EN60

ПЕРЕПЛЕТНАЯ
З. ШВАРЦА и ШТОЛЬПА
ВЪ ОДЕССѢ

ΓΝΩΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΑΙ

ΦΥΣΙΚΗΣ.

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΥΠΟ

Ε. Μ. ΚΑΜΠΕΡ.



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΤΥΠΟΙΣ Π. Α. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ

(Ὁδὸς Εὐριπίδου παρὰ τὸ Βαρβάκειον Λύκειον.)

1862.

ΛΟΖΕΙΣ ΓΕΝΙΚΑΙ

ΦΥΣΙΚΗΣ.

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΥΠΟ

Ε. Μ. ΚΑΜΠΕΡ.

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΤΥΠΟΙΣ Π. Α. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ

(Οδός Εφταλίου παρά το Πυροβλείον Αγορών)

1852.

ΤΗΙ ΣΕΒΑΣΤΗΙ ΜΟΙ ΣΚΙΑΙ

Π. ΣΤΡΑΤΗΓΟΠΟΥΛΟΥ,

ΚΑΙ ΤΩΙ

ΠΡΟΣΦΙΛΕΙ ΜΟΙ ΟΜΑΙΜΟΝΙ

Γ. ΚΑΜΠΕΡ,

ΒΑΘΥΤΑΤΗΣ ΕΥΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΕΝΕΚΑ.

ΤΥΠΟΙΣ Π. Α. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ.



ΤΗΙ ΕΒΔΕΤΗΙ ΜΟΙ ΚΚΙΑΙ

Π. ΧΤΡΑΤΗΓΟΠΟΥΛΟΥ.

ΚΑΙ ΤΩΙ

ΠΡΟΣΦΙΛΕΙ ΜΟΙ ΟΜΑΙΜΟΝΙ

Γ. ΚΑΜΠΕΡ,

ΒΙΟΓΡΑΦΗΣ ΕΥΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΧΑΡΙΝ.

ΤΥΠΟΙΣ Π. Α. ΧΑΡΙΚΛΕΙΟΥ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.

Τὴν ἀνὰ χεῖρας φυσικὴν, ὡς καὶ μίαν στοιχειώδη χημείαν συνέταξα τὸ πρῶτον, ἐκ διαφόρων Εὐρωπαϊκῶν συγγραμμάτων καὶ μάλιστα νεωτέρων συλλέξας ἅπαντα, ἐπὶ σκοπῷ τοῦ νὰ χρησιμεύσωσι μόνον εἰς τὴν σπουδὴν τῶν ἰδίων ἐμαυτοῦ τέκνων· συλλογισθεὶς δ' ἔπειτα ὅτι τὸ ἔθνος σπαράζει βιβλίων τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, τοσοῦτον ἀναγκαίων διὰ τὴν ἀληθῆ πρόοδον καὶ τὸν πολιτισμὸν αὐτοῦ, ἀπεφάσισα τὴν διὰ τύπου δημοσίευσιν αὐτῶν. Δὲν πρόκειται λοιπὸν νὰ πλουτίσωμεν τὴν ἐπιστήμην μὲ νέας γνώσεις, ὡς τῶν τοιούτων ἔργων ὄντων μεγαλοφυΐας καὶ μακρᾶς πείρας, ἀλλὰ νὰ καταστήσωμεν ὅσον τὸ δυνατὸν κοινοτέρας εἰς τὸ ἔθνος τὰς ἐπιστημονικὰς γνώσεις ἐκείνας, ἀφ' ὧν κυρίως ἐξαρτᾶται ἡ ἀνάπτυξις καὶ προαγωγὴ τῶν τεχνῶν καὶ τῆς βιομηχανίας.

Ἡ φυσικὴ, εὐφυῶς εἶπε σοφός τις Γάλλος, εἶναι ἡ λογικὴ τῶν πραγματικοτήτων (La physique est la logique des réalités)· ὁ δὲ Πλάτων ποτὲ ἐρωτηθεὶς τί ἐκ τῆς φιλοσοφίας αὐτῷ περιγέγονε; τὸ μηδὲν θαυμάζειν ἀπεκρίνατο· ἀπάντησις ἐφαρμοζομένη κυρίως εἰς τοῦτο τὸ εἶδος τῆς φιλοσοφίας· ἀλλ' ὄχι μόνον δὲν χάσκει τις εἰς τὴν θέαν τοῦ ἀπλουστέρου φαινομένου μετὰ τὴν σπουδὴν τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, ἀλλ' ἀποκτᾷ καὶ τὴν ἱκανότητα τοῦ κατασκευάζεσθαι καὶ διευθύνειν διαφόρους μηχανὰς χρησίμους εἰς βιομηχανικὰς ἐργασίας, τὴν ναυτιλίαν, καὶ τὸ ἐμπόριον. Ἡ ἔλλειψις βιομηχανικῶν καταστημάτων ἐν Ἑλλάδι, εἰς τί ἄλλο δύναται ν' ἀποδοθῇ, εἰμὴ εἰς τὸν περιορισμὸν τῶν τοιούτων γνώσεων; ἐπειδὴ ὅταν ἦναι ἀνάγκη νὰ μεταφέρωνται μηχαναὶ ἐκ τῆς Εὐρώπης μὲ τόσην ἀξίαν, καὶ νὰ διευθύνωνται ἀκόμη ἀπὸ ξένας χεῖρας ἐπίσης δαπανηρὰς, δὲν βλέπει τις οὐδὲν ὄφελος εἰς τὸν Ἕλληνα κεφαλαιοῦχον καὶ κτηματίαν, εἰμὴ μόνον τὸν κίνδυνον τῶν ἰδίων ἑαυτοῦ καὶ ξένων κεφαλαίων. Ἕνεκα τούτου ἀναγκαζόμεθα ν' ἀγοράζωμεν ἀπὸ τοὺς δεινοὺς περὶ τὰ τοιαῦτα τὰ πλεῖστα τῶν ὅσων ἐν τῷ βίῳ ἔχομεν χρείαν, καὶ μάλιστα εἰς τὸν παρόντα πολυποίκιλον τοῦ συρμοῦ βίον, συγχωροῦντες οὕτω νὰ καρονίζηται

κατὰ μέγα μέρος τὸ ἐμπόριον ἡμῶν ἀπὸ τὸν ἐργοστασιάρχην τῆς Μαγχεστρίας καὶ τοῦ Λίβερπουλ· ἀνάγκη λοιπὸν τὸ ἔθνος νὰ συνοικειωθῇ καλῶς μὲ τὰς φυσικὰς ἐπιστήμας, νὰ καταντήσῃ δημώδης ἡ λογικὴ αὕτη τῶν πραγματικοτήτων, ὅπως καὶ ἡ ὑλικὴ ἡμῶν ὕπαρξις κατασταθῇ αὐτοτελεστέρα· ἀλλὰ τοῦτο, ὡς εἴπομεν, χρήζει καὶ ἀφθονίας συγγραμμάτων πραγματευομένων περὶ τῶν τοιούτων ἀντικειμένων· ἐπειδὴ αἱ μεταφράσεις καὶ ἀντιγραφαί, ἀμφότερα ὀπισθοδρομικά, καθίστανται ἐπαχθῆ καὶ εἰς τὸν διδάσκαλον καὶ τὸν μαθητήν· καὶ ἰδοὺ ὁ λόγος, νομίζω, δι' ὃν τὰ εὐαρεστότερα καὶ ὀνησιμώτερα μαθήματα ἢ παντάπασι παραμελοῦνται, ἢ ἀτελῶς σπουδάζονται ἀπὸ τὴν νεότητα τοῦ ἔθνους.

Ὑπάρχει ἓν μέρος τῆς φυσικῆς, χρήσιμον κυρίως εἰς τὰ βιομηχανικὰ ἐπαγγέλματα, ὅπερ ἐστὶ προσιτὸν καὶ ἐφικτὸν εἰς ἅπαντα σχεδὸν τὰ πνεύματα καθ' ὅσον προϋπιθέτει ὡς γνώσεις προηγουμένας μόνον τὴν χρῆσιν τῆς ἀριθμητικῆς, καί τινα δεξιότητα τοῦ πνεύματος πρὸς κατάληψιν τῆς σχέσεως τῶν πραγμάτων· τὸ μέρος τοῦτο τῆς ἐπιστήμης ἅπαντα ἐν γένει ὁ σπουδαστὴς εἰς τὴν παροῦσαν πραγματείαν, καὶ περὶ πλέον ἄλλας τινὰς γνώσεις θεωρητικὰς, προδιαθετούσας εἰς ὑψηλοτέρας σπουδὰς, αἵτινες ὅμως δύνανται καὶ νὰ παρατρεχθῶσιν ἀπὸ τὸν παραλείποντα τὸν ἄκμονα καὶ τὴν σφύραν νέον Ἕλληνα, καὶ μεταβαίνοντα εἰς ἀκρόασιν τοιούτων μαθημάτων, χωρὶς διὰ τοῦτο ν' ἀποτυγχάνῃ τοῦ σκοποῦ του. Τοιοῦτον ὡς πρὸς τὴν ὕλην τὸ πόνημα.

Καθ' ὅσον δ' ἀφορᾷ τὸ κατ' εἶδος ἐθηρεύσαμεν ὅσον τὸ δυνατὸν τὴν σαφήνειαν καὶ εὐληπτότητα· μόνον ἡ μετάγρασίς τινων ὅρων τεχνητῶν, διὰ τὸ ἀμόρφωτον εἰσέτι τῆς τεχνητῆς ἡμῶν γλώσσης, πιθανὸν νὰ μὴν ἐπέτυχεν ὅσον ἔδει· ἀλλὰ καὶ ὡς πρὸς τοῦτο ὁ σπουδαστὴς νομίζομεν, δὲν θὰ ἀπαντήσῃ τόσην δυσκολίαν· ἐπειδὴ καὶ αἱ λέξεις αὐταί εἰσι κατά τι δηλωτικαὶ τοῦ πράγματος, καὶ τὸ πρᾶγμα αὐτὸ δεικνύεται εἰς τὰ διάφορα σχήματα.

Ἐν Λέσβῳ, κατὰ Ἀπρίλιον 1862.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

—○○○—

1.

Φύσις ἐνταῦθα καλεῖται τὸ σύνολον ἐκείνων ὅσα ὑποπίπτουσιν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, ἢ τὸ σύνολον τῶν αἰσθητῶν ὄντων. Αἱ αἰσθήσεις εἶναι οἱ μεταξὺ τοῦ πνεύματος καὶ τῆς φύσεως αὐτῆς ἁρμόδιοι καὶ ἰδιάζοντες μεσῖται, αὗται ἀναγγέλλουσιν εἰς τὸ πνεῦμα τὴν παρουσίαν τῶν ἐκτὸς αὐτοῦ εὑρισκομένων ὄντων, δι' αὐτῶν ἐν ἐνὶ λόγῳ λαμβάνει γνῶσιν τοῦ ἔξω κόσμου.

Εἶναι ἀδύνατον ὁ νοῦς νὰ σχηματίσῃ τὴν ἰδέαν μέρους τινὸς τῆς φύσεως, ἂν μὴ πρότερον τοῦτο παρασταθῇ εἰς τὴν αἴσθησιν. « Οὐδὲν ἐν τῷ νῷ, ὃ μὴ πρότερον ἐν τῇ αἰσθήσει· » Ὁ ἐκ γενετῆς τυφλὸς λ. χ. δύναται διὰ τῆς ἁφῆς νὰ γνωρίσῃ τὸ σχῆμά τινος σώματος, ἀλλὰ δὲν ἔχει τὴν παραμικρὰν ἰδέαν χρώματός τινος, καθ' ὅσον ταῦτα δὲν δύνανται οὔτε διὰ περιγραφῆς νὰ γίνωσι καταληπτά, ἐπειδὴ τὸ κυανοῦν, ἢ τὸ ἐρυθρὸν τόσον ὀλιγώτερον περιγράφονται, ὅσον καὶ ὁ ἦχος ἢ ὁ χυμός.

Ὅταν λοιπὸν ὁ νοῦς θέλῃ νὰ γνωρίσῃ τὴν ἔξω φύσιν, ὀφείλει πρότερον διὰ τῶν αἰσθήσεων νὰ παρατηρήσῃ, νὰ πέμψῃ τοὺς ὑπηρέτας ἢ διερμηνεῖς αὐτοὺς εἰς τὸ ἄγνωστον ἐκεῖνο βασίλειον, καὶ κατὰ τὴν ἀγγελίαν αὐτῶν νὰ μορφώσῃ τὰς ἰδέας καὶ ἐννοίας του. Ματαίως ὁ ἄνθρωπος ἤθελε προσπαθήσει διὰ μόνης τῆς διανοητικῆς ὁδοῦ, νὰ διατυπώσῃ καὶ διασαφίσῃ τοὺς οὐσιώδης χαρακτῆρας τῆς φύσεως καθ' ὅλου ἢ ἐν μέρει. Ἡ πεῖρα αὕτη ἀπέδειξε καὶ ἡ ἱστορία μᾶς διδάσκει, ὅτι πολὺ ἀπεπλανήθησαν, ὅσοι καταφρονήσαντες τοὺς μνησθέντας ὁδηγοὺς, ἐτόλμησαν ἐκ τῶν προτέρων καὶ διὰ μόνης τῆς διανοητικῆς ὁδοῦ νὰ σπουδάσωσι καὶ κατανοήσωσι τὴν φύσιν.

2.

Ἐν ᾧ δὲ εἰκότως ἀποδίδομεν μεγίστην ἀξίαν εἰς τὰς κατ' αἴσθησιν ἰδέας καὶ ἀντιλήψεις, δέον νὰ ὁμολογήσωμεν καὶ τοῦτο· ὅτι ἡ ἀκριβὴς γνῶσις τῆς φύσεως δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ μόνας τὰς αἰσθή-

σεις· ὁ παῖς καὶ ὁ ἠλίθιος ὑπόκεινται, ὡς καὶ τὰ ἄλογα ζῶα, εἰς τὰς αἰσθητηρίους ἐντυπώσεις· ἀλλ' ἡ κατανόησις τῆς φύσεως κατὰ τοσοῦτον μᾶλλον ἀτελὴς γίνεται παρ' αὐτοῖς, ὅσον πλειότερον στεροῦνται τῆς προσηκούσης ἀναπτύξεως τοῦ πνεύματος, ὅπερ λαμβάνον τὰς κατ' αἴσθησιν αὐτὰς μερικὰς διατυπώσεις καὶ ἀντιλήψεις, τὰς θέτει ὑπὸ τὴν ἐποπτείαν τοῦ νοὸς, καὶ διὰ τῆς ἀναλύσεως, συγκρίσεως καὶ διατάξεως αὐτῶν, ἀποκτᾷ τελειοτέραν καὶ ἐπιστημονικὴν γνῶσιν τῶν ὄντων.

Ἡ μετὰ προσοχῆς γινομένη ἐξέτασις τῆς φύσεως λέγεται παρατήρησις· ἡ δὲ παρατήρησις ἐπὶ σκοπῷ νὰ λάβῃ τις γνῶσιν τοῦ πράγματος καλεῖται ἔρευνα. Ὅταν δὲ ἡμεῖς ἐκ προθέσεως διὰ μέσων τεχνητῶν, δι' ὀργάνων δηλ. καὶ σκευασμάτων ἐκπληρῶμεν συνθήκας τινὰς, ἵνα δυνάμεθα ἀκριβῶς νὰ παρατηρῶμέν τι, ἢ νὰ τὸ ἐπαναλαμβάνωμεν ὁσάκις θέλομεν, τοῦτο καλεῖται πειραματικὴ ἐξέτασις ἢ πείραμα.

3.

Ἅπαντα τὰ ἐκτὸς ἡμῶν ὄντα δὲν ἐνεργοῦσι συγχρόνως ἐπὶ ὅλων τῶν αἰσθητηρίων μας· τὸ ἐπενεργοῦν εἰς τὴν ἁφὴν ἐνταὐτῷ καὶ τὴν ὅρασιν, καλεῖται κυρίως σῶμα, ὡς οἱ λίθοι, τὰ φυτὰ, τὰ ζῶα.

Τὸ δὲ ὑποπίπτον εἰς μίαν μόνην αἴσθησιν λέγεται φαινόμενον, ὡς ἡ θερμότης, ἣς διὰ μόνης τῆς ἁφῆς ἀντιλαμβανόμεθα, τὸ φῶς, διὰ μόνης τῆς ὁράσεως, καὶ ὁ ἦχος, διὰ μόνης τῆς ἀκοῆς.

Τὰ σώματα πληροῦσι χῶρον, καὶ χρησιμεύουσι πρὸς καταμέτρησιν αὐτοῦ, ἐνῷ τὰ φαινόμενα πληροῦσι χρόνον, καὶ προσδιορίζουσιν ἢ διαιροῦσι τοῦτον διὰ τῆς ἐπαναλήψεως καὶ ἀκολουθίας.

Ἡ φύσις λοιπὸν ἐμφανίζεται πρὸς ἡμᾶς διὰ τῶν σωμάτων καὶ τῶν φαινομένων.

4.

Ἐὰν ἤδη ἐπιστήσωμεν τὴν προσοχὴν ἡμῶν ἐπί τινος τῶν σωμάτων αὐτῶν, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο δὲν παρουσιάζεται εἰς ἡμᾶς πάντοτε κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, ἀλλ' ὅτι νῦν μὲν τὸν χῶρον μεταβάλλει, νῦν δὲ τὸ σχῆμα, καὶ ἄλλοτε τὸ χρῶμα, ἐν ἑνὶ λόγῳ εἰς ἕκαστον σῶμα συμβαίνουσιν ἀλλοιώσεις καὶ μεταβολαί.

Ἀλλὰ τίς ἡ αἰτία τῶν μεταβολῶν αὐτῶν, εἰς ἃς τὰ σώματα ἀδιαλείπτως ὑπόκεινται; εἰς τὴν προκειμένην ἐρώτησιν ἀπαντῶμεν διὰ τοῦ ἑπομένου παραδείγματος.

Ἐπὶ τῆς γῆς κεῖται λίθος τις· τοῦτον λαμβάνω διὰ τῆς χειρός μου καὶ τὸν αἴρω εἴς τι ὕψος· ἐνταῦθα φανερὸν ὅτι ὁ λίθος μετέβαλε τὴν θέσιν του, ὅτι ἔκαμε μίαν κίνησιν πρὸς τὰ ἄνω· ὁ λίθος εἶναι τὸ σῶμα, ἡ κίνησις τὸ φαινόμενον· ἀλλὰ τίς ἡ αἰτία τοῦ φαινομένου αὐτοῦ; ἀναμφιβόλως ἕκαστος γινώσκει ὅτι, εἰς τὴν περίστασιν ταύτην, αἰτία εἶναι ἡ ἰδία μου θέλησις, ἡ ἰδία μου ἐνέργεια, ἡ ποιήσασα τὸν λίθον νὰ μεταβάλῃ τὴν θέσιν του· ἀλλὰ τί συμβαίνει, ὅταν ἐγὼ ἀφήσω αὐτὸν ἐκ τῆς χειρός μου; μένει μετέωρος ἐκεῖ ὅπου εὑρεθῇ; ὄχι βέβαια· ἀλλ' εἰς τὴν στιγμὴν ἅμα ἀφεθῇ τῆς χειρός μου πίπτει κατὰ γῆς.

Ἐνταῦθα παρατηρεῖται φαινόμενόν τι κινήσεως, ἀνεξάρτητον ὅλως τῆς ἐμῆς θελήσεως καὶ ἐνεργείας, καὶ τοῦτο δεικνύουσιν ἅπαντα τὰ ὑλικὰ σώματα εἰς παρομοίαν περίπτωσιν εὑρεθέντα, ὡς ἡ πεῖρα μᾶς διδάσκει.

Ἀναγκαίως λοιπὸν πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ἐκτὸς ἡμῶν αἰτία τις, παράγουσα τὸ φαινόμενον αὐτὸ τῆς πτώσεως τῶν διαφόρων σωμάτων, ἐνεργοῦσα ἀοράτως, καὶ ἀνήκουσα εἰς τὴν φύσιν αὐτήν.

Ἡ τοιαύτη ἀνεξάρτητος τῆς ἀνθρωπίνης θελήσεως αἰτία φαινομένου τινὸς καλεῖται δύναμις, ἢ φυσικὴ δύναμις· οὕτω π. χ. ἡ θεωρουμένη ὡς αἰτία τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων δύναμις ὀνομάζεται ἰδίως ἔλξις ἢ βαρύτης.

Ἡ πληθὺς καὶ ποικιλία τῶν φαινομένων δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ μέγαν ἀριθμὸν δυνάμεων· διότι ἐκ τῆς πείρας πληροφορούμεθα ὅτι μία καὶ ἡ αὐτὴ δύναμις δύναται νὰ παραγάγῃ πολλὰ καὶ διάφορα φαινόμενα· αἱ δὲ κυρίως φυσικαὶ δυνάμεις, ἐξ ὧν ἅπαντα τὰ φαινόμενα, εἶναι ὀλίγισται τὸν ἀριθμόν, ὡς ἐφεξῆς θέλομεν ἴδει.

5.

Ἡ σπουδὴ λοιπὸν τῆς φύσεως, ἢ τοῦ φυσικοῦ κόσμου συνίσταται εἰς τὴν σπουδὴν τῶν διαφόρων σωμάτων καὶ φαινομένων· τὸ δὲ σύνολον αὐτῶν τῶν γνώσεων ἀποτελεῖ τὴν φυσικὴν ἱστορίαν, ἢ

φυσικὴν ἐπιστήμην· καὶ ἡ μὲν γενικὴ φυσικὴ ἐπιστήμη διαιρεῖται εἰς δύο κεφαλαιώδη μέρη, τὴν ἐπιστήμην τῶν σωμάτων, καὶ τὴν τῶν φαινομένων, ἐξ ὧν ἡ μὲν πρώτη, ἥτις καὶ κυρίως φυσικὴ ἱστορία λέγεται, περιλαμβάνει τὴν ὀρυκτολογίαν, βοτανικὴν, καὶ ζωολογίαν· ἡ δὲ δευτέρα τὴν κυρίως φυσικὴν, χημείαν, καὶ φυσιολογίαν. Πρὸς διασάφησιν δὲ καὶ εὐκρινῆ κατάληψιν τῆς ὑποδιαιρέσεως τῆς γενικῆς φυσικῆς εἰς τοὺς μερικοὺς αὐτοὺς κλάδους, τοὺς ἀποτελοῦντας τὰς φυσικὰς λεγομένας ἐπιστήμας, ἐξηγούμεθα διὰ παραδειγμάτων, καὶ προλαμβάνοντες λέγομεν, ὅτι ἡ διαίρεσις αὕτη στηρίζεται εἰς τὴν ὁμοιότητα καὶ ἀνομοιότητα τῶν διαφόρων σωμάτων καὶ φαινομένων· οὕτω π. χ. ἐκ τῶν μυρίων σωμάτων τῶν περικυκλούντων ἡμᾶς ἂς λάβωμεν τεμάχιον χάλυβος, ἢ κιμωλίας γῆς, ἔτι δὲ τεμάχια θείου ἢ γαιάνθρακος, τὸν κοινὸν κεράμιον πηλὸν, ἢ ἄλλην τινὰ παρομοίαν ὕλην· τὰ σώματα ταῦτα, καί τοι διάφορα πρὸς ἄλληλα, ἔχουσιν ὅμως τοῦτο κοινὸν, ὅτι τὰ μόρια ἑκάστου ὁμοειδῆ ὄντα, διάκεινται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐντὸς τῆς ὅλης μάζης, καὶ τὸ μέρος ὡς πρὸς τὸ ὅλον δὲν παρουσιάζει οὐδεμίαν οὐσιώδη διαφοράν· ταῦτα δὲ αὐξάνουσιν ἢ τρέφονται, νὰ εἴπω οὕτω, ἔξωθεν κατὰ προσθήκην ἢ ἐπίθεσιν τῶν μορίων. Οὕτω λοιπὸν ὑπάρχουσι σώματα συγκείμενα ἐξ ὁμοειδῶν μερῶν διατεταγμένων, κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καθ' ὅλην αὐτῶν τὴν μάζαν, ἐξ ὧν οὐδὲν διακρίνεται μὲ ἰδιαιτέραν μορφὴν καὶ πρὸς ἰδιάζοντά τινά σκοπόν. Καὶ ταῦτα τὰ σώματα καλοῦμεν ὀρυκτὰ, τὸ δὲ μέρος τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν τὸ πραγματευόμενον περὶ αὐτῶν ὀρυκτολογία.

Ἐὰν δὲ μετὰ ταῦτα ὑποβάλλωμεν εἰς τὴν παρατήρησιν ἡμῶν δένδρον, ἢ θάμνον, ὡς καὶ τὰ ἀπαρτίζοντα ταῦτα μέρη· οἷον τὰ ἄνθη, τὰ φύλλα, καὶ τὰς ῥίζας, ἀνακαλύπτομεν οὐσιώδεις διαφορὰς μεταξὺ αὐτῶν καὶ ἐκείνων τῶν σωμάτων δηλ. ὅτι τὰ μέρη τῶν τελευταίων ἔχουσι σχῆμά τι, χρῶμα καὶ παχύτητα· καὶ ὅτι ἕκαστον τούτων ἐν ᾧ ἔχει ἴδιόν τι σχῆμα, εἶναι καὶ ὡρισμένον πρὸς ἴδιόν τινα σκοπὸν, ὡς π. χ. τὰ μὲν πρὸς θρέψιν, αὔξησιν καὶ διατήρησιν τοῦ ἀτόμου, τὰ δὲ πρὸς διάδοσιν καὶ διατήρησιν τοῦ εἴδους, καὶ

ὅτι δὲν δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν ὀρθὴν καὶ πλήρη ἰδέαν τοῦ ὅλου, ὅταν ἓν μέρος μόνον αὐτοῦ σπουδάσωμεν, ἐν ᾧ τὸ ἐναντίον συμβαίνει εἰς τὰ μνησθέντα ἀνόργανα ὄντα· ὅταν δὲ δι' ἐνόπλου ὀφθαλμοῦ ἐξετάσωμεν τὸ ἐσωτερικὸν τῆς ῥίζης, τοῦ φλοιοῦ, καὶ τῶν φύλλων δένδρου τινὸς, ἀνακαλύπτομεν τὴν θαυμασίαν κίνησιν διαφόρων χυμῶν κυκλοφορούντων ἐν αὐτοῖς, καὶ ὅτι ἕνεκα τούτων καὶ διὰ τούτων ῥευστὰ ἐξατμίζονται καὶ ἀπορροφῶνται· ἀλλ' ἐκτὸς τούτων δὲν παρατηροῦμεν οὐδεμίαν αὐτόματον κίνησιν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον εἰς τὰ δένδρα, θάμνους, καὶ χόρτα· ὁ ἄνεμος σαλεύει καὶ κινεῖ τοὺς κλώνους καὶ τὴν κορυφὴν τῆς δρυὸς, ἀφ' ἑαυτῆς οὐδὲ τὸ παραμικρὸν φύλλον δύναται νὰ κινήσῃ· ὁ ἄνεμος καὶ ὁ γεωργὸς ῥίπτουσι τὸν σπόρον ἐπὶ τῆς γῆς, ὅστις ριζοῦται καὶ βλαστάνει εἰς τὸν αὐτὸν τόπον. Τὰ τοιαῦτα λοιπὸν σώματα, ὧν τὰ μέρη ἔχοντα ἴδιόν τι σχῆμα καὶ μορφὴν, ἔχουσι καὶ ἰδιάζοντά τινα σκοπὸν, στεροῦνται δὲ ἐλευθέρας ἐξωτερικῆς κινήσεως, καλοῦνται φυτὰ, καὶ ἡ τούτων ἐπιστήμη φυτολογία ἢ βοτανική· ἀλλ' ὑπάρχει καὶ τρίτον εἶδος σωμάτων, ὧν τὰ μέρη ἔχουσιν, ὡς καὶ ἐν τοῖς φυτοῖς, ἴδιόν τι σχῆμα καὶ ἰδιάζουσάν τινα λειτουργίαν, ἐν αὐτοῖς δὲ λαμβάνουσι χώραν καὶ ἰδιαίτεραί τινες κινήσεις, ὡς καὶ ἐν ἐκείνοις, ἀλλὰ δὲν συγκαταλέγονται εἰς τὸν ἀριθμὸν τῶν φυτῶν, διότι ταῦτα κινοῦνται ἀφ ἑαυτοῦ των, καὶ διὰ τῆς κινήσεως αὐτῆς οὐ μόνον τὴν θέσιν καὶ στάσιν τῶν ἰδίων αὐτῶν μερῶν δύνανται νὰ μεταβάλλωσιν, ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τόπου εἰς τόπον δι' ὅλου τοῦ σώματος μεταβαίνουσι. Τὰ σώματα δὲ ταῦτα, ὧν τὰ μέρη ἰδίαν τινὰ μορφὴν ἔχοντα πρὸς ἰδιάζουσάν τινα λειτουργίαν χρησιμεύουσι, καὶ ἐλευθέραν ἐξωτερικὴν κίνησιν ἔχουσι, καλοῦνται ζῶα, καὶ ἡ τούτων ἐπιστήμη Ζωολογία· πρὸς διάκρισιν δὲ πλειοτέραν καλοῦμεν τὰ μὲν πρῶτα ἀνόργανα, τὰ δὲ δύο τελευταῖα ἐνόργανα ἢ ὀργανικά. Σύμπασα δὲ ἡ ὑπηρεσία καὶ λειτουργία τῶν μερῶν φυτοῦ τινος ἢ ζώου ἀποτελεῖ τὴν λεγομένην ζωήν· ὅθεν καὶ πάντα πρὸς διάκρισιν τῶν ὀρυκτῶν ἢ τῆς ἀδρανοῦς ὕλης καλοῦνται ζῶντα ἢ ζῶσα φύσις.

6.

Καὶ ἡ ἐπιστήμη τῶν φαινομένων δύναται νὰ διαιρεθῇ εἰς πολλὰ μέρη, ἀλλ' ἡ αὐτὴ θεωρία δεικνύει, ὅτι καὶ τὰ φαινόμενα ἐν γένει τρία συστήματα ἀποτελοῦσιν, ἕκαστον μὲ κοινὸν καὶ ἰδιάζοντα χαρακτῆρα, ὡς ἐκ τῶν ἀκολούθων παραδειγμάτων γίνεται δῆλον.

Κρούων μὲ τὴν σφύραν, π. χ. κώδωνα, παράγω ἦχόν τινα· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν μὲ τὸ τόξον τρίβω τεταμένην χορδήν. Ἡ φακοειδὴς ὕελος, ὄχι μόνον μεγεθύνει τὰ δι' αὐτῆς ὁρώμενα ἀντικείμενα, ἀλλ' ἡ αὐτὴ συγκλίνουσα τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ἀνάπτει καὶ καίει τὰς καυσίμους ὕλας. Τὰ εἰς ὕψος τι αἰρόμενα σώματα, καὶ ἀφινόμενα ἐλεύθερα, πίπτουσι κατὰ γῆς. Ἡ ἰσχυρῶς τεταμένη νευρὰ τοῦ τόξου μεταδίδει εἰς τὸ βέλος κίνησιν, ὄχι μικρᾶς ταχύτητος. Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον μεταβάλλεται εἰς ἀτμόν, ψυχρύμενον δὲ λαμβάνει τὴν πρώτην αὐτοῦ σύστασιν· ἐνταῦθα ἔχομεν πολλὰ καὶ διάφορα φαινόμενα, δηλ. τὸν ἦχον, τὴν μεγέθυνσιν, τὴν καῦσιν, τὴν πτῶσιν, τὴν ἀτμώδη κατάστασιν κτλ. ὅσον ὅμως διάφορα καὶ ἂν ὦσι τὰ φαινόμενα ταῦτα, ἅπαντα ἔχουσι τοῦτο κοινὸν πρὸς ἄλληλα, ὅτι τὰ σώματα ἀφ' ὧν ταῦτα διενεργοῦνται, ἢ δι' ὧν ἡμεῖς προκαλοῦμεν αὐτά, δὲν πάσχουσιν οὐδεμίαν οὐσιώδη καὶ μόνιμον μεταβολήν, ὡς πρὸς τὴν ὑλικήν των σύνθεσιν, ἀλλὰ τροποποίησίν τινα προσωρινήν. Ἡ φακοειδὴς ὕελος, ὁ ἠχῶν κώδων καὶ ἡ χορδή, ὁ καυστικὸς καθρέπτης, ὁ πίπτων λίθος, ἡ νευρὰ τοῦ τόξου, ἅπαντα μένουσιν ἀμετάβλητα, καὶ οὐδεμίαν τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν ἀποβάλλουσιν· ὅθεν ἔχομεν φαινόμενα ἄνευ οὐσιώδους καὶ μονίμου μεταβολῆς τῶν σωμάτων, δι' ὧν ταῦτα προκαλοῦνται, καὶ ὀνομάζονται φαινόμενα φυσικά· ἡ δὲ τούτων ἐπιστήμη Φυσική.

Διαφέρουσι δὲ οὐσιωδῶς ταῦτα ἀπὸ ἄλλην τινὰ σειρὰν φαινομένων, περὶ ἧς λέγομεν ἐφεξῆς. Ὅταν ἐγὼ καίω ἄνθρακα π. χ. τεμάχιον ξύλου ἢ θείου, τὰ σώματα αὐτὰ ἀφανίζονται καθ' ὁλοκληρίαν, μεταβαίνουσιν εἰς μίαν κατάστασιν, ἐν ᾗ δὲν ὑπάρχουσι πλέον μὲ τὰς πρώτας των ἰδιότητας· ὅταν ἡ ψάμμος καὶ ἡ πότασσα ἡνωμένα ὑψωθῶσιν εἰς βαθμόν τινα θερμοκρασίας καὶ διαλυθῶσιν, ἀμ-

φότερα συγχωνευόμενα ἀποτελοῦσι τρίτον σῶμα τὴν ὕελον, ἐν ᾗ οὐδὲν τῶν δύο ἐκείνων σωμάτων διακρίνεται· ἔτι παραδοξότερον συμβαίνει ὅτε τὸ θεῖον καὶ ὁ ὑδράργυρος διὰ τοῦ πυρὸς χωνευθῶσιν, καὶ ἀντὶ τοῦ ὠχροῦ θείου, καὶ τοῦ ἀργυροχρόου ὑδραργύρου ἔχει τις μόνον τὸ ἐρυθρὸν κιννάβαρι. Μυρία ἄλλα παραδείγματα δύναταί τις ν' ἀναφέρῃ ἐξ ὧν καταφαίνεται, ὅτι τὰ πρὸς παραγωγὴν τοιούτων φαινομένων χρησιμεύοντα σώματα πάσχουσιν οὐσιώδη τινὰ ἀλλοίωσιν καὶ μεταβολὴν, καὶ εἰς τόπον ἐκείνων ἕτερα σώματα μὲ πάντη διαφόρους ἰδιότητας ἀναφαίνονται. Τὰ φαινόμενα λοιπὸν ταῦτα, τὰ ὡς ἐκ τῆς συνθέσεως καὶ ἀποσυνθέσεως τῶν σωμάτων προκύπτοντα μὲ οὐσιώδη καὶ μόνιμον μεταβολὴν τῶν εἰς ταῦτα χρησιμευόντων σωμάτων καλοῦνται χημικὰ, καὶ ἡ τούτων ἐπιστήμη Χημεία. Τέλος ὑπάρχει τρίτον εἶδος, ἡ μία τρίτη σειρὰ φαινομένων φύσει διάφορος τῶν προηγουμένων ἅτινα κυρίως ζωϊκὰ φαινόμενα λέγονται· διότι μόνον ἐν τοῖς ζῶσιν, ὡς εἶναι τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῶα παρατηροῦνται: τοιαῦτά εἰσι π. χ. ἡ αὔξησις τούτων, ἡ κίνησις καὶ κυκλοφορία τῶν διαφόρων ῥευστῶν· ἡ λῆψις καὶ μετουσίωσις τῶν τροφίμων, ἢ τὰ φαινόμενα τῆς πέψεως, θρέψεως, κυκλοφορίας κτλ. Τὰ τοιαῦτα φαινόμενα τῆς ζώσης φύσεως καλοῦνται φυσιολογικά· καὶ ἡ τούτων πραγματεία φυσιολογία

Συγκεφαλαιοῦντες δὲ ἅπαντα τὰ προεκτεθέντα μέρη τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν ἔχομεν τὸν ἀκόλουθον συνοπτικὸν πίνακα.

Α'. Ἐπιστῆμαι τῶν φαινομένων			Β'. Ἐπιστῆμαι τῶν σωμάτων.		
Ἄνευ μεταβολῆς τῶν σωμάτων, ὡς πρὸς τὴν ὑλικήν των σύνθεσιν.	Μετὰ μεταβολῆς τῶν σωμάτων.	Ἐπὶ τῶν ζώντων σωμάτων.	Ὅσων ἡ μάζα συγκειται ἐξ ὁμοειδῶν μορίων.	Ὅσα ἐξ ἑτεροειδῶν ἄνευ ἐλευθέρας κινήσεως.	Ὅσα ἐξ ἑτεροειδῶν καὶ μετ' ἐλευθέρας κινήσεως.
Φυσική.	Χημεία.	Φυσιολογία.	Ὀρυκτολογία.	Βοτανική.	Ζωολογία.

7.

Ἡ τάξις, καθ' ἣν οἱ διάφοροι οὗτοι κλάδοι τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν πρέπει νὰ σπουδάζωνται δὲν εἶναι ἀδιάφορος. Εἶναι πολὺ συμφερώτερον διὰ τὸν μαθητὴν νὰ συνοικειῶται πρῶτον μὲ τὰ γενικὰ φαινόμενα καὶ τοὺς νόμους αὐτῶν, ὡς ἀπαντώμενα εἰς τὴν θεωρίαν παντὸς σχεδὸν ὑλικοῦ ὄντος. Ἔπειτα καὶ εἰς τὸ ἀναπτυσσόμενον πνεῦμα ἡ θεωρία καὶ γνώσεις τῶν γενικῶν ἀληθειῶν εἶναι εὐκολωτέρα τῆς τῶν μερικῶν. Μετὰ τὴν φυσικὴν πρέπει νὰ ἕπηται ἡ χημεία καὶ ὀρυκτολογία, διότι ἐν ταύταις ἐμπεριέχονται αἱ ἀναγκαιότεραι γνώσεις πρὸς ἀκριβῆ κατανόησιν τῶν λοιπῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν.

ΦΥΣΙΚΗ.

« Πάντα μέτρῳ καὶ ἀριθμῷ καὶ σταθμῷ διέταξας·
τὸ γὰρ μεγάλως ἰσχύειν σοι πάρεστι πάντοτε. »

Σοφ. Σολ. 11.

Ἀντικείμενον τῆς φυσικῆς· ὁρισμοί τινες· Γενικαὶ ἰδιότητες τῆς ὕλης· αἰτίαι γενικαὶ τῶν φυσικῶν φαινομένων, καὶ διαίρεσις τῆς φυσικῆς.

1. Ἀντικείμενον φυσικῆς. Τὸ ἀντικείμενον τῆς φυσικῆς εἶναι ἡ ἔκθεσις τῶν γενικῶν ἰδιοτήτων τῆς ὕλης, καὶ ἡ σπουδὴ τῶν φυσικῶν φαινομένων καὶ τῶν παραγουσῶν ταῦτα αἰτιῶν.

Διαφέρει δὲ τῶν ἄλλων φυσικῶν ἐπιστημῶν, αἵτινες ὡσαύτως ἔχουσι δι' ἀντικείμενον τὰ φυσικὰ φαινόμενα, καθ' ὅσον αὕτη πραγματεύεται μόνον περὶ τῶν γενικῶν αἰτιῶν, αἵτινες ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῶν σωμάτων, τροποποιοῦσι ταῦτα, χωρὶς διὰ τοῦτο νὰ μεταβάλλωσι τὴν ὑλικήν των σύνθεσιν. Εἶναι λοιπὸν ἡ ἐπιστήμη τοῦ ἐν τῇ εἰσαγωγῇ ὁρισθέντος ἤδη πρώτου εἴδους τῶν φαινομένων, καθ' ἃ οὐδεμία οὐσιώδης καὶ μόνιμος μεταβολὴ ἐπακολουθεῖ εἰς τὰ πρὸς παραγωγὴν τούτων χρησιμεύοντα σώματα, ἀλλὰ τροποποίησίς τις προσωρινὴ, ὥστε τὸ σῶμα ἐπανέρχεται πάλιν εἰς τὴν πρώτην αὐτοῦ κατάστασιν, ἅμα ἡ ἐνέργεια τῆς αἰτίας παύσῃ· παράδειγμα, ὁ κρουόμενος κώδων, ἡ διὰ τοῦ φακοῦ μεγέθυνσις τῆς ὕλης κτλ. Συνίστανται δὲ καὶ αὗται αἱ προσωριναὶ ἀλλοιώσεις τῆς ὕλης, εἰς κινήσεις μᾶλλον ἢ ἧττον φανερὰς, ὡς ἐφεξῆς θέλομεν ἴδει.

2. Φαινόμενον καὶ νόμος φυσικὸς τί ἐστιν. Ἐκ τῶν προηγουμένων δυνάμεθα ἁπλῶς νὰ ὁρίσωμεν τὸ φυσικὸν φαινόμενον ὅτι εἶναι ἀλλοίωσίς τις προσωρινὴ τῶν σωμάτων. Πᾶν φαινόμενον εἶναι ἀποτέλεσμα μιᾶς αἰτίας, ἣν ὁ φυσικὸς διὰ νὰ γνωρίσῃ, ἀπαι-

τεῖται πρῶτον ν' ἀνακαλύψῃ τοὺς νόμους, εἰς οὓς τὰ φαινόμενα ταῦτα ὑπάγονται. Ἐννοοῦσι δὲ ὑπὸ τὴν λέξιν νόμος εἰς τὴν φυσικὴν, τὴν σταθερὰν σχέσιν, ἥτις ὑπάρχει μεταξὺ τῶν αἰτιῶν καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων, ἢ γενικώτερον μεταξὺ δύο στοιχείων φύσεως διαφόρου· τοιοῦτοί εἰσιν οἱ ἑπόμενοι νόμοι, ἐκφερόμενοι διὰ προτάσεων μᾶλλον ἢ ἧττον ἁπλῶν, καὶ συμπεριλαμβάνοντες μέγαν τινὰ ἀριθμὸν φαινομένων τοῦ αὐτοῦ εἴδους, ὡς τὰ βαρέα σώματα ὁποιουδήποτε ὄγκου, πίπτοντα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕψους, κατέρχονται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα· ὁ ὄγκος ἀερίου τινὸς εἶναι εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς ἣν ὑφίσταται πίεσιν κτλ. Δὲν εἶναι πάντοτε εὔκολον νὰ διακρίνῃ τις τοὺς νόμους τῶν φαινομένων, καθ' ὅσον οὗτοι συχνὰ περιπλέκονται μὲ τὰ ἀποτελέσματα πολλῶν δυνάμεων φυσικῶν ταυτοχρόνως ἐνεργουσῶν· ὅθεν ἀνάγκη νὰ διακρίνωμεν ἐν τῷ γενικῷ αὐτῷ ἀποτελέσματι τὸ ἀνῆκον μέρος εἰς ἣν πρόκειται νὰ σπουδάσωμεν αἰτίαν ἢ μερικὴν δύναμιν. Ἡ τέχνη τῶν πειραμάτων προτιθεμένη δῆθεν τὴν μόνωσιν ἑκάστου ζεύγους αἰτίου καὶ αἰτιατοῦ, εἶναι μέγα βοήθημα εἰς τὸν φυσικόν. Ἡ ἁπλῆ παρατήρησις τῶν φαινομένων, ὅπως ἡ φύσις τὰ παρουσιάζει μ' ὅλας των τὰς συμπλοκὰς, σπανίως μᾶς ὁδηγεῖ εἰς τὴν ἀκριβῆ γνῶσιν τῶν διεπόντων ταῦτα νόμων, ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ περιστάσεις, καθ' ἃς δὲν δύναταί τις νὰ ἔχῃ εἰς τὴν διάθεσίν του ἄλλον ὁδηγὸν ἀπὸ τὴν παρατήρησιν, ὡς ἄλλοτε ἐν ἐλλείψει πειράματος προστρέχει εἰς τὴν ἀναλογίαν.

ΣΗΜ. Ὅταν οἱ διὰ τῆς πείρας ἀνακαλυφθέντες νόμοι δύνανται νὰ ἐκφρασθῶσι δι' ἀριθμῶν, τότε ἐφαρμόζεται ἡ ποσοτικὴ ἢ ὁ ὑπολογισμὸς, καὶ ἡ μαθηματικὴ ἀνάλυσις παρέχει ὅλας τὰς ἐξ αὐτῶν τῶν νόμων προκυπτούσας συνεπείας, ὡς θέλομεν ἴδει πορρώτερω.

3. Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων. Σωματικὸν εἴπομεν (ἴδ. εἰσαγ.) εἶναι πᾶν ὅ,τι διεγείρει εἰς ἡμᾶς πλέον ἀπὸ μίαν αἴσθησιν, ἢ ἁπλούστερον πᾶν ὅ,τι βλέπομεν ἐνταὐτῷ καὶ ἁπτόμεθα, ὡς οἱ λίθοι, τὰ φυτὰ κ.τ.λ. Ὁ ἦχος, ἡ θερμότης, τὸ φῶς, δὲν ὑποπίπτουσιν εἰμὴ εἰς μίαν μόνην αἴσθησιν, διὰ τοῦτο δὲν ὑπάγονται εἰς τὴν κατηγορίαν τῶν σωμάτων ἀλλὰ τῶν φαινομένων.

Τὰ σώματα εἶναι ἐκτατὰ καὶ ἀδιαχώρητα. Ἐκ πει-

ρας γνωρίζομεν ὅτι σῶμα ὁποιονδήποτε δύναται νὰ διαιρεθῇ εἰς ἐλάχιστα μέρη διαφεύγοντα τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν· τὰ τοιαῦτα καλοῦνται μόρια· καὶ ταῦτα δ' ἀκόμη θεωροῦνται σύνθετα ἐξ ἄλλων ἁπλουστέρων, ἅτινα ὀνομάζονται ἄτομα. Ἐὰν ἤδη νοήσωμεν τὰ τοιαῦτα μόρια κείμενα ἐκτὸς ἀλλήλων καὶ παρ' ἀλλήλοις κατά τινας διευθύνσεις καὶ διαστάσεις ὡρισμένας, ἃς ἡμεῖς διὰ τῶν λέξεων μῆκος, πλάτος καὶ βάθος σημαίνομεν, ἔχομεν τὴν ἰδέαν τῆς σχετικῆς ἐκτάσεως τῶν σωμάτων· ἕκαστον δὲ τούτων ἕνεκα τῆς τοιαύτης συστάσεως καὶ διαθέσεως τῶν μορίων ἀναγκαίως πρέπει νὰ κατέχῃ καὶ μέρος τοῦ γενικοῦ διαστήματος, ὅπερ καλεῖται χῶρος, ἐξ οὗ τὸ σχῆμα καὶ ὁ ὄγκος αὐτῶν προσδιορίζεται. Τὰ σώματα λοιπὸν, ἢ ἡ πεπερασμένη ὕλη πληροῖ χῶρον, ἢ κατέχει ἓν μέρος τοῦ γενικοῦ καὶ ἀπείρου χώρου, ὅπερ δὲν δύναται συγχρόνως νὰ κατέχηται ἀπὸ ἄλλο δεύτερον σῶμα· καὶ διὰ τοῦτο εἶναι καὶ λέγεται ἀδιαχώρητος· ὅθεν τὰ σώματα εἶναι ὄχι μόνον ἐκτατὰ, ἀλλὰ καὶ ἀδιαχώρητα. Ἡ ἀντίστασις, ἣν συχνὰ αἰσθανόμεθα, ὅταν ἐπὶ μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς διευθύνσεως κινώμεθα, δὲν εἶναι ἄλλο, εἰμὴ συνέπεια τοῦ ἀδιαχωρήτου τῶν ἐπὶ τῆς ἡμετέρας ὁδοῦ ἀπαντωμένων σωμάτων· ὑπάρχουσι δὲ παραδείγματα φαινομένης διαχωρητικότητος, ἅτινα φέρομεν εἰς γνῶσιν τοῦ μαθητοῦ πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ἀπάτης· τοιαῦτά εἰσιν ὅταν ἡ αἰχμὴ τοῦ σιδήρου ἐμπήγηται εἰς τὸ ξύλον, τότε τὰ μέρη αὐτοῦ ἐκτοπίζονται καὶ κατέχουσιν ἄλλον χῶρον, ἀλλὰ δὲν διαχωροῦνται· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἕκαστον στερεὸν σῶμα βυθιζόμενον ἐντὸς διαφόρων ὑγρῶν. Εἰς τὰς χημικὰς συνθέσεις γενικῶς σχεδὸν παρατηρεῖται τοιοῦτόν τι· τὸ οἰνόπνευμα π. χ. καὶ τὸ ὕδωρ μιγνύμενα κατέχουσι χῶρον ἐλάσσονα τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων ἑνὸς ἑκάστου τῶν δύο τούτων ὑγρῶν. Πολλὰ μίγματα παρουσιάζουσι τὸ αὐτὸ φαινόμενον, ἀλλ' εἰς τὰς τοιαύτας περιπτώσεις ἡ φαινομένη αὕτη διαχωρητικότης προκύπτει ἐξ ἄλλης τινὸς γενικῆς ἰδιότητος τῶν σωμάτων, τοῦ πορώδους, καθ' ἣν τὰ μόρια αὐτῶν δὲν ψαύονται καθ' ὁλοκληρίαν, ἀλλ' ἀφίνουσι μεταξύ των διαστήματα, ἅτινα εἰς τὰς χημικὰς συνθέσεις κατέχονται ἐν μέρει ἀπὸ αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τῶν συνθετομένων οὐ-

σιῶν, χωρὶς διὰ τοῦτο αἱ εἰς τὴν ἀμοιβαίαν των συνοχὴν καὶ συγγένειαν ὑποχωρήσασαι αὗται οὐσίαι, ὅπως παράξωσι τὸ σύνθετον ἐκεῖνο σῶμα, νὰ παύσωσιν οὖσαι ἀδιαχώρητοι· ὑπάρχουσι καὶ ἄλλαι τινὲς γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων, ὄχι ὅμως τόσον οὐσιώδεις διὰ τὴν ὕπαρξιν αὐτῶν, ὡς αἱ δύο προεκτεθεῖσαι, ἄνευ τῶν ὁποίων δὲν δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν ἰδέαν τοῦ ὑλικοῦ σώματος· τοιαῦταί εἰσι· τὸ πορῶδες, τὸ διαιρετὸν, τὸ πιεστὸν, τὸ διασταλτικὸν, καὶ τὸ ἐλαστικόν.

Πορῶδες. Τοῦτο γεννᾶται ἀπὸ τὰ μικρὰ κενὰ διαστήματα, ἅτινα τὰ μόρια τῶν σωμάτων ἀφίνουσι πρὸς ἄλληλα, καὶ τὰ ὁποῖα καλοῦνται πόροι, ἐκ μεταφορᾶς τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιδερμίδος τοῦ σώματος ἡμῶν μικρῶν ὀπῶν. Τὰ σώματα ἐν γένει εἶναι μᾶλλον ἢ ἧττον πορώδη, καὶ τοῦτο πλεῖστα παραδείγματα ἀποδεικνύουσιν. Ἐὰν ἀκριβῶς μετρήσωμεν τὸν ὄγκον τινὸς πυκνοτάτου μάλιστα σώματος εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, καὶ ἔπειτα ἐλαττώσωμεν αὐτὴν, ἀναμετροῦντες εὑρίσκομεν αὐτὸν ἐπαισθητῶς μικρότερον· τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι τὰ μόρια δὲν ἐφήπτοντο ἀκριβῶς πρὸς ἄλληλα, διότι ἠδυνήθησαν νὰ συμπλησιάσωσι. Πολλὰ σώματα ὀνομάζονται ἰδίως πορώδη, ὡς ἔχοντα διαστήματα τόσον μεγάλα, ὥστε ἄλλα σώματα εἰσδύουσιν εὐκόλως ἐν αὐτοῖς, ὡς ὁ σπόγγος, ὁ φελλὸς, ἡ κίσσηρις κτλ· ἕνεκα τούτου καὶ τὸ ὕδωρ εἰσερχόμενον εἰς διάφορα ξύλα καθίστησιν αὐτὰ βαρύτερα, ἐν ᾧ ἐκ τοῦ ἐναντίου ξηραινόμενα χάνουσι πολὺ ἐκ τοῦ βάρους των. Τὸ πορῶδες τοῦ δέρματος ἀπεδείχθη ἀπὸ τὸν Σαγκτόριον ὡς ἑξῆς· ὑδράργυρος πιεσθεὶς ἰσχυρῶς ἐπὶ δέρματος καμήλου, ἔρρεε διὰ τῶν πόρων αὐτοῦ, ὡς τὸ ὕδωρ διὰ τοῦ κοσκίνου. Τὴν ὕελον καὶ τινα ἄλλα σώματα ὑπὸ οὐδεμίαν κατάστασιν δὲν δύνανται νὰ διαπεράσωσι τὸ ὕδωρ καὶ ὁ ἀὴρ, ἐν ᾧ καὶ τὰ μετάλλινα ἀγγεῖα εἰς ἰσχυροτάτην ὑποβληθέντα πίεσιν παρέχουσι δίοδον εἰς αὐτά.

Διαιρετότης εἶναι ἡ ἰδιότης τοῦ νὰ διαιρῶνται εἰς μέρη διακεκριμένα πρὸς ἄλληλα. Ἐκ τῆς παρατηρήσεως μανθάνομεν, ὅτι ὅλα τὰ σώματα, καθ' ὃ ἅπτα, εἶναι καὶ ἐπιδεκτικὰ διαιρέσεως εἰς πολλὰ μέρη, καὶ ὅτι αὐτὰ τὰ μέρη δύνανται νὰ ὑποδιαιρεθῶσιν εἰς

ἄλλα μικρότερα κ.τ.λ. μέχρις οὗ ἐκ τῆς διαιρέσεως προκύψωσι μόρια τόσον λεπτὰ, ὥστε νὰ διαφεύγωσι τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν. Ἰδοὺ παραδείγματά τινα, ἐξ ὧν δύναταί τις νὰ κρίνῃ περὶ τῆς μεγάλης διαιρετότητος τῆς ὕλης. Εἷς κόκκος ὑσγίνου ἢ ἰνδικοῦ ζυγίζων μόλις $\frac{1}{100}$ γραμμαρίου μεταδίδει τὸ χρῶμά του εἰς 100,000 γραμ., ὅ ἐστι χρωματίζει ποσότητα ὕδατος δέκα ἑκατομμυριάκις μεγαλειτέραν. Αἱ ἐργασίαι τῶν μηχανικῶν τεχνῶν παρέχουσι παραδείγματα λίαν ἀξιοπερίεργα διαιρετότητος· κύλινδρος ἀργύρου χρυσούμενος μὲ ποσότητα χρυσοῦ ζυγίζουσαν δέκα περίπου δραχμὰς, δύναται διὰ τοῦ συρματίου τρυπητῆρος (filière) νὰ καταντήσῃ εἰς σύρμα ἔχον μῆκος 444,000, ἤτοι πλέον τῶν ἑκατὸν λευγῶν· τὸ σύρμα αὐτὸ πλατυνόμενον διὰ τοῦ ἐλάστρου (laminoir) σχηματίζει ταινίαν μὲ δύο ἐπιφανείας κεχρυσωμένας καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν· ἡ δὲ ταινία αὕτη δύναται νὰ τμηθῇ εἰς τέσσαρα μέρη, καὶ τότε ἔχομεν τὸ τετραπλάσιον μῆκος τοῦ 444,00· ἕκαστον δὲ χιλιοστόμετρον τῆς ἐκτάσεως αὐτῆς δύναται νὰ διαιρεθῇ εἰς ὀκτὼ μέρη ὁρατὰ, ὥστε ποσότης χρυσοῦ, ἴση σχεδὸν μὲ τὸν κύβον τοῦ κυβοπαιγνίου κατὰ τὸν ὄγκον, μᾶς δίδει πλέον τῶν 14 δισεκατομμυρίων μερῶν ὁρατῶν. Ὁ χρυσὸς καὶ ὁ ἄργυρος ἔχουσι τοιαύτην ἐλασματικότητα, ὥστε δύνανται νὰ καταντήσωσιν εἰς φύλλα λεπτότατα, ἐξ ὧν τὸ ἓν ἔχον πεντήκοντα ποδῶν τετραγωνικῶν ἐπιφάνειαν νὰ μὴ ζυγίζῃ οὔτε ἕνα κόκκον, καὶ ταῦτα δύνανται νὰ νοηθῶσι διῃρημένα εἰς μέγιστον ἀριθμὸν μικρῶν μερῶν· ἀλλ' ὅλα τὰ προηγούμενα παραδείγματα δὲν ἔχουσι σύγκρισιν μὲ τὴν διαιρετότητα τῆς ἐν τοῖς μικροσκοπικοῖς ζώοις παρατηρουμένης ὕλης· τόσον σμικρότατα εἶναι τὰ ἔντομα ταῦτα, ὥστε ἡ ὕπαρξίς των θὰ ἠγνοεῖτο παντάπασιν, ἐὰν δὲν ἀνεκαλύπτοντο ὀπτικά τινα ὄργανα· ἐπειδὴ δὲ καὶ ταῦτα τρέφονται, ἑπομένως εἰσὶν ἐνόργανα, ἕκαστος δύναται νὰ φαντασθῇ πόσον σμικρότατα πρέπει νὰ ἦναι τὰ ἀγγεῖα καὶ τὰ ἐν αὐτοῖς κυκλοφοροῦντα σφαιρίδια τοῦ αἵματος. Τέλος ὅ,τι ὑπάρχει ἀνώτερον πάσης συγκρίσεως, εἶναι ἡ διαιρετότης τῶν εὐωδῶν οὐσιῶν· μικροτάτη ποσότης μόσχου εὐωδιάζει διὰ πολλὰ ἔτη ἐκτεταμένον δωμάτιον, χωρὶς τὸ βάρος αὐτῆς νὰ ἐλαττωθῇ ἐπαισθητῶς, ἐν ᾧ διὰ τῆς ἀνα-

νεώσεως τοῦ ἀέρος τὰ μὲν ἐκ τῶν μορίων ἀκαταπαύστως ἐξέρχονται, τὰ δὲ δὲν παύουσι πληροῦντα τὸ δωμάτιον διὰ τῆς συνεχοῦς ἐξατμίσεως. Ἂς μὴν ὑπολάβῃ δέ τις ὅτι ἡ διαιρετότης τῆς ὕλης εἶναί καὶ ἄπειρος, διότι ἂν τοῦτο ὑπῆρχεν, αἱ χημικαὶ ἰδιότητες τῶν μορίων θὰ μετεβάλλοντο ὅταν αὐτὰ μετέβαλλον σχῆμα καὶ μέγεθος· ὅπερ δὲν παρατηρεῖται.

Πιεστότης εἶναι ἡ γενικὴ ἰδιότης, καθ' ἣν τὰ σώματα πανταχόθεν πιεζόμενα συστέλλονται καὶ καταντῶσιν εἰς μικρότερον ὄγκον· ὑπάρχουσι δὲ πρὸς ἀπόδειξιν πολλοὶ τρόποι τεχνητοί· τὰ μέταλλα σφυρηλατούμενα συστέλλονται καὶ καθίστανται πυκνότερα· τὰ ὑγρὰ γενικῶς εἰσιν ἧττον πιεστὰ τῶν στερεῶν· τοῦ ὕδατος ὁ ὄγκος πολλὰ ὀλίγον ἐλαττοῦται διὰ τῆς πλέον ἰσχυρᾶς πιέσεως, ἐξ ἐναντίας δὲ τὰ ἀέρια θλίβονται εὐκολώτερον, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἀεροτόνου (fusil à air).

Ἡ διασταλτικότης συνίσταται εἰς τὸ νὰ μεταβάλλωσι τὸν ὄγκον τὰ σώματα ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς θερμότητος. Τοῦτο εὐκόλως ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ἀερίων· λαμβάνων ἐντὸς τῆς χειρός μου σωλῆνα ὑέλινον σφαιροειδῆ κατὰ τὸ ἓν ἄκρον, πλήρη ἀέρος, οὗτινος ἡ κοινωνία μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος διακόπτεται κατὰ τὸ σφεροειδὲς μέρος διά τινος μικρᾶς στήλης ὑγροῦ χρωματισμένου, βλέπω τὴν στήλην αὐτὴν ἀναβαίνουσαν ἕνεκα τῆς θερμότητος τῆς χειρός μου, καὶ καταβαίνουσαν ἅμα ἀποσύρω αὐτήν. Διὰ τὰ ὑγρὰ, ἀρκεῖ νὰ θερμάνῃ τις ἱκανῶς ἀγγεῖον ἀκριβῶς πεπληρωμένον ἐξ ὑγροῦ τινος, διὰ νὰ ἴδῃ αὐτὸ ἐκχειλιζόμενον. Διὰ τὰ στερεὰ, μετρεῖ τις εὐκόλως τὸν μηκυσμὸν μεταλλίνης ῥάβδου, ὅταν αὐτὴν θερμάνῃ ἀρκούντως. Ἐπειδὴ δὲ ἡ θερμοκρασία ἀδιαλείπτως μετάβάλλεται, εἶναι ἐπόμενον ὅτι καὶ τὰ φυσικὰ σώματα ποτὲ δὲν εὑρίσκονται εἰς ἀπόλυτόν τινα ἠρεμίαν. Τὰ πλεῖστα τῶν στερεῶν εἰς μέγιστον βαθμὸν θερμαινόμενα τήκονται ἢ καταστρέφονται, ἐν ᾧ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ τὸν ἀέρα τοιοῦτόν τι δὲν συμβαίνει. Εἷς κυβικὸς ποῦς ὕδατος μεταβαλλόμενος εἰς ἀτμὸν δι' ἰσχυρᾶς θερμοκρασίας κατέχει χῶρον 1400 κυβικῶν ποδῶν.

Ἐλαστικότης. Ἡ ἐλαστικότης εἶναι ἰδιότης, δι' ἧς τὰ σώ-

ματα ἀναλαμβάνουσι τὴν πρώτην αὐτῶν κατάστασιν, ἅμα ἡ μεταβάλλουσα τὸν ὄγκον ἢ τὸ σχῆμα αὐτῶν αἰτία παύσῃ. Τὰ ἀεριά εἰσιν ἐλαστικώτατα, ὡς τοῦτο ἀποδεικνύεται εὐκόλως διὰ τῆς θλίψεως κύστεώς τινος πλήρους ἀέρος· μετὰ τὴν παῦσιν τῆς θλίψεως ἡ κύστις ἀναλαμβάνει τὴν πρώτην αὐτῆς κατάστασιν. Ὡς ἐκ τῆς ἰδιότητος ταύτης τὰ ἀέρια ὠνομάσθησαν ἐλαστικὰ ῥευστά. Τὰ ὑγρὰ ὅσον ὀλίγην πιεστότητα ἔχουσι τόσον καὶ ἡ ἐλαστικότης αὐτῶν εἶναι μικρὰ καὶ ἀνεπαίσθητος· τὰ στερεὰ δὲν εἶναι τόσον ἐλαστικὰ ὅσον τὰ ἀέρια· ὑπάρχουσιν ὅμως οὐσίαι τινὲς, ὡς τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ ἐλεφάντινον ὀστοῦν, ἔχουσαι εἰς μέγαν βαθμὸν τὴν ἰδιότητα αὐτήν. Ῥίπτων τις ἐκ τινος ὕψους σφαῖραν ἐλεφαντίνην ἐπὶ λειοτάτου ἐπιπέδου ἠλειμμένου ἐλαφρῶς μὲ ἔλαιον, παρατηρεῖ τὸ προσβληθὲν μέρος τοῦ ἐπιπέδου ὑπὸ τῆς σφαίρας φέρον τύπον τόσον μέγαν, ὅσον ἡ πτῶσις ἐγένετο ἰσχυρὰ, ἐξ οὗ καταφαίνεται ὅτι ἡ σφαῖρα ὑψώθη πάλιν ἐκ τῆς ἀντιτυπίας, ἀφ' οὗ πρότερον ἐπλατύνθη.

4. — Γενικαὶ αἰτίαι τῶν φυσικῶν φαινομένων, καὶ διαίρεσις τῆς φυσικῆς. Τὰ φυσικὰ φαινόμενα, καίτοι πολυάριθμα καὶ ποικίλα, δύνανται ὅμως ν' ἀναχθῶσιν εἰς τρεῖς ἀρχικὰς αἰτίας, αἵτινες μόναι, ἢ συνδυαζόμεναι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν ἅπαντα ἐν γένει τὰ φυσικὰ φαινόμενα, χωρὶς διὰ τοῦτο νὰ ὑπάρχῃ οὐδεμία ἀλληλουχία, οὐδὲ κοινή τις καταγωγὴ εἰς αὐτάς· εἶναι δὲ αὗται ἁ. ἡ ἀμοιβαία ἕλξις τῆς ὕλης εἰς μικρὰς ἢ μεγάλας ἀποστάσεις· β. ἡ μόνη αἰτία τῶν φαινομένων τοῦ φωτὸς, τῆς θερμότητος, τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τοῦ μαγνητισμοῦ, καὶ τῶν χημικῶν συνθέσεων· γ. ἡ ζωὴ ἢ ἡ ἀρχὴ τῆς ὑπάρξεως.

Ἐπειδὴ δὲ ὡς πρὸς τὴν οὐσίαν τὰ φαινόμενα περὶ ὧν ἡ κυρίως φυσικὴ δὲν εἶναι ἄλλο τι, εἰμὴ κίνησις τῆς ὕλης ἐνεργουμένη κατὰ τρεῖς διαφόρους τρόπους, δυνάμεθα κατ' αὐτοὺς νὰ χαρακτηρίσωμεν αὐτὰ καὶ διαιρέσωμεν εἰς τρεῖς διαφόρους κλάσεις. Καὶ ἡ μὲν πρώτη περιλαμβάνει τὰ φαινόμενα τῆς ἕλξεως, εἰς ἣν ὑπάγονται τὰ τῆς συνοχῆς, τῆς κινήσεως καὶ ἰσορροπίας, καὶ τὰ τῆς βαρύτητος. ἡ δευτέρα, τὰ φαινόμενα τῆς κυματοειδοῦς κινήσεως, εἰς ἣν ὑπάγονται τὰ τοῦ ἤχου, τῆς θερμότητος, καὶ τοῦ φωτός· ἡ δὲ τρίτη τὰ

τῆς ῥευματοειδοῦς κινήσεως, ἐξ ἧς χαρακτηρίζονται τὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, μαγνητισμοῦ, καὶ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ.

Εἰς τὸν παρὰ πόδας μικρὸν πίνακα παρίσταται καθαρωτέρα ἡ διαίρεσις αὕτη τοῦ ὅλου.

Α'. ΚΛΑΣΙΣ.	Β'. ΚΛΑΣΙΣ.	Γ'. ΚΛΑΣΙΣ.
Φαινόμενα τῆς ἕλξεως.	Φαινόμενα τῆς κυματοειδοῦς κινήσεως.	Φαινόμενα τῆς ῥευματοειδοῦς κινήσεως.
1. Συνοχὴ 2. Ἰσορροπία καὶ κίνησις 3. Βαρύτης.	1. Ἦχος 2. Θερμότης 3. Φῶς.	1. Μαγνητισμὸς 2. Ἠλεκτρισμὸς 3. Ἠλεκτρομαγνητισμός.

ΣΗΜ. Συνήθως οἱ φυσικοὶ θεωροῦσι τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ τῶν ἀρχικῶν αἰτιῶν ὡς τόσας αἰτίας μερικὰς τῶν φαινομένων, καὶ τὰ ὀνόματα αὐτῶν χρησιμεύουσιν ὡς τίτλοι τῶν μεγάλων διαιρέσεων τῆς φυσικῆς, ἧς ἡ σπουδὴ ὅσον εὐρεῖα καὶ ἂν ἦναι, ἔχει τὸ πλεονέκτημα τοῦ διαιρεῖσθαι ἐκ τῆς φύσεως αὐτῆς τῶν πραγμάτων. Οὕτω λέγουσιν ὅτι τῶν φυσικῶν φαινομένων αἰτίαι εἰσὶν, ἡ βαρύτης, ἡ θερμότης, ὁ μαγνητισμὸς, ὁ ἠλεκτρισμὸς, ὁ ἠλεκτρομαγνητισμὸς, αἱ ἀτομικαὶ ἐνέργειαι, ὁ ἦχος καὶ τὸ φῶς, καὶ μὲ αὐτῶν, ὡς εἴπομεν, τὰ ὀνόματα τιτλοφοροῦσι τὰς διαιρέσεις τῆς φυσικῆς, μόνον δ' εἰς τὰς λέξεις ἦχος καὶ φῶς, ἀντικαθιστῶσι τὰ ὀνόματα τῆς ἀκουστικῆς καὶ ὀπτικῆς, ὡς νὰ γίνηται ἐξαίρεσίς τις πρὸς χάριν αὐτῶν τῶν αἰτιῶν, τὰς ὁποίας κατ' ἀρχὰς γνωρίζομεν διὰ τῶν δύο εὐγενεστέρων αἰσθήσεων τῶν συντελουσῶν τὰ μάλιστα εἰς τὴν διανοητικὴν ἡμῶν ἀνάπτυξιν. Ἐπροτιμήσαμεν τὴν ἀνωτέρω διαίρεσιν, διότι ἔχει τι ἐπιστημονικώτερον ταύτης.

Α'. ΚΛΑΣΙΣ.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΤΗΣ ΕΛΞΕΩΣ.

Ἅπαντα ἐν γένει καὶ τὰ σμικρότατα μέρη τῆς ὕλης ἕλκονται ἀμοιβαίως. Ἡ δὲ ἐν τούτοις ἐνοικοῦσα δύναμις αὕτη ἐμφανίζεται

κατὰ τρεῖς διαφόρους τρόπους· ἄλλοτε τὰ ἀμέσως σχεδὸν ἐφαπτόμενα μόρια τῆς ὕλης ἕλκονται οὕτως, ὥστε μία τις ἀμοιβαία συνεκτικότης αὐτῶν, μᾶλλον ἢ ἧττον ἰσχυρὰ, εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα· ὁ δὲ τρόπος αὐτὸς τῆς ἕλξεως καλεῖται συνοχὴ (cohesion). Ἑτέρα τις περίπτωσις εἶναι, καθ' ἣν τὰ μόρια ἕλκονται καὶ ἄνευ τῆς πρὸς ἄλληλα ἐπαφῆς των, καὶ ὅταν μάλιστα εὑρίσκωνται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις· οὗτος δὲ ὁ δεύτερος τρόπος καλεῖται βαρύτης (gravitation). Κατὰ συνέπειαν τοῦ τρίτου τρόπου τῆς ἕλξεως, ἥτις καὶ χημικὴ ἕλξις ἢ συγγένεια καλεῖται, τὰ συνεχόμενα μόρια ἀποκτῶσιν ἰδιότητας, δι' ὃ καὶ τὰ φαινόμενα ἐκεῖνα ἀποτελοῦσιν ἓν ὅλως ἰδιαίτερον μέρος τῆς φυσικῆς ἐπιστήμης τὴν λεγομένην χημείαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ.

§ 1. Περὶ ἀτομικῶν ἐνεργειῶν.

5. Συνοχή. Ὅταν πειρώμεθα νὰ χωρίσωμεν τὰ μόριά τινος σώματος ἀπ' ἀλλήλων, ἀπαντῶμεν ἀντίσασίν τινα μικρὰν ἢ μεγάλην. Ἡ ἀπ' ἀλλήλων αὕτη συγκράτησις τῶν μορίων μέ τινα ἰσχὺν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ἰδιαίτερον ἐκεῖνον τρόπον τῆς ἀμοιβαίας ἀτομικῆς ἕλξεως, τὴν συνοχήν· εἰς ταύτην ἀποδίδεται ἡ ἕνωσις καὶ συγχώνευσις δύο σφαιριδίων ὑγροῦ τινος, ὅταν τὸ ἓν ἐξ αὐτῶν εὑρεθῇ ἐγγύτατα τοῦ ἄλλου· καὶ δυνάμει αὐτῆς πᾶν ὑγρὸν μένει ἀπηωρημένον εἰς σταγόνας μὲ ὡρισμένον τι σχῆμα, ἢ εἰς σφαιρίδια ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν, τὰς ὁποίας δὲν ὑγραίνει. Παρατηροῦντες μετὰ προσοχῆς τὸ ἰδιάζον τῆς δυνάμεως ταύτης, εὑρίσκομεν ὅτι ἡ ἐνέργειά της ἐξασκεῖται εἰς ἀπείρως ἐλαχίστην ἀπόστασιν, ὥστε ὅταν ὑπάρχῃ ἀπόστασις ὀλίγον ἐπαισθητὴ μεταξὺ τῶν μορίων, τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος φαινόμενον δὲν λαμβάνει χώραν. Κατὰ τὸ μέρος τῆς διαῤῥήξεως ἢ θραύσεως ξύλου τινὸς, μετάλλου, ἢ ὑέλου, ἡ συνοχὴ παύει, καὶ ἐξακολουθεῖ ἀκόμη, καὶ ὅταν ἡμεῖς μετ' ἐπιμελείας προσαμ-

σωμεν τὰς τεθλασμένας πλευράς· μόνον τὰ ἔχοντα εὐκίνητα τὰ μόριά των, ὡς τὰ ὑγρὰ, προσεγγιζόμενα ἀναλαμβάνουσι τὴν συνοχήν των.

Ἡ δύναμις αὕτη, δι' ἧς τὰ μόρια τῶν σωμάτων συνέχονται πρὸς ἄλληλα, εἶναι εἰς διαμάχην μὲ ἄλλας ἀντιθέτους, τεινούσας πρὸς ἀπομάκρυνσιν αὐτῶν, διὰ τοῦτο λέγονται καὶ ἀπωστικαί. Ἡ θερμότης εἶναι ἡ μόνη δραστικωτέρα τῶν τοιούτων δυνάμεων, ἐξ ὅσων γινώσκομεν, καὶ ἡ συνεκτικὴ δύναμις καθίσταται τόσον ἀσθενὴς, ὅσον ἐκείνη γίνεται ἰσχυρά. Καθ' ὅσον ἡ ἀπωστικὴ δύναμις τοῦ θερμογόνου ἀπομακρύνει τὰ μόρια τῆς ὕλης τόσον ὀλίγον, ὥστε ἡ ἀμοιβαία αὐτῶν ἀπόστασις νὰ ἦναι πολὺ μικροτέρα ἀπὸ τὴν ἀκτῖνα τῆς σφαίρας τῆς ἀντιθέτου ἐνεργείας, ἢ διὰ νὰ εἴπω σαφέστερα, καθ' ὅσον ἡ ἑλκτικὴ αὐτὴ δύναμις τῆς συνοχῆς ὑπερτερεῖ τὴν ἀπωστικὴν κατά τινα βαθμὸν, τὰ σώματα διατηροῦνται εἰς στερεὰν κατάστασιν, καὶ δυσκόλως τὰ μόριά των χωρίζονται. Ὅταν δὲ τὸ θερμογόνον πλεονάσῃ καὶ ἡ ἀπωστικὴ ὑπερισχύσῃ τῆς συνεκτικῆς εἰς βαθμὸν, ὥστε τὰ μόρια τοῦ σώματος νὰ κινῶνται ἐλευθέρως καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ νὰ ἀποσπῶνται εὐκόλως, τὸ σῶμα εἶναι εἰς κατάστασιν ὑγράν.

Τέλος πάντων γίνονται ἀερόμορφα ἢ ἀέρια, ὅταν ἕνεκα τῆς θερμότητος τὰ μόρια ἀφίστανται τοσοῦτον ἀπ' ἀλλήλων, ὥστε ἡ συνοχή των φαίνεται πεπαυμένη.

ΣΗΜ. Ἐάν τις φαντασθῇ τὴν ὅλην ὕλην τῆς γῆς χιλιάκις θερμοτέραν τοῦ βράζοντος ὕδατος, ἡ μεταξὺ τῶν μορίων ἀμοιβαία ἕλξις ἤθελε παύσει καθ' ὁλοκληρίαν· ἐὰν δὲ τοὐναντίον χιλιάκις μικροτέραν, τὰ μόρια τῆς ὕλης θὰ συνείχοντο τόσον ἰσχυρῶς, ὥστε οὔτε διὰ μηχανικοῦ τρόπου δὲν ἤθελέ τις δυνηθῇ νὰ τὰ ἀποσπάσῃ.

Ἐγγύτατα τῆς θερμότητος εἶναι καὶ ἡ διάταξις τῶν μορίων, ὡς ἐπιῤῥέουσα ἐπὶ τῆς ἰσχύος τῆς συνοχῆς των. Ἕκαστος γινώσκει ὅτι τὸ ξύλον εὐκολώτερον θλᾶται κατὰ μῆκος, παρὰ πλαγίως. Ἡ στερεότης ἔχει διαφόρους βαθμοὺς σημαινομένους διὰ τῶν λέξεων, τραχύτης, σκληρότης, γλισχρότης, πυκνότης, μαλακότης κτλ.

Ἡ συνοχὴ εἶναι τόσον μεγάλη, ὅσον πλειοτέρα δύναμις ἢ βάρος ἀπαιτεῖται διὰ νὰ τὴν ὑπερνικήσῃ· οὕτω π. χ. ἡ ῥῆξις νήματος σι-

δηροῦ ἔχοντος τομὴν ἑνὸς χιλιοστομέτρου ἀπαιτεῖ 120 λιτρῶν βάρος· τοῦ χαλυβδίνου σύρματος 60—80· τοῦ ὀρειχαλκίνου 60 — 120· τοῦ ἐκ χυτοῦ σιδήρου 28· τοῦ ὑαλίνου 5· τοῦ μολυβδίνου $2\frac{1}{2}$ μόνον.

Μία ἄλλη ἰδιότης τῆς συνοχῆς συνίσταται εἰς τὴν τάσιν τοῦ διαθέτειν τὰ μόρια τῆς ὕλης πρὸς ἄλληλα, κατά τινα ὡρισμένην συμμετρίαν, ὥστε ἐκ ταύτης προκύπτουσι τὰ λεγόμενα κρύσταλλα, ἅτινα περιορίζονται ἀπὸ πλευρὰς καὶ γωνίας κανονικάς· αἰτίαι δὲ πολλαὶ καὶ μάλιστα δυνάμεις τινὲς φυσικαὶ ἀντενεργοῦσαι, ταράττουσι τὴν κρυστάλλωσιν, διὰ τοῦτο σπανίως λαμβάνει χώραν.

6. Συγκόλλησις καὶ ὕγρανσις. Ὅταν τις δύο ὁμαλὰς πλάκας ἐξ ὑέλου π. χ. καὶ μετάλλου ἐφαρμόσῃ πρὸς ἀλλήλας, παρατηρεῖ ὅτι συγκολλῶνται τόσον, ὥστε διὰ τῆς μιᾶς δύναταί τις νὰ φέρῃ εἰς ὕψος τι τὴν ἑτέραν· πρὸ πάντων ἡ καθημερινὴ παρατήρησις μᾶς διδάσκει, ὅτι δύο τινὰ σώματα διαφόρου ὕλης, ὅταν ἔρχωνται εἰς ἐπαφὴν πρὸς ἄλληλα, προσαρτῶνται μᾶλλον ἢ ἧττον ἰσχυρῶς, καὶ ὅσον πλειότερα εἶναι τὰ ἐφαπτόμενα μόρια, τόσον ἰσχυροτέρα γίνεται ἡ συγκόλλησις· ἐπειδὴ ὅταν δύο σφαῖραι ψαύωνται καθ' ἓν μόνον σημεῖον, οὐδεμία ἕλξις παρατηρεῖται, ἀπ' ἐναντίας δύο πλάκες τόσον ἰσχυρότερα συγκολλῶνται, ὅσον μεγαλείτεραι καὶ λειότεραι εἶναι αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν.

Αὕτη ἡ μεταξὺ τῶν ἐπιφανειῶν διαφόρων σωμάτων ἐνεργουμένη ἕλξις καλεῖται συγκόλλησις (adhesion), καὶ ἐνεργεῖ ἐπίσης εἰς σμικροτάτην ἀπόστασιν· διαφέρει δὲ τῆς συνοχῆς, καθ' ὅσον λαμβάνει χώραν, ὄχι μόνον μεταξὺ τῶν στερεῶν, ἀλλ' ἀμοιβαίως μεταξὺ τῶν διαφόρου συστάσεως σωμάτων, τῶν στερεῶν δηλ, ὑγρῶν καὶ ἀερίων· οὕτω· π. χ. ὁ ἀὴρ μὲ μεγάλην ἰσχὺν προσκολλᾶται εἰς τὰς ἐπιφανείας τῶν στερεῶν· ἡ συγκόλλησις τῶν ὑγρῶν μετὰ τῶν στερεῶν καλεῖται ἰδίως ὕγρανσις.

Μέταλλά τινα ὡς ὁ μόλυβδος καὶ ὁ κασσίτερος ὑγραίνονται ἀπὸ τὸν ὑδράργυρον εἰς τοιοῦτον βαθμόν, ὥστε ἡ προκύπτουσα συγκόλλησις ὑπερβαίνει τὴν ἰδίαν αὐτῶν ἀτομικὴν ἕλξιν δηλ. τὴν συνοχήν· οὕτω μιγνύμενος ὁ ὑδράργυρος μετὰ τοῦ κασσιτέρου ἀποκτᾷ τὴν

ἰδιότητα τοῦ προσκολλᾶσθαι εἰς σώματα μὴ ὑγραινόμενα παρ' αὐτοῦ πρότερον. Ἡ κασσιτέρωσις τῶν καθρεπτῶν δὲν εἶναι ἄλλο, εἰμὴ ὕγρανσις τῆς ὑέλου παρὰ τοῦ μίγματος τοῦ ὑδραργύρου.

Πᾶν ὑγρὸν εἶναι ἐπιτήδειον πρὸς ὕγρανσιν σωμάτων τινῶν· τὸ ὕδωρ ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ὑγραίνῃ σχεδὸν ὅλα τὰ σώματα, ἐξαιρουμένων τῶν παχέων ὑλῶν, καὶ τῶν ῥητινωδῶν, ἐφ' ὧν σχηματίζεται εἰς σφαιρίδια, ὡς ὁ ὑδράργυρος ἐπὶ τῆς ὑέλου, ἀλλὰ καὶ φυτά τινα δυσκόλως ὑγραίνονται· ὅθεν καὶ ἐπί τινων ἵσταται ἡ δρόσος εἰς σταγόνας ὀγκώδεις. Τὰ πτερὰ τῶν ὑδροχαρῶν πτηνῶν ἐπίσης δὲν ὑγραίνονται.

Τὰ ἀντίθετα ταῦτα φαινόμενα προκύπτοντα ἐκ τῶν ὑγρῶν εἰς ἐπαφὴν ὄντων μετὰ τῶν στερεῶν, καθίστανται ἐπαισθητὰ καὶ δι' ἄλλου τινὸς εἴδους πειραμάτων· ἐάν τις χύσῃ ὕδωρ καὶ ὑδράργυρον εἰς ὑέλινα ἀγγεῖα ἔχοντα τὰς ἐπιφανείας των καθαρωτάτας, παρατηρεῖ τὸ ἀντίθετον τοῦτο φαινόμενον (σχῆμα 1, 2,) ὅτι τὰ σημεῖα, δι' ὧν τὸ ὕδωρ ψαύει τὴν ὕελον ὑψοῦνται ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἥτις διὰ τοῦτο κοιλοῦται, διὰ νὰ σχηματίσῃ τὸν λεγόμενον κοῖλον μηνίσκον· ἐνταῦθα εἶναι πρόδηλον ὅτι τὸ ὕδωρ ἕλκεται ἀπὸ τὴν ὕλην τῆς ὑέλου· ὁ ὑδράργυρος ἐξ ἐναντίας καταβαίνει ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν κυρτουμένην ἵνα σχηματίσῃ τὸν κυρτὸν μηνίσκον. Ἐνταῦθα ἤθελέ τις νομίσει ὅτί ἡ ὕελος ἀπωθεῖ τὸν ὑδράργυρον, ἐνῷ πραγματικῶς δὲν ὑπάρχει οὐδεμία ὤθησις, ἀλλ' ἕλξις τις μεταξὺ τῶν σωμάτων αὐτῶν, ἀσθενεστέρα τῆς συνοχῆς τοῦ ὑδραργύρου.

7. Τριχοειδὴς ἕλξις. Ἡ μεταξὺ στερεοῦ τινος καὶ ὑγροῦ ἕλξις, ἣν ἀνωτέρω ἐκαλέσαμεν συγκόλλησιν λαμβάνει ἀπὸ τοῦδε τὸ γενικὸν ὄνομα τῆς τριχοειδοῦς ἕλξεως (capillarité)· ἐπειδὴ παράγονται φαινόμενα ἀναβάσεως καὶ καταβάσεως τῶν ὑγρῶν ἐντὸς σωλήνων, ὧν αἱ διάμετροί εἰσι τόσον μικραὶ, ὥστε παραβάλλονται μὲ τὴν τῆς τριχός. (σχ: 3).

Ἡ προηγουμένη λοιπὸν παρατήρησις τοῦ κοίλου μηνίσκου σημαίνει ὅτι ἡ τριχοειδὴς ἕλξις εἶναι ἀνωτέρα τῆς συνοχῆς, ἢ ὅτι τὸ ῥευστὸν ὑγραίνει τὸ στερεὸν, καὶ τὸ ἐναντίον διὰ τὸν κυρτὸν μηνίσκον. Ἡ τριχοειδὴς καὶ συνεκτικὴ δύναμις εἶναι ἴσαι, ὅταν ἡ ἐπι-

φάνεια τοῦ ὑγροῦ μένῃ ὁμαλὴ, καὶ πλησίον τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου, ὡς ἐν τῷ μέσῳ καὶ ἀλλαχοῦ, συμφώνως μὲ τοὺς ὁποίους θέλομεν ἴδει νόμους τῆς ὑδροστατικῆς.

Νόμος τριχοειδῶν φαινομένων. Ὁ Λαπλάσιος (Laplace) πρῶτος ἔδωκε τὴν θεωρίαν τῶν τριχοειδῶν φαινομένων, καὶ διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ ὡδηγήθη εἰς τὸν ἑξῆς περίεργον νόμον· ὅτι τὰ ὕψη τῶν σχηματιζομένων στηλῶν ἀπὸ τὴν ὕψωσιν ἢ ὕφεσιν τοῦ ὑγροῦ, ὡς ἐκ τῆς τριχοειδοῦς ἕλξεως, εἶναι εἰς λόγον ἀντίστροφον τῶν μηνίσκων, καὶ ἐπομένως εἰς λόγον ἀντίστροφον τῶν ἀκτίνων ἢ τῶν διαμέτρων τῶν σωλήνων. Ὁ νόμος οὗτος ἐπαληθεύσε καὶ διὰ τῆς πείρας· ἐπομένως ἀρκεῖ νὰ γνωρίζῃ τις πόσον ὑψοῦται ὑγρόν τι ἐντὸς σωλῆνός τινος διὰ νὰ συμπεράνῃ τὸ ὕψος εἰς κάθε ἄλλον σωλῆνα τριχοειδῆ· οὕτω ἐντὸς σωλήνων $\frac{1}{10}$ $\frac{1}{100}$ $\frac{1}{1000}$ χιλιοστομέτρου ἐχόντων διάμετρον, τὸ ὕδωρ θὰ ὑψωθῇ εἰς 300, 3000, 30000 χιλιοστόμετρα, ἢ εἰς 30 μέτρα ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας του.

Ἡ ὕψωσις καὶ ὕφεσις τῶν διαφόρων ὑγρῶν τροποποιεῖται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν καὶ πυκνότητα αὐτῶν· ἕνεκα τούτου τὸ οἰνόπνευμα ἀναβαίνει 10 χιλιοστ. ἐν ᾧ τὸ ὕδωρ εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ἀναβαίνει 30, ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ σωλῆνος μὲ τομὴν ἑνὸς χιλιοστομέτρου. Τὸ ὕψος τῆς στήλης εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς παχύτητος τῶν σωλήνων καὶ τῆς ὕλης αὐτῆς, ἐπειδὴ πρόκειται περὶ δυνάμεων ἐνεργουσῶν εἰς ἀπείρως ἐλαχίστας ἀποστάσεις· ὅσον περὶ τῆς φύσεως τῆς ὕλης εἶναι πάντη ἀδιάφορον, ἀρκεῖ μόνον νὰ ὑγραίνηται· ἐπειδὴ ἡ αἴρουσα καὶ ὑποστηρίζουσα ὅλας τὰς στιβάδας στήλη εἶναι ἡ ἀνωτάτη πρώτη προσκολλημένη εἰς τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σωλῆνος, ὡς ἐκ τοῦ ἑπομένου πειράματος ἀποδεικνύεται. Λαμβάνοντες δίσκον ὑέλινον ὁμαλὸν καὶ λεῖον, καὶ ἐφαρμόζοντες αὐτὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, δυσκολευόμεθα νὰ τὸν ἀποσπάσωμεν, ἢ νὰ τὸν αἴρωμεν καθέτως, μάλιστα δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν καὶ τὴν πρὸς ἀπόσπασιν ἀπαιτουμένην δύναμιν, προσαρτῶντες αὐτὸν εἰς τὸν ἕνα βραχίονα τῆς πλάστιγγος καὶ προσθέτοντες βάρη εἰς τὸν ἀντίθετον· ἐξ οὗ ἀποδείκνυται ὅτι ἀπαιτεῖται ἡ αὐτὴ δύναμις διὰ πάντα δίσκον τῆς αὐτῆς διαμέτρου, ἀρκεῖ μόνον νὰ γίνηται ὕγρανσις· καὶ

πραγματικῶς, τοῦ δίσκου ὑγραινομένου, ἡ ἔλξις τῶν μορίων αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ὕδατος εἶναι μεγαλειτέρα τῆς τούτου συνοχῆς, δι' ὃ καὶ τὰ προσθετόμενα βάρη ἐξαρτῶνται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς συνοχῆς αὐτῆς τῶν ὑδατωδῶν μορίων, ἐπειδὴ ἡ εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετὰ τοῦ δίσκου στιβὰς αὐτῶν μένει ἀπηωρημένη καὶ μετὰ τὴν ἀπόσπασιν. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς τριχοειδοῦς δυνάμεως δὲν τροποποιοῦσι μόνον τοὺς νόμους τῆς ὑδροστατικῆς, ἀλλὰ καὶ τὴν Ἀρχιμήδειον ἀρχὴν, καθ' ὅσον δύναταί τις νὰ κατορθώσῃ νὰ πλέωσιν ἐπὶ τοῦ ὕδατος ὄχι μόνον μικρὰ τεμάχια μετάλλων, ἀλλ' ἀκόμη καὶ νήματα μετάλλινα, ὡς βελόναι λεπταὶ ἀρκετὰ μακραὶ, ἀρκεῖ μόνον νὰ τρίβωνται προηγουμένως μεταξὺ τῶν δακτύλων ἵνὰ χρίωνται ἐλαφρῶς μὲ λιπώδη τινὰ ὕλην, καὶ ἔπειτα νὰ θέτωνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος μέ τινα ἐπιτηδειότητα· αἱ βελόναι ἐπιπλέουσαι σύρονται εὐκόλως ἐπὶ τοῦ ὕδατος ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τοῦ μαγνήτου. Ὁ λόγος δὲ τοῦ φαινομένου εἶναι ὅτι, τῆς περικαλυπτούσης αὐτὰς ἀερώδους στιβάδος μὴ διωκομένης πλέον ὑπὸ τῆς τριχοειδοῦς ἕλξεως τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ χάλυβος, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ κυρτοῦται διὰ νὰ σχηματίσῃ δύο ἀντιθέτους μηνίσκους ἔνθεν καὶ ἔνθεν, ὑποστηρίζοντας τὸ βάρος τῆς βελόνης. Τὰ ἐπιπλέοντα σώματα δυνάμει τοῦ αὐτοῦ λόγου παρουσιάζουσι φαινόμενα ἕλξεως καὶ ὠθήσεως, ἀπατῶντα τὸν παρατηρητὴν, ὡς ἀποδιδόμενα εἰς τὴν ὕλην αὐτὴν τῶν σφαιρῶν, ἐν ᾧ δὲν εἶναι εἰ μὴ ἁπλοῦν ἀποτέλεσμα τῆς κυρτότητος τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Βλέπει τις π. χ. (σχῆμα. 3. 4) σφαίρας ἐπιπλεούσας, ἐξ ὧν ἡ μία ὑγραίνεται, ἡ δὲ ἄλλη ὄχι· αἱ σφαῖραι αὗται ἀπωθοῦνται, ὅταν ἀπέχωσιν ὀλίγον μεταξύ των, αἱ αὐταὶ δὲ ἕλκονται ἰσχυρῶς, ὅταν ὀλίγον τι ἐγγύτερον εὑρίσκωνται πρὸς ἀλλήλας, παρ' ὅσον δεικνύει τὸ σχῆμα 4, ἐπειδὴ τότε ἡ κυρτότης τοῦ κοίλου μηνίσκου συγχωνεύεται μὲ τὴν τοῦ κυρτοῦ.

Διάφορα τριχοειδῆ φαινόμενα. Τὸ τριχοειδὲς λαμβάνει μέρος οὐσιωδες εἰς ἅπαντα τὰ ἀφορῶντα τὴν ἀπορρόφησιν καὶ ξήρανσιν φαινόμενα· τὰ ὑγρὰ δηλ. ἀναβαίνουσιν εἰς τοὺς τριχοειδεῖς σωλῆνας ἐξ οἱασδήποτε ὕλης καὶ ἂν οὗτοι ὦσι, τόσον περισσότερον, ὅσον μικρὰ εἶναι ἡ διάμετρος αὐτῶν, ἀρκεῖ μόνον νὰ ὑπάρχῃ ὑγραν-

σις. Διὰ τοῦτο βλέπομεν τὰ πορώδη σώματα ν' ἀπορρώφῶσιν εὐκολώτατα καὶ νὰ κρατῶσι τὰ ὑγρά· ἐπειδὴ τί ἄλλο παριστῶσιν οἱ πόροι, ἢ ἀναρίθμητον πλῆθος ἀκανονίστως συσσωρευμένων τριχοειδῶν σωλήνων;

Συντόμως θέλομεν ὑποδείξει τὰς ἀρχὰς, καθ' ἃς τὰ τριχοειδῆ φαινόμενα λαμβάνουσι χώραν εἴς τε τὴν ἀνόργανον καὶ ἐνόργανον ὕλην, καὶ ὡς παράδειγμα πρῶτον λαμβάνομεν τὸν ὑδροφανῆ λίθον (Hydrophane). Ὁ λίθος οὗτος χαλικώδης ὢν, ὅμοιος μὲ τοὺς ἀχάτας, καὶ μᾶλλον διαυγὴς παρὰ διαφανὴς, βυθιζόμενος ἐν τῷ ὕδατι, ἀναδίδει πλῆθος μικρῶν φυσαλίδων ἀέρος, ἐξερχομένων ἐκ τῶν πόρων αὐτοῦ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, μετά τινας δὲ στιγμὰς ἀποσυρόμενος γίνεται διαφανὴς, καὶ τὸ βάρος του αὐξάνει κατὰ $\frac{1}{6}$· ὁ δὲ περὶ οὗ ὁ λόγος λοιπὸν λίθος ἐποτίσθη, οὕτως εἰπεῖν, ὕδατος, ὄχι κατὰ συνέπειαν τῆς πιέσεως, ἀλλὰ τῆς τριχοειδοῦς δυνάμεως. Τὸ ὕδωρ ὑγραῖνον κατὰ πρῶτον τὴν ἐπιφάνειαν εἰσδύει εἰς τοὺς πόρους, καὶ φθάνει μέχρι τῶν λεπτοτάτων σωλήνων, διῶκον τὸν ἀέρα, ὅπου τὸν ἀπαντᾷ, ἐξ οὗ ἡ αὔξησις τοῦ βάρους, καὶ τὸ διαφανές· διότι τὸ φῶς διέρχεται εὐκολώτερον τοὺς μικροὺς αὐτοὺς ἀγωγοὺς πλήρεις ὄντας ὕδατος μᾶλλον, παρὰ ἀέρος. Ἡ ξήρανσις τοῦ ὑδροφανοῦς δὲν εἶναι ὀλιγώτερον περίεργος τῆς ἐμβρέξεως· τὸ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὕδωρ ἐξατμίζεται τὸ πρῶτον, τὸ δὲ ἐντὸς τῶν πόρων ἀντλούμενον, οὕτως εἰπεῖν, ἐκ τῆς τριχοειδοῦς δυνάμεως, σύρεται διαδοχικῶς ἐκ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν ὅπως ἐξατμισθῇ ἐπίσης· ταὐτοχρόνως δὲ καθ' ὅσον τὸ ὕδωρ ἐξέρχεται, ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται πληρῶν τοὺς μεγάλους πόρους, οἵτινες πρῶτοι κενοῦνται· ἐπειδὴ οἱ μικροὶ ἔλκουσι τὸ ὕδωρ καὶ τὸ κρατοῦσι μὲ περισσοτέραν δύναμιν διὰ τὸν προεκτεθέντα λόγον, ὅτι αὐτὸ ἀναβαίνει εἰς ὕψος τόσον μεγαλείτερον, ὅσον στενότατος εἶναι ὁ σωλήν.

Τὸ φαινόμενον τοῦτο, οὗτινος ἅπασαι αἱ περίοδοι εἶναι σχεδὸν θεαταὶ, ὡς ἐκ τοῦ διαφανοῦς τοῦ λίθου, ἐπαναλαμβάνεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον εἰς ὅλα τὰ πορώδη σώματα, ὁποῖα εἶναι διάφοροι λίθοι, αἱ ἀρόσιμοι γαῖαι, ἡ ψάμμος, τὰ ξύλα, ἡ ζάκχαρις, αἱ νηματώδεις οὐσίαι, καὶ τὰ ἐξ αὐτῶν πλέγματα καὶ ὑφάσματα ἄτινα καὶ

συστέλλονται ἕνεκα τῆς ἐμβρέξεως, διότι τὸ μεταξὺ καὶ ἐντὸς τῶν ἰνῶν ὕδωρ ἐξογκόνει αὐτὰ, καθὼς καὶ εἰς πολλοὺς λίθους, καὶ εἰς αὐτὰς ἀκόμη τὰς ἐπιφανείας τῶν ὀρέων συμβαίνει ῥῆξις ἕνεκα τῆς ἀπορροφήσεως τοῦ ὕδατος, ὅπερ πηγνύμενον ἀποκτᾷ τὴν περίεργον ἰδιότητα τοῦ ἐκτείνεσθαι καὶ κατέχειν περισσότερον χῶρον, ὡς τὸ ἀπέδειξεν ὁ Οὐγίνσιος (Hugghens) εἰς τοὺς Παρισίους, κατὰ τὸ 1667, ὅπου ἐν καιρῷ χειμῶνος δριμυτάτου, εἶχεν ἐκθέσει εἰς τὸ ψύχος ὕδωρ ἑρμητικῶς κεκλεισμένον ἐντὸς δύο σιδηρῶν σωλήνων ἢ ὅλμων ἀρκετὰ παχέων· ἡ ἀντίστασις αὐτῶν ἐστάθη ἀνεπαρκὴς, ὁ πάγος τοὺς διέῤῥηξεν ἀπὸ τὸ ἓν εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον.

Ἡ διὰ τῆς θρυαλλίδος ἀνάβασις τῶν ἐλαιωδῶν οὐσιῶν, ἡ διήθησις τῶν ὑγρῶν κτλ. εἶναι ἀποτελέσματα τῆς τριχοειδοῦς δυνάμεως· ὁμοίως τὰ φυτὰ ἐπὶ τῆς βλαστήσεως ἀντλοῦσιν ἀποκλειστικῶς σχεδὸν ἐκ τῆς γῆς τὰς διαλελυμένας ὕλας, ὅσων ἔχουσι χρείαν, διὰ μόνων τῶν τριχοειδῶν σωλήνων τῶν ῥιζῶν· διότι τὰ ἄλλα ὄργανα τὰ εἰς ἐπαφὴν ὄντα μὲ τὸν ἀέρα φαίνονται μᾶλλον προσδιωρισμένα διὰ τὴν ἐξάτμησιν, ἢ διὰ τὴν ἀπορρόφησιν τοῦ ἀτμοῦ.

8. Ἐντόσμωσις διαπίδυσις ἢ διορρυθμός. Τὰ φαινόμενα τῆς ἐντοσμώσεως ἀνακαλυφθέντα ὑπὸ τοῦ Δυδραχίου (Dutrochet) κατὰ τὸ 1825 εἶναι ἀνάλογα τῶν τριχοειδῶν φαινομένων· διαφέρουσιν ὅμως οὐσιωδῶς, καὶ ἡ αἰτία αὐτῶν μένει ἄγνωστος, μ' ὅλας τὰς γενομένας μέχρι τοῦδε προσπαθείας πρὸς ἀνακάλυψιν αὐτῆς.

Τὸ ὄργανον καλούμενον ἐντοσμόμετρον, παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 5. Σύγκειται δὲ ἐκ κυλίνδρου λεπτοῦ, μεταλλίνου, κεκλεισμένου κάτωθεν διὰ μεμβράνης ἐκ κύστεως καλῶς συνεσφιγμένης, ἄνωθεν δὲ διὰ πώματος, διὰ τοῦ ὁποίου διέρχεται σωλὴν ὑέλινος· τὸν κύλινδρον αὐτὸν πληροῦσι μὲ οἰνόπνευμα, εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ νὰ ὑψοῦται κατά τι ἐντὸς τοῦ σωλῆνος· μετὰ ταῦτα βυθίζουσιν αὐτὸν εἰς ὑέλινον ἀγγεῖον, περιέχον ὕδωρ διϋλισμένον· τὸ ἐντοσμόμετρον βυθιζόμενον οὕτω μέχρι τινὸς εὑρίσκει τὴν ἰσορροπίαν του καὶ ἵσταται πλέον. Ἰδοὺ δὲ τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα· μετὰ ἡμίσειαν ὥραν, ἢ μίαν τὸ πολὺ, βλέπει τις τὸ ὑγρὸν ν' ἀναβαίνῃ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος μὲ τρόπον λίαν ἐπαισθητὸν,

καὶ ἐντὸς 24 ὡρῶν ἡ στήλη νὰ δεικνύῃ πολλοὺς βαθμούς· τὸ ὕδωρ λοιπὸν διαπερᾷ τὴν μεμβράνην διὰ ν' ἀναμιχθῇ μὲ τὸ οἰνόπνευμα τοῦ ἐντοσμομέτρου, διότι ὁ ὄγκος του αὐξάνει μεγάλως· συγχρόνως δὲ τὸ οἰνόπνευμα διαπερᾷ καὶ αὐτὸ τὴν μεμβράνην διὰ νὰ ἑνωθῇ μὲ τὸ ὕδωρ, ὡς ἐλεγχομένης τῆς παρουσίας του ἐντὸς ἐκείνου, πλὴν τὸ ῥεῦμα τοῦ ὕδατος πρὸς τὸ οἰνόπνευμα εἶναι μεγαλείτερον ἀπὸ τὸ ἀντίθετον τοῦ οἰνοπνεύματος πρὸς τὸ ὕδωρ· ὅθεν συνήθως λέγουσιν ὅτι ὑπάρχει ἐντόσμωσις τοῦ ὕδατος πρὸς τὸ οἰνόπνευμα. Ὁ αὐτὸς Δυδράχιος παρετήρησεν ὅτι ὑπάρχει ἐντόσμωσις τοῦ ὕδατος καὶ πρὸς τὸ διαλελυμένον ἀραβικὸν κόμμι. καὶ πρὸς ἄλλα τινὰ ὑπόξυνα ὕδατα.

§ 2. Περὶ ἀτομικῶν ἀπωθήσεων.

9. Ἀτομικαὶ ἀπωθήσεις. Ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει ἐντελὴς καὶ πλήρης συνάφεια μεταξὺ τῶν διαφόρων μορίων τῶν σωμάτων, δύναταί τις νὰ εἴπῃ, ὅτι ὅταν σῶμά τι πιέζηται, ἡ ἀντίστασις ἥτις μᾶς ἔκαμε νὰ δεχθῶμεν τὸ ἀδιαχώρητον τῆς ὕλης, χρεωστεῖται εἴς τινα ἀπώθησιν ἀτομικήν· καὶ αὕτη πρὸ πάντων ἐξελέγχεται εἰς τὰ φαινόμενα τῆς ἐλαστικότητος.

Ἡ ἐλαστικότης εἶναι ἰδιότης, ὡς ἴδομεν προηγουμένως, δι' ἧς σῶμά τι στερεὸν, πιεζόμενον ἢ διαστελλόμενον δι' ἐξωτερικῶν δυνάμεων, ἐπανέρχεται ἀκριβῶς εἰς τὰς πρώτας αὐτοῦ διαστάσεις, ὅταν αὐταὶ παύσωσιν ἐνεργοῦσαι ἐπ' αὐτοῦ. Ἐν καταστάσει ἠρεμίας ὄντος σώματός τινος στερεοῦ, τὰ συνιστῶντα αὐτὸ ὑλικὰ μόρια εὑρίσκονται ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν δυνάμεως ἰσορῥοπουσῶν πρὸς ἀλλήλας, ἢ ἀμοιβαίως καταστρεφομένων ὡς πρὸς τὴν ἐνέργειαν· ἐξασκουμένης δὲ πιέσεώς τινος ἐπὶ τῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας, αὕτη ἐμβαίνει εἰς κίνησιν· ὁ κλονισμὸς μεταδίδεται εἰς τὰ ἐσωτερικὰ μόρια, τὸ στερεὸν αὐτὸ σῶμα παραμορφόνεται κατά τι, καὶ τίθεται παρευθὺς εἰς νέαν κατάστασιν ἰσορῥοπίας.

Ἐὰν ἤδη ἡ αἰτία τοῦ ἀποτελέσματος αὐτοῦ διακοπῇ, νέα κατάστασις ἰσορῥοπίας διαφόρου τῆς πρώτης παράγεται, μ' ὅλον ὅτι δύναται νὰ ἦναι ἡ αὐτὴ εἴς τινας περιπτώσεις· πρὶν ὅμως φθάσῃ ἐκεῖ,

ἐκτελεῖται σειρά τις δονήσεων ποικίλλουσα κατὰ τὴν φύσιν τῶν σωμάτων καὶ τῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων.

10. Πιεστότης καὶ ἐλαστικότης τῶν ὑγρῶν. Ἄλλοτε ἐνόμιζον ὅτι τὰ ὑγρὰ ἦσαν ὅλως ἀπίεστα καὶ ἐπομένως μὴ ἐλαστικά· μ' ὅλα ταῦτα αἱ μεταβολαὶ τοῦ ὄγκου, τὰς ὁποίας δοκιμάζουσιν ὡς ἐκ τῆς ἐπιῤῥοῆς μηχανικῶν πιέσεων ἀποκατέστησαν ἐναργεῖς διὰ τοῦ πειράματος τοῦ Ἔρστεδ, παρισταμένου εἰς τὸ σχῆμα 6, καὶ 7. Τὸ σχῆμα 6 παριστᾷ τὸ πιεζόμετρον (*) ἢ τὸ ἀγγεῖον, ἐν ᾧ περιέχεται τὸ ὑγρὸν, ὅπερ πρόκειται νὰ πιεσθῇ, ὁμοιάζει μὲ μέγα δοχεῖον θερμομέτρου λῆγον εἰς σωλῆνα λεπτὸν καὶ μικρὸν, ἐν ᾧ εἰσάγουσι μικρόν τινα δείκτην ἐξ ὑδραργύρου ἐπιπλέοντα διὰ τὴν σμικρότητά του, καὶ τὴν στενότητα τοῦ σωλῆνος, καὶ περιορίζοντα τὸν ὄγκον τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὑγροῦ. Κατορθόνουσι δὲ, ὡς ἀμέσως θέλομεν ἰδεῖ, νὰ ἐξασκῶσιν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ πιέσεις 8-10 ἀτμοσφαιρῶν, χωρὶς διὰ τοῦτο τὸ δοχεῖον νὰ μεγεθύνηται, οὔτε νὰ παραμορφόνηται· τότε αἱ κινήσεις τοῦ δείκτου ἐξελέγχουσι τὴν ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου, καὶ ἐὰν διὰ ζυγίσεων, ἢ ἄλλως πως γνωρίσῃ τις, ὅτι ἓν χιλιοστόμετρον τοῦ μήκους αὐτοῦ τοῦ μικροῦ σωλῆνος ἀνταποκρίνηται π. χ. εἰς τὸ ἑκατομμυριοστὸν τῆς χωρητικότητος τοῦ δοχείου, ἀρκεῖ νὰ παρατηρήσῃ πόσα ὁ δείκτης διατρέχει χιλιοστόμετρα, ὅπως γνωσθῇ ὁ ἀριθμὸς τῶν μιλλιονιστημορίων, καθ' ὃν ὁ ὄγκος τοῦ ὑγροῦ ἠλαττώθη ὡς ἐκ τῆς πιέσεως· πρὸς τοῦτο ὑπάρχει δεξιὰ τοῦ σωλῆνος κλίμαξ τις διηρημένη ὁ μικρὸς ὑέλινος σωλὴν, τὸν ὁποῖον βλέπει τις ἀριστερὰ εἶναι ἀνοικτὸς κάτωθεν, κλεισμένος ἄνωθεν, καὶ πλήρης ἀέρος. Τίθεται δὲ ὑπ' αὐτὸν μικρὰ λεκάνη ὑδραργύρου, καὶ γίνεται ἓν μανόμετρον μὲ πεπιεσμένον ἀέρα δεικνύον τὴν πίεσιν εἰς ἣν ὑπεβλήθη τὸ πιεζόμετρον, καὶ ἐπομένως τὸ περιεχόμενον ὑγρόν.

(*) Ἡ περιγραφὴ τοῦ πιεζομέτρου ὤφειλεν ἴσως νὰ λάβῃ χώραν εἰς τὸ τέλος τῶν φαινομένων τῆς Α'. Κλάσεως· ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ ἐφαρμογὴ αὐτοῦ ἀνήκει εἰς φαινόμενα τῶν ἀτομικῶν ἐνεργειῶν περὶ ὧν ὁ λόγος, διὰ τοῦτο τὸ περιγράφομεν ἐντεῦθα, καὶ ὁ σπουδαστὴς ἂς ἐπανέλθῃ, ἀφ' οὗ συνοικειωθῇ καλῶς μὲ τὰς περαιτέρω γνώσεις διὰ νὰ τὸ ἐγγοήσῃ καλλίτερον.

Τὸ σχῆμα 6, παρίστησι τὸ ἀγγεῖον τῆς πιέσεως· σύγκειται δὲ ἐξ ὑέλου, καὶ φέρει πρὸς τὸ ἄνω μέρος ἀπάρτισμά τι μετάλλινον, καὶ ἔμβολον, ἐφ' οὗ πιέζουσιν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον διὰ μέσου τοῦ ὑπεράνωθεν αὐτοῦ ἕλικος. Τὸ ἔμβολον αὐτὸ ἐνεργεῖ κατ' εὐθεῖαν ἐπὶ τοῦ ὕδατος τοῦ πληροῦντος τὸ ἀγγεῖον αὐτὸ τῆς πιέσεως.

Ἐντὸς αὐτοῦ τοῦ ἀγγείου βλέπει τις τὸ πιεζόμετρον σχημ. 7, παριστάμενον ἐνταῦθα ὑπὸ μικράν τινα ἔποψιν. Καθ' ὅσον ὁ ἕλιξ στρέφεται καὶ τὸ ἔμβολον καταβαίνει, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ πιεζομέτρου, καὶ μεταδίδει τὴν πίεσιν εἰς τὸν ἐξ ὑδραργύρου δείκτην, ὅστις τὴν μεταδίδει καὶ αὐτὸς εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ δοχείου. Συγχρόνως δὲ τὸ περικάλυμμα τοῦ πιεζομέτρου δέχεται ἐξωτερικῶς ἴσην πίεσιν, καὶ ὡς ἐκ τούτου διατηρεῖται τὸ σχῆμά του, καὶ δύναται νὰ ὑποφέρῃ μεγάλας πιέσεις, καί τοι συγκείμενον ἐξ ὑέλου λεπτῆς.

Πολλὰ πειράματα ἐξετέλεσαν δι' αὐτοῦ τοῦ ὀργάνου, ἐνίοτε μεταχειριζόμενοι διάφορα ὑγρὰ, ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ πιεζομετρικοῦ περικαλύμματος, ἄλλοτε μεταβάλλοντες τὴν ὕλην αὐτοῦ, διὰ νὰ παρατηρήσωσι τὸ αὐτὸ ὑγρὸν, ἐξ ὧν προκύπτει ἡ βεβαιότης ὅτι τοῦ πιεζομέτρου ἡ χωρητικότης ἐλαττοῦται κατὰ τὴν πίεσιν, μ' ὅλον ὅτι ἡ πυκνότης αὐτοῦ εἶναι ὑποβεβλημένη εἰς τὰς αὐτὰς δυνάμεις ἐνεργούσας ἔξωθεν πρὸς τὰ ἐντὸς, καὶ ἔσωθεν πρὸς τὰ ἐκτός· ὑπολογιζομένης δὲ τῆς μεταβολῆς αὐτῆς, τὰ πειράματα τοῦ Ἔρςεδ, καὶ τῶν Κ. Κ. Κολλαδῶνος καὶ Στρούμπου εἶναι σύμφωνα· ἕπεται δὲ ἐκ τούτων.

1. Ὅτι τὰ ὑγρὰ ἔχουσι πλήρη ἐλαστικότητα δηλ. ὅτι ἐπανέρχονται πάντοτε ἀκριβέστατα εἰς τὸν ἀρχικὸν αὐτῶν ὄγκον, τῆς ἐπ' αὐτῶν πιέσεως παυσάσης.

2. Ὅτι ἡ ἐλάττωσις τοῦ ὄγκου εἶναι γενικῶς ἀνάλογος πρὸς ἣν ὑφίστανται πίεσιν.

3. Ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἶναι μεταξὺ τῶν ὑγρῶν τὸ ἧττον πιεστὸν, ὁ αἰθὴρ μεταξὺ τῶν μᾶλλον πιεστῶν, τὸ δὲ ὕδωρ κατέχει τὸν μέσον ὅρον μεταξὺ αὐτῶν τῶν ἄκρων.

Διὰ μίαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν αἱ ἐλαττώσεις τῶν ὄγκων εἶναι αἱ ἀκόλουθοι.

Ὑδράργυρος	4	μιλλιονιστημόρια.
Ὕδωρ	50	
Αἰθὴρ	150	

Οὕτω τοῦ ὕδατος τῆς θαλάσσης εἰς 10,000 μέτρων βάθους, δοκιμάζοντες μίαν πίεσιν 1000 περίπου ἀτμοσφαιρῶν· ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἀναλόγως καταντᾷ χιλιάκις 50 μιλλιονης. ἢ μόναν κατὰ $\frac{1}{20}$ τοῦ φυσικοῦ του ὄγκου.

11. Πιεστότης καὶ ἐλαστικότης τῶν στερεῶν. Μία ράβδος ξυλίνη καμπτομένη, ἐπανορθοῦται πάλιν ἀφ' ἑαυτῆς, τῆς δυνάμεως παυσάσης· τὸ ξύλον λοιπὸν εἶναι πιεστὸν καὶ ἐλαστικόν· εἶναι πιεστὸν, ἐπειδὴ κατὰ τὴν κάμψιν τὰ μόρια πλησιάζουσι πρὸς ἄλληλα περισσότερον κατὰ τὸ κοῖλον μέρος, ἐν ᾧ ἐκ τοῦ ἀντιθέτου κυρτοῦ ἀπομακρύνονται· ἅπαντα τὰ στερεὰ σώματα, ἄνευ ἐξαιρέσεως παρουσιάζουσιν αὐτὸ τὸ φαινόμενον.

Διακρίνουσι δὲ μεταξὺ τῶν στερεῶν τριῶν εἰδῶν ἐλαστικότητας, τὴν κατὰ κάμψιν, διάτασιν ἢ μηκυσμὸν, καὶ περιστροφήν. Τὸ ἀκόλουθον πείραμα ἀποδεικνύει τὴν τοῦ ά. εἴδους· θέτοντες ὁριζοντίως ἐπὶ δύο ὑποστηριγμάτων ἀπεχόντων κατά τι πρὸς ἄλληλα, στέλεχος ἢ ράβδον τινὰ εὐθεῖαν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μέσον αὐτῆς κάμπτεται ἐκ τοῦ ἰδίου βάρους τῆς ὕλης, καὶ ἀνορθοῦται πάλιν εἰς τὴν κατὰ κάθετον θέσ.ν.

Πρὸς παρατήρησιν τῆς κατὰ διάτασιν ἐλαστικότητος, ἡ ράβδος κρέμαται καθέτως ἐκ τοῦ ἄνω ἄκρου, εἰς δὲ τὸ κάτω προσαρτῶσι διάφορα βάρη, ὡς ἐκ τῶν ὁποίων αὐτὴ λαμβάνει διαφόρους μηκυσμοὺς ἀναλόγους τοῖς βάρεσιν.

Οὕτω μανθάνουσι τὴν ἔκτασιν τῶν ὁρίων τῆς ἐλαστικότητος, ὅταν τὸ εἰς πεῖραν ὑποβληθὲν σῶμα ἐπαναλαμβάνῃ ἀκριβῶς τὸ μῆκός του ἅμα ἀφαιρεθῇ τὸ φορτίον· ὑπερβαινομένων δὲ τῶν ὁρίων, τὸ σῶμα ἐκτείνεται, μέχρις οὗ θλασθῇ. Μεταξὺ τῶν ὁρίων τῆς ἐλαστικότητος, ἰδοὺ ποῖα τὰ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων.

1. Ὁ μηκυσμὸς εἶναι ἀνάλογος τοῦ βάρους.

2. Ὁ μηκυσμὸς εἶναι σχεδὸν ὁ αὐτὸς εἰς τὰς τῆς αὐτῆς ὕλης ῥάβδους, ἐχούσας τομὰς πλαγίας διαφόρους, ὅταν τὸ βάρος ἦναι ἀνάλογον μὲ τὴν τομὴν ἑκάστης, ἢ ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅταν ἕκαστον τετραγωνικὸν χιλιοστ. ὑποφέρῃ τὸ αὐτὸ βάρος.

3. Κατὰ συνέπειαν ἴσων φορτίων, ἡ διάτασις εἶναι ἀνάλογος τοῦ μήκους.

4. Τοῦ φορτίου ἀναλογοῦντος κατὰ χιλιόγραμμον εἰς ἕκαστον τετραγωνικὸν χιλιοστόμετρον, ἡ ἀνταποκρινομένη διάτασις εἰς τὸ μῆκος ἑνὸς μέτρου ποικίλλει κατὰ τὴν οὐσίαν· οὕτω ἐπὶ ἴσοις φορτίοις, ὁ μηκυσμὸς τῆς δρυὸς εἶναι τριακοντάκις μεγαλείτερος τοῦ σιδήρου.

Ἡ κατὰ περιστροφὴν ἐλαστικότης παρατηρεῖται ἐπὶ σκληρῶν ῥάβδων, ὡς καὶ ἐπὶ συρμάτων εὐκάμπτων· πλὴν τὰ ὅρια μεταβάλλονται μὲ τὸ μῆκος· π. χ. σύρμα ἀργυροῦν μήκους ἑνὸς μέτρου, προσηλωμένον ἐκ τοῦ ἄνω ἄκρου, καὶ εἰς τὸ κάτω φέρον ἱκανὸν βάρος δύναται νὰ περιστραφῇ κατὰ δύο περιφερείας ὁλοκλήρους, καὶ πάλιν νὰ ἐπανέλθῃ ἀκριβῶς εἰς τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερον. Ἐν ᾧ ἔλασμά τι ἀργυροῦν τοῦ αὐτοῦ μήκους ἑνὸς ἑκατοστομέτρου ἔχοντος διάμετρον δὲν δύναται νὰ ὑποστῇ οὔτε ἡμιπεριφερείας περιστροφὴν, χωρὶς νὰ παραβιασθῶσι τὰ ὅρια τῆς ἐλαστικότητος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.

§ 1. Γενικαὶ θεωρίαι ἐπ' αὐτῶν· δυνάμεις.

12. Τὸ κοινότερον καὶ συχνότερον πάντων τῶν φαινομένων εἶναι ἡ κίνησις· αὕτη εἶναι ἀποτέλεσμα ξένης αἰτίας, καὶ δὲν δύναται νὰ παραχθῇ ἀπὸ αὐτὴν ταύτην τὴν ἀδρανῆ ὕλην. Ἐκτὸς τῆς δυνάμεως τῆς προαιρετικῆς τῶν ἐμψύχων κινήσεως, ὑπάρχουσιν εἰς τὴν φύσιν πολλαὶ καὶ διάφοροι αἰτίαι κινητικαὶ, ὡς ἡ ἐκ τῶν ὑγρῶν, τῶν

ἀερομόρφων οὐσιῶν, τῆς βαρύτητος, τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως, τῆς θερμότητος κτλ.

ΣΗΜ· Ἡ ἔντασις τῶν δυνάμεων μετρεῖται διὰ διαφόρων ὀργάνων, ὡς τὸ δυναμόμετρυν, ἀνεμόμετρον κτλ. Οὕτω εὑρίσκουσιν ὅτι εἷς ἵππος δύναται ἐπί τινας στιγμὰς νὰ ἐξασκήσῃ ὁλκὴν δυνάμεως ἴσης με τὴν ἔντασιν βάρους 400 περίπου χιλιογράμμων προσηρτημένου εἰς σχοινίον κρεμάμενον. Κἰς μίαν ὅμως συνεχῆ ἐργασίαν ὁ ἵππος ἐξασκεῖ ὁλκὴν 50—70 χιλιογρ.

Κίνησις εἶναι ἡ κατάστασις τινος σώματος κατέχοντος διαδοχικῶς διαφόρους χώρους εἰς τὸ διάστημα· αὕτη δύναται νὰ ἦναι ἀπόλυτος ἢ σχετική· ὅταν ἓν σύστημα ὕλης κινῆται, ὥστε τὰ διάφορα αὐτοῦ μέρη μένουσιν εἰς τὰς αὐτὰς ἀποστάσεις, τὰ μέρη μὲν ταῦτα ἠρεμοῦσι πρὸς ἄλληλα, ἀλλὰ τὸ σύστημα γενικῶς κινεῖται. Ἐὰν ἤδη τὴν κίνησιν αὐτὴν συμμερίζηται ὁ παρατηρητὴς, καὶ ἐὰν τὰ πραγματικῶς ἀκίνητα σημεῖα ἦναι πολὺ ἀπομεμακρυσμένα ἀπὸ αὐτὸν, τὸ σύστημα ὅλον φαίνεται ἀκίνητον· διακρίνει δὲ τὴν διαδοχικὴν αὐτὴν μεταβολὴν τοῦ χώρου ἑνὸς σώματος μόνον ἀπὸ τὰς σχετικὰς κινήσεις χωρὶς νὰ προσέχῃ διόλου εἰς τὴν γενικήν.

Ἀντίθετος τῆς κινήσεως κατάστασις εἶναι ἡ ἠρεμία, ἥτις εἶναι ἀποτέλεσμα ἰσορροπίας· προκύπτει δὲ αὕτη, ὁπόταν δύο δυνάμεις ἴσαι ἐνεργῶσιν ἐπί τινος σώματος κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις, καὶ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας, ἢ ὅταν πολλαὶ ἐνεργῶσιν οὕτως, ὥστε τὸ ἀποτέλεσμα ἑκάστης ἀμοιβαίως καταστρέφεται. Ἡ ἐπὶ τῆς τραπέζης κειμένη μολυβδίνη σφαῖρα ἠρεμεῖ, ὄχι διότι ἐπ' αὐτῆς δὲν ἐνεργεῖ οὐδεμία δύναμις, ἀλλὰ διότι ἡ δύναμις ἐκείνη μὲ τὴν ὁποίαν ἕλκεται ἀπὸ τὴν γῆν, καταστρέφεται ἀπὸ τὴν ἀτομουλκὸν τῆς τραπέζης, τὴν ὁποίαν ἐκαλέσαμεν συνοχὴν, ἐπειδὴ ἄλλως ὅταν αὐτὴ ἀφεθῇ ἐλευθέρα εἰς τὸν ἀέρα ἢ ἐπὶ τοῦ ὕδατος πίπτει. Τὸ ἐξ ἑνὸς νήματος κρεμάμενον σῶμα ὑπάγεται εἰς τὴν αὐτὴν κατηγορίαν. Ἠρεμία ἀπόλυτος δὲν ὑπάρχει εἰς τὴν φύσιν· ἅπαντα τὰ σώματα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς κινοῦνται περιστροφικῶς περὶ τὸν ἄξονά της· ἡ κίνησις αὕτη ἑνοῦται μὲ ἄλλην πολὺ ταχυτέραν, τὴν περὶ τὸν Ἥλιον· καὶ αὐτὸς ὁ Ἥλιος ὁμοῦ μὲ τὸ πλανητικὸν σύστημα κινεῖται ἐντὸς τοῦ γενικοῦ διαστήματος μὲ ταχύτητα ἴσην τοὐλάχιστον μὲ τὴν τῆς γῆς

περὶ τὴν τροχιὰν αὐτῆς· ὥστε πᾶσα κίνησις καὶ ἠρεμία ἐνταῦθα ἐννοεῖται σχετική.

Ἡ ἀνάπτυξις τῶν γενικῶν ἀρχῶν, καθ' ἃς τὰ φαινόμενα τῆς κινήσεως καὶ ἰσορροπίας λαμβάνουσι χώραν, εἶναι ἀντικείμενον τῆς μηχανικῆς, διαιρουμένης εἰς δύο κεφαλαιώδη μέρη, τὴν στατικὴν καὶ δυναμικήν· καὶ ἡ μὲν πρώτη πραγματεύεται περὶ τῆς ἰσορροπίας, ἡ δὲ δευτέρα περὶ τῶν νόμων τῆς κινήσεως τῆς προερχομένης ἐκ τῆς μὴ ἐκπληρώσεως τῶν συνθηκῶν τῆς ἰσορροπίας· ὅθεν ἐνταῦθα θέλομεν ἐκθέσει τὰς γενικωτέρας θεωρίας, ἐφ' ὧν βασίζονται ἀμφότεραι αὗται αἱ ἐπιστῆμαι, ἀναφέροντες ἐνταὐτῷ παραδείγματά τινα καὶ περιγράφοντες τὰς οὐσιωδεστέρας καὶ χρησιμωτέρας εἰς τὸν βίον μηχανάς.

Τὸ διάστημα ἐκ τοῦ σημείου, ὅθεν ἡ κίνησις σώματός τινος ἄρχεται, μέχρις ἐκείνου ὅπου παύει, εἶναι ὁ διατρεχόμενος δρόμος, καὶ ἡ γραμμὴ ἡ δεικνύουσα αὐτὸν τὸν δρόμον, εἶναι ἡ διεύθυνσις. Δύναται δὲ αὕτη νὰ ἦναι εὐθεῖα ἢ καμπύλη κατὰ τὴν φύσιν τῆς κινήσεως. Ἡ κίνησις εἶναι ἰσοταχὴς, ἢ μεταβαλλομένη, καθ' ὅσον ἓν σῶμα διατρέχει εἰς ἴσους χρόνους διαστήματα ἴσου ἢ ἀνίσου μεγέθους· εἶναι ἐπιταχυντικὴ, ἢ βραδύνουσα, καθ' ὅσον τὰ διαστήματα προχωροῦσιν αὐξανόμενα, ἢ βραχυνόμενα. Ἡ ταχύτης σώματος ὁμοιομόρφως ἢ ἰσοταχῶς κινουμένου, εἶναι τὸ διανυόμενον διάστημα ἐντὸς ὡρισμένης χρονικῆς μονάδος· εἰς ὁμοιόμορφον δὲ κίνησιν ἡ ταχύτης εἶναι ἴση μὲ τὸ πηλίκον τοῦ διατρεχομένου διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου· ὅταν σῶμά τι κινῆται κυκλικῶς, ἡ ταχύτης του ἐκτιμᾶται ἀπὸ τὴν κυρτότητα τοῦ διαγραφομένου τόξου, ὥστε ἡ κυκλικὴ ἢ γωνιώδης ταχύτης εἶναι εἰς ἀντίστροφον λόγον τῆς ἀκτῖνος αὐτοῦ τοῦ τόξου.

Εἰς τὴν μηχανικὴν αἱ ταχύτητες, τὰ διαστήματα, οἱ χρόνοι, παρίστανται δι' ἀριθμῶν, καὶ οὕτως αἱ ἑτερογενεῖς αὗται ποσότητες καθίστανται παραβληταί. Ἐπίσης συνειθίζουσι νὰ παριστῶσι τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως, διὰ τῆς διευθύνσεως εὐθείας τινὸς, καὶ τὴν ἔντασιν αὐτῆς διὰ τοῦ μήκους τῆς εὐθείας.

Εἰς τὴν μεγαλοφυΐαν τοῦ Νεύτωνος χρεωστεῖται ἡ ἀνακάλυψις τῶν τριῶν ἀκολούθων θεμελιωδῶν νόμων. 1. Πᾶν σῶμα ἠρεμοῦν δια-

μένει εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἠρεμίας· καὶ πᾶν σῶμα ὅταν ἅπαξ ἔμβῃ εἰς κίνησιν ἐξακολουθεῖ νὰ κινῆται ἰσοταχῶς καὶ κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν μέχρις οὗ ἄλλη τις δύναμις κινοῦσα μεταβάλλει τὴν κατάστασίν του αὐτήν· πρὸς ἐπαλήθευσιν δὲ τῆς δευτέρας περιπτώσεως, ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, ἡ τριβὴ κτλ. δὲν πρέπει ποσῶς νὰ ὑπολογίζωνται. 2. Ἡ δύναμις εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον τῆς μάζης ἐπὶ τὴν ταχύτητα τοῦ κινουμένου σώματος: παραδειγ. εἰς μικρὸς λίθος πίπτων ἀπὸ μέγιστόν τι ὕψος μὲ μεγάλην ταχύτητα ἀποκτᾷ τόσην δύναμιν, ὅσην καὶ εἷς μέγας πίπτων ἀπὸ μέτριον ὕψος· ἕνεκα τούτου καὶ ἡ δύναμις τῶν μικρῶν σφαιρῶν τοῦ πυροβόλου καθίσταται ὀλεθρία. 3. Ὅταν δύο σώματα ἀμοιβαίως ἐνεργῶσι τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου, αἱ ἐνέργειαι καὶ αἱ ἀντιδράσεις αὐτῶν εἰσι πάντοτε ἴσαι· παράδειγμα· ὁ τιθέμενος λίθος ἐπὶ τῆς χειρός μου δοκιμάζει ἀντενέργειαν ἴσην μὲ τὴν ὁποίαν ἐξασκεῖ πίεσιν ἐπ' αὐτῆς κτλ.

Σημεῖόν τι ὑλικὸν ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν ὧν δύο δυνάμεων ἴσων, ἀντιθέτως ἐνεργουσῶν καὶ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας μένει ἀκίνητον· ἀλλ' ἐὰν αἱ δυνάμεις ἦναι ἄνισοι, τὸ σῶμα κινεῖται. ὡς νὰ ὠθεῖτο κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μεγαλειτέρας μόνον, μὲ μίαν ἔντασιν δυνάμεως ἴσης μὲ τὴν διαφορὰν τῶν δύο πρώτων.

Ἐὰν αἱ δυνάμεις ἐνεργῶσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, τὸ σῶμα κινεῖται ὡς νὰ ἐνήργει ἐπ' αὐτοῦ μία μόνη δύναμις ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν δύο ἄλλων.

Ἐὰν αἱ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὑλικοῦ σημείου ἐνεργοῦσαι δύο δυνάμεις ἀποτελῶσι γωνίαν τινὰ (σχημ. 8.), τὸ σημεῖον αὐτὸ θὰ λάβῃ εἰς τὴν κίνησίν του τὴν διεύθυνσιν τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου ἔχοντος διὰ πλευρὰς τὰς δύο εὐθείας, τὰς παριστώσας τὰς διευθύνσεις καὶ ἐντάσεις τῶν ἀρχικῶν δυνάμεων· περιπλέον τὸ σημεῖον αὐτὸ θὰ κινηθῇ ὡς νὰ ἦτον ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν μιᾶς μόνης δυνάμεως παρισαμένης ὡς πρὸς τὴν ἔντασιν διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλληλογράμμου. Ἡ τελευταία αὕτη δύναμις καλεῖται συνισταμένη σχετικῶς ὡς πρὸς τὰς δύο ἄλλας, αἵτινες λαμβάνουσι τὸ ὄνομα συνιστῶσαι. Δύναται λοιπὸν τις ν' ἀντικαταστήσῃ ἀντὶ δύο δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπί τινος σημείου ὑλικοῦ μόνην τὴν συνισταμένην αὐτῶν,

καὶ ἀντιστρόφως ἀντὶ τῆς συνισταμένης μόνης τὰς δύο συνιστώσας αὐτῆς. Ἐπίσης δυνάμεθα, ὅταν σημεῖόν τι ὑλικὸν εὑρίσκηται ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν μεγαλειτέρου ἀριθμοῦ δυνάμεων ν' ἀντικαταστήσωμεν ἀντὶ ὅλων αὐτῶν μίαν μόνην, τὴν συνισαμένην δηλ. ὅλων τῶν ἄλλων διαδοχικῶς συνδυαζομένων.

Ἡ συνισταμένη τῶν δύο δυνάμεων ἔχει τὴν ἰδιότητα αὐτὴν, ὅτι αἱ ἀχθεῖσαι γραμμαὶ ΓΔ καὶ ΓΕ (σχημ. 8.) ἔκ τινος σημείου ὁποιουδήποτε τῆς συνισταμένης ΑΒ καθέτως ἐπὶ τῶν διευθύνσεων τῶν δύο συνιστουσῶν ΑΔ καὶ ΑΕ, ἔχουσι τὸ μῆκός των ἀντιστρόφως ἀνάλογον τῆς ἐντάσεως μιᾶς ἑκάστης τῶν δυνάμεων πρὸς ἃς διευθύνονται· αὕτη δὲ ἡ πρότασις ἀποδεικνύεται καὶ γεωμετρικῶς· π. χ. ἐὰν αἱ δυνάμεις π καὶ ρ, παρασταθῶσι διὰ τῶν ἀριθμῶν 4 καὶ 5, αἱ κάθετοι ΓΔ καὶ ΓΕ θὰ ἦναι εἰς τὴν σχέσιν τοῦ 5 : 4. καὶ γενικῶς π : ρ :: ΓΕ : ΓΔ. ἐξ οὗ π × ΔΓ = ρ × ΓΕ. Ὅταν δὲ δύο δυνάμεις, π καὶ ρ (σχῆμ. 9.) κείμεναι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου ἐφαρμόζωνται εἰς δύο διάφορα σημεῖα α καὶ ἀ σώματός τινος στερεοῦ, διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν, ὑποθέτομεν ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς μιᾶς δυνάμεως δύναται νὰ μετενεχθῇ εἴς τι σημεῖον ὁποιονδήποτε τῆς διευθύνσεως αὐτῆς, ἀρκεῖ μόνον αὐτὸ νὰ συνδέηται μὲ τὸ πρῶτον δι' ἀκάμπτου γραμμῆς, τότε αἱ δύο δυνάμεις κείμεναι καθ' ὑπόθεσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, θὰ συναπαντηθῶσιν εἰς ἓν σημεῖον 6. καὶ οὕτω δὲν μένει, εἰ μὴ ἡ κατασκευὴ ἐπὶ τῶν διευθύνσεων ἀγ καὶ αγ παραλληλογράμμου ἵνα ἔχῃ τις τὴν ἔντασιν καὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης.

Ἡ αὐτὴ λύσις ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὴν περίστασιν καθ' ἣν αἱ δύο δυνάμεις εἶναι παράλληλοι· ὁ κανὼν τῆς στατικῆς δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν γωνίαν τὴν σχηματιζομένην ἐκ τῶν διευθύνσεων τῶν δύο δυνάμεων, ἀλλ' ἀληθεύει καὶ ὅταν ἡ γωνία ἦναι μηδέν· καὶ ἐπειδὴ, ὡς εἴπομεν ἀνωτέρω (σχημ. 9) τὰ μήκη τῶν ἀχθεισῶν καθέτων ἐξ ἑνὸς σημείου τῆς συνισταμένης ἐπὶ τῶν διευθύνσεων τῶν συνιστουσῶν εἰσιν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι αὐτῶν, ἡ ἰδία σχέσις ὑπάρχει καὶ εἰς τὸ (σχημ. 10), ὅπου αἱ δύο δυνάμεις εἶναι παράλληλοι· διὰ τὸ σημεῖον γ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης ἀπαιτεῖται νὰ διαιρέσωμεν

τὴν ἑνόνουσαν τὰ δύο σημεῖα α ά γραμμὴν εἰς δύο μέρη ἀντιςρόφως ἀνάλογα τῶν ἐντάσεων τῶν δυνάμεων π καὶ ρ, ἡ δὲ συνισταμένη μ θὰ ἦναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν· διὰ τὴν ἰσορροπίαν λοιπὸν ἀπαιτεῖται νὰ θέσωμεν εἰς τὸ σημεῖον γ μίαν δύναμιν ἴσην μὲν, ἀλλ' ἀντιθέτως διευθυνομένην, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 12. Ἀφ' οὗ ἤδη γνωρίζωμεν νὰ εὑρίσκωμεν τὴν συνισταμένην δύο δυνάμεων καθ' ὅλας τὰς περιπτώσεις, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν καὶ τὴν συνισταμένην ὁποιουδήποτε ἀριθμοῦ.

Ἐὰν ἅπασαι αἱ δυνάμεις εἰσὶ παράλληλοι, καὶ ἔχωσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, θὰ σχηματίσωμεν πρῶτον τὴν συνισταμένην τῶν δύο, ἔπειτα μὲ αὐτὴν καὶ μὲ μίαν ἄλλην δύναμιν κ τ θ, ὥστε ἡ συνισταμένη ὅλων θὰ ἦναι παράλληλος τῆς κοινῆς διευθύνσεως· ἐὰν δὲ μέρος αὐτῶν ἐνεργῇ κατά τινα διεύθυνσιν, καὶ μέρος κατ' ἄλλην, θὰ ζητήσωμεν τὴν μερικὴν συνισταμένην ἑκάστου μέρους, θὰ παρατηρήσωμεν ἐὰν ἦναι ἴσαι ἢ ἄνισοι κτλ. τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς θὰ εὑρεθῇ διὰ τῆς ἄνω ἐκτεθείσης μεθόδου (σχ. 11).

§. 2. Ἀρχαὶ στατικῆς, ἢ ὅροι ἀπαραίτητοι πρὸς ἰσορροπίαν.

13. Σῶμά τι δύναται νὰ ἦναι ἐλεύθερον, ἢ προσηλωμένον καθ' ἓν ἢ πολλὰ σημεῖα. Σῶμα ἐλεύθερον, ἐφ' οὗ ἐπενεργεῖ μία μόνη δύναμις κινοῦσα δὲν δύναται ἦναι νὰ εἰς ἰσορροπίαν, παράδειγμα ὁ πίπτων λίθος ἕνεκα τῆς βαρύτητος. Ἐὰν δύο δυνάμεις ἐνεργοῦσαι ἐπί τινος σώματος κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν ἦναι μόνον παράλληλοι, καὶ ὄχι ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας, ἡ ἰσορροπία δὲν δύναται ν' ἀποκατασταθῇ, παρ' ὅταν καταστραφῶσι χωριστά. Ἐάν τις ὠθήσῃ μὲ δύο δυνάμεις ἴσας μὲν καὶ παραλλήλους (σχημ. 12) διευθυνομένας δὲ ἀντιθέτως, τὰς δύο ἄκρας ῥάβδου τινὸς, ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἰσορροπίαν νὰ καταστραφῶσι χωριστὰ τὰ ἀποτελέσματα τῶν δύο τούτων δυνάμεων· ὅταν δὲ ἓν σῶμα ἐλεύθερον εὑρίσκηται ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν ἀριθμοῦ τινος ὁποιουδήποτε δυνάμεων, διευθυνομένων ὁπωσδήποτε, ἰσορροπία δὲν δύναται νὰ ὑπάρξῃ διὰ μιᾶς μόνης δυνάμεως, εἰμὴ ὅταν

ὅλαι αἱ δεδομέναι δέχωνται μίαν συνισταμένην. Τοιαύτη δὲ περίστασις δύναται πάντοτε νὰ λάβῃ χώραν, ὅταν αἱ δυνάμεις ἐφαρμόζωνται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον.

Τὸ σῶμα εἶναι εἰς ἰσορροπίαν ὅταν ἡ ἐνέργεια τῆς συνισταμένης ὅλων τῶν δυνάμεων μηδενίζηται· ὅταν ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων διέρχηται ἀπὸ τὸ ἀκίνητον σημεῖον, ἐξ οὗ τὸ σῶμα εἶναι προσηλωμένον ὑπάρχει ἰσορροπία· εἰς ἐναντίαν δὲ περίπτωσιν τὸ σῶμα στρέφεται περὶ τὸ σημεῖον αὐτό: παράδειγμα ἡ βελόνη ναυτικῆς πυξίδος, καὶ ὅλα τὰ σώματα, ὅσα δύνανται νὰ κινῶνται ἐπὶ στρόφιγγος· ὅταν ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων διέρχηται ἀπὸ τὸν ἄξονα τὸν προσδιοριζόμενον διὰ δύο μονίμων σημείων, ἐξ ὧν ἡ προσήλωσις τοῦ σώματος, ἢ εἶναι παράλληλος αὐτοῦ τοῦ ἄξονος, ὑπάρχει ἰσορροπία, ἐν περιπτώσει δὲ ἐναντίᾳ τὸ σῶμα στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα: παραδ. αἱ πλάστιγγες, αἱ τροχιλαῖαι, ἡ αἰώρα κτλ.

Καλεῖται ἀπόστασις δυνάμεως, τὸ συντομώτερον διάστημα τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως ἐκ τοῦ σταθεροῦ σημείου, ἢ ἐκ τοῦ ἄξονος, περὶ ὃν τὸ σῶμα δύναται νὰ στραφῇ· ὀνομάζεται στιγμὴ στατικὴ, ἢ ἁπλῶς στιγμὴ δυνάμεώς τινος, τὸ γινόμενον αὐτῆς τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν. Σημεῖον δὲ ἐφαρμογῆς καλεῖται τὸ σημεῖον, ὅπου ἡ ἀπόστασις ἀπαντᾷ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως.

Ὅταν ἡ ἰσορροπία ἦναι ἀποτέλεσμα δύο δυνάμεων, ἡ στιγμὴ τῆς δυνάμεως δι' ἧς τὸ σῶμα τείνει νὰ στραφῇ κατά τινα διεύθυνσιν, ἀνάγκη νὰ ἦναι ἴση μὲ τὴν στιγμὴν τῆς δυνάμεως τῆς τεινούσης νὰ στρέψῃ τὸ σῶμα κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν.

Ἡ ἰσορροπία λοιπὸν ἀναγκαίως ὑπάρχει ὅταν αἱ συνθῆκαι αὐταὶ ἐκπληρῶνται· καὶ γενικῶς ὁποιοσδήποτε καὶ ἂν ἦναι ὁ ἀριθμὸς τῶν δυνάμεων, ἐν περιπτώσει ἰσορροπίας, τὸ ἄθροισμα τῶν στιγμῶν τῶν δυνάμεων τῶν ἐνεργουσῶν κατά τινα διεύθυνσιν, ὀφείλει νὰ ἦναι ἴσον μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐνεργουσῶν κατὰ τὴν ἀντίθετον.

Ἐπειδὴ τὰ διδόμενα τῆς μηχανικῆς, ὡς ἀνωτέρω εἴπομεν, παρίστανται δι' ἀριθμῶν καὶ γραμμῶν, τὰ ζητήματα αὐτῆς, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, καταντῶσιν εἰς προβλήματα τῆς καθαρᾶς μαθηματικῆς, ὧν αἱ λύσεις παρέχουσιν εἰς ἡμᾶς τύπους γενικοὺς ἐκφράζοντας τοὺς

γενικοὺς νόμους ἐκείνους, ὡς ἐφεξῆς θέλομεν ἰδεῖ, ἐφαρμόζοντες τὸν ὑπολογισμὸν εἴς τινας γενικὰς αὐτῆς θεωρίας.

14. Νόμοι στιγμιαίας καὶ συνεχοῦς κινήσεως. Δύναμίς τις δύναται νὰ ἐνεργήσῃ ἐπί τινος σώματος στιγμιαίως ἢ κατὰ συνέχειαν. Εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ἡ δύναμις λέγεται στιγμιαία, καὶ μεταδίδει εἰς τὸ κινητὸν σῶμα ἓν εἶδος κινήσεως, ἣν ἐκαλέσαμεν ὁμοιόμορφον ἢ ἰσοταχῆ· ἡ τοιαύτη δὲ δύναμις δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ ἄλλην παρὰ τὴν εὐθύγραμμον κίνησιν· ἐπειδὴ, ὡς ἐκ τῆς ἀδρανείας τὸ σῶμα ὠθούμενον κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν ἀφ' ἑαυτοῦ του δὲν δύναται νὰ ἐκτραπῇ ταύτης τῆς διευθύνσεως.

Ἡ καμπυλόγραμμος κίνησις εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς συνεργείας δύο δυνάμεων μιᾶς στιγμιαίας καὶ ἄλλης σταθερῶς ἐπιταχυντικῆς κατὰ διευθύνσεις τοιαύτας, ὥστε νὰ σχηματίζηται γωνία· διότι τὸ ἅπαξ κινηθὲν κατά τινα φορὰν, ὄχι ὅμως κάθετον, ἐκ τινος στιγμιαίας ἀναγκάζεται νὰ ἐκκλίνῃ διηνεκῶς ἐκ τῆς ὁποίας διατρέχει εὐθείας ὑπὸ τῆς σταθερῶς ἐνεργούσης ἐπιταχυντικῆς δυνάμεως.

Τρία δέ εἰσι τὰ ἐξεταστέα εἰς μίαν κίνησιν ἰσοταχῆ· τὸ διάστημα, ὁ χρόνος, καὶ ἡ ταχύτης, ἅτινα δύνανται νὰ παρασταθῶσι γενικῶς διὰ τῶν γραμμάτων δ, χ, τ, καὶ τότε ἡ ταχύτης κατὰ τὸν ὁρισμὸν (ἴδ. ἀρ. 12) θὰ μᾶς δοθῇ ἀπὸ τὴν ἐξίσωσιν $\tau = \frac{\delta}{\chi}$, ἐξ ἧς $\delta = \tau\chi$, καὶ $\chi = \frac{\delta}{\tau}$· Δύναταί τις ἐπίσης νὰ παραστήσῃ τὴν ταχύτητα καὶ τὸν χρόνον διὰ γραμμῶν εὐθειῶν, καὶ τότε τὸ διάστημα θὰ ἦναι ἴσον μὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὀρθογωνίου·

Δύο σώματα κινητὰ δεχόμενα τὴν αὐτὴν ταχύτητα ἀπὸ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν δύναμιν ἔχουσιν ἴσας μάζας.

Δύο δυνάμεις παρέχουσαι ἴσας ταχύτητας εἰς σώματα διαφόρου μάζης ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας ὡς αὐταὶ αἱ μάζαι· καὶ δύο δυνάμεις μεταδίδουσαι ταχύτητας διαφόρους εἰς ἴσας μάζας, εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς ταχύτητας.

Ἐκ τῶν τελευταίων δύο προτάσεων ἐξάγεται, ὅτι δύο δυνάμεις δ καὶ δ', ἐξ ὧν ἡ μὲν πρώτη παρέχει ταχύτητα τ εἰς τὴν μάζαν μ,

καὶ ἡ δευτέρα τ′ εἰς τὴν μάζαν μ′, εἰσὶν ἀνάλογοι μὲ τὸ γινόμενον μ.τ καὶ μ′τ′. Διότι ἐκ μὲν τῆς πρώτης προτάσεως ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν δ : δ′ : : μ. : μ′, ἐκ δὲ τῆς δευτέρας δ : δ′ : : τ : τ′, καὶ ἐπειδὴ οἱ πρῶτοι ὅροι εἶναι οἱ αὐτοὶ, ἐκ τῶν γινομένων τῶν δευτέρων προκύπτει ἡ ἀκόλουθος ἀναλογία δ : δ′ : : μ.τ : μ′τ′.

Τὸ γινόμενον μ.τ, ὅπερ εἰς τὴν μηχανικὴν καλεῖται ποσότης κινήσεως δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς μέτρον τῆς πρώτης δυνάμεως δ, ὥστε εἰς μίαν ἄλλην μάζαν μ′, ἡ αὐτὴ δύναμις θὰ δώσῃ μίαν ταχύτητα τ′, ἥτις θὰ προκύψῃ ἀπὸ τὴν ἰσότητα μ.τ=μ′τ′, ἐξ ἧς $\tau' = \frac{\mu.\tau}{\mu'}$.

Ἡ ἰσότης μ.τ=μ′τ′, προκύπτει ἐκ τοῦ ὅτι μ.τ=δ καὶ μ′τ′ ὡς ποσότης κινήσεως τῆς αὐτῆς δυνάμεως εἶναι ἐπίσης ἴσον μὲ δ, ὅθεν δυνάμεθα νὰ μετατρέψωμεν αὐτὴν εἰς τὴν ἀναλογίαν μ. : μ′ : : τ′ : τ, ἐξ ἧς δεικνύεται ὅτι μία καὶ ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδει εἰς δύο μάζας διαφόρους ταχύτητας, ἀντιστρόφως ἀναλόγους αὐτῶν τῶν μαζῶν.

Τοιοῦτοί εἰσιν οἱ νόμοι τῶν ὁμοιομόρφων ἢ ἰσοταχῶν κινήσεων προερχομένων ἐκ τῆς ἐνεργείας τῶν στιγμιαίων δυνάμεων. Παρατηρεῖται δὲ τὸ εἶδος τοῦτο τῶν κινήσεων πρὸ πάντων εἰς περιςάσεις, καθ' ἃς δυνάμεις τεχνηταὶ ἐνεργοῦσιν· ὅσον δὲ διὰ τὰς φυσικὰς δυνάμεις, αὐταὶ ἐνεργοῦσι κατά τινα τρόπον ἀδιάκοπον καὶ συνεχῆ ἐπὶ τῶν σωμάτων, καὶ διὰ τοῦτο ὀνομάζονται καὶ ἐπιταχυντικαί.

Μία δύναμις ἐπιταχυντικὴ δύναται νὰ ἐνεργῇ συνεχῶς ἐπί τινος κινητοῦ σώματος καὶ μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν καθ' ὅλον τὸν χρόνον τῆς κινήσεως, ἢ μὲ ἐντάσεις μεταβαλλομένας. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ δύναμις λέγεται σταθερῶς ἐπιταχυντικὴ, καὶ ἡ κίνησις μεταβάλλεται ὁμοιομόρφως καὶ κατὰ πρόοδον ἀριθμητικήν. Ἡ ταχύτης λοιπὸν κινητοῦ ὑποβεβλημένου εἰς τὴν ἐνέργειαν τοιαύτης δυνάμεως, μεταβάλλεται κατὰ πᾶσαν στιγμὴν διὰ τῆς προσθήκης νέας ταχύτητος ἴσης τῇ ἀρχικῇ εἰς πᾶσαν διαδοχικὴν μονάδα τοῦ χρόνου· ἵνα δὲ σχηματίσῃ τις ἰδέαν ἀκριβῆ τῆς ταχύτητος αὐτῆς,

ἂς ὑποθέσῃ, ὅτι μετά τινα χρόνον ἡ ἐπιταχυντικὴ αὐτὴ δύναμις παύει ἐνεργοῦσα· τὸ σῶμα τότε θὰ κινῆται μέ τινα κίνησιν ὁμοιόμορφον, ἢ ἰσοταχῆ, μᾶλλον ἢ ἧττον ταχεῖαν κατὰ τὸν χρόνον τῆς παύσεως, ἥτις θὰ ἦναι ἡ ἀποκτηθεῖσα ταχύτης παρὰ τοῦ κινητοῦ εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὑποτίθεται ὅτι ἡ ἐνέργεια τῆς δυνάμεως ἐντελῶς ἔπαυσεν.

Εἰς μίαν κίνησιν ὁμοιομόρφως μεταβαλλομένην εἶναι εὔκολον νὰ ἴδῃ τις ὅτι ἡ ταχύτης αὐξάνει ἀναλόγως τοῦ χρόνου. Πρὸς τοῦτο δύναταί τις νὰ ὑποθέσῃ ὅτι ἡ δύναμις ἀντὶ νὰ ἦναι συνεχὴς, ἀποσυντίθεται εἰς σειρὰν ὠθήσεων διαδοχικῶν καὶ πλησιεστάτων, ἢ μᾶλλον ὁ χρόνος ὅλος καθ' ὃν ἐνεργεῖ, ὅτι διαιρεῖται εἰς διαστήματα σμικρότατα, ἴσα πρὸς ἄλληλα, καὶ ὅτι ἡ δύναμις ἐνεργεῖ εἰς τὴν ἀρχὴν ἑκάστου διαστήματος ἵνα μεταδώσῃ εἰς τὸ κινητὸν μεγαλειτέραν τινὰ ταχύτητα. Τῆς ἐπιταχυντικῆς δυνάμεως σταθερᾶς οὔσης, αἱ διαδοχικαὶ ὠθήσεις θὰ ἔχωσιν ὅλαι τὴν αὐτὴν ἔντασιν, καὶ ἐπομένως ἡ προσθετομένη αὔξησις τῆς ταχύτητος καθ' ἕκαστον τούτων τῶν μικρῶν χρονικῶν διαστημάτων θὰ ἦναι ἴση· ὥστε ἐὰν τὸ σῶμα κατὰ πᾶσαν στιγμὴν, ἢ σμικροτάτην μονάδα τοῦ χρόνου, δέχηται ὤθησιν, ἐξ ἧς προκύπτει σταθερά τις ταχύτης ω, εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας ἡ ταχύτης θὰ ἦναι 2ω, εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης 3ω κτλ. ὥστε ἐὰν ἀπὸ τὴν ἀρχὴν, καθ' ἣν τὸ σῶμα ἐξῆλθεν ἀπὸ τὴν κατάστασιν τῆς ἠρεμίας μέχρι τινὸς παρῆλθον στιγμαὶ χ, ἡ ἀποκτηθεῖσα ταχύτης εἰς τὸ τέλος αὐτοῦ τοῦ χρόνου θὰ ἦναι τ=χω. Ἐκ ταύτης δὲ τῆς ἀξίας τῆς ταχύτητος, ἐξάγεται διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ τῶν γεωμετρικῶν θεωριῶν, ὅτι τὸ διατρεχόμενον διάστημα δύναται νὰ ἐκφρασθῇ γενικῶς διὰ τοῦ τύπου $\delta = \frac{\chi^2 \omega}{2}$

καὶ ἰδοὺ πῶς· ἔστω AZ (σχῆμ. 13) ἡ παριστῶσα τὸν χρόνον γραμμὴ, διηρημένη εἰς κἄμποσα μέρη ἴσα πρὸς ἄλληλα καὶ μὲ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου· ἂς ὑποτεθῇ διὰ πλειοτέραν ἁπλότητα, ὅτι αἱ γραμμαὶ Βπ, Γρ, Δλ . . . . καθέτως ὑψούμεναι ἐπὶ τῆς γραμμῆς AZ παριστῶσι τὰς ἀποκτηθείσας ταχύτητας μετὰ ἑκάστην μονάδα τοῦ χρόνου, τότε τὸ διατρεχόμενον ὁλικὸν διάστημα εἰς τὸ τέλος τοῦ

χρόνου AZ, θὰ ἦναι τὸ ἄθροισμα τῶν μερικῶν αὐτῶν διαστημάτων παρισταμένων διὰ τῶν ὀρθογωνίων Βγεπ+ΓΔθμ . . . . κτλ. Ἐὰν ἤδη δώσωμεν εἰς τὸ κινητὸν ἀπὸ τὴν ἀρχὴν ἅμα ἐξέλθῃ τῆς ἠρεμίας, τὰς διαδοχικὰς ταχύτητας αὐτὰς Βπ, Γμ, Δλ, ἤτοι ἐὰν αὐτὸ ἀμέσως ἀρχίσῃ νὰ κινῆται μὲ τὴν ταχύτητα Βπ, ἢ Αν, ἤτις κατὰ τὴν πρώτην ὑπόθεσιν, προσεκτήθη εἰς τὸ τέλος τοῦ χρονικοῦ διαστήματος AB, τὸ διατρεχόμενον ὁλικὸν διάστημα τότε θὰ ἦναι ἴσον μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ὀρθογωνίων ABπν+Βγμη+ΓΔλκ . . . κτλ. Ἡ πρώτη ὑπόθεσις παρέχει ἀποτέλεσμα πολὺ μεγάλον, ἡ δευτέρα πολὺ μικρὸν, ἡ διαφορὰ θὰ ἦναι κατὰ τόσον μικρὰ, ὅσον καὶ ἡ χρονικὴ μονὰς, ἤτις εἰς τὰς κινήσεις τοῦ τοιούτου εἴδους εἶναι ἀπειροστόν τι τοῦ χρόνου, καὶ δύναται νὰ παρασταθῇ δι' ἑνὸς μόνου σημείου τῆς γραμμῆς AZ, τὰ δὲ ὀρθογωνίδια τότε κατὰ τὰς ἄνω πλευρὰς θέλουν συμπέσει μὲ τὴν εὐθεῖαν AH· ὥςε τὸ διατρεχόμενον ὁλικὸν διάςτημα εἰς τὸ τέλος τοῦ χρόνου τοῦ παρισταμένου διὰ τῆς γραμμῆς AZ, θὰ ἦναι ἴσον μὲ τὸ τρίγωνον AZH, ἢ μὲ τὸ ἥμισυ τοῦ ὀρθογωνίου

$$\frac{AZ \times ZH,}{2}$$

καὶ ἐπειδὴ AZ παριστᾷ γενικῶς τὸν χρόνον χ, ἡ δὲ ZH τὴν εἰς τὸ τέλος αὐτοῦ τοῦ χρόνου ἀποκτωμένην ταχύτητα ἴσην, ὡς εἴδομεν, μὲ χω, διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τῶν ἰσοδυνάμων αὐτῶν ἔχομεν

$$\frac{\chi \times \chi\omega}{2} = \frac{\chi^2\omega}{2}$$

ὁ δὲ τύπος οὗτος σημαίνει ὅτι εἰς τὴν ἰσοταχῶς μεταβαλλομένην κίνησιν τὰ διατρεχόμενα διαστήματα αὐξάνουσιν, ὡς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων· οἱ δύο λοιπὸν τύποι τῆς περὶ ἧς ὁ λόγος κινήσεως εἶναι $\tau = \chi\omega$, καὶ $\delta = \frac{\omega\chi^2}{2}$· ἐάν τις ἤδη λάβῃ τὸ χ ἴσον τῇ μονάδι, $\chi = 1$, ἐκ τοῦ δευτέρου τύπου πορίζεται $\omega = 2\delta$, ἤτοι ἡ ἀποκτωμένη ταχύτης μετὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου εἶναι διπλασία τοῦ διατρεχθέντος διαστήματος κατὰ τὴν μονάδα αὐτήν.

Ὅταν σῶμά τι κινούμενον πρὸς τὰ ἄνω μὲ ταχύτητα α, ὑποβληθῇ εἰς τὴν ἐνέργειαν μιᾶς δυνάμεως συνεχοῦς ἐνεργούσης ἀντιθέ-

των τῆς πρώτης αὐτοῦ κινήσεως, ἤτοι βραδυντικῆς, ἡ ταχύτης τοῦ σώματος αὐτοῦ θὰ ἐξακολουθῇ νὰ ἐλαττοῦται· καὶ ἐὰν ἡ δύναμις ἦναι συνεχὴς καὶ σταθερὰ, ἡ ταχύτης τ θὰ ὀλιγοστεύῃ ἀναλόγως τοῦ χρόνου, καὶ θὰ μᾶς δοθῇ ἐκ τῆς ἰσότητος τ=α—χω· τὸ δὲ διατρεχόμενον διάστημα δ, λογιζόμενον ἐκ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἡ ταχύτης ἦτον α, εἶναι $\delta = \alpha\chi - \frac{\omega\chi^2}{2}$.

Εἰς τὸ τέλος χρόνου τινὸς χ ἡ ταχύτης αὐτὴ θὰ μηδενισθῇ ὥστε θὰ ἔχωμεν α—χω=ο, ἢ $\chi = \frac{\alpha}{\omega}$, τὸ δὲ διάστημα, ὅπερ δεικνύει τὸ ὕψος, εἰς ὃ φθάσαντος τοῦ σώματος ἐξαντλεῖται, εἶναι ἴσον μὲ $\frac{\alpha^2}{2\omega}$ προκύπτει δὲ ὁ τύπος οὗτος ἐκ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ χ διὰ τοῦ ἰσοδυνάμου του $\frac{\alpha}{\omega}$ ἐν τῇ προηγουμένῃ ἐξισώσει. Τὴν πρώτην δύναμιν, ἥτις ἅπαξ ἐνεργεῖ, ἢ τὴν στιγμιαίαν ὀνομάζουσι νεκρὰν δύναμιν, κατ' ἀντίθεσιν τῆς συνεχοῦς ἢ ἐπιταχυντικῆς, ἥτις καλεῖται ζῶσα, καὶ τῆς ὁποίας τὸ μέτρον λαμβάνεται ἀπὸ τὸ τετράγωνον τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος. Ὡς μίαν τῶν ἀξιολόγων τῆς δυναμικῆς ἀρχὴν ἀναφέρομεν ἐπὶ τέλους καὶ τὴν ἀκόλουθον, ὅτι χάνει τις ὡς πρὸς τὸν χρόνον καὶ τὴν ταχύτητα ὅ,τι ἐκ τῆς δυνάμεως κερδίζει καὶ ἀντιστρόφως. Ἀφ' οὗ ἤδη ἐξεθέσαμεν τὰς κυριωτάρχὰς τῆς μηχανικῆς, τὰς ὁποίας ἀμέσως θέλομεν ἐφαρμόσει εἰς τὴν θεωρίαν τῶν μηχανῶν, μεταβαίνομεν εἴς τινας λεπτομερείας ἀφορώρώσας τὰς μηχανὰς αὐτάς.

§ 3. Περὶ τῶν ἁπλουστέρων μηχανῶν.

15. Μηχανὴν γενικῶς ὀνομάζουσι πᾶν ὄργανον χρησιμεῦον ὡς μέσον ἐπιτήδειον νὰ μεταδίδῃ τὴν ἐνέργειαν μιᾶς ἢ πολλῶν δυνάμεων. Οἱ ἄνθρωποι ἐφεῦρον πολλὰς καὶ διαφόρους μηχανὰς, ὅπως πολλαπλασιάζωσι καὶ ποικίλλωσι τὰς ἐνεργείας τῶν ἰδίων αὐτῶν δυνάμεων, καὶ ὅλων ἐκείνων ὅσας ἔχουσιν εἰς τὴν διάθεσίν των. Διὰ τούτων αἱ διευθύνσεις τῶν δυνάμεων μεταβάλλονται, αἱ ταχύτητες αὐξάνουσι δαπάνῃ τῆς ἐντάσεως αὐτῶν, ἢ τοὐναντίον αἱ ἐντάσεις

δαπάνη τῶν ταχυτήτων· ἐν τῷ μέσῳ δὲ τῆς τοσαύτης ποικιλίας τῶν μηχανῶν, εἶναι εὔκολον ν' ἀπαντήσῃ τις ἀριθμόν τινα στοιχειωδῶν μηχανῶν, καλουμένων ἁπλῶν, αἵτινες διὰ τῆς ἑνώσεως καὶ τοῦ συνδυασμοῦ αὐτῶν ἀποτελοῦσιν ὅλας τὰς ἄλλας συνθέτους.

Αὗται δέ εἰσιν αἱ ἀκόλουθοι· ὁ μοχλὸς, ἡ τροχιλαία καὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον.

16. Μοχλός. Εἰς ὅλας τὰς μηχανὰς τρία τινὰ πρέπει νὰ παρατηρῶμεν. 1. Τὸ σῶμα ὅπερ τις θέλει νὰ θέσῃ εἰς ἰσορροπίαν, καὶ ὅπερ καλοῦσιν ἀντίστασιν. 2. Τὴν ἐν χρήσει δύναμιν πρὸς παραγωγὴν τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς· καὶ 3 τὸ σημεῖον τοῦ ὑποστηρίγματος, δι' οὗ ἡ συνισταμένη τοῦ συστήματος διέρχεται. Διὰ τῆς λέξεως μοχλὸς ἐννοοῦσι στερεάν τινα ῥάβδον εὐθεῖαν ἢ καμπύλην, τὴν ὁποίαν κατ' ἀρχὰς ὑποθέτουσιν ἄνευ βαρύτητος. Ὑπάρχουσι τριῶν εἰδῶν μοχλοὶ, διακρινόμενοι ὡς ἐκ τῶν θέσεων ἃς ἡ δύναμις, ἡ ἀντίστασις, καὶ τὸ σημεῖον τοῦ ὑποστηρίγματος λαμβάνουσι, τὸ ἓν σχετικῶς πρὸς τὸ ἄλλο· εἰς τὸ πρῶτον εἶδος τὸ ὑπομόχλιον ἢ τὸ ὑποστήριγμα εἶναι μεταξὺ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως ἢ τοῦ βάρους· ἀνάγονται δὲ εἰς αὐτὸ, ἡ ψαλὶς, ἡ ὀδοντάγρα, ἡ πλάστιγξ, ὁ στατὴρ κτλ. Εἰς τὸ δεύτερον εἶδος ἡ ἀντάστασις εἶναι μεταξὺ τῆς δυνάμεως καὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, παραδειγ. αἱ κῶπαι, οἱ φυσητῆρες, οἱ οἴακες τῶν πλοίων, αἱ θύραι κτλ. Εἰς τὸ τρίτον ἡ δύναμις εὑρίσκεται μεταξὺ τῆς ἀντιστάσεως καὶ τοῦ ὑποστηρίγματος· παραδειγ. ἡ πυράγρα, αἱ μάχαιραι, πολλὰ ὄργανα μυώδη, ὡς ὁ βραχίων τῆς χειρὸς κτλ. καλεῖται δὲ πρὸς διάκρισιν ὁ μὲν τοῦ πρώτου εἴδους πρωτογενὴς, δευτερογενὴς ὁ τοῦ δευτέρου, καὶ τριτογενὴς ὁ τοῦ τρίτου. Ἐὰν ὁ μοχλὸς εἶναι εὐθὺς, καὶ αἱ δύο δυνάμεις, ἢ ἡ δύναμις καὶ ἡ ἀντίστασις παράλληλοι, αἱ περιλαμβανόμεναι ἀποστάσεις μεταξὺ τοῦ ὑπομοχλίου καὶ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς ἑκάστης δυνάμεως καλοῦνται βραχίονες τοῦ μοχλοῦ, καὶ διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἰσορροπία, ἀπαιτεῖται ἡ δύναμις πρὸς τὴν ἀντίστασιν ἢ τὸ βάρος νὰ ἦναι εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς τοὺς βραχίονας τοῦ μοχλοῦ ἢ πρὸς τὰς ἀποστάσεις τῆς ἀντιστάσεως καὶ δυνάμεως ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου, ὥστε δ, ἂν ὑποτεθῇ ἡ δύναμ ς, β τὸ βάρος ἢ ἡ ἀντίςασις, καὶ γ'. τὸ σημεῖον

τοῦ ὑποστηρίγματος, θὰ ἔχωμεν δ : β : : νγ : γν. Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἐκτείνεται εἰς ὅλα τὰ εἴδη τῶν μοχλῶν, καὶ ἐκ ταύτης ἕπεται ὅτι διὰ μέσου τοῦ μοχλοῦ δύναταί τις μὲ δύναμιν μικρὰν νὰ ἰσορροπήσῃ καὶ νὰ ὑπερνικήσῃ μέγιστα βάρη. Οἱ λόγοι τοῦ Ἀρχιμήδους « δός μοι πᾶ στῶ, καὶ τὰν γᾶν κινήσω » ἐπὶ ταύτης τῆς ἀρχῆς ἐβασίζοντο· ἐνίοτε μεταχειρίζονται τοὺς λεγομένους ἀγκωνοειδεῖς μοχλοὺς (coudés) ἵνα δίδωσι μίαν διεύθυνσιν εὐχερεστέραν εἰς τὴν κίνησιν, παραδ. οἱ ἐν χρήσει τῶν ἀντλιῶν, τῶν κωδώνων μοχλοὶ παράγουσι κινήσεις ἐπαισθητὰς, χωρὶς νὰ μεταβάλλωσι πολὺ τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν τῶν κινήσεων. Ὀνομάζουσι μοχλὸν σύνθετον, σειράν τινα μοχλῶν ἐνεργούντων τοῦ ἑνὸς ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Εἰς ἓν τοιοῦτον σύστημα ἡ δύναμις ἔχει πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ὡς τὸ γινόμενον ὅλων τῶν βραχιόνων τοῦ μοχλοῦ τῶν ἐκ τοῦ μέρους τῆς δυνάμεως, πρὸς τὸ τοῦ ἄλλου ὡς ἐφεξῆς θέλομεν ἴδει.

17. Τροχιλαία. Αὕτη εἶναι τροχός τις ἐσκαμμένος καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν ἐν εἴδει αὐχένος ἵνα δέχηται σχοινίον τι ἢ τὴν παρὰ τοῖς ἀρχαίοις σχαστηρίαν. Διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ διέρχεται ἄξων, περὶ ὃν δύναται νὰ στραφῇ· οὗτος δὲ στηρίζεται ἐπὶ ἀξονίου μετὰ τεμαχίου δράττοντος ἑκατέρωθεν ἀκτινοειδῶς τὸν τροχόν. Ὅταν ὁ ἄξων κρατῆται στερεῶς, ἡ τροχιλαία μόνον στρέφεται περὶ ἑαυτὴν, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ θέσιν, καὶ τότε λέγεται μόνιμος· εἶναι δὲ κινητὴ, ὅταν ὁ ἄξων ἦναι ἐλεύθερος, καὶ τότε ὄχι μόνον στρέφεται περὶ ἑαυτὴν, ἀλλὰ καὶ κινεῖται ὅλη εἰς τὸ διάστημα διὰ τῆς ἐνεργείας μιᾶς δυνάμεως· δύναται δέ τις νὰ ἐφαρμόσῃ τὴν θεωρίαν τῶν μοχλῶν καὶ εἰς τὰς τροχιλαίας. Τὰ δύο τεταμένα σχοινία Α Α', (ἴδε σχημ. 14), εἶναι αἱ ἐφαπτόμεναι τῆς περιφερείας τῆς τροχιλαίας καὶ δεικνύουσι τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων· αἱ ἀκτῖνες αὐτῆς εἰσιν αἱ καθέτως πίπτουσαι ἐκ τοῦ κέντρου ἐπὶ τῶν δύο ἐφαπτομένων σημείων, ἢ ἐπὶ τῶν διευθύνσεων αὐτῶν τῶν δυνάμεων· τὸ δὲ κέντρον τὸ ὑπομόχλιον· τὰ δύο αὐτὰ σημεῖα τῶν ἐφαπτομένων καὶ τὸ τοῦ κέντρου εἶναι αἱ κορυφαὶ τριγώνου, οὗτινος αἱ ἀντίθετοι πλευραὶ παριστῶσιν ὡς πρὸς τὸ μέγεθος τὰς ἀξίας τῶν ἐκεῖ ἐφηρμοσμένων δυνάμεων· ὥστε ἐν περιπτώσει ἰσορροπίας δύναταί τις νὰ ἐκτιμήσῃ τὴν

δύναμιν καὶ τὸ βάρος, ὅπερ φέρει τὸ ἀξόνιον· ἐὰν ὑποτεθῇ ὅτι ἡ σχαστηρία ἐξαρτᾶται διὰ τῆς μιᾶς ἄκρας Ζ ἀπό τινος μέρους στερεοῦ, εἰς τὴν ἄλλην ἄκραν Η ὅτι εἶναι ἐφηρμοσμένη ἡ δύναμις Δ, καὶ τὸ πρὸς ἄρσιν βάρος Β ὅτι κρέμαται εἰς τὸν πόδα τοῦ ἀξονίου, τότε τὸ σημεῖον, Ζ, ὑποφέρει πίεσιν, ἴσην μὲ τὴν δύναμιν Δ, ἡ δὲ ἰσορροπία θὰ προκύψῃ ἀπὸ τὸ βάρος ἢ τὴν ἀντίστασιν, ὅταν αὐτὴ ἦναι ἴση μὲ τὴν συνισταμένην τῶν δύο ἴσων μὲ Δ δυνάμεων, ἤτοι Ζ + Η=Β· ὥστε ἐὰν αἱ δύο δυνάμεις ἦναι ἴσαι καὶ παράλληλοι, θὰ ἔχωμεν Β=2Δ, καὶ αὐτὴ εἶναι ἡ ὠφελιμωτέρα διὰ τὴν δύναμιν περίστασις. Ἂς θεωρήσωμεν ἤδη ἓν σύστημα τροχιλίων κινητῶν Α, Α′, Α″ (σχ. 15), καὶ ἂς ὀνομάσωμεν α, ά, α″ τὰς ἀκτῖνας ΑΓ, Α′Γ′, Α″Γ″, καὶ χ, χ′, χ″, τὰς χορδὰς τῶν ὑποτεινομένων τόξων ΓΔ, Γ′Δ′, Γ″Δ″, ἂς σημειώσωμεν τέλος διὰ Β τὸ βάρος ἢ τὴν ἀντίστασιν τὴν ἐφηρμοσμένην εἰς τὸ ἀξόνιον τῆς Α, καὶ Ε τὴν ἔντασιν τοῦ σχοινίου αὐτῆς, τότε θὰ ἔχωμεν Β : Ε :: α : χ, ἡ ἔντασις τοῦ σχοινίου τῆς ἀκολούθου τροχιλίας Α′, θὰ μᾶς δοθῇ ἐκ τῆς ἀναλογίας Ε : Υ :: ά : χ′, ἡ δὲ τῆς τρίτης ἐκ τῆς Υ : Δ :: α″ : χ″· πολλαπλασιάζοντες κατὰ τάξιν, καταντῶμεν εἰς Β : Δ :: αάά′ : χχ′χ″· ἤτοι τὸ βάρος ἢ ἡ ἀντίστασις ὡς πρὸς τὴν δύναμιν, εἶναι ὡς τὰ γινόμενα τῶν ἀκτίνων, πρὸς τὰ γινόμενα τῶν χορδῶν τῶν ὑποτεινομένων τόξων, ἢ ὡς τὸ γινόμενον τῶν ἐξ ἑνὸς μέρους τῶν βραχιόνων τῶν μοχλῶν πρὸς τὸ τοῦ ἄλλου μέρους, διότι ἐνταῦθα ἔχομεν μίαν σειρὰν μοχλῶν. Ἴδε ἀνωτέρ. ἀριθ. 16.

Πολύσπαστον. Τὸ πολύσπαστον σύγκειται ἀπὸ τροχιλίας ἀκινήτους καὶ κινητὰς, σχηματιζούσας τὰς μὲν καὶ τὰς δὲ ἐπὶ δύο ἀξονίων δύο συστήματα χωριστὰ μὲν, ἀλλ' ἀνταποκρινόμενα (Ἴδ. σχημ. 16)· τὰ σχοινία πρέπει νὰ ἦναι ὅσον τὸ δυνατὸν παράλληλα· διὰ τὴν ἰσορροπίαν ὁ ὑπολογισμὸς δεικνύει, ὅτι ἡ δύναμις Δ, ὀφείλει νὰ ἦναι ἴσημὲ τὴν ἀντίσασιν Β, διηρημένη διὰ 2ν. ὄντος ν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν τροχιλίων. Τὴν περὶ ἧς ὁ λόγος μηχανὴν μεταχειρίζονται ὁσάκις θέλουσι νὰ ὑψώσωσι μεγάλα βάρη, διότι ἐὰν ὁ ἀριθμὸς τῶν τροχιλίων εἶναι 3, καὶ τὸ βάρος 600 λιτρ. ἀπαιτεῖται δύναμις $\frac{600}{6} = 100$ διὰ τὴν ἰσορροπίαν, καὶ μία ἄλλη ὁποιαδήποτε διὰ τὴν ἄρσιν τοῦ βάρους.

Βαροῦλκον καὶ ὄνος.. Τὸ βαροῦλκον, καὶ ὁ ὄνος, ὁ κοινῶς λεγόμενος ἐργάτης, σύγκεινται συνήθως ἔκ τινος κυλίνδρου ὁριζοντίου (Ἴδ. σχημ. 17), στρεφομένου περὶ ἑαυτὸν καὶ ἐξ ἑνὸς τροχοῦ ἔχοντος δι' ἄξονα τὸν αὐτὸν κύλινδρον· ἡ ἀντίστασις ἢ τὸ βάρος εἶναι προσηρτημένον εἰς σχοινίον περιτυλισσόμενον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου, ἡ δὲ δύναμις ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ τροχοῦ· αἱ μηχαναὶ αὗται ἀνάγονται εἰς τοὺς μοχλοὺς τοὺς ἔχοντας ἀνίσους βραχίονας. Εἰς τὸν ὄνον ἡ δύναμις ἐφαρμόζεται εἰς διωστῆρα (manivelle—σχ. 18), ἀρκεῖ μόνον αὕτη νὰ διευθύνηται καθέτως πρὸς τὴν ἀκτῖνα τοῦ κυλίνδρου, καὶ τότε ἡ σχέσις τῆς δυνάμεως πρὸς τὴν ἀντίστασιν εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τοῦ βαρούλκου· ἀποδεικνύεται δὲ διὰ τῆς στατικῆς, ὅτι διὰ ν' ἀποκατασταθῇ ἰσορροπία, ἀπαιτεῖται ἡ δύναμις πρὸς τὴν ἀντίστασιν νὰ ἔχῃ τοιοῦτον λόγον, οἷον ἡ ἀκτὶς τοῦ κυλίνδρου πρὸς τὴν ἀκτῖνα τοῦ τροχοῦ, ἢ τὸ μῆκος τοῦ διωστῆρος, ἤτοι Δ : Β : : κμ : εφ. Τὸ πάχος τοῦ σχοινίου αὐξάνει πάντοτε κατά τι τὴν ἀκτῖνα τοῦ κυλίνδρου, καὶ τοῦτο ἀντιβαίνει εἰς τὴν ὠφέλειαν τῆς δυνάμεως.

Οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ ἀνάγονται ἐπίσης εἰς τὸ αὐτὸ εἶδος (σχ. 18. δὶς) τῶν μηχανῶν, ἑπομένως ἡ θεωρία των ἀνήκει εἰς τὴν τῶν μοχλῶν. Φέρουσι δὲ ἐνίοτε ἐπὶ τοῦ ἄξονός των, τροχίσκον ἢ μικρὸν κύλινδρον, οὗτινος ἡ ἐπιφάνεια εἶναι ῥαβδωτή, ἢ πτερωτή. Οἱ ὀδοντωτοὶ τροχοὶ εἶναι ἐν χρήσει, ὁσάκις πρόκειται νὰ μεταδοθῇ κίνησις ταχυνομένη, ἢ βραδυνομένη. Ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν περιστροφῶν τοῦ τροχίσκου εἶναι πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν περιστροφῶν τοῦ πρώτου τροχοῦ, ὡς ὁ τῶν ὀδόντων αὐτοῦ πρὸς τὸν τοῦ τροχίσκου. Εἰς τὰ ὡρολόγια παρατηρεῖται εὐφυεστάτη τις ἐφαρμογὴ τῶν τοιούτων τροχῶν.

18. Κεκλιμένον ἐπίπεδον. Σῶμα βαρὺ ἐλεύθερον ὄν, διὰ νὰ κρατηθῇ ἢ νὰ ὑποστηριχθῇ, ἀπαιτεῖ δύναμιν ἴσην μὲ τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ὅμως ἐπιπέδου μία δύναμις πολὺ μικροτέρα τὸ ὑποστηρίζει. Ἔστω σῶμά τι ΗΘ κείμενον ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ΓΒ (σχημ. 19)· ἐκ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ Κ ἂς ἀχθῇ ἡ κάθετος ΚΠ παριστῶσα τὴν ὅλην τάσιν τοῦ σώματος ἐφαρμοσμένην εἰς τὸ σημεῖον αὐτό· ἀποσυνθετομένων κατὰ

τὸν προεκτεθέντα κανόνα τοῦ παραλληλογράμμου τῶν δυνάμεων ταύτης τῆς συνισταμένης εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις ΚΝ καὶ ΚΜ, τὴν μίαν παράλληλον τοῦ ἐπιπέδου ΓΒ, καὶ τὴν ἄλλην κάθετον ἐπ' αὐτοῦ, ἡ τελευταία καταστρέφεται ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου· ἡ πρώτη μόνη, ἣν σημειοῦμεν διὰ Δ θὰ ἐνεργήσῃ ἵνα τὸ σῶμα ὀλισθήσῃ, καὶ θὰ ἦναι μὲ τὴν συνισαμένην π εἰς τὴν σχέσιν τῆς ΚΝ : ΚΠ, ἢ διὰ τὴν ὁμοιότητα τῶν τριγώνων ΚΝΠ, καὶ ΑΓΒ, ὡς τὸ ὕψος ΑΓ πρὸς τὸ μῆκος ΓΒ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου δηλ. Δ : Π : : ΑΓ : ΓΒ, ἐξ ἧς $\Delta = \frac{\Pi A \Gamma}{\Gamma B}$, τοιαύτη σχέσις ἀπαιτεῖται μεταξὺ τῆς δυνάμεως διευθυνομένης κατὰ τὸ ΒΓ, καὶ τοῦ βάρους τοῦ σώματος· διὰ νὰ μένῃ αὐτὸ ἀκίνητον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου· διὰ μίαν δύναμιν ὁριζόντιον ΚΛ θὰ ἔχῃ τις $\Delta = \frac{\Pi A \Gamma}{A B}$. Παρατηρεῖ λοιπὸν τις ὅτι διὰ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου δύνανται νὰ κινηθῶσι μεγάλα βάρη διὰ δυνάμεως πολὺ μικρᾶς. Διὰ τοῦτο συχνὰ τὸ μεταχειρίζονται εἰς τὰς τέχνας, μάλιστα ὅταν φορτόνωσιν ἁμάξας, καὶ εἰς ἄλλας περιστάσεις ἀναλόγους· ἕνεκα τῶν ἰδιοτήτων αὐτοῦ ὀχήματα, περιστροφικῶς ἀναβαίνουσιν εἰς κρημνώδη καὶ δύσβατα ὄρη· Ἐνταῦθα δὲ χάνει τις ὡς πρὸς τὸν χρόνον, ὅ,τι κερδίζει ἐκ τῆς δυνάμεως.

Κοχλίας. Ὁ κοχλίας σύγκειται ἔκ τινος κυλίνδρου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἕρπεται σπειροειδῶς τριγωνοειδὴς ἢ τετράγωνος ἐξοχὴ, σχηματίζουσα πάντοτε τὴν αὐτὴν γωνίαν, ἥτις ὀνομάζεται στροφὴ τοῦ ἕλικος (σχημ. 20)· διὰ νὰ ὁρίσωμεν δὲ καλλίτερον τὸν κοχλίαν, πρέπει νὰ δώσωμεν τὸν γεννητικὸν ὁρισμὸν τοῦ ἕλικος. Ὅταν τις ἀναπτύξῃ τὸν εὐθὺν κύλινδρον ΑΒΓΔ. (σχημ. 21) κατὰ τὸ ὀρθογώνιον ΑΒΓΔ, καὶ διαιρέσῃ τὸ ὕψος αὐτοῦ εἰς ἀριθμόν τινα ἴσων μερῶν Γε, εή, ηθ κτλ. ἔπειτα φέρῃ τὰς διαγωνίους Γλ, εκ, Ηο κτλ. καὶ μετὰ ταῦτα περιτυλίξῃ αὐτὸ τὸ ὀρθογώνιον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου, αἱ διαγώνιοι θὰ παραγάγωσι καμπύλην συνεχῆ, καὶ οὕτω θὰ ἔχῃ τις ἕνα ἕλικα. Παρατηρεῖ δέ τις ὅτι ἡ καμπύλη αὕτη πανταχοῦ ἔχει τὴν αὐτὴν κλίσιν μὲ τὸν ὁρίζοντα, ἐπειδὴ αἱ γραμμαὶ ΒΓ καὶ λε εἰσὶ παράλληλοι·

τὸ δὲ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν περιστροφῶν διάστημα απ καλεῖται βαθμὸς τοῦ ἕλικος. Ἡ γέννησις τοῦ θήλεος κοχλίου εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τοῦ ἄῤῥενος. Ἡ θεωρία αὐτοῦ ἀνάγεται εἰς τὴν τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, διότι πραγματικῶς ἡ περισροφικὴ αὕτη γραμμὴ, ὅταν ἀναπτυχθῇ, θ' ἀποτελέσῃ κεκλιμένον τι ἐπίπεδον, ἔχον διὰ ὕψος τὴν βαθμίδα τοῦ κοχλίου, καὶ διὰ βάσιν τὴν περιφέρειαν τοῦ κυλίνδρου ἐπίσης ἀνεπτυγμένην. Ἡ δύναμις ἐνταῦθα εἶναι ἐφηρμοσμένη εἰς τὸν μοχλὸν αδ, μὲ τὸν ὁποῖον ἡ κεφαλὴ τοῦ ἕλικος, ἢ ὁ θῆλυς κοχλίας εἶναι ὡπλισμένος. Ἡ Ἀντίστασις ἐνεργεῖ παραλλήλως τοῦ ἄξονος ακ· διὰ δὲ τὴν ἰσορῥοπίαν ἀπαιτεῖται ὥστε ἡ δύναμις νὰ ἔχῃ πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ὡς τὸ ὕψος τῆς βαθμίδος τοῦ ἕλικος πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου, ὃν ἡ δύναμις τείνει νὰ περιγράψῃ ἐκ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς της. Ἂς προσπαθήσωμεν ἤδη ν' ἀποδείξωμεν θεωρητικῶς τὴν ἀρχὴν ταύτην, καὶ πρὸς τοῦτο ἂς ὑποθέσωμεν κατ' ἀρχὰς ἓν μόνον σημεῖον α τεθειμένον ἐπὶ ἕλικος, καὶ ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν ὃν δύο δυνάμεων μιᾶς καθέτου κ, καὶ ἄλλης ὁρίζοντίου δ (ἴδ. σχημ. 21)· τὸ σημεῖον αὐτὸ δύναται νὰ θεωρηθῇ εὑρισκόμενον ἐπί τινος κεκλιμένου ἐπιπέδου, οὗ τὸ ὕψος εἶναι υ· ἢ ἡ βαθμὶς τοῦ ἕλικος· ἡ δὲ βάσις ἡ περιφέρεια αὐτοῦ ἢ 2 πα. α ὑποτιθεμένης τῆς ἀκτῖνος τοῦ κυλίνδρου (ἴδ. θεώρ. Γεωμ.), τότε κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἀποδειχθέντα (ἴδ. κεκλ. ἐπίπ.) θὰ ἔχωμεν δ : κ :: υ : 2πα. Ὑποθέσωμεν τὴν δύναμιν δ' ἀμέσως ἐφηρμοσμένην εἰς τὸ σημεῖον α, ἀλλ' ἐὰν ἐξ αὐτοῦ τοῦ σημείου φέρωμεν ἀκτῖνα τοῦ κυλίνδρου, καὶ τὴν προεκτείνωμεν ἕως οὗ γίνῃ ἴση μὲ Α, τότε ἡ ἀκτὶς αὐτὴ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς εἷς μοχλὸς ἄκαμπτος· καὶ εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ ἀντικαθιστῶμεν τὴν δύναμιν δ, διὰ τῆς δυνάμεως δ', ἀρκεῖ μόνον νὰ ὑπάρχῃ ἡ σχέσις δ' : δ :: α : Α· ἀλλ' ἐνταυτῷ ἔχομεν δ : κ :: υ : 2πα, πολλαπλασιάζοντες κατὰ τάξιν τὰς δύο αὐτὰς ἀναλογίας ἔχομεν δ' : κ :: υ : 2πα. Τῆς ἀκτῖνος λοιπὸν α τοῦ κυλίνδρου ἐξαλειφθείσης ἡ σχέσις μένει ἡ αὐτὴ δι' ὅλους τοὺς ἕλικας ἔχοντας τὴν αὐτὴν βαθμίδα ἢ ὕψος, καὶ ὁποιονδήποτε κύλινδρον ἐφ' οὗ ἡ στροφὴ εἶναι χαραγμένη. Εἶναι εὔκολον κατὰ ταῦτα νὰ γνωσθῇ ἡ ἰσορῥοπία τοῦ κοχλίου, ἐὰν διὰ πλειοτέραν ἀκρίβειαν ὑποθέσωμεν τὴν κεφαλὴν

τοῦ ἕλικος ἢ τὸν θῆλυν κοχλίαν ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν ὄντα δύο δυνάμεων μιᾶς καθέτου Κ. καὶ ἄλλης ὁριζοντίου Δ. Αὗται δύνανται ν' ἀποσυντεθῶσιν εἰς πολλὰς ἄλλας κ, κ', κ'' καὶ δ, δ', δ'', αἵτινες ἐφαρμοζόμεναι εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπαφῆς (τῆς περιστροφικῆς γραμμῆς) τὰ κρατοῦσιν εἰς ἰσορροπίαν, καὶ τότε θὰ ἔχωμεν τὴν σειρὰν τῶν ἀναλογιῶν δ : κ :: υ : 2πα, δ' : κ' :: υ : 2πα κ τ λ· ἐξ ὧν κ + κ' : δ + δ' :: υ : 2πα, ἢ Δ : Κ :: υ : : 2πα· ἤτοι ἡ δύναμις ἔχει πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ὡς τὸ ὕψος τοῦ κοχλίου πρὸς τὴν περιφέρειαν, ἣν περιγράφει ὁ διωστήρ, εἰς τοῦ ὁποίου τὸ ἄκρον ἡ δύναμις εἶναι ἐφηρμοσμένη. Ἡ τριβὴ εἰς αὐτὴν τὴν μηχανὴν εἶναι τόσον μεγάλη, ὥστε δύναται νὰ ὑποστηρίξῃ ἢ νὰ πιέσῃ ἓν σῶμα· καὶ ἀφ' οὗ ἡ κινοῦσα δύναμις παύσῃ τὴν ἐπ' αὐτῆς ἐνέργειαν· ἄλλοτε ὁ ἄρρην εἶναι μόνιμος καὶ ὁ θῆλυς κινητὸς, καὶ ἄλλοτε τὸ ἐναντίον. Ὁ περιδίνητος ἕλιξ (vis sans fin) εἶναι μηχανὴ ἁπλουστάτη, αὐξάνουσα μεγάλως τὴν δύναμιν μὲ ζημίαν μεγίστην τοῦ χρόνου· οὗτος στρέφεται περὶ τὸν ἴδιον ἄξονα, καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν κίνησιν τῶν τροχῶν (ἴδ. σχ. 111 τῆς Σειρῆνος).

Σφήν. Ὅταν γίνηται χρῆσις αὐτῆς πρὸς σχίσιν, ἡ ἰσορροπία ἀπαιτεῖ ὥστε ἡ δύναμις νὰ ἔχῃ πρὸς τὴν ἀντίστασιν ὡς τὸ ἥμισυ τοῦ τραχήλου αὐτῆς πρὸς τὸ μῆκος μιᾶς τῶν πλευρῶν. Ὅταν δὲ τὴν μεταχειρίζωνται διὰ νὰ χωρίσωσι δύο σώματα, ἡ δύναμις ὀφείλει νὰ ἔχῃ πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ὡς τὸ μῆκος ὅλον τοῦ τραχήλου πρὸς τὸ διπλάσιον τοῦ ὕψους αὐτῆς. Ἐκ τούτων ἕπεται ὅτι ἡ δύναμις τόσον πλειότερον ὀφελεῖται, ὅσον ὁ τράχηλος αὐτῆς εἶναι μικρὸς, καὶ πλέον προχωρημένος ἐντὸς τοῦ σώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

1. Περὶ βαρύτητος.

19. Ἡ βαρύτης καὶ τὸ βάρος. Βαρύτης εἶναι ἡ δύναμις, δι' ἧς τὰ σώματα ἐλεύθερα ὄντα πίπτουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ἡ βαρύτης θεωρεῖται ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἕλξεως τῆς γῆς, ἐν-

εργούσης κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀκτίνων αὐτῆς· ὅθεν καὶ ἡ πτῶσις τῶν σωμάτων γίνεται κατὰ κάθετον καὶ πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς, ὡς ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ἁπλουστάτου ὀργάνου τῆς μολυβδίδος· ἢ τοῦ καθιτῆρος, συνισταμένου εἰς νῆμα προσηρτημένον ἐκ τοῦ ἑνὸς ἄκρου, καὶ εἰς τὸ ἄλλο φέρον σφαῖραν μολυβδίνην, ἢ ἄλλο τι σῶμα ὀλίγον βαρύ· ἐξετάζοντες ὅμως τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς ἐπὶ σωμάτων] διαφόρου μεγέθους καὶ σχήματος παρατηροῦμεν μεγίστας διαφορὰς, δηλ. ὅτι λίθος τις πίπτει ταχύτερον ἑνὸς πτεροῦ, τεμάχιον ξύλου ἐπίσης ταχύτερον, ἢ φύλλον τι χάρτου, ἡ χάλαζα ἐπίσης ταχύτερον τῆς χιόνος κτλ., πλὴν διὰ τῆς σκέψεως, πληροφορούμεθα (*) ὅτι τὸ πτερὸν, τὸ φύλλον ἡ χιὼν φαίνονται ὑποτασσόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἀέρος μᾶλλον, παρὰ εἰς τὴν τῆς βαρύτητος, καὶ ἀντὶ νὰ πίπτωσι καθέτως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ καθητῆρος, ταλαντεύονται ἔνθεν κἀκεῖθεν, ὡς ὑποτασσόμενα εἰς τὴν διάθεσιν τῶν ἀνέμων. Διὰ νὰ σπουδάσωμεν λοιπὸν τὴν πτῶσιν τῶν σωμάτων, ὡς καθαρὸν ἀποτέλεσμα τῆς βαρύτητος μόνης ἀπαιτεῖται νὰ κατορθώσωμεν τὴν πτῶσιν αὐτῶν ἐντὸς κενοῦ χώρου ὅπως μὴ δύνηταί τι νὰ παρεναχλῇ, ἢ διακωλύῃ τὴν κίνησιν αὐτῶν. Τὸ πείραμα δὲ τοῦτο γίνεται ἐντὸς μεγάλου ὑελίνου σωλῆνος (σχημ. 22.) δύο περίπου μέτρων μήκους ἐπὶ 7—8 ἑκατοστομέτρων διάμετρον, κεκλεισμένου κατὰ τὰς δύο ἄκρας διὰ μεταλλίνων ἀπαρτισμάτων, ἐξ ὧν τὸ ἓν φέρει κρουνὸν ἵνα κλείῃ, ἀφ' οὗ ὁ ἐν αὐτῷ ἀὴρ κενωθῇ. Εἰσαχθέντων δὲ τῶν εἰς πεῖραν ὑποβληθησομένων σωμάτων, καὶ ἀπορροφηθέντος ἔπειτα διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας τοῦ ἐν αὐτῷ ἀέρος, ἀνατρέπει τις αὐτὸν καθέτως, καὶ παρατηρεῖ ὅτι τὰ σώματα πίπτουσι, χωρὶς νὰ ἐγγίζωσι τὰ τείχη τοῦ σωλῆνος, καὶ τὸ περιεργότερον ὅτι τὸ πτερὸν πίπτει συγχρόνως μὲ τὸν μόλυβδον, ἐν ἐνὶ λόγῳ ὅτι ὅλα τὰ σώματα βαρέα ἢ ἐλαφρὰ, παχέα ἢ λεπτὰ ὁποικσδήποτε φύσεως πίπτουσι μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα· ἅμα δὲ ἀνοιχθῇ ὁ κρουνὸς καὶ εἰσέλθῃ ὀλίγος ἀὴρ, ἡ ἐνέργεια αὐτοῦ ἀμέσως

(*) Τὴν σκέψιν ταύτην πρῶτος ἐκ τῶν ἀρχαίων ἐποιήσατο ὁ Γαλιλαῖος, καὶ πρῶτος διὰ πειράματος γενομένου ἐπὶ τοῦ περιφήμου πύργου τῆς Πίσσης παρετήρησε τὸ τοιοῦτον.

ἀρχίζει νὰ φαίνηται· τὰ μέταλλα φθάνουσι μὲ κρότον εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλῆνος, ἐν ᾧ τοῦ πτεροῦ καὶ τοῦ πτίλου ἐξακολουθεῖ εἰσέτι ἡ πτῶσις. Οὕτω λοιπὸν ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν ἐπὶ ὅλων τῶν σωμάτων, καὶ ἡ γενικὴ αὕτη πρότασις ἐφαρμόζεται εἰς ὅλους τοὺς τόπους τῆς ὑδρογείου σφαίρας· δὲν πρέπει ὅμως νὰ συμπεράνωμεν ἐκ τούτου, ὅτι καὶ ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος εἶναι πανταχοῦ ἡ αὐτή· διότι δύναται ἡ κοινὴ αὕτη ταχύτης ἐπιβαλλομένη πανταχοῦ εἰς τὰ διαφόρου φύσεως σώματα νὰ γίνῃ μεγαλειτέρα ἢ μικροτέρα, ὅταν τις μεταβῇ ἀπὸ ἕνα τόπον εἰς ἄλλον· καὶ τοῦτο συμβαίνει πραγματικῶς· ἐπειδὴ κατὰ τοὺς πόλους τὰ σώματα πίπτουσι ταχύτερον παρὰ ὑπὸ τὸν Ἰσημερινόν. Ἡ ταχύτης λοιπὸν αὕτη αὐξάνει ἀναλόγως τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους· καὶ ἡ διαφορὰ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς γῆς, πεπιεσμένης οὔσης κατὰ τοὺς πόλους· γίνεται δὲ κυρίως ἐπαισθητὴ ἀπὸ τὴν κίνησιν τῶν ὡρολογίων, διότι τὸ ἐκκρεμὲς, τὸ κανονίζον τὰς κινήσεις αὐτῶν, δὲν εἶναι πραγματικῶς, ὡς θέλομεν ἴδει, εἰμὴ ἓν σῶμα πίπτον· λοιπὸν ἐκεῖ ὅπου ἡ βαρύτης ἢ ἡ ἔλξις τῆς γῆς εἶναι μεγαλειτέρα πίπτει ταχύτερον, ἑπομένως ἐκτελεῖ μεγαλείτερον ἀριθμὸν ἀναλικνήσεων ἐντὸς τῆς ἡμέρας, καὶ αἱ ὧραι προχωροῦσι καθ' ἡμέραν κατά τινα λεπτὰ ἐπὶ τῆς ὅλως κανονικῆς διαρκείας τῶν περιστροφῶν τῶν ἀστέρων.

Ἀλλ' ἂς ἐπανέλθωμεν εἰς τὴν πρώτην γενικὴν πρότασιν, τὴν ἴσην δηλ. ταχύτητα ἐπιβαλλομένην εἰς ἅπαντα τὰ σώματα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ πλάτους τῆς γῆς. Ἡ θεμελιώδης αὕτη ἀλήθεια χρησιμεύει ὡς βάσις πολλῶν γνώσεων ἀξιολόγων, μὴ ἐννοουμένων καλῶς πάντοτε· εἶναι λοιπὸν βέβαιον ὅτι ὡς πρὸς τὴν βαρύτητα ἅπαντα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα εἶναι ὅμοια, ὅτι αὐτὴ δὲν ἐνεργεῖ διαφερόντως ἐπὶ τοῦ ἑνὸς καὶ ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, ἀλλὰ δι' αὐτὴν ἡ ὕλη ἐν γένει εἶναι μία καὶ μόνη.

Ἐπειδὴ δυνάμεθα νὰ σχηματίσωμεν ἰδέαν τῆς ὕλης διὰ μόνων τῶν ἰδιοτήτων τῆς ἐκτάσεως καὶ τοῦ ἀδιαχωρήτου ἄνευ τῆς βαρύτητος, καὶ ἐπειδὴ πραγματικῶς ὑπάρχει ὕλη ὑποκειμένη εἰς τὴν ἐνέργειαν αὐτῆς, πρὸς διάκρισιν καλοῦμεν ταύτην ὕλην βαρεῖαν, καὶ

πᾶσαν ἄλλην μὴ ὑποκειμένην εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος ὀνομάζομεν ὕλην ἢ οὐσίαν ἀβαρῆ. Διὰ τῆς διακρίσεως αὐτῆς οὐδὲν προγινώσκεται, διότι ἡ πεῖρα θέλει μᾶς διδάξει ἐὰν ὑπάρχῃ, εἰμὴ, ὕλη ἀβαρής· ἀλλ' ὅμως πολλὰ φαινόμενα, καὶ πρὸ πάντων ἐξ ἐκείνων ὅσα ἀνήκουσιν εἰς τὸ φῶς, ἀποδεικνύουσι τὴν ὕπαρξιν ἀβαροῦς ὕλης τόσον ἀκριβῶς, ὅσον τὰ φαινόμενα τῆς βαρύτητος ἀποδεικνύουσι τὸ ἐναντίον.

Τὸ ἀνωτέρω συμπέρασμα, ὅτι διὰ τὴν βαρύτητα ἡ ὕλη εἶναι μία, ἀφορᾷ ἀποκλειστικῶς τὴν βαρεῖαν ὕλην, καὶ σημαίνει ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἢ δὲν ἐνεργεῖ, καὶ ἐὰν ἐνεργῇ ἡ ἐνέργεια αὕτη εἶναι ἀκατάπαυστος καὶ ἀπαράλλακτος εἰς κάθε τόπον καὶ χρόνον, καὶ ἀνεξάρτητος τῶν μερικῶν ἰδιοτήτων καὶ συνθέσεων τῆς ὕλης. Ἐπειδὴ δὲ τὸ σμικρότατον μέρος τινὸς σώματος πίπτει μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα, μὲ τὴν ὁποίαν καὶ τὸ σῶμα ὁλόκληρον, ὅσον μέγα καὶ ἂν ἦναι, ἔπεται ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ χωριστὰ, ἀτομικῶς δηλ. καὶ μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν ἐπὶ ἑκάστου τῶν μορίων, ἐξ ὧν ἡ ὕλη σύγκειται, ὅτι κατὰ συνέπειαν ἡ ὁλικὴ ἐνέργεια εἶναι τὸ ἄθροισμα, ἢ ἡ συνισταμένη ὅλων τῶν στοιχειωδῶν ἐνεργειῶν ἐξασκουμένων ἐπί τινος σώματος, καὶ αὕτη κυρίως καλεῖται βάρος αὐτοῦ τοῦ σώματος. Τὸ βάρος ἢ τὸ μέτρον τῆς ἐνεργείας αὐτῆς τῆς δυνάμεως αἰσθανόμεθα ἐκ τῆς ὁποίας ἡ χεὶρ ἡμῶν ἀντιτάττει ἀντιστάσεως, ὅπως καθαιρέσῃ τὴν ἐπ' αὐτῆς ἐξασκουμένην πίεσιν ὑπό τινος σώματος· δὲν κατηγορεῖται δὲ ἐπὶ τῆς ὕλης γενικῶς, ἀλλ' ἰδίως ἐπὶ ἑνὸς ἑκάστου τῶν σωμάτων· διὰ τοῦτο δὲν πρέπει νὰ λέγωμεν τὸ βάρος γενικῶς καὶ ἀπροσδιορίστως, ἀλλὰ τὸ βάρος σώματός τινος, καὶ ἀντιστρόφως ἡ βαρύτης κατά τινα τρόπον γενικὸν, καὶ ὄχι ἡ βαρύτης ἑνὸς σώματος, μὲ ἄλλας λέξεις δὲν πρέπει νὰ συγχέωμεν τὴν βαρύτητα μὲ τὸ βάρος, διότι ἡ μὲν πρώτη εἶναι ἡ δύναμις ἡ ἐνεργοῦσα ἐπὶ ἑνὸς ἑκάστου τῶν μορίων, τὸ δὲ βάρος εἶναι τὸ ἄθροισμα ὅλων αὐτῶν τῶν μερικῶν ἐνεργειῶν.

20. Νόμος τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων καὶ μέσον τοῦ προσδιορίζειν αὐτόν. Ὅταν σῶμά τι ἐκ μόνης τῆς ἐπιρροῆς τῆς βαρύτητος πίπτῃ ἐλευθέρως, ἡ ταχύτης αὐτοῦ αὐξάνει εἰς

πᾶσαν στιγμὴν, καὶ λαμβάνει κίνησιν ὁμοιομόρφως ταχυνομένην. Εἰς ταύτην τὴν ἐπιταχυντικὴν ἢ προσθετικὴν κίνησιν τὸ διάστημα αὐξάνει, ὡς τὸ τετράγωνον τοῦ χρόνου, καὶ ἑπομένως ὡς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος. Κατὰ ταύτην τὴν ἀρχὴν δύναταί τις νὰ ὑπολογίσῃ τὸ ὕψος οἰκοδομήματος, ἢ τὸ βάθος φρεάτός τινος, γνωστῆς οὔσης τῆς διαρκείας τῆς πτώσεως, καὶ τοῦ διατρεχομένου διαστήματος ὑπό τινος σώματος εἰς ἓν δευτερόλεπτον. Αἱ ταχύτητες ἀκολουθοῦσι τὴν σχέσιν τῶν χρόνων, δηλ. αὐξάνουσιν ἀναλόγως αὐτῶν· ὥστε ἐάν τις ὑπολογίσῃ τὰς ἀποκτηθείσας ταχύτητας μετὰ 2. 3. 4 κτλ. δευτερόλεπτα, θὰ εὕρῃ ὅτι ἀκολουθοῦσι τὴν πρόοδον 2. 3. 4 κτλ. Τὰ ἐκ τῆς ἀναλύσεως καὶ τοῦ ὑπολογισμοῦ δοθέντα ἐξαγόμενα (ἴδ. ἀρ. 14) ἀποδεικνύονται καὶ ἐκ τῶν ὑστέρων διὰ τῶν πειραμάτων τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου τοῦ Γαλιλαίου καὶ τῆς μηχανῆς τοῦ Ἀτβούδ.

Κεκλιμένον ἐπίπεδον Γαλιλαίου καλεῖται χορδή τις λεία, μῆκος ἔχουσα δέκα μέτρων, τεταμένη μεταξὺ δύο σημείων στερεῶν, ἐξ ὧν τὸ ἓν χαμηλότερον τοῦ ἄλλου, ὥστε ν' ἀποτελῇ κλίσιν τινὰ ἐπὶ τῆς χορδῆς δ' αὐτῆς κυλίεται τροχιλαία ἐκ μετάλλου διατεθειμένη προσηκόντως. Ἡ ἐπὶ τῆς τροχιλαίας ἐνεργοῦσα βαρύτης θὰ κατεστρέφετο ὁλοτελῶς, ἐὰν ἡ χορδὴ ἦτο ὁριζόντιος· ἀπ' ἐναντίας θὰ εἶχεν ὅλην τὴν δύναμίν της, ἐὰν ἦτο κάθετος. Ἐπειδὴ δὲ αὕτη εἶναι κεκλιμένη κατά τινα βαθμὸν, ἡ βαρύτης καταντᾷ εἰς βαθμόν τινα ἀναλογίας, καὶ ὡς εἰς τὴν μηχανικὴν ἀπεδείξαμεν εἶναι ἴση μὲ $\omega = \omega - \frac{AB}{A\Gamma}$ (ἴδ. κεκλ. ἐπιπ.), ω οὔσης τῆς κατὰ κάθετον ἀπολύτου ἐκτάσεως τῆς βαρύτητος, δηλ. τῆς ἀποκτωμένης ταχύτητος κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, καὶ ὡ τῆς κατὰ μείωσιν ἐνεργείας αὐτῆς ταύτης. Ἀλλ' ὁποιαδήποτε καὶ ἂν ἦναι ἡ σχέσις καθ' ἣν ἐλαττοῦται ἡ ἐνέργεια μιᾶς δυνάμεως, ἐὰν καταντήσωμεν αὐτὴν κατὰ τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον, ἢ τὸ τέταρτον, δὲν μεταβάλλομεν, εἰ μὴ μόνον τὴν ἐπιβαλλομένην κίνησιν ἐκ τῆς ἀπολύτου ἐνεργείας αὐτῆς, χωρὶς κατ' οὐδὲν νὰ μεταβάλλωμεν τὴν σχέσιν τῶν διατρεχομένων διαστημάτων εἰς δεδομένους χρόνους. Οὕτως ἐάν τις ἀφήσῃ τὴν τροχιλαίαν

νὰ κινηθῇ ἐπὶ τῆς κεκλιμένης χορδῆς μίαν στιγμὴν, καὶ σημειώσῃ τὸ διατρεχθὲν διάστημα εἰς ἓν δευτερόλεπτον, εἰς δύο, τρία κτλ. εὑρίσκει ὅτι τὰ διαστήματα εἶναι πρὸς ἄλληλα ὡς τὰ τετράγωνα τῶν δαπανηθέντων χρόνων· π. χ. ἐὰν οἱ χρόνοι ἦναι 1, 2, 3 κτλ. τὰ διαστήματα θὰ ἦναι 1, 4, 9 κτλ. Τὸ μέσον ὅμως αὐτὸ, πρὸς σπουδὴν τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος, δὲν εἶναι τόσον ἀκριβὲς, ἕνεκα τῆς τριβῆς τοῦ κινητοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου. Ὅθεν εἶναι προτιμοτέρα ἡ μηχανὴ τοῦ Ἀτβοὺδ, (ἴδ. σχημ. 23), συγκειμένη ἐκ τροχιλαίας λίαν εὐκινήτου, ἧς ὁ ἄξων στηρίζεται ἐπὶ ἄλλων τεσσάρων μικροτέρων τροχῶν ἐπίσης ἀκινήτων, διατεθειμένων οὕτως ὥστε νὰ σμικρύνωσι τὴν τριβήν. Εἷς κανὼν κάθετος Κ. βαθμολογημένος, χρησιμεύων πρὸς σύγκρισιν τῶν διατρεχομένων διαστημάτων, καὶ ἓν χρονόμετρον Χ, συμπληροῦσι τὴν μηχανὴν αὐτήν. Ἐὰν ἤδη δύο σώματα ἴσης μάζης Μ, Μ, κρέμωνται ἐκ τῶν ἄκρων νήματος λεπτοτάτου, διερχομένου ἀπὸ τὸν λαιμὸν αὐτῆς τῆς τροχιλαίας, τὰ σώματα αὐτὰ μένουσιν ἀκίνητα ἕνεκα τῆς ἰσορροπίας· ἀλλ' ἐὰν διαφέρωσι κατὰ τὴν μάζαν, τὸ μεγαλείτερον θὰ ὑποταχθῇ εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, ἥτις θὰ τῷ ἐπιβάλῃ κίνησίν τινα ἐπιταχυντικὴν, καὶ θὰ σύρῃ μεθ' ἑαυτοῦ καὶ τὴν μικροτέραν μάζαν, ἥτις θὰ ὑψωθῇ ἕνεκα τῆς ἀλληλουχίας αὐτοῦ τοῦ συστήματος. Ἡ κίνησις ὅμως αὕτη, ἐπειδὴ καὶ ἡ βαρύτης θὰ ἐνεργῇ ἐπὶ τοῦ ὑπερέχοντος μόνον μέρους τῆς μάζης ν, ὅπερ ὀφείλει εἰς τὴν πτῶσίν του νὰ κινῇ ἀμφοτέρας τὰς μάζας Μ, Μ, θὰ γίνῃ μὲ ταχύτητα τοσούτῳ βραδεῖαν, ὅσῳ εἶναι καὶ ἡ σχέσις τῆς διαφορᾶς αὐτῆς τῆς μάζης, πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δύο μαζῶν· ὥστε ἐὰν ἑκάστη αὐτῶν ἦναι ἴση μὲ Μ, καὶ ἡ διαφορὰ ἢ τὸ προσθετὸν βάρος ἴσον μὲ ν, ἡ ταχύτης θὰ καταντήσῃ εἰς τὴν σχέσιν τοῦ ν : 2Μ + ν ἢ $\omega = \omega \frac{\nu}{2M + \nu}$.

Καί τοι βραδυνθείσης οὕτω τῆς ταχύτητος, ἡ σχέσις ὅμως, ὡς εἴπομεν, τῶν διατρεχομένων διαστημάτων ὡς πρὸς τὸν χρόνον μένει ἀμετάβλητος· διότι ἐὰν εἰς μίαν τῶν ἴσων μαζῶν Μ προσθέσωμεν μικρόν τι βάρος καὶ μετρήσωμεν τὰ διαστήματα κατὰ διαφόρους χρόνους, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ νόμος αὐτὸς ἐπίσης ἀληθεύει.

Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τοῦ νόμου τῆς ταχύτητος μεταχειρίζονται διὰ προσθετὸν βάρος μικρὸν ἔλασμα μετάλλινον, οὗτινος ἡ κίνησις μετά τινα χρόνον δύναται νὰ διακοπῇ ἀπό τινος κρίκου προσηρμοσμένου εἰς τὸ κανόνα Κ. Τοιουτοτρόπως παρατηρεῖται, ὅτι ἡ μάζα ἥτις διέτρεξεν ἔν τι διάστημα μέχρι τοῦ κρίκου, ἐντὸς χρόνου τινὸς καὶ μὲ μίαν κίνησιν ἐπιταχυντικὴν, διατρέχει ἔπειτα ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου, μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἐλάσματος διάστημα διπλάσιον τοῦ πρώτου· τὸ διάστημα ὅμως αὐτὸ ποικίλλει, ὅταν ἐπαναλαμβάνοντες τὸ πείραμα θέτωμεν αὐτὸν τὸν κρίκον εἰς διάφορα ὕψη. Οὕτως εὗρον ὅτι σῶμά τι διατρέχει 15, 1 πόδας, ἢ 4μ, 9043975 εἰς μίαν πτῶσιν ἐλευθέραν καὶ ἄνευ κωλύματος, ὅπερ μᾶς δίδει 30,2 ποδ. ἢ 9μ, 808 διὰ τὴν ταχύτητα τοῦ σώματος μετὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον. Ἡ τελευταία αὕτη ποσότης εἶναι τὸ μέτρον τῆς βαρύτητος, ἢ τῆς ἕλξεως τῆς γῆς, καὶ ἰσοδυναμεῖ μὲ τὸ ω, ἤτοι μὲ τὴν ἀπόλυτον ἔντασιν αὐτῆς.

Ἡ ἀνακάλυψις τῆς ἀρχῆς, καθ' ἣν ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν πλησίον τῆς γῆς σωμάτων, καὶ ἥτις χρεωστεῖται εἰς τὸν Γαλιλαῖον, ἐστάθη τὸ πρῶτον βῆμα τῆς εἰσόδου ἐντὸς σταδίου ἀπεράντου, ὅπερ ἔμελλε νὰ διατρέξῃ ὁ Νεύτων. Ἡ ἀρχὴ αὐτὴ τῆς βαρύτητος ὑπῆρξε τοσοῦτον γόνιμος, ὥστε ὁ μέγας ἐκεῖνος γεωμέτρης ἐσυμπέρανεν, ὅτι ἡ δύναμις αὐτὴ, ἧς ἡ ἔντασις δὲν ἐφαίνετο ἐλαττουμένη ἐπαισθητῶς ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῶν ὀρέων, ἐξετείνετο μέχρι τῆς Σελήνης, καὶ ὅτι ἡνωμένη μὲ τὴν ἀπωστικὴν δύναμιν τοῦ δορυφόρου αὐτοῦ κάμνει νὰ περιγράφῃ μίαν τροχιὰν ἐλλειψοειδῆ περὶ τὴν γῆν. Τέλος πάντων ἐγενίκευσε τὴν θεωρίαν αὐτὴν θεωρῶν τὸν Ἥλιον ὡς τὴν ἑστίαν μιᾶς δυνάμεως διαδιδομένης ἀπεριορίστως ἐντὸς τοῦ διαστήματος, καὶ ἐνεργούσης κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν, καὶ κατ' ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων ἐπὶ ὅλων τῶν σωμάτων τοῦ πλανητικοῦ συστήματος, ἐν ᾧ ταὐτοχρόνως τὰ οὐράνια αὐτὰ σώματα ἐξασκοῦσι πρὸς ἄλληλα παρομοίας ἐνεργείας.

Κέντρον βαρύτητος. Σῶμα βαρὺ ὁποιονδήποτε μικρὸν ἢ μέγα δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἄθροισμα μορίων ἀκαταμετρήτου ἀριθμοῦ, ἐπὶ ἑκάστου τῶν ὁποίων ἐνεργεῖ ἡ βαρύτης· ἅπασαι δὲ αὗται αἱ

ἀναρίθμητοι ἐνέργειαι δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσι διὰ μιᾶς καὶ μόνης, ἐφηρμοσμένης εἰς ἓν ἐκ τῶν πολλῶν σημείων τοῦ σώματος, καὶ αὕτη μὲν εἶναι ἡ συνισταμένη ὅλων τῶν μερικῶν ἐνεργειῶν, τὸ δὲ σημεῖον, εἰς ὃ εἶναι ἐφηρμοσμένη, καλεῖται κέντρον τῆς βαρύτητος. Αἱ ἐνέργειαι ἃς ἡ βαρύτης ἐξασκεῖ ἐπὶ ἑνὸς ἑκάστου τῶν μορίων τινὸς σώματος δύνανται νὰ ληφθῶσιν ὡς παράλληλοι· ἐπειδὴ ἅπασαι συντρέχουσι πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς, προσέτι εἶναι ὅλαι ἴσαι, διότι ἐν τῷ κενῷ, ὡς εἴδομεν, πίπτουσιν ὅλα αὐτὰ τὰ μόρια διὰ μιᾶς· ὥστε κατὰ ταῦτα τὸ κέντρον τῆς βαρύτητός τινος σώματος δὲν εἶναι ἄλλο, εἰμὴ ἓν κέντρον παραλλήλων καὶ ἴσων δυνάμεων· ἅμα τὸ κέντρον τῆς βαρύτητός τινος σώματος ὑποστηριχθῇ, τὸ σῶμα αὐτὸ δὲν πίπτει, ἀλλ' εὑρίσκεται εἰς ἰσορροπίαν. Εἰς τὰ κανονικοῦ σχήματος σώματα, ὡς τὴν σφαῖραν, τὸν κύλινδρον, τὸ πρίσμα κτλ. τὸ κέντρον, εὑρίσκεται ἐν τῷ μέσῳ, εἰς δὲ τὰ ἀκανόνιστα εὑρίσκεται πάντοτε πλησίον τοῦ μέρους, ὅπου ὑπάρχει τὸ πλειότερον τῆς μάζης.

Τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος ὑποβασταζομένου, τὸ σῶμα δὲν ἀνατρέπεται ὁσάκις ἡ ἐξ αὐτοῦ τοῦ κέντρου ἀγομένη κάθετος πίπτει ἐντὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς βάσεως, μὲ τὴν ὁποίαν τὸ σῶμα ψαύει τὴν γῆν. Ἐὰν δὲ ἐκτὸς, τὸ σῶμα ἀναγκαίως πίπτει, ἢ ἀνατρέπεται: Ἔστω παραδειγ. λίθος τις ἢ δοκὸς (σχημ. 24), ἐν οἷς τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος εὑρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον α, τὸ σῶμα ἵσταται ὄρθιον, ἐπειδὴ ἡ δι' αὐτοῦ διερχομένη κάθετος πίπτει ἐντὸς τῆς βάσεως· ἐὰν δὲ εὑρίσκετο εἰς τὸ β, ἰσορροπία δὲν ἠδύνατο νὰ ὑπάρξῃ, διότι πίπτει ἐκτὸς τῆς βάσεως. Τὰ φορτωμένα πλοῖα, αἱ λέμβοι κτλ. εὑρίσκονται εἰς αὐτὴν τὴν κατηγορίαν. Ἐνίοτε τὰ σώματα εὑρίσκονται εἰς τοιαύτην θέσιν, ὥστε θὰ ἔπιπτον ἐκ τοῦ ἰδίου των βάρους, ἐὰν δὲν ὑπεστηρίζοντο ἀπὸ ἄλλα σώματα, ὄντα προσηρμοσμένα εἰς ἐκεῖνα, ἀλλὰ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τότε θεωρεῖται κοινὸν εἰς ὅλον τὸ σύστημα· παραδ. ὁ ἀχθοφόρος, ὅστις κλίνει ὑπὸ τὸ ὁποῖον φέρει φορτίον, τὰ ἀντίρροπα ἐν γένει, καὶ μάλιστα τῶν σχοινοβατῶν κτλ.

Εἰδικὸν βάρος. Σῶμά τι λέγεται ὁμογενὲς, ὅταν ἦναι συντεθειμένον παντοχοῦ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον· τότε ὁ αὐτὸς ὄγκος ἀν-

ταποκρίνεται εἰς τὸ αὐτὸ βάρος, διπλάσιος ὄγκος εἰς διπλάσιον βάρος κ. τ. λ. δηλ. τὸ βάρος εἶναι κατ' εὐθεῖαν ἀνάλογον πρὸς τὸν ὄγκον, ἀλλ' ὅταν τις παραβάλλῃ σώματα διαφόρου φύσεως, ἢ ἑτερογενῆ πρὸς ἄλληλα, καθὼς τὸ ὕδωρ, τὸν ὑδράργυρον, τὸν χρυσὸν, τὸν σίδηρον, τὸ ξύλον, τὸν λίθον κτλ, οἱ ἴσοι ὄγκοι δὲν ἔχουσι πλέον τὸ ἴδιον βάρος· καὶ ὡς ἐκ τούτου ἔπεται μεταξὺ αὐτῶν τῶν σωμάτων εἰς χαρακτὴρ διακριτικὸς ἀρκετὰ οὐσιώδης. Καλεῖται εἰδικὸν βάρος σώματος, ἡ σχέσις τοῦ βάρους αὐτοῦ ὡς πρὸς τὸν ὄγκον, ἡ δὲ σχέτις αὕτη εἶναι σταθερὰ δι' ἓν ὁμοιογενὲς σῶμα, ἐπειδὴ τὸ βάρος αὐξάνει ἀναλόγως τοῦ ὄγκου. Διὰ μονάδα τοῦ ὄγκου ἐσυμφώνησαν γενικῶς νὰ λαμβάνωσι τὸ δέκατον τοῦ κυβικοῦ μέτρου, καὶ διὰ μονάδα τοῦ βάρους τὸ χιλιόγραμμον. Ἐπειδὴ δὲ τὸ βάρος ἑνὸς δεκάτου κυβικοῦ μέτρου ὕδατος καθαροῦ 4^0, ἰσοδυναμεῖ μὲ ἓν χιλιόγραμμον, τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὕδατος εἶναι ἴσον τῇ μονάδι, τὰ δὲ εἰδικὰ βάρη ὅλων τῶν ἄλλων οὐσιῶν ἀνάγονται εἰς τὸ τοῦ ὕδατος· ὅθεν ὅταν λέγωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ χρυσαργύρου εἶναι 23, τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ δέκατον τοῦ κυβικοῦ μέτρου τοῦ χρυσαργύρου ζυγίζει 23 χιλιογρ. καθὼς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ φελλοῦ ὄντος 0, 24, τὸ δέκατον τοῦ κυβικοῦ μέτρου αὐτοῦ θὰ ζυγίζῃ 0, 24 ἐν ᾧ τὸ τοῦ ὕδατος ἕν.

Μάζα τινὸς σώματος καλεῖται ἡ ποσότης τῆς ὕλης ἐξ ἧς εἶναι συντεθειμένον· οὕτως ὁρίζουσι συνήθως τὴν μάζαν, ἀλλ' ἡ ποσότης αὐτὴ τῆς ὕλης πῶς θὰ ἐκτιμηθῇ; πῶς θὰ μετρηθῇ; ἐπειδὴ καὶ ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἐπίσης ἐπὶ ὅλων τῶν μορίων τῆς ὕλης, ἐπειδὴ τὸ βάρος εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν ἐνεργειῶν τῆς βαρύτητος, ἕπεται ὅτι ἡ ποσότης τῆς ὕλης γίνεται διπλασία, ὅταν καὶ τὸ βάρος γίνηται διπλάσιον κ.τ.λ. δηλ. ὅτι ἡ μάζα εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸ βάρος. Ἐνταῦθα παρατηρητέον ἀ. ὅτι ἡ ἀναλογία δὲν εἶναι οὔτε ἰσότης, οὔτε ταυτότης, ὡς ἐκ τούτου δὲν πρέπει νὰ συγχέωμεν τὴν μάζαν μὲ τὸ βάρος· β'. ὅτι ἡ ἀβαρὴς ὕλη δὲν εἶναι διὰ τοῦτο ἄνευ μάζης, ἀλλ' αἱ μάζαι, ἃς αὐτὴ δύναται νὰ ἔχῃ ὡς πρὸς τὸν ὄγκον ὃν κατέχουσιν, ἢ τὰς μερικὰς ἰδιότητας αὐτῶν, δὲν παραβάλλονται, κατὰ τὸ παρὸν τοὐλάχιστον, μὲ τὰς μάζας τῆς βαρείας ὕλης.

Ἡ πυκνότης ἑνὸς σώματος συνίσταται εἰς τὴν μάζαν τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ τοῦ σώματος, τὸ δὲ εἰδικὸν βάρος εἶναι τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ· ὅθεν ἡ πυκνότης εἶναι ἀνάλογος τοῦ εἰδικοῦ βάρους, καθὼς ἡ μάζα ἀνάλογος τοῦ βάρους· δὲν πρέπει μ' ὅλον τοῦτο νὰ συγχέωμεν τὴν πυκνότητα μὲ τὸ εἰδικὸν βάρος, καθὼς οὔτε τὴν μάζαν μὲ τὸ βάρος, εἰ καὶ οἱ πίνακες οἵτινες ἐκφράζουσι τὰς σχέσεις τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἑκάστου σώματος πρὸς τὸ ὕδωρ, ἀνήκουσιν εἰς τὰ εἰδικὰ βάρη ἐνταυτῷ καὶ εἰς τὰς πυκνότητας.

Ἐξ ὅλων τῶν ὅρων, οὓς διήλθομεν μέχρι τοῦδε, καὶ οἵτινες συχνὰ ἐπαναλαμβάνονται εἰς τὴν φυσικὴν, καθὼς ὕλη, ἔκτασις, ἀδιαχώρητον, ποσότης ὕλης, μάζα, πυκνότης, βαρύτης, βάρος, εἰδικὸν βάρος, μόνον οἱ δύο ἀναφέρονται εἰς πράγματα κατ' εὐθεῖαν ὁρατά· ἡ βαρύτης καὶ τὸ βάρος· καὶ ἡ μὲν βαρύτης μετρεῖται ἐκ τῶν ἀναλικνήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς, τὸ δὲ βάρος ὡς ἀμέσως θέλομεν ἴδει, διὰ μέσου τῆς πλάστιγγος.

21. Πλάστιγξ. Ἡ πλάστιγξ εἶναι ὄργανον χρησιμεῦον (σχ. 25) εἰς προσδιορισμὸν τοῦ βάρους τῶν σωμάτων. Διακρίνουσι διάφορα εἴδη, ἀλλ' ἡμεῖς θέλομεν περιγράψει τὴν κατασκευὴν καὶ χρῆσιν τῆς κοινῆς πλάστιγγος. Ὁ ζυγὸς ἐν τῷ μέσῳ ἔχει ἑκατέρωθεν δύο ἐξοχὰς ἐν εἴδει μαχαιρῶν, στηριζομένας ἐπὶ δύο ἐπιπέδων ἐξ ἀχάτου λίθου, προσηρμοσμένων ἀπ' εὐθείας καὶ ὁριζοντίως ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῆς στήλης γ, αἱ πλάστιγγες ἢ οἱ δίσκοι ἀναρτῶνται διὰ χαλυβδίνων ἀγγυρίων εἰς ἕκαστον τῶν ἄκρων αὐτοῦ τοῦ ζυγοῦ, μία βελόνη προσηλωμένη ὀρθίως ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ζυγοῦ, τὸ λεγόμενον πλαστίγγιον δεικνύει τὴν κλίσιν ἐκ τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἄλλου μέρους, οἱ βραχίονες ἀπέχουσιν ἐξίσου ἀπὸ τὸ μέσον τοῦ ζυγοῦ τῶν σημείων τῆς ἐξαρτήσεως τῶν δίσκων, διότι ἐκ τῆς ἰσότητος αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἡ ὀρθότης τῆς πλάστιγγος. Ἰδοὺ ἐν συντόμῳ αἱ ἰδιότητες τῆς καλῆς πλάστιγγος. 1ον. Οἱ βραχίονες αὐτῆς πρέπει νὰ ἦναι ἴσοι κατὰ μῆκος καὶ βάρος, καὶ νὰ ἦναι ἀνάλογον τὸ μῆκος μὲ τὴν παχύτητα αὐτῶν· 2ον. τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ συστήματος νὰ πίπτῃ χαμηλότερα ἀπὸ τὸ σημεῖον τοῦ ὑποστηρίγματος· 3ον. τὰ

ἄκρα ἐξ ὧν αἱ πλάστιγγες κρέμανται νὰ ἦναι εἰς εὐθεῖαν γραμμὴν μὲ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ ζυγοῦ· 4ον. ὁ ἄξων περὶ ὃν ἡ κίνησις γίνεται νὰ ἦναι εὐθεῖα κάθετος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τοῦ ζυγοῦ καὶ ὁ ἄξων αὐτὸς νὰ ἦναι πλατὺς καὶ κοπτερὸς ὡς μία μάχαιρα, καὶ νὰ στηρίζηται ἐπὶ σκληροτάτης καὶ ὁμαλῆς ὕλης, ὡς εἶναι ὁ χάλυψ ἢ ὁ ἀχάτης λίθος. Ἐὰν δὲν ἦναι ἀκριβὴς δύναται ἀκόμη νὰ γίνῃ χρῆσις αὐτῆς, ἀλλὰ θὰ προστρέξῃ τις εἰς τὸ λεγόμενον διπλοῦν ζύγισμα, συνιστάμενον εἰς τὸ νὰ θέσῃ τὸ ζυγιστέον σῶμα ἐντὸς τοῦ ἑνὸς δίσκου καὶ εἰς τὸν ἄλλον νὰ προσθέσῃ κέρματα βαρέα ὁποιασδήποτε ὕλης μέχρις οὗ ἀποκατασταθῇ πλήρης ἰσορροπία· ἔπειτα ν' ἀντικαταστήσῃ τὸ βάρος τοῦ ζυγιστέου σώματος διὰ τῶν ἀναγκαίων πρὸς ἰσορροπίαν σταθμῶν.

Στατὴρ ἡ ῥωμαϊκὴ πλάστιγξ καλεῖται ἐργαλεῖον δι' οὗ ἡ ἰσορροπία μεταξὺ δύο βάρεων ἀνίσων ἀποκαθίσταται διὰ τῆς διαφορᾶς τῶν μηκῶν τῶν βραχιόνων τοῦ μοχλοῦ, ἐπὶ τῶν ὁποίων αὐτὰ τὰ βάρη ἐνεργοῦσι.

22. Νέον σύστημα γαλλικὸν σταθμῶν καὶ μέτρων. Ἰδοὺ πῶς ὡδηγήθησαν νὰ προσδιορίσωσι τὴν μονάδα τοῦ βάρους εἰς τὸ νέον αὐτὸ σύστημα. Ὁ κοινὸς καὶ σταθερὸς τύπος εἰς ὃν ἀνάγονται ὅλοι οἱ κλάδοι αὐτοῦ τοῦ συστήματος εἶναι ἡ γραμμικὴ μονὰς, ἢ τὸ δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν μέρος τῆς ἀποστάσεως μεταξὺ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ βορείου πόλου ὅπερ ἐκάλεσαν μέτρον (*). Παραβαλόντες τὸ μέγεθος τοῦ γηΐνου τόξου ἐκτεινομένου ἀπὸ τὴν Βαρκελόνην μέχρι τῆς Δουγκέρχης μὲ τόξον μετρηθὲν εἰς τὸ Περροῦ κατὰ τὸ 1840, ἐσυμπέρανον ὅτι ἡ ζητουμένη ἀπόστασις ἢ τὸ τέταρτον τοῦ μεσημβρινοῦ κειμένου πρὸς τὸν βόρειον πόλον ἦτο 5130740 πήχεις ἀρχαίας γαλλικὰς (toises), ἐξ οὗ συνάγεται ὅτι τὸ μετρον ἔχει μῆκος 3 ποδῶν 11 γραμ. καὶ $\frac{3}{10}$.

Ἡ μονὰς τοῦ βάρους, ἣν ἐκάλεσαν γραμμάριον εἶναι τὸ ἀπόλυ-

(*) Τὸ μέτρον αὐτὸ ἐλπίζομεν ἐπὶ τέλους νὰ εἰσαχθῇ καὶ εἰς τὴν Ἑλλάδα· διότι ἐλήφθη ἀπὸ τὰν φύσιν αὐτὴν καὶ εἶναι ἀμετάβλητον καὶ αἰώνιον ὡς καὶ ἐκείνη.

τον βάρος τοῦ ἑκατοστοῦ μέρους τοῦ κυβικοῦ μέτρου ὕδατος καθαροῦ, ληφθέντος εἰς τὸν μέγιστον βαθμὸν τῆς πυκνότητος.

Ἡ μονὰς τοῦ μέτρου διὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, εἶναι τετράγωνον, οὗτινος ἡ πλευρὰ εἶναι ἴση μὲ ἓν δεκάμετρον· εἶναι δὲ τὸ γαλλικὸν στρέμμα (are), καὶ ἰσοδυναμεῖ μὲ 948 τετρ. πόδ. Ἡ μονὰς τοῦ μέτρου τῆς χωριτικότητος εἶναι ὁ κύβος τοῦ δεκατομέτρου καὶ ὀνομάζεται λίτρα, ἰσοδυναμεῖ δὲ μὲ 50 δακτύλους κυβικοὺς καὶ $\frac{4}{10}$, καὶ ὑπερέχει κατὰ $\frac{1}{14}$ τὴν παρισιανὴν κοτύλην (pinte) περιέχουσαν 46 δακτύλους κυβικούς.

Τὸ γραμμάριον (gramme) ἢ ἡ μονὰς τοῦ βάρους ἰσοδυναμεῖ μὲ 19 κόκκους σχεδόν· τὸ χιλιόγραμμον ἢ τὸ βάρος τῶν χιλ. γραμμαρίων ἰσοδυναμεῖ μὲ δύο λίτρας, 95 δραχμὰς (gros) καὶ 35 κόκκους. Ἡ γαλλικὴ οὐγγία διαφέρει ὀλίγον τῶν τριῶν δεκαγράμμων ἢ τριάκοντα γραμμαρίων, καὶ ὁ κόκκος τῶν 53 χιλιοστογράμμων.

23. Εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν καὶ στερεῶν. Διὰ νὰ προσδιορίσωσι τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν μεταχειρίζονται μικράν τινα φιαλίδα (σχημ. 24) κλείουσαν διὰ πώματος τετρημένου. Ἀφ' οὗ καθαρίσωσιν αὐτὴν καλῶς καὶ ζυγίσωσι, πληροῦσι μὲ ὑγρόν τι, ὑδράργυρον π. χ. διὰ μέσου ὑελίνου χοάνης λεπτῆς, κατερχομένης μέχρι τοῦ πυθμένος τῆς φιαλίδος, ἵνα μὴ εἰσέρχωνται φυσαλίδες ἀέρος· τὴν κλείουσιν ἔπειτα, ἀφ' οὗ καλῶς ἀποδιώξωσιν ὅλας τὰς φυσαλίδας, καὶ τὴν ζυγίζουσι πάλιν εἰς τὴν κατάστασιν αὐτήν· τότε ἀφαιρεθέντος ἐκ τοῦ δευτέρου αὐτοῦ ζυγίσματος τοῦ πρώτου, δηλ. τοῦ βάρους τῆς φιάλης κενῆς, μένει τὸ βάρος ἑνὸς ὄγκου ὑδραργύρου ἴσον μὲ τὴν χωρητικότητα τῆς φιαλίδος· οὕτω πράττοντες καὶ διὰ καθαροῦ ὕδατος, ἔχομεν τὸ βάρος τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ὕδατος, καὶ τότε διαιροῦντες τὸ βάρος τοῦ ὑδραργύρου διὰ τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος, ἔχομεν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου, ἐπειδὴ ἑκάστου βάρους ὄντος ἀναλόγου τῷ ὄγκῳ, τὸ πηλίκον εἶναι τὸ αὐτό, ὡς ἐὰν ἡ χωρητικότης τῆς φιαλίδος ἦτον ἀκριβῶς ἴση μὲ ἓν δέκατον κυβικοῦ μέτρου.

Διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν, μεταχειρίζονται ἐπίσης φιάλην τινὰ μὲ στόμα πλατύτερον (σχῆμα 26) ἵνα

εἰσέρχωνται εὐκόλως τεμάχια ὀλίγον παχέα. Ἐνταῦθα δὲ πράττονται τρία ζυγίσματα, καὶ ἂς λάβωμεν διὰ παράδειγμα σφαῖράν τινα ἐκ μολύβδου. 1. ζυγίζομεν ἀκριβῶς τὴν σφαῖραν καὶ εὑρίσκομεν τὸ βάρος αὐτῆς, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ β. 2. θέτομεν εἰς τὸν αὐτὸν δίσκον τῆς πλάστιγγος τὴν φιαλίδα πλήρη ὕδατος καὶ πλησίον αὐτῆς τὴν σφαῖραν, καὶ ζυγίζομεν πάλιν σημειοῦντες ἀμφότερα ὁμοῦ τὰ βάρη $\beta + \zeta = \beta'$· λαμβάνοντες μετὰ ταῦτα τὸν φιαλίδα τὴν ἀνοίγομεν, καὶ μὲ τρόπον ῥίπτομεν ἐν αὐτῇ τὴν σφαῖραν, ἥτις διὰ τῆς ἐκτοπίσεως διώκει ὄγκον ὕδατος ἴσον τῷ τῆς σφαίρας, κλείοντες ἔπειτα ἀπομάσσομεν αὐτὴν καλῶς, καὶ τὴν ζυγίζομεν ἐκ νέου, σημειοῦντες πάλιν τὸ βάρος ζ'. Τὸ τρίτον αὐτὸ ζύγισμα ἀφαιρεθὲν ἐκ τοῦ πρώτου, $\beta + \zeta - \zeta'$, παρέχει ὑπόλοιπον τὸ βάρος τοῦ ἐκχειλισθέντος ὕδατος· ἤτοι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου μὲ τὸν ὄγκον τῆς σφαίρας· καὶ τότε ἀρκεῖ νὰ διαιρεθῇ τὸ βάρος τῆς σφαίρας διὰ τοῦ βάρους τοῦ διωχθέντος ὕδατος διὰ $\frac{\beta'}{\beta + \zeta - \zeta'}$ νὰ ἔχωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου.

Τὰ πορώδη σώματα παρουσιάζουσι δυσκολίας· τοῦτο εὐκόλως ἐννοεῖται, ἐπειδὴ τὸ ἐκτοπιζόμενον ὕδωρ εἶναι τόσον ὀλιγώτερον, ὅσον περισσότερον τὸ εἰσερχόμενον εἰς τοὺς πόρους· λαμβάνονται δὲ ὅλα τὰ σώματα εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0, ἐπειδὴ ἡ θερμότης μεταβάλλει τὴν πυκνότητα αὐτῶν.

Πίναξ περιέχων τὴν πυκνότητα ἢ τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν εἰς 0 θερμοκρασίαν, καὶ ὡς μονάδος λαμβανομένης τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος.

Χρυσάργυρος	23.000	Ἀδάμας	3,531
Χρυσὸς	19,362	Κρύσταλλος ὡραῖος Ἀγγλίας	3,600
Ἰρίδιον	18,600	Μάρμαρον	2,837
Μόλυβδος	11,352	Σμάραγδος πράσινος . .	2,775
Παλλάδιον	11,800	Μαργαρίτης	2,750
Ῥόδιον	11,000	Κοράλιον	2,680
Ἄργυρος χωνευμένος . .	10,474	Κρύσταλλος τοῦ βράχου .	2,635
Ὄσμιον	10,000	Ὕελος	1.488
Βισμοῦθον χωνευμένον .	9.822	Σιεντικὸν	2,384
Χαλκὸς	8,878	Θεῖον φυσικὸν	2,033
Κάδμιον	8,694	Ἐλεφάντινον ὀστοῦν . .	1,917
Μολυβδῖνη	8.611	Ἀλάβαστρον	1,874

Γεβάλτιον	8,513	Ἀνθρακίτης	1,800
Ὀρείχαλκος	8 393	Φώσφορος	1,770
Νίκελον, χωνευμ. . . .	8 279	Γαιάνθραξ	1,329
Μαγκανέζιον	8,013	Ἤλεκτρον	1,078
Χάλυψ	7,816	Σόδιον	0,972
Σίδηρος	7,788	Πόταυσα	0,865
Κασσίτερος	7.291	Ξύλον τοῦ Φυγοῦ . . .	0,852
Ἀνθρακοῦχος σίδηρος . .	7,207	Τῆς πτελέας	0,800
Ψευδάργυρος	6.861	Τῆς μηλαίας	0,733
Ἀντιμόνιον	6,712	Ἐλάτη κύτρινος	0,657
Χρώμιον	5,900	Φιλύρα	0,604
Ἀρσένικον	5.750	Ξύλον τῆς κυπαρίσσου .	0.598
Τιτάνιον	5 300	Τῆς κέδρου	0,561
Ἰόδιον	4,948	Ἀίγειρου (λεύκης) . . .	0,383
Σιελένιον	4,320	Φελλεῦ	0,210

Πυκνότης ὑγρῶν τινων.

Ὕδωρ καθαρὸν	1,000	Θαλάσσιον ὕδωρ . . .	1 026
Ὑδράργυρος	13 598	Οἶνος Βυρδιγάλης . . .	0,994
Βρώμιον	2,966	Τῆς Βουργόνης	0.921
Θειϊκὸν ὀξὺ	3 841	Ἔλαιον Τερεβυνθίνης . .	0.870
Θειοῦχος ἄνθραξ . . .	1,293	Ἐλαιόλαδον	0,915
Νιτρικὸν ὀξὺ	1.217	Οἰνόπνευμα	0,815
Γάλα	1,030		

§ 2. Περὶ τῆς πρὸς τὸν ἄξονα κινήσεως καὶ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως.

24. Ἐὰν ἡ μεταδιδομένη ὥθησις εἴς τι σῶμα ἐλεύθερον δὲν διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος, παρεκτὸς τῆς γενικῆς κινήσεως τοῦ ὅλου συστήματος, περὶ ἧς ἐγένετο λόγος ἤδη, τὸ σῶμα ποιεῖ καὶ μίαν ἄλλην κίνησιν περιστροφικὴν περὶ ἄξονα διερχόμενον ἐκ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ, οὗτινος ὅμως ἡ διεύθυνσις δύναται νὰ ἦναι μεταβλητὴ, ἢ σταθερὰ ἢ ἀμετάτρεπτος. Ἡ ἐλεφαντίνη σφαῖρα βληθεῖσα κατά τινα διεύθυνσιν μὴ διερχομένην διὰ τοῦ κέντρου, στρέφεται περὶ ἑαυτὴν, ἐν ᾧ ταὐτοχρόνως προχωρεῖ ἐπὶ τοῦ τάπητος τῆς σφαιρίστρας· ὁ στρόβιλος τῶν παίδων ἐπίσης στρέφεται περὶ ἑαυτὸν, ἐν ᾧ διαγράφει γραμμὴν ἐπὶ τῆς ἄμμου. Ἡ γῆ περιγράφει ἔλλειψιν περὶ τὸν Ἥλιον κατὰ τὸ ἐνιαύσιον διάστημα, καὶ ἐνταυτῷ στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, ἐντὸς 24 ὡρῶν περίπου. Ὅταν σῶμά τι κρεμάμενον ἀπὸ σημείου τινὸς στερεοῦ διὰ νήματος

ἀκάμπτου, μὴ ἐλαστικοῦ, περιγράφει μὲ μίαν κίνησιν ἰσοταχῆ τὴν περιφέρειαν κύκλου, οὗτινος Κ εἶναι τὸ κέντρον, καὶ ΚΜ ἡ ἀκτὶς, ἀναγκαίως ὑφίσταται εἰς πᾶσαν στιγμὴν καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος ὥθησίν τινα (ἢ ἕλξιν μᾶλλον πρὸς τὸ κέντρον), ποιοῦσαν αὐτὸ ν' ἀφίνῃ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης ΜΔ (σχῆμα 26) τοῦ κύκλου, καθ' ἣν τείνει νὰ κινηθῇ δυνάμει τῆς ἀδρανείας του, καὶ νὰ ἐπανέρχηται ἐπὶ τῆς περιφερείας αὐτοῦ· τὸ ἄθροισμα αὐτῶν τῶν ὠθήσεων προέρχεται ἔκ τινος δυνάμεως συνεχοῦς ἐπιταχυντικῆς, ἥτις καλεῖται κεντρικὴ δύναμις, καὶ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς καταστρεπτικὴ τῶν ὠθήσεων ἀντιθέτου δυνάμεως διεγειρούσης εἰς τὸ σῶμα τάσιν τινὰ πρὸς ἀπομάκρυνσιν ἐκ τοῦ κέντρου. Ἡ τελευταία αὕτη δύναμις, ἥτις καλεῖται κεντρόφυξ, προσδιορίζει τὴν μικρὰν ἢ μεγάλην ἔντασιν τοῦ νήματος, καὶ τὸ ποσὸν τῆς ἀντιστάσεως, ἣν ἀντιτάττει τὸ στερεὸν σημεῖον, διὰ νὰ λάβῃ χώραν ἡ περὶ ἧς ὁ λόγος κίνησις.

Ἡ ἔντασις τῆς περὶ ἧς ὁ λόγος κεντρόφυγος δυνάμεως δύναται νὰ ποριοθῇ ἐκ τοῦ ἀποτελέσματος τῆς κεντρικῆς δυνάμεως, ἥτις κατ' ἀξίαν ἀπόλυτον εἶναι ἴση μὲ ἐκείνην· καὶ ἰδοὺ πῶς. Ἐὰν ἐξ ὑποθέσεως τὸ σῶμα φθάσαν εἰς τὸ Μ μὲ τὴν ταχύτητά του ἐπὶ τῆς καμπύλης, ἀπελύετο ἐκ τοῦ σταθεροῦ σημείου, καὶ ἔμενεν ἐλεύθερον, ἤθελε διατρέξει ἐπὶ τῆς ἐφαπτομένης τοῦ κύκλου κατά τινα χρόνον σμικρότατον χ διάστημα ἴσον μὲ Μχ· ἀφ' ἑτέρου ἐὰν τὸ αὐτὸ σῶμα, φθάσαν εἰς τὸ Μ ἄνευ ταχύτητός τινος, ὑπέκειτο εἰς μόνην τὴν ἐπιρροὴν τῆς κεντρικῆς δυνάμεως θὰ διέτρεχε μὲ μίαν κίνησιν μεταβαλλομένην ἐπὶ τῆς ἀκτῖνος ΚΜ, καὶ εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον διάστημα ΜΠ. ἀλλ' ἐκ τῆς ἀρχῆς τοῦ ὅτι αἱ δυνάμεις εἰσὶν ἀνάλογοι τῶν ταχυτήτων, προκύπτει ὅτι κατὰ τὴν σύγχρονον ὕπαρξιν τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος. καὶ τῆς ἐνεργείας τῆς κεντρικῆς δυνάμεως, τὸ σῶμα ὀφείλει νὰ ἐκτελῇ κίνησιν σύνθετον, καὶ πάντοτε ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου χ νὰ περιγράφῃ ἓν μέρος τοῦ κύκλου ΜΝ τοιοῦτον, ὥστε ΜΠ νὰ ἦναι ἡ προεκβολὴ ἐπὶ τῆς ἀκτῖνος ΚΜ. Ὑποθέτομεν δὲ προσέτι ὅτι τὸ τόξον ΜΝ εἶναι τόσον μικρὸν, ὥστε ἡ ἔντασις τῆς κεντρικῆς δυνάμεως εἶναι σταθερὰ ὡς πρὸς τὸ μέγεθος καὶ

τὴν διεύθυνσιν κατὰ τὸν σμικρότατον αὐτὸν χρόνον χ, καθ' ὃν τὸ κινητὸν μεταβαίνει ἐκ τοῦ σημείου Μ εἰς τὸ Ν, ἤτοι εἶναι παράλληλος μὲ τὴν ἀκτῖνα ΚΜ· τότε ἐὰν Α ἦναι ἡ ἀκτὶς τοῦ κύκλου καὶ τ ἡ ταχύτης τοῦ σώματος ἐπὶ τῆς καμπύλης, τὸ τόξον ΜΝ θὰ ἦναι ἴσον μὲ τχ, τοῦ τόξου αὐτοῦ ἕνεκα τῆς σμικρότητός του δυναμένου νὰ συγχωνευθῇ μὲ τὴν αὐτοῦ χορδὴν, ἥτις κατά τινα ἰδιότητα γνωστὴν τοῦ κύκλου εἶναι μέση ἀνάλογος τῆς διαμέτρου 2Α καὶ τῆς προβολῆς ΜΠ, θὰ ἔχωμεν $\text{ΜΠ} = \frac{\text{ΜΝ}^2}{2\text{Α}}$ καὶ διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ΜΝ^2 διὰ τοῦ ΤΧ, $\text{ΜΠ} = \frac{\text{Τ}^2\text{Χ}^2}{2\text{Α}}$· ὥστε γνωσοῦ ὄντος τοῦ διανυομένου διαστήματος ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς κεντρικῆς δυνάμεως ἐντὸς τοῦ χρόνου χ, εἶναι εὔκολον νὰ ἐξαχθῇ ἡ ἔντασις τῆς κεντρόφυγος· ἐπειδὴ πᾶσα δύναμις σταθερῶς ἐπιταχυντικὴ ἔχει διὰ μέτρον τὸ διπλάσιον τοῦ διατρεχομένου διαστήματος, διαιρούμενον διὰ τοῦ τετραγώνου τοῦ δαπανηθέντος χρόνου, ἡ κεντρικὴ δύναμις, ἣν ἐπρόκειτο νὰ ἐκτιμήσωμεν παρέσχε διὰ μέτρον $\frac{2\text{ΜΠ}}{\text{Χ}2}$ καὶ διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ΜΠ διὰ τοῦ $\frac{\text{Τ}^2\text{Χ}^2}{2\text{Α}}$ ἡ ἀξία της καταντᾷ $\frac{\text{Τ}^2}{\text{Α}}$· ἀλλ' αὕτη, εἴπομεν, εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀντίθετον κεντρόφυγα, λοιπὸν ἡ κεντρόφυξ δύναμις ἡ διεγείρουσα εἴς τι σῶμα τὴν τάσιν τῆς ἀπομακρύνσεως ἐκ τοῦ κέντρου, εἶναι ἴση μὲ τὸ τετράγωνον τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος, διαιρουμένης διὰ τῆς ἀκτῖνος τοῦ κύκλου, τὸν ὁποῖον περιγράφει.

