμότητος μέρος μὲν ἀπορροφᾶται, μέρος δ' ἀνακλᾶται κανονικῶς καὶ μέρος ἀκανονίστως, ἤτοι διασκορπίζεται.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τῆς μονάδος τὸ ποσὸν τῆς προσπιπτούσης θερμότητος, διὰ τοῦ α τὴν ἀπορροφωμένην θερμότητα,διὰ τοῦ β τὴν ἀνακλωμένην κανονικῶς καὶ διὰ τοῦ γ τὴν ἀνακλωμένην ἀκανονίστως, θέλομεν ἔχει διὰ τὰ σώματα τὰ μὴ θερμοπερατὰ δηλ. τὰ ἀδιαφανῆ ὡς πρὸς τὴν θερμότητα τὴν σχέσιν $\alpha+\beta+\gamma=1$. Διὰ τὰ λεῖα μέταλλα τὸ γ εἶνε ἐλάχιστον, ὅθεν $\alpha=1-\beta$. Διὰ τὰ σώματα τὰ μὴ λεῖα καὶ στιλπνά, ὡς ὁ χάρτης, καὶ τὰ μὴ λεῖα μέταλλα θέλομεν ἔχει $\alpha=1-\gamma$.

Τέλος ὅταν ἡ ἀνακλωμένη θερμότης εἴτε κανονικῶς εἴτε ἀκανονίστως εἶνε ἐλαχίστη, θέλομεν ἔχει $\alpha=1$, τοῦτο δὲ συμβαίνει εἰς τὴν αἰθάλην.

Ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ἐξαιρέσει τῆς αἰθάλης. Μεταβάλλεται ἐπίσης μεταβαλλομένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ εἶνε μεγίστη κατὰ τὴν κάθετον πρόσπτωσιν.

Ἀφετικὴ τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων δύναμις τῶν σωμάτων. Ἡ ἄφεσις τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων ὑπὸ τῶν σωμάτων, ἤτοι ἡ ποσότης τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτίνων ἀπὸ τῶν διαφόρων σωμάτων ἐχόντων τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν εἶνε ἄνισος, ἐξαρτᾶται δ' ἐκ τῆς φύσεως τῶν σωμάτων, ἰδίᾳ ὅμως

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐκ τῆς ποιότητος τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ ἐκ τῆς μείζονος ἢ ἐλάσσονος λειότητος αὐτῆς.

Πρὸς διορισμὸν τῆς ἀφετικῆς δυνάμεως τῶν σωμάτων ὁ Leslie μετεχειρίσθη κύβον ὀρειχάλκινον πλήρη ζέοντος ὕδατος, οὗτινος αἱ ἕδραι ἦσαν κεκαλυμμέναι διὰ διαφόρων οὐσιῶν, οἷον δι' αἰθάλης, χάρτου, ἀνθρακικοῦ μολύβδου, κρητίδος ἢ διὰ διαφόρων μετάλλων ὧν ἡ ἐπιφάνεια ἦτο στιλπνὴ ἢ τραχεῖα. Αἱ ἕδραι τοῦ κύβου τρέπονται διαδοχικῶς πρὸς κοῖλον κάτοπτρον εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ ὁποίου τίθεται ἡ ἑτέρα τῶν σφαιρῶν διαφορικοῦ θερμομέτρου. Ὁ Melloni στρέφων τὰς ἕδρας τοῦ κύβου πρὸς τὴν θερμοηλεκτρικὴν αὐτοῦ στήλην εὗρε τὸν ἑξῆς πίνακα τῆς ἀφετικῆς δυνάμεως διαφόρων σωμάτων.

Αἰθάλη.....	100	Ἰχθυόκολλα.....	91
Ἄνθρ. μόλυβδος...	100	Μεταλλικαὶ ἐπιφάνειαι...	12

Ὁ Desains εὗρε τὰς ἑξῆς ἀφετικὰς δυνάμεις μετάλλων τινων

Λευκόχρυσος ἐλατός.....	10,80
Ἄργυρος μὴ στιλπνός.....	5,36
Χαλκὸς εἰς ἔλασμα.....	4,95
Χρυσὸς εἰς φύλλα.....	4,28
Καθαρὸς ἄργυρος.....	2,50

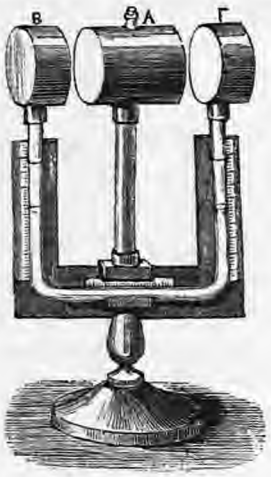
Ἐκ τῶν πειραμάτων τοῦ Leslie, τοῦ Melloni καὶ τοῦ Desains ἐξάγεται ὅτι τὰ σώματα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε ἀμαυρὰ καὶ τραχεῖα, ἔχουσι μείζονα ἀφετικὴν δύναμιν ἢ τὰ λεῖα καὶ στιλπνά. Τὰ μέταλλα δὲ τὰ διαβιβασθέντα διὰ τοῦ ἐλάστρου ἢ σφυροκοπηθέντα ἔχουσιν ἐλάσσονα ἀφετικὴν δύναμιν τῶν χυτῶν μετάλλων. Ἐν γένει δὲ τὰ σώματα τὰ ἔχοντα τὴν μεγίστην ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσιν ἐπίσης καὶ τὴν μεγίστην ἀφετικήν, ἀλλ' ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶνε αἰσθητῶς ἡ αὐτή, καὶ ὅταν ἡ ἐκπεμπομένη καὶ ἡ ἀπορροφωμένη θερμότης εἶνε τῆς αὐτῆς φύσεως, τουτέστιν ὅταν ἀμφότεραι εἶνε φωτειναὶ θερμότητες ἢ ἀμφότεραι σκοτειναί.

Τὰ ἐν καύσει εὑρισκόμενα ἀέρια ἔχουσι μικρὰν ἀφετικὴν δύναμιν. Οὕτω ἂν πλησιάσωμεν τὴν θερμοηλεκτρικὴν στήλην τοῦ Melloni εἰς φλόγα καιομένου ὑδρογόνου, ἧς ἡ θερμοκρασία, ὡς γνωστόν, εἶνε ὑψίστη, ἀνευρίσκομεν ἐλαχίστην σχετικῶς θερμότητα ἐκπεμπομένην. Ἐὰν ὅμως εἰσαγάγωμεν εἰς τὴν φλόγα σύρμα λευκοχρύσου, τότε

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐπέρχεται ἰσχυρὰ ἀκτινοβολία θερμότητος καὶ φωτός. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἡ φλὸξ φωταερίου ἀκτινοβολεῖ μᾶλλον τῆς τοῦ ὑδρογόνου, διότι ἐκείνη ἐμπεριέχει ἄνθρακα οὗ μέρος πυροῦται καὶ ἀκτινοβολεῖ.

Ὅτι ἡ ἀφετικὴ καὶ ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις τῶν σωμάτων εἶνε ἡ αὐτή, ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶνε αἰσθητῶς ἡ αὐτὴ καὶ ὁμοία ἡ πηγὴ τῆς θερμότητος, ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος τοῦ Ritchie. Διαφορικοῦ θερμομέτρου αἱ σφαῖραι ἀντικαθίστανται διὰ δύο κυλινδρικῶν τυμπάνων (σχ. 102) Β καὶ Γ ἐκ μετάλλου πλήρων ἀέρος. Μεταξὺ αὐτῶν εὑρίσκεται τρίτον δοχεῖον Α ὅμοιον πλῆρες ζέοντος ὕδατος. Αἱ βάσεις τῶν τριῶν τούτων τυμπάνων, αἵτινες κεῖνται ἀπέναντι ἀλλήλων, καλύπτονται ἡ μὲν δι' ἀργύρου λείου καὶ στιλπνοῦ, ἡ δὲ δι' αἰθάλης οὕτως, ὥστε ἡ ἐπάργυρος βάσις τοῦ μεσαίου τυμπάνου Α ἀκτινοβολεῖ πρὸς τὴν δι' αἰθάλης κεκαλυμμένην βάσιν τοῦ τυμπάνου Β, ἡ δὲ φέρουσα τὴν αἰθάλην τοῦ αὐτοῦ τυμπάνου Α πρὸς τὴν ἐπάργυρον τοῦ Γ. Ἐὰν αἱ βάσεις τοῦ μεσαίου τυμπάνου Α εὑρίσκωνται εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν βάσεων τῶν δύο ἄλλων τυμπάνων, τὸ ἐν τῷ ὁριζοντίῳ σωληνὶ ὑγρὸν μένει ἀκίνητον, τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει ὅτι τὰ δύο δοχεῖα Β καὶ Γ δέχονται ἴσας ποσότητας θερμότητος καὶ ἑπομένως αἱ ἀπόλυτοι ἀπορροφητικαὶ δυνάμεις ἰσοῦνται πρὸς τὰς ἀπολύτους ἀφετικάς.



Σχ. 102.

Περὶ θερμοπερατοῦ ἢ θερμοδιαβατοῦ τῶν σωμάτων. Εἶνε γνωστὸν ὅτι τὰ μὲν τῶν σωμάτων εἰσὶ διαφανῆ, τὰ δὲ σκιερά· οὕτως ὑπάρχουσι καὶ σώματα *θερμοπερατὰ* καὶ *μὴ θερμοπερατά*. Καὶ θερμοπερατὰ μὲν καλοῦνται ἐκεῖνα δι' ὧν διέρχεται ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης, ὅπως διὰ τῶν διαφανῶν τὸ φῶς· τοιαῦτα δ' εἶνε ὁ ἀήρ, ἡ ὕαλος· μὴ θερμοπερατὰ δὲ τὰ ἐμποδίζοντα τὴν δίοδον τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, ὅπως τὰ σκιερὰ τὸ φῶς, οἷα εἶνε τὰ μέταλλα.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἀλλὰ τὸ θερμοπερατὸν τῶν σωμάτων ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Οὕτως ἡ ἄχρους ὕαλος εἶνε θερμοπερατὴ ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ὀλιγώτερον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων ἃς ἐκπέμπει φλὸξ ἢ διάπυρον σῶμα καὶ ἐλάχιστον θερμοπερατὴ ὑπὸ τῶν σκοτεινῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων, ὅσας ἐκπέμπει τὸ ἔδαφος ἢ δοχεῖον πλῆρες ζέοντος ὕδατος. Τὸ ὕδωρ εἶνε πολὺ ὀλίγον θερμοπερατὸν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων οὐδαμῶς δὲ ὑπὸ σκοτεινῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων. Τοὐναντίον διὰ τοῦ ὀρυκτοῦ μαγειρικοῦ ἅλατος ἀκωλύτως διέρχεται καὶ ἡ φωτεινὴ καὶ ἡ σκοτεινὴ θερμότης. Ἐν γένει δὲ τὸ θερμοπερατὸν τῶν σωμάτων εἶνε ἄσχετον πρὸς τὴν διαφάνειαν αὐτῶν. Οὕτω ἡ μὲν διαφανὴς στυπτηρία εἶνε μὴ θερμοπερατὴ ὑπὸ τῶν σκοτεινῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων, τοὐναντίον δὲ διάλυμα ἰωδίου ἐντελῶς σκιερὸν εἶνε θερμοπερατὸν ὑπὸ τῶν σκοτεινῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων. Ἐὰν ὑαλίνην σφαῖραν πληρώσωμεν διαλύματος ἰωδίου ἐν ξειούχῳ ἄνθρακι καὶ θέσωμεν αὐτὴν ἐνώπιον ἰσχυρᾶς θερμαντικῆς πηγῆς, οἷον ἠλεκτρικοῦ φωτός, ἡ μὲν φωτεινὴ θερμότης ἀπορροφᾶται, ἡ δὲ σκοτεινὴ συγκεντροῦται διερχομένη τὴν σφαῖραν ὡς διὰ φακοῦ καὶ δύναται νὰ ἀναφλέξῃ ἁγαρικόν ἢ καὶ νὰ τήξῃ εὔτηκτα μέταλλα εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ σφαιρικοῦ φακοῦ τιθέμενα. Πρὸς ἔρευναν τοῦ θερμοπερατοῦ τῶν διαφόρων σωμάτων ὁ Melloni ἔθηκε μεταξὺ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς καὶ τῆς θερμοηλεκτρικῆς αὐτοῦ στήλης πλάκας λεπτὰς ἐκ διαφόρων οὐσιῶν. Ἐπειράτο δὲ διαδοχικῶς διὰ διαφόρων θερμαντικῶν πηγῶν, οἷον τοῦ ἡλίου, φλογῶν καιομένου ἐλαίου ἢ οἰνοπνεύματος, διαπύρου σύρματος λευκοχρύσου, μεταλλικῶν πλακῶν λείων ἢ μή, ἃς ἐθέρμανε μᾶλλον ἢ ἧττον, διὰ δοχείου πεπληρωμένου ζέοντος ὕδατος. Εὗρε δὲ ὅτι τὸ θερμοπερατὸν τῶν σωμάτων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῆς τε πηγῆς καὶ τῶν σωμάτων καὶ ἐκ τοῦ πάχους αὐτῶν. Εὗρε δὲ τὸν ἑξῆς πίνακα τοῦ ἀπολύτου θερμοπερατοῦ στερεῶν τινων οὐσιῶν.

Οὐσίαι	Φλὸξ λύχνου Locatelli	Λευκόχρυσ. διάπυρος	Πλὰξ χαλκοῦ εἰς 400°	Κύβος τοῦ Leslie 100°
Ὀρυκτὸν μαγειρ. ἅλας	92	92	92	92
Ἰσλανδικὴ κρύσταλλος	39	28	6	0
Ὕαλος κατόπτρων	39	24	6	0
Ὀρεία κρύσταλλος	37	8	6	0
Διαφανὴς γύψος	14	5	0	0
Στυπτηρία	9	2	0	0
Πάγος καθαρὸς	6	0	0	0

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὸ θερμοδιαβατὸν τῶν σωμάτων ἐλαττοῦται αὐξανομένου τοῦ πάχους, ἀλλ' ἡ ἐλάττωσις αὕτη δὲν εἶνε ἀνάλογος τοῦ πάχους.

Θερμοπερατὸν τῶν ἀερίων. Τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ ὑδρογόνον εἶνε λίαν θερμοδιαβατά, ἀπορροφῶσι δὲ ἐλαχίστην ποσότητα τῆς δι' αὐτῶν διερχομένης ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἀλλὰ τὰ σύνθετα ἀέρια, οἷον τὸ διοξείδιον τοῦ θείου, ἡ ἀμμωνία, τὸ ἐλῶδες ἀέριον εἰσὶν ἐλάχιστον θερμοδιαβατὰ καὶ ἐν λίαν ἀραιᾷ καταστάσει εὑρισκόμενα.

Θερμοπερατὸν τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ὁ Tyndall κατέδειξεν ὅτι ὁ ὑγρὸς ἀὴρ ἀπορροφᾷ ἑβδομηκοντάκις πλείονα θερμότητα ἢ ὁ ξηρός. Ὁ δὲ Magnus εὗρε ὅτι τοῦτο συμβαίνει μόνον, ὅταν ὁ ἐν τῷ ἀέρι ἀτμὸς εὑρίσκηται ὑπὸ μορφὴν πομφολύγων ἢ λεπτοτάτων σταγονιδίων.

Ἐφαρμογαὶ τῶν ἰδιοτήτων τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος. Τὰ ἀμαυρὰ ἐνδύματα ἀπορροφῶσιν εὐκολώτερον τὴν ἡλιακὴν θερμότητα. Ἡ χιὼν καλυπτομένη διὰ χώματος τήκεται ταχύτερον. Τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον ἐντὸς ἀγγείων κεκαλυμμένων ἔξωθεν δ' αἰθάλης. Τοὐναντίον ὕδωρ θερμὸν διατηρεῖται μᾶλλον ἐντὸς ἀγγείου ἔξωθεν λείου καὶ στιλπνοῦ.

Ἕνεκα τοῦ θερμοπερατοῦ τοῦ ξηροῦ ἀέρος τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας εἰσὶ ψυχρότερα. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὕδωρ εἶνε πολὺ ὀλίγον θερμοπερατόν, ἡ ἡλιακὴ θερμότης εἰσδύει μέχρι μικροῦ βάθους ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος τῶν λιμνῶν καὶ θαλασσῶν.

Δι' ὀρυκτοῦ ἅλατος ἔχοντος ἐπιφάνειαν κεκαλυμμένην δι' αἰθάλης κωλύομεν τὴν δίοδον τοῦ φωτὸς οὐχὶ δὲ καὶ τῆς θερμότητος. Διὰ τῆς στυπτηρίας τοὐναντίον ἀφίνομεν νὰ διέλθῃ τὸ φῶς οὐχὶ δὲ καὶ ἡ θερμότης. Ὑπὸ ὑαλίνους κώδωνας, δι' ὧν γεωργοὶ καλύπτουσι τὰ φυτά, ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται, διότι ἡ ὕαλος εἶνε θερμοπερατὴ ὑπὸ τῆς φωτεινῆς ἡλιακῆς θερμότητος, οὐχὶ δὲ καὶ ὑπὸ τῆς εἰσδυσάσης ἤδη καὶ μεταβληθείσης εἰς σκοτεινήν. Τὸ αὐτὸ ἐπίσης συμβαίνει καὶ εἰς ὑαλοσκεπὲς φυτοκομεῖον ἢ θερμοκήπιον (serre).

Θάλαμος τοῦ Σωσσύρου. Ὁ Σωσσύρος κατεσκεύασε κιβώτιον ἐκ ξύλου λίαν ἐλαφροῦ καὶ ἐπομένως δυσθερμαγωγοῦ καὶ ἐκάλυψε τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ δι' αἰθάλης. Μία τῶν ἑδρῶν τοῦ κιβωτίου ἐκλείσθη διὰ τριῶν ὑαλίνων πινάκων μεταξὺ τῶν ὁποίων

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὑπῆρχεν ἀὴρ ξηρός. Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς δι' ὑάλων κεκλεισμένης ἕδρας καὶ εὐκόλως εἰσδύουσαι δυσκόλως ἐξήρχοντο, οὕτω δὲ θερμόμετρον ἐν τῷ κιβωτίῳ ὑπάρχον ἐδείκνυε θερμοκρασίαν 80 ἕως 100 βαθμῶν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει διότι, ὁ μὲν ἀὴρ καὶ ἡ ὕλος εἶνε σώματα μὴ θερμοπερατὰ ὑπὸ τῆς σκοτεινῆς θερμότητος, τὸ δ' ἐλαφρὸν ξύλον σῶμα δυσθερμαγωγόν.

ΥΔΑΤΩΔΗ ΜΕΤΕΩΡΑ

Καλοῦνται *ὑδατώδη μετέωρα* ἡ ὁμίχλη, τὰ νέφη, ἡ βροχή, ἡ χιών, ἡ χάλαζα, ἡ δρόσος.

Ὁμίχλη, νέφη. Ὅταν μέρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ψύχηται κάτωθεν τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου, ἢ ὅταν νέα ποσότης ὑδρατμῶν προστίθηται εἰς ἀέρα σχεδὸν κεκορεσμένον, τότε τὸ πλεονάζον μέρος τῶν ἀτμῶν ἐκρευστοῦται καὶ μεταβάλλεται εἰς λεπτότατα σταγονίδια ἢ εἰς ὑδατίνας σμικροτάτας πομφόλυγας, αἵτινες καθιστῶσι τὸν ἀέρα ἀδιαφανῆ, σχηματίζεται δὲ οὕτω ὁμίχλη μὲν ὅταν οἱ ἐκρευστούμενοι ὑδρατμοὶ ἐπίκεινται ἀμέσως τῷ ἐδάφει, νέφη δὲ ὅταν τοῦτο συμβαίνῃ εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας· ὥστε ἡ ὁμίχλη οὐσιωδῶς δὲν διαφέρει τῶν νεφῶν.

Ὑδρατμὸς ἐκρευστούμενος ὁμοιος πρὸς τὸν τῆς ὁμίχλης ἢ τῶν νεφῶν παρατηρεῖται ἄνωθεν πινακίου ἐμπεριέχοντος θερμὸν ὕδωρ, ὅπερ ἐκτίθεται εἰς ψυχρὸν ῥεῦμα ἀέρος. Ἡ ἐκρεύστωσις τότε τῶν ἀναδιδομένων ἀτμῶν προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι ἡ ἐλαστικότης αὐτῶν ἐκλυομένων ἐκ τῆς ἐπιφανείας τοῦ θερμοῦ ὕδατος εἶνε ὑπερτέρα, ψυχομένων δ' ἐν τῷ ἀέρι ἡ ἐλαστικότης αὐτῶν καταπίπτει καὶ γίνεται ἴση πρὸς τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν κατωτέραν θερμοκρασίαν τοῦ ψυχροῦ ἀέρος, οὕτω δὲ μέρος τῶν ἀτμῶν ἐκρευστοῦται. Ἡ ὁμίχλη παράγεται ὑπεράνω ἐδάφους ὑγροῦ καὶ θερμοῦ, ὑπεράνω ὑγρῶν λειμώνων, λιμνῶν καὶ ποταμῶν, ὅταν ὁ ὑπερκείμενος ἀὴρ ψυχθῇ κάτωθεν τῆς θερμοκρασίας τοῦ κόρου. Δύναται ὅμως νὰ σχηματισθῇ ὁμίχλη καὶ ὅταν ἄνεμος θερμὸς καὶ ὑγρὸς διέλθῃ ἄνωθεν ποταμοῦ ἢ λίμνης, ὧν ἡ θερμοκρασία εἶνε χαμηλοτέρα τῆς τοῦ

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀέρος, τοῦτο δέ, διότι ὁ ὑγρὸς ἀὴρ ψύχεται καὶ ἐπέρχεται συμπύκνωσις μέρους τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτμῶν.

Τὰ νέφη σχηματίζονται, ὅταν θερμὸς καὶ ὑγρὸς ἀὴρ ἀνυψῶται εἰς ἀνώτερα στρώματα ψυχρότερα, ὅτε ψύχεται ἕνεκα τῆς ἐπερχομένης διαστολῆς, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐλαττουμένης. Πολλάκις ὅμως σχηματίζονται νέφη, ὅταν συναντηθῶσι δύο ῥεύματα ἀέρος, ὧν τὸ μὲν ψυχρόν, τὸ δὲ θερμὸν καὶ ὑγρόν. Διότι κατὰ τὴν συνάντησιν αὐτῶν τὸ μῖγμα τῶν δύο ῥευμάτων λαμβάνει τὴν μέσην περίπου θερμοκρασίαν εἰς ἣν οἱ ἐμπεριεχόμενοι ἀτμοὶ εἶνε ὑπέρτεροι κατὰ τὴν ποσότητα τῶν ἀπαιτουμένων πρὸς κόρον, οὕτω δὲ μέρος αὐτῶν ἐκρευστοῦται καὶ παράγεται νέφος. Ἐν τοῖς ὄρεσιν τὰ νέφη συμπυκνοῦνται ἐπὶ τῶν κορυφογραμμῶν, διότι ὁ ἀὴρ ψύχεται ἐρχόμενος εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτῶν καὶ ὁ ἀτμὸς ἐκρευστοῦται. Φαίνονται δὲ ἐπ' αὐτῶν τὰ νέφη ὡσεὶ ἀκίνητα, ἐνῷ διηνεκῶς ἀνέρχονται, ἀλλ' εἰς μείζονα ἀπόστασιν ἐκλείπουσι πάλιν κατὰ τὸ ἀπώτερον αὐτῶν μέρος καὶ διηνεκῶς ἀναπαράγονται πρὸς τὸ μέρος τὸ ἀπτόμενον τῶν κορυφῶν τῶν ὀρέων. Δυνάμεθα δὲ νὰ ἐξομοιώσωμεν ταῦτα πρὸς τὰ ὑδατώδη κυμάτια, ἅτινα σχηματίζονται περὶ βράχον ἐν ῥέοντι ὕδατι ποταμοῦ, ἔνθα ἡ σχηματιζομένη δίνη μένει ἀμετάθετος διηνεκῶς παραγομένη ἐκ νέων μορίων ὕδατος. Αὐτὸ τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς νέφη, ἅτινα φαίνονται ἀκίνητα, καίπερ διηνεκῶς κατερχόμενα, διότι τὸ κατώτερον μέρος αὐτῶν εἰσέρχεται εἰς στρῶμα ἀέρος θερμότερον καὶ ἐξαεροῦται, εἰς δὲ τὸ ἀνώτερον μέρος γίνεται ἐκρεύστωσις νέων ἀτμῶν. Τὰ νέφη ἔχουσι διαφόρους μορφάς· τινὰ τούτων αἰωρούμενα εἰς τὰ ἀνώτατα στρώματα καὶ συγκείμενα πιθανῶς ἐκ μικρῶν κρυστάλλων πάγου, εἰσὶ λεπτὰ λευκὰ ὄμοια πρὸς ἐξεσμένον ἔριον καὶ καλοῦνται *λίφοι* (cirrus). Ἄλλα ἐμφανίζονται εἰς *σωροὺς* (cumulus) μετὰ βάσεως ὁριζοντίου καὶ παράγονται κατὰ τὸ θέρος μετὰ παρατεταμένην αἰθρίαν. Ἄλλα δὲ πάλιν ἐμφανίζονται ὡς ἐπιμήκεις ταινίαι παρὰ τὸν ὁρίζοντα εἰς μεγάλην ἔκτασιν καὶ καλοῦνται *στιβάδες* (stratus). Οἱ δὲ *μελανίαι ἢ τὰ ὄμβρια νέφη* (nimbus) καλύπτουσι μεγάλας ἐκτάσεις τοῦ οὐρανοῦ ἔχοντα χρῶμα τεφρὸν καὶ σκοτεινόν.

Βροχή. Ὅταν ἡ ἐκρεύστωσις τῶν ἐν τῷ ἀέρι ὑδρατμῶν καταστῇ ἄφθονος, τότε τὰ σταγόνια τοῦ ὕδατος συρρέοντα καὶ ἑνούμενα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σχηματίζουσι σταγόνας ὕδατος αἵτινες καταπίπτουσιν ὡς βροχή. Αἱ σταγόνες τῆς βροχῆς διερχόμεναι διὰ κατωτέρων στρωμάτων σχετικῶς ξηρῶν ἐξαεροῦνται ἐν μέρει καὶ κατ' ἀρχὰς πίπτει εἰς τὸ ἔδαφος βροχὴ ὀλιγωτέρα ἐκείνης, ἥτις ἐσχηματίσθη εἰς ὑψηλότερον στρῶμα. Μετ' ὀλίγον ὅμως συμβαίνει τὸ ἀντίστροφον· ἐπειδὴ ἐκρευστοῦται καὶ ἕτερος ἀτμός, αἱ πίπτουσαι σταγόνες μεγεθύνονται καὶ διὰ τοῦτο εἰς τὴν κορυφὴν πύργου πίπτει ὀλιγωτέρα βροχὴ ἢ παρὰ τὴν βάσιν αὐτοῦ ἐπὶ ἴσης ἐπιφανείας. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ἐκρεύστωσις τῶν ἀτμῶν ἐπέρχηται βαθμηδὸν ἡ βροχὴ εἶνε ὁμαλωτέρα καὶ διαρκεστέρα καὶ καλεῖται **ὑετὸς** ὅστις ἐπέρχεται, ὅταν ῥεῦμα ἀέρος ὑγροῦ καὶ θερμοῦ συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ψυχρόν. Ὅταν τοὐναντίον ῥεῦμα ψυχροῦ ἀέρος συναντήσῃ στρῶμα ὑγρὸν καὶ θερμόν, ἐπέρχεται συνήθως ῥαγδαία καὶ παροδικὴ βροχὴ κατὰ μεγάλας σταγόνας καὶ αὕτη καλεῖται *ὄμβρος*.

Ἡ πίπτουσα βροχὴ εἶνε τοσοῦτον ἀφθονωτέρα ὅσον ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν εἶνε ὑψηλοτέρα. Τοῦτο δέ, διότι εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν ὁ ἀὴρ συγκρατεῖ πολὺ περισσοτέραν ποσότητα ἀτμῶν ἐὰν δὲ ψυχθῇ καθ' ὡρισμένους βαθμοὺς θερμοκρασίας ὑγροποιοῦνται πολὺ περισσότεροι ἀτμοὶ ἢ ὅταν ψυχρότερος ἀὴρ ψυχθῇ κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμούς. Διὰ τοῦτο αἱ βροχαὶ αἱ πίπτουσαι μεταξὺ τῶν τροπικῶν εἶνε ἀφθονώτεραι. Ὡσαύτως κατὰ τὸ θέρος ἢ κατὰ τὸ φθινόπωρον ἐὰν ἡ ἀτμόσφαιρα ὑπό τινας περιστάσεις ψυχθῇ αἰφνιδίως κατά τινας βαθμοὺς θερμοκρασίας, παρέχει πολὺ ἀφθονωτέραν βροχὴν ἢ κατὰ τὸν χειμῶνα.

Ὑετόμετρον ἢ ὀμβρόμετρον. Καλεῖται οὕτω ὄργανόν τι δι' οὗ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν ποσότητα τῆς βροχῆς ἥτις πίπτει ἐτησίως εἴς τινα χώραν. Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶνε δοχεῖον κυλινδρικὸν κλειόμενον ἄνωθεν διὰ χωνίου (σχ.103) οὗτινος τὰ πέρατα ἔχουσιν ἐπεξεργασθῇ μετὰ μαθηματικῆς σχεδὸν ἀκριβείας. Ἡ διάμετρος τοῦ χωνίου ἰσοῦται συνήθως πρὸς 0, μ 226 οὕτως ὥστε ἡ δεχομένη τὴν βροχὴν ἐπιφάνεια ἔχει ἑκατὸν τετραγωνικῶν ὑποδεκαμέτρων. Ἐκ τοῦ χωνίου τούτου μεταβαίνει τὸ ὕδωρ εἰς στενότερον κύλινδρον, ὅστις φέρει πρὸς τὰ πλάγια ὑάλινον σωλῆνα μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ καὶ κλίμακα δεκαπλασιάζουσαν τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης, τοῦτο δὲ, διότι ἡ τομὴ τοῦ ὑποδοχέως κάτωθεν εἶνε τὸ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

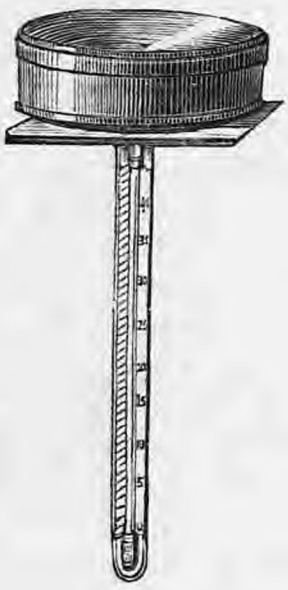
δέκατον τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου. Διὰ τοῦ μέσου τούτου εὑρίσκομεν τὸ ὕψος τῆς καταπιπτούσης βροχῆς εἰς χιλιοστόμετρα καὶ εἰς δέκατα τοῦ χιλιοστομέτρου, διότι τὰμὲν πρῶτα παρίστανται ἐπὶ τῆς κλίμακος δι' ὑφεκατομέτρων τὰ δὲ δεύτερα διὰ χιλιοστομέτρων. Ἀναγράφοντες τὸ ἑκάστοτε πίπτον ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὑρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτον εἴς τινα χώραν ὕδωρ, ἤτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος ὅπερ ἤθελε καλύψει τὸ ἔδαφος ἐὰν δὲν συνέβαινεν ἐξάτμισις διήθησις καὶ ἀπορροὴ τῶν ὑδάτων.

Τὸ ἐτησίως πίπτον ὕδωρ κατὰ μέσον ὅρον εἶνε εἰς

τὰς ἀνατολ. Ἰνδίας.	14,μ 20	Εἰς Παρισίους	0,μ 564
Εἰς Ἰάβαν	3, 75	Εἰς Βερολῖνον	0, 590
Εἰς Ἅγιον Δομίγγον	2, 73	Εἰς Ἀθήνας	0, 409
Εἰς Ἀβάναν.	2, 32		

Ἀφθονωτέρα βροχὴ πίπτει εἰς ὀρεινὰς χώρας καὶ ἰδίως ἐπὶ τῆς νοτίου κλιτύος αὐτῶν εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον.

Χιών. Ὅταν ἡ θερμοκρασία στρώματος ἀέρος ἐμπεριέχοντος ὑδρατμοὺς κατέλθῃ κάτωθεν τοῦ μηδενικοῦ, οἱ ὑδρατμοὶ οὐ μόνον ὑγροποιοῦνται ἀλλ' εἶτα πήγνυνται μεταβαλλόμενοι εἰς λεπτοὺς βελονοειδεῖς κρυστάλλους, ἀνήκοντας πάντας εἰς τὸ ἑξαγωνικὸν κρυσταλλικὸν σύστημα. Οἱ κρύσταλλοι οὗτοι ἔχουσι πάντοτε σχῆμα ἀστεροειδὲς (σχ. 104) μετὰ ἑξακτίνωνὑπὸ ποικίλας μορφάς. Ὅταν πίπτῃ ἄφθονος χιὼν οἱ κρύσταλλοιοὗτοι συνενοῦνταιεἰς νιφάδας λευκὰς καὶ ἀδιαφανεῖς διότι μεταξὺ αὐτῶν παρεντίθεται ἀὴρ καὶ καθιστᾷ αὐτὰς μὴ διαφανεῖς, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἀφρὸν τοῦὕδατος,καὶ εἰς ὕαλον ἐν καταστάσει κόνεως.



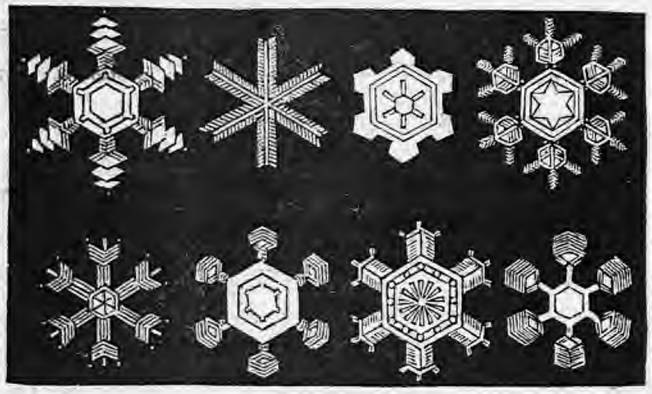
(Σχ. 103.

Δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν εὐχερῶς τὰ κανονικὰ αὐτὰ σχήματα ὅταν τὸ ψῦχος εἶνε δριμὺ καὶ πίπτῃ ἁραιὰ χιών, ἣν δεχόμεθα ἐπὶ μέλανος ἐρίου ἢ ἐπὶ μέλανος σώματος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ψυχθέντος προηγουμένως ὑπὸ τὸ μηδὲν καὶ παρατηροῦντες αὐτὰ διὰ μεγεθυντικοῦ φακοῦ.

Τὸ ὕψος εἰς ὃ ἀνευρίσκουσι τὰς διαρκεῖς χιόνας, τουτέστι τὰς μὴ τηκομένας ὑπὸ τῆς θερινῆς θερμότητος, εἶνε διάφορον εἰς τὰς διαφόρους



Σχ. 104.

χώρας, ἐξαρτᾶται δ' ἰδίως ἐκ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους, καὶ εἶνε τόσῳ μικρότερον ὅσῳ μεῖζον τὸ γεωγραφικὸν πλάτος. Οὕτω ἐν μὲν τῇ κατεψυγμένῃ ζώνῃ τὸ ὅριον τῶν διαρκῶν χιόνων κατέρχεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἐπὶ τῆς Ἰσλανδίας εἰς ὕψος 1000 μέτρων ἐπὶ τῶν Ἄλπεων εἰς 2800 μ. περίπου καὶ εἰς τὰς Κορδιλλιέρας τῆς Βολιβίας εἰς 5000 μέτρα.

Χάλαζα. Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιριδίων πάγου μειζόνων ἢ ἐλασσόνων ἀλαμπῶν, ἅτινα πίπτουσιν ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἐγκλείουσι δὲ οἱ κόκκοι τῆς χαλάζης πυρῆνα ἐκ χιόνος περιβαλλόμενον ὑπὸ στρωμάτων συγκεντρικῶν ἐκ πάγου. Ἡ χάλαζα πίπτει συνήθως κατὰ τὸ ἔαρ καὶ τὸ θέρος καὶ κατὰ τὰς θερμοτέρας ὥρας τῆς ἡμέρας, σπανίως δὲ τὴν νύκτα, παρακολουθεῖ δὲ συνήθως τὰς θυέλλας καὶ περιορίζεται εἰς ζώνην στενὴν μὲν ἀλλὰ λίαν ἐπιμήκη. Πρὸ τῆς πτώσεως τῆς χιόνος ἀκούεται ψόφος τις προερχόμενος ἐκ τοῦ χαλαζοβόλου νέφους. Ἐξηγοῦσι σήμερον τὸν σχηματισμὸν τῆς χαλάζης ὑποθέτοντες ὅτι τὰ σταγονίδια τοῦ παράγοντος τὴν χάλαζαν νέφους εὑρίσκονται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ μηδενὸς ἐν καταστάσει ὑπερτήξεως. Νιφάδες χιόνος πίπτουσαι ἄνωθεν ἐπὶ τῶν σταγονιδίων ἐν ὑπερτή-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ξει ἐπιφέρουσι τὴν αἰφνιδίαν αὐτῶν πῆξιν, οὕτω δὲ νιφὰς χιόνος σχηματίζουσα τὸν πυρῆνα περιβάλλεται διὰ στρωμάτων ἐκ πάγου μεταξὺ τῶν ὁποίων παρεντίθεται ἀὴρ καθιστῶν συνήθως τοὺς κόκκους τῆς χαλάζης ἀδιαφανεῖς. Οὕτως ἐξηγοῦσι καὶ τὴν παγερὰν βροχὴν, ἥτις πίπτει ἐνίοτε κατὰ τὸν χειμῶνα, ὅτε αἱ σταγόνες τῆς βροχῆς προσκρούουσαι τῷ ἐδάφει πήγνυνται αἰφνιδίως καὶ ἐπ' αὐτῶν τῶν δυσθερμαγωγῶν σωμάτων πίπτουσαι.

Περὶ δρόσου καὶ πάχνης.

Οὐδὲν φαινόμενον ὑπάρχει ἐν τῇ φύσει μᾶλλον σύνηθες τῆς δρόσου τῆς ἐν εἴδει μικρῶν ῥανίδων ἀποτεθειμένης τὴν νύκτα ἐπὶ τῶν σωμάτων καὶ ἐν τούτοις ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Ἀριστοτέλους μόλις κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ παρόντος αἰῶνος ἀνευρέθησαν αἱ ἀληθεῖς αἰτίαι αἱ παράγουσαι αὐτὴν καὶ ἡ εὐεργετικὴ αὐτῆς ἐπίδρασις. Ὁ Ἀριστοτέλης ἐδόξαζεν, ὅτι αὕτη πίπτει ἄνωθεν, οἱ δὲ φυσικοὶ τοῦ 18ου αἰῶνος ὅτι ἀνέρχεται ἐκ τῆς γῆς.

Πρῶτος ὁ Leroi ἐξετέλεσε πείραμα περὶ τὰ μέσα τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, ὅπερ ἐχρησίμευσεν ὡς πρώτη ἀφετηρία τῆς ἐξηγήσεως τῆς δρόσου. Ὁ Leroi ἐπλήρωσε φιάλην ὕδατος, ὅπερ ἀπέψυχε ῥίπτων ἐν αὐτῷ μικρὰ τεμάχια πάγου, οὕτω δ' ἀπεψύχετο καὶ ὁ περιβάλλων τὴν φιάλην ἀήρ. Ἅμα ὁ ἀὴρ ἀπεψύχθη πέραν τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου ἡ φιάλη ἐκαλύφθη διὰ λεπτῆς δρόσου, ὁ δὲ Leroi ἀνεῦρεν ὅτι ὁ βαθμὸς οὗτος τῆς ἀποψύξεως εἶνε διάφορος κατὰ τοὺς διαφόρους τόπους καὶ ἡμέρας. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία εἰς ἣν πρέπει ν' ἀποψυχθῇ τὸ ἐν τῇ φιάλῃ ὕδωρ, ὅπως ἄρξηται νὰ ἐναποτίθηται ἡ δρόσος εἶνε ὑψηλὴ, τοῦτο δεικνύει ὅτι ὁ ἀὴρ ἐμπεριέχει μεγάλην ποσότητα ὑδατος, ἐὰν τοὐναντίον εἶνε χαμηλὴ, τότε ὁ ἀὴρ συγκρατεῖ πολὺ μικροτέραν ποσότητα.

Παρόμοιον φαινόμενον λαμβάνει χώραν καὶ ἐπὶ τῶν ὑαλοπινάκων τῶν θυρίδων, ὅταν ὁ ἐξωτερικὸς ἀὴρ εἶνε ψυχρὸς, ἐπὶ τῶν φιαλῶν τῶν ἐξαγομένων ἐξ ὑπογείου ἢ τῶν περιεχουσῶν ὕδωρ πολὺ ψυχρὸν καὶ ἐν γένει ἐπὶ πασῶν τῶν οὐσιῶν, αἵτινες δι' αἰτίαν τινὰ ἀποψύχονται ἀρκούντως. Τοιαύτη δὲ εἶνε καὶ ἡ φυσικὴ δρόσος, ἥτις ἀναφαίνεται ἐπὶ τῶν σωμάτων ἅτινα ἀποψύχονται τὴν νύκτα ἐν καιρῷ νηνεμίας καὶ ἐν οὐρανῷ ἀνεφέλῳ κατὰ τὴν ἄνοιξιν καὶ τὸ φθινόπωρον. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ὁ Leroi ἡμέραν τινὰ τοῦ Σε

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πτεμβρίου κατὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου, ὅτε ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἦν 17 βαθμῶν, προδιώρισε τὸν βαθμὸν τοῦ κόρου τοῦ ἀέρος, τουτέστι τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἔπρεπε ν' ἀποψυχθῇ τὸ ἐν τῇ φιάλῃ ὕδωρ, ὅπως ἄρξηται ἐναποτιθεμένη ἐπ' αὐτῆς ἡ δρόσος καὶ εὗρε $13^0\,1/2$. Εἶτα ἐξέθηκεν ἐν ἀνοικτῷ μέρει ἓν θερμόμετρον καὶ ὑαλίνην φιάλην, ἅτινα ἕνεκα τοῦ ψύχους τῆς νυκτὸς ἀπεψύχθησαν μέχρι $12^0\,1/2$, ἄφθονος δὲ δρόσος ἐκάλυψε τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς φιάλης. Τὸ πείραμα τοῦτο πολλάκις ἐπανελήφθη πάντοτε μετὰ τῆς αὐτῆς ἐπιτυχίας, τουτέστιν ἡ δρόσος ἐναπετίθετο τότε μόνον, ὅταν τὸ ψῦχος κατήρχετο κάτωθεν τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου τοῦ ἀέρος. Ὅθεν ἡ δρόσος ἐνυπάρχει ἐν τῷ ἀέρι ὡς ὑδρατμὸς καὶ ἐναποτίθεται ὑπὸ τοῦ ψύχους ἐν εἴδει ῥανίδων ἐπὶ τῆς γῆς, τῶν φυτῶν, τῆς ἄμμου, τῆς ὑάλου, ταχύτερον μὲν ἐν ἡμέραις ὑγραῖς, βραδύτερον δὲ ἐν καιρῷ καὶ τόπῳ ξηρῷ πάντοτε κατὰ τὰς ἀνεφέλους νύκτας, αἴτινές εἰσι ψυχραί, οὐδέποτε κατὰ τὰς νεφελώδεις αἴτινές εἰσι θερμαί. Ὅπερ δὲ ἀξιοσημείωτον ἡ δρόσος σπανιώτατα ἐναποτίθεται ἐν ταῖς πόλεσι, διότι τὸ νυκτερινὸν ψῦχος δὲν δύναται νὰ εἰσδύσῃ ἐπὶ τοσοῦτον εἰς αὐτὰς ὡς ἀπέδειξε τοῦτο ὁ Leroi θέσας ἓν μὲν θερμόμετρον ἐν τῷ μέσῳ τῆς πόλεως Montpellier ἕτερον δ' εἰς γειτνιάζουσαν ἐξοχήν. Τῇ πρωΐᾳ ἐν μὲν τῇ ἐξοχῇ ἀνεῦρεν ἄφθονον δρόσον, ἀλλὰ καὶ ἡ θερμοκρασία εἶχεν κατέλθει ἐπαισθητῶς κάτω τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου, τοὐναντίον δ' ἐν τῇ πόλει οὔτε δρόσον εὗρεν, ἀλλ' οὔτε σπουδαῖον νυκτερινὸν ψῦχος. Ἐπομένως ἐπειδὴ τὸ ψῦχος δὲν εἰσδύει ἐπὶ τοσοῦτον εἰς τὰς πόλεις, οὐδὲ δρόσος παράγεται συνήθως ἐν αὐταῖς.

Ὅταν κατὰ τὴν νύκτα ὁ οὐρανὸς εἶνε νεφελώδης καὶ κεκαλυμμένος, θερμόμετρα τετοποθετημένα εἰς διάφορα μέρη καὶ διάφορα ὕψη δεικνύουσι πάντα τὴν αὐτὴν σχεδὸν θερμοκρασίαν, ὀλίγον μὲν ὑψηλοτέραν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, χθαμαλωτέραν δὲ εἰς τὸν ἀέρα. Ὅταν τοὐναντίον ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος καὶ ἀνέφελος, συμβαίνει τὸ ἀντίθετον· τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἔνδον τῆς χλόης εὑρίσκονται εἰς θερμοκρασίαν πολὺ κατωτέραν ἢ ὁ ὑπερκείμενος κατ' ὀλίγους μόνον πόδας ἀήρ.

Ὁ Wels ἀνεῦρεν ὅτι ἡ θερμοκρασία ἐντὸς τῆς χλόης ἐν νυκτὶ ἀνεφέλῳ τοῦ φθινοπώρου εἶνε κατὰ 4—5 βαθμοὺς κατωτέρα τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἀνεγνώρισεν ἐπίσης, ὡς ἦτο γνωστὸν ἀπὸ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῶν χρόνων τοῦ Ἀριστοτέλους, ὅτι ἡ δρόσος ἀναφαίνεται ὅτε καὶ οἱ ἀστέρες λάμπουσιν ἐν οὐρανῷ ἀνεφέλῳ, ὅτι ἡ ἐλαφρὰ ὑγρὰ αὖρα αὐξάνει αὐτὴν, τοὐναντίον δ' ὁ σφοδρὸς ἄνεμος ἐμποδίζει τὸν σχηματισμόν της, ὅτι σπανίως ἀναφαίνεται κατὰ τὸ θέρος, ὅτε αἱ νύκτες εἰσὶ βραχεῖαι καὶ θερμαὶ, συχνότατα δὲ κατὰ τὸ φθινόπωρον καὶ τὸ ἔαρ, ὅτε αὗταί εἰσι μακραὶ καὶ ψυχραί. Τέλος ἡ δρόσος οὐδέποτε ἀναφαίνεται ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε νεφελώδης, οὔτε ὑπὸ σκιάδα ἢ ὑπὸ πυκνὰ δένδρα ἢ ἐν γένει ὑπὸ σκέπην.

Ὅπως ἀνεύρῃ τὸ ποσὸν τῆς δρόσου τῆς ἐναποτιθεμένης ὑπὸ διαφόρους περιστάσεις ὁ Wels παρεσκεύαζε τολύπας ἐξ ἐρίου ὀλίγον πεπιεσμένου, πάσας τοῦ αὐτοῦ σχήματος καὶ βάρους, ἃς ἐτοποθέτει εἰς διάφορα σημεῖα μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου καὶ τὴν ἐπαύριον προσδιώριζε τὸ ποσὸν τῆς δρόσου ἐκ τῆς αὐξήσεως τοῦ βάρους.

Ὑπὸ τράπεζαν ἐν τῷ μέσῳ κήπου εὑρισκομένην οὐδόλως ἐναποτίθεται δρόσος, οὔτε ὑπὸ χάρτην ἐπὶ τῆς χλόης κείμενον, ὑπῆρχε τοὐναντίον μεγάλη ποσότης ἐπ' αὐτῶν. Πᾶσα διάταξις, αὐξάνουσα τὴν ἔκτασιν τοῦ στρατοῦ οὐρανοῦ ἔκ τινος μέρους αὐξάνει καὶ τὸ ποσὸν τῆς δρόσου, τοὐναντίον πᾶν ὅτι καλύπτει, οἷον τράπεζα ἢ χάρτης ἢ πυκνὰ δένδρα ἢ νέφος, ἐλαττοῖ σρόδρα ἢ καὶ ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου.

Οὐ μόνον ὁ ἀὴρ ὁ ἐν τῇ χλόῃ κείμενος ἀποψύχεται κατὰ τὰς ἀνεφέλους ἐκρινὰς νύκτας, ἀλλὰ καὶ ὁ ἐφαπτόμενος πάντων τῶν ἐπὶ τῆς γῆς κειμένων σωμάτων καὶ ὁ εἰς ἐπαφὴν εὑρισκόμενος μετὰ τοῦ ἐδάφους γυμνοῦ ἢ κεκαλυμμένου διὰ χλόης. Τὸ ψῦχος τοῦτο ἀρχόμενον ἀπὸ τῆς δύσεως τοῦ ἡλίου ἐπαυξάνεται καὶ ἐπιτείνεται μέχρι τῆς ἐπομένης ἀνατολῆς αὐτοῦ. Περὶ τὴν πρωΐαν θερμόμετρα εἰς διάφορα ὕψη κείμενα ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ἀέρος δεικνύουσι θερμοκρασίαν βαθμηδὸν ἐλαττουμένην ἀπὸ ὕψους 2 μέτρων μέχρι 15—20 ἑκατοστομέτρων ἀπὸ τοῦ ἐδάφους, μεθ' ὃ κεῖται στρῶμα ἀέρος ὁμοιομερῶς λίαν ψυχρόν, εἰς πᾶσαν μὲν ἐποχὴν ἐὰν ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος, ἰδίως δὲ κατὰ τὸν χειμῶνα, ὅπερ καλύπτει τὸ ἔδαφος. Ὅθεν ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καλύπτεται ὑπὸ εἴδους ἐπιχρίσματος ψυχροῦ ἀέρος, ὅπερ ὡς πυκνότερον κατακρρέει ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐδάφους, συσσωρεύεται εἰς τὰς κοιλάδας, διεισδύει εἰς τὰ μεταξὺ τῶν φυτῶν διαστήματα, καλύπτει τὰ φύλλα καὶ τοὺς κλάδους,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀλλὰ δὲν εἰσέρχεται, ὅπως καλύψῃ τὰ ὑπὸ σκέπην ἀντικείμενα, ὅσον ἐλαφρὰ καὶ ἂν εἶνε τὰ καλύμματα δι' ὧν περιβάλλουσι τὰ φυτὰ κατὰ τὰς νύκτας τῆς ἀνοίξεως. Ἐντὸς τοῦ στρώματος τούτου τοῦ ψυχροῦ ἀέρος παράγεται ἡ δρόσος, ἥτις ἐνίοτε πήγνυται καὶ μεταβάλλεται εἰς πάχνην, εἰ καὶ ὁ ὑπερκείμενος ἀὴρ διατηρῇ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῆς πρὸς πῆξιν τοῦ ὕδατος ἀπαιτουμένης. Νέφος ἄνωθεν διερχόμενον, ἢ ὕφασμα ἐπὶ τῆς χλόης ῥιπτόμενον, ἐμποδίζει τὴν δρόσον, ὡς διατηροῦν θερμὸν τὸν ὑποκάτωθεν ἀέρα, τὸ δ' ἐπίχρισμα τοῦ ψυχροῦ ἀέρος, σχηματίζεται ἄνωθεν ἐπὶ τοῦ καλύμματος. Ῥεῦμα σροδροῦ ἀέρος ἐκτοπίζει τὴν λεπτὴν ταύτην διάστρωσιν τοῦ ψυχροῦ ἀέρος καὶ ἀναμιγνύει αὐτὴν πρὸς τὰ ὑπερκείμενα στρώματα. Ὅθεν ὁ σροδρὸς ἄνεμος δὲν ἐξατμίζει τὴν δρόσον, ἐφ' ὅσον αὕτη σχηματίζεται, ἀλλ' ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν αὐτῆς, διότι καταστρέφει τὴν αἰτίαν.

Ἡ γῆ κειμένη εἰς ἓν σημεῖον τοῦ ἀπείρου χώρου φέρει μικρὰν σχετικῶς ποσότητα θερμαντικοῦ ἐν ἑαυτῇ. Ἔχει ὡς γειτνιάζοντα σώματα τὴν σελήνην καὶ τὸν ἥλιον. Οὗτος εἶνε παμμέγιστος, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψίστη, τὸ δὲ θερμαντικόν, ὅπερ ἀποστέλλει ἡμῖν εἶνε τοσοῦτον, ὥστε δύναται κατὰ τὸν Pouillet νὰ τήξῃ ἐν διαστήματι ἑνὸς ἔτους στρῶμα πάγου πάχους 32 μέτρων, καλύπτον ὁλόκληρον τὴν γῆν. Ἀλλ' ἡ θερμότης αὕτη δὲν διαμένει ἐπὶ τῆς γῆς, ἐκτὸς ἐλαχίστης σχετικῶς ποσότητος, ἥτις ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ζωὴν τῶν φυτῶν τὸ δὲ ὑπόλοιπον ἀπόλλυται.

Πάντα τὰ καλύπτοντα τὸ ἔδαφος ἀντικείμενα φυτὰ ἢ ὀρυκτά, ξηρὰ ἢ θάλασσα, ἀκτινοβολοῦσι κατὰ τὴν νύκτα τὸ θερμαντικόν, ὅπερ ἐδέχθησαν κατὰ τὴν ἡμέραν, καὶ ἐκπέμπουσιν αὐτὸ εἰς τὸ ἄπειρον διάστημα καθ' ὅλας συγχρόνως τὰς διευθύνσεις. Ἡ ἀκτινοβόλος αὕτη θερμότης, διέρχεται διὰ τῆς ἀτμοσφαίρας χωρὶς νὰ θερμάνῃ αὐτὴν ἢ νὰ ἐμποδισθῇ ὑπ' αὐτῆς. Ὁ ἀὴρ εἶνε θερμοπερατός, τουτέστι διαφανὴς ὡς πρὸς τὴν θερμότητα, ἀφίνων ἐλευθέραν τὴν δίοδον, ἂν οὐχὶ εἰς πάσας τὰς ὑπὸ τοῦ ἐδάφους ἐκπεμπομένας θερμαντικὰς ἀκτίνας, ἀλλ' εἰς μέγιστον μέρος αὐτῶν. Ἡ θερμότης αὕτη ἐξελθοῦσα τῆς ἀτμοσφαίρας ἀφανίζεται εἰς τὸ ἀχανὲς διάστημα μὴ δυναμένη πλέον νὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτήν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *νυκτερινὴ ἀκτινοβολία*, ἧς ἀποτέλεσμα εἶνε ἡ ἀπόψυξις τῶν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων. Ὁ ἀὴρ ἀμέτοχος τῆς ἀκτινοβολίας ταύτης δὲν ἀποψύχεται, τὰ δ' ἀντικείμενα καθίστανται ψυχρότερα αὐτοῦ καὶ ἡ δρόσος ἐπέρχεται. Ἀλλ' ἡ ἀπόψυξις αὕτη ἐκ τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς πάντα τὰ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους κείμενα σώματα, ἀλλ' ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀφετικῆς αὐτῶν δυνάμεως.

Τὰ μέταλλα ἐκπέμπουσιν ἢ ἀκτινοβολοῦσιν ὀλιγωτέραν θερμότητα ἢ ἄλλα σώματα, ὡς ὁ χάρτης, καὶ ἐπομένως ἀποψύχονται τὰ πρῶτα βραδύτερον τῶν τελευταίων. Ἐπειδὴ δ' ἀφ' ἑτέρου τὰ μέταλλά εἶσι θερμαγωγά, προσλαμβάνουσι θερμαντικὸν ἐκ τοῦ ἐδάφους καὶ διαμένουσι κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς νυκτὸς θερμότερα ἢ τὰ γειτνιάζοντα ἀντικείμενα. Ἐπομένως τὰ στίλβοντα μέταλλα μένουσι ξηρά, ἐν ᾧ ἄλλα σώματα, ὡς ὁ χάρτης, καλύπτονται ὑπὸ δρόσου.

Ἀλλὰ θερμόμετρον κρεμάμενον ὑψηλὰ ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ἀέρος καὶ πανταχόθεν ἐκτεθειμένον ὤφειλε ν' ἀκτινοβολῇ μᾶλλον καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ ἐπομένως νὰ ἀποψύχηται περισσότερον ἢ θερμόμετρον κεκρυμμένον ἐντὸς τῆς χλόης, ἐν ᾧ συμβαίνει τοὐναντίον. Βεβαίως τὸ πρῶτον θερμόμετρον ἀκτινοβολεῖ πλειότερον, ἀλλ' ὁ περιβάλλων ἀὴρ θερμαίνει αὐτὸ καὶ ἀποψυχόμενος καταπίπτει ὡς πυκνότερος καὶ ἀντικαθίσταται ὑπ' ἄλλου ἀέρος θερμοτέρου καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἕπεται ὅτι ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία ἀποψύχει τὰ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἀντικείμενα, περισσότερον μὲν ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος, οὐδόλως δ' ὅταν εἶνε νεφελώδης. Ὡσαύτως ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ψῦξις αὐξάνεται μὲν μετὰ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ὁρατοῦ οὐρανοῦ, μειοῦται δὲ ὑπὸ σκέπην. Ὁ ψυχρὸς ἀὴρ διαχέεται ἐν εἴδει ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἡ δὲ δρόσος ἀναφαίνεται, ὅταν ὁ ψυχρὸς ἀὴρ καταβῇ πέρα τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου.

Ἡ κοινὴ πρόληψις ἀποδίδει εἰς τὴν σελήνην τὴν παραγωγὴν τῆς ψυχρᾶς δρόσου καὶ τοῦ παγετοῦ κατὰ τὰς νύκτας τῆς ἀνοίξεως. Ἀλλ' ἡ σελήνη καθὼς καὶ ἡ γῆ δέχεται ἐτησίως ἐκ τοῦ ἡλίου ποσότητα θερμαντικοῦ, ἥτις ἠδύνατο νὰ τήξῃ στρῶμα πάγου 32 μέτρων ὕψους. Ὅπως καὶ ἡ γῆ οὕτω καὶ ἡ σελήνη θερμαίνεται κατὰ τὴν ἡμέραν καὶ ἀποψύχεται κατὰ τὴν νύκτα, καὶ ἐπειδὴ ἡ ἡμέρα ἐπὶ τῆς σελήνης εἶνε περίπου 28 φορὰς μεγαλειτέρα τῆς ἐπὶ τῆς γῆς, τὰ σημεῖα τῆς σελήνης, τὰ ὁποῖα βλέπομεν ἐκ τῆς γῆς δέ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χανται τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ 14 ὁλόκληρα ἡμερονύκτια ἀδιακόπως. Πῶς δύναται λοιπὸν ἡ φωτίζουσα ἡμᾶς σελήνη νὰ εἶνε ψυχρὰ καὶ ν' ἀποψύχῃ καὶ τὴν γῆν;

Φαντασθῶμεν ποίαν θερμοκρασίαν θὰ ἐλάμβανεν ἡ γῆ ἂν κατὰ τὸ θέρος ὁ ἥλιος μᾶς ἐθέρμανε ἐπὶ 14 ὁλόκληρα ἡμερονύκτια. Ἡ σελήνη ἐπομένως εἶνε λίαν θερμή, ὅταν μᾶς φωτίζῃ κατὰ τὰς παγετώδεις νύκτας, καὶ οὐ μόνον δὲν μᾶς ἀποψύχει, ἀλλὰ τοὐναντίον θερμαίνει ἡμᾶς, ἐφ' ὅσον δύναται, ἔστω καὶ κατ' ἐλάχιστον, ὡς ἀπέδειξαν τὰ πειράματα τοῦ Melloni. Ἐπομένως αἰτία τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀποψύξεως τῆς γῆς δὲν εἶνε ἡ σελήνη, ἀλλ' ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία.

Τὴν νυκτερινὴν ταύτην ἀκτινοβολίαν οὐδόλως ἐμποδίζει πράγματι ὁ περιβάλλων τὴν γῆν ἀήρ, ὅστις θερμαίνεται κατὰ τὴν ἡμέραν ἐφαπτόμενος τῶν ὑπὸ τοῦ ἡλίου θερμαινομένων ἀντικειμένων, τὴν δὲ νύκτα ἀποδίδει εἰς ταῦτα πάλιν δι' ἐπαφῆς τὴν θερμότητα, ἣν προσέλαβεν.

Ἀλλὰ τὰ πειράματα τοῦ Pouillet, εἶτα δὲ τὰ τοῦ Tyndall, ἀπέδειξαν ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ δὲν εἶνε ἐντελῶς θερμοδιαβατός, ἀλλ' ἀπορροφᾷ μέρος τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων.

Αἱ ἐκ τοῦ ἡλίου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, αἱ φῶς ἅμα καὶ θερμότητα περιέχουσαι, φθάνουσιν εἰς τὰ πέρατα τῆς ἀτμοσφαίρας διατηροῦσαι τὴν αὐτὴν ἰσχύν, ὡς μὴ συναντήσασαι κατὰ τὴν πορείαν ὕλην σταθμητήν, ἥτις ἠδύνατο νὰ τὰς ἐξασθενώσῃ. Εἰσδύουσαι εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ συναντῶσαι τὰς κορυφὰς τῶν ὑψηλῶν ὀρέων ἐλάχιστον ἐλαττοῦνται κατὰ τὴν ἰσχύν. Διὰ τοῦτο οἱ εἰς τὰς ὑψηλὰς κορυφὰς τῶν ὀρέων ἀνερχόμενοι κατακαίονται οὕτως εἰπεῖν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἐν ᾧ ἐν τῇ σκιᾷ καταψύχονται. Αἰσθανόμεθα τὸ αὐτὸ αἴσθημα καὶ ἐνώπιον ἰσχυρᾶς πυρᾶς κατὰ τὸν χειμῶνα ἐν ὑπαίθρῳ, τουτέστιν ὑπερθερμαινόμεθα ἔμπροσθεν, καταψυχόμεθα δὲ ὄπισθεν. Κατεισδύουσαι εἶτα αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες μέχρι τοῦ βάθους τῶν κοιλάδων ἀπεκδύονται μετὰ μεγάλης ταχύτητος τὰς σκοτεινὰς θερμαντικὰς ἀκτῖνας, ἃς παραχωροῦσιν εἰς τὸν ἀέρα. Ἡ λοιπὴ θερμότης προσπίπτει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, τὸ ὁποῖον κατὰ πρῶτον τὴν μεταβάλλει καὶ εἶτα τὴν ἐκπέμπει πρὸς τὸν ἀέρα, ὃν οὕτω διασχίζει αὖτη καὶ ἐκ δευτέρου κατ' ἀντίθετον φοράν, ἀπεκδυομένη νέας ποσότητας θερμαντικῶν ἀκτίνων μείζονας ἢ κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐπομένως ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ θερμαίνεται καὶ διά τῆς ἀπορροφήσεως μέρους τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλίου καὶ διὰ τῆς ἐπαφῆς αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε ἀληθὴς μανδύας, ἐπικάλυμμα συσσωρεῦον τὴν θερμότητα, ἥτις ἔρχεται ἐκ τοῦ ἡλίου, καὶ ἐμποδίζον τὴν ἐκ τοῦ ἐδάφους ἐκπεμπομένην. Ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαίρας αἱ νύκτες διατηροῦσι θερμοκρασίαν τινὰ, ἣν θ' ἀπέβαλον ταχέως, ἂν ἡ γῆ δὲν περιεβάλλετο διὰ τοῦ περιβλήματος τούτου ὅπερ καλεῖται ἀτμόσφαιρα. Αἱ παρατηρήσεις τοῦ Pouillet κατέδειξαν ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα ἀπορροφᾷ κατὰ τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν τὸ τέταρτον ἢ τὸ πέμπτον τῆς ὑπὸ τοῦ ἡλίου πρὸς τὴν γῆν ἐκπεμπομένης θερμότητος. Ἡ ἀπορροφωμένη αὕτη ποσότης μεταβάλλεται κατὰ τὰς διαφόρους ἡμέρας, ἐπομένως καὶ ἡ ἀτμόσφαιρα πρέπει νὰ ὑφίσταται μεταβολάς τινας.

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ σύγκειται ἰδίως ἐξ ὀξυγόνου, ἀζώτου καὶ ὑδρατμῶν. Αἱ παρατηρήσεις τοῦ Tyndall κατέδειξαν ὅτι ὁ ἐντελῶς ξηρὸς καὶ καθαρὸς ἀὴρ εἶνε θερμοδιαβατὸς, τουτέστιν ἀφίνει σχεδὸν ἐλευθέραν τὴν δίοδον εἰς τὰς σκοτεινὰς θερμαντικὰς ἀκτῖνας ὡς εἰ μὴ ὑπῆρχεν. Ἐπομένως ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα ἦτο πάντοτε ἐντελῶς ξηρὰ καὶ καθαρὰ, οὐδόλως θ' ἀπερρόφα τὴν ἡλιακὴν θερμότητα, ἀρκεῖ ὅμως νὰ ἐνυπάρχῃ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀρωματική τις ὕλη ἐν ἐλαχίστῃ ποσότητι, ὅπως ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις τῆς ἀτμοσφαίρας αὐξηθῇ σπουδαίως. Τὸ δὲ ὑπὸ τῶν ἀνθέων ἀποδιδόμενον ἄρωμα ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο. Ἀλλὰ τὸ ἀέριον, ὅπερ ἀποκαθιστᾷ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἑβδομηκοντάκις ἀπορροφητικώτερον ὡς πρὸς τὰς θερμαντικὰς ἀκτῖνας, εἶνε ὁ ἐν τῷ ἀέρι ὑπάρχων ὑδρατμός. Διὰ τοῦτο λέγει ὁ Tyndall ὅτι ὁ καλύπτων τὴν Ἀγγλίαν ὑδρατμὸς εἶνε τόσον ἀπαραίτητος εἰς τὸ φυτικὸν βασίλειον ὅσον τὰ ἐνδύματα εἰς τὸν ἄνθρωπον. Ἀφαιρέσατε ἐπιλέγει ὁ αὐτὸς μίαν νύκτα τοὺς ὑδρατμοὺς τοὺς καλύπτοντας τὸ ἀγγλικὸν ἔδαφος, καὶ θέλετε καταστρέψει πάντα τὰ φυτὰ ἕνεκα τοῦ ψύχους καὶ τοῦ παγετοῦ, ὁ δὲ ἥλιος ἀνατέλλων τὴν ἐπιοῦσαν θέλει εὕρει ὅλον τὸ ἔδαφος κατεψυγμένον. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς δρόσου ἡ κατάστασις τοῦ οὐρανοῦ, ἡ ἔκθεσις τῶν ἀντικειμένων, ἡ φύσις τῶν σωμάτων καὶ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ νηνεμία.

Ἐξετάσωμεν ἤδη ποία εἶνε ἡ εὐεργετικὴ ἐπίδρασις τῆς δρόσου.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Κατὰ ἐαρινὴν ἢ φθινοπωρινὴν ἀνέφελον ἡμέραν, ἐφ' ὅσον ὁ ἥλιος λάμπει ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, θερμαίνεται οὐ μόνον ἡ ἀτμόσφαιρα ἀλλὰ καὶ πάντα τὰ ἐπὶ γῆς κείμενα ἀντικείμενα καὶ αὐτὸ τὸ ἔδαφος. Τὰ κάθυγρα σώματα καὶ τὰ φυτὰ ἀναδίδουσιν ἀτμοὺς ὕδατος, ἐν οἷς συσσωρεύεται μεγάλη ποσότης θερμότητος ἐν λανθανούσῃ καταστάσει. Τῆς νυκτὸς ἐπερχομένης ἐγένετο ἤδη μεγάλη προμήθεια θερμότητος, ἄρχεται δὲ ἡ πάλη. Ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία μὴ ἀντισταθμιζομένη πλέον ὑπὸ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος ἀποψύχει πάντα τὰ σώματα, ἅτινα κέκτηνται μεγάλην ἀφετικὴν δύναμιν. Ὁ ἀὴρ ἀποδίδει τὴν θερμότητα ἣν κατὰ τὴν ἡμέραν ἐπρομηθεύθη, ἀποψυχόμενος δὲ καταπίπτει καὶ παράγεται οὕτω τὸ ἐπίχρισμα τοῦ ψυχροῦ ἀέρος. Τὰ ὑγρὰ σώματα καὶ τὰ φυτὰ ἐπωφελούμενα τρόπον τινὰ τῶν τελευταίων ὡρῶν τῆς ἡμέρας ἐξακολουθοῦσι τὴν ἐξάτμισιν καὶ ἀποψύχονται ταχύτερον τῶν παρακειμένων ξηρῶν σωμάτων. Εἰς τὴν ταχυτέραν ταύτην ἀπόψυξιν ὀφείλεται τὸ ψῦχος, ὅπερ αἰσθανόμεθα εἰς τὰς διὰ φυτῶν κεκαλυμμένας ὑγρὰς κοιλάδας κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ἑσπέρας, ἡ ἄρθονος δρόσος καὶ ἡ ὁμίχλη ἡ σχηματιζομένη ἐν αὐταῖς. Κατὰ τὴν ἄνοιξιν οἱ γεωργοὶ γνωρίζουσιν ὅτι ὑπάρχει φόβος μήπως τὰ δένδρα *καῶσιν*, ὡς κοινῶς λέγουσιν ὑπὸ τοῦ πάγου, ὅταν ἡ μὲν νὺξ εἶνε ἀνέφελος, λεπτὴ δὲ βροχὴ διέβρεξε τὸ ἔδαφος κατὰ τὴν ἡμέραν.

Ἂν ἡ ἀκτινοβολία καὶ ἡ ἐπὶ τῶν φυτῶν καὶ τῶν ὑγρῶν σωμάτων ἐξάτμισις ἐξηκολούθουν καθ' ὅλην τὴν νύκτα ἄνευ ἀντισταθμίσεως, οὐδὲν θὰ ἠμποδίζε τὴν τελείαν ἀπόψυξιν τοῦ ἐδάφους. Ὁ δὲ ἥλιος ἀνατέλλων τὴν ἐπιοῦσαν θὰ ἐφώτιζε πάντα τὰ φυτὰ κατεστραμμένα ὑπὸ τοῦ παγετοῦ. Ἀλλὰ δὲν ἔχει οὕτως· ἡ μὲν ἐξάτμισις παύει εὐθὺς ὡς ὁ ἀὴρ κορεσθῇ, ἀναφαίνεται δὲ ἡ δρόσος, ἥτις ἐναποτιθεμένη ἐκλύει μεγάλην ποσότητα θερμαντικοῦ, ὅλην τὴν προμήθειαν τῆς ἡμέρας, οὕτω δὲ ἀντισταθμίζεται. Ἂν οὐχὶ πάντοτε καὶ καθ' ὁλοκληρίαν, ἡ ἐκ τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας καὶ τῆς ἐξατμίσεως ἐπερχομένη ψῦξις.

Ἐν συνόλῳ διὰ τῆς δρόσου ἡ γῆ προφυλάσσεται κατὰ τῆς μεγάλης ψύξεως, διὰ τῆς εὐεργετικῆς δ' ἐπιδράσεως αὐτῆς τὰ φυτὰ δέχονται τὴν θερμότητα, ἣν συνεσώρευσαν ἐν τοῖς ἀτμοῖς διαρκούσης τῆς ἡμέρας. Εἶτα τὴν ἐπιοῦσαν, ὅτε ὁ ἥλιος ἀναφαίνεται, ἡ πρώτη

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

αὐτοῦ φροντὶς εἶνε νὰ μεταβάλῃ εἰς ἀτμὸν τὴν ἐναποτεθεῖσαν δρόσον, παρέχων αὐτῇ τὴν ἀπαιτουμένην θερμότητα, ὅπως οὕτω αὕτη δυνηθῇ τὴν ἐπιοῦσαν νύκτα νὰ ἐπαναλάβῃ τὴν σωτηρίαν αὐτῆς ἐνέργειαν.

ΠΕΡΙ ΑΝΕΜΩΝ

Αἰτία τῶν ἀνέμων. Ὅταν εἰς χῶρόν τινα περιέχοντα ἀέρα ὑπάρχῃ πηγὴ θερμότητος, οἷον ἐν αἰθούσῃ ὑπὸ θερμάστρας θερμαινομένη, ὁ ἀήρ ὁ περιβάλλων τὴν θερμαντικὴν πηγὴν θερμαινόμενος διαστέλλεται, οὕτω δὲ γίνεται κουφότερος καὶ χωρεῖ πρὸς τὰ ἄνω, ἐνῷ ἀὴρ ψυχρότερος ἐκ τῶν πέριξ χωρεῖ πρὸς τὴν θερμαντικὴν πηγήν, καὶ τοιουτοτρόπως γεννῶνται δύο ῥεύματα ἀέρος ἓν ἐκ τῶν ψυχροτέρων μερῶν πρὸς τὰ θερμότερα παρὰ τὸ ἔδαφος καὶ τὸ ἕν ἀντίθετον ἐκ τῶν θερμοτέρων μερῶν πρὸς τὰ ψυχρότερα κατὰ ἀνώτερον μέρος τῆς αἰθούσης. Τοιαῦτα ῥεύματα ἀέρος γεννῶνται καὶ μεταξὺ δύο δωματίων, τοῦ ἑνὸς θερμοῦ τοῦ δ' ἄλλου ψυχροῦ, καθ' ἣν στιγμὴν ἀνοίγομεν τὴν θύραν ἥτις διαχωρίζει τὰ δύο δωμάτια. Τότε φλὸξ τεθεῖσα πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ἀνοίγματος τῆς θύρας κλίνει ἀπὸ τοῦ θερμοτέρου πρὸς τὸ ψυχρότερον, τοὐναντίον φλὸξ τεθεῖσα πρὸς τὰ κάτω διευθύνεται ἀπὸ τοῦ ψυχροτέρου πρὸς τὸ θερμότερον, ἐν τῷ μέσῳ δὲ τοῦ ἀνοίγματος ἡ φλὸξ μένει ἀκίνητος.

Ὁ ἀὴρ εἰσδύει βιαίως εἰς τὴν ἑστίαν καμίνου, διότι ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῃ ἀὴρ θερμὸς ὢν καὶ ἐπομένως ἀραιὸς φέρεται ταχέως πρὸς τὰ ἄνω καὶ τείνει νὰ σχηματίσῃ κενὸν εἰς τὸ ὁποῖον εἰσρέει ὁ διὰ τῆς ἑστίας διερχόμενος ἀήρ. Τοιαῦτα ῥεύματα ἀέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὅταν ἀνίσως θερμαίνωνται δύο γειτνιάζουσαι χῶραι τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ὅτε γεννᾶται κατὰ τὰ κατώτερα μὲν στρώματα ἄνεμος πνέων ἀπὸ τῆς ψυχροτέρας χώρας πρὸς τὴν θερμοτέραν, κατὰ τὰ ἀνώτερα δὲ συνήθως ἄνεμος ἀντιθέτου φορᾶς.

Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων. Οἱ ἄνεμοι διακρίνονται ἐκ τῶν σημείων τοῦ ὁρίζοντος ἐξ ὧν πνέουσιν· οἱ ἑξῆς δὲ ὀκτὼ εἶνε οἱ κυριώτεροι ἄνεμοι.

α) ὁ βορρᾶς (τραμουντάνας).

β) ὁ βορειοανατολικὸς (καικίας, γραῖγος).

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

γ) ὁ ἀνατολικὸς (ἀπηλιώτης, λεβάντες).

δ) ὁ νοτιοανατολικὸς (εὖρος, σιρόκος).

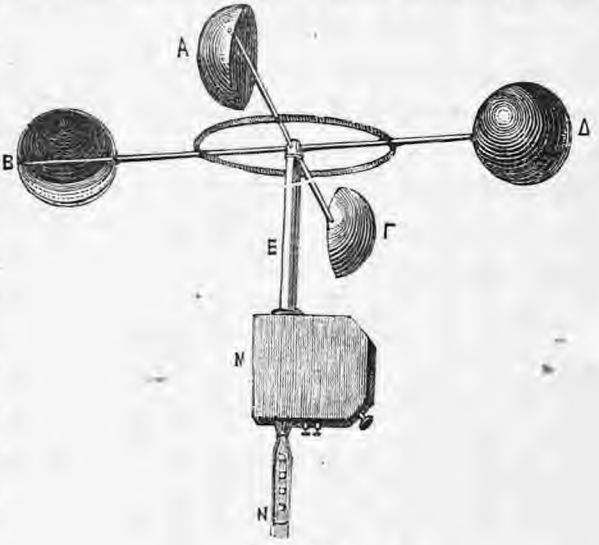
ε) ὁ νότος (ὅστρος).

ς) ὁ νοτιοδυτικὸς (λίψ, γαρμπῆς).

ζ) ὁ δυτικὸς (ζέφυρος, πονέντες).

η) ὁ βορειοδυτικὸς (σκίρων ἢ ἀργέστης, μαΐστρος).

Ταχύτης τῶν ἀνέμων. Ἡ ταχύτης τῶν ἀνέμων εὑρίσκεται δι' ὀργάνων τὰ ὁποῖα καλοῦνται *ἀνεμόμετρα*, ἄριστον δὲ πάντων εἶνε τὸ τοῦ Robinson. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ 4 ἡμισφαιρίων κοίλων Α,Β,Γ,Δ (σχ. 105) προσκεκολλημένων εἰς τὰ ἄκρα τεσσάρων ἴσων ὁριζοντίων ἀκτίνων σχηματιζουσῶν ὀρθὰς γωνίας καὶ κινητῶν περὶ κατακόρυφον ἄξονα ΕΝ. Ὁ μέγιστος κύκλος εἰς ὃν περατοῦται ἕκαστον ἡμισφαίριον εἶνε κατακόρυφος, οὕτως ὥστε ὅταν τὸ ὄργανον ἐκτίθηται εἰς ῥεῦμα ἀέρος ὁ ἄνεμος συναντᾷ πάντοτε ἓν κοῖλον ἡμισφαίριον καὶ οὕτω ὁ ἄξων τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν.



(Σχ. 105)

Ὁ Robinson κατέδειξεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν τοῦ ἀνεμομύλου τούτου εἶνε πάντοτε ἀνάλογος τῆς ταχύτητος τοῦ ἀνέμου καὶ ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εἶνε τριπλασία τῆς ταχύτητος τοῦ κέντρου ἑνὸς τῶν ἡμισφαιρίων.

Πρὸς εὕρεσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν περιστροφῶν, ἃς ἐκτελεῖ ὁ ἄξων ἐν ὡρισμένῳ χρόνῳ, οὗτος πρὸς τὸ κατώτερον μέρος φέρει ἀτέρμονα κοχλίαν μεταδίδοντα τὴν κίνησιν εἰς ὀδοντωτὸν τροχόν, ὅστις στρέφεται κατὰ ἕνα ὀδόντα καθ' ἑκάστην τοῦ ἄξονος περιστροφήν. Ὁ ὀδοντωτὸς οὗτος τροχὸς καθ' ἑκάστην αὐτοῦ περιστροφὴν στρέφει

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δεύτερον ὀδοντωτὸν τροχὸν καὶ οὗτος τρίτον. Δεῖκται κινούμενοι μετὰ τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν δεικνύουσιν ὁ μὲν τὰς ἑκατοντάδας ὁ δὲ τὰς δεκάδας τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ ἄξονος. Συνήθως ἡ περιφέρειά, ἣν διαγράφουσι τὰ κέντρα τῶν ἡμισφαιρίων, ἰσοῦται πρὸς ἓν μέτρον, ὥστε εἰς μίαν στροφὴν ἀντιστοιχεῖ διάστημα τριῶν μέτρων διανυθὲν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ὑπὸ τοῦ ἀνέμου.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου δύναται ν' ἀνέλθῃ εἰς 40 ἕως 50 μετ. κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐὰν μὲν ἔχῃ ταχύτητα κατωτέραν τῶν 10 μέτ. εἶνε μέτριος, ὅταν δ' ἀνέλθῃ εἰς δέκα μέτρα εἶνε ἰσχυρὸς καὶ ὅταν εἰς 20 σφοδρός. Ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα ὁ ἄνεμος καθίσταται ἐπικίνδυνος καὶ ἂν μὲν αὔτη ἀνέρχεται εἰς 30 μέτρα εἶνε σφοδρὰ τρικυμία, ἂν δὲ εἰς 40 λαῖλαψ ἥτις δύναται ν' ἀνατρέψῃ κτίρια.

Λὔρα. Καλεῖται αὔρα ἄνεμος πνέων ἐκ τῆς θαλάσσης καὶ ἀρχόμενος ἀπὸ τῆς ἑνάτης ἢ δεκάτης ὥρας τῆς πρωΐας γενόμενος δὲ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐντατικὸς μέχρι τῆς δευτέρας ἢ τρίτης ὥρας μετὰ μεσημβρίαν. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς ταύτης γίνεται ἀσθενέστερος καὶ παύει μέχρι τῆς δύσεως τοῦ ἡλίου. Μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου ἄρχεται συνήθως πνέων ἄνεμος ἀντίθετος, τουτέστιν ἀπὸ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν καὶ παύει πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι, ὧν ὁ μὲν καλεῖται θαλασσία αὔρα (ἐμβάτης) ὁ δὲ ἀπογείᾳ αὔρα, παράγονται κανονικώτατα ἐνίοτε δ' ὅμως καλύπτονται ὑπὸ ἄλλων ἰσχυροτέρων ἀνέμων. Ἡ αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ ἑξῆς. Τὴν ἡμέραν ἡ ξηρὰ θερμαίνεται μᾶλλον τῆς θαλάσσης ἕνεκα τῆς μεγαλειτέρας θερμοχωρητικότητος τοῦ ὕδατος. Ἕνεκα τούτου ὁ ἐπὶ τῆς ξηρᾶς ἀὴρ θερμαίνεται μᾶλλον τοῦ ἐπὶ τῆς θαλάσσης καὶ διαστελλόμενος ἀνέρχεται καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ ψυχροτέρου ἀέρος ἐκ τῆς θαλάσσης ἐρχομένου, οὕτω δὲ γεννᾶται ῥεῦμα ἀέρος ἀπὸ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν ξηρὰν (ἐμβάτης). Τὴν νύκτα καὶ ἡ ξηρὰ καὶ ἡ θάλασσα ψύχονται, ἀλλ' ἡ ξηρὰ πλειότερον τῆς θαλάσσης, οὕτω δ' ὁ ψυχρότερος τῆς ξηρᾶς ἀὴρ πνέει πρὸς τὴν θάλασσαν καὶ παράγεται ἡ ἀπόγειος αὔρα. Μεταξὺ τῆς θαλασσίας καὶ τῆς ἀπογείου αὔρας ἐπικρατεῖ συνήθως ἐπί τινας ὥρας νηνεμία. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι πνέουσι κατὰ τὰς παραλίους χώρας καὶ εἰς τὰς νήσους.

Ἐτησίαι ἄνεμοι. Καλοῦνται ἐτησίαι ἄνεμοι (étésiens moussons) οἱ ἄνεμοι οἵτινες πνέουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ καθ' ὡρισμένας ὥρας τοῦ ἔτους. Τοιοῦτος ἄνεμος, εἶνε ὁ μουσσὼν (mousson), ὅστις πνέει ἰδίως εἰς τὰς θαλάσσας τῶν Ἰνδιῶν καὶ προέρχεται ἐκ τῆς πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ ἡλίου. Κατὰ τὸ θέρος ὁ ἥλιος ῥίπτει κατακορύφως τὰς ἀκτῖνάς του πρὸς βορρᾶν τοῦ ἰσημερινοῦ, ἤτοι ἐπὶ τῶν χωρῶν τοῦ Θιβέτου καὶ τῶν Ἰμκλαΐων τὰς ὁποίας ὑπερθερμαίνει. Τοὐναντίον εἰς τὴν Νέαν Ὁλλανδίαν καὶ τὴν μεσημβρινὴν Ἀφρικὴν συμβαίνει σχετικὴ ψῦξις, οὕτω δ' ἐπέρχεται ἄνεμος νοτιοδυτικὸς πνέων ἀπὸ τοῦ Ἀπριλίου μέχρι τοῦ Ὀκτωβρίου, ὁ καλούμενος *νοτιοδυτικὸς μουσσών*. Κατὰ τὸ ἕτερον ἥμισυ τοῦ ἔτους, ὅτε ὁ ἥλιος ῥίπτει κατακορύφως τὰς ἀκτῖνάς του ἐπὶ χωρῶν πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ, συμβαίνει τὸ ἀντίθετον καὶ πνέει ἄνεμος βορειοανατολικὸς.

Ὁ *σαμοὺρ* εἶνε ἄνεμος θερμότατος ὅστις πνέει περιοδικῶς ἐκ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀφρικῆς καὶ τῆς Ἀσίας. Ὁ ἄνεμος οὗτος εἶνε ὁ καλούμενος *σιρόκκος* ἐν Ἰταλίᾳ καὶ ὅστις πνέει ἐκ τῆς ἐρήμου τῆς Σαχάρας. Ὁ αὐτὸς ἄνεμος καλεῖται *χαμψὶν* ἐν Αἰγύπτῳ.

Διηνεκεῖς ἄνεμοι ἢ ἀληγεῖς (vents alisés) καλοῦνται οἱ ἄνεμοι, οἵτινες πνέουσι καθ' ὅλον τὸ ἔτος καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν, εἰσὶ δὲ βορειανατολικοὶ κατὰ τὸ βόρειον ἡμισφαίριον καὶ νοτιοδυτικοὶ κατὰ τὸ νότιον. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ ἄνισος θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν καὶ τῶν πολικῶν χωρῶν. Ἐν μὲν τῇ διακεκαυμένῃ ζώνῃ ὁ ἀὴρ ἰσχυρῶς θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνυψοῦται, ἀντικαθίσταται δὲ ὑπὸ πυκνοτέρου ἀέρος ἐκ τῶν πολικῶν χωρῶν εἰσερχομένου. Καὶ ἂν μὲν ἡ γῆ ἦτο ὁμαλὴ καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν καὶ δὲν ὑφίστατο ἡ ἐνέργεια τῆς περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς, θὰ ὑπῆρχον δύο ῥεύματα μεγάλα ἀέρος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τὸ μὲν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον τὸ δὲ ἀπὸ νότου πρὸς βορρᾶν εἰς τὸ νότιον, ἅτινα θὰ ἔφερον τὸν ψυχρὸν ἀέρα τῶν πολικῶν χωρῶν εἰς τὰς ἰσημερινάς, συγχρόνως δὲ θὰ παρήγοντο δύο ῥεύματα ἀντίθετα ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας. Ἀλλ' ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς τὸ ἀπὸ τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου αὐτῆς ἐκπορευόμενον ῥεῦμα ἀέρος φθάνον εἰς χώρας τῶν ὁποίων ἡ περιστροφικὴ ταχύτης εἶνε μείζων ὑστερεῖ τῆς γῆς κινουμένης ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τολὰς καὶ φαίνεται κινούμενον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς καὶ οὕτω μεταβάλλεται εἰς ἄνεμον βορειανατολικὸν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, τὸ δ' ἐκ τοῦ νοτίου πόλου ἐκπορευόμενον εἰς νοτιοδυτικὸν ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ. Ὡσαύτως τὸ ἀνώτερον ῥεῦμα τοῦ θερμοῦ ἀέρος τὸ ἀπὸ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν πρὸς τοὺς πόλους διευθυνόμενον μετέχον καὶ τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς ἔχει συγχρόνως ταχύτητα ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολὰς 470 μέτρων, φθάνον δὲ εἰς μείζονα γεωγραφικὰ πλάτη ἔχοντα περιστροφικὴν κίνησιν ἐλάσσονα προτρέχει τῆς γῆς καὶ μεταβάλλεται εἰς νοτιοδυτικὸν ῥεῦμα ἀέρος. Ἀλλὰ συγχρόνως τὸ ῥεῦμα τοῦτο φθάνει εἰς ζώνας μείζονος γεωγραφικοῦ πλάτους, δὲν εὑρίσκει δ' ἐν αὐταῖς ἀρκετὸν χῶρον, διότι τὸ διάστημα τὸ περιλαμβανόμενον μεταξὺ δύο μεσημβρινῶν ἐλαττοῦται ἐφ' ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τοὺς πόλους καὶ ἕνεκα τούτου δὲν ῥέει πρὸς τοὺς πόλους ἀλλὰ τὸ πλεῖστον αὐτοῦ καταδύεται εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 30 περίπου μοιρῶν καὶ πνέει πρὸς τὸν ἰσημερινόν.

Οὕτω δὲ ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπὶ δύο ζωνῶν πλάτους 30° ὑπάρχουσι κανονικῶς οἱ ἄνεμοι οὗτοι· μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων ζωνῶν ὑπάρχει ζώνη νηνεμίας, εἰς ἣν οἱ ἄνεμοι εἶνε ἀκανόνιστοι καὶ λαμβάνουσι χώραν ἀδιαλείπτως ῥαγδαιόταται βροχαὶ καὶ θύελλαι μετὰ κεραυνῶν. Εἰς τὰς δύο δὲ ζώνας ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς ζώνης ταύτης τῆς νηνεμίας ἐπικρατεῖ ξηρασία. Αἱ ζῶναι αὗται δὲν ἔχουσι τὰ αὐτὰ πάντοτε ὅρια, ἀλλὰ προχωροῦσι πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον ἀκολουθοῦσαι τὴν κίνησιν τοῦ ἡλίου. Μέρος τοῦ ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ ἐκπορευομένου ῥεύματος βαίνει μὲν πρὸς τοὺς πόλους ἀλλὰ καταδύεται περὶ τὴν τεσσαρακοστὴν ἢ πεντηκοστὴν μοῖραν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ παράγει νοτιοδυτικὸν ἄνεμον ἐπικρατοῦντα εἰς τὰ βόρεια μέρη τῆς Εὐρώπης.

Ἰσοβαρεῖς καμπύλαι. Ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ ταχύτης τῶν ἀνέμων ἔχουσι στενὴν σχέσιν πρὸς τὰς ἀτμοσφαιρικὰς πιέσεις. Ἂν ἐνώσωμεν διὰ γραμμῆς τὰς χώρας εἰς τὰς ὁποίας ἡ βαρομετρικὴ πίεσις ἀναχθεῖσα εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης εἶνε ἡ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν ὥραν, λαμβάνομεν καμπύλας καλουμένας *ἰσοβαρεῖς*, αἵτινες δεικνύουσιν ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίεσις δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς πάντα τὰ σημεῖα μιᾶς χώρας, ἀλλ' εἰς ἄλλας μὲν κατωτέρα ἐς

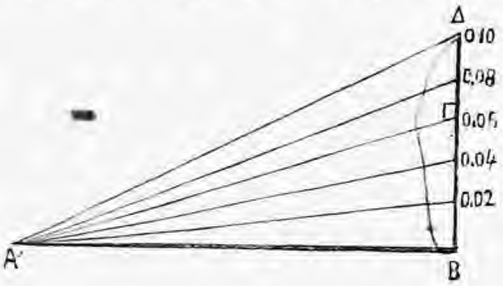
Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἄλλας δὲ ἀνωτέρα. Πρὸς τούτοις βλέπομεν ὅτι πολλαὶ ἰσοβαρεῖς γραμμαὶ ἀποτελοῦσι κλειστὰς καμπύλας πέριξ σημείου, ἔνθα ἡ βαρομετρικὴ πίεσις εἶνε μικροτέρα ἢ μεγαλειτέρα τῆς βαρομετρικῆς πιέσεως τῶν πέριξ χωρῶν. Τὸ μὲν πρῶτον καλεῖται *κυκλωνικὸν σύστημα* (cyclonique) ἢ ἁπλῶς *κυκλὼν* (cyclone) ἢ καὶ *στρόβιλος τρόσκεντρος*, τὸ δὲ δεύτερον *ἀντικυκλωνικὸν* ἢ ἁπλῶς *ἀντικυκλὼν* (anticyclone) ἢ καὶ *στρόβιλος* ἢ *δῖνος ἔκκεντρος*. Ἐὰν ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἄλλου συστήματος χαράξωμεν γραμμὴν κάθετον ἐπὶ τὰς ἰσοβαρεῖς καμπύλας, αὕτη ἀποτελεῖ τὰς καλουμένας βαρομετρικὰς βαθμίδας (gradients). Εἶνε ἤδη φανερὸν ὅτι τοιαύτη κατάστασις δὲν δύναται νὰ διατηρηθῇ, θέλει δὲ πνεύσει ἄνεμος ἐκ τῶν μερῶν ἔνθα ἡ πίεσις εἶνε ἀνωτέρα πρὸς ἐκεῖνα ἔνθα αὕτη χαμηλοτέρα, ἤτοι ἀπὸ τῆς περιφερείας πρὸς τὸ κέντρον εἰς τὸ κυκλωνικὸν σύστημα καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν εἰς τὸ ἀντικυκλωνικὸν σύστημα. Ἕνεκεν ὅμως τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς τὰ ῥεύματα αὐτὰ ἐκτρέπονται καὶ ἄνεμος δὲν πνέει ἀκριβῶς κατὰ τὴν βαρομετρικὴν βαθμίδα ἀλλὰ μεταξὺ ταύτης καὶ τῆς ἰσοβαροῦς κλίνων μᾶλλον πρὸς τὴν ἰσοβαρῆ. Παρατηροῦντες πίνακα ἐφ' οὗ εἶσι κεχαραγμέναι αἱ ἰσοβαρεῖς καὶ αἱ διευθύνσεις τῶν ἀνέμων τῶν πνεόντων εἰς τὰς διαφόρους χώρας, βλέπομεν ὅτι εἰς σύστημα μὲν κυκλωνικὸν οὗτοι πνέουσι σπειροειδῶς πράγματι πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ἐλάχιστον ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν τοῦ ὡρολογίου ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, ἀντιθέτως δὲ, εἰς σύστημα ἀντικυκλωνικὸν οἱ ἄνεμοι ἐξορμῶνται ἀπὸ τοῦ βαρομετρικοῦ μεγίστου καὶ βαίνουσι σπειροειδῶς ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν κατὰ τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν τοῦ ὡρολογίου ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, ἀντιστρόφως δὲ ἐν τῷ νοτίῳ.

Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν ὅτι ἡ διεύθυνσις τῶν πνεόντων ἀνέμων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφόρου βαρομετρικῆς πιέσεως εἰς διαφόρους χώρας. Πρὸς τούτοις ἐξάγομεν τὸν ἑξῆς νόμον τοῦ Buys-Ballot, ὅτι ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ ἐὰν στρέψωμεν τὰ νῶτα ἡμῶν πρὸς τὸν ἄνεμον, τότε τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἀναχθὲν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης εἶνε ἔλασσον πρὸς τὰ ἀριστερὰ καὶ μεῖζον πρὸς τὰ δεξιὰ ἡμῶν. Ἐκ τῆς γνώσεως δὲ τῆς βαρομετρικῆς βαθμίδος δυνάμεθα νὰ κρίνωμεν καὶ περὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἀνέμου. Πρὸς τοῦτο εἰς τὸ ἄκρον

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς εὐθείας ΑΒ (Σχ. 10ον), ἥτις παριστᾷ 60 ναυτικὰ μίλια, ὑψοῦσι τὴν κάθετον ΒΔ καὶ ἐπ' αὐτῆς παριστῶσιν εἰς χιλιοστόμετρα τὴν διαφορὰν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τοὺς δύο σταθμοὺς Α καὶ Β κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμήν. Αἱ βαρομετρικαὶ βαθμίδες παρίστανται διὰ τῶν κεκλιμένων εὐθειῶν ΑΔ, ΑΓ. Ὅσῳ ἡ κλίσις αὐτῶν εἶνε μεγαλειτέρα, ἐπὶ τοσοῦτον αὐξάνεται καὶ ἡ μεταξὺ τῶν δύο σημείων ταχύτης τοῦ ἀνέμου· ὅτῳ δηλ. αἱ ἰσοβαρεῖς γραμμαὶ αἱ δεικνύουσαι ἴσας βαρομετρικὰς διαφορὰς, οἷον 5χιλ., εἶσι πλησιέστεραι τοσούτῳ καὶ οἱ ἄνεμοι εἶνε σφοδρότεροι.



Σχ. 10ον.

Μετακίνησις τοῦ κέντρου τῶν κυκλώνων. Βλέποντες τοὺς πίνακας ἐφ' ὧν εἶσι κεχαραγμέναι αἱ ἰσοβαρεῖς γραμμαὶ χώρας τινός, οἷον τῆς Εὐρώπης, κατὰ διαδοχικὰς ἡμέρας, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ καμπύλαι αὗται διηνεκῶς ἀλλάσσουσι μορφήν, τὸ δὲ κέντρον αὐτῶν ἔνθα τὸ ἐλάχιστον ἢ μέγιστον βαρομετρικὸν ὕψος προχωρεῖ ἄλλοτε μετὰ ταχύτητος ἐλαχίστης ἄλλοτε δὲ μετὰ ταχύτητος, ἥτις φθάνει ἐνίοτε μέχρι τῶν 9 χιλιομέτρων καθ' ὥραν.

Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Ἰσόθερμοι γραμμαί. Ἐὰν ἀναγράψωμεν τὰς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος ἐν τόπῳ τινί, τὰς ὁποίας θέλομεν παρατηρήσει ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν διαρκοῦντος τοῦ ἡμερονυκτίου, παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη διηνεκῶς μεταβάλλεται. Ἐπέρχεται δὲ συνήθως τὸ μὲν μέγιστον τῆς ἡμερησίας θερμοκρασίας τὴν 2αν ὥραν μ.μ. τὸ δὲ ἐλάχιστον μίαν ὥραν περίπου πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου. Ἡ μεταβολὴ αὕτη ἐπέρχεται κατὰ τὴν ἡμέραν μὲν ἕνεκα τοῦ μείζονος ἢ ἐλάσσονος ὕψους τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὁρίζοντα, ὅστις θερμαίνει πλειότερον περὶ τὴν μεσημβρίαν τὸ ἔδαφος, τοῦτο δὲ μεταδίδει τὴν ἀπορροφωμένην θερμότητα εἰς τὰ ἐπικείμενα στρώματα τοῦ ἀέρος. Τὴν νύκτα δὲ ἀποψύχεται τὸ ἔδαφος ἕνεκα τῆς ἀκτινοβολίας καὶ ἐπομένως καὶ ὁ ὑπερκείμενος ἀήρ. Ἡ διαφορὰ μεταξὺ μεγίστου καὶ ἐλαχίστου εἶνε μεγαλειτέρα ὑπὸ αὐρανὸν αἴθριον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΣΗΜ. Ἡ μεγίστη ὑπὸ σκιὰν παρατηρηθεῖσα θερμοκρασία εἶνε +56° εἰς τὴν χώραν τοῦ Fezzan κατὰ τὴν ὅασιν τοῦ Mourzouk ἐν Ἀφρικῇ· ἡ ἐλαχίστη δε — 60° ἐν ἔτει 1838 εἰς Iakoutsk τῆς ἀνατολικῆς Σιβηρίας. Ὥστε τὸ εὖρος τῶν θερμομετρικῶν μεταβολῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶνε ὑπέρτερον τῶν 120 ἑκατονταδικῶν βαθμῶν.

Προσθέτοντες τὰς θερμομετρικὰς παρατηρήσεις τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων εὑρίσκομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ἀθροίζοντες τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν 30 ἡμερῶν τοῦ μηνὸς καὶ τὸ ἄθροισμα διαιροῦντες διὰ τοῦ 30, ἔχομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ μηνός. Ὁμοίως δὲ δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν τεσσάρων ὡρῶν τοῦ ἔτους. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον αὕτη εἶνε ἐλάσσων κατὰ τὸν χειμῶνα καὶ μείζων κατὰ τὸ θέρος, διότι τὸν μὲν χειμῶνα ὁ ἥλιος ἀποκλίνει πρὸς νότον, ἡ δὲ γωνία, τὴν ὁποίαν σχηματίζουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ μεσουρανοῦντος ἡλίου μετὰ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου, εἶνε ἐλάσσων, τὸ δὲ θέρος μείζων. Ἡ δὲ ἔντασις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας ταύτης. Ἀλλ' ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξὺ χειμερινῆς καὶ θερινῆς μέσης θερμοκρασίας προέρχεται καὶ ἐκ τοῦ μεγαλητέρου ἢ μικροτέρου μήκους τῆς ἡμέρας. Λαμβάνοντες τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν 12 μηνῶν τοῦ ἔτους καὶ τὸ ἄθροισμα διαιροῦντες διὰ τοῦ 12 ἔχομεν τὴν μέσην ἐτησίαν θερμοκρασίαν τόπου τινός. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ἀριθμόν τινα, ὅσον ἔνεστι μεγαλήτερον, μέσων ἐτησίων θερμοκρασιῶν καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου, ἔχομεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου. Οὕτω εὑρέθη διὰ πεντήκοντα περίπου ἐτησίων παρατηρήσεων ἡ μέση θερμοκρασία τῶν Παριτίων ἴση πρὸς 10°,67.

Ἐν Ἀθήναις ὁ σοφὸς Σμὶθ ἐξετέλεσεν ἀκριβεῖς παρατηρήσεις ἐπὶ 25 ὅλα ἔτη. Εὗρισκε δὲ τὴν μέσην θερμοκρασίαν τῆς ἡμέρας διὰ τριῶν παρατηρήσεων 8 π. μ. 2 καὶ 9 μ. μ. Δι' ἄλλων δὲ παρατηρήσεων εὗρεν, ὅτι αἱ μέσαι αὗται θερμοκρασίαι παρεῖχον διὰ μὲν τὸν χειμῶνα μέσην θερμοκρασίαν κατὰ ἥμισυ βαθμὸν διὰ δὲ τὸ θέρος κατὰ ἕνα βαθμὸν ὑψηλοτέραν τῆς ἀληθοῦς. Οὕτως εὗρεν, ὅτι ἡ κατὰ προσέγγισιν μέση θερμοκρασία τῶν Ἀθηνῶν ἀνέρχεται εἰς 18°,2 τοῦ ἑκατονταβάθμου, ἡ δὲ διορθωθεῖσα εἰς 17°,27.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐὰν ἐνώσωμεν ἐπὶ γεωγραφικοῦ χάρτου διὰ γραμμῆς πάντας τοὺς τόπους τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαιρίου τοὺς ἔχοντας τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας *ἰσοθέρμους γραμμάς*. Αἱ ἰσόθερμοι γραμμαί εἰσι καμπύλαι, ἀκανόνιστοι, μὴ συμπίπτουσαι πρὸς τοὺς παραλλήλους κύκλους, τοῦθ' ὅπερ θὰ συνέβαινεν, ἐὰν ἡ μέση θερμοκρασία ἐξηρτᾶτο ἐκ μόνου τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Ἀλλ' ἕνεκα τῆς διανομῆς τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εἰς ξηρὰς καὶ θαλάσσας, τοῦ διαφόρου ὕψους ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τῆς διαφόρου φύσεως τοῦ ἐδάφους, τὸ ὁποῖον εἰς ἄλλα μὲν μέρη εἶνε φαλακρόν, εἰς ἄλλα δὲ πλῆρες φυτειῶν, αἱ ἰσόθερμοι γραμμαὶ ἐπὶ μὲν τῶν ὠκεανῶν ὀλίγον ἀπομακρύνονται τῶν παραλλήλων ἀλλ' ἐπὶ τῶν ἠπείρων εἰσὶ σκολιαὶ καὶ πλησιάζουσι πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ὡς ἐν Ἀσίᾳ καὶ Ἀμερικῇ. Ἐρόσον πλησιάζομεν πρὸς τὸν βόρειον πόλον, αἱ ἰσόθερμοι γραμμαὶ παρουσιάζουσι δύο καμπάς, αἵτινες πλησιάζουσαι ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον σχηματίζουσιν ἓν ω. Ἐκ τούτου πειθόμεθα ὅτι ὑπάρχουσι δύο πόλοι ψύχους εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον, ὁ μὲν εἷς ἐν τῇ Ἀσίᾳ (ἐν Σιβηρίᾳ παρὰ τὸ ἀνρωτήριον Taymour) ὁ δὲ ἐν Ἀμερικῇ εἰς τὸ στενὸν τοῦ Barrow. Οἱ δύο οὗτοι πόλοι τοῦ ψύχους εὑρίσκονται εἰς ἴσας περίπου ἀποστάσεις ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ γεωγραφικοῦ πόλου.

Εἰς τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα ἄγει ἡμᾶς καὶ ἡ ἔρευνα τῶν ἰσοχειμερίων καὶ τῶν ἰσοθερείων γραμμῶν, ἤτοι τῶν γραμμῶν, αἵτινες διέρχονται διὰ τόπων τῆς αὐτῆς μέσης χειμερινῆς ἢ θερινῆς θερμοκρασίας. Πολλάκις λαμβάνουσιν ὡς ἰσοχειμερίους γραμμὰς τὰς ἰσοθέρμους τοῦ ψυχροτέρου μηνὸς τοῦ ἔτους καὶ ὡς ἰσοθερείους τὰς ἰσοθέρμους τοῦ θερμοτέρου μηνός, οἷον τοῦ Ἰανουαρίου καὶ Ἰουλίου διὰ τὸ βόρειον ἡμισφαίριον.

Διαφορὰ μέσης χειμερινῆς καὶ θερινῆς θερμοκρασίας. Δύο τόποι δύνανται νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν ἀλλ' ἡ διαφορὰ μεταξὺ μέσης χειμερινῆς καὶ θερινῆς θερμοκρασίας νὰ εἶνε διάφορος. Οἱ τόποι οὗτοι ἔχουσι διάφορον κλίμα, ὅπερ καλεῖται σταθερὸν ἢ νησιωτικὸν μεταβλητὸν καὶ ὑπερβολικὸν ἢ ἠπειρωτικόν, ἐὰν ἡ διαφορὰ εἶνε μικροτέρα ἢ μεγαλητέρα. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶνε μεγαλητέρα ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὰ ἐνδότερα τῶν ἠπείρων, μικροτέρα δὲ ὅσον πλησιάζομεν πρὸς τὰς παραλίας.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἡ στερεὰ θερμαίνεται ταχύτερον τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, ὅταν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτωσιν ἐπ' αὐτῶν, διότι τὸ ὕδωρ εἶνε τὸ θερμοχωρητικότερον τῶν σωμάτων. Ἀλλ' ὡσαύτως ἡ ξηρὰ ἀκτινοβολεῖ ταχύτερον τὴν ἀπορροφηθεῖσαν θερμότητα καὶ ἐπομένως ψύχεται ταχύτερον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Διὰ τοῦτο διακρίνονται τὰ κλίματα εἰς θαλάσσια ἢ νησιωτικά, ἅτινά εἰσι μᾶλλον σταθερὰ καὶ εἰς ἠπειρωτικὰ μᾶλλον μεταβλητά. Εἰς τὰ σταθερὰ κλίματα ὡς τὸ τῆς Madère ἡ διαφορὰ μεταξὺ μέσης χειμερινῆς καὶ μέσης θερινῆς δὲν ὑπερβαίνει τοὺς 10 βαθμούς. Εἰς τὰ μεταβλητὰ κλίματα κατατάσσονται τὸ τοῦ Λονδίνου, ἔνθα ἡ διαφορὰ εἶνε ἴση πρὸς 13^0, 5, τὸ τῶν Παρισίων 14^0,5, τὸ τῶν Βρυξελλῶν 16^0,5 τὸ τῶν Ἀθηνῶν 17^0, 7, καὶ τὸ τοῦ Βερολίνου 18^0,2. Ὑπερβολικὰ κλίματα εἶνε τὸ τῆς Μόσχας 28^0 καὶ τὸ τῆς Irkoutsk 34^0.

Ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας μετὰ τοῦ ὕψους. Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται, ὅταν αὐξάνηται τὸ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὕψος τοῦ τόπου. Ἡ ἐλάττωσις αὕτη εἶνε διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ἐποχὰς τοῦ ἔτους καὶ τοὺς διαφόρους τόπους. Οὕτως ὁ Gay-Lussac εἰς ὕψος 7000 εὗρε θερμοκρασίαν -10^0, ἐνῷ εἰς Παρισίους τὸ θερμόμετρον ἐδείκνυε $+ 32^0$ ἤτοι διαφορὰν 42 βαθμῶν. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἀντιστοιχεῖ εἰς ἐλάττωσιν ἑνὸς βαθμοῦ κατὰ τὴν ὕψωσιν 170 περίπου μέτρων. Οἱ ἀεροναῦται Baral καὶ Bixio εὗρον εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος διαφορὰν θερμοκρασίας 60^0. Ἀνερχόμενοι εἰς τὰς Ἄλπεις κατὰ Ἰανουάριον μὲν εὑρίσκομεν κατὰ τὸν Σωσσύρον διαφορὰν ἑνὸς βαθμοῦ εἰς ὕψος 232 μέτρων, κατὰ Ἰούλιον δὲ εἰς ὕψος 185 περίπου μέτρων. Εἰς Βέλγιον, ὅπως ἀνεύρητις ἐλάττωσιν θερμοκρασίας ἑνὸς βαθμοῦ, πρέπει ν' ἀνέλθῃ κατὰ μέσον ὅρον 160 μέτρα.

Κατὰ τὸν Saigey, ὅταν ἀνερχώμεθα καὶ ἡ πίεσις ἐλαττῶται κατὰ $5^{χ.μ.}$, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται κατὰ 0,4 τοῦ βαθμοῦ περίπου. Ἡ ἐλάττωσις αὕτη τῆς θερμοκρασίας μετὰ τοῦ ὕψους ἐπέρχεται, διότι τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἀπορροφῶσιν ἐλάχιστον μέρος τῆς δι' αὐτῶν διεργομένης ἡλιακῆς θερμότητος, τὸ δὲ πλεῖστον πίπτει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἀπορροφᾶται ὑπ' αὐτοῦ καὶ μεταδίδεται εἶτα εἰς τὸν ὑπερκείμενον ἀέρα. Ὁ θερμὸς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δὲ οὗτος ἀὴρ ὡς ἀραιότερος ἀνέρχεται μέν, ἀλλὰ διαστελλόμενος ψύχεται. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἐλαχίστη ἀπορροφητικὴ δύναμις τοῦ ξηροῦ ἀέρος εἶνε ἀνεπαίσθητος εἰς τὰ ὑψηλότερα στρώματα ἕνεκα τῆς ἀραιότητος αὐτοῦ. Ἡ ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῶν ὀρέων ὀφείλεται εἰς πολλὰς αἰτίας· οὕτως ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχυτέρα, ἡ ἀκτινοβολία ἰσχυροτέρα ἕνεκα τῆς μικροτέρας ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, πρὸς τούτοις δὲ ἡ ἀγωγιμότης τοῦ ἀραιοῦ ἀέρος εἶνε μείζων. Ὁ ἐπὶ τῶν κλιτύων θερμαινόμενος ἀὴρ ἀνέρχεται καὶ διαστελλόμενος ψύχεται ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὀρέων, οὕτω δὲ σχηματίζονται ἐπ' αὐτῶν νέφη.

Θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους. Τὸ ὅλως ἐπιπόλαιον στρῶμα μέχρι βάθους 4 ἕως 5 ὑφεκατομέτρων λαμβάνει ἑκάστοτε διαφόρους θερμοκρασίας, προερχομένας ἀφ' ἑνὸς μὲν ἐκ τῆς παρουσίας ἢ ἀπουσίας τοῦ ἡλίου, ἀφ' ἑτέρου δ' ἐκ τῆς διαφόρου ὀρυκτολογικῆς συστάσεως τοῦ ἐδάφους, ἐκ τοῦ χρώματος, ὧν ἕνεκα ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐδάφους δύναται νὰ ἔχῃ μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἀπορροφητικὴν καὶ ἀφετικὴν δύναμιν. Οὕτως ἐν ὥρᾳ θέρους τὸ ἔδαφος δεχόμενον τὴν ἄμεσον ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν ἀπορροφᾷ τοσαύτην θερμότητα, ὥστε ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐπιπολαίου τούτου στρώματος δύναται νὰ ὑπερβῇ κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς τὴν τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἄλλοτε πάλιν ἐπερχομένης τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας τὸ ἐπιπόλαιον τοῦτο στρῶμα λαμβάνει θερμοκρασίαν ταπεινοτέραν τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος.

Ἐὰν ἐνθάψωμεν θερμόμετρα εἰς διάφορα βάθη, παρατηροῦμεν εἴς τινας τόπους ὅτι μέχρις 20 περίπου ὑφεκατομέτρων παρακολουθοῦσι ταῦτα τὰς ἡμερησίας μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος. Εἰς βάθος 60 περίπου ὑφεκατομέτρων θερμόμετρον ἐντεθαμμένον δεικνύει τὴν μέσην ἡμερησίαν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Εἰς βάθος δὲ μεγαλήτερον, δέκα περίπου μέτρων, τὸ ἔδαφος εἴς τινας τόπους λαμβάνει θερμοκρασίαν, ἥτις πολὺ ὀλίγον διαφέρει τῆς ἐτησίας μέσης θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος.

Ἀλλ' αἱ ἐνδείξεις τῶν θερμομέτρων τῶν ἐντὸς τοῦ ἐδάφους κειμένων δὲν συμβαδίζουσι μετὰ τῶν ἐνδείξεων τοῦ θερμομέτρου τοῦ δεικνύοντος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ παρακολουθοῦσι ταύτας ἕνεκα τοῦ δυσθερμαγωγοῦ τοῦ ἐδάφους. Οὕτω θερμόμετρον κείμενον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς βάθος 3 ἢ 4 μέτρων δεικνύει παρ'ἡμῖν τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν κατὰ τὴν φθινοπωρινὴν περίπου ἰσημερίαν καὶ τὴν ἐλαχίστην κατὰ τὴν ἐαρινήν, ἐνῷ ἡ μεγίστη καὶ ἡ ἐλαχίστη θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐπέρχονται, ἡ μὲν κατὰ τὸ θερινὸν περίπου ἡλιοστάσιον, ἡ δὲ κατὰ τὸ χειμερινόν.

Θερμόμετρα κείμενα εἰς μείζονα βάθη, 7 ἕως 8 μέτρων, δεικνύουσιν ἔτι βραδύτερον τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, ἀλλ' ἡ διαφορὰ μεταξὺ μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας βαίνει ἐλαττουμένη μετὰ τοῦ βάθους· εἰς βάθος δὲ ἱκανὸν, οἷον δέκα περίπου μέτρων, εἴς τινας τόπους ἡ διαφορὰ αὕτη γίνεται ἐλαχίστη, καὶ τὸ θερμόμετρον δεικνύει τὴν μέσην ἐτησίαν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Οὕτω τὰ φρεατιαῖα ὕδατα διατηροῦσι θερμοκρασίαν σχεδὸν ἀμετάβλητον καθ'ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, ἥτις εἶνε περίπου ἡ μέση θερμοκρασία τοῦ τόπου. Τὸ βάθος, εἰς ὃ ἄρχεται ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους νὰ μένῃ σταθερά, εἶνε διάφορον εἰς τοὺς διαφόρους τόπους. Ἀπὸ τοῦ στρώματος τούτου ἡ θερμοκρασία μένει μὲν σταθερὰ εἰς ἓν καὶ τὸ αὐτὸ στρῶμα, ἀλλὰ βαίνει αὐξανομένη πρὸς τὸ βάθος κατὰ νόμον ἔτι μὴ ἐξακριβωθέντα.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΟΠΤΙΚΗ

Καλοῦσιν **ὀπτικὴν** τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ φωτός. Φῶς δὲ καλεῖται οὐ μόνον αὐτὸ τοῦτο τὸ αἴσθημα, ὅπερ αἰσθανόμεθα διὰ τοῦ ὀργάνου τῆς ὁράσεως, ἀλλὰ καὶ τὸ μέσον, δι' οὗ παράγεται τὸ αἴσθημα τοῦτο.

Ἡ ὕπαρξις τῶν μακρὰν ἡμῶν κειμένων ἀντικειμένων ἐκδηλοῦται εἰς ἡμᾶς διὰ τῶν ὀφθαλμῶν καὶ δι' αὐτοῦ τοῦ κενοῦ, ὥστε οὐχὶ ἀτόπως δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι εἰδικόν τι στοιχεῖον διάφορον τῆς σταθμητῆς ὕλης παρεντίθεται μεταξὺ τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ τῶν ἀντικειμένων, ὅπερ καλοῦσι *φῶς*, *φωτεινὸν ῥευστὸν* ἢ *αἰθέρα*. Δὲν ἀρκεῖ δὲ νὰ παραδεχθῶμεν τὴν ὕπαρξιν μόνον τοῦ στοιχείου τούτου, ἀλλ' ὡσαύτως ὅτι διατελεῖ εἰς ἄέναον κίνησιν, διότι καὶ μετὰ βραχύτατον χρονικὸν διάστημα δεικνύει ἡμῖν πάσας τὰς μεταβολάς, αἵτινες συμβαίνουσιν εἰς τὰ ἐξωτερικὰ ἀντικείμενα.

Ὑπάρχουσι δύο τρόποι, καὶ δύο μόνον, πρὸς παράστασιν τῆς κινήσεως τοῦ φωτεινοῦ ῥευστοῦ. Κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν, τὴν τῆς ἐκπομπῆς, ἣν ἐπενόησεν ὁ Νεύτων, τὸ φῶς σύγκειται ἐξ ἀπείρων μορίων, ἅτινα ἐκπέμπουσιν αἱ φωτειναὶ πηγαὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ὡς βροχὴν λεπτεπιλέπτων βλημάτων, ἅτινα διατρέχουσι τὸ κενὸν, εἰσδύουσιν εἰς τὰ διάφορα περιέχοντα ἢ ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας των, καὶ τέλος φθάνοντα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν καὶ εἰσδύοντα ἐντὸς αὐτοῦ προσβάλλουσι τὸ ὀπτικὸν νεῦρον καὶ παράγουσι τὸ ἰδιαίτερον ἐκεῖνο αἴσθημα, δι' οὗ βλέπομεν τὰ ἐκπέμποντα αὐτὸ φωτεινὰ σώματα. Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν, τὴν τοῦ Καρτεσίου, τὸ φωτεινὸν στοιχεῖον εἶνε σῶμα ἐλαστικὸν, ἄπειρον, συνεχὲς, πληροῦν τὸ διάστημα, εἰσδῦον μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σω-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μάτων καὶ ἀκίνητον, καλούμενον *αἰθήρ*. Τὰ μόρια τοῦ αἰθέρος τούτου δέχονται καὶ μεταδίδουσι τὰς παλμικὰς κινήσεις, ἃς παράγουσι τὰ φωτοβόλα σώματα καθ' ὅμοιον τρόπον καὶ κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους, καθ' οὓς τὰ ἐλαστικὰ σταθμητὰ περιέχοντα, οἷον ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, δέχονται καὶ διαδίδουσι τὰς κραδάνσεις τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Τοιαύτη εἶνε ἡ καλουμένη *θεωρία τῶν κυμάνσεων* πολλῷ πιθανωτέρα τῆς πρώτης καὶ ἡ μόνη μέχρι σήμερον παραδεκτέα, διότι διὰ ταύτης οὐ μόνον πάντα τὰ τέως γνωστὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται, ἀλλὰ καὶ νέα ἄγνωστα φαινόμενα τοῦ φωτὸς ἀνεκαλύφθησαν.

Σώματα φωτογόνα καὶ σκοτεινά. Καλοῦνται σώματα *φωτογόνα*, ὅσα εἶνε πηγαὶ φωτός, οἷον ὁ ἥλιος, οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες, τὰ διάπυρα σώματα, ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ· *σκοτεινὰ* δὲ τὰ στερούμενα ἰδίου φωτός, ἀλλ' ἐκπέμποντα τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπῖπτον φῶς ἄλλων φωτογόνων σωμάτων καὶ ἕνεκα τούτου καθιστάμενα ὁρατά, οἷά εἰσιν οἱ πλανῆται, ἡ σελήνη καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων.

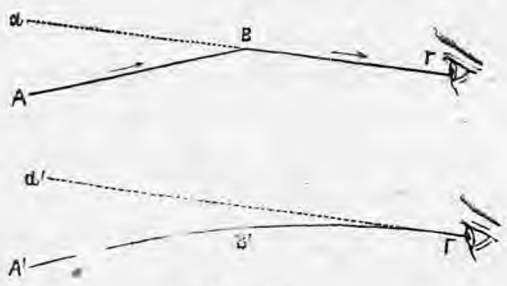
Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερά. Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ἰδιότητα νὰ διαβιβάζωσι τὸ φῶς δι' ἑαυτῶν καὶ καλοῦνται *διαφανῆ*, ὡς ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ἡ ὕαλος· δι' ἄλλων δὲ σωμάτων δὲν διέρχεται τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπῖπτον φῶς, ἅπερ καλοῦνται *σκιερὰ ἢ ἀδιαφανῆ*, οἷα εἶνε τὰ μέταλλα, ὅταν ἔχωσιν αἰσθητὸν πάχος. Μεταξὺ τῶν δύο τούτων τάξεων ὑπάρχουσι σώματα, δι' ὧν δὲν δυνάμεθα νὰ διίδωμεν ἀντικείμενα, τὰ ἔνδον ὅμως αὐτῶν διαφωτίζονται, εἰσχωροῦντος εἰς αὐτὰ φωτός· ταῦτα καλοῦνται διαφώτιστα (translucides). Πολλὰ σκιερὰ σώματα, οἷον τὰ μέταλλα, γίνονται κατά τι διαφανῆ μετατρεπόμενα εἰς λεπτότατα πέταλα. Οὕτω πέταλα λεπτότατα ἀργύρου ἢ χρυσοῦ τιθέμενα ἐπὶ ὑάλου διαβιβάζουσι δι' ἑαυτῶν κυανίζον ἢ χλωρὸν φῶς.

Ἀκτὶς φωτός. Τὸ ὑπὸ τῶν φωτοβόλων σωμάτων ἐκπεμπόμενον φῶς διαδίδεται κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις εὐθυγράμμως, ὅταν τὸ μέσον εἶνε ὁμοιομερές. Ἡ εὐθύγραμμος αὕτη διεύθυνσις, καθ' ἣν διαδίδεται τὸ φῶς, καλεῖται ἀκτὶς φωτός. Βεβαιούμεθα δὲ περὶ τούτου, παρενθέτοντες σῶμα σκιερὸν ἐπὶ τῆς ἐνούσης τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν καὶ τὸ φωτεινὸν σημεῖον εὐθείας, ὅτε τοῦτο παύει ὂν ὁρατὸν ἡμῖν. Τὴν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εὐθύγραμμον διάδοσιν παρατηροῦμεν ὡσαύτως, ὅταν φῶς εἰσδύῃ εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ μικρᾶς ὀπῆς. Ἡ εὐθεῖα φωτεινὴ γραμμή, ἣν βλέπομεν, προέρχεται ἐκ τῶν λεπτῶν σωμάτων τῶν καλουμένων *τιλῶν*, ἅτινα αἰωροῦνται ἐν τῷ ἀέρι καὶ φωτίζονται διὰ τοῦ εἰσδύοντος φωτός.

Ἡ καθημερινὴ πεῖρα διδάσκει ἡμᾶς ὅτι βλέπομεν πᾶν φωτεινὸν σημεῖον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθείας, τῆς ἐπιζευγνυούσης τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν μετὰ τοῦ σημείου τούτου. Ἕνεκα δὲ τῆς ἕξεως, ἣν κτώμεθα ἐκ τῆς καθ' ἡμέραν πείρας νομίζομεν ὅτι τὰ σώματα κεῖνται πάντοτε ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῶν ἀντίνων, αἵτινες εἰσδύουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμόν, οὕτω δ' ἐπέρχονται πολλαὶ ὀπτικαὶ ἀπάται. Ἐν τοῖς ἑπομένοις θέλομεν ἰδεῖ, ὅτι πολλάκις τὸ φῶς τὸ ἐκ φωτεινοῦ σημείου **Α** ἢ Α′ (σχ. 107) ἐκπεμπόμενον ὁδεύει ἢ κατὰ τεθλασμένην γραμμὴν ΑΒΓ ἢ κατὰ καμπύλην Α′Β′Γ. Εἰς τὰς περιστάσεις ταύτας δὲν βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον **Α** ἢ Α′ εἰς τὴν θέσιν, ἐν ᾗ ὄντως εὑρίσκεται, ἀλλ' εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν εἰς τὸ *α* κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς εὐθείας ΒΓ, εἰς δὲ τὴν δευτέραν κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης α′ Γ τῆς κατὰ τὸ σημεῖον Γ′ τῆς καμπύλης ἀγομένης.



Σχ. 107

Κύματα φωτός. Ἐὰν φαντασθῶμεν ἐν ἀπεριορίστῳ χώρῳ φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 108), ἡ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένη φωτεινὴ κίνησις διαδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις μετὰ ταχύτητος γνωστῆς, μετά τινα δὲ ὡρισμένον χρόνον, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἀνεχώρησεν ἀπὸ τοῦ σημείου Α, ἡ κίνησις αὕτη φθάνει ἐπὶ ἐπιφανείας ΒΒ′Β″ ἣν καλοῦσιν *ἐπιφάνειαν τοῦ φωτεινοῦ κύματος*. Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τῆς ἐκπομπῆς, ἡ ἐπιφάνεια αὕτη εἶνε ὁ τόπος τῆς ἀφίξεως, μετὰ χρόνον ὡρισμένον, ὅλων τῶν φωτεινῶν

Σχ. 108.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μορίων, ἅτινα ταυτοχρόνως ἀνεχώρησαν ἐκ τοῦ σημείου Α. Κατὰ δὲ τὴν θεωρίαν τῶν κυμάνσεων ἡ ἐπιφάνεια τοῦ φωτεινοῦ κύματος ὁμοιάζει πρὸς τὸ ὑδατηρὸν κῦμα τὸ παραγόμενον ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἠρεμοῦντος ὕδατος, ἤτοι εἶνε ὁ τόπος τῆς ἀφίξεως κατὰ τὴν αὐτὴν χρονικὴν στιγμὴν κραδάνσεως παραχθείσης εἰς τὸ σημεῖον Α. Προϊόντος τοῦ χρόνου, τὰ σφαιρικὰ κύματα αὐξάνονται ὡς σφαῖρα ἐξογκουμένη καὶ εἰς ἄπειρον ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ταὐτιζόμενα εἰς ἕκαστον σημεῖον αὐτῶν μετὰ τοῦ ἐφαπτομένου ἐπιπέδου, τουτέστιν ὡς ἐπιφάνειαι ἐπίπεδοι. Εἰς τὰ ὁμοιομερῆ καὶ μὴ κρυσταλλικὰ περιέχοντα αἱ ἐπιφάνειαι αὗται εἶνε σφαιρικαὶ ἕνεκα τῆς συμμετρίας, ἡ δὲ ταχύτης τῆς διαδόσεως μετρεῖται διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς ἀκτῖνος κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου. Εἰς τοὺς κρυστάλλους καὶ εἰς τὰ περιέχοντα τὰ μὴ ὁμοιομερῆ, οἷά εἰσιν ἡ ὕαλος ἡ πιεσθεῖσα, ἡ καμφθεῖσα ἡ ἀνομοιομερῶς θερμανθεῖσα, αἱ ἐπιφάνειαι αὗταί εἰσι λίαν πολύπλοκοι.

Ἀκτὶς φωτός. Ἐν παντὶ περιέχοντι ὁμοιομερεῖ μὴ κρυσταλλικῷ βλέπομεν ἕκαστον σημεῖον Α ἐξωτερικοῦ τινος ἀντικειμένου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθείας, ἥτις ζευγνύει τὸ σημεῖον τοῦτο καὶ τὸ κέντρον τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τοῦτο δὲ εἶνε φανερόν, διότι ἡ εὐθύγραμμος διάδοσις τοῦ φωτὸς ἀποδεικνύεται ἀληθὴς κατὰ τὰς διαφόρους ἐφαρμογάς, ἃς ποιοῦσι τοῦ φαινομένου τούτου εἰς τὰς τέχνας, τὴν γαιωδαισίαν καὶ τὴν ἀστρονομίαν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι, ἐὰν θεωρήσωμεν σειρὰν σημείων Β,Γ,Δ ἐπὶ τῆς εὐθείας ΑΔ κειμένων καὶ θέσωμεν διαδοχικῶς τὸν ὀφθαλμὸν εἰς ἕκαστον τῶν σημείων τούτων, θέλομεν ἰδεῖ πάντοτε τὸ φωτοβόλον σημεῖον Α κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ΑΒΓΔ. Ὅθεν συνάγομεν, ὅτι τὸ φῶς διέρχεται διὰ τῶν σημείων Β καὶ Γ καὶ ἐν γένει διὰ πάντων τῶν σημείων τῆς ΑΔ πρὶν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον Δ, ἐν ἄλλαις λέξεσι διαδίδεται κατ' εὐθεῖαν γραμμήν.

Τούτου δοθέντος, ἐσκέφθησαν ν' ἀποσυνθέσωσι διὰ τῆς φαντασίας τὸ φῶς, ὅπερ ἐκπέμπει φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 108) εἰς στοιχεῖα ἰδανικὰ εὐθύγραμμα, ὧν ἕκαστον ἐκλήθη *ἀκτὶς* καὶ λέγουσιν ὅτι τὸ σημεῖον Α ἐκπέμπει ἀκτῖνας ΑΒΓΔ, ΑΒ′Γ′Δ′,.... καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Ἀλλ' αἱ ἀκτῖνες αὗται εἶνε φανταστικαί, δὲν πρέπει

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δὲ νὰ πιστεύσωμεν ὅτι τὸ φῶς σύγκειται πράγματι ἐξ ἀκτίνων ἀνεξαρτήτων, αἵτινες ἔχουσι φυσικὴν ὕπαρξιν πραγματικὴν καὶ διακεκριμένην καὶ ὅτι δυνάμεθα ν' ἀποχωρίσωμεν αὐτὰς ἀπ' ἀλλήλων Διότι, ὁτάκις ἀποπειρώμεθα νὰ πραγματοποιήσωμεν τὸν ἀποχωρισμὸν τῶν ἀκτίνων, μεταβάλλομεν ἀμέσως τὰς συνθήκας τῆς διαδόσεως καὶ βλέπομεν ἀναφαινόμενα ἀπρόοπτα φαινόμενα τῆς *παραθλάσεως* ἢ *ἐκθλάσεως* τοῦ φωτὸς (diffraction). Ἐὰν ἐπὶ παραδείγματι παρενθέσωμεν εἰς τὴν διάδοσιν τοῦ φωτὸς σκιερὸν διάφραγμα φέρον μικρὰν ὀπὴν Β, παρατηροῦμεν ἐπὶ λευκοῦ ἀπέναντι πετάσματος ΓΓ' πέριξ τοῦ κέντρου Γ συγκεντρικοὺς πολυχρόους δακτυλίους. Ἀντιστρόφως. ἐὰν ἐπὶ πλακὸς ὑαλίνης προσκολλήσωμεν ἐλάχιστον δίσκον σκιερὸν Β, ἡ σκιὰ ἣν θὰ ρίψῃ εἰς τὸ Γ, εἶνε φωτεινὴ εἰς τὸ κέντρον καὶ περιβάλλεται διὰ πολυχρόων δακτυλίων. Εἶνε ἑπομένως φυσικῶς ἀδύνατον ν' ἀναλύσωμεν τὸ φῶς εἰς στοιχεῖα ἢ εἰς ἀκτῖνας χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν οὐσιωδῶς πάντας τοὺς νόμους τῆς διαδόσεως αὐτοῦ.

Ἀλλὰ τοῦτο δὲν ἐμποδίζει ἡμᾶς νὰ παραστήσωμεν τὸ ἔκ τινος σημείου Α ἐκπεμπόμενον φῶς διὰ τῶν διευθύνσεων καθ' ἃς διαδίδεται ἡ φωτεινὴ κίνησις καὶ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον, ἤτοι διὰ τῶν καλουμένων ἀκτίνων, χωρὶς ν' ἀποδώσωμεν εἰς αὐτὰς πραγματικὴν φυσικὴν ὕπαρξιν. Ἡ κίνησις αὕτη παρίσταται καὶ κατ' ἄλλον τρόπον, διὰ τῶν διαδοχικῶν ἐπιφανειῶν τῶν φωτεινῶν κυμάτων, τουτέστι διὰ τῶν ἐπιφανειῶν, εἰς ἃς ταὐτοχρόνως φθάνουσιν αἱ κινήσεις αἱ ἀναχωροῦσαι ἀπὸ τοῦ σημείου Α. Οἱ τρόποι οὗτοι τῆς παραστάσεως, οἵτινες ἐπενοήθησαν, ὅπως εὐχερέστερον περιγραφῶσι τὰ φωτεινὰ φαινόμενα, εἶνε ἀνεξάρτητοι τῆς θεωρίας ἣν θὰ παραδεχθῶμεν.

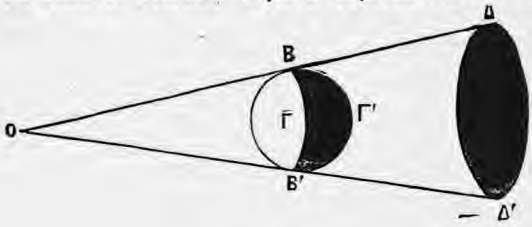
Δέσμη φωτός. Καλεῖται *δέσμη φωτὸς* τὸ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐκπέμπονται ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς καὶ ἀποτελοῦσι μέρος τῆς ὅλης ἀκτινοβολίας, ἣν ἐκπέμπει ἡ πηγή. Διακρίνουσι δὲ δέσμας κωνικὰς συγκλινούσας ἢ ἀποκλινούσας, καθόσον αἱ συνιστῶσαι αὐτὰς ἀκτῖνες βαίνουσι συγκλίνουσαι ἢ ἀποκλίνουσαι, καὶ δέσμας κυλινδρικὰς ἢ παραλλήλους, ὅταν αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῆς φωτοβόλου πηγῆς, ἐκλαμβάνωνται παράλληλοι, οἷαι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.

Ἀποτελέσματα τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

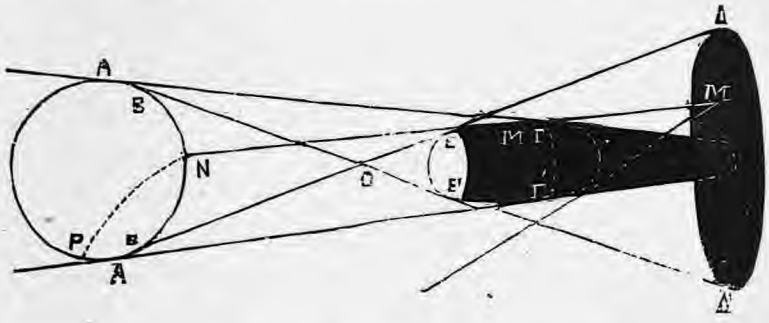
φωτός. Α') Σκιά. Καλεῖται *σκιὰ* σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου ἔνθα τὸ φῶς δὲν φθάνει ἕνεκα τῆς παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος.

Φωτοβόλον τι σημεῖον Ο, τεθὲν ἐνώπιον σώματος σκιεροῦ, ἐκπέμπει κῶνον ἐφαπτομένων ἀκτίνων ΒΟΒ΄ (σχ. 109). Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ σώματος τὰ κείμενα ἔμπροσθεν τῆς γραμμῆς τῆς ἐπαφῆς ΒΓΒ΄ φωτίζονται, πάντα δὲ τὰ ὀπισθεν ταύτης κείμενα εὑρίσκονται ἐν τῷ σκότει. Πάντα τὰ σώματα τὰ εἰσδύοντα ἐν τῷ κολούρῳ κώνῳ ΔΒΒ΄Δ΄Ξὐφίστανται ἔκλειψιν, ἐπὶ κατακορύφου δὲ πετάσματος βλέπομεν ριπτομένην τὴν σκιὰν ΔΔ΄.



Σχ. 109.

Ἐὰν ἀντὶ ἑνὸς μόνου σημείου λάβωμεν φωτοβόλον ἐπιφάνειαν ΑΑ΄ (σχ. 110), πρέπει νὰ φέρωμεν ἐπίπεδα ἐσωτερικὰ καὶ ἐξωτερικὰ ἐφαπτόμενα τοῦ τε φωτοβόλου σώματος καὶ τοῦ σκιεροῦ. Ἐὰν τὰ δύο



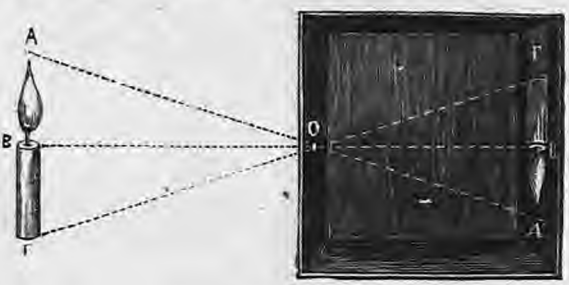
Σχ. 110.

ταῦτα σώματα ἔχωσιν ἐπιφάνειαν ἐκ περιστροφῆς πέριξ ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος, ὡς εἰς τὸ σχῆμα, τὰ μὲν ἐσωτερικὰ ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα θέλουσιν ἔχει ὡς *περιβάλλουσαν* (enveloppe) τὸν κῶνον ΑΑ΄Δ΄Δ, οὗτινος κορυφὴ ἐστὶ τὸ σημεῖον Ο, τὰ δὲ ἐξωτερικὰ ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα τὸν ἐξωτερικὸν κῶνον ΑΑ΄Γ΄Γ. Οὐδεμία ἀκτὶς εἰσδύει εἰς τὸν τελευταῖον τοῦτον κῶνον, ὅστις παράγει ἐπὶ τοῦ πετάσματος τὴ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λείαν σκιάν. Ἀλλ' ὁ χῶρος ὁ περιλαμβανόμενος μεταξὺ τῶν δύο κωνικῶν ἐπιφανειῶν φωτίζεται ἐν μέρει καὶ δεικνύει τὸ καλούμενον *ὑποσκίασμα*. Τὸ σημεῖον Μ, ἐπὶ παραδείγματι, δὲν βλέπει τὸ μέρος ΡΑ′Β′Ν τοῦ φωτοβόλου σώματος, ἀλλὰ μόνον τὸ ἀνώτερον μέρος ΡΑΒΝ· ἐπειδὴ δὲ τὸ φωτίζον τοῦτο μέρος κατ' ἀρχὰς μὲν ἰσοῦται τῷ μηδενί, βαίνει δ' αὐξανόμενον ὅταν τὸ σημεῖον Μ μετατοπίζηται ἀπὸ τοῦ ὁρίου τῆς σκιᾶς εἰς τὸ ὅριον τοῦ ὑποσκιάσματος ΔΟΔ′, ἔπεται ἐκ τούτου ὅτι τὸ ὑποσκίασμα φωτίζεται βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον καὶ ἐπὶ τέλους συγχέεται ἀνεπαισθήτως πρὸς τὸ ἐντελῶς φωτεινὸν μέρος ΔΔ′. Τὸ ἐπὶ τοῦ σκιεροῦ σώματος κείμενον σημεῖον Μ′ ὑπάγεται εἰς τὴν αὐτὴν καὶ τὸ Μ κατηγορίαν, ὅθεν ὑπάρχει καὶ ἐπὶ τοῦ σκιεροῦ σώματος ὑποσκίασμα φωτιζόμενον ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀπὸ τοῦ ΓΓ′ μέχρι τοῦ ΕΕ′.

β′) **Σκοτεινὸς θάλαμος.** Ὅταν αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπορευόμεναι ἐκ φωτοβόλου ἀντικειμένου ΑΒΓ (σχ. 111) εἰσδύωσιν εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διά τινος πολὺ μικρᾶς ὀπῆς Ο, ἀπεικονίζουσιν ἐπὶ τοῦ ἀντιθέτου τοιχώματος τὸ εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἀνεστραμμένον. Τῷ ὄντι μεταξὺ τῶν στοιχειωδῶν δεσμίδων τῶν ἐκπεμπομένων ἀπὸ τοῦ σημείου Α, μία μόνον διέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς Ο καὶ ἀκολουθοῦσα τὴν πορείαν της, φωτίζει τὸ σημεῖον Α′, ἐπίσης τὰ σημεῖα Β καὶ Γ φωτίζουσι τὰ σημεῖα Β′ καὶ Γ′. Τὸ χρῶμα τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ἀντικειμένου, ἡ σχέσις τῶν φωτισμῶν αὐτῶν, πᾶσαι αἱ συνθῆκαι τοῦ σχήματος ἀναπαράγονται ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι πετάσματος, ἔνθα ἀπεικονίζεται εἴδωλον ἀνεστραμμένον ὅμοιον πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Ἐπομένως ὁ ἥλιος ἀπεικονίζεται διὰ κύκλου, καὶ κατὰ τὴν ἔκλειψιν βλέπομεν τὴν σκιὰν εἰσβάλλουσαν βαθμηδὸν ἐπὶ τοῦ εἰδώλου αὐτοῦ, ὅπως αὕτη εἰσβάλλει ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἄστρου, ἀλλ' ἐκ τοῦ ἀντιθέτου πέρατος.

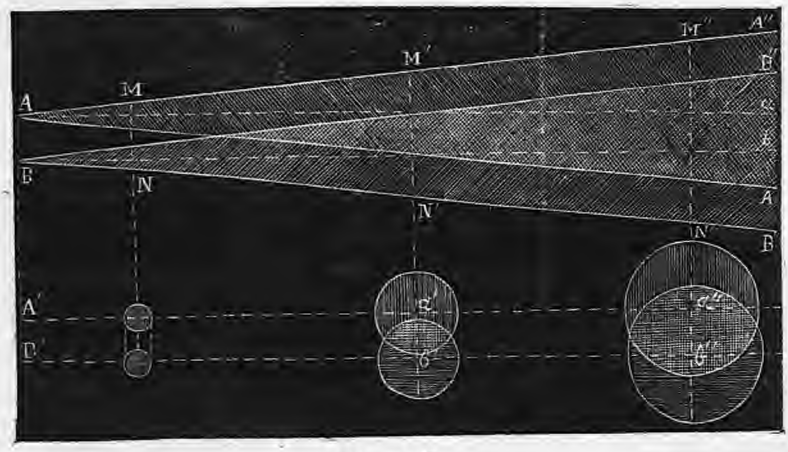


Σχ. 111

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὰ ἐξωτερικὰ ἀντικείμενα, τὰ ὀλίγον πεφωτισμένα, σχηματίζουσιν εἴδωλα δυσκόλως ὁρατά, ἐκτὸς μόνον ἐὰν μεγεθύνωμεν τὴν ὀπὴν Ο· ἀλλὰ τότε ἕκαστον ἐξωτερικὸν σημεῖον ἐκπέμπει κῶνον, ὅστις ἔχει βάσιν τὴν ὀπὴν καὶ σχηματίζει ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι πετάσματος ἐπιφάνειαν πεφωτισμένην ἔχουσαν τὸ σχῆμα τῆς ὀπῆς ὑπὸ μεγέθυνσιν. Τὰ εἴδωλα τῶν πλησίον κειμένων σημείων ἐπιτίθενται ἐπ' ἄλληλα, τὰ δὲ πέρατα αὐτῶν δὲν εἶνε πλέον εὐδιάκριτα ἀλλ' ἡ γενικὴ μορφὴ τοῦ εἰδώλου μένει ὁμοία πρὸς τὸ ἀντικείμενον καὶ δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τῆς ὀπῆς.

Ὑποθέσωμεν, ἐπὶ παραδείγματι, ὅτι ὑπάρχουσιν ἐπὶ τῆς θυρίδος τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου δύο ἐλάχιστοι ὀπαὶ Α καὶ Β (σχ. 112). Ἄγομεν ἀπὸ τῶν σημείων Α καὶ Β τὰς ἀκτῖνας τὰς ἐκπορευομέ-



Σχ. 112

νας ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου· αἱ ἀκτῖνες αὗται εἶνε παράλληλοι καὶ καταλήγουσιν εἰς τὰ σημεῖα *a* καὶ *b* ἐπὶ πετάσματος εἰς τὸ βάθος τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου κειμένου. Ἀλλ' αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκπορευόμεναι ἐκ τῶν περάτων τοῦ ἄστρου καὶ διερχόμεναι διὰ τῶν αὐτῶν σημείων Α καὶ Β εἶνε αἱ γενέτειραι δύο κωνικῶν ἐπιφανειῶν Α'ΑΑ'' καὶ Β'ΒΒ'', ὧν τὸ ἄνοιγμα εἰς τὴν κορυφὴν ἰσοῦται πρὸς 32 πρῶτα λεπτά. Οἱ κῶνοι οὗτοι, οἵτινες εἶνε κατ' ἀρχὰς ἀποκεχωρισμένοι, συμπίπτουσιν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐφ' ὅσον ἀπομακρύνονται τῆς θυρίδος καὶ ἐὰν δεχθῶμεν αὐτοὺς ἐπὶ πετάσματος, ἀπεικονίζουσι κύκλους ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μείζονας *ἀβ'* καὶ

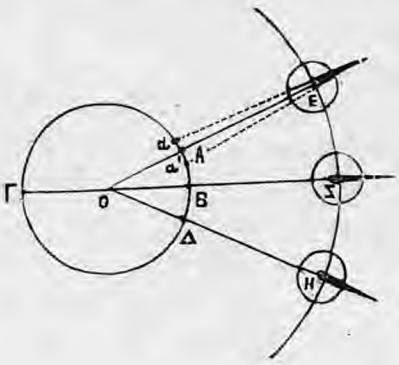
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

α′δ″, οἵτινες εἰς ἱκανὴν ἀπόστασιν φαίνονται σχηματίζοντες ἕνα καὶ μόνον κύκλον. Ὥστε θὰ ἔχωμεν καὶ πάλιν τὸ κυκλικὸν εἴδωλον τοῦ ἡλίου, ἀλλ' ὀλίγον συγκεχυμένον κατὰ τὰ πέρατα.

ΣΗΜ. Τὰ ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ σχηματιζόμενα εἴδωλα, ὡς ἀποτελούμενα ἐκ σημείων πράγματι ἀκτινοβολούντων, καλοῦνται εἴδωλα καθ' ὑπόστασιν, τουτέστι πραγματικά.

Ταχύτης τοῦ φωτός. Ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε μὲν παμμεγίστη ἀλλ' οὐχὶ ἄπειρος· τουτέστι τὸ φῶς, διὰ νὰ μεταβῇ ἀπὸ ἑνὸς σημείου εἰς ἄλλο τοῦ διαστήματος, δαπανᾷ χρόνον τινά, ὅστις εἶνε δυνατὸν νὰ καταμετρηθῇ. Τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς εὗρον διὰ τεσσάρων διαφόρων μεθόδων πρῶτοι οἱ ἀστρονόμοι Roemer καὶ Bradley δι' ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων, εἶτα δὲ οἱ φυσικοὶ Fizeau καὶ Foucault.

Roemer. Πρῶτος ὁ δανὸς ἀστρονόμος Roemer εὗρε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς κατὰ τὰ ἔτη 1675 καὶ 1676 παρατηρῶν τὸν πρῶτον δορυφόρον τοῦ Διός. Ἐπειδὴ τὸ ἐπίπεδον τῆς τροχιᾶς τοῦ δορυφόρου τούτου συμπίπτει σχεδὸν μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τροχιᾶς τοῦ πλανήτου, βλέπει τις τὸν δορυφόρον εἰσερχόμενον περιοδικῶς εἰς τὴν σκιὰν τὴν ῥιπτομένην ὑπὸ τοῦ Διὸς καὶ ἐξαφανιζόμενον ὡς φωτοβόλον σῶμα, ὅπερ σβέννυται ἀναλάμπει καὶ σβέννυται αὖθις κατὰ χρονικὰ διαστήματα, ἅτινα πρέπει νὰ εἶνε ἴσα πρὸς ἄλληλα, διότι ὁ παρερχόμενος χρόνος μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων ἢ δύο διαδοχικῶν ἀναλαμπῶν εἶνε ἴσος τῷ χρόνῳ τῆς περὶ τὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου.



Σχ. 113

Ὅπως ἀνεύρῃ ὁ Roemer τὸν χρόνον τοῦτον, ἐξέλεξε τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ὁ πλανήτης ἦτο εἰς τὸ Ε καὶ ἡ ΓΒ εἰς τὸ α ὀλίγον πρὸ τῆς συζυγίας (σχ. 113)· παρετήρει δὲ τὰς καταδύσεις τοῦ δορυφόρου εἰς τὴν σκιάν, ἤτοι τὰς ἐκλείψεις αἵτινες μόναι ἦσαν ὁραταί· εἶτα, ὅτε ἡ ΓΒ ὑπερέβη τὸ σημεῖον τῆς συζυγίας Α καὶ εὐ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ρίσκετο εἰς τὸ ά, παρετήρει μόνον τὰς ἀναδύσεις ἐκ τῆς σκιᾶς καὶ ἀνέγραφε τὴν χρονικὴν στιγμήν. Κατὰ τὰς παρατηρήσεις ταύτας ἡ ἀπόστασις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ δορυφόρου δὲν μετεβλήθη αἰσθητῶς, εὗρε δὲ οὕτως ὅτι ὁ παρερχόμενος χρόνος μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἢ καταδύσεων ἰσοῦται πρὸς 42 ὥρας 28′ καὶ 35″.

Μετὰ τὴν συζυγίαν ταύτην οἱ δύο πλανῆται Γῆ καὶ Ζεὺς μετεκινήθησαν ἐπὶ τῆς τροχιᾶς αὐτῶν, ἐπειδὴ δὲ ὁ Ζεὺς ἐκτελεῖ τὴν περὶ τὸν Ἥλιον περιφορὰν αὐτοῦ εἰς 11 ἔτη καὶ 10 μῆνας, εὑρίσκετο ἔτι εἰς τὸ Ζ, ὅτε ἡ Γῆ ἔφθασεν εἰς τὸ Γ, ὁπότε εὑρέθησαν οἱ δύο πλανῆται εἰς ἀντιζυγίαν. Ἡ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασις τῶν δύο πλανητῶν ηὐξήθη ὀλίγον κατ' ὀλίγον καθ' ὅλην τὴν διάμετρον τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς. Ἀλλὰ τῆς ἀποστάσεως αὐξανομένης ὁ Roemer παρετήρησεν ὅτι αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ τῶν ἀναδύσεων ἐπεβραδύνοντο κατ' αὐξανομένην ποσότητα, ἥτις ἀνῆλθεν ἐπὶ τέλους εἰς 16′ καὶ 26″, ἐκ τούτου δὲ συνεπέρανεν ὅτι ἡ ὁλικὴ αὕτη ἐπιβράδυνσις παριστᾷ τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ τὴν τελικὴν αὔξησιν τῆς ἀποστάσεως, ἤτοι τὴν διάμετρον ΒΓ τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς.

Ἀπὸ τῆς ἀντιζυγίας ταύτης οἱ δύο πλανῆται πλησιάζουσιν ἀλλήλους. Κατὰ τὴν περίοδον ταύτην αἱ καταδύσεις μόναι εἰσὶν ὁραταὶ καὶ ἐπιταχύνονται μέχρι τῆς ἑπομένης συζυγίας ΔΗ. Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ὁλικὴ ἐπιτάχυνσις ἡ παρατηρηθεῖσα κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην περίοδον ἐξισώθη πρὸς τὴν ὁλικὴν ἐπιβράδυνσιν τὴν παρατηρηθεῖσαν κατὰ τὴν πρώτην περίοδον, ἤτοι πρὸς 16′ καὶ 26″.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ διάμετρος τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς εὑρέθη ἴση πρὸς 76,461,000 λεύγας, διαιρέσαντες ταύτην διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 16′ καὶ 26″, εὗρον τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς ἴσην πρὸς 77,000 λεύγας ἢ 308,000 χιλιόμετρα.

Ὅπως ἀκριβέστερον κατανοήσωμεν τὴν μέθοδον τοῦ Roemer, καλέσωμεν Δ τὸ χρονικὸν διάστημα τῶν 42 ὡρῶν 28′ καὶ 35″ τὸ παρερχόμενον μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἢ καταδύσεων, ὅταν ὁ Ζεὺς καὶ ἡ Γῆ εὑρίσκωνται εἰς συζυγίαν καὶ ἔστω Ν ἡ χρονολογικὴ στιγμὴ ἀναδύσεώς τινος κατὰ τὴν συζυγίαν. Ἐὰν ὁ χρόνος Δ εἶνε ἀκριβῶς ὁ χρόνος μιᾶς περιφορᾶς, ἔπρεπεν ἡ ἑκατοστὴ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

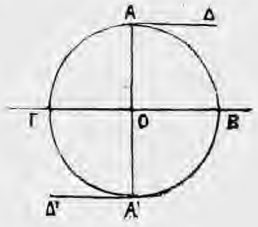
ἀνάδυσις νὰ λάβῃ χώραν ἀκριβῶς κατὰ τὴν χρονολογικὴν στιγμὴν N + 100, Δ ἔνθα τὸ 100 Δ εἶνε ἴσον πρὸς 6 περίπου μῆνας ὅτε οἱ πλανῆται εὑρίσκονται εἰς ἀντιζυγίαν, ἀλλ' ἀντὶ τούτου γίνεται κατὰ τὴν χρονολογικὴν στιγμὴν N+100 Δ + (1δ′·26″) ἤτοι ἐπιβραδύνεται κατὰ 16′ καὶ 26″·· ἡ διακοσιοστὴ γίνεται ἀκριβῶς κατὰ τὴν χρονολογικὴν στιγμὴν N+200Δ, ἔνθα τὸ 200Δ ἴσον πρὸς ἓν περίπου ἔτος, ὅτε οἱ πλανῆται εὑρίσκονται καὶ πάλιν εἰς συζυγίαν καὶ ἡ ἐπιβράδυνσις τῶν ἀναδύσεων μηδενίζεται.

Τῆς μεθόδου ταύτης ἀντιλαμβανόμεθα κάλλιον διὰ τοῦ ἑξῆς παραδείγματος· ὑποθέσωμεν ὅτι ἱστάμεθα ἐπὶ ἀτμαμάξης ἀναχωρούσης ἔκ τινος σταθμοῦ καὶ κινουμένης μετὰ παμμεγίστης ταχύτητος, καὶ ὅτι εἰς τὸν σταθμὸν εὑρίσκεται πυροβολητὴς πυροβολῶν κατὰ χρονικὰ διαστήματα ἴσα πρὸς ἓν δευτερόλεπτον. Τὸν πρῶτον μετὰ τὴν ἀναχώρησιν πυροβολισμὸν θέλομεν ἀκούσει οὐχὶ μετὰ 1″ ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς ἀναχωρήσεως, ἀλλὰ μετὰ χρόνον 1 + α, διότι ὁ ἦχος δαπανᾷ χρόνον τινὰ α ὅπως διανύσῃ τὸ διάστημα, ὅπερ διέτρεξεν ἤδη ἡ ἀτμάμαξα. Ὡσαύτως τὸν δεύτερον πυροβολισμὸν θέλομεν ἀκούσει μετὰ χρόνον 2 + 2 α καὶ τὸν δέκατον μετὰ χρόνον 10 + 10α ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς ἀναχωρήσεως, ἔνθα 10α παριστᾷ τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ ὁ ἦχος διὰ νὰ διανύσῃ τὸ διανυθὲν ὑπὸ τῆς ἀτμαμάξης διάστημα. Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἀτμάμαξα ἐπανέρχεται πρὸς τὸν σταθμὸν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος ἄνευ ἀπωλείας χρόνου, ἤδη, ἐπειδὴ ἐρχόμεθα εἰς συνάντησιν τοῦ ἤχου, ἀκούομεν τὸν 15 λ. χ. πυροβολισμὸν μετὰ χρόνον 15 + 5α ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς ἀναχωρήσεως καὶ τὸν εἰκοστὸν μετὰ χρόνον 20 δευτερολέπτων, ἤτοι καθ' ἣν στιγμὴν πράγματι παράγεται, διότι ἐπανήλθομεν εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως. Γνωρίζοντες τὸ διάστημα, ὅπερ διήνυσεν ἡ ἀτμάμαξα κατὰ μίαν διεύθυνσιν καὶ προσδιορίζοντες τὸν χρόνον 10α, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου. Εἰς τὰς παρατηρήσεις τοῦ Roemer ἡ ἀτμάμαξα παριστᾷ τὴν γῆν, οἱ δὲ πυροβολισμοὶ ἀντικαθίστανται διὰ τῶν ἐκλείψεων ἢ ἀναλαμπῶν τοῦ δορυφόρου τοῦ Διός.

Ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε τοιαύτη, ὥστε τὸ φῶς διανύει τὸ μεταξὺ ἡλίου καὶ γῆς διάστημα εἰς 8′ καὶ 17″ περίπου, ἤτοι περιέρχεται ἑπτάκις ἢ ὀκτάκις τὴν γηΐνην σφαῖραν ἐν ἑνὶ δευτερολέπτῳ.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Bradley. Ἑξήκοντα ἔτη βραδύτερον, τῷ 1728, ὁ ἀστρονόμος Bradley ἀνεῦρεν ἄλλην τινὰ ἀνωμαλίαν γενικωτέραν καὶ ἐπιδεκτικὴν ἀκριβεστέρας καταμετρήσεως. Ὅταν ἡ Γῆ εὑρίσκηται εἰς τὸ σημεῖον Α τῆς τροχιᾶς αὐτῆς καὶ φέρηται κατὰ τὴν ἐφαπτομένην ΑΔ (σχ. 114), βλέπομεν εἰς τὴν πραγματικὴν θέσιν αὐτῶν τοὺς δύο ἀστέρας τοὺς εὑρισκομένους εἰς τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης ταύτης· ἀλλὰ πάντες οἱ ἀστέρες, οἵτινες κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην εὑρίσκονται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΑΑ′ τοῦ καθέτου τῇ ἐφαπτομένῃ, ἐκτρέπονται κατὰ τὴν φορὰν τῆς ΑΔ κατὰ γωνίαν ἴσην πρὸς 20″,445. Μετὰ ἓξ μῆνας ἡ Γῆ εὑρίσκεται εἰς τὸ Α′, καὶ οἱ αὐτοὶ ἀστέρες ὑφίστανται ἴσην μὲν ἀλλ᾽ ἀντιθέτου φορᾶς ἐκτροπήν· ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον ΑΑ′ στρέφεται κατὰ 360 μοίρας εἰς ἓν ἔτος, τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐπέρχεται διαδοχικῶς ἐπὶ ὅλων τῶν ἀστέρων τοῦ οὐρανοῦ. Οἱ ἐπὶ τῆς ἐκλειπτικῆς κείμενοι ἀστέρες δὶς τοῦ ἔτους εὑρίσκονται εἰς τὴν προέκτασιν ἐφαπτομένης τινὸς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς τῆς Γῆς καὶ ἐπομένως αἰωροῦνται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου αὐτῆς κατὰ 20″,445 ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς μέσης αὐτῶν θέσεως, διαγράφοντες εὐθεῖαν γραμμήν. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ δύο κείμενοι εἰς τοὺς πόλους τῆς ἐκλειπτικῆς, οἵτινες πάντοτε ἐκτρέπονται κατὰ 20″, 445 πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης διαγράφοντες κύκλους. Τέλος πάντες οἱ ἀστέρες οἱ μὴ κείμενοι οὔτε εἰς τοὺς πόλους τῆς ἐκλειπτικῆς οὔτε εἰς τὸ ἐπίπεδον αὐτῆς φαίνονται κινούμενοι ἐπὶ ἐλλείψεων κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον ἐπιμήκων. Αἱ ἀξιοσημείωτοι αὗται περιπτώσεις ἀποτελοῦσι τὴν καλουμένην *ἐκτροπὴν ἢ περιπλάνησιν τοῦ φωτὸς* (aberration), ἣν ὁ Bradley ἐξήγησεν εὐχερῶς ὡς ἐξῆς.



Σχ. 114.

Ὅταν παρατηρῶμεν ἀστέρα, τὸ φῶς δαπανᾷ χρόνον τινὰ θ, ὅπως διανύσῃ διὰ τῆ. ταχύτητός του Τ τὸ μῆκος ΑΒ τοῦ τηλεσκοπίου (σχ. 115). Κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον θ πάντα τὰ σημεῖα τῆς Γῆς διήνυσαν διάστημά τι ἴσον καὶ παράλληλον τῷ ΑΑ′ διὰ τῆς κατὰ τὴν τροχιὰν ταχύτητος τ τῆς Γῆς· ἐκ τούτου ἕπεται, ὅτι, ἀφ᾽ ἧς στιγμῆς ἀκτὶς φωτὸς εἰσδύει εἰς τὸν ἀντοφθάλμιον ἢ ἀντικειμενικὸν φακὸν Α τοῦ τηλεσκοπίου, μέχρι τῆς στιγμῆς καθ᾽ ἣν φθάνει εἰς

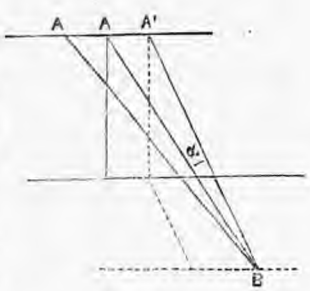
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὸν προτοφθάλμιον Β, ὁ ἀντοφθάλμιος οὗτος φακὸς μεταφέρεται εἰς τὸ Α′, καὶ ἡ διεύθυνσις τοῦ ἄξονος τοῦ τηλεσκοπίου, ἥτις θὰ ἦτον ἡ εὐθεῖα ΑΒ ἂν ἡ Γῆ ἔμενεν ἀκίνητος, γίνεται Α′Β ἕνεκα τοῦ ἐκτοπισμοῦ τῆς Γῆς. Ἔχομεν δὲ

$$\frac{\eta\mu\, a}{\eta\mu\ AA'B} = \frac{AA'}{AB} = \frac{\tau}{T}.$$

$$\text{ὅθεν } \eta\mu\, a = \frac{\tau}{T}\ \eta\mu\ AA'B.$$

Τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς a εἶνε ἐπομένως ἴσον τῷ λόγῳ τῶν ταχυτήτων τῆς Γῆς καὶ τοῦ φωτὸς ἐπὶ τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας, ἣν σχηματίζει ἡ διεύθυνσις Α′Β τοῦ τηλεσκοπίου μετὰ τῆς ΑΑ′, ἥτις εἶνε ἡ διεύθυνσις τῆς κινήσεως τῆς Γῆς ἐπὶ τῆς τροχιᾶς της κατὰ τὴν ὡρισμένην ταύτην στιγμήν. Ἡ γωνία a εἶνε ἴση τῷ μηδενὶ ἢ μεγίστη, ἐὰν ἡ γωνία ΑΑ′Β εἶνε ἴση τῷ μηδενὶ ἢ ἴση πρὸς 90 μοίρας. Ἐπομένως δὲν ὑπάρχει ἐκτροπὴ διὰ τοὺς ἀστέρας τοὺς κειμένους κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΑ′ τῆς κινήσεως τῆς Γῆς· εἶνε δὲ μεγίστη καὶ ἴση πρὸς $\frac{\tau}{T}$ διὰ τοὺς ἀστέρας, τοὺς εὑρισκομένους εἰς ἐπίπεδον κάθετον τῇ κινήσει ταύτῃ.



Σχ. 115

Ἀλλὰ τὸ μέγιστον τῆς γωνίας a ἐμετρήθη καὶ εὑρέθη ἴσον πρὸς 20″,445. Ἔχομεν ἐπομένως σχέσιν ἁπλουστάτην μεταξὺ τῆς ταχύτητος τῆς Γῆς καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, σχέσιν, δι' ἧς δυνάμεθα νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν μίαν τῶν ποσοτήτων τούτων, ἐὰν ἡ ἄλλη εἶνε γνωστή, διότι $\frac{\tau}{T} = \eta\mu 20'',445$. Οἱ ἀστρονόμοι εὗρον δι' ἄλλων ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων, ὅτι ἡ ταχύτης τ τῆς Γῆς ἰσοῦται πρὸς 7,6 λεύγας. Διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου εὑρίσκομεν τὸ Τ, ἤτοι τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός, ὁ δ' εὑρεθεὶς οὕτως ἀριθμὸς διαφέρει μόνον κατὰ τὸ $\frac{1}{100}$ ἐκείνου, ὃν εὗρεν ὁ Roemer.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἵνα κατανοήσωμεν κάλλιον τὴν μέθοδον ταύτην, ὑποθέσωμεν πλοῖον προχωροῦν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΑ′ (σχ.115) καὶ βλῆμα ἐρχόμενον κατὰ τὴν ΑΒ. Ἂν τὸ πλοῖον ἔμενεν ἀκίνητον, τὸ βλῆμα ἤθελε διαπεράσει τὰ πλευρά του εἰς δύο ἀντίθετα σημεῖα Α καὶ Β κείμενα κατὰ τὴν πραγματικὴν διεύθυνσιν τῆς ριπῆς· ἐπὶ κινουμένου ὅμως πλοίου δὲν συμβαίνει τὸ αὐτό, διότι, ὅταν τὸ βλῆμα διατρέχῃ τὸ διάστημα ΑΒ, τὸ πλοῖον προχωρεῖ κατὰ τὸ ΑΑ′ καὶ τὸ σημεῖον Α μετατίθεται εἰς Α′. Ἑπομένως, ἐν ᾧ τὸ βλῆμα διήνυσε τὴν ὁδὸν ΑΒ, φαίνεται ὡσεὶ διήνυσε τὴν εὐθεῖαν Α′Β, ἥτις δίδει τὴν φαινομένην διεύθυνσιν τῆς ριπῆς.

Ὅθεν, γνωστῆς οὔσης τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς α καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ πλοίου τ εὑρίσκομεν τὴν ταχύτητα τοῦ βλήματος Τ, καὶ ἀντιστρόφως, γνωστῆς οὔσης τῆς ταχύτητος τοῦ βλήματος, εὑρίσκομεν τὴν ταχύτητα τοῦ πλοίου. Τὸ μὲν πλοῖον παριστᾷ τὴν Γῆν, τὸ δὲ βλῆμα τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνα τὴν εἰσδύουσαν εἰς τὸ τηλεσκόπιον.

Μετὰ τὰς ἀστρονομικὰς ταύτας ἐρεύνας οἱ φυσικοὶ Fizeau καὶ Foucault ἠσχολήθησαν περὶ τὴν μέτρησιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτὸς ἐπὶ τῆς Γῆς διὰ συσκευῶν, περὶ ὧν πραγματευόμεθα μετὰ τὴν περιγραφὴν τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων, ὧν ἡ γνῶσις προαπαιτεῖται πρὸς κατανόησιν τῶν μεθόδων τούτων.

Ἔντασις τοῦ φωτός. — Καλοῦσιν *ἔντασιν τοῦ φωτὸς* τὴν ποσότητα, ἣν τοῦτο ἐκπέμπει καθέτως ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος εὑρισκομένου εἰς ἀπόστασιν ἴσην τῇ μονάδι.

Ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς νόμους.

α′) Ἡ ἔντασις τοῦ καθέτως εἰς τινα ἐπιφάνειαν προσπίπτοντος φωτὸς εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀπὸ τῆς φωτεινῆς πηγῆς ἀποστάσεων τῆς ἐπιφανείας.

β′) Ἡ ἔντασις τοῦ πλαγίως εἰς τινα ἐπιφάνειαν προσπίπτοντος φωτὸς εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας, ἣν σχηματίζουσιν αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες μετὰ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας.

Ὁ πρῶτος τῶν δύο νόμων ἀποδεικνύεται διὰ συλλογισμοῦ ὡς ἐξῆς.

Ἐὰν εἰς τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας, ἧς ἡ ἀκτὶς εἶνε α, φαντασθῶμεν φωτεινὸν σημεῖον φωτίζον τὴν ἐντὸς ἐπιφάνειαν ἀπὸ τῆς σφαίρας, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας δέχεται φωτι-

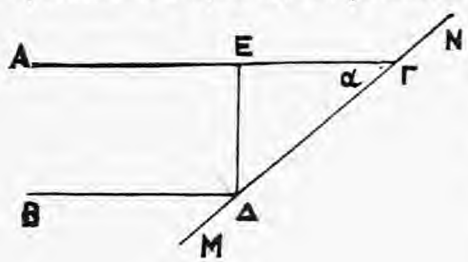
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σμὸν $\varepsilon = \frac{\Phi}{4\pi\alpha^2}$, ἐὰν διὰ τοῦ Φ παραστήσωμεν τὴν ὅλην ποσότητα τοῦ ἐκπεμπομένου φωτὸς. Ἐὰν ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας γένηται Α, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς θὰ δεχθῇ ποσότητα φωτισμοῦ $\varepsilon_1 = \frac{\Phi}{4\pi A^2}$, ἀλλ' ὁ λόγος $\frac{\varepsilon}{\varepsilon_1} = \frac{A^2}{\alpha^2}$, ὅπερ ἀποδεικνύει τὸν πρῶτον νόμον.

Ἡ ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς ἐν τῷ κενῷ ἐπέρχεται, ὅταν αἱ ἀκτῖνες ἀποκλίνωσιν, οὐχὶ δὲ καὶ ὅταν εἶνε παράλληλοι. Ἐλάττωσιν ὑφίστανται αἱ παράλληλοι φωτειναὶ ἀκτῖνες ἐν τοῖς διαφανέσι μέσοις, οἷον ἐν τῷ ἀέρι, ἐν τῷ ὕδατι, διότι ἐντὸς αὐτῶν ἐπέρχεται ἀπορρόφησις τοῦ φωτός.

Ὁ δεύτερος νόμος ἀποδεικνύεται ὡσαύτως διὰ συλλογισμοῦ ὡς ἑξῆς.

Ἔστω δέσμη φωτεινῶν ἀκτίνων παραλλήλων ΑΓ, ΒΔ (σχ. 116), ἥτις προσπίπτουσα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ΜΝ σχηματίζει μετ' αὐτῆς γωνίαν $\text{ΑΓΔ} = \alpha$. Ἡ ποσότης τοῦ φωτὸς Π ἡ προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΓΔ εἶνε ἡ αὐτὴ τῇ προσπιπτούσῃ καθέτως ἐπὶ τῆς ΕΔ. Αἱ δὲ μονάδες τῶν ἐπιφανειῶν τούτων δέχονται ἑκάστη φωτισμὸν



Σχ. 116.

$$\Phi = \frac{\Pi}{\text{ΕΔ}} \text{ καὶ } \varphi = \frac{\Pi}{\text{ΓΔ}}, \text{ ὅθεν } \frac{\varphi}{\Phi} = \frac{\text{ΕΔ}}{\text{ΓΔ}}. \text{ ἀλλὰ } \text{ΕΔ} = \text{ΓΔ}\eta\mu\alpha$$

ἐπομένως

$$\frac{\varphi}{\Phi} = \eta\mu\alpha \text{ καὶ } \varphi = \Phi\eta\mu\alpha.$$

Ὁ τύπος οὗτος παριστᾷ τὸν δεύτερον νόμον, διότι ἐξ αὐτοῦ ἐξάγεται ὅτι ἡ ποσότης τοῦ φωτισμοῦ, ἣν δέχεται ἡ μονὰς τῆς κεκλιμένης ὡς πρὸς τὰς ἀκτῖνας ἐπιφανείας, ἰσοῦται τῇ ποσότητι, ἣν δέχεται ἡ μονὰς τῆς καθέτου ὡς πρὸς τὰς ἀκτῖνας ἐπιφανείας ἐπὶ τὸ ἡμί-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τονον τῆς γωνίας, ἣν σχηματίζουσιν αἱ ἀκτῖνες μετ' αὐτῆς. Ἐὰν $\alpha = 90^0$, τότε $\varphi = \Phi$ ἤτοι μέγιστον· ἐὰν $\alpha = 0$ καὶ $\varphi = 0$.

Μονὰς φωτός. — Πρὸς εὕρεσιν τῆς ἐντάσεως φωτιστικῆς τινος πηγῆς πρέπει νὰ συγκρίνωμεν ταύτην πρὸς ἄλλην λαμβανομένην ὡς μονάδα. Αἱ ἐν χρήσει μονάδες εἰσὶ τὸ καλούμενον bec Carcel, ἤτοι τὸ φῶς, ὅπερ παρέχει λύχνος τοῦ Carcel καίων 42 γραμμάρια καθαροῦ κραμβελαίου (huile de colza) καθ' ὥραν καὶ τὸ Candle, ἤτοι τὸ φῶς τὸ παραγόμενον ὑπὸ λαμπάδος ἐκ σπέρματος κήτους καὶ καταναλίσκον 10 γραμμάρια καθ' ὥραν. Μία μονὰς Carcel ἰσοδυναμεῖ πρὸς 8 ἕως 9 Candles. Μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε ἡ μονὰς Carcel, ἥτις θεωρεῖται σταθερωτέρα.

Φωτόμετρα.— Τὰ ὄργανα ταῦτα χρησιμεύουσι πρὸς εὕρεσιν τῆς σχετικῆς ἐντάσεως δύο φώτων. Αἱ φωτομετρικαὶ μέθοδοι στηρίζονται ἐπὶ τοῦ ἑξῆς νόμου, ὅστις εἶνε συμπέρασμα τοῦ πρώτου νόμου, ὃν ἀκολουθεῖ ἡ ἔντασις τοῦ φωτός.

Αἱ ἐντάσεις δύο φωτιστικῶν πηγῶν, αἵτινες ὑπὸ τὰς αὐτὰς συνθήκας εὑρισκόμεναι φωτίζουσιν ἐπίσης ἐπιφάνειάν τινα, εἰσὶν ἀπ' εὐθείας ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας.

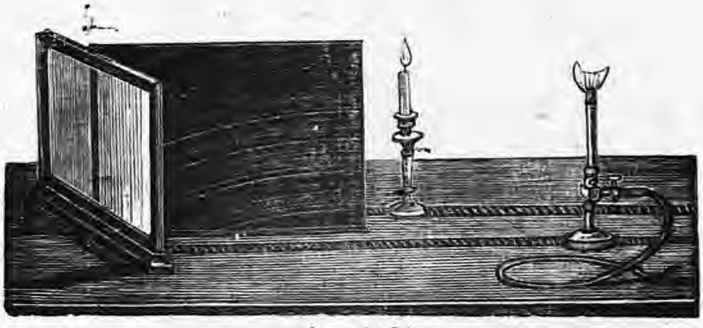
Ἔστωσαν E καὶ E′ αἱ ἐντάσεις δύο φωτιστικῶν πηγῶν, αἵτινες φωτίζουσιν ἐξίσης ἐπιφάνειαν τιθεμένην εἰς διαφόρους ἀποστάσεις δ καὶ δ′ ἀπὸ τῶν πηγῶν τούτων, ἀλλ' ὁμοίως πρὸς αὐτὰς ἐστραμμένην. Αἱ ποσότητες τοῦ φωτισμοῦ, ἃς ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας δέχεται παρὰ τῶν δύο τούτων φωτιστικῶν πηγῶν, εἶνε $\frac{E}{4\pi\delta^2}$ καὶ $\frac{E'}{4\pi\delta'^2}$· ἀλλ' αὗται εἶνε ἴσαι· ὅθεν $\frac{E}{E'} = \frac{\delta^2}{\delta'^2}$.

Πόρισμα τοῦ νόμου τούτου εἶνε, ὅτι μία λαμπὰς τιθεμένη εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ ὡρισμένης ἐπιφανείας φωτίζει αὐτὴν τοσοῦτον, ὅσον τέσσαρες ὁμοιαι λαμπάδες εὑρισκόμεναι εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν, ἢ ἐννέα εἰς ἀπόστασιν τριπλασίαν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῶν φωτομέτρων.

Ἓν ἐκ τῶν ἁπλουστέρων φωτομέτρων σύγκειται ἐκ λευκῆς ὑάλου ἡμιδιαφανοῦς (σχ. 117) καὶ μὴ λείας ἢ ἐκ λευκοῦ χάρτου κατακορύφως διατεθειμένου ἐντὸς πλαισίου, εἰς τὸ μέσον τοῦ ὁποίου ὑπάρ-

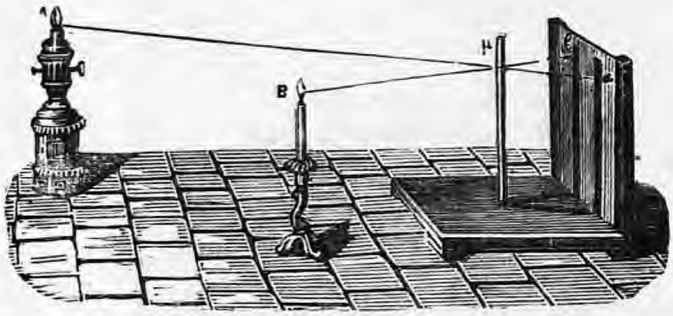
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χει κατακόρυφον σκιερὸν διάφραγμα· ἑκατέρωθεν τούτου τοποθετοῦμεν δύο φῶτα ἀνίσου ἐντάσεως εἷον μίαν λαμπάδα ἐκ τοῦ ἑνὸς μέρους καὶ λαμπτῆρα φωταερίου ἐκ τοῦ ἑτέρου. Ἑκάτερον τῶν μερῶν τῆς ὑαλίνης πλακὸς φωτίζεται ἀνίσως ὑπὸ τοῦ ἀντιστοιχοῦντος



(Σχ. 117)

φωτός. Ἀφίνοντες τὴν λαμπάδα εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακός, πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν τὸν ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους λαμπτῆρα, μέχρις ὅτου εὕρωμεν θέσιν τινά, καθ' ἣν τὰ δύο μέρη τῆς ὑαλίνης πλακὸς νὰ φωτίζωνται ἐπίσης. Ἐὰν τότε μετρήσωμεν τὰς ἀποστάσεις τοῦ λαπτῆρος καὶ τῆς λαμπάδος ἀπὸ τῆς ὑαλίνης πλακὸς, καὶ ὑψώσαντες εἰς τὸ τετράγωνον τοὺς ἀριθμούς, οἵτινες ἐκφράζουσι τὰς ἀποστάσεις ταύτας, λάβωμεν τὸν λόγον τῶν τετραγώνων, θέλομεν εὕρει τὴν σχετικὴν ἔντασιν τῶν δύο φώτων.

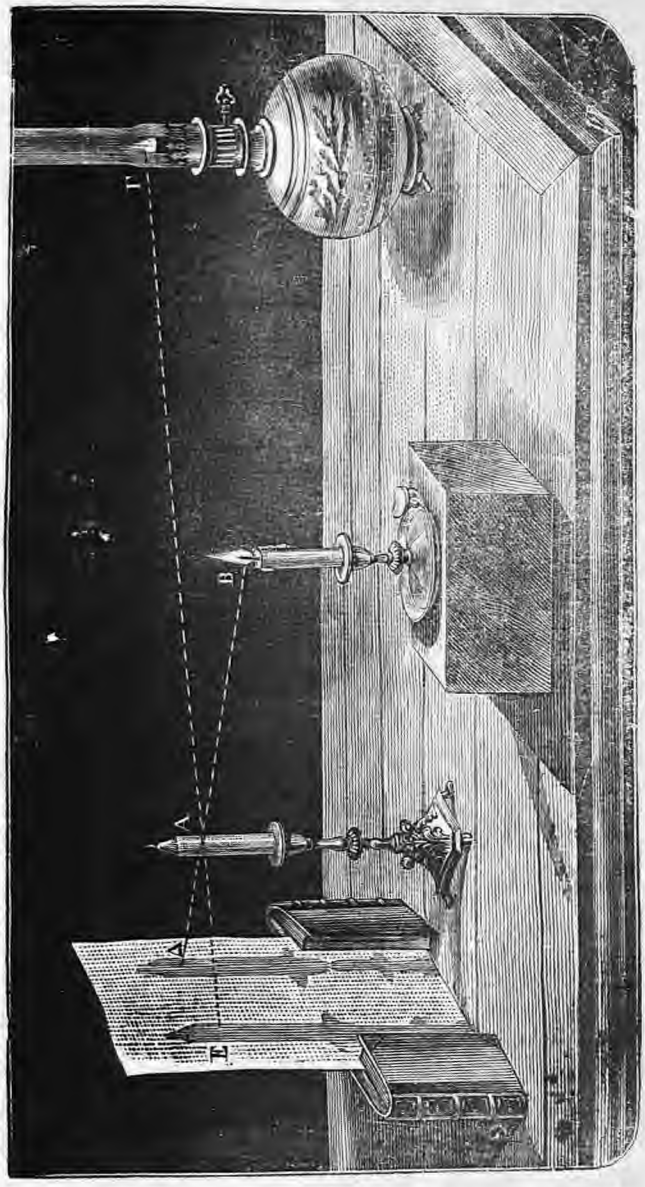


Σχ. 118.

Ἐὰν π.χ. ἡ ἀπόστασις τοῦ λαμπτῆρος εἶνε ἴση πρὸς 3, τῆς δὲ λαμπάδος ἴση πρὸς 2, ἡ σχετικὴ ἔντασις τῶν φώτων εἶνε ἴση πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀριθμῶν 9 καὶ 4, Ἤτοι τὸ φῶς τοῦ λαμπτῆρος ἔχει

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἔνταsιν ὀλίγον τι ἀνωτέραν τοῦ διπλασίου τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς τῆς λαμπάδος.



Πρόχειρον φωτόμετρον.

ΕΔ τεμάχιον λευκοῦ χάρτου, ὅστερ διὰ δύο βιβλίων στηρίζομεν κατακορύφως ἐπὶ τραπέζης. Α κηρίον ἐνδεσμεύον, χρησιμεῦον ὡς σκιερὸν στέλεχος: Β καὶ Γ λαμπὰς καὶ λαμπτῆρ, ὧν πρόκειται νὰ συγκρίνωμεν τὰς φωτιστικὰς δυνάμεις.

Τὸ (σχ. 118) παριστᾷ μέθοδον ἁπλουστάτην, δι' ἧς δυνάμεθα νὰ παραβάλλωμεν τὴν φωτιστικὴν δύναμιν φωτεινῶν πηγῶν, οἷον στεα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τικῆς λαμπάδος καὶ λαμπτῆρος διὰ πετρελαίου. Πρὸς τοῦτο εἰς τὸ ἄκρον τραπέζης στηρίζομεν ὅσον τὸ δυνατὸν κατακορύφως λευκὴν ὕαλον ἢ τεμάχιον χάρτου παχέος. Πρὸ τοῦ χάρτου τούτου καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν θέτομεν κατακορύφως σκιερὸν στέλεχος μ, πέραν δὲ τούτου πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς τραπέζης τοποθετοῦμεν τὰς δύο φωτιστικὰς πηγὰς Α καὶ Β, ὧν πρόκειται νὰ συγκρίνωμεν τὴν ἔντασιν, οὕτως ὥστε ἡ φλὸξ αὐτῶν νὰ εὑρίσκηται εἰς τὸ αὐτὸ ἀπὸ τῆς τραπέζης ὕψος. Ἐπειδὴ πειρώμεθα ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ, ἐπὶ τοῦ τεμαχίου τοῦ χάρτου βὰ ριφθῶσι δύο σκιαὶ α καὶ β, ἡ μὲν ὑπὸ τῆς λαμπάδος ἡ δὲ ὑπὸ τοῦ λαμπτῆρος παραγόμεναι. Ἐὰν αἱ περὶ ὧν ὁ λόγος δύο φωτιστικαὶ πηγαὶ ἀπέχωσιν ἐξ ἴσου ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος, αἱ δύο σκιαὶ δὲν θὰ εἶνε ἰσοβαθεῖς, ἀλλ' ἡ μὲν ὑπὸ τοῦ λαμπτῆρος ριπτομένη σκιὰ α θὰ εἶνε σκοτεινοτέρα, διότι τὸ μέρος τοῦτο τοῦ χάρτου φωτίζεται μόνον ὑπὸ τῆς λαμπάδος Β, ἡ δὲ ὑπὸ τῆς λαμπάδος ριπτομένη σκιὰ β θὰ εἶνε φωτεινοτέρα ὡς φωτιζομένου τοῦ μέρους τούτου ὑπὸ τῆς ἐντατικωτέρας φωτιστικῆς πηγῆς, ἤτοι τοῦ λαμπτῆρος Α. Ἐὰν νῦν ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος τὸν λαμπτῆρα Α, ἡ σκιὰ β καθίσταται σκοτεινοτέρα. Ἀπομακρύνομεν ἤδη τὸν λαμπτῆρα ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε αἱ δύο σκιαὶ α καὶ β νὰ λάβωσι τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Τοῦτο σημαίνει, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς ἀμφοτέρων τῶν φωτιστικῶν πηγῶν εἰς τὴν ἀπόστασιν, εἰς ἣν ὁ χάρτης εὑρίσκεται ἀπ' αὐτῶν, εἶνε ἡ αὐτή. Ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ λαμπτὴρ εὑρίσκεται εἰς μείζονα ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος ἢ ἡ λαμπάς, ἕπεται ὅτι ἡ ἀπόλυτος φωτιστικὴ δύναμις τοῦ λαμπτῆρος εἶνε μείζων τῆς λαμπάδος. Μετροῦμεν νῦν τὰς ἀποστάσεις ἑκατέρων τῶν φωτιστικῶν πηγῶν ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος, ἤτοι τὰς ἀποστάσεις Αβ καὶ Βα. Ἂν ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ ἀπόστασις Βα εἶνε ἴση πρὸς ἓν ὑποδεκάμετρον, ἡ δὲ Αβ ἴση πρὸς 2 ἢ 3 ὑποδεκάμετρα, ἡ φωτιστικὴ δύναμις τοῦ λαμπτῆρος θὰ εἶνε τετράκις ἢ ἐννεάκις μεγαλητέρα τῆς φωτιστικῆς δυνάμεως τῆς λαμπάδος. Ἂν ἐν γένει ἡ ἀπόστασις Βα=δ καὶ Αβ=δ′, θέλομεν ἔχει

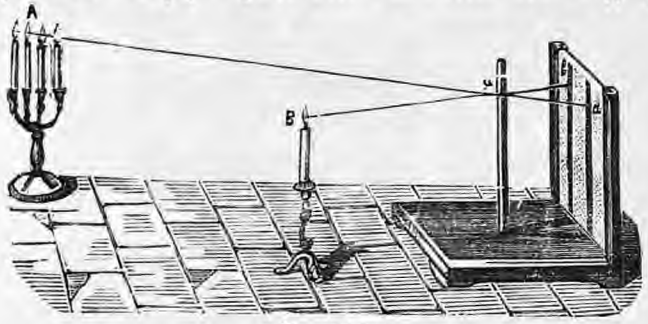
$$\frac{\text{Ἔντασις Α}}{\text{Ἔντασιν Β}} = \frac{\delta'^2}{\delta^2}.$$

Διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀργάνου ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς ἀληθῆ τὸν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τρίτον νόμον τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός. Οὕτω π. χ. ἐὰν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ τοποθετήσωμεν ἀφ' ἑνὸς μὲν μίαν λαμπάδα B (σχ. 119) εἰς ἀπόστασιν ὡρισμένην ἀπὸ τοῦ ὑαλίνου διαφράγματος, ἀφ' ἑτέρου δὲ 4 ὁμοίας λαμπάδας A εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν, βλέπομεν ὅτι αἱ σ·ιαὶ α καὶ β τοῦ στιλέχους μ ἐπὶ τῆς λευκῆς ὑάλου εἶνε ἰσοβαθεῖς.

Φωτόμετρον τοῦ Bunsen.— Τοῦτο σύγκειται ἔκ τινος διαφράγματος ἐκ λευκοῦ χάρτου, ὅπερ καθιστῶμεν περὶ τὸ μέσον ἡμιδιαφανὲς ἐπιθέτοντες κηλῖδα διὰ λιπαρᾶς οὐσίας. Ἐὰν τοποθετήσωμεν δύο διάφορα φῶτα ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ διαφράγματος,



Σχ. 119

τότε ἡ κηλὶς φαίνεται ἀμαυρά, ὁ δὲ περὶξ χάρτης λαμπρότερος αὐτῆς ἐκ τοῦ μέρους πρὸς ὃ ὁ χάρτης φωτίζεται πλειότερον, τοὐναντίον ἡ κηλὶς φαίνεται λαμπροτέρα, ὁ δὲ περὶξ χάρτης ἀμαυρότερος ἐκ τοῦ μέρους τοῦ ἧττον φωτιζομένου· τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι πλεῖον φῶς διέρχεται διὰ τῆς κηλῖδος, ὀλιγώτερον δὲ διασκεδάννυται ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτῆς προσπίπτοντος, ἐν ᾧ ἐπὶ τοῦ λοιποῦ χάρτου πλεῖον διασκεδάννυται, ὀλιγώτερον δὲ διέρχεται. Ὅταν μεταθέσωμεν τὸν χάρτην οὕτως ὥστε ἡ κηλὶς νὰ ἐξαφανισθῇ, τότε ὁ χάρτης φωτίζεται ἐπίσης ἑκατέρωθεν, αἱ δὲ ἐντάσεις τῶν δύο φώτων εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος. Τοποθετοῦντες δύο ἐπίπεδα κάτοπτρα ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ διαφράγματος, βλέπομεν ταυτοχρόνως καὶ παρακειμένως τὰς δύο ὄψεις τοῦ χαρτίνου διαφράγματος καὶ ἀνευρίσκομεν ἀκριβέστερον τὴν θέσιν, καθ' ἣν ἡ κηλὶς ἐντελῶς ἀφανίζεται.

Φωτόμετρον τοῦ Wheatstone. Τὸ φωτόμετρον τοῦτο σύγκειται ἰδίως ἔκ τινος λείου καὶ στίλβοντος μεταλλικοῦ σφαιριδίου P (σχ. 120), ὅπερ φέρεται ἐπὶ μικροῦ δίσκου ἐκ φελλοῦ, στηρι-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ζομένου ἐπὶ τοῦ ἄξονος μικροῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ 6, οὗτινος οἱ ὀδόντες ἐμπλέκονται μετὰ τῶν ὀδόντων ὀδοντωτῆς στεφάνης. Ἡ στεφάνη αὕτη στηρίζεται ἐπὶ κυλινδρικῆς πυξίδος, κατὰ τὸ μέσον τῆς ὁποίας διέρχεται ἄξων τιθέμενος εἰς περιστροφικὴν κίνησιν διὰ τοῦ στροφάλου Α, δι' οὗ στρέφεται ἡ ἀκτὶς α καὶ ὁ μικρὸς ὀδοντωτὸς τροχὸς 6. Ἕνεκα τούτου τὸ μικρὸν μεταλλικὸν σφαιρίδιον, μετέχον τῆς διπλῆς ταύτης κινήσεως, διαγράφει κλειστὴν καμπύλην ἔχουσαν τὸ σχῆμα ῥόδακος (rosace). Ἔστωσαν ἤδη δύο φῶτα Μ καὶ Ν, ὧν πρόκειται νὰ παραβάλωμεν τὰς ἐντάσεις. Τοποθετοῦμεν μεταξὺ αὐτῶν τὸ φωτόμετρον, οὗτινος τὸ στρόφαλον Α στρέφομεν ταχέως. Τὰ δύο λάμποντα σημεῖα, τὰ παραγόμενα ἐκ τῆς ἀνακλάσεως τῶν ἀκτίνων, τῶν ἐκπορευομένων ἐκ τῶν δύο φωτιστικῶν πηγῶν ἐπὶ δύο ἀντιθέτων σημείων τοῦ σφαιριδίου Ρ, παράγουσι δύο φωτεινὰς καμπύλας, ὡς παρίσταται ἐπὶ τοῦ (σχ. 121). Ἐὰν ἡ ἑτέρα τῶν φωτεινῶν γραμμῶν εἶνε λαμπροτέρα τῆς ἄλλης, π. χ. τοῦ φωτὸς Μ, πλησιάζομεν τὸ φωτόμετρον πρὸς τὸ ἄλλο φῶς, μέχρις ὅτου αἱ δύο καμπύλαι παρουσιάσωσι τὴν αὐτὴν λαμπρότητα. Μετροῦντες τὰς ἀποστάσεις τῶν δύο φώτων ἀπὸ τοῦ φωτομέτρου καὶ λαμβάνοντες τὸν λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων, ἔχομεν τὴν σχετικὴν ἔντασιν τῶν δύο φώτων.

Σχ. 120.

Σχ. 121.

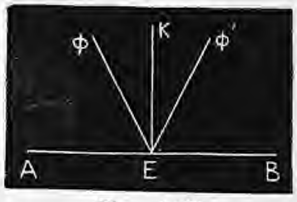
ΠΕΡΙ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες, αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τὰ διάφορα σώματα, ἐν μέρει μὲν ἀπορροφῶνται ὑπ' αὐτῶν, ἐν μέρει δὲ διέρχονται διὰ τῶν σωμάτων, ἐὰν ταῦτα εἶνε διαφανῆ, ὅτε συνήθως διαθλῶνται. Ἀλλὰ μέρος τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος προσπιπτουσῶν ἀκτίνων διασκεδάννυται καὶ διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε τραχεῖα. Ἕνεκα τοῦ διαχεομένου τούτου φωτὸς καθίστανται ὁρατὰ τὰ ἀντικείμενα κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ σώματος εἶνε λεία καὶ στιλπνή, ἀποτρέπεται τὸ φῶς καθ' ὡρισμένην διεύθυνσιν, ἤτοι ἀνακλᾶται. Ἐὰν π. χ. ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ῥίψωμεν δέσμην φωτεινῶν ἀκτίνων ἐπὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀργυρᾶς ἐπιπέδου πλακὸς λείας καὶ στιλπνῆς, βλέπομεν τὴν κανονικὴν ἀνάκλασιν, διότι ἡ προσπίπτουσα δέσμη λαμβάνει ὡρισμένην διεύθυνσιν, ἐὰν ὅμως ἐπὶ τοῦ κατόπτρου τούτου ῥίψωμεν λεπτοτάτην κόνιν, οἷον λυκοπόδιον, τὸ φῶς διασκορπίζεται ἀκανονίστως καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Ἔστω ΑΒ (σχ. 122) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος καὶ λεία καὶ ΦΕ ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην καὶ σχηματίζουσα μετὰ τῆς καθέτου ΚΕ ἐπὶ τῆς ἀνακλώσης ἐπιφανείας, τῆς ἀγομένης ἐκ τοῦ σημείου τῆς προσπτώσεως Ε, γωνίαν ΦΕΚ καλουμένην *γωνίαν προσπτώσεως*. Ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀνακλᾶται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ΕΦ' καὶ σχηματίζει μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου γωνίαν ΚΕΦ', καλουμένην *γωνίαν ἀνακλάσεως*.



Σχ. 122)

Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

α) Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πάντοτε τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως.

β) Τὸ ἐπίπεδον ΦΕΦ', ὅπερ ὁρίζει ἥ τε προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, εἶνε ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν. Ἑπομένως, ἐὰν ἀκτίς τις προσπίπτῃ καθέτως, ἀνακλᾶται πάλιν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν. Ἐὰν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως αὐξηθῇ, αὐξάνεται καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως.

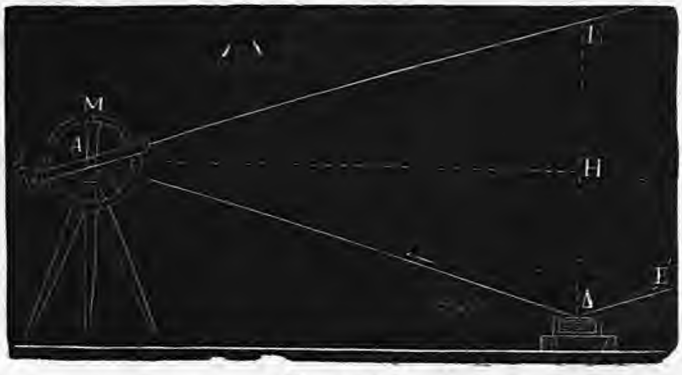
Σχ. 123.

Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς δι' ὀργάνου συγκειμένου ἐξ ὀρειχαλκίνου δίσκου (σχ. 123) ὑποδιηρημένου εἰς μοίρας, οὗτινος τὸ ἐπίπεδον διατίθεται κατακορύφως. Ὁ κύκλος οὗτος φέρει κατὰ τὴν ὁριζόντιον αὐτοῦ διάμετρον ἐπίπεδον κάτοπτρον μ, ὅπερ διατίθεται ὁριζοντίως, ἐπὶ δὲ τῆς περιφερείας δύο ὀρειχαλκίνους μικροὺς κανόνας κινητοὺς περὶ τὸ κέντρον τοῦ δίσκου, ἐξ ὧν ὁ μὲν φέρει μικρὰν ὐαλίνην

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πλάκα P ἀδιαφανῆ, ὁ δὲ μικρὸν διάτρητον δίσκον N καὶ πρὸς τούτοις μικρὸν κινητὸν κάτοπτρον M. Τούτων οὕτως ἐχόντων, διὰ τοῦ κατόπτρου M διευθύνομεν τὴν ἐπ' αὐτοῦ ἀνακλωμένην ἀκτῖνα ΣM, οὕτως ὥστε νὰ διέλθῃ διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δίσκου N καὶ νὰ προσπέσῃ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου μ κατὰ τὸ κέντρον τοῦ κυκλικοῦ δίσκου. Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν μP καὶ πίπτει ἐπὶ τῆς ὑαλίνης πλακὸς P, ἣν μετακινοῦμεν, μέχρις οὗ ἡ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου μ ἀνακλασθεῖσα ἀκτὶς προσπέσῃ εἰς τὸ κέντρον τῆς πλακὸς P, ὁπότε μετροῦντες τὰ τόξα NA καὶ PA εὑρίσκομεν ὅτι εἶνε ἴσα. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν τὴν ἰσότητα τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως. Ἀλλὰ καὶ ὁ δεύτερος νόμος εἶνε ἀληθής, διότι ἀνευρίσκομεν τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου, ὅπερ εἶνε κάθετον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου μ.

Ἀλλὰ κάλλιον ἀποδεικνύονται οἱ νόμοι οὗτοι ὡς ἑξῆς· λαμβάνομεν κυκλικὸν ὀρειχάλκινον δίσκον M (σχ. 124) διηρημένον εἰς μοίρας, οὗτινος τὸ ἐπίπεδον διατίθεται κατακορύφως καὶ ἐπομένως καθέτως ἐπὶ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ἠρεμοῦντος ὑδραργύρου Δ



Σχ. 124.

ἐν δοχείῳ, ὅπερ καλεῖται *τεχνητὸς ὁρίζων*. Ὁ κυκλικὸς δίσκος φέρει κατὰ τὸ κέντρον ἄξονα, περὶ ὃν στρέφεται διόπτρα ἐν ἐπιπέδῳ παραλλήλῳ τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου καὶ ἐπομένως κατακορύφῳ. Διὰ τῆς διόπτρας παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον ἀπ' εὐθείας ἀπλανῆ τινα ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν AE κείμενον· εἶτα στρέφομεν τὴν διόπτραν πρὸς τὴν κατοπτρικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου καὶ βλέπομεν ἐντὸς αὐτῆς τὸ εἴδωλον τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΔA.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Μετροῦντες τὰς γωνίας ΕΑΗ καὶ ΔΑΗ, ἃς σχηματίζουσιν αἱ ἀκτῖνες ΕΑ καὶ ΔΑ μετὰ τῆς ὁριζοντίου ΑΗ, καὶ αἵτινες παριστῶσι τὸ αἰσθητὸν ὕψος τοῦ ἀστέρος, εὑρίσκομεν ὅτι εἶνε ἴσαι. Ἑπομένως καὶ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως Ε′ΔΕ ἰσοῦται τῇ γωνίᾳ τῆς ἀνακλάσεως ΕΔΑ. Καὶ ὄντως ἡ κάθετος ΕΔ ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου εἶνε κάθετος καὶ ἐπὶ τὴν ὁριζόντιον ΑΗ, τὸ δὲ τρίγωνον ΕΑΔ εἶνε ἰσοσκελὲς καὶ αἱ γωνίαι ΑΔΕ καὶ ΑΕΔ εἶνε ἴσαι. Ἀλλ' αἱ ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἀστέρος ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες Ε′Δ καὶ ΕΑ εἶνε παράλληλοι, ἑπομένως αἱ γωνίαι ΑΕΔ καὶ ΕΔΕ′ εἶναι ἴσαι, ὅθεν καὶ ἡ γωνία Ε′ΔΕ=ΕΔΑ, ὅπερ ἐπρόκειτο ν' ἀποδειχθῇ. Ἀλλὰ καὶ ὁ δεύτερος νόμος ἀποδεικνύεται, διότι ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς Ε′Δ ὡς παράλληλος τῇ ΑΕ εὑρίσκεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΕΑΔ τῶν δύο ἀξόνων τῆς διόπτρας, τὸ δὲ ἐπίπεδον τοῦτο, ὡς παράλληλον τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ δίσκου, εἶνε κατακόρυφον καὶ ἑπομένως κάθετον ἐπὶ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ἠρεμοῦντος ὑδραργύρου.