Τοῦτο ἐξηγεῖ, διατί νῆμά τι, ἐξ οὗ κρέμαται σῶμα βαρὺ, κινούμενον περιστροφικῶς μὲ μίαν ταχύτητα, ὁποίαν διαδοχικῶς αὐξάνομεν διὰ τῶν ὠθήσεων, ῥήγνυται ἐπὶ τέλους· ἐπίσης παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κρεμάμενον σῶμα μένον ἐλεύθερον κατὰ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν, διαφεύγει κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης, παράδειγμα ἡ σφενδόνη.

Διὰ τῶν ἀκολούθων πειραμάτων ἀποδεικνύονται πολλὰ φαινόμενα αὐτῆς τῆς δυνάμεως.

Λαμβάνουσι μακρὰν ῥάβδον μετάλλινον ὁριζόντιον ΑΒ, κινουμένην ἐπὶ στρόφιγγος καθέτου ΓΔ, καὶ φέρουσαν εἰς τὰς δύο ἄκρας δύο στυλίσκους ΑΑ΄. ΒΒ΄. (σχημ. 27) οἱ δύο οὗτοι στυλίσκοι χρησιμεύουσιν εἰς τὸ νὰ κρατῶσιν ὁριζοντίως μετάλλινον σῶμα, διαπερώμενον διὰ σφαιροειδῶν σωμάτων διαφόρου μάζης, ἐξ ὧν τὸ ἓν τίθεται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ σώματος, εἰς τρόπον ὥστε τὸ κέντρον αὐτοῦ κεῖται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τοῦ ἄξονος ΓΔ. Τούτων οὕτως ἐχόντων βλέπεται ζωηρά τις κίνησις περιστροφικὴ εἰς τὸ ὄργανον αὐτό· καὶ ἰδοὺ τί παρατηρεῖται. 1. Ἡ ἐν τῷ μέσῳ κειμένη σφαῖρα μένει ἀκίνητος μὲ ὅλην τὴν ταχύτητα τῆς περιστροφῆς· ὁ δὲ λόγος εἶναι ὅτι ἡ σφαῖρα στρεφομένη περὶ τὴν κάθετον διάμετρόν της ἔχει ὅλα τὰ μόριά της ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν κεντροφύγων δυνάμεων διαφόρων μὲν, ἀλλ᾽ ἀντιθέτων καὶ ἴσων ἀνὰ δύο θεωρουμένων, ὥστε τὸ γενικὸν ἀποτέλεσμα αὐτῶν εἶναι μηδὲν, ὡς καταστρεφομένων ἀμοιβαίως ὅλων. 2. Ὅτι μία σφαῖρα κειμένη ἐκτὸς τοῦ κέντρου, ἀπομακρύνεται ὀλισθαίνουσα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἕως οὗ προσβάλλει ἕνα τῶν στυλίσκων ΑΑ΄. ΒΒ΄. Εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀδύνατος, διότι αἱ κεντρόφυγες δυνάμεις, αἱ ὠθοῦσαι δύο ἐκ τῶν ἀντιθέτων αὐτῆς μορίων ἐνεργοῦσι πρῶτον κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἔπειτα καὶ ἀντίθετοι, ἡ μία εἶναι ἰσχυροτέρα τῆς ἄλλης, ὡς ἀνωτέρα τοῦ κέντρου· καὶ τῷ ὄντι παρατηρῶν τις μετὰ προσοχῆς τὸ πείραμα αὐτὸ, βλέπει ὅτι ἡ ταχύτης εἶναι τόσον μεγαλειτέρα, ὅσον περισσότερον τὸ σῶμα ἀπέχει τοῦ κέντρου, ὅπερ εἶναι σύμφωνον μὲ τὸν ἀνωτέρω τύπον· ἐάν τις θέσῃ δύο σφαίρας τῆς αὐτῆς ὕλης, μίαν ἐκ τοῦ ἑνὸς καὶ ἄλλην ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ ἄξονος ΓΔ, ἑνόων αὐτὰς διὰ νήματος μὴ ἐλαστικοῦ μὲ τρόπον τοιοῦτον, ὥστε οἱ ὄγκοι ἢ αἱ μάζαι αὐτῶν νὰ ἦναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἀποστάσεων ἐκ τοῦ ἄξονος, παρατηρεῖ ἐπὶ τῆς περιστροφικῆς κινήσεως ὅτι αἱ σφαῖραι αὐταὶ μένουσιν ἀκίνητοι. Δύναταί τις νὰ ἐκτελέσῃ παρόμοιον πείραμα καὶ μὲ τὰ ὑγρὰ, εἰσάγων εἰς σωλῆνα ὑέλινον κεκαμμένον ἐν τῷ μέσῳ (σχημ. 28) ὕλας διαφόρου πυκνότητος, οἷον ὕδωρ, ἔλαιον,

σφαίρας ἐκ μολύβδου ἢ φελλοῦ, ὅπου παρατηρεῖ ὅτι τὰ βαρύτερα σώματα κατέχουσι τὸ ἀνώτερον τοῦ σωλῆνος.

25. Ἐκκρεμές. Τὸ ἐκκρεμὲς εἶναι ἓν τῶν ἁπλουστέρων ὀργάνων τῆς φυσικῆς καὶ ἀξιολογωτέρων ἐνταυτῷ πρὸς σπουδήν· διότι χρησιμεύει πρὸς λύσιν τῶν σπουδαιοτέρων ζητημάτων δηλ. τῆς καταμετρήσεως τοῦ χρόνου, καὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τοῦ σχήματος τῆς γῆς. Τὸ κοινὸν καὶ σύνηθες ἐκκρεμὲς σύγκειται ἔκ τινος σώματος βαρέος σφαιροειδοῦς, κρεμαμένου διὰ νήματος εὐκάμπτου, ἢ ῥάβδου τινὸς σιδηρᾶς ἢ ξυλίνης ἀπό τινος στερεοῦ σώματος· καλεῖται ἁπλοῦν ἢ γεωμετρικόν, ὅταν εὐθεῖά τις γραμμὴ ἰδανικὴ νοῆται φέρουσα εἰς τὸ ἓν ἄκρον βάρος τι, καὶ κινουμένη διὰ τοῦ ἄλλου περί τι σημεῖον στερεόν· ὅταν δὲ τὸ σύστημα ἦναι ὑλικόν, τὸ ἐκκρεμὲς λέγεται σύνθετον ἢ φυσικόν.

Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι τὸ ἐκκρεμὲς δὲν εἶναι ἄλλο, εἰμὴ ἓν σῶμα πίπτον· καὶ πραγματικῶς τὸ κρεμάμενον αὐτὸ σῶμα ἐξερχόμενον τῆς ἰσορροπίας διὰ τῆς ἀπομακρύνσεώς του ἐκ τῆς καθέτου, καὶ ἀφινόμενον ἐλεύθερον, τείνει νὰ ἐπανέλθῃ ἐπὶ τῆς καθέτου δυνάμει τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος, ἥτις ὡς ἐνεργοῦσα καθέτως, χάνει μάλιστα ἓν μέρος τῆς ἐντάσεώς της, τὸ δὲ σῶμα θὰ ἐκινεῖτο κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης Γ, ἐὰν δὲν ἐκρατεῖτο ἐκ τοῦ σημείου τῆς προσαρτήσεως Κ, διὰ τοῦτο περιγράφει τὴν καμπύλην ΔΑ, ἥτις εἶναι ἓν τόξον τοῦ κύκλου· φθάσαντος δὲ εἰς τὸ κατώτερον σημεῖον Α, ἡ ἐπὶ τῆς καθέτου, ἡ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος ἐντελῶς παύει· (*) καὶ ἐὰν ἐξακολουθῇ νὰ κινῆται περιγράφον ἓν ἄλλο τόξον ἴσον τῷ πρώτῳ, τοῦτο γίνεται δυνάμει τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος ἐπὶ τῆς πτώσεώς του ἐκ τοῦ σημείου Δ μέχρι τοῦ Α (σχημ. 29), δι' ἧς ἀναβαίνει μέχρι τοῦ σημείου Β, ὅπου ἡ ταχύτης ἐξαντλεῖται, καὶ τὸ σῶμα ἀφινόμενον αὖθις εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, πίπτει πάλιν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, καὶ θὰ διετέλει οὕτω δονούμενον αἰω-

(*) Ἡ κίνησις εἰς τὴν πτῶσιν τοῦ ἐκκρεμοῦς εἶναι ἐπιταχυντική, ἀλλ' ἡ ἐπιτάχυνσις δὲν εἶναι ὁμοιόμορφος, ἐπειδὴ τὸ ἐνεργοῦν μέρος τῆς βαρύτητος ἐλαττοῦται εἰς πᾶσαν στιγμὴν μέχρι τοῦ κατωτάτου σημείου ὅπου καταντᾷ μηδέν.

νίως, ἐὰν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, καὶ ἡ τριβὴ δὲν κατέστρεφον τὴν κίνησιν αὐτήν.

Διὰ νὰ ἐννοήσωμεν τί λέγεται κέντρον ἀναλικνήσεων, ὅπερ δὲν πρέπει νὰ συγχέωμεν μὲ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος, παρατηρητέον ὅτι τὰ σημεῖα τοῦ φυσικοῦ ἐκκρεμοῦς δονοῦσι τόσον ταχύτερον, ὅσον εἶναι πλησιέστερον τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως· ὥστε τὰ πλησιέστερα ἐπιταχύνουσι τὴν κίνησιν τῶν ἀπωτέρων, ἐν ᾧ ἀπ' ἐναντίας τὰ τελευταῖα βραδύνουσι τὴν κίνησιν τῶν πρώτων· μεταξὺ δὲ ὅλων τούτων ὑπάρχει ἐν τῷ μέσῳ σημεῖον, οὗτινος ἡ ταχύτης οὔτε αὐξάνει οὔτε σμικρύνει· ἑπομένως ἡ ἀπόστασίς του ἐκ τοῦ ἄξονος εἶναι ἴση μὲ τὸ μῆκος ἑνὸς ἁπλοῦ ἢ μαθηματικοῦ ἐκκρεμοῦς (ἴδ. ἀνωτ.), καὶ ἐκτελεῖ τὰς δονήσεις του εἰς τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα μὲ ἐκεῖνο, καὶ τοῦτό ἐστι τὸ καλούμενον κέντρον τῶν ἀναλικνήσεων ἢ δονήσεων, καὶ ἡ ἀπόστασίς του ἐκ τοῦ ἄξονος ἀποτελεῖ κυρίως τὸ μῆκος τοῦ φυσικοῦ ἐκκρεμοῦς.

Δύο ἐκκρεμῆ διαφόρου μήκους ἐξίσου ἀφιστάμενα τῆς καθέτου ποιοῦσι τὰς δονήσεις των εἰς χρόνους ἀναλόγους τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τοῦ μήκους αὐτῶν· ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς πείρας· λαμβάνει τις τρία ἐκκρεμῆ, ὧν τὰ μήκη ἔχουσι πρὸς ἄλληλα, ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9, τότε αἱ διάρκειαι τῶν ἀναλικνήσεων πρέπει νὰ ἔχωσιν ὡς οἱ ἁπλοῖ ἀριθμοὶ 1, 2, 3· καὶ πραγματικῶς ἐάν τις βάλλῃ εἰς κίνησιν τὰ ἐκκρεμῆ ταῦτα, παρατηρεῖ ὅτι τὸ ἔχον μῆκος ἓν παραβαλλόμενον ὡς πρὸς τὸ ἔχον μῆκος τετραπλάσιον, κάμνει δύο δονήσεις, ἐν ᾧ τὸ τελευταῖον ἐκτελεῖ μόνον μίαν· ἐὰν δὲ παραβληθῇ μὲ τὸ τρίτον τὸ ἔχον ἐννέα μῆκος, ἐκτελεῖ τρεῖς πρὸς μίαν.

Ἡ διάρκεια τῶν δονήσεων εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ βάρους τῆς σφαίρας καὶ τῆς φύσεως τῆς ὕλης· καὶ τοῦτο ἐπίσης ἀποδεικνύεται πειραματικῶς· αἱ ἀναλικνήσεις τοῦ αὐτοῦ ἐκκρεμοῦς δὲν διαφέρουσι κατὰ τὴν διάρκειαν ὅσον μικρὰ καὶ ἂν ὦσι τὰ σχηματιζόμενα τόξα· καὶ τοῦτο εἶναι μία ἄλλη ἀπόδειξις ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν ἐπὶ ὅλων τῶν σωμάτων εἰς τὸν αὐτὸν τόπον. Ὁ νόμος οὗτος τοῦ ἰσοχρονισμοῦ τῶν δονήσεων ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐκκρεμοῦς

εἶναι μία τῶν πρώτων ἀνακαλύψεων τοῦ Γαλιλαίου· διηγοῦνται ὅτι νέος ὢν, εἶδε κατὰ τύχην ἐν τῷ ναῷ τῆς Πίζης τὰς ἀναλικνήσεις μιᾶς κανδήλης κρεμαμένης εἰς τὴν ὀροφήν· ταύτης παρετήρει μὲ πολλὴν περιέργειαν τὰς περιοδικὰς ὑποστροφὰς τῶν κινήσεών της, καὶ τὴν ἰσότητά τῆς διαρκείας των· δὲν ἐχρειάσθη περισσότερον πρὸς ἐξύπνησιν τῆς μεγαλοφυΐας τοῦ ἀνδρὸς, καὶ ἡ παρατήρησις ἐκείνη τοῦ παιδὸς ἐστάθη πηγὴ τῶν μεγαλειτέρων ἀνακαλύψεων.

Ὁ χρόνος μικρᾶς δονήσεως ἑνὸς ἐκκρεμοῦς εἶναι ἴσος μὲ τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τοῦ μήκους αὐτοῦ διαιρουμένην διὰ τῆς βαρύτητος, καὶ πολλαπλασιαζομένην ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν ἐκφράζοντα τὴν σχέσιν τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον.

Ὅταν σῶμα δονοῦν περιγράφῃ τόξα κύκλου, αἱ ταχύτητες εἶναι ὡς αἱ χορδαὶ τῶν διατρεχομένων τόξων, καὶ ἐπειδὴ ὁ χρόνος τῆς δονήσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος, τὸ ἐκκρεμὲς χρησιμεύει ὡς μέσον προσδιορισμοῦ τῆς ἐντάσεως αὐτῆς τῆς βαρύτητος εἰς τὰ διάφορα μέρη τῆς γῆς· καὶ πραγματικῶς, ὡς εἴπομεν καὶ εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ κεφαλαίου τούτου, ἐπὶ τῶν ὑψηλοτάτων ὀρέων καὶ κατὰ τὸν ἰσημερινὸν αἱ δονήσεις βραδύνονται, ἐν ᾧ κατὰ τοὺς πόλους συμβαίνει τὸ ἐναντίον.

Ὁ Γαλιλαῖος καὶ ὁ Ὀὐίγγιος ἐφήρμοσαν ἐπιτυχῶς τὸ ἐκκρεμὲς εἰς τὴν καταμέτρησιν τοῦ χρόνου, ὡς τὸ καταλληλότερον μέσον ἕνεκα τῶν ἐπαισθητῶν καὶ ἰσοχρόνων κινήσεών του Καὶ ὁ μὲν πρῶτος τούτων τῶν φυσικῶν μετεχειρίζετο τὸ ἐκκρεμὲς διατηρῶν ἀκατάπαυστον τὴν κίνησιν αὐτοῦ ἐπὶ τῆς διαρκείας τῶν πειραμάτων του, εἰς ἃ παρεῖχέ τινα ἀκρίβειαν ἄγνωστον μέχρις ἐκείνου· ὁ δὲ δεύτερος ἐστοχάσθη νὰ ἐφαρμόσῃ αὐτὸ εἰς τὰ ὡρολόγια καὶ νὰ κανονίσῃ τὴν κίνησιν ὁλοκλήρου συστήματος, καὶ ἡ χρῆσις αὕτη κατέστη γενικὴ καὶ λίαν ἐπωφελής, Πρὸς ἐπιτυχίαν δὲ τῆς καταμετρήσεως τοῦ χρόνου διὰ αὐτοῦ τοῦ ὀργάνου, ὤφειλε πρῶτον νὰ προσδιορισθῇ ἀκριβῶς τὸ μῆκος ἑνὸς ἐκκρεμοῦς ἐπιπηδείου νὰ κάμῃ τὰς δονήσεις του ἐντὸς πολλοστοῦ τινος τοῦ ἡμερησίου χρόνου, καὶ ἐπειδὴ παρεδέχθησαν ὡς μονάδα τοῦ χρόνου τὸ δευτερόλεπτον ἢ τὸ 86400 μέρος τῆς ἡμέρας, ἐγνώρισαν ὅτι εἰς τοὺς Παρισίους τὸ ἁπλοῦν ἐκ-

κρεμὲς διὰ τὰ δευτερόλεπτα ὤφειλε νὰ ἔχῃ μῆκος 0μ,99385, καθὼς διὰ τὰ ἡμίσῃ τούτων τὸ τέταρτον τοῦ 0μ,99385

Τὰ πειράματα λοιπὸν τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀποδεικνύουσι 1ον ὅτι ἡ βαρύτης εἶναι ἀμετάβλητος εἰς τὸν αὐτὸν τόπον· 2ον ὅτι ὅλα τὰ σώματα ἀποκτῶσι διὰ τῆς βαρύτητος τὴν ἰδίαν ταχύτητα εἰς τὴν πτῶσίν των· 3ον ὅτι τὸ διατρεχόμενον διάστημα ὑπό τινος σώματος εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον τῆς πτώσεώς του εἶναι περίπου 4μ, 904 (*)

Αὐτὰ ταῦτα τὰ πειράματα καθιστῶσιν ἐναργεστέραν τὴν γενικὴν ἀρχὴν τοῦ Νεύτωνος, ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα ἕλκονται ἀναλόγως τῶν μαζῶν καὶ κατ' ἀντίστροφον λόγον τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων. Κατὰ τὸ 1774 παρετηρήθη παρὰ τοῦ Μασκελίνου, ὅτι πλησίον τῶν ὑψηλοτάτων ὀρέων τὸ ἐκκρεμὲς ἐκκλίνει ὀλίγον τῆς διευθύνσεως τῆς καθέτου. Ὁ δὲ Καβεντὶχ κατέστησεν ἐπαισθητὰς τὰς ἀμοιβαίας ἕλξεις δύο μεταλλικῶν σφαιρῶν.

(*) Ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῆς διαρκείας τῶν δονήσεων, τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς, καὶ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἀποδεικνύεται διὰ τῶν νόμων τῆς μηχανικῆς· ὅθεν περιοριζόμεθα ἐνταῦθα εἰς δεῖξιν μόνον τοῦ ἐκφράζοντος τὰς σχέσεις αὐτὰς γενικοῦ τύπου.

Ἔστω μὲ τὸ μῆκος ἑνὸς ἐκκρεμοῦς ὁποιουδήποτε σχετικῶς ὡς πρὸς τὸ μέτρον χ ὁ χρόνος τῆς διαρκείας μιᾶς δονήσεως ἐκφραζόμενος διὰ δευτερολέπτων, καὶ π ἡ σχέσις τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον, ἧς ἡ ἀξία εἶναι π=3, 1415926.

Τέλος ἔστω ω ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος, ἤτοι ὁ ἀριθμὸς τῶν μέτρων ὅστις ἐκφράζει τὴν ταχύτητα ἑνὸς σώματος μετὰ ἑνὰς δευτερολέπτου ἐλευθέραν πτῶσιν. Τότε θὰ ἔχωμεν διὰ τύπον τοῦ ἐκκρεμοῦς $\chi = \pi \sqrt{\frac{\mu}{\omega}}$

ἐξ οὗ $\omega = \frac{\pi^2 \mu}{\chi^2}$ · δηλ. ὅτι ἡ ἀπόλυτος ἔντασις τῆς βαρύτητος εἶναι ἴση μὲ τὸ τετράγωνον τῆς προσεγγιζούσης σχέσεως τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ τὸ μῆκος τοῦ ὑπ' ὄψιν ἐκκρεμοῦς, καὶ τὸ γινόμενον αὐτὸ διαιρούμενον διὰ τοῦ τετραγώνου τοῦ χρόνου μιᾶς δονήσεως. Ἐπειδὴ δὲ τὰ δύο στοιχεῖα τὸ μῆκος καὶ ὁ χρόνος μετροῦνται μὲ μεγίστην ἀκρίβειαν, τὸ ἐκκρεμὲς παρέχει τὸ ἀσφαλέστερον μέσον διὰ νὰ ὑπολογίσῃ τις τὴν βαρύτητα· καὶ πραγματικῶς, ἐὰν εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον ἀντικαταστήσωμεν τὸ μῆκος τοῦ ἐν Παρισίοις ἐκκρεμοῦς τῶν δευτερολέπτων, ὅπερ εἶναι ἴσον μὲ 0μ, 9939, τὴν ἀξίαν τῆς περιφερείας π=3,1415926 καὶ χ=1, εὑρίσκομεν ω=9μ,81.

Ἐξισωτικὸν ἐκκρεμὲς (compensateur). Ἐπειδὴ τὸ ἐκκρεμὲς διαστέλλεται καὶ συστέλλεται ὡς ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας, καὶ τοῦτο ἀντιβαίνει εἰς τὴν ὀρθότητα αὐτοῦ, ἐπενόησαν πρὸς ἐπανόρθωσιν τοῦ ἀτοπήματος αὐτοῦ τὸ ἐξισωτικὸν ἐκκρεμὲς, συγκείμενον ἐκ στελέχους συνθέτου ἐκ διαφόρων μετάλλων, ὧν αἱ διαστολαὶ καὶ συστολαὶ παράγουσιν ἀποτελέσματα ἀμοιβαίως καταστρεφόμενα, ὥστε τὸ ἐκκρεμὲς ἔχει πάντοτε τὸ αὐτὸ μῆκος, πλὴν καὶ τοῦτο σφαλερὸν εἶναι ὡς ἀλλαχοῦ θέλομεν ἴδει.

§. 3 Ὑδροστατικὴ ἢ περὶ ἰσορροπίας τῶν ῥευστῶν.

26. Καλεῖται ὑδροστατικὴ τὸ μέρος ἐκεῖνο τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ προσδιορισμοῦ τῶν ὅρων τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν, καὶ τῆς ὑπὸ τούτων ἐξασκουμένης πιέσεως ἐπὶ τῶν τοίχων τῶν ἀγγείων, ἐν οἷς περιέχονται. Αἱ ἰδιότητες τῶν ὑγρῶν ἐξαρτῶνται ἀπὸ δύο δυνάμεις, ἀπὸ τὴν βαρύτητα ἐνεργοῦσαν ἐπ' αὐτῶν, ὡς καὶ ἐπὶ τῶν ἄλλων σωμάτων, καὶ ἀπὸ τὴν συνεκτικὴν δύναμιν τῶν μορίων ἐνεργοῦσαν κατά τινα τρόπον ὡρισμένον, ἐξ οὗ ἡ τοιαύτη σύστασις αὐτῶν.

Ἰσορροπία τῶν ὑγρῶν, πίεσις αὐτῶν ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν ἀγγείων· ὅ,τι κυρίως χαρακτηρίζει τὰ ὑγρὰ εἶναι ἡ πλήρης εὐκινησία ὅλων τῶν μορίων, τεινόντων πάντοτε ὅπως τεθῶσιν ὅσον τὸ δυνατὸν χαμηλά. Ἡ ἐξασκουμένη θλῖψις ἐπί τινος ὑγροῦ περιεχομένου ἐντὸς ἀγγείου, ἐκτελεῖται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, καὶ αὐτὸ τὸ ἀξίωμα τῆς φυσικῆς εἶναι γνωστὸν ὑπὸ τὸ ὄνομα, ἀρχὴ τῆς ἐξίσου πιέσεως. Ἡ ἐπιφάνεια ἑνὸς ὑγροῦ ἀνάγκη νὰ ἦναι ὁριζόντιος διὰ νὰ λάβῃ χώραν ἡ ἰσορροπία· (*) καὶ ἐὰν ἡ ἐπι-

(*) Ἡ τάσις τῶν ὑγρῶν τοῦ νὰ κατέχωσι τὰ πλέον κατωφερῆ μέρη παρήγαγε τὴν ἰδέαν τῆς στάθμης μὲ πομφόλυγα τοῦ ἀέρος. Ἡ στάθμη αὕτη σύγκειται ἐξ ἑνὸς σωλῆνος ὑελίνου ἐλαφρῶς κεκαμμένου (σχημ. 29) πλήρους, σχεδὸν οἰνοπνεύματος, ὥστε δὲν μένει εἰμὴ μόνον μία φυσαλὶς ἀέρος· ὁ σωλὴν αὐτὸς στηρίζεται στερεῶς ἐπί τινος ὁριζοντίου χαλκίνου κανόνος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἶναι χαραγμένα δύο σημεῖα. Τὸ ὁριζόντιον τοῦ κανόνος βεβαιοῦται ἀπὸ τὴν μεταξὺ αὐτῶν τῶν σημείων στάσιν τῆς φυσαλίδος.

φάνεια ἔχῃ ἔκτασιν πολλὰ μεγάλην ὀφείλει νὰ ἦναι κάθετος ὡς πρὸς τὰς δινυθύνσεις τῶν ἐπ' αὐτῆς ἐνεργουσῶν δυνάμεων. Ἡ ἐπιφάνεια τοῦ περιεχομένου ὕδατος εἰς ἀγγεῖον, καὶ μιᾶς λίμνης ἀκόμη δύναται νὰ θεωρηθῇ ὅλως διόλου ἢ σχεδὸν ἐπίπεδος, πλὴν ἡ ἐπιφάνεια τῶν θαλασσῶν εἶναι κυρτή.

Δύο ἢ καὶ πλειότερα ὑγρὰ, ἅτινα δὲν μιγνύονται πρὸς ἄλληλα, τεθειμένα ἐπαλλήλως χωρίζονται δι' ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν, π. χ. τὸ πνεῦμα τῆς τερεβενθίνης χυνόμενον ἐπὶ τοῦ οἰνοπνεύματος, καὶ τοῦτο πάλιν ἐπὶ διαλελυμένης ἀνθρακικῆς ποτάσσης, αὕτη δὲ ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου ἀποτελοῦσι τὴν λεγομένην φιάλην τῶν τεσσάρων στοιχείων· γνωστὸν τοῖς πᾶσιν εἶναι τὸ φαινόμενον τοῦ ἐπιπλέοντος οἴνου ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ὅταν μὲ προσοχὴν χυθῇ ἐπ' αὐτοῦ.

Τὰ ὑγρὰ εἴπομεν ὑπόκεινται εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐξίσου πιέσεως δηλ. θλιβόμενα ἐντὸς ἀγγείου κεκλεισμένου μεταδίδουσιν ἐξίσου καὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις τὰς ὁποίας δέχονται θλίψεις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας των· καὶ πρὸς ἀπόδειξιν ἔστω σιδηροῦς τις σωλὴν πλήρης ὕδατος κρατούμενος στερεῶς ὁριζοντίως, καὶ πεφραγμένος κατὰ τὰ δύο ἄκρα μὲ δύο ἔμβολα προσηρμοσμένα στεγανῶς· ὁποιονδήποτε μῆκος καὶ ἂν ἔχῃ 100 μέτρ. ἢ ἑνός, ὅταν τὸ ἓν ἔμβολον πιέζηται ἵνα προχωρήσῃ, τὸ ἄλλο ὀπισθοχωρεῖ· λοιπὸν αἱ πιέσεις μεταδίδονται, καὶ μεταδίδονται ἐξίσου, ἐπειδὴ ὡς ἐκ τῆς ἰσότητος τῶν ἐμβόλων ἀπαιτοῦνται ἴσαι θλίψεις ὅπως κρατῶνται ἐν ἰσορροπίᾳ, καὶ τὸ ἓν νὰ μὴν ἐπενεργῇ ἐπὶ τοῦ ἄλλου.

Ὅταν ὁ σωλὴν ἦναι σύνθετος ἐκ δύο μερῶν ἀνίσων διαμέτρων καὶ κυλινδρικῶν· τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐμβόλου α οὔσης ἑκατοντάκις π. χ. μικροτέρας τῆς τοῦ ἐμβόλου β (σχημ. 30), ἐὰν μία δύναμις ἑνὸς χιλιογράμμου ἀρκῇ διὰ νὰ ἐνθίσῃ τὸ α, ἐπὶ τοῦ β ἀπαιτεῖται νὰ ἐπιβληθῶσι 100 χιλιόγραμμα ἵνα ἀντισταθῇ· τοῦτο δὲ σημαίνει ὅτι ἡ θλίψις οὖσα ἴση ἐπὶ ἴσων ἐπιφανειῶν, καθίσταται ἀνάλογος μὲ τὰς ἐπιφανείας· ἵνα ἀποδείξωμεν καλλίτερον, ὅτι αἱ πιέσεις μεταδίδονται ἐξίσου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἐπροσθέσαμεν σωλῆνας πλαγίους μὲ ἔμβολα γ, δ, ἅτινα δέχονται τὰς αὐτὰς θλίψεις ὡς νὰ ἦσαν ἐπὶ τῆς κατ' εὐθεῖαν παρεκτάσεως τοῦ ἐμβόλου α.

Τὸ παρὰ τοῦ Πασκὰλ ἐπινοηθὲν ὑδραυλικὸν πιεστήριον, ὅπερ καὶ παράδοξος ὑδροστατικὴ ὠνομάσθη, βασίζεται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς, ὡς θέλομεν ἴδει εἰς τὴν ὑδροδυναμικήν.

27. Ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐξασκουμένη πίεσις δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ ἀγγείου, ἀλλ' ἀπὸ τὸ ὕψος αὐτοῦ. Ἡ θλίψις εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ τὸ αὐτὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας. Ἡ πρότασις αὕτη ἀποδεικνύεται διὰ μέσου σωλῆνος μεταλλίνου ὁριζοντίου, τὰς κεκαμμένου κατὰ δύο ἄκρας εἰς τρόπον ὥστε νὰ σχηματίζῃ δύο βραχίονας καθέτους, τὸν ἕνα στενὸν ἔχοντα διάμετρον ἑνὸς ἑκατοστομέτρου, τὸν δὲ ἕτερον εὐρὺν 5—6 ἑκατοστομ. (σχημ. 31)· ἐπὶ τοῦ τελευταίου προσαρμόζονται διαδοχικῶς εἷς κύλινδρος γ, ἓν ἀγγεῖον πλατύστομον δ, ἄλλο στενὸν β, καὶ ἓν κεκλιμένον α· χύνουσι κατ' ἀρχὰς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδράργυρον, ὅστις ἰσοσταθμίζει εἰς τοὺς δύο βραχίονας· ἔπειτα προσαρμόσαντες τὸ κυλινδρικὸν ἀγγεῖον, ἐπιχέουσιν ὕδωρ μέχρι τινὸς ὕψους· τὸ ὑγρὸν αὐτὸ θλίβει τὸν πυθμένα ὡς καὶ τὸν ὑδράργυρον, ἡ θλίψις αὕτη μεταδίδεται διὰ τῆς κινητῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν ἄλλον βραχίονα, καὶ ἡ ἐπιφάνεα ἀναβαίνει εἰς ὕψος ν, ὅπερ σημειόνουσι διὰ τοῦ ἀναδρομέως ζ· τούτου γενομένου ἐκκενόνουσι τὸ ὕδωρ, καὶ ἀντικαθιστῶσι τὸ κυλινδρικὸν διὰ τοῦ πλατυστόμου, ὅπερ πληροῦσιν ἐπίσης μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὁ ὑδράργυρος πάλιν ἀναβαίνει ἐν τῷ στενῷ βραχίονι εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος ν, ἐξ οὗ συνάγεται ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ πλατυτέρου ἀγγείου, καί τοι πλειότερον πολὺ κατὰ τὸ ποσὸν, ἐξασκεῖ τὴν αὐτὴν πίεσιν μὲ τὸ τοῦ κυλινδρικοῦ. Εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα ἄγει καὶ ἡ ἀντικατάστασις τῶν ἄλλων ἀγγείων β καὶ α· Εἶναι λοιπὸν φανερὸν ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσις δὲν ἐξαρτᾶται οὔτε ἀπὸ τὸ σχῆμα, οὔτε ἀπὸ τὴν κλίσιν τοῦ ἀγγείου, ἀλλὰ μόνον ἀπὸ τὸ κάθετον ὕψος αὐτοῦ.

28. Ἡ ἐξασκουμένη πίεσις ὑπὸ ὑγροῦ τινος ἐπὶ τῆς ὁριζοντίου βάσεως ἰσοδυναμεῖ μὲ τὴν θλίψιν μιᾶς στήλης τοῦ ἰδίου ὑγροῦ ἐχούσης διὰ βάσιν τὴν τοῦ ἀγγείου αὐτοῦ καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἐκ τῆς ἐπιφανείας. Ἔστω ἀγγεῖον κυλινδρικὸν β (σχημ. 33), ἓν τετρα-

γωνικὸν δεκατόμετρον ἔχον βάσιν, καὶ περιέχον στήλην ὕδατος 5 δεκατομέτρων ὕψους· ὁ ὄγκος αὐτῆς τῆς στήλης θὰ ἦναι πέντε κυβικῶν δεκατομέτρων, καὶ τὸ βάρος ἴσον μὲ πέντε χιλιόγραμμα· λοιπὸν καὶ εἰς τὸ εὐρὺ ἀγγεῖον καὶ εἰς τὸ στενότερον ἀκόμη, ἀρκεῖ ταῦτα νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν βάσιν, ἡ πίεσις θὰ ἦναι πέντε χιλιογράμμων, δηλ. ἴση μὲ τὸ ὕψος στήλης ὑγροῦ ἐχούσης διὰ βάσιν τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου, καὶ δι' ὕψος τὸ τῆς ἐπιφανείας ἐκ τοῦ πυθμένος. Ἐὰν λοιπόν τις ὑποθέσῃ διὰ μίαν στιγμὴν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐπάγωσε χωρὶς νὰ ἐγγίξῃ τὰς παρειὰς τοῦ ἀγγείου, εἰς τρόπον ὥστε ἡ πεπηγμένη στήλη νὰ δύναται νὰ ὀλισθαίνῃ ἐν τῷ ἀγγείῳ 6, ἡ ἐπὶ τῆς βάσεως πίεσις θὰ ἦναι πάλιν πέντε χιλιογράμμων, καὶ ἴση μὲ τὴν στήλην τοῦ πάγου ἢ τοῦ ὕδατος· ἀλλ' ἀπεδείχθη πρὸ ὀλίγου ὅτι εἰς τὰ ἔχοντα τὴν αὐτὴν βάσιν ἀγγεῖα τὸ ὑγρὸν ἐξασκεῖ τὴν αὐτὴν πίεσιν· λοιπὸν καὶ εἰς τὰ δύο ἀγγεῖα γ καὶ δ, ἡ θλίψις θὰ ἦναι ἴση μὲ πέντε χιλιογράμμων· καὶ ἐννοεῖ τις εὐκόλως ὅτι εἰς τὸ εὐρὺ ἀγγεῖον δύναται ἡ θλίψις νὰ ἦναι τόση, μ' ὅλον ὅτι περιέχει 20 καὶ 30 χιλιογρ. ὑγρόν. ἐπειδὴ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι τὸ ὕδωρ εἶναι πεπηγμένον καὶ εἰς αὐτὸ, βλέπει ὅμως τις ὅτι τὰ πλάγια μέρη ὑποφέρουσιν ἓν μέρος τοῦ βάρους καὶ ἐλαφρόνουσι κατά τι τὸν πυθμένα· ἀλλὰ διὰ τὸ στενὸν ἀγγεῖον μὴ περιέχον π. χ. πλέον τοῦ ἑνὸς χιλιογράμμου, τὸ πρᾶγμα φαίνεται ὀλίγον δυσνόητον· ἐπειδὴ ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι καὶ αὐτὸ εἶναι πεπηγμένον, ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσις θὰ ἦναι μόνον ἑνὸς χιλιογράμμου, καὶ ὁ πάγος μάλιστα πιέζει ὀλιγώτερον ἀπὸ τὸ ὕδωρ. Τοῦτο εἶναι ἀληθὲς, ὅτι ἡ θλίψις τοῦ στερεοῦ θὰ ἦναι μικροτέρα τῆς τοῦ ὑγροῦ, ἐπειδὴ αὐτὸ στηριζόμενον ἐπὶ τῶν πλευρῶν τοῦ ἀγγείου α ά, αἵτινες στενεύουσιν αὐτὸ, ἐξασκεῖ ἐκεῖ πίεσιν ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἥτις προστίθεται εἰς τὴν τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τοῦ πυθμένος· διότι ἐὰν εἰς τὸν πυθμένα ἀγγείου βυθισμένου ἐντὸς ὕδατος ἀνοιχθῇ μία ὀπή· ἢ ἐὰν ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τῆς βάσεως ὑπάρχῃ δικλὶς, τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ καθέτως καὶ τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι αὐτὸ ὠθεῖται ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω, πιέζον τὴν βάσιν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· τοῦθ' ὅπερ προσεχῶς ἀποδεικνύεται καὶ κατ' ἄλλον τρόπον.

29. Αἱ ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἐνεργούμεναι πιέ-

σεις ὑπὸ ὑγροῦ τινος ἐφ' ὅλων τῶν στιβάδων μεταση χηματίζονται εἰς πιέσεις ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω διὰ τῆς ἀρχῆς τῆς ἐξίσου πιέσεως. Τὸ ὑγρὸν δὲν πιέζει μόνον τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου, ἀλλ' ἐπὶ ἑκάστου μέρους μιᾶς στιβάδος ἐξασκεῖ τὴν αὐτὴν θλῖψιν, ὡς αὐτὸ τὸ ἴδιον μέρος νὰ ἦτον ὁ πυθμὴν τοῦ ἀγγείου· ἂς ἐννοήσωμεν ἐπὶ τῆς ὁριζοντίου ςιβάδος α β (σχημ. 34) ἔκτασίν τινα μ ν ἑνὸς τετραγωνικοῦ δεκατομέτρου· τὸ τμῆμα τοῦ ὑγροῦ τὸ κατέχον τὴν ἔκτασιν αὐτὴν ὑφίσταται πίεσιν δύο χιλιογράμμων, ἐὰν αὐτὸ εὑρίσκηται δύο δεκατόμετρα ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν, ἢ ὡς ν' ἀπετέλει ἀκριβῶς τὴν βάσιν ἀγγείου ὁποιουδήποτε λμνπ κυλινδρικοῦ, ἀνοικτοῦ, ἢ ςενοῦ· ἐὰν τὸ ἀγγεῖον ὑπῆρχε πραγματικῶς καὶ ἦτο πεφραγμένον κατὰ τὴν βάσιν διὰ λεπτοῦ ὑμένος καλῶς τεταμένου, χωρὶς νὰ ἦναι περικυκλωμένον ἀπὸ ὑγρὸν, εἶναι βέβαιον ἐκ τῶν προηγουμένων· ὅτι τὸ τμῆμα αὐτὸ ἢ ὁ πυθμὴν θὰ ἐπέφερε πίεσιν 2 χιλιογράμμων εἶναι βέβαιον προσέτι ὅτι ἡ πίεσις αὐτὴ δὲν καταστρέφεται, καθὼς οὔτε τὸ παράγον αὐτὴν βάρος τοῦ ὑγροῦ, μόνον ὅτι δύναται νὰ ἰσορροπῇ ἢ ν' ἀντισηκόνηται ἀπὸ τὸ περικυκλοῦν τὸ ἀγγεῖον λ μ ν π ὕδωρ· τοῦθ' ὅπερ συμβαίνει πραγματικῶς· ἐπειδὴ ἡ ἐξασκουμένη πίεσις ὑπὸ τοῦ περικυκλοῦντος ὕδατος ἐπὶ τῆς στιβάδος α β μεταδιδομένη καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, καθίσταται μία πίεσις ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐπὶ τῆς βάσεως μν, καὶ αὕτη εἶναι ἡ ἰσορροποῦσα ἢ ἀντιςαθμίζουσα τὴν ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἐνεργουμένην πίεσιν ὑπὸ τοῦ περιεχομένου ἐν τῷ ἀγγείῳ λμνπ ὕδατος· ἵνα δὲ γένῃ καταφανὴς ἡ ὕπαρξις τῶν ἀντιθέτων αὐτῶν πιέσεων, ἀρκεῖ ν' ἀνασηκώσῃ τις ὀλίγον τὸ ἀγγεῖον λμνπ, καὶ τότε, ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ θὰ ἐξέχῃ τῆς τοῦ μεγάλου ἀγγείου, ἡ ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω πίεσις ὑπερισχύει, καὶ ὁ ὑμὴν τῆς βάσεως κυρτοῦται πρὸς τὰ ἔξω· ἐν ᾧ ἐξ ἐναντίας ὅταν τις τὸν βυθίσῃ περισσότερον, τῆς ἐπιφανείας γινομένης χαμηλοτέρας, ἡ ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω θλῖψις ὑπερτερεῖ, καὶ ὁ πυθμὴν μν ἐψογκοῦται πρὸς τὰ ἐντός. Ἡ ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω θλῖψις ἀποδεικνύεται ἀκόμη καὶ διά τινος ἄλλου πειράματος περιεργοτέρου (σχῆμα 35). Τὸ α εἶναι ὑέλινος σωλὴν, καὶ β σῶμά τι κλεῖον ἀ-

κριβῶς τὸ κάτω στόμιον αὐτοῦ· ἐν ᾧ δὲ κρατεῖται οὕτω κεκλεισμένος διὰ νήματος σηρικοῦ δ, βυθίζομεν αὐτὸν ἐν τῷ ὕδατι εἰς βάθος 2 ἢ 3 δεκατομέτρων καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ πῶμα κρατεῖται ἀφ' ἑαυτοῦ του, χωρὶς νὰ εἰσέρχηται διόλου ὕδωρ· μάλιστα ἐάν τις κτυπήσῃ τὸ πῶμα μὲ ὑέλινόν τινα ῥάβδον, αἰσθάνεται ὅτι ὠθεῖται ἰσχυρῶς ἀπὸ τὴν ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω πίεσιν, τῆς ὁποίας ἀπόδειξις φανερὰ εἶναι ἡ ἐναντιότης εἰς τὸ πίπτειν. Ἤδη ἐὰν θέλῃ τις νὰ λάβῃ τὸ μέτρον αὐτῆς, ἀρκεῖ νὰ χύσῃ ὕδωρ ἐν τῷ σωλῆνι αὐτῷ μὲ προσοχήν τινα, καὶ μανθάνει ὅτι τὸ πῶμα ἀποσπᾶται καὶ πίπτει ἀκριβῶς εἰς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν τὸ ὕδωρ τοῦ σωλῆνος φθάσῃ τὴν ἐκτὸς ἐπιφάνειαν, δηλ. ὅταν ἡ ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω πίεσις ἰσορροπήσῃ μὲ τὴν ἀντίθετον. Ὅταν τὸ πῶμα ἀποσπᾶται δὲν παύει δοκιμάζον τὰς δύο αὐτὰς ἀντιθέτους πιέσεις· πρέπει ὅμως τὸ πάχος του νὰ ἦναι πολλὰ λεπτὸν διὰ νὰ ἦναι σχεδὸν ἴσαι· καὶ ἐν ᾧ κατέρχονται ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ δοκιμάζει αὐτὰς, καὶ αὐξάνουσι μάλιστα μὲ τὴν βαθύτητα, εἰς τρόπον ὥστε πῶμά τι ἢ γενικῶς δίσκος ὁποιοσδήποτε ἑνὸς τετραγωνικοῦ δεκατομέτρου εὑρισκόμενος ὁριζοντίως, εἰς βάθος τι τῆς θαλάσσης 1000 μέτρων, ὑποφέρει ἐπὶ τῶν δύο αὐτοῦ ἀντιθέτων ἐπιφανειῶν πίεσιν ἴσην καὶ ἀντίθετον πλέον τῶν 10,000 χιλιογράμμων, ἐπειδὴ ἓν κυβικὸν δεκατόμετρον θαλασσίου ὕδατος ζυγίζει πλέον τοῦ ἑνὸς χιλιογράμμου.

30. Τὰ πλάγια μέρη τῶν ἀγγείων ὑποφέρουσιν ἐπίσης πιέσεις καθέτους ἐπ' αὐτῶν, αἵτινες τείνουσιν ὠθοῦσαι αὐτὰ πρὸς τὰ ἔξω. Ἕκαστος γινώσκει ὅτι ἐὰν ἀνοιχθῇ ὀπὴ ἐπὶ τῶν τοίχων ἑνὸς ἀγγείου πλήρους ὕδατος, τὸ ὕδωρ ἐκρέει καὶ τοῦτο βεβαίως σημαίνει ὅτι ὠθεῖται, καὶ ὅτι ὠθεῖ καὶ αὐτὸ τὰς παρειὰς αἵτινες τὸ κρατοῦσιν. Αἱ πιέσεις αὗται πρέπει νὰ ἐξασκῶνται καθέτως, ἐπειδὴ ἐὰν ἦσαν πλάγιαι, τὸ ὑγρὸν θὰ ὠλίσθαινε, καὶ δὲν θὰ ἔμενεν ἀκίνητον. Διὰ νὰ δώσωμεν λόγον τῆς ἀξίας αὐτῶν τῶν θλίψεων, ἀρκεῖ νὰ ἐνθυμηθῶμεν, ὅτι τὰ ὑγρὰ μεταδίδουσι τὰς πιέσεις, καὶ ὅτι τὰς μεταδίδουσιν ἐπίσης καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις· ἀλλ' ἡμεῖς εἴδομεν ἀνωτέρω (σχῆμα 35), ὅτι πᾶσα σφαῖρα ὁριζόντιος α β πιέζεται ἀπὸ τὸ ὑπεράνω ὑγρὸν, ὡς νὰ ἦτο αὐτὸς ὁ πυθμὴν ἀγ-

γείου τινός· λοιπὸν ἡ πίεσις αὐτὴ μεταδίδεται εἰς ὅλον τὸν γύρον τοῦ περιορίζοντος αὐτὴν τοίχου, εἰς τρόπον ὥστε αἱ ἐπὶ τῶν πλαγίων τοίχων πιέσεις εἶναι αἱ αὐταὶ μὲ τὰς ἐπὶ τῆς ἀντιστοιχούσης ὁριζοντίου στιβάδος.

31. Εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα τὰ ἐμπεριέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν ἡ ἰσορροπία ἀπαιτεῖ ὥστε ἡ κορυφὴ τῆς στήλης ἢ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὅλων νὰ ἦναι εἰς ἰσοσταθμίαν· ἔστω πχ. α (σχῆμα 36) ἀγγεῖον συγκοινωνοῦν μὲ ἄλλο ἀγγεῖον β διʼ ὁριζοντίου σωλῆνος σ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἂς ὑποθέσωμεν μικρόν τι ἔμβολον γδ λίαν εὐκίνητον καὶ ἄνευ τριβῆς, διαχωρίζον τὰ δύο ὑγρά· διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἰσορροπία, καὶ τὸ ὑγρὸν τοῦ ἑνὸς ἀγγείου νὰ μὴ τείνῃ νὰ διέλθῃ εἰς τὸ ἄλλο, ἀπαιτεῖται καὶ αἱ δύο ἐπιφάνειαι τοῦ ἐμβόλου γ δ, ἤτε ἀριστερὰ καὶ ἡ δεξιὰ νὰ πιέζωνται ἐξίσου. Ἡ πίεσις τοῦ πρώτου εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγρᾶς ἐχούσης ὅλον τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τοῦ α ὑπεράνω τοῦ γ, ἡ δὲ τοῦ δευτέρου ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ἐχούσης ἴσην βάσιν καὶ ὅλον τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τοῦ β ὑπεράνω τοῦ δ. Ἀνάγκη λοιπὸν τὰ ὕψη αὐτὰ νὰ ἦναι ἴσα, καὶ αἱ δύο ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι νὰ ἦναι εἰς ἰσοσταθμίαν.

Διὰ ταύτης τῆς ἰδιότητος ἐξηγεῖται ἡ ὕπαρξις βρύσεων εἰς ὑψηλὰ μέρη, διότι καὶ τὸ ὕδωρ αὐτῶν πηγάζει ἀπὸ ὑψηλά· ἡ διὰ τῶν σωλήνων ἀνάβασις τοῦ ὕδατος εἰς πολυορόφους οἰκίας, αἱ ἀναπηδητικαὶ πηγαί κτλ.

Τὸ ὕδωρ ἀνανεόνεται εἰς τὰ ῥέοντα, ὡς ζητοῦν πάντοτε τὴν ἰσοσταθμίαν του, καὶ παύει ἀναβαῖνον ὅταν τὴν εὕρῃ.

32. Εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα τὰ περιέχοντα διάφορα ὑγρὰ ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, ὅταν τὸ ὕψος τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν ὑπεράνω τῆς ὁριζοντίου συναφείας αὐτῶν ἦναι εἰς λόγον ἀντίστροφον τῶν πυκνοτήτων. Ἐντὸς σωλῆνος μὲ δύο βραχίονας τῆς αὐτῆς ἢ διαφόρου διαμέτρου χύνουσιν ὑδράργυρον, ὅς τις ἰσοσταθμίζει (σχῆμα 37), ἔπειτα εἰς ἕνα τῶν βραχιόνων ἐγχέουσιν ὕδωρ· ὁ ὑδράργυρος θλιβόμενος ἀπὸ τὴν στήλην τοῦ ὕδατος καταβαίνει ἀπὸ

τὸ μέρος αὐτὸ καὶ ἀναβαίνει εἰς τὸ ἄλλο· πρόκειται ἤδη νὰ μάθωμεν ποῦ εὑρίσκονται αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ ὑγροῦ, εἰς τίνα σχέσιν εἶναι τὰ ὕψη αὐτῶν ἀπὸ τὸ σημεῖον ν τῆς συναφείας τῶν δύο αὐτῶν ῥευστῶν· πρὸς τοῦτο ἂς ἐννοηθῇ γραμμὴ ὁριζόντιος ἑνόνουσα τὰς δύο ἐπιφανείας νρ· ἐὰν ὑπεράνω τῆς ν καὶ ρ δὲν ὑπῆρχε τίποτε, ἡ ἰσορροπία ἤθελεν ἀποκατασταθῇ μεταξὺ τῶν δύο βραχιόνων τοῦ σωλῆνος, ἐπειδὴ ἤθελον περιέχει τὸ αὐτὸ ὑγρὸν, καὶ αἱ ἐπιφάνειαι θὰ ἦσαν εἰς ἰσοσταθμίαν· ἐπειδὴ δὲ ἡ ἰσορροπία ὑπάρχει, μ' ὅλας τὰς ἐξασκουμένας ἐπὶ τῆς ν καὶ ρ πιέσεις, αἱ πιέσεις αὐταὶ πρέπει νὰ ἦναι ἴσαι, θεωρούμεναι ἐπὶ μιᾶς ἐπιφανείας τῆς αὐτῆς ἐκτάσεως· ἀλλ' ἕκαστον τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον τῆς ρ πιέζεται ἀπὸ στήλην ὑδραργύρου, καθὼς ἕκαστον τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον τοῦ ν ἀπὸ μίαν ἄλλην ὕδατος· ἵνα δὲ ἔχωσιν αὗται αἱ δύο στῆλαι τὸ αὐτὸ βάρος, εἶναι φανερὸν ὅτι τὰ ὕψη των ὀφείλουσι νὰ ἦναι εἰς λόγον ἀντιπεπονθότα πρὸς τὰς πυκνότητας αὐτῶν· ἡ στήλη λοιπὸν τοῦ ὕδατος ἀνάγκη νὰ ἦναι κατὰ 13 καὶ $\frac{1}{2}$ ὑψηλοτέρα τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου, ἐπειδὴ εἰς τοιαύτην σχέσιν εἶναι καὶ τὰ βάρη αὐτῶν· ὅπερ τῷ ὄντι βεβαιοῦται καὶ πειραματικῶς.

Τὸ μέσον αὐτὸ δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν ἀκόμη καὶ ὁσάκις θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν σχέσιν τῶν πυκνοτήτων δύο ὑγρῶν.

§ 4. Πίεσις τοῦ ἀέρος.

33. Ὁ ἀὴρ εἶναι βαρὺς καὶ τείνει πάντοτε νὰ κατέχῃ διάστημα μεγαλείτερον. Αἱ δύο αὗται οὐσιώδεις ἰδιότητες τοῦ ἀέρος ἀποδεικνύονται διὰ τῶν ἀκολούθων πειραμάτων· 1ον ἐκκενόνουσι τὸν ἐμπεριεχόμενον ἀέρα εἴς τινα μεγάλην σφαῖραν ὑέλινον κλειομένην διὰ κρουνοῦ τινος κ (σχῆμα 38), καὶ ζυγίζουσιν αὐτήν· ἔπειτα ἀνοίγουσι τὸν κρουνὸν ὀλίγον, καὶ ἀκούεται συριγμός τις ἀναγγέλλων τὴν εἴσοδον τοῦ ἀέρος· μετ' ὀλίγας στιγμὰς δὲ ἡ πλάστιγξ κλίνει ἀπὸ τὸ μέρος τῆς σφαίρας, ὡς γινομένης βαρυτέρας· τὸ βάρος αὐτῆς ἐξακολουθεῖ ν' αὐξάνῃ ἐν ὅσῳ ὁ συριγμὸς ἐξακολουθεῖ· ἐπὶ τέλους δὲ ἀνοίγουσιν ἐντελῶς τὸν κρουνὸν, καὶ ἀποκα-

θιστῶσι τὴν ἰσορροπίαν διὰ τῆς προσθήκης βάρεων εἰς τὸν ἄλλον δίσκον τῆς πλάστιγγος. Τὰ προστεθέντα βάρη ἀποδεικνύουσιν ὄχι μόνον ὅτι ὁ ἀὴρ εἶναι βαρὺς, ἀλλὰ καὶ πόσον ζυγίζει ὄγκος τις ἀέρος ἴσος τῇ χωρητικότητι τῆς σφαίρας· ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ χύνεται ἐντὸς τῆς σφαίρας ὡς ἓν ὑγρὸν χύνεται ἐξ ἑνὸς εἰς ἄλλο ἀγγεῖον μὲ πολλὴν ἢ ὀλίγην ὁρμὴν ἵνα ἀναλάβῃ τὴν ἰσοσταθμίαν του.

Οὕτω εὑρίσκουσιν ὅτι εἰς τὰς συνήθεις περιστάσεις μία λίτρα ἀέρος ζυγίζει ὀλίγον τι περισσότερον ἑνὸς γραμμαρίου, 1 γρ, 3 περίπου, ἑπομένως ἓν μέτρον κυβικὸν θὰ ζυγίζῃ 1300 γραμ. ἢ χιλιογρ. 1,3. Ἔον λαμβάνοντες μίαν σφαῖραν ἐκ κόμμιος ἐλαστικοῦ, ἢ μᾶλλον κύστιν λεπτὴν καὶ λίαν εὔκαμπτον εἰς ἣν προσαρμόζεται ἐπίσης κρουνὸς, ἐξάγουσι σχεδὸν καθ' ὁλοκληρίαν τὸν ἐν αὐτῇ ἀέρα, καὶ ἀφ' οὗ κλείσωσι τὸν κρουνὸν, θέτουσιν αὐτὴν ἐν τοιαύτῃ καταστάσει ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας καὶ ἐκκενοῦσι τὸν ἀέρα· τότε ὁ ὄγκος τῆς κύστεως αὐξάνει καὶ ἐξογκοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὡς νὰ ἐφύσα τις ἐν αὐτῇ φαίνεται πλήρης, ἐν ᾧ πραγματικῶς δὲν περιέχει οὐδὲ τὸ ἑκατοστὸν ἴσως τοῦ πρὸς πλήρωσιν αὐτῆς ἀναγκαίου ποσοῦ τοῦ ἀέρος· ὁ δὲ λόγος τοῦ φαινομένου αὐτοῦ εἶναι, ὅτι ἕνεκα τοῦ κενοῦ πέριξ τῆς κύστεως, ὁ ἐν αὐτῇ περικλειόμενος ἀὴρ λαμβάνει περισσότερον χῶρον καὶ αὐξάνει κατὰ τὸν ὄγκον, ἐξ οὗ δύναταί τις νὰ εἰκάσῃ ὅτι ὑπάρχει ἐν αὐτῷ ἰδιότης τις διασταλτικὴ, δι' ἧς πανταχόθεν πιέζει τοὺς περικαλύπτοντας αὐτὸν τοίχους τῶν δοχείων, σχεδὸν ὡς ἓν ἐλατήριον τεῖνον νὰ ἐκτανθῇ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις· ταύτην τὴν ἰδιότητα ἐννοοῦσιν οἱ φυσικοὶ λέγοντες, ὅτι ὁ ἀὴρ τείνει ἀδιακόπως νὰ κατέχῃ διάστημα μεγαλείτερον.

Ἡ ἀλήθεια αὕτη ἐπικυροῦται, ὅταν τις τὰ πράγματα ἐπαναφέρῃ εἰς τὴν πρώτην αὐτῶν κατάστασιν· εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὁ κρουνὸς τοῦ κώδωνος ἀνοίγεται, ὅπως εἰσέλθῃ ὁ ἀὴρ κατ' ὀλίγον, βλέπει τις τὴν κύστιν νὰ ἐλαττοῦται κατὰ τὸν ὄγκον, καὶ νὰ συστέλληται ἀναλαμβάνουσα τὸ ἀρχικὸν σχῆμά της, ὡς καὶ ὁ ἐμπεριεχόμενος ἀὴρ τὸν ὄγκον, ὃν καὶ πρὶν τοῦ πειράματος εἶχεν.

Ὅταν ὁ ἀὴρ θλίβηται ἐν τῷ ἀεροτόνῳ (briquet à air) (σχῆμα

39) ὁ ὄγκος αὐτοῦ καταντᾷ νὰ ἦναι τὸ πέμπτον ἢ τὸ δέκατον μέρος ἀφ' ὅ,τι ἦτον, ἀλλ' ἀπαιτεῖται πρὸς τοῦτο ἡ δύναμις ὁλοὲν νὰ αὐξάνῃ· λέγουσι δὲ τότε ὅτι ὁ ἀὴρ ἀντέχει εἰς τὴν πίεσιν δυνάμει τῆς ἐλαστικότητός του, καθὼς ἐλατήριόν τι, ὅπερ θέλουσι νὰ τεντώσωσιν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον. Ἡ ἐλαστικὴ αὐτὴ δύναμις δὲν εἶναι ἄλλο, εἰμὴ ἡ διασταλτική, ἐπειδὴ ἀποδίδει εἰς τὸν ἀέρα τὸν πρῶτον αὐτοῦ ὄγκον ἅμα παύσῃ ἡ ἐπ' αὐτοῦ θλῖψις.

Ἐκ τοῦ προηγουμένου πειράματος ἐξάγεται μόνον ὅτι ἡ διαςαλτικὴ αὕτη δύναμις δὲν ἐκλείπει ποτὲ, ἢ διὰ νὰ εἴπωμεν οὕτω, ποτὲ δὲν εὐχαριστεῖται· καὶ ἰδοὺ ὁ διακριτικὸς χαρακτὴρ μεταξὺ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν λοιπῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν· ἐπειδὴ τα τελευταῖα ἔχουσιν ὄγκον τινὰ φυσικὸν, ὅστις διὰ τῆς θλίψεως δύναται κατά τι νὰ ἐλαττωθῇ ἢ ν' αὐξήσῃ μετὰ τὴν παῦσιν αὐτῆς, καὶ τοῦτο ἐντὸς ὁρίων στενοτάτων, ἐν ᾧ ὁ ἀὴρ δὲν ἔχει ὄγκον φυσικόν· ἓν δεκατόμετρον κυβικὸν ἀέρος δύναται διὰ τῆς θλίψεως νὰ καθέξῃ διάστημα μικρότερον ἑνὸς ἑκατοστομέτρου κυβικοῦ, ἀπ' ἐναντίας δὲ δύναται διὰ τῆς διασταλτικότητός του νὰ λάβῃ τὸν ὄγκον ἑνὸς κυβικοῦ μέτρου, καὶ μάλιστα ἑκατὸν ἢ καὶ χιλίων μέτρων κυβικῶν, ὅταν ἐλαττώσῃ τις κατὰ τὸ ἐφικτὸν τὰς ἀντιστάσεις, ἢ τὰς πιέσεις τὰς ἀντικειμένας εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τῆς διασταλτικῆς αὐτοῦ δυνάμεως.

34. Ὁ ἀὴρ ὑπόκειται εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐξίσου πιέσεως.

Τὰ ὑγρὰ, εἴπομεν, μεταδίδουσι τὰς πιέσεις καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις διὰ τὸν λόγον τῆς μεγίστης σχετικῆς εὐκινησίας τῶν μορίων· ὁ ἀὴρ ἑπομένως ὀφείλει νὰ ἔχῃ τὴν ἰδιότητα αὐτὴν εἰς τὸν πλέον μείζονα βαθμόν, ὅπερ βεβαιοῦται διὰ πολλῶν πειραμάτων. Οὕτως ὁ ἀὴρ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στομίου φυσητηρίου τινὸς, ὡς ἐκ τῶν πιέσεων τῶν πτερῶν, αἵτινες ὀλίγον κατ' ὀλίγον μεταδίδονται εἰς ὁλόκληρον τὸν ὄγκον.

35. Ὁ ἀὴρ ἐξασκεῖ μεγίστην πίεσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, τῶν ὑδάτων, ἐφ' ὅλων τῶν σωμάτων, μεθ' ὧν εἶναι εἰς ἐπαφὴν, καὶ αὕτη ἡ πίεσις καλεῖται ἀτμοσφαιρική.

Ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ εἶναι βαρὺς, ἐπειδὴ μεταδίδει τὰς πιέσεις, ὡς τὰ ὑγρὰ, ἕπεται ὅτι τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας δέχονται τὴν πίεσιν ὅλων τῶν ὑπεράνω στιβάδων· καὶ πραγματικῶς, ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι ὡς πρὸς τὸν ἀέρα, ὅ,τι ὁ πυθμὴν μιᾶς λίμνης ἢ τῶν θαλασσῶν ὡς πρὸς τὸ πληροῦν αὐτὰς ὕδωρ.

Εἰς τὸν πυθμένα τῆς λίμνης ἕκαστον δεκατόμετρον τετραγωνικὸν ὑποφέρει πίεσιν, ἴσην μὲ στήλην ὕδατος ἔχουσαν διὰ βάσιν ἓν δεκατόμετρον τετραγωνικὸν, καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας ἐκ τοῦ πυθμένος, δηλ. πίεσιν 100 χιλιογράμμων, ἐὰν τὸ βάθος εἶναι 10 μέτρων, καὶ 1000 χιλιογρ. ἐὰν ἦναι 100 μέτρων· εἴς τινας χώρας ἡ θάλασσα ἔχει βάθος μέχρι 10,000 μέτρων, ὅθεν ἐκεῖ ἕκαστον τετραγωνικὸν δεκατόμετρον ὑφίσταται πίεσιν πλέον τῶν 100, 000 χιλιογράμ. ἐπειδὴ ἓν δεκατόμετρον κυβικὸν θαλασσίου ὕδατος ζυγίζει ὀλίγον τι περισσότερον ἑνὸς χιλιογράμμου.

Ἔγνωμεν ἤδη ὅτι εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ὅπου ὁ ἀὴρ θλίβεται περισσότερον, ὡς ἔχων ὑπεράνω του μέγιστον ἀριθμὸν στιβάδων, τὸ βάρος ἑνὸς δεκατομέτρου κυβικοῦ ἀέρος εἶναι περίπου 4 γρ. 3· ἀλλ᾽ ἡ ἀτμοσφαῖρα ἔχει μέγιστον ὕψος, ὡς ἐκ τούτου αἱ πιέσεις τοῦ ἀέρος πραγματικῶς εἰσι μέγισται· ἰδοὺ πειράματά τινα ἀποδεικνύοντα τὴν ὕπαρξιν αὐτῶν τῶν πιέσεων, καὶ παρέχοντα τὴν πρώτην ἔποψιν τοῦ μεγέθους αὐτῶν· 1ον θέτουσιν ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς πνευματικῆς ἀντλίας κύλινδρον κοῖλον ὑέλινον, ἔχοντα ἱκανὸν πάχος, ὅστις κάτωθεν προσαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ δίσκου, καὶ ἄνωθεν κλείεται μὲ λεπτὴν μεμβράνην καλῶς τεταμένην καὶ συνεσφιγμένην (σχῆμα 40)· ἅμα κενωθῇ ὁ ἀὴρ, ἡ μεμβράνη τανύεται περισσότερον, κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, καὶ ἐπὶ τέλους ῥήγνυται συνήθως μὲ μέγαν τινὰ κρότον· ἀλλ᾽ ὅταν ἀνθίσταται πολὺ, καὶ ἡ ῥῆξις ἀφ᾽ ἑαυτῆς δὲν γίνεται, ἀρκεῖ νὰ τὴν ἐγγίσῃ μόνον τις μὲ τὸ ἄκρον τοῦ δακτύλου εἰς τὸ μέσον, καὶ ταχέως ν᾽ ἀποσύρῃ τὴν χεῖρα, διὰ νὰ λάβῃ ἀμέσως χώραν ἡ ῥῆξις· αἰτία δὲ τούτου τοῦ φαινομένου εἶναι ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις, ἥτις ὑπῆρχε μὲν καὶ πρὶν τὸ κενὸν γίνῃ, ἀλλ᾽ ἀντεσταθμίζετο ἀπὸ ἄλλην ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω προερχομένην ἐκ τοῦ περιεχομένου ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρος, ἀλλ᾽ αὐ-

τὸς ἀφ' οὗ κατὰ μικρὸν ἀπερρόφθη, ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις κατέστη ἰσχυροτέρα, καὶ ἐξήσκησεν ὅλην τὴν δύναμίν της.

2ον. Τμῆμα ξύλου ἀκατεργάστου ζυγίζον 4—5 χιλιόγραμ. ἔχει προσηλωμένον ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας του δίσκον ὑέλινον ὁμαλὸν καὶ ὁριζόντιον (σχῆμα 41)· ἕτερος δίσκος μετάλλινος κατά τι μικρότερος, ἔχει λαβὴν χρησιμεύουσαν πρὸς ἐπίθεσιν ἐπὶ τοῦ πρώτου καὶ ἄρσιν, ὅπερ καὶ γίνεται ἄνευ δυσκολίας, ὅταν ἐπιτεθῇ ἐλαφρὰ ἐπ' αὐτοῦ, ἀλλ' ὅταν τις τὸν θλίψῃ ὀλίγον καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ὥστε ν' ἀποδιωχθῇ ἡ ὑπ' αὐτὸν μένουσα στιβὰς τοῦ ἀέρος ἔπειτα δοκιμάσῃ νὰ τὸν ἀποσπάσῃ, αἰσθάνεται ὅτι δὲν ἀποχωρίζεται εὐκόλως ἀπὸ τὸν πρῶτον, καὶ ἐὰν καταβάλλῃ περισσοτέραν τινὰ προσπάθειαν ὅλος ὁ ὄγκος συναίρεται.

3ον. Ἡμισφαίρια τοῦ Μαγδεμβούργου. Δύο ἡμισφαίρια κοῖλα ἐξ ὀρειχάλκου (σχῆμα 42) μὲ στόμα πλατὺ, ἀμφότερα προσαρμόζονται καλῶς πρὸς ἄλληλα· τὸ ἓν ἐξ αὐτῶν φέρει εἰς τὴν κορυφὴν σωλῆνα μὲ κρουνὸν καὶ ἕλικα, δι' οὗ προσαρμόζεται εἰς τὴν πνευματικὴν ἀντλίαν· καὶ ἐν ᾧ οὕτως ἔχουσι, τίθεται τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου καὶ αἴρεται ἄνευ δυσκολίας, ἀλλ' ὅταν γίνῃ τὸ κενὸν καὶ ὁ κρουνὸς κλείσῃ, ὁ ἰσχυρότερος ἄνθρωπος ἀνωφελῶς ἤθελε προσπαθήσει ἵνα ὑπερνικήσῃ τὴν ἐνόνουσαν αὐτὰ δύναμιν, καὶ νὰ χωρίσῃ αὐτά. Ἡ δύναμις αὕτη εἶναι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐνεργούσης καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, καὶ ἀπόδειξις ὅτι ἅμα ἀνοιχθῇ ὁ σωλὴν, καὶ εἰσαχθῇ ὁ ἀὴρ, ἡ ἐντὸς πίεσις ἀντισταθμίζουσα τὴν ἐκτὸς, εὐκολύνει τὸν χωρισμὸν τῶν ἡμισφαιρίων.

4ον. Ἀνάβασις ἢ ἄνωσις τῶν ὑγρῶν. Ἕκαστος γινώσκει ν' ἀπορροφήσῃ ὕδωρ διὰ μέσου σωλῆνός τινος, καὶ μάλιστα ὅταν αὐτὸς ἦναι κάθετος καὶ ἀρκετὰ ἐπιμήκης. Ἡ ἀνάβασις αὕτη τοῦ ὕδατος εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς θλίψεως ἐνεργούσης ἀναμφιβόλως ἐπὶ τῶν ὑγρῶν ὡς καὶ ἐπὶ τῶν στερεῶν. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ ἂς λάβωμεν σωλῆνα ὑέλινον (σχῆμα 43) ἔχοντα διάμετρον ἐσωτερικὴν ἑνὸς ἑκατοστομέτρου, ὅστις βυθιζόμενος ἐν τῷ ὕδατι, ἵσταται καθέτως κατὰ ἓν μέτρον ἄνω τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ· ὁ ἀὴρ τοῦ σωλῆνος ὡς συγκοινωνῶν μὲ τὸν ἐξωτερικὸν μετέχει καθ'

ὁλοκληρίαν τῆς ἐλαστικότητος ἐκείνου, ἕνεκα τούτου καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος εἶναι ἡ αὐτὴ ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος, ἀλλ' ὅταν τις ἀπορροφήσῃ ἓν μέρος τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος, ἡ πίεσις ἀμέσως ἐλαττοῦται, καὶ μία στήλη ὑδατώδης ἀναβαίνει, ὠθουμένη ἐν τῷ σωλῆνι ἐκ τῆς ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω πιέσεως ἐξασκουμένης ὑπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὑγροῦ περὶ τὴν ὀπὴν αὐτοῦ· ἡ ἄνωσις αὕτη τοῦ ὑγροῦ παρευθὺς παύει ὅταν οἱ ὅροι τῆς ἰσορροπίας συμπληρωθῶσι, δηλ. ὅταν αἱ ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας πιέσεις καταντήσωσιν ἴσαι, εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἐν τῷ σωλῆνι ὁριζόντιος στιβὰς, ἡ ἀνταποκρινομένη εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἀνάγκη νὰ ὑποφέρῃ πίεσιν ἴσην τῇ ἀτμοσφαιρικῇ, ὡς ἐκείνη ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια. Ἡ ὑδατώδης λοιπὸν στήλη θ' ἀναβῇ ὑπεράνω τῆς ἰσοσταθμούσης ἐπιφανείας, μέχρις οὗ τὸ ἴδιον αὐτῆς βάρος ἐνούμενον μὲ ἐκεῖνο, ὅπερ ὁ ὑπόλοιπος ἀὴρ εἰσέτι ἐξασκεῖ ἐπὶ τῆς κορυφῆς αὐτῆς τῆς στήλης, κατασταθῇ ἴσον μὲ τὴν ὅλην ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, καὶ τότε σταματᾷ· ἑπομένως ἡ ἀνάβασις τοῦ ὑγροῦ δὲν πράττει ἄλλο, εἰμὴ ν' ἀναπληρόνῃ τὴν ὑπόλοιπον πίεσιν τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος.

Ἐκ τούτου προκύπτει περίεργός τις συνέπεια, ἧς ἡ ἐξέλεγξις ἐνδιαφέρει μεγάλως· εἶναι δὲ αὕτη ἡ ἀκόλουθος· ὅτι ὁ ὑδράργυρος ὀφείλει ν' ἀναβαίνῃ 13 καὶ $\frac{1}{2}$ ὀλιγώτερον τοῦ ὕδατος, ἀρκεῖ μόνον ὑπεράνω τῶν δύο στηλῶν ὁ ἀὴρ νὰ ἦναι ἀραιωμένος εἰς τὸν αὐτὸν βαθμόν· τὸ πείραμα δὲ γίνεται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον: Δύο σωλῆνες ὑέλινοι εἶναι διατεθειμένοι καθέτως καὶ παραλλήλως (σχ. 44) συγκοινωνοῦντες ἄνωθεν δι' ἄλλου τινὸς ὁριζοντίου μεταλλίνου, ἐν ᾧ ἀραιόνουσι βαθμηδὸν τὸν ἀέρα· ὁ εἷς τῶν παραλλήλων αὐτῶν εἶναι βαπτισμένος εἰς ποτήριον α πλῆρες ὕδατος, καὶ ὁ ἕτερος εἰς ἄλλο β πλῆρες ὑδραργύρου· μετὰ τὴν ἐκκένωσιν τοῦ ἀέρος πραγματικῶς εὑρίσκουσιν, ὅτι αἱ ὑψωθεῖσαι στῆλαι ἔχουσι πάντοτε λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὰς πυκνότητας.

36. Κατασκευὴ τοῦ βαρομέτρου καὶ καταμέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Τὸ προηγηθὲν πείραμα μᾶς διδάσκει ἐπίσης, ὅτι λαμβάνοντες σωλῆνας ἀρκετὰ ἐπιμήκεις, καὶ ἀπορροφῶντες ὅλως διόλου τὸν ἐν αὐταῖς ἀέρα, κατορθόνομεν

νὰ εὕρωμεν τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· πειραθέντες δὲ μὲ μόνον τὸν σωλῆνα τοῦ ὑδραργύρου εὗρον ὅτι μετὰ τὴν ἐφικτὴν ἐξάντλησιν τοῦ ἀέρος ἡ ἀναβᾶσα στήλη εἶχεν ὕψος 76 ὑφεκατομέτρων, ὥστε ἡ στήλη τοῦ ὕδατος εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν θὰ εἶχεν ὕψος $76 \times 13,598$ ἢ 10μ. 33, ἀλλὰ τὸ τοιοῦτον πείραμα δὲν ἔχει τὴν ἀπαιτουμένην ἀκρίβειαν· ἐπειδὴ ὅσον μικρὰ καὶ ἂν ἦναι ἡ μένουσα εἰσέτι ποσότης τοῦ ἀέρος ὑπεράνω τῆς στήλης, ἡ ἐλαστικὴ αὐτῆς δύναμις βοηθεῖ κατά τι τὴν ἰδίαν πίεσιν αὐτῆς τῆς στήλης, ἥτις διὰ τοῦτο δὲν θ' ἀποτελῇ ἀκριβῶς τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

Ἰδοὺ ἡ παραδεχθεῖσα μέθοδος πρὸς κακασκευὴν τοῦ ἀκριβοῦς βαρομέτρου. Λαμβάνουσι σωλῆνα ὑέλινον ἑνὸς περίπου μέτρου μήκους, καὶ 7—8 χιλιοστομέτρ. διαμέτρου, κλεισμένον ἑρμητικῶς διὰ τῆς αὐτῆς ὕλης κατὰ τὸ ἓν πέρας διὰ τοῦ ἐγκαυστουργικοῦ λύχνου, καὶ πληροῦσι τὸ τρίτον σχεδὸν αὐτοῦ μὲ ὑδράργυρον, ἔπειτα τιθέασιν αὐτὸν ἐπὶ πυραύνου προσδιωρισμένου ἐπ' αὐτῇ τῇ χρήσει, διὰ νὰ βράσῃ ὁ ὑδράργυρος καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν, καὶ ν' ἀποδιώξῃ τὸν ἀέρα καὶ τὴν προσκολλημένην εἰς τὴν ὕελον ὑγρασίαν, μετὰ τοῦτο ἐγχέουσι νέαν ποσότητα ὑδραργύρου θερμοῦ, ὅστις ἐπίσης βράζει, καὶ ἐξακολουθοῦσι κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον τὰς ἐργασίας αὐτὰς μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὸ ἀνοικτὸν πέρας τοῦ σωλῆνος· τότε ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἀρκετὰ ψυχρανθῇ, κλείουσι τὸν σωλῆνα καλῶς πεπληρωμένον μὲ τὸν δάκτυλον, προσέχοντες καλῶς ἵνα μὴ μείνῃ ἐν αὐτῷ οὐδεμία φυσαλὶς ἀέρος· μετὰ ταῦτα τὸν στρέφουσι καὶ τὸν βυθίζουσι διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ αὐτοῦ ἄκρου ἐντὸς ὑδραργύρου ἐμπεριεχομένου εἰς λεκάνην (σχῆμα 45); κρατοῦντες αὐτὸν σχεδὸν καθέτως ἅμα δὲ ἀποσύρουσι τὸν δάκτυλον, ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει μέχρι τινὸς ὕψους καὶ ἵσταται ἐκεῖ. Δι' αὐτῆς τῆς μεθόδου ὅλον τὸ ὑπεράνω τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου μένον διάστημα εἶναι κενόν, μὴ περιέχον οὔτε ὑγρασίαν, οὔτε ἄλλον ὁποιονδήποτε ἀτμόν, οὗτινος ἡ ἐλαστικὴ δύναμις δύναται νὰ προστεθῇ εἰς τὸ βάρος ἢ τὴν πίεσιν τῆς στήλης ἵνα ἰσορροπήσῃ μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικήν, τέλος πάντων δι' αὐτοῦ τοῦ τρόπου ἔχει τις ἓν βαρόμετρον ἀκριβές.

Τὸ ὄργανον αὐτὸ ἐφευρέθη κατὰ τὸ 1840 ἀπὸ τὸν Τορρικέλλιν, ὅτε ἡ μεγαλοφυΐα τοῦ Γαλιλαίου εἶχεν ἀνακαλύψει τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν· πρὶν δὲ τῆς ἐποχῆς αὐτῆς ἔλεγον, ὅτι ἡ φύσις φρίττει τὸ κενὸν, καὶ τὰ ὑγρὰ σπεύδουσι νὰ τὸ πληρώσωσιν. Οὕτω ἐξήγουν τὴν ἄνωσιν τῶν ὑγρῶν, διὰ τῆς φρίκης τοῦ κενοῦ.

Τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἶναι τὸ κάθετον ὕψος τῆς στήλης, ἢ ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ἐσωτερικοῦ καὶ ἐξωτερικοῦ ὑδραργύρου, τὸ ὕψος αὐτὸ ποικίλλει, ὡς θέλομεν ἴδει περαιτέρω, πλὴν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης εἶναι κατὰ μέσον ὅρον 0μ., 76, καὶ αὐτὸν συνήθως τὸν ἀριθμὸν παραδέχονται ὅταν θέλωσι νὰ ἐκφράσωσι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν γενικῶς ὁμιλοῦντες, ἄνευ ἐφαρμογῆς εἴς τινα τόπον δεδομένον καὶ ὡρισμένον χρόνον.

Ἐνταῦθα παρατηρητέον ὅτι εἰς τὴν αὐτὴν στιγμὴν καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δύο βαρόμετρα, ἐξ ὧν τὸ ἓν εἶναι θερμὸν καὶ τὸ ἄλλο ψυχρὸν, δὲν θὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ ὕψος, ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος τῶν δύο στηλῶν θὰ διαφέρῃ ὡς πρὸς τὸ εἰδικὸν βάρος· ἀπαιτεῖται λοιπὸν νὰ ἐπαναφέρωμεν ἑκάστην βαρομετρικὴν στήλην εἰς τὸ ὅπερ ἤθελεν ἔχει ὕψος, ἐὰν ὁ ὑδράργυρος εἶχε τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκομένου πάγου, ἥτις εἶναι καὶ ἡ παραδεχθεῖσα διὰ τὰ εἰδικὰ βάρη.

Συχνὰ γίνεται χρεία νὰ ἐκτιμᾶται αὐτὴ ἡ πίεσις εἰς χιλιόγραμμα, καὶ τότε ἀνάγκη ν' ἀναφέρητει εἰς τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας. Λαμβάνων τις π. χ. τὸ τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον, βλέπει ὅτι εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου ἐχούσης διὰ βάσιν ἓν ἑκατοστόμετρον τετραγωνικὸν καὶ ὕψος 0μ., 76. Ὁ ὄγκος μιᾶς τοιαύτης στήλης σύγκειται ἐξ 76 κυβικῶν ἑκαστομ.. τὸ δὲ βάρος 76 πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ τὸ βάρος ἑνὸς κυβικοῦ ἑκατος. τοῦ ὑδραργύρου, ἢ ἐπὶ 13,598 γραμ. μᾶς δίδει 1,033 χιλ. ἀριθμὸς ἐκφράζων τὴν ἐξασκουμένην πίεσιν ἐπὶ ἑκάστου τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου. Ἐπὶ δὲ ἑνὸς τετραγων. δεκατομέτρου θὰ ἦναι 103 χιλ, καὶ 10330 χιλ. ἐπὶ ἑνὸς τετρ. μέτρου.

37. Βαρόμετρα. Ὑπάρχουσι κυρίως δύο εἰδῶν βαρόμετρα· τὸ μὲ λεκάνην βαρόμετρον, καὶ τὸ ἐν εἴδει σίφωνος.

Τὸ βαρόμετρον, οὗτινος τὴν ἀρχὴν πρὸ ὀλίγου ἐδείξαμεν, εἶναι τὸ

μὲ λεκάνην βαρόμετρον· κατασκευάζεται δὲ γενικῶς ὡς παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 46, καὶ τότε ὀνομάζεται βαρομ. τοῦ Φορτίνου ἀπὸ τὸν ἐφευρετὴν αὐτοῦ κατὰ τὰς ἀρχὰς τοῦ αἰῶνος τούτου. Ὁ σωλὴν περιτυλίσσεται ἀπὸ μετάλλινον φύλλον ὀρειχάλκινον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, προφυλάττον αὐτὸν, καὶ φέρει κατὰ μῆκος χαράδραν ἱκανῶς εὐρεῖαν, ὥστε νὰ θεωρῆται ὁ ὑδράργυρος καὶ ἡ κορυφὴ τῆς στήλης, ἐπὶ δὲ τῆς μιᾶς τῶν πλευρῶν αὐτῆς τῆς χαράδρας σημειόνονται οἱ δεικνύοντες τὸ ὕψος βαθμοὶ εἰς χιλιοστόμετρα. Ἡ λεκάνη εἶναι κλεισμένη μὲ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε ὁ ἀὴρ δύναται νὰ εἰσέρχηται καὶ νὰ ἐξασκῇ τὴν πίεσίν του ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου· ὁ συγκλείων δ' αὐτὴν δίσκος φέρει στυλίσκον τινὰ ἐλεφάντινον υ, οὗτινος τὸ κάτω ἄκρον σχηματίζει τὴν ἀφετηρίαν, ἢ τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως τῶν ὕψεων· εἶναι χρεία λοιπὸν πάντοτε, ὁσάκις τις θέλῃ νὰ παρατηρήσῃ τὸ βαρόμετρον, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου τῆς λεκάνης νὰ ἦναι εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ σημεῖον αὐτὸ, διότι ἐὰν ἦναι χαμηλοτέρα, ἡ ἀντιστοιχοῦσα διαίρεσις εἰς τὴν κορυφὴν τῆς στήλης θὰ δεικνύῃ ὕψος μικρότερον, ἀπ' ἐναντίας δὲ ἐὰν ὑψηλοτέρα, θὰ δεικνύῃ ὕψος μεγαλείτερον τοῦ ἀληθοῦς. Διὰ νὰ ἔρχηται δὲ εἰς ἐπαφὴν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου μὲ τὸ ἐλεφάντινον σημεῖον προσήρμοσαν εἰς τὴν λεκάνην πυθμένα κινητὸν, ἀναβαίνοντα, καὶ καταβαίνοντα διά τινος ἕλικος ε, καὶ δι' αὐτοῦ καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου. Τὸ σχῆμα 46 (δὶς) δεικνύει τὴν κατασκευὴν αὐτῆς τῆς λεκάνης.

Τὸ ἐν εἴδει σίφωνος βαρόμετρον, οὕτω κληθὲν ἕνεκα τοῦ σχήματος δὲν ἔχει λεκάνην, ἀλλ' ὁ σωλὴν αὐτὸς κάμπτεται σχηματίζων πρὸς τὰ κάτω μικρὸν βραχίονα ἔχοντα πλαγίως μικράν τινα ὀπὴν, ἐν εἴδει χωνίου, ὁπόθεν συγκοινωνεῖ μὲ τὴν ἀτμοσφαῖραν, ὥστε ὁ ὑδράργορος δὲν δύναται νὰ ἐξέλθῃ, ὅταν στρέφηται. Ὁ ἀνοικτὸς αὐτὸς βραχίων εἶναι τῆς αὐτῆς διαμέτρου μὲ τὸν κεκλεισμένον, διὰ νὰ ἦναι ἀνεξάρτητος τῆς ἐπιρροῆς τῆς τριχοειδοῦς ἐνεργείας, ἀλλ' ὁ Γαϊλουσὰκ ἥνωσε τοὺς δύο αὐτοὺς βραχίονας (σχῆμα 47) διὰ τριχοειδοῦς σωλῆνος, ἵνα μὴ διαιρῆται ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἀπὸ τὰς φυσαλίδας τοῦ ἀέρος, ὅταν τὸ βαρόμετρον στρέφηται. Τούτων οὕτως ἐχόντων ἐὰν Β εἶναι τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνέβη ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸν

κεκλεισμένον βραχίονα, καὶ Α εἰς ὃ κρατεῖται ἐν τῷ μικρῷ, ἡ διαφορὰ ΑΒ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν δύο στηλῶν τοῦ ὑδραργύρου εἶναι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος, τὸ δὲ μῆκος τῆς στήλης αὐτῆς μετρεῖται διὰ βαθμολογικῆς κλίμακος ὡπλισμένης ἢ μὴ μὲ μοιρογνωμόνιον (vernier) (*), κινούμενον παραλλήλως τοῦ μεγαλειτέρου βραχίονος ΓΒ

(*) Τὸ μοιρογνωμόνιον ἢ ὁ βερνιὲρ οὕτω κληθεὶς ἀπὸ τὸ ὄνομα τοῦ γάλλου γεωμέτρου, ὅστις τὸν ἐφεῦρεν, εἶναι μικρομετρικός τις κανών, καὶ χρησιμεύει εἰς τὴν ἀκριβῆ καταμέτρησιν τῶν μηκῶν. Ἰδοὺ ἐν συντόμῳ ἡ ἀρχὴ ἐφ' ἧς στηρίζεται ὁ μικρὸς αὐτὸς κανών. Ἔστω κανὼν (σχῆμα 48) ἢ μέτρον ὁποιονδήποτε ΑΒ διηρημένον εἰς δέκα ἴσα μέρη, καὶ πρὸς πλειοτέραν ἀκρίβειαν εἰς 10 χιλιοστόμετρα· συγχρόνως δὲ ἔστω καὶ μία γραμμὴ ΓΔ, ἧς τὸ μῆκος θέλει νὰ γνωρίσῃ τις· ὑποθέτομεν λοιπὸν ὅτι ἡ γραμμὴ αὐτὴ ἐτέθη ἐπὶ τοῦ κανόνος, τοῦ ὁποίου ἀφ' οὗ ἐσκέπασεν ἀριθμόν τινα διαιρέσεων, ἐπερίσσευσε καὶ ὃν κλάσμα τῆς διαιρέσεως ἴσον μὲ ΖΗ· τὸ κλάσμα αὐτὸ πρόκειται κυρίως νὰ προσδιορισθῇ μὲ ἀκρίβειαν· δι' αὐτὸ κατασκευάζουσι δεύτερον κανόνα διηρημένον εἰς μέρη μικρότερα τοῦ πρώτου οὕτως, ὥστε δέκα ἐξ αὐτοῦ τοῦ δευτέρου καλύπτουσιν ἐννέα τοῦ πρώτου, ἢ τὰ $\frac{9}{10}$ τοῦ πρώτου ἰσοδυναμοῦσι μὲ τὰ 10 τοῦ δευτέρου, ἑκάστη δὲ διαίρεσις τοῦ μικροῦ ἰσοδυναμεῖ μὲ τὰ $\frac{9}{10}$ τῆς μιᾶς διαιρέσεως τοῦ μεγάλου. Οἱ δύο οὗτοι κανόνες ὅταν τεθῶσιν ὁ εἷς ἐπὶ τοῦ ἄλλου, καὶ τὰ δύο ἄκρα Α καὶ Κ, συμπέσωσιν (ἴδε σχῆμα), ἡ πρώτη διαίρεσις τοῦ ΚΜ θὰ ἦναι ὄπισθεν τῆς πρώτης διαιρέσεως τοῦ μεγάλου ΒΔ κατὰ $\frac{1}{10}$ Δ (Δ ὑποτεθεμένης τῆς μιᾶς διαιρέσεως τοῦ μεγάλου ΑΒ) ἡ δευτέρα κατὰ $\frac{2}{10}$ Δ κ. τ. θ. τέλος τὸ $\nu^{ον}$ σημεῖον τῆς διαιρέσεως τοῦ μεγάλου κανόνος θὰ ἀπέχῃ ἀπὸ τὸ ν τοῦ μικροῦ κατὰ ν δέκατα τοῦ χιλιοστομέτρου. Κύκλῳ ἐννοεῖται ἐκ τούτου, ὅτι διὰ νὰ ἐκτιμηθῇ δεδομένον μῆκος κατὰ $\frac{1}{10}$ π. χ. τοῦ χιλιοστομέτρου ὀλιγώτερον, ἀρκεῖ νὰ φέρωμεν τὸν μεγάλον κανόνα ἐπὶ τοῦ μήκους αὐτοῦ, ἐπὶ τῆς γραμμῆς ΓΔ π. χ. καὶ κατὰ πρῶτον θὰ λάβωμεν τὸν ὁλοσχερῆ ἀριθμὸν Ν τῶν χιλιοστομ. ἅτινα περιέχει, ἔπειτα διὰ τὸ κλάσμα ΖΗ θέτομεν τὸ μηδὲν τοῦ μικροῦ κανόνος, δηλ. τοῦ βερνιέρου, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ προκειμένου νὰ μετρηθῇ μήκους, οἷον ἐπὶ τοῦ σημείου Δ τῆς γραμμῆς ΓΔ, καὶ μετροῦμεν τὸν ἀριθμὸν ν τῶν διαιρέσεων τοῦ μικροῦ, ὅστις γωρίζει τὸ σημεῖον αὐτὸ Δ ἀπὸ τὸ μέρος ὅπου συμπίπτουσι δύο σημεῖα τῶν διαιρέσεων τοῦ μικροῦ καὶ μεγάλου, ὥστε τὸ ζητούμενον μῆκος θὰ ἦναι $N + \frac{\nu}{10}$. Εἰς πολλὰς περιστάσεις τὸ μοιρογνωμόνιον εἶναι χρήσιμον· ἐνίοτε προσαρμόζουσιν αὐτὸ κατὰ μῆκος τοῦ κανένος ἐνὸς βαρομέτρου, ἄλλοτε εἰς ἕλικα, οὗτινος ἡ κίνησις θέλουσι νὰ ἦναι βραδεῖα καὶ κατὰ βαθμοὺς κτλ.

(σχῆμα 49). Τινὰ τῶν βαρομέτρων τοῦ εἴδους τούτου ἔχουσι κλίμακα χαραγμένην διὰ τοῦ ἀδάμαντος ἐπὶ τῶν σωλήνων αὐτῶν· τὸ οὕτω δὲ κατεσκευασμένον βαρόμετρον εἶναι μὲν κατάλληλον διὰ τὰς περιηγήσεις ὡς εὐμετακόμιστον, ἀλλὰ δὲν εἶναι τόσον εὐαίσθητον ὅσον τὸ πρῶτον· πρὸς τούτοις παρετηρήθη ἀπό τινας φυσικοὺς ὅτι προϊόντος τοῦ χρόνου εἰσέρχεται ἀὴρ, καὶ ἀναβαίνει εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ μακροτέρου βραχίονος, εἰς τὸν καλούμενον βαρομετρικὸν θάλαμον· πρὸς διόρθωσιν λοιπὸν τοῦ ἐλαττώματος τούτου ὁ Βουντῖνος, περίφημος τεχνίτης τῶν Παρισίων, συνήρμοσεν εἰς τὸν μέγαν βραχίονα σωλῆνα λήγοντα εἰς ὀξὺ, ὡς παρίσταται μεγαλοποιημένος εἰς τὸ (σχῆμα 50)· ὁ ἀὴρ τότε εἰσερχόμενος μένει εἰς τὸν μυχὸν κ τὸν σχηματιζόμενον ἐκ τῆς ἑνώσεως τῶν δύο σωλήνων, ὁπόθεν εἶναι εὔκολον νὰ ἐξαγάγωμεν αὐτὸν σείοντες, ἢ στρέφοντες τὸ ὄργανον, μ' ὅλον ὅτι καὶ ἡ παρουσία αὐτοῦ τοῦ ρευστοῦ εἰς τὸ μέρος κ δὲν ἔχει τόσην ἐπιρροὴν εἰς τὴν ἄνωσιν τοῦ ὑδραργύρου, ἀρκεῖ μόνον ἡ στήλη αὐτοῦ νὰ μὴ διαιρῆται.

Εἰς τὸ μὲ γνώμονα βαρόμετρον, ἀνῆκον κυρίως εἰς τὸ τελευταῖον εἶδος, τὰ ὕψη δεικνύονται διά τινος γνώμονος στρεφομένου ἐπὶ κύκλου διηρημένου. Ὁ μηχανισμὸς ὅλος παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 51· ὁ ἄξων τοῦ γνώμονος φέρει τροχιλαίαν, ἐξ ἧς διέρχεται νῆμα σηρικόν· τὸ νῆμα αὐτὸ ἕλκεται ἀφ' ἑνὸς μέρους ἔκ τινος ἀντιρρόπου α, καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐκ πλωτῆρος χαλυβδίνου, ἐμβαπτισμένου κατά τι εἰς τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἀνοικτοῦ βραχίονος. Εἰς τὴν ἐλάττωσιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ὁ ὑδράργυρος καταβαίνει εἰς τὸν κεκλεισμένον βραχίονα, καὶ ἀναβαίνει εἰς τὸν ἀνοικτὸν, μετ' αὐτοῦ δὲ ἀναβαίνει καὶ ὁ πλωτὴρ, ὅστις διὰ τοῦτο βάλλει εἰς κίνησιν τὸ ἀντίρροπον α, καὶ στρέφει τὸν γνώμονα Γ. Τὸ ἐναντίον συμβαίνει εἰς τὴν αὔξησιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· τὸ μέγεθος τῆς τροχιλαίας εἶναι οὕτω προσδιωρισμένον, ὥστε εἰς τὰς μεγαλειτέρας δονήσεις τοῦ ὑδραργύρου, ἤτοι τὴν μεγαλειτέραν ἀνάβασιν καὶ κατάβασιν ὁ γνώμων νὰ μὴν ἐκτελῇ ἡμίσειαν στροφὴν ὁλόκληρον, εἴτε πρὸς τὰ δεξιὰ, εἴτε πρὸς τ' ἀριστερὰ τῆς ἐν τῷ μέσῳ θέσεως του. Ἡ ἐφεύρεσις αὐτοῦ ἐγένετο κατὰ τὸ 1660 παρὰ τοῦ Χοὺκ (Hooke), ἀλλὰ δὲν εἶναι τόσον ἀκριβὲς ἕνεκα τῆς τριβῆς.

37. Διορθώσεις ὡς πρὸς τὴν θερμοκρασίαν. Διὰ νὰ παραβάλλωνται τὰ βαρομετρικὰ μέτρα ἔχουσιν ἀνάγκην διορθώσεώς τινος, ἐπειδὴ ἡ θερμότης διαστέλλει τὸν ὑδράργυρον, καὶ ἐὰν ἠθέλαμεν παραβάλλει δύο στήλας βαρομετρικὰς ἐχούσας κατὰ τὸ φαινόμενον τὸ αὐτὸ μῆκος εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, πραγματικῶς ὅμως δὲν ἤθελον ἔχει τὸ αὐτὸ, ἐὰν εἶχον τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Οὕτω λοιπὸν ἀπαιτεῖται διόρθωσίς τις, ὥστε τὰ μήκη τῶν βαρομετρικῶν στηλῶν νὰ ἦναι τοιαῦτα, ὁποῖα ἤθελε τὸ εὕρει τις, ἐὰν τὰ βαρόμετρα ἐκρεμῶντο εἰς τὴν αὐτὴν αἴθουσαν. Ἕνεκα τούτου εἰς ἕκαστον βαρόμετρον κρέμαται καὶ ἓν θερμόμετρον, οὗτινος ἡ θερμοκρασία συμφωνεῖ ὅσον τὸ δυνατὸν μὲ τὴν τοῦ ὑδραργύρου τῆς βαρομετρικῆς στήλης. Καταμετρήσεις μετὰ προσοχῆς γενόμεναι, ἀπέδειξαν ὅτι ἐὰν σημειωθῇ δι' 1 τὸ μῆκος τῆς βαρομετρικῆς στήλης εἰς τὴν θερμ. 0, τὸ μῆκος αὐτὸ γίνεται 1,0156 εἰς τὴν θερμοκρ. τῶν 100^0. τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου οὔσης ὁμοιομόρφου μεταξὺ 0 καὶ 100^0, ἡ διαστολὴ ἑνὸς ἑκάστου βαθμοῦ, ἢ ὁ συνεργὸς αὐτοῦ ἐκτιμᾶται εἰς 0,0018. Ἐὰν λοιπὸν ἓν βαρόμετρον ἔχῃ ὕψος 760 χιλιοστομέτρων εἰς τὴν θερμ. 0, ὅταν μεταφερθῇ εἰς μίαν αἴθουσαν 20, τὸ ὕψος του θὰ ἦναι 764,44 χωρὶς ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις νὰ μεταβληθῇ ποσῶς. Τὸ ἐναντίον συμβαίνει, ὅταν ἀπὸ μίαν αἴθουσαν 32^0, ὅπου δεικνύει 763,90 μετακομισθῇ εἰς ἄλλην 16^0, θὰ ἦναι μόνον 758,03 (*).

(*) Γενικῶς δυνάμεθα ν' ἀναγάγωμεν τὸν ὄγκον στήλης ὁπεισδήποτε ὑδραργύρου εἰς τὸν ὄγκον τῆς αὐτῆς στήλης ἐχούσης θερμοκρασίαν μηδὲν, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ 1 τὸν ὄγκον τῆς στήλης εἰς τὴν θερμοκρασίαν μηδὲν, $1 + \sigma\theta$ θὰ ἦναι ὁ ὄγκος τῆς αὐτῆς στήλης εἰς τὴν θερμοκρασίαν θ, (θ ὑποτεθείσης τῆς θερμοκρασίας καὶ σ τοῦ συνεργοῦ τῆς διαστολῆς ἑκάστου βαθμοῦ)· ἐπειδὴ δὲ οἱ ὄγκοι τῆς αὐτῆς ὕλης εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πυκνοτήτων, καὶ πυκνότητες ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ὑψέων, ἕπεται ὅτι καὶ οἱ ὄγκοι εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ ὕψη λοιπὸν χ ἐὰν ὑποτεθῇ τὸ ὕψος εἰς τὴν θερμοκ. μηδὲν, καὶ υ εἰς τὴν θερμ. θ, θὰ ἔχωμεν $1 : 1 + \sigma\theta :: \chi : \upsilon$, ἐξ ἧς πορίζόμεθα $\chi = \frac{\upsilon}{1 + \sigma\theta}$ τὸ ὕψος τῆς στήλης εἰς μηδὲν θερμοκρασίαν· ἐὰν δὲ ληφθῇ ὑπ' ὄψιν καὶ ἡ διαστολὴ τοῦ μετάλλου τῆς βαθμολογικῆς κλίμακος, καὶ ὑποτεθῇ σ' ὁ συνεργὸς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ χαλκοῦ,

39. Μεταβολαὶ τοῦ βαρομέτρου εἰς τὸν αὐτὸν τόπον. Ἐκ τῶν προηγουμένων συνάγεται ὅτι τὸ βαρόμετρον εἶναι μία ἀληθὴς πλάστιγξ, χρησιμεύουσα εἰς τὸ νὰ ζυγίζῃ τὴν ἐξασκουμένην πίεσιν τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου. Ἐὰν ἡ πίεσις αὐτὴ αὐξάνει, ἡ ἐσωτερικὴ στήλη ὑψοῦται διὰ νὰ ἰσορροπήσῃ μὲ ἐκείνην, καὶ τὸ ἐναντίον εἰς τὴν μείωσιν. Ἑπομένως αἱ δονήσεις τῆς βαρομετρικῆς στήλης ἀναγγέλλουσιν ἀμέσως τὰς ἐπισυμβαινούσας εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν μεταβολὰς, ὧν καὶ τὸ μέτρον παρέχουσιν. Αἱ μεταβολαὶ αὗται εἶναι συχνόταται καὶ πολλάκις μέγισαι.

Ἂς εἴπωμεν ὀλίγα περὶ τῆς αἰτίας, ἐξ ἧς αἱ βαρομετρικαὶ μεταβολαὶ εἰς τόπον δεδομένον, καὶ πρὸς τοῦτο ἂς ἐννοήσωμεν τὴν στήλην τοῦ ἀέρος ὑψουμένην ἀπὸ τὸ ἔδαφος αὐτοῦ τοῦ τόπου μέχρι τῶν ὁρίων τῆς ἀτμοσφαίρας, ἤτοι εἰς ὕψος 100 χιλιομέτρ. διότι τόσον ὡς ἔγγιστα εἶναι τὸ ὁλικὸν ὕψος αὐτῆς· ἕκαστον τῶν ὁριζοντίων στρωμάτων τῶν συνιστώντων τὴν ὑπερμεγέθη αὐτὴν στήλην συντρέχει κατὰ μέρος εἰς τὴν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους πίεσιν, καὶ ἑπομένως ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου τοῦ βαρομέτρου, ἀπαράλλακτα καθὼς εἰς ἀγγεῖον πλῆρες ὕδατος ἑκάστη στιβὰς συντρέχει εἰς τὴν ὑπὸ τοῦ πυθμένος ὑφισταμένην πίεσιν· ὅταν τὸ ὕδωρ ταραχθῇ, καὶ ῥεύματα κατὰ διαφόρους διευθύνσεις διεγερθῶσιν ἐν αὐτῷ, ὁ πυθμὴν αἰσθάνεται τὰς μεταβολὰς, καί τοι τὸ εἰς ἐπαφὴν μὲ αὐτὸν ὕδωρ μένει ἀκίνητον· τὸ ἀθροισμα λοιπὸν τῶν καθέτων πιέσεων μεταβάλλεται, αὐξάνει, ἢ ἐλαττοῦται κατὰ τὴν διεύθυνσιν, τὴν ἔκτασιν, καὶ τὴν

τότε τὸ ὕψος θὰ ἦναι εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὸ μῆκος μιᾶς διαιρέσεως, ὥστε ἐὰν ληφθῇ ὡς ἓν τὸ μῆκος αὐτοῦ εἰς τὴν θερμοκρασίαν μηδὲν, εἰς θ θερμ. θὰ ἦναι $1 + \sigma'\theta$, ἐξ οὗ ἡ ἀναλογία $1 : 1 + \sigma'\theta :: \frac{\upsilon}{1+\sigma\theta} : \chi'$, καὶ $\chi' = \upsilon\,(1 + \sigma'\theta)$.

Ἐφαρμογή. Ἔστω βαρόμετρον μὲ κλίμακα χαλκίνην δεικνύαν 0,μ.762, εἰς θερμ. 22° · ἔστω ὁ συνεργὸς τοῦ χαλκοῦ $\sigma' = \frac{1}{5920}$ καὶ ὁ τοῦ ὑδραργύρου $\sigma = \frac{1}{5550}$ ἀντικαθιστῶντες εἰς τὰ γράμματα τοῦ ἀνωτέρου τύπου τὰς ἀξίας των, ἔχομεν 0μ.739 διὰ τὸ ὕψος αὐτῆς τῆς ἰδίας στήλης ἀναχθείσης εἰς τὴν θερμοκρασίαν μηδέν.

ταχύτητα τῶν κινήσεων, πολὺ περισσότερον συμβαίνει τοιοῦτόν τι εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν αὐτὴν στήλην ὑποφέρουσαν εἰς τὰ διάφορα χιλιόμετρα τοῦ ὕψους αὐτῆς ἀκαταπαύστους ταραχὰς, ὡς ἀδιαλείπτως ἀνανεουμένης.

Ἡ πίεσις λοιπὸν τοῦ ἀέρος ὄχι μόνον ποικίλλει κατὰ τὰ διάφορα ὕψη τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐπειδὴ βεβαίως δὲν εἶναι ποτὲ ἡ αὐτὴ ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων καὶ ἐντὸς τῶν ὑπογείων, ἀλλ' ἀκόμη καὶ ὡς ἐκ τῆς θερμοκρασίας αὐτῆς, ἢ ἐκ τῶν ταραχῶν αὐτῶν τῶν ἀνέμων. Οἱ γηραιοὶ καὶ πολλὰ ἔμπειροι πλοίαρχοι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, εἰς οὓς ἐνδιαφέρει πολὺ ἡ γνῶσις τῶν προμηνυόντων τὰς τρικυμίας σημείων, ἀναφέρουσι πάμπολλα παραδείγματα σχέσεως τῶν τρικυμιῶν πρὸς τὰς βαρομετρικὰς δονήσεις. Ὁ Σκόρεσβυ βεβαιοῖ, ὅτι προεῖδε τὰς τρικυμίας δεκαεπτάκις ἐπὶ 18, συμβουλευόμενος τὸ βαρόμετρον. Αἱ παρατηρήσεις τοῦ Καέμτζου ἀπέδειξαν ὅτι ἐπίκειται σφοδρὸς ἄνεμος, ὁσάκις τὸ βαρόμετρον πίπτει αἰφνιδίως, ἐν ᾧ τὸ θερμόμετρον εἶναι ὑψωμένον.

Ἡ βαρομετρικὴ στήλη ὑπόκειται εἰς μεταβολὰς ἡμερησίους, ἐνιαυσίους καὶ τοπικάς. Εἰς ἕκαστον τόπον ὑπάρχει μέσος τις ὅρος βαρομετρικοῦ ὕψους περιλαμβανόμενος μεταξὺ τῶν ἐσχάτων ὁρίων τῆς ἡμερησίου διαρκείας· ὁ μέσος αὐτὸς ὅρος εἶναι τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου κατὰ μεσημβρίαν, διότι ἀπέδειξαν ὅτι ἐάν τις παρατηρῇ τὸ βαρόμετρον ἀπὸ ὥραν εἰς ὥραν καθ' ὅλον τὸ διάστημα τῶν 21 ὡρῶν τοῦ ἡμερονυκτίου, καὶ λάβῃ τὸ 24ον τοῦ ἀθροίσματος τῶν δοθέντων εἰς ἑκάστην ὥραν, ἢ μὲ ἄλλους λόγους εὕρῃ τὸν μέσον ὅρον, πάντοτε σχεδὸν ὁ μέσος αὐτὸς ὅρος συμφωνεῖ μὲ τὴν κατὰ μεσημβρίαν βαρομετρικὴν στήλην. Ὁ ἐτήσιος μέσος ὅρος εὑρίσκεται διὰ τῆς προσθέσεως ὅλων τῶν ἡμερησίων μέσων ὅρων, καὶ τῆς διαιρέσεως τοῦ ἀθροίσματος αὐτοῦ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἡμερῶν τοῦ ἔτους κτλ.

Ὁ μέσος ὅρος αὐτὸς ποικίλλει ἀκόμη καὶ ὡς ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν κλιμάτων, καί τοι τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων μὴ ὄντος ἱκανοῦ πρὸς λύσιν τοῦ ζητήματος· ἰδοὺ μ' ὅλα ταῦτα τὰ κυριώτερα ἐξαγόμενα τῶν παρατηρήσεων αὐτῶν: Εἰς τὰ παράλια τῆς θαλάσσης ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι 761,35 χιλιοστ. εἰς τὸν ἰσημερινὸν

μόνον 758 καὶ ὀλίγον τι περισσότερον· εἰς πλάτος 70 μοιρῶν ἡ πίεσις αὐξάνει καὶ φθάνει τὸν μέγιστον ὅρον μεταξὺ τῆς 30 καὶ 40· ἐπειδὴ, φθάνει μέχρι 764 χιλιοστ. πέραν τῆς ζώνης αὐτῆς καταντᾷ 760, καὶ εἰς τοὺς πόλους καταβαίνει μέχρι 756.

Τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι περίπου 10,000ακις μεγαλείτερον ἀπὸ τὸ τοῦ ἀέρος, ληφθὲν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκομένου πάγου· ἕπεται λοιπὸν ὅτι ὅταν τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου καταβαίνῃ κατὰ 1 χιλιοστ. τὸ ὕψος τῆς ἀερίου στήλης ὤφειλε νὰ ἐλαττοῦται κατὰ 10,000 χιλιοστ. ἢ κατὰ 10 μέτρα, ἐὰν ὁ ἀὴρ διετήρει τὸ εἰδικὸν βάρος του· δηλ. ὅταν ἀναβαίνῃ τις ὄρος τι ὑψηλὸν, εἰς κάθε ὕψωσιν 10 μέτρων ὁ ὑδράργυρος ὤφειλε νὰ καταβαίνῃ κατὰ ἓν χιλιοστόμετρον, πλὴν ὁ κανὼν οὗτος δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ, εἰμὴ εἰς μερικὰς ὑψώσεις, ἐπειδὴ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος ἐλαττοῦται ταχέως καθ' ὅσον τις ὑψοῦται. Ἐν οἰκίᾳ τινὶ π. χ. ὅπου τὸ τρίτον πάτωμα εἶναι ὑψηλότερον κατὰ δέκα μέτρα τοῦ ἰσοπέδου οἰκήματος, ἡ διαφορὰ τῶν βαρομέτρων εἶναι τῷ ὄντι κατὰ 1 χιλιοστ. περίπου.

Φαίνεται προκύπτον ἐκ τῶν προηγουμένων, ὅτι ἐὰν δὲν ὑπῆρχον κλιματερικαὶ καὶ τοπικαὶ ἐπιῤῥοαὶ, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ ἑνὸς, χωρὶς νὰ ἐνεργῶσιν ἐπὶ τοῦ ἄλλου βαρομέτρου, ἀφ' οὗ προσδιωρίζετο ὁ νόμος τῆς ἐλαττώσεως τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, ἤρκει νὰ γνωρίζωμεν τὰ μέσα ὕψη τοῦ βαρομέτρου εἰς δύο διαφόρους τόπους, διὰ νὰ γνωρίσωμεν καὶ τὰ σχετικὰ ὕψη αὐτῶν· μ' ὅλα ταῦτα λαμβάνοντες προφυλάξεις τινὰς, κατορθόνουσι τῷ ὄντι νὰ μετρῶσι τὰ ὕψη τῶν ὀρέων διὰ τοῦ βαρομέτρου, καὶ νὰ σταθμίζωσι τρόπον τινὰ χώρας ἐκτεταμένας, διατρέχοντες αὐτὰς μὲ δύο βαρόμετρα, ἅτινα παρατηροῦσι συγχρόνως εἰς δύο διαφόρους σταθμοὺς, ἐξ ὧν ὁ εἷς ὑψηλότερος τοῦ ἄλλου, καὶ κατὰ ἀποστάσεις ἁρμοδίας.

40. Νόμος τοῦ Μαριόττου. Ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος εἶναι εἰς λόγον ἀντίστροφον πρὸς ἣν ὑφίσταται πίεσιν. Οὕτω ὅταν λαμβάνῃ τις ὄγκον τινὰ ἀέρος ὑπὸ πίεσίν τινα δεδομένην, ὁ ὄγκος αὐτὸς γίνεται δὶς, τρὶς ἢ δεκάκις μικρότερος, ἐὰν ἡ ἐπιβαλλομένη πίεσις γίνεται 2, 3, ἢ καὶ 10ακις μεγαλειτέρα. Τοιαύτη εἶναι ἡ ἔκφρασις τοῦ νόμου

τῆς πιεστότητος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τῶν λοιπῶν ἀερίων, γνωξοῦ εἰς τὴν φυσικὴν ὑπὸ τὸ ὄνομα νόμος τοῦ Μαριόττου, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ φυσικοῦ, ὅστις πρῶτος ἐγνωξοποίησεν αὐτὸν κατὰ τὸ 1650. Ὁ νόμος οὗτος ἐπεκυρώθη ἀκόμη κατὰ τὸ 1830 διὰ πιέσεως 27 ἀτμοσφαιρῶν ὑπὸ τῶν ΚΚ. Δουλόγγου καὶ Ἀραγὼ ἐπὶ τοῦ πύργου Κλόβις πλησίον τοῦ Πανθέου, ἐκλεχθέντος καταλλήλου διὰ τὸ πείραμα αὐτό. Τὸ πειραματικὸν ὄργανον συνέκειτο ἐκ σωλῆνος κλεισμένου κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον, σχηματίζοντος μανόμετρον μὲ πεπιεσμένον ἀέρα, ἐξ ἑνὸς ἄλλου καθέτου ἀνοικτοῦ σχηματίζοντος μανόμετρον μὲ ἀέρα ἐλεύθερον, καὶ ἐκ πιεστηρίου, δι' οὗ ἐθλίβετο ὁ ἐμπεριεχόμενος ὑδράργυρος εἰς δοχεῖον ἐκ μίγματος σιδήρου, ἐν ᾧ οἱ δύο αὐτοὶ σωλῆνες ἠνοίγοντο διὰ τῶν κάτω ἄκρων.

Ὁ Κ. Πουϊλλέτος μεταχειρίζεται ἀνάλογόν τι ὄργανον πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ νόμου αὐτοῦ (σχῆμα 52) ὅπερ ὡσαύτως τοῦ ἐχρησίμευσε καὶ εἰς τὰ πειράματά του ἐπὶ τῆς πιέσεως τῶν ἀερίων. Τὸ ὄργανον αὐτὸ σύγκειται ἐκ δύο ἀγγείων Α καὶ Β ἐξ ἀνθρακούχου σιδήρου (fonte) ἑνουμένων διὰ σωλῆνος Σ· ἓν ἔμβολον α ρυθίζεται ἐν τῷ πρώτῳ Α, διὰ τῆς ἐνεργουμένης πιέσεως ἐκ τῆς στροφῆς τοῦ ἕλικος λ· τὸ ἀγγεῖον Α περιέχει ὑδράργυρον, ὑπεράνω τοῦ ὁποίου δύναταί τις νὰ θέσῃ ὀλίγον ἔλαιον, διὰ νὰ ἀλείφηται ἡ μὲ στυπεῖον θήκη, ἐν ᾗ ὁ ὑδράργυρος, καὶ συγχωρεῖ ἀκόμη καὶ τὴν κατασκευὴν τοῦ ἐμβόλου ἀπὸ χαλκόν, ὡς μὴ προσβαλλομένου τότε τοῦ ὑδραργύρου. Τὸ δεύτερον ἀγγεῖον φέρει δύο σωληνίσκους, ἐξ ὧν ὁ εἷς δέχεται τὸ μὲ πεπιεσμένον ἀέρα μανόμετρον, συνιζάμενον εἰς σωλῆνα κυλινδρικὸν κλεισμένον ἄνωθεν ἑρμητικῶς, ὁ δὲ ἕτερος τὸ μανόμετρον μὲ ἀέρα ἐλεύθερον, ὅπερ ἐστὶ σωλὴν ἀνοικτὸς τόσον ὑψηλὸς, ὅσον ὁ τόπος τὸ συγχωρεῖ. Εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος, τοῦ ὑδραργύρου ὄντος ἐν ἰσοσταθμίᾳ ἐντὸς τῶν δύο σωλήνων, ὁ ἀὴρ τοῦ κεκλεισμένου σωλῆνος δέχεται μόνον τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας, ἥτις πρέπει νὰ ἦναι γνωστὴ διὰ τῆς παρατηρήσεως τοῦ βαρομέτρου· ἀφ' οὗ τὸ σημεῖον αὐτὸ καλῶς προσδιορισθῇ, στρέφουσι τὸν ἕλικα, καὶ ὁ ὑδράργυρος ὠθούμενος ἐν τοῖς σωλῆσιν ὑψοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ εἰς τοὺς δύο, ἀλλ' ἀνίσως. Ὅταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος κα-

ταντήσῃ εἰς τὸ ὕψιστον, παρατηροῦσι τὴν ὁποίαν ὑρίσταται πίεσιν, ἥτις εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τοῦ ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας τμήματος ὃγ ἐν τῷ ἀνοικτῷ σωλῆνι. Ἀλλ' αὐτοῦ ἡ πίεσις εἶναι δύο ἀτμοσφαιρῶν: μία ἡ ἀτμοσφαιρικὴ ἐξασκουμένη ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου, καὶ ἄλλη ἡ τῆς στήλης αὐτοῦ κειμένης ὑπεράνω τοῦ ἀρχικοῦ τμήματος, καὶ ἥτις εἶναι ἀκριβῶς ἴση μὲ τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου· ἤτοι μὲ μίαν ἄλλην ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐξακολουθοῦντες τὴν πίεσιν καταντῶσι τὸν ἀέρα εἰς τὸν τοῦ ὄγκου του, καὶ ἐξετάζοντες πάλιν τὴν ἀντιστοιχοῦσαν ἐπιφάνειαν, εὑρίσκουσιν ὅτι ἡ πίεσις εἶναι τριῶν ἀτμοσφαιρῶν, ἐξ οὗ εἰκάζεται ὅτι τόση εἶναι καὶ ἡ ἐπὶ τοῦ περιωρισμένου ἀέρος. Ἐὰν ὁ ἀνοικτὸς σωλὴν εἶναι πολὺ ὑψηλὸς, ὡς ἐκεῖνος τοῦ πύργου Κλοβὶς, εἶναι δυνατὸν νὰ προχωρήσῃ τις περισσότερον, καὶ εὑρίσκει ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος συμμορφοῦται πάντοτε μὲ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου. Ὁ νόμος αὐτὸς ἐφαρμόζεται μὲ τὴν αὐτὴν ἀκρίβειαν καὶ ἐν περιπτώσει, καθ' ἣν ὁ ἀὴρ εὑρίσκεται ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Οὕτω ὅταν ὁ ἀὴρ ὑρίσταται τὴν πίεσιν ἑνὸς χιλιοστομέτρου μόνον, κατέχει ὄγκον 760 μεγαλείτερον, παρ' ὅσον ἤθελε καθέξει ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χιλιοστομέτρων. Ἐκ τοῦ νόμου αὐτοῦ ἕπεται ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσιν· οὕτω ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὑψηλοτάτων ὀρέων, ὅπου τὸ βαρόμετρον δεικνύει μόνον 360 χιλ. ἢ τὸ ἥμισυ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ὁ ἀὴρ ἔχει τὸ ἥμισυ τῆ πυκνότητος παρ' ὅσην ἔχει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

41. Ἀντλία πνευματική. Ἡ πνευματικὴ ἀντλία χρησιμεύει πρὸς ἐκκένωσιν τοῦ ἀέρος, ἢ μᾶλλον πρὸς ἀραίωσιν αὐτοῦ εἰς βαθμὸν, ὥστε νὰ ἔχῃ σμικροτάτην ἐλαστικὴν δύναμιν. Τὰ κυριώτερα μέρη τῆς μηχανῆς εἰσι τὸ ἔμβολον, ἡ ἀντλία, ἡ πλὰξ ἢ ὁ δίσκος, ἡ κλεὶς, καὶ τὸ δοκιμαστικὸν βαρόμετρον, ἢ ὁ δικιμαστὴρ (σχῆμα 53).

Τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας εἶναι εἷς κύλινδρος α ὑέλινος ἢ μετάλλινος, τὸ ἔμβολον β διεσκευασμένον μὲ τροχίσκους δερματίνους ἠλειμμένους μὲ λίπος, ὅπως στεγανῶς ὀλισθαίνῃ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀνερχόμενον καὶ κατερχόμενον, ἔχει ἐν τῷ μέσῳ κοιλότητα κυλινδρικὴν ἀπο-

λήγουσαν κατὰ τὴν βάσιν εἰς γλωττίδα γ πολλὰ ἐλαφρὰν, αἰρομένην ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καὶ συγχωροῦσαν τὴν ἔξοδον τοῦ ὑποκάτωθεν αὐτῆς ἀέρος, ὅταν ἔχῃ πλειοτέραν ἐλαστικότητα τοῦ ὑπεράνωθεν τοῦ ἐμβόλου, περὶ πλέον διὰ τῆς πρὸς τὰ ἄνω καὶ κάτω κινήσεώς του κινεῖ ἄλλην γλωττίδα δ, ἥτις ἐναλλὰξ ἀνοίγει καὶ κλείει τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ εἰς κῶνον λήγοντος στελέχους κ. Ἡ πλὰξ π εἶναι δίσκος παχὺς ὑέλινος μὲ ἐπιφάνειαν ὁμαλὴν στερεῶς ἐστημένος ἐπὶ ἀπαρτίσματος μεταλλίνου· εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ ὑπάρχει ὀπὴ, ἐξ ἧς προκύπτει τὸ ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ, ὡπλισμένον μὲ κοχλίαν εἰς ὃν προσαρμόζονται αἱ σφαῖραι καὶ ἄλλα ὄργανα, ἐν οἷς θέλει τις νὰ κάμῃ τὸ κενὸν, ἀλλ' ὅταν πρόκηται νὰ κενωθῇ ὁ ἀὴρ ἀπὸ ἕνα κώδωνα, ἀπαιτεῖται τὰ χείλη αὐτοῦ νὰ ψαύωσιν ἀκριβῶς τὴν πλάκα, καὶ νὰ συνενόνωνται πανταχόθεν· καλοῦνται δὲ ἅπαντα μὲ τὸ γενικὸν ὄνομα δοχεῖα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας.

Ἡ κλεὶς κ. εἶναι ἓν εἶδος μεγάλου κρουνοῦ (ἴδ. τὸ αὐτὸ σχῆμα) προσηρμοσμένου εἰς τὸν ὀχετὸν Υ, ὅστις ἀνοιγοκλείων συγχωρεῖ ἢ διακόπτει τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ κώδωνος καὶ τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας. Ἐν τοσούτῳ, ἐπειδὴ προσέτι χρησιμεύει διὰ τὴν εἴσοδον τοῦ ἀέρος ἄλλοτε εἰς τὸν κώδωνα, καὶ ἄλλοτε εἰς τὴν ἀντλίαν, ἔχει ἐγκοπήν τινα ἢ κοίλωμα Ζ, κλειόμενον διά τινος μικροῦ γόμφου φ, ὥστε μετὰ τὴν κένωσιν τοῦ ἀέρος, τοῦ γόμφου αὐτοῦ ἀφαιρουμένου, ὁ ἐξωτερικὸς ἀὴρ εἰσρέει μὲ ὁρμὴν πότε εἰς τὸ ἓν καὶ πότε εἰς τὸ ἄλλο μέρος, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐντομῆς πρὸς τὸν κύλινδρον ἢ πρὸς τὸν κώδωνα.

Ὁ δοκιμαστὴρ ρ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ μετρᾶται ἡ πίεσις ἢ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἐν τῷ κώδωνι μένοντος ἀέρος· εἶναι δὲ οὗτος βαρόμετρον ἄλλοτε πλῆρες, καὶ ἄλλοτε κολοβὸν, διατεθειμένον ὑπό τινα ἐπιμήκη κώδωνα ὑέλινον κεκλεισμένον, συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ, καὶ ἑπομένως μετὰ τοῦ κώδωνος διὰ τοῦ κρουνοῦ κ· καθ' ὅσον ὁ ἀὴρ ἀραιοῦται, ἡ πίεσις ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ βραχίονος τοῦ βαρομέτρου ἐλαττοῦται, καὶ ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει ἐν αὐτῷ, καὶ

καταβαίνει εἰς τὸν ἄλλον· ἡ μένουσα λοιπὸν πίεσις ἐκφράζεται διὰ τῆς διαφορᾶς τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου· εἰς τὸ ἐντελὲς κενὸν ἡ διαφορὰ αὕτη ἐκλείπει· ἐὰν δὲ ἦναι 5, 10 ἢ 15 χιλις. λέγουσιν ὅτι τὸ κενὸν ἔφθασεν εἰς 5, 10 ἢ 15 χιλιοστόμετρα, δηλ. ὁ ἀὴρ διατηρεῖ εἰσέτι αὐτὸν τὸν μικρὸν βαθμὸν τῆς ἐλαστικότητος. Ὁ δοκιμαστὴρ μὲ κολοβὸν βαρόμετρον ἄρχεται σημειόνων τὴν ἐλαστικότητα τοῦ ἀέρος, ὅταν αὐτὴ καταντήσῃ μικροτέρα τῆς ὑπαρχούσης διαφορᾶς μεταξὺ τῆς κορυφῆς τοῦ κλειστοῦ βραχίονος, καὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸν ἀνοικτὸν βραχίονα. Ἡ κίνησις τῆς μηχανῆς ἐννοεῖται εὐκόλως: εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν τὸ ἔμβολον ἀναβαίνει, ἀνοίγει τὴν κωνοειδῆ δικλίδα, πλὴν ὁ κῶνος μένει πλησίον τῆς ὀπῆς, ἕτοιμος νὰ τὴν κλείσῃ, ἐπειδὴ τὸ στέλεχος αὐτοῦ φέρει πρὸς τὰ ἄνω ἐξόγκωσιν, ἥτις προσκρούει εἰς τὸ πῶμα τοῦ κυλίνδρου. Ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ὁ ἀὴρ τοῦ κώδωνος καὶ τῶν ἀγετῶν εἰσέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς αὐτῆς, ὅπως ἀναπληρώσῃ τὸ γινόμενον κενὸν ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου, καθ' ὅσον αὐτὸ ἀναβαίνει· κατερχομένου δὲ διακόπτονται ἀμέσως αἱ συγκοινωνίαι διὰ τῆς πτώσεως τῆς κωνοειδοῦς δικλίδος ἐπὶ τῆς ἕδρας της. Τότε ὁ ἀὴρ τοῦ κυλίνδρου συνθλίβεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἑπομένως ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γινομένη μείζων τῆς ὑπεράνω αὐτοῦ ἀτμοσφαιρικῆς, ἀνασηκόνει τὸν δικλίδα γ τοῦ ἐμβόλου, καὶ ἐξέρχεται. Οὕτω ὁσάκις τὸ ἔμβολόν ἀναβαίνει μέχρι τῆς κορυφῆς τῆς ἀντλίας, καὶ καταβαίνει μέχρι τοῦ πυθμένος αὐτῆς, ἐξέρχεται εἷς ὄγκος ἀέρος ἴσος τῇ χωρητικότητι τῆς ἀντλίας αὐτῆς, ἐὰν ἦναι μιᾶς λίτρας π. χ. Πλὴν ἂς μὴν ἀπατώμεθα· τὸ κενὸν μ' ὅλον τοῦτο δὲν δύναται νὰ γίνῃ πλῆρες, ἐπειδὴ ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ κώδωνος καὶ τῶν ἀγωγῶν εἶναι ἐπίσης μιᾶς λίτρας, ὅταν κατὰ πρώτην φορὰν τὸ ἔμβολον ἀνέλθῃ μέχρι τῆς κορυφῆς τῆς ἀντλίας, ἢ ἁπλῶς καθέξῃ τὸ ἄνω πέρας τοῦ δρόμου του, ἡ λίτρα αὐτὴ τοῦ ἀέρος θὰ διαχυθῇ εἰς μίαν χωρητικότητα διπλασίαν· ὁ κώδων καὶ οἱ ἀγωγοὶ ἐχορήγησαν μόνον τὸ ἥμισυ εἰς τὸν κύλινδρον, καὶ αὐτὸ μόνον ἐξέρχεται. Εἰς τὴν δευτέραν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου θὰ ἐξέλθῃ ὡσαύτως τὸ ἥμισυ τοῦ ὑπολοίπου κ. τ. θ. εἰς τὴν τρίτην καὶ ἑκατοστήν, ὥστε δὲν θὰ δυνηθῇ τις ποτὲ νὰ κάμῃ ἐντε-

λὲς κενὸν, ἐπειδὴ εἰς κάθε κίνησιν τοῦ ἐμβόλου λαμβάνει ἐκ τοῦ κώδωνος τὸ ἥμισυ ἐξ ὅσου ἡ προηγουμένη εἶχεν ἀφήσει (*).

Εἰς τὰς ἐντελεστάτας μηχανὰς τὸ κενὸν φθάνει μέχρι ἑνὸς ἢ δύο χιλιοστομέτρων, παρατηρεῖ δέ τις ὅτι καὶ μέχρι τοῦ ἑνὸς χιλιοστομέτρου ἂν καταντήσῃ πάλιν μένει $\frac{1}{760}$. Ἐὰν τὸ ἔμβολον τῆς πνευματικῆς ἀντλίας ἔχῃ ἑνὸς δεκατομέτρου τετραγωνικοῦ ἐπιφάνειαν, διὰ νὰ τὸ ἀνασηκώσῃ τις, ἀφ' οὗ γίνῃ τὸ κενὸν, ἀπαιτεῖται δύναμις 103 χιλιογραμ. περίπου, μὴ ὑπολογιζομένης τῆς τριβῆς, ἐπειδὴ ἡ πίεσις μιᾶς ἀτμοσφαίρας ἰσοδυναμεῖ μὲ 1,03 χιλ. κατὰ ὑφεκατόμετρον τετραγωνικόν. Ἕνεκα τούτου παρέχουσι γενικῶς εἰς τὴν πνευμαεικὴν ἀντλίαν τὴν εἰς τὸ σχῆμα 55 δεικνυομένην κατασκευήν. Αὕτη ἔχει δύο ἀντλίας καὶ δύο ἔμβολα κινούμενα δι' ἑνὸς διωστῆ-

---

(*) Γνωστῆς οὔσης τῆς σχέσεως τῆς χωρητικότητος τῆς ἀντλίας πρὸς τὴν τοῦ κώδωνος καὶ τῶν ἀγωγῶν γενικῶς δύναται νὰ παρασταθῇ τὸ μετά τινα ἀριθμὸν κινήσεων τοῦ ἐμβόλου παραχθὲν κενὸν διὰ τοῦ γενικοῦ τύπου $\frac{A Z^{\nu}}{(Z+\Pi)^{\nu}}$ Ἔστω Z ἡ χωρητικότης τοῦ δοχείου μετὰ τῶν ἀγωγῶν, Π ἡ χωρητικότης ἑκάστης ἀντλίας, Α ἡ ποσότης ἢ ἡ μάζα τοῦ ἐμπεριεχομένου εἰς τὸ δοχεῖον καὶ εἰς τὴν μίαν ἀντλίαν ἀέρος· ἐὰν διὰ περισσοτέραν ἁπλότητα ὑποτεθῇ ὅτι τὸ ἕτερον τῶν ἐμβόλων εὑρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον σημεῖον τοῦ δρόμου, ἐν ᾧ τὸ ἄλλο εἰς τὸ ἀνώτερον, τὸ τελευταῖον αὐτὸ διὰ μιᾶς στροφῆς τοῦ διωστῆρος, θὰ φθάσῃ εἰς τὸ κατώτερον καὶ ἐπειδὴ τὸ ὅλον ποσὸν τοῦ ἀερίου ὄγκου εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐργασίας ἦτο Z + Π (διότι καὶ τὸ ἔμβολον αὐτὸ εἶχεν ὑποκάτω ὄγκον τινὰ ἀέρος Π), ἡ πρώτη τοῦ διωστῆρος στροφὴ θὰ κάμῃ νὰ ἐξέλθῃ μόνον ὁ ὄγκος Π, καὶ ἐκ τῆς ἀναλογίας Α : χ :: Z + Π : Π θὰ ἔχωμεν $\chi = \frac{A\Pi}{Z+\Pi}$ διὰ τὸ ποσὸν ὅπερ ἐξῆλθεν· ἡ μένουσα λοιπὸν ποσότης ὑπὸ τὸ δοχεῖον θὰ ἦναι ἴση μὲ $A - \frac{A\Pi}{Z+\Pi}$ ἢ $\frac{AZ}{Z+\Pi}$ Διὰ μιᾶς ἄλλης στροφῆς τοῦ διωστῆρος θὰ ἐξέλθῃ ἀκόμη εἰς ὄγκος ἴσος μὲ Π, οὕτινος τὸ βάρος χ′ λογιζόμενον διὰ τῆς ἀναλογίας $\frac{AZ}{Z+\Pi} : \chi' :: Z+\Pi : \Pi$ θὰ ἦναι $\chi' = \frac{AZ\Pi}{(Z+\Pi)^2}$· διὰ μιᾶς τρίτης κινήσεως τοῦ ἐμβόλου θὰ ἐξαχθῇ $\frac{AZ\Pi}{(Z+\Pi)^2}$ καὶ διὰ ν κινήσεις $\frac{AZ\Pi}{(Z+\Pi)^{\nu}}$. Ὁ μένων λοιπὸν ἀὴρ τὸ πρῶτον εἶναι $\frac{AZ}{Z+\Pi}$ εἰς τὸ δεύτερον $\frac{AZ^2}{(Z+\Pi)^2}$ καὶ τέλος εἰς τὸ ν $\frac{AZ^{\nu}}{(Z+\Pi)^{\nu}}$.

ρος δ, ὅστις κινούμενος ὡς ὁ ζυγὸς τῆς πλάστιγγος συστρέφει κατὰ τὸ μέσον τροχίσκον ὀδοντωτὸν πρὸς ὃν εἶναι προσηλωμένος, καὶ οὗτινος οἱ ὀδόντες ἐναρμόζονται καὶ συνεμπλέκονται μὲ τοὺς ὀδόντας δύο κρεμάθρων ἢ ῥάβδων ὀδοντωτῶν Μ, ἑκατέρωθεν τοῦ τροχίσκου καθέτως κινουμένων. Τὰ δύο ἔμβολα κινοῦνται ὁμοῦ, πλὴν ἐν ᾧ τὸ ἓν ἀναβαίνει, τὸ ἄλλο καταβαίνει.

42. Ἀντλία συμπιεστική. Ἡ ἀντλία αὕτη χρησιμεύει πρὸς σύνθλιψιν τοῦ ἀέρος ἐντὸς δεδομένου δοχείου. Τὸ ἀποτέλεσμά της, ὡς βλέπει τις, εἶναι ἀντίστροφον τῆς προηγουμένης (σχῆμα 56). Σύγκειται δὲ ἐκ μιᾶς ἀντλίας καὶ ἑνὸς ἐμβόλου. Τὸ τελευταῖον εἶναι ἄνευ δικλίδος, ἀλλ' ἡ ἀντλία αὐτὴ εἰς τὸ κάτω μέρος φέρει δύο γλωττίδας διαφόρους, ἐξ ὧν ἡ μία ἀπορροφητικὴ α, συγκοινωνεῖ μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, καὶ ἀνοίγει ἀπὸ τὰ ἔξω πρὸς τὰ μέσα, ἡ δὲ ἄλλη συμπιεστικὴ β συγκοινωνεῖ μὲ τὸ δοχεῖον, καὶ ἀνοίγει ἀντιστρόφως ἔνδοθεν πρὸς τὰ ἔξω. Εἰς τὴν ἀναβίβασιν τοῦ ἐμβόλου ἡ δικλὶς τῆς εἰσπνοῆς ἀνοίγει, καὶ ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται διὰ νὰ πληρώσῃ τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας, εἰς δὲ τὴν καταβίβασιν κλείει διὰ τοῦ θλίβοντος αὐτὴν ἐλατηρίου, ὁ ἀὴρ συνθλίβεται, καὶ ὅταν ἡ ἐλαστικότης του ὑπερισχύσῃ τῆς τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ, ἡ συμπιεστικὴ γλωττὶς ἀνοίγει ὡσαύτως ἵνα παρέξῃ δίοδον εἰς αὐτὸν, καὶ κλείει ἀμέσως πάλιν. Οὕτω εἰς ἑκάστην κίνησιν τοῦ ἐμβόλου εἰσέρχεται ἐν τῷ δοχείῳ ὄγκος τις ἀέρος ἴσος τῇ χωρητικότητι τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας.

Ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τῆς ἀπορροφητικῆς γλωττίδος δύναταί τις νὰ προσαρμόσῃ δι' ἕλικος ἄλλον σωλῆνα, δι' οὗ νὰ ἀντλῆται ἀπό τινος ἐλαστικοῦ θύλακος ἢ κώδωνος, ὁ ἀὴρ ἢ ἄλλο τι ἀέριον.

Ὅταν θέλῃ τις νὰ μετρήσῃ τὴν ἐλαστικότητα τοῦ οὕτω πεπυκνωμένου ἀέρος, ἢ τοῦ ἀερίου, προσαρμόζει εἰς τὸ δοχεῖον μανόμετρον μὲ ἀέρα ἐλεύθερον, καὶ ἓν ἄλλο μὲ πεπιεσμένον.

Τὸ μανόμετρον αὐτὸ χρησιμεύει εἰς τὸ μετρεῖν τὰς πιέσεις τῶν περιωρισμένων ἀερίων, ἐν ᾧ τὸ βαρόμετρον μετρεῖ τὴν ἐλευθέραν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας.

Τὸ μὲ ἀέρα ἐλεύθερον μανόμετρον (σχῆμα 57) συνίσταται εἰς σωλῆνα κάθετον ἀνοικτὸν κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα, καὶ βυθιζόμενον

εἰς ὑδράργυρον ἐμπεριεχόμενον εἰς δοχεῖον δ, πλὴν ὁ ὑδράργυρος αὐτὸς ἀντὶ νὰ δέχηται τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, δέχεται μόνον τὴν πίεσιν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ἀέρος μετὰ τοῦ ὁποίου συγκοινωνεῖ, ἕνεκα τῆς πανταχόθεν συγκλείσεως τοῦ δοχείου. Ἡ πίεσις αὕτη εἶναι 1, 2, 3, ἢ 4 ἀτμοσφαιρῶν, ὅταν ἡ ἐν τῷ σωλῆνι ὑψουμένη στήλη τοῦ ὑδραργύρου σύγκηται ἀπὸ 1, 2, 3 ἢ τετράκις τὸ ὕψος τοὺ βαρομέτρου.

Τὸ μανόμετρον μὲ πεπιεσμένον ἀέρα λαμβάνει διαφόρους μορφὰς (σχῆμα 58, 59, 60).

Τὸ μὲ δύο βραχίονας μανόμετρον (σχῆμα 58) δὲν εἶναι ἄλλο, εἰ μὴ σωλήν τις κεκαμμένος, ἔχων τὸν ἕνα βραχίονα κλειστὸν, καὶ τὸν ἄλλον ἀνοικτόν· ὁ πρῶτος περιέχει τὸν ἀέρα, καὶ ὀφείλει νὰ ἦναι κυλινδρικὸς, ὁ δὲ δεύτερος δέχεται τὴν πίεσιν καὶ τὴν μεταδίδει διὰ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης. Διαθέτουσι τὸ ὄργανον εἰς τρόπον ὥστε ὁ ὑδράργυρος νὰ ἰσοσταθμῇ καὶ εἰς τοὺς δύο βραχίονας ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, καὶ τότε σημειόνουσιν 1, ἀπέναντι τῆς κορυφῆς τῆς ἐν τῷ κλειστῷ βραχίονι στήλης, ἔπειτα σημειόνουσιν 1, 2, 3, 4 ἀπέναντι τῶν σημείων, ὅπου ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος κατήντησε $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$· μικρά τις διόρθωσις ἀπαιτεῖται μόνον νὰ γίνηται εἰς αὐτὸ, δηλ. νὰ προστίθηται ὅλη ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους τῶν δύο στηλῶν διὰ νὰ ἔχῃ τις ὁλόκληρον τὴν πίεσιν, ἥτις ἐξασκεῖται ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ σωλῆνος.

Τὸ μὲ δύο βραχίονας καὶ δύο σφαίρας (σχῆμα 60) διαφέρει τοῦ προηγουμένου κατὰ τοῦτο, ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν ἐπιφανειῶν μεταξὺ τῶν κορυφῶν τῶν δύο στηλῶν εἶναι μικροτέρα, πλὴν ἔχει τοῦτο τὸ πλεονέκτημα, τὸ νὰ μὴ χάνῃ οὐδὲν μέρος τοῦ ὁποίου ἐμπεριέχει ἀέρος, ὅταν ἡ πίεσις τοῦ ἀνοικτοῦ βραχίονος καθίσταται πολὺ μικροτέρα μιᾶς ἀτμοσφαιρικῆς· ἐπειδὴ ὁ ἐγκεκλεισμένος ἀὴρ χάνει τὴν ἐλαστικότητά του διαχεόμενος ἐντὸς τῆς σφαίρας.

Τὸ μανόμετρον μὲ ὄρθιον σωλῆνα δέχεται τὴν πίεσιν διὰ τοῦ κάτωθεν μέρους. Ὁ χάλκινος κύλινδρος, εἰς ὃν περατοῦται, περιέχει μικρὰν λεκάνην ὑέλινον πλήρη ὑδραργύρου, ἐν ᾧ ὁ σωλὴν ἐμβαπτίζεται. Ἡ συμπιεστικὴ ἀντλία εἶναι χρήσιμος εἰς διαφόρους περιστάσεις π. χ. εἰς τὴν σύνθλιψιν τοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ ἀεροτόνου, εἰς τὴν

συμπίεσιν τοῦ πρὸς φωτισμὸν ἀερίου ἐν τοῖς λύχνοις, ἐπίσης τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἰς τὰ ἀτμοειδῆ τεχνητὰ ὕδατα κτλ.

Σημ. Γάλλος τις ὀνομαζόμενος Τρίγερ, θέλων νὰ εὐκολύνῃ τὴν καλλιέργειαν ἀνθρακωρυχίου τινὸς, καὶ μὴ δυνάμενος νὰ ἐξαντλήσῃ τὰ ἐν αὐτῷ ὕδατα, ἐστοχάσθη νὰ τὰ ὠθήσῃ πρὸς τὰ ὄπισθεν διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν συμπιεστικῶν μηχανῶν· τὸ σχέδιον ἐπέτυχε κάλλιστα, καὶ ἰδοὺ ὁποῖα φαινόμενα οἱ ἐν αὐτῷ τῷ φρέατι ἐργαζόμενοι παρετήρησαν· 1ον μεταβαίνων τις ἀπὸ τὸν ἐλεύθερον ἀέρα εἰς τὸν πεπιεσμένον, κατ' ἀρχὰς αἰσθάνεται πόνον τινὰ ἀρκετὰ αἰσθαντικὸν εἰς τὰ ὦτα, μέχρις οὗ ἡ ἰσορροπία τῆς πιέσεως μεταξὺ τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ ἐσωτερικοῦ ὠτὸς ἀποκατασταθῇ· 2ον ἡ καῦσις γίνεται μὲ τόσον πλειοτέραν ταχύτητα, ὅσον περισσότερον ὁ ἀὴρ εἶναι πεπιεσμένος· 3ον ψῦχος ἐπαισθητὸν παράγεται ἐκ τῆς διαστολῆς τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος.

Ὁ Κ. Τρίγερ ἔκαμε καὶ ἄλλας τινὰς παρατηρήσεις οὐχ ἧττον περιέργους. Ἡ πρώτη εἶναι, ὅτι μετὰ τὴν πίεσιν τριῶν ἀτμοσφαιρῶν δὲν δύναται πλέον τις νὰ συρίζῃ· ἡ δευτέρα ὅτι ἅπαντες ἐμιλοῦσι μὲ τὴν ῥῖνα· ἡ τρίτη ὅτι οἱ ἐργάται ἀναβαίνοντες τὰς κλίμακας ἀσθμαίνουσιν ὀλιγώτερον ἐντὸς τοῦ πεπιεσμένου ἀέρος, ἢ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ.

Σιδηρόδρομος ἀτμοσφαιρικός. Οἱ ΚΚ. Κλὲγγ καὶ Σαμούδας συνέλαβον τὴν εὐτυχῆ ἰδέαν νὰ μεταχειρισθῶσι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ὡς δύναμιν κινοῦσαν. Κατεσκεύασαν λοιπὸν κατ' αὐτὴν τὴν ἀρχὴν σιδηρόδρομον ἀτμοσφαιρικὸν ἀπὸ τὸ Κινγγςὸν εἰς τὸ Δάλκε τῆς Ἰρλανδίας, οὗτινος τὴν περιγραφὴν ἐν συντόμῳ ἐκθέτομεν

Εἶναι γνωστὸν ἤδη ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπί τινος ἐπιφανείας δεδομένης εἶναι σχεδὸν ἡ αὐτὴ, μὲ τὴν ὁποίαν ἤθελεν ἐξασκήσει μία στήλη ὕδατος 10 μέτρων καὶ $\frac{40}{100}$, ἢ 0, 076 ὑδραργύρου, ὄντος βαρυτέρου κατὰ 13 καὶ $\frac{1}{2}$ τοῦ ὕδατος. Προσέτι γινώσκομεν ὅτι εἰς τὴν πίεσιν τοῦ ἀέρος χρεωστοῦνται αἱ ἀντλίαι. Ἐὰν ἔκ τινος σωλῆνος ἐμβαπτισμένου εἰς τὸ ὕδωρ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἐμπεριεχόμενον ἀέρα, τὸ ὕδωρ ὠθούμενον ἐξωτερικῶς ὑπὸ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἀναβαίνει μέχρις οὗ ἰσορροπήσῃ μὲ τὴν ὤθησιν αὐτήν.

Οἱ συγγραφεῖς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ συστήματος ἠθέλησαν νὰ καταστήσωσιν ἐπωφελεστέραν τὴν ἰδιότητα αὐτὴν τοῦ ἀέρος. Ὑποτίθεται σωλήν τις, ἢ ὀχετὸς μήκους 100 μέτρων π. χ. ἐκτεινόμενος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, κλεισμένος ἀπὸ τὸ ἓν ἄκρον, καὶ διὰ τοῦ ἄλλου ὅτι εἰσέρχεται ἔμβολον κλεῖον ἑρμητικῶς τὸν ὀχετὸν, καὶ δυνάμενον νὰ κινηθῇ τρίβον ἐλαφρὰ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν· εἰς τὸ ἀντίθε-

τον ἄκρον προσαρμόζεται ἄλλος σωλὴν συγκοινωνῶν μὲ τὸν πρῶτον διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου, καὶ διὰ τοῦ ἄλλου μὲ μίαν πνευματικὴν ἀντλίαν. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἐὰν διὰ τῆς μηχανῆς αὐτῆς ἀπορροφηθῇ, ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ἀὴρ, τὸ ἔμβολον θὰ κινηθῇ καὶ τόσον ταχέως, ὅσον ταχύτερον γίνῃ ἡ ἀπορρόφησις. Εἶναι λοιπὸν δυνατὸν νὰ δοθῇ μία ταχύτης μεγίστη εἰς τὴν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου, ἐν ὅσῳ ἡ μηχανὴ ἐξακολουθεῖ νὰ ἐνεργῇ, ἐπειδὴ ἰδοὺ τί συμβαίνει ἐπὶ τῆς ἐνεργείας αὐτῆς: ἐν ὅσῳ ὁ ἀὴρ τοῦ σωλῆνος ἀπορροφᾶται, ἡ πίεσις ἐπὶ τῆς ἔμπροσθεν ἐπιφανείας τοῦ ἐμβόλου ἐλαττοῦται, καὶ ἡ ἀτμοσφαῖρα ὠθεῖ πάντοτε μὲ ὅλον τὸ βάρος αὐτῆς τὴν ὄπισθεν ἐπιφάνειαν.

Ἡ διαφορὰ προχωρεῖ αὔξουσα, ὑποτιθεμένου τοῦ ἐμβόλου εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν, καὶ ἤθελεν εἶναι ἡ μεγαλειτέρα, ἐὰν τὸ κενὸν ἐγίνετο ἐντελὲς εἰς τὸν σωλῆνα, ὅπερ δὲν δύνανται νὰ κατορθώσωσιν αἱ καλλίτεραι μηχαναί. Ἀλλ' ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ κενὸν ἔγινεν ἐντελῶς, ἡ ἔμπροσθεν ἐπιφάνεια δὲν θὰ ὑποφέρῃ οὐδεμίαν πίεσιν, ἡ δὲ ὄπισθεν ὅλον τὸ βάρος τῆς ἀτμοσφαίρας. Γνωρίζομεν δὲ ὅτι τὸ βάρος αὐτῆς εἶναι 1, 3 χιλιογρ. καθ' ἕκαστον τετραγωνικὸν ὑφεκατόμετρον, ἢ δέκα πέντε λιτρῶν καθ' ἕκαστον δάκτυλον (μετρ. ἀγγλ). ὥστε ἐὰν τὸ ἔμβολον ἔχῃ ἐπιφάνειαν 100 δακτύλων, θὰ ὠθῆται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος μὲ δύναμιν 1500 λιτρῶν, καὶ θὰ δύναται νὰ σύρῃ ἀκόμη μέγιστον βάρος, ἐπειδὴ ἰσοδυναμεῖ μὲ 15 περίπου ἵππων δύναμιν.

Πλὴν μὲ ἓν ἔμβολον περιωρισμένον οὕτω ἐντὸς σωλῆνος δυσκόλως ὠφελεῖταί τις ἐκ τῆς παραχθείσης δυνάμεως. Ἐὰν ἐπρόκειτο περὶ σωλῆνος 100 μέτρων ἢ καὶ 200, ἐννοεῖ τις ὅτι ἠδύνατο νὰ δεθῇ εἰς αὐτὸ τὸ ἔμβολον σχοινίον ἰσόμηκες, ἀλλὰ διὰ νὰ ἐφαρμοσθῇ ἡ ἀρχὴ αὕτη εἰς τὸ σύστημα τῶν σιδηροδρόμων ἀπαιτεῖται ἐνέργεια εἰς μεγάλα διαστήματα, καὶ ἰδοὺ ποῦ ἵσταται ἡ λύσις τοῦ προβλήματος ὑπὸ τῶν μνησθέντων Κλεγγ καὶ Σαμούδα. Σχίζουσι τὸν ὀχετὸν ἀπὸ τὸν ἓν εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον, καὶ διὰ τῆς σχάσεως αὐτῆς περῶσιν στέλεχος σ, δι' οὗ τὸ ἔμβολον ἢ τὸ κινητήριον αὐτὸ συνδέεται μὲ σειρὰν ἁμαξῶν, εἰς ἣν μεταδίδει ὅλην τὴν κίνησίν του· ἀλλ' ὅταν ὁ σωλὴν ἦναι σχισμένος, τὸ κενὸν εἶναι ἀδύνατον. Τί γί-

νεται λοιπόν; τὸ σχίσμα αὐτὸ ἢ ἡ σχάσις κλείει διὰ δικλιδος ἐκ δέρματος ἐπιμήκους, ἢ μᾶλλον ἔκ τινος σειρᾶς διαδοχικῶν δικλίδων, ἐχούσης ἑκάστης μῆκος δακτύλων τινῶν, καὶ φερούσης σιδήρωμά τι, ὅπως ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν· τὸ ἔμβολον β, ὅπερ ἔχει (σχῆμα 61) πλέον τῶν 6 μέτρων μῆκος φέρει τροχάλους ἢ λόχλιγας γ, ἀνασηκόνοντας κατὰ σειρὰν τὴν σύνθετον αὐτὴν δικλίδα διὰ νὰ δώσῃ δίοδον εἰς τὸ στέλεχος. Εἰς τὸ μέρος δὲ ὅπου εὑρίσκεται ἡ κεφαλὴ τοῦ ἐμβόλου κλείεται στεγανῶς ὁ σωλὴν, ἐπειδὴ ἡ δικλὶς ἀκόμη ἐκεῖ δὲν ὑψώθη, καὶ τοῦτο, ἕνεκα τοῦ μήκους τῆς κεφαλῆς τοῦ ἐμβόλου, εἰς τρόπον ὥστε τὸ κενὸν πάντοτε ὑπάρχει ἔμπροσθεν· αἰρομένου δὲ ἑκάστου τμήματος τῆς δικλίδος διαδοχικῶς εἰς πᾶσαν στιγμὴν, ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται ὄπισθεν καὶ ὠθεῖ τὸ ἔμβολον· εἰς ἕκαστον δὲ βῆμα τοῦ στελέχους, νὰ εἴπω οὕτω, ἡ ὄπισθεν δικλὶς κλείει, καὶ ἀνοίγει ἡ ἀμέσως ἔμπροσθεν· εἷς δὲ τροχὸς ἱκανοῦ βάρους διέρχεται ὑπεράνωθεν αὐτῶν συγχρόνως, ὅπως προσκολλῶνται καλῶς ἐπὶ τοῦ σωλῆνος· πρὸς δὲ μίγμα τι ἐκ κηροῦ καὶ λίπους τετηγμένον βύει τοὺς πόρους.

Ἰδοὺ εἰς τί συνίσταται ὁ ἀτμοσφαιρικὸς σιδηρόδρομος. Ἐνταῦθα σημειωτέον μόνον ὅτι δύο πνευματικαὶ ἀντλίαι μέγισαι εἶναι ἀνάγκη νὰ ἐνεργῶσι διὰ τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὰς δι' αὐτοῦ συγκοινωνούσας πόλεις.

43. Πνευματικὸς κάδος, καὶ κατασκευὴ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ ὀξυγόνου, καὶ τοῦ ἀζώτου. Ὁ πνευματικὸς κάδος χρησιμεύει εἰς τὴν κατασκευὴν καὶ μετάγγισιν τῶν ἀερίων. Καλεῖται κάδος μὲ ὕδωρ, ἢ μὲ ὑδράργυρον κατὰ τὸ περιεχόμενον ὑγρόν.

Ὁ μὲ ὑδράργυρον κάδος γενικῶς εἶναι ἓν τμῆμα ἐκ λίθου, ἢ μαρμάρου, ὅπερ κοιλαίνουσι μὲ τρόπον ὥστε νὰ γίνηται οἰκονομία καὶ τοῦ ὑδραργύρου, καὶ διαχειρίσεις ἀνάλογοι μὲ τὰς ὁποίας μέλλομεν νὰ περιγράψωμεν, ὁμιλοῦντες περὶ τοῦ μὲ ὕδωρ κάδου, νὰ συγχωρῶνται· ὁ μὲ ὕδωρ κάδος (σχῆμα 62) εἶναι κιβώτιόν τι τετράγωνον μήκους ἑνὸς περίπου μέτρου, καὶ ἡμίσεος πλάτους καὶ βάθους. Ἐσωτερικῶς εἶναι μολυβδωμένον. Ἡ χωρητικότης του λοιπὸν εἶναι 250 λιτρῶν, πλὴν τὸ ὕδωρ ἀπέχει ἕως ἓν δεκατόμετρον ἀπὸ τὸ

χείλος. Εἰς ὑφεκατόμετρά τινα ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος διαθέτουσιν ὁριζοντίως δύο ἀβάκια τριῶν δεκατομέτρων ἐκτάσεως, κατέχοντα τὰς δύο ἄκρας, τὸ δὲ ἐκ 4 δεκατομέτρων διαχωρίζον αὐτὰ διάστημα εἶναι ὁ καλούμενος λάκκος τοῦ κάδου. Οἱ οὕτω προσηρμοσμένοι ἄβακες ἀποτελοῦσι δύο θέσεις, καὶ ἔχουσι διαφόρους ὀπὰς, ἐξ ὧν αἱ μὲν ἀνοίγουσι πρὸς τὰ κάτω καὶ σχηματίζουσι χωνία, αἱ δὲ εἰσιν ἐπιμήκεις ἵνα διέρχωνται οἱ σωλῆνες. Ἐάν τις λάβῃ μεγάλον κώδωνα μὲ κρουνὸν, καὶ τὸν βυθίσῃ καθέτως εἰς τὸν λάκκον τοῦ κάδου, τὸ ὕδωρ δὲν θὰ δυνηθῇ ν' ἀναβῇ πολὺ, ὅταν ὁ κρουνὸς ἦναι κλεισμένος ἕνεκα τῆς θλίψεως τοῦ ἐμπεριεχομένου ἀέρος· ἀλλ' ὅταν ἦναι ἀνοικτὸς, ὁ ἀὴρ διαφεύγει ἕνεκα τῆς ὑπερβολικῆς πιέσεως, ὁ κώδων βυθίζεται ὡς ἐκ τοῦ ἰδίου του βάρους, καὶ πληροῦται ὕδατος ἐντελῶς. Τότε, τοῦ κρουνοῦ κλεισθέντος, δύναταί τις νὰ τὸν σηκώσῃ, καὶ νὰ τὸν θέσῃ ἐπὶ τοῦ ἄβακος· ἐὰν ὁ κρουνὸς δὲν ἦναι καλῶς κλεισμένος, ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται κατὰ μικρὸν, ἡ ἐπιφάνεια καταβαίνει ἐν τῷ κώδωνι, καὶ συμπίπτει μὲ τὴν ἐξωτερικὴν, ὅταν ὁ εἰσαχθεὶς ἀὴρ ἀποκτήσῃ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν ἐλαστικότητα, ἀλλ' ὅταν ὁ κρουνὸς κρατῆται καλῶς, ὁ κώδων μένει πεπληρωμένος. Ἂς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι δι' ἑνὸς σωλῆνος κυρτοῦ αγβ ἢ αγ'β ἐμφυσῶμεν ἀέρα, ὁ ἀὴρ, βλέπει τις, φθάνει ὑπὸ τὸ χωνίον, καὶ εἰσέρχεται εἰς φυσαλίδας ἐν τῷ κώδωνι, πλὴν ὅσον περισσότερον ὁ ἀγκὼν τοῦ σωλῆνος κατέρχεται ἐν τῷ ὕδατι, τόσον ἡ πίεσις, ἢ ἡ ἀντίστασις, ἣν ὑφίσταται διὰ νὰ εἰσέλθῃ, πλεονάζει. Τὸ ποσὸν δὲ αὐτὸ τῆς πιέσεως παρίσταται διὰ τῶν στηλῶν νη καὶ νή κατὰ τὸν βαθμὸν τῆς καταβάσεως τοῦ σωλῆνος. Ὅταν δὲ ὁ ἀὴρ, ὑπερνικήσῃ τὴν ἀντίστασιν αὐτὴν καὶ διέλθῃ τὸ πέρασμα αὐτὸ, ἀναβαίνει εὐκολώτερον καὶ αὐξάνει κατὰ τὸν ὄγκον, ὡς διερχόμενος ἀπὸ στιβάδας ὕδατος, ὧν ἡ πίεσις προχωρεῖ ἐλαττουμένη· ὁ κώδων εἶναι βαθμολογημένος εἰς λίτρας, ἢ εἰς πολλοστὰ αὐτῆς, οἷον δέκατα, ἑκατοστά· ὅταν δὲ ἦναι πλήρης ἐν μέρει, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ νὰ δεικνύῃ 20 ὑφεκατομετρ. π. χ. ὑπεράνω τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας, δὲν πρέπει νὰ λησθῇ, ὁ φαινόμενος ὄγκος τοῦ ἐμπεριεχομένου ἀερίου, ὡς ὁ ἀληθὴς, ἐπειδὴ αὐτὸ ὑποφέρει πίεσιν μικροτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, καὶ μι-

κροτέραν ἀκόμη τοῦ ὅλου ὕψους τῆς ὑδατώδους αὐτῆς στήλης τῶν 20 ὑρεκατομέτρων. Διὰ νὰ μὴ κάμῃ δέ τις διορθώσεις, ὅταν θέλῃ νὰ γνωρίσῃ τὴν ἐλαστικότητα, ἢ τὴν πίεσιν τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἀερίου, καταβιβάζει αὐτὸν, καὶ τὸν βυθίζει εἰς τὸν λάκκον, ἕως οὗ ἡ ἐντὸς ἐπιφάνεια ἰσοσταθμίσῃ μὲ τὴν ἐκτὸς, καὶ τότε ἀναγινώσκει τὸν κατεχόμενον ὑπὸ τοῦ ἀερίου ὄγκον· παρατηρεῖ τὸ βαρόμετρον εἰς αὐτὴν τὴν στιγμὴν, καὶ οὕτω προσδιορίζει τὴν πίεσιν ὑπὸ τὴν ὁποίαν εὑρίσκεται

Ἐκ τούτων συνάγεται ὅτι διὰ νὰ μεταγγίσῃ τις ἀέριόν ἀπὸ ἕνα κώδωνα ἐπιμήκη (eprouvette) εἰς μίαν φιαλίδα π. χ., ἀρκεῖ νὰ πληρώσῃ τὸ τελευταῖον ἀγγεῖον μὲ ὕδωρ, ν' ἀντιστρέψῃ τὸ στόμιον πρὸς τὰ κάτω καὶ νὰ τὸ θέσῃ ἐπὶ τοῦ ἄβακος ὑπεράνω ὀπῆς εἰς σχῆμα χοάνης· τότε ἀφ' οὗ βυθίσῃ τὸν κώδωνα ὑπὸ τὸ ὕδωρ, τὸν κλίνει ὀλίγον κατ' ὀλίγον, μέχρις οὗ αἱ φυσαλίδες τοῦ ἀερίου φθάσωσιν ὑπὸ τὸ χωνίον, καὶ ἐκεῖθεν ἀναβῶσιν εἰς τὴν φιαλίδα· πληρωθεῖσα δὲ αὕτη κλείεται ὑπὸ τὸ ὕδωρ μὲ πῶμα, καὶ θέσαντες ὑπὸ τὸ στόμιον αὐτῆς ποτήριον ἢ τρυβλίον περιέχον ὀλίγον ὕδωρ, ἐξάγουσιν ὁμοῦ αὐτὰ ἐκ τοῦ κάδου, καὶ οὕτω διατηροῦσι τὰ ἀέρια, χωρὶς νὰ τὰ συσσωρεύωσιν ἐπ' αὐτοῦ.

Ἀνθρακικὸν ὀξύ. Τὸ ἀέριον αὐτὸ κατασκευάζεται (σχῆμα 63) διὰ μέσου διστόμου τινὸς φιάλης μὲ δύο σωληνίσκους, κατὰ τὸ ἥμισυ πλήρους ὕδατος, ἐν ᾗ ῥίπτουσι μάρμαρον ἢ τιτανώδη λίθον εἰς τεμάχια ὀλίγον παχέα· διὰ τοῦ πώματος τοῦ ἑνὸς τῶν στομίων διέρχεται σωλὴν κατερχόμενος σχεδὸν μέχρι τοῦ πυθμένος, καὶ λήγων ἄνω εἰς χοάνην, ἀφ' ἧς ἐγχέουσιν ὑδροχλωρικὸν ὀξύ. Τοῦτο ἑνούμενον μετὰ τῆς τιτάνου ἀποσυνθέτει αὐτὴν καὶ ἀποδιώκει τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ, λαμβάνον τὸν χῶρον αὐτοῦ· διὰ δὲ τοῦ πώματος τοῦ ἄλλου στομίου ἕτερος σωλὴν διέρχεται μὲ διαφόρους καμπὰς, οὗτινος τὸ ἄκρον φθάνον, διήκει ὑπὸ τὴν χοάνην τοῦ πνευματικοῦ κάδου, ἢ ὑπὸ ὄστρακόν τι διατεθειμένον ἐντὸς πηλίνης κύμβης (γαβάθας)· τὸ ἀναπτυσσόμενον εἰς τὴν ἀρχὴν ἀέριον εἶναι μεμιγμένον μὲ τὸν ἀέρα τῆς φιάλης, πλὴν μετά τινα χρόνον ἀφ' οὗ ὁ ἀὴρ ἐξέλθῃ, τὸ ἀέριον εἶναι καθαρὸν, καὶ δύναταί τις νὰ τὸ συλλέξῃ εἴτε ἐντὸς μικροῦ

κώδωνος κυλινδρικοῦ, εἴτε ἐντὸς φιαλίδος, ἢ καὶ εἰς μέγαν κώδωνα· δοκιμάζεται δὲ ἡ καθαρότης τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος διὰ τῆς μίξεως αὐτοῦ μετὰ ὕδατος ἐμπεριέχοντος ποσότητά τινα ποτάσσης ἢ σόδας διαλελυμένης, τότε ἡ διάλυσις καταπίπτει καὶ σχηματίζει ὑπόστασιν ἐν τῷ κώδωνι· διότι τὸ ἀέριον ἠνώθη κατὰ μέγα μέρος μὲ τὰς βάσεις αὐτὰς, διὰ ν' ἀποτελέσῃ ἀνθρακικὴν πότασσαν ἢ σόδαν ἀδιάλυτον.

Ὑδρογόνον. Τὸ ἀέριον αὐτὸ κατασκευάζεται διὰ χημικοῦ ὀργάνου ὁμοίου τῷ προηγουμένῳ (σχῆμα 63)· μὲ τὴν διαφορὰν αὐτὴν, ὅτι ἀντὶ τοῦ μαρμάρου θὰ τεθῶσι ψήγματα ψευδαργύρου, ἢ σιδήρου· ὡς πρὸς τὸ ὀξὺ δὲ μεταχειρίζονται κατὰ προτίμησιν τὸ θειϊκὸν ὀξύ· μετὰ τὴν ἔγχυσιν αὐτοῦ τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται, τὸ ὀξυγόνον ἑνοῦται μετὰ τοῦ ψευδαργύρου διὰ νὰ σχηματίσῃ τὸ ὀξείδιον αὐτοῦ, τοῦτο δὲ πάλιν μετὰ τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος σχηματίζει θειϊκὸν ψευδάργυρον, ὅστις μένει διαλελυμένος, τὸ δὲ ὑδρογόνον ἐλευθεροῦται καὶ συρρέει εἰς τοὺς κώδωνας ἢ τὰς φιάλας, τὰς ὁποίας, ὡς εἴδομεν κλείουσιν ὑπὸ τὸ ὕδωρ. Ὅταν τὸ ὑδρογόνον ἦναι ἡνωμένον κατά τινα ἀναλογίαν μετὰ τοῦ ἀέρος· ἐκπυρσοκροτεῖ ἢ διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, ἢ διά τινος ὕλης πεπυρακτωμένης, ἐλθούσης εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ. Μ' ὅλα ταῦτα εἰς τινα ἐπιμήκη κώδωνα ἔχοντα ὕψος 10—15 ὑφεκατομέτρων, καὶ 1—2 διάμετρον ἡ ἐκπυρσοκρότησις λαμβάνει μὲν χώραν, ἀλλὰ δὲν συμβαίνει ῥῆξις εἰς τὸν κώδωνα, ἐκτὸς ἐὰν ἦναι πολλὰ λεπτός. Ὅταν τὸ ὑδρογόνον ἦναι καθαρὸν, τὸ πυρεῖον φλέγει μόνον τὴν εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν ἀέρα στιβάδα, καὶ ἡ καῦσις διαδίδεται βραδέως μέχρι τσῦ πυθμένος τοῦ δοχείου.

Ὀξυγόνον. Εἷς τῶν ἁπλουστέρων τρόπων τοῦ κατασκευάζειν τὸ ὀξυγόνον εἶναι ὁ παριστάμενος εἰς τὸ σχῆμα 65. Ἡ κερατοειδὴς φιάλη α περιέχῃ χλωρικὴν πότασσαν· ταύτην θερμαίνουσιν ἐλαφρὰ, ἢ διὰ πυραύνου, ἢ διά τινος λύχνου μὲ οἰνόπνευμα· παρευθὺς ἡ χλωρικὴ πότασσα ἀναλύεται, μετ' ὀλίγον φαίνεται βράζουσα, πλὴν δὲν εἶναι ἀληθὴς βράσις, εἶναι μία ἀποσύνθεσις, καθ' ἣν τὸ ὀξυγόνον ἀποχωριζόμενον ἐκφεύγει διὰ τοῦ σωλῆνος. Τὸ συνάγουσιν ὑπὸ τὸ ὕδωρ, καθὼς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ, καὶ τὸ ὑδρογόνον· ἀπαιτεῖ-

ται ὅμως νὰ διοικῇ τις καλῶς τὸ πῦρ, ὅπως μὴ ἀναπτύσσηται οὔτε ταχέως πολὺ, οὔτε βραδέως.

Τὸ ὀξυγόνον ἀκόμη κατασκευάζεται καὶ μὲ τὸ ὑπεροξείδιον τοῦ μαγγανεσίου. Ἡ χημικὴ συσκευὴ παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 64· κερατοειδὲς δοχεῖον ἐκ ψαμμολίθου πληροῦται κατὰ τὸ ἥμισυ μὲ μαγγανέσιον εἰς κόνιν, καὶ τίθεται ἐντὸς κλιβάνου χημικοῦ, ἔχοντος κάλυμμα μὲ θόλον διὰ νὰ ἀνταναklᾶται τὸ πῦρ ἐπὶ τῆς θερμαινομένης ὕλης. Σωλήν τις κεκαμμένος χρησιμεύει ὡς ὀχετὸς τοῦ ἀερίου διερχομένου ὑπὸ τὸν κώδωνα, καθ' ὅσον ἀναπτύσσεται· ὁ σωλὴν οὗτος εἶναι ὡπλισμένος μὲ τὸν καλούμενον ἀσφαλιστικὸν σωλῆνα (ἴδε τὸ αὐτὸ σχῆμα), προσδιωρισμένος ἵνα κωλύῃ τὴν ἀποῤῥόφησιν· διὰ τοῦτο ἡ σφαῖρα φ εἶναι κατὰ τὸ τρίτον πλήρης ὕδατος, καὶ ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος ἐν τῷ ἀνοικτῷ βραχίονι β. Ἐπὶ τῆς ἐργασίας ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι μεγαλειτέρα, ἐπειδὴ ὀφείλει νὰ καταπιέσῃ τὴν στήλην τοῦ ὕδατος (ἴδ. ἀνωτ. ἀρ. 43), διὰ νὰ φθάσῃ ὑπὸ τὸν κώδωνα, ἕνεκα τούτου καὶ τὸ ὑγρὸν τοῦ ἀσφαλιστικοῦ σωλῆνος ἀναβαίνει ὑπεράνω τοῦ ἀγκῶνος, πλὴν ὅταν ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἀερίου βραδύνῃ, ἢ ὅταν τὸ πῦρ ἐλαττοῦται, ἡ πίεσις καθίσταται μικροτέρα, καὶ τὸ ὕδωρ κατὰ φυσικὸν λόγον ἀναβαῖνον μὲ ὁρμὴν εἰς τὸν σωλῆνα, φθάνει ἀμέσως εἰς τὸ κερατοειδὲς δοχεῖον, καὶ προξενεῖ ἔκρηξιν, ὁ ἀσφαλιστικὸς ὅμως σωλὴν ἐμποδίζει τὴν ἀνάβασιν, ἢ μᾶλλον τὴν ἀποῤῥόφησιν αὐτὴν, ἐπειδὴ, τῆς ἐσωτερικῆς πιέσεως γινομένης ἐλάσσονος, τὸ ὕδωρ καταβαίνει εἰς τὸν ἀνοικτὸν βραχίονα κάτω τοῦ ἀγκῶνος, καὶ ἑνοῦται ἐντὸς τῆς σφαίρας, ὁ δὲ ἐξωτερικὸς ἀὴρ δύναται νὰ εἰσέλθῃ διασχίζων τὸ εἰς τὴν σφαῖραν ἐμπεριεχόμενον ὑγρὸν, ἵνα φέρῃ τὴν ἰσορῥοπίαν.

Ὁ ἀσφαλιστικὸς σωλὴν ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Βέλτερ κατὰ τὰς ἀρχὰς αὐτοῦ τοῦ αἰῶνος.

Τὸ ὀξυγόνον εἶναι καθαρὸν, ὅταν φλογίζῃ ζωηρότατα τὰς πεπυρακτωμένας ὕλας· πρὸς δοκιμασίαν δὲ πληροῦσιν ἐκ τοῦ ἀερίου μικρὸν κώδωνα ἐπιμήκη, καὶ ἀφ' οὗ τὸν ἀποσύρωσι καὶ τὸν ἀντιστρέψωσιν, ἀνοίγουσιν αὐτὸν καὶ βυθίζουσι ταχέως ἐν αὐτῷ πυρεῖον

καῖον ἄνευ φλογός· ἡ φλὸξ ὀφείλει ν' ἀναφανῇ ἀμέσως ἐπ' αὐτοῦ, καὶ δύναταί τις πολλάκις νὰ τὸ σβέσῃ καὶ νὰ τὸ ἀνάψῃ.

Ἄζωτον. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ εἶναι μίγμα ἀζώτου ὀξυγόνου καὶ ὀλίγου ἀνθρακικοῦ ὀξέος· τὸ ἄζωτον ἀποτελεῖ τὰ τέσσαρα σχεδὸν πέμπτα ἑνὸς δεδομένου ὄγκου αὐτοῦ τοῦ μίγματος. Οὕτω διὰ τῆς ἀπορροφήσεως τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἔχει τις τὸ ἄζωτον εἰς καθαρὰν κατάστασιν· ἐνεργοῦσι δὲ πρὸς τοῦτο ὡς ἀκολούθως (σχῆμα 66) ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὕδατος ἐμπεριεχομένου εἰς εὐμέγεθες ἀγγεῖον ὑέλινον κατορθοῦσι νὰ ἐπιπλέῃ πλὰξ ἐκ φελλοῦ, φέρουσα ἐφ' ἑαυτῆς μικρὸν κύπελλον γύψινον ἢ σινικὸν, περιέχον φώσφορον εἰς μικρὰν ποσότητα· τὴν πλάκα αὐτὴν καλύπτουσιν ἀμέσως μὲ κώδωνα 5—6 λιτρῶν χωρητικότητος. Ἡ καῦσις ζοηροτάτη εἰς τὴν ἀρχὴν, ἐλαττοῦται κατὰ μικρὸν, ὡς ἐλαττουμένης ἐνταυτῷ καὶ τῆς ποσότητος τοῦ ὀξυγόνου· τότε ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ὑψοῦται, καὶ τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος ἠλαττώθη· συγχρόνως τὸ πληροῦν τὸν κώδωνα λευκὸν νέφος διασκεδάζεται, καὶ αἱ κροκίδες τοῦ σχηματισθέντος φωσφορικοῦ ὀξέος κατὰ μέγα μέρος ἐκλείπουσι, διαλυόμεναι εἰς τὸ ὕδωρ. Μ' ὅλα ταῦτα μένει εἰσέτι ὀλίγον ὀξυγόνον, ἐπειδὴ, ἐὰν ὑπὸ τὸν κώδωνα εἰσαχθῇ ῥάβδος φωσφόρου ὑποβασταζομένη καθέτως διά τινος σωλῆνος ὑελίνου, βλέπει τις αὐτὴν εἰς τὸ σκότος νὰ λάμπῃ, καὶ ἡ λάμψις αὕτη ἢ ὁ φωσφορισμὸς εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἑνώσεως αὐτοῦ μετὰ τῶν λειψάνων τοῦ ὀξυγόνου, ὥστε ὅταν παντελῶς παύσῃ, τότε καὶ τὸ πείραμα παύει, ἐπειδὴ ὅλον τὸ ὀξυγόνον ἡνώθη, καὶ δὲν μένει, εἰμὴ τὸ ἄζωτον μὲ ὀλίγον ἀνθρακικὸν ὀξὺ, καὶ ἀτμὸν τοῦ φωσφόρου. Τότε εἰσάγουσιν αὐτὸ τὸ ἀέριον ἐντὸς φιαλίδων ἐκ σμυρίδος, τὰς ὁποίας κλείουσιν ὑπὸ τὸ ὕδωρ, ἀφ' οὗ εἰσαγάγωσιν ἐνταυτῷ καὶ τεμάχιά τινα ποτάσσης ἢ τιτάνου, μετὰ ταῦτα κρατοῦντες τὰς φιαλίδας αὐτὰς κλεισμένας ἑρμητικῶς, τὰς σείουσι μετὰ τοῦ ἐν αὐταῖς ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ. Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ σχηματίζει μίαν ποσότητα ἀνθρακικῆς ποτάσσης ἢ τιτάνου· ὁ ἀτμὸς τοῦ φωσφόρου καταπίπτει, καὶ τὸ ἄζωτον καθαρώτατον δύναται νὰ διατηρηθῇ θετομένων ἀνεστραμμένως τῶν φιαλίδων ἐντὸς κυάθων, ἢ τριβλίων περιεχόντων ὀλίγον ὕδωρ.

44. Βάρος εἰδικὸν τῶν ἀερίων σχετικῶς πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Τὸ εἰδικὸν βάρος ἀερίου τινὸς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι τὸ σχετικὸν βάρος τοῦ ἀερίου καὶ τοῦ ἀέρος, ληφθέντων κατ' ἴσον ὄγκον, καὶ ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς πιέσεως. Προσδιορίζεται δὲ καθὼς τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι εἶναι ἀνάγκη νὰ ἐνεργῇ τις ἐπὶ ἑνὸς ὄγκου πολὺ μεγαλειτέρου· λαμβάνουσι λοιπὸν σφαῖραν 6—7 λιτρῶν (σχῆμα 67), κλείουσαν διά τινος καλῶς κατεσκευασμένου κρουνοῦ, καὶ ποιοῦσι τρεῖς ζυγίσεις ἀναγκαίας: Εἰς τὴν πρώτην ἡ σφαῖρα εἶναι κενὴ, εἰς τὴν δευτέραν πλήρης ἀέρος, καὶ εἰς τὴν τρίτην πλήρης ἀερίου, οὗτινος τὴν πυκνότητα ζητοῦμεν, τοῦ ὑδρογόνου π. χ. Τούτων ὅλων σημειόνομεν τὰ ἐξαγόμενα· ἔπειτα ἀφαιροῦντες τὸ πρῶτον ἐκ τοῦ δευτέρου, ἔχομεν τὸ βάρος τοῦ ἀέρος, ὅπερ ἀφαιροῦντες ἐκ τοῦ τρίτου, ἔχομεν τὸ τοῦ ὑδρογόνου, καὶ τότε ἀρκεῖ νὰ διαιρέσωμεν τὸ βάρος τοῦ ὑδρογόνου διὰ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, διὰ νὰ ἔχωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ πρώτου σχετικῶς πρὸς τὸν ἀτμοσφ. ἀέρα. Οὕτω πράττουσι καὶ διὰ πᾶν ἄλλο ἀέριον· ἀπαιτεῖται ὅμως νὰ λαμβάνωνται πάντοτε προφυλάξεις τινὲς ἀπαραίτητοι, περὶ ὧν ἐφεξῆς λέγομεν.

1ον. Αἱ τρεῖς ζυγίσεις ὀφείλουσι νὰ γίνωνται κατὰ σειράν, καὶ ἐπὶ τῶν ἐργασιῶν αὐτῶν νὰ μὴ συμβῇ καμμία μεταβολὴ, οὔτε κατὰ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος, οὔτε κατὰ τὴν θερμοκρασίαν, οὔτε κατὰ τὸν ὑδρομετρικὸν βαθμὸν τοῦ περικυκλοῦντος ἀέρος· ἐὰν ἐκ τούτων τῶν στοιχείων μεταβληθῇ κανὲν, ἀπαιτεῖται νὰ γίνωσι διορθώσεις διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ, περὶ ὧν δὲν πρόκειται νὰ ἐνασχοληθῶμεν ἐνταῦθα.

2ον. Εἰς τὴν ζύγισιν τῆς κενῆς σφαίρας, τὸ κενὸν ὀφείλει νὰ ἦναι μεῖον ἑνὸς ἢ δύο τὸ πολὺ χιλιοστομέτρων, καὶ περὶ πλέον τὸ κενὸν νὰ ἦναι ξηρὸν, δηλ. ἡ σφαῖρα καὶ οἱ ἀγωγοὶ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας νὰ μὴ περιέχωσι τὴν παρὰ μικρὰν ὑγρασίαν· διὰ τοῦτο θερμαίνουσιν ὀλίγον τὴν σφαῖραν πρὶν γίνῃ τὸ κενὸν, καὶ θερμῆς οὔσης, εἰσάγουσι τὸν ἀέρα διὰ φυσητῆρός τινος, ἔπειτα διὰ πλειοτέραν ἀσφάλειαν προσαρμόζουσιν εἰς τὸν κρουνὸν τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, εἴτε ἕνα σωλῆνα εὐθὺν γεμάτον ἀπὸ τεμάχια χλωρούχου τιτάνου

(σχῆμα 68) εἴτε σωλῆνας εἰς σχῆμα υ (σχῆμα 69), πλήρεις τεμαχίων κισσήρεως διαβεβρεγμένων μὲ θειϊκὸν ὀξύ· τότε ἀφ' οὗ τὸ κενὸν γίνῃ ἅπαξ, ἀνοίγεται ὁ κρουνὸς διὰ νὰ εἰσέλθῃ ὁ ἐξωτερικὸς ἀὴρ, πλὴν ὁ ἀὴρ αὐτὸς πρὶν φθάσῃ εἰς τὴν σφαῖραν, ἐναποθέτει ὅλην τὴν ὑγρασίαν του εἰς τὴν χλωροῦχον τίτανον, ἢ εἰς τὸ θειϊκὸν ὀξὺ, ἅτινα καθ' ὁδὸν ἀπαντῶντες. Ἐπαναλαμβανομένης διὰ τῆς ἐργασίας αὐτῆς τετράκις ἢ πεντάκις ὁ εἰς τὴν σφαῖραν εἰσερχόμενος ξηρὸς ἀὴρ ἀφαιρεῖ ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς τὴν ὑγρασίαν ἥτις, δύναται νὰ ὑπάρχῃ ἐκεῖ, καὶ ἀφ' οὗ τὸ κενὸν γίνῃ διὰ τελευταίαν φορὰν προχωροῦσιν εἰς τὸ ζύγισμα.

Εἰς τὴν δευτέραν ζύγισιν ἡ σφαῖρα ὀφείλει νὰ ἦναι πλήρης ἀέρος ξηροῦ ὑπὸ τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν τῆς στιγμῆς ἐκείνης, ὅθεν μεταχειρίζονται τὸν αὐτὸν πρὸς ἀποξήρανσιν σωλῆνα, ἀρκεῖ μόνον ἡ ἰσορροπία τοῦ ἀέρος νὰ μὴ ταράττηται· βεβαιοῦνται δὲ περὶ τούτου παραβάλλοντες τὸ βαρόμετρον τῆς μηχανῆς μὲ τὸ τοῦ χημικοῦ ἐργαστηρίου.

3ον. Εἰς τὸ τρίτον ζύγισμα, ἡ σφαῖρα ὀφείλει νὰ ἦναι πεπληρωμένη ἀπὸ ξηρὸν ὑδρογόνον, καὶ πρὸς τοῦτο μεταχειρίζονται ἀκόμη τὸ αὐτὸ μέσον, ἀρκεῖ μόνον νὰ τεθῇ ὁ πρὸς ξήρανσιν σωλὴν εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸ δοχεῖον ἢ τὸν περιέχοντα τὸ ὑδρογόνον κώδωνα. Ὅταν ἐνεργῇ τις, ὡς εἴπομεν καὶ ὑπὸ τοὺς ὁποίους ἐδείξαμεν ὅρους, εὑρίσκει πάντοτε, ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδρογόνου σχετικῶς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι κατὰ 0,0691 ἢ $\frac{691}{10000}$ ἢ $\frac{1}{1447}$ ἤτοι 14 καὶ $\frac{1}{2}$ ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος. Τὸ ἐξαγόμενον αὐτὸ εἶναι ἀνεξάρτητον τῶν ἄλλων περιστάσεων, καθ' ἃς ἡ ἐργασία αὐτὴ ἐκτελεῖται· ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ καὶ τὰ ἄλλα ἀέρια εἶναι ἐξίσου πιεστὰ, ὡς τὸ δεικνύει ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου, καὶ ἐπίσης διασταλτικὰ διὰ τῆς θερμότητος, καθὼς θὰ ἴδωμεν εἰς τὸ ἑπόμενον κεφάλαιον. Δι' ὅλα τὰ λοιπὰ ἀέρια πράττουσιν, ὅπως καὶ περὶ τοῦ ὑδρογόνου.

45. Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ. Ἐάν τις ἐγνώριζε τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ, εὐκολώτατα θὰ εὕρισκε καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος ἑνὸς ἀερίου ὡς πρὸς τὸ ὑγρὸν αὐτό· διότι, ἐὰν αὐτὸ τὸ ἀέριον εἶχεν εἰδικὸν

βάρος διπλάσιον ἢ τριπλάσιον ἀπὸ τὸ τοῦ ἀέρος, θὰ εἶχεν ἐπίσης πρὸς τὸ ὕδωρ διπλάσιον ἢ τριπλάσιον ἐκείνου. Ὁ κανὼν ἐπομένως ἦτο νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν πρῶτον ἀριθμὸν ἐπὶ τὸν δεύτερον.

Τὸ πᾶν λοιπὸν συνίσταται εἰς τὸ νὰ εὑρεθῇ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, ἀλλὰ τοῦτο εἶναι ζήτημα δύσκολον, καὶ ἀπαιτεῖ πολλὴν ἐπιτηδειότητα καὶ πολλὰς διορθώσεις, διὰ τοῦτο παρατρέχομεν τὴν λεπτομερῆ ἐξήγησιν αὐτοῦ, καὶ περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὸ νὰ εἴπωμεν ὅτι προσδιορίζουσιν ἀκόμη καὶ τοῦτο διὰ τριῶν ζυγίσεων· 1ον τὴν τῆς σφαίρας κενῆς· 2ον ταύτης πλήρους ἀέρος καὶ 3ον πλήρους ὕδατος καθαροῦ, ἀλλ' ἐνταῦθα πρέπει νὰ λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν καὶ τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου, εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν τὸ πείραμα γίνεται, ἡ θερμοκρασία, ἡ ὑγρασία τοῦ περικυκλοῦντος ἀέρος, ἡ διαστολὴ τῆς ὑέλου, ἢ τοῦ ὕδατος, τοῦ ξηροῦ ἀέρος, τῆς σφαίρας κτλ. κτλ.

Μεθ' ὅλας ταύτας τὰς διορθώσεις καταντῶσιν εἰς τοῦτο τὸ ἀποτέλεσμα, ὅτι ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν τῶν 760 χιλιοστομέτρ. καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκομένου πάγου ἢ τοῦ μηδενὸς, μία λίτρα ἀέρος ξηροῦ ζυγίζει 1 γραμμάριον καὶ 299 χιλιος. Οὕτω ἓν μέτρον κυβικὸν ἀέρος ζυγίζει 1299 γραμ. ἢ ὀλιγώτερον κατά τι ἑνὸς χιλιογράμμου καὶ ἑνὸς τρίτου αὐτοῦ. Λοιπὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὑδρογόνου σχετικῶς πρὸς τὸν ἀέρα ὄντος 0,0691, ἔπεται ὅτι ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις μία λίτρα ὑδρογόνου ζυγίζει 1,299 γραμ. πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ 0,0691, ἢ 0,09 γραμμαρίου· καὶ ἓν μέτρον κυβικὸν ὑδρογόνου μόνον 90 γραμ.

Οὕτω λοιπὸν ἐσχημάτισαν τὸν ἀκόλουθον πίνακα περιέχοντα δύο στήλας: ἡ πρώτη ἐπιγράφεται πυκνότητες σχετικῶς πρὸς τὸν ἀέρα, ἡ δευτέρα, βάρος τῆς μιᾶς λίτρας εἰς 0 θερμ. καὶ ὑπὸ τὴν πίεσιν 700 χιλιος. καὶ τοῦτο εἶναι ἡ πυκνότης ἢ τὸ εἰδικὸν βάρος σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ.

Ὀνόματα τῶν ἐλαστικῶν ῥευστῶν.	πυκνότητες προσδιορισμέναι ἐκ τῆς πείρας.	βάρος μιᾶς λίτρας εἰς 0 θερ. καὶ 760 πιεσν.
ἀὴρ	1,0000	1,2991
ὑδρογόνον	0,0688	0,0894
ὡσαύτως	0,0691	0,0898
ἀέριον ἀμμωνικὸν	0,5967	0,7752
ἀτμὸς ὕδατος	0,6235	0,8100
ἀερ. ὑδργ. φωσφοροῦχον	0 8700	»
— ὑδρογ. ὑπερφωσφοροῦχον	0,9022	»
ἀτμὸς ὑδροκυανικοῦ ὀξέος	0,9476	1,2310
ἀνθρακικὸν ὀξείδιον	0,9569	1,2431
ἀερ. ἀζώτου	0,9757	1,2675
ὡσαύτως	0,9720	1,2627
δευτεροξείδιον ἀζώτου	1,0388	1,3495
—ὀξυγόν ν	1,1026	1,4323
ὡσαύτως	1,1057	1,4364
—ὑδροθειϊκὸν	1,1912	1 5475
— ὑδροχλωρικὸν	1,2474	1,6205
—ἀνθρακικὸν ὀξὺ	1,5245	1,9805
— πρωτοξείδιον ἀζώτου	1,5269	1,9752
ἀτμὸς οἰνοπνεύματος ἀνύδρου	1,6133	2,0958
ἀέρ. κυανογενὲς	1,8064	2,3467
—θειῶδες (sulfureux)	2,1930	2,8189
ἀτμὸς ὑδροχλωρικοῦ αἰθέρος	2,2190	2,8827
ἀερ. χλωρίου	2,4216	3,2088
ἀτμὸς θειϊκοῦ αἰθέρος	2,5860	3 3950
—ὑδρανθρακ. χλωρίου	3,4430	4,4730
—φθορικοῦ ὀξέος σιλιγνούχου	3,6000	»
—χλωρούχου χρυσοκόλλας (bore)	3,9420	5,1210
ἀέριον ὑδροϊοδικὸν	4,4288	5,7719
ἀτμὸς πρωτοχλωρ φωσφόρου	4,8750	6,3530
—πνευματ. τερεβινθίνης	5,0130	6,5120
—αἰθέρος ὑδροϊοδικοῦ	5,4750	7,1120
—χλωρούχου σιλίγνιος	5,9390	7,7150
—πρωτοχλωρούχου ἀρσενικοῦ	9,3010	8,1850
—ὑπερχλωρούχου τιτανίου	6,8360	8,8810
—ὑδραργύρου	6,9160	9,0620
—ἰοδίου	8,7160	11,3230
—ὑπερχλωρούχου κασσιτέρου	9,2000	11,0510

§ 5. Σώματα ἐπιπλέοντα.

46. Ἀρχιμήδειος ἀρχή. Ὑπάρχουσι σώματα βαρέα, ἅτινα ὑψοῦνται ἀντὶ νὰ πίπτωσιν· οὕτω ὁ φελλὸς καὶ τὸ ξύλον βυθιζόμενα ἐν τῷ ὕδατι ἀναβαίνουσι ταχέως, καὶ πλέουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας· ὁ σίδηρος ἐπίσης πλέει ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου· ὡσαύτως ὁ καπνὸς ὑψοῦται εἰς τὸν ἀέρα, τὰ ἀερόστατα μεταφέρουσι τοὺς ἀεροναύτας ὑπεράνω τῶν νεφῶν, καὶ ἐνίοτε εἰς χώρας ὑψηλοτέρας τῶν μεγαλειτέρων τῆς γῆς ὀρέων. Ὅλα ταῦτα τὰ φαινόμενα, ἅτινα ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνονται ἐναντία τῶν νόμων τῆς βαρύτητος, εἶναι συνέπεια αὐτῶν τούτων τῶν νόμων, καὶ ἐξηγοῦνται διὰ μιᾶς καὶ μόνης ἀρχῆς, ἀνακαλυφθείσης ποτὲ ὑπὸ τοῦ Ἀρχιμήδους, γνωστῆς μέχρι σήμερον ὑπὸ τὸ ὄνομα αὐτοῦ. Ἡ ἀρχιμήδειος ἀρχὴ ἐκφράζεται ὡς ἑπομένως: Πᾶν σῶμα βυθιζόμενον ἐντὸς ῥευστοῦ ἀποβάλλει μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ῥευστοῦ (*).

Πρὸς ἀπόδειξιν ταύτης, λαμβάνουσι κύλινδρον μεστὸν ὕλης, ὅστις ἀκριβῶς πληροῖ τὴν χωρητικότητα κυλίνδρου κοίλου (σχῆμα 70), καὶ ἀφ' οὗ προσαρτηθῶσιν ὁ εἷς ὑπὸ τοῦ ἄλλου εἰς τὸν ἕνα δίσκον τῆς πλάστιγγος, θέτουσιν εἰς τὸν ἄλλον τὰ ἀναγκαῖα πρὸς ἰσορροπίαν βάρη. Τούτου γενομένου, πλησιάζουσιν ἀγγεῖον περιέχον ὕδωρ, καὶ τὸ ὑψόνουσι βαθμηδὸν μέχρις οὗ ὁ μεστὸς κύλινδρος βυθισθῇ ὅλως εἰς αὐτὸ τὸ ὑγρὸν, τότε εἶναι εὔκολον νὰ πληροφορηθῇ τις ὅτι ἀπέβαλε μέρος τοῦ αὐτοῦ βάρους, ἐπειδὴ ἡ πλάστιγξ κλίνει εἰς τὸ ἀντίθετον μέρος, ἀλλὰ κατὰ πόσον ἔχασε; τοῦτο θέλομεν τὸ μάθει διὰ τοῦ κούφου κυλίνδρου, ἐν ᾧ ἐγχέομεν ὕδωρ, μέχρις οὗ ἡ

(*) Ὁ Ἀρχιμήδης μετεχειρίσθη τὴν ἀρχὴν ταύτην πρὸς λύσιν τοῦ παρὰ τοῦ Ἱέρωνος, βασιλέως τοῦ Συρακουσῶν προταθέντος αὐτῷ προβλήματος· ὁ ἡγεμὼν αὐτὸς διατάξας χρυσοχόον τινὰ νὰ τῷ κατασκευάσῃ στέφανον ἐκ χρυσοῦ καθαροῦ, ὑπωπτεύθη τὴν νόθευσιν αὐτοῦ μὲ ποσότητά τινα ἀργύρου· ἐπρότεινε λοιπὸν εἰς τὸν Ἀρχιμήδην ν' ἀνακαλύψῃ τὴν ἀλήθειαν, χωρὶς νὰ βλάψῃ τὸν στέφανον. Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἀποδεικνύεται ἀκόμη καὶ διὰ τῆς ὑδροστατικῆς πλάστιγγος.

ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ, καὶ τοῦτο γίνεται ὅταν ἀκριβῶς γεμίσῃ μέχρι τῶν χειλέων. Τὸ ἀποβληθὲν λοιπὸν βάρος εἶναι ἴσον μὲ τὸ τοῦ περιεχομένου ἐν τῷ κοίλῳ κυλίνδρῳ ὕδατος, ἑπομένως ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὑπὸ τοῦ μεστοῦ κυλίνδρου· ἐπειδὴ ὑπάρχει ἰσότης τελεία μεταξὺ τοῦ ὄγκου τοῦ ἑνὸς καὶ τῆς χωρητικότητος τοῦ ἄλλου. Οὕτω ἀποδεικνύεται ἡ Ἀρχιμήδειος ἀρχὴ τοὐλάχιστον διὰ τὰ ὑγρά· ἀλλὰ πρέπει νὰ προχωρήσωμεν καὶ περαιτέρω, ἐξηγοῦντες καὶ τὴν αἰτίαν αὐτοῦ.

Τὰ σώματα ἀποβάλλουσιν ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν, διὰ τὸν λόγον ὅτι ὑφίστανται ἐκ μέρους τῶν ὑγρῶν πιέσεις ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω, οὔσας πάντοτε μεγαλειτέρας ἐκ τῶν ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἐξ ὧν προκύπτει ἡ καλουμένη ὤθησις ἢ ἄνωσις τοῦ ῥευστοῦ, ἥτις εἶναι πάντοτε ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ῥευστοῦ. Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἀκολούθου παραδείγματος· ὅταν κύλινδρος ἐμβαπτισθῇ καθέτως ἐντὸς ὑγροῦ τινος, (σχῆμα 71), ἡ ἄνω βάσις ὠθεῖται ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἡ ὤθησις ἢ ἡ πίεσις αὐτὴ εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ἐχούσης διὰ βάσιν τὴν τοῦ κυλίνδρου, καὶ ὕψος τὸ ἐκ τῆς ἐπιφανείας. Ἡ κάτω βάσις ἀπ' ἐναντίας πιέζεται ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ἡ πίεσις αὐτὴ εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ἐχούσης διὰ βάσιν τὴν κάτω βάσιν τοῦ κυλίνδρου, καὶ ὕψος τὸ ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας βάθος αὐτῆς τῆς βάσεως. Ἡ ὑπεροχὴ αὐτοῦ τοῦ δευτέρου βάρους, ἢ τῆς πιέσεως ἐπὶ τῆς πρώτης εἶναι φανερά: εἶναι τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ ἐχούσης τὸ ὕψος τοῦ κυλίνδρου, δηλ. τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ κυλίνδρου ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Ἡ ὑπεροχὴ αὕτη συνιστᾷ τὴν ἄνωσιν τοῦ ὑγροῦ, καὶ εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ ὑπὸ τοῦ κυλίνδρου.

Ἡ ἀπόδειξις αὕτη ἐφαρμόζεται εἰς ὅλα τὰ ὑγρὰ, πρὸς δὲ καὶ εἰς τὸν ἀέρα καὶ τὰ ἀέρια, ἐπειδὴ εἶναι βαρέα, καὶ ὑπόκεινται εἰς τοὺς νόμους τῶν πιέσεων, διὰ τοῦτο εἰς τὴν ἔκφρασιν τῆς Ἀρχιμηδείου ἀρχῆς μετεχειρίσθημεν τὴν γενικὴν λέξιν τοῦ ῥευστοῦ, λέξις ἥτις ἐπίσης κατηγορεῖται εἰς τὰ ἀέρια, τοὺς ἀτμοὺς, καὶ τὰ ὑγρά.

47. Ἰχθύες καὶ σώματα ἐπιπλέοντα. Τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν ἰχθύων εἶναι σχεδὸν τὸ αὐτὸ μὲ τὸ τοῦ ὕδατος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου

ζῶσιν, ἑπομένως ἀποβάλλουσι τὸ ὅλον βάρος των, ἢ ἐν ἄλλαις λέξεσιν εἶναι εἰς ἰσορροπίαν μὲ τὸ περιέχον, ἢ τὸ περικυκλοῦν αὐτὰ ὕδωρ, χωρὶς νὰ ὑποστηρίζωνται ὑπ' οὐδεμιᾶς ἄλλης δυνάμεως. Ὅσα εἶναι ἐφωδιασμένα μὲ νηκτικὴν κύστιν δύνανται ν' ἀναβαίνωσι καὶ νὰ καταβαίνωσι καθέτως, ἄνευ τῆς χρήσεως τῶν πτερυγίων, καὶ ἄλλων πρὸς μετατόπισιν χρησίμων ὀργάνων. Ἐπειδὴ, πιέζοντες ὀλίγον τὸ περιεχόμενον ἀέριον ἐντὸς τῆς κύστεως, ἐλαττόνουσι τὸν ὄγκον αὐτῶν, ἑπομένως ἐκτοπίζουσιν ὀλιγώτερον ὕδωρ καὶ δὲν ἀποβάλλουσι πλέον τὸ ὅλον βάρος των, εἶναι τὸ αὐτὸ ὡς νὰ ἐγένοντο πυκνότερα τοῦ ὕδατος, καὶ κατέρχονται εὐκόλως πρὸς τὸν πυθμένα· ἐξ' ἐναντίας ὅταν ἐξασκῆται ὀλιγωτέρα πίεσις ἐπὶ τῆς νηκτικῆς κύστεως αὐτῆς, ὁ ὄγκος αὐτῶν αὐξάνει, ἐκτοπίζουσι περισσότερον ὕδωρ, καὶ κατὰ συνέπειαν χάνουσι πλειότερον ἐκ τοῦ ὅλου βάρους των, τότε ἡ ὥθησις τοῦ ῥευστοῦ ὑπερισχύει, καὶ ποιεῖ τοὺς ἰχθύας ν' ἀναβαίνωσιν οὕτω ἀνωθούμενοι πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν.

Αἱ αἰφνίδιαι μεταβολαὶ τοῦ βαρομέτρου παράγουσιν ἀποτέλεσμα ἀνάλογον, π. χ. ὅταν τὸ βαρόμετρον καταβαίνῃ αἰφνιδίως, τὸ ἀέριον τῆς νηκτικῆς κύστεως ὑποκείμενον εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἑνταυτῷ, καὶ τὴν τοῦ περιέχοντος ἀνακουφίζεται, ἡ κύστις ὀγκοῦται, καὶ ὁ ἰχθὺς ὠθεῖται δυναστικῶς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, ἐκτὸς ἐὰν πιέσῃ εὐθὺς τὴν κύστιν, καὶ οὕτω ἀναλάβῃ τὸν πρῶτον αὐτῆς ὄγκον. Ἡ κάθετος αὐτὴ κίνησις τῶν ἰχθύων μὲ νηκτικὴν κύστιν παρίσταται διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ πειράματος ὅπερ καλεῖται ὀρχιστὴς τοῦ Καρτεσίου (Ludion) (σχῆμα 72)· σύγκειται δὲ οὗτος ἐκ μικρᾶς σφαιροειδοῦς φιάλης ἐχούσης πρὸς τὸ κάτω μέρος μικρὰν ὀπὴν, δι' ἧς συγκοινωνεῖ μὲ τὸ περικυκλοῦν αὐτὸν ὕδωρ, περιέχει δὲ ὕδωρ καὶ ἀέρα εἰς τοιαύτην ἀναλογίαν ὥστε τὸ ὁλικὸν βάρος του νὰ ἦναι σχεδὸν ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ῥευστοῦ, ὅπερ ἐκτοπίζει· τὸ ἀγγεῖον ἐντὸς τοῦ ὁποίου πλέει, εἶναι κεκλεισμένον, ἢ δι' ἑνὸς ἐμβόλου, ἢ δι' ὑμένος ἐλαστικοῦ. Ὅταν τις θλίβῃ τὸ τοιοῦτον πῶμα, ἡ πίεσις μεταδιδομένη εἰς τὸ ὑγρὸν, εἰσάγει ὕδωρ εἰς τὴν φιάλην, ἥτις τότε γινομένη βαρυτέρα, κατέρχεται πρὸς τὸν πυθμένα· ἀπ' ἐναντίας δὲ, ὅταν ἡ ἄνωθεν πίεσις ἐλαττοῦται, τὸ ὕδωρ

ἐξέρχεται ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐν τῇ φιάλῃ ἀέρος, ἐπομένως, τοῦ βάρους αὐτῆς σμικρυνομένου, ἡ ὥθησις τοῦ ὑγροῦ ὑπερισχύει, καὶ ὁ ὀρχιστὴς ἀνέρχεται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν.

Εἰς τὴν περὶ ἧς ὁ λόγος φιάλην δίδουσι κάποτε διαφόρους μορφὰς ἀλλοκότους καὶ γελοίας, διὰ τοῦτο ὀνομάζεται καὶ διάβολος τοῦ Καρτεσίου.

Ὅταν διὰ τοῦ καθετῆρος ἐξετάζῃ τις τὰ βάθη τῆς θαλάσσης, ὑποχρεοῦται νὰ ἐπιβαρύνῃ μᾶλλον ἢ ἧττον αὐτὸν, κατὰ τὸ βάθος εἰς ὃ θέλει τις νὰ φθάσῃ. Τινὲς ὑποθέτουσιν ὅτι τὰ σώματα ἀποβάλλουσι τόσον πλειότερον βάρος, ὅσον περισσότερον βυθίζονται ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ὑδάτων· πλὴν τὸ πρᾶγμα ἔχει τὸν λόγον του ἀλλαχοῦ. Ἓν δεκατόμετρον κυβικὸν χαλκοῦ ζυγίζει περίπου 8 χιλιόγραμμα, καὶ ἐπειδὴ ἡ πιεστότης τοῦ χαλκοῦ εἶναι σμικροτάτη, διατηρεῖ ἀπαράλλακτον σχεδὸν ὄγκον ὑπὸ τὰς μεγαλειτέρας πιέσεις. Εἰς 1000, ἢ 10000 χιλιαδ. μέτρων βάθος εἶναι ἀκόμη ἓν δεκατόμετρον κυβικὸν, ἐπομένως ἐκτοπίζει μίαν λίτραν ὕδατος, καὶ αὐτὸ τὸ μετατοπιζόμενον ποσὸν ζυγίζει σχεδὸν ἓν χιλιόγραμμον. Οὕτω ὁ καθαρὸς χαλκὸς δὲν ἀποβάλλει ποτὲ, εἰμὴ μόνον τὸ 8ον τοῦ βάρους του καὶ τείνει πάντοτε νὰ καταβαίνῃ μὲ τὰ μένοντα $\frac{7}{8}$ πλὴν τὸ πισσωμένον σχοινίον, ἀφ' οὗ προσαρτῶσιν αὐτὸν, ζυγίζει, ὀλιγώτερον τοῦ ὕδατος, καὶ ἔστω π. χ. 100 γραμμάρια ὀλιγώτερον καθ' ἕκαστον κυβικὸν δεκατόμετρον. Ὅταν τὸ σχοινίον αὐτὸ ἔχῃ μῆκος 1000 μέτρων, καὶ τομὴν ἑνὸς τετραγωνικοῦ ὑφεκατομέτρου, ὁ ὅλος ὄγκος του θ' ἀποτελῇ 100 δεκατόμετρα κυβικὰ, ἅτινα ἔχουσι βάρος 100 × 100 γραμ. ἢ 10 χιλιόγραμ. ὀλιγώτερον τοῦ ὕδατος. Τοιοῦτον σχοινίον λοιπὸν ἐρματισμένον μὲ μίαν μάζαν χαλκοῦ 8 χιλιογράμ. δὲν δύναται νὰ κατέλθῃ εἰς χίλια μέτρα, ἀλλὰ μόνον εἰς 700.

Κατορθόνων τις οὕτω νὰ κατέρχωνται σώματα εἰς μεγάλα τῆς θαλάσσης βάθη, λαμβάνει συχνὰ ἐφορμὴν νὰ παρατηρῇ τὰς ὑπερμεγέθεις πιέσεις, εἰς ἃς τὰ σώματα ὑπόκεινται εἰς τὰ ἀχανῆ ἐκεῖνα βάθη· κύλινδροι κοῖλοι χάλκινοι ἑνὸς δεκατομέτρου ἔχοντος διάμετρον καὶ πλέον τοῦ ἑνὸς ὑφεκατομέτρου παχύτητα ἐρμητικῶς πε-

ρχγμένοι, ἀνασύρονται κάποτε πεπιεσμένοι, καὶ λυγισμένοι· δὲν εἶναι λοιπὸν διόλου θαυμαστὸν, ἐὰν εἰς βάθος ἑκατοντάδων τινῶν μέτρων, βαυκάλια πλήρη καμπανίτου οἴνου κάλλιστα κεκλεισμένα, ἀνασύρονται μὲ τὸ πῶμα βυθισμένον ἐντὸς τοῦ στομίου. Ἐὰν ἦσαν κακῶς βυσμένα, τὸ φαινόμενον τοῦτο δὲν ἤθελε λάβει χώραν, ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ τῆς θαλάσσης ὠθούμενον ἐκ τῆς πιέσεως, θὰ εἰσέδυεν ἐκ τῶν πλαγίων τοῦ πώματος.

48 Ἀραιόμετρα, ἀκάτια, πλοῖα. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ἐπιπλέοντα σώματα, ὡς καὶ εἰς τὰ βυθισμένα· ἐπειδὴ σῶμά τι ἐπιπλέον τέμνεται πάντοτε εἰς δύο μέρη ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, τὸ ἓν μέρος τοῦ ὄγκου του κεῖται ὑπεράνω αὐτῆς τῆς τομῆς (flottaison), καὶ τὸ ἄλλο ὑποκάτω· τὸ τελευταῖον λοιπὸν αὐτὸ εἶναι πραγματικῶς ἓν μέρος βυθισμένον, δεχόμενον ὅλας τὰς πιέσεις τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἑπομένως ὑποκείμενον εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω ὤθησιν, ἥτις εἶναι ἡ συνισταμένη αὐτῶν τῶν πιέσεων. Ἡ συνθήκη λοιπὸν τῆς ἰσορροπίας ἑνὸς σώματος πλέοντος εἶναι αὕτη: ὅτι τὸ βάρος του ὀφείλει νὰ ἦναι ἴσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ· οὕτω μάζα τις φελλοῦ ζυγίζουσα ἓν χιλιόγραμμον ἐκτοπίζει πάντοτε μίαν λίτραν ὕδατος· λέμβος 100 τόνων ἢ 100,000 χιλιογραμ. ἐκτοπίζει πάντοτε ἑκατὸν μέτρων κυβικῶν ὕδωρ, καὶ ἓν πλοῖον χιλίων τόνων ἐκτοπίζει 1000 μέτρων κυβικῶν, ἤτοι τὸ ὑποκάτω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος μέρος τοῦ ὄγκου του εἶναι χιλίων κυβικῶν μέτρων χωρητικότητος· ἐξ ἐναντίας δὲ ὅταν ἀνακουφίζηται ἀπό τι βάρος, ἡ νέα ἐπιφάνεια τοῦ ἐπιπλέοντος μέρους εἶναι ὑποκάτω τῆς πρώτης εἰς ἀπόστασιν τοιαύτην, ὥστε ὁ ὑπεράνω τοῦ ὕδατος ὑψωθεὶς ὄγκος ἔχει τὸ αὐτὸ βάρος μὲ τὸ ἀφαιρεθὲν φορτίον. Ἐν γένει λοιπὸν κάθε ἐπιβάτης, ἢ φορτίον εἰσερχόμενον ἢ ἐξερχόμενον κάμνει νὰ βυθίζηται ἢ νὰ ὑψοῦται τὸ πλοῖον ἐκ τῆς ἐπιφανείας κατὰ τόσα δεκατόμετρα κυβικὰ, ὅσα χιλιόγραμμα ζυγίζει· πλὴν ἐπὶ τῶν πλευρῶν τῆς λέμβου, αἱ μεταβολαὶ αὗται τοῦ ὄγκου ἀνταποκρίνονται πάντοτε εἰς ὕψος, ἔχον ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐπιπλέοντος μέρους.

Τὰ ἀραιόμετρα στηρίζονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς· χρησιμεύουσι

δὲ ἢ εἰς τὸ νὰ ζυγίζωσι τὰ σώματα, ἢ εἰς τὸ νὰ προσδιορίζωσι τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν. Τὸ ἁπλούστερον αὐτῶν τῶν ὀργάνων εἶναι τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νίκολσων (σχῆμα 72). Σύγκειται δὲ ἐκ τριῶν μερῶν· ἐκ τοῦ βυθιζομένου σώματος τοῦ β, τοῦ στελέχους σ, καὶ τῆς λεκάνης λ. Τὸ βυθιζόμενον σῶμα εἶναι ὑέλινον, ἢ μετάλλινον, καὶ τὸ μὲν σχῆμά του δίδεται κατ' ἀρέσκειαν, πλὴν ὀφείλει νὰ ἦναι κοῖλον, ἵνα ἔχῃ περισσότερον ὄγκον καὶ ὀλίγον βάρος· εἰς τὸ κάτω μέρος φέρει σῶμα βαρύ, καὶ τοῦτο εἶναι ἓν ἀπὸ τὰ οὐσιώδη συστατικὰ αὐτοῦ, μίαν μάζαν ἐκ μολύβδου π. χ. ἢ μίαν σφαιροειδῆ φιαλίδα πλήρη ὑδραργύρου, καὶ διὰ τοῦ ἔρματος αὐτοῦ ἵσταται ὄρθιον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ. Τὸ στέλεχος ἔχει 5—6 ὑφεκατομέτρων μῆκος, καὶ εἶναι σύρμά τι ἐκ μετάλλου λεπτὸν καὶ τραχύ, ἢ σωλὴν ὑέλινος μικρᾶς διαμέτρου· φέρει δὲ κατὰ τὸ μέσον τοῦ μήκους τὸ σημεῖον τῆς ἐξισώσεως Ζ, δηλ. μίαν γραμμὴν λεπτὴν, ἥτις πάντοτε ὀφείλει νὰ ἄγηται ἴσα μὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ· ἡ λεκάνη εἶναι μικρὸν κύπελλον ἢ τρυβλίον τ, ἐξ ὑέλου ἢ μετάλλου, λεπτὸν καὶ ἐλαφρὸν, εἰς ὃ περατοῦται τὸ στέλεχος πρὸς τὰ ἄνω.

Ὅταν τὸ ἀραιόμετρον αὐτὸ βυθίζηται εἰς τὸ ὕδωρ ἵσταται ὄρθιον· πλὴν μέγα μέρος τοῦ βυθιζομένου σώματος ὑψοῦται ἄνω τῆς ἐπιφανείας· διὰ τοῦτο προσθέτουσι βάρη εἰς τὴν λεκάνην μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐξισώσεως Ζ· τούτου γενομένου, ἐάν τις θέλῃ νὰ ζυγίσῃ ἓν σῶμα, τὸ θέτει ἐπὶ τῆς λεκάνης, καὶ ἀφαιρέσας μέγα μέρος τῶν προσθετῶν βάρεων, φέρει ἐκ νέου τὸ ὄργανον εἰς τὴν ἐξισωτικὴν γραμμὴν, διὰ τῆς ἀφαιρέσεως ἢ προσθέσεως τῶν ἀναγκαίων βάρεων· τότε τὸ βάρος τοῦ σώματος δῆλον ὅτι εἶναι ἴσον μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἀφαιρεθέντων ἐκ τῆς λεκάνης. Ἐάν τις μετὰ τοῦτο θελήσῃ νὰ εὕρῃ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος, τὸ θέτει εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ ἀραιομέτρου ὀλίγον ὑπεράνω τοῦ ἔρματος ἐντὸς μικροῦ τινος καλαθίου προσδιωρισμένου διὰ τοῦτο. Ταύτην τὴν φορὰν ἐν ᾧ τὸ σῶμα εἶναι βυθισμένον εἰς τὸ ὕδωρ, τὸ ὄργανον δὲν εἶναι πλέον εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐξισώσεως, ἀπαιτεῖται νὰ προστεθῶσι βάρη ἐπὶ τῆς λεκάνης διὰ νὰ ἐπανέλθῃ εἰς αὐτὸ, καὶ τὰ βάρη αὐτὰ ἀντικαθιστῶσι τὸ ἐκ τοῦ σώματος ἀποβαλλόμενον βάρος· δηλ. ἐκφράζουσι

τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Διὰ μὲν τῆς πρώτης λοιπὸν ζυγίσεως ἔχομεν τὸ βάρος τοῦ σώματος, διὰ δὲ τῆς δευτέρας τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσον τῷ ἰδίῳ αὐτοῦ, ὥστε διαιρουμένου τοῦ πρώτου διὰ τοῦ δευτέρου, θὰ μᾶς δοθῇ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος.

Ἐάν τις διὰ τοῦ ἀραιομέτρου θέλῃ νὰ εὕρῃ τὸ εἰδικὸν βάρος ἢ τὴν πυκνότητα ὑγροῦ τινος, π. χ. τοῦ οἰνοπνεύματος πρὸς τὸ ὕδωρ, τότε ἀπαιτεῖται πρὸ πάντων νὰ ζυγισθῇ τὸ ἀραιόμετρον διὰ τῆς πλάστιγγος, ὅπως γνωσθῇ τὸ βάρος αὐτοῦ, καὶ μετὰ τοῦτο ἐξισόνουσιν αὐτὸ ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος, πλὴν πρὸς τοῦτο ἀπαιτοῦνται βάρη προσθετὰ διάφορα. Τὸ πρῶτον τούτων τῶν προσθετῶν βάρεων, ὅπως σημειοῦμεν διὰ 6, προστιθέμενον εἰς τὸ τοῦ ἀραιομέτρου B, ἤτοι B + 6, παρέχει τὸ βάρος τοῦ μετατοπισθέντος ὕδατος· ἐπίσης τὸ δεύτερον σημειούμενον διὰ 6′ πλέον τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου ἢ B+6′ παρέχει τὸ τοῦ μετατοπισθέντος οἰνοπνεύματος· ἐπειδὴ δὲ αὐτοὶ οἱ ὄγκοι εἶναι ἴσοι, ἀρκεῖ νὰ διαιρέσωμεν τὸ βάρος τοῦ οἰνοπνεύματος διὰ τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος $\frac{B+6'}{B+6}$ διὰ νὰ ἔχωμεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος. Εἰς τὸ αὐτὸ ἐξαγόμενον μᾶς φέρει καὶ ἡ ἀναλογία τῶν εἰδικῶν βάρεων πρὸς τὰς πυκνότητας δηλ. $B+6 : B+6' :: 1 : \pi$ ἐξ ἧς $\pi = \frac{B+6'}{B+6}$ ἤτοι ἡ πυκνότης ἢ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ οἰνοπνεύματος εἶναι ἴσον μὲ τὸ ἀνωτέρω πηλίκον.

Τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νίκολσων καλεῖται καὶ ἀραιόμετρον μὲ σταθερὸν ὄγκον, καὶ μὲ τὸ βάρος μεταβλητὸν, ἐπειδὴ τὸ φορτόνουσι μὲ βάρη διάφορα, διὰ νὰ τὸ φέρωσιν εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐξισώσεως.

Μόνον ὅταν θέλῃ τις νὰ ζητήσῃ τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν ὀξέων, τῶν διαλελυμένων ἁλάτων, ἢ τῶν πνευματωδῶν ὑγρῶν σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ, μεταχειρίζονται ἀραιόμετρα ἅτινα ἐξ' ἐναντίας ἔχουσι βάρος σταθερὸν καὶ ὄγκους μεταβλητοὺς (σχῆμα 74 καὶ 75). Τὰ ἀραιόμετρα ταῦτα, ἐξ ὧν ἕκαστον ὀνομάζεται μὲ τὸ ὄνομα τοῦ ῥευστοῦ, ὅπερ ζυγίζει, δὲν ἔχουσι λεκάνην, ἐπειδὴ δὲν ὑπάρχει τι τὸ προσθετὸν, τὸ στέλεχος αὐτῶν εἶναι ἐπίμηκες καὶ κυλινδρικὸν, βυθίζεται ὀλίγον εἰς τὰ βαρέα ὑγρὰ, καὶ πολὺ εἰς τὰ ἐλαφρά. Τὸ διαιροῦσι

δ' εἰς μέρη ἴσα καλούμενα βαθμούς· πλὴν οἱ βαθμοὶ οὗτοι δὲν εἶναι κατ' ἀρέσκειαν, ἀλλὰ προσδιορίζονται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον.

Διὰ τὴν βαθμολογίαν τῶν ἀραιομέτρων τῶν ὀξέων, ἢ τῶν διαλελυμένων ἁλάτων παρουσιάζουσι διάλυσιν σύνθετον ἀπὸ 85 μέρη ὕδατος, καὶ 15 κοινοῦ ἅλατος, ἢ νάτρου ἁλυκοῦ· βυθίζουσι τὸ ἀραιόμετρον ἐν αὐτῇ καὶ σημειόνουσι 15 εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐξισώσεως (σχῆμα 74)· ἔπειτα διαιροῦσι τὸ διάστημα εἰς 15 ἴσα μέρη ἢ βαθμοὺς προχωροῦντες κατὰ τὴν διαίρεσιν πρὸς τὰ κάτω ἢ πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἔρματος· φροντίζουσι δὲ νὰ ἐρματίζωσιν αὐτὸ ἀρκούντως, ὥστε τὸ μηδὲν νὰ ἦναι πολλὰ πλησίον τῆς ἄνω ἄκρας τοῦ στελέχους.

2ον. Ἐὰν πρόκειται νὰ κατασκευασθῇ ἀραιόμετρον τῶν πνευμάτων, παρασκευάζουσι διάλυσιν ἐκ δέκα μερῶν ὕδατος, καὶ 10 κοινοῦ ἅλατος, καὶ βυθίσαντες ἐν αὐτῇ τὸ ἀραιόμετρον σημειόνουσι μηδὲν εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐξισώσεως (σχῆμα 75)· ἔπειτα τὸ βυθίζουσι καὶ εἰς τὸ ὕδωρ καὶ σημειόνουσι 10· ἐπομένως διαιροῦσι τὸ διάστημα εἰς δέκα βαθμοὺς, καὶ παρατείνουσι τὰς διαιρέσεις μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ στελέχους.

Ὅταν τὰ ὄργανα αὐτὰ ἦναι καλῶς βαθμολογημένα εἰσὶ καὶ παραβλητά, δηλ. εἰς τὸ αὐτὸ ὑγρὸν ὅλα δεικνύουσι τὸν αὐτὸν βαθμόν· πλὴν δὲν παρέχουσι καὶ τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν ὑγρῶν, ὅθεν εἶναι ἀνάγκη νὰ γίνωνται πίνακες δεικνύοντες, ὅτι τόσοι βαθμοὶ ἀνταποκρίνονται εἰς τόσην πυκνότητα.

49. Μοντγολφιέροι ἀερόστατα.. Ἐκ τῆς ἀρχιμηδείου ἀρχῆς συνάγεται ὅτι πᾶν σῶμα βυθιζόμενον εἰς τὸν ἀέρα, ὡς ῥευστὸν, ἀποβάλλει ἓν μέρος τοῦ βάρους του ἴσον μὲ τὸ τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος· οὕτω σῶμα ἑνὸς μέτρου κυβικοῦ ἀποβάλλει ἐντὸς τοῦ ἀέρος 1,3 χιλ. περίπου, ὅπερ εἶναι τὸ βάρος ἑνὸς μέτρου κυβικοῦ ἀέρος εἰς 0 θερμοκρασίαν καὶ ὑπὸ τὴν πίεσιν 760 χιλ. διότι ὅταν ὁ ἀὴρ διασταλῇ διὰ τῆς θερμότητος, ἓν μέτρον κυβικὸν ἀέρος θερμοτάτου ζυγίζει ὀλιγώτερον ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν, παρὰ ἓν μέτρον κυβικὸν ἀέρος εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν· καὶ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ἡ διαφορὰ εἶναι κατὰ 300 γραμμάρια. τότε εἶναι φανερὸν, ὅτι ἐὰν

τὸ κυβικὸν μέτρον τοῦ θερμοῦ ἀέρος περιληφθῇ ἔν τινι περιεχήματι, καὶ ζυγίζῃ ὀλιγώτερον τῶν 300 γραμμαρίων, ἀνάγκη νὰ ὑψωθῇ ὡς ἐκ τῆς ὠθήσεως τοῦ ῥευστοῦ. Ἐκ τοῦ ἁπλουστάτου αὐτοῦ συλλογισμοῦ προέκυψεν ἡ ἐφεύρεσις τῶν ἀεροστάτων, ἥτις χρεωστεῖται εἰς τοὺς ἀδελφοὺς Μοντγολφιὲρ, καὶ ἥτις ἐπραγματοποιήθη κατ' ἀρχὰς εἰς τὸ Ἀννόναιον τὴν 5. Ἰουνίου 1783.

Οἱ ἀδελφοὶ Μοντγολφιὲρ ὑψώθησαν μεγαλοπρεπῶς εἰς τὸν ἀέρα μέχρι τινὸς ὕψους εὐμεγέθους, ἐπὶ παρουσίᾳ πλήθους θεατῶν ἐκπλαγέντων ἐκ τοῦ τοιούτου θεάματος. Τὸ πρῶτον αὐτὸ ἀερόστατον συνέκειτο ἐκ μεγάλης σφαίρας χαρτίνης, χωρητικότητος 700—800 κυβικῶν μέτρων, φερούσης εἰς τὸ κάτω μέρος ὀπὴν ἔχουσαν διάμετρον ἑνὸς μέτρου, ὑπὸ τὴν ὁποίαν ἐκρέματο μετάλλινον ὕφασμα ἐμπεριέχον ἄχυρον διαβεβρεγμένον μὲ οἰνόπνευμα, ἢ ἄλλην τινὰ ὕλην ἐλαφρὰν, καιομένην πρὸς διατήρησιν τῆς θερμότητος τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος.

Ὁ Κάρολος συνέλαβε τὴν ἰδέαν ν' ἀντικαταστήσῃ τὸν θερμὸν ἀέρα διὰ τοῦ ἀερίου ὑδρογόνου· ἐντεῦθεν προέκυψαν δύο μέγισται ὠφέλειαι· ἀ. ἡ σφαῖρα δὲν εἶναι πλέον ἐκτεθειμένη εἰς τὰς φλόγας, καὶ β'. ἀποκτᾷ δύναμιν ἀναβατικὴν, νὰ εἴπω οὕτω, πολὺ μεγαλειτέραν· ἐπειδὴ τὸ βάρος ἑνὸς κυβικοῦ μέτρου ὑδρογόνου ζυγίζει μόνον 90 γραμμάρια, ἑπομένως δι' ἓν κυβικὸν μέτρον ἡ δύναμις τῆς πρὸς τὰ ἄνω ὠθήσεως θὰ ἦναι 1,3 χιλιογρ. —0,090, ἢ 1,210 χιλιογρ. καὶ διὰ χίλια μέτρα κυβικὰ 1210 χιλιόγραμμα· δύναμις ἰσοδυναμοῦσα πλέον τῶν εἰκοσιτεσσάρων ἵππων. Ὑπάρχει λοιπὸν ἱκανὴ ἐλευθερία, ὅπως δοθῇ εἰς τὴν σφαῖραν μεγάλη τις στερεότης, καὶ ἵνα προσαρτισθῇ καὶ πλοιάριον φέρον πολλοὺς παρατηρητάς. Αἱ μὲ ὑδρογόνον πεπληρωμέναι σφαῖραι καλοῦνται κυρίως ἀερόστατα· αἱ δὲ μὲ θερμὸν ἀέρα διετήρησαν τὸ ὄνομα τῶν ἐφευρετῶν καὶ ὀνομάζονται μοντγολφιέρ. Τὰ μικρὰ ἀερόστατα τὰ μεταβιβάζοντα τοὺς ἀεροναύτας εἰς τὸν ἀέρα κατασκευάζονται ἀπὸ λεπτὸν σηρικὸν ὕφασμα βερνικωμένον (taffetas)· μένουσιν ἀνοικτὰ πρὸς τὰ κάτω καὶ φέρουσι πρὸς τὰ ἄνω δικλίδα ἐκ μετάλλου, τὴν ὁποίαν ἀνοίγουσιν ὅταν θέλωσι νὰ καταβῶσι. Τὸ προσδιωρισμένον διὰ τὴν δια-

χείρησιν τῆς δικλίδος σχοινίον φθάνει εἰς τὸ πλοιάριον· τὸ ἄνω ἡμισφαίριον σκεπάζεται μὲ δίκτυον μὲ πλατέα ἄμματα, φέρον τριγύρω μέγαν ἀριθμὸν σχοινίων, ἀφ' ὧν τὸ πλοιάριον κρέμαται εἴς τινα μέτρα ὑποκάτωθεν τῆς σφαίρας· ἐντὸς τοῦ πλοιαρίου ἵστανται οἱ παρατηρηταὶ μὲ διάφορα ὄργανα, καὶ ἐφωδιασμένοι μὲ ἔρμα ἐξ ἄμμου, ἵνα ῥίπτοντες ἐλαφρόνωσι τὴν σφαῖραν, ὁσάκις θέλωσι νὰ ὑψωθῶσιν εἰς ὑψηλοτέρας χώρας. Αἱ ἐπιστημονικαὶ ἀεροπορίαι, αἵτινες παρέσχον μεγίστας ὠφελείας εἰς τὴν μετεωρολογίαν καὶ τὴν σύνθεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας, εἶναι αἱ λαβοῦσαι χώραν κατὰ τὸ 1804· ἡ μία τὴν 24 Αὐγούστου παρὰ τῶν Κ Κ. Βιώτου καὶ Γαϊλουσάκ, καὶ ἡ ἄλλη τὴν 16 Σεπτεμβρίου ἀπὸ μόνον τὸν Γαϊλουσάκ· εἰς τὴν τελευταίαν οὗτος ἀνέβη εἰς ὕψος 7000 μέτρων περίπου, δηλ. εἰς χώρας ἀτμοσφαιρικὰς ὑψηλοτέρας καὶ αὐτῶν τῶν ὑψηλοτέρων ὀρέων τῆς ὑδρογείου σφαίρας· ἐκεῖ ἠσθάνθη τὸ μεγαλείτερον ψύχος τοῦ χειμῶνος 10^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, ἐν ᾧ εἰς τοὺς Παρισίους τὸ θερμόμετρον ἐδείκνυε 30^0 θερμοκρασίαν (*).

§ 6· Κίνησις τῶν ὑγρῶν ἢ ὑδροδυναμική.

30. Ὅροι πρὸς ἐκροὴν τῶν ὑγρῶν. Οἱ τοῖχοι τῶν ἐμπεριεχόντων τὰ ὑγρὰ ἀγγείων ὑποφέρουσι γενικῶς δύο πιέσεις: τὴν τοῦ ὑγροῦ, ἐξασκουμένην ἀπὸ τὰ ἐντὸς πρὸς τὰ ἐκτὸς, καὶ τὴν τοῦ περικυκλοῦντος ἀέρος, ἐξασκουμένην ἀντιθέτως· ὅταν τις ἀνοίγῃ ὀπὴν εἰς τὰς παρειὰς ἀγγείου, ἐκ τῶν πιέσεων αὐτῶν παρουσιαζομένων ἀντιθέτως, ἡ ἰσχυροτέρα ὑπερνικᾷ τὴν ἀσθενεστέραν. Ὁ πρὸς ἐκροὴν λοιπὸν ὅρος ἐκπληροῦται, ὅταν ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις, ἥτις τείνει νὰ παράξῃ τὴν ἐκροὴν, εἶναι μεγαλειτέρα τῆς ἐξωτερικῆς τεινούσης εἰς τὸ νὰ ἐμποδίσῃ αὐτήν.

(*) Εὐκόλως ὑπολογίζεται τὸ βάρος, ὅπερ δύναται νὰ εὕρῃ ἀερόστατον ὡρισμένου τινὸς ὄγκου. Σφαῖρα κοίλη 10 μετρ. διαμέτρου π. χ. ἔχει ὄγκον 525,6 μετρ. κυβικῶν· τόσος ὄγκος ἀέρος ὑπὸ 0,76 πίεσιν καὶ εἰς 0 θερμ. ζυγίζει 680,416 χιλ. Ὁ αὐτὸς ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου ζυγίζει μόνον 46,816 χιλ. Ἡ διαφορὰ εἶναι 6333,60 χιλ· βάρος, ὅπερ ἡ ἀεροστατικὴ σφαῖρα δύναται νὰ ἔχῃ καὶ νὰ κρατήσῃ.

Τὸ σφαιρικὸν ἀγγεῖον (σχῆμα 76) πλῆρες ὑγροῦ, καὶ ἀνοικτὸν εἰς τὸ κάτω μέρος, ὑποφέρει πανταχοῦ πίεσιν ἐξωτερικὴν ἴσην τῇ ἀτμοσφαιρικῇ· ἀλλ' ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις ποικίλλει: σύγκειται ἐκ δύο στοιχείων, 1ον. τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἐνεργουμένης ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καὶ διαδιδομένης πανταχοῦ, καὶ 2ον. τῆς ἐκ τοῦ ὑγροῦ προερχομένης πιέσεως, ὡς σώματος βαρέος, αὐξανούσης ἀναλόγως τοῦ ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας βάθους. Ὑπάρχει λοιπὸν πανταχοῦ ὑπεροχὴ τῆς ἐσωτερικῆς πιέσεως, ἴση μὲ αὐτὴν τὴν ἰδίαν πίεσιν τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἄν τις τρυπήσῃ τὸν τοῖχον εἰς τὰ σημεῖα α, β, γ, δ, ε τὸ ὑγρὸν ῥέει δυνάμει τῆς ὑπεροχῆς αὐτῆς τῆς πιέσεως.

Ἐκ τῆς φύσεως αὐτῆς τῶν ὑγρῶν συνάγεται ὅτι ἐὰν ἀποσυνθέσῃ τις τὴν ἐξασκουμένην πίεσιν ἐπὶ ἑκάστου σημείου τῶν παρειῶν τινος ἀγγείου εἰς δύο δυνάμεις, μίαν ὁριζόντιον, καὶ ἄλλην κάθετον, αἱ ὁριζόντιοι δυνάμεις τοῦ αὐτοῦ στρώματος καταστρέφονται ἀμοιβαίως, καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ ἀγγεῖον ἠρεμεῖ· ἀλλ' ὅταν τις τρυπήσῃ ἕνα τῶν τοίχων, τῆς ἀντιστάσεως κατὰ τὸ μέρος τῆς ὀπῆς μηδενιζομένης, τὸ ἀγγεῖον ὠθεῖται κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν, διὰ τῆς ἀντιθέτου πιέσεως· δύναται δέ τις νὰ πληροφορηθῇ περὶ τούτου διὰ τοῦ ἑπομένου ἁπλουστάτου μέσου. Ἐὰν εἰς τὸν πυθμένα ἀγγείου προσαρμοσθῇ σωλὴν ἐπιμήκης μὲ διάμετρον δύο περίπου δακτύλων, καὶ εἰς τούτου τὰ δύο ἄκρα δύο ἄλλοι σωλῆνες καμπτόμενοι ἀντιθέτως καὶ κατ' εὐθεῖαν γωνίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου (σχῆμα 77), καὶ μετὰ ταῦτα πληρωθῇ μὲ ὕδωρ, τότε τὸ ἀγγεῖον αὐτὸ κρεμασθὲν ἀπό τινος νήματος, ἢ τεθὲν ἐπὶ στρόφιγγος θὰ ἠρεμῇ, ἐὰν οἱ σωλῆνες ἦναι κλειστοί· ὅταν ὅμως ἀνοιχθῶσιν οἱ δύο κρουνοὶ Ρ καὶ Ρ′ τὸ ὑγρὸν θὰ ῥεύσῃ, καὶ ἕκαστος βραχίων θὰ λάβῃ κίνησίν τινα περιστροφικὴν κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τοῦ ἀντιστοιχοῦντος ῥεύματος. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρουσιάζεται, καὶ ὅταν ἐπὶ τιμήματος φελλοῦ πλέοντος ἐπὶ τοῦ ὕδατος προσκολληθῇ σωλὴν κυλινδρικὸς διατεθειμένος ὡς ἀνωτέρω. Ἡ προκύπτουσα ὑγρὰ φλὲψ τότε δύναται νὰ θεωρηθῇ σχετικῶς πρὸς τὴν διεύθυνσιν, καὶ πρὸς τὴν ταχύτητα αὐτῆς.

Ὅταν ὁ τοῖχος ἦναι πολλὰ λεπτός, ἡ ὑγρὰ φλὲψ διευθύνεται

πάντοτε κατὰ τὴν πίεσιν, καθέτως δηλ. πρὸς τὸν τοῖχον αὐτόν. Ἐν περιπτώσει δὲ καθ' ἣν οἱ τοῖχοι ἔχουσι πάχος τι, ἡ διεύθυνσις τῆς ὀπῆς ἐπιῤῥεάζει τὴν τῆς φλεβὸς, ἐκτὸς δὲ τούτου γίνονται καὶ τριβαὶ μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλαι, τροποποιοῦσαι καὶ τὸ σχῆμα καὶ τὴν ταχύτητα· ἕνεκα τούτου ἀπαιτεῖται νὰ διακρίνωμεν τὴν ἐκροὴν διὰ τῶν μὲ λεπτὰς παρειὰς, ἢ μὲ παχείας ὀπῶν, ἐπειδὴ αἱ τελευταῖαι δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς σωλῆνες προσδιοριστικοὶ τοῦ σχήγατος τῶν φλεβῶν (ajutages), ἢ ὡς σωλῆνες ἁπλοῖ διαφόρου μήκους. Ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς δὲν αὐξάνει, καθὼς ἡ πίεσις, ἀλλὰ μόνον ὡς ἡ τετραγωνικὴ ῥίζα τῆς πιέσεως· ἢ ὅπερ ταὐτὸν, ὡς ἡ τετραγωνικὴ ῥίζα τοῦ ὕψους λαμβανομένου ἐκ τοῦ κέντρου τῆς ὀπῆς μέχρι τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας (*)· ὥστε ὅταν τὸ ὕψος αὐτὸ ἦναι ἴσον μὲ 15 μέτρα, ἡ τῶν μορίων, ἐξ ὧν ἡ ὑγρὰ φλὲψ, ταχύτης θὰ ἦναι $T = \sqrt{2 \times 15 \times 9,8}$. Ἐὰν δὲ ἴσον μὲ ἓν μέτρον, τότε ποριζόμεθα ἐκ τοῦ γενικοῦ τύπου 4μ,429, ὡς ταχύτητα τῶν μορίων κατὰ δευτερόλεπτον εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἐξέρχονται τοῦ τοίχου. Οὕτω εἰς ὕψη 4, 9, 16 μέτρα θὰ ἦναι διπλῆ, τριπλῆ καὶ τετραπλῆ, καὶ διὰ τὰ ὕψη $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$ τοῦ μέτρου θὰ ἦναι $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ τοῦ 4μ,429 ἢ 2μ,215, 1μ,476 κτλ. κατὰ δευτερόλεπτον.

Πρὸς ἐξέλεγξιν τοῦ θεωρήματος τοῦ Τορρικέλη ἀπαιτεῖται ἡ ὕ-

(*) Παρεδέχθησαν ὁμοῦ μὲ τὸν Τορρικέλην, ὅτι δι' ἓν ὑγρὸν σύστινος τὰ μόρια κινούμενα ἐλευθέρως, ῥέουσιν ἔκ τινος μικρᾶς ὀπῆς, καὶ τῶν ὁποίων ἡ κίνησις προσδιορίζεται ἀπὸ τὸ ἴδιον βάρος αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, ἡ ταχύτης εἰς τὴν ὀπὴν εἶναι ἐκείνη, τὴν ὁποίαν ἤθελεν ἀποκτήσει σῶμά τι βαρὺ πίπτον ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐκ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ μέχρι τῆς ὀπῆς· ἐπειδὴ δὲ ἡ ταχύτης ὅλων τῶν σωμάτων εἶναι ἡ αὐτὴ ἐν τῷ κενῷ, καὶ ἡ τῆς ῥοῆς, βεβαίως δὲν ἐξαρτᾶται ποσῶς ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ὑγροῦ· ἀλλ' ἡ ἀποκτωμένη ταχύτης, εἴπομεν γενικῶς εἰς τὸ περὶ πτώσεως τῶν σωμάτων (ἴδε μηχαν.) μετὰ χ χρόνον εἶναι $\tau = \omega\chi$· τὸ δὲ διάστημα $\Delta = \frac{\omega\chi^2}{2}$, καὶ μετὰ τὴν ἐξάλειψιν τοῦ χ διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ ἰσοδυνάμου τοῦ $\chi = \frac{\tau}{\omega}$ ἔχομεν $\tau = V^2\Delta\omega$, ἤτοι ἡ ταχύτης αὐτὴ εἶναι ἴση μὲ τὴν τετραγ. ῥίζαν τοῦ διπλασίου τοῦ διαστήματος ἐπὶ τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος· ὁ τύπος λοιπὸν αὐτὸς ἐφαρμόζεται καὶ ἐπὶ τῆς ταχύτητος τῆς ῥοῆς τῶν ὑγρῶν.

παρῇς ταχύτητος σταθερᾶς εἰς τὴν ὀπήν, ἑπομένως ἡ διατήρησις πιέσεως σταθερᾶς ἐπὶ τοῦ ῥέοντος ὑγροῦ· τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τοῦ ἀγγείου τοῦ Μαριόττου. Τὸ ἀγγεῖον αὐτὸ εἶναι τὸ ἁπλούστερον καὶ εὐφυέστερον μέσον πρὸς διατήρησιν ἐκροῆς σταθερᾶς· σύγκειται δὲ ἔκ τινος ἀγγείου τετρημένου εἰς δύο μέρη Α καὶ Β, ἐν ᾧ ἐγχέουσιν ὕδωρ ἢ ἄλλο τι ὑγρόν (σχῆμα 78). Τὸ στόμιον εἶναι κεκλεισμένον ἑρμητικῶς διὰ πώματος διαπερωμένου ἀπὸ σωλῆνα ἀνοικτὸν καὶ εἰς τὰς δύο ἄκρας, καὶ βυθισμένον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ. Εἰς τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος παρισταμένην διάθεσιν τὸ ὑγρὸν ῥέει διὰ τῆς ὀπῆς Β, ὡς νὰ ἔπιπτεν ἔκ τινος ὕψους ΓΔ· διότι ὑπεράνω τῆς στιβάδος Γ, ἡ στήλη τοῦ ὑγροῦ μετὰ τῆς πιέσεως τοῦ ὑπεράνω αὐτῆς ἀέρος ἀντιπαλαίει τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν, ὥστε ἀρκεῖ νὰ βυθίσῃ τις περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον τὸν σωλῆνα ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, διὰ νὰ ποικίλλῃ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ, ἥτις μένει σταθερὰ μέχρις οὗ ἡ ἐπιφάνεια ΚΚ' καταβῇ εἰς τὸ Γ' ἀφ' οὗ ἡ ἐπιφάνεια ΚΚ φθάσῃ εἰς τὸ Γ ἤτοι εἰς τὴν ὁριζόντιον στιβάδα, ὅπου λήγει τὸ κάτω ἄκρον τοῦ σωλῆνος, ἡ ἐκροὴ ἐξακολουθεῖ εἰσέτι ἀλλ' ὄχι πλέον σταθερῶς μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα, ἀλλὰ μειουμένη καθ' ὅσον ἡ ἐπιφάνεια καταβαίνει ὑπὸ τὸ Γ μέχρι τοῦ Δ, ὅπου ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται.

Τὰ φαινόμενα πολὺ διαφέρουσιν, ὅταν τὸ ἀγγεῖον κεκλεισμένον ἄνωθεν δὲν δέχηται πλέον τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν κατὰ τὸ ἄνω μέρος (σχῆμα 79). Τότε ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις εἶναι πάντοτε ἡ τῆς περικυκλούσης ἀτμοσφαίρας, ἐν ᾧ ἡ ἐσωτερικὴ καταντᾷ πλέον εἰς τὴν τοῦ ἰδίου μόνον ὑγροῦ· ὅθεν ἕπεται ὅτι τὸ ὑγρὸν δὲν δύναται νὰ ῥεύσῃ ἐκ τῆς ὀπῆς α, ἐπειδὴ ἡ ἐσωτερικὴ πίεσις προσδιοριζομένη ἀπὸ τὸ ὕψος τῆς στήλης υς, εἶναι πολὺ μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἐνεργούσης ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ἐναντιουμένης εἰς τὴν ἐκροήν· καὶ τοῦτο πραγματικῶς ἐπικυροῦται ἐκ τῆς πείρας· μόνον πρὶν ἀντιστραφῇ τὸ ἀγγεῖον, διὰ νὰ τῷ δοθῇ ἡ δεικνυομένη ὑπὸ τοῦ σχήματος θέσις, ἐφαρμόζουσιν ἐπὶ τοῦ στομίου δίσκον τινὰ χάρτινον λεπτότατον, μὴ δυνάμενον ἀφ' ἑαυτοῦ του ν' ἀντιτάξῃ οὐδεμίαν ἀντίστασιν· ἡ ῥοὴ ἐμποδίζεται, καὶ μάλιστα παρατηρεῖται, ὅτι ἡ κάτωθεν ἐπιφάνεια τοῦ δίσκου γίνεται κοίλη, ὡς πιεζομένη περισσότερον

ἔξωθεν· ἀφαιρεθέντος δὲ τοῦ δίσκου, ἡ ὑγρὰ στήλη διαιρεῖται, ὁ ἀὴρ ἀφ' ἑνὸς εἰσέρχεται καὶ τὸ ὑγρὸν ἀφ' ἑτέρου. Ἡ πρὸς ἐκροὴν λοιπὸν συνθήκη ἐκπληροῦται, ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ διαπερῶν μεταξὺ τοῦ ὑγροῦ, φέρει καὶ τὴν πίεσίν του, ἥτις προστιθεμένη εἰς τὴν τοῦ ὑγροῦ ὑπερβαίνει τὴν ἐξωτερικὴν τῆς ἀτμοσφαίρας.

Τὰ τρία ἀγγεῖα (σχῆμα 80, 81, 82) παρουσιάζουσιν ἐντελεστέραν τινὰ ἀνάλυσιν τοῦ φαινομένου αὐτοῦ. Εἰς τὸ πρῶτον ὅπου οἱ δύο σωλῆνες ἔχουσι πρὸς τὰ ἔξω μήκη διάφορα, ἡ ἐκροὴ γίνεται τακτικῶς διὰ τοῦ μακροτέρου, ἐν ᾧ ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται διὰ τοῦ βραχυτέρου, ἵνα πιέσῃ τὴν ὑγρὰν μάζαν, καὶ νὰ πληρώσῃ τὴν συνθήκην τῆς ἐκροῆς.

Εἰς τὸ δεύτερον, ἕνεκα τῆς ἰσότητος τῶν σωλήνων, ἀπαιτεῖται νὰ δοθῇ κλίσις, ἢ κλονισμός τις διὰ νὰ εὐκολυνθῇ ἡ εἴσοδος τοῦ ἀέρος ἐκ τοῦ ἑνὸς, ἐν ᾧ τὸ ὑγρὸν ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου· ἡ ροὴ ἅπαξ ἀποκατασταθεῖσα, ἐξακολουθεῖ τακτικῶς.

Εἰς τὸ τρίτον ὑπάρχει μόνον εἷς σωλὴν, πλὴν ἀντὶ νὰ ἔχῃ διάμετρον τριῶν ἢ τεσσάρων χιλιοστομέτρων ὡς οἱ προηγούμενοι, ἔχει διάμετρον μεγαλειτέραν συγχωροῦσαν τὴν ἐσωτερικὴν διαίρεσιν εἰς τὴν ὑγρὰν στήλην· παράγει δὲ μόνος τὴν διπλῆν κίνησιν, ἥτις ἐκτελεῖται εἰς τοὺς δύο σωλῆνας τῶν προηγουμένων ἀγγείων· ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται ἀφ' ἑνὸς καὶ τὸ ὑγρὸν ἐξέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους, πλὴν κατὰ φλυκταίνας ἀτάκτους, ἕνεκα τῆς ἐναντιότητος τῶν πιέσεων.

Ἐκροὴ διαλείπουσα. Διὰ νὰ καταστήσῃ τις τὴν ἐκροὴν ἑνὸς ὑγροῦ διαλείπουσαν, ἀρκεῖ νὰ διακόπτηται ἀπὸ καιρὸν εἰς καιρὸν ἡ εἴσοδος τοῦ ἀέρος, ὅστις μέλλει νὰ καταστήσῃ τὴν ἐσωτερικὴν πίεσιν μεγαλειτέραν τῆς ἐξωτερικῆς. Τὸ παίγνιον αὐτὸ τῶν πιέσεων ἐννοεῖται εὐκόλως διὰ τῶν ἑπομένων παραδειγμάτων.

Σιφώνιον. Ἡ ἀκμὴ τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ (σχῆμα 83) εἶναι τόσον στενὴ, ὥστε δὲν διαιρεῖται ἡ ὑγρὰ στήλη. Ὅταν κλείῃ τις μὲ τὸν δάκτυλον τὴν ἄνω ὀπὴν, ἡ ἐκροὴ παύει ὄχι ἀμέσως, ἀλλὰ μετά τινας στιγμὰς· ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ ἠναγκασμένος νὰ διαχυθῇ εἰς διάστημα μεγαλείτερον, χάνει μέρος τῆς ἐλαστικότητός του· ἡ δὲ ἐκροὴ παύει ὅταν ἡ μένουσα ἐλαστικότης προστιθεμένη εἰς τὴν πίεσιν τῆς ὑγρᾶς

στήλης καθίσταται ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ, ἐξασκουμένῃ εἰς τὴν ἀκμὴν τοῦ σωλῆνος.

Ἀγγεῖον διὰ πότισιν τῶν πτηνῶν. Τὸ περιεχόμενον ἐν αὐτῷ τῷ ἀγγείῳ ὕδωρ ἀφαιρεῖται κατὰ μέρος, καὶ τρόπον τινὰ κατὰ σταγόνας (σχῆμα 84). Ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια καταβαίνῃ ὀλίγον ὑπὸ τὴν καμπὴν ρ, μία πομφόλυξ ἀέρος διαπερᾷ καὶ ἡ ἐπιφάνεια ἀναβαίνει ὀλίγον· ὅταν ἔπειτα ἐκ νέου καταβῇ, μία ἄλλη φυσαλὶς τὴν ἀνυψώνει, μέχρις οὗ ὅλον τὸ ὑγρὸν καταβῇ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν γ.

Λύχνοι κρεμαστοί. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἡ κατασκευὴ τοῦ κρεμαστοῦ λύχνου (σχῆμα 85), ὡς καὶ τῶν πλειοτέρων ἄλλων. Τὸ ἔλαιον περιέχεται ἐντὸς δοχείου δ, ἀπολήγοντος πρὸς τὰ κάτω εἰς σωλῆνα φέροντα ἐντομὴν α· τὸ δοχεῖον αὐτὸ περιέχεται ἐντὸς τοῦ σκεύους Κ, καὶ ὅταν θὰ πληρωθῇ, ἐξάγεται καὶ τίθεται πάλιν ἀντεστραμμένως ἐν αὐτῷ. Ὁ ὀχετὸς β ἀποκαθίστησι τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ ῥάμφους καὶ τοῦ δοχείου, πλὴν τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ πρώτου ἐξέχει κατὰ 3—4 χιλιοστόμετρα τῆς ἐντομῆς α. Διὰ τῆς τριχοειδοῦς ἐνεργείας τὸ ἔλαιον ἀναβαίνει εἰς τὴν θρυαλλίδα, πλὴν καθ' ὅσον αὐτὸ δαπανᾶται διὰ τῆς καύσεως, ἡ ἐπιφάνεια καταβαίνει ὀλίγον ἐντὸς τοῦ ῥάμφους καὶ περὶ τὴν ἐντομὴν ἐπομένως· τότε ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται δι' αὐτῆς, διασχίζων τὸ ὑγρὸν τοῦ δοχείου, καὶ διὰ τῆς πιέσεώς του καταβιβάζει τὸ ἔλαιον, ἀνυψόνον κατά τι τὴν ἐπιφάνειαν ἐντὸς τοῦ ῥάμφους καὶ περὶ τὸν σωλῆνα, ὅστις ὀφείλει νὰ ἔχῃ ἱκανὸν πλάτος, ἵνα διαιρῆται τὸ ὑγρὸν ὑπὸ τοῦ ἀέρος. Τῆς νέας αὐτῆς τροφῆς δαπανηθείσης, τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται. Ἀφ' οὗ ἡ περὶ τὸν σωλῆνα ποσότης τοῦ ἐλαίου ἐξαντληθῇ, ἄλλη πομφόλυξ ἀναβαίνει εἰς τὸ δοχεῖον, καὶ διὰ τῆς πιέσεως καταβιβάζει ἴσην ποσότητα ἐλαίου, ὑψώνουσαν τὴν ἐπιφάνειαν. Οὕτω ἅπασα ἡ ἐν τῷ δοχείῳ ποσότης τοῦ ἐλαίου φθάνει εἰς τὸ ῥάμφος κατὰ σταγόνας, καὶ κατὰ μικρὰς διαλείψεις, ὥστε ἡ λάμψις τοῦ φωτὸς δὲν μεταβάλλεται ἐπαισθητῶς.

Πηγὴ δαλείπουσα. Τὸ ὕδωρ τοῦ ἄνω δοχείου (σχῆμα 86) Α, ῥέον διὰ τῶν ὀπῶν πίπτει εἰς λεκάνην κοίλην Β, ἥτις ἐν τῷ μέσῳ

φέρει ὀπὴν στενοτάτην, δι' ἧς τὸ ὑγρὸν χύνεται εἰς μίαν δευτέραν λεκάνην ὁμαλὴν Γ σχηματίζουσαν τὴν βάσιν τῆς πηγῆς. Ὅταν τὸ ὕδωρ συναχθῇ εἰς τὸν πυθμένα τῆς πρώτης λεκάνης, καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος α, δι' οὗ ὁ ἀὴρ εἰσερχόμενος ἀναβαίνει εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ ἀνωτάτου δοχείου Δ, βυθισθῇ ἐν αὐτῷ, ἡ ἐκροὴ παύει, μέχρις οὗ τὸ κάτω ἄκρον αὐτοῦ τοῦ ἰδίου σωλῆνος μένει ἐλεύθερον· εἰς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν τοῦτο συμβαίνει, παρατηρεῖ τις φυσαλίδα ἀέρος ἀναβαίνουσαν δι' αὐτοῦ τοῦ σωλῆνος ἵνα προσθέσῃ πίεσιν ἱκανὴν εἰς τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἡ ροὴ ἄρχεται ἐκ νέου· τὸ ἐξ αὐτῆς προερχόμενον ὑγρὸν κατακλύζει αὖθις τὸν σωλῆνα, διακόπτει τὴν συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀέρος, ἡ πίεσις καθίσταται ἄνισος ἢ ἀνεπαρκὴς, καὶ ἡ ροὴ παύει. Δύναταί τις τρόπον τινὰ κατ' ἀρέσκειαν νὰ ποικίλλῃ τὴν διάρκειαν τῶν διακοπῶν, μεταβάλλων τὴν ὑπάρχουσαν σχέσιν μεταξὺ τῶν σωλήνων τῆς πηγῆς, καὶ τῆς ὀπῆς δι' ἧς συγκοινωνοῦσιν ἡ πρώτη καὶ ἡ δευτέρα λεκάνη.

51. Πίεσις τῶν ῥεόντων ὑγρῶν ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν ὀχετῶν· ὕδατα ἀναπηδῶντα. Ὅταν ὑγρὸν ἐκρέῃ διά τινος σωλῆνος μὲ ὅλην τὴν ταχύτητα, ἣν ὀφείλει νὰ ἔχῃ ὡς ἐκ τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας του, δὲν ἐξασκεῖ οὐδεμίαν πίεσιν ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ σωλῆνος.

Διὰ νὰ πεισθῇ τις περὶ τούτου ἀρκεῖ ν' ἀνοίξῃ μικρὰν ὀπὴν εἰς τὸν σωλῆνα, καὶ νὰ παρατηρήσῃ ὅτι τὸ ὑγρὸν δὲν ἐξέρχεται, ἐκτὸς ὅταν ἡ ὀπὴ ἀνοιχθῇ εἰς τὸ κάτω μέρος τινὸς ὁριζοντίου σωλῆνος· τότε ὀλίγον ὑγρὸν ἐξέρχεται, ἀλλὰ καὶ τότε δυνάμει τῆς ἐξασκουμένης πιέσεως ἐκ τῆς πυκνότητος τῆς ὑδατώδους στήλης. Ὅταν τὸ ῥέον ὕδωρ διαφεύγῃ ἐκ τοῦ σωλῆνος μὲ ταχύτητα μικροτέραν, παρ' ὅσην ὤφειλε νὰ ἔχῃ ὡς ἐκ τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας του, τότε πιέζει τοὺς τοίχους τοῦ σωλῆνος. Ὅταν δὲ τὸ ὑγρὸν ἀπ' ἐναντίας ῥέῃ μὲ ταχύτητα μεγαλειτέραν τῆς ἀπαιτουμένης ὡς ἐκ τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας, τότε ἐξασκεῖ πίεσίν τινα ἀρνητικὴν ἢ μᾶλλον ἀπορρόφησιν ἀληθῆ ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ σωλῆνος, ὥστε ἐὰν ἀπ' αὐτοῦ, ἀνοικτοῦ ὄντος κατὰ τὸ στόμιον, ἀνοιχθῇ καὶ μία ὀπὴ, ὄχι μόνον δὲν ῥέει τὸ ὑγρὸν δι' αὐτῆς, ἀλλ' ἀκόμη σύρει καὶ ἄλλο, ὅπερ ἤθελεν εὑρεθῇ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν σωλῆνα.

Ὅταν εἰς ὑγρὸν πιέζον τὸν τοῖχον ἀγγείου τινὸς ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω δοθῇ ἔξοδος διά τινος ὀπῆς, ἀναπηδᾷ καὶ τείνει νὰ ὑψωθῇ μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ· πολλαὶ ὅμως αἰτίαι ἐναντιοῦνται εἰς τὸ νὰ φθάσῃ αὐτήν, καὶ τοιαῦταί εἰσιν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἡ ἐντὸς τῶν ἀγωγῶν τριβὴ κτλ.

Ἡ μὲ λεπτὰς παρειὰς ὀπὴ εἶναι ἡ ἁρμοδιωτέρα, ὅπως παράσχῃ εἰς τὴν ὀρσύδραν τὴν μεγαλειτέραν ὕψωσιν· ἵνα δοθῇ εἰς ταύτην ὕψος μεγαλείτερον καὶ τῆς ἐπιφανείας ἀκόμη, ἀπαιτεῖται νὰ διέρχηται διὰ τοῦ ἀμέσου σωλῆνος (**ajutage**) ῥεῦμα ἀέρος, ὅπερ ἑνούμενον μετὰ τοῦ ὕδατος ἀποτελεῖ ὅλον τι εἰδικῶς ἐλαφρότερον. Ὅταν αἴφνης ἐμποδισθῇ ἡ ἔξοδος ὑγροῦ ῥέοντος διά τινος ἀγωγοῦ, ἐπειδὴ ἡ ἀποκτηθεῖσα ταχύτης δὲν δύναται νὰ μηδενισθῇ, ἐξασκεῖ τὴν ἐνέργειάν της ἐπὶ τῶν τοίχων, καὶ ἂν ἀνοιχθῇ ὀπή, ἀναπηδᾷ ἀμέσως ὑψηλότερα καὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου. Ὁ ὑδραυλικὸς κριὸς τῶν Μοντγολφιὲρ ζηρίζεται ἐπὶ τῆς παρατηρήσεως αὐτῆς. Τὰ ἀρτησιανὰ φρέατα, καὶ αἱ φυσικαὶ ἀναπηδητικαὶ πηγαὶ ἐξαρτῶνται ἀπὸ αἰτίας ἀναλόγους. Γενικῶς δύναται νὰ παραχθῇ ἀναπηδητικὴ πηγή, ὁσάκις ὑπάρχει δεξαμενὴ ἢ κοίτη ὕδατος εἰς ὑψηλὸν μέρος· ἀλλὰ τὸ ὕδωρ ῥέει καὶ διὰ φυσικῶν ἀγωγῶν, καὶ τότε κατὰ τοὺς νόμους τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνάγκη ν' ἀναβῇ καὶ νὰ φθάσῃ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πηγῆς ἢ τῆς κοίτης· ὅθεν εἷς τινα μέρη ἀρκεῖ νὰ τρυπήσῃ τις τὴν γῆν διὰ καθετῆρος κοίλου, ἵνα ἔχῃ μίαν πηγήν· τοιαῦται ὑπάρχουσι πολλαὶ εἰς διάφορα μέρη, καὶ πρὸ πάντων εἰς τὴν Ἀρτησίαν τῆς Γαλλίας, ἐξ ἧς ἔσχον καὶ τὸ ὄνομα.

52. Μονὰς τοῦ μέτρου εἰς τὴν διανομὴν τῶν ὑδάτων. Ἡ μονὰς τοῦ μέτρου διὰ τὰ ῥέοντα ὕδατα, καλεῖται δάκτυλος τοῦ ὕδατος, ἢ δάκτυλος τῶν κρουνορυλάκων· καλεῖται δὲ οὕτω ἡ ῥέουσα ποσότης εἰς ἓν λεπτὸν, ἀπὸ ὀπὴν κυκλοτερῆ ἔχουσαν διάμετρον ἑνὸς δακτύλου, ἀνεφγμένην ἐπὶ τοίχου καθέτου, μὲ μίαν στήλην ἑπτὰ γραμμῶν πιέζουσαν ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ὑδραγωγείου· ἡ ῥέουσα ποσότης εἰς τοιαύτας περιστάσεις συμποσοῦται εἰς 14 λίτρας παρισιανὰς ἢ 672 κυβικοὺς δακτύλους κατὰ πρῶτον λεπτόν.

53. Πηγαὶ συμπιεστικαί. Ἡ παρισταμένη εἰς τὸ σχῆμα

87 πηγὴ παρέχει παράδειγμα ὀρσύδρας τεχνητῆς, καθ' ἣν ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἀντικαθίστησι τὴν τοῦ ὕδατος· ἀφ' οὗ χύσωσιν ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον, καὶ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον ἢ τὰ δύο τρίτα του ὕψους, κλείουσι δι' ἕλικος τὸν κρουνὸν, καὶ ἑπομένως τὸν σωλῆνα, ὅστις ἀποτελεῖ μέρος αὐτοῦ, καὶ κατέρχεται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, τότε διὰ τῆς συμπιεστικῆς ἀντλίας συνθλιβόμενος ὁ ἀὴρ διέρχεται διὰ τοῦ σωλῆνος, καὶ ὑψούμενος διὰ τοῦ ὑγροῦ, φθάνει εἰς τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν ὅπου ἐξασκεῖ τὴν ἐνέργειάν του. Δύναται λοιπὸν τις ἀναλόγως τῆς παχύτητος τοῦ ἀγγείου νὰ θλίψῃ τὸν ἀέρα μὲ τρεῖς καὶ τέσσαρας ἀτμοσφαίρας· μετὰ τοῦτο προσαρμόζουσι τὸν ἄμεσον σωλῆνα, καὶ ἅμα ὁ κρουνὸς ἀνοιχθῇ τὸ ὑγρὸν ἀναπηδᾷ μὲ ὁρμήν. Θεωρητικῶς τὸ ῥεῦμα π ὤφειλε νὰ ὑψωθῇ εἰς τοσάκις δέκα μέτρα, ὅσαι ἀτμοσφαιρικαὶ πιέσεις ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διὰ τοὺς προεκτεθέντας λόγους ποτὲ δὲν φθάνει τὸ ὕψος αὐτό.

54. Πηγὴ τοῦ Ἱέρωνος. Ἡ πηγὴ τοῦ Ἱέρωνος (σχῆμα 88) σύγκειται ἐκ τριῶν ἀγγείων α, β, γ καὶ ἐκ τριῶν σωλήνων φ, χ, ψ· ὁ πρῶτος σωλὴν φ κατέρχεται ἀπὸ τὸν πυθμένα τοῦ ἄνω ἀγγείου α, εἰς τὸν τοῦ κάτω ἀγγείου γ· ὁ δεύτερος χ ὑψοῦται ἀπὸ τὴν κορυφὴν τοῦ κάτω ἀγγείου, εἰς τὴν τοῦ μέσου β, τέλος ὁ τρίτος ψ ὑψοῦται ἐκ τοῦ πυθμένος τοῦ μεσαίου ἀγγείου εἰς τὸ ἀνώτερον, καὶ οὗτος εἶναι ὁ σωλὴν τῆς ἐκροῆς. Ἄρχονται δὲ πρῶτον πληροῦντες μὲ ὕδωρ τὸ μέσον ἀγγεῖον, καὶ κλείουσι τὴν ὀπὴν, δι' ἧς αὐτὸ ἐπληρώθη· ἔπειτα ἐγχέουσιν ὕδωρ εἰς τὸ ἄνω ἀγγεῖον, ὅπερ καταβαίνει ὀλίγον εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κάτω ἀγγείου, ἕως οὗ τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος φ ἐμβαπτισθῇ· τότε ὁ ἀὴρ πιεζόμενος εἰς αὐτὸ τὸ ἀγγεῖον, ὡς καὶ εἰς τὸ μεσαῖον καὶ μὴ ἔχων ἔξοδόν τινα, ἐμποδίζει διὰ τῆς ἐλαστικότητός του τὴν κάθοδον τοῦ ὑγροῦ ἐκ τοῦ ἄνω ἀγγείου πρὸς τὸ κάτω· ὅταν δὲ ἀνοιχθῇ ὁ κρουνὸς τοῦ σωλῆνος τῆς ἐκροῆς ψ, ἡ ὑπεροχὴ αὐτὴ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἀέρος ἀποτελεῖ τρόπον τινὰ συμπιεστικὴν πηγὴν εἰς τὸ μεσαῖον ἀγγεῖον, καὶ τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ εἰς ὕψος τι· ἡ ἐκροὴ αὐτὴ διατηρεῖται ἀπὸ τὸ ὕδωρ τοῦ ἄνω ἀγγείου, ἐξακολουθοῦν τότε νὰ κατέρχηται εἰς τὸ κάτω, ἵνα πιέσῃ τὸν ἀέρα καὶ τὸν ἀναγκάσῃ νὰ διέλθῃ εἰς τὸ μεσαῖον ἀγγεῖον.

Τὸ σχῆμα 89 παριστᾷ ἑτέραν μορφὴν ἁπλουστέραν πηγῆς τοῦ Ἡέρωνος.

55. Σίφων. Ὁ σίφων εἶναι σωλὴν μὲ δύο βραχίονας χρησιμεύων εἰς τὸν μεταγγισμὸν τῶν ὑγρῶν ἔκ τινος ἀγγείου κατέχοντος θέσιν ὑψηλοτέραν πρὸς ἄλλο χαμηλότερον, ἀφ' οὗ ὑψώσῃ αὐτὰ ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας των. Ὁ μικρότερος βραχίων βυθίζεται εἰς τὸ ἄνω ἀγγεῖον, ὁ δὲ μεγαλείτερος μετοχετεύει τὸ ὑγρὸν εἰς τὸ κάτω· ἵνα δὲ δελεάσωσιν, (ὡς λέγουσι) τὸν σίφωνα, (σχῆμα 90) ἀποῤῥοφῶσι τὸν ἀέρα διὰ τοῦ προσθετοῦ σωλῆνος Z, κλείσαντες πρῶτον τὸ ἄκρον β· τὸ ὑγρὸν τότε ἀνυψούμενον ὑπερβαίνει τὴν κορυφὴν δ, καὶ πληροῖ ἀμέσως τὸν μεγαλείτερον βραχίονα, μετὰ ταῦτα ἀνοίγουσι τὸ ἄκρον β, καὶ ἡ ἐκροὴ ἀποκαθίσταται. Διὰ νὰ δώσωμεν τὸν λόγον τοῦ φαινομένου αὐτοῦ, ἀπαιτεῖται νὰ ζητήσωμεν τὰς ἐξωτερικὰς καὶ ἐσωτερικὰς πιέσεις, τὰς ἐνεργούσας εἰς τὸ σημεῖον β· ἡ ἐναντιουμένη ἔξωθεν πίεσις εἰς τὴν ἐκροὴν εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ, ἡ δὲ βοηθοῦσα αὐτὴν ἔσωθεν σύγκειται 1ον, ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, καὶ 2ον ἀπὸ ὅλον τὸ ὕψος τῆς στήλης γβ, ἣ σι· διότι ἐὰν ἄξωμεν ἐκ τῆς ἐπιφανείας τὴν ὁριζόντιον γραμμὴν α γ, ἡ πίεσις εἶναι ἴση εἰς τὸ α καὶ γ· ἐπειδὴ τὰ σημεῖα αὐτὰ κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας· λοιπὸν εἰς τὸ γ ὑπάρχει ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ὡς καὶ εἰς τὸ α, ἥτις μεταδίδεται εἰς τὸ β, περὶ πλέον αὐτὸ τὸ ἴδιον σημεῖον β ὑποφέρει καὶ τὴν πίεσιν τῆς στήλης γβ, καὶ δυνάμει τῆς ὑπεροχῆς αὐτῆς γβ, ἡ ἐκροὴ λαμβάνει χώραν. Ἡ ὑπεροχὴ αὕτη ἐλαττοῦται, καθ' ὅσον ἡ ἐπιφάνεια καταβαίνει εἰς τὸ ἄνω ἀγγεῖον· ἐπίσης ἐλαττοῦται, καὶ ὅταν τὸ ἄκρον β βυθίζηται εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ κάτω ἀγγείου.

Τὸ σχῆμα 91 παριστᾷ σίφωνα πληρούμενον ἀφ' ἑαυτοῦ του, ὅταν ἐγχέηται ὕδωρ εἰς τὸ ἀγγεῖον· ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ κύλικος δὲν ἀναβαίνει ὅλως διόλου μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σίφωνος, τότε οὐδὲν φαινόμενον παρουσιάζεται· ἀλλ' ὅταν προστεθῶσι σταγόνες τινὲς ὕδατος περὶ πλέον, τὸ ὑψωθὲν ὑγρὸν εἰς τὸν μικρὸν βραχίονα διαβαίνει τὴν κορυφὴν, ὁ σίφων δελεάζεται καὶ ὁ κύλιξ κενοῦται ἐντελῶς· τὸ ἀγγεῖον αὐτὸ, ὅπερ κενοῦται, ἐν ᾧ τις νομίζει ὅτι πληροῦται, καλεῖται ἀγγεῖον τοῦ Ταντάλου.

Τὸ σχῆμα 92 παρίστησιν ἄλλην κατασκευὴν ἀγγείου τοῦ Ταντάλου.

56. Ἀντλίαι. Ἡ ἀπορροφητικὴ καὶ ὑψωτήριος ἀντλία παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 93· ὁ μηχανισμὸς αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἰδιότητος τῶν ὑγρῶν τοῦ ν' ἀναβαίνωσιν εἰς τοὺς σωλῆνας, κατὰ συνέπειαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ὅταν ὁ ἐν αὐτοῖς ἀὴρ ἀραιοῦται· σύγκειται δ' ἐκ σωλῆνος ἀπορροφητικοῦ α, ἔκ τινος σώματος ἀντλίας β, ἀπὸ τὸν σωλῆνα τῆς ὑψώσεως γ, ἀπὸ τὸ ἔμβολον μ, καὶ ἀπὸ τρεῖς γλωττίδας φ, χ, ψ, ἀνοιγούσας ὅλας ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὅταν τὸ ἔμβολον ἀναβαίνῃ ὁ ὑπεράνωθεν αὐτοῦ ἀὴρ θλιβόμενος ὑψώνει τὴν γλωττίδα ψ, καὶ ἐξέρχεται· ὁ δὲ ὑποκάτωθεν διαστελλόμενος αἴρει τὴν χ, καὶ διαχέεται εἰς τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας, συγχρόνως δὲ τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει εἰς τὸν σωλῆνα α, τοῦ ἐμβόλου κατερχομένου πάλιν, ὁ πιεζόμενος ὑπ' αὐτὸ ἀὴρ θλίβει τὴν δικλίδα φ, διὰ νὰ τὴν κλείσῃ καλλίτερα, καὶ ὑψώνει τὴν χ, διερχόμενος ὑπεράνω τοῦ ἐμβόλου. Εἰς τὸν δεύτερον αὐτοῦ δρόμον τὰ αὐτὰ φαινόμενα ἐπαναλαμβάνονται, τὸ δὲ ὕδωρ ἀναβαίνει ὑψηλότερα κατά τι εἰς τὸν σωλῆνα, ἐπειδὴ τὸ κενὸν γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑπὸ τὸ ἔμβολον, ἡ ἀντλία τέλος πληροῦται ὕδατος, καὶ ἀφ' οὗ ἅπαξ τὸ ὕδωρ φθάσῃ ὑπεράνω τῆς γλωττίδος φ, τὸ ἔμβολον καταβαῖνον βυθίζεται ἐν τῷ ὕδατι, ὡς μὴ ὑπάρχοντος πλέον ἀέρος ὑπ' αὐτό· ἀναβαῖνον δὲ ἀπορροφᾷ στήλην ὕδατος, ἢ διὰ νὰ εἴπωμεν ὀρθότερον, ἡ ἐπὶ τοῦ ὕδατος τῆς πηγῆς ἐξασκουμένη πίεσις ὠθεῖ τὴν ὑδατώδη στήλην καὶ ἀκολουθεῖ τὸ ἔμβολον, πλὴν τοῦτο δὲν ἐμποδίζει τὴν κατάβασίν του· ἐπειδὴ ἡ γλωττὶς χ, ὑψοῦται καὶ τὸ ὕδωρ διέρχεται ὑπεράνω τῆς κεφαλῆς αὐτοῦ· ἀπὸ αὐτὴν τὴν στιγμὴν ἡ ἀντλία εἶναι πλήρης· τὸ ἔμβολον κινεῖται ἐντὸς τοῦ ὕδατος· ὁσάκις ἀναβαίνῃ, ἐγείρει ὅλην τὴν ὑπεράνωθεν αὐτοῦ καὶ τῆς δικλίδος ψ στήλην, ἐν ᾧ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ὠθεῖ τὴν πληροῦσαν τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας· ὁσάκις δὲ θὰ καταβῇ δὲν ἔχει, εἰμὴ νὰ διαπεράσῃ τὸ ὑποκάτωθεν αὐτοῦ ὑγρόν.

Ἡ ἀπόστασις τῆς δικλίδος φ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πηγῆς δὲν πρέπει νὰ ὑπερέχῃ τὰ 4 ἢ 5 μέτρα, ὀφείλει δηλ. νὰ ἦναι μικροτέ-

ρα τῶν 32 ποδῶν· ἐπειδὴ ἄλλως δὲν εἶναι δυνατὸν τὸ ὕδωρ νὰ φθάσῃ εἰς τὴν δικλίδα φ· πρὸς τούτοις ὅταν τὸ ὕδωρ εἰς αὐτὴν τὴν ἀντλίαν ὑψωθῇ ὑπεράνω τῆς γλωττίδος τοῦ ἐμβόλου, ἑκάστη κίνησις αὐτοῦ ἀναβιβάζει νέαν ποσότητα ὑγροῦ· ἡ δὲ ἀπαιτουμένη δύναμις τότε διὰ τὴν ἄρσιν τοῦ ἐμβόλου ὀφείλει νὰ ἦναι ἱκανὴ διὰ νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ὑπεράνω τοῦ ἐμβόλου στήλην, πλέον τὸ βάρος τῆς ἀτμοσφαίρας· ἀλλὰ τοῦτο ὑποθέτει, ὅτι ἡ ὑπὸ τὸ ἔμβολον ὑδατώδης στήλη ἰσορροπεῖ μὲ τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας, ὅτι ἑπομένως ἔχει ὕψος ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πηγῆς 32 ποδῶν ἢ 10μ, 366· ἐὰν δὲ ἦναι μικροτέρα, τότε ἓν μέρος τῆς δυνάμεως ἐνεργούσης ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω θὰ καταστρέφηται· διότι ἐὰν τὸ διάστημα π, ἐντὸς τοῦ ὁποίου γίνεται ἡ κίνησις τοῦ ἐμβόλου, ἢ τὸ διάστημα τοῦ ἀνιόντος καὶ κατιόντος δρόμου αὐτοῦ ὁμοῦ μὲ τὴν ἀπόστασιν τῆς δικλίδος φ ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πηγῆς ἤτοι π+υ ἀποτελεῖ ὕψος 32 ποδῶν, τότε εἰς τὴν ἀνάβασιν τοῦ ἐμβόλου ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς πηγῆς ἐξασκουμένη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις θὰ ὠθῇ τὴν στήλην ὑπὸ τὸ ἔμβολον, ἥτις τείνει νὰ φθάσῃ τὸ ὕψος αὐτὸ καὶ θὰ βοηθῇ τὴν ἀνάβασιν· εἰς δὲ τὴν κατάβασιν τὸ ἔμβολον θὰ διαπερᾷ μόνον τὸ ὑπ' αὐτὸ ὑγρόν· ἐν γένει δὲ μία ἀντλία τοῦ εἴδους τούτου διὰ νὰ παράγῃ τὸ ἀποτέλεσμά της, ἀπαιτεῖται ὥστε τὸ τετράγωνον τοῦ ἡμίσεως τῆς ἀποστάσεως μεταξὺ τοῦ ἀνωτάτου σημείου τοῦ δρόμου τοῦ ἐμβόλου, καὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς πηγῆς νὰ ἦναι μικρότερον ἀπὸ τὸ διάστημα τὸ περιορίζον τὴν ἀνιοῦσαν καὶ κατιοῦσαν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ τὸ ὕψος, εἰς ὃ τὸ ὕδωρ ἤθελε φθάσει ἐν τῷ κενῷ δυνάμει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἤτοι ἐπὶ 10μ, 366 (*).

(*) Σημ. Τὸ βάρος τοῦ ἐμβόλου, ἢ ἡ ἀντίστασις, ἣν ὀφείλῃ νὰ ὑπερνικήσῃ τις, ἵνα ἀναβιβάσῃ αὐτὸ, ὑπολογίζεται οὕτως· ἔστω εἰς μίαν στιγμὴν ὁποιανδήποτε τοῦ ἀνιόντος δρόμου ψ τὸ ὕψος τοῦ ὑπεράνω τοῦ ἐμβόλου ὕδατος, καὶ φ τὸ τῆς ὑγρᾶς στήλης ἀκολουθούσης αὐτὸ, λογιζόμενον ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς πηγῆς ἢ τοῦ φρέατος· ἂς παραστήσωμεν διὰ π τὴν ἐπιφάνειαν ἢ τὴν ἐσωτερικὴν τομὴν τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας, καὶ διὰ υ τὸ ὕψος τοῦ μὲ τὸ βάρος τῆς ἀτμοσφαίρας ἰσορροποῦντος ὕδατος, τότε τὸ ἔμβολον θὰ

Ἡ ἀναμυζητικὴ καὶ καταθλιπτικὴ ἀντλία παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 94, διαφέρει δὲ τῆς προηγουμένης, καθ' ὅσον τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας μένει ἀνοικτὸν εἰς τὸ κάτω μέρος, καὶ καθ' ὅσον ἔχει τὰς δύο δικλίδας φ καὶ ψ· τὸ ἔμβολον εἶναι πλῆρες καὶ ἄνευ γλωττίδος· ἡ ἀντλία αὕτη πληροῦται, ὡς καὶ ἡ προηγουμένη διὰ τῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου· πλὴν εἰς τὴν κατάβασίν του κυρίως ἐνεργεῖ αὐτὸ, καὶ διὰ τῆς πιέσεώς του ἀναγκάζει τὸ ὑπ' αὐτὸ ὑγρὸν ν' ἀνασηκώσῃ τὴν δικλίδα ψ· τότε ἡ δικλὶς φ, ὡς ὑποφέρουσα καὶ αὐτὴ τὴν ἰδίαν πίεσιν ὀφείλει ν' ἀνθίσταται πολὺ περισσότερον, παρ' ὅσον εἰς τὴν ἀ. περίστασιν· τὸ ἔμβολον εἰς τὴν ἀνάβασίν του ὀφείλει νὰ ὑπερνικήσῃ μόνον τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν· διὰ τῆς ἀντλίας αὐτῆς δύναταί τις νὰ ὑψώσῃ τὸ ὕδωρ πλέον κατά τι τῶν 10 μέτρων· σημειωτέον δ' ἐνταῦθα ὅτι τὸ ἔμβολον πρέπει νὰ φθάνῃ πολλὰ πλησίον τῆς δικλίδος φ εἰς τὸν κατιόντα δρόμον του, ἐπειδὴ ἄλλως ἡ ἀντλία δὲν δύναται νὰ πληρωθῇ.

Ἡ πυροσβεστικὴ ἀντλία (σχῆμα 95) εἶναι σύστημα ἐκ δύο ἀντλιῶν ἀναμυζητικῶν καὶ καταθλιπτικῶν ἔχον δοχεῖον ἀέρος Α, ἐκπληροῦν τρόπον τινὰ τὴν ὑπηρεσίαν τῆς καταθλιπτικῆς πηγῆς, καὶ διατηροῦν τὸ ῥεῦμα συνεχές. Τὸ ὕδωρ φθάνει εἰς τὸν σωλῆνα β· αἱ δύο πρὸς ἀπορρόφησιν γλωττίδες χ ὑψοῦνται ἐναλλὰξ διὰ νὰ δώσωσι δίοδον εἰς τὸ μέλλον νὰ πληρώσῃ τὴν ἀντλίαν ὕδωρ, ἐν ᾧ τὸ ἀνταποκρινόμενον ἔμβολον ἀναβαίνει, καὶ κλείουσι διὰ τοῦ ἰδίου βάρος των, ἅμα ἀρχίσῃ νὰ καταβαίνῃ· τότε ἡ καταθλιπτικὴ γλωττὶς ψ αἴρε-

---

πιέζηται ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἀπὸ τὸ βάρος τῆς ἀτμοσφαίρας πλέον τὸ βάρος τῆς ὑπεράνω αὐτοῦ ὑγρᾶς στήλης· τὸ δὲ ὅλον αὐτὸ παράγει ἀντίστασιν ἴσην μὲ Π (υ + ψ), λαμβανομένης ὡς μονάδος τῆς τοῦ ὑδατώδους ὄγκου· ἀλλ' ἐκτὸς τούτου τὸ ἔμβολον θὰ ὠθῆται ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατὰ τὸ ὑπερέχον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐπὶ τοῦ βάρους ὑδατώδους στήλης ἴσης μὲ φ, ἢ διὰ μιᾶς δυνάμεως ἀντιθέτου π (υ—φ)· τὸ ὅλον φορτίον λοιπὸν θὰ ἦναι Π (ψ+φ) ἤτοι ἡ προκειμένη πρὸς κατανίκησιν ἀντίστασις διὰ ν' ἀναβῇ τὸ ἔμβολον, ἰσοδυναμεῖ μὲ τὸ βάρος ὑδατώδους στήλης ἐχούσης διὰ βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ, καὶ ὕψος τὸ τοῦ ἐμπεριεχομένου ἤδη εἰς τὴν ἀντλίαν ὕδατος· μὴ ὑπολογιζομένων τῶν προειρχομένων ἀντιστάσεων ἐκ τῆς τριβῆς τοῦ ἐμβόλου, τῆς τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῶν σωλήνων, καὶ τοῦ μηχανισμοῦ πρὸς ὃν ἡ κινοῦσα δύναμις εἶναι ἐφηρμοσμένη.

ται καὶ τὸ ὕδωρ διέρχεται εἰς τὸ δοχεῖον Α, ὅπως ἀντικαταστήσῃ τὸ δι' ἐλαστικοῦ τινος ὀχετοῦ διαφεῦγον ὕδωρ. Ὁ δὲ ἐν τῷ δοχείῳ ἀὴρ συνθλιβόμενος ἀντενεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, καὶ διατηρεῖ τὴν ὁρμὴν αὐτοῦ· ὑποχρεοῦται δέ τις νὰ χύνῃ συνεχῶς ὕδωρ εἰς τὸ κιβώτιον β αὐτῆς τῆς ἀντλίας, ἐκτὸς ἐὰν ὑπάρχῃ πλησίον καμμία πηγὴ· διότι τότε κλείουσιν ἀκριβῶς τὸν πυθμένα τοῦ κιβωτίου, καὶ προσαρμόζουσιν αὐτῷ δι' ἕλικος σωλῆνα ἐμβαπτιζόμενον εἰς αὐτὴν τὴν πηγὴν, ἥτις ὅμως δὲν πρέπει νὰ κῆται πλέον τῶν 10 μέτρων ὑπὸ τὴν ἀντλίαν.

Ἡ ἀντλία τῶν ἱερέων (σχῆμα 96) διακρίνεται ἀπὸ τὰς ἄλλας, καθότι τὸ ἔμβολον ἀντικαθίσταται διὰ μεμβράνης εὐκάμπτου, ἢ μᾶλλον διὰ διαφράγματός τινος προσηλωμένου καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν εἰς τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας, καὶ φέροντος ἐν τῷ μέσῳ δίσκον μετάλλινον ἐκπληροῦντα τὴν ἐργασίαν τοῦ ἐμβόλου αὐτοῦ. Τὸ σχῆμα 96 παρίστησι τὴν ὑπὸ τοῦ Γοττίνου δοθεῖσαν μορφὴν εἰς τοὺς μηχανικοὺς λύχνους. Τὸ κιβώτιον τῶν ἀντλιῶν εἶναι βυθισμένον εἰς τὸ δοχεῖον τοῦ ἐλαίου, ὅταν δὲ ὁ ὑμὴν ὑψοῦται διὰ κινήσεώς τινος ἀνηκούσης εἰς τὴν ὡρολογοποιΐαν, τὸ ἔλαιον ἀπορροφᾶται διὰ τῆς γλωττίδος α, εἰς δὲ τὴν ὕφεσιν αὐτοῦ τὸ ἔλαιον θλιβόμενον διέρχεται διὰ τῆς γλωττίδος β εἰς τὸν σωλῆνα τῆς ὑψώσεως καὶ φθάνει εἰς τὸ ῥάμφος δ.

Ἡ ἀντλία μὲ ἔμβολον καταδύον (à **piston plongeur**) εἶναι μία ἀντλία ἀπορροφητικὴ καὶ καταθλιπτικὴ, συγχωροῦσα τὴν διάβασιν τοῦ ὑγροῦ μεταξὺ τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας καὶ τοῦ ἐμβόλου· εἶναι πρὸ πάντων ἐν χρήσει, ὅταν πρόκηται νὰ ἐνεργηθῶσι μεγάλαι πιέσεις. Ἡ παρισταμένη εἰς τὸ σχῆμα 97 κατεσκευάσθη ὑπὸ τοῦ Μαρλὺ κατὰ τὸ 1820 διὰ νὰ ὑψώνῃ μὲ ὁρμὴν τὰ ὕδατα τοῦ Σηκουάνα εἰς ὕψος 170 μέτρων· τὸ ἔμβολον α εἶναι ὅλως διόλου κυλινδρικόν· τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας β περατοῦται ἄνω εἰς θήκην μὲ στυπεῖον γ, ὑπεράνω τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἄλλη θήκη μὲ λίπος δ, καὶ διὰ μέσου αὐτῶν διέρχεται τὸ ἔμβολον, εἰς ὃ περιορίζεται ὅλη ἡ τριβή. Ἡ ἀπορροφητικὴ δικλὶς π καὶ ἡ καταθλιπτικὴ ρ ἔχουσι τὸ καταλληλότερον σχῆμα πρὸς ἀντίστασιν εἰς τὰς μεγαλειτέρας

πιέσεις· τὸ ἔμβολον ἀπορροφᾷ τὸ ὑγρὸν ἀναβαῖνον, καὶ συνθλίβει αὐτὸ καταβαῖνον· ὁ ἀναπτυσσόμενος ὅμως ἀὴρ ἐκ τοῦ ὕδατος κατὰ τὴν ἀπορρόφησιν πληροῖ ἐπὶ τέλους τὸ σῶμα τῆς ἀντλίας, ἢ τοὐλάχιστον ἐλαττώνει μεγάλως τὸν ὄγκον τοῦ ἀπορροφωμένου καὶ καταθλιβομένου ὕδατος· τὸ κώλυμα τοῦτο ἀναιρεῖται διὰ μικροῦ τινος ὀχετοῦ ἀνεῳγμένου ἐντὸς τοῦ ἐμβόλου, καὶ κλειομένου διὰ τοῦ ἕλικος λ, τὸν ὁποῖον ἀνοίγουσιν ἀπὸ καιρὸν εἰς καιρὸν, ἵνα ἐξέρχηται ὁ ἀήρ.

Εἰς τὴν περὶ ἧς ὁ λόγος περίστασιν τὸ ἔμβολον διὰ τὴν κίνησίν του ἀπαιτεῖ δύναμιν πλέον τῶν **1700** χιλιογράμμων κατὰ δεκατόμετρον τετραγωνικὸν, διὰ νὰ καταβῇ καὶ καταθλίψῃ τὸ ὕδωρ μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ ἀγωγοῦ.

54. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἶναι ἐν χρήσει κυρίως πρὸς θλίψιν τοῦ πολτοῦ τῶν τευτλίδων (κοκκινογουλίων), τῶν κόκκων ἢ τῶν ἐλαιούχων σπερμάτων, τῶν δερμάτων τῶν βαμβακίων, τῶν ὑφασμάτων, καὶ ἐν γένει ὅλων ἐκείνων ὅσα συμφέρει νὰ μετακομίζωνται ὑπὸ μικρόν τινα ὄγκον κ.τ.λ. ἐπενοήθη ἀπὸ τὸν Πασκὰλ κατὰ τὸ **1650**, πλὴν ὁ Βράμαχ διὰ τῆς τελειοποιήσεως τοῦ κυρτοκοίλου δέρματος εἰσήγαγεν εἰς τὴν πρακτικὴν μηχανικὴν ἓν τῶν χρησιμωτάτων ὀργάνων.

Παρίσταται διὰ τῶν σχημάτων **98** καὶ **99**· τὸ σχῆμα **98** εἶναι τομὴ, δι' ἧς γίνεται καταληπτοτέρα ἡ θεωρία αὐτοῦ· τὸ δὲ σχῆμα **99** παριστᾷ γενικήν τινα ἔποψιν.

Δύο ἔμβολα καταδύοντα α καὶ β (σχῆμα **98**), τὸ ἓν ἐλάχιστον ὡς πρὸς τὸ ἄλλο, κινοῦνται εἰς δύο σώματα ἀντλιῶν, συγκοινωνοῦντα πρὸς ἄλληλα διὰ μεταλλικοῦ σωλῆνος γ στενοῦ καὶ στερεοῦ· τὸ βραχὺ ἔμβολον θλίβει τὸ ὕδωρ περὶ τὸ μέγα, ἡ μεταδιδομένη πίεσις εἶναι πανταχοῦ ἴση δι' ἑκάστην μονάδα ἐπιφανείας, ἢ δι' ἕκαστον τετραγωνικὸν δεκατόμετρον· ὥστε τοῦ μικροῦ ἔχοντος π. χ. ἑνὸς δεκατομέτρου διάμετρον, καὶ τοῦ μείζονος **20**, αἱ ἐπιφάνειαι τῶν κάτω βάσεων θὰ ἔχωσι μεταξύ των ὡς τὰ τετράγωνα τῶν διαμέτρων, ἢ ὡς **1** πρὸς **400**· ἑπομένως ὅταν τις ἐξασκῇ ἐπὶ

τῆς βάσεως του μικροῦ ἐμβόλου δύναμιν 500 χιλιογράμμων (*), ἡ βάσις τοῦ μεγάλου δέχεται ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὥθησιν 200,000 χιλιογράμμων, τείνουσα νὰ τὸ ἀναβιβάσῃ, καὶ ἤτις πραγματικῶς τὸ ἀναβιβάζει· ἐπειδὴ ὀλισθαίνει κατὰ μικρὸν ἐντὸς τοῦ περιειλίσσοντος αὐτὸ κυλίνδρου, ὡς τὸ καταδύον ἔμβολον. Μ' ὅλα ταῦτα ὅταν τὸ μικρὸν ἔμβολον, οὗτινος ὁ δρόμος περιορίζεται ἀπό τινα πασσαλίσκον, καταβαίνῃ 4 δεκατόμετρα π. χ. ὁ ὄγκος τοῦ ὕδατος, τὸν ὁποῖον ὠθεῖ ὑπὸ τὸ μέγα ἔμβολον δὲν θὰ δυνηθῇ νὰ τὸ ἀναβιβάσῃ, εἰμὴ μόνον κατὰ $\frac{1}{400}$ τῶν 4 δεκατομέτρων ἢ κατὰ ἓν χιλιοστόμετρον· οὕτω ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι τὸ μέγα ἔμβολον μέλλει νὰ ὑψωθῇ κατὰ ἓν μέτρον, ἀπαιτοῦνται 1000 δρόμοι τοῦ μικροῦ ἐμβόλου, ἢ 2000 ἐὰν ἔχῃ 2 δεκατομέτρων μόνον δρόμον. μὴ ὑπολογιζομένων οὔτε τῆς πιεστότητος τοῦ ὕδατος, οὔτε ἐκτάσεώς τινος τῶν περιειλημάτων· τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου· συμβαίνει δὲ καὶ εἰς αὐτὸ, ὅ,τι εἰς ὅλας σχεδὸν τὰς μηχανὰς δηλ. τὸ ὄφελος τῆς δυνάμεως νὰ δαπανᾶται εἰς τὸν χρόνον.

Ἡ ἀποῤῥοφητικὴ γλωττὶς τοῦ μικροῦ ἐμβόλου εἶναι εἰς τὸ π, καὶ ἡ καταθλιπτικὴ εἰς τὸ ρ· ὁ πρὸς τὰ κάτω λήγων σωλὴν δ ὡς ὁ ὑδροχόος τοῦ τρυπητοῦ ποτιστηρίου, ἐμποδίζει πᾶν ὅ,τι δύναται νὰ ἐνοχλήσῃ τὴν κίνησιν τῶν γλωττίδων.

Τὰ ἀπαρτίζοντα τὸ μέγα ἔμβολον ἵνα ἐπέχωσιν ὅλως διόλου τὴν δίοδον τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ τὰ μεταξὺ τοῦ ἐμβόλου καὶ τοῦ περι-

---

(*) Σημ. Ἐὰν ὑποτεθῇ ὅτι τὸ μικρὸν ἔμβολον κινεῖται ὑφ' ἑνὸς ἀνθρώπου διὰ μοχλοῦ, οὗτινος οἱ δύο βραχίονες ἔχουσιν ὡς 10 πρὸς 1· τῆς ἰσχύος ἑνὸς ἀνθρώπου ἰσοδυναμούσης κατὰ μέσον ὅρον μὲ 30 χιλιόγραμμα τοὐλάχιστον, ἡ ἐξασκουμένη πίεσις ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου θὰ ἦναι ἴση μὲ 300 χιλιόγραμμα ἐὰν περὶ πλέον ὑποτεθῇ ὅτι καὶ ἡ σχέσις τῶν βάσεων εἶναι 400 πρὸς 1 ἡ $\frac{1}{400}$ ἡ ἐξασκουμένη πίεσις ἐπὶ τῆς ὅλης βάσεως τοῦ μεγάλου ἐμβόλου θὰ ἦναι $300 + 400 = 120000$· οὕτως ἡ αὔξησις τῆς πιέσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μέγεθος τοῦ βραχίονος τοῦ μοχλοῦ, καὶ τῆς βάσεως τοῦ μεγάλου ἐμβόλου.

τυλίσσοντος αὐτὸ κυλίνδρου, δὲν ἐπιτυγχάνονται τόσον εὐκόλως, ὡς τὰ τοῦ μικροῦ· ὡς πρὸς τοῦτο κυρίως συνίσταται ἡ σημαντικότης τῆς τελειοποιήσεως τοῦ Βράμαχ διὰ τοῦ κυρτοκοίλου δέρματος, ἢ τῆς δερματίνης στεφάνης, ἥτις ἐν τόπῳ καὶ ἐνεργείᾳ θεωρεῖται εἰς τὸ δακτυλιοειδὲς διάστημα μμ΄. σύγκειται δ' ἔκ τινος δακτυλίου πλατέος ἐκ δέρματος παρισταμένου ὑπὸ διττὴν ἔποψιν (σχῆμα 100), οὗτινος τὸ ἔνδον μέρος α καὶ τὸ ἔξω β εἰσὶν ἐστραμμένα πρὸς τὸ μέσον γ, τὸ πρῶτον εὐρυνόμενον, τὸ δεύτερον συστελλόμενον, εἰς τρόπον ὥστε σχηματίζουσιν εἶδος ἀγγείου δακτυλιοειδοῦς μὲ χείλη ἴσα καὶ ἐλαστικὰ, ὧν ἡ τομὴ θεωρουμένη εἰς γγ΄, (σχῆμα 100) θεωρεῖται ἀκόμη καὶ εἰς τὸ μ.μ΄ (σχῆμα 98)· ἐκεῖ ἡ δερματίναὐτὴ στεφάνη πληρουμένη καὶ ὑπερειδομένη διά τινος κύκλου μεταλλίνου συσφίγγει τὸ ἔμβολον ἀφ' ἑνὸς διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ χείλους ἢ τῆς ἐσωτερικῆς περιφερείας, καὶ ἀφ' ἑτέρου στηρίζεται ἰσχυρῶς κατὰ τοῦ δακτυλιοειδοῦς διαστήματος τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας διά τε τῆς ἐξωτερικῆς περιφερείας, καὶ τοῦ ἄνω καὶ μεσαίου μέρους γ· ὥστε ὅσον ἡ πίεσις εἶναι μεγαλειτέρα τόσον στεγανῶς προσαρμόζεται, καὶ ἐμποδίζει πᾶσαν δίοδον εἰς τὸ πιεζόμενον ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας.

Τὸ σχῆμα 98 δεικνύει ἀκόμη τὴν γλωττίδα κ, ἥτις θλιβομένη μᾶλλον ἢ ἧττον χρησιμεύει ὡς μέτρον τῆς πιέσεως, τὸν ἕλικα λ, ὅστις στρεφόμενος, ὅταν πρόκηται νὰ χαλαρωθῇ τὸ πιεστήριον, ἀνοίγει ὀπὴν, δι' ἧς τὸ πιεζόμενον ὕδωρ ἐκρέει μὲ ὁρμὴν ἐκ τοῦ σώματος τῆς ἀντλίας διὰ τοῦ ἀγωγοῦ υ, πίπτον πάλιν ἐντὸς τοῦ δοχείου, ὅπερ τρέφει τὴν ἀποῤῥοφητικὴν ἀντλίαν.

Τὸ μέγα σῶμα τῆς ἀντλίας φχ σύγκειται ἐξ ἀνθρακούχου σιδήρου, ὁμοιάζει σχεδὸν μὲ τηλεβόλον μεγάλης διαμέτρου ἔχον μῆκος κατά τι μεγαλείτερον ἀπὸ τὸν δρόμον τοῦ μεγάλου ἐμβόλου· δὲν ἔχει ἄλλην ὀπὴν ἐκτὸς τῆς συγκοινωνούσης μὲ τὸν σωλῆνα γ, καὶ τῆς ἄνω, κλειομένης ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου καὶ τῆς δερματίνης στεφάνης.

Τὸ σχῆμα 99 δεικνύει τὸ σύνολον τῆς μηχανῆς, ἧς αἱ διαθέσεις ἅπασαι εὐκόλως ἤδη καταλαμβάνονται.

φ, χ μέγα σῶμα ἀντλίας.

β, μέγα ἔμβολον εἰς τὸ ἀνώτερον σχεδὸν σημεῖον τοῦ δρόμου του.

Ζ Πλὰξ, ἐφ' ἧς τίθενται αἱ πιεστέαι ὕλαι, αἵτινες ἐξ ἄλλου μέρους στηρίζονται κατὰ τοῦ ἄνω πτερυγίου· γγ σωλὴν χάλκινος καθιστῶν τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ μικροῦ σώματος τῆς ἀντλίας καὶ τοῦ μεγάλου.

α, μικρὸν ἔμβολον.

κ, κ. ὁ κινῶν αὐτὸ μοχλός.

μ. βάρος πιέζον τὴν δικλίδα κ τοῦ σχήμ. 98

ν. λεκάνη ἢ δοχεῖον περιέχον τὸ ἀναγκαῖον ὕδωρ διὰ τὴν κίνησιν τῆς μηχανῆς, ἐν ᾧ βυθίζεται καὶ τὸ τρυπητὸν μῆλον δ τοῦ σχήματος 98.

Γενικῶς μεταχειρίζονται δύο μικρὰ ἔμβολα, καὶ κάποτε τρία· Τὸ μικρότερον χρησιμεύει εἰς τὸ τέλος τῆς ἐργασίας ἵνα παράσχῃ τὸν μεγαλείτερον βαθμὸν τῆς πιέσεως, εἰς τὰ μεγάλα ἐργοστάσια, τὰ ἔμβολα αὐτὰ κινοῦνται μηχανικῶς διὰ τοῦ ἀτμοῦ.

§. 6. Κίνησις ἀερίων.

57. Ταχύτης ἀνέμου. Αἱ διαδοχικῶς ἐπικρατοῦσαι καταστάσεις τῆς γαλήνης καὶ ταραχῆς εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν δεικνύουσιν εἰς ἡμᾶς κατὰ πόσον ὁ ἀὴρ εἶναι εὐκίνητος, καὶ ποίαν δύναμιν δύναται νὰ ἔχῃ, ὅταν κινῆται μὲ μεγίστην ταχύτητα. Αἱ κινήσεις αὗται λαμβάνουσι χώραν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, καὶ διέρχονται ἀπὸ στιγμὴν εἰς στιγμὴν ὅλους τοὺς βαθμοὺς τῆς ἐντάσεως· δύναται μ' ὅλα ταῦτά τις νὰ παρατηρήσῃ αὐτάς, ὅταν ἐξακολουθῶσι μὲ κάποιαν σταθερότητα, ἀρκεῖ διὰ τοῦτο νὰ ῥίψῃ εἰς τὸν ἀέρα σώματα ἐλαφρὰ εὐκόλως ἐπαιρόμενα, καὶ νὰ μετρήσῃ τὸ διατρεχόμενον ὑπ' αὐτῶν διάστημα ἐντὸς δεδομένου χρόνου. Οὕτω συνέταξαν τὸν ἀκόλουθον πίνακα τῶν ταχυτήτων τοῦ ἀνέμου.

Πίναξ τῶν ταχυτήτων τοῦ ἀνέμου.

	Ταχυτ. κατὰ 1|2 λεπτ. εἰς μέτρα	Ταχύτ. καθ' ὥραν εἰς χιλιόμετρα
Ἄνεμος αἰσθανόμενος μόνον	1	3, 6
Ἄνεμος μέτριος	2	7, 2
— Ψυχρὸς, ἡ αὔρα τανύουσα καλῶς τὰ ἱστία	6	12, 2
Ἄνεμος ὁ καταλληλότερος εἰς τοὺς μύλους	7	25, 6
— ἀρκετὰ ψυχρὸς κάλλιστος διὰ τὴν θαλασσοπορίαν	9	32, 4
Ἄνεμος σφοδρὸς	12	43, 2
— σφοδρότατος	15	54,
Ἄνεμος ὁρμητικώτατος	20	72, 0
Μεγάλη τρικυμία	27	97
Καταιγὶς	36	129
Θύελλα καταστρέφουσα οἰκοδομὰς	45	162

Οὕτω ὁ ἄνεμος ἀποκτᾷ ταχύτητα 40 περίπου μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ εἶναι ἱκανὸς νὰ παράξῃ ἀποτελέσματα τεράστια· ἐπειδὴ ὄχι μόνον κεραμίδας ἐπαίρει, ἀλλὰ καὶ λίθους, δοκοὺς, σίδηρον, καὶ ὅλα τὰ λείψανα τῶν οἰκοδομῶν, τὰ ἀπαντώμενα κατὰ τὴν πορείαν αὐτοῦ, καὶ τὰ ὁποῖα καταβάλλει εἰς τὴν διάβασίν του.

Τὰ ῥευστὰ ἰσορροποῦσιν ὁσάκις τὰ μόριά των ὑφίστανται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις πιέσεις ἴσας καὶ ἀντιθέτους. Ἡ κίνησις λοιπὸν τῶν ῥευστῶν προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι αἱ πιέσεις εἶναι ἄνισοι· οὕτω ὁσάκις ἡ ἠρεμία τῆς ἀτμοσφαίρας ταράττεται εἴς τινα τόπον δεδομένον, καὶ ὁ ἄνεμος ἐγείρεται αἰφνιδίως καὶ μὲ ὁρμὴν, τοῦτο πάντοτε εἶναι ἀποτέλεσμα διαφορᾶς τῆς πιέσεως ἐπελθούσης αἴφνης εἰς χώρας τινὰς τῆς ἀτμοσφαιρικῆς μάζης· διάφοραι αἰτίαι δύνανται νὰ προσδιορίσωσιν αὐξήσεις πιέσεως· τοιαῦταί εἰσι π. χ. ἡ παρὰ τῆς θερμότητος διαστολὴ καὶ ἡ ἐξάτμισις, πλὴν αἱ αἰτίαι αὗται ἐνεργοῦσι βραδέως καὶ βαθμηδὸν, καὶ ὡς ἐκ τῆς φύσεώς των παράγουσιν ἀνέμους τακτικοὺς, μὴ ἔχοντας ποτὲ μεγίστην ὁρμήν·

ὑπάρχουσι δὲ ἄλλαι αἰτίαι δυνάμεναι νὰ ἐπενέγκωσιν ἐλαττώσεις πιέσεως ὡς ἐκ τῆς αἰφνιδίου ἐνεργείας των, καὶ τοιαῦταί εἰσι π. χ. ἡ συμπύκνωσις τῶν ἀτμῶν δυναμένη νὰ παραχθῇ ἀσυγκρίτως ταχύτερον τοῦ σχηματισμοῦ αὐτῶν· εἶναι λοιπὸν πιθανὸν ὅτι αἱ συμπυκνώσεις αἱ παρέχουσαι τὴν χιόνα, τὴν χάλαζαν, καὶ τὴν βροχὴν παράγουσι πάντοτε εἶδός τι κενοῦ, ἑπομένως ἀνέμους αἰφνιδίους, μᾶλλον ἢ ἧττον ὁρμητικοὺς διευθυνομένους πανταχόθεν πρὸς τὰς χώρας, ὅπου τὰ μετεωρολογικὰ αὐτὰ φαινόμενα λαμβάνουσι χώραν, παρετηρήθη τῷ ὄντι ὅτι τὸ πλεῖστον τῶν μεγάλων θυελλῶν προέρχονται κατ' ἀπορρόφησιν· ἐπειδὴ διαδίδονται ὄπισθεν δηλ. κατέχουσι διαδοχικῶς τὰ ὑπὸ τοῦ ἀνέμου παραχωρούμενα ὄπισθεν διαστήματα, τὸ ἐναντίον συμβαίνει εἰς τοὺς παραγομένους ἀνέμους ἐκ τῆς συμπιέσεως· οὗτοι διαδίδονται κατ' ἔμπροσθεν, δηλ. ὁ ἄνεμος κατέχει διαδοχικῶς τὰ ἔμπροσθεν αὐτοῦ κενὰ διαστήματα.

Ἡ ταχύτης τῶν ἀερίων, ὡς καὶ τῶν ὑγρῶν, εἶναι ἀνάλογος μὲ τὴν τετραγωνιαὴν ῥίζαν τῶν διαφορῶν τῆς πιέσεως, καὶ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν καὶ τὴν πυκνότητα, πλὴν ὅταν αἱ διαφοραὶ τῆς πιέσεως ἦναι πολλὰ μεγάλαι, οἱ νόμοι τῆς κινήσεως συμπλέκονται μὲ πλῆθος αἰτιῶν, ὧν ἡ ἀνάλυσις εἰσέτι δὲν ἔγινε διὰ πειραμάτων ἐντελῶν.

Γνωρίζουσι μόνον ὅτι ὁ ἀὴρ δὲν δύναται νὰ λάβῃ ταχύτητα πλέον τῶν 200 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, ὅταν εἰσέρχηται ἐν τῷ κενῷ, καὶ μὲ μίαν μάλιστα πίεσιν ἀνωτέραν κατά τι τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

58. Φυσητήρια· μηχαναὶ φυσητικαί. Τὸ φυσητήριον τοῦ οἰκήματος (σχῆμα 101) κατασκευάζεται ἤδη μὲ τρόπον ὥστε παρέχει ῥεῦμα ἀέρος συνεχὲς, τὸ μεγάλον πτερὸν β εἶναι ἀκίνητον καὶ τὰ δύο ἄλλα κινητά· ὅταν τὸ κατώτερον πτερὸν γ καταβιβάζηται ἡ δικλὶς κ' ὑψοῦται, καὶ ὁ ἀὴρ εἰσέρχεται διὰ τῆς δερματίνης γλωττίδος τοῦ φυσητηρίου, ἵνα πληρώσῃ τὴν περιλαμβανομένην μεταξὺ τῶν πτερῶν β' καὶ γ κοιλότητα, ἀναβιβαζομένου δὲ, ὁ θλιβόμενος ἀὴρ ἐξαίρει τὴν δικλίδα κ, διέρχεται εἰς τὸ ἀνώτερον χώρισμα, ὅπου πιεζόμενος ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ δέρματος, καὶ

τοῦ βάρους τοῦ ἀνωτέρου πτεροῦ ἀναγκάζεται νὰ ἐξέλθῃ ἀπὸ τὸν σωλῆνα μὲ ταχύτητα μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλην· ἡ πίεσις αὕτη ἐξακολουθεῖ ἐξασθενοῦσα ὀλίγον, ἐν ᾧ τὸ κατώτερον πτερὸν κινεῖται ἵνα ἀντλήσῃ νέαν ποσότητα ἀέρος, ἥτις ἐπανέρχεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον εἰς τὸ ἀνώτερον χώρισμα διὰ νὰ τὸ πληρώσῃ ἐκ νέου. Τὸ φυσητήριον τοῦ πεταλοποιοῦ (**marechal**) εἶναι κατεσκευασμένον ἀκριβῶς κατὰ τὸ αὐτὸ σχέδιον, αἱ διαστάσεις του μόνον εἶναι μεγαλείτεραι, καὶ ἐπιβαρύνουσι τὸ ἄνω πτερὸν ἄλλοτε πολὺ καὶ ἄλλοτε ὀλίγον, διὰ νὰ ὑπάρχωσι διαφοραὶ πιέσεως μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλαι, ἐπομένως ταχύτητες ἐκροῆς διάφοροι.

Μηχανὴ φυσητικὴ, οἵαν ἀπαιτεῖ τὸ μέγα πῦρ τῶν σιδηρουργείων καὶ τῶν ὑψηλῶν βαύνων. Τὸ σχῆμα 106 παρέχει τὴν ἰδέαν τῆς κατασκευῆς του· σύγκειται δ' ἔκ τινος μεγάλου κυλίνδρου ἐκ μίγματος σιδήρου γ λεῖον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται τὸ ἔμβολον β, οὗ τὸ στέλεχος τ διέρχεται ἀπὸ μίαν θήκην μὲ στυπεῖον θ ἐν εἴδει περιχειρίου· δύο γλωττίδες ἀναμυζητικαὶ α καὶ ά ἀνοίγουσαι ἔξωθεν συγκοινωνοῦσι μὲ τὸν ἐξωτερικὸν ἀέρα, δύο ἕτεραι καταθλιπτικαὶ δ καὶ δ', ἀνοίγουσαι ἔνδοθεν παραδίδουσι τὸν πιεζόμενον ἀέρα εἰς τὸν σωλῆνα Ζ, δι' οὗ μεταβαίνει εἰς τὸν γνώμονα (**regulateur**), καὶ ἐκεῖθεν εἰς τοὺς ἐν τῇ ἑστίᾳ βυθιζομένους ἀεραγωγούς. Ἡ μηχανὴ εἶναι μὲ διπλοῦν ἀποτέλεσμα δηλ. τὸ ἔμβολον καὶ ἀναβαῖνον καὶ καταβαῖνον ἐργάζεται. Εἰς τὴν κατάβασίν του ἀπορροφᾷ τὸν ἀέρα ἄνωθεν διὰ τῆς δικλίδος α, καὶ τὸν πιέζει κάτωθεν διὰ τῆς δ, εἰς δὲ τὴν ἀνάβασιν ἀπορροφᾷ κάτωθεν διὰ τῆς ά, καὶ τὸν συνθλίβει ἄνωθεν διὰ τῆς γλωττίδος δ'.

Εἰς αὐτὰς τὰς διαφόρους μηχανὰς αἱ πιέσεις πρέπει νὰ διαφέρωσι.

Εἰς τὸ σιδηρουργεῖον τοῦ πεταλοποιοῦ, ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος εἶναι σχεδὸν δύο ὑφεκατομέτρων ὑδραργύρου, 3 εἰς τὰ τοῦ Βίλκινσον, καὶ 3—6 εἰς τοὺς βαύνους, ἐξ ὧν συνάγεται ὅτι αἱ ταχύτητες τοῦ ἀνέμου εἰς τὰ σιδηρουργεῖα τῶν μεταλοποιῶν εἶναι 40 μέτρων, καὶ 100 περίπου εἰς τὸ σύστημα τῶν φυσητηρίων τῶν μεγάλων βαύνων·

37. Ὁλκὴ ἀέρος ἐν ταῖς ἑστίαις (σχῆμα 103). Ἡ κίνησις τοῦ ἀέρος ἐν ταῖς ἑστίαις προέρχεται ἀπὸ διαφορὰν πιέσεως· πλὴν ἡ διαφορὰ αὕτη εἰς τὴν βάσιν τῆς ἑστίας καὶ ὄχι εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ καπνοδόχου διαθηλοῦται, καὶ καθίσταται ἡ ἐνεργὸς δύναμις ἡ προσδιορίζουσα τὴν ὁλκήν· καὶ πραγματικῶς, εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ καπνοδόχου ἡ ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω πίεσις, ἡ ἐπὶ τοῦ θερμοῦ ἀέρος ἐξασκουμένη, εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν ἐπὶ τοῦ περικυκλοῦντος αὐτὸν ψυχροῦ ἀέρος εἰς τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν· εἰς τὴν βάσιν δὲ ἢ τὴν κυρίως ἑστίαν δύο στῆλαι παρουσιάζονται, μία ἡ τοῦ ἐν τῷ καπνοδόχῳ περιεχομένου θερμοῦ ἀέρος, καὶ ἄλλη ἡ ἐκτὸς κειμένη τοῦ ψυχροῦ ἀέρος. Ἡ ἐκ τῆς πρώτης ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω προκύπτουσα πίεσις σύγκειται ἀπὸ τὴν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ καπνοδόχου ἐλευθέραν πίεσιν, πλέον τὴν ἐκ τοῦ βάρους τῆς θερμῆς στήλης, ἡ δὲ ἐκ τῆς δευτέρας σύγκειται ἐπίσης ἀπὸ τὴν ἐλευθέραν πίεσιν τὴν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς κορυφῆς, πλέον τὴν ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ψυχροῦ ἀέρος προερχομένην· ἀλλ' ἡ τελευταία ὑπερέχει τὴν πρώτην καθ' ὅλον τὸ ὑπερβάλλον μέρος τοῦ βάρους τῆς ψυχρᾶς στήλης πρὸς τὴν θερμὴν, ὑπεροχὴ ἥτις εἰς ἴσα ὕψη εἶναι τοσοῦτον μεγαλειτέρα, ὅσον ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν μεταξὺ τῶν δύο στηλῶν εἶναι μεγαλειτέρα· οὕτω ἡ ἐνεργὸς δύναμις εἶναι ὁ ψυχρὸς ἀὴρ, οὗτος διὰ τῆς ὑπερβαλλούσης πιέσεώς του ὠθεῖται ἐν τῇ ἑστίᾳ, καὶ διώκει τὸν περὶ αὐτὴν θερμὸν ἀέρα, καὶ τὸν καπνὸν, μέχρις οὗ θερμανθῇ καὶ αὐτὸς καὶ διωχθῇ πρὸς τὰ ἄνω τοῦ καπνοδόχου ὑπὸ τοῦ ἀδιακόπως ἀνανεωμένου ἀέρος εἰς τὴν βάσιν.

Ὅταν λοιπὸν ὁ ψυχρὸς ἀὴρ δύναται νὰ συρρέῃ εἰς τὴν ἑστίαν μὲ ὅλην τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν καὶ ὅσον τὸ δυνατὸν ἐλευθέρως, ἡ ὁλκὴ τῆς ἑστίας εἶναι καλὴ, ὅταν ὁ καπνοδόχος ἦναι κλεισμένος ἡ ὁλκὴ εἶναι ἀδύνατος.

60. Ἀεριόμετρα (gazomètres). Τὰ ἀεριόμετρα εἶναι μεγάλα σκευάσματα, δι' ὧν ὠθοῦσι τὸ πρὸς φωτισμὸν ἀέριον εἰς ὅλας τὰς διακλαδώσεις τῶν οἰκετῶν, καὶ ἐπομένως εἰς χιλιάδας ῥάμφων φωτιζόντων μίαν μεγάλην πόλιν· ἀπαιτεῖται δὲ ἡ ταχύτης τοῦ ἀερίου, καὶ ἐπομένως ἡ πίεσις τοῦ ἀεριομέτρου νὰ ἦναι κανονισμένα

μὲ ἀκρίβειαν· τὸ σχῆμα 104 παρέχει ἰδέαν τινὰ τῶν ἀρχῶν, ἐφ' ὧν βασίζεται ἡ κατασκευὴ αὐτῶν τῶν ὀργάνων· σύγκειται λοιπὸν ἀπὸ δεξαμενὴν πλήρη ὕδατος κατεσκευασμένην στερεῶς ἀπὸ λίθους, ἢ πλάκας ἐκ μίγματος σιδήρου καλῶς γομφωμένας· ἐπ' αὐτῆς κρέμαται κώδων μέγας κυλινδρικὸς ἀνοικτὸς κάτωθεν καὶ κλεισμένος ἄνωθεν. Ὁ κώδων αὐτὸς, ὁ ἀποτελῶν κυρίως τὸ ἀεριόμετρον εἶναι κατεσκευασμένος ἀπὸ σιδηρᾶς πλάκας καλῶς προσκολλημένας πρὸς ἀλλήλας· ἂς ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι αὐτὸς ἔχει χωρητικότητα 20,000 μέτρων κυβικῶν, καὶ ὅτι ἔχει τομὴν χιλίων μέτρων τετραγωνικῶν, καὶ 20 μέτρων ὕψος, ἑπομένως ὅτι τὸ βάρος του εἶναι π. χ. 50,000 χιλιογραμ. τότε τιθέμενος ἐπὶ τοῦ ὕδατος πλήρης ἀέρος ἢ ἀερίου, θὰ βυθισθῇ ἕως οὗ ἡ διαφορὰ χ μεταξὺ τῆς ἐξωτερικῆς καὶ ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας ἀνταποκριθῇ εἰς βάρος 50,000 χιλιογραμ. δηλ. παράξῃ μίαν ὕφεσιν ἐσωτερικὴν μόνον 5 ὑφεκατομέτρων· ἐπειδὴ εἰς ὄγκος ὕδατος μὲ βάσιν 1000 μέτρων τετραγωνικῶν καὶ 5 ὑφεκατομέτρων ὕψος ζυγίζει ἀκριβῶς 50,000 χιλιογρ. οὕτω ὅταν τὸ ἀεριόμετρον θλίβῃ μὲ ὅλον τὸ βάρος του τὸ περιεχόμενον ἀέριον ὑποφέρει πίεσιν ἐκ πέντε ἑκατοστομέτρων ὕδατος, πλέον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· γενικῶς λοιπὸν μὲ αὐτὴν τὴν ὑπεροχὴν τῆς πιέσεως τὸ ἀέριον ἐξωθεῖται.

Εἰς τὸ αὐτὸ σχῆμα βλέπει τις δύο σωλῆνας κεκαμμένους ὑψωμένους καθέτως ὑπὸ τὸ ἀεριόμετρον, ὀλίγον τι ὑψηλότερα τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος· ἐξ αὐτῶν ὁ εἷς συγκοινωνεῖ μὲ τὸ μέρος, ὅπου κατασκευάζεται τὸ ἀέριον, καὶ χρησιμεύει πρὸς πλήρωσιν τοῦ ἀεριομέτρου, ὁ δὲ ἕτερος μὲ ὅλας τὰς διακλαδώσεις τῶν ἀγωγῶν, καὶ χρησιμεύει πρὸς διανομὴν τοῦ ἀερίου, ἔχουσι δὲ κρουνοὺς κλειομένους κατὰ σειράν. Ὅταν τὸ ἀεριόμετρον πληροῦται ὁ κρουνὸς τῆς διανομῆς εἶναι κλεισμένος, καὶ ἀντίρροπα ἀνακουφίζουσι τὸν κώδωνα, διὰ νὰ ἐλαττόνωσι τὴν πίεσιν εἰς τὴν πηγὴν, ἢ τὰ πρῶτα δοχεῖα ὅπου τὸ ἀέριον κατασκευάζεται. Ὅταν τὸ ἑσπέρας πρόκηται νὰ διανέμωσιν αὐτὸ, κλείουσι τὸν κρουνὸν τῶν δοχείων αὐτῶν, καὶ ἀνοίγουσι τὸν τῆς διανομῆς διὰ νὰ φθάσῃ τὸ ἀέριον πανταχοῦ, μὴ ἐμποδιζόμενον πλέον εἰ μὴ ἐκ τῶν κρουνῶν

τῶν ῥάμφων, οἵτινες ἀνοίγονται μόνον εἰς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν θὰ ἀνάψωσι.

61. Λύχνος μὲ ἀέριον ὑδρογόνου. Ὀνομάζουσιν οὕτω εὐφυεστάτην τινὰ μηχανὴν, παράγουσαν φλόγας κατὰ τὸ ἄνοιγμα κρουνοῦ τινος ρ (σχῆμα 105). Τὸ κάτω ἀγγεῖον περιέχει ὕδωρ ὑπόξυνον, καὶ ἓν τμῆμα κρικωτὸν ψευδαργύρου, προσκολλημένον εἰς τὸν σωλῆνα, εἰς ὃν ἀπολήγει πρὸς τὰ κάτω τὸ ὑπεράνω τοῦ πρώτου κείμενον ἀγγεῖον β. Διὰ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τοῦ ὑποξύνου ὕδατος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται ὑδρογόνον, ὅπερ πίπτον τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ ἀναβιβάζει αὐτὸ εἰς τὸ ἄνω ἀγγεῖον, οὗτινος τὸ πῶμα δὲν ἐμποδίζει τὴν συγκοινωνίαν μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν· ἡ ἐπιφάνεια εἰς τὸ κάτω ἀγγεῖον καταβαίνει παρευθὺς ὑπὸ τὸν ψευδάργυρον, καὶ τὸ πᾶν εἶναι εἰς ἰσορροπίαν, πλὴν ἡ ἐνέργεια ἐκ νέου ἄρχεται, ἅμα ἀφαιρεθῇ ὑδρογόνον ἐκ τοῦ ἀγγείου· ἐπειδὴ εὐθὺς ἡ ἐπιφάνεια ὑψοῦται ἀφ' ἑαυτῆς, τοῦ κρουνοῦ ρ ἀνοιχθέντος, τὸ ὑδρογόνον ἐκρέον ἑνοῦται μετὰ τοῦ ἀέρος, καὶ τὸ ῥεῦμα οὕτω ἡνωμένον διέρχεται διά τινων τεμαχίων σπογγοειδῶν χρυσαργύρου, ἅτινα προσδιορίζουσι τὴν καῦσιν. Ἡ φλὸξ διατηρεῖται, ἐνόσῳ ὁ κρουνὸς εἶναι ἀνοικτός.

Β'. ΚΛΑΣΙΣ.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΟΥΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ Ἢ ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ.

§ 1. Περὶ παραγωγῆς τοῦ ἤχου, καὶ περὶ διαδόσεως αὐτοῦ ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι.

62. Ἡ καθημερινὴ πεῖρα δεικνύει, ὅτι μόλις ὑπάρχει κίνησις τῶν περικυκλούντων ἡμᾶς σωμάτων, μὴ διεγείρουσα εἰς τὴν ἀκοὴν

ἡμῶν αἰσθητόν τινα ἦχον· ὁ ἦχος αὐτὸς προέρχεται ἔκ τινος παλμώδους κινήσεως τῶν μορίων τῆς βαρείας ὕλης· ὅταν κρούσῃ τις κώδωνα ὑέλινον ἢ μετάλλινον, καὶ ἐν γένει σῶμα ὁποιονδήποτε ἠχητικόν, ὁ παραγόμενος ἦχος διαρκεῖ χρόνον τινά, κατὰ δὲ τὸν χρόνον αὐτὸν τὸ ἠχοῦν σῶμα δονεῖ· ἐπειδὴ ψαύων τις αὐτὸ ἐλαφρὰ μὲ τὴν χεῖρα, αἰσθάνεται ἰδίαν τινὰ τρομώδη κίνησιν, καὶ ἀρκεῖ νὰ θλίψῃ ὀλίγον, ἵνα ἀφανίσῃ ἑνταυτῷ καὶ τὸν ἦχον καὶ τὴν τρομώδη αὐτὴν κίνησιν. Ἡ τοιαύτη κίνησις γίνεται πολλὰ ταχέως, ὥστε δὲν δύναταί τις νὰ ἐπαριθμήσῃ τὰς ἀναλικνήσεις αὐτάς. Μολοντοῦτο τὸ φαινόμενον δύναται νὰ καταστα θῇ ὁρατὸν κατὰ διαφόρους τρόπους· 1 τὸ ἠχητικὸν σῶμα ἅμα πλησιάσῃ εἰς ἐπιφάνειαν ὑγρὰν ὕδατος, ἢ ὑδραργύρου, τὸ ὑγρὸν ἀμέσως τινάσσεται μὲ ὁρμήν· 2 ὅταν σφαῖρά τις μικρὰ ἐλεφαντίνη, ἢ ἐκ φελλοῦ κρεμαμένη ἀπὸ νήματος, προσεγγίσῃ, τίθεται εἰς δόνησιν, ὡς νὰ συνεκρούετο ἐπανηλειμμένως. 3 Καλυπτομένης τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος μὲ ὀλίγην ἄμμον λεπτὴν, ἡ ἄμμος αὕτη τινάσσεται περιέργως, ἀναπηδᾷ καὶ πίπτει μὲ μεγίστην ταχύτητα, παρέχουσα οὕτω ἀπόδειξιν τῆς παλμώδους αὐτῆς καταστάσεως τοῦ σώματος. Πρῶτος ὁ Χλαδνὶς κατὰ τὸ 1785 ἔσχε τὴν ἰδέαν τοῦ σπουδάσαι τὰς δονήσεις αὐτὰς διὰ τῶν κινήσεων τῆς ἄμμου, ἢ λεπτῆς τινος κόνεως· ὁ δὲ ἁπλούστατος αὐτὸς τρόπος κατέστη ἡ ἀρχὴ τῶν μεγαλειτέρων ἀνακαλύψεων τῆς ἀκουστικῆς.

Ἐπειδὴ τὸ ἠχητικὸν σῶμα μεταδίδει τὴν κίνησίν του εἰς τὴν χεῖρα, τὴν ἄμμον, καὶ τὰ ψαύοντα αὐτὸ ὑγρὰ, ὀφείλει νὰ τὴν μεταδίδῃ ἐπίσης καὶ εἰς τὰ πιέζοντα αὐτὸ στρώματα τοῦ ἀέρος, τὰ δὲ εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν πρῶτα στρώματα ἅπαξ κλονισθέντα ὀφείλουσι καὶ αὐτὰ νὰ τὴν μεταδίδωσι κατὰ μικρὸν εἰς παρακείμενα, καὶ νὰ διαδίδηται μακρὰν, ἐξασθενουμένη ἀναλόγως τῆς αὐξήσεως τοῦ διαστήματος. Εἶναι λοιπὸν πιθανὸν ὅτι ἐν τῷ κενῷ δὲν ὑπάρχει ἦχος· καὶ τοῦτο πραγματικῶς ἐπικυροῦται ἐκ τῆς πείρας: κωδωνίσκος κρεμάμενος ἀπὸ τοῦ κέντρου κοίλης σφαίρας κενῆς ἀέρος (σχῆμα 106) εἰς μάτην σείεται· οὐδένα ἦχον ἐπαισθητὸν ἐξάγει· πλὴν ὅταν εἰσαχθῇ ὀλίγος ἀὴρ, ὁ ἦχος ἄρχεται, καὶ ἡ ἔντασίς του αὐξάνει, μέ-

χρις οὗ ἡ ἰσορροπία τῆς πιέσεως ἀποκατασταθῇ· ἀντὶ τοῦ ἀέρος δύναταί τις νὰ εἰσάξῃ εἰς τὴν σφαῖραν ὑδρογόνον, ἀνθρακικὸν ὀξὺ, ἀέριον ἄλλο ὁποιονδήποτε, ἢ καὶ ἀτμὸν αἰθέρος, ἢ ἄλλον τινὰ ἔχοντα ἱκανὴν δύναμιν ἐλαστικήν· ὁ ἦχος πάντοτε ἄρχεται, ἅμα περὶ τὸ ἠχῆεν σῶμα εὑρεθῇ βαρεῖά τις ὕλη ἐπιτηδεία νὰ δεχθῇ καὶ νὰ μεταδώσῃ τὴν ἐκ τῆς πλήξεως τῆς γλωττίδος προερχομένην κίνησιν· ὁ κωδωνίσκος ὀφείλει νὰ κρέμαται ἀπὸ ἴνας καννάβεως ἢ λίνου ἀκλώστου. Μετάλλινον νῆμα καὶ μάλιστα τὰ κοινὰ νήματα μεταδίδουσι κάλλιστα τὰς δονήσεις, ὥστε ὁ ἦχος ἀκούεται ὀλίγον καὶ ἐν τῷ κενῷ αὐτῷ.

Τὸ πείραμα δύναται νὰ λάβῃ χώραν καὶ ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, ὅταν ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτῆς τεθῇ σήμαντρον μὲ σκανδάλην, δηλ. κώδων κρουόμενος μηχανικῶς ἔξωθεν τοῦ ἀέρος ἐκκενωθέντος, ἀφίνουσι τὴν σκανδάλην διὰ μέσου στελέχους διαπερῶντος τὸν κώδωνα, τότε τὸ σφυρίον κρούει τὸ σήμαντρον ἐπανηλειμμένως, ἀλλ' εἰς μάτην· ἀπαιτεῖται ἡ εἴσοδος ἀέρος πρὸς παραγωγὴν ἤχου, ἐνισχυομένου καθ' ὅσον ἡ πίεσις αὐξάνει· ἐνταῦθα τὸ σήμαντρον ὀφείλει νὰ κῆται ἐπὶ προσκεφαλαίων μαλλίνων ἢ βαμβακερῶν.

Τὸ ἠχητικὸν σῶμα ποιεῖ τὰς ἀναλικνήσεις του ἐν τῷ κενῷ, καὶ περὶ τούτου δύναταί τις νὰ βεβαιωθῇ διὰ τοῦ Χλαδνηδίου τρόπου καὶ δι' ἄλλων μέσων· πλὴν ἡ αἰθέριος οὐσία, ἡ πληροῦσα τὸ κενὸν δὲν εἶναι κατάλληλος νὰ δεχθῇ αὐτὰς καὶ νὰ τὰς μεταδώσῃ μὲ τρόπον ἐπαισθητόν. Ἡ βαρεῖα ὕλη κυρίως ὡς ἐκ τῆς συνθέσεως, τῆς ἐλαστικότητος, τῆς διατάξεως τῶν μορίων εἶναι ἀποκλειστικῶς ἐπιτηδεία πρὸς τὸ δέχεσθαι τὰς δονήσεις, καὶ μεταδίδειν αὐτὰς ἀπεριορίστως καθ' ὅλην τὴν μάζαν καὶ μέχρι τῶν ὁρίων αὐτῆς. Ὑπάρχουσι κώδωνες ἀκουόμενοι 40—50 χιλιόμετρα· ὁ ἦχος τοῦ πυροβόλου ἀκούεται κάπποτε μέχρι 100 χιλιομέτρων· αἱ ἐκκρήξεις τῶν πυριτοθηκῶν, οἱ κλονισμοὶ τῆς γῆς ἀντηχοῦσιν ἔτι ἀπώτερα· πλὴν οὐδεὶς τῶν ἤχων αὐτῶν τῆς γῆς δὲν δύναται νὰ ἐξέλθῃ τῶν ὁρίων τῆς ἀτμοσφαίρας· καὶ ἀντιστρόφως οὐδεὶς κρότος τῶν οὐρανίων χωρῶν δὲν δύναται νὰ μεταδοθῇ μέχρι τοῦ ἡμετέρου πλανήτου, μεμονωμένου ὄντος καὶ ἀπηωρημένου ἐν τῷ οὐρανίῳ κενῷ.

63. Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα εἶναι 340 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, καὶ εἰς θερμοκρ. 16. Οἱ φυσικοὶ ἔκαμον πολλὰ πειράματα ἵνα προσδιορίσωσι τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποίαν ὁ ἦχος διαδίδεται ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι. Μεταξὺ τούτων τὸ ἀκριβέστερον εἶναι τὸ λαβὸν χώραν κατὰ τὸ 1822 τὴν 23 Ἰουνίου εἰς τὴν Γαλλίαν· ἐξέλεξαν δύο σταθμούς, ἕνα εἰς **Villejuif**, καὶ ἄλλον εἰς **Montlhery**. Εἰς ἕκαστον τούτων ἔστησαν ἀνὰ ἓν τηλεβόλον, εἰς τρόπον ὥστε οἱ παρατηρηταὶ τοῦ ἑνὸς σταθμοῦ ἔβλεπον διακεκριμένως τὸ πῦρ τοῦ ἄλλου.

Ἡ μεταξὺ τῶν τηλεβόλων ἀπόσασις ἦτο 18612 μέτρα· ἀφ' οὗ τὰ χρονόμετρα ἐκανονίσθησαν καλῶς, ἐσυμφώνησαν νὰ πυροβολήσῃ ἕκαστος σταθμὸς δωδεκάκις ἐκ διαλειμμάτων, ὥστε ἑκάστη βολὴ ν' ἀπέχῃ τῆς ἀκολούθου κατὰ 10 πρῶτα λεπτὰ, καὶ τὸ πῦρ ν' ἀρχίσῃ, εἰς μὲν τὸν πρῶτον σταθμὸν ἀκριβῶς κατὰ τὰς 11 ὥρας τὸ ἑσπέρας, εἰς δὲ τὸν δεύτερον κατὰ τὰς 11, ὥρ. 5'.

Εἰς τὸ **Montlhery** εἶδον τὸ πῦρ τῶν δώδεκα βολῶν τοῦ **Villejuif**, πλὴν δὲν ἠδυνήθησαν ν' ἀκούσωσι τὸν κρότον ὅλων, εἰμὴ μόνον τῶν ἑπτά. Ἡ μεγαλειτέρα διάρκεια τῆς διαδόσεως ἦτο 54", 9, ἡ συντομωτέρα 53", 9, ἡ δὲ μέση διάρκεια τῶν ἑπτὰ 53", 43.

Εἰς τὸ **Villejuif** εἶδον τὸ πῦρ τῶν δώδεκα πυροβοληματῶν τοῦ **Montlhery**, καὶ ἤκουσαν καὶ τῶν δώδεκα τὸν κρότον. Ἡ μεγαλειτέρα διάρκεια ἦτο 55", ἡ μικροτέρα 54", 7, ἡ δὲ μέση 54", 84.

Οὕτω δύναταί τις νὰ λάβῃ τὸν μέσον ὅρον 54", 6, διὰ τὸν παρελθόντα χρόνον πρὸς διάδοσιν τοῦ ἤχου ἐκ τοῦ ἑνὸς σταθμοῦ εἰς τὸν ἄλλον· ἐπειδὴ δὲ τὸ μεταξὺ διάστημα ἦτο 18612 μέτρα, διὰ τὴν ταχύτητα μᾶς δίδονται 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἡ θερμοκρασία ἦτον 16°, σχεδὸν νηνεμία, καὶ ὁ οὐρανὸς εὔδιος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος.

Ἡ ταχύτης αὐξάνει μὲ τὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐλαττοῦται μετ' ἐκείνης· ὁ ὑπολογισμὸς παρέχει 331 μέτρα διὰ τὴν ἀνταποκρινομένην εἰς τὸ μηδὲν 0 ταχύτητα, καὶ 337μ, 28 διὰ τὴν εἰς 10° (α).

(α) Ὁ παρὰ τοῦ Νεύτωνος δοθεὶς τύπος διὰ τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου εἶναι

Τὸ βαρομετρικὸν ὕψος δὲν ἔχει ἐπιρροήν· ἐπειδὴ εἰς τὰ ἐλαστικὰ ῥευστὰ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ἀνάλογος μὲ τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τοῦ πηλίκου τῆς ἐλαστικότητος διὰ τῆς πυκνότητος, καὶ ἡ σχέσις αὕτη εἶναι σταθερὰ, τῆς θερμοκρασίας μὴ μεταβαλλομένης, ἀλλὰ μόνον τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος αὐξουμένης ἢ ἐλαττουμένης· ἐπειδὴ τότε ἡ ἐλαστικότης ποικίλλει ἀναλόγως τῆς πυκνότητος κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου. Ἐνταῦθα προσθέτομεν περὶ πλέον ὅτι ὅλοι οἱ ἤχοι διαδίδονται μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα· ἐπειδὴ ἀκούων τις μακρόθεν μουσικὴν συμφωνίαν, ἢ κωδωνόῤῥυθμον (carillon), διακρίνει, ὅτι τὰ διαστήματα καὶ τὸ μέτρον μένουσι τὰ αὐτὰ εἰς κάθε ἀπόστασιν, ὅπερ δὲν θὰ ἐλάμβανε χώραν, ὅταν οἱ βαρεῖς καὶ ὀξεῖς τόνοι διεδίδοντο μὲ ταχύτητας διαφόρους.

64. Αἱ δονήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀέρα, παράγουσι κυματισμόν τινα, ἢ κύματα ἠχητικά.

Πρὸς τοῦτο ἂς ἐννοήσωμεν ὁριζόντιόν τινα σωλῆνα ἀνοικτὸν ἐξ ἀμφοτέρων τῶν ἄκρων, καὶ ἐπομένως πλήρη ἀέρος εἰς τὴν ἐξωτερικὴν θερμοκρασίαν καὶ πίεσιν (σχῆμα 107)· ἐν τῷ μέσῳ αὐτοῦ ἂς φαντασθῶμεν διάφραγμα, ἢ μᾶλλον ἔμβολον επ δονοῦν ἀπὸ τὸ α πρὸς τὸ β, καὶ ἐκτελοῦν τὴν μίαν τῶν κινήσεων αὐτῶν, τὴν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν π. χ. ἢ τὴν πρὸς τὰ ὄπισθεν ἐντὸς $\frac{1}{100}$ τοῦ δευτερολέπτου· μία πρὸς τὰ ἔμπροσθεν κίνησις, καὶ ἄλλη πρὸς τὰ ὄπισθεν ἀποτε-

---

$\sqrt{\frac{e}{\pi}}$. e οὖσης τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἀερίου, καὶ π τῆς πυκνότητος αὐτοῦ Ἀντικατασταθέντος τοῦ e διά τινος ὑδραργυρικῆς στήλης ἰσοδυναμούσης μὲ υϐπ, θὰ ἔχωμεν $\sqrt{\frac{υϐπ}{π}} = \sqrt{\frac{υϐ}{π\text{ιιι}}} = \sqrt{\frac{υϐ}{π'}}$, π' οὖσης τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος πρὸς τὴν τοῦ ὑδραργύρου.

Ἐάν τις ἀντικαταστήσῃ τὸ π' διὰ τῆς ἀξίας του $\frac{1}{10463}$, διὰ 0μ,76 τὸ υ, ἢ τὸ ὕψος στήλης ἀερίου ἔχοντος διὰ βάσιν τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας, καὶ ἐξασκοῦντος ἐπὶ αὐτῆς πίεσιν ἴσην μὲ ε, καὶ διὰ 9μ.,807 τὸ ϐ, δηλ. τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος, ἢ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ἀερίου, εὑρίσκει 279μ.,3 διὰ ταχύτητα τοῦ ἤχου εἰς τὸ μηδέν, καὶ ὑπὸ 0μ.,76. Διὰ μίαν ἄλλην θερμοκρασίαν, καὶ ἄλλην πίεσιν υ' ἀπαιτεῖται ν' ἀντικατασταθῇ διὰ $\frac{π'}{1+αθ}$ καὶ τὸ 0,76 διὰ υ'· οὕτω εὑρίσκουσι 286μ.,8 διὰ τὴν ταχύτητα εἰς 160, καὶ 0μ, 736 πίεσιν, ὅπου ὑπάρχει διαφορὰ 54μ τῆς προηγουμένης ταχύτητος.

λοῦσι διπλῆν δόνησιν, ἐν ᾧ μία πρὸς τὰ ἔμπροσθεν μόνον, ἢ πρὸς τὰ ὄπισθεν ἀποτελεῖ ἁπλῆν· τὸ ἔμβολον μεταβαῖνον ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ β πιέζει τὸν ἔμπροσθεν αὐτοῦ ἀέρα, καὶ διαστέλλει τὸν ὄπισθεν. Ἐπιστρέφον δὲ ἐκ τοῦ β πρὸς τὸ α, τὸ ἀντίστροφον γίνεται. Ὁ ἀὴρ λοιπὸν διαδοχικῶς πιέζεται καὶ διαστέλλεται πρὸς τὰ δεξιὰ, καὶ τἀνάπαλιν πρὸς τ' ἀριστερά.

Τὸ πρῶτον παρουσιαζόμενον ἐνταῦθα ζήτημα εἶναι τὸ ἑπόμενον. Ἐν ᾧ τὸ ἔμβολον μεταβαίνει ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ β, ἢ κατὰ τὸ $\frac{1}{100}$ τοῦ δευτερολέπτου ἡ κίνησις θὰ μεταδοθῇ ἕως εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος ὅσον μῆκος καὶ ἂν ἤθελεν ἔχει, καὶ ὁ πιεζόμενος ἀὴρ θὰ ὠθησθῇ ἕως ἔξω, διὰ νὰ εἰσέλθῃ κατὰ τὸ δεύτερον ἑκατοστ. τοῦ δευτερολέπτου καὶ νὰ ἐξέλθῃ πάλιν κατὰ τὸ τρίτον κ. τ. θ. Δὲν ὑπάρχει οὔτε κίνησις στιγμιαία, οὔτε πιέσεις στιγμιαῖαι· οὕτω εἰς τὸ $\frac{1}{100}$ τοῦ δευτερολ. ἡ πίεσις μεταδίδεται ἔμπροσθεν τοῦ ἐμβόλου κατ' ὡρισμένην τινὰ ἀπόστασιν π. χ. εἰς ἀπόστασιν δν· οὕτως ὅταν τὸ ἔμβολον ἵσταται εἰς τὸ β, ὅλη ἡ στήλη τοῦ ἀέρος πέραν τοῦ ν διετήρησε τὴν φυσικήν της κατάστασιν, ἐν ᾧ ἡ περιλαμβανομένη ποσότης μεταξὺ β καὶ ν μόνη ἔλαβε τὴν ἐκ τῆς κινήσεως προκύψασαν πίεσιν. Ἡ πίεσις αὕτη μάλιστα διαφέρει κατὰ τὰς διαφόρους καθέτους τομὰς, τὰς ὁποίας δύναταί τις νὰ ἐννοήσῃ κατὰ τὸ μῆκος αὐτό (σχῆμα 107 δις). Ἐπειδὴ ἐπαναλαμβάνει ὅλας τὰς ταχύτητας, ἃς τὸ ἔμβολον ἔσχε, μεταβαῖνον ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ β· καὶ διὰ νὰ ἐννοήσωμεν τὸ πρᾶγμα καλλίτερον, ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ δονοῦν ἐν τῷ μέσῳ τοῦ σωλῆνος εἶναι ἔλασμά τι ἢ χορδὴ, ἥτις μετατεθεῖσα εἰς τὸ α, τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας επ· εἰς τὴν θέσιν αὐτὴν φθάνουσα θ' ἀποκτήσῃ, καθὼς τὸ ἐκκρεμὲς τὴν μεγίστην ταχύτητα, καὶ δυνάμει αὐτῆς θ' ἀπομακρυνθῇ μέχρι τοῦ β, ὅπου θὰ χάσῃ ὅλην τὴν ταχύτητα· θὰ ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς τὸ επ ὅπου θ' ἀποκτήσῃ τὴν μεγίστην ταχύτητα κ. τ. θ. ἕως οὗ διαρκεῖ ἡ παλμώδης αὐτὴ κίνησις· αἱ δονήσεις λοιπὸν λαμβάνουσι διαδοχικῶς ταχύτητας αὐξούσας μέχρι τινὸς μεγίστου βαθμοῦ, καὶ μειουμένας πάλιν μέχρι τῆς παντελοῦς ἐξαντλήσεως· ὥστε ἐάν τις φαντασθῇ τὸ μικρὸν αὐτὸ διάστημα αβ διηρημένον εἰς χίλια ἴσα μέρη, ἑκάστη

τῶν χιλίων ταχυτήτων τοῦ ἐμβόλου περιλαμβανομένων μεταξὺ α καὶ β θὰ παρασταθῇ διὰ τῆς ἀνταποκρινομένης πιέσεως τῆς τομῆς τοῦ βν· ἡ πίεσις τῆς δεκάτης τομῆς π. χ. θὰ παριστᾷ τὴν δεκάτην ταχύτητα, ἡ τῆς εἰκοστῆς τὴν εἰκοστὴν κ.τ.λ. (ἴδε σχῆμα 107 δίς)· τοιαύτη εἶναι ἡ κατάστασις τῆς ἀερίου στήλης βν εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου, ἥτις ἀποτελεῖ ἐν ἠχητικὸν κῦμα· εἶναι δὲ κῦμα συμπεπυκνωμένον· ἐπειδὴ ὅλαι αἱ τομαὶ, ἢ αἱ στιβάδες τοῦ ἀέρος εἶναι εἰς κατάστασίν τινα πιέσεως, ἢ συμπυκνώσεως. Ἡ ἐκ τοῦ σημείου β μέχρι τοῦ ν ἀπόστασις εἶναι τὸ μῆκος τοῦ κύματος· οὕτω τὸ μῆκος τοῦ πεπυκνωμένου κύματος εἶναι τὸ διάστημα εἰς ὃ μεταδίδεται ἡ κίνησις κατὰ τὴν διάρκειαν μιᾶς ἁπλῆς δονήσεως· καὶ ἐπὶ τούτου παρατηρητέον ὅτι τὸ διάστημα αὐτὸ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἔκτασιν ἢ τὸ εὖρος αβ τῆς ἐκδρομῆς τοῦ ἠχητικοῦ σώματος, ἀλλ' ἐκ τῆς διαρκείας αὐτῆς τῆς ἐκδρομῆς· ἀλλ' ἡ θεωρία καὶ ἡ πεῖρα ἀποδεικνύουσιν ὡσαύτως ὅτι ἡ διάρκεια αὕτη εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ τὰς μικρὰς καὶ τὰς μεγάλας ἐκτάσεις, ἢ καθὼς λέγουσιν, αἱ δονήσεις εἶναι ἰσόχρονοι, καὶ ἐκτελοῦνται κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον· ἐνταῦθα ὁ χρόνος καθ' ὑπόθεσιν εἶναι $\frac{1}{100}$ τοῦ δευτερολέπτου, ἑπομένως τὸ μῆκος του κύματος βν εἶναι 3μ,40, ἐπειδὴ ὁ ἦχος διαδίδεται εἰς ἀπόστασιν 3μ,40 ἐντὸς $\frac{1}{100}$ τοῦ δευτερολέπτου.

Ἂς ἐξακολουθήσωμεν ἤδη τὴν ἀνάλυσιν τῶν κινήσεων αὐτῶν, καὶ ἂς ἐξετάσωμεν τὸ γινόμενον εἰς τὰ διάφορα ἑκατοστὰ τῶν ἀκολούθων δευτερολέπτων.

Κατὰ τὸ δεύτερον ἑκατοστὸν τοῦ δευτερολέπτου τὸ συμπεπυκνωμένον κῦμα βν μεταφέρεται βαθμηδὸν εἰς νν', διατηροῦν τὸ μῆκος καὶ ὅλας τὰς πιέσεις κατὰ τὴν τάξιν αὐτῶν· ἐν ᾧ δὲ ἡ πρώτη στιβὰς τοῦ τμήματος βν, καθίσταται εἰς ἠρεμίαν, ἡ πρώτη τοῦ ἀκολούθου νν' ἄρχεται τῆς κινήσεως· ταυτοχρόνως τὸ ἔμβολον ἐπιστρέφον ἐκ τοῦ β εἰς τὸ α, καὶ ἐπαναλαμβάνον τὰς αὐτὰς ταχύτητας, ἃς εἶχε λάβει ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ β παράγει σειράν τινα ἀραιώσεων, μεταδιδομένων ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ ν· οὕτω εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου ἑκατοστοῦ τοῦ δευτερολέπτου, ὑπάρχει, κατὰ συνέπειαν τοῦ πεπυκνωμένου κύ-

ματος τοῦ κατέχοντος τὸ διάστημα νν', ἓν κῦμα ἀραιωμένον τοῦ αὐτοῦ μήκους, κατέχον τὸ διάστημα αν ἢ βν, ἐπειδὴ τὸ διάστημα αβ εἶναι σμικρότατον ὡς πρὸς τὸ μῆκος τοῦ κύματος· λοιπὸν ἡ διπλῆ δόνησις παρήγαγε πρὸς τὰ δεξιὰ ἓν κῦμα συμπεπυκνωμένον παρακολουθούμενον ἐξ ἄλλου ἀραιωμένου τοῦ αὐτοῦ μήκους· καὶ εἶναι εὔκολον νὰ ἴδῃ τις ὅτι πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρήχθη ἓν κῦμα ἀραιωμένον ἀκολουθούμενον ἐξ ἄλλου συμπεπυκνωμένου. (*).

Ἐὰν ἡ κίνησις τοῦ ἐμβόλου ἐξακολουθῇ νὰ ἐκτελῆται πάντοτε μὲ τὴν αὐτὴν διάρκειαν τοῦ $\frac{1}{100}$ τοῦ δευτερ. αἱ δονήσεις του πάντοτε ἰσόχρονοι, θὰ λαμβάνωσι μικροτέραν ἔκτασιν, πλὴν θὰ ἐξακολουθῶσι νὰ παράγωσι κύματα ἰσομήκη διαδοχικῶς συμπεπυκνωμένα καὶ ἀραιωμένα, τὸ δὲ μέγεθος τῶν πυκνώσεων καὶ ἀραιώσεων θὰ ἐξακολουθῇ ἐλλαττούμενον. Ἐὰν λοιπὸν σταθῇ μετὰ 1″, ἢ ἑκατὸν ἑκατοστὰ τοῦ δευτερολέπτου, θὰ παραγάγῃ ἑκατὸν κύματα ἠχητικὰ ἑκατέρωθεν, σχηματίζοντα μῆκος ἑκατοντάκις 3μ,40 ἢ 340 μέτρα· οὕτω εἷς παρατηρητὴς εὑρισκόμενος 340μ μακρὰν ἐκ τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἄλλου μέρους θ' ἀρχίσῃ τότε ν' ἀκούῃ τὸν ἦχον· ἔπειτα τοῦ κυματισμοῦ ἐξακολουθοῦντος νὰ μεταδίδεται περαιτέρω, θὰ τὸν ἀκούσῃ ἀκριβῶς κατὰ τὸ 1″, καὶ μετὰ ταῦτα ὁ ἀὴρ δι' αὐτὸν θὰ ἦναι εἰς ἠρεμίαν· πλὴν δεύτερός τις παρατηρητὴς, ὅστις θὰ εὑρίσκετο κατὰ τὸ διπλάσιον τῶν 340 μέτρων μακρὰν θ' ἀρχίσῃ καὶ αὐτὸς ν' ἀκούῃ τὸν ἦχον καὶ θὰ τὸν ἀκούῃ ἐπίσης κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ ἑνὸς δευτερολέπτου κ. τ. θ. Τοιουτοτρόπως τὸ ἠχητικὸν κῦμα ἢ ἡ σειρὰ αὐτῶν διαδίδεται.

Ἐὰν πρόκειται περὶ σφοδροῦ τινος ἤχου, ἢ κρότου, ὡς εἶναι ὁ

(*) Εἰς τὸ (σχῆμα 107 δὶς) ἡ καμπύλη γραμμὴ βν παριστᾷ τὸ μῆκος τοῦ πεπυκνωμένου μέρους τοῦ κύματος κατὰ τὴν ἁπλῆν δόνησιν τοῦ ἐλάσματος επ. Ἡ κάθετος γραμμὴ ΟΠ τὸ μέγιστον τῆς ταχύτητος· ἑκατέρωθεν δὲ αὐτῆς αἱ διάφοροι ταχύτητες ἐννοοῦνται κατὰ τὸ μέγεθος τῶν ὑψουμένων καθέτων ἐξ ἑκάστου σημείου τῆς εὐθείας βο, αἵτινες ἀριστερόθεν αὐτῆς ἐκ τοῦ σημείου β βαίνουσιν αὔξουσαι, ἐκεῖθεν δὲ ἢ δεξιόθεν τῆς βο μειούμεναι· ἡ καμπύλη βμ παριστᾷ τὸ ἀραιωμένον μέρος τοῦ κύματος κατὰ τὴν ἐπιστροφὴν τοῦ ἐλάσματος, καθ' ἣν συμπληροῦται ἡ διπλῆ δόνησις, βαῖνον καὶ αὐτὸ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν.

ἦχος τοῦ τηλεβόλου, ὁ ἀριθμὸς τῶν κυμάτων εἶναι λίαν περιωρισμένος, ὁ ἦχος ἐκτείνεται ὀλίγον καὶ προσβάλλει τὸ ἀκουστικὸν ὄργανον ἐντὸς συντομωτάτου χρόνου. Ἐὰν ἀπ' ἐναντίας πρόκειται περί τινος ἤχου διαρκοῦς, ὡς ὁ ἦχος χορδῆς τῆς βαρβίτου ἢ τοῦ βιολίνου ἀδιακόπως δονούσης διὰ τῆς τριβῆς τοῦ τόξου, ὁ κυματισμὸς ἐξακολουθεῖ, καὶ ἡ ἀκοὴ προσβάλλεται κατά τινα τρόπον συνεχῆ· ἐὰν τέλος πρόκειται περὶ ἤχου διαλείποντος, ὡς ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος, ἡ ἀκοὴ διακρίνει τὰ διαλείμματα αὐτά. Ἐπειδὴ τὰ συστήματα τῶν ἤχων, γεννώμενα εἰς ἑκάστην κροῦσιν τοῦ πλήκτρου διαχωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διά τινος διαστήματος, καθ' ὅσον ὁ ἀὴρ εὑρίσκεται εἰς κατάστασιν σχεδὸν ἠρεμίας, ἕνεκα τῆς βραχυτέρας ἐκτάσεως τῶν δονήσεων, τὰς ὁποίας ὑφίσταται.

Τὰ προηγούμενα ἐξηγοῦσιν ἀρκούντως τοὺς διεγειρομένους κυματισμοὺς ἐκ τῆς χορδῆς τῆς βαρβίτου· ἐπειδὴ ἡ παλινδρομικὴ αὐτῆς κίνησις εἶναι ὅλως διόλου ἀνάλογος τῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου, ὅπερ εἴχομεν λάβει εἰς παράδειγμα, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι ἐκεῖνο ἐδόνει ἐντὸς σωλῆνος, ἐν ᾧ ἡ χορδὴ πάλλει ἐντὸς τοῦ ἀέρος· ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι τὰ κύματα διαδίδονται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, καὶ μὲ τρόπον ἄνισον, ἀντὶ νὰ διαδίδωνται ὁμοιομόρφως εἰς τὰς ἀερίους στιβάδας ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου.

Τὰ κύματα τοῦ κώδωνός εἰσιν ἀνάλογα μὲ τὰ τῆς χορδῆς, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι ὑπὸ τὴν πλῆξιν τῆς γλωττίδος ὁ κύκλος τοῦ κώδωνος μετασχηματίζεται εἰς ὠοειδῆ ἢ ἐλλειψοειδῆ δηλ. εἰς κύκλον διαδοχικῶς μηκυνόμενον καὶ συστελλόμενον. Ἡ τοιαύτη δόνησις εἶναι φανερὰ, καὶ εὐκόλως ἐξελέγχεται.

Ἀλλ' ὁ κρότος τοῦ τηλεβόλου δὲν ἐξηγεῖται τόσον εὐκόλως, δὲν βλέπει τις ποῦ ὑπάρχει τὸ δονοῦν σῶμα, ἐπειδὴ μίγμα τι ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, κεκλεισμένον ἐντὸς κύστεως ἐχούσης διάμετρον ἑνὸς μέτρου παράγει κρότον τρομερὸν ἐκπυρσοκροτοῦν δι' ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, ἢ διὰ σώματος ἀναμμένου· ἐνταῦθα βεβαίως δὲν εἶναι ἡ κύστις τὸ δονοῦν σῶμα, ἐπειδὴ αὕτη κατεσχίσθη, καὶ ἔγινε κόνις· εἰς τὴν περίστασιν ταύτην τὸ δονοῦν σῶμα εἶναι ὁ ἀὴρ αὐτός· τὸ μίγμα εἰς τὴν στιγμὴν τῆς ἑνώσεώς του λαμβάνει μέγιστον ὄγ-

κον, ὡς ἐκ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας, ἀφανιζόμενον παρευθὺς ἕνεκα τῆς συμπυκνώσεως τοῦ ἀτμοῦ, προκύπτει ὅμως ἐκ τούτου σφαιρικόν τι κῦμα συμπεπυκνωμένον, ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ κατ' ἀρχὰς συνθλίβεται καὶ πιέζεται πανταχόθεν, ἔπειτα ὡς ἐκ τῆς ὁρμῆς αὐτοῦ πρὸς πλήρωσιν τοῦ παραχθέντος κενοῦ σχηματίζεται κῦμά τι σφαιρικόν ἀραιωμένον· παρευθὺς τὸ κενὸν αὐτὸ ὑπερπληροῦται δηλ. συρρέει ἀὴρ πλειότερος τοῦ δέοντος, καὶ τότε διαστέλλεται ἐκ νέου διὰ τῆς ἐλαστικότητός του, καὶ οὕτω ἐκτελεῖται σειρά τις δονήσεων βραχυνομένων, ἐξ ἧς σειρὰ κυμάτων συμπεπυκνωμένων καὶ ἀραιωμένων. Ἡ πυριτόκονις βυζομένη ἐν τοῖς πυροβόλοις, ἢ ταῖς ὑπονόμοις, πιεζομένη ἐντὸς σάκκων, ἢ κροτάλων παράγει ἀκριβῶς τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ τὸ μίγμα τοῦ ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, μόνον εἰς τὰ πυροβόλα τὸ σχηματιζόμενον κενὸν περιορίζεται τρόπον τινὰ ἀπὸ τὸν ὄλμον τοῦ ὅπλου, οὗτινος ἡ χωρητικότης ἔχει ἐπιρροήν τινα ἐπὶ τοῦ προκύπτοντος ἤχου ἐκ τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως.

65. Ἡ ποιότης τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς κινήσεως τῆς ἀποτελούσης τὸ ἠχητικὸν κῦμα. Εἰς τοὺς ἤχους διακρίνουσι βαρύτητα, ὀξύτητα, ἔντασιν, καὶ ποιόν· αἱ διάφοροι αὗται ποιότητες ἔχουσιν ἐνταυτῷ τι γενικὸν καὶ ἴδιον· λέγουσιν ὅτι δύο ἤχοι σχηματίζουσιν ὁμοφωνίαν, ἢ ὅτι εἶναι τοῦ αὐτοῦ τόνου ἢ ὁμότονοι, ὅταν συγχωνεύωνται οὕτως, ὥστε παρέχουσι τρόπον τινὰ μίαν μόνην ἀντίληψιν· εἰς ἐναντίαν περίπτωσιν ὁ εἷς εἶναι βαρύτερος καὶ ὁ ἄλλος ὀξύτερος, ἀλλὰ τότε ὑπάρχει ποιότης ἰδιάζουσα τοῦ ἑνὸς σχετικῶς πρὸς τὸν ἄλλον· ὁ ἦχος τοῦ κώδωνος δύναται νὰ ἦναι ὀξύτερος ἄλλου, καὶ ἡ φωνὴ τοῦ παιδὸς παρέχει ἤχους βαρεῖς ὡς πρός τινας ἄλλους εἰσέτι λίαν καταληπτούς· ὑπάρχει δὲ εἰς τὴν μουσικὴν τόνος τις καλούμενος μέσος, καὶ ὅλοι οἱ βαρύτεροι αὐτοῦ ἤχοι καλοῦνται βαρεῖς, ὅλοι δὲ οἱ ὀξύτεροι ὀξεῖς· ἡ δὲ βαρύτης καὶ ὀξύτης καθίστανται τότε ποιότητες γενικώτεραι.

Οἱ ἤχοι οἱ ἀνταποκρινόμενοι εἰς τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον, καὶ ἔχοντες τὸ αὐτὸ μῆκος τοῦ κύματος εἶναι πάντοτε ὁμόφωνοι· καὶ ἀντιστρόφως ὁ ἦχος εἶναι κατὰ τοσοῦτον βαρύτερος, εἰς ὅσον ὀλιγώτερον ἀριθμὸν δονήσεων ἀνταποκρίνε-

ται, καὶ ἑπομένως εἰς μεγαλείτερον κυμάτων εἶναι κατὰ τοσοῦτον ὀξύτερος, καθ' ὅσον ἐκτελεῖ μεγαλείτερον ἀριθμὸν δονήσεων, καὶ ἑπομένως τὸ κῦμα ἔχει ὀλιγωτέραν ἔκτασιν.

Ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εὖρος τῶν δονήσεων, ἢ ἀπὸ τὴν ἔκτασιν τῶν ἀναλικνήσεων τῶν ἐκτελουμένων ἐκ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, ἐν ᾧ δι' αὐτῶν διέρχεται τὸ ἠχητικὸν κῦμα· ἐὰν ὁ κλονισμὸς μετατοπίζῃ πολλὰ ὀλίγον τὰ μόρια τοῦ ἀέρος, ὁ ἦχος εἶναι ἀδύνατος καὶ ἔχει μικρὰν ἔντασιν· ἐὰν ἀπεναντίας τὰ μόρια ποιοῦσι μεγάλας κινήσεις παλινδρομικὰς ὁ ἦχος εἶναι ἰσχυρότερος καὶ μεγαλειτέρας ἐντάσεως· ἕνεκα τούτου οἱ ἰσχυροὶ κρότοι συντρίβουσι τὰς ὑέλους· ἐπειδὴ ἡ ἔκτασις τῶν δονήσεων μεταδιδομένων εἰς αὐτὰς ἐκ τοῦ ἀέρος ὑπερβαίνει τὰ ὅρια τῆς ἐλαστικότητός των.

Τὸ ποιὸν τοῦ ἤχου (timbre) διαφέρει τοῦ τόνου καὶ τῆς ἐντάσεως· δὲν ἐξαρτᾶται λοιπὸν οὔτε ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων, οὔτε τῆς ἐκτάσεως αὐτῶν· θεωροῦσιν ὡς βέβαιον ὅτι ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς τάξεως μὲ τὴν ὁποίαν διαδέχονται αἱ ταχύτητες τοῦ δονοῦντος σώματος εἰς ἑκάστην δόνησιν, ἑπομένως ἐκ τῆς τάξεως μὲ τὴν ὁποίαν διαδέχονται καὶ συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις κατὰ μῆκος ἑκάστου ἠχητικοῦ κύματος· οἱ ἦχοι τοῦ αὐλοῦ δύνανται ν' ἀναχθῶσιν εἰς τὸν αὐτὸν τόνον καὶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν μὲ τὴν φωνὴν τοῦ ταῶνος· διακρίνονται μ' ὅλον τοῦτο κατὰ τὴν γλυκύτητα, ἢ τὸ ποιόν, παραβαλλόμενοι πρὸς τὴν σπαραγμώδη φωνὴν τοῦ ταῶνος.

§ 2. Κλίμαξ μουσική, καὶ ἀριθμὸς δονήσεων ἀνταποκρινομένων εἰς τοὺς διαφόρους ἤχους· Ὅρια τῶν ἀντιληπτῶν ἤχων· Σειρήν.

66. Κλίμαξ μουσικὴ καὶ συμφωνίαι. Ἡ μουσικὴ κλίμαξ σύγκειται ἔκ τινος σειρᾶς ἤχων ουτ, ρε, μι, φα, σολ, λα, σι, ουτ, καὶ ὑψοῦται ἀπὸ τὸν βαρὺν εἰς τὸν ὀξύν, κατὰ διαστήματα ὡρισμένα· Πρὸς σχηματισμὸν τῆς ἀνιούσης κλίμακος ἀπαιτεῖται νὰ λάβῃ τις προαιρετικῶς τὸν πρῶτον ἦχον, καὶ νὰ δώσῃ ἀκολούθως εἰς ὅλους τοὺς ἄλλους βαθμόν τινα ὀξύτητος, ἐξ ἧς ἡ γεγυμνασμένη

ἐκ τῆς συνηθείας ἀκοὴ δὲν ἀποπλανᾶται· διὰ τὴν κατιοῦσαν δὲ πάλιν ὀφείλει ν' ἀναχωρήσῃ ἐκ τοῦ ὑψηλοτέρου ἤχου πρὸς σχηματισμὸν τῶν κατιόντων βαρέων ἤχων ἑνὸς ἑκάστου μὲ τὴν ἀξίαν του. ὁ α'. καὶ ὁ β'. ἦχος τῆς κλίμακος, σχηματιζόμενοι ὁμοῦ ἢ ἀλληλοδιαδόχως παρέχουσι τὴν δευτέραν φωνήν.

ὁ	1ος	καὶ	ὁ	3ος τὴν τρίτην
ὁ	1	καὶ	ὁ	4 τὴν τετάρτην
ὁ	1	καὶ	ὁ	5 τὴν πέμπτην
ὁ	1	καὶ	ὁ	6 τὴν ἕκτην
ὁ	1	καὶ	ὁ	7 τὴν ἑβδόμην
ὁ	1	καὶ	ὁ	8 τὴν ὀγδόην

Ἡ ὀγδόη ἢ ἡ διὰ πασῶν, ἡ πέμπτη, ἢ ἡ διὰ πέντε, ἡ διὰ τεσσάρων, καὶ ἡ τρίτη σχηματίζουσι τὰς πλέον εὐαρέστους εἰς τὴν ἀκοὴν ἁρμονίας.

67. Ὄργανον σημειοῦν καὶ ὑπολογίζον τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων. Ἡ μουσικὴ κυρίως δὲν ἔχει ἀνάγκην νὰ γνωρίζῃ ποῖος εἶναι ὁ ἀπόλυτος ἀριθμὸς τῶν ἀνταποκρινομένων δονήσεων εἰς τοὺς ὁποίους μεταχειρίζεται ἤχους, πλὴν τοῦτο εἶναι ἓν τῶν ἀξιολοτέρων ζητημάτων τῆς ἀκουστικῆς, οὗτινος τὴν λύσιν δεικνύομεν ἐφεξῆς. Ἕκαστος γινώσκει τὸ μικρὸν ὄργανον τὸ ὀνομαζόμενον διαπασῶν (σχῆμα 108), καὶ τὸ ὁποῖον μεταχειρίζονται πρὸς συμφωνίαν καὶ προσδιορισμὸν τοῦ τόνου εἰς τὰ κλειδοκύμβαλα καὶ ἄλλα μουσικὰ ὄργανα μὲ ἤχους σταθερούς.

Τὸ διαπασῶν αὐτὸ ἐμβαίνει εἰς δόνησιν ἅμα περάσῃ τις ταχέως μεταξὺ τῶν σκελῶν αὐτοῦ μικρόν τινα ξύλινον κύλινδρον, ὅστις τὰ ἀπομακρύνει· δονεῖ δὲ κατὰ πολλὰ δευτερόλεπτα, ὁ δὲ ἦχος αὐτοῦ μικρὰν ἔχων ἔντασιν, ὅταν τὸ ὄργανον κρατῆται μὲ τὴν χεῖρα, ἐνδυναμοῦται ὅταν τίθηται ἐπί τινος τραπέζης ἢ κιβωτίου.

Ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἤνωσαν ὀκτὼ διαπασῶν, παρέχοντα ἀκριβῶς τοὺς τόνους τῆς κλίμακος, καὶ ὅτι ὁ καλλίτερος μουσικὸς ἐβεβαίωσε τὴν μεγίστην ἀκρίβειαν αὐτῶν. Ὁ φυσικὸς μέλλει καὶ αὐτὸς νὰ λάβῃ αὐτὰ τὰ ὄργανα, καὶ ἐπαριθμήσῃ ὅσον τὸ δυνατὸν ἀκριβῶς τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐκτελουμένων δονήσεων.

Τὸ πρόβλημα αὐτὸ λύεται διὰ τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς μηχανῆς (σχῆμα 109). Ὁ κύκλος μν τῆς μηχανῆς αὐτῆς ἔχει ἀκριβῶς περιφέρειαν ἑνὸς μέτρου· κινεῖται δὲ μέ τινα τρόπον λίαν ὁμοιόμορφον, καὶ ἐκτελεῖ π. χ. 1,154 στροφὴν εἰς 1″. Ἕκαστον διαπασῶν φέρει πλαγίως ἐπὶ τοῦ ἑνὸς σκέλους μικράν τινα αἰχμὴν ἐλεφαντίνην ν. Ἡ τομὴ ἢ ἡ περιφέρεια τοῦ δίσκου εἶναι κεκαλυμμένη μὲ λεπτὸν στρῶμα μελάνης, διὰ ν' ἀφίνῃ ἐντυπώσεις ἐλαφρᾶς. Τὸ διαπασῶν ἐμβαίνει εἰς παλμώδη κίνησιν, καὶ παρευθὺς τὸ πλησιάζουσιν εἰς τὸν στρεφόμενον κύκλον μὲ τρόπον ὥστε ἡ ἐξέχουσα αἰχμὴ νὰ σημειόνῃ ἐπὶ τῆς περιφερείας ὅλας τὰς ἐκτελουμένας δονήσεις, ὡς παρίστανται εἰς τὸ σχῆμα 110, ὀλίγον μεγαλοποιημέναι· οὐδὲν ἁπλούστερον καὶ εὐκολώτερον ἔπειτα τοῦ ἀριθμῆσαι καὶ μαθεῖν εἰς τίνα διάρκειαν ἀνταποκρίνονται, ἐν ᾧ εἶναι γνωστὸν τὸ ποσὸν τῶν περιλαμβανομένων στροφῶν, καὶ ὁ χρόνος τῆς μιᾶς περιστροφῆς. Ἰδοὺ ἤδη τίνα τὰ ἐξαγόμενα τοῦ πειράματος αὐτοῦ.

	ουτ,	ρε,	μι,	φα,	σολ,	λα,	σι,	ουτ.
δονήσεις ἁπλαὶ								
κατὰ 1″	528,	594,	660,	704,	792,	880,	999,	1036
σχέσις =	1,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{5}{4}$,	$\frac{4}{3}$,	$\frac{3}{2}$,	$\frac{5}{3}$,	$\frac{15}{8}$,	2.

Οὕτω ἐξετάζων τις τὰς σχέσεις μόνον αὐτὰς θαυμάζει τὴν περίεργον ἁπλότητα αὐτῶν. Αἱ συμφωνίαι τῆς διαπασῶν, διὰ πέντε, διὰ τεσσάρων, καὶ τῆς τρίτης, τὰς ὁποίας πανταχοῦ καὶ παρεδέχθησαν ὡς τὰς πλέον εὐαρέστους εἰς τὴν ἀκοήν, ἀνταποκρίνονται εἰς ἀριθμοὺς δονήσεων ἐχόντων πρὸς ἀλλήλους ἁπλουστάτας σχέσεις· διὰ τὴν ὀγδόην ἢ τὴν διὰ πασῶν ἡ σχέσις εἶναι 1 : 2· διὰ τὴν πέμπτην 2 : 3· διὰ τὴν τετάρτην 3 : 4· διὰ τὴν τρίτην 4 : 5.

Οἱ ἦχοι ἔστωσαν πολλὰ βαρεῖς ἢ ὀξεῖς, αἱ ἀνωτέρω σχέσεις εἰσὶν ἀμετάβλητοι.

Ἐάν τις ἤδη ἐξετάσῃ τοὺς ἀπολύτους ἀριθμοὺς τῶν δονήσεων, θαυμάζει καὶ τοῦτο, ὅτι ἡ ἐλαστικότης τῆς βαρείας ὕλης ἐνεργεῖ μὲ τόσην ταχύτητα, καὶ ἐκτελεῖ τόσας κινήσεις διαδοχικὰς κατὰ τὴν συντομωτάτην διάρκειαν ἑνὸς δευτερολέπτου.

Σημειωτέον δὲ ὅτι τὰ διαπασῶν ὅλων τῶν μερῶν, καὶ μάλιστα

ὅλων τῶν ὀρχηστρῶν εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν ἦναι ἐντελῶς σύμφωνα· μ' ὅλα ταῦτα ὁ ἀριθμὸς τῶν ἁπλῶν των δονήσεων κατὰ τὸ 1″, φαίνεται πάντοτε περιλαμβανόμενος μεταξὺ 850 καὶ 880.

68. Ὅρια τῶν ἀκουστῶν ἤχων. Οἱ μουσικοὶ ἦχοι καταβαίνουσι τέσσαρας κλίμακας ὑπὸ τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν, καὶ ἀναβαίνουσι τέσσαρας ὑπεράνω αὐτοῦ τοῦ ἠχητικοῦ ὀργάνου· οὕτω ἡ μουσικὴ κλίμαξ περιλαμβάνει ἐννέα ὀκτάδας διακρινομένας μὲ ἰδιαίτερα σημεῖα. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἁπλῶν δονήσεων, ὁ εἰς τοὺς ἤχους ἑκάστης ἀνταποκρινόμενος εὑρίσκεται εὐκόλως· ἐπειδὴ εἰς τὴν κατιοῦσαν ὀκτάφωνον κλίμακα ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν καταντᾷ κατὰ ἥμισυ ὀλιγώτερος, ἐν ᾧ ἀπ' ἐναντίας εἰς τὴν ἀνιοῦσαν εἶναι διπλάσιος.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰ σημεῖα τῶν διαφόρων αὐτῶν κλιμάκων, καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἁπλῶν δονήσεων ἀνταποκρινομένων εἰς ἕκαστον ἦχον· τὰ κλάσματα αὐτῶν παρημελήθησαν.

Πίναξ τῶν διαπασῶν τῆς μουσικῆς κλίμακος, καὶ ἀριθμὸς τῶν ἁπλῶν δονήσεων ἑκάστου ἤχου.

ουτ. 33	ρε. 37	μι. 41	φα. 44	σολ. 49	λα. 55	σι. 62	ουτ. 66
ουτ. 66	ρε. 74	μι. 82	φα. 88	σολ. 99	λα. 110	σι. 124	ουτ. 132
ουτ. 132	ρε. 148	μι. 165	φα. 176	σολ. 198	λα. 220	σι. 248	ουτ. 264
ουτ. 264	ρε. 297	μι. 330	φα. 352	σολ. 396	λα. 440	σι. 495	ουτ. 528
ουτ. 528	ρε. 594	μι. 660	φα. 704	σολ. 792	λα. 880	σι. 990	ουτ. 1056
ουτ. 1056	ρε. 1188	μι. 1320	φα. 1408	σολ. 1584	λα. 1760	σι. 1980	ουτ. 2112
ουτ. 2112	ρε. 2376	μι. 2640	φα. 2816	σολ. 3168	λα. 3520	σι. 3960	ουτ. 4224
ουτ. 4224	ρε. 4752	μι. 5280	φα. 5632	σολ. 6336	λα. 7040	σι. 7920	ουτ. 8448
ουτ. 8448	ρε. 9504	μι. 10560	φα. 11264	σολ. 12672	λα. 14080	σι. 15840	ουτ. 16896

Τὸ μῆκος τοῦ ἠχητικοῦ κύματος ἀνταποκρινομένου εἰς ἕκαστον ἦχον προσδιορίζεται εὐκόλως, ἐπειδὴ ἑκάστη δόνησις παράγει ἓν κῦμα, καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν διεγειρομένων κυμάτων εἰς 1″ εἶναι πάντοτε τοσοῦτος, ὥστε τὸ ἄθροισμα τοῦ μήκους αὐτῶν νὰ ἦναι ἴσον μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου· ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ διαιρεθῇ ἡ ταχύτης αὐτὴ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων διὰ νὰ ἔχωμεν τὸ μῆκος τοῦ κύματος· οὕτω εἰς 16^0 τὸ μῆκος τοῦ ουτ^{-2} εἶναι $\frac{340}{32}$μ = 10μ,33 καὶ ἡ τοῦ ουτ^{-8} $\frac{340}{16896}$ = 20 χιλιοστόμετρα.

Ἡ φωνὴ τοῦ ἀνδρὸς ἐκτείνεται γενικῶς ἀπὸ τὸ σολ^2 εἰς τὸ σολ^4, ἐπομένως ποιεῖ 394 δονήσεις κατὰ 1″, ὅταν παρέχῃ τὸν βαρύτερον ἦχον, καὶ 1584 διὰ τὸν ὀξύτερον. Ἡ γυναικεῖα φωνὴ γενικῶς ἐκτείνεται ἀπὸ τὸ ρε^3 εἰς τὸ ουτ^5, ἤ ἀπὸ 594 δονήσεις εἰς 2112. Ἡ ἐντατοσύριγξ (orgue) εἶναι τὸ τελειότερον ὄργανον τῆς μουσικῆς, τὸ περιλαμβάνον ὅλην τὴν ἔκτασιν τῆς μουσικῆς κλίμακος. Ὁ βαρύτερος ἦχος ουτ^{-2} ἐκ 33 δονήσεων συγκείμενος παράγεται ἐκ τοῦ μεγάλου σωλῆνος τῆς ὑπάτης, ἔχοντος μῆκος πλέον τῶν δέκα μέτρων, ὅταν ἦναι ἀνοικτός, καὶ πλέον τῶν 5 κεκλεισμένος.

Ἡ ἀκοὴ ἡμῶν δύναται μ᾽ ὅλον τοῦτο νὰ αἰσθανθῇ βαρυτέρους ἤχους τῶν τοῦ μεγάλου σωλῆνος τῆς ἐντατοσύριγγος, καὶ ὀξυτέρους ἀκόμη τῶν τοῦ ουτ^{-8}, πλὴν εἶναι δύσκολον νὰ δοθῇ εἰς αὐτοὺς ἱκανὴ ἔντασις ἵνα ὦσι καθαροὶ καὶ καλῶς χαρακτηρισμένοι· ὁμοιάζουσι μᾶλλον μὲ κρότους συγκεχυμένους, παρὰ μὲ ἤχους μουσικούς.

69. Διέσεις ἢ ἡμιτόνιοι ὑψώσεις, καὶ ἡμιτόνιοι ὑφέσεις (Bemols). Οἱ τόνοι τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος δὲν εἶναι πάντοτε ἐν χρήσει μὲ τὴν προηγουμένην ἀξίαν αὐτῶν, ἥτις εἶναι ἡ φυσικὴ, ἀλλ᾽ εἶναι ἀνάγκη συχνὰ νὰ σχηματίζωσιν ἡμίτονα καθ᾽ ὕψωσιν ἢ ὕφεσιν δηλαδὴ ν᾽ ἀναβαίνωσιν ὀλίγον, ἢ ὀλίγον νὰ καταβαίνωσι.

Σύστημά τι διαπασῶν παρέχον τὰς διέσεις καὶ ὑφέσεις, ὡς ἐκεῖνο τῆς κλίμακος, δύναται νὰ δοκιμασθῇ, καὶ τότε πληροφορεῖται τις, ὅτι ὁ τόνος τῆς διέσεως ἀνταποκρίνεται εἰς μεγαλείτερον ἀριθ-

μὸν δονήσεων εἰς τὴν σχέσιν τοῦ 25 πρὸς 24, καὶ ὁ τῆς ἡμιτονίου ὑφέσεως εἰς μικρότερον, ἔχοντα τὴν σχέσιν 24 : 25.

Οὕτω τὸ ουτ, ἐὰν παρασταθῇ δι' ἓν, τὸ μι κατὰ δίεσιν θὰ παρασταθῇ διὰ $\frac{5}{4} \times \frac{24}{25} = \frac{6}{5}$· ἡ σχέσις αὕτη τοῦ 6: 5 $= \frac{6}{5}$ σχηματίζει τὴν καλουμένην τρίτην ἥττονα (**tierce mineure**)

70. Σειρήν. Πρὶν ὁ ἠλεκτρομαγνητισμὸς παραγάγῃ τὸ μέσον τοῦ νὰ ὑπάρχῃ κίνησίς τις ἐντελῶς ὁμοιόμορφος (ἴδ. σχ. 323 ἀρ. 185) καὶ νὰ δύνηταί τις νὰ ἀριθμῇ τὸν ἀπόλυτον ἀριθμὸν τῶν δονήσεων, μετεχειρίζοντο εὐφυὲς ἄλλο ὄργανον, τὴν σειρῆνα, ἐφευρεθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Καναρδου.

Ἡ σειρὴν παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 111 καὶ 112· εἶναι δίσκος ὀρειχάλκινος β, πυκνὸς, ἔχων ὁμαλωτάτην τὴν κάτω ἐπιφάνειαν, τεθειμένος καθέτως ἐπὶ τοῦ ἄξονος γ, μετὰ τοῦ ὁποίου στρέφεται ταχύτατα, ὁ ἄξων αὐτὸς κρατεῖται ἄνωθεν διὰ κορυφῆς τινος ὁμ. ι ς μὲ τὴν τοῦ πύργου, καὶ κάτωθεν εἰς ὀξὺ λήγων βαίνει ἐπὶ προσκεφαλίδου δ, προσηρμοσμένου ἐν τῷ μέσῳ τῆς τραπέζης τ τῆς σειρῆνος· ὑπὸ τὴν τράπεζαν τ ὑπάρχει κοιλότης δεχομένη τὸν ἄνεμον διὰ τοῦ ἀεραγωγοῦ α· ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ τράπεζα ἔχει μίαν μόνην ὀπὴν ο, καὶ ὅτι ὁ δίσκος β, φέρει τρεῖς ὀπὰς πλαγίας, ἐσχαμένας διαδοχικῶς κατὰ τὴν ἐπιστροφήν του ν' ἀντικρύζωσι τὴν μίαν τῆς τραπέζης· εἰς τὴν στιγμὴν τῆς διαβάσεως, ὁ ἀὴρ ὠθούμενος διὰ τοῦ ἀεραγωγοῦ δύναται νὰ διαφύγῃ, ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ ὀπὴ τοῦ δίσκου ἔχει προσήκουσάν τινα πλαγιότητα θὰ ἐνεργήσῃ ἐπ' ἐκείνης ὥθησιν ὀπισθοδρομικὴν ἱκανὴν νὰ διατηρήσῃ ἢ νὰ ἐπιταχύνῃ τὴν κίνησιν τοῦ δίσκου. Ἐὰν ὁ ἄνεμος ὠθεῖται μὲ ὁρμὴν, ὁ δίσκος δύναται νὰ λάβῃ μεγάλην ταχύτητα, ἥτις ἀποκτωμένη ἅπαξ διατηρεῖται διά τινος συρροῆς ἱκανῆς ἀέρος· οὕτω δύναται νὰ φθάσῃ εἰς κίνησιν προφανῶς ὁμοιόμορφον, καὶ ἡ ταχύτης εὐκόλως νὰ μεταβάλληται ἐντὸς ὁρίων ἀρκετὰ ἐκτεταμένων.

Ταυτοχρόνως τὸ ὄργανον αὐτὸ παράγει ἦχόν τινα βαρὺν, ὅταν ἡ ταχύτης ἦναι μικρὰ, καὶ ὀξύτατον εἰς τὰς μεγάλας ταχύτητας, διατηρούμενον καθ' ὅλον τὸν χρόνον τῆς ὁμοιομόρφου κινήσεως.

Ὁ ἦχος τῆς σειρῆνος, ὅστις δὲν εἶναι τόσον μουσικὸς, παράγεται

κατὰ τὸν ἑπόμενον τρόπον· ὅταν ἡ μία τῶν ὀπῶν τοῦ δίσκου διέρχηται ἀπὸ τὴν ὀπὴν τῆς τραπέζης, ὁ ἀὴρ διαφεύγει μὲ μεγίστην ταχύτητα, πλὴν ἐντὸς σμικροτάτου χρόνου τὸ ῥεῦμα αὐτὸ τοῦ ἀέρος διακόπτεται αἰφνιδίως, ἅμα ἡ ὀπὴ τοῦ δίσκου περατώσῃ τὴν διάβασίν της, καὶ ἄρχεται ἐκ νέου εἰς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἡ ἀκόλουθος ὀπὴ φθάσῃ, ἔπειτα παύει πάλιν κ. τ. θ. Ἡ ταχίστη αὕτη ἀλλεπάλληλος διάβασις καὶ διακοπὴ παράγει ἠχητικόν τι κῦμα. Εἶναι βέβαιον ὅτι τὸ κῦμα αὐτὸ συνίσταται μόνον ἐξ ἑνὸς μέρους συμπεπυκνωμένου, καὶ ἄλλου ἀραιωμένου, ἀποτελοῦν οὕτω τελείαν δόνησιν, πλὴν δυσκόλως ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς. Ἐὰν παραδεχθῶμεν τὸ πρᾶγμα ὅπως ὑπάρχει, ἐντὸς ἑνὸς δευτερολέπτου ὀφείλουσι τόσαι δονήσεις διπλαῖ νὰ γίνωνται, ὅσαι ὀπαὶ τοῦ δίσκου διέρχονται ἐκ τῆς ὀπῆς τῆς τραπέζης· ὥστε ἀρκεῖ ν' ἀριθμήσῃ τις τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν τοῦ δίσκου γινομένων κατὰ τὸ 1″, καὶ νὰ πολλαπλασιάσῃ ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ὀπῶν αὐτοῦ ἵνα ἔχῃ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐκτελουμένων διπλῶν δονήσεων. Ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν τοῦ δίσκου εὐκόλως ἀριθμεῖται· ὁ ἄξων φέρει περιδίνητον ἕλικα ε, συμπλεκόμενον κατ' ἀρέσκειαν μὲ τροχόν τινα ἔχοντα ἑκατὸν ὀδόντας (σχῆμα 111), καὶ εἰς ἑκάστην στροφὴν αὐτοῦ εἰσέρχεται εἷς μόνος ὀδοὺς δευτέρου ἄλλου τροχοῦ, προσδιωρισμένου εἰς σημείωσιν τῶν ἑκατοντάδων τῶν στροφῶν· περιπλέον οἱ τροχοὶ οὗτοι ἔχουσι δείκτας κινουμένους ἐπὶ κύκλων διηρημένων εἰς τόσα μέρη, ὅσα καὶ οἱ τροχοὶ αὐτοί.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἰδοὺ πῶς ἐνεργοῦσιν ὅταν θέλωσι νὰ προσδιορίσωσι τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων δεδομένου τινὸς ἤχου, π. χ. τοῦ διαπασῶν.

Ἐπὶ φύσιγγός τινος (σχῆμα 114) ὑπάρχουσιν ὀπαὶ προσδιωρισμέναι εἰς τὸ νὰ δέχωνται σύριγγας ἢ σωλῆνας, ὡς καὶ τὸν ἀεραγωγὸν τῆς σειρῆνος· αἱ ὀπαὶ αὗταί εἰσι κεκλεισμέναι, πλὴν θέτων τις τὸν δάκτυλον ἐπὶ τοῦ ἀνταποκρινομένου τρήματος (ὡς εἰς τὸ κλειδοκύμβαλον) συγχωρεῖ τὴν διάβασιν τοῦ ἀέρος· ἐκλέγουσι σωλῆνα λ, ὅστις νὰ ἦναι εἰς ὁμοφωνίαν μὲ τὸ διαπασῶν Π, καὶ πλησίον ἐκείνου προσηρμοσμένου εἰς μίαν τῶν ὀπῶν, θέτουσι τὴν σειρῆνα

προσαρμόζοντες αὐτὴν ἐπίσης διὰ τοῦ ἀεραγωγοῦ α, ἔπειτα βάλλουσιν εἰς ἐνέργειαν πάλιν τὸν φύσιγγα, καὶ οὕτω ἠχοῦσιν ἀμφότερα· ὅταν ἡ σειρὴν ἦναι ἀκριβῶς εἰς τὸν τόνον τοῦ σωλῆνος λ, προσπαθοῦσι νὰ διατηρῶσι τὴν ὁμοφωνίαν αὐτὴν ὅσον τὸ δυνατὸν πολὺν χρόνον π. χ. ἓν πρῶτον λεπτόν· ἔχουσι πρόχειρον ἓν χρονόμετρον, καὶ ἀκριβῶς εἰς μίαν στιγμὴν συναρμολογοῦσι τὸν λογιστὴν τῆς σειρῆνος δηλ. τὸν διηρημένον τροχὸν μὲ τὸν περιδίνητον ἕλικα· περατωθέντος ἔπειτα τοῦ πειράματος, χαλῶσι τὴν συμπλοκὴν αὐτήν· τὸ χρονόμετρον παρέχει τὸν διατρέξαντα χρόνον, οἱ διηρημένοι κύκλοι τῆς σειρῆνος τὰς στροφὰς τοῦ δίσκου, καὶ οὕτω ἔχει τις ὅλα τὰ ἀπαιτούμενα στοιχεῖα πρὸς εὕρεσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κινήσεων, ὡς ἀνωτέρω εἴπομεν.

§ 3. Νόμοι τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν· Ἦχοι ἁρμονικοί.

71. Νόμοι τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν. Εἰς ὅλα τὰ ἔγχορδα ὄργανα· οἷον κιθάρας, βιολίνα, βαρυβαρβίτους (basses), κλειδοκύμβαλα κ. λ. ὁ ἦχος ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν· μ' ὅλον τοῦτο δὲν εἶναι μόνη ἡ χορδὴ ἡ προσδιορίζουσα ὅλους τοὺς χαρακτῆρας τοῦ ἤχου· αὕτη παρέχει τὸν τόνον μόνον, ἢ τὴν ὀξύτητα καὶ βαρύτητα τοῦ ἤχου, καθ' ὅσον ὅμως ἀφορᾷ τὰς ἄλλας ποιότητας, τὴν ἔντασιν καὶ τὸ ποιὸν, αὐτὰ πρὸ πάντων ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ τρόπου, μὲ τὸν ὁποῖον ἡ χορδὴ προσβάλλεται διὰ τῶν δακτύλων, τοῦ τόξου, ἢ τοῦ πλήκτρου, καὶ τοῦ τρόπου, μὲ τὸν ὁποῖον τὸ ἠχητικὸν κιβώτιον δονεῖ ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς χορδῆς, ἵνα παραγάγῃ δύναμιν καὶ ἁρμονίαν εἰς τὸν παραγόμενον ἦχον. Οἱ νόμοι τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν ἀναφέρονται ἀποκλειστικῶς εἰς τὸν τόνον, εἰς τὰς αἰτίας δηλ. τὰς προσδιοριζούσας τὴν βαρύτητα καὶ ὀξύτητα τῶν ἤχων· αἱ δὲ συντελοῦσαι εἰς τὸ ποιὸν αὐτῶν αἰτίαι εἶναι πολυπλοκώταται καὶ ἀκανόνιστοι.

Πρὸς σπουδὴν τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν μεταχειρίζονται ὄργανόν τι καλούμενον ἠχόμετρον ἢ μονόχορδον (σχῆμα 115)· σύγκει-

ται δὲ ἐκ κιβωτίου ἠχητικοῦ φέροντος ζυγὸν πάγιον εἰς ἀμφότερα τὰ ἄκρα, καὶ ἕτερον κινητὸν, τιθέμενον μεταξὺ ἐκείνων. Ἡ χορδὴ πιέζουσα τοὺς σταθεροὺς ζυγοὺς διέρχεται ἐπὶ χ προχιλαίας, καὶ προσαρτᾶται εἰς βάρος τι β, χρησιμεῦον εἰς ἔντασιν αὐτῆς. Δι' αὐτοῦ τοῦ μέσου εἶναι εὔκολον νὰ ποικίλλῃ τις τὸ μῆκος καὶ τὴν ἔντασιν, ἐπειδὴ ἀρκεῖ νὰ μεταθέσῃ τὸν κινητὸν ζυγὸν, καὶ ν' ἀλλάξῃ τὸ βάρος· μετὰ ταῦτα τρίβοντες δι' ἑνὸς τόξου διεγείρουσι δόνησιν εἰς τὴν χορδὴν· αἱ πρῶται ἀπόπειραι ἀποδεικνύουσιν ὅ,τι ἐκ τῶν προτέρων ἠδύνατό τις νὰ εἰκάσῃ δηλ. ὅτι ὁ ἦχος ἐξαρτᾶται 1⁰ ἀπὸ τὸ μῆκος τῆς χορδῆς, 2⁰ ἀπὸ τὴν ἔντασιν, 3⁰ ἀπὸ τὴν διάμετρον, καὶ 4⁰ ἀπὸ τὴν πυκνότητα αὐτῆς.

1ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων μιᾶς χορδῆς ἔχει λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὸ μῆκος αὐτῆς. Τὴν χορδὴν ἐκτεταμένην διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους βάλλουσιν εἰς παλμώδη κίνησιν, ἀφίνοντες ὅλον τὸ μῆκος αὐτῆς· ὁ ἦχος αὐτὸς λαμβάνεται ὡς οὔτε τότε μέσον τοῦ κινητοῦ ζυγοῦ βραχύνουσι τὸ δονοῦν μῆκος ἵνα ἐπιτύχωσι διαδοχικῶς τοὺς ἄλλους τόνους τῆς κλίμακος, διδομένους ἐκ μιᾶς φωνῆς ἀκριβοῦς, ἢ διά τινος βαρβίτου, ἢ διὰ σειρᾶς τινος διαπασῶν. Ἰδοὺ τὰ ἐκ τοῦ πειράματος αὐτοῦ ἐξαγόμενα.

	οὐτ.	ρε,	μι,	φα,	σολ.	λα,	σι,	οὐτ.
ἀριθ. δονήσεων	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
μῆκος χορδῆς	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

Ἀπόδειξις φανερὰ ὅτι τὰ μήκη τῆς χορδῆς εἰσιν ἀκριβῶς ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων, τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν ὄντος τοιούτου, ὁποῖος προσδιωρίσθη εἰς τὸν προηγούμενον παράγραφον.

2ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων χορδῆς τινος εἰσὶν ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν ἐντάσεων ἢ τῶν τανυόντων αὐτὰς βάρεων. Πρὸς τοῦτο ἀφίνουσιν εἰς τὴν χορδὴν ὅλον τὸ μῆκος καὶ ἐμποιοῦσι δονήσεις εἰς αὐτὴν, κρεμάσαντες ὀλιγώτερον βάρος παρέχον ἱκανήν τινα ἔντασιν. Ἔπειτα κρεμῶσι μεγαλείτερα, πρὸς παραγωγὴν ὅλων τῶν ἤχων τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος, ἢ τῶν γνωστῶν ἤχων διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων

αὐτῶν, μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς ὅριόν τι, πέραν τοῦ ὁποίου δὲν ἀντέχει πλέον ἡ χορδή. Παραβάλλοντες ἔπειτα τοὺς ἤχους πρὸς τὰ ἀνταποκρινόμενα βάρη ἐπιβεβαιοῦμεν τὴν ἀκρίβειαν τοῦ προεκτεθέντος νόμου, μανθάνομεν ἐπομένως ὅτι ἵνα ἔχωμεν τὴν πρώτην ὀκτάδα ἢ τὴν διαπασῶν ἀπαιτεῖται βάρος τετραπλασίον, $\frac{8}{4}$ διὰ τὴν πέμπτην κτλ.

3ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν τῆς αὐτῆς ὕλης εἶναι εἰς λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὰς διαμέτρους αὐτῶν. Τανύουσι τὰς χορδὰς μὲ τὸ αὐτὸ βάρος, καὶ καταστάττουσιν εἰς τὴν κλίμακα τοὺς εἰς ἑκάστην ἀνήκοντας ἤχους, διὰ νὰ λάβωσιν ἐκ τούτου τοὺς ἀριθμοὺς τῶν δονήσεων. Ἡ σχέσις δὲ τῶν διαμέτρων πορίζεται ἐκ τῆς ζυγίσεως ἑκάστης χορδῆς ἰσομήκους.

4ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν διαφόρου ὕλης εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῆς πυκνότητος αὐτῶν. Παραβάλλοντες πρὸ πάντων χορδὰς τῆς βαρβίτου, καὶ χορδὰς τοῦ κλειδοκυμβάλου δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸν νόμον αὐτὸν, ἢ νὰ τὸν ἐπικυρώσωμεν διὰ τῆς πείρας. Τῆς πυκνότητος τῶν χαλυβδίνων χορδῶν οὔσης ἑπτάκις σχεδὸν μεγαλειτέρας τῆς τῶν ἐντερίνων, παρατηρεῖ τις ὅτι δι' ἓν καὶ τὸ αὐτὸ μῆκος, μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν, καὶ τὴν διάμετρον, τοῦ ἤχου τῆς χαλυβδίνου χορδῆς ληφθέντος διὰ ουτ, ὁ ἦχος τῆς ἐξ ἐντέρων θὰ σχηματίσῃ σχεδὸν τὴν ὀκτάδα τῆς τετάρτης.

72. Ἦχοι ἁρμονικοί. Καλοῦσιν ἤχους ἁρμονικοὺς ἐκείνους οἵτινες ἀνταποκρίνονται εἰς ἀριθμοὺς δονήσεων, ὧν αἱ σχέσεις ἐκφράζονται διὰ τῆς φυσικῆς σειρᾶς τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, 5 .... Ὁ πρῶτος εἶναι ὁ θεμελιώδης ἢ ὁ ἀρχικὸς ἦχος· ὁ β'. εἶναι ἡ ὀκτὰς ἢ ὁ διαπασῶν τοῦ θεμελιώδους· ὁ γ'. ὁ διὰ πέντε ἢ ὁ πέμπτος τῆς ὀκτάδος ἢ ὁ δωδέκατος· ὁ δ'. ἡ διπλῆ ὀκτὰς· ὁ ε'. ὁ τρίτος τῆς διπλῆς ὀκτάδος ἢ ὁ δέκατος ἕβδομος κτλ. χορδή τις πάλλουσα παρέχει, ἐκτὸς τοῦ θεμελιώδους ἦχου, ὅστις ἀνταποκρίνεται εἰς ὁλόκληρον τὴν ἔκτασιν αὐτῆς, τὴν σειρὰν τῶν ἁρμονικῶν αὐτῶν ἤχων δηλ. τὸν ἦχον 2 ἀνταποκρινόμενον εἰς τὸ ἥμισυ αὐτῆς, τὸν 3 ἀνήκοντα εἰς τὸ τριτημόριον, μέχρι τοῦ 5 ἀνταποκρινομένου εἰς τὰ

περιπτημόριον αὐτῆς. Ἕπεται δὲ ἐκ τούτου ὅτι δὲν δονεῖ μόνον καθ' ὁλόκληρον αὐτῆς τὸ μῆκος, ἀλλὰ καὶ κατὰ τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον, τὸ πέμπτον, κτλ.

Ἰδοὺ περίεργόν τι πείραμα τοῦ Σωβέρου ἀποδεικνύον τὴν συνέπειαν αὐτήν. Θέτουσι τὸν κινητὸν ζυγὸν κατὰ τὸ μέσον τῆς χορδῆς προσηρμοσμένης ἐπὶ τοῦ ἠχομέτρου, καὶ στηρίζουσι τὸν δάκτυλον ἐλαφρὰ ἐπὶ τοῦ σημείου αὐτοῦ, ἐν ᾧ τρίβουσι διὰ τοῦ τόξου τὸ ἥμισυ τῆς χορδῆς πλησίον τοῦ κατὰ τὸ ἄκρον σταθεροῦ ζυγοῦ· ἀμέσως τὸ ἄλλο ἥμισυ ἐμβαίνει εἰς δόνησιν, ἐν ᾧ τὸ μέσον μένει σταθερῶς ἀκίνητον, σχηματίζον οὕτω ἕνα δεσμὸν δονήσεων. Τὸ πείραμα ἐπιτυγχάνει, καὶ ὅταν ὁ ζυγὸς τεθῇ εἰς τὸ τρίτον, τέταρτον ἢ καὶ εἰς τὸ πέμπτον τῆς χορδῆς, καὶ ἐνεργήσῃ τις κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον· εἰς τὴν τελευταίαν αὐτὴν περίστασιν π. χ. τὰ $\frac{4}{5}$ τὰ ὄντα ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τοῦ κινητοῦ ζυγοῦ δονοῦσι χωριστὰ, τῶν μεταξὺ τριῶν σημείων τῆς διαιρέσεως μενόντων ἀκινήτων, καὶ σχηματιζόντων δεσμοὺς, ἐν ᾧ τὰ μέσα μέρη ἑκάστου περιπτημορίου σχηματίζουσι κοιλίας, καὶ αἱ δονήσεις εἰσὶ φανεραί· πρὸς πληροφορίαν δὲ τοῦ τοιούτου ἀρκεῖ νὰ δέσῃ τις ἐπὶ τῶν δεσμῶν τεμάχια μικρὰ ἐκ χάρτου κυανοῦ, καὶ ἐπὶ τῶν κοιλιῶν ἕτερα λευκοῦ χάρτου, καὶ θὰ ἴδῃ ὅτι τὰ τελευταῖα πίπτουσιν εἰς τὴν πρώτην τριβὴν τοῦ τόξου, ἐν ᾧ τὰ ἄλλα μένουσιν ἀκίνητα· τὰ πειράματα ταῦτα παρίστανται εἰς τὸ σχῆμα 116.

§ 4. Δονήσεις τῶν στερεῶν σωμάτων.

73. Δονήσεις πλάγιαι. Ἔλασμα ἐλαστικὸν κρατούμενον στερεῶς διά τινος διχείλου σφιγκτῆρος (σχῆμα 117) καὶ δονούμενον διὰ τόξου ἐκπέμπει ἦχόν τινα ἐξαρτώμενον ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ ἐλάσματος καὶ τῆς συνθετικῆς αὐτοῦ ὕλης. Τὰ σκληρὰ καὶ ἄκαμπτα μέταλλα, ὡς ὁ ὀρείχαλκος, ὁ χάλυψ καὶ ὁ σίδηρος παρέχουσιν ἤχους λαμπροὺς καὶ καθαρούς. Τὰ μαλακὰ μέταλλα, ὁ λίθος, τὰ τρυφερὰ ξύλα ἀπ' ἐναντίας παρέχουσιν ἤχους ἀμβλεῖς καὶ κωφούς, ὧν ὁ τόνος δυσκόλως καταλαμβάνεται· αἱ ῥάβδοι, οἱ

σωλῆνες, καὶ γενικῶς ἅπαντα τὰ στερεὰ ἐκεῖνα, ὧν ἡ μία τῶν διαστάσεων εἶναι μεγαλειτέρα ὡς πρὸς τὰς ἄλλας δύο, δονοῦσιν ὡς τὰ ἐλάσματα καὶ παράγουσιν ὁμοίους ἤχους.

Εἰς τὰ φαινόμενα ταῦτα ὀφείλει τις νὰ διακρίνῃ τοὺς ἀφορῶντας τοὺς διαφόρους τρόπους τῶν δονήσεων νόμους, καὶ τοὺς ἀναγομένους εἰς τὰ διάφορα σώματα πάλλοντα κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον

Τὸ αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ παραγάγῃ πολλοὺς ἤχους διαφέροντας πολὺ πρὸς ἀλλήλους ἐξερχομένους κατὰ σειράν, καθ' ὅσον τρίβεται μὲ τόξον πλησιέστερα ἢ ἀπώτερα τῶν ἄκρων αὐτοῦ, καὶ διὰ τῆς πιέσεως τῶν δακτύλων σημεῖά τινα ἐπὶ τοῦ μήκους αὐτοῦ σταματῶσι. Τοῦ ἤχου ὑψουμένου ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων αὐξάνει, καὶ ἑπομένως ἀνήκει εἰς διαφόρους ἤχους

Διὰ νὰ σπουδάσῃ τις τοὺς χαρακτῆρας τῶν ἤχων ἢ τῶν μελῶν αὐτῶν, ὀφείλει ἐπὶ ἐλασμάτων τετραγώνων ἐχόντων πλάτος, καὶ διατεθειμένων ὁριζοντίως, νὰ ῥίψῃ ἄμμον λεπτὴν, τότε τρίβων τὰς πλευρὰς αὐτῶν διὰ τόξου βλέπει ὅτι σχηματίζονται γραμμαὶ συνδεσμικαὶ πλάγιαι, ὧν ὁ ἀριθμὸς αὐξάνει, καθ' ὅσον ὁ ἦχος ὑψοῦται· αἱ γραμμαὶ αὗται χαρακτηρίζουσι τὸ μέλος τοῦ ἤχου.

Ὅταν δὲν ὑπάρχῃ κανεὶς δεσμός, ὁλόκληρον τὸ ἔλασμα κινεῖται μεταβαῖνον ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο μέρος τῆς ἰσορρόπου θέσεώς του· καὶ οὗτος εἶναι ὁ πρῶτος τρόπος, παρέχων τὸν βαρύτερον ἦχον, ἢ τὸν θεμελιώδη· ὅταν σχηματίζηται εἷς μόνος δεσμὸς, εὑρίσκεται εἰς ἀπόστασιν ἐκ τοῦ στερεοῦ σημείου ὀλίγον τι μεγαλειτέραν τῶν δύο τρίτων τοῦ μήκους· καὶ οὗτος εἶναι ὁ δεύτερος τρόπος. Ὁ δὲ ἦχος εἶναι πολὺ ὀξύτερος τοῦ πρώτου· ὁ σχετικὸς ἀριθμὸς τῶν δονήσεων εἶναι $\frac{25}{4}$.

Ὁ τρίτος τρόπος ἀνάγεται εἰς τοὺς δύο δεσμοὺς· ὁ τέταρτος εἰς τοὺς τρεῖς κτλ. αἱ ὑποδιαιρέσεις αὗται τοῦ δονοῦντος ἐλάσματος ἐπαναλαμβάνονται ἂν ὄχι μὲ πλήρη ταυτότητα, τοὐλάχιστον μὲ τρόπον πολὺ ἀνάλογον εἰς τὰ ἐλάσματα διαφόρου διαστάσεως, καὶ διαφόρου ὕλης, καθὼς εἰς τὰς ῥάβδους καὶ τοὺς σωλῆνας. Πρὸς τούτοις φαίνεται ὅτι τὰ τετράγωνα τῶν περιττῶν ἀριθμῶν 3, 5, 7, 9, κτλ. ἐκφράζουσιν ἀκριβέστατα τὰς σχέσεις τῶν ἀριθμῶν

τῶν δονήσεων, ἀνηκουσῶν εἰς τὸν δεύτερον τρόπον, τὸν τρίτον, τέταρτον κτλ. ἐξαιρουμένου μόνον τοῦ ά. τρόπου ἐκ τῶν σχέσεων τῶν ἐκφραζομένων δι' αὐτῆς τῆς σειρᾶς. Τοιοῦτος εἶναι ὁ νόμος τῶν διαφόρων τρόπων.

Ὅσον περὶ τῶν νόμων τῶν ἀφορώντων τὰ διάφορα σώματα, ὅσα ὑπόκεινται εἰς τὸν αὐτὸν τρόπον τῆς δονήσεως, εἰς τὸν ά. π. χ. εἶναι ἁπλοῖ καὶ εὐκόλως ἀποδεικνύονται· δύνανται δὲ νὰ ἐκφρασθῶσιν ὡς ἀκολούθως.

1ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἐλάσματος ἔχοντος διάφορα μήκη εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων αὐτῶν τῶν μηκῶν.

2ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἐλάσματος, ἔχοντος τὸ αὐτὸ μῆκος καὶ διαφόρους παχύτητας, εἰσὶν ἀνάλογοι τῶν παχυτήτων αὐτῶν.

3ον. Τὸ πλάτος τοῦ ἐλάσματος δὲν ἔχει ἐπιρροὴν ἐπὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων· φθάνει μόνον νὰ ἦναι μικρότερον τοῦ μήκους διὰ νὰ γίνωνται αἱ δονήσεις κατὰ τὸν πρῶτον τρόπον.

4ον. Αἱ πλατεῖαι ῥάβδοι ἐκ ξύλου, ὑέλου καὶ χάλυβδος μὲ διαστάσεις ἴσας δὲν παρέχουσι τὸν αὐτὸν ἦχον· ἐπειδὴ ὁ ἀπόλυτος ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πυκνότητος καὶ σκληρότητος τῆς ὕλης.

Τοὺς προηγουμένους νόμους δύναταί τις ν' ἀποδείξῃ ἀκριβέστατα στηριζόμενος ἐπὶ τῆς τεθείσης ἀρχῆς (63). Τότε ἡ ἀπόδειξις δὲν παρουσιάζει οὐδεμίαν δυσκολίαν, φθάνει μόνον ν' ἀκούσῃ τις τοὺς παραγομένους ἤχους, καὶ νὰ τοὺς κατατάξῃ εἰς τὴν γενικὴν κλίμακα. Ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων αὐτῶν ποριζεται ἐκ τῆς κατεχομένης ἐκεῖ θέσεως. Καὶ ἐάν τις θέλῃ νὰ πληροφορηθῇ κατ' εὐθεῖαν, ὀφείλει νὰ ἐφαρμόσῃ διαπασῶν εἰς ὁμοφωνίαν μὲ τὰ δονοῦντα ἐλάσματα, καὶ νὰ τὰ φέρῃ ἔπειτα ἐπὶ τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς μηχανῆς διὰ νὰ ἐπαριθμήσῃ τὰς ἐκεῖ σημειουμένας δονήσεις.

74. Δονήσεις ἐπιμήκεις. Τὰ προσηθέντα σώματα οἷον ἐλάσματα, ῥάβδοι, σωλῆνες ἐκπέμπουσι καὶ ἄλλους ἤχους ἐπίσης ἀξιοσημειώτους διὰ δονήσεων ἐκτελουμένων κατὰ μῆκος αὐτῶν, αἱ ἐπι-

μήκεις αὗται δονήσεις δὲν διεγείρονται διὰ τῆς πλαγίας τριβῆς τοῦ τόξου, ἀλλὰ δι' ἐπανειλημμένης τριβῆς γινομένης εἴτε δι' ἐριούχου ὑφάσματος βεβρεγμένου, εἴτε διὰ δέρματος ἢ ὑφάσματος ἀλειμμένου μὲ κολοφωνίαν ῥητίνην, ὅταν πρόκηται περὶ ξύλων καὶ μετάλλων.

Οἱ προκύπτοντες ἦχοι εἶναι γενικῶς ὀξύτατοι· ἐκτὸς ἐάν τις ἐνεργεῖ ἐπὶ μεγάλων μηκῶν

Τὰ μικρὰ τμήματα δύο ἢ τριῶν μέτρων μήκους, καὶ τομῆς ἑκατοστομέτρων τινῶν εἰσὶ τὰ καταλληλότερα πρὸς τοῦτο τὸ εἶδος τῶν πειραμάτων.

Εἰς αὐτὸ τὸ εἶδος τῶν δονήσεων ὡς καὶ τῶν προηγουμένων, πρέπει νὰ διακρίνωνται οἱ εἰς τοὺς διαφόρους τρόπους ἀναγόμενοι νόμοι, καὶ οἱ ἀφορῶντες τὰ διάφορα σώματα δονοῦντα κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον. Ἐνταῦθα οἱ τρόποι χαρακτηρίζονται διὰ συνδεσμικῶν γραμμῶν. Ἡ δὲ ἀπόδειξις γίνεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον. Μακρόν τι ἔλασμα ὑέλινον, ξύλινον, ἢ μετάλλινον κρατεῖται στερεῶς ἐκ τοῦ μέσου διὰ διχείλου τινὸς σφιγκτῆρος, ἢ πιεστηρίου. Ἔπειτα καλύπτουσι μὲ ἄμμον τὸ ἥμισυ αὐτοῦ, καὶ τὸ ἄλλο ἥμισυ τρίβουσιν· ὁ ἦχος παρευθὺς ἀναφαίνεται μὲ μεγάλην τινὰ ἔντασιν· συνάμα δὲ ἡ ἄμμος ὀλισθαίνουσα ταχέως ἀφίνει ὅλας τὰς κοιλίας τῶν δονήσεων, καὶ συσσωρεύεται ἐπὶ τῶν συνδεσμικῶν γραμμῶν, ὅπου διαγράφει τὴν θέσιν αὐτῶν. Εἰς τὸν πρῶτον τρόπον δὲν ὑπάρχει δεσμὸς· τὸ ἔλασμα δονεῖ καθ' ὅλον τὸ ἥμισυ μῆκος περιλαμβανόμενον μεταξὺ τοῦ δακνομένου μέρους παρὰ τῆς μηχανῆς, καὶ τῆς ἐλευθέρας ἄκρας· τὸ δὲ ἄλλο ἥμισυ ἐπαναλαμβάνει τὴν αὐτὴν δόνησιν. Ὁ παραγόμενος ἦχος εἶναι ὁ θεμελιώδης, εἰς τὸν δεύτερον τρόπον ὑπάρχει εἷς δεσμός, εἰς τὸν τρίτον δύο κτθ.

Ὁ νόμος αὐτῶν τῶν δονήσεων εἶναι ἁπλούστατος· αὗται ἀκολουθοῦσι τὴν σειρὰν τῶν περιττῶν ἀριθμῶν 1, 3, 5, 7 κ.τ.λ. ἡ μονὰς σημαίνει τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων, ἀνταποκρινομένων εἰς τὸν θεμελιώδη ἦχον.

Διὰ πολὺν χρόνον ἐνόμιζον, συνεπείᾳ τῶν ἀξιολόγων πειραμάτων τοῦ Χλαδνῆ (ἐτ. 1796), ὅτι οἱ δεσμοὶ κατεῖχον ὅλην τὴν φυσικὴν τομὴν τοῦ ἐλάσματος ἢ τῆς ῥάβδου, πλὴν ὁ Σαβὰρ ἀπέδει-

ξεν ὅτι τὸ πρᾶγμα δὲν ἔχει οὕτω, ἀλλὰ συμβαίνει συχνὰ μάλιστα εἰς τὰ ὑέλινα ἐλάσματα οἱ δεσμοὶ τῆς μιᾶς ἐπιφανείας ν' ἀνταποκρίνωνται εἰς τὰς κοιλίας τῆς ἀντιθέτου· ὡς τοῦτο γινώσκεται διὰ τῆς ἀντιστροφῆς τοῦ ἐλάσματος· τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι περιεργότερον ἀκόμη εἰς τὰς ῥάβδους καὶ τοὺς σωλῆνας. Εἰς ταύτας αἱ συνδεσμικαὶ γραμμαὶ λαμβάνουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τὸ σχῆμα ἕλικος, παρουσιάζοντος ἐνίοτε ἀνατροπὰς ἀλλοκότους ἐπὶ τῶν στρογγύλων ῥάβδων καὶ τῶν σωλήνων δεικνύουσι τὴν θέσιν αὐτῶν διὰ κρίκων ἐκ χάρτου, ὀλισθαινόντων ὡς ἡ ἄμμος, καὶ μὴ σταματώντων, εἰ μὴ ἐπὶ τῶν δεσμῶν.

Αἱ εὐφυεῖς θεωρίαι, δι' ὧν ὁ Σαβὰρτ ἐξήγησε τὰ φαινόμενα ταῦτα, εἰσὶ πολύπλοκοι, καὶ διὰ τοῦτο τὰς παρατρέχομεν.

Οἱ νόμοι τῶν ἐπιμήκων δονήσεων ἀναγομένων εἰς διάφορα σώματα δονοῦντα κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον κατὰ τὸν πρῶτον π. χ. ἐκφέρονται ὡς ἑφεξῆς.

1ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεών εἰσιν ἀνεξάρτητοι τῆς τομῆς τοῦ δονοῦντος σώματος· ἐξαρτῶνται δὲ ἐκ τοῦ μήκους αὐτοῦ· οὕτω τὰ ἰσομήκη ἐλάσματα, αἱ ῥάβδοι καὶ οἱ σωλῆνες τῆς αὐτῆς ὕλης, ἐκπέμπουσι τὸν αὐτὸν ἦχον.

2ον. Οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων δύο σωμάτων τῆς αὐτῆς ὕλης καὶ διαφόρου μήκους ἔχουσι πρὸς ἄλληλα λόγον ἀντίστροφον τῶν μηκῶν· οὕτω πρὸς σχηματισμὸν κλίμακός τινος ἀρκεῖ νὰ ἐμπήξωμεν εἰς τμῆμα παχὺ ξύλου στελέχη τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ἢ ῥάβδους κυλινδρικὰς τοῦ αὐτοῦ ξύλου, καὶ νὰ δώσωμεν ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ τμήματος εἰς αὐτὰς μήκη ἀκριβῶς ἴσα

μὲ 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{8}{15}$, $\frac{1}{2}$.

Ἐὰν τὸ μῆκος 1 παρέχῃ τὸ βαρὺ ουτ, τὸ μῆκος $\frac{1}{2}$ θὰ δώσῃ τὴν νήτην ἢ τὴν ὀξεῖαν ὀκταφωνίαν, καὶ ὅλα τὰ λοιπὰ τοὺς μεταξὺ αὐτῶν ἤχους.

Εἶναι καλὸν νὰ δώσῃ τις ἓν μέτρον τοὐλάχιστον εἰς τὸ μακρύτερον στέλεχος, διὰ νὰ μὴν ἔχῃ ἡ κλίμαξ ὀξύτητα μεγάλην.

3ον. Εἰς τὰς ἰσομήκεις ῥάβδους ὁ ἦχος μεταβάλλεται μὲ τὴν ὕλην, ὡς ἐξαρτώμενος ἐκ τῆς πυκνότητος καὶ τραχύτητος αὐτῆς.

Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται ὡς καὶ οἱ τῶν πλαγίων δονήσεων.

75. Δονήσεις πλακῶν καὶ ὑμένων. Αἱ ὀρειχάλκινοι πλάκες, στρογγύλαι, τετράγωνοι, πολύγωνοι, σχήματος ὁποιουδήποτε ἠχοῦσι τριβόμεναι διὰ τόξου, ἀφ' οὗ πρῶτον στερεωθῶσιν ὁριζοντίως, ἢ κατὰ τὸ κέντρον αὐτῶν, ἢ κατ' ἄλλο τι σημεῖον τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν.

Μία καὶ ἡ αὐτὴ πλὰξ στερεουμένη κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον παράγει πλῆθος ἤχων διαφόρων· δὲν καταβαίνει ὑπὸ ὅριόν τι βαρύτητος, πλὴν ἀναβαίνει ἀπροσδιορίστως εἰς τοὺς πλέον ὀξεῖς ἤχους.

Ῥίπτοντες ἄμμον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν πρὸς παρατήρησιν τῶν συνδεσμικῶν γραμμῶν, μανθάνουσιν, ὅτι αὐταὶ μεταβάλλονται μὲ τὸν ἦχον, καὶ ὅτι τὰ δονοῦντα διαστήματα, ἅτινα περιγράφουσι, καίτοι συνεχῶς ἄνισα γενικῶς καθίστανται τοσοῦτον στενότερα, ὅσον ὁ ἦχος γίνεται ὀξύτερος. Τὸ σχῆμα 118 παρέχει ἰδέαν τοῦ σχήματος, καὶ τῆς διαθέσεως τῶν συνδεσμικῶν γραμμῶν· διαιροῦσιν αὐτὰς εἰς δύο συστήματα· τὸ διαμετρικὸν, καὶ τὸ συγκεντρικόν. Τὸ πρῶτον, ὅταν ἦναι μόνον, παρέχει διαμέτρους 2, 3, 4· κτλ. δηλ. ὁ κύκλος διαχωρίζεται εἰς ἀριθμόν τινα ἄρτιον ἴσων τμημάτων 4, 6, 8 κτλ. Τὸ δεύτερον μόνον καὶ αὐτὸ παρέχει συγκεντρικὰς περιφερείας· πλὴν γενικῶς τὰ δύο αὐτὰ συστήματα συμπλέκονται, καὶ μεταβάλλονται κατὰ διαφόρους τρόπους, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 113. Ὅλα τὰ σκληρὰ καὶ ὁμογενῆ σώματα παρουσιάζουσι τὰ αὐτὰ μὲ τὰς ὀρειχαλκίνους πλάκας φαινόμενα. Αἱ τετράγωνοι πλάκες ὁποιασδήποτε ὕλης παρέχουσιν ἀνάλογα φαινόμενα. Αἱ συνδεσμικαὶ γραμμαὶ, τὰς ὁποίας ἐκεῖ παρεστήσαμεν δὲν εἶναι οὔτε αἱ ἁπλούστεραι, οὔτε αἱ πολυπλοκώτεραι. Εἰς τὸν Χλαδνῆν χρεωστεῖται ἡ ἀνακάλυψις τῶν τρόπων αὐτῶν τῶν τόσον περιέργων δονήσεων· ὁ ἴδιος ἐξέτεινε τὰς ἐρεύνας του εἰς πλάκας διαφόρων σχημάτων, καὶ διαφόρου ὕλης· ἄλλοι φυσικοὶ ἔκαμον πολλὰ πειράματα ἀξιόλογα ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ, πλὴν φαίνεται δύσκολον νὰ ὑπαβάλλῃ τις εἰς γενικοὺς νόμους φαινόμενα τόσον πολύπλοκα.

Ὁ Σαβὰρτ ἀπέδειξε διὰ πειράματος ὅτι αἱ συνδεσμικαὶ γραμμαὶ, αἱ φαινόμεναι σταθεραὶ, δοκιμάζουσι κάποτε παραδόξους με-

ταθέσεις. Ὅταν τις δονήσῃ μέγαν τινὰ δίσκον ὀρειχάλκινον στερεωμένον κατὰ τὸ κέντρον (σχῆμα 120), καὶ κάμῃ χρῆσιν τῆς λυκοποδίου κόνεως, ἀντὶ τῆς ἄμμου, πρὸς σημείωσιν τῶν συνδεσμικῶν γραμμῶν, ἀμέσως βλέπει διά τινας ἤχους βαρεῖς, ὅτι τὰ ἀκίνητα σημεῖά εἰσιν ἀμφίβολα, ὅτι δονοῦσι καὶ αὐτά, καὶ ὅτι τέλος στρέφονται κυκλικῶς κατά τινα τρόπον ἀπροσδιόριστον· συγχρόνως ὁ ἦχος λαμβάνει ἄλλον τινὰ χαρακτῆρα, δηλ. λαμβάνει ἔντασιν ἐν τῷ μεταξὺ, ἐν ᾧ μάλιστα τὸ τόξον παύει ἐνεργοῦν. Αἱ πολλὰ ἐντεταμέναι μεμβράναι, ὡς οἱ βόειοι ὑμένες, καὶ ὁ χάρτης προσκολλημένοι ἐπὶ στεφάνης τινὸς ἠχοῦσιν ἐπίσης, ὡς αἱ στερεαὶ πλάκες, καὶ παρουσιάζουσι συστήματα ἀνάλογα συνδεσμικῶν γραμμῶν. Ἡ εὐκινησία των εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἐκπέμπουσι σχεδὸν ὅλους τοὺς ἤχους τοὺς προσβάλλοντας αὐτάς· ἡ πρὸς σημείωσιν τῶν συνδεσμικῶν γραμμῶν ῥιπτομένη ἄμμος κινεῖται ἐκ τῶν προερχομένων ἤχων ἐκ τοῦ πλησίον· πλὴν ἐὰν εἰς ἀπόστασίν τινα παραχθῇ ἦχός τις διαρκὴς, ἡ ἄμμος τακτοποιεῖται καὶ παρουσιάζει γραμμὰς συνδεσμικὰς σταθερὰς.

76. Δονήσεις τῶν κωδώνων καὶ ἄλλων σωμάτων ἀναλόγων. Οἱ μεγάλοι κώδωνες δονοῦσιν ὡς καὶ οἱ μικροὶ, πλὴν παράγουσιν ἤχους βαρυτέρους, ἕνεκα τῆς ἐκτάσεως τῆς δονούσης μάζης, καὶ ἐντονωτέρους ἕνεκα τῆς εὐρύτητος τῶν κινήσεων, ἃς δύνανται νὰ λάβωσιν· αἱ δονήσεις μικροῦ τινος κώδωνος σπουδάζονται εὐκολώτερον. Ποτήριόν τι μὲ πόδα, ὡς τὸ παριστάμενον εἰς σχῆμα 112, παράγει ἦχον ὡραῖον, ὅταν τὸ χεῖλος αὐτοῦ τρίβηται μὲ τόξον. Ὁ αὐτὸς ἦχος παράγεται, ἐπομένως δονεῖ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, καὶ ὅταν πλήττηται ἔσωθεν ἢ ἔξωθεν διὰ σφαίρας ἐκ φελλοῦ ἢ ἄλλου τινὸς μέσου, αἱ ἐκτελούμεναι κινήσεις γίνονται ὁραταὶ διὰ τοῦ περιεχομένου ὕδατος ἢ ὑδραργύρου. Εἰς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ὁ ἦχος παράγεται, βλέπει τις τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ σχηματίζουσαν πλῆθος ῥητίδων, διατεθειμένων κανονικώτατα. Ἐὰν ὁ ἦχος εἶναι ὁ βαρύτερος, ἐξ ὅσων δύναται νὰ παραγάγῃ, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ μερίζεται εἰς τέσσαρα, ὡς τὸ σχῆμα δεικνύει, καὶ ἡ μορφὴ τῶν κυμάτων παρουσιάζει τέσσαρας συνδεσμικὰς γραμμὰς, τοῦ μέρους, καθ' ὃ

τὸ τόξον ἐνεργεῖ, ὄντος πάντοτε ἐν τῷ μέσῳ κοιλίας τινός. Εἰς τὴν περίστασιν δ' αὐτὴν ὁ κύκλος τοῦ κώδωνος λαμβάνει τὸ σχῆμα ἐλλείψεως δηλ. μηκύνεται κατὰ τὴν διάμετρον τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὸ τόξον τὸ τρίβον αὐτὸ, καὶ συστέλλεται ἀναλλάξ· καὶ κατὰ τὴν κάθετον διάμετρον τὰς αὐτὰς δονήσεις ποιεῖ κατὰ τάξιν ἀντίστροφον. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παράγεται καθ' ὅλας τὰς ὁριζοντίους τομὰς τοῦ κώδωνος, ἐκ τῆς κορυφῆς μέχρι τῆς βάσεως, καὶ οὕτω γεννῶνται αἱ τέσσαρες συνδεσμικαὶ γραμμαὶ, διαδηλούμεναι καθ' ὅλον τὸ ὕψος αὐτοῦ.

Ὁ τρόπος οὗτος τῶν δονήσεων εἶναι ὁ ἁπλούστερος, πλὴν μὲ κάποιας προφυλάξεις δύναταί τις νὰ ἐπιτύχῃ, ἓξ, ὀκτὼ, δέκα καὶ δώδεκα συνδεσμικὰς γραμμάς· καὶ τότε οἱ ἦχοι γίνονται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξεῖς.

Πλησιάζων τις εἰς τὸ χεῖλος τοῦ κώδωνος μικρὸν ἐκκρεμὲς, δύναται, ὡς ἐκ τῶν ὠθήσεων τὰς ὁποίας λαμβάνει, νὰ διαδηλώσῃ ὅλας αὐτὰς τὰς δονήσεις, καὶ ν' ἀναγνωρίσῃ τὰς συνδεσμικὰς γραμμὰς, διατρέχων αὐτὸ ἐπὶ τοῦ κώδωνος.

Οἱ μεγάλοι κώδωνες δονοῦσι κάκιστα, ὅταν τὸ βάρος τοῦ πλήκτρου δὲν ἦναι ἱκανὸν νὰ παραγάγῃ εἰς τὰς μεγάλας αὐτὰς μάζας ἀποτελέσματα ἀνάλογα τῶν προηγουμένων. Πληττόμενα μὲ μικρὰ σφυρία διαιροῦνται ὅλως διόλου διαφορετικὰ, καὶ παράγουσιν ἤχους ὀξεῖς, ἐπειδὴ αἱ συνδεσμικαὶ γραμμαὶ πολλαπλασιάζονται καὶ συστρέφονται κατὰ μυρίους τρόπους

Τὰ σήμαντρα (οἱ ἔξωθεν κρουόμενοι κώδωνες) δονοῦσιν ὡς ὁ εἰς παράδειγμα ληφθεὶς ὑέλινος κώδων.

Αἱ ὕελοι τῶν ἁρμονικῶν (**Harmonica**) δονοῦσι κατ' ἄλλον τρόπον, ἐξ οὗ καὶ ὁ ἰδιαίτερος χαρακτὴρ τῶν παραγομένων ἤχων.

Αἱ δονήσεις τοῦ ἀσιατικοῦ σείστρου **tam tam** ἀνάγονται μὲν κατά τι εἰς τὰς τῶν κωδώνων, διαφέρουσι δὲ ὡς πρὸς ἄλλας τινὰς σχέσεις ἕνεκα τῆς σκληρότητος τοῦ ἐξωτερικοῦ γύρου, οὔσης πάντοτε μεγαλειτέρας τῆς τοῦ δονοῦντος κύκλου, δύναταί τις νὰ παρομοιάσῃ αὐτὸ τρόπον τινὰ μὲ μέγαν τινὰ δίσκον μετάλλινον προσηλωμένον κατὰ τὴν περιφέρειαν, καὶ κακῶς τεταμένον. Ἡ περίστασις

αὕτη μ' ὅλον τοῦτο δὲν ἀρκεῖ πρὸς ἐξήγησιν τῆς ποικιλίας, τῆς λαμπρότητος, καὶ τῆς μεγάλης ἐντάσεως τῶν ἐξ αὐτοῦ τοῦ ὀργάνου ἐκπεμπομένων ἤχων.

§ 5. Νόμοι δονήσεων τῶν συρίγγων ἢ αὐλῶν· ὄργανα ἐμπνευστὰ μὲ γλωττίδας.

77. Σύριγγες ἀνοικταί. Εἰς τὰς μεγάλας ἐντατοσύριγγας (orgues), εἰς τὴν εὐμετακόμιστον ἐκείνην τῆς Βαρβαρίας, εἰς τὰ κελάδιστρα (serinettes) καὶ εἰς πολλὰ ἄλλα ὄργανα, ὁ ἦχος ἐξάγεται ἀπὸ σωλῆνας ἀνοικτοὺς καὶ κλειστοὺς διαφόρων διαστάσεων, καὶ διὰ τῆς κινήσεως γλωττίδων, ἐπίσης δονουσῶν ἐντὸς σωλήνων. Ἐπειδὴ αἱ μεγάλαι ἐντατοσύριγγες περιλαμβάνουσιν ὅλην τὴν ἔκτασιν τῆς μουσικῆς κλίμακος ἐκ τῶν βαρυτάτων μέχρι τῶν ὀξυτάτων ἤχων, δῆλον ὅτι οἱ σωλῆνες αὐτῶν δύνανται νὰ παραγάγωσιν ὅλους τοὺς ἀκουστοὺς ἤχους, τοὐλάχιστον κατὰ τὸν τόνον αὐτῶν, ἂν ὄχι καὶ κατὰ τὸ ποιόν· οἱ νόμοι τῶν δονήσεων αὐτῶν λογίζονται ὡς οἱ ἀξιολογώτεροι τῆς ἀκουστικῆς, καὶ διὰ τοῦτο μέλλομεν νὰ τοὺς ἐξετάσωμεν κατὰ σειρὰν ἀρχόμενοι πρῶτον ἐκ τῶν ἀνοικτῶν, καὶ μεταβαίνοντες ἔπειτα εἰς τοὺς κλειστούς.

Τὸ σχῆμα 123 παριστᾷ τὴν τομὴν ἀνοικτοῦ σωλῆνος, εἶναι δὲ τετράγωνος καὶ ξύλινος.

Τὸ σχῆμα 124 καὶ 125 παριστῶσι τὴν κατὰ μέτωπον ὄψιν καὶ τὴν κάθετον τομὴν σῶλῆνος μεταλλίνου ἢ ἐκ μίγματος, ὁποῖος εἰσάγεται εἰς τὰ ὄργανα τῶν ἐντατοσυρίγγων, εἶναι κεκλεισμένος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον, ὡς διὰ τῆς τομῆς παρίσταται.

Οἱ διάφοροι οὗτοι σωλῆνες κρατοῦντες στερεῶς διὰ τῶν ποδῶν αὐτῶν π, ἐντὸς θηκῶν ἢ κιβωτίων, ἐν οἷς εἰσέρχεται ὁ ἄνεμος τῆς φύσιγγος· τότε διὰ τῆς πιέσεως τμήματός τινος (ὡς εἰς τὸ κλειδοκύμβαλον) ὁ θλιβόμενος ἀὴρ εἰσέρχεται ἐκ τοῦ ποδὸς, καὶ ἐξέρχεται ἔκ τινος σχήματος στενοῦ, ἢ χάσματος (la lumière), συντριβόμενος, ὡς λεπτὸν ἔλασμα, κατὰ τοῦ ἀνωτέρου χείλους β, ἵνα διεγείρῃ τρομώδη τινὰ κίνησιν· πλὴν τοῦτο δὲν προσδιορίζει κυρίως τὸν

τόνον· ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ἐξαρτᾶται πρὸ πάντων ἐκ τοῦ μήκους τοῦ σωλῆνος, καὶ τοῦτο ὄχι ἀναγκαίως, ἀλλ' εἴτε ἐκ τῆς ταχύτητος, δι' ἧς ὁ ἀὴρ ὠθεῖται, εἴτε ἐκ τοῦ μεγέθους τοῦ στόματος, δηλ. τῆς ὑπαρχούσης ἀποστάσεως μεταξὺ τοῦ ἀνωτέρου χείλους καὶ τοῦ χάσματος. Ἐνταῦθα ὡς καὶ εἰς τὰς ῥάβδους καὶ τὰ ἐλάσματα, οἱ νόμοι τῶν δονήσεων ἀνάγονται ἢ εἰς τοὺς διαφόρους τρόπους, καθ' οὓς ὁ αὐτὸς σωλὴν δύναται νὰ δονήσῃ, ἢ εἰς τοὺς ἐξαγομένους ἤχους ἐκ τῶν διαφόρων σωλήνων δονουμένων κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον.

Διὰ τὰς ἀνοικτὰς σύριγγας ὁ νόμος τῶν δονήσεων εἶναι ὁ ἀκόλουθος.

Ἡ αὐτὴ σύριγξ παράγει τὴν σειρὰν τῶν ἁρμονικῶν ἤχων 1, 2, 3, 4, 5 κτλ. ὁπωσδήποτε καὶ ἂν ἐνεργήσῃ τις, ποτὲ δὲν θὰ κατορθώσῃ νὰ σχηματισθῇ κανεὶς τῶν διαμέσων ἤχων· ὁ βαρύτερος ἦχος, οὗ ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων παρίσταται διὰ τῆς μονάδος 1, καλεῖται ἦχος θεμελιώδης τοῦ σωλῆνος.

Ὁ ἦχος 2, δηλ. ὁ ἔχων ἀριθμὸν δονήσεων διπλάσιον τοῦ προηγουμένου ἀνταποκρίνεται εἰς τὸν δεύτερον τρόπον, ὁ ἦχος 3 εἰς τὸν τρίτον κ.τ.θ.

Ἰδοὺ ἤδη ὁ διακριτικὸς χαρακτὴρ τοῦ θεμελιώδους ἤχου· τὸ μῆκος τοῦ ἠχητικοῦ κύματος, ὅπερ παράγει, εἶναι σχεδὸν ἀκριβῶς ἴσον μὲ τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος. Ἑπομένως τὸ κῦμα τοῦ ἤχου 2 εἶναι ἴσον μὲ τὸ ἥμισυ μῆκος τοῦ σωλῆνος· τὸ τοῦ ἤχου 3, μὲ τὸ τρίτον, τὸ τοῦ ἤχου 4 μὲ τὸ τέταρτον κ.τ.λ. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἀρκεῖ νὰ διεγείρωμεν τὴν ἦχησιν τῆς σύριγγος, προσαρμόζοντες αὐτὴν εἰς μίαν τῶν ὀπῶν τῆς φύσιγγος καὶ τὸν ἐξερχόμενον ἦχον νὰ τὸν καταταξώμεν εἰς τὴν γενικὴν κλίμακα· ἐκ τούτου λαμβάνεται ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων, διὰ τοῦ ὁποίου διαιροῦντες τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου, προσδιορισθεῖσαν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος, ἔχομεν διὰ πηλίκου τὸ μῆκος τοῦ κύματος· οὕτω μανθάνομεν ὅτι τὸ μῆκος αὐτὸ εἶναι ἴσον σχεδὸν μὲ τὸ τοῦ σωλῆνος, ἢ μὲ τὸ ἥμισυ αὐτοῦ, ἢ μὲ τὸ τρίτον, καθ' ὅσον αἱ δονήσεις γίνονται κατὰ τὸν πρῶτον, δεύτερον, ἢ τρίτον τρόπον.

Ἐὰν τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος εἶναι ἑπτάκις ἢ ὀκτάκις τὸ πλάτος

αὐτοῦ, παράγει εὐκόλως τὸν θερμελιώδη ἦχον· καὶ διὰ νὰ τὸ κάμῃ τις ὀκταδιαῖον δηλ. νὰ τὸν κάμῃ νὰ δονήσῃ κατά τινα ἦχον ὑψηλότερον, ὀφείλει νὰ στενώσῃ τὸ στόμιον, ἢ νὰ ὠθήσῃ τὸν ἀέρα μὲ πλειοτέραν ταχύτητα· ἐὰν τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος εἶναι δεκαπενταπλάσιον ἢ δεκαεξαπλάσιον τοῦ πλάτους αὐτοῦ, τότε δεικνύει μεγάλην τάσιν πρὸς τὸν ὀκταδισμὸν, καὶ δυσκόλως ἐπιτυγχάνεται ὁ θερμελιώδης ἦχος.

Ἐκ τῶν προηγουμένων ἕπεται ὅτι διὰ τὸν ἦχον 1, τὸ ἄκρον τοῦ αὐλοῦ, καὶ τὸ στόμιον ἀποτελοῦσι τὰ δύο πέρατα τοῦ ἠχητικοῦ κύματος, καὶ ὅτι ὁ ἀὴρ εἰς αὐτὰ δοκιμάζει τὰς μεγαλειτέρας δονήσεις, καὶ τὴν μικροτέραν συμπύκνωσιν· ὥστε τὰ σημεῖα αὐτὰ ἀποτελοῦσι τὰς ὀνομαζομένας κοιλίας τῶν δονήσεων· ἐν τῷ μέσῳ τοῦ σωλῆνος ὁ ἀὴρ ἐξ ἐναντίας δοκιμάζει τὰς μικροτέρας δονήσεις, καὶ τὰς μεγαλειτέρας συμπυκνώσεις, μὲ ἄλλας λέξεις ἐκεῖ γίνεται δεσμὸς δονήσεως.

Διὰ τὸν ἦχον 2, τὸ ἄκρον καὶ τὸ στόμιον εἶναι εἰς τὰς κοιλίας, τὸ δὲ μέσον γίνεται καὶ αὐτὸ κοιλία· ἐπειδὴ τὸ μῆκος τοῦ κύματος τελειόνει ἐκεῖ· οἱ δὲ δεσμοὶ γίνονται τότε εἰς τὸ τέλος τοῦ ά. τετάρτου, καὶ εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου.

Διὰ τὸν ἦχον 3, ὑπάρχουσι τέσσαρες κοιλίαι· εἰς τὸ στόμιον, εἰς τὸ πρῶτον τρίτον, εἰς τὸ δεύτερον τρίτον καὶ εἰς τὸ πέρας· ὑπάρχουσι δὲ καὶ τρεῖς δεσμοὶ, εἰς τὸ ά. ἕκτον, τὸ τρίτον, καὶ τὸ πέμπτον κ.τ.λ.

Ἡ διανομὴ αὕτη τῶν κοιλιῶν καὶ τῶν δεσμῶν ἐξηγεῖ τὸ περίεργον φαινόμενον τῶν μὲ ὀπὰς σωλήνων: ἀπέναντι μιᾶς κοιλίας ἡ ὀπὴ εἶναι ὡς μὴ ὑπάρχουσα, δὲν τροποποιεῖ ποσῶς τὸν ἦχον· ἀπέναντι ὅμως δεσμοῦ τινος μεταβάλλει τὸν ἦχον ἀμέσως· εἶναι ἀδύνατον ἀληθῶς ὁ δεσμὸς νὰ ἐξακολουθῇ ὑπάρχων ἀπέναντι μιᾶς ὀπῆς· ἐπειδὴ μετασχηματίζεται εἰς κοιλίαν, καὶ τὸ μῆκος τοῦ κύματος μεταβάλλεται τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος ἰσορροποῦντος ὡς πρὸς τὴν πίεσιν μὲ τὸν ἐξωτερικόν· αἱ ὀπαὶ, τὰς ὁποίας φέρουσιν οἱ σωλῆνες τοῦ συριγγίου (flageolet), καὶ τῶν διαφόρων αὐλῶν εἰσιν ἐφαρμογαὶ ταύτης τῆς ἀρχῆς.

Ὁ δοντικὸς νόμος τῶν διαφόρων σωλήνων δονουντων κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐξάγεται ἐκ τοῦ προηγουμένου νόμου. Ἀφ' οὗ ἄπαξ ἀπεδείχθη, ὅτι διὰ τὸν θερμελιώδη ἦχον τὸ μῆκος τοῦ κύματος εἶναι ἴσον μὲ τὸ τοῦ σωλῆνος ἕπεται προφανῶς 1ον ὅτι ἡ ὕλη τοῦ σωλῆνος δὲν ἔχει ἐπιρροὴν ἐπὶ τοῦ τόνου τοῦ παραγομένου ἤχου· 2ον ὅτι οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων τῶν διαφόρων σωλήνων ἔχουσι λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὸ μῆκος αὐτῶν, ὅταν παρέχωσι τὸν ἀρχικὸν ἦχον· τοιοῦτοί εἰσιν οἱ νόμοι τῶν διαφόρων σωλήνων, ὡς εἶναι εὔκολον νὰ ἐπικυρωθῶσι καὶ ἐκ τῆς πείρας· οὕτω πρὸς σχηματισμὸν χ μουσικῆς κλίμακος, ἀρκεῖ νὰ διεγείρωμεν τὴν ἦχησιν διαδοχικῶς εἰς σωλῆνας, ὧν τὰ μήκη νὰ ἔχωσι τὰς ἑπομένας σχέσεις.

	ουτ,	ρε,	μι,	φα,	σολ,	λα.	σι,	ουτ.
μήκη τῶν σωλήνων	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$
ἀριθ. δονήσεων	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

78. Σωλῆνες κεκλεισμένοι. Σωλὴν κεκλεισμένος δύναται νὰ ἔχῃ, ὡς ὁ ἀνοικτὸς πολλοὺς τρόπους δονήσεων, πλὴν ἀντὶ νὰ παραγάγῃ πλήρη τὴν σειρὰν τῶν ἁρμονικῶν, παρέχει τὴν περιττὴν σειρὰν 1, 3, 5, 7, κτλ.

Ὁ βαρύτερος ἦχος, τὸν ὁποῖον δύναται νὰ παραγάγῃ, καὶ τοῦ ὁποίου ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ἐνταῦθα παρίσταται διὰ τῆς 1, καλεῖται ὁ θερμελιώδης ἢ ἀρχικός· ὁ ἦχος, οὗτινος ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων εἶναι 3, ἢ τριπλάσιος τοῦ ἁ, ἀνάγεται εἰς τὸν δεύτερον τρόπον, 5 εἰς τὸν τρίτον κ.τ.θ. Ὁ χαρακτὴρ τοῦ θερμελιώδους ἤχου εἶναι, τὸ νὰ ἔχῃ τὸ κῦμα αὐτοῦ μῆκος σχεδὸν διπλάσιον τοῦ μήκους τοῦ σωλῆνος· οὕτω τὸ μῆκος τοῦ κύματος τοῦ ἀνήκοντος εἰς τὸν δεύτερον τρόπον εἶναι τὰ $\frac{2}{3}$ τοῦ μήκους τοῦ σωλῆνος, εἰς τὸν τρίτον τὰ $\frac{2}{5}$ κτλ.

Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται διὰ τῆς ἀνωτέρω ἐξηγηθείσης μεθόδου τῶν ἀνοικτῶν σωλήνων· ἐξ οὗ ἕπεται 1ον· ὅτι διὰ τὸν θερμελιώδη ἦχον τὸ κῦμα διπλοῦται τρόπον τινὰ ἐφ' ἑαυτό, ἔχον τὰ δύο ἄκρα εἰς τὸ στόμιον, καὶ τὸ μέσον εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ τοῦ σωλῆνος, ὅστις οὕτω γίνεται δεσμὸς δονήσεων· 2ον ὅτι διὰ τὸν ἦχον 3, τὰ δύο πρῶτα τρίτα τοῦ σωλῆνος ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ στομίου δονοῦσι, ὡς εἰς σωλὴν ἀνοικτὸς, καὶ τὸ τελευταῖον τρίτον, ὡς εἰς κ-

κλεισμένος, παράγων τὸν αὐτὸν ἦχον, εἰς τρόπον ὥστε ὑπάρχουσι τότε δύο κοιλίαι, καὶ δύο δεσμοί· ἡ πρώτη κοιλία εἰς τὸ στόμιον, ἡ δευτέρα εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου τρίτου· ὁ πρῶτος δεσμὸς εἰς τὸ τέλος τοῦ ά. τρίτου, καὶ ὁ δεύτερος εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου τριτημορίου, ἤτοι ἐπὶ τοῦ πυθμένος· Ζον ὅτι διὰ τὸν ἦχον 5, ὑπάρχουσι τρεῖς κοιλίαι, καὶ τρεῖς δεσμοί, τοῦ τελευταίου ὄντος εἰς τὸν πυθμένα κ.τ.θ.

Κατὰ τοῦτο οἱ νόμοι τῶν διαφόρων κεκλεισμένων σωλήνων, ὑποβαλλομένων εἰς τὸν αὐτὸν τρόπον τῆς δονήσεώς εἰσιν ἀκριβῶς οἱ αὐτοὶ μὲ τοὺς τῶν ἀνοικτῶν· δηλ. ὅτι οἱ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων δὲν ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ὕλης τῶν σωλήνων, καὶ ὅτι εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μηκῶν αὐτῶν.

Πλὴν ἐὰν παραβάλλῃ τις δύο σωλῆνας τοῦ αὐτοῦ μήκους, τὸν ἕνα ἀνοικτὸν, καὶ τὸν ἄλλον κεκλεισμένον, ὁ τελευταῖος θὰ δώσῃ πάντοτε τὴν βαρεῖαν ὀκτάδα τοῦ πρώτου, ὅταν ἀμφότεροι δονήσωσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον.

Εἰς τὴν συναρμογὴν τῶν σωλήνων τῆς ἐντατοσύριγγος, συνειθίζουσι νὰ θέτωσιν ἑκατέρωθεν τοῦ στομίου μικράν τινα πλάκα καλουμένην οὖς· ἀνοίγοντες ἢ σφίγγοντες τὰ ὦτα αὐτὰ, ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ ῥεύματος τοῦ ἀέρος, τοῦ προσβάλλοντος τὸ ἄνω χεῖλος, ἐπιῤῥοήν τινα τροποποιοῦσαν κατά τι τὸν τόνον. Εἰς τοὺς ἀνοικτοὺς σωλῆνας τροποποίησις ἀνάλογος ἐπιτυγχάνεται, κλινομένου κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἧττον ἐλάσματός τινος μολυβδίνου ἐπὶ τοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος.

Ὁ τόνος καταβαίνει ὀλίγον, καθ' ὅσον τὸ ἔλασμα αὐτὸ στενοχωρεῖ τὴν δόνησιν τοῦ ἀέρος κατ' αὐτὸ τὸ μέρος, καὶ δύναταί τις νὰ τὸν καταβιβάσῃ κατὰ μίαν ὀκτάδα, κλείων αὐτὸ ὅλως διόλου.

Ὀλίγα τινὰ ἀναφέρομεν καὶ περὶ φαινομένου τινὸς ἀξιοσημειώτου, παραγομένου ἐκ δύο σωλήνων ὁποιωνδήποτε ἀνοικτῶν ἢ κλειστῶν, μὴ ὄντων ὅλως διόλου εἰς ὁμοφωνίαν· οἱ σωλῆνες αὐτοὶ, ὅταν ἠχῶσιν ὁμοῦ, παράγουσιν ἓν κτύπημα, ἢ ἔντασίν τινα τοῦ ἤχου, ἐπαναλαμβανομένην κατ' ἴσας περιόδους μᾶλλον ἢ ἧττον πλησιαζούσας πρὸς ἀλλήλας. Δύναταί τις νὰ διαθέσῃ τὸ πείραμα εἰς τρόπον

ὥστε νὰ παραχθῶσιν 1, 2, 3, 4, 5 καὶ 6 κτυπήματα ἡ ἐντάσεις κατὰ δευτερόλεπτον· ὁ ἀριθμὸς ἐλαττοῦται, ὅσον πλησιέστερα εἶναι τῆς ὁμοφωνίας· ἀρκεῖ νὰ μεταθέσωμεν ὀλίγον τὰ ὦτα τοῦ κεκλεισμένου σωλῆνος, ἢ τὸ μολύβδινον ἔλασμα τῶν ἀνοικτῶν σωλήνων διὰ νὰ μεταβάλλωμεν μὲ τρόπον ἐπαισθητὸν τὴν περίοδον τῶν κτυπημάτων.

79. Ὄργανα μὲ γλωττίδας. Ἡ γλωττὶς εἶναι ἔλασμά τι δονοῦν, καὶ τίθεται εἰς κίνησιν ἐκ τῆς ὠθήσεως τοῦ ἀέρος· τίθεται δὲ πάντοτε σχεδὸν μεταξὺ δύο σωλήνων, ἢ γενικώτερον μεταξὺ δύο κοιλοτήτων, ἐξ ὧν ἡ μία εἶναι ἡ ἄγουσα τὸν ἀέρα, καὶ ἡ ἑτέρα ἡ παρέχουσα ἔξοδον εἰς αὐτόν· ἡ τελευταία, τὴν ὁποίαν δύναταί τις νὰ ὀνομάσῃ σωλῆνα ἐκκρούσεως ἢ ἐξόδου, ὁποιουδήποτε σχήματος καὶ ἂν εἶναι, ἐξασκεῖ μεγάλην ἐπιρροὴν ἐπὶ τῶν ποιοτήτων τοῦ ἤχου· τὴν σήμερον ποιοῦσι χρῆσιν μεγάλην τῆς ἐλευθέρας γλωττίδος, ἐφευρεθείσης παρὰ τοῦ Γρενιὲ κατὰ τὸ 1810, καὶ παρισταμένης εἰς τὸ σχῆμα 127· τὸ δονοῦν ἔλασμα λ, προσηλωμένον ἐκ τῆς μιᾶς ἄκρας πάλλει ἐλευθέρως, χωρὶς νὰ τὸ ἐγγίζῃ τι, ἐντὸς θυρίδος, ἧς ἐπιψαύει τὰς πλευρὰς κατὰ τὰς δονήσεις αὐτοῦ. Εἰς τὴν ἐμφαντικὴν ἐντατοσύριγγα ὁ Γρενιὲ παρέσχε τὴν διάθεσιν τὴν δεικνυομένην εἰς τὸ σχῆμα 128 καὶ 129. Τὸ σχῆμα 128 παριστᾷ τὴν γλωττίδα προσηρμοσμένην· ὁ κάτω σωλὴν ἄγει τὸν ἄνεμον, εἶναι τετμημένος κατὰ τὸ α, διὰ νὰ φαίνηται ἡ θέσις τῆς γλωττίδος· ὁ κάτω σωλὴν ς εἶναι ὁ τῆς ἐξόδου· τὸ σχῆμα 129 παριστᾷ τὴν γλωττίδα ὑπὸ μεγαλειτέραν ἔποψιν, καὶ ἡ κίνησις αὐτῆς γίνεται καταλληπτοτέρα. Ἡ ὥθησις τοῦ ἀνέμου βιάζει τὴν ἐλαστικότητα τῆς γλωττίδος, καὶ τὴν λυγίζει πρὸς τὰ ἐντὸς, ἀλλὰ παρ' εὐθὺς ὡς ἐκ τῆς ἐλαστικότητος ἐπανέρχεται εἰς τὴν πρώτην θέσιν της, καίτοι τοῦ ἀνέμου ἐξακολουθοῦντος νὰ ὠθῇ αὐτὴν, καὶ οὕτω ἐκτελεῖ δονήσεις συνεχεῖς· ἀφ' οὗ ἅπαξ κλονισθῇ, ὁ ἄνεμος διατηρεῖ τὴν κίνησιν αὐτὴν διὰ τῆς ὠθήσεως, τὴν ὁποίαν τῆς δίδει, ὁσάκις ἐπανέρχεται, εἰς τρόπον ὥςε ὑπάρχει μία πάλη μεταξὺ δύο δυνάμεων ἀντιθέτων, τῆς ἐλαστικότητος δηλ. τῆς γλωττίδος, δι' ἧς τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν φυσικήν της θέσιν, καὶ τῆς ὠθήσεως τοῦ ἀνέμου, ὅστις τὴν μετατοπίζει

ὅλοὲν. Πρὸς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ δονοῦντος ἐλάσματος βλέπει τις (σχῆμα 129) μικρόν τι ἐλατήριον (rasette) πιέζον αὐτὴν, καὶ περιορίζον τὸ μῆκος αὐτῆς, προσδιορίζει ἑπομένως τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων. Ὁ παραγόμενος λοιπὸν ἦχος εἶναι ὡς πρὸς τὸν τόνον ἀνεξάρτητος τῶν σωλήνων, πλὴν καθ' ὅσον ἀφορᾷ τὸ ποιὸν τοῦ ἤχου κυρίως ἐξαρτᾶται ἐκ τούτων. Ὁ Γρενιὲ διὰ τῶν διαστάσεων καὶ τοῦ σχήματος τοῦ σωλῆνος τῆς ἐκκρούσεως (τοῦ ἀνέμου) πρὸ πάντων, κατώρθωσε τὴν κατασκευὴν ἐντατοσύριγγος, ἥτις εἶναι ἀξία τοῦ δοθέντος εἰς αὐτὴν ὀνόματος ἐμφαντική· ἄλλοτε μετεχειρίζοντο εἶδός τι γλωττίδος λ (σχῆμα 130), ἥτις δονοῦσα ἔτυπτε τὰ μετάλλινα χείλη τοῦ αὐλακος κ, ὁ ἦχος τῆς γλωττίδος αὐτῆς, καίτοι ἔχον τι ῥινόφθογγον, μιγνύμενος μὲ τοὺς τοῦ αὐλοῦ καὶ τῆς ἐντατοσύριγγος δηλ. μὲ τοὺς ἤχους τῶν ἀνοικτῶν ἢ κλειστῶν σωλήνων, παράγει ἀποτελέσματα ἀνώτερα ἀπὸ τὰ τῶν ἐλευθέρων γλωττίδων, ἅτινα ὀλίγον ἐκτιμῶνται μέχρι σήμερον εἰς τὰς μεγάλας ἐντατοσύριγγας.

Τὰ ἐμπνευστὰ ὄργανα τὰ ἐκ τοῦ εἴδους τοῦ βαρυαύλου (basson) καὶ τοῦ αὐλοῦ (clarinette) εἰσιν ὄργανα μὲ γλωττίδας, ἐν οἷς ἡ πίεσις τῶν χειλέων ἐπὶ τοῦ δονοῦντος μέρους τοῦ στομίου προσδιορίζει τὸν τόνον. Εἰς τὴν κερατίνην (cor), τὴν σάλπιγγα καὶ ἄλλα ἀνάλογα ὄργανα, ἐν οἷς τὸ στόμιον εἶναι ἁπλοῦν τι στόμιον βυκαλίου, ὁ ἦχος παράγεται ἐκ τῆς δονήσεως τῶν χειλέων, ἅτινα οὕτω γίνονται ἀληθεῖς γλωττίδες.

§ 6. Μετάδοσις τῆς παλμώδους κινήσεως εἰς τὰ μουσικὰ ὄργανα καὶ τὸν ἀέρα. Ἠχώ.

80. Μετάδοσις τῶν δονήσεων μεταξὺ τῶν στερεῶν σωμάτων. Τὰ συναπτόμενα ἢ συνεχόμενα σώματά εἰσι τρόπον τινὰ ἀλληλέγγυα· ὡς πρὸς τὰς ἠχητικὰς δονήσεις· τὸ πρῶτον δονοῦν ἐνεργεῖ κατὰ μικρὸν ἐπὶ ὅλων τῶν ἄλλων, ὅπως τὰ θέση εἰς ἁρμονικὴν κίνησιν. Ἐὰν τὸ ὅλον σύστημα εἶναι ἐλαφρὸν, ἐλαστικὸν, καλῶς δονοῦν, ὁ ἦχος ἐνισχύεται ἐκ τῆς συμφωνίας αὐτῆς ὅλων.

τῶν μερῶν, καὶ παράγει μακράν τινα ἀντήχησιν. Ἐὰν ἐξ ἐναντίας σύγκειται ἀπὸ σώματα βαρέα, δυσκόλως δονοῦντα, ἔχοντα ἐλαστικότητά τινα ἀτελῆ καὶ ἄνισον, ὡς τὰ δέματα τοῦ βαμβακίου, ὁ σωρὸς τῆς ἄμμου κτλ τοῦ δονοῦντος σώματος ὁ ἦχος ἀντὶ νὰ ἐνδυναμοῦται, ὡς ἐκ τῆς πλησιότητος, ἐξασθενεῖ καὶ πνίγεται τρόπον τινὰ· ὁ λαμπρὸς ἦχος, ὃν δύναται ἀλλαχοῦ νὰ παραγάγῃ, μόλις γεννᾶται, καὶ καταπαύει ἀμέσως. Τὸ ἄθροισμα τῶν συνεχομένων αὐτῶν σωμάτων ὀφείλει νὰ θεωρῆται ὡς ἓν καὶ μόνον σύνθετον σῶμα, οὗτινος ἓν μόνον μέρος δὲν δύναται νὰ πάλλῃ κατὰ μόνας. Τὸ πλῆκτρον τοῦ κώδωνος προσβάλλει ἓν μόνον σημεῖον, καὶ μ' ὅλον τοῦτο ὅλη ἡ μάζα σαλεύει· μάλιστα εἰς τὰ ὀρύγματα τῶν μεταλλείων, ὁ μεταλλευτὴς πλήττων μὲ τὴν σφῦραν του μέρη τινὰ βράχου ἐμποιεῖ κλονισμὸν εἰς ὁλόκληρον τὴν μάζαν, ὁ δὲ ἐργαζόμενος εἰς τὴν ἀντίθετον ὑπόνομον διὰ νὰ τὸν ἀπαντήσῃ ἀκροάζεται τὸν ἦχον, καὶ διευθύνεται ὁδηγούμενος ἐξ αὐτοῦ· ὁ ἦχος διαδίδεται ἀκόμη μὲ τρόπον ἀνάλογον, καὶ ὅταν ἡ ἐργασία τῶν μεταλλευτῶν, ἀντὶ νὰ γίνηται ἐπὶ βράχου ὁλοσχεροῦς, γίνεται ἐπὶ βράχου ἀποτόμου συγκειμένου ἐκ διαφόρων σκοπέλων, καὶ μὴ ἐχόντος πολλὰς διαστάσεις ἢ ῥήγματα.

Διὰ τῶν ἑπομένων περιέργων πειραμάτων θέλομεν ἐννοήσει, πῶς αὐταὶ αἱ δονήσεις μεταδίδονται ἐξ ἑνὸς εἰς ἄλλο σῶμα, εἰς τὰ ὄργανα τῆς μουσικῆς, καὶ ἐν γένει εἰς τὰς ἠχητικὰς μάζας.

Ὅταν τὸ διαπασῶν (σχῆμα 131) σείηται κατὰ τὸν συνήθη τρόπον, τὰ σκέλη αὐτοῦ ποιοῦσι δονήσεις πλαγίας καὶ ἀνοιγοκλείουσι 440 ἀκις εἰς 1″. πλὴν δὲν σαλεύουσι περὶ τὴν κορυφὴν τῆς κυρτότητος γ, ἀλλὰ περὶ δύο γραμμὰς συνδεσμικὰς α καὶ β (σχῆμα 132)· συγχρόνως τὸ τόξον τῆς κυρτότητος αὐτῆς ἀναβαίνει καὶ καταβαίνει ἀνασηκόνον οὕτω τὸν πόδα τοῦ διαπασῶν, καὶ πιέζον ἐναλλὰξ τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ ὁποίου βαίνει. Ἐὰν τὸ σῶμα αὐτὸ ἔχει ἱκανὴν ἐλαστικότητα, ἐμβαίνει εἰς κίνησιν σύμφωνον ἢ ἁρμονικὴν, καὶ γίνεται σῶμα ἠχητικὸν, ἐπαναλαμβάνον, καὶ ἐνισχύον τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν. Κρατῶν τις τὸν πόδα τοῦ ὀργάνου αὐτοῦ μεταξὺ τῶν δακτύλων αἰσθάνεται μὲν τὰς δονήσεις, ἀλλ' ὁ ἦχος δὲν ἔχει ἔντασιν,

ὡς τῶν δακτύλων στερουμένων ἐλαστικότητος, δι' ἧς αἱ παλμώδεις κινήσεις μεταδίδονται μακράν· πλὴν ἐὰν αὐτὸ τεθῇ ἐπὶ τραπέζης τινὸς, ἢ ἐπὶ ἠχητικοῦ κιβωτίου, ἀμέσως ὁ ἦχος λαμβάνει ἔντασιν μεγάλην, τὰ εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν πόδα αὐτοῦ σημεῖα πάλλουσιν, ὡς ἐκεῖνο, καὶ μεταδίδουσι τὴν κίνησιν αὐτῶν εἰς πᾶν τὸ περικυκλοῦν, ὡς νὰ ἐσείοντο διὰ τόξου τινὸς ἢ διὰ μικρῶν καὶ ἐπανειλημμένων κτυπημάτων σφυρίου. Εἰς τὸ παράδειγμα αὐτὸ αἱ πλάγιαι δονήσεις τῆς κυρτότητος γ παράγουσιν ἐπιμήκεις εἰς τὸν πόδα Π, καὶ οὗτος πάλιν κατὰ τὰς περιστάσεις παράγει δονήσεις ἐπιμήκεις, ἢ πλαγίας εἰς τὸ εἰς ἐπαφὴν μὲ αὐτὸ σῶμα.

Μία δόνησις δὲν χαρακτηρίζεται ποτε ὡς πρὸς τὸ εἶδός της ἐκ τοῦ σώματος, ἐν ᾧ ἐκτελεῖται· ὁ οὐσιώδης αὐτῆς χαρακτὴρ συνίσταται εἰς τὴν διάρκειαν· καὶ τὰ σώματα, ἵνα δονῶσι κατὰ μετάδοσιν, ἀπαιτεῖται νὰ ἐκτελῶσι τὰς δονήσεις των ταυτοχρόνως.

Ὅταν μακραὶ ῥάβδοι κυλινδρικαὶ, κρατούμεναι στερεῶς διά τινος διχείλου σφιγκτῆρος, πάλλωσι πλαγίως, ἡ κατὰ μῆκος, ἡ κίνησις μεταδίδεται ἐκ τοῦ ἑνὸς μέρους τῆς ῥάβδου εἰς τὸ ἄλλο, καὶ συγχρόνως μεταδίδεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους εἰς ὅλην τὴν μάζαν τῆς διχείλου μηχανῆς, καὶ βαθμηδὸν εἰς ὅλα τὰ ὑπόβαθρα αὐτῆς.

Μία χορδὴ τεταμένη μεταξὺ δύο σημείων μεταδίδει τὰς δονήσεις της κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον· δὲν δύναται νὰ παρεκτραπῇ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, χωρὶς νὰ μηκυνθῇ, καὶ ἑπομένως νὰ ἐνεργήσῃ ἔλξιν τινὰ μεγαλειτέραν, ἐπὶ τῶν ὁποίων στηρίζεται σημείων, ἅτινα διάζονται νὰ δονήσωσιν ὡς ἐκείνη, καὶ νὰ μεταδώσωσι τὰς δονήσεις των εἰς τὰ ἠχητικὰ κιβώτια, ὧν μέρος ἀποτελοῦσιν. Οὕτω τὰ ἠχητικὰ κιβώτια τῆς κινύρας (ἅρπης) καὶ τοῦ κλειδοκυμβάλου ἐπαναλαμβάνουσι τὸν ἦχον τῶν χορδῶν, ἐνισχύοντα αὐτὸν, καὶ παρέχοντα ἰδιαιτέραν τινὰ ποιότητα.

Εἰς τὴν βάρβιτον (βιολίον) τὸ φαινόμενον διαφέρει· ὀλίγον ὁ ζυγὸς (μαγάδιον) εἰς ἑκάστην δύσιν τῆς χορδῆς ὑφίσταται αὐξήσεις πιέσεως, τὰς ὁποίας μεταδίδει εἰς τὸν ἄνω ἄβακα. Οὗτος δὲ διὰ τοῦ ὑπομαγαδίου καὶ τῶν ἄλλων στηριγμάτων μεταδίδει αὐτὰς

εἰς τὴν κάτω πλάκα· τοιουτοτρόπως ὁλόκληρον τὸ κιβώτιον πάλλει καθ' ὁμοφωνίαν ὅλων τῶν παραγομένων ἤχων ἐκ τῶν χορδῶν, καὶ δι' αὐτοῦ καὶ ὁ ἐμπεριεχόμενος ἀήρ. Τὸ τόξον εἶναι τὸ πρῶτον ἐλατήριον· ἡ χορδὴ παρέχει τὸν τόνον· τὸ κιβώτιον ἀποτελεῖ τὸν ἦχον· αὐτὸ εἶναι τὸ κατ' ἐξοχὴν ἠχητικὸν σῶμα, σῶμα παράδοξον, ὡς ἔχον τὴν ἰδιότητα νὰ ἐπαναλαμβάνῃ καὶ νὰ κοσμῇ μεγαλοπρεπῶς ὅλους τοὺς παρὰ τῆς χορδῆς λαμβανομένους ἤχους· δὲν ἔχει ὅμως τὴν ἰδιότητα νὰ μεταβάλλῃ διόλου τὸν τόνον.

Ὅλα τὰ ἔγχορδα ὄργανα στηρίζονται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς αὐτῆς· ὁ ἦχος τῶν χορδῶν εἶναι φυσικὰ τόσον ἀδύνατος, ὥστε διὰ νὰ λάβῃ ἀξίαν μουσικὴν, ἔχει ἀνάγκην τῆς συνδρομῆς τῶν ἠχητικῶν κιβωτίων· ἐξ αὐτῶν οὐ μόνον ἐνισχύεται, ἀλλὰ συνοδεύεται καὶ ἀπὸ σειράν τινα ἤχων ἁρμονικῶν παρεχόντων εἰς αὐτὸν ἰδιαιτέραν τινὰ μελωδίαν. Εἰς τὰ ἐμπνευστὰ ὄργανα δὲν ὑπάρχει οὐδεμία τοιαύτη μετάδοσις, τῆς στήλης τοῦ ἀέρος οὔσης τὸ κυριώτερον ἠχητικὸν σῶμα. Ἐὰν αἱ δονήσεις τοῦ σώματος τῶν διαφόρων αὐλῶν ἔμελλον νὰ ἑνόνωνται μὲ τὰς τῆς στήλης τοῦ ἀέρος, δὲν ἔπρεπε τὰ ὄργανα αὐτὰ νὰ χωρίζωνται εἰς πολλὰ μέρη, καὶ νὰ συνάπτωνται ἔπειτα. ἐπειδὴ ὁ τρόπος τῆς συναρμογῆς, τὸν ὁποῖον μεταχειρίζονται (διὰ στυπίων καὶ ἄλλων οὐσιῶν) γενικῶς εἶναι ἐπιτήδειος μᾶλλον νὰ πνίγῃ, παρὰ νὰ μεταδίδῃ τὰς δονήσεις. Μ' ὅλον τοῦτο μέρη τινὰ τῆς κερατίνης καὶ τῆς σάλπιγγος, ὀργάνων χαλκίνων ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὀφείλουσι νὰ ἦναι ἐξ ἑνὸς μετάλλου καλῶς σφυρηλατημένου, ἑπομένως σκληροῦ καὶ ἠχητικοῦ.

81. Διάδοσις τῶν δονήσεων διὰ τοῦ ἀέρος. Ὅταν τὸ ἠχητικὸν κῦμα ἅπαξ σχηματισθῇ εἰς τὸν ἀέρα καὶ διαδοθῇ μακρὰν κατὰ τοὺς ἰδιάζοντας αὐτῷ νόμους, ὁ ἀὴρ ἀντενεργεῖ καὶ αὐτὸς ἐπὶ ὅλων τῶν σωμάτων ἅτινα ψαύει, καὶ κλονίζων ἐπιβάλλει εἰς αὐτὰ τὴν περιοδικὴν αὐτοῦ κίνησιν. Ἐάν τις ἐννοήσῃ λεπτήν τινα μεμβράνην ἐκ βοείου ὑμένος τεταμένην ἐντὸς τοῦ ἀέρος καθέτως τοῦ ἠχητικοῦ κύματος, εἶναι ἀδύνατον ὁ ἠχητικὸς αὐτὸς ὑμὴν νὰ μὴ μεθέξῃ ὅλων τῶν κινήσεων τῆς ἀερίου στιβάδος, τῆς ψαυούσης αὐτόν· ὠθεῖται λοιπὸν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν διὰ τοῦ συμπεπυκνωμέ-

νου κύματος, καὶ σύρεται ὄπισθεν διὰ τοῦ ἀραιωμένου, ἐν ἐνὶ λόγῳ πάλλει κατὰ τὰς αὐτὰς περιόδους, καθ' ἃς καὶ ὁ ἀὴρ αὐτὸς, ὡς ἔχων τὴν ἰδιότητα νὰ ἐπαναλαμβάνῃ ὅλους τοὺς ἤχους, διαιρούμενος εἰς τὰς προσηκούσας συνδεσμικὰς γραμμὰς, πλὴν ἐὰν ἐπὶ τῆς πορείας τοῦ κύματος ἀπαντηθῇ χορδή τις τῆς βαρβίτου π. χ. τὸ φαινόμενον διαφέρει. Ἡ χορδὴ παράγει ἕνα μόνον ἦχον καὶ τοὺς ἁρμονικοὺς αὐτοῦ, δηλ. ἐμβαίνει εἰς δόνησιν κατά τινας ὡρισμένους τρόπους, ὥστε ἐάν τι προσβάλλον αὐτὴν κῦμα ἀνταποκρίνεται π. χ. εἰς τὸν ἦχον 1, ἡ χορδὴ πάλλει εὐκόλως· ἐπίσης καὶ ὅταν ὁ κυματισμὸς ἀνάγηται εἰς τὸν ἦχον 2, τὸν 3 κτλ. Τοῦτο ἐπιβεβαιοῖ καὶ ἡ πεῖρα μὲ τρόπον περίεργον. Ἦχοι μάλιστα μακρόθεν ἐρχόμενοι κινοῦσιν ἐπαισθητῶς ὅλας τὰς χορδὰς βαρβίτου τινὸς, ὅταν φέρωνται διὰ κυματισμῶν συμπεριλαμβανομένων εἰς τοὺς ἁπλουστέρους ἁρμονικοὺς ἤχους αὐτῶν. Ἐξ ἐναντίας δ' αἱ χορδαὶ αὐταί εἰσιν ὅλως κωφαὶ καὶ ἀκίνητοι διὰ τοὺς ἤχους τοὺς πλέον ἐντόνους, ὅταν δὲν ἦναι εἰς ἁρμονίαν μὲ ἐκείνας.

Τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ, καθ' ἣν τὰ ἀέρια κύματα κλονίζουσιν ἢ μὴ τὰ ἐπὶ τῆς ὁδοῦ αὐτῶν ἀπαντώμενα στερεὰ σώματα· δὲν ὑπάρχει μεγαλόπολις μὴ παρουσιάζουσα φαινόμενα τοιούτου εἴδους. Παρατηροῦσι κίονας, μάζας μεγάλας, αἵτινες πάλλουσιν ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν τῶν ἤχων κωδώνων τινῶν, φωνῶν, ἢ σωλήνων τῆς ἐντατοσύριγγος, καὶ αἱ ὁποῖαι μένουσιν ἀκίνητοι δι' ὅλους τοὺς ἄλλους ἤχους ἢ διά τινας τῶν ἁρμονικῶν αὐτῶν μὴ ὄντας εἰς συμφωνίαν.

Ὅ,τι συμβαίνει εἰς τὰ στερεὰ σώματα, συμβαίνει καὶ εἰς τὰς μάζας τοῦ ἀέρος, τὰς οὔσας μεμονωμένας τρόπον τινὰ, περιωρισμένας ἐντὸς σωλήνων, ἢ κοιλοτήτων μᾶλλον ἢ ἧττον εὐρυχώρων· ἐξ οὗ προκύπτει ἐνίσχυσις μεγάλη εἴς τινας ἤχους. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ καθίσταται ἐναργέστατον διὰ τοῦ ἀκολούθου πειράματος. Σήμαντρόν τι B (σχῆμα 133) τίθεται εἰς δόνησιν δι' ἑνὸς τόξου, πλησίον αὐτοῦ ὑπάρχει σωλὴν κεκλεισμένος, σύνθετος ἐκ δύο τμημάτων συναπτομένων οὕτω, ὥστε νὰ μεταβάλληται τὸ μῆκος αὐτοῦ· ὅταν ὁ σωλὴν αὐτὸς ἦναι εἰς ὁμοφωνίαν μὲ τὸ σήμαντρον, προκύπτει ἐνίσχυσίς τις τοῦ ἤχου. Ἡ ἔντασις ἔχει τι περίεργον· μεταβάλλο-

μένου δὲ τοῦ μήκους αὐτοῦ τοῦ σωλῆνος κατά τινα μόνον ἑκατοστόμετρα, τὸ σήμαντρον πλέον δὲν ἠχεῖ, δονεῖ μόνον, καὶ φαίνεται νὰ ἔχασε ὅλην τὴν δύναμίν του.

82. Ἠχώ. Ἡ παλμώδης κίνησις τοῦ ἀερίου κύματος δὲν δύναται νὰ μεταδοθῇ εἰς τὰ ἄλλα σώματα, χωρὶς νὰ ὑπάρξῃ ἀντίδρασίς τις ἐκ μέρους αὐτῶν, μᾶλλον ἢ ἧττον ἀνάλογος μὲ τὴν τῆς πλευρᾶς του σφαιριστηρίου ἐπὶ τῆς προσβαλλούσης αὐτὴν καθέτως ἢ πλαγίως σφαίρας. Ἡ ἐλαστικὴ σφαῖρα δυνάμει τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος πιέζεται κατὰ τοῦ προσκόμματος αὐτοῦ, καὶ ἡ ἐλαστικότης αὐτῆς ἀντενεργεῖ ἀμέσως, εἴτε διὰ νὰ τὴν ὠθήσῃ πρὸς τὰ ὄπισθεν, ἐὰν ἡ σύγκρουσις ἔγινε κατ' εὐθεῖαν, εἴτε διὰ νὰ τὴν ἀποκρούσῃ κατά τινα γωνίαν, ἐὰν ἡ σύγκρουσις ἔλαβε χώραν πλαγίως. Ἔπειτα δὲ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τῶν δυνάμεων, ὅτι ἡ γωνία τῆς ἀνταναλάσεως εἶναι ἴση μὲ τὴν τῆς προσπτώσεως. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς κατ' εὐθεῖαν ἢ πλαγίας πιέσεις, ἃς στρῶμά τι ἀέρος ἐνεργεῖ διὰ τῶν δονήσεων αὐτοῦ, ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐφάπτεται σωμάτων, δὲν ἀνταναλᾶται δὲ τὸ στρῶμα αὐτὸ τοῦ ἀέρος, ἀλλ' ἡ ὠθοῦσα αὐτὸ κίνησις ἀνακάμπτουσα παλινδρομεῖ, ἢ μεταδίδεται δι' ἄλλων διευθύνσεων, ποιοῦσα οὕτω τὴν γωνίαν τῆς ἀνταναλάσεως ἴσην μὲ τὴν τῆς προσπώσεως.

Ἡ ἀνταναλωμένη αὕτη παλμώδης κίνησις, εἶναι τὸ ἠχητικὸν κῦμα, ὅπερ ἀνταναλώμενον ἀποτελεῖ τὴν ἠχώ. Ὅταν φωνή τις ἐρωτᾷ αὐτὴν, καὶ ὁ ἦχος μετά τινα χρόνον ἐπανέρχηται εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως, ἡ ἀπόστασις τῆς ἀνταναλαστικῆς ἐπιφανείας τῆς παραγούσης τὸ φαινόμενον εἶναι ἴση μὲ τοσάκις 170 μέτρα, ὅσα δευτερόλεπτα παρέρχονται μεταξὺ τῆς ἀναχωρήσεως καὶ τῆς ἐπιστροφῆς τῆς φωνῆς. Ταχέως προφέρων τις, δύναται ν' ἀρθρώσῃ τέσσαρας συλλαβὰς κατὰ δευτερόλεπτον· οὕτω ἡ εὑρίσκομένη ἠχὼ εἰς 170 μέτρα ἀνταποκρίνεται εἰς τέσσαρας συλλαβὰς δηλ. ἡ πρώτη ἐπανέρχεται πρὶν ἐκφερθῇ ἡ πέμπτη. Ἀναφέρουσιν ἠχοῦς, ἀποκρινομένας εἰς 14 καὶ 15 συλλαβάς.

Αἱ πολλαπλάσιοι ἠχοῖ, αἱ πολλάκις ἐπαναλαμβάνουσαι τὸν αὐτὸν ἦχον παράγουσιν ἀναγκαίως ἐκ δύο ἀντιθέτων ἀνταναλα-

στικῶν ἐπιφανειῶν· τὸ ἠχητικὸν κῦμα ἐπανακάμπτει ἐκ τῆς μιᾶς εἰς τὴν ἄλλην, ὡς ἡ φωτιστικὴ ἀκτὶς μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων. Δύο πύργοι τετράγωνοι κείμενοι εἰς προσήκουσάν τινα ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν δύνανται νὰ ἐπαναλάβωσι δωδεκάκις καὶ περιπλέον τὴν αὐτὴν συλλαβὴν μὲ τρόπον ἀρκετὰ διακεκριμένον.

Ἠχοῖ ἄλλου τινὸς εἴδους σχηματίζονται εἰς διαφόρους οἰκοδομάς. Εἰς το κατάστημα τῶν Παρισίων, ὅπου ἐναποτίθενται ὅλαι αἱ μηχαναὶ καὶ τὰ κατὰ καιροὺς ἐφευρισκόμενα ἐργαλεῖα τῶν τεχνῶν (**Conservatoir**), δύο πρόσωπα εὑρισκόμενα εἰς γωνίας ἀντικειμένας διαγωνίως, δύνανται νὰ συνομιλῶσι, χωρὶς ν' ἀκούηται τίποτε ἀφ' ὅσα λέγουσιν εἰς τὸ διαχωρίζον αὐτὰ διάστημα. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ, τόσον παράδοξον ἐκ πρώτης ὄψεως, εἶναι ἁπλούστατον· ἀρκεῖ νὰ ῥίψωμεν τοὺς ὀφθαλμοὺς ἐπὶ τοῦ σχήματος **134** ἵνα μαντεύσωμεν τὴν ἐξήγησιν.

Ὁ θόλος τῆς οἰκοδομῆς κατὰ τὴν διεύθυνσιν αβά, ὁ ἑνόνων τὰς ἀντιθέτους γωνίας, σχηματίζεται ἐκ τῆς συναντήσεως τῶν δύο ἐλλειψοειδῶν, ὧν αἱ ἑστίαι εὑρίσκονται εἰς τὰς γωνίας γ γ΄ κατὰ τὸ ἀνῆκον ὕψος. Οἱ παραγόμενοι ἦχοι εἰς τὸ γ διευθύνονται καὶ συγκεντρόνονται ἕνεκα τοῦ ἐλλειπτικοῦ σχήματος εἰς τὸ γ΄ μετὰ τὴν ἀντανάκλησιν αὐτῶν ἐκ τοῦ θόλου, καὶ ἀντιστρόφως. Ὅταν ὁμιλῶσι χαμηλὰ, αἱ ἀκτῖνες μεμονωμέναι δὲν ἀκούονται, γίνονται δὲ ἀκουσταὶ διὰ τῆς συγκεντρώσεως αὐτῶν· αἱ ἀκουστικαὶ μικραὶ σάλπιγγες, τῶν ὁποίων ποιοῦσι χρῆσιν οἱ κωφεύοντες ἀνταναλῶσι τὰ ἠχητικὰ κύματα τὰ προσβάλλοντα τὸ ἀνοικτὸν στόμιον αὐτῶν, καὶ τὰ συγκεντρόνουσιν ἵνα παραγάγωσιν εἰς αὐτὰ πλειοτέραν δύναμιν, δηλ. πλειοτέραν ἔκτασιν δονήσεως, ὅταν φθάνωσιν εἰς τὸν ὑμένα τοῦ ἀκουστικοῦ τυμπάνου.

Αἱ σάλπιγγες αἱ φέρουσαι μακρὰν τὴν φωνὴν ὀφείλουσιν ἐπίσης τὸ ἀποτέλεσμά των εἰς τὰς γινομένας ἀντακλάσεις ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Οὕτω διὰ τῆς συμπτώσεως αὐτῶν εἰς μίαν κοινὴν διεύθυνσιν, αἱ δονήσεις λαμβάνουσι πλειοτέραν ἔκτασιν, καὶ ἡ φωνὴ διαδίδεται μακρύτερα μὲ ἔντασιν μεγαλειτέραν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄,

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

§ 1. Φύσις καὶ πηγαὶ θερμότητος· κατασκευὴ θερμομέτρων καὶ διαστολαί.

83. Διάφοραι γνῶμαι ἐπεκράτησαν τὸ πάλαι περὶ τῆς φύσεως τοῦ θερμαντικοῦ. Ὁ Ἀριστοτέλης ἐθεώρει αὐτὸ, ὡς ἰδιότητα ἑνόνουσαν τὰ ὁμογενῆ σώματα, καὶ διαχωρίζουσαν τὰ ἑτερογενῆ. Ὁ Βοεραὰβ ὥριζε τὸ πῦρ ὡς σῶμα ἰδιαιτέρας φύσεως, οὕτω δημιουργημένον, ὥστε δὲν δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς μηδὲν ἄλλο, οὔτε νὰ παραχθῇ ἐκ μηδενὸς ἄλλου σώματος, καὶ ὅτι τὰ ἀποτελέσματα αὐτοῦ εἰσιν ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς. Ὁ Βάκων, Βοΐλος, καὶ Νεύτων δὲν συνεμερίζοντο τὴν γνώμην ταύτην. Ἡ θερμότης κατ' ἐκείνους δὲν εἶναι ἰδιότης ἀρχικῶς ἐνυπάρχουσα εἰς τὰ σώματα, ἀλλ' ἰδιότης δυναμένη ν' ἀναπτυχθῇ μηχανικῶς ἐν αὐτοῖς.

Αἱ γνῶμαι τῶν φυσικῶν σήμερον περὶ αὐτοῦ τοῦ ζητήματος εἶναι διηρημέναι εἰς δύο· οἱ μὲν παραδέχονται ὕλην τινὰ λεπτοτάτην, ἀβαρῆ, ἀκάθειρκτον τὴν ὁποίαν καλοῦσι θερμογόνον, καὶ ἥτις περικυκλοῦσα τὰ μόρια τῶν σωμάτων, παράγει τὰ ἀποτελέσματα τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ψύχους, καθ' ὅσον συσσωρεύεται περὶ αὐτὰ εἰς μεγάλην ἢ μικρὰν ποσότητα. Οἱ δὲ θεωροῦσι τὸ φαινόμενον αὐτὸ, καθὼς καὶ τὸ φῶς ὡς ἀποτελέσματα κινήσεώς τινος τρομώδους, ἣν λαμβάνουσι τὰ μόρια τῶν σωμάτων ἐν ῥευστῷ τινι λεπτοτάτῳ, ἀβαρεῖ, διακεχυμένῳ εἰς τὸ πᾶν, καὶ περὶ αὐτὰ ἐπομένως τὰ μόρια τῆς ὕλης, ὅπερ καλοῦσιν αἰθέρα. Ἡ τρομώδης αὕτη κίνησις, ἢ αἱ δονήσεις αὐταὶ ἀναλόγως τῆς ἐντάσεως καὶ τοῦ ἀριθμοῦ των παράγουσι τοὺς διαφόρους βαθμοὺς τῆς θερμοκρασίας, ἀπαράλλακτα σχεδὸν, καθὼς εἰς τὴν ἀκουστικὴν αἱ τρομώδεις κινήσεις τοῦ ἀέρος κατὰ τὴν ἔντασιν καὶ τὸν ἀριθμὸν ποικίλλουσι τὴν δύναμιν, καὶ

τὴν φύσιν τοῦ ἤχου. Τὰ πειράματα, καὶ αἱ ἐξ ἐπαγωγῆς ἀποδείξεις τοῦ Γιούγκ, Φρέσνελ, Ἀραγὼ, Μελόνη κτ. συνέτεινον μεγάλως εἰς τὴν ὑπερίσχυσιν τῆς τελευταίας αὐτῆς γνώμης.

84. Πηγαὶ θερμότητος. Ἕκαστος οἶδεν, ὅτι σώματα ἐκτεθειμένα εἰς τὸν ἥλιον, ἢ ἐπὶ παρουσίᾳ χημικῆς τινος ἐνεργείας ὄντα, θερμαίνονται, χωρὶς τὰ πλησίον σώματα νὰ δοκιμάζωσιν ἀπώλειάν τινα τῆς θερμοκρασίας των. Ὅθεν λέγουσιν ὅτι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες, ἡ ἑστία, ἢ ὁ τόπος ὅπου ἐκτελοῦνται χημικαὶ ἐνέργειαί εἰσι πηγαὶ θερμότητος· ἐκτὸς δὲ τούτων, πᾶν σύστημα ὕλης μεταβάλλον σύστασιν μηχανικῶς, διὰ τῆς τριβῆς π. χ. πιέσεως, πλήξεως ἢ καὶ ἄλλως πως, καθίσταται πηγὴ θερμότητος. Οὕτω τὰ μέταλλα σφυρηλατούμενα, ὁ ἀτμὸς μεταβαλλόμενος εἰς ὕδωρ, ἐκλύουσι θερμογόνον· ὁ πάγος ἀπ' ἐναντίας καθίσταται πηγὴ ψυχρότητος, ὅταν μεταβαίνων ἐκ στερεᾶς εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, ἀφαιρῇ τὴν θερμότητα τῶν περικυκλούντων αὐτὸν σωμάτων· οὕτω ὁ ἀὴρ, τὸ ὀξυγόνον, τὸ χλώριον θλιβόμενα ὁρμητικῶς καὶ συμπυκνούμενα ἀναπτύσσουσιν ἐπίσης θερμότητα, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἁπλουστάτου ὀργάνου, τοῦ καλουμένου πυρεῖον ἀέριον, ἢ πνευματικὸν (**briquet pneumatique**) συγκειμένου ἐκ κοίλου κυλίνδρου ὑελίνου μὲ πυθμένα (σχῆμα 39), ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται ἔμβολον φράσον στεγανῶς τοὺς τοίχους αὐτοῦ, καὶ δι' οὗ θλίβεται ἰσχυρῶς ὁ ἐν αὐτῷ κεκλεισμένος ἀήρ.

Εἰς τὴν βάσιν τοῦ ἐμβόλου προσκολλήσαντες ἔναυσμά τι, ὡς ἀγαρικὸν ἢ ἄλλο, ὠθοῦσιν αὐτὸ ὁρμητικῶς. Ἐκ δὲ τοῦ οὕτω συμπιεζομένου ἀέρος ἐκλύεται τοσοῦτον θερμαντικὸν, ὥστε ἀνάπτει τὸ ἔναυσμα.

Ἂς ἐννοήσωμεν ἤδη διάστημά τι περιωρισμένον, καὶ ἐκ περιστάσεων τοιούτων περιστοιχούμενον, ὥστε τὰ ἐν αὐτῷ περιεχόμενα σώματα νὰ μὴ πάσχωσιν οὐδεμίαν τροποποίησιν. Ἡ περιλαμβανομένη ποσότης τοῦ θερμαντικοῦ ἐν αὐτῷ τῷ διαστήματι, καὶ ἑκάστῳ τῶν σωμάτων ὀφείλει νὰ θεωρηθῇ ὡς σταθερὰ ἢ στάσιμος, καὶ τότε ἔχομεν τὴν κατάστασιν τῆς ἰσορροπίας, τὴν καλουμένην θερμοκρασίαν. Ἐὰν αἱ περιστάσεις μεταβληθῶσι, καὶ πηγαὶ ἐξωτερι-

καὶ θερμότητος ἢ ψύχους τροποποιήσωσι τὴν πυκνότητα τῶν ἐν τῷ διαστήματι αὐτῷ σωμάτων, μὲ τρόπον ὅμως τοιοῦτον, ὥστε τὰ παραχθέντα ἀποτελέσματα νὰ σταματήσωσι διὰ μιᾶς, καὶ ἡ ποσότης τῆς θερμότητος ἀφ' οὗ αὐξηνθῇ ἢ ἐλαττωθῇ, νὰ μένῃ πάλιν στάσιμος, τότε προκύπτει ἄλλη θερμοκρασία, ἢ ἄλλη κατάστασις ἰσορροπίας. Θερμοκρασία λοιπὸν εἶναι ἡ κατάστασίς τινος σώματος, θεωρουμένου ὡς θερμοῦ ἢ ψυχροῦ, τὰ δὲ ἐπίθετα θερμὸν καὶ ψυχρὸν εἶναι λέξεις σχετικαὶ ἐκφράζουσαι τὸ αὐτὸ πρᾶγμα κατὰ διαφόρους βαθμοὺς σχετικῶς πρὸς αἴσθημά τι, ὅπερ δοκιμάζομεν προσθετομένης ἢ ἀφαιρουμένης θερμότητος ἐκ τοῦ ἰδίου ἡμῶν σώματος, ἢ πρὸς ὡρισμένην τινὰ θερμοκρασίαν, ὁποία εἶναι τοῦ τηκομένου πάγου, πρὸς ἣν ἀναφερομένη ἡ θερμότης τῶν ἄλλων σωμάτων συγκρίνεται διὰ τῶν ὀργάνων τῶν καλουμένων θερμόμετρα, περὶ ὧν ἀμέσως γίνεται λόγος· ἀπόλυτος θερμότης ἢ ψυχρότης δὲν ὑπάρχει· ἐκ τοῦ ὅτι ἓν σῶμα εἰς δεδομένην τινα στιγμὴν μεταδίδει περισσοτέραν θερμότητα ἀπὸ ἓν ἄλλο, δὲν ἕπεται ὅτι περιέχει καὶ πλειοτέραν· τὸ ἔχον θερμοκρασίαν 15^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, εἶναι θερμότερον τοῦ ἔχοντος 20 ἢ 30^0, καὶ τανάπαλιν τὸ ἔχον θερμοκρ. 15^0 ὑπεράνω τοῦ μηδενὸς εἶναι ψυχρότερον τοῦ ἔχοντος 20^0 καὶ 30^0· δὲν πρέπει νὰ συγχέωμεν τὴν θερμότητα μὲ τὴν θερμοκρασίαν, καὶ διὰ νὰ ἐξηγηθῶμεν διὰ παραδείγματός τινος, ὅπερ ἐν οἰκείῳ τόπῳ θέλομεν ἀποδείξει, λέγομεν ἐν παρόδῳ, ὅτι ὑπάρχει περισσοτέρα θερμότης εἰς 500 γραμμάρια ὕδατος βράζοντος, παρὰ εἰς 500 γραμ. ἀργύρου τετηγμένου, καίτοι τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀργύρου εἰς κατάστασιν τήξεως οὔσης πολὺ πλέον μεγαλειτέρας.

85. Θερμόμετρα. Οὕτω καλοῦνται ὄργανα προσδιωρισμένα εἰς τὸ νὰ δεικνύωσι τὰς θερμοκρασίας· κατασκευάζονται δὲ μὲ ὑδράργυρον ἢ οἰνόπνευμα χρωματισμένον, δηλ. μὲ ὑγρὰ, ὧν ἡ πῆξις ἀπαιτεῖ μεγίστην ψυχρότητα. Ἡ ἐφεύρεσις αὐτῶν χρονολογεῖται ἀπὸ τὰ τέλη τοῦ 16 αἰῶνος, καὶ ἀποδίδεται εἰς τὸν Τρέβελον φυσικὸν Ὁλλανδὸν, πλὴν ἄλλοι βεβαιοῦσιν ὅτι καὶ αὕτη ἀκόμη εἰς τὸν Γαλιλαῖον χρεωστεῖται.

Ἡ κατασκευὴ τοῦ μὲ ὑδράργυρον θερμομέτρου σύγκειται ἐκ τριῶν

ἐργασιῶν, 1ον νὰ ἐκλέξῃ τις καὶ νὰ ἑτοιμάσῃ τὸν σωλῆνα· 2ον νὰ γεμίσῃ καὶ νὰ κλείσῃ τὸ θερμόμετρον· 3ον νὰ βαθμολογήσῃ αὐτό·

1ον. Ἐκλέγουσι σωλῆνα ἀκριβῶς κυλινδρικὸν ἐσωτερικῶς, καὶ περὶ τούτου πληροφοροῦνται διὰ μικρᾶς στήλης ὑδραργύρου δύο περίπου ἑκατοστομέτρων, ἥτις πανταχοῦ ὀφείλει νὰ κατέχῃ τὸ αὐτὸ μῆκος· τότε εἰς τὴν μίαν τῶν ἄκρων αὐτοῦ συγκολλῶσι δοχεῖον προσήκοντος μεγέθους, γινόμενον δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου (σχῆμα 136), εἰς δὲ τὴν ἑτέραν ἐπίσης εὐρών τινα σωλῆνα ἢ δοχεῖον, ὅπερ ἀποκόπτεται ἐκεῖθεν, ὅταν τὸ θερμόμετρον πληρωθῇ.

2ον. Ὁ σωλὴν, ἀφ' οὗ οὕτω προετοιμασθῇ, καὶ ξηρανθῇ καλῶς, χύνουσιν εἰς τὸ ἄνω δοχεῖον ποσότητα ἱκανὴν ὑδραργύρου, μένουσαν ἐκεῖ καὶ μὴ πίπτουσαν εἰς τὸ κάτω, ἐκτὸς ἂν ἡ διάμετρος τοῦ σωλῆνος, εἶναι ἀρκετὰ μεγάλη, μετὰ ταῦτα θέτουσιν αὐτὸν ἐπὶ ἐσχάρας τινὸς (σχῆμα 137), καὶ κατ' ἀρχὰς προσθέτουσι μερικοὺς ἄνθρακας, ἵνα θερμανθῇ ὀλίγον πανταχοῦ, καὶ ξηρανθῇ ἐντελῶς· ἔπειτα θερμαίνουσιν αὐτὸν περισσότερον· ὁ ἐν αὐτῷ ἀὴρ διαστελλόμενος ἐκφεύγει ταχέως, καὶ παρ' εὐθὺς ὁ ὑδράργυρος κα· αβαίνει, καὶ πληροῖ τὸ κάτω δοχεῖον· ἄλλοι θερμαίνουσιν ἁπλῶς κατὰ μῆκος τὸν σωλῆνα, καὶ ἀφ' οὗ καλῶς διασταλῇ ὁ ἐν αὐτῷ ἀὴρ τὸν βυθίζουσιν εἰς ποσότητά τινα ὑδραργύρου, ὅστις κατὰ τὸν νόμον τῆς ὑδροστατικῆς ὠθούμενος ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἀναβαίνει εἰς τὸν σωλῆνα· ἀφ' οὗ δὲ οὕτω εἰσαγάγωσι ποσότητά τινα ὑδραργύρου εἰς τὸ δοχεῖον, σκεπάζουσιν αὐτὸν ἐκ νέου μὲ ἄνθρακας, διὰ νὰ βράσῃ ὁ ὑδράργυρος εἰς βαθμὸν ὥστε νὰ ἀναπτυχθῇ ἀτμὸς ἱκανὸς ἵνα παρασύρῃ ἐν βραχεῖ ὁλόκληρον τὸν εἰσέτι μένοντα ἀέρα· τούτου γενομένου, ἀποσύρουσι κατὰ μικρὸν τὸ πῦρ, καὶ ὁ ὑδράργυρος τοῦ ἄνω δοχείου βράζων σχεδὸν καταπίπτει ἵνα πληρώσῃ ἀκριβῶς τὸν σωλῆνα καὶ τὸ κάτω δοχεῖον. Μετὰ ταῦτα ἀφίνουσι νὰ ψυχρανθῇ κατ' ὀλίγον καὶ μὲ ῥίνην τινὰ, ἢ ἄλλως πως ἀποκόπτουσι, καὶ ἀφαιροῦσι τὸ ἄνω δοχεῖον· τὸ θερμόμετρον ἤδη εἶναι κατεσκευασμένον, πλὴν περιέχει πολὺν ὑδράργυρον, ἕνεκα τούτου θερμαίνοντες πάλιν τὸ κάτω δοχεῖον μέχρι τοῦ μεγαλειτέρου βαθμοῦ, τὸν ὁποῖον θὰ σημειώσῃ τὸ ὄργανον, ἀποδιώκουσι τὸν περὶ πλέον ὑδράργυρον, καὶ

ἀφ' οὗ τὸ πλεοναζον μέρος ἐξαχθῇ, ἀφίνουσι νὰ ψυχρανθῇ, καὶ ὀξύνουσι τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἰς τὸν λύχνον.

Ἐὰν δὲ θέλῃ τις νὰ κλείσῃ αὐτὸν, χωρὶς ν' ἀφήσῃ διόλου ἀέρα, θερμαίνει ἐκ νέου τὸ θερμόμετρον, μέχρις οὗ ὁ ὑδράργυρος φθάσῃ εἰς τὸ ὀξὺ ἄκρον τοῦ σωλῆνος, καὶ τότε πλησιάζων αὐτὸν εἰς τὴν φλόγα λύχνου τινὸς, κλείει ἑρμητικῶς διὰ τῆς τήξεως· ἐὰν δὲ θέλῃ ν' ἀφήσῃ ποσότητά τινα ἀέρος, τὸν πλησιάζει εἰς τὴν φλόγα, ἐν ᾧ ὁ ὑδράργυρος ἀκόμη ἀπέχει τῆς ὀξείας κορυφῆς τοῦ σωλῆνος πολὺ ἢ ὀλίγον· τέλος ὅταν τὸ δοχεῖον ψυχρανθῇ, καλλωπίζουσιν ἀκόμη εἰς τὴν φλόγα τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος μὲ τὴν ἀπαιτουμένην προσοχὴν, σχηματίζοντες πάντοτε μικρόν τι δοχεῖον εἰς τὸ ἄνω ἄκρον, ὡς παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 138, ὅταν ἀφίνηται μικρὰ ποσότης ἀέρος ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου.

3ον. Ἡβαθμολογία τοῦ θερμομέτρου γίνεται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον· σημειόνουσιν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ δύο σημεῖα ςαθερὰ, ὧν τὸ μεταξὺ διάστημα διαιροῦσιν εἰς ἀριθμόν τινα ἴσων μερῶν· καὶ τὸ μὲν κατώτερον σημεῖον λαμβάνεται εἰς τὴν θερμοκρ. τοῦ τηκομένου πάγου, τὸ δὲ ἀνώτερον εἰς τὴν τοῦ βράζοντος ὕδατος, καὶ ὑπὸ πίεσιν ἀτμοσφαιρικὴν 760 χιλιοστομ. Τὸ σημεῖον τοῦ τηκομένου πάγου λαμβάνεται, ὅταν τὸ θερμόμετρον βυθισθῇ εἰς ἀγγεῖον πλῆρες τεμαχίων μικρῶν πάγου, (σχῆμα 139) μετὰ $\frac{1}{2}$ τῆς ὥρας σχεδὸν τὸ θερμόμετρον παύει καταβαῖνον, καὶ ἀφ' οὗ βεβαιωθῶσιν ὅτι ἔγινεν ἐντελῶς στάσιμον, σημειοῦσι μὲ τὸν ἀδάμαντα ἢ μὲ μελάνην ἐπὶ τοῦ στελέχους ἀπέναντι τῆς κορυφῆς τῆς στήλης τὸ προσδιοριστικὸν σημεῖον αὐτὸ τοῦ τηκομένου πάγου, ἢ τὸ μηδὲν τοῦ θερμομέτρου.