Ἔντασις τοῦ κανονικῶς ἀναλωμένου καὶ τοῦ ἀκανονίστως διαχεομένου φωτός. — Τὸ ποσὸν τοῦ κανονικῶς ἀνακλωμένου φωτὸς μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Οὕτω, ἐπὶ τῆς ὑάλου καὶ τῶν διαφανῶν ἐν γένει οὐσιῶν ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ εἶνε 0,05 ὑπὸ γωνίαν 20^0 καὶ 0,546 ὑπὸ γωνίαν 80^0. Τὸ δὲ ποσὸν τοῦ ἀκανονίστως διαχεομένου φωτὸς ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς λειότητος τῆς ἐπιφανείας, τῆς φύσεως τοῦ σώματος, τοῦ χρώματος καὶ ἐκ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Οὕτω, αἱ λευκαὶ καὶ ἀμαυραὶ οὐσίαι, οἷον ὁ λευκὸς χάρτης, διαχέουσι τὸ πλεῖστον τοῦ φωτός, ἰδίως ὅταν τοῦτο προσπίπτῃ καθέτως. Ὅσον τὸ φῶς προσπίπτῃ πλαγίως, τόσον ἡ διαχυτικὴ δύναμις ἐλαττοῦται, διὰ τοῦτο δὲ ἡ λαμπρότης λευκοῦ χάρτου πλαγίως φωτιζομένου μειοῦται, ἀλλ' ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις αὐξάνεται. Τοιουτοτρόπως παρατηροῦντες ἐπὶ λευκοῦ χάρτου πολὺ πλαγίως τὴν φλόγα λαμπάδος τετοποθετημένης ὀλίγον τι ὑπεράνω τοῦ φύλλου τοῦ χάρτου, ὥστε αἱ ἀκτῖνες νὰ προσπίπτωσι πολὺ πλαγίως, δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὸ εἴδωλον τῆς φλογὸς ἐπὶ τοῦ χάρτου ἀπεικονιζόμενον.

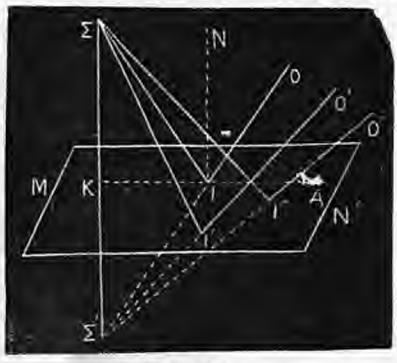
Κάτοπτρα.—Καλεῖται κάτοπτρον πᾶν σῶμα, ὅπερ ἔχον ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνήν, ἀνακλᾷ κανονικῶς τὸ φῶς κατὰ τοὺς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἤδη ἐκτιθέντας νόμους. Διακρίνουσι κάτοπτρα ἐπίπεδα, σφαιρικά, κοῖλα ἢ κυρτά. παραβολικά, κυλινδρικά, κωνικὰ κ.τ.λ.

α΄) Κάτοπτρα ἐπίπεδα. — Καλοῦνται ἐπίπεδα κάτοπτρα τὰ ἔχοντα ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνήν.

Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων.— 1ον. Ὅταν τὸ φωτοβόλον εἶνε ἓν σημεῖον. — Ἔστω φωτοβόλον τι σημεῖον Σ (σχ. 125) κείμενον ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου ΜΝ΄. Ἔστω ΣΙ μία τῶν πολλῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐκπορευόμεναι ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου Σ προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καὶ ἀνακλῶνται. Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΙΟ, σχηματίζουσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως ΝΙΟ ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως ΣΙΝ. Εἶνε εὔκολον νὰ δειχθῇ, ὅτι ἡ ἀκτὶς αὕτη προεκβαλλομένη κατ' ἀντίθετον φορὰν θέλει συναντήσει τὴν ἐκ τοῦ σημείου Σ καταβιβαζομένην εἰς τὸ κάτοπτρον κάθετον ΣΚ εἷς τι σημεῖον Σ΄ συμμετρικὸν τοῦ Σ ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΜΝ΄. Καὶ ὅτι μὲν θέλει συναντήσει τὴν κάθετον εἶνε πρόδηλον, διότι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς ΙΟ κεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΣΙΟ τῷ περιέχοντι καὶ τὴν κάθετον ΝΙ καὶ τὴν παράλληλον αὐτῇ κάθετον ΣΚ. Ὅτι δὲ ΣΚ=ΚΣ΄, τοῦτο συμπεραίνομεν ἐκ τῆς ἰσότητος τῶν τριγώνων ΣΚΙ καὶ Σ΄ΚΙ, ἀτινα ὀρθογώνια ὄντα ἔχουσι τὰς γωνίας ΣΙΚ καὶ Σ΄ΙΚ ἴσας, ὡς ἀμφοτέρας ἴσας τῇ αὐτῇ γωνίᾳ ΟΙΑ, καὶ τὴν πλευρὰν ΚΙ κοινήν. Ἑπομένως ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς ΙΟ προεκβαλομένη ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου τέμνει τὴν ἐκ τοῦ φωτοβόλου σημείου Σ εἰς τὸ κάτοπτρον ἠγμένην κάθετον εἷς τι σημεῖον Σ΄ ἀπέχον ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ὅσον καὶ τὸν φωτοβόλον σημεῖον Σ, τουτέστιν εἰς σημεῖον συμμετρικὸν τοῦ Σ ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου ΜΝ΄. Εἶνε δὲ φανερὸν, ὅτι τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα ἐκ τοῦ φωτοβόλου Σ ἀγομένην καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπρου ἀνακλωμένην. Ὥστε πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ σημείου Σ ἐκπορευόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες, αἱ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι καὶ ἀνακλώμεναι, λαμβάνουσι τοιαύτας διευθύνσεις



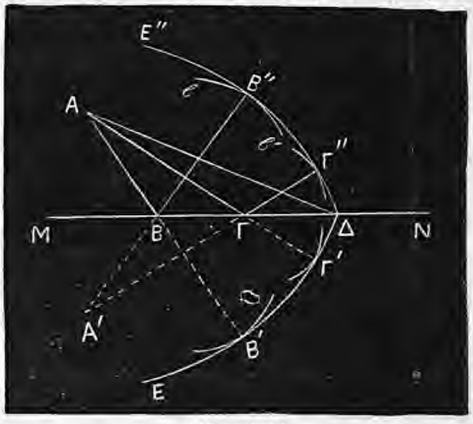
Σχ. 125.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὡσεὶ ἐξεπέμποντο ἐκ τοῦ συμμετρικοῦ σημείου Σ′. Μέρος δὲ τῶν ἀνακλασθεισῶν ἀκτίνων εἰσδῦον εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ΟΟ′ προξενεῖ ἐπ' αὐτοῦ τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν, ὡσεὶ ἡ δέσμη αὕτη ἤρχετο ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τοῦ σημείου Σ′, οὕτω δὲ ὁ ὀφθαλμὸς ὑπολαμβάνει ὅτι τὸ σημεῖον Σ εἶνε φωτοβόλον, ἐνῷ πράγματι δὲν εἶνε τοιοῦτον. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται *εἴδωλον κατ' ἔμφασιν*, τουτέστιν ἰδανικόν, τοῦ φωτεινοῦ σημείου Σ.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν, ὅτι τὸ ἀπὸ ἐπιπέδου κατόπτρου προνῦπτον εἴδωλον φωτεινοῦ σημείου κεῖται ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου ἐπὶ τῆς καθέτου τῆς ἠγμένης εἰς τὸ κάτοπτρον ἐκ τοῦ φωτεινοῦ σημείου καὶ εἰς ἴσην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν.

Ἐξήγησις τῆς ἀνακλάσεως διὰ τῆς θεωρίας τῶν κυμάνσεων.— Ἔστω ΜΝ ἐπίπεδον κάτοπτρον καὶ Α φωτοβόλον σημεῖον (σχ. 126). Τὸ φῶς διαδίδεται καθ' ὁμοκέντρους σφαιρικὰς ἐπιφανείας, ἐξ ὧν μία θὰ ἦτο καὶ ἡ σφαιρικὴ ἐπιφάνεια ΔΓ′Β′Ε, ἂν δὲν ὑπῆρχε τὸ κάτοπτρον ΜΝ. Ἀλλ' ἤδη πρὶν ἢ ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ αἰθέρος φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον Δ, τὰ ἐνδιάμεσα σημεῖα Β καὶ Γ τοῦ κατόπτρου καθίστανται κέντρα παλμικῆς κινήσεως ἐκπέμποντα πρὸς τὰ ἄνω σφαιρικὰ κύματα.

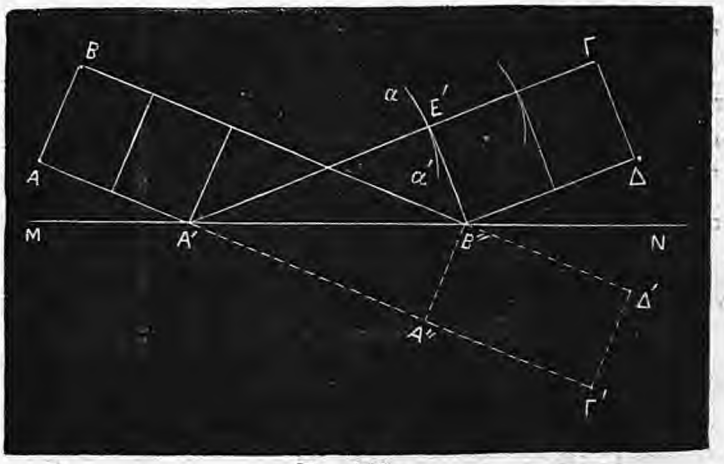


(Σχ. 126)

Ἀφ' ἧς δὲ στιγμῆς τὸ φωτεινὸν σφαιρικὸν κῦμα συναντήσῃ τὸ σημεῖον Β μέχρις ἐκείνης, καθ' ἣν φθάνει εἰς Δ, τὸ σημεῖον Β πάλλεται καὶ μεταδίδει τὴν παλμικὴν αὐτοῦ κίνησιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας ϐϐ′ εἰς ἀπόστασιν ΒΒ″ ἴσην πρὸς ΒΒ′. Ὡσαύτως τὸ σημεῖον Γ ἄρχεται παλλόμενον μετὰ τὸ Β καὶ πρὸ τοῦ Δ. Ὅταν δὲ τὸ φωτεινὸν κῦμα φθάσῃ εἰς τὸ Δ, ἡ ἐκ τοῦ σημείου Ι′ ἐκπορευομένη παλμικὴ κίνησις φθάνει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σφαίρας, ἧς ἡ ἀκτὶς ΓΓ′ εἶνε ἴση πρὸς ΓΓ′. Ἐπαναλαμβάνοντες τὸ αὐτὸ διὰ πάντα τὰ μεταξὺ τοῦ Β καὶ τοῦ Δ σημεῖα, θέλομεν ἔχει ἀπειρίαν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ὡς ἡ ϐϐ′, αἵτινες πᾶσαι

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

περιβάλλονται διὰ τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας Ε″Δ συμμετρικῆς τῆς ΕΔ ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΜΝ, ἧς τὸ κέντρον ἔσται τὸ Α′. Ἡ σφαιρικὴ αὕτη ἐπιφάνεια Ε″Β″Γ″Δ εἶνε τὸ ἀνακλώμενον σφαιρικὸν κῦμα, ὅπερ



Σχ. 127.

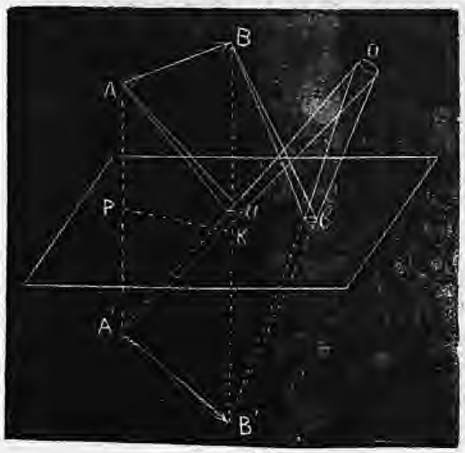
φαίνεται ὡς ἐκπορευόμενον ἐκ τοῦ σημείου Α′. Αἱ ἀκτῖνες δὲ τῆς σφαιρικῆς ταύτης ἐπιφανείας εἶνε αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες.

Δι' ὁμοίας κατασκευῆς εὑρίσκομεν τὴν ἀνακλωμένην δέσμην, ὅταν αἱ ἀκτῖνες εἶνε παράλληλοι, ὡς αἱ ἡλιακαί, τουτέστιν ὅταν τὸ μέτωπον τοῦ φωτεινοῦ κύματος ΑΒ (σχ. 127) εἶνε ἐπίπεδον. Ὅταν τοῦτο συναντήσῃ τὸ κάτοπτρον ΜΝ, τὸ σημεῖον Α′ ἄρχεται παλλόμενον· μέχρι δὲ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν τὸ μέτωπον τοῦ κύματος φθάσῃ εἰς Β″, τὸ Α′ μεταδίδει τὴν παλμικὴν κίνησιν εἰς ἀπόστασιν Α′Ε′ ἴσην πρὸς Α′Α″. Ἐὰν λοιπὸν διαγράψωμεν σφαῖραν ἔχουσαν κέντρον τὸ Α′ καὶ ἀκτῖνα Α′Ε′ ἴσην πρὸς Α′Α″, αὕτη θέλει δείξει τὸ μέρος τῆς ἀφίξεως τοῦ εἰς τὸ σημεῖον Α′ ἀνακλασθέντος κύματος. Ἐπαναλαμβάνοντες τὴν αὐτὴν κατασκευὴν διὰ πάντα τὰ μεταξὺ Α′ καὶ Β″ σημεῖα, θὰ ἔχωμεν ἀπειρίαν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ὡς ἡ αα′, αἵτινες θὰ ἔχωσιν ἓν κοινὸν ἐφαπτόμενον ἐπίπεδον περιβάλλον αὐτάς, τὸ Β″Ε′, ὅπερ εἶνε τὸ νέον μέτωπον τοῦ κύματος συμμετρικὸν τοῦ Α″Β″, ἡ δὲ ἀνακλωμένη δέσμη Α′Ι′Δ βαίνει συμμετρικῶς τῇ Α′Γ′Δ′.

2ον **Εἴδωλον φωτεινοῦ ἀντικειμένου ἐν ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ.** Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν ἤδη τὸ εἴδωλον οἱουδήποτε φωτει-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νοῦ σώματος, οἷον τοῦ βέλους ΑΒ (σχ. 128), ἀρκεῖ νὰ εὕρωμεν τὸ εἴδωλον ἑκάστου σημείου. Οὕτω τὸ εἴδωλον τοῦ Α εἶνε τὸ Α′ ἐπὶ τῆς καθέτου ΑΑ′ ὡσαύτως τὸ τοῦ Β τὸ Β′ καὶ ἑπομένως τὸ εἴδωλον τοῦ βέλους ΑΒ εἶνε τὸ Α′Β′. Ὁ ὀφθαλμὸς εὑρισκόμενος ἄνωθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὸ σημεῖον Ο δέχεται τὰς ἀποκλινούσας ἀνακλωμένας δέσμας αΟ καὶ βΟ, ὧν αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ συνέρχονται εἰς τὰ σημεῖα Α′ καὶ Β′, οὕτω δὲ βλέπει τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον Α′Β′. Τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου ἐντὸς ἐπιπέδου κατόπτρου εἶνε μὲνσυμμετρικὸν τοῦ ἀντικειμένου ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου ἀλλ' οὐχὶ ἐφαρμόσιμον. Οὕτω τείνοντες τὸν δεξιὸν ἡμῶν βραχίονα ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου βλέπομεν ὅτι τὸ εἴδωλον ἡμῶν τείνει τὸν ἀριστερόν.



Σχ. 128.

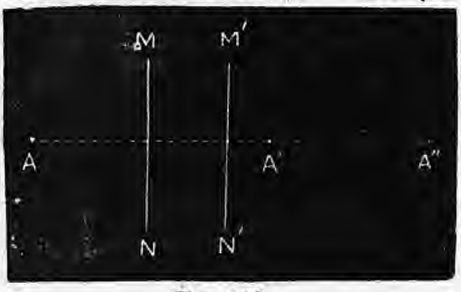
Ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει τὸ ἀντικείμενον ΑΒ καὶ τὸ εἴδωλον αὐτοῦ Α′Β′, εἶνε φανερὸν ὅτι εἶνε διπλασία τῆς γωνίας, ἣν σχηματίζει τὸ ἀντικείμενον ΑΒ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ κατόπτρου, ἤτοι ΒΑΑ′Β′=2 ΒΑΡΚ. Ἐξ οὗ ἕπεται, ὅτι κατακόρυφον ἀντικείμενον φαίνεται ὁριζοντίως κείμενον ἐντὸς κατόπτρου κεκλιμένου κατὰ γωνίαν 45^0 καὶ τἀνάπαλιν ὁριζόντιον ἀντικείμενον ἀπεικονίζεται κατακορύφως.

Ὅταν ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς γίνηται ἐπὶ λείας μὲν ἀλλὰ διαφανοῦς ἐπιφανείας, τὰ εἴδωλα φαίνονται μὲν ἀλλ' ἀμυδρῶς, διότι μέγα μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτὸς διαπερᾷ τὴν οὐσίαν. Τούτου ἕνεκα τὰ συνήθη ὑάλινα κάτοπτρα ἐπαργυροῦνται ἐπὶ τῆς ἀντιθέτου αὐτῶν ἐπιφανείας καὶ τότε τὰ εἴδωλα φαίνονται ὡς ἐπὶ ἀδιαφανοῦς λειοτάτου σώματος. Ἀλλ' ὅμως δύνανται τὰ διαφανῆ κάτοπτρα νὰ παρέχωσιν εἴδωλα ζωηρότατα, ὅταν τὰ ἀντικείμενα, ἅτινα εἰκονίζουσι, φωτίζωνται ἰσχυρῶς, ἐν ᾧ συγχρόνως ὁ ὄπισθεν τοῦ διαφανοῦς κατόπτρου χῶρος ὁ περιβάλλων τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

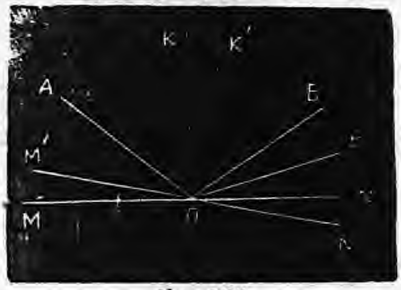
εὑρίσκεται εἰς τὸ σκότος, ὡς ὅταν βλέπωμεν λαμπτῆρα καθαρῶς ἀπεικονιζόμενον ἐν ὑαλοπίνακι θυρίδος, ὅταν ἐκτὸς εἶνε σκότος.

Μετάστασις τοῦ εἰδώλου. Ἐὰν τὸ κάτοπτρον ΜΝ μεταθέσωμεν παραλλήλως ἑαυτῷ εἰς τὸ Μ΄Ν΄ εἴς τινα ἀπόστασιν ΜΜ΄ ἴσην α (σχ. 129) τὸ εἴδωλον τοῦ φωτοβόλου σημείου Α. ὅπερ σχηματίζεται εἰς Α΄, ἤτοι εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τούτου ἴσην πρὸς δ, θέλει σχηματισθῆ ἤδη εἰς τὸ σημεῖον Α΄΄, ἤτοι εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου Α ἴσην πρὸς 2 (δ+α). Ἡ ἀπόστασις Α΄Α΄΄ παριστᾷ τὴν καλουμένην *μετάστασιν* τοῦ εἰδώλου· αὕτη ἰσοῦται τῇ διαφορᾷ ΑΑ΄΄—ΑΑ΄=Α΄Α΄΄, ἤτοι ἡ μετάστασις τοῦ εἰδώλου εἶνε ἴση πρὸς 2(δ+α)—2δ=2α τουτέστι διπλασία τῆς μεταθέσεως τοῦ κατόπτρου. Οὕτω, ἐάν τις μεταφέρῃ κάτοπτρον, ἐ ώ ιον τοῦ ὁποίου ἱστάμεθα, παραλλήλως ἑαυτῷ κατὰ ἓν μέτρον, τὸ εἴδωλον ἡμῶν μετατίθεται κατὰ δύο μέτρα.



Σχ. 129.

Κατόπτρου στρεφομένου κατά τινα γωνίαν ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς στρέφεται κατὰ γωνίαν διπλασίαν. Ἔστω ΜΝ (σχ. 130) τὸ κάτοπτρον, ΑΟ ἡ προσπίπουσα καὶ ΟΒ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, ὧν ἡ γωνία ΑΟΒ εἶνε διπλασία τῆς γωνίας τῆς προσπτώτεως ΑΟΚ καὶ ἴση πρὸς 2ω, ἐὰν καλέσωμεν ω τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως ΑΟΚ. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ κάτοπτρον κατὰ γωνίαν ΜΟΜ΄=α καὶ φέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν θέσιν Μ΄Ν΄, ἡ τῆς προσπτώσεως γωνία αὐξάνεται κατὰ α καὶ γίνεται ω+α, διότι καὶ ἡ κάθετος ΟΚ στρέφεται κατὰ τὴν γωνίαν α λαμβάνουσα τὴν θέσιν ΟΚ΄. Ἡ δὲ γωνία ΑΟΒ΄, ἣν σχηματίζουσιν ἡ ἀκτὶς τῆς προσπτώσεως καὶ ἡ τῆς ἀνακλάσεως, γίνεται 2(ω+α)=2ω+2α, ἤτοι αὐξήθη κατὰ 2α. Ὥστε ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς στρέφεται κατὰ 2α, ἤτοι κατὰ γωνίαν διπλασίαν τῆς γωνίας, καθ' ἣν ἐστράφη τὸ κάτοπτρον.

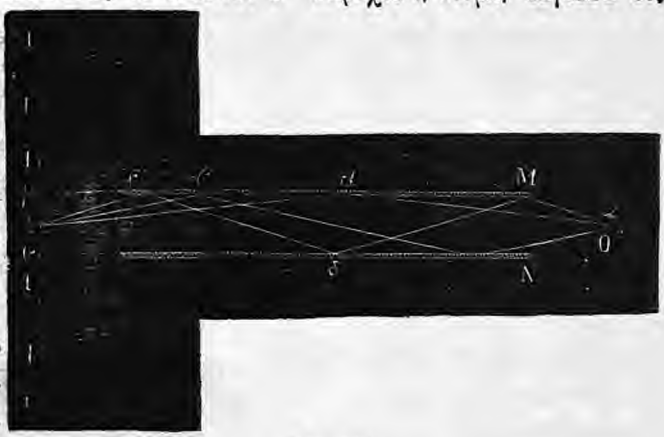


Σχ. 130.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων. Ἔστωσαν Μ καὶ Ν (σχ. 131) δύο παράλληλα κάτοπτρα καὶ Λ φωτεινόν τι σημεῖον. Τοῦτο θέλει σχηματίσει ὄπισθεν τοῦ Μ τὸ πρῶτον αὐτοῦ εἴδωλον Ι συμμετρικὸν τοῦ Λ ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον Μ. Τὸ εἴδωλον τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς κέντρον ἀκτινοβολήσεως καὶ νὰ δώσῃ ὄπισθεν τοῦ Ν νέον εἴδωλον Ι′ συμμετρικὸν τοῦ Ι ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον Ν. Τὸ δεύτερον τοῦτο εἴδωλον ἐπίσης θέλει δώσει τρίτον εἴδωλον Ι″ ὄπισθεν τοῦ Μ καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐκ τοῦ σχήματος 131 καταφαίνεται πῶς ἡ δέσμη Λα, ἅπαξ ἀνακλωμένη ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Μ, παρέχει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν Ο τὸ πρῶτον εἴδωλον τοῦ φωτεινοῦ σημείου Λ εἰς ἀπόστασιν μΙ=μΛ. Εἶτα ἡ δέσμη Λβ, ἀνακλωμένη ἅπαξ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Μ καὶ εἶτα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Ν, παρέχει τὸ δεύτερον εἴδωλον Ι′ εἰς ἀπόστασιν νΙ′=νΙ. Ὡσαύτως τὸ εἴδωλον Ι″ παρέχει ἡ δέσμη ΛγδΜΟ δὶς ἀνακλασθεῖσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Μ καὶ ἅπαξ ἐπὶ τοῦ Ν· τὸ εἴδωλον τοῦτο κεῖται εἰς ἀπόστασιν μΙ″=μΙ′ οὕτω δ' ἔχομεν πρώτην τινὰ σειρὰν εἰδώλων.



Σχ. 131

Ἡ δευτέρα σειρὰ τῶν εἰδώλων ι, ι′, ι″ σχηματίζεται καθ' ὅμοιον τρόπον δι' ἀκτίνων ἐκπορευομένων ἐκ τοῦ φωτοβόλου σημείου Λ καὶ προσπιπτουσῶν κατὰ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Ν καὶ εἶτα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Μ.

Ἡ πορεία τῶν ἀκτίνων, ἥτις παρέχει ὡρισμένον εἴδωλον, οἷον τὸ Ι″ εἰς τὸν ὀφθαλμὸν κατέχοντα ὡρισμένην θέσιν Ο, εὑρίσκεται, ἐὰν ἐνώσωμεν δι' εὐθείας τὸ εἴδωλον Ι″ μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ Ο, τὸ δὲ σημεῖον Μ, εἰς ὃ ἡ εὐθεῖα αὕτη τέμνει τὸ κάτοπτρον, ἐνώσωμεν μετὰ τοῦ εἰδώλου Ι′ διὰ τῆς εὐθείας ΜΙ′, καὶ πάλιν τὸ σημεῖον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δ εἰς ὃ ἡ εὐθεῖα ΜΙ′ τέμνει τὸ κάτοπτρον Ν ἐνώσωμεν μετὰ τοῦ εἰδώλου Ι καὶ τέλος τὸ σημεῖον γ, εἰς ὃ ἡ εὐθεῖα Ιδ τέμνει τὸ κάτοπτρον Μ, ἐνώσωμεν μετὰ τοῦ φωτοβόλου Α διὰ τῆς εὐθείας Λγ. Ἡ πορεία τῶν ἀκτίνων ἡ παρέχουσα τὸ εἴδωλον Ι′′, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς εὑρίσκηται εἰς τὴν θέσιν Ο, εἶνε ἡ ΛγδΜΟ.

Θεωρητικῶς ἔχομεν ἄπειρα εἴδωλα ἐπὶ δύο κατόπτρων παραλλήλων. Ἐπειδὴ ὅμως καθ' ἑκάστην ἀνάκλασιν ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς ἐλαττοῦται, ἡ λαμπρότης τῶν διαδοχικῶν εἰδώλων ἐπίσης ἐλαττοῦται καὶ ἐπὶ τέλους καθίστανται ταῦτα ἀόρατα. Ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον μεγαλήτερος, ἐφ' ὅσον ἡ φωτοβόλος πηγὴ εἶνε ἐντατικωτέρα. Οὕτω ἡλεκτρικὸν φῶς, μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων τιθέμενον, παρέχει παμμέγιστον ἀριθμὸν εἰδώλων.

Ἀνάκλασις ἐπὶ κατόπτρων συγκλινόντων. Ἐὰν δύο κάτοπτρα συγκλίνοντα Α καὶ Β (σχ. 132) τέμνωνται πρός τι κέντρον Γ, μεταξὺ δὲ αὐτῶν ὑπάρχῃ φωτοβόλον σημεῖον, τὰ εἴδωλα διατίθενται ἐπὶ τῆς ὑπὸ τοῦ κέντρου ἐγγραφομένης καὶ διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου διερχομένης περιφερείας. Ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς γωνίας τῶν κατόπτρων· ὅσῳ μικροτέρα εἶνε αὕτη τοσούτῳ μείζων ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν, καὶ ὅταν μηδενισθῇ, ὅτε τὰ κάτοπτρα εἶνε παράλληλα τότε ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων γίνεται ἄπειρος.

Σχ. 132

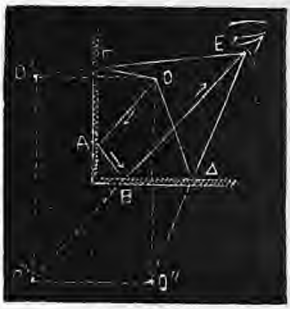
Ἵνα εὕρωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν εἰδώλων, διαιροῦμεν τὰς 360^0 διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μοιρῶν τῆς γωνίας τῶν κατόπτρων. τὸ δὲ πηλίκον, ἐὰν εἶνε ἀκέραιος καὶ ἄρτιος ἀριθμός, δίδει τὸν ἀριθμὸν τῶν εἰδώλων πλέον ἕν, τουτέστι περιλαμβάνει τότε εἴδωλα καὶ τὸ ἀντικείμενον. Οὕτω ἂν ἡ γωνία εἶνε τὸ $\frac{1}{\nu}$ τῶν τεσσάρων ὀρθῶν, ἔχομεν ν—1 εἴδωλα καὶ ἐν τὸ ἀντικείμενον ἤτοι ἐν ὅλῳ ν εἰκόνας. Ἐπὶ παραδείγματι, ἐὰν θέσωμεν φωτεινόντι σημεῖον, οἷον λαμπάδα ἀνημμένην, μεταξὺ δύο κατόπτρων ΑΓ καὶ ΒΓ ἀποτελούντων γωνίαν 60^0, ἔχομεν πέντε εἴδωλα (σχ. 132), καὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἓν τὸ ἀντικείμενον τὸ ὅλον $6 = \frac{360}{60}$, διότι τὸ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου ΒΓ παραγόμενον εἴδωλον τῆς λαμπάδος δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς φωτοβόλον ἀντικείμενον ἀπεικονιζόμενον ἐν τῷ ἑτέρῳ κατόπτρῳ ΓΑ καὶ παράγον δεύτερον εἴδωλον κατὰ τὸ Β′ καὶ τοῦτο πάλιν ἐπὶ τοῦ πρώτου κατόπτρου ΒΓ παράγον τρίτον εἴδωλον κατὰ τὸ Β″. Ὡσαύτως ἡ λαμπὰς ἀπεικονίζεται ἐν τῷ κατόπτρῳ ΑΓ καὶ παράγεται οὕτω πρῶτον εἴδωλον κατὰ τὸ Β′, ὅπερ ἀπεικονίζεται ἐπὶ τοῦ ἑτέρου κατόπτρου ΒΓ καὶ παράγεται δεύτερον εἴδωλον κατὰ τὸ Β″, ὅπερ καὶ αὖθις ἀπεικονίζεται ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΑΓ καὶ σχηματίζει τρίτον τι εἴδωλον κατὰ τὸ Β″ συμπίπτον μετὰ τοῦ τρίτου εἰδώλου τοῦ ἀνωτέρου εὑρεθέντος. Ὅθεν παράγονται ἐν ὅλῳ πέντε εἴδωλα. Ἐὰν τὰ δύο κάτοπτρα σχηματίζωσι γωνίαν 45^0 (σχ. 133), ἔχομεν 7 εἴδωλα καὶ ἓν ἀντικείμενον τὸ ὅλον 8, διότι $\frac{360}{45} = 8$.

Σχ. 133

Θεωρήσωμεν ἤδη δύο κάτοπτρα ἀποτελοῦντα ὀρθὴν γωνίαν (σχ. 134) καὶ φωτοβόλον τι σημεῖον Ο, κείμενον μεταξὺ αὐτῶν. Ἔχομεν κατὰ πρῶτον τὰ δύο εἴδωλα Ο′ καὶ Ο″ τὰ σχηματιζόμενα ἐκ τῆς ἀμέτου προσπτώσεως ἀκτίνων ἐπὶ τῶν κατόπτρων. Οὕτω, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς παρατηρητοῦ κατέχῃ τὴν θέσιν Ε, τὸ μὲν εἴδωλον Ο′ σχηματίζεται ἐκ τῆς δέσμης ΟΓΕ προεκβαλλομένης, τὸ δὲ Ο″ ἐκ τῆς δέσμης ΟΔΕ. Ἀλλὰ δέσμη ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν δύο κατόπτρων προσπίπτουσα, οἷον ἡ ΟΑ, ἀνακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΒ, ὡσεὶ προήρχετο ἐκ τοῦ σημείου Ο′, προσπίπτουσα δὲ ἐπὶ τοῦ δευτέρου κατόπτρου ἀνακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΕ, καὶ οὕτω παρέχει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν Ε τρίτον τι εἴδωλον Ο‴, συμ-



Σχ. 134.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μετρικὸν μὲν τοῦ Ο′ ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον ΒΔ συμμετρικὸν δὲ τοῦ Ο″ ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον ΑΓ.

Ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω στηρίζεται ἡ κατασκευὴ ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται *καλειδοσκόπιον* ἢ κάλλιον *εἰδωλοσκόπιον*. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ κοίλου κυλίνδρου, ἐν ᾧ τίθενται δύο κάτοπτρα συγκλίνοντα συνήθως ὑπὸ γωνίαν 45^0. Κατὰ τὸ ἓν ἄκρον τοῦ κυλίνδρου τίθενται μεταξὺ δύο ὑαλίνων πλακῶν διάφορα ἀντικείμενα, συνήθως τεμάχια ὑάλου ποικίλως κεχρωματισμένα, τὸ δ' ἕτερον ἄκρον τοῦ κυλίνδρου κλείεται, δι' ὀπῆς δ' ἐν τῷ κέντρῳ τῆς βάσεως ταύτης ὑπαρχούσης βλέπομεν τὰ ἀντικείμενα ταῦτα καὶ τὰ ἑπτὰ αὐτῶν εἴδωλα συμμετρικῶς κείμενα καὶ ἀποτελοῦντα πάντοτε ὀκταγωνικὸν κανονικὸν σχῆμα.

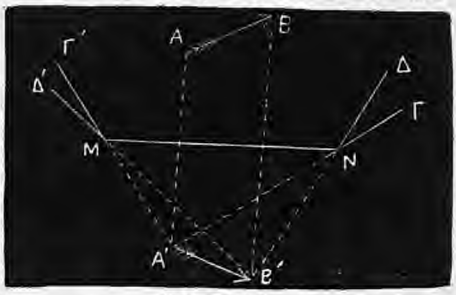
Μαγικὸν κάτοπτρον. Τοῦτο εἶνε συνδυασμὸς δύο ἐπιπέδων κατόπτρων κλινόντων οὕτως, ὥστε ν' ἀνακλῶσι τὰ εἴδωλα ἀντικειμένων κεχωρισμένων τοῦ παρατηρητοῦ διὰ κωλυμάτων. Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν *πολεμοσκόπιον* δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἐν ταῖς πολιορκίαις, ἵνα οἱ πολιορκούμενοι παρατηρῶσι τὰς κινήσεις τῶν πολεμίων, ἱστάμενοι ὄπισθεν τῶν προπετασμάτων.

Ἡ μαγικὴ διόπτρα, δι' ἧς δυνάμεθα τρόπον τινὰ νὰ διϊδωμεν διὰ τῶν σκιερῶν σωμάτων, οἷον διὰ λίθων, στηρίζεται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς. Σύγκειται δ' αὕτη ἐκ διόπτρας τετμημένης εἰς δύο μέρη, μεταξὺ τῶν ὁποίων τοποθετεῖται ὀγκόλιθος. Ἀλλὰ τὰ δύο μέρη τῆς διόπτρας συνενοῦνται διὰ σωλῆνος δὶς κεκαμμένου κατὰ γωνίαν ὀρθὴν καὶ ἐμπεριέχοντος 4 κάτοπτρα ὑπὸ κλίσιν 45^0. Αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες, αἱ ἐκπορευόμεναι ἔκ τινος ἀντικειμένου ἀκολουθοῦσαι τεθλασμένην γραμμὴν δύνανται νὰ εἰσέλθωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ.

Θέσις, ἣν πρέπει νὰ κατέχῃ ὁ ὀφθαλμός, ἵνα ἴδῃ ἐν ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου. Ὑποθέσωμεν, ὅτι τὸ ἀντικείμενον ΑΒ (σχ. 135) εἶνε εὐθύγραμμον καὶ ὅτι τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ ΑΒ καὶ κάθετον ἐπὶ τὸ κάτοπτρον τέμνει αὐτὸ κατὰ τὴν εὐθεῖαν ΜΝ. Θεωρήσωμεν τὴν ἀνάκλασιν τὴν συμβαίνουσαν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τούτῳ. Τὸ εἴδωλον τοῦ ΑΒ εἶνε τὸ Α′Β′, βλέπομεν δὲ τὸ σημεῖον Α′, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς εὑρίσκηται μεταξὺ τῶν εὐθειῶν ΝΓ καὶ ΜΓ′, αἵτινες εἶνε αἱ δύο

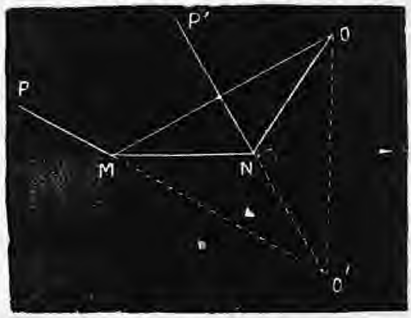
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀτώταται ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες ἐκ τῶν ἐκπορευομένων ἀπὸ τοῦ σημείου Α. Ὡσαύτως βλέπομεν τὸ Β΄, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὑρίσκηται μεταξὺ τῶν εὐθειῶν ΝΔ καὶ ΜΔ΄. Ἑπομένως βλέπομεν ὁλόκληρον τὸ εἴδωλον, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὑρίσκηται εἰς τὸν κοινὸν χῶρον δύο κώνων, ὧν αἱ μὲν κορυφαὶ κεῖνται εἰς τὰ σημεῖα Α΄ καὶ Β΄, οἱ δὲ γενέτειραι διαγράφουσι τὰ πέρατα τοῦ κατόπτρου.



(Σχ. 135)

Ὀπτικὸν πεδίον ἐπιπέδου κατόπτρου δι' ὡρισμένην θέσιν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εἰς ὡρισμένην θέσιν κείμενος δύναται νὰ ἴδῃ ἐν ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ ὡρισμένον χῶρον τοῦ διαστήματος ὅστις καλεῖται *ὀπτικὸν πεδίον* τοῦ κατόπτρου. Οὕτως ὑποθέσωμεν, ὅτι ἐπίπεδον κάτοπτρον κεῖται ὁριζοντίως εἰς τὸ ὕπαιθρον ὑπὸ ἀστερόεντα οὐρανόν, καὶ ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν κατέχει ὡρισμένην θέσιν ἄνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ κατόπτρου. Ἐν τῷ κατόπτρῳ βλέπομεν ὡρισμένον μέρος τοῦ στερεώματος, ὅπερ παριστᾷ τὸ ὀπτικὸν πεδίον τοῦ κατόπτρου. Ἔστω Ο (σχ. 136) ἡ κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ. Πᾶσαι αἱ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΜΝ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες, αἵτινες δύνανται νὰ διέλθωσι διὰ τῆς κόρης Ο, ἐμπεριλαμβάνονται μεταξὺ τῶν εὐθειῶν ΟΜ καὶ ΟΝ, ὅταν θεωρήσωμεν τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐντὸς τοῦ ἐπιπέδου μόνον τοῦ σχήματος. Ἀλλ' αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες ΜΟ καὶ ΝΟ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὰς προσπιπτούσας ΡΜ καὶ Ρ΄Ν, ὧν αἱ προεκβολαὶ διέρχονται διὰ τοῦ σημείου Ο΄, συμμετρικοῦ τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου. Ὁ χῶρος τοῦ διαστήματος, ὃν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν ἐκ τοῦ σημείου Ο, τουτέστι τὸ ὀπτικὸν πεδίον τοῦ κατόπτρου, ἐμπεριλαμβάνεται ἐν τῇ γωνίᾳ ΡΟ΄Ρ΄. Καὶ ἂν θεωρήσωμεν τὸ φαινόμενον ἐν τῷ

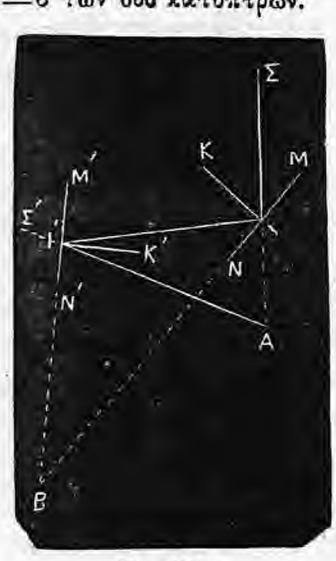


(Σχ. 136).

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

διαστήματι, ὁ χῶρος οὗτος, τουτέστι τὸ ὀπτικὸν πεδίον, περιορίζεται ὑπὸ τοῦ κατόπτρου ΝΜ καὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου, οὗτινος κορυφὴ μὲν εἶνε τὸ σημεῖον Ο′, αἱ δὲ γενέτειραι ἅπτονται τῶν πέριξ περάτων τοῦ κατόπτρου. Τὸ ὀπτικὸν τοῦτο πεδίον μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θέσεως τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Ἑξάς.— Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶνε ἐν χρήσει εἰς τὴν τοπογραφίαν, εἰς τὴν ναυτιλίαν καὶ ἀλλαχοῦ καὶ χρησιμεύει πρὸς προσδιορισμὸν τῆς γωνίας, ἣν σχηματίζουσιν αἱ εὐθεῖαι αἱ ἑνοῦσαι δύο ἀντικείμενα ἢ δύο ἀστέρας Σ καὶ Σ′ (σχ. 137) μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ Α τοῦ παρατηρητοῦ. Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ ὄργανον τοῦτο, εἶνε ἡ ἑξῆς. Ὅταν ἀκτὶς φωτὸς ἀνακλᾶται διαδοχικῶς ἐπὶ δύο ἐπιπέδων κατόπτρων ΜΝ καὶ Μ′Ν′ σχηματιζόντων γωνίαν τινά, ἡ ἀρχικὴ αὐτῆς διεύθυνσις ΣΙΑ σχηματίζει μετὰ τῆς τελικῆς Ι′Α γωνίαν ΙΑΙ′=α διπλασίαν τῆς γωνίας ΙΒΙ′=β τῶν δύο κατόπτρων.



Σχ. 137

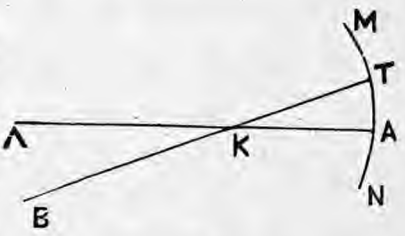
Καὶ ὄντως καλέσωμεν δ καὶ δ′ τὰς γωνίας τῆς προσπτώσεως ΣΙΚ καὶ Π′Κ′ ἐπὶ τῶν δύο κατόπτρων, αἵτινες εἶνε ἴσαι πρὸς τὰς ἀντιστοιχούσας γωνίας ἀνακλάσεως ΚΙΙ′ καὶ Κ′Ι′Α. Τὸ τρίγωνον ΒΙΙ′ δίδει ΜΙΙ′ = ΙΒΙ′ + Π′Β ἤτοι $90^0 + δ = β + 90^0 + δ'$, ὅθεν β=δ—δ′. Τὸ δὲ τρίγωνον Π′Α δίδει ΣΙΙ′=ΙΑΙ′+Π′Α, ἤτοι 2 δ=α+2δ′, ὅθεν α=2 (δ—δ′). Παραβάλοντες τὰς τιμὰς τοῦ *α* καὶ τοῦ *β* λαμβάνομεν α = 2 β. ὅπερ ἐπρόκειτο ν' ἀποδείξωμεν. Ἡ ἰδιότης αὕτη εἶνε ἡ θεμελιώδης ἀρχὴ τοῦ ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται *ἑξάς*. Ἔστωσαν Σ καὶ Σ′ οἱ δύο ἀστέρες καὶ Α ὁ ὀφθαλμός. Τὸ κάτοπτρον Μ′Ν′ δὲν εἶνε ἐπάργυρον, οὕτως ὥστε τὸν ἀστέρα Σ′ βλέπομεν ἀπ' εὐθείας, τὸν δὲ Σ μετὰ τὴν διπλῆν ἀνάκλασιν· στρέφομεν τὸ ἓν τῶν δύο κατόπτρων μέχρις ὅτου ἴδωμεν τοὺς δύο ἀστέρας συμπίπτοντας εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον. Τὸ διπλάσιον τῆς γωνίας ΜΒΜ′ ἣν σχηματίζουσι τὰ δύο κάτοπτρα, παρέχει τὴν ζητουμένην γωνίαν ΣΑΣ′.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΠΕΡΙ ΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ.

Ἀνάκλασις ἐπὶ οἱωνδήποτε καμπύλων ἐπιφανειῶν. Ἡ ἀνάκλασις ἐπὶ καμπύλων ἐπιφανειῶν λείων ἀκολουθεῖ τοὺς αὐτούς, οὓς καὶ ἡ ἀνάκλασις ἐπὶ ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν νόμους. Εὑρίσκεται δὲ ἡ κάθετος εἴς τι σημεῖον καμπύλης ἐπιφανείας, ἐὰν κατασκευασθῇ κατὰ τὸ σημεῖον τοῦτο τὸ ἐφαπτόμενον ἐπίπεδον τῆς ἐπιφανείας καὶ ὑψωθῇ κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς. Ἐξετάσωμεν κατὰ πρῶτον τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα.

Καλοῦνται *σφαιρικὰ κάτοπτρα* τὰ ἔχοντα ἐπιφάνειαν σφαιρικήν. Ἡ ἐπιφάνεια αὐτῶν γεννᾶται ὑπὸ τόξου κύκλου ΜΑΝ (σχ. 138), στρεφομένου περὶ τὴν ἀκτῖνα ΑΚ διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχομένην. Καὶ ὅταν μὲν ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἶνε ἡ ἐντός, τὸ σφαιρικὸν κάτοπτρον καλεῖται *κοῖλον*, ὅταν δὲ ἡ ἐκτὸς, *κυρτόν*. Τὸ σημεῖον Α, μέσον τοῦ κατόπτρου, καλεῖται *κέντρον* ἢ *πόλος* τοῦ κατόπτρου, τὸ δὲ σημεῖον Κ, ὅπερ εἶνε τὸ κέντρον τῆς σφαίρας εἰς ἣν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον, καλεῖται *κέντρον καμπυλότητος* τοῦ κατόπτρου. Ἡ εὐθεῖα ΛΚΑ, ἡ διερχομένη διὰ τῶν δύο τούτων σημείων Α καὶ Κ, καλεῖται *κύριος ἄξων* τοῦ κατόπτρου. Πᾶσα ἄλλη εὐθεῖα ΒΤ διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ καὶ εἴς τι σημεῖον Τ τοῦ κατόπτρου ἀπολήγουσα καλεῖται *δευτερεύων ἄξων*. Ἡ γωνία ΜΚΝ καλεῖται *πλάτος* τοῦ κατόπτρου.



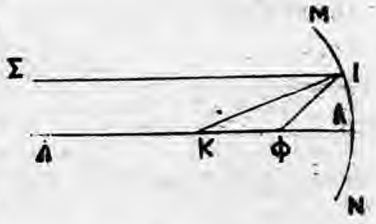
(Σχ. 138)

Ὅταν φῶς ἀνακλᾶται ἐπί τινος κοίλου κατόπτρου, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ἕκαστον στοιχεῖον τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐνεργεῖ ὡς μικρὸν ἐπίπεδον κάτοπτρον, καὶ ἐπομένως ὅτι αἱ προσπίπτουσαι καὶ ἀνακλώμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, ἐν ᾧ κεῖται καὶ ἡ ἐπὶ τοῦ στοιχείου τούτου φερομένη κάθετος, μεθ' ἧς σχηματίζουσι γωνίας ἴσας. Τούτου τεθέντος ἐξετάσωμεν πρῶτον τὰ κοῖλα σφαιρικὰ κάτοπτρα.

Κυρία ἑστία. Ὑποθέσωμεν φωτεινὴν ἀκτῖνα ΣΙ (σχ. 139)

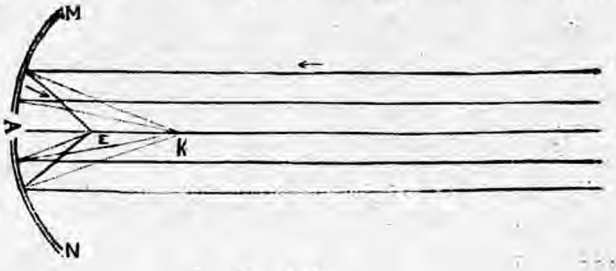
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

προσπίπτουσαν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ΛΑ καὶ μικρὸν ἀπ' αὐτοῦ ἀπέχουσαν· αὕτη θέλει ἀνακλασθῆ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ, οὕτως ὥστε ἡ κάθετος ΚΙ νὰ σχηματίσῃ μετ' αὐτῆς γωνίαν ἀνακλάσεως ΦΙΚ ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως ΣΙΚ. Εἶνε δὲ εὔκολον νὰ δειχθῇ, ὅτι τὸ σημεῖον Φ, εἰς ὃ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς τέμνει τὸν κύριον ἄξονα, κεῖται



(Σχ. 139).

περίπου εἰς τὸ μέσον τῆς ἀκτῖος καμπυλότητος ΚΑ· τοῦτο δέ, διότι αἱ γωνίαι ΦΚΙ καὶ ΦΙΚ εἶνε ἴσαι ὡς ἀμφότεραι ἴσαι τῇ αὐτῇ γωνίᾳ ΣΙΚ καὶ ἐπομένως τὸ τρίγωνον ΚΦΙ εἶνε ἰσοσκελὲς καὶ ἡ ΚΦ=ΦΙ. Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν τὸ σημεῖον Ι κείμενον πολὺ πλησίον τοῦ πόλου, δηλ. ὅτι ἡ γωνία ἣν σχηματίζει ἡ ἀκτὶς ΙΚ μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος δὲν ὑπερβαίνει μικρὸν ἀοιθμὸν μοιρῶν, ἡ εὐθεῖα ΦΙ εἶνε σχεδὸν ἴση τῇ ΦΑ καὶ ἐπομέ ως τὸ σημεῖον Φ εἶνε περίπου τὸ μέσον τῆς ΚΑ. Ὁμοίως δεικνύεται, ὅτι καὶ πᾶσα ἄλλη ἀκτὶς παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι, ἀνακλωμένη διέρχεται αἰσθητῶς διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου Φ. Ἐὰν ἐπομένως κοῖλον σφαιρικὸν κάτοπτρον πλάτους 8 ἕως 10 μοιρῶν δεχθῇ δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι, οἷον δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων, αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πᾶσαι αἰσθητῶς διὰ τοῦ μέσου Ε (σχ. 140) τῆς ἀκτῖνος καμπυλότητος ΑΚ, ὅπερ καλεῖται *κυρία ἑστία*. Ἡ δὲ ἀπόστασις ΑΕ τῆς ἑστίας Ε ἀπὸ τοῦ κατόπτρου καλεῖται *κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις*.



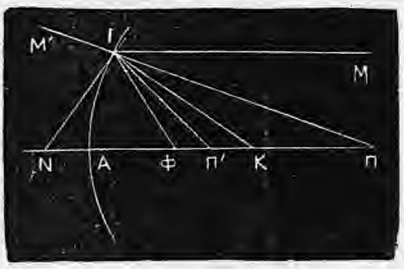
Σχ. 140

Ἀντιστρόφως, ἐὰν θέσωμεν εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν Ε κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου φωτοβόλον σημεῖον, πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διευθύν-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σεις παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΚ· τοῦτο δέ, διότι αἱ γωνίαι προσπτώσεως γίνονται γωνίαι ἀνακλάσεως καὶ ἀντιστρόφως καὶ ἐξακολουθοῦσι νὰ εἶνε ἴσαι. Ὥστε ἡ ἐκ τοῦ σημείου Ε ἐκπεμπομένη ἀποκλίνουσα δέσμη διὰ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου μεταβάλλεται εἰς δέσμην παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΚ ἀκτίνων.

Συζυγεῖς ἑστίαι. Ἐὰν σωματίδιόν τι σημεῖον Π (σχ. 141) τεθῇ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος, τοῦτο ἐκπέμπει ἀκτῖνας ἀποκλινούσας, ἃς ὡς εἴδομεν τὴν ΠΙ ἐκ τῶν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπιπτουσῶν. Αὕτη προσπίπτουσα ὑπὸ τὴν γωνίαν ΠΙΚ μικροτέραν τῆς ΜΙΚ θέλει ἀνακλασθῇ ὑπὸ γωνίαν ΚΙΠ′ ἴσην πρὸς τὴν ΠΙΚ, ἀλλὰ μικροτέραν τῆς ΚΙΜ, ἑπομένως θέλει τέμει τὸν ἄξονα εἴς τι σημεῖον Π′ κείμενον μεταξὺ τῆς ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ. Εἶνε δὲ εὔκολον νὰ διαισθανθῇ, ὅτι πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες, αἱ ἐκ τοῦ σημείου Π ἐκπορευόμεναι καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται αἰσθητῶς διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου Π′. Καὶ ὄντως εἰς τὸ τρίγωνον ΠΙΠ′ ἡ εὐθεῖα ΚΙ διχοτομεῖ τὴν γωνίαν τῆς κορυφῆς ΠΙΠ′, ὥστε θέλομεν ἔχει



(Σχ. 141).

$$ΠΙ : Π′Ι = ΠΚ : Π′Κ \qquad (1).$$

Ὡσαύτως ἡ ἐφαπτομένη ΙΝ τέμνει τὴν ἐξωτερικὴν γωνίαν Π′ΙΜ′ τοῦ αὐτοῦ τριγώνου ΠΙΠ′, ὅθεν ἔχομεν

$$ΠΝ : Π′Ν = ΠΙ : Π′Ι, \qquad (2)$$

ἐξ ὧν

$$ΠΚ : Π′Κ = ΠΝ : Π′Ν. \qquad (3)$$

ἀλλ' ἐπειδὴ ὅσῳ μικρότερον εἶνε τὸ τόξον ΑΙ τοσούτῳ πλησιέστερον εὑρίσκεται τὸ Ν πρὸς τὸ Α, δυνάμεθα διὰ μικρὰ πλάτη τοῦ κατόπτρου νὰ ἐκλάβωμεν τὸ ΝΑ ἴσον τῷ μηδενὶ καὶ νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὴν ἀναλογίαν (3) τὸν λόγον

$$ΠΑ : Π′Α \text{ ἀντὶ } ΠΝ : Π′Ν,$$

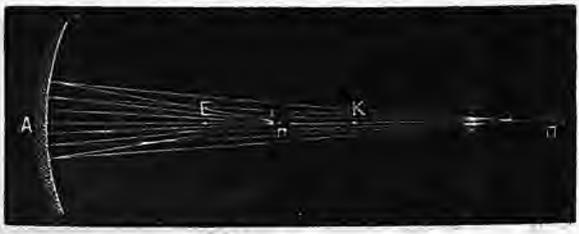
καὶ τότε ἡ ἀναλογία (3) γίνεται

$$ΠΚ : Π′Κ = ΠΑ : Π′Α, \qquad (4)$$

οὕτω δὲ ἡ θέσις τοῦ σημείου Π′ καθίσταται ἄσχετος πρὸς τὴν διεύ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θυνσιν τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος καὶ ἐπομένως πᾶσαι αἱ ἀπὸ τοῦ Π (σχ. 141) ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι τέμνουσιν ἀλλήλας αἰσθητῶς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Π′. Τὸ σημεῖον Π′ εἶνε συζυγὴς ἑστία τοῦ Π. Καλεῖται δὲ οὕτω, διότι, ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῇ εἰς τὸ Π′ (σχ. 142), αἱ ἀκτῖνες θὰ συνέλθωσιν εἰς τὸ Π, τουτέστιν ἕκαστον τῶν δύο σημείων Π καὶ Π′ εἶνε ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ ἄλλου. Αἱ ἑστίαι αὗται καλοῦνται *καθ' ὑπόστασιν*, ἤτοι πραγματικαί, διότι εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα πράγματι συνέρχονται αἱ ἀνακλώμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες.



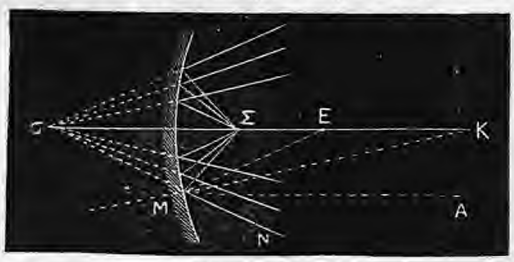
Σχ 142

Ἐὰν ἤδη τὸ φωτοβόλον σημεῖον Π πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον Κ, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία πλησιάζει πρὸς αὐτὸ καὶ ἀντιστρόφως. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον συμπέσῃ μετὰ τοῦ κέντρου, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία πίπτει ἐπὶ τοῦ κέντρου, διότι αἱ ἀκτῖνες πίπτουσι καθέτως ἐπὶ τοῦ κατόπτρου. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ὑπερβῇ τὸ κέντρον καμπυλότητος καὶ πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον ἀλλὰ κεῖται μεταξὺ τοῦ κέντρου καὶ τῆς ἑστίας Φ, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία σχηματίζεται πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ κέντρου, ἀπομακρυνομένη τούτου καὶ τοῦ κατόπτρου, ὅταν καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρύνηται τοῦ κέντρου καὶ πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πέσῃ ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ κατόπτρου, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία ἀπομακρύνεται εἰς τὸ ἄπειρον, τουτέστι δὲν ὑπάρχει πλέον συζυγὴς ἑστία, διότι αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες βαίνουσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ὑπερβῇ τὴν κυρίαν ἑστίαν καὶ πλησιάσῃ ἔτι μᾶλλον πρὸς τὸ κάτοπτρον, αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες βαίνουσιν ἀποκλίνουσαι. Ἡ ἰδιότης αὕτη ἣν ἔχουσι τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα νὰ μεταβάλλωσι τὴν ἐπ' αὐτῶν προσπίπτουσαν κωνικὴν δέσμην εἰς ἀποκλίνουσαν κυλινδρικὴν ἢ συγκλίνουσαν, ὅταν ἡ φωτοβόλος πηγὴ μετατίθηται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀπὸ σημείου τινὸς κειμένου μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας καὶ τοῦ κατόπτρου πρὸς τὴν ἑστίαν καὶ ἐκ ταύτης πέραν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς κυρίας ἑστίας, ἡ ἰδιότης λέγομεν αὐτὴ χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς προβολεῖς τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτὸς πρὸς στρατιωτικὰς κατοπτεύσεις, εἰς τὸ ὀφθαλμοσκόπιον καὶ εἰς ἄλλα ὀπτικὰ ὄργανα· διότι κατὰ τὴν πρώτην μὲν περίπτωσιν φωτίζεται μεγάλη ἐπιφάνεια ἀμυδρῶς καὶ οὕτως ἀναγνωρίζεται τοποθεσία τις ἐν ὥρᾳ νυκτός, εἶτα βαθμηδὸν συγκεντροῦται τὸ φῶς πρὸς ὡρισμένην θέσιν, οἷον πρὸς γέφυραν ἐπὶ ποταμοῦ.

Ἑστία κατ' ἔμφασιν κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου. Ἐὰν φωτοβόλον τι σημεῖον Σ (σχ. 143) τεθῇ μεταξὺ τῆς ἑστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ἐκπέμπει πρὸς τὸ κάτοπτρον ἀκτῖνας ἀποκλινούσας. Μία ἐξ αὐτῶν ἡ ΣΜ σχηματίζει γωνίαν προσπτώσεως ΣΜΚ μείζονα τῆς ΕΜΚ καὶ ἑπομένως ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς ΜΝ λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν, ὥστε



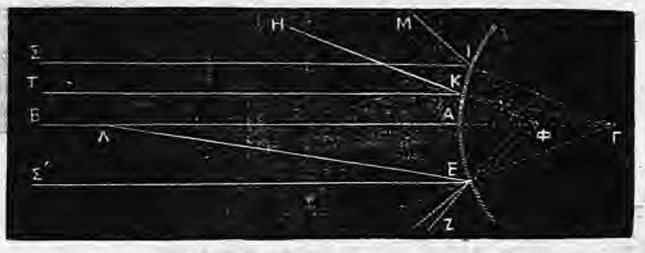
Σχ. 143

νὰ σχηματίσῃ γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην μὲν τῇ ΣΜΚ ἀλλὰ μείζονα τῆς ΚΜΑ· ὅθεν καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς βαίνει ἀποκλίνουσα τοῦ κυρίου ἄξονος, προεκτεινομένη δὲ συναντᾷ αὐτὸν εἴς τι σημεῖον σ ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου κείμενον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα ἐκ τοῦ αὐτοῦ φωτοβόλου σημείου Σ ἐκπεμπομένην καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαν. Δύναται δὲ καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ν' ἀποδειχθῇ, ὅτι, ὅταν τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶνε μικρόν, πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ σημείου Σ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου λαμβάνουσι τοιαύτας διευθύνσεις, ὥστε αἱ προεκβολαὶ αὐτῶν συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τὸ σημεῖον σ, ὅπερ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν ἑστία τοῦ σημείου Σ. Τοιαύτη ἑστία δὲν ὑπάρχει πράγματι, ἀλλ' ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς δεχθῇ τὰς ἀφισταμένας ἀνακλωμένας ἀκτῖνας, ὑποθέτει ὅτι προέρχονται ἐκ τοῦ σημείου σ, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα, καὶ διὰ τοῦτο καλεῖται κατ' ἔμφασιν ἑστία. Τὸ δὲ σημεῖον σ εἶνε καὶ συζυγὴς ἑστία τοῦ Σ, διότι εἰς τὰ περὶ κυρτῶν σφαιρικῶν κατόπτρων, θέλομεν ἴδει, ὅτι, ὅταν τὸ φωτοβόλον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σημεῖον τεθῇ εἰς τὸ σ, αἱ ἐπὶ τοῦ κυρτοῦ κατόπτρου ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες λαμβάνουσι τοιαύτας διευθύνσεις. ὡσεὶ ἐξεπέμποντο ἐκ τοῦ σημείου Σ. Εὐκόλως δ' ἐκ τοῦ σχήματος φαίνεται ὅτι, ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ ἑστία αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐ ό. ὅταν δὲ ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου καὶ πλησιάζῃ πολὺ πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν Ε, τὸ σημεῖον σ ἀπομακρύνεται ταχέως ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου εἰς ἄμετρον ἀπόστασιν.

Ἑστίαι τῶν κυρτῶν σφαιρικῶν κατόπτρων. - Διὰ τῶν κυρτῶν σφαιρικῶν κατόπτρων μόνον κατ' ἔμφασιν ἑστίαι σχηματίζονται. Ὑποθέσωμεν δὲ κατὰ πρῶτον ἀκτῖνα φωτὸς ΣΙ (σχ. 144) παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι ΒΑ καὶ μικρὸν αὐτοῦ ἀπέχουσαν. Ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀνακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυσιν ΙΜ σχηματίζουσα μετὰ τῆς προεκβολῆς τῆς καθέτου ΓΙ γωνίαν ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσ-



Σχ. 144.

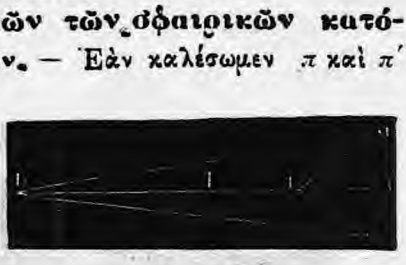
πτώσεως. Ἐὰν προεκβάλωμεν τὴν ἀνακλωμένην ἀκτῖνα ΙΜ, αὕτη τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἴς τι σημεῖον Φ ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου κείμενον, ὅπερ διὰ τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου ΦΙΓ ἀποδεικνύεται, ὡς καὶ ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων, ὅτι κεῖται εἰς τὸ μέσον τῆς ἀκτῖνος καμπυλότητος ΓΑ. Καὶ πᾶσαι αἱ ἄλλαι ἀκτῖνες, ὡς αἱ ΤΚ, Σ΄Ε, μετὰ τὴν ἀνάκλατιν λαμβάνουσι τοιαύτας διευθύνσεις, ὥστε αἱ προεκβολαὶ αὐτῶν τέμνουσιν ἀλλήλας αἰσθητῶς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Φ, ὅπερ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν κυρία ἑστία, διότι ὁ ὀφθαλμὸς ὑποθέτει ὅτι ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου ἐκπορεύονται αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες.

Ἐὰν εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἐκθέσωμεν σφαῖραν στίλβουσαν, βλέπομεν ἐν ὸς αὐτῆς λαμπρὸν φωτοβόλον σημεῖον, ὅπερ εἶνε ἡ κυρία ἑστία τοῦ σφαιρικοῦ τούτου κατόπτρου, ἤτοι ἐλάχιστον εἴδωλον τοῦ ἡλίου.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἤδη ὑποθέσωμεν φωτοβόλον τι σημεῖον Λ (σχ. 144) κείμενον ἐνώπιον κυρτοῦ κατόπτρου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος. Ἀκτίς τις φωτὸς ΛΕ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένη σχηματίζει γωνίαν προσπτώσεως μείζονα ἐκείνης, ἣν σχηματίζει ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι Σ′Ε, ἐπομένως ἀνακλωμένη θὰ λάβῃ τοιαύτην διεύθυνσιν ΕΖ, ὥστε ἀφίσταται ἔτι μᾶλλον τοῦ ἄξονος. προεκβαλλομένη δὲ ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου θὰ συναντήσῃ τὸν κύριον ἄξονα εἴς τι σημεῖον *I*, κείμενον μεταξὺ τῆς ἑστίας Φ καὶ τοῦ κατόπτρου. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ πλησιάζῃ ἢ ἀπομακρύνηται ἀπὸ οὗ κατόπτρου, καὶ ἡ συζυγὴς ἑστία αὐτοῦ πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται ἀπ' αὐτοῦ, κειμένη πάντοτε μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας Φ καὶ τοῦ πόλου τοῦ κατόπτρου Α.

Ὑπολογισμὸς τῶν ἑστιῶν τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων κοίλων καὶ κυρτῶν. — Ἐὰν καλέσωμεν π καὶ π' τὰς ἀποστάσεις ΠΑ (σχ. 145) καὶ Π′Α τῶν συζυγῶν ἑστιῶν ἀπὸ τοῦ πόλου τοῦ κατόπτρου, α τὴν ἀκτῖνα καμπυλότητος καὶ $\varphi = \frac{\alpha}{2}$ τὴν κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν, ἡ ἀναλογία, ἣν εὕρομεν ἀνωτέρω,



Σχ. 145

$$\Pi K : \Pi' K = \Pi A : \Pi' A,$$

γίνεται

$$\pi - \alpha : \alpha - \pi' = \pi : \pi',$$

ὅθεν λαμβάνομεν

$$\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{2}{\alpha}$$

καὶ ἐπειδὴ $\alpha = 2\varphi$, λαμβάνομεν τὴν ἐξῆς ἐξίσωσιν τῶν συζυγῶν ἑστιῶν,

$$\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}.$$

Διασκόπησις τοῦ τύπου. Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις εἶνε γενικὴ καὶ ἐφαρμόζεται εἴς τε τὰ κοῖλα καὶ τὰ κυρτὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, ἀρκεῖ νὰ λογίζωμεν τὰς μὲν θετικὰς τιμὰς πρὸς τὸ κοῖλον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μέρος, τὰς δὲ ἀρνητικὰς πρὸς τὸ κυρτόν. Λύοντες τὴν ἐξίσωσιν ὡς πρὸς τὸ π′ λαμβάνομεν

$$\pi' = \frac{\varphi}{1 - \frac{\varphi}{\pi}}.$$

δίδοντες εἰς τὸ π τιμὰς ἀπὸ τοῦ θετικοῦ ἀπείρου μέχρι τοῦ μηδενὸς καὶ ἀπὸ τοῦ μηδενὸς μέχρι τοῦ ἀρνητικοῦ ἀπείρου, εὑρίσκομεν τὰς ἐξῆς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ π′.

$\pi = \infty$	$\pi' = \varphi$	$\pi = \varphi$	$\pi' = \infty$
$\pi > 2\varphi$	$\varphi < \pi' < 2\varphi$	$0 < \pi < \varphi$	$\pi' < 0$
$\pi = 2\varphi$	$\pi' = 2\varphi$	$\pi = 0$	$\pi' = 0$
$\varphi < \pi < 2\varphi$	$\pi' > 2\varphi$	$\pi < 0$	$\varphi > \pi' > 0$
		$\pi = -\infty$	$\pi' = \varphi$

ἤτοι ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον διατρέχῃ τὸν κύριον ἄξονα

ἀπὸ τοῦ (θετικοῦ ἀπείρου) εἰς (τὸ κέντρον καμπυλότητος) εἰς (τὴν κυρίαν ἑστίαν) εἰς (τὸ κέντρον τοῦ κατόπτρου) εἰς (τὸ ἀρνητικὸν ἄπειρον)

ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία διέρχεται

τὴν (κυρίαν ἑστίαν) τὸ (κέντρον καμπυλότητος) τὸ (θετικὸν καὶ εἶτα τὸ ἀρνητικὸν ἄπειρον) τὸ (κέντρον τοῦ κατόπτρου) τὴν (κυρίαν ἑστίαν).

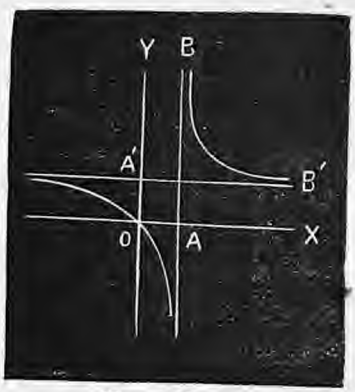
Εἶνε δὲ ἡ συζυγὴς ἑστία καθ' ὑπόστασιν, ὅταν κεῖται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ κατόπτρου, πρὸς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον, κατ' ἔμφασιν δέ, ὅταν κεῖται πρὸς τὸ ἀντίθετον τοῦ κατόπτρου μέρος.

Ἡ ἐξίσωσις $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$, ἔνθα π καὶ π′ εἶνε μεταβληταὶ ποσότητες τὸ δὲ φ σταθερὰ ποσότης, παριστᾷ ὑπερβολὴν (σχ. 146)

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἔχουταν ἀσυμπτώτους τὰς δύο εὐθείας ΑΒ ($\pi=\varphi$) καὶ Α′Β′ ($\pi'=\varphi$).

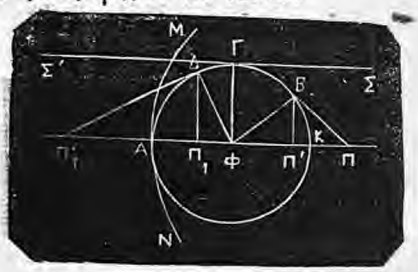
Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν συζυγοῦς ἑστίας. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ e καὶ ε τὰς ἀποστάσεις τῶν συζυγῶν ἑστιῶν ἀπὸ τῆς κυρίας ἑστίας, ὅτε $\pi=e+\varphi$ καὶ $\pi'=\varepsilon'+\varphi$, ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις μετασχηματίζεται εὐκόλως εἰς τὴν ἐξῆς $ee'=\varphi^2$. Ἐκ ταύτης ποριζόμεθα εὐκόλως τὴν ἐξῆς γεωμετρικὴν κατασκευὴν πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας φωτοβόλου σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κοίλου ἢ κυρτοῦ κατόπτρου.



Σχ. 146.

α′). Ὅταν τὸ σημεῖον κεῖται εἰς τὸ Π (σχ. 147) πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ τοῦ κατόπτρου, τότε ἄγομεν τὴν ἐφαπτομένην ΠΒ ἐπὶ τῆς περιφερείας τῆς ἐχούσης κέντρον τὴν κυρίαν ἑστίαν Φ καὶ ἀκτῖνα ἴσην τῇ κυρίᾳ ἑστιακῇ ἀποστάσει ΦΑ. Ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐπαφῆς Β ἄγομεν τὴν ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κάθετον ΒΠ′ καὶ τὸ σημεῖον Π′ εἶνε ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ Π.

β′). Ὅταν τὸ σημεῖον Π_1 κεῖται μεταξὺ κέντρου καμπυλότητος Κ καὶ κέντρου τοῦ κατόπτρου Λ, τότε ὑψοῦμεν ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου τὴν κάθετον $\Pi_1\Delta$ καὶ ἀπὸ τοῦ σημείου Δ ἄγομεν τὴν ἐφαπτομένην $\Delta\Pi_1'$ ὅτε τὸ σημεῖον Π_1' εἶνε ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ σημείου Π_1.



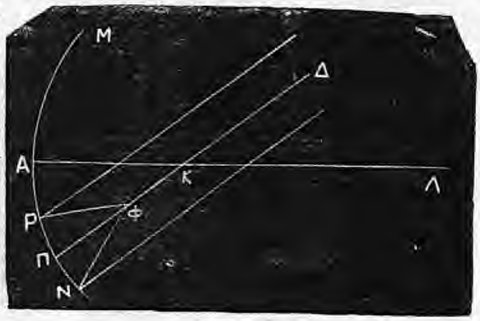
Σχ. 147.

γ′). Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον κεῖται εἰς τὸ ἄπειρον, ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς ΣΣ′ εἶνε παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι, καὶ ἡ ἐκ τοῦ σημείου τῆς ἐπαφῆς Γ κάθετος ΓΦ διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Φ.

Δευτερεύοντες ἄξονες σφαιρικῶν κατόπτρων. Εἴπομεν, ὅτι δευτερεύων ἄξων καλεῖται πᾶσα εὐθεῖα διερχομένη μόνον διὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ εἰς τὸ κάτοπτρον ἀπολήγουσα.

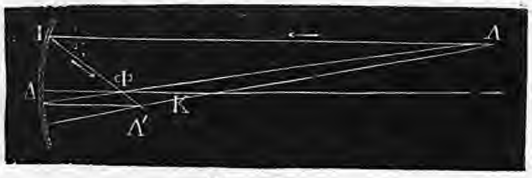
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὅτα δὲ ἐλέχθηταν περὶ φωτοβόλου σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἐφαρμόζονται ἀκριβῶς καὶ ἐπὶ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος ΠΔ (σχ. 148). Διότι ὁ ἄξων οὗτος δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς κύριος ἄξων ὡς πρὸς τὸ μέρος τοῦ κατόπτρου PN. Ἑπομένως αἱ παράλληλοι τῷ ἄξονι τούτῳ ἀκτῖνες συνέρχονται εἰς τὸ Φ. Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον κεῖται εἴς τι σημεῖον Δ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία κεῖται μεταξὺ Φ καὶ Κ. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζῃ ἢ ἀπομακρύνηται τοῦ κέντρου, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ, ὥστε διακρίνομεν καὶ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος κυρίαν ἑστίαν Φ, καὶ συζυγῆ ἑστίαν οὐ μόνον καθ' ὑπόστασιν ἀλλὰ καὶ κατ' ἔμφασιν.



Σχ. 148.

Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας φωτοβόλου σημείου Α (σχ. 149). κειμένου ἐνώπιον σφαιρικοῦ κατόπτρου κοίλου ἢ κυρτοῦ. Πρὸς εὐχερεστέραν εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας τοῦ σημείου Λ ἐκλέγομεν ἐξ ὅλων τῶν ἀκτίνων τῶν ἐκ τοῦ σημείου τούτου ἐκπορευομένων καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπιπτουσῶν, α') τὴν ὁδεύουσαν κατὰ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΛΚ, διότι αὕτη προσπίπτουσα καθέτως ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· β') τὴν παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ὁδεύουσαν ΛΙ, διότι αὕτη ἀνακλωμένη διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Φ καὶ γ') τὴν διὰ τῆς κυρίας ἑστίας διερχομένην ΛΦΑ, διότι αὕτη ἀνακλᾶται παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι κατὰ τὴν ΑΛ'. Αἱ τρεῖς αὗται ἀκτῖνες τέμνονται ἀμοιβαίως εἰς τὸ σημεῖον Λ'. Εἶνε δὲ φανερόν, ὅτι δύο τῶν ἀκτίνων τούτων ἀρκοῦσι πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας Λ' τοῦ σημείου Λ.

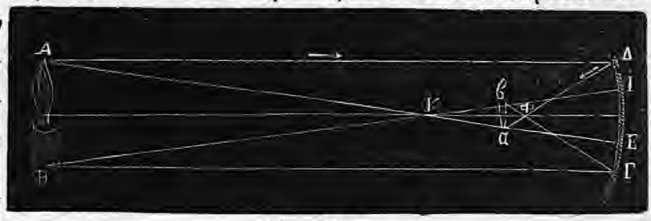


Σχ. 149.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων. α'). Ἐπὶ τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων. Δύο εἰδῶν εἴδωλα παράγονται διὰ τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων, *καθ' ὑπόστασιν* καὶ *κατ' ἔμφασιν*. Καθ' ὑπόστασιν μὲν παράγονται, ὅταν τὸ φωτεινὸν ἀντικείμενον κεῖται πέραν τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ κατόπτρου, κατ' ἔμφασιν δέ, ὅταν τοῦτο κεῖται μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας.

1'ν. **Εἴδωλον καθ' ὑπόστασιν.** Ἔστω ΑΒ (σχ. 150) φωτοβόλον τι σῶμα ἢ καὶ ἁπλῶς πεφωτισμένον τι ἀντικείμενον κείμενον ἐνώπιον κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου πέραν τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας Φ.



Σχ. 150

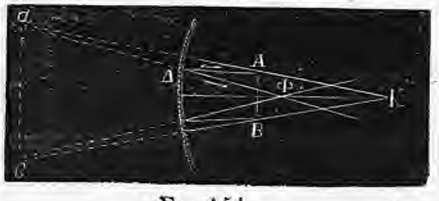
Πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδώλου προσδιορίζομεν ἑκάστου τῶν σημείων αὐτοῦ τὴν συζυγῆ ἑστίαν κατὰ τὴν ἀνωτέρω ἐκτεθεῖσαν γεωμετρικὴν κατασκευήν. Τὸ σύνολον τῶν ἑστιῶν τούτων θέλει ἀποτελέσει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου. Οὕτως ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ μὲν σημείου Α εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ΑΕ, ἡ δὲ ἀκτὶς ΑΔ, ἡ παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ὁδεύουσα, ἀνακλωμένη διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Φ καὶ τέμνει τὸν δευτερεύοντα ἄξονα κατὰ τὸ σημεῖον *α*. Ὡσαύτως ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ σημείου Β εὑρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον *β*, εἰς ὃ τέμνει τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΒΙ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς Γβ, ἡ ἐκ τῆς παραλλήλου ΒΓ προερχομένη. Ἑπομένως, ἐὰν τὸ φωτεινὸν ἀντικείμενον ΑΒ κεῖται πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ, σχηματίζεται εἴδωλον καθ' ὑπόστασιν *αβ* ἀνεστραμμένον, ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου καὶ κεῖται μεταξὺ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ καὶ τῆς κυρίας ἑστίας Φ. Τὸ ἐναέριον τοῦτο εἴδωλον ἢ βλέπομεν ἀπ' εὐθείας ἢ δεχόμεθα αὐτὸ ἐπὶ λευκοῦ χάρτου, ἐφ' οὗ ἀπεικονίζεται.

Ἐὰν τὸ φωτεινὸν σῶμα ΑΒ πλησιάζῃ πρὸς τὸ κέντρον Κ, τὸ εἴδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὸ αὐτὸ κέντρον καὶ μεγεθύνεται, μένον πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τοὐναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ κέντρου, τὸ εἴδωλον αὐτοῦ πλησιάζει

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν καὶ γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερον. Ἐὰν δὲ τεθῇ εἰς ἄπειρον ἀπόστασιν, ὡς π. χ. ὁ ἥλιος, τότε σχηματίζεται ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ κατόπτρου ἐλάχιστον εἴδωλον τοῦ ἡλίου φωτεινότατον καὶ θερμότατον. Διὰ τῆς μεθόδου μάλιστα ταύτης δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πειραματικῶς τὴν κυρίαν ἑστίαν κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου. Ἀντιστρόφως, ἐὰν τὸ φωτοβόλον σῶμα *βα* (σχ. 150) κεῖται μεταξὺ κέντρου Κ καὶ ἑστίας Φ, δι' ὁμοίας γεωμετρικῆς κατασκευῆς ἀνευρίσκομεν, ὅτι σχηματίζεται τὸ εἴδωλον ΑΒ ἀνεστραμμένον καὶ μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου, ἐπὶ τοσοῦτον δὲ μεῖζον, ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ κατόπτρου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκηται ἐπὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, τότε καὶ τὸ εἴδωλον εὑρίσκεται ἐπ' αὐτοῦ ἀνεστραμμένον καὶ ἰσομέγεθες τῷ ἀντικειμένῳ. Ἐὰν δὲ τέλος τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκηται ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ κατόπτρου, οὐδὲν εἴδωλον σχηματίζεται, διότι αἱ ἐκ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες μεταβάλλονται εἰς δέσμας παραλλήλους πρὸς τοὺς διαφόρους δευτερεύοντας ἄξονας, εἰς οὓς τὰ σημεῖα ταῦτα ἀνήκουσιν.

2ον. **Εἴδωλον κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σῶμα ἢ τὸ πεφωτισμένον ἀντικείμενον ΑΒ (σχ. 151) κεῖται μεταξὺ τῆς ἑστίας Φ καὶ τοῦ κατόπτρου, τότε τὸ σημεῖον Α ἔχει τὴν κατ' ἔμφασιν συζυγῆ αὐτοῦ ἑστίαν εἰς τὸ α, ἔνθα τέμνει τὸν διὰ τοῦ σημείου Α τοῦ ἀντικειμένου διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα ΚΑα ἡ προεκβολὴ τῆς ἀνακλωμένης ἀκτῖνος ΔΦ· ἥτις, ὡς προερχομένη ἐκ τῆς παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι προσπιπτούσης ἀκτῖνος ΑΔ, διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Φ. Ὁμοίως εὑρίσκομεν, ὅτι ἡ κατ' ἔμφασιν συζυγὴς ἑστία τοῦ Β κεῖται κατὰ τὸ *β* καὶ ὅτι τὸ εἴδωλον τοῦ πεφωτισμένου βέλους ΑΒ εἶνε τὸ *αβ*, ἤτοι εἴδωλον κατ' ἔμφασιν, ὀρθὸν καὶ πάντοτε μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον,



Σχ. 151

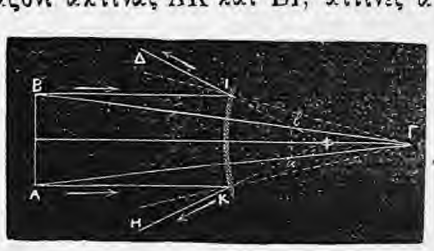
καὶ τὸ εἴδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ καὶ σμικρύνεται, μένον πάντοτε μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τοὐναντίον τὸ ἀντικείμενον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου καὶ πλησιάζῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν, καὶ τὸ εἴδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται ταχέως καὶ μεγεθύνεται.

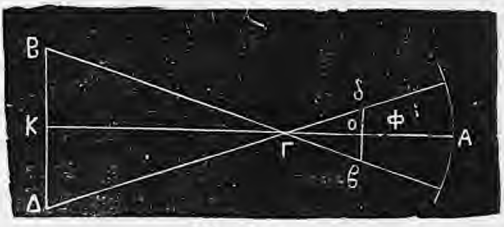
Κατὰ τὰς προηγουμένας γεωμετρικὰς κατασκευὰς φαίνεται ὅτι τὸ εἴδωλον φωτεινῆς εὐθείας γραμμῆς εἶνε ἐπίσης εὐθεῖα· τοῦτο ὅμως μόνον κατὰ προσέγγισιν εἶνε ἀληθὲς καὶ διὰ κατόπτρου ἔχοντος μικρὸν πλάτος.

Σχηματισμὸς εἰδώλων. β΄.) Ἐπὶ τῶν κυρτῶν σφαιρικῶν κατόπτρων. Τὰ διὰ τῶν κυρτῶν σφαιρικῶν κατόπτρων σχηματιζόμενα εἴδωλα εἶνε πάντοτε κατ' ἔμφασιν, ὀρθὰ καὶ ἐλάσσονα τῶν φωτοβόλων ἢ πεφωτισμένων σωμάτων. Ἔστω ΑΒ (σχ. 152) πεφωτισμένον βέλος κείμενον εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ τοῦ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου. Ὅπως εὕρωμεν τὸ εἴδωλον αὐτοῦ, ἄγομεν τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας ΑΓ καὶ ΒΓ καὶ τὰς παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνας ΑΚ καὶ ΒΙ, αἵτινες ἀνακλῶνται κατὰ τὰς διευθύνσεις ΙΔ καὶ ΚΗ, αἱ δὲ προεκβολαὶ αὐτῶν τέμνουσι τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας κατὰ τὰ σημεῖα *α* καὶ *β*, ἅτινα εἶνε αἱ κατ' ἔμφασιν συζυγεῖς ἑστίαι τῶν σημείων Α καὶ Β. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ΑΒ ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου, τὸ εἴδωλον αὐτοῦ *αβ* πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν Φ καὶ γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερον, καὶ ἀντιστρόφως αὐξάνεται καὶ πλησιάζει πρὸς τὸ κάτοπτρον, ὅταν καὶ τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς αὐτό, ἀλλὰ τὸ εἴδωλον μένει πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.



Σχ. 152.

Ὑπολογισμὸς τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν εἰδώλων εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Ἐκ τοῦ τύπου τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων $\frac{1}{\pi}+\frac{1}{\pi'}=\frac{1}{\varphi}$



Σχ. 153.

ἐξάγομεν τὴν τιμὴν τοῦ π΄=Αο (σχ. 153) συναρτήσει τοῦ π=ΑΚ,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἤτοι εὑρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, γνωρίζοντες τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ κατόπτρου καὶ τὴν κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν ΦΑ=φ.

Οὕτως ἐκ τοῦ τύπου $\pi' = \frac{\pi\varphi}{\pi-\varphi}$ ἢ κάλλιον ἐκ τοῦ $\pi' = \frac{\varphi}{1-\frac{\varphi}{\pi}}$ δι-

δοντες εἰς τὸ π διαφόρους τιμὰς ἀπὸ τοῦ θετικοῦ ἀπείρου μέχρι τοῦ ἀρνητικοῦ ἀπείρου εὑρίσκομεν τὰς ἐξῆς ἀντιστοιχούσας τιμὰς τοῦ π'.

$\pi=\infty$	$\pi'=\varphi$	$\pi=\varphi$	$\pi'=\infty$
$\pi>2\varphi$	$\varphi<\pi'<2\varphi$	$0<\pi<\varphi$	$\pi'<0$
$\pi=2\varphi$	$\pi'=2\varphi$	$\pi=0$	$\pi'=0$
$\varphi<\pi<2\varphi$	$\pi'>2\varphi$	$\pi<0$	$\varphi>\pi'>0$
		$\pi=-\infty$	$\pi'=\varphi$

Ἀλλὰ γνωρίζοντες τὰς σχετικὰς ἀποστάσεις τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου εὑρίσκομεν τὰ σχετικὰ αὐτῶν μεγέθη, τουτέστι τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου, γνωστοῦ ὄντος τοῦ μεγέθους τοῦ ἀντικειμένου. Καὶ ὄντως, ἐὰν παραστήσωμεν τὸ ἀντικείμενον διὰ τῆς εὐθείας ΒΔ (σχ. 153) καὶ τὸ εἴδωλον αὐτῆς διὰ τῆς *βδ*, ἐκ τῶν δύο ὁμοίων τριγώνων ΒΓΔ καὶ *δΓβ* λαμβάνομεν

$$\frac{\beta\delta}{B\Delta} = \frac{\Gamma o}{\Gamma K}$$

ἀλλὰ

$$\frac{\Gamma o}{\Gamma K} = \frac{\Gamma A - oA}{KA - \Gamma A} = \frac{\alpha - \pi'}{\pi - \alpha}.$$

καλοῦντες α τὴν ἀκτῖνα ΑΓ τῆς σφαιρικότητος τοῦ κατόπτρου. Ἀλλ' ἀνωτέρω εὕρομεν ὅτι $\frac{\alpha-\pi'}{\pi-\alpha} = \frac{\pi'}{\pi}$, ὅθεν $\frac{\beta\delta}{B\Delta} = \frac{\pi'}{\pi}$. Καλοῦντες Μ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου *βδ* καὶ Α τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου ΒΔ λαμβάνομεν τὸν τύπον $\frac{M}{A} = \frac{\pi'}{\pi}$, συνδυάζοντες τὸν τύπον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τοῦτον μετὰ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος λαμβάνομεν

$$\text{ὅταν } \pi = \infty \text{ καὶ } \pi' = \varphi \text{ τότε } \frac{M}{A} = 0\cdot$$

ἤτοι, ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται εἰς τὸ ἄπειρον, τὸ εἴδωλον κεῖται ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας ἀπείρως μικρόν.

$$\text{Ὅταν } \pi > 2\varphi, \text{ καὶ } \pi' < 2\varphi, \text{ τότε } M < A.$$

ἤτοι ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος, τοῦ κατόπτρου, τὸ εἴδωλον εἶνε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.

$$\text{Ὅταν } \pi = 2\varphi, \text{ καὶ } \pi' = 2\varphi, \text{ τότε } M = A\cdot$$

ἤτοι ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται ἐπὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος, τὸ εἴδωλον εἶνε ἰσομέγεθες πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

$$\text{Ὅταν } \varphi < \pi < 2\varphi, \text{ καὶ } \pi' > 2\varphi, \text{ τότε } M > A\cdot$$

ἤτοι ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται μεταξὺ κέντρου καμπυλότητος καὶ κυρίας ἑστίας, τὸ εἴδωλον εἶνε μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου.

$$\text{Ὅταν } \pi = \varphi, \text{ καὶ } \pi' = \infty, \text{ τότε } \frac{M}{A} = \infty$$

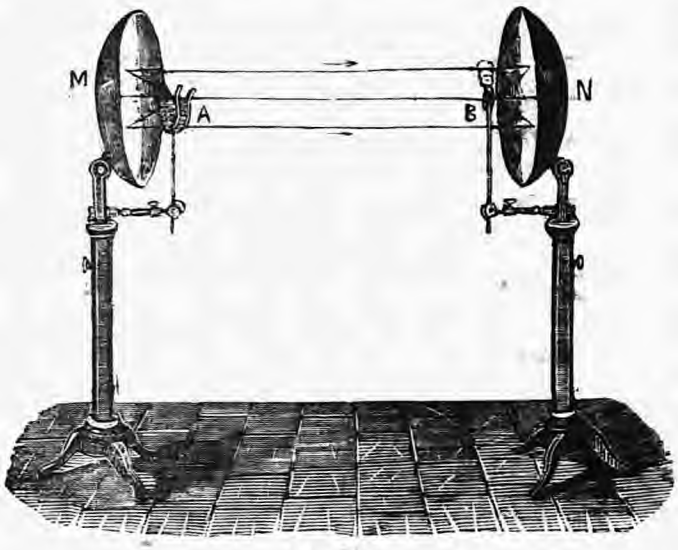
ἤτοι ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας, σχηματίζεται εἴδωλον ἀπείρως μέγα, ἤτοι δὲν σχηματίζεται ποσῶς εἴδωλον. Ἐὰν φωτεινὸν σημεῖον κεῖται μεταξὺ τῆς ἑστίας καὶ τοῦ κατόπτρου, τότε τὸ π' εἶνε ἀρνητικόν, δηλ. ἡ συζυγὴς ἑστία εἶνε κατ' ἔμφασιν, ἤτοι φανταστική, ἡ δὲ συζυγὴς ἑστιακὴ ἀπόστασις μεταβάλλεται ἀπὸ τοῦ ἀπείρου μέχρι τοῦ μηδενός. Τότε τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου εἶνε ὀρθὸν καὶ μεγαλείτερον τοῦ ἀντικειμένου, ἀλλὰ τὸ μέγεθος αὐτοῦ ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ ἀπείρου μέχρι τοῦ μεγέθους τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τοῦτο πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον.

Πρὸς ἀπόδειξιν τῶν διαφόρων τούτων ἀποτελεσμάτων θέτομεν λαμπάδα πρὸ τοῦ κατόπτρου, κατὰ πρῶτον εἰς μεγάλην ἀπόστασιν, ἣν ὕστερον ἐλαττοῦμεν βαθμηδόν. Δεχόμεθα τὰς ἀνακλωμένας ἀκτῖνας ἐπί τινος μικροῦ διαφράγματος ἐκ διαφανοῦς χάρτου (σχ. 150), ἐφ' οὗ σχηματίζεται πραγματικὸν εἴδωλον ἀναφαινόμενον καθαρώτατα ἐπὶ τοῦ χάρτου, διότι αἱ συγκλίνουσαι ἀκτῖνες, αἱ παράγουσαι αὐτό, ἐκπέμπονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Συζυγῆ κάτοπτρα Ἐὰν ἀπέναντι ἀλλήλων εἰς ἀπόστασιν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

10 ἢ 20 μέτρων θέσωμεν δύο κοῖλα σφαιρικὰ κάτοπτρα, ὧν οἱ κύριοι ἄξονες νὰ κεῖνται ἐπ' εὐθείας (σχ. 154), εἶνε φανερὸν ὅτι διάπυρον σῶμα τεθὲν εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν Α ἀποστέλλει ἐπὶ τοῦ πρώτου κατόπτρου Μ κῶνον ἀκτίνων, αἵτινες ἀνακλώμεναι ἐκπέμπονται παραλλήλως τῷ ἄξονι κατὰ κυλινδρικὴν δέσμην. Ἡ δέσμη αὕτη συναντῶσα τὸ δεύτερον κάτοπτρον Ν, ἀνακλᾶται ἐπ' αὐτοῦ συνερχομένη εἰς τὸ Β, ἔνθα σχηματίζει μικρὸν εἴδωλον λαμπρόν. Συγχρόνως δὲ μετὰ τοῦ φωτὸς συγκεντροῦται καὶ ἡ θερμότης εἰς τὸ αὐτὸ μέρος· καὶ ἂν θέσωμεν εἰς τὸ Β εὔφλεκτόν τι σῶμα, τοῦτο ἀναφλέγεται.

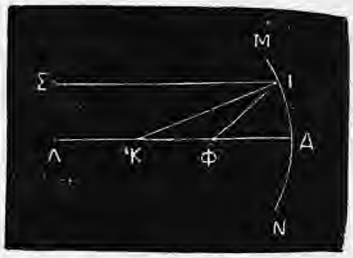


Σχ. 154.

Ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τούτων στηρίζονται τὰ *πυρπολικὰ* κάτοπτρα, ἅτινα συγκεντροῦσι τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας εἰς τὴν ἑστίαν των καὶ δύνανται νὰ χρησιμεύσωσι πρὸς ἀνάφλεξιν εὐφλέκτων ὑλῶν. Τὰ κάτοπτρα ταῦτα ἦσαν γνωστὰ παρὰ τοῖς ἀρχαίοις καὶ χρῆσιν αὐτῶν ἐποιήσατο, ὡς λέγουσιν, ὁ Ἀρχιμήδης πρὸς πυρπόλησιν τοῦ Ῥωμ. στόλου κατὰ τὴν πολιορκίαν τῶν Συρακουσῶν. Ὁ Buffon κατώρθωσε νὰ τήξῃ εἰς ἀπόστασιν πολλῶν μέτρων μέταλλα διὰ συστήματος μικρῶν ἐπιπέδων κατόπτρων διατεθειμένων οὕτως, ὥστε ν' ἀποτελῶσι περίπου σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐκτροπὴ ἢ ἀπόκλισις τοῦ φωτὸς ἐκ σφαιρικότητος.—Καυστικαὶ ἐπιφάνειαι. Ὅταν ἐπί τινος σφαιρικοῦ κατόπτρου μεγάλου πλάτους ἀνακλῶνται ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ ἄξονι, αὗται δὲν συνέρχονται εἰς μίαν ἑστίαν, διότι, ὅσαι μὲν ἀνακλῶνται περὶ τὸν πόλον Α (σχ. 155), συνέρχονται πρὸς τὸ μέσον Φ τῆς ἀκτῖνος ΑΚ, ὅσαι δὲ προσπίπτουσιν εἰς σημεῖα, ὡς τὸ Ι, ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀπέχοντα τοῦ πόλου, ἀνακλώμεναι τέμνουσι τὸν κύριον ἄξονα εἰς σημεῖα πλησιάζοντα πρὸς τὸν πόλον.



Σχ. 155

Ἔστω ΣΙ ἀκτὶς προσπίπτουσα παραλλήλως τῇ κυρίῳ ἄξονι καὶ ἀνακλωμένη κατὰ τὴν ΙΦ. Ἐκ τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου ΙΦΚ λαμβάνομεν

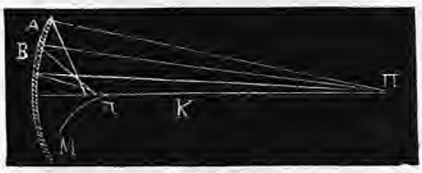
$$\frac{\text{ΚΦ}}{\text{ΙΚ}} = \frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu.\,\text{ΙΦΚ}} = \frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu.\,\text{ΙΦΑ}} = \frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu 2\pi} = \frac{\eta\mu.\,\pi}{2\eta\mu.\pi.\sigma\upsilon\nu\pi} = \frac{1}{2\sigma\upsilon\nu\pi}.$$

θέτοντες $\pi = \chi$ καὶ καλοῦντες α τὴν ἀκτῖνα τῆς σφαιρικότητος τοῦ κατόπτρου, λαμβάνομεν $\text{ΚΦ} = \frac{\alpha}{2\ \sigma\upsilon\nu\ \chi}$.

Ὅταν ἡ γωνία χ εἶνε ἐλαχίστη, τὸ συνχ ἐλάχιστον διαφέρει τῆς μονάδος, ὅθεν $\text{ΚΦ} = \frac{\alpha}{2}$, ἤτοι αἱ πολὺ πλησίον τοῦ πόλου προσπίπτουσαι παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνες τέμνουσιν αὐτὸν εἰς τὸ μέσον Φ τῆς ἀκτῖνος ΑΚ. Ἀλλ' ὅταν ἡ γωνία χ αὐξάνηται, τὸ συν χ ἐλαττοῦται πολὺ ταχύτερον, καὶ ἐπομένως ἡ ἀπόστασις ΚΦ αὐξάνεται ταχέως, ἤτοι αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες, αἱ προερχόμεναι ἐκ παραλλήλων ἀκτίνων προσπιπτουσῶν εἰς σημεῖα μᾶλλον ἀπέχοντα τοῦ πόλου, τέμνουσι τὸν κύριον ἄξονα εἰς σημεῖα μᾶλλον πλησιάζοντα πρὸς τὸν πόλον. Ἐνταῦθα εἴδομεν τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν αἱ ἀκτῖνες προσπίπτουσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι, ἀλλὰ καὶ ὅταν ἐκπορεύωνται ἔκ τινος φωτοβόλου σημείου Π (σχ. 156), δὲν συνέρχονται πᾶσαι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον π, ἀλλ' αἱ ἀκτῖνες ΠΒ,ΠΑ, αἱ προσπίπτουσαι εἰς σημεῖα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀπώτερα τοῦ πόλου, συνέρχονται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν εἰς σημεῖα πλησιάζοντα πρὸς τὸν πόλον τοῦ κατόπτρου. Ἐκ τῶν ἀλληλοδιαδόχων δὲ τομῶν τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων σχηματίζονται καμπύλαι γραμμαὶ πΜ, αἵτινες ἐν τῷ διαστήματι παράγουσι καμπύλας ἐπιφανείας ἐκ περιστροφῆς. πρὸς ἃς ἅπτονται αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες, αἵτινες δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς τὸ ὅριον τοῦ ἐξ ἀνακλάσεως φωτιζομένου χώρου. Ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας συμπυκνοῦνται πολλαὶ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες, εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς τὸ φῶς εὑρίσκεται εἰς μείζονα ἔντασιν ἢ ἀλλαχοῦ, τὸ δὲ μέγιστον τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς εὑρίσκεται περὶ τὴν ἑστίαν. Αἱ ἐπιφάνειαι αὗται καλοῦνται *καυστικαί*. Ἡ καυστικὴ μεταβάλλει σχῆμα σχετικῶς πρὸς τὴν θέσιν καὶ τὴν ἀπόστασιν τοῦ φωτοβόλου σημείου. Πειραματικῶς καθίσταται ὁρατή, ἂν λάβωμεν φύλλον χάρτου λευκοῦ κεκομμένου οὕτως, ὥστε νὰ εἰσέρχηται ἐντὸς τοῦ κοίλου κατόπτρου κατὰ τὸν κύριον ἄξονα. Ἐκτιθέμενον εἶτα τὸ κάτοπτρον εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς παρέχει εἴς τινα μέρη τοῦ χάρτου φῶς ζωηρότερον, οὗτινος τὰ ὅρια δεικνύουσι τὸ σχῆμα τῆς καυστικῆς, ἥτις ἀναμφιλέκτως εἶνε ἡ αὐτή, οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ θέσις τοῦ χάρτου περὶ τὸ κέντρον. Δυνάμεθα ἐπίσης νὰ καταστήσωμεν τὴν καυστικὴν ἐπιφάνειαν ὁρατὴν διὰ καπνοῦ, ἢ δι' ἀτμῶν χλωριούχου ἀμμωνίου.



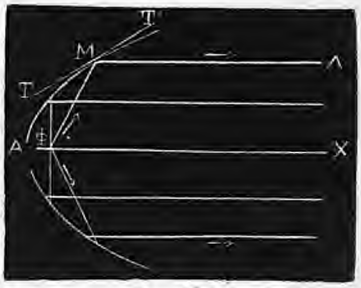
Σχ. 156.

Καυστικαὶ ἐπιφάνειαι σχηματίζονται οὐ μόνον διὰ τῶν κοίλων κατόπτρων, ἀλλὰ καὶ διὰ τῶν κυρτῶν, αἵτινες ὅμως κείμεναι ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου εἶνε ἐπιφάνειαι κατ' ἔμφασιν.

Παραβολικὰ κάτοπτρα. — Ἡ ἀφεστίασις αὕτη τῶν παραλλήλων ἀκτίνων, ἥτις παρατηρεῖται εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, δὲν παρατηρεῖται εἰς τὰ παραβολικά, ἤτοι εἰς τὰ κάτοπτρα, ὧν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶνε παραβολοειδὲς ἐκ περιστροφῆς. Εἶνε γνωστὴ ἡ ἰδιότης τῆς παραβολῆς, καθ' ἣν εἰς σημεῖον αὐτῆς οἱονδήποτε Μ (σχ. 157), ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτὶς ΦΜ καὶ ἡ εὐθεῖα ΜΛ, ἡ παράλληλος τῷ ἄξονι ΑΧ, σχηματίζουσι μετὰ τῆς ἐφαπτομένης ΤΤ'

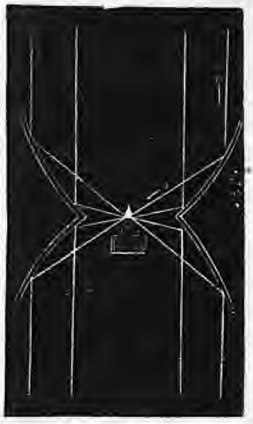
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

γωνίας ἴσας. Ὥστε τὰ κάτοπτρα ταῦτα ἀνακλῶσι πάσας τὰς παραλλήλους τῷ ἄξονι ἀκτῖνας πρὸς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς σημεῖον, καὶ ἀντιστρόφως πάσας τὰς ἐκ τῆς ἑστίας ταύτηςΦ ἐκπορευομένας ἀκτῖνας καὶ ἐπὶ τοῦ παραβολικοῦ κατόπτρου προσπιπτούσας ἀνακλῶσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι. Τὰ κάτοπτρα τὰ ἔχοντα τὴν ἰδιότητα ταύτην καλοῦνται ἀπλανητικὰ aplanétiques. Ἕνεκα τῆς ἰδιότητος ταύτης ἐγένετο χρῆσις αὐτῶν ἄλλοτε εἰς τοὺς φάρους, νῦν ὅμως περιῆλθον εἰς ἀχρηστίαν, διότι ταχέως προσβάλλονται ὑπὸ τῆς ἁλατούχου ὑγρασίας τῆς θαλάσσης, ἀντικατασταθέντα ὑπὸ διοπτρικῶν συσκευῶν. Τοιούτους διπλοῦς παραβολικοὺς ἀνακλάστας (σχ. 157) μεταχειρίζονται σήμερον εἰς τοὺς σιδηροδρόμους καὶ ἀλλαχοῦ, δι' ὧν ἀποστέλλεται τὸ φῶς λαμπτῆρος κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις.



Σχ. 157.

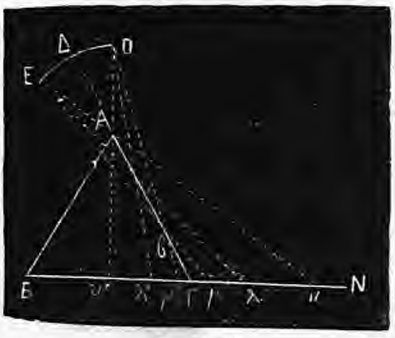
Κωνικὰ καὶ κυλινδρικὰ κάτοπτρα. — Καλοῦνται κωνικὰ καὶ κυλινδρικὰ κάτοπτρα ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια εἶνε κωνικὴ ἢ κυλινδρική. Καὶ εἰς μὲν τὰ κωνικὰ κάτοπτρα τὰ ἀπεικονιζόμενα ἀντικείμενα συσπειροῦνται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ κωνικοῦ κατόπτρου. Οὕτω παρατηροῦντες ἐν κωνικῷ κατόπτρῳ βλέπομεν τὸ πρόσωπον ἡμῶν ἀπολῆγον εἰς αἰχμὴν πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ κωνικοῦ κατόπτρου. Εἰς τὰ κυλινδρικὰ κάτοπτρα, ὧν ὁ ἄξων εἶνε κατακόρυφος, αἱ μὲν κατακόρυφοι διαστάσεις ἀπεικονίζονται διὰ τοῦ ἀληθοῦς αὐτῶν μεγέθους, ὡς ἐν ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ, ἀλλ' αἱ ὁριζόντιοι διαστάσεις συμπιέζονται, ὡς ἐν κυρτῷ σφαιρικῷ κατόπτρῳ, οὕτως ὥστε τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου γίνεται στενώτερον κατὰ τὴν ὁριζοντίαν αὐτοῦ διάστασιν. Ὥστε ἐν γένει τὰ ἀντικείμενα ἐντὸς τοιούτων κατόπτρων φαίνονται παραμεμορφωμένα. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν ἐξεικονίσωμεν ἐπὶ χάρτου ἀντικείμενα ἁρμοδίως


Σχ. 158)

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

παραμεμορφωμένα καὶ ταῦτα θέσωμεν ἐνώπιον κυλινδρικῶν ἢ κωνικῶν κατόπτρων, ἀπεικονίζονται ἐντὸς αὐτῶν εἴδωλα μετὰ τῆς φυσικῆς ἀναλογίας τῶν διαστάσεων αὐτῶν· τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *ἀναμόρφωσις*.

α΄). **Κωνικὸν κάτοπτρον.** — Θεωρήσωμεν τομὴν κωνικοῦ κατόπτρου ΑΒΓ (σχ. 159) δι' ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ κώνου καὶ τὸν ὀφθαλμὸν παρατηρητοῦ εὑρισκόμενον εἰς τὸ σημεῖον Ο, τουτέστι εἰς τὴν προέκτασιν τοῦ ἄξονος. Τὰ φωτεινὰ σημεῖα κ,λ,μ τοῦ ἐπιπέδου ΒΝ ἐκπέμπουσιν ἀκτῖνας, αἵτινες προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ κωνικοῦ κατόπτρου κατὰ τὰς διευθύνσεις κΑ, λΕ, μΕ, καὶ ἀνακλώμεναι εἰσέρχονται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν Ο κατὰ τὰς διευθύνσεις



Σχ. 159.

Σχ. 160.

κ΄Ο, λ΄Ο, μ΄Ο. Ὁ δὲ ὀφθαλμὸς ὑποθέτει ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων κ΄,λ΄,μ΄. Ὅπως εὕρωμεν τὸ σημεῖον μ΄ τοῦ εἰδώλου ἐκ τίνος σημείου τοῦ ἀντικειμένου προέρχεται, ἑνοῦμεν τὸ σημεῖον τοῦτο μ΄ μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ Ο καὶ εἶτα τὸ τῆς τομῆς β μετὰ τοῦ Ε συμμετρικοῦ τοῦ Ο ὡς πρὸς τὴν ΔΑ. Ἡ προεκβολὴ τῆς Εβ τρυπᾷ τὸ ἐπίπεδον ΜΝ εἰς τὸ σημεῖον μ, ὅπερ εἶνε τὸ ζητούμενον, διότι αἱ γωνίαι μβΓ καὶ Δβϑ εἶνε ἴσαι καὶ ἑπομένως ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς ἀνακλάσεως. Ἐκ τῆς κατασκευῆς ταύτης ἀποδεικνύεται, ὅτι τὰ σημεῖα τοῦ ἐπιπέδου, ἅτινα ὡς τὸ κ εἶνε μᾶλλον μεμακρυσμένα, ἀπεικονίζονται πρὸς τὸ κέντρον κ΄ τῆς βάσεως τοῦ κωνικοῦ κατόπτρου, καὶ ἀντιστρόφως, τὰ πλησίον πρὸς τὴν περιφέρειαν τῆς βάσεως τοῦ κωνικοῦ κατόπτρου, εἰς τὸ μ, ἀπεικονίζονται ἀπώτερον τοῦ κέντρου πρὸς τὸ μ΄. Συνήθως τὰ κωνικὰ κάτοπτρα ἔχουσιν ὕψος ἴσον πρὸς τὴν διάμετρον τῆς βάσεως αὐτῶν,

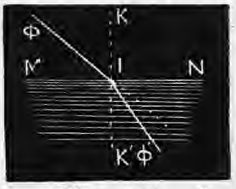
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὁ δὲ ὀφθαλμὸς πρέπει νὰ τοποθετῆται ἀκριβῶς ὑπεράνω τῆς κορυφῆς τοῦ κώνου εἰς τὸ Ο.

6'). **Κυλινδρικὸν κάτοπτρον.** Ἔστω ΜΝ ἡ προβολὴ κατακορύφου κυλινδρικοῦ κατόπτρου ἐπὶ ὁριζοντίου ἐπιπέδου, ἐφ' οὗ εἶνε κεχαραγμένη ἡ καμπύλη ΑΒ. Ἔστω Ο ἡ προβολὴ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου. Αἱ ἀκτῖνες Αα, Ββ, ἀνακλώμεναι κατὰ τὰς διευθύνσεις αΟ, βΟ, σχηματίζουσι τὰ κατ' ἔμφασιν εἴδωλα τῶν σημείων τούτων εἰς τὰ σημεῖα Α', Β'. Οὕτω δὲ ἡ καμπύλη ΑΒ ἀπεικονίζεται κατὰ τὸ Α'Β' βραχυτέρα καὶ μετ' ἀκτῖνος καμπυλότητος μικροτέρας.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

Καλεῖται *διάθλασις* τοῦ φωτός, ἡ μεταβολὴ διευθύνσεως, ἣν πάσχουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ὅταν, προσπίπτουσαι πλαγίως ἐπὶ τῆς κοινῆς ἐπιφανείας δύο διαφανῶν σωμάτων, μεταβαίνωσιν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἕτερον. Ἔστω ἐπὶ παραδείγματι ΜΝ (σχ. 161) ἡ ἐπίπεδος ἐπιφάνεια, ἡ χωρίζουσα τὰ δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος, καὶ δέσμη ἀκτίνων φωτὸς ΦΙ προσπίπτουσα πλαγίως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος· ἡ δέσμη αὕτη τὸ μὲν ἀνακλᾶται τὸ δὲ εἰσδύει εἰς τὸ ὕδωρ, δὲν ἀκολουθεῖ δὲ τὴν εὐθύγραμμον αὐτῆς πορείαν ΦΙ, ἀλλ' ἐκτρέπεται ταύτης καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΙΦ', ἤτοι διαθλᾶται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει μόνον, ὅταν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ πλαγίως, διότι, ὅταν πίπτῃ καθέτως κατὰ τὴν ΚΙ, δὲν ἐκτρέπεται ἀλλ' ἐξακολουθεῖ φερομένη κατ' εὐθεῖαν γραμμήν.



Σχ. 161.

Ἡ ἀκτὶς ΦΙ καλεῖται *προσπίπτουσα* καὶ ἡ γωνία ΦΙΚ *γωνία προσπτώσεως*. Ὡσαύτως ἡ ΙΦ' καλεῖται *διαθλωμένη ἀκτὶς* ἡ δὲ γωνία Φ'ΙΚ' *γωνία διαθλάσεως*.

Ἡ διάθλασις τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἑξῆς δύο νόμους, οἵτινες καλοῦνται νόμοι τοῦ Καρτεσίου.

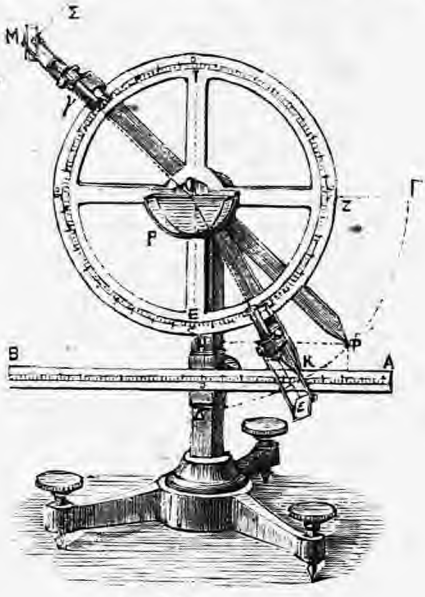
α'). Ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως εἶνε σταθερὸς ἐν τοῖς αὐτοῖς περιέχουσι. Τουτέστιν, ἂν καλέσωμεν π καὶ δ τὰς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως, θέλομεν ἔχει τὴν σχέσιν $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \nu$, ἔνθα ν εἶνε στα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θερὸς ἀριθμὸς διὰ τὰ αὐτὰ περιέχοντα καὶ καλεῖται *δείκτης ἢ βαθμὸς διαθλάσεως*.

ϛ'). Τὸ ἐπίπεδον ΦΙΦ', ὅπερ ὁρίζει ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς, εἶνε κάθετον ἐπὶ τῆς διαθλώσης ἐπιφανείας.

Ὅταν ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως εἶνε μείζων τῆς μονάδος, ἡ γωνία προσπτώσεως εἶνε μείζων τῆς γωνίας διαθλάσεως, τότε δὲ ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον μᾶλλον τῆς προσπιπτούσης. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ δεύτερον περιέχον καλεῖται διαθλαστικώτερον ἢ ὀπτικῶς πυκνότερον τοῦ πρώτου· ὅταν ὅμως ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως εἶνε μικρότερος τῆς μονάδος, τότε ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς ἀπέχει τῆς καθέτου μᾶλλον τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος. Συνήθως τὰ φυσικῶς πυκνότερα διαφανῆ σώματα εἶνε τὰ διαθλαστικώτερα· οὕτως ἡ ὕαλος εἶνε διαθλαστικωτέρα τοῦ ὕδατος καὶ τοῦτο τοῦ ἀέρος. Ὡσαύτως, ὅταν ἐν τῷ ὕδατι διαλύωμεν ἅλατα καθιστῶμεν τὸ ὕδωρ οὐ μόνον πυκνότερον ἀλλὰ καὶ διαθλαστικώτερον. Ἀλλ' ὑπάρχουσι καὶ ἐξαιρέσεις, τουτέστι σώματα ἔχοντα μικρὰν πυκνότητα ἔχουσι μεγάλην διαθλαστικότητα, ἰδίως ῥευστὰ ἐμπεριέχοντα ἄνθρακα τοιαῦτα εἶνε ὁ θειοῦχος ἄνθραξ, τὸ οἰνόπνευμα, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ὁ αἰθήρ. Τὰ τρία τελευταῖα σώματα εἶνε διαθλαστικώτερα τοῦ ὕδατος καὶ περ ἀραιότερα αὐτοῦ.



Σχ. 162.

Περὶ τῶν νόμων τῆς διαθλάσεως βεβαιούμεθα πειραματικῶς διὰ συσκευῆς (σχ. 162) συγκειμένης ἐκ κυκλικοῦ πλαισίου βεβαθμολογημένου, οὗτινος τὸ ἐπίπεδον τίθεται κατακορύφως. Δύο κανόνες κινοῦνται ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ κυκλικοῦ δίσκου περὶ τὸ κέντρον καὶ φέρουσιν ὁ μὲν μικρὰν διόπτραν γ· ὁ δὲ διόπτραν καὶ μικρὸν διάφραγμα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ε ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου. Ὁ πρῶτος κανὼν φέρει κάτοπτρον Μ δυνάμενον νὰ περιστραφῇ περὶ ὁριζόντιον ἄξονα πάντοτε κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ πλαισίου. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ δίσκου ὑπάρχει ὑάλινον ἡμικυλινδρικὸν δοχεῖον Ρ πλῆρες ὕδατος, οὗτινος ἡ ἐλευθέρα καὶ ὁριζόντιος ἐπίπεδος ἐπιφάνεια διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου. Στρέφομεν τὸ κάτοπτρον Μ, οὕτως ὥστε ἡλιακὴ ἀκτὶς ΣΜ ἀνακλασθεῖσα ἐπ' αὐτοῦ νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ κέντρου Ο τοῦ κυκλικοῦ πλαισίου καὶ εἰσδύσῃ εἰς τὸ ὕδωρ. Ἡ ἀκτὶς αὕτη διαθλωμένη ἅπαξ ἐξέρχεται ἄνευ διαθλάσεως, διότι ἐν τῷ ὕδατι χωροῦσα κατὰ τὴν ἀκτῖνα τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας προσπίπτει καθέτως ἐπ' αὐτήν. Μετακινοῦμεν τὸ διάφραγμα ε, μέχρις ὅτου δεχθῶμεν εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ τὴν διαθλωμένην δέσμην. Ἐπὶ τοῦ βεβαθμολογημένου δίσκου μετροῦμεν τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τῶν γωνιῶν ΜΟΙ καὶ ΕΟΚ, εὑρίσκομεν δὲ διὰ τῶν τριγωνομετρικῶν πινάκων τὰ ἡμίτονα τῶν δύο γωνιῶν καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ λόγος αὐτῶν μένει ἀμετάβλητος, ἐν ᾧ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως διηνεκῶς μεταβάλλεται ἀπὸ 0^0 εἰς 90^0. Εἰς τὸ αὐτὸ δὲ ἀποτέλεσμα ἀγόμεθα μετροῦντες τὰ ἡμίτονα ΗΦ καὶ οΚ τῶν γωνιῶν ΔΟΦ καὶ ΔΟΚ διὰ τοῦ κανόνος ΒΑ, ὅστις διῃρημένος ὢν εἰς χιλιοστόμετρα ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται οὕτως ὥστε, νὰ μένῃ πάντοτε κάθετος ἐπὶ τῆς κατακορύφου διαμέτρου ΙΕ τοῦ δίσκου. Ἀλλὰ καὶ ὁ δεύτερος νόμος ἀποδεικνύεται οὕτω, διότι ἐν τῷ αὐτῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν διαθλῶσαν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾧ κεῖται ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς, εὑρίσκομεν καὶ τὴν διαθλωμένην.

Ὁ κατωτέρω πίναξ δεικνύει τοὺς δείκτας τῆς διαθλάσεως τῶν συνηθεστέρων οὐσιῶν. Οἱ ἀριθμοὶ οὗτοι παριστῶσι τοὺς σχετικοὺς δείκτας τῆς διαθλάσεως ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, δηλ. τὸν λόγον τῶν ἡμιτόνων, ὅταν τὸ φῶς μεταβαίνῃ ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν οὐσίαν ταύτην. Πρὸς εὕρεσιν δὲ τοῦ ἀπολύτου δείκτου τῆς διαθλάσεως, τουτέστι τοῦ λόγου τῶν ἡμιτόνων, ὅταν τὸ φῶς μεταβαίνῃ ἀπὸ τοῦ κενοῦ εἴς τι σῶμα, ἀρκεῖ, ὡς θέλομεν ἴδει κατωτέρω, νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν σχετικὸν δείκτην ἐπὶ τὸν ἀπόλυτον δείκτην τοῦ ἀέρος ὡς πρὸς τὸ κενόν, ὅστις ἰσούμενος πρὸς 1,000295, ἐλάχιστον διαφέρει τῆς μονάδος, διὰ τοῦτο εἰς τὰς ἐφαρμογὰς λαμβάνουσιν ἀδιαφόρως τὸν σχετικὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως ἀντὶ τοῦ ἀπολύτου.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Στερεά.	Δείκται διαθλάσεως.	Ὑγρὰ	Δείκται διαθλάσεως.
Χρωμικὸς μόλυβδος	2,50	Θειοῦχος ἄνθραξ	1,63
Ἀδάμας	2,47	Τερεβινθέλαιον	1,47
Φωσφόρος	2,224	Οἰνόπνευμα	1,36
Τοπάζιον	1,61	Αἰθὴρ	1,35
Σμάραγδος	1,58	Ὕδωρ	1,33
Πυριτύαλος (flint-glass)	1,57		
Ὀρεία κρύσταλλος	1,53		
Ὀρυκτὸν ἅλας	1,54		
Στεφανύαλος	1,50		

Ἐὰν τὰ δύο περιέχοντα, δι' ὧν διέρχεται τὸ φῶς, εὑρίσκωνται κατ' ἀντίστροφον τάξιν, τότε, ἐπειδὴ τὸ φῶς ἀκολουθεῖ τὴν αὐτὴν ὁδὸν ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως γίνεται γωνία τῆς προσπτώσεως καὶ τἀνάπαλιν. Ἑπομένως ὁ λόγος ὁ παριστῶν τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως εἶνε ἀντίστροφος τοῦ πρώτου. Οὕτως ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως ἐκ τοῦ ἀέρος μὲν εἰς τὴν ὕαλον εἶνε $\frac{4}{3}$, ἐκ τῆς ὑάλου δὲ εἰς τὸν ἀέρα $\frac{3}{4}$.

Ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας. Τοῦ δὲ ὕδατος δὲν γίνεται μέγιστος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4^0, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ αὐξανόμενος μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0^0.

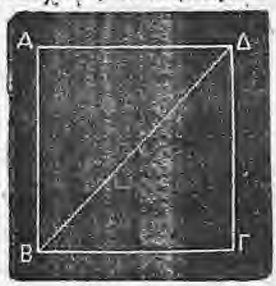
Συσκευὴ Τ. Ἀργυροπούλου. Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης ἀποδείκνυνται πειραματικῶς τὰ ἑξῆς φαινόμενα.

α) Ὅτι τὰ φυσικῶς πυκνότερα περιέχοντα δὲν εἶνε πάντοτε καὶ διαθλαστικώτερα.

β) Ὅτι τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν μεγίστην θλαστικότητα οὐχὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4^0, καθ' ἣν ἔχει τὴν μεγίστην πυκνότητα, ἀλλ' εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0^0.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἡ συσκευὴ αὕτη σύγκειται ἔκ τινος κυβικοῦ δοχείου ΑΒΓΔ (σχ. 163), οὗτινος αἱ δύο ἕδραι ΑΒ καὶ ΓΔ εἶνε ὑάλινοι, αἱ δὲ ἄλλαι δύο ἡ ΑΔ καὶ ἡ ΒΓ ὡς καὶ ἡ βάσις ΑΒΓΔ ἐξ ὀρειχάλκου. Τὸ κυβικὸν τοῦτο δοχεῖον διαιρεῖται διὰ τῆς ὑαλίνης πλακὸς ΒΔ εἰς δύο πρισματικὰς χωρητικότητας ΒΑΔ καὶ ΒΔΓ. Εἰς τὴν βάσιν τοῦ δοχείου ὑπάρχουσι στρόφιγγες, δι' ὧν εὐχερῶς ἐκκενοῦται κατὰ βούλησιν τὸ ὑγρόν, τὸ ὁποῖον ἐτέθη εἰς τὰς δύο χωρητικότητας.



Σχ. 163.

Κατὰ πρῶτον πληροῦμεν τὰς δύο χωρητικότητας ὕδατος καθαροῦ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· διὰ σχισμῆς δὲ κατακορύφου εἰσάγομεν εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον ἐπιπεδόμορφον δέσμην ἀκτίνων καὶ δι' ἀφρικύρτου φακοῦ σχηματίζομεν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰς ἀπόστασιν πολλῶν μέτρων κειμένου τὸ ἐναργὲς εἴδωλον τῆς σχισμῆς. Παραθέτομεν εἰς τὴν δέσμην ταύτην τὸ κυβικὸν δοχεῖον οὕτως ὥστε τὸ μὲν ἀνώτερον ἥμισυ μέρος τῆς δέσμης νὰ διέλθῃ ἄνωθεν τοῦ δοχείου, τὸ δὲ κατώτερον ἥμισυ διὰ τοῦ δοχείου καὶ καθέτως ἐπὶ τῶν ἑδρῶν ΑΒ καὶ ΔΓ· τὸ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἴδωλον τῆς σχισμῆς οὐδόλως μεταβάλλεται. Ἤδη ψύχοντες τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸ διαχώρισμα ΒΔΓ ὑπάρχον, ἢ διὰ τεμαχίων πάγου ἢ δι' ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κατώτερον ἥμισυ τοῦ εἰδώλου ἄρχεται ἐκτρεπόμενον καὶ πλησιάζον διηνεκῶς πρὸς τὴν κάθετον τὴν ἐπὶ τὴν ἕδραν ΒΔ ἀγομένην, μέχρις οὗ τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸ διαμέρισμα ΒΓΔ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός.

ΣΗΜ. Τὸ ἀνώτερον ἥμισυ τῆς δέσμης τὸ ἄνωθεν τοῦ δοχείου διερχόμενον καὶ ἑπομένως μὴ ἐκτρεπόμενον χρησιμεύει ἡμῖν ὡς ὅρος συγκρίσεως.

Κενοῦμεν τὸ διαμέρισμα ΒΔΓ καὶ πληροῦμεν αὐτὸ καθαροῦ οἰνοπνεύματος, ὅπερ, ὡς γνωστόν, εἶνε πολὺ ἀραιότερον τοῦ ὕδατος (εἰδ. βάρ. 0,8 περίπου) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κατώτερον ἥμισυ τοῦ εἰδώλου ἐκτρέπεται πλησιάζον πρὸς τὴν κάθετον, ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι τὸ οἰνόπνευμα καίπερ ἀραιότερον τοῦ ὕδατος εἶνε θλαστικώτερον ἐκείνου. Θερμαίνομεν βραδέως καὶ μετὰ προσοχῆς τὸ οἰνόπνευμα καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐκτραπὲν εἴδωλον ἐπανέρχεται πρὸς τὰ ὀπίσω, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει, ὅτι τοῦ θερμοῦ οἰνοπνεύμα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τος ἡ θλαστικότης δύναται νὰ ἐξισωθῇ πρὸς τὴν θλαστικότητα τοῦ ψυχροῦ ὕδατος (*).

Κενοῦμεν τὸ διαμέρισμα ΓΔΓ καὶ πληροῦμεν αὐτὸ τερεβινθελαίου ἀραιοτέρου καὶ τούτου τοῦ ὕδατος (εἰδ. βάρ. 0,9 περίπου). Παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κατώτερον ἥμισυ τοῦ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἰδώλου ἐκτρέπεται πλειότερον πλησιάζον πρὸς τὴν κάθετον, ἐξ οὗ συνάγομεν, ὅτι καὶ τὸ τερεβινθέλαιον, καίπερ ἀραιότερον τοῦ ὕδατος, ἔχει μείζονα διαθλαστικὴν δύναμιν ἢ τὸ ὕδωρ. Οὕτω δυνάμεθα διαδοχικῶς νὰ πειραματίσωμεν καὶ διὰ διαφόρων ἄλλων ὑγρῶν, οἷον δι' αἰθέρος.

Εἰδικὴ θλαστότης. Ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας, ἀλλὰ τῶν μὲν στερεῶν οὐσιῶν ἐλάχιστον, τῶν δὲ ὑγρῶν πλειότερον. Ὁ Jamin εὗρεν ὅτι ἡ θλαστότης τοῦ ὕδατος μεταξὺ 0^0 καὶ 30^0 παρίσταται διὰ τοῦ ἑξῆς τύπου.

$$\nu_\theta = \nu_0\, 0{,}0000125\,73\theta - 0{,}0000019\,29\theta^2$$

ἔνθα ν_θ καὶ ν_0 εἶνε οἱ δεῖκται τῆς διαθλάσεως εἰς τὰς θερμοκρασίας θ καὶ 0. Εὗρεν ὡσαύτως ὅτι ἡ θλαστότης τοῦ ὕδατος αὐξάνεται αὐξανομένης διὰ πιέσεως τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, καὶ ὅτι ἐπομένως ὁ λόγος $\frac{\nu - 1}{\delta}$, τοῦ δ παριστῶντος τὴν πυκνότητα, ἰσοῦται πρὸς σταθερὰν ποσότητα. Τὸν αὐτὸν νόμον παραδέχονται ὅτι ἀκολουθεῖ ἡ

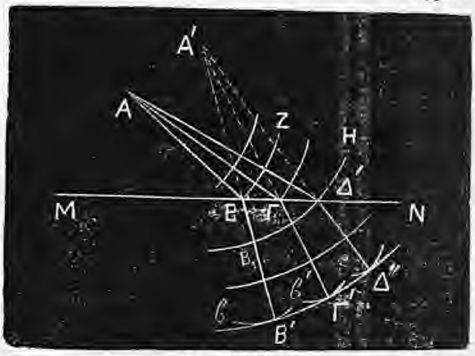
(*) Θελοῦντες ὀλίγον τὸ ὑγρὸν δυνάμεθα νὰ παρακολουθήσωμεν τὴν πορείαν τοῦ φωτὸς καὶ ν' ἀνεύρωμεν, ὅτι τὸ φῶς ἐν τῷ οἰνοπνεύματι πλησιάζει ἀληθῶς πρὸς τὴν κάθετον.

Ἡ φωτεινὴ δέσμη μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ ὕδατος εἰς τὸ οἰνόπνευμα πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον, ἀπὸ τοῦ οἰνοπνεύματος δὲ εἰς τὸν αέρα ἐξερχομένη ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου τῆς εἰς τὴν ἔδραν τῆς ἐξόδου ΔΓ ἀγομένης, αἱ δύο δὲ αὗται ἐκτροπαὶ εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς. Ἀλλ' ἡ δευτέρα ἐκτροπὴ εἶνε μικροτέρα τῆς πρώτης διότι ἡ φωτεινὴ δέσμη προσπίπτει σχεδὸν καθέτως. Ἐκ τοῦ τύπου $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \frac{\nu}{\nu'}$ ἔνθα ν καὶ ν' εἶνε οἱ ἀπόλυτοι δεῖκται διαθλάσεως τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ τοῦ ὕδατος συνάγομεν, θέτοντες $\pi = 45^0$ καὶ λύοντες τὴν ἐξίσωσιν διὰ τῶν λογαρίθμων, ὅτι ἡ πρώτη ἐκτροπὴ $\alpha = 45^0 - \delta = 1^0\,46'\,58''$. Ὁμοίως εὑρίσκομεν ὅτι ἡ δευτέρα ἐκτροπὴ εἶνε ἴση πρὸς $28'\,44''$, ἤτοι τὸ ἓν τέταρτον περίπου τῆς πρώτης.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μεταβολὴ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας. Παραδέχονται, εἰ καὶ τοῦτο δὲν εἶνε ἀπολύτως ἀκριβές, ὅτι ἡ ποσότης $\frac{\nu - 1}{\delta}$, ἥτις καλεῖται *εἰδικὴ θλαστότης*, εἶνε σταθερὰ δι' ἑκάστην οὐσίαν μεταβαλλομένης τῆς πυκνότητος τοῦ σώματος ἢ διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας ἢ διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς πιέσεως.

Ἐξήγησις τῆς διαθλάσεως διὰ τῆς θεωρίας τῶν κυμάνσεων. Ἔστω MN (σχ. 164) ἐπίπεδος ἐπιφάνεια διαχωρίζουσα δύο περιέχοντα διαφανῆ, οἷον ἀέρα καὶ ὕδωρ, καὶ Α φωτοβόλον τι σημεῖον ἐκπέμπον σφαιρικὰ ὁμόκεντρα κύματα. Ὅταν ἡ κύμανσις φθάσῃ μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας BZ, τὸ σημεῖον Β τοῦ ἐπιπέδου MN ἄρχεται παλλόμενον καὶ ἐκπέμπον εἰς τὸ κατώτερον περιέχον κυμάνσεις· ὅταν δ' εἰς τὸ ἀνώτερον περιέχον ἡ κύμανσις φθάσῃ εἰς τὸ Δ'Η, εἰς τὸ κατώτερον περιέχον φθάνει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σφαίρας, ἧς ἡ ἀκτὶς BB_1 εἶνε μικροτέρα τῆς ZH, διότι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Foucault, περὶ ὧν πραγματευόμεθα ἐν τοῖς ἑπομένοις, εἶνε μείζων ἐν τῷ ἀέρι καὶ μικροτέρα ἐν τῷ ὕδατι. Τὰ διάφορα ἐνδιάμεσα σημεῖα, οἷον τὸ Γ, παλλόμενα ἐπίσης ἐκπέμπουσι σφαιρικὰ κύματα εἰς τὸ κατώτερον περιέχον, ἅτινα πάντα περιβάλλονται διὰ τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας $B_1Δ'$, ἧς τὸ κέντρον κεῖται εἰς τὸ Α'. Ὡσαύτως αἱ σφαιρικαὶ ἐπιφάνειαι ὡς ἡ BB' περιβάλλονται διὰ τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας $ΕΓ'Δ''$ ἧς τὸ κέντρον κεῖται ὡσαύτως εἰς τὸ Α'. Ὥστε αἱ ἀκτῖνες ΑΒ, ΑΓ, εἰσδύουσαι εἰς τὸ κατώτερον περιέχον, λαμβάνουσι τὰς διευθύνσεις BB', $ΓΓ'$, ἤτοι διαθλῶνται.

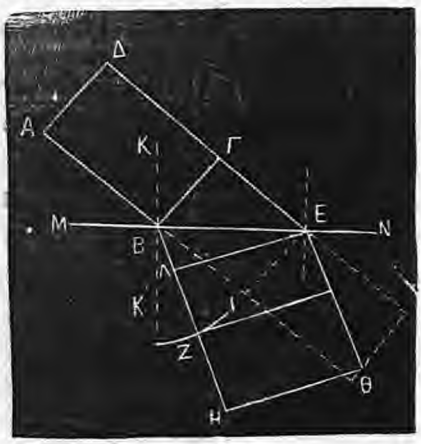


Σχ. 164.

Ὁμοίως ἀποδεικνύεται ἡ διάθλασις τοῦ φωτός, ὅταν αἱ ἀκτῖνες εἶνε παράλληλοι, ὡς αἱ ἡλιακαί, ἤτοι ὅταν τὸ μέτωπον τοῦ κύματος εἶνε ἐπίπεδον. Ἔστω ΑΒΓΔ (σχ. 165), δέσμη παραλλήλων

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀκτίνων προσπιπτουσῶν πλαγίως ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας ΜΝ τῆς διαχωριζούσης δύο περιέχοντα, οἷον ἀέρα καὶ ὕδωρ. Ἀφ' ἧς στιγμῆς τὸ μέτωπον τοῦ κύματος ΒΓ συναντήσῃ τὸ ἐπίπεδον ΜΝ, μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν θέλει φθάσει εἰς τὸ Ε, τὸ σημεῖον Β παλλόμενον ἐκπέμπει εἰς τὸ κατώτερον περιέχον σφαιρικὴν κύμανσιν, ἧς ἡ ἀκτὶς ΒΛ εἶνε μικροτέρα τῆς ΓΕ. Τὸ νέον ὄθεν μέτωπον τοῦ κύματος, ὡς ἐφαπτόμενον τῆς σφαιρικῆς ταύτης ἐπιφανείας, θέλει λάβει τὴν διεύθυνσιν ΛΕ, ἡ δὲ δέσμη τῶν διαθλωμένων παραλλήλων ἀκτίνων τὴν ΒΗΘΕ.



Σχ. 165.

Εὕρεσις τοῦ νόμου τοῦ Καρτεσίου. Τὰ μήκη ΓΕ καὶ ΒΛ παριστῶσι τὰ διαστήματα, ἅτινα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ διανύει τὸ φῶς ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἐν τῷ ὕδατι. Καλοῦντες τὰς ταχύτητας ταύτας τ καὶ τ', ἔχομεν $\frac{ΓΕ}{ΒΛ}=\frac{τ}{τ'}$. Ἐκ τοῦ τριγώνου ΒΓΕ λαμβάνομεν ΓΕ=ΒΕημπ, ἐκ δὲ τοῦ τριγώνου ΒΛΕ λαμβάνομεν ΒΛ=ΒΕ ημδ. ὅθεν $\frac{ΓΕ}{ΒΛ}=\frac{ημπ}{ημδ}$ καὶ ἑπομένως $\frac{ημπ}{ημδ}=\frac{τ}{τ'}$.

Ἐκ τοῦ τύπου τούτου ἐξάγομεν τοὺς ἑξῆς δύο νόμους.

α') Τὰ ἡμίτονα τῆς γωνίας προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως ἔχουσι λόγον σταθερὸν ἐν τοῖς αὐτοῖς περιέχουσιν.

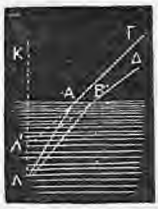
β') Ὁ σταθερὸς οὗτος λόγος τῶν ἡμιτόνων ἰσοῦται πρὸς τὸν εὐθὺν λόγον τῶν ταχυτήτων τοῦ φωτὸς ἐν τοῖς δύο περιέχουσι.

Τὰ συμπεράσματα ταῦτα συμφωνοῦσι πρὸς τὰ πειραματικὰ ἀποτελέσματα. Τῷ ὄντι γνωρίζομεν, ὅτι κατὰ τὴν διάβασιν τοῦ φωτὸς ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως εἶνε μείζων τῆς μονάδος, ὅπερ ἀπαιτεῖ κατὰ τὴν ἄνω σχέσιν, τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς μείζονα ἐν τῷ ἀέρι ἢ ἐν τῷ ὕδατι, τοῦθ' ὅπερ, ἀπεδείχθη, ὡς θέλομεν ἴδει, ἐκ τῶν ἐρευνῶν τοῦ Foucault. Ἡ τῆς ἐκπομπῆς θεωρία τοὐναντίον φέρει ὡς συμπέρασμα, ὅτι τὸ φῶς κινεῖται ταχύτερον ἐν

τῷ ὕδατι ἢ ἐν τῷ ἀέρι καὶ εἶνε ὁ πρώτιστος λόγος, δι' ὃν κατελείφθη.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ἀνύψωσις σωμάτων ἐμβεβαπτισμένων ἔν τινι ὑγρῷ. Ἔστω Λ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι· (σχ. 166). Αἱ ἀκτῖνες ΛΑ καὶ ΛΒ ἀναδύουσαι ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῶν κατὰ τὰ σημεῖα τῆς προσπτώσεως Α καὶ Β καθέτων καὶ λαμβάνουσι τὰς διευθύνσεις ΑΓ καὶ ΒΔ, ὧν αἱ προεκβολαὶ συνέρχονται εἴς τι σημεῖον Λ' αἰσθητῶς ἐπὶ τῆς καθέτου ΛΚ εὑρισκόμενον. Ἐὰν κατὰ τὸ ΓΔ ὑπάρχῃ ὀφθαλμὸς παρατηρητοῦ, βλέπει τὸ σημεῖον Λ εἰς τὸ Λ', ἤτοι πλησιέστερον τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς διαχωρίσεως.



Σχ. 166.

Ὅταν ὁρῶμεν τὸ σημεῖον Λ καθέτως ἄνωθεν, ἡ ἀνύψωσις εἶνε ἐλαχίστη, ἀνυψοῦται δὲ τοσούτῳ μᾶλλον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ὅσῳ πλαγιώτερον προσβλέπομεν πρὸς αὐτήν· ὅταν δὲ τεθῇ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν πρὸς τὸ ὕψος τῆς διαχωριζούσης ἐπιφανείας, τὸ σημεῖον Λ ὑψοῦται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Καὶ ὅταν καθέτως προσβλέπωμεν ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ὑγροῦ ἐν δοχείῳ ἐμπεριεχομένου, ὁρῶμεν φωτεινόν τι ἀντικείμενον εὑρισκόμενον εἰς τὸν πυθμένα, ὅτι ἀνυψοῦται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν· τὸ δὲ δοχεῖον φαίνεται ἡμῖν ἀβαθέστερον ἢ ὅταν εἶνε κενόν· τοῦτο δέ, διότι ἀπειροστὸς τις κῶνος ἀκτίνων ἐκ τινος σημείου τοῦ πυθμένος ἐκπορευόμενος καὶ καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος προσπίπτων μεταβάλλεται κατὰ τὴν ἀνάδυσιν εἰς κῶνον ἀκτίνων ἔτι μᾶλλον ἀφισταμένων, ὃν δεχόμενος ὁ ὀφθαλμός, ὑπολαμβάνει ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον κεῖται εἰς τὴν ο-

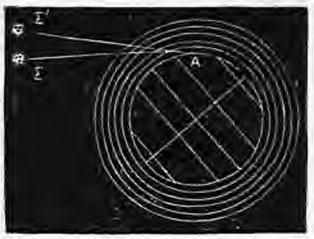
Σχ. 167.

υφὴν τοῦ κώνου τούτου, ἀνωτέραν τῆς κορυφῆς τοῦ πρώτου κώνου. Ῥάβδος ἐμβεβαπτισμένη πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη, διότι τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος ἀνυψοῦται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ (σχ. 167). Ἐὰν δὲ ἐμβαπτίσωμεν κατὰ τὸ ἥμισυ ῥάβδον καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, τὸ ἐμβεβαπτισμένον ἥμισυ φαίνεται βραχύτερον τοῦ ἄλλου. Ἐὰν ἐντὸς ἀδιαφανοῦς δοχείου θέσωμεν μικρὸν ἀντικείμενον, οἷον νόμισμα καὶ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἀπομακρυνθῶμεν οὕτως ὥστε τὰ χείλη τοῦ δοχείου ν' ἀποκρύπτωσιν αὐτό, χύσωμεν δ' εἶτα ὕδωρ ἐν τῷ δοχείῳ, βλέπομεν καὶ αὖθις τὸ νόμισμα, ἐν ᾧ οὐδόλως μετετέθη ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν. Δοχεῖον πλῆρες θειούχου ἄνθρακος φαίνεται ἀβαθέστερον ὁμοίου δοχείου πλήρους ὕδατος, διότι ὁ θειοῦχος ἄνθραξ εἶνε διαθλαστικώτερος τοῦ ὕδατος.

Ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις. Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως συμβαίνει ὁσάκις φωτεινή τις ἀκτὶς διέρχεται, ὡς προείρηται, ἀφ' ἑνὸς εἰς ἕτερον περιέχον, ὅπερ ὡς ἐκ τῆς φύσεως καὶ τῆς πυκνότητος αὐτοῦ διαφέρει τοῦ πρώτου. Ὅθεν εἶνε ἐπόμενον, ὅτι αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τῶν ἄστρων, ἐκ τοῦ ἡλίου Σ (σχ. 168) ἢ ἐκ τῆς σελήνης ἐκπεμπόμεναι, ἀφ' οὗ διαδράμωσι τὸ μεταξὺ διάστημα τοῦ οὐρανοῦ, εἰσερχόμεναι εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἵνα φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ Α ὑφίστανται διάθλασίν τινα, ἀκολουθοῦσαι καμπύλην, ἧς ἡ κοιλότης εἶνε ἐστραμμένη πρὸς τὴν γῆν. Καὶ τότε δὲν βλέπομεν τὰ ἄστρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν εὐθειῶν γραμμῶν, αἵτινες ἑνοῦσιν ἕκαστον αὐτῶν μετὰ τῆς θέσεως, ἣν κατέχομεν ἐπὶ τῆς Γῆς. Ἐξαιροῦνται μόνον ὅσα εὑρίσκονται εἰς τὸ κατακόρυφον σημεῖον, ἅτινα βλέπομεν εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτῶν θέσιν, διότι αἱ κατακορύφως προσπίπτουσαι ἀκτῖνες δὲν ὑφίστανται διάθλασιν.



Σχ. 168.

Ἡ διάθλασις τῆς ἀτμοσφαίρας ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὕψους, εἰς ὃ τὸ ἄστρον εὑρίσκεται ἄνω τοῦ ὁρίζοντος. ἡ δὲ ἀνύψωσις, ἣν ὑφίσταται ἀστὴρ ἕνεκα τῆς διαθλάσεως, εἶνε μεγίστη εἰς τὸν ὁρίζοντα, βαίνει δὲ μειουμένη, καθόσον ὁ ἀστὴρ πλησιάζει πρὸς τὸ κατακόρυφον. Ἡ διάθλασις ἐξαρτᾶται ἐπίσης ἐκ τοῦ νόμου, καθ' ὃν μειοῦνται αἱ πυκνότητες τῶν διαστρώσεων τοῦ ἀέρος, ἐξ ὧν σύγκειται ἡ ἀτμόσφαιρα. Ἐπειδὴ δὲ δὲν ἔχομεν θετικὰ δεδομένα περὶ τοῦ νόμου τούτου, δὲν εἶνε δυνατὸν νὰ προσδιορίσωμεν ἀπ' εὐθείας τὰς ἀποκλίσεις τὰς ἀντιστοιχούσας εἰς τὰ διάφορα ὕψη τῶν ἀστέρων. Ἀλλ' ἡ ἀστρονομία διδάσκει ἡμᾶς, ὅτι ἡ γωνιακὴ ἀπόστασις ἀστέρος τινὸς ἀπὸ τοῦ οὐρανίου πόλου μένει σταθερά, οἱονδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὸ ὕψος, εἰς ὃ ἡ ἡμερησία κίνησις φέρει αὐτὸν ἄνω τοῦ ὁρί-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ζοντος, αἱ δὲ διαφοραί, ἃς παρατηροῦμεν, ὁρίζουσι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν διάθλασιν· οὕτω δὲ συνετάχθηταν πίνακες διαθλάσεως ἀπὸ τοῦ ὁρίζοντος μέχρι τοῦ κατακορύφου σημείου. Ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος ἡ διάθλασις φθάνει εἰς 34′ περίπου· ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης εἶνε μικροτέρα τῶν 34′, ἕπεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης φαίνονται ἄνω τοῦ ὁρίζοντος πρὶν ἀκόμη ἡ κορυφὴ αὐτῶν πράγματι ἀνέλθῃ ὑπεράνω αὐτοῦ. Οὕτως ἡ ἡμέρα διὰ τῆς διαθλάσεως αὐξάνεται τήν τε πρωΐαν καὶ τὸ ἑσπέρας. Διὰ τοῦ αὐτοῦ αἰτίου ἐξηγεῖται τὸ φαινόμενον, ὅπερ συμβαίνει ἐνίοτε κατὰ τὰς ἐκλείψεις τῆς σελήνης, ὅτε αὕτη ἐκλείπει, ἐν ᾧ ἀκόμη ὁ ἥλιος εἶνε ὁρατὸς εἰς τὸν δυτικὸν ὁρίζοντα. Κατὰ τὰς ὁλικὰς ἐκλείψεις τῆς σελήνης ἡ ἀτμοσφαιρικὴ διάθλασις ἐξαναγκάζει πολλὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας νὰ προσπέσωσιν ἐπὶ τοῦ δορυφόρου ἡμῶν, οὗτινος ὁ δίσκος δὲν καθίσταται οὕτως ἐντελῶς ἀόρατος. Ὡσαύτως ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου ἀνατέλλοντος ἢ τῆς σελήνης φαίνεται ὡσεὶ πεπιεσμένος κατὰ τὴν διάμετρον αὐτοῦ τὴν κάθετον τῷ ὁρίζοντι, διότι τὸ ἀνώτερον σημεῖον τοῦ ἡλιακοῦ ἢ σεληνιακοῦ δίσκου ἐπὶ μᾶλλον ἀπέχον τοῦ ὁρίζοντος ὑφίσταται μικροτέραν ἀνύψωσιν ἢ τὸ κατώτερον, ὅπερ εἶνε πλησιέστερον πρὸς τὸν ὁρίζοντα. Φάρος τις παύει ὢν ὁρατός, ἕνεκα τῆς ἐξασθενήσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἢ ἕνεκα τῆς σφαιρικότητος τῆς γῆς, ἡ δὲ ἀπόστασις, καθ' ἣν ἠλεκτρικὸς φάρος εἶνε ὁρατός, αὐξάνεται, ὅταν τὸ ὕψος τῆς φωτεινῆς ἑστίας ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης γίνηται μεῖζον. Ἡ ἀπόστασις αὕτη προσδιορίζεται διὰ τοῦ μήκους τῆς ἐφαπτομένης, τῆς ἀγομένης ἐκ τῆς φωτεινῆς ἑστίας ἐπὶ τὴν σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, παρατεινομένης μέχρι τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ, ὅστις ὑποτίθεται εὑρισκόμενος μᾶλλον ἢ ἧττον ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος. Ἡ ἐφαπτομένη αὕτη δὲν εἶνε εὐθεῖα γραμμή, διότι αἱ ὀπτικαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι λίαν πλαγίως ἐπὶ στρωμάτων ἀέρος διαφόρου πυκνότητος καὶ θλώμεναι καθιστῶσι τὴν ἐφαπτομένην ταύτην γραμμὴν καμπύλην, ἧς τὸ κοῖλον εἶνε ἐστραμμένον πρὸς τὴν θάλασσαν, καὶ αὐξάνουσι τὸ μέγεθος αὐτῆς. Ὁ τύπος, δι' οὗ εὑρίσκεται ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶνε ὁ ἑξῆς·

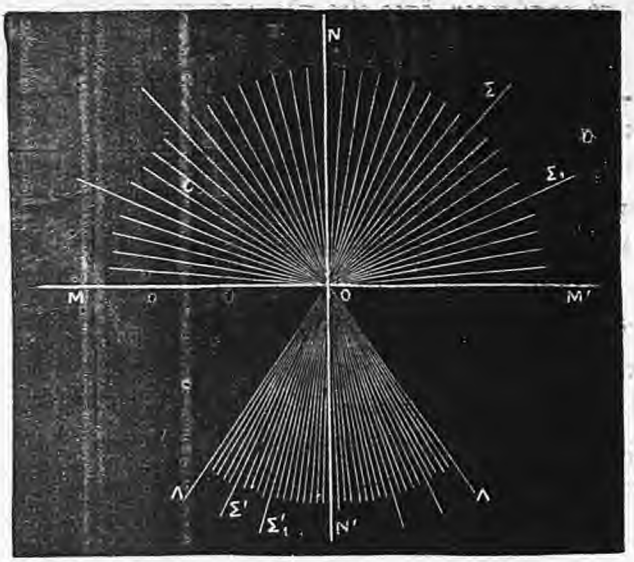
$$\Delta = \sqrt{\frac{A \times H}{0,42}}$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἔνθα Α μὲν παριστᾷ τὴν ἀκτῖνα τῆς γῆς καὶ Η τὸ ὕψος τοῦ φάρου ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Ὁ ἀριθμὸς $\sqrt{\frac{1}{0,42}}$ εἶνε συντελεστὴς προερχόμενος ἐκ τῆς διαθλαστικότητος τῆς ἀτμοσφαίρας. Οὕτω φάρος ὕψους 100 μέτρων καθίσταται ἔτι ὁρατὸς εἰς ἀπόστασιν 25 περίπου μιλίων, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ κεῖται 3 μόνον μέτρα ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, καὶ εἰς ἀπόστασιν 30 μιλίων, ὅταν ὁ παρατηρητὴς ἀνέλθῃ εἰς 20 μέτρα ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς. (Ἓν ναυτικὸν μίλιον ἰσοῦται πρὸς 1852 μ., 30).

Ὁρικὴ γωνία. — Ἐκ τοῦ τύπου ημπ = ν ημδ βλέπομεν, ὅτι ὅταν τὸ ν εἶνε μεγαλείτερον τῆς μονάδος, ἡ γωνία δ εἶνε μικροτέρα τῆς π καὶ ἰσοῦται τῷ μηδενί, ὅταν π = 0· ὅτι αὐξάνεται μετὰ τῆς π καὶ ὅτι διὰ τὴν ἐπιψαύουσαν πρόσπτωσιν, ὅτε π = 90^0, ἡ δ λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν Δ, διδομένην ὑπὸ τοῦ τύπου ημΔ = $\frac{1}{\nu}$· ἡ γωνία αὕτη καλεῖται *ὁρικὴ γωνία*.

Ὅθεν λέγομεν τις ἀκολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν αὐτῆς. ἐὰν



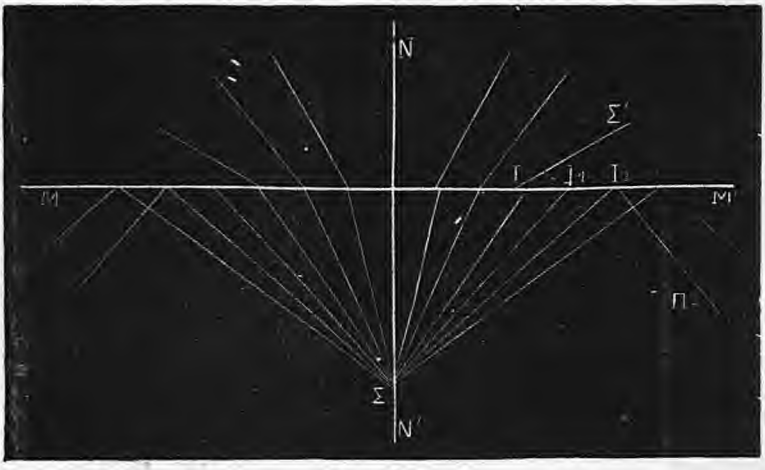
Σχ. 169.

προσπίπτῃ καθέτως (σχ. 169), εἰς πάσας δὲ τὰς λοιπὰς περιπτώσεις μεταβαίνουσα ἐκ σώματος ὀπτικῶς ἀραιοτέρου εἰς πυκνότερον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον ΝΝ′ καὶ φθάνει πρὸς ἓν ὅριον, ἤτοι πρὸς τὴν εὐθεῖαν ΟΛ, ὅταν $\pi = 90^0$. Ἐὰν καταγράψωμεν κῶνον διὰ τῆς ΟΛ, ὡς γενετείρας, οὗτος θέλει δείξει ἡμῖν τὸ ὅριον πασῶν τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων, ὅσαι εἰσδύουσι διὰ τοῦ σημείου Ο.

Ὁλικὴ ἀνάκλασις. — Ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ φῶς βαίνει ἀντιθέτως (σχ. 170) καὶ ἀναχωρεῖ ἀπὸ τοῦ διαθλαστικωτέρου μέσου κατὰ τὴν ΣΙ, ἵνα εἰσδύσῃ εἰς τὸ ἧττον διαθλαστικόν· τὸ φῶς θέλει ἀποκλίνει τῆς καθέτου καὶ λάβει τὴν διεύθυνσιν ΙΣ′. Ἡ ἀκτὶς ΣI_1, τοῦ ὁρίου τῆς διαθλάσεως, ἥτις σχηματίζει γωνίαν προσπτώ-



(Σχ. 170).

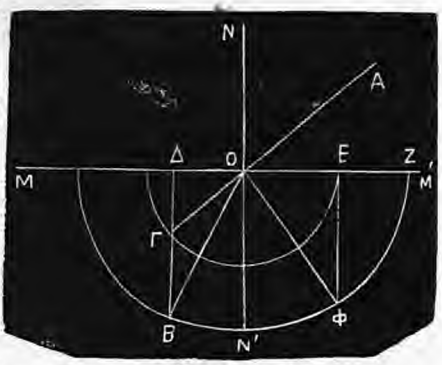
σεως ἴσην τῇ ὁρικῇ Δ, ἐξέρχεται ἐπιψαύουσα τὴν ἐπιφάνειαν ΜΜ′. Τῷ ὄντι καλοῦντες Β τὴν γωνίαν ταύτην τῆς ἐξόδου, ἔχομεν $\frac{\eta\mu B}{\eta\mu\Delta} = \nu$, ὅθεν $\eta\mu B = \nu.\eta\mu\Delta$· ἀλλὰ $\eta\mu\Delta = \frac{1}{\nu}$ καὶ $\nu.\eta\mu\Delta = 1$, ὅθεν $\eta\mu B = 1$ καὶ $B = 90^0$, ἤτοι ἡ ἀναδύουσα ἀκτὶς σχηματίζει ὀρθὴν γωνίαν μετὰ τῆς καθέτου. Ἀλλ' ὅταν ἀκτίς τις προσπίπτῃ ὑπὸ γωνίαν Δ′ μείζονα τῆς ὁρικῆς, θὰ ἔχωμεν

$\eta\mu\Delta' > \frac{1}{\nu}$, ὅθεν $\nu\,\eta\mu\Delta' > 1$, ἤτοι $\eta\mu B' > 1$, ὅπερ ἄτοπον· τοῦτ' ἔστιν, ὅταν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὁρικῆς, δὲν ὑπάρχει γωνία διαθλάσεως· συμβουλευόμενοι δὲ τὸ πείραμα, βλέπομεν ὅτι δὲν ὑπάρχει πλέον ἀκτὶς διαθλωμένη καὶ ὅτι παρά-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

γεται νέον τι φαινόμενον, *ἡ ὁλικὴ ἀνάκλασις*. Ἐνῷ ἀκτίς τις, ὡς ἡ ΣΙ, δίδει διαθλωμένην ἀκτῖνα ὡς τὴν ΙΣ′, δίδει συγχρόνως καὶ ἐσωτερικήν τινα ἀνακλωμένην ἀμυδράν. Ἀλλ' εὐθὺς ὡς ἀκτίς τις οἷον ἡ ΣΙ$_2$ προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὁρικῆς παύσῃ διαθλωμένη, ὑφίσταται τὴν ὁλικὴν ἀνάκλασιν καὶ πράγματι βλέπομεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς γίνεται φωτεινοτέρα. Τῷ ὄντι αἱ φωτομετρικαὶ ἐκτιμήσεις ἔδειξαν, ὅτι περιέχει ἅπαν σχεδὸν τὸ προσπῖ-τον φῶς.

Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος καὶ τῆς ὁρικῆς γωνίας. Α′. *Κατασκευὴ τοῦ* Huygens. Ἔστω ΜΜ′ ἡ ἐπιφάνεια ἡ διαχωρίζουσα τὰ δύο μέσα, ν ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως καὶ ΑΟ (σχ. 171) ἀκτὶς προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν π. Διὰ τοῦ σημείου Ο ὡς κέντρου διαγράφομεν δύο ἡμιπεριφερείας, τὴν μὲν μετ' ἀκτῖνος ΟΕ ἴσης τῇ μονάδι, τὴν δὲ μετ' ἀκ-τῖνος ΟΖ ἴσης τῷ δείκτῃ τῆς διαθλάσεως ν. Προεκβάλλομεν τὴν ΑΟ μέχρις ὅτου συναντήσῃ τὴν πρώτην περιφέρειαν εἰς τὸ σημεῖον Γ καὶ ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου καταβιβάζομεν τὴν κάθετον ΓΔ ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΜΜ′, ἣν προεκτείνομεν μέχρις ὅτου τάμῃ τὴν δευτέραν περιφέρειαν εἰς Β. Ἑνοῦμεν τὸ Β μετὰ τοῦ Ο καὶ ἡ εὐθεῖα ΟΒ εἶνε ἡ διεύθυνσις τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος. Καὶ ὄντως ΟΔ=ΟΓημπ καὶ ΟΔ=ΟΒημδ, ὅθεν



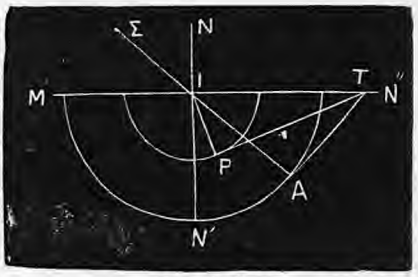
Σχ. 171

$$\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \frac{OB}{O\Gamma} = \frac{OZ}{OE} = \nu.$$

Ἡ ὁρικὴ γωνία εὑρίσκεται, ἂν καταβιβάσωμεν τὴν κάθετον ΕΦ ἀπὸ τοῦ σημείου Ε ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον ΜΜ′ καὶ ἑνώσωμεν τὰ σημεῖα Ο καὶ Φ. Ἡ γωνία Ν′ΟΦ εἶνε ἡ ὁρικὴ γωνία. Ἔχομεν ὄν-τως ΟΕ=ΟΦ ημΝ′ΟΦ = ΟΦημΡ, ὅθεν $\eta\mu P = \frac{OE}{O\Phi} = \frac{1}{\nu}$.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Β'. *Κατασκευὴ* τοῦ Billet. Αὕτη εἶνε μᾶλλον συνήθης, χρήσιμος δ' ἰδίᾳ, ὡς θέλομεν ἴδει, εἰς τὴν διπλῆν διάθλασιν τοῦ φωτός. Ἐκ τοῦ σημείου I (σχ. 172) ὡς κέντρου διαγράφομεν δύο ἡμιπεριφερείας, τὴν πρώτην δι' ἀκτῖνος ἴσης τῇ μονάδι, καὶ τὴν δευτέραν δι' ἀκτῖνος ἴσης πρὸς $\frac{1}{\nu}$, ἔνθα ν παριστᾷ τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως τοῦ περιέχοντος. Προεκβάλλομεν τὴν προσπίπτουσαν ἀκτῖνα ΣΙ μέχρις ὅτου συναντήσῃ εἰς τὸ Α τὴν περιφέρειαν τὴν διαγραφεῖσαν δι' ἀκτῖνος ἴσης τῇ μονάδι, καὶ ἐκ τοῦ σημείου Α ἄγομεν τὴν ἐφαπτομένην ΑΤ. Ἐκ δὲ τοῦ σημείου Τ ἄγομεν τὴν ἐφαπτομένην ΤΡ ἐπὶ τῆς ἡμιπεριφερείας τῆς διαγραφείσης δι' ἀκτῖνος ἴσης πρὸς $\frac{1}{\nu}$. Ἑνοῦντες τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς Ρ μετὰ τοῦ τῆς προσπτώσεως Ι, λέγομεν ὅτι ἡ εὐθεῖα ΙΡ παριστᾷ τὴν διαθλωμένην ἀκτῖνα. Ἀρκεῖ πρὸς ἀπόδειξιν τούτου νὰ δείξωμεν. ὅτι ἡ γωνία ΡΙΝ', ἣν καλέσωμεν δ, συνδέεται μετὰ τῆς γωνίας ΣΙΝ=π διὰ τῆς σχέσεως $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \nu$.



Σχ. 172.

Ὄντως εἰς τὸ ὀρθογώνιον τρίγωνον ΙΤΡ οὗτινος ἡ ὀρθὴ γωνία εἶνε εἰς τὸ Ρ, ἡ ὀξεῖα γωνία ΙΤΡ εἶνε ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς διαθλάσεως ΡΙΝ'. Ἔχομεν δὲ τὴν σχέσιν ΙΡ=ΙΤημ.ΡΙΝ'. Εἰς δὲ τὸ ὀρθογώνιον τρίγωνον ΙΑΤ ἡ ὀξεῖα γωνία ΙΤΑ εἶνε ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως ΣΙΝ, ἔχομεν δὲ τὴν σχέσιν ΙΑ=ΙΤημ. ΣΙΝ. Διαιροῦντες τὰς δύο ταύτας ἰσότητας κατὰ μέλη, λαμβάνομεν

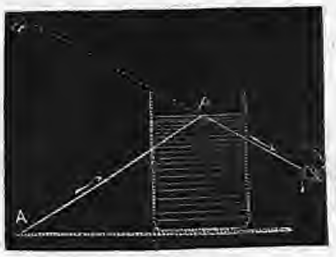
$$\frac{\eta\mu\Sigma IN}{\eta\mu PIN'} = \frac{IA}{IP}, \text{ ἤτοι } \frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \frac{1}{\frac{1}{\nu}} = \nu.$$

Ὅθεν ἡ γωνία ΡΙΝ' εἶνε ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως, καὶ ἡ εὐθεῖα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΙΡ ἡ ἀκτὶς διαθλάσεως, ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν ἀκτῖνα τῆς προσπτώσεως ΣΙ.

Ἡ ὁλικὴ ἀνάκλασις δύναται ν' ἀποδειχθῇ διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος (σχ. 173). Ἐνώπιον ὑαλίνου ἀγγείου πλήρους ὕδατος θέτομεν ἀντικείμενόν τι οἷον ἓν νόμισμα Α. Εἶτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, βλέπομεν κατὰ τὸ α ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τὸ εἴδωλον τοῦ νομίσματος Α λίαν εὐκρινές, σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων Αμ, αἵτινες ὑπέστησαν ἐντωτερικῶς ὁλικὴν ἀνάκλασιν.



Σχ. 173

Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν πλαγίως κεῖρον δοκιμαστικὸν σωλῆνα, βλέπουεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σωλῆνος, πλαγίως φωτιζομένου, λάμπουσαν ἀργυροειδῶς ἕνεκα τῆς ὁλικῆς ἀνακλάσεως. Ἐὰν πληρώσωμεν τὸν σωλῆνα ὕδατος, ἡ λάμψις ἐκλείπει. Χυμώδης καρπὸς ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτιζόμενος λάμπει κατ' ἐπιφάνειαν ἀργυροειδῶς διότι ἕνεκα τοῦ παρεντεθέντος στρώματος τοῦ κέρος ἐπέρχεται ὁλικὴ ἀνάκλασις. Ἡ λάμψις αὕτη ἐκλείπει, ὅταν καλῶς διαβρέξωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ καρποῦ καὶ ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα.

Ἀτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμός. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς κατοπτρισμὸς εἶνε φαινόμενον προερχόμενον ἐκ τῆς διαθλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Παρατηρεῖται δ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὰς ἀμμώδεις πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου, ὅταν τὸ ἔδαφος θερμαίνηται καθ' ὑπερβολὴν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Τότε τὰ διάφορα ἀντικείμενα κατοπτρίζονται ὡς ἐπὶ γαληνιαίας λίμνης, ἡ δ' ὀπτικὴ ἀπάτη εἶνε τοιαύτη, ὥστε ὁ κατὰ πρῶτον βλέπων τὸ φαινόμενον τοῦτο νομίζει ὅτι πράγματι ἔμπροσθεν αὐτοῦ ἐκτείνεται λίμνη τις. Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες πίπτουσαι ἐπὶ τοῦ ἀμμώδους ἐδάφους θερμαίνουσι καθ' ὑπερβολὴν αὐτό, ἐν ᾧ τὰ στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας, δι' ὧν διῆλθον, ἕνεκα τοῦ θερμοδιαβάτου αὐτῶν τηροῦνται ψυχρότερα. Ἀλλ' ἡ θερμότης τοῦ ἐδάφους μεταδίδεται εἰς τὸ ἀμέσως εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ στρῶμα τοῦ ἀέρος καὶ δι' αὐτοῦ εἰς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὰ ὑπερκείμενα στρώματα. Οὕτω δ' ὁ ἀὴρ κατὰ τὴν μεσημβρίαν πρὸ πάντων παρὰ τὸ ἔδαφος σύγκειται ἐκ στρωμάτων, ὧν ἡ πυκνότης βαίνει αὐξανομένη μέχρι τινὸς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Θεωρήσωμεν λεπτήν τινα δέσμην φωτεινῶν ἀκτίνων φερομένην πλαγίως πρὸς τὸ ἔδαφος ἀπὸ τοῦ σημείου Α (σχ. 174) μεμακρυσμένου

Σχ. 174

τινὸς καὶ ὑψηλοῦ ἀντικειμένου. Αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ πυκνοτέρου εἰς ἀραιότερον στρῶμα ἀποκλίνει ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου καὶ ἡ ἀπόκλισις αὕτη βαίνει αὐξανομένη μέχρις ὅτου φθάνουσα ἐπὶ στρώματος, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου σχηματίζει γωνίαν ἴσην τῇ ὁρικῇ, ὑφίσταται τὴν ὁλικὴν ἀνάκλασιν. Ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου Ο ἀκολουθεῖ ἀντίθετον πορείαν, πλησιάζουσα ἐπὶ μᾶλλον πρὸς τὴν κάθετον καὶ συναντᾷ τὸν ὀφθαλμὸν παρατηρητοῦ, ὅστις βλέπει τὸ εἴδωλον τοῦ σημείου Α εἰς Α', ἔνθα συναντῶνται αἱ προεκβολαὶ τῶν ἀκτίνων τῶν ἀποτελουσῶν τὴν φωτεινὴν δέσμην. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει εἰς πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου, ὅπερ φαίνεται ἀνεστραμμένον καὶ συμμετρικόν, ὅπως ἤθελεν ἀπεικονισθῇ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἠρεμοῦντος ὕδατος. Ὁ οὐρανὸς κατοπτρίζεται ἐπίσης καὶ ὡς ἐκ τούτου προσγίγνεται ἡ φαινομένη στιλπνότης τοῦ ἐδάφους εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ τοῦ παρατηρητοῦ ἀπατῶσα τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ, ὑπολαμβάνοντος ὅτι εὑρίσκεται πρό τινος λίμνης.

Τὸ τοῦ κατοπτρισμοῦ φαινόμενον συμβαίνει ἐπίσης καὶ εἰς τὴν θάλασσαν, ὅταν τὸ ὕδωρ εἶνε θερμότερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ ἐξηγεῖται κατὰ τὸν αὐτὸν ἐπίσης τρόπον. Ὅταν δὲ τὰ στρώματα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τοῦ ἀέρος ἀνίσως θερμαινόμενα χωρίζωνται οὐχὶ καθ' ὁριζοντίας ἀλλὰ κατὰ κεκλιμένας ἢ κατακορύφους διαστρώσεις, τότε συμβαίνει ὁ πλάγιος ἢ κατακόρυφος κατοπτρισμός, συνήθης εἰς τὰς ὀρεινὰς χώρας ἢ πλησίον οἰκοδομῶν. Τότε τὰ ἀντικείμενα φαίνονται κατοπτριζόμενα ὡς ἐπὶ πλαγίου ἢ ἐπὶ κατακορύφου κατόπτρου. Ἐνίοτε εἰς τὴν θάλασσαν παρατηρεῖται τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου τινός, οἷον πλοίου, σχηματιζόμενον ἄνωθεν αὐτοῦ ἀνεστραμμένον.

ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΔΙΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

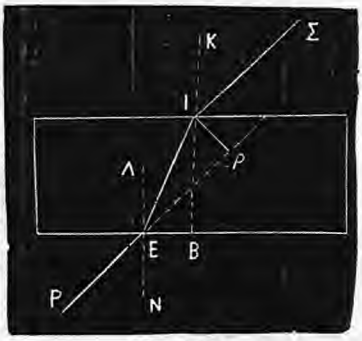
Διακρίνομεν τρεῖς διαφόρους περιστάσεις κατὰ τὴν διάδοσιν τοῦ φωτὸς διὰ διαφανῶν σωμάτων.

α'). Διὰ σωμάτων ἐχόντων ἕδρας παραλλήλους (πλάκες).

β'). Διὰ σωμάτων ἐχόντων ἕδρας συγκλινούσας (πρίσματα).

γ'). Διὰ σωμάτων περιοριζομένων ὑπὸ ἐπιφανειῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν, κυρτῶν ἢ κοίλων (φακοί).

α'). **Διάθλασις διὰ πλακῶν.** Ὅταν τὸ φῶς διέρχηται διὰ πλακὸς διαφανοῦς (σχ. 175), ἧς ἀμφότεραι αἱ ἕδραι, καὶ ἡ ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ ἡ ἔναντι δι' ἧς ἐξέρχεται, εἶνε ἐπίπεδα παράλληλα, περιβάλληται δὲ ἡ πλὰξ πέριξ διὰ τοῦ αὐτοῦ περιέχοντος, ὡς πλὰξ ὑαλίνη ἐν τῷ ἀέρι, ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς εἶνε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ· διότι, ἂν καλέσωμεν τὸν μεταξὺ ἀέρος καὶ ὕδατος δείκτην ν, τότε μεταξὺ ὕδατος καὶ ἀέρος θὰ εἶνε $\frac{1}{\nu}$. Ἐστωσαν αἱ γωνίαι



Σχ. 175.

ΣΙΚ=π, ΒΙΕ =δ, ΙΕΛ= δ' καὶ ΝΕΡ = π', ἔχομεν

$$\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta} = \nu \quad \text{καὶ} \quad \frac{\eta\mu\delta'}{\eta\mu\pi'} = \frac{1}{\nu}.$$

Πολλαπλασιάζοντες κατὰ μέλη, λαμβάνομεν

$$\frac{\eta\mu\pi.\ \eta\mu\delta'}{\eta\mu\delta.\ \eta\mu\pi'} = ,$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ ἐπειδὴ δ=δ', ἔχομεν ημπ=ημπ', ὅθεν π=π'· ὥστε πᾶσα ἀκτὶς πλαγίως διερχομένη δὲν πάσχει γωνιώδη ἐκτροπήν, ἀλλὰ μόνον παράλληλον ἐκτροπὴν οὕτως, ὥστε ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ. Οὐδεμίαν ἐκτροπὴν ὑφίστανται αἱ καθέτως ἐπὶ τὰς ἕδρας προσπίπτουσαι ἀκτῖνες.

Ὑπολογισμὸς τῆς παραλλήλου ἐκτροπῆς Ιρ. Ἐκ τοῦ τριγώνου ΙΕρ (σχ. 175) λαμβάνομεν

$$\text{Ιρ}=\text{ΙΕ}\,\eta\mu\,\text{ΙΕρ}=\text{ΙΕ}\,\eta\mu\,(\pi-\delta)=\text{ΙΕ}\;(\eta\mu\pi\sigma\upsilon\nu\delta-\sigma\upsilon\nu\pi\eta\mu\delta).$$

Ἀντικαθιστῶντες ημδ καὶ συνδ διὰ τῶν τιμῶν αὐτῶν συναρτήσει τοῦ ημπ καὶ ν ἐξαγομένων ἐκ τῆς σχέσεως $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta}=\nu$, λαμβάνομεν

$$\text{Ιρ}=\frac{\eta\mu\pi}{\nu}\left(\sqrt{\nu^2-\eta\mu^2\pi}-\sigma\upsilon\nu\pi\right)\text{ΙΕ}. \quad (1)$$

Ἵνα δ' ὑπολογίσωμεν τὸ ΙΕ, καλέσωμεν ε τὸ πάχος ΙΒ τῆς πλακός. Τὸ τρίγωνον ΙΕΒ δίδει

$$\text{ΙΕ}=\frac{\varepsilon}{\sigma\upsilon\nu\delta}=\frac{\nu\varepsilon}{\sqrt{\nu^2-\eta\mu^2\pi}},$$

ἀντικαθιστῶντες τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ ΙΕ εἰς τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν (1), λαμβάνομεν

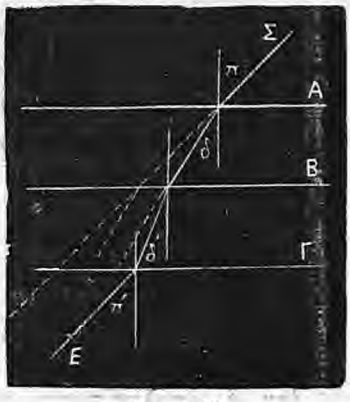
$$\text{Ιρ}=\varepsilon\eta\mu\pi\left(1-\sqrt{\frac{1-\eta\mu^2\pi}{\nu^2-\eta\mu^2\pi}}\right).$$

Ἐκ τοῦ τύπου τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ὁ παράλληλος ἐκτοπισμὸς τῆς ἐξιούσης ἀκτῖνος εἶνε ἀνάλογος τοῦ πάχους ε τῆς πλακὸς καὶ ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς διαθλαστικότητος τῆς οὐσίας καὶ ἐκ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π. Ὅταν π=0 καὶ Ιρ=0, τουτέστιν αἱ καθέτως προσπίπτουσαι ἀκτῖνες δὲν ἐκτρέπονται. Ὅταν $\pi=90^0$, Ιρ=ε. Ὥστε ἡ ἐκτροπὴ αὐξάνεται ἀπὸ τοῦ 0 μέχρι ε, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως αὐξάνηται ἀπὸ τοῦ 0 μέχρι 90^0. Περὶ τούτου πειθόμεθα πειραματικῶς, θέτοντες ἐπὶ χάρτου, ἐφ' οὗ ἐχαράχθησαν γραμμαὶ εὐθεῖαι καὶ καμπύλαι, ὑαλίνην πλάκα καὶ παρατηροῦντες πλαγίως μὲν βλέπομεν διαλείψεις συνεχείας τῶν γραμμῶν τούτων ἐν ᾧ καθέτως οὐδεμίαν διάλειψιν βλέπομεν. Ἀλλ' ὅταν προσβλέπωμεν πολὺ πλαγίως, αἱ διὰ διαθλάσεως ὁρώμεναι γραμμαὶ ἀνυψοῦν-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ται μέχρι τῆς ἄνω ἕδρας τῆς ὑαλίνης πλακός, δηλ. ἡ ἐκτροπὴ τότε ἰσοῦται τῷ πάχει τῆς πλακός.

Ὅταν τὸ φῶς διέρχηται διὰ δύο ἢ καὶ πλειόνων πλακῶν Β,Γ (σχ. 176) διαφόρου ὕλης, περιβαλλομένων διὰ τοῦ αὐτοῦ περιέχοντος, ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς Ε βαίνει παραλλήλως τῇ προσπιπτούσῃ Σ· ἐὰν δὲ τὸ τρίτον μέσον Γ διαφέρῃ τοῦ πρώτου Α, ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς ὁδεύει ἐν τῷ Γ, ὡτεὶ ἀπ' εὐθείας μετέβαινεν ἐκ τοῦ Α εἰς τὸ Γ. Ἐὰν π. χ. τὸ φῶς ὁδεύῃ ἀπὸ τοῦ ἀέρος Α εἰς τὸ ὕδωρ Β καὶ ἀπὸ τοῦ ὕδατος εἰς τὴν ὕαλον Γ, ἡ ἀκτὶς διαθλᾶται ἐν τῇ ὑάλῳ Γ ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν δ', ὑφ' ἣν θὰ διεθλᾶτο ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐν τῷ ἀέρι ἀμέσως ἐπὶ τῆς ὑάλου ὑπὸ γωνίαν π. Διότι,



Σχ. 176.

ἂν τὸ ὑδάτινον στρῶμα διηνεκῶς ἠλαττοῦτο, ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως θὰ ἔμενεν ἀμετάβλητος, ἐπομένως καὶ ὅταν ἐκλείψῃ, ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν ἡ ἀκτὶς θέλει διαθλασθῇ. Ὥστε, ἂν καλέσωμεν ν τὸν δείκτην μεταξὺ ἀέρος Α καὶ ὕδατος Β, $ν_1$ τὸν δείκτην μεταξὺ ἀέρος Α καὶ ὑάλου Γ καὶ $ν_2$ τὸν μεταξὺ ὕδατος Β καὶ ὑάλου Γ, θέλομεν ἔχει

$$\frac{ημπ}{ημδ} = ν, \quad \frac{ημδ}{ημδ'} = ν_2 \text{ καὶ } \frac{ημπ}{ημδ'} = ν_1.$$

πολλαπλασιάζοντες δὲ τὰς δύο πρώτας κατὰ μέλη, λαμβάνομεν

$$\frac{ημπ}{ημδ'} = ν.\ ν_2, \text{ ὅθεν } ν_1 = νν_2 \text{ καὶ } ν_2 = \frac{ν_1}{ν}.$$

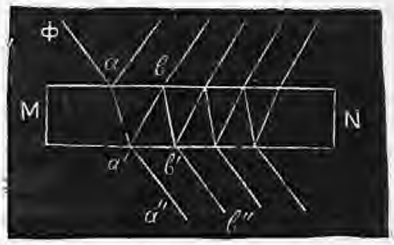
Διὰ τοῦ τελευταίου τούτου τύπου εὑρίσκομεν τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως μεταξὺ δύο μέσων, οἷον ὕδατος καὶ ὑάλου, ὅταν γνωρίζωμεν τὸν δείκτην μεταξὺ ἑκάστου ἐξ αὐτῶν καὶ τοῦ ἀέρος ἢ τοῦ κενοῦ. Ὡσαύτως εὑρίσκομεν τὸν ἀπόλυτον δείκτην σώματός τινος, γνωρίζοντες τὸν σχετικὸν τοῦ σώματος τούτου ὡς πρὸς τὸν ἀέρα καὶ τὸν ἀπόλυτον δείκτην τοῦ ἀέρος, ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν σχετικὸν ἐπὶ τὸν ἀπόλυτον δείκτην τοῦ ἀέρος· ἀντι-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

στρόφως δὲ εὑρίσκομεν τοὺς σχετικοὺς δείκτας, γνωρίζοντες τοὺς ἀπολύτους.

Ἐὰν τὸ φῶς διέρχηται διὰ πλειόνων πλακῶν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ περιέχοντος εὑρισκομένων, παραλλήλων ἢ μή, εἶνε εὔκολον νὰ δειχθῇ ὅτι ἡ ἐξερχομένη ἀκτὶς εἶνε πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ.

Διάθλασις καὶ ἀνάκλασις διὰ πλακῶν. Τὸ ἐκ φωτοβόλου σημείου ἐκπεμπόμενον φῶς προσπῖπτον ἐπὶ πλακὸς MN π. χ. ὑαλίνης ἐχούσης παραλλήλους ἕδρας, ἐν μέρει μὲν ἀνακλᾶται κατὰ τὸ a ἐπὶ τῆς πρώτης ἕδρας, ἐν μέρει δὲ διαθλᾶται (σχ. 177). Ἐκ τοῦ διαθλωμένου τούτου φωτὸς τοῦ προσπίπτοντος ἐπὶ τῆς δευτέρας ἕδρας εἰς τὸ a', μέρος διαθλᾶται, μέρος δὲ ἀνακλᾶται. Τὸ ἀνακλώμενον τοῦτο φῶς, προσπῖπτον ἐπὶ τῆς πρώτης ἕδρας εἰς τὸ b, ἐν μέρει μὲν διαθλᾶται, ἐν μέρει δὲ ἀνακλᾶται καὶ οὕτω καθεξῆς. Οὕτω δὲ βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων τοῦ φωτοβόλου σημείου, ὅταν προσβλέπωμεν οὐχὶ καθέτως ἀλλ' ὀλίγον τι πλαγίως ἐπὶ τῆς πρώτης ἕδρας τῆς ὑαλίνης πλακός. Ἐὰν ὅμως τῆς πλακὸς ταύτης ἡ ὀπισθεν ἕδρα εἶνε κεκασσιτερωμένη ἢ ἐπάργυρος, τότε αἱ ἀκτῖνες ἀνακλῶνται ἐν μέρει ἐπὶ τῆς ἔμπροσθεν ἕδρας, ἰδίως ὅμως ἐπὶ τῆς ὄπισθεν. Ἐὰν ἐν τοιούτῳ κατόπτρῳ παρατηρήσωμεν ὀλίγον πλαγίως ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ τὴν φλόγα λαμπάδος, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων, ὧν τὸ μὲν πρῶτον εἶνε ἀσθενές, τὸ δὲ δεύτερον ζωηρότερον πάντων, διότι προέρχεται ἐκ τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ τῆς μεταλλικῆς ἐπιφανείας, ἀλλὸν ἀνακλαστικῆς. Τὰ λοιπὰ εἴδωλα σχηματίζονται ἀμυδρότερα, ὡς προερχόμενα ἐκ διαδοχικῶν ἀνακλάσεων. Τὰ διαδοχικὰ ταῦτα εἴδωλα ἀπέχουσιν ἴσας ἀπ' ἀλλήλων, συνταυτίζονται δὲ ὡς ἀποδεικνύεται κατωτέρω, ὅταν πολὺ πλαγίως προσβλέπωμεν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου οὕτως, ὥστε αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ φωτοβόλου σημείου προερχόμεναι νὰ ἅπτωνται σχεδὸν τῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου. Ἀλλ' ὅπως ἴδωμεν τὰ εἴδωλα ταυτιζόμενα, πρέπει νὰ κλείσωμεν τὸν ὀφθαλμὸν τὸν ἀπώτερον τοῦ κατόπτρου. Διὰ τοῦ

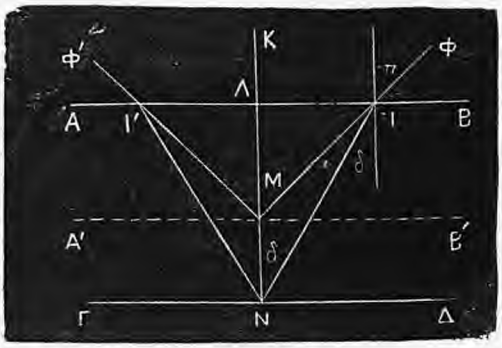


Σχ. 177.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μέσου τούτου δυνάμεθα νὰ μάθωμεν ἂν αἱ δύο ἕδραι κατόπτρου εἶνε παράλληλοι.

Ἕνεκα τῆς διαθλάσεως ταύτης τοῦ φωτὸς ἐν ὑαλίνῳ ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ δὲν βλέπομεν τὸ εἴδωλον φωτοβόλου σημείου Φ (σχ.178) εἰς τὴν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΓΔ τῆς μεταλλικῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου θέσιν, ἀλλ' ὡς πρὸς ἄλλο τι νοητὸν ἐπίπεδον Α′Β′, οὗτινος ἡ θέσις εἶνε διάφορος κατὰ τὴν διάφορον θέσιν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὴν θέσιν τοῦ νοητοῦ τούτου ἐπιπέδου θέλομεν ἤδη ὑπολογίσει, διότι ἡ γνῶσις αὐτῆς εἶνε χρήσιμος εἰς πολλὰ ὀπτικὰ ὄργανα.



Σχ. 178

Φαινόμενον πάχος κατόπτρου. Ἔστω ΑΒΙ′Δ (σχ.178) ὑάλινον κάτοπτρον μετὰ παραλλήλων ἑδρῶν ΑΒ καὶ ΓΔ. Ἀκτὶς φωτὸς ΦΙ προσπίπτουσα ὑπὸ τὴν γωνίαν π θλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΝ, ἀνακλᾶται κατὰ τὴν ΝΙ′ καὶ θλᾶται αὖθις κατά τὴν Ι′Φ′. Ἐὰν προεκτείνωμεν τὰς δύο ταύτας ἀκτῖνας ΦΙ καὶ Φ′Ι′, συναντῶνται κατὰ τὸ Μ. Ζητεῖται ἡ ἀπόστασις ΛΜ = χ τοῦ νοητοῦ ἐπιπέδου Α′Β′ ἀπὸ τῆς ἕδρας ΑΒ συναρτήσει τοῦ πάχους ΛΝ = ε τοῦ κατόπτρου, τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π, καὶ τοῦ δείκτου ν.

Ἐκ τῶν τριγώνων ΛΙΜ καὶ ΛΙΝ λαμβάνομεν ΛΙ = ΛΜεφΛΜΙ καὶ ΛΙ = ΛΝεφΛΝΙ, ὅθεν χεφπ = ε.εφδ καὶ

$$\chi = \varepsilon\,\frac{\text{εφδ}}{\text{εφπ}} = \varepsilon\,\frac{\text{ημδ}}{\text{συνδ}}\cdot\frac{\text{συνπ}}{\text{ημπ}} = \frac{\varepsilon\,\text{συνπ}}{\text{νσυνδ}}\cdot \quad \text{ἀλλὰ}$$

$$\frac{\text{ημπ}}{\text{ημδ}} = \nu,\ \text{ὅθεν ημδ} = \frac{\text{ημπ}}{\nu} \quad \text{καὶ συνδ} = \sqrt{1-\frac{\text{ημ}^2\pi}{\nu^2}}$$

$$\text{καὶ νσυνδ} = \sqrt{\nu^2-\text{ημ}^2\pi},\ \text{ὅθεν}\ \chi = \varepsilon\,\frac{\text{συνπ}}{\sqrt{\nu^2-\text{ημ}^2\pi}}\cdot$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐὰν $\pi=0$, $\chi=\frac{\varepsilon}{\nu}$, ἐὰν $\pi=90^0$, $\chi=0$,

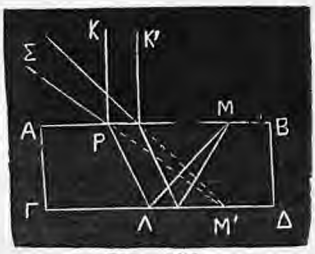
ἤτοι, ὅταν ἀκτίς τις πίπτῃ καθέτως, ἡ ἀπόστασις τοῦ νοητοῦ ἐπιπέδου Α′Β′ ἀπὸ τῆς ἕδρας ΑΒ ἢ τὸ φαινόμενον πάχος κατόπτρου ὁρωμένου καθέτως εἶνε ἴση πρὸς $\frac{\varepsilon}{\nu}$. Ὅταν τοὐναντίον ἡ ἀκτὶς ἅπτηται σχεδὸν τοῦ κατόπτρου, τότε τὸ φαινόμενον πάχος αὐτοῦ, ὁρωμένου πολὺ πλαγίως, μηδενίζεται. Διὰ τὴν στεφανύαλον, ἧς ὁ δείκτης ἰσοῦται πρὸς $\frac{3}{2}$ ἔχομεν $\chi=\frac{2}{3}\varepsilon$, ἤτοι τὸ φαινόμενον πάχος κατόπτρου ἐκ τοιαύτης ὕλης κατεσκευασμένου καὶ ὁρωμένου καθέτως εἶνε τὰ $\frac{2}{3}$ τοῦ πραγματικοῦ. Ὁ ἀνωτέρω δὲ τύπος γίνεται

$$\gamma=\frac{\varepsilon}{\sqrt{\frac{\nu^2-\eta\mu^2\pi}{\sigma\upsilon\nu^2\pi}}}=\frac{\varepsilon}{\sqrt{\frac{\nu^2-1+\sigma\upsilon\nu^2\pi}{\sigma\upsilon\nu^2\pi}}}=\frac{\varepsilon}{\sqrt{1+\frac{\nu^2-1}{\sigma\upsilon\nu^2\pi}}}=\frac{\varepsilon}{\sqrt{1+\frac{1,25}{\sigma\upsilon\nu^2\pi}}}$$

Πρόβλημα. Ὑπὸ ποίαν γωνίαν πρέπει νὰ προσπέσῃ ἀκτὶς ἐπὶ κατόπτρου ἐκ στεφανυάλου, ὥστε τὸ νοητὸν ἐπίπεδον ἀνακλάσεως Α′Β′ νὰ κεῖται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πάχους ε ;

Ἔχομεν $\chi=\frac{\varepsilon}{2}$, ἑπομένως $\sqrt{1+\frac{1,25}{\sigma\upsilon\nu^2\pi}}=2$ καὶ $\frac{1,25}{\sigma\upsilon\nu^2\pi}=3$,

ὅθεν $\sigma\upsilon\nu\pi=\sqrt{\frac{1,25}{3}}$ καὶ $\pi=49^0 12'$.



Σχ. 179.

Ὥστε, ὅταν ὁρῶμεν ὑπὸ τὴν γωνίαν ταύτην τῶν $49^0 12'$ μικρὸν ἀντικείμενον Μ (σχ. 179) κείμενον ἐπὶ τῆς ἕδρας ΑΒ τοῦ κατόπτρου, βλέπομεν τὸ πραγματικὸν πάχος τοῦ κατόπτρου, διότι ἡ ἀκτὶς ΜΛ ἀνακλωμένη κατὰ τὴν ΛΡ διαθλᾶται κατὰ τὴν ΡΣ ὑπὸ γωνίαν $\Sigma\text{Ρ}\text{Κ}=49^0 12'$, φαίνεται δὲ ὡσεὶ ἐκπορευομένη ἀπὸ τοῦ σημείου Μ′ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΓΔ κειμένου, ὥστε ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικει-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μένου Μ καὶ τοῦ εἰδώλου Μ΄ ἰσοῦται πρὸς τὸ πάχος τοῦ κατόπτρου.

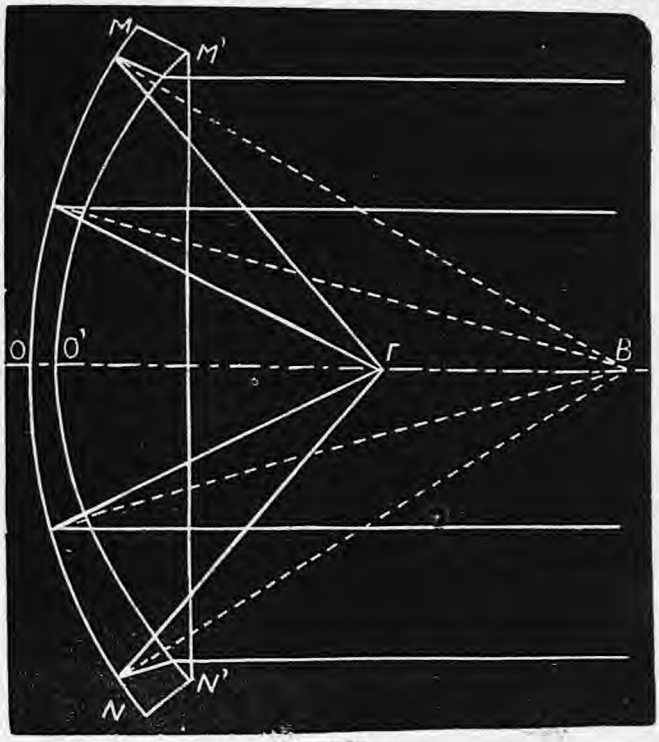
Διαδοχικὰ εἴδωλα ἐν ὑαλίνῳ κατόπτρῳ. Φαντασθῶμεν φωτοβόλον σῶμα κείμενον ἐνώπιον ὑαλίνου κατόπτρου ΑΒΓΔ (σχ. 178) ἐπαργύρου. Τὸ πρῶτον εἴδωλον κεῖται εἰς θέσιν συμμετρικὴν τοῦ φωτοβόλου σώματος ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΑΒ, τὸ δεύτερον τὸ καὶ μᾶλλον ζωηρότερον εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ νοητὸν ἐπίπεδον ἀνακλάσεως Α΄Β΄. Εἶτα τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον καὶ οὕτω καθεξῆς εἰς ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων ἴσας πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ πρώτου εἰδώλου ἀπὸ τοῦ δευτέρου, ἤτοι ἴσας πρὸς τὸ διπλάσιον τῆς ἀποστάσεως χ τοῦ νοητοῦ ἐπιπέδου Α΄Β΄ ἀπὸ τῆς ἕδρας ΑΒ τοῦ κατόπτρου.

Ὅθεν $\delta = 2\chi = 2\varepsilon \frac{\sigma\upsilon\nu\pi}{\sqrt{\nu^2 - \eta\mu^2\pi}}$. Ἐὰν $\pi = 0$, τότε εὑρίσκομεν $\delta = \frac{2\varepsilon}{\nu}$. Ἐὰν $\pi = 90^0$, τότε $\delta = 0$ ἤτοι τὰ εἴδωλα ταυτίζονται.

Ἀπλανητικὸν κάτοπτρον. Εἴδομεν ὅτι ἀπλανητικὰ κάτοπτρα καλοῦνται τὰ μεταβάλλοντα τὴν κωνικὴν δέσμην τὴν ἐκπορευομένην ἔκ τινος φωτοβόλου σημείου εἰς δέσμην ἀκτίνων μαθηματικῶς παραλλήλων τῷ ἄξονι τοῦ κατόπτρου. Τοιαῦτά εἰσι τὰ παραβολικά, ὧν ἡ κατασκευὴ εἶνε δυσχερής. Ὁ Γάλλος συνταγματάρχης Mangin ἐπενόησεν ἀπλανητικὸν κάτοπτρον διὰ τὸν προβολέα τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός. Τὸ κάτοπτρον τοῦτο (σχ. 180) κατεσκευασμένον ἐκ στεφανυάλου περιορίζεται ἔνθεν καὶ ἔνθεν ὑπὸ σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν τῆς μὲν κυρτῆς ΜΟΝ, ἐχούσης τὴν ἀκτῖνα μείζονα τὸ δὲ κέντρον εἰς τὸ Β, τῆς δὲ κοίλης Μ΄Ο΄Ν΄, ἐχούσης τὴν μὲν ἀκτῖνα ἐλάσσονα τὸ δὲ κέντρον εἰς τὸ σημεῖον Γ. Ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια ΜΟΝ εἶνε ἐπάργυρος. Ἡ σχέσις τῶν ἀκτίνων ὑπελογίσθη οὕτως ἐν συναρτήσει τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως τῆς οὐσίας, ὥστε αἱ ἐκ τοῦ σημείου Γ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ἀνακλώμεναι ἐπὶ τῆς ἐπαργύρου ἐπιφανείας ΜΟΝ, εἶτα δὲ θλώμεναι κατὰ τὴν ἔξοδον σχηματίζουσι δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων. Ἐπειδὴ τὸ σημεῖον Γ εἶνε τὸ κέντρον τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας Μ΄Ο΄Ν΄, αἱ ὀπτικαὶ ἀκτῖνες εἰσέρχονται ἄνευ διαθλάσεως, ὡς καθέτως ἐπὶ τὴν σφαιρικὴν ταύτην ἐπιφάνειαν προσπίπτουσαι. Ἀνακλώμεναι δ' ἐπὶ τῆς δευτέρας σφαιρικῆς ἐπιφανείας ΜΟΝ καὶ προεκτεινόμεναι δὲν θὰ ἦσαν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

παράλληλοι, τοὐναντίον δὲ θὰ ἔτεμνον τὸν κύριον ἄξονα ΟΒ εἰς διάφορα σημεῖα, ἐπὶ τοσοῦτον πλησιέστερα πρὸς τὸ κέντρον Β τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας, ἐφ' ὅσον τὰ σημεῖα τῆς ἀνακλαστικῆς ἐπιφανείας ΜΟΝ, ἐφ' ἃ προσπίπτουσιν, εἶνε μᾶλλον ἀπομεμακρυσμένα τοῦ σημείου Ο (ἀφεστίασις ἢ ἀποπλάνησις τοῦ φωτὸς ἐκ σφαιρικότητος). Ἀλλ' ἕνεκα τῆς δ.κθλάσεως, ἣν ὑφίστανται κατὰ τὴν ἔξοδον ἐκ τῆς δευτέρας σφαιρικῆς ἐπιφανείας Μ'Ο'Ν', αἱ ἀκτῖ-



Σχ. 180.