Τὸ σημεῖον τοῦ βράζοντος ὕδατος προσδιορίζεται ἀφ' οὗ τὸ θερμόμετρον βυθισθῇ, ὄχι εἰς βράζον ὕδωρ, οὗτινος αἱ στιβάδες ἔχουσιν ἄνισον θερμότητα, ἀλλ' εἰς ἀτμὸν παραγόμενον ἐκ ζωηρᾶς τινος βράσεως· ἡ ἐργασία αὕτη γίνεται ἐντὸς ἀγγείου μεταλλίνου, ἐν ᾧ βάλλουσιν ὕδωρ καθαρὸν, εἰς ὕψος 4—5 ὑρεκατομέτρων, καὶ ὅλον τὸ ἐπάνω μέρος προφυλάττεται ἀπὸ τὸ ψῦχος, ἐν ᾧ τὸ κάτω δέχεται τὴν ἐνέργειαν τοῦ πυρὸς (σχῆμα 140). Τὸ θερμόμετρον κρατεῖται ἐκ πώματός τινος, καὶ ὅταν καταντήσῃ στάσιμον, τὸ ὑψώνουσι,

καὶ παρατηροῦσι τὴν κορυφὴν τῆς στήλης· ἀφ' οὗ δὲ ἡ στασιμότης αὐτοῦ καλῶς γνωσθῇ χαράττουσιν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τὸ προσδιοριστικὸν σημεῖον τοῦ βράζοντος ὕδατος, ἢ τὸ σημεῖον τῶν 100 βαθμῶν. Ἐννοεῖται δὲ ὅτι ἐὰν κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἦναι μικροτέρα, ἢ μεγαλειτέρα τῶν 760 χιλιοστομ. τὸ σημεῖον ὀφείλει νὰ μετατεθῇ πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω διὰ νὰ γίνῃ ἀκριβὲς τὸ θερμόμετρον, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία τῆς βράσεως ποικίλλει ὡς ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· ἀφ' οὗ δὲ λάβῃ τις τὰ δύο αὐτὰ σημεῖα, δύναται νὰ κάμῃ τὴν διαίρεσιν ἐπ' αὐτοῦ τοῦ στελέχους, ἢ νὰ προσαρμόσῃ κλίμακά τινα.

Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ὑποβάλλεται εἰς τὴν μηχανὴν τῆς διαιρέσεως, (*) δι' ἧς τὸ μεταξὺ δύο σημείων διάστημα διαιρεῖται ἀκρι-

---

(*) Ἡ μηχανὴ αὕτη εἶναι ὁ μικρομετρικὸς ἕλιξ, χρήσιμος εἰς τὸ νὰ μετρῶσι τὰ μήκη, καὶ νὰ τὰ διαιρῶσιν εἰς ἴσα μέρη· εἶναι τὸ τελειότερον μέσον γνωστὸν μέχρι τοῦδε. Ὅταν ὁ ἕλιξ αὐτὸς ἦναι καλῶς κατεσκευασμένος, τὸ βῆμα καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν αὐτοῦ ἔχει τὸ αὐτὸ μῆκος, ὥστε ἐάν τις στρέψῃ τὸν ἕλικα περὶ τὸν ἄξονα κατὰ μίαν ὁλόκληρον στροφὴν, ὁ κοχλίας θὰ προχωρήσῃ ὅσον εἶναι τὸ μῆκος τοῦ βήματος· πλὴν ἐὰν εἰς τὴν κορυφὴν αὐτοῦ (σχῆμα 141) ἐφαρμοσθῇ πλὰξ κυκλοτερὴς Κ, ἧς ἡ περιφέρεια νὰ ἦναι διῃρημένη εἰς 400 ἴσα μέρη, δύναται νὰ κάμῃ τις τὸν ἕλικα ἢ τὸν κοχλίαν νὰ προχωρῇ κατὰ $\frac{1}{400}$ μόνον τοῦ τοῦ βήματος, στρέφων τὴν πλάκα κατὰ μίαν μόνην τῶν διαιρέσεων αὐτῶν· ὥστε ἡ κίνησις θὰ γίνῃ κατὰ $\frac{1}{400}$ τοῦ χιλιοστομέτρου, ἐὰν τὸ βῆμα ἢ ἡ στροφὴ αὐτοῦ ἔχει μῆκος ἑνὸς χιλιοστομέτρου, καὶ τὰ μήκη δύνανται νὰ ἐκτιμῶνται κατ' αὐτὴν ὡς ἔγγιστα τὴν διαφοράν.

Τοιουτοτρόπως σημειοῦσι χαράττοντες τὰς διαιρέσεις ἐπὶ τῶν θερμομέτρων, κανόνων, καὶ μοιρογνωμονίων.

Ὅταν διὰ τοῦ κοχλίου (ecroir) προχωρῇ ἡ διαιρετέα ἔκτασις, τὸ σκάριφος, ἢ ἐγκεντρὶς ε ἡ χαράττουσα τὰ σημεῖα μένει σταθερὰ ἐπὶ ἐπιπέδου τινὸς ἀκινήτου, καθέτου ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ ἕλικος, ἢ τὰ διαιρετέα ἀντικείμενα μένουσι σταθερὰ, καὶ ὁ κοχλίας κινεῖται φέρων τὸ σκάριφος· τὰ ἐπὶ τῆς τοιαύτης ἀρχῆς στηριζόμενα ὄργανα καλοῦνται μηχαναὶ πρὸς διαίρεσιν καὶ ἰδίως μικρομετρικοὶ ἕλικες.

Τὸ σφαιρόμετρον εἶναι αὐτὸς οὗτος ὁ μικρομετρικὸς κοχλίας διατεθειμένος καθέτως, ἐν ᾧ εἰς τὴν μηχανὴν τῆς διαιρέσεως ὁ ἕλιξ κεῖται ὁριζοντίως (σχῆμα 142). Ὁ κοχλίας σχηματίζει τρίποδα, φέρων κανόνα παραλλήλως τοῦ ἕλικος, ἀνταποκρινόμενον εἰς τὰς διαιρέσεις τοῦ δίσκου· εἶναι δὲ χρήσιμον εἰς τὸ νὰ μετρῶσι τὴν κυρτότητα τῶν σφαιρικῶν ὑέλων, καὶ τὴν πυκνό-

ἕως εἰς 100 ἴσα μέρη ἢ καὶ πλειότερα· εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἀνάγουσιν ἀκριβῶς τὸ μεταξὺ αὐτὸ διάστημα ἐπὶ τῆς κλίμακος τοῦ μετάλλου, τοῦ ξύλου, ἢ τοῦ ἐλεφαντίνου ὀστοῦ.

Τὰ θερμόμετρα εἶναι μᾶλλον ἢ ἧττον εὐκίνητα, μᾶλλον ἢ ἧττον ὀξύῤῥοπα, ὅταν ἔχωσιν ὀλίγην μάζαν· ἐπειδὴ ὀλίγαι στιγμαὶ ἀρκοῦσι τότε ἵνα ἰσορῥοπήσωσι μὲ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περικυκλοῦντος διαστήματος· εἶναι δὲ ὀξύῤῥοπα, ὅταν εἷς βαθμὸς κατέχῃ πολὺ μῆκος ἐπὶ τοῦ στελέχους, καθ' ὅσον τότε δύναταί τις ν' ἀναγνώσῃ τὰ 10^{α}, ἢ τὰ 50^{α}, καὶ κάποτε τὰ 100^{α} τοῦ ἑνὸς βαθμοῦ· τὸ ὀξύῤῥοπον λοιπὸν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐσωτερικὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος, καὶ τὸ μέγεθος τοῦ δοχείου· ἓν θερμόμετρον π. χ. γίνεται τετράκις πλέον ὀξύῤῥοπον, ὅταν ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τοῦ σωλῆνος κατασταθῇ μικροτέρα κατὰ τὸ ἥμισυ· ἐπειδὴ ἡ αὔξησις τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ἀπαιτεῖ τετραπλάσιον μῆκος.

Τὸ θερμόμετρον τοῦ Ῥεωμύρου ἐν χρήσει εἰσέτι, διαφέρει τοῦ ἤδη περιγραφέντος ἑκατοβαθμίου, καθ' ὅσον ὁ Ῥεωμ. ἐσημείονε 80^{0} εἰς τὸ βράζον ὕδωρ· ὥστε τὸ μεταξὺ τῶν δύο σημείων διάστημα ἀντὶ νὰ ἦναι διηρημένον εἰς 100 ἴσα μέρη διαιρεῖται εἰς 80, ἢ 80^{0} τοῦ Ῥεωμύρου ἰσοδυναμοῦσι μὲ 100 τοῦ ἑκατοβαθμίου, καὶ 1^{0} τοῦ πρώτου ἰσοδυναμεῖ $\frac{100}{80} = \frac{10}{8} = \frac{5}{4}$· ἀπαιτεῖται λοιπὸν νὰ πολλαπλασιάσῃ τις τοὺς βαθμοὺς τοῦ Ῥεωμύρου ἐπὶ $\frac{5}{4}$, διὰ νὰ τοὺς μετατρέψῃ εἰς ἑκατοβαθμίους· καὶ ἀντιστρόφως ὀφείλει νὰ λάβῃ τὰ $\frac{4}{5}$ τῶν τελευταίων ὅπως τοὺς μεταβάλλῃ εἰς βαθμοὺς Ῥεωμ.

Εἰς τὴν Γερμανίαν καὶ Ἀγγλίαν μεταχειρίζονται γενικῶς τὴν κλίμακα τοῦ Φαρενάϊ, ὅστις σημειόνει 32^{0} εἰς τὸν τηκόμενον πάγον, καὶ 212 εἰς τὸ βράζον ὕδωρ· ὥστε τὸ μεταξὺ τῶν δύο προσδιοριστικῶν σημείων περιέχει 180^{0}· ἤτοι 180· Φ. ἰσοδυναμοῦσι μὲ

τητα τῶν ἐλασμάτων, διὰ τῆς ἐφαρμογῆς τῶν τριῶν ποδῶν τοῦ κοχλίου, καὶ τοῦ ἄκρου τοῦ ἕλικος ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν αὐτῶν· ἐπειδὴ ὅταν καὶ τὰ τέσσαρα αὐτὰ σημεῖα βαίνωσιν ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀντικειμένων δὲν γίνεται, οὐδεμία μετακίνησις, καὶ ὁ παραγόμενος ἀκόμη ἦχος διαφέρει, ὅταν ψαύωσιν ὅλα αὐτὰ τὰ σημεῖα, καὶ ὅταν ψαύωσι μέρος.

Τοιοτοτρόπως μετρῶσι διὰ τῆς στροφῆς τοῦ ἕλικος τὰς κυρτότητας καὶ τὴν ἰσότητα τῆς παχύτητος τῶν ἐλασμάτων.

100^0 ἑκατοβ. καὶ 1^0 Φ. μὲ $\frac{5}{9}$ ἑκατ. ὥστε βαθμοῦ τινος τοῦ Φαρεναϊ δοθέντος, ἀπαιτεῖται ν' ἀφαιρέσωμεν ἐξ αὐτοῦ 32 καὶ νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸ ὑπόλοιπον ἐπὶ $\frac{5}{9}$ ἵνα ἔχωμεν ἑκατοβαθμίους, ἢ νὰ κατασκευάσωμεν τὴν ἀναλογίαν, ἐξ ἧς προκύπτει τὸ αὐτὸ ἐξαγόμενον.

Ὑπάρχουσι περιστάσεις, καθ' ἃς τὸ ἤδη περιγραφὲν θερμόμετρον δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ· π. χ. Ὅταν πρόκηται νὰ μετρηθῇ ἡ συναγομένη θερμότης ἐκ τῆς ἀντανακλάσεως εἰς τὴν ἑστίαν κατόπτρου τινός. Τὰ συνήθη θερμόμετρα, καίτοι ὀξύρροπα εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περικυκλοῦντος διαστήματος, δὲν ἤθελον δείξει τὸ ἀκριβὲς ἀποτέλεσμα. Ὁ Λεσλὴ λοιπὸν ἐφεῦρε τὸ καλούμενον διαφορικὸν θερμόμετρον, οὗτινος ἡ ἐνέργεια εἶναι ἐνεξάρτητος τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιέχοντος. Ὁ σωλὴν ἔχει τὸ σχῆμα Υ (ἴδ. σχῆμα 143) καὶ ἕκαστος βραχίων ἀπολήγει εἰς μικρὰν σφαῖραν τοῦ αὐτοῦ μεγέθους, περιέχουσαν ἀέρα, ἐξ ὧν τῆς ἑτέρας, ἥτις καὶ ἑστιακὴ καλεῖται, θερμανθείσης, ὁ ἐν αὐτῇ ἀὴρ διαστελλόμενος ὠθεῖ πρὸς τὴν ἄλλην σφαῖραν στήλην τινὰ θειϊκοῦ ὀξέος χρωματισμένου· βαθμολογοῦσι δὲ τὰ θερμόμετρα αὐτὰ, λαμβάνοντες διὰ σημεῖον προσδιοριστικὸν, τὸ σημεῖον, ὅπου εὑρίσκεται ὁ δείκτης, ὅταν αἱ δύο σφαῖραι ἔχωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔπειτα βυθίζοντες τὴν μίαν ἐξ αὐτῶν εἰς θερμὸν ὕδωρ γνωστῆς θερμοκρασίας, σημειόνουσι τὰ σημεῖα, ὅπου ὁ δείκτης ἵσταται, καὶ διαιροῦσι τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς ἴσα μέρη.

Τὸ δοχεῖον τῶν συνήθων θερμομέτρων δοκιμάζει κάποτε μεταβολὴν χωρητικότητος, ὡς ἐκ τῶν αἰφνιδίων μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας· ὅθεν ἕπεται μετάθεσις τοῦ μηδενὸς, ἥτις εἰς τινας περιζάσεις καταντᾷ μέχρι 2^0. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ παρουσιάζεται συχνότερα εἰς τὰ ὑέλινα δοχεῖα, παρὰ εἰς τὰ κρυστάλλινα· ὅθεν ἀπαιτεῖται ἀπὸ καιρὸν εἰς καιρὸν νὰ τιθῶνται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηκομένου πάγου, ἵνα ἐξελέγχηται τὸ μηδὲν, καὶ νὰ διορθόνωνται αἱ μεταθέσεις αὗται.

86. Διαστολὴ τῶν στερεῶν. Ἐκ πείρας εἶναι γνωστὸν ὅτι ὅλα τὰ στερεὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται, ἢ αὐξάνουσι

κατὰ μῆκος, καὶ ὅτι ψυχραινόμενα συστέλλονται, ἢ ἐλαττοῦνται κατὰ μῆκος. Γνωστὸν εἶναι προσέτι ὅτι ἐπανερχόμενα εἰς τὴν ἰδίαν θερμοκρασίαν, ἀναλαμβάνουσι τὸ ἴδιον μῆκος, δηλ. ὅτι ἡ συζολὴ εἶναι ἴση μὲ τὴν διαστολήν, τὰ φαινόμενα ταῦτα καθίστανται ἐπαισθητὰ, ἢ διὰ μέσου τοῦ μὲ πτέρνην πυρομέτρου (σχῆμα 144), ἢ διὰ τοῦ μεμοχλὸν (σχῆμα 145). Ὁ παρὰ τῆς θερμότητος προσγινόμενος μηκυσμὸς εἴς τι σῶμα λογίζεται πάντοτε ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός· τοῦτον δὲ διαιροῦντες διὰ τοῦ ἀρχικοῦ μήκους τοῦ σώματος, ἔχομεν πηλίκον ἀνεξάρτητον τοῦ μήκους αὐτοῦ· ἐπειδὴ ἐὰν αὐτὸ ἦτο διπλάσιον ἢ τριπλάσιον, ὁ μηκυσμὸς θὰ ἦτον ἐπίσης διπλάσιος ἢ τριπλάσιος, καὶ τὸ πηλίκον δὲν ἤθελε μεταβληθῆ· τὸ πηλίκον αὐτὸ εἰς τὴν φυσικὴν καλεῖται διαστολή.

Οὕτω λογιζομένη ἡ διαστολὴ εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ μήκους τοῦ σώματος, πλὴν μεταβάλλεται μὲ τὴν θερμοκρασίαν, καὶ εἶναι τόσον μεγαλειτέρα, ὅσον πλειότερον ἡ θερμοκρασία ὑψώθη ὑπεράνω τοῦ μηδενός· ἵνα φθάσωσι δὲ εἴς τι στοιχεῖον σταθερὸν, διαιροῦσιν αὐτὴν τὴν διαστολὴν διὰ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας, ἢ τῶν θερμομετρικῶν βαθμῶν, καὶ τὸ οὕτω προκύπτον πηλίκον καλεῖται συνεργὸς τῆς διαστολῆς. Τότε ὁ συνεργὸς αὐτὸς δὲν ἐξαρτᾶται πλέον ἐκ τοῦ σώματος αὐτοῦ τοῦ ὑποβληθέντος εἰς τὴν πεῖραν, οὔτε ἐκ τῆς θερμοκρασίας, εἰς ἣν αὐτὸ ἤχθη, ἀλλ' ἀνήκει εἰς τὴν ὕλην, ἐξ ἧς σύγκειται τὸ σῶμα αὐτὸ καὶ καθίσταται ἰδιότης χαρακτηριστική.

Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν λοιπὸν τὸν συνεργὸν τῆς διαστολῆς στερεᾶς τινος ὕλης, λαμβάνομεν ἔλασμα ἢ ῥάβδον τινὰ μᾶλλον ἢ ἧττον ἐπιμήκη καὶ προσδιορίζομεν τρία τινὰ 1ον τὸ ἀκριβὲς μῆκος τῆς ῥάβδου εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς 0· 2ον τὸν ὃν ὑφίσταται μηκυσμὸν ἐκ τοῦ σημείου αὐτοῦ τοῦ 0. 3ον τὸ ὕψος τῆς θερμοκρασίας ἀνταποκρινόμενον εἰς αὐτὸν τὸν μηκυσμόν. Ὁ δεύτερος ἀριθμὸς διαιρούμενος διὰ τοῦ πρώτου, παρέχει διὰ πηλίκον τὴν διαστολὴν τῆς ὕλης· τοῦτο δὲ πάλιν διαιρούμενον διὰ τῶν βαθμῶν τῆς θερμοκρασίας ὑπεράνω τοῦ μηδενὸς, δίδει τέλος πάντων τὸν συνεργὸν τῆς διαστολῆς αὐτῆς.

Δὲν δυνάμεθα νὰ ἐκθέσωμεν ἐνταῦθα μὲ τὴν ἀπαιτουμένην ἐντέ-

λειαν τὴν δυσκολίαν καὶ προσεκτικότητα τῶν τρόπων, δι' ὧν προσδιορίζουσι τὰ τρία αὐτὰ στοιχεῖα, διὰ τοῦτο περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν ἔκθεσιν τοῦ πίνακος τῶν κυριωτέρων ἐξαγομένων. Ὁ πίναξ αὐτὸς εἰς τὴν δευτέραν στήλην περιέχει τὸν συνεργὸν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῆς κατὰ μῆκος· πλὴν εἰς στερεάν τινα καὶ ὁμογενῆ μάζαν τὸ ἀποτέλεσμα τῆς θερμότητος εἶναι τὸ αὐτὸ καθ' ὅλας τὰς διαστάσεις· καὶ ἐπειδὴ ὅλαι αἱ διευθύνσεις μεταβάλλονται κατὰ τὴν αὐτὴν σχέσιν, δύναταί τις εὐκόλως νὰ εὕρῃ τὸν διαστελλόμενον ὄγκον, καὶ ἑπομένως τὴν προερχομένην ἐκ τῆς διαστολῆς αὔξησιν τοῦ ὄγκου.

Ἡ αὔξησις αὕτη παραβαλλομένη μὲ τὸν ὄγκον εἰς τὸ μηδὲν, εἶναι ἡ λεγομένη κυβικὴ διαστολή· καὶ ἡ κυβικὴ διαστολὴ διαιρουμένη διὰ τῶν βαθμῶν τῆς θερμοκρασίας, ἥτις παράγαγε αὐτὴν, παρέχει τὸν συνεργὸν τῆς κυβικῆς διαστολῆς.

Πίναξ τῶν διαστολῶν.

Ὀνόματα οὐσιῶν.	Συνεργὸς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς ἢ διαστολὴ διὰ 1^0	Συνεργὸς τῆς κυβικῆς διαστολῆς.
Ὕελος	0,0000, 0861	0,0000, 2583
Κρύσταλλος	» » 0700	» » 2101
Χρυσάργυρος	» » 0884	» » 2652
Παλλάδιον	» » 1000	» » 3000
Χάλυψ	» » 1080	» » 3240
Μίγμα σιδήρου ἢ ἀνθρακοῦχος σίδηρος (fonte)	» » 1110	» » 3330
Σίδηρος	» » 1182	» » 5540
Βισμοῦθον	» » 1392	» » 4176
Χρυσὸς	» » 1514	» » 4542
Χαλκὸς ἐρυθρὸς	» » 1712	» » 5136
Ὀρείχαλκος	» » 1867	» » 5601
Ἄργυρος	» » 1910	» » 5730
Κασσίτερος	» » 2173	» » 6519
Μόλυβδος	» » 2848	» » 8544
Ψευδάργυρος	» » 3108	» » 9324

Ἡ διαστολὴ τῶν στερεῶν σωμάτων εἶναι σχεδὸν ὁμοιόμορφος μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν 100^0 καὶ 150^0, δηλ. ἡ κατὰ μῆκος αὔξησις εἶναι προφανῶς ἀνάλογος μὲ τὴν αὔξησιν τῆς θερμοκρασίας· ἐντὸς τῶν ὁρίων αὐτῶν ὁ συνεργὸς τῆς διαστολῆς εἶναι σταθερὸς, καὶ εἶναι σημειωμένος εἰς τὸν πίνακα· πλὴν ὅταν φθάσῃ εἰς θερμοκρασίαν 200^0 300^0 καὶ ἐπέκεινα, ὁ μηκυσμὸς αὐξάνει ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας· οὕτω ὁ συνεργὸς τῆς διαστολῆς αὐξάνει καὶ αὐτὸς, δὲν ὑπάρχει ὅμως ὕλη, τῆς ὁποίας νὰ γνωρίζωσι τὴν ἀξίαν τοῦ συνεργοῦ ἐπέκεινα τῶν 350^0.

Τὴν ὠφέλειαν τοῦ προηγουμένου πίνακος ἐρχόμεθα νὰ καταστήσωμεν σαφεστέραν διά τινων παραδειγμάτων. Ὁ σίδηρος, ὅστις ἐμβαίνει εἰς κατασκευὰς ἐξωτερικὰς, δύναται ἐν καιρῷ χειμῶνος νὰ καταβῇ 20^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, καὶ ἐν καιρῷ θέρους 40^0 ὑπεράνω, ἡ διαφορὰ εἶναι 60^0 καὶ θὰ ἦτο σχεδὸν ἡ αὐτὴ ἐὰν εἶχε 0 δι' ἀφετηρίαν, ἀντὶ νὰ ἔχῃ -20^0· τοῦ συνεργοῦ τοῦ σιδήρου ὄντος 0,0000 118 διὰ τὰς 60^0, ὁ μηκυσμὸς θὰ ἦναι ἑξηκοντάκις μεγαλείτερος ἢ 0,000708. Ἐὰν λάβωμεν π. χ. μῆκός τι 100 μέτρων εἰς τὸ μηδὲν, ὁ μηκυσμὸς θὰ ἦναι 0μ, 0708 σχεδὸν 71 χιλιοστόμετ. Μία τοιαύτη αὔξησις τοῦ μήκους δὲν θὰ ἔλειπε ἀπὸ τοῦ νὰ στρέψῃ ῥάβδους σιδηρᾶς, ν' ἀπωθήσῃ σημεῖα στηριγμάτων, νὰ ἀποσπάσῃ σφραγῖδας, ἐὰν δὲν ἐθεράπευον τὸ κακὸν θέτοντες ἀπὸ διάστημα εἰς διάστημα ἐξισωτὰς, (**conpensateur**), διακόπτοντας τὴν συνέχειαν τῶν ῥάβδων, καὶ ἀφίνοντας εἰς διάφορα μέρη τὴν ἐλευθερίαν τοῦ ἐξασκεῖν τὰς κινήσεις αὐτὰς τῆς διαστολῆς καὶ συστολῆς.

Εἰς ἕνα σιδηρόδρομον 100 χιλιομέτρων π. χ. ἐὰν αἱ σιδηραῖ ῥάβδοι ἦσαν συνεχεῖς καὶ εἰς ἄμεσον συνάφειαν, ὁ μηκυσμὸς θὰ ὑπερέβαινε τὰ 70 ἑβδομήκοντα μέτρα· διὰ τοῦτο φροντίζουσι ν' ἀφίνωσιν εἰς πᾶσαν ἕνωσιν διάστημα ἱκανὸν διὰ τὰς κινήσεις αὐτάς. Διὰ τὸν μόλυβδον καὶ τὸν ψευδάργυρον, ὧν ὁ συνεργὸς τῆς διαστολῆς εἶναι σχεδὸν τριπλάσιος ἀπὸ τὸν τοῦ σιδήρου, τὰ μέσα τῆς ἐξισώσεώς εἰσιν ἔτι πλέον ἀπαραιτήσως ἀναγκαῖα.

Ὅταν ἀγγεῖόν τι διαστέλληται, ἡ χωρητικότης αὐτοῦ αὐξάνει, καὶ παραδέχονται, ὅτι ἡ αὔξησις αὕτη εἶναι ἴση μὲ τὴν αὔξησιν τοῦ

ὄγκου, τὴν ὁποίαν θὰ ἐλάμβανεν εἰς τὰς αὐτὰς περιστάσεις στερεόν τι τῆς αὐτῆς ὕλης πληροῦν ἀκριβῶς τὸ ἀγγεῖον. Ἡ αὔξησις αὕτη τοῦ ὄγκου καθίσταται ἐναργὴς διὰ τοῦ ἀκολούθου περιέργου πειράματος. Λαμβάνουσι (σχῆμα 146) μέγα θερμόμετρον μὲ οἰνόπνευμα χρωματισμένον, οὗτινος ἡ στήλη ἔχει διάμετρον 2—3 χιλιοστομέτρων, τὸ βυθίζουσι ταχέως εἰς ὕδωρ 45^0 ἢ 50^0, καὶ ἀποσύρουσιν αὐτὸ ἀμέσως· τότε παρατηρεῖ τις τὴν στήλην καταβαίνουσαν, ἀντὶ ν' ἀναβαίνῃ· ἐπειδὴ ἡ διαστολὴ ἔγινεν ἐπαισθητὴ μόνον ἐπὶ τοῦ περικαλύμματος τοῦ δοχείου· Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἐξηγήθη κατὰ πρῶτον παρὰ τοῦ Ἀμοντόνσου τὸ 1705.

Ἐλάσματα ἐξισωτικὰ, ἢ ἐλάσματα διμετάλλινα. Ὅταν δύο ἐλάσματα μετάλλινα ἀνίσως διαστελλόμενα ἑνόνωνται στενῶς διὰ καθηλώσεως, ἢ προσκολλήσεως καθ' ὅλην των τὴν ἔκτασιν, ἀποτελοῦσι σύστημά τι τὸ καλούμενον ἔλασμα ἐξισωτικὸν, ἢ διαμετάλλινον· ἕκαστον μέταλλον διατηρεῖ τὸν συνεργὸν τῆς διαστολῆς του, ἀλλὰ δὲν εἶναι πλέον ἐλεύθερον νὰ ὑποταχθῇ εἰς τὴν ἐπιρροὴν τῆς θερμότητος· ἐπειδὴ ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται, τὸ διαστολικώτερον τείνει νὰ ἐκταθῇ περισσότερον, καὶ τότε κάμπτει τὸ ἕτερον καὶ τὸ ἀναγκάζει νὰ καθέξῃ τὸ κυρτὸν μέρος, τὸ κάμπτει δὲ ἀκόμη, ἵνα καθέξῃ τὸ κοῖλον μέρος, καὶ ὅταν ἡ θερμοκρασία καταβαίνῃ· ὥστε ἐκεῖνο κυρίως ἀποτελεῖ τὸ ἐνεργητικώτερον μέρος, τὸ δὲ ἄλλο εἶναι παθητικὸν, καὶ ἐνεργεῖ μόνον ὡς ἁπλῆ ἀντίστασις. Συντείνει δὲ μεγάλως ἡ ἀναλογία τῶν παχυτήτων τῶν ἐλασμάτων, διὰ νὰ ὑπάρχῃ ἰσοσταθμία μεταξὺ δυνάμεως καὶ ἀντιστάσεως.

Τὸ παριστάμενον εἰς τὸ σχῆμα 147 ὄργανον ἀποκαθιστᾷ προφανῆ τὰ φαινόμενα ταῦτα, τὸ διμετάλλινον ἔλασμα ZH ἐκ σιδήρου καὶ ψευδαργύρου εἶναι προσηλωμένον κάτωθεν, ὥστε ὅλη ἡ κάμψις γίνεται κατὰ τὸ ἄνω μέρος· τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ μεγεθύνονται διὰ δείκτου τινὸς δ, ἐγγίζοντος τὸ ἔλασμα δι' ἑνὸς τῶν βραχιόνων μικροῦ τινος μοχλοῦ. Ὅταν τὸ ὄργανον αὐτὸ ἐναλλὰξ βυθίζηται ἐντὸς ἀγγείου ὕδατος θερμοῦ, καὶ ὕδατος ψυχροῦ, παρατηρεῖ τις τὸν δείκτην νὰ κινῆται πότε κατὰ μίαν καὶ πότε κατ' ἄλλην διεύθυνσιν· τὴν ἰδιότητα ταύτην μετεχειρίσθησαν πρὸς κατασκευὴν θερμομέτρων μεταλλικῶν διαφόρων σχημάτων.

Τὸ θερμόμετρον τοῦ Βρεκέτου (σχῆμα 148) εἶναι τὸ λεπτότερον, καὶ ὀξυρροπώτερον. Τὸ διμετάλλινον ἔλασμα εἶναι ταινία ἐπιμήκης πλάτος ἔχουσα ἓν χιλιοστόμετρον καὶ ἐνίοτε $\frac{1}{60}$ τοῦ χιλιοστομέτρου παχύτητα, σπειροειδῶς συστρεφομένη περὶ ἑαυτήν. Τὰ δύο μέταλλά εἰσιν ὁ χρυσάργυρος καὶ ὁ ἄργυρος, ἡνωμένα διὰ λεπτοτάτης στιβάδος χρυσοῦ. Ἡ παχύτης τῶν τριῶν ὁμοῦ ἀποτελοῦσι $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{50}$ ἢ $\frac{1}{60}$ χιλιοστομέτρου. Ἐπειδὴ ὁ ἄργυρος εὑρίσκεται ἔξωθεν, ἡ ὕψωσις τῆς θερμοκρασίας τείνει νὰ κλείσῃ κάθε στροφὴν τῆς σπείρας, καὶ ἐπομένως κινεῖ τὸν δείκτην κατά τινα διεύθυνσιν. Τὸ ψῦχος παράγει ἐναντία ἀποτελέσματα, τὸ θερμόμετρον αὐτὸ βαθμολογεῖται ἐντὸς πυριατηρίου διὰ θερμομέτρου μὲ ὑδράργυρον, αἱ μέγισται θερμοκρασίαι σημειοῦνται ἐπὶ δίσκου τινὸς διατρεχομένου ὑπὸ δείκτου· καὶ διαιροῦσιν ἔπειτα τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς εἰς βαθμοὺς καὶ κλάσματα βαθμῶν.

Διὰ μέσου τῶν ἐξισωτικῶν ἐλασμάτων κατώρθωσαν νὰ ἐξισώσωσι τὰ χρονόμετρα, καὶ νὰ κατασκευάσωσιν ὄργανα ἀξιοθαυμάστου ἀκριβείας, χρησιμεύοντα εἰς τοὺς θαλασσοποροῦντας, ὅσον σχεδὸν καὶ αὐτὴ ἡ ναυτικὴ πυξίς. Τὸ ῥυθμότροχον τοῦ χρονομέτρου (balancier) παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 149· ὁ κύκλος αὐτοῦ διαιρεῖται εἰς τέσσαρα τόξα διμετάλλινα ἔχοντα ἔξωθεν τὸ διασταλτικώτερον μέταλλον.

Ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται, αἱ τέσσαρες ἀκτῖνες διαστέλλονται καὶ αἱ ἄκραι αὐτῶν ἀπομακρύνονται τοῦ κέντρου, ταυτοχρόνως ὅμως τὰ τέσσαρα τόξα εἰσέρχονται πρὸς τὰ ἐντὸς, πλησιάζοντα πρὸς τὸ κέντρον τὴν ἰδίαν αὐτῶν ὕλην, καὶ τὴν τῶν προσθέτων μαζῶν μ, τὰς ὁποίας φέρουσι. Καταλαμβάνει τις ὅτι ἡ ἐξίσωσις ἐνταῦθα δύναται νὰ λάβῃ χώραν, δηλ. ὅτι τὸ τελικὸν ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτὸ, καὶ ἐὰν ὁλόκληρος ἡ μάζα τοῦ ῥυθμοτρόχου συνέκειτο ἐξ ὕλης ἀνεκτάτου καὶ ἀδιαστάλτου, ἀλλ' ὁ ῥηθεὶς ὅρος εἶναι ἀπαραίτητος πρὸς τὴν κανονικὴν κίνησιν τοῦ ὀργάνου· ἐπειδὴ ἡ διάρκεια τῶν δονήσεων αὐτοῦ δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τὸ βάρος αὐτοῦ, ἀλλὰ πρὸ πάντων ἐκ τῆς ἀποστάσεως, εἰς ἣν ἡ ὕλη εὑρίσκεται ἐκ τοῦ κέντρου. εἶναι δὲ μεγαλειτέρα ὅταν ἡ ἀπόστασις αὐτὴ

αὐξάνῃ, καὶ μικροτέρα ὅταν ἐλαττοῦται. Τὸ ἀποτέλεσμα λοιπὸν τῆς θερμότητος ἐπί τινος ῥυθμοτρόχου συνήθους, ὡς τὸ τοῦ ὡρολογίου τοῦ κόλπου, εἶναι τὸ νὰ διαστέλλῃ τὸ ἐξ οὗ σύγκειται μέταλλον, ν' ἀπομακρύνῃ τὴν μάζαν ἐκ τοῦ κέντρου, ν' αὐξάνῃ τὴν διάρκειαν τῶν ἀναλικνήσεων, καὶ ἐπομένως νὰ βραδύνῃ τὴν ὥραν. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ψύχους εἶναι ἀντίστροφον. Τὰ τοιαῦτα παρατηρεῖ τις κάλλιστα ἐπὶ τῶν ἀξιολογωτέρων ὡρολογίων, εἰς ἃ δὲν ὑπάρχουσιν ἄλλαι αἰτίαι παρεμπίπτουσαι μεταβολῶν. Ἓν χρονόμετρον ὅμως ἀπαιτεῖται νὰ φυλάττῃ χρόνον τακτικὸν ὁλόκληρα ἔτη, καὶ εἰς διάφορα μάλιστα κλίματα. Ἐὰν ἡ θερμότης καὶ τὸ ψῦχος ἐπιῤῥέουσιν εἰς τὴν διάρκειαν τῶν δονήσεων, ἐὰν μεταβάλληται μόνον κατά τινα ἑκατοχιλιοστὰ τῶν δευτερολέπτων, πάλιν τὸ ὄργανον αὐτὸ ἀσήμαντον εἶναι, ὡς μὴ παρέχον οὐδεμίαν ἀσφάλειαν εἰς τοὺς φέροντας αὐτό.

Ἡ θερμότης ἐπίσης βραδύνει τὰς δονήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς, καὶ τὸ ψῦχος τὰς ταχύνει, ἐπειδὴ τὸ ἐκκρεμὲς τὸ κανονίζον τὰς κινήσεις αὐτῶν τῶν ὀργάνων ποιεῖ βραδυτέρας τὰς δονήσεις, ὅταν κατὰ μῆκος αὐξάνῃ ἕνεκα τῆς διαστολῆς. Ἕνεκα τούτου ἐπενόησαν διάφορα μέσα ἐξισωτικά· μεταξὺ τούτων ὑπάρχουσί τινα μεγάλως ὠφελήσαντα τὴν τέχνην τοῦ μετρεῖν ἀκριβῶς τὸν χρόνον, πλὴν ἡ ἐφαρμογή των γίνεται τόσον ἀτελὴς, ὥστε προτιμότερον εἶναι νὰ ἐκλέξῃ τις διὰ στέλεχος ἐκκρεμοῦς τινος, ῥάβδον ἐξ ἐλάτης βερνικομένην καὶ καλῶς κατεσκευασμένην. Ἡ ἐκλεκτὴ ἐλάτη προφυλαττομένη τῆς ὑγρασίας διαστέλλεται πολλὰ ὀλίγον κατὰ μῆκος.

Ὅταν τὰ στερεὰ σώματα, ἀντὶ νὰ θερμαίνωνται, ἢ νὰ ψυχραίνωνται πανταχοῦ, δέχωνται τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος, καθ' ἓν μόνον μέρος τῆς μάζης αὐτῶν, τὸ μέρος αὐτὸ δὲν δύναται νὰ διασταλῇ, ἢ νὰ συσταλῇ, χωρὶς νὰ πιέσῃ, καὶ νὰ σύρῃ τὰ περικυκλοῦντα αὐτὸ ἄλλα μέρη· ἐκ τούτου ἕπεται παραμόρφωσίς τις εἰς τὸ σῶμα, καὶ ἐνίοτε ῥῆξις, ὅταν ἦναι εὔθρυστον. Οὕτω κηρίον τι πλησίον καθρέπτου εὑρισκόμενον προξενεῖ μακρὰς ῥαγάδας, μεταδιδομένας μέχρι τῆς περιφερείας· ἐκτὸς ἐὰν ὑπάρχῃ καμμία ὀπὴ ὀλίγον μεγάλη, καὶ ἐμποδίσῃ τὴν προχώρησιν αὐτῶν. Τὰ ἀποτελέσματα

αὐτὰ τῶν μερικῶν καὶ αἰφνιδίων μεταβολῶν ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας συμβαίνουσι πρὸ πάντων εἰς τὰ ὑέλινα καὶ κρυστάλλινα ἀγγεῖα, τὰ σινικὰ, ἅτινα ἔχουσι παχύτητας ἀνίσους, καὶ σχήματα διάστροφα.

Σώματα μὴ ἔχοντα τὴν αὐτὴν κατασκευὴν καὶ διάθεσιν τῶν μορίων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις δὲν διαστέλλονται ἐξίσου παντα-χοῦ· οὕτω σανίς τις δὲν διαστέλλεται ἐξίσου κατὰ μῆκος καὶ πλά-τος· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς σιδηρὰς πλάκας, πλὴν αἱ δια-φοραὶ αὐταὶ γίνονται καταφανεῖς εἰς τὰ κρυσταλλομένα πρὸ πάντων σώματα, ὅπου ἡ διάταξις τῶν μορίων διαφέρει κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις.

87. Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. Εἰς τὰ ὑγρὰ παρατηρεῖται μόνον ἡ κυβικὴ διαστολὴ δηλ. ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῆς αὐξήσεως τοῦ ὄγκου ὑπεράνω τοῦ μηδενὸς, καὶ τοῦ ὄγκου τὸν ὁποῖον κατέχει εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτὴν τοῦ μηδενός.

Ὀφείλομεν ὅμως πάντοτε νὰ διακρίνωμεν τὴν ἀπόλυτον καὶ ἀλη-θῆ διαστολὴν τῆς φαινομένης· ἡ πρώτη εἶναι ἐκείνη τὴν ὁποίαν θὰ ἐλάμβανε τὸ ὑγρὸν ἐντὸς ἀγγείου, ἢ περικαλύμματος ἀνεκτάτου· ἡ δευτέρα, ἡ τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἐντὸς ἀγγείου ἐκτατοῦ· ἡ τε-λευταία μεταβάλλεται μὲ τὴν φύσιν τοῦ περιέχοντος ἀγγείου. Ἐὰν ὁ ὑδράργυρος π. χ. μετεβάλλετο ἀκριβῶς, ὡς ἡ ὕελος, τὸ θερμόμε-τρον θὰ ἔμενεν ἀκίνητον εἰς ὅλας τὰς θερμοκρασίας. Ἐὰν ὁ ὑδράρ-γυρος διεστέλλετο ὀλιγώτερον τῆς ὑέλου τὸν θερμόμετρον θὰ ἐλάμβανε κίνησιν ἀντίστροφον ἐκείνης, ἥτις παρατηρεῖται, δηλ. ἤθελε καταβῆ ἐκ τῆς θερμότητος, καὶ ἀναβῆ ἐκ τοῦ ψύχους. Ἐπειδὴ καὶ τὰ ὑγρὰ ἀναγκαίως περιέχονται εἰς ἀγγεῖα, ἴσως νο-μίζει τις, ὅτι δὲν ὑπάρχει μέσον διὰ νὰ ἔχῃ τις κατ' εὐθεῖαν τὴν ἀπόλυτον διαστολὴν αὐτῶν, ὡς μὴ ὑπάρχοντος ἀνεκτάτου περικα-λύμματος. Ὁ Δουλὸγκ ὅμως καὶ ὁ Πετὶτ ἔλυσαν τὸ ζήτημα αὐτὸ μὲ τρόπον ἁπλοῦν καὶ ἀκριβῆ· τὸ σχῆμα 150 παρέχει ἰδέαν τῆς ἀρχῆς, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ πείραμα αὐτῶν. Δύο σωλῆνες κάθετοι πλήρεις ὑγροῦ τοῦ αὐτοῦ συγκοινωνοῦσι πρὸς ἀλλήλους δι' ὁριζον-τίου τρίτου σωλῆνος μικρᾶς διαμέτρου. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία εἶναι ἡ αὐτὴ, αἱ κορυφαὶ τῶν δύο στηλῶν ἰσοσταθμοῦσι, δηλ. ἔχουσι τὸ αὐ-

τὸ ὕψος ὑπεράνω τοῦ ὁριζοντίου σωλῆνος· ἀλλ' ὅταν ὁ εἷς βραχίων διατηρῆται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς, ὁ δὲ ἕτερος ἄγηται εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, τῆς πυκνότητος τῶν δύο στηλῶν, μὴ οὔσης πλέον τῆς αὐτῆς, ἀπαιτεῖται διὰ τὴν ἰσορροπίαν τὰ ὕψη τῶν στηλῶν νὰ ὦσιν εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὰς πυκνότητας. Ἕπεται δὲ ἐκ τοῦ ὑπολογισμοῦ (*) ὅτι ἡ κυβικὴ διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ εἶναι ἴση μὲ τὴν διαφορὰν τῶν ὕψεων τῶν δύο στηλῶν διηρημένων διὰ τοῦ ὕψους τῆς στήλης τῆς διατηρουμένης εἰς τὸ ο· ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ παρατηρήσῃ τις αὐτὰ τὰ ὕψη, καὶ τὴν ἀντιστοιχοῦσαν θερμοκρασίαν, ἵνα ἔχῃ τὴν ζητουμένην διαστολήν.

Εἰς αὐτὸ τὸ πείραμα, ἵνα ἀποκατασταθῇ ἰσορροπία, θὰ διέλθῃ ὑγρὸν ἐκ τῆς μιᾶς εἰς τὴν ἄλλην ἄλλην, καὶ ἡ διερχομένη ποσότης εἶναι ἀληθὲς ὅτι ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑγροῦ ἐν τῇ ὑέλῳ, πλὴν τὸ τελικὸν ἀποτέλεσμα εἶναι ὅλως ἀνεξάρτητον. Ἔστωσαν οἱ σωλῆνες πλατεῖς ἢ στενοὶ, ἴσοι ἢ ἄνισοι, κυλινδρικοὶ ἢ μὴ, πολὺ ἢ ὀλίγον ἑκατοὶ, τὸ ἀποτέλεσμα ἀναγκαίως θὰ ἦναι

(*) Ἔστω ὁ εἷς βραχίων ΑΒ εἰς θερμοκρασίαν θ, καὶ ὁ ἕτερος ΓΔ, θ′. ὁ ὑδράργυρος εἰς αὐτὸ τὸ μέρος τοῦ ἀγγείου θὰ ὑψωθῇ εἰς ὕψος Γ′ μεγαλείτερον ἀπὸ τὸ τοῦ ἄλλου υ, ἐὰν διὰ Π′ καὶ Π παραστήσωμεν τὰς πυκνότητας τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰς θερμοκρασίας θ′ καὶ θ, ἡ πίεσις τοῦ ὑγροῦ ἀναφερομένη εἰς τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας, καὶ ἐξασκουμένη ἐπὶ τοῦ ὁριζοντίου ἐπιπέδου τοῦ διερχομένου ἀπὸ τὸν ἄξονα τοῦ σωλῆνος ΒΓ (σχῆμα 150), ὡς μέλλουσα νὰ ἦναι ἡ αὐτὴ ἐπὶ ὅλου αὐτοῦ τοῦ ἐπιπέδου, θὰ ἐκφρασθῇ διὰ τῆς ἰσότητος β = ωυπ = ωυ′π′, ἐξ ἧς υπ = υ′π′ (ω οὔσης τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος). Τὸ αὐτὸ βάρος Β τοῦ ὑδραργύρου κατέχον ὄγκον ο εἰς τὸν σωλῆνα ΑΒ, ὅπου ἡ πυκνότης εἶναι Π, θὰ κατέχῃ εἰς τὸν ΔΓ, ὅπου ἡ πυκνότης π′ ὄγκον ο′, καὶ οὗτοι ἐκφράζονται διὰ τῆς ἰσότητος Β = ωοπ = ω′ο′π′, ἐξ ἧς οπ = ο′π′· ἀλλ' ἐκ τῆς ἐξισώσεως υπ = υ′π′ καὶ τῆς ἀναλογίας ο : ὁ : : υ : ὑ ἐξάγεται $\frac{ὁ - ο}{ο} = \frac{ὑ - υ}{υ}$· ἀλλὰ $\frac{ὁ - ο}{ο}$ εἶναι κλασματικόν τι ποσὸν, οὗτινος ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου αὐξάνει ἀναλόγως τῆς θερμοκρ. ὅταν λοιπὸν ἡ θερμοκρ. ἀπὸ θ γίνηται θ′, τὸ κλάσμα αὐτὸ τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου διὰ (θ′ − θ) βαθμοὺς θὰ ἦναι $\frac{ὑ - υ}{υ}$, ὁ δὲ συνεργὸς τῆς διαστολῆς $\frac{ὑ - υ}{υ(θ′ - θ)}$ οὕτω ἡ ζήτησις τοῦ συνεργοῦ αὐτοῦ καταντᾷ εἰς τὸ νὰ μετρήσωμεν ἀκριβῶς τὰ ὕψη υ καὶ ὑ καὶ τῆς θερμοκρασίας θ καὶ θ′, καὶ νὰ πράξωμεν ὡς ἀνωτέρω εἴπομεν.

τὸ αὐτὸ, ἐπειδὴ οἱ ὅροι τῆς ἰσορροπίας δὲν ἐξαρτῶνται ἀπὸ μηδεμίαν τῶν περιστάσεων αὐτῶν. Διὰ τῆς μεθόδου λοιπὸν αὐτῆς, καὶ μὲ πλῆθος προφυλάξεων ἐγγυουσῶν τὴν ἀκρίβειαν, οἱ ῥηθέντες φυσικοὶ προσδιώρισαν τὸν συνεργὸν τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ὅντα δι' ἕκαστον βαθμὸν 1^0, $0.00018 = \frac{1}{5550}$, καὶ εἶναι σταθερὸς ἀπὸ τὸ 0 μέχρι τῶν 100^0. Οὕτω μεταβαίνοντες ἐκ τοῦ 0 εἰς 100^0, ἡ ὁλικὴ αὔξησις τοῦ ὄγκου, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ὁ ὑδράργυρος, εἶναι σχεδὸν $\frac{1}{55}$, καὶ ἀκριβῶς τὰ $\frac{18}{1000}$ τοῦ εἰς τὸ 0 ὄγκου του. Εἰς ἀνωτέραν ὅμως θερμοκρασίαν ὁ συνεργὸς αὐτοῦ αὐξάνει.

Ἡ διαστολὴ τοῦ ὕδατος ἀπὸ τὸ μηδὲν εἰς 100^0 εἶναι πλέον τοῦ διπλασίου τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἐπειδὴ εἶναι ἴση μὲ τὰ $\frac{43}{1000}$ τοῦ εἰς τὸ 0 ὄγκου. Οὕτω 1000 λίτραι εἰς τὸ μηδὲν γίνονται 1043 εἰς 100^0, καὶ χίλια ἑκατοστόμετρα κυβικὰ, ἢ μία λίτρα γίνεται 1043 κυβικὰ ἑκατοστόμετρα, ἑπομένως αὐξάνει κατὰ 43 κυβικὰ ἑκατοστόμετρα σχεδὸν $\frac{1}{2}$ δεκατόλιτρον. Τὸ οἰνόπνευμα διαστέλλεται ἔτι περισσότερον τοῦ ὕδατος, μεταβαῖνον ἐκ τοῦ 0 εἰς $78^0, 41$, ἤτοι εἰς τὸν βαθμὸν τῆς βράσεώς του διαστέλλεται κατὰ $\frac{91}{1000}$ τοῦ ὄγκου του εἰς τὸ μηδέν. Ὁ αἰθὴρ πλειότερον τοῦ οἰνοπνεύματος. Ἐκ τοῦ 0 εἰς $35^0, 66$ μεταβαῖνον, ἤτοι τὸ σημεῖον τῆς βράσεώς του διαστέλλεται κατὰ $\frac{56}{1000}$.

Παρατρέχομεν τοὺς συνεργοὺς τῆς διαστολῆς αὐτῶν τῶν ὑγρῶν, ἐπειδὴ ἀντὶ νὰ διαστέλλωνται μὲ τρόπον ὁμοιόμορφον καὶ ἀναλόγως τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας, διαστέλλονται ἀκανονίστως. Τὸ οἰνόπνευμα καὶ ὁ αἰθὴρ ἔχουσι διαστολὴν αὐξουσαν ἐκ τοῦ 0, τὸ ὕδωρ ὅμως παρουσιάζει φαινόμενον ἐξαιρετικὸν, πολὺ περίεργον, καὶ ἀξιόλογον ἐνταυτῷ. Εἶναι δὲ τὸ φαινόμενον τοῦ μεγίστου βαθμοῦ τῆς πυκνότητος, καὶ ἰδοὺ εἰς τί συνίσταται.

Θερμόμετρον κατεσκευασμένον μὲ καθαρὸν ὕδωρ λίαν ὀξύῤῥοπον, ἔχον δηλ. μέγα δοχεῖον καὶ σωλῆνα μικροτάτης διαμέτρου, βυθιζόμενον εἰς τηκόμενον πάγον, ἵσταται εἴς τι σημεῖον στάσιμον, ὅπερ ἐστὶ τὸ μηδὲν αὐτοῦ· μεταφερόμενον δὲ εἰς λουτρὰ, ὧν ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται διαδοχικῶς ἐκ τοῦ 0 εἰς $1^0, 2^0, 3^0, 4^0$, τὸ θερμόμετρον καταβαίνει ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀντὶ νὰ ἀναβαίνῃ, μετὰ

ταῦτα μεταφερόμενον εἰς λουτρὰ θερμοκρασίας 5^0, 6^0, 7^0, 8^0 ὑπεράνω τοῦ μηδενὸς, ἄρχεται λαμβάνον ἀναβατικὴν κίνησιν, οὕτως ὥστε τὰ ὕψη τῆς στήλης ἐπανέρχονται σχεδὸν εἰς ὅσον ἦσαν κατὰ τὸν 3^0, 2^0, 1^0, 0, καὶ ἐκ τῆς στιγμῆς αὐτῆς πλέον ἐξακολουθεῖ ν' ἀναβαίνῃ ὄχι κατ' ἀνολογίαν, ἀλλ' ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὅσον πλειότερον θερμαίνεται· οὕτω ἀπὸ τὸ μηδὲν τὸ ὕδωρ συστέλλεται ἀντὶ νὰ διαστέλληται, καὶ τοῦτο μέχρι τῶν 4^0, ὅπου φθάνει εἰς τὸν μέγιστον βαθμὸν τοῦ ὄγκου ἢ τῆς πυκνότητός του.

Εἶναι ἀληθὲς ὅτι εἰς τὸ πείραμα αὐτὸ δὲν παρατηροῦνται, εἰ μὴ αἱ φαινόμεναι συστολαὶ καὶ διαστολαὶ τοῦ ὕδατος ἐντὸς τῆς ὑέλου, πλὴν ἀρκεῖ νὰ γνωρίζῃ τις τὴν διαστολὴν αὐτῆς, ἵνα ἐξαγάγῃ τὴν ἀπόλυτον τοῦ ὕδατος. Δύναται ὅμως τις καὶ δι' ἄλλων μεθόδων νὰ εὕρῃ κατ' εὐθεῖαν τὸν μέγιστον τῆς θερμοκρασίας, ὅταν ψυχράνῃ π. χ. τὸ ἄνω μέρος ἀγγείου (σχῆμα 152) καὶ θέσῃ θερμόμετρον ὑπὸ τὴν ζώνην τοῦ πάγου, διὰ νὰ παρατηρῇ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος, ὅταν καταβαίνῃ ἕνεκα τοῦ μεγίστου τῆς πυκνότητος.

Οἱ διάφοροι οὗτοι τρόποι συμφωνοῦσιν εἰς τὸ νὰ θέσωσι τὸν μέγιστον τῆς πυκνότητος εἰς τὸν 4^0 ἑκατοβαθμίου, εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι ἡ ἰδιότης αὐτὴ τοῦ ὕδατος ἔχει μεγάλην ἀξίαν· ἓν μόνον παράδειγμα ἀρκεῖ πρὸς βεβαίωσιν τούτου. Ἐκ τῆς ἰδιότητος αὐτῆς ἕπεται ὅτι εἰς τὸν βυθὸν τῶν λιμνῶν τὸ ὕδωρ ὀφείλει νὰ ᾖναι εἰς 4^0 καθ' ὅλας τοῦ ἔτους τὰς ὥρας, καὶ ὅτι ἐν καιρῷ χειμῶνος ἀντὶ νὰ παγόνῃ ὅλον ὁμοῦ, καὶ καθ' ὅλον αὐτοῦ τὸ ὕψος, πήζει μόνον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν καὶ κατὰ μικρὸν βάθος, καὶ ὡς ἐκ τούτου καὶ οἱ ἐν τοῖς ὕδασι ζῶντες ἰχθύες διατηροῦνται· ἰδοὺ δὲ κατὰ τὸ μέγιστον τῆς πυκνότητος πῶς ἐκτελεῖται ὁ παγετὸς κατὰ τὰς νύκτας τοῦ φθινοπώρου ἤτοι κατὰ τὴν ἐποχὴν τῶν πρώτων παγετῶν, καὶ πρὶν μάλιστα. Τὸ ὕδωρ τῆς ἐπιφανείας ψυχούμενον, γίνεται πυκνότερον· τότε ἕνεκα τῆς ὑπεροχῆς αὐτῆς τὸς πυκνότητος, ἡ ψυχθεῖσα στιβὰς καταβαίνει, καὶ ἀντικαθίσταται ὑπό τινος ἄλλης, ἥτις καὶ αὐτὴ κατὰ σειρὰν ψύχεται· δι' αὐτῆς τῆς ἀνιούσης καὶ κατιούσης κινήσεως ὅλα τὰ στρώματα τοῦ ὕδατος ἔρχονται διαδοχικῶς εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἵνα ἀποβάλλωσιν ὅλην τὴν ὑπεράνω τῶν 4^0 θερμοκρασίαν

αὐτῶν· ἀπαιτεῖται δὲ διὰ τοῦτο τόσος πλειότερος χρόνος, ὅσον περισσότερον βάθος ἔχει ἡ λίμνη· ὑπάρχει λοιπὸν περὶ τὰς ἀρχὰς τοῦ χειμῶνος καιρός τις, καθ' ὃν τὸ ὕδωρ πανταχοῦ εἶναι εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4^0· ἀπὸ τὸν καιρὸν αὐτὸν τὸ ὕδωρ τῆς ἐπιφανείας ἐξακολουθοῦν νὰ ψύχηται, διαστέλλεται ἀντὶ νὰ συστέλληται, γίνεται ἐλαφρότερον, ἀντὶ πυκνότερον, καὶ τότε πλέον ἐπὶ τῶν κατωτέρω στρωμάτων, ἀναγκάζεται νὰ εὑρεθῇ ἐκτεθειμένον εἰς τὸ δριμύτερον ψῦχος.

Πήγνυται δὲ κατὰ πρῶτον εἰς μικρὰς βελόνας ἐπιπολαζούσας, ἐλαφροτέρας ἀκόμη καὶ αὐτοῦ τοῦ ὕδατος· αἱ βελόναι αὐταὶ ὠθούμεναι ὑπὸ τοῦ ἀνέμου καὶ ψυχούμεναι, ὀγκοῦνται μᾶλλον ἢ ἧττον ταχέως, πηγνύουσαι τὸ εἰς ἐπαφὴν αὐτῶν ὕδωρ, γίνονται τμήματα πάγου ἐπιῤῥεαζόμενα ἔτι μᾶλλον ἀπὸ τὸν ἄνεμον καὶ τὸ ψῦχος, καὶ ἐκ τούτου λαμβάνουσαι ὄγκον αὐξάνοντα πάντοτε, συγκολλῶνται ἐπὶ τέλους μεταξύ των, πηγνύουσαι τὴν μικρὰν πλάκα τοῦ ὕδατος, ἥτις τὰς διαχωρίζει.

Ἡ ἐπιφάνεια ἅπαξ ληφθεῖσα οὕτω, σχηματίζει ὀθόνην τινὰ στερεὰν, ἥτις προφυλάττει τὰ κάτω στρώματα ἐκ τῆς ταχείας ψύξεως, καὶ μόλις εἰς τὰ μεγάλα καὶ ἐπὶ πολὺ διαρκοῦντα ψύχη, ὁ πάγος αὐξάνων κατὰ βάθος, φθάνει μέχρι ἑνὸς μέτρου ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν καὶ τοῦτο σπανίως εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα.

Ἐὰν κἄποτε παρατηρῇ τις ὑπερόγκους σωροὺς πάγου, οὗτοι σχηματίζονται, καθὼς τὰ ὄρη τοῦ πάγου σχηματίζονται, δηλ. διὰ τῆς ἑνώσεως καὶ ὑπερθέσεως πολλῶν τεμαχίων, ἅτινα ὡς ἐκ τῆς ταραχῆς τοῦ ὕδατος συγκρουόμενα πρὸς ἄλληλα συσσωρεύονται.

88. Διαστολὴ τῶν ἀερίων. Ὁ Γαϊλουσὰκ εἶχεν ἀποδείξει κατὰ τὸ 1804, 1ον ὅτι ἅπαντα τὰ ἀέρια, καὶ τὰ ἐλαστικὰ ῥευστὰ γενικῶς διαστέλλονται ἐξίσου διὰ τῆς θερμότητος, ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν διατηρούμενα, 2ον ὅτι ὁ συνεργὸς τῆς διαστολῆς αὐτῶν εἶναι 0,00375, ἢ $\frac{1}{267}$ δι' ἕκαστον βαθμὸν ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας ὑπεράνω τοῦ 0. Ἡ αὔξησις τοῦ ὄγκου εἶναι $\frac{1}{267}$ τοῦ εἰς τὸ μηδὲν, ὥστε εἰς 267^0 ὁ ὄγκος γίνεται διπλάσιος, ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἀφ' ὅτι εἶναι εἰς τὸ μηδὲν· καὶ ἐὰν τὸ ἀέριον ὑψωθῇ εἰς 100^0 μό-

νον, ἡ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βράζοντος ὕδατος, ἡ αὔξησις τοῦ ὄγκου εἶναι $\frac{100}{267}=\frac{1}{267}$ ὥστε ἡ διαστολὴ αὐτοῦ εἶναι πλέον τοῦ τρίτου τοῦ ὄγκου εἰς τὸ 0.

Πολλοὶ φυσικοὶ ἔκαμον ἐσχάτως ἐρεύνας ἀκριβεῖς καὶ ἐπανειλημμένας ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ, ἐξ ὧν προκύπτει, ὅτι οἱ νόμοι τοῦ Γαϊλουσὰκ δὲν ἔχουσι μὲν μαθηματικὴν ἀκρίβειαν, πλησιάζουσιν ὅμως τόσον εἰς τὴν ἀλήθειαν, ὥστε δύνανται νὰ παραδεχθῶσιν ὡς νόμοι γενικοί, καὶ ὅτι μόνον εἰς τὰς λεπτοτάτας ἐρεύνας εἰσὶν ὑπολογιστέαι αἱ μικραὶ παρεκτροπαί, τὰς ὁποίας παρουσιάζουσι. Μ' ὅλον τοῦτο ὁ συνεργὸς 0, 00375 δοθεὶς παρ' ἐκείνου ὑπέστη μικράν τινα ἐλάττωσιν, κατὰ συνέπειαν τῶν ἐρευνῶν τῶν ΚΚ. Ῥουδβὲργ, Μάγνου, Πουϊλλέτου, καὶ Ῥενιώτου, σήμερον παραδέχονται 0,00367 ἢ $\frac{1}{273}$ διὰ συνεργὸν τῆς διαστολῆς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος· οὕτω μεταβαίνων ἐκ τοῦ 0 εἰς 273^0 ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος διπλασιάζεται ὡς ἐκ τῆς διαστολῆς, καὶ ὄχι εἰς 267^0.

Ὁ Ῥενιῶτος ἀπέδειξεν ὅτι ὁ συνεργὸς τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ὀλίγον μικρότερος, καὶ ὁ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος τι μεγαλείτερος.

Ἡ θερμομετρικὴ κλίμαξ τότε δύναται νὰ ἐκταθῇ ἀορίστως, ὡς τοῦ ἀέρος δυναμένου νὰ θερμανθῇ καὶ νὰ διασταλῇ ἀορίστως, ὅταν περιέχηται εἰς ἀγγεῖον μὴ μεταβάλλον αὐτόν. Ὁ Κ. Πουϊλλέτος κατεσκεύασε κατὰ ταύτην τὴν ἀρχὴν θερμόμετρον μὲ ἀέρα, ἢ μᾶλλον πυρόμετρον μὲ ἀέρα, ἐπιτήδειον εἰς τὸ προσδιορίζειν τὰς μεγάλας θερμοκρασίας. Τὸ ζήτημα καταντᾷ εἰς τὸ νὰ ἐκτιμήσῃ τις τὴν αὔξησιν τοῦ ὄγκου, νὰ τὴν διαιρέσῃ διὰ τοῦ ὄγκου εἰς τὸ μηδὲν καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἵνα ἔχῃ τὴν διαστολήν, ἔπειτα νὰ διαιρέσῃ τὸ πηλίκον αὐτὸ διὰ $\frac{1}{273}$, ἢ νὰ τὸ πολλαπλασιάσῃ ἐπὶ 273 πρὸς εὕρεσιν τῆς ζητουμένης θερμοκρασίας· ἐπειδὴ εἰς ταύτην ὑπάρχουσι τόσοι βαθμοί, ὅσα 273^z εἰς τὴν διαστολήν. Οὕτω τῆς διαστολῆς οὔσης 1, 2, 3, 4, 5 ἢ ἑξάκις ὁ ὄγκος εἰς τὸ μηδὲν, ἡ θερμοκρασία θὰ ἦναι $273\times1=273^0$, $273\times2=546^0$, $273\times3=819^0$ . . . $273\times6=1638^0$.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ μὲ ἀέρα πυρόμετρον τοῦ Κ. Πουϊλλέτου παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 153. Δοχεῖον ἐκ χρυσαργύρου α

κοινωνεῖ διὰ σωλῆνος αβ τοῦ ἰδίου μετάλλου μέ τινα ἄλλον ὑέλινον δ, διηρημένον εἰς ἴσα μέρη χωρητικότητος, καὶ ἔχοντα ὕψος μεγαλείτερον τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος· δεύτερός τις ὑέλινος σωλὴν ν, παράλληλος τοῦ δ, συγκοινωνεῖ μετ' αὐτοῦ διά τινος σιδηροῦ ἀπαρτίσματος μὲ κρουνὸν ρ. Τὸ χρυσαργυροῦν δοχεῖον, ὁ συγκοινωνῶν σωλὴν, καὶ τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ διηρημένου σωλῆνος δ εἰσὶ πλήρη ἀέρος ξηροῦ εἰς Ο θερμοκρασίαν, καὶ ὑπὸ τὴν πίεσιν τὴν δεικνυομένην ὑπὸ τοῦ βαρομέτρου. Ὁ ὑδράργυρος εὑρίσκεται εἰς τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν ἐντὸς τῶν δύο σωλήνων ν καὶ δ, ὅταν τὸ θερμόμετρον θερμαίνηται· ὁ ἀὴρ διαστελλόμενος διέρχεται φθάνον εἰς τὸν διηρημένον σωλῆνα, πλὴν διὰ νὰ διατηρηθῇ εἰς τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν τῆς στιγμῆς, ἀνοίγουσι τὸν κρουνὸν ρ, ἵνα τρέξῃ ὀλίγος ὑδράργυρος· οὕτω, καθ' ὅσον ὁ ἀὴρ διαστελλόμενος συρρέει ἐν τῷ σωλῆνι δ, διατηροῦσιν ἀδιακόπως τὰς δύο στήλας τοῦ ὑδραργύρου εἰς ἰσοσταθμίαν. Ὅταν τὸ δοχεῖον ψύχηται, ὁ ἀὴρ ἐξ ἐναντίας διέρχεται ἐκ τοῦ διηρημένου σωλῆνος εἰς τὸ δοχεῖον, καὶ πρὸς διατήρησιν τῆς ἰσοσταθμίας, ἀπαιτεῖται νὰ εἰσαχθῇ ἐκ νέου ὑδράργυρος εἰς τοὺς σωλῆνας. Καταλαμβάνει δέ τις ὅτι εἰς δεδομένην τινὰ στιγμὴν, ἀφ' οὗ ἡ ἰσορροπία καλῶς ἀποκατασταθῇ, δύναται νὰ προσδιορίσῃ ἀκριβέστατα τὸν ὄγκον τοῦ διασταλέντος ἀέρος, καὶ διελθόντος εἰς τὸν διηρημένον σωλῆνα, καὶ ὅτι, ὑπολογιζομένης τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ καὶ τῆς πιέσεως, δύναται νὰ ἐξαγάγῃ διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν τὸ δοχεῖον εὑρίσκεται ἤδη ὑποβεβλημένον.

Τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ, δι' ἧς ὁ Κ. Πουϊλλέτος προσδιώρισεν εἰς ἑκατοβαθμίους τὰς διαφόρους θερμοκρασίας, ἀνταποκρινομένας εἰς τὰ διάφορα χρώματα, ἅτινα λαμβάνουσιν ὁ χρυσὸς, ὁ χρυσάργυρος, ὁ ἄργυρος καὶ ἄλλα μέταλλα ἀμετάβλητα, ὅταν θερμαίνωσιν αὐτὰ ἐντὸς χημικοῦ ἀγγείου, οὗτινος τὸ πῦρ εἶναι κανονισμένον, ἢ εἰς τὸ πῦρ τῶν σιδηρουργῶν· ἰδοὺ ὁ πίναξ τῶν ἐξαγομένων αὐτῶν.

Χρώματα	Θερμοκρασίαι.
Ἐρυθρὸν ἀρχόμενον μόλις	525
Ἐρυθρὸν σκοτεινὸν	700
Κερασόχρουν ἀρχίζον μόλις	800
Κερασόχρουν	900
Κερασόχρουν ἀνοικτὸν	1000
Χρυσοειδὲς βαθὺ	1100
Χρυσοειδὲς ἀνοικτὸν	1200
Λευκὸν	1300
Λευκὸν λάμπον, δι' ὃ ἀπαιτεῖται μεγαλειτέρα θερμοκρασία τοῦ σιδηρουργικοῦ πυρός	1500—1600

§ 2. Μονὰς Θερμότητος· χωρητικότης τῶν σωμάτων ὡς πρὸς τὴν θερμότητα· εἰδικὴ θερμότης.

89. Σύγκρισις ποσοτήτων θερμότητος. Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος κατεχομένη ὑπό τινος σώματος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ καὶ τοῦ βάρους· ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας, ἐπειδὴ ἀπαιτεῖται νὰ θερμάνῃ τις, ἢ νὰ προσθέσῃ νέας ποσότητας θερμαντικοῦ διὰ νὰ ὑψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν· καὶ νὰ ψυχράνῃ ἢ ν' ἀφαιρέσῃ θερμότητα ἵνα ἐκπέσῃ ἡ θερμοκρασία ἐξαρτᾶται ἐπίσης ἐκ τοῦ βάρους, ἐπειδὴ εἶναι φανερὸν ὅτι ἀπαιτεῖται πλειοτέρα θερμότης ἵνα θερμανθῇ μεγάλη τις μάζα, παρὰ μικρὰ τῆς αὐτῆς οὐσίας.

Ἵνα παραβάλλωμεν πρὸς ἀλλήλας τὰς διαφόρους ποσότητας τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ ἐκλέξωμεν μονάδα τινὰ, ὡς ἐκλέγουσι μονάδας ἐκτάσεως, ὄγκου ἢ βάρους, πρὸς σύγκρισιν τῶν μηκῶν, ὄγκων, ἢ βάρεων. Ἡ μονὰς τῆς θερμότητος καλεῖται θερμογονικὴ μονὰς, καὶ ἐσυμφώνησαν νὰ δεχθῶσι διὰ τοιαύτην, τὸ ἀπαιτούμενον ποσὸν τῆς θερμότητος, διὰ ν' ἀναβῇ ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀπὸ τὸ 0 εἰς 1^0· οὕτω ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀποκτᾷ ἢ ἀποβροφᾷ πότητά τινα θερμαντικοῦ, λαμβανομένην ὡς μονάδα, διὰ νὰ μεταβῇ ἐκ τοῦ 0 εἰς 1^0, καὶ ἀποβάλλει ἄλλην τόσην, ἵνα ἐκπέσῃ ἀπὸ τὸν 1^0 εἰς τὸ 0.

Ὁ ὁρισμὸς οὗτος ὑποθέτει ὅτι ἀπαιτεῖται πάντοτε ἡ αὐτὴ ποσότης ἀπαραλλάκτως διὰ νὰ ὑψωθῇ ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀπὸ τὸ 0 εἰς 1^0, ὁποιαδήποτε καὶ ἂν ἦναι ἡ πηγὴ αὐτὴ τῆς θερμότητος· εἴτε ἐκ τοῦ ἡλίου προέρχεται, εἴτε ἐκ τῆς τριβῆς, ἐξ ἑστίας τινὸς, ἔκ τινος ζῶντος σώματος, χημικῆς ἐνεργείας ἢ ἠλεκτρικῆς, ἢ ἐξ ἄλλης ὁποιασδήποτε πηγῆς. Ἐκ πείρας ἀποδείκνυται τῷ ὄντι, ὅτι ὅλαι αἱ θερμότητες τῶν διαφόρων αὐτῶν πηγῶν καθίστανται αἱ αὐταὶ ὡς πρὸς τὴν φύσιν των, ἅμα ἀπορροφηθῶσι, καὶ τρόπον τινὰ ἐξομοιωθῶσι μὲ τὰ σώματα· δύο χιλιογράμμων ὕδατος εἰς 1^0 δοθέντων χωριστὰ, τίποτε δὲν ἤθελε μᾶς κάμει νὰ διακρίνωμεν τὸ ἓν ἐκ τοῦ ἄλλου.

Σημειωτέον ὅμως ὅτι τὰ ἔχοντα θερμοκρασίαν 0 σώματα, δὲν εἶναι ἄνευ θερμότητος, ἐπειδὴ γίνονται ψυχρότερα ἀφ' ὅ,τι ἦσαν εἰς τὸ 0 δύνανται νὰ ἐκπέσωσι εἰς $-1^0 - 10^0 - 100^0$· λαμβάνουσι θερμοκρασίας ἐπ' ἀόριστον μειουμένας, ἑπομένως χάνουσι ποσότητας ἀορίστου θερμότητος· αἱ συγκρίσεις λοιπὸν, τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ πράξωμεν δὲν ἀναφέρονται εἰς θερμότητας ἀπολύτων ποσοτήτων, ἀγνώστων εἰς ἡμᾶς, ἀλλ' εἰς ποσότητας σχετικάς. Ὅταν λοιπὸν λέγωμεν, ὅτι ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος λαμβάνῃ τόσην ποσότητα θερμαντικοῦ διὰ νὰ μεταβῇ ἐκ τοῦ 0 εἰς 1^0, ἐννοοῦμεν ὅτι εἰς 1^0 ἔχει μίαν μονάδα θερμογονικὴν πλειοτέραν, παρ' ὅ,τι εἶχεν εἰς τὸ 0. Εἶναι βέβαιον ὅτι εἰς τὸ 0 κατέχει ἀκόμη ποσόν τι θερμότητος ἄγνωστον μὲν πρὸς ἡμᾶς, ἀλλ' ὑπάρχον, καὶ μάλιστα μέγα ποσόν.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει εἰς ἅπαντα τὰ σώματα, ὅσον ψυχρὰ καὶ ἂν ὦσι περιέχουσιν ἀκόμη θερμότητα, ὡς ψυχραινόμενα περισσότερον, καὶ δὲν ἔχομεν κανὲν μέσον διὰ νὰ γυμνώσωμεν τὴν ὕλην ἐκ τῆς ὅλης θερμότητος, τὴν ὁποίαν περιέχει. Ὅταν σῶμά τι ἦναι ὁμογενὲς, καὶ πανταχοῦ ἔχῃ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, θεωροῦσιν ὡς βέβαιον, ὅτι ἡ περιεχομένη ποσότης τῆς θερμότητος εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸ βάρος αὐτοῦ· καὶ πραγματικῶς, ἐάν τις ἐννοήσῃ αὐτὸ διῃρημένον εἰς χιλιόγραμμα, ὅλαι αὐταὶ αἱ μονάδες ταυτίζονται πρὸς ἀλλήλας, καὶ δὲν ὑπάρχει λόγος οὐδεὶς ἕνα κατέχῃ ἡ μία περισσοτέραν θερμότητα τῆς ἄλλης· οὕτω 10, 100, 1000 χιλιόγραμμα ὕδατος

εἰς 1^0 περιέχουσι 10, 100, 1000 θερμογονικὰς μονάδας πλειότερον, παρ' ὅσας εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0.

Εἰς τὴν περίστασιν ταύτην ἐπίσης δύναταί τις νὰ εἴπῃ ὅτι αἱ ποσότητες τῆς θερμότητός εἰσιν ἀνάλογοι τῶν ὄγκων· δὲν δύναται ὅμως νὰ εἴπῃ τὸ αὐτὸ καὶ διὰ τὰς θερμοκρασίας· ἀναμφιβόλως ἡ ποσότης τῆς θερμότητος σώματός τινος αὐξάνει, καθ' ὅσον ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψοῦται· πλὴν δὲν ἔχομεν λόγον ἵνα δεχθῶμεν ὅτι αἱ ἀποκτηθεῖσαι ποσότητες τῆς θερμότητός εἰσιν ἀνάλογοι πρὸς τὰς αὐξήσεις τῆς θερμοκρασίας· ὀφείλομεν δὲ νὰ προστρέξωμεν εἰς τὴν πεῖραν διὰ νὰ εὕρωμεν τὸν ὑπάρχοντα δεσμὸν μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν στοιχείων. Ἂς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι μιγνύεται ἓν χιλιόγραμ. ὕδατος εἰς 0 μὲ ἓν ἄλλο χιλιόγραμμον εἰς 2^0· εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ πρώτη μάζα θερμαίνεται μὲ δαπάνην τῆς θερμότητος τῆς δευτέρας, ἥτις ψύχεται· πλὴν τίποτε δὲν προλέγει εἰς ἡμᾶς ποία θὰ ἦναι ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος. Ἡ πεῖρα μᾶς δεικνύει ὅτι αὐτὴ εἶναι 1^0· λοιπὸν τὸ ἓν χιλιόγραμμον ἐκέρδισε μίαν μονάδα θερμογόνου, καὶ τὸ ἄλλο ἔχασε μίαν, ὅπερ σημαίνει ὅτι τὸ ἓν εἶχε λάβει δύο μονάδας διὰ νὰ ὑψωθῇ ἐκ τοῦ 0 εἰς 2^0. Ἐπίσης ἀποδεικνύεται ὅτι δέχεται 4, διὰ ν' ἀναβῇ εἰς 4^0, καὶ 100 ἵνα ὑψωθῇ εἰς 100^0· ἐπειδὴ ἓν χιλιόγραμ. εἰς 100^0 μιγνύμενον μὲ ἓν ἄλλο εἰς 0 παρέχει 2 χιλιογρ. εἰς 50^0 θερμοκρ.

Ἕπεται λοιπὸν ὅτι διὰ τὸ ὕδωρ αἱ ποσότητες τῆς θερμότητός εἰσιν ἀνάλογοι πρὸς τὰς αὐξήσεις τῆς θερμοκρασίας, τοὐλάχιστον μεταξὺ 0 καὶ 100^0· τοῦτο ἀκόμη ἐκφράζεται δι' ἄλλου τινὸς τρόπου ὅτι τὸ ὕδωρ ἔχει χωρητικότητα θερμότητος σταθεράν.

Ἡ χωρητικότης σώματός τινος διὰ τὴν θερμότητα μετρεῖται διὰ τῶν ποσοτήτων τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ἡ μονὰς τοῦ βάρους, διὰ ν' ἀναβῇ ἕνα βαθμόν. Ἡ χωρητικότης εἶναι σταθερὰ, ὅταν ἡ μονὰς τοῦ βάρους λαμβάνῃ τὴν αὐτὴν ποσότητα τῆς θερμότητος διὰ ν' ἀναβῇ ἕνα βαθμὸν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος· εἶναι μεταβλητὴ, ὅταν ἡ μονὰς τοῦ βάρους ἀπαιτῇ ποσότητας διαφόρους διὰ νὰ ὑψωθῇ ἀπὸ ἕνα εἰς ἄλλον βαθμόν.

Οὕτω ὁ ὑδράργυρος ἔχει χωρητικότητα μεταβλητήν· ἐπειδὴ μι-

γνομένου ἑνὸς χιλιογράμμου ὑδραργύρου εἰς τὸ 0^0 μεθ' ἑνὸς ἄλλου χιλ. ὑδραρ. εἰς 300^0, τὸ μίγμα δνὲ ἔχει πλέον 150^0, ἀλλ' ἀνωτέραν θερμοκρασίαν. Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ἓν χιλιογραμ. ὑδραργ. λαμβάνει πλειοτέραν θερμότητα διὰ νὰ νὰ ὑψωθῇ ἀπὸ 299^0 εἰς 300^0, παρ' ὅσην λαμβάνει ἀπὸ τὸ 0 εἰς 1^0. Ἡ χωρητικότης λοιπὸν αὐξάνει μὲ τὴν θερμοκρασίαν· τὸ αὐτὸ συμβαίνει διὰ τὸ πλεῖστον τῶν σωμάτων· πλὴν μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 100^0 ἕκαστον σῶμα διατηρεῖ σχεδὸν χωρητικότητα σταθερὰν, καθὼς τὸ ὕδωρ.

Παραβάλλων τις πρὸς ἄλληλα σώματα διαφόρου φύσεως, τὸ ὕδωρ π. χ. καὶ τὸν ὑδράργυρον, καταντᾷ εἰς τοῦτο τὸ περίεργον ἐξαγόμενον ὅτι αἱ χωρητικότητες αὐτῶν εἰσι κατὰ πολλὰ διάφοροι· καὶ πραγματικῶς, ὅταν ἀναμίξῃ τις ἓν χιλιόγραμμον ὑδραργύρου εἰς 93^0 μὲ ἄλλο χιλιόγραμμον ὕδατος εἰς 0, τὸ μίγμα καλῶς ταραχθὲν δεικνύει μόνον 3^0. Τὸ ὕδωρ ἐκέρδισε μόνον τρεῖς μονάδας θερμογόνου, ὁ ὑδράργυρος ἀπώλεσε τρεῖς, πλὴν ἔχασε 90^0 θερμοκρασίαν· λοιπὸν δι' ἕνα βαθμὸν 1^0 ἀποβάλλει $\frac{3}{90}$ ἢ $\frac{1}{30}$ θερμογόνου. Οὕτω ἡ χωρητικότης τοῦ ὑδραργύρου εἶναι μόνον τὸ $30^{ον}$ τῆς χωρητικότητος τοῦ ὕδατος διὰ τὴν θερμότητα.

Καλεῖται εἰδικὴ θερμότης σώματός τινος, ἡ ἀπαιτουμένη ποσότης τῆς θερμότητος ἵνα ἀναβῇ 1^0 ἡ μονὰς τοῦ βάρους αὐτοῦ τοῦ σώματος. Ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ὕδατος εἶναι 1, ἡ τοῦ ὑδραργύρου $\frac{1}{30}$. Παρατηρεῖ τις ὅτι αἱ χωρητικότητες μετροῦνται διὰ τῶν εἰδικῶν θερμοτήτων, μὲ τὰς ὁποίας εἰσὶν ἀνάλογοι.

90. Ἐφαρμογαί. $1^{ον}$ Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν θερμογονικῶν μονάδων, περιεχομένων εἰς μάζαν τινὰ ὡρισμένην ὕδατος ἀπὸ τὸ μηδὲν καὶ ἐπάνω, ἀρκεῖ νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸ βάρος αὐτοῦ ἐπὶ τὴν θερμοκρασίαν ὑπεράνω τοῦ μηδενός. Οὕτω ἡ ποσότης ἐκ 250 χιλιογράμμων ὕδατος εἰς 20^0 περιέχει 5000 θερμογ. μονάδας πλειότερον, παρ' ὅσον εἰς τὸ 0. Ἐπειδὴ ἓν χιλιόγραμ. εἰς 1^0 περιέχει 1. θερμότητα, 250 χιλιόγραμ. εἰς 1^0 περιέχουσι 250, καὶ 250 εἰς 20^0 $250 \times 20 = 5000$.

$2^{ον}$ Ἵνα εὕρῃ τις τὸν ἀριθμὸν τῶν περιεχομένων θερμογονικῶν μονάδων εἰς μάζαν ὡρισμένην σώματός τινος, πολλαπλασιάζει τὸ

βάρος αὐτοῦ ἐπὶ τὴν θερμοκρασίαν, καὶ τὴν εἰδικὴν αὐτοῦ θερμότητα. Οὕτω μάζα ὑδραργύρου 250 χιλιογράμμων εἰς 60^0 ὑπεράνω τοῦ 0 περιέχει μόνον 500 μονάδας θερμογόν. Ἐπειδὴ ἓν χιλιόγραμμον εἰς 1^0 περιέχει $\frac{1}{30}$ μονάδος θερμ. 250 χιλ. εἰς 1^0 περιέχουσι $\frac{1}{30} \times 250$, καὶ 250 χιλ. εἰς 60^0 $\frac{1}{30} \times 250 \times 60 =$ 500 μοναδ. θερμ.

3ον. Πρὸς εὕρεσιν τῆς θερμοκρασίας, ἣν ὀφείλει νὰ ἔχῃ τὸ μίγμα δύο ποσοτήτων ὡρισμένων ὕδατος, πολλαπλασιάζομεν τὸ βάρος ἑκάστης ἐπὶ τὴν θερμοκρασίαν, καὶ διαιροῦμεν τὸ γενόμενον διὰ τοῦ ἀθροίσματος τοῦ βάρους ἀμφοτέρων. Μιγνυομένων π. χ. 160 χιλιογράμμων ὕδατος εἰς 10^0 μὲ 40 χιλ. εἰς 100^0, ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος θὰ ἦναι $\frac{1600 \times 4000}{200} = 28$. Ἐπειδὴ 160 χιλ. ὕδατος εἰς 10^0 περιέχουσι 1600 θερμ. μονάδας, καὶ 40 χιλ. εἰς 100^0 περιέχουσι 4000, τὸ μίγμα θὰ περιέχῃ 5600· καὶ ἐπειδὴ αὐταὶ αἱ 5600 μονάδες διανέμονται εἰς τὸ ὁλικὸν βάρος ἤτοι εἰς 200 χιλ. ἕκαστον περιέχει $\frac{5600}{200} = 28$, ἑπομένως εὑρίσκεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 28^0.

4ον. Ὅταν μάζα ὕδατος θερμαίνηται, ἢ ψύχηται, ὁ ἀριθ. τῶν θερμ. μονάδων, τὰς ὁποίας κερδίζει, ἢ χάνει, πορίζεται ἐκ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπὶ τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας· 6 χιλιόγρ. ὕδατος μεταβαίνοντα ἀπὸ 15^0 εἰς 25^0, λαμβάνουσι $6 \times 10 = 60$ θερμ. μονάδας, ψυχραινόμενα δὲ καὶ καταβαίνοντα ἀπὸ 15^0 εἰς 10^0 ἀποβάλλουσι $6 \times 5 = 30$.

5ον. Ὅταν σῶμα ὁποιονδήποτε θερμαίνηται, ἢ ψύχηται, ὁ ἀριθμὸς τῶν θερμ. μονάδων, τὰς ὁποίας λαμβάνει, ἢ ἀποβάλλει παρέχεται ἐκ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπὶ τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας καὶ ἐπὶ τὴν εἰδικὴν αὐτοῦ θερμότητα· 6 χιλ. ὑδραργύρου μεταβαίνοντα ἀπὸ 40^0 εἰς 100^0 λαμβάνουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν θερμ. μονάδων $6 \times 60 \times \frac{1}{30} = 12$· ψυχραινόμενα δὲ μέχρι 25^0 ἀποβάλλουσι τὸν ἑπόμενον ἀριθμὸν τῶν θερμ. μονάδων $6 \times 15 \times \frac{1}{30} = 3$.

6ον. Διὰ νὰ εὕρωμεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα σώματός τινος, ψυχραίνομεν αὐτὸ ἐν ὕδατι, μέχρις οὗ ἡ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας

ἀποκαταστα θῇ, καὶ σχηματίζομεν ἔπειτα δύο γινόμενα ἔχοντα διὰ παράγοντας, τὸ μὲν τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, ἐπὶ τὴν ἀποκτηθεῖσαν θερμοκρασίαν, τὸ δὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐπὶ τὸ ποσὸν τῆς ἀπολεσθείσης, ἐξ ὧν τὸ πρῶτον διαιροῦμεν διὰ τοῦ δευτέρου, καὶ ἔχομεν διὰ πηλίκον τὴν εἰδικὴν θερμότητα τοῦ σώματος· καὶ πραγματικῶς εἰς 2 χιλ. ὕδατος εἰς 9^0 ῥίπτοντες 5 χιλιογ. ὑδραργύρου εἰς 100^0, μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας ἔχομεν θερμοκρασίαν 16^0.

Τὰ δύο χιλ. ἐκέρδησαν 7^0 θερμοκρ. ἢ $2\times7=14$ μονάδας θερμ.

Τὰ 5 χιλ. τοῦ ὑδραργύρου ἐξέπεσον ἀπὸ 100^0 εἰς 16^0, ὅθεν ἀπώλεσαν 84^0 ἢ τὸν ἀριθμὸν τῶν θερμ. μονάδων ἐκφραζόμενον διὰ $5\times84\times$ τὴν εἰδικὴν θερμότητα τοῦ ὑδραργύρου· ἀλλ' ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀπολεσθέντων θερμ. μονάδων ἐκ τοῦ ὑδραργύρου, εἶναι ἴσος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ληφθεισῶν παρὰ τοῦ ὕδατος· λοιπὸν θὰ ἔχωμεν $6\times84\times$ τὴν ἄγνωστον εἰδικὴν θερμότητα $=2\times7$· ἡ εἰδικὴ θερμότης ἑπομένως εἶναι ἴση μὲ $\frac{2\times7}{5\times84}=\frac{1}{30}$.

Τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ, ἐφ' ἧς βασίζεται ὁ προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος διὰ τῆς μεθόδου τῶν μιγμάτων· ἐρχόμεθα ἤδη νὰ ὑποδείξωμεν τὰς ἐπὶ τούτου τοῦ εἴδους τῶν πειραμάτων λαμβανομένας προφυλάξεις. (*)

(*) Ἴδοὺ γενικῶς πῶς προσδιορίζεται ἡ χωρητικότης τῶν σωμάτων ὡς πρὸς τὴν θερμότητα, ἢ ἡ εἰδικὴ θερμότης, διὰ τῆς μεθόδου τῶν μιγμάτων, ἐποιαδήποτε καὶ ἂν ὦσι τὰ λαμβανόμενα βάρη. Ἔστω M ἡ μάζα X ἡ χωρητικότης καὶ θ ἡ θερμοκρασία τοῦ ψυχροῦ ὕδατος, M′ ἡ μάζα X′ ἡ χωρητικότης, Θ′ ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμοῦ σώματος καὶ Θ ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος. Ἡ τοῦ ὕδατος ὑψώθη κατὰ Θ—θ, καὶ ἡ ἀποκτηθεῖσα θερμότης δύναται νὰ ἐκφρασθῇ διὰ MX (Θ—θ) διὰ τὸν προεκτεθέντα λόγον (ἴδε ἐφαρμογαί). Ἡ ἀπολεσθεῖσα θερμότης παρὰ τοῦ θερμοῦ σώματος M′ (ἀ ἐκφρασθῇ ἐπίσης διὰ τοῦ M′X′ (θ′—Θ)· ἀλλὰ τὸ κέρδος εἶναι ἴσον μὲ τὴν ζημίαν, ὅθεν ἔχομεν $MX\,(\Theta-\theta)=M'X'(\theta'-\Theta)$, ἐξ οὗ πορίζεται $\frac{X'}{X}=\frac{M'\,(\theta'-\Theta)}{M\;\;(\Theta-\theta)}$. Ἐπειδὴ τὸ δεύτερον μέλος περιέχει ποσότητας γνωστὰς ἐκ τῆς πείρας, εὐκόλως εὑρίσκει τις τὴν σχέσιν $\frac{X'}{X}$ καὶ τέλος τὴν χωρητικότητα ἢ τὴν εἰδικὴν θερμί-

91. Προσδιορισμὸς τῶν εἰδικῶν θερμοτήτων διὰ τῆς μεθόδου τῶν μιγμάτων. Ἐνταῦθα πρόκειται νὰ προσδιορισθῶσι μὲ ἀκρίβειαν πέντε τινὰ δηλ. τὸ βάρος τοῦ ὕδατος καὶ ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία· τὸ βάρος τοῦ σώματος καὶ ἡ ἀρχικὴ αὐτοῦ θερμοκρασία εἰς τὴν στιγμὴν τῆς μίξεως· ἔπειτα ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος, ἀφ' οὗ ἡ ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ· ἀλλ' ἐκτὸς τούτων ἀπαιτεῖται νὰ ἐμποδίσωμεν τὴν ἐπιρροὴν τῆς ἐξωτερικῆς θερμότητος, ἢ νὰ προσδιορισθῇ καὶ νὰ γίνῃ ἡ ἀπαιτουμένη διόρθωσις. Ἄλλο μέσον διὰ νὰ ἐμποδισθῇ ἡ ἐπιρροὴ τῆς ἐξωτερικῆς θερμ. δὲν ὑπάρχει, εἰ μὴ νὰ διατηρηθῇ τὸ ὕδωρ εἰς ἀρχικήν τινα θερμοκρασίαν κατὰ 5^0 ἢ 6^0 ὑπὸ τὴν περικυκλοῦσαν ἐξωτερικὴν, καὶ νὰ ἐκλέξωσι τὰς σχετικὰς μάζας τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ σώματος οὕτως, ὥστε ἡ τελικὴ θερμοκρασία νὰ εὑρίσκηται 5^0 ἢ 6^0 ὑπεράνω τῆς περικυκλούσης· τότε ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελῆται ταχέως, καὶ ὑπὸ τὸν ὅρον τοῦ νὰ θερμαίνηται τὸ ἀγγεῖον κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς πράξεως, ὅσον ψυχραίνεται κατὰ τὸ ἄλλο ἥμισυ, τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐξωτεριαῆς θερμότητος δύνανται νὰ ἐξισωθῶσι. Ἰδοὺ τὸ πείραμα τοῦ Κ. Πουϊλλέτου διὰ τὸν περὶ οὗ ὁ λόγος σκοπόν. Τὸ ὕδωρ περιέχεται εἰς ἀγγεῖον ἐκ χαλκοῦ ἐρυθροῦ λεπτοτάτου (σχῆμα 154), βαῖνον ἐπὶ σκίμποδος ξυλίνου, οὗ οἱ πόδες σύγκεινται ἐκ τριῶν τεμαχίων φελλοῦ. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὑποβάθρου βαίνει περικάλυμμα ὅμοιον, προφυλάττον τὸ ἀγγεῖον ἀπὸ τὰ ῥεύματα τοῦ ἀέρος, καὶ τὰς ἐξωτερικὰς αἰτίας τῆς θερμάνσεως καὶ ψύξεως. Τὸ πῶμα τοῦ ἀγγείου ἔχει ἐν τῷ μέσῳ ὀπὴν, δι' ἧς ῥίπτουσι τὸ σῶμα εἰς εἶδος καλάθου μεταλλίνου λεπτοῦ, ὥστε μένει ἀπηωρημένον ἐν μέσῳ τοῦ ὕδατος. Παρ' ἐκτὸς αὐτῆς ἔχει ἄλλας τρεῖς, μίαν διὰ τὸ θερμόμετρον, καὶ ἄλλας δύο, διὰ τὰς πρὸς τάραξιν τοῦ μίγματος ῥάβδους.

τητα Χ'. Ἐὰν Χ εἶναι ἴση μὲ τὴν μονάδα ὡς συνήθως ὑποτίθεται, αἱ χωρητικότητες τῶν σωμάτων θὰ συγκρίνωνται μὲ τὴν τοῦ ὕδατος, ὡς μονάδα λαμβανεμένην. Τὸ περιέχον τὸ ὕδωρ ἀγγεῖον ἐξασκεῖ ἐπιῤῥοὴν ἀνάλογον μὲ τὴν μάζαν αὐτοῦ Μ'' καὶ τὴν χωρητικότητα αὐτοῦ Χ'', διὰ τοῦτο εἰς τὴν ἐφαρμογὴν ὀφείλει ν' ἀντικαθίσταται τὸ Μ διὰ Μ+Μ''Χ'', Χ ἔντος ἴσου μὲ τὴν μονάδα.

Παρατηροῦσι τὸ θερμόμετρον πρὶν ῥίψωσι τὸ σῶμα, καὶ ἅμα πέσῃ εἰς τὸ κάνιστρον ταράττουσι δραστηρίως, ὅπως τεθῇ εἰς ἰσορροπίαν μὲ τὸ ὕδωρ ὅσον τὸ δυνατὸν ταχέως· συνάμα δὲ παρατηροῦσι τὸ θερμόμετρον, καὶ σημειοῦσι τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν μετὰ τὴν ἰσορροπίαν· ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία τοῦ σώματος παρατηρεῖται ἐντὸς τοῦ ἀγγείου, ἢ τοῦ λουτροῦ ὅπου ἐθερμάνθη.

Ἐπειδὴ τὸ ἀγγεῖον, ἡ ταράττουσα ῥάβδος, καὶ τὸ βυθισμένον μέρος τοῦ θερμομέτρου μετέχουσιν ἐκ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, πολλαπλασιάζουσι τὸ βάρος ἑκάστου ἐπὶ τὴν εἰδικὴν θερμότητα, καὶ τὸ γινόμενον προσθέτουσιν εἰς τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, (ἰδ. ὄπισθ. σημ.), καὶ οὕτω διορθόνεται τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐκτελεῖται τὸ πείραμα.

Ἐξαγόμενον πειράματός τινος.

Ὕδωρ 2 χιλιογρ. θερμοκρασία ἀρχικὴ	12^0
Σίδηρος 1χιλ., 8 ὁμ.	100^0
Θέρμανσις ὕδατος	$20-12=8^0$
Ψύξις σιδήρου	$100-12=80^0$
Μονάδες θερμ. ἀποκτηθεῖσαι ὑπὸ τοῦ ὕδατος	$2\times8=16$
Θερμ. μονάδες ἀποβληθεῖσαι ἐκ τοῦ σιδήρου	$1,8\times80\times$ εἰδ. θερμ.

ἀλλὰ τὸ ἀποκτηθὲν εἶναι ἴσον μὲ τὸ ἀπολεσθέν· λοιπὸν

$$1,8\times80\times\text{εἰδ. θερμ.}=16$$

καὶ εἰδ. θερμότης $= \dfrac{16}{1,8\times80} = \dfrac{16}{144} = 0,111.$

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰ συνηθέστερα ἐξαγόμενα· ἐλήφθησαν ἐκ τῶν ὑπομνημάτων τοῦ Κ. Ῥενιώτου (χρονικὰ Χημείας καὶ Φυσικῆς 1840 καὶ 1841).

Πίναξ τῶν εἰδικῶν θερμοτήτων.

Ὀρείχαλκος	0,0939	Σίδηρος	0,1138
Ὕελος	0,1977	Ψευδάργυρος	0,0955
Ὕδωρ	1,0000	Χαλκὸς	0,0951
Τερεβενθίνης πνεῦμα	4259	Κάδμιον	0,0567

Ἄργυρος	0,0570
Ἀρσενικὸν	0,0814
Μόλυβδος	9,0314
Βισμοῦθον	0.0308
Ἀντιμόνιον	0.0508
Κασσίτερος	0,0562
Νικέλιον	0,1086
Κοβάλτιον	0,1070
Χρυσάργυρος	0,0324
Παλλάτιον	0,0593
Χρυσὸς	0,0324
Ἀνθρακοῦχος σίδηρος (fonte)	0,1298
Θεῖον	0,2026
Σελένιον	0,0837
Γαιώρυχον (tellur)	0,0516
Ἰόδιον	0,0541
Ὑδράργυρος	0,0333
Χάλυψ	0,1185
Μίγμα μολύβδου 1, κασσιτέρου 1	0,0407
— Μολύβδου 1, κασσιτέρου 2	0,0451
— Βισμούθου 1, κασσιτέρου 1,	0,0400
— Βισμούθου 1, κασσιτέρου 2,	0,9450
— Μόλυβδος 1, βισμοῦθον 1 κασσίτερος 2	0,0448
Στυπτηρία corindon	0,1976
Ὀξὺ σιλιγνίου	0,1913
Χλωροῦχος σόδα	0,2140
— πότασσα	0,1730
— ἄργυρος	0,0911
Νιτρικὴ πότασσα	0,2382
— ἄργυρος	0,1435
Ἀνθρακικὴ τίτανος (Spat d' Islande)	0,2086
Ἀνθρακικὸς μόλυβδος	0,0860
Ἄνθραξ (ξύλου)	0,2415
Γραφίτης φυσικὸς	0,2019
Ἀδάμας	0,1469

Αἱ εἰς τὸν πίνακα αὐτὸν περιεχόμεναι εἰδικαὶ θερμότητες ἀνάγονται εἰς θερμοκρασίας μὴ ὑπερβαινούσας 150^0 ἢ 200^0. Ἐπέκεινα αὐτῶν αἱ χωρητικότητες αὐξάνουσιν ἐπὶ μᾶλλον, καθ' ὅσον ἡ θερμοκρασία αὐξάνει. Οὕτω κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Κ. Πουϊλλέτου ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ χρυσαργύρου οὖσα 0,033 εἰς 100^0 γίνεται κατὰ μέσον ὅρον 0,035 εἰς 500^0, 0,037 εἰς 1000^0, καὶ 0,038 εἰς 1200^0.

Μεγάλως θὰ ἠπατᾶτό τις, ἐὰν χωρὶς νὰ ὑπολογίζῃ τὰς διαφορὰς αὐτὰς, ἤθελε νὰ προσδιορίσῃ τὴν θερμοκρασίαν εἰς ἣν εὑρίσκεται 1 χιλιόγρ. χρυσαργύρου π. χ. ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ πυρὸς τοῦ σιδηρουργοῦ, διὰ τῆς θερμοκρασίας, ἣν αὐτὸ δύναται νὰ μεταδώσῃ εἰς μεγάλην τινὰ μάζαν ὕδατος ἐν ᾗ βυθίζεται.

Αἱ χωρητικότητες τῶν ἀερίων ὡς πρὸς τὴν θερμότητα ἐπιτυγχάνονται διὰ μεθόδων ὀλίγον διαφορετικῶν. Ἐνταῦθα ἀναφέρομεν

μόνον τὴν τοῦ ἀέρος, ἥτις εὑρέθη οὖσα 0, 267, λαμβάνοντες αὐτὴν σχετικῶς πρὸς τὸ βάρος, καὶ ὄχι πρὸς τὸν ὄγκον δηλ. ἵνα ὑψώσῃ τις ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν τὴν θερμοκρ. ἑνὸς χιλιογρ. ἀέρος κατὰ 1^0, ὀφείλει νὰ δώσῃ εἰς αὐτὸ πλέον τι τοῦ $\frac{1}{4}$ τῆς θερ. μονάδος. Ὁ προσδιορισμὸς ὅμως αὐτὸς δὲν ἐφαρμόζεται πλέον εἰς θερμοκρασίας ὑπερβαινούσας 150^0 ἢ 200^0· ἐπειδὴ εἶναι πιθανὸν ὅτι ἡ χωρητικότης τοῦ ἀέρος αὐξάνει πολὺ ταχέως μὲ τὴν θερμοκρασίαν, ὅταν ἡ πίεσις μένῃ σταθερά.

Ἡ χωρητικότης τῶν ἀερίων ἐλαττοῦται ὅταν ἡ πίεσις αὐξάνῃ, καὶ τἀνάπαλιν· ἕνεκα τούτου θερμαίνονται, ὅταν θλίβωνται μεγάλως. Ἡ μεγάλη θερμοκρασία ἡ ἐκ τῆς ἰσχυρᾶς καὶ ὁρμητικῆς πιέσεως προκύπτουσα, καὶ ἀνάπτουσα τὸ ἀγαρικὸν εἰς τὸ πνευματικὸν πυρεῖον (ἴδ. ὅπ.), εἶναι συνέπεια τῆς μειώσεως τῆς χωρητικότητος· ἐξ ἐναντίας δὲ ὁ πιεζόμενος ἀὴρ ἐντὸς δοχείου, καὶ ἐξερχόμενος μὲ ὁρμὴν ἔκ τινος κρουνοῦ παράγει τοιοῦτον ψῦχος, ὥστε ὄχι μόνον ψύχει τὸ παρουσιαζόμενον θερμόμετρον, ἀλλ' εἶναι ἱκανὸς νὰ παγώσῃ καὶ τὸν ἀτμὸν τοῦ ὕδατος, τὸν ὁποῖον ἐμπεριέχει, ἢ τὸν ὁποῖον ἀπαντᾷ.

Τὸ πείραμα αὐτὸ γίνεται διὰ τοῦ ὀργάνου σχημ. 155· πιέζουσιν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἢ ἄλλο τι ἀέριον ἐντὸς τοῦ δοχείου δ διὰ τῆς συμπιεστικῆς ἀντλίας εἰς τρεῖς ἢ 4 μόνον ἀτμοσφαίρας, καὶ ἀνοίγουσιν ὀλίγον τὸν κρουνόν· ὁ μὲ ὁρμὴν ἐξερχόμενος ἀὴρ πολλάκις καλύπτει μὲ χιόνα τὸ εἰς τὸν ἀέρα ἐκτεθειμένον θερμόμετρον.

Ἐνίοτε ἐν τοῖς μεταλλείοις μεταχειρίζονται ὑδραυλικὰς μηχανὰς, ἐν αἷς ὑπάρχουσι μεγάλαι μάζαι ὑγροῦ καὶ συμπεπιεσμένου ἀέρος· ἀνοίγοντες εὑρεῖς κρουνοὺς ἵνα δώσωσιν ἔξοδον εἰς αὐτὰ παρατηροῦσιν ἓν εἶδος χιόνος ἀφθόνου, καλυπτούσης τὰ εἰς τὸ ῥεῦμα τοῦ ἐξερχομένου ἀέρος ἐκτεθειμένα σώματα.

§ 3. Θερμαγωγὸν τῶν σωμάτων.

92. Θερμαγωγὸν τῶν στερεῶν. Τὸ θερμαγωγὸν εἶναι ἰδιότης τῶν σωμάτων, δι' ἧς αὐτὰ ἀφίνουσι τὴν θερμότητα νὰ διέρχηται

ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο μέρος τῆς μάζης αὐτῶν. Ὅλα τὰ σώματά εἰσι θερμαγωγὰ, ἐπειδὴ ὅλα θερμαίνονται καὶ ψύχονται ὄχι μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, ἀλλὰ καὶ μέχρι τῶν ἐνδοτάτων μερῶν· συγχωροῦσι λοιπὸν νὰ διέρχηται ἡ θερμότης ἀπὸ τὰ ἐκτὸς εἰς τὰ ἐντὸς, ὅταν θερμαίνωνται, καὶ τἀνάπαλιν ὅταν ψυχραίνωνται· εἰσὶ δὲ κάλλιστοι θερμαγωγοὶ, ὅταν τὴν ἀφίνωσι νὰ διέρχηται εὐκόλως καὶ μὲ ταχύτητα, καὶ κάκιστοι, ὅταν δυσκόλως καὶ μὲ βραδύτητα. Ἐάν τις π. χ. λάβῃ τεμάχιον ἐπίμηκες ἄνθρακος ἐκ ξύλου, καὶ παρόμοιον ἐκ χαλκοῦ ἢ σιδήρου, καὶ δι' ἑνὸς τῶν ἄκρων χώσῃ αὐτὰ ὁριζοντίως εἰς τὸ πῦρ, διὰ νὰ τὰ ἀποσύρῃ μετά τινας στιγμὰς, ἕκαστος γινώσκει ὅτι ὁ σίδηρος καίει καὶ μέχρι τοῦ ἀπωτάτου ἐκ τοῦ πυρὸς σημείου, ἐν ᾧ ὁ ἄνθραξ εἰς μικρὰν μόνον ἀπόστασιν τοῦ ἐν τῇ ἑστίᾳ μέρους αὐτοῦ. Ἡ θερμότης λοιπὸν διεδόθη εἰς τὸν σίδηρον πολὺ καλλίτερον, παρ' εἰς τὸν ἄνθρακα· ὁ σίδηρος τῷ ὄντι συγκαταλέγεται, ὡς καὶ ὅλα τὰ μέταλλα, μεταξὺ τῶν καλλίστων θερμαγωγῶν, καὶ ὁ ἄνθραξ μεταξὺ τῶν κακίστων.

Τὸ πείραμα τοῦ Ἰγγενάουζ παριστάμενον εἰς τὸ σχῆμα 156 δεικνύει τὰς διαφορὰς αὐτὰς μὲ τρόπον περίεργον. Τὸ ὄργανον σύγκειται ἐξ ἀγγείου μεταλλίνου τετραγώνου, φέροντος καθέτως ἐπὶ μιᾶς τῶν πλευρῶν, καὶ εἰς τὴν αὐτὴν γραμμὴν σειρὰν ὁριζόντιον μικρῶν κυλίνδρων ἰσομήκων καὶ ἰσοδιαμέτρων, ἐξ ὧν οἱ μέν εἰσι μετάλλινοι, οἷον ἐξ ἀργύρου, χαλκοῦ, σιδήρου κτλ. οἱ δὲ ἐξ ὑέλου, μαρμάρου, ξύλου, κεράμου κτλ. τούτους προηγουμένως ἐμβάπτουσιν ὅλους ὁμοῦ εἰς κηρὸν τετηγμένον, καὶ τοὺς ἐξάγουσι παρευθύς· κατὰ συνέπειαν δὲ τούτου στρῶμα κηροῦ λεπτὸν καὶ ὁμοιόμορφον πήγνυται ἐφ' ὅλης τῆς ἐκτάσεως αὐτῶν· ἀφ' οὗ οὕτως προπαρασκευασθῇ τὸ πείραμα, καὶ ψυχρανθῇ, χύνουσιν εἰς τὸ ἀγγεῖον ὕδωρ βράζον, μέχρις οὗ ὑπερβῇ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν κυλίνδρων· εἶναι φανερὸν τότε, ὅτι ἐπὶ τῶν καλλιτέρων θερμαγωγῶν ὁ κηρὸς τήκεται εἰς μεγαλειτέραν ἀπόστασιν ἐκ τοῦ τοίχου. Ἐπὶ τοῦ ἀργύρου τήκεται ἕως εἰς τὸ ἄκρον, ἐπὶ τῆς ὑέλου, τοῦ ξύλου, τοῦ κεράμου μόλις τήκεται κατά τινα χιλιοστόμετρα,

Τοιουτοτρόπως ὁ Ἰγγενάουζ πρῶτος ἠδυνήθη τὸ 1780 νὰ κατα-

τάξῃ τὰ στερεὰ σώματα κατὰ τὸ θερμαγωγὸν αὐτῶν· διὰ τὰ μέταλλα ἡ τάξις αὕτη εἶναι ἡ ἀκόλουθος· χρυσὸς, χρυσάργυρος, ἄργυρος χαλκὸς, σίδηρος, ψευδάργυρος κασσίτερος, μόλυβδος.

Ὅσον διὰ τὰ ἄλλα σώματα μὴ μεταλλικὰ, ὁποῖα εἰσὶ τὸ μάρμαρον, οἱ λίθοι, τὰ ξύλα κτλ. ἀπέδειξαν γενικῶς ὅτι εἶναι κακοὶ θερμαγωγοί.

Τὰ ὑγρὰ ἐπίσης εἶναι κακοὶ θερμαγωγοί. Ὁ Ῥουμφόρδ ὑπέθετεν ὅτι στεροῦνται ὅλως τῆς ἰδιότητος αὐτῆς, πλὴν ἡ γνώμη αὕτη δὲν φαίνεται τόσον ἔλλογος· τοὐλάχιστον ὁ **K. Despretz** ἀφήρεσε πᾶσαν περὶ τούτου ἀμφιβολίαν, ἀποδείξας ὅτι στῆλαι ὕδατος θερμαινόμεναι κατὰ τὰ ἄνω, μεταδίδουσι τὴν θερμότητα αὐτῶν ὀλίγον κατ' ὀλίγον εἰς τὰ κατώτερα στρώματα, χωρὶς διόλου ν' ἀποδίδηται ἡ μετάδοσις αὕτη εἰς τὸ περιέχον αὐτὸ στερεὸν σῶμα.

Ὁ ἀὴρ καὶ τὰ ἐλαστικὰ ῥευστὰ πιθανὸν νὰ ἔχωσι θερμαγωγότητα μικροτέραν ἀκόμη καὶ τῶν ὑγρῶν.

93. Περὶ ἰσορροπίας θερμοκρασίας εἰς τὰ στερεὰ, ὑγρὰ, καὶ ἀέρια. Εἰς τὰ στερεὰ σώματα ἡ ἰσορροπία τῆς θερμότητος καθίσταται, ἢ τείνει νὰ καταστα θῇ εἰς ὅλα τὰ μέρη τῆς μάζης ἀποκλειστικῶς διὰ τοῦ θερμαγωγοῦ. Ἐὰν βυθίσῃ τις ἐν εὐρυχώρῳ δοχείῳ περιέχοντι ὕδωρ ζέον σφαῖραν στερεὰν διαμέτρου δεκατομέτρων τινῶν, τὰ ἐξωτερικὰ στρώματα θὰ θερμανθῶσι πρῶτον, πλὴν δὲν θὰ λάβωσιν ἀμέσως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περικυκλοῦντος αὐτὴν ὑγροῦ δηλ. τῶν 100^0· ἐπειδὴ τὸ ἐπιπόλαιον στρῶμα θερμαινόμενον ἔξωθεν, ψύχεται ἔσωθεν διὰ τοῦ ἀμέσως ὑποκάτωθεν στρώματος, ἀφαιροῦντος μέρος τῆς θερμότητος, ἣν ἔσχε τὸ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν· ἀποκτᾷ λοιπὸν ἀφ' ἑνὸς, καὶ ἀποβάλλει ἀφ' ἑτέρου· πλὴν ἐπειδὴ δὲν δύναται νὰ μεταδώσῃ πλειότερον, παρ' ὅσον λαμβάνει, οὔτε μάλιστα ὅλον ἐκεῖνο, ὅπερ δέχεται, διατηρεῖ ἀπὸ τὴν πρώτην στιγμὴν μικράν τινα ὑπεροχὴν θερμοκρασίας· τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται ἀπὸ στρῶμα εἰς στρῶμα μέχρι τοῦ κέντρου· ὥστε εἶναι βέβαιον ὅτι παρέρχεται χρόνος τις πολὺς ἢ ὀλίγος, μέχρις οὗ τὸ κέντρον αὐτὸ αἰσθανθῇ τὴν πρώτην ἐντύπωσιν τῆς θερμάνσεως, λαβοῦσης χώραν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας.

Ὁ χρόνος αὐτὸς προχωρεῖ αὐξάνων κατά τινα σχέσιν πρὸς τὴν ἀκτίνα αὐτὴν τῆς σφαίρας, καὶ καθ' ὅσον ἡ ὕλη αὐτὴ εἶναι ἧττον θερμαγωγός· ἐν τούτοις ἡ εἰδικὴ θερμότης δὲν λείπει καὶ αὐτὴ ἐξασκοῦσα ἐπιρροήν τινα εἰς τὴν περίστασιν ταύτην· ἕκαστον τῶν στοιχείων αὐτῶν ὑπόκειται εἰς ἰδίους νόμους, τοὺς ὁποίους μὴ δυνάμενοι ἐνταῦθα νὰ κάμωμεν γνωστοὺς, περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν ἀνάπτυξιν τῶν αἰτιῶν, καθ' ἃς αὐτὰ ἐνεργοῦσι.

Εἰς τὸ προεκτεθὲν παράδειγμα ἡ σφαῖρα θὰ ἦναι εἰς ἰσορροπίαν θερμοκρασίας, ὅταν ὅλα τὰ σημεῖα τῆς μάζης αὐτῆς φθάσωσιν εἰς θερμ. 100^0, ἥτις εἶναι ἡ τοῦ περικυκλοῦντος ὑγροῦ· ἰσορροπία λοιπὸν θὰ ἦναι ἡ ἰσότης. Πλὴν διὰ νὰ φθάσῃ ἡ σφαῖρα εἰς αὐτὸν τὸν βαθμὸν τῆς θερμοκρασίας, ἀπαιτεῖται χρόνος τις πρώτων λεπτῶν π. χ. ὡρῶν, ἡμερῶν ἢ αἰώνων κατὰ τὴν φύσιν αὐτὴν τῆς ὕλης, καὶ καὶ κατὰ τὴν διάστασιν.

Τὰ λεχθέντα περὶ τῆς θερμάνσεως ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τὴν ψύξιν· οὕτω εἰς μάζας ὄχι μάλιστα τόσον μεγάλας χυτῶν ὑλῶν, ὡς αἱ τῶν ὑελουργικῶν, χωνευτηρίων, τὸ ἐξωτερικὸν εἶναι πρὸ πολλοῦ στερεὸν καὶ σχεδὸν ψυχρὸν, ἐν ᾧ τὸ κέντρον ἀκόμη εἶναι ζυμῶδες, καὶ πολλὰ θερμόν.

Ὅλη ἡ διανομὴ τῆς θερμότητος ἐντὸς τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς εἶναι συνεχὴς ἐφαρμογὴ τῶν νόμων τῆς θερμαγωγότητος· αἱ ἀλλεπάλληλοι μεταβολαὶ τῆς θερμάνσεως τῆς ἡμέρας, καὶ τῆς ψύξεως τῆς νυκτὸς γίνονται ἐπαισθηταὶ εἰς μικρόν τι βάθος μόνον ὑπὸ τὴν γῆν· καὶ τοῦτο ἀποδεικνύει τὸν πολὺ ἐκτεταμένον χρόνον, ὃν ἡ θερμότης δαπανᾷ ἵνα διαδοθῇ εἰς τὰ σώματα· πρὸ πάντων ὅταν ἦναι κακοὶ θερμαγωγοί. Αἱ ἀλλεπάλληλοι μεταβολαὶ τοῦ χειμῶνος καὶ τοῦ θέρους, μέγισται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐλαττοῦνται ταχέως μὲ τὴν βαθύτητα· ὥστε εἰς 20 ἢ 25 μέτρα ὑπὸ τὴν γῆν εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα ἐξαλείφονται ἐντελῶς· τὸ θερμόμετρον δὲν μεταβάλλεται πλέον, μένει ἀκίνητον εἰς ὅλας τὰς μεταβολὰς τῆς ἐπιφανείας, τόσον κατὰ τὸν μέγαν καύσωνα τοῦ ἡλίου, ὅσον καὶ εἰς τὸ δριμύτατον ψῦχος· τὸ στρῶμα αὐτὸ καλεῖται τὸ πρῶτον στρῶμα τῆς ἀμεταβλήτου θερμοκρασίας. Εἰς τοὺς Παρισίους τὸ στρῶμα αὐ-

τὸ εὑρίσκεται 27 μέτρα ὑπὸ τὴν γῆν, καὶ πρὸ δύο σχεδὸν αἰώνων διατηρεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν $11^0,82$. Εἰς βαθύτητας ἔτι μεγαλειτέρας αἱ θερμοκρασίαι εἶναι ἀκόμη ἀμετάβλητοι εἰς ἕκαστον στρῶμα, πλὴν προχωροῦσιν αὔξουσαι ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο στρῶμα, ἄλλοτε περισσότερον, καὶ ἄλλοτε ὀλιγώτερον· ὥστε κατὰ μέσον ὅρον, εἰς ἕκαστον βάθος 30 μέτρων παρατηρεῖται αὔξησις κατὰ 1^0· οὕτω τὰ ἀναπηδητικὰ ὕδατα τῆς Γρενέλης, προερχόμενα ἐκ βάθους 548 μέτρων, ἔχουσι θερμοκρασίαν σταθερὰν $27^0,7$ καὶ ἐνταῦθα παρατηρεῖται αὔξησίς τις κατὰ 1^0 εἰς ἕκαστον βάθος 33 μέτρων. Δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία ὅτι τὰ βαθύτερα καὶ θερμότερα στρώματα χορηγοῦσι θερμότητα εἰς τὰ ὑπερκείμενα ἧττον βαθέα καὶ θερμά· πλὴν ὑπολογιζομένων ὅλων τῶν στοιχείων δηλ. τοῦ θερμαγωγοῦ, τῆς μάζης, καὶ τοῦ χρόνου καταντᾷ τις εἰς τοῦτο τὸ ὁριστικὸν συμπέρασμα, ὅτι ἡ ψύξις τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τῆς ὑδρογείου σφαίρας γίνεται μὲ τόσην βραδύτητα, ὥστε δὲν ἔχει οὐδεμίαν ἐπιρροὴν ἐπαισθητὴν ἐπὶ τῶν θερμοκρασιῶν τῆς ἐπιφανείας. Ἡ δὲ θερμότης καὶ τὸ ψῦχος, ἅπερ ἡμεῖς αἰσθανόμεθα κατὰ τὸ γεωγραφικὸν πλάτος καὶ τὰς ὥρας τοῦ ἔτους, κανονίζονται ἀποκλειστικῶς ἐκ τῆς θερμότητος τοῦ ἡλίου καὶ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ διαστήματος.

Εἰς τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ῥευστὰ γενικῶς ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, ἢ τείνει ν' ἀποκατασταθῇ ὄχι πλέον διὰ μόνων τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς θερμαγωγότητος (ἐπειδὴ οἱ διάφοροι βαθμοὶ τῆς θερμότητος παράγουσιν εἰς ἅπαντα τὰ σώματα διαστολὰς διαφόρους, καὶ ἑπομένως εἰδικὰς βαρύτητας διαφόρους)· ἀλλ' εἰς τὰς ῥευστὰς μάζας ἕνεκα τῆς εὐκινησίας τῶν μορίων ἡ παραμικρὰ σύγχυσις τῆς ἰσορροπίας τῆς θερμότητος καθίσταται σχεδὸν πάντοτε αἰτία κινήσεως ἐν ὅλῃ αὐτῇ τῇ βαρείᾳ ὕλῃ. Τὰ μέρη αὐτῆς τὰ κατασταθέντα ἐλαφρότερα ἕνεκα τῆς θερμότητος, ἀναβαίνουσιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾧ τὰ πυκνότερα καταβαίνουσιν ἵνα καθέξωσι τὴν θέσιν αὐτῶν· ἐντεῦθεν πλῆθος ῥευμάτων ἀντιθέτων, ἀνιόντων καὶ κατιόντων, ἄτινα ἀνακυκῶσι καὶ ἀναμιγνύουσιν ἀκαταπαύστως τὰς διαφόρους στιβάδας τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ἀερίων.

Τὸ παριστάμενον εἰς τὸ σχῆμα 157 πείραμα παρουσιάζει περίερ-

γὴν τοῦ φαινομένου τούτου παράδειγμα. Συνίσταται δὲ εἰς κώδωνα ὑέλινον πλήρη ὕδατος, θερμαινόμενον ἐλαφρὰ κατὰ τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ· τὸ ὕδωρ αὐτὸ περιέχει ὀλίγα πρίσματα (πριονίδια) πλέοντα ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἐξελέγχοντα ὅλας αὐτοῦ τὰς κινήσεις· ἅμα ἡ θερμότης αὐξήσῃ διακρίνεται πλῆθος ῥευμάτων ἀντιθέτων· παρατηρεῖ τις παράδοξόν τινα σύγχυσιν μορίων ἀνιόντων καὶ κατιόντων, καὶ εἶναι βέβαιον ὅτι οὐδὲν μόριον τῆς μάζης δὲν ὑπάρχει ἐν ἠρεμίᾳ.

Ὅταν ἐν καιρῷ γαλήνης παρατηρῇ τις τὴν ὁμίχλην, τὸν ἀτμὸν, τὸν καπνὸν τῶν ἑστιῶν, καὶ μάλιστα τὸν καπνὸν κηροῦ σβυνομένου διακρίνει πλῆθος κινήσεων ἀναλόγων ταῖς προηγουμέναις, καὶ ἐχουσῶν τὴν αὐτὴν αἰτίαν καὶ τὴν αὐτὴν καταγωγήν.

Τὰ φαινόμενα ταῦτα παράγονται κατ' ἀναλογίαν τινὰ ἀσύγκριτον ἐν τῷ κόλπῳ τῶν θαλασσίων ὑδάτων καὶ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων, κατὰ τὴν διακεκαυμένην ζώνην π. χ. στήλη ὕδατος 100 μέτρων ἢ 1000 ὕψους ἔχει βάρος ὀλιγώτερον παρ' ὅσον ἔχει εἰς τὰς θαλάσσας τῆς κατεψυγμένης· ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι εἰς ἴσον βάθος τὰ ὕδατα ὑπὸ τοὺς πόλους πιέζονται ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω πλειότερον, παρ' ὑπὸ τὸν ἰσημερινόν· ἕνεκα λοιπὸν τῆς ὑπεροχῆς αὐτῆς τῆς πιέσεως ἰσορροπία δὲν ὑπάρχει, ἀλλὰ τὰ βαθέα στρώματα τῶν μεσημβρινῶν καὶ βορείων θαλασσῶν ὠθούμενα ὁριζοντίως πρὸς τὸν ἰσημερινόν, παράγουσι δύο εὐρύτατα ῥεύματα πρὸς τὰ κάτω· ἐν ᾧ τὰ θερμὰ καὶ ἐπιπόλαια ὕδατα τοῦ ἰσημερινοῦ ὑψούμενα ἐν μέρει κυλίονται πρὸς τοὺς δύο πόλους ἵνα συγκεράσωσι δῆθεν κατά τινα βαθμὸν τὴν ὑπερβολικὴν τοῦ ψύχους δριμύτητα. Καὶ ἐντὸς τῆς μεγάλης ἀτμοσφαιρικῆς μάζης παρόμοιαι κινήσεις τείνουσιν ἀκαταπαύστως εἰς τὸ παράγεσθαι, πλὴν τροποποιοῦνται ἀδιακόπως σχεδὸν ἀπὸ ἄλλας αἰτίας· ἀπὸ τὴν κεντρόφυγα δύναμιν παράγουσαν τοὺς ἐτησίας ἀνέμους, καὶ ἀπὸ τὸν ἀτμὸν, ὅστις καθ' ἣν στιγμὴν συμπυκνούμενος μεταβάλλεται εἰς ὕδωρ, παράγει ἀνέμους πολλὰ ὁρμητικοὺς, ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ συῤῥέει πανταχόθεν πρὸς πλήρωσιν τοῦ μεγάλου διαστήματος, ὅπερ ἐκεῖνος κατεῖχε.

94. Διατήρησις θερμοκρασιῶν. Ὅλα τὰ σώματα γίνονται ἧττον θερμαγωγὰ, ὅταν καταντῶσιν εἰς κόνιν, ἢ εἰς λεπτὰ νή-

ματα· τὰ πρίσματα τοῦ ξύλου δὲν ἀφίνουσι τὴν θερμότητα νὰ διέλθῃ τόσον εὐκόλως, ὅσον αὐτὸ τὸ ξύλον· ἐπειδὴ τὰ εἰς ἐπαφὴν σημεῖα δὲν εἶναι οὔτε τόσον πολλὰ, οὔτε ἐφάπτονται στενῶς, καθ' ὅσον ὅμως πιέζονται, ἡ συνάφεια αὐξάνει, καὶ ἡ θερμότης διέρχεται καλλίτερον· καὶ ἐὰν ληφθῶσιν εἰς βαθμὸν, ὥστε νὰ κατασταθῶσιν πυκνότερα καὶ τοῦ ξύλου, δὲν εἶναι διόλου θαυμαστὸν, ἂν γίνωσι θερμαγωγότερα ἐκείνου· μ' ὅλον τοῦτο τὰ πριονίδια αὐτὰ δὲν πρέπει νὰ ἦναι ὀλίγα καὶ τόσον ἀραιὰ μεταξύ των, ἐπειδὴ ὁ περὶ αὐτὰ ἀὴρ λαμβάνει πλειοτέραν ἐλευθερίαν κυκλοφορίας μεταξὺ αὐτῶν, μεταφέρει τὴν θερμότητα ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο, ῥεύματα πολυάριθμα ἀποκαθίστανται, καὶ ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος ἐκτελεῖται ταχύτερον, παρ' ὅσον εἰς τὸ ξύλον αὐτό.

Διὰ νὰ συνθέσωμεν λοιπὸν σώματα ἧττον θερμαγωγὰ, ἀπαιτεῖται ὁ διπλοῦς οὗτος ὅρος νὰ ἐκπληρωθῇ· δηλ. νὰ στενοχωρήσωμεν πολὺ τὰς κινήσεις τοῦ ἀέρος, καὶ μεταχειρισθῶμεν ὅσον τὸ δυνατὸν ὀλιγωτέραν μάζαν ὕλης μὴ θερμαγωγοῦ.

Οἱ ὅροι οὗτοι θαυμασίως ἐκπληροῦνται εἰς τὸν ὀργανισμὸν τινων ζώων, εἰς ἐκείνων πρὸ πάντων, ἅτινα ἔχουσι χρείαν θερμοκρασίας μεγαλειτέρας τοῦ περιέχοντος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ζῶσι· παράδειγμα τούτου ἔχομεν τὰ πτερὰ τῶν πτηνῶν· ἡ πρὸς σύνθεσιν αὐτῶν ὕλη εἶναι κάκιστος θερμαγωγὸς, περὶ πλέον ἡ ὕλη αὕτη εἶναι συντεθειμένη μὲ τρόπον ὥστε νὰ περιέχῃ μέγαν ὄγκον ἀέρος, οὕτω ὑποδιῃρημένου, οὕτω στενοχωρημένου πανταχόθεν, ὥστε δὲν δύναται κατ' οὐδένα τρόπον νὰ ὑποταχθῇ εἰς τοὺς νόμους τῆς πυκνότητος. Ἡ τοιαύτη σύστασις τῶν πτερῶν δὲν ἤθελεν ἀρκέσει ἀκόμη διὰ τὰ πτηνὰ τὰ προωρισμένα νὰ ζῶσιν εἰς ψυχροτάτας χώρας· ὅθεν ἐκτὸς τῶν ἐξωτερικῶν πτερῶν, ἅτινα ὀφείλουσι ν' ἀνθίστανται εἰς τὸν ἄνεμον καὶ τὴν βροχὴν, ὑπάρχει ἀκόμη πρὸς συμπλήρωσιν τῆς ἐνδυμασίας αὐτῶν καὶ πτίλον τι ἔτι λεπτότερον καὶ ἀραιότερον, ὡς εἶναι τὸ πτίλον τῶν νησσῶν τῆς ἄρκτου, ὅπερ εἶναι τὸ δραστικώτερον ὅλων τῶν σωμάτων πρὸς διακώλυσιν τῶν κινήσεων τῆς θερμότητος.

Αἱ διφθέραι παντὸς εἴδους φαίνονται συντεθειμέναι διὰ τὸν αὐτὸν σκοπόν· ἐπειδὴ μεταβάλλονται μὲ τὰς ὥρας τοῦ ἔτους καὶ πρὸ πάν-

των μὲ τὰ κλίματα· εἰς τὰ θερμὰ κλίματα εἶναι γενικῶς ἀραὶ καὶ παχέαι, ἐν ᾧ εἰς τὰ ψυχρά εἰσι λεπτόταται, σφικταὶ, καὶ ἐλαφραὶ, ἑπομένως ἧττον διαχωρητοὶ τῆς θερμότητος ἢ τοῦ ψύχους, ἀφ' ὅσα δυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν ὑφάσματα.

Εἰς τὰς φυτικὰς οὐσίας οἱ φλοιοὶ τῶν δένδρων ἔχουσιν ἐπίσης κατασκευὴν τοιαύτην, ὥστε ἡ θερμότης νὰ διέρχηται δυσκόλως· ἡ διάταξις καὶ σύστασις τῆς ὕλης, ὡς καὶ ὁ τρόπος τῆς διαιρέσεως αὐτῆς διαφέρει, πλὴν ὁ σκοπὸς εἶναι ὁ αὐτός. Ὁ φλοιὸς ἀντὶ νὰ ἦναι πυκνὸς, εἶναι πορώδης, πλήρης ἀέρος, συγκείμενος γενικῶς ἀπὸ φυλλάρια διακεκομμένα μὲ ἴνας χαλαρὰς, καὶ ἄμματα εὐρύχωρα, ὧν τὸ θερμαγωγὸν εἶναι πάντοτε μικρότερον ἀπὸ τὸ τοῦ ξύλου αὐτοῦ.

Τὰ παραδείγματα αὐτὰ δεικνύουσιν ὁποίαν μέλλει τις ν' ἀκολουθήσῃ ὁδὸν ὅταν πρόκηται νὰ κατασκευάσῃ σώματα ἧττον θερμαγωγὰ, ἐπιτήδεια πρὸς διατήρησιν τῆς θερμοκρασίας. Ταῦτα ἐξηγοῦσι, πόσον οἱ γεωργοὶ ἔχουσι δίκαιον νὰ φοβῶνται τὰ μεγάλα ψύχη τοῦ χειμῶνος, ὅταν ἡ γῆ δὲν ἦναι σκεπασμένη μὲ στρῶμα πυκνὸν χιόνος. Ὁ πάγος εἶναι κακὸς θερμαγωγὸς, ἡ χιὼν ἔτι μᾶλλον, ὡς ἐκ τούτου ἐμποδίζει τὴν ψύξιν τῆς γῆς, καὶ προφυλάττει ἐκ τοῦ παγετοῦ ὅλας τὰς λεπτοφυεῖς ῥίζας.

Ἐνταῦθα βλέπει τις ἐπίσης πόσον δύναται νὰ ὠφελῆται ἐκ τῶν ξηρῶν φυλλαρίων, τῶν βρύων, ἀχύρων, ὅπως ἐμποδίζῃ τὴν μεγάλην ψύξιν τῶν μικρῶν φυτῶν ἐν καιρῷ χειμῶνος, καὶ τοὺς νέους βλαστοὺς κατὰ τὴν ἄνοιξιν.

Πρὸς διατήρησιν τοῦ πάγου ἐν καιρῷ τοῦ θέρους δὲν ἀπαιτοῦνται ἄλλαι προφυλάξεις, παρ' ὅσαι ἐν καιρῷ χειμῶνος ἵνα ἐμποδίσῃ τις τὴν ψύξιν· εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν ὀφείλει ἡ εἴσοδος τῆς θερμότητος νὰ ἐμποδισθῇ· εἰς ἀμφοτέρας δ' ἓν μόνον μέσον χρειάζεται ν' ἀντιταχθῶσιν, ὡς κωλύματα σώματα κάκιστοι θερμαγωγοὶ, συμφώνως μὲ τοὺς ὁποίους ἀνωτέρω ὑπεδείξαμεν ὅρους.

§ 4. Τῆξις καὶ πῆξις Ἡ στεροποίησις.

95. Ὅροι πρὸς τῆξιν. Ὁ πάγος τήκεται πάντοτε εἰς τὴν

αὐτὴν θερμοκρασίαν, εἴτε κατὰ μάζας ὀγκώδεις παρυσιάζεται, εἴτε εἰς τεμάχια, ὡς ἡ χάλαζα, εἴτε τέλος εἰς λεπτὰ μόρια, ὡς ἡ χιών. Δύναται νὰ λάβῃ ὅλας τὰς ὑπὸ τὸ σημεῖον τῆς τήξεως θερμοκρασίας· δηλ. νὰ φθάσῃ εἰς 10^0, 20^0, 1000^0, ὑπὸ τὸ μηδέν· πλὴν δὲν δύναται νὰ ὑποστῇ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν αὐτοῦ τοῦ ὁρίου· ἅμα φθάσῃ ἐκεῖ παύει τοῦ θερμαίνεσθαι, μεταβάλλει κατάστασιν, καὶ μεταβαίνει ἀπὸ στερεὰν εἰς ὑγρὰν κατάστασιν· ὅλα τὰ ταχερὰ σώματα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα αὐτήν· ἕκαστον ὅμως ἔχει τὸ σημεῖον τῆς τήξεώς του, σχεδὸν οὕτω ὡρισμένον καὶ σταθερὸν, ὡς τὸ τοῦ πάγου. Τοιουτοτρόπως ὁ στερεὸς ὑδράργυρος τήκεται, εἰς $41^0{,}5$ ὑπὸ τὸ μηδέν· ὁ κηρὸς τῆς μελίσσης εἰς 26^0 ὑπεράνω τοῦ μηδενός· ὁ μόλυβδος, εἰς 332^0· ὁ ἄργυρος εἰς 1000^0· καὶ ὁ χρυσὸς, εἰς 1200^0.

Ἐπειδὴ σῶμά τι δὲν δύναται ποτὲ νὰ θερμανθῇ ἐπέκεινα τοῦ σημείου τῆς τήξεως, ἔπεται ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως μένει σταθερῶς εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· τὸ περὶ αὐτὸ ὑγρὸν, τὸ πρὸ μικροῦ μεταβαλὸν τὴν κατάστασίν του καλῶς δύναται νὰ θερμανθῇ, ἀλλὰ τὸ μένον εἰς στερεὰν κατάστασιν ὄχι· ὅταν εἰς ἀγγεῖον ὑπάρχῃ ὕδωρ πολὺ καὶ ὀλίγος πάγος, τὸ ὕδωρ δύναται νὰ εὑρεθῇ εἰς πολλοὺς βαθμοὺς ὑπεράνω τοῦ μηδενὸς, πλὴν ὁ πάγος αὐτὸς εὑρίσκεται εἰς τὸ μηδέν· ἡ ἰσορροπία δὲν ἀποκαθίσταται, καὶ τήκεται τόσον ταχύτερον, ὅσον περισσότερον ἀνακυκᾶται ἐντὸς αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, τοῦ μεταδίδοντος τὴν ἰδίαν θερμότητα.

Ἐν ᾧ ἡ τῆξις ἐκτελεῖται, τὰ σώματα ἀπορροφῶσι κεκρυμμένην θερμότητα, καὶ τοῦτο εἰκάζεται ἐκ τῆς βραδύτητος, μὲ τὴν ὁποίαν τὰ σώματα τήκονται, ὡς καὶ κατ' εὐθεῖαν διὰ τῆς πείρας δύναται ν' ἀποδειχθῇ. Διὰ τὸν πάγον ἐνεργοῦσιν ὡς ἀκολούθως· λαμβάνουσιν ἀγγεῖον χάλκινον λεπτὸν περιέχον πλέον τι τῶν δύο λιτρῶν· ἐγχέουσιν αὐτῷ ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος εἰς 80^0· ῥίπτουσι προσέτι ἓν χιλιόγραμον χιόνος ἢ πάγου εἰς 0, εἰς λεπτὰ τεμάχια, ξηροῦ, ἢ τοὐλάχιστον καλῶς ἀπεσταγμένου· ταράττουσι ταχέως τὸ μίγμα, καὶ μετ' ὀλίγας στιγμὰς, ὅταν ὁ πάγος τηχθῇ, ἡ ὅλη μάζα εὑρίσκεται εἰς 0 θερμοκρασίαν· τὸ χιλιόγραμμον λοιπὸν τοῦ θερμοῦ ὕδατος ἀπώλεσεν 80 μονάδας θερμ. τὸ τοῦ πάγου δὲν ἐθερμάνθη, ἐπειδὴ

εὑρίσκεται εἰς 0 θερμ.. ὡς καὶ πρότερον· πλὴν μετέβαλλε κατάστασιν, διελύθη· τοῦτο λοιπὸν ἀποδίδεται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς τήξεως, ἢ εἰς τὴν μετάβασιν αὐτὴν ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἥτις ἀπερρόφησεν, ἢ μᾶλλον ἔκρυψε ὅλον αὐτὸ τὸ ποσὸν τοῦ θερμαντικοῦ· ἕνεκα τούτου καλεῖται καὶ λανθάνουσα θερμότης, ἢ κεκρυμμένον θερμαντικόν· καὶ τὸ πείραμα αὐτὸ ἀποδεικνύει ὅτι ἡ λανθάνουσα θερμότης τοῦ πάγου εἶναι 80 μονάδες θερμ..

Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς αὐτῆς στηρίζεται καὶ τὸ θερμογονικὸν μέτρον τοῦ Λαβοϊζιέρου καὶ Λαπλὰς, ἐπιτήδειον εἰς τὸ προσδιορίζειν τὰς εἰδικὰς θερμότητας, τὰς ἐκ τῶν χημικῶν συνθέσεων, καὶ γενικῶς ὅλας τὰς ποσότητας τοῦ θερμαντικοῦ προερχομένας ἐκ τῶν σωμάτων, ἢ ἐκλυομένας κατὰ τὴν ψύξιν αὐτῶν. Τὸ ὄργανον αὐτὸ σύγκειται ἐκ τριῶν ἀγγείων διατεθειμένων τοῦ ἑνὸς ἐντὸς τοῦ ἄλλου· ἐν τῷ ἐνδοτέρῳ τίθεται τὸ ψυχόμενον σῶμα· εἰς τὸ μεσαῖον ὑπάρχει ποσότης τις πάγου πτιγμένου, περικαλύπτουσα τὸ ἐνδότερον ἀγγεῖον, καὶ δεχομένη τὴν θερμότητα τοῦ σώματος· τὸ ἐξωτερικὸν ἐπίσης εἶναι πλῆρες πτιγμένου πάγου, χρησιμεύοντος εἰς τὸ προφυλάττειν τὸ πρῶτον ἀγγεῖον ἐκ τῆς ἐξωτερικῆς θερμότητος· οὕτω διατεθειμένου τοῦ σκεύους αὐτοῦ, ὅλη ἡ ἀποβαλλομένη ἐκ τοῦ σώματος θερμότης χρησιμεύει πρὸς τῆξιν τοῦ περικυκλοῦντος αὐτὸ πάγου, καὶ οὐδεμία ἄλλη θερμότης λαμβάνει μέρος, ἀρκεῖ μόνον νὰ συνάξωμεν καλῶς τὸ ἐκ ταύτης προκύπτον ὕδωρ διὰ τοῦ κρουνοῦ ρ τοῦ καθέτου σωλῆνος (ἴδ. σχῆμα 158)· ὁ ἀριθμὸς τῶν θερμ.. μονάδων ἀποβληθέντων ἐκ τοῦ σώματος εἶναι ἴσος μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκ τῆς τήξεως προερχομένου ὕδατος, ἐκφραζομένου εἰς χιλιόγραμμα, πολλαπλασιαζόμενα ἐπὶ 80· ἐπειδὴ ἓν χιλιόγραμμον πάγου ἀπαιτεῖ 80 μονάδας πρὸς τῆξιν.

Ἡ μέθοδος τῶν μιγμάτων, καλῶς διεξαγομένη παρέχει πλειοτέραν ἀκρίβειαν, ἐπειδὴ εἰς τοῦτο ἓν μέρος ὕδατος μένει προσκολλημένον εἰς τὸν πάγον.

Τὸ φαινόμενον τῆς ἀπορροφήσεως τῆς λανθανούσης θερμότητος εἶναι γενικόν· ἐφαρμόζεται καὶ εἰς ἄλλα σώματα ἐκτὸς τοῦ πάγου, ἐπειδὴ ἕκαστον θὰ ἔχῃ ἰδίαν τινὰ ποσότητα κεκρυμμένου θερμαντικοῦ, ὡς ἔχει καὶ ἴδιον σημεῖον τήξεως.

Ἰδοὺ, κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Κ. Περσὸν, ὁ πίναξ τῶν σημείων τῆς τήξεως σωμάτων τινῶν, καὶ αἱ τούτων λανθάνουσαι θερμότητες.

Οὐσίαι	σημεῖον τήξεως	Θερμ. λανθ. δι' ἑκάστην μονάδα βάρους
Ἅλας κοινὸν	28,5	15,79
Σόδα φωσφορικὴ	36,4	54,65
Κηρὸς μελίσσης (ὠχρὸς)	62,0	43,51
Θεῖον	115,0	9,17
Κασσίτερος	235,0	14,30
Νιτρικὴ σόδα	310,5	62,98
Μόλυβδος	332,0	5,15
Νιτρικὴ πότασσα	339,0	46,18
Ψευδάργυρος	423,0	27,46
Φώσφορος	44,2	4,71

Αἱ λανθάνουσαι θερμότητες ἐκφράζονται εἰς μοναδ. θερμογονικὰς οὕτω ἐν ᾧ χρειάζονται 80 μονάδες θερμ. πρὸς τῆξιν ἑνὸς χιλ. πάγου, ἀπαιτοῦνται μόνον 9,17 δι' ἓν χιλιογρ. θείου· 5,15, δι' ἓν χιλ. μολύβδου.

Ὑπάρχουσι λοιπὸν δύο συνθῆκαι πρὸς τῆξιν σώματός τινος. Ἡ πρώτη τὸ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον τῆς τήξεως· ἡ δευτέρα νὰ λάβῃ τὴν ἀναγκαίαν λανθάνουσαν θερμότητα.

Τὰ ἐξαγόμενα αὐτὰ ἐξηγοῦσι τὴν βραδύτητα, ἢ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποίαν τὰ σώματα ῥευστοποιοῦνται· ὁ πάγος τήκεται βραδέως, ἐπειδὴ ἡ λανθάνουσα θερμότης αὐτοῦ εἶναι μεγίστη· ὁ φώσφορος καὶ ὁ μόλυβδος τήκονται ταχέως, διὰ τὸν ἐναντίον λόγον.

Δὲν εἶναι λοιπὸν διόλου θαυμαστὸν, σωροὶ πάγου νὰ διατηρῶνται πολὺν καιρὸν μετὰ τὴν διάλυσιν τῶν χιόνων ὑπὸ χλιαρὸν ἀέρα, ὄντες μάλιστα ἐκτεθειμένοι εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτίνας· ἐπειδὴ ἀπαιτεῖται μέγας ὄγκος ἀέρος εἰς 8^0 ἢ 10^0, ἵνα χορηγήσῃ εἰς τὸν τηκόμενον αὐτὸν πάγον ὅλην τὴν θερμότητα τῆς ῥευστότητος, ἀπαραιτήτου πρὸς τῆξιν αὐτοῦ.

Ἐπίσης ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων παρατηρεῖ τις σωροὺς πάγων

προχωρούντων ἐν ταῖς κοιλάσιν, ὧν οἱ ὄγκοι μόλις ἐλαττοῦνται ὀλίγον εἰς τὸ διάστημα θερμοτάτου θέρους.

Παρατηρητέον ὅμως ὅτι ὅλα τὰ τακερὰ σώματα δὲν μεταβάλλουσι κατάστασιν μὲ τρόπον τόσον αἰφνίδιον καὶ ἀπότομον, ὡς ὁ πάγος. Εἰσί τινα, ὡς ὁ βούτυρος, τὸ λίπος, αἱ ῥητῖναι, αἵτινες ἀπαλύνονται πρότερον, καὶ οὕτω ῥευστοποιοῦνται· ὑπάρχουσιν ἄλλαι, ὡς ἡ ὕελος καί τινα μέταλλα, μὴ φθάνοντα ποτὲ εἰς τελείαν ῥευστότητα.

Τὸ θεῖον ἐπίσης παρουσιάζει ἐξαίρεσίν τινα περίεργον· ὅταν βραδέως τήκηται γίνεται πολὺ ῥευστὸν μέχρι 150^0 περίπου, θερμαινόμενον δὲ περισσότερον μεταβάλλει χρῶμα, γίνεται ἐρυθρὸν καὶ γλοιῶδες· ἔπειτα, ὑψωθείσης εἰσέτι τῆς θερμοκρασίας μέχρι 220^0 ἢ 250^0, γίνεται ὅλως ἐρυθρὸν, σκιερὸν καὶ ἀπαλὸν, ὡς ζύμη.

96. Μίγματα ψυκτικά. Αἱ χημικαὶ σχέσεις δύνανται νὰ μεταβάλλωσι τὸ σημεῖον τῆς τήξεως τῶν σωμάτων, ὄχι ὅμως καὶ τὸν ὅρον τῆς λανθανούσης θερμότητος· οὕτω ὁ εἰς οἰνόπνευμα ἄνυδρον ῥιπτόμενος πάγος ψύχει αὐτὸ εἰς 8^0 ἢ 10^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν· ὁ πάγος τήκεται, καὶ τὸ οἰνόπνευμα ψύχεται περισσότερον· ἐὰν δὲ ἀναμιχθῇ ἀμέσως ἓν χιλιογρ. χιόνος μὲ δύο λίτρας οἰνοπνεύματος, ἡ χιὼν τήκεται ταχύτερον ἕνεκα τῆς ἐκ μορίων συστάσεως αὐτῆς, καὶ ἔχομεν ἐπίσης μίγμα τι ψυκτικὸν κατὰ 20^0 καὶ 30^0 ὑπὸ τὸ μηδέν. Δι' αὐτοῦ τοῦ ἰδίου μίγματος τῆς χιόνος καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος κατασκευάζεται καὶ δεύτερον, καὶ εἶναι εὔκολον νὰ φθάσῃ τις δι' ἀλλεπαλλήλων ἐργασιῶν τοιούτων εἰς τὴν παραγωγὴν τῶν μεγαλειτέρων ψύχεων. Ἐπειδὴ τὸ σύνηθες οἰνόπνευμα δὲν πήγνυται, εἰμὴ εἰς 80^0 θερμ. ὑπὸ τὸ 0.

Αἰτία τῶν ψύξεων αὐτῶν εἶναι ἡ λανθάνουσα θερμότης τοῦ πάγου. Ἡ χημικὴ συγγένεια τοῦ οἰνοπνεύματος μετ' αὐτοῦ προξενεῖ τὴν διάλυσιν, καὶ χορηγεῖ πρὸς αὐτὸν ἰδίᾳ δαπάνῃ τὸ πρὸς τῆξιν ἀναγκαῖον κεκρυμμένον θερμαντικὸν· εἰς τρόπον ὥστε ἀρκεῖ νὰ γνωρίζῃ τις τὰς εἰδικὰς θερμότητας τῶν συνθετομένων στοιχείων, καὶ τὴν τοῦ μίγματος αὐτοῦ, ἵνα προσδιορίσῃ τὴν παραχθησομένην ψύξιν.

Ἀνάλογα ἀποτελέσματα ἐπιτυγχάνονται μὲ τὴν χιόνα, ἢ τὸν πτιγμένον πάγον, καὶ τὸ θειϊκὸν ὀξὺ ἔνυδρον. Ὑπάρχουσι μάλιστα ἅλατα δυνάμενα ν' ἀντικαταστήσωσι τὸν πάγον, εἰς αὐτὰς τὰς ἐργασίας. Ταῦτα δέ εἰσιν τὰ ἐμπεριέχοντα μέγα τι ποσὸν ὕδατος κρυσταλλωμένου, καὶ τοιαῦτα εἶναι ἡ θειϊκὴ καὶ φωσφορικὴ σόδα· ἐν τούτοις τὸ ὕδωρ εὑρίσκεται πραγματικῶς εἰς στερεὰν κατάστασιν, καὶ τηκόμενον διὰ τῆς διαλύσεως τοῦ ἅλατος, ψύχει τὸ μίγμα, λαμβάνον παρ' αὐτοῦ τὴν ἀναγκαίαν λανθάνουσαν θερμότητα· ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ εὑρεθῶσιν ὑγρὰ ἱκανὰ νὰ διαλύωσιν ἀρκοῦσαν ποσότητα τῶν ἁλάτων αὐτῶν, καὶ τοιαύτην ἰδιότητα ἔχουσι τὸ θειϊκὸν καὶ χλωρυδρικὸν ὀξύ.

Ἐπὶ ταύτης τῆς ἀρχῆς στηρίζονται τὰ ἐπινοηθέντα διάφορα μέσα πρὸς κατασκευὴν πάγου ἐν καιρῷ θέρους, χωρὶς νὰ λαμβάνῃ οὐδὲν μέρος ὁ πάγος αὐτός. Τὸ πρὸς τοῦτο ἁπλούστερον ὄργανον παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 159 καὶ 160. Σύγκειται δ' ἔκ τινος κάδου ἐκ παφύλου Α, προσδιωρισμένου εἰς τὸ δέχεσθαι τὸ ψυκτικὸν μίγμα, καὶ ἐξ ἑτέρου Β, ἐπίσης ἐκ παφύλου περιέχοντος τὸ πρὸς ψύξιν ὕδωρ. Τὸ τελευταῖον βλέπει τις εἰς τὸ σχῆμα 160, καὶ ἐν μέρει παρίσταται καὶ εἰς τὸ σχῆμα 159· εἶναι δ' ἐσχηματισμένον ἐκ δύο κόνων, τὸ δὲ ὕδωρ τίθεται μεταξὺ αὐτῶν, τοῦ ἐσωτερικοῦ κώνου ὄντος ἀνοικτοῦ καὶ κάτωθεν, βυθιζομένου ἐν τῷ ἐξωτερικῷ, τὸ ψυκτικὸν μίγμα ἀναβαίνει μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, καὶ οὕτω ἔχει τις τὸ διπλοῦν ὄφελος τοῦ ψύχειν αὐτὸ καὶ διὰ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, καὶ σχηματίζειν ὡς ἐκ τῆς πήξεως κῶνόν τινα κοῖλον πάγου, ἐξερχόμενον εὐκόλως ἐκ τοῦ ἀγγείου, ὅταν στρέψῃ τις αὐτό.

Τὸ μίγμα σύγκειται ἀπὸ 0κ,80 χλωρυδρικοῦ ὀξέος, καὶ 1κ 20 θειϊκῆς σόδας, καὶ χύνεται εἰς τὸ ἀγγεῖον Α, φέρον ἐξωτερικῶς παχὺ περικάλυμμα ἐκ παρυφῶν ἐριούχων ὑφασμάτων, διὰ νὰ προφυλάττηται ἐκ τοῦ ψύχους· τὸ χρονικὸν διάστημα, κατὰ τὸ ὁποῖον τὸ ὕδωρ παγόνει, ὑπολογίζεται εἰς 20 πρῶτα λεπτά.

Ὅταν τὸ σκεῦος αὐτὸ ἦναι πρὸς χρῆσιν τῆς κατασκευῆς τῶν παγωτῶν, τὸ ἀγγεῖον Β ἀντικαθίσταται διὰ κασσιτερίνου τινός·

καὶ τότε εἶναι χρεία ν' ἀνακατώνηται ἀδιακόπως ἕως $\frac{3}{4}$ τῆς ὥρας, καὶ εἰς κάθε τέταρτον νὰ ἀνανεόνηται τὸ ψυκτικὸν μίγμα. Οἱ κατασκευάζοντες τὰ παγωτὰ συνήθως μεταχειρίζονται στερεὰ σώματος, ὡς τὸ κοινὸν ἅλας μεμιγμένον μὲ χιόνα, ἢ μὲ πάγον πτιγμένον, λαμβανόμενα εἰς ἴσα βάρη καὶ εἰς θερμ. 0. Ἐκ τῆς στενῆς μίξεως αὐτῶν προκύπτει εἴδός τι φυράματος, ὅπερ ῥευστοποιούμενον πίπτει παρ' εὐθὺς εἰς 18^0 ἢ καὶ 20^0 ὑπὸ τὸ μηδέν.

Παρόμοιον ἀποτέλεσμα παράγεται, κατὰ τὴν παρατήρησιν τοῦ Περσῶνος, ἄνευ πάγου καὶ ὑγροῦ, ὅταν ἡ φωσφορικὴ σόδα ἀναμιχθῇ μετὰ τοῦ χλωρούχου τιτανίου ἐνύδρου (τοῦ κοινοῦ ἅλατος), κατ' ἀναλογίαν 5 πρὸς 4.

97. Ἀποτελέσματα τῶν τηκτικῶν ὑλῶν. Ὀνομάζουσι τηκτικὰς ἢ διαλυτικὰς ὕλας, οὐσίας τινὰς ἐχούσας τὴν ἰδιότητα τοῦ προσδιορίζειν τὴν τῆξιν τῶν σωμάτων, μὲ τὰ ὁποῖα ἑνόνονται εἰς θερμοκρασίας, καθ' ἃς ἡ τῆξις δὲν ἤθελε λάβει χώραν ἄνευ τῆς παρουσίας ἐκείνων. Κατὰ τὸν ὁρισμὸν αὐτὸν δύναταί τις νὰ εἴπῃ, ὅτι ὁ πάγος εἶναι τηκτικὸς ὡς πρὸς τὸ ἅλας· τοῦτο ἀληθεύει τῷ ὄντι, πλὴν ὁ χαρακτὴρ αὐτὸς ἐφαρμόζεται κυρίως εἰς τὰς γινομένας τήξεις εἰς ὑψωμένας θερμοκρασίας, π. χ. εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς μίλτου (σμάλτου), τοῦ ψευδαδάμαντος, τοῦ κρυστάλλου, καὶ τῶν διαφόρων εἰδῶν τῆς ὑέλου. Μεταχειρίζονται ἀναγκαίως ψάμμον πυριτώδη, κατ' ἀναλογίαν μεγάλην ἢ μικράν, σχεδὸν ἓν τρίτον διὰ τὴν μίλτον, καὶ ἕως $\frac{3}{4}$ διὰ τὴν ὕελον τοῦ καθρέπτου· ἀλλ' ὁ πυρίτης λίθος δὲν τήκεται εἰς τὸ σιδηρουργικὸν πῦρ. Ὁ Κ. Γόδεν κατώρθωσεν ἐσχάτως νὰ τὸν διαλύσῃ καὶ νὰ τὸν σύρῃ εἰς νηματώδεις ἴνας, πλὴν ἐχρειάσθη μέγιστον βαθμὸν θερμ. παραγομένης διὰ μέσου τοῦ φυσητῆρος περιέχοντος ὀξυγόνου (chalumeau à oxygène)· ἀνάγκη δὲ νὰ προστεθῶσιν εἰς τὸν πυρίτην καὶ τηκτικαὶ οὐσίαι, αἵτινες ἑνούμεναι μετ' ἐκείνου προσδιορίζουσι τὴν τῆξιν. Αἱ ὕλαι αὗται ποικίλλουσι κατὰ τὰ πρὸς ἐπίτευξιν ἀποτελέσματα· πλὴν γενικῶς μεταχειρίζονται τὴν σόδαν, τὴν πότασσαν, καὶ τὴν τίτανον· ἔπειτα τὸ ὀξείδιον τοῦ μολύβδου διὰ τὸν κρύσταλλον, καὶ προσέτι τὸ διπλοῦν ὀξείδιον τοῦ κασσιτέρου (acide stanique)

διὰ τὴν μίλτον. Τὸ προκύπτον φύραμα ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν διαφόρων αὐτῶν ὑλῶν λαμβάνει σύστασίν τινα ζυμώδη, καί ποτε ἀληθῆ ῥευστότητα. Ἐν τοσούτῳ τὸ ὡραῖον διαφανὲς τῆς ὑέλου τῆς Βοεμίας, τοῦ κρυστάλλου, καὶ τοῦ ψευδαδάμαντος δεικνύει, ὅτι ὅλα τὰ συνθετικὰ αὐτὰ στοιχεῖα συνενοῦνται στενότατα, ὥστε παράγουσιν ὁμογενές τι. Πρὸς τοῦτο ὅμως ἀπαιτεῖται, καὶ τὸ πῦρ νὰ διευθύνηται καλῶς, νὰ μὴ λαμβανῃ πολλὴν ἔντασιν, καὶ ἡ ἐνέργειά του πρὸ πάντων νὰ μὴ παρατείνηται πολύ· ἄνευ τῶν ὅρων αὐτῶν, τὰ αὐτὰ στοιχεῖα παράγουσιν ἀποτελέσματα πολὺ διάφορα.

Αἱ ἐψημέναι γαῖαι ἐν γένει, ὡς τὰ ἀργιλλόπλαστα καὶ τὰ σινικὰ, κατασκευάζονται ἐπίσης διὰ μέσου τῶν τηκτικῶν οὐσιῶν· εἰς ταῦτα δὲ ἐὰν δὲν γίνεται τῆξις, καὶ στενὴ σύνθεσις τῶν στοιχείων ὅλων, ὑπάρχει μ' ὅλον τοῦτο μερική τις σύνθεσις χημικὴ καὶ ἀρχὴ τήξεως.

Αἱ εἰς τὸν ἥλιον ἐψημέναι γαῖαι δὲν εἶναι κυρίως ἐψημέναι· εἶναι μόνον ξηραὶ καὶ στερημέναι ὕδατος. Ἡ εἰς τὸν κλίβανον ἔψησις παράγει πάντοτε ἄλλα ἀποτελέσματα, μάλιστα καὶ ἐπ' αὐτῶν τῶν πλινθίων καὶ τῶν κεραμίδων, ἡ θερμοκρασία, καί τοι πολὺ κατωτέρα τῆς τοῦ κλιβάνου τῶν σινικῶν παρέχει μ' ὅλον τοῦτο ἰδιαιτέραν τινὰ σύστασιν τῶν μορίων εἰς αὐτὰ, ἥτις εἰς τὰ σινικὰ εἶναι ἀληθὴς ὑάλωσις, καί τοι μὴ οὖσης τόσον ἐντελοῦς ὡς εἰς τὴν ὕελον· εἰς ταύτην, ὡς τηκτικὰ, χρησιμεύουσιν ἡ σόδα, ἡ πότασσα, ἡ τίτανος, ἐνίοτε καὶ ἡ μαγνησία· πλὴν αἱ δύο πρῶται οὐσίαι δὲν εἰσέρχονται ὡς στοιχεῖα ἐλεύθερα εἰς τὴν παραγωγὴν τῆς ὑέλου· τὰ ἀλκαλικὰ αὐτὰ συνενοῦνται χημικῶς μὲ τὸν πυρίτην λίθον.

98, Ἀτηκτότης. Ὑπάρχουσι δύο εἰδῶν σώματα μὴ διαλυόμενα εἰς τὸ πῦρ· τὰ μὲν, διότι εἶναι δύστηκτα, τὰ δὲ διότι ἀποσυντίθενται. Ἐκ τούτων τὰ πρῶτα ἀνέχονται τὸ πῦρ, χωρὶς νὰ μεταβάλλωσι κατάστασιν. Ὅτε τὰ μέσα τοῦ παράγειν μεγάλας θερμοκρασίας δὲν ἦσαν τόσον δραστήρια, ἐπηρίθμουν πολλὰς τοιαύτας οὐσίας· σήμερον ὅμως δὲν ὑπάρχει, εἰμὴ μόνον ὁ ἄνθραξ, λαμβανόμενος ὑφ' ὅλας αὐτοῦ τὰς μορφὰς οἷον ἄνθρακος, ἀνθρακίτου, γραφίτου, ἀδάμαντος, ὅστις ἀντέχει εἰς τὰς πλέον μεγίστας θερμοκρα-

σίας· πλὴν καὶ ἐξ αὐτῶν τινα σχετικῶς πλέον καλοῦνται οὕτω· ἐπειδὴ πηλός τις ἐψημένος εἶναι δύστηκτος εἰς τοὺς συνήθεις βαύνους, ἐν ᾧ δὲν εἶναι τοιοῦτος εἰς τὸ πῦρ τῶν σιδηρουργῶν κτλ.

Μεταξὺ τῶν σωμάτων, ἅτινά εἰσιν ἄτηκτα, ὡς ἀποσυνθετόμενα, ὑπάρχουσί τινα δυνάμενα νὰ κατασταθῶσι τηκτὰ, ὅταν τὰ στοιχεῖα αὐτῶν καταναγκάζωνται ὡς ἐκ τῆς συμπιέσεως, καὶ ἐμποδίζηται ὁ χωρισμὸς αὐτῶν· ὡς συμβαίνει εἰς τὸ μάρμαρον, οὗτινος τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ, καὶ ἡ τίτανος ἀποχωρίζεται, ὅταν ἐλευθέρως ὑποβληθῇ εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ πυρὸς· ὁ **Hall** ὅμως κατώρθωσε νὰ διατηρήσῃ τὴν ἕνωσιν τῶν δύο αὐτῶν συστατικῶν στοιχείων, καὶ νὰ τηχθῶσι μικρά τινα μέρη τοῦ μαρμάρου, θλίβων αὐτὸ ἰσχυρῶς ἐντὸς στερεωτάτου τινὸς ὅλμου (πυροβόλου). Ἅπασαι σχεδὸν αἱ στερεαὶ ὀργανικαὶ οὐσίαι, ἐξαιρουμένων τῶν ῥητινῶν, καὶ λιπέων, εἰσὶν ἄτηκτοι, ὡς ἀποσυνθετόμεναι. Δὲν δύναταί τις νὰ διαλύσῃ τεμάχιον ξύλου, φύλλον, ἄνθος ἢ καρπὸν, καὶ ἀφ' οὗ ἐντελῶς τὰ ἀποξηράνῃ, ὡς ἐκ τῆς ἐπιῤῥοῆς τοῦ πυρὸς τὰ συστατικὰ στοιχεῖα ἐξασκοῦσιν ἀμοιβαίας ἐνεργείας, τὰς ὁποίας δὲν δύναταί τις νὰ ἐμποδίσῃ· ἐνέργειαι χημικαὶ διάφοροι ἐκτελούμεναι, παράγουσι σώματα, τὰ πλεῖστα πτητικὰ, μὴ ἔχοντα πλέον σχέσιν μὲ τὴν σύνθεσιν τῆς πρωτοτύπου οὐσίας.

99. Ὅροι στερεοποιήσεως. Οἱ δύο ὅροι τῆς τήξεως ἐπαναλαμβάνονται ἀντιστρόφως εἰς τὴν στερεοποίησιν· ὑγρόν τι διὰ νὰ μεταβῇ εἰς στερεὰν κατάστασιν, ἀνάγκη ν' ἀποβάλλῃ ἅπαν τὸ ὑπερέχον τῆς θερμοκρασίας ὑπεράνω τοῦ σημείου τῆς τήξεως· εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ φθάσαν, ἀποβάλλει, ἄνευ μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας, ὅλην τὴν λανθάνουσαν θερμότητα, ἣν ἐχρεώστει ν' ἀπορροφήσῃ, ἵνα ῥευστοποιηθῇ. Ἀφ' οὗ ἡ στερεοποίησις συμπληρωθῇ, φέρεται ὡς σῶμα στερεὸν, καὶ ὑπ' αὐτὴν τὴν μορφὴν ψύχεται εἰς θερμοκρασίας τὰς πλέον κατωτέρας.

Οὕτω τὸ ὕδωρ διὰ νὰ παγώσῃ ὀφείλει κατ' ἀρχὰς νὰ φθάσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν μηδὲν, ἔπειτα ν' ἀποβάλλῃ ὅλην τὴν θερμότητα τῆς ῥευστότητος· ἀλλ' ἡ ἀποβολὴ αὕτη δὲν δύναται νὰ γίνῃ στιγμιαίως· τὰ μέρη, τὰ εἰς ἐπαφὴν ὄντα μὲ τοὺς ψυχροὺς τοίχους τοῦ

ἀγγείου, ἢ μὲ τόν ἀέρα διὰ τῆς ἄνω ἐπιφανείας, εἰσὶ τὰ ἀποβάλλοντα πρῶτα τὴν λανθάνουσαν θερμότητα καὶ παγόνοντα. Μ' ὅλον τοῦτο ἕκαστον μόριον πάγου σχηματιζόμενον ψαύει τὸ ὕδωρ κατά τινα σημεῖα, καὶ τὰ σημεῖα ταῦτα λαμβάνουσι μέρος τῆς ἀποβαλλομένης θερμότητος, καὶ εὑρίσκονται στιγμιαίως ὀλίγον θερμά. Ἡ πῆξις λοιπὸν ἄρχεται μερικῶς ἐπὶ τῶν τοίχων μάλιστα αὐτῶν τοῦ ἀγγείου καὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας, ὅπερ τῷ ὄντι εἶναι παρατηρημένον· ἐπειδὴ βλέπει τις πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ πλῆθος λεπτῶν βελονῶν διασταυρουμένων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, καὶ σχηματιζουσῶν ἓν δίκτυον ἐκ πάγου μὲ μικρὰ ἢ μεγάλα ἄμματα· ἀπαιτεῖται δὲ ὀλίγος χρόνος ἵνα πληρωθῶσιν αὐτὰ, καὶ τὸ δίκτυον νὰ μεταβληθῇ εἰς συνεχῆ τινα πλάκα· ἐκ τῆς στιγμῆς αὐτῆς ἡ ἀπώλεια τῆς θερμότητος καθίσταται δυσκολωτέρα, ἐπειδὴ πλέον γίνεται μετὰ τοῦ ἐκ πάγου περικαλύμματος· πλὴν πάντοτε κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δηλ. κατὰ βελόνας λεπτὰς, μακρὰς καὶ συμπεπλεγμένας, διαπερώσας τὴν ὑγρὰν μάζαν, ἑκάστη τῶν ὁποίων βραδύνει κατά τι τὴν πῆξιν τῶν εἰς ἐπαφὴν μορίων, θερμαίνουσα ὀλίγον αὐτὰ, ἐν ᾧ ἀποβάλλει τὴν κεκρυμμένην θερμότητα· πρὸς πληροφορίαν τούτου, ἀρκεῖ νὰ σταματήσῃ τις τὴν ἐργασίαν, συντρίβων τὸ ἀγγεῖον τοῦ πάγου, καὶ μεταγγίζον τὸ ἐπίλοιπον ὑγρόν· τὸ ἐσωτερικὸν τότε ἔκτυπον αὐτὸ δεικνύει μὲ τρόπον καταφανῆ τὴν πρόοδον τοῦ φαινομένου.

Ἐὰν ἡ πῆξις ἐτελέσθη μὲ τρόπον βραδὺν καὶ βαθμηδὸν προοδευτικὸν, ἐντὸς ὑγροῦ ἠρεμοῦντος, καὶ εἰς μάζαν ὀλίγον μεγάλην, μακρὰν ἀπὸ κλονισμοὺς ἱκανοὺς νὰ τὴν ταράξωσιν, ὁ πάγος παρουσιάζεται μὲ τὰ εἰς αὐτὸν ἀνήκοντα κρυσταλλοειδῆ σχήματα. Ἐὰν ἐξ ἐναντίας ἡ πῆξις γίνεται ταχέως καὶ ἐν καιρῷ θορύβου, ἡ μάζα εἶναι συγκεχυμένη, καὶ μόλις διακρίνει τις ἐν αὐτῇ ἴχνη κρυσταλλώσεως δηλ. μικράς τινας πλευρὰς ἢ γωνίας κακῶς ἐσχηματισμένας.

Τὸ θεῖον παρουσιάζει ἀνάλογα φαινόμενα.

Τὸ βισμοῦθον σχηματίζει ἄλλου εἴδους κρύσταλλα, ἅτινα ἐπιτυγχάνονται, ὅταν χύσαντες αὐτὸ εἰς ὑγρὰν κατάστασιν ἐν ἀγ-

γείῳ 10 ἢ 15 ὑφεκατόμετρων ἔχοντι διάμετρον, καὶ ἐπί τινος λουτροῦ ἐκ ψάμμου κειμένῳ, συντρίψωσι τὴν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας πλάκα, πρὶν γίνῃ πολὺ στερεὰ, καὶ μεταγγίσωσι τὸ ὑγρόν. Ἐὰν τὸ βισμοῦθον ἦναι καθαρὸν, παρουσιάζει τότε ὡραίαν τινὰ κρυστάλλωσιν, λαμβάνουσαν εἰς τὸν ἀέρα τὰ λαμπρότερα χρώματα. Αἱ σχετικαὶ πυκνότητες τοῦ στερεοῦ μέρους καὶ τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ σημεῖον τῆς τήξεως ἐξασκοῦσιν ἐπιῤῥοήν τινα ἐπὶ τῆς διατάξεως τῶν μορίων τῆς στερεοποιουμένης μάζης. Εἰς τὸ ὕδωρ ὁ ὄγκος τοῦ στερεοῦ εἶναι μεγαλείτερος ἀπὸ τὸν τοῦ ὑγροῦ, ἕνεκα τούτου τὸ περικάλυμμα τοῦ πάγου, ἢ τὸ περιέχον ἀγγεῖον ῥήγνυται, ἵνα παραγάγῃ χώραν εἰς τὸ στερεὸν καθ' ὅσον σχηματίζεται· εἰς τὸ θεῖον συμβαίνει τὸ ἐναντίον, ἐξ οὗ προκύπτει κενόν τι ἐσωτερικῶς, ἐν ᾧ ἴσως κρύσταλλά τινα καλλίτερον σχηματίζονται, ὅταν τὰ σώματα ἦναι πολυσύνθετα καὶ ἔχωσι μεγάλας μάζας, καθὼς αἱ λάβαι τῶν ὑφαιστείων, τὰ μόρια εὑρίσκονται εἰς περιστάσεις τὰς πλέον καταλλήλους, ἵνα ὑποταχθῶσιν εἰς τοὺς νόμους τῶν χημικῶν συγγενειῶν των, καὶ λάβωσι τὰς κρυσταλλοειδεῖς διατάξεις τὰς πλέον κανονικὰς καὶ ποικίλας· ἐντεῦθεν ἡ πληθὺς τῶν κρυστάλλων διαφόρων κατὰ τὸ σχῆμα καὶ τὴν σύνθεσιν, ἥτις ἀπαντᾶται εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν ἐψυγμένων λαβῶν.

100. Ἐξαιρέσεις τῶν γενικῶν νόμων. Ἐνταῦθα παρατηροῦμεν, ὅτι εἴς τινα σώματα τὸ σημεῖον τῆς στερεοποιήσεως δύναται νὰ καταβῇ παρὰ πολὺ, ὄχι ὅμως καὶ νὰ ὑψωθῇ. Τὸ καθαρὸν ὕδωρ διατηρεῖται εἰς ὑγρὰν κατάστασιν εἰς 5^0, 10^0 καὶ μέχρι 15^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, καὶ ἔπειτα πήγνυται, ἀρκεῖ μόνον νὰ ἦναι καθαρισμένον ἀπὸ ἀέρα, καὶ εἰς μικρὰν μάζαν· τότε ταράττοντες αὐτὸ, ἐγγίζοντες μὲ σῶμά τι στερεὸν, ἢ ῥίπτοντες ἐν αὐτῷ τεμάχιον πάγου, ποιοῦμεν αὐτὸ πηχθῆναι ταχύτερον μάλιστα ἀπὸ τὸ σύνηθες· ταυτοχρόνως ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀναβαίνει εἰς τὸ μηδὲν, ὡς ἐκ τῆς ἀναπτύξεως τῆς λανθανούσης θερμότητος.

Ὁ φώσφορος καὶ τὸ θεῖον εἰς μικρὰς σταγόνας διατηροῦνται ἐνίοτε εἰς ὑγρὰν κατάστασιν μάλιστα εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν 12^0 ἢ καὶ 15^0· πλὴν τότε ἅμα τὰ ἐγγίσῃ τις μὲ ἓν πτερὸν ἀμέ-

σως μεταβαίνουσιν εις στερεὰν. Εἰς αὐτὰ, ἐπειδὴ καὶ ἡ λανθάνουσα θερμότης δὲν εἶναι τόσον μεγάλη, εἶναι πολὺ δυνατὸν ἡ θερμοκρασία των νὰ μὴν ὑψωθῇ μέχρι τοῦ σημείου τῆς τήξεως.

Τὸ θεῖον παρουσιάζει περιπλέον ἄλλο φαινόμενον περίεργον· ἐν ᾧ εὑρίσκεται εἰς ζυμώδη κατάστασιν εἰς 200^0 περίπου, τὸ χύνουσιν ἀπὸ ὑψηλὰ, μὲ τρόπον ὥστε νὰ σχηματίζῃ σχοινία λεπτὰ, εἰς ἀγγεῖον ὀλίγον βαθὺ περιέχον ὕδωρ ψυχρόν· ἀποσυρόμενον ἔπειτα, εἶναι στερεὸν καὶ ἐλαστικὸν, σχεδὸν ὡς νῆμα παχὺ κόμμιος ἐλαστικοῦ. Μετὰ τοῦτο ἀπαιτεῖται νὰ παρέλθωσιν ὁλόκληροι ἑβδομάδες, ἵνα ἀναλάβῃ τὸ χρῶμα, καὶ τὸ εὔθραυστον τοῦ κοινοῦ θείου.

101. Κρυστάλλωσις δι' ὑγρᾶς ὁδοῦ (*). Τὸ ὕδωρ ὅταν ἐπεμβαίνῃ εἰς χημικήν τινα σύνθεσιν, παρουσιάζονται τρεῖς τρόποι στερεοποιήσεως,

1ον. Τὸ ὕδωρ πήγνυται κατὰ μέρος, ἀφ' οὗ χωρισθῇ ἐκ τοῦ σώματος, μετὰ τοῦ ὁποίου ἦτον ἡνωμένον.

2ον. Τὸ σῶμα ἀποχωρίζεται ἐκ τοῦ ὕδατος, καὶ στερεοποιεῖται κατὰ μόνας.

3 ν. Τὸ ὕδωρ καὶ τὸ σῶμα στερεοποιοῦνται ὁμοῦ.

1ον. Τὸ ὕδωρ διαλύσεώς τινος πήγνυται (**)· τὸ φαινόμενον τοῦτο παρουσιάζεται εἰς ὅλας τὰς διαλύσεις τὰς πολλὰ ἐνύδρους· ἀλλὰ τότε τὸ σημεῖον τῆς πήξεως καταβιβάζεται πάντοτε κατά τινας βαθμοὺς πολλοὺς ἢ ὀλίγους ὑπὸ τὸ μηδέν· ἂς περιέχῃ τὸ ὕδωρ ὀλίγον οἰνόπνευμα π. χ. μικρόν τι μέρος ὀξέος ὁποιουδήποτε, ἀλκαλίου τινὸς ἢ ἅλατος, ἡ πῆξις τότε θὰ γίνῃ ἀφ' οὗ καταβῇ ὑπὸ τὸ μηδέν· πλὴν ὁ σχηματιζόμενος πάγος εἶναι πάντοτε πάγος καθαροῦ ὕδατος, ἐὰν δὲν ὑπολογισθῇ τὸ ὑγρὸν, ὅπερ μηχανικῶς δύναται νὰ

(*) Ὅταν σῶμά τι ἐν καταστάσει τήξεως εὑρισκόμενον στερεοποιῆται, ὡς τὸ θεῖον, τὸ βισμούθιον κτλ. ἡ κρυστάλλωσις γίνεται διὰ ξηρᾶς ὁδοῦ. Ὅταν δὲ ἐν διαλύσει ὂν ἐντὸς ῥευστοῦ τινός, λέγεται ὅτι ἡ κρυστάλλωσις γίνεται δι' ὑγρᾶς ὁδοῦ.

(**) Πολλὰ σώματα διαλύονται ἁπλῶς ἐν τῷ ὕδατι, ὡς ἡ ζάχαρις, καὶ ἄλλα ἅλατα χωρὶς νὰ ἑνόνωνται χημικῶς μὲ αὐτό· δηλ. χωρὶς νὰ μεταβάλληται ἡ φύσις αὐτῶν· ἄλλα δὲν διαλύονται ποσῶς, ἢ πολλὰ ὀλίγον· ὅθεν τὰ μὲν λέγονται διαλυτὰ, τὰ δὲ ἀδιάλυτα.

περιτυλίσσῃ τὰ φύλλα αὐτοῦ· οὕτω τὸ ὕδωρ τῆς θαλάσσης πήζει $2^0,5$ ὑπὸ τὸ 0, καὶ ὁ πάγος αὐτοῦ τηκόμενος παρέχει ὕδωρ γλυκύ. Ὁ ἀδύνατος οἶνος, καὶ ὀλίγον πνευματώδης πήζει εἰς 5^0 ἢ 6^0 ὑπὸ τὸ μηδέν· καὶ ἐάν τις ἀφαιρέσῃ τὸν πάγον στραγγίσας αὐτὸν ἐπιμελῶς, τὸ μένον ὑγρὸν περιέχει περισσότερον οἰνόπνευμα· ἐδοκίμασαν μάλιστα αὐτὸ τὸ μέσον, ἵνα δώσωσι δύναμιν περισσοτέραν εἰς τὸν οἶνον.

$2_{ον}$. Τὸ διαλελυμένον σῶμα στερεοποιεῖται. Τοῦτο συνήθως συμβαίνει εἰς τὰ ἄνυδρα ἅλατα διαλελυμένα εἰς τὸ ὕδωρ· ἐπειδὴ γενικῶς τὸ θερμὸν ὕδωρ διαλύει ποσότητας πολὺ μεγαλειτέρας τοῦ ψυχροῦ, ἐγκαταλείπει ψυχραινόμενον ὀλίγον κατ' ὀλίγον πᾶν ὅσον δὲν δύναται πλέον νὰ διαλύσῃ· καὶ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἐὰν ἡ ψύξις γίνηται ταχέως, τὸ ἅλας κατακρημνίζεται μὲ τρόπον θορυβώδη, ἄνευ σχήματος καὶ συνοχῆς· ἐὰν δὲ βραδέως καὶ ἡσύχως, τὰ μόρια συνενοῦνται, καὶ σχηματίζουσι κρύσταλλα κανονικά.

Μετὰ τὴν ψύξιν ἡ διάλυσις ἀφεθεῖσα εἰς ἑαυτὴν ἐξακολουθεῖ παράγουσα κρύσταλλα, ὅταν εὑρίσκηται εἰς περιστάσεις τοιαύτας, ὥστε ἡ μάζα τοῦ ὕδατος νὰ ἐλαττοῦται δι' ἐξατμίσεως.

Ἡ διάλυσις τῆς ἀνύδρου θειϊκῆς σόδας παρουσιάζει ὡς πρὸς τοῦτο δύο ἐξαιρέσεις περιέργους $1^{ον}$ εἰς 33^0 φθάνει εἰς τὸν μέγιστον τῆς κορέσεως· δηλ. ὑπεράνω τοῦ σημείου αὐτοῦ ἡ ἀναλογία τοῦ ἅλατος, τὸ ὁποῖον περιέχει, ὀλιγοστεύει καθ' ὅσον ἡ θερμοκρασία ὑψοῦται· μ' ὅλον τοῦτο εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναζέσεως περιέχει ἀκόμη πολὺ περισσότερον, παρ' εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. $2^{ον}$ Ὅταν βράσῃ τις τὴν κεκορεσμένην αὐτὴν διάλυσιν ἐντὸς σωλῆνος ὑελίνου πλατέος λήγοντος εἰς ὀξὺ, τὸν ὁποῖον κλείει ἔπειτα, ἀφ' οὗ καθαρισθῇ ἀπὸ τὸν ἀέρα, ἡ ψύξις δὲν παρέχει κανὲν κατακρήμνισμα· πλὴν ἅμα συντρίψῃ τις τὴν ἀκμὴν τοῦ σωλῆνος ἵνα εἰσέλθῃ ἀὴρ, τὸ ἅλας κατακρημνίζεται σωρηδὸν μὲ ἀνάπτυξίν τινα θερμότητος λίαν ἐπαισθητὴν εἰς τὴν χεῖρα.

$3^{ον}$. Τὸ ὕδωρ καὶ τὸ ἅλας στερεοποιοῦνται ὁμοῦ· τοῦτο συμβαίνει εἰς τὰ ἅλατα τὰ περιέχοντα ὕδωρ κρυσταλλωμένον· τὰ φαινόμενα τότε παράγονται, ὡς ἐν τῇ προηγουμένῃ περιπτώσει, μὲ τὴν διαφο-

ρὰν αὐτὴν ὅτι τὰ μόρια τοῦ ἅλατος συνενούμενα συνεπισύρουσι καὶ τὰ τοῦ ὕδατος, ἅτινα ἐπίσης μεταβαίνουσιν εἰς κατάστασιν στερεὰν, λαμβάνοντα τὴν ἀνήκουσαν αὐτοῖς θέσιν εἰς τὴν κρυσταλλώδη μορφήν. Μ' ὅλον τοῦτο ἐπειδὴ ἡ στερεοποίησις τοῦ ὕδατος ἀναπτύσσει γενικῶς πολὺ πλειότερον κεκρυμμένον θερμαντικὸν, ἀπὸ τὸ ἅλας, τὰ κρύσταλλα λαμβάνουσιν ἐνταῦθα αὔξησιν ὄχι τόσον ταχεῖαν, εἴτε δι' ἁπλῆς ψύξεως σχηματιζόμενα, εἴτε κατὰ συνέπειαν ἐξατμίσεως μέρους τῆς διαλυτικῆς οὐσίας δηλ. τοῦ ὕδατος.

102. Ἀποτελέσματα ταχείας ψύξεως ἐπί τινων στερεῶν σωμάτων. Ὅταν ῥίπτωσιν ἐν ὕδατι ψυχρῷ σταγόνας ὑέλου τετηγμένης, ἡ στερεοποίησις τοῦ περιειλήμματος τῆς ἔξω ἐπιφανείας, γίνεται ἀμέσως, ἡ τοῦ ἐσωτερικοῦ δὲ βραδέως, καὶ ἀπαιτεῖται νὰ παρέλθῃ ἱκανὸν διάστημα· ἐκ τούτου προκύπτει βιαία τις κατάστασις ὅλων τῶν μορίων, ἥτις ἐξηγεῖ τὸ περίεργον φαινόμενον τῶν βατανικῶν λεγομένων δακρύων (σχῆμα 161)· ταῦτα περιτυλίσσουσι μὲ ὕφασμα, καὶ κρατοῦντες εἰς τὴν μίαν χεῖρα, διὰ τῆς ἄλλης συντρίβουσι τὸ ἄκρον τῆς οὐρᾶς, καὶ παρ' εὐθὺς τὸ βατανικὸν δάκρυον κρίζον καταντᾷ εἰς κόνιν· οὕτω ἡ ὕελος ὅταν δὲν ψύχηται βραδέως, τὰ μόρια λαμβάνουσι θέσιν τινὰ καταναγκαστικὴν, καὶ ἡμάζα γίνεται πολὺ πλέον εὔθραστος· λέγουσι τότε ὅτι ἡ ὕελος εἶναι διάβροχος, ἕνεκα τούτου ὅλα τὰ τεμάχια ψήνουσιν ἐκ νέου, δηλ. θερμαίνουσι μέχρι τινὸς βαθμοῦ, καὶ ἀφίνουσι νὰ ψυχρανθῶσι βραδέως.

Τὰ πλειότερα πήλινα ἀγγεῖα ἀπαιτεῖται διὰ τὸν αὐτὸν λόγον νὰ ψήνωνται καλῶς.

Ἡ βαφὴ, ἢ ἡ στόμωσις τοῦ χάλυβος εἶναι φαινόμενόν τι ἀνάλογον· θερμαινόμενος σχεδὸν μέχρι τοῦ σημείου τῆς τήξεως, καὶ ἐμβαπτιζόμενος ταχέως εἰς τὸ ὕδωρ, γίνεται εὔθρυπτος, ὡς ἡ ὕελος· καὶ αὐτὴ εἶναι ἡ πολλὰ δυνατὴ βαφή· ὅταν δὲ λαβὼν χρῶμα κερασοειδὲς ἐρυθρὸν, βαπτισθῇ εἰς τὸ ὕδωρ, γίνεται ἧττον σκληρὸς καὶ ἧττον εὔθραστος· καὶ αὕτη εἶναι ἡ συνηθεστέρα βαφή· ψήνουσι δὲ αὐτὸν ἐκ νέου εἰς διαφόρους βαθμοὺς ἐπὶ πυρὸς ὄχι τόσον ἰσχυροῦ, καὶ μὲ λεπτοὺς ἄνθρακας, κατὰ τὴν ὁποίαν μέλλουσι νὰ δώσωσι ποιότητα.

Ἡ ὀξείδωσις, τὴν ὁποίαν λαμβάνει εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, δεικνύει ὡς ἐκ τοῦ χρώματος, ὅπερ παρέχει εἰς αὐτὸν, τὸν βαθμὸν τῆς ἐκ νέου ἐψήσεως.

Οὕτω τὰ ἐλατήρια εἶναι ἐψημένα μέχρι τοῦ κυανοῦ· πρὸ τοῦ χρώματος τούτου ὑπάρχει τὸ ὠχρὸν, ὅπερ παρέχει χάλυβα σκληρὸν, καὶ ὀλίγον ἐλαστικόν.

§ 5. Περὶ τῶν ἀτμῶν.

103. Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν, ἐλαστικότης ἢ ἔντασις αὐτῶν. Ἄλλο τε ἐνόμιζον ὅτι ὁ ἀὴρ διαλύει τὸν ἀτμὸν τοῦ ὕδατος, σχεδὸν καθὼς τὸ ὕδωρ διαλύει τὰ ἅλατα, καὶ ὅτι ἄνευ τῆς συνδρομῆς τῆς διαλυτικῆς αὐτῆς δυνάμεως, ὁ ἀτμὸς δὲν δύναται, οὔτε νὰ παραχθῇ οὔτε εἰς νέφη νὰ μετασχηματισθῇ, καὶ νὰ παραγάγῃ τὴν βροχὴν, τὴν χιόνα καὶ ἅπασαν ἐκείνην τὴν θαυμασίαν σειρὰν τῶν μετεωρολογικῶν φαινομένων, ἅτινα καθ' ἑκάστην παρουσιάζονται εἰς τὰ ὄμματά μας. Περὶ τὰς ἀρχὰς αὐτοῦ τοῦ αἰῶνος ὁ Γάλτων ἔδειξε κατὰ πόσον αὐτὴ ἡ ὑπόθεσις ἦτο λανθασμένη· ἔκαμε νὰ ἴδωσιν ὅτι ὁ ἀὴρ μακρὰν τοῦ νὰ διαλύῃ τὸν ἀτμὸν, κωλύει μάλιστα τὸν σχηματισμὸν αὐτοῦ, ὅτι δανείζεται ἀπὸ τὴν θερμότητα μόνην τὴν ἀναγκαιοῦσαν αὐτῷ δύναμιν πρὸς τὴν ὕπαρξίν του, ὅτι τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς πᾶν ἄλλο εἶδος ἀτμοῦ, ὅτι ἅπαντες εἰσὶν ἀνάλογοι μὲ τὸν ἀέρα καὶ τὰ ἀέρια ἕνεκα τῶν ἰδιοτήτων αὐτῶν, καὶ ὅτι ἅπαντες ὀφείλουσι νὰ συμπεριληφθῶσιν ὑπὸ τὸ γενικὸν ὄνομα ἐλαστικὰ ῥευστά.

Ἀποδεικνύεται τῷ ὄντι διὰ πειράματος ἁπλουστάτου (σχῆμα 162), ὅτι οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ταχύτατα ἐν τῷ κενῷ καὶ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, καὶ ὅτι λαμβάνουσιν ἐλαστικήν τινα δύναμιν, ἢ ἔντασιν, ἥτις μετρεῖται διὰ τῆς πιέσεως τῆς βαρομετρικῆς στήλης· οἱ τέσσαρες σωλῆνες α, β, γ, δ πληροῦνται κατ' ἀρχὰς μὲ ὑδράργυρον· ἔπειτα στρέφουσι τὸν πρῶτον ἐν τῇ λεκάνῃ λ, διὰ νὰ γίνῃ ἓν τῶν κοινῶν βαρομέτρων· πρὶν ὁ δεύτερος στραφῇ, ἀφαιρεῖται ὀλίγος ὑδράργυρος, ἑνὸς ἑκατοστομέτρου περίπου, καὶ ἀντικαθί-

σταται διὰ τοῦ ὕδατος, καὶ χωρὶς ν' ἀφήσωσι διόλου ἀέρα, θέτουσιν αὐτὸν ἐστραμμένον πλησίον τοῦ πρώτου. Εἰς τὸν τρίτον βάλλουσιν οἰνόπνευμα ἀντὶ ὕδατος, καὶ εἰς τὸν τέταρτον αἰθέρα θειϊκόν. Εἰς τὰ τρία τελευταῖα βαρόμετρα ὁ ὑδράργυρος εἶναι πεπιεσμένος· ἡ πίεσις εἶναι κατὰ 10 ἢ 15 χιλιοστόμετρα εἰς τὸν δεύτερον, κατὰ 50—60 εἰς τὸν τρίτον, καὶ πλέον τῶν 200 εἰς τὸν τελευταῖον· ἡ δὲ πίεσις αὕτη δὲν παράγεται βραδέως, ἀλλ' εἰς τὴν στιγμήν. Οἱ ἀτμοὶ λοιπὸν τοῦ ὕδατος, τοῦ οἰνοπνεύματος, καὶ τοῦ αἰθέρος σχηματίζονται ταχύτατα ἐν τῷ κενῷ, καὶ λαμβάνουσιν ἐντάσεις διαφόρους, αἵτινες βεβαίως μετροῦνται ἐκ τῆς πιέσεως τῆς βαρομετρικῆς στήλης, ἐφ' ἧς ἐνεργοῦσιν· οἱ ἀτμοὶ οὗτοί εἰσιν ὅμοιοι μὲ τὸν ἀέρα ὡς πρὸς τὴν ἐντελῆ διαφάνειαν καὶ τὴν ἐλαστικότητα αὐτῶν· ἐπειδὴ οὐδὲν οὐκολώτερον ἢ τὸ νὰ ἔχῃ τις ἀέρα ἔχοντα τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην αὐτῶν τῶν ἰδιοτήτων.

104. Ἐλαστικὴ δύναμις εἰς τὸ μέγιστον, μεταβαλλομένη μὲ τὴν θερμοκρασίαν. Ἰδοὺ μ' ὅλον τοῦτο χαρακτήρ τις οὐσιώδης, δι' οὗ οἱ ἀτμοὶ διακρίνονται ἐκ τοῦ ἀέρος καὶ τὰ ἀέρια· εἰσάγων τις ἀέρα κατὰ φυσαλίδας εἰς βαρόμετρον, πιέζει τὴν στήλην ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἑκάστης φυσαλίδος παραγούσης νέαν πίεσιν· μὲ ἄλλας λέξεις, ὅταν ὁ ἀὴρ ἐπισωρεύηται ἐντὸς τοῦ βαρομέτρου, ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις αὐξάνει· καὶ ἐάν τις εἰσαγάγῃ φυσαλίδας, μέχρις οὗ ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου καταντήσῃ ἡ αὐτὴ μὲ τὴν ἐξωτερικήν, ὁ ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι, ἀὴρ θὰ ἔχῃ πίεσιν ἴσην τῇ ἀτμοσφαιρικῇ· δύναται μάλιστά τις δι' ἄλλων μέσων νὰ ἐπισωρεύσῃ αὐτὸν, εἰς βαθμὸν ὥστε νὰ λάβῃ ἔντασιν δέκα καὶ ἑκατὸν ἀτμοσφαιρῶν· ἀλλ' εὐκόλως ἐννοεῖ τις ὅτι οἱ ἀτμοὶ δὲν ἔχουσι τὴν ἰδιότητα αὐτὴν, καὶ ὅτι ἕκαστος αὐτῶν λαμβάνει ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τὸν μέγιστον τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως, εἰς ὃν δύναται νὰ φθάσῃ, καὶ πρὸς τοῦτο ἂς λάβωμεν ὡς παράδειγμα τὸν ἀτμὸν τοῦ αἰθέρος, καὶ ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τὸν σωλῆνα τὸν περιέχοντα αὐτὸν, δυνάμεθα νὰ εἰσαγάγωμεν φυσαλίδας αἰθερίου ἀτμοῦ, ὡς πρὸ ὀλίγου ἐν τῷ βαρομέτρῳ τῷ περιέχοντι ἀέρα· ἄραγε ἡ ἐλαστικότης τοῦ αἰθερίου αὐτοῦ ἤθελεν ἐπίσης αὐξήσει; ὄχι βεβαίως· ἐπειδὴ ἐάν

τοῦτο ἐγίνετο τίποτε δὲν θὰ ἐκώλυε τὸν ἐν τῷ σωλῆνι ἐμπεριεχόμενον ὑγρὸν αἰθέρα νὰ παραγάγῃ νέον ἀτμὸν, ὅστις νὰ προστεθῇ εἰς τὸν ὑπάρχοντα ἤδη· ὁ ἀτμὸς λοιπὸν δὲν δύναται νὰ ἐπισωρευθῇ, καθὼς ὁ ἀὴρ ἐντὸς δεδομένου διαστήματος· ἅμα τὸ διάστημα αὐτὸ δεχθῇ τὴν ποσότητα τοῦ ἀτμοῦ, τὴν ὁποίαν δύναται νὰ δεχθῇ, εἶναι κεκορεσμένον· τὸ ὑγρὸν δὲν χορηγεῖ πλέον, ἐπειδὴ τὸ διάστημα δὲν δέχεται· ἐκ τούτου λοιπὸν προκύπτουσι δύο συνέπειαι ἀξιόλογοι· 1ον ἐάν τις μεγεθύνῃ τὸ ἤδη κατεχόμενον ὑπὸ τοῦ αἰθέρος διάστημα, ὀφείλει καὶ τὸ ὑγρὸν νὰ παραγάγῃ νέαν ποσότητα ἀτμοῦ, ἵνα κορέσῃ τὸ νέον αὐτὸ διάστημα· 2ον ἂν δὲ ἀπεναντίας τὸ σμικρύνῃ, ἀνάγκη ἓν μέρος τοῦ ἀτμοῦ νὰ μεταβῇ εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, ἄνευ τούτου ἓν μικρὸν διάστημα περιέχον τόσον ἀτμὸν, θὰ ἦναι ἓν διάστημα ὑπερκεκορεσμένον.

Αἱ δὲ συνέπειαι αὗται ἐπικυροῦνται μὲ τρόπον ἀξιοπερίεργον διὰ τοῦ βαρομέτρου τοῦ ἔχοντος ἐπιμήκη λεκάνην (σχῆμα 163). Ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν αβ περιέχει αἰθέρα, καὶ εἶναι πολὺ μακρύτερος τοῦ συνήθους, ἐπειδὴ ἐκτείνεται ἐντὸς τῆς λεκάνης ουδ· καθ' ὅσον δὲ ὑψοῦται, μεγεθύνει καὶ τὸ παρὰ τοῦ ἀτμοῦ κατεχόμενον διάστημα, καὶ ὁ αἰθὴρ χορηγεῖ ἀτμὸν ἵνα κορέσῃ τὸ νέον διάστημα, ἐπειδὴ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις δὲν ἐλαττοῦται· καθ' ὅσον δὲ ἀπ' ἐναντίας καταβιβάζεται εἰς τὴν λεκάνην τὸ πλεονάζον τοῦ σχηματισθέντος ἀτμοῦ, ὅπερ ἤθελεν ὑπερκορέσει τὸ διάστημα, μεταβάλλεται ἀμέσως εἰς ὑγρόν· ἐπειδὴ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις δὲν αὐξάνει, καθὼς δύναταί τις νὰ πληροφορηθῇ περὶ τούτου, μετρῶν τὴν πίεσιν, ἥτις μένει ἀμετάβλητος. Δὲν πρέπει μ' ὅλον τοῦτο νὰ συμπεράνῃ τις ἐκ τούτου, ὅτι αὐτὴ ἡ εἰς τὸν μέγιστον ἐλαστικὴ δύναμις, ἣν ἐνταῦθα παρατηροῦμεν, εἶναι ἀναγκαίως καὶ πάντοτε ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ αἰθερίου ἀτμοῦ: τὴν δύναμιν αὐτὴν ἔχει, ὅταν τὸ διάστημα ἦναι κεκορεσμένον, ὅταν δὲν ἦναι, δύναται νὰ γίνῃ δύο φορὰς, δεκάκις καὶ ἑκατοντάκις μικροτέρα. Καὶ διὰ νὰ νοηθῇ καλῶς τοῦτο, ἂς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι ἐνεργεῖ τις ἐπὶ διαστήματος βαρομετρικοῦ τόσον μεγάλου, ὥστε νὰ περιέχῃ ἓν γραμμάριον ἀτμοῦ, ἀφ' οὗ κορεσθῇ· τότε, ἐὰν εἰσαχθῇ ἓν μόνον ἑκατοστόγραμμον ὑγροῦ ἐξατμίζεται καθ' ὁ-

λοκληρίαν, καὶ ἡ ἔντασις εἶναι τὸ ἑκατοστὸν τῆς εἰς τὸν μέγιστον ἐντάσεως. Τὰ ἐπακόλουθα ἑκατοστόγραμμα ἀφανίζονται, ὡς τὸ πρῶτον, ἑκάστου προσθέτοντος εἰς τὴν ἔντασιν ἓν ἑκατοστὸν τῆς εἰς τὸν μέγιστον, μέχρι τοῦ τελευταίου ἀφανιζομένου μὲν καὶ αὐτοῦ, συμπληροῦντος δὲ τὸν κόρον τοῦ διαστήματος, καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ μεγίστου βαθμοῦ. Τότε ἐάν τις θελήσῃ νὰ προσθέσῃ ἀκόμη ἓν ἢ πολλὰ ἑκατοστόγραμμα, θὰ μείνωσιν εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, χωρὶς διόλου νὰ μεταβληθῇ οὔτε ἡ ἔντασις, οὔτε ἡ ποσότης τοῦ ἀτμοῦ· τὸ πείραμα αὐτὸ ἐκτελεῖται διὰ τοῦ ὀργάνου σχῆμα 165. Ἀφ' οὗ κενωθῇ ὁ ἀὴρ ἀπὸ τὸ μετάλλινον δοχεῖον, τὸ ὑπεράνω τοῦ δευτέρου σωλῆνος, εἰσάγουσιν ὀλίγον κατ' ὀλίγον φυσαλίδας αἰθέρος διὰ μικροῦ τινος σίφωνος βαθμολογημένου (σχῆμα 165), οὗ τὸ ἄκρον εἰσέρχεται ἐντὸς τῆς λεκάνης ὑπὸ τὸν σωλῆνα· τότε, στρεφομένου τοῦ ϛρόφιγγος γ, ὁ ὑπὸ τὸ ἔμβολον ὑδράργυρος ὠθεῖ κατὰ μικρὸν τὴν λεπτὴν στήλην τοῦ αἰθέρος, τὴν κατέχουσαν τὸ ὁριζόντιον μέρος τοῦ σίφωνος.

Ὅταν δὲν βλέπῃ τις ὑγρὸν πλεονάζον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀτμοῦ, πάντοτε δύναται ν' ἀμφιβάλλῃ περὶ τοῦ κόρου τοῦ διαστήματος, καὶ τῆς εἰς μέγιστον ἐντάσεως· πλὴν ἅμα φανῶσιν ἴχνη μόνον ὑγροῦ, δύναται νὰ ἦναι βέβαιος, ὅτι ὁ διπλοῦς αὐτὸς ὅρος ἐξεπληρώθη, ἐπειδὴ ἐὰν τοῦτο δὲν ὑπῆρχε, τὸ ὑγρὸν θὰ μετέβαινεν ἀμέσως εἰς κατάστασιν ἀτμοῦ.

Ἐνταῦθα προσθέτομεν τὴν ἑπομένην ἀξιόλογον παρατήρησιν· ἐὰν τὸ μὲ τέσσαρα βαρόμετρα ὄργανον (σχῆμα 162) ἐκτεθῇ διαδοχικῶς εἰς διαφόρους θερμοκρασίας κατὰ 0, 10, 20, 30°, παρατηρεῖ τις τὴν εἰς μέγιστον ἐλαστικὴν δύναμιν νὰ αὐξάνῃ ἐναργέστατα μὲ τὴν θερμοκρασίαν, καὶ μὲ τρόπον ὅλως ἄνισον ὡς πρὸ τὰ τοῖα ὑγρά· διὰ τὸ ὕδωρ π. χ. θὰ ἦναι 5, 9, 18, καὶ 30 χιλιοστόμετρα· διὰ τὸ οἰνόπνευμα αἱ διαφοραὶ θὰ ὦσι μεγαλείτεραι, καὶ πολὺ μείζονες ἀκόμη διὰ τὸν αἰθέρα· ἡ ἰδιότης αὕτη καὶ διὰ τοῦ ὀργάνου τοῦ Φραγκλίνου ἀποδεικνύεται (σχῆμα 166)· κρατῶν τις μὲ τὸ κοῖλον τῆς χειρὸς τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν, βλέπει τὸ ὑγρὸν νὰ ὑψοῦται ἀναπηδῶν εἰς τὴν ἑτέραν, ἐπειδὴ ἡ θερμότης τῆς χειρὸς αὐξάνει πολὺ τὴν ἔντασιν τοῦ ἀτμοῦ, πιέζοντος τὸ ὑγρὸν τῆς πρώτης σφαίρας.

105. Ἰσορροπία τῆς ἐντάσεως μεταξὺ δύο διαστημάτων τοῦ ἑνὸς θερμοῦ, καὶ τοῦ ἄλλου ψυχροῦ. Ὅταν ὁ ἀτμὸς περιέχηται ἐν διαστήματι κεκορεσμένῳ, ἔχοντι ἀνίσους θερμοκρασίας, ἡ ὁριστικὴ ἔντασις αὐτοῦ εἶναι ἡ εἰς τὸ μέγιστον, λογιζομένη ἐκ τῆς κατωτέρας θερμοκρασίας. Ἀπαιτεῖται τῷ ὄντι ὥστε ἡ ἔντασις νὰ ἦναι πανταχοῦ ἡ αὐτὴ, ἐπειδὴ, ἐὰν ἦναι ἄνισος, ὁ ἀτμὸς ὠθεῖται ἐκ τοῦ μέρους τῆς μεγαλειτέρας ἐντάσεως πρὸς τὸ μέρος τῆς μικροτέρας· καθὼς ὁ ἀὴρ ὠθεῖται ἀπὸ τὰ μέρη, ὅπου πιέζεται περισσότερον, πρὸς ἐκεῖνα ὅπου θλίβεται ὀλιγώτερον, μέχρις οὗ ἔχει πανταχοῦ τὴν αὐτὴν συμπίεσιν, ἢ τὴν αὐτὴν ἐλαστικότητα· οὕτω καὶ ἡ θερμοκρασία συρρέει πρὸς τὰ μέρη, ὅπου εἶναι μικροτέρα· ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ κόρος ὑπάρχει ἤδη, ὁ ἀτμὸς αὐτὸς μεταβαίνει εἰς ὑγρὰν κατάστασιν καθ' ὅσον φθάνει ἐκεῖ. Ὅλον τὸ ὑγρὸν λοιπὸν φέρεται πρὸς τὸ ψυχρὸν μέρος, καὶ ἐκεῖ ἐπισωρευθέντος, ὄχι εἰς κατάστασιν ἀτμοῦ, ἀλλ' εἰς ὑγρὰν, ἡ ἐνταῦθα εἶναι ἡ αὐτὴ πανταχοῦ καὶ ἴση μὲ τὴν μεγίστην, ἥτις ἀνήκει εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ τοῦ ἰδίου ὑγροῦ.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ γίνεται φανερὸν διὰ τοῦ ἑπομένου πειράματος (σχῆμα 167). Ἡ σφαῖρα α τοῦ σωλῆνος δγ περιέχει αἰθέρα θειϊκὸν, τὸν ὁποῖον ἀφ' οὗ βράσωσι μὲ ζωηρότητα ἱκανὴν, ὥστε ὁ ἀτμὸς ν' ἀποσύρῃ ὅλον τὸν εἰς τὸν σωλῆνα ἐμπεριεχόμενον ἀέρα, πλησιάζουσι ποτήριον κ πλῆρες ὑδραργύρου· ἡ ψύξις ἐλαττόνει τὴν ἔντασιν καὶ ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει· τὸ ὕψος τῆς στήλης ἀφαιρεθὲν ἀπὸ τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου, παρέχει τὴν πίεσιν, ἢ τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ αἰθερίου ἀτμοῦ, ὡς πρὸς τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἡ παρατήρησις γίνεται· ἐν ᾧ τὸ ὄργανον εἶναι πανταχόθεν εἰς τὴν περικυκλοῦσαν θερμοκρασίαν, καὶ ἡ ἰσορροπία καλῶς ἀποκαταστημένη φέρουσι πάγον πτιγμένον περὶ τὴν σφαῖραν α, ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει παρ' εὐθὺς εἰς τὸν σωλῆνα, καὶ τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἀτμοῦ ἐλαττοῦται, καὶ ἐλαττοῦται, διότι τὸ πλεονάζον τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀτμοῦ τρέχει μὲ ὁρμὴν εἰς τὴν σφαῖραν ἵνα συμπυκνωθῇ ἐκεῖ.

106. Μέτρον τῆς εἰς τὸν μέγιστον ἐντάσεως τοῦ

ὑδατώδους ἀτμοῦ κατὰ διαφόρους θερμοκρασίας. Μεταχειρίζονται ὄργανα διάφορα εἰς προσδιορισμὸν τῶν ἐντάσεων ὑπὸ τὸ μηδὲν, μεταξὺ 0 καὶ 100^0, καὶ ὑπεράνω τῶν 100^0.

Ὑπὸ τὸ μηδὲν, τὸ ὄργανον (σχῆμα 168) σύγκειται ἔκ τινος βαρομέτρου ἁπλοῦ, καὶ ἑνὸς ἄλλου φέροντος ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῆς στήλης στρῶμα ὑγρὸν μὲ παχύτητά τινων χιλιοστομέτρων μόνον· τὸ τελευταῖον αὐτὸ κυρτοῦται κατὰ τὸ ἄνω μέρος, καὶ τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ βυθίζεται κατὰ δύο ἢ 3 ἑκατοστόμετρα ἐντὸς ὑγροῦ τινος, ὑδραργύρου π. χ. ἢ οἰνοπνεύματος, διαδοχικῶς ψυχομένου ἀπὸ τὸ 0, εἰς—10^0· τότε κατὰ τὴν πρὸ μικροῦ ἐξηγηθεῖσαν ἀρχὴν, ἡ ἔντασις εἶναι ἐκείνη, ἥτις ἀνήκει εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ τοῦ ψυχροῦ λουτροῦ· ἐπειδὴ τῷ ὄντι παρατηρεῖ τις τὸ ὑγρὸν στρῶμα ἐλαττούμενον κατὰ τὴν παχύτητα, καὶ ἀφανιζόμενον ὅλως διόλου· ὡς ἐκ τῆς ὑπεροχῆς τῆς ἐντάσεως ὁ σχηματιζόμενος ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου ἀτμὸς, ἧττον ψυχρὸς ὢν, τρέχει μὲ ὁρμὴν εἰς τὸ ψυχρανθὲν ἄκρον τοῦ σωλῆνος, συμπυκνοῦται καὶ πήγνυται ἐκεῖ· μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας, παρατηροῦσι τὴν πίεσιν (ἢ τὴν ταπείνωσιν τῆς στήλης), ἥτις δεικνύει τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ παραχθεῖσαν ὑπὸ τοῦ πάγου, ἐὰν ἦναι ὕδωρ τὸ ὑγρὸν τοῦ πειράματος· τοιουτοτρόπως μανθάνει τις, ὅτι εἰς—30^0 μάλιστα, ὁ πάγος χορηγεῖ ἀτμὸν ἔχοντα εἰσέτι ἐλαστικὴν δύναμιν ἀρκετὰ ἐπαισθητήν.

Τὸ αὐτὸ ὄργανον παρουσιάζει δεύτερον σωλῆνα κυρτὸν, περιέχοντα αἰθέρα, δι' ὃν ἡ αὔξησις τῆς ὑπὸ τοῦ ψύχους ἐλαστικῆς δυνάμεως εἶναι πολὺ πλέον μεγαλειτέρα.

Εἰς τὰ πειράματα αὐτὰ συμφέρει νὰ εἰσάγηται ὕδωρ εἰς τὸ βαρομετρικὸν κενὸν, καλῶς καθαρισμένον ἀπὸ ἀέρα· δύναται δέ τις νὰ μεταχειρισθῇ τὸν βαθμολογημένον σίφωνα (σχῆμα 165), οὗτινος τὸ ἔμβολον κατασκευάζεται ἐκ δέρματος, ἢ κόμμιος ἐλαστικοῦ θειωμένου (vulcanisé). Κατ' ἀρχὰς περιέχει μόνον ὑδράργυρον· ἔπειτα βυθίζεται εἰς ὕδωρ βρασμένον, καὶ εἰσέτι θερμὸν, καὶ διὰ τῆς ἀναβάσεως τοῦ ἐμβόλου ἀπορρόφᾶται ὕδωρ ἐκ τοῦ μικροῦ σωλῆνος· τότε ἀμέσως εἰσδύουσιν ὑπὸ τὸ βαρόμετρον τὸ ὀξὺ ἄκρον τοῦ σίφω-

νος, καὶ διὰ τῆς πιέσεως τοῦ ἐμβόλου, τὸ ὕδωρ, ὡς ἐλαφρότερον, ἀναβαίνει εἰς τὴν κορυφὴν τῆς στήλης· ὅταν τις θέλῃ νὰ ὑπολογίσῃ τὴν ποσότητα τοῦ ὑγροῦ, προσαρμόζει εἰς τὸ ἔμβολον ἕλικα μὲ λεπτὴν στροφὴν (ἢ βῆμα), ὅστις τὸ ἀναβιβάζει καὶ τὸ καταβιβάζει κατὰ τὴν ἀπαιτουμένην ποσότητα (ἴδ. μικρομετ. κοχλ.), ἀλλὰ τότε ἀπαιτεῖται προσοχὴ διὰ νὰ μὴ ὑπάρξῃ ἀὴρ μεταξὺ τοῦ ἐμβόλου καὶ τοῦ ὑδραργύρου.

Μεταξὺ 0 καὶ 100^0, τὸ ὄργανον σύγκειται ἀκόμη ἀπὸ δύο βαρόμετρα, τὸ ἓν σύνηθες, καὶ τὸ ἕτερον μὲ στρῶμα ὕδατος (σχῆμα 170)· ἐξ ἀμφοτέρων τῶν μερῶν κρέμαται κανὼν διηρημένος, καὶ ἄνωθεν ἔχει λαβίδα, δι' ἧς τὸ σύστημα ὅλον βυθίζεται εἰς μακρὸν σωλῆνα περιέχοντα ὕδωρ. Ἡ λεκάνη ἔχει ἱκανὴν βαθύτητα, ὥστε ἡ προερχομένη πίεσις δὲν βλάπτει τὸ ὄργανον. Τὸ ὕδωρ τοῦ μεγάλου αὐτοῦ σωλῆνος φέρεται διαδοχικῶς εἰς 10^0, 20^0, 30^0 κτλ. Εἷς ταραξίας χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ διαδίδῃ πανταχοῦ τὸν ἴδιον βαθμὸν τῆς θερμοκρασίας, καὶ συνάμα παρατηροῦνται αἱ ἀντιστοιχοῦσαι πιέσεις εἰς τὰς διαφόρους αὐτὰς θερμοκρασίας· δὲν μένει πλέον, εἰμὴ νὰ τὰς καταντήσῃ εἰς τὸ μηδὲν ἵνα ἔχῃ τὰς ἐλαστικὰς δυνάμεις.

Ὑπεράνω τῶν 100^0· οἱ ΚΚ. Ἀραγὼ καὶ Δουλόγγ, ἀφ' οὗ ἀπέδειξαν ὅτι ὁ νόμος τοῦ Μαριότου διατηρεῖται αὐστηρῶς μέχρι 30 ἀτμοσφαιρικῶν πιέσεων, μετεχειρίσθησαν αὐτὸν, καὶ τὸ μανόμετρον μὲ πεπιεσμένον ἀέρα ἵνα προσδιορίσωσι μέχρι 30 ἀτμοσφαιριῶν τὰς ἐντάσεις τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ. Εἰς τὰς ἐρεύνας των αὐτὰς μετεχειρίσθησαν μέγα τι ὄργανον ἐπιμελῶς κατεσκευασμένον, ὥστε παρεῖχε μεγίστην ἀκρίβειαν εἰς τὰ ἐξαγόμενα· πλὴν ἡμεῖς περιγράφομεν ἐνταῦθα τὸ κατὰ πολλὰ σμικρυνθὲν αὐτὸ ὄργανον ὑπὸ τοῦ Κ. Πουϊλλέτου (σχῆμα 171)· τὸ α εἶναι τὸ δι' ἀτμὸν ἀγγεῖον, περιέχον $\frac{3}{4}$ λίτρας ὑγροῦ· εἶναι δὲ ἱκανῶς στερεὸν, ὥστε δύναται ν' ἀνθέξῃ εἰς 100 ἀτμοσφαίρας· πρὸς τὰ κάτω λήγει εἷς σωλῆνα ἔχοντα διάμετρον ἐξωτερικὴν ἑνὸς ἑκατοστομέτρου, προσδιωρισμένον εἰς τὸ νὰ μεταδίδῃ τὴν πίεσιν εἰς τὸ μανόμετρον. Κατὰ τὸ ε, συναρμόζεται δι' ἀπαρτίσματος ἐκ στυπίου μὲ τὸν κυρτωμένον σωλῆνα 1×, προσαρμοζόμενον ἐπίσης κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον εἰς τὸ μανομετρι-

κὸν ἀγγεῖον Μ, φέρον ἐκτὸς αὐτοῦ δύο ἄλλας σωληνοειδεῖς ἐξοχὰς, ἐξ ὧν ἡ μία μ. δύναται νὰ δεχθῇ κατὰ τὸ δοκοῦν μανόμετρον μὲ ἀέρα ἐλεύθερον, ἢ ἁπλῶς νὰ κλεισθῇ μὲ πῶμα· ἡ δὲ ἑτέρα ν δέχεται τὸ μὲν πεπιεσμένον μὲ ἀέρα μανόμετρον, οὗτινος ὁ σωλὴν καταβαίνει μέχρι τοῦ ἀγγείου Μ. Τὸ μὲ χ ἀέρα ἐλεύθερον μανόμετρον χρησιμεύει πρὸ πάντων πρὸς ἐξέλεγξιν τοῦ μὲ πεπιεσμένον ἀέρα μανομέτρου, τοὐλάχιστον διὰ τὰς δύο ἢ τρεῖς πρώτας ἀτμοσφαίρας· ὁ ὄγκος τοῦ ὑδραργύρου περιεχομένου εἰς τὸ ἀγγεῖον Μ, εἶναι ἀρκετὰ μεγάλος ὥστε δὲν δύναται ποτὲ νὰ κατέλθῃ ὡς ἐκ τῆς πιέσεως κάτω τῶν Χ μανομετρικῶν σωλήνων· τοιουτοτρόπως παρατηροῦσι τὰς πιέσεις. Ἰδοὺ ἤδη πῶς αὗται παράγονται διὰ τοῦ ἀτμοῦ, καὶ πῶς προσδιορίζουσι τὰς ἀνταποκρινομένας θερμοκρασίας.

Τὸ ἀγγεῖον α, ἐν ᾧ εὑρίσκεται τὸ πρὸς ἐξάτμισιν ὑγρὸν, εἶναι προσκολλημένον κατὰ τὸ β εἰς τὸν πυθμένα πλατυτέρου ἀγγείου δε, περιέχοντος λουτρὸν ἐξ ἐλαίου, ὅπερ ἐγχέουσι θερμὸν, καὶ οὗ ἡ θερμοκρασία διατηρεῖται ἢ ὑψοῦται διὰ τῶν λύχνων Π, ὧν τὴν ἐνέργειαν μετριάζουσι κατὰ τὸ δοκοῦν. Τὸ ὑγρὸν ταράττεται ἀδιακόπως, καὶ θερμόμετρα θ δεικνύουσι τὴν θερμοκρασίαν, ἥτις ἐπίσης εἶναι καὶ ἡ τοῦ περιεχομένου εἰς τὸ ἀγγεῖον α ὑγροῦ, καὶ ἑπομένως ἡ τοῦ ἀτμοῦ· περικάλυμμά τι κακοῦ θερμαγωγοῦ κωλύει τὴν ψύξιν καὶ ὑποστηρίζει ἀκόμη καὶ αὐτὸ τὸ ἀγγεῖον δε, στηριζόμενον ἐπί τινος στεφάνης ρ σχηματιζούσης τὸν πυθμένα. Ὁ ἀτμὸς ἀναπτυσσόμενος εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ ἀγγείου α, πιέζει τὸ ὑποκάτωθεν αὐτοῦ ὑγρὸν, καὶ ἡ πίεσις αὐτὴ μεταδιδομένη διὰ τῶν σωλήνων ἔρχεται καὶ ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου, ὑψόνουσα οὕτω τὸ μανόμετρον.

Ἀδιάφορον ἐὰν ὑπάρχῃ ἀὴρ, ἢ δὲν ὑπάρχῃ· συμφερώτερον ὅμως εἶναι τὸ εἰς πεῖραν ὑποβληθὲν ὑγρὸν νὰ ἦναι καθαρὸν, καὶ ὄχι μεμιγμένον μὲ ἄλλας οὐσίας, καὶ ὁ ὄγκος αὐτοῦ νὰ ἦναι ἐπαρκὴς, ὥστε εἰς τὰς μεγαλειτέρας πιέσεις τὸ ἀγγεῖον α νὰ περιέχῃ πάντοτε τὸ τρίτον τοὐλάχιστον ἢ τὸ τέταρτον τῆς χωρητικότητος αὐτοῦ· τότε δύναταί τις νὰ βεβαιωθῇ ὅτι ὁ ἀτμὸς κορένει τὸ διάστημα ὡς πρὸς τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν εὑρίσκεται ὁ λουτρὸς τοῦ ἀγγείου δε, καὶ

ήτις δεικνύεται ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου· ὅταν θέλῃ τις νὰ ἴδῃ μόνον πῶς ὁ ἀτμὸς λαμβάνει ἐντάσεις ἀνωτέρας μιᾶς ἀτμοσφαίρας, ἀρκεῖ, μεταχειριζόμενος τὸν κυρτὸν σωλῆνα (σχῆμα 172), νὰ εἰσαγάγῃ μίαν φυσαλίδα αἰθέρος ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ μικροῦ βραχίονος καὶ νὰ τὸν ϐυθίσῃ ἔπειτα ἐντὸς ἀγγείου ὕδατος θερμοῦ· ἅμα ὁ αἰθὴρ φθάσῃ εἰς θερμοκρασίαν ἱκανὴν, ὁ ἀτμὸς σχηματίζεται, πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ μικροῦ βραχίονος, καὶ τὸν ἀναγκάζει ν' ἀναϐῇ εἰς τὸν ἀνοικτὸν· δύναται τις οὕτω νὰ τὸν φέρῃ εἰς 2 ἢ 3 ἀτμοσφαίρας, ὅταν ὁ σωλὴν ἔχῃ ἱκανὸν μῆκος.

Οἱ δύο ἀκόλουθοι πίνακες περιέχουσιν ἐλαστικὰς δυνάμεις εἰς μέγιστον τοῦ ἐξ ὕδατος ἀτμοῦ. Ἡ ἐπιγραφομένη στήλη, ὄγκοι, δεικνύει ποσάκις ὁ ὄγκος τοῦ ἀτμοῦ, ὅστις κορένει δεδομένον τι διάστημα περιέχει τὸν ὄγκον τοῦ πρὸς παραγωγὴν αὐτοῦ ἀναγκαίου ὕδατος, ὡς θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ ἑπόμενον ἄρθρον.

ΠΡΩΤΟΣ ΠΙΝΑΞ.

Ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ ἀπὸ 20° μέχρι 100°. καὶ ὄγκος τοῦ ἀτμοῦ σχετικῶς πρὸς τὸ παραγαγὸν αὐτὸν ὕδωρ.

Θερμόμ. -οπίθεν	Τάσις	Ὄγκος.	Θερμόμ. -οπίθεν	Τάσις.	Ὄγκος.
0	χιλμ.				
20	1383	650588	22	19417	52260
15	1879	470898	23	20577	49487
10	2631	342984	24	21805	46877
5	3660	251358	25	23090	44411
0	5059	182323	26	24452	42084
1	5393	174495	27	25881	39595
2	5748	164332	28	27390	37838
3	6123	154842	29	29045	35796
4	6523	145886	30	30643	34041
5	6947	137488	31	32410	32291
6	7396	129587	32	34261	30650
7	7871	122241	33	36188	29112
8	8375	115305	34	38254	27636
9	8909	108790	35	40404	26253
10	9475	102670	36	42743	24897
11	1074	99202	37	45038	23704
12	10707	91564	38	47579	22513
13	11378	86426	39	50147	21429
14	12087	81686	40	52998	20343
15	12837	77008	41	55752	19396
16	13630	72913	42	58792	18469
17	14468	68923	43	61958	17572
18	15353	65201	44	65627	16805
19	16280	61654	45	68751	15938
20	17314	58224	46	72393	15185
21	18317	55206	47	76205	14462

Θερμόμ. κατά	Τάσις.	Ὄγκος.	Θερμόμ. κατά	Τάσις.	Ὄγκος.
48	80195	13809	75	285070	4204
49	54370	13154	76	297570	4048
50	88742	12546	77	310490	3891
51	93301	11971	78	323890	3741
52	98075	11424	79	337760	3599
53	10360	10901	80	352080	3462
54	108270	10410	81	367000	3331
55	113710	9946	82	382380	3206
56	119390	9501	83	398280	3087
57	125310	9082	84	414730	2973
58	131500	8680	85	431710	2864
59	137940	8503	86	449260	2760
60	144660	7937	87	467380	2660
61	151700	7594	88	486090	2565
62	158960	7267	89	505380	2474
63	166560	6957	90	525280	2387
64	174470	6662	91	945800	2304
65	182710	6382	92	566950	2224
66	191270	6114	93	588740	2148
67	200180	5860	94	611180	2075
68	209440	5619	95	537270	2005
69	219060	5386	96	678050	1938
70	229070	5167	97	682590	1873
71	239450	4957	98	707630	1812
72	250230	4759	99	833460	1751
73	261430	4569	100	760000	1696
74	273030	4387			

ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΠΙΝΑΞ.

Δύναμις ἐλαστικὴ τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ ἀπὸ 1 ἀτμοσφαίρας μέχρι 56 ἀτμοσφαιρῶν, καὶ ὄγκος τοῦ ἀτμοῦ ἀνταποκρινόμενος εἰς τὸ παραγαγὸν αὐτὸν ποσὸν τοῦ ὕδανος.

Θερμοκρασία.	Ἐλαστ. δύναμ. εἰς ἀτμοσφ.	Ὄγκος.	Θερμοκρασία.	Δύναμ. ἐλαστ. εἰς ἀτμοσφ.	Ὄγκος.
100,0	1	1696,00	193,7	13	163,77
112,2	1 ½	1167,80	197,7	14	153,10
121,4	2	897,00	200,5	15	144,00
128,8	2 ½	731,39	203,6	16	135,90
135,1	3	619,19	206,6	17	128,71
140,6	3 ½	537,96	209,4	18	122,28
145,4	4	476,26	212,1	19	116,51
149,1	4 ½	427,18	214,7	20	111,28
153,1	5	388,16	217,2	21	106,53
156,8	5 ½	355,99	219,6	22	102,10
160,2	6	328,93	221,9	23	98,21
163,5	6 ½	305,98	224,2	24	94,56
166,5	7	286,12	226,3	25	91,17
169,4	7 ½	268,82	236,2	30	77,50
172,1	8	253,59	244,8	35	68,20
170,1	9	227,98	252,5	40	60,08
181,6	10	207,36	259,5	45	54,06
186,0	11	199,27	265,9	50	49,31
190,0	12	175,96			

107. Πυκνότης τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ. Ἡ γνῶσις τῆς πυκνότητος ἀτμοῦ τινος ἀπαιτεῖ τὴν γνῶσιν τοῦ βάρους αὐτοῦ, τοῦ ὄγκου, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς ἐντάσεως· τὰ τέσσαρα ταῦτα στοιχεῖα ὅλα ὁμοῦ προσδιορίζονται διὰ τῆς μεθόδου τοῦ Γαϊλουσὰκ ἴδε σχῆμα 173.

Διὰ νὰ ἔχῃ τις τὸ βάρος, ζυγίζει μικρὰν φιαλίδα ὑελίνην, καὶ πληρῶν αὐτὴν μὲ ὕδωρ τὴν κλείει ἑρμητικῶς διὰ τῆς τήξεως τοῦ ὀξέος αὐτῆς στομίου εἰς τὴν φλόγα τοῦ λύχνου· ἔπειτα ζυγίζει αὐτὴν ἐκ νέου, καὶ ἡ διαφορὰ ἐκφράζει τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, ἥτις θὰ γίνῃ βάρος τοῦ ἀτμοῦ· μετὰ ταῦτα εἰσάγει τὴν φιαλίδα αὐτὴν εἰς κώδωνα ἐπιμήκη α βαθμολογημένον, πλήρη ὑδραργύρου, τὸν ὁποῖον στερεόνει ἐντὸς μεγάλης τινὸς λεκάνης ἐκ μίγματος σιδήρου τιθεμένης ἐπὶ βαύνου.

Περὶ αὐτὸν τὸν κώδωνα προσαρμόζουσι κύλινδρον ὑέλινον β, ἀρκετὰ εὐρὺν καὶ ὑψηλόν, ἐν ᾧ χύνουσιν ὕδωρ θερμὸν, μέχρι οὗ ὑψωθῇ ἄνω τοῦ κώδωνος· ἡ φιαλὶς ῥήγνυται, ὁ ἀτμὸς σχηματίζεται, καὶ ὁ ὑδράργυρος καταβαίνει εἰς τὸν βαθμολογημένον κώδωνα. Βεβαιοῦται τις ὅτι τὸ ὑγρὸν ὅλον μετεβλήθη εἰς ἀτμὸν, ὅταν τὸ διάστημα δὲν ἦναι κεκορεσμένον, δηλ. ὅταν ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀναπτυχθέντος ἀτμοῦ ἦναι μικροτέρα τῆς εἰς μέγιστον ἐλαστικῆς δυνάμεως αὐτοῦ.

Ἰδοὺ πῶς προσδιορίζεται ἤδη ὁ ὄγκος, ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ ἔντασις.

Ταράττουσι τὸ ὕδωρ τοῦ λουτροῦ, ἵνα ἀποκατασταθῇ πανταχοῦ ὁμοιόμορφος ἡ θερμοκρασία· συνάμα τὸ θερμόμετρον παρέχει τὴν θερμ. τοῦ λουτροῦ, καὶ τὴν τοῦ ἀτμοῦ.

Ὁ ὄγκος τοῦ ἀτμοῦ ἀναγινώσκεται ἐπὶ τῶν διαιρέσεων τοῦ κώδωνος· ὅσον περὶ τῆς ἐντάσεως, αὐτὴ λαμβάνεται διὰ τῆς ἀφαιρέσεως τοῦ ὕψους τῆς ἐν τῷ κώδωνι στήλης, ἀναχθείσης εἰς τὸ 0, ἐκ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους. Ἡ στήλη δὲ αὕτη προσδιορίζεται ἐκ τῆς παρατηρήσεως, ὡς ἑπομένως· τίθενται εἰς ἰσοσταθμίαν τὰ χείλη τῆς λεκάνης διὰ τῆς ἐπιθέσεως ἐπ' αὐτῶν γνώμονος, ἢ ὀρθογωνίου γ (δι' οὗ μετροῦσι τὰς γωνίας), οὗτινος ὁ καθετὸς βραχίων υ δύναται

νὰ ἀναβῇ καὶ νὰ καταβῇ· τοῦτον ἀφ' οὗ θέσωσιν εἰς ἐπαφὴν μὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου, δὲν μένει πλέον, εἰμὴ νὰ στοχασθῇ τις ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου τοῦ κώδωνος, ἵνα ἴδῃ εἰς ποῖον ὕψος ἀνταποκρίνεται.

Ἐφαρμόζοντες ἔπειτα εἰς τὰ διδόμενα αὐτὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριότου, καὶ τὸν τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων, προσδιορίζουσι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀτμοῦ εἰς θερμοκρασίαν τινὰ ὁποιανδήποτε, διὰ τὴν εἰς μέγιστον ἀντιστοιχοῦσαν ἔντασιν. Οὕτω ἐσχηματίσθη ἡ τρίτη στήλη τῶν προηγουμέ ων πινάκων, ἐπιγραφομένη ὄ γ κ ο ς, καὶ δεικνύει, ποσάκις ὁ ὄγκος τοῦ ἀτμοῦ εἶναι μεγαλείτερος, ἀπὸ τὸν τοῦ ὕδατος τοῦ σχηματίσαντος αὐτόν. Παρατηρεῖ δέ τις ὅτι εἰς 100^0, καὶ ὑπὸ τὴν εἰς μέγιστον πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας, τὸ ὕδωρ μεταβαλλόμενον εἰς ἀτμὸν λαμβάνει ὄγκον 1696 ἢ 1700 φορὰς μεγαλείτερον, ὅτι εἰς 0, καὶ ὑπὸ τὴν εἰς μέγιστον πίεσιν τῶν πέντε χιλιοστομέτρων λαμβάνει ὄγκον 182000 μεγαλείτερον, ἐν ᾧ εἰς 266^0 καὶ ὑπὸ πίεσίν τινα 50 ἀτμοσφαιριῶν, λαμβάνει μόνον 49 ἢ 50 φορὰς μεγαλειτέραν.

Ἡ αὐτὴ μέθοδος δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ καὶ εἰς τοὺς ἀτμοὺς τῶν ἄλλων ὑγρῶν.

108. Ὑγρομετρία· ὑγρόμετρα. ὑγρομετρικὴ κατάστασις τόπου τινὸς καὶ μέσα τοῦ προσδιορίζειν αὐτήν. Ἡ ὑγρομετρία προτίθεται τὴν ἔρευναν τῶν διαφόρων βαθμῶν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος ἢ τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ὑπάρχοντος ἀτμοῦ. Τὰ πρὸς τοῦτο χρησιμεύοντα ὄργανα καλοῦνται ὑγρόμετρα ἢ ὑγροσκόπια.

Ὁ ἀὴρ πάντοτε περιέχει ποσότητά τινα μικρὰν ἢ μεγάλην ἀτμῶν, καὶ ἐν ᾧ μάλιστα φαίνεται κατάξηρος· ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο εὐκόλως διὰ τοῦ ἀκολούθου μέσου· ἐὰν ἀγγεῖον πληρωθὲν μίγματός τινος ψυκτικοῦ, ὡς χιόνος καὶ ἅλατος κοινοῦ, ἐκτεθῇ εἰς τὸν ἀέρα, παρευθὺς ἅπας σχεδὸν ὁ ἐν αὐτῷ ἐμπεριεχόμενος ὑδατώδης ἀτμὸς ἐπικάθηται ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου εἰς χιονώδη κατάστασιν· εἰς πολλὰς περιστάσεις ἀρκεῖ μάλιστα νὰ τεθῇ εἰς τὸν ἀέρα φιάλη πλήρης ὕδατος ψυχροῦ, ἵνα ἐντὸς ὀλίγου καλυφθῇ ἀπὸ ὑγρασίαν.

Κατὰ συνέπειαν τούτου ἅπασαι αἱ ὕλαι ἐκτιθέμεναι εἰς τὸν ἀέρα μεταβάλλουσι τὰς διαστάσεις καὶ τὸ βάρος των. Οὕτω αἱ χορδαὶ τῶν μουσικῶν ὀργάνων μεταβάλλουσι τὴν ἔντασιν καὶ τὸν τόνον, ὁ χάρτης, αἱ μεμβράναι ἀποβάλλουσιν ἐπίσης τὴν ἐλαστικότητα αὐτῶν· αἱ καθαρισθεῖσαι τρίχες δοκιμάζουσι μεγάλας μεταβολὰς· ἡ ὕελος μάλιστα αὐξάνει κατὰ τὸ βάρος ἐπαισθητῶς κατὰ τὰς ἀποδείξεις τοῦ Φοντάνα καὶ Γαϊλουσὰκ· αἱ διάφοροι αὗται ὕλαι δύνανται νὰ χρησιμεύσωσι πρὸς κατασκευὴν τῶν ὑγρομέτρων, ἀλλ' ἡμεῖς περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν λεπτομερῆ περιγραφὴν τοῦ ὑγρομέτρου τοῦ Σωσοὺρ, ὡς ὄντος ἐν χρήσει πλέον τῶν ἄλλων ὀργάνων τοῦ αὐτοῦ εἴδους.

Τὸ κυριώτερον μέρος τοῦ ὑγρομέτρου αὐτοῦ εἶναι ἡ θρίξ· πλὴν αὕτη εἰς τὴν φυσικὴν της κατάστασιν καλύπτεται ἀπὸ λιπώδη τινὰ ὕλην. Ἐν τοιαύτῃ καταστάσει ὑποβληθεῖσα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς ὑγρασίας δοκιμάζει μεταβολὰς ἀτάκτους· ἀπαιτεῖ λοιπὸν προπαρασκευὴν, ἥτις συνίσταται εἰς τὸ νὰ τεθῇ δέσμη τις ἐξ αὐτῶν ἐντὸς ὕδατος βράζοντος, ἐμπεριέχοντος $\frac{1}{100}$ ἀνθρακικῆς σόδας καὶ νὰ κρατηθῇ ἐπί τινα χρόνον ἐν αὐτῷ 20—30 λεπτὰ, καὶ μετὰ ταῦτα νὰ πλυθῇ καλῶς καὶ νὰ ξηρανθῇ. Αἱ τρίχες αὗται ὀφείλουσι νὰ ἦναι ἁπλαὶ, διαφανεῖς, καὶ στιλπναί· ἡ διαστολὴ τῶν οὕτω παρεσκευασμένων τριχῶν καταντᾷ μέχρι $\frac{1}{50}$ κατὰ μῆκος ἀπὸ τῆς μεγίστης ξηρασίας μέχρι τῆς ἐσχάτης ὑγρασίας., ἐν ᾧ αἱ μὴ καθαρισθεῖσαι οὕτω διαστέλλονται μόνον κατὰ $\frac{1}{200}$.

Ἡ οὕτω παρασκευασθεῖσα θρὶξ κρατεῖται ἄνωθεν ἀπὸ χηλῆς ἢ λαβίδος δ (σχῆμα 174), κάτωθεν δὲ στρέφεται περὶ τὸν λαιμὸν τροχιλαίας, μετὰ τῆς ὁποίας κινεῖται δείκτης, οὗτινος ἡ ἀκμὴ δεικνύει ἐπὶ τμήματος κύκλου βαθμολογημένου αβ τὰς χ κατὰ μῆκος μεταβολὰς τῆς τριχὸς· κρατεῖται δὲ καθέτως διά τινος βάρους ἢ ἀντιῤῥόπου Η 15 ὑφεκατογράμμων περίπου, κρεμαμένου ἀπὸ νήματος σηρικοῦ τυλισσομένου περὶ τὸν λαιμὸν τῆς αὐτῆς τροχιλαίας, εἰς τρόπον ὥστε κρατεῖ τεταμένην πάντοτε τὴν τρίχα. Ὅταν ἐκ τῆς ἀπορροφήσεως μικρᾶς τινος ποσότητος ὑγρασίας ἡ θρὶξ μηκύνηται, τὸ ἀντίῤῥοπον στρέφει τὴν τροχιλαίαν· διὰ τοῦ μέσου τούτου

ἡ σμικρωτάτη μεταβολὴ τοῦ μήκους τῆς τριχὸς καθίσταται ἐπαισθητὴ, διὰ τῆς πολὺ πλέον μείζονος κινήσεως τοῦ δείκτου.

Ἵνα καταστήσῃ παραβλητὰ ἅπαντα τὰ κατὰ τὴν αὐτὴν ἀρχὴν κατασκευαζόμενα ὑγρόμετρα ὁ Σωσοὺρ, λαμβάνει δύο σημεῖα σταθερὰ, ἐξ ὧν τὸ ἓν δεικνύει τὴν ἐσχάτην ὑγρασίαν, τὸ δ' ἕτερον τὴν ἐσχάτην ξηρασίαν· τὴν πρώτην προσδιορίζει θέτων τὸ ὑγρόμετρον ὑπὸ κώδωνα ὑέλινον βυθισμένον εἰς ὕδωρ· ὁ ὑπὸ τὸν κώδωνα αὐτὸν ἀὴρ ἀνάγκη νὰ κορεσθῇ, ἑπομένως ἡ θρὶξ μηκύνεται, καὶ μετὰ μίαν ὥραν φθάνει εἰς τὸν μέγιστον τῆς ὑγρασίας. Ὁ Σωσοὺρ τότε σημειόνει 100^0 βαθμοὺς εἰς τὸ σημεῖον, ὅπου ὁ δείκτης καθίσταται στάσιμος· μεταφέρει ἔπειτα τὸ ὄργανον αὐτὸ ὑπὸ ἄλλον κώδωνα ὅσον τὸ δυνατὸν μικρὸν περιέχοντα ἀνθρακικὴν πότασσαν, καὶ τὸ ἀφίνει μέχρις οὗ ὁ δείκτης καταντήσῃ ἐπίσης στάσιμος· τὸ ὑγρόμετρον ἐγκλεισθὲν μὲ τὴν ἀνθρακικὴν πότασσαν, βαδίζει μὲ μεγάλην τινὰ ταχύτητα, ὥστε διατρέχει 25^0 ἐντὸς τῶν δέκα πρώτων λεπτῶν, ἀλλ' ἡ κίνησις βαθμηδὸν βραδύνεται καὶ ἐπὶ τέλους ὁ δείκτης μόλις διατρέχει ἕνα βαθμὸν ἐντὸς 24 ὡρῶν· ἐὰν τὸ ἅλας εἶναι καλῶς κατεσκευασμένον, ὁ δείκτης ἵσταται ὅλως διόλου εἰς τὸ τέλος τριῶν ἡμερῶν· τὸ δὲ σημεῖον, ὅπου γίνεται ἡ στάσις δεικνύει τὴν ἐσχάτην ξηρασίαν. Πρὸς πληροφορίαν δὲ, ἐὰν τὸ σημεῖον αὐτὸ ἀνταποκρίνηται εἰς τὸν μέγιστον βαθμὸν τῆς ξηρασίας, τὸ σύστημα ὅλον ἐκτίθεται εἰς τὴν θερμότητα τοῦ ἡλίου, καὶ οὕτω ἐξελέγχεται ἡ περιεχομένη εἰσέτι ἐν τῷ κώδωνι ὑγρασία. Μετὰ ταῦτα δὲν ἔχει εἰμὴ νὰ διαιρέσῃ τὸ μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν σημείων εἰς 100^0.

Καλεῖται ὑγρομετρικὴ κατάστασις τόπου τινὸς ἡ ἀπόλυτος ποσότης τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν τῷ περικυκλοῦντι αὐτὸν ἀέρι· ἐὰν ὁ ἀὴρ ἦτον ἐντελῶς κεκορεσμένος, ἠδύνατο τις ἐκ τῶν πινάκων νὰ γνωρίσῃ τὸ ποσὸν· δύναται δέ τις πάντοτε δι' ἀμέσων πειραμάτων νὰ προσδιορίσῃ τὸ ἀπόλυτον ποσὸν τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ἐμπεριεχομένου ἀτμοῦ, ὅστις δήποτε καὶ ἂν ᾖ ὁ βαθμὸς τοῦ κόρου. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἐπαφὴν μὲ ποσότητά τινα γνωστὴν χλωρούχου τιτάνου, ἢ ἄλλης τινὸς ὕλης ἀπορροφητικῆς τοῦ ὕδατος, καὶ ἡ αὔξησις τοῦ βάρους τῆς ὕλης αὐτῆς δει-

κνύει τὸ ἀπόλυτον ποσὸν τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑδατώδους ἀτμοῦ ἐν τῇ ἐξεταζομένῃ ποσότητι τοῦ ἀέρος. Ἡ μέθοδος μάλιστα αὕτη ἐπιδέχεται τὴν μεγαλειτέραν ἀκρίβειαν· ἀλλ' εἰς τὴν ὑγρομετρίαν γενικῶς δὲν προτίθεται ἡ γνῶσις τοῦ ἀπολύτου ποσοῦ τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ἀτμοῦ, ἀλλ' ἡ τοῦ βαθμοῦ μόνον τῆς ὑγρασίας.

Ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος εἶναι ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῆς ἤδη ἐμπεριεχομένης ποσότητος τοῦ ὕδατος, καὶ τῆς ὁποίας ἤθελεν ἐμπεριέχει ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἐὰν ἦτο κεκορεσμένος· ἢ, ὅπερ ταὐτὸν, ἡ σχέσις ἢ ὁ λόγος τῶν ἐλαστικῶν δυνάμεων τῶν προηγουμένων ποσοτήτων· ὥστε οἱ βαθμοὶ τοῦ ὑγρόμετρου δὲν εἶναι ἀνάλογοι μὲ τὰς ὑγρομετρικὰς καταστάσεις τοῦ ἀέρος. Ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν ποσοτήτων ἐζητήθη κατὰ διαφόρους σειρὰς, καὶ ἠδυνήθησαν νὰ σχηματίσωσι πίνακας παρέχοντας τὴν ὑγρομετ. κατάστασιν τοῦ ἀέρος ἀνταποκρινομένην εἰς τὸν βαθμὸν τοῦ ὑγρομέτρου. Οἱ πίνακες οὗτοι χρεωστοῦνται εἰς τὸν Γαϊλουσὰκ· οὕτω ὅταν τις ἀναγινώσκῃ π. χ. 60^0 εἰς τὸ ὑγρόμετρον αὐτὸ δὲν σημαίνει ὅτι ὁ ἀὴρ ἐμπεριέχει τὰ $\frac{60}{100}$ τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἠδύνατο νὰ ἐμπεριέχῃ εἰς κατάστασιν κόρου· οὔτε τὸ διπλάσιον ἐξ ὅσου θὰ ἐμπεριεῖχεν, ἐὰν ἐδείκνυε 30^0, ἀλλὰ μόνον προσδιορίζει βαθμόν τινα ὑγρασίας ἄγνωστον, τὸν ὁποῖον οἱ πίνακες μόνοι δεικνύουσιν.

Ὁ Γαϊλουσὰκ ἐπεχειρίσθη τὴν ἐργασίαν αὐτὴν, καὶ ἠκολούθησε μέθοδόν τινα ἁπλῆν ἐνταυτῷ καὶ ἀκριβῆ. Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὸ νὰ προσδιορισθῇ ἡ σχέσις τῶν διαφόρων βαθμῶν τοῦ ὑγρομέτρου πρὸς τὴν ἔντασιν τος ἀτμοῦ· τῆς σχέσεως ταύτης προσδιορισθείσης, ἀρκεῖ νὰ ἐνθυμηθῇ τις, ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ εἶναι $\frac{1}{16}$, ἵνα εὕρῃ τὸ ἀπόλυτον βάρος τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ὕδατος. Οἱ πίνακες αὐτοὶ ἐσχηματίσθησαν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 10^0· εἰς ταύτην ἡ ἔντασις τοῦ ἀτμοῦ ἐξ ὕδατος καθαροῦ σχηματισθέντος εἶναι 9, χιλμ. 48′. Τὸ ὑγρόμετρον τεθὲν ὑπὸ κώδωνα πλήρη ἀέρος, περιέχοντα ποσότητά τινα ὕδατος καθαροῦ δεικνύει 100^0 ἐὰν τις ἀντὶ καθαροῦ ὕδατος θέσῃ μίγμα τι ὀξέος θειϊκοῦ καὶ ὕδατος, ἡ ἔντασις τοῦ ἀτμοῦ θὰ ἦναι μικροτέρα· ἂς

ὑποθέσωμεν ὅτι αὐτὴ εἶναι φ, καὶ ὅτι τὸ ὑγρόμετρον δεικνύει βαθμόν τινα ὑπὸ τοὺς $100^0, 90^0$ π. χ. Ἐὰν παραστήσῃ τις δι' ἑκατὸν τὴν ὅλην ἔντασιν 9χιλμ, 48′, θὰ ἔχῃ τὸν ἀνταποκρινόμενον εἰς τὸ φ ἄγνωστον ἀριθμὸν ἐκ τῆς ἑπομένης ἀναλογίας 100:x:9χιλ, 48′:φ. οὕτω ὁ Γαϊλουσὰκ ἐσχημάτισε τοὺς πίνακάς του, ὧν ἡ χρῆσις δύναται νὰ ἐκταθῇ καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην θερμ. ἄνευ μεγάλης τινὸς πλάνης. Ὁ Σωσσὺρ παρετήρησεν ὅτι τὸ ὑγρόμετρον κρατεῖται συνήθως εἰς τοὺς 60^0· φαίνεται ὅτι δὲν καταβαίνει ποτὲ κάτω τῶν 30^0· ὥστε ὁ ἀὴρ ἐμπεριέχει σχεδὸν πάντοτε τὰ $\frac{4}{10}$ τοῦ ὕδατος, ἐξ ὅσου δύναται νὰ ἐμπεριέχῃ. Ὁ κόρος τῆς ἀτμοσφαίρας ποτὲ δὲν εἶναι πλήρης, μάλιστα μετὰ τὰς μεγαλειτέρας βροχάς· ὁ δείκτης δὲν ὑπερβαίνει διόλου τοὺς 95^0, οἵτινες ἀνταποκρίνονται εἰς τὸ 0,χιλ. 9 τῆς ὑγρασίας· ἐπίσης εἰς τὰς μεγαλειτέρας ξηρασίας ὁ ἀὴρ περιέχει ἀκόμη τὸ $\frac{1}{6}$ τοῦ πρὸς κόρον ἀναγκαίου ἀτμοῦ, ἐπειδὴ ποτὲ τὸ ὑγρόμετρον δὲν καταβαίνει ὑπὸ τοὺς 30^0 ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Ὁ Γαϊλουσὰκ κατὰ τὴν ἀεροστατικήν του πορείαν εἶδεν αὐτὸ εἰς 26^0 εἰς ὕψος 6000 μέτρων, ὥστε ὁ βαθμὸς τῆς ὑγρασίας ἦτο $\frac{1}{8}$ μόνον. Ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῶν Ἄλπεων ὁ Σωσσὺρ ποτὲ δὲν παρετήρησε τὸ ὑγρόμετρον ὑπερβὰν τοὺς 40^0· ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι ὁ ἀὴρ εἰς αὐτὸ τὸ ὕψος δὲν ἐμπεριέχει οὔτε τὸ τέταρτον τῆς ἧς ἠδύνατο νὰ ἐμπεριέχῃ, ὑγρασίας.

Ἰδοὺ γενικαί τινες παρατηρήσεις ὑγρομετρικαί.

1ον. Ὁ ἀὴρ γενικῶς εἶναι ὑγρότερος, καὶ ἡ ἐν αὐτῷ ποσότης τοῦ ὕδατος μεγαλειτέρα, ὅσον περισσότερον πλησιάζει τοῦ ἰσημερινοῦ· 2ον. Ὁ μέσος ἀριθμὸς τῶν βροχερῶν ἡμερῶν φαίνεται ἀκολουθῶν ἀντίστροφον ὁδόν· 3ον. Ἡ ποσότης τῆς βροχῆς εἶναι μεγαλειτέρα κατὰ τὸ θέρος, παρὰ τὸν χειμῶνα, μ' ὅλον ὅτι κατὰ τὴν τελευταίαν ὥραν αἱ βροχεραὶ ἡμέραι εἶναι πλειότεραι· 4ον Πλειοτέρα ποσότης βροχῆς πίπτει τὴν νύκτα, παρὰ τὴν ἡμέραν.

109. Σχηματισμὸς τῶν ὁμιχλῶν. Ὅταν ὁ ἀὴρ ψύχηται, ὁ ἐν αὐτῷ διακεχυμένος ἀτμὸς συμπυκνοῦται εἰς πλῆθος μικρῶν σφαιριδίων ὑγρῶν, γινομένων θεατῶν, ἅτινα εὐκόλως ἐναποτίθενται ἐπὶ τῶν σωμάτων· αἱ ὁμίχλαι, καὶ τὰ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ πλέοντα

νέφη σύγκεινται ἐξ ὑδατωδῶν σφαιριδίων, ἅτινα ὁ Σωσοὺρ ἐξετάσας δι' ἐνόπλου ὀφθαλμοῦ εὗρεν, ὅτι εἰσὶ κοῖλα, καὶ ὡς ἐκ τούτου τὰ ὠνόμασε φυσαλοειδεῖς ἀτμούς· αἱ ὁμίχλαι σχηματίζονται εἰς χώρας, ὅπου ὁ ἀὴρ εἶναι κεκορεσμένος ὑγρασίας· καίτοι ὁ Δελοὺκ καὶ ἄλλοι τινὲς φυσικοὶ ἠθέλησαν νὰ ὑποστηρίξωσιν, ὅτι ὁ ἀὴρ συχνὰ εἶναι ἀρκετὰ ξηρὸς εἰς μέρη, ὅπου σχηματίζονται αἱ ὁμίχλαι· φαίνεται ὅτι αὐτοὶ μετεχειρίσθησαν ὑγρόμετρα ἀτελῆ· διότι αἱ παρατηρήσεις τοῦ Σωσοὺρ ἀπέδειξαν τὸ ἐναντίον.

Τὸ ὑγρόμετρον κάπποτε εὑρισκόμενον εἰς θέσιν, καθ' ἣν θερμαίνεται ὑπὸ τῶν τοίχων τοῦ οἰκοδομήματος, ἢ ἄλλοθέν ποθεν, δὲν δύναται νὰ δεικνύῃ τὸν βαθμὸν τοῦ κόρου· ἀλλὰ καὶ αὕτη ἡ ἀνωμαλία ἐπανορθοῦται, ὅταν ἡ ὁμίχλη διαρκῇ ὥρας τινάς.