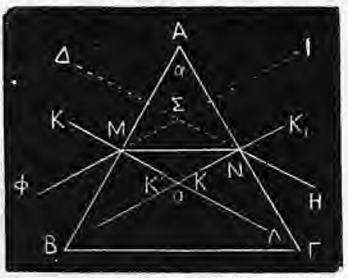
νες σχηματίζουσι δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων τῷ ἄξονι ΟΒ.

6'). **Πρισματικὴ διάθλασις.** Καλεῖται *ὀπτικὸν πρίσμα* πᾶν διαφανὲς μέσον, περατούμενον εἰς δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ μὴ παραλλήλους. Ἡ τομὴ τῶν δύο ἑδρῶν καλεῖται *ἀκμὴ* ἢ *κόψις* τοῦ πρίσματος, ἡ δὲ ὑπὸ τῶν δύο ἑδρῶν σχηματιζομένη **δίεδρος** γωνία καλεῖται *διαθλαστικὴ γωνία* τοῦ πρίσματος. Ἐὰν φέρωμεν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τῆς ἀκμῆς, ἡ τομὴ καλεῖται *κυρία τομὴ* τοῦ πρίσματος. Διὰ τὰ πειράματα μεταχειρίζονται πρί-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σματα, ὧν ἡ τομὴ εἶνε ἰσοσκελές, ἰσόπλευρον ἢ καὶ ὀρθογώνιον τρίγωνον. Καὶ τὸ μὲν σημεῖον τοῦ τριγώνου Α (σχ. 181), εἰς ὃ προβάλλεται ἡ ἀκμὴ τοῦ πρίσματος, καλεῖται κορυφή, ἡ δὲ ἀπέναντι πλευρὰ ΒΓ βάσις αὐτοῦ.

Ἐξετάσωμεν ἤδη τὴν πορείαν μονόχρου φωτεινῆς ἀκτῖνος ΦΜ κειμένης ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ ΑΒΓ τοῦ πρίσματος καὶ προσπιπτούσης ἐπὶ τὴν ἕδραν ΑΒ αὐτοῦ. Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταβαίνουσα εἰς μέσον ὀπτικῶς θλαστικώτερον πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον ΚΚ′, τὴν ἀγομένην εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Μ καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΜΝ.



Σχ. 181.

Ἡ ἀκτὶς ΜΝ ἐξερχομένη ἤδη εἰς μέσον ἧττον θλαστικόν, ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου K_1N καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΝΗ. Ὥστε αἱ διὰ τοῦ πρίσματος διερχόμεναι ἀκτῖνες θλῶνται δὶς *πρὸς τὴν βάσιν* τοῦ πρίσματος. Ἐὰν ἤδη θέσωμεν τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ Η, ἐκλαμβάνομεν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ὡς κείμενον ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς ἀκτῖνος ΗΝ εἰς τὸ σημεῖον Δ. Ὥστε τὰ διὰ τοῦ πρίσματος ὁρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἐκτρεπόμενα πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ πρίσματος. Ἡ γωνία ΙΣΗ, ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης ΦΜ καὶ τῆς ἐξιούσης ἀκτῖνος ΝΗ, καθ' ἣν δηλ. ἐκτρέπεται πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ πρίσματος τὸ εἴδωλον φωτοβόλου σημείου, καλεῖται *γωνία ἐκτροπῆς*.

Μεταξὺ τῶν γωνιῶν π,ρ,π′,ρ′, ἔχομεν τὰς ἑξῆς σχέσεις

$$\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\rho} = \nu \quad (1), \qquad \frac{\eta\mu\pi'}{\eta\mu\rho'} = \nu \quad (2),$$

ἔνθα ν εἶνε ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως. Ἀλλ' εἰς τὸ τρίγωνον ΜΟΝ ἡ ἐξωτερικὴ γωνία ΝΟΛ, ἥτις ἰσοῦται τῇ διαθλαστικῇ γωνίᾳ α τοῦ πρίσματος, ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι τῶν ἐσωτερικῶν γωνιῶν ρ καὶ ρ′. ὅθεν ἔχομεν $\alpha = \rho + \rho'$ (3). Ἐκ τοῦ τριγώνου δὲ ΣΜΝ εὑρίσκομεν ὅτι ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ΙΣΗ ἤτοι

$$\varepsilon = \pi - \rho + \pi' - \rho' = \pi + \pi' - (\rho + \rho') = \pi + \pi' - \alpha \quad (4).$$

Αἱ τέσσαρες αὗται ἐξισώσεις ἀποτελοῦσι τοὺς τύπους τοῦ πρίσματος. Ἐκ τῶν τριῶν πρώτων ἐξισώσεων δυνάμεθα νὰ λάβωμεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὰς τιμὰς τῶν ρ,π′ρ′, συναρτήσει τῶν π, ν καὶ α, ἃς ἀντεισάγοντες εἰς τὴν (4) λαμβάνομεν μίαν ἐξίσωσιν ε=Σ (α,ν,π), ἐξ ἧς συμπεραίνομεν ὅτι ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς εἶνε συνάρτησις τοῦ ν, τοῦ α καὶ τοῦ π.

1ον. Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος Α=α. Καὶ ὄντως ὑποθέσωμεν τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως π σταθερὰν καὶ ἐπομένως καὶ τὴν γωνίαν τῆς διαθλάσεως ρ, καὶ αὐξήσωμεν τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν α τοῦ πρίσματος. Αἱ γωνίαι ρ′ καὶ π′ αὐξάνονται ὡσαύτως, διότι ρ+ρ′=α. Εἶνε δ' εὔκολον νὰ δειχθῇ, ὅτι ἡ π′ αὐξάνεται μᾶλλον τῆς ρ′, τουτέστιν ὅτι ἡ διαφορὰ π′—ρ′ αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς ρ′. Ἔχομεν τὰς σχέσεις

(2) $\eta\mu\pi' = \nu\,\eta\mu\rho'$ καὶ $\eta\mu\,(\pi'+\beta) = \nu\eta\mu\,(\rho'+\gamma)$,

ὅθεν $\eta\mu\pi'\sigma\upsilon\nu\beta + \eta\mu\beta\sigma\upsilon\nu\pi' = \nu\eta\mu\rho'\sigma\upsilon\nu\gamma + \nu\eta\mu\gamma\sigma\upsilon\nu\rho'$.

Δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν τὰς γωνίας β καὶ γ ἐλαχίστας, ὥστε ἐπιτρέπεται ν' ἀντικαταστήσωμεν τὰ μὲν ἡμίτονα αὐτῶν διὰ τῶν τόξων, τὰ δὲ συνημίτονα διὰ τῆς μονάδος. Θέλομεν ἔχει

$$\eta\mu\pi' + \beta\sigma\upsilon\nu\pi' = \nu\eta\mu\rho' + \nu\gamma\sigma\upsilon\nu\rho',$$

καὶ ἐπειδὴ $\eta\mu\pi' = \nu\eta\mu\rho'$,

λαμβάνομεν $\beta = \nu\gamma\,\dfrac{\sigma\upsilon\nu\,\rho'}{\sigma\upsilon\nu\,\pi'}$.

ἀλλ' ὁ παράγων ν εἶνε μείζων τῆς μονάδος, ὡς καὶ τὸ κλάσμα $\dfrac{\sigma\upsilon\nu\,\rho'}{\sigma\upsilon\nu\,\pi'}$, ἐπομένως β>γ, ὅπερ ἐπρόκειτο ν' ἀποδείξωμεν. Ἐπομένως ἡ γωνία ε αὐξάνεται μετὰ τῆς γωνίας α. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ πρίσματος ἔχοντος μεταβλητὴν τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν (σχ. 182). Τὸ πρῖσμα τοῦτο σύγκειται ἐκ δύο ὀρειχαλκίνων πλακῶν Β καὶ Γ ὑπὸ μορφὴν κυκλικῶν τομέων ἐστηριγμένων παραλλήλως ἐπὶ βάσεως, μεταξὺ τῶν ὁποίων παρεντίθενται δύο ὑάλινοι πλάκες μ καὶ ν δυνάμεναι νὰ περιστραφῶσιν περὶ τοὺς ἄξονας Α καὶ Γ καὶ σχηματίσωσι δίεδρον γωνίαν, ἣν μεταβάλλομεν κατὰ βούλησιν. Πληροῦμεν τὸ πρισματικὸν τοῦτο δοχεῖον ὕδατος καὶ ῥίπτομεν ἐπὶ τῆς ἕδρας φωτεινὴν ἀκτῖνα Σ, παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς Ε ἐκτρέπεται μᾶλλον ὅταν ἡ διαθλαστικὴ γωνία αὐξάνηται. Τοὐναντίον ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ἐλαττοῦται,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐλαττουμένης τῆς διαθλαστικῆς γωνίας, καὶ μηδενίζεται, ὅταν αἱ πλάκες γίνωσι παράλληλοι.

2ον. Ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ε μεταβάλλεται ὡσαύτως μεταβαλλομένης τῆς φύσεως τοῦ πρίσματος ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, τοῦ δείκτου ν. Διότι ἕκαστος τῶν ὅρων π—ρ καὶ π′—ρ′, ὧν τὸ ἄθροισμα ἀποτελεῖ τὸ δ (4), αὐξάνεται, ὅταν ἡ ὕλη τοῦ πρίσματος εἶνε διαθλαστικωτέρα. Διότι, ὅταν τὸ π εἶνε σταθερόν, τὸ π − ρ αὐξάνεται τοῦ ν αὐξανομένου, διότι τὸ ρ ἐλαττοῦται. Ἀλλὰ ρ + ρ′ = α· ὅθεν τοῦ ρ ἐλαττουμένου τὸ ρ′ αὐξάνεται καὶ τὸ π′ ἐπίσης, ἀλλὰ τὸ π′ πλειότερον τοῦ ρ′· ὅθεν ἡ διαφορὰ π′—ρ′ ὡσαύτως αὐξάνεται. Ἄρα ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται, ὅταν ἡ ὕλη τοῦ πρίσματος εἶνε διαθλαστικωτέρα. Τοῦτο ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τοῦ πολυπρίσματος (σχ. 183), ὅπερ σύγκειται ἐκ πολλῶν πρισμάτων συνηνωμένων τῆς αὐτῆς μὲν διαθλαστικῆς γωνίας ἀλλὰ διαφόρου φύσεως, οἷον ἐκ κοινῆς ὑάλου, στεφανυάλου, χαλαζίου, πυριτυάλου. Ἐάν διὰ τοῦ πολυπρίσματος παρατηρήσωμεν εὐθεῖαν γραμμὴν παράλληλον τῇ ἀκμῇ τοῦ πρίσματος, τὰ διάφορα αὐτῆς μέρη φαίνονται εἰς διάφορα ὕψη. Ἡ ἐκτροπὴ εἶνε μεγίστη εἰς τὴν πυριτύαλον καὶ ἐλαχίστη εἰς τὴν κοινὴν ὕαλον.

Σχ. 182.

Σχ. 183.

3ον. Τέλος ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π. Ἐὰν δεχθῶμεν δέσμην μονόχρου φωτὸς εἰσερχομένην ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς ὀπῆς Α (σχ. 184), αὕτη σχηματίζει ἐπὶ λευκοῦ πίνακος ἀπέναντι μικρὸν φωτεινὸν κύκλον Γ. Ἐὰν ὅμως κατὰ τὴν ὁδὸν τῆς φωτεινῆς δέσμης παρενθέσωμεν ὑάλινον πρῖσμα, ὥστε

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νὰ διέλθῃ ἐπὶ τῆς κόψεως αὐτοῦ τὸ ἥμισυ τῆς δέσμης, αὕτη ἐκτρέπεται πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος καὶ προβάλλεται εἰς τὸ Δ, σχηματίζεται δὲ ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ΓΒΔ. Ἐὰν ἤδη στρέψωμεν κατὰ μικρὸν περὶ ἑαυτὸ διὰ τοῦ στροφέως τὸ πρῖσμα, οὕτως ὥστε νὰ μεταβληθῇ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τοῦ πίνακος εἴδωλον μεταβάλλει θέσιν πλησιάζον πρὸς τὸ Γ. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει, ὅτι ἐλαττουμένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως ἐλαττοῦται καὶ ἡ τῆς ἐκτροπῆς. Ἀλλ' ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ἐλαττοῦται μέχρις ὁρίου τινὸς ΓΒΕ, ἀφ' οὗ εἴτε ἐλαττώσωμεν τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως, εἴτε αὐξήσωμεν αὐτήν, ἡ γωνία αὕτη τῆς ἐκτροπῆς αὐξάνεται. Ὥστε ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς λαμβάνει ἐλαχίστην τινὰ τιμήν, ἥτις καλεῖται γωνία τῆς *ἐλαχίστης ἐκτροπῆς*. Εὑρίσκεται δὲ καὶ πειραματικῶς καὶ διὰ τοῦ μαθηματικοῦ λογισμοῦ, ὅτι ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς γίνεται ἐλαχίστη, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος ἐξισωθῇ πρὸς τὴν γωνίαν τῆς διαθλάσεως τῆς ἐξιούσης. Ἡ θέσις τότε, ἣν λαμβάνει τὸ πρῖσμα καλεῖται *εὐτωκὴ θέσις* τοῦ πρίσματος.

Σχ. 184.

Εὕρεσις τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως.— Γνωρίζοντες τὴν γωνίαν τῆς ἐλαχίστης ἐκτροπῆς καὶ τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν πρίσματος κατασκευασθέντος ἐκ τῆς ὕλης, ἧς πρόκειται νὰ γνωσθῇ ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως, εὐκόλως προσδιορίζομεν αὐτόν. Καὶ ὄντως ἐπειδὴ $\pi = \pi'$ καὶ $\rho = \rho'$ αἱ σχέσεις (1) (2) (3) καὶ (4) γίνονται,

$$\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\rho} = \nu,\ \varepsilon = 2\pi - \alpha,\ \text{καὶ}\ 2\rho = \alpha,$$

ὅθεν

$$\pi = \frac{\varepsilon + \alpha}{2}\ \text{καὶ}\ \rho = \frac{\alpha}{2}.$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

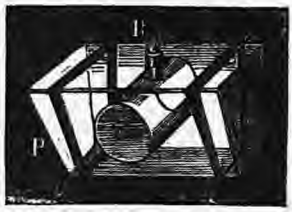
ἀντεισάγοντες δὲ τὰς τιμὰς ταύτας εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον λαμβάνομεν

$$\nu = \frac{\eta\mu\left(\frac{\varepsilon+\alpha}{2}\right)}{\eta\mu\left(\frac{\alpha}{2}\right)},$$

ὅθεν εὑρίσκομεν τὸν δείκτην ν διὰ τῶν λογαρίθμων.

Διὰ τοῦ τύπου τούτου ὑπολογίζομεν τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως τῆς ὕλης τοῦ πρίσματος, μετροῦντες πειραματικῶς τὴν γωνίαν τῆς ἐλαχίστης ἐκτροπῆς ε καὶ τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν α.

Πρὸς τοῦτο διὰ μὲν τὰ στερεὰ κατασκευάζομεν πρῖσμα, οὗτινος προσδιορίζομεν τὴν γωνίαν διὰ τοῦ γωνιομέτρου, διὰ δὲ τὰ ῥευστὰ εἰσάγομεν ταῦτα ἐντὸς κοίλου πρίσματος P (σχ. 185) κλειομένου ἔνθεν καὶ ἔνθεν διὰ λεπτῶν ὑαλίνων πλακῶν O. Διὰ μικρᾶς ὀπῆς, κλειομένης δι' ἐσμυρισμένου πώματος B, εἰσάγομεν τὸ ὑγρόν. Τέλος διὰ τὰ ἀέρια γίνεται χρῆσις ἐπίσης κοίλου πρίσματος πεπληρωμένου τοῦ ὑπὸ δοκιμὴν ἀερίου, ἀλλ' ἔχοντος μεγάλην διαθλαστικὴν γωνίαν ἕνεκα τῆς ἐλαχίστης διαθλαστικότητος τῶν ἀερίων.



Σχ. 185.

Συνθῆκαι ἀναδύσεως τῶν ἐν τῷ πρίσματι καταδυουσῶν ἀκτίνων. — Ἀκτίς τις φωτὸς ΦΜ (σχ. 181 σελ. 278) εἰσδύσασα διὰ τῆς ἕδρας AB τότε μόνον δύναται νὰ ἐξέλθῃ, ὅταν ἡ γωνία MNO=ρ′ τῆς ἐσωτερικῆς προσπτώσεως εἶνε μικροτέρα τῆς ὁρικῆς γωνίας P τῆς ὕλης τοῦ πρίσματος. Ἐπειδὴ δὲ ρ+ρ′=α, ἂν ἡ διαθλαστικὴ γωνία A=α ἰσοῦται τὸ πολὺ πρὸς τὴν ὁρικὴν P, πᾶσαι αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, ὑφ' οἱανδήποτε γωνίαν καὶ ἂν προσπέσωσι, δύνανται νὰ ἐξέλθωσιν, διότι ἐὰν θέσωμεν ρ+ρ′=P, ἐπειδὴ πᾶσαι αἱ τιμαί, ἃς δύναται νὰ λάβῃ ἡ ρ, εἶνε ἀπὸ 0^0 μέχρι P^0, ἔπεται ὅτι ἡ ρ′ λαμβάνει τιμὰς μικροτέρας τῆς ὁρικῆς γωνίας P καὶ ἑπομένως ἡ ἐσωτερικῶς προσπίπτουσα ἀκτὶς πάντοτε δύναται νὰ διαθλασθῇ. Ἐὰν ὅμως ἡ διαθλαστικὴ γωνία α εἶνε ἴση ἢ μεγαλειτέρα τῆς 2P, οὐδεμία τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων δύναται νὰ ἐξέλθῃ, διότι ἡ γωνία ρ μεταβάλλεται ἀπὸ 0 μέχρι P, ἑπομένως ἡ ρ′ θὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λαμβάνῃ τιμὰς πάντοτε μείζονας τῆς ὁρικῆς γωνίας P, διότι ὑπεθέσαμεν $\alpha = \rho + \rho' \geqq 2P$.

Ἐὰν τέλος ἡ διαθλαστικὴ γωνία A τοῦ πρίσματος περιλαμβάνηται μεταξὺ P καὶ 2P, ἀναδύουσιν ἐκ τοῦ πρίσματος ἐκεῖναι τῶν ἀκτίνων, αἵτινες προσπίπτουσιν ὑπὸ γωνίαν μείζονα ὁρίου τινός, ἐξαρτωμένου ἔκ τε τῆς διαθλαστικῆς γωνίας α καὶ τοῦ δείκτου ν. Οὕτως ἔστω ἐκ πυριτυάλου τὸ ἰσόπλευρον πρῖσμα ΑΒΓ (σχ. 181), οὗτινος ἡ διαθλαστικὴ γωνία $\alpha = 60^0$, ὁ δὲ δείκτης τῆς διαθλάσεως $\nu = 1,5$ καὶ ἐπομένως ἡ ὁρικὴ γωνία $P = 41^0\ 48'\ 38''$. Εἰς τὸ πρῖσμα τοῦτο ἐκ τῶν κατὰ τὸ σημεῖον Μ προσπιπτουσῶν ἀκτίνων τινὲς μόνον δύνανται νὰ ἐξέλθωσι, διότι, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ΦΜΚ ἐλαττῶται, ἡ γωνία τῆς ἐσωτερικῆς προσπτώσεως ΜΝΟ αὐξάνεται μέχρι τῆς ὁρικῆς γωνίας $P = 41^0\ 48'\ 38''$ καὶ ἐπὶ τέλους ὑπερβαίνει ταύτην. Ὅθεν ὑπάρχουσιν ἀκτῖνες, αἵτινες ὑφιστάμεναι ἐσωτερικῶς τὴν ὁλικὴν ἀνάκλασιν δὲν ἐξέρχονται τοῦ πρίσματος ἐκ τῆς ἕδρας ΑΓ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μεγίστη τιμή, ἣν δύναται νὰ λάβῃ ἡ γωνία ρ' τῆς ἐσωτερικῆς προσπτώσεως, ὅπως ἐξέλθῃ ἡ ἀκτίς, εἶνε ἡ τιμὴ τῆς ὁρικῆς γωνίας $41^0\ 48'\ 38''$, ἕπεται ὅτι ἡ ἐλαχίστη, ἣν δύναται νὰ λάβῃ ἡ ρ, εἶνε ἴση πρὸς $\alpha - \rho' = 60^0 - 41^0\ 48'\ 38'' = 18^0\ 11'\ 32''$, καὶ ἐπομένως ἡ ἐλαχίστη, ἣν δύναται νὰ λάβῃ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως $\Phi MK = \pi$, ὅπως δυνηθῇ νὰ ἐξέλθῃ ἡ ἀκτίς, εὑρίσκεται ἐκ τῆς ἐξισώσεως

$$\frac{\eta\mu\,\pi}{\eta\mu\,(18^0\ 11'\ 32'')} = 1,5.$$

Ὅθεν διὰ τῶν λογαρίθμων εὑρίσκομεν $\pi = 27^0\ 55'\ 28''$, ἤτοι πᾶσα ἀκτὶς ἐπὶ τοῦ πρίσματος τούτου προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν ΦΜΚ ἐλάσσονα τῶν $27^0\ 55'\ 28''$ δὲν ἐξέρχεται ἐκ τῆς ἕδρας ΑΓ τοῦ πρίσματος, ἀλλ' ἀνακλᾶται ὁλικῶς ἐπ' αὐτῆς.

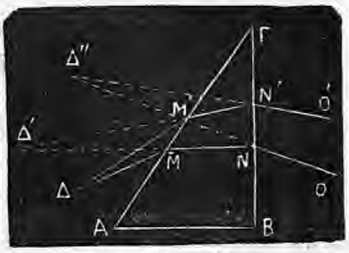
Πρῖσμα ὁλικῆς ἀνακλάσεως. Ἕνεκα τῆς ὁλικῆς ταύτης ἀνακλάσεως μεταχειρίζονται πολλάκις τὸ πρῖσμα ὡς ἀνακλαστικὴν συσκευήν. Πρὸς τοῦτο γίνεται χρῆσις πρίσματος ἰσοσκελοῦς καὶ ὀρθογωνίου ΑΒΓ ἐκ στεφανυάλου (σχ. 186), ἧς ἡ ὁρικὴ γωνία ἴση πρὸς $41^0\ 48'\ 38''$ εἶνε μικροτέρα τῶν 45^0. Ἀκτὶς φωτὸς ΜΝ καθέτως προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἕδραν ΑΒ εἰσέρχεται ἄνευ δια-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θλάσεως· προσπίπτουσα εἶτα ἐπὶ τὴν ὑποτείνουσαν ΑΓ ὑπὸ γωνίαν $MNK = 45^0$ ὑρίσταται τὴν ὁλικὴν ἀνάκλασιν καὶ ἐξέρχεται ἄνευ διαθλάσεως κατὰ τὴν ΝΔ. Διὰ τοῦτο ἡ ἐπιφάνεια ΑΓ ὁρωμένη κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΝΔ φαίνεται ἀδιαφανὴς καὶ μεταλλικῶς κατοπτρική. Ἐὰν ὅμως διαβρέξωμεν ὀλίγον μέρος τῆς ἕδρας ΑΓ, ἡ ὁλικὴ ἀνάκλασις μεταβάλλεται εἰς διάθλασιν εἰς τὸ μέρος τοῦτο, καὶ τὸ κάτοπτρον φαίνεται ὡς διάτρητον. Τοῦτο δέ, διότι ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως μεταξὺ στεφανυάλου καὶ ἀέρος εἶνε $\frac{2}{3}$ καὶ ἡ ὁρικὴ γωνία $< 45^0$. Ἐν ᾧ ὁ μεταξὺ στεφανυάλου καὶ ὕδατος δείκτης εἶνε $\frac{2}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{8}{9}$ καὶ ἡ ὁρικὴ γωνία P, ἡ ἐξαγομένη ἐκ τῆς ἐξισώσεως $\eta\mu P = \frac{8}{9}$ εἶνε $62^0\ 44'$, ἤτοι μείζων τῆς γωνίας τῶν 45^0. Τοῦ τοιούτου πρίσματος ἐπέχοντος τόπον τελείου κατόπτρου γίνεται συχνὴ χρῆσις εἰς τὰ ὀπτικὰ ὄργανα.

Σχ. 186.

Ἑστία τοῦ ὀπτικοῦ πρίσματος. Ἐὰν ἐκ τινος μονόχρου φωτοβόλου σημείου (σχ. 187), ὁποῖον εἶνε τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φλογὸς οἰνοπνεύματος ἐμπεριέχοντος κοινὸν ἅλας, θεωρήσωμεν δύο ἀκτῖνας ΔΜ καὶ ΔΜ′. αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ πρίσματος ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ αὐτοῦ τῇ διερχομένῃ διὰ τοῦ σημείου Δ, αὗται μετὰ τὴν πρώτην κατάδυσιν ἀφίστανται μᾶλλον ἀλλήλων, ὥστε προεκβαλλόμεναι ἀντιθέτως τέμνουσιν ἀλλήλας εἴς τι σημεῖον Δ′ μᾶλλον μεμακρυσμένον τοῦ πρίσματος. Ἐκ δευτέρου δὲ διαθλώμεναι ἀποκλίνουσιν ἔτι μᾶλλον κατὰ τὰς εὐθείας ΝΟ καὶ Ν′Ο′ τεμνόμεναι εἴς τι σημεῖον Δ″, ὅπερ θεωρεῖται ἡ κατ' ἔμφασιν ἑστία τοῦ σημείου Δ. Ἀλλ' ἡ γεωμετρικὴ κατασκευὴ καὶ ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύουσιν, ὅτι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ αὐτοῦ



Σχ. 187

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σημείου Δ ἐκπορευόμεναι καὶ ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ ΑΒΓ προσπίπτουσαι μετὰ τὰς δύο διαθλάσεις προεκβαλλόμεναι δὲν τέμνονται ἀμοιβαίως πᾶσαι εἰς τὸ σημεῖον Δ''. Ὡσαύτως, ὅταν αἱ προσπίπτουσαι καὶ αἱ ἐξιοῦσαι ἀκτῖνες κλίνωσιν ἐπὶ τῶν ἑδρῶν ΑΓ καὶ ΒΓ περίπου ἰσάκις, τότε ἡ ἑστία Δ'' ἀπέχει τῆς ἕδρας ΑΓ τοσοῦτον, ὅσον περίπου καὶ τὸ φωτοβόλον Δ, κειμένη πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος Ἐὰν διὰ πρίσματος παρατηρήσωμεν εὐθεῖαν γραμμὴν παράλληλον τῇ ἀκμῇ αὐτοῦ, αὕτη οὐ μόνον ἐκτρέπεται πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ πρίσματος ἀλλὰ καὶ κοιλοῦται ὀλίγον. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι πάντα τὰ σημεῖα τῆς εὐθείας δὲν κεῖνται ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ, ἐν ᾗ καὶ ὁ ὀφθαλμός, ὥστε αἱ ἐξ αὐτῶν ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ὑπὸ γωνίας μείζονας καὶ ἑπομένως ἐκτρέπονται πλειότερον.

γ'). Διάθλασις διὰ σωμάτων περιοριζομένων ὑπὸ ἐπιφανειῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν κυρτῶν ἢ κοίλων, ἤτοι

ΠΕΡΙ ΦΑΚΩΝ

Εἰς τὰ ὀπτικὰ ὄργανα μεταχειρίζονται σώματα διαφανῆ, οἷον ὑάλους περιοριζομένας ἔνθεν καὶ ἔνθεν ὑπὸ ἐπιφανειῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν, ἃς καλοῦσι *φακούς*. Οὗτοι ἕνεκα τῆς καμπύλης αὐτῶν ἐπιφανείας ἔχουσι τὴν ἰδιότητα νὰ συγκεντρῶσιν ἢ ν' ἀποκεντρῶσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας καὶ διαιροῦνται διὰ τοῦτο εἰς δύο γένη εἰς *συγκλίνοντας*, οἵτινες εἶνε παχύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λεπτοὶ πρὸς τὰ ἄκρα, καὶ εἰς *ἀποκλίνοντας* οἵτινες τοὐναντίον εἶνε λεπτότεροι πρὸς τὸ κέντρον καὶ παχύτεροι κατὰ τὰ ἄκρα (σχ. 188).

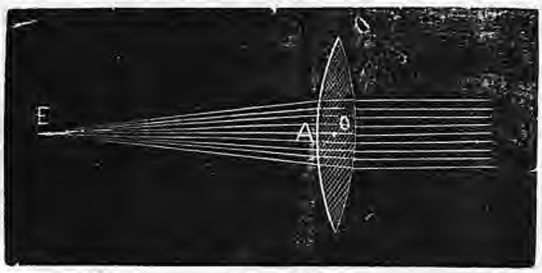
Τὸ γένος τῶν συγκλινόντων φακῶν περιέχει τρία εἴδη· τὸν ἀμφίκυρτον Α, τὸν ἐπιπεδόκυρτον Β καὶ τὸν κοιλόκυρτον ἢ μηνίσκον συγκλίνοντα Γ. Ὡσαύτως τὸ γένος τῶν ἀποκλινόντων περιέχει τὸν ἀμφίκοιλον Δ, τὸν ἐπιπεδόκοιλον Ε καὶ τὸν κοιλόκυρτον ἢ μηνίσκον ἀποκλίνοντα Ζ. Πᾶσαι αἱ ἰδιότητες τοῦ ἀμφικύρτου καὶ τοῦ ἀμφικοίλου ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τοὺς ὁμοειδεῖς ἑκατέρου τούτων.

Σχ. 188

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

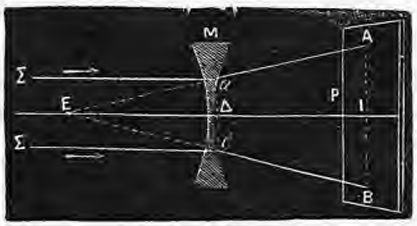
Κύριος ἄξων τῶν φακῶν καλεῖται ἡ εὐθεῖα ἡ διερχομένη διὰ τῶν κέντρων καμπυλότητος, ἤτοι διὰ τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν αὐτῶν. Εἰς τοὺς ἐπιπεδοκύρτους καὶ ἐπιπεδοκοίλους φακοὺς κύριος ἄξων εἶνε ἡ κάθετος ἡ ἀγομένη ἀπὸ τοῦ κέντρου ἐπὶ τὴν ἐπίπεδον ἔδραν.

Κυρία ἑστία. Οἱ πρῶτοι τρεῖς φακοὶ οἱ συγκλίνοντες μεταβάλλουσι τὰς πρὸς ἀλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι κυλινδρικὰς δέσμας εἰς συγκλινούσας καὶ συγκεντροῦσιν αὐτὰς μετὰ τὴν δίοδον διὰ τοῦ φακοῦ αἰσθητῶς εἰς τι σημεῖον **Ε** (σχ. 189)



Σχ. 189.

ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον, ὅπερ εἶνε ἡ καθ' ὑπόστασιν κυρία ἑστία τοῦ φακοῦ. Οἱ ἄλλοι τρεῖς φακοί, οἱ ἀποκλίνοντες, μεταβάλλουσι τὰς παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ὁδευούσας ἀκτῖνας Σα καὶ Σβ (σχ. 190) εἰς ἀποκλινούσας, αΑ καὶ βΒ ἀκτῖνες φαίνονται εἰς ὀφθαλμόν, ὄπισθεν τοῦ φακοῦ εὑρισκόμενον, ὅτι ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου **Ε**, ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη κατ' ἔμφασιν κυρία ἑστία τοῦ φακοῦ.



Σχ. 190.

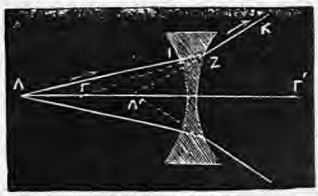
ΣΗΜ. Εἰς πάντας ἀνεξαιρέτως τοὺς φακοὺς ὑπάρχει σημεῖόν τι ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον καὶ ὀπτικὸν κέντρον καλούμενον. Εἰς τοὺς ἀμφικύρτους καὶ εἰς τοὺς ἀμφικοίλους φακούς, εἰς οὓς αἱ καμπυλότητες εἶνε ἴσαι, τὸ ὀπτικὸν κέντρον κεῖται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ φακοῦ εἰς τὸ σημεῖον Ο (σχ. 189). Ἡ ἀπόστασις ΕΟ τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ φακοῦ Ε ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου Ο καλεῖται κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις.

Συζυγεῖς ἑστίαι. Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Β (σχ. 191) κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πέραν τῆς κυρίας ἑστίας, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ συγκλίνοντος φακοῦ προσπίπτουσαι συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τι σημεῖον Β', ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *καθ' ὑπόστασιν συζυγὴς ἑστία* τοῦ σημείου Β. Ἐὰν τὸ φωτοβό-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λον Β πλησιάζῃ ἢ ἀπομακρύνηται ἀπὸ τῆς ἑστίας Ε, τοὐναντίον ἡ συζυγὴς ἑστία ἀπομακρύνεται ἢ πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τοῦ φακοῦ. Εἰς τοὺς ἀποκλίνοντας φακοὺς σχηματίζεται συζυγὴς ἑστία Λ′ κατ' ἔμφασιν, κειμένη πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ πρὸς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ (σχ. 192). Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ πλησιάζῃ πρὸς τὸν φακόν, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία Λ′ πλησιάζει ὡσαύτως πρὸς αὐτόν.

Σχ. 191.



Σχ. 192.

Ὑπολογισμὸς τῶν ἑστιῶν. Ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον ὅτι ἔχομεν διαφανῆ τινα οὐσίαν περατομένην ὑπὸ τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας ΜΝ (σχ. 193), ἧς τὸ κέντρον ἔστω τὸ Κ καὶ ἀκτὶς ΑΚ=ρ. Ἔστω δὲ ν ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως. Τὸ φωτοβόλον σημεῖον Π ἐκπέμπει ἀπείρους ἀκτῖνας ἐξ ὧν ἡ ΠΑ προσπίπτουσα καθέτως εἰσδύει εὐθυγράμμως ἀκολουθοῦσα τὴν ἀκτῖνα ΑΚ. Καλέσωμεν τὴν ΠΚ ἄξονα τοῦ φωτοβόλου σημείου Π. Ἄλλη τις ἀκτὶς ἡ ΠΒ προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν ΠΒΙ=α διαθλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΠ′ σχηματίζουσα γωνίαν διαθλάσεως ΚΒΠ′=δ. Ἔχομεν τὴν σχέσιν,

Σχ. 193

$$\frac{\text{ημα}}{\text{ημδ}} = \nu.$$

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐκ τοῦ τριγώνου ΠΒΚ λαμβάνομεν, καλοῦντες ω τὴν γωνίαν ΒΚΑ,

$$\frac{ΠΚ}{ΠΒ}=\frac{ημα}{ημω}.$$

Ἐκ δὲ τοῦ τριγώνου ΒΚΠ′ λαμβάνομεν

$$\frac{ΒΠ′}{ΚΠ′}=\frac{ημω}{ημδ}.$$

Πολλαπλασιάζοντες τὰς δύο ταύτας ἰσότητας κατὰ μέλη, λαμβάνομεν

$$\frac{ΠΚ}{ΠΒ}\cdot\frac{ΒΠ′}{ΚΠ′}=\frac{ημα}{ημδ}=ν. \qquad (1)$$

Καλοῦντες π καὶ π′ τὰς ἀποστάσεις ΠΑ καὶ Π′Α, ἔχομεν ΠΚ=π+ρ καὶ Π′Κ=π′−ρ. Ἐὰν δὲ ἡ ἀκτὶς ΠΒ σχηματίζῃ μετὰ τοῦ ἄξονος μικρὰν γωνίαν, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ΠΒ=ΠΑ=π καὶ Π′Β=Π′Α=π′.

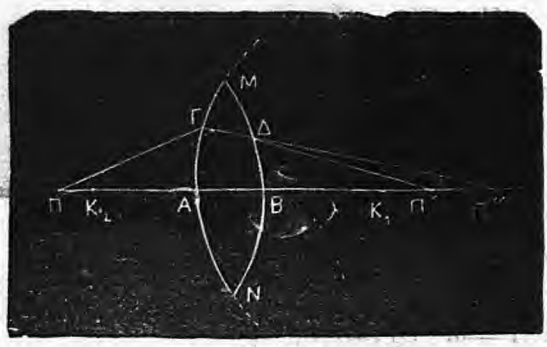
Ἀντικαθιστῶντες τὰς τιμὰς ταύτας εἰς τὴν ἐξίσωσιν (1) λαμβάνομεν

$$\frac{π+ρ}{π}\cdot\frac{π′}{π′-ρ}=ν$$

ἐξίσωσιν, ἥτις δύναται νὰ γραφῇ ὑπὸ τὴν ἑξῆς μορφήν:

$$\frac{1}{π}+\frac{ν}{π′}=\frac{ν-1}{ρ}. \qquad (2)$$

Ἤδη ὑποθέσωμεν ἀμφίκυρτον φακὸν ΜΝ (σχ. 194) περιλαμβανόμενον μεταξὺ δύο κυρτῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ὧν τὰ κέντρα K_1, K_2, καὶ ρ′, ρ″ αἱ ἀκτῖνες καμπυλότητος Α K_1 καὶ Β K_2. Ἔστω ν ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως. Τὸ σημεῖον Π ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος K_2K_1 κείμενον ἐκπέμπει τὴν ἀκτῖνα ΠΑ, ἥτις διέρχεται διὰ τοῦ φακοῦ ἄνευ διαθλάσεως, μεταξὺ δὲ τῶν ἄλ-



Σχ. 194

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λων τὴν ἀκτῖνα ΠΓ, ἥτις διαθλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΔ. Ἂν ἡ ὕλος ἦτο ἀπεριόριστος, ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς ΓΔ θὰ ἐξηκολούθει εὐθυγράμμως καὶ θὰ ἔτεμνε τὸν ἄξονα εἴς τι σημεῖον Π′′ εἰς ἀπόστασιν ΑΠ′′=π′′, θὰ εἴχομεν δὲ κατὰ τὸν προηγούμενον τύπον (2) τὴν ἐξίσωσιν

$$\frac{1}{\pi}+\frac{\nu}{\pi''}=\frac{\nu-1}{\rho'}. \qquad (3)$$

ἀλλ' ὁ φακὸς περιορίζεται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας ΜΒΝ, ἡ δὲ ἀκτὶς Γ′Δ ὑφισταμένη δευτέραν διάθλασιν λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΔΠ′ καὶ τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἰς ἀπόστασιν ΑΠ′=π′. Ἐὰν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι ὑπάρχει φωτοβόλον τι σημεῖον εἰς τὸ Π′, τοῦτο ἤθελεν ἐκπέμψει τὴν ἀκτῖνα Π′Δ ἥτις ἤθελε διαθλασθῆ κατὰ τὴν ΔΓ, ἧς ἡ προεκβολὴ τέμνει τὸν ἄξονα εἰς Π′′. Ἐπειδὴ δὲ τὸ Π′′ κεῖται μετὰ τοῦ Π′ πρὸ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας ΔΒ, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν ἀπόστασιν ΒΠ′′ ὡς ἀρνητικήν· καὶ ἂν τὸ πάχος τοῦ φακοῦ ἐκληφθῇ πολὺ μικρόν, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ΒΠ′′=ΑΠ′′=π′′. Ὥστε μεταξὺ τῶν ἀποστάσεων π′, π′′ καὶ τῆς ἀκτῖνος ρ′′ δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν ἐξίσωσιν (2), ὁπότε λαμβάνομεν

$$\frac{1}{\pi'}-\frac{\nu}{\pi''}=\frac{(\nu-1)}{\rho''}.$$

Προσθέτοντες τὰς ἐξισώσεις (3) καὶ (4) κατὰ μέλη, λαμβάνομεν

$$\frac{1}{\pi}+\frac{1}{\pi'}=(\nu-1)\left(\frac{1}{\rho'}+\frac{1}{\rho''}\right),$$

καὶ θέτοντες

$$(\nu-1)\left(\frac{1}{\rho'}+\frac{1}{\rho''}\right)=\frac{1}{\varphi},$$

λαμβάνομεν τὴν ἐξίσωσιν τοῦ φακοῦ

$$\frac{1}{\pi}+\frac{1}{\pi'}=\frac{1}{\varphi}, \qquad (5)$$

ἔνθα φ παριστᾷ τὴν κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν, διότι, ὅταν $\pi=\infty$, $\pi'=\varphi$.

Ὁ τύπος (5) τῶν φακῶν εἶνε ὅμοιος τῷ τῶν κοίλων κατόπτρων, ἑπομένως ἀμφίκυρτος φακὸς ὁμοιάζει καθ' ὅλα πρὸς κοῖ-

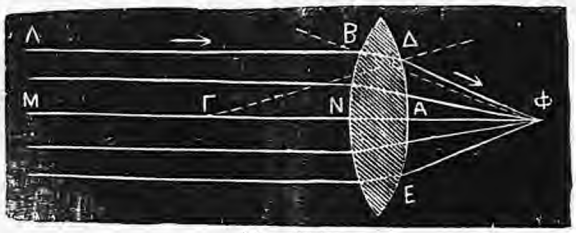
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λον κάτοπτρον, οὗτινος ἡ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις εἶνε φ, πλὴν ὅτι εἰς τὸ κάτοπτρον ἥ τε καθ' ὑπόστασιν ἑστία καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον κεῖνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς ἐπιφανείας, ἐν ᾧ εἰς τὸν φακὸν κεῖνται ἡ μὲν ἔμπροσθεν τὸ δὲ ὄπισθεν τοῦ φακοῦ.

Λύοντες τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν ὡς πρὸς τὸ π′ καὶ δίδοντες εἰς τὸ π διαφόρους τιμὰς ἀπὸ τοῦ ἀπείρου μέχρι τοῦ μηδενός, εὑρίσκομεν τὸν ἑξῆς πίνακα, ὅμοιον πρὸς τὸν εὑρεθέντα διὰ τὰ κοῖλα σφαιρικὰ κάτοπτρα.

$\pi = \infty$	$\pi' = \varphi$	$\varphi < \pi < 2\varphi$	$\pi' > 2\varphi$
$\pi > 2\varphi$	$\varphi < \pi' < 2\varphi$	$\pi = \varphi$	$\pi' = \infty$
$\pi = 2\varphi$	$\pi' = 2\varphi$	$0 < \pi < \varphi$	$\pi' < 0$

1ον. $\pi = \infty, \pi' = \varphi$. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον εὑρίσκηται εἰς τὸ ἄπειρον, ἤτοι ὅταν αἱ ἀκτῖνες ὁδεύωσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι, συνέρχονται μετὰ τὴν διάθλασιν ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος εἰς ἀπόστασιν ἴσην φ, ἤτοι ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας. Διότι θεωρήσωμεν ἀκτῖνα φωτὸς ΑΒ παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι ΜΝ (σχ. 195). Ἡ ἀκτὶς αὕτη εἰσδύουσα εἰς τὸν φακόν, πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον ΒΦ καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΒΔ· ἀναδύουσα δὲ κατὰ τὸ Δ, θλᾶται καὶ πάλιν, ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου ΓΔ καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΔΦ τέμνουσα τὸν κύριον ἄξονα κατὰ τὸ Φ. Εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον συνέρχονται αἰσθητῶς καὶ πᾶσαι αἱ ἄλλαι παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνες.



Σχ. 195.

Ἡ ἀπόστασις τῆς κυρίας ἑστίας ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς μείζονος ἢ ἐλάσσονος καμπυλότητος τοῦ φακοῦ, ἐλάσσων μὲν οὖσα, ὅταν ἡ ἀκτὶς καμπυλότητος ἐλαττῶται, αὐξανομένη δὲ

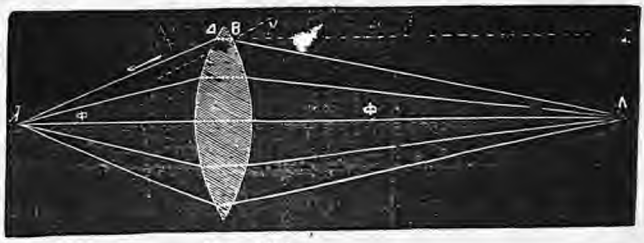
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μετ' αὐτῆς καὶ ἄπειρος καθισταμένη, ὅταν ἡ ἀκτὶς εἶνε ἄπειρος (πλὰξ μεθ' ἑδρῶν παραλλήλων). Εἰς τοὺς συνήθεις ἀμφικύρτους φακοὺς τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων, τοὺς κατασκευαζομένους ἐκ στεφανυάλου, ἧς ὁ δείκτης $\frac{3}{2}$, ἡ κυρία ἑστία συμπίπτει μετὰ τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ὅταν ὅμως ἡ διαθλαστικὴ δύναμις τοῦ φακοῦ εἶνε μείζων, ἤτοι ὅταν ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως εἶνε μείζων, ἡ κυρία ἑστία πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν. Οὕτω εἰς φακόν, οὗτινος ὁ δείκτης εἶνε ἴσος πρὸς 2, ἡ κυρία ἑστία εὑρίσκεται εἰς τὸ μέσον τῆς ἀκτῖνος καμπυλότητος. Ἑπομένως εἰς φακὸν ἐξ ἀδάμαντος ἡ κυρία ἑστία κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὸν φακόν, διότι ὁ δείκτης 2,75. Τοῦτο ἐξάγεται ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου $(\nu-1)\left(\frac{1}{\rho'}+\frac{1}{\rho''}\right)=\frac{1}{\varphi}$.

Ἐὰν $\rho'=\rho''$, λαμβάνομεν $(\nu-1)\frac{2}{\rho}=\frac{1}{\varphi}$ ὅθεν $\varphi=\frac{\rho}{2(\nu-1)}$. Ἐὰν θέσωμεν $\nu=\frac{3}{2}$, λαμβάνομεν $\varphi=\rho$. Διὰ $\nu=2$ λαμβάνομεν $\varphi=\frac{\rho}{2}$ καὶ διὰ $\nu=2{,}75$ ὡς εἰς φακὸν ἐξ ἀδάμαντος $\varphi=\frac{\rho}{3{,}5}=\frac{10}{35}\rho$.

Εὐκόλως δὲ δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πειραματικῶς τὴν κυρίαν ἑστίαν συγκλίνοντος φακοῦ, ἐκθέτοντες αὐτὸν καθέτως εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας καὶ ἀναζητοῦντες ἐπὶ χάρτου τὸ σημεῖον ἔνθα συγκεντροῦνται αἱ ἐκ τοῦ ἡλίου ἀκτῖνες καὶ σχηματίζουσιν ἐλάχιστον λαμπρὸν εἴδωλον αὐτοῦ. Τὸ αὐτὸ κατορθοῦμεν ἀναζητοῦντες ἐπὶ λευκοῦ χάρτου τὸ εὐκρινὲς εἴδωλον *μεμακρυσμένου* ἀντικειμένου.

2ον). $\pi>2\varphi$, $\varphi<\pi'<2\varphi$. — Ἔστω ἤδη φωτοβόλον σημεῖον Λ (σχ. 196) κείμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος καὶ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως. Ἡ ἀκτὶς ΛΒ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ φακοῦ κατὰ τὸ σημεῖον Β σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν ΛΒν μείζονα



Σχ. 196.

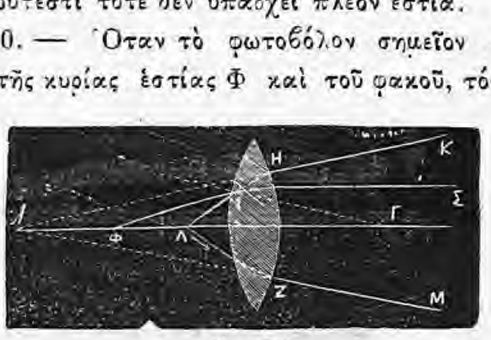
τῆς ΣΒν, ἣν σχηματίζει ἡ παράλληλος τῷ ἄξονι ΣΒ, καὶ θλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΔ. Ἀλλ' ἐὰν νοήσωμεν τὰ κατὰ τὰ σημεῖα Β καὶ Δ ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα, ταῦτα σχηματίζουσιν ὀπτικὸν πρῖσμα. Εἴδομεν δὲ εἰς τὸ περὶ πρίσματος ὅτι, ὅταν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ ὑπὸ γωνίαν μικροτέραν, θλᾶται μᾶλλον πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτὶς ΣΒ διερχομένη διὰ τοῦ φακοῦ τέμνει τὸν κύριον ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον Φ, ἔπεται ὅτι ἡ ἀκτὶς ΛΒ, ἀφ' οὗ διέλθῃ διὰ τοῦ φακοῦ, θέλει συναντήσει τὸν ἄξονα εἰς σημεῖόν τι λ πέραν τῆς κυρίας ἑστίας, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἐλάσσονα τοῦ διπλασίου τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως. Εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον συνέρχονται αἰσθητῶς πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ φωτοβόλου σημείου Λ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι.

3ον) $\pi = 2\varphi$, $\pi' = 2\varphi$. — Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον κεῖται εἰς ἀπόστασιν ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς ἑστιακῆς καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία κεῖται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους εἰς ἴσην ἀπόστασιν.

4ον) $\varphi < \pi < 2\varphi$, $\pi' > 2\varphi$. — Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον κεῖται εἰς ἀπόστασιν μείζονα μὲν τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως ἐλάσσονα δὲ τοῦ διπλασίου αὐτῆς, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία κεῖται εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου τῆς αὐτῆς ἀποστάσεως.

5ον) $\pi = \varphi$, $\pi' = \infty$. — Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Ε (σχ. 189) συμπέσῃ μετὰ τῆς κυρίας ἑστίας, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι μετὰ τὴν διάθλασιν βαίνουσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι, σχηματιζομένης ἑστίας εἰς τὸ ἄπειρον. Τουτέστι τότε δὲν ὑπάρχει πλέον ἑστία.

6ον) $0 < \pi < \varphi$, $\pi' < 0$. — Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ (σχ. 197) κεῖται μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας Φ καὶ τοῦ φακοῦ, τότε αἱ ἐκ τοῦ σημείου τούτου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ φακοῦ σχηματίζουσιν ὡς ἡ ΛΙ μετὰ τῆς καθέτου Ιν γωνίαν μείζονα τῆς ΦΙν, ἣν ἀποτελεῖ ἡ ἐκ τῆς κυρίας ἑστίας ἐκπεμπομένη ἀκτὶς ΦΙ. Ἐπειδὴ δὲ αὕτη διαθλωμένη βαίνει παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι, ἔπεται ὅτι ἐκεῖναι βαίνου-



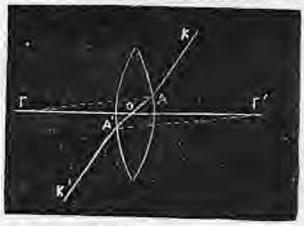
Σχ. 197

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σιν ἀποκλίνουσαι κατὰ τὰς διευθύνσεις ΗΚ καὶ ΖΜ. Ἐπομένως αἱ ἀκτῖνες αὗται δὲν δύνανται νὰ συναντηθῶσι πρὸς τὸ ἄλλο μέρος τοῦ φακοῦ, ὅπως σχηματίσωσι καθ' ὑπόστασιν συζυγῆ ἑστίαν, ἀλλ' αἱ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ συνέρχονται αἰσθητῶς εἴς τι σημεῖον λ κείμενον ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ὅπερ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν συζυγὴς ἑστία τοῦ φωτοβόλου σημείου Λ. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζῃ ἢ ἀπομακρύνηται ἀπὸ τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε μεταξὺ κυρίας ἑστίας καὶ φακοῦ, ἡ κατ' ἔμφασιν συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τῆς κυρίας ἑστίας, μένουσα πάντοτε πέραν τοῦ σημείου τούτου καὶ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ πρὸς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημεῖον.

Ὀπτικὸν κέντρον, δευτερεύοντες ἄξονες. Εἰς πάντας ἀνεξαιρέτως τοὺς φακοὺς τούς τε συγκλίνοντας καὶ ἀποκλίνοντας ὑπάρχει σημεῖόν τι ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον καὶ καλούμενον *ὀπτικὸν κέντρον*. Πᾶσα ἀκτὶς φωτὸς διερχομένη διὰ τοῦ σημείου τούτου ἐκτρέπεται μόνον παραλλήλως ἑαυτῇ, ἀλλὰ δὲν ὑφίσταται γωνιώδη ἐκτροπήν.

Ἔστω κατὰ πρῶτον ἀμφίκυρτος φακὸς (σχ. 198), ἐφ' οὗ ἄγομεν δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος παραλλήλους ΓΑ καὶ Γ'Α'. Τὰ κατὰ τὰ σημεῖα Α καὶ Α' ἀγόμενα ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα εἶνε παράλληλα ὡς κάθετα ἐπὶ δύο ἀκτῖνας παραλλήλους. Ὥστε ἂν ἐνώσωμεν τὰ σημεῖα Α καὶ Α', δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι πᾶσα ἀκτὶς φωτός, ἥτις ὁδεύει ἐν τῷ φακῷ κατὰ τὴν εὐθεῖαν ΑΑ', διαδίδεται διὰ διαφανοῦς περιέχοντος, ἔχοντος τὰς ἀπέναντι ἕδρας ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους. Ὥστε ἡ ἀκτὶς τῆς προσπτώσεως ΚΑ καὶ ἡ ἐξιοῦσα Α'Κ' εἶνε παράλληλοι. Τὸ σημεῖον Ο, εἰς ὃ ἡ εὐθεῖα ΑΑ' τέμνει τὸν ἄξονα, εἶνε πάντοτε τὸ αὐτό, οἱαδήποτε καὶ ἂν εἶνε τὰ στοιχεῖα Α καὶ Λ', εἰς ἃ ἀπολήγουσι δύο ἀκτῖνες καμπυλότητος παράλληλοι. Καὶ ὄντως, ἐὰν αἱ ἀκτῖνες ΓΑ καὶ Γ'Α' εἶνε ἴσαι, τοῦθ' ὅπερ συνήθως συμβαίνει, τὰ τρίγωνα Γ'ΟΑ' καὶ ΓΟΑ εἶνε ἴσα καὶ ΓΟ=Γ'Ο. Ἐὰν δ' αἱ καμπυλότητες εἶνε ἄνισοι, τὰ τρίγωνα ΓΟΑ καὶ Γ'ΟΑ' εἶνε ὅμοια καὶ ἔχομεν



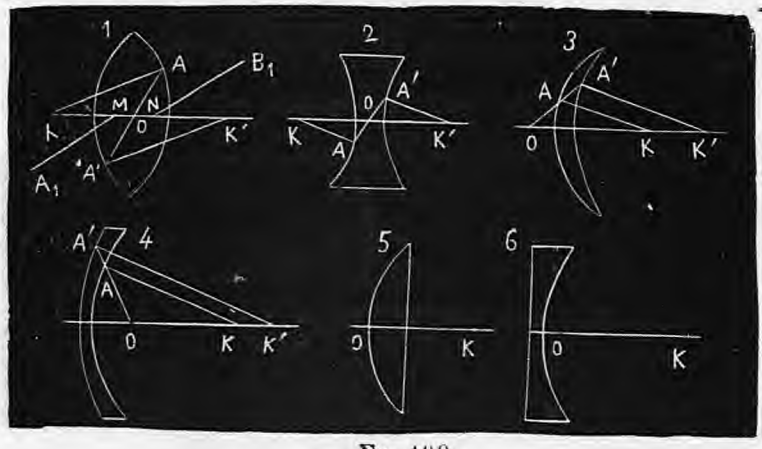
Σχ. 198

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

$$\frac{\Gamma A}{\Gamma' A'} = \frac{\Gamma O}{\Gamma' O}.$$

Ἐπειδὴ δὲ ὁ λόγος τῶν ἀκτίνων εἶνε σταθερός, ἕπεται ὅτι καὶ ὁ λόγος $\frac{\Gamma O}{\Gamma' O}$ εἶνε ἐπίσης σταθερός, τοῦθ' ὅπερ ἀπαιτεῖ νὰ εἶνε ἡ θέσις τοῦ σημείου O ἀμετάβλητος καὶ ἀνεξάρτητος τῶν γεωμετρικῶν ἀκτίνων. Τὸ οὕτω λαμβανόμενον σημεῖον καλεῖται *ὀπτικὸν κέντρον*.

Ἐν τοῖς ἀμφικύρτοις, ἀμφικοίλοις καὶ κοιλοκύρτοις φακοῖς τὸ ὀπτικὸν κέντρον O προσδιορίζεται ὡς ἑξῆς. Ἄγομεν δύο ἀκτῖνας



Σχ. 199.

καμπυλότητος παραλλήλους KA καὶ K'A' (σχ. 199, 1,2,3,4) καὶ ἑνοῦμεν δι' εὐθείας τὰ σημεῖα A καὶ A'. Τὸ σημεῖον O, εἰς ὃ ἡ εὐθεῖα, AA' τέμνει τὸ κύριον ἄξονα KK', εἶνε τὸ ὀπτικὸν κέντρον.

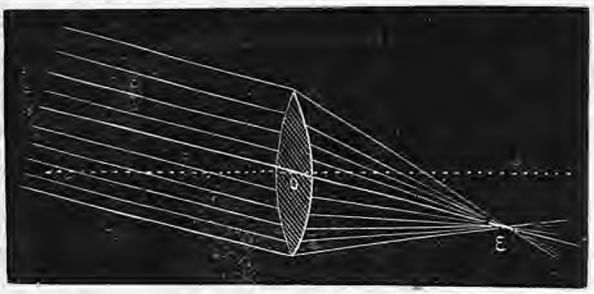
Εἰς τοὺς ἐπιπεδοκύρτους καὶ ἐπιπεδοκοίλους φακοὺς ὀπτικὸν κέντρον εἶνε τὸ σημεῖον O (σχ. 199, 5, 6), εἰς ὃ ὁ κύριος ἄξων τέμνει τὴν καμπύλην ἐπιφάνειαν.

Ἡ παράλληλος ἐκτροπή, ἣν ἀκτὶς φωτὸς διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχομένη ὑφίσταται, εἶνε ἐλαχίστη εἰς τοὺς φακοὺς μικροῦ πάχους. Διότι κατὰ τὸν Gauss εἰς πάντα φακὸν ὑπάρχουσι δύο κύρια σημεῖα M καὶ N τοιαῦτα, ὥστε πᾶσα ἀκτὶς A_1M (σχ. 199,1) βαίνουσα πρὸς τὸ ἓν ἐξ αὐτῶν, ἐξέρχεται παραλλήλως ἑαυτῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν NB_1, ἧς ἡ προεκβολὴ διέρχεται διὰ τοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἑτέρου κυρίου σημείου N. Ἡ δὲ ἀπόστασις αὐτῶν MN εἰς τοὺς συνήθεις φακοὺς δὲν ὑπερβαίνει τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ πάχους τοῦ φακοῦ. Ὥστε ὅταν τὸ πάχος τοῦ φακοῦ εἶνε πολὺ μικρόν, ἡ ἀπόστασις MN σχεδὸν μηδενίζεται καὶ δυνάμεθα τότε νὰ παραδεχθῶμεν ἄνευ αἰσθητοῦ λάθους, ὅτι ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς κεῖνται ἐπ' εὐθείας.

Δευτερεύων ἄξων. Πᾶσα εὐθεῖα διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχομένη καὶ μὴ συμπίπτουσα μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος, καλεῖται *δευτερεύων ἄξων*. Ὥστε κατὰ τὰ ἀνωτέρω ὁ δευτερεύων ἄξων παριστᾷ ἀκτῖνα φωτὸς διερχομένην διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου. Τὰ περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος λεχθέντα ἐφαρμόζονται καὶ περὶ παντὸς δευτερεύοντος ἄξονος, σχηματίζοντος μικρὰν μετ' αὐτοῦ γωνίαν. Τουτέστιν ἂν φακὸς δεχθῇ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι oe (σχ. 200), αὗται συνέρχονται εἴς τι σημεῖον ε, καλούμενον *κυρία ἑστία* τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος. Ἂν εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ε τεθῇ φωτοβόλον σημεῖον, αἱ ἀκτῖνες μετὰ τὴν διάθλασιν μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι eo.



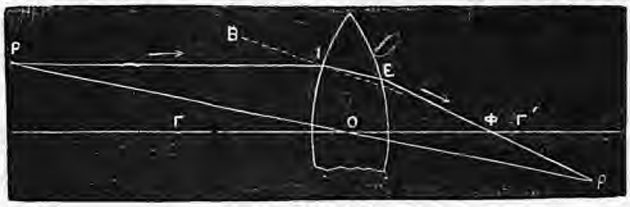
Σχ. 200.

Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον P (σχ. 201) τεθῇ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος PO, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν διάβασιν αὐτῶν διὰ τοῦ φακοῦ συνέρχονται αἰσθητῶς εἴς τι σημεῖον ρ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δευτερεύοντος ἄξονος κείμενον. Ἐὰν τὸ σημεῖον τοῦτο πλησιάζῃ ἢ ἀπομακρύνηται, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία ἀντιστρόφως ἀπομακρύνεται ἢ πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν. Τέλος, ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῇ μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας καὶ τοῦ φακοῦ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος, αἱ ἀκτῖνες βαίνουσιν ἀποκλίνουσαι καὶ σχηματίζεται κατ' ἔμφασιν συζυγὴς ἑστία.

Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

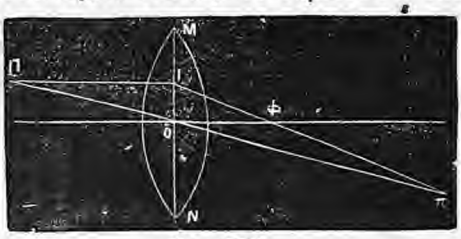
γοῦς ἑστίας. Πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἑστίας καθ' ὑπόστασιν ἢ κατ' ἔμφασιν οἱουδήποτε σημείου P (σχ. 201) ἄγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα POρ καὶ εἶτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου τὴν εὐθεῖαν PI παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι. Εἰς τὸ σημεῖον I φέρομεν τὴν κάθετον BI. Εἶτα διὰ γεωμετρικῆς κατασκευῆς ἢ διὰ τοῦ τύπου $\frac{\text{ημπ}}{\text{ημδ}} = \nu$ εὑρίσκομεν τὴν διεύθυνσιν τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος IE. Ἐὰν ἤδη γνωρίζωμεν τὴν κυρίαν ἑστίαν Φ, ἄγομεν τὴν EΦ, ἣν προεκβάλλομεν, μέχρις ὅτου συναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον ρ, ὅπερ εἶνε ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ σημείου P. Ἐὰν δὲν γνωρίζωμεν τὴν θέσιν τῆς κυρίας ἑστίας Φ, ἐπαναλαμβάνομεν εἰς τὸ σημεῖον E τὴν γεωμετρικὴν κατασκευὴν ἢ διὰ τοῦ τύπου $\frac{\text{ημδ}'}{\text{ημπ}'} = \frac{1}{\nu}$ εὑρίσκομεν αὖθις τὴν διεύθυνσιν τῆς διαθλωμένης ἀκτῖνος Eρ.



Σχ. 201.

Ἀντὶ νὰ λάβωμεν τὴν παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνα δυνάμεθα νὰ λάβωμεν τὴν διὰ τῆς κυρίας ἑστίας διερχομένην, διότι γνωρίζομεν ὅτι αὕτη μετὰ τὴν διάθλασιν βαίνει παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι. Οὕτω διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν συζυγῆ ἑστίαν τοῦ σημείου ρ (σχ. 201), ἄγομεν τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ρOP καὶ τὴν ἀκτῖνα ρE, ἥτις ἐξερχομένη κατὰ τὴν διεύθυνσιν IP, παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι, συναντᾷ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα PO εἰς τὸ σημεῖον P, ὅπερ εἶνε ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ ρ.

Ἁπλουστέρα γεωμετρικὴ κατασκευή. Συνενοῦμεν εἰς μίαν τὰς δύο διαθλάσεις, ἄγοντες τὴν εὐθεῖαν MN καὶ προσεκβάλλοντες τὴν ἀκτῖνα ΠΙ τὴν παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι βαίνουσαν (σχ. 202) μέχρι τῆς εὐθείας



Σχ. 202

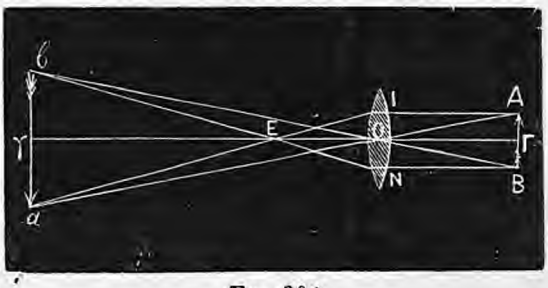
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ταύτης, ζευγνύοντες τὸ σημεῖον Ι μετὰ τῆς ἑστίας Φ διὰ τῆς εὐθείας ΙΦ καὶ προεκβάλλοντες αὐτὴν μέχρις ὅτου συναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΠΟ εἰς τὸ σημεῖον π. Τὸ αὐτὸ ποιοῦμεν καὶ διὰ πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα, οἷον διὰ τὴν πΦ τὴν διὰ τῆς κυρίας ἑστίας διερχομένην, ἄγοντες ἐκ τοῦ σημείου Ι τὴν εὐθεῖαν ΙΠ παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι· αὕτη τέμνει τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον Π, ὅπερ εἶνε ἡ συζυγὴς ἑστία τοῦ φωτοβόλου σημείου π.

Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐν τοῖς ἀμφικύρτοις φακοῖς. Διὰ τῆς ἀνωτέρω γεωμετρικῆς κατασκευῆς εὐκόλως εὑρίσκομεν τὸ εἴδωλον οἱουδήποτε φωτοβόλου ἢ πεφωτισμένου σώματος, ἀναζητοῦντες τὴν συζυγῆ ἑστίαν ἑκάστου τῶν σημείων αὐτοῦ, ὧν τὸ σύνολον ἀποτελεῖ τὸ ζητούμενον εἴδωλον.

Ὅτι συμβαίνει εἰς τὰ φωτοβόλα σημεῖα τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ ἀντικείμενα· ἐὰν μὲν ταῦτα κεῖνται πέραν τῆς κυρίας ἑστίας σχηματίζονται εἴδωλα καθ' ὑπόστασιν, ἐὰν δὲ μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας καὶ τοῦ φακοῦ, σχηματίζονται εἴδωλα κατ' ἔμφασιν.

α) **Εἴδωλον καθ' ὑπόστασιν.** Ἔστω φωτοβόλον ἀντικείμενον ΑΒ (σχ. 203) κείμενον πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ πέραν τῆς κυρίας ἑστίας. Αἱ συζυγεῖς ἑστίαι τῶν σημείων Α καὶ Β εὑρίσκονται εἰς τὰ σημεῖα α καὶ β τῶν δευτερευόντων ἀξόνων ΑΟ καὶ ΒΟ, εἰς ἃ τέμνουσιν αὐτοὺς αἱ ἀκτῖνες διαθλάσεως Εα καὶ Εβ, αἱ προερχόμεναι ἐκ τῶν ἀκτίνων ΑΙ καὶ ΒΝ παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι ΓΟ.



Σχ. 203.

Σχετικὰ μεγέθη. — Τὰ δύο τρίγωνα ΑΟΒ καὶ αΟβ εἶνε ὅμοια, (σχ. 203), ὅθεν ἔχομεν

$$\frac{AB}{\alpha\beta}=\frac{O\Gamma}{O\gamma}=\frac{\pi}{\pi'}.$$

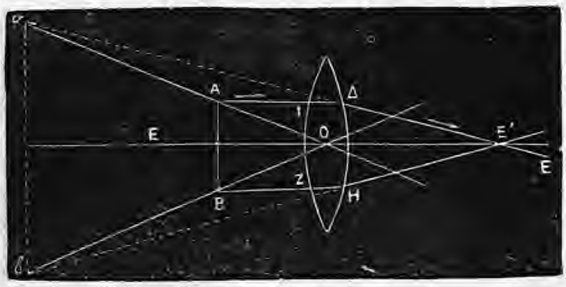
Ἀλλὰ γνωρίζομεν ὅτι ὅταν $\pi=2\varphi$ καὶ $\pi'=2\varphi$ τότε $\pi'=\pi$,
ὅταν $\pi>2\varphi$ καὶ $\varphi<\pi'<2\varphi$ τότε $\pi'<\pi$,
ὅταν $2\varphi>\pi>\varphi$ καὶ $\pi'>2\varphi$ τότε $\pi'>\pi$.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ὅθεν ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται εἰς ἀπόστασιν 2φ ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς ἑστιακῆς, καὶ τὸ εἴδωλον αὐτοῦ κεῖται εἰς ἴσην ἀπόστασιν καὶ εἶνε ἰσομέγεθες πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται πέραν τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως, τὸ εἴδωλον αὐτοῦ κεῖται εἰς ἀπόστασιν μείζονα μὲν τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως ἀλλ' ἐλάσσονα τοῦ διπλασίου αὐτῆς καὶ εἶνε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου, διότι $\pi' < \pi$. Τέλος ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται εἰς ἀπόστασιν μείζονα μὲν τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως ἀλλ' ἐλάσσονα τοῦ διπλασίου αὐτῆς, τὸ εἴδωλον αὐτοῦ κεῖται πέραν τοῦ διπλασίου καὶ εἶνε μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν, ὅτι τὸ εἴδωλον ἀντικειμένου τινὸς κειμένου πέραν τῆς κυρίας ἑστίας ἀμφικύρτου φακοῦ εἶνε πάντοτε καθ' ὑπόστασιν καὶ κεῖται ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους πέραν τῆς κυρίας ἑστίας. Εἶνε δὲ ἴσον, μεῖζον ἢ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τοῦτο κεῖται εἰς ἀποστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως μικροτέραν ἢ μείζονα ταύτης.

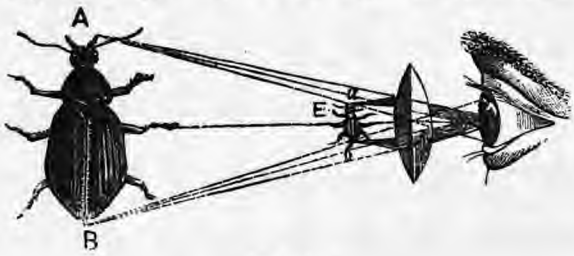
6) Εἴδωλα κατ' ἔμφασιν. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ἡ φωτοβόλος εὐθεῖα AB (σχ. 204) κεῖται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας E, τότε εὑρίσκομεν τὰς συζυγεῖς ἑστίας τῶν σημείων A καὶ B, ἄγοντες πρῶτον τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας AO καὶ BO εἶτα τὰς ἀκτῖνας AI καὶ BZ, τὰς παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, αἵτινες διαθλώμεναι ἐν τῷ φακῷ κατὰ τὰς διευθύνσεις IΔ καὶ ZH καὶ ἐξερχόμεναι διέρχονται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας E′ καὶ βαίνουσιν ἀφιστάμεναι τῶν δευτερευόντων ἀξόνων AO καὶ BO, διότι τὰ σημεῖα A καὶ B κεῖνται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῶν κυρίων ἑστιῶν τῶν δευτερευόντων τούτων ἀξόνων. Ἀλλ' αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων ΔE′ καὶ HE′ τέμνουσι τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας κατὰ τὰ σημεῖα α καὶ β, ἅτινα εἶνε αἱ κατ' ἔμφασιν ἑστίαι τῶν σημείων A καὶ B.



Σχ. 204.

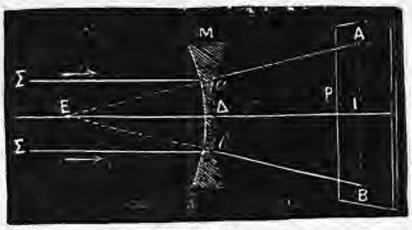
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Οὕτω ἐὰν πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ θέσωμεν μικρόν τι ἀντικείμενον αβ (σχ. 205) μεταξὺ κυρίας ἑστίας Ε καὶ τοῦ φακοῦ, τότε δὲν παράγεται εἴδωλον καθ' ὑπόστασιν ἀλλὰ κατ' ἔμφασιν, διότι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τῶν σημείων α καὶ β τοῦ ἀντικειμένου ἐκπορευόμεναι μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ δίοδον βαίνουσιν ἀφιστάμεναι. Ἂν δεχθῇ ταύτας ὁ ὀφθαλμὸς τὰς προεκβάλλει καὶ νομίζει τις ὅτι αἱ ἐκ τοῦ σημείου α ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες προέρχονται ἐκ τοῦ σημείου Α, αἱ δ' ἐκ τοῦ β ἀπὸ τοῦ σημείου Β, οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον ΑΒ πάντοτε ὀρθὸν καὶ μεγαλείτερον τοῦ ἀντικειμένου, καὶ ἐπὶ τοσούτῳ μεγαλείτερον ὅσῳ πλησιέστερον τῇ κυρίᾳ ἑστίᾳ κεῖται τὸ ἀντικείμενον α β. Τοιοῦτον εἶνε τὸ καλούμενον *ἁπλοῦν μικροσκόπιον*.



Σχ. 205

Ἑστίαι καὶ εἴδωλα ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς. Ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς μόνον κατ' ἔμφασιν ἑστίαι καὶ εἴδωλα σχηματίζονται, εἰς οἱανδήποτε ἀπόστασιν καὶ ἂν τεθῇ ἀπὸ τοῦ φακοῦ φωτοβόλον σημεῖον ἢ ἀντικείμενον. Ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον ἀκτῖνας Σα καὶ Σβ (σχ. 206). παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ΕΔ προσπιπτούσας ἐπὶ τοῦ ἀμφικοίλου φακοῦ Μ· αὗται διαθλώμεναι ἀπομακρύνονται τοῦ ἄξονος κατὰ τὰς διευθύνσεις αΑ καὶ βΒ, αἱ δὲ προεκβολαὶ αὐτῶν συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τὸ σημεῖον Ε, ὅπερ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν κυρία ἑστία τοῦ ἀμφικοίλου φακοῦ.



Σχ. 206.

Ἵνα εὕρωμεν πειραματικῶς τὴν κατ' ἔμφασιν κυρίαν ἑστίαν ἀμφικοίλου φακοῦ, καλύπτομεν τὴν μίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν δι' αἰθάλης, καὶ εἶτα ἀφαιροῦμεν αὐτὴν ἐκ δύο σημείων α καὶ β ἀποτελούντων ἐλαχίστους κύκλους καὶ κειμένων ἐπὶ τῆς αὐτῆς κυ-

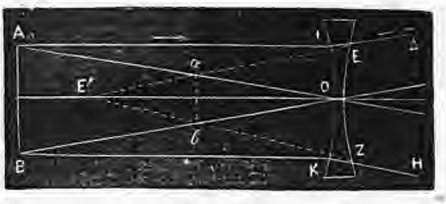
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ρίας τομῆς, δι' ὧν μόνον δύναται νὰ διέλθῃ τὸ φῶς. Δεχόμεθα εἶτα ἐπὶ τῆς ἄλλης ἐπιφανείας τοῦ φακοῦ δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων Σα Σβ παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι ΕΔΙ τοῦ φακοῦ, ἐκ τοῦ ἑτέρου δὲ μέρους πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν λευκὸν πέτασμα Ρ μέχρις ὅτου αἱ ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες αΑ καὶ βΒ παραγάγωσι τὰ φωτεινὰ σημεῖα Α καὶ Β ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε ἡ ἀπόστασις ΑΒ νὰ εἶνε διπλασία τῆς αβ. Μὴ λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν τὸ ἐν τῷ μέσῳ πάχος τοῦ φακοῦ εὑρίσκομεν ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων αΕβ καὶ ΑΕΒ, ὅτι ἡ ἀπόστασις ΔΙ εἶνε ἴση πρὸς τὴν ζητουμένην ἑστιακὴν ἀπόστασιν, διότι ἔχομεν

$$\frac{ΕΔ}{ΕΙ} = \frac{αβ}{ΑΒ} = \frac{1}{2}, \quad \text{ὅθεν } ΕΔ = \frac{1}{2}\ ΕΙ \text{ καὶ } ΕΔ = ΔΙ.$$

Ἐὰν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ (σχ. 192, σελ. 287) κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀμφικοίλου φακοῦ, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι μετὰ τὴν διάθλασιν ἀφίστανται ἔτι μᾶλλον τοῦ ἄξονος, αἱ δὲ προεκβολαὶ αὐτῶν συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τὸ σημεῖον Λ', ὅπερ κείμενον μεταξὺ τῆς κυρίας ἑστίας καὶ τοῦ φακοῦ, εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν συζυγὴς ἑστία τοῦ φωτοβόλου σημείου Λ. Ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον Λ ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἑστία Λ ἀπομακρύνεται ὡσαύτως πλησιάζουσα πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν καὶ ἀντιστρόφως.

Ἔστω φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον ΑΒ (σχ. 207) κείμενον ἐνώπιον ἀμφικοίλου φακοῦ. Πρὸς εὕρεσιν τοῦ κατ' ἔμφασιν εἰδώλου ἀκολουθοῦμεν τὴν γενικὴν γεωμετρικὴν κατασκευήν. Ἄγομεν τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας ΑΟ καὶ ΒΟ καὶ τὰς ἀκτῖνας ΑΙ καὶ ΒΚ παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, αἵτινες διαθλώμεναι ἐν τῷ φακῷ λαμβάνουσι τὰς διευθύνσεις ΙΕ καὶ ΚΖ εἶτα δ' ἐξερχόμεναι ἐξ αὐτοῦ λαμβάνουσι τοιαύτας διευθύνσεις ΕΔ καὶ ΖΗ, ὥστε αἱ προεκβολαὶ αὐτῶν διέρχονται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Ε' τοῦ φακοῦ. Αἱ προεκβο-



Σχ. 207.

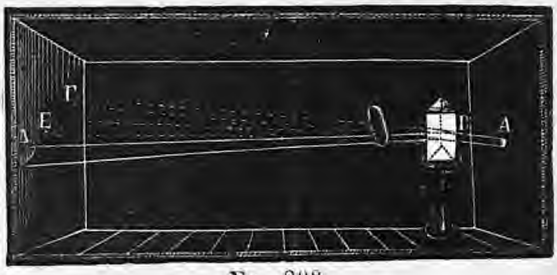
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

λαὶ αὗται τέμνουσι τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας ΑΟ καὶ ΒΟ κατὰ τὰ σημεῖα α καὶ β, ἅτινα εἶνε αἱ κατ' ἔμφασιν συζυγεῖς ἑστίαι τῶν σημείων Α καὶ Β. Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ, ὅπερ εἶνε πάντοτε ὀρθὸν καὶ πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸν φακόν, καὶ τὸ εἴδωλον αὐτοῦ πλησιάζει ἐπίσης καὶ μεγεθύνεται, μένον πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου· ὅταν δὲ τοὐναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ, τὸ εἴδωλον αὐτοῦ σμικρύνεται πλησιάζον πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν Ε΄ τοῦ ἀμφικοίλου φακοῦ.

ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Παρατηροῦντες διὰ τοῦ πρίσματος φωτοβόλον τι σῶμα, οἷον φλόγα, ἢ ἀντικείμενον πεφωτισμένον, οἷον λευκὸν τεμάχιον χάρτου ἐπὶ μέλανος πίνακος, βλέπομεν αὐτὸ ἐκτρεπόμενον πρὸς τὴν κορυφὴν τοῦ πρίσματος καὶ τὰ πέρατα αὐτοῦ ποικίλως χρωματιζόμενα.

Ὅταν δὲ τὸ ἡλιακὸν φῶς εἰσέρχηται εἰς δωμάτιον σκοτεινὸν διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὀπῆς θυρίδος Α (σχ. 208), σχηματίζει φωτεινὸν κῶνον, οὗτινος ἡ γωνία εἶνε 32΄. Ἡ δέσμη αὕτη προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατέναντι τῆς θυρίδος πετάσματος σχηματίζει φωτεινὴν εἰκόνα κυκλοτερῆ Γ τοῦ ἡλίου. Ἐὰν ἤδη κατὰ τὴν δίοδον τῆς φωτεινῆς δέσμης παρενθέσωμεν τρίπλευρον ὑάλινον πρῖσμα Β οὕτως, ὥστε αἱ κόψεις αὐτοῦ νὰ εἶνε κατακόρυφοι, τότε ἐμφανίζεται φωτεινὴ εἰκὼν ταινιοειδὴς Δ, ἥτις κατακορύφως μὲν ἔχει τὸ αὐτὸ τῇ κυκλοτερεῖ εἰκόνι πλάτος, ὁριζοντίως δ' ἔχει μῆκος πολὺ ὑπέρτερον ἐκείνης. Ἐκτὸς δὲ τούτου ἡ εἰκὼν αὕτη μετακινεῖται πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος καὶ δὲν ἐμφανίζεται λευκὴ ὡς πρότερον, ἀλλὰ φέρει τὰ χρώματα τῆς ἴριδος ἢ τοῦ οὐρανίου τόξου τεταγμένα τὸ ἓν παρὰ τὸ ἄλλο. Καὶ τὸ



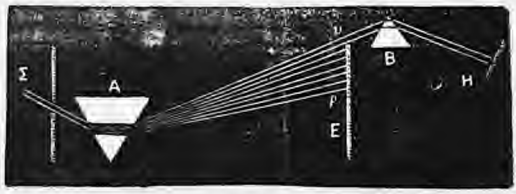
Σχ. 208.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μὲν ἓν ἄκρον τῆς εἰκόνος Δ τὸ ὀλιγώτερον μετακινηθὲν καὶ πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος κείμενον εἶνε ἐρυθρόν, εἶτα τὸ χρυσοειδὲς (πορτογαλλιόχρουν), τὸ ὠχρὸν (κίτρινον), τὸ χλοερόν ἢ χλωρὸν (πράσινον), τὸ ἀνοικτὸν ἢ ἀέρινον κυανοῦν, τὸ βαθὺ κυανοῦν ἢ ἰνδικὸν (πορφυροῦν) καὶ τέλος τὸ ἰοειδὲς ἢ ἰόχρουν τὸ μᾶλλον μετακεκινημένον πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος.

Ἡ ἑπτάχρους αὕτη εἰκὼν ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος *ἡλιακὸν φάσμα*. Τὰ ἑπτὰ ταῦτα χρώματα δὲν ἔχουσιν ἴσην ἔκτασιν, ἀλλὰ τὸ μὲ ἰόχρουν τὴν μεγίστην, τὸ δὲ πορτογαλλιόχρουν τὴν ἐλαχίστην. Κυρίως εἰς τὸ φάσμα διακρίνομεν τρία χρώματα, τὸ ἐρυθρόν, τὸ κίτρινον καὶ τὸ κυανοῦν, τὰ δὲ λοιπὰ εἶνε μεταβάσεις ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο χρῶμα. Τὸ μῆκος τῆς ἑπτάχρου εἰκόνος ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος καὶ ἐκ τῆς ὕλης ἐξ ἧς κατεσκευάσθη τοῦτο. Ἡ γωνία, ἣν σχηματίζουσιν αἱ ἀπώταται ἀκτῖνες τοῦ φάσματος ἤτοι αἱ ἐρυθραὶ μετὰ τῶν ἰοειδῶν, ἥτις καλεῖται καὶ *γωνία τοῦ διασκεδασμοῦ*, ἐλαττοῦται ἐλαττουμένης τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος· ὅταν δὲ ἡ γωνία αὕτη μηδενισθῇ, τουτέστιν ὅταν αἱ δύο ἕδραι εἶνε παράλληλοι, δὲν ἐπέρχεται ἀνάλυσις τοῦ φωτός. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ πρῖσμα περὶ κατακόρυφον ἄξονα, καὶ τὸ φάσμα μετακινεῖται ἐπὶ τοῦ πετάσματος, ἐκτρεπόμενον μᾶλλον ἢ ἧττον τῆς ἀρχικῆς διευθύνσεως ΑΒΓ τῆς ἡλιακῆς δέσμης. Ὅταν τὸ πρῖσμα λάβῃ τὴν νευτωνικὴν θέσιν, τὸ φάσμα λαμβάνει ἐπὶ τοῦ πετάσματος τὴν θέσιν Ε εἰς ἣν ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ΓΒΕ εἶνε ἐλαχίστη. Ὁ Νεύτων, ὅστις ἐξετέλεσε πρῶτος τὸ πείραμα τοῦτο (1668), παραδέχεται ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἁπλῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, αἵτινες δὲν ἔχουσι πᾶσαι τὸν αὐτὸν δείκτην διαθλάσεως διὰ τὴν αὐτὴν οὐσίαν. Ἐπειδὴ δ' ἡ ἐκτροπή, ἣν ὑφίστανται αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ διὰ πρίσματος διαβιβαζόμεναι, ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως, ἐπέρχεται οὕτω ἀποχωρισμὸς τῶν ἁπλῶν τούτων ἀκτίνων. Καὶ αἱ μὲν ἐρυθραὶ ἀκτῖνες ἐκτρέπονται ὀλιγώτερον, διότι ἔχουσι μικρότερον δείκτην διαθλάσεως, αἱ δὲ ἰοειδεῖς πλεῖον ὡς ἔχουσαι τὸν μέγιστον δείκτην διαθλάσεως. Ἵν' ἀποδειχθῇ ἀληθὴς ἡ ὑπόθεσις αὕτη τοῦ Νεύτωνος, πρέπει νὰ δειχθῇ πειραματικῶς, ὅτι τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος εἶνε ἁπλᾶ καὶ ἀνίσως διαθλαστά. Πρὸς

τοῦτο τὴν ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ εἰσερχομένην δέσμην Σ διεχόμεθα ἐπὶ ὀπτικοῦ πρίσματος Α, τὸ δ' οὕτω παραγόμενον ἡλιακὸν φάσμα ρ υ (σχ. 209) ῥίπτομεν ἐπί τινος διαφράγματος Ε δι' οὗ δύναται νὰ διέλθῃ ἓν ἐκ τῶν ἑπτὰ χρωμάτων π.χ. τὸ ἰοειδὲς υ καὶ νὰ προσπέσῃ ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Β. Τότε παρατηροῦμεν, ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις καὶ ἐκτροπή, ἀλλὰ τὸ χρῶμα μένει τὸ αὐτὸ καὶ μετὰ τὴν διάθλασιν, προσπῖπτον ἐπὶ τῆς λευκῆς ἐπιφανείας Η. Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν πειρώμενοι καὶ ἐπὶ τῶν λοιπῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος. Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος καλοῦνται ἁπλᾶ, ὅπως διακρίνωνται τοῦ λευκοῦ φωτὸς τοῦ ἡλίου καὶ τῶν φυσικῶν καὶ τεχνητῶν χρωμάτων τῶν σωμάτων, ἅτινα σύγκεινται ἐκ τοιούτων ἁπλῶν ἀκτίνων.



Σχ. 209

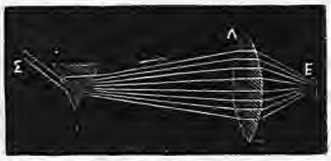
Ἵνα δὲ ἀποδείξωμεν, ὅτι τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος εἶνε ἀνίσως διαθλαστά, δεχόμεθα διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ πρίσματος Β πρῶτον τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας καὶ εἶτα τὰς ἰοειδεῖς, οὕτως ὥστε νὰ προσπέσωσιν ἐπ' αὐτοῦ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις, καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι αἱ μὲν ἐρυθραὶ ἐκτρέπονται ὀλιγώτερον αἱ δὲ ἰοειδεῖς πλειότερον. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῶν ἑξῆς πειραμάτων. Ἐπὶ μέλανος πίνακος κολλῶμεν δύο ταινίας, τὴν μίαν μετὰ τὴν ἄλλην ἐπὶ τῆς αὐτῆς ὁριζοντίου εὐθείας, τὴν μὲν ἐρυθρὰν τὴν δὲ ἰόχρουν, καὶ ἀτενίζομεν πρὸς αὐτὰς διὰ πρίσματος διατεθειμένου ὁριζοντίως καὶ ἔχοντος τὴν βάσιν πρὸς τὰ κάτω ἐστραμμένην. Τούτων δ' οὕτως ἐχόντων, θέλομεν παρατηρήσει, ὅτι αἱ ταινίαι ἀποχωρίζονται καὶ ὅτι ἡ ἰόχρους μετακινεῖται μᾶλλον πρὸς τὰ ἄνω, ἐξ οὗ συμπεραίνομεν αἱ ἰοειδεῖς ἀκτῖνές εἰσι διαθλαστικώτεραι τῶν ἐρυθρῶν. Ὡσαύτως ἐὰν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ δεχθῶμεν δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ ὁριζοντίου πρίσματος, παράγεται ἐπὶ ἀπέναντι λευκοῦ πίνακος ἓν κατακόρυφον φάσμα. Ἐὰν δ' εἰς τὴν δίοδον τῶν ἀκτίνων παρενθέσωμεν δεύτερον πρῖσμα κατακόρυφον, τότε τὸ ἤδη παραχθὲν φάσμα δὲν ἐκτρέπεται παραλλήλως ἑαυτῷ ἀλλὰ κεκλε-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μένως οὕτως, ὥστε αἱ μὲν ἰοειδεῖς ἀκτῖνες ἐκτρέπονται πλειότερον αἱ δ' ἐρυθραὶ ὀλιγώτερον. Ἂν ὡσαύτως ἡ ὑπόθεσις τοῦ Νεύτωνος εἶνε ἀληθής, πρέπει ὅταν συνθέσωμεν τὰς ὑπὸ τοῦ πρίσματος ἀποχωρισθείσας διαφόρους ἀκτῖνας νὰ παραγάγωμεν πάλιν τὸ λευκόν.

Πρὸς τοῦτο δεχόμεθα δέσμην Σ (σχ. 210) ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ πρώτου τινὸς πρίσματος, τὸ δ' οὕτω σχηματιζόμενον φάσμα ἐπὶ δευτέρου πρίσματος ἔχοντος τὴν αὐτὴν διαθλαστικὴν γωνίαν καὶ ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης κατεσκευασμένου, τιθεμένου δ' οὕτως, ὥστε αἱ μὲν ἕδραι αὐτοῦ νὰ εἶνε παράλληλοι ταῖς τοῦ πρώτου, ἀλλ' αἱ διαθλαστικαὶ γωνίαι ἀντίθετοι· τὸ δεύτερον τοῦτο πρῖσμα παρέχει εἰς πᾶσαν ἀκτῖνα ἐκτροπὴν ἴσην καὶ ἀντίθετον τῇ ἐκτροπῇ, ἣν πάσχει

Σχ. 210.



Σχ. 211.

διὰ τοῦ πρώτου πρίσματος, καὶ ἐπομένως αἱ διάφοροι ἀκτῖνες ἐπιτιθέμεναι παρέχουσιν εἰκόνα Ε ἄχρουν τῆς ὀπῆς Σ, δι' ἧς εἰσδύουσιν αἱ ἀκτῖνες εἰς τὸν θάλαμον. Δυνάμεθα ὡσαύτως ν' ἀνασυνθέσωμεν τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ φάσματος καὶ παραγάγωμεν τὸ λευκὸν φῶς, δεχόμενοι τὸ φάσμα τὸ παραγόμενον διὰ τοῦ πρίσματος ἐπὶ τοῦ ἀμφικύρτου φακοῦ Λ. Αἱ μὲν ἐρυθραὶ συνέρχονται εἴς τι σημεῖον τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος (σχ. 211) τοῦ παραλλήλου τῇ διευθύνσει αὐτῶν, ὡσαύτως δ' αἱ ἰοειδεῖς συνέρχονται εἰς ἄλλο τι σημεῖον. Οἱ κῶνοι τῶν ἐρυθρῶν καὶ ἰοειδῶν ἀκτίνων ἔχουσι μέρος κοινόν. Ἐπιθέτοντες λευκὸν τεμάχιον χάρτου Ε ἐπὶ τοῦ κοινοῦ μέρους, βλέπομεν ἐπ' αὐτοῦ σχηματιζόμενον λευκὸν εἴδωλον τῆς ὀπῆς Σ. Ἐὰν ὡσαύτως δεχθῶμεν τὸ φάσμα ἐπὶ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου καὶ ἐπὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας θέσωμεν λευκὸν χάρτην, παράγεται λευκὸν εἴδωλον. Κάλλιον ὅμως δεχόμεθα κατ' ἰδίαν ἕκαστον τῶν ἑπτὰ χρωμάτων ἐπὶ κινητῶν κατόπτρων καὶ δι' ἀνακλάσεως συνθέτομεν τὰ ἑπτὰ χρώματα εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος, ὁπότε παράγεται καὶ πάλιν εἴδωλον λευκόν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δίσκος τοῦ Νεύτωνος. — Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ κατακορύφου δίσκου ἐκ μετάλλου κινητοῦ περὶ ὁριζόντιον ἄξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου. Ἐπ' αὐτοῦ εἰσι κεκολλημέναι ἐφεξῆς ταινίαι ἐκ χάρτου παρέχουσαι πάντα τὰ χρώματα τοῦ φάσματος κατὰ τὴν φυσικὴν αὐτῶν τάξιν καὶ οὕτως, ὥστε ἕκαστον αὐτῶν νὰ εἶνε μέρος τοῦ κύκλου ἀνάλογον πρὸς τὴν σχετικὴν ἔκτασιν ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ φάσματος. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸν δίσκον ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, οὗτος φαίνεται λευκός. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ὁ ὀφθαλμὸς διατηρεῖ ἐπὶ $^1/_{10}$ τοῦ δευτερολέπτου περίπου, πᾶσαν φωτεινὴν ἐντύπωσιν, ἣν δέχεται. Ἑπομένως ἐὰν τὰ διάφορα χρώματα διέρχωνται ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς χρόνον μικρότερον τοῦ $^1/_{10}$ τοῦ δευτερολέπτου, οὗτος δέχεται συγχρόνως τὴν ἐντύπωσιν τῶν ἑπτὰ χρωμάτων καὶ ὁ δίσκος φαίνεται λευκὸς ἢ μᾶλλον τεφρός, διότι τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου τεχνητὰ χρώματα εἶνε φυτικὰ ἢ μεταλλικά. Ἂν ὅμως ἐπὶ τοῦ δίσκου ῥίψωμεν δεσμίδα φωτὸς ἡλίου κατὰ τὸ πλάτος ἴσην τῷ τοῦ δίσκου καὶ στρέψωμεν, παρατηροῦμεν ὡς λευκότατον, ὥστε λευκὸς χάρτης παρατιθέμενος φαίνεται ἧττον λευκός.

Συσκευὴ Δ. Στρούμπου. Ὁ διδάσκαλος ἡμῶν Στροῦμπος ἐπενόησε συσκευήν, δι' ἧς συνθέτει αὐτὰ ταῦτα τὰ φυσικὰ χρώματα τοῦ φάσματος καὶ παράγει τὸ λευκὸν φῶς. Πρὸς τοῦτο τὸ κατακόρυφον πρῖσμα, δι' οὗ παράγει τὸ φάσμα, θέτει εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ κατακόρυφον ἄξονα παράλληλον πρὸς τὰς ἕδρας αὐτοῦ. Εἰς τὰ περὶ πρίσματος εἴδομεν, ὅτι ἡ ἐκτροπὴ τῶν ἀκτίνων εἶνε ἐλαχίστη, ὅταν τὸ πρίσμα κατέχῃ τὴν καλουμένην νευτωνικὴν θέσιν· ἐὰν ὅμως τὸ πρῖσμα ὀλίγον στραφῇ ἢ πρὸς τὸ ἓν μέρος ἢ πρὸς τὸ ἄλλο, ἡ ἐκτροπὴ αὐξάνεται. Οὕτω τοῦ πρίσματος ταχέως στρεφομένου, τὸ φάσμα ἐκτρέπεται πρῶτον μὲν πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος μέχρι τῆς ἐλαχίστης ἐκτροπῆς, εἶτα δὲ κατ' ἀντίθετον φοράν. Ἀλλὰ μετ' ὀλίγον ἡ δευτέρα διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος καταλαμβάνει τὴν θέσιν τῆς πρώτης, οὕτω δὲ τὸ φάσμα ταχέως ἐκτρέπεται πρὸς τὸ ἓν μέρος καὶ εἶτα κατ' ἀντίθετον φοράν, καὶ τοιουτοτρόπως τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ λευκοῦ πετάσματος, ἐφ' οὗ προβάλλεται τὸ φάσμα, φωτίζεται διαδοχικῶς καὶ ἐν χρόνῳ ἐλαχίστῳ διὰ τῶν ἑπτὰ χρωμάτων τοῦ φάσματος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ φαίνεται ἡμῖν λευκόν. Μόνον αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες τοῦ φάσματος δὲν συντίθενται, ὅταν τὸ πρῖσμα κατέχῃ τὴν νευτωνικὴν θέσιν, ἀλλ' αὗται διὰ σκιεροῦ διαφράγματος παρεμποδίζονται νὰ προσπέσωσιν ἐπὶ τοῦ λευκοῦ πετάσματος.

Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα. — Τὰ διάφορα σώματα ἀναλύουσι τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπῖπτον λευκὸν φῶς καὶ ἄλλας μὲν τῶν ἀκτίνων αὐτοῦ ἀπορροφῶσι, τὰς δὲ λοιπὰς διασκορπίζουσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, οὕτω δὲ τὸ χρῶμα αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἁπλῶν χρωμάτων, ἅτινα τὰ σώματα ταῦτα διασκορπίζουσιν. Τὰ σώματα π. χ. τὰ φαινόμενα λευκὰ ἢ ἄχροα ἐκπέμπουσι πάντα τὰ χρώματα καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, καθ' ἣν ἐν τῷ φάσματι εὑρίσκονται. Τὰ μέλανα οὐδὲν τῶν χρωμάτων τῶν ἁπλῶν ἐκπέμπουσιν ἢ ἐλάχιστον μέρος αὐτῶν, τὰ δὲ διάφορα κεχρωματισμένα σώματα ἀπορροφῶσί τινας τῶν ἁπλῶν ἀκτίνων τοῦ λευκοῦ φωτός, ἐκπέμπουσι δὲ τὰς λοιπάς. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ διαφανῆ σώματα. Τὰ ἄχροα σώματα, οἷον τὸ καθαρὸν ὕδωρ, παρέχουσιν ἐλευθέραν τὴν δίοδον εἰς πάντα τὰ χρώματα, τοὐναντίον ἡ ἐρυθρὰ ὕαλος διαπερᾶται εὐκόλως ὑπὸ τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ἀπορροφᾷ δὲ πλεῖον τὰς λοιπὰς ἁπλᾶς ἀκτῖνας τοῦ λευκοῦ φωτός. Ὅτι δὲ τὰ χρώματα τῶν σωμάτων σύγκεινται ἐκ μιᾶς ἢ πλειόνων ἀκτίνων τοῦ λευκοῦ φωτός, ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς παρατηροῦντες διὰ πρίσματος στενωτάτας ταινίας ποικίλως κεχρωματισμένας καὶ τεθειμένας ἐπὶ μέλανος πίνακος, ὁπότε βλέπομεν ἀτελῆ φάσματα, ἐξ ὧν δηλ. ἐλλείπουσι τὰ ὑπὸ τοῦ σώματος ἀπορροφώμενα ἁπλᾶ χρώματα. Ὡσαύτως, ἵν' ἀποδείξωμεν, ὅτι κεχρωματισμένον διαφανὲς σῶμα ἀπορροφᾷ πλεῖόν τινας τῶν ἁπλῶν ἀκτίνων ἄλλας δ' ἀφίνει εὐχερέστερον νὰ διέλθωσι, θέτομεν ὄπισθεν λεπτῆς χαραγῆς κεχρωματισμένον διαφανὲς σῶμα στερεὸν ἢ ὑγρὸν καὶ φωτίζομεν αὐτὸ διὰ λευκοῦ φωτός. Παρατηροῦντες δὲ τὴν χαραγὴν διὰ πρίσματος ἀνευρίσκομεν τὰς διὰ τοῦ σώματος διερχομένας ἁπλᾶς ἀκτῖνας.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν, ὅτι τὰ σώματα δὲν ἔχουσιν ἴδιον χρῶμα, ἀλλὰ τὸ χρῶμα αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ φωτός. Οὕτω τὰ λευκὰ σώματα ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ φωτιζόμενα δι' ἐρυθροῦ φωτὸς φαίνονται ἐρυθρά, διὰ πρασίνου πράσινα. Ὡσαύτως

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐρυθρὸν ὕφασμα φωτιζόμενον διὰ τῶν πρασίνων ἀκτίνων τοῦ φάσματος, ἢ πράσινον διὰ τῶν ἐρυθρῶν, φαίνονται τελέως μέλανα. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς διαφόρου χροιᾶς, ἣν λαμβάνουσι τὰ κεχρωματισμένα ἀντικείμενα, οἷον τὰ μεταξωτὰ ὑφάσματα, φωτιζόμενα διὰ τοῦ λευκοῦ φωτὸς τοῦ ἡλίου ἢ διὰ φωτὸς λύχνου ἢ φωταερίου, ἢ δι' ἠλεκτρικοῦ φωτός, ἢ διὰ τῆς μονόχρου φλογὸς τοῦ νατρίου. Τοῦτο δέ, διότι τὸ φῶς λύχνου ἢ τὸ τοῦ φωταερίου ἢ τὸ φῶς τοῦ νατρίου στεροῦνται πολλῶν ἁπλῶν ἀκτίνων, ἃς ἐγκλείουσι τὸ ἡλιακὸν καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς.