Αἱ περιστάσεις, καθ' ἃς ἡ ὁμίχλη σχηματίζεται διαφέρουσι πολὺ ἀπὸ τὰς τῆς δρόσου· ἐπειδὴ ὅταν αὕτη κατακάθηται, ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι πάντοτε ψυχροτέρα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐν ᾧ τὸ ἐναντίον συμβαίνει εἰς τὸν σχηματισμὸν τῆς ὁμίχλης.

110. Ὑγροποίησις τῶν ἀερίων. Ἀπεδείχθη ἐκ τῆς πείρας, ὅτι τὸ πλεῖστον τῶν ἀερίων, ἅτινα ἄλλοτε ὠνόμαζον ἀέρια μόνιμα καὶ ἀμετάβλητα, δὲν εἶναι εἰς τὴν συνήθη των κατάστασιν, εἰμὴ ἀτμοὶ, εὑρισκόμενοι εἰς τὸν μέγιστον τῆς ἐντάσεώς των, ἐπειδὴ ἀρκεῖ νὰ τὰ ψυχράνῃ τις, καὶ νὰ τὰ πιέσῃ, διὰ νὰ μεταβῶσιν εἰς ὑγρὰν κατάστασιν. Ἰδοὺ, κατὰ τὸν Φαραδαῖον αἱ ἀναγκαῖαι πιέσεις πρὸς ὑγροποίησιν τῶν ἀκολούθων ἀερίων, εἰς τὴν θερμοκρ. 0. Αἱ πιέσεις αὗται ἐκφράζουσιν ἑπομένως τὰς εἰς μέγιστον ἐντάσεις τοῦ ἀτμοῦ των εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν

Ὀνόματα ἀερίων	Πιέσεις εἰς θερμοκρ. 0. εἰς ἀτμοσφαίρας.
Θειϊκὸν ὀξὺ	1,5
Κυανογενὲς	2,3
Ἰοδυδρικὸν ὀξὺ	4
Ἀμμωνία	4,4
Χλωρυδρικὸν ὀξὺ	8,0
Πρωτοξείδιον ἀζώτου	37,0
Ἀνθρακικὸν ὀξὺ	39,0

Αἱ εἰς μέγιστον αὐταὶ ἐντάσεις μεταβάλλονται μὲ τὴν θερμοκρασίαν. Τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ διπλοῦν ὀξείδιον τοῦ ἀζώτου, καὶ τοῦ ἄνθρακος δὲν ὑγροποιήθησαν μέχρι τοῦδε· πλὴν ἐξ ἀναλογίας κρίνοντες πιστεύομεν ὅτι μὲ πιέσεις μεγαλειτέρας καὶ μὲ ψύχη μεγαλείτερα, παρ' ὅσα μέχρι τοῦδε ἐπραγματοποίησαν, κατορθοῦται ἡ ὑγροποίησις τῶν ἐλαστικῶν αὐτῶν ῥευστῶν.

Ὁ Κ. Πουϊλλότος ἀπέδειξε διὰ τοῦ συγκριτικοῦ αὐτοῦ ὀργάνου (σχῆμα 175) 1ον, ὅτι τὰ ἀέρια αὐτὰ πιέζονται, ὡς ὁ ἀήρ, μέχρι 100 ἀτμοσφαιρῶν· 2ον ὅτι τὰ ἀέρια ἀνθρακοῦχον ὑδρογόνον, καὶ τὸ διπλοῦν ἀνθρακοῦχον ὑδρογόνον καθίστανται εἰς 20 ἢ 30 ἀτμοσφ. πιεστότερα τοῦ ἀέρος· 3ον ὅτι ὅσα ἀέρια ὑγροποιοῦνται, ἀποχωρίζονται τοῦ ἀέρος, ἅμα ἡ πίεσις ἀρχίσῃ. Κατὰ συνέπειαν τῶν πειραμάτων αὐτῶν τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ ὑγροποιήθη εἰς 10^0 ὑπὸ 45 ἀτμοσφαίρας· τὸ πρωτοξείδιον τοῦ ἀζώτου εἰς 11^0 ὑπὸ 43 ἀτμοσφ. τὸ ἀμμωνικὸν ἀέριον εἰς 10^0 ὑπὸ 5 ἀτμοσφαίρας.

Ὁ ἀτμὸς τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἀντὶ νὰ ὑγροποιηθῇ, ἅμα ἐξέλθῃ εἰς τὸν ἀέρα, μεταβαίνει ἀμέσως εἰς κατάστασιν στερεὰν, καὶ παρέχει εἶδός τι χιόνος τῆς πλέον μεταξώδους καὶ μεμερισμένης μὲ κροκίδας ἐλαφρὰς, ὁμοίας τοῦ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου Πρῶτος ὁ Κ. Θιλοριὲρ παρετήρησε τὸ φαινόμενον τοῦτο μετὰ τὴν ἐφεύρεσιν ὀργάνου ἐπιτηδείου πρὸς ὑγροποίησιν τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἰς μεγάλην ποσότητα. Ἐπειδὴ πρὸ ἐκείνου δὲν ἠδύναντο νὰ συλλέξωσιν εἰμὴ σταγόνας τινάς.

Τὸ ὄργανον τοῦ Θιλοριέρου παρίσταται ἐν σχήματι 176· εἶναι δὲ ἀγγεῖον κυλινδρικὸν Γ πέντε περίπου λιτρῶν χωρητικότητος, οὕτω στερεὸν, ὥστε ὑποφέρει διὰ πολὺν καιρὸν πολὺ μεγάλας πιέσεις μέχρις 100 ἀτμοσφαιρῶν· κλείεται δι' ἑνὸς πώματος μὲ ἕλικα, οὗτινος ὁ ἄξων διαπερᾶται ἐκ μικροῦ τινος ἀγωγοῦ, κλειομένου καὶ αὐτοῦ διὰ κρουνοῦ γ. Ἡ μάζα αὕτη ὑψοῦται ὀλίγον τοῦ ἐδάφους διὰ δύο στερεῶν στροφίγγων, περὶ οὓς δύναται νὰ στραφῇ ἵνα λάβῃ ὁριζόντιον θέσιν, ἢ καὶ ν' ἀνατραπῇ ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω· τὸ ἀγγεῖον αὐτὸ εἶναι ὁ παραγωγὸς τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἰς ὑγρὰν κατάστασιν· πρὸς ἀνάπτυξιν δὲ αὐτοῦ, ἐγχέουσι κατ' ἀρχὰς ὕδωρ καὶ ἀν-

θρακικὴν σόδαν, μετὰ ταῦτα ποσότητα ἱκανὴν θειϊκοῦ ὀξέος σχεδὸν ἀνύδρου, περιεχομένου ἐντὸς σωλῆνος μακροῦ χαλκίνου, κεκλεισμένου πρὸς τὰ κάτω. Τούτων οὕτως ἐχόντων θέτουσι τὸ πῶμα, καὶ στρέφουσι τὸν παραγωγὸν ἵνα ῥεύσῃ τὸ θειϊκὸν ὀξὺ, καὶ ἀναμιχθῶσι καλῶς τὰ στοιχεῖα αὐτά· ἐντὸς $\frac{1}{4}$ τῆς ὥρας ἡ ἀντίδρασις περατοῦται· τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ ἀναπτυσσόμενον ἐν διαστήματι στενῷ ὑγροποιεῖται διὰ τῆς ἰδίας αὐτοῦ πιέσεως.

Τότε μεταγγίζουσιν αὐτὸ ἐν δοχείῳ Δ, κειμένῳ ὁριζοντίως ἐπὶ τραπέζης· πρὸς τοῦτο δὲ προσαρμόζουσι τὸν μικρὸν χάλκινον σωλῆνα EZ, ἀποκαθιστῶντα τὴν συγκοινωνίαν, καὶ ἀνοίγουσι τοὺς δύο κρουνοὺς γ καὶ θ διὰ νὰ ὁρμήσῃ τὸ ἀέριον ἐκ τοῦ παραγωγοῦ εἰς τὸ δοχεῖον δ, μέχρις οὗ ἡ ἰσορροπία τῆς πιέσεως ἀποκατασταθῇ· ἡ ἀναλογία βεβαίως καθίσταται μεγαλειτέρα, ὅταν τὸ δοχεῖον αὐτὸ περικυκλοῦται ἀπὸ ψυχρὸν ὕδωρ, ἢ πάγον· κλείουσι τὸν κρουνὸν Ζ· καὶ ἐπαναλαμβάνουσι τρεῖς ἢ τετράκις τὴν ἐργασίαν ταύτην δι' ἑκάστην λίτραν ἀνθρακικοῦ ὀξέος ὑγροῦ, τὴν ὁποίαν θέλουσι νὰ συναγάγωσιν ἐν τῷ δοχείῳ, εἰς ὃ συνήθως δίδουσι χωρητικότητα δύο ἢ τριῶν λιτρῶν.

Ὁ παραγωγὸς καὶ τὸ δοχεῖον κατασκευάζονται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον· τὸ ἐσωτερικὸν ἀγγεῖον σύγκειται ἐκ μολύβδου παχέος, καὶ περιτυλίσσεται ἀπὸ ἄλλο ἀγγεῖον χάλκινον, ὅπερ συσφίγγεται καλῶς μετ' ἐκείνου διὰ σιδηρῶν κύκλων καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν· τέλος αἱ δύο βάσεις εἶναι δύο δοκοὶ σιδηραὶ, συνδεδεμέναι διὰ μέσου ἐξ ἰσχυρῶν γόμφων τοῦ αὐτοῦ μετάλλου.

Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ συνάγεται ἐκ τοῦ δοχείου διὰ μέσου δύο κυπέλλων λεπτῶν μεταλλίνων (σχῆμα 176), ἅτινα ἑνόνονται πρὸς ἄλληλα οὕτως, ὥστε τὸ ἓν χρησιμεύει ὡς πῶμα τρόπον τινὰ εἰς ἄλλο· αἱ λαβίδες β περιτυλίσσονται μὲ ἐριοῦχον ὕφασμα διὰ νὰ προφυλάττωνται αἱ χεῖρες ἐκ τῆς μεγάλης ἐντάσεως τοῦ ψύχους· διὰ μικροῦ τινος κώνου κοίλου κ τὰ κύπελλα αὐτὰ προσαρμόζονται εἰς σωλῆνα λήγοντα εἰς ὀξὺ, καὶ ἐφηρμοσμένον εἰς τὸν κρουνὸν τοῦ δοχείου (σχῆμα 176), ὅπου λαμβάνουσι τὴν θέσιν τοῦ σωλῆνος τῆς συγκοινωνίας· τότε ἀνοίγεται ὁ κρουνὸς, τὸ δὲ

ἀέριον ἐκφεῦγον ὁρμητικῶς, ἀπαντᾷ μίαν πλάκα ἐντὸς τῶν κυπέλλων, ἥτις παρέχει εἰς αὐτὸ ταχεῖάν τινα κίνησιν περιστροφικὴν, καὶ μετά τινα δευτερόλεπτα, ἀφ' οὗ ὁ κρουνὸς κλεισθῇ, χωρίζονται τὰ κύπελλα, καὶ συνάγεται τολύπη τις ἐλαφρὰ ἀνθρακικοῦ ὀξέος στερεοῦ, μεγάλη ὡς ὠόν· εἰς τὴν χιονώδη κατάζασιν αὐτὴν τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ δὲν ὑγροποιεῖται εἰς τὸν ἀέρα, ἀλλ' ἀφανίζεται ταχέως ἐξατμιζόμενον· ἡ δὲ ταχεῖα ἐξάτμισις αὕτη ψύχει αὐτὸ μεγάλως. Δύναταί τις νὰ θέσῃ κροκίδας τινὰς ἐξ αὐτῆς τῆς χιόνος ἐντὸς τῆς χειρὸς ἀβλαβῶς, πλὴν χωρὶς νὰ τὰς πιέσῃ, ἐπειδὴ τὸ στρῶμα τοῦ σχηματιζομένου ἀτμοῦ ἐκ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐμποδίζει τὴν ἐπαφήν· ἅμα ὅμως θελήσῃ νὰ τὰς πιέσῃ, τὸ δέρμα παρευθὺς παγόνει, καὶ ὁ ὀργανισμὸς αὐτοῦ καταστρέφεται, ὡς συμβαίνει εἰς τὴν καῦσιν διὰ πεπυρακτωμένου σιδήρου.

Μιγνύμενον μὲ τὸν αἰθέρα σχηματίζει εἶδος φυράματος ὑγροῦ, προσβάλλοντος πολὺ πλέον τὰ σώματα καθ' ὅσον ψύχει αὐτὰ ταχύτατα διὰ τῆς ἰδίας αὐτοῦ θερμοκρασίας, ἥτις καταντᾷ — 79° ὑπὸ τὸ μηδέν· τὸ φύραμα αὐτὸ ῥιπτόμενον ἐπὶ ἑνὸς χιλιογράμμου ὑδραργύρου, ἀμέσως στερεοποιεῖ αὐτὸν, καὶ τότε ὅταν σωλὴν ἐσφραγισμένος, περιέχον ἀνθρακικὸν ὀξὺ εἰς ὑγρὰν κατάστασιν, τυλιχθῇ μὲ αὐτὸν τὸν παγωμένον ὑδράργυρον, τὸ ὑγρὸν λαμβάνεται εἰς μάζαν διαφανῆ, ὡς ὁ πάγος. Εἰς τὸ κενὸν τὸ φύραμα αὐτὸ διὰ τῆς ζωηρᾶς ἐξατμίσεως, τὴν ὁποίαν δοκιμάζει, καταβαίνει μέχρι — 100° ὑπὸ τὸ μηδέν.

111. Μίξις τῶν ἀτμῶν μετὰ τῶν ἀερίων. Τὰ ἐλαστικὰ ῥευστὰ δὲν ἀναμιγνύονται, ὡς τὰ ὑγρά· ταῦτα ὑποτασσόμενα εἰς τὰς εἰδικάς των βαρύτητας, διαχωρίζονται ταχέως· τὰ ἐλαφρότερα ἀναβαίνουσιν εἰς τὸ ἄνω μέρος, καὶ τὰ βαρύτερα κατέρχονται πρὸς τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου. Τοῦτο παρατηρεῖται εἰς τὰ γαλακτώματα ἐξ ἐλαίου καὶ ὕδατος καλῶς μεμιγμένα, ὅπου μετ' ὀλίγας στιγμὰς τὸ ἔλαιον φαίνεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας. Τὰ ἀέρια μιγνύμενα δὲν παρουσιάζουσι τοιοῦτόν τι· ἕκαστον αὐτῶν διὰ τῆς ἐκτατικῆς δυνάμεως διαχέεται ὁλοὲν ἐντὸς τοῦ ὅλου διαστήματος κατεχομένου ὑπὸ τοῦ μίγματος. Πρὸς τούτοις, ὅταν δύο ἀέρια ὑπερτίθενται κατὰ

τὴν τάξιν τῆς πυκνότητος αὐτῶν, ὡς π. χ. τὸ ὑδρογόνον ἐπάνω καὶ τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ κάτω, διαχωροῦνται ἀμοιβαίως· τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ, καίτοι πυκνότερον, ἀναβαίνει εἰς τὸ διάστημα τὸ κατεχόμενον ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου, ἐν ᾧ αὐτὸ καταβαίνει, μ᾽ ὅλην τὴν ἐλαφρότητά του, ἐν τῷ διαστήματι κατεχομένῳ ὑπὸ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος· ὥςε μετά τινα χρόνον τὸ μίγμα εἶναι ὁμοιόμορφον πανταχοῦ, παρέχον ἴσην ἀναλογίαν ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ὑδρογόνου.

Οἱ ἀτμοὶ ὑπόκεινται εἰς τὸν νόμον αὐτὸν τῆς διατάσεως (ἢ διαχύσεως). Εἰς 30^0 π. χ. ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ εἶναι μόνον 30 χιλιοστόμετρα· καὶ τοῦ ὄγκου αὐτοῦ ὄντος 3500 φορὰς μεγαλειτέρου ἀπὸ τὸν τοῦ ὕδατος, μία λίτρα τοιούτου ἀτμοῦ ζυγίζει $\frac{1000}{3500}$ γραμμάρια· περίπου $\frac{1}{3}$ γραμ. τοῦτο δὲ σημαίνει ὅτι ἡ εἰδικὴ βαρύτης αὐτοῦ εἶναι τὸ τέταρτον τῆς τοῦ ὕδατος, καὶ μ᾽ ὅλον τοῦτο ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ὑδάτων εἰς 30^0, καθὼς εἰς τὴν διακεκαυμένην ζώνην, ὁ ἀτμὸς σχηματίζεται ἀκαταπαύστως, διαχέεται εἰς τὸν ὑπεράνω ἀέρα, ὑψοῦται βαθμηδὸν εἰς τὰ ὑψηλότερα στρώματα αὐτοῦ, ὅπου σχηματίζει ὀμίχλας, καὶ νέφη, ἀφ᾽ οὗ φθάσῃ εἰς χώρας ἱκανῶς ψυχρὰς, ὥστε νὰ συμπυκνώσωσιν αὐτόν. Ὁ ἥσυχος ἀὴρ μάλιστα ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν αὐτοῦ, ἐπειδὴ κωλύει τὴν μετάβασιν· εἰς τὸ κενὸν δύναται νὰ σχηματισθῇ καὶ νὰ διαχυθῇ εἰς τὴν στιγμήν· πλὴν ὅταν ὁ ἀὴρ ἦναι εἰς κίνησιν, τῶν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ καθημένων κεκορεσμένων στρωμάτων ἀνανεουμένων ἀκαταπαύστως, ἡ ἐξάτμισις γίνεται μὲ μεγάλην ταχύτητα· ἐκ τούτων δὲ ἔπεται· 1ον ὅτι ἐν τῷ ὑγρῷ ἀέρι· ἤτοι τῷ κεκορεσμένῳ ἀκριβῶς ὑπάρχει τόσος ἀτμὸς, ὅσος καὶ ἐν διαστήματι κενῷ ἰσομεγέθει· 2ον ὅτι ἡ εἰς μέγιστον ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ ἐν τῷ ὑγρῷ ἀέρι εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν ἐν τῷ κενῷ· 3ον ὅτι ἡ παρουσία τοῦ ἀέρος δὲν τροποποιεῖ κατ᾽ οὐδὲν τὰς ἰδιότητας τῶν ἀτμῶν, καθὼς καὶ οἱ ἀτμοὶ δὲν τροποποιοῦσι τὰς ἰδιότητας τοῦ ἀέρος, ἀλλ᾽ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἐξ αὐτῶν μίγματος εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἰδιαιτέρων ἐλαστικῶν δυνάμεων ἑνὸς ἑκάστου, τοῦ ἀέρος, δηλ. καὶ τοῦ ἀτμοῦ.

Τοῦτο τῷ ὄντι ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς πείρας· ἀφ᾽ οὗ τὸ ἀγ-

γεῖον α β γ πληρωθῇ ὑδραργύρου (σχῆμα 177), εἰσάγουσιν ἀέρα ξηρὸν εἰς τὸν διηρημένον κώδωνα, ὅστις κατέχει τὸ τρίτον σχεδὸν ἢ καὶ τὸ ἥμισυ τοῦ ὕψους αὐτοῦ· ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ θέσῃ τις τὸν σωλῆνα β εἰς συγκοινωνίαν μὲ σωλῆνά τινα περιέχοντα ἀέρα ἀποξηραμένον, καὶ ν' ἀνοίξῃ τὸν κρουνὸν ρ· ὁ ὑδράργυρος ῥέει, καὶ καταβαίνει μόνον εἰς τὸν σωλῆνα, ὁ ἀὴρ τὸν ἀκολουθεῖ, καὶ φθάνων εἰς τὸν ἀγκῶνα γ, ἀναβαίνει κατὰ φυσαλίδας εἰς τὸν κώδωνα· χύνουσιν ἔπειτα ὀλίγον ὑδράργυρον εἰς τὸν σωλῆνα, ἵνα θέσωσι τὸν ξηρὸν αὐτὸν ἀέρα ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, καὶ νὰ παρατηρήσωσι τὸν ὄγκον αὐτοῦ· τότε, ἐὰν χυθῇ μικρά τις στήλη ὕδατος εἰς τὸν σωλῆνα καταβαίνει μέχρι τοῦ ὑδραργύρου, ἔπειτα διὰ νὰ εἰσαχθῇ ἓν μέρος αὐτοῦ ἐν τῷ ξηρῷ ἀέρι, ἀνοίγεται ἐκ νέου ὁ κρουνὸς ρ, ἡ στήλη τοῦ ὑγροῦ παρ' εὐθὺς φθάνει εἰς τὸν ἀγκῶνα γ, καὶ ἅμα μικρόν τι μέρος διέλθῃ ἐν τῷ κώδωνι κλείεται πάλιν· οὕτω τοῦ ὕδατος φθάνοντος εἰς τὸν ξηρὸν ἀέρα, βλέπει τις ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ μίγματος αὐξάνει, ἡ δὲ αὔξησις αὐτὴ παύει, ἅμα ὁ ἀὴρ κορεσθῇ. Μετὰ ταῦτα χύνουσιν ἐκ νέου ὑδράργυρον εἰς τὸν σωλῆνα, ἵνα ἐπαναφέρωσι τὸ μίγμα εἰς τὸν ὄγκον, ὃν ὁ ξηρὸς ἀὴρ εἶχε προηγουμένως, καὶ μανθάνουσιν οὕτω ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις εἶναι μεγαλειτέρα, ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εἶναι ὑψηλότερα εἰς τὸν σωλῆνα, παρὰ εἰς τὸν κώδωνα· αὐτὴ δὲ ἡ ὑπεροχὴ τοῦ ὕψους εἶναι κυρίως ἴση μὲ τὴν εἰς μέγιστον ἔντασιν τοῦ ἀτμοῦ διὰ τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἐκτελεῖται τὸ πείραμα· ἀπόδειξις λοιπόν· 1ον ὅτι ὁ ἀτμὸς σχηματίζεται βραδέως εἰς τὸν ἀέρα· 2ον ὅτι λαμβάνει τὴν αὐτὴν εἰς μέγιστον ἔντασιν μὲ τὴν ἐν τῷ κενῷ· καὶ 3ον ὅτι ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ μίγματος εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν ἐλαστικῶν δυνάμεων τοῦ ἀέρος καὶ τοῦ ἀτμοῦ (*).

(*) Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ σχηματισθέντος ἀτμοῦ ἐν τῷ ἀερίῳ, εὑρίσκεται οὕτω διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ. Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀερίου ἦτον τοῦ ξηροῦ ἀέρος ἦτον εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ πειράματος ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν ὁποίαν σημειοῦμεν διὰ υ· τὸ ἀέριον κατεῖχε τότε ἀριθμόν τινα διαιρέσεων ὄγκου ο ἐν τῷ σωλῆνι, ἤδη κατέχει μεγαλείτερον ο'. Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριότου κατεβλήθη, καὶ ἔχει ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὰ διαστήματα ἢ τοὺς ὄγκους ο καὶ ο' εἶναι λοιπὸν κατὰ τὸ παρὸν $\frac{\text{ο υ}}{\text{ο}'}$

Τὸ πείραμα αὐτὸ δύναται νὰ γίνῃ καὶ μὲ ὑγρὸν ὁποιονδήποτε οἰνόπνευμα, ἢ αἰθέρα π. χ. ἀρκεῖ μόνον αἱ εἰς μέγιστον ἐντάσεις αὐτῶν νὰ ὦσι γνωσταὶ προηγουμένως· ὁ νόμος αὐτὸς, ἀφ' οὗ ἅπαξ ἀποδειχθῇ, δύναταί τις νὰ κάμῃ χρῆσιν αὐτοῦ εἰς προσδιορισμὸν τῶν ἐντάσεων τῶν ἀτμῶν, ἀναπτυσσομένων ἐκ τῶν ὑγρῶν· ἀπαιτεῖται μόνον νὰ εἰσάγηται εἰς τὸν κώδωνα ἀὴρ, τὸν ὁποῖον δύνανται νὰ κρατῶσι διαλελυμένον (*).

ἀλλ' ἐκ τῶν πινάκων, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ ἐν τῷ κενῷ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πειράματος εἶναι γνωστὴ, καὶ ταύτην παριστῶμεν διὰ δ· λοιπὸν ἐὰν ἦναι ἡ αὐτὴ, καὶ ὅταν ἦναι μεμιγμένος μὲ τὰ ἀέρια ὀφείλει νὰ ἐπαληθεύῃ ἡ ἐξίσωσις $\frac{o\,u}{o'} + \delta = u$· ἐκεῖνο ὅπερ τῷ ὄντι εὑρίσκουσι, καὶ ἔπεται ἐκ τούτου ὅτι ἀτμός τις μιγνύμενος μὲ ἀέριον διατηρεῖ τὴν ἰδίαν αὐτοῦ ἔντασιν· οὕτω εἰς τὰ μίγματα αὐτὰ ἐξ ἀερίων καὶ ἀτμῶν, ἕκαστον τῶν μερῶν διατηρεῖ τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν, τὴν ὁποίαν ἔχει καὶ μεμονωμένον εἰς τὴν θερμ. τοῦ πειράματος, καὶ ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον.

Ἤδη δυνάμεθα νὰ λύσωμεν καὶ ἄλλα προβλήματα παρουσιαζόμενα εἰς τὰς ἐρεύνας τῆς φυσικῆς· ὡς ὄγκου τινὸς ἀερίου ξηροῦ π. χ. δεδομένου ὑπὸ τὴν πίεσιν υ, ζητεῖται ἡ μεταβολὴ, τὴν ὁποίαν θὰ λάβῃ, ὅταν εἰσαχθῇ εἰς αὐτὸ ὑγρὸν, οὗτινος ὁ ἀτμὸς εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν δ· ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου θ' αὐξήσῃ ἐντὸς τοῦ ἐκτατοῦ ἀγγείου, μέχρις οὗ ἡ ἐλαστικότης ἐξασθενισθεῖσα ἐκ τῆς διαστολῆς, καὶ προστεθεῖσα εἰς τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ ἰσορροπήσῃ μὲ τὴν ἐξωτερικὴν δύναμιν υ· ὅταν τὸ ἀέριον παύσῃ ἐκτεινόμενον, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ μίγματος θὰ ἦναι ἴση μὲ υ, ἡ δὲ τοῦ διασταλέντος ἀέρος υ—δ, ἀλλ' αἱ ἐλαστικαὶ δυνάμεις τῶν ἀερίων ἔχουσιν ἀντίστροφον λόγον πρὸς τοὺς ὄγκους, λοιπὸν θὰ ἔχωμεν ο : χ :: υ—δ : υ, ἐξ οὗ $\chi = \frac{u \times o}{u - \delta}$ διὰ τὸν ὄγκον.

Ἐὰν ἤδη $u = 0{,}76$, $\delta = 0{,}22$, $0 = 50$ μέρη τοῦ σωλῆνος ἢ τοῦ ἀγγείου εὑρίσκεται $X = 70{,}35$ μέρη.

Μίγμα τι ἀέρος καὶ ἀτμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἔχει ἄλλως, παρὰ ἐν τῷ δοχείῳ· οὕτω ὁ μὲ ἀτμοὺς μεμιγμένος ἀὴρ εἶναι ἐλαφρότερος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ· φαίνεται κατὰ τὸν Σωσσὺρ, ὅτι αἱ πυκνότητές των εἶναι εἰς σχέσιν 11 πρὸς 14, κατὰ δὲ τὸν Γαϊλουσὰκ 10 πρὸς 16· ὅταν ὁ ἀὴρ ἦναι ψυχρὸς τὸ βαρόμετρον γενικῶς εἶναι χαμηλότερον· ἀπέδιδον τὸ φαινόμενον τοῦτο εἰς τὴν ἐλαφρότητα τοῦ ἀέρος, μεμιγμένην μὲ ἀτμόν· πλὴν ἐξαρτᾶται ἀπὸ αἰτίας συμπλέκτους.

(*) Ἐδοκίμασαν νὰ καταστήσωσι τὰ συμπυκνούμενα ἀέρια δυνάμεις μηχανικάς. Ὁ Βρουνερ μάλιστα παρέσχε τὸ σχέδιον ἀντλίας, ἧς τὸ ἔμβολον ἐνήργει διὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ὑγροποιουμένου ἀναλλὰξ καὶ ἀεροποιουμένου· πλὴν μέχρι τοῦδε οὐδεμία μεγάλη μηχανὴ τοῦ εἴδους τούτου δὲν κατεσκευάσθη.

Ἀνάζεσις. Ὑγρόν τι βράζει, ὅταν αἱ κατώτεραι στιβάδες μεταςχηματίζωνται εἰς ἀτμὸν· ἡ ταραχὴ τῆς μάζης αὐτῆς τότε εἶναι ἀποτέλεσμα τῶς φυσαλίδων τοῦ ἀτμοῦ, αἵτινες ὡς ἐκ τῆς εἰδικῆς ἐλαφρότητος φθάνουσαι εἰς τὴν ἐπιφάνειαν διασκεδάζονται· αἱ φυσαλίδες αὐταὶ, ἐπειδὴ ὑποφέρουσιν, ὡς ἅπαντα τὰ ἐν τοῖς ὑγροῖς βεβυθισμένα σώματα, τὴν πίεσιν τοῦ περὶ αὐτὰς ὑγροῦ, ἡ ἐλαστικὴ αὐτῶν δύναμις ὀφείλει νὰ ἰσορροπῇ μὲ αὐτὴν τὴν πίεσιν· ἐπειδὴ ἐὰν ἦτο μεγαλειτέρα, θὰ ἐξετείνοντο πλειότερον, καὶ ἐὰν μικροτέρα, θὰ συνεπιέζοντο καὶ συνεπυκνόνοντο περισσότερον· ὁ ὅρος λοιπὸν τῆς βράσεως εἶναι, τὸ ὑγρὸν νὰ φθάσῃ εἰς τοιαύτην θερμοκρασίαν, ὥστε ἡ εἰς μέγιστον ἔντασις τοῦ ἀτμοῦ νὰ ἐξισῶται μὲ τὴν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἐξασκουμένην πίεσιν, ἤτοι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, πλέον τὴν ὑπ' αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ ἐξασκουμένην,

Ἡ θεωρία αὕτη τῆς ἀναζέσεως προκύπτει ἐκ τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀτμῶν, πλὴν βεβαιοῦται προσέτι καὶ διὰ πολυαρίθμων πειραμάτων, ἅτινα ἐκθέτομεν κατὰ τὴν ἀκόλουθον τάξιν.

1ον. Ἀνάζεσις κατὰ πᾶσαν θερμοκρασίαν.

2ον. Ἀνάζεσις εἰς ἀγγεῖα ἔχοντα μεγάλην βαθύτητα.

3ον. Φαινόμενον ἀπορροφήσεως.

4ον. Εἰς τὸ σημεῖον τῆς βράσεως ὅλα τὰ ὑγρὰ ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

5ον. Ἐπιρροὴ τῶν διαλελυμένων σωμάτων πρὸς βράδυνσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς ἀναζέσεως.

6ον. Ἐπιρροὴ τῆς φύσεως τῶν ἀγγείων.

7ον. Βαθμοὶ βράσεως διαφόρων ὑγρῶν.

1ον. Ἀνάζεσις κατὰ πᾶσαν θερμοκρασίαν· τὸ ψυχρὸν ὕδωρ βράζει οὕτω καλῶς, καὶ οὕτω εὐκόλως, ὡς καὶ τὸ θερμόν· διὰ νὰ γίνῃ δὲ τοῦτο, ἀπαιτεῖται νὰ καταβιβασθῇ ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐξασκουμένη πίεσις, ὥστε νὰ μὴν ὑπερβαίνῃ τὴν εἰς μέγιστον τοῦ ἀτμοῦ ἔντασιν· οὕτω εἰς 30^0, τῆς ἐντάσεως οὔσης 30 χιλιοστόμετρα, ἐὰν διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ ἀγγείου πίεσις καταβιβασθῇ εἰς 20 χιλιοστόμετρα, τὸ ὕδωρ ἀνάγκη νὰ βράσῃ, ὡς εἰς τὴν θερμοκρ. 100^0 ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίε-

σιν· οὕτω ἡ βράσις διὰ νὰ λάβῃ χώραν εἰς 10^{0}, ἀπαιτεῖται ἡ πίεσις νὰ καταντήσῃ εἰς 9 χιλιοστόμετρα, καὶ τέλος εἰς 5, διὰ νὰ γίνῃ εἰς τὴν θερμ. τοῦ πάγου· τοῦτο πραγματικῶς ἐπικυροῖ καὶ τὸ ἑπόμενον πείραμα. Συνήθως βάλλουσι τὸ ὕδωρ εἰς ποτήριον, ὅπερ θέτουσιν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας· πλὴν τὸ φαινόμενον κακῶς παράγεται ἕνεκα τῆς ἐντάσεως αὐτοῦ τοῦ ἀτμοῦ, καὶ ἐκτὸς τούτου αἱ μηχαναὶ αὐταὶ προσβάλλονται ὡς ἐκ τῆς ῥοῆς τοῦ ὕδατος ἐντὸς ὅλων τῶν ἀγωγῶν. Ὁ Κ. Πουϊλλέτος μεταχειρίζεται ὄργανον, μὴ παρέχον τοιαῦτα ἀτοπήματα (σχῆμα 178). Κύλινδρος αβ ἐκ χαλκοῦ ὕψους 40 ἢ 50 ἑκατοστομέτρων, ἐπὶ ἑνὸς δεκατομέτρου διάμετρον, κλείεται ἄνωθεν διὰ πώματος ἑλικοειδοῦς γ· ἐξ αὐτοῦ τοῦ μέρους εἰσάγουσι κάνιστρον ἐκ μεταλλίνου ὑφάσματος περιέχον μίαν λίτραν περίπου τιτάνου εἰς τεμάχια μικρά. Εἰς τὸ κάτω μέρος φέρει ὀπὴν σωληνοειδῆ δ, δι' οὗ ἐκκενοῦσι τὸν ἀέρα· εἰς δὲ τὸ ἄνω δύο σωλῆνας κυρτοὺς, εἰς οὓς προσαρμόζουσι δι' ἕλικος τὰς φιάλας, ἢ τοὺς ὑελίνους σωλῆνας, ἐν οἷς ἡ βράσις θὰ λάβῃ χώραν· ἀφ' οὗ ὁ ἀτμὸς ἀπορροφηθῇ ἐκ τῆς τιτάνου, τὸ πείραμα γίνεται εὐκόλως. Ὅταν πρόκηται νὰ δείξῃ μόνον τις τὸ φαινόμενον, χωρὶς νὰ μετρήσῃ τὰς πιέσεις, μεταχειρίζεται σφαῖραν μεγάλην κοίλην μὲ μακρὸν λαιμὸν (σχῆμα 178), τὴν ὁποίαν κλείει μὲ πῶμα, ὅταν τὸ ὕδωρ βράζῃ, καὶ διωχθῇ ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ· ἔπειτα τὴν στρέφει, ὡς παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα, καὶ βλέπει ὅτι τὸ ὕδωρ βράζει ὁλοκλήρους ὥρας· δύναταί τις νὰ καταστήσῃ ἐνεργοτέραν τὴν βράσιν, θερμαίνων τὴν σφαῖραν διὰ λύχνου, πλὴν ἐπιτυγχάνει καλλίτερον διὰ τῆς ἐπιθέσεως ὕδατος ψυχροῦ, ἢ πάγου ἐπ' αὐτῆς· ἡ ψύχρανσις αὕτη πυκνόνει τὸν ἀτμὸν, ὅστις κατέχει τὸ κενὸν ὑπεράνω τοῦ ὕδατος, ἐλαττόνει τὴν πίεσιν, καὶ τὸ ὑγρὸν τότε βράζει μὲ ζωηρότητα.

Ἡ χύτρα τοῦ Παπίνου (σχῆμα 179) δεικνύει, ὅτι ἡ αὔξησις τῆς πιέσεως ἐξ ἐναντίας βραδύνει τὸν βαθμὸν τῆς ἀναζέσεως, καὶ δύναται ἀορίστως νὰ τὸν βραδύνῃ· τὸ πῶμα αὐτοῦ κλείει δι' ἕλικος λ, φέρει δὲ κρουνὸν ρ, καὶ δικλίδα δ, πιεζομένην παρά τινος μοχλοῦ μ, καὶ ἐπιβαρυνομένην κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἧττον διὰ τῆς πλησιάσεως ἢ ἀπομακρύνσεως τοῦ βάρους Β. Ἡ χύτρα αὕτη πλήρης ὕδα-

τος κατὰ τὰ $\frac{3}{4}$ τῆς χωρητικότητος δύναται νὰ θερμανθῇ εἰς 150^0 καὶ 200^0, χωρὶς νὰ φανῇ παρὰ μικρὸν σημεῖον βράσεως· ἐπειδὴ ὁ σχηματιζόμενος ἀτμὸς ἀξασκεῖ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ πίεσιν ὁλοὲν αὔξουσαν· πλὴν ὅταν ὁ κρουνὸς ἀνοιχθῇ, ὁ ἀτμὸς ἐξέρχεται μὲ μεγάλην ὁρμὴν, καὶ ἀναπηδᾷ συρίζων μέχρι 3 καὶ 4 μέτρων ὕψους.

Τὸ καλούμενον αὐτοκλάβιον (autoclave) (σχῆμα 180), κλειόμενον τόσον καλλίτερα, ὅσον ἡ πίεσις εἶναι δυνατωτέρα, ἐπειδὴ τὸ ἐλλειψοειδὲς πῶμα αὐτοῦ ὑπάρχει ἔσωθεν, ἀντὶ ἔξωθεν, εἶναι ἄλλο τι μέσον βραδύτητος τῆς τοῦ ὕδατος ἀναζέσεως, καὶ τῆς θερμάνσεως αὐτοῦ εἰς 110^0 ἢ καὶ 120^0· εἶναι δ' ἐν χρήσει πρὸς παραγωγὴν χημικῶν ἐνεργειῶν μὴ λαμβανουσῶν χώραν εἰς 100^0· πλὴν τὸ ὄργανον αὐτὸ εἶναι κινδυνῶδες, ὅταν δὲν ἔχῃ δικλίδα ἀσφαλιστικήν.

2ον. Βράσις εἰς ἀγγεῖα, ἔχοντα μεγάλην βαθύτητα. Οἱ λέβητες θερμαινόμενοι γενικῶς διὰ τοῦ πυθμένος, σχηματίζουσι τὸν ἀτμὸν ἐκεῖ· ὡς ἐκ τούτου αὐτοὶ ὑποφέρουσι τὴν πίεσιν τῆς ἐπιφανείας, πλέον τὴν πίεσιν τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν ὁ λέβης ἔχῃ π. χ. 139 ἑκατοστομέτρων βαθύτητα, ἡ πίεσις εἶναι μιᾶς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, πλέον 130 ἑκατοστομέτρων ὕδατος, ἰσοδυναμοῦσα μὲ 10 ἑκατοστόμετρα ὑδραργύρου. Ἡ θερμοκρασία λοιπὸν ὀφείλει νὰ ὑψωθῇ μέχρις οὗ ἡ ἔντασις γίνῃ ἴση μὲ 860 χιλιοστόμετρα, ἀντὶ τῶν 760.

Ἕνεκα τούτου ἡ βράσις ὕδατος εἰς 0^0 ἐντὸς ἀγγείου ὀλίγον βαθέος εἶναι ἀδύνατος. Ἡ πίεσις μόνη τοῦ ὑγροῦ ὅταν ἦναι μεγαλειτέρα τῶν 5 χιλιοστομέτρων ὑδραργύρου, ἡ ἐξάτμισις τότε γίνεται διὰ τῆς ἐπιφανείας.

Ἕνεκα τούτου εἰς ἀγγεῖα ὀλίγον βαθέα, τὸ ὕδωρ ψάλλει τρόπον τινὰ, πρὶν βράσῃ· πρὸ πάντων ὅταν τὸ πῦρ ἦναι ζωηρόν· εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν ἡ φυσαλὶς τοῦ ἀτμοῦ σχηματίζεται καὶ ἀναβαίνει, πλὴν ὅταν φθάσῃ εἰς ἀνώτερα στρώματα εἰσέτι ψυχρὰ, τὰ πιέζοντα αὐτὴν μόρια συμπυκνόνουσιν αὐτὴν, καὶ οὕτω συμβαίνει σύγκρουσίς τις καὶ ῥῆξις, προξενοῦσα τὸν ἰδιαίτερον αὐτὸν ἦχον.

Τὸ φαινόμενον παράγεται κάλλιστα ἐντὸς μακροῦ καὶ λεπτοῦ κώδωνος ὑελίνου, ὅπου βλέπει τις τὰς φυσαλίδας ν' ἀφανίζωνται

κατ' ἀρχὰς εἴς τινα ἑκατοστόμετρα τοῦ πυθμένος· ἔπειτα ὑψηλότερα, καὶ οὕτω βαθμηδὸν μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, καὶ τότε ἡ βράσις ἄρχεται.

3ον. Φαινόμενον ἀπορρόφήσεως. Εἴς τινα κερατίνην ὑέλινον α (σχῆμα 181) προσαρμόζουσι σωλῆνα κυρτὸν βγδ διαμέτρου ἐσωτερικῆς ἑνὸς περίπου ἑκατοστομέτρου· ἐν ᾧ δὲ εἰς αὐτὴν ἐνεργεῖται ἡ βράσις τοῦ ὀλίγου ὕδατος, ὅπερ ἐμπεριέχει, τὸ ἄκρον δ τοῦ σωλῆνος εἶναι βυθισμένον κατά τινα ἑκατοστόμετρα μόνον εἰς τὸ ψυχρὸν ὕδωρ τοῦ ἀγγείου EZ. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν ἀναπτύσσονται μεγάλαι φυσαλίδες, ἕνεκα τοῦ διαστελλομένου ἀέρος τῆς κερατίνης, ἔπειτα δὲ γίνονται μικρότεραι καὶ σπανιώτεραι, πλὴν ἀκόμη ἀναπτύσσονται, καὶ τοῦτο ἕνεκα τοῦ ἀέρος μεμιγμένου μὲ πολὺν ἀτμόν· τέλος ἀφ' οὗ ἡ βράσις ἀποκατασταθῇ, αἱ φυσαλίδες ἀναλαμβάνουσιν ὄγκον μεγαλείτερον, καὶ ἀντὶ νὰ διασκεδάζωνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, ἐξογκοῦνται μόνον κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος δ, καὶ ἐκεῖ ἀφανίζονται μὲ κρότον τινά· ὁ λόγος δὲ, διότι τὸ ψυχρὸν ὕδωρ τοῦ ἀγγείου τὸ ὁποῖον τὰς περικυκλοῖ, πυκνόνει αὐτὰς, καὶ συγκρουομένας ῥηγνύει διὰ τῆς πιέσεώς του.

Ἐν ᾧ δὲ οὕτως ἔχει τὸ πείραμα, χύνουσιν εἰς τὸ ἀγγεῖον EZ ὕδωρ χρωματισμένον σχεδὸν τόσον, ὅσον ἡ κερατίνη περιέχει, καὶ συγχρόνως ἀποσύρουσι τὸ πύραυνον ἵνα παύσῃ ἡ βράσις· τότε παρευθὺς τὸ ὑγρὸν τοῦ ἀγγείου ἀναβαίνει εἰς τὸν σωλῆνα γδ, καὶ κατ' ἀρχὰς παρουσιάζει δονήσεις τινὰς αἰφνιδίους λίαν παραδόξους, ἐν τοιούτῳ ὑψοῦται πάντοτε, φθάνει εἰς τὸν ἀγκῶνα γ τοῦ σωλῆνος, διαχέεται εἰς τὸ κυρτὸν μέρος αὐτοῦ βγ, καὶ τότε αἴφνης ὁρμᾷ ἐν τῇ κερατίνῃ, σχηματίζει ἐκεῖ ῥεῦμα, καὶ ἐντὸς δευτερολέπτων τινῶν ἡ κερατίνη ἀπορρόφᾷ, ὅσον ἡ χωρητικότης αὐτῆς συγχωρεῖ ὕδωρ.

Πρὶν ἀποσύρωσι τὸ πύραυνον τὸ σκεύασμα εἶχε καθαρισθῇ ἀπὸ τὸν ἀέρα· ἐπειδὴ αἱ φυσαλίδες τοῦ ἀτμοῦ συνεπυκνοῦντο καθ' ὁλοκληρίαν· ἡ κερατίνη καὶ ὁ σωλὴν δὲν περιεῖχον πλέον, εἰμὴ ἀτμὸν ἔχοντα ἐλαστικήν τινα δύναμιν ἀνταποκρινομένην εἰς τὴν θερμοκρασίαν, ἥτις ἦτον ὀλίγον μεγαλειτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἐπειδὴ κατέθλιβε τὸ ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος δ. Μετὰ τὴν

ἀφαίρεσιν τοῦ πυρὸς ἡ θερμοκρασία ἠλαττώθη· ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ κατέστη μικροτέρα· ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ὑπερίσχυσε, καὶ ἐντεῦθεν αἱ παρατηρηθεῖσαι δονήσεις εἰς τὸν σωλῆνα γδ, δεικνύουσαι τὸ ἄνισον τοῦ ἀγῶνος μεταξὺ τῆς ἐσωτερικῆς ἐντάσεως καὶ τῆς ἐξωτερικῆς πιέσεως. Τέλος ὅταν τὸ ὕδωρ ἔφθασεν εἰς τὸν βραχίονα γδ, ἠλάττωσε μεγάλως τὴν ἔντασιν τοῦ ἀτμοῦ, συμπυκνόνον ταχύτερον αὐτὸν καὶ καθιστῶν τὸ κενὸν, ὥστε ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις ὑπερισχύσασα μεγάλως τότε, ὤθησε μὲ ὁρμὴν τὸ ὑγρόν

4ον. Εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναζέσεως ὅλα τὰ ὑγρὰ ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Ὅταν διάφορα ὑγρὰ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν θερμανθῶσιν εἰς βαθμὸν βράσεως, ἡ ἔντασις τοῦ ἀτμοῦ αὐτῶν εἶναι ἡ αὐτὴ, ὡς ἰσορροποῦσα εἰς τὴν αὐτὴν πίεσιν· μ' ὅλον τοῦτο ὀφείλει νὰ ὑπολογίζηται καὶ τὸ βάθος καὶ ἡ πυκνότης τῶν ὑγρῶν· εἰς ἀγγεῖα 10 ἑκατοστομέτρων βάθους ἡ ἔντασις τοῦ ὑδραργυρίνου ἀτμοῦ ὑπερβαίνει τὴν τοῦ ὑδατίνου κατὰ

$$10 - \frac{\text{ἑκατ. } 10}{13{,}9} = \frac{\text{ἑκατ. } 129}{13{,}9}.$$

5ον Ἐπιρροὴ τῶν διαλελυμένων σωμάτων πρὸς βράδυνσιν τῆς ἀναζέσεως. Ἅπαντα τὰ στερεὰ σώματα διαλελυμένα ἐν τῷ ὕδατι σμικρύνουσι τὴν εἰς μέγιστον ἔντασιν τοῦ ἀτμοῦ καθ' ὅλας τὰς θερμοκρασίας, καὶ βραδύνουσιν ἐπομένως τὸν βαθμὸν τῆς βράσεως ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν. Δι' ἕκαστον σῶμα ἡ βραδύτης εἶναι κατὰ τόσον μεγαλειτέρα, ὅσον καὶ ἡ ἀναλογία τῆς διαλύσεως, μ' ὅλον τοῦτο τὸ ἀποτέλεσμα δὲν εἶναι ἀνάλογον. Οὕτω 8 γραμμάρια ἅλατος κοινοῦ, διαλελυμένου εἰς 100 ὕδατος, βραδύνουσι τὴν βράσιν κατὰ 1^0 καὶ 40 γραμμάρια διαλελυμένα εἰς τὴν αὐτὴν ποσότητα τοῦ ὕδατος τὴν βραδύνουσι κατὰ 8^0. Τὸ ὕδωρ τότε εἶναι κεκορεσμένον καὶ δὲν δύναται νὰ διαλύσῃ περισσότερον· ἀπ' ἐναντίας 12 γραμ. ἀζωτικῆς σόδας βραδύνουσι κατὰ 1^0. καὶ χρειάζονται 186 διὰ νὰ τὴν βραδύνωσι κατὰ 10^0.

Ἰδοὺ κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Κ. Λεγράνδου, πίναξ τις ὅλων τῶν βαθμῶν τῆς βράσεως διαφόρων διαλύσεων κεκορεσμένων, καὶ αἱ ἀναλογίαι τοῦ ἅλατος, τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος ὄντος ἴσου μὲ 100.

Πίναξ τῶν βαθμῶν τῆς βράσεως διαφόρων διαλύσεων κεχορεσμένων, καὶ τῶν ἀναλογιῶν τοῦ ἐμπεριεχομένου ἅλατος.

Ὀνόματα διαλύσεων.	Βαθμοὶ ἀναζέσεως ἑκατοβάθμιοι.	Ποσότητες ἁλάτων κορέννουσαι 100 ὕδατος.
	0	
Χλωροῦχος πότασσα	104,2	61,5
Χλωροῦχον βάριον	104,4	60,1
Ἀνθρακικὸν νάτρον	104,6	48,5
Φωσφορικὸν νάτρον	106,5	113,2
Χλωροῦχον νάτρον	108,4	41,2
Ὑδροχλωρικὴ ἀμμωνία	114,2	88,9
Τρυγιακὴ πότασσα	115,67	296,2
Νιτρικὴ πότασσα	115,9	355,1
Νιτρικὴ σόδα ἢ νιτρικὸν νάτρον	121,0	224,8
ὀξικὸν νάτρον	124,37	209,3
ἀνθρακικὴ πότασσα ἢ κάλιον	135,0	205,0
Νιτρικὸς τίτανος	151,0	362,2
ὀξικὸν κάλιον	161,0	798,2
χλωροῦχος τίτανος	179,5	325,0
Νιτρικὴ ἀμμωνία	180,0	

Τὰ μὲ τὸ ὕδωρ μιγνύμενα ὑγρὰ παράγουσιν ἐπίσης ἀνάλογα ἀποτελέσματα. Οὕτω τὸ θειϊκὸν ὀξὺ, τὸ ἀζωτικὸν βραδύνουσι τὸ σημεῖον τῆς βράσεως, ἐπειδὴ αὐτῶν τούτων ὁ βαθμὸς τῆς βράσεως εἶναι μεγαλείτερος, τὸ οἰνόπνευμα ὅμως, τὸ ὁποῖον βράζει εἰς 78^0, παράγει ἀποτέλεσμα ἐναντίον μὲ τὴν οὐσιώδη ταύτην διαφορὰν, ὅτι αἱ διαλύσεις τῶν ἁλάτων παρέχουσιν ἀτμὸν ὕδατος, ἐν ᾧ τὰ μιγνυόμενα ὑγρὰ πάντοτε ἀτμοὺς μεμιγμένους. Τὰ οἰνοπνεύματα μᾶλλον ἢ ἧττον ἔνυδρα ἀναπτύσσουσι π. χ. ἀτμοὺς ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος, ὧν ἡ συμπύκνωσις παρέχει μίγμα ἐκ τῶν δύο ὑγρῶν, εἰς ὃ τὸ οἰνόπνευμα πάντοτε, ὡς πτητικώτερον, εὑρίσκεται εἰς μεγαλειτέραν ἀναλογίαν.

6ον. Ἡ φύσις τῶν ἀγγείων, ἐν οἷς ἡ βράσις, ἐξασκεῖ ἐπίσης ἐπιρροήν τινα ἐπὶ τῆς ἐντάσεως τῶν ἀτμῶν. Τὸ βράζον ὕδωρ ἐντὸς ὑελίνου ἀγγείου λαμβάνει 1^0 ἢ $1^0\frac{1}{2}$ πλέον, παρὰ τὸ βράζον εἰς μετάλλινον, Φυσικός τις παρετήρησεν ἄλλο τι, ὅτι τὸ ὑέλινον ἀγγεῖον, τὸ ὁποῖον εἶχε χρησιμεύσει εἰς βράσιν θειϊκοῦ ὀξέος, καίτοι ἐπιμελῶς πλυμένον, βραδύνει τὴν βράσιν κατὰ 5^0 καὶ 6^0 ἐνίοτε.

7ον. Βαθμοὶ βράσεως τῶν διαφόρων ὑγρῶν. Ὑπάρχουσιν ὑγρὰ μὴ ἔχοντα ὡρισμένον σημεῖον βράσεως, ὡς ἀποσυνθετόμενα ἐκ τῆς θερμότητος τοιαῦτά εἰσι π. χ. τὰ πλεῖστα τῶν παχέων ἐλαίων· ὑπάρχουσιν ἄλλα, μὴ δυνάμενα νὰ θερμανθῶσιν εἰς βαθμὸν ὥστε οἱ ἀτμοί των νὰ λάβωσιν ἔντασιν ἴσην μὲ μιᾶς ἀτμοσφαίρας· τοιαῦτά εἰσι τὰ εὐτηκτότερα μέταλλα μάλιστα, ὡς ὁ μόλυβδος, ὁ κασσίτερος, τὸ βισμούθιον. Ἐκ τῶν ἄλλων ὑγρῶν οὐσιῶν αἱ πλειότεραι βράζουσιν· ἀλλ' ἐνταῦθα περιοριζόμεθα εἰς τὸ νὰ δείξωμεν τοὺς βαθμοὺς τῆς βράσεως τῶν συνηθεστέρων μόνον ὑγρῶν.

113. Ἐκπύρωσις (Calefaction). Ὅταν χύνωσιν ὕδωρ ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἐπὶ σώματος θερμοτάτου, ἐν τρυβλίῳ τινὶ π. χ. ἐκ χρυσαργύρου θερμανθέντος εἰς βαθμὸν λευκοῦ ἐρυθροῦ, ἀντὶ νὰ βράσῃ φαίνεται ὅτι φεύγει τὴν ἐπαφὴν τοῦ θερμοῦ σώματος· ἐπειδὴ γίνεται σφαιροειδὲς, ὡς ὁ ὑδράργυρος ἐπὶ τῆς ὑέλου, ἢ ἄλλου τινὸς σώματος, τὸ ὁποῖον δὲν ὑγραίνει, καὶ ἑπομένως δὲν ψαύει. Τὸ ὕδωρ

αὐτὸ μ᾽ ὅλον τοῦτο θερμαίνεται ὀλίγον, παρέχει ἀτμούς τινας, στρέφεται περὶ ἑαυτὸ, ὡς ὁ στρόβιλος μᾶλλον ἢ ἧττον ταχέως καὶ ὁ ὄγκος του ἐλαττοῦται βραδέως· τότε, ἐὰν τὸ ἀγγεῖον ἀποσυρθὲν τοῦ πυρὸς ψυχθῇ μέχρι τοῦ σκοτεινοῦ ἐρυθροῦ δηλ. εἰς 200^0 περίπου, ἔρχεται στιγμὴ, καθ᾽ ἣν τὸ ὕδωρ εἶναι ἧττον σφαιροειδὲς· ἄρχεται νὰ ἐξαπλοῦται, καὶ παρευθὺς ἔπειτα ἐκτείνεται μὲ κρότον, καὶ διαχέεται διὰ ζωηροτάτης βράσεως.

Τὸ στρῶμα τοῦ ἀτμοῦ τὸ περικυκλοῦν τὸ ὕδωρ, ὅταν στηρίζηται ἐπὶ σωμάτων, ὧν ἡ θερμοκρασία ὑπερβαίνει 150^0 ἢ 200^0, ἐμποδίζει τὴν μεταξὺ τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ σώματος ἐπαφὴν· ἕνεκα τούτου ἡ διάδοσις τῆς θερμότητος κωλύεται μεγάλως ὡς ἐκ τῆς διαστάσεως αὐτῆς· καὶ τὸ ὕδωρ δεχόμενον ὀλίγην θερμότητα δὲν ἔχει νὰ σχηματίσῃ, εἰμὴ ὀλίγον ἀτμὸν, ὥστε ν᾽ ἀποβάλλῃ διὰ τῆς ἐξατμίσεως τόσην θερμότητα, ὅσην λαμβάνει· ἕνεκα τούτου μένει ὑπὸ τὰς 100^0.

Οἱ σιδηρουργοὶ καθ᾽ ἑκάστην παράγουσι τὸ φαινόμενον αὐτὸ κατά τινα τρόπον ἀντίστροφον. Ὅταν θέλωσι νὰ ἐμβάψωσι τὸν χάλυβα, βυθίζουσιν αὐτὸν κατὰ τὸ κερασοειδὲς ἐρυθρὸν ἐντὸς μάζης ὕδατος, καὶ διὰ πολλὰ δευτερόλεπτα ὁ χάλυψ μένει ἐρυθρὸς ἐν τῷ ψυχρῷ ὕδατι, ἀναπτύσσων εἴδός τι θήκης ἀτμοῦ, κωλυούσης τὴν ἐπαφὴν· πλὴν ἅμα ἡ ἐπαφὴ εἷς τινα σημεῖα ἀποκατασταθῇ, ταῦτα διὰ τῆς θερμαγωγότητος ψυχραίνουσι τὰ πλησίον, τὸ ὕδωρ κοχλάζει βιαίως, καὶ ὁ χάλυψ ψύχεται ἀμέσως.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ δύναταί τις νὰ παραγάγῃ καὶ δι᾽ ἑνὸς σύρματος χρυσαργύρου, θερμανθέτος εἰς βαθμὸν λευκοῦ ἐρυθροῦ διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος· ἐπίσης καὶ αὐτὸ ἐν τῷ ψυχρῷ ὕδατι διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν, χωρὶς νὰ παραγάγῃ ἀναβρασμὸν καὶ θέρμανσιν, ὁποῖα παράγει τὸ αὐτὸ σύρμα, ὅταν γίνῃ ὀλιγώτερον θερμόν.

Ὁ Κ. Βουτίνης ὠνόμασε τὴν ἰδιαιτέραν αὐτὴν κατάστασιν τοῦ ὕδατος καὶ τῶν πτητικῶν ὑγρῶν γενικῶς σφαιροειδῆ κατάστασιν. Ἡ ὀνομασία αὕτη εἶναι παραδεκτὴ, καθ᾽ ὅσον ἐκφράζει τὸ πρᾶγμα αὐτὸ, ὄχι ὅμως καὶ ὅσα ἡ φαντασία αὐτοῦ ἔπλασεν ὡς πρὸς τὴν σφαιροειδῆ κατάστασιν· μ᾽ ὅλον τοῦτο μ᾽ ὅλας τὰς ἀλ-

λοκότους θεωρίας του δὲν ἔλλειψεν ἀπὸ τοῦ νὰ ἐκτελέσῃ πειράματα λίαν περίεργα. Ὁ Κ. Βουτίνης κατώρθωσε νὰ πήξῃ τὸ ὕδωρ ἐντὸς κλιβάνου, ἢ καὶ πυραύνου σκεπασμένου πλησίον τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ ἀργύρου ἐν καταστάσει τήξεως ὄντων. Τὸ θαῦμα τοῦτο εἶναι ἁπλούστατον· εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν τὸ θειῶδες ὀξὺ (acide sulfurenx) ἐκτεθειμένον εἰς τὸν ἀέρα καταβαίνει διὰ τῆς ἐξατμίσεως εἰς 15^0 καὶ 2^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, καὶ μάλιστα πλέον τῶν 40^0, ὅταν ἦναι ἐκτεθειμένον εἰς τὸ ῥεῦμα τοῦ ἀέρος, ἢ φυσητηρίου τινός, ἑπομένως πήζει ἀμέσως τὰς ἐκεῖ ῥιπτομένας σταγόνας τοῦ ὕδατος· ἀλλὰ πατάνιον κατὰ τὸ ἥμισυ πλῆρες ἐξ αὐτοῦ τοῦ ὀξέος, ὅταν τεθῇ ταχέως ἐν τῷ κλιβάνῳ, τὸ ὑγρὸν αὐτὸ φέρεται, καθὼς τὸ ὕδωρ ἐν τῇ χρυσαργυρίνῃ κύμβῃ, δηλ. περιτειλίσσεται ἀπὸ στιβάδα λεπτὴν ἀτμοῦ, λαμβάνει τὴν σφαιροειδῆ κατάστασιν, καὶ ἐξακολουθεῖ νὰ ἐξατμίζηται βραδέως, ἀντὶ νὰ βράζῃ μὲ ὁρμήν· ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ, ἢ τὸ ῥιπτόμενον εἰς τὸ πατάνιον παγόνει ἐν τῷ κλιβάνῳ, ὡς καὶ ἐπὶ τῆς τραπέζης, φανερὸν ὅτι ἐκτὸς τῆς θερμότητος τοῦ κλιβάνου λαμβάνει καὶ μέρος ἐξ αὐτοῦ τοῦ ὑγροῦ, κατὰ τὴν ταχεῖαν καὶ ζωηρὰν ἐξάτμισίν του.

Ὁ Κ. Βουτίνης περᾷ ἀβλαβῶς τὸν δάκτυλον, καὶ μάλιστα ὁλόκληρον τὴν χεῖρα διὰ μέσου λουτροῦ ἐκ μίγματος χαλκοῦ καὶ ἄλλων μετάλλων τετηγμένων, ἢ διὰ μέσου λουτροῦ ἐκ μόνου χαλκοῦ, ἢ μολύβδου. Τὸ παράδοξον αὐτὸ πείραμα, ὃ πρὸ αἰώνων οἱ ἐργάται τῶν χωνευτηρίων παρέλαβον κατὰ παράδοσιν, ἐπανελαμβάνετο ἀπὸ γενεᾶς εἰς γενεάν, πλὴν κάπποτε ἔκαιον τοὺς δακτύλους καὶ τὰς χεῖρας. Ὁ Κ. Βουτίνης ἐστάθη ἄξιος ὄχι μόνον νὰ διαπερᾷ ἀβλαβῶς τὴν χεῖρα ἢ μέρος αὐτῆς διὰ τῶν διαλελυμένων μετάλλων, ὧν ἡ τῆξις ἀπαιτεῖ μεγίστην θερμοκρασίαν, ἀλλὰ καὶ πρῶτος ἐγνώρισεν ὅτι εἶναι ἐπίσης κίνδυνος νὰ διαπερᾷ τις τὸν δάκτυλον πολὺ ταχέως, ὡς καὶ πολὺ βραδέως· καὶ ὅτι εἶναι καλλίτερον, ἀφ' οὗ σαπωνίσῃ τὴν χεῖρα, νὰ ἐμβάψῃ αὐτὴν εἰς διάλυσιν ἀμμωνιακοῦ ἅλατος, πρὶν κάμῃ τὴν δοκιμήν· διότι τότε τὸ στρῶμα τοῦ ἀτμοῦ ἐμποδίζει τὴν ἐπαφὴν, ὡς ἐν ταῖς προηγουμέναις περιπτώσεσι, καὶ βραδύνει πολὺ τὴν μετάδοσιν τῆς θερμότητος· μ' ὅλον τοῦτο αὐτὴ

διέρχεται, καὶ ἤθελε διέλθει ἐντὸς ὀλίγου ἱκανὴ διὰ νὰ προξενήσῃ καῦσιν, ἕνεκα τούτου ἀπαιτεῖται ταχύτης, ἀλλ' ὄχι πάλιν μεγίστη, ἐπειδὴ σχιζομένου μὲ ὁρμὴν τοῦ τετηγμένου μετάλλου, τὸ ἀτμῶδες στρῶμα διαφεύγει, καὶ παρ' εὐθὺς γίνεται ἐπαφὴ, ἐπομένως καῦσις καὶ φλεγμονή.

114. Λανθάνουσα θερμότης τοῦ ἀτμοῦ, ἢ θερμότης ἐλαστικότητος. Τὰ ὑγρὰ δὲν δύνανται νὰ μεταβῶσιν εἰς ἀτμώδη κατάστασιν, χωρὶς ν' ἀπορροφήσωσι ποσότητά τινα θερμότητος λανθανούσης, ἀναλόγως ἐκείνης τὴν ὁποίαν λαμβάνουσι τὰ στερεὰ, ὅταν μεταβαίνωσιν εἰς ὑγρὰν κατάστασιν.

Ἡ ὕπαρξις τοῦ κεκρυμμένου αὐτοῦ θερμαντικοῦ ἀποδεικνύεται, καὶ τὸ μέτρον αὐτῆς εὑρίσκουσι διὰ τῆς ἀκολούθου συσκευῆς (σχῆμα 182)· Α εἶναι ὁ τὸν ἀτμὸν παρέχων μικρὸς λέβης, Β τὸ δεχόμενον αὐτὸν ἀγγεῖον, Γ φράγμα τι, ἢ ἀλεξίπυρον συγκείμενον ἐκ τριῶν φύλλων μεταλλίνων στιλπνῶν, χωριζομένων δι' ἀερίου στιβάδος, κωλυούσης πᾶσαν συγκοινωνίαν θερμογονικὴν μεταξὺ Α καὶ Β. Τὸ ἐκ χαλκοῦ λεπτοῦ ἀγγεῖον Β περιέχει μίαν λίτραν περίπου ὕδατος, καὶ φέρει ἑλικοειδῆ σωλῆνα, ἐν ᾧ φθάνων ὁ ἀτμὸς ὑγροποιεῖται συμπυκνούμενος· τὸ ἐκ τῆς συμπυκνώσεως ὕδωρ πίπτει εἰς δοχεῖον μικρὸν, συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος διὰ καθέτου σωλῆνος Η, ὥστε ἡ παραγομένη βράσις νὰ γίνηται ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἓν θερμόμετρον δεικνύει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περὶ τὸν σπειροειδῆ ἀχετὸν ὕδατος· τὸ ὕδωρ ταράττεται συνεχῶς, ὥστε ἡ θερμοκρασία παντοχοῦ εἶναι ἡ αὐτή. Εἰς προσδιορισμὸν δὲ μετὰ ταῦτα τοῦ ὑγροποιηθέντος ἀτμοῦ, ζυγίζουσι τὸ ἀγγεῖον Β· διὰ δὲ τῆς ὑψώσεως τοῦ θερμομέτρου ἐκτιμῶσι τὴν ἐκλυθεῖσαν θερμότητα

Ὁ ἀτμὸς δὲν συμφέρει νὰ παρασύρῃ ὕδωρ εἰς ὑγρὰν κατάστασιν· ἕνεκα τούτου ἡ λῆψις τοῦ ἀτμοῦ γίνεται διὰ σωλῆνος ἐσωτερικοῦ περατουμένου εἰς κρουνόν τινα ρ, μὲ δύο ὕδατα, ἢ μᾶλλον μὲ δύο ἀτμοὺς, εἰς τρόπον ὥστε ἀναιγόμενος κατά τινα διεύθυνσιν ἄγει τὸν ἀτμὸν εἰς τὸν σωλῆνα τῆς ἐκκρουσεως Ε· στρεφόμενος δὲ κατὰ ἓν τέταρτον στροφῆς, διευθύνει αὐτὸν εἰς τὸν σπειροειδῆ σωλῆνα·

διατηροῦσι λοιπὸν αὐτὸν εἰς τὴν πρώτην θέσιν, μέχρις οὗ ἡ βράσις ἀποκατασταθῇ, καὶ ὁ κρουνὸς θερμανθῇ καλῶς, καὶ τότε παρέχουσιν εἰς αὐτὸν τὴν δευτέραν θέσιν, ὅτε καὶ ἡ παρατήρησις ἄρχεται· περαιωθείσης δὲ ταύτης ἐπαναφέρουσι παλὶν αὐτὸν εἰς τὴν πρώτην.

Ὁ ἑλικοειδὴς σωλὴν ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ κρουνοῦ λήγει εἰς κοίλωμά τι κωνοειδὲς προσαρμοζόμενον ἀκριβέστατα εἰς πῶμα, ὡς καὶ αὐτὸ προηγουμένως εἰς τὸν σωλῆνα τοῦ κρουνοῦ· ὁ φελλὸς εἶναι κάκιστος θερμαγωγὸς, καὶ ἐμποδίζει πᾶσαν ἄλλην θέρμανσιν ἐκτὸς τῆς ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ προερχομένης.

Πρὸς ἀποφυγὴν τῶν διορθώσεων, δύναταί τις ν' ἀρχίσῃ τὸ πείραμα, ὅταν τὸ ὕδωρ τοῦ ἀγγείου B εἶναι εἰς 5^0 ἢ 6^0 ὑπὸ τὴν περικυκλοῦσαν θερμοκρασίαν, καὶ νὰ δώσῃ πέρας εἰς αὐτὸ, ὅταν φθάσῃ 5^0 ἢ 6^0 ὑπεράνω αὐτῆς. Ἀλλὰ τότε εἶναι ἀνάγκη τὸ ἀγγεῖον B νὰ τεθῇ ἐντὸς ἄλλου ἐκ χαλκοῦ λεπτοῦ, ὅπου ὁ ἀὴρ ξηραίνεται· διότι ἄλλως ἡ ἐπικαθημένη δρόσος ἐπ' αὐτοῦ καθίσταται αἰτία ἀπάτης.

Ἰδοὺ τὰ ἔκ τινος πειράματος ἐξαγόμενα.

Τὸ περικυκλοῦν τὸν σπειροειδῆ ὀχετὸν ὕδωρ, πλέον τὰ βάρη τοῦ ἀγγείου, τῶν σωλήνων, τοῦ ταραξίου, καὶ τοῦ θερμομέτρου, ἀναγόμενα εἰς ὕδωρ παρέχουσιν ὅλον 1, χιλιογρμον 333.

Ἡ περικυκλοῦσα θερμοκρασία	15^0,35
Τὸ ὕδωρ πρὶν τοῦ πειράματος	10,70
Τὸ ὕδωρ μετὰ τὸ πείραμα	20,00
Ἀποκτηθεῖσα θερμότης	χ, 9,30
Βάρος ἀποκτηθὲν γραμμάρια 20 ἢ	0, 020

Τὸ ὕδωρ τοῦ ἀγγείου ἀποκτῆσαν 9^0,3 θερμ. ἐκέρδησε ποσὸν θερμαντικοῦ 1,333 × 9,3 ἢ 12,4 μονάδας θερμ. τοῦτο δὲ ἀπωλέσθη ἐκ τῶν 20 γραμμαρίων τοῦ ἀτμοῦ μεταβληθέντος εἰς ὕδωρ. Λοιπὸν, ἐὰν 20 γραμ. ἀποβάλλωσι 12,4, ἓν χιλιόγραμμον θὰ χάσῃ 620 μονάδας θερμ. πλὴν δὲν εἶναι αὐτὴ ἡ λανθάνουσα θερμότης ἑνὸς χιλιογράμμου ἀτμοῦ· ἐνταῦθα παρατηρητέον ὅτι ὁ συμπυκνωθεὶς ἀτμὸς εἰς 100^0 ἤτοι εἰς τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν ἔρθασεν εἰς τὸν σπειροειδῆ σωλῆνα, ἐψύχη ἔπειτα εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἀπὸ

100^0 εἰς 20^0, καὶ τοῦτο παρέχει, δι' ἓν χιλιόγραμμον ἀπώλειαν 80 μονάδων θερμ. ἀφαιρετέαν τῶν 620, ὥστε ἡ λανθάνουσα θερμότης εἶναι κυρίως 620—80, ἢ 540 μόν. θερμ.

Δύναται δέ τις νὰ ἐκφράσῃ τὸ ἐξαγόμενον αὐτὸ λέγων ὅτι ἓν χιλιογραμ. ὑδατίνου ἀτμοῦ εἰς 100^0 ὑγροποιούμενον ἄνευ μεταβολῆς θερμοκρασίας ἀποβάλλει ἱκανὴν θερμότητα, ὥστε ὑψώνει κατὰ 1^0 βάρος ὕδατος ἐκ 540 χιλιογράμμων· ἢ καὶ ἄλλως, ἐὰν εἶχέ τις 540 χιλγρμα ὕδατος εἰς 99^0, διὰ νὰ φθάσῃ εἰς 100^0, ἀπαιτεῖται νὰ διέλθῃ δι' αὐτοῦ ἓν χιλιογραμ. ἀτμοῦ εἰς 100^0, καὶ νὰ συμπυκνωθῇ ἄνευ ἀποβολῆς τῆς θερμοκρασίας του, χωρὶς δηλ. νὰ ψυχθῇ κατά τι.

Τὸ ὕδωρ ἐξατμιζόμενον εἰς ἄλλας θερμοκρασίας, λαμβάνει ποσότητας λανθανούσης θερμότητος διαφόρους· αὗται εἰσιν ὀλίγον μεγαλείτεραι, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἦναι κατωτέρα τῶν 100^0, καὶ ὀλίγον μικρότεραι, τῆς θερμοκρασίας οὔσης ἀνωτέρας τῶν 100^0.

Ἡ βιομηχανία ἀκαταπαύστως μεταχειρίζεται τὸν ἀτμὸν ὡς μέσον θερμάνσεως· ἐνίοτε ὁ ἀτμὸς κυκλοφορεῖ ἐντὸς σωλήνων ἁπλῶν ἢ ἑλικοειδῶν, καὶ θερμαίνει τὸν ἀέρα καὶ τὰ ὑγρὰ διὰ μέσου τοῦ μετάλλου, τὸ δὲ συμπυκνούμενον ὕδωρ ἐπιστρέφει εἰς τὸν λέβητα τῆς μηχανῆς, καὶ τότε ὑπάρχει ἡ καλουμένη ὑποστροφὴ ὕδατος. Τοῦ ἀτμοῦ ἐπίσης γίνεται χρῆσις καὶ πρὸς θέρμανσιν οἰκοδομῶν, σιρουπίων, ἐπομένως εἰς κατασκευὴν τῆς ζακχάρεως κτλ.

Ἄλλοτε ὁ ἀτμὸς συμπυκνοῦται κατ' εὐθεῖαν ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ θέλουσι νὰ θερμάνωσιν, ὡς τοῦτο γίνεται εἰς τοὺς κάδους πρὸς κατασκευὴν τοῦ χάρτου, τῶν βαφῶν κτλ. ἐν τοιαύτῃ δὲ περιπτώσει ὁ ἀτμαγωγὸς σωλὴν βυθίζεται βαθέως εἰς τὴν μάζαν τοῦ ὕδατος, καὶ τὸ ἄκρον αὐτοῦ ὀφείλει νὰ ἦναι πολὺ στερεόν, διότι ἄλλως ἤθελε πλατυνθῇ ἢ σχισθῇ ὡς ἐκ τοῦ σχηματιζομένου κενοῦ εἰς τὴν στιγμὴν τῆς ὑγροποιήσεως τοῦ ἀτμοῦ. Τὸ σχῆμα 183 παριστᾷ ἕνα τῶν σωλήνων αὐτῶν εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὁ ἀτμὸς φθάνει εἰς 100^0 ἢ 120^0 ἐν τῷ ψυχρῷ ὕδατι· κατ' ἀρχὰς ἐξογκοῦται εἰς φυσαλίδας κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος· πλὴν παρευθὺς ὑγροποιεῖται διὰ τῆς ὁποίας ὑρίσταται ψύξεως, καὶ τότε τὸ ὕδωρ σπεύδει νὰ

καταλάβῃ τὸν παρὰ τοῦ ἀτμοῦ ἐγκαταλειφθέντα χῶρον. Ἐντεῦθεν ὁ ὑπόκωφος ἦχος ὁ παραγόμενος ἐξ αὐτοῦ τοῦ εἴδους τῆς θερμάνσεως, καὶ αἱ τριβαὶ εἰς ἃς εἶναι ἐκτεθειμένον τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος.

Διὰ νὰ ὑψώσωμεν π. χ. τὴν θερμοκρ. κάδου τινὸς 5 ἑκατολίτρων ἀπὸ 15^0 εἰς 100^0, ἀπαιτεῖται εἷς ἀριθμὸς μοναδ. θερμ. ἐκφραζόμενος διὰ $85 \times 500 = 42500$· καὶ ὑποθέτει τὴν ὑγροποίησιν 80 περίπου χιλιογράμμων ἀτμοῦ· ἐπειδὴ $80 \times 540 = 43200$. Λέβης τις μὲ ἐπιφάνειαν ἑστίας ἓξ μέτρων τετραγωνικῶν, δύναται νὰ τὰς παραγάγῃ ἐντὸς 20^0 πρώτων λεπτῶν ἀναλόγως τῶν 40 χιλ. ἀτμοῦ κατὰ μέτρον καὶ καθ' ὥραν. Αἱ λανθάνουσαι θερμότητες τῶν ἄλλων ὑγρῶν εἰσι γενικῶς πολὺ κατώτεραι τῆς τοῦ ὕδατος, ὡς δύναταί τις νὰ κρίνῃ ἐκ τῶν ἀκολούθων ἀριθμῶν.

Ὕδωρ	540
Ξυλῶδες πνεῦμα	264
Οἰνόπνευμα	102
Αἰθὴρ	97
Πνεῦμα τερεβενθίνης	70

115. Ψῦχος παραγόμενον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως. Ὅπως δήποτε καὶ ἂν σχηματίζηται ὁ ἀτμὸς, εἴτε διὰ βράσεως, εἴτε δι' ἐξατμίσεως εἰς ὁποιανδήποτε θερμοκρασίαν, πάντοτε ἀπορροφᾷ τὴν λανθάνουσαν θερμότητα, ἥτις ἀνήκει εἰς τὴν θερμοκρασίαν καὶ ἐλαστικότητα. Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι τὰ ὑγρὰ φέρουσιν ἐν ἑαυτοῖς πηγήν τινα μόνιμον ψύχους, ὡς τὰ ζῶντα ὀργανικὰ σώματα πηγὴν σταθερὰν θερμότητος· ἐνταῦθα ἡ θερμότης ἀκαταπαύστως παράγεται ἐκ τῆς ἀναπνοῆς, καὶ ἐκ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν τῶν ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῶν ζωϊκῶν δυνάμεων γινομένων. Ἐκεῖ τὸ ψῦχος παράγεται ἐκ τοῦ ἀτμοῦ, ὅστις ἀκαταπαύστως ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, καὶ εἰς τὸ ἐλεύθερον καὶ μὴ κεκορεσμένον διάστημα. Οὕτω ἐν ᾧ ἡ ἰσότης τῆς θερμοκρασίας εἶναι ὁ ὅρος τῆς θερμογονικῆς ἰσορροπίας διὰ τὰ στερεὰ, ἐξ ἐναντίας διὰ τὰ ὑγρὰ καὶ τὰ ζῶντα σώματα εἶναι ἡ ἀνισότης τῆς θερμοκρασίας· μ' ὅλον τοῦτο ὅταν τὰ ὑγρὰ ἦναι περιωρισμένα πανταχόθεν, ὡς ὅταν περιέχωνται εἰς ἀγγεῖα κεκλεισμένα, ἢ εἰς διαστήματα κεκορεσμένα, ἡ πρὸς

σχηματισμὸν τοῦ ἀτμοῦ ἀναγκαία τάσις καθίσταται ἀνεπαρκὴς, καὶ ἡ ἐξάτμισις παύει, καὶ τότε ὁ ὅρος τῆς θερμογονικῆς ἰσορροπίας εἶναι ἡ ἰσότης τῆς θερμοκρασίας καὶ δι' αὐτὰ, ὡς καὶ διὰ τὰ στερεά.

Δύο θερμόμετρα ὅμοια βαδίζοντα συμφωνότατα παύουσι δεικνύοντα τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅταν τὸ ἓν τῶν δοχείων περιτειλίσσηται μὲ ὕφασμα λεπτὸν διατηρούμενον ὑγρόν· τὸ τελευταῖον αὐτὸ δεικνύει πάντοτε θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ ἄλλου, ἡ δὲ διαφορὰ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος. Ἐν καιρῷ βροχερῷ π. χ. ὅταν ὁ ἀὴρ ἦναι κεκορεσμένος ἀπὸ ἀτμοὺς, αἱ θερμοκρασίαι εἶναι ἴσαι, ἢ σχεδὸν ἴσαι· πλὴν ἐν καιρῷ ἀνυδρίας, ἡ κατάβασις τοῦ τελευταίου θερμομέτρου δύναται νὰ ἦναι κατὰ πολλοὺς βαθμούς· ὁ ἄνεμος τότε ἐξασκεῖ διπλῆν ἐπιρροὴν ἀντίθετον, ἐξ ἑνὸς τείνει νὰ παραγάγῃ ὕφεσιν μεγαλειτέραν, ὡς προσδιορίζων ἐξάτμισιν ταχυτέραν, ἐξ ἄλλου πάλιν τείνει νὰ θερμάνῃ τὸ θερμόμετρον, διὰ τῆς προσψαύσεώς του· τὰ ἀντίθετα ταῦτα ἀποτελέσματα ἐπανορθοῦνται κατὰ μέγα μέρος ὡς ἐκ τούτου, καὶ ἡ κατάβασις εἶναι σχεδὸν ἡ αὐτὴ, καὶ ἐν καιρῷ ἀνεμώδει, καὶ ἐν καιρῷ γαλήνης. Ἐντεῦθεν ἐπορίσθησαν μέσον τι εἰς προσδιορισμὸν τῶν βαθμῶν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος. Ὅ,τι συμβαίνει εἰς τὸ ὑγρὸν θερμόμετρον, συμβαίνει, διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, καὶ εἰς τὰ φύλλα, τοὺς φλοιοὺς, καὶ εἰς ἅπαντα τὰ μέρη τῶν φυτῶν, ὄντα ὑγρὰ ὡς ἐκ τῆς φύσεώς των· εὑρίσκονται γενικῶς εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ περικυκλοῦντος ἀέρος· αἱ διαφοραὶ ὅμως αὐταὶ διακρίνονται μᾶλλον ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων, ὅπου ἡ ἐξάτμισις γίνεται ταχυτέρα, παρὰ εἰς τὸν ἀέρα τὸν ὑπὸ μεγαλειτέραν πίεσιν.

Ἐν τῷ κενῷ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, ἡ ἐξάτμισις γίνεται ἔτι ταχύτερον, καὶ ἡ κατάβασις τῆς θερμοκρασίας ἔτι μεγαλειτέρα· δύναται νὰ καταβῇ πλέον τῶν 30°. ἕνεκα τούτου, ὅταν θέλῃ τις νὰ κατασκευάσῃ πάγον ἐν μέσῳ οἰκήματος θερμοτάτου, ὁ μόνος ὅρος εἶναι τὸ ν' ἀπορροφᾶται ὁ ἀτμὸς καθ' ὅσον ἀναπτύσσεται, ὥστε ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις νὰ μὴν ἐμποδίζῃ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν νέων ἀτμῶν· τὸ πείραμα αὐτὸ τοῦ πάγου ἐντὸς τοῦ κενοῦ γίνεται διὰ τοῦ ὀργάνου τοῦ Λεσλίου (σχῆμα 184)· τρυβλίον ὑέλινον πλατὺ πε-

ριέχει θειϊκὸν ὀξὺ σχεδὸν ἄνυδρον· ἕτερον μικρότερον ἐκ μετάλλου λεπτοτάτου περιέχον ὕδωρ, τίθεται ὑπεράνω τοῦ πρώτου· ἀφ' οὗ γίνει τὸ κενὸν μέχρι 3 ἢ 4 χιλιοστομέτρων, περιμένει τις ὀλίγα λεπτὰ, καὶ βλέπει τὸ ὕδωρ νὰ μετατρέπηται εἰς πάγον, τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος ἔχοντος τὴν ἰδιότητα τοῦ ἀπορρόφᾷν τὸν ἀτμὸν τοῦ ὕδατος, καθ' ὅσον ἀναπτύσσεται, ἡ ἐξάτμισις ἀνανεόνεται ἀδιακόπως, καὶ ἡ ἀναγκαία πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ἀτμοῦ λανθάνουσα θερμότης λαμβάνεται ἐκ τοῦ ὕδατος τοῦ ἐν τῷ μικροτέρῳ τρυβλίῳ, περιέχοντι πολλὰ μικρὰν ποσότητα· ἕνεκα τούτου ἡ θερμοκρασία καταντᾷ εἰς τὸ 0, μ' ὅλην τὴν θέρμανσιν τοῦ περικυκλοῦντος διαστήματος· βελόναι τινὲς πάγου σχηματίζονται τὸ πρῶτον, ἀποβάλλουσαι τὴν θερμότητα τῆς αὐτῶν τήξεως, ἥτις ἐπίσης συντείνει πρὸς σχηματισμὸν νέων ἀτμῶν, καὶ παρευθὺς ἔπειτα ὅλον τὸ ὕδωρ μεταβάλλεται εἰς πάγον στερεόν.

Τὸ ἴδιον πείραμα γίνεται καὶ μὲ τὸ ὄργανον (σχῆμα 178). ἀπαιτεῖται μόνον νὰ τεθῇ ὀλίγη ποσότης ὕδατος εἰς τὰς φιάλας, ἢ ν' ἀντικατασταθῶσι διὰ σωλήνων λεπτῶν μὲ διάμετρον δύο περίπου ἑκατοστομέτρων.

Ὁ κρυοφόρος (σχῆμα 185) παράγει ἀκόμη τὸ αὐτὸ φαινόμενον· ἐνταῦθα τὸ κενὸν ἐγένετο ἐν τῷ σωλῆνι διὰ τῆς βράσεως τοῦ ὕδατος, καὶ ἐσφραγίσθη διὰ τοῦ λύχνου τὸ εἰς ὀξὺ λῆγον ἄκρον αὐτοῦ, ἀφ' οὗ ἡ βράσις ἐντελῶς ἀπεδίωξε τὸν ἀέρα, καὶ ἐν ᾧ εἰσέτι ἀνεπτύσσοντο ἀτμοί· εἰς τοιαύτην κατάστασιν ἅμα τεθῇ μίγμα ψυκτικὸν περὶ τὸ μέταλλον τὸ περιζωννύον τὸ ἄνω ἥμισυ μέρος τοῦ ὑελίνου σωλῆνος, ὁ πάγος σχηματίζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος· οἱ ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται διὰ τοῦ ψύχους, ἀντὶ ν' ἀπορρόφῶνται.

Οἱ ψυκτῆρες (alcarazas) ἢ τὰ πορώδη πήλινα ἀγγεῖα, τὰ ὁποῖα μεταχειρίζονται εἰς τὰς θερμὰς χώρας ἵνα ψύχωσι τὸ ὕδωρ, στηρίζονται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς· τὸ ὕδωρ ἀφιδροῦται κατὰ μικρὸν διὰ τοῦ περικαλύμματος αὐτοῦ, σχηματίζον ἐπὶ τῆς ἔξωθεν ἐπιφανείας εἶδος δρόσου ἐξατμιζομένης ταχέως εἰς τὸν ἀέρα· ὥστε ὅταν πνέῃ ὀλίγος ἄνεμος, τὸ ὕδωρ αὐτὸ τοῦ ψυκτῆρος φθάνει μέχρι 10^0, 15^0, καὶ 20^0 ὑπὸ τὴν περικυκλοῦσαν θερμοκρασίαν. Τέλος πάντων ὁ ἄνθρωπος αὐ-

τὸς διὰ τῆς διαφορήσεως ἢ ἀφιδρώσεως καὶ τῆς ἐξατμίσεως δύναται νὰ διατηρήσῃ τὴν φυσικήν του θερμοκρασίαν μεταξὺ τῶν πλέον διαφόρων καὶ ἀντιθέτων περιστάσεων· οἱ ὀργανικοὶ νόμοι ἀξιοῦσιν, ὥστε ὁ ἄνθρωπος νὰ παράγῃ θερμότητα διὰ τῆς ἀναπνοῆς, καὶ νὰ παράγῃ σχεδὸν τόσην εἰς τὰ θερμὰ κλίματα, ὅσην καὶ εἰς τὰ ψυχρά· ἀξιοῦσιν ἐπίσης, κατά τινα φαινομένην ἀντίφασιν, ὥστε ἡ θερμοκρασία τοῦ αἵματος καὶ ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν ὀργάνων, νὰ ἦναι σταθερὰ, καὶ σχεδὸν ἀμετάβλητος. Ἡ κανονικὴ αὕτη θερμοκρασία εἶναι 37^0, καὶ ἀνήκει εἰς ὅλας τὰς ἡλικίας, καὶ εις ὅλα τὰ κλίματα, εἰς τὸν παῖδα καθὼς καὶ εἰς τὸν γέροντα, εἰς τὸν Ἄραβα καθὼς καὶ εἰς τὸν Λάπωνα· εἰς τὰς ψυχρὰς χώρας, καὶ εἰς τὰ εὔκρατα ἐπίσης κλίματα, ποτὲ ἡ θερμοκρασία τῆς ἀτμοσφαίρας δὲν ἀναβαίνει εἰς 37^0. Ἐννοεῖ λοιπὸν ἕκαστος, ὅτι ὁ ἄνθρωπος εἶναι ὠργανισμένος ἵνα ἀναπτύσσῃ θερμότητά τινα ἰδίαν, ἥτις τὸν διατηρεῖ εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῆς τοῦ περικυκλοῦντος διαστήματος· πλὴν εἰς τὴν διακεκαυμένην ζώνην, ἐκεῖ ὅπου ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ὑψοῦται κάποτε εἰς 40^0 45^0 καὶ 50^0 μάλιστα, ὁ ἄνθρωπος παράγει ἀκόμη τὴν ἰδίαν του θερμότητα, ὡς νὰ ἦτο μεταξὺ τῶν χιόνων· τὴν παράγει καὶ ὅταν ἤδη ἔχῃ πολλὴν, καὶ ὅταν ἄπαν τὸ σῶμα ὀφείλῃ νὰ ψυχθῇ κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὴν περικυκλοῦσαν θερμοκρασίαν· ἀλλὰ πῶς δύναται ἡ ψύξις αὐτὴ νὰ λάβῃ χώραν; ποῦ ὑπάρχει ἡ φυσικὴ πηγὴ τοῦ ψύχους δυναμένου ν' ἀντισταθμίσῃ τὸ διπλοῦν ἀποτέλεσμα τῆς ἰδίας θερμότητος ὁμοῦ μὲ τὴν ὑπεροχὴν τῆς θερμότητος τοῦ ἀέρος; Ἡ πηγὴ αὐτοῦ τοῦ ψύχους, ὡς ἀνωτέρω ἀπεδείξαμεν, εἶναι ἡ λανθάνουσα θερμότης τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ. Μία ἐξάτμισις ἄφθονος γίνεται τότε ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ δέρματος, καὶ τὸ ψύχει ἀδιακόπως διατηροῦσα αὐτὸ ἢ εἰς 37^0, ἢ ὀλίγον τι κατώτερον· καὶ ἐὰν συμβῇ ὁ ἀὴρ νὰ ἦναι ἐνίοτε ὑπεράνω τῶν 37^0, καὶ κεκορεσμένος ἀπὸ ὑγρασίαν, ἐπειδὴ ἡ ἐξάτμισις τότε εἶναι ἀδύνατος, ὁ ἀνθρώπινος ὀργανισμὸς μόλις ἤθελεν ἀνθέξει ὀλίγας στιγμάς. Οὕτω ἡ θερμοκρασία τῆς θαλάσσης εἰς αὐτὰ τὰ κλίματα, ἥτις χορηγεῖ τόσον εἰς τὴν ἐξάτμισιν δὲν ὑψοῦται ὑπεράνω τῶν 28^0, καὶ δὲν ὑπάρχει παράδειγμά ποτε οὐδαμοῦ τῆς γῆς ὁ ἀὴρ νὰ κορεσθῇ ὑ-

γρασίας, ὅταν εὑρίσκηται ὑπεράνω τῶν 37°· τοιοῦτον φαινόμενον θὰ ἦτο ὁλέθριον δι' ὅλους τοὺς κατοίκους τῶν χωρῶν ἐκείνων, ὅπου ἤθελε παραχθῇ.

Αἱ παράλιαι χῶραι ἔχουσι θερμοκρασίαν σταθερωτέραν τῶν μεσογείων· ἐπειδὴ κατὰ τὸ θέρος, ἡ ἐξάτμισις τῆς θαλάσσης ἀφαιρεῖ ἱκανὴν θερμότητα ἀπὸ τὰ πέριξ, καὶ προξενεῖ ψῦχος· ἐν ᾧ τὸν χειμῶνα ἐκ τοῦ μεγάλου ποσοῦ τῆς θερμότητος, τὴν ὁποίαν ἡ θάλασσα ἀπορροφᾷ τὸ θέρος καὶ διατηρεῖ κατὰ μέγα μέρος, χορηγεῖται καὶ εἰς τὰ πέριξ, ὅταν ἰσορροπία δὲν ὑπάρχῃ.

Διὰ τῶν πυριατηρίων δύναταί τις τεχνικῶς νὰ μιμηθῇ τὰ φυσικὰ φαινόμενα τῶν τροπικῶν, καὶ φυσικοί τινες ἔσχον τὴν περιέργειαν νὰ δοκιμάσωσι τοῦτο· οὕτω εἰσελθόντες εἰς πυριατήρια θερμανθέντα εἰς 60° ἐπεριπάτησαν, χωρὶς ἡ θερμοκρασία τοῦ ἰδίου αὐτῶν σώματος νὰ λάβῃ ὕψωσίν τινα ὑπεράνω τῶν 37°· ἐβεβαιώθησαν καλῶς διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ, ὅτι πραγματικῶς αἰτία τῆς ψύξεως εἶναι ἡ ἀξάτμισις.

Τὰ ζῶα εἰσαγόμενα εἰς τοιοῦτον πυριατήριον ζῶσι κατά τι ἀνέτως· πλὴν ἀπόλλυνται ἀμέσως, ὅταν ὁ ἀὴρ ἦναι κεκορεσμένος ἀπὸ ὑγρασίαν.

Τὰ λεχθέντα περὶ τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ ἐφαρμόζονται ἔτι μᾶλλον εἰς τὰ πτητικώτερα ὑγρά.

Ἐὰν τὸ δοχεῖον θερμομέτρου τινὸς βραχῇ μὲ οἰνόπνευμα, ἢ αἰθέρα, ἡ θερμοκρασία καταβαίνει πολὺ πλέον ταχύτερα, παρ' ἐὰν βραχῇ μὲ ὕδωρ.

Τὰ ὑγρὰ αὐτὰ παράγουσιν ἐπίσης αἴσθησιν ψύχους πολὺ ζωηροτέραν, ὅταν πίπτωσι κατὰ σταγόνας ἐπὶ τῆς ἐπιδερμίδος.

Ὅταν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς μηχανῆς τεθῇ ἀγγεῖον περιέχον αἰθέρα, καὶ συγχρόνως σωλῆνες πλήρεις ὕδατος βυθισθῶσιν ἐν αὐτῷ, ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως τοῦ αἰθέρος παγόνει τὸ ὕδωρ, ἅμα κενωθῇ ὁ ἀήρ.

Εἴπομεν ἤδη ὅτι τὸ φύραμα τοῦ αἰθέρος καὶ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἰς στερεὰν κατάστασιν διατηρεῖται εἰς 79° ὑπὸ τὸ μηδέν, καὶ ὅτι αὐτὴ ἡ θερμοκρασία δὲν φαίνεται νὰ ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν περικυ-

κλοῦσαν· λοιπὸν δύναταί τις νὰ τὴν θεωρήσῃ ὡς τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἡ ὕλη αὐτὴ βράζει.

Τὸ αὐτὸ λέγομεν καὶ διὰ τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀζώτου ὑγροῦ, ὅπερ χυνόμενον εἰς μεγάλην ποσότητα εἰς ἀγγεῖα, διατηρεῖται ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν εἰς θερμ. 88^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, σχεδὸν καθὼς τὸ ὕδωρ, εἰς λέβητα ἀνοικτὸν διατηρεῖται εἰς 100^0 ἐπὶ πυρὸς τόσον σφοδροῦ, ὥστε τὰ τείχη αὐτοῦ, καίτοι παχέα, γίνονται ἐρυθρὰ ἐκ τῆς μεγάλης θερμότητος. Εἰς τὴν μίαν καθὼς καὶ εἰς τὴν ἄλλην περίστασιν, ὁ σχηματιζόμενος ἀτμὸς ἀποῤῥοφᾷ ὅλην τὴν θερμότητα, ἥτις φθάνει ἐκεῖ, καὶ σχηματίζεται τόσον ταχύτερα, ὅσον ἡ εἰσαγωγὴ τῆς θερμότητος εἶναι μεγαλειτέρα.

§ 6. Θερμότης ἀκτινοβόλος.

116. Θερμότης ἀκτινοβόλος· δυνάμεις ἐκπέμπουσαι ἀποῤῥοφῶσαι καὶ ἀνταναklῶσαι. Ἀκτινοβολοῦσα θερμότης εἶναι ἐκείνη, ἥτις διέρχεται διὰ σωμάτων τινῶν, ὡς τὸ φῶς διέρχεται διὰ τῶν διαφανῶν. Τὸ φῶς τοῦ ἡλίου συνοδεύεται μὲ θερμότητα, ὡς καὶ τὸ τῶν λύχνων, τὸ τῶν ἑστιῶν, ἀκόμη καὶ τὸ φῶς σώματός τινος διαπύρου, ὡς σφαίρας τινὸς πεπυρακτωμένης, καὶ κρεμαμένης ἐν μέσῳ οἰκήματος. Ἡ θερμότης αὐτὴ διαδίδεται καθὼς τὸ φῶς, διαπερᾷ τὸν ἀέρα, τὸ κενὸν, καὶ ἔρχεται κατ' εὐθεῖαν νὰ προσβάλλῃ τὰ ὄργανα ἡμῶν, καθὼς τὸ φῶς διέρχεται καὶ προσβάλλει τὴν ὅρασιν. Ἕνεκα τῆς τοιαύτης ἀναλογίας, λέγουσιν ὅτι ὑπάρχουσιν ἀκτῖνες θερμότητος, ἢ ἀκτῖνες θερμολογικαὶ, ὡς λέγουσιν ὅτι ὑπάρχουσιν ἀκτῖνες φωτὸς, ἢ ἀκτῖνες φωτιστικαί.

Ἡ ἰδιότης αὕτη τοῦ ἐκπέμπειν θερμότητα ἢ ἔχειν δύναμιν ἐκπομπῆς, δὲν ἀνήκει μόνον εἰς τὰ σώματα τὰ ὄντα ἱκανῶς θερμὰ, ὥστε νὰ ὦσι φωτεινὰ, ἀλλ' εἰς ἅπαντα τὰ σώματα ἄνευ ἐξαιρέσεως: σφαῖρά τις ἐξερχομένη τοῦ πάγου ἐκπέμπει θερμότητα, ὡς ὁ μύδρος ὁ ἐκ τοῦ πυρός. Ἐπίσης καὶ αὐτὴ ἔχει δύναμιν ἐκπομπῆς· δηλ. ἀκτινοβολεῖ, ῥίπτουσα καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἀκτῖνας θερμότητος, διερχομένας τὸν ἀέρα, καὶ μακρόθεν αἰσθανομένας, ὡς ἡ φλὸξ

λύχνου ῥίπτει ἀκτῖνας φωτός. Εἶναι ἀληθὲς ὅτι τὰ ψυχρὰ σώματα ἐκπέμπουσιν ὀλιγωτέραν θερμότητα τῶν θερμῶν, καθὼς ἀδύνατός τις φλὸξ ἐκπέμπει ὀλιγώτερον φῶς, ἀπὸ μίαν ζωηράν· ἀλλ' ἡ ἀδύνατος φλὸξ σβύνει, ἐν ᾧ, ὡς πρὸς τὴν θερμότητα, τὰ σώματα ποτὲ δὲν σβύνουσι, καὶ τὰ ψυχρότερα ἀκόμη θὰ ἔχωσι δύναμίν τινα ἐκπομπῆς.

Ἰδοὺ πειράματα ἀποδεικνύοντα τὴν συνεχῆ αὐτὴν ἐκπομπὴν τῆς ἀκτινοβολούσης θερμότητος.

Θέτουσιν ἀπέναντι, εἰς ἀπόστασιν 4 ἢ 5 μέτρων δύο κάτοπτρα ἀνταυακλαστικά, ἢ κάτοπτρα σφαιρικὰ ἐκ χαλκοῦ στίλβοντος (σχῆμα 186)· τούτων ζητοῦσι πρῶτον τὰς συζύγους ἑστίας διὰ μέσου τῆς φλογὸς κηροῦ τινος· ἔπειτα εἰς μίαν τῶν ἑστιῶν αὐτῶν θέτουσιν ἔναυσμα, ὡς ἀγαρικὸν π. χ. εἰς δὲ τὴν ἑτέραν, ἐσχάραν, ἢ πλέγμα τι μετάλλινον δικτυωτὸν πλῆρες ἀνθράκων διαπύρων, καὶ παρευθὺς βλέπει τις τὸ ἀγαρικὸν ν' ἀνάπτῃ. Εἶναι βέβαιον ὅτι ἡ θερμότης ἡ παράγουσα τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ διεδόθη κατ' εὐθεῖαν διὰ τοῦ ἀέρος· ἐπειδὴ, ἐὰν ἤθελε θερμαίνει αὐτὸ ὀλίγον κατ' ὀλίγον, τὸ ἀγαρικὸν θὰ ἤναπτε καθ' ὅλα τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος οὕτω καλῶς, ὡς καὶ εἰς ἣν εὑρίσκεται ἑστίαν.

Τοὺς ἀνημμένους ἄνθρακας ἀντικαθιστῶσι διὰ σφαίρας μεταλλίνης θερμανθείσης εἰς 200^0 ἢ καὶ 300^0, καὶ τὸ ἀγαρικὸν διὰ θερμομέτρου τινὸς μὲ ἀέρα (σχῆμα 187)· καὶ τότε βλέπει τις τὸ θερμόμετρον ν' ἀναβαίνῃ ταχέως. Ἡ σφαῖρα λοιπὸν ἐκπέμπει θερμότητα, καίτοι μὴ παρέχουσα σημεῖον φωτός.

Τὴν σφαῖραν αὐτὴν ἀντικαθιστῶσι διὰ φιάλης πλήρους ὕδατος ζέοντος, καὶ τὸ θερμόμετρον ἐπίσης ἀναβαίνει· μ' ὅλον ὅτι τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἧττον ἐπαισθητόν. Ἐκ τούτων εὐλόγως εἰκάζεται, ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα, ὧν ἡ θερμοκρασία ὑπερβαίνει τοὺς 100^0, ἔχουσι δύναμιν ἀκτινοβόλον.

Δι' ὅσα εἶναι ὀλιγώτερον θερμὰ, ὀφείλει τις νὰ προστρέξῃ εἰς λεπτότερα ὄργανα· ὡς τὸ διαφορικὸν θερμόμετρον τοῦ Λεσλίου, ἢ τὸν θερμοπολλαπλασιαστὴν (**thermomultiplicateur**).

Τὸ διαφορικὸν θερμόμετρον (σχῆμα 188) εἶναι σωλὴν μὲ τρεῖς

βραχίονας, ἐξ ὧν ὁ εἷς ὁριζόντιος, καὶ οἱ δύο κάθετοι· οὗτοι δὲ λήγουσι πρὸς τὰ ἄνω εἰς σφαίρας μὲ διάμετρον δύο ἢ τριῶν ἑκατοστομέτρων. Ὁ σωλὴν, ὅστις ὀφείλει νὰ ἦναι πολλὰ λεπτὸς, περιέχει θειϊκὸν ὀξὺ χρωματισμένον, αἱ δὲ σφαῖραι ἀέρα, ὅστις ξηραίνεται δι' αὐτοῦ τοῦ ἰδίου θειϊκοῦ ὀξέος. Αἱ ἐλαστικαὶ δυνάμεις τοῦ ἀέρος ἰσορροποῦσιν ἑκατέρωθεν, διὰ τῆς ὑγρᾶς στήλης, μενούσης εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ὁποιαδήποτε καὶ ἂν ἦναι ἡ θερμοκρασία, ἀρκεῖ μόνον νὰ ἦναι ἡ αὐτὴ ἑκατέρωθεν. Ἡ παραμικρὰ ὅμως διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν ἐπιφέρει κίνησιν εἰς τὸ ὄργανον, μεταθέτουσα μᾶλλον ἢ ἧττον τὴν ὑγρὰν στήλην· ὡς ἐκ τούτου καὶ ὠνομάσθη διαφορικὸν θερμόμετρον· ἐπειδὴ σημειόνει τὰς διαφορὰς, καὶ ὄχι τὰς ἀπολύτους θερμοκρασίας.

Ὁ θερμοπολλαπλασιαστὴς (σχῆμα 189) περιγράφεται ἄλλοθι (ἴδ. ἠλεκτρομαγνητισμὸς — Φαινόμ. θερμοηλεκτρικά)· ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν ἐνταῦθα ὅτι ἡ μία τῶν ἄκρων τῆς στήλης γδ δέχεται τὴν ἐπιρροὴν τοῦ ἀκτινοβολοῦντος θερμαντικοῦ, καὶ ὅτι τὸ ἀποτέλεσμα δεικνύεται διὰ γωνιῶν μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλων, περιγραφομένων ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ δείκτου αβ ἐπὶ τῆς διηρημένης κυκλοτεροῦς πλακός. Τὸ ὄργανον αὐτὸ εἶναι τόσον ὀξύρροπον καὶ εὐαίσθητον, ὥστε ἄνευ κατόπτρου, ἡ θήκη τῆς βολταϊκῆς στήλης, ὅταν ἦναι ἀνεφγμένη ἐκ τοῦ ἑνὸς μέρους, καὶ κεκλεισμένη ἐκ τοῦ ἄλλου, ἀρκεῖ νὰ παρουσιάσῃ τις τὴν χεῖρα εἰς ἀπόστασίν τινα, διὰ νὰ μάθῃ ὅτι αὐτὴ ἐκπέμπει θερμότητα ἀκτινοβολοῦσαν.

Μεταχειρίζονται τὸ διαφορικὸν θερμόμετρον, θέτοντες τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ κατόπτρου, καὶ τὴν ἄλλην προφυλάττοντες δι' ἀλεξιπύρου ἢ φράγματος· οὕτω ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἕκαστον σῶμα, οἱῦτινος ἡ θερμοκρασία ὑπερβαίνει κατὰ 40^0, ἢ 50^0 τὴν θερμ. τοῦ περιέχοντος διαστήματος, ἐκπέμπει ἀκτῖνας θερμογονικάς· ὥστε ὅταν τις ἐνεργῇ ἐντὸς ἀέρος ψυχροτάτου εἰς 40^0 ἢ -50^0 ὑπὸ τὸ μηδὲν, ὁ πάγος αὐτὸς θὰ ῥίπτῃ ἀκτῖνας θερμότητος· καὶ τοῦτο ἀποδεικνύεται ἐμμέσως καὶ δι' ἄλλων πειραμάτων.

Ὁ θερμοπολλαπλασιαστὴς ἔχων τὴν μίαν πλευρὰν τῆς στήλης πρὸς τὴν ἑστίαν τοῦ κατόπτρου, ἐν ᾧ ἡ ἑτέρα εἶναι προφυλαγμένη

ἐκ τῆς θερμότητος, ἄγει εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα κατά τινα τρόπον σαφέστερον.

Οὕτω ἀποκαθίσταται ἀληθὴς ἡ ἐκφερθεῖσα κατ' ἀρχὰς γενικὴ πρότασις, ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα ἔχουσι δύναμιν ἐκπομπῆς, δηλ. θερμὰ ἢ ψυχρὰ, ἔχουσι τὴν ἰδιότητα, τοῦ ἀκτινοβολεῖν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις θερμότητα, διαπεράσαν τὸν ἀέρα, ὡς τὸ φῶς τὰς διαφανεῖς οὐσίας.

Τὰ πειράματα αὐτὰ ἀποδεικνύουσι περὶ πλέον, ὅτι ὅλα τὰ σώματα ἔχουσι δύναμιν ἀπορροφητικὴν· ἐπειδὴ θερμαίνονται καὶ ἀπορροφῶσι τὴν ἀκτινοβολοῦσαν θερμότητα εἰς τὴν ἑστίαν τῶν κατόπτρων, καθὼς θερμαίνονται ὅλα ἀνεξαιρέτως, ὅταν ὦσι ἐκτεθειμένα εἰς τὸν ἥλιον.

Ἀποδεικνύουσι τέλος ὅτι σώματά τινα ἔχουσι δύναμιν ἀνταναλαστικήν· ἐπειδὴ ἐὰν τὰ κάτοπτρα, περὶ ὧν ἐγένετο λόγος πρὸ μικροῦ, δὲν ἀντηνάκλων κατὰ μέγα μέρος τὴν δεχομένην θερμότητα, δὲν ἤθελον παράγει, τὰ ὁποῖα παρατηροῦμεν φαινόμενα εἰς τὴν ἑστίαν αὐτῶν.

Ἰδοὺ λοιπὸν, ὡς πρὸς τὴν θερμότητα, τρεῖς νέαι δυνάμεις, τὰς ὁποίας τὰ σώματα ἔχουσι, καὶ περὶ ὧν παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἀπορροφητικὴ καὶ ἀνταναλαστικὴ εἰσὶ συμπληρωτικαὶ πρὸς ἀλλήλας· ἐπειδὴ ἡ θερμότης δὲν ἐξολοθρεύεται, καθὼς οὔτε ἡ ὕλη, οὔτε ἡ κίνησις. Ὅλαι αἱ ἀκτῖνες, ὅσαι δὲν ἀπορροφῶνται, ἀνταναλῶνται, καὶ ἀντιστρόφως· οὕτω τὰ σώματα ὅσα ἀνταναλῶσι πολὺ, ἀπορροφῶσιν ὀλίγον· καὶ ἐὰν ἐξ ἐναντίας ὑπάρχωσι σώματα ἀπορροφῶντα ὅλην τὴν θερμότητα, δὲν ἀνταναλῶσι τίποτε.

117. Ἰσορροπία κινητὴ θερμοκρασίας. Ἐὰν ἐννοηθῇ σφαῖρα κοίλη μεγάλη, ἢ μικρὰ, ἐν ᾗ ἐγένετο τὸ κενὸν, καὶ ἧς τὰ τείχη διατηροῦνται εἰς μίαν θερμοκρασίαν ἴσην δι' ὅλα τὰ σημεῖα καὶ σταθερὰ, ποῖα φαινόμενα ἄραγε δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ ἀκτινοβολία ἐντὸς τῆς περιοχῆς αὐτῆς; Ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας, ἐπειδὴ ἔχουσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἡ ἰσορροπία ὀφείλει ν' ἀποκατασταθῇ καὶ νὰ διαμένῃ· πλὴν ἐνταῦθα δύο τινὰ δύναται νὰ ὑποθέσῃ τις· 1ον. ὅτι ἕνεκα τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς ἰσότητος τῆς

θερμοκρασίας ἡ δύναμις τῆς ἐκπομπῆς διακόπτεται, ὅτι δὲν γίνεται πλέον ἀκτινοβολία, καὶ ὅτι ἐμμένει εἰς αὐτὴν τὴν κατάστασιν, καὶ ἀναπαύεται· 2ον. ὅτι ἡ ἀκτινοβολία ἐξακολουθεῖ, ὅτι ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας ῥίπτει θερμότητα πρὸς ὅλα τὰ ἄλλα, ὅτι ἀποβάλλει ἀκαταπαύστως ὡς ἐκ τῆς ἐκπεμπούσης δυνάμεως, καὶ τότε πρὸς ἀντιστάθμισιν ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις ὀφείλει ν' ἀναπληροῖ τὴν ἀπώλειαν αὐτήν. Οὕτω λοιπὸν ἡ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας διαμένει ἕνεκα τῆς ἀκαταπαύστου κινήσεως τοῦ θερμαντικοῦ ἐξερχομένου καὶ εἰσερχομένου, ἐκπεμπομένου καὶ ἀπορροφωμένου κατ' ἴσην ποσότητα. Τοῦτον τὸν δεύτερον τρόπον τῆς ἰσορροπίας παραδέχονται μᾶλλον, διὸ καὶ ἐκάλεσαν αὐτὴν ἰσορροπίαν κινητήν.

Ὅταν ἐντὸς τοιαύτης περιοχῆς διατηρουμένης εἰς 100^0 διὰ βράζοντος ὕδατος περικυκλοῦντος αὐτὴν, κρεμάσῃ τις θερμόμετρον, καὶ ἔπειτα κάμῃ τὸ κενὸν, τὸ θερμόμετρον φθάνει θερμαινόμενον ἀκριβῶς εἰς 100^0, ἤτοι εἰς τὴν θερμοκρ. τῶν τοίχων.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἀποδεικνύει κάλλιστα, ὅτι ἡ περιοχὴ ἐξασκεῖ τὴν δύναμιν τῆς ἐκπομπῆς, καὶ τὸ θερμόμετρον τὴν ἀπορροφητικήν. Αἱ δυνάμεις αὗται ἐξακολουθοῦσι μάλιστα, καὶ ἐν ᾧ ἡ ἰσορροπία ἤδη ὑπάρχει· πλὴν τὸ θερμόμετρον τότε χάνει ὡς ἐκ τῆς ἐκπεμπούσης δυνάμεως τόσον, ὅσον κερδίζει ἐκ τῆς ἀπορροφητικῆς.

Ἡ ἰσότης αὐτὴ τῆς θερμοκρασίας μεταξὺ περιοχῆς τινος κενῆς καὶ ὅλων τῶν ἐν αὐτῇ περιεχομένων, ὑπὸ τὸν ὅρον πάντοτε τῆς ἰσότητος τῆς θερμοκρασίας πανταχοῦ, ἀποδεικνύει ὅτι ἡ δύναμις τῆς ἐκπομπῆς ὁποιουδήποτε σώματος εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀπορροφητικήν. Παρετηρήσαμεν δὲ ἤδη ὅτι αὐταὶ αἱ δύο δυνάμεις ἀπορροφητικὴ καὶ ἀντανακλαστικὴ εἰσὶ συμπληρωτικαὶ, ὥστε τῆς μιᾶς ἐξ αὐτῶν δοθείσης, αἱ δύο ἄλλαι πορίζονται ἐκ ταύτης.

Ὑπεθέσαμεν τὴν περιοχὴν κενὴν, διὰ νὰ κρατῶμεν λόγον τῶν ῥευμάτων τοῦ ἀέρος, ἅτινα ἤθελον παραχθῆ, πρὶν ἡ ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ· πλὴν ἡ ἀκτινοβολοῦσα θερμότης διαπερᾷ τὸν ἀέρα τόσον καλῶς, ὅσον καὶ τὸ κενὸν αὐτὸ, καὶ ὁ προηγούμενος συλλογισμὸς ἐφαρμόζεται ἐπίσης εἰς περιοχὴν πλήρη ἀέρος, ὡς καὶ εἰς κενήν τινα.

Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ἐν οἰκήματί τινι ὅλα τὰ ἐν αὐτῷ σώματα ἀνταλλάσουσι ἀκαταπαύστως θερμότητα ἀκτινοβολοῦσαν, ἑκάστου παρέχοντος ἀφ' ἑνὸς, καὶ δεχομένου ἀφ' ἑτέρου· πλὴν τὸ θερμαινόμενον λαμβάνει πλέον παρ' ὅ,τι δίδει, καὶ τἀνάπαλιν διὰ τὸ ψυχόμενον, τὸ δὲ διατηροῦν τὴν αὐτοῦ θερμοκρασίαν παρέχει, καὶ δέχεται ποσότητας θερμότητος ὅλως ἴσας. Θερμόμετρον κρεμάμενον μεμονωμένως εἶναι σχεδὸν ὡς ἡ φλὸξ λύχνου φωτίζουσα τὸ οἴκημα αὐτὸ, ἡ φλὸξ ῥίπτει ἀκτῖνας φωτὸς, τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου ἀκτῖνας θερμότητος. Μ' ὅλον τοῦτο ὑπάρχει μεταξὺ αὐτῶν οὐσιώδης τις διαφορὰ, ἡ φλὸξ δίδει πολὺ, καὶ δὲν λαμβάνει τίποτε, ἢ μᾶλλον εἶναι ἀναίσθητος πρὸς τὰς ἀκτῖνας τοῦ φωτὸς, τὰς ἐκ τῶν σωμάτων ἐπιστρεφούσας, δὲν ἀντισταθμίζουσι ποσῶς μὲ τὴν ὁποίαν δοκιμάζει ζημίαν· τὸ θερμόμετρον ἐξ ἐναντίας παρέχει καὶ λαμβάνει, καὶ εἶναι καθ' ὑπερβολὴν εὐαίσθητον πρὸς τὰς ἀκτῖνας τῆς θερμότητος ἐπανερχομένας ἐξ ὅλων τῶν περικυκλούντων σωμάτων· ἅμα σῶμά τι θερμότερον εἰσαχθῇ ἐν τῷ οἰκήματι, καὶ τεθῇ ἀπέναντι τοῦ θερμομέτρου, καὶ ὄχι εἰς τόπον κεκρυμμένον τὸ θερμόμετρον ἀναβαίνει μᾶλλον ἢ ἧττον κατὰ τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἐκ τοῦ θερμοῦ σώματος, καὶ κατὰ τὸν βαθμὸν τῆς θερμότητος αὐτοῦ. Τοῦτο δὲ ἐννοεῖται εὐκόλως. Ἐπειδὴ τὸ θερμόμετρον ἐξακολουθοῦν ν' ἀποβάλλῃ τὸ αὐτὸ ποσὸν, λαμβάνει ἐκ τοῦ θερμοῦ σώματος πλειοτέραν θερμότητα ἀκτινοβόλον παρ' ὅσην ἐδέχετο ἐκ τῶν σωμάτων, ὧν τὴν θέσιν κατέσχεν αὐτὸ τὸ σῶμα καὶ τὰ ὁποῖα σκεπάζει. Ἡ ἀνάβασις αὐτὴ σταματᾷ, ὅταν τὸ θερμόμετρον γινόμενον θερμότερον ἀποβάλλῃ ποσότητα θερμαντικοῦ, ἴσην μὲ τὴν ὁποίαν δέχεται. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παράγονται ἀντιστρόφως, ἐὰν ἀντὶ σώματος θερμοῦ εἰσαχθῇ σῶμα ψυχρὸν ἐντὸς τοῦ περιβόλου αὐτοῦ· τὸ θερμόμετρον καταβαίνει, ἐπειδὴ τὰ μέρη τοῦ περιβόλου τὰ ὄντα κεκρυμμένα ἀπ' αὐτὸ, ἐκπέμπουσι πλειοτέραν θερμότητα, παρ' ὅσην τὸ ψυχρὸν αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ πέμψῃ. Ἐὰν περὶ πλέον τὸ θερμόμετρον εἶναι εἰς τὴν ἑστίαν κατόπτρου κοίλου (σχῆμα 190), τοῦ ψυχροῦ σώματος αβ κατέχοντος τὴν σύζυγον ἑστίαν, ἡ ψῦξις γίνεται μεγαλειτέρα· ἐπειδὴ ἐξ ἑνὸς τὸ ψυ-

χρὸν σῶμα ἀντικαθιστᾷ τὸ μέρος τῆς περιοχῆς γδ, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ μέσου τοῦ κατόπτρου τὸ μέρος ΖΗ. ἐπειδὴ αἱ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες παρὰ τοῦ θερμομέτρου κατὰ τὰς διευθύνσεις ΘΖ καὶ ΘΗ ἀντισταθμίζονται ἀπὸ ἀκτῖνας ἀντανακλωμένας, προερχομένας ἐκ τοῦ ψυχροῦ σώματος, ἀντὶ νὰ ἀντισταθμίζωνται ἀπὸ τὰς ἀκτῖνας ΖΘ καὶ ΗΘ. Τὸ πείραμα τοῦτο καλεῖται ἡ ἀνταν ά κ λ α σ ι ς τοῦ ψ ύ χ ο υ ς. Εἶναι παράδοξος κατὰ τοῦτο, καθότι ὁ πάγος ἐκπέμπει θερμότητα, καὶ ὄχι ψῦχος, καὶ δύναταί τις νὰ θαυμάσῃ ὅτι τὸ κάτοπτρον συγκεντρόνον τὴν θερμότητα αὐτὴν παράγει ψῦχος μεγαλείτερον· πλὴν τὸ παράδοξον αὐτὸ φαινόμενον ἐξηγεῖται, ἅμα τις θεωρήσῃ τὸ ψυχρὸν σῶμα ἀντικαθιστῶν μέρος τῆς περιοχῆς θερμότερον ἐκείνου.

118 Π α ρ α λ λ η λ ι σ μ ὸ ς τ ῶ ν δ υ ν ά μ ε ω ν τ ῆ ς ἐ κ π ο μ π ῆ ς δ ι α φ ό ρ ω ν ο ὐ σ ι ῶ ν. Τὰ σώματα τὰ ἀνταναλῶντα πολλὴν θερμότητα ἀπορροφῶσιν ὀλίγην· καὶ τῆς δυνάμεως τῆς ἐκπομπῆς οὔσης ἴσης, ὡς ἀνωτέρω εἴπομεν, μὲ τὴν ἀπορροφητικὴν, ἕπεται ὅτι αἱ δυνάμεις τῆς ἐκπομπῆς τῶν διαφόρων σωμάτων εἶναι καὶ αὐταὶ συμπληρωτικαὶ τῶν ἀνταναλουσῶν δυνάμεων, καὶ ὅτι ἀρκεῖ νὰ προσδιορίσῃ τις αὐτὰς, διὰ νὰ συμπεράνῃ ἐξ ἐπαγωγῆς τὰς δύο ἄλλας.

Ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἣν σῶμά τι ἐκπέμπει πρός τι θερμόμετρον, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ, τῆς ἐκτάσεως, καὶ τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἐκ τοῦ θερμομέτρου. Διὰ νὰ παραβάλλωμεν λοιπὸν τὰς δυνάμεις τῆς ἐκπομπῆς δύο σωμάτων, ὀφείλομεν νὰ τὰ λάβωμεν εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, καὶ νὰ διαθέσωμεν αὐτὰ ὥστε νὰ ἐνεργῶσι κατὰ τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν. Ὑπὸ τοὺς ὅρους αὐτοὺς, αἱ δυνάμεις τῆς ἐκπομπῆς εἰσι πρὸς ἀλλήλας, ὡς αἱ ὑψώσεις τῆς θερμοκρασίας, τὰς ὁποίας δύνανται νὰ προσδιορίσωσιν εἰς τὸ θερμόμετρον· καὶ πραγματικῶς, ὅταν τὸ θερμόμετρον καταντήσῃ εἰς ἰσορροπίαν, ἀποβάλλει ὅσον δέχεται, ἀλλὰ τῶν ἀπωλειῶν αὐτοῦ ἀναλόγων οὐσῶν πρὸς τὰς ὑπεροχὰς τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ ἐπὶ τῆς τοῦ περικυκλοῦντος διαστήματος, αἱ ποσότητες τὰς ὁποίας δέχεταί εἰσιν ἐπίσης ἀνάλογοι πρὸς τὰς ὑπεροχὰς αὐτὰς, δηλ. πρὸς τὰς ὑψώσεις τὰς προσδιοριζομένας ὑπὸ τῶν θερμῶν σωμάτων.

Κατὰ ταύτας τὰς ἀρχὰς, διὰ νὰ παραβάλλωμεν τὰς δυνάμεις τῆς ἐκπομπῆς διαφόρων σωμάτων στερεῶν, ἀρκεῖ νὰ κατασκευάσωμεν ἀγγεῖα κυβικὰ τῆς αὐτῆς ἐκτάσεως, ἔχοντα πλευρὰς ἐκ διαφόρων οὐσιῶν· οἷον χρυσοῦ, ἀργύρου, χαλκοῦ, χάλυβος, σιδήρου κτλ. ἐντὸς τῶν ὁποίων νὰ διατηρῇ τις ὕδωρ εἰς θερμοκρασίαν βράσεως, καὶ νὰ στρέφῃ διαδοχικῶς ἑκάστην πλευρὰν πρός τινα θερμοπολλαπλασιαστήν· τὰ ἀποτελέσματα τὰ παρὰ τοῦ ὀργάνου αὐτοῦ ἐλεγχόμενά εἰσιν ἀνάλογα τῶν δυνάμεων τῆς ἐκπομπῆς.

Ἐπίσης μανθάνει τις, ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα κεκαλυμμένα ὄντα μὲ στιβάδα αἰθάλης, ἔχουσι τὴν αὐτὴν δύναμιν τῆς ἐκπομπῆς, καὶ τὴν ὁποίαν παριστῶσι δι' 100^0· ἐπειδὴ δὲν ἐλαττοῦται δι' οὐδεμιᾶς ἀνταναλαστικῆς δυνάμεως ἐπαισθητῆς· ὅσον διὰ τὸ στρῶμα τῆς αἰθάλης, αὐτὸ λαμβάνεται εὐκόλως, ὅταν τὸ σῶμα ἐκτεθῇ εἰς τὴν φλόγα κηροῦ τινος, ἢ ῥητινώδους ὕλης. Αἱ πλευραὶ τοῦ κύβου πλεμμέναι μὲ ἀνθρακικὸν μόλυβδον (ψιμμύθιον) παρέχουσι τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα· κεκαλυμμέναι μόνον μὲ ἐπίχρισμά τι (βερενίκειον) διαφανὲς, ἀκτινοβολεῖ ὀλιγώτερον, καὶ τόσῳ ὀλιγώτερον, ὅσῳ λεπτότερα εἶναι τὰ στρώματα τοῦ ἐπιχρίσματος. Τέλος ὅταν αἱ πλευραὶ ἦναι γυμναὶ καὶ μετάλλιναι, ἡ δύναμις τῆς ἐκπομπῆς καταντᾷ εἰς 10 περίπου, καὶ πίπτει μάλιστα ἕως 3 διὰ τὰ μέταλλα, τὰ ἐπιδεχόμενα τὴν μεγαλειτέραν στιλπνότατα.

Καταλαμβάνει τις ἐκ τούτου, ὅτι δύο θερμόμετρα, ἴσα, ἐξ ὧν τὸ μὲν ἔχει δοχεῖον χρυσωμένον, τὸ δὲ ἕτερον κεκαλυμμένον μὲ αἰθάλην φέρονται πολὺ διαφόρως, ἐκθετόμενα εἰς τὸν ἥλιον, ἢ εἰς τὸ πῦρ ἑστίας τινὸς, ἢ γενικῶς εἰς τὴν ἀκτινοβολοῦσαν θερμότητα. Ἐπειδὴ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, τὸ πρῶτον ἀπορροφᾷ τριακοντάκις ὀλιγωτέραν θερμότητα ἀπὸ τὸ δεύτερον, ἐὰν ἦναι ἐκτεθειμένον εἰς θέρμανσιν, καὶ ἀποβάλλει τριακοντάκις ὀλιγωτέραν, ἐὰν ἦναι ἐκτεθειμένον εἰς ψύξιν.

Τοῦτο ἐξηγεῖ καὶ τὸ γνωστὸν ἐκεῖνο φαινόμενον ὅτι ἀπέναντι τοῦ πυρὸς τὰ ἀργυρᾶ ἐστιλβωμένα ἀγγεῖα θερμαίνονται· ἧττον ταχέως, ἀπὸ τὰ αἰθαλωμένα, καὶ ἀφ' οὗ ἅπαξ θερμανθῶσι ψύχονται πολὺ βραδύτερον.

119. Σώματα θερμοδιάβατα, καὶ μὴ θερμοδιάβατα ἢ σκιόθερμα (**corps diathermanes et corps thermanisants**). Σώματα θερμοδιάβατα καλοῦμεν, ὅσα συγχωροῦσι τὴν διάβασιν τοῦ ἀκτινοβόλου θερμαντικοῦ, ὡς ὀνομάζονται διαφανῆ, τὰ συγχωροῦντα τὴν διάβασιν τοῦ φωτός. Ὁ ἀὴρ εἶναι θερμοδιάβατος, ἡ ὕελος ἐπίσης, εἰ καὶ εἰς ἧττονα βαθμόν· πλὴν ἐκ τούτου δὲν συμπεραίνεται ὅτι τὸ θερμοδιάβατον, καὶ ἡ διαφάνειά εἰσιν ἰδιότητες ἀνάλογοι, βαίνουσαι παραλλήλως, συναυξάνουσαι καὶ συνελαττούμεναι· ἐπειδὴ ὑπάρχουσι σώματα σκιερὰ, ὄντα πολὺ θερμοδιάβατα, καθὼς ἐπίσης ὑπάρχουσι σώματα διαφανέστατα ὡς πρὸς τὸ φῶς, ὄντα σχεδὸν σκιερὰ πρὸς τὴν θερμότητα.

Τὰ μὴ θερμοδιάβατα ἢ σκιόθερμα εἶναι τὰ παράγοντα ἐπὶ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος ἀποτελέσματα ἀνάλογα μὲ τὰ ὁποῖα αἱ χρωματισμέναι ὕελοι παράγουσιν ἐπὶ τοῦ φωτός.

Εἶναι γνωστὸν ὅτι τὸ λευκὸν φῶς εἶναι σύνθετον, ὅτι εἶναι τὸ ἄθροισμα ἢ ἡ ἕνωσις ὅλων τῶν ἁπλῶν χρωμάτων, τοῦ ἐρυθροῦ δηλ. χρυσοειδοῦς, ὠχροῦ, χλωροῦ, κυανοῦ, ἰνδικοῦ, ἰοειδοῦς, τῶν φαινομένων εἰς τὸ ἡλιακὸν εἴδωλον, ὅτι ἐρυθρὰ ὕελος π. χ. εἶναι ἡ ἀπορροφῶσα τὰ ἄλλα χρώματα, καὶ ἐκπέμπουσα μόνον τὸ ἐρυθρὸν, καὶ κυανὴ ἡ ἐκπέμπουσα μόνον τὸ κυανοῦν κτλ.

Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ὅταν θέσωμεν κατὰ σειρὰν πολλὰς ἐρυθρὰς ὑέλους, τὸ διερχόμενον φῶς διὰ τῆς πρώτης διέρχεται καθ' ὁλοκληρίαν σχεδὸν διὰ τῆς δευτέρας, τῆς τρίτης κτθ. καθὼς καὶ διὰ μίαν ἄλλην σειρὰν ὁμοιοχρώματον ὑέλων χρυσοειδῶν, ξανθῶν, ἢ πρασίνων κτλ. πλὴν ἐὰν κατόπιν ὑέλου ἐρυθρᾶς τεθῇ π. χ. ἄλλη κυανὴ, ἡ τελευταία αὕτη ἀπορροφᾷ τὸ ἐρυθρὸν φῶς, τὸ μόνον στοιχεῖον, ὅπερ ἡ πρώτη ἀφίνει νὰ διέλθῃ, καὶ τότε αἱ δύο ὁμοῦ παράγουσι τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ μέλαινά τις ὕελος, δηλ. δὲν ἀφίνουσι πλέον νὰ διέλθῃ τίποτε, ἀλλ' ὅλα τὰ ἀπορροφῶσιν. Οὕτω ἡ κυανὴ ὕελος διαφανεστάτη οὖσα διὰ τὸ λευκὸν φῶς, ἢ δι' ἐκεῖνο ὅπερ ἤδη διέβη τὰς κατὰ σειρὰν κυανὰς ὑέλους, καθίσταται σκοτεινὸν διὰ τὸ φῶς τὸ διελθὸν μίαν ὕελον ἐρυθρὰν, καὶ γενικῶς μίαν ὕελον μὴ οὖσαν κυανῆν. Λοιπὸν ὁ Κ. Μελλόνης ἀπέδειξεν ὅτι

μεταξὺ τῶν θερμοδιαβάτων σωμάτων εἰσί τινα φερόμενα, ὡς πρὸς τὸ ἀκτινοβόλον θερμαντικὸν, ὡς αἱ διαφόρως χρωματισμέναι ὕελοι· καὶ ταῦτα ἡμεῖς ἐκαλέσαμεν σώματα σκιόθερμα, ἐκ τοῦ σκιάζειν τὴν θερμότητα.

Τὸ ὄργανον, δι' οὗ ὁ Κ. Μελλόνης ἐσπούδασε καὶ ἀνεκάλυψε τὰς ἀξιολόγους αὐτὰς ἰδιότητας τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 191. Σύγκειται δ' ἔκ τινος θερμοπολλαπλασιαστοῦ, περὶ οὗ ἤδη ἀνεφέραμεν, ἐκ δύο ὑποβάθρων Σ καὶ Τ, ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν ὁποίων τίθενται αἱ διάφοροι πηγαὶ τῆς θερμότητος, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου τὰ διάθερμα ἐλάσματα λ ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν πεῖραν· τέλος ἐκ δύο φραγμάτων Ε καὶ Ζ, τὸ ἓν κινητὸν καταβιβαζόμενον εἰς τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως, τὸ δὲ ἄλλο σταθερὸν, καὶ περιορίζον διὰ τῆς ὁποίας φέρει θυρίδος τὸ πλάτος τῆς θερμαντικῆς δέσμης διευθυνομένης ἐπὶ τῆς βολταϊκῆς στήλης.

Αἱ διάφοροι πηγαὶ τοῦ θερμαντικοῦ χρησιμεύσασαι παρὰ τῷ Κ. Μελλόνῃ εἰσι 1ον ὁ λύχνος τοῦ Λοκατέλλη τεθειμένος ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου Σ· 2ον ἡ σπεῖρα τοῦ ἐκπεπυρωμένου χρυσαργύρου Π (σχῆμα 192)· 3ον ἡ χάλκινος πλὰξ χ (σχῆμα 193) κεκαλυμμένη μὲ αἰθάλην, καὶ θερμαινομένη εἰς 400^0 περίπου διὰ τῆς φλογὸς λύχνου τινὸς μὲ οἰνόπνευμα· 4ον εἷς κύβος Κ. (σχῆμα 194), περιέχων ὕδωρ βράζων· αὐταὶ αἱ θερμογονικαὶ πηγαὶ τίθενται ἐναλλὰξ ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου Σ δυναμένου νὰ ὑψωθῇ ἢ νὰ ταπεινωθῇ ἵνα δεχθῇ αὐτάς.

Ἰδοὺ τὰ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων.

Τὸ ὀρυκτὸν ἅλας κρυσταλλωμένον εἶναι ἐντελῶς θερμοδιάβατον· δὲν ἀπορροφᾷ σχεδὸν τίποτε ἐκ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος διερχομένης δι' αὐτοῦ, εἴτε ἐκ πηγῆς θερμοτάτης προέρχεται, ὡς ὁ λύχνος τοῦ Λοκατέλλη, εἴτε ἔκ τινος ἄλλης ἧττον θερμῆς, ὡς ὁ κύβος τοῦ ζέοντος ὕδατος· οὕτω τὸ ἅλας αὐτὸ δὲν εἶναι σκιόθερμον.

Τὰ ἄλλα σώματα ἐν γένει εἶναι πλέον θερμοδιάβατα διὰ τὰς θερμὰς πηγάς· ἀπορροφῶσι δὲ μεγαλειτέραν ποσότητα θερμότητος προερχομένης ἐκ τοῦ κύβου, παρὰ ἐκ τῆς χαλκίνης πλακὸς, τοῦ πεπυρακτωμένου χρυσαργύρου, ἢ τοῦ λύχνου τοῦ Λοκατέλλη.

Ὁ κουάρκιος, εἶδος ὀρυκτοῦ κρυσαλλώδους, (quarz) καπνιζόμενος εἰς βαθμὸν ὥστε νὰ ἦναι σκιερὸς διὰ τὸ φῶς, εἶναι ὀλίγον τι πλέον θερμοδιάβατος τοῦ διαυγεστέρου κουαρκίου.

Ἡ ὕελος εἶναι θερμοδιάβατος κατὰ τὸν τρόπον τοῦ κουαρκίου.

Ἡ διαφανεστάτη στυπτηρία εἶναι σχεδὸν σκοτεινὴ πρὸς τὴν θερμότητα.

Ἡ ἀπορρόφησις δὲν εἶναι ἀνάλογος μὲ τὴν πυκνότητα· γενικῶς λαμβάνει χώραν εἰς τὰ πρῶτα στρώματα. Ἡ κεκαθαρμένη ὅμως θερμότης (thermanisée) διέρχεται τὰς μεγαλειτέρας πυκνότητας, ὡς τὸ φῶς τὸ διαπεράσαν τὴν πρώτην ἐρυθρὰν ὕελον διαπερᾷ καὶ τὴν δευτέραν, καὶ τρίτην.

Τὸ ἀκτινοβόλον θερμογόνον τὸ διαβὰν τὸν φυσικὸν κρύσταλλον (κουάρκιον) ἀπορροφᾶται πάλιν ὑπὸ τῆς ὕελου· ἑπομένως ἡ ὕελος καὶ ὁ κρύσταλλος αὐτὸς ἀπορροφῶσι στοιχεῖα διάφορα, ὥστε δύναταί τις νὰ εἴπῃ ὅτι αὐτὰ εἶναι διαφόρου χρώματος ὡς πρὸς τὴν θερμότητα.

Τὸ ἀδύνατον μέρος τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀφίνει νὰ διέλθῃ ἡ στυπτηρία δὲν εἶναι πλέον τὸ αὐτὸ μὲ τὸ ἀφινόμενον παρὰ τῆς ὕελου, πρὸ πάντων τῆς πρασίνου ὕελου· οὕτω διπλῆ τις πλάξ ἐξ ὕελου πρασίνου καὶ στυπτηρίας μένει διαφανεστάτη, ἐν ᾧ ἀπορροφᾷ ὁλόκληρον σχεδὸν τὴν θερμότητα, ἥτις παρουσιάζεται εἰς αὐτὴν διὰ νὰ διέλθῃ, πολὺ περισσότερον ἀκόμη καὶ ἀπὸ μέλαινάν τινα ὕελον ὅλως διόλου σκοτεινὴν ὡς πρὸς τὸ φῶς.

120. Ψύξις καὶ θέρμανσις. Ὅταν θερμόμετρόν τι ὑπερέχῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, ψύχεται διὰ δύο αἰτίας· 1ον ἕνεκα τῆς μετὰ τοῦ ἀέρος ἐπαφῆς αὐτοῦ· 2ον ἕνεκα τῆς ἀκτινοβολίας.

Ἡ ἀποβαλλομένη θερμότης ὡς ἐκ τῆς ἐπαφῆς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ταραχὴν τοῦ ἀέρος, καὶ τὴν ὑπεροχὴν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου.

Ἐν καιρῷ νηνεμίας, τὸ περὶ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου διαστέλλεται, καὶ ὑφοῦται δυνάμει τῆς εἰδικῆς αὐτοῦ ἐλαφρότητος διαδεχόμενον ὑπό τινος ἄλλου, ὅπερ διαστελλόμενον ὑφοῦται ἐπίσης

Ἐντεῦθεν πλῆθος ῥευμάτων ἀνιόντων καὶ κατιόντων, αἱ κινήσεις ὅμως αὐτῶν ἐκτελοῦνται βραδέως.

Ἐξ ἐναντίας δὲ ἐν καιρῷ ἀνεμώδει, καὶ ἐν ἀέρι ταραχώδει, ἡ ψύξις γίνεται ταχυτέρα, ἐπειδὴ ὁ ἀὴρ ὠθούμενος κατὰ τοῦ θερμομέτρου ψαύει αὐτὸ καλλίτερα, καὶ ἀφαιρεῖ παρ' αὐτοῦ πλειοτέραν θερμότητα· πρὸς τούτοις δὲν δύναται νὰ σχηματίσῃ περὶ αὐτὸ εἶδός τι περικαλύμματος μὴ θερμαγωγοῦ, ἐπειδὴ εἰς πᾶσαν στιγμὴν ἀπελαύνεται ὑπὸ τοῦ ψυχροῦ ἀέρος φθάνοντος ἐκεῖ.

Ἡ ἀπώλεια ὡς ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ὑπεροχὴν τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου, καὶ ἀπὸ τὴν δύναμιν τῆς ἐκπομπῆς. Ὁ Δουλὸγγ καὶ Πετὶτ ἀπέδειξαν ὅτι δὲν τροποποιεῖται κατ' οὐδένα τρόπον ἐκ τῆς παρουσίας, ἢ τῆς κινήσεως τοῦ ἀέρος, ὅτι γίνεται πάντοτε ὡς ἤθελε γίνει ἐν τῷ κενῷ. Οἱ φυσικοὶ οὗτοι ἀπέδειξαν περὶ πλέον, ὅτι ἡ ἀπώλεια αὕτη δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν ὑπεροχὴν τῆς θερμοκρασίας, ἀλλ' ὅτι γίνεται πολὺ πλέον μεγαλειτέρα, καθ' ὅσον ἡ ὑπεροχὴ αὕτη λογίζεται τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος μερὶς ὑψηλοτέρα. Οὕτω θερμόμετρον δεικνύον 300^0, ἐντὸς περιοχῆς τινος εἰς 200^0 χάνει πολὺ πλέον παρ' ὅσον ἤθελε χάσει ἐὰν ἦτο εἰς 200^0 καὶ ἐντὸς περιοχῆς 100^0, τῆς ὑπεροχῆς οὔσης τῆς αὐτῆς καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις. Ὅ,τι ἐρρέθη περὶ τῆς ψύξεως ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὴν θέρμανσιν.

Δὲν δυνάμεθα μὲν νὰ ἐκθέσωμεν ἐνταῦθα τοὺς μαθηματικοὺς νόμους τῶν φαινομένων αὐτῶν· θέλομεν δὲ προσπαθήσει διά τινων παραδειγμάτων νὰ καταστήσωμεν καταληπτὸν τὸ ἀνεξάρτητον τῶν δύο αὐτῶν αἰτιῶν.

Τὸ ἑσπέρας, μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου, τὰ σώματα ψύχονται διὰ τῆς ἐκπεμπούσης δυνάμεως, καὶ πίπτουσι γενικῶς εἰς θερμοκρασίας κατωτέρας, τῆς τοῦ ἀέρος· τοῦ γινομένου τούτου ἡ πεῖρα ἐκτελεῖται ὡς ἐφεξῆς. Ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τῆς γῆς, ἢ ἐπί τινος χορτοπλίνθου θέτουσιν ὁριζοντίως διάφορα θερμόμετρα· τὰ μὲν μὲ τὸ φυσικὸν αὐτῶν περικάλυμμα, τὰ δὲ γυαλωμένα, κεχρυσωμένα, ἢ ἀργυρωμένα· ἐὰν ὁ οὐρανὸς εἶναι εὔδιος, παρατηρεῖται ἀμέσως ὅτι ὅλα δεικνύουσι θερμοκρασίας διαφόρους, τὰ γυαλωμένα ὡς ψυχρότερα

τῶν ὑελίνων, καὶ ταῦτα ὡς ψυχρότερα τῶν κεχρυσωμένων, καὶ ἠργυρωμένων.

Θερμόμετρα παρόμοια, κρεμάμενα εἰς τὸν αὐτὸν τόπον καὶ κατὰ τὴν φυσικὴν των θέσιν, ἓν μέτρον περίπου ὑπεράνω τῆς γῆς, δεικνύουσιν ὅλα σχεδὸν τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· τὰ ἠθαλωμένα συμφωνοῦσι μὲ τὰ κεχρυσωμένα, καὶ ἡ κοινὴ αὐτῶν θερμοκρασία εἶναι ἀνωτέρα τῶν ὁριζοντίων θερμομέτρων.

Τὰ κρεμάμενα θερμόμετρα σημειοῦσι προδήλως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος· ἐπειδὴ μένουσιν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ὅταν κινῶσι τὸν περὶ αὐτὰ ἀέρα καὶ τοῦτο ὄχι διότι ἀπώλεσαν εἰς αὐτὴν τὴν θέσιν τὴν δύναμιν τῆς ἐκπομπῆς, ἀλλὰ διότι δὲν ἀκτινοβολοῦσι πρὸς τὸ κατὰ κόρυφον σημεῖον (ζενὶθ), καὶ περὶ πλέον, ἐὰν ὀλίγον τι ψυχθῶσι, τὸ περὶ αὐτὰ στρῶμα τοῦ ἀέρος ψύχεται ἐπίσης, καὶ κατέρχεται ὡς ἐκ τῆς εἰδικῆς αὐτοῦ βαρύτητος, διαδεχόμενον ὑφ' ἑτέρου θερμαίνοντος αὐτὰ, καὶ οὕτω τὰ φυσικὰ αὐτὰ ῥεύματα διατηροῦσιν ἐκεῖνα εἰς τὴν θερμοκρασίαν σχεδὸν τοῦ ἀέρος.

Τὰ ὁριζόντια θερμόμετρα ὑφίστανται ἄλλα ἀποτελέσματα· ἀκτινοβολοῦσι πρὸς τὸ ζενὶθ, καὶ πρὸς ὅλα τὰ ὑψηλότερα μέρη τοῦ οὐρανοῦ, πρὸ πάντων ὅταν τὸ πείραμα γίνεται ἐντὸς γυμνοῦ καὶ ἀνοικτοῦ χώρου· τὸ μέρος τῆς εὐρυτάτης περιοχῆς τὸ περικυκλοῦν αὐτὰ δὲν εἶναι τόσον θερμὸν, ὥστε νὰ ἐπανορθώσῃ τὴν ἀπώλειαν αὐτῶν, παρέχουσι πλειότερον, παρ' ὅσον λαμβάνουσι, καὶ διὰ τοῦτο ψύχονται. Ὁ ψαύων αὐτὰ ἀὴρ ἐπίσης ψύχεται, πλὴν μένει ἐκεῖ, κατέχων τὴν παρὰ τῆς πυκνότητος ὁριζομένην αὐτῷ θέσιν· οὕτω προφυλαττόμενα ἐκ τῶν ῥευμάτων τοῦ ἀέρος τὰ θερμόμετρα αὐτὰ ψύχονται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὰ κεχρυσωμένα ὀλιγώτερον τῶν ὑελίνων, καὶ ταῦτα ὀλιγώτερον τῶν ἠμαυρωμένων. Τὰ τελευταῖα ταῦτα φθάνουσι παρευθὺς εἰς 5^0 καὶ 6^0 ὑπὸ τὸ στρῶμα τοῦ ἀέρος τὸ περὶ καλύπτον αὐτὰ μέχρι τινὸς ὕψους· ἐνίοτε μάλιστα ἡ ὕφεσις αὐτὴ φθάνει μέχρι 12^0 ἢ καὶ 15^0, ὅταν αἱ περιστάσεις ὦσιν εὐνοϊκαὶ πρὸς τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν.

Διὰ τοῦ ἑπομένου πειράματος (σχῆμα 195) ἀποδεικνύουσι πόσον ἡ κατακόρυφος ἀκτινοβολία εἶναι δραστικωτέρα τῆς πρὸς τὰ

χαμηλὰ τοῦ οὐρανοῦ μέρη· αβ εἶναι φύλλον λεπτὸν ἀργυροῦν σχηματίζον κωνόν τινα πλατύστομον, οὗτινος ἡ ἄνω βάσις εἶναι ὀλίγον τι ὑψηλοτέρα τῆς σφαίρας ε τοῦ θερμομέτρου, διὰ νὰ ἐμποδίζῃ τὴν πτῶσιν τοῦ ψυχομένου ἀέρος καὶ τὴν ἀνανέωσιν αὐτοῦ, καὶ συνάμα νὰ ἐμποδίζῃ καὶ τὴν ἀκτινοβολίαν τῆς γῆς· EZ παριστᾷ σύρμα ὀρειχάλκινον, λεπτὸν καὶ σκληρὸν εἰς σχῆμα κύκλου, οὗτινος κ εἶναι τὸ κέντρον, καὶ ἐπὶ τοῦ ὁποίου διατρέχει τὸ μικρὸν ἀλεξίπυρον Η· πλησίον τοῦ ζενὶθ ἅμα τεθῇ τὸ ἀλεξίπυρον αὐτὸ, τὸ θερμόμετρον ἀναβαίνει, καὶ καταβαίνει τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ τὸ ἀλεξίπυρον εἶναι πλησιέστερα τῶν χειλέων τοῦ κώνου. Τὸ ἀκτινόμετρον τοῦ Κ. Πουϊλλέτου εἶναι προσδιωρισμένον διὰ τὴν καταμέτρησιν τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας· σύγκειται δὲ ἐκ μετάλλου λεπτοῦ (σχῆμα 196) μὲ δύο περικαλύμματα διαχωριζόμενα διὰ πτίλων τοῦ κύκνου· ὁ ἐσωτερικὸς κύλινδρος περιλαμβάνει τέσσαρας δίσκους ὑπερκειμένους ἐπαλλήλως ἐκ τοῦ αὐτοῦ πτίλου, ἐν μέσῳ τῶν ὁποίων εὑρίσκεται ἡ σφαῖρα τοῦ θερμομέτρου ὑποβεβλημένου εἰς ἀκτινοβολίαν· συμφέρει πολὺ ἡ ἄνω ἐπιφάνεια νὰ ἦναι ὁριζόντιος ὅπως μὴ δύνηται ὁ ψυχόμενος ἀὴρ νὰ ὀλισθαίνῃ καὶ ν' ἀνανεοῦται.

Κατὰ ταῦτα τὰ πειράματα, παρατηρεῖ τις ὅτι τὰ ἡμαυρωμένα θερμόμετρα ἐκτεθειμένα ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἢ ἐπὶ τοῦ ἀκτινομέτρου ἕνεκα τῆς ψύξεως αὐτῶν ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, καλύπτονται ἀπὸ δρόσον, καὶ δύνανται μάλιστα νὰ καλυφθῶσιν ἀπὸ πάχνην, καίτοι τῆς νυκτὸς οὔσης χλιερᾶς, καὶ τοῦ ἀέρος ἔχοντος θερμ. 8^0 ἢ καὶ 10^0 ὑπεράνω τοῦ μηδενός.

Ὅ,τι περὶ τῶν θερμομέτρων ἐλέχθη, ἐφαρμόζεται εἰς ἅπαντα τὰ σώματα ἀναλόγως τῆς ἐκπεμπούσης αὐτῶν δυνάμεως, καὶ τοῦ τρόπου καθ' ὃν εἰσιν ἐκτεθειμένα εἰς τόπον τινὰ μᾶλλον ἢ ἧττον γυμνὸν, καὶ ὕπαιθρον.

Ἰδοὺ ἡ ἀρχὴ ἡ ἐξηγοῦσα ἅπαντα τὰ φαινόμενα τῆς δρόσου καὶ πάχνης ἐν καιρῷ τῆς ἀνοίξεως καὶ τοῦ φθινοπώρου· ὑπεθέσαμεν τὸν ἀέρα ἥσυχον, καὶ εὔδιον τὸν οὐρανόν· ἤδη λέγομεν ὀλίγα τινὰ καὶ περὶ τῆς ἐπιῤῥοῆς τοῦ ἀνέμου καὶ τῶν νεφῶν. Ἅμα ὁ ἄνεμος ἐγερθῇ φέρει εἰς τὴν θερμοκρασίαν του ὅλα τὰ ἀπαντώμενα σώματα· κατὰ

συνέπειαν ἅπαντα τὰ φαινόμενα τῆς ἀκτινοβολίας ἀφανίζονται, ἐξαιρουμένων τῶν μερῶν ἐκείνων τῆς γῆς, ἅτινα προφυλάττονται ἀπὸ τείχη, δένδρα, οἰκοδομὰς, ἢ ὄρη· ὅσον περὶ τῆς ἐπιῤῥοῆς τῶν νεφῶν, εἶναι προφανεστέρα, παρ' ὅσον ἤθελέ τις νομίσει· τὸ ἀκτινόμετρον ἀναγγέλλει τρόπον τινὰ τὴν διάβασιν ὅλων τῶν νεφῶν ἀπὸ τὸ ζενίθ· βλέπει τις αὐτὸ ν' ἀναβαίνῃ ταχέως ἅμα νέφος τι ὀλίγον ἐκτεταμένον φαίνηται ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν χωρῶν τοῦ οὐρανοῦ, καὶ ὅταν αὐτὸς καλύπτηται ἐκ τῶν νεφῶν σχηματίζει περιοχήν τινα, μὲ τὴν ὁποίαν τὸ θερμόμετρον ἀνταλάσσει θερμότητα ἀκτινοβόλον πολὺ εὐκολώτερα, ἐπειδὴ δὲν δοκιμάζει τότε, εἰμὴ ὑφέσεις ἀσημάντους ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Ἕκαστος γινώσκει ὅτι αἱ πάχναι τῆς ἀνοίξεως δὲν εἶναι τόσον ἐπίφοβοι, ἐνόσῳ ὁ οὐρανὸς μένει σκεπασμένος, ἐκτὸς ὅταν ἕνεκα τῶν ψυχρῶν ἀνέμων, ὁ ἀτμοσφ. ἀὴρ πίπτῃ καὶ αὐτὸς ὑπὸ τὸ μηδὲν, καὶ τότε τὸ φαινόμενον ἔχει ἄλλην αἰτίαν καὶ ἄλλον χαρακτῆρα λαμβάνει.

§ 7. Μηχαναὶ ἀτμοκίνητοι.

121. Γενικαὶ θεωρίαι. Ἐνταῦθα θέλομεν προσπαθήσει νὰ δώσωμεν ἰδέαν τινὰ μόνον τῶν ἀρχῶν, ἐφ' ὧν βασίζονται αἱ ἐφαρμογαὶ τοῦ ἀτμοῦ, ὅστις ὡς δύναμις κινοῦσα ἐπέφερε μεγίστας ὠφελείας εἰς τὴν βιομηχανίαν καὶ θαλασσοπορείαν. Ἤδη κατὰ τὸν 18 αἰῶνα ὑπῆρχον μηχαναὶ ἀτμοκίνητοι, ἀλλ' ἦσαν πολλὰ ἀτελεῖς· κατὰ τὸ 1763 τὰ οὐσιώδη αὐτῶν μέρη ἐτελειοποιήθησαν ὑπὸ τοῦ ἄγγλου Βὰττ (Watt), καὶ εἶναι εἰσέτι ἐν χρήσει· τὸ πρῶτον ἀτμόπλοιον κατεσκευάσθη ἀπὸ τὸν ἀμερικανὸν Ῥοβέρτον Φούλτονα τὸ 1807. Αἱ ἀτμοκίνητοι μηχαναὶ ἔσχον μορφὰς καὶ διαθέσεις διαφόρους· ἡ μὲ τὸ ἔμβολον ὅμως μηχανὴ, ἡ ἐφευρεθεῖσα κατ' ἀρχὰς, ὑπερίσχυσε πάντοτε, καὶ ταύτην μεταχειρίζονται εἰς τὰ πλεῖστα τῶν ἐργοστασίων· αὐτὴ μεταφέρει τὰ πλοῖα ἐπὶ τῶν ποταμῶν καὶ θαλασσῶν· αὐτὴ τέλος πάντων ὠθεῖ τὰ ἀτμαμαξικὰ κινητήρια ἐφ' ὅλων τῶν σιδηροδρόμων τῆς Εὐρώπης καὶ Ἀμερικῆς. Αἱ μηχαναὶ αὐτοῦ τοῦ εἴδους, μ' ὅλην τὴν θαυμασίαν διαφορὰν τῆς

κατασκευῆς αὐτῶν, ἀποτελοῦσι κυρίως δύο διαφόρους κλάσεις· τὴν τῶν μηχανῶν ἄνευ ψυκτήρων ἢ συμπυκνωτῶν, καὶ τὴν τῶν μηχανῶν μὲ ψυκτῆρας.

Αἱ ἄνευ ψυκτῆρος μηχαναὶ ὅλαι ἔχουσι μεγάλην πίεσιν· δηλ. ὁ ἀτμὸς ἀναγκαίως λαμβάνει εἰς αὐτὰς δύναμιν ἐλαστικὴν μεγαλειτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· σχεδὸν πάντοτε ἀπαιτεῖται δύναμις 4 ἢ 5 ἀτμοσφαιρῶν, καὶ ἐνίοτε ἔχουσι δύναμιν, ἥτις ὑψοῦται μέχρι 7 καὶ 8 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐν ᾧ αἱ μὲ ψυκτῆρα δύνανται νὰ ἔχωσι μεγάλας, μεσαίας, ἢ καὶ μικρὰς πιέσεις δηλ. ὁ ἀτμὸς δύναται νὰ λάβῃ ὅλους τοὺς βαθμοὺς τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως, δύναται μάλιστα νὰ ἐνεργήσῃ εἰς βαθμόν τινα δυνάμεως μικροτέρας καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως.

Ὡς τύπον τῶν μηχανῶν ἄνευ ψυκτῆρος λαμβάνομεν τὸ ἀτμαμαξικὸν κινητήριον τῶν σιδηροδρόμων, καὶ τὴν μηχανὴν τοῦ Βάττ, ὡς τύπον τῶν μὲ ψυκτῆρα μηχανῶν, καὶ ἀρχόμεθα ἐκ τοῦ κινητηρίου αὐτοῦ· ἐπειδὴ τῷ ὄντι εἶναι ἡ ἁπλουστέρα τῶν ἀτμοκινήτων μηχανῶν· ἐὰν ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνεται κατά τι πολύπλοκος, δὲν εἶναι ὅμως τοιαύτη κατ' οὐσίαν καὶ καθ' ὅσον ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀτμοῦ. Τὸ κατ' εἶδος πολύπλοκον αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς προσθήκης πλήθους στελεχῶν, κανόνων, ἢ ῥάβδων τετραγώνων, μεταβάσεων κινήσεως, ἵνα φέρωσιν ὑπὸ τὴν χεῖρα τοῦ μηχανικοῦ ὅλους τοὺς ἀναγκαίους μοχλοὺς πρὸς διεύθυνσιν τῆς μεγάλης αὐτῆς δυνάμεως καὶ κανονισμὸν τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῆς κατὰ πᾶσαν στιγμήν.

Εἰς τὴν γενικὴν καὶ σύντομον ἔκθεσιν, τοῦ ἀτμαμαξικοῦ κινητηρίου καὶ τῆς μηχανῆς τοῦ **Watt** θέλομεν ἀκολουθήσει τὴν μέθοδον τοῦ Κ. Πουϊλλέτου, διαιροῦσαν τὴν σπουδὴν ἀτμοκινήτου τινὸς μηχανῆς εἰς τρία μέρη δηλ,

Τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀτμοῦ·

Τὴν διανομήν·

Τὸν μηχανισμόν·

1ον. Ἡ παραγωγὴ τοῦ ἀτμοῦ περιλαμβάνει τὴν καύσιμον ὕλην, τὴν ἑστίαν, τὸν βαῦνον, καὶ τὸν καπνοδόχην, ἔπειτα τὸν λέβητα αὐτὸν καὶ πᾶν ὅ,τι ἀνάγεται εἰς τὸ σχῆμα αὐτοῦ, τὴν κατασκευὴν,

καὶ τὰ ἀσφαλιστικὰ μέσα, μὲ τὰ ὁποῖα ὀφείλει νὰ ἦναι ὡπλισμένος.

2ον. Ἡ διανομὴ περιλαμβάνει τὸ ἄθροισμα τῶν ὀργάνων, ὅσα συντείνουσιν εἰς τὰς κινήσεις τοῦ ἀτμοῦ καὶ τὴν εἰσαγωγὴν αὐτοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀκριβῶς εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἀπαιτεῖται νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὴν ἔξοδόν του, ἅμα παραγάγει τὸ ὠφέλιμον ἀποτέλεσμα, εἴτε διότι χρειάζεται νὰ ἐφαρμοσθῇ εἰς ἄλλην τινὰ ὑπηρεσίαν, ὡς π. χ. εἰς τὴν παραγωγὴν τῆς ὁλκῆς τοῦ καπνοδόχου, τὴν θέρμανσιν ἐργοστασίου τινὸς, ἢ κάδου τινὸς τῶν βαφέων κτλ, εἴτε διότι μέλλει νὰ καταστραφῇ ἀπολέσας τὴν δύναμίν του ἐν τῷ ψυκτῆρι. Διακρίνουσι τὴν διανομὴν μὲ πλήρη ἀτμὸν (**à pleine vapeur**), ἐκ τῆς διανομῆς μὲ χαλάρωσιν (**à détente**)· εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ὁ ἀτμὸς συρρέει ἀφθόνως, καὶ μὲ ὅλην τὴν ἐλαστικὴν αὐτοῦ δύναμιν, ἀκολουθεῖ τὸ ἔμβολον καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τοῦ δρόμου του· ὥστε ὁ κύλινδρος ὄχι μόνον εἶναι πλήρης ἀτμοῦ, ἀλλὰ καὶ κεκορεσμένος ἀκόμη.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ὁ ἀτμὸς φθάνει ὑπὸ τὸ ἔμβολον, καὶ τὸ ἀκολουθεῖ μέχρι τινὸς κατὰ τὸ ἥμισυ π. χ. τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον, καὶ τὸ πέμπτον μέρος τοῦ δρόμου του, καὶ διακόπτεται ἔπειτα διὰ τῆς κλείσεως τῆς ὀπῆς τῆς εἰσόδου· ἐξ ἐκείνης δὲ τῆς στιγμῆς δὲν ἐνεργεῖ πλέον, εἰμὴ διὰ τῆς διαστολῆς, ἢ τῆς μειουμένης ἐλαστικῆς αὐτοῦ δυνάμεως, τὴν ὁποίαν λαμβάνει καθ' ὅσον ἡ κίνησις τοῦ ἐμβόλου μεγεθύνει τὸ διάστημα, ὅπου ἀναπτύσσεται καὶ ταύτην τὴν διαστολὴν ἢ διάχυσιν καλοῦμεν χαλάρωσιν (**détente**). Οὕτω εἰς τὸ τέλος τοῦ δρόμου ὁ κύλινδρος εἶναι ἐπίσης πλήρης ἀτμοῦ, ἀλλὰ δὲν εἶναι κεκορεσμένος, διότι περιέχει τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον, ἢ τὸ πέμπτον, ἀφ' ὅσον ἠδύνατο νὰ περιέχῃ, καθ' ὅσον ἡ χαλάρωσις γίνεται κατὰ τὸ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$ ἢ $\frac{1}{5}$ τοῦ δρόμου. Εἰς πᾶσαν λοιπὸν κίνησιν τοῦ ἐμβόλου τὸ βάρος τοῦ δαπανωμένου ἀτμοῦ εἶναι μικρότερον, παρ' ὅσον εἶναι εἰς τὴν διανομὴν μὲ πλήρη ἀτμόν· ἀλλ' οὐδὲν ὄφελος ἐκ τούτου ἤθελε προκύψει, ἐὰν τὸ λυσιτελὲς ἀποτέλεσμα ἠλαττοῦτο κατὰ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν· ἡ ἐλάττωσις ὅμως αὕτη γίνεται κατ' ἀναλογίαν μικροτέραν, καὶ προκύπτει πάντοτε μία οἰκονομία καυσίμου ὕλης ἐκ τῆς χρήσεως τῆς μὲ χαλάρωσιν διανομῆς.

3ον Ὁ μηχανισμὸς περιλαμβάνει ὅλην τὴν σειρὰν τῶν μεταβάσεων καὶ μεταμορφώσεων τῆς κινήσεως, τὰς ὁποίας ὀφείλει τις νὰ μεταχειρισθῇ, ἵνα μεταβῇ ἡ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ ἐκ τῆς κεφαλῆς τοῦ ἐμβόλου, ὅπερ τὴν δέχεται κατ' εὐθεῖαν, μέχρι τῶν τελευταίων ὀργάνων, προσδιωρισμένων εἰς παραγωγὴν τοῦ τελικοῦ ἀποτελέσματος, δηλ. εἰς τοὺς τροχοὺς τῶν ἀτμαμαξικῶν κινητηρίων, τοὺς ἕλικας τῶν πυροσκάφων, τοὺς μύλους τῆς ἀλεύρου ἢ τῶν ἐλαιωδῶν καρπῶν, εἰς τὰς φυσητηρίους μηχανὰς, τὰς μεγάλας σφύρας κινουμένας μηχανικῶς, εἰς τὰ ἔλαστρα, τοὺς τόρνους, τὰς μηχανὰς διὰ ῥυκάνισμα, δι' ὧν καλλωπίζονται τὰ μέταλλα, εἰς τοὺς συντρίβοντας τὰ ῥάκη κυλίνδρους, ἢ τοὺς ἐκτεταμένους ἱστοὺς τοὺς σχηματίζοντας τὰ φύλλα τοῦ χάρτου, εἰς τὰς ἀτράκτους τῶν κλωστηρίων, τοὺς ὑφαντικοὺς ἱστοὺς, εἰς τοὺς ἱστοὺς διὰ κέντημα κτλ.

Βλέπει τις ὅτι τὸ τρίτον αὐτὸ μέρος τῆς σπουδῆς τῶν ἀτμοκινήτων μηχανῶν περιλαμβάνει ὁλόκληρον τὴν μηχανικὴν, καὶ ὅτι αἱ λεπτομέρειαι αὐτῆς εἰσιν ὅλως διόλου ἐκτὸς τοῦ κύκλου τῶν γενικῶν ἀρχῶν, περὶ ὧν ἐνταῦθα πρόκειται νὰ ἐνασχοληθῶμεν.

122. Κινητήριον ἀτμαμαξικόν. Ὁ μηχανισμὸς τοῦ κινητηρίου αὐτοῦ σύγκειται πρῶτον ἐκ δύο κυλίνδρων κειμένων ἔμπροσθεν τῆς μηχανῆς ὁριζοντίως, ἢ ὑπὸ μικράν τινα κλίσιν, τοῦ μὲν δεξιόθεν, τοῦ δ' ἀριστερόθεν· κεῖνται δὲ ἐκτὸς τῶν τροχῶν εἰς τὴν μηχανὴν τοῦ Κράμπωνος, καὶ ἐντὸς αὐτῶν εἰς τὴν τοῦ Στέφενσον, ἥτις εἶναι ἡ τὴν ὁποίαν μέλλομεν νὰ περιγράψωμεν.

Τὴν θέσιν τῶν κυλίνδρων αὐτῶν ΚΚ΄. παρατηρεῖ τις κατ' ὀρθὴν ὄψιν ληφθεῖσαν ἐκ τοῦ ἔμπροσθεν (σχῆμα **199**) καὶ εἰς τὴν γενικὴν τομὴν παριστανομένην εἰς τὸ σχῆμα **197** βλέπει τὴν τομὴν τοῦ ἀριστεροῦ κυλίνδρου σχετικῶς πρὸς τὸν μηχανικὸν, ὑποτιθέμενον εἰς τὴν θέσιν του ὄπισθεν τῆς μηχανῆς.

Ὁ ἀτμὸς φθάνων ὑπὸ τὸ ἔμβολον α μὲ δύναμιν ἐλαστικὴν πέντε ἀτμοσφαιρῶν τὸ ὠθεῖ πρὸς τὸ ὄπισθεν μέρος κατὰ τὴν δεικνυομένην ὑπὸ τοῦ βέλους διεύθυνσιν μὲ πίεσιν τεσσάρων μόνον ἀτμοσφαιρῶν, ἐπειδὴ ἡ ἄλλη πλευρὰ τοῦ ἐμβόλου, οὖσα εἰς συγκοινωνίαν σχεδὸν ἐλευθέραν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, ὑφίσταται τὴν ἀτμο-

σφαιρικὴν αὐτὴν πίεσιν. Οὕτω ἡ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ ἡ ἐνεργοῦσα ἐπὶ ἕκαστον τετραγωνικὸν ἑκατοστόμετρον εἶναι 4 χιλιογράμμων καὶ 2800 περίπου ἡ ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐμβόλου, εἰς ὃ συνήθως παρέχουσι 30 ἑκατοστομέτρων διάμετρον. Ἡ κεφαλὴ Β τοῦ ἐμβόλου μεταδίδει τὴν δύναμιν αὐτὴν εἰς τὴν κώπην γγ', οὖσαν ἀφ' ἑνὸς ἐναρθρωμένη μὲ τὴν κεφαλὴν αὐτοῦ τοῦ ἐμβόλου, καὶ ἀφ' ἑτέρου μὲ τὸν ἕνα τῶν δύο ἀγκώνων δ τοῦ ἄξονος δδ', τοῦ ἑνόνοντος τοὺς δύο κινητῆρας τροχοὺς μμ', ὡς βλέπει τις εἰς τὸ σχῆμα 198. Ἡ κώπη λοιπὸν αὕτη ἐνεργεῖ ὡς εἷς βραχίων ἰσχυρὸς, ὅστις κρατεῖ αὐτὸ τὸ εἶδος τοῦ διωστῆρος, καὶ βιάζει τὴν στροφὴν τοῦ ἀγκωνώδους ἄξονος λαμβάνοντος μεθ' ἑαυτοῦ τοὺς δύο κινητῆρας τροχοὺς, ἐφ' ὧν εἶναι στηριγμένος διὰ μικρῶν σφηνῶν μὲ τρόπον πολλὰ στερεόν. Τὸ ὑπ' ὄψιν ἔμβολον παρίσταται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ δρόμου του, ἤτοι εἰς τὸ ἀκίνητον αὐτοῦ σημεῖον, καὶ ὁ ἀγκὼν δ', ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ (σχῆμα 199) εἶναι εἰς θέσιν ὁριζόντιον· οἱ δύο ἀγκῶνες διασταυροῦνται οὕτως, ὥστε τὸ ἓν τῶν ἐμβόλων νὰ ἐξασκῇ πάντοτε τὴν μεγαλειτέραν αὐτοῦ ἐνέργειαν, ἐν ᾧ τὸ ἄλλο εὑρίσκεται εἰς τὸ ἀκίνητον αὐτοῦ σημεῖον, ὅπου δὲν δύναται πλέον νὰ συντρέξῃ εἰς τὴν περιστροφικὴν τοῦ ἄξονος κίνησιν.

Ὅταν τὸ ἔμβολον α φθάσῃ εἰς τὸ πέρας τοῦ δρόμου ἐννοεῖται ὅτι ὁ ὠθήσας ἀτμὸς παρήγαγε τὸ ἀποτέλεσμά του, καὶ ἀπαιτεῖται ν' ἀπαλλαχθῇ ἐξ αὐτοῦ, διὰ νὰ δυνηθῇ νὰ ἐπιστρέψῃ, καὶ ὀφείλει τῷ ὄντι νὰ ἐπιστρέψῃ ὠθούμενον ταύτην τὴν φορὰν κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν, ἵνα σύρῃ τὴν κώπην, μὲ τὴν αὐτὴν δύναμιν τῶν 2800 χιλιογράμμων, καὶ ἑπομένως αὕτη νὰ διάσῃ τοὺς δύο κινητῆρας τροχοὺς ἵνα ποιήσωσι μίαν ἄλλην ἡμίσειαν περιστροφὴν ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς αὐτῆς δυνάμεως. Ἐννοεῖ τις ἐπίσης ὅτι ἀπαιτεῖται ἐντελής τις ἀκρίβεια εἰς τὴν εἰσαγωγὴν καὶ ἐξαγωγὴν τοῦ ἀτμοῦ, ὥστε νὰ ἐκτελῶνται εἰς ὡρισμένην στιγμὴν, μὲ τρόπον βέβαιον καὶ κανονικόν. Ἡ ἀπώλεια τοῦ χρόνου βλάπτει τὰ μέγιστα, πρὸ πάντων εἰς τὰ ἀτμαμαξικὰ ἐκεῖνα κινητήρια (locomotive), ὅπου τὸ ἔμβολον εἰς τὰς μεγάλας ταχύτητας ἐκτελεῖ ἕως 8 καὶ 10 κινήσεις ἁπλᾶς κατὰ δευτερόλεπτον, ἀπαιτεῖται τῷ

ὄντι διπλῆ κίνησις παλινδρομικὴ τοῦ ἐμβόλου διὰ μίαν στροφὴν τοῦ τροχοῦ, ἢ διὰ νὰ προχωρήσῃ τὸ κινητήριον 4μ,4· δέκα κινήσεις διπλαῖ κατὰ δευτερόλεπτον παρέχουσι πέντε στροφὰς τοῦ τροχοῦ ἢ 22μ, καὶ κατ' ὥραν 79 χιλιόμετρα καὶ $\frac{2}{10}$ δέκατα· ἀλλὰ τὰ κινητήρια τῶν σιδηροδρόμων συχνὰ διατρέχουσι πλέον τῶν 80 χιλιομέτρων, ἢ 20 λεύγας καθ' ὥραν. Τὸ παράδειγμα τοῦτο δεικνύει προφανέστατα, πόση φροντὶς ἀπαιτεῖται εἰς τὴν διανομὴν τοῦ ἀτμοῦ.

Διανομή. Ἡ διανομὴ τοῦ ἀτμοῦ παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 199· εἰς αὐτὸ παρατηρεῖ τις ὑπὸ διπλῆν ἔποψιν, τομήν τινα τοῦ κυλίνδρου, ἀτμαγωγοὺς, ὀπὰς εἰσόδου καὶ ἐξόδου τοῦ ἀτμοῦ, τομήν τινα τοῦ σύρτου, ὡς καὶ τὰ διάφορα μέρη τοῦ μηχανισμοῦ αὐτοῦ τοῦ σύρτου. Οἱ δύο ἀγωγοὶ τοῦ ἀτμοῦ κ κ' (σχῆμα 199) προκύπτουσιν ἐκ τοῦ δικρανισμοῦ τοῦ ἐκ τοῦ θόλου ἀναχωροῦντος ἀτμαγωγοῦ σωλῆνος, καὶ κυρτούμενοι ἀπολήγουσιν ἐπὶ τοῦ μέρους ἐκείνου τῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου, ὅπου ἐντὸς θήκης τινὸς ὁ σύρτης ὀλισθαίνει· ἐκεῖ διατηροῦσιν εἰσέτι τὴν τετράγωνον τομήν των, ὡς βλέπει τις ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τοῦ ἀριστεροῦ μέρους εἰς τὸ σχῆμα 198, ὁ πόθεν ὁ σύρτης εἶναι ἀφῃρημένος, καὶ τὰ ἄλλα τὰ ὑπεράνω αὐτοῦ μέρη. Μεταξὺ τῶν δύο ὀπῶν παρατηρεῖ τις τρίτην τινὰ τῆς αὐτῆς διαστάσεως, (ἴδ. τὸ αὐτὸ σχῆμα) ἀνοιγομένης πλαγίως τοῦ κυλίνδρου καὶ ὑπὸ τὸν σύρτην εἰς ἕνα τῶν κυρτῶν ἀτμαγωγῶν σωλήνων κ· ἡ ὀπὴ αὕτη χρησιμεύει ἀποκλειστικῶς διὰ τὴν ἔξοδον τοῦ ἀτμοῦ, ὅστις διερχόμενος δι' αὐτῆς καὶ δι' ἑνὸς τῶν κυρτῶν σωλήνων κ κ', φθάνει εἰς τὸν ἀγωγὸν κ'' (σχῆμα 199), εἰς ὃν ἀμφότεροι οἱ ἄλλοι συνέρχονται, διὰ νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὸν καπνοδόχην, καὶ νὰ παραγάγῃ τὴν προσήκουσαν ὀλκὴν, ὡς ὑπερέχων κατὰ τὴν ἔντασιν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

Ὁ σύρτης τ (σχῆμα 198 δὶς) εἶναι ἀληθὴς τις σύρτης μὲ χείλη ἢ γεισώματα πλατέα, οὗ ὁ πυθμὴν ἢ ἡ βάσις κεῖται πρὸς τὰ ἄνω· αἱ δὲ διαστάσεις αὐτοῦ εἰσι τοιαῦται, ὥστε δύναται νὰ καλύπτῃ συγχρόνως δύο ὀπὰς ἀκριβέστατα δηλ. τὴν ὀπὴν τῆς ἐξόδου Ζ, καὶ ἐναλλὰξ τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην τῶν δύο ὀπῶν φ καὶ χ. Εἰς τὴν πα-

ρούσαν θέσιν του καλύπτει τὴν φ καὶ Ζ, καὶ ἀρίνει τὴν χ ἐντελῶς ἀνοικτὴν, ὁ ἀτμὸς φθάνων ἐντὸς τῆς θήκης, ἥτις καλύπτει τὸν σύρτην δι' ἑνὸς τῶν ἀτμαγωγῶν σωλήνων, ὧν τὸ ἄκρον μόνον βλέπει τις εἰς τὸ σχῆμα 199 περικαλύπτει ὅλον τὸ ἐξωτερικὸν τοῦ σύρτου χωρὶς νὰ δύνηται νὰ εἰσέλθῃ, ἀλλ' εὑρίσκων τὴν ὀπὴν χ ἐλευθέραν εἰσρέει μὲ ὁρμὴν, διαχέεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ, καὶ πιέζων τὸ ἔμβολον ὠθεῖ μέχρι τοῦ πέρατος τοῦ δρόμου αὐτοῦ.

Διὰ νὰ παραχθῇ ἤδη ἡ ἀντίστροφος κίνησις, ἀπαιτεῖται ἡ εἰσαγωγὴ τοῦ ἀτμοῦ διὰ τοῦ ἀγωγοῦ φ, καὶ ἡ ἐξαγωγὴ τοῦ ἤδη πληροῦντος τὸν κύλινδρον· τὸ διπλοῦν αὐτὸ ἀποτέλεσμα παράγεται διὰ μιᾶς μόνον κινήσεως, ἀρκεῖ νὰ βαδίσῃ ὀλισθαίνων ὁ σύρτης πρὸς τὰ ἔμπροσθεν μὲ τρόπον ὥστε ν' ἀνακαλύψῃ τὴν ὀπὴν φ, καὶ νὰ καλύψῃ τὴν χ· τότε ὁ ἀτμὸς ὁ παραγαγὼν ἤδη τὸ ἀποτέλεσμά του ὁρμᾷ πρὸς τὸν σύρτην, καὶ ἐξερχόμενος διὰ τῆς μεσαίας ὀπῆς Ζ εἰς τὸν σωλῆνα κ, καὶ ἐκεῖθεν εἰς τὸν σωλῆνα κ'', ἐκφεύγει εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν· συγχρόνως ὁ ἀτμὸς τῆς θήκης πάντοτε μὲ τὴν ἐλαστικότητα τῶν πέντε ἀτμοσφαιρῶν ὁρμᾷ καὶ αὐτὸς διὰ τῆς ὀπῆς φ, οὔσης ἐλευθέρας, καὶ φθάνων ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου τὸ πιέζει καὶ τὸ ὠθεῖ μέχρι τοῦ ἄλλου ἄκρου τοῦ δρόμου του. Εἰς τὴν στιγμὴν αὐτὴν διὰ τῆς ἐπιστροφῆς τοῦ σύρτου εἰς τὴν πρώτην θέσιν του, ἥτις εἶναι ἡ τοῦ σχημ. αὐτοῦ, ξεσκεπάζεται ἡ ὀπὴ χ, διὰ νὰ εἰσέλθῃ ὁ ἀτμὸς ὑπὸ τὸ ἔμβολον, καὶ ἐκ νέου καλύπτεται ἡ φ, ὅπως δοθῇ ἔξοδος εἰς τὸν ἀτμὸν κ.τ.θ.

Τὸ πᾶν λοιπὸν καταντᾷ εἰς τὸ νὰ δοθῇ εἰς τὸν σύρτην ἡ μικρὰ παλινδρομικὴ κίνησις, δι' ἧς μεταβαίνει ἐκ τῆς μιᾶς εἰς τὴν ἄλλην θέσιν. Τὸ ζήτημα τοῦτο λύεται διὰ μέσου τοῦ ἐκκεντρικοῦ (σχῆμα 200)· καλεῖται δὲ οὕτω δίσκος κυκλοτερὴς προσηλωμένος ἐπὶ δοκοῦ τινος στρεφομένης ὡς εἶναι τὸ ἄκρον τοῦ ἄξονος τοῦ συνενοῦντος τοὺς δύο κινητῆρας τροχούς· τὸ κέντρον τοῦ δίσκου κεῖται ἐκτὸς τοῦ τῆς δοκοῦ. Τὸ ἐκκεντρικὸν αὐτὸ κρατούμενον οὕτω ὑπὸ τῆς δοκοῦ στρέφεται μετ' ἐκείνης, πλὴν στρέφεται τριβόμενον ἐλαφρὰ ἐντὸς τῆς κεφαλῆς κορύνης τινὸς ἢ κώπης, ἐν ᾗ περιλαμβάνεται· κατὰ συνέπειαν αὐτὸ ὠθεῖ τὴν κώπην πρὸς τὰ ἔμπροσθεν, ἢ τὴν σύρει πρὸς

τὰ ὄπισθεν, καθ' ὅσον ἡ μεγαλειτέρα αὐτοῦ ἀκτὶς εὑρίσκεται ἔμπροσθεν ἢ ὄπισθεν. Οὕτω τὸ ἄκρον τῆς κώπης αὐτῆς προχωρεῖ ἢ ὀπισθοχωρεῖ, καὶ μετὰ μίαν περιστροφὴν ὁλόκληρον τοῦ ἐκκεντρικοῦ ποιεῖ διπλήν τινα κίνησιν μίαν πρὸς τὰ ἐμπρὸς, καὶ ἄλλην πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἰδοὺ ἀκριβῶς ἡ κίνησις, τὴν ὁποίαν ὁ σύρτης ὀφείλει νὰ ἐκτελῇ. Ἐπειδὴ εἰς τὸν ἕνα ἁπλοῦν δρόμον τοῦ ἐμβόλου ὁ ἄξων ἐκτελεῖ ἡμίσειαν περιστροφὴν, καὶ εἰς τὸν διπλοῦν ὁλόκληρον· διὰ νὰ κατασταθῇ σύμφωνος ἡ κίνησις τοῦ σύρτου μὲ τὴν τοῦ ἐμβόλου, ἀρκεῖ τὸ ἐκκεντρικὸν νὰ συναρμοσθῇ ἐπὶ τοῦ δεξιοῦ μέρους τοῦ ἀγκωνώδους ἄξονος, ὡς βλέπει τις εἰς τὸ σχῆμα 198 δὶς, καὶ νὰ διατεθῶσι τὰ πράγματα μὲ τρόπον ὥστε τὸ ἄκρον τῆς κώπης νὰ διευθύνῃ τὰς κινήσεις τοῦ σύρτου. Ἡ συναρμογὴ αὕτη εἶναι ἁπλουστάτη· εἰς τὸ ἄκρον τῆς ῥάβδου τοῦ σύρτου θ εἶναι ἐναρθρωμένη μικρὰ κώπη ἢ μικρόν τι στέλεχος ε ἀποτελοῦν μοχλὸν, οὗτινος κ εἶναι τὸ κέντρον τῆς δονήσεως, τὸ δὲ ἄλλο ἄκρον μ τοῦ μοχλοῦ αὐτοῦ συνέχεται ἐπίσης διὰ γιγγλυμοῦ μὲ τὴν κάμακα ξ τῆς κώπης τοῦ ἐκκεντρικοῦ, ἢ μὲ τὸ πρὸς τὸν κύλινδρον ἄκρον αὐτῆς. Τότε ἀναμφιβόλως, καὶ ἄνευ ἀναβολῆς καιροῦ, κάθε περιστροφὴ τοῦ ἄξονος ἐπιβάλλει εἰς τὸν σύρτην διπλῆν τινα κίνησιν παλινδρομικήν. Τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ τῆς διανομῆς τοῦ ἀτμοῦ· ὑπάρχει ὅμως καὶ ἄλλο τι οὐσιῶδες μέρος, ὅπερ θέλομεν προσπαθήσει νὰ καταστήσωμεν καταληπτόν. Τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος ἐκκεντρικὸν δὲν ἐπιβάλλει εἰς τὸν σύρτην κίνησίν τινα δρομαίαν, εἰς τρόπον ὥστε νὰ μεταβαίνῃ αἰφνιδίως ἐκ τῆς θέσεως, ἥτις ἀνοίγει τὴν ὀπὴν φ, εἰς τὴν ἄλλην τὴν ἀνοίγουσαν τὴν χ· ἀπ' ἐναντίας ἡ κίνησις τοῦ σύρτου εἶναι βραδεῖα, καὶ βαθμηδὸν προϊοῦσα ὁδεύει πάντοτε καὶ δὲν σταματᾷ καθὼς τὸ ἔμβολον, ὅπερ διὰ πολλὰ ὀλίγον καιρὸν σταματᾷ εἰς τὰ δύο πέρατα τοῦ δρόμου του· ἀλλ' ἂς μὴν ἀπατώμεθα ἐπὶ τῆς συμφωνίας, ἥτις ὀφείλει νὰ ὑπάρχῃ μεταξὺ σύρτου καὶ ἐμβόλου· μὴ νομίζομεν ὅτι ἵστανται ὁμοῦ, καὶ ὅτι ἀναχωροῦσι καὶ φθάνουσιν ὁμοῦ, μὲ ἄλλους λόγους ὅτι αἱ κινήσεις των εἰσὶ παράλληλοι, καὶ συμπαρακολουθοῦσαι· τότε ἤθελεν εἶναι μεγίστη ἀπάτη. Ἀντὶ νὰ ὦσι παράλληλοι αἱ κινήσεις των διασταυροῦνται, ἡ μία σταμα-

τᾷ, ἐν ᾧ ἡ ἄλλη εἶναι εἰς τὸ μέσον τοῦ δρόμου της ἔχουσα τὴν μεγαλειτέραν ταχύτητα, καὶ ἀντιστρόφως. Εἰς τὸ σχῆμα 198 δὶς π. χ. τὸ ἔμβολον εἶναι ἐν τῷ μέσῳ τοῦ δρόμου του, ἐν ᾧ ὁ σύρτης εἶναι εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἰδικοῦ του· ἐν ᾧ τὸ ἔμβολον περαίνει τὴν πρὸς τὰ ἐμπρὸς κίνησιν, ὁ σύρτης ἄρχεται τῆς ὀπισθοδρομικῆς αὐτοῦ, καὶ ἔρχεται νὰ καλύψῃ ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὴν ὀπὴν χ καὶ συγχρόνως τὴν ὀπὴν Ζ, εἰς τρόπον ὥστε αἱ δύο αὗται ὀπαί, ὅταν ὦσιν ἐντελῶς κεκλεισμέναι, ὁ σύρτης θὰ ἦναι ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον τοῦ δρόμου του, ὅτε τὸ ἔμβολον θὰ φθάσῃ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἰδικοῦ του. Τότε ὁ σύρτης ἐξακολουθεῖ ἀνακαλύπτων τὴν φ ἔξωθεν, ἵνα δυνηθῇ ὁ ἀτμὸς τῆς θήκης νὰ διέλθῃ· πλὴν ἀνακαλύπτει καὶ τὴν χ ἔσωθεν δηλ. ὑπὸ τὸν σύρτην, ἵνα δυνηθῇ ὁ ἀτμὸς τοῦ κυλίνδρου νὰ ἐξέλθῃ διαβαίνων ἐκ τῆς ὀπῆς χ εἰς τὴν ὀπὴν Ζ, καὶ ἐκεῖθεν εἰς τὸν ἀγωγὸν κ''. Ὅλα ταῦτα γίνονται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, καὶ μὲ τρόπον τοιοῦτον, ὥστε αἱ ὀπαὶ φ καὶ χ δὲν εἶναι ὅλως διόλου ἀνοικταὶ, ἡ μία δεχομένη καὶ ἡ ἄλλη κενόνουσα τὸν ἀτμὸν, εἰ μὴ εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν τὸ ἔμβολον θὰ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον τοῦ δρόμου του. Εἰς τὴν αὐτὴν στιγμὴν ὁ δρόμος τοῦ σύρτου τελειόνει καὶ ἄρχεται ἐπιστρέφων, διὰ νὰ εὑρεθῇ πάλιν ἀκριβῶς ἐν τῷ μέσῳ τῆς ἐπιστροφῆς του καλύπτων ἐκ νέου καὶ κλείων ὅλως διόλου τὰς ὀπὰς φ καὶ χ, ὅταν τὸ ἔμβολον τελειώσῃ τὸν ὁποῖον ἤρχισε δρόμον. Ἡ διασταυρουμένη αὕτη κίνησις εἶναι ἀπαραίτητος, συγχρόνως τὰ χείλη τοῦ σύρτου, ἢ ὡς τὰ ὀνομάζουσι κάποτε, τὰ γεισώματα αὐτοῦ ὀφείλουσι νὰ ἔχωσι τὸ πλάτος σχεδὸν τῶν ὀπῶν. Ἐπειδὴ ἐὰν ὦσι πλατύτερα ἔξωθεν, ἡ εἴσοδος τοῦ ἀτμοῦ θὰ ἐβράδυνε, ἐὰν δὲ ἔσωθεν, ἡ ἔξοδος· δύναται μ' ὅλον τοῦτό τις νὰ συνδυάσῃ τὴν ὑπεροχὴν τοῦ πλάτους κατά τινα τρόπον ὠφέλιμον πρὸς τὴν χαλάρωσιν· πλὴν τὸ ζήτημα αὐτῆς εἶναι δύσκολον, καὶ δὲν δυνάμεθα ἐνταῦθα νὰ ἐπιληφθῶμεν τοιούτων ζητημάτων.

Ὁ οὐσιώδης αὐτὸς ὅρος τῶν διασταυρουμένων κινήσεων τοῦ σύρτου καὶ τοῦ ἐμβόλου ἐπιτυγχάνεται ὡς ἐκ τῆς θέσεως, ἣν παρέχουσι εἰς τὸ ἐκκεντρικὸν σχετικῶς πρὸς τὸν διωστῆρα, ὅστις ἐνταῦθα εἶναι ὁ ἀγκὼν τοῦ ἄξονος· ὅταν ὁ ἀγκὼν αὐτὸς ἦναι κάθετος

πρὸς τὰ κάτω, ἡ σχηματιζομένη γραμμὴ ἐκ τῆς μεγαλειτέρας καὶ μικροτέρας ἀκτῖνος τοῦ ἐκκεντρικοῦ εὑρίσκεται ὁριζόντιος, ἡ δὲ μεγάλη ἀκτὶς ἔμπροσθεν· καὶ τότε λέγουσιν ὅτι τὸ ἐκκεντρικὸν εἶναι εἰς ὀρθὴν γωνίαν μὲ τὸν διωστῆρα.

Ὑπάρχει ἐν τοσούτῳ ὠφέλεια νὰ μένῃ ὀλίγον ἐντεῦθεν τῆς ὀρθῆς γωνίας, δηλ. νὰ τεθῇ ἡ μεγάλη ἀκτὶς οὕτως ὥστε ν' ἀποτελῇ 84^0 ἢ 85^0 μὲ τὸν ἀγκῶνα· ἐντεῦθεν ἐπιτυγχάνεται ἡ προήγησις τοῦ σύρτου· ἄρχεται δε τὸ ἄνοιγμα τῆς ἐκροῆς τοῦ ἀτμοῦ ὀλίγον τι πρὶν τὸ ἔμβολον τελειώσῃ ἐντελῶς τὸν δρόμον του. Εἰς αὐτὴν τὴν ἐσχάτην θέσιν τὸ δραστικώτερον μέρος τῆς δυνάμεως τοῦ ἐμβόλου μηδενίζεται σχεδὸν, καὶ δὲν εἶναι πλέον ἐκεῖνο τὸ ἄγον τὸν ἄξονα, ἀλλ' ὁ ἄξων ἄγει αὐτὸ, ὡς ἐκ τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος ὑπὸ τῆς μάζης τοῦ κινητηρίου, καὶ τότε ὠφελεῖ μεγάλως ἡ κένωσις τοῦ πληροῦντος τὸν κύλινδρον ἀτμοῦ, διότι ὀλίγον χρησιμεύει ἢ μᾶλλον ἤθελε βλάψει ὡς ἐκ τῆς ἀντιστάσεως, τὴν ὁποίαν ἡ ἔντασίς του ἤθελεν ἀντιτάξει εἰς τὴν ἐπιστροφὴν τοῦ ἐμβόλου, ἀλλὰ τὰ τοιαῦτα ἐπίσης εἶναι ζητήματα δύσκολα, τὰ ὁποῖα δὲν δυνάμεθα ν' ἀναπτύξωμεν.

Ἡ κατὰ τοῦ ἀτμοῦ ὅδευσις (marche contre vapeur) εἶναι ἀκόμη διὰ τὴν διανομὴν τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὰ ἀτμαμαξικὰ κινητήρια οὐσιώδης τις ὅρος, τὸν ὁποῖον δὲν πρέπει νὰ παρατρέξωμεν.

Ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τὸ σχῆμα 197 τὸ ἐκκεντρικὸν εἶναι εἰς θέσιν ἐκ διαμέτρου ἐναντίαν, δηλ. ὅτι ἔχει τὴν μεγάλην ἀκτῖνα ὄπισθεν, τότε ὁ σύρτης θὰ εὑρεθῇ εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ δρόμου του, καὶ θ' ἀνοίξῃ τὴν ὀπὴν φ διὰ νὰ διέλθῃ ὁ ἀτμὸς, καὶ τὴν χ ἵνα ἐξέλθῃ. Ἐὰν τὸ ἔμβολον καὶ τὸ κινητήριον ἦσαν ἀκίνητα, τὸ ἔμβολον θὰ ἐβάδιζε κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς ὑπὸ τοῦ βέλους δεικνυομένης, καὶ θὰ ἐπέβαλλεν εἰς τὸ κινητήριον τὴν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν ὅδευσιν. Ἐὰν ἐξ ἐναντίας, ἐν ᾧ τὸ ἔμβολον καὶ τὸ σύστημα ὅλον κινοῦνται μὲ μεγάλην ταχύτητα, αἴφνης ἐνεργήσῃ τις αὐτὸ τὸ κίνημα τῆς ἀνατροπῆς τοῦ ἐκκεντρικοῦ, τὸ κινητήριον ἕνεκα τῆς ἀποκτηθείσης ταχύτητος θὰ ἐξακολουθῇ ἐπίσης τὸν δρόμον του, καὶ ὁ ἀγκωνώδης ἄξων στρεφόμενος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν θὰ

σύρῃ τὴν κώπην καὶ τὸ ἔμβολον κατὰ ταύτην τὴν κίνησιν· ἀλλ' ὁ ἀτμὸς τότε ὠθῶν τὸ ἔμβολον ἀντιθέτως παρατάττει ἀντίστασιν ἴσην μὲ τὴν ὁποίαν τῷ ἔδιδε δύναμιν· ἀντίστασιν ἥτις δὲν βραδύνει νὰ καταστρέψῃ τὸν δρόμον τοῦ κινητηρίου καὶ τῶν συμπαρομαρτουσῶν ἁμαξῶν. Αὕτη ἡ κατὰ τοῦ ἀτμοῦ ὄδευσις εἶναι τὸ μέγιστον μέσον, ὅπερ μεταχειρίζεται ὁ μηχανικὸς εἰς τοὺς ἐπικειμένους κινδύνους, ὅταν ὅλαι αἱ ἄλλαι προσπάθειαι, ἢ οἱ χαλινοὶ δὲν ἤθελον ἰσχύσει νὰ ἐξαντλήσωσιν ἐντὸς μικροῦ χρόνου τὴν ταχύτητα τῆς ὑπερμεγέθους μάζης, ἣν πρόκειται νὰ σταματήσωσι.

Τὸ περὶ τῆς ἀνατροπῆς τοῦ ἐκκεντρικοῦ πρόβλημα αὐτὸ ἐλύθη κατὰ διαφόρους τρόπους· ἀλλ' ἡ τελευταία λύσις τοῦ Στέφενσον εἶναι ἡ γενικῶς παραδεχθεῖσα, καὶ δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 198· ὁ σύρτης ἑκάστου κυλίνδρου διευθύνεται ἀπὸ δύο ἐκκεντρικά, ἐνεργοῦντα κατὰ σειράν, καὶ τὸ μὲν εἶναι διατεθειμένον διὰ τὴν εἰς τὰ ἔμπροσθεν πορείαν, τὸ δὲ ἄλλο διὰ τὴν ἀντίθετον· ὁ μηχανικὸς ἔχει προχείρους τοὺς μοχλοὺς τοὺς παρέχοντας λαβὴν εἰς ἐκεῖνα τῶν δύο ἐκκεντρικῶν, ὅπερ μέλλει νὰ ἦναι εἰς ἐνέργειαν.

Διὰ τὸν σύρτην τοῦ δεξιοῦ μέρους τὰ δύο ἐκκεντρικὰ εἶναι εἰς ν καὶ ο· διὰ τὸν τοῦ ἀριστεροῦ εἰς ν΄ καὶ ο΄ (σχῆμα 198)· βλέπεις εἰς τὸ σχῆμα 198 δὶς τὸ στέλεχος ο΄ μὴ ἐνεργοῦν, ἐπειδὴ ἡ μηχανὴ ἔχει τὴν κίνησιν πρὸς τὰ ἐμπρός· δι' εὐφυοῦς τινος μηχανισμοῦ, καὶ μὲ μίαν μόνην κίνησιν ὁ μηχανικὸς ἀποσπᾷ τὰς ῥάβδους ν καὶ ν΄, καὶ θέτει εἰς ἐνέργειαν τὰς ο καὶ ο΄ καὶ τἀνάπαλιν.

Παραγωγὴ τοῦ ἀτμοῦ. Τὰ σχήματα 197, καὶ 198 δίδουσιν ἀρκούντως νὰ ἐννοήσῃ τις τὴν διάθεσιν τοῦ λέβητος τοῦ ἀτμαμαξικοῦ κινητηρίου, ἐφευρεθέντος κατ' ἀρχὰς ὑπὸ τοῦ Κ. Σεγουΐνου, καὶ ἐφαρμοσθέντος ὑπὸ τοῦ Κ. Στέφενσον. Ἓν μέτρον κυβικὸν ἀνθράκων καλῶς ἀνημμένων πληροῖ τὴν ἑστίαν. Ἡ φλὸξ διερχομένη διὰ διακοσίων σωλήνων ὀρειχαλκίνων φθάνει εἰς τὴν κυτίδα τοῦ καπνοῦ Γ καὶ ἐξέρχεται διὰ τοῦ καπνοδόχου· τὸ ὕδωρ περιτυλίσσει πανταχόθεν τὴν ἑστίαν, ἐκτὸς μόνον ὑπὸ τὴν ἐσχάραν, περιτυλίσσει μάλιστα ὅλους τοὺς σωλῆνας, καὶ εὑρίσκεται οὕτω εἰς

ἐπαφὴν μὲ μίαν ἐπιφάνειαν θερμαινομένην μᾶλλον ἢ ἧττον δραστηρίως 50 περίπου τετραγωνικῶν μέτρων,

Ὁ ἀτμὸς συσσωρεύεται εἰς τὸν θόλον Π, ὅπου ἀνοίγεται ἐσωτερικὸς σωλὴν ἄγων αὐτὸν πρὸς τὸν κρουνὸν ρ, οὗτος δὲ ἀνοιγοκλείει διὰ τῆς λαβίδος Ν, καὶ ἐκεῖθεν διὰ τοῦ ὀχετοῦ τοῦ διαιρουμένου εἰς δύο σωλῆνας κ κ' φθάνει μᾶλλον ἢ ἧττον ἄφθονος εἰς τὴν θήκην τοῦ καπνοῦ (σχῆμα 197 καὶ 198), ὁπόθεν διοχετεύεται εἰς τὰς θήκας τῶν συρτῶν καὶ τῶν δύο κυλίνδρων, καὶ διανέμεται, ὡς προείπομεν, ὁ λέβης εἶναι ὡπλισμένος μὲ μέσα ἀσφαλιστικὰ, οἷον μὲ σωλῆνας, κρουνοὺς ὁριζοντίους, μανόμετρον, ἀσφαλιστικὴν δικλεῖδα ω, καὶ μὲ συρίστραν ἀγγελίας j i.

Εἶδος τι ἀποθήκης Α (tender) φέρει τὴν καύσιμον ὕλην καὶ τὸ ὕδωρ, ἐξ οὗ ὁ λέβης τρέφεται· σωλήν τις ἀποκαθιστᾷ τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ αὐτῆς καὶ τοῦ λέβητος. Ἀντλία ἀναμυζητικὴ καὶ συνθλιπτικὴ κινουμένη διὰ τοῦ ἀτμοκινήτου ἐμβόλου ἀναπληροῖ ἀκαταπαύστως τὸ δαπανώμενον ὕδωρ τοῦ λέβητος. Κρουνός τις ε' χρησιμεύει πρὸς κανονισμὸν τῆς ποσότητος αὐτῆς τοῦ ὕδατος, ἢ τῆς τροφῆς τοῦ λέβητος.

Μηχανὴ μὲ ψυκτῆρα. Ἐπὶ τῶν προλεχθέντων ἀναφερόμενοι δυνάμεθα ἐν ὀλίγαις λέξεσι νὰ ἐξηγήσωμεν τὴν κατατασκευὴν καὶ τὴν κίνησιν τῆς μὲ ψυκτῆρα μηχανῆς.

Παραγωγὴ τοῦ ἀτμοῦ. Οἱ σωληνοειδεῖς λέβητες ἀνάλογοι μὲ τοὺς τοῦ ἀτμαμαξικοῦ κινητηρίου προτιμῶνται γενικῶς διὰ τὴν θαλασσοπορείαν. Μ' ὅλον τοῦτο παρέχουσιν εἰς αὐτοὺς μορφὰς ὀλίγον διαφόρους καὶ πρὸ πάντων ὡς πρὸς τὸ πλάτος κατὰ τὴν ἔκτασιν τοῦ χώρου. Εἰς τὰς μονίμους μηχανὰς προτιμῶσι μᾶλλον τοὺς λέβητας συγκειμένους ἐκ δύο κυλινδρικῶν σωλήνων ὁριζοντίων, τοὺς ὁποίους καλοῦσι ζεστῆρας (bouilleur) ὡς ὄντας κατασκευῆς εὐκολωτέρας, καὶ εὐωνοτέρους. Οἱ λέβητες οὗτοι περιέχουσιτὸ ὕδωρ, καὶ περιτυλίσσονται ἀπὸ φλόγας· πλὴν ὑπάρχει ὅρος τις ἀσφαλείας ἀπαραίτητος ὅτι ὁ σχηματιζόμενος ἀτμὸς ἐν αὐτοῖς ὀφείλει νὰ ἐξέρχηται πολλὰ ἐλευθέρως καὶ ἐπίσης ἐλευθέρως ν' ἀντικθίσταται

ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἐν τῷ λέβητι πρὸς ἀποφυγὴν τῆς μεγάλης θερμάνσεως, ἥτις εἶναι ἡ μόνη αἰτία τῆς ἐκρήξεως.

Μηχανισμός. Τὸ σχῆμα 201 παριστᾷ τὸ σύνολον τῆς μηχανῆς τοῦ Βάττ, Α εἶναι ἀτμαγωγὸς σωλήν. Ἐν αὐτῷ ὑπάρχει κλεὶς ὁμοία μὲ τὴν τῆς θερμάστρας, ἣν ὁ μετριαστὴρ (**moderateur**) ἀνοίγει πολὺ ἢ ὀλίγον διὰ νὰ δώσῃ εἰς τὴν μηχανὴν τὴν τακτικὴν ταχύτητα (*)· β εἶναι ἡ θήκη τοῦ σύρτου· γ ὁ κύλινδρος, ἔχων διπλοῦν περικάλυμμα διὰ νὰ ἐμποδίζῃ τὴν ψύξιν καὶ ἐπομένως τὴν ὑγροποίησιν τοῦ ἀτμοῦ, τοῦ ἐνεργοῦντος ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου· δ, τὸ στέλεχος τοῦ ἐμβόλου, διερχόμενον ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ καλύμματος τοῦ κλείοντος τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ κυλίνδρου διὰ θήκης τινὸς κυλινδρικῆς μὲ στυπεῖον.

Ἡ κεφαλὴ τοῦ ἐμβόλου, ἥτις ὀφείλει νὰ μεταδώσῃ τὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ δὲν δύναται νὰ συναφθῇ κατ' εὐθεῖαν μὲ τὸν μέγαν ζυγὸν Ζ (**balancier**)· ἐπειδὴ αὐτὸ ἀναβαίνει κατ' εὐθεῖαν, ἐν ᾧ τὸ ἄκρον ε τοῦ ζυγοῦ περιγράφει τόξον κύκλου· ἡ διάρθρωσις λοιπὸν γίνεται διὰ τοῦ παραλληλογράμμου τοῦ Βάττ. Ἐκεῖθεν ἡ δύναμις μεταβαίνει εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ε' τοῦ ζυγοῦ, καὶ ἐπομένως εἰς τὸν ἰσχυρὸν διωστῆρα Ζ', ὅστις δράττων ἰσχυρῶς τὸν ἄξονα θ τοῦ πτερωτοῦ τροχοῦ, ἐπιβάλλει εἰς αὐτὸν κίνησίν τινα περιστροφικὴν συνεχῆ. Τῆς δυνάμεως τοῦ ἀτμοῦ μεταδιδομένης οὕτω εἰς ὁλόκληρον τὴν μάζαν τοῦ τροχοῦ διὰ τοῦ κινοῦντος αὐτὸν ἄξονος, ἀπαιτεῖται

(*) Μετριαστήρ. Τὸ σχῆμα 201 δεικνύει τὸ ἀξιόλογον αὐτὸ μέρος τῆς ἀτμοκινήτου μηχανῆς.

Τὸ μέγα ἔμβολον μεταδίδει εἰς τὸ ὄρθιον στέλεχος αδ περιστροφικὴν τινα κίνησιν· ταινία μετάλλινος τοξοειδὴς γδ προσηλωμένη κατὰ τὸ μέσον ἐπὶ τοῦ στελέχους καὶ τετρημένη κατὰ μῆκος εἰς τὸ γ καὶ δ, δέχεται τοὺς μοχλοὺς ΛΠ καὶ ΚΗ. Ἡ στεφάνη ν συνέχεται μὲ κύλινδρον κοῖλον κινούμενον ἄνω καὶ κάτω ὀλισθαίνοντα, ὅστις δύναται νὰ ὑψώσῃ τὸν μοχλὸν ρυ· μετὰ τοῦ κυλίνδρου αὐτοῦ συνδέεται ὁ κρουνὸς ἢ ὁ στρόφιγξ τῆς εἰσαγωγῆς τοῦ ἀτμοῦ. Ὅταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ ἄξονος β ἐπιταχύνηται ἡ κεντρόφυξ δύναμις ἀπομακρύνει τὰς σφοιρικὰς μάζας καὶ ἡ στεφάνη ν καταβαίνει, καὶ ἐπομένως ὁ κρουνὸς στρέφεται εἰς τρόπον ὥστε ἀφίνει νὰ εἰσέλθῃ ὀλιγώτερος ἀτμός. Ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ ἄξονος παράγει τὸ ἐναντίον ἀποτέλεσμα.

αὐτόθεν ν' ἀρυσθῇ καὶ νὰ μεταδοθῇ ἔπειτα εἰς τὰ δευτερεύοντα ὄργανα, δι' ὧν παράγεται τὸ ὠφέλιμον ἀποτέλεσμα τῶν ἀτμοκινήτων μηχανῶν. Ὁ τρόπος οὗτος τῆς μεταδόσεως γίνεται διαφορότρόπως ἐνίοτε διὰ συμπλοκῶν διατεθειμένων ἐπὶ τοῦ τροχοῦ αὐτοῦ ἢ ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ἐνίοτε διὰ τῶν ἐκκεντρικῶν, ἄλλοτε διὰ τροχιλαίων, διὰ τροχῶν κινουμένων μὲ δύο μοχλοὺς (tambour) καὶ δι' ἱμάντων. Τοιουτοτρόπως ἐκ τῆς δοκοῦ αὐτῆς τοῦ πτερωτοῦ τροχοῦ λαμβάνονται δύο κινήσεις ἀναγκαῖαι διὰ τὸν κανονισμὸν τῆς μηχανῆς, δηλ. ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ καθέτου στελέχους τοῦ μετριαστῆρος μ, καὶ ἡ κίνησις τοῦ σύρτου, τοῦ ποιοῦντος τὴν διανομὴν τοῦ ἀτμοῦ. Ὅσον διὰ τὰς ἀντλίας ἐπίσης ἀναγκαίας εἰς τὴν ὑπηρεσίαν τῆς μηχανῆς, ἡ κίνησις αὐτῶν ὡσαύτως ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγάλου ζυγοῦ. Εἰσὶ δὲ τρεῖς τὸν ἀριθμόν· τὸ σχῆμα δεικνύει μόνον τὰ στελέχη τῶν ἐμβόλων αὐτῶν, δηλ. 1ον διὰ τὴν ἀντλίαν τοῦ ψυχροῦ ὕδατος j· 2ον τὸ διὰ τὴν ἀντλίαν τὴν τρέφουσαν τὸν λέβητα Κ'· 3ον τὸ διὰ τὴν ἀντλίαν τοῦ ἀέρος Α', τὴν ὁποίαν ὅσον οὔπω θέλομεν ἐξηγήσει.

Διανομή. Πολλὰ συστήματα μηχανῶν μὲ ψυκτῆρα ἔχουσι διανομὴν ἀνάλογον μὲ τὴν τῶν ἀτμαμαξικῶν κινητηρίων, μὲ ταύτην τὴν διαφορὰν ὅτι ἡ μεσαία ὀπὴ ἡ χρησιμεύουσα εἰς τὴν ἔξοδον τοῦ ἀτμοῦ συγκοινωνεῖ μὲ τὸν ψυκτῆρα, ἀντὶ νὰ συγκοινωνῇ μὲ τὸν ἐξωτερικὸν ἀέρα· πλὴν ἡ πρώτη διανομὴ τοῦ Βὰττ, χρονολογουμένη ἀπὸ τὰ τέλη τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, ἥτις παρέσχεν εἰς τὸν ἀτμὸν τὴν μεγίστην ἀξίαν του, καὶ ἥτις εἰσέτι εἶναι ἐν χρήσει δέον νὰ ἦναι γνωστὴ πρὸς ἡμᾶς.

Ἡ γενικὴ τομὴ τῆς μηχανῆς (σχῆμα 203) μέλλει νὰ μᾶς δόσῃ τὴν πρώτην ἰδέαν αὐτῆς.

Ἡ ἀντλία τοῦ ψυχροῦ ὕδατος 1 ἀνασύρει ἔκ τινος φρέατος ἢ ποταμοῦ τὴν ἀναγκαίαν ποσότητα τοῦ ψυχροῦ ὕδατος, τὴν ὁποίαν χύνει εἰς δεξαμενήν· ὁ συμπυκνωτὴς ἢ ὁ ψυκτὴρ ν τὸ λαμβάνει διὰ κρουνοῦ τινὸς ν' κανονίζοντος τὸ ποσόν· ὁ ἀτμὸς μετὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀποτελέσματός του ἔρχεται εἰς τὸν ψυκτῆρα διὰ μεγάλου τινὸς ἀγωγοῦ ρ καὶ ὑγροποιεῖται· θέλομεν ἴδει ἀμέσως πῶς ὁ ἀγωγὸς

αὐτὸς συγκοινωνεῖ ἀλληλοδιαδόχως μὲ τὴν βάσιν τοῦ κυλίνδρου, ὅταν τὸ ἔμβολον καταβαίνῃ, καὶ μὲ τὸ ἄνω μέρος αὐτοῦ, ὅταν ἀναβαίνῃ· εἰς τὴν πρώτην περίστασιν τὸ κενὸν γίνεται ὑπὸ τὸ ἔμβολον. ὁ ἀτμὸς συγκοινωνῶν μὲ τὸ ψυχρὸν ὕδωρ τὸ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ψυκτῆρος, καὶ πρὸ πάντων μὲ τὸ ῥεῦμα τοῦ ψυχροῦ ὕδατος ὠθουμένου ἀδιακόπως καὶ μὲ ὁρμὴν ὡς ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως διὰ τοῦ κρουνοῦ ν', ὑγροποιεῖται ἀμέσως· ὁ δὲ μένων εἰσέτι ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐξορμᾷ μὲ μεγάλην ταχύτητα εἰς τὸ κενὸν τὸ ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τοῦ ἀτμοῦ παραγόμενον, καὶ ὑγροποιεῖται ἐπίσης, μέχρις οὗ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀτμοῦ γίνει ἀκριβῶς ἴση μὲ τὴν τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ψυκτῆρος· δηλ. 30 χιλστμ. ἐὰν ἡ συμπύκνωσις γίνῃ εἰς 30^0, 53 χμ, ἐὰν εἰς 40, 89 χμ, ἐὰν εἰς 50^0 κτλ. συμφώνως μὲ τὸν πίνακα (ἴδ. ἀρ. 102)· οὕτω τὸ ἔμβολον δὲν ἀπαντᾷ πλέον, εἰμὴ ἀσθενεστάτην τινὰ ἀντίστασιν εἰς τὴν κατάβασίν του ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν τοῦ ἐνεργοῦντος ἀτμοῦ, ὅστις τὸ πιέζει διὰ τῆς ἀντιθέτου ἐπιφανείας.

Εἰς τὴν δευτέραν περίστασιν, ὅταν ὁ ψυκτὴρ τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὸ ἄνω μέρος τοῦ κυλίνδρου, τὸ αὐτὸ φαινόμενον ἐπαναλαμβάνεται κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν τοῦ ἀτμοῦ.

Δύναται λοιπὸν ἡ μὲ ψυκτῆρα μηχανὴ νά ἐνεργῇ μὲ ἀτμὸν ἔχοντα πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας, ἢ καὶ ἡμισείας μόνον· πλὴν τὸ πλεονέκτημα αὐτῆς δὲν συνίσταται εἰς τοῦτο, ἀλλ' εἰς τὴν καταστροφὴν τῆς ἀντιστάσεως ἐναντιουμένης πρὸς τὸ ὠφέλιμον ἀποτέλεσμα τοῦ ἐνεργοῦντος ἀτμοῦ. Ἐὰν ἐπὶ τῆς μηχανῆς τοῦ ἀτμαμαξικοῦ κινητηρίου ἠδύνατό τις νὰ συμπυκνώσῃ τὸν ἀτμὸν, ἤθελεν ἔχει δύναμιν πραγματικὴν πέντε σχεδὸν ἀτμοσφαιρῶν ἀντὶ τεσσάρων, ἐν ᾧ κινεῖται μὲ ἀτμὸν ἐντάσεως 5 ἀτμοσφαιρῶν, ὡς ἀνωτέρω εἴπομεν· δηλ. ἤθελεν ὑπάρχει ὠφέλεια $\frac{25}{100}$· εἶναι ἀληθὲς ὅτι ὁ ὑπηρετήσας ἀτμὸς ἐπιφέρει ἐξαίρετόν τινα ὀλκὴν εἰς τὸν καπνοδόχην, πλὴν ἡ ὀλκὴ αὕτη τιμᾶται πολὺ ἀκριβά· ἕνεκα τούτου εἰς τὰς μονίμους μηχανὰς μὲ μεγάλας πιέσεις ὀφείλει τις νὰ συμπυκνόνῃ τὸν ἀτμὸν, ὅταν ἔχῃ ὕδωρ ψυχρὸν εἰς τὴν διάθεσίν του.

Ἡ τοῦ ἀέρος ἀντλία παρίσταται εἰς τὸ λ, καὶ χρησιμεύει εἰς τὸ

νὰ κενόνῃ ἀνασύρουσα τὸ θερμὸν ὕδωρ τοῦ ψυκτῆρος· εἶναι ἀπορροφητικὴ καὶ ὑψωτήριος. Ἓν ἐπίθεμα δερμάτινον Τ λίαν εὐκίνητον διακόπτει τὴν συγκοινωνίαν μὲ τὸν ψυκτῆρα, ἐν ᾧ τὸ ἔμβολον αὐτῆς τῆς ἀντλίας καταβαίνει. Καλεῖται ἀντλία τοῦ ἀέρος, ὡς ἀπορροφῶσα συνάμα καὶ τὸν ἀέρα, ὅστις δύναται νὰ εὑρεθῇ ἐντὸς τοῦ ψυκτῆρος, καὶ νὰ ἐνοχλήσῃ ἐπαισθητῶς τὴν κίνησιν τῆς μηχανῆς· ἐπειδὴ ἤθελεν ἐμποδίζει τὴν ταχεῖαν συμπύκνωσιν τοῦ ἀτμοῦ· ὁ ἀὴρ αὐτὸς προέρχεται ἐκ διαφόρων πηγῶν· ἀναπτύσσεται ἐκ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος εἰς τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν αὐτὸ μεταβαίνει εἰς τὸ κενόν· 2ον. πηγάζει ἐκ τοῦ λέβητος αὐτοῦ μιγνυόμενος μὲ τὸν ἀτμόν· τέλος εἰσδύει συχνὰ διὰ τῶν ἐκ στυπείου θηκῶν, ὅταν αὐταὶ δὲν ἦναι εἰς καλὴν κατάστασιν· καὶ ἀρκεῖ μικρά τις ῥαγὰς τοῦ εἴδους αὐτοῦ, ἵνα ἐλαττώσῃ μεγάλως τὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ,

Ἡ δεικνυομένη εἰς τὸ Κ' δέχεται, ὡς βλέπει τις ἐπὶ τοῦ σχήματος, τὸ θερμὸν ὕδωρ προερχόμενον ἐκ τοῦ ψυκτῆρος καὶ τὸ μετοχετεύει εἰς τὸν λέβητα πρὸς ἀναπλήρωσιν τοῦ παρὰ τοῦ ἀτμοῦ δαπανωμένου ὕδατος.

Εἶναι φανερὸν ὅτι δὲν συμφέρει νὰ χορηγῆται εἰς τὸν λέβητα, εἰμὴ μικρόν τι μέρος ἐκ τοῦ ὄγκου αὐτοῦ τοῦ ὕδατος· τὸ περὶ πλέον, ὅσον ἡ πρὸς τροφὴν ἀντλία δὲν λαμβάνει, ἐξέρχεται δι' ὑπερπληρωτικοῦ τινος ἀγωγοῦ.

Ὁ σύρτης, ἢ ἡ κατ' ἐγκοπὴν δικλὶς (soupape à coulisse) παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 202· αὐτὸς ἀποτελεῖ μέρος τοῦ κυλίνδρου· κοῖλος ἔνδοθεν καὶ καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν αὐτοῦ, χρησιμεύει καὶ ὡς ἀγωγὸς διὰ τὸν ἐκ τοῦ κυλίνδρου προερχόμενον ἀτμὸν καὶ μεταβαίνοντα εἰς τὸν ψυκτῆρα· ὁ ἀτμὸς φθάνει διὰ τοῦ σωλῆνος Τ ἐντὸς τῆς θήκης ΑΒΓΔ, περικλειούσης δευτέραν τινὰ τὴν ΕΖ· ἡ τελευταία αὕτη ἀποτελοῦσα κυρίως τὸν σύρτην φέρει εἰς ἕκαστον ἄκρον γείσωμα, ἢ χεῖλη πλάτος ἔχοντα ἴσον ἢ καὶ ὀλίγον τι μεγαλείτερον τοῦ τῶν ὀπῶν, δι' ὧν ἐφάπτεται τῆς πλακὸς τοῦ κυλίνδρου, καὶ κινεῖται ὀλισθαίνων ἐπ' αὐτῆς διὰ μέσου στελέχους καθέτου ΗΚ, διερχομένου κατὰ τὸ Κ διὰ θήκης ἐκ στυπείου, πρὸς ἣν ἐφαρμόζεσαι στεγανῶς, ἵνα μὴ ἐξέρχηται ὁ ἀτμός· τρεῖς ἀγωγοὶ Π, Π', Π',

καὶ ρυ ἀνταποκρινόμενοι εἰς τρεῖς ὀπὰς φ, χ, ψ ἀναχωροῦσιν ἐκ τῆς θήκης ΑΒΓΔ· ὁ πρῶτος συγκοινωνεῖ μὲ τὸ ἄνω μέρος τοῦ κυλίνδρου, ὁ δεύτερος μὲ τὸ κάτω, καὶ ὁ τρίτος μὲ τὸν ψυκτῆρα· (ὅλοι οὗτοι δύνανται νὰ ἦναι ἐμκεκολαμμένοι ἐν τοῖς τοίχοις τοῦ κυλίνδρου)· ὁ ἀτμὸς τοῦ λέβητος μεταβαίνει διὰ Π. ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ ἐμβόλου, καὶ ὁ ὑποκάτωθεν αὐτοῦ διέρχεται διὰ τῶν σωλήνων υρ καὶ Π′ς′ εἰς τὸν ψυκτῆρα. Ὅταν ὁ σύρτης ΕΖ ἀναβαίνῃ, ὁ ἀτμὸς τοῦ λέβητος συγκοινωνεῖ διὰ Π′ς′ μὲ τὸ ἄνω μέρος τοῦ ἐμβόλου κτθ. τὸ σχῆμα 202 δεικνύει τὸν σύρτην εἰς τὸ ἄκρον τοῦ κάτω δρόμου του· ἐνταῦθα ἡ κάτω ὀπὴ ψ εἶναι ἀνοικτὴ ὑπὸ τὸν σύρτην ΕΖ, καὶ ὁ ἀτμὸς ἐξέφυγε δι' αὐτοῦ καὶ διὰ τοῦ ἀγωγοῦ υρ εἰς τὸν ψυκτῆρα, ὅπου ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις κατεστράφη, καὶ τὸ κενὸν ἐγένετο ὑπὸ τὸ ἔμβολον· συγχρόνως ἡ ἄνω ὀπὴ ἠνεῴχθη ἀπὸ τὸν σύρτην, οὗ τὸ χεῖλος ν κατέβη χαμηλότερα, καὶ εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἤρχισε ν' ἀνοίγῃ, ὁ ἀτμὸς εἰσῆλθεν εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ κυλίνδρου διὰ νὰ καταβιβάσῃ τὸ ἔμβολον. Ὅταν ὁ σύρτης φθάνῃ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ δρόμου του, τὸ ἔμβολον εὑρίσκεται ἀκριβῶς ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ἰδικοῦ του, οὕτως ὥστε αἱ κινήσεις τοῦ σύρτου καὶ τοῦ ἐμβόλου διασταυροῦνται, καθὼς καὶ εἰς τὸ ἀτμαμαξικὸν κινητήριον· ἡ δὲ ἔκτασις τῆς κινήσεως τοῦ σύρτου εἶναι ὡς καὶ εἰς ἐκεῖνο, διπλασία τοῦ ὕψους τῆς ὀπῆς.

Τὸ σχῆμα 203· παριστᾷ σύρτας ὑπὸ διαφόρους ἐπόψεις, ὡς πρὸς τοὺς δρόμους αὐτῶν καὶ τὰς διευθύνσεις τοῦ ἀτμοῦ.

Διὰ νὰ ἐννοήσῃ τις πῶς ὁ σύρτης κινεῖται, ἀρκεῖ ν' ἀνακαλέσῃ εἰς τὴν μνήμην, ὅσα ἐλέχθησαν περὶ τοῦ σύρτου τοῦ ἀτμαμαξικοῦ κινητηρίου, καὶ νὰ ῥίψῃ ἓν βλέμμα ἐπὶ τῶν σχημάτων 201 καὶ 201 δὶς ὅπου παρατηρεῖ τὸ ἐκκεντρικὸν προσημοσμένον εἰς τὴν δοκὸν ἢ τὸν ἄξονα τοῦ πτερωτοῦ τροχοῦ κατ' ὀρθὴν γωνίαν σχεδὸν μὲ τὸν διωστῆρα· ἔπειτα τὴν μακρὰν τριγωνοειδῆ κώπην ρρ′, συνεχομένην ἀφ' ἑνὸς μὲ τὸ ἐκκεντρικὸν, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τῆς κορυφῆς ἐνεργοῦσαν ἐπὶ ὁριζοντίου τινὸς μοχλοῦ ἀγκωνώδους κινουμένου ὡς ἡ αἰώρα. Ὁ μοχλὸς οὗτος ἔχει δύο βραχίονας ὁριζοντίους, μεθ' ὧν συναρμολογοῦνται διὰ γιγγλυμοῦ δύο στελέχη ς′ κρεμάμενα, συνε-

χόμενα ὡσαύτως μὲ τὸ διάπηγμα ἢ τὸν ζυγὸν, ἐπὶ τοῦ ὁποίου τὸ στέλεχος τοῦ σύρτου εἶναι προσηλωμένον.

Τοιαύτη εἶναι ἡ διανομὴ μὲ πλήρη ἀτμόν· εἶναι ἡ μόνη τῆς ὁποίας ἡ ἀρχὴ μοὶ ἐφάνη καταληπτοτέρα. Ἡ μὲ χαλάρωσιν διανομὴ ἀπαιτεῖ πολλὴν ἀνάπτυξιν, πρὸ πάντων ὅταν πρόκηται ν' ἀποδείξῃ τις τὰς ὠφελείας. Εἶναι ἀντικείμενον ἀνῆκον κυρίως εἰς τὰ ἰδιαίτερα περὶ τούτων συγγράμματα. Ἡ ἐπιπόλαιος τῶν τοιούτων σπουδὴ εἶναι κινδυνώδης μᾶλλον παρὰ ὠφέλιμος διὰ τὸν ἀναγνώστην.

Ὑπολογισμὸς τῶν δυναμικῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἀτμοκινήτων μηχανῶν.

123. Ἐσυμφώνησαν νὰ λαμβάνωσι διὰ μονάδα δυναμικὴν, τὴν δύναμιν ἥτις εἶναι ἱκανὴ νὰ ὑψώσῃ ἓν μέτρον κυβικὸν ὕδατος, εἰς ὕψος ἑνὸς μέτρου.

Διὰ τὰς μὲ ψυκτῆρα μηχανὰς καὶ ἄνευ χαλαρώσεως, ὁ ὑπολογισμὸς τῆς δυνάμεως τῆς μηχανῆς γίνεται μὲ τρόπον ἁπλούστατον·

Ἔστω θ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐν τῷ λέβητι ἀτμοῦ, υ ἡ ἔντασις ἢ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτήν· ἔστω θ' ἡ θερμοκρασία τοῦ ψυκτῆρος καὶ υ' ἡ ἐν αὐτῷ ἔντασις τοῦ ἀτμοῦ· Β ἡ βάσις τοῦ ἐμβόλου, καὶ Δ ὁ δρόμος αὐτοῦ· τὸ ἔμβολον αὐτὸ τότε θὰ ὠθῆται ἔκ τινος δυνάμεως ἐκφραζομένης διὰ ΒΔυ—ΒΔύ ἢ ΒΔ (υ — ύ).

Ἐὰν Β καὶ Δ ἐκφράζωσι μέτρα, καὶ υ ὑ ὕψη ὕδατος τὸ ἐξαγόμενον θὰ ἦναι ὁ ἀριθμὸς τῶν κυβικῶν μέτρων τοῦ ὕδατος αἱρομένων εἰς ὕψος ἑνὸς μέτρου.

Τὸ δυναμικὸν ἀποτέλεσμα μιᾶς ἀτμοκινήτου μηχανῆς προσδιορίζεται καὶ οὕτω· ἀφ' οὗ γνωσθῇ ἡ ὠθοῦσα τὸ ἔμβολον δύναμις υ, ἢ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ, ἀντικαθίσταται διὰ τοῦ βάρους Β λαμβανομένου ἐκ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν πιέσεων (ἴδ. πίνακα ἀρ. 102 περὶ ἀτμῶν) ἔστω Ρ ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ τοῦ βάρους, (ὑποτιθεμένου ὅτι κατέχει τὸ ἄκρον ἀκτῖνος στερεᾶς καὶ ἀκάμπτου, ἀντικαθιστώσης μίαν πτέρυγα τοῦ πτερω-

τοῦ τροχοῦ), καὶ τοῦ ἄξονος τοῦ τροχοῦ· α ἡ ἀκτὶς τοῦ τροχοῦ, Π ἡ σχέσις τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον, Μ ἡ δυναμικὴ μονὰς, ἴση μὲ βάρος ληφθὲν κατὰ συνθήκην, καὶ πολλαπλασιαζομένη ἐπὶ ὕψος τι ληφθὲν ἐπίσης κατὰ συνθήκην, εἰς ὃ ὑποτίθεται ὅτι ὑψώθη τὸ βάρος αὐτὸ ἐντὸς μονάδος τινὸς χρονικῆς. Ὁ Κ. Προνὶ κατά τινας θεωρίας μαθηματικὰς καταντᾷ εἰς τὴν σχέσιν $N = \frac{2\,\Pi K B P}{M}$ καθ' ἣν Π Β Ρ εἰσὶ ποσότητες γνωσταὶ, Κ εἶναι ἴσον μὲ Σ ἐκφράζον τὸν ἀριθμὸν τῶν περιστροφῶν ἔν τινι δεδομένῳ χρόνῳ διαιρούμενον διὰ τῶν μονάδων τοῦ χρόνου, ἐξ οὗ ἔχομεν $\frac{\Sigma}{X} = K.$

Συνήθως παραβάλλουσι τὴν ὑπηρεσίαν τοῦ ἀτμοῦ μὲ τὰς δυνάμεις τῶν ἵππων, ὑποθέτοντες ὅτι ἡ δύναμις ἑνὸς ἵππου εἰς ἓν δευτερόλεπτον αἴρει εἰς ὕψος ἑνὸς δεκατομέτρου βάρος ἐκ 817,43 χιλιογράμμων, ἢ 645 ὀκάδων. Κατὰ ταῦτα λοιπὸν, ἐὰν λάβωμεν τὸ ποσὸν αὐτὸ ὡς μονάδα δυναμικὴν, καὶ τὸ ἐφαρμώσωμεν εἰς τὸν ἀνωτέρω τύπον, θέλομεν ἔχει τὸ ποσὸν τῆς δυνάμεως τῶν ἵππων μηχανῆς τινος.

Εἰς τὰς ἀτμοκινήτους μηχανὰς διὰ καύσιμον ὕλην μεταχειρίζονται τοὺς γαιάνθρακας. Εἰς μίαν μόνιμον μηχανὴν δυνάμεως ἑνὸς ἵππου ἀπαιτοῦνται δι' ἑκάστην ὥραν 10,8 περίπου χιλιόγραμμα, ἢ 8,6 ὀκαδ. 20 περίπου φούντια γερμανικά.

	Εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον
2 ἵππων δύναμις	31 φούντ. ἀνθρ.
10 » »	100
20 » »	166
100 » »	555
200 » »	1100

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΟΠΤΙΚΗΣ.

§ 1. Διάδοσις τοῦ φωτός.

124. Τὰ φαινόμενα τοῦ φωτὸς εἶναι ἀντικείμενον τῆς ὀπτικῆς εἶναι δὲ αὕτη εἷς τῶν ἀξιολογωτέρων κλάδων τῆς φυσικῆς· διότι χορηγεῖ εἰς τὴν ἀστρονομίαν, τὴν ναυτιλίαν, καὶ τὴν φυσικὴν ἱστορίαν, ὄργανα πολύτιμα, ἄνευ τῶν ὁποίων αἱ λαμπραὶ αὗται ἐπιστῆμαι θὰ ἦσαν ἀκόμη εἰς τὴν νηπιώδη κατάστασίν των. Διὰ τῆς γνώσεως τῶν ἰδιοτήτων τοῦ φωτὸς ἐξηγοῦνται πολλὰ φυσικὰ φαινόμενα· ὡς τὸ οὐράνιον τόξον, τὸ λυκαυγὲς, ἡ φαινομένη κίνησις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων κτλ. Πρὶν ἔμβωμεν εἰς τὰς λεπτομερείας τῆς θεωρίας καὶ κατασκευῆς τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων, πρὶν ζητήσωμεν τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων, ἐν οἷς τὸ φῶς σημαίνει πολὺ, εἶναι χρεία νὰ ἐξετάσωμεν καὶ προσδιορίσωμεν πρότερον τὰς ἀκολούθους ἀξιολόγους ἰδιότητας αὐτοῦ.

Διάδοσις τοῦ φωτός, ὁρισμοί. Σῶμά τι στερεὸν πεπυρακτωμένον, ὡς σφαῖρα μετάλλινος, καθορᾶται ἐξ ὅλων τῶν σημείων περιοχῆς τινος σφαιρικῆς, ἧς τὸ κέντρον κατέχει (σχῆμα 205)· ἔπεται λοιπὸν ὅτι ἕκαστον τῶν σημείων τῆς ἐπιφανείας ἐκπέμπει φῶς καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις· ἐπειδὴ ὄμμα τι εὑρισκόμενον εἰς τὸ σημεῖον α βλέπει τὸ σημεῖον β κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς καθέτου αὐτοῦ, τὸ σημεῖον Τ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς Τα ἢ τῆς ἐφαπτομένης ἐπὶ τῆς καθέτου Τν, καὶ τὰ μεταξὺ σημεῖα ρ καὶ ς κατὰ τὰς διευθύνσεις ρα, σα, μᾶλλον ἢ ἧττον πλαγίας ὡς πρὸς τὰς καθέτους αὐτῶν ρο, καὶ συ, καθ' ὅσον τὰ σημεῖα αὐτὰ ἀπέχουσι πολὺ ἢ ὀλίγον ἐκ τοῦ σημείου β· ἐὰν τὰ διάφορα σημεῖα φωτιστικῆς τινος σφαίρας ἐξέπεμπον φῶς κατὰ μίαν μόνην διεύθυνσιν, τὸ εὑρισκόμενον εἰς τὸ σημεῖον α ὄμμα ἐπὶ τῆς σφαιρικῆς περιοχῆς ἀντὶ νὰ ἴδῃ τὸ σῶμα ὁλόκληρον, θὰ ἔβλεπε μικρόν τινα κύκλον, ἢ ἓν σημεῖον· τὸ σημεῖον

β π. χ. ἐὰν ἡ ἐκπομπὴ ἐλάμβανε χώραν μόνον κατὰ τὴν κάθετον ἐπὶ τῆς ἐφαπτομένης· καὶ θὰ ἔβλεπε κύκλους διαμέσους ἢ μικροτέρους, ἐὰν ἡ ἐκπομπὴ ἐγένετο κατὰ μίαν μόνην διεύθυνσιν, μεταξὺ τῆς καθέτου καὶ τῆς ἐφαπτομένης· ἐπειδὴ λοιπὸν ὁ εὑρισκόμενος ὀφθαλμὸς εἰς ἓν ὁποιονδήποτε σημεῖον τοῦ σφαιρικοῦ περιβόλου διακρίνει πάντοτε ὅλα τὰ σημεῖα τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας τὰ περιλαμβανόμενα εἰς τὸν περιγραφόμενον κῶνον, οὗ ἡ κορυφὴ εἶναι αὐτὸ τὸ σημεῖον, ἕκαστον τῶν σημείων τῆς ἐπιφανείας ὀφείλει νὰ ἐκπέμπῃ φῶς καθ' ὅλας αὐτοῦ τὰς διευθύνσεις.

Τὸ φῶς ἐν γένει διέρχεται καὶ μεταδίδεται ἐλευθέρως εἰς τὸ κενὸν, ὡς τοῦτο γίνεται δῆλον ἐκ τῶν πειραμάτων ἐν τῷ βαρομετρικῷ κενῷ, ἢ τῷ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, καὶ πρὸ πάντων ἐκδηλοῦται ἐκ τῶν παρατηρήσεων ἡμῶν ἐπὶ τῶν οὐρανίων σωμάτων, ἐπειδὴ τὸ φῶς αὐτῶν προσβάλλει τὴν ὅρασίν μας, ἀφ' οὗ διατρέξῃ κενὰ διαστήματα ἀκαταμετρήτου ἐκτάσεως· μ' ὅλα ταῦτα εἶναι βέβαιον ὅτι τὸ φῶς δὲν δύναται νὰ παραχθῇ ἄνευ τῆς συνδρομῆς τῆς βαρείας ὕλης· περὶ τούτου οὐδεμία ἀμφιβολία ὑπάρχει, καθ' ὅσον μάλιστα ἀφορᾷ τὰ τεχνητὰ φῶτα ἐν γένει τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς παραγόμενα: καὶ πραγματικῶς τὰ ἐν τῷ σκότει λάμποντα ἔντομα, ὡς αἱ πυγολαμπίδες, ὁ φωσφορισμὸς τῆς θαλάσσης, οἱ διὰ τῆς προστριβῆς ἢ συγκρούσεως ἀναδιδόμενοι σπινθῆρες καὶ φλόγες, αἱ ἐκ τῆς καύσεως καὶ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν, ἡ ἐκ τῆς θερμότητος προερχομένη ἐκπύρωσις, ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ, καὶ ἅπασαι αἱ παραγόμεναι λάμψεις ἐκ τῆς κινήσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὰ στερεὰ καὶ ὑγρὰ σώματα, εἰς τὰ ἀέρια, ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ καὶ μάλιστα ἐν τῷ καλουμένῳ κενῷ ὑφ' ἡμῶν, εἰσὶ τόσαι πηγαὶ φωτὸς, ἐν αἷς ἡ βαρεῖα ὕλη προδήλως διερεθίζεται καὶ κινεῖται ἐκ δυνάμεων ἐξωτερικῶν μᾶλλον ἢ ἧττον συμπεπλεγμένων. Κατὰ τὸ σύστημα τῶν κυματισμῶν, ὅπερ θέλομεν ἀναπτύξει προχωροῦντες, καὶ ὅπερ εἶναι τὸ πιθανώτερον καὶ παραδεκτότερον, αἱ ἐξωτερικαὶ δυνάμεις διεγείρουσι τὴν δόνησιν τῆς βαρείας ὕλης, καὶ αἱ δονήσεις αὗται μεταδίδονται εἰς τὸν αἰθέρα, δι' οὗ ἐκτείνονται ἀορίστως καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Δὲν δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς παράγεται ἐκ τῶν αὐτῶν αἰτιῶν, ἐξ ὧν καὶ τὰ ἡμέτερα τεχνητὰ φῶτα, ἐπειδὴ ἐνδέχεται νὰ ὑπάρχωσιν ἐπὶ τοῦ ἡλίου αἰτίαι καὶ φαινόμενα ὅλως ἄγνωστα παρ' ἡμῖν ἐπὶ τοῦ ἡμετέρου πλανήτου· μ' ὅλον τοῦτο πολλὰ διδόμενα, καὶ μάλιστα τὰ ἀναφερόμενα εἰς τὰς κηλίδας τοῦ ἡλίου χ ἐπιτρέπουσιν ἡμᾶς νὰ θεωρῶμεν ὡς πιθανώτατον, ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς ἐπίσης εἶναι κίνησις ὕλης, καὶ προκύπτει ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων ἐπὶ τῆς βαρείας ὕλης τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Καθ' ὅσον δ' ἀφορᾷ τὸ φῶς τῶν λοιπῶν οὐρανίων σωμάτων οὐδὲν βέβαιον γινώσκομεν περὶ τῆς παραγωγῆς αὐτοῦ· ὑποτίθεται μόνον ὅτι τὸ φῶς αὐτῶν γεννᾶται ἀπὸ αἰτίας ἀναλόγους, ὡς ἐχόντων πολλὴν ὁμοιότητα μετὰ τοῦ ἡλίου.

Κατὰ ταῦτα λοιπὸν ἓν σημεῖον φωτεινὸν δὲν εἶναι μαθηματικόν τι σημεῖον, ἀλλ' ἐξ ἐναντίας στερεόν τι πληροῦν χῶρον· εἶναι ἄθροισμά τι στοιχείων ἢ μορίων βαρέων, δονούντων ἐκ τῆς ἐπενεργείας ἐξωτερικῶν δυνάμεων.

Σῶμά τι φωτεινὸν εἶναι ἄθροισμα σημείων φωτεινῶν, ὡς σῶμά τι εἶναι ἄθροισμα μορίων.

Μία ἀκτὶς φωτιστικὴ εἶναι τὸ συμπεριλαμβανόμενον φῶς ἐντὸς κώνου ἔχοντος σμικροτάτην γωνίαν, οὗ ἡ κορυφὴ κεῖται ἐπὶ τοῦ φωτιστικοῦ σημείου· οὕτω ὅταν τις θεωρῇ ἓν μόνον σημεῖον διαπύρου τινὸς σφαίρας, δύναται νὰ σχηματίσῃ κῶνον γεωμετρικὸν ἔχοντα τὸ σημεῖον αὐτὸ διὰ κορυφὴν καὶ τὸ ἄνοιγμα τῆς κόρης τοῦ ὀφθαλμοῦ διὰ βάσιν· τὸ ἐντὸς τοῦ κώνου αὐτοῦ περιλαμβανόμενον φῶς εἶναι ἡ καλουμένη φωτιστικὴ ἀκτίς. Ἐὰν ἀντὶ νὰ λάβῃ τις διὰ βάσιν τὸ ἄνοιγμα τῆς κόρης, ἐλάμβανε μικρότερον κύκλον μὲ διάμετρον πεντάκις ἢ καὶ δεκάκις μικροτέραν, (καὶ τοῦτο πραγματοποιεῖται ἐὰν θέσωμεν ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ ἔλασμά τι σκιερὸν φέρον ὀπὴν λεπτοτάτης βελόνης), τὸ περιλαμβανόμενον ἐν τῷ λεπτοτάτῳ αὐτῷ κώνῳ φῶς ἀποτελεῖ ἐπίσης μίαν φωτιστικὴν ἀκτῖνα· οὕτω ἡ ἔκφρασις αὐτὴ ἐφαρμόζεται εἰς κώνους διαφόρου μεγέθους, ἀρκεῖ μόνον ἡ εἰς τὴν κορυφὴν γωνία νὰ ἦναι πολὺ μικρά.

Δέσμη φωτιστικὴ εἶναι τὸ περιλαμβανόμενον φῶς ἐντὸς κώνου

ὁμοίου μὲν τῷ προηγουμένῳ, ἀλλὰ μὲ βάσιν μεγαλειτέραν· εἶναι δὲ τὸ ἄθροισμα πολλῶν ἀκτίνων.

Θύσανος φωτιστικὸς ὁμοίως εἶναι τὸ περιλαμβανόμενον φῶς ἐν κώνῳ ὁμοίῳ τῷ τῆς ἀκτῖνος, ἀλλὰ μὲ βάσιν μεγαλειτέραν, σύγκειται δὲ ἐκ τῆς ἑνώσεως πολλῶν δεσμῶν.

Ὁ ἄξων ἀκτινός τινος, θυσάνου ἢ δέσμης, εἶναι ὁ ἄξων τοῦ γεωμετρικοῦ κώνου, ἐν ᾧ περιλαμβάνεται τὸ συνιστῶν τὴν ἀκτῖνα, τὸν θύσανον, ἢ τὴν δέσμην φῶς.

Αἱ διάφοροι ἀκτῖνες ἐκπεμπόμεναι ἔκ τινος σημείου φωτιστικοῦ εἰσι πάντοτε διϊστάμεναι, δηλ. οἱ ἄξονες αὐτῶν ἀπομακρύνονται πρὸς ἀλλήλους καθ' ὅσον ἀπέχουσιν ἐξ αὐτοῦ τοῦ φωτεινοῦ σημείου.

Μ' ὅλον τοῦτο κῶνός τις, οὗ ἡ κορυφὴ κεῖται εἰς ἀπόςασιν δέκα ἢ εἴκοσι χιλιάκις μεγαλειτέραν τῆς διαμέτρου τῆς βάσεως, δὲν διαφέρει ἀπό τινα κύλινδρον· καὶ τότε αἱ ἀκτῖνες καὶ αἱ δέσμαι θεωροῦνται ὡς παράλληλοι· οὕτω βλεπομένης φλογὸς λύχνου τινὸς ἀπέχοντος 1000 μέτρα μὲ ἀμφοτέρους τοὺς ὀφθαλμούς, οἱ ὀφθαλμοὶ δέχονται ἐξ αὐτοῦ ἀκτῖνας παραλλήλους, ἐπειδὴ ἑνὸς δεκατομέτρου ἀπόστασις, καθ' ἣν οὗτοι ἀπέχουσι πρὸς ἀλλήλους εἶναι σμικροτάτη ὡς πρὸς τὰ 1000 μέτρα· μάλιστα λέγουσιν ὅτι ἕκαστον σημεῖον ἡλιακὸν ἐκπέμπει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἀκτῖνας παραλλήλους, καὶ ἐπειδὴ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἡλίου εἶναι ἴση μὲ 12000 διαμέτρους τῆς γῆς, ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἡλίου φωτίζει τὴν γῆν σφαῖραν μὲ κῶνον φωτιστικὸν, οὗ ἡ βάσις ἔχει διάμετρον 12000 φορὰς μικροτέραν τῆς ἀποστάσεως τῆς κορυφῆς, καὶ συγχωνεύεται σχεδὸν μέ τινα κύλινδρον· ἔτι μᾶλλον δύναταί τις νὰ εἴπῃ διὰ τοὺς ἀστέρας ὅτι πέμπουσι πρὸς ἡμᾶς παράλληλον φῶς.

Καθὼς δὲν δυνάμεθα νὰ ἐπισκοπήσωμεν ἓν μόριον μεμονωμένον, ἀλλὰ συστήματα μορίων συνιστώντων μέρη ἐλάχιστα, ἢ σώματα μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλα· Οὕτω δὲν δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ἓν σημεῖον φωτεινὸν μεμονωμένον, ἀλλὰ συστήματα σημείων φωτεινῶν μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλα. Ὅ,τι δὲ εἴπομεν περὶ ἑνὸς σημείου φωτιστικοῦ, ἐφαρμόζεται εἰς ἅπαντα τὰ συνθετικὰ στοιχεῖα σώματος τοιούτου· ἕκαστον τῶν στοιχείων αὐτῶν ἐκπέμπει ἀκτῖνας ἢ

δέσμας διϊσταμένας, ὡς νὰ ὑπῆρχε μόνον· καὶ τῶν παρατηρουμένων ἀποτελεσμάτων καίτοι πολλαπλασίων, συμφέρει μ' ὅλον τοῦτο νὰ κάμωμεν πάντοτε τὴν ἀνάλυσιν αὐτῶν.

Ταχύτης. Ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι μεγίστη. Ὁ Γαλιλαῖος πρῶτος ἐζήτησε τὸν προσδιορισμὸν αὐτῆς, ἀλλ' αἱ προσπάθειαί του ἀπέβησαν μάταιαι, ἐπειδὴ τὸ διατρεχόμενον διάστημα ὑπὸ τοῦ φωτὸς δὲν ἦτο πολὺ ἐκτεταμένον. Αἱ ἀστρονομικαὶ παρατηρήσεις χορηγοῦσι μέσα ἀκριβοῦς προσδιορισμοῦ τῆς ταχύτητος αὐτῆς. Ἡ πρώτη ἐφαρμογὴ ἐγένετο παρὰ τοῦ Ῥοεμὲρ καὶ Κασσίνι κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διός. Ὁ πλανήτης οὗτος συνοδεύεται ἀπὸ τέσσαρας δορυφόρους. Εἰς τὴν ἔκλειψίν του προβάλλει εἰς τὸ διάστημα σκιὰν κωνοειδῆ, οὗ ἡ βάσις κεῖται ἐπὶ τοῦ φωτισμένου μέρους αὐτοῦ· ὁ πρῶτος δορυφόρος ἐκλείπει εἰσερχόμενος ἐν τῷ σκιερῷ αὐτῷ κώνῳ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε παρατηρητὴς εὑρισκόμενος ἐπὶ τῆς γῆς μεταξὺ Διὸς καὶ Ἡλίου, ἀναγνωρίζει ὅτι παρέρχονται 42 ὥρ. $\frac{1}{2}$ μεταξὺ δύο ἐκλείψεων διαδοχικῶν τοῦ αὐτοῦ δορυφόρου· ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ περὶ τὸν ἥλιον κίνησις τῆς γῆς εἶναι πολὺ πλέον ταχυτέρα τῆς τοῦ Διὸς, παρ' εὐθὺς ὁ Ἥλιος, ἡ Γῆ, ὁ Ζεὺς μεταβάλλουσι θέσιν καὶ δὲν εὑρίσκονται πλέον ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας.

Εἰς θέσιν τινὰ πολὺ ἀπέχουσαν τῆς πρώτης, ὁ παρατηρητὴς ὤφειλε νὰ βλέπῃ τὸν δορυφόρον ἐξερχόμενον τοῦ σκιεροῦ κώνου πάντοτε εἰς τὸ τέλος τῶν 42 ὡρ. καὶ $\frac{1}{2}$, ἐὰν ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς ἦτον ἀκαταμέτρητος καὶ ἀπροσδιόριστος· πλὴν τὸ πρᾶγμα δὲν ἔχει οὕτως, ὁ δορυφόρος τόσῳ βραδύτερον ἐξέρχεται τοῦ κώνου, ὅσῳ ἡ ἀπόστασις εἶναι μεγαλειτέρα· ὥστε ὅταν ἡ γῆ εὑρίσκηται εἰς τὸ ἄκρον τῆς διαμέτρου τῆς τροχιᾶς της, ἢ εἰς σύνοδον μὲ τὸν Δία, ἡ ἀναβολὴ εἶναι κατὰ 16′, 26″· ἀλλ' ἡ διάμετρος αὕτη ἔχει ἔκτασιν 68—69 ἑκατομμυρίων λευγῶν, τὸ φῶς λοιπὸν ἔχει ταχύτητα 70,000 λεύγας κατὰ δευτερόλεπτον, ἑπομένως ἐκ τοῦ Ἡλίου φθάνει εἰς 8′, 13″. Ἡ μεγίστη αὐτὴ ταχύτης εὑρέθη σύμφωνος καὶ ὡς πρὸς τὸ φῶς τῶν ἄλλων δορυφόρων, εἶναι 10000άκις μεγαλειτέρα τῆς ταχύτητος τῆς γῆς καὶ 6,000,000 μεγαλειτέρα τῆς ταχύτητος

σφαίρας τινὸς τηλεβόλου. Ἡ ταχύτης αὕτη εἶναι σταθερὰ, δηλαδὴ ὁποιαδήποτε καὶ ἂν ἦναι ἡ ἀπόστασις τῆς Γῆς ἐκ τοῦ Διὸς, εὑρίσκουσι πάντοτε 70,000 λεύγας διὰ τὸ διατρεχόμενον διάστημα ἐντὸς δευτερολέπτου.

Διαφανῆ σώματα εἶναι ἐκεῖνα, δι' ὧν βλέπομεν τὸ σχῆμα καὶ τὸ χρῶμα τῶν ἀντικειμένων· ὁ ἀὴρ, τὸ ὕδωρ, ἡ ὕελος κτλ. εἰσὶ σώματα διαφανῆ. Διαυγῆ εἶναι καὶ λέγονται ἐκεῖνα, δι' ὧν τὸ φῶς διέρχεται, ἀλλὰ δὲν διακρίνεται τὸ σχῆμα, ὁ χάρτης, τὰ ὑφάσματα, αἱ μὴ στιλβωμέναι ὕελοι κτλ. εἰσὶ διαυγῆ.

Ἀπ' ἐναντίας τὰ σκιερὰ ἐμποδίζουσιν ὅλως διόλου τὴν διάβασιν τοῦ φωτός.

Παρατηρητέον ὅμως ὅτι σώματα σκιερὰ γίνονται διαυγῆ, ὅταν καταντήσωσιν εἰς λεπτότατα ἐλάσματα, καὶ τἀνάπαλιν· ὁ χρυσὸς ὅταν καταντήσῃ εἰς λεπτότατον φύλλον, συγχωρεῖ τὴν διάβασιν ὑποπρασίνου τινὸς φωτὸς, καὶ ἡ δέσμη τοῦ χάρτου εἶναι σκιερὰ, ἐν ᾧ τὸ φύλλον αὐτοῦ εἶναι διαυγές.