Πολλὰ διαφανῆ σώματα ἔχουσι τὸ αὐτὸ χρῶμα εἴτε τὸ φῶς ἀνακλᾶται ἐπ' αὐτῶν εἴτε διέρχεται. Ὑπάρχουσιν ὅμως σώματα ἔχοντα διάφορον χρῶμα κατὰ τὰς δύο ταύτας περιστάσεις. Οὕτω λεπτότατον πέταλον χρυσοῦ φαίνεται κίτρινον διὰ τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ἀνακλωμένου φωτός, τοὐναντίον δὲ πράσινον διὰ τοῦ δι' αὐτοῦ διερχομένου.

Ἡ ἀτμόσφαιρα ἔχει συνήθως χρῶμα κυανοῦν, ὅπερ εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον ζωηρότερον, ἐφ' ὅσον ὁ ἀὴρ εἶνε καθαρώτερος, ὡς τοῦτο συμβαίνει μετὰ ῥαγδαίαν βροχήν. Τοῦτο δέ, διότι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ ἀπορροφᾷ πάσας τὰς λοιπὰς ἀκτῖνας καὶ διασκορπίζει τὰς κυανᾶς. Ὅταν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρῶνται σταγόνες ἢ πομφόλυγες ὕδατος, αἵτινες ἀποτελοῦσι τὰ νέφη καὶ τὴν ὁμίχλην, ἢ ἄλλα σωμάτια, οἷον καπνός, κονιορτός, τότε ὁ οὐρανὸς λαμβάνει χρῶμα λευκότεφρον. Ἂν τὸ ἡλιακὸν φῶς διέρχηται διὰ μείζονος πάχους τῆς ἀτμοσφαίρας πεφορτισμένης δι' ὑδρατμῶν, ὡς τοῦτο συμβαίνει πολλάκις κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν τοῦ ἡλίου, τότε ὁ ὁρίζων φαίνεται ἐρυθρός, διότι οἱ ὑδρατμοὶ ἀφίνουσι νὰ διέλθωσιν ἰδίᾳ αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες. Ἐν γένει δὲ ὅταν ἡ ἀτμόσφαιρα ἀνέφελος οὖσα ἐκπέμπῃ πρὸς ἡμᾶς τὸ ἡλιακὸν φῶς ἐξ ἀνακλάσεως, φαίνεται ἡμῖν κυανῆ, ἐὰν δὲ διὰ διαθλάσεως, ὡς ὅταν ὁ ἥλιος εὑρίσκηται πλησίον τοῦ ὁρίζοντος, φαίνεται μᾶλλον ἐρυθρά.

Συμπληρωτικὰ χρώματα. Ἐὰν τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χωρίσωμεν ὁπωσδήποτε εἰς δύο μέρη, καὶ ἑνώσωμεν τὰ χρώματα ἑκατέρων τῶν μερῶν, θ' ἀπολαύσωμεν δύο μικτὰ χρώματα. Ἂν τὰ δύο ταῦτα χρώματα ἑνώσωμεν πρὸς ἄλληλα, θ' ἀποτελεσθῇ τὸ λευκὸν φῶς. Τὰ χρώματα ταῦτα καλοῦνται συμ-

Δημοσία Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πληρωτικά. Εἶνε δ' ἐν γένει συμπληρωτικὰ χρώματα τὸ ἐρυθρὸν τοῦ πρασίνου, τὸ πορτοκαλλιόχρουν τοῦ κυανοῦ καὶ τὸ κίτρινον τοῦ ἰοειδοῦς. Πᾶν δὲ χρῶμα ἔχει τὸ συμπληρωτικὸν αὐτοῦ, διότι τὸ χρῶμα τοῦτο ὡς μὴ λευκὸν στερεῖται ἁπλῶν τινων χρωμάτων, τὰ ὁποῖα ἂν ἐνώσωμεν θ' ἀπολαύσωμεν τὸ συμπληρωτικὸν ἐκείνου. Εἴπομεν ἀνωτέρω, ὅτι ἂν ἐνώσωμεν ἁπλᾶς ἀκτῖνας κιτρίνας καὶ ἰοειδεῖς, παράγεται λευκόν. Ἀλλ' ὅμως ἂν λάβωμεν δύο διαφανῆ ὑγρὰ ἔχοντα τὸ μὲν κίτρινον χρῶμα, τὸ δὲ κυανοῦν πρὸς τὸ ἰοειδὲς καὶ τὰ παραθέσωμεν διέρχεται πράσινον χρῶμα καὶ οὐχὶ λευκόν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι καὶ διὰ τοῦ κιτρίνου ὑγροῦ καὶ διὰ τοῦ κυανοῦ διέρχονται ὀλίγαι πράσιναι ἀκτῖνες, αἵτινες παράκεινται καὶ εἰς τὰς κιτρίνας καὶ εἰς τὰς κυανᾶς ἀκτῖνας.

Τοῦ λευκοῦ δὲ φωτὸς τοῦ διὰ τοῦ μίγματος διερχομένου ἀπορροφῶνται αἱ μὲν κίτριναι διὰ τοῦ κυανοῦ, αἱ δὲ κυαναῖ διὰ τοῦ κιτρίνου καὶ διέρχονται αἱ πράσιναι ὡς μὴ κατ' ἰδίαν ὑφ' ἑκάστου τῶν ὑγρῶν ἐντελῶς ἀπορροφώμεναι.

Φωτιστικαί, θερμαντικαὶ καὶ χημικαὶ ἰδιότητες τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Εἶνε γνωστόν, ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς ἔχει οὐ μόνον φωτεινὰς καὶ θερμαντικὰς ἰδιότητας ἀλλὰ καὶ χημικάς· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει ἡ ἕνωσις τοῦ χλωρίου καὶ τοῦ ὑδρογόνου, ἣν προκαλεῖ τὸ ἡλιακὸν φῶς καὶ ἡ ἀποσύνθεσις ἑνώσεων τοῦ ἀργύρου, οἷον τοῦ νιτρικοῦ, τοῦ ἰωδιούχου, βρωμιούχου, ἣν πάσχουσιν διὰ τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς καὶ ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ φωτογραφικὴ τέχνη. Ἤδη γεννᾶται τὸ ζήτημα, ἂν καὶ αἱ τρεῖς ἰδιότητες συμπίπτουσιν ἐν τῷ φωτεινῷ φάσματι.

Πρὸς τοῦτο παρασκευάζομεν ἡλιακὸν φάσμα διὰ πρίσματος ἐξ ὀρυκτοῦ ἅλατος, ὅπερ εἶνε τὸ θερμοπερατότερον τῶν σωμάτων, ἀνευρίσκομεν δὲ ὅτι καὶ ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ ὑπάρχουσι σκοτειναὶ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες, ἐπεκτεινόμεναι μὲν καὶ ἐπὶ τοῦ φωτεινοῦ φάσματος, ἀλλ' ἔχουσαι τὴν μεγίστην αὐτῶν ἔντασιν ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ. Ἐκτὸς λοιπὸν τοῦ φωτεινοῦ φάσματος ὑπάρχει καὶ θερμαντικὸν φάσμα, ὅπερ ἐν μέρει συμπίπτει μετὰ τοῦ φωτεινοῦ· τὰ δὲ ὅρια τοῦ θερμαντικοῦ φάσματος καὶ ἡ θέσις τοῦ μεγίστου τῆς ἐντάσεως ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ πρίσματος, δι' οὗ γίνεται ἡ ἀνάλυσις τοῦ φωτός. Ὅπως δὲ μάθωμεν ποῦ εὑρίσκονται αἱ χημικαὶ ἰδιότητες, λαμβάνομεν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ φωτογραφικὴν πλάκα ἢ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

φωτογραφικὸν χάρτην φέροντα προσκεκολλημένον βρωμιοῦχον ἄργυρον διὰ λεπτοῦ ἐπιστρώματος κολλοδίου ἢ πηκτῆς καὶ ῥίπτομεν ἐπ' αὐτοῦ τὸ ἡλιακὸν φάσμα. Παρατηροῦμεν δὲ τότε, ὅτι ἡ χημικὴ ἐνέργεια τῶν ἀκτίνων ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ μέχρι τοῦ κιτρίνου εἶνε ἀνεπαίσθητος, γίνεται δὲ πολὺ ἐντονωτέρα καὶ πέραν τῶν κυανῶν ἀκτίνων τοῦ φωτεινοῦ φάσματος. Ὥστε ἀνευρίσκομεν καὶ τρίτον φάσμα τὸ καλούμενον χημικόν, ἐν μέρει συμπῖπτον μετὰ τοῦ φωτεινοῦ φάσματος. Ὑπάρχουσιν ἄρα ἐν τῷ φωτεινῷ φάσματι ἀκτῖνες ἔχουσαι καὶ τὰς τρεῖς ἰδιότητας, θερμαντικήν, φωτιστικὴν καὶ χημικήν, ἃς ἀδυνατοῦμεν νὰ χωρίσωμεν. Ἑπομένως εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν πρέπει ν' ἀποδώσωμεν τὴν θερμαντικήν, φωτιστικὴν καὶ χημικὴν ἐνέργειαν τοῦ ἡλιακοῦ φωτός.

Φθορισμὸς καὶ φωσφόρησις. Ὑπάρχουσι σώματα, ἄτινα ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ φωτιζόμενα διὰ λευκοῦ φωτὸς ἢ δι' ἄλλων ἁπλῶν ἐγχρόων ἀκτίνων ἢ καὶ διὰ σκοτεινῶν ἀκτίνων πέραν τοῦ ἰοειδοῦς κειμένων δὲν ἀνακλῶσιν ἀκτῖνας ὁμοχρόους πρὸς ἐκείνας, ἃς δέχονται, ἀλλὰ συνήθως ἐλάσσονος διαθλαστότητος. Οὕτως ἄχρουν καὶ διαφανὲς διάλυμα θειϊκῆς κινίνης φωτιζόμενον δι' ἡλιακοῦ φωτὸς ἐκπέμπει ἀνοικτὸν κυανοῦν χρῶμα. Ὡσαύτως τὸ ὑποκίτρινον πετρέλαιον ἐκπέμπει ἀνοικτὸν κυανοῦν φῶς, ἡ κιτρίνη ὕαλος τοῦ οὐρανίου πράσινον καὶ ὁ ἀργυροδάμας ἤτοι τὸ φθοριοῦχον ἀσβέστιον ἐκπέμπει φῶς κυανοῦν κλίνον πρὸς τὸ ἰοειδές. Τὸ φῶς τοῦτο ἐκπέμπεται ἐξ ἐπιπολαίου στιβάδος τοῦ σώματος, παρετηρήθη δὲ κατὰ πρῶτον εἰς τὸ φθοριοῦχον ἀσβέστιον (fluorine), ἐξ οὗ ἐκλήθη τὸ φαινόμενον τοῦτο φθορισμὸς (fluorescence). Πᾶσαι δ' αἱ ἀκτῖνες τοῦ φάσματος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν δύναμιν πρὸς ἐξέγερσιν τοῦ φθορισμοῦ, διότι πολλάκις αἱ σκοτειναὶ χημικαὶ ἀκτῖνες ἐξεγείρουσι μᾶλλον αὐτόν. Οὕτω διάλυμα θειϊκῆς κινίνης ἐκπέμπει κυανοῦν χρῶμα, ὡσαύτως τερμάχιον κιτρίνης ὑάλου τοῦ οὐρανίου ἐκπέμπει πράσινον χρῶμα, ὅταν τεθῶσιν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ πέραν τῶν ἰοειδῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος. Τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς, ὡς ἐγκλεῖον μεγάλην ποσότητα χημικῶν ἀκτίνων, διεγείρει μᾶλλον τὸ φαινόμενον τοῦ φθορισμοῦ.

Ὅταν τὸ φῶς τοῦ φθορισμοῦ διαρκῇ πλείονα χρόνον, καλεῖται **φωσφόρησις**. Ἡ φωσφόρησις παράγεται συνήθως δι' ἡλιάσεως, παρα-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τηρεῖται δ' ἰδίως εἰς τὰς θειούχους ἑνώσεις τῶν ἐξ ἀλκαλικῶν γαιῶν μετάλλων ἀσβεστίου, βαρύου, στροντίου, ὡσαύτως εἰς τὸν ἀδάμαντα καὶ εἰς ἄλλα σώματα. Παράγεται ὡσαύτως διὰ μηχανικῶν μέσων, οἷον κατὰ τὴν ἐν ἰγδίῳ λειοτρίβησιν σακχάρου ἐν τῷ σκότει. Ἄλλοτε παρατηρεῖται κατὰ τὴν κρυστάλλωσιν τῶν σωμάτων, ὡς εἰς τὸ ἀρσενιῶδες ὀξύ, εἰς τὸ θειϊκὸν κάλιον ἢ νάτριον. Πολλάκις παράγεται κατὰ τὰς χημικὰς δράσεις, οἷον εἰς τὸν φωσφόρον, ἢ κατὰ τὰς ἀποσυνθέσεις ὀργανικῶν οὐσιῶν, ὅτε συμβαίνει βραδεῖα ὀξείδωσις. Τέλος εἶνε γνωστόν, ὅτι πολλὰ ἔντομα λάμπουσιν ἐν τῷ σκότει, ὡς ἡ λαμπυρὶς ἢ πυγολαμπίς. Ἡ φωσφόρησις δὲ τῆς θαλάσσης ὀφείλεται κατὰ τὸν Humbold εἰς πληθὺν μικροσκοπικῶν ζῳῦφίων λαμπυριζόντων. Πολλάκις καλύπτουσι διὰ φωσφοριζουσῶν οὐσιῶν ἀντικείμενα, καθιστάμενα οὕτως ἀμυδρῶς ὁρατὰ ἐν τῷ σκότει, οἷον πλάκας ὡρολογίων, δίσκους γαλβανομέτρων ἢ καὶ ἄλλων ὀργάνων, ἅτινα ἀναγκαζόμεθα νὰ παρατηρῶμεν πολλάκις καὶ ἐν τῷ σκότει.

Ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος. Ἐὰν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ δεχθῶμεν διὰ στενῆς καὶ ἐπιμήκους σχισμῆς δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ, ὃν θέτομεν εἰς κατάλληλον ἀπόστασιν οὕτως, ὥστε νὰ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς σχισμῆς λευκοῦ πετάσματος εὐκρινὲς φωτεινὸν εἴδωλον αὐτῆς, παρενθέσωμεν δ' εἶτα τὸ πρῖσμα ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ φακοῦ, λαμβάνομεν ταινιοειδὲς ἐπίμηκες φάσμα, εἰς ὃ τὰ χρώματα δὲν εἶνε συνεχῆ, ἀλλ' ὑπάρχουσι διαλείψεις, ἤτοι σκοτειναὶ λεπτότατα ταινίαι, αἵτινες καλοῦνται *ῥαβδώσεις τοῦ φάσματος*. Αἱ ῥαβδώσεις αὗται εὑρίσκονται εἰς διαφόρους ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις, ὀκτὼ δ' ἐξ αὐτῶν αἱ κυριώτεραι καλοῦνται ῥαβδώσεις τοῦ Frauenhofer ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ πρώτου καταδείξαντος τὴν σημασίαν αὐτῶν φυσικοῦ, αἵτινες διατηροῦσιν ἀμετάβλητον ἐν τῷ φάσματι θέσιν καὶ διακρίνονται διὰ τῶν γραμμάτων A,B,C,D,E,F,G,H. Αἱ ῥαβδώσεις αὗται παρέχουσι μέσον ἀκριβοῦς καταμετρήσεως τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως ὡρισμένων ἀκτίνων τοῦ φάσματος, ἕνεκα δὲ τούτου αἱ τιμαὶ τῶν δεικτῶν διαθλάσεως τῶν διαφόρων οὐσιῶν ἀναφέρονται πρὸς ὡρισμένην ῥάβδωτιν, οἷον πρὸς τὴν ῥάβδωσιν D.

Φασματοσκόπιον. Τὸ ὄργανον τοῦτο ἐπινοηθὲν ὑπὸ τῶν φυσικῶν Bunsen καὶ Kirchhoff κατὰ τὸ 1860 ἐν Ἑϊδελβέργῃ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

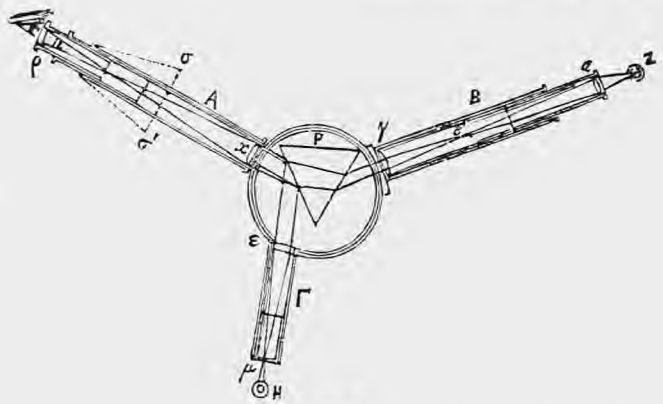
ἐχρησίμευσε πρὸς ἀκριβεστέρας παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ φάσματος. Σύγκειται δ' ἐκ τεσσάρων ἰδίως μερῶν, ἤτοι ἐκ τοῦ ἰσοπλεύρου ὑαλίνου πρίσματος P (σχ. 212) καὶ ἐκ τριῶν διοπτρῶν.

1ον. Ἐκ τῆς διόπτρας B, δι' ἧς ῥίπτεται ἐπὶ τοῦ πρίσματος πρὸς ἀνάλυσιν δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων.

2ον. Ἐκ τῆς διόπτρας A, δι' ἧς παρατηροῦμεν τὸ σχηματισθὲν φάσμα καὶ

3ον. Ἐκ τῆς διόπτρας Γ, ἥτις ἐγκλείει μικρομετρικὴν κλίμακα.

Τὰ τέσσαρα ταῦτα μέρη τοῦ ὀργάνου κεῖνται ἐπὶ ὑποστηρίγματος, οἱ δὲ ἄξονες τῶν τριῶν διοπτρῶν συμβάλλουσι πρὸς τὰς δύο ἕδρας τοῦ πρίσματος τῆς τρίτης ἕδρας P φερούσης αἰθάλην. Μόνη ἡ διόπτρα A δύναται νὰ στραφῇ περὶ τὸ πρῖσμα καὶ νὰ κλίνῃ μᾶλλον ἢ ἧττον· τὸ πρὸς ἀνάλυσιν φῶς τίθεται εἰς τὸ Z καὶ εἰσέρ-



Σχ. 212.

χεται διὰ σχισμῆς κατακορύφου, ἣν φέρει ἡ διόπτρα B. Αἱ ἐκ τοῦ φωτὸς Z ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες εἰσερχόμεναι διὰ τῆς σχισμῆς καὶ συγκεντρούμεναι διὰ τοῦ φακοῦ α εἰς τὴν συζυγῆ ἑστίαν *β* τῆς φωτοβόλου πηγῆς Z καὶ καθιστάμεναι παράλληλοι διὰ τοῦ φακοῦ γ, προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ πρίσματος P, ἔνθα διαθλασθεῖσαι εἰσέρχονται εἰς τὴν διόπτραν A καὶ διὰ τοῦ φακοῦ χ σχηματίζεται εὐκρινὲς εἴδωλον τοῦ φάσματος, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ρ τῆς διόπτρας A κατὰ τὸ *σσ'*. Τὸ ἐκ τῆς φλογὸς H φῶς εἰσερχόμενον φωτίζει τὸ μικρόμετρον μ, συγκείμενον ἐξ ὑαλίνης πλακός, ἐφ' ἧς ὑπάρχει κεχαραγμένη κλῖμαξ χιλιοστομέτρων.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Τὸ οὕτω πεφωτισμένον μικρόμετρον ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ ε καὶ ἀνακλώμεναι ἐπὶ τῆς ἕδρας τοῦ πρίσματος τῆς πρὸς τὰς διόπτρας Α καὶ Γ ἐστραμμένης εἰσέρχονται εἰς τὴν διόπτραν Α, καὶ σχηματίζουσι τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον τοῦ μικρομέτρου, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ρ συμπίπτον μετὰ τοῦ εἰδώλου τοῦ φάσματος, τοῦ διὰ τῆς φλογὸς Ζ παραγομένου. Οὕτω δὲ δυνάμεθα νὰ παραβάλωμεν οὐ μόνον τὴν θέσιν τῶν διαφόρων χρωμάτων τοῦ φάσματος, ἀλλὰ καὶ τὴν θέσιν τῶν ῥαβδώσεων. Ὅταν θέλωσι νὰ δώσωσι μείζονα ἔκτασιν εἰς τὸ φάσμα, ἀντὶ ἑνὸς παρενθέτουσι πλείονα πρίσματα.

Διὰ τοῦ φασματοσκοπίου εὑρέθη ὅτι τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐγκλείει ὑπερτρισχιλίας περίπου ῥαβδώσεις. Τὰ φάσματα τῶν τεχνητῶν φώτων ἀντὶ σκοτεινῶν παρέχουσι λαμπρὰς ῥαβδώσεις, παρετηρήθη δὲ μάλιστα, ὅπερ σπουδαιότατον, ὅτι τινὲς τῶν λαμπρῶν τούτων ταινιῶν ἀντιστοιχοῦσι πρὸς σκοτεινὰς ῥαβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς τῆς φλογὸς Ζ τοῦ φασματοσκοπίου ἐμβάλωμεν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου διάλυμα χλωριούχου νατρίου (μαγειρικοῦ ἅλατος), παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν ἄχρους φλὸξ τοῦ φωταερίου γίνεται κιτρίνη, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς σύγκειται ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης ῥαβδώσεως ἀντιστοιχούσης πρὸς τὴν ῥάβδωσιν, τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ὁμοίως παρετηρήθη, ὅτι τὸ φάσμα τοῦ λιθίου σύγκειται ἐκ μιᾶς ἐρυθρᾶς ταινίας ἀντιστοιχούσης πρὸς τὴν σκοτεινὴν ῥάβδωσιν C τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, τὰ δὲ φάσματα τοῦ ἀσβεστίου, στροντίου καὶ βαρύου ἀποτελοῦνται ἐκ σειρᾶς λαμπρῶν ταινιῶν. Οὕτω λοιπὸν τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων χαρακτηρίζονται ἐν τῷ φασματοσκοπίῳ διὰ μιᾶς ἢ πλειόνων λαμπρῶν ταινιῶν, δι' ὧν δυνάμεθα ν' ἀνακαλύψωμεν αὐτὰ καὶ ἐλάχιστα ἴχνη αὐτῶν ἐὰν ὑπάρχωσιν ἔν τινι διαλύματι. Οὕτω κατὰ τὸν Kirchhoff, ἐὰν καὶ $^1/_{3.000\,000}$ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ γραμμαρίου νατρίου ἢ καὶ $^1/_{9000000}$ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ γραμμαρίου λιθίου ὑπάρχωσιν ἔν τινι φλογί, ἐπαρκοῦσιν αἱ ποσότητες αὗται, ὅπως καταδειχθῇ ἡ παρουσία τῶν μετάλλων τούτων διὰ τοῦ φασματοσκοπίου. Ὡσαύτως διὰ τῆς φασματοσκοπικῆς ἀναλύσεως ἀνεκαλύφθησαν πολλὰ νέα μέταλλα, τὸ καίσιον, τὸ ρουβίδιον, τὸ ἴνδιον, τὸ θάλλιον, τὸ γάλλιον καὶ ἄλλα πολλά.

Πρὸς παρατήρησιν φασμάτων τῶν στοιχείων, ἅτινα ἐξαιροῦν-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ται εὐκόλως, ὁποῖά εἰσι τὰ μέταλλα τῶν ἀλκαλίων καὶ ἄλλα γίνεται χρῆσις χλωριούχων ἐνώσεων, ὡς μᾶλλον πτητικῶν, αἵτινες διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου εἰσάγονται εἰς τὴν ἄχρουν φλόγα φωταερίου, οἵαν παρέχει ἡμῖν ὁ λύχνος τοῦ Bunsen. Τὰ δὲ φάσματα τῶν μετάλλων, ὧν αἱ χλωριοῦχοι ἐνώσεις ἢ δὲν ἐξαεροῦνται εὐκόλως ἢ ἀποσυντίθενται εἰς ὑψηλοτέραν θερμοκρασίαν, παρατηροῦνται δι' ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, οὓς παράγομεν διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Ruhmkorff καὶ οὓς διαβιβάζομεν μεταξὺ δύο συρμάτων κατεσκευασμένων ἐκ τῶν μετάλλων, ὧν θέλομεν νὰ ἐξετάσωμεν τὸ φάσμα. Ἀλλ' εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην παρατηροῦμεν ἐν τῷ φασματοσκοπίῳ οὐ μόνον τὸ φάσμα τοῦ μετάλλου, ἀλλὰ καὶ τὸ τοῦ ἀερίου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου παράγομεν τοὺς ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας. Τῶν δ' ἀερίων τὰ φάσματα παρατηροῦμεν παράγοντες ἐν αὐτοῖς διὰ συρμάτων ἐκ λευκοχρύσου ἡλεκτρικοὺς σπινθῆρας. Πρὸς τοῦτο δὲ δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν οἱ σωλῆνες τοῦ Geissler, οἱ ἐμπεριέχοντες ἀέρια ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν, καὶ δι' ὧν διαβιβάζομεν τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρικὰ ρεύματα τῆς συσκευῆς τοῦ Ruhmkorff. Διὰ τοῦ μέσου τούτου παρετηρήθη τὸ φάσμα τοῦ ὑδρογόνου, ὅπερ παρουσιάζει τρεῖς λαμπρὰς ταινίας, ἐρυθρὰν, πρασίνην καὶ κυανῆν, ἐξ ὧν αἱ μὲν δύο πρῶται συμπίπτουσι μετὰ τῶν σκοτεινῶν ῥαβδώσεων C καὶ F τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἡ δὲ τρίτη κεῖται μεταξὺ τῶν ῥαβδώσεων F καὶ G.

Ὁ Kirchhoff πειρώμενος διὰ τοῦ φασματοσκοπίου καὶ παραβάλλων τὴν θέσιν τῶν λαμπρῶν ταινιῶν, ἃς παρέχουσι τὰ φάσματα πολλῶν μετάλλων πρὸς τὰς σκοτεινὰς ῥαβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀνεῦρε τὸν ἑξῆς ἀξιοσημείωτον νόμον. Ὅτι σῶμά τι πυρακτωθὲν ἐκπέμπει ἐκείνας τῶν ἀκτίνων, ἃς ἀπορροφᾷ αὐτὸ τοῦτο, ὅταν δι' αὐτοῦ διέλθωσιν. Ἐὰν π. χ. ἔχωμεν ἐν φλογὶ ἀτμοὺς νατρίου ἐν διαπύρῳ καταστάσει, εἴδομεν ὅτι οὗτοι ἐκπέμπουσιν κιτρίνας ἀκτῖνας ἀντιστοιχούσας πρὸς τὰς σκοτεινὰς ῥαβδώσεις D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ἐὰν τοὐναντίον διὰ φλογὸς περιεχούσης διαπύρους ἀτμοὺς νατρίου διέλθωσιν ἀκτῖνες διαφόρου θλαστότητος ἀπὸ τῶν ἐρυθρῶν μέχρι τῶν ἰοειδῶν, θέλουσιν ἀπορροφηθῆ αἱ κίτρινα ἀκτῖνες τῆς ὡρισμένης θλαστότητος τῆς ἀντιστοιχούσης πρὸς τὴν ῥάβδωσιν D. Περὶ τούτου πειθόμεθα διαβιβάζοντες δέσμην ἀκτί-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νων ἡλεκτρικοῦ φωτός, παράγοντος φάσμα πλῆρες ἄνευ σκοτεινῶν ῥαβδώσεων διά φλογὸς ἐμπεριεχούσης ἀτμοὺς νατρίου, ὁπότε ἐπὶ τοῦ παραγομένου φάσματος παρατηροῦμεν τὴν σκοτεινὴν ῥάβδωσιν D. Ὡσαύτως ἡ φλὸξ οἰνοπνεύματος, ἥτις ἐχρώσθη κιτρίνη διὰ μαγειρικοῦ ἅλατος, ἀφανίζεται ὁρωμένη διὰ σωλῆνος ἐμπεριέχοντος ἀτμοὺς νατρίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο δυνάμεθα νὰ συγκρίνωμεν πρὸς τὸ ἐξῆς τῆς ἀκουστικῆς. Παράγομεν ταυτοχρόνως φθόγγους διὰ σειρᾶς διαπασῶν, αἵτινες διέρχονται διὰ πλαισίου, ἐφ' οὗ εἰσι τεταμέναι διάφοροι χορδαὶ δυνάμεναι νὰ παραγάγωσι διαφόρους φθόγγους ἰσοϋψεῖς πρός τινας τῶν ὑπὸ τῶν διαπασῶν παραγομένων. Τότε παρατηροῦμεν, ὅτι τινῶν διαπασῶν οἱ φθόγγοι ἀπορροφῶνται ὑπ' ἐκείνων τῶν χορδῶν, αἵτινες πληττόμεναι δύνανται νὰ παραγάγωσι φθόγγους ἰσοϋψεῖς πρὸς τοὺς τῶν διαπασῶν. Τουτέστιν ἀνευρίσκομεν καὶ ἐνταῦθα τὸν ἐξῆς νόμον. Ὅτι πᾶν ἠχογόνον σῶμα, οἷον μία χορδή, ἀπορροφᾷ ἐκεῖνον τὸν φθόγγον, ὃν πληττομένη παράγει.

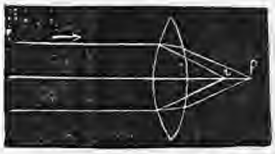
Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέρανεν, ὅτι ἡ σκοτεινὴ ῥάβδωσις D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος προέρχεται ἐξ ἀτμῶν νατρίου, οὓς περιέχει ἡ περιβάλλουσα τὸν πυρῆνα τοῦ ἡλίου διάπυρος ἀτμόσφαιρα. Ὡσαύτως κατέδειξεν, ὅτι αἱ σκοτειναὶ ῥαβδώσεις, ἃς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου, οἷον ὑδρογόνου, νατρίου, μαγνησίου, σιδήρου, νικελίου, ψευδαργύρου καὶ ἄλλων. Πολλαὶ τῶν σκοτεινῶν ραβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὑδρατμῶν. Ἡ σελήνη καὶ οἱ πλανῆται, ὡς φωτιζόμενοι ὑπὸ τοῦ ἡλίου, παρουσιάζουσιν ἐπίσης τὰς ῥαβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀλλὰ συγχρόνως παρουσιάζουσι καὶ νέας τοιαύτας, ὅθεν ἡ χημικὴ σύνθεσις τῶν ἀτμοσφαιρῶν τῶν πλανητῶν εἶνε ἰδία εἰς ἕκαστον.

Τὸ φασματοσκόπιον χρησιμεύει οὐ μόνον εἰς τὴν ἔρευναν τῶν ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ καὶ τῶν λοιπῶν οὐρανίων σωμάτων, ἅτινα κατεδείχθη οὕτως ὅτι ἐμπεριέχουσι τὰ αὐτά, οἷα καὶ ὁ ἡμέτερος πλανήτης στοιχεῖα. Χρησιμοποιεῖται προσέτι σήμερον τὸ φασματοσκόπιον καὶ εἰς τὴν μεταλλουργίαν, οἷον εἰς τὴν κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Bessemer μετατροπὴν τοῦ χυτοσιδήρου εἰς σφυρήλατον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σίδηρον. Ὁ μεταλλουργὸς προσβλέπων διὰ φασματοσκοπίου τὴν φλόγα τὴν ἐξερχομένην ἐκ χοάνης, ἐν ᾗ ὑπάρχει ὁ τετηκὼς χυτοσίδηρος, διαγιγνώσκει τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἐκάη τελέως ὁ ἐμπεριεχόμενος ἄνθραξ διὰ τῆς μεταβάσεως ἐκ φάσματος μὴ συνεχοῦς εἰς φάσμα συνεχές. Ὡσαύτως εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ χάλυβος διὰ τῆς προσθήκης μαγγανιούχου σιδήρου εὐχερῶς ὁ μεταλλουργὸς εὑρίσκει τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ἐξέλιπε τὸ μαγγάνιον, διότι ἐξαφανίζεται τὸ φάσμα τοῦ μετάλλου τούτου.

Παρεκτροπὴ ἢ ἀφεστίασις τοῦ φωτὸς ἐκ διασκεδασμοῦ. — Ἐπειδὴ τὸ ἡλιακὸν καὶ ἐν γένει τὸ λευκὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀκτίνων διαφόρου θλαστότητος, ἡ δὲ κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως, συνάγομεν ὅτι, ἂν ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ (σχ. 213) προσπέσῃ δέσμη ἀκτίνων λευκοῦ φωτὸς παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι, αἱ μὲν ἐρυθραὶ ἀκτῖνες, ὡς ἧττον θλασταί, θὰ συνέλθωσιν εἰς σημεῖόν τι ρ ἀπώτερον, αἱ δὲ ἰοειδεῖς, ὡς μᾶλλον θλασταί, εἰς ι πλησιέστερον πρὸς τὸν φακόν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *παρεκτροπὴ τοῦ φωτὸς ἐκ διασκεδασμοῦ*. Τοῦτο παραβλάπτει σπουδαίως τὴν καθαρότητα τῶν διὰ φακῶν παραγομένων εἰδώλων, διότι περιβάλλονται ταῦτα ὑπὸ ἀνυπάρκτου κεχρωσμένης παρυφῆς. Πρὸς τοῦτο ἐπενοήθησαν οἱ καλούμενοι *ἀχρωστικοὶ φακοί*.



Σχ. 213.

Ἀχρωστικὰ πρίσματα καὶ ἀχρωστικοὶ φακοί. — Ὅπως κατανοήσωμεν κάλλιον πῶς κατορθοῦται ὁ ἀχρωματισμὸς τῶν φακῶν, ἐξετάσωμεν κατὰ πρῶτον τὸν ἀχρωματισμὸν τῶν πρισμάτων. Κατὰ τὴν διὰ πρίσματος δίοδον δέσμης ἡλιακῶν ἀκτίνων δύο τινὰ πρέπει νὰ ἐξετάσωμεν· α') τὴν μέσην ἐκτροπὴν τῶν ἀκτίνων, ἤτοι τῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὴν ῥάβδωσιν D καὶ β') τὴν διαφορὰν τῶν ἐκτροπῶν τῶν ἀπωτάτων ἀκτίνων ἐρυθρῶν ἀφ' ἑνὸς καὶ ἰοειδῶν ἀφ' ἑτέρου, ἥτις καλεῖται γωνία τοῦ διασκεδασμοῦ. Ἐὰν κατασκευάσωμεν διάφορα πρίσματα ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης, ἡ ἐκτροπὴ τῆς ῥαβδώσεως D καὶ ἡ γωνία τοῦ διασκεδασμοῦ εἶνε πάντοτε ἀνάλογοι. Ἀλλ' ἐὰν κατασκευάσωμεν πρίσματα ἐκ διαφόρου ὕλης, οἷον ἓν ἐκ στεφανυάλου καὶ ἕτερον ἐκ πυριτυάλου,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νων ἡλεκτρικοῦ φωτός, παράγοντος φάσμα πλῆρες ἄνευ σκοτεινῶν ῥαβδώσεων διά φλογὸς ἐμπεριεχούσης ἀτμοὺς νατρίου, ὁπότε ἐπὶ τοῦ παραγομένου φάσματος παρατηροῦμεν τὴν σκοτεινὴν ῥάβδωσιν D. Ὡσαύτως ἡ φλὸξ οἰνοπνεύματος, ἥτις ἐχρώσθη κιτρίνη διὰ μαγειρικοῦ ἅλατος, ἀφανίζεται ὁρωμένη διὰ σωλῆνος ἐμπεριέχοντος ἀτμοὺς νατρίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο δυνάμεθα νὰ συγκρίνωμεν πρὸς τὸ ἐξῆς τῆς ἀκουστικῆς. Παράγομεν ταυτοχρόνως φθόγγους διὰ σειρᾶς διαπασῶν, οἵτινες διέρχονται διὰ πλαισίου, ἐφ' οὗ εἰσι τεταμέναι διάφοροι χορδαὶ δυνάμεναι νὰ παραγάγωσι διαφόρους φθόγγους ἰσοϋψεῖς πρός τινας τῶν ὑπὸ τῶν διαπασῶν παραγομένων. Τότε παρατηροῦμεν, ὅτι τινῶν διαπασῶν οἱ φθόγγοι ἀπορροφῶνται ὑπ' ἐκείνων τῶν χορδῶν, αἵτινες πληττόμεναι δύνανται νὰ παραγάγωσι φθόγγους ἰσοϋψεῖς πρὸς τοὺς τῶν διαπασῶν. Τουτέστιν ἀνευρίσκομεν καὶ ἐνταῦθα τὸν ἐξῆς νόμον. Ὅτι πᾶν ἠχογόνον σῶμα, οἷον μία χορδή, ἀπορροφᾷ ἐκεῖνον τὸν φθόγγον, ὃν πληττομένη παράγει.

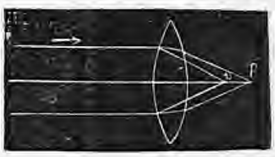
Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέρανεν, ὅτι ἡ σκοτεινὴ ῥάβδωσις D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος προέρχεται ἐξ ἀτμῶν νατρίου, οὓς περιέχει ἡ περιβάλλουσα τὸν πυρῆνα τοῦ ἡλίου διάπυρος ἀτμόσφαιρα. Ὡσαύτως κατέδειξεν, ὅτι αἱ σκοτειναὶ ῥαβδώσεις, ἃς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαίρας τοῦ ἡλίου, οἷον ὑδρογόνου, νατρίου, μαγνησίου, σιδήρου, νικελίου, ψευδαργύρου καὶ ἄλλων. Πολλαὶ τῶν σκοτεινῶν ῥαβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὑδρατμῶν. Ἡ σελήνη καὶ οἱ πλανῆται, ὡς φωτιζόμενοι ὑπὸ τοῦ ἡλίου, παρουσιάζουσιν ἐπίσης τὰς ῥαβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀλλὰ συγχρόνως παρουσιάζουσι καὶ νέας τοιαύτας, ὅθεν ἡ χημικὴ σύνθεσις τῶν ἀτμοσφαιρῶν τῶν πλανητῶν εἶνε ἰδία εἰς ἕκαστον.

Τὸ φασματοσκόπιον χρησιμεύει οὐ μόνον εἰς τὴν ἔρευναν τῶν ἐπὶ τῆς γῆς σωμάτων καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ καὶ τῶν λοιπῶν οὐρανίων σωμάτων, ἅτινα κατεδείχθη οὕτως ὅτι ἐμπεριέχουσι τὰ αὐτά, οἷα καὶ ὁ ἡμέτερος πλανήτης στοιχεῖα. Χρησιμοποιεῖται προσέτι σήμερον τὸ φασματοσκόπιον καὶ εἰς τὴν μεταλλουργίαν, οἷον εἰς τὴν κατὰ τὴν μέθοδον τοῦ Bessemer μετατροπὴν τοῦ χυτοσιδήρου εἰς σφυρήλατον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σίδηρον. Ὁ μεταλλουργὸς προσβλέπων διὰ φασματοσκοπίου τὴν φλόγα τὴν ἐξερχομένην ἐκ χοάνης, ἐν ᾗ ὑπάρχει ὁ τετηκὼς χυτοσίδηρος, διαγιγνώσκει τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἐκάη τελέως ὁ ἐμπεριεχόμενος ἄνθραξ διὰ τῆς μεταβάσεως ἐκ φάσματος μὴ συνεχοῦς εἰς φάσμα συνεχές. Ὡσαύτως εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ χάλυβος διὰ τῆς προσθήκης μαγγανιούχου σιδήρου εὐχερῶς ὁ μεταλλουργὸς εὑρίσκει τὴν στιγμήν, καθ' ἣν ἐξέλιπε τὸ μαγγάνιον, διότι ἐξαφανίζεται τὸ φάσμα τοῦ μετάλλου τούτου.

Παρεκτροπὴ ἢ ἀβεστίασις τοῦ φωτὸς ἐκ διασκεδασμοῦ. — Ἐπειδὴ τὸ ἡλιακὸν καὶ ἐν γένει τὸ λευκὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀκτίνων διαφόρου θλαστότητος, ἡ δὲ κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως, συνάγομεν ὅτι, ἂν ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ (σχ. 213) προσπέσῃ δέσμη ἀκτίνων λευκοῦ φωτὸς παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι, αἱ μὲν ἐρυθραὶ ἀκτῖνες, ὡς ἧττον θλασταί, θὰ συνέλθωσιν εἰς σημεῖόν τι ρ ἀπώτερον, αἱ δὲ ἰοειδεῖς, ὡς μᾶλλον θλασταί, εἰς ι πλησιέστερον πρὸς τὸν φακόν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *παρεκτροπὴ τοῦ φωτὸς ἐκ διασκεδασμοῦ*. Τοῦτο παραβλάπτει σπουδαίως τὴν καθαρότητα τῶν διὰ φακῶν παραγομένων εἰδώλων, διότι περιβάλλονται ταῦτα ὑπὸ ἀνυπάρκτου κεχρωσμένης παρυφῆς. Πρὸς τοῦτο ἐπενοήθησαν οἱ καλούμενοι *ἀχρωστικοὶ φακοί*.



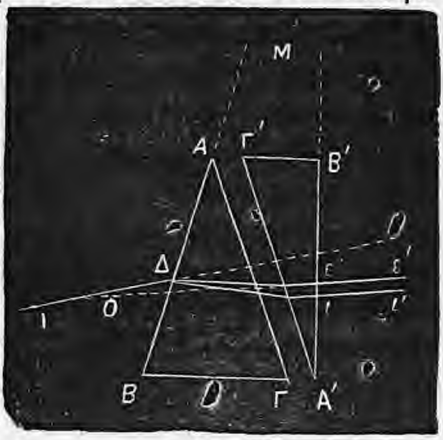
Σχ. 213.

Ἀχρωστικὰ πρίσματα καὶ ἀχρωστικοὶ φακοί. — Ὅπως κατανοήσωμεν κάλλιον πῶς κατορθοῦται ὁ ἀχρωματισμὸς τῶν φακῶν, ἐξετάσωμεν κατὰ πρῶτον τὸν ἀχρωματισμὸν τῶν πρισμάτων. Κατὰ τὴν διὰ πρίσματος δίοδον δέσμης ἡλιακῶν ἀκτίνων δύο τινὰ πρέπει νὰ ἐξετάσωμεν· α') τὴν μέσην ἐκτροπὴν τῶν ἀκτίνων, ἤτοι τῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὴν ῥάβδωσιν D καὶ β') τὴν διαφορὰν τῶν ἐκτροπῶν τῶν ἀπωτάτων ἀκτίνων ἐρυθρῶν ἀφ' ἑνὸς καὶ ἰοειδῶν ἀφ' ἑτέρου, ἥτις καλεῖται γωνία τοῦ διασκεδασμοῦ. Ἐὰν κατασκευάσωμεν διάφορα πρίσματα ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης, ἡ ἐκτροπὴ τῆς ῥαβδώσεως D καὶ ἡ γωνία τοῦ διασκεδασμοῦ εἶνε πάντοτε ἀνάλογοι. Ἀλλ' ἐὰν κατασκευάσωμεν πρίσματα ἐκ διαφόρου ὕλης, οἷον ἓν ἐκ στεφανυάλου καὶ ἕτερον ἐκ πυριτυάλου,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς ἃ ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῆς ῥαβδώσεως D εἶνε 1,53 καὶ 1,63, καὶ ὧν αἱ διαθλαστικαὶ γωνίαι νὰ εἶνε ἄνισοι, δυνάμεθα νὰ κατορθώσωμεν μεταβάλλοντες τὰς διαθλαστικὰς ταύτας γωνίας δύο τινά· ἢ αἱ γωνίαι τῆς ἐκτροπῆς τῆς ῥαβδώσεως D νὰ εἶνε ἴσαι καὶ εἰς τὰ δύο πρίσματα, ἀλλὰ τότε αἱ γωνίαι τοῦ διασκεδασμοῦ θὰ εἶνε διάφοροι, ἢ αἱ γωνίαι τοῦ διασκεδασμοῦ νὰ εἶνε ἴσαι, ἀλλ' αἱ γωνίαι τῆς ἐκτροπῆς τῆς μέσης ἀκτῖνος D νὰ εἶνε ἄνισοι. Ἂν συνενώσωμεν τὰ δύο πρίσματα, διατάσσοντες τὰς διαθλαστικὰς γωνίας ἀντιθέτως, εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν αἴρεται ἡ ἐκτροπή, ἀλλ' ὁ διασκεδασμὸς ὑφίσταται, εἰς δὲ τὴν δευτέραν περίπτωσιν αἴρεται τοὐναντίον ὁ διασκεδασμός, ἀλλ' ὑφίσταται ἡ ἐκτροπή. Τὰ τελευταῖα ταῦτα πρίσματα καλοῦνται *ἀχρωστικά*.

Θεωρήσωμεν δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων ΙΔ (σχ. 214) προσπίπτουσαν ἐπὶ πρίσματος ἐκ στεφανυάλου, οὗτινος ἡ διαθλαστικὴ γωνία ΒΑΓ ἔστω 36^0. Αἱ ἐξιοῦσαι ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Γ′Α′Β′ ἀνεστραμμένου ἐκ πυριτυάλου ἔχοντος διαθλαστικὴν γωνίαν 19^0. Διὰ τοιαύτης διαθλαστικῆς γωνίας ἡ πυριτύαλος παράγει γωνίαν διασκεδασμοῦ ἴσην πρὸς ἐκείνην, ἣν παράγει ἡ στεφανύαλος διὰ διαθλαστικῆς γωνίας 36^0, ἀλλὰ γωνίαν μέσης ἐκτροπῆς ἐλάσσονα· ἔπεται ἐκ τούτου ὅτι αἱ διὰ τοῦ πρώτου πρίσματος διασκεδασθεῖσαι ἀκτῖνες ἐξέρχονται τοῦ δευτέρου πρίσματος κατὰ τὴν διεύθυνσιν εε′, ιι′ ἄνευ διασκεδασμοῦ, ἀλλ' ἐκτρέπονται τῆς ἀρχικῆς αὐτῶν διευθύνσεως ΙΔ, ὡσεὶ διῆλθον δι' ἑνὸς καὶ μόνου πρίσματος ΒΑΜΒ′Α′ ὁμοιομεροῦς, οὗτινος ἡ διαθλαστικὴ γωνία Μ ἰσοῦται πρὸς $36^0 - 19^0 = 17^0$.



Σχ. 214.

Συσκευὴ Τ. Ἀργυροπούλου. Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης (σελ. 257, σχ. 163) ἀποδείκνυται πειραματικῶς ὅτι διάφορα διαφανῆ σώματα ἔχοντα διάφορον διαθλαστικὴν δύναμιν δύνανται νὰ ἔχωσιν ἴσην *διασκεδαστικὴν* καὶ τἀνάπαλιν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Πρὸς τοῦτο πληροῦμεν τὸ πρῶτον μὲν διαμέρισμα ΑΒΔ ὕδατος ἀπεσταγμένου τὸ δεύτερον δὲ ΒΔΓ οἰνοπνεύματος καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐκτραπὲν εἴδωλον τῆς σχισμῆς τὸ ἐπὶ τοῦ πετάσματος προβαλλόμενον μένει λευκόν, ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι τὸ οἰνόπνευμα εἶνε μὲν θλαστικώτερον τοῦ ὕδατος, ἀλλ' ἔχει ἴσην περίπου διασκεδαστικὴν δύναμιν πρὸς αὐτό. Κενοῦντες τὸ διαμέρισμα ΒΔΓ καὶ πληροῦντες αὐτὸ τερεβινθελαίου παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κατώτερον ἥμισυ τοῦ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἰδώλου οὐ μόνον ἐκτρέπεται πλησιάζον πρὸς τὴν κάθετον, ἀλλὰ καὶ ἀναλύεται εἰς τὴν σειρὰν τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος· ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι τὸ τερεβινθέλαιον εἶνε καὶ θλαστικώτερον καὶ διασκεδαστικώτερον τοῦ ὕδατος. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ πειραματίσωμεν καὶ δι' ἄλλων ὑγρῶν, οἷον διὰ θειούχου ἄνθρακος ἢ δι' αἰθέρος.

Ὑπολογισμὸς τῶν γωνιῶν τῶν ἀχρωματικῶν πρισμάτων. — Ἔστωσαν Α καὶ Α′ αἱ διαθλαστικαὶ γωνίαι τῶν δύο πρισμάτων, ε καὶ ι αἱ γωνίαι τῆς ἐκτροπῆς, ἃς σχηματίζουσιν αἱ ἐξιοῦσαι ἀκτῖνες, ἡ ἐρυθρὰ καὶ ἡ ἰοειδὴς μετὰ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος ΙΔ. Ὡσαύτως ν_ε καὶ ν_ι οἱ δείκται τῆς διαθλάσεως τῶν ἐρυθρῶν καὶ ἰοειδῶν ἀκτίνων ἐν τῷ πρώτῳ πρίσματι. Καλέσωμεν π καὶ π′, δ καὶ δ′ τὰς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ τῆς διαθλάσεως. Ἔχομεν $\varepsilon=\pi-\delta+\pi'-\delta'$. Ἐὰν αἱ γωνίαι π καὶ δ εἶνε μικραί, ἀντὶ $\frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\delta}=\nu_\varepsilon$ δυνάμεθα νὰ γράψωμεν

$$\pi=\nu_\varepsilon\,\delta \text{ καὶ } \pi'=\nu_\varepsilon\delta',$$

ὅθεν

$$\varepsilon=\nu_\varepsilon\delta-\delta+\nu_\varepsilon\delta'-\delta'=(\nu_\varepsilon-1)(\delta+\delta')=(\nu_\varepsilon-1)\,A$$

Ὁμοίως εὑρίσκομεν διὰ τὸ δεύτερον πρίσμα

$$\acute{\varepsilon}=(\nu'_\varepsilon-1)\,A'$$

καὶ ἐπομένως ἡ γωνία $\Delta O\varepsilon\acute{\varepsilon}=\alpha=\varepsilon-\acute{\varepsilon}$

ὅθεν $$\alpha=(\nu_\varepsilon-1)A-(\nu'_\varepsilon-1)A'.$$

Ὁμοίως θέλομεν ἔχει διὰ τὰς ἰοειδεῖς ἀκτῖνας

$$\acute{\alpha}=(\nu_\iota-1)\,A-(\nu'_\iota-1)A'.$$

Ἀλλ' ὅπως ἐπέλθῃ ἀχρωματισμός, πρέπει $\alpha=\acute{\alpha}$, δηλ. αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες νὰ συμβαδίζωσι μετὰ τῶν ἰοειδῶν, ὅθεν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

$$(\nu_\varepsilon - 1)A - (\nu'_\varepsilon - 1)A' = (\nu_\iota - 1)A - (\nu'_\iota - 1)A'.$$

ἢ μᾶλλον

$$\frac{A'}{A} = \frac{\nu_\iota - \nu_\varepsilon}{\nu'_\iota - \nu'_\varepsilon}.$$

Γνωρίζοντες τὴν γνωνίαν A εὑρίσκομεν τὴν A′ διὰ τῶν δεικτῶν διαθλάσεως.

Δι' ὁμοίων ὑπολογισμῶν εὑρίσκομεν τὰς ἀκτῖνας καμπυλότητος δύο φακῶν, τοῦ μὲν ἀμφικύρτου B ἐκ στεφανυάλου, τοῦ δὲ ἀμφικοίλου ἢ κοιλοκύρτου A ἐκ πυριτυάλου, συναρτήσει τῶν δεικτῶν τῆς διαθλάσεως. Διὰ τοῦ συνδυασμοῦ δὲ τῶν δύο τούτων φακῶν ἀπολαμβάνομεν ἀχρωστικὸν φακὸν (σχ. 215), ὅστις συγκεντροῖ εἰς τὴν αὐτὴν ἑστιακὴν ἀπόστασιν τάς τε ἐρυθρὰς καὶ ἰοειδεῖς ἀκτῖνας τοῦ φάσματος, αἴρεται δ' οὕτως αἰσθητῶς ἡ ἐκ διασκεδασμοῦ ἐκτροπὴ τοῦ φωτός.

Σχ. 215.

Ἐκτροπὴ ἢ ἀφεστίασις τοῦ φωτὸς ἐκ σφαιρικότητος. Ὅπως καὶ εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, οὕτω καὶ εἰς τοὺς φακοὺς παράγεται ἡ ἐκ τῆς σφαιρικότητος τῶν φακῶν ἐκτροπὴ τοῦ φωτός. Καὶ ὄντως εἷς φακὸς δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σύνολον πρισμάτων (σχ. 216), ὧν ἡ διαθλαστικὴ γωνία βαίνει αὐξανομένη ἀπὸ τοῦ μέσου τοῦ φακοῦ πρὸς τὰ πέρατα. Ὥστε αἱ παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνες, αἱ περὶ τὰ πέρατα τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι, συγκλίνουσι μετὰ τὴν διάθλασιν μᾶλλον πρὸς τὸν ἄξονα, ἐν ᾧ αἱ περὶ τὸ μέσον τέμνουσιν αὐτὸν εἰς σημεῖα ἀπώτερα τοῦ φακοῦ σχηματίζονται δ' οὕτως, ὡς καὶ εἰς τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα, καυστικαὶ ἐπιφάνειαι. Τοῦτο δὲ συμβαίνει οὐ μόνον εἰς ἀποκλινούσας ἀλλὰ καὶ εἰς συγκλινούσας ἀκτῖνας καὶ ἕνεκα τούτου τὰ εἴδωλα τῶν ἀντικειμένων δὲν εἶνε γεωμετρικῶς ὅμοια πρὸς αὐτά, παραμορφούμενα ἰδίως κατὰ τὰ πέρατα τοῦ ὀπτικοῦ πεδίου.

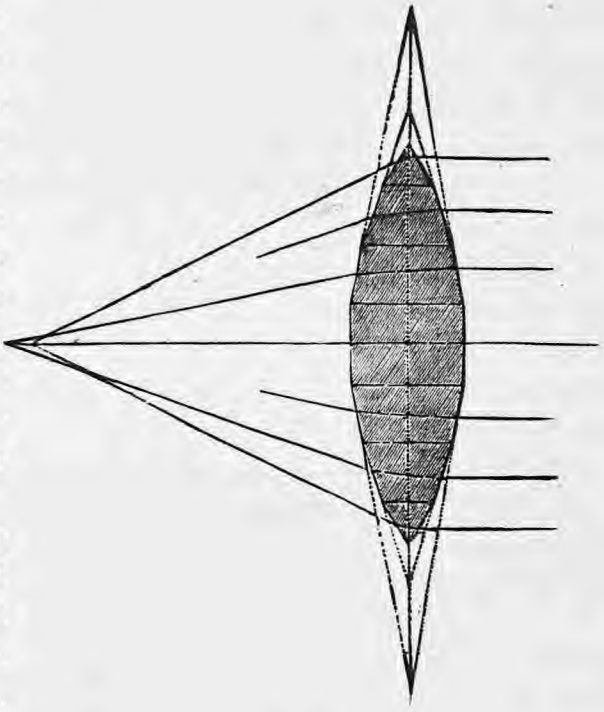
Ἡ ἔλλειψις αὕτη ἡ προερχομένη ὑπὸ τῆς ἐκ σφαιρικότητος ἀφεστιάσεως διορθοῦται κατὰ δύο τρόπους, ἢ διὰ τῆς συνενώσεως δύο φακῶν, δι' ὧν ἡ ἀφεστίασις μειοῦται, ἢ διὰ τῆς καταλλήλου ἐκλογῆς τῶν ἀκτίνων καμπυλότητος τοῦ φακοῦ. Οἱ φακοὶ οὗτοι καλοῦνται *ἀπλανητικοί*. Ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καὶ πειραματικῶς, ὅτι ἡ ἀφεστίασις σχεδὸν ἐκλείπει, ὅταν μεταξὺ τῶν δύο ἀκτίνων καμπυλότητος α καὶ ά καὶ τοῦ μέσου δείκτου τῆς διαθλάσεως ν ὑπάρχῃ ἡ ἐξῆς σχέσις

$$\frac{\alpha}{\acute{\alpha}} = \nu \frac{1+2\nu}{4+\nu-2\nu^2}$$

Διὰ φακὸν ἐκ στεφανυάλου, δι' ὃν ὁ δείκτης εἶνε ἴσως πρὸς 1,5, ἡ ἀνωτέρω σχέσις γίνεται ά=6α. Ἐὰν ἀναστρέψωμεν τοιοῦτον φακόν, ἡ ἀφεστίασις γίνεται ὑπερτριπλασία. Ἐκ τούτου ἀποδεικνύεται τὸ ἄτοπον τὸ ἐπερχόμενον διὰ τῆς ἀναστροφῆς τῶν φακῶν εἰς τὰ ὀπτικὰ ὄργανα. Διὰ τῶν διαφραγμάτων, ἅτινα ἀφίνουσι μόνον τὰς περὶ τὸ κέντρον τοῦ φακοῦ ἀκτῖναςνὰ διέλθωσι, αἴρεται κατὰ τὸ πλεῖστον ἡ ἀφεστίασις. Οἱ κλιμακωτοὶ φακοὶ τοῦ Φρενέλου, οἱ ἐν χρήσει εἰς τοὺς φάρους, ἐπενοήθησαν πρὸς ἄρσιν ἐπίσης τῆς ἐκ τῆς σφαιρικότητος τῶν φακῶν ἀφεστιάσεως τοῦ φωτός.



Σχ. 216.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ.

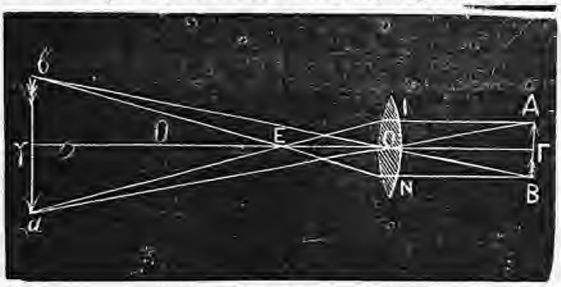
Τὰ ὀπτικὰ ὄργανα χρησιμεύουσιν εἰς τὸ νὰ παράγωσιν εἴδωλα ἀκριβῆ καὶ πιστὰ φωτεινῶν ἢ φωτοβόλων ἀντικειμένων, ὧν ἡ ὄψις

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

καταντᾷ μὴ ἐναργὴς εἴτε ἕνεκα τῆς σμικρότητος αὐτῶν, εἴτε καὶ ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτῶν ἀποστάσεως, ὅτε δηλ. διὰ γυμνῶν ὀφθαλμῶν δὲν δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν εὐκρινῆ αὐτῶν ἐντύπωσιν. Τὰ πλεῖστα τῶν ὀργάνων τούτων στηρίζονται ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν φακῶν καὶ διαιροῦνται ἀναλόγως τῶν συγκλινόντων καὶ ἀποκλινόντων φακῶν, ἐξ ὧν σύγκεινται, εἰς δύο τάξεις, εἰς ἁπλᾶ ὀπτικὰ ὀργανα καὶ εἰς σύνθετα.

α΄). Ἁπλᾶ ὀπτικὰ ὄργανα.

Ἀντικείμενόν τι AB (σχ. 217) κείμενον πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ παρέχει, ὡς εἴδομεν, τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον α β ἀνεστραμμένον μεῖζον ἢ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου, ἐὰν κεῖται εἰς ἀπόστασιν μείζονα ἢ ἐλάσσονα τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἑστιακῆς ἀποστάσεως OE καὶ ἰσομέγεθες τῷ ἀντικειμένῳ, ἐὰν τοῦτο κεῖται εἰς ἀπόστασιν ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς αὐτῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως ἤτοι 2 (OE).



Σχ. 217.

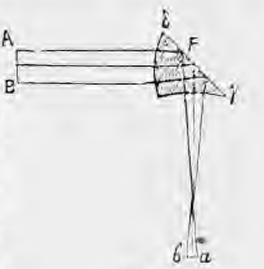
Ἐπὶ τῆς ἰδιότητος ταύτης στηρίζονται τὰ ἑξῆς ὄργανα

Σκοτεινὸς θάλαμος.—Ὁ σκοτεινὸς θάλαμος παρέχει ἐπὶ πίνακος τὰ εἴδωλα ἀντικειμένων μικρότερα τοῦ φυσικοῦ αὐτῶν μεγέθους, συγκροτεῖται δ' ἐκ ξυλίνου κιβωτίου φέροντος ἐπὶ μιᾶς τῶν ἑδρῶν ὁπὴν φέρουσαν ἀμφίκυρτον ἀχρωστικὸν φακόν. Αἱ διὰ τοῦ φακοῦ τούτου διερχόμεναι ἀκτῖνες, αἱ ἐξ ἀντικειμένου τινὸς ἐκπεμπόμεναι, εἰκονίζουσιν ἐπὶ τῆς ἕδρας τοῦ κιβωτίου τῆς κειμένης ἀπέναντι τοῦ φακοῦ λίαν πιστῶς τὸ ἐξωτερικὸν τοῦτο ἀντικείμενον ἀνεστραμμένον. Πρὸ τῆς ἀνακαλύψεως τῆς φωτογραφίας ὁ σκοτεινὸς θάλαμος ἐχρησίμευεν, ἵνα σχεδιάζωσιν ἐπὶ πίνακος τὰ εἴδωλα τῶν ἀντικειμένων, ἀκολουθοῦντες διὰ τῆς γραφίδος τὰς διαφόρους χαρακτηριστικὰς γραμμάς. Ὅπως δὲ αἱ εἰκόνες σχηματίζωνται ἐπὶ ὁριζοντίου ἐπιπέδου, μεταχειρίζονται κάτοπτρον ὑπὸ κλίσιν 45°, δι' οὗ τὸ εἴδωλον σχηματίζεται ἐπὶ ἡμιδιαφανοῦς πλακός. Κάλυμμα ἄνωθεν τιθέμενον χρησιμεύει, ὅπως ἐμποδίζῃ τὸ διακεχυμένον φῶς νὰ προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ εἰδώλου καὶ ἐλαττοῖ οὕτω τὴν ἐνάργειαν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

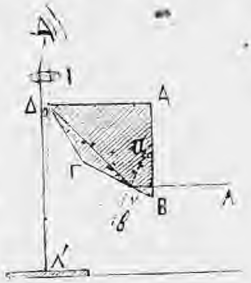
αὐτοῦ. Τὸ κιβώτιον σύγκειται ἐκ δύο μερῶν, ὧν τὸ ἕτερον δύναται νὰ εἰσέλθῃ ἐντὸς τοῦ ἑτέρου οὕτως, ὥστε νὰ σχηματίζηται πάντοτε ἐπὶ τῆς πλακὸς ἐναργὲς εἴδωλον ἀντικειμένων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Πολλάκις τὸ κιβώτιον τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου φέρει ἐπὶ τῆς ἄνω αὐτοῦ ἕδρας φακὸν ὁριζόντιον καὶ ἄνωθεν αὐτοῦ ἐπίπεδον κάτοπτρον, οὗτινος ἡ κλίσις μεταβάλλεται κατὰ βούλησιν οὕτως, ὥστε ν' ἀνακλᾷ τὰς ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας ἐπὶ τοῦ φακοῦ, δι' οὗ ταῦτα ἀπεικονίζονται ἐπὶ τῆς κάτωθεν ὁριζοντίας ἕδρας.

Εἰς τὸν σκοτεινὸν τοῦτον θάλαμον ἐνίοτε τὸ κάτοπτρον καὶ ὁ φακὸς ἀντικαθίστανται ὑπὸ τριγωνικοῦ ὑαλίνου πρίσματος (σχ. 218), φέροντος μίαν ἕδραν κυρτήν, ἥτις στρέφεται πρὸς τὸ ἀντικείμενον ΑΒ, δευτέραν ἕδραν δγ ἐπίπεδον, ἐφ' ἧς αἱ ἀκτῖνες ὑφίστανται ὁλικὴν ἀνάκλασιν, καὶ τρίτην κοίλην, ἥτις μετὰ τῆς κυρτῆς συγκλίνουσι τὰς διὰ τοῦ πρίσματος διερχομένας ἀκτῖνας καὶ οὕτω σχηματίζεται τὸ ὁριζόντιον εἴδωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ. Τὸ πρῖσμα τοῦτο τοποθετεῖται εἰς ὁρειχαλκίνην πυξίδα ἄνωθεν τραπέζης, ἡ δὲ εἰκὼν σχηματίζεται ἐπὶ ὁριζοντίου πίνακος καλυπτομένου διὰ λευκοῦ χάρτου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου δύναται ὁ ἰχνογράφος εὐκόλως νὰ ἰχνογραφήσῃ. Τὸ ὅλον δὲ περιβάλλεται διὰ μελανοῦ παραπετάσματος, ὅπως ἀποτελεσθῇ σκοτεινὸς θάλαμος.



Σχ. 218.

Φωτεινὸς θάλαμος. Ὁ ὑπὸ τοῦ Wollaston ἐπινοηθεὶς οὗτος θάλαμος σύγκειται ἐξ ὑαλίνου πρίσματος ΑΒΓΔ φέροντος πέριξ τέσσαρας ἐπιπέδους ἕδρας (σχ. 219). Ἡ γωνία Α εἶνε ὀρθή, ἡ γωνία Γ ἴση πρὸς 135^0, ἑκατέρα δὲ τῶν γωνιῶν Β καὶ Δ ἴση πρὸς $67^0\ 30'$. Καὶ ἡ μὲν ἕδρα ΑΒ στρέφεται πρὸς τὸ ἀντικείμενον Λ οὕτως, ὥστε αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, προσπίπτουσαι σχεδὸν καθέτως, εἰσδύουσιν εἰς τὸ πρῖσμα ἄνευ διαθλάσεως καὶ ὑφίστανται ἐπὶ τῆς ἕδρας ΒΓ τὴν ὁλικὴν ἀνάκλασιν, διότι πίπτουσιν ὑπὸ γωνίαν Λ ἴσην τῇ Β, ἥτοι

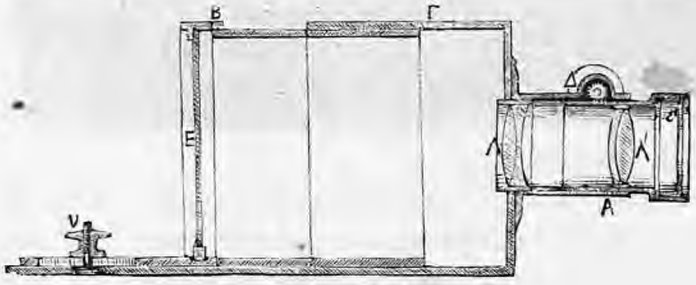


Σχ. 219

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὑπὸ γωνίαν $67^0 30'$ μείζονα τῆς ὁρικῆς γωνίας. 42^0. Αἱ ἀκτῖνες, προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ἕδρας ΓΔ κατὰ τὸ ο, ὑφίστανται καὶ αὖθις ὁλικὴν ἀνάκλασιν καὶ ἐξέρχονται σχεδὸν καθέτως ἐπὶ τὴν ἕδραν ΔΑ· οὕτως ὁ ὀφθαλμὸς δεχόμενος ταύτας, βλέπει εἰς τὸ Λ΄ ἐπὶ τοῦ χάρτου τὸ εἴδωλον τοῦ Λ. Ἀλλ' ὅπως κατορθώσῃ τοῦτο, πρέπει ὁ ὀφθαλμὸς νὰ τοποθετηθῇ πλησίον τῆς ἀκμῆς Δ τοῦ πρίσματος οὕτως, ὥστε ἡ κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ νὰ διαιρεθῇ διὰ τῆς κόψεως ταύτης εἰς δύο μέρη, ὅπως διὰ τοῦ ἑνὸς μὲν μέρους βλέπωμεν τὸ ἀντικείμενον, διὰ δὲ τοῦ ἄλλου τὸν χάρτην καὶ τὴν γραφίδα. Ἐπειδὴ ὅμως τὸ ἀντικείμενον εἶνε μεμακρυσμένον, συγκεντροῦμεν τὰς ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας διὰ τοῦ φακοῦ Ι.

Φωτογραφικὸς θάλαμος. Οὗτος δὲν διαφέρει οὐσιωδῶς τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου· σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀχρωστικοῦ φακοῦ Λ (σχ. 220) σταθεροῦ καὶ ἐξ ἑτέρου Λ΄ κινητοῦ διὰ τοῦ κοχλίου Δ.



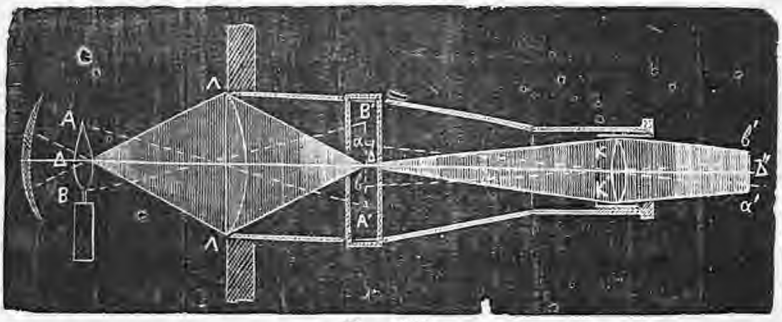
Σχ. 220.

Παραθέτοντες τοὺς δύο τούτους φακοὺς ἐλαττοῦμεν τὴν κοινὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν, διότι ἐπιπροστίθενται αἱ συγκεντρωτικαὶ δυνάμεις τῶν δύο φακῶν. Μεταθέτοντες δὲ τὸν ἕνα ἐξ αὐτῶν μεταβάλλομεν ὀλίγον τὴν ἐστιακὴν ταύτην ἀπόστασιν, οὕτω δὲ φέρομεν τὸ εἴδωλον ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς ἀπέναντι διαυγαζούσης ἕδρας Ε, τῆς ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου κατασκευαζομένης. Τὸ κιβώτιον σύγκειται ἐκ δύο μερῶν, ἐκ τοῦ ΓΑ ἀκινήτου καὶ ἐκ τοῦ ΕΒ κινητοῦ, ὅπερ τηρεῖται σταθερὸν διὰ τοῦ κοχλίου ν. Τέλος εἰς τὸ Ε εἶνε ἡ κινητὴ ὑαλίνη πλάξ, ἥτις, ὅταν εὑρεθῇ ἡ θέσις τοῦ ἐναργεστάτου εἰδώλου, ἀντικαθίσταται δι' ὑαλοπίνακος, φέροντος ἐπὶ κολλοδίου εὐπαθῆ ἔνωσιν ἀργύρου, ἐφ' οὗ γίνεται ἡ ἀπεικόνισις.

Συσκευὴ προβολῆς φωτεινῶν εἰκόνων. Ἡ συσκευὴ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

αὕτη ἀνακαλυφθεῖσα ὑπὸ τοῦ Κιρχέρου ἐκλήθη ὑπ' αὐτοῦ μάγικὸς λύχνος. Δι' αὐτῆς ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος παρέχεται ὑπὸ μεγάλην μεγέθυνσιν τὸ εἴδωλον εἰκόνος διαφανοῦς, ὁποία εἶνε φωτογραφικὴ εἰκὼν ἐπὶ ὑάλου. Ἡ συσκευὴ αὕτη σύγκειται ἔκ τινος λίαν συγκεντρωτικοῦ φακοῦ ΛΛ (σχ. 221) συγκεντροῦντος εἰς Α′Β′ εἴτε τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, εἴτε τὰς τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτὸς ἢ τὰς τοῦ φωτὸς τοῦ Drummond(*) ἢ ἄλλου τινὸς φωτὸς ΑΒ. Εἰς τὸ Β′Α′ ὑπάρχει κατακόρυφος ὀπή, ἐντὸς τῆς ὁποίας εἰσέρχεται ὡς σύρτης ὁ ὑαλοπίναξ ὁ φέρων διαφανῆ εἰκόνα αβ φωτογραφικήν, ἥτις ἐντίθε-



Σχ. 221.

ται ἀνεστραμμένη. Ἡ εἰκὼν αὕτη φωτιζομένη ἰσχυρῶς δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς φωτοβόλον ἀντικείμενον, διὰ τοῦ συγκεντρωτικοῦ δὲ φακοῦ ΚΚ′ σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ διαφράγματος εἴδωλον α′β′ τῆς εἰκόνος ἠνωρθωμένον καὶ πολὺ μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου, ὁρατὸν κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις.

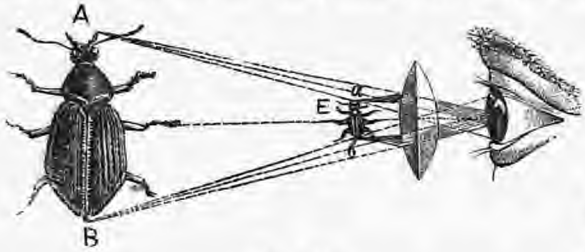
Ὁμοία συσκευὴ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰκόνος ἀδιαφανοῦς, οἷον φωτογραφίας ἐπὶ χάρτου, ἀλλ' ἡ πηγὴ τοῦ φωτὸς πρέπει νὰ εἶνε ἀρκούντως ἐντατική. Τοιοῦτον εἶνε τὸ καλούμενον *μεγασκόπιον* συγκείμενον ἐκ κιβωτίου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τοποθετεῖται τὸ πρὸς προβολὴν ἀδιαφανὲς ἀντικείμενον, ὅπερ φωτίζεται ἰσχυρῶς διὰ δύο λαμπτήρων τιθεμένων

(*) Τὸ φῶς τοῦ Drummond παράγεται διὰ φλογὸς ὑδρογόνου ἢ φωταερίου, ἥτις προβάλλεται ἐπὶ κυλίνδρου ἐξ ἀσβέστου· διὰ τῆς φλογὸς ταύτης διαβιβάζεται ῥεῦμα ὀξυγόνου, ὅπερ καῖον τελείως τὸ ὑδρογόνον ἢ τὸ φωταέριον, παράγει ὑψίστην θερμοκρασίαν, καθ' ἣν ἡ ἄσβεστος λευκοπυρουμένη ἐκπέμπει ἄπλετον φῶς ἐφάμιλλον πρὸς τὸ ἠλεκτρικόν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πλαγίως ἑκατέρωθεν. Ἐνώπιον τῆς οὕτω φωτισθείσης εἰκόνος τοποθετεῖται ὁ πρὸς προβολὴν φακός, ὅστις πρέπει νὰ ἔχῃ ἱκανῶς μεγάλην διάμετρον ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν, ὥστε νὰ δέχηται ὅσον ἔνεστι πλεῖον φῶς. Ἡ συσκευὴ αὕτη φέρεται συνήθως ἐπὶ τροχῶν καὶ ἐν ᾧ μετακινοῦσιν αὐτὴν πρὸς τὰ πρόσω ἢ τὰ ὀπίσω, μετακθέτουσιν ὡσαύτως τὸν προβεβλημένον φακὸν οὕτως, ὥστε τὸ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἴδωλον σμικρύνεται ἢ μεγεθύνεται, οὕτω δὲ ὀαπώτερον ἐν τῷ σκότει εὑρισκόμενος θεατὴς νομίζει ὅτι τὸ εἴδωλον πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται ἀπ' αὐτοῦ, ἐν ᾧ τοῦτο μένει εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν.

Ἁπλοῦν μικροσκόπιον.— Τὸ ἁπλοῦν μικροσκόπιον σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος βραχυτάτην ἑστιακὴν ἀπόστασιν· τὸ ἀντικείμενον *αβ* (σχ. 222) τίθεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας Ε, ὁ δὲ ὀφθαλμὸς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πλησίον τοῦ φακοῦ. Διορῶντες διὰ τοῦ φακοῦ τὸ ἀντικείμενον *αβ*, δεχόμεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἐκ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδώλου ΑΒ, ὅπερ εἶνε ὀρθὸν καὶ μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου. Δι' ἁπλῆς γεωμετρικῆς κατασκευῆς εὐκόλως καταφαίνεται, ὅτι ἡ μεγέθυνσις εἶνε τοσούτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ ἀντικείμενον κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν Ε τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε μεταξὺ αὐτῆς καὶ τοῦ φακοῦ. Οὕτως ἂν τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τῆς κυρίας ἑστίας καὶ λάβῃ πλησιεστέραν πρὸς τὸν φακὸν θέσιν, τὸ εἴδωλον ΑΒ μετατίθεται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ γινόμενον μικρότερον. Ὡς θέλομεν ἴδει εἰς τὸ περὶ ὀφθαλμοῦ κεφάλαιον, διακρίνομεν εὐκρινῶς τὰ ἀντικείμενα, τιθέμενα εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἴσην πρὸς 24 περίπου ὑφεκατόμετρα δι' ὀφθαλμὸν καλῶς ἔχοντα. Ἡ ἀπόστασις αὕτη καλεῖται ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως, καὶ εἶνε ἐλάσσων μὲν παρὰ τοῖς μύωψι, μείζων δὲ παρὰ τοῖς πρεσβύωψιν. Ὥστε τὸ εἴδωλον Α'Β' πρέπει νὰ σχηματίζηται εἰς τοιαύτην ἀπόστασιν διὰ



Σχ. 222.

νὰ εἶνε εὐκρινές. Τοῦτο δὲ κατορθοῦμεν, ἀπομακρύνοντες τὸν φακὸν ἢ πλησιάζοντες αὐτὸν πρὸς τὸ ἀντικείμενον $\alpha\beta$. Ἡ μεγέθυνσις M, ἣν δίδει ὁ φακός, ἰσοῦται τῷ λόγῳ τῶν διαστάσεων τοῦ εἰδώλου καὶ τοῦ ἀντικειμένου, ἤτοι $M = \frac{AB}{\alpha\beta}$. Ὁ λόγος οὗτος εἶνε ἴσος τῷ λόγῳ τῶν ἀποστάσεων τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου ἀπὸ τοῦ φακοῦ. Ἀλλ' ἐπειδὴ πλησιάζομεν τὸν φακὸν εἰς τὸν ὀφθαλμόν, καὶ τὸ μὲν ἀντικείμενον τίθεται πολὺ πλησίον τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ φακοῦ, τὸ δὲ εἴδωλον σχηματίζεται εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως, ἔπεται ὅτι ἡ μὲν ἀπόστασις τοῦ εἰδώλου ἰσοῦται τῇ ἀποστάσει τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως Φ, ἡ δὲ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου ἰσοῦται τῇ κυρίᾳ ἑστιακῇ ἀποστάσει φ, ἤτοι ἡ μεγέθυνσις $M = \frac{\Phi}{\varphi}$. Ὥστε ἡ μεγέθυνσις εἶνε τοσούτῳ μείζων, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως καὶ ὅσῳ βραχυτέρα ἡ κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ. Εὑρίσκομεν δὲ τὴν μεγέθυνσιν διὰ τοῦ τύπου $\frac{1}{\pi} - \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi}$, ὅθεν λαμβάνομεν $M = \frac{\pi'}{\pi} = \frac{\pi'}{\varphi} + 1$. Ἐπειδὴ δὲ π' εἶνε ἡ ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως ἴση πρὸς 24 ὑφεκ. ἔπεται ὅτι, ἐὰν φακὸς ἔχῃ κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν ἴσην πρὸς 4 ὑφεκατόμετρα, οὗτος μεγεθύνει ἑπτάκις νὰ ἀντικείμενα εἰς τὸν ἔχοντα κανονικὴν τὴν ὅρασιν. Ὁ λόγος οὗτος M παριστᾷ τὴν γραμμικὴν ἢ κατὰ μῆκος μεγέθυνσιν· τὴν δὲ κατ' ἐπιφάνειαν εὑρίσκομεν ὑψοῦντες τὴν γραμμικὴν εἰς τὸ τετράγωνον M^2.

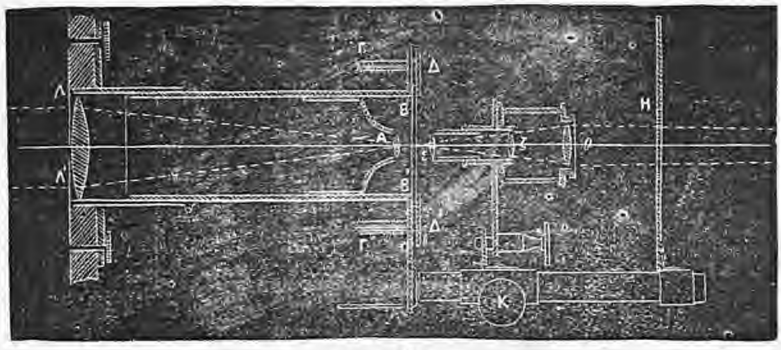
Ὅσον ὁ φακὸς παράγῃ μείζονα μεγέθυνσιν, ἐπὶ τοσοῦτον ἡ ἀφεστίασις ἡ ἐκ τῆς σφαιρικότητος καὶ ἡ ἐκ τῆς διαθλαστικότητος εἶνε μείζων. Ἡ ἀφεστίασις αὕτη μειοῦται εἰς τὸ ἁπλοῦν μικροσκόπιον τοῦ Wollaston, εἰς ὃ ἀντὶ ἑνὸς γίνεται χρῆσις δύο ἐπιπεδοκύρτων φακῶν, οἵτινες στρέφουσι τὴν ἐπίπεδον αὐτῶν ἔδραν πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Ἡ ἀφεστίασις διὰ τοῦ συστήματος τούτου ἐλαττοῦται, διότι ὁ πρῶτος τῶν φακῶν συγκεντροῖ τὰς δ' αὐτοῦ διερχομένας ἀκτῖνας πρὸς τὸν ἄξονα, γνωστὸν δ' ὅτι αἱ κεντρικαὶ ἀκτῖνες ὑφίστανται ἐλάσσονα ἀφεστίασιν. Πρὸς εὐκολωτέραν χρῆσιν τοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἁπλοῦ μικροσκοπίου τίθεται τοῦτο εἰς τὸ ἄκρον ὁριζοντίου κανόνος, ὅστις φέρεται ἐπὶ κατακορύφου ὀδοντωτοῦ κανόνος καὶ δι' ὀδοντωτοῦ κοχλίου δύναται ν' ἀπομακρυνθῇ ἢ νὰ πλησιάσῃ πρὸς τὸ κάτωθεν ὑποστήριγμα, ἐφ' οὗ τίθενται δύο ὑάλινοι πλάκες, μεταξὺ τῶν ὁποίων κεῖται τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον. Ὑπὸ τὸ ἀντικείμενον ὑπάρχει μικρὸν κοῖλον κάτοπτρον, ὅπερ ἀνακλᾷ τὸ διακεχυμένον φῶς τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τοῦ πρὸς παρατήρησιν ἀντικειμένου.

Ὡς ἁπλοῦν μικροσκόπιον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ μικρὰ ὑαλίνη σφαῖρα πλήρης ὕδατος, ῥανὶς ὕδατος ἢ καὶ μικρὸς φακὸς ἐπιπεδόκυρτος. Κατὰ τὴν τελευταίαν ταύτην περίπτωσιν προσκολλῶμεν τὸ ἀντικείμενον ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἕδρας καὶ παρατηροῦμεν διὰ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας, ὅτε ὁρῶμεν τὸ ἀντικείμενον ὡσεὶ εὑρίσκετο ἐντὸς τῆς ὑάλου.

Ἡλιακὸν μικροσκόπιον.—Τὸ ἡλιακὸν μικροσκόπιον ὁμοιάζει πρὸς μαγικὸν λύχνον φωτιζόμενον διὰ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, χρησιμεύει δὲ πρὸς προβολὴν ὑπὸ μεγίστην αὔξησιν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τῆς εἰκόνος μικροσκοπικῶν ἀντικειμένων. Ἡ συσκευὴ αὕτη τοποθετεῖται ἐπὶ ὀπῆς θυρίδος σκοτεινοῦ δωματίου, ἐπὶ κατόπτρου δὲ τιθεμένου ἔξωθεν δεχόμεθα τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, αἵτινες ἀνακλώμεναι προσπίπτουσιν ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ ΛΛ' (σχ. 223) πα-



Σχ. 223.

ραλλήλως τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι, συγκλίνουσαι δὲ προσπίπτουσιν ἐπὶ δευτέρου φακοῦ Α, ὅστις συγκεντροῖ αὐτὰς πλησίον τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας, ἔνθα τοποθετεῖται τὸ μικροσκοπικὸν ἀντικείμενον μεταξὺ δύο ὑαλίνων πλακῶν ΒΒ'. Τὸ μικροσκοπικὸν ἀντικείμενον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

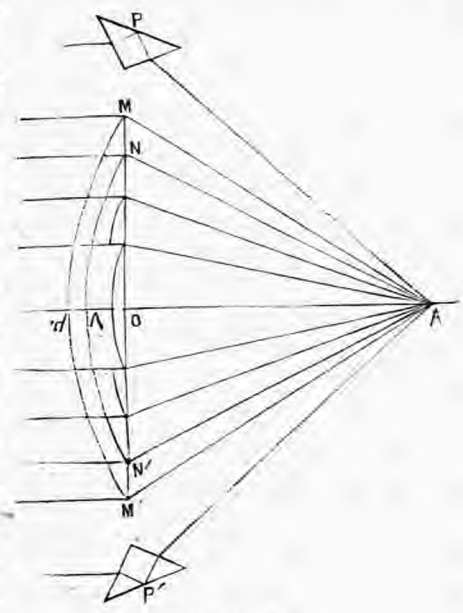
φωτίζεται οὕτως ἰσχυρῶς, εὑρισκόμενον δὲ πολὺ πλησίον τῆς κυρίας ἑστίας τῶν τοιῶν συγκεντρωτικῶν ἀχρωστικῶν φακῶν ε,ζ,θ, οὓς δυνάμεθα νὰ πλησιάσωμεν ἢ ν' ἀπομακρύνωμεν διὰ τοῦ κοχλίου Κ, σχηματίζει εἴδωλον καθ' ὑπόστασιν ἀνεστραμμένον καὶ παμμέγιστον ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι λευκοῦ πετάσματος. Ἐπειδὴ δὲ διὰ τῆς συγκεντρώσεως τοῦ φωτὸς συγκεντροῦται καὶ θερμότης ἐπὶ τοῦ μικροσκοπικοῦ ἀντικειμένου, παρεντίθεται ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ διάλυμα στυπτηρίας ἐν τῷ ὕδατι, ἥτις, οὖσα διαφανὴς μέν, ἀλλὰ πολὺ ὀλίγον θερμοπερατή, κατακρίνει μέρος τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων. Ἀντὶ ἡλιακοῦ φωτὸς γίνεται πολλάκις χρῆσις τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτὸς ἢ τοῦ φωτὸς τοῦ Drummond, ἀλλ' ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει πρὸ τοῦ φακοῦ ΛΛ' τοποθετεῖται καὶ ἄλλος συγκεντρωτικὸς φακός, ὅστις μεταβάλλει τὰς τοῦ φωτὸς ἀποκλινούσας ἀκτῖνας εἰς παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι.

Φάροι.— Καλοῦνται φάροι, πύργοι ἐγειρόμενοι ἐπὶ τῶν παραλίων καὶ ἰδίᾳ εἰς τὰς εἰσόδους τῶν λιμένων, ἐφ' ὧν ἀνάπτονται φῶτα πρὸς ὁδηγίαν τῶν ναυτιλλομένων. Ἡ χρῆσις τῶν φάρων εἶνε ἀρχαιοτάτη, ἐκλήθησαν δ' οὕτω ἀπὸ τῆς νήσου Φάρου, ἐφ' ἧς ἀνηγέρθη ἐπὶ Πτολεμαίου τοῦ Φιλαδέλφου (300 περίπου ἔτη π. Χ.) εἷς μέγιστος φάρος ἐκ μαρμάρου φωτίζων ἐν καιρῷ νυκτὸς καὶ δεικνύων τὴν εἴσοδον τοῦ λιμένος τῆς Ἀλεξανδρείας. Κατ' ἀρχὰς οἱ φάροι ἐφωτίζοντο διὰ πυρᾶς ἀναπτομένης εἰς τὰς κορυφὰς αὐτῶν, κατόπιν ὅμως τελειοποιηθέντων τῶν πρὸς φωτισμὸν μέσων, ἀντικατεστάθη ἡ πυρὰ ὑπὸ λύχνων, ἐν οἷς καίεται ἔλαιον ἢ πετρέλαιον. Τὸ φῶς τοῦτο διὰ παραβολικῶν μεταλλικῶν κατόπτρων ἐξεπέμπετο εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ἀλλὰ τὰ μεταλλικὰ ταῦτα κάτοπτρα ἀπορροφῶσι μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτός, ἰδίᾳ ὅταν δὲν εἶνε λεῖα καὶ στιλπνά, ἡ δ' ἐπιφάνεια αὐτῶν εὐκόλως ἀλλοιοῦται ἕνεκα τῆς ἁλατούχου ὑγρασίας τῆς θαλάσσης, καὶ διὰ τὸν λόγον τοῦτον ἀντικατεστάθησαν ὑπὸ τῶν καλουμένων κλιμακωτῶν φακῶν, οὓς ἐν ἔτει 1821 ἐπενόησεν ὁ Fresnel.

Ὅπως δυνηθῶμεν ν' ἀποστείλωμεν εἰς μείζονα ἀπόστασιν τὰς ἀκτῖνας τὰς ἐκπεμπομένας ἔκ τινος φωτιστικῆς πηγῆς, δέον νὰ μεταβάλωμεν ταύτας εἰς δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων. Διὰ νὰ εἶνε δὲ ὁρατὸν τὸ φῶς ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως, πρέπει ἡ δέσμη νὰ ἔχῃ ἀρκετὰς ἐγκαρσίους διαστάσεις. Πρὸς τοῦτο εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

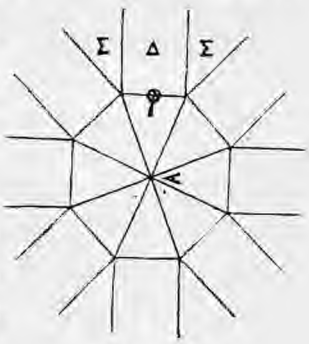
παμμεγίστου ἀμφικύρτου φακοῦ θέτομεν φωτεινήν τινα πηγήν. Ἀλλ' οἱ φακοὶ μεγάλων διαστάσεων δυσκόλως κατασκευάζονται, παρέχουσι μεγάλην ἀφεστίασιν, ἀπορροφῶσι δὲ πολὺ φῶς ἕνεκα τοῦ πάχους των. Τὰ ἄτοπα ταῦτα ἀποφεύγομεν διὰ τῶν καλουμένων *κλιμακωτῶν φακῶν* (σχ. 224), οἵτινες σύγκεινται ἐξ ἑνὸς ἐπιπεδοκύρτου φακοῦ ΛΟ κειμένου ἐντῷ μέσῳ, ὅστις περιβάλλεται ὑπὸ δακτυλίων ΜΜ', ΝΝ' ἀνηκόντων εἰς τοὺς ἐπιπεδοκύρτους φακοὺς ΜμΜ', ΝΛΝ', ἔχοντας τὸ κέντρον καμπυλότητος καὶ τὴν κυρίαν ἑστίαν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον. Α. Οὕτω δὲ ὁ φακὸς οὗτος ἔχει μεγάλην διάμετρον καὶ μικρὸν πάχος, μεταβάλλει δὲ τὸν ἐκ τῆς φωτεινῆς πηγῆς ἐκπεμπόμενον κῶνον ΜΑΜ' εἰς κυλινδρικὴν δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων, αἵτινες βαίνουσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΟ. Τὸν κλιμακωτὸν τοῦτον φακὸν καλοῦσιν ἐπίσης *διοπτρικὸν τύμπανον*, διότι δι' αὐτοῦ τὸ φῶς ὑρίσταται μόνον διάθλασιν. Δι' αὐτοῦ μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι αἱ ἀκτῖνες αἱ κείμεναι ἐν τῷ κώνῳ, εἰς ὃν ἡ γωνία ΟΑΜ, ἣν σχηματίζουσιν αἱ γενέτειραι μετὰ τοῦ ἄξονος, δὲν ὑπερβαίνει τὰς 40^0. Διὰ τὰς ἀκτῖνας τὰς σχηματιζούσας γωνίαν ΟΑΡ μείζονα τῶν 40^0 γίνεται χρῆσις τῆς διαθλάσεως καὶ τῆς ἀνακλάσεως, ὅπως λάβωσι διεύθυνσιν παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι, ἤτοι ὁριζοντίαν. Πρὸς τοῦτο ἄνωθεν καὶ κάτωθεν τοποθετοῦνται πρίσματα Ρ καὶ Ρ' ὁλικῆς ἀνακλάσεως, εἰς ἃ αἱ ἀκτῖνες ὡς ἡ ΑΡ διαθλώμεναι ἅπαξ κατὰ τὴν εἰς τὸ πρῖσμα εἴσοδον καὶ εἶτα ἀνακλώμεναι ὁλικῶς κατὰ τὸ Ρ διαθλῶνται καὶ ἐκ δευτέρου κατὰ τὴν ἐκ τοῦ πρίσματος ἔξοδον καὶ λαμβάνουσι ὁριζοντίαν διεύθυνσιν. Τὰ πρίσματα ταῦτα ἀποτελοῦσι ζώνην κατοπτρικὴν ἅμα καὶ διοπτρικήν.



Σχ. 224.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἡ εἰκὼν 226 παριστᾷ τὴν τομὴν τοῦ σχήματος ὑπολογισθέντος οὕτως, ὥστε ὁ παραγόμενος φακὸς νὰ μεταβάλλῃ εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ ἄξονι ΕΓ τὰς ἐκ τοῦ σημείου Ε ἐκπορευομένας ἀκτῖνας καὶ ἐπ' αὐτοῦ προσπιπτούσας. Ἐὰν ἤδη ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ σχῆμα 226 περιστρέφεται περὶ τὸν κατακόρυφον ἄξονα ΑΒ, θέλει οὕτω παραχθῇ κυλινδρικὸν φακοειδὲς τύμπανον (σχ. 227), ἔχον τὴν ἰδιότητα νὰ μεταβάλλῃ ἐν τῷ κατακορύφῳ μόνον ἐπιπέδῳ τὰς ἀκτῖνας εἰς ὁριζοντίας. Τοῦ συστήματος τούτου γίνεται χρῆσις εἰς τοὺς φάρους σταθεροῦ φωτός, εἰς οὓς δηλ. τὸ φῶς ἐκπέμπεται πρὸς ὅλα ἀνεξαιρέτως τὰ σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος.

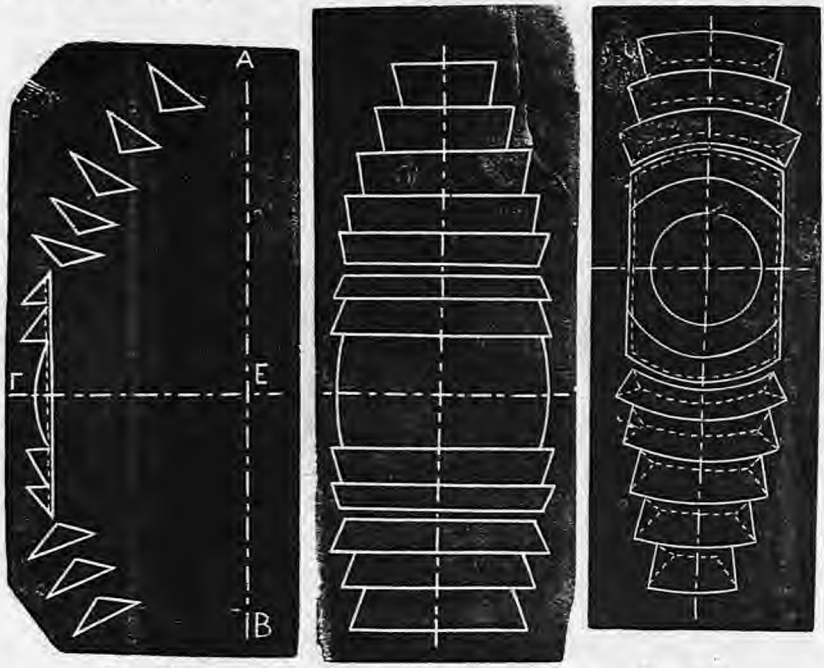


Σχ. 225.

Ἐὰν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι τὸ αὐτὸ σχῆμα 226 περιστρέφεται περὶ τὸν ὁριζόντιον ἄξονα ΕΓ, σχηματίζεται κλιμακωτὸς φακὸς μετὰ πρισματικῶν ζωνῶν ἄνωθεν καὶ κάτωθεν (σχ. 228), ὅστις καθιστᾷ παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι πάσας τὰς ἀκτῖνας τὰς ἐκ τῆς φωτεινῆς πηγῆς Ε ἐκπορευομένας καὶ ἐπὶ τῆς συσκευῆς προσπιπτούσας. Τοῦ συστήματος τούτου γίνεται χρῆσις εἰς τοὺς *στρεπτοὺς* φάρους, οἵτινες ἐκπέμπουσιν ἓξ, ὀκτὼ ἢ καὶ πλείονας δέσμας ἐριζοντίας Δ (σχ. 225) χωριζομένας ἀπὸ ἰσαρίθμων μερῶν σκοτεινῶν Σ. Πρὸς τοῦτο ἐπὶ ὀκταγώνου ὀρθοῦ πρίσματος τοποθετοῦνται ἐπὶ τῶν ὀκτὼ ἑδρῶν φακοὶ ὅμοιοι τῷ σχήματι 228 καὶ οὕτως, ὥστε ἡ κυρία αὐτῶν ἑστία νὰ κεῖται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Α (σχ. 225), εἰς ὃ τίθεται ἡ φωτιστικὴ πηγή. Τὸ σύστημα περιστρέφεται ὁμαλῶς καὶ οὕτω τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος φωτίζονται ἐναλλάξ, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ δὲ τῶν ἀναλαμπῶν καὶ τῶν ἐκλείψεων ἐν ὡρισμένῳ χρόνῳ ἀναγνωρίζεται ὑπὸ τοῦ ναυτιλλομένου ὁ φάρος. Ἀλλ' ὑπάρχει καὶ ἄλλο μέσον πρὸς παραγωγὴν ἀναλαμπῶν εἰς τοὺς σταθεροὺς φάρους τοὺς μὴ στρεπτούς. Πρὸς τοῦτο ἔξωθεν τοῦ κυλινδρικοῦ τυμπάνου (σχ. 227) τοῦ ἀποτελοῦντος τὸ φακοειδὲς σύστημα τοῦ σταθεροῦ φάρου, τίθενται κατακόρυφοι κυλινδρικοὶ φακοί, οἵτινες καθιστῶσι παραλλήλους τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τὰς ἀκτῖνας,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

αἵτινες εἶνε ἤδη παράλληλοι τῷ ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ. Οἱ φακοὶ οὗτοι στρεφόμενοι ὁμαλῶς περὶ τὴν ἑστίαν Ε ἔξωθεν τοῦ κυλινδρικοῦ τυμπάνου τοῦ φακοῦ συγκεντροῦσι τὰς ἀκτῖνας τὰς ἀφισταμένας ἐν τῷ ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ εἰς δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων χωριζομένων διὰ σκοτεινῶν μερῶν καὶ φέρουσιν αὐτὰς διαδοχικῶς πρὸς τὰ διά-



Σχ. 226 Σχ. 227. Σχ. 228.

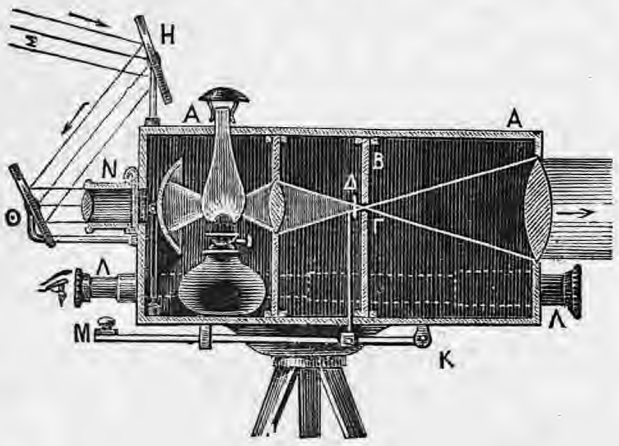
φορα σημεῖα τοῦ ὁρίζοντος. Πολλάκις τίθενται ἔξωθεν φακοὶ ἐναλλὰξ λευκοὶ καὶ ἐρυθροί, ἢ καὶ σπανιώτερον πράσινοι διότι οἱ τελευταῖοι οὗτοι ἀπορροφῶσι μᾶλλον ἢ οἱ ἐρυθροὶ τὸ φῶς.

Ὀπτικὸς στρατιωτικὸς τηλέγραφος. Ἡ ἐν ὥρᾳ πολέμου ἐγκατάστασις τηλεγραφικῶν γραμμῶν μεταξὺ τῶν διαφόρων στρατιωτικῶν σωμάτων ἂν οὐχὶ ἀνέφικτος πολλάκις ὅμως δυσχερὴς ἀποβαίνει. Πρὸς τοῦτο ἐπενοήθησαν οἱ ὀπτικοὶ καλούμενοι τηλέγραφοι, δι' ὧν ἀπαλλασσόμεθα τῆς χρήσεως τηλεγραφικῆς γραμμῆς· ἀλλὰ πρέπει ἐκ τοῦ ἑνὸς σταθμοῦ νὰ εἶνε ὁρατὸς ὁ ἕτερος, τοῦθ' ὅπερ δὲν ἀπαιτεῖται διὰ τὸν ἠλεκτρικὸν τηλέγραφον.

Ὁ ὀπτικὸς τηλέγραφος σύγκειται ἐξ ὀρθογωνίου κιβωτίου ΑΑ (σχ. 229), διηρημένου εἰς δύο μέρη διὰ τοῦ διαφράγματος Β φέ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ροντος μικρὰν κυκλικὴν ὀπὴν Γ. Εἰς τὴν προσθίαν ἕδραν τοῦ κιβωτίου ὑπάρχει φακὸς ἀμφίκυρτος, οὗτινος ἡ διάμετρος εἶνε ἴση πρὸς 14 μέχρι 24 ὑφεκ. Ἐνώπιον τῆς ὀπῆς Γ ὑπάρχει μικρὸς ἀδιαφανὴς δίσκος Δ, ὅστις δυνάμενος νὰ κινηθῇ περὶ ἄξονα διὰ σειρᾶς μοχλῶν, οἵτινες τίθενται εἰς κίνησιν διὰ τοῦ μοχλοῦ ΜΚ, φράσσει ἢ ἀποκαλύπτει τὴν ὀπήν. Ὅταν πιέσωμεν ὀλίγον πρὸς τὰ κάτω τὴν λαβὴν Μ, ἡ ὀπὴ Γ ἀποκαλύπτεται, ἂν δὲ παύσωμεν πιέζοντες αὐτήν, ὁ μοχλὸς ΜΚ ἐπανέρχεται μόνος του εἰς τὴν προτέραν



Σχ. 259.

του θέσιν καὶ ἡ ὀπὴ Γ καλύπτεται. Εἰς τὸν ὄπισθεν θάλαμον τοῦ κιβωτίου τοποθετεῖται κοινὸς λαμπτὴρ διὰ τὰς μικρὰς, ἢ ἠλεκτρικὸν φῶς διὰ τὰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ὄπισθεν τοῦ λαμπτῆρος ὑπάρχει τραπεζοειδὲς κάτοπτρον, εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος τοῦ ὁποίου τοποθετεῖται ἡ φωτεινὴ ἑστία. Ἐνώπιον δὲ τῆς φωτεινῆς ἑστίας τοποθετεῖται ἀμφίκυρτος φακός, ὅστις συναγει πλείστας τῶν ἐκ τῆς φωτεινῆς ἑστίας ἐκπεμπομένων ἀκτίνων εἰς τὴν κυκλικὴν ὀπὴν Γ. Καὶ ὅταν μὲν ὁ μοχλὸς ΜΚ εἶνε ἤρεμος, ἡ ὀπὴ Γ εἶνε κεκαλυμμένη, αἱ δὲ ὀπτικαὶ ἀκτῖνες δὲν δύνανται νὰ διέλθωσιν ἕνεκα τοῦ ἀδιαφανοῦς δίσκου Δ. Ἂν ὅμως πιέσωμεν τὴν λαβὴν Μ πρὸς τὰ κάτω, ἡ ὀπὴ Γ ἀποκαλύπτεται, ἡ δέσμη τῶν ἀκτίνων διέρχεται καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ προσθίου φακοῦ μεταβάλλεται εἰς δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων, διότι ἡ ὀπὴ Γ εὑρίσκεται εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ φακοῦ τούτου. Καὶ τὴν μὲν νύ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

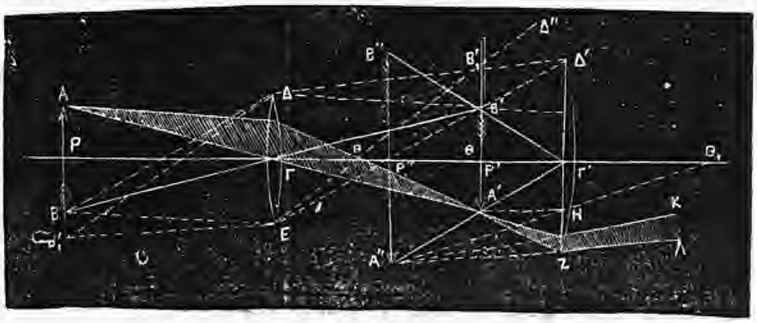
κτα γίνεται χρῆσις τεχνητοῦ φωτός, τὴν δὲ ἡμέραν, ἂν εἶνε αἴθρία καὶ λάμπῃ ὁ ἥλιος, δεχόμεθα τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας Σ ἐπὶ τῶν κατόπτρων Η καὶ Θ. τὰ ὁποῖα στερεόμενα καταλλήλως ἀποστέλλουσι τὰς ἀκτῖνας εἰς τὸ κιβώτιον, ἀκολουθούσας οὕτω τὴν πορείαν τῶν ἀκτίνων τοῦ τεχνητοῦ φωτός. Ἂν ὁ ἥλιος εἶνε κεκαλυμμένος, δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν τεχνητὸν φῶς ἐν καιρῷ ἡμέρας.

Παραλλήλως τῷ ἄξονι τῆς συσκευῆς ὑπάρχει τηλεσκόπιον ΛΛ, δι' οὗ ἀναζητοῦμεν τὸ ἄλλο σημεῖον τῆς ἀνταποκρίσεως, στρέφοντες βραδέως ὁλόκληρον τὴν συσκευὴν περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ τηροῦντες διηνεκῶς ἀποκεκαλυμμένον τὸ φῶς ἢ παράγοντες ἐπανειλημμένας ἀναλαμπάς. Τούτων οὕτως ἐχόντων, εὐχερὴς καθίσταται ἡ κατανόησις τῆς χρήσεως τῆς συσκευῆς. Πιέζοντες τὴν λαβὴν Μ τοῦ μοχλοῦ ΜΚ ὡς ἐπὶ τοῦ πομποῦ τοῦ Μόρσου ὁτὲ μὲν στιγμιαίως, ὁτὲ δὲ πλειότερον χρόνον, ἐκπέμπομεν φωτεινὰς ἀναλαμπάς, τὰς μὲν μικρᾶς διαρκείας, τὰς δὲ μεγαλειτέρας, αἵτινες παριστάνουσι τὰ σημεῖα καὶ τὰς γραμμὰς τοῦ Μορσικοῦ ἀλφαβήτου· ὁ δὲ μεθ' ἡμῶν ἀνταποκρινόμενος βλέπων τὰ σημεῖα ταῦτα ἀναγράφει αὐτά.

Διὰ τὸ εἶδος τοῦτο τῆς ἀνταποκρίσεως ἐτροποποιήθησαν καταλλήλως πάντες οἱ προβολεῖς τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτὸς, οἱ διὰ στρατιωτικὰς κατοπτεύσεις ἐν καιρῷ νυκτὸς χρησιμεύοντες.

6') Σύνθετα ὀπτικὰ ὄργανα.

Μεταξὺ τῶν συνθέτων ὀπτικῶν ὀργάνων διακρίνομεν τὰς διόπτρας, τὰ σύνθετα μικροσκόπια καὶ τὰ τηλεσκόπια, ὧν ἡ κατασκευὴ στη-



Χχ. 230.

ρίζεται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς, διὸ ἐξετάζομεν ταῦτα γενικῶς. Ἔστω φακὸς ΔΕ (σχ. 230) ἀμφίκυρτος καλούμενος ἀντικειμενικὸς ἢ ἀντο-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

φθάλμιος. Πᾶν φωτεινὸν ἢ φωτοβόλον ἀντικείμενον ΑΒ, κείμενον πρὸ αὐτοῦ καὶ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστιακῆς ἀποστάσεως, παρέχει πραγματικὸν εἴδωλον ἀνεστραμμένον τὸ Α΄Β΄. Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἀναχωροῦσαι ἀπό τινος σημείου τοῦ ἀντικειμένου, οἷον τοῦ Α, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ συνέρχονται εἰς Α΄, ἀποκλίνουσαι δὲ πάλιν ἐξακολουθοῦσι τὸν δρόμον αὐτῶν, ὡσεὶ τὸ σημεῖον Α΄ ἦτο πραγματικὸν φωτοβόλον σημεῖον. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει εἰς πάντα τὰ σημεῖα τοῦ εἰδώλου Α΄Β΄, ὅπερ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς πραγματικὸν φωτεινὸν ἀντικείμενον ἐκπέμπον φῶς. Τὸ εἴδωλον τοῦτο παρατηροῦμεν διὰ τοῦ φακοῦ ΖΔ΄ ὡς δι' ἁπλοῦ μικροσκοπίου. Ἵνα λὲ εὕρωμεν τὸ διὰ τοῦ φακοῦ τούτου παραγόμενον εἴδωλον, λαμβάνομεν μεταξὺ ὅλων τῶν ἀκτίνων τῶν ἐκ τοῦ σημείου Α΄ ἐκπεμπομένων τὸν δευτερεύοντα ἄξονα Α΄Γ΄, ὅστις δὲν ἀποκλίνει, εἶτα δὲ ἀκτῖνά τινα Α΄Η παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι, ἥτις μετὰ τὴν διάθλασιν διέρχεται διὰ τῆς ἑστίας O_1 καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν O_1Η. Ἡ τομὴ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος Α΄Γ΄ καὶ τῆς εὐθείας O_1Η προεκβαλλομένης, ἤτοι τὸ σημεῖον Α΄΄, παριστᾷ τὴν κατ' ἔμφασιν συζυγῆ ἑστίαν τοῦ Α΄. Τὸ σχῆμα δεικνύει πῶς ὁ κῶνος τῶν ἀκτίνων ΔΑΓ συνέρχεται κατὰ πρῶτον εἰς τὸ Α΄, ἀποκλίνει εἶτα κατὰ τὸν ἀντίθετον κῶνον ΗΑ΄Ζ, ὅστις διαθλᾶται κατὰ τὴν ἀποκλίνουσαν δέσμην ΚΗΖΛ, ὡσεὶ αἱ ἀκτῖνες ἐξεπορεύοντο ἀπὸ τοῦ σημείου Α΄΄. Ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς τεθῇ ὄπισθεν τοῦ φακοῦ Δ΄Ζ, δέχεται τὰς ἀκτῖνας ταύτας καὶ βλέπει τὸ εἴδωλον τοῦ σημείου Α εἰς Α΄΄, θέλει δὲ διακρίνει αὐτὸ εὐκρινῶς, ἐὰν σχηματισθῇ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως. Ὥστε ἐν γένει διὰ συνθέτου ὀπτικοῦ ὀργάνου παράγεται καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον ἀνεστραμμένον πλησίον τοῦ παρατηρητοῦ, ὅπερ οὗτος παρατηρεῖ διά τινος ἁπλοῦ μικροσκοπίου. Ἐξετάσωμεν ἤδη τὰς ἰδιότητας τῆς συνθέτου ταύτης συσκευῆς.

Διάφραγμα. Ἐπὶ τοῦ ἑστιακοῦ ἐπιπέδου Α΄Β΄ τίθεται πάντοτε ἔλασμα μετάλλινον μελαμβαφές, φέρον κυκλικὴν ἐν τῷ μέσῳ ὀπήν. Οὕτω περιορίζεται τὸ πεδίον τῆς ὄψεως καὶ ἐμποδίζεται, ὡς θέλομεν ἴδει, ἡ διάβασις περιφερικῶν ἀκτίνων. Οὕτως ὁ ὀφθαλμός, ἐν ᾧ παρατηρεῖ τὸ εἴδωλον, διακρίνει ταυτοχρόνως τὰ πέρατα τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος, ἀλλὰ πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ θέσωμεν τὸ διάφραγμα ἐπ' αὐτοῦ τοῦ ἑστιακοῦ ἐπιπέδου, ἄλλως τὸ περιθώριον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς ὀπῆς φαίνεται συγκεχυμένον, ἐὰν τεθῇ ἐντεῦθεν ἢ πέραν τοῦ ἐστιακοῦ ἐπιπέδου, ἐφ' οὗ σχηματίζεται τὸ εἴδωλον. Πρέπει ἐπίσης ἡ ὀπὴ τοῦ διαφράγματος νὰ περιορίζηται εἰς τὸν ἐσωτερικὸν κῶνον Δ'ΕΔΖ τὸν ἐφαπτόμενον τῶν φακῶν ΔΕ καὶ Δ'Ζ, ὅστις εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ σχήματος διέρχεται διὰ τῶν σημείων Α' καὶ Β'. Πράγματι δὲ ὁ κῶνος ΔΒ'Ε τῶν ἀκτίνων, αἵτινες προέρχονται ἐκ τῆς διαθλάσεως τῶν ἐκ τοῦ σημείου Β ἐκπορευομένων ἀκτίνων, ἔχει τὴν κορυφήν του εἰς τὸ Β' ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ΒΒ'. Ὁ κῶνος οὗτος προεκβαλλόμενος προσπίπτει ὅλος ἐπὶ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Δ'Ζ καὶ δύναται νὰ εἰσδύσῃ εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Τοὐναντίον ὁ κῶνος ΔΒ$_1$ Ε, ὁ ἐκπορευόμενος ἀπὸ τοῦ σημείου Β$_1$, διαθλώμενος κατὰ τὸν κῶνον ΔΒ'$_1$ Ε καὶ ἐξακολουθῶν διὰ τοῦ Δ''Β'$_1$Δ', δὲν εἰσδύει εἰς τὸν φακὸν καὶ ἐπομένως οὐδὲ εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Ἐκ τούτου ἕπεται, ὅτι οἱ κῶνοι, ὧν αἱ κορυφαὶ κεῖνται μεταξὺ Β καὶ Β$_1$, μεταβάλλονται μετὰ τὴν διάθλασιν εἰς κώνους, ὧν αἱ κορυφαὶ κεῖνται μεταξὺ τῶν σημείων Β' καὶ Β'$_1$ καὶ ὧν αἱ προεκβολαὶ ἐν μέρει προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ φακοῦ Δ'Ζ, ἐν μέρει εἰσέρχονται εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Οὕτω δὲ τῶν σημείων τούτων τὰ εἴδωλα γίνονται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀμυδρότερα. Κατ' ἀκολουθίαν ὅπως ἀποφύγωμεν τὸν σχηματισμὸν εἰδώλου ἐναργοῦς κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀμυδροῦ κατὰ τὰ πέρατα, περιορίζουσι τὸ διάφραγμα εἰς τὸ σημεῖον Β' ἐπὶ τῆς εὐθείας ΕΔ', τῆς ἀγομένης ἀπὸ τῶν περάτων τῶν δύο φακῶν.

Σταυρόνημα ἢ ἀραχνοῦν χίασμα (réticule). Ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τίθενται συνήθως σταυροειδῶς δύο νήματα ἀράχνης, ἀποτελοῦντα τὸ καλούμενον σταυρόνημα, ἅτινα βλέπομεν συγχρόνως μετὰ τοῦ εἰδώλου Α'Β'. Ἔστω Ρ' τὸ σημεῖον τοῦ χιασμοῦ τῶν δύο νημάτων· ἡ εὐθεῖα ΓΡ', ἡ ἑνοῦσα τὸ σημεῖον τοῦτο μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου Γ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ, ἀποτελεῖ τὸν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ ὀργάνου. Γνωρίζομεν ὅτι αἱ διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου Γ διερχόμεναι ἀκτῖνες δὲν παρεκτρέπονται, ἐπομένως ἡ εὐθεῖα, ἡ ἑνοῦσα τὸ σημεῖον Ρ' τοῦ χιασμοῦ τῶν νημάτων τοῦ σταυρονήματος μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου Γ, προεκβαλλομένη μέχρι τοῦ ἀντικειμένου, συναντᾷ αὐτὸ εἴς τι σημεῖον Ρ, οὗτινος τὸ εἴδωλον σχηματίζεται εἰς Ρ', καὶ ἀντιστρόφως ἂν τὸ εἴδωλον τοῦ Ρ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σχηματίζεται εἰς Ρ', ἔπεται ὅτι τὸ Ρ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος. Ὥστε ἀρκεῖ νὰ θέσωμεν τὸ εἴδωλον οἱουδήποτε σημείου εἰς Ρ', ἵνα συμπεράνωμεν, ὅτι τὸ σημεῖον τοῦτο κεῖται ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος καὶ ἐπομένως αἱ γωνιώδεις ἀποκλίσεις, ἃς πρέπει νὰ δώσωμεν εἰς τὸν ὀπτικὸν τοῦτον ἄξονα διὰ νὰ ἴδωμεν διαδοχικῶς τὰ εἴδωλα διαφόρων σημείων σχηματιζόμενα εἰς τὸ Ρ', παριστῶσι τὰς γωνίας, ἃς τὰ σημεῖα ταῦτα σχηματίζουσι πρὸς ἄλληλα ἀπὸ τῆς θέσεως τῶν παρατηρήσεων (τοπογραφία). Ὁ ὀπτικὸς ἄξων κανονίζεται μετατιθεμένου κατὰ βούλησιν τοῦ σταυρονήματος· πρέπει δέ, διὰ νὰ εἶνε τὸ ὄργανον ἀκριβές, ὁ ὀπτικὸς ἄξων τοῦ ὀργάνου νὰ ταυτίζηται μετὰ τοῦ γεωμετρικοῦ ἄξονος αὐτοῦ, τοῦ διερχομένου διὰ τῶν κέντρων τῶν δύο δακτυλίων, ἐφ' ὧν στηρίζεται τὸ ὄργανον. Ὁ γεωμετρικὸς οὗτος ἄξων ἔχει τὴν διεύθυνσιν τῶν γεωμετρικῶν ἀκτίνων τοῦ εἰς μοίρας διηρημένου κύκλου, ὃν πάντα τὰ ὀπτικὰ γεωμετρικὰ ὄργανα φέρουσιν. Ὅπως συνταυτίσωμεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα μετὰ τοῦ γεωμετρικοῦ, στρέφομεν τὸ ὄργανον ἐπὶ τοῦ στηρίγματός του, τουτέστι περὶ τὸν γεωμετρικὸν αὐτοῦ ἄξονα, ὅτε ὁ ὀπτικὸς ἄξων διαγράφει κῶνον· τὸ δὲ σημεῖον τῆς διασταυρώσεως τῶν νημάτων διαγράφει κύκλον ἐπὶ τοῦ ἑστιακοῦ ἐπιπέδου. Τοῦ κύκλου τούτου ἡ ἀκτὶς ἐλαττοῦται καὶ ἐπὶ τέλους μηδενίζεται ἐφ' ὅσον μεταθέτομεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα διὰ τῆς μετακινήσεως τοῦ σταυρονήματος, ἵνα ταυτίσωμεν αὐτὸν μετὰ τοῦ γεωμετρικοῦ ἄξονος.

Ὅταν ἡ διόπτρα χρησιμεύῃ ὡς γωνιομετρικὸν ὄργανον, ἡ ἀκρίβεια τῆς παρατηρήσεως ἀπαιτεῖ τὰ νήματα τοῦ σταυρονήματος νὰ ὦσιν ὅσον ἔνεστι λεπτά, διότι ἄλλως κατὰ τὰς μικρὰς μετακινήσεις τῆς διόπτρας τὸ σημεῖον τοῦ χιασμοῦ θὰ ἐξηκολούθει συμπίπτον μετὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου τοῦ ἀντικειμένου. Ἵνα διακρίνωμεν εὐκρινῶς τὰ νήματα τοῦ σταυρονήματος καὶ τὸ διάφραγμα, πρέπει τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον αὐτῶν, τὸ ὑπὸ τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου διδόμενον, νὰ κεῖται εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως· ἐπειδὴ δ' αὕτη δὲν εἶνε σταθερὰ διὰ πάντα ἄνθρωπον, ὁ προσορθάλμιος φακὸς κεῖται συνήθως ἐντὸς κινητοῦ σωλῆνος, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ τὸν πλησιάζωμεν ἢ νὰ τὸν ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ σταυρονήματος καὶ τοῦ διαφράγματος μέχρις ὅτου ἴδωμεν αὐτὰ εὐκρινῶς. Ὅταν τοῦτο κατορθωθῇ, πρέπει ἤδη νὰ μετακινήσωμεν τὸ σύνολον τοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

προσοφθαλμίου φακοῦ μετὰ τοῦ διαφράγματος καὶ τοῦ σταυρονήματος, ὅπως τὸ εἴδωλον Α΄Β΄ τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, εἰς ὃ εὑρίσκεται τὸ διάφραγμα καὶ τὸ σταυρόνημα. Διότι ἡ θέσις εἰς ἣν σχηματίζεται τὸ εἴδωλον, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀποστάσεως ΓΡ τοῦ ἀντικειμένου. Ὥστε ὑπάρχει δεύτερος κινητὸς σωλὴν φέρων τὸν προσοφθάλμιον φακόν, τὸ διάφραγμα καὶ τὸ σταυρόνημα, ἀνεξάρτητος τοῦ πρώτου.

Προσοφθάλμιος δακτύλιος ἢ μικρὸς κύκλος τοῦ Ramsden. Ἅπασαι αἱ εἰς τὴν διόπτραν εἰσδύουσαι ἀκτῖνες δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἀναχωροῦσαι ἀπὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ, καὶ ἐπομένως ὅτι αὐτὸς ἀποτελεῖ κύκλον φωτεινὸν ἀκτῖνος Α. Θέλει δὲ δώσει ὄπισθεν τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ εἴδωλον ἀκτῖνος α μικροτέρας τῆς ἀκτῖνος τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ, ἤτοι κύκλον δι' οὗ διέρχονται ἅπασαι αἱ εἰς τὴν διόπτραν εἰσδύουσαι ἀκτῖνες, αἱ ἐκπεμφθεῖσαι ὑπὸ τῶν ἐπὶ τοῦ πεδίου τῆς ὄψεως περιλαμβανομένων σημείων τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων. Ἐπ' αὐτοῦ δὲ τοῦ κύκλου πρέπει νὰ θέσωμεν τὸν ὀφθαλμόν, ἵνα δεχθῇ τὸ μέγιστον τοῦ φωτός. Ὁ κύκλος οὗτος καλεῖται *προσοφθάλμιος δακτύλιος*. Ἡ θέσις αὐτοῦ προσδιορίζεται διὰ τοῦ τύπου τῶν φακῶν, εἰς ὃν ἀντικαθιστῶμεν τὸ π διὰ τοῦ μήκους λ τῆς διόπτρας,

$$\frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varphi} - \frac{1}{\lambda} = \frac{\lambda - \varphi}{\lambda . \varphi}$$

ὅθεν ἡ ἀπόστασις π΄ τοῦ προσοφθαλμίου δακτυλίου ἀπὸ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ἰσοῦται πρὸς $\frac{\lambda . \varphi}{\lambda - \varphi}$, ἔνθα φ παριστᾷ τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ. Τὴν δὲ ἀκτῖνα α τοῦ προσοφθαλμίου δακτυλίου εὑρίσκομεν διὰ τῆς γνωστῆς σχέσεως τοῦ μεγέθους ἀντικειμένου καὶ εἰδώλου

$$\frac{\alpha}{A} = \frac{\pi'}{\pi} = \frac{\pi'}{\lambda}, \text{ ἤτοι } \frac{\alpha}{A} = \frac{\varphi}{\lambda - \varphi}, \text{ ὅθεν } \alpha = A \frac{\varphi}{\lambda - \varphi}.$$

Μεγέθυνσις. Καλεῖται *φαινόμενον μέγεθος* ἢ *φαινομένη διάμετρος* ἀντικειμένου τινός, ἡ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπομεν αὐτό, τουτέστιν ἡ γωνία ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ δύο ὀπτικῶν ἀκτίνων φερομένων ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ, πρὸς τὰ δύο ἄκρα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

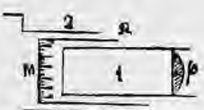
τοῦ σώματος· μεγέθυνσις δέ, ὁ λόγος τῶν φαινομένων διαστάσεων τοῦ εἰδώλου καὶ τοῦ ἀντικειμένου.

Εἰς τὰς διόπτρας τὸ μὲν ἀντικείμενον κεῖται εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπ' αὐτῆς, τὸ δὲ εἴδωλον εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως. Ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ (σχ. 230) ἰσοῦται τῇ γωνίᾳ ΑΓΒ, τοῦ μήκους τῆς διόπτρας ὄντος ἐλαχίστου, συγκρινομένου πρὸς τὴν ἀπόστασιν ΡΓ· ἀλλ' ΑΓΒ=Α'ΓΒ'. Ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ εἰδώλου Α''Β'' ἡ ὑπὸ τοῦ προσοφθαλμίου διδομένη ἰσοῦται τῇ γωνίᾳ Α''Γ'Β'' ἴσῃ τῇ Α'Γ'Β', ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς κεῖται πλησίον τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ εἰς Γ'. Ὥστε ὁ λόγος τῶν φαινομένων διαμέτρων τοῦ εἰδώλου Α''Β'' καὶ τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ εἶνε ὁ τῶν διαστάσεων τοῦ εἰδώλου Α'Β' θεωμένου διαδοχικῶς ἀπὸ τῶν σημείων Γ καὶ Γ', ἢ μᾶλλον ἴσος τῷ λόγῳ τῶν ἀποστάσεων ΓΡ'=λ—φ καὶ Γ'Ρ'=φ· ὅθεν

$$M = \frac{\lambda - \varphi}{\varphi} = \frac{A}{\alpha}.$$

Ἡ μεγέθυνσις λοιπὸν ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῆς ἀκτῖνος τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ πρὸς τὴν τοῦ προσοφθαλμίου δακτυλίου. Προσδιορίζομεν δ' αὐτὴν ὡς ἑξῆς.

Διευθύνομεν τὴν διόπτραν πρὸς τὸν οὐρανὸν καὶ θέτομεν πρὸ τοῦ προσοφθαλμίου μικρόμετρον Μ (σχ. 231), κεχαραγμένον ἐπὶ διαφανοῦς πετάλου διηρημένου εἰς ἑκατοστὰ τοῦ χιλιοστομέτρου, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ φακοῦ τινος φ. Τὸ μικρόμετρον τότε φωτίζεται ὑπὸ τοῦ ἐκ τῆς διόπτρας ἐξερχομένου φωτός, ὅπερ σχηματίζει ἐπ' αὐτοῦ φωτεινὸν κύκλον, οὗτινος μετροῦμεν τὴν διάμετρον. Ζητοῦμεν τὴν θέσιν, μετακινοῦντες τὸν σωλῆνα 2, τὴν δίδουσαν τὴν ἐλαχίστην διάμετρον, ἥτις ἔσται ἡ τῆς τοῦ προσοφθαλμίου δακτυλίου καὶ προσδιορίζομεν διὰ τοῦ μικρομέτρου τὴν ἐλαχίστην ταύτην διάμετρον. Ὁ λόγος τῶν ἀκτίνων Α καὶ α παρέχει ἡμῖν τὴν μεγέθυνσιν τῆς διόπτρας. Ἀλλ' ἀφ' ἑτέρου τὸ λ—φ, ἤτοι τὸ ΓΓ' εἶνε ἐπαισθητῶς ἴσον πρὸς τὴν ἑστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ. Ἡ μεγέθυνσις λοιπὸν ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν κυρίων ἑστιακῶν ἀποστάσεων τῶν δύο φακῶν.



Σχ. 231

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἐνάργεια διὰ τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων. Ἡ ἐνάργεια (clarté) διὰ τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φωτεινῆς λαμπρότητος (éclat) τοῦ εἰδώλου συγκρινομένης πρὸς τὴν λαμπρότητα τοῦ ἀντικειμένου, ὁρωμένου διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ κατὰ μονάδα ἐπιφανείας ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος. Οὕτως ἂν παρατηρήσωμεν τὴν σελήνην διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, θέλει σχηματισθῇ τὸ εἴδωλον αὐτῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος, ἡ δὲ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ δέχεται ποσόν τι φωτισμοῦ, ἐξ οὗ ὁρίζεται ἡ λαμπρότης τοῦ εἰδώλου τούτου. Ἂν ἤδη παρατηρήσωμεν αὐτὴν διὰ διόπτρας, θέλει σχηματισθῇ εἴδωλον μεγαλήτερον, ἡ δὲ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος θέλει δεχθῇ διάφορον ποσὸν φωτισμοῦ, τὸ ὁποῖον ὁρίζει ἐπίσης τὴν λαμπρότητα τοῦ εἰδώλου τούτου. Ἤδη γεννᾶται τὸ ζήτημα, ἐὰν τὸ δεύτερον τοῦτο εἴδωλον εἶνε λαμπρότερον τοῦ πρώτου, ἤτοι ἐὰν τὰ ἀντικείμενα εἶνε λαμπρότερα ἢ ἧττον λαμπρὰ ὁρώμενα διὰ διόπτρας. Διακρίνομεν δὲ δύο περιπτώσεις.

1ον Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ἔχῃ αἰσθητὴν φαινομένην διάμετρον, ὁποῖά εἰσι τὰ ἐπὶ τῆς γῆς ἀντικείμενα, ἡ σελήνη, οἱ πλανῆται.

2ον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ἔχῃ φαινομένην διάμετρον μὴ αἰσθητήν, ὡς οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες.

1ον Ἔστω Φ τὸ ποσὸν τοῦ φωτισμοῦ, τὸ ἀποστελλόμενον ὑπὸ τοῦ ἀντικειμένου ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας. Καλέσωμεν Σ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἀντικειμένου καὶ δ τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ. Ἡ φαινομένη ἐπιφάνεια αὐτοῦ θὰ εἶνε $\frac{\Sigma}{\delta^2}$· καλέσωμεν ταύτην Ε· ὡσαύτως Α τὴν ἀκτῖνα τοῦ ἀντορθαλμίου φακοῦ τῆς διόπτρας, α τὴν ἀκτῖνα τοῦ προσορθαλμίου δακτυλίου καὶ ρ τὴν ἀκτῖνα τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ ποσὸν τοῦ φωτισμοῦ, ὅπερ ἐκπέμπεται πρὸς τὴν κόρην τοῦ ὀφθαλμοῦ, ὑπὸ μὲν τοῦ ἀντικειμένου ἰσοῦται πρὸς $\Phi\pi\rho^2$, ὑπὸ δὲ τῆς μονάδος τῆς φαινομένης ἐπιφανείας αὐτοῦ πρὸς $\frac{\Phi\pi\rho^2}{\Epsilon}$. Ὁμοίως τὸ ποσὸν τοῦ φωτισμοῦ, ὅπερ δέχεται ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς ἐξ ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀντικειμένου, ἰσοῦται πρὸς $\Phi\pi A^2$. Ὅταν ἡ κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶνε μικροτέρα τοῦ προσοφθαλμίου δακτυλίου, δὲν θὰ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

δεχθῇ τὸ ὅλον τοῦ φωτισμοῦ, ἀλλὰ μόνον τὸ κλάσμα

$$\frac{\rho^2}{\alpha^2}, \text{ ἤτοι } \frac{\varphi\,\pi\,A^2\,\rho^2}{\alpha^2}.$$

Ἀλλ' ἐξ ἄλλου ἡ φαινομένη ἐπιφάνεια τοῦ σώματος αὐξάνεται κατὰ τὸ τετράγωνον τῆς γραμμικῆς μεγεθύνσεως $\frac{A}{\alpha}$, ἤτοι γίνεται $\frac{EA^2}{\alpha^2}$, ὥστε τὸ ποσὸν τοῦ φωτισμοῦ, ὅπερ ἐκπέμπει ἡ φαινομένη μονὰς τῆς ἐπιφανείας, θὰ εἶνε

$$\frac{\frac{\Phi\,\pi\,A^2\,\rho^2}{\alpha^2}}{\frac{EA^2}{\alpha^2}} = \frac{\Phi\pi\rho^2}{E},$$

ἤτοι ἡ λαμπρότης τοῦ εἰδώλου ἰσοῦται τῇ τοῦ ἀντικειμένου.

Ἀλλὰ κατὰ τὰς παμμεγίστας μεγεθύνσεις ὁ προσοφθάλμιος δακτύλιος εἶνε μικρότερος τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ τότε ὅλον τὸ ποσὸν τοῦ φωτισμοῦ $\Phi\pi A^2$ εἰσέρχεται εἰς τὸν ὀφθαλμόν, τὸ δὲ ἐκ τῆς μονάδος τῆς φαινομένης ἐπιφανείας τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμενον φῶς θὰ εἶνε

$$\frac{\Phi\,\pi\,A^2}{\frac{EA^2}{\alpha^2}} = \frac{\Phi\,\pi\,\alpha^2}{E},$$

ἤτοι ἐλαττοῦται κατὰ τὸν λόγον α^2 πρὸς ρ^2.

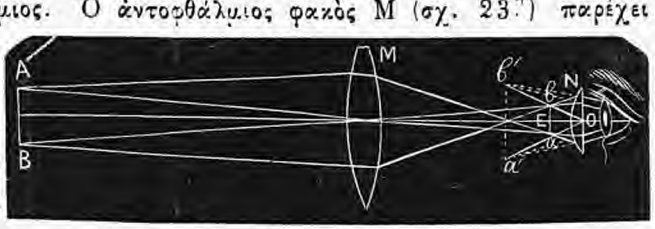
Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ διὰ διοπτρῶν αὔξησις τῆς φαινομένης ἐπιφανείας ἀντικειμένων, ἅτινα ἔχουσιν αἰσθητὴν φαινομένην διάμετρον, ἔχει ὅριον, διότι ἡ λαμπρότης αὐτῶν βαίνει μειουμένη, ὅταν ὁ προσοφθάλμιος δακτύλιος γένηται ἴσος ἢ μικρότερος τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἐν γένει μὲν ἡ λαμπρότης τῶν ἀντικειμένων τῶν ἐχόντων αἰσθητὴν φαινομένην διάμετρον εἶνε τὸ πολὺ ἴση, συνήθως δὲ μικροτέρα τῆς λαμπρότητος τοῦ ἀντικειμένου, ὁρωμένου διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ.

Ζον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον δὲν ἔχῃ αἰσθητὴν φαινομένην διάμετρον, οἷον ἀπλανὴς ἀστὴρ οἱουδήποτε μεγέθους, ἂν καλέσωμεν Φ τὸν φωτισμόν, ὃν ἐκπέμπει ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, τότε ἡ μὲν κόρη δέχεται ποσὸν φωτισμοῦ $\pi\Phi\rho^2$, ὁ δὲ ἀντοφθάλμιος φακὸς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῆς διόπτρας $\pi\Phi A^2$, ὥστε ἡ λαμπρότης αὐξάνεται κατὰ τὸν λόγον A^2 πρὸς ρ^2. Οὕτως ἀπλανὴς ἀστὴρ ὁρώμενος διὰ τηλεσκοπίου δὲν μεγεθύνεται ἀλλὰ καθίσταται λαμπρότερος, οὐ μόνον διὰ τὸν ἀνωτέρω λόγον, ἀλλὰ καὶ διότι ἡ λαμπρότης τοῦ πέριξ οὐρανοῦ μειοῦται. Διὰ τοῦτο βλέπομεν διὰ τοῦ τηλεσκοπίου ἀπλανεῖς ἀστέρας ἀοράτους εἰς τὸν γυμνὸν ὀφθαλμόν. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐξάγομεν τὸ ἑξῆς συμπέρασμα, ὅτι πρέπει νὰ παρατηρῶμεν διὰ παμμεγίστων μεγεθύνσεων, ὅταν θέλωμεν νὰ ἴδωμεν μόλις ὁρατοὺς ἢ ἀοράτους διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ ἀστέρας ἀπείρως μεμακρυσμένους καὶ διὰ μετρίων μεγεθύνσεων, ἐὰν θέλωμεν νὰ ἐξετάσωμεν τὰς λεπτομερείας ἀντικειμένων ἐχόντων αἰσθητὴν φαινομένην ἐπιφάνειαν, μὴ κειμένων εἰς ἄπειρον ἀπόστασιν καὶ ἀσθενῶς φωτιζομένων.

Σύνθετον μικροσκόπιον.— Οὐσιώδη συστατικὰ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου εἰσὶ δύο φακοὶ συγκλίνοντες, ὁ ἀντοφθάλμιος καὶ ὁ προσοφθάλμιος. Ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς M (σχ. 232) παρέχει μέγα εἴδωλον αβ τοῦ ὁρωμένου ἀντικειμένου AB καθ' ὑπόστασιν καὶ ἀνεστραμμένον, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N, ὅστις ἐνεργεῖ ὡς ἁπλοῦν μικροσκόπιον, καὶ βλέπομεν οὕτω τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον α'β'.



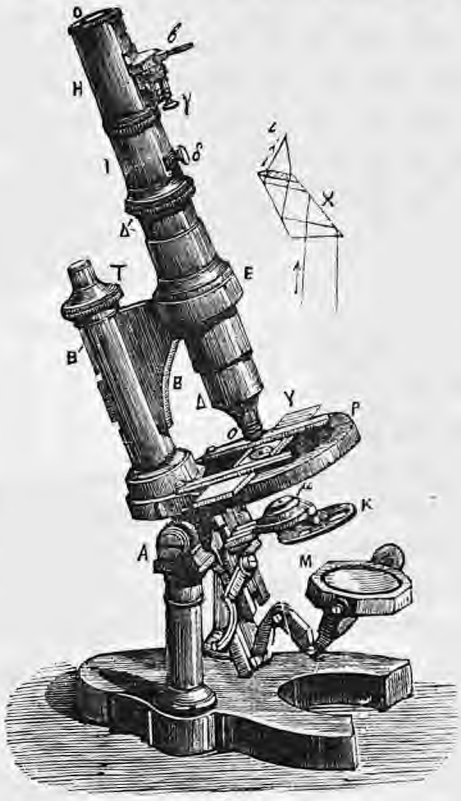
Σχ. 232.

Περιγραφὴ συνθέτου μικροσκοπίου.— Τὸ σχ. 233 παριστᾷ τὸ σύνολον τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου, οἷον κατασκευάζει αὐτὸ ὁ Nachet.

α). *Κορμὸς τοῦ ὀργάνου.* Οὗτος σύγκειται ἐκ συστήματος χαλκίνων σωλήνων ΔΔ', I καὶ H, ὧν ὁ πρῶτος φέρει εἰς τὸ κατώτατον αὐτοῦ μέρος τὸν ἀντοφθάλμιον φακὸν O, ὁ δὲ τελευταῖος H τὸν προσοφθάλμιον ο' ΔΔ' εἶνε εἷς καὶ μόνος ἀκέραιος σωλήν, ἐντὸς τοῦ ὁποίου εἰσέρχεται δι' ἡπίας τριβῆς ὁ σωλὴν I, ἐν ᾧ ὁ πρῶτος σωλὴν ΔΔ' δύναται ἐπίσης νὰ ὀλισθαίνῃ δι' ἡπίας τριβῆς ἐντὸς μείζονος σωλῆνος, ὃν συγκρατεῖ ὁ δακτύλιος E. Οὗτος στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος BB', ὅπερ διὰ κοχλίου ἔχοντος ἐλάχιστον ὕψος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

βήματος ὑψοῦται ἢ καταβιβάζεται διὰ τοῦ στροφάλου Τ κατὰ 6 περίπου χιλιοστόμετρα κατὰ τὸ μῆκος ἐσωτερικοῦ στελέχους μὴ ὁρατοῦ ἐπὶ τοῦ σχήματος. Μετὰ τοῦ τεμαχίου ΒΒ′ ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται ὅλος ὁ κορμὸς τοῦ μικροσκοπίου, ὃν οὕτω δυνάμεθα νὰ πλησιάσωμεν ἢ ν᾽ ἀπομακρύνωμεν κατὰ βούλησιν ἀπὸ τοῦ ὁρωμένου σώματος. Τέλος τὸ τεμάχιον ΒΒ′ μετὰ τῶν λοιπῶν μερῶν τοῦ ὀργάνου φέρεται ἐπὶ ὁριζοντίου ἄξονος Α, ἐφ᾽ οὗ στρέφεται μετὰ μεγάλης τριβῆς οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων τοῦ ὀπτικοῦ σωλῆνος νὰ δύναται νὰ λαμβάνῃ καὶνὰ διατηρῇ πάσας τὰς θέσεις ἀπὸ τῆς κατακορύφου μέχρι τῆς ὁριζοντίου.



Σχ. 233.

6′) **Σωματοδέκτης.** Τὰ πρὸς παρατήρησιν σώματα τίθενται μεταξὺ δύο ὑαλίνων πλακῶν ἐπὶ δισκαρίου Ρ, ὅπερ εἶνε ὁ σωματοδέκτης. Οὗτος φέρει ἐν τῷ κέντρῳ κυκλικὴν ὀπήν, δι᾽ ἧς διέρχεται τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ τοῦ κάτωθεν κοίλου ἀνακλαστῆρος Μ.

γ′) καὶ δ′). **Ἀνακλαστὴρ καὶ διάφραγμα.** Ὁ ἀνακλαστὴρ οὗτος εἶνε κοῖλον ὑάλινον κάτοπτρον διατεθειμένον δι᾽ ἀρθρώσεων οὕτως, ὥστε νὰ δύνηται νὰ λαμβάνῃ πάσας τὰς θέσεις καὶ κλίσεις καὶ νὰ συγκεντροῖ οὕτως ἐπὶ τοῦ σώματος τὸ διακεχυμένον φῶς τῆς ἡμέρας, ἢ τὸ φῶς πάσης ἄλλης φωτιστικῆς πηγῆς. Μεταξὺ τοῦ κατόπτρου Μ καὶ τοῦ δισκαρίου ὑπάρχει διάφραγμα Κ φέρον κατὰ τὴν περίμετρον αὐτοῦ τέσσαρας κυκλικὰς ὀπὰς διαφόρου μεγέθους καὶ στεφόμενον ἐλευθέρως περὶ ἄξονα, οὕτως ὥστε νὰ δυνάμεθα

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

νὰ φέρωμεν οἱανδήποτε ὀπὴν ὑπὸ τὴν κεντρικὴν ὀπὴν τοῦ σωματοδέκτου καὶ νὰ κανονίζωμεν τὸ ἐπὶ τοῦ σώματος προπτῖπτον φῶς. Κατορθοῦμεν τοῦτο ἐπίσης ἀναβιβάζοντες ἢ καταβιβάζοντες διὰ μοχλοῦ τὸ διάφραγμα Κ, ὅπερ κινεῖται ἐντὸς σύρτου. Ὡσαύτως ἄνωθεν τοῦ διαφράγματος Κ ὑπάρχει μικρόν τι ὄργανον μ, ἐφ' οὗ προσαρμόζομεν κατὰ βούλησιν ἄλλοτε μὲν μικρὸν διάφραγμα φέρον ἐλαχίστην ἐν τῷ μέτῳ ὀπὴν καὶ ἀφίνον νὰ διέλθῃ ἐλάχιστον ποσὸν φωτὸς ἐπὶ τοῦ ὁρωμένου σώματος, ἄλλοτε δὲ μικρὸν συγκεντρωτικὸν φακόν, ὅστις συγκεντροῖ τὸ φῶς ἐπὶ τοῦ σώματος, ἢ πλάγιόν τι πρῖσμα Χ τὸ παρακειμένως ἐπὶ τοῦ σχήματος κατ' ἰδίαν παριστάμενον. Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ ἀνακλαστῆρος Μ ἐκπορευόμεναι ὑφίστανται δύο ὁλικὰς ἀνακλάσεις ἐντὸς τοῦ πρίσματος καὶ ἐξέρχονται ἄνωθεν δι' ἐπιφανείας σφαιρικῆς κυρτῆς, δυνάμει τῆς ὁποίας ὡς διὰ συγκεντρωτικοῦ φακοῦ συγκεντροῦνται ἐπὶ τοῦ ὁρωμένου σώματος πλαγίως, τοῦθ' ὅπερ εἶνε χρησιμώτατον εἴς τινας μικροσκοπικὰς παρατηρήσεις. Τὰ ὁρώμενα σώματα συνήθως εἶνε ἀρκούντως διαφανῆ, ὅτε φωτίζονται κάτωθεν· ἐὰν ὅμως ἡ ἀδιαφάνεια αὐτῶν δὲν ἐπιτρέπῃ τοῦτο, φωτίζονται ἄνωθεν διὰ συγκεντρωτικοῦ φακοῦ, φερομένου ἐπὶ ἐνάρθρου ὑποστηρίγματος· τίθεται δὲ ὁ φακὸς οὕτως ὥστε τὸ διακεχυμένον φῶς νὰ συγκεντρωθῇ ἐπὶ τοῦ σώματος.

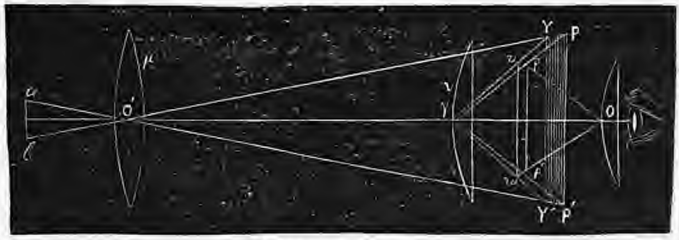
ε') **Σύνθετος ἀντοφθάλμιος φακός.** Ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς Ο δὲν εἶνε ἁπλοῦς ἀλλὰ σύγκειται ἐκ πλειόνων ἀχρωστικῶν φακῶν. Ἡ συγκεντρωτικὴ δύναμις ἑκάστου φακοῦ ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν τῶν ἄλλων, οὕτω δὲ ἀποτελεῖται σύστημα ἔχον μεγίστην συγκεντρωτικὴν καὶ ἑπομένως μεγεθυντικὴν δύναμιν, τοῦθ' ὅπερ θὰ ἦτο δύσκολον νὰ κατορθωθῇ δι' ἑνὸς μόνου φακοῦ. Τὸ πρὸς παρατήρησιν σῶμα τίθεται πέραν τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ ἀντοφθαλμίου συστήματος ἀλλὰ πολὺ πλησίον ταύτης, οὕτω δὲ σχηματίζεται καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον πολὺ μεγαλείτερον καὶ ἀνεστραμμένον.

ς') **Σύνθετος προσοφθάλμιος φακός.** Ὁ προσοφθάλμιος φακὸς τοῦ μικροσκοπίου δὲν εἶνε ἁπλοῦς, ἀλλὰ συνήθως σύγκειται ἐκ δύο ἐπιπεδοκύρτων φακῶν, τὸ δὲ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου σχηματίζεται μεταξὺ τῶν δύο τούτων φακῶν.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Παρατηροῦμεν δ' αὐτὸ διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ο, οὕτω δὲ βλέπομεν τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον τοῦ ὁρωμένου σώματος. Ὁ δεύτερος φακός, ὁ πρὸ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ τιθέμενος καὶ καλούμενος φακὸς τοῦ Campani, χρησιμεύει πρῶτον μὲν διὰ νὰ καταστρέψῃ τὴν ἰρίδωσιν (irisation) τῶν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ὁρωμένων εἰδώλων τῶν ἀντικειμένων, δεύτερον δὲ διὰ νὰ αὐξήσῃ τὸ ὀπτικὸν πεδίον τοῦ ὀργάνου.

1ον. **Ἰρίδωσις.** Ἔστω *αβ* (σχ. 234) φωτεινή τις γραμμὴ πρὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ *μΟ'* κειμένη. Ὑποθέσωμεν ὅτι δὲν παρεμετέθη ἔτι ὁ φακὸς τοῦ Campani *ν* μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φα-



Σχ. 234

κοῦ Ο καὶ τοῦ ἀντοφθαλμίου *μΟ'*. Αἱ λευκαὶ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ σημείου *β* τῆς φωτεινῆς γραμμῆς ἐκπεμπόμεναι ἀναλύονται διὰ τοῦ φακοῦ *μΟ'* οὕτως, ὥστε αἱ μὲν ἐρυθραὶ ἀκτῖνες αἱ ἧττον θλασταὶ θὰ σχηματίσωσιν ἐρυθρὸν εἴδωλον εἰς τὸ ἀπώτερον σημεῖον Ρ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος *βΟ'* τοῦ διὰ τοῦ σημείου *β* διερχομένου· αἱ δὲ ἰοειδεῖς ἀκτῖνες αἱ μᾶλλον θλασταὶ θὰ συνέλθωσιν εἴς τι σημεῖον Υ πλησιέστερον πρὸς τὸν φακὸν *μΟ'* ὡσαύτως αἱ λοιπαὶ ἀκτῖνες, εἰς ἃς ἀναλύεται τὸ λευκὸν φῶς τὸ ἐκ τοῦ *β* ἐκπορευόμενον, θὰ σχηματίσωσι τὰς ἑστίας των μεταξὺ Ρ καὶ Υ. Καθ' ὅμοιον τρόπον αἱ ἐκ τοῦ σημείου *α* ἐκπορευόμεναι δέσμαι θὰ σχηματίσωσι τὰς ἑστίας των ἀπὸ τοῦ Ρ' μέχρι τοῦ Υ'. Ἐὰν ἤδη παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Ο τὰ ἑπτὰ ταῦτα κεχρωσμένα εἴδωλα ΡΡ', ΥΥ', θέλομεν ἴδει τὸ εἴδωλον τῆς φωτεινῆς γραμμῆς *α β* ἐν τῷ μέσῳ μὲν λευκόν, διότι ἐκεῖ συνταυτίζονται καὶ τὰ ἑπτὰ χρώματα, τὰ δὲ πέρατα ἐρυθρὰ καὶ χρυσοειδῆ. Ἐκ τούτου προέρχεται ἡ καλουμένη *ἰρίδωσις* τοῦ εἰδώλου.

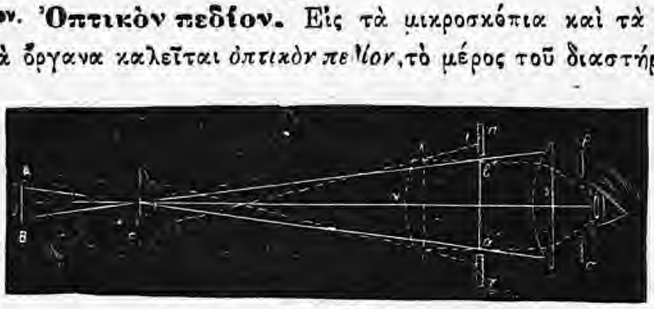
Ἤδη, ἂν παρεμβάλωμεν τὸν φακὸν *γν* τοῦ Campani, τότε αἱ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐρυθραὶ ἀκτῖνες τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ φακοῦ τούτου πλησιάζουσι πρὸς τὸν ἄξονα ΟΟ′ καὶ σχηματίζουσι τὰς ἑστίας των εἰς τὰ σημεῖα ρ καὶ ρ′ ἐπὶ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων γΡ καὶ γΡ′· ὡσαύτως αἱ ἰοειδεῖς ἀκτῖνες σχηματίζουσι τὰς ἑστίας των εἰς τὰ σημεῖα υ καὶ υ′ πλησιέστερον πρὸς τὸν φακὸν *ργ* καὶ μεταξὺ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων γϒ καὶ γϒ′. Ἐὰν ἤδη αἱ καμπυλότητες τῶν φακῶν *ργ* καὶ Ο καταταλλήλως ὑπολογισθῶσιν, εἶνε δυνατὸν αἱ ἑστίαι υ καὶ ρ νὰ κεῖνται ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Ο διερχομένης, τῶν λοιπῶν ὡσαύτως κεχρωσμένων εἰδώλων σχηματιζομένων αἰσθητῶς μεταξὺ τῶν αὐτῶν δευτερευόντων ἀξόνων υρΟ καὶ υ′ρ′Ο. Ὥστε ἂν παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ τὰ ἑπτὰ ταῦτα εἴδωλα, ἐπειδὴ τὰ βλέπομεν ὑπὸ τὴν αὐτὴν ὀπτικὴν γωνίαν, ἐπέρχεται συνένωσις τῶν ἑπτὰ χρωμάτων, διότι αἱ ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ἐντυπώσεις συμπίπτουσιν, οὕτω δ' ἐκλείπει ἡ καλουμένη *ἰρίδωσις*.

Ὁ φακὸς τοῦ Campani καλεῖται ὡσαύτως καὶ *συναγωγεύς*, διότι συνάγει τὰς ἀκτῖνας πρὸς τὸν ἄξονα καὶ οὕτως ἐλαττοῖ μὲν ὀλίγον τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου, ἀλλ' αὐξάνει, ὡς θέλομεν ἀμέσως ἴδει, τὸ ὀπτικὸν πεδίον τοῦ ὀργάνου.

2ον. **Ὀπτικὸν πεδίον.** Εἰς τὰ μικροσκόπια καὶ τὰ λοιπὰ ὀπτικὰ ὄργανα καλεῖται *ὀπτικὸν πεδίον*, τὸ μέρος τοῦ διαστήματος,



Σχ. 235.

ἐν ᾧ περιλαμβάνονται πάντα τὰ διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ὁρατὰ σημεῖα. Τὸ ὀπτικὸν πεδίον ὁρίζεται διὰ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου β′ο α′ (σχ. 235) τοῦ ἔχοντος κορυφὴν τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ, καὶ οὗτινος αἱ γενέτειραι ψαύουσι τὰ πέρατα τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος π ζ, ὅπερ τίθεται ἐνώπιον τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου, εἰς ὃ σχηματίζονται τὰ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλα διὰ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ ο. Ἡ δευ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

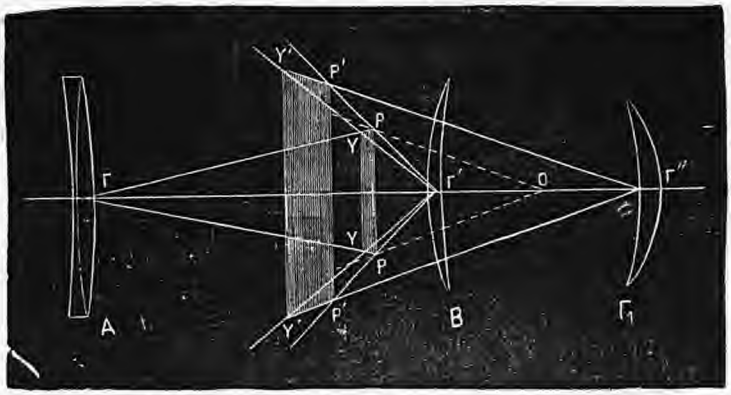
τέρα χώνη αοβ τοῦ κώνου α΄οβ΄ προεκβαλλομένου ἀντιθέτως τέμνει τὸ ἀντικείμενον ΑΒ κατὰ τὸ αβ, ὅπερ εἶνε τὸ ὁρατὸν μέρος τοῦ ἀντικειμένου καὶ κεῖται ἐν τῷ ὀπτικῷ πεδίῳ τοῦ ὀργάνου. Ὅταν ἀντικείμενόν τι ὑπερβαίνῃ τὰ ὅρια τοῦ ὀπτικοῦ πεδίου, εἶνε ἐν μέρει ὁρατόν. Οὕτω τὸ σημεῖον Β τοῦ ἀντικειμένου, ἂν δὲν ὑπάρχῃ ὁ συναγωγεύς ν, θέλει σχηματίσει τὴν συζυγῆ αὐτοῦ ἑστίαν εἰς τὸ ι πέραν τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος καὶ θὰ εἶνε ἀόρατον. Ἀλλ' ἤδη ὁ συναγωγεὺς ν συγκλίνει πρὸς τὸν ἄξονα τὴν ἀκτῖνα ο ι καὶ οὕτω σχηματίζεται τὸ εἴδωλον τοῦ Α εἰς τὸ α΄ καὶ τοῦ Β εἰς τὸ β΄ καὶ οὕτως ὁλόκληρον τὸ ἀντικείμενον ΑΒ καθίσταται ὁρατόν. Ὥστε διὰ τῆς προσθήκης τοῦ συναγωγέως ν ἐλαττοῦται μὲν ἡ μεγέθυνσις τοῦ εἰδώλου, ἀλλ' αὐξάνεται τὸ ὀπτικὸν πεδίον τοῦ ὀργάνου,καὶ διὰ τοῦτο ὁ φακὸς οὗτος καλεῖται ὡσαύτως καὶ φακὸς τοῦ ὀπτικοῦ πεδίου.

Ἀρνητικὸν προσοφθάλμιον σύστημα. Τὸ προσοφθάλμιον τοῦτο σύστημα, τὸ συγκείμενον ἐκ δύο ἐπιπεδοκύρτων φακῶν, ὧν αἱ ἐπίπεδοι ἐπιφάνειαί εἰσιν ἐστραμμέναι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν καὶ εἰς ὃ τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον σχηματίζεται μεταξὺ τῶν δύο τούτων φακῶν, καλεῖται ἀρνητικὸν προσοφθάλμιον σύστημα τοῦ Huyghens. Οἱ δὲ δύο φακοὶ τοῦ συστήματός εἰσι συνήθως τοῦ τύπου 1, 2, 3, τουτέστιν, ἐὰν φ εἶνε ἡ κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ τοῦ πλησιεστέρου πρὸς τὸν ὀφθαλμόν, ἡ ἀπόστασις τῶν δύο φακῶν εἶνε ἴση πρὸς 2φ, καὶ ἡ κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις τοῦ συναγωγέως ἴση πρὸς 3φ. Τοῦ προσοφθαλμίου τούτου συστήματος γίνεται χρῆσις οὐ μόνον εἰς τὰ μικροσκόπια ἀλλὰ καὶ εἰς πάσας τὰς διόπτρας.

Θετικὸν προσοφθάλμιον σύστημα. Ὁ Ramsden ἐπενόησεν ἄλλην διάταξιν, ἀφίνων νὰ σχηματισθῇ τὸ διὰ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ Α (σχ. 236) παραγόμενον καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον ΥΡΥΡ, ὅπερ παρατηρεῖ διὰ πρώτου τινὸς φακοῦ Β κοιλοκύρτου, δι' οὗ σχηματίζονται τὰ κατ' ἔμφασιν εἴδωλα Ρ΄Ρ΄ καὶ Υ΄Υ΄ μεταξὺ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων Ρ΄ΡΓ καὶ Υ΄ΥΓ΄. Ἐπειδὴ δὲ τὸ εἴδωλον ΥΥ΄ κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ φακοῦ Β ἢ τὸ εἴδωλον ΡΡ, τὸ κατ' ἔμφασιν ἰοειδὲς εἴδωλον Υ΄Υ΄ ἀπομακρύνεται πλειότερον ἢ τὸ ἐρυθρὸν Ρ΄ Ρ΄ γινόμενον μεγαλείτερον

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τούτου. Ἐὰν ἤδη αἱ εὐθεῖαι Γ′Ρ′ τέμνωνται εἰς τὸ ὀπτικὸν κέντρον Γ″ τοῦ προσοφθαλμίου κοιλοκύρτου φακοῦ $Γ_1$ τὰ δι' αὐτοῦ ὁρώμενα εἴδωλα κεῖνται μὲν εἰς διαφόρους ἀποστάσεις, ἀλλ' εὑρίσκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν ὀπτικὴν γωνίαν, ἕνεκα δὲ τούτου συμπίπτουσι καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν αὐτῶν καὶ παράγεται οὕτως εἴδωλον ἄνευ



Σχ. 236.

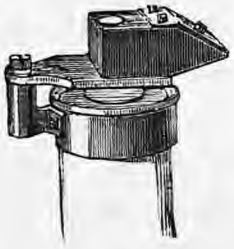
ἰριδώσεως. Ὡς πρὸς τὴν μεγέθυνσιν τὸ προσοφθάλμιον τοῦτο σύστημα ἰσοδυναμεῖ πρὸς ἕνα μόνον φακὸν τιθέμενον εἰς τὸ Ο εἰς τὴν μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος τομὴν τῶν εὐθειῶν ΡΟ παραλλήλων ταῖς Ρ′Γ″. Ἐφ' ὅσον τὸ Γ′ πλησιάζει πρὸς τὸ ΡΡ, ἐπὶ τοσοῦτον τὸ Ο κεῖται πλησιέστερον τοῦ ΡΡ, καὶ ἡ μεγέθυνσις θὰ εἶνε μείζων.

Πειραματικὴ μέτρησις τῆς μεγεθύνσεως. Εἴδομεν ἀνωτέρω, ὅτι ἡ διὰ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου μεγέθυνσις ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῶν μεγεθύνσεων τῶν προερχομένων ἀπό τε τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ καὶ ἀπὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου. Πρὸς καταμέτρησιν τῆς μεγεθύνσεως γίνεται χρῆσις μικρομέτρων, ἤτοι λεπτοτάτων ὑαλίνων πλακῶν, ἐφ' ὧν χαράσσονται διὰ τοῦ ἀδάμαντος εὐθεῖαι γραμμαὶ παράλληλοι, ἀπέχουσαι ἀλλήλων κατὰ τὸ $^1/_{10}$ ἢ $^1/_{100}$ τοῦ χιλιοστομέτρου.

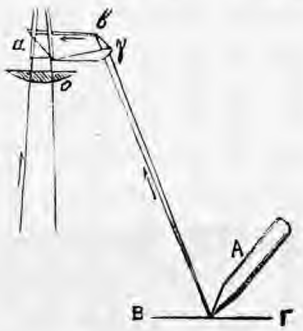
α′) **Μέθοδος διὰ φωτεινοῦ θαλάμου.** Ὁ φωτεινὸς θάλαμος ὁ πρὸς τοῦτο χρησιμεύων σύγκειται ἐκ πρίσματος ἐκ στεφανυάλου α β γ (σχ. 234) ἐντεθειμένου ἐν ὀρειχαλκίνῃ πυξίδι φερούσῃ ὀπὰς ἄνωθεν καὶ κάτωθεν. Τὸ πρῖσμα οὕτω τοποθετεῖται ἐπὶ τοῦ προσοφθαλμίου σωλῆνος τοῦ μικροσκοπίου, ὡς δεικνύει τὸ (σχ.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

237). Λευκὸς χάρτης ΒΓ τίθεται πλησίον τοῦ μικροσκοπίου, γραφὶς δὲ Α ἐπὶ τοῦ χάρτου ἐρειδομένη ἐκπέμπει πρὸς τὸ πρῖσμα δέσμην ἀκτίνων, ἥτις προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τὴν ἕδραν γ τοῦ πρίσματος, ὑφίσταται πρώτην ὁλικὴν ἀνάκλασιν ἐπὶ τῆς ἕδρας βγ, δευτέραν ἐπὶ τῆς ἕδρας α, καὶ εἶτα εἰσέρχεται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, ὡσεὶ προήρχετο ἐκ τοῦ μικροσκοπίου. Εἰς τὸ α ὑπάρχει μικρὸν ὀρθογώνιον πρῖσμα, ὅπερ εἶνε προσκεκολλημένον ἐπὶ τοῦ μεγάλου πρίσματος διὰ βαλσάμου τοῦ Καναδᾶ, ἤτοι διὰ διαφανοῦς οὐσίας, ἧς ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως ὀλίγον διαφέρει τοῦ



Σχ. 237.



Σχ. 238.

δείκτου τῆς στεφανυάλου. Διὰ τοῦ προσθέτου τούτου πρίσματος αἱ ἀκτῖνες, αἱ ἐκ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ο ἐξερχόμεναι, ὡς διερχόμεναι διὰ διαφανοῦς μέσου μεθ' ἑδρῶν παραλλήλων εἰσέρχονται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἄνευ παρεκτροπῆς. Οὕτως ὁ παρατηρητὴς βλέπει ταυτογρόνως ἐν τῷ μικροσκοπίῳ καὶ τὴν γραφίδα Α καὶ τὸ ὑπὸ τὸ μικροσκόπιον ἀντικείμενον, ὅπερ μάλιστα δύναται οὕτω καὶ νὰ ἰχνογραφήσῃ ἐπὶ τοῦ χάρτου. Πρὸς εὕρεσιν ἤδη τῆς μεγεθυντικῆς δυνάμεως τοῦ μικροσκοπίου θέτομεν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου αὐτοῦ ἓν μικρόμετρον, ἤτοι λεπτότατον διαφανὲς ἔλασμα φέρον κεχαραγμένας γραμμὰς παραλλήλους, ὧν ἡ ἀπόστασις ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{100}$ τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἐπὶ τοῦ χάρτου ΒΓ τοποθετεῖται κλῖναξ φέρουσα κεχαραγμένα τὰ χιλιοστόμετρα. Ἐὰν ἤδη παρατηρήσωμεν, ὅτι δέκα διαιρέσεις τοῦ μικρομέτρου καλύπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου 120 χιλιοστόμετρα, συμπεραίνομεν ὅτι ἕκαστον ἑκατοστὸν

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τοῦ χιλιοστομέτρου λαμβάνει διὰ τοῦ μικροσκοπίου μέγεθος 12 χιλιοστομέτρων, ἤτοι 1200 ἑκατοστῶν τοῦ χιλιοστομέτρου καὶ ὅτι κατ' ἀκολουθίαν ἡ γραμμικὴ ἢ κατὰ μῆκος μεγέθυνσις εἶνε ἴση πρὸς 1200, τουτέστιν ὅτι τὸ ὑπ' ὄψιν μικροσκόπιον μεγεθύνει τὰ ἀντικείμενα 1200 φοράς. Ἀντιστρόφως, γνωσθείσης ἤδη τῆς μεγεθύνσεως, εὑρίσκομεν τὸ μέγεθος ἀντικειμένου, διαιροῦντες τὸ φαινόμενον μέγεθος αὐτοῦ διὰ τῆς μεγεθύνσεως.

ϛ'). **Μέθοδος ἄνευ φωτεινοῦ θαλάμου.** Λαμβάνομεν δύο μικρόμετρα, τὸ μὲν φέρον διαιρέσεις, ὧν ἑκάστη ἴση πρὸς ἓν ἑκατοστὸν τοῦ χιλιοστομέτρου καὶ ὅπερ τοποθετοῦμεν ἐπὶ τοῦ σωματοδέκτου τοῦ μικροσκοπίου, τὸ δὲ δεύτερον φέρον αὐθαιρέτους μὲν διαιρέσεις ἀλλ' ἰσάκις ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχούσας, ὅπερ τοποθετοῦμεν μεταξὺ τῶν δύο φακῶν τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος Η κατὰ τὸ *6* (σχ. 233, σελ. 341) ἔνθα εἰσάγεται δι' ὀπῆς ἐκ τῶν πλαγίων. Διὰ τοῦ κοχλίου *γ* ἀναβιβάζομεν ἢ καταβιβάζομεν ὀλίγον τὸ μικρόμετρον, μέχρις οὗ τοποθετηθῇ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως καὶ στρέφομεν τὸν προσοφθάλμιον σωλῆνα Η περὶ ἑαυτόν, μέχρις ὅτου αἱ γραμμαὶ τῶν δύο μικρομέτρων γίνωσι παράλληλοι, εἶτα δὲ διὰ τοῦ κοχλίου *δ* στερεοῦμεν τὸν προσοφθάλμιον σωλῆνα εἰς τὴν θέσιν ταύτην. Παρατηροῦντες οὕτω τὸ μικρόμετρον, εὑρίσκομεν ἐπὶ παραδείγματι ὅτι 12 διαιρέσεις τοῦ ἐπὶ τοῦ σωματοδέκτου μικρομέτρου καλύπτουσι 4 διαιρέσεις τοῦ πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος τεθέντος μικρομέτρου, ὥστε εἰς ἑκάστην διαίρεσιν τοῦ δευτέρου ἀντιστοιχοῦσι τρεῖς διαιρέσεις τοῦ πρώτου τοῦ κατωτέρου, ἤτοι $\frac{3}{100}$ τοῦ χιλιοστομέτρου. Τούτου δὲ γνωσθέντος ἀντικαθιστῶμεν τὸ ἐπὶ τοῦ σωματοδέκτου μικρόμετρον διὰ τοῦ ἀντικειμένου, οὗτινος πρόκειται νὰ εὕρωμεν τὸ πραγματικὸν μέγεθος, καὶ παρατηροῦντες ἐκ νέου, ἂν εὕρωμεν ὅτι τὸ ἀντικείμενον ἀντιστοιχεῖ πρὸς 8 διαιρέσεις τοῦ ἀνωτέρω μικρομέτρου, συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ζητούμενον μέγεθος ἰσοῦται πρὸς $8 \times \frac{3}{100}$ τοῦ χιλιοστομέτρου, ἤτοι πρὸς $0^{\chi\mu},24$.

Διὰ τῶν τελειοτέρων τὴν σήμερον μικροσκοπίων καθίστανται ὁρατὰ ἀντικείμενα ἔχοντα μέγεθος τοὐλάχιστον ἴσον πρὸς ἓν τέταρτον τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου.

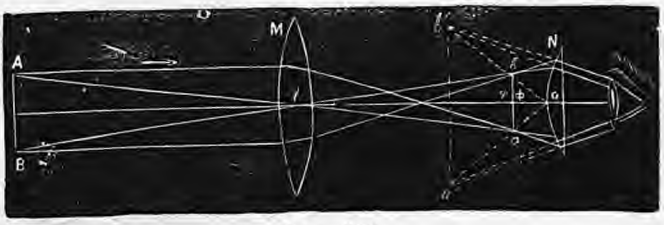
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ

Τὰ τηλεσκόπια εἶνε δύο εἰδῶν, *διοπτρικὰ* καὶ *κατοπτρικά*. Καὶ διοπτρικὰ μὲν καλοῦνται ἐκεῖνα, ἐν οἷς γίνεται χρῆσις φακῶν συγκλινόντων πρὸς σχηματισμὸν εἰδώλων καθ' ὑπόστασιν, κατοπτρικὰ δ' ἐκεῖνα, εἰς ἃ τὰ εἴδωλα τῶν μεμακρυσμένων ἀντικειμένων σχηματίζονται διὰ κοίλων κατόπτρων.

α'). Διοπτρικὰ τηλεσκόπια.

α) **Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.** Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἁπλουστέραν αὐτοῦ μορφὴν σύγκειται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων Μ καὶ Ν (σχ. 239), ἐκ τῶν ὁποίων ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος Μ παρέχει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ ἀνεστραμμένον, κείμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Ν καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας φ. Τὸ εἴδωλον τοῦτο ὁρῶμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Ν, ὡς δι' ἁπλοῦ μικροσκοπίου, δι' οὗ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον α'β'. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται, ὅτι τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ὁμοιάζει ἐν μέρει πρὸς τὸ σύνθετον μικροσκό-



Σχ. 239

πιον, ἀλλὰ διαφέρουσι τὰ ὄργανα ταῦτα κατὰ τοῦτο, ὅτι ἡ ἀστρονομικὴ διόπτρα ἔχει ἀντοφθάλμιον φακὸν πολὺ μεγαλείτερον τοῦ προσοφθαλμίου, τοῦτο δέ, διότι τὸ παρατηρούμενον σῶμα εὑρίσκεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν καὶ πρέπει ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς νὰ ἔχῃ μεγαλειτέραν διάμετρον, ἵνα δέχηται ὅσον ἔνεστι πλεῖον φῶς, τὸ δὲ εἴδωλον νὰ καθίσταται οὕτω λαμπρότερον. Ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμένου, τὸ εἴδωλον σχηματίζεται ἐλάχιστον καὶ πολὺ πλησίον τῆς κυρίας ἑστίας· διὰ τοῦτο ὁ προσοφθάλμιος φακὸς πρέπει νὰ εἶνε πολὺ συγκλίνων καὶ ἐπομένως καὶ μικρᾶς διαμέτρου. Ἐν τῷ μικροσκοπίῳ ὅμως ὁ προσοφθάλμιος εἶνε πολλῷ μείζων τοῦ ἀντοφθαλμίου.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Προσοφθάλμιον σύστημα τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας. Ἐν τῇ ἀνωτέρω περιγραφείσῃ διόπτρᾳ ὁ προσοφθάλμιος φακὸς εἶνε ἁπλοῦς ὡς ὁ τοῦ Κεπλέρου. Ἀλλ' ἤδη αἱ ἀστρονομικαὶ διόπτραι φέρουσι σύνθετον προσοφθάλμιον σύστημα θετικὸν ἢ ἀρνητικόν, κείμενον ἐντὸς σωλῆνος ἔσωθεν μελαμβαφοῦς, ὅπερ δυνάμεθα νὰ μετακινῶμεν βραδέως διὰ κοχλίου πρὸς ἀκριβῆ προσαρμογὴν αὐτοῦ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως. Εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῆς διόπτρας εὑρίσκεται ὁ ἀντοφθάλμιος ἀχρωστικὸς φακός, τὸ δὲ ὅλον ὄργανον φέρεται ἐπὶ τρίποδος καὶ δύναται διὰ γομφώσεως νὰ στραφῇ περιφερικῶς περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ δι' ἀρθρώσεως νὰ κινηθῇ ἐν κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ περὶ ὁριζόντιον ἄξονα.

Ὅταν διόπτρα τις ἔχῃ μεγάλην μεγεθυντικὴν δύναμιν, ἔχει καὶ περιωρισμένον ὀπτικὸν πεδίον, καὶ διὰ τοῦτο δυσχερῶς δύναται νὰ διευθύνῃ τις τὸν ἄξονα τῆς διόπτρας πρὸς ὡρισμένον ἀστέρα. Ἕνεκα τούτου ὑπάρχει ἐπ' αὐτοῦ μικρὰ διόπτρα ἔχουσα ἐλάσσονα μὲν μεγενθυτικὴν δύναμιν, μεῖζον δὲ ὀπτικὸν πεδίον, καὶ ἧς ὁ ἄξων εἶνε παράλληλος τῷ ἄξονι τῆς μεγάλης διόπτρας. Διὰ τῆς μικρᾶς ταύτης διόπτρας ἀναζητοῦμεν καὶ ἀνευρίσκομεν τὸν ἀστέρα, ὃν εἶτα παρατηροῦμεν διὰ τῆς μεγάλης διόπτρας.

β'). **Τοπογραφικὴ διόπτρα.**— Αὕτη εἶνε καθ' ὅλα ὁμοία πρὸς τὸ ἀνωτέρω περιγραφὲν ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.

γ'). **Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων.**— Ἡ διὰ τῆς ἀστρονομικῆς καὶ τοπογραφικῆς διόπτρας ἀνεστραμμένη ὄψις τῶν οὐρανίων σωμάτων ἢ τῶν ἐπὶ τῆς γῆς ἀντικειμένων δὲν παραβλάπτει ποσῶς τὴν παρατήρησιν. Διὰ τὴν συνήθη ὅμως παρατήρησιν ἐπιγείων ἀντικειμένων δέον τὰ διὰ τῶν διοπτρῶν ὁρώμενα εἴδωλα νὰ εἶνε ἠνορθωμένα καὶ οὐχὶ ἀνεστραμμένα ὡς ἐν ἐκείνοις. Πρὸς ἀνόρθωσιν τοῦ εἰδώλου παρεμβάλλεται μεταξὺ ἀντοφθαλμίου φακοῦ καὶ προσοφθαλμίου συστήματος σωλὴν ἐγκλείων δύο ἀμφικύρτους φακοὺς P καὶ K (σχ. 240). Τοῦ ἀντικειμένου ὅτος εἰς τὸ AB, σχηματίζεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον αὐτοῦ εἰς τὸ αβ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μικρόν. Τὸ εἴδωλον τοῦτο σχηματίζεται εἰς τὴν κυρίαν ἑστίαν τοῦ

Σχ. 240.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

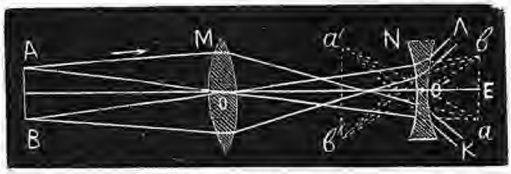
φακοῦ P. Αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ εἰδώλου τούτου ἐκπεμπόμεναι καὶ διὰ τοῦ φακοῦ P διερχόμεναι μεταβάλλονται εἰς δέσμας παραλλήλων ἀκτίνων, διότι πάντα τὰ σημεῖα τοῦ εἰδώλου αβ κεῖνται ἐπὶ κυρίων ἑστιῶν διαφόρων δευτερευόντων ἀξόνων. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ σημείου β ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν δίοδον διὰ τοῦ φακοῦ P μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι βο τῷ διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχομένῳ, διότι τὸ σημεῖον β κεῖται ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας αὐτοῦ τούτου τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος. Ὁμοίως αἱ ἐκ τοῦ σημείου α τοῦ εἰδώλου αβ ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι αο. Αἱ δέσμαι αὗται διασταυρούμεναι εἰς τὸ H προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ δευτέρου φακοῦ K καὶ συνέρχονται εἰς τὰς κυρίας ἑστίας τῶν δευτερευόντων ἀξόνων τῶν παραλλήλων πρὸς τὰς δέσμας ταύτας. Οὕτως ἡ δέσμη τῶν παραλλήλων ἀκτίνων PH, ἡ προελθοῦσα ἀπὸ τοῦ σημείου β, ὡς προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ φακοῦ K παραλλήλως τῷ δευτερεύοντι ἄξονι ο′β′ συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον β′ κυρίαν ἑστίαν τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος. Ὁμοίως ἡ δέσμη, ἡ ἐκ τοῦ σημείου α προελθοῦσα, συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον α′, κυρίαν ἑστίαν τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ο′α′. Σχηματίζεται λοιπὸν κατὰ τὸ α′ β′ εἴδωλον ἠνωρθωμένον τοῦ ἀντικειμένου AB. Τὸ ὀρθὸν τοῦτο εἴδωλον σχηματιζόμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἑστίας (σχ. 240) ὁρῶμεν διὰ τοῦ φακοῦ τούτου ὡς δι' ἁπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δὲ παρέχεται κατὰ τὸ α′′ β′′ εἴδωλον *κατ' ἔμφασιν ὀρθόν*. Καὶ εἰς τὴν διόπτραν ταύτην ὁ προσοφθάλμιος φακὸς δὲν εἶνε ἁπλοῦς, ἀλλὰ διπλοῦς (ἀρνητικὸν προσοφθάλμιον σύστημα), συνήθως δὲ οἱ δύο φακοὶ τῆς ἀνορθώσεως τοῦ εἰδώλου καὶ οἱ δύο τοῦ προσοφθαλμίου συστήματος τοποθετοῦνται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ σωλῆνος, ὥστε τὸ ὅλον ἀποτελεῖ σύστημα προσοφθάλμιον ἐκ τεσσάρων φακῶν καλούμενον προτοφθάλμιον σύστημα τοῦ τηλεσκοπίου τῶν ἐπιγείων.

Τὸ τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ἐκ 4 φακῶν προσοφθαλμίου συστήματος διὰ προσοφθαλμίου ἐκ δύο φακῶν.

δ') **Διόπτρα ὁλλανδικὴ ἢ τοῦ Γαλιλαίου.** Ἡ διόπτρα αὕτη καλεῖται οὕτω, διότι ἐν ᾧ ἐφευρέθη ἐν Ὁλλανδίᾳ (1608)

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐπενοήθη ταυτοχρόνως καὶ ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου διὰ τὰς ἀστρονομικὰς αὐτοῦ παρατηρήσεις. Συνίσταται ἐκ δύο φακῶν, ἐξ ἑνὸς ἀντοφθαλμίου συγκλίνοντος Μ καὶ ἐξ ἑνὸς ἀποκλίνοντος Ν ὡς προσοφθαλμίου (σχ. 241). Ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς Μ ἤθελε σχηματίσει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον α β ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ μακρὰν κειμένου ἀντικειμένου ΑΒ, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ὁ ἀποκλίνων φακὸς Ν. Ἀλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἐκ τῶν σημείων Α καὶ Β ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες τμηθῶσιν ἀμοιβαίως κατὰ τὰ σημεῖα α καὶ β, διερχόμεναι διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Ν, διαθλῶνται καὶ ἀποκλίνουσι τῶν δευτερευόντων ἀξόνων βΟ′ καὶ αΟ′, ὡς εἰ ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων α′ καὶ β′. Οὕτως ὁ ὀφθαλμὸς δεχόμενος τὰς ἐξιούσας καὶ ἀποκλινούσας ταύτας δέσμας προεκβάλλει αὐτὰς ἀντιθέτως τῇ φορᾷ αὐτῶν καὶ ὑποθέτει ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α′ καὶ β′, οὕτω δὲ βλέπει τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον α′β′ ὀρθόν.



Σχ. 241.

Μεγέθυνσι. Ἡ μεγέθυνσις ἰσοῦται τῷ λόγῳ τῶν γωνιῶν α′Ο′β′ καὶ ΑΟΒ, ὑπὸ τὰς ὁποίας ὁρᾶται τὸ εἴδωλον α′β′ καὶ τὸ ἀντικείμενον ΑΒ διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Ἀλλὰ

$$\frac{\alpha'O'\beta'}{AOB} = \frac{\beta O'\alpha}{\beta O\alpha} = \frac{OE}{O'E} = \frac{\Phi}{\varphi},$$

ἂν παραδεχθῶμεν τὰς κυρίας ἑστίας τοῦ τε ἀντοφθαλμίου καὶ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ συμπιπτούσας εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Ε. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἡ ἀπόστασις τῶν δύο φακῶν Μ καὶ Ν ἰσοῦται τῇ διαφορᾷ τῶν κυρίων αὐτῶν ἑστιακῶν ἀποστάσεων καὶ διὰ τοῦτο ἡ διόπτρα αὕτη εἶνε βραχεῖα καὶ εὐμεταχείριστος. Συγχρόνως δεικνύει τὰ ἀντικείμενα ὀρθὰ καὶ τοῦτο διὰ δύο μόνον φακῶν, οἵτινες ἀπορροφῶσιν ὀλίγον φῶς. Ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐξέρχονται ἐκ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ, τὸ ὀπτικὸν πεδίον τοῦ ὀργάνου εἶνε πολὺ περιωρισμένον καὶ συγχρόνως πρέπει νὰ θέτωμεν τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν πολὺ πλησίον τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ, ὅπως δέχηται τὰς ἀφισταμένας ταύτας

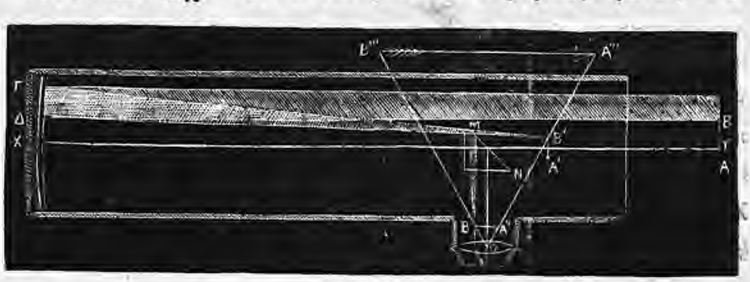
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κτῖνας. Στρέφοντες κοχλίαν δυνάμεθα νὰ πλησιάσωμεν ἢ ν' ἀποακρύνωμεν τοὺς φακοὺς ἀπ' ἀλλήλων οὕτως, ὥστε τὸ εἴδωλον νὰ χηματίζηται εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως. Ἡ ἐν οῖς θεάτροις δίδυμος διόπτρα εἶνε τοῦ αὐτοῦ εἴδους ἀλλὰ διπλῆ, α σχηματίζηται ἀνὰ ἓν εἴδωλον εἰς ἕκαστον ὀφθαλμόν, οὕτω ἡ λαμπρότης αὐτῶν αὐξάνεται.

6') Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια.

Εἰς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα τηλεσκόπια γίνεται χρῆσις μόν τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός, τὰ δὲ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλα σχηατίζονται δι' ἀντοφθαλμίου φακοῦ. Ἀλλ' ὑπάρχουσι τηλεσκόπια, ς ἃ ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς ἀντικαθίσταται διὰ μεγάλου κοίλου τόπτρου, ἐφ' οὗ γίνεται ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς καὶ διὰ τοῦτο τὰ ιαῦτα καλοῦνται *κατοπτρικὰ τηλεσκόπια*.

Ἔστω AB (σχ. 242) ἀντικείμενον λίαν μεμακρυσμένον, ΓΔ τὸ

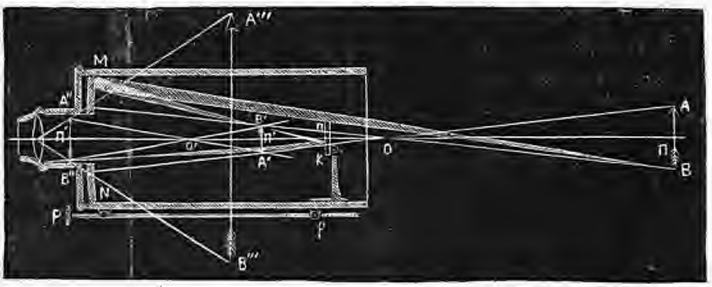


Σχ. 242.

τλον κάτοπτρον καὶ A'B' τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον τοῦ ἀντιμένου ἀνεστραμμένον. Ὁ Herschel ἐν τῷ τηλεσκοπίῳ αὐτοῦ λινεν ὀλίγον τὸ κοῖλον κάτοπτρον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοου, ὥστε τὸ εἴδωλον τοῦ παρατηρουμένου ἄστρου νὰ σχηματίζηι κατὰ τὸ χεῖλος τοῦ τηλεσκοπίου, εἰς οὗ τὸ βάθος ἔκειτο τὸ τοπτρον, καὶ παρετήρει τὸ εἴδωλον τοῦτο διὰ φακοῦ ὡς δι' ἁπλοῦ κροσκοπίου. Ὁ Νεύτων ἔθετε κατὰ τὸ MN πρὸ τοῦ εἰδώλου μιὸν κάτοπτρον ἐπίπεδον κεκλιμένον ὑπὸ γωνίαν 45^0 πρὸς τὸν ἄξονα Γ τοῦ τηλεσκοπίου, ἀπελάμβανε δ' οὕτω τὸ εἴδωλον A''B'', ὅπερ ρετήρει διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ O ὡς δι' ἁπλοῦ μικροσκοου καὶ ἔβλεπεν οὕτω τὸ κατ' ἔμφασιν εἴδωλον A'''B'''. Ὁ Grégory ἠνέῳξεν ὀπὴν εἰς τὸ κέντρον τοῦ κοίλου κατόπτρου MN καὶ ἐδέ-

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χετο τὰς ἀκτῖνας τὰς ἐκ τοῦ εἰδώλου Α′Β′ ἐκπορευομένας (σχ. 243) ἐπ
δευτέρου κοίλου κατόπτρου ΠΚ λίαν μικροῦ, οὗτινος τὸ κέντρον κεῖ
ται εἰς τὸ σημεῖον ο′, καὶ ὅπερ παρέχει δεύτερον εἴδωλον Α″Β″
μεῖζον, δὶς ἀνεστραμμένον καὶ ἐπομένως ἠνωρθωμένον εἰς τὴν συζυγ



Σχ. 243.

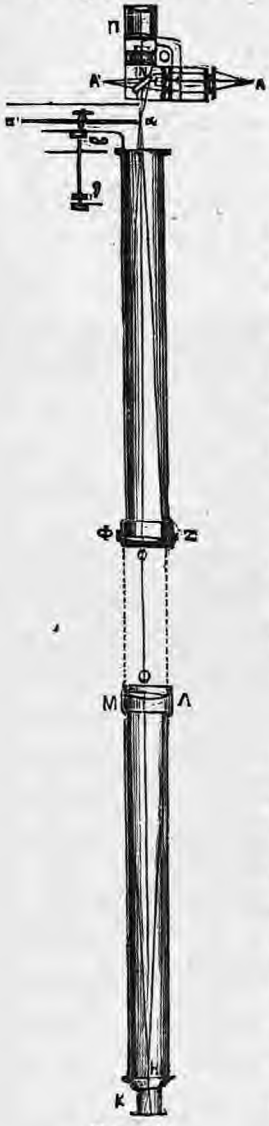
ἐστίαν τοῦ Α′Β′. Τὸ εἴδωλον τοῦτο μεταβάλλει θέσιν μετακινου
μένου τοῦ κατόπτρου ΠΚ. Κατορθοῦται δ' ἡ μετακίνησις αὕτη δι
κοχλιῶν στρεφομένων διὰ τοῦ στελέχους Ρρ, ὅπερ χειρίζεται ἐξω
τερικῶς διὰ τοῦ στροφάλου Ρ. Ὁ ποσοσφθάλμιος φακὸς μένει ἀμετα
κίνητος πρὸ τοῦ εἰδώλου Α″ Β″. Ὁ ὀφθαλμὸς τιθέμενος ὄπισθε
τοῦ προσφθαλμίου τούτου φακοῦ παρατηρεῖ τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδω
Α″Β′ ὡς δι' ἁπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δὲ βλέπει τὸ κατ' ἔμφασι
εἴδωλον Α‴ Β‴.

Τὸ πλεονέκτημα τῶν ὀργάνων τούτων συνίσταται εἰς τὴν ἰδιό
τητα ἣν ἔχουσι τὰ κάτοπτρα νὰ παράγωσιν εἴδωλα ἐντελῶς ἀχρω
στικά, ἐπειδὴ δὲ εἶνε δυνατὸν νὰ κατασκευασθῶσι κάτοπτρα με
γάλων διαστάσεων, τὰ εἴδωλα εἶνε λαμπρότατα καὶ δύνανται ἀρ
κούντως νὰ μεγεθυνθῶσι. Ὁ Foucault κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτ
ἐτελειοποίησε τὰ τηλεσκόποια ταῦτα ἐπινοήσας ὑάλινα κάτοπτρ
ἐπάργυρα, παρέχων εἰς αὐτὰ μορφὴν παραβολοειδῆ. Διὰ τῆς ἐπαρ
γυρώσεως ἐπαυξάνει τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν δύναμιν. Ἡ διάτα
ξις εἶνε ὁμοία πρὸς τὴν τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Νεύτωνος (σχ. 242)
εἰς τὸ ὁποῖον ὅμως ἀντικαθιστᾷ τὸ κάτοπτρον ΜΝ διὰ πρίσματο
ὁλικῆς ἀνακλάσεως, ἐφ' οὗ ἀνακλώμενον τὸ εἴδωλον Α′Β′, σχηματίζ
τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον Α″Β″ εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τ
ἐπίπεδον ΜΝ· τὸ εἴδωλον τοῦτο Α″Β″ ὁρᾶται διὰ τοῦ ἁπλοῦ μικρο
σκοπίου Ο, οὕτω δ' ἐμφανίζεται τὸ εἴδωλον Α″Β″.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Ἤδη, ὅτε εἶνε γνωστὰ τὰ διάφορα ὀπτικὰ ὄργανα, ἀποβαίνει λίαν εὐχερὴς ἡ κατανόησις τῶν μεθόδων, ἃς μετεχειρίσθησαν ὁ Fizeau καὶ ὁ Foucault κατ' ἰδίαν ἕκαστος πρὸς εὕρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.



Σχ. 244.

Συσκευαὶ τοῦ Fizeau **καὶ τοῦ** Foucault **πρὸς εὕρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.** α') Fizeau. Τὸ κυριώτερον μέρος τῆς συσκευῆς αὐτοῦ εἶνε δίσκος περιστρεφόμενος αα' (σχ. 244) καὶ φερόμενος ἐπὶ ὁριζοντίου ἄξονος ββ', ὅστις εὑρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν πρὸς σειρὰν ὁδοντωτῶν τροχῶν. Βάρος τι τίθησιν εἰς κίνησιν ὅλην τὴν συσκευήν, ἡ δὲ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ δίσκου γίνεται ἐπὶ τέλους ἰσοταχής. Διὰ μὲν τροχοπέδης μετριάζεται ἡ ταχύτης, διὰ γνώμονος δὲ μετρεῖται. Ἡ στεφάνη τοῦ δίσκου φέρει ὀδόντας ἴσους πρὸς ἀλλήλους καὶ ἀπέχοντας κατὰ διαστήματα ἴσα πρὸς τὸ πλάτος αὐτῶν. Ἐπὶ τοῦ δίσκου ὑπῆρχον 720 τοιοῦτοι ὀδόντες.

Φωτοβόλον σημεῖον Α ῥίπτει ἀκτῖνας ἐπὶ συστήματος φακῶν, δι' ὧν συγκεντροῦται τὸ φῶς εἰς Α', ἀλλ' ὑάλινον κάτοπτρον ἐπίπεδον ἄνευ κασσιτέρου Ν ἀνακλᾷ μέρος τῶν ἀκτίνων εἰς δευτέραν τινὰ ἑστίαν α, ἔνθα εὑρίσκονται ἀκριβῶς οἱ ὀδόντες τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ αα'. Ὅταν ὁ δίσκος στρέφηται, οἱ ὀδόντες καὶ τὰ διάκενα διαδέχονται ἄλληλα, οὕτω δὲ τὸ φῶς ἐναλλὰξ διακόπτεται εἶτα καὶ διέρχεται ἐλευθέρως. Τὸ φῶς τὸ ἐκπορευόμενον ἐκ τοῦ σημείου α εἰσέρχεται εἰς τὴν διόπτραν αΖΦ, διέρχεται διὰ τοῦ φακοῦ ΖΦ καὶ μεταβάλλεται εἰς δέσμην ἀκτίνων παραλλήλων αΟΟ'. Τὸ μέρος τοῦτο τῆς συσκευῆς ἐτοποθετήθη εἰς τόπον ὑψηλὸν εἰς

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Suresnes καὶ ἐκανονίσθη οὕτως, ὥστε νὰ ἐκπέμπῃ τὸ φῶς ΟΟ′ πρὸς γνωστὸν σημεῖον Ο′ κείμενον εἰς Montmartre. Πρὸς ἐπίτευξιν τούτου ὑπῆρχεν εἰς τὸ Π ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου Ν προσοφθάλμιος φακός, δι' οὗ προσέβλεπέ τις τὸ σημεῖον α καὶ ὅστις ἀπετέλει μετὰ τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ ΖΦ πλῆρες τηλεσκόπιον, οὗτινος ὁ ἄξων ἦν ἡ εὐθεῖα αΟ. Προσβλέπων τις διὰ τοῦ Π βλέπει τὸ εἴδωλον τοῦ στο χάσματος Ο′, ὅπερ ἐτέθη εἰς σύμπτωσιν μετὰ τοῦ σημείου α′ τούτου γενομένου ἦτό τις βέβαιος ὅτι αἱ ἀκτῖνες αἱ ἀναχωροῦσαι ἀπὸ τοῦ σημείου α προσέπιπτον ἐπὶ τοῦ στοχάσματος Ο′.

Μετὰ τοῦτο ἐτοποθέτησαν εἰς τὸ σημεῖον Ο′ τοῦ δευτέρου σταθμοῦ ἐν Montmartre τηλεσκόπιον ΜΛΗΚ, ὅπερ ἐστράφη οὕτως, ὥστε δι' αὐτοῦ ἐγένετο ὁρατὸν τὸ σημεῖον Ο εἰς τὸ κέντρον τοῦ σταυρονήματος Η· οὕτως ἐβεβαιώθησαν, ὅτι θὰ συνέλθωσιν εἰς τὴν ἐστίαν Η, αἱ ἀκτῖνες ΖΛ καὶ καὶ ΦΜ αἱ ἀναχωρήσασαι ἀπὸ τοῦ σημείου α. Μετὰ ταῦτα ἀφῆρεσαν τὸν προσοφθάλμιον φακὸν Κ καὶ ἀντικατέστησαν αὐτὸν δι' ἐπιπέδου κατόπτρου τεθέντος εἰς τὸ Η καθέτως τῷ ἄξονι Ο′Η. Ἡ ἀκτὶς αΖΛΗ ὑπέστη ἀνάκλασιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΗΜΦα καὶ ἡ αΦΜΗ κατὰ τὴν ΗΛΖα. Πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες ἐπανῆλθον εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως α καὶ διῆλθον εἶτα διὰ τῆς κεκλιμένης ὑάλου Ν· παρατηρῶν τις διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Π, ἔβλεπε τὸ εἴδωλον τοῦ α, ἀφ' οὗ τὸ φῶς διήνυσε τὸ ἀπὸ Suresnes εἰς Montmartre καὶ τὸ ἀπὸ Montmartre εἰς Suresnes διάστημα. Τὸ διανυθὲν διάστημα δ ἦτο ἴσον πρὸς 17266 μέτρα.

Μετὰ τοῦτο ἐδόθη εἰς τὸν δίσκον αα′ κίνησις περιστροφικὴ ἐπιταχυνομένη. Τὸ φῶς ἐκπορευόμενον ἀπὸ τοῦ σημείου α διῆλθε διὰ τοῦ κενοῦ διαστήματος τοῦ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ὀδόντων, ὑπέστη ἀνάκλασιν εἰς Montmartre καὶ ἐπανῆλθεν εἰς τὸ α μετὰ χρόνον τ ἴσον πρὸς $\frac{\delta}{A}$, ἔνθα τὸ Α παριστᾷ τὴν ζητουμένην ταχύτητα τοῦ φωτός. Ἀλλὰ κατὰ τὸ χρονικὸν τοῦτο διάστημα ὁ δίσκος ἐστράφη κατὰ γωνίαν αὐξανομένην μετὰ τῆς ταχύτητος· ὅτε δὲ ἡ περιστροφικὴ ταχύτης ηὐξήθη ἀρκούντως, εἷς ὀδοὺς ἀντικατέστησε τὸ διάκενον κατ' ἣν στιγμὴν τὸ φῶς ἐπανῆλθεν εἰς τὸ σημεῖον α. Τοῦτο δὲ συνέβαινε δι' ἑκάστην ἐκπομπὴν τοῦ φωτός, ὥστε ἐπήρ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

χετο τελεία ἔκλειψις. Ἐὰν ἡ περιστροφικὴ ταχύτης διπλασιασθῇ, αἱ ἀκτῖνες κατὰ τὴν ἐπάνοδον θὰ διέλθωσι διὰ τοῦ ἑπομένου διακένου, ἐὰν δ' ἡ ταχύτης τριπλασιασθῇ, τὸ φῶς θά ἐκλείψῃ καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐὰν κατὰ τὴν πρώτην ἔκλειψιν εὕρωμεν διὰ τοῦ μετρητοῦ 66′ ὅτι ὁ δίσκος ἐξετέλεσε ν στροφὰς εἰς ἓν δευτερόλεπτον, ἐπειδὴ φέρει 720 ὀδόντας καὶ 720 διάκενα, ἕπεται ὅτι εἰς ἓν δευτερόλεπτον διῆλθον διὰ τοῦ σημείου a, $2\times720\times\nu$ ὀδόντες καὶ διάκενα καὶ ἑπομένως εἷς ὀδοὺς ἢ ἓν διάκενον ἐν χρόνῳ $\frac{1}{2\times720\times\nu}$, τοῦ δευτερολέπτου. Τὸ χρονικὸν τοῦτο διάστημα παριστᾷ τὸν χρόνον ὃν ἐδαπάνησε τὸ φῶς διὰ νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα δ, ἤτοι

$$\frac{1}{2\times720\times\nu}=\frac{\delta}{A}.$$

ὅθεν $A=2\times720\times\nu\times\delta$.