125. Γωνία ὀπτική. Ἡ ὀπτικὴ γωνία δύο φωτιστικῶν σημείων ἢ δύο σημείων γενικῶς σώματός τινος, εἶναι ἡ σχηματιζομένη γωνία ἀπὸ τὸν ἄξονα τῶν ἀκτίνων αἵτινες ἀναχωροῦσαι ἐκ τῶν σημείων αὐτῶν πίπτουσι διασταυρούμεναι ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ. Οὕτω, ὅταν τις θεωρῇ κατὰ μέτωπον στόχον κυκλικὸν μὲ διάμετρον ἑνὸς μέτρου, κείμενον εἰς ἀπόστασιν 10, 20 ἢ 100 μέτρων, αἱ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ἐκ δύο σημείων κειμένων εἰς τὰ ἄκρα τῆς αὐτῆς διαμέτρου, ἔρχονται καὶ διασταυροῦνται ἐν τῷ ὀφθαλμῷ, ὅπου σχηματίζουσι γωνίαν, ἥτις εἶναι ἡ ὀπτικὴ γωνία τοῦ στόχου. Ἡ γωνία αὕτη σμικρύνει καθ' ὅσον ἡ ἀπόστασις αὐξάνει· πλὴν διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὸν νόμον τῆς σμικρύνσεως αὐτῆς, ὀφείλομεν ν' ἀνακαλέσωμεν εἰς τὴν μνήμην 1ον ὅτι ἡ περιφέρεια διαιρεῖται εἰς 360 μέρη ἢ βαθμοὺς, ὁ βαθμὸς εἰς 60′, καὶ τὰ πρῶτα εἰς 60″· 2ον ὅτι αἱ γωνίαι μετροῦνται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν βαθμῶν, εἰς οὓς ἀνταποκρίνονται ἐπὶ τῆς περιφερείας, ἧς τὸ κέντρον κατέχει ἡ κορυφὴ αὐτῶν· ὀπτική τις γωνία λοιπὸν εἶναι 5 ἢ 10 βαθμῶν, 5 ἢ 10 πρώτων, καθ' ὅσον ἀποκλείει ἐπὶ τῆς περιφερείας, ἧς τὸ κέντρον κατέχει ἡ κορυφὴ αὐ-

τῶν· ὀπτική τις γωνία εἶναι 5 ἢ 10 βαθμῶν, 5 ἢ 10 πρώτων, καθ' ὅσον ἀποκλείει ἐπὶ τῆς περιφερείας, ἧς τὸ κέντρον κεῖται ἐν τῷ ὀφθαλμῷ τόξα 5 ἢ 10 βαθμ. κτλ. Ἐὰν αβ (σχῆμα 206) παριστᾷ τὴν διάμετρον τοῦ στόχου, καὶ ὁ ὀφθαλμὸς εὑρίσκεται κατὰ τὸ ο, ἡ ὀπτικὴ γωνία εἶναι ἡ αοβ, καὶ μετρεῖται διὰ τοῦ τόξου αιβ· ὥστε αἱ ὀπτικαὶ γωνίαι δὲν παρέχουσι τὴν γραμμικὴν ἀπόστασιν αβ τῶν σημείων, πρὸς ἃ ἀναφέρονται· μ' ὅλον τοῦτο, καθ' ὅσον τὸ ὄμμα ἀπομακρύνεται, καὶ ἡ ὀπτικὴ γωνία γίνεται μικροτέρα, τὸ μετροῦν αὐτὴν τόξον πλησιάζει τῆς χορδῆς αβ, ἡ τοῦ γραμμικοῦ μεγέθους τοῦ ἀντικειμένου· ὥστε, ὅταν ἡ ὀπτικὴ γωνία ἦναι ὀλίγων βαθμῶν 5 ἢ 6 π. χ. τὸ μετροῦν αὐτὴν τόξον συγχωνεύεται μὲ τὴν χορδὴν, ἤτοι μὲ τὸ μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου, καὶ τότε ἡ ὀπτικὴ γωνία μετρεῖ τὸ φαινόμενον μέγεθος, ἑπομένως αὐτὸ εἶναι εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὴν ἀπόστασιν, δηλ. γίνεται ἥμισυ, ὅταν ἡ ἀπόστασις διπλασιάσῃ, $\frac{1}{3}$ ὅταν τριπλασιάσῃ κτθ. Εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν ὅμως δύναταί τις περὶ πλέον νὰ εὕρῃ καὶ τὸ πραγματικὸν μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου, γνωστῶν οὐσῶν τῆς ἀποστάσεως καὶ τῆς ὀπτικῆς αὐτοῦ γωνίας· ἢ ἀντιστρόφως νὰ εὕρῃ διὰ τῆς τριγωνομετρίας τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ, γνωστῆς οὔσης τῆς ὀπτικῆς γωνίας καὶ τοῦ πραγματικοῦ μεγέθους, ἢ τέλος τὴν ὀπτικὴν αὐτοῦ γωνίαν, τοῦ πραγματικοῦ μεγέθους καὶ τῆς ἀποστάσεως γνωστῶν ὄντων.

Ὁ ἀκόλουθος Πίναξ χρησιμεύει πρὸς λύσιν τῶν ζητημάτων αὐτῶν.

Μέγεθος τῶν τόξων ἢ τῶν γωνιῶν.	Σχέσις τοῦ τόξου πρὸς τὴν ἀκτῖνα.	Σχέσις τῆς χορδῆς πρὸς τὴν ἀκτῖνα.	Σχέσις τῆς ἀκτῖνος πρὸς τὴν χορδήν.
10^0	0,17453	0,17431	5,74
9^0	0,15708	0,15691	6,37
8^0	0,13962	0,13951	7.16
7^0	0,12217	0,12210	8,19
6^0	0,10472	0,10467	9,55
5^0	0,08727	9,08724	11,46
4^0	0,06981	0,06980	14,30
3^0	0,05236	9,05235	19,1
2^0	0,03491	0,03490	28,6
1^0	0,01741	0,01745	57,3
$0^0, 1'$	0,00029	0,00029	3438,0
$0, 0' 1''$	0,00005	0,00005	206265,0

Ἡ πρώτη στήλη δεικνύει τὸ μέγεθος τῶν τόξων ἢ τῶν ὀπτικῶν γωνιῶν· ἡ δευτέρα τὴν σχέσιν τῆς ὀπτικῆς γωνίας πρὸς τὴν ἀκτῖνα τοῦ κύκλου, ἐφ' οὗ λογίζεται, ἤτις ἄλλο δὲν εἶναι, εἰμὴ ἡ ἀπόστασις τοῦ ὀφθαλμοῦ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ τρίτη στήλη δεικνύει τὴν σχέσιν τῆς χορδῆς πρὸς τὴν ἀκτῖνα, δηλ. τὴν σχέσιν τοῦ πραγματικοῦ μεγέθους τοῦ ἀντικειμένου πρὸς τὴν διαχωρίζουσαν αὐτὸ ἐκ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν. Παραβάλλων τις τοὺς ἀριθμοὺς τῆς δευτέρας καὶ τρίτης στήλης, βλέπει ὅτι διὰ μίαν ὀπτικὴν γωνίαν 10^0 ὑπάρχει διαφορὰ ἐπαισθητὴ μεταξὺ τοῦ μεγέθους τοῦ τόξου καὶ τῆς χορδῆς· πλὴν ἡ διαφορὰ αὐτὴ γίνεται μικροτέρα διὰ τὰς γωνίας 4 ἢ 5^0, καὶ ὅλως ἀσήμαντος διὰ τὰς ἔτι ἐλάσσονας γωνίας.

Ἡ τετάρτη στήλη δεικνύει τὴν ἀντίστροφον σχέσιν τῆς ἀκτῖνος

πρὸς τὴν χορδὴν ἤτοι μεταξὺ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ ἀληθοῦς μεγέθους αὐτοῦ. Οὕτω ὅταν ἀντικείμενόν τι θεωρῆται ὑπὸ γωνίαν 1^0, ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἐκ τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι ἴση μὲ πλέον πεντηκοντάκις τὸ μέγεθος αὐτοῦ· στόχος τις λοιπὸν ἑνὸς μέτρου ὀφείλει νὰ ἦναι εἰς ἀπόστασιν 57 μέτρων καὶ 3 δεκατομέτρων, ἵνα ὀφθῇ ὑπὸ γωνίαν τινά 1^0. Ἐὰν ἐφέρετο εἰς ἀπόστασιν $60^{\text{άκις}}$ μεγαλειτέραν, ἢ 3438 μέτρων θὰ ἐβλέπετο ὑπὸ γωνίαν $1'$, καὶ ὑπὸ γωνίαν $1''$, ἐὰν εἰς 206265 μέτρων, ἢ 50 λευγῶν ἀπόστασιν. Ἀλλ' αἱ γωνίαι τῶν $1''$ δυσκόλως ἐκτιμῶνται· μ' ὅλον τοῦτο σφαῖρα πύρινος ἑνὸς μέτρου διάμετρον ἔχουσα, εἶναι ὁρατὴ εἰς ἀπόστασιν πλέον τῶν 50 λευγῶν, πλὴν τότε φαίνεται ἄνευ μεγέθους ὡς ἁπλοῦν τι σημεῖον φωτεινὸν, σχεδὸν ὡς οἱ ἀστέρες φαίνονται πρὸς ἡμᾶς. Ἡ ἀπόστασις τῆς Σελήνης ἐκ τῆς γῆς εἶναι 60 γηΐνων ἀκτίνων, ἢ τριακονταπλασία τῆς διαμέτρου τῆς Γῆς. Εὑρίσκουσιν ἄλλοθέν ποθεν ὅτι ἡ ὀπτικὴ γωνία, ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπομεν τὴν Σελήνην εἶναι $31'$, δηλ. ὅτι ἡ πραγματικὴ αὐτῆς διάμετρος εἶναι $31^{\text{άκις}}$ τὰ 0,00029 τῆς ἀποστάσεώς της, ἢ τὰ 0,009 τῶν 30 γηΐνων διαμέτρων, ἑπομένως 0,27, ἢ ὀλίγον τι μεγαλειτέρα τοῦ τετάρτου τῆς γηΐνης διαμέτρου.

Ἐπίσης ἡ ἀπόστασις τοῦ Ἡλίου εἶναι κατὰ 24,000 γηΐνους ἀκτῖνας, ἢ κατὰ 12,000 διαμέτρους· πληροφοροῦνται ἐξ ἄλλου μέρους ὅτι ἡ ὀπτικὴ γωνία ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπομεν τὸν Ἥλιον εἶναι κατὰ μέσον ὅρον $32', 2$. Λοιπὸν ἡ πραγματικὴ διάμετρος τοῦ ἀστέρος αὐτοῦ εἶναι $32', 2 \times 0{,}00029 \times 12000$, ἑπομένως $112^{\text{άκις}}$ ἡ διάμετρος τῆς γῆς.

Οὕτω, τῆς ἀποστάσεως τῶν ἀστέρων γνωστῆς οὔσης, παρατηροῦμεν μετ' ἐπιστασίας τὰς φαινομένας διαμέτρους αὐτῶν, καὶ ἐξάγομεν τὰς πραγματικὰς αὐτῶν διαμέτρους, καὶ ἑπομένως τοὺς ὄγκους καὶ τὰς πυκνότητας αὐτῶν. Οἱ δύο ἀξιολογώτεροι πλανῆταί εἰσιν ἡ Ἀφροδίτη καὶ ὁ Ζεὺς· ἡ ἀπόστασις τῆς πρώτης ἐκ τῆς Γῆς μεταβάλλεται συχνά. Ὅταν ὁ πλανήτης αὐτὸς διαβαίνῃ ἐπὶ τοῦ δίσκου τοῦ Ἡλίου ἡ διάμετρός του εἶναι $60''$ ἢ $1'$· λοιπὸν εἶναι ἑξάκις πλησιεστέρα πρὸς ἡμᾶς παρ' ὅταν εὑρίσκηται εἰς τὴν μεγα-

λειτέραν ἀπόστασιν ἢ τὴν μεγαλειτέραν συζυγίαν, καθ' ἣν ἡ φαινομένη διάμετρος ὀφείλει νὰ ἦναι ἑξάκις μικροτέρα ἢ 10″ περίπου. Ἡ ποικιλία τῶν ἀποστάσεων τοῦ Διὸς εἶναι ὀλιγωτέρα· οὕτω αἱ φαινόμεναι διάμετροι περιλαμβάνονται μεταξὺ 30″ καὶ 46″. Ἡ διάμετρος τοῦ Κρόνου εἶναι 16″ ἤτοι κατὰ τὸ ἥμισυ μικροτέρα τῆς τοῦ Διὸς, καὶ ἡ μέση διάμετρος τοῦ Ἑρμοῦ εἶναι πάλιν μικροτέρα κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς τοῦ Κρόνου, ἢ περίπου 8″.

Τὰ παραδείγματα ταῦτα ἀρκοῦσιν ἵνα παραγάγωσιν ἡμῖν ἰδέαν τινὰ τῶν ἐντυπώσεων, τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐκ τῶν φωτεινῶν σωμάτων, ἀναλόγως τῆς ἐκτάσεως τῶν χανομένων διαστάσεων αὐτῶν.

Ἐν τοσούτῳ ἵνα καταστήσωμεν τὰς ἰδέας αὐτὰς ἐναργεστέρας καὶ πρακτικωτέρας, ἀνάγκη ἴσως νὰ προσθέσωμεν ὀλίγα τινὰ ἐπὶ τῶν ὀπτικῶν γωνιῶν, τῶν γηΐνων ἀντικειμένων, καὶ τῶν αἰτιῶν τῶν ταραττουσῶν τὴν καθαρότητα αὐτῶν καθ' ὅσον ἀπομακρύνονται ἀφ' ἡμῶν.

Θρὶξ ἔχουσα περίπου $\frac{1}{10}$ χιλιοστομέτρου διάμετρον θεωρεῖται ὑπὸ μίαν γωνίαν 1′, ὅταν τὴν βλέπωμεν κατά τινα ἀπόστασιν 3438άκις ἡ παχύτης αὐτῆς, ἢ εἰς ἀπόστασιν 350 χιλιοστομέτρων ἢ 35 ἑκατοστομέτρων· λοιπὸν ἕκαστος γινώσκει ὅτι εἰς αὐτὴν τὴν ἀπόστασιν μία θρὶξ φαίνεται πολὺ μικρά· καὶ εἰς ἀποστάσεις τετράκις ἢ πεντάκις μεγαλειτέρας, ἢ καὶ δεκάκις διὰ τὰς τελειοτέρας ὄψεις ἐξαλείφεται παντάπασιν, ἐπειδὴ ἡ ὀπτικὴ γωνία καθίσταται σμικροτάτη. Τὰ παράθυρα οἰκοδομῆς τινος ἔχοντα πλευρὰς ἑνὸς μέτρου π. χ. βλέπονται ὑπὸ γωνίαν 1′, εἰς 3500 μετρ. ἀπόστασιν, δὲν εἶναι λοιπὸν διόλου θαυμαστὸν ἐὰν αἱ ὑποδιαιρέσεις αὐτῶν ἀφανίζωνται, καὶ ἐπὶ τέλους καὶ αὐτὰ ταῦτα, μ' ὅλην τὴν καθαρότητα τῆς ἀτμοσφαίρας, ἐπειδὴ ἡ ὀπτικὴ αὐτῶν γωνία καθίσταται καὶ ἀκατάληπτος. Οὕτω αἱ λεπτομέρειαι τῶν ἀντικειμένων ἐξαλείφονται βαθμηδὸν καθ' ὅσον ἡ ἀπόστασις αὐτῶν αὐξάνει, ἐπειδὴ στερούμεθα τῆς δυνάμεως τοῦ βλέπειν διακεκριμένως κατὰ πᾶν μέγεθος τῆς ὀπτικῆς γωνίας, ἀλλὰ κατά τινα μόνον ὅρια τοῦ μεγέθους αὐτῆς, πρὸ πάντων ὅταν πρόκηται περί τινος σώματος αὐτο-

φώτου, οὗ ἡ λάμψις πρὸς τὸ σκότος ἀποτελεῖ τὴν πλέον ἀπόλυτον ἀντίθεσιν.

126. Σκιὰ καὶ ὑποσκίασις. Τὸ ἡλιακὸν φῶς ὅταν διακόπτηται εἰς τὴν πορείαν του παρά τινος φράγματος υχ (σχῆμα 207), καὶ ἔπειτα δέχηται ἐπὶ πίνακος Π, διακρίνονται ἐπ' αὐτοῦ τρία διαστήματα διάφορα, τὸ πρῶτον ὑπεράνω τοῦ β, εἶναι πλῆρες φωτὸς, ὡς νὰ μὴν ὑπῆρχε τὸ ἀλεξίφωτον· τὸ δεύτερον ὑπὸ τὸ α εἶναι ὅλως ἐν τῇ σκιᾷ· τὸ τρίτον τὸ μεταξὺ α καὶ β δὲν εἶναι οὔτε ὅλως φωτεινὸν, οὔτε ὅλως σκοτεινόν· τὸ τελευταῖον αὐτὸ ἀποτελεῖ τὸ ἀμυδρὸν φῶς ἢ τὴν ὑποσκίασιν. Ἵνα ἔχῃ τις τὴν ἔκτασιν αὐτοῦ, ἀρκεῖ νὰ ἐννοήσῃ γραμμὰς ἀγομένας ἐκ τοῦ ἄκρου τοῦ ἀλεξιφώτου ἢ τοῦ φράγματος πρὸς τὸ κέντρον καὶ τὰ ἀντίθετα ἄκρα τοῦ ἡλίου καὶ προηγουμένας ἔπειτα ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ φράγματος, ὥστε νὰ τέμνωσι τὸν πίνακα εἰς τὰ σημεῖα γ, α καὶ β. Τὸ σημεῖον α φωτίζεται μόνον διὰ τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ ἡλίου, ἐπομένως δέχεται πολλὰ ὀλίγον φῶς· ἀπὸ τὸ α εἰς τὸ γ τὸ φῶς προχωρεῖ αὔξον, ἐπειδὴ τὸ σημεῖον γ δέχεται τὸ φῶς τοῦ ἡλιακοῦ κέντρου, καὶ ὅλου τοῦ ἄνω ἡμίσεως· τέλος ἀπὸ τὸ γ εἰς τὸ β ὑπάρχει εἰσέτι βαθμιαία τις αὔξησις, καὶ τὸ σημεῖον αὐτὸ β ἄρχεται φωτιζόμενον πληρέστατα, ὡς δεχόμενον τὸ φῶς ἀπὸ τὸ ἄκρον κάτω καὶ ἀφ' ὅλα τὰ ἄλλα σημεῖα.

Ἡ γωνία αχβ εἶναι 32′,2, ὡς ἡ φαινομένη διάμετρος τοῦ ἡλίου, ἐπομένως αβ εἶναι τὸ $\frac{1}{112}$ τῆς ἀποστάσεως γυ τοῦ ἀλεξιφώτου, δηλ. 1 χιλιοστόμετρον, τοῦ πίνακος ὄντος εἰς 112 χιλιοστ. ἀπόστασιν καὶ 1 ἑκατοστόμετρον, ὅταν εἰς 112 ἑκατοστόμετρα.

Ἐὰν ὁ πίναξ ἦτο κεκλιμένος ὡς πρὸς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, ἐὰν π. χ. ἦτο κατὰ τὴν διεύθυνσιν βρ, τὸ πλάτος τῆς ὑποσκιάσεως θὰ ηὔξανε μὲ τὴν κλίσιν αὐτήν.

Τὸ φῶς τῶν λύχνων καὶ τῶν κηρίων παρέχει ἐπίσης ὑποσκιάσεις, ὧν τὸ πλάτος ὑπολογίζεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον. Ἡ φλὸξ κηρίου ἔχουσα π. χ. ἓν ἑκατοστόμετρον πάχος θεωρεῖται εἰς 112 ἑκατοστόμετρα ὑπὸ τὴν αὐτὴν μὲ τὸν Ἥλιον γωνίαν, καὶ δίδει ἐπομένως ὑποσκίασιν τῆς αὐτῆς ἐκτάσεως μὲ τὴν τοῦ ἡλίου· παρατηρητέον

ὅμως ὅτι τὸ φῶς δοκιμάζει ἰδιαιτέρας τροποποιήσεις, ὡς ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς διαθλάσεως, ὅταν ἐπιψαύῃ τὰ ἄκρα τοῦ φράγματος· ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι ἡ ὑποσκίασις ἐν γένει εἶναι χρωματισμένη, καὶ ὅτι τὸ φῶς δὲν ἐξασθενεῖ ἀκριβῶς κατὰ τὸν προεκτεθέντα γεωμετρικὸν νόμον.

Ἐὰν συμβῇ ὥστε τὸ σκιερὸν σῶμα εἶναι μικρότερον τοῦ φωτεινοῦ,, ὡς ὅταν παρατηρῇ τις π. χ. τὴν σφαῖραν τῆς γῆς ὡς πρὸς τὴν τοῦ ἡλίου, τότε ἡ σκιὰ λαμβάνει τὸ σχῆμα κώνου, οὗ ἡ κορυφὴ κεῖται εἰς ἀπόστασιν τοιαύτην, ὥστε τὸ σκοτεινὸν σῶμα καὶ τὸ φωτεινὸν βλέπονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν. Ἡ κορυφὴ λοιπὸν αὐτοῦ τοῦ κώνου κεῖται εἰς ἀπόστασιν 112 γηΐνων διαμέτρων, καὶ ἐπειδὴ ἡ Σελήνη ἀπέχει τῆς γῆς 30 διαμέτρους γηΐνους, δύναται νὰ ἐκλείψῃ κρυπτομένη ἐν τῷ σκιερῷ αὐτῷ κώνῳ, καὶ διερχομένη πάντοτε ἐκ τῶν ὑποσκιάσεων ἑκάστου ἄκρου· ὅμως ὁ κῶνος δὲν προεκτείνεται ἱκανῶς, ὥστε καὶ οἱ ἄλλοι πλανῆται νὰ τὸν φθάνωσι καὶ νὰ ἐκλείπωσι.

127. Θάλαμος σκοτεινός. Ὅταν τὸ φῶς τοῦ Ἡλίου εἰσέρχηται ἔν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ διὰ μιᾶς καὶ μόνης ὀπῆς ἀνεῳγμένης ἐπί τινος τῶν θυρωμάτων θ (σχῆμα 208), καὶ ἡ δέσμη τοῦ φωτὸς εἰς ἀπόστασίν τινα δέχεται ἐπὶ πίνακος Π καθέτου πρὸς τὰς ἀκτῖνας, παρατηροῦνται τὰ ἀκόλουθα φαινόμενα· 1ον ἡ σχηματιζομένη ἐπὶ τοῦ πίνακος εἰκὼν εἶναι πάντοτε στρογγύλη, καί τοι τῆς ὀπῆς μὴ οὔσης στρογγύλης, ἀλλὰ τριγωνικῆς π. χ. ἢ τετραγωνικῆς· 2ον ἡ πραγματικὴ διάμετρος αὐτῆς αὐξάνει καθ' ὅσον ὁ πίναξ ἀφίσταται.

Διὰ νὰ δώσωμεν τὸν λόγον τῶν φαινομένων αὐτῶν, ἀρκεῖ νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι ἕκαστον ἡλιακὸν σημεῖον ἐκπέμπει ἀκτῖνας παραλλήλους, ὧν τὸ ἄθροισμα ἀποτελεῖ στήλην τοῦ αὐτοῦ μὲ τὸ τῆς ὀπῆς σχήματος, στήλην κυλινδρικὴν π. χ, ἐὰν ἡ ὀπὴ εἶναι κυκλοτερὴς, στήλην τετραγωνικὴν, ἐὰν ἦναι τετραγωνική· ἂς λάβωμεν τὴν τελευταίαν αὐτὴν ὑπόθεσιν, καὶ ἂς στρέψωμεν τὸν πίνακα κατὰ τὸ Π' ἵνα θεωρῶνται κατὰ μέτωπον αἱ εἰκόνες· τὸ κέντρον τοῦ Ἡλίου σχηματίζει εἰκόνα τετράγωνον ἴσην μὲ τὴν ὀπὴν, τὰ δύο ἄκρα τῆς

καθέτου ἡλιακῆς διαμέτρου σχηματίζουσιν ἐπίσης εἰκόνας τετραγώνους καὶ ἴσας· ἐπίσης τὰ δύο πέρατα τῆς ὁριζοντίου διαμέτρου. Ὁ πίναξ Π παριστᾷ τὰ πέντε αὐτὰ τετραγωνίδια σχηματιζόμενα ἐκ τῶν πέντε αὐτῶν σημείων τῆς ἡλιακῆς σφαίρας· ἀλλὰ τὰ ἀναρίθμητα σημεῖα τὰ συνιστῶντα τὴν περιφέρειαν τοῦ ἡλίου παρέχουσιν ἀναρίθμητον πλῆθος τετραγωνιδίων ἐχόντων τὸ κέντρον αὐτῶν ἐπὶ τῆς αὐτῆς περιφερείας τοῦ πίνακος· λοιπὸν ἡ εἰκὼν θὰ ἦναι στρογγύλη ὡς ὁ ἥλιος καὶ ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τῆς ὀπῆς.

Καθ' ὅσον δὲ ἀφορᾷ τὴν διάμετρον τοῦ κύκλου αὐτοῦ, δῆλον ὅτι θὰ ἦναι ἴση μὲ τὴν φαινομένην διάμετρον τοῦ ἡλίου, ὅστις θεωρούμενος ἐκ τοῦ κέντρου τῆς ὀπῆς ὑποτείνει γωνίαν 32′,2, καὶ τὸ ἀπόλυτον ἢ πραγματικὸν μέγεθος αὐτοῦ εἶναι τὸ $\frac{1}{112}$ τῆς ἀποστάσεως τοῦ πίνακος ἐκ τῆς ὀπῆς τοῦ θυρώματος, πλέον τὸ πλάτος τῆς ὀπῆς αὐτῆς.

Ἡ ἀνάλυσις αὕτη τῆς εἰκόνος τοῦ ἡλίου ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ παρέχει τὴν πρώτην θεωρητικὴν ἰδέαν τῆς ὁράσεως καὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν εἰκόνων εἰς τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ· πρὸς τοῦτο δὲ ἂς ἐννοήσωμεν ἡμισφαίριον κοῖλον καὶ σκοτεινὸν (σχῆμα 209), φέρον μικροτάτην τινὰ ὀπὴν Ο εἰς τὸ κέντρον τοῦ κλείοντος αὐτὴν κύκλου, καὶ ἂς ὑποθέσωμεν τὸν μικρὸν αὐτὸν σκοτεινὸν θάλαμον κείμενον ὁριζοντίως ἐντὸς πεδιάδος ἀνοικτῆς ἐν μιᾷ τῶν μεγαλοπρεπῶν ἐκείνων νυκτῶν, καθ' ἣν οἱ ἀστέρες ἀκτινοβολοῦσι μ' ὅλην τὴν λάμψιν των. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκοτεινοῦ αὐτοῦ θαλάμου, μ' ὅλην τὴν σμικρότητά της παριστᾷ εἰκόνα πιστὴν ὅλου τοῦ καταστέρου οὐρανίου θόλου· ἐπειδὴ ἕκαστος ἀστὴρ ἐκπέμπει διὰ τῆς μικρᾶς ὀπῆς δέσμην φωτὸς παραλλήλου, ζωγραφίζοντος τὴν εἰκόνα αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ἡμισφαιρικοῦ πίνακος· ἅπασαι δὲ αὗται αἱ εἰκόνες εἰσὶ διακεκριμέναι, διατεταγμέναι κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν, καθ' ἣν καὶ οἱ ἀστέρες αὐτοί, παριστῶσαι τὰς αὐτὰς γωνιώδεις ἀποστάσεις, καὶ τὰς αὐτὰς σχετικὰς θέσεις. Ἐὰν ὁ σκοτεινὸς αὐτὸς θάλαμος ἀντὶ νὰ ἦναι πλήρης ἀέρος, ἦτο πλήρης ὑγροῦ διαφανοῦς, ἡ οὐράνιος εἰκὼν δὲν θὰ ἐταράττετο ποσῶς· ἀλλ' ὁ σκοτεινὸς αὐτὸς θάλαμος μὲ τοίχους σκοτεινοὺς, πλήρης ὑγροῦ διαφανοῦς εἶναι καθ' αὐτὸ ὁ βολβὸς

τοῦ ὀφθαλμοῦ, τὸ φῶς εἰσέρχεται διὰ τῆς κόρης ἤτοι τῆς ὀπῆς τῆς ἴριδος, αἱ δὲ ἀκτῖνες αὐτοῦ προσβάλλουσαι, διεγείρουσιν εἰς παλμώδη κίνησιν τὰ νευρικὰ νήματα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος, οὗ τὸ πλέγμα καλύπτει τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ., Τοιοῦτος εἶναι ὁ θαυμάσιος μηχανισμὸς, δι' οὗ ἓν διάστημα ὀλίγων ὑφεκατομέτρων τετραγωνικῶν, ὁποῖον εἶναι τὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ χορηγεῖ εἰς ἡμᾶς ἐντὸς μιᾶς στιγμῆς τὴν εἰκόνα καὶ τὴν ἀντίληψιν ὁλοκλήρου τοῦ κόσμου· ἂς ἀντικατασταθῇ ὁ θόλος τοῦ οὐρανοῦ διὰ τῶν ἀντικειμένων τῶν κοσμούντων τὸν πλέον ἐκτεταμένον ὁρίζοντα, τὸ ἀποτέλεσμα θὰ ἦναι τὸ αὐτό.

Εἶναι ἀληθὲς ὅτι τὰ ἀντικείμενα αὐτὰ δὲν εἶναι αὐτόφωτα, ἔχουσιν ὅμως τὴν διπλῆν ἰδιότητα ν' ἀποπέμπωσι τὸ φῶς, ὅπερ δέχονται, καὶ νὰ τὸ ἀποπέμπωσι τροποποιοῦντα ἐπ' ἀορίστῳ τὴν λάμψιν καὶ τὸ χρῶμα· ἂς προσθέσωμεν ἐν τούτοις ὅτι εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ ὀφθαλμοῦ, οὗτινος τὴν γενικὴν θεωρίαν μόνον ἐκθέτομεν ἐνταῦθα, ὑπάρχει πλῆθος διαθέσεων ἐπίσης θαυμασίων, ὅσον καὶ ἡ θεωρία αὐτὴ, τεινουσῶν ὅλων πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν, τὴν καθαρότητα δηλ. τῶν εἰκόνων, καὶ τὴν ἀντίληψιν αὐτῶν ἀνεξαρτήτως ὅλων τῶν συνιστώντων αὐτὸ μερῶν.

§ 2 Ἀντανάκλασις τοῦ φωτός.

128. Κάτοπτρα ἐπίπεδα. Ὅλα τὰ σώματα ἔχουσι τὴν ἰδιότητα τοῦ ἀποπέμπειν μέρος μᾶλλον ἢ ἧττον μέγα τοῦ ὅπερ δέχονται φωτός· διὰ ταύτης τῆς ἰδιότητος γίνονται ὁρατὰ πρὸς ἡμᾶς, ὥστε δυνάμεθα νὰ τὰ διακρίνωμεν, νὰ τὴν ἀναγνωρίσωμεν, καὶ νὰ ἐκτιμήσωμεν τὸ χρῶμα καὶ σχῆμα αὐτῶν· μ' ὅλον ὅτι τὰ μελανὰ σώματα, εἶναι ἀληθὲς ἀποπέμπουσι πολὺ ὀλιγώτερον τῶν ἄλλων καὶ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχει πρὸ πάντων ἓν τὸ μέλαν τοῦ καπνοῦ, ὅπερ σβένει ὁλόκληρον σχεδὸν τὸ φῶς, καὶ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς τὸ ἀπολύτως μέλαν. Τὸ ἰδιαίτερον αὐτὸ φῶς τῶν σωμάτων δὲν εἶναι φῶς ἀνταναλώμενον, ἀλλ' ἀναπεμπόμενον, καὶ ὀφείλει νὰ ἐξομοιωθῇ μὲ τὸ τῶν φωτεινῶν σωμάτων, τοὐλάχιστον ὡς πρὸς τὴν ἐκπομὴν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Τὸ ἀντανακλώμενον φῶς ἔχει ἄλλους χαρακτῆρας· 1ον. ἀποπέμπεται κατὰ μίαν μόνην διεύθυνσιν· 2ον. ἀποπέμπεται πάντοτε μὲ τὸ χρῶμα, ὅπερ εἶχε κατὰ τὴν πρόσπτωσιν, εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἔπεσεν ἐπὶ τῆς ἀντανακλώσης ἐπιφανείας, ὡς ἀποδεικνύεται εὐκόλως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὕδατος ἠρεμοῦντος· ὁ λίθος, ἡ ἄμμος, τὸ χῶμα, καὶ ἄλλα τοιαῦτα σώματα περικυκλοῦντα ποσότητά τινα ὕδατος δέχονται ἐν γένει τὸ αὐτὸ μὲ τὸ ὕδωρ φῶς· καὶ μ' ὅλον τοῦτο τὰ σώματα αὐτὰ δὲν παρέχουσιν, ὡς ἐκεῖνο τὴν εἰκόνα τοῦ οὐρανοῦ, τὴν τοῦ ἡλίου, καὶ ὅλων τῶν περιστοιχούντων ἀντικειμένων· τὸ ὕδωρ ἀποπέμπει φῶς ἀντανακλώμενον, ἐν ᾧ ὁ λίθος καὶ τὸ χῶμα ἀποπέμπουσι φῶς ἐκδιδόμενον καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Ὅλαι αἱ ὁμαλαὶ καὶ λεῖαι ἐπιφάνειαί εἰσιν ἀντανακλαστικαί, ὡς ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος· τὰ στιλβωμένα σώματα ὡς ὁ χάλυψ. ὁ χρυσὸς, ἡ ὕελος, ὁ ἀδάμας εἰσὶ τὰ μᾶλλον ἀντανακλαστικά· τὰ κοινὰ κάτοπτρα ἔχουσι διπλῆν ἀντανακλαστικότητα· ἡ πρώτη ἐπιφάνεια παρέχει τὴν εἰς τὴν στιλβωμένην ὕελον ἀνήκουσαν ἀντανάκλασιν, καὶ ἡ ἀντίθετος τὴν εἰς τὸ μίγμα τοῦ ὑδραργύρου καὶ κασσιτέρου τὸ ἀποτελοῦν τὴν κασσιτέρωσιν τοῦ κατόπτρου.

Τὸ μίγμα ὅμως αὐτὸ ἐφαρμοζόμενον ἐπὶ τῆς ὑέλου, λαμβάνει τὴν στιλπνότητα αὐτῆς, καὶ εἶναι εὔκολον νὰ μάθῃ τις ὅτι ἔχει δύναμιν ἀνταναλαστικὴν πολὺ πλέον μεγαλειτέραν.

Πρὸς σπουδὴν τῶν νόμων τῆς ἀνταναλάσεως μεταχειρίζονται κατὰ προτίμησιν κάτοπτρα μετάλλινα, ἅτινα παράγουσι τὰ φαινόμενα κατά τινα τρόπον ἄμεσον καὶ ἁπλούστερον.

Ὑποθέτομεν λοιπὸν ὅτι μ.μ (σχῆμα 210) εἶναι μετάλλινόν τ κάτοπτρον, δεχόμενον ἀκτῖνα προσπίπτουσαν τὴν λι, ἀφ' οὗ ὑψωθῇ ἡ κάθετος ΙΠ ἐπὶ τοῦ σημείου τῆς προσπτώσεως, ἡ γωνία λιΠ εἶναι ἡ τῆς προσπτώσεως, τὸ δὲ ἐπίπεδον τῆς γωνίας αὐτῆς εἶναι τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως, ικ ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς, καὶ ἡ γωνία κιΠ ἡ τῆς ἀντανακλάσεως, ὡς καὶ τὸ ἐπίπεδον τῆς γωνίας αὐτῆς εἶναι τὸ τῆς ἀντανακλάσεως· λοιπὸν, ἐάν τις παρατηρήσῃ διὰ κύκλου τινὸς διηρημένου τὰς σχετικὰς θέσεις τῆς προσπιπτούσης

ἀκτῖνος καὶ τῆς ἀντανακλωμένης, ἀναγνωρίζει τοὺς δύο ἀκολούθους νόμους, οἵτινές εἰσιν οἱ νόμοι τῆς ἀνταναϰλάσεως.

1ον. Ἡ γωνία τῆς ἀνταναϰλάσεως εἶναι ἴση τῇ τῆς προσπτώσεως.

2ον. Τὸ ἐπίπεδον τῆς ἀνταναϰλάσεως συμπίπτει μὲ τὸ τῆς προσπτώσεως· ἤτοι ἡ πρόσπτωσις καὶ ἀντανάϰλασις γίνονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου.

Ὅλα τὰ φαινόμενα τῆς ἀνταναϰλάσεως εἶναι συνέπειαι τῶν θεμελιωδῶν αὐτῶν νόμων, ὡς διαδηλοῦται ἐκ τῶν ἀκολούθων παραδειγμάτων ἀναφερομένων· 1ον εἰς ἓν μόνον κάτοπτρον, ἢ γενικῶς εἰς ἓν μόνον ἐπίπεδον ἀνταναϰλαστικόν· 2ον· εἰς δύο ἀντίθετα καὶ παράλληλα· 3ον· εἰς δύο κεκλιμένα, ὡς τὰ σχηματίζοντα τὸ καλεϊδοσκόπιον (kaléidoscope), ἢ τὰ ἀνταυγαστήρια (réverbers).

Αἱ ἔκ τινος ἐπιπέδου κατόπτρου ἀνταναϰλώμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰκόνας δυναμικὰς ἢ νοητὰς κειμένας ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου, καὶ συμμετρικὰς μὲ τὰ εἰκονιζόμενα αὐτὰ ἀντικείμενα. Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς προτάσεως αὐτῆς, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἀντικείμενον ἢ ἁπλῶς σημεῖόν τι φωτιστικὸν κεῖται ἀπέναντι κατόπτρου τινὸς (σχῆμα 211) καὶ ἐκπέμπει ἀκτῖνας καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἐξ ὧν τινες ἀνταναϰλώμεναι θὰ εἰσέλθωσιν ἐν τῷ ὀφθαλμῷ παρατηρητοῦ εὑρισκομένου κατὰ τὸ Π λ· τὸ ἄθροισμα τῶν τελευταίων αὐτῶν ἀκτίνων δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς κῶνός τις κεκομμένος, ἀφ' οὗ ὁ κύκλος λ π σχηματίζει τὴν μεγάλην βάσιν, ἡ δὲ μικρὰ βαίνει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου αὐτοῦ· ἐπειδὴ δὲ τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον μετέβαλλε τὴν διεύθυνσιν τῆς φωτιστικῆς δέσμης, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ καὶ τὴν σχετικὴν διάταξιν τῶν συνιστωσῶν αὐτὴν ἀκτίνων, ὁ κῶνος λ π ρ΄ θὰ ἦναι ἴσος μὲ τὸν τετμημένον λ π ρ· ὁ δὲ παρατηρητὴς ὡς ἐκ τῆς συνηθείας τοῦ εὑρίσκειν τὰ ἀντικείμενα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν φωτιστικῶν ἀκτίνων τῶν εἰσερχομένων ἐν τῷ ὀφθαλμῷ νομίζει ὅτι βλέπει τὸ ἀντικείμενον κατὰ τὸ ρ΄ ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου, ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς νοητῆς εἰκόνος ἐκ τοῦ ἐπιπέδου κατόπτρου εἶναι ἴση μὲ τὴν τῆς πραγματικῆς· καὶ τῷ ὄντι, ἐὰν ἐκ τοῦ σημείου αὐτοῦ ἄξωμεν κάθετον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου, καὶ ταύτην

προεκτείνομεν εἰς τὸ ρ κατὰ ποσότητά τινα ἴσην ἑαυτῇ· ὡς ἐκ τῆς κατασκευῆς αὐτῆς, τὸ σημεῖον ρ εἶναι συμμετρικὸν τοῦ σημείου Ο σχετικῶς πρὸς τὸ κάτοπτρον, ἐπειδὴ τὰ δύο τρίγωνα ρδα καὶ ρ΄δα, ὡς ἔχοντα γωνίαν ἴσην περιοριζομένην ἀπὸ πλευρὰς ἴσας, εἶναι ἴσα, ἐπομένως δρ΄ εἶναι ἴση μὲ δρ· τὸ αὐτὸ συμβαίνει δι' ὅλα τὰ ἄλλα σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου· λοιπὸν ὅλαι αἱ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἀνταναλώμεναι ὑπὸ τοῦ κατόπτρου, εἶναι ὡς νὰ προήρχοντο ἔκ τινος σώματος κειμένου ὄπισθεν αὐτοῦ, καὶ συμμετρικοῦ μὲ τὸ πραγματικὸν αὐτὸ ἀντικείμενον.

Λέγουσιν ὅτι αἱ ἀνταναλώμεναι αὗται ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰκόνα νοητὴν τοῦ ἀντικειμένου, ἐπειδὴ πραγματικῶς δὲν προέρχονται ἐκ τῶν ὄπισθεν σημείων τῶν συνιστώντων τὴν γεωμετρικὴν εἰκόνα, ἀλλὰ νοητῶς διευθύνονται ὡς ν' ἀνεχώρουν ἐκ τοῦ ὄπισθεν μέρους τοῦ κατόπτρου.

Ὅταν θεωρῶμεν πρόσωπόν τι ἐν τῷ κατόπτρῳ δὲν βλέπομεν αὐτὸ ὡς ἐὰν πραγματικῶς διήρχετο ὄπισθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὴν θέσιν, καθ' ἣν νομίζομεν ὅτι τὸ βλέπομεν· ἐπειδὴ, ἐὰν αἴφνης ἀφαιρεθῇ ἐκ τοῦ μέσου τὸ κάτοπτρον, τὸ δεξιὸν μέρος θὰ λάβῃ τὴν θέσιν τοῦ ἀριστεροῦ, καὶ ἀντιστρόφως, ὡς μὴ οὔσης τῆς εἰκόνος ἴσης τῷ ἀντικειμένῳ, ἀλλὰ συμμετρικῆς μόνον.

Κάτοπτρα παράλληλα. Δύο μεγάλοι καθρέπται παραλλήλως καὶ ἀντιθέτως κείμενοι ἐντὸς αἰθούσης τινὸς ἀποτελοῦσι στοὰν ἀορίστως ἐκτεινομένην, ἐν ᾗ τὰ αὐτὰ ἀντικείμενα ἀπεικονιζόμενα ἐπαναλαμβάνονται ἀπομακρυνόμενα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον.

Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου αὐτοῦ, ἂς ἐννοήσωμεν μεταξὺ τῶν δύο κατόπτρων ὅτι εὑρίσκεται ἓν μόνον ἀντικείμενον· σφαῖρά τις π. χ. χρωματισμένη κατὰ τὸ ἥμισυ τὸ πρὸς τὸ μέρος τοῦ πρώτου κατόπτρου καὶ κατὰ μέτωπον τοῦ παρατηρητοῦ μὲ κυανοῦν χρῶμα, καὶ κατὰ τὸ ἄλλο ἥμισυ τὸ πρὸς τὸ δεύτερον κάτοπτρον βλέπον μὲ ἐρυθρόν. Ἡ πρώτη εἰκὼν εἶναι κυανὴ, ὡς νὰ ὑπῆρχε μόνος ὁ πρῶτος καθρέπτης· ἡ δευτέρα εἶναι ἐρυθρὰ, καὶ τοῦτο δεικνύει ὅτι ἡ δευτέρα προκύπτει ἐκ δύο ἀνταναλάσεων· ἡ μία ἐπὶ τοῦ δευτέρου καὶ ἡ ἄλλη ἐπὶ τοῦ πρώτου· ἡ τρίτη εἰκὼν εἶναι πάλιν κυανὴ, καὶ προέρ-

χεται ἐκ τριῶν διαδοχικῶν ἀντανακλάσεων· ἐπὶ τοῦ πρώτου, τοῦ δευτέρου, καὶ τοῦ πρώτου πάλιν κατόπτρου· ἔπειτα ἡ τετάρτη προκύπτει ἐκ τεσσάρων ἀντανακλάσεων κτθ.

Κάτοπτρα κεκλιμένα. Δύο καθρέπται ομ καὶ ομ′ (σχῆμα 212) τέμνονται κατ' ὀρθὴν γωνίαν, καὶ ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ εὑρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς σχεδὸν τῆς διατομῆς αὐτῶν, ἵνα ἴδῃ ἀντικείμενόν τι α κείμενον κατὰ τὸ ἀντίθετον μέρος τῆς ὑπ' αὐτῶν σχηματιζομένης γωνίας· τοῦ συστήματος αὐτοῦ στραφέντος πρὸς τὸ φῶς, βλέπει τις ὁλόκληρον κύκλον φωτὸς καὶ τέσσαρας εἰκόνας τοῦ ἀντικειμένου α ἐχούσας θέσεις σχετικὰς ἀξιοπεριέργους· αἱ εἰκόνες αὗται σχηματίζονται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον· ἡ πρώτη εἶναι τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ θεωρουμένου κατ' εὐθεῖαν εἰς τὸ α καὶ ἄνευ ἀντανακλάσεως, ἡ δευτέρα β σχηματίζεται κατ' ἀντανάκλασιν ἐπὶ τοῦ ομ, καὶ εἶναι συμμετρικὴ τῇ α· ἡ τρίτη γ σχηματίζεται ἀντανακλαστικῶς καὶ αὐτὴ ἐπὶ τοῦ ομ′, καὶ εἶναι ἐπίσης συμμετρικὴ τῇ α, καὶ ἑπομένως ἴση τῇ β· ἡ τετάρτη δ προκύπτει ἐκ τῆς ἐπιθέσεως δύο εἰκόνων προερχομένων καὶ τῆς μιᾶς καὶ τῆς ἄλλης ἐκ διπλῆς τινος ἀντανακλάσεως· τῆς μιᾶς ἐπὶ ομ, καὶ ἔπειτα ἐπὶ ομ′, καὶ τῆς ἑτέρας ἐπὶ ομ′ τὸ πρῶτον καὶ ἔπειτα ἐπὶ ομ· εἶναι δὲ ἐνταυτῷ συμμετρικὴ τῇ β καὶ τῇ γ, ἑπομένως ἴση τῇ α· τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ τοῦ καλειδοσκοπίου· ἀντὶ ἑνὸς μόνου ἀντικειμένου α, ἐὰν τεθῶσιν ἐν τῇ γωνίᾳ τῶν κατόπτρων διάφορα ἀντικείμενα διαφανῆ καὶ χρωματισμένα, ἅτινα ἡ τύχη ἢ ἡ τέχνη διακοσμεῖ καὶ διαθέτει κατὰ μυρίους τρόπους, προκύπτει κύκλος τις λαμπρὸς, ἐν ᾧ παρατηρεῖται μεγίστη συμμετρία, ὡς συγκείμενος ἐκ τεσσάρων τμημάτων ἴσων ἀνὰ δύο, ἑκάστου περιλαμβανομένου μεταξὺ δύο τμημάτων συμμετρικῶν.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν τμημάτων γίνεται 5, 6, 7 ἐὰν δοθῇ εἰς τὰ κάτοπτρα κλίσις τις κατὰ $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$ τῆς περιφερείας, καὶ ἡ γωνία ἀποτελεῖ τὸ $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$ τῆς ὅλης περιφερείας κτλ.

Κάτοπτρα κυρτά. Αἱ κυρταὶ ἐπιφάνειαι ἀντανακλῶσι τὸ φῶς κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους, καθ' οὓς καὶ αἱ ἐπίπεδοι· ἐπειδὴ ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια δὲν εἶναι ἄλλο, εἰμὴ ἄθροισμα ἀναρίθμητον ἐπιπέ-

δων ἐπιφανειῶν ὑπερκειμένων, καὶ διαδοχικῶς σμικρυνομένων· ἡ δὲ κάθετος ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας, πρὸς ἣν ἀνάγονται αἱ τῆς προσπτώσεως καὶ ἀνταναλάσεως γωνίαι, εἶναι ἡ κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου, οὖσα ἐφαπτομένη εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως

Κατασκευάζουσι πρὸ πάντων κάτοπτρα σφαιρικά· ἐπειδὴ ἡ σφαῖρα ἔχει τὰ ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα κάθετα ἐπὶ τῶν ἀκτίνων, ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι ἡ κάθετος εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως εἶναι πάντοτε ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας διερχομένη ἐξ αὐτοῦ τοῦ σημείου.

Τὸ σχῆμα 213 παριστᾷ κάτοπτρον σφαιρικόν· τὸ κέντρον κ τῆς σφαίρας, ἐφ' ἧς κατεσκευάσθη εἶναι τὸ τῆς κυρτότητος τοῦ κατόπτρου· ἡ κορυφὴ μ. εἶναι τὸ κέντρον τοῦ σχήματος· ἡ γραμμὴ μ κ ὁ ἄξων· ἡ δὲ χορδὴ αβ, ἡ ἑνόνουσα τὰ δύο ἀντίθετα ἄκρα εἶναι ἡ διάμετρος αὐτοῦ· τέλος ἡ σχηματιζομένη γωνία ὑπὸ τῶν ἀκτίνων κ α καὶ κ β, ἀγομένων ἐπὶ τῶν δύο ἄκρων τῆς διαμέτρου, εἶναι τὸ καλούμενον ἄνοιγμα τοῦ κατόπτρου.

Ἂς ὑποθέσωμεν κατ' ἀρχὰς ἁπλῆν τινα ἀκτῖνα φωτιστικὴν μ ο (σχῆμα 214) παράλληλον τοῦ ἄξονος Α Κ καὶ πίπτουσαν ἐπὶ τοῦ σημείου μ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου· ἡ ἀκτὶς αὕτη θὰ ἀνταναλασθῇ ἐπὶ τοῦ μικροῦ στοιχείου τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας, ὡς καὶ ἐπὶ τοῦ τῆς ἐπιπέδου, καὶ θὰ ἔχῃ τὴν γωνίαν τῆς ἀνταναλάσεως Εμ Κ ἴσην τῇ τῆς προσπώσεως· Κ μ ο ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου τῆς καθέτου Κ μ καὶ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος. Πρὸς εὕρεσιν τοῦ σημείου Ε τῆς διατομῆς τῆς ἀνταναλωμένης ἀκτῖνος καὶ τοῦ ἄξονος παρατηροῦμεν ὅτι αἱ γωνίαι Ε μ Κ καὶ Κ μ ο εἶναι ἴσαι· ὅτι αἱ δύο γωνίαι Ε κ μ καὶ Κ μ ο ὡς ἐντὸς ἐκτὸς εἶναι ἐπίσης ἴσαι, ἑπομένως αἱ γωνίαι μ. καὶ Κ τοῦ τριγώνου μ Κ Ζ εἶναι ἐπίσης ἴσαι, καὶ Εμ ἴση τῇ Ε Ζ, ἀλλ' ἐπειδὴ τὸ τόξον Α μ εἶναι πάντοτε σμικρότατόν τι μέρος τοῦ κύκλου αἱ γραμμαὶ Α Ε καὶ Ε μ πλησιάζουσι πολὺ εἰς τὴν ἰσότητα, ὥστε τὸ σημεῖον Ζ κεῖται σχεδὸν ἐν τῷ μέσῳ τῆς ἀκτῖνος Α Κ.

Τὰ λεχθέντα περὶ μιᾶς μόνης ἀκτῖνος, καὶ μιᾶς μόνης τομῆς τοῦ κατόπτρου δύνανται νὰ ἐφαρμοσθῶσι εἰς πᾶσαν ἄλλην δέσμην φωτιστικὴν καὶ εἰς ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κατόπτρου· τὸ σημεῖον ε,

ὅπου συνέρχονται ἅπασαι αἱ παράλληλοι τοῦ ἄξονος ΑΚ ἀκτῖνες, καλεῖται ἑστία πρώτη, καὶ Αε εἶναι ἡ ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας ἀπόστασις.

Ἂς ὑποθέσωμεν ἤδη τὸ φωτιστικὸν σημεῖον κείμενον εἰς τὸ Π, ἐπὶ τοῦ ἄξονος πέραν τοῦ κέντρου· ἡ ἐπισκόπησις τοῦ σχήματος 215 δεικνύει ὅτι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως Πμ.Κ· εἶναι μικροτέρα, ἀφ' ὅση ἦτον εἰς τὴν περίστασιν τοῦ παραλληλισμοῦ· ἡ τῆς ἀνταναλάσεως ἐπίσης θὰ ἦναι μικροτέρα· ἡ δὲ σύζυγος ἑστία Π′ (*) θὰ ἦναι μεταξὺ τῆς πρώτης ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου. Παραβάλλοντες τὴν ἀξίαν τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως εἰς τὸ τρίγωνον Πμ.Κ καὶ τῆς γωνίας τῆς ἀνταναλάσεως εἰς τὸ τρίγωνον Π′μ.Κ, ὁδηγούμεθα εἰς τὴν ἐξίσωσιν $2\,\text{Α}'\text{Κ}\mu = \text{Α}'\pi\mu + \text{Κ}\pi\mu$, καὶ διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως τῶν γωνιῶν αὐτῶν σμικροτάτων πάντοτε καὶ διὰ τοῦτο ἀσημάντων, διὰ τῶν ἐφαπτομένων αὐτῶν ἔχομεν

$\frac{2\,\text{Α}'\mu}{\text{Α}'\text{Κ}} = \frac{\text{Α}'\mu}{\text{Α}'\Pi'} + \frac{\text{Α}'\mu}{\text{Α}'\Pi}$, ἢ τῆς ΑΑ′ οὔσης μηδὲν ἕνεκα τῆς σμικρότητος τοῦ τόξου Αμ,

$\frac{2\,\text{Α}'\mu}{\text{ΑΚ}} = \frac{\text{Α}'\mu}{\text{ΑΠ}'} + \frac{\text{Α}'\mu}{\text{ΑΠ}}$ καὶ τέλος

$\frac{2}{\text{ΑΚ}} = \frac{1}{\text{ΑΠ}} + \frac{1}{\Pi\text{Α}'}$, τοῦ τόξου Α′μ. λαμβανομένου ὡς τοῦ τελευταίου ὁρίου τῆς σμικρότητος καὶ ἑπομένως ἀντὶ μονάδος. Ἡ σχέσις αὕτη δεικνύει τὴν θέσιν τῆς συζύγου ἑστίας Π′, ὅταν ἡ ἀκτὶς ΑΚ τῆς σφαίρας, καὶ ἡ ἀπόστασις ΑΠ τοῦ φωτιστικοῦ σημείου ἐκ τοῦ κατόπτρου εἶναι γνωστὰ πρὸς ἡμᾶς. Ἐὰν εἰς τὸν τύπον αὐτὸν ἡ ΑΠ ὑποτεθῇ ἄπειρος, θὰ καταντήσωμεν ὡς ἐκ τοῦ παραλληλισμοῦ εἰς τὴν ἀξίαν τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας, τὴν ὁποίαν προσδιωρίσαμεν κατ' εὐθεῖαν.

Ἐὰν τὸ φωτιστικὸν σημεῖον ἔκειτο εἰς τὸ Π′, ὁ αὐτὸς ὑπολογι-

(*) Τὰ σημεῖα ε καὶ Π′ καλοῦνται ἑστίαι σύζυγοι, ἐπειδὴ εἶναι φανερὸν ὅτι ἐὰν τὸ φωτιστικὸν σημεῖον ἔκειτο εἰς τὸ ε, αἱ ἀνταναλώμεναι ἀκτῖνες θὰ ἐσχημάτιζον τὴν ἑστίαν των εἰς τὸ Π.

σμὸς θὰ παρέξητὴν ἀξίαν τῆς ΑΠ· ὥστε παρατηρεῖ τις ὅτι, ἐὰν τὸ φῶς ἀνεχώρει ἐκ τοῦ κέντρου, θὰ ἐπανήρχετο ἐκεῖ διὰ τῆς ἀντανακλάσεως

Πρὸς ἐξέτασιν ὅλων τῶν περιπτώσεων μένει ἡ θέσις τοῦ φωτιστικοῦ αὐτοῦ σημείου μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς πρώτης ἑστίας (σχῆμα 216)· τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως Πμ Κ οὔσης μεγαλειτέρας τῆς Γωνίας Εμ Κ, ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς εμ θὰ παρέξῃ ἀκτῖνα παράλληλον τῷ ἄξονι· λοιπὸν ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς μΔ καὶ ἀνταναποκρινομένη εἰς τὴν προσπίπτουσαν Πμ, θὰ παρέξῃ ἀκτῖνα διϊσταμένην, ἥτις θὰ τμήσῃ τὸν ἄξονα κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς μΠ′, καὶ κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῆς ἰδίας αὐτῆς· ὁ αὐτὸς τῷ τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων ὑπολογισμὸς ἐφαρμοζόμενος εἰς τὰς γωνίας τῆς προσπτώσεως Πμ Κ καὶ τῆς ἀντανακλάσεως Κμ Δ, τῆς ἀξίας τῆς πρώτης ληφθείσης ἐκ τοῦ τριγώνου Πμ Κ, καὶ τῆς δευτέρας ἐκ τοῦ Κμ Π′, ὁδηγεῖ εἰς τὴν σχέσιν $\frac{2}{\text{ΑΚ}} = \frac{1}{\text{ΑΠ}} - \frac{1}{\text{ΑΠ}'}$· εἶναι φανερὸν ὅτι θὰ ἔχῃ τις τὸ αὐτὸ ἐξαγόμενον, ἐὰν τὸ φωτιστικὸν σημεῖον εὑρίσκετο εἰς τὸ Π′.

Ἡ δὲ σχέσις εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν εἰς τὸ σχῆμα 215· καὶ ἐκ τούτου ἐξάγεται ὅτι ὁ τύπος $\frac{2}{\text{ΑΚ}} = \frac{1}{\text{ΑΠ}} + \frac{1}{\text{ΑΠ}'}$ ἀνήκει εἰς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα, καθὼς καὶ εἰς τὰ κοῖλα, ἀρκεῖ μόνον νὰ τεθῇ τὸ σημεῖον + διὰ τὴν κοιλότητα καὶ τὸ — διὰ τὴν κυρτότητα· Συνήθως παριστῶσι τὰς γραμμὰς ΑΚ, ΑΠ καὶ ΑΠ′ διὰ α, π καὶ π′ ὥστε ὁ γενικὸς τύπος γράφεται $\frac{2}{\alpha} = \frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'}$· ἐπειδὴ ὑπ' αὐτὴν τὴν μορφὴν κρατεῖται καλλίτερα εἰς τὴν μνήμην.

Ἐὰν τὸ σημεῖον κεῖται ἐκτὸς τοῦ ἄξονος (σχῆμα 217) ἡ σύζυγος ἑστία εὑρίσκεται, ἀφ' οὗ ἀχθῇ ἡ γραμμὴ ΠΚ διὰ τοῦ κέντρου, γινομένη ἄξων ὡς πρὸς τὸ σημεῖον Π· καὶ τότε τὰ πάντα ἀνάγονται εἰς τὴν προηγηθεῖσαν περίπτωσιν (σχῆμα 215)· καθ' ὅσον δὲν

ἔχει τις ἄλλο νὰ κάμῃ ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΠΚΔ, εἰμὴ ὅ,τι ἔκαμεν, ὅταν τὸ σημεῖον εὑρίσκετο ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΚΑ.

Οὐδὲν εὐκολώτερον τοῦ εὑρίσκειν τὴν εἰκόνα ἀντικειμένου τινὸς, ἀρκεῖ νὰ ἐπαναληφθῇ δι' ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ ἡ προηγηθεῖσα κατασκευὴ (σχῆμα 218). Ἡ εἰκὼν εἶναι ἀντεστραμμένη, ἐκ δὲ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων Π′Π′Κ καὶ ΠΗΚ, ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν Π′Η′ : ΠΗ : Π′Κ : ΠΚ, ἐξ ἧς προκύπτει τὸ μέγεθος τῆς εἰκόνος Π′Η′. Ἡ ἐπισκόπησις τοῦ σχήματος δεικνύει, ὅτι ἡ εἰκὼν ἀντικειμένου τινὸς κειμένου πέραν τοῦ κέντρου, εἶναι μικροτέρα αὐτοῦ τοῦ ἀντικειμένου, καὶ ὅτι τὸ ἐναντίον συμβαίνει δι' ἓν ἀντικείμενον εὑρισκόμενον μεταξὺ τῆς πρώτης ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου. Ἡ τῆς ἀναστροφῆς περίστασις παρέχει χώραν εἰς πείραμά τι ὡραῖον, τὸ ἑπόμενον. Θέτουσιν εἰς τὸ Π′Η′ εἰκόνα ἀνθοδέσμης τινὸς, ἀνεστραμμένην, καὶ κεκρυμμένην πρὸς τὸ μέρος τοῦ θεατοῦ· ἡ εἰκὼν μεγεθυνομένη καὶ ἀνορθουμένη διὰ τῆς ἀνταναλάσεως, θεωρεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς τὸ ΠΗ, ἔχοντος τὴν προσήκουσαν θέσιν· λέγω τὴν προσήκουσαν θέσιν, ἐπειδὴ τὸ σχῆμα 218, ἀφ' οὗ ἀχθῶσι δύο ἀκτῖνες ἀναχωροῦσαι ἐκ τοῦ σημείου Π′ τοῦ ἀντικειμένου, δεικνύει ὅτι τὸ ὄμμα ὀφείλει νὰ εὑρίσκηται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν φωτιστικῶν ἀκτίνων, ὧν ἡ ἕνωσις γίνεται εἰς τὸ ΠΗ, καὶ δύναται νὰ περιλάβῃ, ὡς ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς κόρης, τὸ ἄθροισμα τῶν σχηματιζουσῶν τὴν ὅλην εἰκόνα δεσμῶν (*).

(*) Ἐφαρμογαὶ ἀριθμητικαί. Κάτοπτρα κοῖλα. Ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἀκτὶς τοῦ κατόπτρου (σχῆμα 218) εἶναι 0μ.,75, καὶ ὅτι τὸ μέγεθος τῆς γραμμῆς ΠΗ εἶναι 0μ.,05, ἡ δὲ ἀπόστασις ἴση μὲ 3 μέτρα, καὶ ζητεῖται ἡ θέσις καὶ τὸ μέγεθος τῆς εἰκόνος Π′Η′.

Ἡ εἰκὼν αὕτη δῆλον ὅτι θὰ ἦναι ἀνεστραμμένη· ἡ θέσις προσδιορίζεται κατὰ τὰ προεκτεθέντα (σχῆμα 215)· ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν ἐξίσωσιν $\frac{2}{\text{ΑΚ}} = \frac{1}{\text{ΑΠ}} + \frac{1}{\text{ΑΠ′}}$ τὴν ΑΚ διὰ τῆς ἀξίας 0μ.,75, τὴν ΑΠ διὰ 3, ὅθεν εὑρίσκομεν Α Π′ = 0μ.,428

Τὸ μέγεθος λαμβάνεται ἐκ τῆς ἀναλογίας Π′Η′ : ΠΗ′ : : Π′Κ : ΠΚ· εἰς αὐτὴν ὅλα εἶναι γνωστὰ ἐκτὸς Π′Η′ : τὸ μέγεθος τῆς εἰκόνος· ΠΠ = 0μ.,05. Π′Κ′ = ΑΚ − ΑΠ′ = 0μ.,75 − 0μ.,428 = 0μ.,322· ΚΠ = ΑΠ − ΑΚ

Πρακτικὸς προσδιορισμὸς τῶν ἑστιῶν. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς ἑστίας γίνεται διὰ πράξεως ἁπλουστάτης, ἐπικυρούσης τὴν θεωρίαν αὐτῆς. Ἐὰν τὸ κάτοπτρον εἶναι κοῖλον ἀντικρύζουσιν αὐτὸ εἰς ἀντικείμενον φωτεινὸν καὶ μεμακρυσμένον, ὡς εἰς τὸν Ἥλιον π. χ. δέχονται τὴν εἰκόνα ἐπὶ μικροῦ τινος ναξοχάρτου (μουκαβά)· τὸ σημεῖον ε, ὅπου ὑπάρχει περισσοτέρα καθαρότης εἶναι ἡ πρώτη ἑστία· ἡ ἀπόστασις Α ε εἶναι ἡ ἐκ τῆς ά. ἑστίας· τὸ διπλάσιον τῆς Α ε εἶναι ἡ ἀκτὶς Α Κ (σχῆμα 219).

Ἐὰν τὸ κάτοπτρον εἶναι κυρτὸν, καλύπτομεν τὴν ἐπιφάνειαν τούτου μὲ φύλλον χάρτινον, καὶ ἀφίνομεν γυμνὰ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μεσημβρινοῦ δύο σημεῖα Μ Ν ἀπέχοντα ἐξίσου ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ σχήματος· παρουσιάζομεν ἔπειτα εἰς τὸν Ἥλιον τὸ κάτοπτρον αὐτὸ οὕτω διατεθειμένον, καὶ λαμβάνομεν ἐπὶ ναστοχάρτου τὰς ἀνταναακλωμένας ἀκτῖνας, μέχρις οὗ ἡ ἀπόστασις Η Κ (σχῆμα 220) γίνῃ διπλασία τῆς Μ Ν· εἶναι φανερὸν τότε ὅτι Δ Α θὰ ἦναι διπλασία τῆς Α ε ἤ τις Δ Α. Ἡ τελευταία αὕτη λοιπὸν εἶναι ἴση μὲ τὴν ἀπόστασιν ἐκ τῆς ά. ἑστίας· ἀνακεφαλαιοῦντες τὰ προηγούμενα λέγομεν.

1ον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ἦναι πολὺ ἀπομεμακρυσμένον, ἡ εἰκὼν αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς ἀπόστασίν τινα τοῦ κατόπτρου ἀκριβῶς ἴσην μὲ τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτῖνος, δηλ. ἐπὶ τῆς πρώτης ἑστίας· οὕτω ἡ εἰκὼν τοῦ ἡλίου σχηματίζεται κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς ἀκτῖνος, τὸ δὲ μέγεθος αὐτοῦ εἶναι ἓν χιλιοστόμετρον, ἐὰν ἡ ἀκτὶς τοῦ κατόπτρου εἶναι ἴση τῷ διπλασίῳ τῶν 112 χιλιοστομέτρων, καὶ ἓν ἑκατοστόμετρον, ἐὰν ἦναι διπλασία τῶν 112 ἑκατοστομέτρων κτλ· τὸ μέγα τηλεσκόπιον τοῦ Ἐρσχέλου ἔχει ἀκτῖνα 80 ποδῶν ἀγγλικῶν,

---

= 3μ. — 0μ,75 = 2μ,25. ἐξ οὗ Π′ Η′ = 0μ,007· οὕτω τὸ μέγεθος τῆς εἰκόνος εἶναι 7 χιλιοστόμετρα, ἐν ᾧ τὸ τοῦ ἀντικειμένου εἶναι 0μ,03 ἢ 30 χιλιοστόμετρα. Οἱ νόμοι τῶν σχετικῶν θέσεων τοῦ ἀντικειμένου, καὶ τῆς εἰκόνος ἐπικυροῦνται εὐκόλως καὶ ἐκ τῆς πείρας, διὰ κηρίου παρουσιαζομένου εἰς τὸ κάτοπτρον ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ, καὶ τοῦ ὁποίου τὴν εἰκόνα δέχονται ἐπὶ ναστοχάρτου. Ἡ εἰκὼν τῆς φλογὸς εἶναι μικροτάτη ὅσον τὸ κηρίον εἶναι ἀπομεμακρυσμένον· ἔπειτα γίνεται δεκάκις, 20άκις μεγαλειτέρα αὐτῆς, ὅταν τεθῇ μεταξὺ τῆς ά. ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου.

ἢ 24 μέτρων καὶ $\frac{1}{2}$· ὅθεν παρέχει ἡλιακὴν εἰκόνα ἔχουσαν διάμετρον πλέον τῶν 11 ἑκατοστομέτρων.

2ον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ἦναι εἰς τὸ κέντρον, ἡ εἰκὼν γίνεται καὶ αὐτὴ εἰς τὸ κέντρον· ἐπειδὴ αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, πίπτουσαι καθέτως ἐπὶ τοῦ κατόπτρου, ἐπιστρέφουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καὶ τότε τὸ μέγεθος τῆς εἰκόνος εἶναι ἴσον τῷ τοῦ ἀντικειμένου αὐτοῦ.

Δι' αὐτοῦ τοῦ μέσου, ὡς προείπομεν, κατορθοῦσι νὰ φαίνωνται εἰς τὸν ἀέρα εἰκόνες ἀνθοδεσμῶν καὶ ἄλλων ἀντικειμένων, χωρὶς ὁ θεατὴς νὰ βλέπῃ τι ὑλικόν.

3ον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον ἔχῃ θέσεις διαμέσους μεταξὺ τοῦ ἀπείρου, ἢ τῶν μεγίστων ἀποστάσεων, καὶ τοῦ κέντρου, ἡ εἰκὼν σχηματίζεται μεταξὺ τῆς ἀ. ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου.

4ον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον κῆται μεταξὺ τῆς πρώτης ἑστίας καὶ τοῦ κέντρου, ἡ εἰκὼν σχηματίζεται πέραν αὐτοῦ, ὥστε, τοῦ ἀντικειμένου λαμβάνοντος τὴν θέσιν τῆς εἰκόνος, ἡ εἰκὼν λαμβάνει τὴν τοῦ ἀντικειμένου.

§ 3. Περὶ θλάσεως τοῦ φωτός, ἢ περὶ διοπτρικῆς.

129. Νόμοι τῆς θλάσεως. Θλάσις εἶναι καὶ λέγεται ἡ παρεκτροπὴ τοῦ φωτὸς ἐκ τῆς εὐθείας γραμμῆς, ὅταν μεταβαίνῃ ἔκ τινος περιέχοντος εἰς ἄλλο, ὡς π. χ. ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, τὴν ὕελον, τὸν ἀδάμαντα κτλ. Ῥάβδος τις φαίνεται τεθλασμένη, ὅταν κατά τι μέρος ἦναι βυθισμένη ἐν τῷ ὕδατι καὶ κατά τι ἐν τῷ ἀέρι· τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος φαίνεται εὐθὺς ὡς τὸ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ἀλλ' ὄχι συνεχόμενον μὲ αὐτό· νομίζει τις ὅτι ἡ ῥάβδος εἶναι τεθλασμένη κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τὴν διαχωρίζουσαν τὰ δύο αὐτὰ περιέχοντα· ἰδοὺ πείραμά τι ἀνάλογον δεικνύον ἔτι καλλίτερον τὸ φαινόμενον· θέτουσιν ἀντικείμενόν τι, ἓν νόμισμα π. χ. εἰς τὸν πυθμένα ἀγγείου τινὸς (σχῆμα 221) καὶ τὸ θεωροῦσιν ἔκ τινος θέσεως, εἰς τρόπον ὥστε ἡ ὀπτικὴ ἀκτὶς νὰ ἐπιψαύῃ τὸ χεῖλος τοῦ ἀγγείου· ἔπειτα χύνουσιν ὕδωρ ἐν αὐτῷ· τὸ νόμισμα τότε φαίνεται ἀπέχον τοῦ χείλους·

βλέπεται πολὺ μακρὰν τῆς κατεχομένης θέσεως, πρὶν τὸ ὕδωρ χυθῇ· τοῦτο ἀποδεικνύει βεβαίως ὅτι τὸ ἐκπεμπόμενον φῶς δὲν ἔρχεται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ο κατ' εὐθεῖάν τινα γραμμὴν, ἀλλὰ τεθλασμένην, ὡς εἶναι ἡ μιο· τὸ φῶς λοιπὸν παρεκτρέπεται ἢ ἐκκλίνει τῆς εὐθείας, μεταβαῖνον ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, καὶ ἀντιστρόφως· ἐπειδὴ ἔχει τὴν σταθερὰν ἰδιότητα τοῦ ἀκολουθεῖν πάντοτε τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν, εἴτε ἐξ ἀντικειμένου τινὸς ἔρχεται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν, εἴτε ἐξ αὐτοῦ μεταβαίνει εἰς τὸ ἀντικείμενον. Ἡ παρεκτροπὴ αὕτη, ἢ ἡ ἄμεσος μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως, τὴν ὁποίαν τὸ φῶς λαμβάνει μεταβαῖνον ἐκ τινος περιέχοντος εἰς ἄλλο καλεῖται θλάσις· ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως εἶναι, ὡς καὶ εἰς τὴν ἀντανάκλασιν, ἡ σχηματιζομένη ἐκ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος λι (σχῆμα 222) καὶ τῆς καθέτου ιν ἐπὶ τοῦ σημείου τῆς προσπτώσεως· ἡ γωνία τῆς θλάσεως εἶναι ἡ ριν σχηματιζομένη ἐκ τῆς τεθλασμένης ἀκτῖνος ια καὶ τῆς καθέτου ιν· τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως εἶναι τὸ περιέχον τὴν γωνίαν αὐτῆς· τὸ ἐπίπεδον τῆς θλάσεως εἶναι ἐπίσης τὸ περιέχον τὴν γωνίαν τῆς θλάσεως.

Παρατηροῦντες μέ τινα κύκλον διηρημένον τὴν ὁδὸν τῶν προσπιπτουσῶν καὶ τεθλασμένων ἀκτίνων, πληροφορούμεθα περὶ τῶν δύο ἀκολούθων νόμων, οἵτινες εἶναι οἱ γενικοὶ νόμοι τῆς θλάσεως.

1ον Τὸ ἐπίπεδον τῆς θλάσεως συμπίπτει μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως.

2ον Τὸ ἡμίτονον τῆς προσπώτσεως, καὶ τὸ ἡμίτονον τῆς θλάσεως διατηροῦσι πρὸς ἄλληλα σχέσιν τινὰ σταθερὰν δι' ἑκάστην οὐσίαν, καὶ ἀνεξάρτητον τῆς πλαγιότητος τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος.

Ἡ σταθερὰ αὕτη σχέσις ἀποτελεῖ τὸν καλούμενον δείκτην τῆς θλάσεως (**indice de refraction**) τῆς οὐσίας πρὸς ἣν ἀναφέρεται.

Τὸ σχῆμα 223 θὰ μᾶς βοηθήσῃ εἰς τὴν κατανόησιν τοῦ δευτέρου αὐτοῦ νόμου.

Ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς, ὅταν πίπτῃ καθέτως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς Πκ, μεταβαίνει εἰς τὸ ἄλλο περιέχον ἄνευ ἐκκλίσεως ἀκολουθοῦν ὁλοὲν τὴν κάθετον κΠ'.

Καθ' ὅσον ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως αὐξάνει, ἡ τῆς θλάσεως συναυξάνει, πλὴν μένει πάντοτε μικροτέρα· ὅπερ ἐκφράζουσι λέγοντες ὅτι τὸ φῶς πλησιάζει τῆς καθέτου μεταβαῖνον ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ γενικῶς ἔκ τινος περιέχοντος ἧττον θλαστικοῦ εἰς ἄλλο θλαστικώτερον. Ἡ σχέσις τῶν γωνιῶν τῆς προσπτώσεως καὶ θλάσεως μεταβάλλεται πάντοτε μὲ τὴν πλαγιότητα· πλὴν, ἐὰν ἀντὶ τῶν γωνιῶν ληφθῶσι τὰ ἡμίτονα αὐτῶν, ἤτοι αἱ κάθετοι λδ καὶ ρZ, εὑρίσκουσι τὴν σχέσιν τῶν ἡμιτόνων αὐτῶν μένουσαν σταθερὰν, ὁποία καὶ ἂν ἦναι ἡ πλαγιότης τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος· ὁ Καρτέσιος πρῶτος ἀπέδειξε τὴν σταθερότητα αὐτὴν τῆς σχέσεως τῶν ἡμιτόνων, καὶ ὁ θεμελιώδης αὐτὸς νόμος δικαίως φέρει τὸ ὄνομα αὐτοῦ, καλούμενος νόμος τοῦ Καρτεσίου.

Τοῦ φωτὸς μεταβαίνοντος ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, ἡ σχέσις αὕτη ἢ ὁ δείκτης τῆς θλάσεως τοῦ ὕδατος εἶναι $\frac{4}{3}$. Οὕτω δι' ὅλας τὰς προσπτώσεις τὸ ἡμίτονον λΗ περιέχει ἅπαξ καὶ $\frac{1}{3}$ τὸ ἡμίτονον ρZ.

Ὁ δείκτης τῆς θλάσεως τῆς ὑέλου εἶναι περίπου $\frac{3}{2}$, ὥστε ἡ ὕελος εἶναι θλαστικωτέρα τοῦ ὕδατος.

Ὁ ἀδάμας εἶναι μία τῶν θλαστικωτέρων οὐσιῶν, ὁ δείκτης αὐτοῦ εἶναι $\frac{3}{2}$.

Τῆς σχέσεως αὐτῆς γνωστῆς οὔσης, δύναταί τις πάντοτε νὰ εὑρίσκῃ τὴν γωνίαν τῆς θλάσεως, ὅταν γινώσκῃ τὴν τῆς προσπτώσεως, καὶ ἀντιστρόφως. Ἐπειδὴ ὁ νόμος τοῦ Καρτεσίου παρέχει τότε ἓν τῶν ἡμιτόνων γνωστοῦ ὄντος τοῦ ἑτέρου, καὶ ὅταν αὐτὸ ἦναι γνωστὸν μανθάνει τις εὐκόλως ἐκ τῶν πινάκων τῶν ἡμιτόνων τὸ μέγεθος τῆς γωνίας αὐτῆς.

Ἐκ τῶν προηγουμένων ἐξάγεται, ὅτι τὸ φῶς δύναται πάντοτε νὰ διέλθῃ ἔκ τινος περιέχοντος ἧττον θλαστικοῦ εἰς ἄλλο θλαστικώτερον, π. χ. ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ καὶ ὑπὸ τὴν μεγαλειτέραν μάλιστα πρόσπτωσιν, τὴν ὁποίαν καλοῦσι πρόσπτωσιν ἐπιψαύουσαν· ὡς τῆς ἀκτῖνος ἐπιψαυούσης μόλις τὴν ἐπιφάνειαν. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἡ γωνία τῆς θλάσεως καλεῖται γωνία ὁρικὴ· πλὴν τὸ ἀντίστροφον δὲν λαμβάνει χώραν πάντοτε, ἀκτὶς φωτιστικὴ δὲν

δύναται πάντοτε νὰ μεταβῇ ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα· ἐπειδή, ἐὰν φθάνουσα εἰς τὴν ἐπιφάνειαν σχηματίζῃ μετὰ τῆς καθέτου γωνίαν μείζονα τῆς ὁρικῆς, δὲν ἀνταποκρίνεται εἰς οὐδεμίαν ἀκτῖνα δυναμένην νὰ διέλθῃ ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, ἐπομένως δὲν δύναται νὰ ἐξέλθῃ· καὶ τότε προκύπτει φαινόμενον περίεργον, ὅτι τὸ φῶς ὑφίσταται τὴν ὁλικὴν ἀντανάκλασιν ἐν τῷ ὕδατι, καὶ γενικῶς ἐντὸς τοῦ θλαστικοῦ σώματος, καὶ δὲν ἐξέρχεται τίποτε.

Τῆς ὁρικῆς γωνίας τῆς ὑέλου οὔσης 40^0, ἐάν τις κατασκευάσῃ κύλινδρον ὑέλινον πλαγίως τεμνόμενον δι' ἐπιπέδου τινὸς 45^0 (σχῆμα 224) καὶ καλύψῃ αὐτὸν μὲ χάρτην μέλαινα κατὰ τὴν πλαγίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν, καὶ εἰς μὲν τὸν Ἥλιον παρουσιάσῃ τὴν εὐθεῖαν αὐτοῦ βάσιν, τὸν δὲ ἑαυτοῦ ὀφθαλμὸν θέσῃ ὄπισθεν τῆς πλαγίας, δὲν θὰ δυνηθῇ νὰ δεχθῇ οὐδεμίαν φωτιστικὴν ἀκτῖνα τοῦ Ἡλίου. Ἐπειδὴ ὅλαι πίπτουσαι ἐπὶ τῆς πλαγίας βάσεως μὲ πρόσπτωσιν 45^0 περίπου πάσχουσι ὁλικὴν ἀντανάκλασιν καὶ δὲν δύνανται νὰ ἐξέλθωσι.

Κατοπτρισμός. Ἐν τοῖς προηγουμένοις τὰ περιέχοντα ἐθεωροῦντο μὲ πυκνότητα ὁμοιόμορφον, καὶ τότε ἡ πορεία τοῦ φωτὸς γίνεται κατ' εὐθεῖαν γραμμήν, τὸ πρᾶγμα ὅμως δὲν ἔχει οὕτως, ὅταν ἐκείνη ἦναι ἑτερόμορφος· περιέχον τι πυκνότητος μεταβαλλομένης δυναται νὰ θεωρηθῇ ὡς σχηματιζόμενον ἐκ τῆς ὑπερθέσεως στρωμάτων ἀναριθμήτων διαφόρου πυκνότητος καὶ σμικροτάτου ὕψους, ὥστε ἡ διεύθυνσις τῆς ἀκτῖνος νὰ τροποποιῆται κατὰ πᾶσαν στιγμήν. Ἐὰν ἡ πυκνότης τῶν στρωμάτων προχωρῇ μειουμένη ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἡ φωτιστικὴ ἀκτὶς θὰ διατρέξῃ τὸ περιέχον αὐτὸ κατά τινα καμπύλην, ἧς ἀμφότεροι οἱ βραχίονες θὰ ὦσι συμμετρικοὶ (σχῆμα 224 δίς)· τότε παρατηρητὴς εὑρισκόμενος κατὰ τὸ Δ, καὶ θεωρῶν ἀντικείμενόν τι Β, θὰ ἴδῃ δύο εἰκόνας, τὴν μίαν κατ' εὐθεῖαν τῆς Β, καὶ τὴν ἄλλην κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης ΔΒ΄.

Τὸ ἑτερογενὲς αὐτό, οὕτως εἰπεῖν, τῆς πυκνότητος τοῦ περιέχοντος παρέχει χώραν εἰς τὸ πρὸ πολλοῦ παρατηρηθὲν φαινόμενον τοῦ κατοπτρισμοῦ.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ συχνὰ λαμβάνει χώραν εἰς τὰς ἀμμώδεις πεδιάδας τῆς κάτω Αἰγύπτου. Κατὰ τὸ μέσον τῆς ἡμέρας αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες θερμαίνουσιν ὑπερβαλόντως τὴν ἀμμώδη ἐκείνην ἐπιφάνειαν τῆς γῆς, ἧς ἡ θερμογονικὴ χωρητικότης, ἕνεκα τῆς ὕλης αὐτῆς, εἶναι πολὺ μικρὰ, οὕτω ἡ θερμοκρασία τοῦ εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετὰ τῆς γῆς ἀερίου στρώματος αὐξάνουσα διαστέλλει αὐτὸ καὶ γίνεται ἧττον πυκνότερον τῶν ὑπεράνω. Ἡ ἀτμοσφαῖρα τότε παρουσιάζει πυκνότητας αὐξούσας διαδοχικῶς ἐκ τοῦ ἐδάφους μέχρι τινὸς ὕψους, αἱ δὲ ἀκτῖνες αἱ προερχόμεναι ἐκ τῶν ἀντικειμένων ὑπὸ γωνίαν μικροτάτην, (ὥστε ἡ σχηματιζομένη ἐξ αὐτῶν καὶ τῆς καθέτου νὰ πλησιάζῃ τὴν ὀρθὴν, ἢ τὰς 90^0), παράγουσι καμπύλην τινὰ (σχῆμα 241)· ὁ παρατηρητὴς Ο θεωρεῖ δύο εἰκόνας μίαν ὀρθὴν ΑΒ καὶ εἰς τὴν θέσιν τοῦ ἀντικειμένου, καὶ ἄλλην ἀντεστραμμένην Α΄Β΄ καὶ ὑποκάτω τῆς πρώτης ΑΒ. Τὸ πρωῒ καὶ τὸ ἑσπέρας ἡ θέα τῶν χωρῶν αὐτῶν, ὡς ἐχουσῶν τὴν συνήθη θερμοκρασίαν οὐδὲν τοιοῦτον ἀλλόκοτον παρουσιάζει, τὰ ἀντικείμενα φαίνονται εἰς ὃν φυσικῶς κατέχουσι τόπον· ἀλλὰ κατὰ μεσημβρίαν, μακρόθεν ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς πρὸς τὸν ὁρίζοντα ὁμοιάζει μὲ λίμνην εὐρεῖαν καὶ ἀτάραχον· τὰ διάφορα ἀντικείμενα, τὰ χωρία ὁλόκληρα φαίνονται κατακλυζόμενα ὑπὸ τῶν ὑδάτων (σχῆμα 241 δὶς), καθ' ὅσον ὅμως πλησιάζει τις τὰ ὅρια τῆς φαινομένης αὐτῆς πλημμύρας, ἀπομακρύνονται ὅλα καὶ ἐπὶ τέλους ἀφανίζονται ἐξ ὁλοκλήρου.

Ἡ πλάνη αὕτη πολλάκις καθίσταται σκληρὰ καὶ δυσάρεστος ἐν μέσῳ ἐρήμων ἀνύδρων, ὡς παρουσιάζουσα τὴν εἰκόνα ἀφθόνου ὕδατος εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἔχει τις τὴν μεγίστην ἀνάγκην αὐτοῦ. Ὅταν τὸ θερμότερον στρῶμα τοῦ ἀέρος κεῖται ὑπεράνω τοῦ πυκνοτέρου, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὰ πελάγη τῶν θαλασσῶν, τὰ πρὸς τὸν ὁρίζοντα πλέοντα πλοῖα παρουσιάζουσιν εἰς τὸν ἀέρα εἰκόνας ἀντεστραμμένας κειμένας ὑπεράνω αὐτῶν. Τέλος ὅταν μάζαι ἀέρος διαφόρου πυκνότητος κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας χωριζόμεναι διὰ καθέτων ἐπιπέδων, τὰ ἀντικείμενα φαίνονται μὲν διπλᾶ, ἀλλ' αἱ εἰκόνες αὐτῶν εἰσιν ὀρθαί· τὸ τελευταῖον αὐτὸ εἶδος τοῦ κατοπτρισμοῦ λαμβάνει χώραν ἐνίοτε ἐπὶ τῶν παραλίων τῆς

θαλάσσης, ὅταν ὁ ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἀὴρ καὶ ἐπὶ τῆς ξηρᾶς συμβαίνῃ νὰ ἔχωσι θερμοκρασίας ἀνίσους, καὶ ἑπομένως πυκνότητας διαφόρους, ἐνόσῳ ἡ νηνεμία βραδύνει τὴν μίξιν αὐτῶν.

Ὁ κατοπτρισμὸς λοιπὸν ὑποθέτει πέντε τινὰ 1ον. τὸ ἑτερόμορφον τῆς πυκνότητος τοῦ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἀέρος· 2ον τὴν πρόσπτωσιν τῶν ἀκτίνων ὑπὸ γωνίαν μικράν· 3ον. τὴν θλάσιν αὐτῶν κατά τινα καμπύλην· 4ον. τὴν ἀντανάκλασιν αὐτῶν ἐπίσης κατὰ καμπύλην, καὶ 5ον. νηνεμίαν ἢ ἀτμοσφαιρικὴν ἀταραξίαν.

Διπλοῦν φαινόμενον ἐκκλίσεως καὶ ἀποσυνθέσεως παραγόμενον διὰ τῶν πρισμάτων. Εἰς τὴν ὀπτικὴν ὑπὸ τὸ ὄνομα πρίσμα ἐννοοῦσι σῶμα διαφανὲς ἔχον δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους μὴ παραλλήλους· ὥστε ἐὰν αἱ ἐπιφάνειαι αὐταὶ προεκτανθῶσι μέχρις οὗ τμηθῶσιν, ἡ γραμμὴ τῆς διατομῆς θ' ἀποτελέσῃ τὴν γωνίαν ἢ τὴν κορυφὴν τοῦ πρίσματος, τὸ δὲ ἀντίθετον τῆς κορυφῆς θὰ ἦναι ἡ βάσις αὐτοῦ. Ἡ σχηματιζομένη γωνία παρὰ τῶν δύο ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν εἶναι ἡ θλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος· ἡ τομὴ τοῦ πρίσματος εἶναι ἐπίπεδόν τι κάθετον ἐπὶ τῆς κοινῆς διατομῆς. Ὑποθέτουσι πάντοτε ὅτι τὸ φῶς διαδίδεται μόνον κατά τινα τομὴν, καὶ ποτὲ κατὰ πλάγιόν τι ἐπίπεδον· ἕνεκα τούτου παριστῶσι γενικῶς τὰ πρίσματα διὰ τῶν τομῶν αὐτῶν δηλ. τῶν γενικῶν, ὑποθέτοντες τὸ πρίσμα ἐντελές. Ἔστω ΑΒΓ (σχῆμα 225) ἡ κάθετος τομὴ πρίσματός τινος· Α ἡ θλαστικὴ γωνία, ἤτοι ἡ γωνία διὰ τῶν ἐπιφανειῶν τῆς ὁποίας ἡ διάβασις τοῦ φωτὸς λαμβάνει χώραν.

Ἔστω ἡ ἀκτὶς ςι τοῦ ἡλίου εἰσερχομένη εἰς τὸ πρίσμα· ἡ ἀκτὶς αὐτὴ θλᾶται καὶ πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον νν', ἐπειδὴ διέρχεται κατὰ τὸ ι ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὕελον, καὶ κατὰ τὸ ί ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου, λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ίο, εἰς τρόπον ὥστε ὁ εὑρίσκόμενος ὀφθαλμὸς, εἰς τὸ Ο θὰ νομίσῃ τὸ ἀντικείμενον κατὰ τὸ ς', ἀλλ' εὐκόλως βλέπει τις ὅτι ἡ μετάθεσις τοῦ ἀντικειμένου θὰ ἦναι τόσον μεγαλειτέρα, ὅσον καὶ ἡ θλάσις, ὡς θέλομεν ἤδη παρακατιὸν εἰς τὴν ἀποσύνθεσιν τοῦ φωτὸς ἢ τὸ ἡλιακὸν εἴδωλον.

Πρὸς ἐκτέλεσιν τῶν τοιούτων πειραμάτων μεταχειρίζονται φωταγωγόν τινα, ἤτοι ὄργανον φέρον ἀντανακλαστικὸν κάτοπτρον

προσηρμοσμένον εἰς τὴν ὀπὴν σκοτεινοῦ θαλάμου. Τὸ φῶς τοῦ ἡλίου ἐν ᾧ πίπτει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου αὐτοῦ Μ κλίνουσιν αὐτὸ ὑπὸ τὴν προσήκουσαν γωνίαν, ὥστε ἡ ἀνταναακλωμένη φωτιστικὴ δέσμη εἰσέρχεται ἐν τῷ θαλάμῳ ὁτὲ μὲν ὁριζοντίως, ὁτὲ δὲ πλαγίως, κατὰ τὰ ἀπαιτούμενα ὑπὸ τῶν πειραμάτων. Ἡ κατάλληλος αὐτὴ θέσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἁπλῆς κινήσεως ἕλικός τινος ἔνδοθεν μάλιςα τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. Τὸ σχῆμα 226 παριστᾷ τὸ ἀνταναακλαστικὸν κάτοπρον Μ, τὴν ὀπὴν Ο τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, καὶ τὸ πρίσμα Π δεχόμενον τὸ ἡλιακὸν φῶς. Πρὶν τὸ πρίσμα τεθῇ, ἡ φωτιστικὴ δέσμη σχηματίζει ἐπὶ τοῦ πίνακος Π′ εἰκόνα στρογγύλην τοῦ ἡλίου, θεωρουμένην κατὰ μέτωπον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ πίνακος ἐστραμμένου· πλὴν μετὰ τὴν ἐπιπρόσθησιν τοῦ πρίσματος, ἐπὶ τῆς πορείας τοῦ φωτὸς, τῆς κορυφῆς αὐτοῦ οὔσης πρὸς τὰ ἄνω, παρατηροῦνται δύο φαινόμενα ἀξιοσημείωτα· 1ον τὸ φῶς ἐκκλίνει πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος· 2ον ἀποσυντίθεται, καὶ ἀντὶ μιᾶς εἰκόνος στρογγύλης σχηματίζει τὸ λεγόμενον ἡλιακὸν εἴδωλον, δηλ. εἰκόνα ἐπιμήκη κατὰ τὸ ἐπίπεδον τῆς θλάσεως, παρουσιάζουσαν τὰ ζωηρότερα χρώματα κατὰ τὴν ἑπομένην τάξιν, ἐρυθρὸν, χρυσοειδὲς, ὠχρὸν ἢ ξανθὸν, χλωρὸν, κυανοῦν, πορφυροῦν, ἰσοειδές· καὶ τὸ μὲν ἐρυθρὸν ρ ἄνω κατὰ τὴν κορυφὴν τοῦ πρίσματος, τὸ δε ἰοειδὲς κ κάτω πρὸς τὴν βάσιν, ἑπομένως τὸ ἐρυθρὸν ὑφίσταται τὴν μικροτέραν ἔκκλισιν, τὸ δε ἰοειδὲς τὴν μεγαλειτέραν, καὶ τὰ μεταξὺ χρώματα ἐκκλίσεις διαμέσους κατὰ τὴν τάξιν μάλιστα τῶν χρωμάτων.

Πρὸς ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τούτων ὀφείλομεν πρῶτον ν' ἀκολουθήσωμεν τὴν πορείαν ἀκτῖνός τινος φωτιστικῆς διὰ πρίσματος (σχῆμα 227)· ἀντὶ δὲ εὐρείας ὀπῆς, λαμβάνουσι στενοτάτην ὅπου προσαρμόζουσιν ὕελον ἐρυθρὰν, καὶ τότε δὲν ὑπάρχει πλέον εἴδωλον, ἡ εἰκὼν ἐκκλίνει, ἀλλὰ δὲν εἶναι ἐπιμήκης· λι ἐν ᾧ εἶναι π. χ. ἡ διεύθυνσις τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος, αὐτὴ εἰσέρχεται ἐν τῷ πρίσματι κατὰ τὴν εὐθεῖαν ιί πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον.

Φθάσασα εἰς τὴν δευτέραν ἐπιφάνειαν, ὅθεν ἐξέρχεται τῆς ὑέλου εἰς τὸν ἀέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐξελεύσεως ιε, ἀφίσταται τῆς

καθέτου ΗΙ, ὡς μεταβαίνουσα ἀπὸ περιέχον μᾶλλον θλαστικὸν εἰς ἧττον· οὕτω ἡ ἐξερχομένη ἀκτὶς ἐκτρεπομένη φέρεται πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Εἶναι εὔκολον νὰ ἴδῃ τις ὅτι ἡ ἔκκλισις ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν δείκτην τῆς θλάσεως, καὶ αὐξάνει μετ' ἐκείνης· ἐπειδὴ ἐὰν ὁ δείκτης αὐτὸς ἦτο μεγαλείτερος, ἡ διεύθυνσις ιί θὰ ἦτο πλησιεστέρα τῆς καθέτου· ἡ πρόσπτωσις εἰς τὴν δευτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ πρίσματος θὰ ηὔξανε, καὶ ἡ γωνία τῆς ἐξόδου θὰ ηὔξανεν ἔτι μᾶλλον· ἑπομένως ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς θὰ ἐφέρετο περισσότερον πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος, καὶ θὰ ἐξέκλινε πλειότερον τῆς πρώτης διευθύνσεως λι.

Ἐπειδὴ λοιπὸν καὶ τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου διαφόρως ἐκκλίνουσιν, ἕπεται ἀναγκαίως ὅτι θλῶνται καὶ διαφόρως. Τὸ πρίσμα δὲν ἔχει τὴν ἰδιότητα τοῦ χρωματίζειν τὸ λευκὸν φῶς τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ μόνον τοῦ διαχωρίζειν τὰ προϋπάρχοντα ἤδη ἐν αὐτῷ χρώματα, καὶ συνιστῶντα αὐτὸ διὰ τῆς ἑνώσεώς των· διαχωρίζει δε αὐτὰ ἕνεκα τῆς διαφόρου θλάσεως ὡς ἐκ τῆς φύσεώς των, ἅτινα διὰ τοῦτο ὀφείλουσι νὰ λάβωσι διαφόρους διευθύνσεις κατὰ τὴν διάβασίν των δι' αὐτοῦ τοῦ πρίσματος, καὶ ἔτι μᾶλλον κατὰ τὴν ἐξέλευσίν των ἐκ τῆς δευτέρας ἐπιφανείας.

Τὸ λευκὸν λοιπὸν τοῦ ἡλίου φῶς εἶναι σύνθετον, καὶ διακρίνονται ἐν αὐτῷ καθαρῶς ἑπτὰ διάφορα χρώματα τὸ ἐρυθρὸν, χρυσοειδὲς κτλ. χρώματα ἔχοντα ἀπ' ἀρχῆς διαφόρους βαθμοὺς θλαστικότητος, ἑπομένως δείκτας θλαστικῶν γωνιῶν διαφόρους καὶ αὐξούσας ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ μέχρι τοῦ ἰοειδοῦς.

130. Ἔκκλισις εἰς ἐλάχιστον· δείκτης θλάσεως. Εἴτε διὰ δέσμης παχείας λευκοῦ φωτὸς γίνονται τὰ πειράματα ταῦτα, δι' ἧς παρέχεται εἴδωλον ἡλιακὸν, εἴτε διὰ λεπτῆς καὶ ὑέλου ἐρυθρᾶς πρὸς σχηματισμὸν εἰκόνος ἐρυθρᾶς, εἶναι εὔκολον νὰ μάθῃ τις ὅτι ὑπάρχει πάντοτε θέσις τις τοῦ πρίσματος, καθ' ἣν αὐτὸ παράγει ἔκκλισιν εἰς ἐλάχιστον. Ἐπειδὴ ἐὰν κλίνωμεν αὐτὸ ὀλίγον τι περισσότερον, ἢ ὀλιγώτερον ἐπὶ τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος, αἱ ἐκκλίσεις γίνονται μεγαλείτεραι. Δύναται δέ τις νὰ μάθῃ ἐκ τῆς πείρας, ὅτι ἡ ἀξιοσημείωτος αὕτη θέσις ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν πε-

ρίστασιν, καθ' ἣν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ἐπὶ τῆς πρώτης ἐπιφανείας τοῦ πρίσματος εἶναι ἴση μὲ τὴν γωνίαν τῆς ἐξελεύσεως ἐπὶ τῆς δευτέρας· ἐκ τούτου γίνεται δῆλον ὅτι ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τοῦ πρίσματος ἡ φωτιστικὴ δέσμη εἶναι ἐπίσης κεκλιμένη ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, καὶ ἀποτελεῖ τρίγωνον ἰσοσκελὲς ιςι' (σχῆμα 227). Ἡ γωνία τῆς θλάσεως τότε εἶναι ἴση μὲ τὸ ἥμισυ τῆς θλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος· ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως ἴση μὲ τὸ ἥμισυ αὐτῆς τῆς θλαστικῆς γωνίας πλέον τὸ ἥμισυ τῆς ἐκκλίσεως· ὥστε ἀρκεῖ νὰ μετρήσῃ τις τὴν θλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος ἅπαξ διὰ παντὸς, νὰ παρατηρήσῃ ἔπειτα τὴν εἰς ἐλάχιστον ἔκκλισιν, τὴν ὁποίαν παρέχει, ἵνα ποριοθῇ καὶ τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως, καὶ τὴν τῆς θλάσεως. Αἱ δύο αὗται γωνίαι ἀφ' οὗ ἅπαξ γνωσθῶσιν, οἱ πίνακες παρέχουσι τὰ ἡμίτονα, ὧν ἡ σχέσις παρέχει τέλος τὸν δείκτην τῆς θλάσεως τῆς οὐσίας, ἐξ ἧς τὸ πρίσμα.

Τοιαύτη εἶναι ἡ μέθοδος, δι' ἧς προσδιορίζεται ὁ δείκτης τῆς θλάσεως τῶν στερεῶν σωμάτων.

Ἡ αὐτὴ μέθοδος ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ ὑγρά. Πρὸς τοῦτο διατρυπῶσι τὰς δύο ἐπιφανείας πρισματικῆς φιάλης ἐχούσης γωνίαν γνωστὴν, προσαρμόζουσιν ἐπ' αὐτῶν πλάκας ὑελίνους λεπτοτάτας καὶ παραλλήλους, κρατουμένας διὰ σιδηρωμάτων, μετὰ ταῦτα διὰ μέσου ὀπῶν ἀνεῳγμένων εἰς τὴν βάσιν, πληροῦσι μὲ ὑγρὸν τὰς πρισματικὰς αὐτὰς φιάλας (σχῆμα 228). Παρατηροῦντες τότε τὰς εἰς ἐλάχιστον ἐκκλίσεις παραγομένας ἐκ τῶν ὑγρῶν πρισμάτων, ἔχομεν τὰ ἀναγκαῖα διδόμενα πρὸς ἐξαγωγὴν τῶν δεικτῶν τῆς θλάσεως (*). Ἐνταῦθα ἀναφέρομεν τοὺς δείκτας τῶν χρησιμωτέρων οὐσιῶν, καὶ τὰς ἀντιστοιχούσας ὁρικὰς γωνίας.

(*) Πρὸς καταμέτρησιν τῆς θλαστικότητος τῶν ἀερίων μεταχειρίζονται ἐπίσης κοῖλα πρίσματα, ἅτινα ὅμως ἔχουσι μεγίστην γωνίαν, ἕνεκα τῆς μικρᾶς θλάσεως τῶν ἐλαστικῶν ῥευστῶν. Διὰ τοιούτων μέσων ὁ Βιῶτος καὶ Ἀραγὼ ἐσπούδασαν τὴν θλαστικότητα τῶν ἀερίων, καὶ ἐγνώρισαν ὅτι ἡ θλάσις τοῦ αὐτοῦ ἀερίου ὑπὸ διαφόρους πιέσεις ποικίλλει ἀναλόγως τῆς πυκνότητος.

Ὅταν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες διέρχωνται διαστήματα διαφόρου πυκνότητος, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται εἰς πᾶσαν στιγμὴν καὶ σχηματίζει καμπύ-

Ὀνόματα οὐσιῶν.	Δεῖκται θλάσεως.	Γωνίαι ὁρικαί.
		ο
Χρωματικὸς Μόλυβδος	2,926	19,59′
Ἀδάμας	2,470	23,53
Θεῖον.	2,040	29,51
Ζιρκώνιον (λίθος πολύτιμος)	2,015	29,45
Σύριος λίθος (Grenat).	1,815	33,27
Ἄνθραξ (ρουβίνι)	1,779	34,12
Σάπφειρος	1,768	34,26
Τοπάζιον	1,710	38,24
Κρύσταλλος Ἀγγλίας (flint)	1,600	38,41
Ὕελος κοινὸς (crown)	1,533	40,43
Κρύσταλλος (de roche) φυσικὸς	1,548	10,15
Ὕδωρ	1,333	48,28′

131. Ἰδιότητες τῶν φακῶν. Οἱ φακοὶ εἶναι σώματα διαφανῆ περιοριζόμενα ἀπὸ ἐπιφανείας σφαιρικὰς, ἐν ᾧ τὰ πρίσματα περιορίζονται ἀπὸ ἐπιφανείας ἐπιπέδους. Διακρίνουσι δύο εἰδῶν φακοὺς, τοὺς συλλεκτικοὺς, ἢ συγκεντρικοὺς (convergents), καὶ τοὺς διϊστῶντας ἢ διασκεδαστικοὺς (divergents).

Οἱ συλλεκτικοί εἰσι τρεῖς, ὁ ἀμφίκυρτος σχῆμα 229, ὁ ἑτερόκυρτος, σχῆμα 230 καὶ ὁ συλλεκτικὸς μηνίσκος σχῆμα 231.

Ὁ ἀμφίκυρτος περιορίζεται ἐκ δύο ἐπιφανειῶν σφαιρικῶν κυρτῶν τῆς αὐτῆς ἀκτῖνος ἢ διαφόρου, ὧν τὰ κέντρα εἰσὶ κ κ′· ὁ ἄξων αὐτοῦ εἶναι ἡ γραμμὴ, ἡ ἑνόνουσα τὰ κέντρα αὐτά. Ὁ ἑτερόκυρτος περιοριζόμενος ἐπίσης ἐκ δύο ἐπιφανειῶν, ἐξ ὧν ἡ ἑτέρα κυρτὴ, καὶ

λην· τὸ φῶς τῶν ἀστέρων διαπερῶν τὴν ἀτμοσφαῖραν ἡμῶν, περιγράφει καμπύλην ἔχουσαν τὴν κοιλότητα ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ ὁρίζοντος· ἕνεκα τούτου οἱ ἀστέρες φαίνονται πρὸς ἡμᾶς πλέον ὑψωμένοι ἀφ᾽ ὅ,τι πραγματικῶς εἶναι, καὶ βλέπομεν αὐτοὺς ἀκόμη ἐπὶ τοῦ ὁρίζοντος καθ᾽ ἣν στιγμὴν δύουσιν. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς σχεδὸν στηρίζεται καὶ τὸ φαινόμενον μέγεθος τῶν δίσκων τοῦ Ἡλίου, καὶ τῆς Σελήνης κατὰ τὴν ἀνατολὴν ἢ τὴν δύσιν· ἴδε τὰ περὶ διοπτρικῆς.

ἡ ἄλλη ἐπίπεδος, ἔχει δι' ἄξονα τὴν κάθετον κΠ ἀγομένην ἐκ τοῦ κέντρου τῆς σφαίρας ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου. Ὁ συλλεκτικὸς μηνίσκος περιορίζεται ἀπὸ δύο ἐπιφανείας σφαιρικὰς μίαν κυρτὴν καὶ ἄλλην κοίλην, ἐξ ὧν ἡ τελευταία ἔχει ἀκτῖνα μικροτέραν τῆς πρώτης· ὁ ἄξων αὐτοῦ εἶναι ἡ εὐθεῖα τῶν κέντρων.

Ὁ χαρακτὴρ τῶν συλλεκτικῶν φακῶν εἶναι τὸ νὰ ἔχωσι τὰ χείλη ὀξέα, ἢ τοὐλάχιστον νὰ ἦναι ἧττον παχεῖς κατὰ τὴν περιφέρειαν, παρὰ κατὰ τὸ μέσον.

Οἱ διασκεδαστικοί εἰσιν ἐπίσης τρεῖς ὁ ἀμφίκοιλος σχῆμα 232, ὁ ἑτερόκοιλος σχῆμα 233, καὶ ὁ διϊστῶν μηνίσκος σχῆμα 234.

Ὁ ἀμφίκοιλος σχηματίζεται ἐκ δύο ἐπιφανειῶν σφαιρικῶν κοίλων· ὁ ἑτερόκοιλος ἐκ μιᾶς ἐπιπέδου, καὶ ἄλλης σφαιρικῆς κοίλης· ὁ δὲ διϊστῶν μηνίσκος ἐκ μιᾶς σφαιρικῆς κοίλης, καὶ μιᾶς κυρτῆς, τῆς τελευταίας ἐχούσης τὴν μεγαλειτέραν ἀκτῖνα.

Ὁ χαρακτὴρ τῶν διασκεδαστικῶν φακῶν εἶναι τὸ νὰ ἔχωσι τὰ χείλη πλατέα, δηλ. νὰ ἦναι παχύτεροι κατὰ τὴν περιφέρειαν· ὁ δὲ ἄξων αὐτῶν προσδιορίζεται διὰ τῶν αὐτῶν μέσων, ὡς καὶ ὁ τῶν συλλεκτικῶν φακῶν.

Ἀκολουθοῦντες διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ τὴν διάβασιν τῶν φωτιστικῶν ἀκτίνων διὰ μέσου τῶν συλλεκτικῶν, ὑπὸ τὸν ὅρον τοῦ νὰ πίπτωσιν ἐπ' αὐτῶν μὲ μικρὰς πλαγιότητας, ἀποδεικνύουσιν ὅτι αὐτοὶ οἱ φακοὶ ἔχουσι πολλὰς ἰδιότητας ἀξιοσημειώτους, ἃς μέλλομεν συμπεριλαβεῖν ἐν ταῖς ἑπομέναις προτάσεσι· θέλομεν δείξει ἔπειτα πῶς αἱ ἰδιότητες αὗται ἐπικυροῦνται ἐκ τῆς πείρας.

Πρώτη πρότασις. Ὅταν σημεῖόν τι φωτιστικὸν ἀπέχῃ τόσον πολὺ τοῦ φακοῦ, ὥστε ἐκπέμπει αὐτῷ ἀκτῖνας παραλλήλους πρὸς ἀλλήλας καὶ πρὸς τὸν ἄξονα (σχῆμα 235), αἱ ἀκτῖνες αὗται ἐξερχόμεναι τοῦ φακοῦ συνέρχονται ἅπασαι εἰς ἓν καὶ τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ἄξονος ε, ὅπερ καλοῦσιν ἑστίαν πρώτην· συγκεντρούμεναι δε εἰς τὴν ἑστίαν σχηματίζουσιν εἰκόνα ἀληθῆ τοῦ φωτιστικοῦ σημείου, καὶ μετὰ ταῦτα ἐξακολουθοῦσιν ἐλευθέρως τὴν πορείαν των.

Ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ ἀπόστασις τῆς πρώτης ἑστίας εἶναι ἡ ἀπόστασις ἢ τὸ μῆκος αὐτῆς.

Δευτέρα πρότασις. Ὅταν αἱ ἀκτῖνες αὗται πάντοτε παράλληλοι πρὸς ἀλλήλας εἰσὶ πλάγιαι ὡς πρὸς τὸν ἄξονα (σχῆμα 236), οὐχ ἧττον συνέρχονται πρός τινα ἑστίαν ε, ὅπως συγκεντρούμεναι σχηματίσωσι τὴν πραγματικὴν εἰκόνα τῶν φωτιστικῶν σημείων. Ἡ ἑστία ὅμως αὕτη δὲν κεῖται πλέον ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ φακοῦ, ἀλλ' ἐπί τινος ἄλλου δευτερεύοντος κε, διερχομένου καὶ αὐτοῦ διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου κ τοῦ φακοῦ· ἡ δὲ ἀπόστασις αὐτῆς εκ εἶναι ἡ αὐτή, ὡς καὶ ὅταν κῆται ἐπὶ τοῦ πρώτου ἄξονος.

Εἰς ἑκάστην παράλληλον δέσμην πίπτουσαν πλαγίως ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ὑπάρχει πάντοτε ἀκτὶς μὴ ἐκκλίνουσα τῆς εὐθείας. Ἐπειδὴ κατὰ τὴν ἐξέλευσιν ἐκ τοῦ φακοῦ, αἱ ἐκ τοῦ ἑνὸς χείλους τοῦ φακοῦ ἀκτῖνες συγκλίνουσι κατά τινα διεύθυνσιν, καὶ αἱ ἐκ τοῦ ἀντιθέτου κατά τινα ἄλλην ἀντίθετον, εἶναι ἐπόμενον νὰ ὑπάρχῃ μεταξὺ αὐτῶν καὶ μία, ἥτις νὰ μὴ ἐκκλίνῃ οὔτε πρὸς τὸ ἓν, οὔτε πρὸς τὸ ἄλλο μέρος, δηλ. νὰ μὴ ἐκτρέπηται τῆς εὐθύτητος· ἡ μὴ ἐκκλίνουσα αὕτη ἀκτὶς εἶναι ὁ ἄξων τῆς δέσμης. Ἀλλ' ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύει ὅτι ὅλοι οἱ ἄξονες τῶν δεσμῶν μᾶλλον ἢ ἧττον πλαγίων πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ διασταυροῦνται ἐπαισθητῶς κατὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τῆς ὕλης· τὸ δὲ σημεῖον αὐτὸ καλεῖται ὀπτικὸν κέντρον τοῦ φακοῦ· καὶ ἐξ αὐτοῦ μετροῦνται αἱ ἀποστάσεις τῆς ἑστίας.

Ἅπασαι αἱ διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀγόμεναι γραμμαὶ καλοῦνται ἄξονες δευτερεύοντες, θεωρούμενοι σχετικῶς πρὸς τὸν φακὸν αὐτόν· ὅταν δὲ θεωρῶνται σχετικῶς πρὸς τὰς προσπιπτούσας ἀκτῖνας καλοῦνται ἄξονες τῶν δεσμῶν.

Ἕπεται ἐκ τῶν δύο προηγουμένων προτάσεων ὅτι ὁ ἥλιος σχηματίζει τὴν εἰκόνα του ἀνεστραμμένην κατὰ τὴν πρώτην ἑστίαν τῶν συλλεκτικῶν φακῶν, ἑκάστου τῶν σημείων τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ σχηματίζοντος τὴν ἀτομικήν του εἰκόνα ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος· καὶ ὅτι ὁ ἥλιος καὶ ἡ εἰκὼν αὐτοῦ θεωρούμενα ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ, θεωροῦνται ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν· ἑπομένως τὸ γραμμικὸν μέγεθος τῆς ἡλιακῆς εἰκόνος ὀφείλει νὰ ἦναι πάντοτε τὸ $\frac{1}{112}$ τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς πρώ-

της ἑστίας, δηλ. ἓν χιλιοστόμετρον, ἐὰν ἡ τῆς ἑστίας ἀπόστασις εἶναι 112 χιλιοστόμετρα, καὶ 1 δεκατόμετρον, ἐὰν 112 δεκατόμ.

Τῆς διαμέτρου τῶν ἀστέρων οὔσης ἀνεπαισθήτου, ἡ εἰκὼν ἑνὸς ἀστέρος εἰς τὴν ἑστίαν φακοῦ τινος εἶναι ἀληθῶς σημεῖόν τι φωτεινὸν ἄνευ ἐπαισθητῶν διαστάσεων, καὶ μεγάλην διάμετρον ἂν ἔχῃ ὁ φακὸς, καὶ μεγίστην ἀπόστατιν ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας.

Τρίτη πρότασις. Ὅταν ἀντικείμενον τίθηται ἀπέναντι φακοῦ τινος εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας (σχῆμα 237) σχηματίζει τὴν πραγματικήν του εἰκόνα ὄπισθεν τοῦ φακοῦ, εἰς ἀπόστασιν ἐπίσης διπλασίαν τῆς ἑστιακῆς· εἰς τρόπον ὥστε τὸ γραμμικὸν μέγεθος τῆς εἰκόνος εἶναι ἀκριβῶς ἴσον μὲ τὸ γραμμικὸν μέγεθος τοῦ ἀντικειμένου.

Οὕτω ὅταν τὸ ἀντικείμενον δὲν εὑρίσκηται εἰς ἀπόστασιν ἀπέραντον, καὶ ἑπομένως δὲν ἐκπέμπῃ ἐπὶ τοῦ φακοῦ δέσμας παραλλήλων ἀκτίνων, ἡ εἰκὼν σχηματίζεται ὡσαύτως ὄπισθεν τοῦ φακοῦ, πλὴν ἡ ἑστία ἀπομακρύνεται καθ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει καὶ μεταβαίνει ἐκ τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς αης ἑστίας εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν, ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει ἀπὸ τοῦ ἀπεράντου μέχρι τινὸς ἀποστάσεως διπλασίας τῆς ἐκ τῆς αης ἑστίας.

Λοιπὸν ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ, ἐπειδὴ ἡ εἰκὼν καὶ τὸ ἀντικείμενον θεωροῦνται πάντοτε ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν, ἕπεται ὅτι καθ' ὅλας αὐτὰς τὰς διαμέσους θέσεις (σχῆμα 238) τὸ ἀπόλυτον μέγεθος τῆς εἰκόνος εἶναι πάντοτε μικρότερον ἀπὸ τὸ τοῦ ἀντικειμένου· ὡς ὄντων τῶν μεγεθῶν αὐτῶν ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ πρὸς τὰς ἀποστάσεις ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου.

Τετάρτη πρότασις. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον εὑρίσκηται μεταξὺ τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας καὶ τοῦ διπλασίου τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, ἡ εἰκὼν σχηματίζεται καὶ αὐτὴ μεταξὺ τοῦ ἀπεράντου καὶ τῆς διπλασίου ἑστιακῆς ἀποστάσεως· ἀπομακρύνεται καὶ αὐξάνει καθ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει· τὸ πρᾶγμα ὅμως λαμβάνει ἄλλην μορφὴν, ὅταν α′β′ (σχῆμα 238) γίνηται ἀντικείμενον, καὶ αβ ἡ εἰκών· ἐπὶ τῆς ἀρχῆς αὐτῆς στηρίζεται ἡ αὔξησις

τοῦ μεγέθους τῶν ἀντικειμένων διὰ μέσου τῶν φακῶν· ἀπαιτεῖται δὲ πάντοτε τὸ ἀντικείμενον νὰ εὑρίσκηται μεταξὺ τῆς πρώτης ἑστίας καὶ τοῦ διπλασίου τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς, καὶ τότε τὸ μέγεθος αὐτὸ γίνεται μέγιστον ἅμα τὸ ἀντικείμενον ἄρχεται πλησιάζον ἐπαισθητῶς τῆς ἑστίας· συγχρόνως ὅμως ἡ καθαρότης τῆς μεγεθυνομένης εἰκόνος ἐλαττοῦται μεγάλως, ἐπειδὴ ἡ αὐτὴ ποσότης τοῦ φωτὸς διαχέεται ἐπὶ διαστήματος αὐξάνοντος ὡς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως.

Τοιαῦταί εἰσιν αἱ τέσσαρες προτάσεις αἱ περιλαμβάνουσαι τὰς κυρίας ἰδιότητας τῶν φακῶν, χωρὶς ν' ἀναφέρωμεν μαθηματικοὺς τύπους ἐκφράζοντας τὴν ἀξίαν τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς ἁ. ἑστίας διὰ μέσου τῶν ἀκτίνων τῆς κυρτότητος τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ δείκτου τῆς θλάσεως καὶ προσδιορίζοντας οὕτω σχέσιν τινὰ μεταξὺ τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως καὶ ἐκείνων μεταξὺ τῆς εἰκόνος καὶ τοῦ ἀντικειμένου.

Αἱ διάφοροι αὗται ἰδιότητες ἀποδεικνύονται καὶ διὰ τῆς πείρας· ὅταν ἀπέναντι φακοῦ τινος ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ τεθῇ κηρίον ἀνημμένον, οὗτινος ἡ εἰκὼν λαμβάνεται ἐπὶ λευκοῦ ναστοχάρτου, κατ' ἀρχὰς βλέπει τις ὅτι ὑπάρχει τῷ ὄντι εἰς τὴν ἑστίαν καὶ μόνον εἰς τὴν ἑστίαν εἰκὼν τῆς φλογὸς ἐντελῶς καθαρά· ὅτι ἡ εἰκὼν αὕτη εἶναι ἀνεστραμμένη, καὶ ὅτι θεωρεῖται ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν, ὡς καὶ ἡ φλὸξ αὐτή· ἐπομένως μανθάνει ὅτι ἡ πρώτη ἑστιακὴ ἀπόστασις αὐξάνει κατ' ἀρχὰς βραδέως, καθ' ὅσον ἡ φλὸξ πλησιάζει· ὅτι εἰς ἀπόστασίν τινα διπλασίαν τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως, ἡ φλὸξ καὶ ἡ εἰκὼν αὐτῆς εὑρίσκονται εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν, καὶ ἔχουσι τὸ αὐτὸ μέγεθος· τέλος εἰς μικροτέρας ἀποστάσεις ἡ φλὸξ καὶ ἡ εἰκὼν μεταβάλλουσι μορφήν.

Οἱ διασκεδαστικοὶ φακοὶ παρέχουσι γενικῶς εἰκόνας νοητὰς τῶν ἀντικειμένων, ὡς αὐξάνοντες τὴν φυσικὴν διάστασιν ἢ τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτός· μ' ὅλον τοῦτο κἄπποτε παρέχουσι καὶ πραγματικὰς εἰκόνας, ὅταν δέχωνται φωτιστικὰς ἀκτῖνας συγκεντρικὰς, ὧν τὸ σημεῖον μόνον τῆς συγκεντρώσεως ἀπομακρύνουσιν.

Ἡ πρώτη ἑστία φακοῦ τινος διασκεδαστικοῦ εἶναι τὸ σημεῖον

εἰς ὃ προεκτεινόμεναι συναπαντῶνται ὅλαι αἱ διϊστάμεναι ἀκτῖνες δέσμης τινὸς φωτὸς προσπίπτοντος παραλλήλως μὲ τὸν ἄξονα· ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου αὐτοῦ ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ καλεῖται ἀπόστασις ἑστιακὴ, ὡς καὶ εἰς τοὺς συλλεκτικοὺς φακούς.

Διασκεδασμὸς σφαιρικότητος. Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες αἱ διελθοῦσαι διὰ φακοῦ τινος κυρτοῦ ἢ κοίλου, δὲν ἔχουσιν ἀκριβῶς ἓν σημεῖον μοναδικὸν δι' ἑστίαν, ἀλλ' αἱ πλειότερν ἀπέχουσαι τοῦ ἄξονος ἀπομακρύνονται ἐπαισθητῶς ἐξ αὐτοῦ τοῦ σημείου· τὴν αἰτίαν αὐτὴν τῆς συγχύσεως εἰς τὰς διὰ θλάσεως σχηματιζομένας εἰκόνας σμικρύνουσι πολὺ, θέτοντες ἔμπροσθεν τοῦ φακοῦ φράγμα ἐμποδίζον τὰς ἐκ τοῦ μέρους τῆς περιφερείας προερχομένας ἀκτῖνας.

§ 4. Ἀποσύνθεσις καὶ ἐπανασύνθεσις τοῦ φωτός.

132 Τὰ διάφορα χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου διαφόρως θλῶνται· καὶ καλοῦνται χρώματα ἁπλά. Ἐπαναλαμβάνομεν ἐνταῦθα τὸ πείραμα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου (σχῆμα 239)· τὰ διακρινόμενα ἑπτὰ χρώματα· ἐρυθρὸν, χρυσοειδὲς, ξανθὸν, πράσινον, κυανοῦν, πορφυροῦν, ἰοειδὲς, σχηματίζονται ἀπὸ ἀκτῖνας ὑφισταμένας ἐν τῷ πρίσματι ἐκκλίσεις διαφόρους, ἐπομένως ἔχουσι θλαστικότητα διάφορον· τὸ ἄνισον τῆς θλαστικότητος τῶν διαφόρων ἀκτίνων ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος, ὡς καὶ ἡ ἀποσύνθεσις καὶ ἐπανασύνθεσις τοῦ φωτός. Ἡ ἀνακάλυψις αὕτη εἶναι μία τῶν γονιμωτέρων καὶ ἀξιολογωτέρων της ὀπτικῆς. Τὸ ἄνισον τῆς θλάσεως ἀποδεικνύεται κατ' εὐθεῖαν διὰ τοῦ ἀκολούθου πειράματος (σχῆμα 240)· λαμβάνουσι τὸ εἴδωλον ἐπὶ λευκοῦ φράγματος ἔχοντος ὀπὴν ο, ὄπισθεν τῆς ὁποίας εὑρίσκεται δεύτερον πρίσμα· μετὰ ταῦτα στρέφουσιν ὀλίγον τὸ πρῶτον, καὶ τὰ χρώματα ὅλα φθάνουσι διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ δευτέρου· τότε παρατηροῦντες τὰς ἐκκλίσεις των εὑρίσκουσιν ὅτι τὸ ἐρυθρὸν πίπτει εἰς τὸ σημεῖον ρ π. χ. ἐν ᾧ τὸ ἰοειδὲς εἰς τὸ υ· ὅπερ ἀποδεικνύει κατ' εὐθεῖαν ὅτι τὸ ἰοειδὲς εἶναι θλαστότερον τοῦ ἐρυθροῦ, καὶ ὅτι τὰ μεταξὺ τούτων χρώματα ἔχουσι θλάσεις διαμέσους καὶ αὐξούσας ἀπὸ τοῦ ἐρυθροῦ μέχρι τοῦ ἰοειδοῦς.

Ἐκ τοῦ ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς διακρίνει ἑπτὰ μόνον χρώματα ἐπὶ τοῦ εἰδώλου, δὲν ἕπεται ὅτι ὑπάρχουσι καὶ ἑπτὰ μόνον βαθμοὶ θλάσεως· ἀλλ' ἐκ τοῦ σχήματος αὐτοῦ μάλιστα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου εἰκάζεται, ὅτι ἐν ἑκάστῳ χρώματι ὑπάρχουσι θλαστικότητες διάφοροι, ὡς τοῦτο δεικνύει καὶ τὸ σχῆμα 239). Ἂς ὑποθέσωμεν διὰ μίαν στιγμὴν ὅτι εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς δὲν ὑπάρχει, εἰμὴ τὸ ἐρυθρὸν μὲ μίαν μόνην θλαστικότητα, καὶ τὸ ἰοειδὲς ὡσαύτως· τότε τὸ εἴδωλον ἤθελε καταντήσει εἰς δύο κύκλους χωριστοὺς δηλ. τὸν κύκλον τοῦ ἐρυθροῦ φαινόμενον κατὰ τὸ ρ, καὶ τὸν κατὰ τὸ υ κύκλον τοῦ ἰοειδοῦς, μεταξὺ δὲ αὐτῶν θὰ ὑπῆρχε μέγα τι χάσμα. Ἐντεῦθεν ἐννοεῖ τις ὅτι τὸ εἴδωλον συνίσταται ἐκ τόσων κύκλων ὑπερκειμένων, ὅσαι διάφοροι θλάσεις ὑπάρχουσιν ἐν αὐτῷ· ἐπειδὴ κατασκευάζοντες ὀπήν τινα μικροτάτην, εὐκόλως πληροφορούμεθα ὅτι ἕκαστον χρῶμα ἐν γένει κατὰ μῆκος κατέχει διάστημα μεγαλείτερον τοῦ κύκλου αὐτοῦ τῆς ἡλιακῆς εἰκόνος. Ὑπάρχουσι λοιπὸν δι' ἕκαστον χρῶμα πολλοὶ κύκλοι ἐν μέρει ὑπερκείμενοι ἐπαλλήλως, δηλ. πολλαὶ εἰκόνες τοῦ αὐτοῦ χρώματος καὶ διαφόρου θλαστικότητος.

Τὸ λευκὸν χρῶμα τοῦ ἡλίου εἶναι χρῶμα σύνθετον, ἐπειδὴ ἐξ αὐτοῦ παράγονται χρώματα διάφορα· ἀλλ' ὁποῖα καθ' ἑαυτά εἰσι τὰ χρώματα τοῦ εἰδώλου; τίς ὁ χαρακτὴρ αὐτῶν; εἶναι πολλὰ καὶ στοιχειώδη, ἢ σύνθετα καὶ αὐτά;

Ἵνα ἀπαντήσωμεν εἰς τοῦτο τὸ ζήτημα, ἀπαιτεῖται νὰ καθυποβάλλωμεν αὐτὰ εἰς τὴν πεῖραν, καὶ ἐὰν τὸ ἐρυθρὸν π. χ. μένῃ πάντοτε ἐρυθρὸν, ἐὰν δὲν δύναται δι' οὐδενὸς μέσου, οὔτε ἄλλο τι χρῶμα νὰ γίνῃ, οὔτε νὰ τροποποιηθῇ καὶ παραλλαχθῇ κατά τι, ἀνάγκη νὰ συμπεράνωμεν ὅτι αὐτὸ εἶναι ἁπλοῦν τι χρῶμα μὴ δυνάμενον, οὔτε ν' ἀποσυντεθῇ, οὔτε νὰ μεταλλαχθῇ εἰς ἄλλο τι χρῶμα· ἀλλ' οὐδὲν τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου δύναται νὰ πάθῃ μεταλλαγήν.

Τὸ ἀνοικτὸν ἐρυθρὸν εἶναι ἐρυθρόν· τοιαύτη εἶναι ἡ φύσις αὐτοῦ· ἂς παρουσιάσῃ τις αὐτὸ ἐν τῷ ἐρυθρῷ χρώματι τοῦ εἰδώλου, καὶ θὰ τὸ ἴδῃ λάμπον ζωηρῶς· ἀλλὰ τί συμβαίνει ὅταν προστεθῇ ἐπὶ τοῦ ὠχροῦ, τοῦ πρασίνου, ἢ τοῦ κυανοῦ; Ἐὰν τὰ χρώματα ταῦτα

ἠδύναντο νὰ μετατραπῶσιν εἰς ἐρυθρὰ, πιθανὸν ἡ παραλλαγὴ αὐτὴ νὰ κατωρθοῦτο διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἐρυθροῦ· ἀλλ' ἡ πεῖρα δεικνύει εἰς ἡμᾶς ὅτι τὸ ἐρυθρὸν εἶναι ὠχρὸν ἐντὸς αὐτοῦ, χλωρὸν ἐν ἐκείνῳ, κυανοῦν ἐν τῷ κυανῷ κτλ. λοιπὸν διόλου δὲν συντείνει ἢ εἶναι ἀλυσιτελὲς εἰς μεταμόρφωσίν τινος ὁποιουδήποτε χρώματος τοῦ εἰδώλου. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει δι' ὅλας τὰς χρωματισμένας οὐσίας· δὲν ὑπάρχει καμμία ἥτις νὰ μὴ λαμβάνῃ ἀποκλειστικῶς τὸ χρῶμα τοῦ εἰδώλου πρὸς ὃ ἐκτίθεται· ἐνίοτε μόνον συμβαίνει ὥστε οὐσία τις λάμπουσα ἔν τινι χρώματι νὰ γίνηται μέλαινα, ἢ σχεδὸν τοιαύτη ἐν ἄλλοις, δηλ. νὰ ἀπορροφᾷ αὐτὰ καὶ νὰ μὴ τὰ ἀποπέμπῃ πρὸς τὰ ἔξω.

Τὸ ἀπόλυτον λοιπὸν ἀμετάβλητον τῶν χρωμάτων τοῦ εἰδώλου ἀναγκάζει ἡμᾶς νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι αὐτά εἰσι χρώματα ἁπλᾶ, συνιστῶντα τὰ στοιχεῖα τοῦ λευκοῦ φωτὸς τοῦ Ἡλίου.

133. Τὰ διάφορα χρώματα τοῦ εἰδώλου ἑνούμενα εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον ἀναδίδουσι τὸ λευκόν. Ὅταν τις δέχηται τὸ εἴδωλον ἐπὶ μεγάλου τινὸς κατόπτρου κοίλου (σχῆμα 242), ἵνα συγκεντρώσῃ ὅλας τὰς ἀκτῖνας εἰς τὴν αὐτὴν ἑστίαν ε, παρατηρεῖ ὅτι ὅλα τὰ χρώματα ἐξαλείφονται διὰ τῆς πρὸς ἄλληλα μίξεως αὐτῶν, καὶ ὅτι παράγουσι τὴν λευκὴν εἰκόνα, ἀνήκουσαν εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς, ὥστε γίνεται ἐπανασύνθεσις. Περὶ πλέον ἐὰν ἀφαιρεθῇ τὸ ἐπιπροσθοῦν φράγμα ἐκ τῆς ἑστίας, καὶ αἱ ἀκτῖνες ἐξακολουθήσωσιν ἐλευθέρως τὴν πορείαν των πέραν τοῦ σημείου τῆς συγκεντρώσεως, τὸ ἡλιακὸν εἴδωλον ἀναφαίνεται πάλιν κατὰ τὸ ρ'υ· τέλος ἐὰν τεθῇ ἐπὶ τῆς ἑστίας κάτοπτρον m εἰς τὴν θέσιν τοῦ φράγματος, μ' ὅλον ὅτι δέχεται, ὡς καὶ ἐκεῖνο, εἰκόνα τινὰ λευκὴν, παρέχει ὅμως διὰ τῆς ἀνταναλάσεως ἄλλο εἴδωλον ρ''υ''.

Πρὸς ἐπανασύνθεσιν λοιπὸν τοῦ λευκοῦ φωτὸς ἀρκεῖ νὰ ἐπαναφέρωμεν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον ὅλα τὰ στοιχειώδη χρώματα, χωρὶς νὰ ἐλλείπῃ οὐδέν· ἐὰν δὲν λάβωσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἐξακολουθοῦσιν ἐλευθέρως τὸν δρόμον των πέραν τοῦ σημείου τῆς συμπτώσεως, χωριζόμενα ἐκ νέου μ' ὅλας τὰς χαρακτηριστικὰς αὐτῶν ἰδιότητας.

Σταματῶν τις πρὸ τοῦ σημείου τῆς συναντήσεως ἓν ἢ πολλὰ τῶν ἁπλῶν χρωμάτων, ἐπιτυγχάνει μὲν εἰσέτι φῶς σύνθετον, ἀλλ' ὄχι τὴν πρωτότυπον λευκότητα, ἀλλὰ διαφόρους παραλλαγὰς χρωματιστικὰς κατὰ τὰ ἐλλείποντα στοιχεῖα.

Καλοῦνται χρώματα συμπληρωτικὰ δύο χρώματα, ἅτινα διὰ τῆς ἑνώσεώς των ἀποτελοῦσι τὸ λευκόν· οὕτω κρατοῦντες τὸ ἐρυθρὸν, ἔχομεν εἰς τὴν ἑστίαν τοῦ κατόπτρου εἶδός τι κυανομόρφου χλωροῦ, ὅπερ ἐστὶ συμπληρωτικὸν τοῦ ἐρυθροῦ, καθὼς ἐκείνου συμπληρωτικὸν εἶναι τὸ ἐρυθρόν.

Τὰ προηγούμενα πειράματα δύνανται νὰ ἐκτελεσθῶσιν ἐπίσης διὰ μεγάλου τινὸς φακοῦ, ὡς καὶ διὰ κατόπτρου. Τὰ φυσικὰ τῶν σωμάτων χρώματα προκύπτουσιν ἀπὸ φαινόμενα ἀνάλογα μὲ τὰ τῆς ἀποσυνθέσεως καὶ ἐπανασυνθέσεως. Ὅλα τὰ σώματα φωτίζονται παρὰ τοῦ λευκοῦ φωτὸς τοῦ Ἡλίου· ὅσα εἶναι ὅλως λευκὰ ἀποπέμπουσιν ὅλον τὸ φῶς, ὅπερ δέχονται· τὰ μελανὰ ἐξ ἐναντίας τὸ ἀπορρόφῶσιν ὅλον, καὶ ποσῶς δὲν ἀποπέμπουσι· τὰ λευκόφαια ἀπορροφῶσιν ἴσην τινὰ ἀναλογίαν ἐξ ὅλων τῶν ἁπλῶν χρωμάτων· τὰ ἐρυθρὰ ἀπορροφῶσι τὸ συμπληρωτικὸν τοῦ ἐρυθροῦ· τὰ ξανθὰ τὸ συμπληρωτικὸν τοῦ ξανθοῦ κτθ.

Τοῦτο ἐκ πείρας ἀποδεικνύεται εὐκόλως διὰ τῶν ἑπομένων πειραμάτων (σχῆμα 243)· ἐπὶ ναστοχάρτου τινὸς μέλανος προσκολλῶσι ἀρ. 1 ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς δύο ταινίας στενὰς, ἡ μία ἐκ χάρτου κυανοῦ, καὶ ἡ ἄλλη ἐκ ξανθοῦ· παρατηροῦντες αὐτὰς ἔπειτα διὰ τοῦ πρίσματος, διακρίνομεν τὴν κυανῆν εἰκόνα ὑψηλότερα τῆς ξανθῆς· τὸ κυανοῦν ἐκκλίνει περισσότερον, ὡς θλαστικώτερον· ἀφ' οὗ ἀναμίξωσιν ἔπειτα αὐτὰ τὰ δύο χρώματα, τὰ ὁποῖα δίδουσι πράσινον, προσκολλῶσιν ἀρ. 2 ταινίαν τινὰ στενὴν ἐξ αὐτοῦ τοῦ πρασίνου χάρτου: τὸ πρίσμα χωρίζει τὰ δύο αὐτὰ στοιχεῖα, καὶ δεικνύει δύο εἰκόνας χωριστὰς, τὴν κυανῆν ἥτις εἶναι ὑψηλοτέρα, καὶ τὴν ξανθὴν οὖσαν χαμηλοτέραν. Κολλῶσιν ἀρ. 3 ἄλλην ταινίαν ἐπίσης στενὴν ἐκ λευκοῦ χάρτου, ἣν θεωροῦντες διὰ τοῦ πρίσματος διακρίνουσιν ἡλιακὸν εἴδωλον, εἰς ὃ τὸ ἰοειδὲς ἄνω, τὸ ἐρυθρὸν κάτω, καὶ τὰ ἄλλα τὰ χρώματα μεταξὺ αὐτῶν. Τέλος πάντων προσκολ-

λῶσι ταινίαν ἐκ χάρτου λευκοῦ πλατυτέραν ἀρ. 4 καὶ ἡ εἰκὼν ἀκόμη εἶναι χρωματισμένη, ἀλλ' ἐν μέρει μόνον: βλέπει τις πρὸς τὰ ἄνω ταινίας ἰοειδεῖς καὶ κυανᾶς, καὶ πρὸς τὰ κάτω ταινίας ἐρυθρὰς καὶ ξανθάς, τὸ δὲ μέσον μένει λευκὸν, ἐπειδὴ ἐκεῖ γίνεται ὑπέρθεσις τῶν ἑπτὰ ἁπλῶν εἰκόνων διαφόρων χρωμάτων.

Ὁ ἀριθμὸς 5 καὶ 6 ἀπ' ἐναντίας παριστῶσι πλατεῖάν τινα ταινίαν ν καὶ ἄλλην στενὴν ν' ἐκ χάρτου μέλανος προσκολλημένου ἐπὶ λευκοῦ πίνακος· ἡ πρώτη παρέχει ἐν τῷ μέσῳ διάστημα μέγα, καὶ κατὰ τὸ ἄνω μέρος φαίνονται αἱ ἧττον θλαστότεραι ταινίαι· ἐρυθραὶ καὶ ὠχραὶ, καὶ πρὸς τὸ κάτω αἱ μᾶλλον θλαστικαί· οἷον ἰοειδεῖς καὶ κυαναῖ· αἱ πρῶται προκύπτουσιν ἐκ τῆς λευκότητος τοῦ πίνακος τῆς ὑπεράνω τῆς μελαίνης ταινίας, αἱ δὲ δεύτεραι ἐκ τῆς ὑποκάτωθεν λευκότητος. Ἡ στενὴ ταινία ν' δὲν παρέχει μέλαν εἰς τὸ μέσον· τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι συνθετώτερον, ἐπειδὴ προκύπτει ἐκ τῆς ὑπερθέσεως ταινιῶν χρωματισμένων, προερχομένων ἐκ τοῦ περιορίζοντος αὐτὴν λευκοῦ πίνακος.

Διὰ πειραμάτων ἀναλόγων, διαθέτοντες τὰ φυσικὰ χρώματα ἐπὶ πίνακος μελανοτάτου, καὶ θεωροῦντες αὐτὰ διὰ τοῦ πρίσματος ἀναγνωρίζομεν τὴν σύνθεσιν αὐτῶν.

Τὸ ὄργανον τῆς ὁράσεως ἀπατᾶται πολλάκις· ἡ δὲ ἀπάτη αὐτὴ προέρχεται πάντοτε σχεδὸν ἐκ τῆς διαρκείας τῶν ἐντυπώσεων· παραδείγματά τινα ἀρκοῦσι πρὸς κατανόησιν τῆς αἰτίας. Πᾶς τις γινώσκει τὸ πείραμα ἐκεῖνο, δι' οὗ οἱ παῖδες διασκεδάζουσιν· ἄνθραξ ἀνημμένος στρεφόμενος μὲ ταχύτητα μᾶς κάμνει νὰ βλέπωμεν κύκλον πυρός· οὕτω, ἐν ᾧ ὁ ἄνθραξ τελειόνει τὸν κύκλον του, βλέπομεν αὐτὸν ἀκόμη εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως· ἡ ἐντύπωσις λοιπὸν διαμένει· ἤρχισε μὲ τὴν περιστροφὴν, καὶ διαρκεῖ ἀκόμη μέχρι τέλους.

Διά τινα πρόσωπα, ἡ διάρκεια αὕτη δὲν εἶναι ἴσως περισσοτέρα τοῦ $\frac{1}{10}$ τοῦ δευτερολέπτου· εἰς ἄλλους ἀναβαίνει ἴσως εἰς $\frac{1}{3}$ δευτερολέπτου· διὰ τοὺς πρώτους ἡ στροφὴ ἀπαιτεῖται νὰ γίνηται πεντάκις ταχύτερα, ἄλλως ὁ κύκλος ἤθελε διακοπῆ· ὅταν μέλας τις δίσκος 20 ἢ 30 ἑκατοστομ. διαμέτρου στρέφηται περὶ τὸν ἄξονά

του φέρων προσκολλημένην ἐρυθρὰν ταινίαν ἐπὶ τῆς περιφερείας, ὁ ὀφθαλμὸς νομίζει βλέπων κύκλον τινὰ ἐρυθρὸν, ὡς εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ἐνόμιζε βλέπων κύκλον πυρός. Πλαγίως τῆς ἐρυθρᾶς ταινίας, καὶ εἰς τὴν αὐτὴν ἐκ τοῦ κέντρου ἀπόστασιν προσκολλῶσι ταινίαν χάρτινον ξανθήν· ὁ ὀφθαλμὸς βλέπει δύο κύκλους ὑπερκειμένους, τὸν ἕνα ἐρυθρὸν καὶ τὸν ἕτερον ὠχρόν· ἢ μᾶλλον βλέπει σύνθετον τὸ ἀποτέλεσμα δηλ. κύκλον χρυσοειδῆ. Ἐπίσης προσθέτουσι τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου, προσέχοντες εἰς τὰς ἀναλογίας τὰς προσηκούσας εἰς ἑκάστην ταινίαν· καὶ τότε τὸ ὅμμα δέχεται τὴν σύνθετον ἐντύπωσιν, καὶ νομίζει τις ὅτι βλέπει κύκλον λευκὸν, ἢ μᾶλλον κύκλον λευκόφαιον, εἰς ὃν, ἐὰν τὸ πείραμα εἶναι καλῶς κατεσκευασμένον, οὐδὲν τῶν στοιχειωδῶν χρωμάτων φαίνεται ὑπερισχύον.

Ἡ μηχανικὴ αὕτη ἐπανασύνθεσις τῶν χρωμάτων δεικνύει σαφέστατα κατὰ πόσον εἶναι ἀδύνατος ἡ ἐντελὴς ἀνάλυσις τῶν ἡμετέρων αἰσθήσεων. Κατὰ τοῦτο δύναταί τις νὰ εἴπῃ ὅτι ἡ ὅρασις εἶναι ἀτελεστέρα τῆς ἀκοῆς, ἐπειδὴ συχνὰ διακρίνομεν τοὺς στοιχειώδεις ἤχους ἐν τῷ συνθέτῳ ἤχῳ· καὶ τοῦτο ἴσως διότι αἱ ἠχητικαὶ δονήσεις εἰσὶν ἀσυγκρίτως ὀλιγώτερον ταχεῖαι τῶν φωτιστικῶν.

134. Ἐνέργειαι θερμογονικαὶ καὶ χημικαὶ τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου. Θερμόμετρα τὰ πλέον εὐαίσθητα ἐκτιθέμενα εἰς διάφορα χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου δεικνύουσι θερμοκρασίας ἀνίσους· ἡ θερμογονικὴ ἐνέργεια προχωρεῖ αὔξουσα ἐκ τοῦ ἰοειδοῦς πρὸς τὸ ἐρυθρόν· φαίνεται μάλιστα ὅτι ἐκτείνεται πέραν τοῦ εἰδώλου, καὶ ὅτι ὁ μέγιστος βαθμὸς εἶναι κατὰ τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας. Ὁ Κ. Λεσλὶ ἀπέδειξεν ὅτι ὁ μέγιστος αὐτὸς βαθμὸς εἶναι μεταβλητὸς ὡς πρὸς τὴν θέσιν, καὶ τοῦτο ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς οὐσίας τοῦ πρίσματος.

Τὸ ἡλιακὸν φῶς προσέτι ἐπενεργεῖ μεγάλως ἐπὶ τῶν χημικῶν φαινομένων· συχνὰ τοῦτο γίνεται διὰ τῶν θερμογονικῶν ἀκτίνων, τὰς ὁποίας περιέχει· πλὴν εἴς τινας περιστάσεις αἱ φωτιστικαὶ ἀκτῖνες ἰδίως ἐνεργοῦσιν, ὡς καὶ εἰς τὰ φυτὰ πρὸς σχηματισμὸν τοῦ χλωροῦ χρώματος. Ἡ ἰδιότης αὕτη δὲν ὑπάρχει κατὰ τὸν αὐτὸν

βαθμὸν εἰς τὰς ἀκτῖνας ὅλων τῶν χρωμάτων· ἔχει περισσοτέραν ἔντασιν εἰς τὰς ἰοειδεῖς καὶ τὰς πλησίον τούτων· καὶ φαίνεται μηδενιζομένη εἰς τὰς ἐρυθρὰς, χρυσοειδεῖς, καὶ ὠχράς· τὸ εὐαισθητότερον τῶν σωμάτων πρὸς τὴν ἐνέργειαν αὐτὴν εἶναι ὁ ἁλικὸς ἄργυρος (chlorure d' argent)· ἐάν τις ἁπλώσῃ αὐτὸν ἐπί τινος χάρτου καὶ τὸν ἐκθέσῃ εἰς τὸ ἡλιακὸν εἴδωλον, σχηματίζεται κηλὶς λευκόφαιος, ἐκτεινομένη ἀπὸ τοῦ χλωροῦ μέχρι τοῦ ἰοειδοῦς, καὶ πέραν μάλιστα αὐτοῦ τοῦ ὁρίου· τὸ χλώριον καὶ τὸ ὑδρογόνον συνενοῦνται χημικῶς, ὅταν τὸ μίγμα αὐτῶν ἐκτεθῇ εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν ἰοειδῶν ἀκτίνων· αἱ ἐρυθραὶ ἀκτῖνες καὶ εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν μένουσιν ἀνενέργητοι. Ἡ φωτογραφία περὶ ἧς θέλομεν ὁμιλήσει περαιτέρω, βασίζεται ἐπὶ τῶν χημικῶν αὐτῶν ἰδιοτήτων τῶν φωτιστικῶν ἀκτίνων.

Διασκεδασμὸς τῶν ἀκτίνων ὡς ἐκ τῆς διαφόρου θλάσεως αὐτῶν. Ὅταν αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες παράλληλοι κατ' ἀρχὰς συγκλίνωσι πρὸς τὴν ἑστίαν ἀμφικύρτου φακοῦ, ἀφ' οὗ διέλθωσι δι' αὐτοῦ, τὰ διάφορα χρώματα ἕνεκα τῆς θλαστικῆς των διαφορᾶς συνέρχονται εἰς διάφορα σημεῖα τοῦ ἄξονος, εἰς τρόπον ὥστε ἡ εἰκὼν τοῦ ἡλίου εἰς τὴν πρώτην ἑστίαν, λευκὴ πρὸς τὸ κέντρον, φαίνεται περιοριζομένη ἀπὸ δακτυλίους διαφόρων χρωμάτων· τὴν διάχυσιν αὐτὴν τῶν χρωμάτων εἰς τὰς παρὰ τῶν φυσικῶν σχηματιζομένας εἰκόνας ὠνόμασαν διασκεδασμὸν ἕνεκα τῆς διαφόρου θλαστικότητος (aberration de refrangibilité)· διὰ τοῦ ἀχρωματισμοῦ ὁ διασκεδασμὸς αὐτὸς ἐξαλείφεται.

135. Διασκεδασμὸς καὶ ἀχρωματισμός. Ἡ διαχώρησις τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου ἐξαρτᾶται πρὸ πάντων ἐκ δύο στοιχείων· ἐκ τῆς θλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος, καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῆς οὐσίας αὐτοῦ. Καθ' ὅσον ἡ θλαστικὴ αὐτὴ γωνία αὐξάνει τὰ χρώματα διαχωρίζονται περισσότερον, καὶ διακρίνονται πρὸς ἄλληλα· αἱ μικραὶ γωνίαι δὲν δύνανται νὰ παρέξωσιν ὁλόκληρα εἴδωλα· αἱ εἰκόνες τῶν διαφόρων χρωμάτων ὑπερκείμεναι ἐν τῷ μέσῳ διαδίδουσι τὸ λευκὸν, καὶ διακρίνονται μόνον τὰ ἔσχατα χρώματα· τὸ ἐρυθρὸν καὶ τὸ ὠχρὸν, τὸ ἰοειδὲς καὶ τὸ κυανοῦν.

Πᾶσα οὐσία διαφανὴς δύναται νὰ παρέξῃ ὡραῖον ἡλιακὸν εἴδωλον ἀρκεῖ μόνον ἡ θλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος νὰ ἔχῃ ἱκανὸν μέγεθος.

Παραβάλλων τις μ' ὅλον τοῦτο τὰ παρὰ διαφόρων οὐσιῶν προκύπτοντα ἡλιακὰ εἴδωλα, εὑρίσκει διαφορὰς μεγάλας, αἵτινες διέφυγον τὴν ὀξυδέρκειαν τοῦ Νεύτωνος· συμβαίνει δηλ. ὥστε χρώματά τινα ἐνταῦθα μὲν νὰ ἦναι πολὺ διακεχωρισμένα, ἐκεῖ δ' ἐξ ἐναντίας συνεσφιγμένα καὶ περιωρισμένα ἐντὸς μικροῦ διαστήματος. Λέγουσιν ὅτι οὐσία τις ἔχει μέγαν διασκεδασμὸν γενικὸν, ὅταν ὑπάρχῃ μεγάλη διαφορὰ μεταξὺ τῶν δεικτῶν τῆς θλάσεως τοῦ εἰς τὴν μίαν ἐσχατιὰν ἐρυθροῦ καὶ τοῦ εἰς τὴν ἑτέραν ἰοειδοῦς, καὶ μερικὸν ὡς πρὸς τὸ ὠχρὸν, π. χ. ὅταν ὑπάρχῃ μεγάλη διαφορὰ μεταξὺ τῶν δεικτῶν τοῦ φωτὸς ἐξ οὗ ἄρχεται καὶ τελειόνει αὐτὸ τὸ χρῶμα· τοιουτοτρόπως διακρίνουσι γενικὸν διασκεδασμὸν καὶ μερικόν.

Διὰ μέσου τῶν διαφόρων αὐτῶν διασκεδασμῶν τῶν οὐσιῶν κατώρθωσαν τὴν κατασκευὴν φακῶν καὶ διόπτρων ἀχρωμάτων. Ὁ κρύσταλλος τῆς Ἀγγλίας (flint glass) ἔχει διασκεδασμὸν γενικὸν διπλάσιον τῆς κοινῆς ὑέλου (crown glass). Διὰ τῆς ἑνώσεως λοιπὸν φακοῦ τινος κρυσταλλίνου μετά τινος ἄλλου ἐκ τῆς κοινῆς ὑέλου κατά τινας ὡρισμένας κυρτότητας ἐπιτυγχάνουσι τὴν σύνθεσιν καὶ κατασκευὴν φακοῦ συλλεκτικοῦ καλουμένου ἀχρωμάτου, ὡς ἔχοντος τὴν ἰδιότητα νὰ συγκεντρόνῃ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τὰ διάφορα χρώματα, καὶ νὰ σχηματίζῃ εἰκόνα ἀχρωμάτιστον· ὅπερ εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐπιτευχθῇ διὰ φακοῦ σχηματιζομένου ἐκ μιᾶς μόνης οὐσίας. Τὸ ζήτημα τοῦ ἀχρωματισμοῦ ἐλύθη κατὰ τὸ 1750 διὰ συναγωνισμοῦ τῶν μαθηματικῶν καὶ ὀργανοποιῶν ἢ ὀπτικοτεχνῶν· ἡ ἀνακάλυψις αὕτη παρέσχεν εἰς τὴν ἀστρονομίαν ἰσχυρὸν μέσον πρὸς ἔκτασιν τῶν ἐρευνῶν αὐτῆς.

§ 5. Ὅρασις καὶ ὄργανα ὀπτικά.

136. Εἰκόνες σχηματιζόμεναι εἰς τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ ἐξωτερικὸν σχῆμα τοῦ ὀφθαλμοῦ (σχῆμα 244) ὁ-

μοιάζει σφαῖραν, ἐφ' ἧς εἶναι προσηρμοσμένον κατ' ἔμπροσθεν μικρὸν τμῆμα κυρτότερον καλούμενον κερατοειδὴς χιτών· εἶναι δὲ τὸ ὁρατὸν καὶ διαφανὲς μέρος τοῦ ὀφθαλμοῦ· τὸ ἐπίλοιπον εἶναι λευκὸν καὶ σκοτεινὸν, εἶναι δὲ ὑμὴν ἰνώδης δυσπαθὴς, καλούμενος σκληρωτικός. Κατὰ τὸ μέρος ὅπου ὁ ὑμὴν αὐτὸς λεπτύνεται καὶ ἄρχεται ὁ κερατοειδὴς, ἐκτείνεται ἐσωτερικῶς ἕτερος ὑμὴν χρωματισμένος, καλούμενος ἶρις, ὅστις συστέλλεται καὶ διαστέλλεται· φέρει δὲ αὕτη ὀπὴν ἐν τῷ μέσῳ κυκλοτερῆ σσ', σχηματίζουσαν τὴν κόρην ἢ τὸ ἄνοιγμα τῆς ἴριδος. Ἕκαστος γινώσκει ὅτι ἡ κόρη συστέλλεται, ὅταν ὁ ὀφθαλμὸς ἐκτίθηται εἰς ζωηρὸν φῶς, καὶ ὅτι διαστέλλεται τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ ὁ ὀφθαλμὸς δέχεται φῶς ἧττον λαμπρόν. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι ἀκούσιον, καὶ προκύπτει ἐκ τῆς συστολῆς τῆς ἴριδος, εἴτε τὸ φῶς ἐνεργεῖ ἀμέσως ἐπὶ τοῦ ὑμένος αὐτοῦ, εἴτε ἐμμέσως διὰ τοῦ διεγειρομένου ἐρεθισμοῦ εἰς τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ· ὄπισθεν τῆς ἴριδος κατὰ τὸ εέ εὑρίσκεται τὸ κρυστάλλινον θυλάκιον· ὑμὴν λεπτὸς καὶ διπλοῦς προσκολλημένος εἰς τὸν σκληρωτικὸν καθ' ὅλην τὴν περιφέρειάν του, καὶ περικλείων ἐν αὐτῷ τὸν κρυσταλλοειδῆ φακόν. Τοιουτοτρόπως ὁ ὀφθαλμὸς χωρίζεται εἰς δύο θαλάμους, τὸν ἔμπροσθεν περιέχοντα τὸ ὑδατῶδες ὑγρὸν, πληροῦν ἅπαν τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ κεροτοειδοῦς καὶ τοῦ κρυσταλλίνου θυλακίου· καὶ τὸν ὄπισθεν περιέχοντα τὸ ὑελῶδες ὑγρὸν πληροῦν ὅλον τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ καὶ τοῦ πυθμένος τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Μεταξὺ τοῦ ὑελώδους ὑγροῦ καὶ τοῦ σκληρωτικοῦ εὑρίσκονται δύο ἄλλοι ὑμένες· ὁ χοροειδὴς καὶ ὁ ἀμφιβληστροειδής· ὁ χοροειδὴς καλύπτει ὅλην τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σκληρωτικοῦ καὶ προσκολλᾶται ἐπ' αὐτοῦ διὰ πλήθους συνδέσμων· ὁ δὲ ἀμφιβληστροειδὴς χιτὼν εἶναι πλέγμα νευρικῶν νημάτων λεπτοτάτων, ἐφαπλωμένων ἐπὶ τοῦ χοροειδοῦς, καὶ προκύπτει ἐκ τῆς ἀναπτύξεως τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου· τὸ ὀγκῶδες αὐτὸ νεῦρον εἰσέρχεται εἰς τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ δι' ὀπῆς τινος πρὸς τὸ κάτω μέρος τοῦ σκληρωτικοῦ.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἕκαστον σημεῖον ἀντικειμένου τινὸς λλ'

εὑρισκόμενον ἐνώπιον τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς προσήκουσάν τινα ἀπόστασιν, ἐκπέμπει δέσμην φωτιστικὴν, ὑφισταμένην τὰς ἑπομένους τροποποιήσεις· 1ον. θλᾶται καὶ καθίσταται ἧττον διασκεδαστικὴ διὰ τοῦ κερατοειδοῦς· 2ον. τὸ κεντρικὸν μέρος αὐτῆς διέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς τῆς ἴριδος καὶ πίπτει ἐπὶ τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ. Ἐκεῖ ὅλαι αἱ συνιστῶσαι τὴν δέσμην ἀκτῖνες συγκλίνουσιν ἕνεκα τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, καὶ τείνουσι νὰ συνέλθωσιν εἰς ἐξίαν τινὰ ε κειμένην ἐπὶ τοῦ χοροειδοῦς καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅπου σχηματίζουσι τὴν πραγματικὴν εἰκόνα τοῦ σημείου λ· τότε αἱ ἀνταποκρινόμεναι νευρικαὶ ἶνες τιθέμεναι εἰς δόνησιν δι' αὐτοῦ τοῦ συγκεντρωθέντος φωτὸς, μεταδίδουσι τὴν κίνησίν των εἰς τὸ ὀπτικὸν νεῦρον δι' οὗ ἀναμφιβόλως μεταδίδεται εἰς τὸν ἐγκέφαλον, ὅπου τὸ ἀντικείμενον κρίνεται κατὰ τὴν εἰκόνα αὐτοῦ.

Ἀπαιτοῦνται λοιπὸν δύο οὐσιώδεις ὅροι πρὸς ἐκπλήρωσιν τοῦ φαινομένου τῆς ὁράσεως· 1ον. τὸ φῶς νὰ φθάσῃ εἰς τὸν βυθὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ· 2ον. τὸ ὀπτικὸν νεῦρον νὰ ἔχῃ τὴν ἰδιότητα τοῦ αἰσθάνεσθαι τὰ ἀποτελέσματα αὐτοῦ. Τυφλοῦται τις ἀπὸ τὰ σχηματιζόμενα λευκώματα (ἀποτέλεσμα φλεγμονῆς τοῦ κερατοειδοῦς) ἐπὶ τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος, ὅταν αὐτὰ καλύπτωσιν ὁλόκληρον τὴν κόρην. Δέχεται μὲν ἀκόμη τὴν ἐντύπωσιν τοῦ φωτὸς, διὰ τὸ διαυγὲς τοῦ κερατοειδοῦς, ἀλλ' εἶναι ἀδύνατον νὰ διακρίνῃ τὸ σχῆμα καὶ τὸ χρῶμα τῶν ἀντικειμένων.

Ἐπίσης τυφλοῦται τις διὰ τοῦ καταῤῥάκτου δηλ. τῆς σκιερότητος τοῦ κρυσταλλοειδοῦς, ἢ τῆς ἀμαυρώσεως, δηλ. τῆς παραλυσίας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου. Ὑπάρχουσι παραδείγματά τινα τυφλῶν ἐκ γενετῆς, εἰς οὓς ἡ χειρουργία ἀπέδωκε τὴν ὅρασιν διὰ τῆς ἐγχειρίσεως τοῦ καταῤῥάκτου· αἱ γενόμεναι παρατηρήσεις εἰς αὐτὰς τὰς περιστάσεις ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἀπαιτεῖται πολὺς καιρὸς καὶ γύμνασις διὰ νὰ κάμωσι χρῆσιν τῆς νέας αὐτῆς αἰσθήσεως, ἀποκτηθείσης διὰ τῆς τέχνης. Κατ' ἀρχὰς δὲν δύνανται νὰ διακρίνωσιν οὔτε τὸ σχῆμα, οὔτε τὸ χρῶμα, οὔτε τὴν θέσιν τῶν ἀντικειμένων· πλὴν βαθμηδὸν διὰ τῆς χρήσεως, ἢ μᾶλλον τῆς πείρας δύνανται νὰ διακρίνωσι πρῶτον τὸ χρῶμα, ἔπειτα τὸ σχῆμα, καὶ ἐπὶ τέλους τὴν σχετικὴν θέσιν

τῶν σωμάτων· ἀργότερα κρίνουσι καὶ περὶ τοῦ μεγέθους καὶ τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Εἶναι λοιπὸν βέβαιον, ὅτι ἡ αἴσθησις τῆς ἁφῆς διὰ τῆς γνώσεως τοῦ ἔξω κόσμου, ἣν εἰς ἡμᾶς παρέχει, χορηγεῖ καί τι στοιχεῖον ἐπιλογιστὸν ἐπὶ τῶν γενομένων κρίσεων περὶ τοῦ σχήματος, τῆς θέσεως, τοῦ μεγέθους καὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν ἀντικειμένων, κατὰ τὰς ἀντιλήψεις τοῦ ὀργάνου τῆς ὁράσεως.

137. Διοπτῆρες τῶν πρεσβυώπων καὶ μυώπων. Ὁ ὀφθαλμὸς διαφέρει τῶν φακῶν κατά τινα ἰδιότητα χαρακτηριστικὴν τὴν ἑπομένην· πᾶν ἀντικείμενον τιθέμενον ἀπέναντι φακοῦ τινὸς σχηματίζει τὴν εἰκόνα του εἰς ὡρισμένην τινὰ ἀπόστασιν μεγαλειτέραν ἢ μικροτέραν, καθ' ὅσον τὸ ἀντικείμενον πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται. Ἐὰν ὁ πίναξ εἶναι πάγιος, καὶ τὸ ἀντικείμενον αὐτὸ μετατίθεται, ἡ εἰκὼν συγχέεται, ἐκτὸς ὅταν κῆται πολὺ μακρὰν, καὶ δὲν σχηματίζῃ τὴν εἰκόνα του πολλὰ πλησίον τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως. Ὁ ἀμφιβληστροειδὴς χιτὼν εἶναι, ὡς πρὸ ὀλίγου εἴπομεν, ὁ πίναξ ὅστις δέχεται τὰς ὄπισθεν τοῦ κρυσταλλώδους εἰκόνας· πίναξ μόνιμος μὴ δυνάμενος νὰ πλησιάσῃ οὔτε ν' ἀπομακρυνθῇ, καὶ μ' ὅλον τοῦτο αἱ εἰκόνες διατηροῦσι τὴν καθαρότητά των μ' ὅλας τὰς διαφόρους ἀποστάσεις τοῦ ἀντικειμένου.

Εἰς 10 μέτρων ἀπόστασιν βεβαίως δὲν βλέπεται ἄνθος τι, ὡς ἐὰν ἀπεῖχε μόνον 30 ἢ 40 ἑκατοστόμετρα, ἀλλ' ἡ περιγραφή του γίνεται κάλλιστα. Ἐὰν αἱ λεπτομέρειαι μᾶς διαφεύγωσι, τοῦτο γίνεται μᾶλλον ἕνεκα τῆς μικρότητος αὐτῶν, παρὰ ἕνεκα τῆς συγχύσεως τῶν ὑπερκειμένων αὐτῶν εἰκόνων. Οὐδεὶς φακὸς, οὐδὲν σύστημα φακοῦ ἔχει τὴν ἰδιότητα αὐτήν· ἐσυμπέραινον ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς συμμορφοῦται μὲ τὰς ἀποστάσεις· εἶναι ἀληθὲς ὅτι διά τινος ἐκουσίου ἢ ἐμφύτου κινήσεως τροποποιοῦμεν κατά τι τὸν ὀφθαλμὸν, καθ' ὅσον θέλομεν νὰ παρατηρήσωμεν μακρὰν ἢ πλησίον.

Μ' ὅλον τοῦτο ὑπάρχει ἀπόστασίς τις, τὴν ὁποίαν καλοῦσιν ἀπόστασιν διακεκριμένης ὄψεως· καὶ εἶναι ἐκείνη εἰς ἣν θέτομεν τ' ἀντικείμενα, ὅταν θέλωμεν νὰ τὰ ἴδωμεν καλλίτερα καὶ καὶ ἄνευ κόπου· ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶναι 30 περίπου ἑκατοστομέτρων διὰ τὰς κοινὰς ὄψεις.

Οἱ πρεσβύωπες ἔχουσι τὴν ὅρασιν πολλὰ ἐκτεταμένην· ἡ ἀπόστασις τῆς διακεκριμένης ὄψεως δι' ἐκείνους εἶναι πολὺ μεγαλειτέρα τῶν 30 ἑκατοστομέτρων· πρεσβύωψ τις π. χ. δὲν δύναται νὰ διακρίνῃ ὅ,τι γράφει· καὶ ἐὰν ἀπομακρυνθῇ εἰς τὴν ἀπόστασιν καθ' ἣν ἡ εἰκὼν εἶναι καθαρὰ, πλῆθος χαρακτήρων γίνονται ἀκατάληπτοι διὰ τὴν σμικρότητά των· τὸ ἐλάττωμα αὐτὸ τῆς ὁράσεως, ἐρχόμενον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον μὲ τὴν ἡλικίαν, διορθοῦται διὰ μέσου φακοῦ τινος συλλεκτικοῦ τιθεμένου ἔμπροσθεν τοῦ ὀφθαλμοῦ, οὕτω οἱ πρεσβύωπες ἀναλαμβάνουσι τὴν δύναμιν τοῦ ὁρᾶν εἰς ἀπόστασιν 30 ἑκατοστομέτρων· ἀπαιτεῖται μόνον ὁ φακὸς νὰ ἦναι ἀνάλογος μὲ τὴν ἀτέλειαν τοῦ κρυσταλλοειδοῦς.

Ὁ πρεσβύωψ εἰς τὸν ἔσχατον βαθμὸν βλέπει καλῶς μόνον τὰ πολὺ ἀπέχοντα ἀντικείμενα, δηλ. τὰ ἐκπέμποντα φῶς παράλληλον· τότε, ἵνα ἴδῃ εἰς 20 ἑκατοστ. ἀπόστασιν, ὀφείλει νὰ ἔχῃ διοπτῆρας συλλεκτικοὺς ἀποστάσεως ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας 30 ἑκατοστομέτρων· ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει τοῦ ἀντικειμένου τῷ ὄντι εὑρισκομένου εἰς τὴν πρώτην ἑστίαν, αἱ παρ' αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ἐπὶ τοῦ φακοῦ γίνονται παράλληλοι μετὰ τὴν ἐξέλευσίν των, ὡς νὰ προήρχοντο ἀπὸ ἀντικείμενον ἀπέχον πολύ.

Ὁ ἧττον πρεσβύωψ δύναται ν' ἀναγνώσῃ π. χ. ἐν ἐδάφιον τυπωμένον μὲ χαρακτῆρας μετρίους εἰς ἀπόςασιν ἑνὸς μέτρου 80, 60, ἢ 40 ἑκατοστομέτρων, καὶ τότε ὀφείλει νὰ κάμῃ χρῆσιν διοπτήρων ἧττον ἰσχυρῶν, δηλ. ἐχόντων ἀποστάσεις ἑστιακὰς κατά τι μείζονας τῶν 30 ἑκατοστομέτρων.

Ὁ μαθηματικὸς τύπος τῶν φακῶν παρέχει τὰ ἀκόλουθα ἀποτελέσματα.

Ἀπόστασις τῆς διακεκριμένης ὄψεως εἰς ἑκατοστόμετρα.	Ἀπόστασις ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας τοῦ συλλεκτικοῦ φακοῦτοῦ παρέχοντος διακεκριμένην ὄψιν εἰς 30 ἑκατοςόμ.
100 ἑκ.	45 ἑκατ.
80	48
60	60
40	120

Οὕτω ὁ ὀφθαλμὸς ὁ μὴ δυνάμενος ν' ἀναγνώσῃ, εἰμὴ εἰς 80 ἑκατστ. ἀναλαμβάνει τὴν δύναμιν τοῦ ἀναγινώσκειν εἰς 30 ἑκατ. ὁπλιζόμενος μὲ διοπτῆρας, ὧν ἡ ἀπόστασις ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας εἶναι 40 ἑκατστ, δηλ. αἱ ἀκτῖνες ἐξερχόμεναι τῆς ὑέλου ἵνα εἰσέλθωσι ἐν τῷ ὀφθαλμῷ, εὑρίσκονται μὲ διάστασιν ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν, ὡς ἐὰν προήρχοντο ἔκ τινος ἀντικειμένου ἀπέχοντος 80 ἑκατοστόμετρα.

Ἀλλ' οἱ διοπτῆρες τῶν πρεσβυώπων ἔχουσι τοῦτο τὸ ἐλάττωμα ὅτι ἐμποδίζουσι τὴν μακρὰν θέαν, ἅμα τὰ ἀντικείμενα εὑρεθῶσιν εἰς ἀπόστασιν μεγαλειτέραν τῆς ἑστιακῆς, ἐπειδὴ αἱ ἀκτῖνες συγκλίνουσιν, ὅταν ἐξέρχωνται τῆς ὑέλου, καὶ ποτὲ σχεδὸν οἱ ὀφθαλμοὶ ἡμῶν δὲν δύνανται νὰ ἴδωσι καθαρῶς διὰ τοιούτων ἀκτίνων. Ἕνεκα τούτου οἱ πρεσβύωπες ἀποβάλλουσι τοὺς διοπτῆρας, ὅταν θέλωσι νὰ ἴδωσιν ἀντικείμενον ὀλίγον ἀπομεμακρυσμένον.

Οἱ μύωπες ἐξ ἐναντίας ἔχουσι βραχεῖαν, ἢ ὡς κοινῶς λέγουσι, κοντὴν τὴν ὅρασιν. Ἡ ἀπόστασις τῆς διακεκριμένης ὄψεως δι' ἐκείνους εἶναι μικροτέρα τῶν 30 ἑκατοστμ. ὅθεν ἀπαιτεῖται νὰ πλησιάσωσι τ' ἀντικείμενα εἰς 20, 15, ἢ 10 ἑκατοστμ. οἱ τοιοῦτοι δὲν βλέπουσι καθαρῶς, εἰμὴ δι' ἀκτίνων λίαν διϊσταμένων· τὸ ἐλάττωμα αὐτὸ τῆς ὁράσεως διορθοῦται διὰ τῶν ὑέλων τῶν αὐξανουσῶν τὴν φυσικὴν διάστασιν τοῦ φωτός. Ὁ τύπος τῶν τοιούτων φακῶν παρέχει τὰ ἑπόμενα ἀποτελέσματα.

Ἀπόστασις τῆς διακεκριμένης φυσικῆς ὄψεως εἰς ἑκατοστόμ.	Ἀπόσασις ἑστιακὴ τῆς διασκεδαστικῆς ὑέλου καθιστώσης τὴν διακεκριμένην ὄψιν εἰς 30 ἑκ.
25 ἑκατ.	150 ἑκατ.
20	60
15	30
10	15

Οὕτω ὁ μύωψ ὅστις δὲν δύναται νὰ ἀναγνώσῃ εἰς 10 ἑκατοστ. ἀπόστασιν ἀναγινώσκει εἰς 30 ἑκατ. μεταχειριζόμενος διοπτῆρας διασκεδαστικοὺς ἀποστάσεως ἑστιακῆς 15 ἑκατοστομέτρων.

Οἱ διοπτῆρες τῶν μυώπων ἔχουσι τοῦτο τὸ προτέρημα ὅτι καθι-

στῶσι καθαροτέρας τὰς εἰκόνας ὅλων τῶν ἀντικειμένων ἀπεχόντων πλέον τῶν 30ἑκατ. ἐπειδὴ τὸ φῶς τῶν ἀντικειμένων αὐτῶν, ἐξελθὸν τῆς ὑέλου, φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν πάντοτε μὲ διάστασιν μεγαλειτέραν τῆς φυσικῆς αὐτοῦ διαστάσεως, ἑπομένως ὡς νὰ ἦτο τὸ ἀντικείμενον πλησιέστερον ἀφ' ὅσον πραγματικῶς εἶναι.

138. Θάλαμος σκοτεινός. Ὁ σκοτεινὸς θάλαμος εἶναι ἀπομίμησις ἀτελὴς τοῦ ὀφθαλμοῦ. Σύγκειται δ' ἔκ τινος κατόπτρου ἐπιπέδου, ἐξ ἑνὸς φακοῦ συλλεκτικοῦ, καὶ πίνακος, ἐφ' οὗ σχηματίζονται αἱ πραγματικαὶ εἰκόνες τῶν ἀντικειμένων. Τὸ ὄργανον αὐτὸ λαμβάνει μορφὰς καὶ διαστάσεις διαφόρους· Ἐνταῦθα λαμβάνομεν ὡς παράδειγμα τὸν σκοτεινὸν θάλαμον τὸν ἐν χρήσει τῶν ἰχνογράφων, ἔχοντα τὸν πίνακα ὁριζοντίως (σχῆμα 245)· ὁ φακὸς αὐτοῦ κεῖται ὑπεράνω ὁριζοντίως καὶ αὐτὸς, ὁ δὲ ἄξων εἶναι κάθετος. Εἰς τοιαύτην θέσιν δύναται νὰ παρέξῃ εἰκόνας μόνον τῶν σημείων τοῦ οὐρανοῦ τῶν πλησιαζόντων εἰς τὸ ζενὶθ, πλὴν τὸ ἀνταναklαστικὸν κάτοπτρον διατεθειμένον παρὰ τῷ φακῷ ἐντὸς τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου χορηγεῖ πρὸς αὐτὸν δέσμας φωτιστικὰς προερχομένας ἀπὸ ἀντικείμενα γήϊνα μᾶλλον ἢ ἧττον ἀπέχοντα, κατὰ τὴν ὁποίαν λαμβάνει κλίσιν.

Ἐὰν τὰ ἀντικείμενα εἶναι πολὺ ἀπομεμακρυσμένα, σχηματίζουσι τὰς εἰκόνας των εἰς τὴν πρώτην ἑστίαν τοῦ φακοῦ· ἐὰν δὲ ἀπέχωσι μόνον ἢ 20ἑκτ. τῆς ἑστιακῆς ἀποστάσεως, σχηματίζουσι τὰς εἰκόνας των εἰς ἀπόστασιν μεγαλειτέραν· καὶ τότε ἀπαιτεῖται νὰ φέρωμεν τὸν πίνακα ὀλίγον τι ἀπώτερα τοῦ φακοῦ.

Ὁ πίναξ λοιπὸν ὀφείλει νὰ ἦναι κινητός· ἐνίοτε κλίνοντες αὐτὸν ὀλίγον κατορθοῦσι τὴν παραγωγὴν εἰκόνων καθαρῶν ἀντικειμένων, ἅτινα εὑρίσκονται εἰς ἀποστάσεις πολὺ διαφόρους· πλὴν πρὸς τοῦτο ἀπαιτεῖται τὰ ἀντικείμενα νὰ ἦναι συντεταγμένα προσηκόντως· ὅταν ὁ πίναξ τεθῇ καλῶς, ὁ ἰχνογράφος κλείεται ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ, ἐξ οὗ φροντίζει ν' ἀποκλείσῃ πᾶν ἄλλο φῶς διακεχυμένον, καὶ τότε δὲν ἔχει εἰμὴ ν' ἀκολουθήσῃ διὰ τῆς μολυβδίδος του τὴν περιγραφὴν τῶν εἰκόνων. Τὸ ἀπόλυτον μέγεθος αὐτῶν ἐξαρτᾶται τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας, κατὰ τὸν ὁποῖον παρέσχομεν κα-

νόνα εἰς τὸ περὶ φακῶν δηλ. ὅτι ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ τὸ ἀντικείμενον καὶ ἡ εἰκὼν θεωροῦνται ὑπὸ τὴν αὐτὴν γωνίαν.

139. Θάλαμος φωτεινός. Ὁ φωτεινὸς θάλαμος βασίζεται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς· ὁ δὲ ὀφθαλμὸς δύναται νὰ ἴδῃ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον καὶ εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν δύο σημεῖα πολὺ διάφορα, καὶ πολὺ ἀπέχοντα πρὸς ἄλληλα. Ἰδοὺ ἡ ἐξήγησις τοῦ παραδοξοφανοῦς τούτου· τὸ ἄνοιγμα τῆς κόρης εἶναι συνήθως 3 ἢ 4 χιλιοστόμετρα· ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι καλύπτεται τὸ ἥμισυ διὰ σώματος σκιεροῦ, αἱ εἰσερχόμεναι ἀκτῖνες διὰ τοῦ ἄλλου ἡμίσεως δὲν τροποποιοῦνται ποσῶς, ἀλλ' ὑπάγουσιν ὡς καὶ πρότερον νὰ σχηματίσωσι τὴν εἰκόνα των ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος καὶ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι ἡ εἰκὼν εἶναι ἧττον φαεινὴ, ἐπειδὴ ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς ἠλαττώθη κατὰ τὸ ἥμισυ. Ἀντὶ νὰ θέσωμεν ἀλεξίφωτον ἀπέναντι τοῦ ἡμίσεως τῆς μιᾶς κόρης, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι εὑρίσκεται ἐκεῖ πλησίον μικρόν τι ἀνταυακλαστικὸν κάτοπτρον διευθύνον ἐν τῷ ὀφθαλμῷ ἡμίσειάν τινα δέσμην ἄλλου σημείου φωτιστικοῦ· ἡ εἰκὼν τοῦ ἑτέρου αὐτοῦ σημείου δύναται νὰ σχηματισθῇ διὰ τῆς ἡμίσεως αὐτῆς δέσμης· καὶ ἐὰν ὁ ἄξων αὐτῆς συμπίπτῃ μὲ τὸν ἄξονα τῆς ἡμισείας δέσμης τῆς εἰσερχομένης διὰ τοῦ ἄλλου ἡμίσεως τῆς κόρης, αἱ δύο αὐταὶ ἡμίσειες δέσμαι ἀνήκουσαι εἰς διάφορα σημεῖα, ὀφείλουν νὰ σχηματίσωσι τὴν ἑστίαν των ἀκριβῶς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς· λοιπὸν ὁ ὀφθαλμὸς ὀφείλει νὰ βλέπῃ τὰ δύο σημεῖα συγχρόνως, καὶ νὰ τὰ βλέπῃ εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν ὑπερκείμενα· καὶ τοῦτο συμβαίνει τῷ ὄντι. Τὸ πείραμα αὐτὸ δύναται νὰ πραγματοποιηθῇ κατὰ πολλοὺς τρόπους· ἐνταῦθα ἐκθέτομεν μόνον τὸν παρὰ τοῦ Βολλαστῶνος ἐπινοηθέντα, καὶ συνιστῶντα τὸν καλούμενον φωτεινὸν θάλαμον τοῦ Βολλαστῶνος (σχῆμα 246). ΠΠ' παριστᾷ τὸ ἄνοιγμα τῆς κόρης· αδγ πρίσμα ὀρθογώνιον μὲ τέσσαρας ἐπιφανείας, εἰς τρόπον ὥστε αἱ φωτιστικαὶ ἀκτῖνες αἱ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ιρ ἐρχόμεναι πάσχουσι δύο ἀνταυακλάσεις ὁλικὰς κατὰ τὸ ρ καὶ ρ', καὶ οὕτω εἰσέρχονται διὰ τοῦ ἡμίσεως τῆς κόρης· φύλλον τι χάρτου λευκὸν, καὶ ἡ ἀκμὴ τῆς μολυβδίδος τοῦ ἰχνογράφου εὑρίσκονται ὑπὸ τὸ πρίσμα, καὶ ἐκπέμπου-

σιν ἀκτῖνας εἰς τὸ ἄλλο ἥμισυ τῆς κόρης· οὕτω ἡ ἀκμὴ τῆς μολυβδίδος δύναται να ὑπερτεθῇ διαδοχικῶς ἐφ' ὅλων τῶν σημείων τῆς εἰκόνος, ἣν ὁ ὀφθαλμὸς θεωρεῖ διὰ τοῦ πρίσματος, καὶ νὰ σχεδιάσῃ τὸ εἰκονιζόμενον· ἀπαιτεῖται μόνον προσοχὴ εἰς τὰς ἐντάσεις τοῦ φωτὸς ἵνα ὦσι σχεδὸν ἴσαι, ὥστε ἡ μία νὰ μὴν ἐκλείπηται διὰ τῆς ἄλλης· τοῦτο δὲ γίνεται, ἐὰν ὁ χάρτης φωτίζηται ἀρκούντως, καὶ ἀπέναντι τοῦ πρίσματος θέτωνται ὕελοι χρώματος κυανοῦ μᾶλλον ἢ ἧττον βαθέος, ὅπως ἐλαττόνωσι τὴν ἔντασιν τοῦ φωτὸς τῶν ἀντικειμένων.

140. Διόπτραι καὶ μικροσκόπια. Ὁ συλλεκτικὸς φακὸς λαμβάνει τὸ ὄνομα διόπτρα, ὅταν ἔχῃ βραχεῖαν ἑστίαν, καὶ προσαρμόζηται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν πρὸς μεγέθυνσιν τῶν μικρῶν ἀντικειμένων· αἱ δυνατώτεραι διόπτραι ἔχουσι χιλιοστομέτρων τινῶν ἀπόστασιν ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας· αἱ ἀδυνατώτεραι ἔχουσι πολλῶν ἑκατοστομέτρων. Ἡ διόπτρα καλεῖται καὶ ἁπλοῦν μικροσκόπιον· αἱ φωτιστικαὶ δέσμαι αἱ ἐξερχόμεναι τῆς διόπτρας ἵνα εἰσέλθωσιν ἐν τῷ ὀφθαλμῷ ὀφείλουσι νὰ ἦναι διϊστάμεναι ἢ ἀποκλίνουσαι, ἐπειδὴ διὰ τοιούτου εἴδους δεσμῶν βλέπομεν καθαρῶς· ἐκ τούτων ἕπεται ὅτι τὸ ἀντικείμενον αβ (σχῆμα 247) ὀφείλει πάντοτε νὰ κατέχῃ θέσιν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς πρώτης ἑστίας· ὁ μύωψ μ' ὅλον τοῦτο δὲν τὸ θέτει, ὡς ὁ πρεσβύωψ· ὁ τελευταῖος τὸ φέρει πολὺ πλησιέστερον τῆς ἑστίας, ὡς τοῦ ὀφθαλμοῦ αὐτοῦ δεομένου φωτὸς ἧττον διασκεδαστικοῦ. Ἡ κοινὴ καὶ συνήθης ὅρασις τὸ θέτει εἰς θέσιν περιλαμβανομένην μεταξὺ τῶν ἄκρων αὐτῶν.

Παραλείποντες τὸ πάχος τοῦ φακοῦ, καὶ ὑποθέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἐφηρμοσμένον ἀμέσως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, δυνάμεθα νὰ δώσωμεν τὸν λόγον τῆς μεγεθύνσεως ὡς ἑπομένως. Ἐὰν ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου κ ἄξωμεν τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας κα καὶ κβ, οὗτοι θὰ δεικνύωσι τοὺς ἄξονας τῶν ἐξερχομένων δεσμῶν ἐκ τοῦ φακοῦ, ἐκπεμπομένων ἐκ τῶν σημείων α καὶ β· τὰ σημεῖα λοιπὸν αὐτὰ θὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἐὰν ἦσαν ἐπὶ τῆς προεκβολῆς αὐτῶν τῶν ἀξόνων κατὰ α καὶ β', εἰς ἀπόστασίν τινα ἴσην μὲ τὴν τῆς διακεκριμένης ὄψεως,

διαιρουμένης διὰ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμένου ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ.

Μὲ διόπτρας ἰσχυρὰς ἐπιτυγχάνουσιν εὐκόλως μεγεθύνσεις γραμμικὰς ὀκταπλασίας καὶ δεκαπλασίας.

Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον εἶναι τὸ γενικῶς καλούμενον μικροσκόπιον· σύγκειται δὲ ἐκ δύο φακῶν· καὶ ὁ μὲν εἷς καλεῖται ἀποφθάλμιος (objectif) ὡς ὢν ὁ ἔσχατος ὀπτικὸς φακὸς τοῦ μικροσκοπίου, καὶ παρέχει τὴν πραγματικὴν εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου· ὁ δὲ δεύτερος ἐποφθάλμιος ἢ προοφθάλμιος, καὶ χρησιμεύει ὡς διόπτρα παρέχουσα εἰκόνα δυναμικὴν ἢ νοητήν· τὸ σχῆμα 248 παριστᾷ δύο μορφὰς μικροσκοπικὰς, ἐν αἷς τὸ σῶμα τοῦ ὀργάνου κεῖται ὁριζοντίως. Εἶναι δὲ προτιμητέα ἡ διάθεσις αὕτη, ἐπειδὴ ὁ θεατὴς δύναται νὰ ἦναι καθήμενος καὶ νὰ ἐνεργῇ μὲ ὀλιγώτερον κόπον τὰς παρατηρήσεις του, τὴν ἰχνογραφίαν τῶν εἰκόνων διὰ τοῦ φωτεινοῦ θαλάμου κτλ. Κατὰ τὴν πρώτην διάθεσιν ὁ ἀποφθάλμιος εὑρίσκεται κατὰ τὸ β, καὶ τὸ ἀντικείμενον ὀλίγον ἔμπροσθεν, πέραν τῆς πρώτης ἑστίας· τότε τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἀντικειμένου εἶναι κάθετον, καὶ τοῦτο δὲν συμφέρει εἰς τινας περιστάσεις, πρὸ πάντων ὅταν παρατηρῶσιν ὑγρὰ περιλαμβανόμενα μεταξὺ δύο πλακῶν λεπτῶν ὑελίνων. Κατὰ δὲ τὴν δευτέραν διάταξιν ὁ ἀποφθάλμιος εὑρίσκεται κατὰ τὸ β′· πρίσμα δέ τι ὀρθογώνιον ρ, ἐκτελεῖ τὸ ἔργον τοῦ ἀνταναλαστικοῦ κατόπτρου, καὶ οὕτω αἱ ἀκτῖνες ἀποπέμπονται κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὀργάνου. Παρατηρεῖ τις ὅτι αὐταὶ ὑφίστανται τὴν ὁλικὴν των ἀντανάκλασιν ἐπὶ τῆς ὑποτεινούσης αὐτοῦ· ἐνταῦθα τὸ ἐπίπεδον τοῦ ἀντικειμένου εἶναι ὁριζόντιον, καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος δὲν ταράττει ποσῶς τὴν διάταξιν αὐτοῦ. Ὁ ἀποφθάλμιος παρέχει εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου μᾶλλον ἢ ἧττον μεγεθυνομένην ἔμπροσθεν τοῦ ἐποφθαλμίου κ, ὃν ὁ ὀφθαλμὸς μεταχειρίζεται ὡς διόπτραν ἵνα θεωρῇ αὐτὴν καὶ νὰ τὴν μεγεθύνῃ ἐκ νέου. Οὕτω ἡ ὡρισμένη μεγέθυνσις εἶναι τὸ ἐξαγόμενον τῶν μερικῶν μεγεθύνσεων τοῦ ἀποφθαλμίου καὶ προοφθαλμίου φακοῦ. Ἀπὸ εἴκοσι ἢ καὶ τριάκοντα ἔτη τὸ μικροσκόπιον ἐτελειοποιήθη μεγάλως, πρὸ πάντων ἀπὸ τὰς ἐρεύνας τοῦ Κ. Ἀμικίου τῆς Μοδένης, ὅστις πρῶτος κατώρθωσε νὰ συνθέσῃ τὸν

ἀποφθάλμιον ἐκ διαφόρων φακῶν ἀχρωματιζομένων πρὸς ἀλλήλους· διὰ τῆς τοιαύτης τελειοποιήσεως ἐπιτυγχάνουσιν εἰκόνας μεγαλοπρεπεῖς ἐντελῶς καθαράς, ὧν ἡ μὲν διάμετρος εἶναι 500 ἐκις καὶ 600 ἐκις μεγαλειτέρα τῆς τοῦ ἀντικειμένου, ἡ δὲ ἐπιφάνεια 250,000, ἢ 360,000.

Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον συνήθως σύγκειται ἐκ τριῶν σωλήνων ἐνηρμοσμένων πρὸς ἀλλήλους. Ὁ ἀνώτερος καλεῖται ἐπιφθαλμιοφόρος (ὡς φέρον τὸν προσφθάλμιον φακόν)· εἰσέρχεται δὲ ἐν μέσῳ τινὶ σωλῆνι, ὅστις συναρμόζεται καὶ αὐτὸς μὲ τὸν τρίτον ὄντα ἀκίνητον· ὑπὸ τὸν ἀποφθάλμιον εὑρίσκεται τὸ φέρον τὸ ἀντικείμενον (porte objet), τὸ ὁποῖον κατὰ θέλησιν ὑψόνει τις καὶ καταβιβάζει διά τινος ἕλικος· ὑπὸ τοῦτο δὲ εὑρίσκεται κάτοπτρον ἀνταναχλῶν τὸ φῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου, ὅπερ δύναταί τις καὶ πλαγίως νὰ φωτίσῃ ἀκόμη, ὅταν ἦναι σκιερὸν διὰ συλλεκτικοῦ τινος φακοῦ Σ΄ (ἴδ. σχῆμα 248 δίς.)

Προσαρμόζοντες τῷ ἐποφθαλμίῳ φωτεινόν τινα θάλαμον προσηκόντως διατεθειμένον, εἴτε τοῦ Βολλαστῶνος, εἴτε ἐκ τῶν ἐσχάτως ἐπινοηθέντων, δυνάμεθα νὰ ἰχνογραφήσωμεν τὰς μικροσκοπικὰς εἰκόνας ἀκριβῶς, ὡς σχεδιογραφοῦμεν ἀντικείμενόν τι, ἢ μίαν χωρογραφίαν.

Ἐννοεῖ δέ τις ὅτι ἡ λάμψις τῆς εἰκόνος ἐλαττοῦται ὅσον ἡ ἐπιπόλαιος μεγέθυνσις αὐξάνει. Διὰ τὰς μεγεθύνσεις τῶν 500 καὶ 600 διαμέτρων, ἡ λάμψις καθίσταται 250,000 καὶ 360,000 μικροτέρα, ἑπομένως εἶναι χρεία νὰ ῥίπτηται ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου ζωηρότατον φῶς· τοῦτο δὲ, ὡς πρὸ μικροῦ εἴδομεν, κατορθοῦται δι' ἀντανακλαστικοῦ τινος κατόπτρου, συγκεντρόνοντος τὸ φῶς τοῦ οὐρανοῦ, ἢ λύχνου τινός. Ὁ τρόπος τοὺ φωτισμοῦ ἔχει μεγάλην ἐπιῤῥοὴν ἐπὶ τῆς καθαρότητος, καὶ μάλιστα τῆς ἀκριβείας τῶν εἰκόνων.

141. Ἡλιακὸν μικροσκόπιον. Τὸ ἡλιακὸν μικροσκόπιον χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ δίδῃ ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ εἰκόνα τινὰ πραγματικὴν καὶ κατὰ πολλὰ μεγεθυνομένην τῶν διαφανῶν ἀντικειμένων καὶ καθ' ὑπερβολὴν μικρῶν· παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 249.

Τὸ ὄργανον αὐτὸ προσαρμόζεται εἰς τὴν ὀπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου μὲ τρόπον ὥστε τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον Μ νὰ ἦναι ἐκτὸς, καὶ ὅλον τὸ σῶμα τοῦ ὀργάνου ἐντὸς, τῆς διευθύνσεως τοῦ ἄξονος αὐτοῦ οὔσης ὁριζοντίου· ἰδιαίτερός τις μηχανισμὸς ἐνεργούμενος ἐσωτερικῶς, εὐκολύνει τὴν στροφὴν καὶ τὴν κλίσιν τοῦ κατόπτρου, ὅπως αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες ἀνταναακλώμεναι εἰσέρχωνται ἐν τῷ κοίλῳ κυλίνδρῳ τοῦ μικροσκοπίου παραλλήλως μὲ τὸν ἄξονα. Πρῶτός τις φακὸς συλλεκτικὸς ι ρ τὰς συναθροίζει, καὶ τὰς κάμνει νὰ συμπίπτωσι πρὸς ἕτερόν τινα φακὸν πολλὰ μικρὸν, τὸν καλούμενον ἑστιακὸν (focus) εὑρισκόμενον εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ κυλίνδρου· ὁ τελευταῖος οὗτος κινεῖται διὰ τοῦ ὀδοντωτοῦ καθετῆρος καὶ τοῦ κομβίου β′, καὶ οὕτω φωτίζεται τὸ μεταξὺ τῆς ἀκινήτου πλακὸς Π′ καὶ τῆς κινητῆς σ, ὧν τὰ ἐλατήρια πιέζουσιν ἀρκούντως. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος πολλὰ πλησίον τῆς ὀπῆς τῆς πλακὸς Π, εὑρίσκεται ὁ μεγεθυντικὸς φακὸς ο, ὅστις εἶναι καὶ ὁ ἀληθὴς ἢ ὁ καθ' αὐτὸ φακὸς τοῦ ἡλιακοῦ μικροσκοπίου· ὁ ὀδοντωτὸς καθετὴρ καὶ τὸ κομβίον β′ χρησιμεύουσιν εἰς τὴν προχώρησιν ἢ ὀπισθοχώρησιν αὐτοῦ, μέχρις οὗ τεθῇ εἰς τὴν προσήκουσαν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου. Μέγας τις πίναξ διατεθειμένος πέραν τοῦ ὀργάνου εἰς ἀπόστασιν 3 ἢ 4 μέτρων δέχεται τὴν πραγματικὴν εἰκόνα· διὰ δὲ τοῦ κομβίου θέτουσι τὸν φακὸν εἰς τὸ σημεῖόν του· ὥστε ἡ εἰκὼν αὐτὴ νὰ ἔχῃ τὴν μεγαλειτέραν καθαρότητα· ἐννοεῖ τις ὅτι τὸ ἀντικείμενον ζωηρῶς φωτιζόμενον ὑπὸ τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς παρέχει ἐπὶ τοῦ πίνακος εἰκόνα λαμπρὰν καὶ ὑπερμέτρως πλατυνομένην, ὥστε μία θρὶξ νὰ φαίνηται ἔχουσα πάχος ἑνὸς δεκατομέτρου, ὁ δὲ ποὺς ψίλλου τινὸς ὡς μία χεὶρ μεγάλου ἀνθρώπου. Πρὸς τούτοις δύναταί τις νὰ ἴδῃ καὶ τὴν κυκλοφορίαν τοῦ αἵματος γινομένην ἐντὸς διαφανοῦς μεμβράνης, ὡς εἶναι ἡ οὐρὰ τῶν γυρίνων (μικρῶν βατράχων), τῶν ὕδρων κτλ. ἀφ' ὅλα τὰ μέρη ἀμφιθεάτρου τινὸς μὲ θαυμαστήν τινα ἐνάργειαν.

Ὁ μαγικὸς φανὸς, ἐφευρεθεὶς ποτὲ ὑπὸ τοῦ Κίρχερ, δὲνεῖ ναι ἄλλο εἰμὴ ἀτελές τι ἡλιακὸν μικροσκόπιον ὅπου ἡ φλὸξ λύχνου, ἀντικαθίστησι τὸ ἡλιακὸν φῶς, καὶ ὅπου τ' ἀντικείμενα μᾶλλον ἢ ἧττον γελοῖά εἰσι πλάκες ὑέλινοι ἐζωγραφισμέναι μὲ χρώματα διαφανῆ.

Τοιαῦτα θεάματα παρίστανται συχνὰ εἰς τὰ θέατρα, ὡς καὶ εἰς ἰδιαίτερα πανοράματα τῆς Εὐρώπης.

Τὴν σήμερον μὲ τὸ λαμπρὸν φῶς τῶν ἀνθράκων τῆς βολταϊκῆς στήλης δύναταί τις πραγματικῶς ν' ἀναπληρώσῃ τὸν ἥλιον, καὶ νὰ ἐκτελέσῃ ὅλα τὰ πειράματα τοῦ ἡλιακοῦ μικροσκοπίου.

142. Διοπτῆρες. Ὁ ἀρχαιότερος διοπτὴρ, καὶ ὁ πρῶτος ὅστις ἐχρησίμευσεν εἰς ἀνακαλύψεις ἐν τῷ οὐρανῷ εἶναι ὁ παρὰ τοῦ Γαλιλαίου ἐφευρεθεὶς, καὶ σήμερον εἶναι ὁ διοπτὴρ τοῦ θεάτρου· ὁ διοπτὴρ τοῦ Γαλιλαίου (σχῆμα 250) σύγκειται, ὡς ὅλοι οἱ διοπτῆρες ἔκ τινος ἀποφθαλμίου φακοῦ Β, ἐστραμμένου πρὸς τ' ἀντικείμενα, καὶ ἑνὸς ἐποφθαλμίου Α, πρὸς ὃν ἐφαρμόζεται τὸ ὄμμα· ὁ ἀποφθάλμιος εἶναι πάντοτε συλλεκτικός· ὁ διοπτὴρ τοῦ Γαλιλαίου διακρίνεται ἐκ τοῦ ὅτι ἔχει τὸν ἐποφθάλμιον διασκεδαστικὸν· ἐὰν ὁ ἐποφθάλμιος δὲν ὑπῆρχε, τὸ κάτω μέρος τοῦ ἀντικειμένου θὰ ἐσχημάτιζε τὴν πραγματικὴν εἰκόνά του. κατὰ τὸ ι, καὶ τὸ ἄνω κατὰ τὸ ς· ἂς θέσωμεν ἤδη τὸν ἐποφθάλμιον εἰς ἀπόστασίν τινα μ.κ' ἴσην μὲ τὴν ἀπὸ τῆς πρώτης ἑστίας· τότε ἡ φωτιστικὴ δέσμη α ι β, ἡ σχηματίζουσα τὴν εἰκόνα εἰς τὸ σημεῖον ι, ἐξερχομένη τοῦ ἐποφθαλμίου γίνεται δέσμη παράλληλος, ἧς αἱ ἀκτῖνες ὅλαι εἰσὶ παράλληλοι κατὰ τὸ κ'ς· ἑπομένως τὸ ὄπισθεν τοῦ ἐποφθαλμίου ὄμμα θὰ ἴδῃ τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν γωνίαν ικ'ς· ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς ἔβλεπε κατ' εὐθεῖαν τὸ ἀντικείμενον, θὰ τὸ ἔβλεπεν ὡς ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου κ τοῦ ἀποφθαλμίου, ἐπειδὴ τὸ μῆκος τοῦ διοπτῆρος εἶναι πάντοτε ἀνεπαίσθητον ὡς πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου· θὰ τὸ ἴδῃ λοιπὸν ὑπὸ τὴν γωνίαν ικς· ἡ δὲ μεγέθυνσις εἶναι ἴση μὲ τὴν σχέσιν τῶν γωνιῶν ικ'ς, καὶ ικς· καὶ ἐπειδὴ αἱ γωνίαι αὐταὶ εἶναι μόλις βαθμῶν τινων, ἡ σχέσις αὐτῶν εἶναι εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὰς ἀκτῖνας αὐτὰς, καὶ πρὸς τὰς ἀποστάσεις ἀκόμη μ.κ' καὶ μ.κ· δηλ. ἡ μεγέθυνσις εἶναι ἴση μὲ τὴν σχέσιν τῆς μ.κ πρὸς τὴν μ.κ', ἢ τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς πρώτης ἑστίας τοῦ ἀποφθαλμίου πρὸς τὴν τοῦ ἐποφθαλμίου.

Ὑπεθέσαμεν, ὡς τοῦτο γίνεται πάντοτε εἰς τοὺς ὑπολογισμοὺς ὅλων τῶν διοπτήρων, ὅτι τὸ ὄμμα εὑρισκόμενον ὄπισθεν τοῦ ἐπο-

φθαλμίου ὀφείλει νὰ δέχηται ἀκτῖνας παραλλήλους· τοῦτο ὅμως δὲν ἀληθεύει πάντοτε· ἐπειδὴ μόνοι οἱ πολλὰ πρεσβύωπες βλέπουσι καλῶς διὰ τῶν παραλλήλων ἀκτίνων. Αἱ ἐξερχόμεναι λοιπὸν τοῦ ἐποφθαλμίου ἀκτῖνες ἀπαιτεῖται νὰ ἦναι ὀλίγον ἀποκλίνουσαι διὰ τὴν κοινὴν ὅρασιν, καὶ πολὺ δὲ τοὺς μύωπας· ἕνεκα τούτου οἱ τελευταῖοι ὀφείλουσι κατά τι πλειότερον νὰ βυθίζωσι τὸν ἐποφθάλμιον· πλὴν αἱ μικραὶ αὗται διαφοραὶ δὲν τροποποιοῦσιν ἐπαισθητῶς, ὅσα περὶ μεγεθύνσεως εἴπομεν.

Ὁ διοπτὴρ τοῦ Γαλιλαίου δὲν βλέπει τὰ ἀντικείμενα ἀνεστραμμένα· τὸ πλεονέκτημα τοῦτο ἑνούμενον μὲ τὴν μικρότητα τοῦ ὀργάνου παρέχει τὴν προτίμησιν τῆς χρήσεως αὐτοῦ, ὡς διοπτῆρα τοῦ θεάτρου.

Ὁ ἀστρονομικὸς διοπτὴρ (σχῆμα 251) διαφέρει ἀπὸ τὸν τοῦ Γαλιλαίου, καθ' ὅσον ἔχει ἕνα ἐποφθάλμιον συλλεκτικὸν ἐκτελοῦντα τὸ ἔργον τῆς διόπτρας, καὶ καθ' ὅσον ἕνεκα τῆς διαθέσεως αὐτῆς, τὰ ἀντικείμενα φαίνονται ἀντεστραμμένα. Ἡ πραγματικὴ εἰκὼν σχηματίζεται κατὰ τὸ ις, εἰς ἀπόστασιν ἴσην τῇ ἑστιακῇ τοῦ ἀποφθαλμίου β, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπέχει πολύ· καὶ εἰς ἀπόστασιν μεγαλειτέραν, ἐὰν ἀπέχῃ κατά τινας μόνον ἑκατοντάδας μέτρων· ὁ ἐποφθάλμιος λ τίθεται πέραν τῆς εἰκόνος, εἰς ἀπόστασιν ἴσην σχεδὸν τῇ ἑστιακῇ. Ἵνα γνωρίσωμεν τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐξερχομένης δέσμης, προερχομένης π. χ. ἐκ τοῦ σημείου ι τῆς εἰκόνος, ἄγομεν ἐξ αὐτοῦ τοῦ σημείου καὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου κ' τοῦ ἐποφθαλμίου τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ικ'. Ὅλαι αἱ ἀκτῖνες, ἃς ὁ ἐποφθάλμιος δέχεται ἐκ τοῦ σημείου ι τῆς εἰκόνος φθάνουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν παραλλήλως αὐτοῦ τοῦ ἄξονος· ἑπομένως τὸ σημεῖον ι θεωρεῖται κατὰ τὴν διεύθυνσιν κ'ι, ὀλίγον μακρύτερα, ἢ ὀλίγον ἐγγύτερον, καθ' ὅσον τις εἶναι πρεσβύωψ ἢ μύωψ· ἐπίσης τὸ σημεῖον ς βλέπεται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς κ' ς, καθὼς ἀκόμη καὶ ὅλα τὰ ἄλλα σημεῖα τῆς εἰκόνος

Ὁ ὀφθαλμὸς λοιπὸν βλέπει τὴν εἰκόνα ὑπὸ τὴν γωνίαν ικ'ς· πλὴν ἐὰν ἔβλεπε κατ' εὐθεῖαν τὸ ἀντικείμενον, θὰ τὸ ἔβλεπεν ὑπὸ τὴν γωνίαν ικς, ὡς ἐὰν τὸ ἔβλεπεν ἐκ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ

ἀποφθαλμίου, ἑπομένως ἡ μεγέθυνσις εἶναι ἴση μὲ τὴν σχέσιν τῶν γωνιῶν ικ΄ς καὶ ικς, ἢ μὲ τὸν ἀντίστροφον λόγον τῶν ἀκτίνων ικ. καὶ ικ, ἢ τῶν ἀποστάσεων κ΄ζ καὶ κζ, ἢ τέλος μὲ κζ διαιρούμενον διὰ κ΄ζ· ἤτοι μὲ τὸ πηλίκον τῆς ἀποστάσεως ἐκ τῆς ά. ἑστίας τοῦ ἀποφθαλμίου διὰ τῆς ἑστιακῆς τοῦ προοφθαλμίου· οὕτω μὲ τὸν αὐτὸν ἀποφθάλμιον δύναταί τις νὰ ἔχῃ διαφόρους μεγεθύνσεις· ἀρκεῖ μόνον νὰ μεταχειρίζηται ἐποφθαλμίους μὲ διαστάσεις ἑστιακὰς διαφόρους· οἱ ἰσχυρότεροι ἐποφθάλμιοι, δηλ. οἱ ἔχοντες βραχείας ἑστίας παρέχουσι τὰς μεγαλειτέρας μεγεθύνσεις Ὁ ἀστρονομικὸς διοπτὴρ ἀναστρέφει τὰ ἀντικείμενα, ἐπειδὴ τὸ σημεῖον ι ἤτοι τὸ κάτω μέρος τῆς εἰκόνος βλέπεται ἐπάνω κατὰ τὸ κι, καὶ τὸ ἄνω ς κάτω κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κ΄ς.

Ὁ γήϊνος διοπτὴρ διαφέρει τοῦ ἀστρονομικοῦ, καθ' ὅσον ἔχει τὸν ἐποφθάλμιον σύνθετον ἀνορθοῦντα τὰς εἰκόνας.

Οἱ ἀποφθάλμιοι τῶν διοπτήρων εἶναι ἀχρώματοι· πρὸς δὲ οἱ ἐποφθάλμιοί εἰσι διατεθειμένοι γενικῶς ἵνα συμπληρῶσι τὸν ἀτελῆ ἀχρωματισμὸν τοῦ ἀποφθαλμίου.

Διὰ τὰς παρατηρήσεις τῶν ἀστέρων καὶ τῶν πλανητῶν συμφέρει νὰ ἔχωμεν μεγάλους ἀποφθαλμίους, συγκεντρόνοντας ἐπὶ τῆς εἰκόνος μεγάλην ποσότητα φωτὸς ἀναλόγου τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν· οὕτω ἐπιτυγχάνονται μεγεθύνσεις μεγαλείτεραι μὲ ἀρκοῦντά τινα φωτισμόν.

143. Προηγουμένως ἀνεφέραμεν ἁπλῶς περὶ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, καὶ ὅτι ἡ φωτογραφία τοῦ Δαγέρου βασίζεται ἐπὶ τῆς ἰδιότητος αὐτῆς. Ἤδη ἐκθέτομεν ἐν συντόμῳ τὴν παρ' αὐτοῦ ἐφευρεθεῖσαν μέθοδον πολὺ ἀνωτέραν τῶν πρὸ αὐτῆς· καὶ ἐπειδὴ ὁ σκοπὸς ἡμῶν εἶναι νὰ δώσωμεν ἁπλῶς ἰδέαν τινὰ τοῦ πράγματος παρατρέχομεν τὰς λεπτομερείας καὶ τὰς γενομένας ἐσχάτως τελειοποιήσεις ἐπὶ τούτου. Ἡ περὶ ἧς ὁ λόγος μέθοδος παρέχει ἁπλοῦν τι σχέδιον ἄνευ χρωμάτων· ὀλίγα λεπτὰ ἀρκοῦσι πρὸς τὸν τοιοῦτον αὐτόματον σχηματισμὸν τῆς εἰκόνος. Ἰδοὺ ἐν περιλήψει ἡ δαγέρειος μέθοδος· τὰ σχέδια ἐπιτυγχάνονται ἐπὶ φύλλων ἀργυρῶν ἢ ἐπιβεβλημένων κατ' ἐπίχρωσιν ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ· ὁ ἄρ-

γυρος ὀφείλει νὰ ἦναι ὅσον τὸ δυνατὸν καθαρός· ὅσον δὲ περὶ τῆς παχύτητος τοῦ χαλκοῦ, ἀπαιτεῖται νὰ ἦναι ἱκανὴ πρὸς διατήρησιν τῆς ἐπιπεδομετρικῆς καταστάσεως τῆς πλακὸς, ὥστε νὰ μὴ παραμορφόνωνται αἱ εἰκόνες· τὸ πάχος τῶν δύο μετάλλων ὁμοῦ δὲν πρέπει νὰ ὑπερέχῃ τὸ τοῦ ἰσχυροῦ χάρτου. Ἡ δὲ μέθοδος αὐτὴ διαιρεῖται εἰς πέντε κυρίως ἐργασίας· ἡ πρώτη συνίσταται εἰς τὴν στίλβωσιν καὶ ἀπόσμηξιν τῆς πλακὸς, ἵνα κατασταθῇ ἐπιτηδεία πρὸς παραδοχὴν τῆς εὐπαθοῦς στιβάδος· ἡ δευτέρα εἰς τὴν ἐφαρμογὴν τῆς στιβάδος αὐτῆς· ἡ τρίτη εἰς τὸ νὰ καθυποβληθῇ ἡ οὕτω προπαρασκευασθεῖσα πλὰξ εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ φωτὸς ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ, ἵνα λάβῃ τὴν φυσικὴν εἰκόνα· ἡ τετάρτη εἰς τὸ νὰ ἐκφανῇ ἡ εἰκὼν αὕτη μὴ οὖσα ὁρατὴ ἐξερχομένη σκοτεινοῦ θαλάμου· τέλος ἡ πέμπτη συνίσταται εἰς τὴν ἐξάλειψιν τῆς ἐκ τοῦ ἡλίου πασχούσης ἐκείνης στιβάδος, ἥτις θὰ ἐξακολουθῇ νὰ τροποποιῆται ὑπὸ τοῦ φωτὸς, καὶ θὰ τείνῃ ἀναγκαίως εἰς τὴν παντελῆ καταστροφὴν τῆς εἰκόνος.

1ον. Στίλβουσι τὴν πλάκα ἐπιπάσσοντες αὐτὴν μὲ κόνιν λεπτοτάτην ἄνθρακος, καὶ τρίβοντες αὐτὴν ἐλαφρῶς μὲ βάμβακα ἐμβεβαμμένον εἰς ἔλαιον· ἀπομάσσουσιν ἔπειτα τὸ ἔλαιον μὲ ξηρὸν βαμβάκιον, ἔπειτα τρίβουσιν ἐλαφρῶς μὲ τὴν αὐτὴν ὕλην ἐμβεβαμμένην εἰς ἔνυδρον νιτρικὸν ὀξὺ δηλ. εἰς διάλυσιν περιέχουσαν 16 μέρη ὕδωρ καὶ ἓν νιτρικὸν ὀξύ· ἐπιπάσσουσι πάλιν ἔπειτα τὴν πλάκα μὲ κόνιν ἄνθρακος, καὶ τὴν τρίβουσιν ἐλαφρῶς μὲ νέον βάμβακα, ἀλλ' εἰς αὐτὴν τὴν κατάστασιν θερμαίνουσιν ἐνταυτῷ αὐτὴν ἢ ἐπὶ τῶν ἀνθράκων, ἢ διὰ λύχνου τινὸς μὲ οἰνόπνευμα, καὶ ψυχραίνοντες αὐτὴν ἀμέσως, τρίβουσι πάλιν μὲ τὴν αὐτὴν κόνιν, καὶ ἔπειτα τὴν ὀξυδοῦσι μὲ τὸν αὐτὸν βάμβακα ἐμβεβαμμένον εἰς διάλυσιν νιτρικοῦ ὀξέος 5 ἢ 6°· ἀφίνουσι μετὰ ταῦτα νὰ ξηρανθῇ ἡ πλὰξ, καὶ ἐπαναλαμβάνουσι δύο ἢ τρεῖς φορὰς τὴν ὀξύδωσιν αὐτῆς· ἔπειτα ἀφίνουσι νὰ στεγνώσῃ, καὶ πάλιν ἐπιπάσσουσιν ἐπανειλημμένως, καὶ τὴν στιλβόνουσι καλῶς, διατρέχοντες ἐπ' αὐτῆς τὸν βάμβακα κατὰ μίαν μόνην διεύθυνσιν.

2ον. Ἡ ἐφαρμογὴ τῆς εὐπαθοῦς στιβάδος κατορθοῦται, ἐὰν ἡ

πλὰξ ὑποβληθῇ εἰς τὴν ἀπόῤῥοιαν τοῦ ἰοδίου εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Κατ' ἀρχὰς μεταβαίνει ἀπὸ τὸ ὑποπράσινον χρῶμα εἰς τὸ ξανθὸν χαλκοειδὲς, καὶ τέλος εἰς τὸ χρυσοειδὲς τὸ καταλληλότερον· δὲν συμφέρει νὰ ὑπερβῇ τὴν χροιὰν ταύτην, ἐπειδὴ παρ' εὐθὺς λαμβάνει τὸ ἰοειδὲς χρῶμα, καὶ τότε πλέον δὲν παθαίνεται ὑπὸ τοῦ φωτός.

Πρὸς ἐπίτευξιν στιβάδος εὐπαθεστέρας ἔκαμον δύο τροποποιήσεις νέας· 1ον. ἐκθέτουσι μερικὰς στιγμὰς τὴν ἰοδοῦχον πλάκα εἰς τὸν ἐξατμιζόμενον ἀτμὸν ἔκ τινος φιάλης πλατυστόμου περιεχούσης χλωροῦχον ἰόδιον· 2ον. ἢ ἀντικαθιστῶσιν αὐτὸ μὲ διάλυσίν τινα ὑδατώδη βρομίου, ἐφ' ἧς ἐκθέτουσιν ἐπίσης τὴν πλάκα· δυνάμει τῶν τελειοποιήσεων αὐτῶν ἐπέτυχον φωτογραφικὰς εἰκόνας ἐντὸς δευτερολέπτων τινῶν.

3ον. Ἐπίτευξις τῆς εἰκόνος ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ, ἀφ' οὗ ἡ ἰοδοῦχος πλὰξ τεθῇ ἐν τῷ σκοτεινῷ θαλάμῳ, ἀντικρύζουσιν αὐτὴν πρὸς τὰ ἀντικείμενα, ὧν ἡ εἰκὼν πρόκειται νὰ ληφθῇ, ἔπειτα ἀπὸ μερικὰ λεπτὰ 3 — 10 (διότι τόσα συνήθως ἀρκοῦσι πρὸς ἀνάπτυξιν τῆς εἰκόνος) ἀποσύρουσι τὴν πλάκα, ἀποφεύγοντες τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτός.

4ον. Ἐμφάνισις τῆς εἰκόνος διὰ τοῦ ὑδραργυρικοῦ ἀτμοῦ. Ἐκθέτουσι τὴν πλάκα εἰς τὸν ἀτμὸν τοῦ ὑδραργύρου ὑπὸ μίαν κλίσιν 45^0 ἐντὸς θήκης φερούσης κάτοπτρον, ὅπως δύνηταί τις ν' ἀκολουθῇ τὰς προόδους τῆς ἐργασίας· εἰς τὴν στιγγὴν καθ' ἣν ἐξέρχεται τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου ἡ πλὰξ οὐδὲν ἴχνος παρουσιάζει ὁρατὸν, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐπιῤῥοῆς τοῦ ὑδραργυρικοῦ ἀτμοῦ, ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸ σχέδιον ἀναφαίνεται· τὸ φῶς οὕτως ἐτροποποίησε τὰ προσβληθέντα μέρη τοῦ ἰοδούχου ἀργύρου, ὥστε ὁ ὑδράργυρος διέρχεται μέχρι τοῦ ἀργύρου, ὅπου συσσωρεύεται κατὰ σταγόνας μικροσκοπικὰς μᾶλλον ἢ ἧττον πυκνὰς ἀναλόγως τῆς ἐπιτάσεως τοῦ ἀτμοῦ· ὅλα δὲ τὰ ἄλλα μέρη ὅσα εὑρίσκοντο ἐν τῇ σκιᾷ, μένουσιν ἀπρόσβλητα ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου. Ἡ διάρκεια τῆς πράξεως εἶναι ὁ χρόνος, τὸν ὁποῖον ἀπαιτεῖ ἐν τρυβλίῳ μικρῷ, ἵνα ὑψωθῇ εἰς 75^0, καὶ ἔπειτα νὰ καταβιβασθῇ εἰς 45 μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ θερμαί-

νοντος αὐτὸ λύχνου. Μετὰ τοῦτο ἀπαιτεῖται νὰ πλυθῇ καλῶς τὸ χαλκότυπον αὐτὸ ἐντὸς διαλύσεως ἅλατος κοινοῦ, ἢ ὑποθειϊκῆς σόδας· τὸ ξανθὸν χρῶμα τὸ καλύπτον τὴν φωτογραφικὴν εἰκόνα ἐξαλείφεται οὕτω, δὲν ὑπάρχει πλέον ἰοδοῦχος οὐσία, καὶ τὸ φῶς εἰς τὸ ἑξῆς δὲν ἐπενεργεῖ πλέον ἐπὶ τῶν μενουσῶν οὐσιῶν τοῦ ἀργύρου καὶ τοῦ ὑδραργύρου· ὁ ὑδράργυρος σχηματίζει τὰ λαμπρὰ καὶ ἀσκίαστα μέρη τῆς εἰκόνος διά τινος διαστίξεως ἀμαυρᾶς· ὁ ἄργυρος τὰ σκιερὰ μέρη, ἐπειδὴ ἕνεκα τῆς στιλπνότητός του ἀποπέμπει τὸ φῶς κατά τινα διεύθυνσιν, καθ' ἣν ὀφείλει τις νὰ μὴ τίθηται· πρὸς τούτοις τὸ φῶς ἀπαιτεῖται νὰ ἔρχηται ἐξ ἑνὸς μόνον μέρους (*).

3ον. Ἵνα στερεώσωσι τὰς φωτογραφίας, καὶ παρέξωσιν αὐταῖς πλειοτέραν ἔντασιν, ἐνεργοῦσιν ἤδη ὡς ἀκολούθως· διαλύουσιν ἐν γραμμάριον χλωρούχου χρυσοῦ ἐντὸς $\frac{1}{2}$ λίτρας ὕδατος ἀπεσταλαγμένου, τρία γραμμάρια ὑποθειϊκῆς σόδας ἐντὸς ἄλλης τόσης ποσότητος ὕδατος· χύνουσιν ἔπειτα τὴν διάλυσιν τοῦ χρυσοῦ ἐν τῇ τῆς σόδας ἀναμιγνύοντες ὀλίγον κατ' ὀλίγον· τὸ μίγμα αὐτὸ κατ' ἀρχὰς ὑπόξανθον, καθίσταται μετὰ μικρὸν ἐντελῶς καθαρὸν καὶ διαυγές· φαίνεται ὅτι ἀποτελεῖ διπλοῦν τι ἅλας ὑποθειϊκῆς σόδας καὶ χρυσοῦ. Διὰ νὰ μεταχειρισθῶμεν τὸ ἅλας αὐτὸ μὲ ἐπιτυχίαν πρὸς τελειοποίησιν τῆς φωτογραφικῆς εἰκόνος, ἀπαιτεῖται ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακὸς νὰ ἦναι ὅλως ἀπηλλαγμένη ξένων οὐσιῶν. Ἐν ᾧ δὲ ἡ πλὰξ εἶναι σκεπασμένη ἀπὸ ἰόδιον, ἐκτὸς κονιορτοῦ καὶ παχέων ὑλῶν, χύνουσιν ἐπὶ τῆς ἰοδούχου αὐτῆς ἐπιφανείας σταγόνας τινὰς οἰνοπνεύματος· ἀφ' οὗ δὲ αὐτὸ ὑγράνῃ ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν βαπτί-

---

(*) Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι ἕκαστον μέρος τοῦ ἰοδούχου ἀργύρου, (ἐξ οὗ σύγκειται ὅλη σχεδὸν ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακὸς) τὸ ὁποῖον προσεβλήθη ὑπὸ τοῦ φωτὸς ἠλοιώθη, ἢ μᾶλλον ἀποσυνετέθη, καὶ συγχωρεῖ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ὑδραργύρου μετὰ τοῦ ἀργύρου, ἐξ οὗ τὰ λευκὰ μέρη τῆς εἰκόνος σχηματίζονται· ἐξ ἐναντίας δὲ τὰ μὴ προβληθέντα μέρη ὑπὸ τοῦ φωτὸς μένουσιν ὁποῖα ἦσαν ἀμαυρὰ, ὡς μὴ συγχωροῦντα τὴν ἐπικάθισιν τοῦ ὑδραργύρου ἐπ' αὐτῶν. Τὰ μὴ προσβληθέντα μέρη εἴπομεν ἦσαν ἐν τῇ σκιᾷ, καὶ τῷ ὄντι ἐν τῇ σκιᾷ εἶναι ὅσα μέρη τῆς πλακὸς ἀντικρύζουσιν ἢ ἀνταποκρίνονται εἰς τὰ μελανὰ καὶ σκιερὰ χρώματα τοῦ ἀντικειμένου, ἅτινα ἀπερρόφωσιν ὅλον τὸ φῶς καὶ δὲν ἀποπέμπουσι διόλου ἐπὶ τῆς ἀντικειμένης αὐτῆς πλακός.

ζουσι τὴν πλάκα ἐντὸς λεκάνης πλήρους ὕδατος, καὶ μετὰ ταῦτα εἰς τὴν διάλυσιν τῆς ὑποθειϊκῆς σόδας καὶ οὕτω καθαίρεται ὁ ἰοδοῦχος ἄργυρος· ἡ διάλυσις αὕτη ὀφείλει ν' ἀνανεοῦται εἰς πᾶσαν δοκιμασίαν νέαν καὶ νὰ περιέχῃ ἓν μέρος ἅλατος πρὸς 15 ὕδατος· τὸ ἐπίλοιπον τῆς πλύσεως ἐκτελεῖται κατὰ τὸ σύνηθες.

§ 6. Περὶ παρεμπτώσεων τῶν ἀκτίνων.

144. Ὑποθέσεις περὶ αἰτίας τοῦ φωτός. Ἐν τοῖς προηγουμένοις ἠδυνήθημεν νὰ ἐκθέσωμεν τοὺς γενικοὺς νόμους τῆς ἀνταναικλάσεως, τῆς θλάσεως καὶ ἀποσυνθέσεως τοῦ φωτὸς, στηριζόμενοι μόνον εἰς πειραματικὰς ἐρεύνας· ἐπίσης ἠδυνήθημεν νὰ περιγράψωμεν τὰ κυριώτερα ὄργανα τῆς ὀπτικῆς, χωρὶς νὰ προστρέξωμεν εἰς καμμίαν θεωρητικὴν ἐξέτασιν· ἀλλ' ἡ ἐμπειρικὴ αὕτη μέθοδος δὲν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ μὲ τὴν αὐτὴν ἁπλότητα εἰς τὰ φαινόμενα τῆς παρεμπτώσεως, ἀπαιτοῦντα πρὸς κατάληψιν γνώσεις θεωρητικὰς πλέον ἐκτεταμένας.

Δύο ὑποθέσεις ὅλως διάφοροι ὑπάρχουσι περὶ τῆς πραγματικῆς αἰτίας τοῦ φωτός.

Ἡ ὑπόθεσις τῆς ἐκπομπῆς, ἢ τοῦ Νεύτωνος, ὑποθέτουσα ὅτι τὸ φωτιστικὸν σῶμα ἐκπέμπει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ὕλην τινὰ λεπτοτάτην, ἧς τὸ βάρος καὶ τὸ ἀδιαχώρητον ἀδύνατον ν' ἀποδειχθῇ ἕνεκα τῆς μεγίστης λεπτότητος, καὶ διαπερᾷ μὲν τὰ διαφανῆ σώματα χωρὶς νὰ χάνῃ της ταχύτητά της, κωλύεται δὲ ὑπὸ τῶν σκιερῶν. Μέρος αὐτῆς τῆς ὕλης ἀπορρέον ἐκ τοῦ φωτιστικοῦ σώματος διέρχεται τὸ ὑλικὸν μέρος τοῦ ὀπτικοῦ ὀργάνου, καὶ φθάνον εἰς τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ, παράγει τὴν αἴσθησιν τῆς ὁράσεως ἢ τῶν χρωμάτων· τοιαύτη εἶναι ἡ ὑπόθεσις τῆς ἐκπομπῆς.

Ἔρχεται κατόπιν ἡ θεωρία τοῦ κυματισμοῦ, ἥτις εἶναι καὶ ἡ παραδεκτοτέρα, καὶ τὴν ὁποίαν ἐν μέρει ἀνεπτύξαμεν ἤδη καθ' ἣν ὑποτίθεται, ὅτι δὲν ἀπορρέει οὐδὲν ὑλικὸν στοιχεῖον κινούμενον εἰς μεγάλας ἀποστάσεις, ἀλλ' ὅτι δονήσεις προερχόμεναι ἐκ τῶν ἀναλιγνήσεων τῶν μορίων τῶν αὐτοφώτων σωμάτων μεταδίδονται εἰς

ρευστόν τι πληροῦν τὸ πᾶν, φθάνουσαι καὶ μέχρι τοῦ ὀφθαλμοῦ· τοιαύτη εἶναι ἡ θεωρία τοῦ κυματισμοῦ. Ἡ φύσις καὶ ἡ μετάδοσις τοῦ φωτὸς κατὰ ταύτην εἶναι ἀνάλογος μὲ τὴν τοῦ ἤχου, καὶ μὲ τὴν διάβασιν αὐτοῦ διὰ τῶν ρευστῶν καὶ βαρέων σωμάτων.

Ἡ θεωρία τῶν φωτεινῶν κυματισμῶν ἐπινοηθεῖσα κατ' ἀρχὰς ὑπὸ τοῦ Καρτεσίου, ἐφαρμοσθεῖσα ἔπειτα ὑπὸ τοῦ Οὐϊγενσίου καὶ τοῦ Εὐλέρου, καὶ ἥτις ἔκτοτε ἀνεπτύχθη ἐπὶ τὸ τελειότερον ὑπὸ τοῦ Οὐϊγγίου καὶ Φρεσνέλου, ἀπεκατέστησε δεσμόν τινα ἀναγκαῖον μεταξὺ ὅλων τῶν φαινομένων τοῦ φωτὸς, καὶ πολλὰ τούτων ἐξηγεῖ, ἐναντιούμενα εἰς τὰς ἰδέας τοῦ Νεύτωνος. Ἡ βάσις τῆς ὑποθέσεως τῆς νέας αὐτῆς θεωρίας εἶναι ἁπλουστέρα· ἐξηγεῖ φαινόμενα πολὺ διάφορα πρὸς ἄλληλα, εἰς ἃ ἡ πρώτη θεωρία ἠναγκάζετο νὰ προσθέτῃ διαφόρους ὑποθέσεις πολλάκις ἀντιφατικὰς πρὸς ἀλλήλας. Πλὴν ὅ,τι πρὸ πάντων δίδει εἰς τὸ σύστημα τοῦ κυματισμοῦ τὸν χαρακτῆρα τῆς ἀληθείας εἶναι ὅτι ὡδήγησεν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν νέων φαινομένων, ἅτινα κατ' ἀρχὰς ἐφάνησαν ὡς ἀναγκαῖαι συνέπειαι τῶν θεμελιωδῶν ὑποθέσεων, καὶ τὰ ὁποῖα ἡ πεῖρα ἔπειτα ἐπεκύρωσεν.

Εἰς τὴν θεωρίαν τῶν κυματισμῶν παραδέχονται· 1ον. ὅτι ὑπάρχει εἰς ὅλα τὰ διαστήματα καὶ ὅλα τὰ σώματα ρευστόν τι ὁμογενὲς, ὅπερ ἐκάλεσαν αἰθέρα, καὶ ὑποθέτουσιν ὅτι ὑπάρχει κατὰ βαθμοὺς διαφόρους πυκνότητος εἰς τὰ διάφορα σώματα· 2ον. ὅτι τὰ φωτιστικὰ σώματα ὡς καὶ τὰ ἠχητικὰ, ἔχουσιν ὅλα των τὰ μόρια εἰς παλμώδη κίνησιν, καὶ ὅτι αἱ δονήσεις αὐταὶ μεταδιδόμεναι εἰς τὸν αἰθέρα παράγουσι τοὺς φωτεινοὺς κυματισμοὺς διεγείροντας τὴν αἴσθησιν τοῦ φωτὸς, καὶ ὅτι ὑπερτίθενται ἐπαλλήλως ἄνευ βλάβης· 3ον. ὅτι τοιαύτη κίνησις παλμώδης παραχθεῖσα εἰς σημεῖον ὁποιονδήποτε τοῦ αἰθέρος, διαδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις μὲ ἴσην ταχύτητα, εὑρίσκεται εἰς πᾶσαν στιγμὴν, ὡς καὶ οἱ ἠχητικοὶ κυματισμοὶ, ἐπὶ ἐπιφανείας σφαιρικῆς, ἧς τὸ κέντρον ὑπάρχει εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς παλμώδους κινήσεως καὶ δύναται νὰ θεωρηθῇ κειμένη εἰς μεγίστην ἀπόστασιν τῆς ἀρχῆς αὐτῆς· ἀλλ' ὅτι ἡ κίνησις τῶν μορίων τοῦ ρευστοῦ ἀντὶ νὰ λαμβάνῃ χώραν καθέτως ἐπὶ τῆς

ἐπιφανείας τοῦ κύματος, ὡς ὅτε ὁ ἦχος μεταδίδεται διὰ τοῦ ἀέρος, λαμβάνει χώραν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς τοῦ φωτιστικοῦ κύματος, ἢ κατά τινα διεύθυνσιν κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως καθ' ἣν ἡ διάδοσις γίνεται.

145. Παρεμπτώσεις. Ἐάν τις κάμῃ νὰ προσπέσωσιν ἐπὶ δύο κατόπτρων κεκλιμένων πολλὰ ὀλίγον πρὸς ἄλληλα ἀκτῖνες ὁμογενεῖς ἀπορρέουσιν ἐξ ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ φωτιστικοῦ σημείου, αἱ ἀνταναακλώμεναι ἀκτῖνες θὰ σχηματίσωσι δύο δέσμας, αἵτινες θὰ συναπαντηθῶσιν ὑπό τινα σμικροτάτην γωνίαν, καὶ θὰ ἴδῃ τις εἰς τὸ μέρος ὅπου διασταυροῦνται σειράν τινα ταινιῶν διαδοχικῶς φαεινῶν καὶ σκοτεινῶν. Ὁμογενεῖς ἀκτῖνας λαμβάνουσιν ἐκ τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου ἢ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, διελθουσῶν πρότερον διά τινος ὑέλου καθαρᾶς χρωματισμένης· τὸ πείραμα θὰ ἐκτελῆται εἰς σκοτεινόν τινα θάλαμον.

Δύναταί τις νὰ παρατηρήσῃ τὰς φαεινὰς καὶ σκοτεινὰς αὐτὰς ταινίας, ἐὰν τὰς λάβῃ ἐπὶ πίνακος ἢ ἀλεξιφώτου, ἢ τὰς παρατηρῇ κατ' εὐθεῖαν διὰ φακοῦ τινος.

Ὁ Γριμάλδης ἐγνώρισε τὴν ἀμοιβαίαν ἐπιῤῥοὴν τῶν φωτιστικῶν ἀκτίνων· πλὴν ὁ καθηγητὴς Οὐίγγιος εἶναι ὁ πρῶτος, ὅστις ἔδειξεν ὅτι φῶς προστιθέμενον εἰς φῶς παράγει σκότος, καὶ ὅστις ἔδωσε τὸν ἀποχρῶντα λόγον τοῦ φαινομένου αὐτοῦ.

Ὁ Φρέσνελ ἐποίκιλλε τὰ τοιαῦτα πειράματα, καὶ ἐπορίσθη τὰ ἀκριβέστερα θεωρητικὰ ἐξαγόμενα· περίεργον τῷ ὄντι εἶναι τὸ πείραμα τὸ δεικνύον, ὅτι φῶς προστιθέμενον ἐπὶ φωτὸς παράγει σκότος· Ὁ Οὐίγγιος ἐπορίσθη ἐξ αὐτῶν τῶν φαινομένων τὴν γενικὴν ἀρχὴν τῶν παρεμπτώσεων, ἐκφράζουσαν ἐνταυτῷ καὶ τὴν ἐνέργειαν αὐτὴν, καὶ τοὺς ὅρους ὑπὸ τοὺς ὁποίους ἐκτελεῖται. Ἡ λέξις αὕτη παρέμπτωσις (interference) εἰσήχθη εἰς τὴν ἐπιστήμην παρὰ τοῦ Οὐϊγγίου, καὶ σημαίνει γενικῶς τὴν ἀμοιβαίαν ἐνέργειαν, ἣν δύο ἀκτῖνες φωτιστικαὶ ἐξασκοῦσι πρὸς ἀλλήλας. Τὰ φαινόμενα ταῦτα τῶν παρεμπτώσεων δὲν δύνανται ἄλλως νὰ ἐξηγηθῶσιν, εἰμὴ διὰ τῆς θεωρίας τῶν κυματισμῶν.

Κατὰ τὸ σύστημα αὐτὸ, ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ

πλάτος τῶν δονήσεων τοῦ αἰθέρος· αἱ δονήσεις διαδίδονται σφαιροειδῶς περὶ τὸ κέντρον τοῦ κλονισμοῦ· αἱ ἀκτῖνες εἶναι αἱ εὐθεῖαι γραμμαὶ, αἱ ἀγόμεναι ἐξ αὐτοῦ τοῦ κέντρου εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας.

Τὰ μόρια τοῦ αἰθέρος δονοῦσι καθέτως τῆς διευθύνσεως τῶν ἀκτίνων, καὶ μία ἀναλίκνησις φωτιστικὴ σύγκειται ἐκ τῆς πρὸς τὰ ἔμπροσθεν καὶ ὄπισθεν κινήσεως.

Ἡ κίνησις διαδίδεται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ κλονισμοῦ μέ τινα μεγίστην μὲν ταχύτητα, ἀλλ' ὄχι καὶ ἀπροσδιόριστον· Οὕτω ἓν μόριον αἰθέρος δύναται νὰ τελειώσῃ τὴν ἀναλίκνησιν, ὅταν ἓν ἄλλο θ' ἀρχίσῃ ἀπώτερα νὰ τίθηται εἰς δόνησιν. Ἡ ἀπόστασις ἡ διαχωρίζουσα αὐτὰ τὰ μόρια, ἢ τὸ διάστημα, ὅθεν ἡ κίνησις λαμβάνει ἀρχὴν μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν τὸ ἐν τῷ μέσῳ τῆς δονήσεως μόριον ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ θέσιν, ἥτις εἶναι ἡ θέσις τῆς ἰσορροπίας, καὶ ἄρχεται ἐκ νέου μία δευτέρα δόνησις, τὸ διάστημα λέγω τοῦτο εἶναι τὸ μῆκος τοῦ κυματισμοῦ.

Ἡ φύσις τοῦ φωτὸς, ἢ ἡ αἴσθησις τοῦ χρώματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ μῆκος τοῦ κυματισμοῦ ἢ τὴν διάρκειαν τῶν δονήσεων, ἥτις πάντοτε εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸ μῆκος αὐτό· ἓν καὶ τὸ αὐτὸ μόριον τοῦ αἰθέρος δύναται νὰ λάβῃ μέρος ἢ νὰ ἐκτελέσῃ ἀπειρίαν συστημάτων δονήσεως, καὶ νὰ συντρέξῃ οὕτω εἰς τὴν μετάδοσιν τοῦ προκύπτοντος φωτὸς ἐκ διαφόρων σημείων· ἐὰν δύο δονήσεις προερχόμεναι ἐκ τοῦ αὐτοῦ κέντρου τοῦ κλονισμοῦ μὲ τὴν αὐτὴν ἔντασιν λαμβάνουσι χώραν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, τὸ μόριον πάλλει μὲ πλειοτέραν δύναμιν, καὶ ἐπιφέρει αὔξησιν εἰς τὸ φῶς· ἐξ ἐναντίας ὅταν αἱ δονήσεις γίνωνται κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις, αἱ δύο κινήσεις καταστρέφονται ἀμοιβαίως καὶ γίνεται σκότος. Ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς τροποποιεῖται κατὰ τὴν μεγάλην, ἢ μικρὰν καταστροφὴν τῶν κινήσεων· καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ ἀρχὴ τῶν παρεμπτώσεων, ὧν ἡ περίληψις ἐκφέρεται ὡς ἑφεξῆς. Ὅταν δύο ἀκτῖνες ὁμογενεῖς ἀναχωροῦσαι ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου συναπαντῶνται ὑπὸ γωνίαν τινὰ

ὀξυτάτην προστίθενται, ἢ καταστρέφονται πρὸς ἀλλήλας (*), καθ' ὅσον ἡ διαφορὰ τῶν διατρεχομένων διαστημάτων εἶναι πολλαπλοῦν τι ἄρτιον ἢ περιττὸν τοῦ ἡμιδιαστήματος τῶν παρεμπτώσεων. Τὸ πλάτος τῶν ταινιῶν, ἢ τὸ μεταξὺ δύο ταινιῶν διάστημα εἶναι εἰς ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὸ μέγεθος τῆς γωνίας τῶν δύο παρεμπιπτουσῶν δεσμῶν· καὶ τὸ διάστημα μεταξὺ δύο ταινιῶν σκοτεινῶν, ἢ δύο συνακολούθων φωτεινῶν, εἶναι ἴσον μὲ τὸ μῆκος τοῦ κυματισμοῦ, διαιρουμένου διὰ τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας ὑπὸ τὴν ὁποίαν αἱ ἀκτῖνες διασταυροῦνται· ὥστε δύναταί τις νὰ πορισθῇ τὸ μῆκος τοῦ κυματισμοῦ δεδομένου τινὸς χρώματος ἐκ τοῦ ἑπομένου τύπου $\Pi = \mu \times \frac{A\beta}{AB}$· Π ὄντος τοῦ πλάτους μιᾶς ταινίας· μ τὸ μῆκος τοῦ κυματισμοῦ· AB ἡ ἀπόστασις ἐκ τῶν εἰκόνων A καὶ B· καὶ Aβ ἡ ἀπόστασις τῶν εἰκόνων αὐτῶν ἐκ τοῦ ἐπιπέδου, ἐφ' οὗ αἱ ταιναὶ μετροῦνται.

Τὸ μῆκος τοῦ κύματος διαφέρει πολὺ ἀπὸ ἓν εἰς ἄλλο χρῶμα· διὰ τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας π. χ. εἶναι κατὰ ἓν καὶ ἥμισυ μεγαλείτερον τοῦ τῶν ἰοειδῶν κειμένων εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου. Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Νεύτωνος ὁ Φρέσνελ ὑπελόγισε τὸ μῆκος τοῦ κυματισμοῦ τῶν ἑπτὰ ἁπλῶν χρωμάτων, καὶ εὗρεν ὅτι τοῦ ἰοειδοῦς εἶναι 423 χιλιοστόμετρα, τοῦ ἰνδικοῦ ἢ πορφυροῦ 449, τοῦ κυανοῦ 475, τοῦ πρασίνου 512, του ξανθοῦ 551, τοῦ χρυσοειδοῦς 583, καὶ τοῦ ἐρυθροῦ 620.

Ὁ Φρέσνελ παρετήρησε προσέτι ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν διαφόρων δονήσεων δὲν πρέπει νὰ περιορίζηται εἰς τὰ πρῶτα ἁπλᾶ χρώματα, ἀλλ' ὅτι εἶναι πιθανὸν νὰ ὑπάρχωσι πλῆθος ἄλλων μεταξὺ ἐκείνων καὶ πέραν ἀκόμη τῶν ἐρυθρῶν καὶ τῶν ἰοειδῶν ἀκτίνων. Ὅλοι οἱ μεταξὺ

(*) Τὸ φαινόμενον ἔχει πολλὴν ἀναλογίαν καὶ ὁμοιότητα μὲ τὸ παρατηρούμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ τινος, ἐφ' ἧς διεγείρονται κυματισμοὶ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις· εἰς τὴν περίστασιν ταύτην, ὅταν δύο ἀντίθετοι κυματισμοὶ ἴσοι κατὰ τὸν ὄγκον καὶ τὴν ταχύτητα συναπαντῶνται καὶ συγκρούωνται κατά τινα τρόπον τὸ εἴδωλον τοῦ ὑγροῦ ἀντὶ νὰ αὐξάνῃ καταστρέφεται, καὶ τὸ μέρος ἐκεῖνο τῆς ἐπιφανείας ἐπιπεδοῦται καὶ γίνεται ὁμαλόν,

τῶν ἐσχάτων μηκῶν 423 καὶ 620 περιλαμβανόμενοι κυματισμοὶ εἰσιν ὁρατοὶ, προσθέτει ὁ ἴδιος δηλ. ἱκανοὶ νὰ διεγείρωσι δόνησίν τινα εἰς τὸ ὀπτικὸν νεῦρον· οἱ ἄλλοι δὲ γίνονται ἐπαισθητοὶ διὰ τῆς θερμότητος, ἢ διὰ τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων, ἅτινα προσδιορίζουσιν.

Ὅταν τις παράγῃ τὸ φαινόμενον τῶν παρεμπτώσεων μὲ λευκὸν φῶς, οἱ κροσσοὶ ἢ αἱ ταιναὶ δὲν σχηματίζονται τόσον καθαρά· ἐπειδὴ συμβαίνει, ἐκ τοῦ ὅτι τὰ χρώματα σχηματίζουσι ταινίας διαφόρου πλάτους, ὥστε ἡ φαεινὴ ταινία τῶν ἀκτίνων χρώματός τινος ν' ἀνταποκρίνηται εἰς τὴν σκοτεινὴν τῶν ἀκτίνων ἄλλου τινὸς χρώματος.

Τὰ φωτιστικὰ κύματα τῶν διαφόρων χρωμάτων διαδίδονται ὁμοιοφόρφως· ὁ δὲ ἀπαιτούμενος χρόνος τῆς διαδόσεως ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον φωτιστικοῦ τινος κύματος εἶναι ἴσος μὲ τὸ πηλίκον τοῦ μήκους αὐτοῦ τοῦ κύματος διαιρουμένου διὰ τῆς ταχύτητος τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός.

Εἰς τὰς διαφανεῖς καὶ στερεὰς οὐσίας οἱ κυματισμοὶ εἶναι βραχύτεροι τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ· καὶ τὰ μήκη αὐτῶν εἰσιν ἀνάλογα πρὸς τοὺς δείκτας τῆς θλάσεως.

Ἵνα δὲ παρεμπίπτωσι φωτιστικαὶ ἀκτῖνες, ἀπαιτεῖται νὰ προέρχωνται ἐκ μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς πηγῆς· ποτὲ δὲν ἠδυνήθησαν νὰ ἐπιτύχωσι τοιοῦτον φαινόμενον ὅταν αἱ ἀκτῖνες προήρχοντο ἐκ δύο πηγῶν διαφόρων. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ὁδοῦ μιᾶς τῶν παρεμπιπτουσῶν ἀκτίνων τεθῇ πλὰξ ὑέλινος λεπτοτάτη καὶ μὲ ἐπιφανείας παραλλήλους, βλέπει τις, καθ' ὅσον ἡ πυκνότης τῆς πλακὸς εἶναι μικρὰ ἢ μεγάλη, τὰς ταινίας νὰ δοκιμάζωσιν ἐπαισθητὰς τροποποιήσεις.

Παρόμοια ἀποτελέσματα ἐπιτυγχάνονται, καὶ ὅταν τις θέτῃ δύο πλάκας ὑελίνους διαφόρου πυκνότητος ἐπὶ τῆς ὁδοῦ ἑκάστης τῶν δύο ἀκτίνων· αἱ τροποποιήσεις τότε λαμβάνουσι χώραν δυνάμει τῆς διαφορᾶς τῆς πυκνότητος αὐτῶν τῶν πλακῶν. Διὰ μιᾶς τινος πυκνότητος τῆς παρεμβαλλομένης πλακὸς δύναταί τις νὰ μεταθέσῃ ὅλον τὸ σύστημα τῶν ταινιῶν, καὶ νὰ τὸ κάμῃ νὰ προχωρήσῃ κατὰ μίαν σειρὰν ἀπὸ τὸ μέρος ὅπου ἡ παρένθεσις λαμβάνει χώραν, δηλ.

ἡ πέμπτη ταινία νὰ γίνῃ τετάρτη, ἡ τετάρτη τρίτη κ τ θ. Τὸ ἀξιόλογον τοῦτο πείραμα χρεωστούμενον εἰς τὸν Ἀραγὼ ὁδηγεῖ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτὸς ἐντὸς τῶν διαφόρων διαστημάτων ἢ περιεχόντων, διὰ τῆς χρήσεως πλακῶν διαφόρων οὐσιῶν.

§ 7. Περὶ διπλῆς θλάσεως καὶ πολώσεως τοῦ φωτός.

146. Διπλῆ θλάσις. Τὰ στερεὰ διαφανῆ σώματα, ἢ τὰ ἀποκρυσταλλωμένα, ὧν τὸ ἀρχικὸν σχῆμα δὲν εἶναι οὔτε κύβος, οὔτε ἄλλο τι τῶν παραγώγων αὐτοῦ, δηλ. τὸ κανονικὸν ὀκτάεδρον, ἢ τὸ δωδεκάεδρον μὲ πλευρὰς ῥομβοειδεῖς, ἔχουσι τὴν ἰδιότητα τοῦ διαιρεῖν τὴν θλασθεῖσαν ἀκτῖνα ἐν ταῖς αὐτῶν οὐσίαις εἰς δύο δέσμας διαφόρους. Εἰς τὰ ἔχοντα ἕνα μόνον ἄξονα κρύσταλλα ἡ μία δέσμη ἀκολουθεῖ καθ' ὅλας τὰς προσπτώσεις καὶ τὰ ἐπίπεδα τὸν γνωστὸν νόμον τοῦ Καρτεσίου τῆς ἁπλῆς δηλ. θλάσεως, καὶ εἶναι ἡ τακτικὴ ἀκτίς· ἡ δὲ ἑτέρα, ἥτις καλεῖται καὶ ἔκτακτος, ἀκολουθεῖ πορείαν ὅλως διάφορον· καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται τὸ φαινόμενον τῆς διπλῆς θλάσεως. Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ φωτὸς διὰ τὰς ἐκτάκτους ἀκτῖνας εἶναι ἡ αὐτὴ κάθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις· μεταβάλλεται δὲ εἰς τὰς τακτικὰς κατὰ τὴν γωνίαν, ἣν σχηματίζουσι μὲ τὸν ἄξονα· Εἰς τὴν μεγαλοφυΐαν τοῦ Οὐϊγενσίου πρεσβεύοντος τὸ σύστημα τῶν κυματισμῶν ὀφείλεται ὁ ἀκόλουθος νόμος· ὅτι ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῶν ταχυτήτων τῆς διαδόσεως τῶν τακτικῶν καὶ ἐκτάκτων ἀκτίνων εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν μονάδα διαιρουμένην διὰ τοῦ τετραγώνου τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας πρὸς τὸν ἄξονα.

Εἰς τὰ κρύσταλλα ὅπου οἱ νόμοι τῆς διπλῆς θλάσεως εἰσιν οἱ ἁπλούστεροι, ὑπάρχει πάντοτε διεύθυνσίς τις, περὶ τὴν ὁποίαν τὰ πράγματα ἔχουσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον πανταχόθεν· ἡ διεύθυνσις δὲ αὐτὴ εἶναι ὁ ἄξων τοῦ κρυστάλλου, ὅστις δὲν εἶναι μία μόνη γραμμή· εἰς τὰ τοιαῦτα κρύσταλλα δύναταί τις νὰ ἐννοήσῃ τόσους ἄξονας, ὅσαι γραμμαὶ παράλληλοι τῆς διευθύνσεως αὐτῆς ὑπάρχουσι·

καλοῦνται δὲ διὰ τοῦτο κρύσταλλα μὲ ἕνα μόνον ἄξονα, καὶ μεταξὺ τῶν τοιούτων διακρίνεται ἰδίως ἡ ἀνθρακικὴ τίτανος (**spath d' Islande**), ἥτις καὶ κατὰ πρῶτον ἐχρησίμευσεν εἰς τὴν σπουδὴν τῆς διπλῆς θλάσεως παρὰ τῷ Ἐράσμῳ Βαρθολίνῳ, ὅστις πρῶτος παρετήρησε τὸ φαινόμενον αὐτό· ὑπάρχουσι δὲ καὶ κρύσταλλα, ἐν οἷς δύο διάφοροι διευθύνσεις μᾶλλον ἢ ἧττον κεκλιμέναι πρὸς ἀλλήλας παρουσιάζουσι φαινόμενα ἀνάλογα τοῖς προηγουμένοις, καὶ ταῦτα καλοῦνται κρύσταλλα μὲ δύο ἄξονας, ὡς εἶναι ὁ χρυσίτης λίθος (**mica**) κτλ.

Εἰς τὰ πρῶτα ὁ ὀπτικὸς ἄξων ἢ ὁ ἄξων τῆς διπλῆς θλάσεως συμπίπτει μὲ τὸν κρυσταλλογραφικόν· εὑρίσκεται δὲ ὁ ἄξων κρυστάλλου τινὸς διὰ τῆς διασχίσεως· διασχίζων τις π. χ. ὅλας τὰς κορυφὰς ῥομβοειδοῦς τινος τῆς ἀνθρακικῆς τιτάνου εὑρίσκει ὅτι ὁ ἄξων ὡς πρὸς τὴν διάταξιν τῶν μορίων ἔχει τὴν ῥηθεῖσαν διεύθυνσιν, ἐν ᾧ ὁ κουάρσιος (**quartz**), ὅστις συνήθως ἀποκρυσταλλοῦται εἰς πρίσματα ἔχει δι' ἄξονα τὸν τοῦ πρίσματος αὐτοῦ.

Καλεῖται τομὴ ἀρχικὴ ὡς πρὸς τὸν ἄξονα κρυστάλλου, τινὸς ὁποιασδήποτε οὐσίας, ἡ σχηματιζομένη ἔκ τινος ἐπιπέδου ἀγομένου καθέτως διὰ τοῦ ἄξονος πρός τινα ὁποιανδήποτε τῶν ἐπιπέδων πλευρῶν αὐτοῦ, δι' ἧς τὸ φῶς διέρχεται ἐν τῷ κρυστάλλῳ.

Διὰ τὰς προσπιπτούσας ἀκτῖνας καθέτως πρὸς τὴν πλευρὰν τοῦ κρυστάλλου, ἡ ἔκκλισις τῆς ἐκτάκτου ἀκτῖνος γίνεται πάντοτε κατὰ τὸ ἐπίπεδον τῆς ἀρχικῆς τομῆς· ἡ δὲ ἔκκλισις αὕτη μεδενίζεται ὁσάκις αἱ ἀκτῖνες διέρχονται τὸ κρύσταλλον παραλλήλως ἢ καθέτως πρὸς τὸν ἄξονα.

Ἐάν τις θέσῃ ἐν ῥομβοειδὲς τῆς ἀνθρακικῆς τιτάνου ἐπὶ τινος ναστοχάρτου, ὅπου εὑρίσκονται σχεδιασμένα σημεῖα καὶ γραμμαὶ, καὶ παρατηρήσῃ διὰ τοῦ κρυστάλλου αὐτοῦ, βλέπει διπλᾶς τὰς εἰκόνας ἑκάστου τῶν ἀντικειμένων αὐτῶν ἢ τῶν σχεδίων· καὶ ἐὰν στρέψῃ τὸ κρύσταλλον περί τινα κάθετον, ἢ μία τῶν εἰκόνων, ἡ τῆς τακτικῆς ἀκτῖνος μένει ἀκίνητος, ἐν ᾧ ἡ ἑτέρα ἡ τῆς ἐκτάκτου κινεῖται ὁμοῦ μὲ τὸ κρύσταλλον· αἱ δύο εἰκόνες ταυτίζονται εἰς μίαν

ὁσάκις ὁ ὀφθαλμὸς καὶ ἡ διπλῆ εἰκὼν συμπέσωσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου τῆς ἀρχικῆς τομῆς.

Εἰς τὰ ἔχοντα διπλοῦς ἄξονας κρύσταλλα αἱ εἰκόνες ταυτίζονται κατὰ δύο θέσεις.

Διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ δύναταί τις νὰ εὑρίσκῃ τὴν ἀρχικὴν τομὴν, ἥτις διαιρεῖ ἢ εἶναι παράλληλος τῆς εὐθείας διαιρούσης ἑκάστην τῶν ἀμβλειῶν γωνιῶν τοῦ ῥομβοειδοῦς εἰς δύο ἴσα μέρη.

Θεωρία τῆς διπλῆς θλάσεως. Φαίνεται ὅτι ἡ ἰδιότης τοῦ διαιρεῖν τὰς ἀκτῖνας, ἣν κέκτηνται αἱ διαφανεῖς ἀποκρυσταλλωμέναι οὐσίαι, ὧν τὸ ἀρχικὸν σχῆμα δὲν εἶναι πολύεδρόν τι κανονικὸν, συνίσταται πραγματικῶς, ὡς τὸ ἀπέδειξεν ὁ Φρέσνελ, εἰς τὸ ὅτι τὰ μόρια αὐτῶν δὲν ἀπέχουσιν ἐξίσου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἢ διότι ἡ ἐλαστικότης αὐτῶν δὲν ἔχει τὴν αὐτὴν ἐνέργειαν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Πόλωσις τοῦ φωτός. Ἡ ἀνακάλυψις τῆς πολώσεως ἔγινε κατὰ τὸ 1810 ἀπό τινα φυσικὸν Μαλούς. Ἰδοὺ ἡ ἀρχὴ τῶν περιέργων αὐτῶν φαινομένων.

Τὸ φῶς μετὰ τὴν ἀντανάκλασιν ὑπό τινας προσπτώσεις ἐπὶ λείων ἐπιφανειῶν μὴ μεταλλικῶν, ἢ μετὰ τὴν διάβασίν του μεταξὺ πλακῶν ἐχουσῶν ἢ μὴ τὴν ἰδιότητα τῆς διπλῆς θλάσεως, ἀποκτᾷ ἰδιότητας παραδόξους π. χ. τοῦ νὰ μὴν ἀνταναλᾶται πλέον, οὔτε νὰ διαδίδηται διὰ τῆς ὑέλου, ἢ τοῦ νὰ μὴ παρέχῃ δύο εἰκόνας, ὅταν διέρχηται μεταξὺ κρυστάλλων κεκτημένων τὴν ἰδιότητα τῆς διπλῆς θλάσεως.

Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς πολώσεως εἶναι ἡ τροποποίησις τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς, καὶ ὄχι τῆς διευθύνσεως· οὕτω ἡ διεύθυνσις, ἣν ἀκολουθεῖ ἀκτίς τις τοῦ πεπολωμένου φωτὸς, ἢ αἱ διευθύνσεις, ἃς ἀκολουθοῦσι τὰ μέρη εἰς ἃ διαιρεῖται δι' ἀνταναλάσεων, διαθλάσεων, ἢ ἄλλων περιπτώσεων, δύνανται πάντοτε νὰ προσδιορισθῶσι διὰ τῶν αὐτῶν ἀρχῶν, αἵτινες ἤδη ἐτέθησαν διὰ τὸ μὴ πεπολωμένον φῶς· ἀλλὰ δὲν συμβαίνει τὸ αὐτὸ καὶ ὡς πρὸς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἐντάσεως· ἐκάλεσαν πόλωσιν τὴν ἀνωτέρω ἰδιότητα, ἣν ἀποκτᾷ τὸ φῶς εἰς τοιαύτας περιστάσεις, ἐπειδὴ

πρὸς ἐξήγησιν ταύτης οἱ ὀπαδοὶ τοῦ συστήματος τῆς ἐκπομπῆς ἐδόξαζον ὅτι τὰ φωτιστικὰ μόρια εἶχον δύο πόλους, ἢ κέντρα ἐνεργείας ἀνάλογα μὲ τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου, καὶ ὅτι ἡ ἀντανάκλασις ἐπὶ τῆς ὑέλου ὑπὸ γωνίαν 35^0, $25'$, κάμνει νὰ στρέφωνται ἅπαντα τὰ φωτιστικὰ μόρια τῆς ἀνταναλωμένης ἀκτῖνος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἄξων ἑκάστου ἐκείνων, ἢ ἡ γραμμὴ ἡ ἑνόνουσα τοὺς πόλους αὐτῶν νὰ ἦναι παράλληλος μὲ τὸ ἐπίπεδον τῆς ἀνταναλάσεως. Τὰ φαινόμενα τῆς πολώσεως μετὰ τὴν διπλῆν θλάσιν καὶ τὴν ἀντανάκλασιν ὑπόκεινται εἰς νόμους, ὡς καὶ τὰ φαινόμενα τῆς διπλῆς θλάσεως, ὧν ἡ ἔκθεσις καὶ θεωρία ἀνήκουσιν εἰς τελειοτέρας περὶ τῶν τοιούτων πραγματείας.

Γ'. ΚΛΑΣΙΣ.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΡΕΥΜΑΤΟΕΙΔΟΥΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

§ 1. Ἕλξεις καὶ ὦσεις μαγνητικαί.

148. Ὁ μαγνήτης ἕλκει τὸν σίδηρον· ἔχει μίαν γραμμὴν οὐδετέραν καὶ δύο πόλους.

Εἰς τὴν φύσιν ὑπάρχει ὀρυκτόν τι γνωστὸν ὑπὸ τὸ ὄνομα μαγνήτης, λέξις παραγομένη ἐκ τῆς Μαγνησίας πόλεως τὰς Λυδίας, ὅπου εὑρίσκετο ἐν ἀφθονίᾳ τὸ ὀρυκτὸν αὐτὸ, καὶ κατὰ πρῶτον παρετηρήθη

τὸ φαινόμενον τοῦ μαγνητισμοῦ· ὁ μαγνήτης ἕλκει τὸν σίδηρον· τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἦτο γνωστὸν καὶ εἰς τοὺς ἀρχαίους· ὁ Πλάτων ἀναφέρει περὶ αὐτοῦ τέσσαρας αἰῶνας πρὶν τῆς ἐποχῆς ἡμῶν, καὶ φαίνεται ὅτι δύο αἰῶνας πρὸ τοῦ Πλάτωνος, ὁ Θαλῆς καὶ ὁ Πυθαγόρας ἐδίδασκον αὐτὸ εἰς τοὺς μαθητάς των. Ὅ,τι τότε ὡς παράδοξον εἵλκυε τὴν περιέργειαν τῶν σοφῶν τοῦ τότε καιροῦ, εἶναι ἄξιον ὅλης τῆς προσοχῆς ἡμῶν σήμερον, ἕνεκα τῶν μεγάλων ἀνακαλύψεων, τὰς ὁποίας ἡ ἐπιστήμη ἠδυνήθη νὰ κάμῃ ἐπ' αὐτοῦ· θέλομεν προσπαθήσει νὰ δείξωμεν διὰ τίνος σειρᾶς ἐρευνῶν καὶ συλλογισμῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ἠδυνήθησαν νὰ ἐξαγάγωσιν ἐκ τοῦ ἀρχικοῦ αὐτοῦ φαινομένου τόσας ἀληθείας ὠφελίμους.

Ὁ μαγνήτης εἶναι ὀξείδιόν τι τοῦ σιδήρου, ἢ μᾶλλον σύνθετος ἐκ δύο ἰσοδυνάμων μερῶν· ἑνὸς ὀξειδίου καὶ ἄλλου ὑπεροξειδίου τοῦ σιδήρου, καὶ εὑρίσκεται μᾶλλον ἢ ἧττον ἄφθονος εἰς τὰ πλειότερα μεταλλεῖα αὐτοῦ τοῦ εἴδους· λαμβάνοντες αὐτὸν εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν ἀρκεῖ νὰ τὸν κυλίσωμεν εἰς ψήγματα σιδήρου διὰ νὰ γνωρίσωμεν ἂν ἦναι ἰσχυρὸς ἢ ἀδύνατος.

Εἶναι ἀδύνατος ἐὰν αἴρῃ μεθ' ἑαυτοῦ ὀλίγα τεμάχια σιδήρου, καὶ ἰσχυρὸς, ἐὰν θυσανοειδῆ σωρὸν ἐπιμήκη καὶ πυκνὸν σχῆμα 252, μαγνήτης φυσικός· σχῆμα 254, μαγνήτης τεχνητός. Παρατηροῦσι καὶ ἐπὶ τῶν δύο αὐτῶν, ὅτι ὑπάρχουσι πάντοτε δύο ἀντίθετοι χῶραι, πρὸς ἃς τὰ ψήγματα προσκολλῶνται κατ' ἐξοχὴν, καὶ μία γραμμὴ διαχωρίζουσα, ὅπου αὐτὰ διόλου δὲν προσκολλῶνται· αἱ χῶραι α καὶ β εἰσὶν οἱ πόλοι τοῦ μαγνήτου, καὶ ἡ γραμμὴ γλ ἡ διαχωρίζουσα αὐτὰς, εἶναι ἡ οὐδετέρα γραμμή.

Ἡ τοιαύτη ἐνέργεια γίνεται καταφανεστέρα, ὅταν καλύπτοντες τὸν μαγνήτην μὲ λεπτὸν χάρτην ῥίπτουσιν ἀπὸ μικρόν τι ὕψος τὰ ψήγματα τοῦ σιδήρου διὰ κοσκίνου μικροῦ, ἵνα διαιρῶνται καὶ χύνωνται ἐξίσου. Ἡ ἕλξις διὰ μέσου τοῦ χάρτου λαμβάνει ἐπίσης χώραν καὶ τὰ ῥινίσματα λαμβάνουσι διάταξιν ἀξιοσημείωτον (σχῆμα 253). Παρατηρεῖται εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν ὅτι αἱ ἑλκτικαὶ δυνάμεις φαίνονται ἀπορρέουσαι ἐκ δύο κέντρων διαφόρων, ὅπως ἐνωθῶσι τρόπον τινὰ ἐπὶ τῆς οὐδετέρας γραμμῆς. Τὰ κέντρα αὐτὰ τὰ

ἑκατέρωθεν τῆς γραμμῆς αὐτῆς ἐντὸς τῆς μάζης ὄντα, καλοῦνται ἐπίσης πόλοι τοῦ μαγνήτου, πλὴν εὐκόλως διακρίνεται πότε ἡ λέξις πόλος λαμβάνεται εἰς τὴν μίαν καὶ πότε εἰς τὴν ἄλλην σημασίαν.

Τί συμβαίνει ὅταν τις τμήσῃ μαγνήτην τινὰ ἐν τῷ μέσῳ κατὰ τὴν οὐδετέραν γραμμήν; Περίεργον φαινόμενον παρουσιάζεται τότε. Εἰς ἕκαστον ἥμισυ ἀναφαίνεται κατὰ τὸ μέσον μία γραμμὴ οὐδετέρα διαχωρίζουσα δύο πόλους ἔχοντας τὴν αὐτὴν σχεδὸν δύναμιν· τοῦ ἡμίσεως δὲ αὐτοῦ ὑποδιαιρουμένου ἔπειτα, παράγονται ἐκ νέου νέα τις γραμμὴ οὐδετέρα καὶ δύο πόλοι κ τ θ· εἰς τρόπον ὥστε ἕκαστον τμῆμα, ἕκαστον τεμάχιον τοῦ μαγνήτου φαίνεται πάντοτε μὲ μίαν γραμμὴν οὐδετέραν καὶ δύο πόλους.

Τὸ πείραμα αὐτὸ γίνεται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον· λαμβάνουσι μακρὰ νήματα χαλύβδινα, ἢ ἐλάσματα τῆς αὐτῆς ὕλης ἄχρηστα, ἄτινα κατὰ συνέπειαν ἰσχυρᾶς βαφῆς καθίστανται εὔθραυστα ὡς ἡ ὕελος· μαγνητίζουσιν αὐτὰ διὰ τοῦ τρόπου τὸν ὁποῖον πορρωτέρω θέλομεν δείξει· καὶ ἀφ' οὗ πληροφορηθῶσι περὶ τῆς ὑπάρξεως τῆς οὐδετέρας γραμμῆς καὶ τῶν πόλων εἰς ἕτερον τούτων τῶν μαγνητῶν, συντρίβουσιν αὐτὸν, τὸν ὑποδιαιροῦσι, καὶ ἑκάστη ὑποδιαίρεσις παράγει τὸ αὐτὸ φαινόμενον.

Εἶναι ἀδύνατον λοιπὸν νὰ ὑπάρξῃ μαγνήτης ἄνευ οὐδετέρας γραμμῆς, καὶ μὲ ἕνα μόνον πόλον· κατορθόνουσι μ' ὅλον τοῦτο τὴν σύνθεσιν μαγνητῶν μὲ δύο ἢ καὶ πλειοτέρας γραμμὰς οὐδετέρας· καὶ τότε λέγουσιν ὅτι ὁ μαγνήτης ἔχει σημεῖα ὁμόλογα, ἢ ὅτι ἡ μαγνήτησις ἐγένετο ἀκανονίστως· τοιοῦτοι μαγνῆται διακρίνονται, κυλινδούμενοι εἰς ψήγματα σιδήρου, ἢ καλυπτόμενοι μὲ φύλλον χάρτου. Εἰς τὴν τελευταίαν αὐτὴν περίπτωσιν, παρέχουσι σχήματα ἀνάλογα μὲ τὰ εἰς τὸ σχῆμα 255 παριστάμενα, ὅπου ἀριθμεῖ τις τρεῖς γραμμὰς οὐδετέρας, ἢ δύο σημεῖα ὁμόλογα γ καὶ δ.

149. Οἱ ὁμώνυμοι πόλοι ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἑτερώνυμοι ἕλκονται. Οἱ μαγνῆται δὲν ἐνεργοῦσι μόνον ἐπὶ τοῦ σιδήρου εἰς κατάστασιν ὀγκώδη ἢ λεπτομερῆ· ἀλλ' ἐνεργοῦσι καὶ πρὸς ἀλλήλους· πλὴν τότε διαδηλοῦται νέον φαινόμενον· ἡ ἐνέργεια ἀντὶ

νὰ ἦναι πάντοτε ἑλκτική, ἄλλοτε εἶναι τοιαύτη, καὶ ἄλλοτε ἀπωστική. Πρὸς ἐκτέλεσιν τοιούτου πειράματος, κρεμῶσι μαγνήτιδα ἀπὸ νήματος σηρικοῦ ἀκλώστου διὰ μέσου ἀξονίου ε ἐκ χάρτου ἢ μετάλλου λεπτοῦ (σχῆμ. 256), καὶ τότε βλέπουσιν ὅτι, ὅταν εἰς ἑκάτερον τῶν πόλων πάντοτε τὸν αὐτὸν, παρουσιάζηται διαδοχικῶς εἷς τῶν πόλων διαφόρων ἄλλων μαγνητίδων, ἄλλοτε γίνεται ἕλξις, καὶ ἄλλοτε ὦθησις. Καλοῦνται ὁμώνυμοι πόλοι ὅλοι οἱ ἐνεργοῦντες κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐπὶ τοῦ πόλου τοῦ κινητοῦ μαγνήτου τοῦ χρησιμεύσαντος εἰς τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος πείραμα· οὕτω ὅλοι οἱ ἕλκοντες αὐτὸν πόλοι εἰσὶν ὁμώνυμοι, καὶ τοὺς σημειόνουν μὲ τὸ αὐτὸ γράμμα Ε· καὶ ὅλοι οἱ ἀπωθοῦντες εἰσὶν ἐπίσης ὁμώνυμοι, καὶ σημειοῦνται μὲ τὸ αὐτὸ γράμμα ω· πλὴν οἱ πόλοι ε ὡς πρὸς τοὺς πόλους ω, εἰσὶν ἑτερώνυμοι· ἀλλ' ἐὰν κρεμῶντες ἕνα τῶν μαγνητῶν ε, ὑποβάλλουσιν εἰς τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ τοῦ πόλου διαδοχικῶς τοὺς ἄλλους πόλους Ε, παρατηροῦσι πάντοτε ἐνέργειάν τινα ἀπωστικήν· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τοὺς σημειουμένους μὲ τὸ ω· λοιπὸν οἱ ὁμώνυμοι πόλοι ἀπωθοῦνται.

Ἐπενεργοῦντες δὲ πρὸς ἀλλήλους οἱ πόλοι ε καὶ ω, ἕλκονται πάντοτε· λοιπὸν οἱ ἑτερώνυμοι ἕλκονται. Τέλος πάντων, ἐὰν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ πόλου τοῦ κινητοῦ μαγνήτου ἐνεργοῦσι διαδοχικῶς οἱ δύο πόλοι ἄλλου τινὸς, ὁ εἷς ἕλκει αὐτὸν, καὶ ὁ ἕτερος τὸν ἀπωθεῖ· λοιπὸν οἱ δύο πόλοι μαγνήτου τινος εἰσιν ἑτερώνυμοι.

Οὕτω ἡ οὐδετέρα γραμμὴ διαχωρίζει τὸν μαγνήτην εἰς δύο χώρας περιεχούσας δυνάμεις ἀντιθέτους, μ' ὅλον ὅτι φαίνονται ὅτι ἐνεργοῦσι κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐπὶ τοῦ σιδήρου.

Ἓν ἄλλο φαινόμενον παρετηρήθη περὶ πλέον· ἐὰν θερμανθῇ μαγνήτης φυσικὸς ἢ τεχνητὸς μέχρι πυρακτώσεως, καὶ ἔπειτα ἀποψυχθῇ, παύει ἡ μαγνητική του ἐνέργεια, καίτοι διατηρουμένου τοῦ ἀρχικοῦ αὐτοῦ βάρους. ἐκ τούτου ἐσυμπέρανον ὅτι αἱ ἰδιότητες αὐταὶ δὲν ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς βαρείας αὐτῶν ὕλης, ἀλλ' ἔκ τινος ῥευστοῦ ἀβαροῦς, ὅπερ ἐκάλεσαν μαγνητικὸν ῥευστόν.

Ὑπάρχουσι λοιπὸν δύο ῥευστὰ μαγνητικὰ τοιαῦτα, ὥστε ἕκαστον αὐτὸ ἑαυτὸ ἀπωθεῖ καὶ ἕλκει τὸ ἕτερον· τὰ δύο αὐτὰ ῥευστὰ

ὑπάρχουσιν ἐν ἅπασι τοῖς μαγνήταις, τὸ ἓν ἐκ τοῦ ἑνὸς μέρους τῆς οὐδετέρας γραμμῆς, καὶ τὸ ἄλλο ἐκ τοῦ ἀντιθέτου· ἡ δὲ θερμότης ὑψωθεῖσα μέχρι τινὸς βαθμοῦ ἐπενεργεῖ προσδιορίζουσα τὴν ἐπανασύνθεσιν αὐτῶν.

150. Κατάστασις τοῦ μαγνητικοῦ ῥευστοῦ ἐν τῷ καθαρῷ ἢ μ᾽αλακῷ σιδήρῳ, ἐν τῷ χάλυβι ἢ ἀνθρακούχῳ σιδήρῳ, καὶ τοῖς μαγνήταις· δύναμις καθειρκτική. Εἰς τὴν ὑπὸ τῆς μαγνήτιδος ἕλξιν τοῦ σιδήρου, δὲν εἶναι αὐτὴ ἡ βαρεῖα ὕλη ἡ ἑλκομένη, ἀλλὰ μόνον τὸ περιεχόμενον μαγνητικὸν ῥευστόν· τοῦτο δὲ εἰς τὰς κινήσεις του συνεπισύρει καὶ τὴν βαρεῖαν ὕλην. Προσέτι, ἐπειδὴ ὁ σίδηρος ἐξίσου ἕλκεται καὶ ἐκ τῶν δύο πόλων ἑνὸς μαγνήτου, ἕπεται ὅτι κατέχει ἀμφότερα τὰ μαγνητικὰ ῥευστά· ἐπειδὴ ἐὰν κατεῖχε μόνον τὸ ἓν, θὰ εἵλκετο ἐκ τοῦ ἑνὸς τῶν πόλων, καὶ θὰ ἀπωθεῖτο ἐκ τοῦ ἑτέρου. Τὰ δύο ῥευστὰ ἑνούμενα ἐν τῷ σιδήρῳ κατ᾽ ἀναλογίαν ἴσην ἀποτελοῦσι τὴν καλουμένην οὐδετέραν κατάστασιν, ἢ τὸ οὐδέτερον ῥευστόν· οὕτω δύναταί τις νὰ ἐννοήσῃ τὰ ὑπὸ τοῦ σιδήρου ὑφιστάμενα ἀποτελέσματα ἐκ μέρους τῶν μαγνητῶν ὡς ἀκολούθως· ἡ παρουσία πόλου τινὸς μαγνητικοῦ ἀποχωρίζει ἢ ἀποσυνθέτει τὰ δύο ῥευστὰ τοῦ σιδήρου· καὶ τὸ μὲν ἑτερώνυμον ἕλκεται καὶ ὑπερισχύει ἐν τοῖς πλησιεστέροις μέρεσι τοῦ σιδήρου, τὸ δὲ ὁμώνυμον ἀπωθεῖται καὶ ὑπερισχύει ἐν τοῖς ἀπωτέροις· αἱ ἀμοιβαῖαι ἐνέργειαι τῶν ῥευστῶν εἰσι τοσούτῳ δραστικώτεραι, ὅσῳ πλησιέστερον ἐξασκοῦνται· τὸ ἑλκόμενον ῥευστὸν ἕλκεται περισσότερον, παρ᾽ ὅσον τὸ ὠθούμενον ὠθεῖται. Ὁ σίδηρος λοιπὸν καὶ ὁ μαγνήτης πλησιάζουσι· καὶ ἐὰν ἔλθωσιν εἰς ἐπαφὴν, συγκολλῶνται πρὸς ἀλλήλους καὶ συγκρατοῦνται μὲ ἰσχὺν ἀνάλογον τῆς δυνάμεως τοῦ μαγνήτου

Ἐκ τούτου ἕπεται· 1ον. ὅτι ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς μαγνήτιδος, ὁ σίδηρος γίνεται καὶ αὐτὸς μαγνήτης ἔχων μίαν γραμμὴν οὐδετέραν καὶ ἑκατέρωθεν αὐτῆς διαδηλῶν δύο ῥευστὰ ἑτερώνυμα, τείνοντα μὲν νὰ ἑνωθῶσιν, ἀλλὰ κωλυόμενα ὑπὸ τοῦ ἐνεργοῦντος πόλου, ὅστις ἐξασκεῖ ἐνεργείας ἀντιθέτους ἐπὶ ἐκείνων· 2ον. ὅτι ἅμα ὁ ἐν ἐνεργείᾳ πόλος ἀπομακρυνθῇ, τὰ δύο ῥευστὰ τοῦ σιδήρου ἀποκτῶντα τὴν

ἐλευθερίαν των, ἐπανασυνθέτονται τῷ ὄντι, καὶ ὁ σίδηρος ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικὴν κατάστασιν τῆς οὐδετερότητος· καὶ τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἀκολούθου πειράματος· θέτουσι μαγνήτην τινὰ ἐπὶ ὑποστηρίγματος, εἰς τρόπον ὥστε ὁ πόλος ε νὰ ἐξέχῃ (σχῆμα 257), καὶ παρουσιάζουσιν αὐτῷ κύλινδρον σιδηροῦν δ, τὸν ὁποῖον δύναται νὰ ἄρῃ· τότε παρατηροῦσιν ὅτι τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου προσκολλῶνται εἰς τὴν κάτω ἄκραν αὐτοῦ τοῦ κυλίνδρου, ὡς καὶ εἰς τὴν ἄνω· καὶ ὅτι κατὰ τὸ ἄνω μέρος καὶ ὄχι ἐν τῷ μέσῳ εὑρίσκεται ἡ οὐδετέρα γραμμή· ἔπειτα εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὁ κύλινδρος αὐτὸς χωρισθῇ ἐκ τοῦ μαγνήτου, ὅλα τὰ ρινίσματα πίπτουσι, καὶ ὁ σίδηρος ἀναλαμβάνει τὴν φυσικήν του κατάστασιν.

Δύναταί τις εἰς αὐτὸν τὸν πρῶτον κύλινδρον νὰ παρουσιάσῃ δεύτερον, ὅστις προσκολλᾶται εἰς ἐκεῖνον, εἰς τὸν δεύτερον τρίτον τινά, καὶ προσκολλᾶται ἐπίσης, σχηματίζοντες οὕτω ἅλυσιν μαγνητικήν· ἀλλ' ἅμα ὁ πρῶτος κύλινδρος χωρισθῇ ἀπὸ τὸν μαγνήτην, ὁ πρῶτος κρίκος τῆς ἁλύσου συντρίβεται, καὶ ὅλοι οἱ λοιποὶ διαχωρίζονται.

Τὸ πείραμα αὐτὸ ἐκτελεῖται καὶ ἄλλως, ἐξ οὗ ἔσχε καὶ τ' ὄνομα παράδοξον μαγνητικόν· (σχῆμα 258). Ἐνταῦθα ὁ σιδηροῦς κύλινδρος εἶναι παχύτερος (ἐκλέγεται τοιοῦτος, ὥστε μεγαλείτερον αὐτοῦ νὰ μὴ δύναται νὰ φέρῃ ὁ πόλος Ε)· ἐν ᾧ δὲ κρατεῖται οὕτω ὑπ' αὐτοῦ τοῦ πόλου πλησιάζουσιν ἀπὸ τὸ ἄνω μέρος δεύτερόν τινα μαγνήτην διὰ τοῦ ἀντιθέτου πόλου ω, καὶ παρευθὺς ὁ κύλινδρος πίπτει· ἕκαστος τῶν πόλων αὐτῶν δύναται καλῶς μόνος νὰ ὑποφέρῃ τὸ βάρος τοῦ κυλίνδρου· ὅταν δὲ ὁμοῦ ἐνεργῶσι, δὲν δύνανται πλέον νὰ τὸν ὑποστηρίξωσι· καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται τὸ παράδοξον τοῦ φαινομένου, ὅπερ εὐκόλως ἐξηγεῖται· διότι οἱ πόλοι ὄντες ἑτερώνυμοι, ἀποσυνθέτουσι κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν τὰ ρευστὰ τοῦ σιδήρου, ἐξ ὧν τὸ ἐν ἕλκει ἐκεῖνο ὅπερ τὸ ἕτερον ἀπωθεῖ, καὶ ἀντιστρόφως· ὑπὸ τὴν σύγχρονον ἐπιρροὴν αὐτῶν ὁ σίδηρος ὀφείλει νὰ μένῃ ὅλως οὐδέτερος, ἐὰν αὐτὴ ἦναι ἐντελῶς ἴση.

Ἐννοεῖ τις εὐκόλως ἤδη, ὅτι, ἐὰν ἑνώσῃ δύο μαγνήτης τοῦ αὐτοῦ σχήματος καὶ ἰσοδυνάμους, θέτων ὁμοῦ τοὺς ὁμωνύμους πό-

λους, ἡ δύναμις αὐτῶν σχεδὸν διπλασιάζεται· ἀλλ' ἐὰν θέσῃ ὁμοῦ τοὺς ἑτερωνύμους, ἡ δύναμις αὐτῶν σχεδὸν καταστρέφεται· λέγομεν σχεδὸν, ἐπειδὴ ἀπαιτεῖται ὄχι ἕνωσις δι' ὑπερθέσεως, ἀλλὰ σύμμιξις καὶ συσσωμάτωσις πρὸς νέαν ἐγκατάστασιν τοῦ οὐδετέρου ῥευστοῦ.

Τὰ πειράματα αὐτὰ ἐξηγοῦσιν ἀποχρώντως τὴν ὑπάρχουσαν χαρακτηριστικὴν διαφορὰν μεταξὺ μαγνήτου καὶ σιδήρου· ἀμφότερά εἰσι σώματα μαγνητικὰ, καθ' ὅσον ἀμφότερα κατέχουσι τὰ δύο ῥευστά· ἀλλ' εἰς τὸν μαγνήτην τὰ ῥευστὰ αὐτά εἰσι κεχωρισμένα καὶ μένουσι τοιαῦτα, ἐν ᾧ εἰς τὸν σίδηρόν εἰσιν ἡνωμένα καὶ οὐδετερωμένα πρὸς ἄλληλα, μέχρις οὗ δύναμίς τις ἐξωτερικὴ τὰ διαχωρίσῃ· καὶ ἀφ' οὗ ἡ ἐνέργεια αὐτῆς παύσῃ, ἐπανασυνθέτονται ἐκ νέου.

Ἐνταῦθα ἀναφύεται ζήτημά τι σπουδαῖον.

Διατὶ τὰ ῥευστὰ μένουσι κεχωρισμένα ἐν τῷ μαγνήτῃ; μέχρι τοῦδε τὸ πρᾶγμα αὐτὸ ἀποκρίνεται εἰς τὸ ζήτημα· καὶ περιορίζονται μόνον εἰς τὸ νὰ εἴπωσιν ὅτι δύναμίς τις ἐναντιοῦται εἰς τὴν ἀμοιβαίαν ἕλξιν, ἣν τὰ δύο ῥευστὰ ἐξασκοῦσι πρὸς ἄλληλα, καὶ τὴν ὀνομάζουσι δύναμιν καθειρκτικὴν, ἐννοοῦντες μὲ ταύτην τὴν λέξιν, ὅτι αὐτὴ καθείργει τρόπον τινὰ τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ, τὰ κρατεῖ, καὶ τὰ ἐμποδίζει νὰ ὑποχωρήσωσιν ἐλευθέρως εἰς τὰς ἑλκτικὰς ἢ ἀπωστικὰς ἐνεργείας, αἵτινες τὰ διερεθίζουσιν. Οὕτω οἱ μαγνῆται ἔχουσι δύναμίν τινα καθειρκτικὴν (force coercitive)· ὁ δὲ καθαρὸς σίδηρος στερεῖται ταύτης, ἐπειδὴ ἐν αὐτῷ τὰ ῥευστὰ χωρίζονται καὶ ἑνόνονται μὲ τὴν πλέον μεγαλειτέραν εὐκολίαν· ὅθεν καλεῖται καὶ σίδηρος μαλακός.

Ὁ σκληρὸς, εὔθραστος καὶ μὴ καθαρισμένος σίδηρος κατέχει μικράν τινα δύναμιν καθειρκτικὴν· ἀναγνωρίζεται δὲ ἀπὸ διπλῆν τινα ἰδιότητα τὴν ἀκόλουθον· 1ον. ὁ μαγνήτης τὸν ἕλκει μὲ ὀλιγωτέραν δύναμιν· 2ον. χωριζομένου ἐξ αὐτοῦ, τὰ ῥευστὰ μένουσιν ἐν μέρει κεχωρισμένα, ἐπειδὴ σχηματίζουσι πόλους καὶ ἕλκουσι τὰ ψήγματα τοῦ σιδήρου· γίνεται καὶ αὐτὸς μαγνήτης, πλὴν ἀδύνατος καὶ μὴ μόνιμος.

Ὁ χάλυψ ἔχει ἀρκετὴν δύναμιν καθειρκτικὴν πρὸ πάντων ὅταν

ἡ βαφή του ἦναι ἰσχυρά· οὕτω αἱ ῥαφίδες, αἱ γλυφίδες, αἱ μάχαιραι καὶ ἐν ἑνὶ λόγῳ πᾶς χάλυψ κατασταθεὶς εὔθραστος διὰ τῆς βαφῆς, δὲν ἕλκεται τόσον ζωηρῶς, ὅσον ὁ σίδηρος· κρατούμενα ὅμως αὐτὰ ὀλίγας στιγμὰς ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν μαγνήτου τινὸς, μένουσι μαγνητισμένα μετὰ τὴν ἀποχώρησιν, καὶ ἔχουσι γραμμὴν οὐδετέραν καὶ δύο πόλους· γίνονται τέλος πάντων μαγνῆται τεχνητοὶ, διατηροῦντες τὴν δύναμίν των εἰς αἰῶνας, ὡς καὶ οἱ φυσικοὶ αὐτοὶ μαγνῆται.

Ὁ χάλυψ ἐψημένος μέχρι τοῦ κυανοῦ, ὡς εἶναι τὰ ἐλατήρια τῶν ὡρολογίων τοῦ κόλπου καὶ τῶν ἐκκρεμῶν, κατέχει δύναμιν καθειρκτικὴν μόνιμον.

Μ' ὅλα ταῦτα, ὅταν πρόκηται νὰ κατασκευάσῃ τις καλοὺς μαγνήτας τεχνητοὺς, δὲν περιορίζεται εἰς τὸ νὰ θέσῃ τὸ ἔλασμα τοῦ χάλυβος ἀπέναντι τοῦ μαγνήτου· ἀλλ' ὀφείλει αὐτὸ νὰ διέλθῃ ἐπὶ τοῦ πόλου, ἢ ὁ πόλος νὰ διέλθῃ ἐπ' αὐτοῦ κατά τινας κανόνας, τοὺς ὁποίους πορῥωτέρω θέλομεν ἀναπτύξει. Τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ εἰς τὴν ἀποσύνθεσίν των δὲν μεταφέρονται ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο μέρος τῆς οὐδετέρας γραμμῆς, ὡς δύναταί τις νὰ τὸ ὑπολάβῃ κατ' ἀρχάς· ἐπειδὴ ἐὰν αὐτὰ οὕτω ἐκινοῦντο ἐντὸς τῶν σωμάτων, ἠδυνάμεθα διὰ τῆς θραύσεως ἢ τμήσεως ἑνὸς μαγνήτου νὰ μονώσωμεν τὰ δύο ῥευστά· ἀλλ' ἡμεῖς εἴδομεν, ὅτι ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει αὐτὰ ἀναφαίνονται εἰς ἕκαστον ἥμισυ κεχωρισμένα διά τινος γραμμῆς οὐδετέρας. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ ἀποδεικνύει ὅτι τὰ ῥευστὰ μετατίθενται πολλὰ ὀλίγον, ἢ μᾶλλον ὑφίστανται μεταθέσεις ἀτομικὰς μόνον, δηλ. κινοῦνται περὶ τὰ μόρια μόνον αὐτὰ ἐντὸς τῶν σωμάτων, καὶ δὲν μεταβαίνουσι ποτὲ ἐξ ἑνὸς στοιχείου εἰς ἄλλο, ἢ ἐξ ἀτόμου εἰς ἄτομον. Ὅ,τι συμβαίνει εἰς τὸν μαγνήτην ἐπίσης συμβαίνει καὶ εἰς τὸν σίδηρον· ὅταν μακρόν τι σύρμα σιδήρου μαλακοῦ τεθῇ δι' ἑνὸς τῶν ἄκρων εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ μαγνήτου, καὶ διὰ τοῦ ἄλλου ἕλκει τὰ ψήγματα, τὸ ἐκεῖ εὑρισκόμενον ῥευστὸν, ὅπερ φαίνεται ὑπερισχύον, δὲν ἦλθε διὰ κινήσεώς τινος μεταβατικῆς· ἐπειδὴ, ἐὰν ὁ σίδηρος τμηθῇ, τὸ μέρος, ὅπερ ἀποσπᾶται, εἶναι σίδηρος εἰς κατάστασιν φυσικὴν, κατέχων τὰ δύο ῥευστὰ εἰς ἴσην ποσότητα.

Καλεῖται στοιχεῖον μαγνητικόν· ὁ μικρότατος κύκλος ἢ ἡ μικροτάτη ἔκτασις ἐντὸς τῆς ὁποίας περιορίζεται ἡ μετάθεσις τῶν ῥευστῶν ἐν περιπτώσει ἀποσυνθέσεως καὶ ἐπανασυνθέσεως. Δὲν γνωρίζομεν ἐὰν τὸ μαγνητικὸν στοιχεῖον εἶναι αὐτὸ τὸ μόριον τοῦ σιδήρου ἢ τοῦ χάλυβος, ἢ ἐὰν περιορίζηται κατά τινα τρόπον ἐν τοῖς διαχωρίζουσι τὰ μόρια τῆς βαρείας ὕλης διαστήμασι.

151. Διάφοροι οὐσίαι μαγνητικαί· ἐπιῤῥοὴ τοῦ θερμαντικοῦ. Ὁ μαγνήτης, ὁ χάλυψ καὶ ὁ σίδηρος δὲν εἶναι τὸ μόνα μαγνητικὰ σώματα· αἱ πλεῖσται τῶν σιδηρούχων συνθέσεών εἰσι μαγνητικαὶ κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἧττον, κατὰ τὴν ἐν αὐταῖς μεγάλην ἢ μικρὰν ὑπεροχὴν τοῦ σιδήρου· οὕτω ὁ ἀνθρακοῦχος σίδηρος (fonte) εἶναι λίαν μαγνητικός· τὸ ἐρυθρὸν ὀξείδιον πολλὰ ὀλίγον· πυρῖταί τινες, εἰσὶ πολὺ, ἄλλοι ὀλίγον κτλ. ἀλλ' οὐδεὶς τῶν συνθέτων αὐτῶν σιδήρων εἶναι ἄνευ δυνάμεως καθειρκτικῆς, ἐκτὸς τοῦ καθαροῦ καὶ μαλακοῦ. Τὸ νικέλειον, κοβάλτιον, καὶ χρώμιόν εἰσιν ἐπίσης μέταλλα μαγνητικὰ, καθὼς ὁ σίδηρος· ὅταν ἦναι καθαρὰ, ἔχουσιν ὀλίγην δύναμιν καθειρκτικήν· ἡνωμένα ἢ μεμιγμένα ἔχουσι περισσοτέραν· ὥστε δύναταί τις νὰ κατασκευάσῃ μαγνήτας σταθεροὺς ἐκ τῶν συνθέσεων αὐτῶν.

Ἡ θερμότης, ὡς ἤδη ὑπεδείξαμεν, ἀφαιρεῖ ἐκ τῶν φυσικῶν μαγνητίδων ὅλην τὴν δύναμιν, δηλ. καταστρέφει καὶ μηδενίζει ὅλην τὴν καθειρκτικὴν δύναμιν, καὶ ἐπιφέρει τὴν ἐπανασύνθεσιν τῶν ῥευστῶν· τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα παράγει καὶ ἐφ' ὅλων τῶν τεχνητῶν μαγνητίδων ὁποιας δήποτε φύσεως· ἀλλ' ἐκτὸς τῆς ἐνεργείας αὐτῆς, ἐξασκεῖ καὶ ἄλλην τινὰ οὐχ' ἧττον ἀξιοσημείωτον· τὰ στερούμενα δυνάμεως καθειρκτικῆς μέταλλα, ὡς ὁ καθαρὸς σίδηρος, θερμαινόμενα μέχρι τινὸς βαθμοῦ, παύουσιν ἑλκόμενα, καὶ καθίστανται σώματα μὴ μαγνητικά. Ὁ Κ. Πουϊλλέτος παρετήρησε περὶ πλέον, ὅτι τὸ φαινόμενον αὐτὸ παράγεται εἰς θερμοκρασίας διαφόρους εἰς τὰ διάφορα σώματα· οὕτω τὸ νικέλειον ἀποβάλλει τὴν μαγνητικήν του ἰδιότητα εἰς τὴν θερμ. 350^0· ὁ σίδηρος εἰς τὴν θερμ. τοῦ κερασοειδοῦς ἐρυθροῦ· τὸ κοβάλτιον εἰς πολὺ ἀνωτέραν ἀκόμη.

§ 2. Μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς γῆς.

152. Ἡ γήϊνος σφαῖρα εἶναι μαγνῆτις. Βελόνη μαγνητισμένη, τεθεῖσα ἐπὶ στρόφιγγος μὲ ἀξόνιον ἐξ ἀχάτου (σχῆμα 259), καλῶς ἰσορρόπισμένη καὶ κινουμένη ἐν ἐπιπέδῳ ὁριζοντίῳ, λαμβάνει πάντοτε ἐν αὐτῷ τῷ ἐπιπέδῳ διεύθυνσίν τινα ὡρισμένην· καὶ ἐάν τις μετατοπίσῃ αὐτὴν ἐκεῖθεν, ἐπανέρχεται διὰ τῆς βραχυτέρας ὁδοῦ, πάλλουσα ἑκατέρωθεν, μέχρις οὗ τέλος σταματήσῃ πάλιν· ἐκεῖ μόνον εὑρίσκει τὴν ἰσορροπίαν της.

Βελόνη ἀμαγνήτιστος τεθεῖσα εἰς τὴν θέσιν ἐκείνης, οὐδὲν τοιοῦτον πάσχει· ἰσορροπεῖ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις· ἡ ἀνατολή, ἡ δύσις, ἡ ἄρκτος καὶ μεσημβρία εἰσὶ πρὸς αὐτὴν ὅλως διόλου ἀδιάφοροι· οὕτω ἡ μαγνητισμένη βελόνη καὶ κινουμένη ὁριζοντίως ἔχει τὴν ἀξιοπερίεργον αὐτὴν ἰδιότητα τῆς πολώσεως, ἢ μὲ ἄλλας λέξεις διευθύνεται πάντοτε πρός τι σημεῖον ὡρισμένον τοῦ ὁρίζοντος.

Ὑπάρχει λοιπὸν δύναμίς τις μαγνητικὴ, κρατοῦσα αὐτὴν καὶ ἐπαναφέρουσα εἰς ταύτην τὴν διεύθυνσιν ὁσάκις παρεκτρέπεται.

Μεγάλοι ὄγκοι σιδήρου δύνανται ἴσως νὰ παραγάγωσι τὸ ἀποτέλεσμα αὐτό· πλὴν ὁ σίδηρος δὲν θὰ ἐκλέξῃ τοὺς πόλους, θὰ ἐνεργήσῃ ἐπίσης ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ὡς καὶ ἐπὶ τοῦ ἄλλου· ἐν ᾧ ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς γῆς στρεφομένη ἡ βελόνη, ὥστε τὸ ἓν ἄκρον αὐτῆς νὰ λάβῃ τὴν θέσιν τοῦ ἄλλου, δὲν εὐχαριστεῖται νὰ μένῃ εἰς τοιαύτην θέσιν, ἀλλὰ κινεῖται περιγράφουσα ἡμιπεριφέρειαν ὁλόκληρον, πάλλει διὰ πολὺν χρόνον μέχρις οὗ ἀναλάβῃ τὴν ἀρχικὴν διεύθυνσιν καὶ θέσιν. Ἐν τῇ ἰσορροπίᾳ αὐτῇ ἕκαστος πόλος κρατεῖ τὴν ἰδίαν θέσιν του, καὶ δὲν δύναταί τις νὰ τοὺς ἀντιστρέψῃ· λοιπὸν εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν ὑπάρχει μαγνῆτις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῆς βελόνης, καὶ κρατοῦσα αὐτὴν κατὰ τὴν μοναδικὴν ταύτην διεύθυνσιν, εἰς ἣν ἐπανέρχεται πάντοτε.

Ἡ βελόνη κρεμαμένη ἔκ τινος νήματος σηρικοῦ ἀκλώστου (σχ. 256) δοκιμάζει ἀκριβῶς τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα· ἐπίσης καὶ μία ῥαφὶς καλῶς μαγνητισμένη καὶ ἐπιπλέουσα ἐπὶ τοῦ ὕδατος διά τινος

λεπτῆς πλακὸς ἐκ φελλοῦ, ὡς καὶ παχεῖά τις ῥάβδος σιδηρᾶ ἐπιπλέουσα ἐπὶ σανίδος ἐλαφρᾶς χωρὶς ν' ἀπαντᾷ ἀντίστασιν μεγάλην εἰς τὴν κίνησίν της.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ παράγεται πανταχοῦ περὶ τὴν ὑδρόγειον σφαῖραν, ἐπὶ τῶν ὑψηλοτάτων ὀρέων, ὡς καὶ ἐν ταῖς βαθυτάταις ὑπονόμοις, ἐπὶ ὅλων τῶν θαλασσῶν, ὡς καὶ ὅλων τῶν ἠπείρων· ἐσυμπέραναν λοιπὸν ὅτι αὐτὴ ἡ γῆ εἶναι μαγνῆτις τις μόνιμος, ἧς ἡ δύναμις διερεθίζει καὶ διευθύνει ἀδιακόπως ὅλους τοὺς μαγνήτας, οὕτω διατεθειμένους ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς.

Καλεῖται βόρειον ῥευστὸν, τὸ ὑπερισχύον εἰς τὰς βορείους χώρας τῆς γῆς, καὶ νότιον τὸ ἐπικρατοῦν εἰς τὰς μεσημβρινάς. Ἀλλ' ἐν τούτοις ἡ οὐδετέρα γραμμὴ τῆς γηΐνου μαγνήτιδος δεν εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἀλλ' εἶναι ἀκανόνιστος καὶ ἑλικοειδὴς, διὰ τοῦτο καὶ τὰ μαγνητικὰ ἡμισφαίρια δὲν πρέπει νὰ συγχέωνται μὲ τὰ ἰσημερινά.

Αἱ ὀνομασίαι αὐταὶ τῶν μαγνητικῶν ῥευστῶν ἐφαρμόζονται εἰς τοὺς μαγνήτας αὐτοὺς καὶ εἰς ὅλα τὰ μαγνητικὰ σώματα. Οὕτω ἑκάστη μαγνῆτις ἔχει ἕνα πόλον μεσημβρινὸν, ἐνῷ ἐπικρατεῖ τὸ νότιον ῥευστὸν, καὶ ἕνα ἄλλον βόρειον, ὅπου ἐπιτρατεῖ τὸ βόρειον· οἱ πόλοι αὐτοὶ διακρίνονται εὐκόλως· ὁ νότιος εἶναι ἐστραμμένος πρὸς ἄρκτον, καὶ ὁ βόρειος πρὸς μεσημβρίαν· ἐπειδὴ ἐκ τῶν δύο γηΐνων ῥευστῶν ἕκαστον ἕλκει τὸ ἑτερώνυμον, καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὁμώνυμον ἄλλοτε, εὐχαριστούμενοι εἰς πρώτην τινὰ προσέγγισιν, παρεδέχοντο ὅτι ἡ διεύθυνσις τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἦτον ἡ ἀληθὴς διεύθυνσις τῆς μεσημβρίας πρὸς τὴν ἄρκτον· ἀλλ' ὁ Χριστόφορος Κολόμβος, ὅτε κατὰ τὸ **1492** διῆλθε τὸν ὠκεανὸν πρὸς ἀνακάλυψιν τοῦ νέου κόσμου, ἐσημείωσε τὴν πλάνην αὐτήν· καὶ γινώσκουσιν ἤδη, ὅτι ἐπὶ ἑκάστου ἡμισφαιρίου ὑπάρχουσιν ὀλίγιστα σημεῖα καθ' ἃ ἡ μαγνητικὴ βελόνη διευθύνεται ἀκριβῶς πρὸς ἄρκτον.

153. Μαγνητικὸς μεσημβρινὸς — ἀπόκλισις — πολογνώμων ἀποκλιτικὸς — πυξὶς ναυτικὴ — πυξὶς χωρομετρική. Ἐπειδὴ ἡ ὁριζόντιος μαγνητικὴ βελόνη ἀντὶ νὰ δεικνύῃ ἀκριβῶς τὴν ἄρκτον, λαμβάνει διαφόρους διευθύνσεις,

παρουσιάζεται ζήτημά τι ἀξιόλογον. Ἡ λύσις αὐτοῦ συνίσταται εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς ἐν ἑκάστῳ τόπῳ ἀνηκούσης διευθύνσεως, ἀναφερομένης εἰς γραμμὰς σταθερὰς ληφθείσας ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς ὑδρογείου, καὶ εἰς τὴν μετέπειτα ζήτησιν τῶν νόμων καθ' οὓς αἱ διευθύνσεις αὗται μεταβάλλονται ἐν περιπτώσει μεταβάσεως ἐξ ἑνὸς εἰς ἄλλον τόπον.

Καλεῖται μαγνητικὸς μεσημβρινὸς τὸ κάθετον ἐπίπεδον διερχόμενον διὰ τῶν πόλων τῆς ὁριζοντίου βελόνης, ὅταν αὐτὴ εὑρίσκηται ἐν ἀκριβεῖ ἰσορροπίᾳ. Καλεῖται ἀπόκλισις ἡ σχηματιζομένη γωνία ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ τοῦ ἀστρονομικοῦ τόπου τινός, ἢ ὅπερ ταὐτὸν, ἡ σχηματιζομένη γωνία ὑπὸ τῆς βελόνης αβ καὶ τοῦ μεσημβρινοῦ μδ (σχῆμ. 261). Ἡ ἀπόκλισις εἶναι ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, καθ' ὅσον ὁ νότιος πόλος τῆς βελόνης εὑρίσκεται πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς. Τοιαύτη συνθήκη ὑπάρχει διὰ τὸ ἡμέτερον βόρειον ἡμισφαίριον· ὅσον δὲ περὶ τοῦ νοτίου μαγνητικοῦ ἡμισφαιρίου, πᾶσα συνθήκη ἀναφέρεται ἐξ ἐναντίας εἰς τὸν βόρειον πόλον τῆς βελόνης.

Διὰ νὰ δώσωμεν ἰδέαν τινὰ τῆς ἐκτάκτου κινήσεως τὴν ὁποίαν ἀκολουθοῦσιν αἱ περὶ τὴν ὑδρόγειον σφαῖραν ἀποκλίσεις, ἐσυλλέξαμεν εἰς τὸν ἀκόλουθον πίνακα τὰς παρατηρηθείσας ἐκκλίσεις ἐπὶ τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ καὶ ἐπὶ τοῦ διαμέσου παραλλήλου τῆς 45^0 μοίρας τοῦ ἡμετέρου ἡμισφαιρίου, διὰ μήκη δυτικὰ αὐξάνοντα ἀπὸ 10^0 εἰς 10^0 μέχρι 360^0· αἱ ἀνατολικαὶ ἀποκλίσεις εἰσὶν ἐκεῖναι εἰς ἃς προηγεῖται τὸ σημεῖον — .

Μήκη δυτικά.	ἀπο κλίσεις. ἰσημεριναί.	μέσου παραλλήλου.	Μήκη δυτικ.	ἀπο κλίσεις. ἰσημεριναί.	μέσου παραλλήλου.
0	19	23	180	—10	—14
10	19	25	190	—9	—11
20	16	26	200	—8	—8
30	11	25	210	—5	—4
40	4	24	220	—3	—2
50	—3	24	230	—2	—1
60	—5	20	240	0	1
70	—8	11	250	0	0
80	—10	3	260	—1	—3
90	—10	—4	270	—3	—4
100	—8	—11	280	0	—4
110	—6	—17	290	0	—4
120	—5	—18	300	2	—2
130	—5	—19	310	7	1
140	—6	—19	320	11	5
150	—6	—19	330	13	10
160	—7	—19	340	17	14
170	—9	—17	350	18	17
180	—10	—14	360	19	22

Εἰς τὸν αὐτὸν τόπον ἡ ἀπόκλισις μεταβάλλεται μὲ τὸν χρόνον· κατὰ τὸ 1663 εἰς Παρισίους ἦτο μηδὲν ἡ βελόνη, κατ' εὐθεῖαν ἔβλεπε πρὸς ἄρκτον, ἐν ᾧ πρὸ τῆς ἐποχῆς αὐτῆς ἔκλινε πρὸς ἀνατολάς· ἀπ' ἐκείνης τῆς ἐποχῆς ἐστράφη πρὸς δυσμὰς καὶ ἡ ἀπόκλισις ηὔξανε πάντοτε μέχρι τοῦ 1823, καθ' ὃν χρόνον εἶχε φθάσει τὸ μέγιστον δηλ. $22^0,23'$. Ἤδη εὑρίσκεται εἰς μείωσιν· εἰς τὴν ἀρχὴν τοῦ 1850 ἦτο $20^0,34'$. Αἱ μεταβολαὶ αὗται δὲν προέρχονται ἀπὸ αἰτίαν τινὰ τοπικὴν, πανταχοῦ γίνονται ἐπαισθηταὶ, ἀλλὰ μὲ μεγάλας διαφορὰς, ὅταν οἱ τόποι ἀπέχωσι κατὰ πολλὰ πρὸς ἀλλήλους.

Τὰ ὄργανα δι ὧν προσδιορίζονται αἱ ἀποκλίσεις καλοῦνται πολογνώμωνες ἀποκλιτικοὶ. Ἡ κατασκευή των στηρίζεται ἐπὶ ἀρχῶν πολὺ διαφόρων, καθ' ὅσον μέλλουσι νὰ χρησιμεύσωσιν ἐν τοῖς ἀστεροσκοπείοις, ἢ ἐπὶ τῇ θαλάσσῃ· ἐνταῦθα περιγράφομεν μόνον τὴν ναυτικὴν πυξίδα· τὸ σχῆμα 262 παριστᾷ τομήν τινα, καὶ πλησίον αὐτῆς ὑπάρχει καί τις ἄνωθεν ὄψις. Ἡ βελόνη αβ εἶναι προσηλωμένη ἐπὶ ἐλαφροῦ τινος κύκλου ἐκ φεγγίτου λίθου κεκαλυμμένου μὲ ἄλλον κύκλον χάρτινον ἐπὶ τοῦ ὁποίου εἰσὶν ἐντετυπωμένοι οἱ ῥόμβοι τῶν ἀνέμων καὶ αἱ συνήθεις διαιρέσεις τοῦ κύκλου, καὶ οὕτω σχηματίζουσι τὸ λεγόμενον ῥόδον τῶν ἀνέμων. Τὸ ὅλον αὐτὸ καλῶς ἰσορροπισμένον στηρίζεται ἐπὶ στρόφιγγος i, διὰ τοῦ ἐξ ἀχάτου ἀξονίου τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Ἡ θήκη γ τῆς πυξίδος ὑψοῦται κατὰ δύο ἢ τρία ἑκατοστόμετρα ὑπεράνω τοῦ ῥόδου, καὶ ἐκεῖ κλείεται διά τινος ὑέλου παραλλήλου φ. Ἡ θήκη αὐτὴ φέρει δύο πτερύγια π καὶ ν μὲ ὀπὰς ὀλίγον πλατείας, ἐν μέσῳ τῶν ὁποίων καθέτως ἐκτείνεται νῆμα, εἰς τοῦ ὁποίου τὴν διεύθυνσιν καὶ ἐπέκτασιν εἶναι σημειωμένη, ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν χειλέων τῆς πυξίδος, ἡ πιστοποιητικὴ γραμμὴ (la ligne de foi). Ἀπέναντι τοῦ πτερυγίου π ὑπάρχει κάτοπτρον κ ἔχον κλίσιν 45^0, καὶ τοῦ ὁποίου τὸ ἥμισυ κάτω μέρος εἶναι μόνον κασσιτερωμένον ὁ ὀφθαλμὸς τιθέμενος κατὰ τὸ Ο διακρίνει διὰ τῆς ἀνταναλάσεως τὴν πιστοποιητικὴν γραμμὴν τοῦ πτερυγίου αὐτοῦ καὶ τὴν ἀνταποκρινομένην διαίρεσιν τοῦ ῥόδου· συνάμα δὲ διὰ τοῦ ἄνω μέρους τοῦ κατόπτρου τοῦ μὴ κασσιτερωμένου σημαδεύει τὸν ἥλιον ἢ ἀστέρα τινὰ ὀλίγον ὑψωμένον ἐκ τοῦ ὁρίζοντος, καὶ γνωρίζει οὕτω τὴν σχηματιζομένην γωνίαν ὑπὸ τοῦ καθέτου ἐπιπέδου τοῦ ἀστέρος καὶ τῆς βελόνης ἢ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου· εἶναι γνωστὸν πρὸς τούτοις ἐκ τοῦ ὕψους τοῦ ἀστέρος προσδιοριζομένου εἰς τὴν αὐτὴν στιγμὴν, καὶ ἐκ τῶν ἀστρονομικῶν πινάκων, ποία εἶναι ἡ γωνία τοῦ καθέτου αὐτοῦ ἐπιπέδου μετὰ τοῦ γηΐνου μεσημβρινοῦ· καὶ τότε δι' ἁπλῆς τινος ἀφαιρέσεως εὑρίσκεται ἡ ἀπόκλισις.

Διὰ νὰ κρατῶνται ὁριζοντίως ἡ μαγνητικὴ βελόνη καὶ τὸ ῥόδον εἰς τὰς κινήσεις τοῦ πλοίου, ἡ θήκη γ τῆς πυξίδος φέρεται μόνον

διὰ δύο ἐξοχῶν πλαγίων καὶ ἀντιθέτων υ, ἀνηκουσῶν εἰς τὸν κύκλον δ ὅστις καὶ αὐτὸς κρατεῖται διὰ δύο τοιούτων ἐξοχῶν τ καθέτων ἐπὶ τῶν πρώτων καὶ ἀνηκουσῶν εἰς κύκλον τινὰ ἐξωτερικὸν μόνιμον Ζ.

Ἡ χωρομετρικὴ πυξὶς (σχῆμα 263) δὲν εἶναι ἐπιτηδεία εἰς προσδιορισμὸν τῆς ἀποκλίσεως, ἀλλὰ χρησιμεύει μόνον πρὸς καταμέτρησιν τῶν γωνιῶν, ἀναφερομένων εἰς τὸν ὁρίζοντα, τὰς ὁποίας διάφορα ἀντικείμενα σχηματίζουσι πρὸς ἄλληλα. Τὸ ὄργανον αὐτὸ σύγκειται ἔκ τινος ἁπλῆς θήκης τετραγώνου, ἐν ᾗ εὑρίσκεται κύκλος διηρημένος, φέρων εἰς τὸ κέντρον στρόφιγγα, ἐφ' οὗ δέχεται τὴν μαγνητικὴν βελόνην. Ἡ θήκη αὐτὴ ἔχει θέσιν ὁριζόντιον καὶ ἐπὶ μιᾶς τῶν πλευρῶν αὐτῆς ὑπάρχει διόπτρα κινουμένη κατά τι ἐπίπεδον κάθετον· ὅταν εὐθυσκοπῶσιν ἀντικείμενόν τι, σημειοῦσι τὴν ἀνταποκρινομένην διαίρεσιν τῆς βελόνης, καὶ ἔπειτα στρέφουσι τὴν θήκην ἵνα σημαδεύσωσι καὶ ἄλλο, σημειόνοντες ἐπίσης τὴν νέαν διαίρεσιν τῆς βελόνης· ἡ διαφορὰ τῶν δύο αὐτῶν διαιρέσεων εἶναι ἡ σχηματιζομένη γωνία ὑπὸ τῶν δύο αὐτῶν ἀντικειμένων. Διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ δύναταί τις νὰ εὕρῃ τὴν γωνίαν, ἣν σειρά τις καμάκων ἢ πασσάλων, σημειούντων τὰς καμπὰς ὁδοῦ τινος, ποταμοῦ ἢ ὑπογείου στοᾶς, σχηματίζουσι πρὸς ἀλλήλους· ἐπειδὴ εἰς τὴν μετάθεσιν τῆς πυξίδος ἐκ τοῦ πρώτου πασσαλίου εἰς τὸν δεύτερον, εἰς τὸν τρίτον κτλ. ἡ διεύθυνσις τῆς βελόνης μένει παράλληλος πρὸς ἑαυτήν.

154. Ἔγκλισις· πυξὶς ἐγκλιτική· μαγνητικὸς ἰσημερινός· πόλοι μαγνητικοὶ τῆς γῆς. Ἡ βελόνη τῆς ἐγκλίσεως παρέχει τὴν ὁριζόντιον συνισταμένην τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τῆς γῆς· ἀλλ' ἀπαιτεῖται νὰ ἦναι γνωστὴ καὶ ἡ διεύθυνσις αὐτῆς ταύτης τῆς δυνάμεως. Πρὸς τοῦτο διαθέτουσι κατὰ τὸ κάθετον ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μαγνητικήν τινα βελόνην πολλὰ εὐκίνητον περὶ ἄξονά τινα κάθετον πρὸς τὸ ἐπίπεδον αὐτό, ἥτις οὕτω ὑποτάσσεται εἰς τὴν δύναμιν αὐτὴν τῆς γῆς, ἐνεργοῦσαν καθέτως καὶ ἐπιβάλλουσαν αὐτῇ τὴν ἰδίαν ἑαυτῆς διεύθυνσιν. Ἡ τοιαύτη βελόνη κα-

λεῖται ἐγκλιτική· καλεῖται γωνία ἐγκλιτικὴ ἡ μικροτέρα τῶν γωνιῶν, τὰς ὁποίας σχηματίζει μὲ τὸν ὁρίζοντα. Εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα εἶναι ὁ νότιος πόλος ὁ καταβαίνων ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα, ἀλλαχοῦ εἶναι ὁ βόρειος· ἀλλ' ὁ προσδιορισμὸς τῆς ἐγκλιτικῆς γωνίας μένει ὁ αὐτός. Εἰς Παρισίους, ἡ ἔγκλισις εἰς τὰς ἀρχὰς τοῦ 1850 ἦτο 66° 44′ (σχῆμα 264).

Προχωρῶν τις πρὸς τὸν ἰσημερινὸν τῆς γῆς, ἐπὶ τοῦ μεσημβρινοῦ τῶν Παρισίων, παρατηρεῖ τὴν ἔγκλισιν μειουμένην ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, καὶ τέλος εὑρίσκει σημεῖόν τι, καθ' ὃ μηδενίζεται, τῆς ἐγκλιτικῆς βελόνης οὔσης ἀκριβῶς ὁριζοντίου· ἔπειτα, ἐὰν μεταβῇ πέραν τοῦ ἰσημερινοῦ, βλέπει τὸν βόρειον πόλον καταβαίνοντα ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα, καὶ τὴν κατάβασιν αὐτὴν συναυξάνουσαν μὲ τὸ μεσημβρινὸν πλάτος.

Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρατηρεῖται, ὁποιος δήποτε καὶ ἂν ᾖ ὁ μεσημβρινὸς τῆς γῆς, ἐπὶ τοῦ ὁποίου γίνεται τὸ πείραμα αὐτό· ὑπάρχει λοιπὸν ἐπὶ τῆς διακεκαυμένης ζώνης σειρὰ σημείων ἢ τόπων ἄνευ ἐγκλίσεως· τὸ δὲ σύνολον αὐτῶν, ἑκάστου ἔχοντος μῆκος διάφορον, ἀποτελεῖ τὸν μαγνητικὸν ἰσημερινόν. Ἓν μέρει ὁ μαγνητικὸς ἰσημερινὸς συμπίπτει σχεδὸν μὲ μέγαν τινὰ κύκλον ἔχοντα κλίσιν 11° ἐπὶ τοῦ γηΐνου ἰσημερινοῦ· ἀλλ' εἰς τὸ ἀρχιπέλαγος τῆς Ἀσίας ὑρίσταται πολλὰς καμπὰς, ἀποκαθιστώσας τὸ σχῆμα αὐτοῦ πολὺ ἀκανόνιστον· μ' ὅλα ταῦτα οὐδὲν τῶν σημείων αὐτῶν ἔχει πλάτος μεσημβρινὸν ἢ βόρειον πλέον τῶν 15 ἢ 16°.

Ἡ ἀληθὴς λοιπὸν οὐδετέρα γραμμὴ τῆς γηΐνου μαγνήτιδος ὑπάρχει ἐκεῖ, εἰς τὰ σημεῖα αὐτὰ, καὶ πᾶν τὸ κείμενον πρὸς βορρᾶν σχηματίζει τὸ βόρειον μαγνητικὸν ἡμισφαίριον· πᾶν δὲ τὸ πρὸς νότον τὸ νότιον. Ἐὰν ἀπ' ἐναντίας, ἀναχωρῶν τις ἐκ Παρισίων, πορεύεται πρὸς ἄρκτον, ἡ ἐγκλιτικὴ γωνία προχωρεῖ ἀκαταπαύστως αὔξουσα, ἡ βελόνη τείνει πρὸς τὴν κάθετον θέσιν, καὶ ὑπάρχει σημεῖόν τι κατὰ τὸν βόρειον πόλον τῆς ὑδρογείου, ὅπου τῷ ὄντι γίνεται κάθετος, καὶ ἐκεῖ εὑρίσκεται ὁ βόρειος μαγνητικὸς πόλος. Κατὰ τὸ 1830 ὁ πλοίαρχος Ῥόσσιος εὗρε τὴν θέσιν αὐτὴν εἰς 70° πλάτος καὶ 99° μῆκος δυτικόν.

Πρὸς τὸν νότιον πόλον τῆς γῆς ὑπάρχει βεβαίως ὁ ἄλλος μαγνητικὸς πόλος· ἀλλὰ μέχρι τοῦδε οὐδεὶς θαλασσοπόρος ἠδυνήθη νὰ προχωρήσῃ μέχρι τοῦ τόπου, τὸν ὁποῖον κατέχει· δύνανται μόνον ὡς ἔγγιστα νὰ ὑπολογίσωσι τὴν θέσιν αὐτοῦ κατὰ τὰς πολικὰς παρατηρήσεις.

Ἡ ἐγκλιτικὴ πυξὶς καθίσταται ὅλως διόλου ἄστατος, ἢ ὡς συνήθως λέγουσι, τρελλὴ εἰς τὴν πλησίασιν τῶν μαγνητικῶν πόλων. Τῆς συνισταμένης τῆς γηΐνου δυνάμεως οὔσης σχεδὸν καθέτου, ἐννοεῖται ὅτι ἡ ὁριζόντιος βελόνη δὲν θὰ ἔχῃ πλέον διεύθυνσιν σταθεράν.

Ἡ ἔγκλισις μεταβάλλεται ἐπίσης μὲ τὸν χρόνον εἰς τὸν αὐτὸν τόπον. Εἰς Παρισίους πρὸ ἑκατὸν χρόνων ἦτο περίπου 72°· ὥστε φαίνεται μειουμένη τακτικῶς κατὰ 3′ κατ᾽ ἔτος.

Κατὰ ταῦτα, οὐδεμία ἀμφιβολία ὑπάρχει, ὅτι ὁ μαγνητικὸς ἰσημερινὸς καὶ οἱ μαγνητικοὶ πόλοι αὐτοὶ ὑφίστανται μετάθεσίν τινα μᾶλλον ἢ ἧττον ταχεῖαν.

Τὰ εἰς προσδιορισμὸν τῆς ἐγκλίσεως χρησιμεύοντα ὄργανα καλοῦνται πυξίδες ἐγκλιτικαί· τὸ σχῆμα 265 παρέχει ἰδέαν τινὰ τῆς κατασκευῆς των· ΖΖ′ εἶναι ἡ βελόνη, ἄγουσα τὸν ὁριζόντιον ἄξονα περὶ τὸν ὁποῖον κινεῖται· ὁ ἄξων αὐτὸς ὀφείλει νὰ διέρχηται ἐκ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτῆς· λλ′ ἐστὶ κάθετός τις κύκλος διηρημένος, καὶ ΗΗ′ κύκλος ἄλλος ὁριζόντιος ἐπίσης διηρημένος, ὁ καλούμενος τῶν ἀζιμούθων (ἐκ τοῦ τόπου ἀπὸ τὸν ὁποῖον διέρχεται).

Ὅταν ὁ κάθετος κύκλος δὲν κῆται ἐντὸς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ἡ βελόνη προσεγγίζει τῆς καθέτου, καὶ παρέχει ἔγκλισιν πολλὰ μεγάλην· καθίσταται δὲ ὅλως διόλου κάθετος, ὅταν ὁ κύκλος αὐτῆς ἦναι κάθετος πρὸς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν.

155. Μεταβολαί, ἀνωμαλίαι, ἔντασις. Ἡ ἐγκλιτικὴ βελόνη δοκιμάζει καθ᾽ ἑκάστην, πρὸς ἀνατολὰς καὶ πρὸς δυσμὰς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, κινήσεις μικρᾶς ἐκτάσεως συνιστώσας τὴν ἡμερήσιον μεταβολήν· αἱ κινήσεις αὗται γενικῶς ἐκτελοῦνται κατὰ τὸν ἑπόμενον τρόπον· ἐν καιρῷ νυκτὸς, ἡ βελόνη εἶναι ἀκίνη-

τος· περὶ τὴν πρωΐαν ὁ μεσημβρινὸς πόλος βαδίζει πρὸς δυσμὰς, ὡς ν' ἀπέφευγε τὸν ἥλιον· περὶ τὰς 2 ὥρας μετὰ μεσημβρίαν, ἐπανέρχεται πρὸς ἀνατολὰς μέχρι τῆς 10 ἢ 11 ὥρας τὸ ἑσπέρας. Ἡ ἔκτασις τῆς μεταβολῆς ἢ τῆς ποικιλίας αὐτῆς σπανίως ὑπερβαίνει 12′ ἢ 15′.

Εἰς τὴν Νεάπολιν, καὶ ἐν γένει πλησίον τῶν ἡφαιστείων, ἡ ἐγκλιτικὴ βελόνη ὑφίσταται ἐνίοτε μεταβολὰς αἰφνιδίους ἑνὸς περίπου βαθμοῦ, κατὰ συνέπειαν τῶν ἐκρήξεων· ὁ βαθμὸς αὐτὸς διατηρεῖται μέχρις οὗ ἄλλαι ἐκρήξεις τὸν μεταβάλλουσιν..

Τέλος τὸ βόρειον σέλας, ἅμα φανῇ, ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης, καὶ ἐπιβάλλει αὐτῇ μεταβολὰς προσωρινὰς ἀρκετὰ μεγάλας, καὶ εἰς τόπους μάλιστα ὅπου αὐτὸ δὲν γίνεται ὁρατόν.

Ἡ μαγνητικὴ ἔντασις τῆς γῆς δύναται νὰ προσδιορισθῇ ἐκ τῶν παλινδρομικῶν κινήσεων ἢ δονήσεων ὁριζοντίου τινὸς βελόνης κατὰ τὸν κανόνα τοῦτον· ὅτι αἱ ἐντάσεις εἰσὶ πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων ἐκτελουμένων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· ἀπαιτεῖται ὅμως νὰ μὴ συμβαίνῃ οὐδεμία μεταβολὴ εἰς τὴν μαγνητικὴν κατάστασιν τῆς βελόνης· αἱ σχετικαὶ ἐντάσεις εὑρισκόμεναι κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον εἰσὶν αἱ τῆς ὁριζοντίου συνισταμένης· ἀπαιτεῖται ὅμως νὰ κρατῆται λόγος τῆς ἐγκλίσεως, ὅταν τις θέλῃ νὰ ἔχῃ ἐντάσεις μαγνητικὰς κατὰ τὴν ἰδίαν αὐτῶν διεύθυνσιν.

156. Ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τοῦ καθαροῦ σιδήρου καὶ τῶν μαγνητικῶν οὐσιῶν. Ὅταν τις δώσῃ εἰς ῥάβδον τινὰ τετράγωνον καθαροῦ σιδήρου τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐγκλιτικῆς βελόνης, ἡ γῆινος μαγνῆτις ἀποσυνθέτει τὰ ῥευσστὰ αὐτῆς, ὅθεν ἀναφαίνεται κάτωθεν πόλος τις νότιος καὶ ἄνωθεν βόρειος· ὡς ἀποδεικνύεται εὐκόλως ἐκ τῆς παρουσίας μικρᾶς βελόνης μαγνητικῆς εἰς τὰ δύο ἄκρα τῆς ῥάβδου· νομίζει τις ὅτι ἡ ῥάβδος καθίσταται καὶ αὐτὴ μαγνῆτις μόνιμος· πλὴν ὅταν τὴν ἀνατρέψῃ, παρατηρεῖ ὅτι ὁ νότιος πόλος ἐπανέρχεται κάτω, καὶ ὁ βόρειος ἀναφαίνεται ἄνω.

Μ' ὅλον τοῦτο, ὅταν εἰς τὴν θέσιν αὐτὴ κατά τι σφυρηλατηθῇ, οἱ μαγνητισμοὶ γίνονται ἐν μέρει μόνιμοι· οἱ πόλοι δὲν ἀνατρέπον-

ται πλέον εἰς τὴν ἀντιστροφὴν αὐτῆς· καθίσταται τότε ἀληθὴς μαγνήτης, ἀλλ' ἀσθενὴς καὶ ὀλίγον μόνιμος.

Εἰς πᾶσαν ἄλλην θέσιν ἡ ῥάβδος ὑφίσταται ἀνάλογα ἀποτελέσματα, ἀλλ' ὄχι τόσον πρόδηλα, ἐπειδὴ ἡ ἀποσύνθεσις γίνεται κατὰ διεύθυνσιν οὐχὶ τόσον εὐνοϊκήν.

Δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία ὅτι οἱ φυσικοὶ μαγνῆται ὀφείλουσι τὴν καταγωγήν των εἰς τὴν ἐνέργειαν αὐτὴν τῆς γηΐνης μαγνήτιδος· καὶ ἡ ἀπόδειξις τούτου ὑπάρχει τρόπον τινὰ εἰς τὰ ἐργαστήρια τῶν κλειθροποιῶν καὶ μηχανικῶν, ἐν οἷς τὰ πλεῖστα τῶν ἐργαλείων εὑρίσκονται μαγνητισμένα, πρὸ πάντων ὅσα ἐνεργοῦσι κατά τινα θέσιν κάθετον.

Ἐκ τοιαύτης αἰτίας προέρχονται καὶ αἱ μεγάλαι παρεκτροπαὶ, τὰς ὁποίας αἱ ναυτικαὶ πυξίδες ὑφίστανται ἐπὶ τῶν ἀτμοκινήτων καὶ λοιπῶν μεγάλων πλοίων, ἐν οἷς ὑπάρχουσι μεγάλοι ὄγκοι σιδήρου ἁπλοῦ ἢ ἀνθρακούχου. Αἱ οὐσίαι αὐταὶ μόναι διὰ τῆς ἐπενεργείας των δύνανται νὰ ταράττωσι τὴν βελόνην, πολὺ μᾶλλον ὅταν ἦναι εἰς κατάστασιν μαγνητικὴν διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς γῆς· τότε παράγουσιν ἀποτελέσματα πολὺ μεγαλείτερα, καὶ ἔχουσιν ἀκόμη τὸ ἀτόπημα τοῦ μεταβάλλεσθαι μὲ τὴν πόλωσιν τοῦ πλοίου καὶ μὲ τὸ πλάτος ὅπου εὑρίσκονται.

§ 3. Νόμοι τῶν μαγνητικῶν ἐνεργειῶν· μαγνήτισις.

157. Νόμοι μαγνητικῶν ἐνεργειῶν. Ὁ Κολόμβος ἀπέδειξεν ὅτι αἱ μαγνητικαὶ ἕλξεις καὶ ὧσεις εἰσὶν ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως. Ἰδοὺ μέθοδός τις τῆς ὁποίας ἔκαμε χρῆσιν πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ θεμελιώδους αὐτοῦ νόμου. Μικρά τις βελόνη διατηροῦσα κάλλιστα τὴν μαγνητικήν της κατάστασιν πάλλει ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς γῆς· ἐκτελεῖ π. χ. 9 δονήσεις ἐντὸς 5′.

Ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς βελόνης αὐτῆς πλησιάζουσι μέχρι τινὸς ἀποστάσεως μακράν τινα ῥάβδον μαγνητικὴν, ἧς οἱ πόλοι εἰσὶν

ἐστραμμένοι εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἐνεργῇ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μὲ τὴν γῆν. Ἡ βελόνη πάλλει ταχύτερον, ἐκτελεῖ π. χ. ἀριθμὸν δονήσεων ἴσον μὲ 15,53 ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου 5′.

Ἡ ῥάβδος πλησιάζει περισσότερον, ἄγεται εἰς ἀπόστασιν ἴσην μὲ τὸ ἥμισυ τῆς προηγουμένης· ἡ βελόνη πάλλει ἔτι ταχύτερον, καὶ αὐτὴν τὴν φορὰν ἐκτελεῖ 27 δονήσεις ἐντὸς 5′.

Πρόκειται ἤδη νὰ παραβληθῶσι πρὸς ἀλλήλας αἱ ἐντάσεις τῆς μαγνητικῆς ῥάβδου εἰς τὰς δύο αὐτὰς θέσεις· πρὸς εὕρεσιν αὐτῶν παραβάλλουσιν ἑκάστην μὲ τὴν ἔντασιν τῆς γῆς.

Εἰς τὸ δεύτερον πείραμα, δύο δυνάμεις συνενεργοῦσιν ἐπὶ τῆς βελόνης, ἡ μία τῆς γῆς καὶ ἡ ἄλλη τῆς ῥάβδου· ἵνα ἔχωμεν τὴν σχέσιν τῆς δευτέρας πρὸς τὴν πρώτην, ἀρκεῖ νὰ σημειώσωμεν ὅτι ὑπὸ μόνην τὴν ἐνέργειαν τῆς γῆς ἡ βελόνη ἐκτελεῖ ἐννέα δονήσεις, ὡς ἐκ τῆς πρώτης πείρας ἐξάγεται· ἑπομένως ἡ δύναμις τῆς ῥάβδου μόνης ἔχει πρὸς τὴν δύναμιν τῆς γῆς ὡς τὸ τετράγωνον τοῦ 15,78 ἠλαττωμένον κατὰ τὸ τετράγωνον τοῦ 9 ἔχει πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ 9. Τούτου τὸν ὑπολογισμὸν ποιοῦντες, εὑρίσκουσι 2· λοιπὸν ἡ δύναμις τῆς ῥάβδου, εἰς αὐτὴν τὴν ἀπόστασιν εἶναι διπλασία ἀπὸ τὴν τῆς γῆς.

Εἰς τὸ τρίτον πείραμα, ἡ δύναμις τῆς ῥάβδου εὑρίσκεται ἐπίσης διὰ τῆς ἀφαιρέσεως τοῦ τετραγώνου τοῦ 9 ἐκ τοῦ τετραγώνου τοῦ 27, καὶ τῆς διαιρέσεως τοῦ ὑπολοίπου αὐτοῦ διὰ τοῦ τετραγώνου τοῦ 9· τὸ ἐξαγόμενον εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν εἶναι 8· λοιπὸν εἰς τὸ ἥμισυ τῆς ἀποστάσεως ἡ ῥάβδος ἐξασκεῖ ἐνέργειαν τετράκις μεγαλειτέραν, ἐπειδὴ ὁ 8 περιέχει τετράκις τὸν δύο.

158. Μαγνήτισις. Ἡ μαγνήτισις τῶν βελονῶν καὶ ῥάβδων γίνεται διὰ δύο μεθόδων διὰ τῆς ἁπλῆς ἐπαφῆς καὶ τῆς διπλῆς.

Ἡ πρώτη συνίσταται εἰς τὸ νὰ σύρῃ τις τὴν βελόνην τετράκις ἢ πεντάκις κατὰ σειρὰν, κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἐπὶ τοῦ πόλου μαγνήτου τινός. Ἡ ἁπλῆ αὕτη τριβὴ ἀρκεῖ πάντοτε ὅταν ἡ βελόνη ἔχῃ μικρὰν παχύτητα.

Ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς ἐπαφῆς ἀπαιτεῖ τὴν χρῆσιν τεσσάρων ῥάβδων, καὶ δύο ἐπισυρομένων ἢ προστριβομένων· αἱ δύο πρῶται εἰσι

διατεθειμέναι ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς εἰς τρόπον ὥστε οἱ δύο ἀντίθετοι πόλοι ν' ἀντίκηνται εἰς ἀπόστασίν τινα ἴσην μὲ τὰ $\frac{3}{5}$ σχεδὸν τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, ἧς τὸ ἓν ἄκρον τίθεται ἐπὶ τῆς μιᾶς, καὶ τὸ ἄλλο ἐπὶ τῆς ἑτέρας. Μετὰ ταῦτα λαμβάνοντες τὰς δύο τελευταίας ἀνὰ μίαν εἰς ἑκάστην χεῖρα, θέτουσιν ἐν τῷ μέσῳ καὶ εὐθὺς περιπατοῦσιν αὐτὰς συγχρόνως τὴν μίαν ἐπὶ τὸ ἥμισυ, καὶ τὴν ἄλλην ἐπὶ τὸ ἄλλο ἥμισυ τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου· ἡ πρᾶξις αὕτη ἐπαναλαμβάνεται πεντάκις ἢ ἑξάκις, καὶ μετὰ ταῦτα ἀνατρέπουσιν αὐτὴν, ἵνα ἐπαναλάβωσι τὴν αὐτὴν ἐργασίαν ἐπὶ τῆς ἐντιθέτου πλευρᾶς· ὁ πόλος τῆς συρομένης ἢ ὀλισθαινούσης ῥάβδου εἶναι ὁμώνυμος τῷ τῆς σταθερᾶς πρὸς ἣν ἄγεται ὀλισθαίνουσα.

Ὅταν θέλωσι νὰ δοκιμάσωσι τὸν βαθμὸν τοῦ ἀναπτυχθέντος μαγνητισμοῦ ἔν τινι ῥάβδῳ, κρεμῶσιν αὐτὴν ἀπὸ ἄθροισμά τι νημάτων ἀκλώστων, καὶ οὕτω ἡ ῥάβδος πάλλει ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς γῆς. Ἐπαναλαμβάνουσι τὴν ἐργασίαν ὅταν αἱ δονήσεις εἰσὶν ὀλίγαι· ἐπειδὴ αἱ ποσότητες τοῦ μαγνητισμοῦ εἰσιν ἀνάλογοι μὲ τὰ τετράγωνα τῶν ἀριθμῶν τῶν δονήσεων ἐκτελουμένων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

Πρὸς διατήρησιν τῆς δυνάμεως τῶν τοιούτων ῥάβδων θέτουσιν αὐτὰς ἀνὰ δύο ἐντὸς θήκης ὀρθογωνίου παραλλήλως εἰς ἀπόστασίν τινων ἑκατοστομέτρων· μετὰ ταῦτα, ὅπερ ἐστὶ πολὺ οὐσιῶδες, ὁπλίζουσιν ἑκάστην ἄκραν μὲ τμῆμα καθαροῦ σιδήρου.

Οἱ τεχνητοὶ μαγνῆται εἰς σχῆμα πετάλου (σχῆμα **266**) μαγνητίζονται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον· ἀλλὰ τὰ σιδηρώματα αὐτῶν σύγκεινται ἐξ ἑνὸς μόνου τμήματος σιδήρου καθαροῦ, καλουμένου ἡ συνάφεια (**le contacte**)· φαίνεται ὅτι ὁ μαγνήτης τρέφεται καὶ αὐξάνει κατὰ τὴν δύναμιν, ὅταν ἡ συνάφεια αὐτὴ ἐπιβαρύνηται βαθμηδὸν μὲ βάρη τείνοντα εἰς τὴν ἀπόστασιν ἐξ ἐκείνου· ἀλλ' ἐὰν διά τινος ἐπιφορτίσματος ἡ συνάφεια ἀποσπασθῇ, ὁ μαγνήτης δὲν ἀνέχεται πλέον πᾶν ὅ,τι πρότερον ἔφερε· ἀπαιτεῖται νὰ ἐλαττωθῇ τὸ φορτίον του, καὶ ἔπειτα ν' αὐξήσῃ κατὰ μικρόν.

Οἱ φυσικοὶ μαγνῆται ὁπλίζονται ὡσαύτως (σχῆμα **267**) διὰ πλακῶν σιδηρῶν μ. καὶ μ', ἐχουσῶν τὸ προσῆκον σχῆμα, αἵτινες προσαρμόζονται εἰς τοὺς πόλους, καὶ πρὸς τὰ κάτω λήγουσιν εἰς

μάζας πυκνοτέρας Π καὶ Π', καλουμένας οἱ πόδες τοῦ μαγνήτου· καὶ οὗτοί εἰσιν οἱ κυρίως πόλοι, τοὺς ὁποίους μεταχειρίζονται, καὶ πρὸς οὓς ἐφαρμόζεται ἡ συνάφεια· τὰς συναφείας αὐτὰς τῶν φυσικῶν μαγνητῶν φορτόνουσιν ἐπίσης.

Εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνητισμὸν μεταχειρίζονται μὲ μεγάλην ὠφέλειαν σύστημά τι ἐκ δύο βελονῶν ὁμοίων μὲ πόλους ἀντιθέτους (σχῆμα 268)· καὶ τοῦτο καλεῖται σύστημα ἐξισωτικόν· κρεμάμενον ἀπὸ νήματος σηρικοῦ ἀκλώστου· τὸ σύστημα αὐτὸ διατηρεῖ ἀσθενῆ τινα δύναμιν διευθυντικὴν, ἐπομένως ἐκτελεῖ τὰς δυνήσεις του πολλὰ βραδέως. Ἐνίοτε καλεῖται καὶ σύστημα ἀστατικόν· ἀλλ' ἐὰν τῷ ὄντι ἦτο τοιοῦτον, δηλ. ἄνευ θέσεως ἰσορροπίας καὶ ἄνευ δυνάμεως διευθυντικῆς, δὲν ἠδύνατο νὰ χρησιμεύσῃ εἰς τὰ πειράματα δι' ἃ γενικῶς εἶναι προσδιωρισμένον.

159. Θεωρία τοῦ μαγνητισμοῦ. Παρατρέχοντες τὰς περὶ τούτου γνώμας τῶν ἀρχαίων, ὡς καὶ ἐκείνην τοῦ περιφήμου Καρτεσίου, τοῦ παρασχόντος μεγάλην ὥθησιν εἰς τοὺς διαφόρους κλάδους τῶν ἀνθρωπίνων γνώσεων, καὶ θελήσαντος νὰ ἐφαρμόσῃ τὰς περικυκλήσεις του (tourbillons) καὶ εἰς τὴν θεωρίαν τοῦ μαγνητισμοῦ, περιοριζόμεθα μόνον εἰς τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Ἀμπερ, ὡς εὐφυεστέραν καὶ πιθανοτέραν. Κατὰ τὸν τρόπον τοῦ θεωρεῖν αὐτοῦ, ὁ μαγνητισμὸς δὲν συνίσταται εἰς τὸν χωρισμὸν τῶν δύο ῥευστῶν, ἀλλ' ἀποδίδεται εἰς ῥεύματα ἠλεκτρικὰ κινούμενα πέριξ τῶν μορίων τῆς ὕλης· τὰ ῥεύματα αὐτὰ ὑπάρχουσιν εἰς ὅλα ἐν γένει τὰ σώματα, ἐφ' ὧν ἐπενεργεῖ ὁ μαγνητισμός· ἀλλ' εἰς τὴν φυσικὴν κατάστασιν αὐτῶν κινοῦνται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις περὶ ἕκαστον ἄτομον, ἐν ᾧ ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τείνουσιν εἰς τὸν παραλληλισμὸν καὶ τὴν πόλωσιν· τουτέστιν ἐκ τῶν δύο ῥευστῶν τῶν ἐν τῇ σφαίρᾳ ἢ τῷ στοιχείῳ ἑκάστου μορίου κινουμένων τὸ μὲν λαμβάνει διεύθυνσίν τινα ὡρισμένην, τὴν βόρειον, τὸ δὲ ἄλλην ἀντίθετον, τὴν νότιον, καὶ οὕτω προκύπτουσι δύο συνιστάμεναι διευθύνσεως ἐναντίας, ὧν τὰ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς κεῖνται εἰς τοὺς δύο πόλους τοῦ μαγνήτου· ἅμα δὲ ἀρθῇ ἡ τοιαύτη πόλωσις τῶν ῥευστῶν τὸ σῶμα ἐπανέρχεται εἰς τὴν πρώτην αὐτοῦ κα-

τάστασιν τῆς οὐδετερότητος, ἤτοι δὲν ὑπάρχει πλέον συνισταμένη, ἧς ἡ σύμφωνος ἐνέργεια μετὰ τῶν ἐξωτερικῶν ῥευμάτων νὰ προξενήσῃ ἔλξιν ἢ ὦσιν (*).

Ἡ ἐπιῤῥοὴ τῶν μαγνητῶν πρὸς μαγνήτισιν ἄλλων σωμάτων εἶναι πολὺ πιθανὸν ὅτι εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν τῶν ἐξωτερικῶν ῥευμάτων, ὥστε κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ἄμπερ ἡ ὑδρόγειος σφαῖρα διατρέχεται ἀπὸ ῥεύματα ἠλεκτρικὰ ἔχοντα τὴν σχέσιν τῆς ἐντάσεως καὶ τὴν διεύθυνσιν, ἣν ἀνωτέρω ἐξηγήσαμεν, πρὸς ἃ ἀποδίδονται ἅπαντα τὰ φαινόμενα τοῦ γηΐνου μαγνητισμοῦ. Τὰ τοιαῦτα ῥεύματα τῆς γῆς διευθύνουσι τὴν μαγνητικὴν βελόνην, προσδιορίζουσιν ἐν τοῖς μεταλλείοις καὶ ταῖς σιδηραῖς οὐσίαις τὰ φαινόμενα τῆς μαγνητίσεως, ἅτινα φαίνονται αὐτόματα. Αἱ ποικιλίαι τῆς ἀποκλίσεως καὶ ἐγκλίσεως πιθανὸν νὰ προέρχωνται ἐκ τῶν περιοδικῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας, συνεπείᾳ τῶν ὁποίων συμβαίνουσι διαφοραὶ ἐντάσεως ἐν τοῖς γηΐνοις ῥεύμασι· κτλ. Παρατηρεῖ τις ὅτι ἡ εὐφυὴς αὐτὴ ὑπόθεσις τοῦ Ἄμπερ ἀποκαθιστᾷ δεσμόν τινα φυσικὸν μεταξὺ φαινομένων τῆς φύσεως τόσον ἀξιολόγων, ἅτινα ἐκ πρώτης ὄψεως φαίνονται διάφορα καὶ ἀσύνδετα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ.

§ 1. Ἔλξεις καὶ ὦσεις ἠλεκτρικαί.

160. Ἀνάπτυξις ἠλεκτρισμοῦ — καλοὶ ἀγωγοὶ — κακοὶ ἀγωγοὶ — δοχεῖον κοινόν. Μέγας τις ἀριθμὸς

(*) Αἱ δύο συνιστάμεναι πρέπει νὰ ἐννοῶνται ἑκατέρωθεν τοῦ μαγνητικοῦ σώματος, ὥστε αἱ συνιστάμεναι κυρίως εἰσὶ τέσσαρες εἰς τὸ αὐτὸ σῶμα, ἐξ ὧν αἱ δύο ἑτερώνυμοι οὖσαι, καὶ ἀντιθέτως διευθυνόμεναι πρὸς τὸ μέσον τῆς μαγνήτιδος, μηδενίζονται πρὸς ἀλλήλας καὶ ἀποτελοῦσι τὴν οὐδετέραν γραμμήν· αἱ δὲ ἄλλαι δύο ἐπίσης ἑτερώνυμοι διευθύνονται πρὸς τὰ ἀντίθετα πέρατα, καὶ ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν μαγνητικῶν ῥευμάτων.

ωμάτων, οποϊά εἰσι ἡ ῥητίνη, ἡ ὁ ἱσπανικὸς κηρὸς, τὸ ἤλεκτρον, τὸ θεῖον, ἡ ὕελος κτλ. ἀποκτῶσι τὴν ἰδιότητα τοῦ ἕλκειν τὰ ἐλαφρὰ σώματα, ὅταν ξηρὰ ὄντα καὶ θερμὰ, τρίβωνται μὲ ὕφασμά τι μάλινον ἢ μεταξωτὸν, ἢ μὲ διφθέραν τινὰ, ὡς τὸ δέρμα τῆς γαλῆς κτλ. Τὰ προσφερόμενα ἐλαφρὰ σώματά εἰσι φύλλα χρυσοῦ, ξέσματα φελλοῦ ἢ μυελοῦ τῆς ἀκτῆς, πτερὰ ἢ κέγχροι χρυσηλάτου κτλ.

Πρὸς δεῖξιν τῶν ἕλξεων αὐτῶν, μεταχειρίζονται τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς (σχῆμα 269)· σύγκειται δὲ ἔκ τινος σφαίρας μικρᾶς ἐξ ἀκταίας, κρεμαμένης ἀπὸ σηρικοῦ νήματος ἐπιχρύσου, τὴν ὁποίαν προσαρτῶσιν εἰς σύρμα χάλκινον, οὗ τὸ ἄνω μέρος κάμπτεται ὁριζοντίως.

Αἰτία τοῦ φαινομένου αὐτοῦ εἶναι ὁ καλούμενος ἠλεκτρισμὸς, λέξις παραγομένη ἐκ τοῦ ἠλέκτρου· ἐπειδὴ ἡ περὶ ἧς ὁ λόγος ἰδιότης κατὰ πρῶτον ἀνεκαλύφθη ἐν αὐτῇ τῇ οὐσίᾳ ὑπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων Ἑλλήνων φιλοσόφων.

Ἡ τριβὴ οὐδὲν τοιοῦτον παράγει εἰς τὰ μέταλλα· πλὴν αὐτὰ πρὸς ἀποζημίωσιν τρόπον τινὰ ἐπροικίσθησαν μέ τινα ἄλλην ἰδιότητα οὐχ ἧττον ἀξιοσημείωτον. Σύρμα μακρὸν μετάλλινον περιζωνύει ὅλον τὸ οἴκημα διά τινων δεσμῶν, ἐκ σηρικοῦ νήματος καταξήρου, ὥστε δὲν ἐγγίζει ἄλλο τι ἐκτὸς τῆς μετάξης. Ἡ μία τῶν ἄκρων αὐτοῦ συγκοινωνεῖ μὲ τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανὴν, ἡ δὲ ἄλλη περατοῦται εἰς σφαῖραν μετάλλινον· ἅμα ἡ μηχανὴ ἔμβῃ εἰς κίνησιν παρατηρεῖται τοῦτο τὸ περίεργον, ὅτι ἡ σφαῖρα ἀποκτᾷ τὴν ἑλκτικὴν ἰδιότητα.

Οὕτω τὸ μέταλλον μεταβιβάζει ἢ διοχετεύει τὸν ἠλεκτρισμόν· καὶ ἡ ἀπόδειξις ὅτι ἡ σφαῖρα ἕλκει τὰ ἐλαφρὰ σώματα διὰ μεταβάσεως ἢ ἀγωγιμότητος εἶναι ὅτι ἅμα ἐγγίσῃ τις μὲ τὸν δάκτυλον τὸ μακρὸν αὐτὸ σύρμα εἴς τι σημεῖον ὁποιονδήποτε, πλησίον ἢ μακρὰν τῆς σφαίρας, παρευθὺς ἀποβάλλει ὅλας αὐτὰς τὰς ἰδιότητας· τὰς ἀποβάλλει ἀκόμη καὶ ὅταν τὸ σηρικὸν νῆμα τῶν δεσμῶν ἀντικατασταθῇ ἐκ καννάβεως ἢ λίνου, ἢ ἐκ νήματος μεταλλίνου.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς λοιπὸν εἶναι ῥευστόν τι κυκλοφοροῦν ἐν τοῖς μετάλλοις μὲ μεγάλην εὐκολίαν, κυκλοφοροῦν ἐπίσης ἐν τῷ ἀνθρω-

πίνῳ σώματι, ἐν τοῖς νήμασι τοῦ λίνου ἢ τοῦ καννάβεως, ὄχι ὅμως καὶ τῆς μετάξης.

Καλοῦνται ἁπλῶς ἀγωγοὶ ἢ ἠλεκτραγωγοὶ ὅλα τὰ σώματα τὰ συγχωροῦντα τὴν διάβασιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὡς τὰ μέταλλα καὶ τὸ ἀνθρώπινον σῶμα· μὴ ἀγωγοὶ ἀπ' ἐναντίας τὰ κρατοῦντα αὐτὸν· ὡς ἡ μέταξα κτλ. τὰ τελευταῖα καλοῦνται καὶ ἀπομονωτήρια, ὡς χρησιμεύοντα εἰς τὸ νὰ κρατῶσιν ἢ νὰ ἀπομονῶσι τὰ ἀγωγὰ σώματα.

Ἡ ἰδιότης αὕτη ἣν κέκτηνται τὰ μέταλλα καί τινα ἄλλα σώματα τοῦ μετοχετεύειν τὸ ἠλεκτρισμὸν ἀνεκαλύφθη κατὰ τὸ 1727 παρὰ τοῦ Γραΐϊ φυσικοῦ ἄγγλου.

Ἡ ῥητίνη, ἡ ὕελος, τὸ θεῖον καὶ ὅλα τὰ διὰ τῆς τριβῆς ἠλεκτριζόμενα σώματά εἰσι μὴ ἀγωγά· ἐπειδὴ ἐὰν δὲν ἦσαν τοιαῦτα δὲν θὰ ἐκράτουν τὸν ἠλεκτρισμόν των, ὅταν ἐγγίζωνται μὲ τὴν χεῖρα· ἔπειτα δύναταί τις κατ' εὐθεῖαν περὶ τούτου νὰ βεβαιωθῇ διὰ μακρῶν ὑελίνων σωλήνων, ἢ ῥάβδων ῥητίνης, τοὺς ὁποίους τρίβων κατὰ τὴν μίαν ἄκραν μόνον ἀναγνωρίζει ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς μένει εἰς τὰ μέρη ὅπου ἀνεπτύχθη, καὶ δὲν ἐκτείνεται εἰς ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν· τὸ ῥευστὸν αὐτό, ἐν ᾧ διαχέεται μὲ θαυμασίαν τινὰ ταχύτητα ἐφ' ὅλης τῆς ἐκτάσεως σώματος μεταλλικοῦ, ὅσον μεγάλη καὶ ἂν ἦναι, μένει ἀκίνητον καὶ περιωρισμένον ἐπὶ τῶν μὴ ἀγωγῶν σωμάτων. Τὸ ὕδωρ εἶναι καλὸς ἀγωγός· νῆμα σηρικὸν βρεγμένον, σωλὴν ὑέλινος ὑγρὸς, συγχωροῦσι τὴν διάβασιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σχεδὸν ὡς καὶ τὰ μέταλλα.

Ὁ ἀὴρ εἶναι κακὸς ἀγωγός· ἐὰν ἐσυγχώρει τὴν διάβασιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὰ σώματα θὰ ἀπέβαλλον τὸ ῥευστὸν αὐτό, καθ' ὅσον ἀνεπτύσσετο διὰ τῆς τριβῆς. Ὁ ὑγρὸς μ' ὅλον τοῦτο ἀὴρ γίνεται κάλλιστος ἀγωγὸς, ἐπειδὴ ὅλα τὰ σώματα χάνουσι τὸν ἠλεκτρισμόν των, ἅμα ὁ ἀὴρ εἶναι ὀλίγον φορτωμένος ἀπὸ ἀτμούς.

Ὀφείλει τις λοιπὸν ἢ νὰ ξηραίνῃ τεχνητῶς τὸν ἀέρα, ἢ τοὐλάχιστον νὰ ὑψώνῃ τὴν θερμοκρασίαν του εἰς τοὺς τόπους ὅπου ἐκτελοῦνται πειράματα ἠλεκτρικά.

Τὰ θυρώματα, ἡ ὀροφὴ, τὸ δάπεδον, ἡ ξυλικὴ, οἱ τοῖχοί εἰσιν ἀρκετὰ καλοὶ ἀγωγοὶ, καὶ συνιστῶσιν ὡς ἐκ τῆς συνοχῆς των μετὰ

τῆς γῆς τὸ καλούμενον κοινὸν δοχεῖον· ἐπειδὴ, τῷ ὄντι, ἅμα τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν φθάσῃ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν αὐτῶν, διαχέεται ἐφ' ὅλης τῆς ἐκτάσεώς των, φθάνει εἰς τὴν γῆν αὐτὴν, καὶ εἴτε διὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν ὑδάτων, εἴτε διὰ τοῦ στερεοῦ ἐδάφους διαχύνεται εἰς τὴν στιγμὴν ἐπὶ ὁλοκλήρου τῆς γηΐνης σφαίρας.

161. Ὑπάρχουσι δύο ἠλεκτρικὰ ῥευστὰ, ἐξ ὧν ἕκαστον αὐτὸ ἑαυτὸ ὠθεῖ, ἕλκει δὲ τὸ ἕτερον. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη ἀποδεικνύεται ὡς ἑφεξῆς. Σωλὴν ὑέλινος ἐπιμήκης ὑποστηρίζεται ὁριζοντίως (σχῆμα 270)· εἰς ἕκαστον πέρας φέρει ἐκκρεμὲς ἀπομονωτήριον· τουτέστι σφαῖραν ἀκταίας κρεμαμένην εἰς νῆμα σηρικὸν, ἥτις ἕλκεται μὲν τὸ πρῶτον ἀπὸ ῥάβδον ἱσπανικοῦ κηροῦ ἠλεκτρισμένην διὰ τῆς τριβῆς μὲ δέρμα γαλῆς, ἀλλὰ μόλις ἐγγίζει ἐκείνην, καὶ ἀπωθεῖται ζωηρῶς· ὅθεν ἕπεται ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ῥητίνης ὠθεῖται ἀφ' ἑαυτοῦ του ἡ ὠθεῖ αὐτὸς ἑαυτόν. Ἠλεκτρίζουσι μετὰ ταῦτα σωλῆνα ἢ κύλινδρον ὑέλινον τρίβοντες αὐτὸν μὲ ὕφασμα μάλινον, τὸν παρουσιάζουσιν εἰς τὸ ἄλλο ἐκκρεμὲς, καὶ αὐτὸ ἕλκεται ἐπίσης, ἀλλὰ μόλις ἐγγίζει τὴν ὕελον, καὶ ἀπωθεῖται ὁμοίως ζωηρότατα· λοιπὸν ὁ ὑελώδης ἠλεκτρισμὸς ἀπωθεῖται ἐπίσης ἀφ' ἑαυτοῦ του. Τούτων οὕτως ἐχόντων, τοῦ πρώτου ἐκκρεμοῦς ὠθησθέντος ὑπὸ τῆς ῥητίνης, καὶ τοῦ δευτέρου ὑπὸ τῆς ὑέλου, παρουσιάζουσι τὴν ῥάβδον τῆς ῥητίνης εἰς τὸ δεύτερον, καὶ τὸν ὑέλινον κύλινδρον εἰς τὸ πρῶτον, καὶ τότε τὸ πρᾶγμα λαμβάνει ἄλλην φάσιν, ἡ ῥητίνη ἕλκει ὅ,τι ἡ ὕελος ἀπωθεῖ, καὶ τἀνάπαλιν· λοιπὸν ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ῥητίνης δὲν εἶναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν τῆς ὑέλου, καὶ ἐκ τούτου ἐξάγεται ὅτι ὑπάρχουσι δύο ῥευστὰ ἠλεκτρικὰ, ἓν ὑελῶδες, καὶ ἄλλο ῥητινῶδες, ἐξ ὧν ἕκαστον ὠθεῖ αὐτὸ ἑαυτὸ καὶ ἕλκει τὸ ἕτερον.

Ὁ ὑελώδης ἠλεκτρισμὸς εἶναι ὁ ἀναπτυσσόμενος ἐπὶ τῆς ὑέλου, ὅταν τρίβηται μὲ μάλινον ὕφασμα, ὅστις καλεῖται προσέτι καὶ θετικός.

Ῥητινώδης ὁ ἐπὶ τῆς ῥητίνης ἀναπτυσσόμενος, ὅταν τρίβηται μὲ δέρμα γαλῆς, καὶ ὀνομάζεται ἀκόμη καὶ ἀρνητικός.

Ἐπειδὴ ὑπάρχουσι δύο ἠλεκτρικὰ ῥευστὰ, δύναταί τις νὰ θέσῃ τὸ

ἑπόμενον ζήτημα· διατὶ ἡ τριβὴ ἀναπτύσσει ἄλλοτε τὸ ἓν, καὶ ἄλλοτε τὸ ἄλλο; πρὸς λύσιν αὐτοῦ, ἀπαιτεῖται νὰ ἐξετασθῇ τὸ συμβαῖνον εἰς τὸ τρίβον σῶμα καὶ εἰς τὸ τριβόμενον· λοιπὸν, ἐάν τις λάβῃ δίσκον ὑέλινον (σχῆμα 271), καὶ ἕτερον ἐπίσης ὑέλινον ἢ ξύλινον κεκαλυμμένον μὲ ὕφασμα ἐριοῦχον καὶ κρατῶν αὐτοὺς διὰ τῶν λαβῶν, τρίψῃ καλῶς πρὸς ἀλλήλους, ἀναγνωρίζει διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς μονωτηρίου, ὅτι τὸ ἐριοῦχον ὕφασμα λαμβάνει τὸν ῥητινώδη ἠλεκτρισμὸν, ἢ ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ἐν ᾧ ἡ ὕελος λαμβάνει τὸν ὑελώδη, ἢ ἠλεκτρίζεται θετικῶς· ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι τὰ δύο ῥευστὰ ἀναπτύσσονται συγχρόνως, τὸ μὲν ἐπὶ τοῦ τρίβοντος σώματος, τὸ δὲ ἐπὶ τοῦ τριβομένου· δύναται μάλιστά τις νὰ βεβαιωθῇ, ὅτι αἱ ἀντίθετοι ἐνέργειαί των εἰσὶν ἴσαι· ἐπειδὴ ἐὰν μετὰ τὴν ἀμοιβαίαν τριβὴν τῶν δύο δίσκων, κρατήσῃ τις αὐτοὺς ἡνωμένους χωρὶς νὰ τοὺς ἀποχωρίσῃ, οὐδὲν ἀποτέλεσμα προκύπτει ἐκ τῆς τοιαύτης ἑνώσεώς των, ἡ ἕλξις τοῦ ἑνὸς μηδενίζει τὴν ὦσιν τοῦ ἄλλου· ὅθεν ἀπαιτεῖται ν' ἀπομακρυνθῶσι πρὸς ἀλλήλους καὶ νὰ ἐνεργήσωσιν εἰς ἀποστάσεις διαφόρους, ὅπως τὰ φαινόμενα τῆς ἕλξεως καὶ ὦσεως ἀναφανῶσι.

Τὸ αὐτὸ παρατηρεῖται, καὶ ὅταν ἐκ τῶν δύο δίσκων ὁ εἷς ἦναι ἐκ ῥητίνης, καὶ ὁ ἄλλος ξύλινος κεκαλυμμένος μὲ σηρικὸν ὕφασμα ἢ μὲ δέρμα γαλῆς.

Ἐκ τούτων προκύπτει ἡ ἑπομένη οὐσιώδης συνέπεια· ὅτι τὰ δύο ἠλεκτρικὰ ῥευστὰ, ὑπάρχουσιν εἰς ὅλα ἐν γένει τὰ σώματα, καὶ ὑπάρχουσι κατ' ἴσην ποσότητα, ἐπειδὴ οὐδὲν σῶμα ὑπάρχει φυσικῶς ἠλεκτρισμένον, καὶ ἐν καταστάσει οὐδετερότητος, ὡς οὐδετερούμενα πρὸς ἄλληλα. Ἡ τριβὴ ὅμως τὰ ἀποχωρίζει ἢ ἀποσυνθέτει τὸ φυσικὸν αὐτὸ ῥευστὸν, καὶ ἀναφαίνεται τὸ μὲν ἐκ τῶν στοιχείων αὐτῶν ἐπὶ τοῦ τρίβοντος, τὸ δὲ ἐπὶ τοῦ τριβομένου σώματος. Πρὸς τούτοις ἕπεται ὅτι ἡ ὕελος δὲν λαμβάνει ἀποκλειστικῶς τὸν ὑελώδη ἠλεκτρισμὸν, ἀλλ' οὔτε ἡ ῥητίνη οὐσιωδῶς τὸν ῥητινώδη· ἐπειδὴ ἡ ὕελος ἠλεκτρίζεται ῥητινωδῶς ἢ ἀρνητικῶς, ὅταν τρίβηται μὲ δέρμα γαλῆς ἀντὶ μαλίνου ὑφάσματος· καὶ εἶναι πολὺ πιθανὸν ὅτι ὑπάρ-

χουσιν οὐσίαι, αἵτινες τριβουσαι τὴν ῥητίνην ἠλεκτρίζουσιν αὐτὴν θετικῶς.

Ἐκ τοῦ ὅτι τὰ μέταλλα δὲν ἠλεκτρίζονται διὰ τῆς τριβῆς δύναταί τις νὰ ὑπολάβῃ ὅτι αὐτὰ δὲν κατέχουσι φυσικὸν ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν, δηλ. τὴν ἕνωσιν τῶν δύο ἀντιθέτων ῥευστῶν κατ' ἴσην ποσότητα· ἀλλὰ θὰ ἴδωμεν παρακατιὸν ὅτι τὰ μέταλλα, ὡς καὶ ὅλα τὰ ἄλλα σώματα, κέκτηνται ποσότητά τινα ἀόριστον φυσικοῦ ῥευστοῦ. Πρὸς τούτοις εἰσὶν ἐπιδεκτικὰ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τῆς τριβῆς, ὅταν καλῶς ἀπομονόνωνται, καὶ δὲν τρίβωνται ὁμοῦ δύο ἠλεκτραγωγὰ σώματα, διότι τότε τὰ δύο ῥευστὰ ἐπανασυνθέτονται καθ' ὅσον ἀναπτύσσονται. Ἡ ἀνακάλυψις αὐτὴ τῶν δύο ἠλεκτρισμῶν ἐγένετο κατὰ τὸ 1733, ὑπὸ τοῦ Δουφαίου φυσικοῦ Γάλλου.

162. Ἠλεκτρικὴ μηχανή. Ἡ συνήθης ἠλεκτρικὴ μηχανὴ (σχῆμ. 272) εἶναι σύνθετος ἐκ σώματος τρίβοντος, ἐκ σώματος τριβομένου καὶ ἀγωγῶν.

Διὰ τρίβοντα σώματα μεταχειρίζονται δύο ζεύγη προσκεφαλαίων α καὶ β, τὸ ἓν ἄνω καὶ τὸ ἄλλο κάτω· τὸ τρίβον μέρος τῶν προσκεφαλαίων σύγκειται ἀπὸ δέρμα ἠλειμμένον μὲ θειοῦχον κασσίτερον, (or mussif) ὑπὸ τὸ ὁποῖον εὑρίσκονται τρίχες ἀλόγων παρέχουσαι τὴν ἀνήκουσαν ἐλαστικότητα εἰς αὐτό. Τὰ προσκεφάλαια συγκοινωνοῦσι μὲ τὸ ἔδαφος τῆς γῆς διὰ μεταλλικῆς τινος ἁλύσου γ.

Τὸ τριβόμενον σῶμα εἶναι μέγας τις δίσκος ὑέλινος δ φερόμενος ἐπὶ ἄξονος ὁριζοντίου σιδηροῦ· στρέφουσι δὲ αὐτὸν διὰ τοῦ διωστῆρος μ.

Οἱ ἀγωγοὶ ε εἰσὶ κύλινδροι κατεσκευασμένοι ἐκ φύλλων λεπτῶν ὀρειχάλκου, καὶ ἀπολήγοντες εἰς μέρη σφαιροειδῆ· εἰσὶ δὲ μεμονωμένοι ὡς στηριζόμενοι ἐπὶ στύλων μικρῶν ὑελίνων κεχρισμένων μὲ εἶδός τι ῥητίνης καλουμένης λάκη (gomme laque), ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια τῆς ὕελου ὑγραίνεται εὐκολώτατα.

Κατὰ συνέπειαν τῆς στροφῆς τοῦ διωστῆρος ὁ ὑέλινος δίσκος ἐμφορεῖται ἀπὸ ὑελώδη ἠλεκτρισμὸν καὶ ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, οἱ δὲ ἀγωγοὶ εἰσι διατεθειμένοι ὅπως μεθέξωσι μετ' ἐκείνου τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐτοῦ, καὶ ἐξ αὐτῶν ὁ εἷς λαμβάνει τὸν προκύπτοντα ἐκ

τῆς τριβῆς τῶν ἄνω προσκεφαλαίων, ὁ δὲ ἕτερος τὸν ἐκ τῆς τριβῆς τῶν κάτω.

Συγχρόνως δὲ εἰς αὐτὰ ταῦτα τὰ προσκεφάλαια συσσωρεύεται ἠλεκτρισμὸς ῥητινώδης, ὅστις ὅμως ῥέει ἐντὸς τῆς γῆς διὰ τῆς ἀλύσου γ.

Ἵνα ἔχωσι τὴν μηχανὴν εἰς καλὴν κατάστασιν, ἀφαιροῦσι τὰ προσκεφάλαια καὶ τὰ θερμαίνουσι· πλύνουσι τὸν δίσκον μὲ οἰνόπνευμα καθαρὸν ὅπως ἀποβάλλωσι τὸ ὕδωρ, τὸ λίπος, καὶ τὸν κονιορτὸν, ἅτινα ἐνδέχεται νὰ φέρῃ· τὴν σπογγίζουσι μὲ πανία ξηρὰ καὶ θερμά· ξηραίνουσιν ἐπίσης τοὺς ὑελίνους στύλους τῶν ἀγωγῶν, θερμαίνοντες αὐτοὺς μὲ πύραυνα, ἐὰν ὁ καιρὸς ἦναι πολλὰ ὑγρὸς, ἢ τρίβοντες ἐπανειλημμένως αὐτοὺς μὲ χάρτην ἄνευ γλοιοῦ (κόλλας)· μετὰ ταῦτα βάλλουσιν ἐκ νέου τὰ προσκεφάλαια, ἀφ' οὗ ἀνανεώσωσι τὸν θειοῦχον κασσίτερον, καὶ τρίψωσιν αὐτὰ πρὸς ἄλληλα, ἵνα ἐξαπλωθῇ ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας, ἥτις θὰ ἦναι εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸν δίσκον. Τὸ μίγμα τοῦ ψευδαργύρου εἶναι ἔτι δραστικώτερον τοῦ θειούχου κασσιτέρου καὶ διαρκεῖ περισσότερον καιρόν.

Αἱ μηχαναὶ λαμβάνουσι περισσοτέραν δύναμιν, ὅταν ὁ δίσκος ἦναι ἐφωδιασμένος μὲ ταφετᾶ ἠλειμμένον μὲ κόμμι, ὅστις προφυλάττει αὐτὸν ἀπὸ τὴν ὑγρασίαν καὶ τὴν μετὰ τοῦ ἀέρος ἐπαφήν. Ὅλα τὰ πειράματα τῆς ἕλξεως τῶν ἐλαφρῶν σωμάτων δύνανται νὰ γίνωσι μὲ τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανὴν καὶ μὲ τρόπον σαφέστερον ἀκόμη, παρ' ὅσον διὰ τῶν ῥάβδων τῆς ὑέλου καὶ τῆς ῥητίνης.

Πρὸ πάντων εἶναι ἀπαραιτήτως ἀναγκαῖον ἵνα ἴδῃ τις καλῶς, πῶς ὁ ἠλεκτρισμὸς μεταδίδεται, εἴτε ἐν ἀποστάσει, εἴτε ἐν συναφείᾳ.

163. Μετάδοσις ἐν ἀποστάσει. Ἐν ᾧ στρέφουσι τὸν δίσκον, πλησιάζουσιν ἀγωγοὺς, ὡς μετάλλινον σφαῖραν, τὴν ὁποίαν κρατοῦσι διὰ λαβῆς μονωτικῆς, καὶ ἥτις συγκοινωνεῖ μὲ τὴν γῆν δι' ἀλύσου ἠλεκτραγωγοῦ· καὶ τότε βλέπουσι σπινθῆρας ἀναπηδῶντας μεταξὺ τῆς σφαίρας αὐτῆς καὶ τῶν ἀγωγῶν τῆς μηχανῆς. τὸ χρῶμά των εἶναι λαμπρὸν καὶ ἐξαίσιον, καὶ ὁσάκις φαίνονται, ἀκούεται ἦχός τις ξηρὸς καὶ ὀξύς. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις εἶναι μικρὰ,

οἱ σπινθῆρες εἰσὶ ζωηρότεροι καὶ ἀποτελοῦσι ὀλίγον κρότον· ὁμοιάζουσι μὲ σημεῖα φωτιστικὰ, ἅτινα φαίνονται διαδοχικῶς καὶ σβύνουσι ταχέως· καθ' ὅσον τὸ διάστημα αὐξάνει, τὸ φῶς λαμβάνει περισσότερον ὄγκον, καὶ ὁ κρότος πλειοτέραν ἰσχὺν, πλὴν οἱ σπινθῆρες γίνονται σπανιώτεροι· Ἐὰν ἡ μηχανὴ εἶναι ἱκανῶς ἰσχυρὰ, ὥστε νὰ ἐκπέμπῃ σπινθῆρας εἰς ἀπόστασιν 15 καὶ 20 ἑκατοστομέτρων, τότε ἀντὶ ἑνὸς σπινθῆρος διακρίνεται αὐλαξ φωτεινὸς μὲ ἐλιγμοὺς ὡς ὁ τῆς ἀστραπῆς. Τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ θαυμασίως παρατηρεῖται εἰς τὰς μεγάλας μηχανὰς, ὅπου ὁ σπινθὴρ ἀναπηδᾷ εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου.

Δύναταί τις νὰ ἐπαναλάβῃ τὰ πειράματα αὐτὰ καὶ ἄνευ σφαίρας ἀγωγοῦ, παρουσιάζων μόνον εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τῆς μηχανῆς τὸν ἁρμὸν τοῦ δακτύλου· τὰ φαινόμενα εἰσὶ σχεδὸν τὰ αὐτὰ, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι ἐὰν ὁ δάκτυλος εἶναι πολλὰ πλησίον, δοκιμάζει τις τὸ αἴσθημα κεντήματος ζωηροῦ εἰς τὰ σημεῖα τὰ πλησιέστερα τῶν ἀγωγῶν, καθ' ὅσον ἀπομακρύνεται, τὸ κέντημα ἐλαττοῦται, καὶ ἀντικαθίσταται διὰ συγκινήσεως ἢ τιναγμοῦ αἰσθανομένου εἰς τὴν παλάμην, εἶτα εἰς τὸν πῆχυν τῆς χειρὸς, καὶ ἔπειτα εἰς ὅλον τὸν βραχίονα καὶ τὸ στῆθος. Εἰς ἔτι μεγαλειτέρας ἀποστάσεις, τῆς δυνάμεως τῶν μηχανῶν συγχωρούσης, ὁ τιναγμὸς καθίσταται γενικὸς, καὶ αἰσθάνεταί τις ἑαυτὸν ὡς νὰ ἅρηται διὰ τοῦ τέλματος τῶν ποδῶν. Οἱ τιναγμοὶ αὐτοὶ δὲν εἶναι τόσον κινδυνώδεις ὡς ὁ κεραυνός· πλὴν εἰς τοὺς νευρικοὺς εἰσιν ἐνοχλητικοὶ καὶ ὀδυνηροί.

Οὕτω τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν διέρχεται τὸν ἀέρα μεταδίδεται ἐν ἀποστάσει ἀπὸ σῶμα ἀγωγὸν εἰς ἄλλο ἐπίσης ἀγωγὸν, καὶ ἡ διάβασίς του σημαίνεται πάντοτε διὰ διπλοῦ τινος σημείου τοῦ φωτὸς καὶ τοῦ κρότου, εἰκὼν μικρὰ μὲν, ἀλλὰ πιστοτάτη τῆς ἀστραπῆς καὶ τοῦ κεραυνοῦ.

164. Μετάδοσις κατὰ συνάφειαν. Πᾶν σῶμα ἐν φυσικῇ καταστάσει εἰς ἐπαφὴν ὂν μετά τινος σώματος ἠλεκτρισμένου λαμβάνει μέρος ὀλίγον ἢ πολὺ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ του· πλὴν ὁ συμμερισμὸς αὐτὸς δύναται νὰ λάβῃ χώραν μεταξὺ δύο κακῶν ἀγωγῶν, μεταξὺ καλοῦ καὶ κακοῦ, ἢ μεταξὺ δύο καλῶν ἀγωγῶν.

Εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ἡ μετάδοσις γίνεται εἰς μικράν τινα ἀπόστασιν περὶ τὰ ἐγγιζόμενα σημεῖα· ὥστε τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα ἀποβάλλει ὀλίγον, καὶ τὸ εἰς κατάστασιν φυσικὴν σῶμα δεικνύει μόλις σημεῖά τινα ἠλεκτρισμοῦ.

Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν, ὅταν τὸ μὴ ἀγωγὸν σῶμα ἦναι ἠλεκτρισμένον, τὸ ἀγωγὸν ἀφαιρεῖ σχεδὸν ὅλον τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ διὰ τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς· οὕτω διὰ τῆς ἐπανηλειμμένης ἐπαφῆς τῆς χειρὸς δύναταί τις νὰ ἐπαναφέρῃ εἰς τὴν φυσικὴν κατάστασιν τοὺς ὑελίνους σωλῆνας ἢ τὰς ἠλεκτρισμένας ῥάβδους τοῦ ἱσπανικοῦ κηροῦ· δὲν δύναται ὅμως τόσον εὐκόλως νὰ κατορθώσῃ τοῦτο διὰ μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν, ἐπειδὴ αὐταὶ δὲν ἐφάπτονται καλῶς. Ἐὰν ἐξ ἐναντίας τὸ ἀγωγὸν αὐτὸ σῶμα εἶναι ἠλεκτρισμένον, ὁ ἁπτόμενος αὐτοῦ κακὸς ἀγωγὸς δὲν ἠλεκτρίζεται, εἰμὴ κατὰ τὰ σημεῖα μόνον τῆς ἐπαφῆς· οὕτω τὸ θεῖον, ἡ ὕελος καὶ ἡ ῥητίνη ἠλεκτρίζονται ἀσθενῶς, μάλιστα εἰς τὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας των τὰ ὄντα εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν ἀγωγῶν τῆς μηχανῆς.

Εἰς τὴν τρίτην περίστασιν τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν διαχέεται ἀμέσως ἐφ' ὅλης τῆς ἐκτάσεως τῶν ἐφαπτωμένων ἀγωγῶν. Ἕνεκα τούτου οἱ ἀγωγοὶ τῆς μηχανῆς δὲν δύνανται νὰ πληρωθῶσιν, ὅταν συγκοινωνῶσι μὲ τὴν γῆν εἴτε διὰ σύρματος μεταλλικοῦ, εἴτε διὰ τῆς χειρὸς, ἥτις τοὺς ἐγγίζει· τὸ ῥευστὸν καὶ εἰς τὰς δύο περιστάσεις ῥέει διὰ τὴς ἀπωστικῆς αὐτοῦ δυνάμεως.

Μ' ὅλον τοῦτο, ἐὰν ἡ μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνία εἶναι ἀτελὴς, καὶ τοῦτο συμβαίνει, ὅταν π. χ. οἱ μονωτικοὶ στύλοι τῶν ἀγωγῶν ὄντες ὀλίγον ὑγροὶ, ἐκτελῶσι μέχρι τινὸς βαθμοῦ τὴν ὑπηρεσίαν τοῦ σύρματος ἢ τῆς χειρὸς τοῦ προηγουμένου πειράματος, τότε οἱ ἀγωγοὶ ἠλεκτρίζονται ἀσθενῶς, καὶ περισσότερον δὲν δύνανται, ἐπειδὴ κατὰ τὴν στροφὴν τῆς μηχανῆς τὸ ἀναπτυσσόμενον ῥευστὸν ἀναπληροῖ ἐκεῖνο ὅπερ ῥέει εἰς τὴν γῆν.

Ὅταν ἡ μηχανὴ ἦναι εἰς καλὴν κατάστασιν, ὁ ἀπαιτούμενος ἀριθμὸς τῶν στροφῶν πρὸς πλήρωσιν αὐτῆς ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ἀγωγῶν ἐπὶ τῶν ὁποίων διαχύνεται ὁ ἠλεκτρισμός. Μικρός τις ἀριθμὸς στροφῶν ἀρκεῖ γενικῶς ἵνα πληρώσῃ τοὺς ἀγωγοὺς

αὐτούς· πλὴν ὅταν οὗτοι συγκοινωνῶσι μὲ δευτερεύοντας ἀγωγοὺς ἐκτάσεως διπλῆς ἢ τριπλῆς, ἐννοεῖ τις ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν στροφῶν ὀφείλει νὰ ἦναι μεγαλείτερος· ἐπειδὴ πρῶτον ὑπάρχει μεγαλειτέρα ἐπιφάνεια μέλλουσα νὰ καλυφθῇ ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν, ἔπειτα αἱ ἀπωλειαι αὐξάνουσι μὲ τὴν ἔκτασιν τῶν ἀγωγῶν.

Ὁ ἄνθρωπος αὐτὸς ἀναπληροῖ τὸν δευτερεύοντα ἀγωγὸν, πλὴν ἀπαιτεῖται διὰ τοῦτο νὰ μονωθῇ, εἴτε πατῶν ἐπὶ πλακοῦντος μεγάλου ἐκ ῥητίνης, εἴτε ἀναβαίνων ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σφέλατος ἢ θρόνου, ὅπερ δὲν εἶναι ἄλλο τι, εἰμὴ τμῆμα σανίδος ξυλίνου ξηρᾶς βαινούσης ἐπὶ τεσσάρων ἰσχυρῶν στύλων ὑελίνων. Μεμονωμένος κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον, καὶ ἁπτόμενος τῶν ἀγωγῶν τῆς μηχανῆς, εἴτε ἀμέσως διὰ τῆς ἐπιθέσεως τῆς χειρὸς ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν, εἴτε ἐμμέσως διὰ σύρματός τινος, ἀλύσου, ἢ μεταλλίνου ῥάβδου, πληροῦται καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώματος ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν, ὡς οἱ ἀγωγοὶ αὐτοὶ, ἄνευ σπινθῆρος καὶ κρότου, ὡς μὴ ὑπαρχούσης συγκοινωνίας τινὸς ἐν ἀποστάσει, καὶ αἰσθάνεται μόνον τὴν ἐντύπωσιν ψυχροῦ τινος ἀνέμου ἐπὶ τοῦ προσώπου· αἱ τρίχες ὅμως ὀρθοῦνται καὶ σπινθηροβολοῦσι, πεπληρωμέναι ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀπωθοῦνται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τὸ οὕτω ἠλεκτριζόμενον πρόσωπον παρέχει σπινθῆρας, ὡς οἱ ἀγωγοὶ αὐτῆς τῆς μηχανῆς, καὶ αἰσθάνεται τιναγμόν τινα ἴδιον, διαφορετικὸν κατά τι ἐκείνου ὃν αἰσθάνεται τὸ ἄλλο πρόσωπον τὸ παρουσιάζον τὴν παλάμην ἢ τὸν ἀγκῶνα τοῦ δακτύλου. Ἀκαταπαύστως ἐν ἰσορροπίᾳ ὢν μετὰ τῆς μηχανῆς, παρατηρεῖ ὅλας τὰς αἰφνιδίους μεταβολὰς, αἵτινες ἐν ἑαυτῷ λαμβάνουσι χώραν· οὕτω δοκιμάζει τιναγμόν τινα, καὶ αἱ ὠρθωμέναι τρίχες κινοῦνται μὲ ταραχὴν εἰς κάθε σπινθῆρα, τὸν ὁποῖον σύρουσιν ἐκ τῶν ἀγωγῶν, μάλιστα διὰ τῶν πλέον ἀπωτέρων σημείων.

165. Μίγματα ἀερίων ῥηγόμενα διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος. Ὅταν σπινθὴρ ἠλεκτρικὸς διέρχηται μικρόν τι ἄνωθεν τῆς θρυαλλίδος κηροῦ τινος, σβεσθέντος πρὸ ὀλίγου, καὶ εἰσέτι καπνίζοντος, ἀμέσως ἀνάπτει πάλιν· ὁ καπνὸς αὐτὸς περιέχει μίγμα ἀέρος καὶ ἀνθρακούχου ὑδρογόνου, εἰς ὃ ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ προσδιορίζει τὴν χημικὴν σύνθεσιν.

Ὁ σπινθὴρ ἀνάπτει ἐπίσης τὸ οἰνόπιευμα. Διὰ τὸ πείραμα αὐτὸ χύνουσιν οἰνόπνευμα εἰς μικρόν τι μετάλλινον ἀγγεῖον, τὸ ὁποῖον παρουσιάζουσιν εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τῆς μηχανῆς εἰς τρόπον ὥστε ὁ σπινθὴρ ν' ἀναχωρῇ ὄχι ἐκ τῶν παρειῶν, ἀλλ' ἐκ τοῦ πυθμένος τοῦ ἀγγείου. Καὶ εἰς αὐτὴν τὴν περίστασιν τὸ μίγμα τοῦ ἀέρος μετὰ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ οἰνοπνεύματος εἶναι τὸ φλεγόμενον· δύναται μάλιστά τις νὰ θερμάνῃ τὸ οἰνόπνευμα μέχρι 30^0 ἢ 40^0, ἵνα ὦσιν οἱ ἀτμοὶ ἀφθονώτεροι· τὸ πείραμα καθίσταται εὐκολώτερον διὰ τοῦ αἰθέρος, ὅστις εἶναι πτητικώτερος. Τὸ πιστόλιον τοῦ Βόλτα (σχῆμα 272) συνίσταται εἰς ἐπανάληψίν τινα τοῦ αὐτοῦ πειράματος. Ἐν ᾧ εἶναι πλῆρες ἀέρος, εἰσάγουσιν ὀλίγον ὑδρογόνον, εἴτε διὰ τοῦ λύχνου τοῦ ὑδρογονικοῦ ἀερίου (σχῆμα 274), εἴτε διὰ φυαλίδος μικρᾶς, ἐξ ἧς ἀναπτύσσεται τὸ ἀέριον αὐτό· μετὰ ταῦτα κλείουσιν αὐτὸ μὲ πῶμα, καὶ κρατοῦντες μὲ τὴν χεῖρα παρουσιάζουσιν εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τὸ κομβίον α, ἀπομεμονωμένον μὲν ἐκ τῶν παρειῶν τοῦ μετάλλου διὰ σωλῆνος ὑελίνου, συγκοινωνοῦν δὲ μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ κομβίου β· ὁ σπινθὴρ διέρχεται διὰ τοῦ κομβίου β εἰς τοὺς τοίχους αὐτοὺς τοῦ ἀγγείου καὶ ἀνάπτει τὸ μίγμα διὰ νὰ σχηματίσῃ ὕδωρ· τὸ πῶμα ἐκσφενδονεῖται τότε μὲ ὁρμὴν, καὶ ἡ ἐκπυροκρότησις ὁμοιάζει μὲ κρότον πυροβόλου.

§ 2. Ἠλεκτρισμὸς ἐξ ἐπιῤῥοῆς ἢ ἐπενεργείας.

166. Ἡ ἁπλῆ παρουσία σώματος ἠλεκτρισμένου ἠλεκτρίζει ὅλα τὰ ἀγωγὰ σώματα. Ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς, μὲ νῆμα ἀγωγὸν συγκοινωνοῦν μὲ τὴν γῆν, εἶναι διατεθειμένον εἰς ἀπόστασιν ἑνὸς μέτρου περίπου ἀπέναντι τῶν ἀγωγῶν τῆς μηχανῆς οὔσης ἐν ἐνεργείᾳ· τὸ ἐκκρεμὲς αὐτὸ ἕλκεται ζωηρῶς κατ' ἀρχὰς, ἔπειτα τὸ βλέπει τις νὰ πίπτῃ καὶ ν' ἀναλαμβάνῃ τὴν θέσιν τῆς ἰσορῥοπίας του, ὁσάκις, σύροντες τὸν σπινθῆρα, ἐκκενοῦσι τοὺς ἀγωγούς. Τὸ ἐκκρεμὲς αὐτὸ, ἐν ᾧ ἕλκεται, πληροῦται καὶ αὐτὸ ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν, καὶ ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν ῥητινώδη, ἐπειδὴ ἡ ῥάβδος τοῦ ἱσπανικοῦ κηροῦ τὸ ἀπωθεῖ.

Πῶς ὁ ἠλεκτρισμὸς δύναται νὰ λάβῃ χώραν εἰς τοσαύτην ἀπόστασιν; Εἶναι βέβαιον ὅτι οἱ ἀγωγοὶ τίποτε δὲν μεταδίδουσιν, ἐπειδὴ δὲν βλέπει τις ἠλεκτρικὸν φῶς διερχόμενον· πρὸς τούτοις δὲν θὰ ἠδύναντο νὰ μεταδώσωσιν εἰμὴ ῥευστὸν ὑελῶδες, ἐν ᾧ τὸ ἐναντίον ἐκεῖνο πληροῦται ἀπὸ ῥευστὸν ῥητινῶδες..

Ἰδοὺ ἡ ἐξήγησις τοῦ περιέργου αὐτοῦ φαινομένου. Εἶναι ἀληθὲς, τῷ ὄντι, ὅτι τὸ ὑελῶδες ῥευστὸν τῶν ἀγωγῶν δὲν μεταβαίνει ἐπὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς αὐτοῦ, πλὴν ἐν ἀποστάσει μεταξὺ τοῦ ἀέρος, ὄντος κακοῦ ἀγωγοῦ, ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν φυσικῶν ῥευστῶν ἐκείνου, ἕλκει τὸ ἑτερώνυμον καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὁμώνυμον· τὸ τελευταῖον ῥέει εἰς τὴν διαρθίζουσαν ἔλξιν, συσσωρεύεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐντὸς τῆς σφαίρας τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ὅταν σύρῃ τις σπινθῆρα ἐκ τῶν ἀγωγῶν, τὸ ἐκκρεμὲς μεταπίπτει εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν· τὸ ῥητινῶδες ῥευστὸν ἐλευθερούμενον ῥέει καὶ αὐτὸ ἐν τῇ γῇ.

Τὴν ἐν ἀποστάσει ἀποσύνθεσιν αὐτὴν μεταξὺ κακῶν ἀγωγῶν καλοῦσιν ἀποσύνθεσιν ἐξ ἐπιῤῥοῆς, ἢ ἐνέργειαν ἐξ ἐπιῤῥοῆς· διὰ τὰ ἐπενεργοῦντα σώματα λέγουσιν, ὅτι ἠλεκτρίζουσιν ἐξ ἐπιῤῥοῆς, καὶ διὰ τὰ δεχόμενα αὐτὴν ὅτι ἠλεκτρίζονται δι' ἐπιῤῥοῆς.

Ματαίως ἤθελέ τις παρεμβάλλει τεῖχος ὑέλινον ἢ ῥητινῶδες μεταξὺ τῶν ἀγωγῶν καὶ τοῦ ἐκκρεμμοῦς, οὐχ ἧττον αὐτὸ θὰ ἠλεκτρίζετο ἐξ ἐπιῤῥοῆς· ἀλλὰ δὲν θὰ συνέβαινε πλέον τὸ τοιοῦτον, ἐὰν διεχωρίζοντο μόνον ἀπὸ ἓν φύλλον χρυσηλάτου, ἐπειδὴ τὸ μέταλλον ὡς πλησιέστερον θὰ ἐδέχετο αὐτὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν τῶν ἀγωγῶν καὶ θὰ ἐκώλυε τὴν ἐπὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐνέργειαν.

Οἱ κακοὶ ἀγωγοὶ δὲν δύνανταί ποτε νὰ ἠλεκτρισθῶσι κατ' ἐπιῤῥοὴν, ὄχι διότι εἰσὶν ὅλως ἀναίσθητοι κατὰ τὴν παρουσίαν τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων· δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία, ὅτι τὸ ὁμώνυμον αὐτῶν ῥευστὸν ὠθεῖται, καὶ τὸ ἑτερώνυμον ἕλκεται, ἀλλ' ἡ διπλῆ αὕτη ἐνέργεια εἶναι ἀνεπαρκὴς πρὸς διαχώρισιν αὐτῶν, διὰ τοῦτο καὶ μόνον, ὅτι δὲν δύνανται νὰ μετατεθῶσι καὶ κινηθῶσι μεταξὺ τῆς βαρείας ὕλης, ἐξ ἧς συνίστανται τὰ σώματα αὐτά.

Ὅταν τὸ εἰς τὴν ἐπιῤῥοὴν ὑποβληθὲν ἀγωγὸν σῶμα δὲν ἦναι εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν γῆν, τὸ ὁμώνυμον ῥευστὸν, ἤτοι τὸ ἀπωθού-

μενον δὲν δύναται πλέον νὰ διαφύγῃ· τότε μένει ἀναγκαίως πεπληρωμένον ἐκ τῶν δύο του ρευστῶν, ἀλλὰ τὸ ἐλκόμενον συσσωρεύεται εἰς τὸ πλησιέστερον μέρος τοῦ ἐξασκοῦντος τὴν ἐπιῤῥοὴν σώματος, τὸ δὲ ἀπωθούμενον ἐξ ἐναντίας εἰς τὸ ἀπώτερον· ἔπειτα, ἅμα ἡ ἐπενέργεια παύσῃ, τὰ δύο αὐτὰ ῥευστὰ ἐπανασυνθέτονται καὶ ἐπαναφέρουσι τὸ σῶμα εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν. Τοῦτο εὐκόλως ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἑπομένου πειράματος· αβ (σχῆμα 274) εἶναι κύλινδρός τις μετάλλινος ἐπιμήκης, προσκολλημένος διὰ κηροῦ μαλακοῦ ἐπὶ τοῦ ἀπομονωτηρίου ς· εἰς τὸ ἓν ἄκρον β φέρει δύο ἐκκρεμῆ· μὲ νήματα ἀγωγά, εἰς δὲ τὸ ἄλλο α φέρει μόνον ἕν, καὶ τοῦτο δέχεται τὴν ἐπιῤῥοὴν τοῦ ἀγωγοῦ γ πληρωμένου ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν θετικόν· ἐν ᾧ δὲ αὐτὸ ἔλκεται ζωηρῶς, τὰ δύο ἄλλα διίστανται, καὶ τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι καὶ αὐτὰ εἶναι ἠλεκτρισμένα. Διὰ μέσου τῆς ῥάβδου τοῦ ἱσπανικοῦ κηροῦ διαγινώσκει τις ὅτι τὸ ἔμπροσθεν ἐκκρεμὲς ὠθεῖται, ἐν ᾧ τὰ δύο ἄλλα ἕλκονται· οὕτω ὁ ῥητινώδης ἠλεκτρισμὸς συσσωρεύεται εἰς τὸ μέρος τὸ πλησιέστερον τοῦ ἀγωγοῦ, καὶ ὁ ὑελώδης εἰς τὸ ἀπώτερον. Ὅταν ἐκκενῶσι τὸν ἀγωγὸν γ, τὰ τρία ἐκκρεμῆ μεταπίπτουσιν εἰς τὴν φυσικήν των κατάστασιν.

167. Ἠλεκτροσκόπιον μὲ σφαιρία ἀκτῆς, καὶ φύλλα χρυσοῦ. Τὸ ἠλεκτροσκόπιον μὲ σφαιρία ἀκτῆς (σχῆμα 275) σύγκειται ἔκ τινος ὑελίνου κώδωνος μὲ βάσιν μετάλλινον, ἐν ᾧ ὑπάρχουσι δύο ἐκκρεμῆ μὲ νήματα ἀγωγά, δι' ὧν συγκοινωνοῦσι μὲ τὸ ἐξωτερικὸν κομβίον β· ὁ κώδων εἶναι βερενικωμένος μέχρι τινὸς ἀποστάσεως ἐκ τοῦ κομβίου, ἵνα κωλύῃ τὴν ἀπώλειαν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Ὅταν παρουσιάζωσι σῶμά τι ἠλεκτρισμένον εἰς ἀπόστασίν τινα ὑπεράνω τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τὰ σφαιρία διίστανται, ὡς ἠλεκτριζόμενα ἐξ ἐπιῤῥοῆς· καὶ πραγματικῶς, διότι μεταπίπτουσιν εἰς τὴν φυσικήν των κατάστασιν, ἅμα ἀπομακρύνωσι τὸ σῶμα· τὸ πείραμα αὐτὸ ἐπαναλαμβανόμενον ἐκ διαλειμμάτων μικρῶν, δεικνύει μὲ ποίαν ταχύτητα ἐκτελοῦνται αἱ ἀποσυνθέσεις αὐταὶ καὶ ἐπανασυνθέσεις.

Διὰ τὴν πλήρωσιν, τοῦ ἠλεκτροσκοπίου θέτουσι τὸν δάκτυλον ἐπὶ τοῦ κομβίου, καὶ συνάμα πλησιάζουσι τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα· τότε τὸ ὠθούμενον ρευστὸν ῥέει εἰς τὴν γῆν, ἐν ᾧ τὸ ἑλκόμενον κρατεῖται ἐπὶ τοῦ κομβίου, καὶ τὰ σφαιρία ἠρεμοῦσιν. Ἀποσύρουσι τὸν δάκτυλον καὶ τὰ σφαιρία μένουσιν ἀκόμη ἀκίνητα· πλὴν καθ' ὅσον τὸ ἠλεκτριζόμενον σῶμα ἀπομακρύνεται, βλέπει τις αὐτὰ διϊστάμενα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἐπειδὴ τὸ ἑλκόμενον ρευστὸν ἀποκτῶν τὴν ἐλευθερίαν του ὀλίγον κατ' ὀλίγον, διασκορπίζεται ἐπὶ τῶν νημάτων καὶ τῶν σφαιρίων, ἅτινα διὰ τοῦτο ἀπωθοῦνται πρὸς ἄλληλα· εἰς ταύτην τὴν περίπτωσιν διΐστανται διὰ τοῦ ἑλκομένου ρευστοῦ, τουτέστι τοῦ ρευστοῦ, ὅπερ ἐστὶν ἐναντίον ἐκείνου τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος τοῦ ἐξασκήσαντος τὴν ἐπιῤῥοήν του.

Ἐὰν τῷ ὄντι πλησιάσωσι τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, τὰ σφαιρία πλησιάζουσι πρὸς ἄλληλα, ἔπειτα ἐπανέρχονται εἰς τὴν πρώτην κατάστασιν τῆς ἠρεμίας· πλὴν ἐὰν τὸ πλησιάσωσι περισσότερον, διΐστανται ἐκ νέου.

Ἡ νέα αὕτη διάστασις προέρχεται τότε ἐκ τοῦ ἑτερωνύμου ἠλεκτρισμοῦ, ἐπειδὴ τὸ σῶμα ἐξασκοῦν ἐπιῤῥοήν τινα ἔτι μεγαλειτέραν, ἀποσυνθέτει μέρος τῶν φυσικῶν ρευστῶν μεῖζον τοῦ πρώτου, καὶ τότε εἶναι χρεία τὸ ὠθούμενον ρευστὸν νὰ φθάσῃ εἰς τὰ σφαιρία δηλ. εἰς τὸ ἀπώτερον σημεῖον.

Ἠλεκτροσκόπιον πεπληρωμένον ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν γνωστὸν, καὶ εἰς κατάστασιν διαστάσεως, εἶναι τὸ λεπτότερον ὄργανον καὶ τὸ εὐχερέστερον πρὸς διάγνωσιν τοῦ εἴδους τοῦ κατεχομένου ἠλεκτρισμοῦ ὑπό τινος σώματος. Καὶ πραγματικῶς, ἐὰν τὸ σῶμα αὐτὸ αὐξάνῃ τὴν διάστασιν, κατέχει τὸν αὐτὸν μὲ τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρισμόν· ἐὰν ἐλαττόνῃ αὐτὴν, δύναται νὰ κατέχῃ τὸν ἐναντίον· ἀλλὰ τοῦτο δὲν εἶναι βέβαιον, ἐπειδὴ σῶμά τι ἀγωγὸν λαμβανόμενον εἰς τὴν φυσικήν του κατάστασιν δύναται νὰ ἐξασκήσῃ παρομοίαν ἐνέργειαν· καθότι τῶν ρευστῶν αὐτοῦ ἀποσυνθετομένων διὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τὸ ἑλκόμενον ρευστὸν ἕλκει καὶ αὐτὸ τὸ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου καὶ τὸ ἄγει ἐν τῷ κομβίῳ, ἐξ οὗ ἡ ἐλάττωσις τῆς διαστάσεως. Ἕνεκα τούτου εἶναι καλὸν νὰ ἔχωσι πλησίον ἀλλήλων δύο

ἠλεκτροσκόπια· τὸ ἓν πεπληρωμένον ἀπὸ ὑελώδη ἠλεκτρισμὸν διά τινος ῥαβδίου ῥητίνης, καὶ τὸ ἄλλο ἀπὸ ῥητινώδη διὰ μέσου ὑελίνου τινὸς σωλῆνος.

Τὸ ἠλεκτροσκόπιον μὲ φύλλα χρυσοῦ (σχῆμα 276) παράγει τὰ αὐτὰ φαινόμενα· εἶναι δὲ πολὺ εὐαισθητότερον τοῦ ἄλλου, ἐπειδὴ πολὺ ἀδύνατον πλήρωμα ἠλεκτρικὸν ἀρκεῖ ἵνα δώσῃ εἰς τὰ χρυσᾶ φύλλα μεγάλην τινὰ διάστασιν. Τὰ δύο μετάλλινα σφαιρία, ἅτινα βλέπει τις ἐν τῷ κώδωνι παράγουσι διπλοῦν τι ἀποτέλεσμα, εὐκολύνουσι τὴν διάστασιν προκύπτουσαν ἀπὸ ἀσθενῆ πληρώματα, καὶ ἐμποδίζουσι προσέτι τὰ φύλλα τοῦ προσκολλᾶσθαι εἰς τὴν ὕελον τοῦ κώδωνος κατὰ συνέπειαν μεγάλης ὠθήσεως.

168. Ἠλεκτροφόρον. Τὸ ἠλεκτροφόρον (σχῆμα 277) σύγκειται ἀπὸ πλακοῦντα ῥητίνης ρ, καὶ ἀπὸ δίσκον τινὰ ἀγωγὸν Π ἐλάσσονος διαμέτρου· ἡ ἀπομονωτικὴ λαβὴ μ. χρησιμεύει διὰ τὴν θέσιν καὶ ἄρσιν τοῦ δίσκου. Ἐκ τῶν δύο αὐτῶν μερῶν τοῦ σκευάσματος ὄντων καταξήρων ἠλεκτρίζουσι πρῶτον τὸν πλακοῦντα τύπτοντες αὐτὸν μὲ δέρμα γαλῆς· μετὰ ταῦτα, καθ' ὅσον πλησιάζουσι τὸν δίσκον ἡ ἠλεκτρικότης αὐτοῦ ἀποσυντίθεται ἐξ ἐπιῤῥοῆς, τὸ ὑελῶδες ῥευστὸν ἕλκεται πρὸς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν, καὶ τὸ ῥητινῶδες ὠθεῖται πρὸς τὴν ἄνω, ὥστε, ὅταν ἔλθωσιν εἰς συνάφειαν οἱ δύο δίσκοι τὸ μέγιστον τοῦ ἀποτελέσματος παρήχθη ἤδη· ἀλλ' ἡ στιβὰς τοῦ ἀέρος, ἥτις μένει μεταξὺ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, κωλύει σχεδὸν καθ' ὁλοκληρίαν τὴν ἠλεκτρικὴν συγκοινωνίαν, ὥστε ἐάν τις ἄρῃ καὶ ἀπομακρύνῃ τὸν δίσκον, εὑρίσκει αὐτὸν εἰς τὴν φυσικήν του σχεδὸν κατάστασιν. Ἀπαιτεῖται λοιπὸν πρὸ τῆς ἄρσεως, νὰ ἐγγίσῃ τις αὐτὸν μὲ τὸν δάκτυλον· καὶ τότε βλέπει τις ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα ἀναπηδῶντα, καὶ σημαίνοντα τὴν ῥοὴν τοῦ ὠθουμένου ῥευστοῦ, ἐν ᾧ τὸ ἄλλο κρατεῖται διὰ τῆς ἐπιῤῥοῆς. Ἀφ' οὗ ἔπειτα ὁ δίσκος ἀρθῇ διὰ τοῦ ἄκρου τῆς μονωτικῆς λαβῆς, ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ἐλευθερούμενος πάλιν, παρέχει καὶ αὐτὸς σπινθῆρα ἐπίσης ζωηρὸν, ὡς καὶ ὁ πρῶτος.

Ἐπειδὴ ὁ πλακοῦς τῆς ῥητίνης ἐνήργησε κατ' ἐπιῤῥοὴν, διετήρησε τὸ ῥητινῶδες αὐτοῦ ῥευστὸν, ὥστε δύναταί τις κατὰ ὥρας ὁλο-

κλήρους νὰ θέτῃ καὶ νὰ ἄρῃ τὸν δίσκον πάντοτε πεπληρωμένον ἀπὸ θετικὸν ἠλεκτρισμόν.

Τὸ ἠλεκτροφόρον οὕτω καθίσταται πηγή τις ἠλεκτρικὴ, παρέχουσα ὁλοὲν, χωρὶς νὰ λαμβάνῃ ποσῶς· ἔπειτα, ὅταν ἐξασθενῇ, εἶναι εὔκολον ν' ἀναλάβῃ πάλιν τὴν δύναμίν της μὲ μερικὰ κτυπήματα τοῦ δέρματος τῆς γαλῆς.

169. Δύναμις τῶν ἀκίδων — διάφορα πειράματα. Ὅταν ἀκίς τις ἦναι προσηρμοσμένη εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τῆς μηχανῆς, δὲν εἶναι πλέον εὔκολον νὰ πληρώσῃ αὐτοὺς τόσον καλῶς ὡς καὶ πρότερον. Ἐὰν εἰς τὸ σκότος ἐκτελῆται τὸ πείραμα, παρατηρεῖ τις φῶς ἐξερχόμενον ὑπὸ πτεροειδῆ μορφὴν (σχῆμα 278), καὶ ἐνταυτῷ ἀκούει ἴδιόν τινα ἦχον σχέσιν ἔχοντα μὲ τὰς φάσεις τὰς ὁποίας ὁ πτεροειδὴς αὐτὸς φαεινὸς λόφος λαμβάνει ἀκατάπαυστα, ἐξ οὗ εἰκάζεται ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς ῥέει διὰ τῶν ἀκίδων ἕνεκα τῆς ἰδίας αὐτοῦ ἀπωστικῆς δυνάμεως. Πληροφορεῖταί τις περὶ πλέον, ὅτι ποτὲ δὲν ἐξέρχεται εἰς σχῆμα σπινθῆρος· ἐπειδὴ, ἐὰν εἰς τὴν ἀκίδα παρουσιασθῇ σῶμά τι ἀγωγὸν, τὸ φῶς μεταβάλλει ὄψιν, ὁ ἦχος γίνεται ὀξύτερος, πλὴν οὐδεὶς σπινθὴρ ἀναφαίνεται.

Εἰς τοῦτο κυρίως συνίσταται ἡ δύναμις τῶν ἀκίδων, ἥτις δὲν ἀνήκει κατ' οὐδένα τρόπον εἰς τὰ σώματα μὲ ἐπιφανείας στρογγύλας· Αἱ ὀξεῖαι γωνίαι ὁμοιάζουσι πολὺ τὰς ἀκίδας· καὶ ἡ ἀπόδειξις, ὅτι σώματα γωνιώδη ἐπιτιθέμενα ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν παρέχουσι φαεινοὺς λόφους εἰς ὅλα τὰ ἐξέχοντα μέρη, καὶ ἰδίως ὅπου τὸ μέταλλον εἶναι ὡς ξεσχισμένον.

Ἐκ τούτου μανθάνει τις πόσον ὀφείλει εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν ἀγωγῶν ν' ἀποφεύγῃ τὰς γωνιώδεις καὶ ῥητινώδεις ἐπιφανείας.

Τὸ συμπέρασμα αὐτὸ ἐπικυροῦται ἀκόμη καὶ διὰ τοῦ πειράματος τοῦ ἠλεκτρικοῦ στροφάλου (σχῆμα 279)· τεθεὶς ὁριζοντίως ἐν ἰσορροπίᾳ ἐπὶ ἀκμῆς τινος, καὶ εἰς συγκοινωνίαν μὲ τοὺς ἀγωγοὺς τῆς μηχανῆς, στρέφεται ὀπισθοδρομικῶς μὲ θαυμασίαν τινὰ ταχύτητα, καὶ βλέπει τις τοὺς φαεινοὺς λόφους ἀναπηδῶντας ἀπὸ ἕκαστον ὀξὺ ἄκρον αὐτοῦ. Ἡ περιστροφικὴ αὐτὴ κίνησις εἶναι μία ἄλλη ἀπόδειξις τῆς ῥοῆς τοῦ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐὰν ἡ τοῦ φωτὸς δὲν

εἶναι ἀποχρῶσα. Ἐπὶ παρουσίᾳ καλῆς τινος μηχανῆς καὶ εἰς ἀπόστασιν δύο ἢ τριῶν μέτρων, αἱ ἀκίδες, τὰς ὁποίας κρατεῖ τις εἰς τὴν χεῖρα, ἐκκενοῦσι κατὰ μέγα μέρος τοὺς ἀγωγούς· καὶ εἰς τὸ σκότος παρατηρεῖται σημεῖόν τι φωτεινὸν λάμπον κατὰ τὸ ὀξὺ ἄκρον αὐτῶν. Ἐνταῦθα τὸ ἀρνητικὸν ῥευστὸν προερχόμενον ἐκ τῆς κατ' ἐπιῤῥοὴν ἀποσυνθέσεως διαφεύγει διὰ τῆς αἰχμῆς, φερόμενον ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν· δὲν λαμβάνει ποτὲ τὸ σχῆμα τοῦ λόφου, καὶ τοῦτο καθίσταται διακριτικόν τι σημεῖον τοῦ θετικοῦ ῥευστοῦ.

Τὸ πείραμα τοῦ κωδωνορύθμου (carillon) μὲ ἀκίδα (σχῆμα 280) ἀποδεικνύει ἔτι καλλίτερον τὴν ἐξ ἐπιῤῥοῆς ἀποσύνθεσιν καὶ τὴν δύναμιν τῶν ἀκίδων. Θέτουσιν αὐτὸ ὑπὸ ἀγωγὸν μηχανῆς τινος· τότε αἱ δύο μετάλλιναι μικραὶ σφαῖραι ἀπομεμονωμέναι διὰ σηρικῶν νημάτων ἕλκονται ὑπὸ τῶν ἀπέναντι σημάντρων ἢ κωδωνίσκων, ἠλεκτρίζονται διὰ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν, ἀπωθούμεναι ἔρχονται νὰ κρούσωσι τὸν μέσον κωδωνίσκον συγκοινωνοῦντα μὲ τὴν γῆν δι' ἀλύσου τινὸς, καὶ μεταπίπτουσιν εἰς τὴν φυσικήν των κατάστασιν, ἵνα ἀρχίσωσιν ἀμέσως πάλιν νέαν τινὰ δόνησιν· ἑκάστη σφαῖρα τύπτει οὕτω μὲ διπλᾶ κτυπήματα τὰ δύο της σήμαντρα, καὶ κατὰ μὲν τὸ ἓν λαμβάνει ἠλεκτρισμὸν, κατὰ δὲ τὸ ἄλλο ἀποβάλλει αὐτόν. Προγινώσκει τις ἤδη πῶς τὰ δύο τελευταῖα σήμαντρά εἰσιν ἀκαταπαύστως ἠλεκτρισμένα. Ὁ ἀγωγὸς ἐνεργῶν ἐξ ἐπιῤῥοῆς ἕλκει πρὸς τὴν αἰχμὴν τῆς ἀκίδος τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν, ἐν ᾧ ὁ θετικὸς ἀπωθεῖται πρὸς τὴν βάσιν τῆς ἀκίδος ἐν τῷ φέροντι αὐτὴν ζυγῷ, καὶ ἐκεῖθεν εἰς τοὺς κωδωνίσκους συγκοινωνοῦντας μετ' αὐτῆς διὰ μεταλλικῆς ἁλύσου· τὸ μεσαῖον σήμαντρον κρέμαται, ὡς καὶ τὰ μετάλλινα σφαιρία, διὰ νήματος σηρικοῦ.

Ἡ σπινθηροβόλος σφαῖρα (σχῆμα 281) φανερόνει ἑκατοντάδας ἀποσυνθέσεις καὶ ἐπανασυνθέσεις διαδοχικὰς ἐκτελουμένας μὲ ἐκπληκτικήν τινα ταχύτητα. Ἡ σημειουμένη σπεῖρα ἐπὶ τῆς σφαίρας αὐτῆς δὲν εἶναι συνεχής· σχηματίζεται ἐκ μικρῶν ῥομβοειδῶν φύλλων κασσιτέρου, προσκολλημένων κατὰ σειρὰν ἐντὸς τῆς σφαίρας, καὶ ἐχόντων τὰς γωνίας ἀντικειμένας κατὰ διαστήματα μικρά. Εἰς τὴν κορυφὴν τῆς σφαίρας ὑπάρχει κύκλος τοῦ αὐτοῦ μετάλλου,

παρ' ᾧ ἄρχεται ἡ σπεῖρα, καὶ εἰς τὴν βάσιν τμῆμα μετάλλου, παρὰ τῷ ὁποίῳ περατοῦται, καὶ τὸ ὁποῖον συγκοινωνεῖ μὲ τὴν γῆν. Πλησιάζουσιν εἰς τὴν κορυφὴν ἀγωγόν τινα χωρὶς νὰ ἐγγίζῃ αὐτὴν, καὶ εὐθὺς ὁ σπινθὴρ ἀναχωρῶν ἐπαναλαμβάνεται ἐν ροπῇ ὀφθαλμοῦ μεταξὺ ὅλων τῶν μικρῶν ῥόμβων.

Ἡ πληθὺς αὕτη τῶν σπινθήρων μὲ ἐξαισίαν τινὰ λάμψιν ἐλισσομένων μὲ τόσην ταχύτητα, παρέχει ἰδέαν τῆς εὐκινησίας τῶν ἠλεκτρικῶν ῥευστῶν, καὶ τῆς ταχύτητος μὲ τὴν ὁποίαν ἡ ἰσορροπία διακόπτεται καὶ ἐπανέρχεται εἰς τὸν σωρὸν αὐτὸν τῶν ἀγωγῶν σωμάτων.

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον κατασκευάζονται καὶ σωλῆνες σπινθηροβόλοι, κώδωνες κτλ.

Εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν πίνακα (σχῆμα 282) οἱ σπινθῆρες ἀναδίδονται καὶ πολλαπλασιάζονται διὰ τῆς αὐτῆς αἰτίας, μὲ τὴν διαφορὰν ὅτι συντάττονται μὲ τρόπον ὥστε νὰ σχηματίζωσιν ἄνθη, μνημεῖα, εἰκόνας κτλ. Ἐνταῦθα προσκολλῶσιν ἐπὶ ἐπιπέδου τινὸς ὑελίνου σροβίλον ταινίας στενοτάτης ἐκ κασσιτέρου, οὗ αἱ πτυχαὶ εἰσι πλησιέσταται. Ὅταν σχεδιάζωσιν ἐπὶ τῆς ὑέλου διὰ μολυβδίδος ἢ ἄλλως τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς μέλλει νὰ παραστήσῃ, χαράττουσι μὲ τὴν αἰχμὴν μαχαιριδίου εἰς διάφορα σημεῖα τὸν στροβίλον αὐτὸν, καὶ εἰς κάθε τοιαύτην μικρὰν διάστασιν ἀναφαίνεται σπινθὴρ ἐν καιρῷ ἀποκαταστάσεως τῶν ἠλεκτρικῶν συγκοινωνιῶν.

170. Χορὸς τῶν χρυσῶν φύλλων καὶ τῶν νευροσπάστων· — χάλαζα. Τὰ προηγούμενα ἐξηγοῦσιν ἀρκούντως τὸν χορὸν τῶν χρυσῶν φύλλων, τῶν νευροσπάστων, καὶ πλῆθος ἄλλων πειραμάτων στηριζομένων ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς· κάθε σῶμα ἐλαφρὸν καὶ ἀγωγὸν πάλλει, σκιρτᾷ, ἐκτελεῖ κινήσεις παλινδρομικὰς μᾶλλον ἢ ἧττον ταχείας, μᾶλλον ἢ ἧττον ἀλλοκότους, ὅταν παρενθέτηται μεταξὺ δύο ἀγωγῶν, τοῦ μὲν κατ' εὐθεῖαν ἠλεκτρισμένου, τοῦ δὲ ἐξ ἐπιῤῥοῆς καὶ συγκοινωνοῦντος μὲ τὴν γῆν. Οἱ δύο οὗτοι ἀγωγοὶ ἐμπεφορημένοι τῷ ὄντι ἀπὸ ἐναντίους ἠλεκτρισμοὺς ἕλκουσι

καὶ ἀπωθοῦσι τὸ ἐλαφρὸν σῶμα ἀκαταπαύστως, ὅπερ, δίκην κομιστοῦ, φέρει εἰς τὸν ἕνα ὅ,τι λαμβάνει παρὰ τοῦ ἑτέρου.

Τὰ πειράματα αὐτὰ, διασκεδάζοντα ἐπίσης καὶ τοὺς σοφοὺς ὡς καὶ τοὺς ἀμαθεῖς, εἰς τὸν Βόλτα διήγειρον τὴν εὐφυᾶ ἰδέαν τῆς ἐξηγήσεως τοῦ σχηματισμοῦ τῆς χαλάζης· ἀγγεῖόν τι χάλκινον (σχῆμα 283) πλατὺ καὶ μὲ χείλη ὑψωμένα ὀλίγον, συγκοινωνεῖ μὲ τὴν γῆν, καὶ περιέχει ποσότητά τινα σφαιρίων ἀκτῆς· τοῦτο καλύπτουσι μὲ μέγαν τινὰ κώδωνα φέροντα ἀγωγὸν 6, ἀπέχοντα τῆς βάσεως, τοῦ ἀγγείου 10 ἢ 20 ἑκατοστόμετρα· ἅμα ὁ ἀγωγὸς βληθῇ εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν μηχανὴν, τὰ σφαιρία ταράττονται τὸ πρῶτον· εἶτα, συνεπείᾳ τῆς ἕλξεως καὶ ὠθήσεως ἀναβαίνουσι καὶ καταβαίνουσι μεταξὺ τῶν δύο ἀγωγῶν, ὡς ν' ἀπέβαλον τὸ βάρος των, καὶ ὑποτάσσονται μόνον εἰς τὰς ἠλεκτρικὰς δυνάμεις. Οἱ δύο ἀγωγοὶ α καὶ 6 παριστῶσι δύο νέφη πεπληρωμένα ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν ἀντίθετον, καὶ τὰ σφαιρία τῆς ἀκτῆς, τοὺς κόκκους τῆς χαλάζης, οἵτινες αὐξάνουσι κατὰ τὸν ὄγκον, ὡς ἐκ τῆς ἐπανειλημμένης ἐκδρομῆς των μεταξὺ τῶν δύο νεφῶν.

§ 3. Ὑποκεκρυμμένος ἢ λανθάνων ἠλεκτρισμός.

171. Οἱ ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ ὑποκρύπτονται μᾶλλον ἢ ἧττον ὡς ἐκ τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἕλξεως. Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς θεμελιώδους ταύτης ἀρχῆς μεταχειρίζονται τὸν πυκνωτῆρα μὲ ὑέλινον πλάκα (σχῆμ. 284 καὶ 285), ὅστις δὲν εἶναι ἄλλο τι, εἰμὴ τετράγωνος πλὰξ ὑέλου, ὡς ἡ ἐν χρήσει τῶν ὑελωμάτων τῶν παραθύρων ἔχουσα μεταλλώδεις ἐπιφανείας ἑκατέρωθεν A καὶ B· ὡς δεικνύει ἡ τομὴ αὐτῆς (σχῆμ. 285), ἐν ᾧ ἡ κατὰ μέτωπον ὄψις εἶναι ἡ εἰς τὸ σχῆμ. 284. Αἱ μεταλλώδεις ἐπιφάνειαι συνίστανται εἰς φύλλα κασσιτέρου λεπτὰ μικρότερα κατά τι τῆς ὑελίνου πλακὸς αὐτῆς, καὶ προσκολλημένα ἐπὶ ἑκάστης ἐπιφανείας· τὸ περιθώριον υ, ὅπερ ἀφίνουσι περὶ αὐτὰς ὀφείλει νὰ ἔχῃ πλάτος πέντε περίπου ἑκατοστομέτρων, καὶ νὰ ἦναι καλῶς βερενικωμένον διὰ νὰ ἐμποδίζῃ πᾶσαν συγκοινωνίαν ἠλεκτρικήν. Ἐπὶ

ἑκάστης ἐπιφανείας μεταλλώδους προσκολλῶσι δι' ὀλίγου κηροῦ μικρὸν ἐκκρεμὲς μὲ σφαιρίον ἀκτῆς καὶ μὲ νῆμα ἐκ λίνου. Ἡ συσκευὴ αὕτη ἔχουσα τὴν περιφέρειαν κατάξηρον, ὑποβάλλεται διὰ τῆς ἐπιφανείας της Α εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν μηχανὴν, καὶ διὰ τῆς ἄλλης Β τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν γῆν· τὸ ὑελῶδες ῥευστὸν φθάνον εἰς τὴν Α ἐπενεργεῖ ἐξ ἐπιῤῥοῆς μεταξὺ τῆς ὑέλου ἐπὶ τῶν φυσικῶν ῥευστῶν τῆς Β, ἕλκει τὸ ῥητινῶδες, καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὑελῶδες ἐντὸς τῆς γῆς· οὕτω τὰ ἀντίθετα ῥευστὰ τῶν δύο μεταλλωδῶν ἐπιφανειῶν διὰ τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἕλξεως, συσσωρεύονται καὶ συνθλίβονται ἐπὶ τῆς ὑέλου, τείνοντα εἰς τὸ νὰ ἑνωθῶσιν, εἴτε τρυπῶντα τὴν ὕελον, ὅπερ ἐνίοτε συμβαίνει, ἢ μᾶλλον ὑπερπηδῶντα τὸ διπλοῦν πλάτος τοῦ διαχωρίζοντος αὐτὰ περιθωρίου, τοῦθ' ὅπερ συμβαίνει πάντοτε, ὅταν τὸ βερενικωμένον αὐτὸ χεῖλος ἔχον ὑγρασίαν τινὰ καθίσταται ἀγωγὸν κατά τι· ὁ δὲ ἠλεκτρισμὸς αὐτὸς καλεῖται λανθάνων. Ἰστέον δὲ ὅτι ποτὲ δὲν ὑπάρχει εἷς μόνος ἠλεκτρισμὸς λανθάνων, ἀλλὰ τὰ ἀντίθετα ῥευστὰ ὑποκρύπτονται πάντοτε πρὸς ἄλληλα διὰ τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἕλξεως, καὶ συνθλίβονται ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων ἐπιφανειῶν κακοῦ τινος ἀγωγοῦ ὅστις τὰ διαχωρίζει.

Ὅταν ὁ πυκνωτὴρ πληρωθῇ, διακόπτουσι κατ' ἀρχὰς τὴν συγκοινωνίαν μὲ τὴν γῆν. Ὁ παρατηρητὴς ὅστις ἀπὸ ἀπερισκεψίαν ἤθελεν ἐγγίσει τοὺς ἀγωγοὺς τῆς μηχανῆς, ἢ μόνον ἤθελεν ἔλθει πολλὰ πλησίον αὐτῶν, ἀφεύκτως ἤθελεν αἰσθανθῇ σφοδρόν τινα κλονισμὸν ἱκανὸν ἴσως νὰ τὸν ἀνατρέψῃ· ἐπειδὴ συγκοινωνεῖ διὰ τῶν ποδῶν του μὲ τὴν γῆν ἐπομένως μὲ τὴν ἐπιφάνειαν Β, καὶ ἐὰν ἐπιθέσῃ τὴν χεῖρα ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν, τὸ σῶμα αὐτοῦ τότε ἀποκαθιστᾷ τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, καὶ τὰ συνιστῶντα τὴν πλήρωσιν δύο ῥευστὰ ἀμέσως θὰ διέλθωσι δι' αὐτοῦ. Διακόπτουσι λοιπὸν πρῶτον τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν, καὶ ἔπειτα ἀβλαβῶς δύνανται νὰ διακόψωσι καὶ τὴν μετὰ τῆς μηχανῆς· λαμβάνοντες δὲ τὴν τετράγωνον πλάκα τῆς ὑέλου διὰ τοῦ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῆς τὴν μετακομίζουσιν εἰς τὸν πρόσφορον τῶν πειραμάτων τόπον.

Ἰδοὺ ἤδη τὰ παρατηρούμενα φαινόμενα· τὸ ἐκκρεμὲς α διὰ τῆς διαστάσεώς του ἐξελέγχει τὴν παρουσίαν τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ· ἐνῷ τὸ ἐκκρεμὲς β ἀκινητεῖ, ὡς νὰ ἦτο ἡ ἐπιφάνεια Β εἰς τὴν φυσικήν της κατάστασιν. Ὅταν τις ἐγγίσῃ μὲ τὸν δάκτυλον τὴν ἐπιφάνειαν Α, τὸ α πίπτει εἰς ἀκινησίαν, καὶ τὸ β ἀπομακρύνεται, ἀλλ' ἀπομακρύνεται διὰ τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ ἀφαιρεθὲν λοιπὸν ἐκ τῆς ἐπιφανείας Α ἀφίνει ἐλεύθερον μέρος τι τοῦ ρευστοῦ τῆς Β· ἐγγίζει τις ἔπειτα τὴν Β, καὶ τὸ β ἐκκρεμὲς πίπτει ἐν ἠρεμίᾳ, τὸ δὲ α ὠθεῖται διὰ τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ· ὥστε τὸ ἀφαιρεθὲν ἐκ τῆς Β ἀφίνει ἐλεύθερον μέρος τοῦ ρευστοῦ τῆς Α. Οὕτω δύναταί τις νὰ ἐπαναλάβῃ τὸ πείραμα αὐτὸ πολλάκις, χωρὶς νὰ ἐξαντληθῇ τὸ ὁλικὸν πλήρωμα τῆς ὑελίνου πλακός. Ἀλλ' ἐὰν διὰ μέσου τοῦ ἐκκενωτοῦ μὲ βραχίονας μεταλλικοὺς καὶ μὲ λαβὰς ὑελίνους (σχῆμ. 286) ἀποκαταστήσῃ αἴφνης τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τῶν δύο μεταλλωδῶν ἐπιφανειῶν, ἄλλο τι φαινόμενον παρουσιάζεται, σπινθὴρ πολὺ λαμπρότερος τοῦ τῆς μηχανῆς ἀναφαίνεται, καὶ ἐκτελεῖ πλειότερον κρότον. Οἱ δύο λανθάνοντες ἠλεκτρισμοὶ ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν ἐπανασυνθέτονται ἀμέσως, καὶ ἐκ τῆς λάμψεως τοῦ φωτὸς, καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ κρότου εἰκάζεται, ὅτι ὁ πυκνωτὴρ ἐπὶ τῆς λεπτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας περιέχει πολὺ περισσότερον ρευστὸν παρ' ὅσον ὅλοι ὁμοῦ οἱ ἀγωγοὶ τῆς μηχανῆς, ὅταν ὦσιν εἰς τὸ μέγιστον τῆς πληρώσεως.

Καταλαμβάνει τις ἐν τοσούτῳ ὅτι ἡ ποσότης τῶν ὑποκεκρυμμένων ρευστῶν εὑρίσκεται σχεδὸν ἀνάλογος μὲ τὰς μεταλλώδεις ἐπιφανείας, καὶ ἐκτὸς τούτου εἶναι τόσον περισσοτέρα, ὅσον μικροτέρα εἶναι ἡ παχύτης τῆς ὑέλου· ἐπειδὴ ἡ ἕλξις τῶν ρευστῶν, καὶ ἐπομένως τὸ λανθάνον αὐτῶν, ὅπερ ἐστὶν ἡ συνέπεια, αὐξάνει ταχέως καθ' ὅσον ἡ ἀπόστασις ἐλαττοῦται· πλὴν, ὡς προείπομεν, ἡ πολλὰ λεπτὴ ὕελος δὲν ἀντέχει, τὰ ρευστὰ διατρυπῶσιν αὐτὴν, καὶ διέρχονται ἵνα ἑνωθῶσι. Τὸ θεῖον, τὸ ἤλεκτρον, ἡ ῥητίνη καὶ ὅλοι οἱ κακοὶ ἀγωγοὶ ἐν γένει ἀντέχουσιν ἔτι ὀλιγώτερον τῆς ὑέλου· συγχωροῦσι τὴν διάβασιν εἰς πολὺ μικρότερα πληρώματα.

Ὅλαι αἱ συσκευαὶ ἐπιτήδειαι εἰς τὸ ὑποκρύπτειν τὸν ἠλεκτρι-

σμὸν δύνανται νὰ ὀνομασθῶσι πυκνωτῆρες· οὕτω ἡ λάγηνος τοῦ Λουγδούνου, ἡ ἠλεκτρικὴ συστοιχία εἰσὶν ἀληθεῖς πυκνωτῆρες. Μ' ὅλον τοῦτο ἀπὸ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ γαλβανισμοῦ μεταχειρίζονται ἰδίως τὴν λέξιν αὐτὴν, ἵνα σημάνωσι συσκευὰς, αἵτινες συμπυκνώνουσι τὰ ἀσθενέστερα ἠλεκτρικὰ πληρώματα, καὶ τὰς ὁποίας πορρώτερω θὰ κάμωμεν γνωστὰς (§ 4, χημικαὶ ἐνέργειαι.)

172. Λουγδουνικὴ λάγηνος καὶ ἀποτελέσματα αὐτῆς. Ἡ λεϋδικὴ ἢ λουγδουνικὴ λάγηνος εἶναι σκεύασμά τι ἐπιτήδειον εἰς τὸ ὑποκρύπτειν τὸν ἠλεκτρισμόν· παράγει ὅλα τὰ φαινόμενα τοῦ πυκνωτῆρος μὲ ὑέλινον πέταλλον, ἐξ οὗ διαφέρει μόνον κατὰ τὸ σχῆμα· ἐπειδὴ, ὡς ἐκεῖνος, σύγκειται ἐκ δύο μεταλλωδῶν ἐπιφανειῶν ἢ μεταλλωμάτων κεχωρισμένων διὰ τῆς ὑέλου. Ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια (σχῆμα 287) σύγκειται ἐκ φύλλων κασσιτέρου προσκολλημένων ἐπὶ τῆς κοιλίας καὶ τῆς βάσεως τῆς λαγήνου, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἐκ φύλλων λεπτοτάτων χρυσοῦ ἢ χρυσηλάτου, συγκοινωνούντων μὲ ῥάβδον τινὰ μετάλλινον· ἡ ῥάβδος αὕτη διαπερῶσα τὸν λαιμὸν τῆς λαγήνου διὰ πώματός τινος κρατεῖται στερεῶς, καὶ καμπτομένη ἔξωθεν ἀπολήγει εἴς τι κομβίον. Τὸ πῶμα εἶναι καλῶς ἠλειμμένον μὲ κόμμι λάκης, ὡς καὶ ὁ λαιμὸς τῆς λαγήνου καὶ τὸ ἄνω μέρος αὐτῆς μέχρι τῆς κασσιτερωμένης ἐπιφανείας, ἵνα κωλύηται πᾶσα συγκοινωνία ἠλεκτρικὴ μεταξὺ τῶν δύο μεταλλωμάτων. Ἡ ἀνακάλυψις τῆς Λεϋδικῆς λαγήνου ἐγένετο κατὰ τὸ 1746 εἰς τὴν Λεΰδην ὑπὸ τοῦ Κυναίου καὶ Μουχενβρούκ· αὕτη ἐστάθη ἡ ἀρχὴ ὅλων τῶν γνώσεων ἐπὶ τῶν ὑποκεκρυμμένων ἠλεκτρισμῶν.

Πληροῦσιν αὐτὴν, ὡς καὶ τὴν ἠλεκτρικὴν ὑέλινον πλάκα, θέτοντες τὴν μίαν τῶν ἐπιφανειῶν εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν γῆν, τὴν δὲ ἄλλην μὲ τοὺς ἀγωγοὺς τῆς μηχανῆς· συνήθως κρατοῦσιν αὐτὴν διὰ τῆς κοιλίας, καὶ παρουσιάζουσι τὸ κομβίον εἰς τοὺς ἀγωγούς. πλὴν ὅταν θέλωσι νὰ συσσωρεύσωσι τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν ἔξωθεν, κρατοῦσιν αὐτὴν ἐκ τοῦ κομβίου, καὶ προσφέρουσιν εἰς τοὺς ἀγωγοὺς τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου.

Ὅταν πληρωθῇ, θέτουσιν αὐτὴν ἐπὶ μονωτηρίου, καὶ τότε δύνανται νὰ τὴν ἐκκενώσωσι ταχέως, εἴτε διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ, εἴτε

δι' ἀλύσου τινὸς ἀγωγοῦ, τὴν ὁποίαν παρουσιάζουσι μὲ τὴν μίαν χεῖρα εἰς τὴν ἐξωτερικὴν μετάλλωσιν, καὶ μὲ τὴν ἄλλην εἰς τὸ κομβίον· παρουσιαστέα δὲ ἡ ἅλυσος καὶ ὄχι ἡ χείρ.

Διὰ ν' ἀποβάλλῃ τις τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῆς δι' ἐκκενεσώσεων διαδοχικῶν, ἀρκεῖ, ὅταν καλῶς ἀπομονωθῇ, νὰ παρουσιάζῃ ἐναλλὰξ τὴν χεῖρα εἰς τὸ κομβίον καὶ τὴν ἐξωτερικὴν μεταλλώδη ἐπιφάνειαν, καὶ νὰ σύρῃ οὕτω ἀριθμόν τινα μικρῶν σπινθήρων· ἀλλ' ὅταν ἡ λάγηνος κῆται ἐπὶ τραπέζης ἁπλῆς, δὲν εἶναι φρόνιμον νὰ πλησιάσῃ τις τὴν χεῖρα εἰς τὸ κομβίον· διότι τὸ ξύλον ἄγει καλῶς τὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ ὁ τιναγμὸς εἶναι ἀναπόφευκτος.

Ἡ δύναμις τῶν λουγδουνικῶν λαγήνων ἐκτιμᾶται ὡς ἔγγιστα ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴν μεταλλώδη ἐπιφάνειαν, τῆς παχύτητος τῆς ὑέλου οὔσης τῆς αὐτῆς.

Ἐρχόμεθα ἤδη νὰ δείξωμεν τὰ κυριώτερα πειράματα, ὅσα κατασκευάζουσι διὰ τῆς λαγήνου τοῦ Λουγδούνου. Διαιροῦνται δὲ ὡς ἐκ τῆς φύσεώς των εἰς τρεῖς τάξεις τὰς ἑπομένας· ἀποτελέσματα φυσιολογικά, χημικά, καὶ φυσικά. Παραδείγματά τινα ἀρκοῦσι πρὸς δεῖξιν τούτων· εἶναι εὔκολον ἔπειτα νὰ ποικίλλῃ τις αὐτὰ ἀπροσδιορίστως.

Ἀποτελέσματα φυσιολογικά. Σχηματίζουσι κύκλον ἐκ δέκα πέντε, ἢ εἴκοσι προσώπων κρατουμένων διὰ τῆς χειρός· τὸ ἓν ἐξ αὐτῶν κρατεῖ λάγηνον τοῦ Λεϋδ διὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας, καὶ ἀντὶ νὰ δώσῃ τὴν χεῖρα εἰς τὸν πλησίον του ἵνα κλείσῃ τὸν κύκλον, τῷ προσφέρει τὸ κομβίον τῆς ἐσωτερικῆς μεταλλώδους ὕλης· ἅμα ὁ τελευταῖος αὐτὸς ἐγγίσῃ τὴν χεῖρα, ὅλος ὁ κύκλος αἰσθάνεται συγκίνησιν μᾶλλον ἢ ἧττον ζωηράν. Ἐὰν ἡ λάγηνος ἦναι ἐλαφρῶς πληρωμένη, ὁ τιναγμὸς γίνεται ἐπαισθητὸς εἰς τὴν παλάμην μόνον, ὅταν ἡ πλήρωσις ἦναι δυνατωτέρα φθάνει μέχρι τοῦ ἀγκῶνος· ἔτι δυνατωτέρα, κλονίζει τοὺς ὤμους καὶ σφίγγει τὸ στῆθος, καὶ τότε ἄρχεται νὰ γίνηται κινδυνώδης.

Οὕτω, ὡς ποτὲ ἀπεπειράθησαν, φιάλη ὑέλινος, ἐν ᾗ οὐδὲν βάρος προστίθεται, οὐδέν τι ἐπαισθητὸν ὑπάρχει, δύναται ν' ἀνατρέψῃ τάγμα ὁλόκληρον.

Ὅσος μέγας καὶ ἂν ἦναι ὁ κύκλος, οἱ ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ θὰ τὸν διατρέξωσιν ἵνα ἐπανασυντεθῶσιν· οὕτω σύρμα μετάλλινον μήκους πολλῶν ἑκατοντάδων μέτρων, ἢ καὶ χιλιομέτρων, χωρισμένον ἐκ τῆς γῆς διὰ πασσάλων μονωτικῶν, διέρχεται διὰ τοῦ σπινθῆρος ἐν ροπῇ ὀφθαλμοῦ· ἐπειδὴ δὲ μετὰ ἐλιγμοὺς ὅσους θέλει τις, ἐπανέρχεται εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἓν πρόσωπον ἀποτελοῦν μέρος τοῦ κύκλου· καθότι, ἐὰν μὲ τὴν μίαν χεῖρα κρατῇ τὸ ἓν ἄκρον αὐτοῦ, καὶ εἰς τὸ ἄλλο παρουσιάσῃ τὸ κομβίον τῆς λαγήνου, δέχεται τὴν συγκίνησιν οὕτω καλῶς, ὡς ὅταν τὸ σύρμα ἀντικαθίσταται διὰ προσώπου τινός. Πρὸς τούτοις δύναταί τις νὰ βεβαιωθῇ, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος, ἐὰν τέμνων αὐτὸν εἴς τι σημεῖον τῆς περιφερείας του θέσῃ ἓν πρόσωπον, ὅπερ ἀναπληροῖ τὸν κύκλον λαμβάνον τὰς ἄκρας μὲ ἑκάστην χεῖρα· τὸ πρόσωπον αὐτὸ δοκιμάζει τινάγμὸν, ὁποῖον καὶ τὸ κρατοῦν τὴν φιάλην καὶ εἰς τὴν αὐτὴν στιγμὴν, ἔστω ἡ ἀπόστασις πολλῶν χιλιομέτρων.

Δύναταί τις ἐπίσης νὰ συστείλῃ τὸν κύκλον τοῦ κλονισμοῦ, ἐὰν θέσῃ τὸν λιχανὸν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς μεταλλώδους ἐπιφανείας καὶ μὲ τὸν ἀντίχειρα ἐγγίσῃ, τὸ κομβίον, ὁ κλονισμὸς διέρχεται μόνον διὰ τοῦ λιχανοῦ καὶ τοῦ ἀντίχειρος· ὁ βραχίων καὶ τὸ στῆθος τὸν αἰσθάνονται πολὺ ἐλαφρά.

Ἀποτελέσματα χημικά. Μετάλλινον σύρμα φέρει εἰς τὴν μίαν ἄκραν (σχῆμα 288) τολύπην συνεσφιγμένην βάμβακος, τυλιγμένην εἰς κόνιν ῥητίνης, ταύτην προσφέρουσιν εἰς τὸ κομβίον, ἐν ᾧ ἡ ἄλλη ἄκρα τοῦ σύρματος ἐγγίζει τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν, καὶ ἀμέσως ὁ σπινθὴρ ἀνάπτει τὸν βάμβακα, ὡς θὰ ἤναπτε καὶ πολλὰ ἄλλα σώματα εὐφλόγιστα.

Ἀποτελέσματα φυσικά. Ἡ μὲ δύο σήμαντρα λάγηνος (σχῆμα 289) δεικνύει τὰ ἀντίθετα ῥευστὰ καὶ παρέχει ἰδέαν τινὰ τῆς συμπυκνώσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ μετάλλινον σφαιριον ἀπομεμονωμένον διὰ νήματος σηρικοῦ κρούει διαδοχικῶς τὸν ἕνα καὶ τὸν ἄλλον κωδωνίσκον, ἐπειδὴ ὁ εἷς συνέχεται μὲ τὴν ἐσωτερικὴν μετάλλινον οὐσίαν, καὶ ὁ ἕτερος μὲ τὴν ἐξωτερικήν. Ἡ κωδωνο-

κρουσία αὐτὴ δύναται νὰ διαρκέσῃ πολὺν καιρὸν, ὅταν ἡ λάγηνος ἦναι καλῶς πεπληρωμένη.

Δύναταί τις τὸ μετάλλινον σφαιρίον νὰ τὸ ἀντικαταστήσῃ διὰ τῆς ἀράχνης τοῦ Φραγγλίνου, ἧς τὸ σῶμα καὶ οἱ πόδες εἰσὶ κατεσκευασμένοι ἀπὸ φελλὸν ἢ μυελὸν τῆς ἀκτῆς· αἱ ἀρθρώσεις συνδέονται μὲ νῆμα λίνου.

Τὰ σχήματα τοῦ Λίχτεμβεργ παράγονται διὰ τοῦ ἀκολούθου τρόπου. Ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος τοῦ ἠλεκτροφόρου ξηροῦ ὄντος καὶ εἰς κατάστασιν φυσικὴν, ἰχνογραφοῦσι σχῆμά τι ἀόρατον μὲ τὸ κομβίον τῆς Λουγδουνίου λαγήνου, ἔπειτα θέτοντες αὐτὴν ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος τὴν λαμβάνουσι διὰ τοῦ κομβίου ἵνα σχεδιάσωσιν ἄλλο σχῆμα διὰ τῆς ἐξωτερικῆς μεταλλώδους ἐπιφανείας· τούτου γενομένου, ῥίπτουσιν ἐπὶ τῶν σχημάτων αὐτῶν κόνιν περιεχομένην εἰς φυσητήριον προσδιωρισμένον δι' αὐτὴν τὴν χρῆσιν, καὶ τότε παρατηρεῖται φαινόμενόν τι περίεργον· τὰ δύο σχήματα γίνονται ὁρατά· πλὴν τὸ μὲν σχεδιασθὲν διὰ τοῦ ὑελώδους ῥευστοῦ εἶναι ὠχρὸν, τὸ δὲ διὰ τοῦ ῥητινώδους ἐρυθρόν· περὶ πλέον ὅλοι οἱ χαρακτῆρες τοῦ τελευταίου εἰσὶ στρογγύλοι, ἐν ᾧ τοῦ πρώτου ἐξ ἐναντίας σύγκεινται ἐκ γραμμῶν ἀποκλινουσῶν, σχεδὸν ὡς τὰ πτερὰ τῆς γραφίδος· ὁμοιάζουσι κατά τι τοὺς φαεινοὺς λόφους τοῦ ὑελώδους ῥευστοῦ.

Ἡ μεταβολὴ αὕτη τοῦ χρώματος, ἥτις κατ' ἀρχὰς φαίνεται τόσον παράδοξος, οὐδὲν ἔχει ἀξιοθαύμαστον· ἡ ῥιπτομένη κόνις διὰ τοῦ φυσητῆρος εἶναι μίγμα τι θείου καὶ διπλοῦ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου ὁμοῦ τριφθέντων. Εἰς τὴν ἐργασίαν αὐτὴν τῆς τριβῆς τὸ θεῖον ἠλεκτρίσθη ἀρνητικῶς καὶ τὸ (**minium**) θετικῶς· λοιπὸν τὸ μὲ τὸ ὑελῶδες ῥευστὸν σχεδιασθὲν ἔλκει τὸ θεῖον καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὀξείδειον τοῦ μολύβδου, ἐν ᾧ τὸ ἄλλο ἔλκει αὐτὸ καὶ ἀπωθεῖ τὸ θεῖον.

Τὸ θερμόμετρον τοῦ Κιννερσλέϊ (σχῆμ. 290) δὲν εἶναι διόλου θερμόμετρον, ἀλλ' ὄργανόν τι δεικνύον τὴν διάτασιν, τὴν ὁποίαν λαμβάνει ὁ ἀὴρ, καθ' ἣν στιγμὴν διαπεραῶται ἀπὸ ἰσχυράν τινα ἐκκένωσιν ἠλεκτρικήν. Βλέπει τις τῷ ὄντι τὸ ὑγρὸν ν' ἀναβαίνῃ ἐν τῷ μικρῷ σωλῆνι, ὅταν ἡ ἐκκένωσις τῆς Λουγδουνίου λα-

γήνου διέρχεται μεταξὺ τῶν δύο ἐσωτερικῶν σφαιρίων· ἀλλὰ τοῦτο δὲν εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς θερμότητος, ἐπειδὴ ἡ ὑψωθεῖσα στήλη καταβαίνει εἰς τὴν στιγμήν.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς διατρυπᾷ τὸ ναστόχαρτον καὶ μάλιστα τὴν ὕελον (σχῆμ. 291). Παιγνιόχαρτον τίθεται μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων τῶν ῥάβδων δι' ὧν γίνεται ἡ κένωσις τῆς λαγήνου, καὶ διατρυπᾶται· ἡ δὲ ὀπὴ παρουσιάζει τοῦτο τὸ περίεργον, ὅτι ἐξ ἀμφοτέρων τῶν μερῶν αἱ ἴνες εἰσὶ σπαραγμέναι ἀπὸ τὰ ἐντὸς πρὸς τὰ ἐκτός.

Τὸ κάτω ἄκρον δύναται νὰ μετατεθῇ καὶ νὰ μὴν ἀντικρύζῃ τὸ ἄνω, ἀλλ' ἡ κένωσις οὐχ' ἧττον διέρχεται· καὶ τότε παρατηροῦσιν, ὅτι ἡ ὀπὴ εὑρίσκεται σχεδὸν πάντοτε ἀπέναντι τοῦ ἄκρου τοῦ συγκοινωνοῦντος μὲ τὴν ἐπιφάνειαν τὴν πεπληρωμένην ἀπὸ ἠλεκτρισμὸν ῥητινώδη· ἓν τετράδιον χάρτου διατρυπᾶται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον.

Διὰ νὰ τρυπήσῃ τὴν ὕελον ἀπαιτεῖται τὰ δύο ἄκρα, ἐξ ὧν διέρχονται τὰ ῥευστά, ν' ἀνταποκρίνωνται ἀκριβῶς καὶ περὶ πλέον νὰ τεθῇ μικροτάτη σταγὼν ἐλαίου εἰς τὸ ἄκρον τῆς ἄνω ῥάβδου. Ἡ ὕελος, ἥτις διατρυπᾶται γενικῶς, εἶναι πολλὰ λεπτή.

173. Ἠλεκτρικὴ συστοιχία καὶ ἀποτελέσματα αὐτῆς. Ἡ ἠλεκτρικὴ συστοιχία συνίσταται εἰς τὴν ἕνωσιν πολλῶν μεγάλων λαγήνων τοῦ Λουγδούνου, ὧν ἅπασαι αἱ ὁμογενεῖς μεταλλώσεις ἢ μεταλλώδεις ἐπιφάνειαι συγκοινωνοῦσι πρὸς ἀλλήλας (σχῆμα 292)· ὁ λαιμὸς τῆς λαγήνου μιᾶς συστοιχίας ὀφείλει νὰ ἦναι ἀρκετὰ εὐρύς, ὅπως δύνηταί τις νὰ προσκολλᾷ ἐντὸς αὐτῆς φύλλον κασσιτέρου πρὸς σχηματισμὸν τῆς ἐσωτερικῆς μεταλλώδους ἐπιφανείας· στελέχη μετάλλινα διέρχονται διὰ τῶν πωμάτων, καὶ ἔνδοθεν λήγουσι δι' ἁλύσων, ἔξωθεν δὲ διὰ κομβίων συνδεδεμένων πρὸς ἄλληλα διὰ ῥάβδων ὁριζοντίων χαλκίνων· ὥστε ὅλαι αἱ ἐσωτερικαὶ μεταλλώσεις συγκοινωνοῦσι πρὸς ἀλλήλας, καθ' ὅσον δὲ ἀφορᾷ τὴν συνέχειαν τῶν ἐξωτερικῶν μεταλλωδῶν ἐπιφανειῶν, αὗται συγκοινωνοῦσι πρὸς ἀλλήλας διὰ τῆς ἐνδήσεως μὲ φύλλα κασσιτέρου ὅλης τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς θήκης, ἥτις περιέχει τὴν συστοιχίαν.

Ἡ πλήρωσις γίνεται ὡς καὶ εἰς τὴν μίαν μόνην λάγηνον, ἀλλ' ἐνταῦθα συμφέρει νὰ ὦσι γνωστὰ ἡ πρόοδος καὶ ὁ βαθμός· πρὸς τοῦτο ἐπιθέτουσιν ἢ ἐπὶ τῆς συστοιχίας αὐτῆς, ἢ ἐπὶ ἑνὸς τῶν ἀγωγῶν ἐκκρεμὲς βαθμολογημένον εἴτε τὸ ἁπλοῦν ἐκκρεμὲς μὲ στέλεχος ἄκαμπτον καὶ μὲ σφαιρίον ἀκτῆς (σχῆμ. 293), εἴτε τὸ ἐκκρεμὲς μὲ συμπλοκὴν τροχοῦ καὶ τροφέως (σχῆμ. 294), οὗ ὁ κινητὸς βραχίων σύγκειται ἐκ χαλκοῦ λεπτοτάτου κατεσκευασμένου εἰς σφαιρία καὶ σωλῆνας. Ὅταν στοχάζωνται ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς διαστάσεως ἢ ἀποκλίσεως, ὅτι ἔφθασαν εἰς τὸν ἀπαιτούμενον ὅρον, ἀποκαθιστῶσι τὴν συγκοινωνίαν μεταξὺ τῶν δύο μεταλλώσεων διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ μὲ λαβὰς ὑελίνους· τὸ προσδιωρισμένον σῶμα πρὸς ὑποδοχὴν τῆν ἠλεκτρικῆς συγκρούσεως εἶναι διατεθειμένον προσηκόντως μεταξὺ τῶν δύο βραχιόνων τοῦ ἐκκενωτοῦ α καὶ β. Ἐνταῦθα εἶναι νῆμα σηρικὸν ἐπίχρυσον· ὁ χρυσὸς ἐξατμίζεται μὲ κρότον, καὶ ἡ μέταξα δὲν καίεται· τὸ χαρτίον γ καλύπτεται ἀπὸ πλατεῖάν τινα ἐντύπωσιν ἰοειδῆ τοῦ ἐκ τοῦ χρυσοῦ προκύψαντος ἀτμοῦ.

Δύναταί τις νὰ κάμῃ πειράματα ἀνάλογα ἐπὶ ταινιῶν λεπτῶν κασσιτέρου, ἐπὶ λεπτῶν συρμάτων σιδήρων ἢ χαλυβδίνων, χρυσῶν, ἀργυρῶν, χρυσαργύρων κτλ.

Δι' ἰσχυρᾶς τινος συστοιχίας δύναταί τις νὰ διαλύσῃ σύρματα σιδηρᾶ 5 μέτρων μήκους· διὰ τοιούτων μέσων σύρματα σιδηρᾶ διαλύονται ἐν μέσῳ μάλιστα ὕδατος ψυχροῦ.

Ἐὰν διαθέσωσι δύο ἀγωγοὺς εἰς μικράν τινα ἀπόστασιν ἐντὸς λεκάνης πλήρους ὕδατος, καὶ καλύψωσιν αὐτοὺς μὲ ἐλαστικὸν κόμμι ἢ μὲ καμβούσιον (gutta-percha), ἐκτὸς μόνον τῶν δύο ἀντιθέτων σημείων, ἅτινα ἀντίκεινται, ἡ ἠλεκτρικὴ σύγκρουσις ἐκσφενδονίζει τὸ ὕδωρ πανταχόθεν μὲ μεγάλην τινὰ ὁρμήν.

Μὲ μικράν τινα συστοιχίαν ἐξ ἐννέα βαυκαλίων, ὡς ἡ παριστανομένη εις τὸ σχῆμα 292, κατορθόνουσιν εἰκονογραφίας διὰ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ χρυσοῦ. Τὸ πείραμα παρασκευάζεται ὡς ἐφεξῆς· φύλλον χάρτου ἐκλεκτοῦ (σχῆμα 295) παριστᾷ εἰς διατομὴν τὴν εἰκόνα τοῦ Φραγγλίνου· ἐπὶ τῆς διατομῆς αὐτῆς, θέτουσι φύλλον χρυσοῦ,

ψαῦον συγχρόνως δύο φύλλα κασσιτέρου α καὶ β κολλημένα ἐπὶ χάρτου· καλύπτουσι τὸν χρυσὸν μὲ μικρόν τι ναστόχαρτον, ἐφ' οὗ καταβιβάζουσι τὰ ἄκρα γ καὶ δ τῆς διατομῆς· μετὰ ταῦτα παρέχουσι δίοδον εἰς τὴν ἐκκένωσιν διὰ τῶν δύο φύλλων τοῦ κασσιτέρου, καὶ τὸ φύλλον τοῦ χρυσοῦ τὸ ἑνόνον αὐτὰ διαλύεται ἐξατμιζόμενον, ὁ δὲ ἀτμὸς αὐτοῦ μὴ ἔχων ἄλλην ἔξοδον ἐκτὸς τῶν ὀπῶν τῆς διατομῆς, δέχεται ἐπὶ ταινίας ὁλοσηρικοῦ λευκῆς, τεθειμένης ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους ἔξωθεν. Μ' ὅλον τοῦτο τὸ πείραμα δὲν ἤθελε τόσον ἐπιτύχει, ἐὰν ἡ διατομὴ, ἡ ταινία, καὶ τὰ ναστόχαρτα δὲν ἤθελον εἶναι ἐγκεκλεισμένα εἰς τὸ πιεστήριον τοῦ Φραγγλίνου (σχῆμα 295).

§ 4. Ἰσορροπία καὶ κίνησις ἠλεκτρισμοῦ· φῶς ἠλεκτρικόν.

174. Ὁ ἀὴρ κατέχει τὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀγωγῶν σωμάτων· εἰς τὴν φυσικήν των κατάστασιν, τὰ σώματα περιέχουσι τὰ δύο ἠλεκτρικὰ ῥευστὰ, καὶ τοῦτο ἀπεδείχθη ἤδη μὲ τὸν πλέον ἀρίδηλον τρόπον διὰ τῶν φαινομένων τῆς κατ' ἐπιῤῥοὴν ἠλεκτρίσεως· ἀλλὰ τὰ ῥευστὰ ταῦτα συνενούμενα μεταξύ των, ἢ οὐδετερούμενα πρὸς ἄλληλα, δὲν δύνανται νὰ ἐνεργήσωσιν ἐπὶ τῶν ἐκτὸς οὔτε ἕλξιν οὔτε ὦσιν· ἀλλ' οὐδὲ ἀφ' ἑαυτῶν δύνανται νὰ κινηθῶσιν, εἴτε διὰ νὰ μετατεθῶσιν ἐντὸς τῆς ὕλης, εἴτε διὰ νὰ διαταχθῶσι κατά τινα ἴδιον τρόπον.

Ἐξ ἐναντίας, ὅταν ἐπί τινος σώματος ἀγωγοῦ ἀπομεμονωμένου ὑπάρχῃ ῥευστὸν ἐλεύθερον, τὸ ῥευστὸν αὐτὸ, διὰ τῆς ὠθήσεως ἐφ' ἑαυτὸ, διὰ τῆς εὐκολίας μὲ τὴν ὁποίαν κινεῖται ἄνευ κωλύματος ἐντὸς τῆς βαρείας ὕλης, διαχέεται πανταχοῦ μέχρις οὗ ἀπαντήσῃ κωλύματα σταματῶντα αὐτό· τοιουτοτρόπως φθάνει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος· ἐκεῖ εὑρίσκει τὸν ἀέρα κακὸν ἀγωγὸν, καὶ σταματᾷ μὴ δυνάμενον νὰ ὑπερπηδήσῃ τοιαῦτα ὅρια. Ἐκ πρώτης ὄψεως τὸ πρᾶγμα φαίνεται κατά τι ἄξιον θαυμασμοῦ πῶς οὐσίαι πυκναὶ καὶ ὀγκώδεις ὡς τὰ μέταλλα νὰ ὦσιν εὐδιαχώρητα διὰ τοῦ

ἠλεκτρικοῦ ῥευστοῦ, καὶ ὁ ἀὴρ νὰ ἦναι ἀδιαχώρητος· ἀλλ' ὀφείλομεν νὰ δεχώμεθα τὰ πράγματα, καθὼς ἡ φύσις τὰ παρέχει πρὸς ἡμᾶς. Τὸ διαχωρητὸν τῶν μετάλλων διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν ῥευστῶν ἀποδεικνύεται κατ' εὐθεῖαν διὰ δύο εἰδῶν πειραμάτων· ὅταν τις ἐπιθέτῃ ἐπὶ σύρματος χρυσοῦ ἢ ἀργυροῦ μὲ ἐπιφάνειαν καθαρὰν καὶ λείαν σῶμα ὁποιονδήποτε μὴ ἀγωγὸν, ὡς θεῖον χυτὸν, π. χ. ῥητίνην χυτὴν, βερενίκειον μὲ κόμμι λάκης, τὰ σώματα αὐτὰ δὲν ἐμποδίζουσι διόλου τὴν διάβασιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· καὶ τοῦτο εἶναι μία ἀπόδειξις ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν δὲν κινεῖται ὀλισθαῖνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν μετάλλων, ἀνοῖγον τρόπον τινὰ δίοδον μεταξὺ τοῦ ἀέρος καὶ τοῦ μετάλλου αὐτοῦ. Ἄλλη τις ἀπόδειξις πλέον ἀποφασιστικὴ καὶ ἰσχυροτέρα εἶναι, ὅτι ἡ διερχομένη ποσότης τοῦ ῥευστοῦ, διά τινος σύρματος εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὴν τομὴν αὐτοῦ, καὶ ὄχι πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν.

Τὰ μέταλλα λοιπόν εἰσι διαχωρητὰ ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καὶ ὁ ἀὴρ ἀδιαχώρητος· μ' ὅλον τοῦτο, ἐπί τινος σφαίρας ἠλεκτρισμένης καὶ ἀπομεμονωμένης, τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ἀπωθεῖ τὸν περικυκλοῦντα αὐτὴν ἀέρα, καὶ τείνει, ἑπομένως, εἰς τὸ νὰ διαῤῥήξῃ τὸ κωλύον αὐτὸ περικάλυμμα, ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι ἂν ὁ ἀὴρ δὲν ὑπῆρχε, ἢ ἐὰν μόνον ἡ πίεσίς του καθίστατο μικροτέρα, τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν δὲν θὰ ἐκρατεῖτο, ἀλλὰ θὰ ἐξέφευγεν ἀπὸ τὰ ἀγωγὸν σῶμα· ἐκεῖνο ὅπερ τῷ ὄντι συμβαίνει, ὡς ἀποδείκνυται διὰ τοῦ φιλοσοφικοῦ ὠοῦ (σχῆμα 276), συνισταμένου εἰς σφαῖραν κοίλην, ἐν ᾗ δύναται νὰ γίνῃ τὸ κενὸν, καὶ ἥτις φέρει δύο ἀγωγοὺς ἠλεκτρικούς· ὅταν ὁ ἀὴρ κενωθῇ ἐξ αὐτῆς, ὁ ἠλεκτρισμὸς διέρχεται πάντοτε, ἀλλ' ὄχι πλέον ἐν εἴδει σπινθῆρος, ἀλλ' ὑπὸ τὸ σχῆμα μεγάλης τινὸς σφαίρας πυρίνης πληρούσης τὸ ἐσωτερικὸν ἐκείνης· ἔπειτα, καθ' ὅσον συγχωρεῖται ἡ εἴσοδος τοῦ ἀέρος ἡ σφαῖρα αὐτὴ συστέλλεται, καὶ μεταμορφοῦται εἰς καταῤῥάκτην, εἰς αὔλακας, εἰς νήματα, καὶ ἐπὶ τέλους, ἕνεκα τῆς αὐξήσεως τῆς πιέσεως, ὁ ἠλεκτρισμὸς δὲν διέρχεται πλέον, ἀλλ' εἶναι χρεία νὰ πλησιάσῃ τις τὰ δύο ἐσωτερικὰ σφαιρία, διὰ νὰ λάβωσι τὰ φαεινὰ νήματα τὴν μορφὴν τοῦ σπινθῆρος αὐτοῦ.

175. Ἡ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν γένει συνοδεύεται μὲ φῶς. Ὁ στατικὸς ἢ ἀκίνητος ἠλεκτρισμὸς ποτὲ δὲν παρέχει ἴχνος φωτός. Μετὰ τὴν πλήρωσιν τῶν ἀγωγῶν, ἐάν τις ἐπιφέρῃ τὸ σκότος, δὲν βλέπει τὸν καλύπτοντα αὐτοὺς ἠλεκτρισμόν, ὅστις εἶναι ἐν ἠρεμίᾳ, νὰ φωτίζῃ τὴν αἴθουσαν ἢ τὸ δωμάτιον, ἴσως ἤθελε διακρίνει σπανίας τινὰς καὶ ἀσθενεῖς λάμψεις ἐδῶ καὶ ἐκεῖ, φωσφορισμόν τινα, πλὴν παρευθὺς ἀναγνωρίζει, ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τῶν μικρῶν ἐξοχῶν ἢ γωνιῶν, ἐν ἐνὶ λόγῳ προκύπτουσιν ἐκ τῶν σηραγγίων, δι' ὧν ὁ ἠλεκτρισμὸς ῥέει, ἐπειδὴ ἐκεῖ εἶναι εἰς κίνησιν καὶ ὄχι ἐν ἠρεμίᾳ· δύναταί τις ἀκόμη νὰ ἐκτελέσῃ ἕτερον πείραμα· λαμβάνει φιάλην κρυστάλλινον ἐντελῶς διαφανῆ· ὑγραίνει μὲ ὕδωρ τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν, μεταλλόνων αὐτὴν τρόπον τινὰ, ὡς καὶ μέρος τῆς ἐξωτερικῆς, τῆς λοιπῆς οὔσης βερενικωμένης· πληροῖ ἔπειτα τὴν φιάλην καθὼς τὴν λουγδούνιον λάγηνον, καὶ τὰ δύο ἀντίθετα ῥευστὰ ὑποκρυπτόμενα πρὸς ἄλληλα ἐπὶ τῆς διαφανοῦς ἐκείνης ἐπιφανείας, οὐδὲν ἴχνος φωτὸς παρέχουσι.

Λοιπὸν τὸ φῶς προέρχεται ἀπὸ τὴν κίνησιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὄχι μόνον ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἀλλ' ἐντὸς ὅλων τῶν ἀερίων, τῶν σωμάτων, καὶ μάλιστα ἐν τῷ κενῷ αὐτῷ· ἀρκεῖ νὰ σείσῃ τις ὀλίγον ἓν βαρόμετρον, ἵνα πληρωθῇ ἠλεκτρικοῦ φωτὸς τὸ κενὸν τοῦ Τορρικέλη.

176. Ἡ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι κίνησις μεταβατικὴ, ἢ κίνησις δονητική; Τὸ φαινόμενον τῆς αἰσθήσεως τοῦ τιναγμοῦ κατὰ τὴν ἐκκένωσιν τῆς λουγδουνίου λαγήνου ἔν τινι κύκλῳ δέκα προσώπων, δύναταί τις νὰ ἐξηγήσῃ ἢ διὰ κινήσεώς τινος μεταβατικῆς τῶν ῥευστῶν, ἢ διὰ κινήσεως δονητικῆς.

Κατὰ τὸν πρῶτον τρόπον τὰ δύο ἀντίθετα ῥευστὰ τρέχουσιν ἔμπροσθεν κατὰ σειρὰν διαπερῶντα διαδοχικῶς τὸ σῶμα τοῦ πρώτου προσώπου, ἔπειτα τοῦ δευτέρου κ τ λ· φθάσαντα ἐν τῷ μέσῳ συναπαντῶνται καὶ ἐπανασυνθέτονται· τότε τὸ σημεῖον αὐτὸ τῆς συναπαντήσεως ὀφείλει νὰ ἦναι ἡ ἕδρα ὅλης τῆς ἐπανασυνθέσεως, ἐπειδὴ ἡ συῤῥοὴ τοῦ ῥευστοῦ ἑκατέρωθεν ὀφείλει νὰ ἦναι πάντοτε ἴση· ἐπειδὴ δὲ ὅλα τὰ πρόσωπα ταυτοχρόνως αἰσθάνονται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, παραδεκτέον, κατὰ ταύτην τὴν ὑπόθεσιν, ὅτι ἡ συγκίνησις

αὐτὴ παράγεται ἐκ τῆς διαβάσεως ἑνὸς μόνου ῥευστοῦ· ἐνταῦθα, ἐκ τῆς τοῦ ὑελώδους ῥευστοῦ, ἐκεῖ ἐκ τῆς τοῦ ῥητινώδους. Κατὰ τὸν δεύτερον τρόπον τὸ φαινόμενον ἐκτελεῖται διὰ σειρᾶς τινος ἀποσυνθέσεων καὶ ἐπανασυνθέσεων διαδοχικῶν· τὸ θετικὸν ῥευστὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ μεταλλώματος ἀποσυνθέτει τὸ εἰς ἐπαφὴν μὲ αὐτὸ φυσικὸν ῥευστὸν, λαμβάνει τὸ ῥητινῶδες, καὶ ἀφίνει ἐλεύθερον τὸ ὑελῶδες, ἕλκον καὶ αὐτὸ τὸ ῥητινῶδες τῆς ἀκολούθου τομῆς ἢ στιβάδος κ.τ.λ. Τὸ ἀρνητικὸν ῥευστὸν τῆς ἐξωτερικῆς μεταλλώδους ἐπιφανείας ἐνεργεῖ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον· λαμβάνει τὸ εἰς ἐπαφὴν ὑελῶδες καὶ μεταπίπτει εἰς φυσικὴν κατάστασιν· τὸ ῥητινῶδες, μένον, ἐλεύθερον, λαμβάνει τὸ εἰς ἐπαφὴν ὑελῶδες κτλ. οὕτω εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς περιφερείας τὸ φαινόμενον εἶναι τὸ αὐτό· πανταχοῦ ἀποσύνθεσις καὶ ἐπανασύνθεσις.

Ὅλα τὰ πειράματα τείνουσιν εἰς τὴν ἀπόδειξιν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν δὲν κινεῖται κατὰ μετάθεσιν, κατὰ τὸν πρῶτον τρόπον· μένουσιν ὅμως εἰσέτι νὰ γίνωσι πολλαὶ ἔρευναι πρὸς ἐξήγησιν ὅλων τῶν ὅρων καὶ τῶν στοιχείων τῆς κατὰ δόνησιν κινήσεως.

§ 5. Αἰτίαι ἀναπτύσσουσαι ἠλεκτρισμόν.

177. Αἱ αἰτίαι, δι' ὧν ἀναπτύσσεται ὁ ἠλεκτρισμὸς εἰσὶν ἡ τριβὴ, ἡ πίεσις, ἡ διάσχισις καὶ ἄλλαι παρόμοιοι ἐνέργειαι· ἔπειτα ἡ θερμότης, αἱ χημικαὶ ἐνέργειαι, αἱ μαγνητικαὶ ἐνέργειαι· ἐνταῦθα περιοριζόμεθα εἰς τὸ νὰ δείξωμεν μόνον τὰ φαινόμενα ὅσα δὲν ἀνήκουσι κυρίως εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνητισμὸν, περὶ οὗ θέλομεν ἐνασχοληθῆ ἰδίως εἰς τὸ ἑπόμενον κεφάλαιον.

Ἠλεκτρισμὸς παραγόμενος ἐκ τῆς τριβῆς. Εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανὴν ὁ ἠλεκτρισμὸς ἀναπτύσσεται διὰ τῆς τριβῆς, ὡς καὶ εἰς τὸν ἠλεκτροφόρον καὶ εἰς ὅλα τὰ σώματα ἐν γένει τὰ μὴ ἀγωγά, ὡς ἤδη εἴδομεν εἰς τὴν ἀρχὴν αὐτοῦ τοῦ κεφαλαίου. Μονόντες καλῶς καὶ αὐτὰ τὰ ἀγωγὰ σώματα κατορθοῦσι τὴν ἠλέκτρισιν αὐτῶν ἐπίσης διὰ τῆς τριβῆς· ἑπομένως αὐτὸ δύναται νὰ θεωρηθῆ ἰδιότης τις ἀνήκουσα εἰς ὅλα ἀνεξαιρέτως τὰ στερεὰ σώματα.

Ἡ ἐξασκουμένη τριβὴ μεταξὺ τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν, καίτοι ἀ-

δύνατος, ἀρκεῖ εἰς πολλὰς περιστάσεις ν' ἀναπτύξῃ ἠλεκτρισμόν· οὕτω σωλῆνες ὑέλινοι ἢ ἐκ ῥητίνης βαπτιζόμεναι ἐν τῷ ὑδραργύρῳ, ἀποσύρονται ἀρκετὰ ἐπαισθητῶς ἠλεκτρισμέναι.

Ἡ τριβὴ τοῦ ἀέρος κατὰ τῶν στερεῶν σωμάτων, μάλιστα ὅταν πνέῃ μὲ πολλὴν ὁρμὴν, δὲν φαίνεται νὰ παρέχῃ ἠλεκτρισμόν· παρέχει τότε μόνον, ὅταν περιέχῃ κονιορτὸν στερεὸν ἐνεργοῦντα τριβὴν ἄλλης φύσεως.

Ὁ ἀτμὸς, ὑπό τινας ὅρους ἀναδίδει πολὺν ἠλεκτρισμὸν, ὄχι ὡς ἐκ τῆς τριβῆς τὴν ὁποίαν αὐτὸς παράγει, ἀλλ' ἐξ ἐκείνης ἥτις προκύπτει ἐκ τῶν μικρῶν συμπυκνουμένων ῥανίδων τὰς ὁποίας φέρει μεθ' ἑαυτοῦ. Ἡ ἰδιότης αὕτη νεωστὶ ἀνακαλυφθεῖσα ὑπὸ τοῦ Κ. Ἀρμστρόγγου, καὶ σπουδασθεῖσα ὑπὸ τοῦ Κ. Φαραδέϊ, παρέσχεν ἐφαρμὴν εἰς τὴν κατασκευὴν δυνατωτάτης ἠλεκτρικῆς μηχανῆς (σχῆμ. 297). Σύγκειται δὲ αὕτη ἔκ τινος λέβητος α πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ἀτμοῦ, ἀπομεμονωμένου δι' ὑποστηριγμάτων ὑελίνων· ἔκ τινος ψυκτηρίου θήκης β· τριῶν σωλήνων ἐκροῆς γ, καὶ ἑνὸς ἀγωγοῦ δ. Ὅταν ὁ ἀτμὸς ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἑπτὰ ἢ ὀκτὼ ἀτμοσφαιρῶν, ἀνοίγουσι τὸν κρουνὸν ρ· ὁ ἀτμὸς ἐξέρχεται μὲ ὁρμὴν, συμπυκνοῦται ἐν μέρει εἰς τὸ μέρος τῶν σωλήνων τὸ διαπερῶν τὸν ψυκτῆρα, καὶ τὸ μίγμα τοῦ ἀτμοῦ καὶ τῶν λεπτῶν σταγόνων τοῦ ὕδατος, παράγει ἐν τοῖς ῥάμφεσιν εἰς ἃ ἀπολήγουσιν οἱ σωλῆνες, τριβήν τινα ἀναπτύσσουσαν πολὺν ἠλεκτρισμόν. Ἐκ τῶν ῥευστῶν τὸ ἓν συγκοινωνεῖ μὲ τὸν λέβητα αὐτὸν, τὸ δ' ἄλλο μὲ τὸν ἀτμὸν, καὶ τοῦτο δέχεται ὁ ἀγωγὸς δ, ὅστις γίνεται καὶ ὁ ἀληθὴς ἀγωγὸς τῆς μηχανῆς.

178. Ἠλεκτρισμὸς παραγόμενος ἐκ τῆς πιέσεως. Διὰ τῆς θλίψεως δύο σωμάτων, ἐξ ὧν τὸ ἓν τοὐλάχιστον νὰ ἦναι μαλακὸν καὶ ἐλαστικὸν, ἀναπτύσσεται πάντοτε ὀλίγος ἠλεκτρισμὸς, καὶ τὸ μὲν λαμβάνει τὸν θετικὸν τὸ δὲ τὸν ἀρνητικόν. Μικρόν τι ἠλεκτροσκόπιον μὲ φύλλα χρυσοῦ εἶναι τὸ καταλληλότερον πρὸς ἐξέλεγξιν αὐτοῦ τοῦ φαινομένου. καὶ ἀναγνώρισιν ἐνταυτῷ τῆς φύσεως τῶν ῥευστῶν. Οὕτω ἐν ᾧ θέτομεν τὸν δάκτυλον ἐπὶ ἀντικειμένου τινὸς ὁποιουδήποτε, τὰ ῥευστὰ διαχωρίζονται εἰς τὴν

στιγμὴν τῆς ἐπαφῆς, ἀλλ' ἐκεῖνο ὅπερ λαμβάνει ὁ δάκτυλος δὲν δύναται νὰ συναχθῇ, ἐπειδὴ διαδίδεται ἀμέσως εἰς ὅλον τὸ σῶμα· πλὴν ἐὰν τὸ ψαυόμενον σῶμα εἶναι μικρὸν καὶ καλῶς μεμονωμένον, δύναταί τις νὰ βεβαιωθῇ ὅτι τῷ ὄντι εἶναι ἠλεκτρισμένον.

179. Ἠλεκτρισμὸς ἀναπτυσσόμενος ἐκ τῆς θερμότητος. Ὁ ἰόνιος λίθος (tourmaline) καί τινα ἄλλα κρύσταλλα ἔχουσι τὴν παράδοξον ἰδιότητα τοῦ νὰ ἠλεκτρίζωνται ὅταν μεταβάλλωσι θερμοκρασίας, εἴτε θερμαινόμενα, εἴτε ψυχόμενα· ἀλλὰ συμφώνως μὲ τὴν ἀρχὴν τὴν ὁποίαν πολλάκις ἀνεφέραμεν· τὰ δύο ρευστὰ ἀναπτύσσονται συγχρόνως· καὶ τὸ ἥμισυ τοῦ ἰονίου λίθου λαμβάνει τὸν θετικὸν, τὸ δὲ ἄλλο τὸν ἀρνητικόν. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ, μ' ὅλον τοῦτο διαδηλοῦται μεταξὺ ὁρίων τινῶν θερμοκρασίας.

Εἰς τὰ μέταλλα ἡ θερμότης ἀναπτύσσει ἄλλον ἠλεκτρισμὸν, καὶ περὶ τούτου θέλομεν διαλάβει εἰς τὸ ἀκόλουθον κεφάλαιον. (Φαινόμενα θερμοηλεκτρικά).

180. Ἠλεκτρισμὸς παραγόμενος ἐκ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν. Πρὸ πολλοῦ ἐστοχάσθησαν ὅτι ἡ καῦσις πρέπει νὰ συνοδεύηται μὲ ἀνάδοσιν ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ Δαβοζιέρος, Λαπλάσιος, Βόλτας καὶ Λαβὶ ἐδοκίμασαν νὰ δικαιώσωσι τὴν γνώμην αὐτήν· πλὴν τὰ πειράματα αὐτῶν παρέσχον ἀποτελέσματα ἀρνητικά· ὁ Κ. Πουΐλλέτος ἔδειξε τὸν τρόπον δι' οὗ τὸ σπουδαῖον αὐτὸ γεγονὸς ἐπικυροῦται, καὶ πῶς τις δύναται νὰ συνάξῃ τοὺς ἠλεκτρισμοὺς τοῦ ὀξυγόνου, ἢ τῆς καυσίμου ὕλης.

Εἰς τὰς ἐρεύνας αὐτὰς χρησιμεύει ὁ πυκνωτὴρ τοῦ Βόλτα (σχῆμ. 298), ὅστις σύγκειται ἐκ δύο δίσκων μεταλλικῶν μὲ ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ λείας· ὁ κάτω δίσκος εἶναι ἐπιτεθειμένος ἐπὶ μεγάλου τινὸς ὑελίνου κώδωνος, καὶ συγκοινωνεῖ μὲ δύο φύλλα χρυσοῦ ἄτινα αὐτὸς περιέχει· ὁ δὲ ἄνω τίθεται καὶ αἴρεται διὰ λαβῆς τινος μονωτικῆς· καλύπτονται δὲ ἀμφότεροι ἀπὸ βερενίκειον κόμμιος λάκης, καὶ ἀφίνεται γυμνὸν τὸ μέταλλον εἰς ἓν μόνον μέρος τῶν ἐπιφανειῶν αἵτινες δὲν ψαύονται.

Διὰ νὰ πληρώσωσι τὸν πυκνωτῆρα, βάλλουσιν εἰς τὴν θέσιν τὸν

ἄνω δίσκον, συγκοινωνοῦντες αὐτὸν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς· ἐν ᾧ ὁ κάτω συγκοινωνεῖ μὲ τὴν γῆν. Τότε ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς πηγῆς, ἀφ' οὗ διαχυθῇ εἰς τὸν ἄνω δίσκον, ἐνεργεῖ κατ' ἐπιῤῥοὴν διὰ μέσου τῆς διπλῆς στιβάδος τοῦ βερενικείου, καὶ ἀποσυνθέτων τοὺς φυσικοὺς ἠλεκτρισμοὺς τοῦ κάτω δίσκου ἕλκει τὸν ἑτερώνυμον καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὴν γῆν τὸν ὁμώνυμον. Μία στιγμὴ ἀρκεῖ διὰ νὰ γίνῃ ἡ πλήρωσις. Μετὰ τοῦτο διακόπτουσι τὴν συγκοινωνίαν μὲ τὴν γῆν κατ' ἀρχὰς, καὶ ἔπειτα τὴν μετὰ τῆς πηγῆς· αἰρομένου τότε τοῦ ἄνω δίσκου, ἐξελέγχεται ἡ παρουσία τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διὰ τῆς διαστάσεως τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Ὅσον περὶ τοῦ εἴδους του, προσδιορίζεται διὰ τῆς μακρόθεν παρουσίας σωλῆνος ὑελίνου ἠλεκτρισμένου, ἢ ῥάβδου ἱσπανικοῦ κηροῦ, μὲ τρόπον ὥστε ν' αὐξήσῃ τὴν διάστασιν.

Εἰς τὴν καῦσιν τοῦ ἄνθρακος, τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ ἠλεκτρίζεται θετικῶς, καὶ ὁ ἄνθραξ ἀρνητικῶς· ἀποδεικνύουσι δὲ τοῦτο προσαρμόζοντες εἰς τὸν ἄνω δίσκον (σχῆμ. 299) πλάκα τινὰ ἐξ ὀρειχάλκου, ἐφ' ἧς θέτουσιν ἄνθρακα ψαύοντα καλῶς αὐτήν· διὰ τοῦ ἀγαρικοῦ καὶ μιᾶς κύστεως πλήρους ὀξυγόνου ἀνάπτουσι τὸν ἄνθρακα, καὶ διατηροῦσι ζωηράν τινα καῦσιν ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως αὐτοῦ, ἐν ᾧ ὁ κάτω δίσκος συνέχεται μὲ τὴν γῆν. Μετά τινας στιγμὰς ὁ πυκνωτὴρ εἶναι πλήρης, καὶ ἡ ἀπόκλισις τῶν φύλλων ἐξελέγχει τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι ὁ ἄνθραξ παρέσχεν εἰς τὸν ἄνω δίσκον τὸν ἀρνητικόν.

Ὅταν θέλωσι νὰ κάμωσιν ἀνταπόδειξιν διὰ τῆς λήψεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, καίουσι μὲν τὸν ἄνθρακα κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, ἀλλὰ τὸν κρατοῦσιν εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὴν γῆν καὶ πλησιάζουσι τὴν ἀνημμένην βάσιν εἰς ἀπόστασίν τινα ὑπὸ τὴν πλάκα τοῦ ὀρειχάλκου, ἥτις τότε πληροῦται ἀπὸ θετικὸν ἠλεκτρισμόν.

Εἰς τὴν καῦσιν τοῦ ὑδρογόνου καὶ τῶν ἀνθρακούχων ὑδρογόνων, τὸ ὀξυγόνον λαμβάνει ἀκόμη τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, καὶ τὸ καύσιμον σῶμα τὸν ἀρνητικόν· ἀποδεικνύεται δὲ διὰ τῆς προσαρτήσεως σύρματος χρυσαργύρου εἰς τὸν ἄνω δίσκον τοῦ πυκνωτῆρος, στρεφομένου ἑλικοειδῶς εἰς τρόπον ὥστε νὰ περιτυλίσσῃ τὴν φλόγα (σχῆ-

μα 300)· τότε ὁ ἄνω δίσκος πληροῦται τῷ ὄντι ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Διὰ πειραμάτων ἀναλόγων ὁ Κ. Πουϊλλέτος παρομοίως ἀπέδειξεν ὅτι ἡ μετάβασις ἐκ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ἀτμώδη δὲν ἀναπτύσσει ποτὲ ἠλεκτρισμὸν, ἐκτὸς ἐὰν τὸ ὑγρὸν παριέχει εἰς διάλυσιν ξένα σώματα, ἐξ ὧν χημικῶς ἀποχωρίζεται, ὅταν μεταβάλληται εἰς ἀτμόν· ὅθεν ἕπεται ὅτι ἡ χημικὴ ἐνέργεια, καὶ ὄχι ἡ μεταβολὴ τῆς καταστάσεως ἀναπτύσσει ἠλεκτρισμόν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

§ 1. Βολταϊκὴ στήλη καὶ ἀποτελέσματα αὐτῆς.

181. Κατασκευὴ τῆς στήλης μὲ δύο ὑγρά. Πόλοι. ῥεῦμα. Περὶ τὰ τέλη τοῦ τελευταίου αἰῶνος, ὁ Βόλτας ἐπενόησε τὴν στήλην ἥτις φέρει τὸ ὄνομά του· τὸ σκεύασμα αὐτὸ ἐστάθη ἡ ἀρχὴ τῶν λαμπροτέρων ἀνακαλύψεων τῆς φυσικῆς καὶ χημείας· τὸ ἀρχικὸν σχῆμά της ἦτο πολὺ διάφορον τῶν πολυαρίθμων μορφῶν τὰς ὁποίας εἰς αὐτὴν παρέχουσι σήμερον· ποῤῥωτέρω θέλομεν ἔμβη εἰς λεπτομερείας τινὰς θεωρητικὰς περὶ αὐτοῦ τοῦ ἀντικειμένου. Κατὰ τὸ παρὸν λαμβάνομεν τὴν στήλην μὲ τὴν ἁπλουστέραν συνήθη αὐτῆς κατασκευὴν διὰ νὰ τὴν μεταχειρισθῶμεν μόνον ὡς πηγὴν δυνατὴν ἠλεκτρισμοῦ· ἀργότερα θὰ ζητήσωμεν τὰς αἰτίας, αἵτινες ἀναπτύσσουσιν ἀκαταπαύστως τοὺς ἀντιθέτους ἠλεκτρισμοὺς, καὶ δι' ὧν κυκλοφοροῦσι μὲ ἐντάσεις διαφόρους, κατὰ τὴν φύσιν τῶν ἀγωγῶν.

Ἡ στήλη συνίσταται εἰς τὴν ἕνωσιν πολλῶν στοιχείων· τὸ μὲ δύο ὑγρὰ στοιχεῖον τῆς στήλης, οὗ τὴν κατασκευὴν δεικνύομεν ὅσον

οὕπω, σύγκειται ἐκ δύο ὑγρῶν καὶ δύο ρευστῶν. Διὰ τὰ δύο ὑγρὰ λαμβάνουσι τὸ σύνηθες νιτρικὸν ὀξὺ, καὶ τὸ θειϊκὸν ἔνυδρον· διὰ τὰ δύο στερεὰ, τὸν ἄνθρακα καὶ τὸν ψευδάργυρον. Ἰδοὺ ἡ διάταξις αὐτῶν· τὸ νιτρικὸν ὀξὺ ἐμπεριέχεται εἰς ἀγγεῖον υ (σχῆμα 301) ὑέλινον ἢ ἀργυλόπλαστον· ὁ ἄνθραξ γ εἰς σχῆμα κυλίνδρου ἀνοικτὸς καὶ κατὰ τὰ δύο ἄκρα, βυθίζεται εἰς τὸ νιτρικὸν ὀξύ· ἀγγεῖόν τι πορῶδες πήλινον Π, μὴ ὂν διόλου προσβεβλημένον ἀπὸ ὀξέα περιέχει τὸ θειϊκὸν ὀξὺ, καὶ εἶναι ἐπίσης βυθισμένον εἰς τὸ νιτρικὸν ὀξὺ, ἔσωθεν διὰ τῆς βάσεώς του ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ ὑελίνου ἀγγείου· τέλος τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου Ζ βυθίζεται καὶ αὐτὸ εἰς τὸ θειϊκὸν ὀξὺ ἔνυδρον. Εἰς τὸ σχῆμα 302 βλέπει τις τὴν τομὴν ὅλων τῶν μερῶν χωριστὰ, τῶν συνιστώντων ἕκαστον στοιχεῖον τῆς στήλης.

Ὁ ἄνθραξ εἰς τὸ ἄνω μέρος φέρει κλοιὸν χάλκινον πρὸς ὃν εἶναι συγκολλημένη δίκην παραρτήματος πλὰξ χάλκινος φέρουσα τὸ σημεῖον +· καὶ εἶναι ὁ θετικὸς πόλος τοῦ στοιχείου· πᾶν σῶμα, ἢ ταινία μετάλλινος συναπτομένη μὲ τὸ παράρτημα αὐτὸ, ἢ γενικῶς μὲ τὸν ἄνθρακα, καλεῖται πόλος θετικὸς τοῦ στοιχείου, ἐπειδὴ δέχεται τὸ ὑελῶδες ἢ θετικὸν ρευστόν.

Ὁ ψευδάργυρος ἐπίσης φέρει, ὡς παράρτημα, πλάκα χάλκινον μὲ τὸ σημεῖον —, καὶ ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον τοῦ στοιχείου. Πᾶν σῶμα ἀγωγὸν ἐγγίζον τὸν ψευδάργυρον καλεῖται ἐπίσης πόλος ἀρνητικὸς, ὡς δεχόμενον τὸ ἀρνητικὸν ἢ ῥητινῶδες ρευστόν.

Τὸ σχῆμα 303 παριστᾷ στήλην ἐκ δέκα στοιχείων, ὧν ἡ ἕνωσις γίνεται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον· τὸ πρῶτον στοιχεῖον ἔχει τὸν θετικὸν πόλον ἐλεύθερον, πλὴν ὁ ἀρνητικός του ἑνόνεται μὲ τὸν θετικὸν τοῦ ἀκολούθου, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ δεκάτου στοιχείου, ἔχοντος ἑπομένως τὸν ἀρνητικόν του πόλον ἐλεύθερον.

Ἐκ τῶν δύο ἐλευθέρων πόλων, δηλ. τοῦ θετικοῦ τοῦ πρώτου στοιχείου καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ τελευταίου, ὁ μὲν εἷς καλεῖται πόλος θετικὸς, ὁ δὲ ἄλλος πόλος ἀρνητικὸς τῆς στήλης.

Οὕτω συνθέτουσι στήλας ἐκ τριάκοντα στοιχείων, ἑξήκοντα, ἢ καὶ ἑκατὸν, ἐνίοτε δὲ καὶ ἐκ δύο καὶ τριῶν χιλιάδων.

Ἂς λάβωμεν διὰ παράδειγμα τὴν στήλην τῶν δέκα στοιχείων.

Εἰς τὴν πλησίασιν τοῦ θετικοῦ σύρματος πρὸς τὸ ἀρνητικὸν, ἢ μᾶλλον ἐπιψαύων τις ταχέως πρὸς ἄλληλα τὰ δύο αὐτὰ σύρματα βλέπει σπινθῆρά τινα ἀναδιδόμενον, καὶ δύναται νὰ ἐπαναλάβῃ τὸ πείραμα δεκάκις καὶ ἑκατοντάκις κατὰ σειρὰν, χωρὶς νὰ λείψῃ ὁ σπινθὴρ παραγόμενος μὲ τὴν αὐτὴν λάμψιν. Ἡ στήλη λοιπὸν τοῦ Βόλτα εἶναι Λουγδουνική τις λάγηνος ἢ συστοιχία ἠλεκτρικὴ, πάντοτε ἕτοιμος, πάντοτε πλήρης· πλὴν ἡ ἐμφάνισις τοῦ σπινθῆρος εἶναι ἀπόδειξις ὅτι οἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ ἐπανασυνθέτονται· ἑπομένως ἡ βολταϊκὴ στήλη ἔχει τὴν ἰδιότητα τοῦ πληροῦσθαι ἀφ' ἑαυτῆς· τουτέστι τοῦ διαχωρίζειν ἀδιακόπως τὰ δύο ῥευστὰ, καὶ πέμπειν ἀκαταπαύστως τὸ θετικὸν εἰς μίαν τῶν ἄκρων αὐτῆς, καὶ τὸ ἀρνητικὸν εἰς τὴν ἄλλην.

Ἡ συνέπεια αὕτη ἀποδεικνύεται μὲ τρόπον ἀμετάκλητον διὰ τῆς ἀκολούθου πείρας· ἑνόνουσι τὰ δύο σύρματα ἢ τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης διὰ σύρματος χρυσαργύρου ἔχοντος διάμετρον τοῦ τρίτου ἢ τοῦ τετάρτου τοῦ χιλιοστομέτρου, καὶ μῆκος ἱκανὸν, καὶ αἰσθάνονται ὅτι θερμαίνεται ἀρκετά· μὲ τὴν ἐλάττωσιν τοῦ μήκους αὐτοῦ, ἡ θερμότης αὐξάνει γίνεται καπνῶδες, ἔπειτα ἐρυθρὸν, κερασοειδὲς ἐρυθρὸν, καὶ ἐπὶ τέλους ὑπόλευκον· καὶ ἐὰν ἐλαττώσωσιν ἀκόμη τὸ μῆκος, ὁ χρυσάργυρος ὑγροποιεῖται καὶ ῥέει κατὰ σταγόνας ὡς ὁ μόλυβδος, μὲ μίαν εὐκολίαν τοσούτῳ μᾶλλον θαυμασίαν, ὅσῳ ἡ μεγαλειτέρα θερμοκρασία τοῦ σιδηρουργικοῦ πυρὸς εἶναι ἀνίκανος εἰς τὴν χώνευσιν αὐτοῦ· ἀλλὰ τεθέντος ὅτι παρέχεται αὐτῷ τὸ προσῆκον μῆκος ὥστε νὰ φθάσῃ μόνον εἰς τὸ κερασοειδὲς ἐρυθρὸν, τότε δύναταί τις νὰ ἀφήσῃ τὰ πράγματα εἰς τὴν κατάστασιν αὐτὴν δι' ὁλοκλήρους ὥρας· ὁ ἠλεκτρισμὸς ἀναγεννώμενος ἐξακολουθεῖ νὰ διέρχηται· ἡ διαρκὴς πυράκτωσις τοῦ σύρματος οὐδεμίαν ἀφίνει ἀμφιβολίαν περὶ τοῦ ἀκαταπαύστου τῆς ἀναγεννήσεως αὐτῆς, περὶ τῆς διηνεκοῦς αὐτῆς κυκλοφορίας τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Καλεῖται ῥεῦμα ἠλεκτρικὸν ἡ σενεχὴς καὶ ἀδιάκοπος αὐτὴ ἐπανασύνθεσις τῶν δύο ἠλεκτρικῶν ῥευστῶν καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τῶν ἀγωγῶν τῆς στήλης· ἐννοεῖ τις τῷ ὄντι ὅτι τὸ φαινόμενον αὐτὸ τῆς ἐπανασυνθέσεως δὲν δύναται νὰ ἀνήκῃ ἰδίως εἰς ἓν

σημεῖον μόνον, ὅτι ὀφείλει νὰ ἐκτελῆται πανταχοῦ, εἰς τὰ χάλκινα σύρματα, καθὼς καὶ τὰ τοῦ χρυσαργύρου, ἐν τοῖς ὑγροῖς καθὼς καὶ τοῖς στερεοῖς μέρεσι τῆς στήλης, δηλ. καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τῶν ἀγωγῶν τῶν συμπληρούντων τὴν περιφέρειαν ἢ τὸν κύκλον τῆς στήλης· δὲν συνοδεύεται ὅμως καὶ πανταχοῦ μὲ ἴσην ἀνάδοσιν θερμότητος.

Συμφέρει νὰ προσδιορισθῇ ἡ διεύθυνσις τοῦ ῥεύματος· ὅθεν λέγουσιν ὅτι, ἐκτὸς τῆς στήλης, τὸ ῥεῦμα ἄγεται ἐκ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, καὶ ἐντὸς αὐτῆς ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πρὸς τὸν θετικόν, ὡς δεικνύουσι τὰ σημεῖα τῶν βελῶν· ἀλλὰ τοῦτο λέγεται κατὰ συνθήκην, διότι δὲν ὑπάρχει λόγος ἵνα δοθῇ εἰς τὸ ῥεῦμα αὐτὴ ἡ διεύθυνσις, ἢ ἡ ἀντίθετος· πλὴν ἅπαξ παραδεχθείσης τῆς συνθήκης αὐτῆς, εὑρίσκει τις τὴν ὠφέλειαν τοῦ ἀποφεύγειν τὰς περιφράσεις καὶ τὰς ἀμφιβόλους ἐκφράσεις.

Ἐντεῦθεν παρατηρεῖ τις ὅτι ἡ κένωσις πυκνωτῆρός τινος, μιᾶς λαγήνου λουγδουνικῆς π. χ. ἢ μιᾶς συστοιχίας, εἶναι ἀληθές τι ῥεῦμα, ἀνάλογον τῷ τῆς βολταϊκῆς στήλης, ἔχον ὡς ἐκεῖνο τὴν διεύθυνσίν του· μὲ τὴν διαφορὰν αὐτὴν, ὅτι τὸ μὲν εἶναι διαβατικὸν καὶ στιγμιαῖον, ἐν ᾧ τὸ ἄλλο εἶναι μόνιμον καὶ διαρκές.

Πρὸς δὲ πᾶσα κίνησις ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἓν ῥεῦμα· οὕτω ὁ φαεινὸς αὐλαξ τοῦ σπινθῆρος, τῆς ἀστραπῆς, εἶναι ῥεύματα ἠλεκτρικὰ, ῥεύματα προσωρινὰ, μικροτάτης διαρκείας, ὑπολογιζόμενα ἴσως διὰ τῶν μιλλιονιστημορίων τοῦ δευτερολέπτου· ἀλλὰ μ' ὅλην τὴν συντομωτάτην αὐτὴν ὕπαρξίν των, οὐχ' ἧττον ἔχουσιν, ὡς θέλομεν ἴδει ὅλους τοὺς χαρακτῆρας καὶ ὅλας τὰς ἰδιότητας τῶν διαρκῶν ῥευμάτων τῆς στήλης.

182. Ἀποτελέσματα φυσιολογικὰ τοῦ ῥεύματος. Ἔχων τις τὰς χεῖρας στεγνὰς, δύναται ἀβλαβῶς νὰ λάβῃ μὲ ἑκάστην χεῖρα ἕνα τῶν πόλων τῆς στήλης· τὸ ῥεῦμα δὲν διέρχεται, καὶ δὲν αἰσθάνεται τίποτε, ἐκτὸς ἐὰν ἡ στήλη σύγκειται ἐκ πολλῶν δεκάδων στοιχείων· ἀλλ' ἐν περιπτώσει καθ' ἣν αἱ χεῖρές εἰσιν ὑγραὶ, τὸ ῥεῦμα διέρχεται, καὶ αἰσθάνεταί τις κλονισμὸν, ἔστω καὶ μικρὸς ὁ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων. Οὕτω τὸ ξηρὸν δέρμα εἶναι ἀτε-

λέστατος ἀγωγὸς, παραβαλλόμενον πρὸς τὸ ὑγρὸν, καὶ πρὸ πάντων πρὸς τὸ βρεγμένον μὲ ὀλίγον ὕδωρ ὑπόξυνον. Βολταϊκή τις στήλη ἐξ ἑκατὸν στοιχείων, ὁμοίων τῶν ἤδη περιγραφέντων, παρέχει τιναγμὸν κεραυνώδη, καὶ μεταξὺ μάλιστα τῶν ἐνδυμάτων. Αἱ στῆλαι τῶν δεκαπέντε ἢ καὶ εἴκοσι στοιχείων δὲν εἶναι τόσον κινδυνώδεις, δύναταί τις νὰ δεχθῇ τοὺς κλονισμοὺς κατὰ διαφόρους τρόπους, εἴτε κρατῶν ἐν ἑκάστῃ χειρὶ σωλῆνα παχὺν χάλκινον βεβρεγμένον διὰ νὰ ἐγγίσῃ τοὺς πόλους· εἴτε ἔχον ἕκαστον πόλον εἰς ἀγγεῖον μὲ ὕδωρ ὑπόξυνον διὰ νὰ χώσῃ ἔπειτα τὸν δάκτυλον ἢ καὶ τὴν χεῖρα ὁλόκληρον εἰς ἕκαστον ἀγγεῖον· εἴτε πλησιάζων ἀρκούντως τὰ δύο ἀγγεῖα διὰ νὰ ἐμβάλλῃ δύο δάκτυλα μόνον τῆς αὐτῆς χειρὸς· καὶ εἰς τὴν τελευταίαν αὐτὴν περίστασιν ὁ κλονισμὸς δὲν διαδίδεται εἰς ὅλον τὸ σῶμα. Ἐξ αὐτῶν τῶν πειραμάτων μανθάνει τις ἀμέσως ἐὰν ὑπάρχωσι σημεῖά τινα τοῦ βεβυθισμένου μέρους τοῦ δέρματος προσβεβλημένα κατά τι συνεπείᾳ νύγματος ἢ ἀμυχῆς, ἐπειδὴ τὰ σημεῖα αὐτὰ τῆς ἐπιδερμίδος καθίστανται ἡ ἕδρα ζωηροτάτης καύσεως· οὕτω, δι' ἡμᾶς ἡ ἐπιδερμὶς χρησιμεύει ὡς λεπτόν τι περικάλυμμα μὴ ἠλεκτραγωγὸν, παῦον τοῦ προφυλάττειν ἡμᾶς ἅμα τὸ ῥεῦμα ἔχει ἱκανὴν δύναμιν καὶ διαῤῥηγνύει αὐτό· ἕνεκα τούτου αἱ δυναταὶ στῆλαι κεραυνοῦσιν, ἐν ᾧ αἱ ἀδύνατοι παρέχουσι κλονισμοὺς ἀνεπαισθήτους σχεδόν.

Τὸ πρᾶγμα ἔχει ἄλλως ὅταν τὸ ῥεῦμα διέρχηται ἀπὸ μέρη τοῦ σώματος ἄνευ ἐπιδερμίδος· τὰ ἀποτελέσματά εἰσιν ἔτι μεγαλείτερα· οὕτω ἓν μόνον στοιχεῖον, μικρότατον μάλιστα καὶ ἀδύνατον, παράγει ζωηροτάτην ἐντύπωσιν, ὅταν μὲ τοὺς δύο πόλους αὐτοῦ ἐγγίσῃ π. χ. δύο τμήματα ἢ κέρματα ἀργυρᾶ τεθειμένα τὸ μὲν ὑπεράνω τῆς γλώσσης, τὸ δὲ ὑποκάτω αὐτῆς. Τὸ κέρμα, ὅπερ καθίσταται πόλος θετικὸς, περὶ πλέον παρέχει γεῦσίν τινα ὀξεῖαν προφανεστάτην, ἐν ᾧ τὸ ἕτερον γεῦσιν ἀλκαλικήν.

183. Ἀποτελέσματα χημικὰ τοῦ ῥεύματος. Τὸ ὕδωρ τὸ περιέχον χιλιοστά τινα μόνον τοῦ βάρους του ὀξέος τινὸς, ἀλκαλίου ἢ ἅλατος ἄγει τὸν ἠλεκτρισμὸν πολὺ καλλίτερον τοῦ ἁπλοῦ ὕδατος· βυθίζων τις τότε τοὺς πόλους τῆς στήλης, παρατηρεῖ

πλῆθος φυσαλίδων ἀερίου ἐξερχομένων εἰς ἕκαστον πόλον, καὶ τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται ὑπὸ τοῦ ῥεύματος. Διὰ νὰ παρατηρήσῃ τις καλῶς τὸ φαινόμενον αὐτὸ, διαθέτει τὸ πείραμα ὡς ἀκολούθως. Τὸ ὑπόξυνον ὕδωρ ἐμπεριέχεται εἰς ἀγγεῖον, οὗ ὁ πυθμὴν κατασκευάζεται ἀπὸ πλάκα φελλοῦ ἠλειμμένην μὲ μαστίχην (σχῆμ. 304)· δύο σύρματα χρυσαργύρου ὑψοῦνται καθέτως δύο ἢ τρία ἑκατοστόμετρα ὑπεράνω τοῦ πυθμένος καὶ προεκτείνονται ὑποκάτωθεν αὐτοῦ. Εἰσὶ δὲ προσδιωρισμένα πρὸς τὸ συνάπτεσθαι μετὰ τῶν πόλων τῆς στήλης, καὶ καλοῦνται ἠλεκτρώδη· ὥστε τὸ ἓν γίνεται θετικὸν ἠλεκτρῶδες, καὶ τὸ ἄλλο ἀρνητικόν. Δύο ἐπιμήκεις μικροὶ κώδωνες ὑέλινοι, βαθμολογημένοι, καὶ πλήρεις ὕδατος, εἰσὶ προσδιωρισμένοι εἰς τὸ νὰ δέχωνται τὰ ἀναπτυσσόμενα ἀέρια ἐξ ἑκάστου ἠλεκτρώδους. Ἅμα οἱ δύο πόλοι τῆς στήλης βληθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν μὲ τὰ σύρματα αὐτὰ ἢ τὰ ἠλεκτρώδη διακρίνει τις δύο ῥεύματα ἀερίων ἀναδιδομένων ἐξ ὅλων τῶν σημείων τῶν δύο μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν· καὶ ἐντὸς τῆς ὅλης μάζης τοῦ ὑγροῦ, ἥτις βεβαίως διαπερᾶται ὑπὸ τοῦ ῥεύματος, δὲν διακρίνεται οὐδεμία φυσαλὶς, οὐδεμία κίνησις ἢ τροποποίησις ἀναγγέλλουσα τὴν παρουσίαν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Μετά τινα λεπτὰ, ἀναγνωρίζει τις ὅτι τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρῶδες παρέχει πλειότερον ἀέριον τοῦ θετικοῦ, καὶ ἅμα δυνηθῇ τις ν' ἀναγνώσῃ τοὺς βαθμοὺς τῶν διαιρέσεων τῶν κωδώνων, πληροφορεῖται ὅτι οἱ ὄγκοι εἰσὶν ἀκριβῶς εἰς τὴν σχέσιν τοῦ 2 πρὸς 1. Τοῦ ὕδατος συντεθειμένου ἐκ δύο ὄγκων ὑδρογόνου καὶ ἑνὸς ὀξυγόνου, ἐπιτρέπεται τὸ συμπέρασμα τοῦ ὅτι τὸ ὀξυγόνον μόνον ἀναπτύσσεται εἰς τὸν θετικὸν πόλον, καὶ τὸ ὑδρογόνον μόνον εἰς τὸν ἀρνητικόν· μ' ὅλα ταῦτα ἵνα μὴ μείνῃ ἡ παρὰ μικρὰ ἀμφιβολία ἐπὶ γεγονότος τόσον σπουδαίου καθυποβάλλουσι τὰ ἀέρια ἑκάστου κώδωνος εἰς τὰς προσηκούσας δοκιμασίας, καὶ ἀποδεικνύουσιν ὅτι τοιοῦτος τῷ ὄντι εἶναι ὁ χαρακτὴρ τῆς παρὰ τῆς στήλης ἀποσυνθέσεως. Ἡ χημικὴ ἕνωσις τῶν δύο συστατικῶν στοιχείων τοῦ ὕδατος ὄχι μόνον διαῤῥήγνυται, ἀλλὰ καὶ μετὰ τὴν διαίρεσιν τὰ δύο αὐτὰ στοιχεῖα δὲν μιγνύονται, ἀλλ' ὑπάρχει δύναμίς τις ἥτις φαίνεται νὰ τὰ μεταφέρῃ τὸ μὲν εἰς τὸ θετικὸν ἠλεκτρῶδες, τὸ δὲ εἰς τὸ ἀρνητικόν.

Τὸ σκεύασμα αὐτὸ καλεῖται βολτόμετρον, ἐπειδὴ αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων δύνανται νὰ παραβληθῶσι διὰ τῶν ποσοτήτων τῶν ἀερίων τὰς ὁποίας εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον παράγουσιν.

Ὅταν κατὰ σειρὰν διαθέτωσι πολλὰ βολτόμετρα ἵνα εἰσαγάγωσιν αὐτὰ εἰς τὸν κύκλον, τὸν ὁποῖον διατρέχει τὸ αὐτὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅλα παρέχουσι τὸ αὐτὸ ποσὸν τοῦ ἀερίου ὑδρογόνου εἰς τὸν ἀρνητικὸν αὐτῶν πόλον, καὶ ἐπομένως τὸ αὐτὸ ποσὸν τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὸν θετικὸν, καίτοι τοῦ ὕδατος αὐτῶν περιέχοντος διαφόρους ποσότητας ὀξέος, καὶ διάφορα ὀξέα. Οὕτω τὸ αὐτὸ ρεῦμα παράγει τὸ αὐτὸ χημικὸν ἀποτέλεσμα καθ' ὅλα τὰ σημεῖα τῆς περιφερείας του.

Μ' ὅλον τοῦτο, ἐὰν τὸ σύρμα τοῦ χρυσαργύρου ἀντικατασταθῇ ὡς ἠλεκτρῳδὲς θετικὸν, διά τινος σύρματος σιδήρου, ψευδαργυρίνου, ἢ χαλκίνου ἢ ἐν γένει διά τινος μετάλλου ὀξυδωτοῦ (ὅπερ εὐκόλως ὀξυδοῦται), τὸ ὀξυγόνον παύει ἀναπτυσσόμενον, ὡς σχηματίζον μετὰ τῆς οὐσίας τοῦ σύρματος ὀξείδιον ἢ βάσιν τινὰ ἐνουμένην μετὰ τοῦ ὀξέος πρὸς σύνθεσιν ἅλατος.

Τὸ ρεῦμα δὲν ἐνεργεῖ μόνον ἐπὶ τοῦ ὕδατος πρὸς ἀποσύνθεσιν αὐτοῦ, ἀλλ' ἐξασκεῖ παρομοίαν ἐνέργειαν ἐπὶ ὅλων τῶν ἐν τῷ ὕδατι διαλελυμένων οὐσιῶν, διαχωρίζει τὰ συστατικὰ αὐτῶν στοιχεῖα· ἀλλὰ τὸ φαινόμενον ἄλλοτε εἶναι ἁπλοῦν, καὶ ἄλλοτε συμπεπλεγμένον· εἶναι ἁπλοῦν ὅταν ἐν τῇ διαλύσει ὑπάρχῃ ἓν μόνον σῶμα ἀποσυνθετόμενον, εἴτε τὸ ὕδωρ, εἴτε ἡ διαλελυμένη οὐσία· εἶναι συμπεπλεγμένον, ὅταν ἡ ἀποσύνθεσις γίνηται συγχρόνως ἐπὶ τοῦ ὕδατος καὶ ἐπὶ μιᾶς ἢ πολλῶν οὐσιῶν περιεχομένων ἐν διαλύσει.

Οὕτω τὸ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ τὸ πολλὰ ἔνυδρον παρέχει ὀξυγόνον καὶ χλώριον εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τοῦθ' ὅπερ δεικνύει, ὅτι τὸ ὕδωρ καὶ τὸ ὀξὺ ἀποσυντίθενται συγχρόνως· ἐν ᾧ τὸ αὐτὸ ὀξὺ δριμύτερον ὂν ἢ ἧττον ἔνυδρον, παρέχει χλώριον μόνον εἰς τὸν θετικὸν πόλον, καὶ τότε ἀποσυντίθεται μόνον καὶ ὄχι μετὰ τοῦ ὕδατος.

Τὰ χλωροῦχα ἀλκάλια παρουσιάζουσι φαινόμενα ἀνάλογα. Ὅταν διάλυσίς τις χλωρούχου ποτάσσης π. χ. ἦναι ὀλίγον ἔνυδρος τὸ ὕδωρ καὶ τὸ χλώριον ἀποσυντίθενται· ὅταν ἦναι σχεδὸν ἄνυδρον, παρατηρεῖται φαινόμενον δυσεξήγητον κατ' ἀρχάς· ὁ ἀρνητικὸς πόλος

παρέχει ὑδρογόνον, καὶ τοῦτο σημαίνει ὅτι τὸ ὕδωρ μόνον ἀποσυντίθεται, ἀλλ' ὁ θετικὸς πόλος οὐδὲ ἴχνος ὀξυγόνου χορηγεῖ, καὶ τοῦτο πάλιν δεικνύει ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν ἀποσυντίθεται ποσῶς· τὸ χλωροῦχον μόνον τῷ ὄντι ἀποσυντίθεται· τὸ χλώριον ἔρχεται εἰς τὸ θετικὸν ἠλεκτρῶδες, ὅπου ἀπαλλάττεται ἢ δὲν ἀπαλλάττεται, τοῦτο ἐξήρτηται ἐκ τῆς κορέσεως τοῦ ὑγροῦ. Ἡ πότασσα μεταβαίνει μόνη εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἠλεκτρῶδες, ἀλλ' ἐκεῖ ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ, ὀξυδοῦται, καὶ ἐκδίδει μόνον τὸ ὑδρογόνον· οὕτω παρατεινομένης τῆς ἐνεργείας, ἡ χλωροῦχος πότασσα μεταμορφοῦται ἐπὶ τέλους εἰς ὀξείδιον ποτάσσης. Εἰς τοιοῦτον πείραμα ὑποβαλλόμενα ὁ χλωροῦχος σίδηρος, ὁ χλωροῦχος χαλκὸς, χρυσὸς ἢ χρυσάργυρος, τὰ μέταλλα αὐτὰ ἄλλοτε μόνα, καὶ ἄλλοτε μετὰ τοῦ ὑδρογόνου ἔρχονται ἐπίσης εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, ὅπου λαμβάνουσιν ὄψεις διαφόρους κατὰ τὴν ἐνέργειαν τῆς στήλης καὶ τὴν κατάστασιν τῆς διαλύσεως· εἴς τινας περιστάσεις ὄχι μόνον λαμβάνουσι τὴν συνήθη αὐτῶν ὄψιν, ἀλλὰ προσκολλῶνται εἰς τὸ ἀρνητικὸν σύρμα, καὶ συνάπτονται μετ' ἐκείνου τόσον στενῶς, ὥστε μετ' ὀλίγας στιγμὰς τὸ σύρμα αὐτὸ εὑρίσκεται χαλκωμένον, χρυσωμένον ἢ χρυσαργυρωμένον. Εἰς ἄλλας περιστάσεις τὸ μέταλλον ἐπικάθηται τῷ πόλῳ εἰς κόνιν ἄνευ συνοχῆς, ἄλλοτε εἰς σχῆμα κόνεως μελανῆς ὁμοίας τῇ αἰθάλῃ, καὶ διὰ νὰ γνωρίσῃ τις ὅτι εἶναι μεταλλικὴ ὀφείλει νὰ τρίψῃ αὐτὴν μεταξὺ δύο σωμάτων σκληρῶν.

Αἱ ἁλατώδεις διαλύσεις, θειϊκαὶ, νιτρικαὶ, ὀξικαὶ κτλ. φέρονται καθὼς αἱ χλωροῦχοι, ἰοδοῦχοι κτλ. δηλ. τὸ μέταλλον τῆς βάσεως ἐπικάθηται εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον ὑπὸ μίαν τῶν προηγουμένων μορφῶν, ἐν ᾧ τὸ ὀξυγόνον τοῦ ὀξειδίου μεταβαίνει μετὰ τοῦ ὀξέος εἰς τὸν θετικόν· ἐν τοσούτῳ τὸ φαινόμενον κάπποτε εἶναι πλέον συμπεπλεγμένον.

Ἐπὶ ταύτης τῆς ἰδιότητος βασίζεται ἡ τέχνη τῆς γαλβανοπλαστικῆς, δηλ. ἡ χρύσωσις, ἡ ἀργύρωσις, καὶ γενικῶς ἡ τέχνη τῆς καταθέσεως τῶν μετάλλων διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος (ἴδε πορρώτερω Ἠλεκτροχημείαν).

Οὕτω ἡ βολταϊκὴ στήλη εἶναι τὸ ἰσχυρότερον μέσον τῆς ἀπο-

συνθέσεως· μὲ στήλην τινὰ ἐκ τριῶν χιλιάδων στοιχείων ὁ Λεβύ, κατὰ τὸ 1808, κατώρθωσε ν' ἀποσυνθέσῃ τὰ ὀξείδια τῆς σόδας, ποτάσσης καὶ τῶν ἄλλων ἀλκαλικῶν βάσεων, καὶ ἔκαμε νὰ ἴδωσιν ὅτι τὰ μέχρι τινὸς νομιζόμενα ἀδιάλυτα καὶ ἀνεπίδεκτα ἀποσυνθέσεως σώματα ἦσαν πραγματικῶς ὀξείδια μεταλλικά.

184. Ἀποτελέσματα φυσικὰ τοῦ ῥεύματος. Ἀφ' οὗ ἤδη ἐδείξαμεν, ὅτι ἡ βολταϊκὴ στήλη παρέχει φῶς καὶ θερμότητα, ἐκθέτομεν ἐνταῦθα λεπτομερείας τινὰς περὶ αὐτοῦ τοῦ ἀντικειμένου· ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διέρχηται μεταξὺ δύο σημείων τοῦ ἄνθρακος παρέχει τὸ ζωηρότερον φῶς, ὅπερ δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν· ὁ ξύλινος ἄνθραξ εἶναι πολὺ κατάλληλος διὰ τὰ πειράματα αὐτά· μ' ὅλον τοῦτο τὰ ἀποτελέσματά του εἰσὶν ἧττον λαμπρὰ καὶ διαρκῆ ἀπὸ τὰ τοῦ ἄνθρακος, τὸν ὁποῖον λαμβάνουσιν ἀπὸ τὰς κερατίνας τοῦ πρὸς φωτισμὸν ἀερίου, καὶ ὅστις εἶναι σκληρὸς ὡς ὁ χάλυψ. Δύο μικραὶ ῥάβδοι τοιούτου ἄνθρακος, ἔχουσαι τὸ μῆκος καὶ τὴν διάμετρον τοῦ καλάμου τῆς γραφίδος προσαρμόζονται εἰς τοὺς χαλκίνους κρίκους α καὶ β τοῦ σκευάσματος μὲ στήλην ὑέλινον (σχῆμα 305)· καὶ ἀφ' οὗ θέσωσιν αὐτὰς εἰς ἐπαφὴν πρὸς ἀλλήλας, διὰ μέσου τῶν γνωστῶν ἤδη συγκοινωνιῶν, διευθύνουσι τὸ ῥεῦμα διὰ μέσου αὐτῶν· ἀμέσως δὲ βλέπει τις εἰς τὰ σημεῖα τῆς ἐπαφῆς τῶν ἀνθράκων ν' ἀναφανῇ σημεῖον φωτεινὸν ἐξαισίου λάμψεως· τῆς θερμότητος μεταδιδομένης εἰς μικράν τινα ἀπόστασιν, τὸ σημεῖον αὐτὸ ἐκτείνεται βαθμηδόν· καὶ τότε δύναταί τις νὰ ὑψώσῃ τὸ ἄνω στέλεχος κινούμενον διὰ τριβῆς, καὶ νὰ γεννηθῇ μεταξὺ τῶν ἀνθράκων διάστημά τινων χιλιοστομέτρων καὶ μάλιστα πολλῶν ὑφεκατομέτρων, ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελῆται μὲ στήλην ἑκατὸν στοιχείων (σχῆμα 306)· οὕτω διαχωριζομένων τῶν ἀνθράκων, τὸ φῶς αὐτῶν ἐξέρχεται πανταχόθεν, καὶ διαδίδει μακρὰν λάμψιν ἰσοδυναμοῦσαν μὲ τὴν λάμψιν πολλῶν ἑκατοντάδων κηρῶν. Εἰς τὸν ἀέρα ἡ καῦσις γίνεται εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἀνθράκων, καὶ ἀπαιτεῖται ἀπὸ καιρὸν εἰς καιρὸν νὰ τοὺς πλησιάζῃ τις· ἐν τῷ κενῷ φθείρονται ἀργότερα· ἀλλ' ἐντοσούτῳ φθείρονται πάντοτε, ἐπειδὴ ὑπάρχει κάποια μεταφορὰ τῆς ὕλης αὐτῆς τοῦ ἄνθρακος ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου εἰς τὸν ἀρνητικόν.

Ὅταν τις θέλῃ νὰ παραγάγῃ μεγάλα ἀποτελέσματα θερμότητος ἀντὶ νὰ θέσῃ εἰς τὸν κρίκον Β τοῦ προηγουμένου σκευάσματος ἄνθρακα κεκομμένον ὀξέως, προσαρμόζει ἄνθρακα πεπλατυσμένον, οὗ ἡ ἄνω ἐπιφάνεια εἶναι κοίλη καὶ σχηματίζει χοάνην (σχῆμα 307)· ἐν αὐτῇ θέτουσι τὰ τμήματα τοῦ μετάλλου, ὅπερ θέλουσι νὰ διαλύσωσι, καὶ πλησιάσαντες τ ἄνω ἄκρον, ποιοῦσιν ἵνα διέλθῃ τὸ ῥεῦμα· ἐντὸς δὲ δευτερολέπτων τινῶν διαλύεται ἓν τεμάχιον ἀργύρου, χρυσοῦ, καὶ μάλιστα τεμάχια χρυσαργύρου 10 καὶ 20 γραμμαρίων ἢ καὶ μεγαλείτερον, ὅταν ἡ στήλη ἦναι πολλὰ δυνατή. Τὸ φῶς καὶ τότε ἀκόμη εἶναι λαμπρότατον, ἀλλὰ χρωματίζεται διὰ τοῦ ἀτμοῦ τῶν ἐξατμιζομένων μετάλλων, ἢ τῶν συρομένων πρὸς τὸν ἄνω ἀρνητικὸν πόλον.

Ὁ σίδηρος καὶ ὁ χάλυψ ὄχι μόνον διαλύονται δι' αὐτοῦ τοῦ μέσου, ἀλλὰ φέρονται καὶ εἰς θερμοκρασίαν τοιαύτην, ὥστε ἐν ᾧ καίονται ζωηρῶς ἐντὸς τοῦ ἀέρος, ἐκσφενδονίζουσι πανταχόθεν σπινθῆρας λαμπροὺς ὁμοιάζοντας μὲ μικρὸν δένδρον πυροτεχνικόν.

Τὰ φαινόμενα αὐτὰ τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος ἦσαν διὰ πολὺν καιρὸν τὰ μόνα φυσικὰ φαινόμενα, ἅτινα παρήγαγον διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος· πλὴν τὸ 1820 ἡ ἐπιστήμη ἔκαμε μέγα τι βῆμα περὶ πλέον. Ἡ ἀνακάλυψις τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ, δηλ. τῆς ἐνεργείας τὴν ὁποίαν τὸ ῥεῦμα ἐξασκεῖ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν, ἤνοιξεν εἰς τὰς ἐρεύνας τῆς φυσικῆς μέγα στάδιον, ὡς θέλομεν ἴδει εἰς τὰ ἑπόμενα ἄρθρα.

§ 2 Ἐνέργεια τῶν ῥευμάτων ἐπὶ τῶν μαγνητῶν.

185. Τὸ ῥεῦμα ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης· τείνει νὰ τὴν στρέψῃ σταυροειδῶς μετ' ἐκείνου, ἔχουσαν τὸν βόρειον πόλον πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ τὸν νότιον πρὸς τὰ ἀριστερά. Ἡ πρότασις αὕτη ἐκφράζει τὴν ὡραίαν ἀνακάλυψιν, ἥτις ἐγένετο τὸ 1820 ὑπὸ τοῦ Ἔρστεδ καθηγητοῦ τῆς φυσικῆς ἐν Κοπενάγῃ· ἵνα τις ἐννοήσῃ καλῶς τὰ φαινόμενα αὐτὰ ὀφείλει πρῶτον νὰ γνωρίσῃ τί θὰ ἐννοῇ μὲ τὸ δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ τοῦ ῥεύματος· γνωρίζομεν ἤδη τὴν διεύθυνσιν αὐτοῦ, εἴπομεν εἰς τὸν ἀρ. 176 ὅτι ἐν τῷ ἀγωγῷ σύρματι διευθύνεται ἐκ τοῦ θετικοῦ πρὸς

τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς στήλης· ἂς ἐννοήσωμεν ἤδη μικρόν τι σχῆμα ἀνθρώπινον ἐκτεινόμενον εἴς τι μέρος τοῦ σύρματος ἢ τοῦ ἀγωγοῦ, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ῥεῦμα διέρχεται ἐκ τῶν ποδῶν πρὸς τὴν κεφαλήν· ἂς φαντασθῶμεν περὶ πλέον ὅτι ἔχει πάντοτε τὸ πρόσωπον ἐστραμμένον ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ μαγνήτου, ἐφ' οὗ τὸ ῥεῦμα ἐνεργεῖ· τότε τὰ δεξιὰ καὶ τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος αὐτοῦ παριστῶσι τὰ τοῦ ῥεύματος· τὸ εὐφυὲς αὐτὸ ἐπινόημα τοῦ Ἀμπερ συνέτεινε πολὺ εἰς τὴν ἁπλοποίησιν τῶν ὅσα ἀφορῶσι τὴν διεύθυνσιν τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν δυνάμεων. Ὅταν τὸ ῥεῦμα ἦναι κάθετον καὶ ἀναβαῖνον, τὸ μικρὸν σχῆμα θὰ βλέπηται κατὰ πρόσωπον, ἐὰν ἡ βελόνη κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ σύρματος (σχῆμα 308)· καὶ θὰ ἔχῃ ἐστραμμένα τὰ νῶτα (σχῆμα 309), ἐὰν κεῖται ἀπὸ τὸ ἀπέναντι μέρος· διερεθιζομένη ἡ βελόνη εἰς τὸ νὰ τίθηται σταυροειδῶς μὲ τὸ ῥεῦμα, καὶ νὰ στρέφῃ ἔχουσα τὸν νότιον πόλον πρὸς τ' ἀριστερὰ, θὰ παρουσιάζηται μὲ θέσεις ἐναντίας. Ἐὰν ὁ νότιος αὐτῆς πόλος εἶναι πρὸς ἀνατολὰς, ὅταν αὐτὴ εὑρίσκηται ἔμπροσθεν τοῦ σύρματος, θὰ εὑρεθῇ πρὸς δεσμὰς, ὅταν ἐκείνη ἦναι ὄπισθεν.

Τὰ πειράματα δύνανται νὰ γίνωσι κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον. Μαγνητικὴ βελόνη τιθεμένη ἐπὶ στρόφιγγος διευθύνεται κατὰ τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινὸν, BN (σχῆμα 310)· ὑπεράνω αὐτῆς ἐκτείνεται σύρμα διατρεχόμενον ὑπὸ ῥεύματος ἠλεκτρικοῦ κατὰ διεύθυνσιν προσδιοριζομένην διὰ τῶν σημείων + καὶ —, ἢ διὰ τοῦ βέλους. Παρευθὺς ἡ βελόνη βαδίζει πρὸς δυσμὰς τείνουσα νὰ διασταυρωθῇ μὲ ἐκεῖνο, ἀλλ' ἡ ἐνέργεια τῆς γῆς τὴν ἀνακαλεῖ ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, καὶ τὴν ἐμποδίζει νὰ λάβῃ κάθετον θέσιν ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς. Καὶ πραγματικῶς φθάνει πάντοτε εἰς αὐτὴν τὴν θέσιν, ὅταν διά τινος μαγνητικῆς ῥάβδου οὐδετερῶσι κατὰ μέγα μέρος τὴν ἐπενέργειαν τῆς γῆς.

Τὸ ῥεῦμα διέρχεται ἀντιστρόφως δηλ. ἐξ ἄρκτου πρὸς νότον, ὁ νότιος πόλος κινεῖται πρὸς ἀνατολάς. Αἱ δύο αὗται κινήσεις ἐπαναλαμβάνονται, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν, ὅταν τὸ ῥεῦμα εὑρίσκηται ὑτὸ τὴν βελόνην, ἀντὶ νὰ ἦναι ὑπεράνω.

186. Μεταλλάκτης· εἰς ὅλα τὰ πειράματα τοῦ ἠλεκτρομα-

γνητισμοῦ εἶναι ἀπαραιτήτως ἀναγκαία ἡ ταχεῖα καὶ κατὰ θέλησιν μεταλλαγὴ τῆς διευθύνσεως τοῦ ῥεύματος. Τὰ παράγοντα τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ σκευάσματα καλοῦνται μεταλλάκται· εἰς αὐτοὺς παρέχουσι μορφὰς διαφόρους, ἡ ἁπλουστέρα εἶναι ἡ εἰς τὸ σχῆμα 311. Ἐπὶ ξυλίνης τινὸς πλακὸς Α, εἰσὶ προσηλωμένα τέσσαρα ἐλατήρια α καὶ β, χ καὶ ψ· τὰ δύο πρῶτα δέχονται τοὺς πόλους τῆς στήλης, τὰ δύο τελευταῖα τὰς δύο ἄκρας τῆς περιφερείας, ἐν ᾗ πρόκειται νὰ διέλθῃ τὸ ῥεῦμα ἀναλλὰξ ἢ ἐκ περιτροπῆς κατὰ τὴν μίαν καὶ τὴν ἄλλην διεύθυνσιν· αἱ συγκοινωνίαι μεταξὺ τῆς στήλης καὶ τῆς περιφερείας ἀποκαθίστανται διὰ μέσου τοῦ σανιδίου Β ὀλισθαίνοντος ἐπὶ τῆς γλωσσίδος γ, ἄλλοτε ἵνα καθέξῃ τὴν εἰς τὸ σχῆμα σημειουμένην θέσιν, ἄλλοτε ἵνα ἔλθῃ νὰ ἀκουμβήσῃ εἰς τὸ δ. Ἐπὶ τῶν δύο αὐτοῦ πλευρῶν τὸ σανίδιον αὐτὸ φέρει ἔλασμα μετάλλινον Ζ, μίαν πλάκα μικρὰν ἐλεφαντίνην Η, καὶ δεύτερόν τι ἔλασμα μετάλλινον μακρύτερον κ. Δύο μικραὶ ταινίαι λ διασταυρούμεναι καὶ ἀπομεμονωμέναι πρὸς ἀλλήλας, ἀποκαθιστῶσι συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ πρώτου ἐλάσματος Ζ τῆς μιᾶς πλευρᾶς καὶ τοῦ δευτέρου κ τοῦ εἰς τὴν ἀντίθετον πλευρὰν τοῦ σανιδίου· ἕπεται δὲ ἐκ τῆς παρούσης θέσεως τοῦ σανιδίου, ὅτι α εἶναι ὁ θετικὸς πόλος τῆς στήλης, καὶ ψ ἡ θετικὴ ἄκρα τῆς περιφερείας· ἀλλ' ἐὰν τὸ σανίδιον σπρωχθῇ κατὰ τοῦ ἐρείσματος δ, τὰ δύο ἐλατήρια α καὶ χ ἐγγίζουσι τὸ ἔλασμα κ διὰ τοῦ χείλους αὐτῶν, β καὶ ψ ψαύουσιν ἐπίσης τὸ ἔλασμά των κ, καὶ τότε χ γίνεται ἡ θετικὴ ἄκρα τῆς περιφερείας, ὥστε τὸ ῥεῦμα διέρχεται αὐτὴν κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν. Οὕτω διὰ ν' ἀνατρέψῃ τις τὴν διεύθυνσιν τοῦ ῥεύματος ἐν τῇ περιφερείᾳ αὐτῇ, ἀρκεῖ νὰ κινήσῃ τὸ σανίδιον ἀπὸ τὴν μίαν εἰς τὴν ἄλλην θέσιν.

Ἡ ἔκτασις τῆς κινήσεως αὐτῆς τοῦ σανιδίου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εὖρος τῆς ἐλεφαντίνης πλακὸς Η· ἐνταῦθα ἔχει πλάτος ἑνὸς ὑφεκατομέτρου, δύναται νὰ ἔχῃ καὶ ἑνὸς χιλιοστομέτρου μόνον.

Εὔκολον εἶναι ἐπίσης νὰ ἐκτελῆται διὰ περιστροφικῆς τινος κινήσεως ὅ,τι ἐνταῦθα γίνεται δι' ὀλισθητικῆς. Οὕτω ἡ μορφὴ τῶν παραλλακτῶν δύναται νὰ ποικίλλῃ ἀορίστως.

187. Πολλαπλασιαστὴς — Γαλβανοσκόπιον —

Γαλβανόμετρον. Μαγνητικὴ βελόνη κρεμαμένη ἐν τῷ μέσῳ περιφερείας ὀρθογωνίου (σχῆμα 312) διερεθίζεται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ ἀπὸ τὰ τέσσαρα μέρη τοῦ ῥεύματος τοῦ διερχομένου τὸ ὀρθογώνιον· καὶ πραγματικῶς, ἐπειδὴ κατὰ τὴν πλευρὰν π. χ. εἶναι κατιὸν, καὶ τὸ ἀριστερὸν μέρος εὑρίσκεται ἔμπροσθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἀνθρωπίνου σχήματος· τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ κατὰ τὴν πλευρὰν χ ψ, ἐπειδὴ ἔχει τοὺς πόδας εἰς τὸ χ, τὴν κεφαλὴν εἰς τὸ ψ, καὶ τὸ πρόσωπον ἄνω· τὸ αὐτὸ καὶ κατὰ τὴν πλευρὰν ψ Ζ, καὶ τέλος ἐπὶ τῆς πλευρᾶς Ζ ν, ἐπειδὴ ἔχει τοὺς πόδας κατὰ τὸ Ζ καὶ τὸ πρόσωπον κάτω· λοιπὸν αἱ τέσσαρες πλευραὶ τοῦ ὀρθογωνίου ἐξασκοῦσιν ἐνεργείας συμφώνους, ἵνα στρέψωσι τὸν νότιον πόλον τῆς βελόνης κατ' ἔμπροσθεν τοῦ ἐπιπέδου τῆς εἰκόνος, καὶ ὄπισθεν τὸν βόρειον πόλον. Ὅ,τι ἐνταῦθα εἴπομεν περὶ ὀρθογωνίου τινὸς ἐφαρμόζεται εἰς περιφέρειαν ὁποιουδήποτε σχήματος· ἐὰν, ἀντὶ μιᾶς στροφῆς τὸ ῥεῦμα ἐκτελεῖ δύο, ἡ ἐνέργειά του διπλασιάζεται, ἔπειτα τριπλασιάζεται διὰ τὰς τρεῖς στροφὰς κτλ. γενικῶς λοιπὸν ἡ ἐνέργεια αὐτοῦ πολλαπλασιάζεται ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν, καθ' ὅσον τοὐλάχιστον ἑκάστη στροφὴ παράγει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα· ἐντεῦθεν πηγάζει τὸ ὄνομα πολλαπλασιαστὴς δοθὲν εἰς τὰ κατὰ τὴν ἀρχὴν αὐτὴν κατασκευαζόμενα ὄργανα.

Ἀλλ' ἐν τοσούτῳ, διὰ νὰ διέλθῃ πραγματικῶς τὸ ῥεῦμα ὁλόκληρον τὴν περιφέρειαν, ἀπαιτεῖται ὥστε οἱ ἐλιγμοὶ ἢ αἱ καμπαὶ τοῦ σύρματος νὰ μὴ ψαύωνται κατ' οὐδὲν σημεῖον· ὁ ὅρος οὗτος ἐκπληροῦται, ὅταν λάβῃ τις σύρμα χάλκινον ἐνδυμένον μὲ νῆμα μετάξης κλωσμένον καὶ μὲ στροφὰς οὕτω συνεσφιγμένας, ὥστε ἡ μετάλλινος ἐπιφάνεια πούποτε νὰ μὴ μένῃ γυμνὴ, καὶ ὅταν μάλιστα αὐτὸ διπλόνηται κατὰ διαφόρους τρόπους.

Τὸ ἐνδυμένον αὐτὸ σύρμα περιειλίσσεται ἐπιμελῶς πέριξ τινὸς ξεφάνης ἐκ ξύλου ἢ μετάλλου, καὶ ἀφίνεται ἐν τῷ μέσῳ μικρόν τι διάστημα, ἐξ οὗ διέρχεται ἡ μαγνητικὴ βελόνη, ἥτις γενικῶς εἶναι βελόνη τοῦ μεγέθους τῆς ῥαφίδος κρεμαμένη διὰ σηρικοῦ νήματος ἀκλώστου (σχῆμα 313)· τὸ σηρικὸν νῆμα δὲν προσαρτᾶται κατ' εὐθεῖαν εἰς τὴν βελόνην, ἀλλ' εἰς μικρόν τι τμῆμα κάθετον τραχὺ καὶ

ἐλαφρὸν, φέρον ἐν ταυτῷ τὴν βελόνην καὶ δείκτην τινὰ προσδιωρισμένον εἰς τὸ ἐπαναλαμβάνειν καὶ σημειοῦν ἐπὶ τοῦ ὑπεράνω γνώμονος ὅλας τὰς κινήσεις, ἃς ἡ βελόνη ἐκτελεῖ ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τοῦ διατρέχοντος τὸ σύρμα τοῦ πολλαπλασιαστοῦ ῥεύματος.

Ἐὰν χρειάζωνται 12 ἑκατοστόμετρα διὰ μίαν στροφὴν τῆς στεφάνης, χρειάζονται 12 μέτρα σύρματος ἐνδυμένου διὰ 100 στροφάς· πλὴν διά τινας ἐρεύνας λεπτὰς εἶναι ἀναγκαία ἡ χρῆσις πολλαπλασιαστῶν μὲ πολλῶν χιλιάδων στροφάς.

Μ' ὅλα ταῦτα, ποτὲ διὰ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τῶν στροφῶν δὲν θὰ κατορθώσῃ τις τὴν κατασκευὴν ὀργάνων τόσον εὐαισθήτων, ἐὰν συγχρόνως δὲν κάμῃ χρῆσιν εὐφυοῦς τινος τεχνάσματος ἐπινοηθέντος ὑπὸ τοῦ Νοβίλι, συνισταμένου εἰς τὴν χρῆσιν συστήματος ἐκ δύο βελονῶν ἐξισωτικῶν, ἀντὶ μιᾶς, τῆς μιᾶς ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τῆς στεφάνης καὶ τῆς ἄλλης ἔξωθεν αὐτῆς (σχῆμα 314)· τὸ σκεύασμα αὐτὸ εἶναι πολὺ πλέον εὐαίσθητον τοῦ προηγουμένου διὰ δύο λόγους· 1ον. ἡ ἐνέργεια τῆς γῆς ἡ ἀνακαλοῦσα ἀδιαλείπτως τὴν βελόνην ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, καὶ ἥτις εἶναι εἰς διαμάχην μὲ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ῥεύματος, δύναται διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ νὰ καταντήσῃ εἰς πολλοστόν τι μέρος τῆς ἀξίας της· δύναται μάλιστα καὶ ὅλως νὰ μηδενισθῇ, ἀλλὰ τοῦτο ὀφείλει τις ν' ἀποφεύγῃ, ἐπειδὴ τὸ ἐξισωτικὸν σύστημα μὴ ἔχον πλέον δύναμιν διευθυντικὴν, δὲν θὰ σημειόνῃ πλέον τὰς διαφόρους ἐντάσεις τῶν ῥευμάτων· 2ον. ἡ δευτέρα βελόνη ὄχι μόνον ἐλαττόνει τὴν ἐνέργειαν τῆς γῆς, ἀλλ' αὐξάνει καὶ τὴν τοῦ ῥεύματος, ἐπειδὴ καὶ αὐτὴ δέχεται τὴν ἐνέργειαν ἐκείνου, καὶ τείνει νὰ στρέψῃ τὸ σύστημα κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν καὶ ἡ ἐσωτερικὴ βελόνη.

Οἱ πολλαπλασιασταὶ καλοῦνται ἐνίοτε καὶ γαλβανοσκόπια, ὅταν δὲν ἦναι κατεσκευασμένοι μὲ τρόπον ὥστε νὰ συγχωρῶσι τὴν σύγκρισιν τῶν ἐντάσεων τῶν ῥευμάτων, καὶ γαλβανόμετρα, ὅταν φέρωσι γνώμονας διηρημένους, καὶ προσέτι εἰσὶ κατεσκευασμένοι μὲ τρόπον ὥστε ὁ παραλληλισμὸς τῶν ἐντάσεων νὰ ἦναι δυνατὸς, τοὐλάχιστον ἐντὸς ὁρίων τινῶν.

188. Μαγνήτισις παραγομένη ὑπὸ τοῦ ῥεύματος.

Τὸ ῥεῦμα δὲν δύναται νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν, χωρὶς νὰ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτῶν τῶν μαγνητικῶν ῥευστῶν· ἐπόμενον εἶναι λοιπὸν νὰ διαχωρίζῃ αὐτὰ εἰς ὅλα τὰ μαγνητικὰ σώματα, ἄλλοτε μὲ εὐκολίαν, ἐὰν στερῶνται καθειρκτικῆς δυνάμεως, ὡς ὁ καθαρὸς σίδηρος· καὶ ἄλλοτε μὲ μεγάλην ἢ μικρὰν δυσκολίαν, κατὰ τὸ μέγεθος τῆς καθειρκτικῆς αὐτῶν δυνάμεως. Ἡ διεύθυνσις τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως τοιαύτη, ὁποίαν τὴν ἐσπουδάσαμεν, ἀνωτέρω μᾶς διδάσκει ὅτι τὸ ῥεῦμα θὰ ἐξασκῇ πανταχοῦ δραστήριόν τινα ἐνέργειαν, ὅταν ἔχῃ θέσιν πλαγίαν ὡς πρὸς τὸ ὑποβεβλημένον αὐτῷ σῶμα, καὶ ὅτι τότε τὸ νότιον ῥευστὸν θὰ ἀναπτυχθῇ πρὸς τὰ ἀριστερὰ αὐτοῦ, τὸ δὲ βόρειον πρὸς τὰ δεξιά.

Πρὸς ἐπιβεβαίωσιν τούτου, λαμβάνουσι σωλῆνας ὑελίνους, ἐφ' ὧν σχηματίζουσιν ἕλικας μὲ σύρμα χάλκινον γυμνὸν, ἢ ἐνδυμένον. Ὁ σωλὴν (σχῆμα **316**) φέρει ἕλικα τυλιγμένον πρὸς τὰ δεξιὰ (**dextrorsum**)· ὁ σωλὴν (σχῆμά **315**) ἐξ ἐναντίας φέρει ἕλικα ἀριστερὸν (**sinistrorsum**)· ὁ δὲ σωλὴν (σχῆμα **317**) τρεῖς ἕλικας, τοὺς δύο ἄκρους δεξιοὺς, καὶ τὸν μέσον ἀριστερόν. Εἰς ἕκαστον σωλῆνα ἐκθέτουσι σύρμα χάλυβος πολλὰ σκληρὸν, καὶ ἑνόντες τὰ σύρματα τῶν τριῶν ἑλίκων διευθύνουσι τὸ ῥεῦμα τῆς στήλης κατὰ τὴν διεύθυνσιν τὴν ὁποίαν τὰ βέλη δεικνύουσιι Τὰ τρία σύρματα τοῦ χάλυβος, τῷ ὄντι μαγνητίζονται, καὶ οἱ πόλοι αὐτῶν σχηματίζονται καθὼς τις ἠδύνατο καὶ νὰ προϊδῃ· α παριστᾷ τὸν νότιον, καὶ β τὸν βόρειον· εἰς τὸ σχῆμα **317** ὑπάρχουσι δύο μέρη ὁμόλογα, καὶ δύναταί τις νὰ παραγάγῃ ὅσα ἐξ αὐτῶν θέλει δι' ἐπανειλημμένων μεταβάσεων ἐκ τοῦ δεξιοῦ ἕλικος εἰς τὸν ἀριστερόν. Πάντοτε ἡ διεύθυνσις τοῦ ῥεύματος σχετικῶς πρὸς τὴν ἀνταποκρινομένην τομὴν τοῦ χαλυβδίνου σύρματος εἶναι ἡ προσδιορίζουσα τὴν μαγνήτισιν τῆς τομῆς αὐτῆς·

Ἀξιοσημείωτον εἶναι τὸ αἰφνίδιον τῆς μαγνητίσεως· ἀρκεῖ νὰ ἐγγίσῃ τις μίαν στιγμὴν τοὺς ἀγωγοὺς ἢ τὰ ῥευματοφόρα σύρματα, νὰ σύρῃ μόνον ἕνα σπινθῆρα διὰ νὰ μαγνητίσῃ τὸν χάλυβα.

Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι ἡ κένωσις τῆς λουγδουνίου λαγήνου ἢ μιᾶς συστοιχίας ἠλεκτρικῆς παράγει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μὲ τὴν στήλην

τὴν διερχομένην τὸ σύρμα τῶν ἑλίκων· τοῦθ' ὅπερ τῷ ὄντι συμβαίνει· ἀλλ' ἁπλοῦς τις σπινθὴρ τῆς μηχανῆς παράγει ῥεῦμα πολὺ ἀδύνατον, ὅθεν ὀφείλει νὰ ἐπαναληφθῇ καὶ νὰ πολλαπλασιασθῇ ἡ ἐνέργεια πρὸς ἐπιτυχίαν ἀποτελεσμάτων ἐπαισθητῶν·

Καταλαμβάνει τις ἐκ τούτων, διατὶ δὲν ἐπεμείναμεν τόσον ἐπὶ τῶν συνήθων τῆς μαγνητίσεως τρόπων· ἐπειδὴ οὐδεὶς ἐξ αὐτῶν ἀναπτύσσει τὸν μαγνητισμὸν μὲ τόσην ταχύτητα, ἐνεργητικότητα, καὶ κανονικότητα ὅσον τὸ ῥεῦμα τῆς βολταϊκῆς στήλης.

189. Ἠλεκτρομαγνῆται. Ὅ,τι περὶ τοῦ χάλυβος καὶ τῶν σωμάτων μὲ δύναμιν καθειρκτικὴν εἴπομεν, ἐφαρμόζεται ἔτι μᾶλλον εἰς τὸν καθαρὸν ἢ μαλακὸν σίδηρον. Ἡ ἰδιότης ἣν ἔχει τοῦ νὰ μαγνητίζηται σχεδὸν αἰφνιδίως καὶ στιγμιαίως ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν μαγνητικῶν δυνάμεων ἐξωτερικῶν, καὶ νὰ παύῃ ἡ μαγνήτισις μὲ τὴν αὐτὴν ταχύτητα· ἅμα ἡ ἐπιῤῥοὴ αὐτὴ παύσῃ, χορηγεῖ τὸ μέσον τῆς κατασκευῆς μαγνητῶν προσωρινῶν, τοὺς ὁποίους καλοῦσιν ἠλεκτρομαγνήτας, ὅταν τὰ ῥευστὰ χωρίζωνται διὰ τῆς ἐπενεργείας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος.

Ὁ ἁπλούστερος αὐτῶν εἶναι ὁ εἰς τὸ σχῆμ. 318 δεικνύμενος· σύγκειται δέ· 1ον. ἀπὸ ῥάβδον σιδήρου μαλακοῦ κεκαμμένην εἰς σχῆμα πετάλων τοῦ ἵππου· 2ον. ἐκ σύρματος ἐνδυμένου, περιτυλισσομένου πρῶτον ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν βραχιόνων καὶ ἔπειτα ἐπὶ τοῦ ἄλλου κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ὥστε τὰ δύο ἄκρα τοῦ πετάλου νὰ σχηματίζωσι δύο πόλους ἑτερωνύμους· 3ον. ἐκ τεμάχιου συναφείας ἢ ἐφοπλίσεως, ἐπίσης ἐκ σιδήρου μαλακοῦ καὶ αὐτό, ἐλκομένου εἰς τὴν στιγμὴν τῆς διαβάσεως τοῦ ῥεύματος, καὶ ἀφινομένου ἅμα ἡ διάβασις παύσῃ, ἐπειδὴ ὁ καθαρὸς σίδηρος ἀποκτᾷ καὶ χάνει σχεδὸν στιγμιαίως τὰς μαγνητικάς του ἰδιότητας.

Ἡ παρισταμένη διάθεσις εἰς τὸ σχῆμα 319 συγχωρεῖ τὴν ποικιλίαν τῶν πειραμάτων, καὶ δεικνύει συνάμα τὴν ἐκπληκτικὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποίαν σχηματίζονται αἱ μαγνητικαὶ ἄλυσοι ἐπὶ ἑκάστου τῶν πόλων α καὶ β τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου εἴτε μὲ ψήγματα σιδήρου, εἴτε μὲ τεμάχια ὁποιαδήποτε μαγνητικῶν σωμάτων ὡς γόμφους, ἥλους, κλεῖς, τεμάχια ἀνθρακούχου σιδήρου ἢ χάλυ-

βος κτλ. καθὼς καὶ τὴν ταχύτητα μὲ τὴν ὁποίαν ἀπομαγνητίζονται, ὅταν ἡ διάβασις τοῦ ρεύματος παύσῃ, ἀναλόγως τῆς μεγάλης ἢ μικρᾶς καθειρκτικῆς δυνάμεως τῶν σωμάτων.

Ἡ ἐνέργεια καὶ δραστικότης τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς διαστάσεις τῆς σιδηρᾶς ῥάβδου, ἀπὸ ἐκείνας τῆς ἐφοπλίσεως, ἀπὸ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, καὶ ἀπὸ τὸν ἀριθμὸν τῶν σροφῶν τοῦ σύρματος ἐπὶ ἑκάστου βραχίονος· κρατῶν λόγον τῶν στοιχείων αὐτῶν ὁ Κ. Πουϊλλέτος κατεσκευάσατο τὸ 1830, διὰ τὴν ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν, μέγαν τινὰ ἠλεκτρομαγνήτην ἱκανὸν νὰ φέρῃ βάρη πολλῶν χιλιάδων χιλιογράμμων.

Οὗτος παρίσταται ἀποπτικῶς εἰς τὸ σχῆμα 320, ὅπου βλέπει τις πρὸς δεξιὰν τὴν τομὴν τοῦ ὀχέως αὐτοῦ, τὴν ὕψωσιν τῶν δύο ἠλεκτρομαγνητῶν, τὸν μηχανισμὸν δι' οὗ ἀναβαίνει καὶ καταβαίνει ὁ κάτω ἠλεκτρομαγνήτης χρησιμεύων εἰς ἐφόπλισιν, τέλος τὰ σιδηρᾶ στελέχη φέροντα τὸν μέγαν δίσκον ἢ πλάστιγγα ἐφ' ἧς τίθενται τὰ βάρη.

Κατὰ τὴν διάβασιν τοῦ ρεύματος ὁ κάτω ἠλεκτρομαγνήτης ἑλκόμενος ἔρχεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἄνω, ὅστις εἶναι μόνιμος· τότε ἐπιβαρύνουσι τὴν πλάστιγγα μέχρις οὗ τὸ βάρος αὐτῆς ἀποσπάσῃ τὸν κάτω ἠλεκτρομαγνήτην, ὅπερ συμβαίνει κατὰ συνέπειαν βάρεων αὐξανόντων μὲ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος· ἕκαστος ἠλεκτρομαγνήτης εἶναι κατεσκευασμένας μὲ 3000 περίπου μέτρα σύρματος ἐνδυμένου.

Ὅλοι οἱ ἠλεκτρομαγνῆται εἰσι κατεσκευασμένοι κατὰ ταύτην τὴν ἀρχήν· μόνον ἀντὶ τῶν κυρτῶν ῥάβδων εἰς σχῆμα πετάλου εἶναι συμφερωτέρα γενικῶς ἡ χρῆσις κυλίνδρων σιδήρου καθαροῦ παραλλήλων, ἡνωμένων διὰ ζυγοῦ εὐθέος, ὅστις προσαρμόζεται δι' ἕλικος, καὶ ἀντικαθιστᾷ τὴν καμπὴν ἢ τὸν ἀγκῶνα τοῦ πετάλου τῶν ἵππων (σχῆμα 321).

Τοιουτοτρόπως κατασκευάζονται ὅλοι οἱ ἠλεκτρομαγνῆται τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων, δι' οὓς περὶ πλέον μεταχειρίζονται σύρματα χάλκινα λεπτότατα καὶ καλῶς ἐνδυμένα μὲ νῆμα σηρικόν. Ἡ λεπτότης τῶν συρμάτων τοῦ χαλκοῦ δὲν παρέχει ἐνταῦθα δυσχέ-

ρειάν τινα, ὡς θέλομεν ἴδει, ἐπειδὴ ἡ περιφέρεια ἀναγκαίως ὀφείλει νὰ ἔχῃ καθ' ἑαυτὴν μέγιστον μῆκος.

Λαμβάνει τις ἰδέαν τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν τοῦ εἴδους αὐτοῦ, ἐκ τοῦ σκευάσματος παρισταμένου εἰς τὸ σχῆμ. 322 χρησιμεῦον προσέτι εἰς δεῖξιν ἐναργεστέραν τῆς ἐκπληκτικῆς ταχύτητος μὲ τὴν ὁποίαν ἡ μαγνητικὴ αὐτὴ δύναμις δύναται νὰ παραχθῇ καὶ νὰ καταστραφῇ. Τὸ σκεύασμα αὐτὸ εἶναι ἡ μικρὰ νῆσσα (petit canard) τοῦ Κ. Φρομάνου· τὸ ὠνόμασαν οὕτω ἐξ αἰτίας ἰδίου τινὸς ἀμούσου ἤχου τὸν ὁποῖον ἐξάγει· τὸν μηχανισμὸν αὐτοῦ θέλομεν ἐξηγήσει πορρώτερω.

190. Κινηταῖρες ἠλεκτρομαγνητικοί· Μηχαναὶ ἠλεκτρομαγνητικαί. Πολλοὶ ἐδοκίμασαν νὰ μεταχειρισθῶσι τὴν δύναμιν αὐτὴν τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ὡς δύναμιν κινοῦσαν διὰ τὴν εὐκολίαν ἣν ἔχει εἰς τὸ διοικεῖσθαι. Ὁ Κ. Φρομάνος εἷς τῶν περιφήμων ὀργανοποιῶν τῆς Εὐρώπης, πρῶτος κατέγεινεν εἰς τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος αὐτοῦ, καὶ παρέσχε τὰς εὐφυεστέρας καὶ ποικιλοτέρας λύσεις.

Τὸ σχῆμα 322 δεικνύει μηχανήν τινα ἠλεκτρομαγνητικὴν τοῦ Κ. Φρομάνου. α καὶ β εἶναι οἱ δύο βραχίονες τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου· γδ τὸ διάπηγμα ἢ ὁ ζυγὸς ἀντικαθιστῶν τὸν ἀγκῶνα τοῦ πετάλου· εζ τὸ τμῆμα τῆς συναφείας ἢ τῆς ἐφοπλίσεως ἐπερειδόμενον διὰ δύο ἀμβλέων καὶ ἀπαλῶν ἄκρων ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ σιδήρου τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου α, ἵνα κωλύηται ὁ κλονισμὸς εἰς τὰς παλινδρομικὰς κινήσεις τῆς μηχανῆς. Κατὰ τὴν διάβασιν τοῦ ῥεύματος διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου τὸ τμῆμα τῆς ἐφοπλίσεως εζ ἕλκεται, καὶ τὸ ἄκρον ζ καταβαίνει, συνεπισύρον τὸ τμῆμα ηθ καὶ τὴν κώπην ι, ἥτις κάμνει νὰ στραφῇ ὀλίγον ὁ μοχλὸς κλ· ἡ περιστροφικὴ αὐτὴ κίνησις μεταδίδεται εἰς τὸν μέγα βραχίονα μ, ὅστις διὰ τῆς κώπης ν ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ διωστῆρος ο· δι' οὗ στρέφεται ὁ ἄξων καὶ ὁ τροχὸς γ. Διὰ τῆς ἀποκτωμένης ταχύτητος τοῦ τροχοῦ ὁ διωστὴρ ο διέρχεται τὸ ἀκίνητον μέρος, ὑψώνει τὴν κώπην ν, τὸν βραχίονα μ, καὶ ἐπομένως τὸ τμῆμα αὐτὸ τῆς ἐφοπλίσεως· ἀλλὰ πρὸς τοῦτο ἀπαιτεῖται ἡ παῦσις τοῦ ῥεύματος ἀπὸ τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ὁ διω-

στὴρ ο φθάνει εἰς τὸ κατώτερον ἀκίνητον σημεῖον, μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν φθάνει εἰς τὸ ἀνώτερον· τότε τοῦ τμήματος τῆς συναφείας ὄντος ἐντελῶς ὑψωμένου, τὸ ῥεῦμα δύναται νὰ διέλθῃ ἐκ νέου τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, ἵνα ἕλξῃ τὸ τμῆμα τῆς ἐπαφῆς, καὶ νὰ μεταδώσῃ νέαν ὥθησιν εἰς τὸν τροχόν. Αἱ συνθῆκαι αὗται ἐκπληροῦνται διὰ μέσου τοῦ διανομέως, παρισταμένου ὀλίγον πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σχήματος· ρ εἶναι ἐλατήριον εἰς ἐπαφὴν πάντοτε μετὰ τοῦ ἄξονος y, ἐπὶ τοῦ ὁποίου διὰ συναρμογῆς βαίνει ὁ τροχός· ρ' ἄλλο παρόμοιον ἐλατήριον μὴ δυνάμενον νὰ ψαύσῃ ἀλλαχοῦ ἐκτὸς τοῦ ἐκκεντρικοῦ χ, συνηρμοσμένου ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος καὶ στρεφομένου μετ' ἐκείνου. Τὰ δύο αὐτὰ ἐλατήρια συγκοινωνοῦσι, τὸ ἓν μὲ τὸ σύρμα τοῦ βραχίονος β τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, τὸ δὲ ἄλλο μὲ τὸ σύρμα τοῦ βραχίονος α· οὕτω τὸ ῥεῦμα διέρχεται ὅταν τὸ ἐκκεντρικὸν ἐγγίζῃ τὸ ἐλατήριον τοῦ ρ', καὶ ἀδυνατεῖ πλέον νὰ διέλθῃ ὅταν δὲν τὸ ψαύῃ· ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ προσαρμόσῃ τις τὸ ἐκκεντρικὸν αὐτὸ μὲ τρόπον ὥστε νὰ ψαύῃ τὸ ἐλατήριον, ὅταν τὸ τμῆμα τῆς ἐπαφῆς εZ μέλλῃ νὰ καταβῇ, καὶ νὰ μὴ τὸ ψαύῃ πλέον ὅταν μέλλῃ νὰ ἀναβῇ. Κατὰ ταύτας τὰς διαθέσεις, ἀρκεῖ μόνον νὰ τεθῶσιν οἱ δύο πόλοι τῆς βολταϊκῆς στήλης εἰς ἐπαφὴν μὲ τοὺς δύο πασσάλους M καὶ N, ἐξ ὧν ὁ εἷς συγκοινωνεῖ μὲ τὴν μίαν ἄκραν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου α, καὶ ὁ ἄλλος μὲ τὴν δευτέραν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου β· τότε ἡ μηχανὴ βαδίζει μόνη, δὲν ἔχει τις πλέον νὰ ἐπασχοληθῇ ὡς πρὸς τοῦτο· μόνος ὁ τροχὸς δύναται νὰ κανονίσῃ τὴν διάβασιν καὶ διακοπὴν τοῦ ρεύματος διὰ μέσου τῶν περιοδικῶν καὶ κανονικῶν θέσεων τὰς ὁποίας ὁ ἄξων y παρέχει εἰς τὸ ἐκκεντρικὸν χ.

Ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ κινητῆρος αὐτοῦ εἶναι ὅλως ὁμοία τῇ τοῦ στροφάλου τῶν κλωστήρων· ἐνταῦθα ὁ ποὺς θλίβει τὸ ποδεῖον (pétale) κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς περιστροφῆς· ἐκεῖ δὲ ὑπάρχει ἡ μαγνητικὴ ἕλξις λ ἥτις ἐπισύρει ἢ θλίβει τὸ τμῆμα τῆς ἐπαφῆς κατὰ τὴν ἡμίσειαν περιστροφὴν τοῦ τροχοῦ· καὶ εἰς τὰς δύο περιστάσεις ἡ κίνησις δὲν εἶναι ὁμοιόμορφος· ἐπειδὴ γίνεται βραδυτέρα καθ' ὅσον ὁ διωστὴρ ἀναβαίνει ἐκ τοῦ κατωτέρου ἀκινήτου σημείου

εἰς τὸ ἀνώτερον, καὶ ταχυτέρα ὅταν ἕλκηται ἢ θλίβηται διὰ νὰ ἐπανέλθῃ ἐκ τοῦ ἀνωτέρου ἀκινήτου σημείου εἰς τὸ κατώτερον.

Ἰδοὺ ἄλλη τις μηχανὴ τοῦ Κ. Φρομάνου (σχῆμα 323, ὀρθογραφία· καὶ 324 ἡ ἄνωθεν ὄψις), ἐν ᾗ ἡ περιστροφικὴ κίνησις δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς πολλὰ κανονική, καὶ ἥτις ἐκτὸς τούτου, ἔχει τὸ πλεονέκτημα τοῦ διατηρεῖν τὴν κανονικότητα αὐτὴν καθ' ὁλοκλήρους ὥρας ἄνευ βραδύτητος ἢ ἐπιταχύνσεως. Τροχός τις κινούμενος περὶ ἄξονα κάθετον χψ (σχῆμα 323) φέρει ὀκτὼ ῥάβδους σιδήρου μαλακοῦ α (σχῆμα 323 καὶ 324) ἐπὶ τῆς περιφερείας του κατὰ ἀποστάσεις ἴσας, αἵτινες ἐπιβάλλουσιν αὐτῷ τὴν κίνησιν, ἐπειδὴ ἕλκονται κατὰ τὴν χρείαν ὑπὸ ἓξ ἠλεκτρομαγνητῶν β φερομένων ἐπὶ ὀχέως ἐξαγωνίου ἐξ ἀνθρακούχου σιδήρου (fonte). Ἡ διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ ἡ διάβασις τοῦ ῥεύματος ἐν καιρῷ δέοντι, γίνεται μὲ ἁπλοῦν καὶ εὐφυῆ τρόπον· δίσκος μετάλλινος γ εἶναι συνηρμοσμένος ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς· ἡ περιφέρειά του εἶναι διηρημένη εἰς δέκα ἓξ ἴσα μέρη, ὀκτὼ ἀγωγά, καὶ ὀκτὼ μὴ ἠλεκτραγωγά· τρόχαλός τις λ ἄγει τὸ ῥεῦμα, ψαύων πάντοτε τὸν δίσκον διὰ κρηπίδος τινὸς ἀγωγοῦ· τρεῖς δὲ ἄλλοι ε, Ζ, Η ἐγγίζουσιν ἀπ' ἐναντίας τὴν περιφέρειαν, τὴν ὁποίαν οὗτω διαιροῦσιν εἰς τρία ἴσα μέρη· οὗτοι δέχονται τὸ ῥεῦμα ὅταν ἡ διερχομένη διαίρεσις ἦναι ἀγωγός, καὶ παύουσι δεχόμενα αὐτὸ κατὰ τὴν διάβασιν διαιρέσεως μὴ ἀγωγοῦ· ἕκαστος τρόχαλος ἄγει τὸ ῥεῦμα εἰς δύο ἠλεκτρομαγνήτας ἀντικειμένους, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 324, παρέχον τὸ σχέδιον τῶν συρμάτων αὐτῶν τῆς συγκοινωνίας.

Κατὰ ταῦτα, εἶναι εὔκολον νὰ ἐννοήσῃ τις ὅτι οἱ ἓξ ἠλεκτρομαγνῆται δέχονται τὸ ῥεῦμα, ὅταν αἱ ῥάβδοι τοῦ μαλακοῦ σιδήρου πλησιάζωσιν ἐκείνων, καὶ παύουσι δεχόμενοι αὐτό, ὅταν αἱ ῥάβδοι αὐταὶ ἀπομακρύνωνται· οὕτω καθ' ἑκάστην περιστροφὴν ὁ τροχὸς δέχεται παρὰ τῶν ῥάβδων αὐτοῦ μέγαν τινὰ ἀριθμὸν ὠθήσεων δραστηρίων, παρεχουσῶν εἰς τὴν περιστροφικὴν αὐτοῦ κίνησιν μεγίστην κανονικότητα. Ὁ Κ. Φρομάνος προσαρμόζει περὶ πλέον καὶ γνώμονά τινα, παρέχοντα ἔντασιν εἰς τὸ ῥεῦμα, ὅταν ἡ στήλη ἐξασθενῇ, καὶ ἀφαιροῦντα ἐξ αὐτοῦ, ὅταν πολὺ ἐνδυναμοῦται, εἰς

τρόπον ὥστε ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶναι ἀνεξάρτητος τῶν μικρῶν μεταβολῶν, τὰς ὁποίας ἡ στήλη δύναται νὰ ὑποστῇ· ὁ ἄξων τοῦ ὀργάνου αὐτοῦ φέρει καὶ κύκλον τινὰ διῃρημένον, διὰ τοῦ ὁποίου γίνονται πολλὰ πειράματα· εἴδομεν εἰς τὸ κεφάλαιον τῆς ἀκουστικῆς, ὁποία ἡ χρῆσις τοῦ ὀργάνου αὐτοῦ εἰς τὸ γράφειν καὶ ἀριθμεῖν τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων ἐκτελουμένων ὑπὸ τῶν ἠχητικῶν σωμάτων ἐντὸς χρόνου τινὸς ὡρισμένου.

§ 3. Ἐνέργεια τῆς γῆς καὶ τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τῶν ῥευμάτων.

191. Ῥεῦμα κλεισμένον καὶ κινούμενον περὶ ἄξονά τινα κάθετον στρέφεται καθέτως πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ. Αἱ δύο στῆλαι τοῦ σκευάσματος (σχῆμ. 235) τίθενται εἰς συγκοινωνίαν μὲ τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης· ἄνωθεν φέρουσι ῥάβδους ὁριζοντίους ἀπολιγούσας εἰς δύο κύπελλα x καὶ y πλήρη ὑδραργύρου. Σύρμα χάλκινον εἰς σχῆμα ὀρθωγωνίου, κύκλου, ἢ καὶ ἄλλων διαφόρων σχημάτων ἔχει τὰς δύο ἄκρας κεκαμμένας ἐν εἴδει στήριγγος τοῦ πυροβόλου καὶ ὡπλισμένος μὲ αἰχμὰς καθέτους χαλυβδίνους· ἅμα αἱ αἰχμαὶ αὐταὶ χωθῶσιν εἰς τὰ κύπελλα, ἡ ἠλεκτρικὴ συγκοινωνία ἀποκαθίσταται, καὶ τὸ ῥεῦμα διέρχεται τὸ σύρμα· τοῦτο δὲ οὕτω ἀπηωρημένον ἔχει μεγάλην εὐκινησίαν περὶ τὸν κάθετον ἄξονα τῶν χαλυβδίνων αἰχμῶν, ἐπειδὴ ἡ μία ἐξ αὐτῶν ἐρείδεται ἐπί τινος μικροῦ δίσκου κοίλου ὑελίνου συγκεκολλημένου εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κυπέλλου. Κατὰ τὴν διάβασιν τοῦ ῥεύματος βλέπει τις τῷ ὄντι τὸ ὀρθογώνιον ὑποτασσόμενον εἰς τὰς διερεθιζούσας αὐτὸ δυνάμεις, νὰ στρέφῃ ἐκ τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἄλλου μέρους, ζητοῦν θέσιν τινὰ ἰσορροπίας, ἣν ἐπὶ τέλους εὑρίσκει, ὅταν τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ πίπτῃ καθέτως τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, καὶ συγχρόνως, κατὰ τὸ κάτω μέρος αὐτοῦ τὸ ῥεῦμα διευθύνεται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς· ἐπειδὴ, τοῦ ῥεύματος διερχομένου κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν, τὸ ὀρθογώνιον στρέφεται, περιγράφον ἡμίσειαν ὅλην περιστροφήν, καὶ ἵσταται ἰσορρο-

ποῦν εἰς τὴν μνησθεῖσαν θέσιν, ἥτις εἶναι χαρακτηριστικὴ ὡς πρὸς τοῦτο.

Αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι βεβαίως ἡ μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς γῆς. Καθὼς ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τοῦ ῥεύματος ἡ μαγνητικὴ βελόνη στρέφεται, ὅταν ἦναι κινητή, οὕτω ἡ ἀκίνητος μαγνῆτις ἀμοιβαίως στρέφει τὸ κινητὸν ῥεῦμα· ἐνταῦθα ἀκίνητος μαγνήτης εἶναι ὁ γῆϊνος.

Τοῦτο ἀκόμη ἐπιβεβαιοῦται καὶ ἐκ τῆς παρουσίας μαγνητικῶν ῥάβδων, πρὸς τὸ κινητὸν τοῦτο ῥεῦμα, τὸ ὁποῖον βλέπει τις νὰ διευθύνηται πάντοτε ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν αὐτὴν, καὶ νὰ μὴν εὑρίσκῃ ὡρισμένην θέσιν ἰσορροπίας παρ' ὅταν διασταυροῦνται μὲ τὴν γραμμὴν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, εἰς τρόπον ὥστε ὁ νότιος πόλος νὰ κῆται πρὸς τὰ ἀριστερά.

Οὕτω δύναταί τις νὰ ἐκτελέσῃ πλῆθος πειραμάτων, διευθύνων τὰς μαγνητικὰς ῥάβδους κατὰ διαφόρους τρόπους. Ἀντὶ τοῦ ὀρθογωνίου ῥεύματος, δύναταί τις νὰ προσαρτήσῃ ῥεῦμα κυκλικὸν (σχῆμα 326)· τὰ ἐξαγόμενά εἰσι τὰ αὐτὰ ὑπὸ ἄλλας μορφάς.

Μ' ὅλον τοῦτο συμφέρει αἱ διευθύνσεις νὰ ἦναι ἀντίθετοι ἑκατέρωθεν τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς· ὅταν συνθέτωσι ῥεῦμα κλεισμένον ὡς τὸ τοῦ σχήματος 327, κατὰ τὸ ὁποῖον τὰ συμμετρικὰ μέρη διέρχονται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, δὲν δύναται πλέον νὰ ἔχῃ δύναμιν διευθυντικήν.

192. Ὁ μαγνήτης ταράττει καὶ σβένει τὴν παραγομένην ὑπὸ τοῦ ῥεύματος φλόγα μεταξὺ δύο ἀνθράκων. Εἰς περίστασιν καθ' ἣν στήλη τις ἀρκετὰ δυνατὴ παράγει μεταξὺ δύο ἀνθράκων ὡραίαν τινὰ φλόγα μήκους τινῶν ἑκατοστομέτρων, αὕτη διατηρεῖται ὑπὸ τοῦ ῥεύματος τοῦ διερχομένου ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸν ἄλλον ἄνθρακα, καὶ σχηματίζεται οὕτω ῥεῦμά τι κινητὸν, ἀναμφιβόλως κινητότερον ἐκείνου, ὅπερ διατρέχει τὰ ἀγωγὰ μέταλλα· ὅθεν ἡ φλὸξ αὕτη ὀφείλει νὰ αἰσθάνηται εὐκολώτερον τὴν ἐπιρροὴν τῶν πόλων ἑνὸς μαγνήτου· τοῦθ' ὅπερ τῷ ὄντι συμβαίνει· ῥάβδος μαγνητικὴ ἐνεργεῖ ἐπ' ἐκείνης εἰς μεγάλην τινὰ ἀπόστασιν, κάμπτει αὐτὴν φανερὰ (σχῆμα 306), τὴν στρέφει ἀπὸ τὸ

ἓν καὶ τὸ ἄλλο μέρος, καθ' ὅσον παρουσιάζεται πρὸς αὐτὴν διὰ τοῦ νοτίου ἢ τοῦ βορείου πόλου. Τέλος ἡ ἐνέργειά της εἶναι ἱκανὴ νὰ σβέσῃ αὐτὴν ἐντελῶς, καθὼς ἡ πνοὴ τοῦ ἀνέμου σβένει τὴν φλόγα κηροῦ τινος. Δὲν ὑπάρχει ἀμφιβολία ὡς ἐκ τούτου ὅτι ὁ γήϊνος μαγνήτης ἐξασκεῖ ἐπιῤῥοήν τινα ἀνάλογον μᾶλλον ἢ ἧττον δραστήριον, εἴτε ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν σπινθήρων, εἴτε ἐπὶ τῶν ἀστραπῶν τῶν διατρεχουσῶν μεγάλας ἀποστάσεις, εἴτε ἰδίως ἐπὶ ἐκείνων αἵτινες ἐμφανίζονται εἰς τὰς ὑψηλοτέρας χώρας τῆς ἀτμοσφαίρας, καὶ αἱ ὁποῖαι λαμβάνουσι μεγαλειτέραν τινὰ διάχυσιν, ἕνεκα τῆς μικροτέρας πιέσεως τοῦ ἀέρος· εἶναι πολὺ πιθανὸν ὅτι μία ἀνάλυσις τελειοτέρα τῶν φαινομένων αὐτῶν θὰ ἐξηγήσῃ τὰς τόσον περιέργους καὶ ἀποδεδειγμένας σχέσεις, αἵτινες ὑπάρχουσι μεταξὺ τῶν μαγνητικῶν βελονῶν καὶ τοῦ φωτὸς τῶν βορείων σελῶν.

§ 4. Ἐνέργεια τῶν ῥευμάτων ἐπὶ τῶν ῥευμάτων.

193. Δύο ῥεύματα παράλληλα ἕλκονται, ὅταν πορεύωνται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καὶ ἀπωθοῦνται κατὰ τὴν ἀντίθετον αὐτῶν πορείαν. Αἱ δύο στῆλαι τοῦ σκευάσματος (σχῆμα 328) τίθενται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν πόλων τῆς στήλης· φέρουσι δὲ κατὰ τὸ ἄνω μέρος βραχίονας ὁριζοντίους ἀπολήγοντας εἰς δύο μικρὰ κύπελλα χ καὶ υ πλήρη ὑδραργύρου· μέγα τι ὀρθογώνιον ἐκ σύρματος χαλκοῦ συνεστραμμένον ὡς τὸ σχῆμα δεικνύει, ἐμβάπτεται διὰ τῶν ἄκρων αὐτοῦ εἰς τὰ δύο κύπελλα, δεχόμενον οὕτω τὸ ῥεῦμα. Εἶναι εὔκολον τότε νὰ ἴδῃ τις μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν τῆς συγκοινωνίας, ὅτι ἐκ τῶν δύο στηλῶν ἡ μὲν διέρχεται διά τινος ῥεύματος ἀνιόντος, ἡ δὲ κατιόντος, καὶ ὅτι συμβαίνει τὸ αὐτὸ καὶ εἰς τὰς καθέτους πλευρὰς τοῦ κινητοῦ ὀρθογωνίου· ἀλλ' ἡ πεῖρα δεικνύει προσέτι ὅτι ἑκάστη στήλη ἕλκει ἰσχυρῶς τὴν ὁμοίαν αὐτῇ πλευρὰν τοῦ ὀρθογωνίου, καὶ ὅτι τὰ δύο ἀνιόντα ῥεύματα παρατάττονται ὅσον τὸ δυνατὸν ἐγγύς, καθὼς καὶ τὰ δύο κατιόντα.

Τὸ ὀρθογώνιον τοῦ προηγουμένου πειράματος ἀντικαθιστῶσι διὰ

τοῦ σχήματος 329, τὸ ὁποῖον εἶναι διπλωμένον κατ' ἄλλον τρόπον, ὥστε τὰ σύρματα δὲν διασταυροῦνται εἰς τὸ σημεῖον α· τότε ἕκαστον ῥεῦμα κατιὸν ἀντιπαρατάττεται εἰς ἄλλο ἀνιὸν, ἀλλ' ἰσορροπία δὲν ὑπάρχει, ἀπωθοῦνται ζωηρῶς· τὸ ὀρθογώνιον στρέφει καὶ ἐκτελεῖ ὅλον ἥμισυν γύρον, ὅταν αἱ φέρουσαι τὰ κύπελλα ῥάβδοι δὲν ἐμποδίζωσι. Ἐκ τούτων ἕπεται, ὅτι δύο ῥεύματα διασταυρούμενα, ὡς τὰ τοῦ σχήματος 330, πολὺ ἢ ὀλίγον ἀπέχοντα πρὸς ἄλληλα τείνουσι περὶ τὸ σημεῖον τῆς διασταυρώσεως ρ εἰς ἀμοιβαίαν στροφὴν μέχρις οὗ γινόμενα παράλληλα πορεύονται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν· οὕτω ὑπάρχει ὥσις εἰς τὰς γωνίας α ρ γ καὶ β ρ δ, καὶ ἕλξις εἰς τὰς α ρ δ καὶ β ρ γ, μέχρις οὗ ρ δ ἔλθῃ ὑπεράνω τοῦ α ρ, καὶ ρ δ ὑποκάτω τοῦ ρ β.

Δύναταί τις νὰ παρατηρήσῃ ὅτι ἡ ἕλξις λαμβάνει χώραν ἐν ταῖς γωνίαις, ὧν αἱ πλευραὶ εἰσι τοιαῦται, ὥστε τὰ διερχόμενα αὐτὰς ῥεύματα πορεύονται ἀνὰ δύο πλησιάζοντα ἢ ἀπομακρυνόμενα ἐκ τῆς κορυφῆς τῆς γωνίας· καὶ ὅτι ἡ ὦθησις λαμβάνει χώραν εἰς τὰς γωνίας, ὧν αἱ πλευραὶ εἰσι τοιαῦται, ὥστε τὸ ἓν τῶν ῥευμάτων πλησιάζει τῆς κορυφῆς, ἐν ᾧ τὸ ἄλλο ἀφίσταται.

Αἱ ἀμοιβαῖαι αὐταὶ ἐνέργειαι τῶν ῥευμάτων ἀνεκαλύφθησαν ὑπὸ τοῦ Ἀμπερ· αἱ θεμελιώδεις αὐταὶ ἰδιότητες, ὧν τὴν ἀρχὴν μόνον ἐνταῦθα δεικνύομεν, τὸν ἐχρησίμευσαν ἔπειτα εἰς πλήρη τινὰ θεωρίαν τοῦ μαγνητισμοῦ καὶ τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ. Ἡ θεωρία αὕτη εἶναι μία τῶν ὡραιοτέρων καὶ εὐτυχεστέρων ἐφαρμογῶν τῆς μαθηματικῆς εἰς τὰ φαινόμενα τῆς φυσικῆς· ἐνταῦθα δεικνύομεν μίαν μόνην συνέπειαν δηλ. πᾶς μαγνήτης δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς χρεωστῶν τὰς ἰδιότητάς του εἰς ῥεύματα ἠλεκτρικὰ διατεταγμένα κατά τινα τρόπον καὶ διευθυνόμενα κατά τινα ὡρισμένην διεύθυνσιν (ἴδ. θεωρίαν μαγνητισμοῦ). Ἰδοὺ πειράματά τινα καθιστῶντα καταληπτοτέραν τὴν γενικὴν αὐτὴν ἰδέαν.

194. Τὰ σωληνοειδῆ ἕλκονται καὶ ἀπωθοῦνται ὡς οἱ μαγνῆται. Ἓν σωληνοειδὲς (σχῆμα 331) σχηματίζεται διὰ τῆς συστροφῆς σύρματος ἐνδεδυμένου ἐπὶ σωλῆνός τινος κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε διεύθυνσιν. Τὸ σχῆμα παριστᾷ μίαν μόνην στροφήν·

ναι τοιαύτη, ὥστε σχετικῶς πρὸς τὸν θερμανθέντα δεσμὸν, ὁ χαλκὸς λαμβάνει τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, καὶ τὸ βισμούθιον τὸν ἀρνητικόν· ἂς τεθῇ ἔπειτα τμῆμα πάγου ἐπὶ τοῦ ἄνω συγκολλήματος, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτό· λοιπὸν ἡ αἰτία τοῦ φαινομένου συνίσταται εἰς τὴν διαφορὰν τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο κολλημάτων. Ἐὰν ἡ διαφορὰ αὐτὴ εἶναι μηδὲν, οὐδὲν ρεῦμα ὑπάρχει· ἐὰν ἡ θερμοκρασία διαφέρῃ, εἴτε ἐκ θερμάνσεως, εἴτε ἐκ ψύξεως, ρεῦμά τι παράγεται κατά τινα ὡρισμένην διεύθυνσιν τοσούτῳ ἐνεργητικόν, ὅσῳ ἡ διαφορὰ εἶναι μεγαλειτέρα, καὶ τοσοῦτον διαρκὲς ὅσον καὶ ἡ διαφορὰ αὐτὴ τῆς θερμοκρασίας.

Τὰ ρεύματα αὐτὰ καλοῦνται θερμοηλεκτρικὰ, ὡς παραγόμενα ἐκ τῆς θερμότητος· διακρίνονται δὲ ἐκ τῶν ρευμάτων τῆς στήλης τῶν καλουμένων ὑδροηλεκτρικῶν, ἐπειδὴ εἰσέρχονται πάντοτε ὑγρὰ εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς στήλης.

Τὸ πρῶτον παρουσιαζόμενον ζήτημα ἐνταῦθα εἶναι ἂν τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι γενικὸν, ἢ ἂν προκύπτῃ ἀπὸ ἰδιαιτέρας τινὰς ἰδιότητας τοῦ βισμουθίου καὶ τοῦ χαλκοῦ.

Λοιπὸν ἐάν τις λάβῃ πολλαπλασιαστήν τινα μὲ σύρμα χάλκινον καὶ συνάψῃ τὰς δύο ἄκρας αὐτοῦ μὲ μάζαν τινὰ μεταλλικὴν ὁποιανδήποτε, οἷον σιδήρου, ψευδαργύρου, κασσιτέρου, καδμίου κτλ. εἰς δύο σημεῖα ἱκανῶς ἀπέχοντα πρὸς ἄλληλα, ὥστε νὰ ἦναι δυνατὴ ἡ ἀποκατάστασις διαφορᾶς τινος θερμοκρασίας μεταξὺ αὐτῶν, εὑρίσκει ὅτι ἡ βελόνη δοκιμάζει πάντοτε παρεκτροπήν τινα·

Ἐὰν περὶ πλέον, πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ὑποτιθεμένης ἰδιαιτέρας ἰδιότητος τοῦ χαλκοῦ αὐτοῦ, κατασκευάσῃ τις πολλαπλασιαστὰς μὲ ἄλλα σύρματα μεταλλικὰ, ἢ ὅπερ ταὐτὸν, ἐὰν ὁ χάλκινος πολλαπλασιαστὴς ἀπολήγῃ εἰς σύρματα χρυσαργύρου, χαλκοῦ, ἀργύρου κτλ. τῶν δεσμῶν αὐτῶν διατηρουμένων εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔπειτα συμπληρωθῇ ἡ περιφέρεια διά τινος ἄλλου μετάλλου μετὰ τὴν ἀποκατάστασιν διαφορᾶς τινος εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτῶν, παρατηρεῖται πάντοτε παρεκτροπή τις μᾶλλον ἢ ἧττον μεγάλη.

Τὸ ὑπὸ τοῦ Σήβεκ λοιπὸν ἀνακαλυφθὲν φαινόμενον εἶναι γενικὸν,

καὶ ἀνήκει εἰς ὅλας τὰς μεταλλικὰς περιφερείας ἐκ δύο μετάλλων συγκειμένας· δύναται δὲ νὰ ἐκφρασθῇ γενικῶς ὡς ἑξῆς, πᾶσα περιφέρεια συγκειμένη ἐκ δύο μετάλλων διαφόρων, διέρχεται ἀκαταπαύστως, ὑπὸ ῥεύματος ἠλεκτρικοῦ μεγάλης ἢ μικρᾶς ἐντάσεως, ὅταν ὑπάρχῃ διαφορὰ θερμοκρασίας κατὰ τὰ συνδετικὰ σημεῖα ἢ τὰ σημεῖα τῆς συναφείας τῶν δύο αὐτῶν μετάλλων.

Τὸ βισμούθιον καὶ τὸ ἀντιμόνιον ἔχουσιν, ὡς πρὸς τοῦτο, ἐνέργειαν ἀξιοσημείωτον, εἴτε διὰ τῆς πρὸς ἄλληλα ἐπαφῆς των, εἴτε διὰ τῆς συναφείας αὐτῶν μετὰ τοῦ χαλκοῦ καὶ τῶν ἄλλων μετάλλων. Ἐάν τις λάβῃ, π. χ. τμῆμα βισμούθου ἢ ἀντιμονίου διὰ νὰ τὰ φέρῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ σύρματος πολλαπλασιαστοῦ τινος, ἡ θερμότης τῶν δακτύλων ἐπιβαλλομένων μίαν στιγμὴν ἐπί τινος τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς, προσδιορίζει μεγάλην τινὰ παρεκτροπὴν εἰς τὴν βελόνην τοῦ σκευάσματος, καὶ μάλιστα ὅταν αὐτὸ δὲν ἦναι τόσον εὐαίσθητον.

Ὁ Σήβεκ μάλιστα ἀπέδειξεν ὅτι εἰς μάζαν τινὰ ὀλίγον ὀγκώδη ἑνὸς τῶν μετάλλων αὐτῶν, ἄνευ τῆς ἐπεμβάσεως δευτέρου μετάλλου πρὸς σχηματισμὸν περιφερείας ἑτερογενοῦς, παράγονται ῥεύματα μὲ ἱκανὴν ἐνέργειαν, ὅταν ὅλα τὰ σημεῖα αὐτῆς δὲν ἔχωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.

196. Ἠλεκτραγωγότης τῶν μετάλλων. Τὰ θερμοηλεκτρικὰ ῥεύματα ἔχουσι τὰ ἀξιόλογα προτερήματα τῆς κανονικότητος καὶ σταθερότητος, ἅτινα δὲν ἀνήκουσιν εἰς οὐδεμίαν ἄλλην ἠλεκτρικὴν πηγήν· ἃς διατηρεῖται ὁ εἷς τῶν δεσμῶν τῆς περιφερείας εἰς τὸ μηδὲν καὶ ὁ ἄλλος εἰς 100^{0}, τὸ ῥεῦμα φυλάττει ἔντασιν τόσον ἀμεταβλητον ὅσον καὶ αἱ θερμοκρασίαι αὐταί. Ὁ Κ. Πουϊλλέτος ἀφ' οὗ ἐβεβαιώθη περὶ τοῦ γεγονότος αὐτοῦ ὡδηγήθη καὶ εἰς κατασκευὴν πειράματος προσδιορίζοντος τὸ ἠλεκτραγωγὸν τῶν μετάλλων. Τὸ σκεύασμά του αὐτὸ παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 334.

Τὸ χρησιμεῦσαν αὐτῷ θερμοηλεκτρικὸν στοιχεῖον εἶναι κύλινδρός τις ἐκ βισμούθου παχύτητος δύο ἑκατοστομέτρων, καὶ 4 δεκατομέτρων μήκους ὁλικοῦ, ἐξ ὧν τὰ δύο ὁριζόντια, καὶ τὰ δύο κάθετα, ἀνήκοντα εἰς παραρτήματα ς' ἑνὸς δεκατομέτρου ἑκάστου. Εἰς

ἕκαστον τῶν παραρτημάτων αὐτῶν εἶναι συγκεκολλημένον σύρμα ἐρυθροῦ χαλκοῦ παχύτητος ἑνὸς χιλιοστομέτρου, καὶ ὁ εἷς ἐξ αὐτῶν τῶν δεσμῶν διατηρεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενὸς, ὁ δὲ ἕτερος εἰς 100°. Δύο παρόμοια στοιχεῖα Α καὶ Β παρέχουσι ῥεύματα τῆς αὐτῆς ἐντάσεως, καὶ τοῦτο ἐπιβεβαιοῦται διὰ τῆς ἀντιθέτου διαβάσεως αὐτῶν ἔν τινι πολλαπλασιαστῇ Μ. μὲ δύο σύρματα ἴσα, ὅπου αἱ βελόναι μένουσιν ἀκίνητοι· τούτων οὕτως ἐχόντων, εἰσάγουσιν εἰς τὴν μίαν τῶν περιφερειῶν σύρμα χρυσαργύρου αβ, οὗ τὸ μῆκος μεταβάλλεται κατὰ θέλησιν· εἰς δὲ τὴν ἄλλην τὸ σύρμα γδ, οὗτινος ἡ ἠλεκτραγωγότης ζητεῖται σχετικῶς πρὸς τὴν τοῦ χρυσαργύρου· ἀρκεῖ τότε πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας ἐν τῷ πολλαπλασιαστῇ νὰ δοθῇ τὸ προσῆκον μῆκος εἰς τὸ σύρμα τοῦ χρυσαργύρου.

Ἐξ αὐτῶν τῶν πειραμάτων μανθάνει τις κατὰ πρῶτον, ὅτι ἐὰν προστεθῇ δεύτερόν τι σύρμα παρόμοιον εἰς τὸ γδ, ἔπειτα τρίτον, ἀπαιτεῖται τὸ μῆκος τοῦ χρυσαργυρίνου σύρματος νὰ καταντήσῃ εἰς τὸ ἥμισυ καὶ τὸ τρίτον, ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι ἡ ἠλεκτραγωγότης εἶναι ἀνάλογος τῆς τομῆς. Ἐπίσης ἀποδείκνυται ὅτι εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος, ἐξ οὗ ἕπεται ὅτι πρὸς εὕρεσιν τοῦ ἠλεκτραγωγοῦ οὐσίας τινὸς δεδομένης σχετικῶς πρὸς τὸ τοῦ χρυσαργύρου, πρέπει νὰ πολλαπλασιασθῇ ὁ κατ' εὐθεῖαν λόγος τῶν μηκῶν τοῦ σύρματος τῆς δεδομένης οὐσίας καὶ τοῦ σύρματος τοῦ χρυσαργύρου ἐπὶ τὸν ἀντίστροφον λόγον τῶν διαμέτρων ἢ τῶν τομῶν αὐτῶν.

197. Νόμοι τῆς ἐντάσεως τῶν θερμοηλεκτρικῶν ῥευμάτων. Ἀφ' οὗ ὁ Κ. Πουϊλλέτος ἐπροσδιώρισε τὰς σχέσεις τῆς ἠλεκτραγωγότητος τῶν διαφόρων μετάλλων, ἐσύστησε τοὺς νόμους τῆς ἐντάσεως τῶν θερμοηλεκτρικῶν ῥευμάτων μιᾶς ἁπλότητος ἀξιοσημειώτου, ὧν τὴν περίληψιν ἐκθέτομεν ἐφεξῆς.

Πρῶτος νόμος. Ὅταν ῥεῦμά τι διέρχηται περιφέρειαν ὁποιανδήποτε συγκειμένην ἐκ συρμάτων ἀνίσου τομῆς καὶ ἀνίσου ἠλεκτρογωγότητος τιθεμένων κατὰ σειράν, ἡ ἔντασις αὐτοῦ εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλα τὰ σημεῖα τῆς περιφερείας. Ἐκεῖ ὅπου τὸ σύρμα εἶναι κα-

κὸς ἀγωγὸς, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος δὲν εἶναι οὔτε μεγαλειτέρα οὔτε μικροτέρα ἐκ τῶν μερῶν, ὅπου ἡ τομὴ εἶναι πλατεῖα, καὶ ἡ ὕλη ἐκ τῶν καλλιτέρων ἀγωγῶν.

Δεύτερος νόμος. Τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς οὔσης τῆς αὐτῆς, τουτέστι τῶν στοιχείων βισμούθου καὶ χαλκοῦ ἐχόντων τὸν μὲν ἐκ τῶν δεσμῶν εἰς 0^0 τὸν δὲ εἰς 100^0, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἔχει λόγον εὐθὺν πρὸς τὴν τομὴν τῆς περιφερείας, καὶ ἀντίστροφον πρὸς τὸ ἐξ ἀναγωγῆς προκύπτον (ἀνηγμένον εἰς ἄλλο ἰσότιμον) μῆκος αὐτῆς.

Τὸ ἐξ ἀναγωγῆς προκύπτον αὐτὸ μῆκος ἐπιτυγχάνεται διὰ τῆς ἀντικαταστάσεως ὅλων τῶν μερῶν τῆς περιφερείας διὰ μήκους τινὸς ἰσοδυνάμου τοῦ χαλκίνου σύρματος τοῦ ἀποτελοῦντος τοὺς δεσμοὺς ἢ τὰς συγκολλήσεις.

Ἐὰν π. χ. εἰσέρχεται εἰς τὴν περιφέρειαν σύρμα χαλκοῦ τεσσάρων μέτρων, ἔχον διάμετρον διπλασίαν τοῦ εἰς τὸν δεσμὸν, αὐτὸ πρέπει νὰ ὑπολογίζηται ὡς ἑνὸς μέτρου· ἐπειδὴ, οὔσης τῆς τομῆς τετράκις μείζονος, ἀντισταθμίζεται διὰ σύρματος τετράκις βραχυτέρου.

Ἐπίσης, ὅταν εἰς τὴν περιφέρειαν εἰσάγηται σύρμα χρυσαργύρου ἑνὸς μέτρου, μὲ τὴν αὐτὴν τῇ τοῦ χαλκοῦ τῶν δεσμῶν διάμετρον, ὀφείλει νὰ λογίζηται ὡς $\frac{38}{8}\mu$ ἢ $4^\mu,75$, ἐπειδὴ ὁ λόγος τῆς ἠλεκτραγωγότητος τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ χρυσαργύρου εἶναι $\frac{38}{8}$.

Τῶν ἐξ ἀναγωγῆς προκυπτόντων αὐτῶν μηκῶν οὕτω λαμβανομένων, ἡ ἔντασις τοῦ ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς παραχθέντος ρεύματος εἶναι δεκάκις ἢ ἑκατοντάκις μικροτέρα, ἐὰν τὸ μῆκος τῆς περιφερείας καθίσταται δεκάκις ἢ ἑκατοντάκις μεγαλείτερον.

Καὶ ἐὰν εἰς τὸ βισμούθιον συγκολλήσῃ τις σύρματα τοῦ αὐτοῦ χαλκοῦ, ἔχοντα τομὰς διπλασίας ἢ τριπλασίας, ἀναγνωρίζει ὅτι κατ' ἴσον μῆκος ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἶναι διπλασία ἢ τριπλασία.

Οὕτω ἡ αὐτὴ πηγὴ δύναται νὰ παραγάγῃ ἐντάσεις ὅσον μεγαλειτέρας ἢ μικροτέρας θέλει τις.

Κατὰ ταῦτα ὁ Κ. Πουϊλλέτος προσδιορίζε ι τὴν ἠλεκτρικὴν τάσιν ὡς ἑπομένως.

Ἡ τάσις πηγῆς τινος ἠλεκτρικῆς εἶναι τὸ γινόμενον τοῦ ἐξ ἀναγωγῆς προκύπτοντος μήκους τῆς περιφερείας ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ διερχομένου αὐτὴν ῥεύματος, μετρουμένην καὶ αὐτὴν ἐκ τοῦ παρατηρουμένου ἠλεκτρομαγνητικοῦ ἀποτελέσματος.

Λοιπὸν μία ἠλεκτρικὴ πηγὴ θὰ ἔχῃ τάσιν διπλασίαν ἢ τριπλασίαν ἄλλης τινὸς, ὅταν κατὰ μῆκος διπλάσιον ἢ τριπλάσιον τῆς περιφερείας, παραγάγῃ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης· ἢ ὅταν, κατ' ἴσον μῆκος τῆς περιφερείας, παραγάγῃ διπλάσιον ἢ τριπλάσιον.

Τρίτος νόμος. Ὅταν τις παράγῃ ῥεύματα παρατρεπόμενα, μεταβάλλει τὴν ἀρχικὴν ἔντασιν τοῦ ῥεύματος, καὶ ὑπάρχουσι σχέσεις μαθηματικαὶ ἀναλλοίωτοι μεταξὺ τῆς ἀρχικῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ τῆς τοῦ νέου ῥεύματος, τοῦ μερικοῦ δηλ. ῥεύματος καὶ τοῦ παρεκτρεπομένου.

Τὸ ἀρχικὸν ῥεῦμα (σχῆμα 334) δὶς διέρχεται τὸ πρῶτον ἀπὸ τὰ σύρματα τοῦ σκευάσματος καὶ τοῦ σύρματος αγβ· ἀλλὰ μετὰ τὴν προσθήκην τοῦ σύρματος αδβ, τὸ διερχόμενον ῥεῦμα ἐκ τοῦ νέου αὐτοῦ σύρματος, εἶναι ῥεῦμα παρατρεπόμενον· τὸ δὲ διερχόμενον εἰσέτι διὰ τοῦ σύρματος αγβ, εἶναι τὸ μερικόν. Τὸ ὁλικὸν ῥεῦμα εὑρίσκεται ηὐξημένον, καίτοι τῆς πηγῆς μενούσης τῆς αὐτῆς, διότι πραγματικῶς τὸ ἐξ ἀναγωγῆς μῆκος τῆς περιφερείας ἠλαττώθη· λοιπὸν, γνωστῶν ὄντων τῆς ἀρχικῆς ἐντάσεως, τοῦ μήκους τῆς περιφερείας τοῦ μεταξὺ τῆς προσθήκης αγβ, καὶ τοῦ μήκους τοῦ σύρματος τῆς παρατροπῆς αδβ, δύναταί τις πάντοτε διὰ γενικῶν τύπων νὰ εὑρίσκῃ τὴν νέαν ἔντασιν τοῦ ῥεύματος, τὴν τοῦ μερικοῦ αγβ, καὶ τὴν τοῦ παρατρεπομένου αδβ.

Οἱ τύποι οὗτοι ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τὴν περίστασιν καθ' ἣν παράγει τις ῥεύματα παρατρεπόμενα (derivés) ἐκ ῥευμάτων παρατρεπομένων· τουτέστιν ὅταν τις μὲ ἄλλο τι σύρμα ἐγγίζῃ δύο σημεῖα τοῦ ῥεύματος αδβ.

Οὕτω οἱ νόμοι τῶν θερμοηλεκτρικῶν ῥευμάτων συντάττονται κατά τινα τρόπον γενικὸν, καὶ δι' ὅλας τὰς δυνατὰς περιπτώσεις,

ὅταν τις γνωρίζῃ τὰ μήκη, τὰς τομὰς, καὶ τὸ ἠλεκτραγωγὸν τῶν διαφόρων μερῶν τῆς περιφερείας.

198. Στῆλαι θερμοηλεκτρικαί. Τὸ σχῆμα 335 παριστᾷ στήλην τινὰ θερμοηλεκτρικὴν μὲ τέσσαρα στοιχεῖα, βισμούθου καὶ χαλκοῦ, ἔχοντα 8 ὀκτὼ δεσμοὺς ἢ συγκολλήματα. Διὰ μέσου τῶν κινήσεων μαγνητικῆς τινος βελόνης, δύναταί τις ν' ἀποδείξῃ εὐκόλως ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ῥεύματος εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐν ἐνεργείᾳ στοιχείων, ἐνεργούντων κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

Οὕτω θερμαινομένων διαδοχικῶς τῶν συγκολλημάτων 0, 2, 4, 6, ἡ ἔντασις γίνεται 1, 2, 3, 4.

Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ἀνοίγηται ἡ περιφέρεια τῆς στήλης, ἵνα διέλθῃ τὸ ῥεῦμα εἴς τι γαλβανόμετρον.

Βλέπει τις λοιπὸν κατὰ τὸν προηγηθέντα ὁρισμὸν τῆς τάσεως ὅτι ἐντὸς στήλης τινὸς ἡ τάσις εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐν ἐνεργείᾳ στοιχείων.

Τὰ ἀποτελέσματα τῆς παρατροπῆς εἰσι τὰ αὐτὰ, εἴτε ἐπὶ τοῦ σύρματος τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτελοῦνται, εἴτε ἐπὶ τῆς στήλης αὐτῆς, ἀρκεῖ μόνον νὰ μὴν ὑπάρχωσι ῥεύματα παραγόμενα ὡς ἐκ τῆς ψαύσεως τῆς χειρὸς ἢ ἄλλως πως.

199. Θερμοπολλαπλασιαστής. Ἡ στήλη τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ, ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τῶν Κ Κ. Νοβίλι καὶ Μελλόνη σύγκειται ἐκ στοιχείων βισμούθου καὶ ἀντιμονίου εἰς μικρὰς ἐπιμήκεις ταινίας κυρτωμένας κατὰ τὰ ἄκρα σχηματισμὸν τοῦ δεσμοῦ πρὸς διὰ συγκολλήσεως (σχῆμα 336). Μεταξὺ τῶν ταινιῶν αὐτῶν παρεμβάλλουσι χάρτην ἢ ναστόχαρτον πρὸς αὔξησιν τοῦ ὄγκου τοῦ συστήματος· ἔπειτα σχηματίζουσι τὴν στήλην ἐντὸς στεφάνης τινὸς, φέροντες τοὺς δύο αὐτῆς πόλους ἐν τῷ μέσῳ εἰς τὸ χ καὶ γ· ἐντεῦθεν τὰ σύρματα τοῦ γαλβανομέτρου ἔρχονται νὰ λάβωσι τὸ παραγόμενον ῥεῦμα ἐκ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος προσβαλλούσης ὅλας τὰς συγκολλήσεις τῆς μιᾶς τῶν ἄκρων, ἐν ᾧ τὰ συγκολλήματα τῆς ἄλλης εὑρίσκονται εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν τοῦ περιέχοντος. Συνήθως ἡ στήλη σύγκειται ἐξ 9, 16, ἢ καὶ 25 στοιχείων· διατίθενται δὲ ταῦτα ἐπιμελῶς ὥστε ὅλοι οἱ ἄρτιοι δεσμοὶ ἢ τὰ συγ-

κολλήματα νὰ ὦσιν εἰς τὸ ἓν ἄκρον, καὶ οἱ περιττοὶ εἰς τὸ ἄλλο. Συμφέρει ν' ἀποτελῶσιν ἐπιφάνειαν σχεδὸν ἐπίπεδον, τὴν ὁποίαν καλύπτουσι μὲ αἰθάλην ἵνα αὐξάνῃ ἡ ἀπορροφητικὴ αὐτῆς δύναμις, καὶ νὰ καθίσταται ὁμοιόμορφος.

Τεθέντος ἤδη ὅτι τὸ χάλκινον σύρμα τοῦ γαλβανομέτρου ἔχει μῆκος 10 μέτρων, καὶ ὅτι ἕνεκα τῆς κακῆς αὐτοῦ ἠλεκτραγωγότητος, τὸ στοιχεῖον τοῦ βισμούθου καὶ ἀντιμονίου ἰσοδυναμεῖ μὲ 5 μέτρα τοῦ αὐτοῦ σύρματος· ἐὰν λάβωμεν ἓν μόνον στοιχεῖον, τὸ ἐξ ἀναγωγῆς μῆκος τῆς περιφερείας θὰ ἦναι 15 μέτρων, ἐὰν εἰκοσιπέντε τὸ ἐξ ἀναγωγῆς μῆκος θὰ ἦναι 135 μέτρων. Εἰς τὴν πρώτην περίστασιν τοῦ ῥεύματος θὰ ἦναι $\frac{1}{15} = \frac{9}{135}$, καὶ εἰς τὴν δευτέραν, $\frac{25}{135}$· τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸν λοιπὸν ἀποτέλεσμα δὲν θὰ τριπλασιασθῇ ὅλως διόλου.

Τὸ σχῆμα 189 δεικνύει τὸν θερμοπολλαπλασιαστὴν ἐντελῆ, δηλ. τὴν στήλην ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, τὰ σύρματα τῆς συγκοινωνίας καὶ τὸ γαλβανόμετρον, οὗτινος ἡ βελόνη διὰ τῶν παρεκτροπῶν της ἐξελέγχει τὴν ἔντασιν τοῦ ῥεύματος, καὶ ἐπομένως τὴν ἔντασιν τῆς ἐνεργούσης θερμότητος ἐπὶ τῆς μιᾶς ἄκρας τῆς στήλης.

§ 6. Νόμοι τῶν ὑδροηλεκτρικῶν ῥευμάτων.

200. Ῥευματόμετρα τοῦ Κ. Πουϊλλέτου ἢ πυξὶς τῶν ἐφαπτομένων, καὶ πυξὶς τῶν ἡμιτόνων. Καλοῦνται ῥεύματα ὑδροηλεκτρικά, τὰ παραγόμενα ἐντὸς τῶν συνήθων στηλῶν, ἐπειδὴ προέρχονται ἐκ τῆς παρεμβάσεως ἑνὸς ἢ πολλῶν ὑγρῶν. Ὁ Κ. Πουϊλλέτος συνέταξεν ἐπίσης, διὰ πολλῶν πειραμάτων τοὺς νόμους τῶν ὑδροηλεκτρικῶν ῥευμάτων· ἵνα παραβάλλῃ τὰς ἐντάσεις αὐτῶν ἐπενόησε δύο ὄργανα, ἅτινα ἐκάλεσε ῥευματόμετρα (**rheometre**)· ταῦτα δέ εἰσι ἡ πυξὶς τῶν ἐφαπτομένων καὶ ἡ πυξὶς τῶν ἡμιτόνων.

Ἡ πυξὶς τῶν ἐφαπτομένων παρίσταται εἰς τὸ σχῆμ. 337· σύγκειται δὲ ἔκ τινος κύκλου μεταλλίνου προσδιωρισμένου εἰς τὸ δέχεσθαι τὸ ῥεῦμα· ἕνεκα τούτου ἀπολήγει πρὸς τὸ κάτω μέρος εἰς δύο

παραρτήματα τεθειμένα εἰς συγκοινωνίαν μὲ τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης διὰ μέσου δύο κυπέλλων μὲ ὑδράργυρον. Ὁ κύκλος αὐτὸς διευθύνεται κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ· τὸ κέντρον αὐτοῦ συμπίπτει μὲ τὸ κέντρον μαγνητικῆς τινος βελόνης βραχείας καὶ παχείας ἀναρτωμένης διὰ νημάτων ἀκλώστων, ἥτις καθέτως φέρει δείκτην ἀρκετὰ μεγάλον διὰ νὰ διατρέχῃ τὰς διαιρέσεις τοῦ ὁριζοντίου κύκλου τοῦ σημειοῦντος τὰς παρεκτροπάς· ἅμα τὸ ρεῦμα διέλθῃ εἰς τὸν κάθετον κύκλον, ἡ βελόνη παρεκτρέπεται τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ τὸ ρεῦμα ἔχει πλειοτέραν ἔντασιν· καὶ εὐκόλως ἀποδεικνύεται δι' αὐτοῦ τοῦ μέσου, ὅτι αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων εἰσὶν ἀκριβῶς ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐφαπτομένας τῶν παρεκτροπῶν τὰς ὁποίας παράγουσιν ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ παρατηρῇ τις καλῶς ἐπὶ τοῦ ὁριζοντίου κύκλου τὰς νέας θέσεις τῆς ἰσορροπίας τὰς ὁποίας λαμβάνει ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τῶν διαφόρων ρευμάτων.

Τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς μενούσης τῆς αὐτῆς, μεταβάλλουσι τὰ μήκη τῆς περιφερείας εἰσάγοντες διαδοχικῶς σειράν τινα ὁμοίων συρμάτων, ἐχόντων μόνον μήκη διάφορα· Τὰ σύρματα αὐτὰ ἐνδεδυμένα μὲ μέταξαν συστρέφονται ἐφ' ἑαυτὰ καὶ περικαλύπτονται ἐξωτερικῶς, ἵνα διατηρῶνται καλῶς εἰς τὴν αὐτὴν κατάστασιν. Μία ἐξ αὐτῶν τῶν σειρῶν παρίσταται εἰς τὸ σχῆμ. 338· τὰ μήκη αὐτῆς εἶναι 5, 10, 40, 70 καὶ 100 μέτρων· ἐνταῦθα βλέπει τις μόνον τὰς δύο ἄκρας, δι' ὧν τὰ σύρματα κατὰ σειρὰν ἢ ταυτοχρόνως εἰσάγονται εἰς τὴν περιφέρειαν.

Οὕτω διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς αὐτῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς ἐπὶ περιφερειῶν διαφόρου μήκους προσδιορίζονται αἱ παρεκτροπαὶ, καὶ ἑπομένως αἱ ἀνταποκρινόμεναι ἐντάσεις.

Ἡ πυξὶς τῶν ἡμιτόνων δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 339· ὁ κάθετος κύκλος εἶναι ἐσκαμμένος ἐν εἴδει αὐχένος ἵνα διέρχηται μίαν ἢ πολλὰς στροφὰς τοῦ ἐνδυμένου σύρματος δι' οὗ τὸ ρεῦμα διέρχεται· εἰς τὸ κέντρον ἐπίσης ὑπάρχει μαγνητικὴ βελόνη, ἀπηωρημένη, ἢ ἐπὶ στρόφιγγος καθημένη, καὶ ἓν μόνον σημεῖον ἐν τῷ μέσῳ τῆς παχύτητος τοῦ κύκλου, ἵνα δεικνύῃ τὴν θέσιν τοῦ νοτίου πόλου· ὑπάρ-

χει δὲ κύκλος τις ἀζιμούθιος ὑποκάτω δι' οὗ προσδιορίζονται αἱ παρεκτροπαί.

Τοῦ καθέτου κύκλου ὄντος ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ἡ βελόνη εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ὡρισμένου αὐτῆς σημείου· ἅμα δὲ τὸ ῥεῦμα διέλθῃ, παρεκτρέπεται· τότε στρέφουσι τὸν κάθετον κύκλον διὰ ν' ἀκολουθήσῃ τὴν βελόνην καὶ νὰ προσφέρῃ πρὸς αὐτὴν τὸ προσδιωριστικόν του σημεῖον, μὲ τρόπον ὥστε τὸ ἐπίπεδον τοῦ ῥεύματος νὰ ἦναι πάντοτε κάθετον ἐπὶ τῆς βελόνης.

Ὅταν ἵσταται εἰς τὴν νέαν αὐτὴν θέσιν ὁ ἀζιμούθιος κύκλος παρέχει τὴν γωνίαν τῆς παρεκτροπῆς, ἥτις εἶναι ἀνάλογος μὲ τὸ μέγεθος τῆς ἐντάσεως τοῦ ῥεύματος· καὶ εἶναι εὔκολον ν' ἀποδειχθῇ ὅτι αἱ ἐντάσεις τῶν ῥευμάτων εἰσὶν ἀνάλογοι μὲ τὰ ἡμίτονα τῶν παρεκτροπῶν ἢ ἐκκλίσεων. Τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς μενούσης τῆς αὐτῆς, ἀλλάσσουσι τὰ μήκη τῆς περιφερείας, εἰσάγοντες σειρὰς συρμάτων, ὡς ἀνωτέρω εἴπομεν.

201. Ἀντίστασις τοῦ στοιχείου τῆς στήλης· ἔντασις· τάσις. Λαμβάνοντες ἓν μόνον στοιχεῖον τοῦ Βουνσὲν, ὅμοιον τοῖς προηγουμένοις, εἰσάγουσι τὸ ῥεῦμα ἐν τῇ πυξίδι τῶν ἐφαπτομένων π. χ. χωρὶς νὰ προσθέσωσί τι εἰς τὴν περιφέρειαν· ἔπειτα εἰσάγουσι κατὰ σειρὰν τὸ σύρμα τῶν πέντε μέτρων, ἀντικαθιστῶμενον διὰ τοῦ τῶν 10 μέτρων, καὶ αὐτὸ πάλιν διὰ τοῦ τῶν 40 κτλ. ἀλλ' ἐὰν εἰς ἕκαστον αὐτῶν τῶν μηκῶν προστεθῇ τὸ αὐτὸ ποσὸν, 13, π. χ. ἔχει τις τότε $5+13=18$· $10+13=23$· $40+13=53$ κτλ. αἱ δὲ ἀντιστοιχοῦσαι ἐντάσεις καθίστανται τότε ἀκριβῶς ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἀριθμῶν 18, 23, 53, κτλ.

Ἐκ τούτου ἕπεται ὅτι τὸ ἀναχθὲν μῆκος τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς εἶναι ἴσον μὲ 13· τουτέστι τὸ ῥεῦμα διερχόμενον τὸ στοιχεῖον αὐτὸ ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἐξασθένησιν, τὴν ὁποίαν ἤθελε δοκιμάσει ἐὰν εἶχε νὰ διατρέξῃ μῆκός τι 13 μέτρων τοῦ ἀποτελοῦντος τὴν σειρὰν σύρματος· καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη ἀντίστασις τοῦ στοιχείου. Οὕτω ὑπολογιζομένης τῆς ἀντιστάσεως αὐτῆς, συμβαίνει ὥστε ἡ ἔντασις τοῦ ὑδροηλεκτρικοῦ στοιχείου, ὡς καὶ ἡ ἔντασις

τοῦ ῥεύματος τοῦ θερμοηλεκτρικοῦ στοιχείου νὰ ἔχωσιν ἀντίστροφον λόγον πρὸς τὸ μῆκος τῆς περιφερείας.

Ἐκτελουμένων τῶν πειραμάτων διά τινος ἄλλης σειρᾶς συρμάτων χαλκίνων μὲ τομὴν π. χ. διπλασίαν τῶν προηγουμένων, ἡ ἀντίστασις τοῦ στοιχείου θὰ παρασταθῇ διὰ 26 μέτρων τοῦ νέου αὐτοῦ σύρματος· καὶ αἱ ἐντάσεις ἐπίσης θὰ ἔχωσι λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὸ μῆκος τῆς περιφερείας· πλὴν, ὅταν τὸ μῆκος ἦναι ἴσον, ἡ ἔντασις θὰ ἦναι διπλασία τοῦ ὅσον ἦτο μὲ τὸ προηγούμενον σύρμα· τοῦθ' ὅπερ δεικνύει ὅτι, διὰ τὴν ὑδροηλεκτρικὴν πηγὴν, ὡς καὶ τὴν θερμο-ηλεκτρικὴν, ὁ γενικὸς νόμος εἶναι, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ῥεύματος εἶναι κατ' εὐθεῖαν ἀνάλογος τῆς τομῆς τῆς περιφερείας καὶ ἀντιστρόφως τοῦ μήκους αὐτῆς.

Κατὰ ταῦτα ἡ τάσις τοῦ ὑδρο-ηλεκτρικοῦ στοιχείου εἶναι ἐπίσης ἴσον μὲ τὸ γινόμενον τοῦ ἐξ ἀναγωγῆς μήκους τῆς περιφερείας ἐπὶ τὸ ἠλεκτρομαγνητικὸν ἀποτέλεσμα τοῦ ῥεύματος· τὸ ἀποτέλεσμα αὐτὸ ἐνταῦθα θὰ ἦναι ἢ ἡ ἐφαπτομένη ἢ τὸ ἡμίτονον τῆς παρεκτροπῆς, ἥτις παρατηρεῖται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀργάνου.

Οὕτω, ὅταν ἡ παρεκτροπὴ εἶναι ἴση, αἱ τάσεις τῶν δύο ὑδροηλεκτρικῶν στοιχείων φύσεως διαφόρου ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ ἐξ ἀναγωγῆς μήκη τῶν περιφερειῶν αἵτινες παράγουσι τὴν κοινὴν αὐτὴν ἔκκλισιν ἢ παρεκτροπήν.

202. Στῆλαι ὑδροηλεκτρικαί· ἔντασις· τάσις. Ἀφ' οὗ κατ' ἰδίαν δοκιμάσωσι τὴν ἀντίστασιν δέκα στοιχείων τοῦ Βουνσὲν, εὑρίσκουσι διά τινα π. χ. 12 μέτρα, καὶ δι' ἄλλα 14· ἔστω ἡ μέση ἀντίστασις 18 μέτρων τοῦ χαλκίνου σύρματος, τῆς σειρᾶς ἐχούσης τομὴν ἑνὸς χιλιοστομέτρου· ἐκ τούτων σχηματίζουσι στήλην τινὰ (σχῆμα 340). Ἡ στήλη αὕτη δοκιμασθεῖσα εἰς τὴν πυξίδα τῶν ἐφαπτομένων, χωρὶς νὰ εἰσαχθῇ τι εἰς τὴν περιφέρειαν, δὲν παρέχει πλειοτέραν τοῦ ἑνὸς στοιχείου παρεκτροπήν· ὥστε τὸ ῥεῦμα τῆς στήλης καὶ τὸ τοῦ μοναδικοῦ στοιχείου ἔχουσιν ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν ἔντασιν.

Διὰ τὸ στοιχεῖον μόνον, τὸ μῆκος τῆς περιφερείας εἶναι 13 μέτρων· διὰ τὴν στήλην αὐτὴν τὸ μῆκος αὐτὸ εἶναι 130 μέτρων, ὡς

ἰσοδυναμοῦντος ἑκάστου στοιχείου κατὰ μέσον ὅρον μὲ 13 μέτρα. Λοιπὸν ἡ τάσις τῆς στήλης εἶναι δεκάκις μεγαλειτέρα τῆς τοῦ στοιχείου, δηλ. ἡ τάσις τῆς στήλης εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν τάσεων ὅλων τῶν στοιχείων.

Τὰ φαινόμενα διενεργοῦνται ὡς ἔπεται· ἕκαστον στοιχεῖον ἐνεργεῖ ὡς ἐὰν ἦτο μόνον· παρέχει τὸ ῥεῦμά του, ἀλλ' ἡ ἔντασίς του καταντᾷ εἰς τὸ δέκατον τῆς ἀξίας του, ἐπειδὴ ἔχει νὰ διατρέξῃ περιφέρειαν δεκάκις μεγαλειτέραν· διατρέχει δέκα στοιχεῖα ἀντὶ ἑνός· λοιπὸν δέκα ἐντάσεις παρόμοιαι, ὧν ἑκάστη κατήντησεν εἰς τὸ δέκατον, παρέχουσιν ὁλικὴν ἔντασιν ἴσην τῇ μονάδι· ἰδοὺ διατὶ ἐπὶ τῆς πυξίδος τὰ δέκα στοιχεῖα δὲν παράγουσιν ἀποτέλεσμα μεγαλείτερον τοῦ ἑνός.

Ἂς προσέχῃ δὲ καλῶς τις, διότι τοῦτο δὲν θέλει νὰ εἰπῇ ὅτι ἡ στήλη δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ τι περισσότερον τοῦ στοιχείου. Ἡ τάσις αὐτῆς εἶναι δεκάκις μεγαλειτέρα, ὡς πρὸ ὀλίγου εἴδομεν, ἐπειδὴ ἐν περιφερείᾳ δεκάκις μεγαλειτέρᾳ, δηλ. 130 μέτρων, παράγει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα μὲ τὸ ἓν στοιχεῖον τὸ ἐνεργοῦν ἐπὶ περιφερείας 13 μέτρων.

Ἐὰν εἰς τὴν περιφέρειαν ἢ τὴν περιδρομὴν τῆς στήλης εἰσαχθῇ, π. χ. σύρμα χρυσαργύρου, ὅπερ ἕνεκα τῆς λεπτότητος καὶ τῆς κακῆς ἠλεκτραγωγότητος αὐτοῦ, νὰ ἰσοδυναμῇ μὲ 130 μέτρων, δι' αὐτὸ θὰ ἀρκέσῃ νὰ ἔχῃ ἓν μόνον μέτρον καὶ περίπου $\frac{1}{5}$ τοῦ χιλιοστομέτρου διάμετρον· καὶ τότε ἡ ἔντασις τοῦ ῥεύματος θὰ καταντήσῃ εἰς τὸ ἥμισυ μόνον.

Τὸ αὐτὸ σύρμα τοῦ χρυσαργύρου εἰσαγόμενον εἰς τὴν περιφέρειαν τοῦ μοναδικοῦ στοιχείου, παρέχει μῆκος $130 + 13 = 143$, ἑνδεκάκις μεγαλείτερον τοῦ ἀρχικοῦ μήκους, ὅπερ καταντᾷ τὴν ἔντασίν του εἰς τὸ ἑνδέκατον μέρος τῆς προτέρας.

Ἰδοὺ λοιπὸν ἡ ἐξήγησις τῶν τόσον ἐνεργητικῶν, καὶ τόσον ἐκπληκτικῶν φαινομένων ἅτινα παράγουσιν αἱ στῆλαι, ὅταν τὰ στοιχεῖα δὲν δύνανται νὰ παραγάγωσιν αὐτὰ εἰμὴ μὲ τρόπον ἀνεπαίσθητον.

Ἐὰν εἴς τινα στήλην ἑκατὸν στοιχείων χορηγήσωσιν ἀντίστασιν 13,000 μέτρων, τὸ ῥεῦμα διατρέχει τὴν νέαν αὐτὴν περιφέρειαν

διατηροῦν $\frac{1}{11}$ τῆς ἐντάσεώς του, ἐν ᾧ τὸ στοιχεῖον δὲν ἤθελε δυνηθῆ νὰ τὴν διατρέξῃ εἰμὴ μὲ τὸ χιλιοστὸν μόνον μέρος τῆς ἰδίας αὐτοῦ.

203. Ἠλεκτραγωγότης τῶν ὑγρῶν. Ὁ Κ. Πουϊλλέτος παρέβαλε τὸ ἀγωγὸν διαφόρων ὑγρῶν, εἴτε πρὸς ἄλληλα, εἴτε πρὸς τὸ τῶν μετάλλων.

Ἰδοὺ τὰ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων αὐτοῦ· λαμβανομένης τῆς ἠλεκτραγωγότητος τοῦ καθαροῦ ὕδατος διὰ μονάδα ἔχει τις.

	ἠλεκτραγωγότης
Ὕδωρ καθαρὸν	1
Ὕδωρ μὲ $\frac{1}{20000}$ νιτρικοῦ ὀξέος	6
Ὕδωρ κεκορεσμένον μὲ θειϊκὸν ψευδάργ.	167
Ὕδωρ κεκορεσμένον μὲ θειϊκὸν χαλκὸν	400
Θειϊκὸς χαλκὸς περιέχον 1 ὄγκ. ὑδ.	256
2 ὄγκ. ὕδατος	176
4 ὄγκ. ὑδ.	124

Τὰ ἐξαγόμενα αὐτὰ ἐνδιαφέρουσι τὸν ἠλεκτρικὸν τηλέγραφον· δεικνύουσι π. χ. ὅτι μέγας τις ποταμὸς ἔχων 1 μέτρον βάθος καὶ 100 μέτρα πλάτος, τομὴν, δηλ. ἑκατὸν ἑκατομμυρίων τετραγωνικῶν χιλιοστομέτρων, δὲν εἶναι διὰ τὸν ἠλεκτρικὸν τόσον καλὸς ἀγωγὸς ὅσον σύρμα τι χαλκοῦ μὲ διάμετρον ἑνὸς μόνου χιλιοστομέτρου· τὸ ἔδαφος ὅμως, καὶ μάλιστα τὸ ὑγρὸν ἔδαφος εἶναι καλλίτερος ἀγωγὸς τοῦ ὕδατος αὐτοῦ· ἐπομένως δὲν εἶναι διόλου θαυμαστὸν ἂν μεταξὺ δύο τόπων τὸ ῥεῦμα ἐξασθενῇ πολὺ ὀλιγώτερον διερχόμενον διὰ τῆς γῆς, παρ' ὅταν διέρχηται σύρμα χαλκοῦ διαμέτρου 5 ἢ 6 χιλιοστομέτρων προσηρτημένον ἐπὶ τῶν ἀπομονωτικῶν πασσάλων· ἕνεκα τούτου μεταχειρίζονται ὠφελίμως τὴν διὰ τῆς γῆς συγκοινωνίαν.

§ 7 Τηλέγραφος Ἠλεκτρικός.

204. Ἔντασις τοῦ ῥεύματος ἔν τινι γραμμῇ τηλεγραφικῇ. Ὁ ἠλεκτρικὸς τελέγραφος λύει τὸ ἀκόλουθον πρόβλη-

μα· νὰ γίνωνται σημεῖα διαδεχόμενα μὲ τὴν ταχύτητα τοῦ λόγου, καὶ μεταδιδόμενα μὲ τὴν ταχύτητα τῆς νοήσεως εἰς τὰς πλέον μεγαλειτέρας ἀποστάσεις· ἂς ἐκθέσωμεν συντόμως τὰ μέσα δι' ὧν παράγεται τοιοῦτόν τι θαυμάσιον ἀποτέλεσμα.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς μεταδίδεται μὲ τὴν ταχύτητα τῆς ἀστραπῆς εἴπομεν. Ἡ ἀστραπὴ ἐπίσης εἶναι ρεῦμα ἠλεκτρικόν, καὶ ἴσως ἐξ ἐκείνων τὰ ὁποῖα μεταδίδονται μὲ τὴν μικροτέραν ταχύτητα.

Τὸ νὰ διέλθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δεδομένην τινὰ περιφέρειαν, νὰ διακοπῇ κατὰ τὴν διάβασιν, νὰ λάβῃ ἀντίθετον διεύθυνσίν εἰσιν ἐνέργειαι μὴ ἀπαιτοῦσαι οὔτε χρόνον πολὺν οὔτε δύναμιν· ἐπειδὴ τῷ ὄντι ἀρκεῖ νὰ θέτῃ τις τὸν δάκτυλον ἐπὶ κανόνων ἢ ἁρμοστήρων ὁμοίων τοῖς τοῦ κλειδοκυμβάλου ἢ ἄλλου τινὸς ὀργάνου μουσικοῦ. Τὰ σημεῖα λοιπὸν δύνανται νὰ μεταδοθῶσι μὲ τὴν ταχύτητα τῆς κινήσεως τῶν δακτύλων· δὲν μένει εἰμὴ μόνον μία δυσκολία· ἡ τῆς ἀποστάσεως· ἀλλὰ καὶ αὐτὴ λύεται ἀμέσως διὰ τοῦ προεκτεθέντος νόμου, δηλ. ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἔχει λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὸ μῆκος τῆς περιφερείας καὶ εὐθὺν πρὸς τὴν τομὴν αὐτῆς.

Ἂς λάβωμεν τὸ ἀκόλουθον παράδειγμα. Εἰς ἀπόστασιν 100 λευγῶν τὸ ρεῦμα ὁποιόν τι ἐπαισθητὸν ἀποτέλεσμα δύναται νὰ παραγάγῃ.

Διὰ τὴν ἄριζιν καὶ ἐπιστροφὴν ἡ περιφέρεια θὰ ἔχῃ ἔκτασιν διακοσίων λευγῶν, ἢ 300,000 μέτρων· ἐὰν συντεθῇ ἀπὸ σύρμα χαλκοῦ μὲ τομὴν ἑνὸς χιλιοστομέτρου, καὶ ἐν αὐτῇ εἰσαχθῇ τὸ ρεῦμα στήλης ἐκ δέκα στοιχείων, ἧς ἡ ἀντίστασις εἶναι 130 μέτρων, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος εἰς τὰς 100 λεύγας καὶ καθ' ὅλην τὴν πορείαν του θὰ ἦναι εἰς ἀντίστροφον λόγον τῶν μηκῶν· ἑπομένως $\frac{130}{800000}$ ἢ $\frac{1}{6000}$ περίπου τῆς ἐντάσεως τῆς στήλης αὐτῆς· ἔντασις ἱκανὴ νὰ κινήσῃ πλέον τι ἢ ἕνα δείκτην κείμενον πολλὰ πλησίον τοῦ σύρματος· ἀλλ' αὐτὴ δύναται καὶ νὰ ἑκατονταπλασιασθῇ διὰ μέσου πολλαπλασιαστοῦ μὲ 100 στροφάς· καὶ ἐὰν τὸ ρεῦμα διέρχεται ἠλεκτρομαγνήτας ἁρμοδίους, θὰ βλέπῃ τις αὐτοὺς μὲ τρόπον αἰφνίδιον τὰ σιδηρώματα τοῦ ἐροπλισμοῦ των ἢ νὰ τὰ ἀφίνωσι νὰ πίπτωσι κατὰ τὴν διάβασιν ἢ διακοπὴν τοῦ ρεύματος· ἐντεῦθεν τὰ

μηχανικὰ κινήματα τὰ πλέον κατεσπευσμένα, ἐξ ὧν τις δύναται νὰ ὠφεληθῇ ἵνα ποικίλλῃ καὶ πολλαπλασιάσῃ τὰ σημεῖα.

Τὸ πρόβλημα λοιπὸν θεωρητικῶς εἶναι λελυμένον· καὶ δὲν μένει εἰμὴ ἡ ἐξέτασις τῆς λεπτομερείας τῶν ἐφαρμογῶν.

205. Σύστασις τῶν ἀγωγῶν. Τὸ μέλλον νὰ σχηματίσῃ τὴν περιφέρειαν ἢ περιδρομὴν σύρμα ὀφείλει νὰ ἦναι ἀπομεμονωμένον καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν αὐτοῦ· ἐπειδὴ ἐὰν δύο σημεῖα τοῦ σύρματος ἐφάπτονται πρὸς ἄλληλα, ἡ περιφέρεια θὰ κλείῃ εἰς τὸ σημεῖον αὐτὸ τῆς ἐπαφῆς, καὶ διὰ τὸ περαιτέρω σύρμα δὲν θὰ ὑπάρχῃ εἰμὴ ῥεῦμά τι παρατετραμμένον καθ' ὑπερβολὴν ἀδύνατον. Ἐὰν τὰ σύρματα χωρὶς νὰ ἐφάπτωνται πρὸς ἄλληλα συγκοινωνῶσιν ἠλεκτρικῶς, εἴτε διὰ λεπτοτάτου μεταλλικοῦ νήματος, εἴτε διὰ ῥυακίου τινὸς ἢ ὑγρασίας ἁπλῆς, τῆς συγκοινωνίας αὐτῆς παρεχούσης δίοδον εἰς μέρος, τι μέγα ἢ μικρὸν τοῦ ῥεύματος, τὸ ἐπίλοιπον τῆς περιφερείας θὰ δεχθῇ τὸ ἀνῆκον αὐτῇ μέρος κατὰ τοὺς νόμους τῶν παρατρεπομένων ῥευμάτων. Τέλος πάντων, ἐὰν τὰ σύρματα ἀντὶ νὰ συγκοινωνῶσι κατ' εὐθεῖαν πρὸς ἄλληλα, συγκοινωνοῦσιν ἀμφότερα μὲ τὸ ἔδαφος, διὰ σημείων μάλιστα πολὺ ἀπομεμακρυσμένων, θὰ προκύψῃ ἐπίσης ἐξασθένησις τοσοῦτον μείζων, ὅσον τὸ ἔδαφος αὐτὸ εἶναι καλὸς ἀγωγός· ἀπαιτεῖται λοιπὸν τὰ σύρματα ν' ἀπομονωθῶσιν ἐπιμελῶς· καὶ τοῦτο κατορθοῦται διὰ διαφόρων τρόπων καθ' ὅσον ἡ περιφέρεια μέλλει νὰ ἦναι ἐναέριος, ὑπόγειος, ἢ ὑποβρύχιος.

Εἰς τὴν ἐναέριον περιφέρειαν, ἥτις γενικῶς εἶναι παραδεκτὴ εἰς τὴν Γαλλίαν, Ἀγγλίαν καὶ τὰς Ἡνωμένας Πολιτείας τὰ σύρματα προσαρτῶνται εἰς ὕψος 3 ἢ 4 μέτρων ἀπὸ τοῦ ἐδάφους ἐπὶ πασσάλων καλῶς ἐστερεωμένων ἐν τῇ γῇ, καὶ ἀπεχόντων πρὸς ἀλλήλους κατὰ 50 μέτρα· τεμάχια ἐξ ὑέλου, καμβυσίου (gutta percha), ἢ σινικά, ἔχοντα διάφορα σχήματα, ἐμποδίζουσι τὴν ἐπαφὴν τοῦ σύρματος μετὰ τῶν πασσάλων, καὶ ἐνταυτῷ εἶναι διατεθειμένα μὲ τρόπον ὥστε νὰ προφυλάττωνται καὶ αὐτὰ ἀπὸ τὰς βροχὰς κατὰ τὰ μέρη ὅπου ὑποστηρίζουσι τὸ σύρμα· ἀπὸ 300 εἰς 500 μέτρα ὑπάρχουσιν ἄλλοι ἢ πάλοι ὡπλισμένοι μὲ μικρὰς μηχανὰς ἐπι-

τηδείας εἰς τὸ παρέχειν τὸν προσήκοντα βαθμὸν τῆς τάσεως εἰς τὰ σύρματα.

Εἰς τὴν ὑπόγειον περιφέρειαν, ἥτις γενικῶς εἶναι παραδεκτὴ εἰς τὴν Γερμανίαν, τὰ σύρματα κρύπτονται ὑπὸ τὴν γῆν εἰς βάθος δεκατομέτρων τινῶν· ἀλλ' ἡ ἀπομόνωσις καθίσταται δυσκολωτέρα· καὶ δὲν κατορθοῦται ἄλλως εἰ μὴ διὰ τῆς ἐνδύσεως τοῦ σύρματος καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν, μὲ πυκνόν τι περικάλυμμα ἐκ καμβυσίου πέρχης, συγχρόνως ἐπενόησαν εὐφυῆ τινα μέσα πρὸς ἀνακάλυψιν τῶν μερῶν, ὅπου ἀπὸ καιρὸν εἰς καιρὸν, συμβαίνουσι ῥήξεις τινὲς εἴτε ἐν τῷ καμβυσίῳ τῆς πέρχης, εἴτε ἐν αὐτῷ τῷ σύρματι.

Εἰς τὴν ὑποβρύχιον περιφέρειαν, τὰ εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης στηριζόμενα σύρματα ἔτι μᾶλλον ὀφείλουσι νὰ ἦναι προφυλαγμένα κατὰ τῆς ἐπαφῆς τοῦ ὕδατος, οὗ τὰ διαβρωτικὰ ἀποτελέσματα βαθύνονται ἀκόμη καὶ ἐκ μεγάλης τινὸς πιέσεως, καὶ κατὰ τῶν μηχανικῶν δυνάμεων, αἵτινες δύνανται νὰ προκύψωσιν ἐκ τῶν σφοδρῶν ταραχῶν τοῦ ὕδατος ἢ ἐκ πολλῶν ἄλλων αἰτιῶν κατὰ συμβεβηκός.

Τὰ σχήματα 341 καὶ 342 παρέχουσιν ἀκριβῆ ἰδέαν τοῦ μεταξὺ Δούβρου καὶ Καλέσου ἠλεκτρικοῦ κάλω. Ἐπὶ τῆς τομῆς 341, δεικνυούσης τὸ ὕψιστον τοῦ φυσικοῦ μεγέθους, διακρίνονται εἰς τὸ κέντρον τὰ τέσσαρα χάλκινα σύρματα ἐνδεδυμένα μὲ τὸ παχὺ αὐτῶν περικάλυμμα τοῦ καμβυσίου τῆς πέρχης (ὕλη ἀνάλογος τοῦ ἐλαστικοῦ κόμμεος). Σύνθεμά τι πισσώδες καὶ ἐπίσης ἐλαστικὸν ἀποτελεῖ δεύτερον περικάλυμμα ἑνόνον καὶ προφυλάττον τὰ τέσσαρα πρῶτα. Τέλος πάντων, 10 παχέα σύρματα σιδηρᾶ συνεστραμμένα ἑλικοειδῶς καὶ καλῶς συνεσφιγμένα πρὸς ἄλληλα (σχῆμ. 341 καὶ 342), οὐδόλως χρήσιμα πρὸς τὴν ἠλεκτρικὴν κυκλοφορίαν, παρέχουσιν εἰς τὸν κάλων ἀντίστασιν ἱκανὴν ἀφίνοντα πάντοτε βαθμόν τινα εὐκαμψίας ἀναγκαίας διὰ τὴν μεταφορὰν καὶ τὴν κατάδυσιν αὐτοῦ ἐν τῷ ὕδατι. Τὸ πρῶτον αὐτὸ σχέδιον τῶν ὑποβρυχίων περιφερειῶν ἔχει 30 χιλιόμετρα μῆκος καὶ ζυγίζει 180,000 χιλιόγραμμα. Δύναταί τις νὰ τὸν φαντασθῇ κείμενον εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης, ὡς ἐὰν ἦτον ἐρριμμένος μεταξὺ τῶν ὀρέων τῆς Ἑλ-

θετίας ὅπου οἱ λόφοι εἰσὶν ὀξύτεροι καὶ αἱ κοιλάδες στενότεραι καὶ πλειότεραι. Ἐπειδὴ οἱ βολισμοὶ τῶν μερῶν τοῦ στενοῦ τὰ ὁποῖα κατέχει ἐξελέγχουσι βαθύτητας πολὺ διαφόρους. Ἐὰν πανταχοῦ τὰ ὕδατα εἶχον ἱκανὸν βάθος ὥστε νὰ μὴν αἰσθάνωνται τὰς ταραχὰς τῆς ἐπιφανείας, θὰ ἦτον ὀλιγώτερον ὑποκείμενος εἰς ῥῆξιν· ἀλλὰ κείμενος ἐπὶ ἐξοχῶν καὶ σαλευόμενος ὑπὸ τῶν ὑδάτων εἶναι ἀμφίβολον ἂν θὰ δυνηθῇ κατὰ τὴν σημερινήν του σύνθεσιν νὰ ἀνθέξῃ ἐπὶ πολύ.

Αἱ διάφοροι ἠλεκτρικαὶ περιφέρειαι ἀνήκουσαι εἰς τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην τῶν προηγουμένων μεθόδων σύγκεινται γενικῶς ἐκ χαλκοῦ ἐρυθροῦ ἢ σιδήρου. Ὅταν ποιῶσι χρῆσιν τοῦ πρώτου, παρέχουσιν αὐτῷ διάμετρον 4 περίπου χιλιοστομέτρων, διὰ τὴν μεγάλην ἀξίαν τῆς ὕλης, ἐν ᾧ εἰς τὸν σίδηρον δίδουσι περίπου 5 ἢ 6. Εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ἡ τομὴ τοῦ χαλκοῦ εἶναι δεκαεξάκις μεγαλειτέρα, τοῦ ἔχοντος 1 χιλιοστ. σύρματος· ἐπομένως ἡ ἔντασις τοῦ ῥεύματος εἶναι καὶ αὐτὴ δεκαεξάκις μεγαλειτέρα καὶ καθίσταται ἴση μὲ $\frac{1}{400}$ ἀντὶ $\frac{1}{6400}$. Εἰς δὲ τὴν δευτέραν περίπτωσιν, ἡ τομὴ τοῦ σιδήρου εἶναι 36 φορὰς μεγαλειτέρα τῆς τοῦ χαλκίνου σύρματος μὲ ἓν χιλιοστόμετρον· ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ ἠλεκτραγωγότης αὐτοῦ εἶναι σχεδὸν ἑξάκις μικροτέρα, ἡ ἔντασις καθίσταται ἑξάκις μόνον μεγαλειτέρα· ὅθεν γίνεται $\frac{1}{1000}$ τῆς τοῦ ῥεύματος τῆς στήλης.

Ὅταν τις θέλῃ νὰ ὠφεληθῇ ἐκ τοῦ ἠλεκτραγωγοῦ τῆς γῆς, ὀφείλει εἰς ἕκαστον σταθμὸν ν' ἀνοίγῃ ἀπὸ ἓν φρέαρ, ὅπου τὰ ὕδατά εἰσιν ἄφθονα· τότε εἰς τὸ προηγηθὲν παράδειγμα, τὸ σύρμα θὰ ἔχῃ 100 λευγῶν μόνον μῆκος· εἰς τὸν σταθμόν, τὸν πέμποντα τὴν τηλεγραφικὴν εἴδησιν τὸ σύρμα συγκοινωνεῖ μὲ ἕνα τῶν πόλων τῆς στήλης, μὲ τὸν θετικὸν π. χ. φθάνον εἰς τὸν δεύτερον, διέρχεται τὰ πρὸς ἐκτέλεσιν τῶν σημείων σκευάσματα, καὶ ἐκεῖθεν καταδύει εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ φρέατος μετὰ τοῦ ὁποίου συγκοινωνεῖ διὰ πλατείας τινὸς μεταλλίνης πλακός· τὸ φρέαρ τοῦ πρώτου σταθμοῦ συγκοινωνεῖ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον μὲ τὸν ἄλλον πόλον τῆς στήλης, ὅστις ἐνταῦθα εἶναι ὁ ἀρνητικός· τὰ δὲ ὕδατα τῶν δύο φρεάτων

συνεχόμενα ἠλεκτρικῶς, εἴτε διὰ τῶν ὑπογείων ῥυάκων, εἴτε διὰ τῶν ποταμῶν καὶ θαλασσῶν, εἴτε δι' ἀγωγῶν τινων στερεῶν τῆς γῆς, συμπληροῦσι τὴν περιφέρειαν, ὡς νὰ συνέκειτο ἐκ δευτέρου σύρματος τεθαμμένου ἐν τῇ γῇ ἢ προσηρτημένου ἐπὶ πασσάλων· καὶ ἐπειδὴ εἰς πολλὰς περιστάσεις ἡ γῆ εἶναι πολὺ καλλίτερος ἀγωγὸς τοῦ σύρματος, τὸ διερχόμενον ῥεῦμα διὰ τοῦ σύρματος καὶ τῆς γῆς αὐτῆς ἀποκτᾷ ἔντασιν διπλασίαν σχεδὸν τοῦ διερχομένου διὰ τῶν δύο συρμάτων.

Τῶν περιφερειῶν οὕτως κατασταθεισῶν, μένει νὰ δείξωμεν ἤδη τὴν χρῆσιν αὐτῶν ἐπὶ τὸ ἐξαποστέλλειν καὶ δέχεσθαι τὰς τηλεγραφικὰς εἰδήσεις. Δι' αὐτὸ ἐπενόησαν πολλὰ σκευάσματα· ἐπειδὴ δὲ ἐνταῦθα πρόκειται νὰ κάμωμεν γνωστὴν τὴν ἀρχὴν μόνον ἐφ' ἧς στηρίζονται, ἐκλέγομεν κατὰ προτίμησιν ὄχι τὸ ἁπλούστερον, οὔτε τὸ πολυπλοκώτερον, ἀλλὰ τὸ τελειότερον, πρὸς κατάληψιν τῶν εὐρυῶν τεχνασμάτων, πρὸς ἃ δύναταί τις νὰ καταφύγῃ εἰς παρομοίους μηχανισμοὺς παρέχοντας ἀποτελέσματα τοσοῦτον ἐκπληκτικά· θέλομεν λοιπὸν περιγράψει τὸν ἀλφαβητικὸν τηλέγραφον τοῦ Κρεγέτου, ὅστις πρὸ πάντων εἶναι ἐν χρήσει εἰς τὴν ἰδιαιτέραν ὑπηρεσίαν τῶν σιδηροδρόμων τῆς Γαλλίας.

206. Τηλέγραφος ἀλφαβητικὸς τοῦ Κ. Βρεγέτου. Εἰς τὸ σύστημα αὐτὸ διακρίνονται δύο σκευάσματα· τὸ ἐπιστέλλον ἢ τὸ πέμπον τὴν εἴδησιν, καὶ τὸ ἀντεπιστέλλον ἢ τὸ δεχόμενον αὐτήν.

Ἂς ἐξηγήσωμεν πρῶτον τὸν μηχανισμὸν τοῦ ἀντεπιστέλλοντος. Ἀπέναντι τῶν δύο ἀντιθέτων πόλων α καὶ β τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου (σχῆμα 343) ὑπάρχει σιδήρωμα γγ' κινούμενον ἐπὶ δύο σημείων δδ', τὸ σιδήρωμα αὐτὸ φέρει μοχλόν τινα Ζ περατούμενον εἰς πασσαλίσκον Η, καὶ εἰσερχόμενον εἰς τὸ διχαλωτὸν σιδήριον ἄλλου τινὸς μοχλοῦ λίαν εὐκινήτου 1 1'. Ὁ τελευταῖος 1 1' φέρει καὶ αὐτὸς δύο πτυάρια χ καὶ ψ, ἅτινα δὲν κεῖνται ὅλως ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, ἀλλ' ὑπάρχει μεταξύ των διάστημα ἴσον μὲ τὸ ἥμισυ τοῦ μήκους ἑκάστου τῶν ὀδόντων τοῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ Κ, ὅστις φέρεται ἐπὶ τοῦ ἄξονός του μὲ μεγάλην τινὰ ταχύτητα, ὅταν τὰ

πτυάρια ἀρίνωσιν αὐτὸν ἐλεύθερον· τὸ μέρος αὐτὸ κυρίως ἀποτελεῖ τὴν ἔκκρουσιν (echappement) τοῦ τηλεγράφου, ὁμοίαν τῇ τοῦ ὡρολογίου· ἡ ὁμοιότης εἶναι κατὰ τοσοῦτον μᾶλλον τελεία, καθ' ὅσον ἡ κίνησις αὐτὴ εἶναι πραγματικῶς κίνησίς τις ὡρολογοποιητικὴ ἐνεργουμένη ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τοῦ πλατύσματος ἢ τῆς πλακίδος τῆς ἐπιβαλλούσης τὴν ταχεῖαν στροφὴν εἰς τὸν τροχὸν Κ, ὅταν ἐλευθεροῦται ἐκ τῶν πτυαρίων.

Ἰδοὺ ὁ τρόπος καθ' ὃν ἡ ἔκκρουσις αὕτη ἐκτελεῖται· ὁ μοχλὸς Ζ ἔλκεται ἀκαταπαύστως ἀπό τινος ἐλατηρίου λ τανυομένου ἐγκαίρως διὰ μέσου νήματος σηρικοῦ περιειλισσομένου ἐπὶ πασσαλίσκου, οὗ ἡ κεφαλὴ κεῖται ἐκτὸς τοῦ σκευάσματος· οὕτω, ὅταν τὸ ῥεῦμα δὲν διατρέχῃ τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, τὸ σιδήρωμα γ γ' κρατεῖται μακρὰν τῶν πόλων, ἀλλ' εἰς μικράν τινα ἀπόστασιν· ἅμα δὲ τὸ ῥεῦμα εἰσαχθῇ, ἕλκεται καὶ προχωρεῖ στρεφόμενον ἐπὶ τῶν δύο σημείων δ δ', πασσαλίσκος τις ὅμως ἀναχαιτικὸς κωλύει τὴν ἐντελῆ πλησίασιν καὶ ἐπαφήν, ὥστε αἱ ἐκδρομαί του, ἑκατέρωθεν περιορίζονται ἐντὸς μικροῦ διαστήματος ἑνὸς καὶ ἡμίσεως περίπου χιλιοστομέτρου. Δύναται λοιπόν τις μεταξὺ τῶν ὁρίων αὐτῶν νὰ κινῇ αὐτὸ παλινδρομικῶς διὰ τῆς ἀποκαταστάσεως ἢ διακοπῆς τῶν ἠλεκτρικῶν συγκοινωνιῶν, τουτέστι κλείων ἢ ἀνοίγων τὴν περιφέρειαν· τὸ διαδοχικὸν αὐτὸ κλείσιμον καὶ ἄνοιγμα, ὡς εἴδομεν, δύναται νὰ ἐκτελῆται μὲ μεγίστην τινὰ ταχύτητα· αἱ δονήσεις δὲ αὐταὶ τοῦ σιδηρώματος πλατυνόμεναι ὑπὸ τοῦ μοχλοῦ Ζ, καὶ συμμεριζόμεναι ὑπὸ τοῦ πασσαλίσκου Η μεταδίδονται εἰς τὸ δίκρανον θ καὶ ἑπομένως εἰς τὸν μοχλὸν 1 1' καὶ εἰς τὰ πτυάρια χ καὶ y· ἂς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ἐν καταστάσει ἠρεμίας καὶ ὑπὸ τὸ τάνυσμα τοῦ ἐλατηρίου του ὁ μοχλὸς Ζ ἔφερε τὸν πασσαλίσκον ἔμπροσθεν καὶ ὅτι τὸ πτυάριον y συμπλέκεται μὲ τοὺς ῥόδοντας καὶ σταματᾷ τὸν τροχόν· τότε τὸ πτυάριον χ εὑρίσκεται ἐλεύθερον καὶ ἔμπροσθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ τροχοῦ, καὶ ἀπὸ τὸ μέρος τοῦ θεατοῦ ὅστις παρατηρεῖ τὸ σχῆμα· εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ῥοθάνει τὸ ῥεῦμα τὸ σιδήρωμα προχωρεῖ πρὸς τοὺς πόλους, ὁ μοχλὸς Ζ καὶ ὁ πασσαλίσκος Η ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ 1 1'· τὸ πτυάριον y ἐλευθε-

ρούμενον μεταβαίνει ὄπισθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ τροχοῦ· ὁ ὁδοὺς διέρχεται καὶ αὐτὸς πλὴν κατὰ τὸ ἥμισυ, ἐπειδὴ ἡ αὐτὴ κίνησις, δι' ἧς ἐξέρχεται τὸ y ἐκ τοῦ ὀδόντος, εἰσάγει τὸ χ, ὅπερ ἔρχεται νὰ σταματήσῃ τὸν αὐτὸν ὀδόντα· τὸ ἄνοιγμα τῆς περιφερείας ἐπαναφέρει τὸ σιδήρωμα εἰς ἠρεμίαν, τότε τὸ χ ἐξέρχεται, καὶ εἰσέρχεται τὸ y, ἢ μᾶλλον ἔρχεται νὰ παρουσιασθῇ ἐπὶ τῆς ὁδοῦ τοῦ ἀκολούθου ὀδόντος διὰ νὰ τὸ σταματήσῃ, ἀλλὰ συγχρόνως τὸ ἄλλο ἥμισυ τοῦ ὀδόντος διαφεύγει· οὕτω εἰς ἕκαστον ἀκόλουθον κλείσιμον δ ἔρχεται τὸ πρῶτον ἥμισυ ὀδόντος τινὸς, καὶ εἰς ἕκαστον ἄνοιγμα τὸ ἄλλο ἥμισυ καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τῆς διαδοχικῆς αὐτῆς κλείσεως καὶ ἀνοίξεως γινομένης κανονικῶς, ὁ τροχὸς ἐξακολουθεῖ κίνησίν τινα περιστροφικὴν κανονικὴν μὲν, ἀλλὰ τινακτὴν, νὰ εἴπω οὕτω, καὶ παλμικὴν καθ' ἕκαστον ἥμισυν ὀδόντα.

Ἐπειδὴ δὲ ὁ τροχὸς φέρει 13 ὀδόντας, χρειάζονται 13 κλείσεις καὶ 13 ἀνοίγματα διὰ νὰ ἐκτελέσῃ ὁλόκληρον ἀνακύκλησιν· συγχρόνως δὲ φέρει ἐπὶ τοῦ ἄξονός του δείκτην τινὰ στρεφόμενον μετ' ἐκείνου, καὶ διατρέχοντα γνώμονα (σχῆμα 344) διηρημένον εἰς 26 τμήματα, εἰς τὸ ἀνώτερον ὑπάρχει τὸ σημεῖον + καλούμενον τελικόν. Εἰς δὲ τὰ ἄλλα 25 εἰσὶν ἐγγεγραμμένα κατὰ τάξιν τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου· ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ ἵσταται μίαν στιγμὴν περὶ πλέον ὁ δείκτης ἐπὶ τῶν διαφόρων γραμμάτων τῶν ἀποτελούντων τὴν λέξιν, ἥτις πρόκειται νὰ μεταδοθῇ εἰς τὸν ἀντεπιστέλλοντα· διὰ τῆς μικρᾶς αὐτῆς ἠρεμίας, μὴ ὑπερβαινούσης τὸ $\frac{1}{3}$ ἢ τὸ $\frac{1}{4}$ τοῦ δευτερολέπτου συστήνουσιν εἰς τὴν προσοχὴν ἐκείνου τὰ μόνα γράμματα περὶ ὧν ὀφείλει νὰ ἐνασχοληθῇ· τοιουτοτρόπως ὁ δείκτης τοῦ ἀντεπιστέλλοντος γράφει τρόπον τινὰ ἐπὶ τοῦ γνώμονος τὴν ἔννοιαν τοῦ ἐπιστέλλοντος.

Μετὰ ἑκάστην λέξιν ἐπαναφέρουσι τὸν δείκτην εἰς τὸ τελικὸν σημεῖον πρὶν ἀρχίσωσι τὴν ἑπομένην λέξιν· ἡ πρόνοια αὕτη εἶναι ἀναγκαία διὰ πολλοὺς λόγους, καὶ πρὸ πάντων διὰ τὴν ἀποφυγὴν τῆς συγχύσεως καὶ τὴν μὴ ἐπέμβασιν τῆς μιᾶς λέξεως ἐπὶ τῆς ἄλλης.

Ἡ περιγραφὴ τοῦ ἐπιστέλλοντος μέλλει νὰ ἐξηγήσῃ πρὸς ἡμᾶς, πῶς γίνονται τόσον ταχέως αἱ κλείσεις καὶ τὰ ἀνοίγματα τῆς περιφερείας, καθὼς καὶ αἱ ἀναγκαῖαι ἀναπαύσεις πρὸς ἔκφρασιν τῆς ἐννοίας. Τὸ ἐπιστέλλον σκεύασμα παρίσταται εἰς τὸ σχῆμα 345 φέρει ὅμοιον τῷ τοῦ ἀντεπιστέλλοντος γνώμονα, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου συναρθροῦται διὰ γιγγλυσμοῦ εἴδός τι διωστῆρος M φέροντος θυρίδα δι' ἧς φαίνονται τὰ γράμματα καὶ οἱ ἀριθμοί. Κατὰ ταύτην τὴν στιγμὴν ἀφίνει νὰ βλέπῃ τις τὸ τελικὸν σημεῖον + καὶ τὸ O.

Τὸ χεῖλος ἢ τὸ περιθώριον τοῦ γνώμονος φέρει γλυφίδας ἢ ἐντομὰς ἀνταποκρινομένας εἰς ἕκαστον τμῆμα, καὶ δεχομένας πασσαλίσκον τινὰ τοῦ διωστῆρος· τὸν πασσαλίσκον αὐτὸν ἐμβάλλουσιν εἰς τὴν ἐντομήν, διαρκοῦντος $\frac{1}{3}$ ἢ $\frac{1}{4}$ τοῦ δευτερολέπτου, ὅταν φθάνωσιν εἰς τὸ γράμμα, ὅπερ θέλουσι νὰ σημάνωσιν. Οὕτω διὰ νὰ μεταβιβάσῃ τις τὴν λέξιν **France**, ἀναχωρῶν ἐκ τοῦ τελικοῦ σημείου λαμβάνει τοῦ διωστῆρος τὴν λαβίδα, τὴν σύρει ὀλίγον πρὸς ἑαυτὸν διὰ νὰ ἐξαγάγῃ τὸν πασσαλίσκον ἐκ τῆς γλυφίδος, καὶ στρέφει αὐτὸν ταχέως καὶ κανονικῶς μέχρι τοῦ γράμματος **F**, ὅπου γίνεται ἡ μικρὰ παῦσις τοῦ $\frac{1}{4}$ τοῦ δευτερολέπτου· ἔπειτα μεταβαίνει εἰς τὸ γράμμα **R**, κτλ. κτλ. στρέφων αὐτὸν πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καὶ τελειόνει ἐπανερχόμενος εἰς τὸ τελικὸν σημεῖον· ἰδοὺ τὰ κινήματα ὅλα τοῦ ἐπιστέλλοντος.

Ἀλλὰ πῶς ὁ δείκτης τοῦ ἀντεπιστέλλοντος ἀπέχων ἑκατὸν λεύγας δύναται νὰ αἰσθανθῇ τὰς κινήσεις αὐτὰς, νὰ τὰς ἐπαναλάβῃ εἰς τὴν αὐτὴν στιγμὴν, μὲ τόσην ἀκρίβειαν καὶ ἐμπιστοσύνην, ὥστε θὰ ἐνόμιζέ τις ὅτι εἶναι προστηρμοσμένος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος τοῦ διωστῆρος ἢ συνδεδεμένος μετ' ἐκείνου δι' ἀλανθάστου τινὸς δεσμοῦ; Ἰδοὺ τὶ μένει νὰ ἐξηγήσωμεν ἤδη· καὶ ἐάν τις ἐννοήσῃ καλῶς τὴν ὑλικὴν διάταξιν ὅλων τῶν μερῶν, ἡ ἐξήγησις αὕτη καθίσταται λίαν εὔληπτος.

Ὑπὸ τὸν μόνιμον γνώμονα τοῦ ἐπιστέλλοντος ὑπάρχει δίσκος μετάλλινος, ἐπὶ τοῦ ὁποίου εὑρίσκεται ἐγχαραγμένη ἐντομὴ ἑλικοειδὴς, τὴν ὁποίαν ἐφροντίσαμεν νὰ καταστήσωμεν ὁρατὴν διὰ τῆς ἀφαιρέσεως μέρους τινὸς τοῦ γνώμονος· παρατηρητέον ὅτι ἑκάστη

κοιλότης τῆς ἐντομῆς αὐτῆς ἀνταποκρίνεται εἰς τὸ μέσον τμήματός τινος ἢ γράμματος, καὶ ἑκάστη κυρτότης εἰς τὸ μέσον τῶν μεταξὺ τμημάτων ἢ γραμμάτων. Μοχλός τις αγβ κινούμενος περὶ τὸ σημεῖον γ φέρει κατὰ τὸ ἄκρον α ἐπίφυσιν ἢ παράρτημα 1, περατούμενον διὰ μικροῦ τινος τροχάλου, εἰσερχομένου ἑδραίως ἐν τῇ γλυφίδι καὶ μὴ ἀφίνοντος αὐτήν. Ἡ κίνησις τοῦ διωστῆρος Μ στρέφει τὸν δίσκον καὶ τὴν ἐντομὴν, ἑπομένως τὸν μοχλὸν αβ· ἐὰν διὰ κανὲν γράμμα, ὁ τρόχαλος εὑρίσκεται ἔν τινι κοιλότητι, τὸ α ἄκρον ἕλκεται ἀριστερά· διὰ τὸ ἀκόλουθον γράμμα ὁ τρόχαλος κεῖται ἐπί τινα κυρτότητα, τὸ δὲ α ὠθεῖται δεξιὰ κ.τ.λ τὸ ἄκρον β τοῦ μοχλοῦ ἐκτελεῖ τὰς αὐτὰς κινήσεις· ἀλλὰ τὸ ἄκρον αὐτὸ β κεῖται μεταξὺ δύο ἐλατηρίων καὶ ἐὰν πιέσῃ τὸ ἓν, κλείει τὴν περιφέρειαν, ἐὰν δὲ τὸ ἄλλο ἀνοίγει αὐτήν· λοιπὸν κατὰ τὴν μετάβασιν ἐκ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἄλλο γράμμα ὁ διωστὴρ ἐκτελεῖ ἓν κλείσιμον καὶ ἓν ἄνοιγμα· οὕτω τὸ τελικὸν σημεῖον ἀντιστοιχεῖ εἰς ἓν ἄνοιγμα· εἰς τὸ Α ὑπάρχει κλεῖσις, εἰς τὸ Β ἄνοιγμα κτλ. Τότε τὸ ῥεῦμα διαδιδόμενον ἐν ἀκαρεῖ καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τῆς περιφερείας διέρχεται στιγμιαίως τὰ πηνία τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου τοῦ ἀντεπιστέλλοντος, ὅσον μακρὰν καὶ ἂν εὑρίσκηται, ἑπομένως ὁ δείκτης αὐτοῦ ἀναχωρῶν ἐπίσης ἐκ τοῦ τελικοῦ σημείου μεταβαίνει εἰς τὸ Α ὁμοῦ μὲ τὸν διωστῆρα, ἔπειτα εἰς τὸ Β διὰ τοῦ ἀνοίγματος, εἰς τὸ Γ διὰ τῆς κλείσεως κ.τ.λ. ὅταν ὁ διωστὴρ τοῦ ἐπιστέλλοντος σταματᾷ κατὰ τὸ $\Gamma\frac{1}{4}$ τοῦ δευτερολέπτου, ὁ δείκτης τοῦ ἀντεπιστέλλοντος σταματᾷ ἐπίσης μετ' ἐκείνου καὶ ἐπὶ τοσοῦτον ὅσον καὶ ἐκεῖνος. Τοιαύτη εἶναι ἡ μυριώδης καὶ τόσον πιστὴ συμφωνία ἡ ἐπικρατοῦσα μεταξὺ τῶν δεικτῶν τῶν δύο γνωμόνων.

Κατὰ τὸ περιγραφὲν ἤδη σύστημα, ἕκαστος σταθμὸς ὀφείλει νὰ ἔχῃ ἓν ἐπιστέλλον σκεύασμα, ἓν ἕτερον ἀντεπιστέλλον, κώδωνά τινα τῆς εἰδήσεως, καὶ μίαν στήλην βολταϊκήν. Κατὰ τὰς παύσεις, ὁ κώδων μόνον εὑρίσκεται ἐν τῇ περιφερείᾳ· ἅμα δὲ ἠχήσῃ, στρέφουσι κομβίον τι, καὶ ὁ κώδων ἀμέσως ἐξέρχεται τῆς περιφερείας, ὁ ἀντεπιστέλλων εὑρίσκεται ἐκεῖ καὶ ἀναγγέλλει διὰ τοῦ συνθήματος ὅτι εἶναι ἕτοιμος· διὰ τῆς στροφῆς ἄλλου τινὸς κομ-

δίου τίθεται τὸ ἀντεπιστέλλον ἐν τῇ περιφερείᾳ περιμένον τὴν ἐπιστολὴν ἢ τὴν τηλεγραφικὴν εἴδησιν· θέλει ἀπ' ἐναντίας νὰ λάβῃ ὁ ἴδιος τὸν λόγον; θέτει τὴν στήλην ἐν τῇ περιφερείᾳ, ἐνεργεῖ τὴν ἦχησιν τοῦ κώδωνος τοῦ ἄλλου σταθμοῦ· ἀφ' οὗ ἡ ἀπάντησις δοθῇ, θέτουσι τὸ ἐπιστέλλον σκεύασμα καὶ τὴν στήλην ἐν τῇ περιφερείᾳ, καὶ μεταβιβάζουσι τὴν τηλεγραφικὴν εἴδησιν.

§ 8. Φαινόμενα ἐξ ἐπαγωγῆς.

207. Ὁ μαγνήτης διεγείρει ῥεύματα ἐν ἀγωγῷ τινι σώματι διὰ τῆς ἁπλῆς μεταβολῆς τῆς θέσεώς του ὡς πρὸς αὐτό. Σύρμα ἐκτεταμένον καὶ καλῶς ἐνδυμένον περιτετύλικται ἐπὶ πηνίου (σχῆμα 345 δίς)· τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ συγκοινωνοῦσι μὲ πολλαπλασιαστὴν πολὺ ἀπέχοντα, οὗτινος οἱ δεῖκται ἠρεμοῦσι. Πλησιάζουσιν εἰς τὸ πηνίον μὲ ταχύτητα ῥάβδον τινὰ μαγνητισμένην, καὶ ἀμέσως ὁ πολλαπλασιαστὴς ἀναγγέλλει τὴν παρουσίαν ῥεύματος, ῥεύματος ὅμως προσωρινοῦ, παύοντος ἅμα ὁ μαγνήτης λάβῃ θέσιν.

Μετά τινα χρόνον, ἀφ' οὗ ὁ δείκτης τοῦ πολλαπλασιαστοῦ ἐπαναλάβῃ τὴν θέσιν του, ἀποσύρουσι τὸν μαγνήτην, ἵνα ἀπομακρύνωσιν αὐτὸν τοῦ πηνίου· παρευθὺς ὁ δείκτης ἀναγγέλλει νέον τι ῥεῦμα ἀντίθετον τοῦ πρώτου, καὶ προσωρινὸν ὡς ἐκεῖνον. Ἀντικαθισταμένου τοῦ μαγνήτου διὰ σωμάτων ἀμαγνητίστων, ὁ δείκτης μένει ἀκίνητος· ἕπεται λοιπὸν ὅτι ὁ μαγνητισμὸς τῆς ῥάβδου ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ διεγείρῃ ῥεύματα ἐν τῷ σύρματι τοῦ πηνίου κατὰ τὴν προσέγγισιν ἢ ἀπομάκρυνσιν αὐτῆς. Σπουδάζων τις τὴν διεύθυνσιν τῶν ῥευμάτων αὐτῶν, πληροφορεῖται περὶ τοῦ ἀξιοσημειώτου αὐτοῦ φαινομένου, ὅτι ὁ πλησιάζων πόλος παράγει ῥεῦμα διευθυνόμενον ἀντιθέτως τοῦ ἰδίου αὐτοῦ, καὶ ὅτι ὁ ἀπομακρυνόμενος παράγει ῥεῦμα ἔχον τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μὲ τὸ τοῦ ἰδίου αὐτοῦ· ἐνθυμεῖται δὲ ὁ ἀναγνώστης ὅτι τὸ ῥεῦμα τοῦ βορείου πόλου βαδίζει, ὡς οἱ δεῖκται τοῦ ὡρολογίου (189).

Τὰ προσωρινὰ αὐτὰ ῥεύματα παραγόμενα κατὰ τὴν ἐμφάνισιν

καὶ ἀπουσίαν, ὄχι δὲ καὶ κατὰ τὴν παρουσίαν αὐτοῦ, καλοῦνται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς (courants d'induction)· ὁ μαγνήτης εἶναι τὸ ἐπαγωγὸν ἢ τὸ διεγεῖρον σῶμα, καὶ τὸ σύρμα τοῦ πηνίου τὸ διεγειρόμενον.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ εἶναι γενικόν· ἡ παραγωγὴ καὶ ἡ ἐξάλειψις ρεύματός τινος παράγει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα τῆς διεγέρσεως, ὁποῖον καὶ ἡ ἐμφάνισις καὶ ἀπομάκρυνσις τοῦ μαγνήτου ὡς πρὸς τὸ διεγειρόμενον σῶμα.

Τὰ πρῶτα ἐξ ἐπαγωγῆς φαινόμενα παρετηρήθησαν ὑπὸ τοῦ Κ. Φαραδαίου κατὰ τὸ 1831.

Τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἐνεργοῦσι καὶ αὐτὰ ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν σωμάτων καὶ παράγουσιν ἀποτελέσματα ἀνάλογα, δηλ. ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς δευτέρας τάξεως· ταῦτα δὲ πάλιν παρέχουσ. ρεύματα τρίτης τάξεως κ.τ λ.

208. Μηχανὴ μαγνητοηλεκτρική. Τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἔχουσι τὸν διπλοῦν αὐτὸν χαρακτῆρα ἐκ τῆς καταγωγῆς των αὐτῆς εἶναι διαβατικὰ ἢ προσωρινὰ καὶ ἀλλεπάλληλα. Μ' ὅλον τοῦτο εἶναι δυνατὸν νὰ παράσχῃ τις αὐτοῖς ὅλα τὰ προσόντα καὶ μάλιστα ὅλην τὴν ἐνέργειαν τῶν συνεχῶν ρευμάτων· δύνανται ὡς ἐκεῖνα, νὰ παρέξωσι σπινθῆρας, νὰ διαλύσωσι μέταλλα, νὰ διεγείρωσι χημικὰς ἐνεργείας καὶ νὰ προξενήσωσι κλονισμούς. Τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ πραγματοποιοῦνται διὰ τῆς μαγνητοηλεκτρικῆς μηχανῆς (σχῆμα 346)· Α εἶναι ἰσχυρός τις μαγνήτης εἰς σχῆμα πετάλου τῶν ἵππων ἔχον τοὺς πόλους αὐτοῦ κατὰ τὸ α καὶ β· Χ καὶ Υ εἶναι οἱ δύο κλάδοι ἠλεκτρομαγνήτου τινὸς φέροντος τὸ ἴδιον σύρμα· τὸ σύρμα αὐτὸ εἶναι τυλιγμένον μὲ τρόπον ὥστε νὰ ἔχῃ κατὰ τὴν διέλευσιν τοῦ ρεύματος ἕνα πόλον νότιον καὶ ἄλλον βόρειον ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῶν κλάδων Χ καὶ Υ. Τὰ δύο ἄκρα τοῦ σύρματος αὐτοῦ ἀπολήγουσι τὸ μὲν εἰς τὸν κρίκον γ, τὸ δὲ εἰς τὸν κρίκον δ, τῶν δύο αὐτῶν μερῶν ὄντων ἀπομεμονωμένων καὶ προσηρμοσμένων ἐπὶ ἄξονος καθέτου ἐκ χάλυβος βαίνοντος ἐπὶ τοῦ κάτωθεν στρόφιγγος Η, καὶ κρατουμένου ὑπὸ τοῦ κλοιοῦ Ε· ὁ ἄξων αὐτὸς φέρει ἄνωθεν τὸν ἠλεκτρομαγνήτην Χ καὶ Υ, καὶ τὸν ἄγει μεθ'

ἑαυτοῦ κατὰ τὴν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, τὴν ὁποίαν λαμβάνει παρὰ τῆς τροχιλαίας Ζ διὰ μέσου σχοινίου τινὸς ν καὶ τοῦ μεγάλου τροχοῦ Β, τὸν ὁποῖον στρέφουσι διὰ τοῦ διωστῆρος μ. Οἱ δύο σίδηροι τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἔχουσι τὰ μαγνητικά των ῥευστὰ ἀποσυντεθειμένα εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν διέρχονται ὑπὸ τοὺς πόλους τοῦ σταθεροῦ μαγνήτου· τὰ ῥευστὰ αὐτὰ εἰς τὴν στιγμὴν τῆς ἀποσυνθέσεώς των ἐνεργοῦσιν ἐκ συμφώνου μετὰ τοῦ πόλου αὐτοῦ πρὸς ἐξάσκησιν τῆς ἐπαγωγῆς των ἐπὶ τοῦ σύρματος τοῦ πηνίου, διατρεχομένου οὕτω ὑπὸ ῥεύματός τινος δραστηρίου. Μετὰ τὴν διάβασιν ἡ ἐνέργεια τοῦ πόλου ἐλαττοῦται, τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ ἐπανασυνθέτονται, ἀλλὰ καὶ μετὰ τὸ τέλος τῆς ἐνεργείας αὐτῆς παρέχει, ὡς εἴδομεν, ῥεῦμα ἀντίστροφον, ὅπερ ἐνδυναμοῦται ἐκ τῆς νέας ἐνεργείας τοῦ ἀντιθέτου πόλου, ὅστις μάλιστα εἶναι σύμφωνος· ἔπειτα μετὰ τὴν διάβασιν ὑπ' αὐτὸν τὸν πόλον, τὸ ῥεῦμα ἀναστρέφει πάλιν. Οὕτω τὰ δύο πηνία κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς περιστροφῆς λαμβάνουσιν ἓν ῥεῦμα, καὶ κατὰ τὸ ἄλλο ἥμισυ ἄλλο ἀντίστροφον· ἑπομένως οἱ δύο κρίκοι γ καὶ δ οἱ σχηματίζοντες τὰ ἄκρα τοῦ σύρματός εἰσι πάντοτε μὲ ἀντίθετα σημεῖα· πλὴν ἐὰν γ π. χ. εἶναι πόλος θετικὸς εἰς τὸ πρῶτον ἥμισυ τῆς περιστροφῆς, εἰς τὸ δεύτερον γίνεται ἀρνητικός. Ὅθεν ὀφείλει τις νὰ δώσῃ εἰς αὐτοὺς σχῆμά τι ἐκκεντρικὸν καὶ νὰ μὴ τοὺς ἐγγίζῃ εἰμὴ κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς περιστροφῆς, ὅταν θέλῃ νὰ ἔχῃ ῥεῦμα διευθύνσεως ἀμεταβλήτου.

Αἱ μηχαναὶ αὐταὶ ἔχουσι μεγάλην δύναμιν πρὸ πάντων ἵνα διεγείρωσι κλονισμοὺς ἢ συγκινήσεις γαλβανικάς. Οἱ μετάλλινοι κύλινδροι Ρ καὶ Ν χρησιμεύουσι πρὸς τοῦτο. Κρατοῦσιν αὐτοὺς μὲ χεῖρας βεβρεγμένας, ὅταν θέλωσιν ὁ κλονισμὸς νὰ διέλθῃ μεταξὺ τῶν βραχιόνων· ὅταν δὲ πρόκηται νὰ διέλθῃ δύο σημεῖα τοῦ σώματος περιλαμβανομένων μεταξὺ δύο σφαιρίων ἀποτελούντων τὰ δύο πέρατα τοῦ σύρματος, κρατοῦσιν αὐτὰ μὲ χεῖρας ἀπομεμονωμένας· τοῦτο τὸ εἶδος τῶν μηχανῶν εἶναι ἐν χρήσει σήμερον καὶ εἰς τὴν ἰατρικὴν ὡς ἁπλούστερον.

§ 9. Ἠλεκτροχημεία.

209. Νόμοι τοῦ Φαραδαίου ἐπὶ τῶν ἠλεκτροχημικῶν ἰσοδυνάμων (equivalents electrochimiques). Εἴδομεν ἤδη εἰς τὸν ἀριθμ. 179 ὅτι πολλὰ βολτόμετρα διατεθειμένα κατὰ σειρὰν καὶ διερχόμενα διὰ τοῦ αὐτοῦ ρεύματος ἀναπτύσσουσιν ἴσην ποσότητα ἀερίου εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον. Ὁ Κ. Φαραδαῖος ἀπέδειξε διὰ πολυαρίθμων πειραμάτων ὅτι ἐάν τις λάβῃ βολτόμετρον περιέχον ὕδωρ ὑπόξυνον μέ $\frac{1}{10}$ ἢ $\frac{1}{20}$ θειϊκοῦ ὀξέος ὡς πρὸς τὸν ὄγκον ἐκείνου, καὶ μετὰ ταῦτα λάβῃ διαλύσεις διαφόρους, χλωρούχους, ἰοδούχους, ἅλατα κτλ. ἐν οἷς ἡ ἀποσυνθετικὴ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος φέρεται ἀποκλειστικῶς ἐπὶ τοῦ διαλελυμένου σώματος, καὶ συνάξῃ π. χ. τὸ ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ρευματοφόρου ἐπικαθήμενον μέταλλον, εὑρίσκει πάντοτε ὅτι τὸ βάρος αὐτοῦ ἔχει πρὸς τὸ βάρος τσῦ ὑδρογόνου τοῦ παραχθέντος ἐν τῷ βολτομέτρῳ, ὡς τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ μετάλλου ἔχει πρὸς τὸ χημικὸν ἰσοδύναμον τοῦ ὑδρογόνου· ὁ θεμελιώδης οὗτος νόμος τῶν ἠλεκτροχημικῶν ἀποσυνθέσεων καλεῖται νόμος τοῦ Φαραδαίου (*).

210. Θεωρία τῶν χημικῶν ἀποσυνθέσεων. Τὸ ὀξυγόνον καὶ τὸ ὑδρογόνον, ἐλεύθερα καὶ ἐν καταστάσει φυσικῇ, παράγουσιν ἠλεκτρισμὸν εἰς τὴν στιγμὴν τῆς συνθέσεως ἢ τῆς ἑνώσεώς των· τὸ ὀξυγόνον ἀναπτύσσει πάντοτε θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, καὶ τὸ

(*) Ὁ νόμος τῶν ἰσοδυνάμων καντνίζει ἐπίσης πᾶν ὅ,τι ἀνάγεται εἰς τὴν χημικὴν σύνθεσιν τῶν ἁπλῶν σωμάτων ἢ τῶν συνθέτων διαφόρου φύσεως· οὕτω ὑποθέτομεν ὅτι ἐκ πείρας προσδιορίζει τις ὅτι 791 μέρη χαλκοῦ (εἰς βάρος) ἀπαιτοῦσι 200 ὀξυγόνου πρὸς σχηματισμὸν τοῦ ὀξείδίου τοῦ χαλκοῦ καὶ ὅτι ἐκ πείρας ἐπίσης μανθάνει, ὅτι διὰ νὰ χωρισθῶσι τὰ 200 μέρη τοῦ ὀξυγόνου ἡνωμένα μετὰ τοῦ χαλκοῦ, χρειάζονται ἀκριβῶς 400 μέρη θείου, οὔτε πλειότερα οὔτε ὀλιγώτερα, τότε λέγει ὅτι τὰ 400 μέρη τοῦ θείου ἰσοδυναμοῦσι μὲ διακόσια τοῦ ὀξυγόνου· οὕτω καὶ δι' ἄλλας συνθέσεις ὡς π. χ. 2703 μέρη ἀργύρου καὶ 200 ὀξυγόνου σχηματίζουσι τὸ ὀξείδιον τοῦ ἀργύρου, διὰ νὰ μεταβληθῇ εἰς θειοῦχον ἄργυρον, τὰ 200 τοῦ ὀξυγόνου ἀπαιτεῖται ν' ἀντικατασταθῶσι διὰ 400 θείου· αἱ σχέσεις αὗται παρατηροῦνται καὶ εἰς τὰ συνθετώτερα σώματα· εἶον τὰ ἅλατα.

ὑδρογόνον ἀρνητικόν. Εἰς τὴν ἀποσύνθεσιν τοῦ ὕδατος, ὅταν τὰ δύο αὐτὰ στοιχεῖα ἀποχωρίζωνται, τὸ ὀξυγόνον ἀμετατρέπτως μεταβαίνει εἰς τὸν θετικὸν πόλον, καὶ τὸ ὑδρογόνον εἰς τὸν ἀρνητικόν· ἔχουσι λοιπὸν ἀνάγκην διὰ τὴν ἀπελευθέρωσίν των, νὰ ἀναλάβωσι τοὺς ὁποίους ἀπέβαλον ἠλεκτρισμοὺς κατὰ τὴν σύνθεσίν των. Αἱ ποσότητες αὗται εἰσι σταθεραὶ, ἐπειδὴ ὅλα τὰ βολτόμετρα τῆς αὐτῆς περιφερείας παρέχουσι τὸ αὐτὸ ποσὸν τοῦ ἀερίου· καὶ εἶναι μάλιστα σταθεραὶ καὶ εἰς περιφερείας διαφόρους, ὧν αἱ ἐντάσεις εἰσὶ διάφοροι, ὡς τὸ ἀπέδειξεν ὁ Κ. Πουϊλλέτος. Ἕπεται λοιπὸν ὅτι αἱ ποσότητες τοῦ ἀναπτυσσομένου ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὰς χημικὰς συνθέσεις εἰσὶ πάντοτε αἱ αὐταὶ, καὶ ὅτι δύναταί τις νὰ προσδιορίσῃ τὴν ἀξίαν αὐτῶν. Λέγουσιν ὅτι τὸ ὀξυγόνον εἶναι ἠλεκτροαρνητικόν, ἐπειδὴ ὑπάγει ν' ἀναπτυχθῇ εἰς τὸν θετικὸν πόλον· καὶ τὸ ὑδρογόνον ἠλεκτροθετικὸν, ἐπειδὴ ἀναπτύσσεται εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον.

Τὰ ἠλεκτροαρνητικὰ λοιπὸν σώματα εἶναι τὰ ἀναπτύζαντα ἠλεκτρισμὸν θετικὸν εἰς τὴν στιγμὴν τῆς χημικῆς συνθέσεώς των, ἢ ὅπερ ταὐτὸν, τὰ ἔχοντα χρείαν ἠλεκτρισμοῦ θετικοῦ ὅπως ἀναλάβωσι τὴν ἐλευθερίαν των εἰς τὴν στιγμὴν καθ' ἣν ἀποχωρίζονται χημικῶς ἐκ τοῦ συνθέτου σώματος εἰς ὃ ἀνήκουσιν.

Ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Φαραδαίου ἐξάγεται ἀκόμη ὅτι ὅλα τὰ ἰσοδύναμα ἔχουσι χρείαν τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥευστοῦ διὰ νὰ γίνωσιν ἐλεύθερα, καὶ ὅτι παράγουσιν ἑπομένως τὴν αὐτὴν ποσότητα τοῦ ῥευστοῦ εἰς τὴν στιγμὴν τῶν χημικῶν συνθέσεών των, ἥτις δύναται νὰ ληφθῇ καὶ ὡς μονάς.

Ἂς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ὑπάρχει ἀποσύνθεσις ἐνταυτῷ καὶ ἐπανασύνθεσις· τεθείσθω π. χ. ὅτι ἀντὶ ὁ θετικὸς πόλος τοῦ βολτομέτρου νὰ ἦναι ἐκ χρυσαργύρου, ὅτι σχηματίζεται ἐξ ἐλάσματός τινος ψευδαργύρου μεμιγμένου· τοιοῦτον ἔλασμα εἶναι γνωστὸν ὅτι δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος τοῦ περιέχοντος θειϊκὸν ὀξύ· τότε τὸ ὀξύγονον παύει ἀναδιδόμενον, ἐπειδὴ σχηματίζει εἰς τὸν θετικὸν πόλον ὀξείδιον ψευδαργύρου ἑνούμενον ἀμέσως μετὰ τοῦ περικει-

κλοῦντος αὐτὸ θειϊκοῦ ὀξέος· γίνεται λοιπὸν ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος καὶ ὀξείδωσις τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐν τῷ συμπλέκτῳ αὐτῷ φαινομένῳ, ἡ ἐνέργεια τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δύναται νὰ ἐννοηθῇ ὡς ἑφεξῆς· τὸ ἰσοδύναμον τοῦ ὑδρογόνου ἀναπτύσσεται εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, καὶ διὰ τοῦτο λαμβάνει ἐκεῖ ἢ οὐδετερόνει τὴν μονάδα τοῦ ἀρνητικοῦ ῥευστοῦ, τῆς ὁποίας ἔχει χρείαν· τὸ ἰσοδύναμον τοῦ ὀξυγόνου, ἠλεκτρισμένον εἰς τὴν μετὰ τοῦ ψευδαργύρου σύνθεσίν του, διατηρεῖ τὴν κατάστασίν του· ἀλλὰ τὸ ἰσοδύναμον τοῦ ψευδαργύρου παράγει ὀξειδούμενον μίαν μονάδα ἀρνητικοῦ ῥευστοῦ, οὐδετεροῦσαν ἐπ' αὐτοῦ τοῦ πόλου τὴν μονάδα τοῦ θετικοῦ ῥευστοῦ. Τὸ ἰσοδύναμον λοιπὸν τοῦ ψευδαργύρου ἀντικατεστάθη ἁπλῶς διὰ τοῦ ἰσοδυνάμου τοῦ ὀξυγόνου πρὸς οὐδετέρωσιν ἐπὶ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς μονάδος τοῦ ῥευστοῦ, ὅπερ αὐτὸ ἐχρεώστει νὰ οὐδετερώσῃ διὰ ν' ἀναπτυχθῇ.

Τὸ αὐτὸ ἤθελε συμβῇ καὶ ἐὰν ὁ ἀρνητικὸς πόλος συνέκειτο ἔκτινος ὀξειδίου χαλκοῦ, ὅπερ τὸ ὑδρογόνον ἤθελεν ἀποξειδώσει· τότε τὸ ἰσοδύναμον τοῦ χαλκοῦ χωριζόμενον θὰ ἀντικαθίστατο ὑπὸ τοῦ ἰσοδυνάμου τοῦ ὑδρογόνου, ἵνα οὐδετερώσῃ ἐπὶ τοῦ πόλου αὐτοῦ τὴν μονάδα τοῦ ἀρνητικοῦ ῥευστοῦ.

211. Θεωρία τῆς στήλης. Εἰς ὕδωρ περιέχον $\frac{1}{10}$ ἢ $\frac{1}{20}$ θειϊκοῦ ὀξέος ἐμβάλλουσι πλάκα χρυσαργύρου π καὶ ἄλλην ἐκ μίγματος ψευδαργύρου Ζ· φέρουσι δὲ ἀμφότερα (σχῆμα 347) σύρμα χάλκινον μᾶλλον ἢ ἧττον ἐκτεταμένον, πρὸς σχηματισμὸν περιφερείας ἀγωγοῦ· ὅταν ἡ περιφέρεια δὲν ἦναι κλεισμένη, οὐδεμία ἐνέργεια χημικὴ ὑπάρχει· ἅμα δὲ τὰ σύρματα ἐγγίζωσιν, βλέπει τις ἐπὶ τοῦ χρυσαργύρου ν' ἀναπτύσσηται ἀέριον ὑδρογονικόν· ἔπειτα νὰ παύῃ καὶ νὰ ἀρχίζῃ ἐκ νέου, ὅταν ἀνοίγηται ἢ κλείηται ἡ περιφέρεια.

Τὸ ὕδωρ λοιπὸν ἀποσυντίθεται· τὸ ὑδρογόνον ἀπαλλάττεται, ἀλλὰ τὸ ὀξυγόνον ἑνόνεται χημικῶς μετὰ τοῦ ψευδαργύρου, πρὸς σχηματισμὸν ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου, ὅπερ ἀμέσως ἑνόνεται μετὰ τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος.

Συγχρόνως δὲ ἡ περιφέρεια τῆς στήλης διατρέχεται ὑπὸ ῥεύμα-

τος ἠλεκτρικοῦ, καὶ τοῦτο ἀποδείκνυται ἐκ τῆς διαβάσεως αὐτοῦ διὰ τῆς πυξίδος τῶν ἡμιτόνων ἢ τῶν ἐφαπτομένων.

Ἰδοὺ λοιπὸν δύο φαινόμενα ταυτόχρονα· ἐνέργεια χημικὴ, καὶ παραγωγὴ ρεύματος.

Τὰ δύο αὐτὰ φαινόμενα συνδέονται περὶ πλέον πρὸς ἄλληλα κατά τινα τρόπον περίεργον· εἰς τὴν μεταβολὴν τοῦ μήκους τῆς περιφερείας παρατηρεῖται ὅτι ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ὑδρογόνου ἐπιταχύνεται, ὅταν τὸ μῆκος ἐλαττοῦται, καὶ βραδύνει καθ' ὅσον αὐτὸ αὐξάνει. Ἐάν τις ἐκτελέσῃ τὸ πείραμα μὲ ἀκρίβειάν τινα, συλλέγων τὸ ἀναδιδόμενον ὑδρογόνον, καὶ παρατηρῶν τὸν ἀπαιτούμενον χρόνον πρὸς ἐπίτευξιν ἴσων ὄγκων, δύο ἑκατοστομέτρων κυβικῶν π. χ. εὑρίσκει ὅτι τὸ γινόμενον τοῦ χρόνου ἐπὶ τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος δεικνυομένην ὑπὸ τῆς πυξίδος, εἶναι πάντοτε τὸ αὐτό.

Τέλος πάντων ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἀερίου εἴτε βραδεῖα εἴτε ταχεῖα εἶναι, τὸ χημικὸν ἀποτέλεσμα ἀνταποκρίνεται πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν ἀνάπτυξιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Κατὰ ταῦτα οὐδεμία ὑπάρχει ἀμφιβολία ὅτι τὸ ρεῦμα παράγεται ἐξ αὐτῶν τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν.

Ἀλλὰ τίς ἡ ἐνέργεια ἐνταῦθα ἡ παράγουσα τὸ ρεῦμα; ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος ἢ ἡ ὀξείδωσις τοῦ ψευδαργύρου.

Ἡ ἀπάντησις τοῦ ζητήματος αὐτοῦ εὑρίσκεται ἐν τῇ θεωρίᾳ τῶν χημικῶν ἀποσυνθέσεων, ἣν πρὸ μικροῦ ἐξεθέσαμεν. Τὰ δύο αὐτὰ φαινόμενα δὲν πρέπει νὰ θεωρῶνται χωριστά· ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ ρεύματος δὲν εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν ποσοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ παραγομένων ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ ὕδατος καὶ τῆς ὀξειδώσεως τοῦ ψευδαργύρου, ἀλλ' εἶναι ἡ συνισταμένη αὐτῶν. Ἰσοδύναμόν τι ὕδατος ἐὰν ἤλειεν ἀποσυντεθῇ μόνον, τὰ δύο αὐτοῦ στοιχεῖα κατὰ τὴν ἀπαλλαγήν των ἤλειον παρέξει ἀκριβῶς τὸν ἠλεκτρισμὸν ὅστις ἐμφανίζεται· τὸ αὐτὸ θὰ συνέβαινε καὶ διὰ τὸ ἰσοδύναμον τοῦ ψευδαργύρου, ὅπερ θὰ ὀξειδοῦτο μὲ τὸ ἐλεύθερον ὀξυγόνον· ἀλλ' ἐνταῦθα τὸ ὀξυγόνον ἐξέρχεται τῆς μιᾶς συνθέσεως, ἵνα εἰσέλθῃ εἰς τὴν ἄλλην· ἡ ἠλεκτρική του κατάστασις διαμένει, καὶ λογίζονται μόνον οἱ ἠλεκτρισμοὶ τῶν στοιχείων ἅτινα μεταβάλλουν κατάστα-

σιν, τουτέστι τὸ ἰσοδύναμον τοῦ ἀναπτυσσομένου ὑδρογόνου, ὅπερ ὀφείλει ν' ἀπολέσῃ μίαν μονάδα θετικοῦ ῥευστοῦ· καὶ τὸ ἰσοδυνάμενον τοῦ ψευδαργύρου τὸ εἰσερχόμενον εἰς τὴν χημικὴν σύνθεσιν, καὶ τὸ ὁποῖον ὀφείλει ἐπίσης ν' ἀπολέσῃ μίαν μονάδα ἀρνητικοῦ ῥευστοῦ· ἅμα ἡ περιφέρεια κλείσῃ, ἡ χημικὴ συγγένεια ἐξασκεῖται· τὸ ἀπολεσθὲν ἀρνητικὸν ῥευστὸν ἐκ τοῦ ψευδαργύρου, καὶ τὸ ἀπολεσθὲν θετικὸν ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου ἐπανασυνθέτονται ὀλίγον κατ' ὀλίγον καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τῆς περιφερείας.

Τοῦτο δὲ ἐστὶ τὸ προσδιορίζον τὴν διεύθυνσιν τοῦ ῥεύματος, τοῦτο ποιεῖ ὥστε ἡ πλὰξ τοῦ ψευδαργύρου καὶ τὸ συνεχόμενον μὲ αὐτὴν σῶμα νὰ σχηματίζωσι τὸν ἀρνητικὸν πόλον τοῦ βολταϊκοῦ στοιχείου ἔξωθεν τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἡ πλὰξ τοῦ χρυσαργύρου καὶ τὸ ἐγγίζον αὐτὴν σῶμα ἀποτελοῦσι τὸν θετικόν.

Ὅταν ἑνόνωσι πολλὰ στοιχεῖα (σχῆμα 348) πρὸς σχηματισμὸν στήλης βολταϊκῆς, τὰ αὐτὰ φαινόμενα ἐμφανίζονται καὶ ἐπαναλαμβάνονται ἐν ἑκάστῳ στοιχείῳ, καὶ ἡ τάσις τετραπλασιάζεται, ἐπειδὴ τὰ μερικὰ ἀποτελέσματα ἑκάστου ὑπερτίθενται ἐπαλλήλως, ἑκάστου ἐνεργοῦντος κατὰ τὸν ἴδιον νόμον αὐτοῦ πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρισμοῦ ἐφ' ὁλοκλήρου τῆς περιφερείας, ὡς νὰ ἦσαν τὰ ἄλλα παθητικά, καὶ νὰ μὴ συνέτεινον εἰμὴ μόνον εἰς τὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς περιφερείας κατά τινα ποσότητα ἴσην τῇ ἰδίᾳ αὐτῶν ἀντιστάσει.

Τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος στοιχεῖον εἶναι τοῦ Σμέου· ἐὰν ἡ πλὰξ τοῦ χρυσαργύρου ἀντικατασταθῇ διὰ χαλκίνης τινὸς, καὶ τὸ μίγμα τοῦ ψευδαργύρου διὰ τοῦ ἁπλοῦ ψευδαργύρου, θὰ ἔχῃ τις τὴν παλαιὰν στήλην τοῦ Βόλτα, ἥτις ἔλαβε τόσας μορφὰς διαφόρους.

Αἱ προτιμητέαι σήμερον στῆλαι ἕνεκα τῆς σταθερότητος τῶν ἀποτελεσμάτων εἰσὶν αἱ μὲ δύο ὑγρά. Λαμβάνομεν ὡς παράδειγμα τὴν τοῦ Βουσένου καὶ τὴν τοῦ Δαννέλλου· ὀλίγαι λέξεις ἀρκοῦσι πρὸς κατάληψιν τῆς θεωρίας αὐτῶν.

Τὸ στοιχεῖον τοῦ Βουνσένου (σχῆμα 349) εἶναι τὸ χρησιμεῦσαν ἡμῖν εἰς τὸν ἀρ. 319, καὶ τοῦ ὁποίου τὴν σύνθεσιν ἐκεῖ ἐξηγήσαμεν· αἱ χημικαὶ ἐνέργειαί εἰσι πλέον συμπεπλεγμέναι ἐν αὐτῷ ἀπὸ τὰς τοῦ στοιχείου Σμέου· πλὴν ὡς πρὸς τὸ τελικὸν ἀποτέλεσμα εἶναι

τὸ αὐτὸ πρᾶγμα. Τὸ πορῶδες ἀγγεῖον ἐνεργεῖ διττῶς· ἐμποδίζει μὲν τὴν μίξιν τῶν ὑγρῶν, ἀλλὰ συγχωρεῖ τὴν ἄμεσον σχέσιν αὐτῶν ἄνευ μεσολαβήσεως τρίτου τινὸς, μιγνύμενα ἐν τοῖς πόροις αὐτοῖς τοῦ πηλίνου ἀγγείου· ὁ ἄνθραξ χρησιμεύει ὡς ἁπλοῦς ἀγωγὸς καὶ κυρίως ὠφελεῖ ἡ ἄμεσος αὐτοῦ ἐπαφὴ μετὰ τοῦ ὑγροῦ· τὸ ὕδωρ ἀποσυνθέτεται, ὁ ψευδάργυρος ὀξειδοῦται καὶ παρέχει θειϊκὸν ψευδάργυρον· τὸ ὑδρογόνον φθάνει εἰς τὸν ἄνθρακα, καὶ ἀντὶ νὰ ἐξέρχηται ἀποξειδόνει, ἤτοι ἀφαιρεῖ τὸ ὀξυγόνον τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καὶ παρέχει χώραν εἰς διάφορα χημικὰ παραγόμενα. Οὕτω ὁ ψευδάργυρος ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον καὶ ὁ ἄνθραξ τὸν θετικόν.

Τὸ ἰσοδύναμον τοῦ ὑδρογόνου εἴτε ἐξέρχεται εἴτε μὴ, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι τὸ αὐτὸ ὡς πρὸς τὴν παραγωγὴν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· καὶ πραγματικῶς, ἐὰν λάβῃ μέρος εἰς χημικήν τινα σύνθεσιν, ἢ ἀντικαθίσταται δι' ἄλλου τινὸς ἰσοδυνάμου, ὅπερ γίνεται ἐλεύθερον, ἢ ἑνοῦται μετά τινος ἄλλου σώματος ἐλευθέρου· εἰς τὴν πρώτην περίστασιν τὸ ἀντικαθιστῶν αὐτὸ ἰσοδύναμον χορηγεῖ εἰς τὸν ἄνθρακα ἠλεκτρισμὸν θετικὸν, τὸν ὁποῖον ἤθελε παρέξει καὶ αὐτὸ ἀναπτυσσόμενον· εἰς δὲ τὴν δευτέραν περίστασιν εἶναι τὸ ἐλεύθερον ἰσοδύναμον μετὰ τοῦ ὁποίου ἑνοῦται χημικῶς τὸ ἀποβάλλον καὶ χορηγοῦν εἰς τὸν ἄνθρακα τὴν μονάδα αὐτὴν τοῦ θετικοῦ ῥευστοῦ. Τὸ στοιχεῖον τοῦ Δανιέλλου (σχῆμα 350) σύγκειται ἐκ τοῦ προηγουμένου πορώδους ἀγγείου μετὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος ἐνύδρου· ἀλλ' εἶναι ἐμβεβαμμένον εἰς διάλυσίν τινα κεκορεσμένην θειϊκοῦ χαλκοῦ, περιεχομένην καὶ αὐτὴν εἰς χάλκινον ἀγγεῖον. Ὁ ψευδάργυρος ὑφίσταται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα· ὅθεν εἶναι πόλος ἀρνητικός· τὸ ὑδρογόνον φθάνον εἰς τὸν χαλκὸν ἐπὶ παρουσίᾳ τοῦ θειϊκοῦ χαλκοῦ δὲν ἀναπτύσσεται, ἀλλὰ λαμβάνει τὴν θέσιν τοῦ χαλκοῦ ὅστις ἠλεκτρικῶς λαμβάνει τὴν ἰδικήν του· ἐπειδὴ ἀπελευθερούμενος παρέχει εἰς τὸν θετικὸν πόλον τὸ θετικὸν ῥευστὸν, ὅπερ τὸ ὑδρογόνον θὰ ἐχορήγει.

202. Γαλβανοπλαστική. Ἡ Γαλβανοπλαστικὴ εἶναι ἡ τέχνη τῆς ἀποτυπώσεως τῶν μετάλλων διὰ τῆς κατακρημνίσεως τῶν διαλύσεων αὐτῶν μέσον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος· τὸ ἀκόλουθον

παράδειγμα ἀρκεῖ πρὸς κατάληψιν τοῦ ὁρισμοῦ αὐτοῦ. Θέτουσι νομισματόσημον ἐπὶ χαλκίνης πλακὸς μὲ τρόπον ὥστε νὰ συνάπτωνται καλῶς τὰ μέταλλα· ἡ περιφέρεια μόνον αὐτοῦ καλύπτεται μὲ κηρὸν χυτὸν, ἡ δὲ πλὰξ αὐτὴ μετὰ τοῦ ὁποίου συνέχεται σώματος ὁλόκληρος· ὥστε ἡ μία ἐπιφάνεια μόνον τοῦ νομισματοσήμου εἶναι ἐλευθέρα καὶ καθαρά· οὕτω κρεμῶσιν αὐτὸ καθέτως ἐν διαλύσει τινὶ κεκορεσμένῃ θειϊκοῦ χαλκοῦ (σχῆμα 351)· ἀπέναντι αὐτοῦ, εἰς μικράν τινα ἀπόςασιν, ἀντιπαρατάττουσιν ἔλασμα χάλκινον συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ἑνὸς μόνου στοιχείου ἢ μιᾶς ςήλης ἀσθενεστάτης, ἐν ᾧ τὸ σῶμα τοῦ νομισματοσήμου συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ· ἐὰν τὸ ῥεῦμα εἶναι ἀσθενὲς, μετά τινων ἡμερῶν ἐνέργειαν τὸ νομισματόσημον θὰ καλυφθῇ ἀπὸ πλάκα χαλκίνην στερεὰν καὶ ἰσχυράν· ἀποχωρίζοντες τὴν πλάκα αὐτὴν ἐκ τοῦ νομισματοσήμου ὅπερ καλύπτει, εὑρίσκουσι κοίλωμα ἐντελὲς, παριστῶν πιστότατα τὸ ἔκτυπον τοῦ νομίσματος μὲ τὰς πλέον ἀκριβεῖς λεπτομερείας αὐτοῦ.

Διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ῥεύματος ὁ θειϊκὸς χαλκὸς ἀποσυνετέθη, ὁ χαλκὸς μετηνέχθη εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, καὶ τὸ θειϊκὸν ὀξὺ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου εἰς τὸν θετικόν· ἐκεῖ τὰ στοιχεῖα αὐτὰ ἑνοῦνται μετὰ τοῦ χαλκοῦ τοῦ θετικοῦ πόλου ἵνα σχηματίσωσιν ἐκ νέου τόσον θειϊκὸν χαλκὸν, ὅσος ἦν ὁ ἀποσυντεθείς· τὸ θετικὸν ῥευματοφόρον καλεῖται ἕνεκα τούτου διαλυτὸν, ἐπειδὴ πραγματικῶς διαλύεται καὶ διατηρεῖ τὴν διάλυσιν εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κορέσεως.

Ἐὰν τὸ ῥεῦμα εἶναι πολὺ ἐνεργὸν, ὁ ἐπικαθήμενος χαλκὸς ἐπὶ τοῦ νομίσματος γίνεται εὔθραστος· μὲ ἔτι πλειοτέραν ἐνέργειαν ἀκόμη, γίνεται εὔτριπτος καὶ ἄνευ συνοχῆς· ἀπαιτεῖται πολλὴ προσοχὴ ἵνα δοθῇ εἰς αὐτὸν ὁ προσήκων βαθμὸς τῆς στερεότητος καὶ ἐλασματικότητος, ὡς ἐκ τῆς θερμοκρασίας, τῆς ἐκτάσεως τοῦ νομισματοσήμου κτλ.

Διὰ τοῦ κοιλώματος αὐτοῦ εἶναι εὔκολον νὰ παραγάγῃ τις ἔκτυπον οὐχ' ἧττον πιστὸν ὡς καὶ ἐκεῖνο. Δύναταί τις ἐπίσης νὰ μεταχειρισθῇ καὶ γύψινα νομισματόσημα, πήλινα κτλ. ἀρκεῖ μόνον ἡ ἐπιφάνεια ἧς τὸ σχῆμα πρόκειται νὰ ληφθῇ νὰ ἔχῃ ἐντελῆ τινα ἡ-

λεκτραγωγότητα· τοιαύτην παρέχουσι διὰ τοῦ ἀνθρακίτου σιδήρου (blombagine), τῆς κόνεως τοῦ ἀργύρου κτλ.

Εἰς ὅλας τὰς περιστάσεις συμφέρει νὰ φλέγηται, τὸ τμῆμα, δηλ. νὰ διέρχηται ἀπό τινος φλογὸς ῥητινώδους, πρὶν ἢ ἐμβαφῇ εἰς τὸν θειϊκὸν χαλκόν.

Οὕτω ἀπεπειράθησαν νὰ ἐκτελέσωσι μεγάλα ἀνάγλυφα καὶ μάλιστά σχήματα καὶ εἰκόνας κολοσσαίας, συνισταμένας ἐκ πολλῶν μερῶν· ἀλλὰ φαίνεται ὅτι ὁ χαλκὸς εἰς αὐτὰς τὰς περιστάσεις δὲν ἔλαβε τὴν ἀπαιτουμένην σύμπηξιν πρὸς διατήρησιν αὐτοῦ.

Ἐπιτυγχάνουσι κάποτε τὴν παράστασιν χαλκοτύπων διὰ διπλῆς τινος ἐργασίας.

Ὅταν τὸ ἐπικαθήμενον μέταλλον ἦναι εἰς λεπτότατα στρώματα, δὲν μεταβάλλει τοὺς χαρακτῆρας τοῦ ἀντικειμένου· οὕτω κατώρθωσαν νὰ καλύψωσι φυτὰ, ἄνθη, καρποὺς, ζῶα μάλιστα, καὶ πρὸ πάντων πτηνὰ μὲ περικάλυμμα λεπτότατον ἐκ χαλκοῦ, διατηροῦν ὅλους τοὺς χαρακτῆρας, καὶ ἐκτὸς τούτου ἀρκετὰ πυκνὸν ὥστε νὰ σχηματίζῃ πραγματικόν τι περικάλυμμα.

Ἄλλα μέταλλα ἐπικάθηνται ὡς ὁ χαλκός· δύναταί τις μάλιστα μιγνύων καὶ συνθέτων προσηκόντως διαλύσεις τινὰς, νὰ ἐπιτύχῃ, διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ῥεύματος, κάλλιστα μίγματα, οἷον ὀρείχαλκον ἢ μίγματα ψευδαργύρου καὶ κασσιτέρου μετὰ τοῦ χαλκοῦ κτλ. Ἀλλ' ὑπάρχουσι μέταλλα κακῶς συνθετόμενα ἐκ τῆς ἐπιῤῥοῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· δὲν θέλουσι νὰ σωματωθῶσιν, οὕτως εἰπεῖν, ἀλλὰ μένουσι πάντοτε ὑπὸ τὴν μορφὴν κόνεως ἀσυνθέτου ἢ λεπτῶν ἐλασμάτων κρυσταλλοειδῶν ἐπιπροσθέτων.

Ἡ γαλβανικὴ χρύσωσις καὶ ἀργύρωσις ἐκαλλιεργήθη μεγάλως· σήμερον κατήντησε τέχνη βιομηχανική. Ἡ χρύσωσις γίνεται εἰς μεγάλας λεκάνας, ἐν αἷς μιγνύουσι κατά τινας ἀναλογίας διαλύσεις χλωρούχου χρυσοῦ καὶ προυσιακῆς ποτάσσης· φύλλα ἢ πέταλα χρυσοῦ ἀπηωρημένα ἐν τῇ λεκάνῃ, καὶ συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης σχηματίζουσι τὸ διαλυτὸν ῥευματοφόρον· τὰ πρὸς χρύσωσιν σώματα ἐμβάπτονται ἐπίσης ἐν τῷ λουτρῷ τῶν διαλύσεων, καὶ συγκοινωνοῦσι μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου. Ὅλη

ἡ δυσκολία τῆς ἐργασίας κεῖται εἰς τὴν προπαρασκευὴν καὶ καθάρισιν τῶν σωμάτων, εἰς τὴν ἕξιν τοῦ καλῶς κανονίζειν τὴν δύναμιν τοῦ ῥεύματος, τέλος εἰς τὸ πλύσιμον, τὸ ξέσιμον, καὶ τὴν ξήραναιν τῶν χρυσωτέων τμημάτων.

Ἡ ἀργύρωσις ἐκτελεῖται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, διὰ λουτρῶν διαλύσεων πρωσιακοῦ ἀργύρου καὶ ποτάσσης.

213. Ἐπιῤῥοὴ τῆς ἠλεκτρικῆς καταστάσεως ἐπὶ τῶν χημικῶν συγγενειῶν. Εἴδομεν ἤδη εἰς τὸν ἀρ. 206 ὅτι τὸ ὑπόξυνον ὕδωρ δὲν προσβάλλει ἐπαισθητῶς τὸν μικτὸν ψευδάργυρον· ὅτι ἡ ἐνέργεια ἄρχεται ὅταν ὁ ἠλεκτρισμὸς δύναται νὰ κυκλοφορῇ καὶ ὅτι εἶναι τοσούτῳ ἐνεργότερος ὅσῳ εὐκολώτερον γίνεται ἡ ἠλεκτρικὴ κυκλοφορία (σχῆμα 352)· ἐπίσης εἴδομεν ὅτι εἰς τὴν περίστασιν ταύτην ἡ ἠλεκτρικὴ κυκλοφορία εἶναι συνθήκη τις τῆς χημικῆς ἐνεργείας· ἐνταῦθα ὀφείλει τις νὰ διακρίνῃ τὴν συγγένειαν αὐτὴν τῆς κυρίως χημικῆς ἐνεργείας· αἱ συγγένειαι ἀναμφιβόλως ἐξασκοῦνται, πλὴν ἐξασκοῦνται διὰ τῆς ἰσορροπίας· τείνουσι νὰ μεταθέσωσι τὰ βαρέα μόρια τῆς ὕλης, ἀλλὰ δὲν τὰ μεταθέτουσι· δὲν βάλλουσιν αὐτὰ εἰς κίνησιν, δὲν παράγουσι τὸ ἀποτέλεσμά των καθ' ὅσον ἡ ἠλεκτρικὴ κυκλοφορία δὲν δύναται νὰ ἐκπληρωθῇ.

Ἐὰν πρὶν κλείσῃ ἡ περιφέρεια, ζητήσῃ τις διὰ τοῦ πυκνωτῆρος τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν τοῦ σύρματος ψευδαργύρου καὶ τοῦ σύρματος χρυσαργύρου, εὑρίσκει τὸν πρῶτον πληρωμένον ἠλεκτρισμοῦ ἀρνητικοῦ, καὶ τὸν δεύτερον θετικοῦ· ἡ διάζευξις αὕτη τῶν ῥευζῶν εἴτε ἀποτέλεσμα εἶναι τῆς συγγενείας μόνης, ἐξασκουμένης διὰ τῆς ἰσορροπίας, χωρὶς νὰ ἐκπληροῦται οὐδεμία ἕνωσις χημικὴ, εἴτε ἀποτέλεσμα τῆς χημικῆς συγγενείας παρακολουθουμένης ὑπὸ χημικῆς τινος ἐνεργείας ἐπὶ μορίων ἅτινα ἤθελον ἑνωθῇ, τοῦτο ὀλίγον ἐνδιαφέρει· ἐπειδὴ πραγματικῶς ἡ τελευταία αὐτὴ περίστασις λαμβάνει πάντοτε χώραν, διότι οἱ ἠλεκτρισμοὶ ἀναγεννῶνται καὶ ἐπαναλαμβάνονται καθ' ὅσον ἀφαιροῦνται· ὅθεν ἕπεται ἡ ἀξιόλογος αὕτη συνέπεια, ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου ἐξασκουμένη χημικὴ ἐνέργεια διακόπτεται, ἅμα οὗτος ἠλεκτρισθῇ ἀρνητικῶς εἰς βαθμόν τινα.

Οὕτω ἡ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ἐξασκεῖ ἐπὶ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν ἐπιῤῥοήν τινα μᾶλλον ἢ ἧττον ῥανεράν, πρὸ πάντων ὅταν αὐταὶ ἐκτελῶνται βραδέως καὶ παράγωνται ἐξ ἀσθενῶν συγγενειῶν.

Ἐπειράθησαν νὰ ἐφαρμόσωσι τὴν ἀρχὴν ταύτην εἰς τὴν διατήρησιν τῶν συνήθων μετάλλων, φθειρομένων τόσον ταχέως ὑπὸ τοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος περιέχοντος ἀέρα, καὶ πρὸ πάντων ὑπὸ τοῦ θαλασσίου ὕδατος· ἡ ἀξιολογωτέρα τῶν ἐφαρμογῶν αὐτῶν εἶναι ἡ δοκιμασθεῖσα ὑπὸ τοῦ Δάβυ ἵνα ἐμποδίσῃ τὴν κατάβρωσιν τῆς πλακώσεως ἢ μεταλλικῆς ἐπισανιδώσεως τῶν πλοίων. Ἵνα διατηρήσῃ εἰς ἀρνητικὴν κατάστασιν τὸν χαλκὸν τῆς πλακώσεως ὁ Δάβυ ἐπενόησε νὰ θέσῃ ἔμπροσθεν καὶ ὄπισθεν τῶν πλοίων ἐκτεταμένας πλάκας σιδήρου ἢ ἀνθρακούχου σιδήρου (fonte)· τὸ μέταλλον αὐτὸ προσβαλλόμενον ὑπὸ τοῦ θαλασσίου ὕδατος πολὺ περισσότερον τοῦ χαλκοῦ ἐπροφύλαττε τοῦτον διὰ τῆς μεταδόσεως τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· ἐσχημάτιζον ὁμοῦ ἓν στοιχεῖον τῆς βολταϊκῆς στήλης, ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ ὕδατος τῆς θαλάσσης πρὸς ἀποσύνθεσιν αὐτοῦ, ἢ μᾶλλον πρὸς ἀποσύνθεσιν τῶν ἐν διαλύσει περιεχομένων ἁλάτων, ἐν ᾧ ὁ ἀνθρακοῦχος σίδηρος κατεβρώσκετο ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου ἢ τοῦ χλωρίου, ὁ χαλκὸς τῷ ὄντι τῆς ἐπισανιδώσεως ἦτο προφυλαγμένος, ἀλλ' ἦτο πολὺ ἢ ὀλίγον· εἰς τὴν πρώτην περίστασιν ἐσκεπάζετο ἀπὸ βάσεις ἀλκαλοειδεῖς πρὸς ἃς ἐπροσκολλῶντο ἀμέσως χόρτα καὶ ὀστρακοδέρματα ἐνοχλοῦντα μεγάλως τὴν πορείαν τοῦ πλοίου· εἰς τὴν δευτέραν δὲν ἦτο τόσον ἀρνητικὸς ὅπως ἐμποδίσῃ τὴν προσβολὴν καὶ τὴν φθοράν· εἶναι χρεία νὰ ληφθῇ εἶδός τι καταστάσεως ἰσορῥοπίας, ἧς ἡ πρακτικὴ πραγματοποίησις εἶναι λίαν δύσκολος.

Τὰ διαδηλωθέντα φαινόμενα ἐν τῇ περιπτώσει αὐτῇ εἰσιν ὅλως ἀνάλογα μὲ τὰ παραγόμενα κατὰ τὸν σχηματισμὸν τοῦ κρονίου δένδρου (arbre de Saturne)· τὸ ὡραῖον αὐτὸ πείραμα χρεωστεῖται εἰς τοὺς ἀλχημιστάς, καὶ ἐκτελεῖται κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον· φιάλη πλήρης διαλύσεως ἀρκετὰ πυκνῆς ὀξικοῦ μολύβδου κλείεται μὲ πῶμα ῥελλοῦ, ἀφ' οὗ ἐξαρτᾶται ἔλασμα ψευδαργύρου φέρον μακρὰ σύρματα ὁρειχάλκινα ἐστραμμένα σπειροειδῶς· ὁ ψευδάργυρος

καὶ τὰ σύρματά εἰσι βυθισμένα ἐν τῷ ὑγρῷ· παριστῶσι δὲ τὰ πλάκας τοῦ σιδήρου καὶ τὴν μεταλλικὴν ἐπισανίδωσιν καλυπτομένας ὑπὸ τοῦ ὕδατος τῆς θαλάσσης. Μετά τινας ἡμέρας, τὰ σύρματα περικαλύπτονται ἀπὸ πλατέα καὶ λαμπρὰ πέταλα φυλλώδη μολύβδου κρυσταλλωμένου.

Ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται, ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς ἐξ οὗ πληροῦται μεταβαίνει εἰς τὰ σύρματα, ὅπου μηδενίζεται ὑπὸ τοῦ θετικοῦ, τοῦ μολύβδου ἐναποτιθεμένου ἐκεῖ· τὸ ἰσοδύναμον αὐτὸ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος, ἐλευθερούμενον, ἑνοῦται μετ' ἄλλου τινὸς ἰσοδυνάμου τοῦ ψευδαργύρου πρὸς παραγωγὴν νέας τινὸς μονάδος ἀρνητικοῦ ῥευστοῦ.

Ὁ μόλυβδος παριστᾷ ἐνταῦθα τὰς ἀλκαλοειδεῖς καταθέσεις ἢ προσκολλήσεις ἐπὶ τῆς μεταλλικῆς ἐπισανιδώσεως τῶν πλοίων. Ἐὰν τὰ μετάλλινα σύρματα τοῦ κρονίου δένδρου ἦσαν ἐπίσης ἀπὸ ψευδάργυρον, ἡ ἠλεκτρικὴ κυκλοφορία θὰ ἐγίνετο ἄλλως, συγκεχυμένη δηλ. καὶ ἀκανόνιστος· ὁ μόλυβδος θὰ ἐπεκάθητο πανταχοῦ λαμβάνων τὴν θέσιν τοῦ ψευδαργύρου, ὅστις λαμβάνει τὴν ἰδικήν του.

Τοιοῦτόν τι φαινόμενον παράγεται καὶ ὅταν χόνη τις μεταλλικὸν ἔλασμα ἐν διαλύσει μετάλλου τινὸς ὅπερ δύναται νὰ κατακρημνίσῃ· οὕτω, π. χ. ἔλασμά τι σιδήρου ἢ ψευδαργύρου καλύπτεται ἀπὸ χαλκὸν, ὑδράργυρον ἢ ἄργυρον, ὅταν ἐμβάπτηται εἰς θειϊκὸν χαλκὸν, εἰς νιτρικὸν ὑδράργυρον ἢ ἄργυρον.

§ 10. Φαινόμενα ἠλεκτροφυσιολογικά.

214. Ἰχθύες ἠλεκτρικοί. Ὑπάρχουσιν ἰχθύες παρέχοντες ἠλεκτρικοὺς κλονισμοὺς παραβλητοὺς, μὲ τοὺς ὁποίους θὰ παρεῖχε συστοιχία ἠλεκτρικὴ ἰσχυρὰ ἢ μία βολταϊκὴ στήλη ἐκ πολλῶν στοιχείων. Οἱ πλέον ἀξιοσημείωτοι ὡς πρὸς τοῦτο ἰχθύες εἰσὶν ἡ νάρκη καὶ ὁ γυμνωτός· ἡ νάρκη εὑρίσκεται εἰς τὴν Εὐρώπην, ἐν τῇ ἀδριατικῇ θαλάσσῃ, καὶ ἐπὶ τῶν δυτικῶν παραλίων τῆς Γαλλίας· ὁ γυμνωτὸς εἰς τὴν Ἀμερικὴν, εἰς Σουρινάμ, ἐν τοῖς τενάγοις τῆς Κολομ-

δίας, καὶ τῶν Ἰνδιῶν· εἶναι δὲ οὗτος εἶδός τις ἐγχέλυος φθάνοντος κάποτε εἰς δύο μέτρων μῆκος· ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ δύναμις εἶναι μεγαλειτέρα ἀπὸ τὴν τῆς νάρκης. Ἡ πρώτη παρατήρησις ἐπ' αὐτῶν τῶν ἰχθύων ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Βαλσίου τὸ 1772, ὅστις ἀπέδειξεν ὅτι οἱ κλονισμοὶ τοὺς ὁποίους παρέχουσιν οἱ ἰχθύες αὐτοὶ προέρχονται ἀπὸ μεγάλην τινὰ ἀνάπτυξιν ἠλεκτρισμοῦ· κατώρθωσε μάλιστα νὰ κάμῃ ὁρατὸν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα παραγόμενον ἐκ τῆς κενώσεως τοῦ γυμνωτοῦ· ἀπὸ τὸν καιρὸν τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ ἠλεκτρομαγνητισμοῦ, ἠδυνήθησαν νὰ σπουδάσωσι καὶ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ῥεύματος, καὶ τὰ φυσικὰ καὶ χημικὰ ἀποτελέσματα αὐτοῦ. Ἐν τῇ νάρκῃ τὸ ῥεῦμα φέρεται ἐκ τῆς ῥάχεως πρὸς τὴν κοιλίαν ἔξωθεν τοῦ ἰχθύος· εἰς τὸν γυμνωτὸν δὲ ἐκ τῆς κεφαλῆς πρὸς τὴν οὐράν.

Ἡ ταχεῖα καὶ ὑπερβολικὴ αὐτὴ ἀνάπτυξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ παράγεται δι' ἰδίου τινὸς ὀργάνου, οὗ ἡ κατασκευὴ ὁμοιάζει στήλην γαλβανικὴν συγκειμένην ἐκ πολλῶν χιλιάδων στοιχείων σμικροτάτων. Μ' ὅλον τοῦτο ἡ ἐνέργεια τοῦ ὀργάνου αὐτοῦ προσδιορίζεται ἀπὸ ὀγκώδη νεῦρα ἀπολήγοντα ἐκεῖ· ἀλλὰ δὲν γνωρίζει τις ἐὰν ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶναι ἀποτέλεσμα χημικῶν ἐνεργειῶν ἢ ἄλλων αἰτιῶν· εἶναι γνωστὸν μόνον ὅτι τὸ ζῶον τὸν ἀναπτύσσει κατὰ θέλησιν.

213. Ἀποτελέσματα τῶν ἠλεκτρικῶν ῥευμάτων ἐπὶ τῶν ζώντων σωμάτων· ἀνωτέρω ἐγένετο λόγος περὶ τῶν συγκινήσεων παραγομένων διὰ τοῦ σπινθῆρος τῆς μηχανῆς, διὰ τῶν κενώσεων τῶν ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν καὶ τοῦ ῥεύματος τῆς στήλης· ἐνταῦθα προσθέτομεν ὅτι τὰ ἀποτελέσματα αὐτὰ παράγονται ἐπὶ ὅλων τῶν ζώων· ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα γενικῶς διεγείρει πάντοτε συστολὰς τῶν μυῶν μικρὰς ἢ μεγάλας παρὰ τοῖς ζώοις, ἅτινα πρὸ ὀλίγου ἐστερήθησαν τῆς ζωῆς· αἱ συστολαὶ αὐταὶ εἰσι σχεδὸν τόσον ἰσχυραὶ ὅσον καὶ ἐπὶ τῶν ζώντων· ὥστε δὲν εἶναι χρεία νὰ μεταχειρισθῇ τις δυνατὴν στήλην διὰ νὰ κλονίσῃ σφοδρῶς τὰ μέλη καὶ ὅλας τὰς μυώδεις ἴνας σώματος τεθνηκότος· νομίζει τις ὅτι ἡ ἐνέργεια τῆς στήλης ἀποδίδει εἰς αὐτὸ στιγμιαίως ὅλην τὴν ἐνεργητικότητα τῆς ζωῆς.

Ἀπεδείχθη μάλιστα ὅτι τὰ τόσον περίεργα αὐτὰ φαινόμενα προσδιορίζονται ἐκ τῆς διαδρομῆς τοῦ ῥεύματος διὰ τῶν νεύρων μόνων· οὕτω ἐὰν τὸ ῥεῦμα διέλθῃ μέρος ἀπομεμονωμένον νεύρου τινὸς, ὅλοι οἱ μῦς οἱ ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν αὐτοῦ ὄντες συστέλλονται· ὑπὸ τὸν ὅρον ὅμως τὸ ῥεῦμα νὰ διευθύνηται κατὰ τὴν διακλάδωσιν τοῦ νεύρου καὶ ὄχι πρὸς τὴν ῥίζαν· διότι τότε οὐδεμία συστολὴ παράγεται.

Ὁ βάτραχος φαίνεται ἐξ ὅλων τῶν ζώων τὸ εὐερεθιστότερον ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥευστοῦ, ὡς παρέχων τὴν πλέον ζωηρὰν μυώδη συστολήν· οὕτω βάτραχος παρεσκευασμένος, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα 353, δηλ. ἐκδερματισμένος, τετμημένος, ἔχων τοὺς κάτω σπονδύλους ἀφῃρημένους, τὰ δύο περὶ τοὺς ψόας νεῦρα γεγυμνωμένα καὶ προσπεφυκότα τοῖς ἄνω σπονδύλοις, τίθεται εἰς ζωηρὰν σπασμωδικὴν κίνησιν, ὅταν τὸ ἀσθενέστερον ἠλεκτρικὸν ῥεῦμα διέρχηται μεταξὺ τῶν μυόνων καὶ νεύρων αὐτοῦ ἢ μόνον διὰ μικρᾶς τινος ἐκτάσεως νεύρου ἀπομεμονωμένου. Τὸ φαινόμενον αὐτὸ παρατηρηθὲν τὸ πρῶτον καὶ ἐπιμελῶς σπουδασθὲν ὑπὸ τοῦ Γαλβάνη κατὰ τὸ 1789, ἐστάθη ἡ σπουδαιοτέρα ἀνακάλυψις τοῦ αἰῶνος, ἥτις παρήγαγε τὸν ἠλεκτρομαγνητισμόν.

Ἂς ἀναφέρωμεν ἐν συντομίᾳ τὰς προόδους τῆς ἐπιστήμης εἰς ἃς αὕτη παρέσχεν ἀφορμήν.

Ὁ Γαλβάνης, ἐκπλαγεὶς ὑπὸ τῶν τοιούτων συστολῶν, αἵτινες κατὰ συμβεβηκὸς παρήχθησαν ὑπὸ τοὺς ὀφθαλμοὺς αὐτοῦ, ἐννόησε διὰ τῆς ὀξυνοίας του τοὺς οὐσιώδεις ὅρους τοῦ νέου αὐτοῦ φαινομένου· ἀνεγνώρισεν ὅτι ἡ παραγωγὴ τοῦ τοιούτου ἀπαιτεῖ τὴν συγκοινωνίαν τῶν μυῶν καὶ νεύρων διὰ μεταλλικοῦ τινος τόξου· ὁ βάτραχος παρεβλήθη τότε μὲ μίαν λάγηνον τοῦ Λεϊδ, καθ' ἣν τὰ νεῦρα παρίστων τὸ ἐσωτερικὸν μετάλλωμα, καὶ οἱ μυῶνες τὸ ἐξωτερικὸν, τὸ δὲ ῥευστὸν, ὅπερ ἐκάλεσαν γαλβανικὸν, διήγειρε τὴν μυώδη συστολὴν ἅμα ἠδύνατο νὰ ἐπανασυντεθῇ, ἢ νὰ τεθῇ εἰς ἰσορροπίαν διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τόξου. Ὁ δὲ Βόλτας ὡδηγήθη εἰς ἄλλην τινὰ ἐξήγησιν, μαθὼν ὅτι τόξον ἐκ δύο μετάλλων, ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ, π. χ. ὡς τὸ παριστάμενον εἰς τὸ σχῆμα 353, παρήγαγεν ἀποτέ-

λεσμα δραστικώτερον τοῦ ἑνὸς μόνου, παρεδέχθη ὅτι ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ἐπαφῆς τῶν δύο μετάλλων ἀνεπτύσσετο δύναμίς τις κινοῦσα παράγουσα ἠλεκτρισμὸν θετικὸν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, καὶ ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ· ὅτι οἱ δύο αὐτοὶ ἠλεκτρισμοὶ ἐπανασυνεθέτοντο διατρέχοντες τοὺς μῦς καὶ τὰ νεῦρα, καὶ παρήγαγον τὸν κλονισμόν. Οὕτω κατὰ τὸν Βόλταν οὐδὲν ῥευστὸν γαλβανικὸν ὑπῆρχεν, ἀλλὰ ἠλεκτρικόν, ἐξωτερικόν, ἀλλότριον τοῦ ζώου, καὶ παραγόμενον ἐκ τῆς συναφείας τῶν μετάλλων.

Ὁ Γαλβάνης δὲν ἐπίστευε διόλου εἰς τὴν ὕπαρξιν ῥευστοῦ τινος ἰδίου γαλβανικοῦ, διαφόρου τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐτοῦ· ἀλλὰ διετείνετο ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς αὐτὸς ἦτον ὀργανικὸς, ἐσωτερικὸς, ἀνήκων εἰς τὸν ζῶον, καὶ ὅτι τὸ ἀγωγὸν τόξον ἀντὶ νὰ ἦναι ἡ ἐνεργὸς αἰτία τῆς σπασμωδικῆς κινήσεως, ἦτο τὸ παθητικὸν ὄργανον, δι' οὗ ὁ ὀργανικὸς αὐτὸς ἠλεκτρισμὸς ἀνελάμβανε τὴν ἰσορροπίαν του.

Ἡ συζήτησις αὕτη ὡδήγησε τὸν Βόλταν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τῆς στήλης· ἀκολουθῶν μὲ πνεῦμα ἐρευνητικὸν τὴν ἰδέαν του ὡς πρὸς τὴν κινοῦσαν ἠλεκτρικὴν δύναμιν μεταξὺ δύο μετάλλων ἑτερογενῶν, συνέταττε κατὰ μυρίους τρόπους ζεύγη μεταλλικὰ διὰ νὰ καταστήσῃ ἐπαισθητὸν τὸν ὑελώδη ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τοῦ ἑνὸς, καὶ τὸν ῥητινώδη ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Ἡ πρώτη αὐτοῦ στήλη ὑπῆρξεν ἡ κιονοειδὴς (σχῆμα 354), συγκειμένη ἐκ στοιχείων ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ χωριζομένων διὰ κυκλοτεροῦς τμήματος ἐριούχου βεβρεγμένου, ἧς ἡ δύναμις εἶναι μεγίστη, πρὸ πάντων ἵνα παρέξῃ κλονισμοὺς ὅταν ἐνώσωσιν ἑκατοντάδα τινὰ μόνον στοιχείων, ὧν αἱ ἐπιφάνειαι τριφθεῖσαι διὰ τοῦ ἀμμολίθου, ἔχουσιν ὅλην τὴν μεταλλικὴν των στιλπνότητα· τὸ βεβρεγμένον ἐριοῦχον τμῆμα ἐμβάπτεται εἰς ὕδωρ περιέχον τὸ $\frac{1}{18}$ π ρίπου τοῦ ὄγκου του θειϊκὸν ὀξύ.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς τότε ἐγένετο προφανὴς εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς στήλης, ἐπλήρου τὸν πυκνωτῆρα, παρεῖχε σπινθῆρας, διήγειρε κλονισμούς. Μετ' οὐ πολὺ, ὑπὸ ἄλλην τινὰ μορφὴν, ἀπεσύνθετε τὸ ὕδωρ, παρέσχεν εἰς τὸν Δαβὺ τὴν σόδαν καὶ τὴν πότασσαν, καὶ ἤνοιγεν εἰς τὴν χημείαν νέον τινὰ κόσμον.

Γινώσκομεν σήμερον ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς στήλης εἶναι ἀποτε-

λεσμα χημικῶν ἐνεργειῶν καὶ ὄχι δυνάμεως ἠλεκτροκινούσης δοξαζομένης ὑπὸ τοῦ Βόλτα. Μ' ὅλον τοῦτο μεγάλως σεβόμεθα τὴν εὐφυΐαν τοῦ ἀνδρὸς, ἥτις ἐστάθη αἰτία τόσων μεγάλων προόδων τῆς ἐπιστήμης

216. Ἠλεκτρικὰ ῥεύματα παρατηρηθέντα ἐν τοῖς ζώοις. Ὁ γαλβανικὸς βάτραχος παρέχει πραγματικῶς ῥεῦμά τι· ὁ Νοβίλι ἀπέδειξε τοῦτο ἐγγίζων ἐξ ἑνὸς τοὺς μῦς, καὶ ἐξ ἑτέρου τὰ νεῦρα διὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ σύρματος γαλβανομέτρου τινός· τὸ ῥεῦμα διευθύνεται ἐκ τῶν ποδῶν πρὸς τὴν κεφαλὴν ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τοῦ ζώου· παράγεται δὲ ὄχι προσωρινῶς, ἀλλὰ καθ' ὁλοκλήρους ὥρας, καθ' ὁλοκλήρους ἡμέρας, καὶ ἐπὶ τοσοῦτον ὅσον τὸ ζῶον διατηρεῖ λείψανόν τι ἐρεθιστικότητος ὑπὸ τὴν ἐπιῤῥοὴν τῶν πλέον δραστηρίων δυνάμεων.

Ἀπὸ τεμάχια νεύρων, τακῶνας μυώνων ζώου ὁποιουδήποτε παράγουσιν ἐπίσης ῥεύματα ἀνάλογα, ὅταν συγκοινωνῶσιν αὐτὰ μὲ γαλβανόμετρα ἀρκετὰ ὀξύῤῥοπα καὶ εὐαίσθητα.

Ὁ Κ. Ματεύκης κατεσκεύασεν ἀληθεῖς στήλας βολταϊκὰς μὲ μῦς μόνον διατεθειμένους κατὰ σειρὰν ἐπαλλήλως, σημειόνων οὕτω τὰ γαλβανοσκοπικὰ αὐτῶν ἀποτελέσματα. Ὁ Κ. Δουβουὰ Ῥεϊμόνδου καθυπέβαλεν ὑπὸ νόμους ἁπλοῦς καὶ ἀξιοσημειώτους τὰ ὀργανικὰ αὐτὰ ῥεύματα τῶν μυῶν καὶ νεύρων· ἀνεκάλυψε προσέτι φαινόμενον ἄξιον σπουδαίας προσοχῆς, ὅτι δηλ. παράγονται ἐν τῷ ἰδίῳ ἡμῶν ὀργανισμῷ ῥεύματα ἠλεκτρικὰ γινόμενα ἐπαισθητὰ καθ' ἣν στιγμὴν συστέλλει τις ἰσχυρῶς ἕνα τῶν βραχιόνων διὰ γαλβανομέτρων λεπτοτάτων καὶ ἀκριβεστάτων ἐχόντων μέχρις εἴκοσι δύο καὶ εἴκοσι τρεῖς χιλιάδας στροφὰς ἐκ σύρματος λεπτοτάτου, κατώρθωσε τὴν ἐξέλεγξιν τῶν νέων αὐτῶν ἀποτελεσμάτων, καὶ ἔδειξε πρῶτος τοὺς γενικοὺς νόμους τοῦ ὀργανικοῦ αὐτοῦ ἠλεκτρισμοῦ, οὗ ἡ αἰτία εἶναι εἰσέτι ἀβέβαιος· ἐπειδὴ δὲν γνωρίζει τις ἐὰν ἔχῃ τὴν ἀρχήν του εἰς τὰς συνήθεις χημικὰς ἐνεργείας, ἢ εἰς δυνάμεις πηγαζούσας ἐξ αὐτοῦ τοῦ ὀργανισμοῦ.

ΤΕΛΟΣ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΥ ΚΑΙ ΤΕΛΕΥΤΑΙΟΥ ΜΕΡΟΥΣ.

ΠΙΝΑΞ

ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.

Σελ.

ΑΦΙΕΡΩΣΙΣ. γ'.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ. έ.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Φύσις· παρατηρήσεις· ἔρευνα· πειραματικὴ ἐξέτασις ἢ πείραμα· σῶμα· φαινόμενον 7—8

Δύναμις φυσική. 8—9

Φυσικὴ ἱστορία ἢ φυσικὴ ἐπιστήμη· γενικὴ φυσική· διαίρεσις αὐτῆς. 9—15

ΦΥΣΙΚΗ.

Ἀντικείμενον φυσικῆς· φαινόμενον καὶ νόμος φυσικός· ὁρισμοί τινες. 15—16

Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων· ἔκτασις· ἀδιαχώρητον· πορῶδες· διαιρετότης· πιεστότης· διασταλτικότης· ἐλαστικότης. 16—21

Γενικαὶ αἰτίαι τῶν φυσικῶν φαινομένων· διαίρεσις τῆς φυσικῆς. 21—22

Α'. ΚΛΑΣΙΣ.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΛΞΕΩΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

§ 1. *Περὶ ἀτομικῶν ἐνεργειῶν.*

Συνοχή. 23

Συγκόλλησις καὶ ὕγρανσις. 25

Σελ.

Τριχοειδὴς ἔλξις· νόμος τριχοειδῶν φαινομένων. 26—28
Διάφορα τριχοειδῆ φαινόμενα. 28—30
Ἐντόσμωσις. 30—31

§ 2. *Ἀτομικαὶ ἀπωθήσεις.*

Πιεστότης καὶ ἐλαστικότης τῶν ὑγρῶν· πιεζόμετρον. 31—34
Πιεστότης καὶ ἐλαστικότης τῶν στερεῶν. 34—35

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.

§ 1. *Γενικαὶ θεωρίαι ἐπ' αὐτῶν· δυνάμεις.*

Κίνησις· ἰσορροπία· μηχανική· στατικὴ καὶ δυναμική. 35—40

§ 2. *Ἀρχαὶ στατικῆς, ἢ ὅροι ἀπαραίτητοι πρὸς ἰσορροπίαν.*

Νόμοι στιγμιαίας καὶ ἀδιαλείπτου κινήσεως. 40—46

§ 3. *Περὶ τῶν ἁπλουστέρων μηχανῶν.*

Μηχανή· μοχλός. 46—48
Τροχιλαία. 48—49
Πολύσπαστον· βαροῦλκον καὶ ὄνος· κεκλιμένον ἐπίπεδον. 49—51
Κοχλίαι· σφήν. 51—53

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

§ 1. *Περὶ βαρύτητος.*

Βαρύτης· βάρος. 53—56
Νόμος τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, καὶ μέσον τοῦ προσδιορίζειν αὐτὸν· κεκλιμένον ἐπίπεδον Γαλιλαίου 56—58
Μηχανὴ Ἀτβούδ. 58—59
Κέντρον βαρύτητος. 59—60
Εἰδικὸν βάρος· μάζα. 60—62
Πλάσιγξ· στατήρ. 62—63
Νέον σύστημα γαλλικῶν σταθμῶν καὶ μέτρων. 63—64
Εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν καὶ στερεῶν· πίναξ- 64—66

Σελ.

§ 2. *Περὶ τῆς περὶ τὸν ἄξονα κινήσεως καὶ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως.*

Δύναμις κεντρική· κεντρόφυξ· ἐκκρεμές· μαθηματικόν· φυσικόν· ἐξισωτικὸν ἐκκρεμές. 66—74

§ 3. *Ὑδροστατικὴ ἢ περὶ ἰσορροπίας τῶν ῥευστῶν.*

Ἀρχὴ τῆς ἐξίσου πιέσεως· ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐξασκουμένη πίεσις δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ σχῆμα τοῦ ἀγγείου, ἀλλ' ἐκ τοῦ ὕψους αὐτοῦ. 74—76

Ἡ ἐξασκουμένη πίεσις ὑφ' ὑγροῦ τινος ἐπὶ τῆς ὁριζοντίου βάσεως, ἰσοδυναμεῖ μὲ τὴν θλῖψιν μιᾶς στήλης τοῦ ἰδίου ὑγροῦ ἐχούσης διὰ βάσιν τὴν τοῦ ἀγγείου αὐτοῦ καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἐκ τῆς ἐπιφανείας. 76—77

Αἱ ἀπὸ τὰ ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἐνεργούμεναι πιέσεις ὑφ' ὑγροῦ τινος ἐφ' ὅλων τῶν στιβάδων μετασχηματίζονται εἰς πιέσεις ἀπὸ τὰ κάτω πρὸς τὰ ἄνω διὰ τῆς ἀρχῆς τῆς ἐξίσου πιέσεως. 70—79

Πιέσεις ἐπὶ τῶν πλαγίων παρειῶν. 79

Ἰσορροπία ἐν τοῖς συγκοινωνοῦσιν ἀγγείοις ἐμπεριέχουσι τὸ αὐτὸ ὑγρόν. 80

Ἰσορροπία ἐν τοῖς συγκοινωνοῦσιν ἀγγείοις περιέχουσι διάφορα ὑγρά. 80—81

§ 4. *Πίεσις τοῦ ἀέρος.*

Ὁ ἀὴρ εἶναι βαρὺς καὶ τείνει πάντοτε νὰ κατέχῃ διάστημα μεγαλείτερον. 81—83

Ὁ ἀὴρ ὑπόκειται εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐξίσου πιέσεως. 83

Πίεσις ἀτμοσφαιρική. 83—85

Ἡμισφαίρια Μαγδεμβούργου. 85

Ἀνάβασις ἢ ἄνωσις τῶν ὑγρῶν. 85

Κατασκευὴ τοῦ βαρομέτρου καὶ καταμέτρησις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. 86—88

Σελ.

Βαρόμετρα· μὲ λεκάνην ἢ τοῦ Φορτίνου. 88—89
Ἐν εἴδει σίφωνος. 89
Σημ. μοιρογνωμόνιον ἢ βερνιέρ. 90—91
Βαρόμετρον μὲ γνώμονα. 91
Διορθώσεις ὡς πρὸς τὴν θερμοκρασίαν. 92
Μεταβολαὶ τοῦ βαρομέτρου εἰς τὸν αὐτὸν τόπον. 93—95
Νόμος τοῦ Μαριόττου. 95—97
Ἀντλία πνευματική. 97—101
— συμπιεστική. 101
Μανόμετρον μὲ ἐλεύθερον ἢ πεπιεσμένον ἀέρα. 101—103
Σιδηρόδρομος ἀτμοσφαιρικός. 103—106
Πνευματικὸς κάδος, καὶ κατασκευὴ τῶν ἀερίων, ἀνθρακικοῦ ὀξέος, ὑδρογόνου, ὀξυγόνου, καὶ ἀζώτου. 106—111
Βάρος εἰδικὸν τῶν ἀερίων σχετικῶς πρὸς τὸν ἀτμοτφαιρικὸν ἀέρα. 111—112
Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ. 112—113
Πίναξ. 114

§ 4. *Σώματα ἐπιπλέοντα*

Ἀρχιμήδειος ἀρχή. 115—116
Ἰχθύες καὶ σώματα ἐπιπλέοντα· ὀρχιστὴς τοῦ Καρτεσίου, 116—119
Ἀραιόμετρα· ἀκάτια· πλοῖα. 119—122
Μοντγολφιέροι· ἀερόστατα. 122—124

§ 5. *Κίνησις τῶν ὑγρῶν ἢ ὑδροδυναμική.*

Ὅροι πρὸς ἐκροὴν τῶν ὑγρῶν· ἀγγεῖον τοῦ Μαριόττου. 124—128
Ἐκροὴ διαλείπουσα· σιφώνιον· ἀγγεῖον διὰ πότισιν τῶν πτηνῶν· λύχνοι κρεμαστοὶ· πηγὴ διαλείπουσα. 128—130
Πίεσις τῶν ῥεόντων ὑγρῶν ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν ὀχετῶν· ὕδατα ἀναπηδῶντα· 130—131
Μονὰς τοῦ μέτρου εἰς τὴν διανομὴν τῶν ὑδάτων. 131—132
Πηγαὶ συμπιεστικαί· πηγὴ τοῦ Ἱέρωνος. 132—133
Σίφων. 133—134

Σελ.

Ἀντλίαι· ἀπορροφητικὴ καὶ ὑψωτήριος. 134—135
— ἀναμυζητικὴ καὶ καταθλιπτική. 135—136
— πυροσβεστική. 136—137
— τῶν ἱερέων. 137
— μὲ ἔμβολον καταδύον. 137—138
Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. 138—141

§ 6. *Κίνησις ἀερίων*

Ταχύτης ἀνέμων. 141—143
Φυσητήρια· μηχαναὶ φυσητικαί. 143—144
Ὁλκὴ ἀέρος ἐν ταῖς ἑστίαις. 144
Ἀεριόμετρα. 144—147
Λύχνος μὲ ἀέριον ὑδρογόνου. 147

Β΄. ΚΛΑΣΙΣ.

ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΟΥΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Ἀκουστικὴ ἢ περὶ ἤχου.

§ 1. *Περὶ παραγωγῆς τοῦ ἤχου καὶ περὶ διαδόσεως αὐτοῦ ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι.*

Ὁ ἦχος εἶναι κίνησίς τις δονητικὴ τοῦ ἀέρος. 147—149
Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὸν ἀέρα εἶναι 340 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτα καὶ εἰς θερμοκρ. 150—151
Αἱ δονήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀέρα παράγουσι κυματισμόν τινα ἢ κύματα ἠχητικά. 151—156
Ἡ ποιότης τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς κινήσεως τῆς ἀποτελούσης τὸ ἠχητικὸν κῦμα· ἦχοι βαρεῖς καὶ ὀξεῖς· ἔντασις· μέλος ἢ ποιὸν τοῦ ἤχου. 156—157

§ 2. *Κλίμαξ μουσικὴ καὶ ἀριθμὸς δονήσεων.*

Κλίμαξ μουσικὴ καὶ συμφωνίαι· ὄργανον σημειοῦν καὶ ὑπολογίζον τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων· ὅρια

Σελ.

τῶν ἀκουστικῶν ἤχων. 157—162
Διέσεις ἢ ἡμιτόνιοι ὑψώσεις, καὶ ἡμιτόνιοι ὑφέσεις 162—163
Σειρήν. 163—165

§ 3. *Νόμοι τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν· ἦχοι ἁρμονικοί.*

Νόμοι τῶν δονήσεων τῶν χορδῶν. 165—167
Ἦχοι ἁρμονικοί. 167—168

§ 4. *Δονήσεις τῶν στερεῶν σωμάτων.*

Δονήσεις πλάγιαι. 168—170
— ἐπιμήκεις. 170—173
— πλακῶν καὶ ὑμένων. 173—174
— τῶν κωδώνων καὶ ἄλλων ὁμοίων σωμάτων. 174—176

§ 5. *Νόμοι δονήσεων τῶν συρίγγων ἢ αὐλῶν· ὄργανα ἐμπνευστὰ μὲ γλωττίδας.*

Σύριγγες ἀνοικτοί. 176—179
Σωλῆνες κλεισμένοι. 179—181
Ὄργανα μὲ γλωττίδας. 181—182

§ 6. *Μετάδοσις τῆς παλμώδους κινήσεως εἰς τὰ μουσικὰ ὄργανα καὶ τὸν ἀέρα. Ἠχώ.*

Μετάδοσις τῶν δονήσεων μεταξὺ τῶν στερεῶν σωμάτων. 182—185
Διάδοσις τῶν δονήσεων διὰ τοῦ ἀέρος. 185—187
Ἠχώ. 187—188

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

§ 1. *Φύσις καὶ πηγαὶ θερμότητος· κατασκευὴ θερμομέτρων καὶ διαστολαί.*

Γνῶμαι διάφοροι περὶ τῆς φύσεως τοῦ θερμαντικοῦ. 189—190
Πηγαὶ θερμότητος. 190
Θερμοκρασία. 190—191
Θερμόμετρα. 191—185
Σημ. μικρομετρικὸς ἕλιξ καὶ σφαιρόμετρον. 194—195

Σελ.

Διαστολὴ τῶν στερεῶν· συνεργὸς τῆς διαστολῆς. Πίναξ· ἐφαρμογαί. ἐλάσματα ἐξισωτικά· θερμόμετρον Βρεκέτου. 196—203

Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν· τὸ μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος· θερμοκρασία εἰς τὰ βάθη τῶν λιμνῶν. 203—207

Διαστολὴ τῶν ἀερίων· πυρόμετρον Κ. Πουϊλλέτου· μεγάλαι θερμοκρασίαι. 207—210

§ 2. *Μονὰς θερμογονική· χωρητικότης τῶν σωμάτων ὡς πρὸς τὴν θερμότητα.*

Σύγκρισις ποσοτήτων θερμότητος· μονὰς θερμογονική· χωρητικότητες· εἰδικαὶ θερμότητες. 210—213

Ἐφαρμογαί. 213—215

Προσδιορισμὸς τῶν εἰδικῶν θερμοτήτων διὰ τῆς μεθόδου τῶν μιγμάτων. Πίναξ. 215—219

§ 3. *Θερμαγωγὸν τῶν σωμάτων.*

Θερμαγωγὸν τῶν στερεῶν σωμάτων 219—221

Ἰσορροπία θερμοκρασίας εἰς τὰ στερεὰ ὑγρὰ καὶ ἀέρια. 221—224

Διατήρησις θερμοκρασιῶν. 224—226

§ 4. *Τῆξις καὶ πῆξις ἢ στερεοποίησις.*

Ὅροι πρὸς τῆξιν. 226—230

Μίγματα ψυκτικά. 230—232

Ἀποτελέσματα τῶν τηκτικῶν ὑλῶν. 232—233

Ἀτηκτότης. 233—234

Ὅροι στερεοποιήσεως. 234—236

Ἐξαιρέσεις γενικῶν νόμων. 236—237

Κρυστάλλωσις δι' ὑγρᾶς ὁδοῦ. 237—239

Ἀποτέλεσμα ταχείας ψύξεως ἐπί τινων σωμάτων. 239—240

§ 5. *Περὶ τῶν ἀτμῶν.*

Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν· ἐλαστικότης ἢ ἔντασις αὐτῶν. 240—241

Ἐλαστικὴ δύναμις εἰς μέγιστον μεταβαλλομένη μὲ τὴν θερμοκρασίαν. Ἰσορροπία ἐντάσεως μεταξὺ δύο

Σελ.

διαστημάτων τοῦ ἑνὸς ψυχροῦ καὶ τοῦ ἄλλου θερμοῦ. 241—244
Μέτρον τῆς εἰς μέγιστον ἐντάσεως τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ κατὰ διαφόρους θερμοκρασίας. 244—249
Πίνακες· Πυκνότης τοῦ ὑδατίνου ἀτμοῦ. 249—253
Ὑγρομετρία· ὑγρόμετρα· ὑγρομετρικὴ κατάστασις τόπου τινὸς καὶ μέσα τοῦ προσδιορίζειν αὐτήν. 253—257
Σχηματισμὸς τῶν ὁμιχλῶν. 257—258
Ὑγροποίησις τῶν ἀερίων. 258—261
Μίξις τῶν ἀτμῶν μετὰ τῶν ἀερίων. 261—264
Ἀνάζεσις· πίναξ. 265—271
Ἐκπύρωσις. 271—274
Λανθάνουσα θερμότης τοῦ ἀτμοῦ ἢ θερμότης ἐλαστικότητος. 274—277
Ψῦχος παραγόμενον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως. 277—282

§ 6. *Θερμότης ἀκτινοβόλος.*

Θερμότης ἀκτινοβόλος. Δυνάμεις ἐκπέμπουσαι ἀπορροφῶσαι καὶ ἀνταναλῶσαι. 282—285
Ἰσορροπία κινητὴ θερμοκρασίας· Παραλληλισμὸς τῶν δυνάμεων τῆς ἐκπομπῆς διαφόρων οὐσιῶν. 285—289
Σώματα θερμοδιάβατα, καὶ μὴ θερμοδιάβατα ἢ σκιόθερμα. 290—292
Ψῦξις καὶ θέρμανσις. 292—296

§ 7. *Μηχαναὶ ἀτμοκίνητοι.*

Γενικαὶ θεωρίαι. 296—299
Κινητήριον ἀτμαμαξικὸν, καὶ μηχαναὶ ἄνευ ψυκτῆρος. 299—307
Μηχανὴ τοῦ Βὰττ μὲ ψυκτῆρα. 307—313
Ὑπολογισμὸς τῶν δυναμικῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἀτμοκινήτων μηχανῶν. 313—314

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΟΠΤΙΚΗΣ.

§ 1. *Διάδοσις τοῦ Φωτός.*

Διάδοσις τοῦ φωτός· ὁρισμοί. Γωνία ὀπτικὴ· πίναξ 314—325

Σελ.

Σκιὰ καὶ ὑποσκίασις. 325—326
Θάλαμος σκοτεινός. 326—328
Κάτοπτρα ἐπίπεδα. 328—331
Κάτοπτρα παράλληλα. 331—332
— κεκλιμένα. 332
— κυρτά. 332—336
Πρακτικὸς προσδιορισμὸς τῶν ἑστιῶν. 337—338

§ 2. *Περὶ θλάσεως τοῦ φωτὸς ἢ περὶ διοπτρικῆς.*

Νόμοι τῆς θλάσεως 338—341
Κατοπτρισμός. 341—343
Διπλοῦν φαινόμενον ἐκκλίσεως καὶ ἀποσυνθέσεως παραγόμενον διὰ τῶν πρισμάτων. 343—345
Ἔκκλισις εἰς ἐλάχιστον· δείκτης θλάσεως. 345—347
Ἰδιότητες τῶν φακῶν. 347—352

§ 3. *Ἀποσύνθεσις καὶ ἐπανασύνθεσις τοῦ φωτός.*

Τὰ διάφορα χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου διαφόρως θλῶνται. 352—354
Τὰ διάφορα χρώματα τοῦ εἰδώλου ἑνούμενα ἀναδίδουσι τὸ λευκόν. 354—357
Ἐνέργειαι θερμογονικαὶ καὶ χημικαὶ τοῦ ἡλιακοῦ εἰδώλου· διασκεδασμὸς καὶ ἀχρωματισμός. 358—359

§ 4. *Ὅρασις καὶ ὄργανα ὀπτικά.*

Εἰκόνες σχηματιζόμεναι εἰς τὸν μυχὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. 359—362
Διοπτῆρες τῶν πρεσβυόπων καὶ μυόπων. 362—365
Θάλαμος σκοτεινός. 365—366
Θάλαμος φωτεινός. 366—367
Διόπτραι καὶ μικροσκόπια. 367—369
Ἡλιακὸν μικροσκόπιον. 369—370
Μαγικὸς φανός. 370—371
Διοπτῆρες. 371—372
— τοῦ Γαλιλαίου. 372

Σελ.
— ἀστρονομικός. 372—373
— γήϊνος· φωτογραφία· Δαγέρειος μέθοδος. 373—377

§ 5. *Περὶ παρεμπτώσεων τῶν ἀκτίνων.*

Ὑποθέσεις περὶ αἰτίας τοῦ φωτός. 377—379
Παρεμπτώσεις. 379—383

§ 6. *Περὶ διπλῆς θλάσεως καὶ πολώσεως τοῦ φωτός.*

Διπλῆ θλάσις. 383—385
Θεωρία αὐτῆς. 385
Πόλωσις τοῦ φωτός. 385—386

ΚΛΑΣΙΣ Γ΄.

Φαινόμενα ρευματοειδοῦς κινήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

§ 1. *Ἕλξεις καὶ ὧσεις μαγνητικαί.*

Ὁ μαγνήτης ἕλκει τὸν σίδηρον· ἔχει μίαν γραμμὴν οὐδετέραν καὶ δύο πόλους. 386—388
Οἱ ὁμώνυμοι μαγνῆται ἀπωθοῦνται οἱ δὲ ἑτερώνυμοι ἕλκονται. 388—390
Κατάστασις τοῦ μαγνητικοῦ ῥευστοῦ. 390—394
Διάφοροι οὐσίαι μαγνητικαί. 394

§ 2. *Μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς γῆς.*

Ἡ γήϊνος σφαῖρα εἶναι μαγνῆτις. Μαγνητικὸς μεσημβρινός· ἀπόκλισις· πολογνώμων ἀποκλιτικός· ναυτικὴ πυξίς· πυξὶς χωρομετρική. 395—400
Ἔγκλισις· πυξὶς ἐγκλιτική· μαγνητικὸς ἰσημερινός· πόλοι μαγνητικοὶ τῆς γῆς. 400—402
Μεταβολαί· ἀνωμαλίαι· ἔντασις. 402—403
Ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τοῦ καθαροῦ σιδήρου καὶ τῶν μαγνητικῶν οὐσιῶν. 403—404

Σελ.

§ 3. *Νόμοι τῶν μαγνητικῶν ἐνεργειῶν· μαγνήτισις.*

Νόμοι μαγνητικῶν ἐνεργειῶν· μαγνήτισις. 404—407
Θεωρία τοῦ μαγνητισμοῦ. 407—408

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ.

§ 1. *Ἕλξεις καὶ ὦσεις ἠλεκτρικαί.*

Ἀνάπτυξις ἠλεκτρισμοῦ· καλοὶ ἀγωγοί· κακοὶ ἀγωγοί· δοχεῖον κοινόν. 408—411
Ὑπάρχουσι δύο ἠλεκτρικὰ ῥευστὰ, ἕκαστον αὐτὸ ἑαυτὸ ἀπωθεῖ καὶ ἕλκει τὸ ἕτερον. 411—413
Ἠλεκτρικὴ μηχανή. 413—414
Μετάδοσις ἐν ἀποστάσει. 414—415
Μετάδοσις ἐν συναφείᾳ. 415—417
Ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος. 417—418

§ 2. *Ἠλεκτρισμὸς ἐξ ἐπιῤῥοῆς ἢ ἐπενεργείας.*

Ἡ ἁπλῆ παρουσία σώματος ἠλεκτρισμένου ἠλεκτρίζει πᾶν ἀγωγὸν σῶμα. 418—420
Ἠλεκτροσκόπιον μὲ σφαιρία ἀκτῆς καὶ φύλλα χρυσοῦ. 420—422
Ἠλεκτροφόρον. 422—423
Δύναμις τῶν ἀκίδων· διάφορα πειράματα. 423—425
Χορὸς τῶν χρυσῶν φύλλων καὶ τῶν νευροσπάστων· πείραμα τοῦ Βόλτα πρὸς μίμησιν τῆς χαλάζης. 425—426

§ 3. *Ὑποκεκρυμμένος ἢ λανθάνων ἠλεκτρισμός.*

Οἱ ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ ὑποκρύπτονται μᾶλλον ἢ ἧττον ὡς ἐκ τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἕλξεως. 426—429
Λουγδουνικὴ λάγηνος καὶ ἀποτελέσματα αὐτῆς. 429—430
Ἀποτελέσματα φυσιολογικά. 430—431
— χημικά. 431
— φυσικά. 431—432
Σχήματα τοῦ Λίχτενβεργ. 432—433
Ἠλεκτρικὴ συστοιχία, καὶ ἀποτελέσματα αὐτῆς. 433—435

Σελ.

§ 4. *Ἰσορροπία καὶ κίνησις ἠλεκτρισμοῦ φῶς.*

Ὁ ἀὴρ κρατεῖ τὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. 435—436

Ἡ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ γενικῶς συνοδεύεται μὲ φῶς. 437

Ἡ κίνησις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι κίνησις μεταβατικὴ ἢ δονητική. 437—338

§ 5. *Αἰτίαι παράγουσαι ἠλεκτρισμόν.*

Ἠλεκτρισμὸς παραγόμενος διὰ τῆς τριβῆς. 438—439

— ἐκ τῆς πιέσεως. 439—440

— ἐκ τῆς θερμότητος. 440

— ἐκ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν. 440—442

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

§ 1. *Βολταϊκὴ στήλη καὶ ἀποτελέσματα αὐτῆς.*

Κατασκευὴ τῆς στήλης μὲ δύο ὑγρά· πόλοι· ρεῦμα. 442—445

Ἀποτελέσματα φυσιολογικὰ τοῦ ρεύματος. 445—446

— χημικά. 446—450

— φυσικά. 450—451

§ 2. *Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τῶν μαγνητῶν.*

Ἡ μαγνητικὴ βελόνη τίθεται σταυροειδῶς μὲ τὸ ρεῦμα. 451—452

Μεταλλάκτης. 452—453

Πολλαπλασιαστής. Γαλβανοσκόπιον· γαλβανόμετρον. 453—455

Μαγνήτισις παραγομένη ὑπὸ τοῦ ρεύματος. 455—457

Ἠλεκτρομαγνῆται. 457—459

Κινητῆρες ἠλεκτρομαγνητικοί· μηχαναὶ ἠλεκτρομαγνητικαί. 459—462

§ 3. *Ἐνέργεια τῆς γῆς καὶ τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τῶν ρευμάτων.*

Ἡ γῆ διευθύνει τὰ κινητὰ ρεύματα. 462—463

Ὁ μαγνήτης ταράττει καὶ σβένει τὸ φῶς τῆς βολταϊκῆς στήλης. 463—464

Σελ.

§ 4. *Ἐνέργεια ρευμάτων ἐπὶ ρευμάτων.*

Δύο ρεύματα παράλληλα ἕλκονται ὅταν πορεύωνται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, καὶ ἀπωθοῦνται κατὰ τὴν ἀντίθετον πορείαν. 464—465

Ἕλξις καὶ ὦσις τῶν σωληνοειδῶν. 465—467

§ 5. *Ῥεύματα θερμοηλεκτρικά· νόμοι τῆς ἐντάσεως αὐτῶν.*

Παραγωγὴ ρευμάτων θερμοηλεκτρικῶν. 467—469

Ἠλεκτραγωγότης τῶν μετάλλων. 469—470

Νόμοι ἐντάσεως τῶν θερμοηλεκτρικῶν ρευμάτων. 470—473

Στῆλαι θερμοηλεκτρικαί. 473

Θερμοπολλαπλασιαστής. 473—774

§ 6. *Νόμοι τῶν ὑδροηλεκτρικῶν ρευμάτων.*

Ῥευματόμετρα Κ. Πουίλλέτου, ἡ πυξὶς τῶν ἐφαπτομένων καὶ πυξὶς τῶν ἡμιτόνων. 474—476

Ἀντίστασις τοῦ στοιχείου τῆς στήλης· ἔντασις· τάσις. 476—477

Στῆλαι ὑδροηλεκτρικαί· ἔντασις· τάσις. 477—479

Ἠλεκτραγωγότης τῶν ὑγρῶν. 479

§ 7. *Τελέγραφος ἠλεκτρικός.*

Ἔντασις τοῦ ῥεύματος ἔν τινι γραμμῇ τηλεγραφικῇ. 479—481

Σύστασις τῶν ἀγωγῶν. 481—484

Τελέγραφος ἀλφαβητικὸς Κ. Βρεγέτου. 484—489

§ 8. *Φαινόμενα ἐξ ἐπαγωγῆς.*

Ὁ μαγνήτης διεγείρει ῥεύματα ἐν ἀγωγῷ τινι σώματι διὰ μόνης τῆς ἁπλῆς μεταβολῆς τῆς θέσεώς του ὡς πρὸς αὐτό. 489—490

Μηχανὴ μαγνητοηλεκτρική. 490—492

§ 9. *Ἠλεκτροχημεία.*

Νόμοι τοῦ Φαραδαίου ἐπὶ τῶν ἠλεκτροχημικῶν ἰσοδυνάμων· θεωρία τῶν χημικῶν ἀποσυνθέσεων. 492—494

ΕΘΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΣΠΑΤΑΛΟΣ

Σελ.
Θεωρία τῆς στήλης. 494—497
Γαλβανοπλαστική· ἐπιρροὴ τῆς ἠλεκτρικῆς καταστάσεως ἐπὶ τῶν χημικῶν συγγενειῶν. 497—502

§ 10. *Φαινόμενα ἠλεκτροφυσιολογικά.*

Ἰχθύες ἠλεκτρικοί 502—503
Ἀποτελέσματα τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων ἐπὶ τῶν ζώντων σωμάτων. 503—506
Ἠλεκτρικὰ ρεύματα παρατηρηθέντα ἐπὶ τοῖς ζώοις κατὰ τὰς συστολὰς τῶν μυῶν αὐτῶν. 506