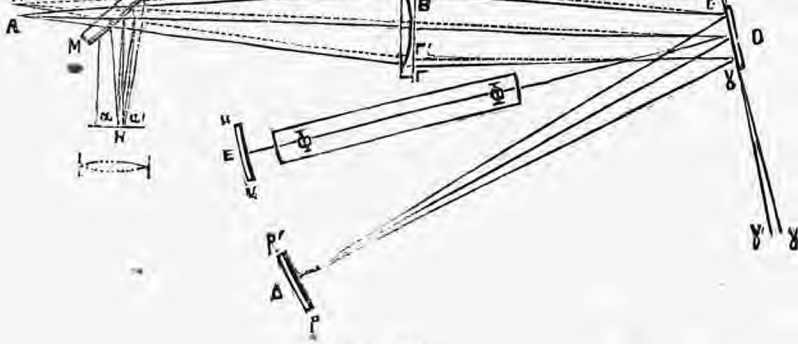
Διὰ τῶν πειραμάτων τούτων τοῦ Fizeau εὑρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς Α ἴση πρὸς 78841 λεύγας ἢ 315 364 χιλιόμετρα, ἤτοι ὀλίγον διάφορος τῆς ὑπὸ τοῦ Roemer εὑρεθείσης.

6′) Foucault. Πρὶν ἢ ὁ Fizeau ἐκτελέσῃ τὸ ἔργον τοῦτο, ὁ Wheatstone ἐμέτρησε τὴν ταχύτητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ περιστρεφομένου κατόπτρου. Πρὸς τοῦτο ἐξεκένωσεν ἠλεκτρικὴν συστοιχίαν δι' ἀγωγοῦ, ὅστις διεκόπτετο εἰς τρία σημεῖα Α,Β,Γ κείμενα ἐπὶ ὁριζοντίου εὐθείας. Ἀναχωροῦσα ἡ ἠλεκτρικὴ ἐκ τῶν δύο ὁπλισμῶν τῆς συστοιχίας διήρχετο κατὰ πρῶτον ἐκ τῶν σημείων Α καὶ Γ, ἔφθανε δ' εἰς τὸ σημεῖον Β, ἀφ' οὗ διήρχετο προηγουμένως διὰ δύο ἐπιμηκεστάτων ἀγωγῶν, οἵτινες ἐπεβράδυνον τὴν κίνησιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ. Παρετήρει τοὺς τρεῖς σπινθῆρας ἐντὸς κατόπτρου περιστρεφομένου ταχέως· οἱ δύο ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες Α καὶ Γ ἐφαίνοντο ἐπὶ τῆς αὐτῆς ὁριζοντίας εὐθείας, ἀλλὰ τὸ εἴδωλον τοῦ σπινθῆρος Β ἐφαίνετο ἐκτετοπισμένον, διότι τὸ κάτοπτρον ἐστράφη κατὰ γωνίαν τινά, καθ' ὃν χρόνον τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν διήνυσε τοὺς δύο ἀγωγούς.

Τὴν μέθοδον ταύτην, ἣν μετεχειρίσθη ὁ Wheatstone πρὸς εὕρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐχρησιμοποίησε κατ' ἀρχὰς μὲν ὁ Arago, εἶτα δὲ ὁ Foucault πρὸς εὕρεσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Κάτοπτρον στρέφεται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου περὶ κατακόρυφον ἄξονα μετὰ τοσαύτης ταχύτητος, ὥστε δύναται νὰ ἐκτελέσῃ ὑπερεκτακοσίας στροφὰς κατὰ δευτερόλεπτον· πρὸς τοῦτο διὰ φυσητηρίου ἐμφυσᾶται ἀὴρ εἰς ἀεροστρόβιλον ὁμοιάζοντα πολὺ πρὸς τὸν χρησιμεύοντα εἰς τὴν ἀκουστικὴν σειρῆνα. Ἔστω $\beta\gamma$ (σχ. 245) μία τῶν θέσεων τοῦ κατόπτρου. Ἀπέναντι ὑπάρχει ὀρθογώνιος ὀπὴ Α, ἥτις ἐκπέμπει ἡλιακὰς ἀκτῖνας, φέρει δ' ἐν τῷ μέσῳ αὐτῆς κατακόρυφον νῆμα διὰ τὴν ἀκρίβειαν τῆς σκοπεύσεως. Αἱ ἀκτῖνες διέρχονται κατὰ πρῶτον τὴν ἄνευ κασσιτέρου ὑαλίνην πλάκα ΜΜ′ ἔχουσαν τὰς ἀπέναντι ἕδρας ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους εἶτα τὸν ἀχρωστικὸν φακὸν ΒΓ· προσπίπτουσαι τέλος ἐπὶ τοῦ κα-



Σχ. 245.

τόπτρου $\beta\gamma$, ὅπερ ὑποθέτομεν κατ' ἀρχὰς ἀκίνητον, ἀνακλῶνται ἐπ' αὐτοῦ καὶ σχηματίζουσιν εἰς τὸ σημεῖον Δ τὸ καθ' ὑπόστασιν εἴδωλον τοῦ Α. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο Δ συναντᾷ κάτοπτρον σφαιρικὸν κοῖλον ρρ′, οὗτινος τὸ κέντρον καμπυλότητος κεῖται εἰς τὸ σημεῖον Ο, ἐφ' οὗ ἀνακλῶνται ἐκ νέου. Μία τῶν ἀκτίνων τούτων ἡ ΒδΔ ἐπανακάμπτει ἀκολουθοῦσα τὴν τεθλασμένην εὐθεῖαν ΔγΓ καὶ φθάνει εἰς τὸ Α· ὡσαύτως ἡ ἀκτὶς Γγδ ἐπανέρχεται εἰς Δδβ καὶ εἶτα εἰς Α. Ἐν γένει δὲ πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες, αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου $\beta\gamma$, σχηματίζουσι κατὰ τὴν ἐπάνοδον ἓν εἴδωλον τοῦ Α, ὅπερ ἀκριβῶς συνταυτίζεται μετὰ τοῦ φωτοβόλου νήματος Α. Ἀλλά τινες τῶν ἀκτίνων πρὶν φθάσωσιν εἰς τὸ Α ἀνακλῶνται

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἐπὶ τῆς ὑάλου ΜΜ′ καὶ σχηματίζουσι, τὸ εἴδωλον α, ὅπερ παρατηροῦμεν δι' ἁπλοῦ μικροσκοπίου καὶ φέρομεν εἰς σύμπτωσιν μετὰ τοῦ σταυρονήματος Η.

Ὑποθέσωμεν ἤδη, ὅτι τὸ κάτοπτρον στρέφεται βραδέως· τὸ σημεῖον Δ διαγράφει περιφέρειαν ἀκτῖνος ΟΔ καὶ ἐξέρχεται τοῦ κατόπτρου ρρ′, ἀλλ' ἐπανέρχεται καθ' ἑκάστην στροφήν· ἑκάστοτε δὲ αἱ ἀκτῖνες ἐπανέρχονται εἰς τὸ α, ἔνθα σχηματίζονται διαδοχικὰ εἴδωλα, ἅτινα ἐπιδρῶσιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τοῦ ὀφθαλμοῦ διαρκῶς, ἐὰν ἡ ταχύτης τῆς στροφῆς τοῦ κατόπτρου εἶνε ἱκανῶς μεγάλη. Πρέπει νὰ σημειώσωμεν, ὅτι ἂν παρὰ τὸ κάτοπτρον ρρ′ θέσωμεν δεύτερον ὅμοιον κάτοπτρον τὸ κκ′, ὅπερ ν' ἀνήκῃ εἰς τὴν αὐτὴν καὶ τὸ πρῶτον σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν παρατεινομένην, θὰ δώσῃ εἴδωλον εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον α καὶ ἂν θέσωμεν εἰς τὴν δίοδον τῶν ἀκτίνων ΟΕ καὶ ἀπέναντι τοῦ μέσου τοῦ κατόπτρου κκ′ σωλῆνα ΦΦ′ πλήρη ὕδατος, αἱ ἀκτῖνες αἱ δι' αὐτοῦ διερχόμεναι συμβάλλουσιν, ὅπως σχηματίσωσιν εἴδωλον εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον α μετὰ τῶν ἀκτίνων, αἵτινες διέρχονται διὰ τοῦ ἀέρος καὶ ἀνακλῶνται εἰς τὸ Δ. Ἀλλ' ὅπως διακρίνωμεν τὰ εἴδωλα τὰ σχηματισθέντα εἰς τὸ α διὰ τῶν ἀκτίνων, αἵτινες διῆλθον ἢ διὰ τοῦ ἀέρος ἢ διὰ τοῦ ὕδατος, ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Δ τίθεται διάφραγμα τοιοῦτον, ὥστε ἀπορροφῶνται αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἄνω καὶ κάτω πέρατος τοῦ ἐπὶ τοῦ Δ σχηματιζομένου εἰδώλου, ἀνακλῶνται δὲ μόνον αἱ ἐν τῷ μέσῳ προσπίπτουσαι, ἐνῷ τὸ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Ε σχηματιζόμενον εἴδωλον ἀνακλᾶται ὁλόκληρον, οὕτως ὥστε εἰς τὸ α βλέπομεν τὰ δύο εἴδωλα, ἅτινα ἐν τῷ μέσῳ συμπίπτουσιν. Ἐὰν ἤδη ὑποθέσωμεν, ὅτι βαίνει ἐπιταχυνομένη ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ κατόπτρου βγ οὕτως, ὥστε νὰ ἐκτελῇ 400 ἢ 500 στροφὰς κατὰ δευτερόλεπτον, τότε αἱ ἀκτῖνες αἱ ἀναχωροῦσαι ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, ὅταν τοῦτο κατέχῃ τὴν θέσιν βγ, θὰ φθάσωσιν εἰς τὸ Δ καὶ θὰ ἐπανέλθωσι πάλιν πρὸς τὰ ὀπίσω· ἀλλ' ἐπειδὴ θὰ δαπανήσωσι χρόνον τινὰ διὰ νὰ διανύσωσι τὸ διάστημα τοῦτο ΟΔ καὶ ΔΟ, τὸ δὲ κάτοπτρον ἐστράφη κατὰ γωνίαν τινὰ κατὰ τὸ χρονικὸν τοῦτο διάστημα, θὰ εὕρωσιν αἱ ἀκτῖνες τὸ κάτοπτρον εἰς τὴν θέσιν β′γ′· τότε ἀνακλῶνται κατὰ τὰς διευθύνσεις γΓ′ καὶ βΒ′ καὶ θὰ σχηματίσωσι τὰ εἴδωλά των οὐχὶ εἰς Α ἀλλ' εἰς Α′, διὰ τοῦ ἁπλοῦ δὲ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μικροσκοπίου θὰ ὦσιν ὁρατὰ οὐχὶ εἰς τὸ α ἀλλ' εἰς τὸ α', τουτέστι τὰ δύο εἴδωλα τοῦ κατακορύφου νήματος Α, ἐξ ὧν τὸ μὲν ἓν προέρχεται ἐκ τῶν ἀκτίνων διερχομένων διὰ τοῦ ἀέρος, τὸ δὲ ἐκ τῶν ἀκτίνων τῶν διὰ τοῦ ὕδατος, ἐκτοπίζονται ἀλλ' ἀνίσως, ἐξ οὗ συνάγομεν, ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἐν τῷ ἀέρι εἶνε διάφορος τῆς ἐν τῷ ὕδατι ταχύτητος αὐτοῦ· ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐκτροπὴ εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον μείζων, ὅσον ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε ἐλάσσων, δυνάμεθα εὐχερῶς ν' ἀνεύρωμεν ποῖον ἐκ τῶν δύο μέσων διαδίδει ταχύτερον τὸ φῶς. Τὸ πείραμα δεικνύει, ὅτι τὸ ἐκ τοῦ ἀέρος εἴδωλον ἐκτρέπεται ὀλιγώτερον τοῦ ἐκ τοῦ ὕδατος προερχομένου, ἐξ οὗ συμπεραίνομεν, ὅτι *ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε μείζων ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἐλάσσων ἐν τῷ ὕδατι.* Ὁμοίως εὑρίσκεται, ὅτι ἐν τῷ κενῷ ἡ ταχύτης εἶνε ἔτι μείζων καὶ ὅτι εἰς τὰ μέσα τὰ ὀπτικῶς πυκνότερα ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶνε μικροτέρα.

Διὰ τῆς ἐκτροπῆς τοῦ εἰδώλου α εὑρίσκομεν τὴν γωνίαν *βΟβ'*, καθ' ἣν ἐστράφη τὸ κάτοπτρον. Γνωρίζοντες δὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν, ἃς τὸ κάτοπτρον ἐκτελεῖ εἰς ὡρισμένον χρόνον, καὶ ἐπομένως εἰς ἓν δευτερόλεπτον, ἀνευρίσκομεν εὐχερῶς τὸν χρόνον, ὃν ἐδαπάνησε τὸ κάτοπτρον *βγ*, ἵνα στραφῇ κατὰ τὴν γωνίαν *βΟβ'*· τὸ χρονικὸν τοῦτο διάστημα παριστᾷ τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς, ἵνα μεταβῇ ἀπὸ τοῦ Ο εἰς τὸ Δ καὶ ἐπανέλθῃ ἀπὸ τοῦ Δ εἰς τὸ Ο, ἤτοι νὰ διανύσῃ δὶς τὸ διάστημα ΟΔ. Ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εὑρέθη οὕτως ἴση πρὸς 298187 χιλιόμετρα ἀντὶ τῶν 308333, τοῦ Roemer, τουτέστιν ἠλαττώθη κατὰ τὸ $\frac{1}{30}$.

ΔΙΑΣΤΗΜΟΜΕΤΡΑ

Καλοῦνται *διαστημόμετρα*, *τηλέμετρα*, *μικρόμετρα*, ὄργανα, δι' ὧν δύναταί τις νὰ καταμετρήσῃ τὴν ἀπόστασιν ἀντικειμένου γνωστοῦ ὕψους χωρὶς νὰ διαβράμῃ τὸ μεταξὺ διάστημα ἢ νὰ εὕρῃ τὸ μέγεθος αὐτοῦ, γνωρίζων τὴν ἀπόστασιν. Τὰ ὄργανα ταῦτα εἰσὶ μὲν πολλὰ καὶ ποικίλα, ἀλλ' ἐνταῦθα θέλομεν περιγράψει μόνον τὴν ἀρχήν, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ διαστημόμετρον τὸ ἐν χρήσει παρὰ τοῖς τοπογράφοις καὶ τὸ τηλέμετρον τὸ ἐν χρήσει παρὰ τοῖς ναυτικοῖς.

α'). **Τοπογραφικὸν διαστημόμετρον.**— Εἴδομεν εἰς τὰ

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

περὶ ἀμφικύρτων φακῶν, ὅτι αἱ συζυγεῖς ἑστιακαὶ ἀποστάσεις π καὶ π′ συνδέονται διὰ τῆς σχέσεως $\frac{1}{\pi}+\frac{1}{\pi'}=\frac{1}{\varphi}$, ἔνθα τὸ φ παριστᾷ τὴν κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν. Τὰ δὲ σχετικὰ μεγέθη Α καὶ Ε τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου ἔχουσι λόγον πρὸς ἄλληλα ἴσον πρὸς τὸν λόγον τῶν ἑστιακῶν ἀποστάσεων, ἤτοι $\frac{A}{E}=\frac{\pi}{\pi'}$. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν, ὅτι ἂν εἰς ἀπόστασίν τινα Δ ἀπὸ συγκλίνοντος φακοῦ θέσωμεν κανόνα γνωστοῦ ὕψους Η κάθετον ἐπὶ τὸν κύριον ἄξονα τοῦ φακοῦ καὶ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τοῦ εἰδώλου η, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν ἀπόστασιν Δ, διότι ἔχομεν τὰς ἑξῆς σχέσεις

$$\frac{1}{\Delta}+\frac{1}{\delta}=\frac{1}{\varphi} \text{ καὶ } \frac{H}{\eta}=\frac{\Delta}{\delta},$$

ἔνθα δ παριστᾷ τὴν ἀπόστατιν τοῦ εἰδώλου τοῦ κανόνος ἀπὸ τοῦ φακοῦ. Ἀπαλείφοντες δὲ τὸ δ λαμβάνομεν

$$\Delta=\varphi\left(1+\frac{H}{\eta}\right),$$

ἤτοι εὑρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν Δ τοῦ κανόνος γνωρίζοντες τὸ ὕψος αὐτοῦ Η, τὸ ὕψος τοῦ εἰδώλου η καὶ τὴν κυρίαν ἑστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ φακοῦ.

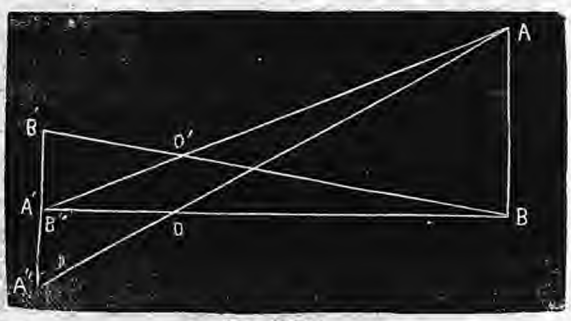
Εἰς τὸ τοπογραφικὸν διαστημόμετρον τίθενται ἐπὶ τῆς ὀπῆς τοῦ διαφράγματος τῆς διόπτρας, ἔνθα ὑπάρχει τὸ σταυρόνημα αὐτῆς δύο ἀραχναῖα νήματα παράλληλα, μεταξὺ τῶν ὁποίων σχηματίζεται τὸ εἴδωλον τοῦ κανόνος. Ὁ διαστημομετρικὸς κανὼν εἶνε ὑποδιηρημένος εἰς δεκαδικὰ μέρη τοῦ μέτρου, οἱ δ' ἐπ' αὐτοῦ ἀριθμοὶ εἰσιν ἀνεστραμμένοι, ἵνα φαίνωνται ὀρθοὶ διὰ τῆς διόπτρας. Ἡ ἀπόστασις τῶν ἀραχναίων νημάτων εἶνε συνήθως τοιαύτη, ὥστε νὰ περιλαμβάνῃ ἀκριβῶς τὸ εἴδωλον κανόνος ὕψους ἑνὸς μέτρου εἰς ἀπόστασιν 100 μ. τιθεμένου καὶ καθέτου τῷ ἄξονι τῆς διόπτρας. Ἂν τὸ εἴδωλον κανόνος ὕψους 2 μέτρων περιλαμβάνηται ἀκριβῶς μεταξὺ τῶν δύο νημάτων, θέλομεν συμπεράνει, ὅτι ὁ κανὼν οὗτος εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν 200 μέτρων, κανὼν 3 μέτρων εἰς ἀπόστασιν 300 μέτρων καὶ οὕτω κα-

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

θεξῆς, διότι, ἂν διπλασιάζοντες τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ φακοῦ διπλασιάσωμεν καὶ τὸ ὕψος αὐτοῦ, τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου μένει ἀμετάβλητον διὰ μεμακρυσμένα ἀντικείμενα, ὧν τὸ εἴδωλον σχηματίζεται πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ μέρος, ἤτοι πολὺ πλησίον τῆς κυρίας ἑστίας τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ τῆς διόπτρας.

6') **Ναυτικὸν τηλέμετρον τοῦ** Lugeol. Διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου εὑρίσκομεν ἢ τὸ ὕψος μεμακρυσμένων ἀντικειμένων, ὧν γνωστὴ ἡ ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασις, ἢ τὴν ἀπόστασιν αὐτῶν γνωστοῦ ὄντος τοῦ ὕψους. Τὸ κύριον μέρος τοῦ ὀργάνου εἶνε τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων, εἰς ὃ ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς ἐτμήθη εἰς δύο ἴσα μέρη κατὰ μίαν διάμετρον αὐτοῦ καὶ διὰ μηχανισμοῦ τὰ δύο ταῦτα τμήματα μετακινοῦνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἀλλ' ἀντιστρόφως καὶ οὕτως, ὥστε αἱ ἐπίπεδοι αὐτῶν ἕδραι αἱ ἐκ τῆς τομῆς προελθοῦσαι νὰ κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

Ἐὰν τὰ δύο ἡμίσεα τοῦ φακοῦ εὑρίσκωνται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν οὕτως, ὥστε ν' ἀποτελῶσιν ἕνα καὶ μόνον φακὸν μεθ' ἑνὸς ὀπτικοῦ κέντρου, τὰ διὰ τῆς διόπτρας ὁρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἁπλᾶ. Ἂν ὅμως μετακινήσωμεν τὰ δύο τμήματα τοῦ φακοῦ ἀντιθέτως, ὅτε ἔχομεν δύο ὀπτικὰ κέντρα Ο καὶ Ο' (σχ. 246), τότε παράγονται διπλᾶ εἴδωλα. Ἂν μὲν ὀλίγον μετακινήσωμεν τὰ δύο ἡμίσεα τοῦ φακοῦ, τότε τὰ δύο εἴδωλα τοῦ ἀντικειμένου ἐν μέρει συμπίπτουσι, ἐὰν δὲ ὑπερμέτρως ἀπομακρύνωμεν αὐτά, τὰ δύο εἴδωλα ἀποχωρίζονται ἐντελῶς. Ὑπάρχει ἑπομένως θέσις, καθ' ἣν τὰ εἴδωλα ἐπίκεινται ἀκριβῶς οὕτως, ὥστε τὸ κάτω ἄκρον Α' τοῦ ἑνὸς εἰδώλου Α'Β' νὰ συμπίπτῃ τῷ ἀνωτέρῳ ἄκρῳ Β'' τοῦ ἄλλου εἰδώλου Α''Β''. Ἡ περίπτωσις αὕτη εἶνε ἡ ὑπὸ τοῦ σχήματος 246 δεικνυομένη, εἰς ἣν ὑποθέτομεν διὰ τὸ ἁπλούστερον, ὅτι τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ καθέτου ἐπὶ τὸν κύριον



Σχ. 246.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἄξονα ΒΟ ἀντικειμένου ΑΒ κεῖται ἐπ᾽ αὐτοῦ τούτου τοῦ κυρίου ἄξονος.

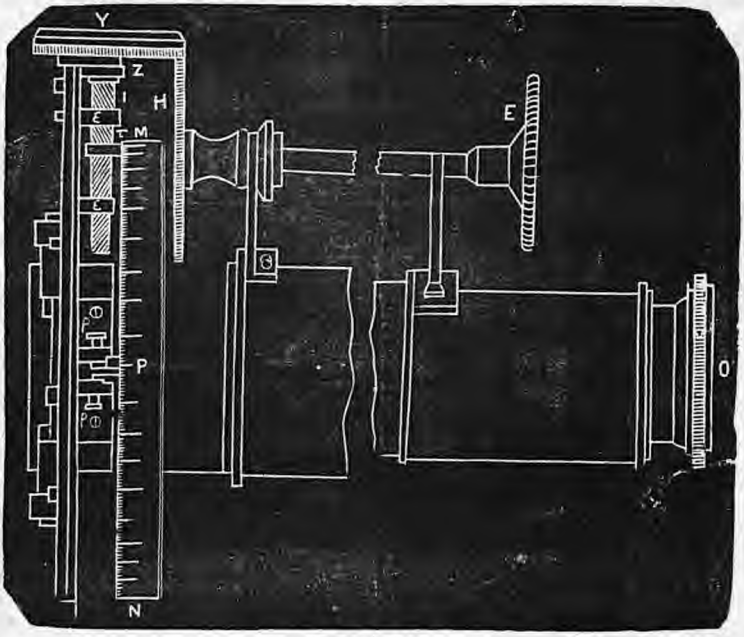
Ἐκ τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου ΑΟΒ λαμβάνομεν ΑΒ=ΒΟ εφ.ΑΟΒ

Καλοῦντες Η τὸ ὕψος τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ, Δ τὴν ἀπόστασιν ΒΟ καὶ α τὴν γωνίαν ΑΟΒ λαμβάνομεν

$$\text{Η} = \Delta \text{ εφα καὶ } \Delta = \frac{\text{Η}}{\text{εφα}},$$

ἤτοι προσδιορίζοντες τὴν γωνίαν α εὑρίσκομεν τὸ ὕψος Η τοῦ ἀντικειμένου γνωρίζοντες τὴν ἀπόστασιν Δ ἢ τὴν ἀπόστασιν Δ γνωρίζοντες τὸ ὕψος Η τοῦ ἀντικειμένου.

Ἡ διόπτρα Lugeol (σχ. 247 καὶ 248) σύγκειται ἐκ τηλε-

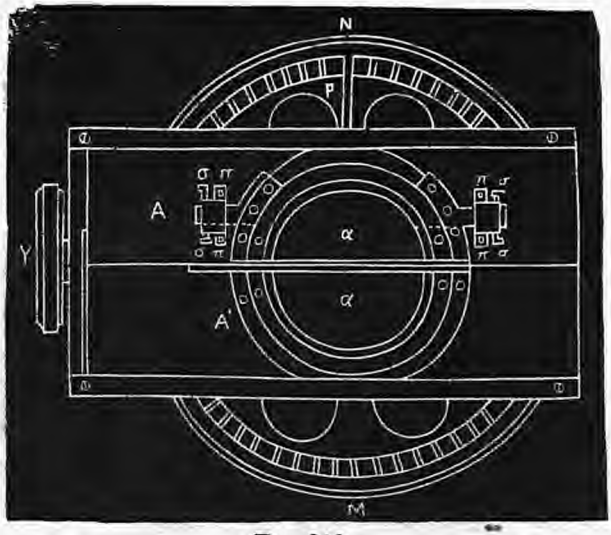


Σχ. 247.

σκοπίου τῶν ἐπιγείων, οὗτινος ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς ἐτμήθη εἰς δύο ἴσα μέρη α,α. Ἑκάτερον ἥμισυ τοῦ φακοῦ εἶνε στερεωμένον ἐντὸς χαλκίνης πλακὸς Α καὶ Α′ ὀλισθαινούσης ἐντὸς εἴδους σύρτου ὀρθογωνίου, ὅστις δύναται νὰ κοχλιωθῇ ἐπὶ τῆς διόπτρας. Τὰ δύο ἡμίσεα τοῦ φακοῦ ἐκτοπίζονται ἀντιθέτως καὶ κατὰ τὸ αὐτὸ ποσὸν διὰ τοῦ κοχλίου Υ, οὗτινος ὁ ἄτρακτος ἔχει εἰς τὸ ἓν μὲν ἥμισυ φέρει λιγκα κατά τινα φοράν, εἰς τὸ ἕτερον δ᾽ ἥμισυ κατ᾽ ἀντίθετον. Ἐκ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τερον ἥμισυ τοῦ κοχλίου τούτου ἐνεργεῖ ἐπὶ περικοχλίων ε, ε ἅτινά εἰσι συνδεδεμένα μετὰ τῶν πλακῶν Α καὶ Α'. Ὁ κοχλίας Υ δέχεται τὴν περιστροφικὴν κίνησιν διὰ τῆς χειρὸς τοῦ παρατηρητοῦ ἐνεργοῦντος ἐπὶ τοῦ στροφάλου Ε. Ἡ κίνησις αὕτη τοῦ στροφάλου Ε μεταδίδεται εἰς τὸν κοχλίαν Υ διὰ τῶν ὀδοντωτῶν τροχῶν Η καὶ Ζ. Ὁ κοχλίας Υ φέρει περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀτράκτου αὐτοῦ ὀδοντωτὸν τροχὸν τ, οὗτινος οἱ ὀδόντες συμπλέκονται μετὰ τῶν ὀλόντων τῆς στεφάνης ΜΝ, φερούσης κλίμακα κεχαραγμένην ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτῆς ὄψεως. Αἱ διαιρέσεις τῆς στεφάνης ταύτης διέρχονται ἐνώπιον τοῦ δείκτου Ρ στερεωμένου ἐπὶ τῆς διόπτρας, ὅστις πρέπει ν' ἀντιστοιχῇ πρὸς τὴν διαίρεσιν 0, ὅταν τὰ ὀπτικά κέντρα τῶν δύο ἡμίσεων τοῦ ἀντοφθαλμίου φακοῦ συμπίπτωσιν. Ἡ γωνία, ἣν δεικνύει ὁ δείκτης ἐπὶ τῆς στεφάνης, εἶνε ἡ γωνία α τοῦ ἀνωτέρω τύπου $\Delta = \frac{H}{\varepsilon\varphi\alpha}$. Ἡ γωνία αὕτη μετρεῖται εἰς μοίρας, πρῶτα καὶ δεύτερα λεπτά, ἀπὸ τῆς 0^0 μέχρι τῆς $1^0\ 50'$. Αἱ ὑποδιαιρέσεις φέρουσιν ἀριθμοὺς ἀπὸ 5 εἰς 5 πρῶτα λεπτά, ὧν ἕκαστον μέρος εἶνε ὑποδιηρημένον εἰς τρία ἴσα μέρη ἀντιστοιχοῦντα εἰς 20". Τέλος ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τῆς διόπτρας ὑπάρχει πίναξ παρέχων τὴν τιμὴν τοῦ $\frac{1}{\varepsilon\varphi\alpha}$ δι' ἑκάστην τιμὴν τῆς γωνίας α. Πολλαπλασιάζοντες τὴν τιμὴν τοῦ $\frac{1}{\varepsilon\varphi\alpha}$ τὴν ὑπὸ τοῦ πίνακος παρεχομένην ἐπὶ τὸ γνωστὸν



Σχ. 248.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ὕψος ἀντικειμένου,οἷον ἱστοῦ πλοίου,εὑρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ.

Αἱ ἐπὶ τῆς στεφάνης ὑποδιαιρέσεις εἰς μοίρας, πρῶτα καὶ δεύτερα λεπτὰ εὑρίσκονται ὡς ἐξῆς. Τοποθετοῦμεν κατὰ πρῶτον τὸν δείκτην Ρ εἰς τὸ 0 καὶ εἶτα σκοπεύομεν ἀντικείμενον ὡρισμένου μεγέθους, ὅπερ τίθεται εἰς τοιαύτην ἀπὸ τῆς διόπτρας ἀπόστασιν, ὥστε ἡ ὀπτικὴ γωνία ἢ ἡ φαινομένη διάμετρος αὐτοῦ νὰ εἶνε ἴση πρὸς μίαν μοίραν. Στρέφομεν τὸν κοχλίαν Ε μέχρις ὅτου τὸ ἓν εἴδωλον τεθῇ ἐπὶ τοῦ ἑτέρου οὕτως, ὥστε τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ ἑνὸς εἰδώλου νὰ συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου τοῦ ἑτέρου. Εἰς τὸ σημεῖον τῆς στεφάνης ΜΝ, εἰς ὃ πίπτει ὁ δείκτης Ρ, χαράσσομεν 1^0. Διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ 0^0 καὶ 1^0 διάστημα εἰς 60 ἴσα μέρη, ἅτινα παριστῶσι πρῶτα λεπτά, καὶ ἑκάστην τοιαύτην διαίρεσιν εἰς τρία ἴσα μέρη, ὧν ἕκαστον παριστᾷ 20″. Ἐπεκτείνομεν εἶτα τὰς διαιρέσεις ἐπὶ ὅλης τῆς περιφερείας τῆς στεφάνης ΜΝ.

Ἔλεγχος τηλεμέτρου καὶ διόρθωσις αὐτοῦ.— Πρὸ τῆς χρήσεως τοῦ ὀργάνου γίνεται ὁ ἔλεγχος καὶ ἡ διόρθωσις αὐτοῦ. Πρὸς τοῦτο πρέπει πρῶτον νὰ βεβαιωθῶμεν, ἂν ὁ δείκτης Ρ εἶνε καλῶς τετοποθετημένος. Πρὸς τοῦτο σκοπεύομεν ἓν μόνον μεμακρυσμένον σημεῖον· ἂν ἐμφανίζωνται δύο εἴδωλα, στρέφομεν τὸ στρόφαλον Ε μέχρις ὅτου συμπέσωσι τὰ δύο εἴδωλα τοῦ αὐτοῦ σημείου. Ἐὰν τότε ὁ δείκτης Ρ δὲν ἀνταποκρίνηται εἰς τὸ 0 τῆς στεφάνης ΜΝ, φέρομεν αὐτὸν εἰς τὴν θέσιν ταύτην διὰ τῶν μικρῶν κοχλιῶν ρ,ρ. Ἂν τοῦτο δὲν κατορθῶται, τὰ δὲ δύο εἴδωλα εὑρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ὁριζοντίου εὐθείας,συμπεραίνομεν ὅτι τὰ δύο ἡμίση τοῦ φακοῦ κεῖνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ὅπως τὰ πλησιάσωμεν, ἀναστρέφομεν ὀλίγον τοὺς κοχλίας π, π καὶ στρέφομεν τοὺς κοχλίας σ,σ καταλλήλως.

Ὅταν οὕτω διορθωθῇ τὸ ὄργανον, στρέφομεν αὐτὸ πρὸς τὸ ἀντικείμενον, οὗτινος πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὴν φαινομένην διάμετρον α. Ἀφοῦ κανονίσωμεν τὸ προσοφθάλμιον σύστημα Ο, ὥστε τὸ εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου νὰ σχηματισθῇ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως, στρέφομεν εἶτα τὸ στρόφαλον Ε μέχρις, οὗ τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ ἑνὸς εἰδώλου συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἀνωτέρου τοῦ δευτέρου εἰδώλου.

Ἐπὶ τῆς στεφάνης ΜΝ ἀνευρίσκομεν διὰ τοῦ δείκτου Ρ τὴν γω-

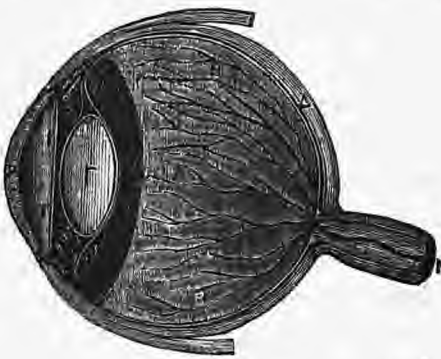
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Κέρκυρας

νίαν α, ἤτοι τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἀντικειμένου καὶ διὰ ταύτης τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ γνωρίζοντες τὸ ὕψος του.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν γωνίαν α μετὰ μείζονος ἀκριβείας, ἐπαναλαμβάνομεν τὴν παρατήρησιν, στρέφοντες τὸ στρόφαλον Ε ἀντιθέτως καὶ λαμβάνοντες τὸν μέσον ὅρον τῶν δύο παρατηρήσεων.

ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Ὀφθαλμὸς καλεῖται τὸ ὄργανον, ὅπερ παράγει ἐν ἡμῖν τὸ αἴσθημα τῆς ὁράσεως. Τὸ κύριον μέρος δ' αὐτοῦ εἶνε ὁ *βολβός*, ὅστις περιέχει τὸ σύστημα, δι' οὗ ἀντιλαμβανόμεθα τῶν αἰσθημάτων τῶν ἐκ τοῦ φωτὸς προερχομένων. Ὁ βολβὸς ἔχει σχῆμα σφαιροειδές, ἀλλ' ὀλίγον πεπλατυσμένον, διότι ἡ καλουμένη εὐθεῖα διάμετρος ἡ ἐκ τῶν πρόσω πρὸς τὰ ὀπίσω εἶνε μείζων τῆς τε ἐγκαρσίας καὶ τῆς κατακορύφου τῆς ἀπὸ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἥτις εἶνε ἡ μικροτέρα πασῶν. Ὁ βολβὸς κεῖται ἐντὸς κοιλότητος τοῦ κρανίου καλουμένης *κόγχης*, καὶ περιβάλλεται ἐξωτερικῶς ὑπὸ χιτῶνος ἰνώδους ΔΡΔ (σχ. 249). Ὁ χιτὼν οὗτος πρὸς τὰ ὀπίσω μὲν κατὰ τὸ ΔΔ εἶνε λευκός, στίλβων καὶ ἀδιαφανής, καλούμενος *σκληρωτικὸς* ἢ καὶ ἁπλῶς *σκληρὸς χιτών*, πρὸς τὰ πρόσω δὲ κατὰ τὸ Ρ εἶνε διαφανὴς καὶ μᾶλλον κυρτός, καλούμενος *κερατοειδὴς χιτών*. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος καλύπτεται ὑπὸ λεπτοῦ μέλανος ὑμένος, καλουμένου *χοριοειδοῦς* ὑπενδύοντος, τὴν ἔσωθεν ἐπιφάνειαν τοῦ σκληροῦ χιτῶνος. Ἐπὶ τοῦ χοριοειδοῦς τέλος χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἶνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου Ν, αἵτινες διερχόμεναι διάτε τοῦ σκληρωτικοῦ καὶ τοῦ χοριοειδοῦς φέρονται ἀκτινοειδῶς καὶ ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα καλούμενον *ἀμφιβληστροειδῆ*· οὗτος προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, μεταβιβάζει τὸν παραγόμενον ἐρεθισμὸν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγ-



Σχ. 249.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

κέφαλον. Ὁ χοριοειδὴς χιτὼν πρὸς τὰ πρόσω σχηματίζει τὴν ἶριδα ΙΙ, ἤτοι δίσκον κυκλοτερῆ ποικίλης διαχρώσεως, ὅστις ἐν τῷ μέσῳ φέρει κυκλικὸν τμῆμα πρὸς δίοδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, ὅπερ καλεῖται *κόρη*. Ἡ κόρη συστέλλεται καὶ διαστέλλεται διὰ κυκλικῶνίνων τῶν μὲν κυκλοτερῶν, τῶν δὲ ἀκτινοειδῶν, ῥυθμίζουσα τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου φωτός. Ὄπισθεν ἀκριβῶς τῆς ἴριδος ὑπάρχει φακὸς Γ ἀμφίκυρτος διαφανὴς καὶ ἄχρους, ἔχων τὴν προσθίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν τὴν πρὸς τὴν κόρην ἐστραμμένην ἧττον κυρτὴν τῆς ὀπισθίας, τουτέστινἔχουσαν ἀκτῖνα καμπυλότητοςμείζονα ἀπὸ τὴν τῆςὀπισθίας. Ὀφακὸς οὗτος, *κρυσταλλοειδὴς* ἢ *κρυσταλλώδη* καλούμενος, εὑρίσκεται ἐντὸς διαφανοῦς ὑμένος, συνέχεται δὲ κατὰ τὸ πρὸς τὴν περιφέρειαν μέρος μετὰ τοῦ χοριοειδοῦς καὶ τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος διὰ τῆς ἀκτινοειδοῦς ζώνης. Ὁ κρυσταλλοειδὴς φακὸς σύγκειται ἐκ πολλῶν ὁμοκέντρων στιβάδων, ὧν αἱ ἐνδότεραι εἶνε πυκνότεραι, συμπαγέστεραι καὶ θλαστικώτεραι οὕτως, ὥστε ὁ δείκτης τῆς θλαστότητος αὐξάνεται ἐκ τῶν ἐκτὸς πρὸς τὰ ἐντὸς ἀπὸ 1,337 ἕως 1,399.

Τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, δηλ. τὸ σημεῖον εἰς ὃ τέμνονται ἀμοιβαίως οἱ δευτερεύοντες ἄξονες, κεῖται ἐν αὐτῷ τῷ φακῷ καὶ παρὰ τὴν ὀπισθίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν τὴν μᾶλλον κυρτήν, ἀπέχον αὐτῆς κατὰ 0χ.μ.,4 περίπου.

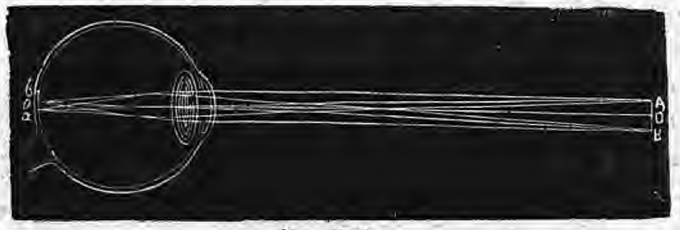
Ὁ κρυσταλλοειδὴς οὗτος φακὸς διαιρεῖ τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς δύο χώρους, τὸν πρόσθιον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος τοῦ *ὑδατοειδοῦς ὑγροῦ*, οὗτινος ὁ δείκτης διαθλάσεως εἶνε 1,337 καὶ τὸν ὀπίσθιον, τὸν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅστις κατέχων τὸ πλεῖστον μέρος τῆς κοιλότητος τοῦ βολβοῦ εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ πηκτώδους τοῦ καλουμένου *ὑαλοειδοῦς*, οὗτινος ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως (1,399) εἶνε μείζων.

Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν εὐπάθειαν, τουτέστι δὲν προσβάλλονται ἐξ ἴσου ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ὑπάρχει μάλιστα σημεῖον τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος δυσπαθέστατον, εἰς ὃ οὗτος εἶνε ἀναίσθητος εἰς τὰς φωτεινὰς ἐντυπώσεις. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλούμενον *τυφλὸν σημεῖον* κεῖται ἀκριβῶς κατὰ τὸ σημεῖον τῆς εἰσόδου τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Εἰς ἀπόστασιν 2—3 χ. μ. ἀπὸ τῆς εἰσόδου τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὑπάρχει ἡ καλουμένη *ὠχρὰ κηλίς*, ἥτις

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

οὖσα εὐπαθεστάτη ὑπὸ τοῦ φωτὸς παρέχει ἡμῖν μᾶλλον ἀντιληπτὰς τὰς ἐπ' αὐτῆς παραγομένας φωτεινὰς ἐντυπώσεις· ἐν τῷ μέσῳ τῆς ὠχρᾶς κηλίδος ὑπάρχει τὸ καλούμενον *κεντρικὸν βόθριον*, ὅπερ εἶνε ὁ τόπος τῆς ἐναργεστάτης ὁράσεως. Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνοῦσα τὸ κεντρικὸν τοῦτο βόθριον μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, καλεῖται *ὀπτικὸς ἄξων*. Ὅταν θέλωμεν νὰ ἴδωμεν ἐναργῶς καὶ σαφῶς φωτοβόλον σημεῖον, στρέφομεν τὸν βολβὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ οὕτως, ὥστε ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων προεκβαλλόμενος νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου τούτου. Ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων δὲν συνταυτίζεται μετὰ τοῦ *διοπτρικοῦ* καλουμένου ἄξονος, ὅστις διέρχεται διὰ τῶν κέντρων καμπυλότητος τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ. Οἱ δύο οὗτοι ἄξονες τεμνόμενοι ἀμοιβαίως ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου, σχηματίζουσι γωνίαν πέντε περίπου μοιρῶν. Οὕτως ὁ μὲν διοπτρικὸς ἄξων εἶνε ὁ κύριος ἄξων τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, ὁ δὲ καλούμενος ὀπτικὸς ἄξων εἶνε εἷς τῶν δευτερευόντων ἀξόνων αὐτοῦ.

Πορεία τῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ὀφθαλμόν. Ὁ ὀφθαλμὸς ὁμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν θάλαμον φέροντα συγκεντρωτικὸν φακόν. Ἡ κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ παριστᾷ τὴν ὀπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς εἰσέρχονται αἱ ἀκτῖνες εἰς αὐτὸν καὶ ὄπισθεν τῆς ὁποίας κεῖται ὁ συγκεντρωτικὸς φακός, ὃν παριστᾷ ἐν τῷ ὀφθαλμῷ ὁ κρυσταλλοειδὴς φακός. Ὁ δὲ ἀμφιβληστροειδὴς χιτὼν τοῦ ὀφθαλμοῦ παριστᾷ τὴν ἀπέναντι ἔδραν τοῦ κιβωτίου τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου,

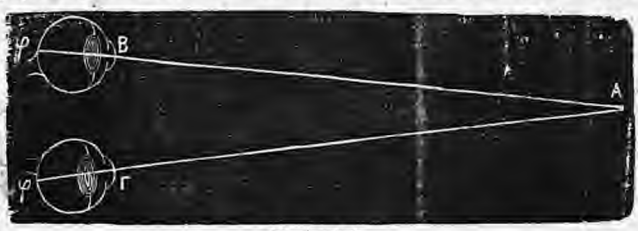


Σχ. 250

ἐφ' ἧς ἀπεικονίζονται τὰ εἴδωλα τῶν φωτοβόλων σωμάτων μικρὰ καὶ ἀνεστραμμένα. Ὅπως δὲ αἱ ἔδραι τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου εἶσι σκιεραὶ καὶ ἐσωτερικῶς μέλαιναι, οὕτω καὶ ὁ ὀφθαλμὸς φέρει ἐσωτερικῶς τὸν χοριοειδῆ χιτῶνα, ἐφ' οὗ ἐξαπλοῦται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον. Οὕτως ἐὰν φωτοβόλον ἀντικείμενον AB (σχ. 250, κεῖται ἐνώ-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πιον τοῦ ὀφθαλμοῦ, θεωρήσωμεν δ' ἓν τῶν σημείων τοῦ ἀντικειμένου τὸ Α, τοῦτο ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διέρχονται κατὰ πρῶτον τὸν κερατοειδῆ χιτῶνα, εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑδατοειδὲς ὑγρόν, ἔνθα ὑφίστανται πρώτην τινὰ διάθλασιν πρὸς τὴν κάθετον, εἶτα εἰσερχόμεναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακόν. Ἐντὸς αὐτοῦ, ἔχοντος μείζονα δείκτην διαθλάσεως, θλῶνται αἱ ἀκτῖνες πλησιάζουσαι πρὸς τὸν διοπτρικὸν ἄξονα τὸν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ διερχόμενον. Εἶτα εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑαλοειδὲς ὑγρὸν ἔνθα ὑφίστανται θλᾶσιν πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, διότι τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶνε ἧττον θλαστικὸν καὶ συνέρχονται εἴς τι σημεῖον *α* σχηματίζουσαι τὸ εἴδωλον τοῦ Α. Ὡσαύτως αἱ ἐκ τοῦ Β ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ *β* τὸ εἴδωλον τοῦ Β, οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἴδωλον *αβ* μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος, ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς καταλλήλως προσαρμοσθῇ.



Σχ. 251.

Εἴδομεν ὅτι ὀπτικὸς ἄξων καλεῖται ἡ εὐθεῖα ἡ ἑνοῦσα τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς μετὰ τοῦ κεντρικοῦ βοθρίου τῆς ὠχρᾶς κηλίδος. Ὅταν ἀτενίζωμεν φωτοβόλον τι σημεῖον (σχ. 251) Α, οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε οἱ ὀπτικοὶ οὗτοι ἄξονες νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α, σχηματίζοντες γωνίαν ΒΑΓ, ἥτις καλεῖται γωνία τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων.

Σχ. 252.

Ὀπτικὴ γωνία ἢ φαινομένη διάμετρος ἀντικειμένου καλεῖται ἡ γωνία ΑΟΒ (σχ. 252) ἡ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν δευτερευόντων ἀξόνων τῶν ἀγομένων ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς πρὸς τὰ πέρατα τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου μένῃ ἀκαθερά, ἡ ὀπτικὴ γωνία αὐξάνεται αὐξανομένου τοῦ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μεγέθους αὐτοῦ, ἀλλὰ διὰ τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον ἡ ὀπτικὴ γωνία ἐλαττοῦται αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως, ὡς τοῦτο καταφαίνεται, ὅταν τὸ ἀντικείμενον ΑΒ (σχ. 252) μετατεθῇ εἰς τὴν θέσιν Α′Β′, ὅτε ἡ ὀπτικὴ γωνία μεταβάλλεται ἀπὸ ΑΟΒ εἰς Α′ΟΒ′, ἤτοι ἐλαττοῦται. Ἐπειδὴ δ' αἱ ὀπτικαὶ γωνίαι δι' ἀντικείμενα εἰς μεγάλην ἀπόστασιν εὑρισκόμενα εἶνε μικραί, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι αἱ ἀποστάσεις ΟΓ καὶ ΟΓ′ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ὀπτικὰς γωνίας ΑΟΒ καὶ Α′ΟΒ′, ἤτοι

$$\frac{\text{ΟΓ}}{\text{ΟΓ′}} = \frac{\text{Α′ΟΒ′}}{\text{ΑΟΒ}}.$$

Ἕνεκα τούτου τὰ ἀντικείμενα φαίνονται σμικρυνόμενα, ὅταν ἀπομακρύνωνται ἀφ' ἡμῶν, διότι αἱ ὀπτικαὶ γωνίαι ἐλαττοῦνται· τὸ δὲ μέγεθος τοῦ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀπεικονιζομένου εἰδώλου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς ὀπτικῆς γωνίας.

Ἐκτίμησις τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν ἀντικειμένων. Πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως ἀντικειμένου πρέπει νὰ γνωρίζωμεν οὐ μόνον τὴν φαινομένην διάμετρον ἀλλὰ καὶ τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου· καὶ ἀντιστρόφως, γνωρίζοντες τὸ μέγεθος ἐκτιμῶμεν τὴν ἀπόστασιν. Ὅταν δὲ δὲν ἐκτιμῶμεν ἀκριβῶς τὸ μέγεθος, πλημμελῶς ἐκτιμῶμεν καὶ τὴν ἀπόστασιν, καὶ ἀντιστρόφως. Οὕτω γνωρίζοντες ἐκ πείρας τὸ ἀνάστημα ἀνδρὸς ἐκτιμῶμεν τὴν ἀπόστασιν, εἰς ἣν εὑρίσκεται, ἐκ τῆς ὀπτικῆς γωνίας. Ἀλλ' ἄγνωστον εἰς ἡμᾶς ἀντικείμενον ἂν ἐκλάβωμεν κείμενον εἰς ἀπόστασιν μείζονα τῆς πραγματικῆς, θὰ φαντασθῶμεν αὐτὸ καὶ μεῖζον τοῦ ἀληθοῦς· τοὐναντίον παρίσταται ἡμῖν μικρότερον τοῦ ἀληθοῦς ἀντικείμενον, πλημμελῶς ἐκλαμβανόμενον ὡς πλησίον ἡμῶν κείμενον. Ὁ ἥλιος καὶ ἡ σελήνη ἔχουσι τὴν αὐτὴν φαινομένην διάμετρον· μὴ ἐκτιμῶντες δ' ἀκριβῶς τὴν παμμεγίστην ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν τῶν οὐρανίων τούτων σωμάτων, ἀλλὰ θεωροῦντες αὐτὴν πλημμελῶς ἐλάσσονα τῆς ἀληθοῦς, ἐκλαμβάνομεν τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἰσομεγέθεις καὶ πολὺ μικροτέρους τοῦ ἀληθοῦς αὐτῶν μεγέθους.

Εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως συντελεῖ ὡσαύτως καὶ ἡ γωνία ΒΑΙ′ (σχ. 251) τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων, διότι, ὅταν ἀτενίζω-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μεν πλησιέστερα ἀντικείμενα, ἡ γωνία αὕτη αὐξάνεται, τοὐναντίον γίνεται ὀξυτέρα, ἐφ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνεται καὶ διὰ τὰ λίαν μεμακρυσμένα σώματα οἱ ἄξονες γίνονται σχεδὸν παράλληλοι. Ὅτι δ' ἡ γωνία τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων συντελεῖ πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως, ἀπόδειξις ὅτι διὰ τῶν δύο ὀφθαλμῶν κρίνομεν ἀσφαλέστερον περὶ τῆς ἀποστάσεως ἀντικειμένου ἢ δι' ἑνὸς καὶ μόνου ὀφθαλμοῦ.

Πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως ἀγνώστων ἡμῖν τὸ μέγεθος ἀντικειμένων συντελοῦσι καὶ τὰ παρακείμενα σώματα, ὧν γνωρίζομεν τὸ μέγεθος, οἷον ὅταν πλησίον μεμακρυσμένου ἀντικειμένου ἵσταται ἀνήρ. Συντελεῖ ὡσαύτως εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ ἡ εὐκρίνεια τῶν εἰδώλων, ἅτινα, αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως, ἀμαυροῦνται ἕνεκα τῆς ἐξασθενήσεως τοῦ φωτός, διερχομένου διὰ παχυτέρου στρώματος ἀέρος. Ὑπάρχουσι δὲ περιστάσεις, καθ' ἃς σπουδαίως ἀπατώμεθα οὐ μόνον εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν σχέσιν τῶν διαστάσεων. Οὕτω ἐκτιμῶμεν τὸ ὕψος οἰκίας ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ πλάτος μικρότερον τοῦ ἀληθοῦς. Ἂν π. χ. ἡ πρόσοψις οἰκίας ἔχῃ ὕψος καὶ ὁριζόντιον πλάτος ἴσα πρὸς ἄλληλα, ἐκτιμῶμεν τὸ ὕψος βραχύτερον τοῦ πλάτους. Ὁμοίως ὁ σφαιρικὸς οὐράνιος θόλος φαίνεται ἡμῖν πεπιεσμένος, ὁ δίσκος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης μείζων πλησίον τοῦ ὁρίζοντος, καὶ μικρότερος πρὸς τὸ κατακόρυφον.

Διόφθαλμος ὅρασις. Καίπερ ἔχοντες δύο ὀφθαλμούς, ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὁποίων σχηματίζεται τὸ εἴδωλον φωτοβόλου ἀντικειμένου, βλέπομεν ἓν μόνον ἀντικείμενον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦσι, παραδεχόμενοι ὅτι τὰ εἴδωλα εἰκονίζονται ἐπὶ σημείων φ, φ, ἀκριβῶς συστοίχων τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν χιτώνων (σχ. 251). Οὕτω, ὅταν διὰ τῶν ὀφθαλμῶν ἀτενίζωμεν πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον Α, στρέφομεν τοιουτοτρόπως τοὺς ὀπτικοὺς ἄξονας αὐτῶν, ὥστε τὰ εἴδωλα νὰ σχηματισθῶσιν εἰς σημεῖα σύστοιχα, ἅτινα μεταβιβάζουσιν εἰς τὸν ἐγκέφαλον μίαν καὶ μόνην ἐντύπωσιν. Ἂν δὲ πιέσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἕνα τῶν ὀφθαλμῶν, τότε τὰ εἴδωλα σχηματίζονται εἰς σημεῖα μὴ σύστοιχα, καὶ ἀντὶ ἁπλῶν βλέπομεν διπλᾶ τὰ ἀντικείμενα.

Ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Ἡ ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων, ἤτοι τῶν τριῶν αὐτῶν διαστάσεων, δύναται νὰ γίνῃ μόνον διὰ τῆς διοφθάλμου ὁράσεως· καὶ εἶνε μὲν ἀληθές, ὅτι ἀντιλαμβανόμεθα τῶν τριῶν διαστάσεων τῶν σωμάτων καὶ διὰ τῆς μονοφθάλμου ὁράσεως, ἀλλὰ τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς κτηθείσης συνηθείας καὶ ἐκ τῆς διανομῆς τοῦ φωτὸς καὶ τῶν σκιῶν ἐπὶ τοῦ σώματος.

Ὅταν τὸ ὁρώμενον ἀντικείμενον κεῖται εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν, τότε αἱ εἰκόνες αἱ ἐπὶ τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν σχηματιζόμεναί εἰσιν ἀνόμοιαι καὶ μὴ γεωμετρικῶς ἐφαρμόσι-

Σχ. 253.

μοι. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον διαδοχικῶς διὰ τῶν δύο ὀφθαλμῶν. Οὕτως ὀρθὴ βασιεξάγωνος πυραμὶς (σχ. 253) ἄνωθεν κατακορύφως ὁρωμένη, εἰς μὲν τὸν ἀριστερὸν ὀφθαλμὸν παρέχει τὴν ὄψιν A, εἰς δὲ τὸν δεξιὸν τὴν ὄψιν B, εἰς ἀμφοτέρους δὲ ταὐτοχρόνως τὴν ὄψιν Γ. Ἡ συγχώνευσις δὲ τῶν δύο εἰκόνων παρέχει ἡμῖν τὴν ἀντίληψιν τῶν τριῶν διαστάσεων τῆς πυραμίδος. Τοῦτο δ' ἀπέδειξεν ὁ Wheatstone δι' ὀργάνου, ὅπερ ἐκάλεσε *στερεοσκόπιον*.

Σχ. 254.

Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ ἐπὶ τὸ τελειότερον διεσκεύασεν ὁ Brewster, σύγκειται ἐκ τινος κιβωτίου ὑποδιηρημένου εἰς δύο μέρη, εἰς ἕκαστον τῶν ὁποίων τίθεται ἡ εἰκὼν ἀντικειμένου τινός, ἀλλ' εἰς τὸ A (σχ. 254) ὡς ὁρᾶται διὰ τοῦ ἑνὸς ὀφθαλμοῦ, καὶ εἰς τὸ B ὡς ὁρᾶται διὰ τοῦ ἑτέρου ὀφθλμοῦ. Τὰς εἰκόνας ταύτας ὁρῶμεν διὰ δύο πρισματικῶν φακῶν μ καὶ ν, τουτέστι διὰ δύο πρισμάτων, ὧν αἱ ἕδραι εἰσὶν ὀλίγον κυρταί. Οἱ δύο οὗτοι

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

πρισματικοὶ φακοί, οἵτινες χρησιμεύουσιν ὡς προσοφθάλμιοι φακοὶ εἰς τοὺς δύο ὀφθαλμούς, πρῶτον μὲν ἐκτρέπουσι τὰς ἀκτῖνας πρὸς τὴν βάσιν τῶν πρισμάτων, αὗται δ' εἰσερχόμεναι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν καὶ προεκβαλλόμεναι συναντῶνται εἰς τὸ Γ καὶ οὕτως ἑνοῦνται εἰς μίαν ἀντίληψιν αἱ δύο διάφοροι εἰκόνες Α καὶ Β. Τὸ φακοειδὲς τῶν πρισμάτων ἐπιφέρει τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ἁπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἡ ἐκ τῆς συγχωνεύσεως τῶν δύο εἰκόνων Α καὶ Β προελθοῦσα εἰκὼν Γ ταὐτοχρόνως μεγεθύνεται.

Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα. Ἐὰν στρέψωμεν ταχέως διάπυρον σῶμα, τοῦτο φαίνεται ὡς συνεχὴς φωτοβόλος ταινία κυκλοτερής. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρὰ ὑδατίνων νημάτων. Τροχὸς ἀκτινοφόρος ταχέως στρεφόμενος φαίνεται ὡς συνεχὴς δίσκος. Χορδὴ παλλομένη λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδές. Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος, ὁ φέρων τὰ ἑπτὰ χρώματα, ταχέως στρεφόμενος, φαίνεται λευκὸς ἢ τεφρόχρους. Ἐὰν ὅμως τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότει στρεφόμενον τροχὸν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσῃ ἀκριαῖον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκινητῶν, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν, ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινὴ ἐντύπωσις δὲν ἐκλείπει μετὰ τοῦ εἰδώλου, ἀλλὰ διατηρεῖται ἔτι ἐπί τινα βραχύτατον χρόνον, ἐνῷ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην ἐξηφανίσθη ἢ ἐξετοπίσθη. Ἡ διάρκεια τῆς ἐντυπώτεως εἶνε διάφορος, ἐξαρτᾶται δ' ἐκ τῆς εὐαισθησίας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου καὶ ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός, κατὰ τὰ πειράματα δὲ τοῦ Plateau ἀνέρχεται εἰς ἥμισυ δευτερόλεπτον κατὰ μέσον ὅρον.

Πολλαὶ ἁπλαῖ συσκευαί, οἷον τὸ φενακιστοσκόπιον, τὸ στροβοσκόπιον, τὸ ἀνορθοσκόπιον, ὁ τροχὸς τοῦ Faraday καὶ ἄλλαι, παράγουσι περίεργα φαινόμενα, ἑρμηνευόμενα διὰ τῆς διαρκείας ταύτης τοῦ ὀπτικοῦ αἰσθήματος.

Ὁ ἐρεθισμός, ὅστις ἐπέρχεται ἐπὶ ὡρισμένης χώρας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὑπὸ φωτοβόλου σώματος, ἐξαπλοῦται καὶ ἐπεκτείνεται ἐπὶ μείζονος χώρας καὶ οὕτω τὸ φωτοβόλον σῶμα φαίνεται κατά τι μεῖζον τοῦ ἀληθοῦς. Οὕτως ἂν ἐπὶ λευκοῦ μὲν χάρτου κατασκευά-

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

σωμεν μέλαν τετράγωνον, ἐπὶ μέλανος δὲ χάρτου ἰσομέγεθες λευκόν, τὸ δεύτερον τοῦτο τετράγωνον φαίνεται μεῖζον τοῦ πρώτου. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὸ πεφωτισμένον μέρος τῆς σελήνης φαίνεται ἐξέχον τοῦ λοιποῦ δίσκου αὐτῆς. Οἱ ἀστέρες μεγεθύνονται οὕτω, ἀλλ' ἡ περιβάλλουσα αὐτοὺς αἴγλη ἐξαφανίζεται διὰ τοῦ τηλεσκοπίου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐξαπλώσεως τοῦ ἐρεθισμοῦ εἶνε τοσούτῳ ἰσχυρότερον, ὅσῳ τὸ φωτοβόλον σῶμα ἔχει μείζονα λαμπρότητα.

Εἰς τὴν αὐτὴν κατηγορίαν ὑπάγονται καὶ τὰ εἴδωλα, ἅτινα βλέπομεν ἢ κλείοντες τὰ βλέφαρα ἢ ἀτενίζοντες εἰς σκοτεινὸν μέρος, ἀφοῦ προηγουμένως προσβλέψωμεν ἐπὶ ἰσχυροῦ φωτός, οἷον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἢ τοῦ ἡλιακοῦ. Τὸ εἴδωλον τοῦτο παράγεται, διότι ὁ ἐρεθισμὸς ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου δὲν παύει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ εἰσέτι ἐπὶ χρόνον τοσούτῳ μείζονα, ὅσῳ ἡ ἐντύπωσις ἦν διαρκεστέρα καὶ ἰσχυροτέρα καὶ ὅτε πρὸ τοῦ λαμπροῦ αἰσθήματος ὁ ὀφθαλμὸς διετέλει εἰς τελειότερον σκότος. Οὕτως ἐν σκοτεινοτάτῳ θαλάμῳ εὑρισκόμενοι ἐπί τινα χρόνον, ἐὰν αἴφνης ἀνοίξωμεν μικρὰν ὀπήν, δι' ἧς ὀλίγον διακεχυμένον φῶς νὰ εἰσέλθῃ, τοῦτο καίπερ ἀσθενές, δύναται νὰ προξενήσῃ ἐρεθισμὸν ἱκανὸν νὰ παραγάγῃ εἴδωλον ἐν τῷ σκότει.

Ἐὰν ὡσαύτως ἀτενίσωμεν ἐπί τινα χρόνον πρὸς ἰσχυρῶς φωτοβόλον σῶμα, οἷον τὸν ἥλιον, στρέψωμεν δὲ τὸ βλέμμα πρὸς λευκὸν παραπέτασμα φωτιζόμενον, βλέπομεν ἐπ' αὐτοῦ μέλαν εἴδωλον. Τοῦτο ἐξηγοῦσι, παραδεχόμενοι ὅτι μέρος τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ὅπερ ἐδέχθη τὸν ἐρεθισμὸν παρὰ τοῦ φωτοβόλου σώματος, ἀμβλύνεται καὶ καθίσταται ἧττον εὐπαθὲς ἐπί τινα χρόνον. Ὁμοίως ἐξηγοῦνται καὶ τὰ φαινόμενα, κσθ' ἃ, ὅταν ἀτενίσωμεν ἐρυθρὸν φωτοβόλον σῶμα βλέπομεν εἶτα ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἴδωλον πρασίνου χρώματος τὸ ὁποῖον ὡς γνωστὸν εἶνε τὸ συμπληρωτικὸν τοῦ ἐρυθροῦ.

Ὁμοίως, ἐὰν θαλάμου ἔχοντος δύο θυρίδας κλείσωμεν τὴν μίαν δι' ἐρυθροῦ χάρτου, τὴν δ' ἄλλην διὰ λευκοῦ, ἀτενίσαντες δὲ ἐπ ὀλίγον πρὸς τὴν δι' ἐρυθροῦ χάρτου κεκλεισμένην θυρίδα, προσβλέψωμεν δ' εἶτα πρὸς τὴν διὰ λευκοῦ χάρτου, φαίνεται ἡμῖν πράσινον τὸ ἐκ ταύτης εἰσερχόμενον φῶς.

Ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὄψεως. Καλεῖται ἀπόστασις τῆς εὐκρινοῦς ὄψεως ἡ ἀπόστασις, εἰς ἣν πρέπει νὰ κεῖται τὸ

ἀντικείμενον ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ πρὸς εὐκρινῆ ὄψιν αὐτοῦ. Ἡ ἀπόστασις αὕτη ἰσοῦται πρὸς 24 περίπου ὑφεκατόμετρα εἰς τοὺς ἔχοντας κανονικὴν ὅρασιν, καὶ εἶνε μείζων μὲν ταύτης εἰς τοὺς πρεσβύωπας μικροτέρα δ' εἰς τοὺς μύωπας. Καὶ τῶν μὲν πρεσβυώπων ὁ κρυσταλλοειδὴς φακὸς ἔχει κυρτότητα ἐλάσσονα τῆς κανονικῆς, τῶν δὲ μυώπων μείζονα τῆς κανονικῆς· καὶ διὰ τοῦτο οἱ μὲν πρῶτοι ἀπομακρύνουσι τὰ ἀντικείμενα ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, οἱ δὲ μύωπες πλησιάζουσιν αὐτὰ τῷ ὀφθαλμῷ, ὅπως τὸ εἴδωλον τοῦ ἀντικειμένου σχηματισθῇ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος. Ὅπως δὲ δυνηθῶσι καὶ οἱ μύωπες καὶ οἱ πρεσβύωπες νὰ βλέπωσιν εὐκρινῶς εἰς τὰς συνήθεις ἀποστάσεις τῆς εὐκρινοῦς ὄψεως τοῦ καλῶς ἔχοντος ὀφθαλμοῦ, μεταχειρίζονται καὶ οἱ μὲν καὶ οἱ δὲ διοπτῆρας, ἤτοι οἱ μὲν μύωπες φακοὺς ἀποκλίνοντας ἢ ἀποκεντρωτικούς, οἱ δὲ πρεσβύωπες φακοὺς συγκλίνοντας ἢ συγκεντρωτικούς.

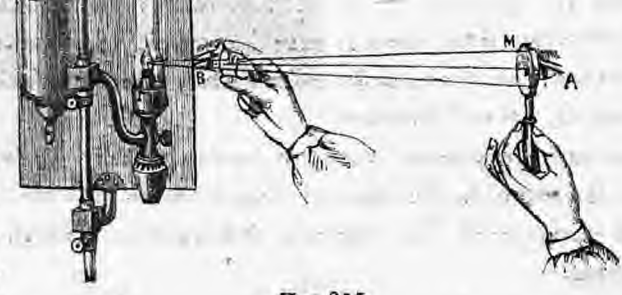
Προσαρμοστότης τοῦ ὀφθαλμοῦ. — Γινώσκομεν ἤδη, ὅτι τότε μόνον βλέπομεν εὐκρινῶς τὰ ἐκτὸς ἀντικείμενα, ὅταν τὸ εἴδωλον αὐτῶν σχηματίζηται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος. Ἀλλὰ τὰ διὰ φακοῦ παραγόμενα εἴδωλα πλησιάζουσι πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνονται ἀπ' αὐτοῦ, ὅταν τὸ ἀντικείμενον κεῖται ἀπωτέρω ἢ ἐγγυτέρω τοῦ φακοῦ· ἐν τούτοις ὁρῶμεν εὐκρινῶς τὰ διάφορα ἀντικείμενα, καίπερ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις εὑρισκόμενα, ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι ὁ βολβὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ δὲν διατηρεῖ ἀμετάβλητον σχῆμα, ἀλλὰ προσαρμόζεται ἑκάστοτε πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῶν ὁρωμένων ἀντικειμένων. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῆς μεταβολῆς τῆς κυρτότητος τῆς προσθίας ἐπιφανείας τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ ἀκτινωτοῦ μυός, ὅστις περιβάλλει περιφερικῶς τὸν κρυσταλλοειδῆ φακόν. Οὕτω κατὰ τὴν ὅρασιν τῶν ἐγγὺς ἀντικειμένων ἡ προσθία ἐπιφάνεια τοῦ κρυσταλλοειδοῦς γίνεται μᾶλλον κυρτὴ διὰ τῆς συστολῆς τοῦ ἀκτινωτοῦ μυός, κατὰ δὲ τὴν ὅρασιν τῶν πόρρω κειμένων φωτεινῶν σωμάτων ἧττον κυρτή· εἶνε δὲ γνωστὸν ὅτι, ἐὰν ἐνώπιον ἀντικειμένου θέσωμεν φακὸν κατὰ πρῶτον κυρτότερον, εἶτα δ' ἧττον κυρτόν, ὅπως σχηματισθῇ τὸ εἴδωλον καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν, πρέπει εἰς τὴν πρώτην μὲν περίπτωσιν τὸ ἀντικείμενον νὰ τεθῇ πλησιέστερον τοῦ κυρτοτέρου φακοῦ,

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

εἰς τὴν δευτέραν δὲ περίστασιν ἀπωτέρω τοῦ ἥττονος κυρτοῦ φακοῦ.

Περὶ τῆς μεταβολῆς δὲ τῆς κυρτότητος τοῦ κρυσταλλοειδοῦς πειθόμεθα διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος τοῦ Purkinje. Θέτομεν ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ ἄλλου τινὸς καὶ πρὸς τὰ πλάγια τὴν φλόγα λαμπάδος, ἱστάμενοι δ' ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους πλαγίως βλέπομεν σχηματιζόμενα ἐπὶ τοῦ φωτιζομένου ὀφθαλμοῦ τρία εἴδωλα τῆς φλογός, τὸ μὲν πρῶτον μικρὸν καὶ ὀρθὸν προερχόμενον ἐκ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κερατοειδοῦς, τὸ δεύτερον ὀρθὸν καὶ μεγαλείτερον προερχόμενον ἐκ τῆς προσθίας κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κρυσταλλοειδοῦς, τὸ δὲ τρίτον μικρότερον πάντων καὶ ἀνεστραμμένον προερχόμενον ἐκ τῆς ὄπισθεν κοίλης ἐπιφανείας τοῦ κρυσταλλοειδοῦς. Ἐὰν ὁ φωτιζόμενος ὀφθαλμὸς προσβλέψῃ κατὰ πρῶτον μὲν πρόσαντικείμενον μεμακρυσμένον εἶτα δὲ πρὸς πλησιέστατον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρῶτον εἴδωλον μένει ἀμετάβλητον τὸ δεύτερον σμικρύνεται ἀρκούντως, τὸ δὲ τρίτον κατ' ἐλάχιστον. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι κατὰ τὴν προσαρμοστότητα ἡ μὲν προσθία ἐπιφάνεια τοῦ κρυσταλλοειδοῦς καθίσταται ἀρκούντως κυρτοτέρα πρὸς τὸν κερατοειδῆ, ἡ δὲ ὀπισθία ὀλίγῳ κυρτοτέρα πρὸς τὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα.

Ὀφθαλμοσκόπιον. — Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς ἔρευναν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Σύγκειται ἐκ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου M (σχ. 255) ἐξ ὑάλου ἢ ἐκ μετάλλου ἔχοντος 20 ἕως 25 ὑφ. κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν καὶ φέροντος ἐν τῷ μέσῳ ὀπήν, ἧς ἡ διάμετρος ἰσοῦται πρὸς 2 χ.μ καὶ ἐκ συγκεντρωτικοῦ ἀχρωστικοῦ φακοῦ, ὃν κρατεῖ ὁ παρατηρητὴς Α ἐνώπιον τοῦ ὑπὸ παρατήρησιν ὀφθαλμοῦ Β.



Σχ. 255.

Πρὸς χρῆσιν τοῦ ὀργάνου τίθεται ὁ εἰς παρατήρησιν ὑποβαλλό-

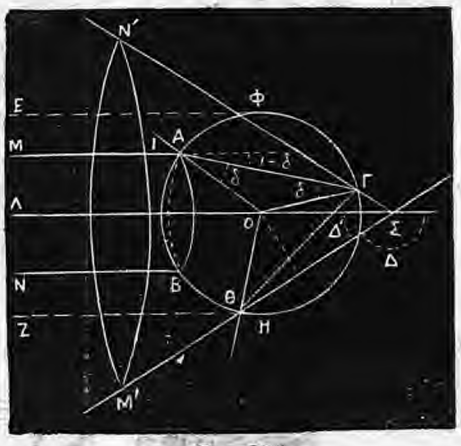
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

μενος ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ καὶ παρακειμένως τίθεται λαμπτήρ, οὗτινος ἡ βάσις φέρει διάφραγμα Ε, ὥστε νὰ μὴ προσπίπτῃ φῶς ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τοῦ ὑπὸ παρατήρησιν ὀφθαλμοῦ.

Ὁ παρατηρητὴς κρατῶν διὰ τῆς μιᾶς χειρὸς τὸν ἀνακλαστῆρα Μ διευθύνει αὐτὸν οὕτως, ὥστε νὰ συγκεντροῖ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ Β τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ τοῦ λαμπτῆρος πρὸς τὸν ἀνακλαστῆρα, διὰ τῆς ἄλλης δὲ χειρὸς τηρεῖ ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ Β τὸν φακὸν Ο. Διὰ τοῦ μέσου τούτου τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ φωτίζεται ἱκανῶς καὶ δύναται καλῶς νὰ ἐρευνηθῇ.

ΠΕΡΙ ΟΥΡΑΝΙΟΥ ΤΟΞΟΥ Η ΙΡΙΔΟΣ

Πορεία τοῦ φωτὸς ἐν ὑδατίνῃ σταγόνι. — Τὸ φαινόμενον τῆς ἴριδος προέρχεται ἐκ τῆς ἐνεργείας, ἣν αἱ σταγόνες τῆς βροχῆς ἐπιφέρουσιν ἐπὶ τοῦ φωτός. Ἐξετάσωμεν λοιπὸν τὴν ἀνάκλασιν καὶ διάθλασιν τῆς φωτεινῆς ἀκτῖνος ΜΑ (σχ. 256), ἥτις συναντᾷ ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως ι διαφανῆ σφαῖραν, ἧς ἡ ἀκτὶς ἔστω Ρ καὶ ν ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῆς ὕλης, ἐξ ἧς κατεσκευάσθη. Κατὰ τὴν εἴσοδον ἡ ἀκτὶς ΜΑ ὑφίσταται διάθλασιν κατὰ τὴν ΑΓ καὶ ἐκτρέπεται κατὰ τὴν γωνίαν ι — δ. Ὑφίσταται εἶτα μερικὴν ἀνάκλασιν κατὰ τὰ σημεῖα Γ καὶ Θ, καὶ καθ' ἑκάστην ἀνάκλασιν ἐκτρέπεται κατὰ τὴν γωνίαν $180^0 - 2\delta$, κατὰ τὴν ἔξοδον δὲ θλᾶται ἐκ δευτέρου καὶ ἐκτρέπεται ὡς καὶ κατὰ τὴν εἴσοδον ὑπὸ γωνίαν ι—δ. Ἂν ὑπέστη μ ἀνακλάσεις, ἡ ὁλικὴ ἐκτροπὴ Δ ἰσοῦται.



Σχ. 256.

(1) $\Delta = 2\iota - 2\delta + \mu\,(180^0 - 2\delta) = \mu 180^0 + 2\iota - 2\,(\mu + 1)\,\delta$

Ἕπεται ἐκ τούτου ὅτι τὸ σύνολον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἀποτελοῦσι τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου ΜΑΝΒ μεταβάλλονται μετὰ πολλὰς ἀνακλάσεις εἰς κῶνον Μ΄ΣΝ΄, οὗτινος

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ἡ μὲν γωνία τῆς κορυφῆς ἰσοῦται πρὸς $\mu 180^0 - \Delta$, ἡ δὲ κορυφὴ Σ εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν $\Sigma O = P \frac{\eta\mu\iota}{\eta\mu\Delta}$. Ἡ ἀπόστασις αὕτη μεταβάλλεται μετὰ τῆς προσπτώσεως ι· ἀλλ' ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ σταγὼν εἶνε ἐλαχίστη, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ κορυφὴ Σ συμπίπτει μετὰ τοῦ κέντρου Ο.

Ἐλαχίστη ἐκτροπή. Διὰ $\iota = 0$, $\Delta = \mu 180^0$. Τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως αὐξανομένης ἡ γωνία Δ ἐλαττοῦται. Δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν ὅτι ἐλαττοῦται μέχρις ἐλαχίστου τινὸς καὶ εἶτα αὐξάνεται. Καὶ ὄντως λαμβάνοντες τὴν διαφορικὴν τῆς ἐξισώσεως (1) ἔχομεν

$$d\Delta = 2d\iota - 2(\mu+1)\,d\delta = 0 \qquad d\iota = (\mu+1)\,d\delta$$

ἐξ ἄλλου μέρους ἔχομεν

$$\eta\mu\iota = \nu\eta\mu\delta \qquad \sigma\upsilon\nu\iota d\iota = \nu\sigma\upsilon\nu\delta d\delta$$

$$(\mu+1)^2\,\sigma\upsilon\nu^2\iota = \nu^2\left(1 - \frac{\eta\mu^2\iota}{\nu^2}\right) = \nu^2 - 1 + \sigma\upsilon\nu^2\iota$$

$$(\mu^2+2\mu)\,\sigma\upsilon\nu^2\iota = \nu^2 - 1$$

$$(2) \qquad \sigma\upsilon\nu\iota = \sqrt{\frac{\nu^2-1}{\mu^2+2\mu}}.$$

Ἡ γωνία ι εἶνε πραγματική, ἐὰν τὸ ν εἶνε μεῖζον τῆς μονάδος καὶ μικρότερον τοῦ $\mu+1$, ἤτοι μικρότερον τοῦ 2 διὰ μίαν ἐσωτερικὴν ἀνάκλασιν, μικρότερον τοῦ 3 διὰ δύο ἐσωτερικὰς ἀνακλάσεις καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὥστε ἡ γωνία ι εἶνε πραγματικὴ διὰ τὸ ὕδωρ, καὶ ἑπομένως θὰ ὑπάρχῃ μία τιμὴ τῆς ι, δι' ἣν ἡ γωνία Δ γίνεται μέγιστον ἢ ἐλάχιστον. Λαμβάνοντες τὴν δευτέραν παράγωγον εὑρίσκομεν ὅτι θὰ εἶνε ἓν ἐλάχιστον. Ὥστε εἰς κύλινδρος πλήρης ἀκτίνων ΕΦΖΗ προσπίπτων ἐπὶ τῆς σφαίρας μεταβάλλεται εἰς κῶνον πλήρη Ν'ΣΜ' ἐξ ἀκτίνων διαθλωμένων, οὗτινος κώνου δύναται νὰ ὑπολογισθῇ ἡ γωνία τῆς κορυφῆς $\Delta' = \mu 180^0 - \Delta$ διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως ἐν τῇ ἐξισώσει (1) τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως ι διὰ τῆς τιμῆς αὐτῆς ἐξαγομένης ἐκ τῆς ἐξισώσεως (2). Ἡ τιμὴ αὕτη μεταβάλλεται μετὰ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως ν, οὖσα διάφορος διὰ τὰς ἰσεις δεῖς ἀκτῖνας καὶ διάφορος διὰ τὰς ἐρυθράς. Ἀντικαθιστῶντες ἀντὶ

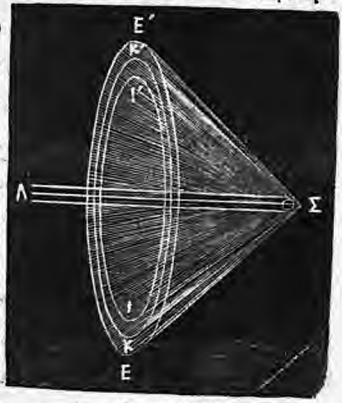
Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ν τὸ $\nu_1 = \frac{108}{81}$ τὸ $\nu_2 = \frac{109}{81}$ καὶ ὑποθέτοντες $\mu = 1,2,3$ εὑρίσκομεν τὰς ἐξῆς τιμὰς τοῦ Δ.

Ἐλάχισται τιμαὶ τοῦ Δ

μ	Δ_1	Δ_2
1	$180^0 - 42^0,10$	$180^0 - 40^0,22$
2	$2 \times 180 - 129,20$	$2 \times 180 - 125,48$
3	$3 \times 180 - 231,40$	$3 \times 180 - 227,08$
4	$4 \times 180 - 317,07$	$4 \times 180 - 310,07$

Ἐνεργοὶ ἀκτῖνες. 1ον) $\mu = 1$ (σχ. 257). Εἰς τὴν περίπτωσιν μιᾶς ἐσωτερικῆς ἀνακλάσεως αἱ μὲν ἰώδεις ἀκτῖνες σχηματίζουσι τὸν πλήρη κῶνον ΙΣΙ′, τοῦ ὁποίου ἡ γωνία τῆς κορυφῆς εἶνε ἴση πρὸς $40^0\,22'$, ἀλλ' ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ κώνου δὲν εἶνε ὁμοιομερής. Ἐπειδὴ δὲ ἡ τιμὴ μιᾶς συναρτήσεως μεταβάλλεται ἀνεπαισθήτως πλησίον τοῦ ἐλαχίστου, ἔπεται ὅτι ἡ γωνία Δ τηρεῖ τιμὴν αἰσθητῶς σταθερὰν καὶ ἴσην τῇ ἐλαχίστῃ δι' ἀκτῖνας, αἵτινες προσπίπτουσι καὶ εἰσδύουσιν εἰς τὴν σταγόνα ὑπὸ γωνίας προσπτώσεως αἰσθητῶς διαφερούσας. Ὥστε αἱ ἀκτῖνες αἱ λαμβάνουσαι τὴν διεύθυνσιν τῶν γενετειρῶν τοῦ κώνου, εἰσὶ πολυπληθέστεραι τῶν ἐν τῷ ἐσωτερικῷ αὐτοῦ κειμένων, ὥστε δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν, ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ φωτὸς εἶνε ὑπερτέρα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου ἢ εἰς τὸ ἐσωτερικόν. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων ὑπερβαίνουσι τὸν κῶνον τῶν ἰοειδῶν ἀκτίνων, οἵος ἐστὶν ὁ τῶν κιτρίνων ἀκτίνων ΚΣΚ′ (σχ. 257), πάντας δὲ περιβάλλει ὁ κῶνος τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων ΕΣΕ′. Ἐπειδὴ δ' ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἑκάστου κώνου ἡ πυκνότης τοῦ φωτὸς εἶνε μείζων, θὰ ὑπερέχῃ τῶν ἄλλων χρωμάτων καὶ θὰ εἶνε καταφανὲς ἕκαστον χρῶμα. Αἱ ἀκτῖνες αὗται, αἱ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν κώνων εὑρισκόμεναι, καλοῦνται *ἐνεργοὶ ἀκτῖνες*. Εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ἰώδους κώνου ΙΣΙ′ ὅλα τὰ χρώματα

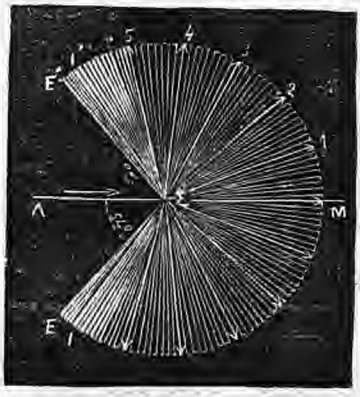


Σχ. 257.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τοῦ φάσματος μίγνυνται καὶ παράγουσι λευκὸν φῶς, ἀλλ' ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου τούτου ὑπερέχει τὸ ἰῶδες μεμιγμένον λευκῷ, ὡς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου ΚΣΚ′ ὑπερέχει τὸ κίτρινον μεμιγμένον ἐρυθρῷ καὶ χρυσοειδεῖ, καὶ τέλος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου ΕΣΕ′ ὑπάρχει συμπεπυκνωμένον ἐρυθρὸν φῶς ἀμιγές, πέραν δὲ δὲν ὑπάρχει φῶς.

2ον) μ=2 (σχ. 258). — Μετὰ δύο ἐσωτερικὰς ἀνακλάσεις τὸ φῶς ἐξέρχεται ἐκ τῆς στιγόνος. Διὰ γωνίαν προσπτώσεως ι=0 ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς Δ=360^0, ἤτοι ἡ κεντρικὴ ἀκτὶς ΛΟ (σχ. 256) ἀνακλωμένη δὶς ἐξακολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον αὐτῆς πορείαν κατὰ τὴν ΣΜ (σχ. 258). Ἂν ἡ γωνία ι αὐξάνηται, ἡ γωνία Δ ἐλαττοῦται ἀπὸ τῶν 360^0 μέχρι 129^0 0′ διὰ τὸ ἐρυθρὸν φῶς καὶ μέχρι 125^0 48′ διὰ τὸ ἰοειδές. Ὁ φωτεινὸς κῶνος ἔχει γωνίαν εἰς τὴν κορυφὴν μείζονα τῶν 90^0, τὸ δὲ μέρος τοῦ διαστήματος Ε′ΣΕ (σχ. 258), ὅπερ δὲν δέχεται φῶς, εἶνε ἐστραμμένον πρὸς τὴν φωτοβόλον πηγὴν Λ. Ὁ χῶρος οὗτος Ε′ΣΕ εἶνε κῶνος, οὗτινος ἡ γωνία τῆς κορυφῆς ἰσοῦται πρὸς 180^0—129^0 20′=50^0 40′ διὰ τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας καὶ 180^0—125^0 48′=54^0 12′ διὰ τὰς ἰώδεις. Καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην, ὡς καὶ εἰς τὴν προηγουμένην, αἱ ἐπιφάνειαι τῶν κώνων τούτων ἐμπεριέχουσι φῶς μᾶλλον συμπεπυκνωμένον καὶ ἐπομένως ἐξωτερικῶς μὲν θὰ ὑπάρχῃ κατὰ τὸ ΙΣΙ′ κωνικὴ ἐπιφάνεια ἐξ ἰώδους χρώματος μεμιγμένου μετὰ λευκοῦ, ἐσωτερικῶς δὲ ἡ κωνικὴ ἐπιφάνεια ΕΣΕ′ ἐξ ἀμιγῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων συγκειμένη.

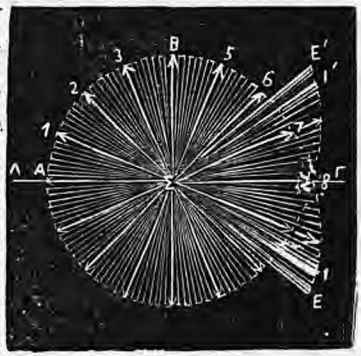


Σχ. 258.

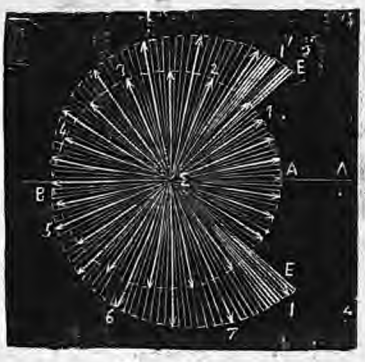
Μετὰ τρεῖς ἐσωτερικὰς ἀνακλάσεις παράγονται κῶνοι ἐστραμμένοι πρὸς μέρος ἀντίθετον ἐκείνου, πρὸς ὃ κεῖται ἡ φωτοβόλος πηγή, (σχ. 259) καὶ τὸ μὲν ἐρυθρὸν κεῖται πρὸς τὰ ἔξω, ὃς εἰς τὴν ἁπλῆν ἀνάκλασιν, τὸ δὲ ἰοειδὲς πρὸς τὰ ἔσω. Μετὰ τέσσαρας ἀνακλάσεις καὶ αὖθις οἱ κῶνοι στρέφονται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος (σχ. 260). Ἀλλὰ τὸ ἰῶδες κεῖται πρὸς τὰ ἔξω καὶ τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἔσω καὶ οὕτω καθεξῆς.

Δημόσιο Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

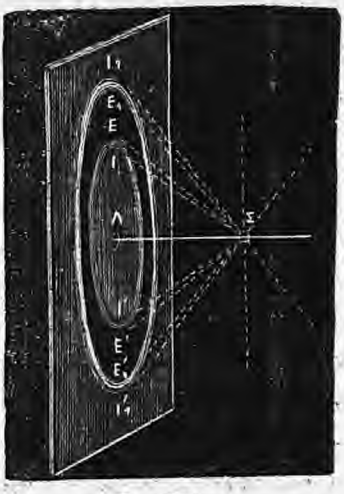
Πειραματικὴ ἀπόδειξις. — Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῶν ἀνωτέρω εἰσάγεται ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου διὰ μικρᾶς κυκλικῆς ὀπῆς Λ (σχ. 261) δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἥτις προσπίπτει ἐπὶ τοῦ ὑαλίνου σφαιριδίου Σ. Παρατηροῦντες τότε ἐπὶ πετάσματος καλύπτοντος τὴν θυρίδα, δι' ἧς εἰσέρχεται τὸ φῶς, βλέπομεν ὅτι προβάλλεται ἓν πρῶτον τόξον ΕΕ' Η' ἐρυθρὸν μὲν ἐξωτερικῶς ὑπὸ γωνίαν ΛΣΕ = 42° ἰόχρουν δὲ ἐσωτερικῶς ὑπὸ γωνίαν ΛΣΙ = 40°. Τὸ ἐρυθρὸν εἶνε ἀμιγὲς καὶ περιβάλλεται διὰ σκοτεινῆς ζώνης ΕΕ$_1$. Εἰς γωνιακὴν ἀπόστασιν ΛΣΕ$_1$ = 52° προβάλλεται δεύτερον τόξον προερχόμενον ἐκ δύο ἐσωτερικῶν ἀνακλάσεων, φέρον τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἔσω καὶ τὸ ἰοειδὲς πρὸς τὰ ἔξω. Τὰ λοιπὰ τόξα εἶνε ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀμυδρότερα καὶ ἐπὶ τέλους ἐξαφανίζονται.



Σχ. 259.



Σχ. 260.



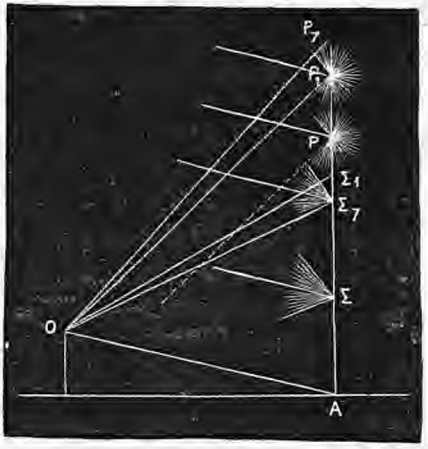
Σχ. 261.

Ἐξήγησις τῆς ἰριδος. — Τὸ μετέωρον τοῦτο ἐμφανίζεται εἰς πάντα παρατηρητὴν ἱστάμενον μεταξὺ νέφους μεταβαλλομένου εἰς βροχὴν καὶ τοῦ ἡλίου, ἀρκεῖ οὗτος νὰ φωτίζῃ τὸ νέφος καὶ τὸ ὕψος αὐτοῦ ὑπεράνω τοῦ ὁρίζοντος νὰ μὴ ὑπερβαίνῃ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τὰς 40 μοίρας. Σύγκειται ἐκ δύο διακεκριμένων τόξων, τοῦ ἐνὸς ἐσωτερικοῦ κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κώνου, ἔχοντος ἄξονα τὴν εὐθεῖαν ΟΑ τὴν ἑνοῦσαν τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ, καὶ ἄνοιγμα κατὰ τὴν κορυφὴν γωνίαν μεταβαλλομένην ἀπὸ 40^0 εἰς 42^0 ἀπὸ τοῦ ἰώδους μέχρι τοῦ ἐρυθροῦ. Τὸ δεύτερον τόξον περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα κείμενον παρουσιάζει τὸ ἐρυθρὸν πρὸς τὰ ἔσω ὑπὸ γωνίαν 52^0, καὶ τὸ ἰοειδὲς πρὸς τὰ ἔξω ὑπὸ γωνίαν 54^0. Τὸ ἐρυθρὸν ὡς ἀμυγὲς εἶνε ζωηρότερον, τὸ δὲ ἰοειδὲς ἀμυδρόν, ὡς μετὰ λευκοῦ μεμιγμένον.

Ἔστω Ο (σχ. 262) ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ, ΟΑ ἡ διεύθυνσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ΑΣ οἱαδήποτε εὐθεῖα κειμένη ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τοῦ Α. Δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι εἰς πᾶσαν στιγμὴν καὶ εἰς ἕκαστον τῶν σημείων τῆς εὐθείας ΑΣΡ ὑπάρχει ὑδατίνη σταγὼν σφαιρική. Ἔστω Σ μία ἐκ τούτων κειμένη εἰς θέσιν τοιαύτην, ὥστε ἡ εὐθεῖα ΣΟ ἡ ἑνοῦσα αὐτὴν μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ Ο νὰ σχηματίζῃ μετὰ τῆς ΟΑ γωνίαν ΣΟΑ ἐλάσσονα τῶν 40^0. Αὕτη ἐκπέμπει πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν Ο μῖγμα ὑπὸ ἴσας ποσότητας ὅλων τῶν ἁπλῶν χρωμάτων, ἅτινα ὑπέστησαν ἁπλῆν ἐσωτερικὴν ἀνάκλασιν. Ἐὰν θεωρήσωμεν σταγόνα Σ_7 τοιαύτην, ὥστε ἡ γωνία Σ_7ΟΑ νὰ εἶνε ἴση πρὸς 40^0, αὕτη θὰ ἐκπέμψῃ τὰς ἐπ' αὐτῆς προσπιπτούσας ἡλιακὰς ἀκτῖνας κατὰ κῶνον, οὗτινος ἡ Σ_7Ο εἶνε γενέτειρα. Κατὰ τὴν διεύθυνσιν δὲ τῶν γενετειρῶν τοῦ κώνου τούτου αἱ ἰώδεις ἀκτῖνες ἔχουσι μείζονα ἔντασιν καὶ θὰ ὑπερτερῶσιν ὅλων τῶν ἄλλων ἁπλῶν ἀκτίνων. Θὰ γίνῃ ἑπομένως ὁρατὸν ἐν ἰσχύρῳ τόξον ὑπὸ γωνίαν 40^0 ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν ΟΑ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἐρυθρὸν τόξον θὰ γίνῃ ὁρατὸν ὑπὸ γωνίαν ΑΟΣ_1 ἴσην πρὸς 42^0. Σταγὼν δὲ Ρ κειμένη ὑπεράνω τῆς Σ_7 δὲν ἐκπέμπει πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν Ο οὐδεμίαν



Σχ. 262.

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

τῶν ἀκτίνων ἐξ ὅτων ὑπέστησαν ἁπλῆν ἀνάκλασιν ἐντὸς αὐτῆς.

Ἐὰν ἡ γωνία POA εἶνε ἐλάσσων τῶν 50^0, ἡ σταγὼν αὕτη P θὰ ἐκπέμψῃ τὰς ἐπ' αὐτῆς προσπιπτούσας ἀκτῖνας, αἵτινες ὑπέστησαν ἐντὸς αὐτῆς διπλῆν ἀνάκλασιν ἐπὶ κωνικῆς ἐπιφανείας, καὶ δὲν δύνανται νὰ εἰσδύσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν O. Ὥστε ἀπὸ τοῦ Σ_1 μέχρι τοῦ P_1 θὰ ὑπάρχῃ ζώνη σκοτεινή. Ἐὰν ἡ σταγὼν P_1 κεῖται εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε ἡ γωνία P_1OA νὰ εἶνε ἴση πρὸς 51^0, αὕτη θέλει ἐκπέμψει πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν O ἀκτῖνας εὑρισκομένας ἐπὶ τῆς γενετείρας κώνου, αἵτινες οὖσαι πυκναὶ καὶ ἐνεργοὶ θὰ παράσχωσι τὸ ἐξωτερικὸν ἐρυθρὸν τόξον. Ἐὰν δ' ἡ σταγὼν P_7 εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἡ γωνία P_7OA νὰ εἶνε ἴση πρὸς 54^0, θὰ πραχθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν OP_7 τὸ ἰόχρουν τόξον.

Ἐπειδὴ ἐνεργοὶ τῆς ἴριδος ἀκτῖνες εἶνε μόνον αἱ ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ γωνίαν 40 ἕως 42 μοιρῶν, ἕπεται ὅτι αἱ ἀκτῖνες, ἃς ἐκπέμπουσιν αἱ σταγόνες ἐπὶ τῆς ἠρεμούσης ἐπιφανείας λίμνης, δὲν ἐγκλείουσι τὴν ἀπαραίτητον συνθήκην τοῦ παραλληλισμοῦ, καὶ ἐπομένως ἂν καὶ τὸ νέφος, ἐφ' οὗ ἀπεικονίζεται τὸ οὐράνιον τόξον, φαίνεται καὶ δι' ἀνακλάσεως ἐπὶ τῆς ἠρεμούσης ἐπιφανείας τῆς λίμνης, αὐτὸ τοῦτο τὸ οὐράνιον τόξον εἶνε ἀόρατον. Καὶ ὄντως προσβλέποντες ἐπὶ τῆς ἠρεμούσης ἐπιφανείας λίμνης, καθ' ἣν στιγμὴν οὐράνιον τόξον ἐμφανίζεται, βλέπομεν ἐπ' αὐτῆς ἀπεικονιζόμενον τὸν οὐρανόν, τὰ νέφη, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὸ οὐράνιον τόξον.

ΤΕΛΟΣ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΔΙΟΡΘΩΤΕΑ

Σελ.	Στίχ.			
2	— 10 καὶ 20	— ἀντὶ στηλίσκοι γράψον :		*στυλίσκοι*
13	— 17	» ὑπερβαίνει	»	*καὶ ὑπερβαίνει*
14	— 21	» ὑδράργυρος	»	*ὁ ὑδράργυρος*
22	— 17	» τηκουμένου	»	*τηκομένου*
25	— 23	» ἐμπεριέχοντος	»	*ἐμπεριέχοντας*
27	— 27	» συνελίσσεται μὲν		*συνελίσσεται*
28	— 20	» μάζα του	»	*μᾶζα αὐτοῦ*
71	— 1	» ἐν δὲ τῷ	»	*ἐν δὲ τῇ*
77	— 15	» κεκλιμμένως	»	*κεκλιμένως*
112	— 4	» κλίμαξ	»	*κλῖμαξ*
151	— 5	» διάφορον	»	*διάφορος*
168	— 2	» κῦβος	»	*κύβος*
169	— 15	» τινων	»	*τινῶν*
174	— 11	» ὄρεσιν	»	*ὄρεσι*
176	— 5,6,9	» πίπτον	»	*πῖπτον*
183	— 13	» ἀήρ, ὅστις	»	*ἀήρ ; Οὗτος*
184	— 5	» ἐμποδίζον	»	*ἐμποδίζει*
184	— 7	» ἀπέβαλον	»	*ἀπέβαλλον*
193	— 32	» ἥμισυ βαθμὸν	»	*ἥμισυ βαθμοῦ*
259	— 29	» Ε′Γ′Δ″	»	*Β′Γ′Δ″*
303	— 30	» συμπεραίνομεν	»	*συμπεραίνομεν ὅτι*
312	— 20	» ῥάβδωτιν	»	*ῥάβδωσιν* D
319	— 6	» ἴσως	»	*ἴσος*

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΚΙΝΗΤΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΕΡΟΙΑΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας