



Αριθμ. βιβλίου ταχυορ-
μικού παρατηρητή 42960
Λευκ. Α. 6(1) 1925

Παναγιώτης
Εβ. Δ. 1907.

στ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΡΑΝΙΣΘΕΝΤΑ ΕΚ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΗΓΩΝ

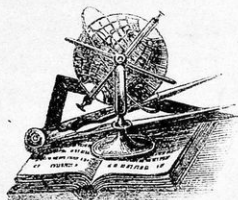
ΥΠΟ

ΑΝΔΡΕΟΥ ΣΠΑΘΑΡΗ

ΚΑΙ ΕΚΔΟΘΕΝΤΑ

ΥΠΟ

ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ

1886

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τὴν παρ' ἡμῖν ἔλλειψιν βιβλίου, καταλλήλου εἴτε πρὸς ἰδίαν μελέτην εἴτε πρὸς διδασκαλίαν τῆς φυσικῆς ἐν ἀνωτέροις ἐκπαιδευτηρίοις καὶ περιλαμβάνοντος, ἔστω καὶ συντομώτατα, εἰδήσεις περὶ τῶν ἐν τῇ Ἑσπερίᾳ νεωτάτων ἀνακαλύψεων καὶ θεωριῶν τῶν φυσικῶν φαινομένων πρὸ πολλοῦ συνειδότες, ἐσκέφθημεν ἵνα, ἐν τῷ πνεύματι τοῦ ἡμετέρου προγράμματος τοῦ βοηθεῖν τὸ ἐφ' ἡμῖν τὴν ἐν Ἑλλάδι ἐκπαίδευσιν, ἀναπληρώσωμεν τὸ κενὸν τοῦτο. Διὸ ἀνεθήκαμεν εἰς τὸν ἐν τῇ Μεγάλῃ τοῦ Γένους Σχολῇ Κωνσταντινουπόλεως τὴν φυσικὴν ἀπὸ πεντεκαικεκοσαετίας διδάσκοντα Κ^{ον} Ἀνδρέαν Σπαθάρην τὴν σύνταξιν τοῦ βιβλίου.

Ἐτροπήμεν δὲ τὴν ὁδὸν ταύτην διότι, ἀποβλέποντες μάλιστα πρὸς τὴν μέσην παιδευσιν, ἐγνωρίζομεν ὅτι ἐν τοῖς ἐκπαιδευτηρίοις τῆς μέσης παιδεύσεως ἐν Κωνσταντινουπόλει οὐ μόνον τὸ πρόγραμμα παραχωρεῖ πρὸς διδασκαλίαν τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν πλείονα χρόνον ἢ παρ' ἡμῖν, ἀλλ' ὅτι καὶ πλείων ζήλος καταβάλλεται πρὸς διδασκαλίαν παρὰ τῶν διδασκόντων καὶ πλείων ἀγάπη πρὸς μάθησιν παρὰ τῶν διδασκομένων, ὡς μαρτυροῦσιν ἡ προθυμία μεθ' ἧς παρώτρυνον τοὺς δυναμένους πρὸς συγκρότησιν ἀπαραιτήτων πρὸς διδασκαλίαν συλλογῶν καὶ ἡ πρὸ τετραετίας ἀπονομὴ τοῦ βραβείου ἐν τῷ Ζαππεῖῳ ἀγῶνι εἰς τρεῖς διαγωνισθέντας νέους, ἐν Κωνσταντινουπόλει παιδευθέντας. Ἐσκέφθημεν ἄρα ὅτι οἱ ἐν Κωνσταντινουπόλει διδάσκοντές εἰσιν ἀρμόδιοι, ὡς ὑπὸ τῆς πείρας ὁδηγοῦμεν οἱ, πρὸς σύνταξιν ἐπιστημονικῶν βιβλίων, περιεχόντων ὅσῃν καὶ οἷαν ὕλην δύνανται φιλότιμοι ἑλληνόπαιδες ἀβλαβῶς νὰ διδαχθῶσιν ἐν ἀνωτέροις γυμνασίοις.

Ὁ Κ^{ος} Α. Σπαθάρης ἀποδεξάμενος τὴν ἡμετέραν ἐντολὴν προέβη μεταγλωττίσας κυρίως τὸ γερμανικὸν κείμενον τοῦ Jochmann, ἔπερ ἐδοσάνιζε πρὸ ἐτῶν ὡς διδακτικὸν βιβλίον ἐν χειρογράφοις, καὶ συμπληρώσας τὰ ἐν αὐτῷ ἀσθενῆ κεφάλαια δι' ὕλης ἣν ἤρυσεν ἀφ' ἐτέρων πηγῶν καὶ ἣν διδάσκων ἐδοκίμασεν.

Ἐν Ἀθήναις τῇ 17 Αὐγούστου 1886.

ΑΝΕΣΤΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗΣ.

ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό να εξετάσει την επίδραση της οικονομικής κρίσης στην κοινωνική συμπεριφορά των πολιτών. Η έρευνα βασίζεται σε μια σειρά από ερωτηματολόγια που διανεμήθηκαν σε διαφορετικές ομάδες ηλικιών και κοινωνικών στρωμάτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η οικονομική κατάσταση επηρεάζει σημαντικά την κοινωνική συμπεριφορά, με τους πολίτες να γίνονται πιο κοινωνικά υπεύθυνοι και να συμμετέχουν περισσότερο σε κοινωνικές δραστηριότητες. Η έρευνα επίσης εξετάζει την επίδραση της οικονομικής κρίσης στην κοινωνική δικτύωση και την κοινωνική στήριξη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η οικονομική κρίση οδηγεί σε μια πιο κοινωνική συμπεριφορά, με τους πολίτες να γίνονται πιο κοινωνικά υπεύθυνοι και να συμμετέχουν περισσότερο σε κοινωνικές δραστηριότητες. Η έρευνα επίσης εξετάζει την επίδραση της οικονομικής κρίσης στην κοινωνική δικτύωση και την κοινωνική στήριξη. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η οικονομική κρίση οδηγεί σε μια πιο κοινωνική συμπεριφορά, με τους πολίτες να γίνονται πιο κοινωνικά υπεύθυνοι και να συμμετέχουν περισσότερο σε κοινωνικές δραστηριότητες.

ΤΑ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΑ ΤΩΝ ΗΜΑΡΤΗΜΕΝΩΝ

Υ Ρ Α Ψ Ο Ν

Εν Σελ.	Στίχ.	
6	9—10	κάτ(ωθεν) ἀπατίτην ἀντί ἀπατίτην
7	* 6	ἄν(ωθεν) ἀπ' ἀντί ἐπ'
9	8	κάτ. $\frac{\pi o}{\pi' o} = \frac{\pi}{\pi'}$ ἀντί $\frac{\Pi}{\Pi'} = \frac{\pi o}{\pi' o}$
13	6	κάτ. 36,5 ἀντί 3.65
15	6	κάτ. ρατρίον ἀρέκαθεν ἀντί ρατρίον, ἀνέκαθεν
16	11	κάτ. ἐν $\frac{5}{6}$ ἀντί ἐν $\frac{5}{6}$
17	21	ἄν. καλλόν ἀντί ἀσθεσίον
"	19	κάτ. NaCl ἀντί Na ₂ Cl
18	21	κάτ. ἀτιζώης ἀντί ἀτιζώτης
20	23	κάτ. περατονμένην ἀντί περατονμένω
21	18	ἄν. μοναδικὰ ἀντί μοναδικὰς
"	22	κάτ. (ἀλλοτροπίαν) ἢ ἀλλοφάνειαν
"	20	κάτ. (ἀλλότροπα) ἢ ἀλλοφανῆ
23	4	κάτ. 465 ἀντί 588
24	11	ἄν. παύονται ἀντί παύουσι
"	15	ἄν. 32 ἀντί 31
25	19	ἄν. $\frac{5}{2} \gamma = \frac{9}{2} \gamma$ ἀντί $\frac{5}{2} = \frac{9}{2}$
26	9	ἄν. καὶ ἔλασσον τοῦ ἀντί καὶ τοῦ ἔλασσον
"	10	κάτ. ἔλάσσων ἀντί ἔλασσον
27	2	ἄν. ἀέρι, ἀρισάχις ἀντί ἀέρι ἀρισάχις,
"	1	κάτ. M ₀ ἀντί M
30	1	ἄν. AD ² = Σ ² ἀντί AD = Σ
"	4	ἄν. Σ = Π + Ρ ἀντί Ρ = Π + Ρ
"	18	κάτ. αὐξανόμενα ἀντί αὐξανόμενοι
33	20	κάτ. τουτέστι δικαιούμεθα ὅπως ἀντί τουτέστιν ὅπως
35	18	ἄν. $\frac{1}{2} \gamma \chi^2$ ἢ μ: x ἀντί $\frac{1}{2} \gamma \chi^2$ ἢ μ: x
"	16	κάτ. Σχ. 25 ἀντί Σχ. 24
37	22	ἄν. κινητικῆς ἀντί κινητῆς
39	17	ἄν. ΑΓΒ ἀντί ΑΒΓ
45	3	ἄν. ταύτην ἀντί τούτων
"	6	κάτ. αὐταῖς ἀντί αὐτῆς

Εν Σελ.	Στίχ.	
45	3 κάτ.	βραχίονας ὄσιν ἀντὶ βραχίονας ἴσα ὄσιν
49	12 κάτ.	ἐπὶ τῆς γάλαγγος, ἀντὶ ἐπὶ γάλαγγος
50	15 ἄν.	ὀξυρροπία ἀντὶ ἰσορροπία
54	4 ἄν.	86164 ² ἀντὶ 861642 ²
56	6 ἄν.	$\chi =$ ἀντὶ $\kappa =$
57	11 ἄν.	βραδύτητα ἀντὶ βραδύτητα
58	20 ἄν.	24000 ² ἀντὶ .24000 ²
59	6 ἄν.	χ ἀντὶ κ
.	5 κάτ.	P ἀντὶ Γ
.	2 κάτ.	P ἀντὶ Γ
61	8 κάτ.	ἴσα μετ' ἀρεπαισθήτον σφάλματος ἀντὶ μετ' ἀρε- [παισθήτον σφάλματος ἴσα
64	10 κάτ.	$l = \pi \sqrt{\frac{\mu'}{\gamma}}$ ἀντὶ $l = \sqrt{\frac{\mu'}{\gamma}}$
69	2 κάτ.	$-4\pi\tau_2$ ἀντὶ $+4\pi\tau_2$
84	5 κάτ.	Σχ. 89 καὶ 90 ἀντὶ Σχ. 89
85	3 ἄν.	Σχ. 89 καὶ 90 ἀντὶ Σχ. 90
86	9 ἄν.	BA ἀντὶ EF
98	24 ἄν. (ἐν τῷ [σχήματι].	Π_z ἀντὶ Π_z
102	12 ἄν.	r^{2n} ἀντὶ r τὴν
106	1 ἄν.	AD ἀντὶ ΓΔ
112	18 ἄν.	ἥτις ὅμως ἀντὶ ἀλλ' ὅτι
113.	6 ἄν.	ἴσον ἀντὶ ἴσην
118	18 κάτ.	ἀντὶ ἀντὶ αὐτὸ
.	9 κάτ.	τὴν πυκνότητα ἀντὶ τὸ εἰδικὸν βάρος
120	22 κάτ.	δορήσεων ἀντὶ δορήσεως
128	23 ἄν.	do_{-1} ἀντὶ do
130	5 κάτ.	ὄργανον δι' οὗ ἀντὶ ὄργανον, δι' οὗ
134	6 ἄν.	διέρχονται τὰς ἀντὶ διέρχονται εἰς τὰς
155	6 κάτ.	ἡ ἐρυθρὰ πυράκτωσις τοῦ λευκοχρύσου ἀρχεται κατὰ τὸν Foucault ἀντὶ ἡ ἐρυθρὰ πυράκτωσις αὐτοῦ ἀρχεται κατὰ τὸν Becquerel
156	14 ἄν.	ἐκπέμποντα ἀντὶ ἐκπέμποντες
× 160	4 καὶ 6 ἄν.	παρατηρουμένης ἀντὶ παρατηρουμένη
161	2 ἄν.	διεύθυνσις ἀντὶ διεύθυνσις αὐτῆς
× 164	19 ἄν.	κάτοπτρον, καὶ ἐφαρμοσμένοι αὐτῷ ἐὰν στερεῖται τρίτης διαστάσεως διότι ἀντὶ κάτοπτρον, διότι
188	2 ἄν.	ἀποκλίνουσαν ἀντὶ ἀποκλίνοσαν
.	5 κάτ.	ἀκτὶς συγκλίνη ἀντὶ ἀκτὶς τὴν συγκλίνη
194	2 ἄν.	ἐστιακὴν ἀντὶ ἐστιατικὴν
196	7 ἄν.	τῇ ἀντὶ τῷ
.	17 ἄν.	$\frac{1}{2}\chi$ ἀντὶ $\frac{1}{2}\kappa$
202	1 κάτ.	τῇ ἀντὶ τῷ

Εν Σελ.	Στίχ.	
202	1 κάτ.	ἀπλῶ ἀντὶ ἀπλ
203	1 ἄν.	(συγχρόνως) μετὰ τοῦ Α (φαίρονται)
216	9 κάτ. ἐν τῷ	Η (ἐν τῷ μέσῳ τῆς εὐθείας ΑΒ)
		[σχήματι].)
221	18 κάτ.	(ὀπείκουσα) εἰς
226	8 ἄν.	(ἦ) δὲν (τὸ ἕτερον)
"	15 ἄν.	ἐπέρχεται ἕτερον ἀντὶ ἐπέρχεται καὶ ἕτερον
231	4 ἄν.	φωτός, ἀντὶ φωτός.
"	7 ἄν.	χρωμάτων εἰσὶν ἀντιστοίχαι, φαίρονται φασ-
		ματικῶς
232	3 κάτ.	ῥευστῶν ἀντὶ ῥευστῶν
236	9 ἄν.	κατήντησεν ἀντὶ κατήντησεν
237	4 ἄν.	(0°, 9°, 18°)
249	20 κάτ.	ἐκ ἀντὶ εἰς
253	19 ἄν.	πορώδη ἀντὶ πυρώδη
254	12 ἄν.	Σχ. 256 ἀντὶ Σχ. 253
258	7 κάτ.	ἐκρευστουμένη ἐν μέρει ἔπειτα ἀντὶ ἐκρευστου-
		μένης ἐν μέρει
261	11 κάτ.	ἐλάσσων ἀντὶ ἐλάσσω
263	13 κάτ.	ἀτμοῦ προκρουμένης ἀντὶ ἀτμοῦ ἔκτα τῆς προ-
		κρουμένης
"	8 κάτ.	τοῦ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα χώρου, ὅπως ἀντὶ χώρου
		ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ὅπως
266	9 ἄν.	ἐξεικονιζομένην ἀντὶ ἐξεικονιζόμενον
267	4 ἄν.	1 1/2 — 2 ἀντὶ 1/2 — 2
268	6 κάτ.	ὁμοῦ ἀντὶ μου
271	13 κάτ.	Dulong ἀντὶ Dulong
280	2 κάτ.	ἐλάσματος μέλανος ἀντὶ ἐλάσματος, μέλανος
290	11 ἄν.	οἶον ἀντὶ εἶον
291	11 κάτ.	10,4 ἀντὶ 4
"	9 κάτ.	0 0 ἀντὶ 0 0 10
293	14 κάτ.	προκύπτει ἀντὶ προκύπτει
297	9 ἄν.	(ἰσημερι)νοῦ
305	19 κάτ.	ΑΓΩΓΟΙ ἀντὶ ΑΓΩΓΑΙ
307	9 κάτ.	σχ. 282 ἀντὶ σχ. 284
314	10 κάτ.	τὸ ὅς αἰσθάνεται αὐτὸ διοχετευόμενον διὰ
		ἀντὶ τὸ ὅς διοχετευόμενον τοῦ πλήγματος διὰ
317	1 κάτ.	276. Ἡ ΛΟΓΓΑΘΩΝΙΚΗ ἀντὶ 277. Ἡ ΛΟΓΓΑΘΩ-
		[ΙΚΗ
318	15 κάτ.	288. (Τὰ ἐπὶ τῶν δύο)
319	11 ἄν.	ΜΕΤΡΗΤΙΚΗ ἀντὶ ΜΗΤΡΗΤΙΚΗ
320	18 κάτ.	(ἄκρων) ἐκκενώσεων,
323	21 κάτ.	ἄλληλα ἀντὶ ἄλληλα
327	7 ἄν.	ὁμοίας ἀντὶ ὁμοίως
329	15 ἄν.	ἔχουσαν ἀντὶ ἔχουσα

η'

ΤΑ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΕΡΑ ΤΩΝ ΗΜΑΡΤΗΜΕΝΩΝ

Ἐν Σελ.	Στ/χ.	
× 332	20 ἄν.	$\frac{4\mu\rho}{a^3}$ ἀντὶ $\frac{4\mu\rho}{a^3}$
× 336	9 κἀτ.	σώματα ἀντὶ σώματα
345	14 κἀτ.	B ἀντὶ A
353	3 ἄν.	ἀντικειμένως ἀντὶ ἀντικειμένως
"	8 ἄν.	ἠλεκτρισμένον, ἔλκεται ἀντὶ ἠλεκτρισμένον ἔλκεται
354	11 κἀτ.	ῥεῖμα ἀπὸ ἀντὶ ῥεῖμα ἀπὸ
365	17 κἀτ.	ἥς σπονδαία ἐφαρμογή ἀντὶ ἥς σπονδαία χρῆσις
385	2 ἄν.	Ci ἀντὶ IC.



8/ερ. 24. - 1907. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.

1. **Φυσικὴν** καλοῦμεν ἐκείνην τῶν φυσικῶν ἐπιστημῶν, ἥτις πραγματεύεται περὶ τῶν νόμων τῶν φυσικῶν φαινομένων, δηλαδή τῶν αἰσθητῶν ιδιοτήτων καὶ τῶν μεταβολῶν τῶν σωμάτων τῆς φύσεως. Ἰδίως δὲ ἡ Φυσικὴ ἀσχολεῖται περὶ τὴν διακρίθωσιν τῶν φαινομένων τῆς ἀνοργάνου φύσεως, διότι περὶ τῶν φαινομένων τῆς ζωῆς τῶν ἐοργάνων ὄντων πραγματεύεται ἑτέρα ἐπιστήμη, ἡ Φυσιολογία. Στενῶς μετὰ τῆς Φυσικῆς συνδέεται ἡ Χημεία, ἔχουσα ὑποκείμενον ἰδίαν τάξιν φαινομένων, καθ' ἃ σώματα πάντη διαφόρων ιδιοτήτων προκύπτουσιν ἐξ ἐτέρων σωμάτων ἢ διὰ συστοιχειώσεως (ὕδωρ ἐκ τῶν στοιχείων ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου), ἢ δι' ἀναστοιχειώσεως (τὸ στοιχείον χλώριον ἐκ τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατος), ἢ διὰ μεταστοιχειώσεως (καλομέλανον ἐκ θεικοῦ ὕδραργύρου καὶ μαγειρικοῦ ἁλατος), ἢ καὶ διὰ μεταβολῆς τῆς διατάξεως τῶν ἐλαχίστων μορίων (ἀδάμας, ὧν ἄνθραξ κρυσταλλόπηκτος).

Κατὰ ταῦτα θεωρητέον τὴν Χημείαν ὡς μέρος τῆς Φυσικῆς μὴ ἀκριθῶς ἀπ' αὐτῆς ἀφορίζομενον. Ἄλλ' ἡ μεγάλη ποικιλία τῶν χημικῶν φαινομένων ἀπεχώρισε τὴν Χημείαν ἀπὸ τῆς κυρίως Φυσικῆς ὡς ἐπιστήμην ἰδίαν· ἕνεκα τούτου περὶ χημικῶν φαινομένων διαλαμβάνομεν ἐν τοῖς ἑξῆς ὅσον ἐστὶν ἀπαραιτήτως ἀναγκαῖον πρὸς κατὰληψιν ἐτέρων φαινομένων καθαρῶς φυσικῶν (ἐδάφιον 15—20, 229, 243, 339—344).

2. Ὡς μέθοδοι πρὸς ἐπίγνωσιν τῶν φυσικῶν φαινομένων χρησιμεύουσιν ἡ παρατήρησις καὶ ἡ πείρα. Ἄλλ' ἐνῷ πᾶσα περὶ φύσεως περιγραφικὴ ἐπιστήμη στηρίζεται μάλιστα ἐπὶ τῆς παρατηρήσεως τῶν φυσικῶν ὄντων, ἡ Φυσικὴ ὀφείλει τὰς σπουδαιότητας ἀναπτύζειν τῶν γνώσεων, περὶ ὧν πραγματεύεται, εἰς τὴν πείραν ὅσον ἀφορᾷ προσιτὰ γήινα σώματα. Τὸ δὲ μέγα τῆς πείρας πλεονέκτημα ἔγκειται ἀφ' ἐνὸς μὲν ἐν τούτῳ, ὅτι δι' αὐτῆς ὑποβάλλομεν τὰ φυσικὰ φαινόμενα εἰς σκόπιμον

τάξιν καὶ ἀκολουθίαν ἐρεῦνης, ἀφ' ἐτέρου δὲ ὅτι μεταβάλλοντες ἐν τῇ πειρᾷ τὰς περιστάσεις κατὰ βούλησιν διακρίνομεν τὰς πρὸς γένεσιν φαινομένου τινός οὐσιώδεις συνθήκας ἀπὸ τῶν παρακολουθουσῶν τυχαίως. Ἐκ τῆς πείρας τέλος ἀρνούμεθα καὶ τὴν ὠφέλειαν ὅτι δι' αὐτῆς μανθάνομεν τὰ ἀποτελέσματα ὠρισμένων αἰτίων οὐ μόνον κατ' εἶδος (ποιοτικῶς) ἀλλὰ καὶ κατὰ ποσόν (ποσοτικῶς).

Ἄλλ' αἱ περὶ φύσεως γνώσεις ἡμῶν ἤθελον εἶναι σωρεία μεμονωμένων καὶ ἀσυνδέτων γεγονότων ἔαν μετὰ τῆς ἀντιλήψεως τῶν αἰσθήσεων μὴ συνειργάζετο καὶ ἡ θεωρητικὴ περὶ φύσεως μελέτη, σπουδάζουσα πρὸς ἀνέυρεσιν τῆς κατὰ νόμους καὶ κατ' αἰτίας ἀλληλουχίας τῶν φαινομένων. Κατὰ τὴν τοιαύτην ἐρευναν τῶν νόμων τῆς φύσεως πρὸς ἐρμηνείαν τάξεώς τινος φαινομένων μορφοῦμεν ὑποθέσεις περὶ τῆς αἰτίας αὐτῶν, ὧν ἡ ὠφέλεια καὶ ἡ πιθανότης αὐξάνεται μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν φαινομένων, ἅτινα δι' αὐτῶν ἐρμηνεύονται, ἅτινα δηλαδὴ διὰ τῶν ὑποθέσεων τούτων ἀποδείκνυνται συνδεόμενα καὶ πρὸς ἄλληλα καὶ πρὸς ἕτερα γνωστὰ φαινόμενα διὰ νόμων ὠρισμένων (παρατ. ἐδαφ. 7).

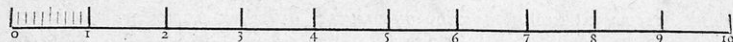
BIBLION ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ γενικῶν ιδιοτήτων τῶν σωμάτων καὶ περὶ τῶν τριῶν καταστάσεων.

3. ΕΚΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΑΔΙΑΧΩΡΗΤΟΝ. Ἡ Φυσικὴ θεωρεῖ οὐ μόνον τὸν χώρον ὃν κατέχουσι τὰ σώματα, ὥς ἡ Γεωμετρία, ἀλλὰ μάλιστα τὰς ιδιότη-
τας τῆς πληρώσεως τὸν χώρον τοῦτον ὕλης. Ὡστε ἐκλαμβάνομεν πᾶν
σῶμα ὡς *χώρον πεπληρωμένον ὕλης*. Καὶ καλοῦμεν τὸ μὲν γεωμε-
τρικὸν μέγεθος τοῦ πεπληρωμένου χώρου *ὄγκον*, τὸ δὲ ποσὸν τῆς ὕλης
ἐξ ἧς σύγκειται, *μᾶζαν* τοῦ σώματος. Ἐπειδὴ δὲ ἀδύνατόν ἐστιν ἵνα
αἱ μᾶζαι δύο διακεκριμένων σωμάτων κατέχῃσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν
χώρον, συμπεραίνομεν ὅτι δύο εἰσὶν αἱ οὐσιώδεις ιδιότητες παντὸς σώ-
ματος, ἡ κατ' ὄγκον ἔκτασις καὶ τὸ ἀδιαχώρητον τῆς ὕλης αὐτοῦ.

Ἐκληπτέον δὲ καὶ αὐτὴν τὴν φαινομένην σύμπτυξιν δύο σωμάτων, ὅποια συμβαίνει
κατὰ τὴν κρᾶσιν τῶν ρευστῶν ἢ κατὰ τὴν ἀνάμειξιν τῶν ἀερωδῶν ἢ κατὰ τὴν συστοι-
χείωσιν συνθέτων, ὡς ψιλὴν παράθεσιν τῶν ἐλαχίστων καὶ μὴ ἰδίᾳ αἰσθητῶν μορίων τῶν
σωμάτων τούτων. — Τὴν *ἑλικὴν* ὑπαρξίν τῶν σκιῶν καὶ τῶν κατοπτρικῶν εἰδώλων
καίπερ ἑκτατῶν ἀρνούμεθα, ἕνεκα τοῦ διαχωρητοῦ αὐτῶν.

4. ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ ΕΚΤΑΣΕΩΣ. Ἐπειδὴ πᾶν ποσὸν μετρεῖται δι' ἐτέ-
ρου ποσοῦ ὁμοειδοῦς αὐτῷ, ἐκλέγομεν πρὸς καταμέτρησιν τῶν δια-
στάσεων τῶν σωμάτων ὠρισμένην τινὰ μονάδα μήκους· ὡς τοιαύτη
χρησιμεύει σήμερον ἐν τῇ ἐπιστήμῃ τὸ *Μέτρον*, εἰσαχθὲν τὸ πρῶτον
ἐν Γαλλίᾳ (1799) καὶ ἰσούμενον περίπου πρὸς τὸ δεκάκις ἑκατομμυ-
ριστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ γήινου μεσημβρινοῦ.



1 μέτρον (μ)=10 δεκάτομετρα (δτμ)=100 ἑκατοσόμετρα (ετμ)=1000 χιλιοσόμετρα (χτμ)

1 χιλιόμετρον (χμ)=10 ἑκατόμμετρα (εμ)=100 δεκάμετρα (δμ)=1000 μέτρα (μ).

Τὰ μέτρα τῶν ἐπιφανειῶν καὶ τῶν ὀγκῶν κατασκευάζονται ἐκ τῶν τοῦ μήκους· καὶ
ὡς μονὰς μὲν ἐπιφανείας χρησιμεύει τὸ τετραγωνικὸν μέτρον (τμ), ὡς μονὰς δὲ τοῦ
ὄγκου τὸ κυβικὸν μέτρον (κμ), καὶ συνηθέστερον τὸ κυβικὸν δεκάτομμετρον (λίτρα) καὶ
αἱ ὑποδιαίρέσεις αὐτοῦ.

1 κυβικὸν μέτρον (κμ)=1000 λίτραι (λτμ)=1000000 κυβικὰ ἑκατοσόμετρα (κετμ).

5. ΔΙΑΙΡΕΤΟΝ. Ἡ διαίρεσις σώματός τινος εἰς μέρη ὄγκου βαθμῶν ἐλάσσονα προχωρεῖ βεβαίως κατὰ γεωμετρικὴν ἔννοιαν ἐπ' ἄπειρον. Πράγματι ὅμως ὑπάρχουσιν ὅρια τῆς διὰ μηχανικῶν μέσων διαίρεσεως, καὶ διότι τὰ πρὸς τοῦτο ὄργανα εἰσὶν ἀτελεῖ, καὶ διότι τὰ μέρη τῶν σωμάτων διαφεύγουσι τέλος τὴν ἡμετέραν ἀντίληψιν ἕνεκα τῆς σμικρότητος αὐτῶν ὡς παραδείγματα λεπτομερεστάτου μερισμοῦ ἔστωσαν τὰ στίλβωτρα, οἷον τὸ πρὸς στίλβωσιν ὑαλίνων καὶ μεταλλικῶν κατόπτρων ἐν χρήσει ὀξείδιον τοῦ σιδήρου, βαφικαὶ τινες καὶ ὁμηραὶ ὕλαι, οἷον ἡ ἀνίλινη καὶ ὁ μόσχος, ὧν ἕκαστομυριστὰ ἔτι τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ γραμμαρίου (ἐδ. 12) εἰσὶν ἀντιληπτὰ διὰ τῆς ὁράσεως ἢ διὰ τῆς ὀσφρέσεως· ἀλλὰ καὶ ταῦτα εἰς τὰ ἐλάχιστα μέρη εἰσὶν ἐνώσεις συστατικῶν ἀπλουστερώων, χωριζομένων ἀπ' ἀλλήλων χημικῶς.

Ἄλλ' ἀφ' ἐνὸς μὲν φυσικῶς, ἀφ' ἑτέρου δὲ χημικῶς φαινόμενα καθιστᾷσι λίαν πιθανὴν τὴν δοξασίαν ὅτι πάντα τὰ σώματα σύγκεινται ἐκ μερῶν διακεκριμένων κατὰ χώρον καὶ μὴ διαιρουμένων οὔτε διὰ φυσικῶν οὔτε διὰ χημικῶν ἐνεργειῶν εἰς ἐλάσσονα μέρη· τὰ ἐλάχιστα ταῦτα καὶ ἀδιαίρετα μέρη τῆς ὕλης καλοῦμεν *ἄτομα*, τὰ δὲ ἐλάχιστα μὲν ἀλλὰ διαίρετὰ μέρη καλοῦμεν *μόρια*.

Διάφορα φαινόμενα, οἷον ἡ ἐκ τοῦ ψύχους *συστολὴ τοῦ ὄγκου* (ἐδ. 198), ἀναγκάζουσιν ἡμᾶς ἵνα παραδεχθῶμεν προσέτι ὅτι τὰ ἄτομα ἢ τὰ μόρια τῶν σωμάτων οὐδόλως πληροῦσι συνεχῶς τὸν χώρον, ἀλλὰ χωρίζονται ὑπὸ διακένων ἐπίσης ἐλαχίστων ὡς τὰ ἄτομα καὶ ἕνεκα τούτου μὴ ἀμέσως ἀντιληπτῶν· παρὰ πολλοῖς ὅμως τῶν στερεῶν σωμάτων εὑρηνται μείζονα διάκενα εἴτε διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ εἴτε δι' ἱκανῆς μικροσκοπικῆς αὐξήσεως ὁρατὰ, πόροι καλούμενα καὶ εἰς εἰσόδῳ βρεστῶν καὶ ἀερωδῶν σωμάτων συντελοῦντα (ἡθμοί).

6. ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ. Πάντα τὰ σώματα τῆς φύσεως διακρίνονται ὡς ἐκ τῆς διαφορῆς συναφῆς τῶν μορίων αὐτῶν εἰς τρεῖς τάξεις, *καταστάσεις* καλούμενας, τὴν *στερεάν*, τὴν *ρευστήν* καὶ τὴν *ἀερώδη*. Τὰ στερεὰ κέκτληται *σχῆμα αὐθυπόστατον*, διότι τὰ μόρια αὐτῶν συνάπτονται πρὸς ἄλληλα οὕτως, ὥστε ὁ χωρισμὸς ἢ ἡ μεταβολὴ τῆς σχετικῆς αὐτῶν θέσεως ἐπέρχεται μόνον διὰ μᾶλλον ἢ ἥττον ἰσχυρᾶς ἐξωτερικῆς δυνάμεως. Τὰ ρευστὰ κέκτληται μὲν καὶ ταῦτα ὠρισμένον ὄγκον μὴ μεταβαλλόμενον σχετικῶς πολὺ διὰ τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ στεροῦνται αὐθυποστάτου σχήματος, διότι τὰ μόρια αὐτῶν τόσον ἀσθενῶς συνάπτονται πρὸς ἄλληλα, ὥστε καὶ ἀσθενεστάτῃ δυνάμει ἐπιφέρει τὴν σχετικὴν αὐτῶν μετὰθεσιν, καὶ ἐπομένως τὴν μεταβολὴν τοῦ ὅλου σχήματος. Τὰ ἀερώδη σώματα τέλος ἔχουσι κοινὴν πρὸς τὰ ρευστὰ ἰδιότητα τὸ εὐμετάθετον τῶν μορίων, ἀλλὰ στεροῦνται ὄγκου μόνιμου, διότι τὰ μόρια αὐτῶν *τεινοῦσι* πρὸς πᾶσαν δυνατὴν ἀπ' ἀλλήλων μάκρυνσιν, ἥς ἕνεκα πληροῦσι πάντοτε διόγκληρον τὸν αὐτοῖς παρεχόμενον χώρον.

Τὰ πλεῖστα σώματα, τῇ ἐνεργείᾳ μάλιστα τῆς θερμότητος, μεθίστανται ἀπὸ τινος τῶν καταστάσεων τούτων εἰς τὰς ἄλλας. Πολλὰ δ' εἰσὶν ἡμῖν γνωστὰ καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς καταστάσεις, οἷον τὸ ὕδωρ, τὸ θεῖον, ὁ ὑδράργυρος (βλ. εἰς τὸ περὶ θερμότητος βιβλίον ἐδ. 203—224).

7. ΕΛΑΚΤΙΚΑΙ ΚΑΙ ΩΣΤΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ* ΣΥΝΟΧΗ ΚΑΙ ΕΦΕΛΞΙΣ. Τὰς ἀφορμὰς τῶν ἀμοιβαίων ἐπιδράσεων τῶν διαφόρων σωμάτων, ἢ τῶν διαφόρων μορίων σώματος τινος πρὸς ἄλληλα καλοῦμεν *δυνάμεις**· εἰσὶ δ' αὐταὶ *ἐλακτικαὶ* ἢ *ὠστικαὶ*, καθ' ὅσον τείνουσιν ἢνα πλησιασῶσιν ἢ ἢνα ἀπομακρύνωσιν ἀπ' ἀλλήλων τὰ σώματα ἢ τὰ μόρια αὐτῶν ἐπὶ τῆς μεταξὺ αὐτῶν εὐθείας. Ἐκ τῶν πρώτων π. χ. ἡ βαρύτης (ἐδ. 10) ἐπιφέρει τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων ἢ τὸν πλησιασμόν αὐτῶν πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς. Ἀλλ' ἀπὸ τῶν τοιούτων δυνάμεων, αἵτινες, ὡς ἡ βαρύτης καὶ ἡ μαγνητικὴ ἐλξίς καὶ ὤσις, ἐνεργοῦσιν ἐξ ἀποστάσεως, διακρίνομεν τὰς καλουμένας *ἀτομικὰς δυνάμεις*, ὧν ἡ ἐνέργεια ἐπεκτείνεται εἰς ἀποστάσεις ἀπειροστάς, ἢ μεταξὺ τῶν ἀμέσως παρακειμένων μορίων τῶν σωμάτων· τοιαῦται εἰσὶν ἡ *συνοχή* καὶ ἡ *ἐφελξις*.

Συνοχήν καλοῦμεν τὴν μεταξὺ τῶν ἀμέσως παρακειμένων μορίων τῶν σωμάτων ἐνεργοῦσαν ἐλξιν, τὴν ἀνταγωνιζομένην κατὰ πάσης ἐξωτερικῆς δυνάμεως ἐνεργούσης ἢνα χωρίσῃ αὐτὰ ἀπ' ἀλλήλων· αὕτη ἀναφανομένη ἰσχυρὰ ἐν τοῖς στερεοῖς καὶ ἀσθενὴς ἐν τοῖς ἑυεστοῖς, ἐν τοῖς ἀερίοις ἐστὶν ἀνύπαρκτος. Ὅταν τὸνναντίον πιέζοντες ἐξωθεν πλησιαζώμεν πρὸς ἄλληλα τὰ μέρη στερεῶν καὶ ῥευστῶν σωμάτων, ἀναπτύσσεται μεταξὺ τῶν παρακειμένων μορίων ὤσις, ἀντενεργοῦσα κατὰ τῆς περαιτέρω ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου· ὥστε τὰ σώματα ταῦτα εἰσὶν ὀλίγον *συμπιεστά*.

Ἐφελξιν δὲ καλοῦμεν τὴν μεταξὺ τῶν μορίων δύο σωμάτων, διακεκριμένων μὲν ἀλλ' ἀποτρεμένων ἀλλήλων, ἐνεργοῦσαν ἐλξιν, δι' ἧς ταῦτα προσκολλῶνται. Πᾶσα π. χ. κόλλησις ἢ στέγνωσις ἢ γραφὴ συμβαίνει δι' ἐφέλξεως· ὥστε οὐδεμία ὑπάρχει οὐσιώδους διαφορὰ μεταξὺ ἐφέλξεως καὶ συνοχῆς. Ἡ ἐφελξις ἀποβαίνει συνοχὴ μεταξὺ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τῆς τομῆς ἐλαστικοῦ κόμματος προσφάτως τμηθέντος, ἢ μεταξὺ δύο καθαρῶν πλακῶν μολύβδου συμπιεζομένων, ἢ μεταξὺ δύο πεφυρακτωμένων ῥάβδων σιδήρου συγκροτούμενων· διότι ταῦτα συνεννοῦνται εἰς ἓν σῶμα.

Ἡ νῦν ὑπὸστειμένη τοῦ κόσμου μορφή οὐδὲως ἐρμηνεύεται διὰ μόνων τῶν ἐλακτικῶν δυνάμεων, αἵτινες ἤθελον συσφαιρῶσαι συνεχῶς σὺμπασαν τὴν ὕλην· ὅπερ ἐμποδίζεται ὑπὸ τῶν ὠστικῶν δυνάμεων ἀντενεργουσῶν κατὰ τῆς συμπίεσεως τῶν στερεῶν καὶ ῥευστῶν καὶ ἐπιφερουσῶν τὴν ἐπ' ἀόριστον ἐξόγκωσιν τῶν ἀερίων (ἐδ. 6). Πρὸς ἐρμηνείαν δὲ τῆς ἐκ τοῦ αὐτοῦ κέντρου συγχρόνου ἀναπτύξεως καὶ ἐλξεως καὶ ὤσεως, παραδεχόμεθα ὅτι τὰ ἄτομα τῶν σωμάτων περιβάλλονται ὑπὸ περικαλύμματός τινος συνισταμένου ἐξ ἀτόμων αἰθέρος, ἀπειράκις ἐλαστονῶν τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων, καὶ οἷτι 1^{ον}) τὰ ἄτομα τῶν σωμάτων ἔλκουν ἄλληλα, 2^{ον}) τὰ ἄτομα τοῦ αἰθέρος ἀπωθοῦσιν ἄλληλα, ὥστε ὁ αἶθρ πλῆρὸς πάντα τὸν οὐρανὸν ᾗδρον, 3^{ον}) τὰ ἄτομα τῶν σωμάτων ἔλκουν τὰ ἄτομα τοῦ αἰθέρος, ὥστε ἕκαστον ἄτομον σώματος περικυκλῶται ὑπὸ ἀποσφαίρας αἰθέρος, τὰ δὲ μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων διάκενα πληροῦνται ὑπὸ

αιθέρος πεπνυχωμένον· 4^{ον}) ἡ μεταξὺ τῶν ατόμων τῶν σωμάτων καὶ τῶν ατόμων τοῦ αἰθέρος ἔλκε ἐνεργεῖ μόνον ἐξ ἐλαχίστων ἀποστάσεων, ὁ αἶθρ δηλαδὴ ἐστὶν ἀβαρὴς ὡς μὴ ὑποκείμενος εἰς τὴν γερικὴν βαρύτητα (ἐδ. 58).

Διὰ τῶν δονήσεων τῶν ατόμων τοῦ αἰθέρος ἐρμηνεύομεν πληρέστατα τὴν διάδοσιν τοῦ φωτὸς καὶ τῆς ἀκτινοβολοῦ θερμότητος (παρ. ἐδ. 175. 196) καὶ διὰ τῆς κινήσεως τῶν ατόμων τῶν σωμάτων τὴν αἰσθητὴν θερμότητα. Τὴν ἐν τοῖς φαινόμενοις τοῖς ὡστικῇ ἀρχῇ ἡμῖνενον ἄλλοτε διὰ τῆς ὑποθέσεως τῶν ἀβαρῶν καλουμένων βευστῶν ἢ παραδεγόμεθα εἰσέτι πρὸς ἐξήγησιν τῶν μαγνητικῶν καὶ ἡλεκτρικῶν φαινομένων (παρ. ἐδ. 264, 293).

8. ΣΩΜΑΤΑ ΕΛΑΣΤΙΚΑ, ΕΛΑΤΑ ΚΑΙ ΕΥΘΡΑΥΣΤΑ, ΣΚΛΗΡΑ. Σῶμα ἀπολύτως ἀμεταβλήτου σχήματος οὐδαμῶς ἀπαντᾷ ἐν τῇ φύσει· διότι ἐξωτερικαὶ δυνάμεις μεταβάλλουσιν τὸ σχῆμα καὶ αὐτῶν τῶν στερεῶν σωμάτων. Κέκτῃνται ὅμως ταῦτα πλείονα ἢ ἐλάσσονα ἐλαστικότητα, τοὔτεστιν ιδιότητα τοῦ ἀναλαμβάνειν τὸ ἀρκτικὸν σχῆμα μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων, ἐὰν αὐταὶ καὶ ἡ ὑπ' αὐτῶν μεταβολὴ τῆς διατάξεως τῶν μορίων μὴ ὑπερέβησαν ὅριόν τι. Ἐλαστικώτατα σώματ' εἰσιν ὁ χάλυψ, ὁ ἐλέφας, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι. Ἐνόσω δὲ αἱ ἐξωτερικαὶ δυνάμεις ἐνεργοῦσιν ἐντὸς τοῦ ὁρίου τῆς ἐλαστικότητος, ἰσχύει ὁ νόμος (Hook. 1679) ὅτι τὸ μέγεθος τῆς ἐπερχομένης μεταβολῆς τοῦ σχήματος (διατάξεως, καταθλίψεως, κάμψεως, σπειράσεως) αὐξάνεται ἀναλόγως τῆς ἐνεργούσης δυνάμεως· ἡ μήκυνσις π. χ. μεταλλικῶν συμμάτων ἢ ἐλαστικῶν σπαρτίων, ἡ προξενουμένη ὑπὸ βάρους ἐκαρτωμένον ἀπ' αὐτῶν, ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος τοῦτο.

Ἐὰν ὅμως ἡ δύναμις ὑπερβῇ τὸ ὅριον τῆς ἐλαστικότητος, ἡ ἐπέρχεται μόνιμος μεταβολὴ τοῦ σχήματος, ἄνευ διακοπῆς τῆς συνεχείας τῶν μορίων, — τότε δὲ καλοῦμεν τὸ σῶμα εὐπλαστον (κηρός), ἐλατόν (χρυσός), καμπτόν (μόλυβδος), — ἢ διακόπτεται αἶφνης κατὰ τινὰ θέσιν ἐντελῶς ἢ τῶν μορίων συνέχεια, καὶ τὸ σῶμα ῥήγνυται ἢ συντρίβεται — τότε δὲ καλοῦμεν αὐτὸ εὐθραυστον (ῥαλος, χάλυψ, μάρμαρον).

Τὴν δὲ ἀντίστασιν τῶν σωμάτων κατὰ τῆς εἰσδύσεως διὰ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, δηλαδὴ κατὰ τοῦ χαραγμοῦ, καλοῦμεν σκληρότητα· τὰ σκληρὰ σώματ' εἰσι συνήθως καὶ εὐθραυστα, τὰ δὲ εὐκόλως χαρασσόμενα ἦτοι τὰ μαλακὰ εἰσιν εὐπλάστα.

Ὁ ὀρυκτολογικὴ κλίμαξ τῆς αὐξομένης σκληρότητος περιλαμβάνει κατὰ τὸν Mohs τὰς ἐξῆς βαθμίδας· 1) ὀρεόστεαρ, 2) γύψον, 3) ἀσβεστόλιθον, 4) ἀργυροδάμαντα, 5) ἀπατίτην, 6) ἀστέριον, 7) χαλαζιαν, 8) τοπάζιον, 9) κορούνδιον, 10) ἀδάμαντα. Τὸ ὑπ' οὐδενὸς χαρασσόμενον, πάντα δὲ τὰ σώματα χαράσσον, σκληρότατον σῶμά ἐστιν ὁ ἀδάμας· τὸ χρυστάλλοπηκτον βόριον ἔχει σκληρότητα ἴσην πρὸς τὴν τοῦ ἀδάμαντος διὰ δὲ τῆς κόψεως τοῦ κορουνδίου (σμήρις) σμυρίζομεν τὴν ὕαλον καὶ τοὺς πλείστους τῶν τιμίων λίθων.

Αἱ ιδιότητες αὗται ἐξαρτῶνται κατὰ πολὺ καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων· ὁ κηρός π. χ. ψυχρὸς μὲν ἐστὶ σκληρὸς καὶ εὐθραυστος, θερμὸς ὅμως μαλακὸς καὶ εὐπλαστός· τὰ πλείστα τῶν μετὰλλων ἐλαυνόμενα ψυχρὰ, διὰ τῆς σφύρας ἢ μεταξὺ τῶν κυλινδρῶν, ἀποθαίνουσι· ψυχρὰ καὶ εὐθραυστα, ἐνθ' ἡ κατεργασία αὐτῶν εὐοδοῦται ἄριστα ἐν θερμοκρασίᾳ πυρακτώσεως, διότι κατ' αὐτὴν γίνονται εὐπλάστα· πολλὰ τέλος

σώματα μεταβάλλουσι βαθμῶν τὴν στερεάν αὐτῶν κατάστασιν εἰς ρευστὴν διερχόμενα, τῆς θερμοκρασίας αὐξημένης, διὰ πάντων τῶν βαθμῶν τῆς μαλακότητος (ύαλος, ῥητίνη, λίπος).

9. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΣΤΕΡΕΟΤΗΣ. Ἐὰν πρισματικὴ ῥάβδος διαταθῇ, ἐντὸς τῶν ὁρίων τῆς τελείας ἐλαστικότητος, διὰ βάρους ἐξηρητημένου αὐτῆς, ἡ ἐπερχομένη αὐξήσις τοῦ μήκους ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὸ βάρος τοῦτο (ἐδ. 8)· ἀλλ' αἱ ἴσες διατομῆς ἐκ διαφόρων ὑλῶν ῥάβδοι μηκύνονται ἀνισάκις δι' ὁλκῆς ἴσων βαρῶν· καλοῦμεν δὲ συντελεστὴν ἐλαστικότητος τὸν ἀριθμὸν τὸν ἐμφαινόμενον τὰ πολλοσὶν τοῦ ἀρκτικοῦ μήκους, καθ' ὃ ἐκτείνεται ῥάβδος ἔχουσα διατομὴν 1 τετμ. δι' ὁλκῆς 1 χιλιογράμμου· τοιοῦτοί εἰσι κατὰ τὸν Wertheim διὰ τινὰ μέταλλα θερμοκρασίας 15° K. οἱ ἐξῆς:

Μόλυβδος.....	1727	Λευκόχρυσος.....	15518
Χρυσός.....	5584	Χάλυψ ἀγγλικός.....	17278
Ἀργυρος.....	7140	Χάλυψ χυτός.....	19561
Χαλκός.....	10519	Σίδηρος.....	20794

Τὴν δὲ ἀντίστασιν, δι' ἧς τὰ σώματα ἀντενεργοῦσι κατὰ τοῦ τελείου χωρισμοῦ τῶν μορίων αὐτῶν, καλοῦμεν *στερεότητα*· ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ ἐξωτερικαὶ δυνάμεις ἐπιφέρουσι πολυτρόπως τὴν ῥῆξιν τῶν σωμάτων, διακρίνομεν διάφορα εἶδη στερεότητος, τὴν ἀπόλυτον κατὰ τῆς διάταξεως, τὴν σχετικὴν κατὰ τῆς κάμψεως, τὴν ἀντίτυπον κατὰ τῆς καταθλίψεως, τὴν ἀντίσπαστον κατὰ τῆς παρώσεως, καὶ τὴν ἀντίστυπτον κατὰ τῆς σπειράσεως.

Τὰ σχοινία ἀνθίστανται κατὰ τῆς ῥήξεως διὰ διάταξεως, αἱ στῆλαι κατὰ τῆς διὰ καταθλίψεως, αἱ ὀρίζονται δοκοὶ κατὰ τῆς διὰ κάμψεως, οἱ ἄξονες τῶν τροχῶν κατὰ τῆς σπειράσεως. Ἐν ταῖς ἐφαρμογαῖς ἡ ἐνεργουσα δύναμις δέον ἵνα κατανατῇ τὸ πολὺ μέχρι τοῦ ὁρίου τῆς ἐλαστικότητος, ἀλλ' οὐδέποτε μέχρι τοῦ ὁρίου τῆς στερεότητος. Ὁ δὲ Wertheim εὑρε τοὺς ἐξῆς ἀριθμοὺς ὡς ὅρια τῆς ἐλαστικότητος καὶ τῆς ἀπολύτου στερεότητος συμμάτων ἐχόντων 1 τετμ. διατομὴν.

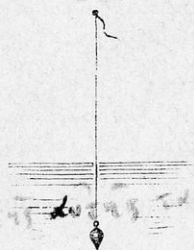
	Όρ. ἐλαστ.	Όρ. στερεότ.		Όρ. ἐλαστ.	Όρ. στερεότ.
Μόλυβδος	0,25 χγ.	2,07 χγ.	Χαλκός	12,0 χγ.	40,3 χγ.
Κασσίτερος	0,45	2,45	Λευκόχρυσος	26,0	34,1
Ψευδάργυρος	0,75	12,80	Σίδηρος	32,5	61,1
Χρυσός	13,50	27,00	Χάλυψ	42,5	70,0
Ἀργυρος	11,25	29,00	Χάλυψ χυτός	55,6	80,0

Ἡ στερεότης τῶν πλείστων μεταλλικῶν συμμάτων ἐξαρθεῖται πολὺ διὰ τῆς πυκνώσεως.

10. ΒΑΡΥΤΗΣ. Ἡ πείρα διδάσκει ὅτι πάντα τὰ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς σώματα φέρονται πρὸς πτώσιν, τουτέστιν ὅτι κινούνται πρὸς τὴν γῆν κατ' ἐκείνην τὴν διεύθυνσιν, ἣν καταλαμβάνει τὸ νῆμα τῆς στάθμης, ἐὰν μὴ ἐμποδίζονται εἴτε δι' ὑποστηρίξεως εἴτε δι' ἐξαρτήσεως· ἐπειδὴ δὲ ἀδυνατοῦμεν ἵνα παραδεχθῶμεν ὅτι τὰ σώματα μεταβαίνουσιν αὐτομάτως ἀπὸ τῆς καταστάσεως τῆς ἀκινήσεως εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως καθ' ὠρισμένην διεύθυνσιν, παραδεχόμεθα κατ' ἀνάγκην τὴν ἀφορμὴν τῆς πτώσεως ὡς ἐκτὸς τῶν σωμάτων κειμένην.

ἐκ δὲ τῆς θέσεως τοῦ νήματος τῆς στάθμης, (σχ. 1) οὕσης πανταχοῦ καθετόν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀκινήτων ὑδάτων, συμπεραίνομεν ὅτι

Σχ. 1



τὰ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαιρικῆς γῆς πίπτοντα σώματα διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, καὶ ἀποδίδομεν τὴν πτώσιν εἰς ἐλκτικὴν τινὰ δύναμιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῆς γῆς ἐπὶ τῶν σωμάτων. Τὴν δύναμιν ταύτην καλοῦμεν βαρύτητα, καὶ τὰ εἰς αὐτὴν ὑπέκοντα σώματα βαρέα, τὴν διευθύνσιν τῆς πτώσεως κατὰ στάθμην, καὶ ὀριζόντειον πᾶν ἐπίπεδον καὶ πᾶσαν γραμμὴν καθετόν ἐπ' αὐτῆς.

Ἐπειδὴ δὲ πάντα τὰ σώματα ἐν τῇ κενῇ πίπτουσιν ἰσοτάως, συμπεραίνομεν ὅτι τὰ ἄτομα αὐτῶν κέκηνται ὡς κοινὴν ιδιότητα τὸ ὑπὸ τῆς γῆς μετ' ἴσης ἐντάσεως ἑλκεσθαι (ἐδ. 32 καὶ 98) ἐνῷ ὑπὸ τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως (ἐδ. 294) ἔλκονται τὰ διάφορα σώματα ἀνισάκις.

11. ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ, ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ, ΒΑΡΟΣ. Σῶμα ἐπὶ ὀριζοντείου ἐπιπέδου ἀκινήτου ἐμποδίζεται τοῦ πίπτειν ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου τούτου, διότι ἡ ἐπ' αὐτοῦ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος ἀναιρεῖται ὑπὸ ἴσης ἀντενεργείας προερχομένης ἐκ τῆς συνοχῆς τῶν στερεῶν μορίων τοῦ ὑποστηρίγματος. Περὶ τῶν οὕτως ἀκινήτων σωμάτων, ἐνῷ ἐνεργοῦσιν ἐπ' αὐτῶν δύο ἴσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις, λέγομεν ὅτι διατελοῦσιν ἐν καταστάσει ἰσορροπίας. Ὅπως δὲ τὸ ἐπὶ ὀριζοντείου ἐπιπέδου ἀκινήτου, ὁμοίως ἰσορροπεῖ καὶ τὸ ἐκ νήματος κατὰ στάθμην ἐξηρημένον σῶμα, ἐὰν ἡ στερεότης τοῦ νήματος ἐξαρκῇ πρὸς ἀναιρέσιν τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος. Τὸ ποσὸν τῆς πιέσεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑποστηρίγμα ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ἀκινήτου, ἡ τὸ ποσὸν τῆς ὀλκῆς, ἣν ὑφίσταται τὸ νῆμα ἐκ τοῦ ἀπ' αὐτοῦ ἐξηρημένου σώματος, καλοῦμεν βάρος τοῦ σώματος τούτου. Ἐξαρκᾶται δὲ τὸ βάρος τῶν σωμάτων ἀφ' ἑνὸς μὲν ἐκ τῆς ἐντάσεως, δι' ἧς ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἐφ' ἑκάστου μορίου, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μορίων, ἐξ ὧν ἕκαστον σῶμα σύγκειται, ἥτοι ἐκ τῆς μάζης αὐτῶν· τούτεστι τὸ βάρος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δυνάμεων, δι' ὧν ἔλκονται πάντα τὰ μέρη τοῦ σώματος πρὸς τὴν γῆν· ἐπειδὴ δὲ αἱ δυνάμεις αὗται εἰσιν ἴσαι (ἐδ. 10), τὸ βάρος ἀναλογεῖ πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν μορίων τούτων ἥτοι πρὸς τὴν μᾶζαν· ὥστε συγκρίνοντες διὰ τοῦ ζυγοῦ (ἐδ. 53) τὰ βάρη β' καὶ β' συγκρίνομεν συγχρόνως καὶ τὰς μάζας μ καὶ μ' δύο σωμάτων· ὥστε

$$\frac{\beta}{\beta'} = \frac{\mu}{\mu'}$$

12. Ἀπορῶντες δὲ περὶ τὴν μέτρησιν τοῦ ἀπολύτου ἀριθμοῦ τῶν ἀτόμων ἥτοι τῆς μάζης τῶν σωμάτων ἐκλέγομεν ὡς μορὰδα μαζῶν τὴν μᾶζαν ὀρισμένου τινὸς σώματος, οἷον ποσοῦ τινος ἀπεσταγμένου

Τὰ ἀποσταγμένα σώματα εἶναι μέτρον πρὸς τὴν μᾶζαν αὐτῶν
καὶ μᾶζαν ὀρισμένου ποσοῦ σώματος. αὐτὴν $\frac{\beta}{\mu}$

ὑδατος μεγίστης πυκνότητος (ἐδ. 201), καὶ παραβάλλομεν πρὸς αὐτὴν τὰς μᾶζας πάντων τῶν σωμάτων. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ μ. τὴν μᾶζαν σώματός τινος, διὰ τοῦ β. τὸ βάρος αὐτοῦ καὶ διὰ τοῦ γ. τὴν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς μάζης ἔλξιν τῆς γῆς (παρατ. ἐδαφ. 33), συμπεραίνομεν

$$\beta = \mu \gamma \quad \text{καὶ} \quad \mu = \frac{\beta}{\gamma}.$$

Ἐπειδὴ δὲ (ἐδ. 56,1) ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἀνίσταίς ἐν ταῖς διαφόροις χώραις τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἐκλέγομεν ὡς μονάδα βαρῶν τὸ ἐν κενῷ χώρῳ βάρος ἐνὸς κετμ. ἀπεσταγμένου ὑδατος μεγίστης πυκνότητος (4° K) ὑπὸ γεωγραφικὸν πλάτος 45° καὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τὸ βάρος τοῦτο καλοῦμεν γράμμον ἢ γραμμαρίον (γ).

1 γράμμον (γ) = 10 δεκατόγραμμα (δγ) = 100 ἑκατοστόγραμμα (εγ) = 1000 χιλιόστογραμμα (χγ) καὶ 1000 γράμμα = 1 χιλιόγραμμα (χγ).

Ἐὰν δὲ ἐκλέξωμεν καὶ ὡς μονάδα τῶν ὄγκων τὸ κετμ., ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς ἐμφαίνει τὸ τε βάρος καὶ τὸν ὄγκον πάσης μάζης ὑδατος.

3. 13. ΠΥΚΝΟΤΗΣ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ. Τὰ σώματά εἰσι τόσῳ πυκνότερα, ὅσῳ πλείονα μόρια τῆς μάζης αὐτῶν περιέχονται ἐν ἴσῳ ὄγκῳ. Καλοῦντες δὲ πυκνότητα τὴν περιεχομένην μᾶζαν ἐν τῇ μονάδι τοῦ ὄγκου, καὶ ἐμφαίνοντες αὐτὴν διὰ τοῦ π., διὰ τοῦ ο. δὲ τὸν ὄγκον καὶ διὰ τοῦ μ. τὴν μᾶζαν σώματός τινος, συμπεραίνομεν τὰς σχέσεις

$$\mu = \pi \cdot \sigma, \quad \pi = \mu : \sigma, \quad \sigma = \mu : \pi$$

4. Τὴν δὲ πυκνότητα στερεῶν καὶ ρευστῶν σωμάτων ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν πυκνότητα τοῦ ἀπεσταγμένου ὑδατος 4° K, καλοῦμεν συνήθως εἰδικὸν βάρος αὐτῶν, καὶ συμπεραίνομεν ἐκ τῶν προηγουμένων ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν σωμάτων ἐμφαίνει τὸν λόγον μεταξὺ τοῦ βάρους αὐτῶν καὶ τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑδατος· διότι ἐὰν ε. ἐμφαίνει τὸ εἰδικὸν βάρος σώματος ἔχοντος β. βάρος, μ. μᾶζαν, π. πυκνότητα καὶ ο. ὄγκον, καὶ β' τὸ βάρος καὶ μ' τὴν μᾶζαν καὶ π' τὴν πυκνότητα τοῦ ὑδατος ὑπὸ ἴσον ὄγκον ο, κατ' ἐδάφιον 11 εὐρίσκομεν

$$\frac{\beta}{\beta'} = \frac{\mu}{\mu'} = \frac{\pi \sigma}{\pi' \sigma} = \frac{\pi}{\pi'} = \varepsilon. \quad \text{ὅθεν} \quad \varepsilon = \frac{\beta}{\beta'}.$$

Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸ παραδεδεγμένον μετρικὸν σύστημα (ἐδ. 12) β' = ο, συμπεραίνομεν ὅτι

$$\varepsilon = \beta : \sigma, \quad \beta = \sigma \cdot \varepsilon, \quad \sigma = \beta : \varepsilon$$

Τὸ ἀπόλυτον ἄρα βάρος ἐνὸς κετμ. σώματός τινος ἐμφαίνει ἐνταῦθα καὶ τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος.

Καὶ τῶν μὲν στερεῶν σωμάτων τὸ εἰδικὸν βάρος εὐρίσκομεν κατὰ ταῦτα κατασκευάζοντες, εἰ δυνατόν, κυβικὰ ἑκατοστόμετρα ἐκ τῆς ὕλης

αὐτῶν, ἃ σταθμῶμεν· τῶν δὲ βευστῶν, πληροῦντες φιάλην γνωστοῦ ὄγκου καὶ σταθμῶντες τὰ ἐν αὐτῇ βευστά. Ἐὰν π. χ. φιάλη φέρουσα καλῶς ἐσμυρισμένον πῶμα χωρῇ ἀκριβῶς 100 γ. ὕδατος καὶ 79,5 γ. οἰνοπνεύματος, τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ οἰνοπνεύματος ἰσοῦται πρὸς 0,795, διότι ὁ ἀριθμὸς 100 ἐμφαίνει καὶ τὸν ὄγκον τοῦ οἰνοπνεύματος (παρ. ἐδ. 77-80).

Ἐπειδὴ δὲ τὰ αερώδη σώματὰ εἰσι πολλῶ ἐλαφρότερα τῶν στερεῶν καὶ τῶν βευστῶν, συγκρίνομεν συνήθως τὴν πυκνότητα αὐτῶν πρὸς τὴν τοῦ αἵρος ἢ πρὸς τὴν τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ κομποτάτου πάντων. Καὶ ὁ μὲν ἀτμοσφαιρικός αἶρ, ὦν οὐσιωδῶς κρᾶμα 21 ὄγκων ὀξυγόνου καὶ 79 ὄγκων ἀζώτου, ἔλκει κατὰ θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας (ἐδ. 90) 773^κ· ὀλιγώτερον τοῦ ὕδατος, τουτέστιν ἔχει εἰδικὸν βάρος 0,001293· τὸ δὲ ὑδρογόνον κατὰ τὰς αὐτὰς περιστάσεις ἐστὶν 11162^κ· κουφότερον τοῦ ὕδατος (παρ. ἐδ. 94 καὶ 202).

14. ΠΙΝΑΞ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΩΝ ΤΙΝΩΝ.

Α' Στερεὰ σώματα

Λευκόχρυσος σφυρήλατος	21,3
" χρυτὸς	21,15
Χρυσὸς ἐπίσημος	19,33
" χρυτὸς	19,26
Μόλυβδος χρυτὸς	11,38
" Ἀργυρος καθαρὸς· ἔλασμα	10,5
" Ἀργ. ἐπίσημ. μεθ' 1/10 χαλκοῦ	10,39
Χαλκὸς σφυρήλατος	8,9
Νικέλιον	8,28
Σιδηρος σφυρήλατος	7,6—7,8
Χάλυψ	
Σιδηρος χρυτὸς λευκός	7,5—7,7
Σιδηρος χρυτὸς γαῖς	6,6—7,4
Ψευδάργυρος σφυρήλατος	7,2
Κασσίτερος	7,29
Ἀντιμόνιον	6,72
Ἀρσενικόν	5,96
Ἀργίλλιον	2,57
Μαγνήσιον	1,75
Νάτριον	0,97
Κάλιον	0,865
Λίθιον	0,594
Ἰωδίον	4,95
Ἀδάμας	3,5—3,53
Μάρμαρον	2,84
Πυριτύλλος	3,3—3,78
Στεφανύλλος	2,5
Χαλαζίας χρυσταλλόπηκτος	2,68

Θεῖον

Φωσφόρος	2
" Ἐλέφας	1,9
Κηρός	1,9
Ξύλον πύξου	0,97
Φελλός	1,3
	0,24

Β' Βευστά σώματα

Ἵδραργυρος	13,596
Βρώμιον	3,187
Θεικὸν ὀξύ	1,94
" Ἀζωτικὸν ὀξύ	1,54
" Ἐλαιον ἐλαίας	0,915
Πετρέλαιον	0,891
Τερρεβινθίνης ἔλαιον	0,871
Οἰνοπνευμα ἄνδρον	0,795
Νάφθα	0,758
Διθῆρ	0,736

Γ' Αερώδη σώματα ἐν συγκρίσει

	πρὸς τὸν αἶρα	πρὸς τὸ ὑδρογόνον
Ἀήρ	1	14,438
Ὄξυγόνον	1,1082	16
Ἀζωτον	0,9736	14
Ἵδρῶνον	0,0695	1
Χλώριν	2,467	35,5
Ἀνθρακ. ὀξύ	1,530	22
Ἀμμωνία	0,589	8,5
Χλωρῶδ. ὀξύ	1,269	18,25
Κυάνιον	1,808	26
Ἀτμός ὕδατος	0,626	9

BIBLION ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Θεμελιώδεις γνώσεις Χημείας καὶ Κρυσταλλογραφίας.

15. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΝΩΣΕΙΣ. Πάντα τὰ σώματα τῆς φύσεως σύγκεινται ἐκ χημικῶν στοιχείων, ἀνεπιδέκτων περαιτέρω λύσεως, 64 τὸν ἀριθμόν. Δύο ἢ πλεονα τῶν στοιχείων τούτων σχηματίζουν διὰ συνθέσεως νέα σώματα, ἅτινα καλοῦμεν χημικὰς ἐνώσεις, ἔχοντα ἰδιότητας διαφόρους τῶν συστατικῶν αὐτῶν· τὰ ἀέρια π. χ. ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον, ἐνούμενα συνιστᾶσι βευστὸν ὕδωρ· τὸ ἀέριον χλωρίον ἐνούμενον μετὰ τοῦ μετάλλου νατρίου συντιθεῖσι χλωριοῦχον νάτριον ἥτοι ἄλας μαγειρικόν. Τὰς ἐνώσεις ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐν αὐταῖς στοιχείων καλοῦμεν διμερεῖς, τριμερεῖς, τετραμερεῖς, τὴν δὲ δύναμιν, δι' ἧς ἐπέρχεται καὶ διατηρεῖται ἡ συστοιχείωσις αὐτῶν ἔλεγον χημικὴν ἢ συγγένειαν. Ἀλλ' ἡ ἐντασις τῆς δυνάμεως ταύτης μεταξὺ τῶν διαφόρων στοιχείων ἐστὶν ἄνισος· ἕνεκα τούτου στοιχεῖόν τι ἐξωθεῖ ἕτερον ἐκ τῆς ἐνώσεως αὐτῶν μετὰ τρίτου, ἐὰν ἔλκηται πρὸς τὸ τρίτον τοῦτο ὑπὸ μείζονος συγγενείας. Τὸ νάτριον ἀπτόμενον τοῦ ὕδατος ἐκδιώκει ἀπ' αὐτοῦ μέρος τοῦ ὑδρογόνου, ὅπερ ἀναστοιχειοῦται ὡς σῶμα ἀερῶδες, καὶ καταλαμβάνον τὴν θέσιν αὐτοῦ ἐν τῇ ἐνώσει διαπλάσσει ὕδρικὸν νάτριον (ἐδ. 19).

Πρὸς σύντομον καὶ σαφεῖ παράστασιν τῆς συστοιχείώσεως τῶν ἐνώσεων σημειοῦμεν τὰ στοιχεῖα διὰ συντόμων συμβόλων, λαμβανομένων ἐκ τῶν ἀρχικῶν γραμμάτων (λατινικῶν συνήθως) τῶν ὀνομάτων αὐτῶν. Διὰ τῶν συμβόλων τούτων ἐμφαίνομεν συγχρόνως καὶ τὸν κατὰ βάρος λόγον, καθ' ὃν τὰ στοιχεῖα συνιστῶσι τὰς ἐνώσεις· οὕτω τὸ σύμβολον H (hydrogenium) ἐμφαίνει 1 βάρος ὑδρογόνου, τὸ O (oxygenium) 16 βάρη ὀξυγόνου, τὸ Na (natrium) 23 βάρη νατρίου κτλ.

Ἡ συστοιχείωσις ἄλλοτε μὲν ἐπέρχεται διὰ μόνης τῆς ἐπαφῆς κατὰ θερμοκρασίαν συνήθη, ὅτε ἡ πρᾶξις εὐδοκεῖται μᾶλλον ἐὰν τὸ ἕτερον τοῦλάχιστον τῶν δύο στοιχείων ἢ βευστὸν ἢ ἀερῶδες, ἄλλοτε δὲ δεῖται ὑψηλῆς θερμοκρασίας· παρακολουθεῖται δὲ συνήθως ὑπὸ ἀναπτύξεως θερμότητος, ἐκδηλουμένης πρὸ πάντων κατὰ τὰς ὀξειδιώσεις (καύσεις), ὅτε τὸ ἕτερον τῶν δύο στοιχείων ἐστὶν ὀξυγόνον (πρ. ἐδ. 243).

16. ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΩΤΕΡΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ. Τὰ στοιχεῖα διαιροῦμεν εἰς μέταλλα καὶ εἰς μὴ μέταλλα, καὶ περ μὴ δυνάμενοι ἵνα χαράξωμεν ἀκριβὲς ὄριον μεταξὺ τῶν δύο τούτων τάξεων. Τὰ μέταλλα κέκτηνται κοινούς χαρακτῆρας τὴν στερεὰν κατάστασιν (ἐκτὸς τοῦ ὑδαργύρου), τὴν σκιερότητα, τὴν στίλβην, τὴν πολλὴν στερεότητα, τὴν εὐηλασίαν, τὸ

ἀγωγὸν τῆς θερμότητος καὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἐτέρας τινὰς χημικὰς ιδιότητας. Τὰ ἐξ αὐτῶν καλούμενα *κοῦφα* (ἐκ τῶν ἀλκαλίων καὶ ἐκ τῶν γαιῶν ἀναστοιχειούμενα) διακρίνονται ἰδίως διὰ τῆς στενῆς συγγενείας αὐτῶν πρὸς τὸ ὀξυγόνον καὶ διὰ τοῦ μικροῦ εἰδικοῦ βάρους, ἐνῶ τὰ *τίμια* μέταλλα, τὰ 6 τελευταῖα τοῦ πίνακος, δυσκόλως ὀξειδιούνται.

Ὄνόματα	Σύμβολα	Ἑνωτικὰ βάρη	Ὄνόματα	Σύμβολα	Ἑνωτικὰ βάρη
Μή μέταλλα			Βαρέα μέταλλα		
Ὄξυγόνον	O	16	Μαγγάνιον	Mn	55
Υδρογόνον	H	1	Χρῶμιον	Cr	52,2
Ἀζωτον	N	14	Σίδηρος	Fe	56
Θεῖον	S	32	Κοβάλτιον	Co	58,7
Σελήνιον	Se	79	Νικέλιον	Ni	58,7
Τελουρίον	Te	128	Ψευδάργυρος	Zn	65
Χλώριον	Cl	35,5	Κάδμιον	Cd	112
Βρώμιον	Br	80	Ἰνδιον	In	113,4
Ἰώδιον	I	127	Καλκός	Cu	63,5
Φθόριον	Fl	19	Μόλυβδος	Pb	207
Φωσφόρος	P	31	Θάλλιον	Tl	204
Ἀνθραξ	C	12	Οὐράνιον	U	120
Βόριον	Bo	11	Βολφράμιον	W	184
Πυρίτιον	Si	28	Ἀρσενικόν	As	75
Κοῦφα μέταλλα			Ἀντιμόνιον	Sb	122
Κάλιον	K	39,1	Βισμούτιον	Bi	210
Νάτριον	Na	23	Κασσίτερος	Sn	118
Καίσιον	Cs	133	Τιτάνιον	Ti	50
Ρουθίδιον	Rb	85,4	Υδράργυρος	Hg	200
Λίθιον	Li	7	Ἀργυρος	Ag	108
Βάριον	Ba	137	Χρυσός	Au	196,7
Στρόντιον	Sr	87,5	Λευκόχρυσος	Pt	197,1
Ἀσβέστιον	Ca	40	Παλλάδιον	Pd	106
Μαγνήσιον	Mg	24	Ἰρίδιον	Ir	197
Ἀργίλλιον	Al	27,4			

17. ΣΥΓΤΟΙΚΕΙΩΣΙΣ ΚΑΘ' ὈΡΙΣΜΕΝΟΥΣ ΛΟΓΟΥΣ ΒΑΡΩΝ· ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΑΝΑΛΟΓΩΝ· ΑΤΟΜΙΚΑ ΒΑΡΗ, ΜΟΡΙΑΚΑ ΒΑΡΗ· ΤΥΠΟΙ. Ἡ ἐξ ἁπλῶν συστοιχείωσις σώματος συνθέτου συμβαίνει πάντοτε καθ' ὀρισμένον λόγον βαρῶν οἷον πρὸς γένεσιν 9 βαρῶν ὕδατος ἐνοῦνται πάντοτε 8 βάρη ὀξυγόνου μεθ' 1 βάρους ὑδρογόνου· ὁμοίως 23 βάρη νατρίου μετὰ 35,5 βαρῶν χλωρίου συνιστᾷσι πάντοτε 58,5 βάρη μαγειρικοῦ ἁλατος.

Ἐὰν δὲ ἐκ τῶν αὐτῶν στοιχείων προέρχωνται διάφοροι ἐνώσεις, τὰ ἐν αὐταῖς βάρη τῶν στοιχείων τούτων ἔχουσιν ἀπλουστάτους τινὰς λόγους πρὸς ἄλληλα· οἷον τὸ ἄζωτον μετὰ τοῦ ὀξυγόνου συντιθεῖσι τὰς ἐξῆς πέντε ἐνώσεις:

Υποεῖδιον ἄζωτου	N ₂ O = 28	βάρη ἄζωτου μετὰ	16 βαρῶν ὀξυγόνου
Ὄξειδιον ἄζωτου	N ₂ O ₂ = 28	" " "	32 = 2.16 " "
Ἀνυδρὸν ἄζωτῶδες ὀξύ	N ₂ O ₃ = 28	" " "	48 = 3.16 " "
Ἀνυδρὸν ὑπαζωτικὸν ὀξύ	N ₂ O ₄ = 28	" " "	64 = 4.16 " "
Ἀνυδρὸν ἄζωτικὸν ὀξύ	N ₂ O ₅ = 28	" " "	80 = 5.16 " "

Τὴν γένεσιν τῶν τοιούτων ενώσεων ἐρμηνεύομεν παραδεχόμενοι ὅτι ἐν αὐταῖς ἐνοῦται ἴσος ἀριθμὸς ἀτόμων ἁζώτου μεθ' 1, 2, 3, 4, 5 ἀτόμων ὀξυγόνου· ὥστε τὰ ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πίνκι ἐγγεγραμμένα ἐνωτικὰ βάρη παριστᾷσιν ἐνταῦτῳ καὶ τὸν λόγον τῶν ἀτομικῶν βαρῶν τῶν διαφόρων στοιχείων, τοῦ ἀτομικοῦ βάρους τοῦ ὕδρογόνου ὡς ἐλαχίστου ληφθέντος ὡς μονάδος. Ἐὰν δὲ παραδεχθῶμεν (ἐδ. 18) ὅτι ἐν ἑκάστη τῶν ἀνωτέρω πέντε ενώσεων περιλαμβάνονται δύο ἅτομα ἁζώτου, ἐπιτυχῶς ἐξεικονίζομεν τὴν σύστασιν αὐτῶν διὰ τῶν παραγεγραμμένων τύπων $N_2 O$, $N_2 O_2$, ... ἐμφαινόντων ἀνὰ πόσα τὰ ἅτομα τοῦ ἁζώτου καὶ τοῦ ὀξυγόνου συνηνώθησαν πρὸς συστοιχείωσιν αὐτῶν. Ἐὰν δὲ προσεῖτε καλέσωμεν *χημικὸν μόριον* τῆς ενώσεως ἕκαστον σύμπλεγμα ἀτόμων ὑπὸ τῶν ἀνωτέρω τύπων ἐμφαινόμενον, οἱ τύποι οὗτοι παριστῶσι καὶ τὸ *μοριακὸν βάρος* τῶν ενώσεων.

18. ΠΥΚΝΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΑ ΒΑΡΗ ΑΕΡΩΔΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ. Αἱ πυκνότητες τῶν ἐν ἀερώδει καταστάσει στοιχείων, οἷον τοῦ ὕδρογόνου, τοῦ ἁζώτου, τοῦ ὀξυγόνου, τοῦ χλωρίου, ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας λόγον οἷον καὶ τὰ ἐνωτικὰ αὐτῶν βάρη, ὥστε ἐμφαίνονται ὑπὸ τῶν αὐτῶν ἀριθμῶν ἐὰν ληφθῇ ὡς μονὰς ἡ πυκνότης τοῦ ὕδρογόνου (1: 14: 16: 35,5). ἔθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἴσοι ὄγκοι τῶν αερίων τούτων περιέχουσιν ἰσάριθμα ἅτομα, ἢ ὅτι τὰ χημικῶς ἀπλᾶ αέρια ἔχουσιν ἴσον τὸν ἀτομικὸν ὄγκον.

Ἡ δὲ συστοιχείωσις συνθέτων σωμάτων ἐκ τῶν αερωδῶν στοιχείων συμβαίνει πάντοτε καθ' ἀπλοῦς λόγους ὄγκων· ἐνοῦται π. χ. 1 ὄγκος ὕδρογόνου H μεθ' ἐνὸς ὄγκου χλωρίου Cl πρὸς γένεσιν δύο ὄγκων χλωρυδρικοῦ ὀξέος HCl· ἐνοῦνται δύο ὄγκοι ὕδρογόνου H_2 μεθ' ἐνὸς ὀξυγόνου O πρὸς γένεσιν 2 ὄγκων ἀπμοῦ ὕδατος H_2O · ἐνοῦνται 3 ὄγκοι ὕδρογόνου H_2 μεθ' ἐνὸς ἁζώτου N πρὸς γένεσιν 2 ὄγκων ἀμμωνίας NH_3 κ.τ.λ. ὥστε τὸ ἐν ἀερώδει καταστάσει *μοριακὸν βάρος* τῆς ἐνώσεως ἀντιστοιχεῖ πάντοτε πρὸς δύο ὄγκους· ἐντέθεν ἐπεταὶ ὅτι ἐν ἴσοις ὄγκοις περιλαμβάνονται ἰσάριθμα μόρια αερωδῶν ἐνώσεων ἢ ὅτι τὰ χημικῶς σύνθετα αέρια ἔχουσιν ἴσον τὸν *μοριακὸν ὄγκον*. Ὡστε αἱ πυκνότητες τῶν συνθέτων αερίων καὶ ἀπμῶν εἰσιν ἀνάλογοι πρὸς τὰ *μοριακὰ* αὐτῶν βάρη, ὡς ἐμφαίνει ὁ ἀκόλουθος πίναξ, ἐν ᾧ ἡ πυκνότης τοῦ ὕδρογόνου ἐτέθη ἴση πρὸς 2.

	Πυκνότης	Μοριακὸν βάρος		Πυκνότης	Μοριακὸν βάρος
Ὑδρογόνον	HH 2	2. 1 = 2	Ὑδρατμός	H_2O 18	2.1+16 = 18
Ἄζωτον	NN 28	2. 14 = 28	Ἀμμωνία	NH_3 17	3.1+14 = 17
Ὄξυγόνον	OO 32	2. 16 = 32	Ἐλῶδες	CH_4 16	4.1+12 = 16
Χλώριον	ClCl 71	2. 35,5 = 71	Ἐλαιόγονον	C_2H_4 28	4.1+12.2 = 28
Χλωρυδρι- κὸν ὀξύ	HCl 36,5	1+35,5 = 36,5	Κυάνιον	C_2N_2 52	12.2+14.2 = 52

Κατὰ τὸν πίνακα τούτον πρὸς ἐπέκτασιν τοῦ αὐτοῦ νόμου καὶ ἐπὶ τῶν ἀπλῶν αερίων παραδεχόμεθα ὅτι τὸ *μοριακὸν βάρος* τῶν στοιχείων ἰσοῦται πρὸς τὸ διπλοῦν τῶν ἀτομικῶν αὐτῶν βάρους, ἢ ὅτι τὰ ἅτομα τῶν στοιχείων εἰσὶ καθ' ἑαυτὰ συνηνωμένα ἀνὰ δύο εἰς ἓν μόριον (τὰ τοῦ φωσφόρου καὶ τοῦ ἀρσενικοῦ ἀνὰ 4)· ἡ ὑπόθεσις αὕτη στηρίζεται καὶ ἐπ' ἑτέρων καθαρῶς χημικῶν λόγων. Συμπεραίνομεν δ' ἐντέθεν ὅτι, γνωρί-

ζοντες την κατά άτομικόν βάρος σύστασιν αερωδών σωμάτων, λογιζόμεθα ἐκ τῶν προτέρων τὴν πυκνότητα αὐτῶν.

19. ΟΞΥΓΟΝΟΧΟΙ ΕΝΩΣΕΙΣ' ΟΞΕΙΔΙΑ. Τὸ ὀξυγόνον, ἄχρουν καὶ ἄοσμον αέριον, ἐστὶν οὐσιῶδες συστατικὸν τῆς ἀτμοσφαιράς, ἥτις κυρίως σύγκειται ἐξ ὄγκων 21 ὀξυγόνου καὶ 79 ἀζώτου ὡς κρᾶμα, περιλαμβάνον καὶ μικράν τινα μεταβλητὴν ποσότητα ἀνθρακικοῦ ὀξέος (0,5 % κατὰ μέσον ὄρον) καὶ ὕδατος. Τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται μετὰ πάντων τῶν γνωστῶν στοιχείων ἐκτός τοῦ φθορίου· τὰς δ' ἐξ αὐτοῦ προκυπτούσας διμερεῖς ἐνώσεις καλούμεν ὀξειδια, καὶ τὴν συνιστάσαν ταῦτα συστοιχείωσιν ὀξειδιώσιν, καὶ τὴν ἀντίθετον αὐτῇ λύσιν, ἥτοι τὸν χωρισμὸν τοῦ ἐτέρου στοιχείου ἀπὸ τοῦ ὀξυγόνου, ἀναγωγὴν. Καὶ τῶν μὲν τῶν στοιχείων ἐνοῦνται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου δι' ἀπλῆς ἐπαφῆς κατὰ θερμοκρασίαν συνήθη· ἕτερα δέ, ὡς ὁ ἀνθραξ, τὸ θεῖον κ.τ.λ. κατὰ θερμοκρασίας ὑψηλάς, ἐνῷ ἐκ τῆς συστοιχειώσεως ἀναπτύσσεται ζωνρὸν φῶς καὶ πλείστη θερμότης (Καῦσις ἐδ. 243). ἄλλα τέλος ὀξειδιούνται βραδέως, ὡς πολλὰ μέταλλα, ἢ μόνον ἐμμέσως ὡς τὸ ἄζωτον. Τὸ ὀξυγόνον συμβάλλεται ἀπαραιτήτως πρὸς πᾶσαν συνήθη καῦσιν (πῦρ) καὶ πρὸς συντήρησιν τῆς ζωῆς ἀνθρώπων καὶ ζῶων (ἀναπνοή).

Τὸ ὀξυγόνον μετὰ τοῦ ὕδρογόνου ἐνωθὲν συνίστησι τὸ ὕδωρ H_2O . Τὸ ὕδρογόνον ἐστὶν αέριον ἄχρουν, ἄοσμον, πάντων τῶν αερωδών σωμάτων κορυφαίον καὶ καύσιμον. Ἐν τῷ καίεσθαι δύο ὄγκοι αὐτοῦ ἐνοῦνται μεθ' ἑνὸς ὀξυγόνου εἰς ὀξειδίου ὕδρογόνου ἥτοι εἰς ὕδατος, ὅστις ψυχρότερος πυκνοῦται εἰς ὕδωρ· ἀντιστρόφως δὲ ἐκ τοῦ ὕδατος ἀναστοιχειοῦνται οἱ συστατικοὶ αἱετοὶ ὄγκοι διὰ τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος (ἐδ. 339). Ὑπάρχει καὶ δεύτερος, ὑπέρτερος ὀξειδιώσεως βαθμὸς τοῦ ὕδρογόνου, τὸ ὑπεροξειδίου αὐτοῦ H_2O_2 .

Τὰ λοιπὰ τῶν μὴ μετάλλων στοιχείων συντιθεῖσιν ὡς ἐπὶ τὸ πλείστον μετὰ τοῦ ὀξυγόνου πολυειδεῖς ἐνώσεις· τὸ ἄζωτον π. χ., ὡς ἀνωτέρω ἐρρήθη (ἐδ. 17) ἐνοῦται κατὰ πέντε διαφόρους ἀναλογίας βάρους μετ' αὐτοῦ. Αἱ μᾶλλον ὀξυγονοῦχοι τῶν τοιούτων ἐνώσεων ἡ οἱ ὑπέρτεροι τῆς ὀξειδιώσεως βαθμοὶ ἔχουσι συνήθη ιδιότητα τὸ μεθ' ὕδατος ἐνοῦσθαι εἰς ὀξέα (ἐδ. 20). ἕνεκα τούτου καλούμεν αὐτὰς ὀξέα ἄνυδρα, οἷον τὸ ἄνυδρον θεικόν, τὸ ἄνυδρον φωσφορικόν, τὸ ἄνυδρον ἀζωτικόν ὀξύ. Τὰ σώματα ταῦτα ἐνούμενα μετὰ τοῦ ὕδατος μεταδιδοῦσιν αὐτῷ γέσσειν δριμύεως ὀξεῖαν καὶ τὴν κλιουμένην ὀξεῖαν δρᾶσιν, δηλαδὴ τὴν ιδιότητα τοῦ ἐρυθραίνειν κυανὰ τινα φυτικὰ βλάμματα, ὡς τὸ χλωτρόπιον.

Ἐκ τῆς καύσεως τοῦ θείου συστοιχειοῦται δὲ θειῶδες αέριον SO_2 , εὐγνώστον ἕνεκα τῆς πνιγρᾶς αὐτοῦ ὁσμῆς καὶ τῶν λευκαντικῶν αὐτοῦ ιδιοτήτων· τοῦτο ἄρμωδως (παρὰ διαπύρην σπύγγην λευκοχρᾶσου) μεθ' ἐτέρου ποσοῦ ὀξυγόνου ἐνούμενον μεταβάλλεται εἰς ἄνυδρον θεικόν δὲ SO_3 , ἐν σῶμα στερεόν συγκείμενον ἐκ κρυστάλλων λευκῶν, νηματωδῶν, σπιδόντων ὡς ἡ μέταξ, στενὴν συγγένειαν πρὸς τὸ ὕδωρ ἔχον, καὶ μετ' αὐτοῦ εἰς ἄνυδρον θεικόν δὲ ἐνούμενον, πλείστης ἀναπτυσσομένης θερμότητος κατὰ τὴν συστοιχείωσιν ($H_2O + SO_3 = H_2SO_4$). Ἐτεροι βαθμοὶ ὀξειδιώσεως τοῦ θείου ὑφίστανται ὡς ὀξέα μόνον ἐν ἐνώσει μεθ' ὕδατος.

Ὁ φωσφόρος στοιχεῖον στερεόν, ὑπόξανθον, κηρώδους συστάσεως, δηλητηριωδέστατον, λίαν εὐφλεκτόν καὶ ἕνεκα τούτου πρὸς κατασκευὴν πυρῶν χρησιμεῖον (ἐδ. 241), ἐνούμενος μετὰ τοῦ ὀξυγόνου διὰ καύσεως συνίστησιν ἄνυδρον φωσφορικόν δὲ P_2O_5 · τοῦτο δὲ ἐν στερεόν καὶ ἐκ λευκῶν χιονωδῶν νιφάδων συγκείμενον ἐνοῦται μεθ' ὕδατος, ὡς τὸ ἄνυδρον θεικόν, εἰς ῥευστὸν φωσφορικόν δὲ H_3PO_4 ($3H_2O + P_2O_5 = 2H_3PO_4$), ἀναπτυσσομένης πλείστης θερμότητος. Ἡ ἀτελής τοῦ φωσφόρου ὀξειδιώσις παράγει: φωσφορῶδες καὶ ὑποφωσφορῶδες δὲ.

Ἐκ δὲ τῶν πέντε ἐνώσεων τοῦ ἀζώτου μᾶλλον ὀξυγονοῦχός ἐστι τὸ ἄνυδρον ἀζω-

τικόν οξὺν N_2O_5 , δυσκόλως μὲν καθ' ἑαυτὸ παρασκευαζόμενον καὶ εὐκόλως ἀλλοιούμενον, μεθ' ὕδατος όμως τὸ ρευστὸν ἐνυδρὸν ἀνωτικὸν οξὺν παρέχον HNO_3 ($H_2O + N_2O_5 = 2HNO_3$). Ὁμοίως ἐκ τοῦ συνθέτου ἀερίου N_2O_3 καὶ τοῦ ὕδατος συστοιχεύονται ἐνυδρὸν ἀνωτικῶδες οξὺν HNO_2 ($H_2O + N_2O_3 = 2HNO_2$). Ἐπίσης δὲ πολλὰ ὅξέα διδύονται τὰ στοιχεῖα *χλωρίου*, *ιώδιου* καὶ *βρώμιου*· ἀλλ' αἱ ἐντεῖθεν προκύπτουσαι ἐνώσεις, ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ μόνον μεθ' ὕδατος ἀποβαίνουσιν ἀναλλοίωτα ὅξέα.

Ὁ ἀνθραξ (ξυλίτης, ὀρυκτός, γραφίτης, ἀδάμας) καίμενος ἐν τῷ ἀέρι συντίθεται οξὺν ἀνθρακικὸν CO_2 , σῶμα ἀερῶδες, ἄχρουν, βαρύτερον τοῦ ἀέρος, πρὸς ἀνάπνοήν καὶ καύσιν ἀκατάλληλον, ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἐν χαμηλαῖς θερμοκρασίαις καὶ ὑπὸ πίεσεως αὐξημένης εὐκόλως ἀπορροφώμενον καὶ μεταδίδον αὐτῷ γεῦσιν εὐχάριστον καὶ ὑποῦν. Ἀλλ' ἐκ τῆς ἀτελοῦς καύσεως τοῦ ἀνθρακος ἐν μὴ ἐπαρκεῖ ἀέρι συστοιχεύεται οξείδιον ἀνθρακος, σῶμα ἀερῶδες, καύσιμον, ὡς δηλητήριο διὰ τῆς εἰσπνοῆς ἐνεργούν.

Τὸ οξείδιον τοῦ πυριτίου ἢ τὸ πυριτικὸν οξὺν SiO_2 , ἀποτελοῦν οὐσιωδέστατον συστατικὸν τῶν πλείστων κρυσταλλωδῶν πετρωμάτων, καθαρὸν ἀπαντᾷ ὡς χαλασίτις, καὶ κρυσταλλόπηκτον ὡς ὀρεῖνός κρύσταλλος.

20. ΟΞΕΙΔΙΑ ΜΕΤΑΛΛΩΝ, ΒΑΣΕΙΣ. Τὰ διάφορα μέταλλα ἔχουσιν ἄνιστον πρὸς τὸ ὀξυγόνον συγγένειαν καὶ τὰ μὲν πλεῖστα τῶν κοινῶν ἐννοῦνται μετ' αὐτοῦ κατὰ θερμοκρασίαν συνήθη, διὸ πρὸς πρόληψιν τῆς ὀξειδώσεως φυλάσσομεν αὐτὰ ἐντὸς πετρελαίου· τῶν δὲ βαρέων ἢ ὀξειδωσίως συμβαίνει ἢ κατὰ θερμοκρασίας ὑψηλᾶς ἢ βραδέως καὶ ἐμμέσως, οἷον τῇ ἐπαφῇ μεθ' ὕδατος (ἴσως σιδήρου) ἢ μετ' ὀξέων. Τὰ τιμια μέταλλα τούναντιον ὅντα ὀλίγον συγγενῇ τῷ ὀξυγόνῳ, ἀναστοιχεύονται ἐκ τῶν ὀξειδίων αὐτῶν διὰ μόνης τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας.

Μεταξὺ πολλῶν βαθμῶν ὀξειδωσέως μετάλλου τινός, ἐὰν ὑπάρχωσιν, ὁ ἥττον ὀξυγονοῦχος χαρακτηρίζεται διὰ τοῦ ὀνόματος ὑποοξειδίου, ὁ δευτέρος διὰ τοῦ ὀνόματος οξειδίου καὶ οἱ μᾶλλον ὀξυγονοῦχοι διὰ τοῦ ὀνόματος ὑπεροξειδίου. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ τινα μεταλλικὰ οξειδία σχηματίζοντα ὅξέα (ἐδ. 19)· ἐκ τοῦ μαγνηίου π. χ. προκύπτουσι τὸ υποοξείδιον μαγνηίου MnO , τὸ οξείδιον (ἡμιολοοειδίον) Mn_2O_3 , τὸ ὑπεροξείδιον (διοξειδίον, πυρολουσίτης) MnO_2 , τὸ μαγνηικόν οξὺν MnO_3 καὶ τὸ ὑπερμαγνηικόν Mn_2O_7 . Τὰ πλεῖστα τῶν μεταλλικῶν οξειδίων ἐννοῦμενα μετὰ τῶν ὀξέων γεννῶσιν ἄλατα καὶ καλοῦνται τότε βασικὰ οξειδία ἢ βάσεις.

Εἰς τὰ βασικὰ οξειδία καταλέγονται ἰδίως τὰ τῶν ἀλκαλικῶν μετάλλων (K, Na, Rb, Cs, Li), ἅτινα διαλυόμενα ἐν τῷ ὕδατι διαπλάσσουν μετ' αὐτοῦ ὑδρϊκὰς ἐνώσεις ἢ ὑδροοξειδία, τὰ καλούμενα ἀλκάλεια, τὸ οξείδιον π. χ. τοῦ καλίου K_2O (κάλι) συνίστησιν ὑδρϊκὸν κάλι, τὸ οξείδιον τοῦ νατρίου Na_2O (νάτρον) ὑδρϊκὸν νάτρον

$\left(\begin{smallmatrix} H \\ H \end{smallmatrix} \right) O + \begin{smallmatrix} Na \\ Na \end{smallmatrix} \} O = 2 \begin{smallmatrix} Na \\ H \end{smallmatrix} \} O$. Αἱ ἐν τῷ ὕδατι διαλύσεις τῶν ἀλκαλίων

τούτων ἔχουσι καυστικὴν γεῦσιν ῥύμματος καὶ δρᾶσιν ἀλκαλικήν· τούτους τὴν ιδιότητα τοῦ ἐπανάγειν τὸ κυανοῦν χρώμα εἰς τὸ δι' ὅξους ἐρυθρὸν γινόμενον βάμμα τοῦ ἡλιοτροπίου.

Τὰ δὲ μέταλλα τῶν ἀλκαλικῶν γαιῶν (Ca, Sr, Ba) συνιστᾷ βασικὰ οξειδία ἐλάχιστα διαλυτὰ ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἀδιαλύτους ἐνώσεις μετὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὁξέος συνιστάντα, ἐν αἷς διακρίνεται ὡς μᾶλλον ἀξιόλογος ἡ ἀνθρακικὴ ἄσβεστος (ἄσβεστολίθος, κίμωλις, μάρμαρον) CaO, CO_2 .

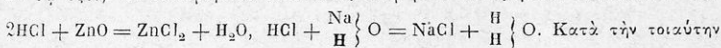
20 α. Ἐνώσεις τοῦ χλωρίου, τοῦ ἰωδίου, τοῦ βρώμιου, τοῦ θείου κ.τ.λ.

Τὸ *χλωρίον*, αέριον χλωρὸν ἰδιαιτῆς πνιγηρᾶς ὁσμῆς, ἐξερεθίζον πρὸς βήχα καὶ ἐὰν ὀλίγιστον εἰσπνευσθῇ, πολλὰ ὅξως χρήσιμον ὡς καταστρέφον τὰς ὀργανικὰς βαρὰς καὶ καταλύνον τὰ μύσματα, μετὰ τοῦ νατρίου ἀνέκαθεν ἐνώθεν συνέθηκε τὸ μαγειρικόν ἄλας. Τὸ δὲ *βρώμιον*, ἐν τῷ ὕδατι τῆς θαλάσσης καὶ τινῶν ἀλκυίδων ὀλίγιστον ἀπαντῶν, ἐστὶ πτηνικώτατον ρευστὸν χρώματος καρυκίον, οὔτινος καὶ ὁμῆχοι καὶ λίαν δύσσομοι ἄτμοι ἐνεργῶς περίπου ὡς τὸ χλωρίον. Τὸ δὲ ἐπίσης ἐν τῷ θαλασσίῳ ὕδατι περιεχόμενον ἰωδίου ἐστὶ στερεόν, ραῖον, μεταλλικῶς ἀποστρίβον σῶμα, ἐξερεθίζον ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ καὶ ἰδίως ἀπόζον, τηκόμενον δὲ ἐν θερμοκρασίᾳ ὑψηλοτέρᾳ καὶ εἰς

ἐάνθινον ἀτμὸν μεταβαλλόμενον. Αἱ εὐκόλως λυόμεναι ἐνώσεις τοῦ βρωμίου καὶ τοῦ ἰωδίου μετὰ τοῦ ἀργύρου χρησιμεύουσι· μάλιστα εἰς τὴν φωτογραφίαν (ἐδ. 152).

Τὸ ὑδρογόνον μετὰ τῶν τριῶν τούτων στοιχείων ἐνούμενον συνίστησι· αερώδεις ἐνώσεις (HCl, HJ, HBr), αἵτινες εὐκόλως καὶ ἀπλήστως ὑπὸ τοῦ ὕδατος ἀναπνέμεναι· μεταδιδόναι αὐτῷ ἐντόνος ὀξεῖαν γεῖσιν τε καὶ δρᾶσιν· ἔνεκα τούτου αἱ διαλύσεις αὐταὶ καλοῦνται· ὑδροχλωρικός, ὑδροϊωδικός, ὑδροβρωμικός ὀξύ. Πλείστα δὲ μέταλλα μεταστοιχειοῦσι τὰς ἐνώσεις ταύτας εἰσερχόμενα ἐν αὐταῖς ἀντὶ τοῦ ὑδρογόνου, ὅπερ ἐκλύουσι, καὶ συνιστάντα τὰς καλουμένας χλωριούχους, βρωμιούχους, ἰωδιούχους ἀλλόδεις ἐνώσεις, ὧν αἱ πλείστα διαλυόμεναι ἐν τῷ ὕδατι μεταδιδόναι αὐτῷ γεῖσιν ἀλμυράν ($\text{HCl} + \text{Na} = \text{NaCl} + \text{H}$), ($2\text{HCl} + \text{Zn} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}$).

Συναπτομένων δὲ τῶν ὀξέων τούτων πρὸς βασικὰ μεταλλικά ὀξείδια συμβαίνει μεταστοιχειώσεις, τοῦ μὲν μέταλλου καταλαμβάνοντος τὴν θέσιν τοῦ ὑδρογόνου ἐν τῷ ὀξεί, τοῦ δὲ ὑδρογόνου συντιθέντος ὕδωρ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ὀξειδίου· οἷον



δρᾶσιν ὀξέα καὶ ἀλκάλεια ἀνταναίρουσι τὰς ιδιότητας αὐτῶν· ἡ ὀξεῖα γεῖσις τοῦ ὑδροχλωρίου ὀξέος καὶ ἡ ἀλκαλικὴ γεῖσις τῆς διαλύσεως τοῦ νάτρου ἀρπνίζονται καὶ ἀντ' αὐτῶν ἐπικρατεῖ ἡ καθαρώς ἀλμυρὰ γεῖσις τοῦ συστοιχειουμένου χλωριούχου νατρίου· ἐπίσης δὲ καὶ ἡ ὀξεῖα καὶ ἡ ἀλκαλικὴ δρᾶσις ἐκλείπουσιν, ὁ χάρτης τοῦ ἡλιοτροπίου εἴτε ἐρυθρὸς εἴτε κυανοῦς οὐδόλως μεταχρῶννυται ἐν τῇ ἀλυχῇ διαλύσει.

Κατὰ τὴν ἀμοιβαίαν ταύτην ἀμείαν καὶ βασικῶν ὀξειδίων δρᾶσιν, ἄλλων μὲν μετὰλλων τὰ ἄτομα ἀντιστάγονται ἐν τῇ ἐνώσει· ἀντὶ τοῦ, ἄλλων δὲ ἀντὶ διπλοῦ καὶ τινῶν ἀντὶ τριπλοῦ καὶ τετραπλοῦ ἀριθμοῦ ἀτόμων ὑδρογόνου, ἡ ἑκαστον ἄτομον τῶν διαφόρων μετὰλλων ἐνεῦται· μεθ' ἐνός, δύο, τριῶν ἢ καὶ τεσσάρων ἀτόμων χλωρίου (NaCl , ZnCl_2 , AuCl_3 , SnCl_4)· ἐντεῦθεν ἡ διάκρισις τῶν μετὰλλων εἰς μονοστάσια, διστάσια, τριστάσια καὶ τετραστάσια (ἢ μονοατομικά κτλ.)· Ἄλλ' αἱ χλωριούχοι κτλ. ἐνώσεις συστοιχειοῦνται καὶ διὰ τῆς ἀμέσου ἐπαφῆς τῶν μετὰλλων μετὰ τοῦ χλωρίου, τοῦ βρωμίου καὶ τοῦ ἰωδίου.

Τὸ ὑδρογόνον ἐνούμενον μετὰ τοῦ θείου συντίθεται τὸ αερώδες ὑδροθείον H_2S , ἀπόζον ἀηθὲς ὡς ὡὰ οὐρία, ἐνεργον ὡς δηλητήριον, ὑπὸ τοῦ ὕδατος ὅπως οὖν εὐκόλως ἀναπνέμενον καὶ μεταδίδον αὐτῷ τῆς ἰδίας γεύσεως καὶ ὁσμῆς· ἡ διάλυσις αὐτῆς δρᾷ ὡς ἀσθενὲς ὀξύ. Καὶ τούτου τοῦ σώματος συναπτομένου πρὸς μεταλλικά ὀξείδια ἐπέργεται μεταστοιχειώσεις συνιστάσας θειούχα μέταλλα καὶ ὕδωρ ($\text{CuO} + \text{H}_2\text{S} = \text{CuS} + \text{H}_2\text{O}$). Ἄλλ' ἐνθ' αἱ πλείστα τῶν χλωριούχων, τῶν βρωμιούχων καὶ τῶν ἰωδιούχων ἐνώσεων διαλύονται ἐν τῷ ὕδατι, αἱ θειούχοι ἐνώσεις τῶν βαρέων μετὰλλων εἰσὶν ἀδιάλυτοι ἐν αὐτῷ διὸ τὸ ὑδροθείον, γεννῶν ἐν ταῖς διαλύσεσι πλείστων μεταλλικῶν ἁλάτων ἀδιάλυτον θειούχον υπόστασιν, χρησιμεύει πρὸς ἀνέλευσιν τῶν ἐν αὐταῖς μετὰλλων. Καὶ αἱ θειούχοι ἐνώσεις συστοιχειοῦνται διὰ τῆς ἀμέσου ἐπαφῆς τῶν μετὰλλων μετὰ τοῦ θείου κατὰ θερμοκρασίας ὑψηλᾶς.

Μετὰ τοῦ αἰώτου τέλους ἐνούμενον τὸ ὑδρογόνον συντίθεται τὴν ἀμμωνίαν NH_3 , ἄεριον ἰδιαίτην ἔχον νύσσουσαν ὁσμὴν, καὶ ἀπλήστως ὑπὸ τοῦ ψυχροῦ ὕδατος ἀναπνέμενον· ἡ διάλυσις αὐτοῦ δρᾷ ὡς ἰσχυρὸν ἀλκάλι καὶ συνίστησι μετὰ τῶν ὀξέων ἐνώσεις ἀλώδεις,

ὡς εἰ περιελάμβανε τὸ βασικὸν ὀξείδιον ($\begin{matrix} \text{NH}_4 \\ \text{NH}_4 \end{matrix} \text{O}$), ^{ἐν τῷ} τὸ σύμπλεγμα τῶν ἀτόμων

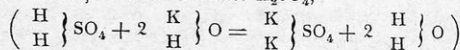
NH_4 (ἀμμώνιον) ὑποῦεται φύσιν μονοστασίου μετὰλλου· τοιαύτη ἐνώσις ἐστὶ τὸ χλωριούχον ἀμμώνιον (ὑδροχλωρικὴ ἀμμωνία, ἀμμωνιακὸν ἄλας) $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$,

πηγάζον ἐκ τῆς τυπικῆς μεταστοιχειώσεως $\begin{matrix} \text{NH}_4 \\ \text{NH}_4 \end{matrix} \text{O} + \begin{matrix} \text{HCl} \\ \text{HCl} \end{matrix} = 2(\text{NH}_4\text{Cl}) + \text{H}_2\text{O}$.

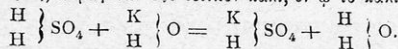
Τοιαῦτα συμπλέγματα ἀτόμων δυνάμενα ἐν ταῖς ἐνώσεσιν ὅσον ἄλλοι τι μέταλλον κηλομένην συνθέτους εἶναι.

20 β. ὀξυγονόχα ὀξέα καὶ ἅλατα. Τὸ ὑδρογόνον ὅπως ἐνούμενον μετὰ τοῦ χλωρίου, τοῦ βρωμίου κτλ. συντίθεται ὀξέα, σώματα δηλαδὴ ἔχοντα γεῖσιν ὀξεῖαν, ἐρυθραίνοντα τὰ φυτικά βάρματα, καὶ εἰς ἀλώδεις ἐνώσεις μετὰ τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων μεταστοιχειούμενα, οὕτως ἐνούμενον καὶ μετὰ τινῶν ὀξυγονούχων συμπλεγμάτων ἀτόμων ἐπιφέρει τὴν συστοιχειώσιν σωμάτων ἔχοντων ὁμοίας ιδιότητας, ἅτινα

καλούμεν *όξέα* *δευτεροούχα*. Δυνατόν δὲ ἵνα νοήσωμεν ταῦτα ἐξ ὕδατος καὶ *θειοειδίου* (ἀνυδροῦ *όξέος*) συντεθέμενα· οὕτω (ἐδ. 19) συστοιχειοῦνται· τὰ *όξέα* H_2SO_4 (θεικόν), HNO_3 (άζωτικόν), H_3PO_4 (φωσφορικόν) ἐκ τῶν *όξειδίων* SO_2 , N_2O_5 , P_2O_5 καὶ ἐξ ὕδατος H_2O · τὰ δὲ μέταλλα ἐκδιώκοντα ἐκ τῶν *όξέων* τούτων, ὡς καὶ ἐκ τοῦ ὑδροχλωρικοῦ, τὸ ὑδρογόνον καὶ εἰσάγοντα ἀντ' αὐτοῦ διαπλάσσουν *δευτεροούχα μεταλλικά ἅλατα*· οὕτω π. χ. διαλυομένα *ψευδαργύρου* ἐν τῷ *θεικῷ* *όξει* ἀναστοιχειοῦται ὑδρογόνον καὶ προκύπτει διάλυσις *θειικοῦ* *όξειδίου* *ψευδαργύρου* ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} = \text{ZnSO}_4 + 2\text{H}$) ἐν ᾧ πάλιν ἐν ἄτομον *ψευδαργύρου* ἀντικατέστησε δύο ἄτομα ὑδρογόνου. Τὰ αὐτὰ *όξέα* δι' ἀμοιβαίας μεταστοιχειώσεως μετὰ μεταλλικῶν *όξειδίων* γεννῶσι μεταλλικά ἅλατα καὶ ὕδωρ ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{ZnO} = \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$). Τὰ οὕτω προκύπτοντα ἅλατα λαμβάνουσι τὸ ὄνομα τῶν συστατικῶν αὐτῶν *όξέος* καὶ *όξειδίου*, οἷον *θεικὸν* *όξειδίου* *ψευδαργύρου* ἢ *θεικὸς* *ψευδαργύρος*, *νιτρικὸν* *κάλι* ἢ *νιτρικὸν* *κάλιον*. Κατὰ τὴν θράσιν ταύτην *όξέα* καὶ ἀλκάλια ἀνταναίρουσι τὰς ιδιότητας αὐτῶν· οἷον ἐκ τοῦ *θειικοῦ* *όξέος* καὶ ἐκ τοῦ ὑδροκικοῦ καλίου προκύπτει οὐδέτερον *θεικὸν* *κάλι* K_2SO_4 ,



οὗτινος ἡ διάλυσις· οὕτε ἐπὶ τοῦ ἐρυθροῦ οὕτε ἐπὶ τοῦ κυανοῦ ἡλιοτροπίου δρῶσα ἔχει γεῦσιν ἡλυμράν· ἀλλ' ἐὰν ἡ ποσότης τοῦ *κάλως* *μικρά* οὕσα μὴ ἐπαρκῇ πρὸς πλήρη ἀλλοίωσιν τῶν ιδιοτήτων τοῦ *όξέος*, παράγεται· *όξὺ* *θεικὸν* *κάλι*, ἐν ᾧ τὸ *κάλιον* ἀντικατέστησεν ἐν ἄτομον ὑδρογόνου,



Τὰ δραστηκώτερα *όξέα* ἐκδιώκουσιν ἐκ τῶν ενώσεων τὰ ἀσθενέστερα· διὸ *θεικὸν* *όξὺ* μετ' ἀνθρακικοῦ ~~μεταστοιχειοῦται~~ *μεταστοιχειοῦται* εἰς *θεικὸν* *κάλι* καὶ εἰς ἀνθρακικὸν *όξὺ*, $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{CO}_3$, ὡν τὸ δεύτερον ἀμέσως διχάζεται εἰς ὕδωρ H_2O καὶ εἰς ἀνυδρὸν ἀνθρακικὸν *όξὺ* ἀέριον CO_2 . — Διὰ μεταστοιχειώσεως ἐκ *θειικοῦ* *όξέος* καὶ ἐκ *χλωριούχου* *νατρίου* προκύπτουσι *θεικὸν* *νάτριον* καὶ *όξὺ* *χλωρυδρικόν*, $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$ κλπ. Ὁμοίως τὰ *μύλλον* *βασικῶν* *όξειδων* ἀντείστηγονται ἐν ταῖς ενώσεσιν ἀντ' τῶν ἡσσον *βασικῶν*· δύο δὲ διαλύσεις ἁλμάτων μινγύμεναι συναλλάσσουσι συνήθως τὰ μέταλλα, ἐὰν ἐκ τῆς μεταστοιχειώσεως ταύτης προκύπῃ ἀδιάλυτος ἔνσωσις, π. χ. ἐκ τοῦ *άζωτικοῦ* *αργύρου* καὶ τοῦ *χλωριούχου* *νατρίου* ($\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{Cl} = \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$) συστοιχειοῦται *χλωριούχος* *αργύρος* ἀδιάλυτος *καθίζων* ἐν τῷ ὕδατι λευκὸς καὶ υπολείπεται ἐν τῇ διαλύσει *άζωτικὸν* *νάτριον*.

21. ΣΥΝΤΗΣΙΣ, ΔΙΑΛΥΣΙΣ, ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΣ. Τῆς κυρίως *χημικῆς* *ένώσεως* *όξον* ἵνα διακρίνωμεν τὰ ἐκ διαφόρων σωμάτων *μίγματα*, μὴ προκύπτοντα καθ' ὠρισμένον λόγον *βαρῶν*, οἷα τὰ ἐκ τῆς συντήξεως διαφόρων *μετάλλων* *συγχωνεύματα* καὶ *ἀμαλγάματα* (*ψευδαργύρος* μετ' ἑτέρου *μετάλλου*). Πολλὰκις ὅμως τὰ *μεταλλικά* *συγχωνεύματα* περιέχουσιν ὠρισμένας *χημικὰς* *ένώσεις*, *χωριζόμενας* ἐν *κρυσταλλῶδει* *καταστάσει* ἐκ τοῦ *τετηκῶτος* *συγχωνεύματος*, ἐνῷ τοῦτο *βραδέως* *ψύχεται*. Κατ' αὐθαίρετους ἐπίσης λόγους *βάρους* *συγκεράννυνται* *διάφορα* *ρευστά*, μὴ *παράγοντα* ὠρισμένας *χημικὰς* *ένώσεις*, οἷον *ὕδωρ* μετ' οἶνοπνεύματος, οἶνόπνευμα μετ' αἰθέρος, *διάφορα* *παχέα* *έλαια* πρὸς ἄλληλα κτλ. οὐχὶ ὅμως καὶ ὕδωρ μετ' ἐλαίου.

Μεταξὺ τῶν ἀρίστων τούτων *κραμάτων* *κατατακτέον* καὶ τὰς *διαλύσεις* *στερεῶν* *σωμάτων* ἐν *ρευστοῖς*. Ἐκ τῶν *μεταλλικῶν* *ἁλμάτων* π. χ. τινὰ μὲν *διαλύονται* ἐν τῷ ὕδατι, οἷον τὸ *χλωριούχον* *νάτριον*,

Τὰ *μεταλλικά* *ἅλατα* νοοῦνται καὶ ὡς προκύπτοντα διὰ συστοιχειώσεως *μεταλλικοῦ* *βασικοῦ* *όξειδίου* καὶ *όξέος* ἀνυδροῦ, οἷον ὁ *θεικὸς* *χαλκὸς* οὕτω $\text{CuSO}_4 = \text{CuO} + \text{SO}_3$, τὸ *άζωτικόν* (*νιτρικόν*) *κάλιον* οὕτω $2\text{KNO}_3 = \text{K}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_5$.

ἄλλα δ' οὐ, οἷον ὁ θεικὸς μόλυβδος· ἕτερα πάλιν εἰσὶ μᾶλλον διαλυτὰ ἐν τῷ θερμῷ ὕδατι ἢ ἐν τῷ ψυχρῷ, οἷον τὸ ἄζωτικόν καλί (νίτρον), τὸ θεικόν νάτρον, ἐνῷ ἄλλων ἡ διαλυτότης ὀλίγον μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, οἷον ἡ τοῦ μαγειρικοῦ ἁλατος. Ἡ διάλυσις καλεῖται κεκορεσμένη κατὰ τινα θερμοκρασίαν, ὅταν περιλαμβανῇ ὅσον κατὰ ταύτην διαλύεται στερεόν· ὥστε ἐὰν θερμὴ κορεσθεῖσα διάλυσις ἀζωτικοῦ κάλειος ψυχθῇ, μέρος τοῦ διαλελυμένου ἁλατος χωρίζεται ὡς πῆγμα· ὅπερ συμβαίνει καὶ ἂν μὴ κεκορεσμένη διάλυσις πυκνωθῇ βαθμηδὸν μέχρι κόρου ἕνεκα ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος ἢ διὰ ταχείας ἀναζέσεως ἢ διὰ βραδείας ἐν τῷ ἀέρι αὐτομάτου ἐξατμίσεως, ἐνῷ ἡ ἐξαέρωσις παρατείνεται ἔτι.

Ἐντὸς 100 μερῶν βάρους ὕδατος διαλύονται μαγειρικοῦ ἁλατος 36 μέρη εἰς 0° καὶ 39 εἰς 100°· ἡ διαλυτότης τοῦ θεικοῦ νάτρου (Na_2SO_4) καταντᾷ εἰς μέγιστον κατὰ τοὺς 33° (332 μέρη), ὥστε διάλυσις οὕτω κορεσθεῖσα θολοῦται· μᾶλλον θερμαινομένη, διότι μέρος τοῦ διαλελυμένου ἁλατος ἐκπέγνυται· ἀνυδρὸν.

22. ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΙΣ. Ὅταν στερεόν τι σῶμα, εἴτε διὰ διαλύσεως εἴτε διὰ τήξεως ρευστὸν γενόμενον, βραδέως καὶ ἡρέμα πάλιν πηγνύηται, τὰ μέρη αὐτοῦ διατάσσονται συμμετρῶς, ὥστε κτᾶται σχῆμα ὠρυσμένον καὶ κανονικόν, περατούμενον εἰς ἑδρας ἐπιπέδους, ἧτοι διαίρεται εἰς κρυστάλλους. Οἱ κρυστάλλοι ἔχουσιν οὐ μόνον τὸ ἐξωθεν σχῆμα αὐτοτελεῖς, ἀλλὰ καὶ τὴν ἑνδον κατασκευὴν κανονικὴν, ὡς γίνεται δῆλον ἐκ τῆς μᾶλλον ἢ ἥττον εὐκόλου καὶ ἐντελοῦς σχίσσεως κατὰ τινὰς διευθύνσεις, οὓσας ἐν στενῇ σχέσει πρὸς τὸ ἐξωτερικὸν σχῆμα τοῦ κρυστάλλου καὶ συνήθως παραλλήλους πρὸς τινὰς τῶν ἑδρῶν αὐτοῦ (ἰσίζωτης, γύψος, ἀσβεστόλιθος)· στερεὰ στερούμενα μὲν αὐτοτελοῦς ἐξωτερικῆς μορφῆς, ἔχοντα ὅμως τὴν ἐσωτερικὴν κατασκευὴν κανονικὴν, καλοῦνται κρυσταλλώδη (μάρμαρον), τὰ δὲ καὶ ταύτης στερούμενα, ἀμορφα (ὑάλος).

Αἱ τῶν ἐπιπέδων ἑδρῶν παντὸς κρυστάλλου εὐθεῖαι τομαὶ καλοῦνται ἀκμαί, τὰ δὲ ἄκρα αὐτῶν, καθ' ἃ τρεῖς ἢ πλείονες ἑδραι ἀλληλοτομοῦσι, κορυφαὶ τῶν στερεῶν γωνιῶν.

Ὅταν ἡ κανονικὴ τελειώσει τῶν κρυστάλλων ἐμποδίζεται ἔξωθεν, ὡς συνήθως συμβαίνει, ἀναπτύσσονται ἑδραι τινὲς μᾶλλον τῶν ἄλλων καὶ φεῖρεται ἡ κανονικότης τοῦ κρυσταλλικοῦ σχήματος· ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἀσύμμετρον ταύτην ἀνάπτυξιν αἱ ἑδραι διατελοῦσι πρὸς ἐαυτὰς παράλληλοι, ἐπομένως αἱ διέδροι καὶ αἱ ἐπίπεδοι γωνίαι τοῦ κρυστάλλου ἀμετάβλητοι· τὸ μέγεθος.

23. Ἡ κρυσταλλικὴ μορφή συνδέεται πρὸς τὴν χημικὴν σύστασιν τῶν σωμάτων· ὥστε εἰς ἐκάστην ὕλην ἀνήκει ἰδίᾳ κρυσταλλικὴ μορφή. Διακρίνονται δὲ αἱ μορφαὶ αὗται εἰς ἀπλᾶς καὶ εἰς συνθέτους, καθόσον αἱ ἑδραι τοῦ κρυστάλλου εἰσὶν ἴσαι ἢ διάφοροι. Καὶ πᾶσαν μὲν σύνθετον μορφήν ἐκλαμβάνομεν ὡς συνδυασθεῖσαν ἐκ πολλῶν ἀπλῶν· πάσας δὲ τὰς ἀπλᾶς μορφάς, ὧν οἱ συνδυασμοὶ ἀπαντῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κρυστάλλου, ἀνάγομεν γεωμετρικῶς εἰς κοινόν τινα τύπον· καὶ ἐκ πασῶν τῶν εἰς τὸν αὐτὸν τύπον ἀναγο-

γομένων μορφῶν ἀποτελοῦμεν *κρυσταλλικὸν σύστημα*. Τοιαῦτα διαφορά συστήματα διεκρίθησαν ἐξ, περὶ τῶν τύπων ὧν ἀμέσως διαλαμβάνομεν. Πρὸς σαφῆ δὲ διάκρισιν τῶν χαρακτῆρων ἐκάστου συστήματος καὶ πρὸς εὐκόλον ἀναγωγὴν τῶν παραγῶγων αὐτοῦ μορφῶν εἰς τὸν ἀρκτικὸν τοῦ συστήματος τύπον, νοοῦμεν διερχομένας διὰ τοῦ κρυστάλλου εὐθείας τινὰς ἢ *ἄξονας*, ἐνούσας ἢ δύο ἀντικειμένους κορυφάς, ἢ τὰ μέσχα δύο ἀντικειμένων ἐδρῶν ἢ ἀκμῶν. Ἐκαστον δὲ τῶν ἐξ κρυσταλλικῶν συστημάτων διακρίνεται μάλιστα διὰ τοῦ συστήματος τῶν ἄξόνων, εἰς ὃ ἀναφέρονται πᾶσαι αἱ εἰς αὐτὸ ἀνήκουσαι κρυσταλλικαὶ μορφαί.

1. **Κανονικὸν σύστημα.** Τρεῖς ἄξονες ἴσοι καὶ κάθετοι ἀλλήλοις.

2. **Τετραγωνικὸν σύστημα.** Τρεῖς ἄξονες κάθετοι ἀλλήλοις, ὧν ὁ εἰς κύριος καλούμενος βραχύτερος ἢ μακρότερος τῶν ἑτέρων δύο, ἴσων ὄντων.

3. **Ἑξαγωνικὸν σύστημα.** Τρεῖς ἴσοι ἄξονες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, σχηματίζοντες πρὸς ἀλλήλους γωνίας 60° , καὶ τέταρτος κύριος ἄξων ἀσχετὸς μήκους κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῶν τριῶν.

4. **Ῥομβικὸν σύστημα.** Τρεῖς κάθετοι ἀλλήλοις ἀλλ' ἄνιστοι ἄξονες.

5. **Πλάγιον Ῥομβικὸν σύστημα.** Τρεῖς ἄνιστοι ἄξονες, ὧν ὁ εἰς κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῶν δύο ἄλλων.

6. **Πλάγιον Ῥομβοειδικόν.** Τρεῖς ἄνιστοι καὶ πλαγίως ἀλληλοτομούντες ἄξονες.

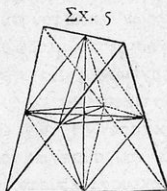
24. 1. **Κανονικὸν σύστημα.** Ὡς τύπος τοῦ συστήματος τούτου θεωρεῖται τὸ *κανονικὸν ὀκταέδρον*, περατούμενον εἰς ὀκτώ ἰσόπλευρα τρίγωνα. Οἱ τρεῖς ἴσοι καὶ ἀλλήλους κάθετοι ἄξονες ἐνούσιν ἀνὰ δύο τὰς ἀντικειμένας κορυφάς τοῦ κρυστάλλου· πᾶσαι αἱ ἀκμαὶ καὶ πᾶσαι αἱ γωνίαι εἰσὶν ἀλλήλαις ἐφαρμοσσιμοί (στυπηρίαι).

Δευτέρα μορφή τοῦ κανονικοῦ συστήματος ἐστὶ τὸ *κανονικὸν ἐξάεδρον* ἢ ὁ *κύβος* (Σχ. 3), περατούμενος εἰς ἐξ τετραγώνους ἑδρας, ὧν τὰ μέσχα ἀνὰ δύο ἐνούσιν οἱ ἄξονες. Αἱ μὲν ἑδραὶ τοῦ κύβου ἀντιστοιχοῦσι κατὰ θέσιν πρὸς τὰς στερεὰς γωνίας τοῦ ὀκταέδρου, αἱ δὲ στερεαὶ γωνίαι τοῦ κύβου πρὸς τὰς ἑδρας τοῦ ὀκταέδρου· ἕνεκα τούτου εἰς πάντα συνδυασμὸν τῶν δύο μορφῶν ἀπαμβλύνονται αἱ μὲν στερεαὶ γωνίαι τοῦ ὀκταέδρου διὰ τῶν ἐδρῶν τοῦ κύβου, αἱ δὲ στερεαὶ γωνίαι τοῦ κύβου διὰ τῶν ἐδρῶν τοῦ ὀκταέδρου (ὀρυκτὸν ἄλας).

Τὸ *Ῥομβικὸν δωδεκάεδρον* (Σχ. 4) περατούμενον εἰς δώδεκα ῥόμβους, ἀντιστοιχοῦνται κατὰ θέσιν πρὸς τὰς 12 ἀκμὰς καὶ τοῦ ὀκταέδρου καὶ τοῦ κύβου· αἱ μὲν 24 αὐτοῦ ἀκμαὶ εἰσὶν ἴσαι πρὸς ἀλλήλας· ἀλλ' ἐκ τῶν στερεῶν αὐτοῦ γωνιῶν αἱ μὲν 6, οὗσαι ὀξύτεραι καὶ τετράεδροι, ἀντιστοιχοῦσι κατὰ θέσιν πρὸς τὰς στερεὰς γωνίας τοῦ ὀκταέδρου, αἱ δὲ 8 ἀμβλεῖαι καὶ τριεδροὶ πρὸς τὰς στερεὰς γωνίας τοῦ κύβου. Πρὸς σαφαστέραν κατάληψιν τῆς σχέσεως τῶν τριῶν μορφῶν παρρηρησέον ὅτι αἱ 12 μείζονες τῶν ῥόμβων διαγώνιοι ἀντιστοιχοῦσι κατὰ θέσιν πρὸς τὰς ἀκμὰς τοῦ ὀκταέδρου, αἱ δὲ 12 ἐλάσσονες πρὸς τὰς ἀκμὰς τοῦ κύβου· ἕνεκα τούτου τὸ Ῥομβικὸν δωδεκάεδρον ἀπαντᾷ ἐν συνδυασμοῖς μετὰ τοῦ κύβου ἢ τοῦ ὀκταέδρου ὡς ἀπάμβλυνσις τῶν ἀκμῶν τῶν μορφῶν τούτων (καρχηρόνιος).

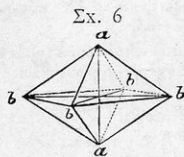
Ἡμιεδρικοὶ καὶ μορφαὶ τοῦ κανονικοῦ συστήματος. Αἱ οὕτω καλούμεναι μορφαὶ παρίστανται· ἐκ τῶν ὁλοεδρικῶν δι' ἐπεκτάσεως τῶν ἐπαλλασσομένων ἐδρῶν μέχρις ἀφηνισμοῦ τοῦ ἑτέρου ἡμίσεος τῶν ἐδρῶν τοῦ κρυστάλλου· οὕτω γεννᾶται τὸ

τετράεδρον (Σχ. 5) δι' ἡμιεδρικής τελειώσεως τῶν ἐπαλλασσομένων ἐδρῶν τοῦ (ἐν τῷ σχήματι ἐγγεγραμμένου αὐτῷ) ὀκταέδρου. Ἐνῶν δὲ ἐν τοῖς ὀλοεδρικοῖς κρυστάλλοις ἐκδστὴ ἐδρὰ ἀντίκειται ἑτέρα παράλληλος ἐδρὰ, ἐν τῷ τετραέδρῳ, περατομένην εἰς τέσσαρα τρίγωνα ἰσοπλευρά, οὐχ ὑπάρχουσι ἐδρὰ παράλληλοι. Ὡστε τοῦτο ἀνήκει εἰς ἡμιεδρικὸν εἶδος τοῦ κανονικοῦ συστήματος στερεοῦμενον *παράλληλων ἐδρῶν*. Ὑπάρχει ὅμως ἕτερον ἡμιεδρικὸν εἶδος κρυσταλλικῶν μορφῶν τοῦ συστήματος τούτου ἔχον ἐδρας ἀνὰ δύο παραλλήλους (πενταγωνικὸν δωδεκάεδρον, ὡς ἡμιεδρική μορφή τοῦ πυρμιδοφόρου κύβου). Ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν κύβον θεωρητέον τὸ τετράεδρον ὡς προκύπτει δι' ἀπαμείλυνσιν τῶν τεσσάρων ἐπαλλασσομένων αὐτοῦ γωνιῶν (βορακίτης).

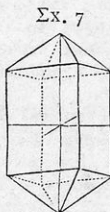


Σχ. 5

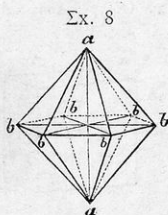
25. 2. **Τετραγωνικὸν σύστημα.** Τυπικὴ μορφή τοῦ συστήματος τούτου ἐστὶ τὸ τετραγωνικὸν ὀκτάεδρον, διπλὴ κανονικὴ τετραγωνικὴ πυραμὶς (Σχ. 6) περατομένη εἰς 8 ἴσα καὶ ἰσοσκελῆ τρίγωνα, ὧν αἱ κορυφαὶ ἀνὰ 4 συναντῶσαι ἀλλήλαις κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ κυρίου ἄξονος σχηματίζουν τὰς στερεὰς γωνίας αα διαφερούσας τῶν κατὰ τὰ ἄκρα τῶν δευτερευόντων ἁξόνων 4 στερεῶν γωνιῶν ββββ. ἐκ τῶν ἀκμῶν δὲ ἰσοῦνται ἀλλήλαις αἱ 8 (αβ), ἀλληλοτομοῦσαι κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ κυρίου ἁξονος, καὶ αἱ 4 (ββ) λήγουσαι εἰς τὰ ἄκρα τῶν δευτερευόντων ἁξόνων ἀλλ' αἱ 4 εἰσὶν ἄνιστοι πρὸς τὰς 8. Δευτέρᾳ μορφῇ τοῦ συστήματος τούτου ἐστὶ τὸ ὀρθὸν τετραγωνικὸν πρίσμα, περατοῦμενον κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ κυρίου ἁξονος (Σχ. 7) ἢ εἰς δύο ἐδρας καθέτους ἐπ' αὐτοῦ, ἢ εἰς δύο τετραγωνικὰς πυραμίδας ἐκ συνδυασμοῦ μετὰ τοῦ τετραγωνικοῦ ὀκταέδρου (Χαλκοπυρίτης, βεζουβιανός).



Σχ. 6



Σχ. 7



Σχ. 8



Σχ. 9

βάσεις τῶν τριγῶνων τούτων (ββ) ἀποτελοῦσι κανονικὸν ἐξαγώνιον κοινὴν βῆσιν τῶν δύο πυραμίδων. Ἐτέρα μορφή τοῦ συστήματος ἐστὶ τὸ ὀρθὸν ἐξαγωνικὸν πρίσμα περατοῦμενον κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ κυρίου ἁξονος ἢ εἰς δύο ἐπιπέδους ἐδρας ἢ, συνδυαζόμενον (Σχ. 9) μετὰ τοῦ διπλοῦ ἐξαέδρου, εἰς δύο ἐξαγωνικὰς πυραμίδας (ὀρεινὸν κρύσταλλος).

Μεταξὺ τῶν ἡμιεδρικῶν μορφῶν τοῦ ἐξαγωνικοῦ συστήματος ἀξιολογώτατὴ ἐστὶ τὸ ρομβόεδρον, προκύπτει ἐξ ἡμιεδρικής τελειώσεως τῶν ἐπαλλασσομένων ἐδρῶν τοῦ διπλοῦ ἐξαέδρου καὶ εἰς ἑξ ῥόμβους περατοῦμενον (Σχ. 10). Ἀκμᾶς ἔχει δύο εἰδῶν, 6 τεμνομένας ἀνὰ 3 κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ κυρίου ἁξονος καὶ 6, ὧν τὰ μέσα ἐνοῦσιν οἱ δευτερευόντες ἁξονες, συνεχῇ πολυθλαστοὶ καὶ μὴ ἐπίπεδον γραμμὴν ἀποτελούσας. Τὸ ρομβόεδρον ἐστὶν ἡ κυρία κρυσταλλικὴ μορφή τοῦ ἀσβεστολεπιθίου, ἔχοντος τὰς δύο κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ κυρίου ἁξονος στερεὰς γωνίας ἀμβλυτέρας τῶν λοιπῶν ἐξ (πράβ. ἐδ. 184). Τὸ δὲ ὀρθὸν τριγωνικὸν πρίσμα ἐστὶν ἡμιεδρική μορφή τοῦ ἐξαγωνικοῦ (πρβλ. ἐδ. 194, 286).

Οἱ κρύσταλλοι τοῦ τετραγωνικοῦ καὶ ἐξαγωνικοῦ συστήματος ἔχουσι κοινὸν γνώρισμα τὸν κυρίον ἁξονα καὶ συμφωνοῦσι κατὰ τὰς ὁπτικὰς ιδιότητας (ἐδ. 185).

4. **Ῥομβικὸν σύστημα.** Τύπον ἔχει ὀκτάεδρον συγκείμενον ἐκ δύο πυραμίδων

ἐχουσῶν κοινὴν βάσιν *ρόμβον* (Σχ. 11) καὶ περατούμενον εἰς 8 ἴσα σκαληνὰ τρίγωνα. Ἐπειδὴ δὲ καὶ οἱ τρεῖς ἄξονες εἰσὶν ἄνισοι, ὑπάρχουσιν ἐν τῷ στερεῷ τρία εἶδη στερεῶν γωνιῶν καὶ τρία εἶδη ἀκμῶν. Τὸ σύστημα τοῦτο περιλαμβάνει: προσέτι τρεῖς πρισματικές μορφὰς ἐχούσας βάσιν *ρόμβον* καὶ ληγούσας εἰς τρία διάφορα ζεύγη παραλλήλων ἐδρῶν καθέτων ἐπὶ τῶν τριῶν ἄξωνων (θεῖον, νίτρον).

5. **Πλάγιον ῥομβικὸν σύστημα.** Ὡς τύπον ἐκληπτέον *οκτάεδρον* χωριζόμενον εἰς δύο πυραμίδας ἐχούσας *κοινὴν* βάσιν *ρόμβον*, τριγώνων ὑπὸ τοῦ τρίτου ἄξονος *πλάγιον* (Σχ. 12): αἱ ἐδραὶ εἰσὶν ἀνὰ 4 ἴσαι, ὥστε τὸ στερεὸν δυνατόν ἐνα νοηθῇ ὡς προκύπτει ἐκ τοῦ συνδυασμοῦ δύο πλαγίων πρισμάτων (αα, ββ): ἀλλ' ἐν γένει οὐκ ἀπαντῶσι πλέον ἐν τῷ συστήματι τούτῳ τετελειωμένοι: κρύσταλλοι, ἀλλὰ μᾶλλον πλάγια πρίσματα ἔχοντα βάσιν *ρόμβον* καὶ μοναδικὰς βάσεις (γύψος).

6. **Πλάγιον ῥομβοειδικὸν σύστημα** (Σχ. 13). Ἐν τῷ συστήματι τούτῳ μόναι αἱ ἀνὰ δύο ἀντικείμεναι καὶ παράλληλοι ἐδραὶ τοῦ τυπικοῦ οκτάεδρου εἰσὶν ἴσαι: ὥστε δύο τινὰ τῶν ζευγῶν τούτων συνδυάζονται εἰς πρίσμα πλάγιον ἔχον παραλληλόγραμμον ὡς βάσιν. Ἐπομένως πᾶσα συμμετρία ἐν τῷ συστήματι τούτῳ ἐκλείπει (θεικὸς χαλκός).

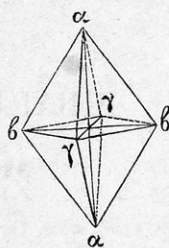
26. **ΔΙΜΟΡΦΑ ΚΑΙ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΑ ΣΩΜΑΤΑ.** Πᾶσα χημικὴ ἔνωσις ἔχει ἐν γένει καὶ ἰδιάζουσάν τινα ἀπλὴν ἢ σύνθετον κρυσταλλικὴν μορφήν, ἢ τοῦλάχιστον αἱ διάφοροι μορφαί, ἃς περιβάλλεται ἡ αὕτη ἔνωσις, ἀνάγονται πάντοτε εἰς τὸν ἀρκτικὸν τύπον τοῦ αὐτοῦ κρυσταλλικοῦ συστήματος: ὑπάρχουσιν ὅμως σώματα ἔχοντα τὴν παράδοξον ιδιότητα τοῦ κρυσταλλοῦσθαι ἐν διαφόροις περιστάσεσι κατὰ δύο πάντη διάφορα κρυσταλλικὰ συστήματα καὶ ἔνεκα τούτου *διμορφα* καλούμενα.

Ἡ διμορφία συνδέεται στενῶς πρὸς τὴν ἀλλοτροπίαν, ἥς ἔνεκα τὸ αὐτὸ σῶμα κατὰ τινὰς περιστάσεις, μεταβαλλομένης τῆς διατάξεως τῶν μορίων αὐτοῦ, κτάται διαφόρους φυσικὰς ιδιότητας καὶ διαφορὰν χημικὴν ἔλξιν. Τοιαῦτα ἀλλότροπα καὶ ἐν ταύτῃ διμορφῇ σώματά εἰσιν: ὁ ἀνθραξ, ἀπαντῶν ἐν τῇ φύσει κρυσταλλοπότητος ὡς ἀδάμας μὲν ἐν τῷ κανονικῷ, ὡς γραφίτης δὲ ἐν τῷ ἐξαγωνικῷ συστήματι: τὸ θεῖον, ἀπαντῶν ἐν τῇ φύσει κρυσταλλοπότητον κατὰ τὸ ῥομβικὸν σύστημα, ὡς κρυσταλλοῦται καὶ ἐκ τῆς ἐν θειοῦχῳ ἀνθρακὶ διαλύσεως αὐτοῦ, ἐνῷ πηγνύμενον ἐκ τετρίκτου λαμβάνει σχῆμα πλαγίων ῥομβικῶν πρισμάτων ὁμοίως ἢ ἀνθρακικῇ ἀσθεστοῦ εὐρήται κρυσταλλοπότητος συνήθως μὲν ὡς ῥομβοέδρον τοῦ ἐξαγωνικοῦ συστήματος (ἀσθεστολεπιδίτης), σπανιώτερον δὲ ὑπὸ μορφᾷ τοῦ ῥομβικοῦ συστήματος (ἀρραγρίτης).

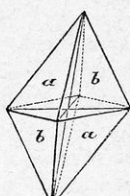
Τούναντίον δὲ πολλάκις διάφοροι χημικαὶ ἔνωσεις ἀναλόγου συστάσεως κρυσταλλοῦνται *ὁμοιόμορφως*: τὰ τοιαῦτα σώματα καλοῦμεν *ὁμοιόμορφα*.

Ὁ Mitscherlich εὗρεν ὅτι τὰ θεικὰ, σεληνικά, χρωμικά, μαγγνικά ἄλατα τῆς αὐτῆς βάσεως ($K_2 SO_4$, $K_2 SeO_4$, $K_2 CrO_4$, $K_2 MnO_4$) εἰσὶν ὁμοιόμορφα ὁμοίως ὁμοιόμορφα εἰς τὰ φωσφορικά καὶ ἀρσενικά ἄλατα. Ἡ ἀργίλλος καὶ τὰ ὀξειδια τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χρωμίου ($Al_2 O_3$, $Fe_2 O_3$, $Cr_2 O_3$) κρυσταλλοῦνται ὡς ῥομβοέδρα ἴσων γωνιῶν: ὡς καὶ τὰ ἀνθρακικά ἄλατα τῆς ἀσθεστοῦ, τῆς μαγγνησίας, τῶν ὑποξειδίων τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ μαγγνίου, καὶ τοῦ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου. Τὰ δὲ ὁμοιόμορφα σώματα ἀντικαθιστῶσι πολλάκις ἀλλήλα ἐν ταῖς ἔνωσεσιν αὐτῶν καὶ ἀπαντῶσι συγχευόμενα ἐν τοῖς ὀρυκτοῖς, ὡς π. χ. ἡ ἀνθρακικὴ ἀσθεστός μετὰ τῆς ἀνθρακικῆς μαγγνησίας ἐν τῷ δολομίτῃ, περιέχοντι ἐνίοτε καὶ ἀνθρακικὸν ὀξείδιον σιδήρου καὶ μαγγνίου

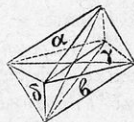
Σχ. 11



Σχ. 12



Σχ. 13



BIBLION TPITON

Μηχανική.

27. Ἡ Μηχανικὴ πραγματεύεται καθόλου περὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων, διαιρουμένη εἰς Στατικὴν ἢ πραγματείαν περὶ ἰσορροπίας, καὶ εἰς Δυναμικὴν ἢ πραγματείαν περὶ κινήσεως.

Ἡ Ὑδρομηχανικὴ πραγματεύεται ὁμοίως περὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως τῶν ῥευστῶν, διαιρουμένη εἰς Ὑδροστατικὴν καὶ Ὑδροδυναμικὴν· ἡ Ἀερομηχανικὴ τέλος διαιρουμένη εἰς Ἀεροστατικὴν καὶ Ἀεροδυναμικὴν πραγματεύεται ὁμοίως περὶ κινήσεως καὶ ἰσορροπίας ἀερωδῶν σωμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ γενικῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως.
Στατικὴ καὶ δυναμικὴ στερεῶν σωμάτων ἰδίως.

28. ΗΡΕΜΙΑ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΙΣ. Τὰ σώματα ἡρεμοῦσιν ὅταν ἡ ἐν τῷ χώρῳ θέσις αὐτῶν διατελῇ ἀμετάβλητος, κινοῦνται δὲ ὅταν μεταβάλληται αὕτη. Κρίνομεν δὲ περὶ τῆς ἡρεμίας ἢ τῆς κινήσεως σώματός τινος παραβάλλοντες μάλιστα τὴν θέσιν αὐτοῦ πρὸς τὴν θέσιν ἑτέρων σωμάτων περίξ αὐτοῦ ὑπαρχόντων. Ἐπειδὴ ὅμως ἐκ τῶν προτέρων ἀγνοοῦμεν ἐκ δύο σωμάτων, ὧν ἡ σχετικὴ θέσις μεταβάλλεται, πότερον τὸ κινητὸν καὶ πότερον τὸ ἀκίνητον ἢ ἂν ἀμφοτέρω κινῶνται, ἡ περὶ τούτου κρίσις ἡμῶν ἐστὶ πολλάκις ἡμαρτημένη· τούτεστι παρατηροῦντες πάντοτε οὐχὶ ἀπολύτως ἀλλὰ σχετικῶς τὴν τε ἡρεμίαν καὶ τὴν κίνησιν οὐχὶ σπανίως ἐκλαμβάνομεν τὸ ἡρεμοῦν ὡς τὸ κινούμενον καὶ ἀντιστρόφως.

Ἐντεῦθεν αἱ ἐντὸς τῶν ἀτμαμάτων καὶ ἐντὸς τῶν πλοίων γνωσταὶ ἀπάται. — Ἐντεῦθεν ἡ πασῶν μᾶλλον ἄφυκτος ἀπάτη, ἥς ἐνεκα ἐκλαμβάνομεν τὸ ἔδαφος καὶ τὰ ἐπ' αὐτοῦ ὡς ἡρεμοῦντα, τὴν δὲ φαινομένην σφαίραν τοῦ οὐρανοῦ ὡς στρεφομένην μετὰ τῶν ἀστέρων περὶ ἐκεῖνα· παρῆλθον χιλιετηρίδες, μεθ' ἃς πολλὰ ἀστρονομικὰ ἔρευνα κατέδειξαν τὸ ἐναντίον ὡς ἀληθές.

28. Συνίσταται τὸν ὅρισμόν τῆς ἡρεμίας καὶ τῆς κινήσεως καὶ τὸν τρόπον τῆς ἀντιλήψεως τούτων.

29. ΕΙΔΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ. Τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων καλοῦμεν εὐθύγραμ-
μον ἢ καμπυλόγραμμον, καθόσον ταῦτα διατηροῦσι κινούμενα τὴν
διεῦθυνσιν αὐτῶν ἀμετάβλητον ἢ μεταβάλλουσι ταύτην συνεχῶς, καὶ
τὴν ὑπ' αὐτῶν διανυομένην ὁδὸν τροχίαν τῆς κινήσεως. Ἐὰν δὲ πρὸς
τούτοις θεωρήσωμεν, χάριν ἀπλότητος, τὸ κινούμενον ὡς σῶμα ἀπειροστῶν
διαστάσεων ἢ ὡς ὑλικὸν σημεῖον; ἡ τροχία αὐτοῦ μεταβάλλεται εἰς
γραμμὴν εὐθείαν ἢ καμπύλην. Ἐν τῇ καμπυλόγραμμῳ κινήσει ἡ κατὰ
πᾶν σημεῖον τῆς τροχιάς διεύθυνσις τοῦ κινουμένου δηλοῦται ὑπὸ τῆς
ἐφαπτομένης, ἥτις ἄγεται ἐκ τοῦ σημείου τούτου.

Διακρίνομεν προσεῖτι τὴν κίνησιν ὡς ὁμοιοταχῇ ὅταν ἐν ἴσοις χρόνοις
διανύῃ τὸ κινούμενον ἴσα διαστήματα ἐπὶ τῆς τροχιάς αὐτοῦ, καὶ ὡς ἀνο-
μοιοταχῇ ὅταν συμβαίνει τὸ ἀντίθετον. Τὴν δὲ ἀνομοιοταχῇ κίνησιν κα-
λοῦμεν ἐπιταχυνομένην μὲν ἐὰν τὰ ἐν ἴσοις χρόνοις διανυόμενα διαστή-
ματα συνεχῶς αὐξάνωνται, ἐπιβραδυνομένην δὲ ἐὰν συνεχῶς ἐλαττων-
ται τὸν δὲ λόγον τοῦ μήκους τοῦ κατὰ τινα χρόνον διανυομένου δια-
στήματος πρὸς τὴν διάρκειαν τοῦ χρόνου τούτου καλοῦμεν ταχύτητα.

Πρὸς ὁρισμὸν τοῦ λόγου τούτου μεταξὺ διαστημάτων καὶ χρόνου ἐκλέγομεν μονάδα
τῶν μήκους καὶ μονάδα τῶν χρόνου. Ἔστωσαν δὲ αὗται τὸ μέτρον (ἔδ. 4)
καὶ τὸ δευτερόλεπτον τῆς μέσης ἡμέρας. Ὅταν ἐπομένως λέγωμεν ὅτι ὕλκον τι
σημεῖον κινεῖται μετὰ ταχύτητος 10, ἐννοοῦμεν ὅτι διανύει δέκα μέτρα κατὰ πᾶν δευ-
τερόλεπτον, 20 μέτρα κατὰ δύο δευτερόλεπτα, 30 μέτρα κατὰ τρία δευτερόλεπτα κ.τ.λ.
Ἐπειδὴ δὲ ἐν τῇ ὁμοιοταχεῖ κινήσει ὁ λόγος τοῦ διανυομένου διαστήματος πρὸς τὴν
διάρκειαν τοῦ χρόνου, καθ' ὃν διανύεται διατελεῖ ἄρρητος, ἡ ταχύτης δηλοῦται
ὑπὸ τοῦ διανυομένου μήκους κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου, δηλαδή κατὰ τὸ
δευτερόλεπτον. Ἀλλ' ἐν τῇ ἀνομοιοταχεῖ κινήσει ὁ λόγος οὗτος ἐστὶ συνεχῶς μετα-
βλητός· ὥστε πρὸς ἐκτίμησιν τῆς στείγμαιας ταχύτητος ἐξευρίσκομεν τὸν λόγον
μεταξὺ ἀπειροστοῦ τινος μέρους τῆς τροχιάς, καὶ τοῦ ἀπειροστοῦ χρόνου
καθ' ὃν τοῦτο διανύεται.

30. ΟΜΟΙΟΤΑΧΗΣ ΚΙΝΗΣΙΣ. Σῶμα κινούμενον ὁμοιοταχῶς μετὰ ταχύ-
τητος τ μέτρων κατὰ πᾶν δευτερόλεπτον (λ'), διανύει μέτρα 2τ εἰς
2λ', 3τ εἰς 3λ' καὶ οὕτω καθεξῆς· ὥστε ἐὰν διὰ τ παραστήσωμεν τὴν
ταχύτητα τῆς κινήσεως καὶ διὰ τοῦ χ τὸν χρόνον τουτέστι τὸν ἀριθμὸν
τῶν λ'ων, καθ' ὃν διανύεται τὸ διάστημα δ, εὐρίσκομεν τὰς σχέσεις

$$\delta = \tau \chi, \quad \tau = \frac{\delta}{\chi} \quad \text{καὶ} \quad \chi = \frac{\delta}{\tau}.$$

Κατὰ ταῦτα ἀτάμαξα διατρέχουσα 125 μ. εἰς 10 λ' ἔχει ταχύτητα 12,5 μ. καὶ
διανύει 7500 μ. εἰς 10 λεπτά.

ΠΙΝΑΞ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

μ.	μ.	μ.	μ.
Πεζοδρόμος..... 1,5	Ἀτάμαξα συνήθης 7-8	Σταῖρα πυροβόλου... 400	Ἡ σὺλην περὶ τὴν γῆν 1,01
Ἴππος τριποδίζων... 4	Ἀτάμαξα δρομικὴ 14	Σταῖρα τηλεβόλου... 500	Ἡ ἄσπερ τὸν ἥλιον... 29,5
Ἴππος καλπαζών... 6	Ἀτάμφοιον..... 3-7	Ἦχος ἐν τῇ αἰρί... 332	Διὰ τὸν αἶρα... 52,8
Δρομικὸς καλπαζών... 13	Μέτρος ἀνέμοιοι... 4-7	Τὰ σημεῖα τοῦ σημα- εινοῦ..... 588	Φῶς..... 298,000
	Καταιγίς..... 17-28		

31. ΑΔΡΑΝΕΙΑ. Πᾶσα μεταβολὴ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων ἐπέρ-
χεται μόνον τῇ ἐνέργειᾳ ἐξωτερικῆς τινος αἰτίας ἢ δυνάμεως (ἔδ. 7).
Ἄνευ τοιαύτης τὰ σώματα οὔτε ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἡρεμίας

μεθίστανται εἰς τὴν τῆς κινήσεως, οὔτε ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς κινήσεως εἰς τὴν τῆς ἡρεμίας· ἀλλὰ καὶ πᾶσα μεταβολὴ εἴτε τῆς ταχύτητος εἴτε τῆς διευθύνσεως κινουμένου σώματος ἐπέρχεται μόνον ἕνεκα ἐξωτερικῆς τινος δυνάμεως· ὥστε ἐὰν ἐπὶ κινουμένου σώματος οὐδεμία ἐνεργητὴ δύναμις, ἢ κίνησις αὐτοῦ διατελεῖ εὐθύγραμμος καὶ ὁμοιοταχῆς. Τὴν ιδιότητα ταύτην τῆς ὕλης τοῦ διατηρεῖν ἀμετάβλητον τὴν κατάστασιν τῆς ἰδίας κινήσεως, ἐξωτερικῶν δυνάμεων μὴ ἐνεργουσῶν, καλοῦμεν ἀδράνειαν.

Ἡ ταχυδρομεύσα ἀμαρσοειχία ἴσταιται ἕνεκα τῆς τριβῆς τῶν χαλινῶν. Ὁ ἵππος πίπτει ὑπὲρ τῆς κεφαλῆς τοῦ ἵππου, ἐὰν αἰφνης τὸ ζῶον ὠκυποροῦν στή. Αἱ κινήσεις τῶν σωμάτων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐπιβραδύνονται· καὶ ἐπὶ τέλους παύουσιν ἐκ τῶν ἀντενεργουσῶν δυνάμεων τῆς τριβῆς καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ διασχιζομένου αἵρος (ἐδ. 42 καὶ 87). Τὰ οὐράνια ὅμως σώματα διατηροῦσιν ἀμεταβλήτους τὰς κινήσεις αὐτῶν διότι ἐντὸς τοῦ κενοῦ χώρου οὐχ ὑπάρχουσιν ἀντενεργούNTα ἐμπόδια.

3^η α. ΑΝΟΜΟΙΟΤΑΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ. Πᾶσα δύναμις ἐνεργοῦσα ἐπὶ κινουμένου τινος αὐξάνει ἢ ἐλαττοῖ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ, καθόσον συμπίπτει ἢ ἀντίκειται τῇ διευθύνσει τῆς ἥδη ὑφισταμένης κινήσεως· ἢ δὲ μετὰ τινα χρόνον προερχομένη μεταβολὴ τῆς ταχύτητος — ἐπιτάχυνσις ἢ ἐπιβραδύνσις — ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὸ μέγεθος τῆς ἐπιταχυνούσης ἢ ἐπιβραδυνούσης δυνάμεως. Ὡστε πᾶσα μεταβολὴ ταχύτητος χρησιμεύει πρὸς μέτρησιν τοῦ μεγέθους ἢ τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως (ἐδ. 32 γ). δυνάμις τίς ἐστὶ διπλὴ ἐτέρας ὅταν ἐνεργοῦσα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐν ἴσῳ χρόνῳ ἐπιφέρῃ διπλὴν μεταβολὴν ταχύτητος.

Ἐὰν ὅμως ἡ διεύθυνσις τῆς ἐπὶ τοῦ κινουμένου ἐνεργούσης δυνάμεως οὔτε συμπίπτει οὔτε ἀντίκειται τῇ διευθύνσει τῆς ἥδη ὑφισταμένης κινήσεως, ἀλλὰ τέμνει ταύτην κατὰ τυχαίαν τινὰ γωνίαν, ἐπέρχεται μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως, ἢ δὲ κίνησις μεθίσταται· εἰς καμπυλόγραμμον (ἐδ. 35).

Ὅταν δὲ ἡ ἐντάσις τῆς δυνάμεως διατελῇ ἀμετάβλητος, ἢ ἐξ αὐτῆς προερχομένη μεταβολὴ τῆς ταχύτητος ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὴν διάρκειαν τῆς ἐνεργείας αὐτῆς· ὥστε δυνάμις ἐντάσεως μετρίας παράγει ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ λίαν μικρὰν ταχύτητα· (δοκιμὴ διὰ φύλλου χάρτου κειμένου ὑπὸ νόμισμα καὶ ἡ αἰφνης ἐκτινασσομένου ἢ βραδέως συρομένου).

Ὅσαι δὲ δυνάμεις, ἐνεργοῦσαι ἐπ' ἐλάχιστον μὲν χρόνον ἀλλὰ μετὰ μεγάλης ἐντάσεως, ἐπιφέρουσιν αἰφνίδιαν μεταβολὴν ἢ τῆς διευθύνσεως ἢ τῆς ταχύτητος τῆς κινήσεως καλοῦνται σπριγμαῖαι· τοιαῦται εἰσι π. χ. αἱ κατὰ τὴν σύγκρουσιν τῶν σωμάτων ἐνεργοῦσαι. Ἐνεκα τῆς μικρᾶς διάρκειας τῆς ἐνεργείας τοιούτων δυνάμεων ἀποβαίνει ἡμῖν φανερόν μόνον τὸ τελικὸν αὐτῶν ἀποτέλεσμα, ὃν κίνησις ὁμοιοταχῆς καὶ εὐθύγραμμος, ἐκτός ἐὰν συνεργῶσι καὶ ἑτέραι διαρκεῖς δυνάμεις συνεχῶς μεταβάλλουσιν τὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν ταχύτητα τῆς κινήσεως (Βολή· ἐδ. 33, 35). Πράγματι καὶ κατ' αὐτὴν τὴν σύγκρουσιν οὐχ ἐπέρχεται μαθηματικῶς στιγμιαία ἀλλοίωσις τῆς κινήσεως, ἀλλὰ συνεχὴς ἐν ἐλαχίστῳ ὅμως χρόνῳ τάχιστα διεξαγομένη.

32 β. ΟΜΟΙΩΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΟΜΕΝΗ ΚΙΝΗΣΙΣ· ΠΤΩΣΙΣ. Καλοῦμεν ὁμοίως ἐπιταχυνομένην κίνησιν ἐκείνην, καθ' ἣν ἡ ταχύτης τοῦ κινουμένου αὐξάνεται ἰσάκις ἐν ἴσοις χρόνοις, καὶ ἐπιτάχυναι τὴν καθ' ἑκάστον λ' ἐπαύξεισιν τῆς ταχύτητος αὐτοῦ. Τοιαύτη ἐστὶν ἡ κατὰ στάθμην πρὸς τὰ κάτω φέρουσα κίνησις τῶν ἕνεκα τῆς βαρύτητος ἀκωλύτως πτωπόντων σωμάτων (ἐδ. 10). Ἡ κίνησις αὕτη ἐπιταχύνεται ὁμοίως, διότι ἡ βαρύτης διαρκῶς μετ' ἴσης ἐντάσεως ἐνεργοῦσα, ἐπιφέρει ἐν

ἰσοῖς χρόνοις ἴσην ἐπαύξησιν ταχύτητος. Ἡ ἐπιτάχυνσις αὕτη ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐστὶν ἴση διὰ πάντα τὰ πίπτοντα σώματα. Ἡ δὲ κατὰ τὴν λῆξιν τοῦ πρώτου λ' τῆς πτώσεως προσεκτιμώμενη ὑπὸ τῶν πιπτόντων σωμάτων ταχυτὴν ἰσοῦται (ὑπὸ γεωγραφικὸν πλάτος 45° καὶ παρὰ τὴν ἐπιφανείαν τῆς θαλάσσης· πρὸ βλ. ἐδ. 63) πρὸς 9,80605 μ. καὶ παρίσταται διὰ τοῦ γράμματος γ.

Κατὰ ταῦτα ἡ μετὰ 2, 3, 4, ... χ λ" προσκλιωμένη τελικὴ ταχύτης ἰσοῦται πρὸς 2 γ , 3 γ , 4 γ , ... $\chi\gamma$. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ μὲν τὴν ἀρχὴν τοῦ πρώτου λ" τὸ πῖπτον σῶμα ἄρχειται τῆς κινήσεως μετὰ ταχύτητος 0, κατὰ δὲ τὴν λῆξιν αὐτοῦ ἔχει προσκεκμημένην ταχύτητα γ , ἡ δὲ ταχύτης ἐν τῷ μεταξῷ ὁμοίως ἀύξανεται, τὸ κατὰ τὸν πρῶτον λ" διανυόμενον διάστημα ἐστὶ τόσον, ὅσον ἤθελε διανύσει τὸ κινούμενον ἐὰν ἐν ἴσῳ χρόνῳ ἐκίνηιτο ὁμοιοταγῶς μετὰ τῆς μέσης τα-

$\chi\upsilon\tau\eta\tau\omicron\varsigma \frac{0+\gamma}{2}$, τουτέστι $\frac{1}{2}\gamma$ (ὅρα τὴν σημείωσιν). Ὅμοίως εὐ-
 ρίσκομεν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα κατὰ τὸ 2^{ον}, 3^{ον}, 4^{ον} κ.τ.λ.
 1^η ἰσοῦνται πρὸς $\frac{3}{2}\gamma$, $\frac{5}{2}\gamma$, $\frac{7}{2}\gamma$. . κ.τ.λ. τουτέστιν ὅτι αὐξάνονται
 ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοί. Τὸ δὲ διανυόμενον διάστημα κατὰ τὰ δύο πρῶτα
 1^η ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα $\frac{1}{2}\gamma + \frac{3}{2}\gamma = \frac{4}{2}\gamma$, τὸ διανυόμενον κατὰ
 τὰ τρία πρῶτα 1^η, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα $\frac{1}{2}\gamma + \frac{3}{2}\gamma + \frac{5}{2}\gamma = \frac{9}{2}\gamma$.
 κ.τ.λ. Κατὰ ταῦτα σχηματίζομεν τὸν ἑξῆς πίνακα:

Ἀριθμὸς λ'

Τελικὴ ταχύτης

Διανυόμενα διαστήματα ἐν ἑκάστῳ λ."

Τὸ ὅλον διανυθὲν διάστημα
ἀπ' ἀρχῆς τῆς κινήσεως

1	γ	$\frac{1}{2}\gamma$	$\frac{1}{2}\gamma$
2	2γ	$\frac{3}{2}\gamma$	$\frac{4}{2}\gamma$
3	3γ	$\frac{5}{2}\gamma$	$\frac{9}{2}\gamma$
4	4γ	$\frac{7}{2}\gamma$	$\frac{16}{2}\gamma$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	$\left(\frac{2\chi-1}{2}\right)\gamma$	$\frac{1}{2}\chi^2\gamma$
χ	$\chi\gamma$		

“Ὡστε ἡ κατὰ τὴν λήξιν τῶν ἀλλεπαλλήλων λ” προσκτωμένη τελικὴ ταχύτης αὐξάνεται ἀναλόγως πρὸς τοὺς χρόνους τῆς πώσεως, τὸ δὲ ὅλον τοῦ διανυθέντος διαστήματος ἀναλόγως πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων τούτων. Ἐὰν λοιπὸν παραστήσωμεν διὰ τοῦ τ τὴν μετὰ χ λ” προσκτωμένην τελικὴν ταχύτητα καὶ διὰ δ τὸ κατὰ ταῦτα διανυθὲν διάστημα, σχηματίζομεν τοὺς ἑξῆς θεμελιώδεις τύπους τῆς τοιαύτης κινήσεως·

$$(1) \tau = \gamma \chi, \quad (2) \delta = 1/\gamma \cdot \chi^2.$$

ἐξ ὧν πορίζομεθα

$$(3) \chi = \frac{\tau}{\gamma}, \quad (4) \chi = \sqrt{\frac{2\delta}{\gamma}}, \quad (5) \tau = \sqrt{2\gamma\delta}, \quad (6) \delta = \frac{\tau^2}{2\gamma}.$$

[illegible]

ν διότι η κίνησις δὲν εἶνε ἰσοταχὴς. Τὸ γιν. $\frac{1}{2} \cdot \chi \cdot \alpha$
 μαίρει τὸν χρόνον ἰσὺν τῇ ταχύτητι ἢ τοῦ διάστηματος $\frac{\chi}{\alpha}$
 ἰσοταχὴ κίνησις. ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ

Σημείωσις. "Οτι τὸ διανυόμενον διάστημα κατὰ τὸ πρῶτον λ" ἰσού-
 ται πρὸς $\frac{1}{2}\gamma$, κατὰ τὸ δεύτερον λ" πρὸς $\frac{3}{2}\gamma$ κτλ. ἀποδείκνυται ἀκρι-
 βῶς οὕτω. Νοήσωμεν τὸ λ" διηρημένον εἰς πλείστα ἴσα μέρη α τὸν
 ἀριθμὸν ἢ κατὰ τὴν λῆξιν ἐκάστης τῶν μικρῶν τούτων χρονικῶν διαι-
 ρέσεων τελικὴ ταχύτης τοῦ κινουμένου ἔσται κατὰ τὸν ὅρισμὸν τῆς

Α. ἡ $\frac{1}{2}\gamma$ ὁμοίως ἐπιταχυνομένης κινήσεως $1 \frac{\gamma}{\alpha}, 2 \frac{\gamma}{\alpha}, 3 \frac{\gamma}{\alpha}, \dots \alpha \frac{\gamma}{\alpha}$.

Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὴν πρώτην τῶν α τούτων διαιρέσεων ἡ ταχύτης αὐ-
 δαν καὶ ἡ $\frac{1}{2}\gamma$ ἀνέεται ἀπὸ 0 εἰς $\frac{\gamma}{\alpha}$, τὸ κατὰ ταύτην διανυόμενον διάστημα ἔσται

μείζον τοῦ 0 καὶ τοῦ ἔλασσον $\frac{1}{2} \cdot \frac{\gamma}{\alpha}$ ἢ τοῦ $\frac{\gamma}{\alpha^2}$. ὁμοίως τὸ κατὰ τὴν

δευτέραν τῶν α διαιρέσεων διανυόμενον διάστημα περιληφθήσεται με-
 ταξὺ τῶν ὁρίων $\frac{\gamma}{\alpha^2}$ καὶ $2 \frac{\gamma}{\alpha^2}$ κ.τ.λ. τέλος δὲ τὸ κατὰ τὴν ἐσχάτην

τῶν α διαιρέσεων διανυόμενον διάστημα μεταξὺ τῶν ὁρίων $(\alpha-1) \frac{\gamma}{\alpha^2}$

καὶ $\alpha \frac{\gamma}{\alpha^2}$. ὥστε τὸ ὅλον τοῦ διανυομένου διαστήματος ὑπὸ τοῦ πίπτον-
 τος σώματος κατὰ τὸ πρῶτον λ" ἔσται μείζον τοῦ $[0 + 1 + 2 + 3 + \dots$

$+ (\alpha-1)] \frac{\gamma}{\alpha^2}$ καὶ ἔλασσον τοῦ $[1 + 2 + 3 + \dots + \alpha] \frac{\gamma}{\alpha^2}$, ἢ μείζον

τοῦ $(1 - \frac{1}{\alpha}) \frac{\gamma}{2}$ καὶ ἔλασσον τοῦ $(1 + \frac{1}{\alpha}) \frac{\gamma}{2}$. ἀλλ' ἐὰν νοή-
 σωμεν τὸν κατὰ βούλησιν ἀριθμὸν τῶν διαιρέσεων α αὐξανόμενον ὑπὲρ

πᾶν ὅριον, αἱ δύο αὗται τιμαὶ ἐξισοῦνται πρὸς $\frac{\gamma}{2}$. Τὸν αὐτὸν συλλογι-

σμὸν ἐφαρμόζοντες ἐπὶ παντὸς ἀκεραίου ἢ κλασματικοῦ ἀριθμοῦ δευτε-
 ρολέπτων γ εὐρίσκομεν ὡς κοινὴν τιμὴν ἀμφοτέρων τῶν ὁρίων $\frac{1}{2}\gamma\chi^2$.

Ὁ Γαλιλαῖος μετεχειρίσθη πρὸς βεβαίωσιν τῶν ὑπ' αὐτοῦ ἀνακαλυφθέντων νόμων
 τῆς πτώσεως (1602) αὐλακα, ἐστρωμένην διὰ λείας περγαμνῆς καὶ σχηματίζουσαν
 μετὰ τοῦ ὀρίζοντος ὀξεῖαν γωνίαν· ἐκύλιε δ' ἐν αὐτῇ μεταλλικὰς σφαίρας (ἐδ. 41).

Πρὸς παράστασιν τῆς ὁμοίως ἐπιταχυνόμενης κινήσεως χρησιμεύει προσέτι ἡ μηχανὴ
 τῆς πτώσεως τοῦ Atwood (1781). Ἐκ τῶν ἄκρων νήματος εἰληγμένων περὶ εὐστρο-
 φωτάτην τροχαλίαν (ἐδ. 47) αἰωροῦνται δύο ἰσορροποῦναι μάζαι. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐτέρας
 αὐτῶν προσθῶμεν μικράν τινα μάζαν, τὸ βάρος αὐτῆς ἐπιφέρει κίνησιν ὁμοίως ἐπιταχυ-
 νομένην, ἥς ἡ ἐπιτάχυνσις ἐστὶ τοσοῦτω ἔλασσον ὅσω ἡ πρόσθετος μᾶζα
 λαμβάνεται ἐλάσσον ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς δύο τοῦ βάρους αὐτῆς κινου-
 μένας. Μεταβάλλομεν ἄρα διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης τὴν ἐπιτάχυνσιν κατὰ βούλησιν
 (ἐδ. 32 γ). Ἡ κατερχομένη τῶν δύο τούτων μαζῶν πίπτει παραλλήλως πρὸς στήλην
 κατὰ σταθμὴν φέρουσαν κλίμακα ἐκατοστομῆτρων, ἐφ' ἧς εὐκόλως μετροῦμεν τὰ διανυ-
 μένα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, οἷον ἐν ἐκάστῳ λ" σημανισμένῳ ὑπὸ τινος ἐκκερμῶς,
 ἡ τούταντίον παρατηροῦμεν πόσος παρέρχεται χρόνος ἵνα τὸ σῶμα καταπέσῃ ἀπὸ ὠρι-
 σμένου ὕψους. Ἐὰν προσέτι μετὰ τινα λ" γνωστὰ τὸν ἀριθμὸν ἀκριβεστὶ τὸ πρόσθετον
 σῶμα, μεταβάλλεται τούτευνεν ἡ ἐπιταχυνομένη εἰς ὁμοιοταχὴ κίνησιν· ὥστε δυνά-
 μεθα ἵνα μετρήσωμεν καὶ τὴν κεκτημένην τελικὴν ταχύτητα.

ὅτι τὸ $\alpha = 0$ ἐννοοῦνται αὐτὴν παρατηρηθεῖσα ἐξ ὁρᾶς
 τῶν ἀκρίβειων τῆς αἰρέσεως ἢ ἀκρίβειαν τῆς μετρήσεως
 ἢ ἀκρίβειαν τῆς μετρήσεως τῆς ταχύτητος καὶ τοῦ χρόνου
 ἢ ἀκρίβειαν τῆς μετρήσεως τῆς ταχύτητος καὶ τοῦ χρόνου
 ἢ ἀκρίβειαν τῆς μετρήσεως τῆς ταχύτητος καὶ τοῦ χρόνου

Πάντα τὰ σώματα, ὡς ἰσοταχῶς πίπτοντα, προσκτώνται ἐκ τῆς βαρύτητος ἴσην ἐπιτάχυνσιν. Ἄλλ' ἡ κίνησις αὐτῶν, πιπτόντων ἐν τῷ ἀέρι ἀνίσταται, ἐπιβραδύνεται ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος (ἐδ. 87) καὶ ἐκ τῆς ἀπολείας μέρους τοῦ βάρους τῶν σωμάτων ἐν αὐτῷ (ἐδ. 103). μάλιστα δὲ διότι τὸ μέγεθος τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τοῦ ὄγκου ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ σχήματος τῆς ἐπιφανείας τῶν πιπτόντων σωμάτων· ἔνεκα τούτου σφαῖρα μολύβδου καὶ πτεῖλον πίπτουσιν ἰσοταχῶς ἐν τῷ κενῷ ἀλλ' οὐχὶ καὶ ἐν τῷ ἀέρι.

32 γ. ΠΑΡΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΟΝ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ. Πρὸς παράστασιν τοῦ τρόπου τῆς ἐνεργείας πάσης δυνάμεως ποιούμεθα χρῆσιν τῆς εὐθείας γραμμῆς, ἥς τὸ μὲν ἕτερον ἄκρον ἐμφαίνει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς, τὸ δὲ μήκος τὴν ἔντασιν καὶ ἡ θέσις τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως σημειουμένην ἀκριβέστερον διὰ μικροῦ βέλους κατὰ τὸ ἄλλο τῆς εὐθείας ἄκρον, οὕτω

Ὡς μέτρον δὲ τῆς ἐντάσεως πάσης δυνάμεως χρησιμεύει ἡ αὐξήσις ἢ ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος, ἣν αὕτη προξενεῖ (ἐδ. 32 α). Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ Δ τὴν ἐπὶ σώματός τινος διαρκῶς ἐνεργοῦσαν δύναμιν καὶ διὰ ε τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν ἐπιφέρει αὕτη ἐπὶ παντὸς μορίου τῆς μάζης αὐτοῦ, διὰ Β τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐπιφέροντος ἐπὶ παντὸς μορίου τῆς μάζης αὐτοῦ ἐπιτάχυνσιν γ, στηριζόμενοι ἐπὶ τῆς πείρας ὅτι ὁ λόγος τῶν ἐπιταχύνσεων πρὸς τὰς δυνάμεις ἐστὶ σταθερός (ὡς βεβαιούμεθα διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood), ὀρίζομεν ὡς μᾶζαν μ τοῦ σώματος τὸν σταθερὸν τοῦτον λόγον, καὶ γράφομεν (πρβλ. ἐδ. 11 καὶ 12)

$$\mu = \frac{\Delta}{\varepsilon} = \frac{B}{\gamma}.$$

Ἐὰν δὲ ἐν τῇ ἰσότητι ταύτῃ εἰσαγάγωμεν ἀντὶ τῆς ἐπιταχύνσεως ε τὴν τιμὴν αὐτῆς $\frac{\tau}{\chi}$ (ἐδ. 32 β. τύπος 1.) εὐρίσκομεν $\Delta = \frac{\mu\tau}{\chi}$. Τὸ γινόμενον $\mu\tau$ τῆς μάζης ἐπὶ τὴν κεκτημένην τελικὴν ταχύτητα καλούμεν ποσὸν τῆς κινήσεως· συμπεραίνομεν δὲ ὅτι μονὰς δυνάμεων ἐστὶν ἡ δύναμις ἢ μεταδιδοῦσα εἰς τὴν μονάδα τῆς μάζης ταχύτητα ἴσην πρὸς τὴν μονάδα τοῦ μήκους ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, ἢ ἡ δύναμις ἥς τὸ ποσὸν τῆς κινήσεως ἐν ἐνὶ λ' ἰσοῦται πρὸς 1. Ἐὰν δὲ ὡς μονάδα βαρῶν

δεχθῶμεν τὸ χιλιόγραμμον (ἐδ. 12), ἡ ἰσότης $\mu = \frac{B}{\gamma}$ ἐμφαίνει ὅτι

ὡς μονὰς μαζῶν δεόν ἵνα ἐκληφθῇ ἡ μᾶζα σώματος ἔχοντος βάρος 9,8 χγ, ἥτις κινουμένη ὑπὸ δυνάμεως ἐνὸς χγ κτᾶται ἐν ἐνὶ λ' ταχύτητα 1μ.

Εὐρεαίς τῆς ἐπιταχύνσεως διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood. Περιβώμεν πρῶτον τὸ βάρος τῆς τροχαλίας καὶ καλέσωμεν τὰ ἰσορροποῦντα βάρη Β καὶ τὰς μάζας αὐτῶν Μ, τὸ πρόσθετον βάρος β καὶ τὴν μᾶζαν αὐτοῦ μ, ἡ ὅλη κινουμένη μᾶζα ἔσται $2M + \mu$ καὶ ἡ διαρκῶς κινούμενα αὐτὴν δύναμις $\Delta = \beta = \mu\gamma$. Ἐὰν ἐπομένως παραστήσωμεν τὴν ἐπιτάχυνσιν διὰ τοῦ ε, εὐρίσκομεν

$$\Delta = (2M + \mu)\varepsilon, \quad \text{ὥστε} \quad \varepsilon = \frac{\mu\gamma}{2M + \mu} = \frac{\beta\gamma}{2B + \beta}.$$

Ἐὰν δεῦτερον συναριθμήσωμεν καὶ τὸ βάρος τῆς τροχαλίας καὶ παραστήσωμεν διὰ Μ σύμπασαν τὴν κινουμένην μᾶζαν τῶν δύο ἀρχθῆεν ἐξηρητημένων βαρῶν καὶ τῆς τρο-

χαλίας και διὰ μ τὴν μᾶζαν τοῦ προσθέτου σώματος, εὐρίσκομεν ὡς ἀνωτέρω $\varepsilon = \frac{\mu \gamma}{M_0 + \mu}$.
 Διὰ τῆς ισότητος ταύτης τῇ βοηθείᾳ δύο πειραμάτων ὀρίζομεν τὴν τιμὴν τοῦ M_0 : διότι:
 ἂν εἰς τὰ πρόσθετα βάρη μ_1 καὶ μ_2 ἀντιστοιχῶσιν ἐπιταχύνσεις ε_1 καὶ ε_2 , ἐκ τῶν δύο
 ἰσοτήτων

$$(M_0 + \mu_1) \varepsilon_1 = \mu_1 \gamma \quad \text{καὶ} \quad (M_0 + \mu_2) \varepsilon_2 = \mu_2 \gamma$$

εὐρίσκομεν

$$M_0 = \frac{\mu_1 \mu_2 (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}{\mu_2 \varepsilon_1 - \mu_1 \varepsilon_2}$$

Τὴν ῥοπὴν τῆς ἀδρανείας (ἔδ. 62) τῆς τροχαλίας παραθλέπομεν ἐντελῶς.

10. 33. ΒΟΛΗ ΚΑΤΑ ΣΤΑΘΜΗΝ ἢ ΑΝΑΡΡΙΨΙΣ. Βολὴν καλοῦμεν ἐν γένει τὴν
 κίνησιν σώματος, ὅπερ λαβὼν ἀρχῇθεν ταχύτητά τινα ἐξ οἰασθήποτε
 δυνάμεως κατὰ διεύθυνσιν τυχαίαν ἐγκαταλείπεται εἰς μόνην τὴν
 ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος. Καὶ ἂν μὲν τὸ βλῆμα καταρρίπτηται
 κητὰ στάθμην μετὰ τῆς ἀρχῇθεν ταχύτητος α, αὐτάνεται ἡ ταχύτης
 αὕτη κατὰ γ καθ' ἕκαστον λ" ὡς ἐν τῇ ἀκωλύτῳ πτώσει (ἔδ. 32 β).
 ἂν ὅμως ἀναρρίπτηται, ἐλαττοῦται ἡ ταχύτης α κατὰ γ καθ' ἕκαστον
 λ", ἔνεκα τῆς βαρύτητος ἐνεργούσης κατὰ τῆς κινήσεως αὐτοῦ. Ἐκ τῶν
 δύο τούτων κινήσεων ἡ μὲν πρώτη ἐστὶν ὁμοίως ἐπιταχυνομένη, ἡ δὲ
 δευτέρᾳ ὁμοίως ἐπιβραδυνομένη. "Ὅθεν ἡ μὲν ταχύτης τοῦ κινουμένου
 μετὰ 1, 2, 3, ... λ" ἰσοῦται πρὸς α ± γ, α ± 2γ, α ± 3γ, ... α ± χγ, τὰ
 δὲ κατὰ τὰ ἀλλεπάλληλα λ" διανυόμενα διαστήματα α ± $\frac{1}{2}\gamma$, α ± $\frac{3}{2}\gamma$,
 α ± $\frac{5}{2}\gamma$, ... α ± $\left(\frac{2\chi - 1}{2}\right)\gamma$, καὶ τέλος τὰ ἀπ' ἀρχῆς τῆς κινήσεως
 μέχρι τῆς λήξεως τῶν ἀλλεπαλλήλων δευτερολέπτων διανυόμενα δια-
 στήματα πρὸς α ± $\frac{1}{2}\gamma$, 2α ± $\frac{1}{2}\gamma$, 3α ± $\frac{1}{2}\gamma$, ... χα ± $\frac{\chi^2}{2}\gamma$, ὥστε ἐν
 τῇ κατὰ στάθμην βολῇ ἰσχύουσιν οἱ τύποι

$$(1) \tau = \alpha \pm \gamma \chi. \quad (2) \delta = \alpha \chi \pm \frac{\gamma}{2} \chi^2. \quad (3) \tau^2 = \alpha^2 \pm 2\gamma \delta$$

Τὸ ἀναρριπτόμενον βλῆμα κινεῖται μετὰ ταχύτητος βαθμυδὸν ἐλατ-
 τουμένης ὥστε τέλος ἀκίνητῃ ὅταν ἡ ἀντενεργοῦσα βαρύτης ἀφαιρέσῃ
 ὁλόκληρον τὴν ἀρχῇθεν ταχύτητα ἢ ὅταν $\tau = 0$. Ἐὰν λοιπὸν παρα-
 στήσωμεν διὰ τοῦ X τὸν χρόνον τῆς ἀνόδου, ἡ πρὸς ἀκινήσιαν συνθήκη
 ἐστὶ α - γX = 0, ὅθεν $X = \frac{\alpha}{\gamma}$. εἰσάγοντες δὲ τὴν τιμὴν ταύτην ἐν
 τῇ ἰσότητι (2) εὐρίσκομεν τὸ μέγιστον ὕψος Δ μέχρις οὗ ἀνέρχεται τὸ
 κινούμενον $\Delta = \frac{\alpha^2}{2\gamma}$.

Ἀλλὰ πρὸς καθόδον ἀπὸ τοῦ ὕψους Δ τὸ σῶμα δαπανᾷ ἀκωλύτως
 πῖπτον χρόνον ἴσον πρὸς τὸν τῆς ἀνόδου (ἔδ. 32 β. τύπ. 4), καὶ ἡ τε-
 λικὴ ταχύτης, μεθ' ἧς ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀφετηρίαν, ἰσοῦται πρὸς τὴν

ἀρχῇθεν ταχύτητα α (ἐδ. 32 β. τύπ. 5)· ὥστε ἡ ταχύτης, ἣν προσ-
κίτταται σῶμα ἀκωλύτως πίπτον ἀπὸ τοῦ ὕψους Δ , ἐστὶν ἰκανὴ ἵνα
ὑψώσῃ αὐτὸ πάλιν μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους.

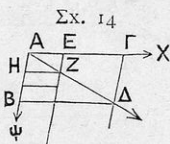
Κατὰ τοὺς τύπους 1 καὶ 2 νοοῦμεν τὴν κίνησιν τοῦ βλήματος ὡς
ἄθροισμα ἢ ὡς διαφορὰν δύο κινήσεων, ὧν ἡ μὲν, προερχομένη ἐκ
τῆς ἀρχῇθεν ταχύτητος ἐστὶν ὁμοιοταχῆς, ἡ δέ, ἐκ τῆς βαρύτητος,
ὁμοίως ἐπιταχυνομένη.

34. ΣΥΝΘΕΤΟΣ ΚΙΝΗΣΙΣ· ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΓΡΑΜΜΟΝ ΚΙΝΗΣΕΩΣ. Καλοῦμεν *σύν-
θετον κίνησιν* ἐκείνην, καθ' ἣν δύο δυνάμεις συνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ
σώματος. Αἱ κινήσεις, ἅς ἐκατέρα τῶν δυνάμεων ἤθελε μεταδώσει εἰς
τὸ κινούμενον, καλοῦνται *συνιστάσαι* καὶ ἡ ἐξ αὐτῶν σύνθετος *συνιστα-
μένη*. Καὶ ἐὰν μὲν αἱ δύο δυνάμεις ἐνεργῶσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύ-
θυνσιν, ἡ παραγομένη ταχύτης ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα, ἐὰν δὲ κατ'
ἐναντίας, πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ταχυτήτων, ἅς ἤθελε μεταδώσει εἰς
τὸ κινούμενον ἐκατέρα αὐτῶν ἐνεργούσα μόνη.

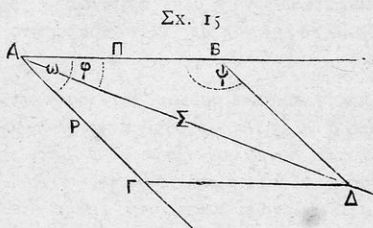
Ἔστω A τὸ ἐπὶ τῆς εὐθείας $A\Psi$ ὁμοιοταχοῦς κινούμενον σῶμα μετὰ
ταχύτητος AB , καὶ νοηθῇτω ἐν ταύτῃ ἡ εὐθεῖα αὕτη δι' ὁμοιοταχοῦς
κινήσεως προχωροῦσα κατὰ τὴν διεύθυνσιν AX μετὰ ταχύτητος AG .
(Σχ. 14) φανερόν ὅτι λήγοντος τοῦ λ'' τὸ κινούμενον
φθάνει εἰς Δ , διακίτταται κατὰ τὸ λ' τοῦτο ὁμοιο-
ταχῶς τὴν διαγώνιον τοῦ παραλλ.η.λογράμμου
 $AB\Delta\Gamma$. διότι, ἐὰν νοήσωμεν τὸ λ'' διηρημένον εἰς
ἀριθμὸν τινα ἴσων μερῶν, οἷον εἰς τρία ἴσα μέρη,
κατὰ τὴν λῆξιν τοῦ πρώτου αὐτῶν τὸ μὲν κινού-
μενον εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς $A\Psi$ εἰς τὸ τρίτον τῆς AB
ἥτοι εἰς H , ἡ δὲ $A\Psi$ συμπίπτει τότε μετὰ τῆς EZ παραλλήλου τῇ $A\Psi$
καὶ διερχομένης διὰ τοῦ E , ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ A κατὰ τὸ τρίτον τῆς AG .
ὥστε τὰ τρίγωνα AEZ καὶ $AG\Delta$, περιέχοντα μεταξὺ ἀναλόγων πλευρῶν
ἴσην γωνίαν, εἰσὶν ὅμοια, ἅρα αἱ πλευραὶ αὐτῶν $A\Delta$ καὶ AZ συμπίπτουσιν.
Τὸ κινούμενον λοιπὸν κατὰ τὴν λῆξιν τοῦ πρώτου τρίτου τοῦ λ''
φθάνει ἐπὶ τῆς διαγωνίου $A\Delta$ εἰς Z , ἀκριβῶς εἰς τὸ τρίτον αὐτῆς ἀπὸ
 A · ὁμοίως εὐρίσκομεν ὅτι κατὰ τὴν λῆξιν πολλοστοῦ τινος τοῦ δευτερο-
λέπτου τὸ κινούμενον φθάνει ἐπὶ τῆς διαγωνίου εἰς τὸ ἀντίστοιχον
πολλοστὸν αὐτῆς μετρούμενον ἀπὸ τῆς ἀφετηρίας τῆς κινήσεως A .

Ἐκ τῆς συνθέσεως ἄρα δύο ὁμοιοταχῶν κινήσεων διαφοροῦ διευ-
θύνσεως καὶ ταχύτητος προκύπτει πάλιν ὁμοιοταχῆς κίνησις, ἥς ἡ τε
διεύθυνσις καὶ ἡ ταχύτης παρίστανται διὰ τῆς διαγωνίου τοῦ παραλ-
ληλογράμμου τοῦ ἔχοντος πλευρὰς τὰς διευθύνσεις καὶ ταχύτητας τῶν
συνιστωσῶν κινήσεων. Τὸ παραλληλόγραμμον τοῦτο καλεῖται *παραλ-
ληλόγραμμον τῶν κινήσεων*.

Γνωρίζοντες τὰς ταχύτητας $AB = \Pi$ καὶ $AG = P$ τῶν συνιστωσῶν κινήσεων καὶ
τὴν γωνίαν $\Gamma A B = \omega$ τῶν διευθύνσεων αὐτῶν, δι' ἐπιλύσεως τοῦ τριγώνου $AB\Delta$



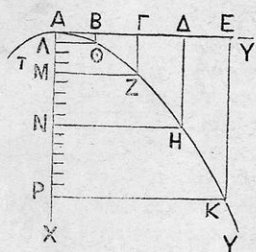
λογιζόμεθα τὴν ταχύτητα τῆς συνισταμένης κινήσεως (1) $\Delta^2 = \Sigma^2 = \Pi^2 + P^2 - 2\Pi P$
 συν. $\psi = \Pi^2 + P^2 + 2\Pi P$ συν. ω , καὶ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς ὡς πρὸς τὴν ΔB π.χ.
 διὰ τῆς ἰσότητος (2) ἤμ. $\varphi = \frac{P \cdot \eta \mu \psi}{\Sigma}$ ἢ ἤμ. $\varphi = \frac{P}{\Sigma} \cdot \eta \mu \omega$. Ἐκ τῆς (1) συμπεραι-
 νομεν $\Sigma = \Pi + P$ ὅταν $\omega = 0^\circ$, καὶ $\Sigma = \Pi - P$ ὅταν $\omega = 180^\circ$ (Σχ. 16).



αὶς παρίστανται διὰ τῆς διαγωνίου παραλληλογράμμου ἔχοντος πλευρὰς τὰς διεθύνσεις καὶ ἐπιταχύνσεις τῶν συνιστωσῶν.

35. ΟΡΙΖΟΝΤΕΙΑ ΚΑΙ ΠΛΑΓΙΑ ΒΟΛΗ. Σῶμα βληθὲν ὀριζοντεῖως μετὰ τα-
 χύτητος $\tau = AB$ ἐκτρέπεται διαρκῶς ἔνεκα τῆς βαρύτητος ἀπὸ τῆς ἀρ-
 χῆθεν διεθύνσεως τῆς κινήσεως καὶ διανύει

Σχ. 16



τροχίαν καμπύλην, οὕσαν παραβολὴν καὶ καλουμένην γραμμὴν βολῆς. Παρατηροῦν-
 τετε ὅτι τὸ βλήμα ὀριζοντεῖως μὲν διατρέχει
 καθ' ἑκάστον δευτερόλεπτον διάστημα ἴσον
 τῷ ΑΒ, κατὰ στάθμην δὲ διαστήματα
 αὐξανόμενοι ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τοῦ
 χρόνου τῆς πτώσεως, εὐρίσκουμεν τὰ σημεῖα
 τῆς τροχιάς Θ, Ζ, Η κατλ., δι' ὧν διέρχεται
 μετὰ 1, 2, 3... κτλ. χλ" (Σχ. 16), με-
 τροῦντες ἐπὶ τῆς ὀριζοντείας ΑΥ τὰς γραμ-
 μὰς ΑΒ, ΒΓ, ΓΔ κτλ. ἴσας τῇ ἀρχῇ-

θεν ταχύτητι τ καὶ ἐπὶ τῆς κατὰ στάθμην ΑΧ τὰ διαστήματα
 $AA = \frac{1}{2} \gamma$, $AM = 4 \cdot \frac{1}{2} \gamma$, $AN = 9 \cdot \frac{1}{2} \gamma$ κ.τ.λ. καὶ κατασκευάζοντες
 τὰ ὀρθογώνια ΑΒΛΘ, ΑΓΖΜ, ΑΔΗΝ, κτλ.

Θεωροῦντες τὰ ἐπὶ τῆς ΑΧ μετρούμενα μήκη ΑΛ, ΑΜ, ΑΝ, ... ὡς τετμημένας καὶ
 τὰς ἐπὶ τῶν ἄκρων αὐτῶν καθέτους ΑΘ, ΜΖ, ΝΗ, ... ὡς τεταγμένας, πορίζομεθα ἔκ τῆς
 κατασκευῆς ταύτης τὴν γεωμετρικὴν ιδιότητα τῆς παραβολῆς, ἥς αἱ τετμημέναι
 ἀναλογοῦναι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν τεταγμένων· διότι ἔστω φ ἡ τετμημένη καὶ
 ψ ἡ τεταγμένη· μετὰ χλ" ἡ τιμὴ αὐτῶν ἔσται

$$\psi = \tau \chi \quad \text{καὶ} \quad \varphi = \frac{1}{2} \gamma \chi^2.$$

ἔξ ὧν δι' ἀπαλοιφῆς τοῦ χ εὐρίσκουμεν $\psi^2 = \frac{2 \tau^2}{\gamma} \cdot \varphi$. Ἡ μεταξὺ ψ καὶ φ σχέσηις
 αὕτη ἐστὶν ἡ ἐξίσωσις τῆς παραβολῆς ἐμφαίνουσα τὴν μνησθεῖσαν γεωμετρικὴν
 ιδιότητα.

Τὸ σημεῖον Δ καλοῦμεν κορυφὴν καὶ τὴν εὐθεῖαν ΑΧ ἀξονα τῆς καμπύλης. Γεω-

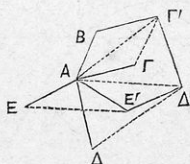
Αἱ προτάσεις αὐταί εἰσιν ἄμεσοι συνέπειαι τῶν περὶ συνθέτου κινήσεως προτάσεων (ἐδ. 34), διότι ὡς μέτρον τῶν δυνάμεων χρησιμεύουσιν αἱ ταχύτητες ὥς αἱ δυνάμεις αὐταὶ μεταδιδοῦσιν εἰς τὸ σημεῖον Α (ἐδ. 32α) κατὰ τὴν μονάδα τοῦ χρόνου.

Ἐὰν αἱ δυνάμεις ΑΒ, ΑΓ, ΑΕ ἰσορροπῶσιν, ἐκάστη αὐτῶν ἔστιν ἴση, καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν συνισταμένην τῶν ἑτέρων δύο· τοῦτέστι καὶ ἡ ΑΒ ἴση καὶ ἀντίθετος τῇ ΑΘ, καὶ ἡ ΑΓ ἴση καὶ ἀντίθετος τῇ ΑΖ. Μεταξὺ δὲ τῶν τριῶν ἰσορροπῶν δυνάμεων καὶ τῶν γωνιῶν, ὡς σχηματίζουσιν αὐτῶν, ὑπάρχει ἡ ἑξῆς φανερά σχέσις

$$\frac{ΑΒ}{\text{ἡμ. ΒΑΓ}} = \frac{ΑΓ}{\text{ἡμ. ΓΑΕ}} = \frac{ΑΕ}{\text{ἡμ. ΕΑΒ}}$$

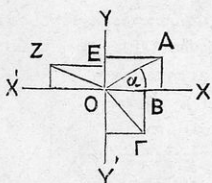
Ἐὰν δύο ἢ πλείονες δυνάμεις συνεργῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου δυνάμεθα πρῶτον ἵνα ἀντικαταστήσωμεν ἀντὶ δύο τὴν συνισταμένην αὐτῶν καὶ πάλιν ἀντὶ τῆς τρίτης καὶ τῆς συνισταμένης ταύτης δευτέραν συνισταμένην καὶ οὕτω καθέξῃς. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ἡ ἐξῆς εὐκατάληπτος κατασκευή. Ἐστωσαν (Σχ. 19) ΑΒ, ΑΓ, ΑΔ, ΑΕ αἱ συνιστώσαι· ἄγομεν τὴν ΒΓ' ἴσην καὶ παράλληλον τῇ ΑΓ, καὶ ἐκ τοῦ Γ' τὴν Γ'Δ' ἴσην καὶ παράλληλον τῇ ΑΔ, καὶ ἐκ τοῦ Δ' τὴν Δ'Ε' ἴσην καὶ παράλληλον τῇ ΑΕ, ἡ ΑΕ' ἔσται ἡ ζητούμενη τελικὴ συνισταμένη. Ἐὰν τὸ Ε' συμπέσῃ μετὰ τοῦ Α, ἡ συνισταμένη αὕτη ἰσοῦται τῷ μηδενί καὶ αἱ δυνάμεις ἰσορροποῦσι (δυναμικὸν πολύγωνον).

Σχ. 19



37. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ. Ὅπως ἐνοῦμεν δύο δυνάμεις ἐφ' ὕλικου σημείου συνεργούσας, δυνάμεθα ἀντιστρόφως ἵν' ἀντικαταστήσωμεν σκοπώως τὴν ἐνέργειαν μιᾶς δυνάμεως διὰ τῆς συγχρόνου ἐνεργείας δύο συνιστωσῶν. Συνθέστοντα δὲ ἀναλύομεν δεδομένην δύναμιν εἰς δύο συνιστώσας καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Ἐὰν π. χ. πρόκειται ἵν' ἀναλυθῇ ἡ ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου Ο ἐνεργούσα δύναμις ΟΑ εἰς δύο συνιστώσας καθέτους κατὰ τὰς διευθύνσεις ΟΧ, ΟΥ, φέρομεν ἀπὸ τοῦ Α τὰς καθέτους ΑΕ καὶ ΑΒ ἐπὶ τὰς ΟΧ καὶ ΟΥ καὶ εὐρίσκωμεν ΟΕ = ΟΑ ἡμ. α καὶ ΟΒ = ΟΑ συν. α (Σχ. 20). Ἐὰν δὲ ἐπὶ τοῦ σημείου Ο συνεργῶσι πολλαὶ δυνάμεις ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ, δυνάμεθα ἵν' ἀναλύσωμεν ἐκάστην αὐτῶν εἰς δύο καθέτους συνιστώσας, ὧν αἱ διευθύνσεις

Σχ. 20

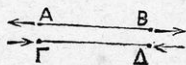


συμπίπτουσι μετὰ τῶν εὐθειῶν ΧΧ' καὶ ΥΥ'. θεωροῦντες δὲ τότε τὰς συνιστώσας τὰς μετρούμενας κατὰ τὰς διευθύνσεις ΟΧ' καὶ ΟΥ' ὡς ἀρρητικὰς, σχηματίζομεν τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα πασῶν τῶν ἐπὶ τῆς ΧΧ' καὶ πασῶν τῶν ἐπὶ τῆς ΥΥ' καὶ συντίθεμεν καὶ ταῦτα εἰς μίαν τελικὴν συνισταμένην.

38. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΑΝΤΙΘΕΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΕΠΙ ΝΗΜΑΤΟΣ ἢ ΕΠΙ ΑΝΘΡΩΠΟΥ. Νῆμα ἔχον προσδεμένον τὸ ἄνωτερον ἄκρον καὶ φέρον ἐξηρητημένην βαρεῖαν μάζαν διατείνεται, διότι τὰ μόρια αὐτοῦ μακρύνονται ἀπ' ἀλλήλων μέχρις οὗ ἡ ἐντεῦθεν πηγάζουσα ἀτομικὴ ἐλξίς (ἐδ. 7. 8.) μεταξὺ δύο παρακειμένων μορίων ἰσορροπῇ πρὸς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῆς ἐξηρητημένης μάζης. Ἡ τάσις αὕτη τοῦ νήματος ἐν καταστάσει

ισορροπίας ἀφ' ἐνὸς μὲν αἶρει τὸ ἐξηρητημένον βάρος (ἐδ. 11) ὡς ἐνέργεια ἢ δρᾶσις, ἀφ' ἐτέρου δ' ἔλκει τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως δι' ἴσης δυνάμεως ὡς ἀντερέργεια ἢ ἀντιδράσις (Σχ. 21). Ἐκ τῆς ισότητος τῶν κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ νήματος Α καὶ Β ἀνθελκουσῶν δυνάμεων ἐπέρχεται ἡ ισορροπία. Ὅμοιως ισορροπεῖ στερεὰ τις ῥάβδος ἢ ἀντηρὶς ΓΔ ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δύο ἴσων καὶ ἀντιθέτως πιέζουσῶν δυνάμεων, διότι αὗται, πλησιάζουσai μέχρις ισορροπίας τὰ ἄτομα αὐτῆς, ἀναπτύσσουσι μεταξὺ αὐτῶν ἀτομικὴν ὥσιν, ἥτις ἐνεργεῖ ὡς δρᾶσις κατὰ τῆς δυνάμεως Γ καὶ ὡς ἀντιδράσις κατὰ τῆς δυνάμεως Δ· τοιαῦται ἀντηρίδες εἰσὶν οἱ πόδες τραπέζης φερούσης βάρος τι. Ἡ ισότης αὕτη τῆς ἐνεργείας καὶ ἀντερεργείας μαρτυρεῖται ὑπὸ τῆς πείρας ὡς νόμος γενικός (πρβλ. ἐδ. 71 καὶ 88).

Σχ. 21



39. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΕΠΙ ΑΝΕΝΔΟΤΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ. Δυνάμεις ἔλκουσai ἢ πιέζουσai τὰ σώματα ισορροποῦσι κατὰ τὰ προηγούμενα πρὸς τὰς ἐλαστικὰς δυνάμεις, αἵτινες ἀναπτύσσονται μεταξὺ τῶν παρακειμένων αὐτῶν μορίων, ὧν τὴν ἀπόστασιν αἱ δυνάμεις αὗται τείνουσιν ἕνα ἢ αὐξήσωσιν ἢ ἐλαττώσωσιν. Ἄλλ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἡ ἐντός τῶν ὁρίων τῆς ἐλαστικότητος (ἐδ. 8) ἐπερχομένη μεταβολὴ τοῦ σχήματος τῶν σωμάτων ὑπὸ τῶν ἐξωτερικῶν τούτων δυνάμεων ἐστὶ τόσον μικρά, ὥστε ἐν πολλοῖς πρακτικοῖς περὶ ισορροπίας ζητήμασι δυνάμεθα ἵνα παραλίπωμεν αὐτήν, τουτέστιν ὅπως ἐκλάβωμεν τὸ σχῆμα τῶν σωμάτων ὡς ἀμετάβλητον. Ἀλλὰ καὶ ὅτε διὰ τῆς ἐνεργείας ισορροπῶν ἐξωτερικῶν δυνάμεων ἐλαστικόν τι σῶμα μετέβαλεν ἐπαισθητῶς τὸ σχῆμα αὐτοῦ (τεταμένον νῆμα ἢ τεταμένη σπείρα χάλυβος), δυνάμεθα πάλιν ἄνευ διαταράξεως τῆς ισορροπίας ἵνα νοήσωμεν ὅτι τὸ σῶμα ἐν τῷ μεταβεβλημένῳ σχήματι κατέστη ἀνένδοτον, ἥτοι ὅτι τὰ μόρια αὐτοῦ συνδέονται κατὰ τρόπον ἀμετάβλητον.

Ἐὰν Α (Σχ. 22) ἐμφαίνῃ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς καὶ ΑΒ τὴν ἐντασιν καὶ τὴν διεύθυνσιν μιᾶς τῶν ισορροποῦσῶν δυνάμεων ἐπὶ σώματος ἀνενδότου, ἡ ισορροπία οὐδόλως διαταράσσεται ἐὰν μεταθέσωμεν τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως ΑΒ εἰς σημεῖον τι Γ τῆς ΑΒ ἢ τῆς ἐπεκτάσεως αὐτῆς, διατηροῦντες ἀμετάβλητον τὴν ἐντασιν καὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως, ἐὰν τὸ σημεῖον τοῦτο Γ ἀνήκῃ εἰς τὸ σῶμα ἢ συνδέσθαι μετ' αὐτοῦ ἀνενδότως· διότι ἐὰν πρὸς ταῖς ἤδη ἐνεργοῦσαις δυνάμεσιν, αἵτινες καθ' ὑπόθεσιν ισορροποῦσι, νοήσωμεν καὶ τὰς ἴσας μὲν τῇ ΑΒ ἀντιθέτους δὲ πρὸς ἀλλήλας δυνάμεις ΑΔ καὶ ΓΕ, ἡ ισορροπία διατηρεῖται, ἐπειδὴ τὰ σημεία Α καὶ Γ εἰσὶν ἀνενδότως καὶ ἀμεταβλήτως συνδεδεμένα· ἄλλ' οὕτως αἱ δύο εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Α ἐφηρ-

Σχ. 22



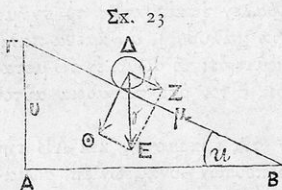
μοσμέναι ἔσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις AB καὶ AD ἰσορροποῦσι πρὸς ἀλλήλας, δυνατόν ἄρα ἵνα νοηθῶσιν ἀνύπαρκτοι ἄνευ διαταράξεως τῆς ἰσορροπίας τῶν λοιπῶν δυνάμεων· ὥστε τέλος ἡ ἐνέργεια τῆς δυνάμεως AB ἀντικαθίσταται διὰ τῆς ἴσης δυνάμεως GE, ἐφηρμοσμένης εἰς Γ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περὶ ἀπλῶν μηχανῶν.—Θεωρία τοῦ κέντρου τοῦ βάρους.

40. Μηχαναὶ γενικῶς εἰσι κατασκευάσματα πρὸς μεταφορὰν τῆς ἐνεργείας τῶν δυνάμεων ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα· ποιοῦμεθα δὲ χρῆσιν αὐτῶν ἵνα δι' ὀρίσμένων δυνάμεων παραγάγωμεν σκοπούμενας κινήσεις κατὰ τὸ δυνατόν λυσιτελεῖς· διακίρουνται δὲ εἰς ἀπλᾶς καὶ εἰς συνθέτους. Μεταξὺ τῶν ἀπλῶν μηχανῶν καταλέγονται αἱ συντελοῦσαι πρὸς μεταφορὰν δυνάμεων κατ' εὐθεῖαν διεύθυνσιν, ὧν ὁ τρόπος τῆς ἐνεργείας ἀνωτέρω (ἐδ. 38) ἡρμηνεύθη, τούτεστι τὸ ρῆμα (σχονίον, κάλως) καὶ ἡ ἀρτηρίς (στῦλος, δοκός, κεραία), εἴτα τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ὁ κοχλίας, ὁ σφῆρ, ἡ τροχαλία, ὁ τροχός καὶ ὁ μαχλός. Αἱ σύνθετοι μηχαναὶ σύγκεινται ἐκ μερῶν, ὧν ἕκαστον ἀποτελεῖ ἀπλὴν τινα μηχανήν.

41. ΠΤΩΞΙΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ. Ἐστω BG (Σχ. 23) κεκλιμένον τι ἐπίπεδον, σχηματίζον μετὰ τοῦ ὀρίζοντος AB διεδρόν τινα



Σχ. 23

γωνίαν α , $GB = \mu$ τὸ μῆκος αὐτοῦ, $AG = \nu$ τὸ ὕψος αὐτοῦ, τούτεστιν ἡ κατὰ στάθμην ἀπόστασις τῶν σημείων B καὶ Γ, $AB = \epsilon$ ἡ βάσις αὐτοῦ καὶ Δ βαρὺ τι σῶμα ἐπ' αὐτοῦ. Ἐὰν ἐγκαταλίπωμεν τὸ σῶμα τοῦτο εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, κατακυλίεται ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ἀπὸ Γ πρὸς B ὡς ἐμποδιζόμενον ὑπ' αὐτοῦ ἵνα πῆσῃ κατὰ τὴν ΔΕ. Δυνάμεθα δὲ ἵνα νοήσωμεν τὴν ἐπιτάχυνσιν $ΔΕ = \gamma$, ἣν ἤθελε μεταδώσει εἰς αὐτὸ ἡ βαρύτης, εἰ ἦν ἀνύπαρκτος ἡ ἐκ τοῦ ἐπιπέδου ἀντίστασις, ἀναλελυμένην εἰς τὰς συνιστώσας ΔΘ καὶ ΔΖ τὴν μὲν κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τὴν δὲ παράλληλον αὐτῷ. Ἐκ τούτων ἡ πρώτη ἀναιρεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου, ὥστε ἐνεργεῖ μόνῃ ἡ συνιστώσα $ΔΖ = \gamma'$. Ἀλλ' ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγῶνων ABΓ καὶ ΔΕΖ πορίζομεθα

$$\gamma' : \gamma :: \nu : \mu \quad \text{ἢ} \quad \gamma' = \gamma \cdot \frac{\nu}{\mu} \quad \text{ἢ} \quad \gamma' = \gamma \cdot \eta \mu : \alpha.$$

Κατὰ τὴν ὁμοίως ἐπιταχυνομένην ταύτην κίνησιν, ἣν καλοῦμεν *πλαγίαν πτώσιν*, ἰσχύουσιν οἱ τῆς ἀκωλύτου πτώσεως τύποι (ἔδ. 32 θ), ἐν οἷς δέον ἀντὶ τῆς ἐπιταχύνσεως γ ἵνα εἰσαγάγωμεν τὴν ἐπιτάχυνσιν $\gamma' = \gamma \cdot \eta\mu: \kappa$. ὥστε,

$$(1) \quad \tau = \gamma' \chi = \gamma \cdot \chi \cdot \eta\mu: \kappa,$$

$$(2) \quad \delta = \frac{1}{2} \gamma' \chi^2 = \frac{1}{2} \gamma \chi^2 \cdot \eta\mu: \kappa,$$

$$(3) \quad \tau = \sqrt{2\gamma' \delta} = \sqrt{2\gamma \delta \cdot \eta\mu: \kappa}.$$

Ἐκ τῶν τύπων τούτων συμπεραίνομεν 1ον ὅτι ἐὰν τὸ σῶμα ᾤρηται τῆς κινήσεως ἀπὸ τοῦ Γ μετὰ ταχύτητος μηδέν, ἡ τελικὴ αὐτοῦ ταχύτης φθάντος εἰς Β καὶ διανύσαντος ὁλόκληρον τὸ μήκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ἔσται: $\tau = \sqrt{2\gamma \cdot \mu \cdot \frac{v}{\mu}} =$

$\sqrt{2\gamma v}$, ὥστε τὸ σῶμα φθάνει εἰς τὸ τέρμα τοῦ ἐπιπέδου μετὰ τοσαύτης τελικῆς ταχύτητος, ὅσην προσκτάται σῶμα ἀκωλύτως πεσὼν ἀπὸ Γ μέχρις Δ, διανύσαν δηλαδὴ τὴν κατὰ στάθμην ἀπόστασιν μεταξύ Γ καὶ Β. 2ον ὅτι ἵνα διανύσῃ τὸ πλαγίως πίπτειν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου τὴν ἀπόστασιν $\Gamma\Delta = \delta' = v \cdot \eta\mu: \kappa$ περατουμένην εἰς τὸν πόδα Δ τῆς ἀπὸ Δ ἀγομένης καθετοῦ ἐπὶ τὴν ΓΒ, δαπανᾷ χρόνον ὀριζόμενον διὰ τοῦ τύπου $\delta' = \frac{1}{2} \gamma \cdot \chi^2 \cdot \eta\mu: \kappa$, τουτέστι

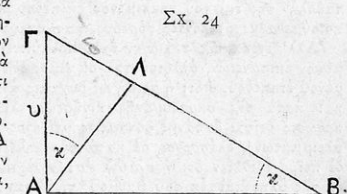
$$\chi = \sqrt{\frac{2\delta'}{\gamma \cdot \eta\mu: \kappa}} = \sqrt{\frac{2v \cdot \eta\mu: \kappa}{\gamma \cdot \eta\mu: \kappa}} = \sqrt{\frac{2v}{\gamma}},$$

ὅσον δηλαδὴ χρόνον δαπανᾷ σῶμα ἀκωλύτως πίπτειν ἵνα διανύσῃ τὴν κατὰ στάθμην ἀπόστασιν μεταξύ Γ καὶ Δ.

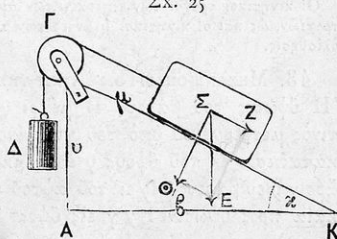
42. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΕΠΙ ΤΟΥ ΚΕΚΛΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ. Πρὸς εὗρεσιν δὲ τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως Δ (Σχ. 25), παραλλήλου τῷ κεκλιμένῳ ἐπιπέδῳ ΓΚ καὶ ἰσορροπούσης πρὸς βάρος τι Β σώματος κειμένου ἐπ' αὐτοῦ κατὰ τὸ Σ, κωλυούσης δηλ. τὴν κατολισθησὶν τοῦ σώματος, ἀναλύομεν τὴν ἐπὶ τοῦ σώματος ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος ἥτοι τὸ βάρος αὐτοῦ Β ἐμφαινόμενον ὑπὸ τῆς ΣΕ εἰς τὰς δύο συνιστώσας ΣΖ καὶ ΣΘ, ὧν ἡ μὲν ΣΘ ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου ἀναιρουμένη ἐμφαίνει τὴν πίεσιν, ἣν τοῦτο δέχεται ἐκ τοῦ βάρους τοῦ σώματος, ἡ δὲ ΣΖ τὴν πρὸς κατολισθησὶν ἐνεργοῦσαν δύναμιν. ὥστε πρὸς ἰσορροπίαν ἡ δύναμις Δ δέον ἵνα ἰσῶται πρὸς τὴν συνιστώσαν ταύτην. Ἀλλὰ (πρβλ. ἔδ. 41) $\Sigma Ζ: \Sigma Ε:: v: \mu$ ἢ $\Delta: B:: v: \mu$, ὅθεν $\Delta = B \cdot \frac{v}{\mu} = B \cdot \eta\mu: \kappa$.

τουτέστιν ἡ πρὸς ἰσορροπίαν δύναμις ἔχει λόγον πρὸς τὸ βάρος ὡς

3*



Σχ. 24



Σχ. 25

τὸ ὕψος πρὸς τὸ μῆκος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Ὅμοιως εὐρίσκουμεν ὅτι ἡ ἐτέρα συνιστώσα $\Sigma\Theta$ ἰσοῦται πρὸς B συν: $\kappa = B \cdot \frac{6}{\mu}$, ὅτι δηλαδὴ ἡ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου πίεσις ἔχει λόγον πρὸς τὸ βάρος τοῦ πιέζοντος σώματος ὡς ὁ ὅριος ἡ βάσις τοῦ ἐπιπέδου πρὸς τὸ μῆκος αὐτοῦ.

Αἱ ἐπερχόμεναι μεταβολαὶ εἰς τὰς συνιστώσας ΣZ καὶ $\Sigma\Theta$, ἐνῷ ἡ γωνία κ αὐξάνεται ἀπὸ 0° εἰς 90° , εἰσὶ φανεραί. Ἐὰν ὅμως ἡ πρὸς ἰσορροπίαν ἀναγκαία δύναμις μὴ διευθύνῃται παραλλήλως πρὸς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ἀναλύομεν καὶ ταύτην εἰς δύο συνιστώσας, τὴν μὲν παραλλήλῃν τὴν δὲ κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου· τούτων ἡ πρώτη, ὡς μόνη ἐνεργοῦσα, δέον ἵνα ἰσῶται πρὸς B ἡμ: κ , ἐνῷ ἡ δευτέρα συντελεῖ μόνον πρὸς μεταβολὴν τῆς ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου πίεσεως. — Χρῆσιν τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου ποιοῦμεθα μεταφέροντες ῥότους, κατασκευάζοντες ὁδοὺς ἐπὶ ἀνωφερειῶν κ.τ.λ.

Ἄλλ' ἐνεκα τῆς τριβῆς, ἥτις προκύπτει ἐκ τῆς τραχύτητος τῶν ἀλλήλων ἐφαπτομένων ἐπιφανειῶν, ἀλλοιοῦνται οἱ νόμοι τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, διότι ἡ τριβὴ ὡς δύναμις ἀντενεργεῖ πάντοτε καὶ κατὰ τῆς συμβαίνουσας καὶ κατὰ τῆς σκοπούμενης κινήσεως. Ἐνεκα ταύτης ἡ ἐπὶ ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ πρῶσις δεῖται δαπάνης δυνάμεως μείζονος μὲν κατὰ τὴν ἔλκευσιν (μετριαζομένης δι' ἀλειμμάτων), ἐλάσσονος δὲ κατὰ τὴν κύλισιν (κύλινδροι, τροχοὶ ἀμαξῶν, κ.τ.λ.). Ἡ δὲ πείρα ἐδίδαξεν ὅτι ἡ τριβὴ ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσιν καὶ ὅτι ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὕλης καὶ ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς τραχύτητος τῶν προστριβομένων ἐπιφανειῶν, ὅτι ἐστὶ μείζων ὅταν τὸ σῶμα ἀκίνητῃ ἢ ὅταν διατελῇ ἤδη ἐν κινήσει, καὶ ὅτι ἡ ἐν κινήσει τριβὴ ἐστὶν ἀνεξάρτητος τῆς ταχύτητος, ἐκτὸς διὰ ταχύτητας ἐλαχίστας (μέχρι 3 χημ κατὰ τὸ λ". Thomson).

Ἐνεκα τῆς τριβῆς τὰ μὴ κυλιστὰ σώματα ἀκίνητοῦσιν ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου ἐνὸς ἢ γωνίας τῆς κλίσεως οὐχ ὑπερβαίνει ὁρίον τι. Ἡ ὁρίκη αὕτη τιμὴ τῆς γωνίας κ , ἀφ' ἧς ὄρεται ἡ ἐλίσθησις, χρησιμεύει πρὸς εὕρεσιν τοῦ συντελεστοῦ τῆς τριβῆς, ἥτοι τοῦ λόγου μεταξὺ τριβῆς καὶ πίεσεως διότι ἡ μὲν πίεσις Π ἰσοῦται πρὸς B συν: κ , ἡ δὲ τριβὴ T ἐστὶν εἰσέτι ἱκανὴ πρὸς ἰσορροπίαν τῆς συνιστώσας B ἡμ: κ · ὥστε συντελεστὴς τῆς τριβῆς ἐστὶν ὁ λόγος $\frac{T}{\Pi} = \frac{B \text{ ἡμ: } \kappa}{B \text{ συν: } \kappa} = \epsilon\phi: \kappa$. — Ἐπὶ ἀμαξίτου ἐντελῶς ἰσοπέδου κατανεῖτ' ἡ τριβὴ κινουμένων φορτηγῶν ἀμαξῶν $\frac{1}{20}$ ἕως $\frac{1}{30}$ τοῦ φόρτου, ἐπὶ δὲ τοῦ σιδηροδρόμου εἰς $\frac{1}{200}$ αὐτοῦ.

Οἱ κινητικοὶ τροχοὶ τῶν ἀτμοκινήτων ἀμαξῶν δέον ἵνα τρίβονται ἀρκούντως ἐπὶ τῶν τροχιῶν, ὡς καὶ οἱ κινητικοὶ ἱμάντες τῶν μηχανῶν ἐπὶ τῶν κυλίνδρων, ἵνα μὴ συμβαίῃ ἐλίσθησις.

43. ΜΗΧΑΝΙΚΟΝ ἜΡΓΟΝ· ΑΡΧΗ ΤΗΣ ΑΜΕΤΑΒΑΘΗΣΙΑΣ ΑΥΤΟΥ· ΖΩΣΤΑΣ ΔΥΝΑΜΙΣ. Ἡ ὕψους τοῦ βάρους B μέχρι τοῦ ὕψους u κατορθοῦται δι' ἔργον τινὸς μετρομένου ὑπὸ τοῦ γινομένου Bu , καὶ ἀντιστρόφως τὸ βάρος B καταπεσὸν ἐκ τοῦ ὕψους u ἐστὶν ἱκανὸν ἐνεκα τούτου (ἐδάφ. 33) πρὸς ἄρσιν ἴσου βάρους μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους. Ἡ μονὰς τοῦ ἔργου, ἡ ἀναγκαία πρὸς ὕψωσιν 1 χγ εἰς ὕψος 1 μ, καλουμένη *χιλιογραμμόμετρον* (χγμ), χρησιμεύει πρὸς σύγκρισιν τῶν ποσῶν τοῦ ἔργου. Ἐν γένει δὲ ὡς ἔργον δυνάμεως ροοῦμεν τὸ γινόμενον τῆς δυνάμεως ἐπὶ τὸ διαρυσθέν διάστημα ὑπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς.

Συμβαίνει δὲ πάντοτε δαπάνη τις ἔργου ὅταν τὰ σώματα κινῶνται κατὰ τῆς διευθύνσεως δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπ' αὐτῶν, ἢ ὅταν καταβάλληται ἡ ἀντίστασις τῶν δυνάμεων τούτων. Πρὸς πρόωσιν βάρους ἐφ' ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ δαπανᾶται ὅσον ἔργον χρησιμεύει ἵνα καταβληθῇ

4. ἡ γωνία τοῦ ἔργου, ἀναγκαία εἶναι ἡ ἐφαρμογὴ τοῦ ἔργου ὡς ποσὸν εἰσέτι μετρίως συντελεστὴς τῆς τριβῆς καὶ τῆς πίεσεως. Ἡ δὲ τριβὴ ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὴν πίεσιν καὶ ὅτι ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὕλης καὶ ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς τραχύτητος τῶν προστριβομένων ἐπιφανειῶν, ὅτι ἐστὶ μείζων ὅταν τὸ σῶμα ἀκίνητῃ ἢ ὅταν διατελῇ ἤδη ἐν κινήσει, καὶ ὅτι ἡ ἐν κινήσει τριβὴ ἐστὶν ἀνεξάρτητος τῆς ταχύτητος, ἐκτὸς διὰ ταχύτητας ἐλαχίστας (μέχρι 3 χημ κατὰ τὸ λ". Thomson).

Ψηφιοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο Εκπαιδευτικῆς Πολιτικῆς

ἡ ἀντενεργοῦσα τριβή. Πρὸς ὕψωσιν ὅμως τοῦ βάρους Β ἐπὶ κεκλιμένον ἐπιπέδον (ἔδ. 42) δέον ἐκτός τῆς τριβῆς ἵνα κατανικηθῇ καὶ ἡ ἀντίστασις τῆς δυνάμεως $\Sigma Z = \Delta$ ὥστε πρὸς μεταφορὰν τοῦ σώματος δι' ὅλου τοῦ ἐπιπέδου $K\Gamma = \mu$ ἐστὶν ἀναγκαῖον τὸ ποσὸν τοῦ ἔργου $\Delta \mu$ πρὸς ὕψωσιν δὲ τοῦ αὐτοῦ βάρους Β ἀπὸ Α εἰς Γ κατὰ στάθμην δι' ὅλου τοῦ ὕψους τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου δέον ἵνα δαπανηθῇ ποσὸν ἔργου ἴσον πρὸς Βυ· ἀλλὰ κατ' ἐδάφ. 42 $\Delta \mu = Βυ$, τουτέστι τὸ καθ' ἑκάτεραν τῶν περιπτώσεων δαπανώμενον ἔργον ἐστὶν ἴσον. Ἐάν δὲ τὸ βάρος Β ἀνελευσθῇ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου διὰ τοῦ καταπίπτοντος βάρους Δ, τὸ ἐκ τῆς πτώσεως αὐτοῦ *κερδαινόμενον* ἔργον Βμ ἰσοῦται πρὸς τὸ *δαπανώμενον* ἔργον Βυ εἰς ὕψωσιν τοῦ βάρους Β. Ὑψούντες ἄρα βάρη διὰ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου δεόμεθα μὲν δυνάμειν ἐλασσόνων πρὸς κίνησιν τῶν βαρῶν τούτων, ἀλλὰ μεταφέρονεν αὐτὰ δι' ὁδῶν, αἵτινες αὐξάνονται ἀναλόγως τοσοῦτον, ὅσον ἐλαττοῦνται αἱ πρὸς τοῦτο ἀναγκαῖαι κινητικαὶ δυνάμεις· ὥστε οὔτε κέρδος οὔτε δαπάνη ἔργου ἐπέρχεται· ἡ σπουδαιότης αὕτη πρότασις ἰσχύουσα οὐ μόνον διὰ τὸ κεκλιμένον ἐπιπέδον, ἀλλὰ καὶ διὰ πᾶσαν ἐτέραν ἀπλὴν ἢ σύνθετον μηχανὴν ἀναλόγως ἐρμηνευμένην, καλεῖται Ἀρχὴ τῆς ἀμεταβληθείας τοῦ ἔργου.

Ὅς ἐκ τούτου ἀδυνατοῦμεν δι' οἰουδήποτε συνδυασμοῦ μηχανῶν ὅπως παραγάγωμεν κέρδος ἔργου ἄνευ ἀντιστοίχου δαπάνης ἔργου, τουτέστι ὅπως κατασκευάσωμεν αὐτόματον, οὐ μόνον αὐτοῦ ἀεὶ κινῶν, ἀλλὰ καὶ ἄνευ ἐξωτερικῆς κινήσεως δυνάμεως ἀτελευτήτους ἔργον παράγον. Ἀλλαχοῦ δὲ γενήσεται λόγος ἐπὶ τῇ αὐτῇ ἀρχῇ ἰσχύει καὶ διὰ μηχανῶν κινουμένων ὑφ' ἐτέρων φυσικῶν δυνάμειν, οἷον ὑπὸ τῆς θερμότητος, ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ (ἔδ. 241, 344).

Ἐν ταῖς τέχναις μετροῦσι τὸ ὑπὸ τῶν μηχανῶν παραγόμενον ἔργον οὐχὶ διὰ τοῦ $\chi \gamma \mu$, ἀλλὰ διὰ τοῦ ἵππου, παραδεχόμενοι ἐπὶ τῇ τοῦ ἵππου δυνάμει ἐστὶν ἱκανὴ πρὸς παραγωγὴν ἔργου 75 $\chi \gamma \mu$ ἐν ἐνὶ λ'.

Σῶμα μάζης μ καὶ ἐπομένως βάρους $\theta = \mu \gamma$ καταπεσὼν ἐξ ὕψους u κτάται ταχύτητα $\tau = \sqrt{2 \gamma u}$ (ἔδ. 32 θ), ὅσῃν καὶ κατολισθῆσαν ἐπὶ κεκλιμένον ἐπιπέδον ἔχοντος ὕψους u , ἐάν μὴ ἐπὶ τὴν ἀπώλεια ταχύτητος ἐκ τῆς τριβῆς· τὸ δὲ *κερδαινόμενον* ἔργον ἐν ἀποφαινομένη ταῖς περιπτώσεσιν ἐμφαίνεται ὑπὸ τοῦ γινομένου θu , ἔπερ ἐδαπανηθῇ ἵνα μεταδῶσθαι εἰς τὴν μάζαν μ τὴν ταχύτητα τ · ἀλλ' ἡ ταχύτης αὕτη δύναται ἵνα ὑψώσῃ τὸ σῶμα μέχρι τοῦ ὕψους u , ἢ ἄλλως ἡ μάζα μ δύναται ἵνα ἐκτελέσῃ τὸ ἔργον θu ἐνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος (ἔδ. 33)· ἐπειδὴ δὲ $2 \gamma u = \tau^2$, $\theta u = \mu \gamma \times \frac{\tau^2}{2 \gamma} = \frac{1}{2} \mu \tau^2$.

μεταδίδοται ἄρα εἰς τὴν μάζαν μ ἡ ταχύτης τ διὰ ποσοῦ ἔργου ἴσου πρὸς $\frac{1}{2} \mu \tau^2$, καὶ ἀντιστρόφως ἡ μετὰ ταχύτητος τ κινουμένη μάζα μ ἐστὶν ἱκανὴ ἐνεκα τῆς ταχύτητος ταύτης πρὸς ἐκτέλεσιν ἴσου ἔργου. Τὸ ἥμισυ τοῦτο τοῦ γινομένου τῆς μάζης ἐπὶ τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος καλούμεν *ζῶσαν δύναμιν*. Κατὰ μὲν τὴν πᾶσιν τῶν σωμάτων κερδαίνεται τὸ ὑπ' αὐτῶν ἐκτελούμενον ἔργον ὡς δύναμις ζῶσα, κατὰ δὲ τὴν ὕψωσιν αὐτῶν δαπανᾶται ἡ ζῶσα δύναμις πρὸς ἐκτέλεσιν ἔργου.

Σύροντες τὰ σώματα ἐφ' ὁρίζοντι ἐπιπέδῳ *δαπανῶμεν* ἐνεκα τῆς συμβαινούσης τριβῆς ποσὸν τῆς ἔργου, ἄνευ συγχρόνου κέρδους ἴσου ποσοῦ ἔργου. Ἡ κατὰ τὴν τριβὴν ἀπώλεια αὕτη τοῦ ἔργου ἐρμηνεύεται ἐν τῷ περὶ θερμότητος οἰκείῳ βιβλίῳ (ἔδ. 241).

44. Ο ΚΟΧΛΙΑΣ. Ἐάν ὀρθογώνιον τρίγωνον ΑΒΓ ἐλίξωμεν περὶ κυκλικὸν κύλινδρον, ἡ ὑποτείνουσα αὐτοῦ ΒΓ μετασχηματίζεται εἰς κο-

νήνην ἐπιμήκειν ὅπως τοῦ ἔργου συνωστίζονται αἱ ἐκτελέσεις καὶ ὁ κέρδους ἐκτελέσας ἡ ταχύτης τῆς δύναμιν μεταβάλλεται διὰ τοῦ κινήσεως καὶ ἡ ἀπώλεια κερδαίνεται τὸ ὑπ' αὐτῶν ἐκτελούμενον ἔργον ὡς δύναμις ζῶσα, κατὰ δὲ τὴν ὕψωσιν αὐτῶν δαπανᾶται ἡ ζῶσα δύναμις πρὸς ἐκτέλεσιν ἔργου.

ἐφαρμογῆς αὐτῶν εἰς Λ ἐπὶ τῆς μέσης γραμμῆς $\Delta\Gamma$ ἀντὶ τῶν ἴσων δυνάμεων $\Lambda\Xi$ καὶ $Z\Lambda$ ἵνα θεωρήσωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν ΛM , καθ' ἣς ἀντενεργεῖ πρὸς ἰσορροπίαν ἑτέρα ἀντίθετος δύναμις καθέτως ἐπὶ τῆς ῥάχews εἰς Δ , ἀλλ' αὐτὸ τοῦτο δυνάμεθα ἵνα νοήσωμεν καὶ δι' οἷον-δήποτε ἕτερον ζεύγος ἴσων δυνάμεων πιεζουσῶν ἐπὶ συμμετρῶν σημείων τῶν πλαγίων ἐδρῶν. Ὡστε ἐὰν K ἐμφαίνῃ τὴν ὅλην ἐφ' ἑκατέρας τῶν ἐδρῶν τούτων πίεσιν καὶ P τὴν ἐπὶ τῆς ῥάχews τοῦ σφηνὸς ἐνεργοῦσαν δύναμιν, ἐκ τῶν ὁμοίων τριγῶνων ΛZM καὶ $AB\Gamma$ συμπεραίνομεν

$$M\Lambda : Z\Lambda :: AB : B\Gamma$$

$$\text{ἢ } P : K :: AB : B\Gamma$$

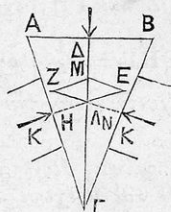
τουτέστιν, ἡ πρὸς ἰσορροπίαν ἀναγκαία δύναμις P ἔχει πρὸς τὴν πίεσιν K ὡς τὸ μῆκος τῆς ῥάχews πρὸς τὸ μῆκος τῆς ἐδρας· ὥστε δι' ἴσων πίεσιν ἡ δύναμις P ἐλαττοῦται ὅταν ἡ ὀξυῆς τοῦ σφηνὸς αὐξάνηται. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ κ τὴν διεδρον γωνίαν ~~$AB\Gamma$~~ , $A\Gamma\theta$ εὐκόλως εὐρίσκομεν

$$P = 2K \text{ ἢ } \frac{1}{2} \kappa.$$

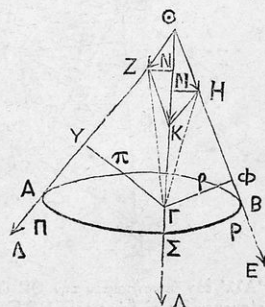
Πάντα τὰ τμητικὰ ὄργανα (μάχαιραι, ψαλίδες, σμίλαι) εἰσὶ σφήνες.

46. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΤΡΕΠΤΟΥ ΠΕΡΙ ΣΤΑΘΕΡΟΝ ΑΞΟΝΑ. Σῶμα στρεπτόν περὶ σταθερὸν ἄξονα ἰσορροπεῖ, ἐὰν ἡ συνισταμένη τῶν ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσων δυνάμεων διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς· διότι τότε ἡ συνισταμένη αὕτη ἀναιρεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος. Ἐὰν δ' ἐπὶ τοιοῦτου σώματος ἐνεργῇ μία δύναμις, δέον ἢ διευθύνει αὐτῆς ἵνα τέμνῃ τὸν ἄξονα. Ἐστω Γ (Σχ. 28) ὁ σταθερὸς τῆς στροφῆς ἄξων καὶ A, B τὰ σημεία τῆς ἐφαρμογῆς δύο δυνάμεων Π καὶ P , ὧν αἱ διευθύνσεις κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ περιλαμβάνοντι καὶ τὸ σημεῖον Γ . Ἐὰν αἱ δύο αὗται δυνάμεις ἰσορροπῶσι, δυνάμεθα ἄνευ διαταράξεως τῆς ἰσορροπίας ἵνα νοήσωμεν τὰ σημεία τῆς ἐφαρμογῆς μετατεθέντα εἰς Θ σημεῖον τῆς τομῆς τῶν διευθύνσεων αὐτῶν, ἐκλαμβάνοντες τὸ σημεῖον τοῦτο ἀνεκδότως συνηνωμένον μετὰ τοῦ σώματος (ἐδ. 39)· ὥστε ἐὰν μετρήσωμεν $\Theta Z = \Pi$ καὶ $\Theta H = P$, ἡ διαγώνιος ΘK τοῦ παραλληλογράμμου $Z\Theta H K$ ἐμφαίνει τὴν συνιστα-

Σχ. 27



Σχ. 28



μένον των δύο δυνάμεων, ἥτις ἐπεκταθεῖσα διέρχεται ἕνεκα τῆς ἰσορροπίας διὰ τοῦ Γ. Ἐάν δὲ ἀπὸ τοῦ Γ ἀγάγωμεν τὰς καθέτους ΓΥ=π καὶ ΓΦ=ρ ἐπὶ τὰς διευθύνσεις των δύο δυνάμεων καὶ τὰς εὐθείας

ΓΖ καὶ ΓΗ, εὐρίσκομεν τρίγωνον $\Theta Ζ Γ = \frac{1}{2} \Pi \pi$ καὶ τρίγωνον

$\Theta Η Γ = \frac{1}{2} P\rho$. ἄλλα τὰ δύο ταῦτα τρίγωνα εἰσιν ἰσοδύναμα ὡς ἔχοντα κοινὴν τὴν βάσιν ΓΘ καὶ ἴσα τὰ ὕψη ΖΝ καὶ ΜΗ. ἄρα

$$\Pi \pi = P\rho \quad \eta \quad \Pi : P :: \rho : \pi.$$

ἐπομένως, δεόν πρὸς ἰσορροπίας ἵνα αἱ ἐντάσεις τῶν δυνάμεων Π καὶ Ρ ἔχωσι λόγον ἀντιστροφῶν πρὸς τὰς ἀποστάσεις τοῦ σημείου τῆς στροφῆς Γ ἀπὸ τῶν διευθύνσεων αὐτῶν, ἢ τὰ γινόμενα ἐκατέρας τῶν δυνάμεων ἐπὶ τὴν ἀντιστοιχῶν ἀπόστασιν ἵνα ᾧσιν ἴσα. Τὰ γινόμενα ταῦτα καλοῦμεν στατικὰς ροπὰς τῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ σημεῖον τῆς στροφῆς· ὥστε συντόμως, δύο δυνάμεις ἰσορροποῦσιν ὡς πρὸς τι σημεῖον στροφῆς ἐὰν αἱ στατικαὶ αὐτῶν ροπαὶ ᾧσιν ἴσαι.

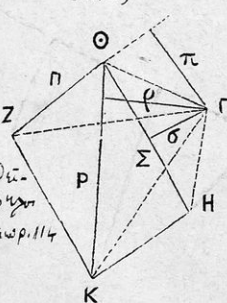
— Περὶ τῆς ἐιδικῆς περιπτώσεως δυνάμεων παραλλήλων ὅρα ἐδ. 49α.

Ἐστω τὸ παραλλήλογράμμου $\Theta Ζ Κ Η$ (Σχ. 29α καὶ 29β) καὶ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ αὐτοῦ σημειῶν τι Γ. Ἐάν ἀγάγωμεν ἐκ τοῦ Γ τὰς καθέτους π, σ, ρ ἐπὶ τὰς δύο πλευρὰς $\Theta Ζ = \Pi$, $\Theta Η = \Sigma$ καὶ ἐπὶ τὴν διαγώνιον $Κ Θ = P$ καὶ ἐνώσωμεν αὐτὸ μετὰ τῶν

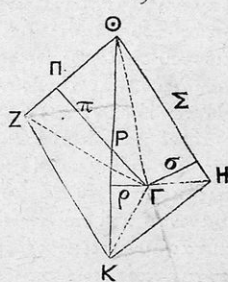
τεσσάρων κορυφῶν τοῦ παραλλήλογράμμου, εὐρίσκομεν τρίγωνον $\Gamma \Theta Ζ = \frac{1}{2} \Pi \pi$,

τρίγωνον $\Gamma \Theta Η = \frac{1}{2} \Sigma \sigma$ καὶ τρίγωνον $\Gamma \Theta Κ = \frac{1}{2} P\rho$.

Σχ. 29 α



Σχ. 29 β



16
δ, δ', δ'' αὐτῶν
ἐπὶ τὴν αὐτὴν εὐθε-
ίαν συνεκτικῶς παράλληλως
α, α' εἰσωρ. Ρυθ. διωρ. 114
καὶ 96

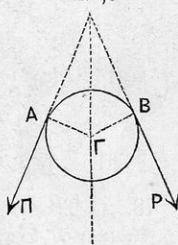
Ἀλλ' ἐάν θεωρήσωμεν τὴν ΘΓ ὡς κοινὴν βάσιν τῶν τριῶν τούτων τριγώνων, εὐκόλως εὐρίσκομεν ὅτι τὸ ὕψος τοῦ $\Gamma \Theta Κ$ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα ἢ πρὸς τὴν διαφορὰν των ὕψων των δύο ἐτέρων τριγώνων, καθόσον τὸ Γ κεῖται ἐκτὸς ἢ ἐντὸς τῆς γωνίας $\Theta Η Ζ$ · ὥστε κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίστασιν ὑπάρχει ἡ ἰσότης $P\rho = \Pi\pi + \Sigma\sigma$, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν ἡ $P\rho = \Pi\pi - \Sigma\sigma$. Ἐάν ἐπομένως Π καὶ Σ ἐμφαίνωσι δύο δυνάμεις ἐνεργούσας ἐπὶ σώματος στρεπτοῦ περὶ τὸ Γ, συμπεραίνομεν τὴν πρότασιν, ὅτι

Ἡ στατική ῥοπή τῆς συνισταμένης δύο δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ σημεῖον τῆς στροφῆς ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα ἢ πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν στατικῶν ῥοπῶν τῶν συνιστασῶν, καθόσον αὐταὶ ἐνεργοῦσιν ἕνα στρέψωσι τὸ σῶμα κατὰ τὴν αὐτὴν ἢ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν.

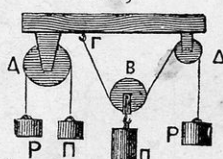
Ἐὰν δὲ πολλὰ δυνάμεις συνεργῶσιν ἐπὶ σώματος στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα Γ , κείμενον ἐντός τοῦ κοιντοῦ ἐπιπέδου τῶν διευθύνσεων καὶ τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῶν, ἰσορροπία ἐπέρχεται ὅταν τὸ ἄθροισμα τῶν στατικῶν ῥοπῶν τῶν δυνάμεων, αἵτινες ἐνεργοῦσιν ἕνα στρέψωσι τὸ σῶμα κατὰ τινὰ διεύθυνσιν, ἰσῶται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν στατικῶν ῥοπῶν τῶν ἐνεργουσῶν ἕνα στρέψωσιν αὐτὸ κατὰ τὴν ἐναντίαν. διότι τότε ἡ στατική ῥοπή τῆς συνισταμένης πασῶν ἰσοῦται τῷ μηδενί, ἢ διότι ἡ συνισταμένη αὕτη ἰσοῦται τῷ μηδενί ἢ διότι διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς καὶ ἀναίρεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ τὰς ἀντιθέτου διευθύνσεως ῥοπὰς χαρακτηρίσωμεν δι' ἀντιθέτων ἀλγεβρικών σημείων ὡς θετικάς καὶ ὡς ἀρνητικάς, συντόμως ἐκφέρομεν ὅτι συνθήκη τῆς ἰσορροπίας ἐστὶν ἡ τῷ μηδενί ἐξίσωσις τοῦ ἀλγεβρικοῦ ἀθροίσματος τῶν στατικῶν ῥοπῶν πασῶν τῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ σημεῖον τῆς στροφῆς.

47. Ἡ ΤΡΟΧΑΛΙΑ ἐστὶ κυκλικὸς δίσκος στρεπτός περὶ σταθερὸν ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ Γ , καὶ ἔχων κατὰ τὴν περιφέρειαν αὐλακα δεχομένην εὐκαμπτον σχοινίον (Σχ. 30). Αἱ πρὸς στροφὴν τῆς τροχαλίας κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ σχοινίου ἐνεργοῦσαι δυνάμεις Π καὶ P διευθύνονται ὡς αἱ ἐφαπτόμεναι $\Delta\Pi$ καὶ $B P$. ἐπειδὴ δὲ αἱ κάθετοι ἀποστάσεις $\Delta\Gamma$ καὶ $B\Gamma$ ὡς ἀκτῖνες κύκλου εἰσὶν ἴσαι, ἰσορροπία ἐπέρχεται (ἐδ. 46) ἔὰν καὶ αἱ κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ σχοινίου δυνάμεις ᾧσιν ἴσαι. Ὑπάρχουσιν ἀμετάθετοι καὶ μετάθετοι τροχαλίας. Αἱ ἀμετάθετοι (Α Σχ. 31) ἔχουσι τὸ κέντρον μόνιμον· ἐκάτερα δὲ τῶν ἴσων δυνάμεων Π καὶ P ἐνεργεῖ ἐφ' ἐκάτερου τῶν ἄκρων τοῦ σχοινίου· χρησιμεύουσιν ἄρα μόνον πρὸς σκόπιμον μεταβολὴν τῆς διευθύνσεως τῶν δυνάμεων καὶ οὐχὶ πρὸς ἀντικατάστασιν αὐτῶν διὰ δυνάμεων ἐλασσόνων. Ἐν δὲ ταῖς μετὰθετοῖς (B) τὸ βάρος Π ἐξαρτᾶται ἀπ' αὐτοῦ τοῦ ἄξονος τῆς τροχαλίας· καὶ τὸ μὲν ἕτερον τῶν ἄκρων τοῦ περὶ αὐτὴν σχοινίου προσδέεται εἰς μόνιμόν τι σημεῖον Γ , ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις P ἢ ἀμέσως ἢ διὰ δευτέρας ἀμεταθέτου τροχαλίας (Δ). Ὡστε ἡ πρόσδεσις τοῦ σχοινίου ἐκ τοῦ Γ ἀντιστοιχεῖ πρὸς δύναμιν ἴσην τῇ P , ἐνεργοῦσαν κατὰ τὴν διεύθυνσιν $B\Gamma$ (Σχ. 31). Ἰσορροπίας δὲ ὑπαρχούσης, τὸ βάρος Π ἰσοῦται πρὸς τὴν συνισταμένην τῶν κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ σχοινίου ἐνεργουσῶν δυνάμεων καὶ κατὰ τὸν μᾶλλον ἐπιτήδειον τρόπον, ὅταν δηλαδὴ τὰ δύο μέρη τοῦ σχοινίου ᾧσι παράλληλα, τὸ βάρος Π ἰσοῦται πρὸς $2P$, ἥτοι ἡ πρὸς ἰσορροπίαν ἀναγκαία δύναμις P ἰσοῦται πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ βάρους Π (πρόβλ. ἐδάφ. 49 α).

Σχ. 30



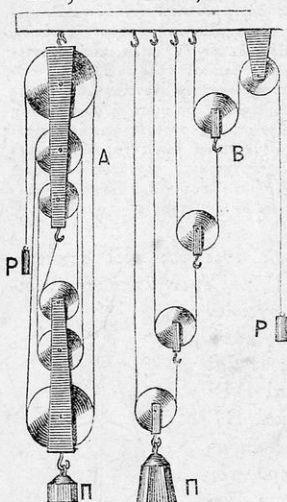
Σχ. 31



18. Σύστημα πολλῶν ἐν μέρει μὲν ἀμεταθέτων ἐν μέρει δὲ μεταθέτων τροχαλιῶν, χρησιμεύον συνήθως πρὸς ὑψωσιν βαρῶν, καλεῖται *πολύσπαστον* (Σχ. 32α). Τὸ συνήθως

Σχ. 32α

Σχ. 32β



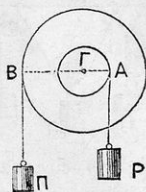
πολύσπαστον σύγκειται ἐκ μεταθέτου καὶ ἀμεταθέτου ψαλίδος, αἵτινες περιλαμβάνουσιν ἰσαριθμούς τροχαλίας καὶ συνδέονται διὰ σχοινίου, προσδεδεμένου εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον τῆς ἀμεταθέτου ψαλίδος καὶ περικυκλῶντος ἐκ διαδοχῆς ἀνὰ μίαν τὰς τροχαλίας τοῦ μεταθέτου καὶ τοῦ ἀμεταθέτου συστήματος. Τὸ βάρος Π ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς μεταθέτου ψαλίδος, ἡ δὲ δύναμις Ρ ἐνεργεῖ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σχοινίου. Ἐπειδὴ δὲ, ἰσορροπίας ὑπαρχούσης, πάντα τὰ μέρη τοῦ σχοινίου εἰσὶν ἰσάκεις τεταμένα, διανέμεται τὸ βάρος ἐξίσου εἰς τόσα παράλληλα σχοινία ὅσα εἰσὶν αἱ τροχαλὶαι μεταθέτοι καὶ ἀμεταθέτοι ὁμοῦ· ἐὰν ἐπομένως ἑκατέρα τῶν ψαλίδων περιλαμβάνῃ τροχαλίαν ν τὸν ἀριθμὸν, βάρος 1 χγ ἰσορροπεῖ πρὸς βάρος 2ν· χγ.

Τὸ *δυναμικὸν πολύσπαστον* σύγκειται ἐκ μιᾶς ἀμεταθέτου καὶ πολλῶν μεταθέτων τροχαλιῶν συνδεομένων πρὸς ἀλλήλας ὡς ἐν τῷ σχήματι 32β. Προφανῶς τούτων ἡ κατωτάτη φέρει τὸ βάρος Π, ἡ δευτέρα τὸ βάρος $\frac{1}{2}$ Π,

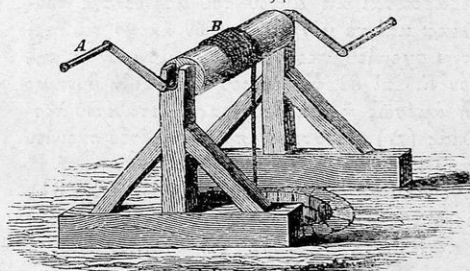
ἡ τρίτη τὸ βάρος $\frac{1}{4}$ Π... κ. ο. κ. ε. Ὅστε ἐὰν αἱ μεταθέτοι τροχαλὶαι ὑποτεθῶσι τὸν ἀριθμὸν ν, βάρος ρ ἐνὸς χγ ἰσορροπεῖ διὰ τοῦ τοιούτου συστήματος πρὸς βάρος 2^ν χγ.

48. Ο ΤΡΟΧΟΣ. Ἐὰν δύο τροχαλὶαι ἀνίσων διαμέτρων στηρίζονται ἐπὶ κοινῷ ἄξονος φέρωσιν ἀντιστρόφως εἰλιγμένα σχοινία, ἀφ' ὧν ἐξαρτῶνται τὰ βάρη Π καὶ Ρ (Σχ. 33), ἰσορροπία ἐπέρχεται ὅταν τὰ βάρη ταῦτα ὦσιν ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν διαμέτρων τῶν δύο τροχαλιῶν (ἐδ. 46). Ὅμοιως καὶ ἐν τῷ *ἐξελικτρῳ* (Σχ. 34) ἐν ᾧ ἡ μὲν

Σχ. 33



Σχ. 34



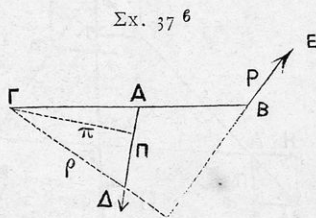
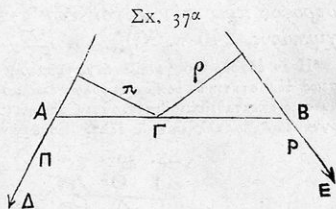
19. δύναμις ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ στροφάλου Α, μοχλοῦ συνηνωμένου μετὰ τοῦ κυλίνδρου Β, τὸ δὲ βάρος ἐξαρτᾶται ἀπὸ σχοινίου εἰλιγμένου περὶ τὸν κύλινδρον τοῦτον. Ὅμοιως καὶ ἐν τῷ ἐργάτῃ

Ἐν πλείσταις δὲ τῶν συνθέτων μηχανῶν, οἷον ἐν ταῖς τῶν ὀρολογίων, γίνεται πολυειδὴς χρῆσις τροχῶν, ἐχόντων ἀνίσους διαμέτρους, δι' ὧν μεταβάλλεται κατὰ βούλησιν καὶ ὁ λόγος τῆς δυνάμεως πρὸς τὸ βάρος καὶ ὁ λόγος τῶν ταχυτήτων τῆς στροφῆς (Σχ. 35 καὶ 36). Πρὸς τοῦτο ἡ συμπλέκομεν τούς ἐπὶ διαφόρων ἀξόνων ἐστηριγμένους τροχοὺς δι' ὁδόντων κατεργασμένων ἐπὶ τῆς στεφάνης αὐτῶν, ἢ περιθέομεν ἱμάντας περὶ δύο στρεφόμενους κυλίνδρους ἢ δίσκους ἀνίσου διαμέτρου. Δι' περιστροφικὰ ταχύτητες δύο τοιούτων τροχῶν ἢ κυλίνδρων ἔχρουσι λόγον ἀντίστροφον πρὸς τὸν τῶν περιφερειῶν αὐτῶν, ἐπομένους καὶ πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀριθμῶν τῶν συμπλεκόμενων ὁδόντων.



49. Ο ΜΟΧΛΟΣ. Καλοῦμεν μαθηματικὸν μοχλὸν εὐθεῖαν νοουμένην ἀβαρὴ καὶ ἄκαμπτον, στρεπτήν περὶ τι σταθερὸν σημεῖον· φυσικὸν δὲ μοχλὸν βάρηδον βαρεῖαν ἢ ἐν γένει στερεόν τι σῶμα τυχαίου σχήματος, στρεπτόν περὶ σταθερὸν τι σημεῖον ὑποστηρίξεως (ὑπομόχλιον) τῇ ἐνεργείᾳ δεδομένων δυνάμεων. Ἡ γεωμετρικὴ συνθήκη τῆς ἰσορροπίας δύο δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ περιλαμβάνεται ἐν τῇ ἀνωτέρω προτάσει (ἐδ. 46), ὅτι αἱ στατικαὶ ῥοπαὶ τῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸν ἀξονα τῆς στροφῆς δεόν ἵνα ὦσιν ἴσαι, ἀλλ' ἀντίστροφον διευθύνσεως. Ὑπολείπεται νῦν ἵνα ἐρευνήσωμεν τὰς σπουδαιότερας μερικὰς περιπτώσεις, παραβλέποντες τὴν ἐπ' αὐτοῦ τοῦ μοχλοῦ ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, ἀπαιτοῦσαν τὴν γνῶσιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους (ἐδάφ. 51 α).

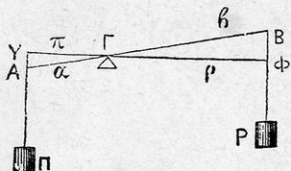
Ὅταν δύο δυνάμεις Π καὶ Ρ ἐνεργῶσιν ἐπὶ τινος εὐθυγράμμου μοχλοῦ, τὰ σημεία τῆς ἐφαρμογῆς δυνατὸν ἵνα κῆνται ἐκατέρωθεν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ὑπομοχλίου Γ· κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν καλοῦμεν τὸν μοχλὸν ἀμφιρρεπῆ, κατὰ τὴν δευτέραν ἐτερορρεπῆ, τὰς δὲ ἀποστάσεις ΑΓ, ΒΓ τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς τῶν δυνάμεων ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου βραχίονας (Σχ. 37α καὶ β).



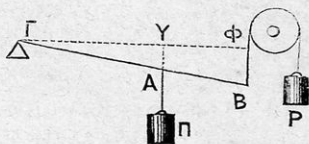
49 α. ΠΕΡΙΠΤΩΣΙΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ. Ἰδίως χρῆζει μνείας ἡ συνήθης περίπτωσις, καθ' ἣν πᾶσαι αἱ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἐνεργούσαι δυνάμεις εἰσὶ παράλληλοι, ὡς συμβαίνει ὅταν αὐταὶ προέρχωνται ἐκ βαρῶν ἐξηρτημένων ἀπὸ τοῦ μοχλοῦ καὶ διευθυνομένων πάντων κατὰ σάθμην. Ἐὰν ἐπὶ τοῦ εὐθυγράμμου μοχλοῦ ΑΒΓ ἐνεργῶσιν αἱ παράλληλοι δυνάμεις Π καὶ Ρ (Σχ. 38α καὶ β), αἱ ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου Γ

ἀγόμεναι κάθετοι ἐπὶ τὰς διευθύνσεις αὐτῶν κείνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας ΥΦ. ὥστε ἐὰν α καὶ β ἐμφαίνωσι τὰ μήκη τῶν βραχιόνων καὶ π, ρ τὰ μήκη τῶν καθέτων τούτων, ἐκ τῆς ομοιότητος τῶν τριγώνων ΑΓΥ καὶ ΓΒΦ συμπεραίνομεν $\alpha : \beta :: \pi : \rho$, καὶ ἐπομένως ἡ πρὸς

Σχ. 38α

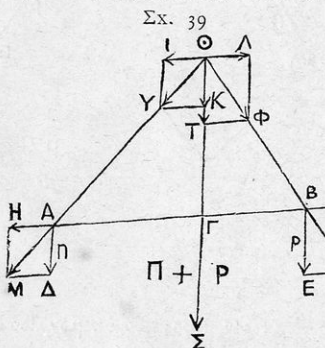


Σχ. 38β



ισορροπίαν συνθήκη $\Pi\pi = P\rho$ ἀποβαίνει $\Pi : P :: \beta : \alpha$, ἥτοι πρὸς ἰσορροπίαν δεῖν ἵνα ὁ μεταξὺ δυνάμεως καὶ βάρους λόγος ᾖ ἀντίστροφος πρὸς τὸν λόγον τῶν σχετικῶν βραχιόνων (Νόμος τοῦ Ἀρχιμήδους, 240 π. Χ.).

Ἡ ἐν ἐπαρκῇ 46 γενομένη κατασκευὴ τῆς συνισταμένης πρὸς ἀπόδειξιν τῆς προτάσεως τῶν στατικῶν ροπῶν οὐδόλως ἐφαρμόζεται· εἰς δυνάμεις παραλλήλους, ὧν αἱ διευθύνσεις ἐπεκταθεῖσαι διατελοῦσιν ἄντητοι· ἀλλ' εὐκόλως εὐρίσχομεν τὴν συνισταμένην δυνάμεων παραλλήλων ὡς ἑξῆς. Ἐστωσαν Α καὶ Β (Σχ. 39) τὰ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς τῶν παραλλήλων δυνάμεων ΛΔ = Π καὶ ΒΕ = Ρ, ἡνωμένα διὰ τῆς εὐθείας ΑΒ. Ἐὰν κατὰ τὰ ἄκρα τῆς εὐθείας ταύτης ἐφαρμόσωμεν καὶ τὰς ἴσας καὶ ἀντιθέτους δυνάμεις ΔΗ καὶ ΒΘ ἀναιρούσας ἀλλήλας, ἡ συνισταμένη τῶν δύο πρώτων ΔΔ καὶ ΒΕ οὐδόλως μεταβάλλεται· ἀλλὰ τότε αἱ τέσσαρες δυνάμεις ἀντικαθίστανται ὑπὸ τῶν συνισταμένων αὐτῶν ΑΜ καὶ ΒΝ, ἃς νοοῦμεν ἐφηρμοσμένας ἄνευ μεταβολῆς ἐντάσεως καὶ διευθύνσεως εἰς τὸ σημεῖον τῆς τομῆς τῶν διευθύνσεων αὐτῶν Θ, ἀνεκδότως συνηνωμένων μετὰ τῶν Α καὶ Β· ἐὰν δὲ κατὰ τὸ σημεῖον τοῦτο ἀναλύσωμεν αὐτὰς πάλιν εἰς τὰς συνιστώσας ΙΘ, ΘΤ, ΘΛ, ΘΤ, αἱ μὲν ΘΙ καὶ ΘΛ ὡς ἴσαι καὶ ἀντίθετοι



συναναιροῦνται, αἱ δὲ ΘΚ = Π καὶ ΘΤ = Ρ προστίθενται ὥστε ἡ συνισταμένη, ἡ τὴν σύγχρονον ἐνέργειαν τῶν παραλλήλων δυνάμεων Π καὶ Ρ ἀντικαθιστᾶσα ἰσοῦται κατ' ἐντάσιν πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν (ἢ πρὸς τὴν διαφορὰν ἐὰν αἱ παραλλήλοι συνιστώσαι διευθύνωνται ἀντιθέτως) καὶ διευθύνεται παραλλήλως πρὸς αὐτάς. Πρὸς ἰσορροπίαν δὲ ἀπαιτεῖται ὅπως τὸ σημεῖον τῆς ὑποστηρίξεως (ἕξων, ὑπομόχλιον) εὐρίσκηται ἐπὶ τῆς εὐθείας ΘΣ ἀνεκδότως συνηνωμένων μετὰ τῶν Α καὶ Β· ὥστε ἐὰν ΑΒ ἐμφαίνῃ μοχλὸν εὐθύγραμμον, ὑπομόχλιον πρὸς ἰσορροπίαν ἐστὶ τὸ Γ. Ἀλλ' ἐκ τῆς ἀνωτέρω κατασκευῆς ἔπονται αἱ ἀναλογίαι

$$\Delta\Gamma : \Upsilon\text{Κ} :: \Theta\Gamma : \Theta\text{Κ}$$

$$\Theta\Gamma : \Theta\text{T} :: \Gamma\text{Β} : \text{T}\Phi$$

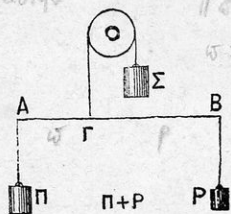
ἐξ ὧν διὰ πολυπλάσιασμοῦ $\Delta\Gamma : \Theta\text{T} :: \Gamma\text{Β} : \Theta\text{Κ}$ ἢ $\Delta\Gamma : \Gamma\text{Β} :: \text{Ρ} : \Pi$ ὥστε αἱ δυνάμεις ἐν ἰσορροπίᾳ εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἀντιστοιχῶν βραχιόνων.

ΥΚ = ΤΦ ὡς ἴσαι ἀντιστοίχως ἀναιρούμεν ὥστε ὑπόλοιπα
τα ἔχονται καθὼς καὶ ΘΤ

Ἡ ἔντασις τῆς συνισταμένης $\Pi + P$ ἐμφαίνει τὴν πῆσιν, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑπόμολιον Γ . Ὡστε, ἐὰν ἐφαρμόσωμεν εἰς Γ δυνάμιν Σ ἴσην πρὸς τὴν συνισταμένην τούτων ἀλλ' ἀντίθετον (Σχ. 40) αἱ τρεῖς παράλληλοι δυνάμεις Π , P , Σ ἰσορροποῦσιν ἐν

$$\begin{aligned} \Delta\Gamma : \Gamma B :: P : \Pi \quad \eta \quad \text{ἐὰν} \\ \Delta B : \Gamma B :: \Sigma : \Pi \quad \eta \quad \text{ἐὰν} \\ \Delta B : \Delta\Gamma :: \Sigma : \Pi. \end{aligned}$$

Σχ. 40



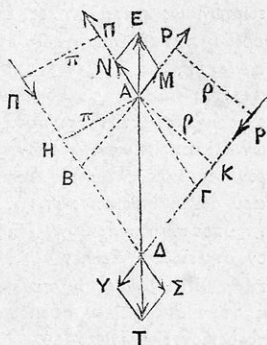
50. Ζεύγη (Poisson, 1804). Ἐὰν αἱ ἐπὶ τῆς εὐθείας ΔB ἐνεργοῦσαι δυνάμεις ἰσορροπῶσιν, ἐκάστη αὐτῶν ἐστὶν ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν συνισταμένην τῶν δύο ἄλλων ὥστε B π.χ. ἐστὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης τῶν δυνάμεων Π καὶ Σ , ἀλλ' ἐκ τῆς ἀναλογίας $\Delta\Gamma : \Gamma B :: P : \Pi$, ἢ $\Delta\Gamma : \Gamma B :: \Sigma - \Pi : \Pi$ συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἀπόστασις ΓB αὐξάνεται ὅσον ἡ διαφορὰ $\Sigma - \Pi$ ἐλαττωταί, καὶ οἱ ἀντιθέτοι ἀπειροῦσιν ὅταν $\Sigma - \Pi = 0$ ἢ ὅταν $\Sigma = \Pi$ · λοιπὸν, δύο ἴσαι, παράλληλοι ἀλλ' ἀντίθετοι δυνάμεις ἐνεργοῦσαι ἐπὶ διαφόρων σημείων στερεοῦ καὶ ἀκαλύπτως κινουμένου σώματος στεροῦνται συνισταμένης, ἀρα εἴη τις δύναμις ἱκανὴ ἵνα ἰσορροπήσῃ πρὸς αὐτὰς οὐχ ὑπάρχει. Τὸ σύστημα δύο τοιούτων ἴσων, παράλληλων καὶ ἀντιθέτων δυνάμεων P καὶ P καλοῦμεν δυνάμικὸν ζεύγος, τὴν ἀπόστασιν τῶν διευθύνσεων αὐτῶν ρ βραχίονα, τὴν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῶν παραλλήλων δυνάμεων κάθετον ἀξονα τοῦ ζεύγους, καὶ τὸ γινόμενον $P\rho$ βροπήν αὐτοῦ (Σχ. 41).

Σχ. 41

$$\begin{aligned} T(\Pi+P) &= \Sigma\P \\ \Pi+P : P &= \Sigma : \Pi \end{aligned}$$

Δύο ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἐνεργοῦντα δυνάμικα ζεύγη καὶ ἔχοντα ἴσας ἀλλ' ἀντίθετους βροπὰς ἰσορροποῦσι πάντοτε. Ἐστωσαν PP καὶ $\Pi\Pi$ δύο ζεύγη ἴσων βροπῶν ἀλλ' ἀντιθέτων στροφῶν. Δι' ἐπεκτάσεως τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων προκύπτει τὸ παράλληλόγραμμον $\Delta B\Gamma\Delta$ (Σχ. 42). Ἐπειδὴ δὲ αἱ τέσσαρες δυνάμεις νοοῦνται ἐνεργοῦσαι ἐπὶ στερεοῦ σώματος δυνάμεθα, μετατιθέντες τὰ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῶν εἰς Δ καὶ εἰς Δ , ἵνα κατασκευάσωμεν τὰς ἐξ αὐτῶν συνισταμένας ΔE καὶ ΔT οὕσας ἴσας, διότι αἱ συνιστώσαι εἰσιν ἀνὰ δύο ἴσαι καὶ παράλληλοι· ἀλλ' ἐὰν ἀγώγωμεν ἐκ τοῦ Δ καὶ τὰς καθέτους ΔH καὶ ΔK , ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων $\Delta B H$ καὶ $\Delta K \Gamma$ συμπεραίνομεν $\Delta\Gamma \chi \pi = \Delta B \chi \rho$ καὶ ἔνεκα τῆς ἰσότητος τῶν βροπῶν $\Pi \pi = P\rho$ λαμβάνομεν $\Delta\Gamma : \Delta B :: \Pi : P$ ὥστε τὰ τρία παράλληλόγραμμά εἰσιν ὅμοια καὶ αἱ διαγωνιοὶ αὐτῶν συμπίπτουσιν ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας TE . Ἄρα αἱ δύο ἴσαι καὶ ἀντίθετοι δυνάμεις ΔE καὶ ΔT ἰσορροποῦσι.

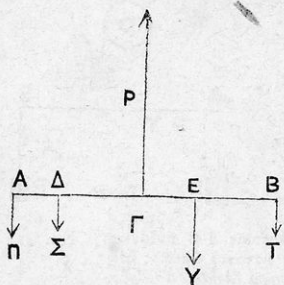
Σχ. 42



51. ΚΕΝΤΡΟΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ. Ἐὰν ἐπ' εὐθείας τινὸς ἀνενδότου ἐνεργῶσιν ὅσαιδήποτε παράλληλοι δυνάμεις Π , Σ , Υ , T ... τῆς αὐτῆς διευθύνσεως, ἀντικαθίστανται πᾶσαι ὑπὸ τινος παραλλήλου αὐτῆς συνισταμένης P ἐχούσης τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα $\Pi + \Sigma + \Upsilon + T$ καὶ σημείον ἐφαρμογῆς Γ , καίμενον ἀρροδίως ἵνα αἱ ἐκατέρωθεν αὐτοῦ βροπαὶ ἐκ δυνάμεων ἵνα ὦσιν ἴσαι. Ἐὰν δὲ ἡ εὐθεῖα ὑποστηρικθῇ κατὰ τὸ σημεῖον Γ , ἢ ἐὰν νοηθῇ ἐπ' αὐτῆς ἀντενεργοῦσα ἑτέρα δύναμις P ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὴν συν-

σταμένην ταύτην, ἡ εὐθεῖα ἰσορροπεῖ κατὰ πᾶσαν θέσιν. Ἐπειδὴ δὲ

Σχ. 43



ἡ θέσις τοῦ σημείου Γ ἐξαορτᾶται μόνον ἐκ τῆς παραλληλίας, ἐκ τοῦ μεγέθους καὶ ἐκ τῆς θέσεως τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς τῶν συνιστωσῶν Π, Σ, Υ, Τ, ἐνόσω ταῦτα διατελοῦσιν ἀμετάβλητα, δυνάμεθα ἵνα στρέψωμεν τὴν γραμμὴν ΑΒ κατὰ βούλησιν περὶ τὸ Γ ἄνευ διαταράξεως τῆς ἰσορροπίας. Τὸ σημεῖον τοῦτο Γ καλοῦμεν κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων. Ὁμοίως δέ, καὶ ὅταν ὁσαυδήποτε παράλληλοι δυνάμεις ἐνεργῶσιν ἐπὶ στερεοῦ σώματος, ὑπάρχει πάντοτε σημεῖον, καθ' ὃ

τὸ σῶμα ὑποστηρίζομενον διατηρεῖ κατὰ πᾶσαν θέσιν τὴν ἰσορροπίαν αὐτοῦ (Σχ. 43).

51α. ΚΕΝΤΡΟΒΑΡΙΚΗ· ΕΥΣΤΑΘΗΣ, ΑΣΤΑΘΗΣ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΟΡΟΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ.

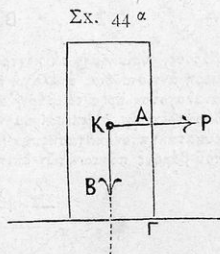
Πάντα τὰ σώματα σύγκεινται ἐκ μορίων ὑποκειμένων εἰς τὴν βαρύτετητα, ἥτις ἐπὶ τῶν διαφορῶν μορίων τοῦ αὐτοῦ σώματος δύναται ἵνα θεωρηθῇ ὡς παράλληλος ἐαυτῇ κατὰ διεύθυνσιν· ὥστε αἱ ἐπὶ τῶν μορίων παντὸς σώματος ἐνέργειαι τῆς βαρύτητος κέκτρηται συνισταμένην, ἥς ἡ μὲν ἔντασις οὕσα ἄθροισμα δυνάμεων παραλλήλων καλεῖται βάρος, τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος· τοῦτέστι δυνάμεθα ὅπως ἐκλάβωμεν ὅτι τὸ βάρος πάντων τῶν διακεκριμένων μορίων παντὸς σώματος συγκεντροῦται εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὥστε, ἐὰν ὑποστηρίζωμεν τὸ σημεῖον τοῦτο, τὸ βαρὺ σῶμα ἰσορροπεῖ κατὰ πᾶσαν τυχαίαν θέσιν περὶ αὐτοῦ. Ἀλλὰ τὴν ὑποστήριξιν ταύτην ἐπιτυχάνομεν καὶ ἐὰν καταστήσωμεν ἀκίνητον σημεῖον τι κείμενον ἐπὶ τῆς διὰ τοῦ κέντρον τοῦ βάρους κατὰ στάθμην διερχομένης εὐθείας ὑπεράνω ἢ ὑποκάτω αὐτοῦ (ἐδάφ. 39), ὡς ὅταν ἐξαρτῶμεν σφαῖραν ἀπὸ νήματος ἢ ὅταν στηρίζωμεν αὐτὴν ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

Διακρίνομεν δὲ ἰσορροπίαν εὐσταθῇ, ἀσταθῇ καὶ ἀδιάφορον. Ἡ ἰσορροπία καλεῖται εὐσταθής, ὅταν τὸ σῶμα, ὀλίγον ἐκτραπὲν ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας ἐπανακάμπῃ εἰς αὐτὴν ἕνεκα τῶν ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργουσῶν δυνάμεων, ἀσταθής ὅταν μὴ ἐπανακάμπῃ μετὰ τινα μικρὰν ἐκτροπὴν εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ ἀλλὰ καταλαμβάνῃ διάφορον (εὐσταθῇ) ἰσορροπίας θέσιν, καὶ ἀδιάφορος ὅταν οὐδέτερον τούτων συμβαίνει, τὸ δὲ σῶμα διατηρῇ τὴν ἰσορροπίαν αὐτοῦ καὶ ἐν τῇ νέᾳ ὀλίγον μεταβληθείσῃ θέσει.

Βαρὺ σῶμα στρεπτόν περὶ στερεὸν ἄξονα ὀριζόντιον ἰσορροπεῖ εὐσταθῶς, ἀσταθῶς ἢ ἀδιάφορως, καθόσον τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ

εὐρίσκεται ὑποκάτω ἢ ὑπεράνω ἢ ἐντὸς τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς. Ὁμοιομερῆς σφαῖρα ἰσορροπεῖ ἀδιαφόρως ἐπὶ ὀριζοντείου ἐπιπέδου, ἀσταθῶς ἐπὶ τοῦ ὑψίστου σημείου κυρτῆς ἐπιφανείας καὶ εὐσταθῶς ἐπὶ τοῦ χαμηλοτάτου ἐπιφανείας κοίλης. — Κατὰ τὴν εὐσταθῆ ἰσορροπίαν καταλαμβάνει τὸ κέντρον τοῦ βάρους τὴν σχετικῶς χαμηλοτάτην θέσιν, κατὰ τὴν ἀσταθῆ τὴν σχετικῶς ὑψίστην καὶ κατὰ τὴν ἀδιάφορον τὸ ὕψος τοῦ κέντρου τοῦ βάρους διατελεῖ ἀμετάβλητον ἐνῶ τὸ σῶμα ὀλίγον μετατίθεται.

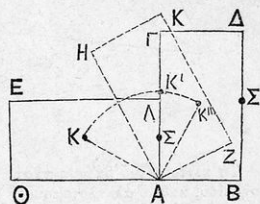
Σῶμα ἐρειδόμενον ἐπὶ τριῶν (τοῦλάχιστον) σημείων ὀριζοντείου ἐπιπέδου ἰσορροπεῖ εὐσταθῶς ἐὰν ἡ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ κατὰ στάθμην εὐθεῖα συναντᾷ που τὸ ἐπίπεδον τοῦτο ἐν τῇ τριγώνῳ τῶν σημείων τῆς ὑποστηρίξεως, τοῦτέστιν ἐν τῇ βάσει. Ὁ δὲ βαθμὸς τῆς εὐσταθείας τῆς τοιαύτης ἰσορροπίας, δι' ἴσον βάρος τοῦ σώματος, ἐκαρτῶμενος ἐκ τῆς ἐκτάσεως τῆς βάσεως καὶ ἐκ τοῦ ὕψους τοῦ κέντρου τοῦ βάρους, καθίσταται τόσῳ μείζων, ὅσῳ μείζων ἐστὶν ἡ δύναμις ἢ ἀναγκαῖα πρὸς ἐξαγωγήν τοῦ σώματος ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας ταύτης. Ἐστὼ Κ τὸ κέντρον τοῦ βάρους ὀρθογωνίου πρίσματος, ἀνατρεπτέου περὶ τὴν ἀκμὴν ΓΒ τὸ βάρος αὐτοῦ καὶ Ρ (Σχ. 44 α) ἡ ἐντασις δυνάμεως ὀριζοντείας ἐνεργούσης ἀπὸ τοῦ σημείου Α. Ἐὰν π ἐμφανίῃ τὸ πλάτος τῆς βάσεως τοῦ πρίσματος καὶ υ τοῦ ὕψος αὐτοῦ πρὸς ἰσορροπίαν ὑπάρχει ἡ σχέση (ἐδ. 46)



$\frac{1}{2} B \pi = \frac{1}{2} P \nu$, ἐξ ἧς $P = B \frac{\pi}{\nu}$. Ὡστε ἡ εὐσταθεία ἐστὶ κατ' εὐθεῖαν ἀνάλογος

πρὸς τὸ πλάτος τῆς βάσεως καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ ὕψος τοῦ κέντρου τοῦ βάρους. Ἐνῆκα τούτου δυσκολώτερον ἀνατρέπεται ἐκ τοῦ σημείου Σ τὸ πρίσμα ΑΘΒΛ (Σχ. 44 β) κατὰ τὴν θέσιν ταύτην ἢ κατὰ τὴν θέσιν ΑΒΓΔ, ἄλλως δὲ φανερὸν ὅτι· ἡ μέχρι τῆς θέσεως τῆς ἀσταθοῦς ἰσορροπίας Κ' στροφῆ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Κ ἢ Κ' καθ' ἑκατέραν τῶν θέσεων ἐστὶν ἴσως. — Ἐντεῦθεν πηγάζουσι πρακτικοὶ κανόνες· εὐσταθείας χρήσιμοι εἰς τὴν οἰκοδομικὴν, εἰς τὸν στοιβασμὸν τοῦ φόρτου τῶν ἀμαξῶν κ.τ.λ.

Σχ. 44 β



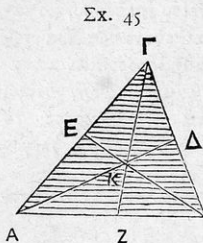
52. ΕΥΡΕΣΙΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ.

Τὴν θέσιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους παντὸς σώματος εὐρίσκομεν πειραματικῶς ἐξαρτῶντες αὐτὸ ἀπὸ σχοινίου ἐκ δύο διαφόρων σημείων. Ἐὰν καθ' ἑκατέραν τῶν ἐξαπορτήσεων ἐπεκτείνωμεν τὸ σχοινίον νοερῶς διὰ τὸ σῶμα, τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ἀλληλοτομοῦσιν αἱ δύο ἐπεκτάσεις, ἐστὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους, μὴ κείμενον πάντοτε κατ' ἀνάγκην ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ σώματος (ὡς π. χ. τὸ κέντρον τοῦ βάρους δακτυλίου ἢ κοίλης σφαίρας). Πολλὰκις δὲ τὸ κέντρον τοῦ βάρους σωμάτων κανονικοῦ σχήματος εὐρίσκεται διὰ γεωμετρικῆς κατασκευῆς ἢ διὰ λογισμοῦ.

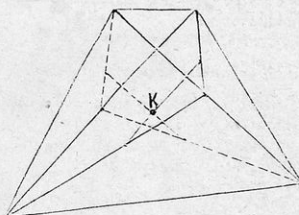
Τὸ κέντρον τοῦ βάρους εὐθείας ὁμοιομεροῦς, ἧς δηλαδὴ ἕκαστον ἀπειροστὸν φέρε· ἴσον ποσὸν μάζης, κεῖται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους ὁμοιομεροῦς τριγώνου συμπίπτει μετὰ τοῦ σημείου τῆς τομῆς τῶν τριῶν διατεμνουσῶν, αἵτινες ἄγονται ἀπὸ τῶν τριῶν κορυφῶν εἰς τὰ μέσα τῶν ἀπέναντι πλευρῶν· διότι ἐὰν νοήσωμεν τὸ τρί-

γων $\Delta B \Gamma$ (Σχ. 45) διηρημένον εἰς ἀπείρους στενοτάτας ταινίας διὰ παραλλήλων τῇ ΔB , τὰ μέσα καὶ ἐπομένως τὰ κέντρα τοῦ βάρους τῶν ταινιῶν, τούτων κεῖνται πάντα ἐπὶ τῆς ΓZ . Ἐπειδὴ δὲ οὕτω τὸ βάρος ἐκάστης ταινίας νοεῖται συγκεντρωθὲν ἐπὶ τινος σημείου τῆς ΓZ , φανερόν ἐστι καὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους ὁλοκλήρου τοῦ τριγώνου κεῖται ἐπὶ τῆς εὐθείας ταύτης· ἀλλ' ὁμοίως σκεπτόμενοι καὶ περὶ τῶν δύο ἄλλων εὐθειῶν $\Delta \Delta$ καὶ $B E$ (Σχ. 45), συμπεραίνομεν ὅτι τὸ κοινὸν σημεῖον τῆς τομῆς αὐτῶν K ἐστὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ τριγώνου, διαίρου, ὡς γνωστὸν, ἐκάστην τῶν διατεμνουσῶν κατὰ τὴν σχέσιν 1:2.

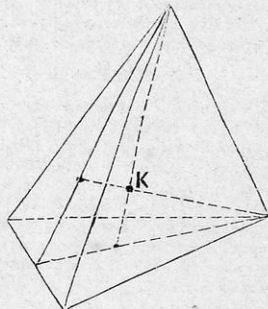
Τὸ κέντρον τοῦ βάρους παντὸς τετραπλεύρου εὐρίσκομεν χωρίζοντες τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ διὰ τῆς διαγωνίου εἰς δύο τρίγωνα. Νοοῦντες ἀκολουθῶς τὸ βάρος ἐκατέρου τῶν τριγώνων τούτων συγκεντρωθὲν εἰς τὸ ἴδιον κέντρον τοῦ βάρους, εὐρίσκομεν τὰ κέντρα αὐτῶν καὶ διαίρουμεν τὴν ἐνούσαν αὐτὰ εὐθεῖαν εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα πρὸς τὰς ἐπιφανείας τῶν τριγώνων, διότι αὐτὴ ἐπιφάνειαι αὐταὶ ἀναλογοῦσι πρὸς τὰ βάρη αὐτῶν. Ἐπειδὴ ὁμως πᾶν τετραπλευρον διττῶς χωρίζεται εἰς δύο τρίγωνα, συμπεραίνομεν πρὸς εὐρεσιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ ἀπλουστέραν εὐκατάληπτον κατασκευὴν (Σχ. 46 α). Διὰ χωρισμοῦ εἰς τρίγωνα εὐρίσκομεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους πάντων τῶν ἐπιπέδων πολυγώνων.



Σχ. 46α



Σχ. 46β

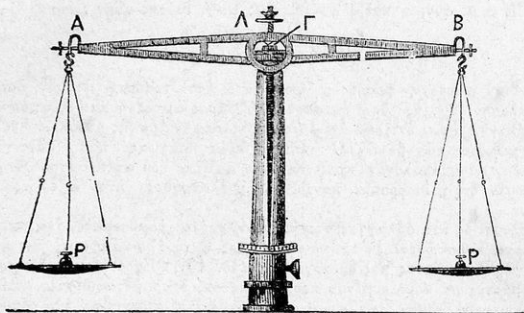


Τὸ κέντρον τοῦ βάρους πάσης ὁμοιομεροῦς τριγωνικῆς πυραμίδος συμπίπτει μετὰ τὸ σημεῖον, καθ' ὃ ἀλληλοτομοῦσιν αἱ τέσσαρες διατεμνουσαι αἱ ἀγόμεναι ἀπὸ τὰς τέσσαρας κορυφὰς εἰς τὰ κέντρα τοῦ βάρους τῶν ἀπέναντι ἐδρῶν· αἱ εὐθεῖαι αὐταὶ διαίρουσιν ἀλλήλας κατὰ τὴν σχέσιν 1:3 (Σχ. 46 β). Ἐπειδὴ δὲ πάντα τὰ ὁμοιομερῆ πολυέδρα ἀποσυντίθενται εἰς ὁμοιομερῆ τετράεδρα, εὐρίσκομεν διὰ γεωμετρικῆς κατασκευῆς τὸ κέντρον τοῦ βάρους παντὸς τοιοῦτου πολυέδρου. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ πρίσματος καὶ τοῦ κυλίνδρου συμπίπτει μετὰ τοῦ μέσου τοῦ ἄξονος αὐτοῦ. Τὸ δὲ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ κώνου ἢ τῆς πολυγωνικῆς πυραμίδος κεῖται· ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὴν κορυφὴν μετὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς βάσεως κατὰ τὸ $\frac{1}{4}$ αὐτῆς ἀπὸ τῆς βάσεως.

53. Ὁ $\gamma\iota\gamma\omega\varsigma$, τὸ πρὸς σύγκρισιν βαρῶν καὶ μαζῶν (ἐδ. 11) καταληλότατον τοῦτο ὄργανον, συγκροτεῖται κυρίως ἐκ τῆς *φάλαγγος* AB (Σχ. 47), *μοχλοῦ* ἀμφιρρεποῦς ἔχοντος ἴσους βραχίονας, ἐρείδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίων στηριγμάτων διὰ τῆς ἀκμῆς τοῦ χαλυβικοῦ τριγωνικοῦ πρίσματος Γ , καὶ φέροντος ἐξηρητημένας τὰς ἰσοβαρεῖς *πλάστιγγας* ἐκ δύο ἐτέρων ἄκρων ἀκμῶν B καὶ A, αἵτινες δέον ἔν' ἀπέχωσι τῆς μέσης

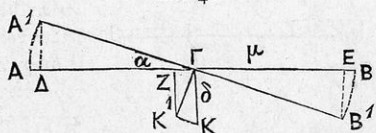
ισάκις, ἵνα ὥσι παράλληλοι πρὸς αὐτὴν καὶ ἵνα κῆνται μετ' αὐτῆς ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ. Ἐκτὸς τῶν ὄρων τούτων ἀπαιτεῖται προσέτι τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος K ἵνα εὕρισκῃται ὑπὸ τὸ ὑπομόχλιον Γ καὶ ἡ ἐνούσα αὐτῇ εὐθεῖα ΓK ἵνα τέμνῃ καθέτως τὴν γραμμὴν τῆς

Σχ. 47



φάλαγγος AB. Ὁ οὕτω κατασκευασμένος ζυγὸς ἐστὶν ἀκριβής· τουτέστιν ὅταν μὲν αἱ πλαστίγγες ὥσι κεναὶ ἢ ὅταν φέρωσι τὰ ἴσα βάρη P, ἡ γραμμὴ τῆς φάλαγγος ἰσορροπεῖ ὀριζοντεῶς καὶ εὐσταθῶς, ὅπερ φανερόν (*). ὅταν δὲ ἡ ἐτέρα τῶν πλαστίγγων φέρῃ πρὸς τῷ ἴσῳ βάρει P καὶ ὑπερέχον τι βάρος ρ, ἡ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ὑπερέχοντος βάρους καὶ ἰσορροπεῖ κατὰ πλάγιαν τινὰ θέσιν A'B' (ἐδάφ. 46). Ἡ γωνία $\angle A\Gamma A' = \angle K\Gamma K' = \alpha$ (Σχ. 48), καθ' ἣν στρέφεται ἡ φάλαγξ, καλεῖται γωνία ῥοπῆς· μικραὶ δὲ τοιαῦται γωνίαι ῥοπῆς καθίστανται ὁραταὶ διὰ τινος δείκτου, προσηλωμένου ἐπὶ φάλαγγος τῆς τρυτάρης, ἥς τὸ ἄκρον κινεῖται ἐνώπιον διηρημένου τόξου πρὸς πλείονα ἀκριβείαν. Κατὰ ταῦτα, ὅσῳ ἡ γωνία τῆς ῥοπῆς ἐστὶ μείζων δι' ἴσῃν ὑπεροχὴν βάρους, τόσῳ ὁ ζυγὸς ἐστὶν ὀξυρροπώτερος· αἱ δὲ πρὸς κατασκευὴν ζυγοῦ ὀξυρροπωτάτου ἀναγκαῖαι συνθήκαι εἰσι 1) ἡ κατὰ τὸ δυνατόν αὐξήσις τοῦ μήκους τῆς φάλαγγος, 2) ἡ κατὰ τὸ δυνατόν ἐλάττωσις τοῦ βάρους αὐτῆς ἄνευ βλάβης τῆς στερεότητος καὶ 3) τὸ κατὰ τὸ δυνατόν πλησίασμα τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς εἰς τὸ ὑπομόχλιον.

Σχ. 48



(*) Τὴν ἀκριβείαν δοκιμάζομεν διὰ τῆς μεταλλαγῆς τῶν πλαστίγγων. Μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμῆσεως.

Ἐστω 2μ τὸ μήκος τῆς φάλαγγος, ὃ ἡ ἀπόστασις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους K ἀπὸ τοῦ ὑπομόχλιου Γ , P τὰ ἐκ τῶν ἄκρων αὐτῆς ἐξηρημένα ἴσα βάρη, περιλαμβανόμενα καὶ τὸ βῆρος τῶν πλαστιγῶν, ρ ἡ ὑπεροχὴ τοῦ βάρους ἐν τῇ ἐτέρᾳ πλαστιγῇ· καὶ θ τὸ βῆρος τῆς φάλαγγος. Ἐὰν ἐκ τῶν σημείων A' , B' , K' ἀγάγωμεν τὰς καθέτους $A'\Delta$, $B'E$, $K'Z$ ἐπὶ τὴν AB , εὐρίσκομεν ὡς συνθήκην ἰσορροπίας (ἐδ. 46) τῆς φάλαγγος τὴν ἰσότητά

$$(P + \rho) GE = P \cdot \Gamma\Delta + \theta \cdot \Gamma Z \quad \eta \quad (\text{ἐπεὶδὴ } \Gamma\Delta = GE) \quad \rho \cdot \Gamma E = \theta \cdot \Gamma Z.$$

Ἐπεὶδὴ δὲ $GE = \mu$. συν: α καὶ $\Gamma Z = \delta$. ἤμ: α , ἡ ἰσότης αὕτη μεταβάλλεται εἰς τὴν

$$\epsilon\phi: \alpha = \frac{\mu \cdot \rho}{\theta \cdot \delta}.$$

Ὅθεν δι' ἴσιν ὑπεροχὴν βάρους ρ ἡ γωνία α ἐστὶ τοσούτω μείζων, ὅσῳ μείζων τὸ μήκος τῆς φάλαγγος 2μ , καὶ ὅσω ἐλάσσονα τὸ βῆρος αὐτῆς θ καὶ ἡ ἀπόστασις δ . Καὶ ἐὰν μὲν αἱ φάλαγγες ᾗσαν ἐντελῶς ἀνένδοτοι, ἡ γωνία τῆς ῥοπῆς οὐδόλως ἤθελεν ἐκαρτᾶσθαι· ἐκ τοῦ μεγέθους τῶν βαρῶν $2P$. ἐπεὶδὴ ὁμοῦ πράγματι, πᾶσα φάλαγγς ὑφίσταται μικρὰν τινα *κάμψιν*, ἀνάλογον πρὸς τὴν βάρη ταῦτα καὶ αὐξάνουσαν τὴν ἀπόστασιν δ , συμπερινομένην ὅτι ἡ ἰσορροπία παντὸς ζυγοῦ ἐλαττοῦται, ὅταν ὁ ἐν ταῖς πλαστιγαῖς φόρτος αὐτῶν.

Κατασκευάζουσι δὲ τὰς φάλαγγας στενάς, ὑψηλάς καὶ ῥομβοειδεῖς, ἵνα, οὔσαι κατὰ τὸ δυνατόν ἐλαφραί, ἀνθιστῶνται ἐν ταύτῳ ἀρκούντως κατὰ τῆς κάμψεως, τὰς δὲ τῶν ἀκριβοστατῶν ζυγῶν διατρήτους καὶ ἐξ ἀργιλίου (ἐδ. 14). Ἐφοδιάζουσι δ' αὐτὰς καὶ διὰ μικροῦ τινος βάρους Λ κοχλιομένου περὶ ἄτρακτον, ὅπερ μετατιθέντες πρὸς τὰ ἄνω ἢ πρὸς τὰ κάτω μεταβάλλομεν τὴν μεταξὺ τοῦ K καὶ Γ ἀπόστασιν καὶ ρυθμίζομεν τὴν δευροπολίαν ἐν τινὶ μέτρῳ κατὰ βούλησιν.

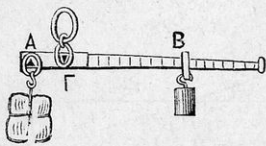
Ὁ καλὸς ζυγὸς, φέρων τὸ δι' αὐτὸν μέγιστον ὠρισμένον βῆρος, δέον ἵνα ἐξελέγχῃ ὑπεροχὴν ἰσομένην κατ' ἐλάχιστον πρὸς $\frac{1}{100000}$ αὐτοῦ. Κατεσκευάσθησαν δὲ ζυγοὶ φανοῦντες τὸ $\frac{1}{5000000}$ τοῦ ὅλου φερομένου ὑπ' αὐτῶν βάρους.

54. ΣΤΑΤΗΡ ΚΑΙ ΑἶΩΡΑ. Ὁ στατήρ ἐστὶ μοχλὸς ἔχων ἀνίσους τοὺς βραχίονας. Ἐκ τοῦ ἄκρου A (Σχ. 49) τοῦ ἐλάσσονος βραχίονος ἐκαρτᾶται ἡ πρὸς ὑποδοχὴν τῶν σταθμητέων σωμάτων πλαστιγὴ, ἐκ δὲ τοῦ μείζονος βραχίονος ἡ μονὰς τῶν βαρῶν B . ταύτην μετατίθεμεν ἕως οὗ ὁ μοχλὸς ἰσορροπήσῃ ὀριζοντιῶς· τότε δὲ, ἐὰν τὸ ὑπομόχλιον Γ διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ στατήρος, τὸ βῆρος P τοῦ ἐν τῇ πλαστιγῇ σώματος ἐστὶν ἀνάλογον τῆς ἀποστάσεως ΓB · διότι, ἰσορροπίας ὑπαρχούσης, $P \times A\Gamma = B \times \Gamma B$ ἢ

$P = B \times \frac{\Gamma B}{A\Gamma}$, ὃ δὲ βραχίων ΓB φέρει κλίμακα μήκους ἔχουσαν μονάδα τὴν $A\Gamma$.

Ἡ δὲ αἶωρα χρησιμεύει πρὸς εὐχερῆ στάθμισιν μεγάλων βαρῶν. Ἡ ὀριζοντιεὶα πλαστὴ EZ (Σχ. 50), φέρουσα τὸ βῆρος Π , ἐκαρτᾶται κατὰ μὲν τὸ ἄκρον E ἀπὸ τῆς κατὰ στάθμην ῥάβδου ΔE , κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον στηρίζεται διὰ τῆς ἀκμῆς Z ἐπὶ τοῦ ἑτερορρεποῦς μοχλοῦ KH . Οὗτος στρέφεται περὶ τὴν ἀκμὴν K · τὸ δὲ ἄκρον αὐτοῦ H βασιάζεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου BH ἐξηρημένης ἀπὸ τῆς φάλαγγος AB , ἥτις κατὰ

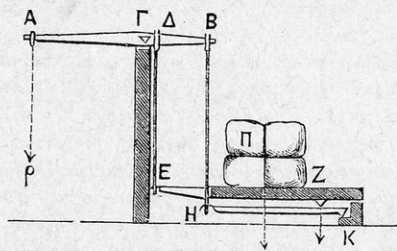
ΣΧ. 49



τὸ ἄκρον Α φέρει τὴν πρὸς ὑποδοχὴν τῶν σταθμῶν πλάστιγγα Ρ. Ἰσορροπίας ὑπαρχούσης, ἡ φάλαγξ διατίθεται ὁριζοντιῶς.

Τὰ μῆκη τῶν βραχιόνων τῶν μοχλῶν κατασκευάζονται ἀνάλογα οὕτω,

Σχ. 50



$$\Gamma\Delta : \Gamma\text{B} :: \text{KZ} : \text{KH} :: 1 : \nu.$$

Ἐπειδὴ τὸ ἐπὶ τῆς πλακὸς βάρος Π ἐν μέρει μὲν βασιάζεται ὑπὸ τῆς ῥάβδου ΔΕ, ἐν μέρει δὲ ὑπὸ τῆς ἀκμῆς Ζ, ἐὰν σ ἐμφαίνῃ τὴν ὅλκην τῆς ῥάβδου καὶ π τὴν πίεσιν τῆς ἀκμῆς, ἔχομεν $\Pi = \sigma + \pi$. ἄλλ' ἡ εἰς Δ ἐφηρμοσμένη δύναμις σ ἄσκει ἐπὶ τῆς φάλαγγος τόσην ὅλκην ὅσην δύναμις $\frac{\sigma}{\nu}$ ἐφηρμοσμένη εἰς Β ἐπ' αὐτῆς. ὁμοίως ἄσκει ἡ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ΗΚ εἰς Ζ ἐνεργούσα πίεσις ἐπὶ τῆς ῥάβδου ΒΗ ὅλκην ἴσην πρὸς $\frac{\pi}{\nu}$. ὥστε τὸ ὅλον τῆς ἐνεργείας τοῦ βάρους Π ἐπὶ τῆς φάλαγγος ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐνεργειαν βάρους $\frac{\sigma}{\nu} + \frac{\pi}{\nu} = \frac{\Pi}{\nu}$ ἐξηρημένου ἀπὸ Β. Ἐὰν λοιπὸν π. χ. $\nu = 5$ καὶ $\text{A}\Gamma = 2\text{B}\Gamma$, τὰ ἐν τῇ πλάστιγγι Ρ σταθμὰ ἰσορροποῦντα ἰσοῦνται πρὸς $\frac{\Pi}{10}$ (αἰῶρα δεκατεύονσα). Ἐὰν $\nu = 10$ καὶ $\text{A}\Gamma = 10\text{B}\Gamma$, τὰ ἐν τῇ πλάστιγγι Ρ σταθμὰ ἰσοῦνται πρὸς $\frac{\Pi}{100}$ (αἰῶρα ἑκατοστεύονσα).

Ἡ δὲ κατασκευὴ ζυγῶν ἐνεργούντων δι' ἐλατηρίων στηρίζεται ἐπὶ τῆς διατάξεως ἣ ἐπὶ τῆς κάμψεως αὐτῶν (ἐντὸς τῶν ὁρίων τῆς ἐντελοῦς ἐλαστικότητος), ἀναλογουμένης πρὸς τὸ διατείνον ἢ κάμπτον βάρος (ἐδῶκ. 8). Τὰ τοιαῦτα ὄργανα, ποικίλης πρακτικῆς χρήσεως, εἰσὶν ἀναρμόδια πρὸς ἀκριβεῖς σταθμῆσεις, μάλιστα διότι ἐκ μακρὰς χρήσεως καὶ πολλοῦ φόρτου καθίστανται εὐκόλως μὴ ἀκριβῆ, τοῦ ἐλατηρίου παρασχηματιζομένου μονίμως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

Περὶ περιφορᾶς καὶ περὶ αἰωρήσεως. Καθολικὴ ἐλῆξις.

Νόμοι τῆς συγκρούσεως.

55. ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΕΡΙΦΟΡΑ, ΚΕΝΤΡΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. Ἡ κίνησις παντὸς σώματος, κησαμένου ἐξ οἰκσδήποτε ἀφορμῆς ταχύτητά τινα, διατελεῖ εὐθύγραμμος καὶ ὁμοιοταχῆς, ἐὰν μὴ ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ δύναμις τις

ἐὰν ἀγάγωμεν καὶ τὴν ΘΕ παράλληλον τῇ ΒΔ, προκύπτει τὸ παραλλήλογράμμον ΒΔ ΘΕ. Ἐὰν λοιπὸν καθ' ἣν στιγμὴν τὸ κινούμενον φθάσῃ εἰς Β, μεταδοθῇ αὐτῷ ταχύτης τις κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΓ, ἱκανὴ ἵνα μεταφέρῃ αὐτὸ ἐν $\frac{1}{\nu}$ λ' ἀπὸ Β ἕως Θ, συντίθεται αὕτη μετὰ τῆς ἥδη ὑπαρχούσης ταχύτητος κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΔ ὅπως τὸ κινούμενον ἐν $\frac{1}{\nu}$ λ' διανύσῃ τὴν χορδὴν ΒΕ ἔσθ' τῇ ΑΒ, (ἔδ. 34). Ὅμοιως εὐρίσκουμεν ὅτι ἵνα τὸ κινούμενον διανύσῃ τὰς ἵσας χορδὰς ΕΚ, ΚΑ κ. τ. λ., δεόν καθ' ἕκαστον ν-ῖν λ' ἵνα μεταδιδῶται αὐτῷ ταχύτης ἴση κατὰ τὴν πρὸς τὸ κέντρον διεύθυνσιν. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων ΒΓΕ καὶ ΒΕΘ ὑπάρχει ἡ ἀναλογία ΒΘ:ΒΕ::ΒΕ:ΒΓ

γ $\left\{ \begin{aligned} & \text{ἢ } ΒΘ = \frac{\tau^2}{\nu^2 \alpha}, \text{ τοῦ } \alpha \text{ ἐμφανίνοντος τὴν ἀκτίνα τοῦ κύκλου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ σῶμα πρό-} \\ & \text{κειται ἵνα διανύσῃ ἐν } \frac{1}{\nu} \lambda' \text{ τὸ διάστημα } ΒΘ, \text{ ἡ μεταδιδόμενη εἰς αὐτὸ στιγμιαία} \\ & \text{ταχύτης ἰσοῦται πρὸς } ΒΘ : \frac{1}{\nu} = \frac{\tau^2}{\nu \alpha} \text{ καθ' ἕκαστον } \nu\text{-ῖν } \lambda', \text{ καὶ ἐπομένως πρὸς} \\ & \frac{\tau^2}{\alpha} \text{ καθ' ἕκαστον δευτερόλεπτον. Ἴνα νῦν μεταβῶμεν ἐκ τῆς διαλείπουσας εἰς τὴν} \\ & \text{συνεχῆ ἐνέργειαν τῆς κεντρικῆς δυνάμεως, νοήσωμεν τὸν ἄριθμὸν } \nu \text{ αὐξανόμενον ἐπ' ἄπει-} \\ & \text{ρον, ὅπερ μεταβάλλει τὴν κανονικῶς τεθλασμένην τροχίαν } ΑΒΕΚΑ \text{ εἰς περιφέρειαν} \\ & \text{ἀκτίνας } \alpha' \text{ ὥστε ἵνα σῶμά τι διατελῇ κινούμενον ἐπὶ περιφερείας κύκλου} \\ & \text{δέον ἵνα ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ ὡς ἀπὸ τοῦ κέντρον συνεχῆς δύναμις ἱκανῇ ἵνα} \\ & \text{μεταδῶ αὐτῷ ἐν δευτερολέπτῳ τὴν ἐπιτάχυνσιν} \end{aligned} \right.$

$$(1) \quad \kappa = \frac{\tau^2}{\alpha}.$$

Κατὰ ταῦτα, ἡ ἐκ τῆς κεντρικῆς κινήσεως πηγάζουσα τάσις τοῦ ρήματος, εἰς ὃ ἔστι προσδεσμένη μᾶζα μ στρεφόμενη μετὰ ταχύτητος τ ἐπὶ περιφερείας ἐχούσης ἀκτίνα α, παρίσταται διὰ τοῦ γινομένου (ἔδ. 38)

$$\mu \kappa = \mu \frac{\tau^2}{\alpha} = \frac{\theta \tau^2}{\gamma \alpha} \quad (\text{ἔδφ. 12}), \text{ καὶ}$$

ἐπομένως ἀναλογεῖ κατ' εὐθείαν πρὸς τὴν μᾶζαν καὶ πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος καὶ ἀντιστρέφως πρὸς τὴν ἀκτίνα.

Ἐὰν χ ἐμφανίῃ τὸν χρόνον τῆς περιφορᾶς, ἡ μὲν ταχύτης τ ἰσοῦται πρὸς $\frac{2\pi}{\chi}$, ἡ δὲ τιμὴ τῆς κεντρικῆς δυνάμεως παρίσταται οὕτω

$$(2) \quad \kappa = \frac{4\pi^2 \alpha}{\chi^3}.$$

"Ὅταν σῶμά τι στρέφεται περὶ σταθερὸν ἄξονα, τὰ διάφορα αὐτοῦ μέρη περιγράφουσιν ἰσοχρόνως περιφερείας ἀνίσων ἀκτίνων, ὥστε ἡ ταχύτης αὐτῶν συναυξάνεται μετὰ τῆς ἀπὸ τοῦ ἄξονος ἀποστάσεως· ὀνομάζοντες δὲ ω τὴν γωνιώδη ταχύτητα ἢτοι τὴν ταχύτητα τῆς περιφορᾶς μορίου ἀπέχοντος τοῦ ἄξονος 1 μ, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ταχύτης μορίου ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ ἄξονος α ἔστι $\tau = \omega \alpha$ ὥστε ἀντιστρέφως $\omega = \frac{\tau}{\alpha} = \frac{2\pi}{\chi}$,

καὶ

$$(3) \quad \kappa = \alpha \cdot \omega^2.$$

"Ἀρξ' οὖν ἴσθ' ὅτι ἡ γωνιώδη ταχύτητα ἢ δι' ἰσόχρονον περιφορὰν ἡ πρὸς συντήρησιν τῆς κυκλικῆς κινήσεως ἀνάγκαια κεντρικὴ δύναμις ἀναλογεῖ πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς τροχιάς.

56. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΗΣ ΚΥΚΛΙΚΗΣ ΠΕΡΙΦΟΡΑΣ.

1^ο. Ἀποτελέσματα τῆς ἡμερησίας κινήσεως ἐπὶ τῆς βαρύτητος καὶ ἐπὶ τοῦ σχήματος τῆς γῆς. Ἐπειδὴ ἡ γῆ στρέφεται εἰς 24 ὥρας ἀστρικῶς περιλαμβανούσας 86164 λ" μέσου χρόνου, τὰ ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ σῶ-

μπα διατρέχοντα 40070000 μ. κτώνται ἐκ τῆς ἀναπτυσσομένης
φυγοκέντρου τὴν ἐπιτάχυνσιν K, οὕσαν κατὰ τύπον (2)

δυνάμεων (πρόβλ. ἐδ. 72), ἡ δὲ γῆ οὐ μόνον ἦν πάλαι ποτὲ ρευστὴ ἐκ πυρακτώσεως (ἐδ. 240), ἀλλὰ καὶ νῦν ἐτι τὸ πλείστον τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς καλύπτεται ὑπὸ ρευστοῦ ὕδατος. Τὸ σφαιροειδὲς τοῦτο σχῆμα εὐρίσκεται γεωδαιτικῶς ὃν ἑλλειψοειδὲς ἐκ περιστροφῆς πεπλατυσμένον πρὸς τοὺς πόλους· ὥστε ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τοῦ κέντρου Γ καὶ τῶν σημείων τῆς ἐπιφανείας ἀπὸ Π πρὸς Ι συνεχῶς αὐξάνεται, ὅπερ ἐπιφέρει τὴν ἑμμεσον ἐλάττωσιν τῆς βαρύτητος (ἐδ. 63). Κατὰ τὸν Bessel ἡ πολικὴ διάμετρος ἐστὶ βραχυτέρα τῆς ἰσημερινῆς κατὰ

$\frac{1}{299,1528}$ ἢ κατὰ 42600 μ. ἔνεκα τούτου ἡ παρὰ τοὺς πόλους ἑλξις τῆς γῆς ἐλαττωῦται παρὰ τῷ ἰσημερινῷ κατὰ $\frac{1}{576}$, ὥστε τὸ ὅλον τῆς

ἐκ τῆς ἡμερησίας κινήσεως προερχομένης ἐλαττώσεως ἀνέρχεται εἰς $\frac{1}{192}$. Ἡ ἐλάττωσις αὕτη ἔνεκα εὐκαταλήπτου λόγου ἐστὶν ἀνεξέλεγκτος διὰ τοῦ συνήθους ζυγοῦ· ἐξελέγχεται ὅμως τῇ βοηθεῖα εὐπαθεστάτου ζυγοῦ, ἐνεργούντος δι' ἐλατηρίου (ἐδ. 54)· ἀλλ' ἐπιτηδείατον πάντων τῶν πρὸς σύγκρισιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ὁργάνων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐστὶ τὸ ἐκκρεμές (ἐδ. 63).

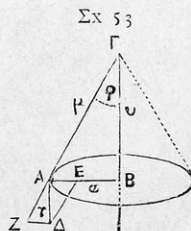
2^{ον}. Ἡ ἀστρική περιφορὰ τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν διαρκεῖ 27 ἡμέρας καὶ $7\frac{3}{4}$ ὥρας περίπου, ἡ δὲ μεταξὺ τῶν κέντρων τῶν δύο σωμάτων μέση ἀπόστασις ἰσοῦται πρὸς 60 ἰσημερινὰς ἀκτῖνας· ὥστε ἡ πρὸς συντήρησιν τῆς κινήσεως τῆς σελήνης περὶ τὴν γῆν ἀναγκαία κεντρομόλος δύναμις ἔχει ἔντασιν

$$K = \frac{60 \cdot 40070000 \cdot 2 \cdot 3,1415 \dots}{2360700^2} = 0,0027106 \mu.$$

3^{ον}. Τὸ ἀστρικὸν ἔτος, ἢ ἡ περιφορὰ τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον διαρκεῖ 365 ἡμέρας 6 ὥρας 9 λεπτὰ. Ἡ δὲ μέση ἀπόστασις τῆς γῆς ἀπὸ τοῦ ἡλίου περιλαμβάνει 150000000 χμ., ὥστε ἡ πρὸς συντήρησιν τῆς κινήσεως ταύτης ἀπαιτουμένη κεντρικὴ δύναμις ἔχει ἔντασιν

$$K = \frac{150000000000 \cdot 2 \cdot 3,1415^2 \dots}{31558140^2} = 0,0059460 \dots \mu.$$

4^{ον}. Κωνικὸν ἐκκρεμές. Ἐστω τὸ βαρὺ σῶμα Α (Σχ. 53) ἐξηρημένον ἀπὸ τοῦ ἀβαροῦς νήματος ΑΓ = μ. Ἐὰν κατὰ τινὰ θέσιν τῆς ΑΓ, σχηματίζουσιν μετὰ τῆς κατὰ στάθμην ΓΒ τὴν γωνίαν ΑΓΒ = φ, ὥθῃ-σωμεν τὸ σῶμα καθέτως ὡς πρὸς τὴν ΑΒ (= α), περιγράφει τοῦτο καμπύλην περὶ τὸ Β ὡς περὶ κέντρον ἑλξεως· διότι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος γ = ΑΔ ἀναλύεται εἰς τὰς συνιστώσας ΑΖ καὶ ΑΕ, ὧν ἡ μὲν πρώτη ἀναιρεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ τεινομένου νήματος, ἡ δὲ ΑΕ = γ· ἐφ: φ ἐνε-



γαῖ συνεχῶς πρὸς τὸ Β. Ἴνα δὲ τὸ σῶμα διατρέχῃ κύκλου περιφέρειαν δέον ἵνα ἡ ἐκ τῆς ὥσεως ταχύτης τ ταυτοποιῇ τὴν ἰσότητα

$$(1) \quad \gamma \cdot \epsilon\phi : \varphi = \frac{\tau^2}{\mu \cdot \eta\mu : \varphi}, \quad \text{ὅθεν } \tau = \sqrt{\gamma \mu \cdot \epsilon\phi : \varphi \cdot \eta\mu : \varphi}.$$

Ἐπομένως ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην ἔσται

$$X = \frac{2\pi \cdot \mu \cdot \eta\mu : \varphi}{\gamma \mu \cdot \eta\mu : \varphi \cdot \epsilon\phi : \varphi} = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma \cdot \sin : \varphi}} = 2\pi \sqrt{\frac{\nu}{\gamma}},$$

τοῦ ν ἐμφαινόντος τὸ ὕψος ΓΒ. Ὡστε δι' ἴσον ὕψος καὶ δι' ἴσην τιμὴν τοῦ γ ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς ἐστὶν ἀνεξάρτητος τοῦ μήκους τοῦ νήματος μ . Ἐὰν δὲ ἡ γωνία φ περιλαμβάνῃ μικρόν τινα ἀριθμὸν μοιρῶν, τὸ $\sin : \varphi$ καὶ μετ' αὐτοῦ ἡ τιμὴ τοῦ χ μεταβάλλεται ἀναισθήτως ἐνῶ ἡ γωνία φ αὐξάνεται μέχρι τινός (πρόβλ. ἐδ. 61).

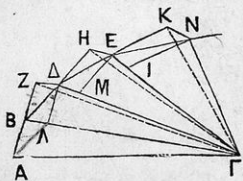
57. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΠΛΑΝΗΤΩΝ, ἢ ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΚΕΠΠΛΕΡ.

1^{ος} Αἱ τροχιαὶ τῶν πλανητῶν εἰσιν ἐλλείψεις, ὧν τὴν ἑτέραν τῶν ἐστιῶν κατέχει ὁ ἥλιος. 2^{ος} Ἡ ἐπιβατικὴ ἀκτίς, ἡ τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου μετὰ τοῦ κέντρον τοῦ πλανήτου συνδέουσα ἐν ἴσοις χρόνοις διαγράφει ἴσα ἐμβαδὰ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς τροχιάς. 3^{ος} Τὰ τετράγωνα τῶν περιοδικῶν χρόνων δύο πλανητῶν ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα ὡς οἱ κύβοι τῶν μεγάλων ἡμιαξόνων τῶν τροχιῶν, ἥτοι τῶν μεσίων ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ἥλιου.

Ὁ Ν. Κοπέρνικος (1473 — 1543) συνεῖδε πρῶτος ὅτι ὁ ἥλιός ἐστι τὸ κεντρικὸν σῶμα τῶν ἡμετέρων πλανητικῶν συστήματος, καὶ εἰδὼξεν ὅτι ἡ γῆ καὶ οἱ πλανῆται κινούνται περὶ αὐτὸν ἐπὶ κυκλικῶν τροχιῶν. Ὁ δὲ Κεππλερ (1571 — 1630) στηριζόμενος ἐπὶ τῶν ἀκριβεστέρων παρατηρήσεων τοῦ Tycho Brahe ἀνεκάλυψεν ὅτι αἱ πλανητικαὶ τροχιαὶ εἰσιν ἐλλείψεις μικρᾶς ἐκκεντρότητος, καὶ ὅτι ὁ ἥλιος κατέχει τὴν ἑτέραν τῶν ἐστιῶν τῶν ἐλλείψεων τούτων. ὠδηγήθη δὲ εἰς τὴν ἀνακάλυψιν ταύτην ὑπὸ τῶν παρατηρήσεων τοῦ Tycho Brahe ἐπὶ τοῦ πλανήτου Ἄδρειος, ἐπεὶ δὲ μετὰ τῶν τροχιῶν τῶν πῶς γνωστῶν μεγάλων πλανητῶν, ἡ τοῦ Ἄδρειος διαφέρει μάλιστα τοῦ κύκλου. Ἐκ τοῦ τρίτου δὲ τῶν ἐκ τῆς παρατηρήσεως συνηγμένων νόμων τοῦ Κεππλερ συνεπέρανεν, ὁ I. Newton (1642 — 1727) τὸν νόμον τῆς γενικῆς βαρύτητος ἢ τῆς καθολικῆς ἄλλεως, ἐξ οὗ ἐξήγαγεν ὡς ἀναγκαῖα πορίσματα τοὺς νόμους τοῦ Κεππλερ.

Ὁ δεύτερος τῶν νόμων τοῦ Κεππλερ, γνωστὸς ὑπὸ τὸ ὄνομα θεώρημα τῶν τομέων, ἰσχύει ἐν παντὶ εἴδει κεντρικῆς κινήσεως· διότι, ἐὰν ἀντὶ τῆς συνεχῆς πρὸς τὸ ἔλκον σημείον Γ ἐνεργούσης δυνάμεως, νοήσωμεν ἐνεργούσας ἐκ διαδοχῆς κατ' ἐλάχιστα χρονικὰ διαστήματα ἴσα τὰς στιγμιαίας δυνάμεις ΒΑ, ΔΜ, ΕΙ, ὅπως ΑΒ, ΒΔ, ΔΕ.... (Σχ. 54) ἐμφαίνωσι τὰ ἐν ἴσοις χρόνοις διανυόμενα διαστήματα (κατὰ τὴν γενομένην ἐν ἐδαφ. 55 κατασκευῇ) ὅνα ἐν γένει ἀνίστα, πορίζομεθα ὅτι τὰ τρίγωνα ΑΒΓ καὶ ΒΖΓ εἰσὶν ἰσοδύναμα, διότι ΑΒ = ΒΖ, ὡς καὶ τὰ τρίγωνα ΒΖΓ καὶ ΒΔΓ, διότι ΖΔ παράλληλος τῇ ΒΓ. ἄρα τὰ ἐν ἴσοις χρόνοις διαγραφόμενα ἐμβαδὰ ΑΒΓ καὶ ΒΓΔ ὑπὸ τῆς ἐπιβατικῆς ἀκτίνος εἰσιν ἴσα. Ἀλλ' ὅταν ἡ δύναμις ἐνεργῇ συνεχῶς, ἡ μὲν τεθλασμένη ΑΒΔΕ.... μεταβάλλεται εἰς καμπύλην, τὰ δὲ τρίγωνα εἰς τομεῖς τῆς καμπύλης ταύτης.

Σχ. 54



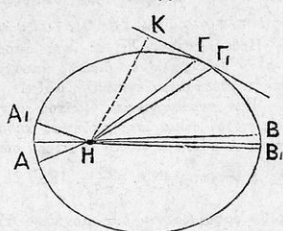
τὰ τρίγωνα ἔχοντα τὴν αὐτὴν βάσιν καὶ τὸ αὐτὸ ὕψος εἶναι ἰσοδύναμα



διὰ τὸν αὐτὸν γόγον

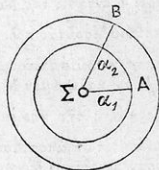
"Εστω π. χ. Η ὁ ἥλιος, Δ τὸ περιήλιον καὶ Β τὸ ἀφῆλιον πλανητικῆς τινος τροχιάς (Σχ. 55). Ἐὖν ΑΑ', ΒΒ' καὶ ΓΓ' ὥσι τότε διανυόμενα ὑπὸ τοῦ πλανήτου ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, οἱ τομεῖς ΔΗΔ', ΒΗΒ', ΓΗΓ' εἰσὶν ἰσοδύναμοι, καὶ ἐπομένως αἱ βάσεις αὐτῶν ΑΑ', ΒΒ', ΓΓ' ἢ αἱ ταχύτητες τοῦ πλανήτου ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀγομένους καθέτους ἀπὸ τοῦ Η ἐπὶ τὰς ἀντιστοιχοῦσαι ἐφαπτομένας ὥστε πᾶς πλανήτης προχωρεῖ τάχιστα κατὰ τὸ περιήλιον καὶ βραδύτητα κατὰ τὸ ἀφῆλιον αὐτοῦ· αἱ δὲ ἄκραι αὐτοῦ ταχύτητες ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας ὡς $(\alpha + \varepsilon) : (\alpha - \varepsilon)$, ἐὰν ἡ ἐμφαίνῃ τὸ ἥμισυ τοῦ μεγάλου ἄξονος καὶ ε τὴν ἐκκεντρότητα.

Σχ. 55



58. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΝΕΥΤΟΝ. ΚΑΘΟΛΙΚΗ ΕΛΞΙΣ. Ἐὰν α_1 καὶ α_2 (Σχ. 56) ἐμφαίνωσι τὰς ἀκτῖνας τῶν τροχιῶν δύο πλανητῶν, αἵτινες ὑποθεθείσθωσαν κυκλικαί, καὶ X_1 καὶ X_2 τοὺς χρόνους τῆς περὶ τὸν ἥλιον περιφορᾶς αὐτῶν, αἱ ἐκ τοῦ ἡλίου ἔλξεις ἐπὶ τῶν πλανητῶν τούτων, ἵνα παραμένωσιν ἐν ταῖς κυκλικαῖς αὐτῶν τροχιαῖς ἰσούνται πρὸς (ἐδ. 55 τύπ. 2).

Σχ. 56



$$x_1 = \frac{4\pi^2 \alpha_1}{T_1^2} \quad \text{καὶ} \quad x_2 = \frac{4\pi^2 \alpha_2}{T_2^2}.$$

ἐξ ὧν συμπεραίνομεν τὴν ἀναλογίαν

$$x_1 : x_2 :: \frac{\alpha_1}{T_1^2} : \frac{\alpha_2}{T_2^2}. \quad (v)$$

ἀλλὰ κατὰ τὸν τρίτον νόμον τοῦ Keppler (ἐδ. 57) $T_1^3 : T_2^3 :: \alpha_1^3 : \alpha_2^3$, ἢ $\frac{x_1}{\alpha_1^3} = \frac{x_2}{\alpha_2^3}$
 ὅθεν $x_1 : x_2 :: \frac{1}{\alpha_1^3} : \frac{1}{\alpha_2^3}.$

τουτέστιν αἱ ἐκ τοῦ κεντρικοῦ σώματος εἰς δύο διαφόρους πλανήτας ἐνεργοῦσαι ἑλξεις ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας λόγον ἀντίστροφον τοῦ τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων.

Ὁ αὐτὸς νόμος διέπει καὶ τὰς ἑλξεις τῶν πλανητῶν πρὸς τοὺς δορυφόρους αὐτῶν. Ἐὰν δὲ παραβάλωμεν τὴν ἑλξιν, ἣν ἡ γῆ ἄσκει ἐπὶ τῆς σελήνης πρὸς τὴν ἑλξιν, ἣν ἄσκει ἐπὶ τῶν σωμάτων τῶν κειμένων παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, εὐρίσκομεν ὅτι καὶ αἱ δυνάμεις αὗται ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας λόγον ἀντίστροφον τοῦ τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων.

πράγματι τὸ πηλίκον $\frac{9,806}{60^2} = 0,00272$ μόλις διαφέρει τῆς ἥδη εὑρεθείσης τιμῆς (ἐδ. 56, 2) ὥστε ἡ βαρὺτης ταυτίζεται πρὸς τὴν ἑλξιν.

Διὰ τοιούτων θεωριῶν ὁ Νεύτων κατήντησε βαθμηδὸν εἰς τὸν νόμον τῆς γενικῆς βαρῦτητος ἢ τῆς καθολικῆς ἑλξεως, ὅτι πάντα τὰ μέρη τῆς ὕλης ἔλκουσιν ἀλλήλα διὰ δυνάμεως κατ' εὐθείαν ἀναλόγως

γ. Ἐὰν παραβῇ ὁ νόμος μηχανικῶς εὐθείας νοεῖται ὁ μεταβληματισμὸς. ὅτι δυνάμει καὶ ἐλξιν. ἀρ. καὶ παρ. ἐπὶ τῶν αὐτῶν ἀριθμῶν.

πρὸς τὴν μᾶζαν τῶν ἀνθελκομένων καὶ ἀντιστρόφως ἀναλόγου πρὸς τὰ τετράγωνα τῆς μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεως.

Πρόδηλον ἐστὶν ὅτι ἐξ ἴσης ἀποστάσεως διπλῇ μᾶζα ἀσκέει διπλὴν ἑλξιν, νηπλῇ μᾶζα νηπλὴν ἑλξιν· ἀλλ' ἐκ διπλῆς ἀποστάσεως ἀσκέει ἴσην ἑλξιν τετραπλῇ μᾶζα, καὶ ἐκ τριπλῆς ἀποστάσεως ἑνεαπλῇ μᾶζα.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ x τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν ἐπιφέρει σῶμα τ ἔχον μᾶζαν 1 εἰς ἑτέρον σῶμα ἴσης μάζης ἐξ ἀποστάσεως 1, ἡ παραγομένη ἐπιτάχυνσις ὑπὸ σώματός τινος Δ μάζης μ εἰς τὸ δεύτερον σῶμα ἐξ ἀποστάσεως μὲν 1 ἔσται μx , ἐξ ἀποστάσεως δὲ α ἔσται $\gamma = x \cdot \frac{\mu}{\alpha^2}$. Ἐὰν δὲ καὶ τὸ ἐλκόμενον σῶμα B ἔχῃ μᾶζαν μ' , ὑφίσταται

ἑλξιν ἐμφαινομένην διὰ μονάδων βάρους $\theta = \mu' \gamma = x \cdot \frac{\mu \mu'}{\alpha^2}$. τοῦτέστι τόσῃ πίεσιν

ἦβλεν ὑποφέρει στερεὰ ἀντηρὶς παρεμβεβλημένη μεταξὺ τῶν σωμάτων Δ καὶ B καὶ κωλύουσα τὸν πλησιασμόν αὐτῶν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μᾶζα B ἀνέλκει τὴν Δ μετ' ἴσης ἐντάσεως, διὰ τῆς τοιαύτης ἀντηρὶδος ἐπέρχεται ἰσορροπία, κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσότητος τῆς ὁράσεως καὶ τῆς ἀντιδρόσεως (ἔδ. 38).

Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἑτήσια κίνησις τοῦ ἡλίου περὶ τὴν γῆν ἐστὶ φαινόμενη, διότι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος τῆς γῆς εἰς τὸν ἥλιον, ἀπέχοντα 24000 ἰσημερινὰς ἀκτίνας περίπου, ἰσοῦται πρὸς $\frac{9,806}{24000^2} = 0,000000017 \mu$, ποσὸν 350000 φορὰς περίπου

ἐλάσσειν τοῦ ἀπαιτουμένου πρὸς συντήρησιν τῆς κεντρικῆς ταύτης κινήσεως (ἔδ. 56, 3).

Ἐὰν καλέσωμεν M τὴν μᾶζαν τοῦ ἡλίου, ἡ ἐξ αὐτῆς ἀσκουμένη ἑλξις ἐπὶ τῇ μονάδῃ τῆς μάζης τῆς γῆς ἐμφαίνεται διὰ τοῦ $x \cdot \frac{M}{24000^2}$, τῆς ἀκτίνος τῆς γῆς ληθείσης μονάδος τῶν ἀποστάσεων, ἀλλ' ἡ ἑλξις αὕτη ἰσοῦται πρὸς τὴν συντηροῦσαν τὴν περιφορὰν κεντρικὴν δύναμιν (ἔδ. 56, 3), ἥτοι

$$x \cdot \frac{M}{24000^2} = 0,0039460.$$

ὁμοίως, ἐὰν μ καλέσωμεν τὴν μᾶζαν τῆς γῆς, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ἐξ αὐτῆς ἀσκουμένη ἑλξις ἐπὶ τῇ μονάδῃ τῆς μάζης τῆς σελήνης ἐστὶ (ἔδ. 56, 2).

$$x \cdot \frac{\mu}{60^2} = 0,0027106$$

ὅθεν διακρίνοντας κατὰ μέλη εὐρίσκομεν

$$\frac{M}{\mu} = \frac{59460 \times 24000^2}{27106 \times 60^2} = 350000 \text{ περίπου}$$

ὁ λόγος οὗτος τῆς μάζης τοῦ ἡλίου πρὸς τὴν τῆς γῆς δι' ἀκριβεστέρων λογισμῶν εὐρίσκεται ἴσος πρὸς 354590· ὁμοίως εὐρίσκεται ὁ λόγος τῆς μάζης τοῦ ἡλίου πρὸς τοὺς ἄλλους πλανήτας, τοὺς ἔχοντας δορυφόρους (*).

59. Κίνησις σημείου ὕλικου ἐλκόμενου ὑπὸ δυνάμεως κεντρικῆς ἀναλόγου τῆς μεταξὺ αὐτοῦ καὶ ἐτέρου ἀκινήτου ἀποστάσεως. Ἐὰν τὴν ἐν ἔδ. 58 γενομένην κατασκευὴν τῆς ἐν κύκλῳ κεντρικῆς κινήσεως προβάλωμεν ἐπὶ ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ τῆς διαμέτρου ΔP (Σχ. 57) καὶ σχηματίζοντος μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ κύκλου τυχράαν τινὰ γωνίαν διεδρόν, τῆς μὲν περιφερείας $\Delta E P$ προβολὴ ἔσται ἡ ἑλλειψις $\Delta E' P$ ἔχουσα μέγαν ἄξονα τὴν διαμέτρον ΔP , τῶν δὲ παραλληλογράμμων ἑτέρᾳ παραλληλογράμῳ ἀλλὰ μὴ ἐφαρμύζοντα. Αἱ γραμμαὶ δὲ $B\Theta$, $E\Gamma$, $K\Lambda$... αἱ ἐμφαινόμεναι τὰς ἐν ἴσοις χρόνοις ἴσας ἐνεργείας τῆς κεντρικῆς δυνάμεως ἐπὶ τοῦ κινουμένου, προβαλλόμεναι οὕτω μεταβάλλονται εἰς τὰς $B'\Theta'$, $E'\Gamma'$, $K'\Lambda'$... καὶ ἐλαττοῦνται κατὰ λόγον εὐθὺν πρὸς τὰς ἡμιδιαμέτρους τῆς ἑλλείψεως $B'\Gamma'$, $E'\Gamma'$, $K'\Gamma'$... Ὡστε τὸ σχῆμα τῆς προβολῆς εἰκονίζει τὴν κεντρικὴν κίνησιν σημείου, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ δύναμις ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀπόστασιν τοῦ κινουμένου ἀπὸ τοῦ ἀκινήτου κέντρου Γ . Ἐντεῦθεν, σκεπτόμενοι ὡς ἐν ἔδαφίῳ 55, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ τροχιά ὕλικου σημείου ἐλκόμενου ἀπὸ ἀκινήτου κέντρου διὰ δυνάμεως ἀναλόγου τῆς ἀποστάσεως τοῦ

(*) Πειράματα τοῦ Reich καὶ Cavendish πρὸς εὐρεσιν τῆς μάζης καὶ τῆς μέσης πυκνότητος τῆς γῆς (5,6) διὰ τῆς στρεπτοστάθμης.

ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἰσορροπίας Γ τοῦτέστιν ἡ $\Delta\Gamma = \Gamma\text{P} = \alpha$ εὖρος τῆς δονήσεως ἢ εὐρύτητος. Ἐὰν δὲ νοήσωμεν ἑτερόν τι κινούμενον Π , διατρέχον τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου $\Delta\text{P}\text{P}'$ ὁμοιοταῶς ἐν τῇ διάρκειᾳ τῆς δονήσεως, καὶ ἀναχωροῦν ἀπὸ τοῦ Δ συγχρόνως μετὰ τοῦ δονουμένου ἐπὶ τῆς διαμέτρου σημείου P' , ἡ θέσις τοῦ P' συμπίπτει πάντοτε, κατὰ τὰ προηγούμενα, μετὰ τῆς προβολῆς τοῦ Π ἐπὶ τῆς διαμέτρου· οὕτω π. χ. καθ' ὃν χρόνον τὸ μὲν διατρέχει τὸ τόσον PK , τὸ ἕτερον διατρέχει τὴν εὐθεΐαν τοῦ τόσου προβολῆν $\text{P}'\text{K}'$. Ἡ κατὰ τινα χρονικὴν στιγμήν ἀπόστασις τοῦ P' ἀπὸ τοῦ κέντρου Γ καλεῖται ἐκδρομὴ, ἡ δὲ κεντρικὴ γωνία $\Delta\Gamma\text{P} = \omega$, ἡ ἀπὸ 0° μέχρι 360° αὐξανόμενη κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς δονήσεως, φάσις· ὥστε ἡ ἐκδρομὴ ἰσοῦται· πάντοτε πρὸς α συν· ω . Ἐὰν δὲ τὸ τόσον PK (ὡς καὶ ἡ προβολὴ αὐτοῦ $\text{P}'\text{K}'$) νοηθῇ εὐθύγραμμον καὶ ἀπειροστόν, καὶ παραστήσωμεν διὰ τ τὴν ταχύτητα τῆς περιφορᾶς τοῦ Π καὶ διὰ τ' τὴν στιγμιαίαν ταχύτητα τοῦ δονουμένου κατὰ τὸ σημεῖον P' , εὐρίσκομεν $\frac{\tau}{\tau'} = \frac{\text{PK}}{\text{P}'\text{K}'}$, διότι τὰ διαστήματα PK καὶ $\text{P}'\text{K}'$ διανύονται ὁμοιοταῶς ἐν ἴσοις χρόνοις· ἀλλ' ἐκ τοῦ τριγώνου $\text{PK}\Delta$, ὁμοίου τῷ $\text{P}\Pi\Gamma$, λαμβάνομεν

$$\text{P}\Delta = \text{P}'\text{K}' = \text{PK} \text{ ἢ } \mu, \text{ ὥστε } \frac{\tau}{\tau'} = \frac{\text{PK}}{\text{PK} \text{ ἢ } \mu} \quad \text{ἢ} \quad \tau' = \tau \cdot \text{ἢ } \mu: \omega.$$

Ἐκ τῆς ἰσότητος ταύτης συμπερινομεν ὅτι· ἡ κατὰ τι σημεῖον τῆς δονήσεως ταχύτης τοῦ P' ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὸ ἡμίτονον τῆς φάσεως, ἢ πρὸς τὴν τεταγμένην $\text{P}\Pi$, διότι· ἡ ταχύτης τ τοῦ κινουμένου ἐπὶ τῆς περιφέρειας διατελεῖ ἀμετάβλητον ὥστε ἡ ταχύτης τ' κατὰ μὲν τὰ σημεῖα τῆς μεγίστης ἐκδρομῆς Δ καὶ P ἰσοῦται τῷ μηδενί, κατὰ δὲ τὸ σημεῖον Γ καταντᾷ εἰς τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν $\pm \tau$, τοῦ ἀρνητικοῦ σημείου τοῦ ἡμιτόνου μεταξὺ 180° καὶ 360° ἀντιστοιχοῦντος πρὸς τὴν ἀντιστροφὴν τῆς διευθύνσεως. Ἡ διάρκεια τέλους τῆς δονήσεως ἢ μὴ ἐξαρτωμένη ἐκ τοῦ εὐρύτος (ἐδ. 50) ἔχει τιμὴν

$$X = \frac{2\pi}{\sqrt{\kappa}},$$

τοῦ κ ἐμφαινόντος τὴν εἰς ἀπόστασιν 1 ἔντασιν τῆς πρὸς Γ διευθυνομένης κεντρικῆς δυνάμεως.

61. ΑἰΩΡΗΣΙΣ. Πᾶν βαρὺ σῶμα, ἐξηρητημένον ἀπὸ νήματος, ἰσορροπεῖ εὐσταθῶς ἐὰν τὸ μὲν νῆμα διευθύνηται κατὰ στάθμην, τὸ δὲ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος κῆται ὑπὸ τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως (ἐδ. 51). Ἐὰν ὅμως, μακρύναντες τὸ σῶμα ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης, ἐγκαταλίπωμεν αὐτὸ εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, ἐπανέρχεται πῖπτον εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ἀλλ' ἔνεκα τῆς κατὰ τὴν πτώσιν κτωμένης ταχύτητος δίρχεται πέρα τῆς θέσεως ταύτης ἀντιθέτως ἀνυψούμενον ἕως οὗ ἡ ἀντενεργοῦσα βαρύτης ἀναρέσῃ τὴν ταχύτητα ταύτην (ἐδ. 33). οὕτω δὲ ἐκτελεῖ τὸ σῶμα ἐκατέρωθεν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ σειρὰν αἰωρήσεων (πρὸβλ. ἐδ. 60), αἵτινες ἤθελον διαρκεῖαι ἀτελειωτῶς εἰ μὴ βαθμηδὸν ἐξωτερικαὶ ἀντενέργειαι (τριβὴ, ἀήρ) ἡλάττουσιν τὸ εὖρος αὐτῶν, ὧν ἔνεκα βαθμηδὸν πλησιάζον εἰς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας τὸ σῶμα ἐπὶ τέλους ἀκίνηται. Τὰ οὕτως ἐκατέρωθεν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν αἰωρούμενα σώματα καλοῦμεν ἐν γένει φυσικὰ ἐκκρεμῆ. Κατασκευάζομεν δὲ συνήθως αὐτὰ ἐκ σφαιρῶν διαμέτρου μικρᾶς ὡς πρὸς τὸ μῆκος τοῦ νήματος τῆς ἐξαρτήσεως, ἢ ἐξαρτῶμεν βαρέα σώματα φακοειδῆ, πρὸς ἐλάττωσιν τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, ἀπὸ σχετικῶς κουφοτέρων βάρων ἀκωλύτως στρεφομένων περὶ ἀκμὴν, ἐφ' ἧς ἐρείδονται, ἢ ἀπὸ λεπτῶν ἐλατηρίων

ἐξηρητημένων. Τὸ φυσικὸν ἐκκρεμές μεταβάλλεται εἰς μαθηματικὸν ἢ θεωρητικὸν ἐν ἡ μὲν μᾶζα τοῦ βαρέος σώματος νοηθῇ εἰς σημεῖον συγκεντρωθεῖσα, τὸ δὲ νῆμα ὑποτεθῇ ἄβαρὲς καὶ ἀνένδοτον. Οἱ νόμοι τῆς αἰωρήσεως τοῦ φυσικοῦ ἐκκρεμοῦς ἀνάγονται εἰς τοὺς τοῦ θεωρητικοῦ, ὡς κατωτέρω δειχθήσεται· ὁ δὲ Galilei (1602) εὗρεν ὅτι ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς οὐκ ἐξαρτᾶται $1^{\text{ον}}$ ἐκ τοῦ ποσοῦ καὶ ἐκ τοῦ ποιου τῆς αἰωρουμένης μάζης καὶ $2^{\text{ον}}$ ἐκ τοῦ εὗρους τῆς αἰωρήσεως ἐὰν τοῦτο μὴ ὑπερτερῇ κατὰ μέγεθος μοιρῶν τιῶν, ὅτι τοὺναντίον ἐξαρτᾶται $3^{\text{ον}}$ ἐκ τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς, οὕσα κατ' εὐθείαν ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν αὐτοῦ ρίζαν. Ἐὰν τέλος τὸ αὐτὸ ἐκκρεμές αἰωρήσωμεν ἐν χώραις ἐχούσαις ἕνισον ἔντασιν βαρύτητος (ἐδ. 56), εὐρίσκωμεν ὅτι $4^{\text{ον}}$ ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος. Ἐκφέρεται δὲ ἡ διάρκεια τῆς ὅλης αἰωρήσεως (προχωρήσεως καὶ ἐπιστροφῆς) ὑπὸ τοῦ τύπου

$$X = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}},$$

ἐν ᾧ μ μὲν ἐμφαίνει τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς, γ δὲ τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος.

Ἐστω ΓΑ (Σχ. 59) ἡ θέσις τῆς ἰσορροπίας τοῦ μαθηματικοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ ΒΓ ἡ τῆς μεγίστης ἐκδρομῆς ἥτοι ΑΒ τὸ εὖρος τῆς αἰωρήσεως. Τὸ ἐκκρεμές κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἡμικιωρήσεως κατέρχεται ἐπὶ τοῦ τόξου ΒΑ καὶ ἀνέρχεται ἐπὶ τοῦ ΑΔ ἴσου τῷ ΒΑ, ὅπου κατὰ τὴν ἕνισον ἀπὸ Α εἰς Δ ἡ κίνησις ἐπιβραδύνεται ὑπὸ τῆς βαρύτητος ὅσον ἐπιταχύνθη κατὰ τὴν κάθοδον ἀπὸ Β εἰς Α. Ἐὰν δὲ κατὰ τι σημεῖον τῆς τροχιάς ἀναλύσωμεν τὴν βαρύτητα ΕΘ = γ εἰς δύο καθέτους συνιστώσας ΕΚ καὶ ΕΖ, ἡ μὲν πρώτη ἀναιρεῖται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀνένδοτου νήματος, ἡ δὲ δευτέρα ΕΖ ἐμφαίνει τὴν στιγμιζάν ἐπιτάχυνσιν, δι' ἧς τὸ ἐκκρεμές φέρεται πρὸς τὸ Α· ἀλλὰ

$$ΕΖ = \gamma \cdot \eta\mu : \varphi = \gamma \cdot \frac{ΕΛ}{ΕΓ} = \frac{\gamma}{\mu} \cdot ΕΛ,$$

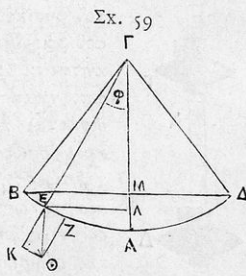
τούτῃσιν, ἐπειδὴ $\frac{\gamma}{\mu}$ ἐστὶ πηλίκον ἀμετάβλητον, τὸ

ἐκκρεμές κατὰ πᾶν σημεῖον τῆς τροχιάς αὐτοῦ φέρεται πρὸς τὸ Α δι' ἐπιταχύνσεως ἀναλόγου πρὸς τὴν ἡμιγορὴν ΕΛ. Ἐὰν ἐπομένως νοήσωμεν τὸ εὖρος δούντως μικρὸν, ἢ καμὲν ἀνεπισησθέντος σφάλματος, ἐκλάβωμεν τὰς ἡμιγορὰς ΒΜ, ΕΛ... ὡς ἕσας πρὸς τὰ τόξα ΒΑ, ΕΑ... δυνάμεθα ἵνα παραβάλλωμεν τὴν κίνησιν τοῦ ἐκκρεμοῦς πρὸς τὴν εὐθύγραμμον κίνησιν σημείου ἐλκομένου ὑπὸ τοῦ Α διὰ δυνάμεως ἀναλόγου πρὸς τὰς ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσεις ΒΑ, ΕΑ... καὶ ἐχούσης ἔντασιν $\frac{\gamma}{\mu}$ εἰς ἀπόστασιν 1· ἀλλὰ τὴν διάρκειαν τῆς δυνάμεως τοῦ τοιούτου σημείου ἐκφέρει (ἐδ. 60) ὁ τύπος

$$X = \frac{2\pi}{\sqrt{x}} = 2\pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}}$$

ὁ χρόνος οὗτος ἀντιστοιχεῖ πρὸς ὁλόκληρον τὴν αἰώρησιν, ὁ τῆς ἡμικιωρήσεως ἰσοῦται πρὸς

$$x = \frac{1}{2} X = \pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}}.$$



Ἐκ τοῦ τύπου τούτου συναγόμεν τοὺς ἀνωτέρω ἐκτεθέντας νόμους. — Ἡ κατὰ τὸ σημεῖον Ε ταχύτης τοῦ ἀπὸ Β κινηθέντος ἐκκρεμοῦς ἰσοῦται πρὸς τὴν ταχύτητα, ἣν κτάται σῶμα πεσὼν κατὰ στάθμην ἀπὸ Μ εἰς Λ (πρὸς Λ (πρὸς 32 καὶ 41), ἢ πρὸς $\tau = \sqrt{2\gamma \cdot \text{ΜΛ}}$. ὥστε κατὰ τὸ χαμηλότερον σημείον τῆς τροχιάς Δ ἡ ταχύτης αὕτη καταστάσα μεγίστη ἦτοι $\tau = \sqrt{2\gamma \cdot \text{ΑΜ}}$ ἐστὶν ἱκανὴ ἵνα ἀναβιβάσῃ πάλιν τὸ βαρὺ σῶμα μέχρι τοῦ ὕψους, ἀφ' οὗ κατέπεσε (ἐδ. 33)· κατὰ τὴν κάθοδον τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐκτελεῖται ἔργον, γεννῶν κίνησιν, ἥτις δαπανᾷται κατὰ τὴν ἀνοδὸν πρὸς παραγωγὴν ἔργου (ἐδ. 43).

62. ΦΥΣΙΚΟΝ ΕΚΚΡΕΜΕΥΣ. Οἱ ἀνωτέρω ἐκτεθέντες νόμοι τῶν μικρῶν αἰωρήσεων τοῦ θεωρητικοῦ ἢ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς ἰσχύουσι κυρίως καὶ ἐν τῷ φυσικῷ ἢ συνθέτῳ. Κατὰ τὴν αἰώρησιν τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐξαρτήσεως, πάντα τὰ μέρη αὐτοῦ ἀναγκαζόμενα ἕνεκα τῆς πρὸς ἄλληλα συνοχῆς ἵνα κινῶνται ἐν ἴσῳ χρόνῳ μετ' ἴσης γωνιώδους ταχύτητος (ἐδ. 55), ἐπιδρῶσιν ἀμοιβαίως ἐπὶ τῆς ἰδίας κινήσεως καὶ ἡ μὲν τῶν μᾶλλον ἀπεχόντων ἀπὸ τοῦ ἄξονος ταχύτης ἐπιταχύνεται ὑπὸ τῶν πλησιεστέρων, ἡ δὲ τῶν πλησιεστέρων ἐπιβραδύνεται ὑπὸ τῶν μᾶλλον ἀπεχόντων. Ὑπάρχει δὲ πάντοτε ἀπλοῦν τι ἐκκρεμές μήκους ἀρμόδιον, ἵνα ἡ αἰώρησις αὐτοῦ ἢ ἰσόχροнос πρὸς τὴν τοῦ συνθέτου· τὸ μήκος τοῦ ἀπλοῦ τούτου ἐκκρεμοῦς καλεῖται ἀνηγμένον μήκος τοῦ συνθέτου. Νοήσωμεν εὐθείαν τινα διερχομένην διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως καὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς καὶ

Σχ. 60



μετρήσωμεν ἐπ' αὐτῆς ἀπὸ τοῦ ἄξονος τὸ ἀνηγμένον μήκος, τὸ ἕτερον αὐτῆς ἄκρον καλούμενον ἄξων αἰωρήσεως τοῦ φυσικοῦ ἐκκρεμοῦς, κεῖται ὀλίγον τι ὑπὸ τὸ κέντρον τοῦ βάρους καὶ λίαν πλησίον αὐτοῦ ἐὰν τὸ ἐκκρεμές σύγκληται ἐκ βαρέος σώματος μικρῶν διαστάσεων ἐξηρητημένου ἀπὸ νήματος ὀλιγίστης μάζης. Τὸ ἀνηγμένον μήκος εὐρίσκεται ἢ διὰ λογισμοῦ ἢ πειραματικῶς διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς πρὸς ἀνατροπὴν τοῦ Kater (1818), οὗτινος ἡ χρῆσις στηρίζεται ἐπὶ τῆς προτάσεως ὅτι ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως τοῦ φυσικοῦ ἐκκρεμοῦς διατελεῖ ἀμετάβλητος ἐὰν ἐπαλλαχθῶσιν οἱ ἄξονες τῆς ἐξαρτήσεως καὶ τῆς αἰωρήσεως. Πρὸς τοῦτο ἡ ῥάβδος τοῦ ἐκκρεμοῦς φέρει δύο ἀντιστροφούς ἀκμὰς ἐξαρτήσεως Α καὶ Β (Σχ. 60) καὶ δύο μεταθέτους μάζας Γ καὶ Δ, ὧν ἡ θέσις ρυθμίζεται ὅπως ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως διατελεῖ ἴση ἂν τε ἐκ τῆς ἀκμῆς Α ἂν τε ἐκ τῆς ἀκμῆς Β ἐξαρτῶμεν τὸ ἐκκρεμές· ἡ μεταξὺ τῶν δύο ἀκμῶν ἀπόστασις παρέχει τότε τὸ ἀνηγμένον μήκος.

Ἐπὶ τῆς ἀκάμπτου εὐθείας $\Delta_1 \Delta_2$, στρεπτῆς περὶ τὸ σταθερὸν σημεῖον Γ (Σχ. 61), ἔστωσαν κατὰ τὰ σημεῖα $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3 \dots$ προσρηρμοσμέναί αἱ μάζαι $M_1, M_2, M_3 \dots$ εἰς τὰς ἀπὸ Γ ἀποστάσεις $a_1, a_2, a_3 \dots$. Ὅπως μεταδοθῇ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου εἰς τὴν εὐθεῖαν ταύτην ἡ γωνιώδης ταχύτης ω , ὅπως δηλαδὴ ἐκάστη τῶν μαζῶν κίνησεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης τὴν ἀντίστοιχον ταχύτητα $a_1\omega, a_2\omega, a_3\omega \dots$ δέον ἵνα ἐνεργῶσιν ἐπ' αὐτῶν αἱ δυνάμεις $M_1a_1\omega, M_2a_2\omega, M_3a_3\omega \dots$ μετρούμεναι διὰ

τῆς μονάδος τοῦ βάρους, ἡ ἀντ' αὐτῶν μία δύναμις ἔχουσα ῥοπὴν ἴσην πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ῥοπῶν τῶν δυνάμεων τούτων ὡς πρὸς τὸν ἄξονα τῆς στροφῆς (ἐδ. 46). ἄλλ' αἱ ῥοπαὶ αὗται εἰσι $M_1\alpha_1^2\omega$, $M_2\alpha_2^2\omega$, $M_3\alpha_3^2\omega$... ἄρα ἡ ῥοπή τῆς μιᾶς δυνάμεως τῆς μεταδιούσης ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου γωνιώδη ταχύτητα ω εἰς τὴν εὐθείαν ἰσοῦται πρὸς ω . $\Sigma M\alpha^2$ (*). Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὴν εὐθείαν ὡς σύνθετον ἐκκερμῆς ἐκτραπὲν τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ κατὰ τὴν γωνίαν φ , αἱ κατὰ τὴν ἐκτραπόμενῃ συνιστάσαι τῶν ἐκ τῆς βαρύτητος ἐνεργουσῶν δυνάμεων ἐπὶ τῶν μαζῶν M_1 , M_2 , M_3 ... μετρούμεναι διὰ τῆς μονάδος τοῦ βάρους ἰσοῦνται: (ἐδ. 61) πρὸς $M_1\gamma$. ἡμ: φ , $M_2\gamma$. ἡμ: φ , $M_3\gamma$. ἡμ: φ ... καὶ αἱ στατικά αὐτῶν ῥοπαὶ πρὸς $M_1\alpha_1\gamma$. ἡμ: φ , $M_2\alpha_2\gamma$. ἡμ: φ , $M_3\alpha_3\gamma$. ἡμ: φ ... ἀνθ' ὧν δυνατόν ἐν' ἀντικαταστήσωμεν μίαν δύναμιν ἔχουσαν ῥοπὴν γ . ἡμ: φ $\Sigma M\alpha$. Κατὰ τὸν λογισμόν τῶν δυνάμεων τούτων δεόν, ἐνεκα τῶν ἀληθευτικῶν σημείων τῶν ῥοπῶν, ἵνα χαρακτηρίζωμεν τὰς ἀποστάσεις μαζῶν χρησιμοποισμένων ὑπερθεῖν τοῦ σημείου τῆς στροφῆς, οἷα ἡ M_2 , ὡς ἀρνητικὰς. Ἐκ τῆς ἐξισώσεως δὲ τῶν δύο ῥοπῶν $\omega \cdot \Sigma M\alpha^2 = \gamma \cdot \eta\mu: \varphi \Sigma M\alpha$, πορίζομεθα τὴν ἐκ τῆς στρεπτικῆς ταύτης ῥοπῆς προερχομένην γωνιώδη ἐπιτάχυνσιν

$$\omega = \gamma \cdot \eta\mu: \varphi \frac{\Sigma M\alpha}{\Sigma M\alpha^2},$$

ἀλλὰ δι' ἀπλοῦν τι ἐκκερμῆς ἔχον μήκος μ , ὃ τε ἀριθμητῆς καὶ ὁ παρονομαστῆς τῆς κλασματικῆς παραστάσεως μεταβάλλονται εἰς μονώνυμα, ὥστε

$$\omega = \gamma \cdot \eta\mu: \varphi \frac{\mu\mu}{\mu\mu^2} = \gamma \cdot \eta\mu: \varphi \frac{1}{\mu}$$

αἱ αἰωρήσεις ἄρα τοῦ συνθέτου ἐκκερμούς ἰσοχρονοῦσι πρὸς τὰς αἰωρήσεις ἐκκερμούς ἀπλοῦ ἔχοντος μήκος $\mu = \frac{\Sigma M\alpha^2}{\Sigma M\alpha}$. Ὡστε ἡ παράστασις αὕτη ἐμφαίνει τὸ ἀνηγμένον μήκος τοῦ συνθέτου.

Ὁ ἀριθμητῆς τῆς παραστάσεως ταύτης, ὡν ἄθροισμα τῶν γινόμενων τῶν μαζῶν ἐπὶ τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς καλεῖται ῥοπή ἀδρανείας τοῦ ἐκκερμούς καὶ ἰσοῦται πρὸς τὸ διπλοῦν τοῦ ἔργου τοῦ δυναμένου ἵνα μεταδῇ τῷ σώματι γωνιώδη ταχύτητα 1 περὶ τὸν ἄξονα τοῦτον· διότι, ἐπειδὴ (ἐδ. 43) ἔργον $\frac{1}{2} M\tau^2$ ἐστὶν ἀναγκαῖον ὅπως μεταδῇ εἰς τὴν μάζαν M ταχύτητα τ , καὶ ἐπειδὴ, τῆς γωνιώδους ταχύτητος οὐσης ω , αἱ μάζαι M_1 , M_2 , M_3 ... ἔχουσι ταχύτητας $\alpha_1\omega$, $\alpha_2\omega$, $\alpha_3\omega$..., τὸ πρὸς ἀνάπτυξιν τῶν ταχυτήτων τούτων ἀναγκαῖον ἔργον ἐστὶν

$$\frac{1}{2} M_1\alpha_1^2\omega^2 + \frac{1}{2} M_2\alpha_2^2\omega^2 + \frac{1}{2} M_3\alpha_3^2\omega^2 \dots = \Sigma \frac{1}{2} M\alpha^2\omega^2 = \frac{1}{2} \omega^2 \Sigma M\alpha^2.$$

Ὁ δὲ παρονομαστῆς τῆς παραστάσεως μ περιλαμβάνει τὸ ἄθροισμα τῶν στατικῶν ῥοπῶν πάντων τῶν μερῶν τῆς μάζης τοῦ ἐκκερμούς. Αἱ ὑπερθεῖν τοῦ ἄξονος προσηρμοσμένοι μάζαι, ὡς ἡ M_3 , ὧν αἱ ἀποστάσεις ἀρνητικαί, ἐπιφέρουσιν ἐλάττωσιν τοῦ παρονομαστοῦ τούτου καὶ αὐξήσιν τοῦ ἀριθμοῦ περιλαμβανόντος τετράγωνον ἀποστάσεων ὥστε αὐξάνουσιν αὐταὶ τὸ ἀνηγμένον μήκος καὶ τὴν διάρκειαν τῆς αἰωρήσεως τοσούτω μᾶλλον ὅση ἀπέχουσιν ἀπὸ τοῦ ἄξονος (*Ρυθμιόμετρον* τοῦ Maelzel).

Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὸ ἐκκερμῆς ἀνατραπὲν, ὡς ἀνωτέρω ἐρρήθη, καὶ τὸν ἄξονα τῆς αἰωρήσεως εἰς ἄξονα τῆς ἐκτρέψεως μεταβληθέντα, αἱ ἐν τῇ τιμῇ τοῦ μ ἀποστάσεις α_1 , α_2 , α_3 ... μεταβάλλονται: εἰς $(\mu - \alpha_1)$, $(\mu - \alpha_2)$, $(\mu - \alpha_3)$... καὶ τὸ ἀνηγμένον μήκος τοῦ ἀνατραπέντος συνθέτου ἰσοῦται πρὸς

$$\mu' = \frac{\Sigma M(\mu - \alpha)^2}{\Sigma M(\mu - \alpha)}.$$

(*) Τὸ σύμβολον Σ τίθεται ἀντὶ τῆς λέξεως ἄθροισμα.

Σχ. 61



Λύοντες δ' ἐν τῇ ἰσότητι ταύτῃ τὰς παρενθέσεις καὶ διατάσσοντες κατὰ τὰς δυνάμεις τοῦ μ , εὐρίσκομεν

$$\mu' = \frac{\mu^2 \cdot \Sigma M - 2\mu \cdot \Sigma M\alpha + \Sigma M\alpha^2}{\mu \cdot \Sigma M - \Sigma M\alpha},$$

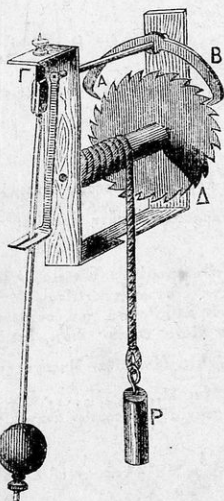
ἀλλ' ἐκ τῆς τιμῆς τοῦ μ συμπεραίνομεν $\mu \cdot \Sigma M\alpha = \Sigma M\alpha^2$, ὥστε ἡ τιμὴ τοῦ μ' μεταβάλλεται οὕτω

$$\mu' = \frac{\mu^2 \cdot \Sigma M - \mu \cdot \Sigma M\alpha}{\mu \cdot \Sigma M - \Sigma M\alpha} = \mu,$$

τουτέστι τὸ ἀνηγμένον μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς διὰ τῆς τοιαύτης ἀνατροπῆς οὐ μεταβάλλεται δ. ε. δ.

63. Χρήσεις τοῦ φυσικοῦ ἐκκρεμοῦς. 1^η Ὁρολόγια. Ἐνεκα τῆς ἰσοχρόνου διαρκείας τῶν αἰωρήσεων, μὴ μεταβαλλομένης μάλιστα κατὰ τὰς μικρὸν ἀπ' ἀλλήλων διαφερούσας εὐρύτητας, τὸ ἐκκρεμές χρησιμεύει ὡς πολὺτιμον χρονόμετρικόν ὄργανον, προσαρτηθὲν εἰς τὰ ὁρολόγια τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ

Σκ. 62



Huyghens (1657). Εἰς τὸ ἐκκρεμές, ἐξηρτημένον ἐκ χαλυβιδικοῦ ἐλάσματος, ἐστὶ συνηρμοσμένον τὸ μεταλλικὸν τόξον ΑΒ (Σκ. 62), λήγον εἰς ὀνυχας παρεντιθεμένους καθ' ἐκάστην αἰωρήσιν μεταξὺ τῶν ὁδόντων τοῦ τροχοῦ Δ, ὃν στρέφει ὡς ἐκ τούτου καθ' ἐκάστην αἰωρήσιν τὸ βάρος Ρ καθ' ἓνα ὁδόντα ὥστε ἐὰν αἱ ὁδόντες ὡς τριάνοντα καὶ ἐὰν ἡ ἡμιαίωρησις διαρκῇ ἐν λ'', ὁ τροχὸς στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ ἀπαξ ἐν τῷ λεπτῷ. Καὶ ἡ μὲν στροφὴ τοῦ τροχοῦ τούτου μεταβιβάζεται δι' ἐτέρων συμπλεγόμενων ὁδόντων τροχῶν τοῦ μηχανισμοῦ εἰς ἐκείνους τέλος τοὺς τροχούς, οἵτινες φέρουσιν ἐπὶ τῶν ἀξόνων αὐτῶν τοὺς δείκτας· οἱ δὲ ὀνυχες Α καὶ Β δέχονται καθ' ἐκάστην αἰωρήσιν ἐκ τῶν ὁδόντων μικρὰν ὥσιν, ἀρκοῦσαν ἵνα ἐκφανθῇ τὸ ἐκ τῆς τριβῆς καὶ ἐκ τοῦ ἀέρος βαθμυδὸν συστελλόμενον εὖρος τῆς αἰωρήσεως, καὶ διατηροῦσαν οὕτω τὴν κίνησιν τοῦ ἐκκρεμοῦς ὁμοίαν.

Τὰ δὲ χρονόμετρα καὶ τὰ ἐγκόλπια ὁρολόγια ἔχουσιν ἀντὶ μὲν τοῦ ρυθμίζοντος τὴν κίνησιν ἐκκρεμοῦς τὸ ἀείστροφρον, τροχίσκον ὃν δονεῖ ἐπ' ἀμφοτέρω λεπτοτάτῃ ἐλαστικῇ σπείρᾳ, ἀντὶ δὲ τοῦ κινουμένου βάρους ἐλατήριον ἐκ χάλυθος τεινόμενον διὰ σπειρώσεως ἐντὸς μεταλλικοῦ κυλίνδρου, στρεφομένου ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐλατηρίου περὶ τὸν ἴδιον ἄξονα.

2^η Μέτρησις τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ μ' τὸ ἀνηγμένον μῆκος τοῦ σημαίνοντος τὰ λ'' ἐκκρεμοῦς, οὕτως δηλαδὴ ἡ ἡμιαίωρησις διαρκεῖ ἐν λ'', ὁ τύπος

$$\chi = \pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}} \quad (\text{ἐδ. 61}) \quad \text{παρέχει} \quad 1 = \sqrt{\frac{\mu'}{\gamma}} \cdot \delta\theta\epsilon\text{ν} \quad \mu' = \frac{\gamma}{\pi^2} \quad \text{καὶ} \quad \gamma = \pi^2 \mu'.$$

εὐρίσκομεν ἄρα τὴν ἐν τινι τόπῳ ἐντάσιν τῆς βαρύτητος πολυπλασιάζοντες τὸ πειραματικῶς δριφύμενον μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς τοῦ σημαίνοντος τὸ λ'' ἐπὶ π^2 . Τὸ ἐκκρεμές ἐστὶ πρὸς ἐξακριβῶσιν τῆς ἐντάσεως ταύτης τὸ ἀκριβοτάτον τῶν ὀργάνων. Ἀκριβέσταται δι' αὐτοῦ ἔρευναι κατέδειξαν ὅτι ἡ διαρκεία τῆς αἰωρήσεως οὐδὼς μεταβάλλεται μετὰ τῆς ὕλης τοῦ βαρέος σώματος, ὥστε ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ μετ' ἴσης ἐντάσεως ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων οἰκισθῆναι χημικῆς συστάσεως. Ὁ δὲ ἀστρονόμος Richer (1672) μετὰ τῆς ἁστρονομικῆς παρατηρήσεων ἀπὸ Παρισίων εἰς Cayenne καὶ ἀναγκασθεὶς ἵνα βραχύνῃ πλῆσιον τοῦ ἡμερινοῦ τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς τοῦ ὁρολογίου αὐτοῦ κατὰ τι, καὶ ἐν αὐτῇσιν πάλιν αὐτὸ κατ' ἄλλο τόσον κατὰ τὴν εἰς Παρίσιους

ἐπάνοδον ὅπως διατηρήσῃ τὴν κίνησιν τοῦ μηχανισμοῦ σύμφωνα πρὸς τὰ ἄστρα, συνε-
πέρανε τὴν ἀπὸ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινὸν ἐλάττωσιν τῆς βαρύτητος τῆς γῆς
(ἐδ. 56). Δι' ἀκριβῶν δὲ παρατηρήσεων τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς τοῦ σημαίνοντος
τὰ δευτέρα λεπτὰ ἐν διαφόροις τόποις τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς εὐρέθη ὅτι ἡ ἔντασις τῆς
βαρύτητος εἰς γεωγραφικὸν πλάτος φ ἐκφέρεται διὰ τοῦ τύπου

$$\gamma = \gamma_0 \left(1 - \frac{1}{384} \sin^2 \varphi \right),$$

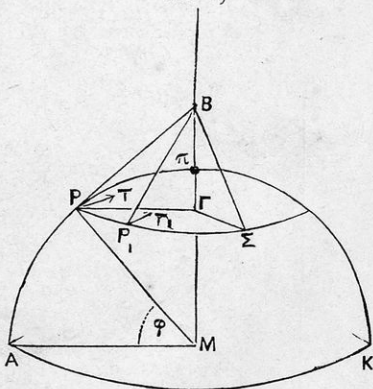
ἐν ᾧ γ_0 ἐμφαίνει τὴν εἰς γεωγραφικὸν πλάτος 45° μέσῃ αὐτῆς τιμῇ 9,806059 μ. καὶ
ἐξ οὗ πορίζομεθα τὸν ἐξῆς πίνακα

Τόποι	Τιμὴ τοῦ φ	Τιμὴ τοῦ γ
Πόλοι	90°	9,831 μ.
Βερολίνον	$52^\circ 30'$	9,813 "
Παρίσιαι	$48^\circ 50' 11''$	9,809 "
Κωνσταντινούπολις	$41^\circ 0' 16''$	9,805 "
Ἀθῆναι	$37^\circ 58' 8''$	9,799 "
Ἰσημερινός	0°	9,781 "

3ον. Πειραματικαὶ δοκιμαίαι, γινόμεναι διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐπὶ διαφόρων ὑψῶν ὑπὲρ τὴν
ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, ἀπέδειξαν ὅτι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος ἐλαττοῦται· ὡς αὐξά-
νονται τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς γῆς κατὰ τὴν ἀναλογίαν
 $\gamma' : \gamma :: \alpha^2 : (\alpha + u)^2$, ἐν ᾗ α ἐμφαίνει τὴν ἀκτίνα τῆς γῆς καὶ u τὸ ὕψος τῆς θέσεως,
ἐν ᾗ γίνεται ἡ παρατήρησις (ἐδ. 58 καὶ 56).

4ον. Διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς τέλος ὁ Foucault ἀπέδειξε τὴν περὶ τὸν ἄξονα στροφὴν τῆς
γῆς, ἥτοι τὴν ἡμερησίαν αὐτῆς κίνησιν. Τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως παντὸς πάντῃ
ἀκολουθῶς ἐξηγρημένον ἐκκρεμοῦς φαίνεται στρεφόμενον καθ' ἣν διεύθυνσιν συμβαίνει ἡ
φαινόμενη ἡμερησία κίνησις τοῦ οὐρανοῦ· καὶ πράγματι μὲν τὸ ἐπίπεδον τοῦτο διατε-
λεῖ ἐαυτῷ παράλληλον, ἐὰν μὴ ἐνεργῶσιν ἐπὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς μετὰ τῆς βαρύτητος ἑτεραί
δυνάμεις, μεταβάλλουσιν ὅμως τὰ ὑπὸ
τὸ ἐκκρεμὲς κινούμενα ἀντικείμενα θέσιν
ὡς πρὸς αὐτὸ ἕνεκα τῆς στροφῆς τῆς
γῆς· ἡ μεταβολὴ αὕτη ἰσοῦται· ἐπὶ μὲν
τῶν πόλων πρὸς 360° εἰς 24 ὥρας ἡ
πρὸς 15° καθ' ὥραν, ὑπὸ γεωγραφικῶν
δὲ πλάτος φ° πρὸς 15° ἡμ. φ καθ' ὥ-
ραν, καὶ ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τὸ
μηδέν. Ἐστω $\Delta \pi K$ (Σχ. 63) μεσημε-
ρινός τις καὶ $\Delta MP = \varphi^\circ$ τὸ πλάτος τοῦ
P, σημείου τῆς ἐξαρτήσεως τοῦ ἐκκρε-
μοῦς. Ἐν ἐλαχίστῳ τινὶ χρόνῳ τὸ P δια-
νύει ἐπὶ τοῦ παραλλήλου PΣ στοιχεῖόν τι
τῆς περιφερείας PP₁ εὐθύγραμμον νοού-
μενον. Ἐὰν δὲ κατ' ἀρχὰς ᾗρωετο τὸ
ἐκκρεμὲς κατὰ τὴν ἐφαπτομένην PT,
ὅταν τὸ P μετατεθῇ εἰς P₁ δὲ ἐπίπεδον
τῆς αἰωρήσεως διεύθυνεται κατὰ τὴν
P₁T₁ παράλληλον τῇ PT, ἐνῷ αἱ διευ-
θύνσεις τοῦ μεσημερινοῦ κατὰ τὰς θέσεις
P καὶ P₁ ταυτίζονται πρὸς τὰς ἐφαπτο-
μένας PB καὶ P₁B. Καὶ ἐν συνόλῳ μὲν
ἡ BP διαγράφει κυκλικὴν ἐπιφάνειαν· ἀλλ' ἐπειδὴ τὸ στοιχεῖον αὐτῆς PBP₁ ἐκλινθά-
νεται ἐπίπεδον περιλαμβανόν καὶ τὰς παραλλήλους PT καὶ P₁T₁ ἡ γωνία PBP₁ =
T₁P₁B — TPB ἐμφαίνει τὴν ἐπελθούσαν μεταβολὴν τῆς διεύθυνσεως τοῦ ἐπιπέδου τῆς
αἰωρήσεως ἕνεκα τῆς μεταθέσεως τοῦ P εἰς P₁. Τοῦ χρόνου προϋόντος, ἐκ μὲν τῶν στοι-
χειωδῶν τόξων PP₁ προκύπτει τὸ τόξον PΣ, ἐκ δὲ τῶν στοιχειωδῶν τριγῶνων PBP'
τὸ τμήμα PΒΣ τῆς κυκλικῆς ἐπιφανείας· ἐνῷ λοιπὸν ἐκ τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς
γῆς τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως P μετατίθεται εἰς Σ, προστίθενται αἱ ἐκ τῆς ἀρκτικής
διευθύνσεως φαινόμεναι συνεχεῖς ἑκτροπαὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς αἰωρήσεως καὶ παρέχουσιν

Σχ. 63



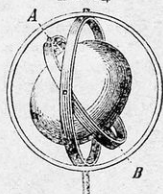
ἐν συνόλῳ γωνίαν εὐρίσκομένην δι' ἐπιπεδώσεως τοῦ κωνικοῦ τμήματος ΡΒΣ. Ἐὰν τὴν γωνίαν ταύτην παραστήσωμεν διὰ τοῦ χ_1 καὶ διὰ τοῦ χ τὴν ἀντίστοιχον ἐπίπεδον γωνίαν τῆς στροφῆς ΡΓΣ, εὐρίσκομεν τὴν ἀναλογίαν

$$\chi_1 : \chi :: \text{ΡΓ} : \text{ΒΡ} \quad \eta \quad \chi' = \chi \cdot \text{συν. ΒΡΓ} \quad \eta \quad \chi_1 = \chi \cdot \eta \cdot \mu. \varphi.$$

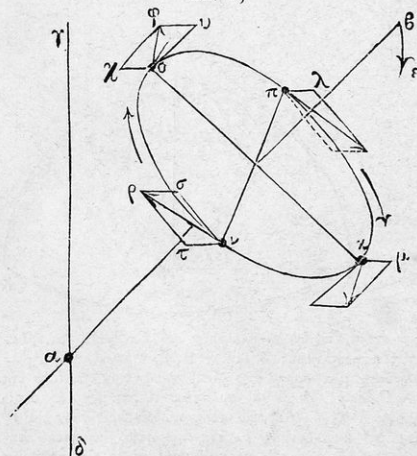
Ἐπομένως ἡ ἐν μιᾷ ὥρᾳ ἐκτροπὴ τοῦ ἐπιπέδου τῆς αἰωρήσεως ἐκφέρεται διὰ τοῦ $\chi_1 = 15^\circ$ ἡμ.φ. Εὐρίσκεται δὲ αὕτη οὕσα ἐν Βερολίῳ $11^\circ 54'$, ἐν Παρισίοις $11^\circ 17'$, ἐν Κωνσταντινουπόλει $9^\circ 50'$, ἐν Ἀθῆναις $9^\circ 14'$. Ὁ Foucault ἐξετέλεσε τὰ πειράματα αὐτοῦ δημοσίᾳ πρῶτον ἐν τῷ ἀστεροσκοπείῳ τῶν Παρισίων (1851) εἰτα δὲ ἐν τῷ Πανθῆνῳ (1852) ποιούμενος χρῆσιν ἐκκενρούς ἔχοντος 67 μ. μῆκος καὶ φέροντος σφαῖραν 28 χ.γ.

64. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΠΕΡΙ ἈΞΟΝΑ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ. Ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς παντὸς σώματος, ἔχοντος τὴν μᾶζαν ὁμοίως περὶ αὐτὸν διανενημένην, διατηρεῖ τὴν ἐν τῷ χώρῳ διεύθυνσιν αὐτοῦ ἀμετάβλητον, ἀνθιστάμενος κατὰ πάσης ἐξωτερικῆς δυνάμεως τεινούσης ἵνα μεταβάλλῃ αὐτήν. Ἔνεκα τούτου δ' ἐπὶ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ στρεφόμενος στροβίλος ἴσταται ἐνόσω ἡ περιστροφικὴ ταχύτης ἐστὶν ἀρκούντως μεγάλη. Ὅταν σῶμα σφαιροειδὲς ἐκ τριῶν κρίκων ἐξηρητημένων (Σχ. 64) καὶ μεταξύ αὐτῶν εὐστροφον κατὰ πᾶσαν

Σχ. 64



Σχ. 65



χυτήτων κατὰ τὰ σημεῖα ο καὶ χ οὐδόλως μεταβάλλονται: ἐκ τούτου, ἀλλὰ μετατίθενται πως παραλλήλως πρὸς ἐαυτάς, ἐνῷ τὰ μόρια ν καὶ π ἀναγκάζονται ἵνα ἐκτραπῶσι τῆς

τούτου, ὡς ἤθελε συμβῇ ἐὰν τὸ σῶμα ᾖ ἀκίνητον, ἀλλ' ἄρχεται ὁ ἄξων τῆς περιστροφῆς ΑΒ κινούμενος βραδέως περὶ τὴν κατὰ στάθμην καὶ διαγράφων ἐπιφάνειαν κῶνον ἀμεταβλήτου γωνίας ἐνόσω ἡ ταχύτης τῆς περιστροφῆς διατηρεῖται.

Ἐὰν ὁ ὀλικὸς δίσκος νο χ (Σχ. 65) στρέφεται λίαν ταχέως περὶ τὸν ἄξονα αβ, πάντα τὰ μόρια αὐτοῦ κτῶνται ἐκπτομενικὰς ταχύτητας, περιστάμενας διὰ βελῶν ἐπὶ τῶν μορίων ν , ο, π , χ . Ἐὰν δὲ ἔνεκα ἐξωθεν ἐνοχλοῦσης δυνάμεως τινος τὸ δεξιὸν ἄκρον β τοῦ ἄξωνος αβ κλίνη ὀλίγον πρὸς τὰ κάτω, αἱ διευθύνσεις τῶν τα-

25868 ἐπὶ τὴν κίνησιν αὕτη ἐπιφέρει τὴν ὑπὸ τῶν ἀστρονόμων καλουμένην προήγησιν τῶν ἡμερῶν.

65. **Σύγκρουσις ἑλαστικῶν καὶ μὴ ἑλαστικῶν σωμάτων.** Ὅταν δύο στερεὰ σώματα κινούμενα εἴτε κατὰ διαφόρους διευθύνσεις εἴτε μετὰ διαφορῶν ταχύτητος συγκρούονται, συμβαίνει μεταξύ αὐτῶν πλησιασάντων μέχρι ἀπειροστικῆς ἀποστάσεως (δηλαδή μέχρι ἐπαφῆς) ἀμέσως μὲν ἅπασιν τῶν ἀλλήλων ἀπαχθέντων μορίων, ἀντενεργούσα κατὰ τοῦ περαιτέρω πλησιασμοῦ· εἴτα δὲ μεταβιβάζεται ἡ ἐνέργεια ἐπὶ τῶν λοιπῶν μορίων τῆς μάζης ἐνεκα τῶν μεταξύ αὐτῶν ἐνεργουσῶν ἀτομικῶν δυνάμεων, ἐξ οὗ προκύπτει ἢ γένει μεταβολὴ τῆς ταχύτητος καὶ τῆς διευθύνσεως ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων. Ἰσχύει δ' ἐν τοῖς φαινομένοις τούτοις ὡς γενικὴ ἀρχὴ ἡ τῆς ἰσότητος τῆς ἐνεργείας καὶ ἀντενεργείας (ἐδ. 38), καθ' ἣν ἕκαστον ἄτομον τοῦ σώματος Α ἀσκέῃ ἐφ' ἑκάστου ἀτόμου τοῦ σώματος Β τὴν ἐνέργειαν, ὅσην παρ' αὐτοῦ δέχεται· ἐνεκα τῆς περιπλοκῆς ὅμως αὐτῶν περιοριζόμεθα ἐνταῦθα εἰς τὴν μελέτην τῶν ἁπλουστάτων περιστάσεων.

66. **Κεντρικὴ σύγκρουσις μὴ ἑλαστικῶν σωμάτων.** Ἡ σύγκρουσις καλεῖται *κεντρικὴ* ὅταν τὰ κέντρα δύο σφαιρικῶν σωμάτων, εἰς ἃ νοοῦμεν συγκεντρούμενας τὰς μάζας, κινούνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κατὰ τὴν αὐτὴν ἢ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν. Ἡ ἀμοιβαία ἐνέργεια δύο τοιούτων σωμάτων κατὰ τὴν σύγκρουσιν, εἴαν ὡς μὴ ἑλαστικὰ, διαρκεῖ μέχρι τῆς ἐξίσωσως τῆς ταχύτητος αὐτῶν, μεθ' ἣν τὰ σώματα κινούνται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν μετὰ τῆς κοινῆς τελικῆς ταχύτητος. Ἐάν τὰ σώματα Α καὶ Β, ἔχοντα μάζας μ_1 καὶ μ_2 κινῶνται πρὸς τῆς συγκρούσεως κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, τὸ μὲν Α μετὰ ταχύτητος τ_1 τὸ δὲ Β μετὰ μείζονος ταχύτητος τ_2 καὶ πτόνται μετὰ τὴν σύγκρουσιν τὴν κοινὴν ταχύτητα x , εἰς μὲν τὸ Α ἐπέρχεται αὐξήσις ταχύτητος $x - \tau_1$ εἰς δὲ τὸ Β ἐλάττωσις ταχύτητος $\tau_2 - x$. Ἐὰν δὲ ἡ ἐμφαλὴν τὴν ἐνεργείαν, ἣν ἀσκέῃ ἕκαστον ἄτομον ἑκατέρου τῶν σωμάτων ἐπὶ τῶν ἀτόμων τοῦ ἄλλου, δέχεται ἕκαστον ἄτομον τοῦ σώματος Β παρὰ τῶν μ_1 ἀτόμων τοῦ σώματος Α ἐνέργειαν $\mu_1 \lambda$, καὶ ἕκαστον ἄτομον τοῦ Α παρὰ τῶν μ_2 ἀτόμων τοῦ Β ἐνέργειαν $\mu_2 \lambda$, ἥτοι:

$$x - \tau_1 = \mu_2 \lambda \quad \text{καὶ} \quad \tau_2 - x = \mu_1 \lambda \quad \text{ὅθεν}$$

$$\frac{x - \tau_1}{\tau_2 - x} = \frac{\mu_2}{\mu_1} \quad \eta \quad x = \frac{\mu_1 \tau_1 + \mu_2 \tau_2}{\mu_1 + \mu_2}$$

Ἐὰν δὲ ἀπ' ἀρχῆς αἱ διευθύνσεις ὑποθεθῶσιν ἀντίθετοι, ὁ τύπος οὗτος μετατρέπεται

$$\text{εἰς τὸν} \quad x = \frac{\mu_2 \tau_2 - \mu_1 \tau_1}{\mu_1 + \mu_2}$$

διὰ μεταβολῆς τοῦ σημείου τῆς ταχύτητος τ_1 .

Τὸ σημεῖον τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ ὀρίζει τὴν μετὰ τὴν σύγκρουσιν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Ἐὰν δὲ τεθῇ $\mu_1 \tau_1 = \mu_2 \tau_2$, εἰς ὃν ὑποθεθῶσιν αἱ μάζαι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἀπ' ἀρχῆς ταχυτήτων, τὰ σώματα ἀκίνητοισι μετὰ τὴν σύγκρουσιν.

Ἐὰν $\tau_1 = 0$ καὶ μ_1 ἐκληφθῇ ἀπείρως μέγα ὡς πρὸς μ_2 , εἰς ὃν δηλαδὴ ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ σῶμα Β συγκρούεται καθέτως μετὰ προσκόμματος ἀνενδότου καὶ μὴ ἑλαστικοῦ, εὐρίσκομεν $x = 0$ · τοῦτέστι τὸ προσπίπτον ἀκίνηται. — Ἐὰν τέλος μὴ ἑλαστικὸν σῶμα συγκρούται πλαγίως μετὰ προσκόμματος ἀνενδότου καὶ μὴ ἑλαστικοῦ, ἀναλύεται ἡ κίνησις αὐτοῦ εἰς δύο συνιστώσας, τὴν μὲν κάθετον ἐπὶ τοῦ προσκόμματος καὶ ἀναίρουμένην ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ, τὴν δὲ παράλληλον καὶ ὑπολειπομένην πρὸς ἐνέργειαν.

Τὸ γινόμενον $\mu_1 \tau_1$ τῆς μάζης ἐπὶ τὴν ταχύτητα κινουμένου τινὸς σώματος καλοῦμεν *ροπήν κινήσεως* (ἐδ. 32 γ') ὥστε τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν ροπῶν τῆς κινήσεως κατὰ τὴν σύγκρουσιν διαμένει ἀμετάβλητον, δηλαδή

$$(\mu_1 + \mu_2) \left(\frac{\mu_1 \tau_1 \pm \mu_2 \tau_2}{\mu_1 + \mu_2} \right) = \mu_1 \tau_1 \pm \mu_2 \tau_2$$

67. **Κεντρικὴ σύγκρουσις ἑλαστικῶν σωμάτων.** Ἐὰν ὅμως τὰ συγκρούμενα σώματα ὡσιν ἑλαστικὰ, προξενοῦσιν ἐπ' ἄλλα κατὰ τὴν σύγκρουσιν περὶ τὰ σημεῖα τῆς ἐπαφῆς συμπίεσιν αὐτομένην ὥς οὐ ἐξισωθῶσιν αἱ ταχύτητες τῶν δύο μαζῶν, ἀλλ' ἐνεκα τῆς ἐλαστικῆς ἐφέσεως ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων πρὸς ἀνάληψιν τοῦ ἀπ' ἀρχῆς σχήματος διαρκεῖ ἐτι ἡ ἀμοιβαία ἐνέργεια, ἐνῷ ἡ μεταξύ τῶν μὴ ἑλαστικῶν ἀμέσως ἀφανίζεται. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην περίοδον τῆς συγκρούσεως τὰ φαινόμενα τῆς ἀπομακρύνσεως καὶ τῆς διατάσεως ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων συμβαίνει κατ' ἀκολουθίαν ἀντίστροφον τοῖς φαινομένοις τοῦ πλησιασμοῦ καὶ τῆς συμπίεσεως τῆς πρώ-

της περιόδου, ὄφιστανται αἱ συγκρούσεῖσαι μάζαι καὶ κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην περίοδον μικρὰν μεταβολὴν ταχύτητος. — Δεχθῶμεν ὡς ἀνωτέρω ὅτι τὰ σώματα ἔχουσι πρὸ τῆς συγκρούσεως τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν κινήσεως, καὶ καλέσωμεν κ τὴν κοινὴν ταχύτητα κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ μεγίστου πλησιασμοῦ, καὶ x_1 , x_2 τὰς τελικὰς ταχύτητας μετὰ τὸν τέλειον χωρισμόν. Ἡ ἀῤῥησις τῆς ταχύτητος τῆς μάζης μ_1 κατὰ τὴν πρώτῃν περίοδον ἔσται $x - \tau_1$, ὅρα καὶ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς συγκρούσεως $2(x - \tau_1)$ καὶ ἐπομένως ἡ τελικὴ αὐτῆς ταχύτης $x_1 = \tau_1 + 2(x - \tau_1) = 2x - \tau_1$. ὅθεν δι' ἀντικαταστάσεως τῆς ἀνωτέρω τιμῆς τοῦ x ,

$$x_1 = \frac{2\mu_2\tau_2 + (\mu_1 - \mu_2)\tau_1}{\mu_1 + \mu_2}.$$

Ὅμοιως ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος τῆς μάζης μ_2 κατὰ μὲν τὴν πρώτῃν περίοδον ἔσται: $\tau_2 - x$, καὶ' ὅλην δὲ τὴν διάρκειαν τῆς συγκρούσεως $2(\tau_2 - x)$. ὥστε

$$x_2 = 2x - \tau_2 \quad \eta \quad x_2 = \frac{2\mu_1\tau_1 + (\mu_2 - \mu_1)\tau_2}{\mu_1 + \mu_2}.$$

Ἡ ἐκ τοῦ τύπου τούτου προκύπτουσα ἀρνητικὴ τιμὴ τοῦ x_2 δηλοῖ ὅτι ἡ μάζα μ_2 μετὰ τὴν σύγκρουσιν κινεῖται ἀντίθετως.

Ἐάν δὲ αἱ διευθύνσεις τῶν δύο μαζῶν ὑποτεθῶσιν ἀντίθετοι πρὸ τῆς συγκρούσεως, μεταβάλλομεν ἐν τοῖς ἀνωτέρω τύποις τὸ σημεῖον τοῦ τ_1 .

Μερικαὶ περιπτώσεις. 1) Ἐάν $\mu_1 = \mu_2$, εὐρίσκομεν $x_1 = \tau_2$ καὶ $x_2 = \tau_1$, τούτεστι τὰ κατὰ μάζαν ἴσα σώματα προχωροῦσι μετὰ τὴν σύγκρουσιν μετ' ἐναλλαχθεῖσαν ταχύτητων.

2) Ἐάν $\mu_1 = \mu_2$ καὶ $\tau_1 = 0$, εὐρίσκομεν $x_1 = \tau_2$ καὶ $x_2 = 0$, ὅταν δηλαδὴ τὸ σώμα τι ἐπιπέσῃ ἐφ' ἑτέρου ἀκίνητου ἴσης μάζης, τὸ ἐπιπίπτον ἀκίνητεϊ, τὸ δὲ πρότερον ἀκίνητον πρὸωθεῖται μετ' ἴσης ταχύτητος. Ἡ ἐκ τῆς τοιαύτης συγκρούσεως πρόωσις διαδίδεται δι' ὁσονδήποτε ἐλαστικῶν σφαιρῶν ἴσης μάζης κατ' εὐθεΐαν ἐξηρτημένων (Σχ. 67).

3) Ἐάν μ_2 ὑποτεθῇ ἀπειροστὸν ὡς πρὸς μ_1 , παραλείποντες αὐτὸ εὐρίσκομεν $x_1 = \tau_1$ καὶ $x_2 = 2\tau_1 - \tau_2$, ὥστε τοῦ μὲν πρὸωθυμένου σώματος ἡ ταχύτης οὐ μεταβάλλεται ἐπικισθητῶς, τὸ δὲ ἐπιπίπτον ἀφάλλεται μετὰ ταχύτητος $2\tau_1 - \tau_2$, ἐάν δὲ συγχρόνως καὶ $\tau_1 = 0$, ἐάν δηλαδὴ τὸ ἕτερον σῶμα ἐπιπίπτῃ ἐπὶ προσκόμματος ἐλαστικοῦ καὶ ἀνεγδότου καθέτως, εὐρίσκομεν $x_2 = -\tau_2$, τούτεστιν ἀφάλλεται μετ' ἴσης ταχύτητος.

4) Ἐάν ἡ ἐπὶ ἐλαστικοῦ καὶ ἀνεγδότου προσκόμματος ΚΚ (Σχ. 68) πρόσπτωσις συμβαίῃ κατὰ διεύθυνσιν πλαγίαν, ἡ ταχύτης τοῦ προσπίπτοντος $\tau_2 = \Delta\mathbf{B}$ ἀποσυντίθεται εἰς κάθετον ΒΓ καὶ εἰς παράλληλον τῷ προσκόμματι ΔΒ συνιστῶσαν τοῦταν ἡ μὲν δευτέρα οὐ μεταβάλλεται ἐκ τῆς συγκρούσεως, ἐνῶ ἡ πρώτη μεταβάλλει κατὰ τὸ προηγούμενον διεύθυνσιν ὥστε αἱ δύο αὗται ΒΕ καὶ ΒΓ παρέχουσιν πάλιν τὴν συνισαμένην $BZ = \Delta\mathbf{B}$, καὶ τὸ σῶμα ἀφάλλεται μετ' ἴσης ταχύτητος κατὰ διεύθυνσιν σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου τὴν γωνίαν $\Gamma\mathbf{B}\mathbf{Z} = \chi$ ἴσην πρὸς τὴν τῆς συγκρούσεως $\Delta\mathbf{B}\mathbf{G} = \chi$.

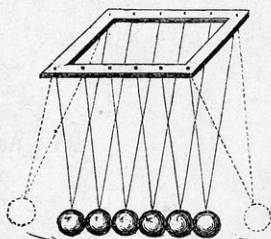
68. ΑΜΕΤΑΒΛΗΣΙΣ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ (ἐδ. 43) ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΡΟΥΣΙΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω παραστάσεων:

$$x_1 = 2x - \tau_1 \quad \text{καὶ} \quad x_2 = 2x - \tau_2 \quad \text{ἔπονται}$$

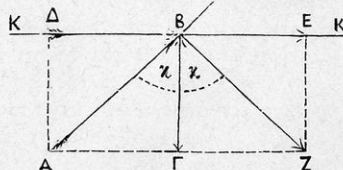
$$x_1^2 = 4x^2 - 4x\tau_1 + \tau_1^2, \quad \text{καὶ} \quad x_2^2 = 4x^2 - 4x\tau_2 + \tau_2^2, \quad \text{ἐξ ὧν}$$

$$\mu_1 x_1^2 + \mu_2 x_2^2 = 4x^2(\mu_1 + \mu_2) - 4x(\mu_1\tau_1 + \mu_2\tau_2) + \mu_1\tau_1^2 + \mu_2\tau_2^2.$$

Σχ. 67



Σχ. 68



ἀλλὰ διὰ τῆς εὐρεθείσης (ἐδ. 66) τιμῆς τοῦ κ οἱ δύο πρῶτοι ὅροι τοῦ δευτέρου μέλους τῆς ἰσότητος ταύτης συνεξαλείφονται: ὥστε

$$\mu_1 \kappa_1^2 + \mu_2 \kappa_2^2 = \mu_1 \tau_1^2 + \mu_2 \tau_2^2.$$

ἄρα τὸ ἄθροισμα τῶν ζωσῶν δυνάμεων τῶν δύο μαζῶν μετὰ τὴν σύγκρουσιν ἰσοῦται πρὸς τὸ πρὸ τῆς συγκρούσεως ἄθροισμα αὐτῶν, ἥτοι κατὰ τὴν σύγκρουσιν ἐλαστικῶν σωμάτων οὔτε κέρδος οὔτε δαπάνη ἔργου ἐπέρχεται.

Τούναντίον τὸ μετὰ τὴν σύγκρουσιν σωμαίων μὴ ἐλαστικῶν ἄθροισμα τῶν ζωσῶν δυνάμεων ἐστίν

$$(\mu_1 + \mu_2) \kappa^2 = \frac{(\mu_2 \tau_2 + \mu_1 \tau_1)^2}{\mu_1 + \mu_2} = \mu_1 \tau_1^2 + \mu_2 \tau_2^2 - \frac{\mu_1 \mu_2}{\mu_1 + \mu_2} (\tau_2 - \tau_1)^2.$$

ὥστε κατ' αὐτὴν ἐπέρχεται ἀπώλεια ζώσης δυνάμεως ἥτοι δαπάνη ἔργου. Ὄταν δὲ μὴ ἐλαστικὸν σῶμα ἐπιπίπτῃ καθέτως ἐπὶ ἀνενδότου μὴ ἐλαστικοῦ προσκόμματος ἀφρνίζεται ὁλόκληρος ἡ ζῶσα αὐτοῦ δύναμις. Ἡ δαπάνη αὕτη τοῦ ἔργου ἐρμηνεύεται διὰ τῆς ἐπερχομένης μονίμου μεταβολῆς τοῦ σχήματος τῶν μὴ ἐλαστικῶν σωμάτων, καθ' ἣν καταβάλλεται ἡ ἐκ τῆς συνοχῆς ἀντίστασις τῶν μορίων αὐτῶν. Ἐν τῷ περὶ θερμότητος βιβλίῳ δειχθήσεται ὅτι συγχρόνως μέρος τῆς ὁρατῆς κινήσεως μεταμορφοῦται εἰς ἕτερον εἶδος ἀτομικῆς κινήσεως, τοὔτεστιν εἰς θερμότητα (ἐδ. 241).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Ἑδροστατική.

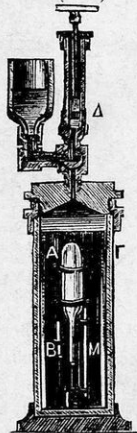
69. ΕΥΚΙΝΗΣΙΑ ΤΩΝ ΜΟΡΙΩΝ. Οὐσιώδης ιδιότης τῆς ῥευστῆς καταστάσεως, ὡς ἐρρήθη ἤδη (ἐδ. 6), ἐστὶν ἡ *εὐκίνησις τῶν μορίων*. Ἡ γνωστὴ αὕτη ιδιότης τοῦ ὕδατος καὶ ἐτέρων ὁμοίων αὐτῷ ῥευστῶν μαρτυρεῖται ὑπὸ τῆς φαινομένης ἀνεμποδίστου κινήσεως τῶν ὑδροβίων ζώων, καὶ ἐκ τῆς εὐκολίας μεθ' ἧς μετατίθεμεν ἐντὸς αὐτῶν βαρέα σώματα ἐξηρητημένα ἀπὸ νήματος. Ἐκ τούτων δικαιοῦμεθα ἵνα συμπεράνωμεν οὐ μόνον ὅτι ἀσθενέσταται δυνάμεις ἐπιφέρουσι τὴν μεταθεσιν τῶν ῥευστῶν μορίων, ἀλλὰ καὶ ὅτι τὰ εὐμετάθετα μόρια στεροῦνται πάσης ἐφέσεως πρὸς ἐπάνοδον εἰς τὰς ἀρχικὰς αὐτῶν θέσεις, ἀδιαφόρως διαμένοντα ἐν πάσῃ νέᾳ θέσει, ἣν καταλαμβάνουσιν· ἕνεκα τούτου τὰ ῥευστὰ στεροῦνται αὐθυποστάτου καὶ μονίμου σχήματος, παραμορφοῦνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν ἐκάστοτε ἐπ' αὐτῶν ἐνεργουσῶν δυνάμεων καὶ ὑπὸ τῆς βαρύτητος βιαζόμενα συμμορφοῦνται πάντοτε πρὸς τὰ περιβάλλοντα αὐτὰ στερεά. Ἐκ τούτων ὁμῶς οὐχ ἔπεται ὅτι πᾶσα

ἐνέργεια μεταξύ τῶν ρευστῶν μορίων ἐξέλιπεν, ἀλλὰ μόνον ὅτι, τῆς εὐκινήσιας οὐσῆς ἀπολύτου, αἱ ἀπὸ πάντων τῶν μορίων ἀμοιβαίως ἀσκούμεναι ἔλξεις ἢ ὤσεις εἰσὶ κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν ἴσαι καὶ ἀνεξάρτητοι τῆς θέσεως τῶν μορίων ἐν τῇ μάζῃ.

Σῶμα ἀπολύτως ρευστὸν κατ' αὐτὴν τὴν ἔννοιαν οὐχ ὑπάρχει. Τὸ σχῆμα, ὅπερ λαμβάνουσι μικραὶ ἢ μεγάλα ρευστὰ μάζαι, ἐφ' ὧν ἐνεργοῦσι μόται αἱ ἀτομικαὶ δυνάμεις (σχῆμα βαρίδος), μαρτυρεῖ περὶ ἀτελοῦς εὐκινήσιας κατὰ τὴν ἐπιφανείαν· ἡ δὲ ἀνισότης τῆς ρευστότητος προσερχομένη καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῶν ρευστῶν (αἰθέρ, οἰνόπνευμα, ὕδωρ, ὑδράργυρος, ἔλαια) καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας (τετρηκυῖα ὕαλος) μαρτυρεῖ περὶ τῆς ἐντὸς τῆς μάζης ἀτελοῦς εὐκινήσιας.

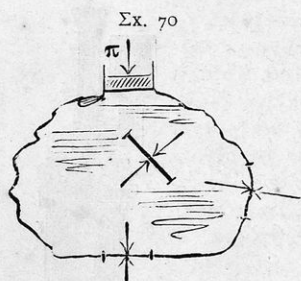
70. ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ. Δευτέρα οὐσιώδης ιδιότης τῶν ρευστῶν ἐστὶν ἡ ἐλαστικότης, ἣν πρὸς διάκρισιν τῆς κατὰ σχῆμα ἐλαστικότητος τῶν στερεῶν καλοῦμεν ἐλαστικότητα κατ' ὄγκον. Τὰ ρευστά, πιεζόμενα ἐν δοχείοις κλειστοῖς, ἐλαττοῦνται κατ' ὄγκον, ἀλλ' ἀναλαμβάνουσι πάλιν ἀκριβῶς τὸν ἀρχῆθεν ὄγκον αὐτῶν, τῆς πίεσεως παυσαμένης· ἀλλ' ἡ ἐλάττωσις αὕτη ἐστὶ τόσον ὀλίγη, ὥστε ἐπὶ μακρὸν ἐξελαμβάνοντο τὰ ρευστά ὡς ἀπίεστα. Εὐκόλως ὅμως παρατηρεῖται αὕτη καὶ μετρεῖται διὰ τοῦ πιεσιμέτρου τοῦ Oersted. Τὸ πρὸς πίεσιν ρευστὸν εἰσάγεται ἐν κυλινδρικῇ ὑαλίνῃ φιάλῃ Α (Σχ. 69), φερούση προσκεκολλημένον διὰ συντήξεως στενὸν καὶ περιαγῇ ὑαλινὸν σωλῆνα Β, οὗτινος τὸ κατώτερον μέρος περιλαμβάνει ὑδράργυρον ἀποφράσσοντα τὸ ἐν Α ρευστόν. Τὸ ἐπὶ μεταλλικῆς πλακὸς προσηρμοσμένον σκεῦος τοῦτο καταβιβάζεται ἐν τινὶ ὑαλίνῳ κυλίνδρῳ Γ πλήρει ὕδατος, φέροντι ἐκατέρωθεν μεταλλικοὺς ἄμπτυκας, καὶ ἀρκοῦντως παχεῖ, ἵν' ἀνθιστῇται κατ' ἰσχυρῶν πίεσεων ἀσκουμένων ἄνωθεν ἐπὶ τοῦ ὕδατος διὰ καταλλήλου πιεστηρίου Δ. Αἱ πίεσεις αὗται μεταδίδονται ἀπὸ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ὑδράργυρον καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὸ ἐντὸς τῆς φιάλης Α ρευστόν· ἐπειδὴ δὲ οὕτω τὰ πλευρώματα αὐτῆς πιέζονται ἐξωθεν καὶ ἐσωθεν ἰσάκεις (ἐδ. 71), προλαμβάνεται οὐ μόνον ἡ ῥήξις, ἀλλὰ καὶ πᾶσα ἐκ τῆς ἐσωτερικῆς πίεσεως ἐξόγκωσις αὐτῆς. Ἡ ἀνύψωσις τοῦ ὑδραργύρου εἰς Β παρέχει τὸ πρὸς μέτρησιν ποσὸν τῆς πίεσεως τοῦ ρευστοῦ· πρὸς τοῦτο ὑπάρχει ἐπὶ τῆς πλακὸς κλίμαξ, ἧς αἱ διαίρεσεις διὰ δοκιμῆς, γενομένης ἐκ τῶν προτέρων, ἐμφαίνουσι τὸν λόγον τοῦ ὄγκου τοῦ σωλῆνος πρὸς τὸν ὄγκον τῆς φιάλης· πρὸς μέτρησιν τέλος καὶ τῆς ἀντιστοίχου πίεσεως ἡ πλάξ φέρει κυλινδρικὸν μαρόμετρον Μ (ἐδ. 93), μικρὸν ὑαλινὸν σωλῆνα πλήρη ἀέρος ἄνωθεν κλειστόν· ὅταν ἡ ἀσκουμένη πίεσις ἰσωθῇ πρὸς 2, 3, 4... ἀτμοσφαίρας ἢ περίπου πρὸς 2, 3, 4... γγ' ἐφ' ἐκάστου τετμ., ὁ ἀήρ οὗτος, πιεζόμενος ὑπὸ τοῦ ὕδατος, συστέλλεται εἰς τὸ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$... τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου (ἐδ. 92). Κατὰ

Σχ. 69



τὰς γενομένας δοκιμὰς ὑπὸ τοῦ Regnault καὶ Grassi (1847) τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρᾶς ἐλαττοῦται κατὰ 50, τὸ οἶνόπνευμα κατὰ 80 περίπου, ὁ δὲ ὑδράργυρος μόνον κατὰ 3 ἑκατομμυριοστὰ τοῦ ἀρχῆθεν ὄγκου κατὰ τὰ πειράματα δὲ τοῦ Amagat (1877) τὸ ποσὸν τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου αὐξάνεται ἐν τοῖς πλείστοις βευστοῖς μετὰ τῆς θερμοκρασίας (ἐκτός τοῦ ὕδατος), οἷον ὁ αἰθὴρ κατὰ μὲν τοὺς 13° ἐλαττοῦται κατὰ 167, κατὰ δὲ τοὺς 99° κατὰ 555 ἑκατομμυριοστὰ τοῦ ὄγκου αὐτοῦ.

71. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΕΝ ΤΟΙΣ ΡΕΥΣΤΟΙΣ. Ἐὰν δοχεῖον πλήρες βευστοῦ, νοουμένου ἀβαροῦς, ἔχῃ ἐν μόνον στόμιον, ἐν ᾧ στεγανῶς ἐναρμόζεται ἐμβολεὺς μὴ προστριβόμενος, πᾶσα ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως τούτου πίεσις διαδίδεται διὰ τοῦ βευστοῦ κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν μετ' ἴσης ἐντάσεως (Σχ. 70). Ἐὰν π. χ. τὸ στόμιον ἔχῃ ἐμβαδὸν 1 τετμ. καὶ ἡ ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως κάθετος πίεσις π ἰσῶται πρὸς 1 χγ, πᾶσα ἐπιφάνεια ἐνὸς τετμ. ἐντὸς τῆς βευστῆς μάζης



ὅπου καὶ ὅπως καὶ ἂν κῆται, ὑφίσταται ἐκατέρωθεν καθέτως τὴν αὐτὴν πίεσιν ἐνὸς χγ. Ἡ πίεσις δὲ αὕτη διαδίδεται συγχρόνως καὶ ἐφ' ὅλοκληρου τοῦ πλευρώματος τοῦ δοχείου, ὥστε πᾶν τετμ. τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ δέχεται πίεσιν 1 χγ. Ἡ ἀπροσδόκητος αὕτη ιδιότης ἐστὶν ἀναγκαῖον παρακολούθημα τῆς εὐκινήσεως τῶν μορίων· διότι ἕνεκα ταύτης τὰ μόρια διαφεύγουσι μετ' ἴσης εὐκολίας κατὰ

πᾶσαν διεύθυνσιν, ὅθεν οὐδὲλως ἐμποδίζονται ὑπ' ἀντιστάσεως ἴσης πρὸς τὴν ἔξωθεν ἐνεργοῦσαν πίεσιν· ἀλλὰ τοιαύτη ἀντιπίεσις ἀναπτύσσεται ταχέως πανταχοῦ ἐν τῷ κεκλεισμένῳ δοχείῳ, ἐν μὲν τῷ βευστῷ ἕνεκα τῆς ἀναλόγου τῇ πίεσει αὐξήσεως τῆς πυκνότητος (ἐδ. 70), ἐπὶ δὲ τοῦ πλευρώματος ἕνεκα τῆς στερεότητος καὶ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ· ὥστε εἰσδιαιζομένου τοῦ ἐμβολέως πρώτον ἀρχεται μικρά τις κίνησις διὰ πάσης τῆς βευστῆς μάζης, ἣν μετ' οὐ πολὺ διαδέχεται ἀκίνησις ἐξ ἰσορροπίας, ὅταν πανταχοῦ μὲν τοῦ βευστοῦ ἐπέλθῃ ἴση αὐξήσις πυκνότητος, πανταχοῦ δὲ τοῦ διατεινομένου πλευρώματος ἴση ἐλαστικὴ ἀντίδρασις. Κατὰ ταῦτα φανερόν ὅτι ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ ε τὸ ἐμβαδὸν τοῦ στομίου ἢ τοῦ ἐμβολέως καὶ διὰ τοῦ π τὴν ἐπ'

αὐτοῦ [καθέτως ἐνεργοῦσαν πίεσιν, ἄρα διὰ τοῦ $\frac{\pi}{\varepsilon}$ τὴν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας κάθετον πίεσιν, ἡ πίεσις Π, ἣν ὑφίσταται ὅση-δήποτε ἐπιφάνεια Ε εἴτε ἐν τῷ βευστῷ εἴτε ἐπὶ τοῦ πλευρώματος, ἔσεται

$$\Pi = E \times \frac{\pi}{\varepsilon}.$$

τουτέστιν ἡ ἐπὶ τινος ἐπιφανείας διαδιδομένη κάθετος πίεσις ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῆς ἐπιφανείας ταύτης ἐπὶ τὴν πλείων τὴν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας ἐνεργοῦσαν, ἢ ἐπειδὴ $\frac{\Pi}{E} = \frac{\pi}{\varepsilon}$

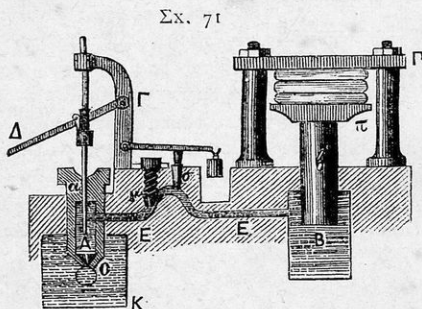
ἡ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας ἀσκουμένη πίεσις ἔν τινι ρευστῷ διατελεῖ ἀμετάβλητος ὅταν ἡ πίεσις Π αὐξάνηται ἢ ἐλαττωθῇ ἀναλόγως τῆς ἐπιφανείας, ἐφ' ἧς ἐνεργεῖ (Pascal, 1650). Ἐνεκα τούτου ὅταν ἐν τοῖς ἐξῆς γίνηται λόγος περὶ πίεσεως ρευστῶν, ἐὰν μὴ ἀναφέρεται καὶ ἡ ἑκτασις τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας, νοητέον πάντοτε τὸ πηλίκον $\frac{\pi}{\varepsilon}$.

Ῥυθραυλικὸν πιεστήριον. (Bramah, 1797). Δύο κύλινδροι A καὶ B ἀνίσου διαμέτρου συννημένοι διὰ τοῦ σωλήνος EE καὶ πλήρεις ὕδατος, εἰς κεκλεισμένοι διὰ τῶν ἐμβολέων α καὶ β (Σχ. 71). Ἐὰν πιεσθῇ ὁ ἐν τῷ στενωτέρῳ κυλίνδρῳ ἐμβολὲως α διὰ τοῦ ἐτερορρεποῦς μοχλοῦ $\Gamma\Delta$, ἔχοντος Γ ὑπομόχλιον, διαδίδεται διὰ τοῦ σωλήνος EE ἡ πίεσις εἰς τὸ ὕδωρ τοῦ πλατυτέρου κυλίνδρου B . ὥστε ἡ βῆσις τοῦ ἐμβολέως β ὑψίσταται πίεσιν ἔχουσαν τοιοῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀσκουμένην ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως α οἷον αἱ βῆσεις τῶν ἐμβολέων πρὸς ἀλλήλας ἢ οἷον τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτῶν αὐτῶν. Ἡ πίεσις αὕτη ἀσκεῖται ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων, ἅτινα τίθενται μεταξὺ τῆς ἀκινήτου πλακῆς Π καὶ τῆς ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως β κινήτης πλακῆς π . Κατὰ πᾶσαν ἄνοδον τοῦ ἐμβολέως α τὸ ὕδωρ τῆς δεξαμενῆς K εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον Δ ὑψοῦν τὴν ἐπιστομίδα O (πρβλ. ἐδ. 96), εἴτα πιεζόμενον κατὰ πᾶσαν ἀνάδοον αὐτοῦ συνωθεῖται πρὸς τὸν ἄλλον κύλινδρον, ὅθεν κατὰ τὴν ἀκόλουθον ἄνοδον τοῦ ἐμβολέως α ἐμποδίζεται ἵνα ἐπιστρέψῃ ὑπ' ἑτέρας ἐπιστομίδος μ . Πρὸς πρόληψιν δ' ἐνδεχομένης διαρρήξεως ἐνεκα ἰσχυρὰς πίεσεως ἡ συσκευή φέρει τὴν σωστικὴν ἐπιστομίδα σ , δεγνόμενην τὴν ἐνδοθεν πίεσιν καὶ παρέχουσαν διέξοδον εἰς τὸ ὕδωρ, ὅταν ἡ πίεσις αὕτη καταναῖ εἰς τὸ ὄριον τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὄργανου· (ἐλαιουργεῖα· ὀρεαλισμός καὶ πύλησις· δοκιμασία ἀτμογόνων λεβήτων καὶ ὑδραγωγῶν καὶ τηλεβόλων· κατάβληψις θεμάτων ἐμπορικῶν κτλ.).

Ἐὰν υποθέσωμεν τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος ἐν τῷ πιεστηρίῳ ἀμετάβλητον καὶ τὰς πίεσεις ὡς βάρη ἐνεργοῦντα κατὰ στάθμην ἐπὶ τῶν δύο ἐμβολέων, δυνάμεθα ἵνα ἐκλάβωμεν τὸ ὄργανον ὡς μοχλόν. Φανερόν δὲ ὅτι καὶ ἐνταῦθα τὸ διὰ τῆς μηχανῆς κερδαίνοντα ἔργον ἰσοῦται πρὸς τὸ δαπανώμενον (ἐδ. 43)· διότι ἔστωσαν α ἡ ἀκτίς τοῦ στενοῦ καὶ Δ ἡ τοῦ πλατέος ἐμβολέως, β καὶ B αἱ ἐπ' αὐτῶν πίεσεις, ν τὸ διάστημα τῆς καθόδου τοῦ πρώτου καὶ Υ τὸ τῆς ἀνάδοου τοῦ δευτέρου. Ἐκ τῆς ὑδροστατικῆς ἰσορροπίας ἔπεται: $\frac{\beta}{B} = \frac{\pi\alpha^2}{\pi\Delta^2}$, καὶ ἐκ τῆς ἀμεταβληθείας τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος:

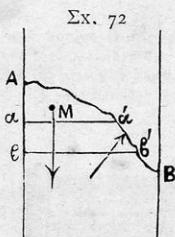
$$\pi\alpha^2\nu = \pi\Delta^2\Upsilon \quad \text{ὅθεν} \quad \frac{\beta}{B} = \frac{\Upsilon}{\nu} \quad \text{ἢ} \quad \beta\nu = B\Upsilon.$$

72. **ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΡΕΥΣΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ· ΑΝΩΘΗΣΙΣ.** Ἐν τοῖς προηγουμένοις τὰ μὲν ρευστὰ ὑπετέθησαν ἀβαρῇ, αἱ δὲ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν αὐτῶν ἀσκού-



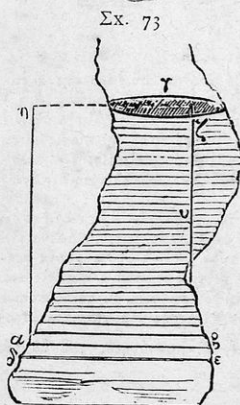
μεναι κάθετοι πιέσεις οιαδήποτε· ἀλλ' ἡ ἐπὶ τῶν φυσικῶν ρευστῶν ἀδιαλείπτως ἐνεργοῦσα βαρύτης διεγείρει ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν καὶ ἐπὶ τῶν πλευρωμάτων τῶν περιεχόντων αὐτὰ δοχείων αὐθυπαρκτοῦς πιέσεις καὶ ἀντιπιέσεις προερχομένης ἐκ τοῦ βάρους τῶν ὑπερκειμένων μορίων καὶ ἐκ τῆς ἀντενεργείας τῶν ὑποκειμένων. Ἰσορροπίας δὲ ὑπαρχούσης,

1^{ov} Ἡ ἐπιπόλοιος ἐπιφάνεια τοῦ ρευστοῦ ἐστὶν ἐπίπεδος καὶ ὀριζοῦται· διότι, ἐὰν ὑποθεθῇ ἔχουσα σχῆμα διάφορον οἷον τὸ AB (Σχ. 72), νοήσωμεν διὰ τῆς μάζης δύο ὀριζόντιαι ἐπίπεδα αα' καὶ ββ' ἐλάχιστον ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχοντα καὶ περιλαμβάνοντα μεταξὺ



αὐτῶν τὴν ἀβαρῆ ἐπιφάνειαν α'β'. αὕτη δέχεται τότε μόνον ἐνδοθεν τὴν προερχομένην πίεσιν ἐκ τοῦ βάρους M τοῦ ὑπερκειμένου ρευστοῦ (ἐδ. 71) πιέζοντος καθέτως τὴν ἐπιφάνειαν αα', ἐπομένως ἐκινήσεως ὑπαρχούσης (ἐδ. 69) τὰ μόρια τῆς ἐπιφανείας α'β' κινούνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς πίεσεως ταύτης· ἡ ἰσορροπία ἄρα βαρέων ρευστῶν ἐστὶ δυνατὴ μόνον ἐὰν ἡ μεταξὺ δύο ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων περιλαμβανομένη μάζα αὐτῶν ἄπτηται κατὰ τὰ λοιπὰ πέρατα αὐτῆς τῶν πλευρωμάτων τοῦ δοχείου, ὅπως δέχεται ἐκ τῆς ἐλαστικότητος αὐτῶν τὴν πρὸς ἰσορροπίαν ἀναγκασίαν ἀντενέργειαν (ἐδ. 71) ἐπομένως ἡ μὴ ἀπτομένη τοῦ δοχείου ἐπιφάνεια κατ' ἀνάγκην ἐστὶν ἐπίπεδος καὶ ὀριζοῦται, ἥτοι κάθετος ἐπὶ τῆς ἐνεργοῦσης βαρύτητος.

2^{ov} Ἡ καθ' ὅσονδήποτε βάθος ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν ἀσχομένη



πίεσις ἐπὶ ὀριζοντιᾶς τομῆς ἰσοῦται πρὸς βάρος στήλης τοῦ αὐτοῦ ρευστοῦ, ἐχούσης βάσιν τὴν τομὴν ταύτην καὶ ὕψος τὸ βάθος αὐτῆς ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν, μὴ ἐξαρτωμένη ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ δοχείου. Θεωρήσωμεν π. χ. τὴν ὀριζοντιεῖαν τομὴν αβ καὶ νοήσωμεν τὴν μεταξὺ αὐτῆς καὶ τῆς ἐπιφανείας γ τοῦ ρευστοῦ μάζαν διηρημένην δι' ὀριζοντιῶν ἐπιπέδων εἰς ἀριθμὸν τινα στρωμάτων ἐλάχιστου πάχους· ἕκαστον τούτων δυνατὸν ἵνα ἐκληφθῇ ὡς ἐμβολεὺς, ἔχων σχῆμα κυλίνδρου ἢ πρίσματος, στεγανῶς ἐνηρμοσμένος καὶ πιέζων διὰ τοῦ ἰδίου βάρους τὴν ὑποκειμένην μάζαν (Σχ. 73). Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ β τὸ βάρος τοιοῦτου τινὸς

στρώματος καὶ δι' ε τὴν ἔκτασιν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, $\frac{\beta}{\varepsilon}$ ἔσται ἡ

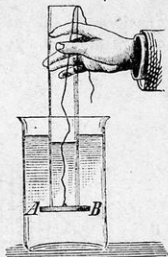
ὑπ' αὐτοῦ ἀσκουμένη πίσις ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, ἥτις διαδίδεται πρὸς τὸ βάθος κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν (ἐδ. 71)· ὥστε ἐὰν $\theta_1, \theta_2, \theta_3 \dots$ ἐμφαίνωσι τὰ βάρη καὶ $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \dots$ τὰ ἐμβαδὰ τῶν στρώματων τούτων, ἢ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας ἀσκουμένη πίσις Π ἐν τῇ τομῇ αβ ἔσεται ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν διαφορῶν τούτων πίσεων ἢ $\Pi = \frac{\theta_1}{\varepsilon_1} + \frac{\theta_2}{\varepsilon_2} + \frac{\theta_3}{\varepsilon_3} + \dots$ ἢ δὲ ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας E τῆς τομῆς αβ πίσις ἔσεται ΠE .

Ἐπειδὴ κατὰ ταῦτα Π ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος στήλης ῥευστοῦ ἐχούσης βάσιν τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας καὶ ὕψος u τὸ βάθος τοῦ στρώματος αβ ὑπὸ τὴν ἐπιπολὴν γ , ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ π τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ῥευστοῦ, εὐρίσκομεν $\Pi = 1 \times u \times \pi$ καὶ $\Pi E = Eu \times \pi$, ὅπερ γινόμενον (ἐδ. 13) ἰσοῦται προφανῶς πρὸς τὸ βάρος ῥευστῆς μάζης ἐχούσης ὅγκον αβζη.

Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας πίσις Π αὐξάνεται ἀναλόγως τοῦ βάθους u . Ἐὰν δὲ τὸ στρώμα αβ δὲ νοηθῇ ἔχον ἀπειροστὸν πᾶχος αδ, τουτέστιν ἀδαρές (ἐδάφ. 71), πᾶν στοιχεῖον ἐπιφανείας ἐν αὐτῇ ἢ ἐπὶ τοῦ πλευρώματος εἴτε ὀριζόντειον, εἴτε κάθετον, εἴτε κεκλιμένον δέχεται ἐκατέρωθεν τὸσην κάθετον πίσιν ὅσην καὶ ἐὰν ᾖ ὀριζόντειον, μὴ ἐξαρτωμένην ἐπομένως ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ δοχείου, ἀνάλογον δὲ τοῦ βάθους u καὶ τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ῥευστοῦ π .

Τὴν δὲ τῆς κάτωθεν ἴσης ἀντιπίσεως ὑπαρξίν ἐφ' ὀριζοντείων στρώματων, τὴν καλουμένην ἀνῶθησιν, εὐχερῶς ἐξελέγχουμεν οὕτως. Πρὸς τὰ λεῖα χεῖλη πλατέος ὑαλίνου κυλίνδρου (Σχ. 74) προσπιέζομεν διὰ νήματος διερχομένου δι' αὐτοῦ τὴν ὑαλινὴν πλάκα ΑΒ καὶ βυθίσαντες τὸ οὗτω κλεισθὲν ἄκρον ὑπὸ τὸ ὕδωρ ἀφίεμεν τὸ νῆμα· ἡ πλάξ οὐδὴλως καταβυθίζεται βασταζομένη ὑπὸ τῆς ἀνωθήσεως. Ἐὰν δὲ χύσωμεν ἄνωθεν προσεκτικῶς εἰς τὸν κύλινδρον ὕδωρ, ἡ πλάξ διαμένει προσκεκολλημένη μέχρις οὗ αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὕδατος ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τοῦ κυλίνδρου καταντήσωσιν ἰσόπεδοι, ἢ, ἀκριβέστερον, μέχρις οὗ ἡ διαφορὰ τῶν ζυμῶν καὶ κάτωθεν πίσεων ἐπὶ τῆς πλακὸς ἐξισωθῇ πρὸς τὸ βάρος αὐτῆς.

Σχ. 74



73. ΠΙΣΕΙΣ ΕΦ' ΟΡΙΖΟΝΤΕΙΩΝ ΠΥΘΜΕΝΩΝ, ΚΑΙ ΕΠΙ ΠΛΕΥΡΩΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΟΧΕΙΩΝ. Οἱ ὀριζόντιοι πυθμένες τῶν δοχείων δέχονται τὴν πίσιν τοῦ βαθυτάτου ὀριζοντείου στρώματος ἔχοντος ἴσην ἐπιφάνειαν πρὸς αὐτοὺς· ὥστε τὸ γινόμενον $Eu \times \pi$ κατὰ τὰ προηγούμενα ἐμφαίνει τὸ μέτρον τῆς πίσεως ταύτης, μὴ ἐξαρτωμένης ἐκ τοῦ σχήματος τῶν δοχείων, ἐφαρμοζομένης δὲ προφανῶς (πρβλ. ἐδ. 51) εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σχήματος τῶν ὀριζοντείων πυθμένων.

Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν χρησιμεύει ἡ συσκευή τοῦ Pascal (Σχ. 75). Τρία ἐτεροσχήμονα δοχεῖα M, M', M'' κοχλιοῦνται κατὰ διαδοχὴν ἐπὶ τοῦ μεταλλικοῦ κυλίνδρου ΒΖ, ὄντος κάτωθεν ἐντελῶς κλειοῦ καὶ ἀνοικτοῦ. Ἐπ' αὐτοῦ προσαρμόζεται ὡς κινήτος πυθμὴν ἐπίπεδος μεταλλικὴ πλάξ ΒΓ, ἐξηρητημένη ἀπὸ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος ζυγοῦ καὶ ἰσορροποῦσα. Ἐν τῇ ἄλλῃ πλάστιγγι τίθεμεν σταθμὰ τινα Σ προσβλήοντα τὴν πλάκα ΒΓ πρὸς τὸν κύλινδρον καὶ χύνοντες προσεκτικῶς ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον, μέχρις οὗ ἡ ὑδροστατικὴ πίσις ἀνοίξῃ τὸν κινήτον πυθμὴν, σημειούμεθα δὲ κατὰ στάθμην ὕψος u τῆς ῥευστῆς στήλης διὰ τοῦ δείκτου Α. Τὸ ὕψος τοῦτο u , καθ' ὃ ἡ ἐκροὴ ἄρχεται, διατελεῖ ἀμετάβλητον δι' ἴσον βάρος Σ, καίτοι ἡ ποσότης τοῦ ῥευστοῦ ἐν τοῖς τρισὶ

διὰ τοῦ χ παραστήσωμεν τὴν μεταξὺ τοῦ κεκλιμένου πλευρώματος καὶ τοῦ ὀρίζοντος γωνίαν, ἀμφοτέρῃ αἱ ἐπὶ τοῦ πλευρώματος κἀθετοὶ αὐταὶ πιέσεις P ἢ Σ ἀναλύονται εἰς πρᾶλλον τῷ ὀρίζοντι καὶ εἰς κἀθετον ἐπ' αὐτοῦ συνιστάσαν· τούτων ἡ πρώτη ἔχει τιμὴν

$$P \text{ (ἢ } \Sigma) \times \eta\mu: \chi = \alpha\delta \text{ (ἢ } \delta\epsilon) \times \alpha\gamma \times \pi \times \eta\mu: \chi = \alpha\beta \times \alpha\gamma \times \pi = \Pi,$$

ἐστὶν ἄρα ἀνεξέρτητος ἐκ τῆς γωνίας χ , ἡ δὲ δευτέρα P (ἢ Σ) συν: χ καὶ ἐνεργεῖ κατὰ στήθμην πρὸς τὰ κάτω ἢ πρὸς τὰ ἄνω.

Ὑδροστατικὸν παράδοξον. Ἐστῶσαν τρία δοχεῖα ἔχοντα ἴσον τὸν ὀρίζοντες· οὐθὲν

μένα ε (Σχ. 77), καὶ τὴν ἐτέραν τῶν ἐδρῶν αλ ἢ ακ ἢ ἀφ συγκλίνουσιν ἢ παράλληλον ἢ ἀποκλίνουσιν πρὸς τὴν ἄλλην θμ, καὶ περιέχοντα ἴσον βάρος B τοῦ αὐτοῦ ρευστοῦ· ζητήσωμεν τὰς ἐν αὐτοῖς ἀναπτυσσομένας κατὰ στάθμην ὑδροστατικὰς πιέσεις· τὰς ἐνεργοῦσας πρὸς τὰ κάτω αὐταὶ συντίθενται ἐκ τῶν ἐπὶ τοῦ πυθμένος κἀθετῶν καὶ ἀνίσων πιέσεων (ἐδ. 73) εὐπ, εὐ'π, εὐ''π καὶ ἐκ τῶν κατὰ στάθμην συνιστωσῶν τῶν ἐπὶ τοῦ πλευρώματος κἀθετῶν πιέσεων· αἱ τιμαὶ τῶν δευτέρων τούτων ἐν τοῖς τρισὶ δοχείοις εἰσὶν $\frac{1}{2}$ α γ. υ. π. συν: χ ἐνεργοῦσα πρὸς τὰ κάτω, 0, $\frac{1}{2}$ αη. υ''. π. συν: ω ἐνεργοῦσα πρὸς τὰ ἄνω, ὧν ἡ πρώτη καὶ ἡ τρίτη μετασχηματίζονται οὕτω·

$$\frac{1}{2} \alpha \gamma. \text{υ. π. συν: } \chi = \frac{1}{2} \alpha \gamma. \text{ιν. π.} = \alpha \gamma \text{ιν. π.}$$

$$\frac{1}{2} \alpha \eta. \text{υ''. π. συν: } \omega = \frac{1}{2} \alpha \eta. \rho \sigma. \pi = \alpha \eta \rho. \pi = \alpha \eta \tau. \pi'$$

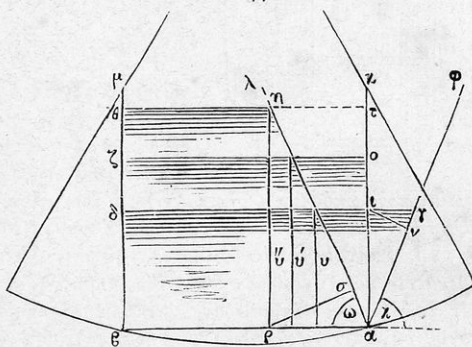
ὥστε αἱ τιμαὶ τῶν ζητούμενων τριῶν πιέσεων εὐπ + α γιν. π. = (α β δ ι + α γ ι) π = α β ζ ο. π. = εὐ'π, εὐ'π, εὐ''π — α η τ. π. = (α β θ ι — α η τ) π = α β ζ ο. π. = εὐ'π εὐρίσκονται ἴσαι πρὸς τὸ ἀπώλυτον τοῦ ρευστοῦ βάρος B . Ἐὰν ἐπομένως καὶ τὰ τρία δοχεῖα ἔχωσιν ἴσον βάρος B' , ἴσα σταθμὰ $B + B'$, ἰσορροποῦσι καὶ πρὸς τὰ τρία ἐκ διαδοχῆς σταθμηθέντα, καίτοι αἱ ἐπὶ τῶν πυθμένων ἀσκούμεναι ὑδροστατικαὶ πιέσεις εἰσὶν ἄνισοι.

74. ΔΟΧΕΙΑ ΣΥΝΑΦΗ. Ρευστὸν περιεχόμενον ἐν δυσὶν ἢ πλείουσιν δοχείοις συναπτομένοις δι' ὀχετοῦ ἰσορροπεῖ ἐὰν αἱ ἐπιπολαὶ ἐν τοῖς δοχείοις τούτοις ᾤσιν ἰσόπεδοι· διότι τότε πᾶσα ἐπιφάνεια α ἐν τῷ ὀχετῷ δέχεται ἑκατέρωθεν ἴσην πίεσιν (Σχ. 78). Ὡστε ἐὰν αἱ ἐπιπολαὶ ὑποτεθῶσι μὴ ἰσόπεδοι, τὸ ρευστὸν κινεῖται πρὸς τὸ μέρος τῆς ἐλαττοῦς πίεσεως (Ὑδροστάτης).

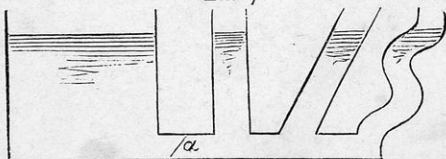
Ἐὰν ὁμως δύο συναφῇ

δοχεῖα περιέχωσι ρευστὰ ἰσορροποῦντα ἀρίστον εἰδικῷ βάρος, τὰ ὕψη τῶν στηλῶν αὐτῶν εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν εἰδικῶν βαρῶν. Ἐστω π (Σχ. 79) ἡ πυκνότης τοῦ πληροῦντος τὸν χώρον $ΑΓ$

Σχ. 77

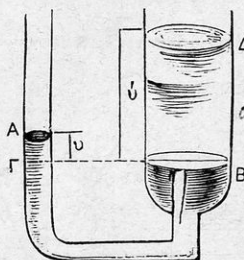


Σχ. 78



ρεύστος καὶ π' ἢ τοῦ πληροῦντος τὸν ΒΔ· ὑπὸ τὸ ὀριζόντειον ἐπίπε-
δον ΒΓ τὸ ὁμοιομερές ρευστὸν ἰσορροπεῖ καθ' ἑαυτό· πρὸς ἰσορροπίαν

Σχ. 79



ἄρα δέον ἵνα αἱ μονάδες τῆς ἐπιφανείας εἰς
Γ καὶ εἰς Β πιέζωνται ἰσάκεις· ὥστε ἐὰν υ'
καὶ υ ἐμφανίσωσι τὰ ὕψη τῶν ἰσορροπῶν
στηλῶν συμπεριχόμεν $υπ = υ' π'$ ἢ

$$\frac{υ}{υ'} = \frac{π'}{π} \quad (\text{πρβλ. ἐδ. 200}). \quad \Delta\iota' \text{ ὕδωρ καὶ}$$

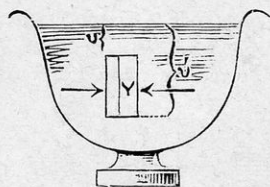
$$\Delta\iota' \text{ ὑδράργυρον εὐρίσκουμεν } \frac{υ}{υ'} = \frac{1}{13,6} \cdot \tau\acute{\alpha}$$

τοιαῦτα λοιπὸν δοχεῖα δυνατόν ἵνα χρησι-
μεύσωσι πρὸς ὁρισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους
τῶν ρευστῶν. (Ἡ συσκευή τοῦ Haldat στη-
ρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης καὶ χρησι-

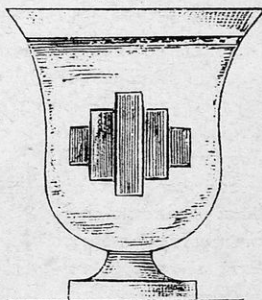
μεύει πρὸς ἀπόδειξιν τῆς ἰσότητος τῶν πιέσεων ἐπὶ τῶν ἰσοβαθῶν ὀρι-
ζοντείων πυθμένων ἑτεροσχημῶν δοχείων ἐδ. 73).

75. **ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑΔΥΟΝΤΩΝ. ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ.** Τὰ ἐν
ρευστοῖς καταδύοντα στερεὰ ἀφαιροῦνται ὑπὸ τῆς ἀνωθήσεως τόσον
ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν, ὅσον ἀκριβῶς τὸ βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ρε-
υστοῦ· ἢ, ὀρθότερον, τὰ ρευστὰ βαστάζουσι μέρος τοῦ βάρους τῶν ἐν
αὐτοῖς στερεῶν ἀκριβῶς ἴσον πρὸς τὸ βᾶρος τῆς ἐκτοπιζούσης αὐτῶν
μάζης. Ὅταν ὀρθόν τι πρίσμα ἀκίνητῃ καθέτως ἐν τινι ρευστῷ, πᾶσα
ἐπὶ τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ ὀριζοντεία πίεσις ἀναιρεῖται ὑφ' ἑτέρας ἴσης καὶ
ἀντιθέτου (Σχ. 80)· ἀλλ' ἐνῶ ἡ ἄνω βάσις αὐτοῦ πιέζεται κατὰ στάθ-
μην ὑπὸ στήλης ρευστοῦ ἐχούσης βᾶρος $υπ$ (ἐδ. 72), ἡ κάτω βάσις

Σχ. 80

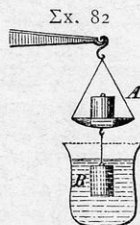


Σχ. 81



ἀντιπιέζεται ὑπὸ μείζονος στήλης ρευστοῦ ἐχούσης βᾶρος $υπ'$ ὥστε
 $υπ' - υπ = πβ' (υ' - υ) = πβ'$ · ἐστὶν ἡ συνισταμένη τῶν ἐκ τοῦ
ρευστοῦ κατὰ στάθμην πιέσεων ἐνεργοῦσα πρὸς τὰ ἄνω, ἥς ἡ ἔντασις
προφανῶς ἰσοῦται πρὸς βᾶρος ρευστοῦ πρίσματος ἴσου κατ' ὄγκον πρὸς

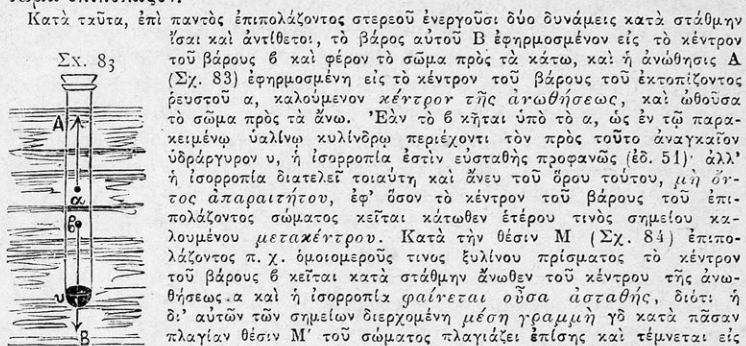
τὸ καταδύον στερεόν. Ἐὰν νῦν (Σχ. 81) ἀνθ' ἐνὸς νοήσωμεν δέσμη-
 τοιούτων πρισμαμάτων, δῆλόν ἐστιν ὅτι ἕκαστον αὐτῶν ἀφαιρεῖται ἐν τῷ
 ρευστῷ τόσον ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ ὅσον ἔλκει ἴσος τοῦ ρευστοῦ ὄγκος· τὸ
 σύνολον ἄρα τῆς ἀπωλείας τοῦ βάρους τῆς θεωρουμένης δέσμης ἐστὶν
 ἴσον πρὸς βάρους μάζης ρευστοῦ ἐχούσης ὄγκον ἴσον πρὸς τὸν τῆς δέσμης.
 Ἐπειδὴ δὲ πᾶν σῶμα δυνατὸν ἵνα ἐκληφθῇ ὡς συγκεῖμενον ἐξ ἀπειρῶν
 τοιούτων πρισμαμάτων ἐχόντων ἀπειροστήν τὴν ἔκτασιν τῆς βάσεως, τὸ
 ἀνωτέρω συμπέρασμα ἰσχύει καὶ περὶ σωμαμάτων παντὸς σχήματος. Πρὸς
 πειραματικὴν ἀπόδειξιν ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλά-
 στιγγος τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ δύο κυλίνδρους τὸν Α (Σχ. 82) κοῖλον καὶ τὸν Β ὀλοσχερῇ καὶ πληροῦντα
 ἀκριβῶς τὴν κοιλότητα τοῦ πρώτου· ἐπενεγκόντες δὲ
 ἰσορροπίαν διὰ σταθμῶν, βυθίζομεν τὸν Β εἰς τὸ ὕδωρ·
 τότε ἡ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὰ σταθμά, ἀλλ' ἡ ἰσορρο-
 πία ἀποκαθίσταται πάλιν ἐὰν πληρώσωμεν ὕδατος τὸν
 κοῖλον κυλίνδρον Α· ὥστε ὁ καταδύσας κύλινδρος Β
 ἀπώλεσε βάρους ὅσον τὸ τοῦ ὕδατος τοῦ πληροῦντος τὸν
 κύλινδρον Α, τουτέστιν ὅσον τὸ τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἐν τῷ δοχείῳ ἐξε-
 τόπισεν.



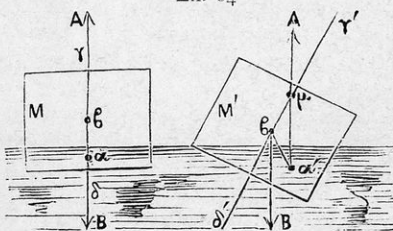
Τὴν θέσιν παντὸς καταδευκότος σώματος νοοῦμεν πρῶτον ὡς κατεχομένην ὑπὸ μά-
 ζης ρευστοῦ ὁμοιοσχήμονος, ἥτις αἰωρεῖται, διότι ἡ συνισταμένη τῶν πιέσεων τῶν
 πέραξ ρευστῶν μορίων ἐστὶν ἀκριβῶς ἴση καὶ ἀντίθετος πρὸς τὸ βῆρος αὐτῆς· ἐὰν δὲ
 ἀκροῦσθαι νοήσωμεν τὴν μάζαν ταύτην πηγνυμένην ἢ ὑπὸ στερεῆς ὕλης ἀντικαθιστα-
 μένην, ἡ συνισταμένη τῶν ἐπ' αὐτῆς ὑδροστατικῶν πιέσεων οὐ μεταβάλλεται· ὥστε
 ἐκάστοτε ὑπὸ τῶν πιέσεων τοῦ πέραξ ρευστοῦ βαστάζεται τόσον μέρος τοῦ βάρους κατα-
 δυνάτων σωματίων, ὅσον τὸ βῆρος τοῦ ρευστοῦ, οὕτως ταῦτα καταλαμβάνουσι τὴν θέσιν.
 Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὴν κατάδυσιν τὸ βάθος τοῦ ρευστοῦ αὐξάνεται συναυξανόνται καὶ αἱ
 ἐπὶ τοῦ δοχείου πιέσεις τόσον, ὅσον ἤθελον αὐξηθῇ ἐὰν ἐχόμενον ἐν αὐτῷ ὕδωρ ἴσον πρὸς
 τὸ ἐκτοπίσιν ἢ ὅσον ἐλαττοῦται τὸ βῆρος τοῦ καταδύσαντος στερεοῦ, ὡς διὰ τοῦ ζυγοῦ
 εὐκόλως ἐξελέγχεται. — Τὸ ρευστὸν ὀρῶν πρὸς τὰ ἄνω ὑφίσταται πρὸς τὰ κάτω ἴσην
 ἀντίδρασιν (ἔδ. 38).

76. Ἐστω Β τὸ βῆρος στερεοῦ τινος καὶ Α ἡ ἀνώθησις, ἣν ὑφίστα-
 ται ἐκ τοῦ ρευστοῦ, ἐν ᾧ κατέδυσε· ἐπειδὴ αἱ κατὰ στάθμην αὐταὶ
 δυνάμεις ἀντενεργοῦσιν, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἐστὶ $K = B - A$. ὥστε
 1) ἐὰν τὸ σῶμα ἔλκη μᾶλλον τοῦ ρευστοῦ ἐν ἴσῳ ὄγκῳ, τότε $B > A$
 καὶ K ταυτόσημον τῷ Β· ἄρα τὸ σῶμα κινεῖται πρὸς τὰ κάτω καὶ
 ἰσορροπεῖ ἐπὶ τοῦ πυθμένος, ἐφ' οὗ εὐρίσκει τὴν πρὸς τοῦτο ἀναγκαίαν
 ἐπὶ ἀντίστασιν· τουτέστι τὸ σῶμα βυθίζεται· 2) ἐὰν τὸ σῶμα ἔλκη
 ὅσον τὸ ρευστὸν ἐν ἴσῳ ὄγκῳ, τότε $B = A$ καὶ $K = 0$ τὸ σῶμα ἄρα
 ἰσορροπεῖ ἐν τῷ ρευστῷ, τουτέστιν ἐναιωρεῖται· 3) ἐὰν τέλος τὸ σῶμα
 ἔλκη ἥττον τοῦ ρευστοῦ ἐν ἴσῳ ὄγκῳ, τότε $B < A$ καὶ K ταυτόσημον
 τῷ Α· τὸ σῶμα ἄρα κινεῖται πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ἰσορροπεῖ ὅταν ἐν
 μέρῃ ἀναδύσας ἐκτοπίσῃ ὄγκον ρευστοῦ ἔλκοντα ὅσον τὸ βῆρος
 αὐτοῦ· τουτέστι τὸ σῶμα ἐπιπολάζει (Κολυμβητῆς τοῦ Descartes).
 Τοῦτο καὶ πειραματικῶς εὐρίσκομεν σταθμῶντες τὸ ἀπὸ πλήρους δο-

χείου ἐκρίον ὕδωρ ὅταν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐγκαταλίπωμεν ἡρέμα σῶμα ἐπιπολάζον.



Σχ. 84



77. Κατὰ τὴν αὐτὴν ἀρχὴν συμβαίνει καὶ ἡ καταβύθισις ρευστῶν μαζῶν ἐντὸς ἐτέρων ρευστῶν, ὅταν μεταξὺ αὐτῶν μὴ ἐνεργῇ οὔτε ἔφελξις πρὸς ἀνάμιξιν (ἐδ. 83) οὔτε συγγένεια πρὸς συστοιχείωσιν (ἐδ. 15). ἀλλὰ πρὸς τελικὴν ἰσορροπίαν δέον προσέτι ἐν ἐνὶ ἐκάστῳ ἴνα διατηρῶνται αἱ πρὸς ἰσορροπίαν αὐτοῦ καὶ μόνου ἀναγκαῖαι συνθήκαι. Ὡστε τοιαῦτα ρευστὰ (ὑδράργυρος, ὕδωρ, ἔλαιον) περιεχόμενα ἐν τῷ αὐτῷ δοχείῳ ἰσορροποῦσιν ἐὰν ἐπικληθῇ κατὰ τὴν τάξιν τῶν εἰδικῶν αὐτῶν βαρῶν ἐλαττωμένων ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ἐὰν αἱ διαχωρίζουσαι αὐτὰ ἐπιγάνειαι ὦσιν ἐπίπεδοι καὶ ὀριζόντιοι.

78. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΡΕΥΣΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ (Σχ. 85). Πρὸς

Σχ. 85



τοῦτο ὑπάρχουσι διάφοροι μέθοδοι: 1) Ἡ διὰ τῆς ἀμέσου σταθμῆσεως εὗρεσις τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου διαφόρων ρευστῶν ἐν τῷ αὐτῷ δοχείῳ κατὰ διαδοχὴν ἐγγεομένων (ἐδ. 13). 2) Ἡ διὰ τῶν συναφῶν δοχείων (ἐδ. 74). 3) Ἡ διὰ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ βάρους στερεοῦ τινος σώματος καταδύοντος ἐν διαφόροις ρευστοῖς κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους. Πρὸς τοῦτο κλείομεν διὰ συντήξεως τὸ στόμιον μικρᾶς τινος ὑαλίνης φιάλης, ἧς ἠϋξήσαμεν τὸ

βάρος διὰ χόνδρων μολυβδίνων ὅπως βυθίζεται καὶ ἐν τοῖς πυκνοτάτοις
ρευστοῖς, καὶ σταθμῶμεν αὐτὴν ἐξηρητημένην διὰ λεπτοτάτου σύρματος
ἐκ τοῦ ὑδροστατικῆς ζυγοῦ πρῶτον ἐν τῷ ἀέρι εἶτα ἐν τῷ ὕδατι· ἡ δια-
φορὰ τῶν δύο τούτων σταθμησέων ἐμφαίνει τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος
ἐκ τῆς ἀπολύτου ὁρίσμεως τὴν ἐλάττωσιν τοῦ βάρους τῆς ψαλῆς
ἐν ἐτέροις ρευστοῖς, ὁ λόγος τῶν διαφορῶν τούτων ἰσχύεται πρὸς τὸν λό-
γον τῶν εἰδικῶν βαρῶν τῶν ρευστῶν· διαρροῦντες ἄρα τὰς διαφορὰς
ταύτας διὰ τῆς ἐν τῷ ὕδατι διαφορᾶς εὐρίσκουμεν τὰ εἰδικὰ βάρη.
Ἀλλὰ πρὸς ἀκριβῆ ἐκτίμησιν δεόν ἵνα προσέχωμεν εἰς τὴν θερμοκρα-
σίαν τῶν σωμάτων, διότι ἡ θερμότης, διαστέλλουσα, μεταβάλλει πολὺ
ἢ ὀλίγον τὴν πυκνότητα αὐτῶν.

79. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Πρὸς εὐρεσιν τοῦ
εἰδικοῦ βάρους στερεῶν σωμάτων ἐργαζόμεθα ἀναλόγως. Σταθμῶμεν
αὐτὰ ἐξηρητημένα ἐν τῷ ἀέρι καὶ βεβυθισμένα ἐν τῷ ὕδατι· τὰ κατὰ τὴν
δευτέραν στάθμησιν ἐν τῇ ἐτέρᾳ πλάστιγγι πρὸς ἰσορροπίαν εἰσαγόμενα
σταθμὰ ἐμφαίνουν τὸ βάρος τοῦ ὕδατος ὑπὸ ἴσον ὄγκον· ἀρκεῖ ἄρα ἵνα
διαίρῃσωμεν διὰ τοῦ βάρους τούτου τὸ ἀπόλυτον βάρος τοῦ σώματος
ἵνα εὐρίωμεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

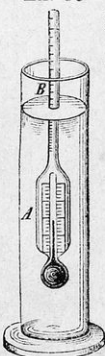
Ὁ ἀριθμὸς ὁ ἐμφαινόμενος ἐν τῷ ὕδατι ἐλάττωσιν τοῦ βάρους ἐμφαίνει ἐν ταύτῳ καὶ
τὸν ὄγκον τοῦ ὕδατος τούτου, ἦτοι τὸν ὄγκον τοῦ καταδύοντος σώματος· χρησιμεύει λοι-
πὸν καὶ πρὸς μέτρησιν τοῦ ὄγκου σωμάτων ἀκανονίστων.

Πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους σωμάτων μὴ καταδύναντων, συνδόμενα αὐτὰ μετὰ κα-
ταδύναντων, οἷον μετὰ μολύβδου, ὧν τὸ ἀπόλυτον βάρος καὶ τὴν ἐν τῷ ὕδατι ἐλάττωσιν
τοῦ βάρους ἐκ τῶν προτέρων ὥρισamen. Τῶν δὲ ἐν τῷ ὕδατι διαλυομένων τὸ εἰδικὸν βάρος
ἐκτιμώμεν ὡς πρὸς ἐτερόν τι ρευστόν, ἐν ᾧ ταῦτα οὐ διαλύονται. Τοῦ ρευστοῦ τούτου τὸ
εἰδικὸν βάρος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ υποτίθεται ἐκ τῶν προτέρων γνωστόν. Τὸ τῶν πορωδῶν
σωμάτων εἰδικὸν βάρος, οἷον τὸ τοῦ ξύλου, εὐρίσκεται ἕλκασσον ὅταν οἱ πόροι αὐτῶν
ᾧσι πεπληρωμένῳ ἀέρι ἢ ὕδατι ὅταν ὁ ἀέρῃ ἐκδιωχθῇ δι' ἀναέσιον ἐν ὕδατι. Ἐνεκα τούτου
τὸ εἰδικὸν βάρος πολλῶν ὀρυκτῶν αὐξάνεται διὰ λειάνσεως. Ὅρα τὸν ἐν ἐδ. 14 πίνακα.

80. ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ. Ἡ χρῆσις τῶν ὀργάνων τούτων στηρίζεται ἐπὶ τῆς
ιδιότητος τῶν ἐπιπολαζόντων σωμάτων, ὅτι ἐκτοπίζουσι
πάντοτε ρευστόν ἰσοβαρὲς πρὸς ἐαυτὰ· διακρίνονται δὲ εἰς

1^{ον} Ἀραιόμετρα ἀμεταβλήτου βάρους ἡ ὀρχόμετρα,
παρέχοντα τὸ εἰδικὸν βάρος ρευστῶν σωμάτων διὰ τοῦ
μεγέθους τοῦ ἐν αὐτοῖς καταδύοντος ὄγκου. Σῶγκεινται δὲ
ταῦτα συνήθως ἐκ κίλλου τινὸς κυλινδρικοῦ ὑαλίνου πλω-
τήρος Α, φέροντος ἄνωθεν προσκεκολλημένον διὰ συντή-
ξεως στενότερον ὑαλινὸν σωλήνα Β, τὴν ἡλακίτην τοῦ
ἀραιομέτρου· ἐν ταύτῃ περιλαμβάνεται συνήθως κλίμαξ
ἐπὶ χάρτου, ἧς αἱ διαιρέσεις κατὰ τὸν πρακτικὸν σκοπὸν
τοῦ ὄργανου εἰσὶ διάφοροι. Φέρει δὲ ὁ πλωτὴρ κάτωθεν
τὸ ἀναγκαῖον ἔρμα ὅπως τὸ ὅλον ἐπιπολαζῇ εὐσταθῶς
κατὰ στάθμην· πρὸς τοῦτο συντελεῖ λίαν σκοπίμως ἡ
πλήρης ὑδραργύρου σφαῖρα μικροῦ θερμομέτρου, οὗτινος
τὸν σωλήνα καὶ τὴν κλίμακα περιλαμβάνει ὁ πλωτὴρ, ἵνα μετὰ τοῦ

Σχ. 86



$\rho = \frac{m}{V}$
τύπος τῶ
βάρος ὕδα-
τος τῆς
 $\rho = 0.1$
τύπος τῆς
εὐρίσκειν
τὸ βάρος
σώματος
τῆς.

Α. ΣΠΑΘΑΡΗ, ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ

80. Ὁ ἱερωμετρὴς ἀσφαλῶς ὑδραργῆς ὑπὸ τῶν τῶν
βάρους $\rho = \alpha$ ἄνωσις καὶ $\rho = \alpha$
ὡς $\rho = 0.1$ ἡ φηγοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο ἐπιστὴμολογικῆς παιδείας
τὸν εἰδικὸν βάρους
πρὸς τοῦτο σκοπὸν
ἡ φηγοποιήθηκε ἀπὸ τὸ Ἰνστιτούτο ἐπιστὴμολογικῆς παιδείας

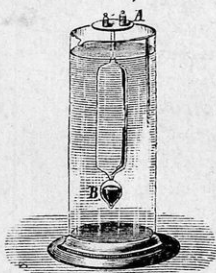
ειδικού βάρους μετρήται συγχρόνως καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ρευστοῦ.

Τὸ ὀγκόμετρον καταδύει ἐν τοῖς διαφόροις ρευστοῖς τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἔλασσόν ἐστί τὸ εἰδικὸν αὐτῶν βάρος, διότι τὸ ἐκάστοτε ἐκτοπίζον ρευστὸν ἔλκει ὅσον τὸ ὄργανον· ὥστε, ἐάν παρασταθῇ δι' 100 μὲν ὁ μέχρῃς Ω ὅγκος τῆς καταδύσεως ἐν τῷ ὕδατι, διὰ γ δὲ ὁ μέχρῃς Ψ ὅγκος τῆς καταδύσεως ἐν ρευστῷ ἔχοντι εἰδικὸν βάρος 0,8 (κρῆμα ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος παρεσκευασμένον οὕτω διὰ τοῦ ὑδροστατικῷ ζυγοῦ) συμπεραίνομεν τὴν ἰσότητά $\chi \times 0,8 = 1 \times 100$ ὅθεν $\chi = 125$. διαιροῦντες ἐπομένως ἐπὶ τῆς ἡλακότης, ὑποτεθείσης κυλινδρικής, τὸ μῆκος ΨΩ εἰς 25 ἵτα μέρη, ὀρίζομεν ἐπ' αὐτῆς ἐκάτοστὰ τοῦ ὅγκου τῆς καταδύσεως ἐν τῷ ὕδατι· τὴν τοιαύτην κλίμακα ἐπεκτείνομεν μέχρι τῆς κορυφῆς. Ἐννοεῖται δὲ ὅτι τὸ πηλίκον τῆς διαιρέσεως τοῦ 100 διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῆς ἐν τινὶ ρευστῷ ἐπιπολήου διαιρέσεως παρέχει τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ρευστοῦ τούτου (Gay-Lussac). Ἡ κατασκευὴ αὕτη ὑποτίθηται ὅτι τὸ ὄργανον πρόκειται ἵνα χρησιμεύσῃ διὰ ρευστὰ εἰδικῶς ἔλαφρότερα τοῦ ὕδατος· διὰ ρευστὰ εἰδικῶς βαρύτερα αὐξάνομεν τὸ ἔρμα ὅπως τὸ ὄργανον βυθίζεται ἐν τῷ ὕδατι μέχρι τῆς κορυφῆς περίπου τῆς ἡλακότης, ὅπου σημειοῦμεν τὸν 100· ἡ θέσις τότε τῶν $\frac{80}{100}$ π. χ. τοῦ ὄγκου τῆς ἐν τῷ ὕδατι καταδύσεως ἢ χρησιμεύουσα πρὸς κατασκευὴν τῆς κλίμακος εὐρίσκεται· ἐάν τὸ ὄργανον ἰσοροπήσῃ ἐν παρεσκευασμένῳ ρευστῷ εἰδικῷ βάρους 1,25.

Διὰ τῶν ἐν τῇ ἀγορᾷ χρησίμων ἀρχομέτρων σκοποῦμεν οὐχὶ τὴν εὐρεσιν τῆς πυκνότητος, ἀλλὰ τὴν εὐρεσιν τῆς εἰς ἐκάτοστὰ ποσότητος στερεῶν διατελειμένων ἐν τῷ ὕδατι (ἀλατόνυρον, ἀλκαλιόνυρον), ἢ ρευστῶν κεκραμένων μετ' αὐτοῦ (πνευματόνυρον, γαλακτόνυρον). Τὰ ὄργανα ταῦτα φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἡλακότης αὐθαίρετον κλίμακα, ἥς αἱ διαιρέσεις δέον ἵνα εὐρίσκωνται πειραματικῶς διὰ καταδύσεως αὐτῶν ἐν ρευστοῖς γινώσκῃς συστάσεως κατὰ θερμοκρασίαν ὀρισμένην, ὅπως αἱ αὐτῶν ἔρευναι ὡσιν ὀπωποῦν ἀκριβεῖς.

2^{ον} Ἀραιόμετρα μεταβλητοῦ βάρους. Τὰ ὄργανα ταῦτα ἀντὶ

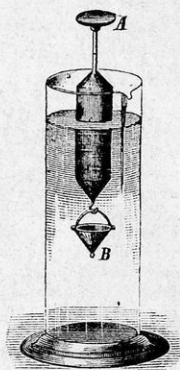
Σχ. 87



ἡλακότης ἔχουσι λεπτόν λαϊμόν φέροντα ἐπίπεδον διακρίον, ἐφ' οὗ τίθενται τὰ δέοντα σταθμὰ ὅπως ὁ πλωτὴρ βυθίζεται ἐν παντὶ ρευστῷ μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς ἐπὶ τοῦ λαϊμοῦ κεχαραγμένου· ὁ οὕτως ἐκτοπίζων ἐκάστοτε ἴσος τῶν ρευστῶν ὅγκος ἔλκει ὅσον τὸ ἀραιόμετρον καὶ τὰ ἐπ' αὐτοῦ σταθμὰ (Σχ. 87). Ἐάν ἐπομένως Β ἐμφαίνῃ τὸ καθάπαξ μετρηθὲν βάρος τοῦ ὄργανου, καὶ β, β' τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ ἵνα καταδύσῃ τοῦτο ἐν δυοῖ ρευστοῖς ἀνισοπύκνους μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς, ὁ λόγος τῶν βαρῶν τῶν ρευστῶν ἐν ἴσοις ὅγκοις ἢ ὁ λόγος τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν ἔσται $(B + \beta) : (B + \beta')$. Τὸ ὄργανον καλεῖται ἀραιόμετρον τοῦ Fahrenheit.

Διάφορον τούτου ἐστὶ τὸ τοῦ Nicholson, χρησιμεῦον πρὸς μέτρησιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ φέρον καὶ δεύτερον δισκάριον B πρὸς στάθμησιν αὐτῶν ἐν τῷ ὕδατι (Σχ. 88). Μετροῦμεν καθάπαξ τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ θ ἵνα τὸ ὄργανον ἐμβυθισθῇ ἐν ἀπεσταγμένῳ ὕδατι μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς καὶ τίθεμεν τὸ δοθὲν σῶμα (ἔχον ἀπόλυτον βάρος ἑλασσον τοῦ θ), οὕτινος πρόκειται ἵνα εὐρεθῇ τὸ εἰδικὸν βάρος, πρῶτον ἐπὶ τοῦ δισκαρίου A μετὰ τῶν ἀναγκαίων σταθμῶν θ' ὅπως τὸ ἀραιόμετρον καταδύσῃ μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς, εἴτα δὲ ἐπὶ τοῦ δισκαρίου B αὐξάνοντες τὰ σταθμὰ θ' κατὰ θ'' ἵνα μὴ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς ἀναωρηθῇ· προφανῶς $\theta - \theta'$ ἐστὶ τὸ βάρος τοῦ σώματος καὶ θ'' τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος· ὥστε τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος ἐστὶ $\frac{\theta - \theta'}{\theta''}$. Μετὰ

Σχ. 88



τῆς λεπτότητος τοῦ λαίμου συνκυζάνεται καὶ ἡ ὀξυρροπία τῶν ὀργάνων τούτων· ἀλλ' αἱ δι' αὐτῶν ἐκτιμήσεις ἐνεκα τῆς ἐφέλξεως εἰσιν ἡμαρτημέναι.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Περὶ ἀτομικῶν ἐνεργειῶν μεταξὺ στερεῶν καὶ ρευστῶν σωμάτων· καὶ περὶ τριχοειδῶν φαινομένων.

81. ΣΥΝΟΧΗ ΚΑΙ ΕΦΕΛΞΙΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ· ΚΑΘΥΓΡΑΝΣΙΣ· ΣΥΣΦΑΙΡΩΣΙΣ. Ἡ ἐνέργεια τῆς συνοχῆς μεταξὺ τῶν ρευστῶν μορίων καὶ τῆς ἐφέλξεως (ἐδ. 7) μεταξὺ αὐτῶν καὶ τῶν πλευρωμάτων τῶν δοχείων μεταβάλλει οὐσιωδῶς τοὺς ἐν τῷ προηγουμένῳ κεφαλαίῳ νόμους τῆς ἰσορροπίας τῶν βαρέων ρευστῶν.

Ἐξάγοντες ἐκ τοῦ ὕδατος καθαρὰν ὑαλίνην ράβδον βλέπομεν διαμένουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς ἐνεκα τῆς συνοχῆς λεπτὴν στιβάδα ὕδατος, ὅπερ ἐκφράζομεν λέγοντες ὅτι ἡ ὑαλος καθυγραίνεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος· τούναντίον οὐ καθυγραίνεται ἡ ὑαλος ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου καὶ αἱ λιπαραὶ ἐπιφάνειαι ὑπὸ τοῦ ὕδατος. Καὶ κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ὑπερτερεῖ ἡ μεταξὺ ρευστοῦ καὶ στερεοῦ ἐφέλξις τῆς μεταξὺ τῶν ρευστῶν μορίων συνοχῆς, ἐνῶ κατὰ τὴν δευτέραν ὑπερτερεῖ ἡ συνοχή τῆς ἐφέλξεως.

Δύο ἐπίπεδοι καλῶς ἐστὶλθωμένοι καὶ ξηραὶ μεταλλικαὶ πλάκες προσκολλῶνται δι' ἄσθενους ἐφέλξεως, ἣν ἐνισχύομεν ἐπιχρίοντες τὴν ἐτέρην δι' ἐλαίου. Ἀλλὰ μετὰ τὸν χωρισμὸν αὐτῶν εὐρίσκομεν ἀμφοτέρους ἐπιχειρισμένας, ὥστε ἡ διαχωρίσασα αὐτὰς δύναμις κατέβαλεν οὐχὶ τὴν ἐφελξιν τοῦ μετάλλου πρὸς τὸ ἔλαιον, ἀλλὰ τὴν συνοχὴν τοῦ ἐλαίου.

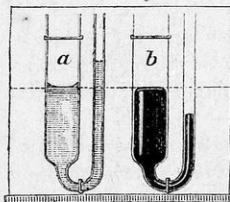
Τὸ οἰνόπνευμα ἐφέλκεται ὑπὸ τῆς ὑάλου μᾶλλον τοῦ ὕδατος· ἐνεκα τούτου τὸ ἐφ' ὠγρᾶς ἐπιφανείας ὑάλου προσκολλημένον ὕδωρ παρῶνται ὑπὸ ἐπισταλαζομένης ῥανίδος οἰνοπνεύματος. Ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἐπαφὴν δύο ρευστῶν ἀναφαίνεται τὸ ἀποτέλεσμα τῆς μεταξὺ ἐφέλξεως καὶ συνοχῆς σχέσεως· ἐνεκα τούτου μικραὶ ποσότητες κοινοῦ ἐλαίου σχηματίζουν ἐπὶ τοῦ ὕδατος στρογγύλας ῥανίδας, ἐνῶ ἡ τερεβινθίνη ἐφαπλούται ἐπ' αὐτοῦ ὡς ὑμὴν λεπτότατος. Ἐκ τῆς τοιαύτης ἐφαπλώσεως προέρχονται καὶ αἱ παράδοξοι κινήσεις, ἃς παρατηροῦμεν ἐπὶ μικρῶν τεμαχίων καφουράς ῥιφθέντων ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Ἐὰν δ' ἐπιχύσωμεν προσεκτικῶς οἰνόπνευμα ἐφ' ὕδατος, δυνάμεθα νὰ παρεμβάλωμεν διὰ σιφανίου μεταξὺ τῶν δύο ρευστῶν ὅπως οὖν μεγάλην σταγὸνα ἐλαίου κοινοῦ, ἥτις ἴσεται ἐκεῖ μετέωρος ὡς ἐλαφροτέρα ἴσης σταγόνος ὕδατος καὶ βαρυτέρα ἴσης σταγόνος οἰνοπνεύματος.

Ἡ δὲ συνοχὴ τῶν ρευστῶν φανερύται ἐν τῷ σφαιρικῷ σχήματι τῶν ῥανίδων· πᾶσα ρευστὴ μᾶζα ἢ ἀκωλύτως πίπτουσα ἢ μὴ ὑποκειμένη εἰς τὴν βαρυτητα συσφαιροῦνται ἐνεκα τῆς συνοχῆς τῶν μορίων. Ἐλάχιστοι ὕδραργύρου μᾶζαι ἐφ' ὀριζοντίων ὑάλινων πλακῶν εἰσι περίπου σφαιρικαί, μείζονες ὅμως πεπιεσμένοι ἐνεκα τοῦ μείζονος βάρους αὐτῶν.

Πρὸς ἀκριβῆ ἔρουναν τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ῥανίδων εἰσέγαγεν ὁ Plateau (1843) ποσὸν τι ἐλαίου ἐν κρᾷματι ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος ἴσου εἰδικοῦ βάρους (0,915). Τὸ ἔλαιον τοῦτο αἰωρεῖται ἐν τῷ κρᾷματι βασταζόμενον ὑπὸ τῶν ὑδροστατικῶν πιέσεων ἀπτόμενον δὲ στερεῶν σωμάτων (συμμάτων ἐχόντων διάφορα σχήματα), μετασχηματίζεται ποικιλοτρόπως κατὰ τινες ὁρισμένους νόμους. — Τὸ γάλα τῶν ζώων καὶ τὰ τεχνητὰ γαλακτωματὰ εἰσιν ὑδαρῆ ρευστά, ἐν οἷς αἰωροῦνται ἄπειρα καὶ λίαν μικρὰ σφαιρίδια πημλῆς. — Ἰσώδη ρευστὰ οἷον διάλυσις σάπωνος, μεταβάλλονται δι' ἐμφυσήσεως εἰς λεπτὰς ὑμένας, οἷτινες ἀπτόμενοι στερεῶν σωμάτων μετασχηματίζονται ὡς αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ρευστῶν ῥανίδων. Δι' ὁρισμένον ὄγκον ἢ ὁρισμένην περίμετρον αἱ τοιαῦται ἐπιφάνειαι εἰσιν ἐλάχισται.

82. ΕΠΙΠΟΛΑΙΟΝ ΣΧΗΜΑ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ· ΑΝΑΒΑΣΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΒΑΣΙΣ ΑΥΤΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΡΙΧΟΕΙΔΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. Ἡ ἐπίπεδος καὶ ὀριζοντεία ἐπιφάνεια τῶν

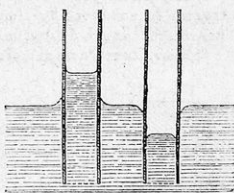
Σχ. 89



ρευστῶν παρασχηματίζεται κατὰ τὰ πέρατα αὐτῆς ἐνεκα τοῦ πλευρώματος τῶν δοχείων· καὶ ἐὰν μὲν ταῦτα καθαυγαίνωνται, οἷον τὰ καθαρὰ ὑάλινα ὑφ' ὕδατος, ἡ ἐπιφάνεια παρὰ τὰ χεῖλη κοιλοῦται, διότι ἐνεκα τῆς πρὸς τὸ πλευρῶμα ἐφέλξεως καμπυλοῦται πρὸς τὰ ἄνω· ἐὰν ὅμως μὴ καθαυγαίνωνται, οἷον τὰ ὑάλινα ὑφ' ὕδραργύρου καθαροῦ, ἡ ἐπιφάνεια περὶ τὰ χεῖλη κυρτοῦται, διότι καμπυλοῦται πρὸς τὰ κάτω ἐνεκα τῆς ὑπερτερούσης συνοχῆς τοῦ ρευστοῦ (Σχ. 89). Ἐντὸς δὲ λίαν στενῶν σωλήνων, τριχοειδῶν καλουμένων, καμπυλοῦνται πᾶσα ἡ ἐπιπολὴ τοῦ ρευστοῦ μεταβαλλομένη εἰς μνηρίον καὶ λον ἢ κυρτὸν τοσοῦτω καμπυλότερον, ὅση ἐλάσσων ἢ διάμετρος τοῦ σωλήνος.

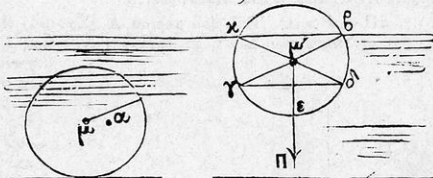
Ἐάν τριχοειδῇ σωλῆνα ἐκατέρωθεν ἀνοικτὸν ἐμβυθίσωμεν εἰς εὐρὺ δοχεῖον πλήρες ῥευστοῦ, ἢ ἐάν ἐγκύσωμεν τὸ ῥευστὸν εἰς δύο συναφεῖς σωλῆνας, ὧν ὁ μὲν εὐρὺς ὁ δὲ στενότερος (Σχ. 90), τὸ ῥευστὸν ἰσορροπεῖ ἐν τῷ στενῷ σωλῆνι: ὑψηλότερον ἐὰν ὁ μνηίσκος ἢ κοῖλος, χαμηλότερον ἐὰν ὁ μνηίσκος ἢ κυρτός, συμβαίνει δηλαδὴ ἀνάθασις ἢ κατὰθασις τοῦ ῥευστοῦ ἐκ τῆς τριχοειδοῦς ἐφέξεως. Τὸ ποσὸν τῆς ὑδροστατικῆς ἀνωμαλίας ταύτης (ἔδ. 74) ἐξαρτᾶται ἐκ τε τῆς φύσεως τοῦ ῥευστοῦ καὶ ἐκ τῆς ὕλης τοῦ σωλῆνος, ὃν ἀντιστρόφως ἀνάλογον πρὸς τὴν διάμετρον τῶν κυλινδρικών τριχοειδῶν σωλῆνων ἐν ὁμοίαις περιστάσεσι. Καὶ μεταξὺ παραλλήλων ἐπιπέδων πλακῶν συμβαίνει ἀνάθασις ἢ κατὰθασις τοῦ ῥευστοῦ, ἰσομένη πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς συμβαινούσης ἐντὸς τριχοειδοῦς σωλῆνος ἔχοντος διάμετρον ἴσην πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῶν πλακῶν.

Σχ. 90

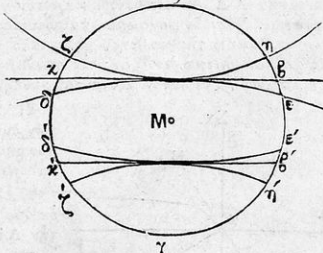


Τὰ τριχοειδῇ φαινόμενα ἐξημεύονται: (Laplace, 1819) διὰ τῆς ἐπὶ τῶν ἐπιφανείων τῶν ῥευστῶν αὐτοφθοῦς πίεσεως, ἣν καλοῦσιν *πίεσιν ἐπιπόλης*. Τὰ μόρια παντὸς ῥευστοῦ ἔλκουσιν ἄλληλα διὰ συνοχῆς, ἥς ἡ ἐνέργεια εἰς ἀπειροστὰς ἀποστάσεις ἀφανίζεται (Σχ. 91). Ἐστω μ' τοιοῦτό τι μόριον, οὐτινος ἡ σφαῖρα τῆς ἔλξεως ἔχουσα ἀκτίνα α , κεῖται πᾶσα ἐν τῷ ῥευστῷ· τὸ μόριον τοῦτο, ἐλκόμενον πανταχόθεν δι' ἴσων ἀτομικῶν δυνάμεων, οὐδεμίαν ὑφίσταται ἐκ τῆς συνοχῆς ἑτερομερῇ ἔλξιν ἢ πίεσιν· ἄλλως ὅμως συμβαίνει περὶ τὸ μόριον μ', ἀπέχον ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ῥευστοῦ ἔλαττον τῆς ἀκτίνας α τῆς σφαίρας τῆς ἔλξεως. Ἡ ἐπ' αὐτοῦ ἔλξις πάντων τῶν ἐν τῷ σφαιρικῷ τμήματι $\kappa\beta\gamma\delta$ περιεχομένων μορίων ἀφανίζεται, ἀλλ' ὑπολείπεται ἐνεργούσα ἐπ' αὐτοῦ ἡ συνισταμένη πασῶν τῶν ἔλξεων τῶν μορίων τῶν περιεχομένων ἐν τῷ $\gamma\epsilon\delta$, διευθυνομένη πρὸς τὰ ἔσω τοῦ ῥευστοῦ καθεῶτα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ $\kappa\beta$. Προφανῶς δὲ ἡ ἐπιπόλις αὕτη πίεσις Π ἐστὶ μεγίστη διὰ τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας μόρια, ἐρ' ὧν ἐνεργεῖ ὁλόκληρον τὸ ἡμισφαίριον τῆς ἔλξεως, βαθμηδὸν ἐλαττοῦται ὑπ' αὐτὴν καὶ ἀφανίζεται εἰς βῆθος ἴσον πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς ἔλξεως α . Ἀλλ' ἡ ἔντασις αὐτῆς ἐπὶ τινος μορίου μ' ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ σχήματος τῆς ἐπιφανείας τοῦ ῥευστοῦ· διότι ἐνῷ διὰ τὴν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν $\kappa\beta$ (Σχ. 92) τὰ μόρια, ὧν ἡ ἐπὶ τοῦ Μ ἀτομικὴ ἔλξις φέρεται ἀποτέλεσμα, περιέχονται ἐν τῷ σφαιρικῷ τμήματι $\kappa'\gamma\beta'$, διὰ τὴν κοίλην ἐπιφάνειαν ζῆ περιέχονται ἐν τῷ τμήματι $\zeta'\gamma\eta'$, ὥστε ἡ ἐπιπόλις πίεσις ἐστὶν ἐλάσσων, διὰ δὲ τὴν κυρτὴν δὲ περιέχονται ἐν τῷ $\delta'\gamma\epsilon'$, ὥστε αὕτη ἀποβαίνει μέγιστη, ἐὰν ἡ ἀκτὶς τῆς καμπυλότητος ἢ συγκριτῇ πρὸς τὴν τῆς ἀτομικῆς ἔλξεως.

Σχ. 91



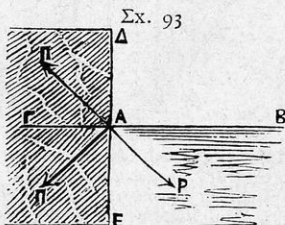
Σχ. 92



Ἐπὶ πάσης πομπόλυγος σάπωνος καταφαίνεται ὅτι ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια τῶν ῥευστῶν πιεῖσι τὴν ἐσωτερικὴν μάζαν· διότι, ἐὰν κλείσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ στόμιον τοῦ σωλῆνος, δι' οὗ ἐμφυσήσαντες ἀνεπτύξαμεν τὴν πομπόλυγα, διατηρεῖ αὕτη ἀμετάβλητον τὸ μέγεθος· ὅταν ὅμως ἀνοίξωμεν αὐτό, ἡ πομπόλυξ συστέλλεται κατ' ἀρχὰς μὲν βραδῶς, εἰτα δὲ ταχύτερον καὶ τέλος εἰσέρχεται ὁλόκληρος εἰς τὸν σωλῆνα, διότι ἡ ἐπιπόλις πίεσις τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος πιεῖσι πανταχόθεν τὸν ἐγκλεισμένον ἀέρα καὶ τὸσον ἰσχυρότερον ὅσον ἡ ἀκτὶς τῆς κυρτότητος ἐλαττοῦται.

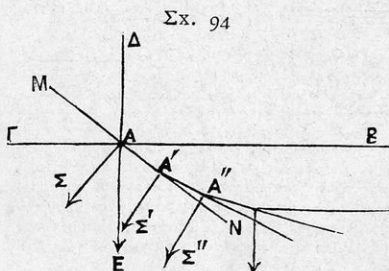
Τὸ ἄνισον ἐπομένως ὕψος τῶν ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τῶν τριχοειδῶν σωλῆνων ἰσορροποῦσάν

ἐπιφανειῶν ρευστοῦ τινος ἐρμηνεύεται κατὰ ταῦτα εὐκόλως, ἐὰν παρατηρήσωμεν ὅτι ἑκτὸς μὲν τῶν σωλήνων τούτων ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ρευστοῦ ἐστὶν ἐπίπεδος, ἐντὸς δ' αὐτοῦ κοίλη ἢ κυρτή· κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἐπιπόλιος πίεσις ἐστὶν ἐλάσσων τῆς ἑκτὸς, κατὰ τὴν δευτέραν μείζων, ὥστε ἡ ἰσορροπία ἐπέρχεται ὡς καὶ ἐντὸς δοχείων συναφῶν, περιεχόντων ρευστὰ ἀνίσου πυκνότητος (ἔδ. 74). Ὑπολείπεται ἄρα ἡ ἐρμηνεία τῆς καμπυλότητος τῶν περάτων τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας τῶν βαρέων ρευστῶν παρὰ τοῖς στερεοῦς πλευρώμασιν.

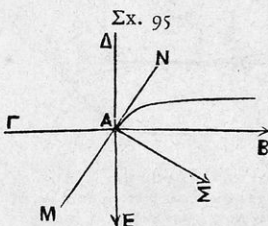


ἐκ τοῦ στερεοῦ μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τῶν διαφόρων σωμάτων, δυνατόν ἵνα ὑπάρξωσιν αἱ ἐξῆς τρεῖς περιπτώσεις.

1) $2\Pi - P > 0$. Ἐπὶ τοῦ μορίου Α (Σχ. 94) ἐνεργοῦσι δύο δυνάμεις, ὧν ἡ μὲν διευθύνεται κατὰ τὴν ΑΕ ἡ δὲ κατὰ τὴν ΑΓ· ἄρα ἡ συνισταμένη αὐτῶν κεῖται ἐν τῇ



ἐπιφάνεια ΑΔΑ' ἀποβαίνει καμπύλη καὶ εἰς τινὰ ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ στερεοῦ ὀριζοῦται. Ἐὰν δὲ νοήσωμεν καὶ δευτέραν κατὰ στάθμην στερεὰν ἐπιφάνειαν ἀρχοῦντος πλησίον τῆς πρώτης, ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἐπιπολὴ τοῦ ρευστοῦ μετασχηματίζεται εἰς κοίλον ἡμικυλινδρὸν· ἐν σωλῆνι τέλος στενὴ ἡ ἐπιπολὴ καθίσταται κοίλη ἐκ περιστροφῆς περὶ τὸν ἄξονα τοῦ σωλήνος, παρεμφερῆς πρὸς ζώνην σφαίρας.



στερεῶν κυλινδρική καὶ θολωτή ἐντὸς τριχοειδοῦς σωλήνος.

Ἐστω ΔΕ (Σχ. 93) ἡ κατὰ στάθμην ἐπιφάνεια ἀπεράντου στερεῶς μάζης ἐμβεβαπτισμένης καὶ ΒΓ ἡ τοῦ ρευστοῦ ἐπιφάνεια. Τὸ ἐπὶ τῆς τομῆς τῶν δύο ἐπιφανειῶν ρευστὸν μόριον Α ἔλκεται ὑπ' ὀλοκληροῦ τοῦ ρευστοῦ ΕΑΒ κατὰ τὴν συνισταμένην ΑΡ διχοτομοῦσαν τὴν γωνίαν ΕΑΒ, καὶ ὑπὸ τῶν δύο μερῶν ΓΑΔ καὶ ΓΑΕ τῆς στερεῶς μάζης κατὰ τὰς συνισταμένας ΑΠ, διχοτομοῦσας τὰς γωνίας ΓΑΕ καὶ ΓΑΔ. Πᾶσαι αἱ δυνάμεις αὗται συντίθενται (ἔδ. 37) εἰς τὴν κατὰ στάθμην ἐνέργειαν Ρ συν: 45°, ἥτις προστίθεται εἰς τὴν βαρύτητα, καὶ εἰς τὴν ὀριζοντιαν (2Π - Ρ) συν: 45°. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἔντασις τῆς συνοχῆς τοῦ ρευστοῦ καὶ τῆς ἐφέλξεως

ἐδ. 72) ἐφάπτεται αὕτη κατὰ τὸ Α τοῦ ἐπιπέδου ΜΝ καθέτου ἐπὶ τῆς ΑΣ καὶ τέμνει τὴν στερεὰν ἐπιφάνειαν ΔΕ κατὰ τὴν γωνίαν ΔΑΝ, οὗσαν ἀμετάβλητον διὰ τὰ αὐτὰ σώματα καὶ καλυμμένην γωνίαν συναρμογῆς. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἐπὶ τῶν βαθμῶν μᾶλλον τοῦ στερεοῦ ἀπεχόντων ρευστῶν μορίων Α, Α', Α'... ἐφέλξις συνεχῶς ἐλαττοῦται, αἱ ἐπ' αὐτῶν ἐνεργοῦσαι δυνάμεις Σ', Σ'... ἀποκλίνουναι βαθμῶν πρὸς τὴν βαρύτητα ὥστε ἡ

2) $2\Pi - P = 0$. Ἡ γενικὴ συνισταμένη πασῶν τῶν δυνάμεων διευθύνεται κατὰ στάθμην, ἡ γωνία τῆς συναρμογῆς ἰσοῦται πρὸς 90°. τὸ ρευστὸν διατελεῖ καὶ παρὰ τῷ στερεῷ ὀριζόντιον.

3) $2\Pi - P < 0$. Ἡ τελικὴ συνισταμένη προκύπτει ἐκ δύο συνιστωσῶν διευθυνομένων κατὰ τὴν ΑΕ καὶ τὴν ΑΒ, κεῖται ἄρα ἐν τῇ γωνίᾳ ΕΑΒ (Σχ. 95). Ὡστε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ρευστοῦ κατὰ τὸ Α ἄπτεται τοῦ ἐπιπέδου ΜΝ καθέτου ἐπὶ τῆς συνισταμένης αὐτῆς ΑΣ, καὶ ἡ γωνία τῆς συναρμογῆς ΔΑΝ ἀποβαίνει ἐλάσσων τῶν 90°. Παρὰ τῷ στερεῷ λοιπὸν ἡ ρευστὴ ἐπιφάνειά ἐστὶ κυρτή, μεταξὺ δύο παραλλήλων

μεμβράνης, πάλιν συμβαίνει συναλλαγή τῶν μορίων τῶν δύο ρευστῶν διὰ τοῦ διαφράγματος καλουμένη διαπίδνσις. Συνήθως ὁμως διέρχονται ἀντιθέτως ἄνισα ποσά τῶν δύο ρευστῶν διὰ τοῦ διαφράγματος· ὥστε ἐὰν αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν κατ' ἀρχὰς ἦσαν ἰσόπεδοι, κατέρχεται ἡ ἐτέρα αὐτῶν καὶ ἀνέρχεται ἡ ἄλλη παρὰ τοὺς νόμους τῆς ἰσορροπίας.

Ἐὰν π. χ. πυκναὶ ἀλυκταὶ διαλύσεις χωρίζονται διὰ κύστεως ἀπ' ὕδατος, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ βυθιζομένη καταβαίνει, ἐνῷ ἀνέρχεται ἡ ἐπιφάνεια τῶν διαλύσεων· οὐδὲν ὅμως διαπίδνσις μόνον τὸ ὕδωρ πρὸς τὴν διάλυσιν, ἀλλὰ καὶ μέρος τῆς διαλύσεως πρὸς τὸ ὕδωρ, μέχρις οὗ τὰ ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος ρευστὰ καταντήσωσιν ἰσόπυκνα, ὡς γίνονται καταφανές ἐὰν ἡ διάλυσις ἔχῃ χρῶμα, οἷον ἡ τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ. Ὁ Dutrochet ἐκάλεισε τὰς δύο ταύτας συγχρόνους καὶ ἀντιθέτους διὰ τῆς μεμβράνης κινήσεις ἐμπιδύειν καὶ ἐκπιδύειν, συνιδὼν πρῶτος τὴν σπουδαιότητα τοῦ φαινομένου ὡς πρὸς τὰς ὁργανικὰς λειτουργίας ἐν τοῖς ζῳοῖς καὶ ἐν τοῖς φυτοῖς· διότι πᾶσα συναλλαγή χυμῶν, πᾶσα πρόσληψις τροφῶν πρὸς ἀφομοίωσιν ἐν φυτοῖς καὶ ἐν ζῳοῖς συμβαίνει διὰ τῶν πλεωρωμάτων τῶν κυττάρων καὶ τῶν ἀγγείων, καίτοι οὐδὲν ἄνακαλύπτουμεν ἐπ' αὐτῶν ὅπως οὐδὲ διὰ τοῦ μικροσκοπίου.

Ὅσον δ' ἀφορᾷ εἰς τὴν ταχύτητα τῆς διεισδύσεως, ὁ Graham διεύρεε τὰ διαλυτὰ σώματα εἰς δύο τάξεις, εἰς τὰ κρυσταλλώδη καὶ εἰς τὰ κολλώδη. Ἐκ τούτων τὰ πρῶτα, οἷον τὸ σάκχαρι, τὰ μεταλλικὰ ἅλατα κτλ., εἰσὶν ἐν στερεᾷ καταστάσει κρυσταλλώδη, τὰ δὲ δεύτερα, ὅντα ἐν στερεᾷ καταστάσει ἀμορφα, οἷον ἡ κόλλα, τὸ λεύκωμα, περιχρυσίνονται ἐν τῷ ὕδατι διαλύσεις πηκτώδεις. Κέκτληται, δ' ἐν γένει τὰ πρῶτα μείζονα ταχύτητα διεισδύσεως. Διὰ μεμβράνης ἐξ ὕλης κολλώδους, οἷον διὰ περγαμνῆς ἡ χάρτου, διαπίδνουν τὰ κρυσταλλώδη εὐκόλως οὐχὶ ὅμως καὶ τὰ κολλώδη· δυνάμεθα ἐπομένως κατὰ τὰς χημικὰς ἀναλύσεις ἵνα χωρίσωμεν διὰ τῆς διαπίδνσεως σώματα ἀνήγοντα εἰς τὰς δύο ταύτας τάξεις ἀπ' ἄλλῃων.

Μεταξὺ τῶν ατομικῶν τούτων φαινομένων κατατακτέον καὶ τὴν ἀξιόλογον ἰδιότητα πορωδῶν σωμάτων, οἷον τοῦ ζωικοῦ ἄνθρακος, τοῦ χώματος κτλ. τοῦ κρατεῖν κατὰ τὴν δι' αὐτῶν διηθήσιν τὰ ἐν τοῖς ρευστοῖς διαλυμένα σώματα, οἷον χρωστικὰς ὑλίας, ἅλατα κτλ. διὸ τὰ δι' αὐτῶν διηθήματα σταλάζουσιν ἄχροα ἢ ἀραιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

Υδροδυναμική.

84. ΤΑΧΥΤΗΣ ΕΚΡΟΗΣ. ΘΕΩΡΗΜΑ ΤΟΥ TORRICELLI. Ἐὰν ἡ ἀμέσως ὑπερκειμένη τοῦ στομίου α β (Σχ. 97) δοχείου τινὸς ρευστὴ μάζα αβγδ ἐπιπτεν ἀδιάστως, μὴ ἐπιταχυνόμενη ἐκ τοῦ πιέζοντος αὐτὴν ρευστοῦ, ἤθελεν ἐγκαταλείπει τὸ δοχεῖον μετὰ ταχύτητος $v = \sqrt{2\gamma u'}$, τοῦ u' ἐμφαινόντος τὸ ὕψος α γ (ἐδ. 32). Ἀλλ' ἡ ἐκρέουσα αὕτη μάζα ἐπιταχύνεται καὶ ὑπὸ τῆς πίεσεως τοῦ ὑπερκειμένου ρευστοῦ· ὥστε ἡ ἐκ τῆς βαρύτητος ἐπιτάχυνσις γ ἔχει πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν γ', μεθ' ἧς ἐκρέουσι τὰ ρευστὰ μόρια, ὡς α γ : α ε ἢ ὡς $u' : u$, ἐὰν u ἐμφαίνηται τὸ βάθος τῆς πιέζουσας στήλης· τουτέστι $\gamma : \gamma' :: u' : u$,



$$\text{ὅθεν } \gamma' = \frac{\gamma u}{u'} \cdot \text{ἀλλὰ τῆς ἐπιταχύνσεως τῆς ἐκροῆς}$$

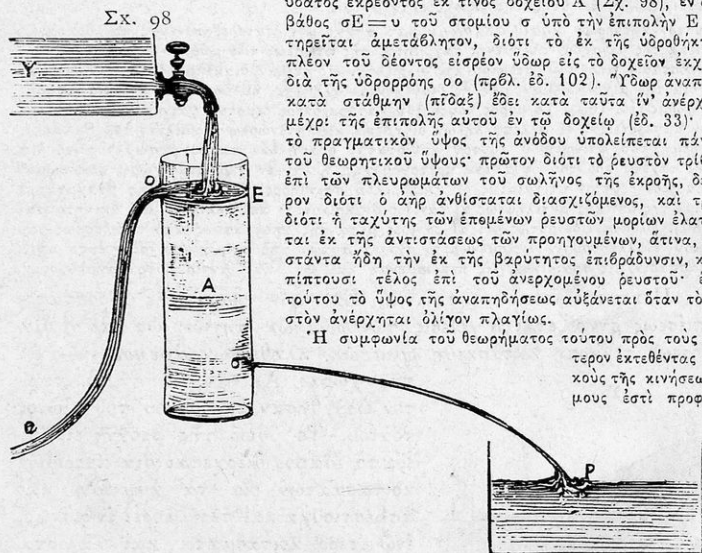
οὔσης γ' καὶ οὐχὶ γ, ἡ ταχύτης αὐτῆς ἐστὶ $v' = \sqrt{2\gamma' u'} = \sqrt{2\gamma u}$.

ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν τὸ καλούμενον θεώρημα τοῦ Torricelli (1641), ὅτι ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς ἰσοῦται πρὸς τὴν ταχύτητα, ἣν κτάται σῶμα περὶ ἀκωλύτως ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ρευστοῦ μέχρι τοῦ στομίου τῆς ἐκροῆς· ἐξ οὗ 1) ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ βάθους τοῦ στομίου ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν, ἀλλ' οὐχὶ ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ ρευστοῦ, διότι ἡ μετὰ τῆς πυκνότητος τῶν ρευστῶν συναυξανόμενη πίεσις, ἐνεργοῦσα ἐν ἴσῳ βάθει ἐπὶ μορίων ἀναλόγως πυκνότερων, ἐπιφέρει ἴσην ταχύτητα· 2) ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς ἀναλογεῖ πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τοῦ βάθους τοῦ στομίου.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐν τοῖς ρευστοῖς πίεσις διαδίδεται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν ὁμοίως, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς οὐδὲως μεταβάλλεται μετὰ τῆς διευσθύνσεως τοῦ ἐκρέοντος ρευστοῦ· ὥστε ἡ τροχιά ρευστοῦ ἐκρέοντος ὀριζοντίως ἢ πλαγίως ἐστὶ παραβολὴ (ἐδ. 35), παρασχηματιζομένη μὲν ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, δυναμένη ὅμως ἵνα χρησιμεύσῃ πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῆς ἀνωτέρω προτάσεως. Πρὸς τοῦτο λογιζόμεθα τὴν ὀριζοντίαν συνιστάσαν τῆς κινήσεως ἐκ τοῦ τύπου $t' = \sqrt{2\gamma u}$ καὶ κατασκευάζομεν ἐπὶ χάρτου τὴν ἀντίστοιχον παραβολήν, ἣν παραβάλλομεν πρὸς τὸ σχῆμα σΡ

ὕδατος ἐκρέοντος ἐκ τινος δοχείου Α (Σχ. 98), ἐν ᾧ τὸ βάθος σΕ = u τοῦ στομίου σ ὑπὸ τὴν ἐπιπολὴν Ε διατηρεῖται ἀμετάβλητον, διότι τὸ ἐκ τῆς ὑδροθήκης Υ πλέον τοῦ δέοντος εἰσρέειν ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον ἐκχεῖται διὰ τῆς ὑδρορρόης οο (πρβλ. ἐδ. 102). Ἐὰν ἀναπηδῶν κατὰ στάθμην (πίδαξ) ἔδω κατὰ ταῦτα ἐν' ἀνέρχεται μέχρι τῆς ἐπιπολῆς αὐτοῦ ἐν τῷ δοχείῳ (ἐδ. 33)· ἀλλὰ τὸ πραγματικὸν ὕψος τῆς ἀνόδου ὑπολείπεται πάντοτε τοῦ θεωρητικοῦ ὕψους· πρῶτον διότι τὸ ρεῦσόν τριβεται ἐπὶ τῶν πλευρωμάτων τοῦ σωλῆνος τῆς ἐκροῆς, δεῦτερον διότι ὁ ἀήρ ἀνθίσταται διασχίζομενος, καὶ τρίτον διότι ἡ ταχύτης τῶν ἐπομένων ρευστῶν μορίων ἐλαττοῦται ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τῶν προηγουμένων, ἀτίνα, ὑποστάντα ἤδη τὴν ἐκ τῆς βρύτης ἐπιβράδυνσιν, καταπίπτουσι τέλος ἐπὶ τοῦ ἀνερχομένου ρευστοῦ· ἐνεκα τούτου τὸ ὕψος τῆς ἀναπηδήσεως αὐξάνεται ὅταν τὸ ρεῦσόν ἀνέρχεται ὀλίγον πλαγίως.

Ἡ συμφωνία τοῦ θεωρήματος τούτου πρὸς τοὺς πρότερον ἐκτεθέντας γενικούς τῆς κινήσεως νόμους ἐστὶ προφανής.



Τὸ κατὰ τὴν ἐκροὴν τοῦ ὀρισμένου ρευστοῦ βάρος δ παπαινόμενον ἔργον ἰσοῦται πρὸς γu (ἐδ. 43), διότι ἴσον βάρος ρευστοῦ καταβυθίζεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας μέχρι τοῦ στομίου τῆς ἐκροῆς· ἀλλ' ἡ κεκτῆμένη ταχύτης $t' = \sqrt{2\gamma u}$ δύναται (ἐδ. 33) ἵνα ὑψώσῃ ἴσην μᾶζαν ρευστοῦ μέχρι τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἢ ἵνα παραγάγῃ ποσὸν ἔργου ἴσον τῷ δαπανηθέντι πρὸς μετάδοσιν τῆς ταχύτητος ταύτης.

85. ΠΟΣΟΝ ΕΚΡΟΗΣ. ΣΧΗΜΑ ΤΟΥ ΕΚΚΡΕΟΝΤΟΣ ΡΕΥΣΤΟΥ. Ἐὰν ἡ τομὴ τοῦ ἐκρέοντος ρευστοῦ ἰσοῦτο πρὸς τὸ στόμιον τῆς ἐκροῆς, ἥδυνάμεθα ἵνα

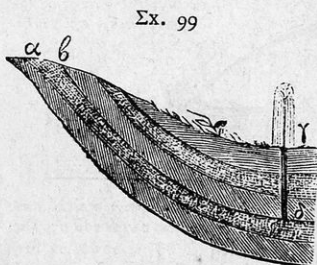
ἐκλάβωμεν τὸ ἐν ἐνὶ λ" ἐκρέον ποσὸν τοῦ ρευστοῦ ὡς κύλινδρον ἔχοντα τὸ στόμιον βάσιν καὶ τὴν ταχύτητα τῆς ἐκροῆς ὕψος καὶ ἐπομένως ὄγκον $\sigma\tau = \sigma \sqrt{2\gamma\upsilon}$, τοῦ σ ἐμφαίνοντος τοῦ στομίου τὴν ἔκτασιν ὥστε τῆς πυκνότητος τοῦ ρευστοῦ ὑποτεθείσης π, τὸ βάρος τοῦ ὄγκου τούτου ἦθελεν εἶναι $\pi\sigma \sqrt{2\gamma\upsilon}$. Ἀλλὰ τὸ πειραματικῶς ὀριζόμενον ποσὸν τῆς ἐκροῆς διὰ στομίων ἐπὶ λεπτῶν πλευρωμάτων ἐστὶ πάντοτε ἔλασσον καὶ περιλαμβάνει, διὰ τὸ ὕδωρ π. χ., 0,62 τοῦ λογιζομένου ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου· διότι, ὡς ἡ παρατήρησις μαρτυρεῖ, ἡ τομὴ τοῦ ἐκρέοντος ρευστοῦ πλησίον τοῦ στομίου στενοῦται καταντῶσα εἰς τὰ $\frac{1}{3}$ αὐτοῦ.

Ἡ συστολὴ αὕτη τῆς ἐκροῆς προέρχεται κυρίως ἐκ τούτου, ὅτι τὰ ἐν τῷ δοχείῳ μόρια συρρέουσιν πανταχόθεν πρὸς τὸ στόμιον, κατὰ διευθύνσεις συγκλινούσας, ἡ δὲ πλαγία αὐτῶν ταχύτης οὐδόλως ἀφανίζεται· εὐθὺς παρὰ τῷ στομίῳ ἄλλα καὶ ἡ τριβὴ τοῦ ρευστοῦ ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ στομίου συντελεῖ πρὸς ἐλάττωσιν τῆς ἐκροῆς. Ἐὰν ὁμως τὸ ρευστὸν ἐκρῇ διὰ βραχέος κυλινδρικοῦ σωλῆνος ἐξ ὕλης καθυγραينوμένης προστηρησμένου εἰς τὸ στόμιον, οὐδόλως συμβαίνει συστολὴ ἐκροῆς· τότε ἡ ποσότης τοῦ ἐκρέοντος ρευστοῦ αὐξάνεται, ἀλλ' ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς ἐλαττοῦται.

Ῥευστὸν καταρρέον κατὰ στάθμην κατ' ἀρχὰς μὲν διατελεῖ συνεχὲς καὶ διαφανές, ἀλλ' ἔνεκα τῆς βαθμυδὸν αὐξομένης ταχύτητος τῆς πτώσεως τῶν μορίων διασπᾶται κατὰ τινα ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ στομίου καὶ χωρίζεται εἰς σειρὰν διακεκριμένων βανίδων, ἃς ὅμως, διὰ τὴν μεγάλην βίαν, μεθ' ἧς διαδέχονται ἀλλήλας, οὐ δυνάμεθα ἵνα παρατηρήσωμεν χωρὶς (ἐδ. 165). Τὸ μέρος τοῦτο τοῦ καταρρέοντος ρευστοῦ φαινόμενον θολὸν καὶ σκιερὸν συγκροτεῖται· ἐξ ἀλλεπαλλήλων οἰδήσεων καὶ στενώσεων (κοιλίαι τοῦ Savart). Ἡ ἀφορμὴ τοῦ φαινομένου τούτου καθίσταται ὁρατὴ ἐὰν παρατηρήσωμεν αὐτὸ διὰ σχισμῆς ταχέως πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ παρερχομένης, ἡ ἐὰν ἐν σκοτεινῷ χώρῳ φωτισώμεν τὸ καταρρέον ρευστὸν στιγμιαίως δι' ηλεκτρικοῦ σπινθήρος, ὅτε ἔνεκα τῆς βραχυτάτης διάρκειας τῆς ὀπτικῆς ἀντιλήψεως αἱ βανίδες διακρίνονται ἀπ' ἀλλήλων ὡς ἀκίνητους· (ἐδ. 280). Βλέπομεν δὲ οὕτως ὅτι αἱ βανίδες μετὰ τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τῆς θέσεως τοῦ χωρίσμου ἐναλλάσσουσιν ὥρισμένως τὸ σχῆμα αὐτῶν ἀπὸ ἐπιμήκους, οἷον ἐστὶ κατὰ τὴν διάσπασιν, εἰς σφαιρικόν, εἰς πεπιεσμένον καὶ εἴτα κατ' ἀντίστροφον ἀκολουθίαν.

86. ΠΗΓΑΙ ΚΑΙ ΑΡΤΗΣΙΑΝΑ ΦΡΕΑΤΑ. Ἐπὶ τῶν νόμων τῆς ὕδροστατικῆς πίεσεως στηρίζεται ἡ γένεσις τῶν φυσικῶν πηγῶν ὡς καὶ ἡ διὰ τρυπήσεως τεχνητῇ κατασκευῇ φρεάτων, κληθέντων ἀρτησιανῶν ἐκ τῆς χώρας Artois, ἐν ἣ τὸ πρῶτον ὠρύχθησαν ἀρχομένου τοῦ αἰῶνος τούτου. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς εἰσδύνει εἰς τὸ ἔδαφος διέρχεται διὰ πορωδῶν κοιτασμάτων οἷα τὰ ἀμμώδη καὶ ἀσβεστοῦχα καὶ πλημμυρεῖ ἐν αὐτοῖς, ἐνῷ ἕτερα κοιτάσματα, καὶ μάλιστα τὰ ἀργιλλώδη, ἐμποδίζουσι τὴν διάβασιν αὐτοῦ. Ἐὰν ἐπομένως, ὡς συνήθως συμβαίνει ὑπὸ τὰς κοιλάδας, διάβροχα καὶ ἀδιάβροχα κοιτάσματα,

πλαγίως ἐπικείμενα ἐπ' ἀλλήλα, ἀναφαίνονται εἰς ὑψηλοτέρας θέσεις, ἡ ἀνάβλυσις τοῦ διὰ τῆς κορυφῆς αβ (Σχ. 99) πορώδους τινὸς κοιτάσματος εἰσδύντος ὕδατος κωλύεται ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων ἀργιλλωδῶν



κοιτασμάτων. "Όταν όμως διατρήσωμεν εἰς γδ καταλλήλως τὸ ἀδιά-
 ῥοχον κοιτάσμα, τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ εὐθύς ὑπὸ τῆς ὑδροστατικῆς πιέ-
 σεως βιαζόμενον.

Μεταξὺ τῶν βαθυτάτων ἀρτησιανῶν φρεάτων διακρίνονται τὸ τοῦ Passy πλησίον τῶν
 Παρισίων (557 μ.) καὶ τὸ τῶν νέων ἀλοπηγίων τοῦ Minden (696,5 μ.). Διὰ τοιούτων
 φρεάτων πολλαὶ ἔρημοι χώραι ἐν Ἀλγερίᾳ μετεβλήθησαν εἰς καρποφόρους ἄεσεις.

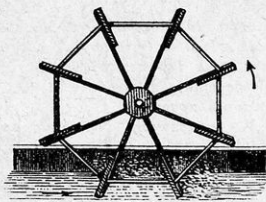
87. ΓΑΡΟΜΥΛΟΙ ΚΑΙ ΓΑΡΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ. Χρῆσιν δὲ τῆς πτώσεως τοῦ ὕδα-
 τος ὡς κινητικῆς δυνάμεως ποιοῦμεθα διὰ τῶν *ὕδρομύλων*, τροχῶν στρε-
 φομένων ἢ καθέτως ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος ὅτε καλοῦνται κυρίως *ὕδρομυλοι*
 ἢ παραλλήλως αὐτῷ ὅτε καλοῦνται *ὕδροστροβίλοι*. Ὑδρομύλων πάλιν
 στρεφομένων περὶ ὀριζοντίους ἄξονας ὑπάρχουσι δύο εἴδη, οἱ *ἐπικλύστοι*
 καὶ οἱ *ὑπόκλυστοι*.

1^{ον}. Ὑπόκλυστοι ὕδρομυλοι κατασκευάζονται ἰδίως ὅπου ἡ μὲν
 ποσότης τοῦ ὕδατος ἐστὶ μεγάλη, ἡ δὲ καταφορὰ αὐτοῦ μικρά. Τὸ ἐν
 κεκλιμένῃ ὑδροχόῃ καταρρέον ὕδωρ προσπίπτει εἰς τὰς *πλάτας* τῆς
 στεφάνης τροχοῦ τινος (Σχ. 100), ἃς κινεῖ
 μεταδιδὼν αὐταῖς διὰ τῆς συγκρούσεως καὶ
 διὰ τῆς πίσεως μέρος τῆς ταχύτητος, ἣν
 ἐκτήσατο ἐκ τῆς πλαγίας πτώσεως (ἐδάφ.
 41). Αἱ πλάται εἰσὶν ἢ ἐπίπεδοι ἢ καὶ
 καταλλήλως καμπύλαι (τροχὸς τοῦ Pon-
 celet).

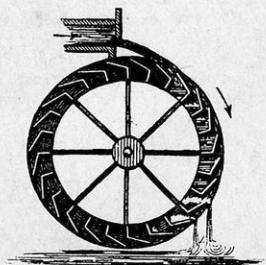
2^{ον}. Τοῦναντίον ὅπου ἡ καταφορὰ ἐστὶ
 μεγάλη ἡ δὲ ποσότης τοῦ ὕδατος μικρά,
 ποιοῦμεθα χρῆσιν τῶν ἐπικλύστων ὕδρομύ-
 λων (Σχ. 101). Οἱ τροχοὶ αὐτῶν φέρουσιν
 ἀντὶ πλατῶν *σκαφίδας* κεκλεισμένας διὰ
 τοίχων ἐκατέρωθεν τῆς στεφάνης· αὗται
 πληροῦνται ἐκ τοῦ ἄνωθεν ἐπιρρέοντος ὕδα-
 τος πρὸς τὸ κατερχόμενον μέρος τοῦ τρο-
 χοῦ καὶ κενοῦνται φθάνουσαι κάτω· τὸ ὕδωρ
 ἐνεργεῖ ἐνταῦθα ἐν μέρει μὲν διὰ τῆς συγ-
 κρούσεως ἐν μέρει δὲ διὰ τοῦ βάρους αὐτοῦ,
 διότι αἱ πλήρεις σκαφίδες τοῦ κατερχομέ-
 νου μέρους τοῦ τροχοῦ εἰσι βαρύτεραι τῶν
 κενῶν, αἵτινες ἀνέρχονται. — Ἀντίθετος
 στροφή ἢ διάταξις τῶν σκαφίδων μεταβάλ-
 λει τοὺς τοιούτους τροχοὺς εἰς *ἀντλητήρας*, ὅτε κινοῦνται δι' ἐτέρων
 μηχανικῶν δυνάμεων.

3^{ον}. Ὅπου δὲ τὸ ὕδωρ κατέρχεται ἐκ πολλοῦ ὕψους γίνεται λυσι-
 τελής χρῆσις τῶν ὀριζοντίων *ὕδροστροβίλων*· μεταξὺ αὐτῶν διακρίνε-

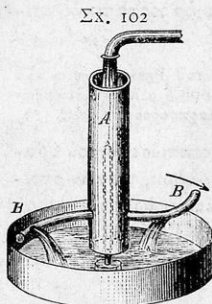
Σχ. 100



Σχ. 101



ται ὁ σκατωκὸς ἡ τοῦ Segner (Σχ. 102). Τὸ εἰς τὸν κατὰ στάθμην ἰστάμενον κοῖλον ἄξονα τῆς στροφῆς Α εἰσπίπτον ὕδωρ ῥέει διὰ τῶν ἐπίσης κοίλων καὶ καμπύλων ἀγκώνων τοῦ στροβίλου καὶ ἐκχεῖται διὰ τῶν στομιῶν ΒΒ κατὰ διεύθυνσιν ἐφαπτομένην. Ἐὰν κατ' ἀρχὰς νοήσωμεν τὰ στόμια κεκλεισμένα, ὁ στροβίλος ἰσορροπεῖ ὡς ἐκ τῆς πανταχοῦ ὁμοίας πίεσεως· ἐὰν ὁμως τὰ στόμια ἀνοιχθῶσι, πρῶτον αἶρεται ἡ πίεσις κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἐκρέοντος ὕδατος καὶ ὑπολείπεται ἐνεργοῦσα ἴση ἀντιπίεσις, δεύτερον, ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ διερχόμενον διὰ τῶν ἀγκώνων διατρέχει τροχίαν καμπύλην, ἀσκαῖ ἐπ' αὐτῆς πίεσιν (ἐδ. 55) ὥθουσιν τὸν στροβίλον κατὰ διεύθυνσιν ἐπίσης ἀντίθετον πρὸς τὴν τοῦ ἐκρέοντος ὕδατος.



Τὸ ποσὸν τοῦ ὑδροδυναμικοῦ ἔργου ὀρίζεται διὰ τοῦ βάρους τοῦ κατὰ λ' διαθεσίμου ὕδατος ἐπὶ τὸ ὕψος τῆς πτώσεως αὐτοῦ. Ὡστε δύναμις προσερχομένη ἐκ βάρους 25 χλ ὕδατος ἐν ἐνὶ λ' πίπτουσαν ἐξ ὕψους 3 μ παρέχει κατὰ θεωρίαν ἔργον 75 χγμ ἢ ἐνὸς ἵππου (ἐδ. 43). Ἄλλ' ἐν τῇ πράξει οὐδέποτε φθάνομεν εἰς τὸ μέγιστον τοῦτο χρήσιμον ἀποτέλεσμα, διότι μάλιστα τὸ ὕδωρ οὐ μεταδίδωσι πᾶσαν τὴν ἐκ τῆς πτώσεως ταχύτητα αὐτοῦ εἰς τὸν τροχόν, ἀλλ' ἀπορρεῖ ἐκ τῆς στεφάνης μετὰ ταχύτητος τοῦλάχιστον ἴσης πρὸς τὴν περιφερικὴν ταχύτητα αὐτῆς. Οἱ ἄριστοι ἐπὶ κλυστοὶ ὑδρόμυλοι καὶ οἱ ὑδροστροβίλοι παρέχουσιν 70 % τοῦ θεωρητικοῦ ἀποτελέσματος, οἱ δὲ ὑπόκλυστοι καὶ τοῦτου ἔλασσον.

Ὁ καταρράκτης Νιαγάρας παρέχει περίπου 1300000 χμ καδ' ὥραν ἢ κατὰ λ' 360000 χγ ὕδατος κρημιζομένου ἐξ ὕψους 50 μ, δυναμένου ἐπομένως ἵνα ἐκτελέσῃ ἔργον 240000 ἵππων.

Σημειώσεις. Τὰ ρευστὰ ὡς καὶ τὰ ἀερώδη σώματα ἀνθίστανται κατὰ τῆς κινήσεως ἐτέρων σωμάτων ἐν τῇ μάξῃ αὐτῶν. Ἡ ἀντίστασις αὕτη προέρχεται ἐν μέρει μὲν ἐκ τῆς τριβῆς τοῦ ρευστοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κινουμένου σώματος, ἐν μέρει δὲ ἐκ τῆς μεταδόσεως τῆς κινήσεως εἰς τὰ ἀμέσως ἀπτόμενα αὐτοῦ ρευστὰ μέρη. Ἐξαρτᾶται δὲ τὸ ποσὸν τῆς ἀντιστάσεως ταύτης οὐσιωδῶς ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ κινουμένου, ὅπερ δεῖν ἵνα ἐκλέγῃται σκοπίμως πρὸς δυνατὴν ἐλάττωσιν αὐτῆς (ναυπηγική). Ἡ ἀντίστασις αὕτη αὐξάνεται μετὰ τῆς ταχύτητος τῆς κινήσεως, ἀλλὰ κατὰ λόγον πολλὸν ταχύτερον, διότι ἐπέρχεται αὐξήσις οὐ μόνον τοῦ ποσοῦ τῶν συγκινουμένων ρευστῶν μορίων, ἀλλὰ καὶ τῆς ταχύτητος, ἥς ταῦτα μεταλαμβάνουσι (μεταβολὴ τῆς ὁμοίας ἐπιταχυνομένης εἰς ὁμοιοταχὴ κίνησιν· χαλαστίπτων, ἑλικες προωστικά).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

Ἀερομηχανικὴ ἢ περὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας
καὶ τῆς κινήσεως ἀερωδῶν σωμάτων.

88. Τὰ ἀερώδη σώματα ἔχουσι κοινὴν τοῖς ρευστοῖς τὴν ιδιότητα τῆς εὐκινήσιας τῶν μορίων καὶ διακρίνονται αὐτῶν διὰ τῆς παντελοῦς ἐλλείψεως τῆς συνοχῆς καὶ διὰ τῆς τάσεως, ἥς ἕνεκα τὰ μέρη αὐτῶν

μακρύνονται ἀπ' ἀλλήλων ὅσον τὸ δυνατόν, πληροῦντα πάντα τὸν αὐτοῖς παρεχόμενον χώρον καὶ πιέζοντα τὰ πλευρώματα τῶν περι-
κλειόντων αὐτὰ δοχείων τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ μείζων ἐστὶν ἡ πυκνότης
αὐτῶν. — Ἀέριον περιεχόμενον ἐν κυλινδρικῷ δοχείῳ, κεκλεισμένῳ
στεγανῶς δι' ἐμβολέως, εὐκόλως συστέλλομεν εἰς μικρόν τι πολλοστὸν
τοῦ ἀρχῆθεν ὄγκου ἀσχοῦντες πίεσιν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως τούτου· τῆς
πίεσεως ὅμως παυσαμένης, τὸ αέριον ἀπωθεῖ διὰ τῆς ἰδίας ἀντιπίεσεως
τὸν ἐμβολέα μέχρι τοῦ προτέρου ὕψους. Τὰ αέρια κέκτῃνται ἐπομένως
ὡς καὶ τὰ ῥευστὰ ἐντελῇ ἐλαστικότητι κατ' ὄγκον (ἐδ. 70) ὄντα πολὺ
πλέον ἐκείνων πιεστά. Ἰσχύουσιν ἄρα καὶ ἐν τοῖς αερίοις περὶ δια-
δόσεως τῆς πίεσεως οἱ αὐτοὶ νόμοι καὶ ἐν τοῖς ῥευστοῖς (ἐδάφ. 71).

Ἡ πυκνότης τῶν αερίων ἐστὶ συνήθως κατὰ πολὺ ἐλάσσων τῆς τῶν
ῥευστῶν. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ π. χ. ἔχει πυκνότητα 773^{κις} ἀραιότε-
ραν τοῦ ὕδατος. Ἡ δὲ τῶν λοιπῶν αερωδῶν σωμάτων πυκνότης παρα-
βαλλεταὶ συνήθως οὐχὶ πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος, ὡς τῶν στερεῶν καὶ τῶν
ῥευστῶν, ἀλλὰ πρὸς τὴν τοῦ αέρος ἢ πρὸς τὴν τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ
ἀραιοτάτου πάντων τῶν αερίων (ἐδάφ. 14).

Απειρ. 24.

89. ΒΑΡΟΣ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ· ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ. Βεβαιούμεθα δὲ περὶ
τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος καὶ ἐπὶ τῶν αερωδῶν σωμάτων ὡς καὶ
ἐπὶ τῶν στερεῶν καὶ ῥευστῶν, σταθμῶντες ὑαλίνην σφαῖραν, φέρουσαν
στροφίγγα κλείουσαν στεγανῶς, πλήρη αέρος καὶ ἐπαναλαμβάνοντες
τὴν στάθμησιν αὐτῆς κενωθείσης τοῦ αέρος διὰ τῆς πνευματικῆς ἀν-
τλήρας (ἐδάφ. 97).

Ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς ἐστὶ περιβεβλημένη αερωδὲς κάλυμμα, ὅπερ
καλοῦμεν ἀτμόσφαιραν, ἔχον πῆθαν ὕψος 75 χμ. (πρβλ. ἐδάφ. 303)
καὶ ὃν κρᾶμα 79 ὄγκων ἁζώτου καὶ 21 ὀξυγόνου. Τὸ βάρος τοῦ κα-
λύμματος τούτου πιέζει οὐχὶ ἀσημάντως τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς
γῆς σώματα. Καὶ συνήθως μὲν οὐδεμίαν γνῶσιν τῆς πίεσεως ταύτης
ἔχομεν, διότι ἀσχεῖται ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων καὶ κατὰ πᾶσαν
διεύθυνσιν μετ' ἴσης ἐντάσεως (ἐδ. 71)· ἀλλ' αἰσθανόμεθα ἀμέσως τὴν
ἐνέργειαν τῆς πίεσεως ἅμα ἄραντες αὐτὴν ἀπὸ τινος ἐπιφανείας δι' ἀ-
ραιρέσεως τοῦ αέρος.

Ἐνεκα τῆς κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν ἴσης διαδόσεως τῆς πίεσεως ἡ ἔντασις αὐτῆς ἐντὸς
τῶν οἰκιῶν ὡς καὶ ἐν παντὶ χώρῳ συναφεῖ τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἐστὶν ὅση καὶ ἐν ὑπαίθρῳ. —
Διὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐρμηνεύονται πλεῖστα φαινόμενα, οἷον ὅτι τὸ ὕδωρ οὐ
καταρρέει ἐξ ἀντεστραμμένης πλήρους φιάλης, ἥς τὸ στόμιόν ἐστι βεβυθισμένον ὑπὸ τὴν
ἐπιφανείαν ὕδατος ὑπάρχοντος ἐν εὐρυτέρῳ τινὶ δοχείῳ· ὅτι τὸ ἐν τινὶ πλήρῃ βυτίνῃ
ῥευστὴν οὐκ ἐκρέει ἐκ τῆς ἡγεωμένης στροφίγγος εἰμὴ ἀφοῦ ἀνοιχθῇ καὶ τὸ ἄνωθεν
βύσμα· ὅτι τὸ ὕδωρ ἀκολουθεῖ κατόπιν τοῦ ἀνελκομένου ἐμβολέως ἐντὸς τῶν κυλινδρῶν
τῶν ἀντλῶν κτλ. (πρβλ. ἐδ. 100. 101). Πάντα τὰ τοιαῦτα φαινόμενα ἡρμηνεύοντο διὰ
τῆς ὑπεθετικῆς φράξης τοῦ κενοῦ πρὸ τῆς γενομένης ὑπὸ τοῦ Torricelli ἀνακαλύ-
ψεως τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

90. ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ TORRICELLI (1643). Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς ἀτμοσφαι-
ρικῆς πίεσεως ὁ Torricelli ἐπλήρωσεν ὑδραργύρου ὑάκινον σωλῆνα

Σχ. 103



μήκους 90 ετμ., κλειστόν κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον καὶ ἐβύθισε τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον αὐτοῦ εἰς λεκάνην πλήρη ὑδραργύρου, κλείσας αὐτὸ κατὰ τὴν ἀνατροπὴν διὰ τοῦ δακτύλου ἵνα μὴ ἐκρεύσῃ ὁ ὑδραργυρος. Στηρίξας δὲ τὸν σωλῆνα κατὰ στάθμην παρετήρησεν ὅτι ὁ ὑδραργυρος οὐκ ἐξέρρευεν, ἀλλ' ὄλιγον κατεβῆκεν ἔστη μετέωρος ἐν τῷ σωλῆνι εἰς ὕψος 760 χτμ. ὑπὲρ τὴν ἐπιτολὴν τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ῥευστοῦ, ἐγκαταλιπὼν κενὸν τὸν μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ θόλου τοῦ σωλῆνος χώρον B (κενὸν τοῦ Torricelli) (Σχ. 103). Ὁ κενὸς οὗτος χώρος ἡλαττοῦτο ὅτε ἐβύθιζε μᾶλλον τὸν σωλῆνα εἰς τὸν ὑδραργυρον τῆς λεκάνης, ὥστε ἡ καθ' ὕψος διαφορὰ μεταξύ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου διετῆρει ἀμετάβλητον μήκους 760 χτμ., ἐξ οὗ συνεπέραναν ὅτι, εἰς τὴν ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικὴν στήλην τῶν 760 χτμ. ὕψους ἰσορροπεῖ ἡ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου ἐνεργοῦσα ἀτμοσφαιρική πίεσις. Καὶ πράγματι ἄρα ἀνοίγεισιν ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος ὁπῆς τινος, ὅπως εἰσέλθῃ δι' αὐτῆς ὁ ἀήρ εἰς τὸ τορρικελλικὸν κενόν, καταπίπτων ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρος καταντᾷ ἰσοπέδος πρὸς τὸν ἐν τῇ λεκάνῃ, διότι τότε ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐνεργεῖ ὁμοίως ἐνδοθέν τε καὶ ἐξωθεν.

Τὸ ὕψος τῆς ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως βασταζομένης ὑδραργυρικῆς στήλης, ὃν κατὰ μέσον παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης 760 χτμ. παρέχει τὸ μέτρον τῆς πίεσεως ταύτης. Ἡ ἐφ' ἑνὸς τετμ. πίεσις ἰσοῦται πρὸς βάρους 76 κετμ. ὑδραργύρου ἢ, ἐπειδὴ ὁ ὑδραργυρος ἔχει ἐιδικὸν βάρος 13,59, πρὸς $76 \times 13,59 \gamma = 1,033 \chi\gamma$. Ἡ ἀτμοσφαιρική αὕτη πίεσις χρησιμεύει ὡς μονὰς πίεσεως διὰ τὰ ἀέρια καὶ διὰ τοὺς ἀτμούς, ὥστε π. χ. πίεσις 10 ἀτμοσφαιρῶν ἀντιστοιχεῖ πρὸς βάρους 10,33 χγ ἐφ' ἑκάστου τετμ. Πίεσις στήλης ὑδραργύρου ὕψους 760 χτμ. ἰσοῦται πρὸς πίεσιν στήλης ὕδατος ὕψους $13,59 \times 0,76 = 10,33 \mu$ (ἐδ. 74). ὥστε ἐντός τῶν σωλῆνων τῶν ἀναθηλαστικῶν ἀντλιῶν (ἐδ. 96) τὸ ὕδωρ φθάνει μόνον μέχρι τοῦ ὕψους τούτου διὰ τῆς ἀνελκύσεως τοῦ ἐμβολέως. Ἡ παρατήρησις αὕτη γενομένη πρῶτον κατὰ τὴν κατασκευὴν φρέατος ἐν Φλωρεντίᾳ παρέσχεν ἀφορμὴν πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ ἀνωτέρω πειράματος καὶ πρὸς ἀνακάλυψιν τῶν νόμων τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

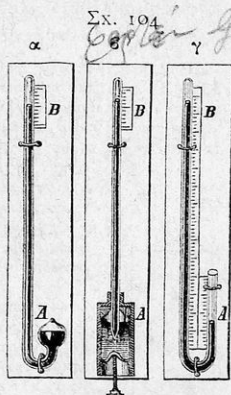
91. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ. Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις οὔτε πανταχοῦ οὔτε πάντοτε ἔχει ἴσην ἔντασιν. Πρὸς μέτρησιν δὲ τῶν μεταβολῶν αὐτῆς χρησιμεύει τὸ ὑπὸ τοῦ Torricelli κατασκευασθὲν *βαρόμετρον*. Τοῦτο συγκρίνεται οὐσιαστικῶς ἐξ ἐπικαμποῦς ὑαλίνου σωλῆνος AB πλήρους ὑδραργύρου (Σχ. 104), ἔχοντος δύο σκέλη, ὧν τὸ μὲν μήκους 90 ετμ. ἔστιν ἄνωθεν κλειστόν, τὸ δ' ἕτερον πολὺ βραχύτερον ἀνοικτὸν καὶ κατακλῆγον συνήθως εἰς εὐρύτερον συντετηκὸς αὐτῷ δοχεῖον A (Σχ. 104α). Τὸν σωλῆνα τοῦτον πληρώσαντες ὁλοσχερῶς ὑδραργύρου ἐκδιώκομεν ἐντελῶς δι' ἀναξέσεως τὸν ἐπὶ τῆς ὑάλου προσκεκολλημένον ἀέρα (ἐδ. 107). ἀναρτῶντες δὲ τότε τὸν σωλῆνα κατὰ στάθμην βλέπομεν ἄνωθεν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης συνιστάμενον τὸ τορρικελλικὸν κενόν B, καὶ μετροῦντες τὴν καθ' ὕψος διαφορὰν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ῥευστοῦ

ἐντὸς τῶν δύο σκελῶν ποριζόμεθα τὴν ἑντάσιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχει ἐπὶ τῆς πλακῆς, ἐφ' ἧς ἐστὶ προσηλωμένος ὁ βαρομετρικὸς σωλήν, καὶ κλιμαξ χιλιοστῶν τοῦ μέτρου, ἧς τὸ μηδὲν δέον ἵνα συμπίπτῃ μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ ἀνοικτῷ σκέλει.

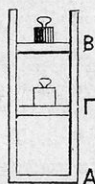
Πρέπει δέ, ἀναγινώσκοντες τὸ βαρομετρικὸν ὕψος, ἰνὰ-ποθλέπωμεν εἰς τὴν κορυφὴν τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου (ἐδ. 82) καὶ πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ὀπτικῆς παραλλήλεως ἵνα ἰστάμεθα οὕτως ὅπως ὁ ὀφθαλμὸς καὶ ἡ κορυφὴ αὐτῆς εὐρίσκωνται ἐν ἰσοπέδῳ, ποιοῦμενοι χρῆσιν καὶ βερνιέρου ἐὰν πρόκηται περὶ ἀκριβεστάτης ἐκτιμήσεως. — Στενοὶ σωλήνες μεταβάλλουσιν οὐκ ὀλίγον τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ὡς ἐκ τῆς τριχοειδοῦς πρκαμορφώσεως τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς· ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν δέον ἵνα προσέχωμεν τὸν νοῦν, διότι ἕνεκα τῆς διαστολῆς ὁ ὑδράργυρος ἔχει ἑλασσον εἰδικὸν βάρος ὡν θερμὸς καὶ μείζον ὡν ψυχρὸς. Ἀκριβεῖς βαρομετρικαὶ παρτηρήσεις καθίστανται παραβληταὶ μόνον δι' ἀναγωγῆς εἰς 0° (ἐδ. 200).

Ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἀνέρχεται ἢ κατέρχεται ἐν τῷ μακρῷ σκέλει, μετατίθεται συγχρόνως καὶ ἡ ἐν τῷ βραχέϊ ἐπιφάνεια. Καὶ ἐὰν μὲν τὸ δοχεῖον Α (Σχ. 104α) ἔχη τὴν δεύσαν ἑκτάσιν, παραθιέπομεν τὴν μετάθεσιν ταύτην ἕνεκα τῆς σμικρότητος αὐτῆς, ὅταν μάλιστα περὶ μεγάλῃς ἀκρίβειας μὴ πρόκηται. Ἄλλ' ἀποφεύγομεν πολλαχῶς τὸ ἐντεῦθεν σφάλμα προκειμένου περὶ ἐπιστημονικῶν παρτηρήσεων. Πρὸς τοῦτο ἐν μὲν τῷ βαρομέτρῳ μετὰ λεκάνης ἀμεταβλήτου ἰσοπέδου (Fortin) τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ εὐθέος βαρομετρικοῦ σωλήνος ΑΒ (Σχ. 104 β) ἐστὶ βεβωθισμένον ἐν δοχείῳ ὑδραργύρου ἔχοντι θερμὸν πυθμένα ὑψόμενον ἢ χαμηλούμενον διὰ κοιλίου. Ἐκ τοῦ πώματος τοῦ δοχείου τούτου, ὅπερ φέρει στενὴν ὀπὴν πρὸς εἴσοδον τοῦ αἵρος, ἐξέρχεται ἐνδοθεν πρὸς τὸν ὑδράργγρον αἰχμὴ ἐκ γάλυθος. Πρὸ πάσης παρτηρήσεως στρέφοντες καταλλήλως τὸν κοιλίαν ἀναβιβάζομεν ἢ καταβιβάζομεν τὸν πυθμένα τῆς λεκάνης καὶ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου, ὅπως ἄπτηται αὕτη τοῦ ἄκρου τῆς αἰχμῆς ἀντιστοιχοῦντος πρὸς τὸ μηδὲν τῆς κλιμακῆς. — Ἐν δὲ τῷ σιγαρωσειδῇ βαρομέτρῳ (Gay-Lussac) (Σχ. 104 γ), ἔχοντος τὰ σκέλη ἰσοπλατῇ πρὸς ἐλάττωσιν τῆς τριχοειδοῦς ἀνωμαλίας, ἡ ἀναγινώσκουσα τὰς ἀντιστοιχοῦς μεταθέσεις τῶν ἐπιφανειῶν ἐντὸς ἀμφοτέρων τῶν σωλήνων, ἡ μετατιθέμενη διὰ κοιλίου ὀλόκληρον τὸν σωλήνα ἢ τὴν κλιμακα, ἵνα τὸ μηδὲν αὐτῆς ἢ ἐκίστοτε ἰσοπέδον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βραχυτέρῳ σκέλει.

92. ΣΧΕΙΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΡΚΟΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ MARIOTTE. Ἀέριον περιεχόμενον ἐν κεκλεισμένῳ δοχείῳ πιέζει τὰ πλευρώματα αὐτοῦ ἕνεκα τῆς ἰδίας τάσεως (Σχ. 105). Ἐστω π. χ. ΑΒ κυλινδρικὸν δοχεῖον ἔχον τομὴν 1 τετρ., πλήρες αἵρος καὶ κεκλεισμένον διὰ στεγανῶς ἐναρμόζοντος ἐμβολέως Β. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν ἄνωθεν τοῦ ἐμβολέως ἐξωτερικὸν αἶρα, ἀνάγκη ἵνα φορτίσωμεν αὐτὸν διὰ βάρους 1 χγ (ἐδ. 90) ὅπως κωλύσωμεν τοῦ περιεχομένου αἵρος τὴν ἐπέκτασιν· ἀλλ' ἵνα πιέσωμεν αὐτὸν εἰς τὸ ἡμισυ τοῦ ἐν ἀρχῇ ὄγκου, τουτέστιν ἵνα καταβιβάσωμεν τὸν ἐμβολέα μέχρι Γ, ἀνάγκη ὅπως θέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ φόρτον 2 χγ. Ὡστε τότε ἕκαστον τετρ. τῶν πλευρωμάτων τοῦ δοχείου δέχεται διπλὴν πίεσιν.



Σχ. 105



Ἐπειδὴ δὲ ἴση μάζα αἵρος καταλαμβάνει τὸ ἥμισυ τοῦ προτέρου ὄγκου, ἡ πυκνότης αὐτῆς διπλασιάζεται· καθόλου ὁ μὲν ὄγκος παρ-
τὸς αἵριου ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ὑπ' αὐτοῦ ὑφισταμένης
πίεσεως, ἡ δὲ πυκνότης κατ' εὐθείαν ἀνάλογος αὐτῆς.

Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου, ἀνακαλυφθέντος πρῶτον ὑπὸ τοῦ
Boyle (1662) καὶ κατοπινῶν τοῦ Mariotte (1679) ἀγνοούντων τὴν ἥδη γενομένην
ανακάλυψιν, ποιοῦμεθα χρῆσιν ὑαλίνου σωλήνος ἐπικαμπύς ΑΒΓ (Σχ. 106), ἔχοντος
δύο ἀνισομήκη καὶ ἀνοικτὰ σκέλη, ὧν τὸ βραχύτερον ΒΓ δὲ ἀκριβῶς κυλινδρικὸν κλείε-
ται ἄνωθεν διὰ στρόφιγγος, καὶ φέροντος κάτωθεν ἑτέραν στρόφιγγα Β, δι' ἧς ἐκρέει ὁ εἰς

Σχ. 106



αὐτὸν ἐγγεόμενος ὑδράργυρος. Παρὰ τὸν σωλήνα τοῦτον ὑπάρχει κλίμαξ ὕψους ἐντὸς τῶν σκελῶν, ἐφ' ἧς ἀναγινώσκομεν τὴν στάσιν τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς
ἁμφοτέρων τῶν σκελῶν. Κλείοντες τὴν στρόφιγγα Β καὶ ἀνοίγοντες τὴν
Γ ἐγγέομεν διὰ τοῦ χωνίου Α κατ' ὀλίγον ὑδράργυρον φθάνοντα εἰς ἴσον
ὕψους ἐντὸς τῶν σκελῶν, μέχρις οὗ αἱ κορυφαὶ τῶν δύο ὑδραργυρικῶν
στήλων ὑψώθωσιν εἰς τὸ μῆδεν τῆς κλίμακος, ὅτε κλείομεν τὴν στρόφιγγα
Γ· ὁ ἐν τῷ βραχυτέρῳ σκέλει ἐγκλεισμένος τότε ἀήρ ἀσκέει πίεσιν
ὅσην ἡ ἀτμόσφαιρα (ἔδ. 90). Ἐὰν νῦν ἐγγύσωμεν πλείονα ὑδράργυρον
διὰ τοῦ χωνίου Α, ἡ ἐν τῷ μακρῷ σκέλει ὑδραργυρικὴ στήλη πιέζει τὸν
ἐν τῷ βραχέει αἶρα, καὶ συστέλλει αὐτὸν εἰς τὸ ἥμισυ τοῦ προτέρου
ὄγκου ὅταν ἡ καθ' ὕψους διαφορά τῶν ἐπιφανειῶν καταντήσῃ εἰς 760
χ.μ., καὶ εἰς τὸ τρίτον, ὅταν ἡ διαφορά αὕτη καταντήσῃ εἰς 2×760
χ.μ. κ.τ.λ. Ἐπειδὴ δὲ εἰς τὴν ἐκ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης πίεσιν προσ-
τίθεται καὶ ἡ τῆς ἀτμοσφαίρας, συμπεραίνομεν ὅτι εἰς πίσεις 1, 2, 3
κτλ. ἀτμοσφαιρῶν ἀντιστοιχοῦσιν ὄγκοι 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ κτλ. Πρὸς ἀπόδειξιν
δὲ τοῦ νόμου καὶ δι' αἶρα ἀραιούμενον, πληροῦμεν κατ' ἀρχάς, ἀνοικτῆς
οὐσῆς τῆς στρόφιγγος Γ, ἁμφοτέρα τὰ σκέλη ὑδραργύρου· ὑπολει-
φθέντες δὲ αἶρος ὀλίγων ἐκατοστομέτρων ἐν τῷ σκέλει Γ κλείομεν τὴν
ἐπ' αὐτοῦ στρόφιγγα. Ἐὰν τότε ἐκχύσωμεν ὑδράργυρον διὰ τῆς στρόφι-
γος Β ἀραιούται ὁ ἐν Γ ἀήρ, καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἰσκατα-
χαμνιότερον ἐν τῷ ἀνοικτῷ σκέλει ἢ ἐν τῷ κλειστῷ. Ὅταν δὲ ἡ καθ'
ὕψους διαφορά τῶν δύο ἐπιφανειῶν ἰσωθῇ πρὸς 380 χ.μ., ὁ ὄγκος τοῦ
ἐγκλεισμένου αἵρος διπλασιάζεται, καὶ τριπλασιάζεται ὅταν ἡ διαφορά
αὕτη καταντήσῃ εἰς 506 $\frac{2}{3}$ χ.μ. ὅπερ δηλοῖ ὅτι ὁ ἀήρ οὗτος κατὰ τὴν
πρώτην περίπτωσιν ἀσκέει πίεσιν ἡμισίας ἀτμοσφαίρας καὶ κατὰ τὴν
δευτέραν ἐνὸς τρίτου αὐτῆς.

Ὁ Regnault ἐπεκτείνας τὸ σκέλος ΑΒ εἰς ὕψους 24 μ. ἐδοκίμασέ
(1845) τὴν ἀκρίβειαν τοῦ νόμου τοῦ Mariotte ἐπὶ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος καὶ ἐφ'
ἑτέρον αἱρίων μέχρι πίσεως 30 ἀτμοσφαιρῶν. Εὗρε δὲ ὅτι τὰ αἶρια μὴ προσχωρή-
σαντα εἰς τὴν ἐκρευσῶσιν καὶ ὑπὸ μεγίστας πίσεις ὀλίγον ἐκτρέπονται τοῦ νόμου τού-
του (ἔδ. 212)· ἀλλὰ παρὰ τῇ μεταβολῇ ταύτῃ ἐκτρέπονται μᾶλλον, τῆς πυκνότητος
αὐτῶν αὐξανομένης ταχύτερον ἢ ἡ πίσις. Ὁ δὲ Natterer προέβη δοκιμάζων μέχρι πί-
σεως 3600 ἀτμοσφαιρῶν.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ ο τὸν ὄγκον ἀεράδους τινὸς μάζης ὑπὸ πίσειν θ καὶ διὰ
τοῦ ο' τὸν ὄγκον αὐτῆς ὑπὸ πίσειν θ', κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαρριώτου συμπεραίνομεν

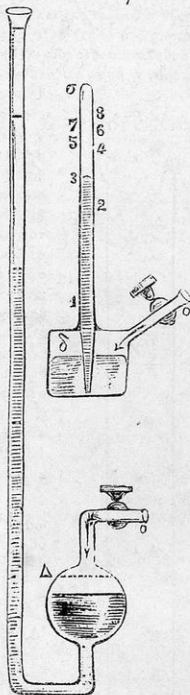
$$\theta : \theta' :: \theta' : \theta \quad \eta \quad \theta \theta = \theta' \theta'$$

τουτέστιν, ἐν ἴσῃ θερμοκρασίᾳ τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν ὡρι-
σμένης αἱρίας διατελεῖ ἀμετάβλητον. Ἀλλὰ καὶ αἱ πυκνότερες π καὶ π'
αὐξάνονται ὡς ἐλαττοῦνται οἱ ὄγκοι, ἄρα $\pi : \pi' :: \theta' : \theta$.

93. Τὸ ΜΑΝΟΜΕΤΡΟΝ ἐστὶν ὄργανον χρησιμεῖον πρὸς μέτρησιν τῆς
τάσεως αἱρίων, ἀτμῶν ἢ καὶ ρευστῶν (πρὸβλ. ἔδ. 70, 216, 223). Ὑπάρ-
χουσι δὲ δύο εἰδῶν, τὸ ἀνοικτὸν καὶ τὸ κλειστὸν. Τὸ ἀνοικτὸν μανό-
μετρον σύγκειται ἐξ ἀνοικτοῦ ὑαλίνου σωλήνος Σ, φέροντος κλίμακα
ὑδραργυρικῶν ἀτμοσφαιρῶν καὶ συνδεόμενον πρὸς τὸ πλήρες ὑδραρ-

γύρου δοχείον Δ (Σχ. 107). Πᾶσα πίεσις αέριου ἢ ἀτμοῦ, ἀσκουμένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου τούτου ὑφ'ὸ τὸ ρευστὸν ἐν τῷ συναφεῖ σωλῆνι ἐκ' τοῦ ὕψους δι' τῆς αἰωρουμένης στήλης λογιζόμεθα (ἐδ. 90) τὴν πίεσιν εἰς ἀτμοσφαίρας ἢ εἰς χιλιόγραμμα. Ἄλλ' ἐπειδὴ διὰ μεγάλας πιέσεις ἀπαιτεῖται λίαν ὑψηλὸς σωλὴν καὶ τὸ ὄργανον καθίσταται δύσχρηστον, ποιούμεθα χρῆσιν τοῦ κλειστοῦ μανομέτρου· τοῦτο σύγκειται ἐκ παχέος καὶ στερεοῦ ὑαλίνου σωλῆνος σ, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον καὶ περιέχοντος ἀέρα· τὸ κατώτερον ἀνοικτὸν αὐτοῦ ἄκρον διήκει σχεδὸν μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ πλήρους ὑδραργύρου σιδηροῦ δοχείου δ, ἐφ' οὗ ὁ σωλὴν ἐστὶν ἰσχυρῶς καὶ ἀεροστεγῶς προσκεκολλημένος. Τὸ διὰ τῆς στρόφιγγος ο εἰσδύον ἀέριον, ὥθουν τὸν ὑδραργύρον πρὸς τὸν θόλον τοῦ σωλῆνος, πιέζει τὸν ἐγκλεισμένον ἀέρα. Ἡ ἀντιστρόφως τῷ ὄγκῳ αὐξανόμενη τάσις τοῦ αέρος τούτου ἠὺξημένη καὶ κατὰ τὸ βάρος τῆς αἰωρουμένης ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης παρέχει τὸ μέτρον τῆς πίεσεως. Ἡ κατ' ἀτμοσφαίρας διηρημένη κλίμαξ τοῦ ὄργανου ἀναγράφεται καθάπαξ εὐκόλως διὰ συγκρίσεως πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον.

Σχ. 107



94. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΟΣ ΑΕΡΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.

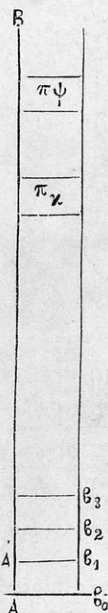
Τὴν πυκνότητα τῶν διαφόρων αερίων ὀρίζομεν ἀμέσως σταθμῶντες ὑαλινὴν σφαῖραν γνωστοῦ ὄγκου πρῶτον κενήν, εἶτα πλήρη ἢ αέρος ἢ ἐτέρου δοκιμαζομένου αέριου (ἐδ. 13), μὴ ἀμελοῦντες κατὰ τὸν τοιοῦτον ὀρισμὸν οὔτε τῆς πίεσεως, ἣν τὰ αέρια ὑφίστανται, οὔτε τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν, ὡς τὰ μέγιστα διαστελλομένων ὑπὸ τῆς θερμότητος· διότι ἀμφοτέραι μεταβαλλόμεναι συμμεταβάλλουσι καὶ τὴν ζητούμενην πυκνότητα. Ἐπειδὴ ὅμως, μεταβαλλομένης τῆς πίεσεως καὶ τῆς θερμοκρασίας, αἱ πυκνότητες πάντων τῶν αερίων κατ' ἴσον λόγον μεταβάλλονται (ἐδ. 92 καὶ 202), ἡ σχέση τῶν πυκνοτήτων δύο αερίων διατελεῖ σχεδὸν ἀμετάβλητος, ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ταῦτα ὑποβάλλονται εἰς ἴσην μεταβολὴν πίεσεως καὶ θερμοκρασίας· διὸ μετροῦμεν τὴν σχετικὴν πυκνότητα ἥτοι τὸ εἰδικὸν βάρος τῶν αερίων συγκρίνοντες, ὡς πρὸς μονάδα, πρὸς τὴν πυκνότητα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος ἢ πρὸς τὴν τοῦ ὑδρογόνου τοῦ πάντων τῶν αερίων κουφοτάτου (ἐδάφ. 14).

Ἄτμοσφαιρικός ἀήρ θερμοκρασίας 0° καὶ πίεσεως 760 χτμ. (ἐν Παρίσιος· γεωγρ. πλάτος 48° 50') ἐστὶν 773¹ εἰλαφρότερος τοῦ ὕδατος· ὥστε ἡ λίτρα αὐτοῦ ἔλκει 1,293 γ.

ή δὲ τοῦ ὑδρογόνου λίτρα ἔλκει 0,0896 γ. Ὁ δὲ Regnault (1847) εὔρεν ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὑπὸ βόρειον πλάτος 45° καὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ἐστὶ 773,533^κ· ἐλαφρότερος τοῦ ὕδατος θερμοκρασίας 4° K, καὶ 10517^κ· ἐλαφρότερος τοῦ ὕδραργυρου.

95. **Βαρομετρικὴ ὕψομετρία.** Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, προερχομένη ἐκ τοῦ βάρους τοῦ θλίτοντος τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἀέρος, ἐλαττοῦται βαθμιδῶν, αὐξανομένου τοῦ ὕψους ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης· διὸ ἡ βαρομετρικὴ στήλη ἐστὶ βραχυτέρα ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὁρέων ἢ ἐπὶ τῶν πεδιάδων καὶ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ἐλάττωσις τῆς πίεσεως ἐπέρχεται ἀκανονίστως, εἰς ἴσην κατὰ στάθμην ἀνάβασιν οὐδόλως ἀντιστοιχεῖ ἴση ἐλάττωσις τῆς βαρομετρικῆς στήλης, ἀλλ' αὕτη προχωρεῖ βραδύτερον ἢ ὅσον αὐξάνεται ἡ ἀπὸ τῆς θαλάσσης ἀπόστασις· καὶ τοῦτο, διότι τὰ κατώτερα τῆς

Σχ. 108



ἀτμοσφαίρας στρώματα, πιεζόμενα ὑπὸ τοῦ βάρους τῶν ὑπερχειμένων, εἰσὶ πυκνότερα αὐτῶν, ὥστε ἡ ἐλάττωσις τῆς πυκνότητος ταύτης προχωρεῖ κατὰ λόγον εὐθὺν πρὸς τὴν ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως ἢ τῆς βαρομετρικῆς στήλης συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τοῦ Mariotte (ἐδ. 92)· κατὰ ταῦτα, εἰς ἀνάβασιν 100μ π. χ. ἀντιστοιχεῖ ἐντὸς τῶν ὑψηλοτέρων καὶ ἀραιότερων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων ὀλιγωτέρα ἐλάττωσις πίεσεως ἢ ἐντὸς τῶν χαμηλοτέρων καὶ πυκνότερων. Πρὸς εὔρεσιν δὲ τοῦ νόμου, τοῦ συνδέοντος τὴν ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως μετὰ τῆς αὐξήσεως τοῦ ὕψους ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, ὑποθεσίσθω κατ' ἀρχάς, ὅτι ἡ κατὰ στάθμην ἀτμοσφαιρικὴ στήλη AB (Σχ. 108) ἔχει πανταχοῦ ἴσην θερμοκρασίαν 0°, καὶ νοήσωμεν αὐτὴν διηρημένην δι' ὀριζοντίων ἐπιπέδων εἰς στρώματα ὕψους 1μ, ὅπως τὴν ἐν ἐκάστῳ αὐτῶν πυκνότητα ἐκλάβωμεν ἀβαθῶς ὁμοίαν. Ἐστω θ_0 ἡ τοῦ βαρομέτρου στάσις ἐπὶ τῆς θαλάσσης, ἰσοϋμένη πρὸς 760 χτμ. καὶ $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ αἱ στάσεις αὐτοῦ εἰς ὕψος 1, 2, 3, ... μ. καὶ $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots$ αἱ πυκνότητες τῶν ἀλλεπαλλήλων ἀερίων στρωμάτων, τῆς πυκνότητος π μετρουμένης ἐν σχέσει πρὸς τὸν ὑδράργυρον. Ἐπειδὴ κατὰ τὴν στάσιν θ_0 ὁ ἀήρ (ἐδ. 94) ἐστὶν 773^κ· ἀραιότερος τοῦ ὕδατος καὶ τοῦτο 13,596^κ· ἀραιότερον τοῦ ὑδραργύρου, συμπεριχόμενον

$$\pi_1 = \frac{1}{13,596 \times 773} = \frac{1}{10510}$$

ὥστε τὸ ἀέρινον στρώμα ΔA_1 , ἔχον ὕψος 1 μ, ἰσορροπεῖ πρὸς στήλην ὑδραργύρου ἔχουσαν ὕψος $\pi_1 \mu$ (ἐδ. 74) ἢ

$$\theta_0 - \theta_1 = \pi_1 \quad \text{καὶ ὁμοίως}$$

$$\theta_1 - \theta_2 = \pi_2$$

$$\theta_2 - \theta_3 = \pi_3 \quad \text{κτλ.}$$

Ἀλλὰ, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Mariotte,

$$\pi_1 : \pi_2 :: \theta_1 : \theta_2$$

$$\pi_2 : \pi_3 :: \theta_2 : \theta_3 \quad \text{κτλ.}$$

ἢ, ἐὰν εἰσαγάγωμεν τὰς ἀνωτέρω τιμὰς τῶν $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots$

$$\theta_0 - \theta_1 : \theta_1 - \theta_2 :: \theta_1 : \theta_2$$

$$\theta_1 - \theta_2 : \theta_2 - \theta_3 :: \theta_2 : \theta_3 \quad \text{κτλ. ὅθεν}$$

$$\theta_0 : \theta_1 :: \theta_1 : \theta_2$$

$$\theta_1 : \theta_2 :: \theta_2 : \theta_3 \quad \text{κτλ.}$$

ὥστε αἱ εἰς ἴσας διαφορὰς ὕψους ἀντιστοιχοὶ βαρομετρικαὶ στάσεις σφαιρίζουσιν συνεχῶν ἀναλογιών. Ἐὰν δὲ τὸ ἔλασσον τῆς μονάδος πληλίκον $\frac{\theta_1}{\theta_0}$ παραστήσωμεν διὰ

τοῦ K, εὐρίσκομεν $\theta_1 = K\theta_0, \theta_2 = K\theta_1, \theta_3 = K\theta_2$ κτλ. αἱ βαρομετρικαὶ ἄρα στάσεις $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \dots$ ἐνὼ τὰ ὕψη αὐξάνονται ὡς οἱ ὅροι προόδου κατὰ διχοφορὰν, ἐλαττοῦνται ὡς οἱ ὅροι φθινούσης προόδου κατὰ πληλίκον· εἰς ὕψη ἄρα Xμ καὶ Ψμ αἱ βαρομετρικαὶ στάσεις ἔσονται: [1] $\theta_X = K^X \theta_0$ καὶ $\theta_\Psi = K^\Psi \theta_0$.

Πρόκειται νῦν, ἐὰν παρατηρήθωσαν αἱ βαρομετρικαὶ στάσεις θ_X καὶ θ_Ψ εἰς τὰ ἄνωστα ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ὕψη χ καὶ ψ, ἵνα λογισθῶμεν δι' αὐτῶν τὴν διαφορὰν τῶν ὕψων $\psi - \chi = u$.

Δι' ισότητος [1] διὰ διαιρέσεως παρέχουσι:

$$\frac{\theta\psi}{\theta\chi} = K^{(\psi-\chi)} = K^u \cdot \text{ὅθεν } u = -\frac{1}{\log. K} [\log. \theta\chi - \log. \theta\psi]$$

ἐπειδὴ δὲ $K < 1$, $\log. K$ ἀρνητικός, ὥστε ὁ πρὸ τῆς *θετικῆς* παρενθέσεως ἄτρεπτος παράγωγος ἐστὶν ἐπίσης *θετικός*. Τὴν ἀριθμητικὴν τιμὴν αὐτοῦ εὐρίσκουμεν πειραματικῶς, παρατηροῦντες τὰς βαρομετρικὰς στάσεις $\theta\chi$ καὶ $\theta\psi$ ἀπὸ δύο σταθμῶν, ὧν ἡ κατὰ στάθμην διαφορὰ τοῦ ὕψους ἐμετρήθη τριγωνομετρικῶς, καὶ λύνοντες τὴν *ισότητα* ὡς πρὸς

$$-\frac{1}{\log. K} \cdot \text{Τοιαῦται ἐργασίαι παρέσχον} -\frac{1}{\log. K} = 18400 \cdot \text{ὅθεν}$$

$$u = 18400 [\log. \theta\chi - \log. \theta\psi].$$

Ἐν τοῖς προηγουμένοις ὑπετέθη ἡ ἀερὶνη στήλη θερμοκρασίας 0° , ἀλλὰ καθ' ὑπερέταν θερμοκρασίαν θ° ἡ πυκνότης αὐτῆς ἐλαττοῦται κατὰ τὴν σχέσιν $(1+\sigma\theta):1$

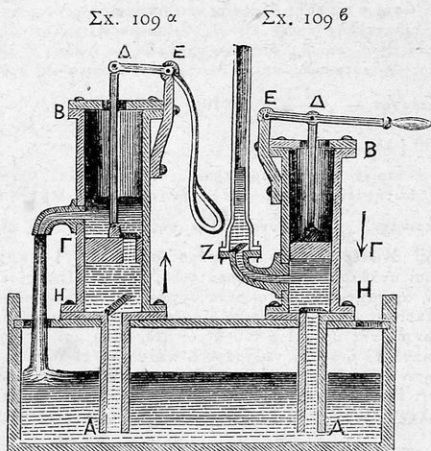
(ἔδ. 202), τοῦ σ ἐμφανίνοντος τὸν ἀριθμὸν $\frac{11}{3000}$, συντελεστὴν τῆς διαστολῆς τοῦ αέ-

ρος· ἐπομένως τὸ ἐξαγόμενον ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου πολυπλασιαστέον ἐπὶ $(1+\sigma\theta)$. Ἐπειδὴ δὲ ἡ θερμοκρασία ἐν τοῖς δυσὶ σταθμοῖς, ὧν ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους ζητεῖται, ἐστὶ συνήθως ἄνιστος, λαμβάνεται ὡς θ ἡ ἀριθμητικὴ μέση μεταβλ. τῶν δύο θερμομετρικῶν παρατηρήσεων. Πρὸς μείζονα δὲ ἀκρίβειαν τὰ ὑψομετρικὰ ἐξαγόμενα ὑποβάλλονται εἰς διορθώσεις ἀνωμαλίων προσρχομένων ἐκ τῆς ὑγρασίας τοῦ αέρος (ἔδ. 218) καὶ ἐκ τῆς διαφόρου ἐντάσεως τῆς βαρύτητος κατὰ τὰ διάφορα γεωγραφικὰ πλάτη. — Ἡ ἰδέα τῆς χρήσεως τοῦ βαρομέτρου πρὸς μέτρησιν τοῦ ὕψους τῶν ὀρέων ἀνήκει εἰς τὸν Pascal· κατὰ προτροπὴν αὐτοῦ πρῶτος ὁ Perrier, ἔχων μεθ' αὐτοῦ βαρόμετρον, ἀνῆλθε τὴν 9 Σεπτεμβρίου 1648 εἰς τὴν 970 μ. ὑψηλὴν κορυφὴν τοῦ Puy-de-Dôme, ἐφ' ἧς παρετήρησεν ἐλάττωσιν πίεσεως 8 εἰς μ. περίπου.

Ἡ διὰ τοῦ βαρομέτρου μέτρησις τῶν ὑψῶν παρέχει τότε ἀκριθέστερα ἐξαγόμενα, ὅταν ἡ ὀριζοντιὰ ἀπόστασις τῶν δύο σταθμῶν ᾖ μικρά, καὶ αἱ δύο παρατηρήσεις ἡ παρὰ τὴν ὑπώρειαν καὶ ἡ ἐπὶ τῆς κορυφῆς γίνωνται συγχρόνως κατὰ προηγηθεῖσαν συνεννόησιν. Τὰς τοιαύτας παρατηρήσεις κατέστησε σήμερον εὐκόλους ἡ τῶν ἐμετακομιστῶν *μεταλλικῶν βαρομέτρων* κατασκευὴ, στηριζομένη ἐπὶ τῶν παρμωμορφώσεων, ἃς ἐπιφέρει ἐξωτερικῶς ἐνεργούσα ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ καὶ ἐλαστικοῦ καλύμματος μεταλλικῆς πυλίδος, ἣ ἐπὶ λεπτοτοίχου καμπύλου μεταλλικοῦ σωλήνος, *κενῶν αέρος*· αἱ ἐντεῦθεν προερχόμεναι ἀνεπαίσθητοι κινήσεις μεταβιβάζονται δι' ἀγκυνοειδοῦς μοχλοῦ εἰς δείκτην στρεπτὸν περὶ ἄξονα, καὶ δι' αὐτοῦ μεγεθυνόμεναι ἀποβαίνουσι *αἰσθηταί* ἐπὶ κυκλικῆς κλίμακος, ἣν κατασκευάζομεν διὰ συγκρίσεως πρὸς βαρόμετρον κοινόν (*Μαρόμέτρον* τοῦ Bourdon). Ἡ ἀκρίβεια τῶν τοιούτων ὀργάνων ἰσὺς ἔνα συνεχῶς ἐξελέγχεται διὰ συγκρίσεως.

96. ΑΝΤΑΙΑΙ. Ἐπὶ τῶν νόμων τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως στηρίζεται ἡ ἐνέργεια τῶν ἀντλιῶν, αἵτινες χρησιμεύουσι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Τὸ κατώτερον ἄκρον Α τοῦ σωλήνος ΑΒ τῆς ἀντλίας (Σχ. 109 α καὶ 109 β) βυθίζεται ἐν τῷ ὕδατι πρὸς ἀντλησιν, ἐν δὲ τῷ ἀνωτέρῳ αὐτοῦ τμήματι ΒΗ, διατετηρημένῳ ἀκριβῶς κυλινδρικῶς, ἀνέλκεται ἡ καταπίεζεται ὁ ἀεροστεγῶς ἐναρμόζων ἐμβολεὺς Γ διὰ τῆς ῥάβδου ΓΔ, συναπτομένης τῷ μοχλῷ ΔΕ. Κατὰ τὴν ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰς τὸν σωλήνα ὡς δεχόμενον μόνον ἐπὶ τῆς ἐκτὸς τοῦ σωλήνος ἐπιφανείας τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ ἀπαντᾷ εἰσερχόμενον εἰς τὸν κύλινδρον ΒΗ τὴν ἐπιστομίδα τοῦ *πυθμέρος*, εἶδος πώματος ἐνδεδυμένου δέρμα. Τοῦτο ἀνοιγόμενον πρὸς τὰ ἄνω παρέχει ἀκώλυτον διάβασιν εἰς τὸ κάτωθεν ὑψούμενον ὕδωρ, ἀλλά, κλείον τὸ στόμιον τοῦ σωλήνος ΗΑ κατὰ τὴν καταπίεσιν τοῦ ἐμβολέως, ἐμποδίζει τὴν παλινδρόμησιν αὐτοῦ.

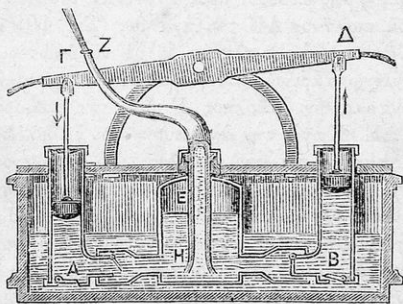
Καὶ ἐν μὲν ταῖς ἀναθηλαστικαῖς ἀντλίαις ὁ ἐμβολεὺς φέρει πόρον, ὃν κλείει ἄνωθεν ἑτέρα ἐπιστομὶς, ἢ τοῦ ἐμβολέως, κινουμένη ἐπίσης



ὑδατος ἀναθηλάζεται ἐκ τῆς δεξαμενῆς.

Ἐν δὲ ταῖς ἀναθλιπτικαῖς ἀντλίαις ὁ μὲν ἐμβολεὺς ἐστὶ τυφλός· μικρὸν ὅμως ἄνωθεν τῆς ἐπιστομίδος τοῦ πυθμένος ὑπάρχει πλάγιος πόρος, οὗτινος τὸ στόμιον κλείει ἡ ἐπιστομὶς Z ἀνοιγομένη πρὸς τὰ ἐκτὸς καὶ παρέχουσα διάβασιν πρὸς τὸν σωλῆνα τῆς ὑψώσεως. Κατὰ τὴν καταπίεσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ ὕδωρ συναθροίζεται πρὸς τὸν σωλῆνα τοῦτον διὰ τῆς ἀνεφωγμένης ἐπιστομίδος Z, ἥτις κατὰ τὴν ἀνέλκυσιν κλείουσα τὸν πόρον κωλύει τὴν παλινδρόμησιν τοῦ ὕδατος.

Σχ. 110



τοιοῦ ἀέθρα E (Σχ. 110), εἰς ὃν εἰσθροῖται τὸ ὕδωρ ὑπὸ τῶν δύο ἀντλιῶν διὰ τῶν

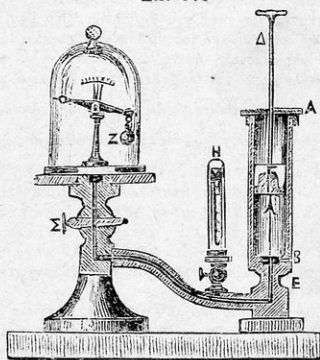
πρὸς τὰ ἄνω. Αὕτη κατὰ μὲν τὴν ἀνέλκυσιν, ἐνῶ τὸ ὕδωρ ἀναθηλάζεται διὰ τῆς ἀνεφωγμένης ἐπιστομίδος τοῦ πυθμένος, κλείει τὸν ἐν τῷ ἐμβολεῖ πόρον, κατὰ δὲ τὴν καταπίεσιν ὑψουμένη, ἐνῶ καταπίπτει ἡ τοῦ πυθμένος, ἀνοίγει τὸν πόρον τοῦτον καὶ τὸ πιεζόμενον ὕδωρ ἀνέρχεται δι' αὐτοῦ ὑπεράνω τοῦ ἐμβολέως. Κατὰ τὴν ἐπερχομένην ἀνέλκυσιν τὸ ὑπὲρ τὸν ἐμβολέα ὕδωρ τοῦτο ἀναβιβαζόμενον ἐκρέει διὰ πλαγίου τινὸς στομίου, ἐνῶ συγχρόνως νέα ποσότης

τῶν ἀναθλιπτικῶν ἀντλιῶν ποιούμεθα χρῆσιν προτιθέμενοι ἰδίως ἵνα διοχετεύσωμεν ὕδωρ εἰς μείζονα ὕψη (ἐδάφ. 90), ἢ ἐν' ἀνατινάτωμεν μᾶλόν τινα ὕδατος εἰς μέγα ὕψος, ὡς διὰ τῶν πυροσβεστικῶν ἀντλιῶν. Ἐπειδὴ δὲ διὰ τῶν ἀναθλιπτικῶν ἀντλιῶν ὑφύεται τὸ ὕδωρ μόνον κατὰ τὴν καταπίεσιν τοῦ ἐμβολέως, συνδεδεμένη συνήθως ἐν τῇ πυροσβεστικῇ ἀντλίᾳ, πρὸς συγγρηγὴ ἑξακόντισιν τοῦ ὕδατος, δύο ἀναθλιπτικαί· τούτων αἱ ἐπὶ τῶν ἐμβολέων ῥάβδοι, συνεχόμεναι μετὰ μοχλοῦ ἀμφοτεροῦς, ἐναλλάξ ἀνέλκονται καὶ καταπίεζονται· προσσυνάπτονται δὲ αὐταῖς καὶ τὸν αἰερό-

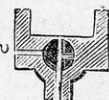
ἐκαιέρωθεν αὐτοῦ ἀνοιγομένων πλαγιῶν ἐπιστομίδων. Τὸ ὕδωρ τοῦτο πιεζει τὸν ἐν τῇ λέβητι ἀέρα, ὅστις ἀντιπύξων συνεχῶς καὶ ὁμοίως ἐπὶ τῆς ἐπιτολῆς αὐτοῦ ἐξωθεῖ αὐτό, διὰ τοῦ σωλῆνος τῆς ὑψώσεως HZ. Ὁ σωλὴν οὗτος διέρχεται ἀεροστεγῶς διὰ τοῦ θήλου τοῦ λέβητος καὶ διήκων εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ ἔχει τὸ κατώτερον στόμιον H ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος (Κρήνη τοῦ Ἡρώνος· 240 π. X.).

97. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΑΝΤΑΙΑ. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ἐφευρεθὲν ὑπὸ τοῦ Otto Guericke ἐν Μαγδεβούργῳ (1650), χρησιμεύει πρὸς ἀραιώσεις τοῦ ἐν τινὶ κεκλεισμένῳ δοχείῳ ἢ ἐν τινὶ κώδωνι περιεχομένου ἀέρος, ἢ πρὸς παρασκευὴν χώρου περίπου κενοῦ. Ὑπάρχουσι δὲ δύο εἰδῶν πνευματικαὶ ἀντλῖαι, αἱ διὰ στρόφιγγος καὶ αἱ δι' ἐπιστομίδων ἐνεργούσαι. Ἡ σκόπιμος διασκευὴ τῆς διὰ στρόφιγγος ἐνεργούσης πνευματικῆς ἀντλίας ἐστὶ τοιαύτη. Ἐν τῷ σωλῇ AB (Σχ. 111), ἐξεσμένῳ

Σχ. 111



Σχ. 112 α



Σχ. 112 β

ἐνδοθεν εἰς τέλειον κύλινδρον, ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται διὰ τῆς ῥάβδου ΓΔ ὁ ἀεροστεγῶς ἐναρμυζών ἐμβολεὺς Γ. Παρὰ δὲ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου τοῦτου ὑπάρχει ἡ δίπορος στρόφιγξ Β, ἥτις κατὰ μὲν τὴν θέσιν β συνδέει διὰ τοῦ εὐθέος αὐτῆς πόρου τὸν κύλινδρον μετὰ τοῦ πρὸς κένωσιν δοχείου ἢ μετὰ τοῦ κώδωνος Ζ, ὥστε ἐὰν ὁ ἐμβολεὺς ἀνελκυσθῇ, διέρχεται μέρος τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἀέρος εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τοῦ συνεχοῦς πόρου ΣΕ· κατὰ δὲ τὴν θέσιν α, μετὰ στροφὴν 90°, διακόπτουσα τὴν μεταξὺ κώδωνος καὶ κυλίνδρου συνάφειαν, συνδέει τὸν κυλινδρον διὰ τοῦ πλαγίου αὐτῆς πόρου καὶ διὰ τοῦ στομίου υ (Σχ. 112α καὶ 112β) μετὰ τῆς ἐξωτερικῆς ἀτμοσφαίρας, ὥστε καταπιεζομένου τοῦ ἐμβολέως ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀὴρ διαφεύγει. Ἀνέλκομεν λοιπὸν καὶ καταπιέζομεν τὸν ἐμβολέα πολλάκις, στρέφοντες ἐν ταύτῳ τὴν στρόφιγγα ἐναλλάξ ἀπὸ τῆς ἐτέρας εἰς τὴν ἄλλην θέσιν, μέχρις οὗ ἐπιτευχθῇ ἡ ἀναγκαία ἀραίωσις. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ἐπιπόνου στροφῆς τῆς στρόφιγγος εἰσῆγαγον ἀντ' αὐτῆς εἰς τὰς δι' ἐπιστομίδων ἐνεργούσας ἀντλίας δύο τοιαύτας, τὴν μὲν ἐπὶ τοῦ πυθμένος τὴν δὲ ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως· αὗται εἰσι διατεθειμέναι ὡς αἱ τῆς ἀναθηλαστικῆς ἀντλίας (ἐδάφ. 96).

Ἐς δοχεῖον χρησιμεῖν κατὰ πλείστας δοκιμὰς κώδων ὕλινος ἔχων πλατέα καὶ ἐντελῶς ἐπίπεδα ἐσυρμισμένα χεῖλη, ἅτινα τίθενται ἐπὶ τοῦ ἐπίσης ἐπιπέδου δίσκου τῆς ἀντλίας, ἀφ' οὗ πρὸς ἐντελῇ ἀρμογῇ ὀλίγον λιπνυθῶσι. Τὸν βαθμὸν τῆς ἐκείστοτε ἀραιώσεως παρέχει τὸ δοκιμαστήριον Η, κολοβὸν σφαιρονειδὲς βαρόμετρον, οὗτος τὰ ὕδα σκέλη ἔχουσι μῆκος 10—20 εἰμ. Τὸ κεκλεισμένον αὐτοῦ σκέλος ἐστὶ πλήρες ὕδαρ-

γύρου, ἐπιμελῶς ἐν αὐτῷ ἀναξέσαντος πρὸς ἔξωσιν παντὸς ἔχνου αἵρος. Καὶ ἐνὼς μὲν ἡ ὑπὸ τὸν κῶδωνα ὑπολειπομένη πίεσις ἐστὶ μείζων τῆς ἀντιστοιχοῦσης πρὸς τὴν καθ' ὕψος διαφορὰν τοῦ ὑδραργύρου ἐν ἀμφοτέροις τοῖς σκέλεσι, διατελεῖ τὸ κεκλεισμένον σκέλος πλήρες ἄρχεται ὁμως ὁ ὑδραργυρος ἐν αὐτῷ καταπίπτων, ὅταν ἡ ἐν τῷ ὀργάνῳ πίεσις καταντῆσῃ ἴση πρὸς τὴν ἐμφαινιζομένην ὑπὸ τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς ταύτης στήλης· τούτεστι δὲ παρέχει τὴν ὑπολειπομένην πίεσιν ἡ ἐπὶ τῆς κλίμακος τοῦ δοκιμαστηρίου ἀναγνωστικὴ καθ' ὕψος διαφορά τῶν δύο τοῦ ὑδραργύρου ἐπιφανειῶν.

Καὶ διὰ τῶν ἐντελεστάτων ἀντλιῶν ἀπολύτως κενὸς χώρος ἂν κατορθοῦται. Ἐστὼ χ ὁ χώρος τοῦ κῶδωνος καὶ τοῦ πόρου ΣΕ καὶ Ο ὁ τοῦ κυλίνδρου· μετὰ τὴν πρώτην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ὁ ὄγκος τοῦ ἐσωτερικοῦ αἵρος αὐξάνεται ἀπὸ χ εἰς $(\chi + \text{Ο})$ καὶ ἐπομένως ἡ ἐν τῷ κῶδωνι πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται εἰς $\frac{\chi}{\chi + \text{Ο}}$ τῆς κατ' ἀρχάς· ὁμοίως

μετὰ τὴν ἡ ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ἡ πυκνότης καὶ ἡ πίεσις ἐλαττοῦνται εἰς $\left(\frac{\chi}{\chi + \text{Ο}}\right)^2$. Ἐπειδὴ δὲ, τοῦ ν ἀρκούντως αὐξηθέντος, ἡ παράστασις αὕτη τείνει πρὸς

τὸ μηδέν, θεωρητικῶς συμπερινομεν ὅτι δυνάμεθα ἵνα φθάσωμεν εἰς πάντα βαθμὸν ἀραιώσεως· ἀλλὰ τοῦτο ἐστὶν ἀδύνατον καὶ ἐὰν ἐτι παραβλέψωμεν τὴν ἑλλιπῆ ἀρμογὴν τῶν στροφίγγων καὶ τοῦ ἐμβολέως. Ἐν μὲν ταῖς διὰ στροφίγγων ἐνεργοῦσαις ἀντλίαις, κατὰ τὴν καταπίεσιν τοῦ ἐμβολέως διατελεῖ ὁ πόρος τῆς στροφίγγος πλήρης αἵρος ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ὅστις διχάζεται εἰς τὸν κύλινδρον ὅταν, τῆς στροφίγγος στραφείσης 90°, ἀνέλκωμεν τὸν ἐμβολέα· ἐὰν ἐπομένως ὁ πλήρης αἵρος βλαβερὸς οὗτος χῶρος τῆς στροφίγγος ἰσῶται πρὸς $\frac{1}{1000}$ τοῦ ὄγκου τοῦ κυλίνδρου, ἡ ἀραιώσις οὐδέποτε καταντᾷ ἐλάσσωσιν τοῦ $\frac{1}{1000}$ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πυκνότητος· ὥστε συμφέρι εἶναι ἡ ἔκτασις τοῦ βλα-

θεροῦ τούτου χώρου ἐλαττωταὶ κατὰ τὸ δυνατόν. Ἐν δὲ ταῖς δι' ἐπιστομίδων ἐνεργοῦσαις, εἰς τὸ βλαβερὸν ἀποτελέσμα τοῦ ὑπολειπομένου χώρου ὡς ἐκ τῆς ἀτελοῦς ἀρμογῆς τῶν δύο ἐπιστομίδων κατὰ τὴν καταπίεσιν τοῦ ἐμβολέως προστίθεται καὶ ἡ ἀδυναμία τοῦ ἥδη λίαν ἀραιοῦ καταστάτος αἵρος πρὸς ὕψωσιν τῆς ἐπιστομίδος τοῦ πυθμένου (ἐκτός ἐὰν διὰ καταλλήλου μηχανισμοῦ συναλέκωμεν μετὰ τοῦ ἐμβολέως καὶ τὴν ἐπιστομίδα τοῦ πυθμένου. Διπλαῖ πνευματικαὶ ἀντλία· στροφίγις τοῦ Grässman καὶ τοῦ Babinet).

Δι' νεωστὶ ὑπὸ τοῦ Geissler καὶ ὕφ' ἐτέρων κατασκευασθεῖσαι ἀντλία δι' ὑδραργύρου, ἐνεργοῦσαι διὰ παρασκευῆς τοῦ τορικελlicoῦ κενοῦ, κατορθοῦσι πλεῖον προσέγγισιν εἰς τὸ ἀπόλυτον κενόν ἢ αἱ λοιπαὶ πνευματικαὶ ἀντλίας· χρησιμεύουσιν δὲ μάλιστα ὅταν πρὴνται περὶ κενώσεως μικρῶν χώρων.

98. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΔΙΑ ΤΗΣ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ. 1^{ον}. Ἐν κυλινδρικοῦν δοχεῖον ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν κλείσωμεν διὰ ξηρᾶς κύστεως ἢ δι' ὑαλίνης πλακός, ἣν προσαρμύζομεν ἀεροστεγῶς διὰ λίπους, ἡ κύστις ἢ ἡ πλάξ διαρρήγνυνται ὅταν κενώσωμεν τὸ δοχεῖον τοῦ αἵρος, ἐνεκα τῆς ἐτερομερῶς ἐνεργούσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

2^{ον}. Ἐὰν κενώσωμεν διὰ καταλλήλου στομίου φέροντος στροφίγγα μεταλλικὴν σφαῖραν κοίλην, συγκεκριμένην ἐκ δύο καλῶς συναρμοζόντων ἡμισφαιρίων, ἀπαιτεῖται πρὸς χωρισμὸν τῶν ἡμισφαιρίων τούτων μεγάλη δύναμις.

Ὁ Otto Guericke ἐπεδείκνυτο τὸ πείραμα εἰς τὸ ἐν Ῥατισθόνῃ συνέδριον (1654) διὰ δύο ἡμισφαιρίων διαμέτρου 68 εἰς, ὅτε 24 ἵπποι οὐκ ἤρκεσαν πρὸς χωρισμὸν αὐτῶν· τὴν πρὸς τοῦτο ἀνγκυλὴν δύναμιν εὐκόλως λογιζόμεθα (ἐδ. 90). — Οἱ κενωθέντες κῶδωνες προσκολλῶνται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀντλίας τόσον ἰσχυρῶς, ὥστε ἀδυνατοῦμεν παντάπασιν ἵνα ἄρωμεν ἡ μετακινήσωμεν αὐτοὺς πρὸς τὰ πλάγια.

3^{ον}. Διὰ τῶν πόρων παχείας πυξίνης πλακός, τετμημένης καθέτως πρὸς τὰς ἵνας, ὁ ὑδραργυρος διέρχεται βιαζόμενος ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

4^{ον}. Σίφων μεταγγισμού πλήρης ύδρχργύρου παύεται βέων εν τῷ κενῷ (ἐδάφ. 100).

5^{ον}. Κοίλη ἐλαστική σφαῖρα ἡ ἐπιδεδεμένη χαλαρὰ κύστις διογκοῦνται ἐν τῷ κενῷ, καὶ τὸ ὕδωρ τῆς σφαίρας τοῦ Ἡρώνος ἀναπηδᾷ ἅμα τῇ κενώσει. Αἱ δοκιμαίαι αὐταὶ μαρτυροῦσι περὶ τῆς ιδιοφυοῦς τάσεως τῶν ἀερίων (ἐδάφ. 88).

6^{ον}. Ἐκ φρεατείου ὕδατος ἀνέρχεται κατὰ τὴν κένωσιν πλῆθος φυσαλίδων, ἐξ ἀπερροφημένων ἀερίων προερχόμενον καὶ ἰδίως ἐξ ἀνθρακικοῦ ὀξέος (ἐδ. 107)· οὐ ἔνεκα ὕδατα κεκορεσμένα ἀνθρακικοῦ ὀξέος (ζῦθος) ζωηρότατα ἀφρίζουσιν ἅμα ἀρξαμένης τῆς κενώσεως.

7^{ον}. Ἐν τῷ κενῷ ὕδωρ χλιαρὸν ἀναποχλάζει ψυχρόμενον (ἐδ. 209).

8^{ον}. Ἐὰν ὑπὸ τὸν κώδωνα τεθῇ ὀλίγον ὕδωρ ἐντὸς μεταλλικοῦ κυμβίου ἐστρηγμένου ἐπὶ μείζονος δοχείου πλήρους πυκνοῦ θειικοῦ ὀξέος, ἔνεκα τῆς κατὰ τὴν κένωσιν ταχέως ἐξαερώσεως ψύχεται τοῦτο μέγχι πῆξεως (ἐδάφ. 211).

9^{ον}. Τμήμα μετάλλου καὶ πτίλα πίπτουσιν ἰσοταχῶς ἐν τῷ κενῷ (ἐδ. 32).

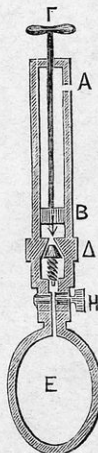
10^{ον}. Ἀπὸ μικρᾶς φάλαγγος ἐξαρτῶμεν ἔνθεν μὲν σφαῖραν κοίλην, ἔνθεν δὲ μικρὸν τεμάχιον μετάλλου, ἵνα ἐν τῷ ἀέρι ἰσορροπῇ αὕτη ὀριζοντεύσῃ. Κατὰ τὴν κένωσιν ἡ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὴν σφαῖραν, ἀλλ' εἰσερσάμενος τὸν ἀέρος πάλιν ἰσορροπεῖ (ἐδάφ. 103).

11^{ον}. Ἐν τῷ κενῷ αἱ φλόγες τῶν λαμπάδων σβέννυνται, τὰ ζῶα, καὶ μάλιστα τὰ ἔχοντα αἷμα θερμόν, θνήσκουσιν ἀμέσως, ἡ πυρόκονος οὐκ ἀναφλέγεται, ἔνεκα τῆς ἐλλείψεως τοῦ ὀξυγόνου (ἐδ. 19).

12^{ον}. Ὁ ἥχος κωδωνίου ἐξηρητημένου ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀντλίας οὐδὲν ἄκουεται γενομένης τῆς κενώσεως· πρὸς ἐπιτυχίαν ὅμως τοῦ πειράματος παρεντίθεμεν μεταξὺ τοῦ κωδωνίου καὶ τῆς ἀντλίας σώματα μὴ ἐλαστικά, δι' ὧν ὁ ἥχος οὐ διαδίδεται (ἐδάφ. 121).

99. Η ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ χρησιμεύει πρὸς πύκνωσιν τοῦ ἀέρος ἢ ἐτέρων ἀερίων ἐν δοχείῳ ἐκ μετάλλου (χαλκοῦ, γάλυθος κτλ.) ἔχοντι ἀρκούντως παχέα τὰ πλευρώματα, ὅπως ἀνθιστῶνται πρὸς τὴν σκοπούμενην πίεσιν καὶ πρὸς ἐνδεχομένην διάρρηξιν. Ἡ ἀνωτέρω (ἐδάφ. 97) περιγραφείσα πνευματικὴ ἀντλία μεταβάλλεται εἰς συμπυκνωτικὴν δι' ἀντιστροφῆς ἐνεργείας τῆς στρόφιγγος, ἀλλ' ἀπλουστερά ἐστὶν ἡ ἐξῆς συσκευή. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ AB διὰ τῆς λαβῆς Γ (Σχ. 113) ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται ὁ ἐμβολεὺς Β· ὑπὸ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρχει ἡ κωνικὴ ἐπιστομὴ Δ, οὕσα τεμάχιον μετάλλου κλειὸν ἐντελῶς τὸν ἐκεῖ ἐξαιργασμένον κωνικὸν πόρον ὅταν ὠθῆται κάτωθεν πρὸς αὐτόν, ἀλλὰ παρέχον, ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἄνωθεν καταπιέζεται, εἰς τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ πυκνούμενον

Σχ. 113



ἀέρα δίοδον ἀπ' αὐτοῦ πρὸς τὸ πυκνωτήριον Η· κατὰ τὴν ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ἡ ἐπιστομὴ φράττουσα τὸν πόρον, ὡς πιεζομένη μόνον κάτωθεν, κωλύει τὴν πρὸς τὸν κύλινδρον τοῦ ἀέρος παλινδρομήσιν· ὁ οὕτω δὲ κενωθείς κύλινδρος πληροῦται πάλιν ἀέρος τῆς ἀτμοσφαιρικής πυκνότητος ὅταν ὁ ἀνελκόμενος ἐμβολεὺς ὑψωθῇ ὑπεράνω τῆς πλαγίας ὅπως Α· ὁ ἀὴρ οὕτως συνωθεῖται πάλιν πρὸς τὸ πυκνωτήριον κατὰ τὴν δευτέραν καταπίεσιν τοῦ ἐμβολέως καὶ οὕτω καθεξῆς.

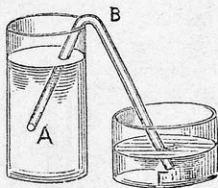
Ὁ μεταξὺ τοῦ κατὰ πεισθέντος ἐμβολέως καὶ τῆς ἐπιστομίδος ὑπολειπόμενος χώρος, ὡν ὡς ὁ τῶν πνευματικῶν ἀντλιῶν βλαβερός, κωλύει τὴν πέραν ὀρίου τινὸς συμπύκνωσιν· ἐν τούτοις κατασκευάζονται συνήθως τὸν βλαβερὸν τοῦτον χώρον καὶ πῶς εὐρύτερον, πρὸς πρόληψιν ἐνδεχομένων κινδύνων προερχομένων ἐκ συμπυκνώσεως ἀπροσέκτως ἐπιταθείσης.

Ἐν τῇ κοίλῃ πυκνωτήρῳ τοῦ ἀεροτόνου ὅπλου συμπυκνοῦμεν πρὸς τῆς χρήσεως ἀέρα μέχρι τάσεως 8—10 ἀτμοσφαιρῶν. Ὅταν δὲ ἡ σκανδάλη ἀνοίγῃ πρὸς στιγμὴν τὴν ἐπιστομίδα, μέγρος τοῦ ἀέρος τούτου ἐξορμώμενος ἐξακοντίζει τὴν σφαῖραν μετὰ μεγίστης ταχύτητος· ῥίπτομεν ἄρα δι' αὐτοῦ πολλὰς ἐφετῆς βολὰς ἄνευ νέας τοῦ ἀέρος συμπυκνώσεως· ἀλλὰ τῆς τάσεως αὐτοῦ βαθμὴδὸν ἐλαττωμένης, συναλτατοῦται καὶ ἡ ταχύτης τῶν βολῶν.

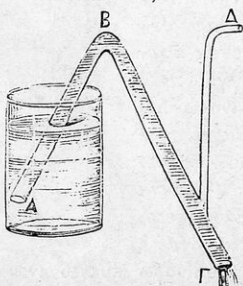
Δι' συμπυκνωτικῆς ἀντλίας ἐχρησίμευσαν πρὸ πάντων πρὸς μεταβολὴν τῆς καταστάσεως τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος, τῆς ἀμμωνίας, τοῦ κυανίου καὶ ἑτέρων ἀερῶν εἰς ρευστὰ (ἐδ. 212).

100. Ο Σίφων, σωλὴν περιαγῆς ἔχων ἀνισομήκη σκέλη, χρησιμεύει πρὸς μεταγίγισιν τοῦ ἐν τινι δοχείῳ ρευστοῦ εἰς ἕτερον. Ἐάν, βυθίσαντες τὸ βραχὺ σκέλος ΑΒ (Σχ. 114) εἰς τὸ ἐν τῷ δοχείῳ Α ὕδρω, πληρώσωμεν τὸν σίφωνα μὴζῶντες ἐκ τοῦ ἄκρου Γ, τὸ ρευστὸν ἐκρέει

Σχ. 114



Σχ. 115



ἐκ τοῦ ἄκρου τούτου συνεχῶς ἀναθλιβόμενον διὰ τοῦ βραχέος σκέλους, μέχρις οὗ ἡ ἐν τῷ δοχείῳ ἐπιπολὴ κατέλθῃ ὑπὸ τὸ ἄκρον Α. Ἐάν δὲ τὸ μείζον σκέλος ἐκβάλῃ εἰς ἕτερον δοχεῖον, τὸ ρευστὸν μεταγίγίζεται συνεχῶς, μέχρις οὗ αἱ ἐπιφανείαι αὐτοῦ ἐν ἀμφοτέροις τοῖς δοχείοις καταντήσωσιν ἰσόπεδοι· διότι ἡ μὲν ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐνεργεῖ ἐφ' ἑκατέρας τῶν ἐπιφανειῶν δι' ἴσης ἐντάσεως, αἱ δὲ ἐν τοῖς σκέλεσι τοῦ σίφωνος ρευσταὶ στήλαι ἀπὸ τῆς κορυφῆς Β μέχρι τῶν δύο ἐπιφανειῶν πιέζουσιν αὐτὰς ἰσάκεις μὲν, (ὅτε ἐπέρχεται ἰσορροπία, ἐδ. 73). Ἐάν ἔχωσιν ἴσα ὕψη, ἐάν δηλαδὴ αἱ ἐπιφανείαι ὦσιν ἰσόπεδοι, ἀνισάκεις δὲ ὅταν τὰ ὕψη αὐτῶν ὦσιν ἄνισα, ὅτε ὑπερτεροῦσα ἡ τῆς ὑψηλοτέρας πίεσις φέρει τὸ ρευστὸν πρὸς τὴν χαμηλοτέραν ἐπιφάνειαν· τὸν εἰς Β σχηματιζόμενον τότε κενὸν χώρον πληροῖ νέον ρευστὸν ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρῆς ἀναθλιβόμενον καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐν πράγματι κενὸς χώρος ἡ ὕψωσις τοῦ ρευστοῦ ἀπὸ Α εἰς Β ἐστὶν ἄρα ἀδύνατος· τὸ ρευστὸν πράγματι διχάζεται εἰς Β, ὅπου κενοῦται ὁ ὥρος, καὶ καταρρεῖ ἐν

ἀμφοτέρους τοὺς σκέλεσι μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῶν δοχείων. — Ὅταν πρόκηται ἵνα μεταγίσῃται ῥευστὸν ἐπιπλαθές, μεταχειριζόμεθα τὸν δισχιδῆ σίφωνα (Σχ. 115)· κλείομεν τὸ στόμιον αὐτοῦ Γ καὶ μυζῶμεν κατ' ἀρχὰς τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ στομίου Δ.

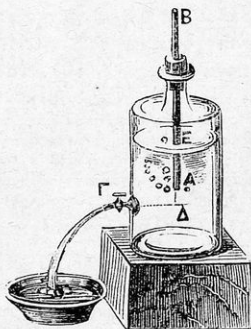
101. ΤΟ ΑΝΤΑΙΟΝ (Σχ. 116), ὄργανον ἐπίμηκες, σωληνοειδές, φέρον ἑκατέρωθεν δύο στενὰ στόμια, χρησιμεύει πρὸς ἐξαγωγήν δειγμάτων ῥευστῶν περιεχομένων ἐντὸς στενοστόμων δοχείων, οἷον βυτινῶν. Πρὸς τοῦτο βυθίζομεν αὐτὸ εἰς τὸ ῥευστὸν ἔχοντες ἀμφοτέρα τὰ στόμια Α καὶ Β ἀνοικτά, ὅτε πληροῦται ἔνδοθεν μέχρι τοῦ ὕψους τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας, ἐνῶ ὁ ἐν αὐτῷ ἄηρ διαφεύγει διὰ τοῦ στομίου Α. Κλείοντες τότε τὸ στόμιον τοῦτο διὰ τοῦ ἀντίχειρος ὑψοῦμεν τὸ ὄργανον· ἐπειδὴ δὲ ἄηρ ἀδυνατεῖ ἵνα εἰσρεύσῃ, μένει τοῦτο κατὰ τὸ πλεῖστον πλήρες ῥευστοῦ, ἐκρέοντος διὰ τοῦ στομίου Β ἅμα ἀρθέντος ἀπὸ τοῦ στομίου Α τοῦ δακτύλου. Τὸ στόμιον Β κατασκευάζεται ἀρκούντως στενὸν ὥπως μὴ δι' αὐτοῦ διέρχωνται πομφόλυγες ἀέρος. Τὰ ἐν τοῖς χημείοις χρήσιμα σιφώνια διαφέρουσι τοῦ ὄργανου τούτου κατὰ τὸ σχῆμα μόνον (Κρήνη διαλείπουσα).

Σχ. 116



102. ΤΟ ΔΟΧΕΙΟΝ ΤΟΥ MARIOTTE χρησιμεύει πρὸς ἐκρόην δι' ἀμεταβλήτου πίεσεως (πρβλ. ἐδάφ. 84)· συγκατεῖται δὲ ἐκ μεγάλης λαγήνου πλήρους ὕδατος, κεκλεισμένης διὰ φελλοῦ, δι' οὗ διέρχεται στεγανῶς ὁ ἑκατέρωθεν ἀνοικτὸς ὑάλινος σωλῆν ΑΒ καὶ φερούσης πλαγίως παρὰ τὸν πυθμῆνα τὸ στόμιον Γ (Σχ. 117). Ἐὰν κλείσωμεν τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος, ὕδωρ ἐκ τοῦ στομίου Γ οὐκ ἐκρέει, διότι οὐδαμῶθεν δύναται ἵνα εἰσέλθῃ ἄηρ· ἐὰν ὅμως ἀνοιξώμεν τὸ ἄκρον Β, τὸ ὕδωρ ἄρχεται ἐκρέον ἀπὸ Γ καὶ ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ χαμηλοῦται ἀμέσως ἐν τῷ σωλῆνι ΑΒ μέχρι τοῦ κατωτέρου αὐτοῦ ἄκρου Α, ἐνῶ ὅγκος ἀέρος ἀνάλογος πρὸς τὸ ποσὸν τοῦ ἐκρέοντος ὕδατος εἰσδύων διὰ τοῦ σωλῆνος ΒΑ ἀναπλέει κατὰ πομφόλυγας πρὸς τὸν ἀνώτερον χώρον τοῦ δοχείου Ε. Ἡ ἐκροὴ συμβαίνει τότε συνεχῶς μετὰ ταχύτητος ἀντιστοιχοῦσης πρὸς ὕψος ὑδροστατικῆς πίεσεως ΔΑ· διότι τὰ ῥευστὰ μέρη τῆς διὰ τοῦ Α διερχομένης ὀριζοντίας ἐπιφανείας διατελοῦσιν ὑπὸ τὴν πίεσιν μόνῃς τῆς ἀτμοσφαίρας ὥς καὶ τὰ μέρη τοῦ στομίου Γ, ἐπειδὴ ἡ ὑδροστατικὴ πίεσις τῆς στήλης ΑΕ συμπληροῖ εἰς τάσιν ἀτμοσφαίρας τὴν ἐξ ἀραιώσεως ἐλαττωθεῖσαν τάσιν τοῦ ἐν τῷ χώρῳ Ε ὀλίγον ἡραιωμένου ἀέρος· ὥστε τὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας ΓΔ βιάζονται πρὸς ἐκρόην ὑπὸ μόνῃς τῆς

Σχ. 117

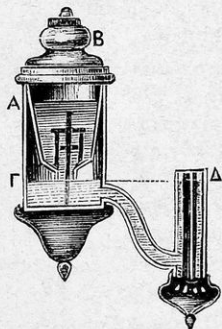


ΑΔ.

υδροστατικής πίεσεως τοῦ ὕψους ΑΔ. Τὸ μέγεθος τῆς πίεσεως ταύτης, καὶ ἐπομένως τὴν ταχύτητα τῆς ἐκροῆς, μεταβάλλομεν κατὰ βούλησιν ὑψούντες ἢ χαμηλοῦντες τὸν σωλῆνα ΑΒ (μεταβολὴ τῆς θετικῆς εἰς ἀρνητικὴν πίεσιν).

Ἡ κατασκευὴ τῶν λύχνων, ἐν οἷς ἡ ἐπιφάνεια τοῦ καιομένου ἐλαίου ἴσταται μονίμως εἰς τὸ ὕψος τῆς στεφάνης τῆς θρυαλλίδος στηρίζεται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς. Ἐν τῷ εὐρύτερῳ κυλινδρικῷ δοχείῳ Δ (Σχ. 118) ἀνατρέπεται τὸ

Σχ. 118



πλήρες ἐλαίου στενότερον δοχεῖον Β ἄνωθεν μὲν κεκλεισμένον ἀεροστεγῶς κάτωθεν δὲ συνεστομωμένον εἰς βραχύν καὶ ἀνοιχτὸν σωλῆνα. Ἐκ τοῦ δοχείου τούτου, ἐνὸςω εἰσδύει ἁπλῶς εἰς αὐτό, ἐκρέει τὸ ἐλαίον. Ὅταν ὁμως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐλαίου ἐν τῷ εὐρύτερῳ δοχείῳ ὕψωθῇ μέχρι Γ, ἡ ἐκροὴ ἀναστέλλεται, ἀλλ' ἐγκαθίσταται πάλιν πρὸς στιγμὴν ὅταν ποσὸν τι ἐλαίου θάψανθῇ ἐκ τῆς καύσεως παρὰ τὴν στεφάνην τῆς θρυαλλίδος Δ, ἥτις ἴσταται ἰσόπεδος πρὸς τὸ στόμιον τῆς ἐκροῆς Γ.

103. ΕΛΑΤΤΩΣΙΣ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΕΝ ΤΩΙ ΑΕΡΙ· ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΤΑΘΜΗΣΕΩΝ. Αἱ αὐταὶ ἀκριβῶς θεωρίαι, δι' ὧν ἐν τῇ υδροστατικῇ (ἐδάφ. 75) ἀπεδείχθη ὅτι πᾶν σῶμα ἐν τινὶ ρευστῷ καταδεδυκὸς ἀφαιρεῖται ὑπὸ τῶν πιέσεων ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον ἔλκει ὁ

ἐκτοπίζων ρευστὸς ὄγκος, ἰσχύουσι καὶ ἐπὶ σωμάτων ὑφισταμένων πανταχόθεν τὴν πίεσιν ἀερώδους περιέχοντος· τὰ ἐν τῷ αέρι ἄρα σώματα καταπίπτουσιν, ἐναιωροῦνται ἢ μετεωρίζονται καθόσον ἔλκουσι μᾶλλον, ἴσον ἢ ἑλασσον τοῦ ὄγκου τοῦ αέρος, ὃν ἐκτοπίζουσιν. Τὸ βάρος ἐπομένως τῶν σταθμωμένων σωμάτων φαίνεται τόσῳ μᾶλλον ἐλαττούμενον ὅσῳ πλείονα ἐκτοπίζουσιν αέρα ἢ ὅσῳ ἐλάχιστονα πυκνότητα ἔχουσιν (πρὸβλ. ἐδάφ. 98, 10^{ον}).

Κατὰ τὴν σύγκρισιν βρωῶν δύο σωμάτων περίπου ἰσοπύκνων ἀντιστοιχοῦνται αἱ ἐκκλίσεις ἀπώλειαι πλὴν ἀσπμάντου τινὸς διαφορᾶς. Ἐὰν ὁμως τὰ σώματα ἔχωσι λίαν ἄνισον πυκνότητα, ἀνάγκη ὥπως μὴ ἀμελῶμεν τῆς διαφορᾶς ταύτης κατὰ σταθμῆσεις ἀκριβεῖς. Ἐν ἐπιστημονικαῖς δ' ἐρευναῖς, ἐν αἷς πρόκειται περὶ τῆς μεγίστης ἐφικτῆς ἀκρίβειας τῆς μετρήσεως, ἡ σταθμῶμεν ἐν τῷ κενῷ ἢ ἀνάγομεν εἰς αὐτὸ διὰ λογισμοῦ τὰς ἐν τῷ αέρι γενομένας σταθμῆσεις.

104. Τὸ ΑΕΡΟΠΟΡΟΝ ἐστὶ κοῦφον σφαῖρωμα ἐκ σηρικίου ὑφάσματος ἀεροστεγῶς ὡς ἐρρητινωμένου ἔξωθεν, πλήρες αἰρίου ἀραιοτέρου τοῦ αέρος, ὅπερ μετεωρίζεται ὅταν αὐτὸ καὶ τὸ περιεχόμενον αἰρίον καὶ ὁ λοιπὸς ἐξ αὐτοῦ ἐξηρητημένος φόρτος ἔλκωσιν ἑλασσον τοῦ ἐκτοπίζοντος αέρος. Πρῶτοι (1783) οἱ ἀδελφοὶ Montgolfier ἀνεκοῦφισαν σφαῖρωμα ἐκ χάρτου πλήρη αέρος θερμαινόμενον διὰ πυρὸς συντηρουμένου ὑπὸ τὸ στόμιον αὐτῶν, ὅτε ὁ τῆς ἀναφλέξεως μέγας κίνδυνος ἐπέκειτο ἀφρευκτός· μετ' οὐ πολὺ ὁ Charles ἐπλήρωσε τὰ ἀεροπόρα ὑδρογόνου. Σήμερον ὁμως πρὸς πλήρωσιν ἀεροπόρων ποιοῦμεθα συνήθως χρῆσιν τοῦ πρὸς φωτισμὸν αἰρίου ὡς εὐώνου καὶ εὐκόλως παρασκευαζομένου. Ἐπειδὴ ὁμως τὸ αἰρίον τοῦτο κέκτηται εἰδικὸν βάρος πολὺ

τοῦ ὑδρογόνου μείζον, κατασκευάζοιεν τὰ ἀεροπόρα μετὰ μειζόνων διαστάσεων πρὸς ἐπιτυχίαν ἴσης ἀνακουστικτικῆς δυνάμεως.

Ἐὰν Ὁ ἐμφαίνῃ τὸν ὄγκον τοῦ πεπληρωμένου ἀεροπόρου εἰς λίτραις, Β τὸ βάρος τῆς λίτραις ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν πίεσιν θ καὶ κατὰ τὴν θερμοκρασίαν θ, ε δὲ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ πληροῦντος ἀερίου καὶ Β' τέλος τὸ βάρος τοῦ ὑφασματός καὶ παντός τοῦ ἐξηρητημένου φόρτου, τὸ βάρος τοῦ μὲν ἐκτοπιζόντος ἀέρος ἐστὶν Ο.Β, τοῦ δὲ πληροῦντος τὸ σφαίρωμα ἀερίου Ο.ε.Β καὶ ἡ διαφορὰ αὐτῶν Ο.Β (1-ε): ὥστε ἐὰν ἡ διαφορὰ αὕτη ἰσῶται πρὸς Β' τὸ ἀεροπλάνον ἐναιωρεῖται ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ στρώματι, ἐν ᾧ εὐρίσκεται· ἀλλ' ἐὰν Β' ᾗ ἑλάσσον, τότε ἡ διαφορὰ Ο.Β. (1-ε) - Β' παρέχει τὴν ὑπολειπομένην ἀνακουστικτικὴν δύναμιν ἢ τόσον βάρος ὅσον ἀπαιτεῖται ἵνα προστεθῇ εἰς τὸν ὑπάρχοντα φόρτον πρὸς ἰσορροπίαν τοῦ ἀεροπόρου. Ἐνῷ δὲ τοῦτο μετεωρίζεται, ἐλαττοῦται ἡ τοῦ βρομέτρου στάσις καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος. Ἐὰν δὲ θ₀ ἐμφαίνῃ τὴν βρομομετρικὴν στάσιν καὶ Β₀ τὸ βάρος τῆς ἀερίνης λίτραις παρὰ τὴν ἐπιδέξαντα τῆς γῆς καὶ θ_υ, Β_υ τὰ αὐτὰ ποσὰ ἐν στρώματι ὕψους υ, πρὸς δὲ, ὡς ἀνωτέρω, ε τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ πληροῦντος τὸ ἀεροπλάνον ἀερίου, ἀνέρχεται τοῦτο μέχρις ὕψους παρέχοντος τὴν ἰσότητά Ο.Β_υ. (1-ε) = Β'. Ἐὰν δ' ὑποτεθῇ ὅτι ἡ ἀερίνη στήλη τοῦ μετεωρισμοῦ ἔχη καθ' ὅλον τὸ ὕψος αὐτῆς ἴσην θερμοκρασίαν, συμπεραίνομεν

$$B_y = B_0 \cdot \frac{\theta_y}{\theta_0} \cdot \text{ὥστε ἡ ἀνωτέρω ἰσότης μεταβάλλεται εἰς τὴν}$$

$$\frac{\theta_y}{\theta_0} = \frac{B'}{O \cdot B_0 (1-\varepsilon)}.$$

ἐκ τοῦ λόγου δὲ $\frac{\theta_y}{\theta_0}$ λογιζόμεθα εὐκόλως κατὰ ἐδάφ. 95 τὸ ὕψος υ.

105. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΕΚΦΥΣΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. Κατὰ τὴν ἐκφύσησιν ἀερωδῶν σωμάτων ἰσχύουσιν οἱ κατὰ τὴν ἐκροὴν τῶν ρευστῶν ἰσχύοντες νόμοι (ἐδάφ. 84) τουτέστιν ἡ ταχύτης τῆς ἐκφυσῆσεως παρέχεται ὑπὸ τῆς ἰσότητος $\tau = \sqrt{2 \gamma \nu}$, ἐν ᾗ ν ἐμφαίνεται ὕψος στήλης ἀερίου ἐχούσης πυκνότητα τὴν τοῦ ἐκφυσθήματος δυνάμενον ἵνα ἐπενέγκῃ πίεσιν ἢ διαφορὰν πιέσεων ἴσην πρὸς τὴν ἐπιφέρουσαν τὴν ἐκφύσησιν. Ἐὰν ἐπομένως ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων μετρηθῇ ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου ὕψους Υ' καὶ Π : π ἐμφαίνῃ τὸν λόγον τῆς πυκνότητος τοῦ ὑδραργύρου πρὸς τὴν τοῦ ἀερίου, συμπεραίνομεν Υ' : υ :: π : Π· ὁθεν

$$\tau = \sqrt{\frac{2 \gamma \Upsilon \cdot \Pi}{\pi}}.$$

Ἐκ τούτου τύπου τούτου πορίζομεθα μεταξὺ ἄλλων τὸν νόμον τοῦ Graham ὅτι αἱ ταχύτερες τῆς ἐκφυσῆσεως διαφορᾶν ἀερίων ἐν ἴσῃ ὑδραργυρικῇ πίεσει εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν εἰδικῶν αὐτῶν βαρῶν· ἐπομένως ἐν ἴσῃ πίεσει τὸ ὑδρογόνον π.χ. ἐκφυσθῇ 4^α ταχύτερον τοῦ ὀξυγόνου ὡς 16^α ἀραιότερον αὐτοῦ.

Διὰ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ὁ λόγος Π : π ἰσοῦται πρὸς 10517 (ἐδ. 94)· ἐὰν ἐπομένως ὑποτεθῇ ὅτι ἡ πίεσις μετρεῖται ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου ὕψους Υ' = 76 ε.τ.μ., εὐρίσκομεν τὴν πρὸς τὸ κενὸν ταχύτητα τῆς ἐκφυσῆσεως, οὕσαν

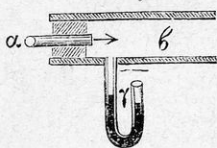
$$\nu = \sqrt{2 \gamma \cdot 0,76 \cdot 10517} = 396 \mu.$$

Τὰ περὶ ποσοῦ ἐκροῆς ῥηθέντα (ἐδ. 85) ἰσχύουσιν καὶ περὶ ποσοῦ ἐκφυσῆσεως. Τὰ δὲ κατὰ τὴν διοχετίαν τῶν ἀερίων παραγόμενα πνεύματα (οἷον τοῦ ἀερίου πρὸς φωτισμὸν) ὑπέκουσιν εἰς νόμους μᾶλλον περιπλόκους.

Ἀξία σημειώσεως εἶσι καὶ τὰ ἐπερχόμενα φαινόμενα κατὰ τὴν ἐκφύσησιν ἀερίου πνεύματος ἀπὸ στενοῦ εἰς εὐρὺν σωλήνα ἢ εἰς χώρον ἀπέραντον πλήρη ἀέρος. Ἐὰν π.χ.

τὸ πνεῦμα διεκθύνεται ὡς τὸ βέλος (Σχ. 119) ἐκ τοῦ στενοῦ σωλήνος α εἰς τὸν εὐρύν β, ἢ ἐν τῷ χώρῳ β πίεσις οὐκ αὐξάνεται, ὡς ἠθέλομεν ὑπολάβει, ἀλλ' ἑλαττοῦται, ὡς μαρτυρεῖ ἡ στάσις τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ἐν τῷ σωλήνι γ ρευστοῦ. Ἡ ἀρνητικὴ καλουμένη αὕτη πίεσις ἔχει ἀφορμὴν τὸν διασκορπισμὸν τῶν ἐκ τοῦ α μετὰ τινος ταχύτητος ἐξορρωμένων μορίων τοῦ αέρος, ἅτινα μεταδιδοῦσι τὴν ταχύτητα αὐτῶν εἰς τὰ ἐν τῷ σωλήνι β περιεχόμενα ἀκίνητα τοῦ αέρος μόρια καὶ παρασύρουν αὐτὰ μετ' ἑαυτῶν κατὰ τὴν διεκθύνσιν τῆς κινήσεως. — Ὅμοια ἀναθλαστικὰ φαινόμενα συμβαίνουν καὶ κατὰ τὴν ἐκροὴν τῶν ρευστῶν, ἐφ' ᾧν στηρίζεται ἡ ἐνέργεια τοῦ ὑδροφωσφητήρος, ἢ ἐκ τοῦ ἐκφυσθέντος αἰμοῦ βία τοῦ αερίνου ρεύματος ἐν τῇ καμίνῳ τῶν ἀτμοκινήτων ἀμαξῶν (ἐδ. 224) κτλ. Ὁ δὲ Wiebel ἠρμήνευσεν ὁρθῶς διὰ τῆς ἀρνητικῆς πίεσεως τοὺς θαλασσοὺς ὑδρομύλους τοῦ Ἀργοστολίου ἐν Κεφαλ.ληρίᾳ, παραδεχόμενος ὅτι αὕτη προέριον.

Σχ. 119



χεται ἐκ πηγῶν ρευστῶν ἐν τῇ νήσῳ εἰσροῆς, δι' ᾧν τὸ ὕδωρ τῆς θαλάσσης θηλάζεται πρὸς τὰς φλέβας τῶν πηγῶν τούτων, εἰσρέει ἐκ δύο θέσεων ἀμέσως εἰς τὸ ἔδαφος, περὶ τὰς 160000 κμ καθ' ἑκάστην, ἐξ ὕψους πτώσεως ἱκανοῦ πρὸς κινήσιν δύο μύλων, ᾧ δὲ ἐργάζεται ἀδικηκόπως ἀπὸ τοῦ ἔτους 1835, ὁ δὲ ἀπὸ τοῦ 1859.

106. ΔΙΕΙΣΔΥΣΙΣ ΑΕΡΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Ἐὰν συναφθῶσι δύο δοχεῖα περιέχοντα διάφορα αέρια, οἷον τὸ μὲν ἀνθρακικὸν ὀξύ τὸ δὲ ὑδρογόνον, ἐπέρχεται βαθμυδὸν ἀνάμιξις ἥτοι διεισδύσεις αὐτῶν καὶ ἂν ἐτι τὸ εἰδικῶς βαρύτερον ἐτέθη ὑπὸ τὸ εἰδικῶς ἐλαφρότερον, ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἐν ἀφομοιώσει τοῖς δοχείοις εὐρίσκομεν πανταχοῦ ὁμοιομερές τῶν δύο αερίων κράμα. Τοιοῦτο κράμα ἐστὶν ὁ ἀήρ, ἐν ᾧ ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον, καίπερ ἄνισον εἰδικὸν βάρος ἔχοντα, εἰσὶν ἐν ὁμοίῳ λόγῳ (ἐδ. 89) διακεχυμένα ἐν πᾶσι τοῖς ἀτμοσφαιρικοῖς στρώμασιν οἰοῦντί ποτε ὕψους. Ἐὰν δὲ χωρίσωμεν ἀπ' ἀλλήλων δύο αέρια διὰ πορώδους διαφράγματος, οἷον διὰ λεπτῆς πλακῆς ἐξ ἀγανώτου καὶ ὀπτῆς ἀργίλλου, γύψου ἢ γραφίτου κτλ., ἡ ἀνάμιξις ἥτοι διαπύσεις γίγνεται καὶ διὰ τῶν πόρων αὐτοῦ, ἀλλ' ἐν γένει διέρχονται τὰ δύο αέρια μετ' ἀνίσου ταχύτητος διαπύσεως. Ἡ ταχύτης αὕτη κατὰ τὸν Graham (1834) ὡς καὶ ἡ τῆς ἐκφυσῆσεως (ἐδάφ. 105) ἀναλογεῖ ἀντιστρόφως πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς πυκνότητος τῶν αερίων (πρβλ. ἐδάφ. 83). Ἐὰν ἐπομένως πορώδες δοχεῖον ἐξ ἀργίλλου πλήρες αέρος θῶμεν κεκλεισμένον ἐν ἀτμοσφαίρᾳ ὑδρογόνου ἢ ἐλώδους αερίου αὐξάνεται ἡ ἐν αὐτῷ πίεσις, καὶ τούναντίον ἐλαττοῦται ἂν θῶμεν αὐτὸ ἐν ἀτμοσφαίρᾳ ἀνθρακικοῦ ὀξέος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐχρησίμεισε πρὸς κατασκευὴν ὀργάνου ἐλέγχοντος τὴν ὑπαρξίν εὐφλέκτων αερίων ἐν τοῖς ἀνθρακωρυχείοις.

107. ΡΟΦΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΥΠΟ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟ ΡΕΥΣΤΩΝ. Τὰ στερεὰ σώματα κέκτανται ἐν γένει τὴν ιδιότητα τοῦ πυκνοῦν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν τὰ περιβάλλοντα αὐτὰ αέρια, ὥστε εἴτε ἐν τῷ αέρι εἴτε ἐν ἐτέρῳ αερίῳ ἢ αερώδει κράματι κείμενα φέρουσι δι' ἐφέλξεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν αερώδες κάλυμμα (ἐδάφ. 81) ἀφαιρούμενον διὰ θερμάνσεως (πρβλ. ἐδάφ. 91) ἢ δι' ἐπιμελοῦς σμύλξεως διὰ ρευστῶν ἢ διὰ

κόνεως ἀνθράκων ἢ καὶ δι' ἐτέρων ὑλῶν. Ἀλλ' ἡ ιδιότης αὕτη τῆς πυκνώσεως ἢ τῆς ῥοφήσεως τῶν ἀερίων ἀπαντᾷ ἰδίως εἰς τὰ πορώδη σώματα ἔχοντα ὡς πρὸς τὸν ὄγκον αὐτῶν μεγίστην τὴν ἐνδόμυχον ἐπιφάνειαν ἕνεκα τῶν λεπτοτάτων πόρων. Διακρίνεται δὲ ἰδίως μεταξὺ αὐτῶν ὡς ῥοφητικώτατος τῶν ἀερίων ὁ ξυλῖτης ἄνθραξ προσφάτως σθεσθεῖς· κατὰ τὸν Hunter ἐν θερμοκρασίᾳ 0° ὁ μὲν ἄνθραξ τῆς πύξου ῥοφᾷ ὄγκον ἀμμωνιακοῦ ἀερίου 85^{κς}, ὁ δὲ τοῦ αἱματοζύλου (Cam-bèche) 111^{κς} μείζονα τοῦ ἰδίου ὄγκου· ἐξαιρέτον ἐπίσης ῥοφητικὴν ιδιότητα κέκτηται ὁ λεπτομερέστατος λευκόχρυσος ἀναστοχειούμενος ἐκ τῶν ἐνώσεων αὐτοῦ ὡς σπόγγος, ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ κατασκευὴ τῶν ὑδρογονικῶν πυρρίων· τὸ ἐκ τῶν συσκευῶν τούτων ἐκφυσώμενον ὕδρ-γόνον προσπίπτει εἰς σπόγγον λευκοχρύσου, ἐφ' οὗ μετὰ τοσαύτης βίας πυκνῶνται, ὥστε οὗτος μὲν πυρακτοῦται (ἐδ. 242), ἐκεῖνο δὲ ἀναφλέγεται.

Ὑπὸ δὲ τῶν ῥευστῶν τὰ ἀέρια διαλύονται ἢ ῥοφῶνται κατ' ἀνισον καὶ ἐνίοτε μεγίστην σχέσιν ὄγκου. Ἡ δὲ ποσότης τοῦ ῥοφωμένου ἀερίου κατὰ τὸν ὑπὸ τοῦ Henry (1803) διατυπωθέντα νόμον ἐστὶν ἀνάλογος τῆς πίεσεως τῆς ἀπτομένης τοῦ ῥευστοῦ ἀερώδους μάζης· ὥστε ὑπὸ διπλῇ πίεσιν ῥοφᾷται διπλὴ ποσότης ἀερίου ἥτιι ἴσος ὄγκος αὐτοῦ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Mariotte (ἐδ. 92). "Ὅταν ἐπομένως ἡ πίεσις ἐλατ-τῶται, μέρος τοῦ ῥοφηθέντος ἤδη ἀερίου διαφεύγει (πρβλ. ἐδ. 98. 6ον), ὅταν δὲ αὐξάνηται, συναυξάνεται καὶ ἡ ῥοφωμένη τοῦ ἀερίου ποσότης.

Ἐὰν δὲ κρᾶμα ἀερώδων σωμάτων ἀπαιτῇ ῥευστοῦ τινος, ἡ ῥύψις ἐκάστου τῶν συνιστάντων αὐτὸ ἀερίων ἀναλογεῖ πρὸς τὴν ὑπ' αὐτοῦ ἀσκουμένην μερικὴν πίεσιν, τουτέστιν ἡ ποσότης τοῦ ῥοφωμένου ἀνθρακικοῦ ὀξέος π.χ. οὐδὲως αὐξάνεται ἐὰν συμ-πυκνώσωμεν ἐν τῇ πλήρει ἀνθρακικοῦ ὀξέος ὑπὲρ τὸ ῥευστὴν χώρῳ ἑτέρῳ τι ἀέριον οἶον ἄζωτον (πρβλ. ἐδ. 213).

Ἡ δύναμις τῆς ῥοφῆσεως ἐλαττοῦται τῆς θερμοκρασίας αὐξανομένης· διὸ ἐκ τοῦ ὕδατος ἀναξέοντος ἐκδιώκονται τὰ πλεῖστα τῶν ἐν αὐτῷ ἐρροφημένων ἀερίων. Ῥοφᾷ δὲ τὸ ὕδωρ ἐν θερμοκρασίᾳ 15° κατὰ τὸν Bunsen ὄγκους ἀμμωνιακοῦ ἀερίου 727, χλωρυδρικοῦ ὀξέος 450, θειώδους ὀξέος 43 $\frac{1}{2}$, ὕδροθειοῦ 3 $\frac{1}{4}$, ἀνθρακικοῦ ὀξέος 1, δευτέρου $\frac{1}{34}$, ἄζωτου $\frac{1}{70}$. Τὸ δὲ ἐν τῇ ψυχρῇ φρεατιῳ καὶ ἐτι μᾶλλον ἐν τοῖς πηγαίοις ὕδασι καὶ ἐν διαφόροις ἀφρίζουσι ποτοῖς διατελυμένον ἀέριον, τὸ βαθυμῶδον ἐν τῇ ἀερί διαφεύγον κατὰ φυσικὰς μικράς, ἐστὶ κατὰ τὸ πλεῖστον ἀνθρακικὸν ὀξύ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

*Περὶ τῶν γενικῶν νόμων τῆς κυμάνσεως ῥευστῶν
καὶ ἐλαστικῶν σωμάτων.*

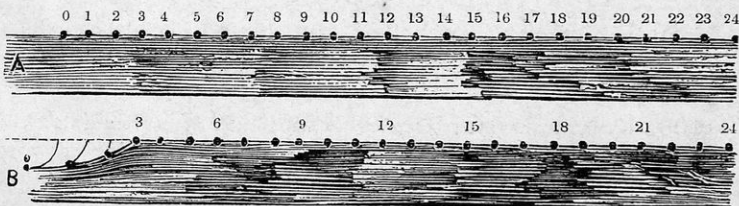
108. ΚΥΜΑΤΑ ΥΔΑΤΗΡΑ. "Ὅταν ἡ ἐπίπεδος καὶ ὀριζοντεία ἐπιφάνεια ῥευστῆς ἰσορροπούσης μάζης ταραχθῇ κατὰ τινα θέσιν ὑπὸ σώματος πίπτοντος π. χ. εἰς αὐτήν, παρατηροῦμεν ὁρμώμενον ἐκ τῆς θέσεως τῆς ταραχῆς σύστημα κυκλικῶν κυμάτων, ὧν αἱ ἀκτῖνες βαθμυδὸν αὐξά-

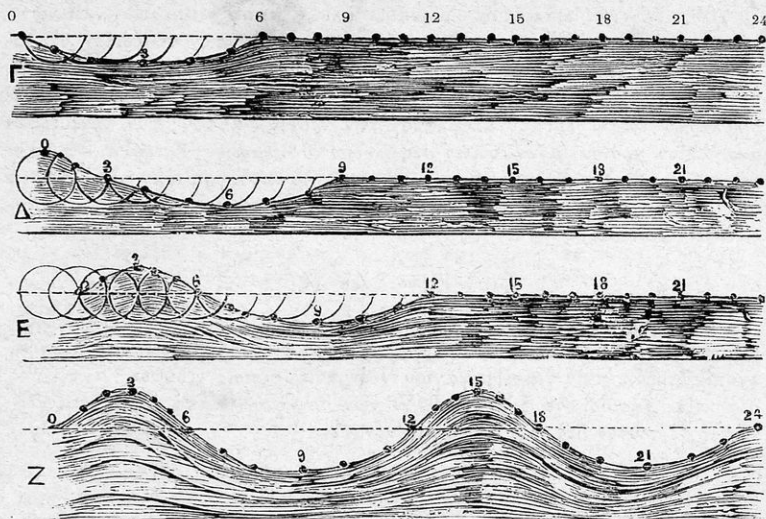
νονται· ἀλλ' ἡ ἀκτινωτὴ αὕτη διάδοσις τῆς κυμάνσεως οὐ συνδέεται μετὰ τινος προχωρήσεως τῶν μορίων τοῦ ὕδατος· διότι τὰ ἐπιπολάζοντα, ὡς καὶ τὰ ἐναιωρούμενα σώματα, οὐ μετέχουσι τῆς προχωρήσεως τοῦ κύματος, ἀλλ' ἀπλῶς ὑψοῦνται ἢ χαμηλοῦνται ὑπ' αὐτοῦ ἢ διανύσαντα τὸ πολὺ μικράν τινα κυκλικὴν τροχίαν ἐπανακάμπτουσιν εἰς τὴν προτέραν αὐτῶν θέσιν· ἐπομένως ἡ ἀντίληψις τῆς προχωρήσεως τοῦ κύματος προέρχεται μόνον ἐκ τῆς διαδόσεως τῆς καταστάσεως τῆς κινήσεως, καθ' ἣν ἕκαστον τῶν μορίων τοῦ ρευστοῦ μεταδίδωσι τὴν ἑαυτοῦ κίνησιν τῷ ἐφεξῆς, ὥστε πάντα τὰ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος τῆς κυμάνσεως ἀλλεπάλληλα μόρια κατὰ διαδοχὴν ὁμοίως κινοῦνται.

Ἐν ἑκάστῳ κύματι διακρίνομεν τὸ οἶδμα, ἐξέχον ὑπὲρ τὴν ἰσορροποῦσαν ἐπιπολὴν τοῦ ρευστοῦ καὶ τὸν κόλπον κείμενον ὑπ' αὐτὴν. Ἐν πάσῃ δὲ σειρᾷ ὁμοιομόρφων κυμάτων καλοῦμεν μῆκος κύματος τὴν μεταξύ δύο ἐφεξῆς οἰδμάτων ἢ τὴν μεταξύ δύο ἐφεξῆς κόλπων ἴσην ἀπόστασιν. Δύο δὲ μόρια ρευστοῦ ἐπὶ τῆς ἀκτίνος τῆς κυμάνσεως κείμενα, ἐὰν μὲν ἀπέχωσιν ἀπ' ἀλλήλων μῆκος κύματος, διατελοῦσι πάντοτε ἐν τῇ αὐτῇ καταστάσει κινήσεως ἢ ἐν ὁμοίᾳ φάσει δορήσεως (ἐδ. 60), ἐὰν ὅμως ἀπέχωσι μῆκος ἡμικύματος, ἐν ἐναντίᾳ φάσει.

Οἱ ἀδελφοὶ H. καὶ W. Weber ἐπείραθον τῶν ὕδατῶν κυμάτων ἐν στενῇ σκάφῃ πλήρει ὕδατος ἔχουσα τὰ πλάγια πλευρώματα ὕλινα. Παρατήρησαν δὲ ὅτι τὰ μὲν παρὰ τῇ ἐπιπολῇ μόρια διανύουσι τροχίαν κυκλοτερεῖν, τὰ δὲ ὑπ' αὐτὴν ἐλλειπτικὰς, ἐχούσας τὸν ὀριζόντιον ἀξονα μείζονα τοῦ κατὰ στήθην.

Δεδόσθω ὅτι ἐντελῶς κανονικὴ κύμανσις προχωροῦσα ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπὶ τῆς ρευστῆς ἐπιφανείας A ἐφθασε μέχρι τοῦ μορίου 0 καὶ ἀναγκάζει αὐτὸ νῦν ἵνα διανύσῃ ὁμοιοσταγῶς κυκλικὴν τινα τροχίαν K (Σχ. 120), καὶ ὅτι ἕως οὗ τὸ μόριον τοῦτο διανύσῃ ἅπασι τὴν τροχίαν ταύτην, ἡ κύμανσις διαδίδεται πρὸς τὰ δεξιὰ μέχρι τοῦ μορίου 12, ὅτι ἄρα τὸ μόριον τοῦτο 12 ἄρχεται τῆς πρώτης αὐτοῦ περιφορᾶς ἀκριβῶς καθ' ἣν στιγμὴν τὸ μόριον 0 ἄρχεται τῆς δευτέρας. Ἐὰν διαιρέσωμεν τὴν περιφέρειαν K καὶ τὸ μεταξύ τῶν μορίων 0 καὶ 12 διάστημα εἰς δώδεκα ἴσα μέρη, ἡ κύμανσις προχωρεῖ ἀπὸ 0 πρὸς 12 κατὰ μίαν τοιαύτην διαίρεσιν, ἐνὸς μὲν τὸ μόριον 0 διανύει $\frac{1}{12}$ τῆς τροχιάς αὐτοῦ. Ἐνθ' π. χ. τὸ μόριον 0 διανύει τὸ πρῶτον δωδέκατον τῆς τροχιάς αὐτοῦ ἡ κύμανσις προχωρεῖ μέχρις 1, ἐνθ' τὸ μόριον 0 διανύει τὸ πρῶτον τέταρτον τῆς τροχιάς αὐτοῦ ἡ κύμανσις προχωρεῖ μέχρι 3. Τὸ Σχῆμα B ἐξεικονίζει τὰ κατὰ τὴν στιγμὴν καθ' ἣν τὸ μόριον 0 διήνυσσε τὸ πρῶτον τέταρτον ἢ τὰ $\frac{3}{12}$ τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ὅτε τὸ μόριον 1 διήνυσσε τὰ $\frac{4}{12}$





καὶ τὸ μόριον 2 μόνον τὸ $\frac{1}{12}$ τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ἐνῶ τὸ μόριον 3 διατελεῖ εἰσέτι ἐν ἰσορροπία. Τὸ Σχῆμα Γ ἐξεικονίζει τὰ κατὰ τὴν στιγμὴν καθ' ἣν τὸ μόριον 0 διήνυσσε τὸ $\frac{1}{2}$ τῆς τροχιάς αὐτοῦ· ἐν τῷ μεταξύ τούτῳ διήνυσσε τὸ 1 τὰ $\frac{5}{12}$, τὸ 2 τὰ $\frac{4}{12}$, τὸ 3 τὰ $\frac{3}{12}$, τὸ 4 τὰ $\frac{2}{12}$, τὸ 5 τὸ $\frac{1}{12}$ τῆς τροχιάς αὐτῶν· τὰ μόρια 4 καὶ 5 κατέχουσι θέσιν ἀνάλογον τῆς τῶν μορίων 1 καὶ 2 τοῦ Σχήματος Β, τὸ δὲ μόριον 6 διατελοῦν ἐν ἰσορροπία μεταλαμβάνει νῦν τῆς κινήσεως· τὸ μόριον 3 κατῆλθε μέχρι τοῦ κατωτάτου σημείου τῆς τροχιάς αὐτοῦ, τοῦτέστι κείται ἐν τῷ μυχῷ τοῦ κόλπου. Ἐάν δὲ παρέλθῃ ἔτι $\frac{1}{12}$ τοῦ χρόνου τῆς περιφορᾶς, τὸ μόριον 3 θέλει καταλάβει ὡς πρὸς τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ θέσιν ὁμοίαν πρὸς τὴν κατεχομένην νῦν ὑπὸ τοῦ μορίου 2, τὸ δὲ 4 διανύσαν τὸ $\frac{1}{4}$ τῆς τροχιάς αὐτοῦ θέλει φθάσει εἰς τὸ κατώτατον αὐτῆς σημεῖον· ὥστε ὁ μυχὸς τοῦ κόλπου θέλει προχωρήσῃ ἀπὸ 3 πρὸς 4. Τὸ Σχῆμα Δ εἰκονίζει τὰ κατὰ στιγμὴν, καθ' ἣν τὸ μόριον 0 διανύσαν ἀκριβῶς τὰ $\frac{3}{4}$ τῆς τροχιάς αὐτοῦ ἔφθασεν εἰς τὸ ἀνώτατον αὐτῆς σημεῖον τοῦτέστιν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ οἴδατος· ἐν τῷ μεταξύ διήνυσαν τὸ 1 τὰ $\frac{8}{12}$, τὸ 2 τὰ $\frac{7}{12}$, τὸ 3 τὰ $\frac{6}{12}$, τὸ 4 τὰ $\frac{5}{12}$, τὸ 5 τὰ $\frac{4}{12}$, τὸ 6 τὰ $\frac{3}{12}$, τὸ 7 τὰ $\frac{2}{12}$, τὸ 8 τὸ $\frac{1}{12}$ τῆς τροχιάς αὐτῶν· τὸ δὲ μόριον 9 ἐτοιμάζεται ἵνα μεταλάβῃ νῦν τῆς κινήσεως· τὰ μόρια 4, 5, 6, 7, 8 κατέχουσι θέσιν ἀνάλογον τῆς τῶν μορίων 1, 2, 3, 4, 5 τοῦ σχήματος Γ, ὁ δὲ μυχὸς τοῦ κόλπου προέβη ἐν τῷ μεταξύ ἀπὸ 3 εἰς 6. Ἐνῶ δὲ τὸ μόριον 0 διανύει τὸ τελευταῖον τέταρτον τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ἡ κορυφὴ τοῦ οἴδατος προχωρεῖ ἀπὸ 0 εἰς 3, ὁ δὲ μυχὸς τοῦ κόλπου ἀπὸ 6 εἰς 9. Ὅτε δὲ τὸ 0 ἄρχεται τὸ δεῦτερον τῆς περιφορᾶς αὐτοῦ, τὸ μόριον 12 μεταλαμβάνον τῆς κινήσεως ἄρχεται τῆς πρώτης αὐτοῦ περιφορᾶς· τὰ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ἐξεικονίζονται ἐν τῷ Σχήματι Ε. Τὸ Σχῆμα Ζ τέλος ἐξεικονίζει τὰ κατὰ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν τὸ μόριον 0 συνεπλήρωσε τὴν τροχίαν αὐτοῦ ὅς, τὸ 12 ἀπῆλθε, ἡ δὲ κύμασις προέβη μέχρι τοῦ μορίου 24· τὰ μόρια 3 καὶ 15 κένονται ἐπὶ τῆς κορυφῆς οἰδατῶν, τὰ δὲ 9 καὶ 21 εἰς μυχὸς κόλπων. Ὅστε, τῆς κυμάνσεως διατελούσης ἀνενοχλήτου, οἰδατὰ καὶ κόλποι προχωροῦσιν ὁμαλῶς ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά, ἐνῶ τὰ μόρια τοῦ ὕδατος ἕκαστον ἐφεξῆς διανέουσι σταθίμους κύκλους ἀνερχόμενα ἐκ διαδοχῆς εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ οἴδατος καὶ κατερχόμενα εἰς τὸν μυχὸν τοῦ κόλπου· φαίνεται ἄρα προχωροῦσα ἡ κύμασις, διότι ἡ κατὰ τὸ σχῆμα τῆς τροχιάς κοινὴ κυκλικὴ κίνησις τῶν μορίων μεταδίδεται εἰς αὐτὰ οὐχὶ συγχρόνως ἀλλὰ κατὰ διαδοχὴν.

109. ΤΑΧΥΤΗΣ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ· ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΝΗΣΕΩΝ. Ἐνῷ ἡ κύμανσις προχωρεῖ ὅσον τὸ μήκος τοῦ κύματος, βευστόν τι μόριον κατερχόμενον ἀπὸ τῆς κορυφῆς οἰδματός τινος διέρχεται διὰ τοῦ μυχοῦ τοῦ κόλπου καὶ φθάνει πάλιν εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ ἐφεξῆς οἰδματος, τουτέστι συμπληροῖ ἐν τῷ μεταξύ δλόκληρον τὴν τροχίαν αὐτοῦ· τὸν πρὸς τοῦτο ἀναγκαῖον χρόνον χ καλοῦμεν *διάρκειαν* δονήσεως. Ἐπειδὴ δὲ κατ' αὐτὸν ἡ κύμανσις διατρέχει τὸ μήκος τοῦ κύματος μ , ἐὰν διὰ τοῦ τ παραστήσωμεν τὴν ταχύτητα τῆς διαδόσεως τῆς κυμάνσεως συμπεραίνομεν (ἰδ. 30)

$$\tau = \frac{\mu}{\chi}, \quad \mu = \tau \chi, \quad \chi = \frac{\mu}{\tau}.$$

Ἐπειδὴ δὲ ἐν τοῖς ἐξῆς γενήσεται λόγος περὶ κυμάνσεων ἐλαστικῶν σωματίων, ἐν αἷς ἡ δόνησις διαρκεῖ ἐλάχιστόν τι δευτερολέπτου κλάσμα, σκοπιμώτερόν ἐστιν ἵνα εἰσαγάγωμεν ἐν τοῖς τύποις τούτοις ἀντὶ τῆς διάρκειας τῆς δονήσεως τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων κατὰ τὸ λ · ἐμφαίνοντες δὲ τοῦτον διὰ τοῦ α , συμπεραίνομεν

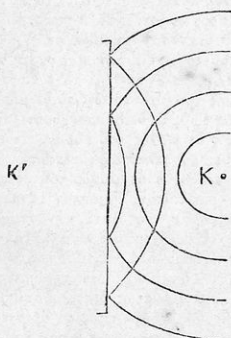
$$\chi = \frac{1}{\alpha}, \quad \tau = \alpha \mu, \quad \mu = \frac{\tau}{\alpha}, \quad \alpha = \frac{\tau}{\mu}.$$

Οἱ ἀδελφοὶ Weber παρατήρησαν ὅτι ἐν βευστοῖς διατόρῳ πυκνότητος (ὕδωρ, ὑδράργυρος) ἡ κύμανσις διαδίδεται ἐπαισθητῶς μετ' ἴσης ταχύτητος, ἀλλ' ὅτι αὐξάνεται μετὰ τοῦ βάρους ὑπὸ τὴν ἐπιπολὴν τοῦ βευστοῦ.

110. ΣΥΜΒΟΛΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΥΔΑΤΗΡΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας βευστοῦ τινος διεγερθῶσι δύο κυκλικαὶ κυμάνσεις ἐκ κέντρων μὴ ἀφιστῶτων πολὺ, οἱ εἰς αὐτὰς ἀνήκοντες κυματώδεις κύκλοι ἐκτείνονται συμπλέκονται, μηδόλως ταραττομένης ἀμοιβαίως τῆς καροτικής αὐτῶν διαδόσεως. Ἐκ τῆς ἐπιθέσεως δύο ἰσοῦψων οἰδμάτων προκύπτει οἰδμα διπλοῦ ὕψους καὶ ἐκ τῆς συναντήσεως δύο ἰσοβαθῶν κόλπων προκύπτει κόλπος διπλοῦ βάθους· ἀλλ' ὅπου συμπίπτει οἰδμα τοῦ ἐτέρου συστήματος μετ' ἴσου κόλπου τοῦ ἄλλου, ἀνταναιροῦνται ταῦτα καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ βευστοῦ διατηρεῖ τὸ κατ' ἀρχὰς ὕψος αὐτῆς. Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο τῆς συγχρόνου ἐνεργείας δύο κυμάνσεων ἐπὶ τῶν μορίων βευστοῦ τινος καλοῦμεν *συμβολὴν* κυμάτων.

Ἐὰν δὲ σύστημα κυκλικῶν κυμάτων ἐχόντων κέντρον K (Σχ. 121) προσπέσῃ ἐπὶ προσκόμεματος ἀνενδότου κατὰ στάθμην περατούντος τὸ βευστόν, ἀνακλᾶται ἀπ' αὐτοῦ, τουτέστιν ὁρμᾶται ἀπὸ τοῦ προσκόμεματος νέον

Σχ. 121

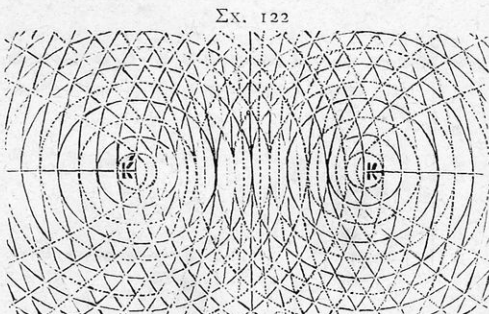


σύστημα κυκλικῶν κυμάτων ἔχόντων κέντρον K' , συμμετρικὸν τοῦ K πρὸς τὸ πρόσκομμα (πρβλ. ἐδ. 67 καὶ 135) καὶ συμβάλλον πρὸς τὸ ἄμεσον σύστημα.

Ἐὰν δύο συστήματα κυμάτων συμβάλλοντα πρὸς ἄλληλα καὶ ἐκ τῶν κέντρων K καὶ K' ὁρμώμενα (Σχ. 122) ἔχωσιν ἴσην διάρκειαν δονήσεως καὶ ἴσην μήκος κύματος, καὶ ἐὰν τὰ σημεῖα K καὶ K' διατελῶσι πάντοτε ἐν τῇ αὐτῇ δονήσεως φάσει, συμβάλλουσι διαρκῶς ὁμοίαι φάσεις ἐξ ἑκατέρου τῶν συστημάτων εἰς πάντα τὰ σημεῖα τὰ ἰσάκεις ἀπὸ K καὶ K' ἀπέχοντα, ὡς καὶ εἰς πάντα τὰ σημεῖα, ὧν αἱ ἀπὸ K καὶ K' ἀποστάσεις διαφέρουσιν ἀπ' ἀλλήλων κατὰ μ , 2μ , 3μ ...

ἦτοι κατ' ἀκέραιον ἀριθμὸν μήκους κυμάτων· ἄρα τὰ κατὰ τὰ

σημεῖα ταῦτα μόρια τοῦ ῥευστοῦ κινεῦνται σφοδρότερον τῶν λοιπῶν. Τοῦναντίον δὲ συμβάλλουσι διαρκῶς ἐναντίαι φάσεις ἐξ ἑκατέρου τῶν συστημάτων εἰς ἐκεῖνα τὰ σημεῖα, ὧν αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ K καὶ K' διαφέρουσιν κατὰ $\frac{1}{2}\mu$, $\frac{3}{2}\mu$ ἦτοι κατὰ περιττὸν ἀριθμὸν μήκους ἡμι-

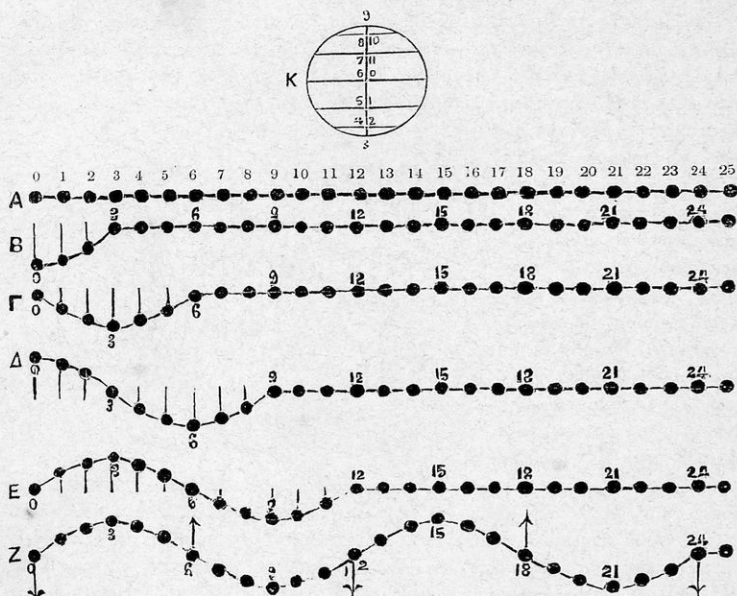


κυμάτων· ἄρα τὰ κατὰ τὰ σημεῖα ταῦτα μόρια τοῦ ῥευστοῦ ἀκίνητοῦσι. Τῶν σημείων τούτων τῆς ἀκινήσεως ἢ τῆς σφοδροτάτης κινήσεως οἱ γεωμετρικοὶ τόποι εἰσὶν ὑπερβολαὶ ἔχουσαι ἐστίας τὰ κέντρα K καὶ K' . Ἐν τῷ σχήματι αἱ μὲν συνεχεῖς περιφέρειαι ἐξικονίζουσιν οἰδματὰ αἱ δὲ στικταὶ κόλπου, καὶ ἐπομένως αἱ μὲν συνεχεῖς ὑπερβολαὶ τὰς γραμμάς, ἐφ' ὧν ἡ κίνησις καθίσταται σφοδροτάτη ἐκ συμβολῆς ὁμοίων φάσεων, αἱ δὲ στικταὶ ὑπερβολαὶ τὰς γραμμάς, ἐφ' ὧν ἡ κίνησις ἀναιρεῖται ἐκ συμβολῆς ἀντιθέτων φάσεων.

111. ΠΡΟΧΘΡΟΥΝΤΑ ΚΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΤΑΣΙΜΟΙ ΔΟΝΗΣΕΙΣ ΡΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Αἱ κυματοειδεῖς κινήσεις διαδίδονται διὰ τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων ὡς καὶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ῥευστῶν. Δυνατὸν δὲ εἶναι ἢ ἀπὸ μορίου εἰς μόριον κατὰ διαδοχὴν διαβιβάζομένη δόνησις ἢ ἡ πλαγία ὥθσις ἐκτὸς τῆς θέσεως τῆς ἰσοροπίας ἢ ὥθσις παράλληλος πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς κυμάνσεως. Εὐκόλως δὲ κατασκευάζομεν τὰ κατ' ἀμφοτέρας τὰς περιπτώσεις προκύπτοντα κύματα ἐκ τῆς κατασκευῆς τῶν ὑδατηρῶν κυμάτων τοῦ ἐδ. 108. Πρὸς τοῦτο ἐὰν μὲν αἱ δονήσεις διευθύνωνται καθέτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς διαδόσεως, ὅτε καλοῦνται ἐγκάρσιαι, θεωροῦμεν τὸ ὁριζόντιον μέρος τῆς κινήσεως

τῶν ὑδατηρῶν κυμάτων ὡς ἐξισωθὲν τῷ μηδενί (ἐδάφ. 59 καὶ 60). οὕτως ἡ μὲν κυκλικὴ δόνησις μεταβάλλεται εἰς εὐθύγραμμον ἀνομοιο-
ταχῇ κατὰ τὴν πρὸς στάθμην διάμετρον τοῦ κύκλου Κ (Σχ. 123),
ἡ δὲ μορφή τῶν ὑδατηρῶν κυμάτων μετασχηματίζεται οὕτω:

Σχ. 123

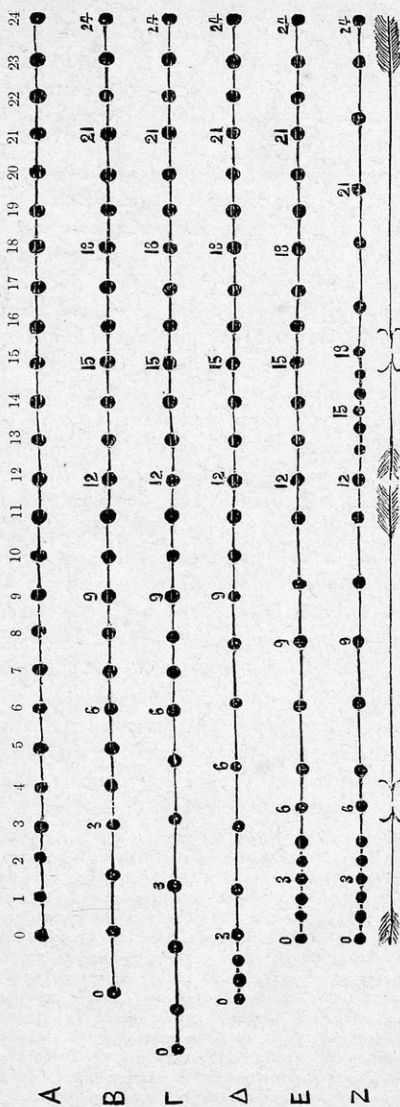
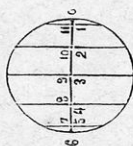


Τὸ σχῆμα Ζ ἐξοικονίζει τὰ κατὰ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν τὸ μόριον 0 διανύσαν δις τὴν τροχίαν αὐτοῦ διέρχεται διὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας μετὰ μεγίστης κατιούσης ταχύτητος· ἡ κύμανσις ἐν τῷ μεταξύ διεδόθη μέχρι τοῦ μορίου 24. Τὰ μόρια 0, 12, 24 ἀπέχοντα ἀνὰ δύο κατ' ἀκέραια μήκη κύματος διατελοῦσιν ἐν ὁμοίᾳ καταστάσει κινήσεως κατὰ τε ταχύτητα καὶ διεύθυνσιν· τὰ μόρια 0 καὶ 6, 6 καὶ 12, 12 καὶ 18, 18 καὶ 24 διατελοῦσιν ἐν ὁμοίᾳ καταστάσει κινήσεως κατὰ ταχύτητα, ἀλλ' ἔχουσιν ἀνὰ δύο ἀντίθετον διεύθυνσιν ὡς ἀπέχοντα ἀπ' ἀλλήλων καθ' ἡμίκυμα· καὶ τὰ μόρια 3, 9, 15, 21 φθάσαντα εἰς τὴν μεγίστην ἀπὸ τῆς ἰσορροπίας ἐκδρομὴν ἔχουσι ταχύτητα μηδὲν καὶ ἀνὰ δύο, ὡς ἀπέχοντα καὶ ταῦτα ἀπ' ἀλλήλων καθ' ἡμίκυμα, ἀντίθετον διεύθυνσιν κινήσεως. Οὕτω κυμαίνονται τὰ μόρια τεταμένων σχοινίων.

Ἄλλ' ἐὰν αἱ δονήσεις διευθύνονται παραλλήλως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως, ὅτε καλοῦνται προμήκεις, θεωροῦμεν τὸ κατὰ

Σχ. 124

K



στάθμην μέρος τῆς κινήσεως τῶν ὑδατηρῶν κυμάτων ὡς ἐξισωθῆν τῷ μηδενί· οὕτως ἡ μὲν κυκλικὴ κίνησις μεταβάλλεται πάλιν εἰς εὐθύγραμμον καὶ ἀνομοιοσταχῆ κατὰ τὴν ὀριζοντίαν διάμετρον τοῦ κύκλου K (Σχ. 124), τὰ δὲ κύματα μετασχηματίζονται οὕτως ὥστε πρὸς τὰ οὐδμάτα αὐτῶν ἀντιστοιχοῦσι πυκνώματα καὶ πρὸς τοὺς κόλπους ἀραιώματα.

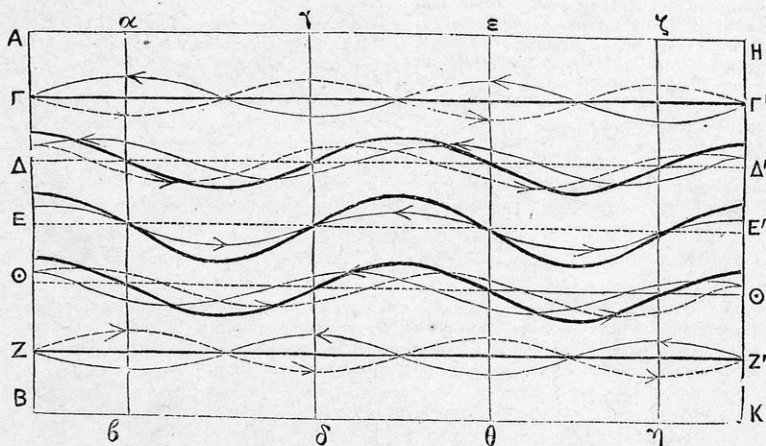
Ἐν τῷ σχήματι Z τὸ μόριον O διήνυσεν δις ὁλόκληρον τὴν τροχίαν αὐτοῦ, τὸ 12 ἅπαξ, τὸ 24 μεταλαμβάνει νῦν τῆς κινήσεως· ἐτοιμάζονται δὲ καὶ τὰ τρία, ἀπέχοντα κατ' ἀκέραια μήκη κύματος ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἔχοντα σιγμιαίαν ταχύτητα μηδέν, ἵνα κινηθῶσι πρὸς τὰ ῥιστερά· τὸ μόριον 6 τὸ δεύτερον διανύσαν ὁλόκληρον τὸ εὖρος τῆς δονήσεως πρὸς τὰ ῥιστερά, καὶ τὸ μόριον 18 διανύσαν ἑμισίως αὐτὸ ἅπαξ, καὶ ἔχοντα σιγμιαίαν ταχύτητα μηδέν, ἐτοιμάζονται ἵνα κινηθῶσι πρὸς τὰ δεξιὰ. Ὡστε τὰ μόρια 0 καὶ 6, 12 καὶ 18 ἐπλησίασαν κατὰ τὸ δυνατόν πρὸς ἄλληλα καὶ μεταξύ αὐτῶν κατὰ τὰ μόρια 3 καὶ 15 συμβαίνει τὸ πλεῖστον πύκνωμα, ἐνῶ τὰ μόρια 6 καὶ 12, 18 καὶ 24 ἐμακρύνθησαν κατὰ τὸ δυνατόν ἀπ' ἀλλήλων καὶ μεταξύ αὐτῶν συμβαίνει τὸ πλεῖστον ἀραιώμα κατὰ τὰ μόρια 9 καὶ 21. Τὰ μόρια ταῦτα 3, 9, 15, 21 ἀπέχοντα ἀνὰ δύο καθ' ἡμίκυμα ἔχουσι μεγίστην, ἴσην ἄλλ' ἀντίθετον ταχύτητα κινήσεως. Πάντα τὰ μεταξύ 0 καὶ 6, 12 καὶ 18 μόρια τοῦ πεπυκνωμένου μέρους τοῦ κύματος διευθύνονται ὡς ἡ κύμασις, πάντα δὲ τὰ μεταξύ 6 καὶ 12, 18 καὶ 24 μόρια τοῦ ἡραιωμένου μέρους τοῦ κύματος διευθύνονται ἀντιθέτως πρὸς τὴν κύμασιν. Οὕτω κυμαίνεται ὁ ἀήρ διαδιδούς τὸν ἥχον.

Στενῶς μετὰ τῶν προχωρούντων κυμάτων συνδέονται αἱ στάσιμοι δονήσεις, καθ' ἃς τὰ μόρια ῥευστοῦ τινος ἢ ἐτέρου ἐλαστικοῦ σώματος ἐκτελοῦσιν ἐκατέρωθεν τῆς ἰσοροπίας δονήσεις ἀρίστου εὔρους ἐπαναλαμβάνομεν ὁμοιοτρόπως κατὰ τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ σώματος, ἐνῶ μέρη μὲν τινα αὐτοῦ ὡς δεσμοὶ ἀκίνητοῦσιν, ἕτερα δὲ μεταξύ τῶν δεσμῶν κείμενα ὡς κοιλίαι λίαν σφοδρῶς κινεῖνται.

Ἐκ τῶν ἐν τῇ προηγηθείσῃ παραγράφῳ λεχθέντων ὀφλόντες εἶναι τοιαῦτα δονήσεις στάσιμοι δυνατόν ἵνα προέλθωσιν ἐκ συμβολῆς προχωρούντων ὑδατηρῶν κυμάτων· αἱ στικταὶ διαγραφεῖσιν ὑπερβολαὶ (ἐδ. 110) εἰκονίζουσι τοὺς ἀκίνητους δεσμοὺς, αἱ δὲ συνεχεῖς τὰς κοιλίας. Συνήθως στάσιμοι δονήσεις μορφοῦνται μάλιστα ἐκ συμβολῆς ἁμέσου τινὸς συστήματος κυμάτων καὶ τοῦ ἐξ αὐτοῦ προκύπτοντος δι' ἀνακλάσεως. Ἐμφανίσαν π. χ. (Σχ. 125) αἱ μὲν συνεχεῖς καὶ λεπταὶ καμπύλαι σύστημα κυμάτων προχωρούντων κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν βελῶν, αἱ δὲ στικταὶ τὸ ἐπὶ τοῦ ἀνευδότητος προσκόμεντος AB ἀνακλωμένου καὶ αἱ περὶ αὐτὸ ἐκ τῆς συμβολῆς αὐτῶν προκύπτον σύστημα στασίμων δονήσεων· εἰκονίζεται δὲ ἕκαστον τῶν ἐφεξῆς γραμμικῶν συμπλεγμάτων ΓΓ', ΔΔ', ΕΕ'·, τὰς κατὰ διαδοχὴν καταστάσεις τῆς κινήσεως, ἀντιστοιχοῦσας εἰς πρόδον κυμάτων ἀνὰ $\frac{1}{8}$ κύματος κατὰ μήκος, ἢ εἰς διαφορὰν $\frac{1}{8}$ διαρκείας δονήσεως κατὰ χρόνον. Ἐκ τοῦ σχήματος τούτου καταφαίνεται ἐν συνόλῳ ὅτι ἐπὶ τῶν εὐθειῶν αβ, γδ, εθ, ζη συμβάλλουσι πάντοτε ἀντίθετοι καταστάσεις δονήσεως τοῦ προσπίπτοντος καὶ τοῦ ἀνακλωμένου κύματος, ὥστε τὰ ἐπ' αὐτῶν κείμενα μόρια εἰσι δεσμοὶ τῶν στασίμων δονήσεων· κατὰ μέρος δὲ, ἢ ἐν ΓΓ' συμβολῇ ἀντιθέτων καταστάσεων δονήσεως συμβαίνει κατὰ πάντα τὰ σημεῖα, ὥστε ἡ στάσιμος δόνησις κατὰ ταύτην τὴν στιγμὴν συμπτύσσεται.

σεται εἰς γραμμὴν εὐθεῖαν· μετὰ $\frac{1}{8}$ ὅμως διαρκείας δονήσεως τὰ δύο κύματα καταλαμβάνουσι τὴν ἐν ΔΔ' διαγεγραμμένην θέσιν, ἐν ᾗ ἡ τεταγμένη τῆς ἐξεικονίζουσας τὴν στάσιμον δόνησιν καμπύλης ἰσοῦται πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἄθροισμα τῶν τεταγμένων τῶν δύο ἐτέρων καμπύλων· μεθ' ἕτερον $\frac{1}{8}$ δονήσεως ἐν ΕΕ' συμβάλλουσι πανταχοῦ ὅμοιαι καταστάσεις δονήσεως τοῦ προσπίπτοντος καὶ τοῦ ἀνακλωμένου κύματος, ὥστε αἱ δύο ἐξεικονίζουσαι αὐτῆς καμπύλαι ἐφραμύζουσι πρὸς ἀλλήλας ἐντελῶς, τὰ κύματα ἄρα ἐνισχύουσιν ἀλλήλα πανταχοῦ καὶ ἡ στάσιμος δόνησις κατατῆ εἰς τὸ μέγιστον τῆς ἐκδρομῆς αὐτῆς κτλ. Ἐὰν δὲ προσυποθεῖ ἡ ΗΚ ὡς δευτερον ἀνακλῶν πρόσκομμα, διὰ τῶν διαρκῶς ἐκατέρωθεν ἀνακλωμένων ἀντιθέτων κυμάτων προκύπτει ἡ ἐν τῷ σχήματι στάσιμος δόνησις. Ἐκ τῆς ἀπλῆς ταύτης κατασκευῆς συμπεραίνομεν ὅτι ἡ διάρχεια καὶ τὸ μῆκος τοῦ κύματος τῆς στασίμου δονήσεως συμφωνεῖ πρὸς τὰ τοῦ

ΣΧ. 125

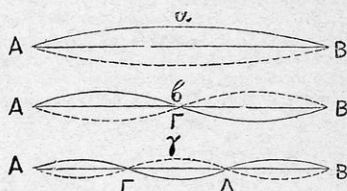


προχωρούντος κύματος, ἐξ οὗ γεννᾶται, καὶ ὅτι ἡ μεταξὺ δύο ἀλλεπαλλήλων δεσμῶν ἀπόστασις ἰσοῦται πρὸς μῆκος ἡμικύματος. Καὶ ἐνταῦθα μὲν ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τοῦ πρώτου καὶ τοῦ τελευταίου δεσμοῦ καὶ τῶν ἐκατέρωθεν ἀνακλαστικῶν προσκομμάτων ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{4}$ μήκους κύματος· ἀλλὰ παρατηρητέον ὅτι ἡ ἀνάκλασις τῆς κυμάνσεως τεταμένων σχοινίων, ἢ ἀέρινων κυμάτων ἐπὶ ἀνευδρόντι προσκόμεντος συμβαίνει κατὰ τι διάφορος τῆς τῶν ὑδατηρῶν κυμάτων. Ἐπειδὴ δηλαδὴ τὸ ἄκρον τῶν σχοινίων κωλύεται τοῦ κινεῖσθαι ἐνεκα τῆς συναφῆς, ὡς ἐπίσης κωλύονται τοῦ δονεῖσθαι καθέτως πρὸς τὸ πρόσκομμα τὰ ἀέρινα μόρια, ἀναγκαστικῶς σχηματίζεται δεσμός κατ' ἀμφοτέρως τὰς περιπτώσεις ἐν τῷ τόπῳ τῆς ἀνακλάσεως, ἢ συμβάλλουσι πάντοτε ἐν αὐτῷ ἀντίθετοι φάσεις τοῦ ἀμείσου καὶ τοῦ ἀνακλωμένου κύματος· τὸ κύμα ἄρα ἀνακλᾶται μετ' ἀντιθέτου φάσεως, ἥτοι ἡ ἀνάκλασις συμβαίνει ὡς εἰ ἦν αβ καὶ οὐχὶ ΑΒ τὸ ἀνακλῶν πρόσκομμα, καὶ ἡ ἀπόστασις τοῦ πλησιεστάτου ἐς αὐτὸ δεσμοῦ ἰσοῦται πρὸς μῆκος ἡμικύματος.

Τὰ φαινόμενα προχωρούντων ἐγκρασίων κυμάτων καὶ στασίμων δονήσεων παρατηρούμεν ευκλέως ἢ ἐπὶ σχοινίῳ τεταμένου χαλαρῶς ἢ ἐπὶ ἐλαστικῆς σπείρας ἐξ ὀρειχαλκίου σύρματος. Πληττοντες πλαγίως καὶ αἰφνιδίως τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου βλέπομεν τὸ ἐκ τῆς πλήξεως κύμα προχωροῦν δι' αὐτοῦ, ἀνακλῶμενον κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον καὶ ἐπιστρέφον

μετ' ἐναντίας φάσεως (Σχ. 126). Ἐὰν δ' ἐπαναλαμβάνωμεν τὰς πλῆξεις κατ' ἴσα τινὰ χρονικά διαστήματα, συμβάλλουσι τὰ ἄμεινα πρὸς τὰ ἀνακλινόμενα κύματα καὶ παράγονται δονήσεις στάσιμοι· δυνεῖται δὲ τότε ἡ ὁλόκληρον τὸ σχοινίον φερόμενον πρὸς τὰ ἄνω καὶ πρὸς τὰ κάτω τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἔχον δύο μόνον κατὰ τὰ ἄκρα ἀκίνητους δεσμούς καὶ σχηματίζουν δι' ὅλου τοῦ μήκους αὐτοῦ μίαν κοιλίαν ἰσομήκη πρὸς ἡμικύμα (Σχ. α), ἣ διακρίνεται τὸ σχοινίον εἰς δύο, τρία ἢ πλεονα τμήματα χωριζόμενα διὰ δεσμῶν· δύο τῶν τμημάτων τούτων ἐκπνέωμεν δεσμοῦ τινος κείμενα διατελοῦσι πάντοτε ἐν ἀντιθέτῳ φάσει δονήσεως (Σχ. β καὶ γ), ὥστε ἡ μεταξὺ δύο δεσμῶν ἀπόστασις ἰσοῦται πρὸς ἡμικύμα. Ἡ δὲ διάρκεια τῶν στασιμῶν δονήσεων ὥς αἱ τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς οὐδὲν ἑξαρτᾶται ἐκ τοῦ εὗρους αὐτῶν (πρβλ. ἐδ. 60 καὶ 61) ἐν τούτῳ μὴ ὑπερβαίνειν ἔρποντι· καὶ ὅταν μὲν τὸ σχοινίον δονῇ ὡς ὅλον ἡ διάρκεια τῆς δονήσεως ἰσοῦται πρὸς τὸν χρόνον, καθ' ὃν κῶμα προχωροῦν διατρέχει δις τὸ μήκος τοῦ σχοινίου, ὥστε ἐν ἴσῃ ἐντάσει ἐστὶ κατ' εὐθεῖαν ἀνάλογος τοῦ μήκους τούτου, ὅταν δὲ τὸ σχοινίον δονῇ διηρημένον εἰς 2, 3, 4... τμήματα, ἡ διάρκεια αὐτῆς καθίσταται $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ κτλ. τῆς πρώτης. Ἡ διάρκεια τῆς δονήσεως ἀναλογεῖ προσέτι ἀντιστρόφως πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς τάσεως καὶ κατ' εὐθεῖαν πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς πυκνότητος ἢ τοῦ βάρους τῆς ἐν τῇ μονάδι τοῦ μήκους ὕλης τοῦ σχοινίου. Παρέχεται δὲ ἡ διάρκεια αὕτη ὑπὸ τοῦ τύπου τοῦ Taylor

Σχ. 126



$$\chi = 2 \sqrt{\frac{\mu \cdot B}{\gamma \cdot \Delta}},$$

ἐν ᾧ μ μὲν ἐμφαίνει τὸ μήκος τοῦ σχοινίου, B ὅλον τὸ βῆρος αὐτοῦ, Δ τὴν τάσιν αὐτοῦ μετρομένην διὰ μονάδων βάρους καὶ γ τὴν ἐντάσιν τῆς βρύτης. Ἐὰν δ' ἐν τῷ τύπῳ τούτῳ εἰσαγάγωμεν αὐτὸ τοῦ B τὸ γινόμενον μ K, τοῦ K ἐμφαίνοντος τὸ βῆρος τῆς μονάδος τοῦ μήκους τοῦ σχοινίου, μετασχηματίζομεν αὐτὸν οὕτω:

$$\chi = 2 \mu \sqrt{\frac{K}{\gamma \Delta}},$$

ἐν ᾧ ἐκτυπῶνται οἱ ἀνωτέρω νόμοι. Ἐπειδὴ δὲ τὸ μήκος τοῦ κύματος ἰσοῦται πρὸς 2 μ, ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως, δι' ἧς ἐγκάρσια κύματα διαδίδονται διὰ τεταμένου σχοινίου, ἰσοῦται πρὸς (ἐδ. 109)

$$v = 2 \mu : 2 \mu \sqrt{\frac{K}{\gamma \Delta}} = \sqrt{\frac{\gamma \Delta}{K}}.$$

Ἐὰν ἀντὶ σχοινίου δονῇται χορδὴ ὑποτιθεμένη κυλινδρική, εἰσάγωμεν ἐν τῷ τύπῳ τοῦ Taylor ἀντὶ $\frac{K}{\gamma}$ (ἐδ. 12) τὴν ἐν τῇ μονάδι τοῦ μήκους μᾶζαν τῆς χορδῆς ἰσομένην πρὸς π α², ε, τοῦ α ἐμφαίνοντος τὴν ἀκτίνα τῆς τομῆς τῆς χορδῆς καὶ τοῦ ε τὸ εἰδὸν βάρους τῆς ὕλης αὐτῆς· ὅθεν εὐρίσκομεν

$$\chi = 2 \mu \alpha \sqrt{\frac{\pi \cdot \varepsilon}{\Delta}}.$$

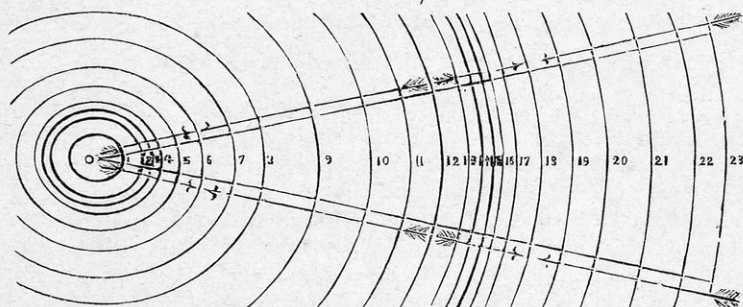
Ἡ χρῆσις τῶν τύπων τούτων ὑποτίθεται ὅτι ἡ ἐλαστικότης τοῦ σχοινίου ἢ τῆς χορδῆς προέρχεται ἐκ μόνης τῆς δυνάμεως Δ καὶ οὐχὶ ἐκ τῆς δυσκαμψίας τοῦ ὕλικου.

Περὶ στασιμῶν δονήσεων προσερχομένων ἐκ τῆς συμβολῆς προχωρούντων προμήκων κυμάτων ἐδ. 119. Δι' κοιλίας τῶν δονήσεων τούτων, μὴ μεταβάλλουσαι ἐπαισθητῶς πυκνότητα ἀλλ' ἐναλλάξ πλησιάζουσαι καὶ μακρυνόμεναι συγχρόνως ἀπ' ἀλλήλων, ἐπιφέρουσι κατὰ τὸν μεταξὺ αὐτῶν ἀκίνητον δεσμόν ἐπαλλασσούσας πυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις.

Τὰ ἐλαστικά σώματα δονοῦνται κατὰ ποικίλους τρόπους· αἱ δὲ δονήσεις αὐτῶν ὡς αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς διαρκοῦσι τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἡ ἐλαστικότης αὐτῶν ἐντελεστέρα καὶ ὅσῳ ὀλιγώτερα τὰ ἔξωθεν ἀντενεργοῦντα κωλύματα (ἀντίστασις ἀέρος κτλ.). Ἐκτὸς δὲ τῶν προμήκων καὶ ἔγκαρσιων δονήσεων συμβαίνουνσι προσεῖτι καὶ σπειρικοὶ δονήσεις, καθ' ἃς τὰ διάφορα μέρια τοῦ ἐλαστικοῦ σώματος στρέφονται περὶ τὸν κατὰ μῆκος ἄξονα αὐτοῦ. Δυνατὸν δὲ καὶ τὰ τρία ταῦτα εἶδη τῶν δονήσεων ἵνα συμβαίνουσιν εἴτε ἐν προχωροῦσῃ εἴτε ἐν στασίμῳ κυμάνσει. Παρατηροῦνται δὲ καὶ συγχρόνως συμβαίνοντα ἀνευ ἀμοιβαίας ἐνοχλήσεως ἐν τῷ αὐτῷ σώματι, ὅλον ἐν ἐλαστικῇ σπείρᾳ ἐξ ὀρει-χάλκου μετρίως διὰ βάρους τεταμένη.

Ὡς δ' ἐν χορδαῖς καὶ ῥάβδοις, αἵτινες ἐκτείνονται κατὰ μίαν κυρίως διάστασιν διεγείρονται καὶ ἐν τεταμέναις μεμβράναις καὶ ἐλαστικαῖς πλααῖ, δύο κυρίως διαστάσεις ἐχούσαις, ἐγκάρσιαι δονήσεις, ὧν ἡ διεύθυνσις ἐστὶ κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς μεμ-θράνης ἢ τῆς πλακῆς. Οἱ δεσμοὶ τότε εἰσὶν ἀκίνητοισι γραμμαῖ, φαινόμεναι ἐὰν ἐπι-πλωσμεν εἰς αὐτὰς ἄμμον (ἤχητικά σχήματα τοῦ Chladni ἐδ. 118).

Σχ. 127



Τέλος δὲ καὶ τριῶν διαστάσεων ἐλαστικὰ σώματα διχιδόρῃσι διὰ τῆς μᾶζης αὐτῶν ἔγκαρσιαν ἢ προμήκειν κυμάνσεις, καθ' ἃς ὁποῖα ἢ τροχία τῆς δονήσεως ἐκάστου μόριου ἢ τέμνει καθέτως τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως τῆς κυμάνσεως ἢ ταυτίζεται πρὸς αὐτήν. Τῆς πρώτης κατηγορίας εἰσὶ τὰ αἰθέρινα κύματα, διαδιδόντα τὸ φῶς (ἐδ. 176), τῆς δευτέρας τὰ ἀέρινα κύματα, διαδιδόντα τὸν ἤχον (ἐδ. 112. 121). Ἐὰν τὸ σχῆμα Z τῆς προμήκου κυμάνσεως (ἐδ. 111) νοήσωμεν στρεφόμενον περὶ τὸ μόριον 0, τὰ πυκνώματα καὶ τὰ ἀραιώματα μεταβάλλονται· εἰς ἐπιπέδους κυκλικὰς ζώνας (Σχ. 127). Ἐὰν δὲ καὶ τὴν ἐπίπεδον ταύτην κατασκευῇ νοήσωμεν στρεφόμενον περὶ τινὰ αὐτῆς διάμετρον τὰ πυκνώματα καὶ τὰ ἀραιώματα μεταβάλλονται εἰς συγκεντρικά σφαιρικά στρώματα. Τὰ πυκνώματα καὶ ἀραιώματα ταῦτα προχωροῦσι βαθμῶν διὰδεχόμενα ἀλλήλα πανταχοῦ ἐν τῇ ἀερίνῃ μάζῃ, ἐνῷ ἐκάστη τῶν συγκεντρικῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν διαστέλλεται καὶ συστέλλεται ὅσον τὸ εὖρος τῆς δονήσεως. Τὸ σχῆμα ἐμφαίνει τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως, καθ' ἣν στιγμὴν δύο δόλοκληρα κύματα ἐμορφώθησαν ἐν τῇ μάζῃ. Πάντα τὰ στρώματα μεταξύ 0 καὶ 6, 12 καὶ 18 εἰσὶν ἐν καταστάσει διαστολῆς, πάντα τὰ μεταξύ 6 καὶ 12, 18 καὶ 24 ἐν καταστάσει συστολῆς. Τὰ σφαιρικά στρώματα 6 καὶ 18 συνεστύλιναν ὅσον τὸ εὖρος τῆς δονήσεως καὶ εἰσὶν ἑτοιμα πρὸς διαστολήν, τὰ σφαιρικά στρώματα 0, 12, 24 διέρχονται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν, ἔχουσι δὲ πάντα στιγμιαίαν ταχύτητα κινήσεως μηδέν· ἐντεῦθεν πρὸρρχεται πύκνωμα κατὰ τὰ στρώματα 3 καὶ 15 ἔχοντα στιγμιαίαν ταχύτητα μεγίστην πρὸς διαστολήν καὶ ἀραιώματα κατὰ τὰ στρώματα 9 καὶ 21 ἔχοντα στιγμιαίαν ταχύτητα μεγίστην πρὸς συστολήν· ὥστε μετὰ $\frac{1}{4}$ δονήσεως τὸ πύκνωμα φθάνει εἰς τὰ στρώματα 6 καὶ 18, τὸ δὲ ἀραιώμα εἰς τὰ στρώματα 0, 12, 24 καὶ οὕτω καθεξῆς.

BIBLION TETARTON

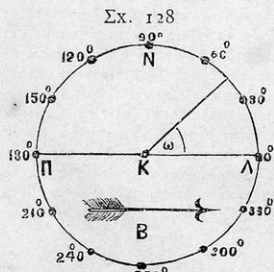
Ἀκουστική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ ἐγέρσεως τοῦ ἤχου καὶ περὶ χαρακτήρων τοῦ φθόγγου.
Θεωρία τῆς Μουσικῆς.

+ 112. Ηχος, νοφος, φθογος. Ἐπειδὴ τὰ ἀερώδη σώματα ὡς ἐκ τῆς τελείας ἐλαστικότητος αὐτῶν εἰσι λίαν καταλλήλα πρὸς διάδοσιν κυμάτων, πᾶσα κράδανσις τοῦ ἀέρος ἀρκούντως ἐντονος ἐγείρει ἐν αὐτῷ σύστημα προμήκων κυμάτων, συγκειμένων ἐκ πυκνωμάτων καὶ ἐξ ἀραιωμάτων κατὰ διαδοχὴν, ὁμοιοσταγῶς καὶ σφαιρικῶς διαδιδόμενων ἀπὸ τοῦ σημείου τοῦ κραδασμοῦ ὡς ἀπὸ κέντρου (ἐδάφ. 111). Τὴν τοιαύτην κύμανσιν φθάσαν εἰς τὰς ἀκοὰς ἡμῶν αἰσθανόμεθα ὡς ἤχον· καὶ εἰ μὲν ἡ ἐν τῷ ἀέρι κράδανσις ἐστὶν ἀκανόνιστος, οἶαι αἱ προερχόμεναι ἐξ ἐκρήξεων ἢ ἐκ συγκρούσεων σωμάτων σκληρῶν, αἰσθανόμεθα αὐτὴν καθόλου ὡς νόσον (πάταγον, δοῦπον, κτύπον) μᾶλλον ἢ ἥττον ἰσχυρόν. Ἐὰν ὅμως ἡ κύμανσις προέρχεται ἐκ δονήσεως σωμάτων ἐλαστικῶν (ἡχητικῶν καλουμένων), αἵτινες διαδέχονται ἀλλήλας κανονικῶς καὶ τάχιστα, αἰσθανόμεθα αὐτὴν ὡς φθόγγον μουσικόν.

Θεωρήσωμεν νῦν λεπτομερέστερον τὴν ἐγείρουσάν τοὺς τοιοῦτους φθόγγους κύμανσιν. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἐγείρον αὐτὴν ἐλαστικὸν σῶμα δονῆται στασίμως κατὰ τοὺς ἐν ἐδάφ. 60 νόμους, ὡς πράγματι συμβαίνει:



τύπου $E = \alpha \cdot \sin \omega$ ἐνῶ αἱ στιγμαῖαι ταχύτητες οὐσαι ἀρνητικαὶ μὲν ἀπὸ Λ πρὸς Π

συμπεραίνομεν ὅτι καὶ πάντα τὰ ἐφεξῆς σφαιρικὰ ἀτμοσφαιρικὰ στρώματα δονοῦνται κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους· ἀλλ' ἕκαστον αὐτῶν διέρχεται ὀρισμένην τινὰ φάσιν τῆς δονήσεως τῷσφ βραδύτερον ὅσῳ μᾶλλον ἀπέχει ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ κραδασμοῦ. Τοῦτου τεθέντος, ἔστω ΚΛ = α τὸ εὖρος τῆς δονήσεως, Κ ἡ θέσις τῆς ἰσορροπίας τοῦ δονομένου, ὡ ἡ φάσις αὐξομένη ἀπὸ Λ πρὸς Ν πρὸς Π, χ ὁ χρόνος τῆς δονήσεως καὶ Μ τὸ μήκος τοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Β προχωροῦντος ἡχητικοῦ κύματος (Σχ. 128). Ἐκλαμβάνοντες τὴν διεύθυνσιν ταύτην, ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ὡς θετικὴν παρρητηροῦμεν ὅτι αἱ μεταξὺ Λ καὶ Κ ἐκδρομαὶ εἰσιν ἐπίσης θετικαί, αἱ δὲ μεταξὺ Κ καὶ Π ἀρνητικαί, ὥστε παρέχονται πᾶσαι (ἐδ. 60) ὑπὸ τοῦ

Θετικά δὲ ἀπὸ Π πρὸς Λ παρέχονται ὑπὸ τοῦ τύπου $\tau' = -\tau$ ἡμ:ω (ἰδ. 60). Ἐὰν δὲ δύο μόρια αἰέρος ἐπὶ τῆς ἀκτίνος τῆς διαδόσεως κείμενα ἀπέχωνται ἀπ' ἀλλήλων ὅσον $1/12$ Μ, ὥρισημένη τῆς φάσεως διέρχεται ἀπὸ τοῦ πρώτου εἰς τὸ δεύτερον μετὰ $1/12$ Χ' ὅστω Χ' ὁ παρελθὼν χρόνος ἀπ' οὗτο μόνον τι ὁ ἤρξαιτο δονούμενον (Σχ. 129), τὸ πηλίκον $360^\circ \frac{\chi}{\lambda} = \omega^\circ$ ἐμφαίνει τὴν φάσιν τῆς δονήσεως τοῦ 0 παρέχει δι' αὐτὸ ἐκδρομὴν

$E = \alpha$ συν:ω (1), ὥστε ἡ σύγχρονος ἐκδρομὴ ἐτέρου μορίου β ἀπέχοντος τοῦ κέντρου τοῦ κραδασμοῦ μᾶλλον τοῦ 0 ὅσον $1/12$ Μ ἐστὶ $E' = \alpha$ συν: $(\omega - 30^\circ)$ (2) καὶ ἄλλου μορίου β' πλησιέστερον κατὰ $1/12$ Μ ἐστὶ $E'' = \alpha$ συν: $(\omega + 30^\circ)$ (3). Ἐπομένως τὸ μεταξὺ τῶν μορίων β καὶ β' διάστημα κατὰ τὴν θεωρουμένην στιγμὴν ἰσοῦται πρὸς

$$\Delta = 2K + E' - E'' = 2K + \alpha \text{ συν: } (\omega - 30^\circ) - \alpha \text{ συν: } (\omega + 30^\circ) = 2K + \alpha \cdot \eta\mu: \omega$$

ἔν Κ ἐμφαίνει τὸ μήκος $1/12$ Μ' ἄρα ἡ ἀπόστασις τῶν μορίων β καὶ β', ἐπομένως καὶ ἡ πυκνότης τοῦ μεταξὺ αἰέρος μεταβάλλεται μετὰ τῆς φάσεως ω τοῦ μορίου 0 ἀποβαίνουσα διὰ $\omega = 90^\circ$ μεγίστη ἔσται $\Delta' = 2K + \alpha$ (4), καὶ διὰ $\omega = 270^\circ$ ἐλαχίστη ἔσται $\Delta'' = 2K - \alpha$ (5). Ἀλλ' ὅταν ἡ μεταξὺ β καὶ β' ἀπόστασις καθίσταται μεγίστη, ὑφίσταται τὸ 0 τὴν μεγίστην ἀραιώσιν· ἐπειδὴ δὲ τότε $\omega = 90^\circ$, συμπεραίνομεν $E = 0$ καὶ $\tau' = -\tau$, ἄρα κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς μεγίστης ἀραιώσεως τὸ μόριον 0 διέρχεται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ μετὰ τῆς μεγίστης ἀρηκτικῆς ταχυτήτος. Ὅταν δὲ ἡ μεταξὺ β καὶ β' ἀπόστασις καθίσταται ἐλαχίστη, ὑφίσταται τὸ 0 τὴν μεγίστην πυκνώσιν· ἐπειδὴ δὲ τότε $\omega = 270^\circ$ συμπεραίνομεν $E = 0$ καὶ $\tau' = +\tau$, ἄρα κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς μεγίστης πυκνώσεως τὸ μόριον 0 διέρχεται πάλιν τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ, ἀλλὰ μετὰ τῆς μεγίστης θετικῆς ταχυτήτος. Χωρῖσωμεν νῦν νοερώς ἀπὸ τῆς ἐν ἑξαφίῳ 111 σφαιρικῆς κατασκευῆς τῆς διαδόσεως στενὸν τινα κύλινδρον, ὅπως τὰ ἐν αὐτῷ αἴρινα στρώματα τὰ περιλαμβανόμενα μόρια ἰσάκις ἀπέχοντα τοῦ κέντρου τοῦ κραδασμοῦ ὡς περίπου ἐπίπεδα καὶ ἕστωσαν (Σχ. I) β', ο, β τρία ἐκ τῶν στρωμάτων τούτων ἀπέχοντα ἀπ' ἀλλήλων

$K = 1/12$ Μ ἐν τῇ θέσει τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν. Τὸ Σχῆμα II εἰκονίζει τὴν σχετικὴν αὐτῶν θέσιν, καθ' ἣν στιγμὴν τὸ μέγιστον τοῦ ἀραιώματος τοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Β προχωροῦντος ἡχητικοῦ κύματος φθάνει εἰς 0· τὸ στρώμα 0 διέρχεται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Β' μετὰ τῆς μεγίστης αὐτοῦ ταχυτήτος, τὸ στρώμα β' ἔχον ἐκδρομὴν

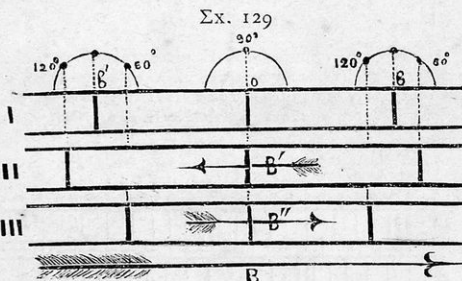
$$\alpha \text{ συν: } 120^\circ = -1/2 \alpha$$

ἀπέχει πρὸς ἐκτρίστερὰ τῆς ἰσορροπίας ὅσον τὸ ἥμισυ τοῦ εὗρους, τὸ δὲ στρώμα β ἔχον ἐκδρομὴν $\alpha \text{ συν: } 60^\circ = +1/2 \alpha$ ἀπέχει ἐπίσης τοσούτον ἀλλὰ πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας. Τὸ σχῆμα III εἰκονίζει τὴν πρὸς ἀλλήλα θέσιν τῶν τριῶν στρωμάτων καθ' ἣν στιγμὴν τὸ μέγιστον τοῦ πυκνώματος τοῦ ἡχητικοῦ κύματος φθάνει εἰς τὸ στρώμα 0· τοῦτο μὲν διέρχεται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ μετὰ μεγίστης ταχυτήτος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως Β', ἐνῶ τὸ β' ἀπέχει $+1/2 \alpha$ πρὸς τὰ δεξιὰ τὸ δὲ β $-1/2 \alpha$ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας.

$$\alpha \text{ συν: } 120^\circ = -1/2 \alpha$$

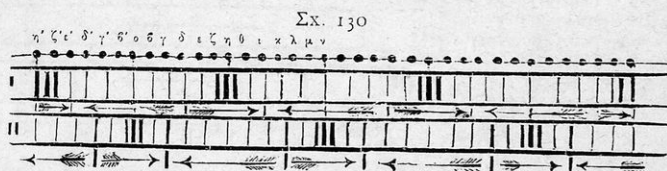
ἀπέχει πρὸς ἐκτρίστερὰ τῆς ἰσορροπίας ὅσον τὸ ἥμισυ τοῦ εὗρους, τὸ δὲ στρώμα β ἔχον ἐκδρομὴν $\alpha \text{ συν: } 60^\circ = +1/2 \alpha$ ἀπέχει ἐπίσης τοσούτον ἀλλὰ πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας. Τὸ σχῆμα III εἰκονίζει τὴν πρὸς ἀλλήλα θέσιν τῶν τριῶν στρωμάτων καθ' ἣν στιγμὴν τὸ μέγιστον τοῦ πυκνώματος τοῦ ἡχητικοῦ κύματος φθάνει εἰς τὸ στρώμα 0· τοῦτο μὲν διέρχεται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ μετὰ μεγίστης ταχυτήτος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς διαδόσεως Β', ἐνῶ τὸ β' ἀπέχει $+1/2 \alpha$ πρὸς τὰ δεξιὰ τὸ δὲ β $-1/2 \alpha$ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας.

Πρὸς συμπλήρωσιν ἐρευνήσωμεν προσέτι τὴν θέσιν τῶν λοιπῶν στρωμάτων τῶν κειμένων μεταξὺ δύο ἐφεξῆς μεγίστων εἴτε ἀραιώματος εἴτε πυκνώματος. Ἔστωσαν β, γ, δ... τὰ μετὰ τὸ 0 ἐφεξῆς στρώματα τὰ ἀπέχοντα ἀπ' ἀλλήλων $1/12$ Μ καὶ β', γ', δ'... τὰ πρὸ αὐτοῦ. Καθ' ἣν στιγμὴν ἡ ἐκδρομὴ τοῦ 0 ἰσοῦται πρὸς α συν:ω αἱ ἐκδρομαὶ τῶν β, γ, δ... εἰσὶν χ συν: $(\omega - 30^\circ)$, α συν: $(\omega - 60^\circ)$, α συν: $(\omega - 90^\circ)$... αἱ δὲ τῶν β', γ', δ'... α συν: $(\omega + 30^\circ)$, α συν: $(\omega + 60^\circ)$, α συν: $(\omega + 90^\circ)$... Τὰς τιμὰς τῶν συγχρόνων τούτων ἐκδρομῶν, ὅταν τὸ μέγιστον τοῦ ἀραιώματος διέρχεται τὸ 0 ἢ ὅταν $\omega = 90^\circ$, περιλαμβάνει ὁ ἐξῆς πίναξ ἐν τῇ στήλῃ Ε.



Όνομα τοῦ στρώματος	Ἐκδρομὴ E	Ταχύτης τ'
η'	α συν: $270^\circ = 0$	— τ ἡμ: $270^\circ = + 1,000\tau$
ζ'	α συν: $240^\circ = -0,500\alpha$	— τ ἡμ: $240^\circ = + 0,866\tau$
ε'	α συν: $210^\circ = -0,866\alpha$	— τ ἡμ: $210^\circ = + 0,500\tau$
δ'	α συν: $180^\circ = -1,000\alpha$	— τ ἡμ: $180^\circ = 0$
γ'	α συν: $150^\circ = -0,866\alpha$	— τ ἡμ: $150^\circ = -0,500\tau$
β'	α συν: $120^\circ = -0,500\alpha$	— τ ἡμ: $120^\circ = -0,866\tau$
0	α συν: $90^\circ = 0$	— τ ἡμ: $90^\circ = -1,000\tau$
β	α συν: $60^\circ = +0,500\alpha$	— τ ἡμ: $60^\circ = -0,866\tau$
γ	α συν: $30^\circ = +0,866\alpha$	— τ ἡμ: $30^\circ = -0,500\tau$
δ	α συν: $0^\circ = +1,000\alpha$	— τ ἡμ: $0^\circ = 0$
ε	α συν: $330^\circ = +0,866\alpha$	— τ ἡμ: $330^\circ = +0,500\tau$
ζ	α συν: $300^\circ = +0,500\alpha$	— τ ἡμ: $300^\circ = +0,866\tau$
η	α συν: $270^\circ = 0$	— τ ἡμ: $270^\circ = +1,000\tau$
θ	α συν: $240^\circ = -0,500\alpha$	— τ ἡμ: $240^\circ = +0,866\tau$
ι	α συν: $210^\circ = -0,866\alpha$	— τ ἡμ: $210^\circ = +0,500\tau$
κ.τ.λ.	κ.τ.λ.	κ.τ.λ.

Διὰ τῶν τιμῶν τούτων τοῦ E κατεσκευάσθη τὸ παρὰ κείμενον σχῆμα I, παριστάν τὰ στρώματα καθ' ἣν κατέχουσι πρὸς ἄλλα θέσιν ἐν τῇ ὑπ' ὀψει χρονικῇ στιγμή. Ἡ κατὰ τὴν ἰσορροπίαν θέσις αὐτῶν ἐμφαίνεται ἐν τῇ ὑπερκειμένῃ τοῦ σχήματος εὐθείᾳ γραμμῇ ἐλήφθη δ' ἐν τῇ κατασκευῇ καὶ $\alpha = K = \frac{1}{12} M$.



Αἱ δὲ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν ταχύτητες ἐκίστου τῶν στρωμάτων περιλαμβάνονται ἐν τῇ στήλῃ τ' αἱ θετικαὶ ἐξ αὐτῶν ἀντιστοιχοῦσιν εἰς κίνησιν πρὸς τὰ δεξιὰ, ὁμοίαν ὁμοίαν πρὸς τὴν τῆς προχωροῦσης κυμάσεως. Τὰς διευθύνσεις τῆς κινήσεως τῶν στρωμάτων δεικνύουσι τὰ ὑπὸ τὸ σχῆμα βέλη.

Πρὸς κατασκευὴν τοῦ σχήματος τούτου ἐλήφθη τὸ μὲν μῆκος τοῦ κύματος λίαν μικρόν, τὸ δὲ σχετικὸν εὖρος τῆς δονήσεως λίαν μέγα, ἵνα καταστῇ ἀρκούντως φανερὰ ἡ μεταξύ ἀραιώματος καὶ πυκνώματος διάκρισις. Ἐν τῇ φύσει τούτων ἐπίον τὰ μῆκη τῶν κυμάτων εἰσὶν ἀσυγκρίτως τῶ λόγῳ μείζονα παραβλλόμενα πρὸς τὸ ἐλάχιστον εὖρος τῆς δονήσεως, ὥστε οὐδὼς ἀπαντᾷ τοσαύτη διαφορά μεταξὺ πυκνωμάτων καὶ ἀραιωμάτων ἐν τοῖς ἡχητικοῖς κύμασιν. Ἡ διαφορά ἐν τούτοις αὐτῇ αὐξάνεται μετὰ τῆς ἐντάσεως (ἐδάφ. 113).

Καθ' ἣν στιγμήν μέγιστόν τι πυκνώσεως φθάνει εἰς η', ἕτερον μέγιστον πυκνώσεως εὐρίσκεται εἰς η, καὶ μετὰ $\frac{1}{12}$ χ φθάνουσι ταῦτα εἰς ζ' καὶ εἰς θ, τοῦτέστι μετὰ $\frac{1}{12}$ χ τὰ

στρώματα κ' καὶ 0 διέρχονται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν πρὸς τὰ δεξιὰ κινούμενα. Προχωρεῖ δὲ μετὰ $\frac{1}{2}$ χ τὸ μέγιστον τῆς πυκνώσεως ἀπὸ η' εἰς 0 καὶ ἀπὸ η εἰς ν , ὥστε ἡ θέσις τῶν στρωμάτων πρὸς ἄλληλα καὶ ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται ὡς ἐν τῷ σχήματι II.

Τοὺς φθόγγους διακρίνομεν ἀπ' ἀλλήλων διὰ τριῶν χαρακτῆρων. 1^{ον} διὰ τῆς ἐντάσεως, ἐξαρτωμένης ἰδίως ἐκ τοῦ εὗρους τῆς δονήσεως, 2^{ον} διὰ τῆς ὀξύτητος ἢ τοῦ ὕψους, ἐξαρτωμένης ἐκ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως ἢ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων ἐν τῷ δευτερολέπτῳ καὶ 3^{ον} διὰ τοῦ φωνήματος (timbre, Klangfarbe), πηγάζοντος καθόλου ἐκ τοῦ διαφόρου σχήματος τῶν ἡχητικῶν κυμάτων (ἐδάφ. 126).

Πρὸς ἐναργῆ ἀντίληψιν φθόγγου ἐγειρομένου ὑπὸ κυμάτων, δέον ἵνα τὰ ἐν αὐτῇ ἀλλεπάλληλα καὶ ἰσόχρονα κύματα ὥσι κατ' ἀριθμὸν τοῦλάχιστον 16 ἐν τῷ δευτερολέπτῳ, ἢ ἡ διάρκεια τῆς δονήσεως ἢ ἐλάσσω $\frac{1}{16}$ δευτερολέπτου (ἐδάφ. 115). διὸ ἀντὶ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως ἀναφέροντες πάντοτε (ἐδάφ. 109) τὸν εἰς φθόγγον τινὰ ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμὸν δονήσεων ἐν τῷ δευτερολέπτῳ. Διὰ δὲ τοῦ φωνήματος διαστέλλομεν ἀπ' ἀλλήλων τοὺς φθόγγους τῶν διαφόρων ἐμπνευστῶν καὶ ἐντατῶν ὁργάνων καὶ τοὺς τῆς ἀνθρωπίνης φωνῆς ἐν ἴσῃ ὀξύτητι.

+ 113. ΕΝΤΑΣΙΣ. Πλησιάζοντες εἰς σῶμα τι δονούμενον ἢ μακρυνόμενοι ἀπ' αὐτοῦ, αἰσθανόμεθα ὅτι ὁ ὑπ' αὐτοῦ ἐγειρόμενος ἤχος καθίσταται μᾶλλον ἢ ἥττον εὐδιάκριτος. Τὴν τοιαύτην μεταβολὴν καλοῦμεν ἔντασιν· ἀναλογεῖ δὲ αὕτη πρὸς τὸ μέγεθος τῆς ζώσης δυνάμεως (ἐδάφ. 43), μεθ' ἧς δονεῖται ἡ μονὰς τῶν ἐπιφανειῶν ἐν τῷ ἀέρι· ὅθεν συμπεραίνομεν 1^{ον} ὅτι ἡ ἔντασις ἐξ ἴσης ἀποστάσεως ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς μεγίστης σιγμιαίας ταχύτητος τῆς δονήσεως ἢ τοῦ εὗρους αὐτῆς διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν ἀρίστων κατ' εὖρος δονήσεων (ἐδ. 60). 2^{ον} ὅτι ἡ ἔντασις δι' ἴσον εὖρος δονήσεως ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀποστάσεων τοῦ ὡτὸς ἀπὸ τοῦ ἡχητικοῦ σώματος· διότι ἴσον (ἐδάφ. 68) ποσὸν δυνάμεως ζώσης διανέμεται ἐπὶ ἐπιφανειῶν ἀερίνων σφαιρῶν αὐξανόμενων ὡς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν· ὥστε, ἐὰν καλῶμεν ϵ καὶ ϵ' τὰς ἐντάσεις ἐπὶ δύο ἐξ αὐτῶν καὶ α καὶ α' τὰς ἀκτίνας αὐτῶν, συμπεραίνομεν

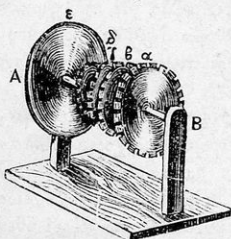
$$4\pi\alpha'^2\epsilon = 4\pi\alpha^2\epsilon' \quad \text{ἢ} \quad \epsilon : \epsilon' :: \alpha'^2 : \alpha^2.$$

Φανερόν ὅτι αὐξανόμενον τοῦ εὗρους συναυξάνεται καὶ ἡ πύκνωσις τοῦ πυκνώματος καὶ ἡ ἀραίωσις τοῦ ἀραιώματος τῆς γενομένης κατασκευῆς (ἐδ. 112). Καθίσταται δὲ πειραματικῶς ὁρατὴ ἡ συνδύουσα τὴν ἔντασιν μετὰ τοῦ εὗρους σχέσις ἐπὶ χορδῶν ἀκούντως ἐπιμήκων ὅπως αἱ δονήσεις αὐτῶν φθάνονται. — Θέντες εἰς ἀπόστασιν 10 μ ἀπὸ τοῦ ὡτὸς ἐν κωδωνίῳ καὶ εἰς ἀπόστασιν 20 μ τέσσαρα κωδωνία ἀκούομεν ἀπὸ τῶν τεσσάρων συγχρόνως κρουομένων φθόγγων ἔχοντα ἔντασιν ἴσην πρὸς τὸν ἀπὸ τοῦ ἐνὸς κωδωνίου ἀκούομενον. Ὁ νόμος οὗτός ἐστιν ἀνίσχυρος ὅταν ἡ κύμασις προχωρῇ διὰ στενῶν κυλινδρικῶν πόρων, ἐν οἷς ἡ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος τῆς δονήσεως προέρχεται πρὸ πάντων ἐκ τῆς τριβῆς καὶ οὐχὶ ἐκ τῆς αὐτῆσεως τῆς δονουμένης μάζης (Φωταγωγοὶ σωλῆνες ἐδ. 123) (πρβλ. καὶ ἐδ. 132 καὶ 181). — Ἡ ἔντασις ἐξαρτᾶται προσέτι 3^{ον} ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος, ἐν ᾧ ὁ ἤχος ἐγείρεται (ἐδ.

98. 120^α), ἀλλ' οὐχὶ ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ ἀέρος, ἐν ᾧ ἀκούεται· διὸ ἡ ἐν τῷ ὕδρῳ γόνῳ ἑνταῖς ἐστὶν ἀσθενεστέρᾳ τῆς ἐν τῷ ἀέρι, ἡ δὲ ἐν τῷ ἀνθρακικῷ ὀρεῖ ἰσχυροτέρᾳ. 4^α) εἴ ἐτέρων τοῦ ἀέρος κινήσεων· νημεῖας π. χ. οὐσῃς ἐξ ἴσης ἀποστάσεως ἡ ἑνταῖς ἐστὶν ἴση, ἐνθ' ἀνέμου πνέοντος ἡ ἑνταῖς ἐστὶ μειζωρ κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτοῦ ἡ κατὰ τὴν ἐναντίαν· 5^α) ἐκ συνηρῆσεως ἐτέρων ἐλαστικῶν σωμάτων (πρβλ. ἐδ. 116. 117. 120).

2 + 114 α. ΟΞΥΤΗΣ ἢ ΥΨΟΣ. ΣΕΙΡΗΝ. Ὑπάρχουσι πολλὰ ὄργανα καλούμενα καθόλου σειρήνες, δι' ὧν βεβαιούμεθα ὅτι ὅσῳ μείζων ἐστὶν ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ἐν τῷ λ'', τοσούτῳ ὀξύτερον ἢ ὑψηλότερον φθόγγον ἀκούομεν· καὶ τούναντίον ὅτι ὅσῳ ἐλάσσων ἐστὶν ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ἐν τῷ λ'', τοσούτῳ βαρύτερον ἢ χαμηλότερον φθόγγον ἀκούομεν. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν σειρήνων, ἡ τοῦ Savart, συγκρίνεται ἐκ πολλῶν ὁδοντωτῶν τροχῶν (Σχ. 131) ἐχόντων κοινὸν ἄξονα στροφῆς AB λίαν ταχέως περὶ ἑαυτὸν στρεφόμενον καὶ συνδεόμενον πρὸς κατά-

Σχ. 131



ληλον μηχανήμα ὠρολογίου, δι' οὗ ἀκριβῶς ὀρίζεται ὁ ἐν τῷ λ'' ἀριθμὸς τῶν στροφῶν. Ὁ ἄξων οὗτος φέρει προσέτι μολύβδινον δίσκον ε, ῥυθμίζοντα διὰ τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ τὴν περιστροφὴν. Ἐὰν πρὸς τὴν στεφάνην ἐνὸς τῶν τροχῶν τούτων κρατήσωμεν ἐλαστικὸν φύλλον χάρτου, οἱ ἐπ' αὐτοῦ κατὰ διαδοχὴν κτυποῦντες ὁδόντες προξενούσι καθ' ἑκάστην στροφὴν δονήσεις τοῦ φύλλου ἰσαριθμοῦς ἑαυτοῖς καὶ ἐγείρουσι φθόγγον, οὗτινος ἡ ὀξύτης αὐξάνεται μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ

τῶν ὁδόντων καὶ μετὰ τῆς ταχύτητος τῆς περιστροφῆς.

Ἡ σειρὴν ἐφευρέθη ὑπὸ τοῦ Cagniard de la Tour (1819)· ὁ φθόγγος ἐν τῷ ὄργανῳ τούτῳ ἐγείρεται ὑπὸ πνεύματος ἀέρος ἐκφυσῶντος πρὸς κυκλικὸν δίσκον λίαν ταχέως περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ στρεφόμενον καὶ φέροντα στοίχους ὁπῶν ἰσάκεις ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου ἀφισταμένων. Ἐὰν π. χ. στοίχος τις ἔχη 24 ὁπᾶς, ἐν μιᾷ στροφῇ τοῦ δίσκου τὸ πνεῦμα ἐγκαθίσταται καὶ διακόπτεται 24^α· ὥστε, ἐὰν ὁ δίσκος ἐν τῷ λ'' περιστρέφεται 20^α, ἀκούομεν φθόγγον 480 δονήσεων. — Ἡ διπλὴ σειρὴν τοῦ Helmholtz συγκρίνεται ἐκ δύο δίσκων στρεφόμενων, ὧν ὁ ἀνώτερος (πολύφθογγος σειρὴν τοῦ Dove) φέρει τέσσαρας στοίχους 16, 15, 12 καὶ 9 ὁπῶν ὁ δὲ κατώτερος ἐτέρος τέσσαρας 18, 12, 10 καὶ 8 ὁπῶν καὶ χρησιμεύει διὰ τῆς συγχρόνου ἐκπομπῆς δύο ἢ πλείονων φθγγῶν πρὸς μελέτην τῶν συμφωνιῶν. — Ἡ δὲ σειρὴν τοῦ Brown, διαφέρουσα τῆς τοῦ La Tour καθότι ὁ ἦχος ἐν αὐτῇ ἐγείρεται δι' αἵματος μεγάλης τάσεως καὶ οὐχὶ δι' ἀέρος συμπεπυκνωμένου, χρησιμεύει ἐν ὁμίλῃ ὡς σύνθημα πρὸς ἀποτροπὴν τῶν πλοίων ἀπὸ τῶν ἀκτῶν· ὁ τορὸς καὶ κρήνη φθόγγος αὐτῆς ὑπερῇ τὸν πᾶταγον τῶν κυμάτων μῆλλον τῆς ἀτμοσφύργου, τῶν κωδῶνων καὶ τῶν τηλεβόλων· ὁ ἦχος τῆς ἐν τῷ σταθμῷ Büll σειρήνης ἀκούεται 11 χμ μακρὰν.

3^α + 1146. ΔΙΑΕΤΗΜΑ· ΣΥΜΦΩΝΙΑ· ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ. Μουσικὸν διάστημα μεταξύ δύο φθγγῶν καλοῦμεν τὸν λόγον μεταξύ τῶν ἀριθμῶν τῶν δονήσεων αὐτῶν ἐν ἴσῳ χρόνῳ· τὸ διάστημα καλεῖται ἰδίως σύμφωνον ἢ διάφωνον, καθόσον ἡ σύγχρονος ἀκρόασις τῶν ἀποτελούντων αὐτὸ φθγγῶν ἐστὶ μουσικῶς εὐχάριστος ἢ δυσάρεστος (ἐδάφ. 125). Ἐὰν οἱ τροχοὶ τῆς σειρήνης τοῦ Savart ὄντες τέσσαρες φέρωσιν ἐφεξῆς 40, 50, 60,

80 ὁδόντας καὶ ὁ ἄξων στρέφεται δεκάκις ἐν τῷ λ', ὁ ἀντίστοιχος ἀριθμὸς τῶν δονήσεων τῶν ὑπ' αὐτῶν ἐγειρομένων φθόγγων ἰσοῦται πρὸς 400, 500, 600, 800· ἡ δὲ σύγχρονος ἀντίληψις αὐτῶν συγκροτεῖ τὴν μουσικὴν *κυρίαν συμφωνίαν*, ἐκ φθόγγου τινὸς ὡς βάσεως, ἐκ τοῦ διὰ *τριῶν* *μειζονος*, ἐκ τοῦ διὰ *πέντε* καὶ ἐκ τοῦ διὰ *πασῶν* τῆς βάσεως ταύτης. Ἐὰν δὲ ἀποδῶμεν εἰς τὴν βάσιν τὸ μουσικὸν ὄνομα do_0 , οἱ λοιποὶ τρεῖς φθόγγοι φέρουσι τὰ ὀνόματα mi_0 , sol_0 , do_1 · ὅθεν συμπεραίνομεν τὴν σχέσιν τῶν δονήσεων:

$$do_0 : mi_0 : sol_0 : do_1 :: 4 : 5 : 6 : 8$$

ὥστε καθόλου ἰσχύει ὁ ὑπὸ τοῦ Πυθαγόρου ἀνακαλυφθεὶς νόμος ὅτι τὰ μουσικῶς συμφωνότερα τῶν διαστημάτων εἰσὶ τὰ δι' ἀπλουστέρων ἀριθμητικῶν λόγων ἐκφερόμενα. Τὰ κυριώτατα τῶν συμφώνων διαστημάτων περιλαμβάνονται ἤδη ἐν τῇ κυρίᾳ συμφωνίᾳ, συμφωνοῦντα τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἐλάσσονές εἰσιν οἱ ἀριθμοὶ οἱ σχηματίζοντες τὸν λόγον τῶν δονήσεων· εἰσὶ δὲ ταῦτα

τὸ ὁμόφωνον	$do_0 - do_0$	1 : 1
τὸ διὰ <i>πασῶν</i>	$do_0 - do_1$	1 : 2
τὸ διὰ <i>πέντε</i>	$do_0 - sol_0$	2 : 3
τὸ διὰ <i>τεσσάρων</i>	$sol_0 - do_1$	3 : 4
τὸ διὰ <i>τριῶν</i> <i>μειζον</i>	$do_0 - mi_0$	4 : 5
τὸ διὰ <i>τριῶν</i> <i>ἐλάσσον</i>	$mi_0 - sol_0$	5 : 6
τὸ δι' <i>εἴ</i> (<i>ἐλάσσον</i>)	$mi_0 - do_1$	5 : 8

Ἡ μουσικὴ πρὸς ἐπιτυχίαν τῶν σκοπῶν αὐτῆς παρεδέξατο κλίμακα φθόγγων συντελούντων πρὸς διαστήματα σύμφωνα· οἱ φθόγγοι οὗτοι ὄντες ἐπτά ἐπαναλαμβάνονται ἐπὶ τὸ ὅξυ ἢ ἐπὶ τὸ βαρὺ καθ' ὁμοίαν διαδοχὴν διαστημάτων αποτελούντων περίοδον, ἣν καλοῦμεν *διαγράμμα*· τοὺς σχετικοὺς ἀριθμοὺς τῶν δονήσεων τῶν ἐπτά φθόγγων τοῦ διαγράμματος πορίζομεθα ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμφώνων διαστημάτων ευκόλως. Ὡθμεν, πρὸς ἀποφυγὴν τῶν κλασμάτων, τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων τῆς βάσεως $do_0 = 24$ · πρῶτον εὐρίσκομεν $mi_0 = 30$, $sol_0 = 36$, $do_1 = 48$, εἶτα δὲ τὸν διὰ *τεσσάρων* τοῦ do_0 καλούμενον $fa_0 = 32$, τὸν ἐπὶ τὸ βαρὺ διὰ *τεσσάρων* τοῦ sol_0 καλούμενον $re_0 = 27$, τὸν διὰ *πέντε* τοῦ mi_0 καλούμενον $si_0 = 45$ καὶ τὸν διὰ *τεσσάρων* τοῦ mi_0 καλούμενον $la_0 = 40$ · ὅθεν συμπεραίνομεν τὸν ἐξῆς πίνακα τοῦ τυπικοῦ διαγράμματος

ὀνόματα φθόγγων	do_0	re_0	mi_0	fa_0	sol_0	la_0	si_0	do_1	
σχετικὸς ἀριθμὸς δονήσεων	24	27	30	32	36	40	45	48	
»	»	»	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
Τόνοι			$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$

ὥστε τὸ μὴ περιεχόμενον ἐν τῇ κυρίᾳ συμφωνίᾳ *μειζον δι' εἴ* διὰ *στήμα* $do_0 - la_0$ ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸν λόγον 3:5.

3. **Τόνοι: δίσαις· ύφαις.** Τὰ ἐν τῇ τετάρτῃ σειρᾷ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος ἐφεξῆς κλάσματα ἐμφαίνουν τὰ μεταξὺ δύο κατὰ διαδοχὴν φθόγων διαστήματα, ἅτινα καλούμεν διὰ δυοῖν ἢ τόνους· εἰσὶ δὲ τρεῖς, ὁ μείζων $\frac{9}{8}$, ὁ ἐλάσσων $\frac{10}{9}$ καὶ ὁ ἐλάχιςτος καλούμενος καὶ μεῖζον ἡμιτόνιον $\frac{16}{15}$ ἐκ τούτων οἱ δύο πρῶτοι εἰσι σχεδὸν ἴσοι, διότι τὸ πηλίκον αὐτῶν $\frac{9}{8} : \frac{10}{9} = \frac{81}{80}$, καλούμενον κόμμα, μικρὸν διαφέρει τῆς

μονάδος· ὁ δὲ δεύτερος $\frac{10}{9}$ ἰσούμενος πρὸς τὸ γινόμενον $\frac{16}{15} \times \frac{25}{24}$, συγκρίνεται ἐκ τοῦ λόγου $\frac{16}{15}$ ἐπὶ τὸν λόγον $\frac{25}{24}$, ὃν καλοῦσιν ἐλάσσον ἡμιτόνιον ἢ δίσαιν.

Ἡ Μουσικὴ ποιεῖται χρῆσιν τοῦ κλάσματος τούτου καὶ τοῦ ἀντιστρόφου $\frac{24}{25}$, ὅπερ καλεῖ ὕφαιν, ἵνα μεταθέσῃ ἐπὶ τὸ ὀξὺ ἢ ἐπὶ τὸ βαρὺ (παραχορδῇ) ἁσμά τι ἄνευ μεταβολῆς τῆς ἀλληλουχίας τῶν τόνων. Ὑποθετέον π. χ. ὅτι πρόκειται· περὶ μεταθέσεως ἐπὶ τὸ ὀξὺ κατὰ τόνον· τότε ἀντὶ τοῦ διαγράμματος

do₀ re₀ mi₀ fa₀ so₀ la₀ si₀ do₁

γενήσεται· χρῆσις τοῦ διαγράμματος

re₀ mi₀ fa₀ so₀ la₀ si₀ do₁ re₁,

ἐν ᾧ οἱ τόνοι διαδέχονται ἀλλήλους οὕτως· ἐλάσσων, ἐλάχιςτος, μείζων, ἐλάσσων, μείζων, ἐλάχιςτος, μείζων, ἥτοι κατ' ἀλληλουχίαν διάφορον τῆς τοῦ τυπικοῦ διαγράμματος· πρὸς θεράπειαν τῆς ἀνωμαλίας ταύτης ὑφαιόμεν κατὰ δίσαιν τοὺς φθόγους fa₀ καὶ do₁, τουτέστι πολυπλασιάζομεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν δονήσεων αὐτῶν ἐπὶ $\frac{25}{24}$ καὶ ση-

μεῖοντες αὐτοὺς οὕτω $\frac{fa_0^\#}{fa_0}$ καὶ $\frac{do_1^\#}{do_0}$ σχηματίζομεν τὸν ἐξῆς πίνακα τοῦ διαγράμματος

ὀνόματα φθόγων re₀ mi₀ fa₀ so₀ la₀ si₀ do₀ re₁

σχετικὸς ἀριθμὸς δονήσεων $\frac{9}{8}$ $\frac{5}{4}$ $\frac{25}{18}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{15}{8}$ $\frac{25}{12}$ $\frac{9}{4}$

Τόνοι $\frac{10}{9}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{27}{25}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{27}{25}$

οἱ τόνοι τοῦ διαγράμματος τούτου διαφέρουσι τῶν τοῦ τυπικοῦ διαγράμματος κατὰ τὸ κόμμα· διότι καὶ τὸ κλάσμα $\frac{27}{25}$ ἰσούμενον πρὸς $\frac{16}{15} \times \frac{81}{80}$ ἐκλαμβάνεται ὡς ἐλάχιςτος ἢ ὡς ἡμιτόνιον μεῖζον.

Ἐὰν δὲ πρόκηται περὶ μεταθέσεως ἐπὶ τὸ ὀξὺ κατὰ διάστημα διὰ τεσσάρων, τὸ πρὸς χρῆσιν διάγραμμα ἔσται·

fa₀ so₀ la₀ si₀ do₁ re₁ mi₁ fa₁

ἢ ἀλληλουχία τῶν τόνων αὐτοῦ ἀποδίδει ὁμοία πρὸς τὴν τοῦ τυπικοῦ διαγράμματος ἐὰν ὁ si ὑποστῇ ὕφαιν, ἐν ὁλοκῇ πολυπλασιάζομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων αὐτοῦ ἐπὶ $\frac{24}{25}$, ὅπερ σημειοῦμεν οὕτω sib· πράγματι δὲ ὁ πίναξ τότε μετασχηματίζεται εἰς τὸν ἐξῆς·

ὀνόματα φθόγων fa₀ so₀ la₀ sib do₁ re₁ mi₁ fa₁

σχετικὸς ἀριθμὸς δονήσεων $\frac{4}{3}$ $\frac{3}{2}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{9}{5}$ 2 $\frac{9}{4}$ $\frac{5}{2}$ $\frac{8}{3}$

Τόνοι $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{27}{25}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{16}{15}$

Τὸ ἀνωτέρω τυπικὸν διάγραμμα καλεῖται διατονικόν· ἄλλ' ἡ μουσικὴ ποιεῖται χρῆσιν καὶ ἐτέρου διαγράμματος τοῦ χρωματικοῦ, ἔχοντος διάφορον ἀλληλουχίαν τόνων, τὴν ἐξῆς·

ὀνόματα φθόγων la₀ si₀ do₁ re₁ mi₁ fa₁ so₁ la₁

Τόνοι $\frac{9}{8}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{10}{9}$ $\frac{16}{15}$ $\frac{9}{8}$ $\frac{16}{9}$

Ἀρμοσία. Ὡς οἱ τόνοι οὗτω καὶ τὰ διὰ πέντε διαστήματα τοῦ διαγράμματος εἰσὶν ἄνισα· ὁ la₀ π. χ. ὢν διὰ πέντε τοῦ re₀ ἔδει ἵνα ἐκφέρηται διὰ 40 $\frac{1}{2}$ δονήσεων, ὥστε τὸ διάστημα la₀—re₀ ἐξαίρεται κατὰ κόμμα (40:40 $\frac{1}{2}$:: 80:81)· διακρίνομεν ἄρα

καθαρά καὶ ἡλαττωμένα διαστήματα διὰ πέντε· ὡς ἐκ τούτου ἐστὶν ἀδύνατον ἐν συνεχεῖ ἀλληλουχίᾳ διαγραμμάτων ἐν' ἀρμόσῳ ἐν ταύτῳ καὶ τὰ διὰ πέντε καὶ τὰ διὰ πασῶν διαστήματα καθαρά, ὡς πειθόμεθα ἀνιόντες ἐπὶ τὸ δεῦ διὰ τοῦ τροχοῦ τῶν πέμπτων, σχηματίζοντες δηλαδὴ ὑπερβᾶτως ἀπὸ τινος φθόγγου ὡς βάζεως διαστήματα διὰ πέντε μέχρις οὗ ἀπαντήσωμεν φθόγγον ὄντα ὑπέρτερον διαπασῶν τῆς βάζεως, οὕτως·

do₀ sol₀ re₁ la₁ mi₂ si₂ fa₃ do₄ sol₄ re₅ la₅ mi₆ si₆

Ἐὰν ὁ φθόγγος si₆[#] ἐκληφθῇ ὡς ταυτιζόμενος πρὸς τὸν do₇, ἡ σειρά αὕτη περιλαμβάνει 12 διὰ πέντε καὶ ἐπὶ τὰ διὰ πασῶν διαστήματα· ἀλλ' ἐὰν ὁ τελευταῖος φθόγγος αὐτῆς ἀρμολογῇ ὡς καθαρὸς ἑβδόμος διὰ πασῶν τοῦ do₀, αἱ δονήσεις αὐτῶν ἔξουσιν λόγον 1:2⁷, ἐὰν πάλιν ἀρμολογῇ ὡς καθαρὸς δωδέκατος διὰ πέντε τοῦ do₀, αἱ δονήσεις αὐτῶν ἔξουσιν λόγον ὡς 1: $\left(\frac{3}{2}\right)^{12}$. ἐπειδὴ δὲ $\left(\frac{3}{2}\right)^{12} > 2^7$, ἡ σύγχρονος ἀρμολογία κατ' ἀφοτέρους τοὺς τρόπους ἐστὶν ἀδύνατος· ὥστε πρὸς διατήρησιν τῆς καθαρότητος τῶν διὰ πασῶν διαστημάτων ἢ ἀρμόζομεν τινα τῶν διὰ πέντε καθαρά ἄλλα δὲ ἡλαττωμένα κατὰ κόμμα καὶ τὴν τοιαύτην καλοῦμεν καθαράν ἀρμολογίαν, ἢ διανεμόμενη τὸ σφάλμα ὁμοίως ἐπὶ πάντων τῶν διὰ πέντε διαστημάτων καλοῦντες τὴν τοιαύτην ἀρμολογίαν σύγκρασιν. Ἡ ἐντεῦθεν ἐπερχομένη φθορὰ εἰς ἑκάστον πέμπτον φθόγγον ἐστὶ τὸσον μικρά, ὥστε μόνον καλῶς ἐξησκημένοι μουσικὸν οὗς ἐστὶν ἱκανὸν εἶνα διακρίνῃ αὐτήν. Τὸ δὲ ἀντὶ τοῦ $\frac{3}{2}$ ἄγνωστον διάστημα χ τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ συγκεκριμένον διὰ πέντε εὐρίσκομεν, ἐκ τῆς ἰσότητος $\chi^{12} = 2^7$, ὅν $\chi = 1,49831$. Οὕτω δὲ ἐξιςτύνται· μείζονες καὶ ἐλάσσονες τόνοι, ἑκάστος αὐτῶν περιλαμβάνει δύο ἕνα ἡμιτόνια, ὁ τοῦ ἡμιτονίου λόγος τρέπεται εἰς

$$\sqrt[12]{2} = 1,05946,$$

καὶ τὸ διατονικὸν διάγραμμα ἀποβαίνει τοιοῦτο·

μέσοι φθόγγοι: do₀ re₀ mi₀ fa₀ sol₀ la₀ si₀ do₁
 μέσοι τόνοι $\sqrt[12]{2^2}$ $\sqrt[12]{2^3}$ $\sqrt[12]{2}$ $\sqrt[12]{2^2}$ $\sqrt[12]{2^2}$ $\sqrt[12]{2^2}$ $\sqrt[12]{2}$

ἐκληπτέον ἄρα αὐτὸ μὲν ὡς συγκεκριμένον ἐκ δύο τετραχόρδων do₀—fa₀ καὶ sol₀—do₁, ὁμοίως διελευγμένον κατὰ τόνον fa₀—sol₀, τὸ δὲ χρωματικὸν διάγραμμα ἐπίσης ὡς συγκεκριμένον ἐκ δύο τετραχόρδων, la₀—re₁ καὶ re₁—sol₁, ὁμοίως συνημμένον μεθ' ἑνὸς προσλαμβανομένου τόνου sol₁—la₁.

Τῆς συγκεκριμένης ἀρμολογίας χρήσις γίνεται ἐν ὁργάνοις φθόγγων μονίμων (ἐμπνευστά, κλειδοκύμβαλον), ἐνῷ συνήθως τὰ ἐντατὰ ὄργανα ἀρμόζονται κατὰ τὴν καθαράν ἀρμολογίαν.

* Ὁ Πυθαγόρας συνήγαγε τοὺς λόγους τῶν δονήσεων τῶν φθόγγων ἐκ τοῦ μήκους τῶν ἐκπεμπουσῶν αὐτοὺς χορδῶν· τὰ διαστήματα ὅμως τοῦ διαγράμματος αὐτοῦ εἰσι διὰφορα τῶν ἦδη ἐκτεθέντων, ἐκπερόμενα πάντα διὰ μόνων τῶν δυναμῶν τῶν πρώτων παραγόντων 2 καὶ 3. Τὸ πυθαγόρειον διάγραμμα καλεῖται μελωδικὸν ὡς χρησιμεύσαν διὰ μονόφωνον ἄσμα· ἐνῷ τὸ νεώτερον διάγραμμα (Zarlino. 1558) καλεῖται ἀρμολογικὸν ὡς χρησιμεύον εἰς τὴν νεωτέραν πολύφωνον μουσικὴν. Ἀλλὰ λόγου ἄξιον ἐστὶν ὅτι διὰ νεωτέρων ἐρευνῶν (Cornu et Mercadier. 1869) κατεφωρίθησαν οἱ τεχνίται· τῆς ἡμετέρας ἐποχῆς ποιοῦμενοι χρήσιν τοῦ μελωδικοῦ διαγράμματος ἐν μονοφωνίᾳ. — Ἡ δὲ ἡμετέρα ἐθνικὴ μουσικὴ κατὰ γενομένης ἐρεῖνας ἐν Κωνσταντινουπόλει (Πατριαρχικὴ Μουσικὴ Ἐπιτροπὴ. 1883) στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἐξῆς διατονικοῦ διαγράμματος

ὀνόματα φθόγγων	Nη ₀	Πα ₀	Βου ₀	Γα ₀	Δ'ο	Κε ₀	Ζω ₀	Νη ₁
σχετικὸς ἀριθμὸς δονήσεων	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{100}{81}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{50}{27}$	2
Τόνοι	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$	$\left(\frac{80}{81}\right)^2$	$\frac{27}{25}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{8}$	$\left(\frac{80}{81}\right)^2$ $\frac{27}{25}$

Ἄξια ἰδίαις μνείας ἐστὶ πρὸς τούτοις σειρὰ τις φθόγγων, ὧν αἱ σύγχρονοι δονήσεις ἀν-
ξάνονται ὡς οἱ φυσικοὶ ἀριθμοὶ ἧ ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς 1:2:3:4... , καλουμένην
σειρὰ τῶν *δευταραφώνων* φθόγγων (*harmoniques*). συγχροτεῖται δὲ αὕτη ἐκ τῶν ἐξῆς
φθόγγων ἀπὸ τινος do_0 ὡς βάσεως.

do_0	do_1	sol_1	do_2	mi_2	sol_2	I	do_3	re_3	mi_3	K	sol_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ἐκ τούτων οἱ φθόγγοι I καὶ K, ἀντιστοιχοῦντες εἰς ἀριθμοὺς δονήσεων 7 καὶ 11, οὐ πε-
ριλαμβανόμενοι ἐν τοῖς διαγράμμασιν· ἀλλ' ὁ μὲν I κεῖται μεταξύ τοῦ la_2 καὶ si_2^b , ὁ
δὲ K μεταξύ τοῦ la_3 καὶ τοῦ $fa_3^{\#}$. Χορδαὶ δονούμεναι καὶ αὐτοὶ ἡχητικοὶ ἐκπεμ-
πυσιν ἐκτὸς τοῦ κυρίου αὐτῶν φθόγγου ὡς βάσεως καὶ τινες τῶν *δευταραφώνων* τῆς
σειρᾶς αὐτοῦ (ἐδ. 116. 119).

115. ΑΠΟΛΥΤΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΟΝΗΣΕΩΝ ἘΝΔΟΣΙΜΟΝ. Ὅρισθέντων ἐν τοῖς
προηγούμενοις τῶν λόγων τῶν δονήσεων τῶν διαφόρων φθόγγων τοῦ
διαγράμματος, εὐρίσκουμεν τὸν *ἀπόλυτον* ἀριθμὸν τῶν δονήσεων ἐκαστου
αὐτῶν γνωρίζοντες τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων ἐνὸς ὁρισμένου φθόγγου.
Ὡς *ἐνδοσίμου* πρὸς ἄρμωσίαν τῶν μουσικῶν ὀργάνων λαμβάνεται ὁ
φθόγγος la_3 τῶν 440 δονήσεων ἐν τῷ λ' ἐκπεμπόμενος ὑπὸ τοῦ νομί-
μου *τοναρίου* (ἐδ. 117).

Κατόπιν (ἐδᾶφ. 125) δεῖχθῆσεται πῶς ἀρμόζουσαν λίαν ἀκριβῶς τονάριον πρὸς ὀρι-
σμένον ἀριθμὸν δονήσεων. — Ἐνόσω οὐχ ὑπῆρχε νομίμως ὁρισμένη ἄρμωσία, αἱ διά-
φοροι ὀρχήστραι διέφερον ἀρκούντως ἀπ' ἀλλήλων καὶ μάλιστα τοῦ χρόνου προέχοντος
ἢ ἄρμωσία ἀπέβινεν ὀυτέρῃ βαθμῇδόν, μέχρις οὐ καθωρίσθη ἐν Γερμανίᾳ, τῇ προτάσει
τοῦ Scheibler, ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων τοῦ la_3 (a_4) εἰς 440 ἐν τῷ λ' (ἐν Γαλλίᾳ εἰς
435). Κατὰ ταῦτα ὁ do_0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς 33 δονήσεις καὶ ὁ ἐνίοτε ἀπαντῶν ἐν με-
γίστοις ὀργάνοις do_1 ἀντιστοιχῶν πρὸς 16,5 δονήσεις ἀποτελεῖ περίπου ἐπὶ τὸ βαρὺ
τὸ κατώτατον ὄριον τῶν ἀκουστῶν ἡχων. Τὸ ἕτερον ὄριον τῶν ἐπὶ τὸ ὀξύ ὑψίστων ἀκου-

συγκειμένου ἐκ δύο ὁμοίων τετραχόρδων $N\eta_0 - \Gamma\sigma_0$, $\Delta\epsilon_0 - N\eta_1$ διεzeugμένων κατὰ μεί-
ζονα τόνον $\Gamma\sigma_0 - \Delta\epsilon_0$. Ἐν τῷ συστήματι τούτῳ ὁ *ἐλάσσων διακρίνεται τοῦ μεί-*
ζονος διὰ δύο κομμάτων, ὁ μείζων $\frac{9}{8}$ ἰσοῦτα πρὸς $\frac{27}{25} \times \frac{25}{24}$ ἥτοι πρὸς διεσιν

τοῦ ἐλαχίστου, ὁ ἐλάχιστος ἰσοῦται σχεδὸν πρὸς δύο διέσεις ἥτοι $\frac{27}{25} = \left(\frac{25}{24}\right)^2$,

καὶ ὁ ἐλάσσων σχεδὸν πρὸς 2 $\frac{1}{2}$ διέσεις ἥτοι $\frac{9}{8} \left(\frac{80}{81}\right)^2 = \left(\frac{25}{24}\right)^{2,5}$. Περιέχει

δὲ ἐκτὸς ἐτέρων πυθαγορείων διαστημάτων τὸ χαρακτηριστικὸν μείζον διὰ τριῶν πυθα-
γορείων $\Gamma\sigma_0 - K\epsilon_0 = \frac{27}{16} : \frac{4}{3} = \frac{3^4}{2^6}$ καὶ τὸ δι' ἐξ μείζον $N\eta_0 - K\epsilon_0 = \frac{3^3}{2^4}$. Ἡ

σύγκρασις αὐτοῦ ἐπετεύχθη διὰ τοῦ διαστήματος $\sqrt[36]{2}$ ὡς μονάδος, ἐκληφθέντος ἴσου
πρὸς ἡμίσειαν· κατεσκευάσθη δ' ἐπίτῃδες ἐμπνευστὸν ὄργανον (*Γωαχείμιον Ψαλτήριον*), περιέχον 36 φθόγγους κατ' ἴσα διαστήματα ἐν τῷ διαστήματι διαπασῶν ὥστε ἐν

τῷ ὄργανῳ τούτῳ ἡ διέσις ἐκλαμβάνεται ἕση πρὸς $\sqrt[36]{2^2} = \sqrt[48]{2} = 1,03926$ ἀντί

1,042 καὶ ὁ ἐλάχιστος ἀποδίδεται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ $\sqrt[36]{2^4} = \sqrt[9]{2} = 1,08005$ κα-

ταπληκτικῶς προσεγγίζοντος εἰς τὴν ἀληθῆ ἀξίαν 1,08.

στῶν ἤχων ἀντιστοιχεῖ πρὸς 40—50000 δονήσεις· ἀλλ' ἡ μουσική, κατὰ τὸν Helmholtz, ποιεῖται χρῆσιν φθόγγων εὐδιακρίτου ὀξύτητος, ὧν ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων περιλαμβάνεται μεταξύ 40 καὶ 4000· οὗτοι περιλαμβάνονται ἐν τῇ ἐκτάσει 7 διαστημάτων διὰ πασῶν, τὰ δὲ μήκη τῶν κυμάτων αὐτῶν μεταξύ 8 μ καὶ 8 ε.τ.μ. (ἐδ. 121).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περὶ ἡχητικῶν σωμάτων καὶ περὶ ὁργάνων μουσικῶν.

116α. Ὑπάρχουσι τρεῖς κυρίως τάξεις ἡχητικῶν σωμάτων, ὧν ποιεῖται χρῆσιν ἡ μουσικὴ ἰδίως.

1^{ον} Σώματα ἐλαστικὰ ἕνεκα τάσεως (μαλακὰ ἐλαστικά) — ὅσον χορδαὶ καὶ μεμβράναι τεταμέναι.

2^{ον} Σώματα ἐλαστικὰ ἕνεκα τῆς ἰδίας στερεότητος (σκληρὰ ἐλαστικά) — ὅσον ἐλαστικαὶ ῥάβδοι καὶ πλάκες.

3^{ον} Σώματα ἀερώδη (καὶ φευστά).

+ 116β. ΤΕΤΑΜΕΝΑΙ ΚΟΡΔΑΙ ΚΑΙ ΜΕΜΒΡΑΝΑΙ. Οἱ νόμοι τῆς ἐγέρσεως φθόγγων ὑπὸ χορδῶν τεταμένων πηγάζουσιν ἐκ τῶν ἥδη ἐκτεθέντων γενικῶν νόμων τῆς δονήσεως ἐλαστικῶν σωμάτων. Ἐκ τοῦ τύπου τοῦ Taylor εὐρίσκομεν τὸν ἀριθμὸν Α τῶν δονήσεων τὸν ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸν βαρυτάτον κύριον φθόγγον χορδῆς τεταμένης (ἐδ. 111 καὶ 109), ὅντα

$$A = \frac{1}{\chi} = \frac{1}{2\mu\alpha} \sqrt{\frac{\Delta}{\pi\epsilon}}$$

ὥστε ὁ ἀριθμὸς οὗτός ἐστι 1^{ον} ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ μήκους τῆς χορδῆς, 2^{ον} ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ πάχους, 3^{ον} κατ' εὐθείαν ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ῥίζης τῆς τάσεως, καὶ 4^{ον} ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ῥίζης τῆς πυκνότητος αὐτῆς. Ὡστε ἐν ἴσῃ τάσει ὁ φθόγγος ὀξύνεται ἐλαττουμένου τοῦ μήκους, καὶ ἐν ἴσῳ μήκει αὐξανομένης τῆς τάσεως· ἐν ἴσῳ μήκει καὶ ἐν ἴσῃ τάσει παχύτεραι χορδαὶ ἐκφέρουσι βαρυτέρους φθόγγους· αἱ ἐξ ἐντέρου χορδαὶ ἐν ἴσῳ μήκει καὶ ἐν ἴσῃ τάσει ὡς κουφότεραι τῶν ἐκ μετάλλου ἐκφέρουσι ὀξυτέρους φθόγγους. Ἐγείρομεν δὲ τοὺς φθόγγους τούτους διὰ τῶν χορδῶν ἢ κρούοντες αὐτὰς διὰ τοῦ πληκτροῦ (κλειδοκύμβαλον), ἢ κραδαίνοντες αὐτὰς διὰ τῶν δακτύλων (κιθάρα) ἢ τρίβοντες αὐτὰς διὰ τοῦ τόξου, οὗ τὰς τρίχας ἐτραχύναμεν διὰ κολοφωνίας (τετράχορδον).

Πᾶσα χορδὴ ἐκφέρει ἐκτός τοῦ κυρίου (βαρυτάτου) αὐτῆς φθόγγου, ὅτε πάλ्लεται ὡς ὅλον, καὶ σειρὰν ὀξυπραφῶνων ἔχουσαν αὐτὸν βάσιν (ἐδάφ. 114)· ἀλλὰ τότε διαιρεῖται αὕτη διὰ δεσμῶν εἰς ἴσα μέρη, ὧν ὁ ἀριθμὸς ἐμφανίζει τὴν ἐν τῇ σειρᾷ τῶν ὀξυπραφῶνων τάξιν τοῦ

ἀκουσμένου φθόγγου. Ἐγείρομεν δὲ τοὺς ὀξυπαραφώνους τούτους ἐπιτυχῶς, ψαύοντες τῆς χορδῆς διὰ τοῦ ἄκρου δακτύλου κατὰ τὸ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, ... τοῦ μήκους καὶ τρίβοντες αὐτὴν διὰ τοῦ τόξου ὅπου προ-
καίεται ἵνα μορφοθῇ κοιλία. Ἐξελέγχουμεν δὲ τὴν ὑπαρξίν τῶν κοιλιῶν καὶ τῶν δεσμῶν δι' ἰσπείων ἐκ χαρτοῦ.

Χορδαὶ τριβόμεναι ἢ διὰ τοῦ τόξου λίαν πλεονάζουσιν, ἢ δι' ὑφάσματος πεπασμένου κο-
λοφωνία δονοῦνται κατὰ μήκος. Οἱ ἐκ τῶν προηγουμένων τούτων δονήσεων ἐγείρομενοι φθόγ-
γοι εἰσὶ πολὺ ὀξύτεροι τῶν ἐκ τῶν ἐγκαρσίων.

Δοκιμάζουμεν δὲ πειραματικῶς τοὺς νόμους τῆς δονήσεως τεταμένων χορδῶν ἐπὶ τοῦ
μονοχορδου. Τοῦτο σύγκειται ἐκ μιᾶς χορδῆς τεινομένης κατὰ βούλησιν μεταξὺ δύο
μαχαθίων διὰ καταλλήλου βάρους, ὅπερ ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἑτέρου ἄκρου αὐτῆς· δι' ὑπα-
γωγῆς δὲ ἀποτέμνομεν τὸ πρὸς κραδασμὸν μέρος τῆς χορδῆς, οὕτως τὸ μήκος μετροῦ-
μεν ἐπὶ κλίμακος ὑπαρχούσης ὑπ' αὐτὴν. Τὰ μαχαθία εἰσὶν ἐστηρικτὰ ἐπὶ τοῦ
ἡχεῖου, συνηρμοσμένοι ἐκ λεπτῶν καὶ ἐλαστικῶν σινιδίων· διότι ὁ φθόγγος χορδῆς τε-
ταμένης ἐν τῷ αέρι μόνῃς μόλις ἀκούσεται, ἐπεὶδὴ αἱ δονήσεις διαδίδονται ἀσθενῶς εἰς
τὸν περικυκλούμενα ἀέρα ἕνεκα τῆς μικρᾶς ἐπιφανείας αὐτῆς· ἀλλ' ὅταν αἱ δονήσεις
μεταδίδωνται διὰ τῶν μαχαθίων εἰς τὸ ξύλινον ἡχεῖον καὶ εἰς τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, καθι-
σταται ἡ διάδοσις αὐτῶν εἰς τὸν περὶ τὸ ἀέρα εὐχερῆς καὶ ὁ φθόγγος πολὺ μᾶλλον ἀκου-
στός (ἐδ. 113, 50^ν). Τούτου ἕνεκα αἱ χορδαὶ πάντων τῶν ἐντατῶν ὀργάνων εἰσὶ προσηρ-
μωμένοι εἰς ἡχεῖον κοῖλον, φέρον συνήθως καὶ ἡχητικὰς ὀπὰς.

Ἡ δὲ ἁρμοσία τῶν ἐντατῶν ὀργάνων κατορθοῦται συνήθως διὰ μεταβολῆς τῆς τάσεως
τῶν χορδῶν τῇ βοήθειᾳ σερπαντῶν κολλόπων. Ἡ τάσις ὅμως αὕτη ἐλαττοῦται· καὶ οἱ
φθόγγοι ἀποβαίνουνσι βαρύτεροι, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται (ἐδ. 198) ἢ ὅταν αὐξά-
νηται ἡ ὑγρασία τοῦ ἀέρος (ἐδ. 219) διὰ χορδᾶς ἐξ ἐντέρων. Ἀλλ' ἐπὶ τοῦ τετραχορδου,
ἐπὶ τῆς κιθάρας κτλ. ἐγείρομεν ἐκ τῆς αὐτῆς χορδῆς πολλοὺς φθόγγους ἐλαττοῦντες τὸ
κραδαινόμενον μήκος ἐνῷ πιέζομεν αὐτὴν διὰ τοῦ δακτύλου ἐπὶ τῆς λαθῆς τοῦ ὀργάνου.

Αἱ τεταμένης μεμβράναι δονοῦνται κατὰ νόμους ἥττον ἀπλοῦς ἢ αἱ χορδαί· ἡ δὲ
μουσικὴ ποιεῖται μικρὰν αὐτῶν χρῆσιν (τύμπανον, ῥόπτρον). Καὶ καθόλου μὲν ἡ ζεύγης
τοῦ φθόγγου τῶν μεμβρανῶν, ὡς ἡ τῶν χορδῶν, αὐξάνεται μετὰ τῆς τάσεως, καὶ ἐλατ-
τοῦται αὐξανόμενων τῶν διαστάσεων καὶ τοῦ πάχους. Ἀλλ' αἱ δονήσεις τῆς αὐτῆς μεμ-
βράνης ἀντιστοιχοῦσι συνήθως εἰς ποικίλους φθόγγους (μὴ ὀξυπαραφώνους), διότι αὗται
χωρίζονται πολυειδῶς εἰς δονούμενα τμήματα διὰ γραμμῶν ἀποτελουσῶν δεσμοῦς, αἱ-
τίνες καθίστανται ὁραταὶ ἐὰν ἐπιτάσσωμεν αὐτὰς ἄμφοι (πρβλ. ἐδ. 118).

117. ΕΛΑΣΤΙΚΑΙ ΡΑΒΔΟΙ· ΤΟΝΑΡΙΟΝ. Αἱ δονήσεις τῶν ἐλαστικῶν ρά-
βδων δυνατὸν ἵνα ᾖσι προμήκεις, ἐγκάρσιαι καὶ σπειρικαί· ἐγείρονται
δὲ ἐκ τῶν ἐγκαρσίων συνήθως οἱ βαρύτεροι καὶ ἐκ τῶν σπειρικῶν οἱ
ὀξύτεροι φθόγγοι. — Οἱ νόμοι τῶν ἐγκαρσίων δονήσεων εἰσὶ διάφοροι,
καθόσον ἀμρότερα τὰ ἄκρα τῆς ράβδου δονοῦνται ἀκωλύτως ἢ τὸ
ἕτερον μόνον, ἢ ἐρείδονται που ἢ ἐμπίεζονται. Ἡ ὀξύτης τοῦ φθόγγου
αὐξάνεται καθόλου μετὰ τῆς βραχυτέρας καὶ τοῦ πάχους τῆς ράβδου
καὶ μετὰ τῆς ἐλαστικότητος τῆς ὕλης. Ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ρά-
βδων ἐμπεπισμένων κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος
τοῦ τετραγώνου τοῦ μήκους αὐτῶν. Ἐκτὸς τοῦ κυρίου βαρυτάτου αἱ ρά-
βδοι ἐκφέρουσι καὶ ἑτέρους φθόγγους μὴ ὀξυπαραφώνους.

Τὸ τοιούριον, ὄργανον, δι' οὗ ἰδίως ποιοῦμεθα χρῆσιν τῶν ἐγκαρ-
σίων δονήσεων ράβδων ἐλαστικῶν, ἐστὶ ράβδος ἐκ χάλυβος ἔχουσα
δύο παράλληλα σκέλη ἡνωμένα διὰ καμπῆς στήματος U (Σχ. 132),
ἀρ' ἡς ἐξέχει λαβὴ χρητιμεύουσα καὶ ὡς ποῦς· δονοῦνται δὲ τὰ δύο
ταῦτα σκέλη συγχρόνως καὶ ἀντιθέτως· πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ πρὸς τὰ

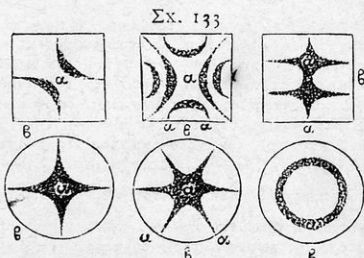
ἐκτός· ἄρα σχηματίζονται κατὰ τὰ σημεῖα α καὶ β δύο ἀκίνητοι δεσμοί, καὶ μεταδίδονται αἱ ἐγκάρσιαι αὐταὶ δονήσεις ὡς προμή-
κεις εἰς τὸν πόδα. Ὁ ἐκ τοῦ τοναρίου ἐγειρόμενος
φθόγγος ἀκούεται ἀσθενῶς ἐνὸςω κρατοῦμεν αὐτὸ ἐκ
τῆς λαβῆς μετέωρον, καθίσταται ὅμως ἔντονος ἐν
στηρίξωμεν αὐτὴν εἰς στερεὸν σῶμα συνυπηγοῦν.
Ἐνεκα τοῦτου στηρίζουσι τὰ τονάρια ἐπὶ ξυλίνων
ἡχείων, ὧν αἱ διαστάσεις εἰσὶν ἐρρυθμισμέναι πρὸς τὸν
ἄριθμὸν τῶν δονήσεων αὐτῶν (ἐδάφ. 119). Ἐκτός
τοῦ κυρίου φθόγγου ἐκφέρουσι τὰ τονάρια καὶ τὸν
διὰ πασῶν αὐτοῦ καὶ ἐτέρους μὴ ὀξυπαραφώνους.

Πρὸς γραμμικὴν παράστασιν τῶν δονήσεων τῶν τοναρίων προ-
καλλῶμεν πλῆλως εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐτέρου σκέλους αὐτῶν στυ-
λίσκον καὶ σύρομεν ὁμοιοσταγῶς διὰ καταλλήλου μηχανήματος παρὰ
τῷ δονομένῳ τονάρῳ ταινίαν χάρτου αἰθαλώδους, ἵνα ὁ στυλί-
σκος χαράσῃ ἐπ' αὐτῆς λεπτὴν γραμμὴν τοιοῦτου σχήματος
(καλεῖσθαι τοῦ Wheatstone).



Τὰς δὲ προμήκεις δονήσεις τῶν ῥάβδων ἐγείρομεν τρίβοντες αὐτάς
δι' ὑφάσματος ὑγροῦ ἢ τραχυνηέντος διὰ κολοφωνίας. Ὁ ἄριθμὸς τῶν
δονήσεων τοῦ κυρίου φθόγγου ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ μήκους
τῆς ῥάβδου, ἐξαερωμένος ἐκ τῆς ἐλαστικότητος, ἀλλ' οὐχὶ ἐκ τοῦ
πάχους αὐτῆς.

118. Αἱ ἐλαστικαὶ πλάκες κραδαίνονται ὡς αἱ τεταμέναι μεμβρά-
ναι κατὰ ποικίλους τρόπους, χωριζόμεναι εἰς τμήματα καθ' ἑαυτὰ δο-
νούμενα διὰ γραμμῶν ἀποτελουσῶν δεσμούς. Ὁ Chladni (1787)
κατέστησε τὰς γραμμὰς ταύτας ὁρατὰς πάσων τὴν δονομένην πλάκα
διὰ λεπτῆς ἄμμου, ἥτις σφενδονιζομένη ἀπὸ τῶν ἰσχυρῶς κινουμένων
κοιλιῶν συνάγεται ἐπὶ τῶν ἀκινήτων γραμμικῶν δεσμῶν· τὰ ἐντεῦθεν
προκύπτοντα τρομοπλάσματα (Klangfigur) μορφοῦνται παντοῖα ἐπὶ
πλακῶν κανονικῶν, οἷον τετραγώνων, καὶ εἰς μὲν τοὺς βαρυτέρους φθόγ-
γους τῆς πλακῆς ἀντιστοιχοῦσι τὰ ἀπλούστερα αὐτῶν, εἰς δὲ τοὺς ὀξυ-
τέρους τὰ συνθετώτερα. Ὁ ἄριθμὸς τῶν δονήσεων πλακῶν ὁμοιοσχημό-
νων καὶ ὁμοιουσίων παρεχονσῶν
ὅμοια τρομοπλάσματα, ἔχει λό-
γον εὐθὺν πρὸς τὸ πάχος καὶ ἀντί-
στροφον πρὸς τὸ ἐμβαδὸν τῶν
πλακῶν. Ἐγείρομεν δὲ τοὺς φθόγ-
γους τῶν πλακῶν τρίβοντες συνή-
θως αὐτάς διὰ τοῦ τόξου (Σχ.
133) (κατὰ τὸ β), ἐνῶ ἐμπιέζο-
μεν ἢ ἀπτόμεθα διὰ τοῦ δακτύ-
λου ὅπου πρόκειται ἵνα σχηματι-
σθῇ δεσμὸς (κατὰ τὸ α) γραμμικός. — Ἀλλὰ καὶ καμπύλαι ἐλαστι-



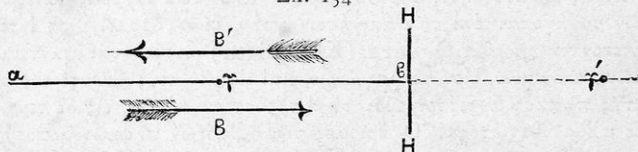
καὶ πλάκες (κώδωνες, ποτήρια) δονοῦνται χωριζόμεναι εἰς τμήματα διὰ γραμμικῶν δεσμῶν, ὡς φανεροὶ ἡ δίνη ὕδατος περιεχομένου εἰς αὐτάς. Οἱ δεσμοὶ οὗτοι ἀποβαίνουνσι παραδόξως ἑλικοειδεῖς ἐπὶ σωλῆνων ὑαλίνων, προκλύπτοντες ἐκ συνδυασμοῦ προμήκων μετ' ἐγκαρσίων ἢ σπειρικῶν δονήσεων.

Ὁ δὲ Faraday παρήγαγεν ἕτερον εἶδος τρομοπλασμάτων πάσων τὰς δονουμένας πλάκας διὰ λυκοποδίου· αἱ ἐκ τῆς δονήσεως προερχόμεναι ἐν τῷ αἵρι δίνει συνάγουσι τὴν κόνιν πρὸς τὰ μᾶλλον κραδαινόμενα σημεῖα κατὰ μικροῦς, στρογγύλους καὶ περιστρεφόμενους σωρούς.

119α. ΕΓΕΡΣΙΣ ΔΙ' ΑΕΡΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ· ΑΥΛΟΙ ΚΕΚΛΕΙΣΜΕΝΟΙ. Τὰ ἀερώδη σώματα ὡς λίαν ἐλαστικὰ εἰσιν οὐ μόνον καταλλήλα ὀχήματα πρὸς διαδοσιν τοῦ ἤχου, ἀλλὰ στασίμως δονούμενα καὶ πρὸς ἔγερσιν αὐτοῦ καταλλήλοτατα. Τονάριον ἐκφέρειν τὸν φθόγγον la_3 δονούμενον μετέωρον μόλις ἀκούεται· ἀλλ' ἐὰν πλησιάζωμεν αὐτὸ εἰς τὸ στόμιον ὑαλίνου κυλίνδρου, ἔχοντος 4 εἰρη διάμετρον καὶ βάθος κενὸν ὕδατος 19 εἰρη, ὁ φθόγγος ἀκούεται πολὺ τρανέστερος (κώδων τοῦ Savart)· ἡ ἐνίσχυσις ὅμως αὕτη τοῦ φθόγγου ἀφανίζεται, ἐὰν μεταβάλωμεν τὸ βάθος τῆς ἐν τῷ δοχείῳ ἀερίνης στήλης εἴτε χέοντες εἰς αὐτὸ ὕδωρ, εἴτε ἐκχέοντες μέρος τοῦ ἤδη υπάρχοντος ὕδατος. Ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ αἶψα, ἐν ὠρισμένῳ τινὶ βάθει, συνδονούμενος στασίμως καθίσταται καὶ αὐτὸς ἡχητικός.

Ἐδείχθη ἀλλοῦ γενικῶς (ἐδ. 111) ὅτι τοιαῦται στάσιμοι δονήσεις μορφοῦνται ἐκ συμβολῆς προχωρούντων κυμάτων προσπίπτοντων ἐπὶ προσκόμματος ἀνεξόδοτου μετὰ τῶν ἀπ' αὐτοῦ ἀνακλωμένων· ἐξετάσωμεν νῦν λεπτομερέστερον τὰ ἐκ τῆς συμβολῆς ταύτης προκύπτοντα φαινόμενα. Ἔστω HH τὸ ἀνεξόδοτον πρόσκομμα, ἐφ' οὗ προσπίπτει καθεύτως εἰς β τὸ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Β προχωροῦν ἡμισην ἡχητικὸν κύμα ὁρμώμενον ἀπὸ α (Σχ. 134)· τοῦτο ἀνακλάται ἀντιθέτως ὡς τὸ βέλος Β' κατὰ τὴν αὐτὴν

Σχ. 134



εὐθείαν θα'· ἕκαστον ἐπομένως μόριον αἵματος κείμενον ἐπὶ τῆς θα, ὑποβαλλόμενον συγχρόνως εἰς ἀμφοτέρως τὰς κυμάνσεις, κινεῖται κατὰ τὴν συνισταμένην τῶν δύο συνιστασῶν κινήσεων, ἃς μεταδίδουσιν αὐτῷ τὸ προσπίπτον καὶ τὸ ἀνακλωμένον κύμα. Ἐὰν τὸ μόριον β ἴδυνάτο ἵνα κινήθῃ ἀκωλύτως, ἤθελε μεταλλάξει ἐκ τῆς αμέσσου κυμάνσεως τοιαύτης δονήσεως, ὅπως κατὰ τινα στιγμὴν χρόνου ἔχῃ ἐκδρομὴν μὲν $E' = a \cdot \sin \omega t$, ταχύτητα δὲ $v' = -a \cdot \omega \cdot \cos \omega t$, ἐνῷ συγχρόνως ἑτέρον τι μόριον αἵματος γ, κείμενον πρὸ τοῦ προσκόμματος εἰς ἀπόστασιν $b \gamma = \mu$ ἀπὸ τοῦ β, ἔχει ἐκδρομὴν $E_1 = a \cdot \sin (\omega t + \psi)$ καὶ ταχύτητα $v_1 = -a \cdot \omega \cdot \cos (\omega t + \psi)$ τοῦ ψ ὄντος ἀριθμοῦ μοιρών παρεχομένου ἐκ τῆς ἰσότητος $\frac{\psi}{360^\circ} = \frac{\mu}{M}$ (ἐδ. 112). Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἡχητικὴ κίνησις γ' ἐκωλύετο ὑπὸ τοῦ προσκόμματος HH τῆς πρὸς τὰ δεξιὰ προόδου, ἑτερόν τι μόριον γ', κείμενον μετὰ τὸ πρόσκομμα καὶ ἀπέχον τοῦ β ὅσον τὸ γ, ἤθελεν ἔχει συγχρόνως ἐκδρομὴν $E_2 = a \cdot \sin (\omega t - \psi)$ καὶ ταχύτητα $v_2 = -a \cdot \omega \cdot \cos (\omega t - \psi)$ · ἐπειδὴ ὅμως τὸ κύμα ἀνακλάται εἰς β, μεταφέρει τὴν κίνησιν ταύτην ἀντιθέτως εἰς τὸ μόριον

γ' ὥστε, ἐὰν μόνον τὸ ἀνακλῶμενον κύμα ἐνῆργει ἐπὶ τοῦ γ, τοῦτο συγχρόνως ἤθελεν ἔχει ἐκδρομὴν μὲν $E_2 = -\alpha$ συν. $(\omega - \psi)$ ταχύτητα δὲ $\tau_2 = +\tau$ ἡμ. $(\omega - \psi)$ · ἐπειδὴ ὁμως ἀμφότερα τὰ τε προσπίπτον καὶ τὸ ἀνακλῶμενον κύμα ἐνεργοῦσι, τὸ μόριον γ ἔχει κατὰ τὴν θεωρουμένην χρονικὴν στιγμήν ἐκδρομὴν μὲν

$$E_0 = E_1 + E_2 = \alpha \text{ συν. } (\omega + \psi) - \alpha \text{ συν. } (\omega - \psi) = -2\alpha \text{ ἡμ. } \omega \text{ ἡμ. } \psi \text{ (1) ταχύτητα δὲ}$$

$$\tau_0 = \tau_1 + \tau_2 = -\tau \text{ ἡμ. } (\omega + \psi) + \tau \text{ ἡμ. } (\omega - \psi) = -2\tau \text{ συν. } \omega \text{ ἡμ. } \psi \text{ (2).}$$

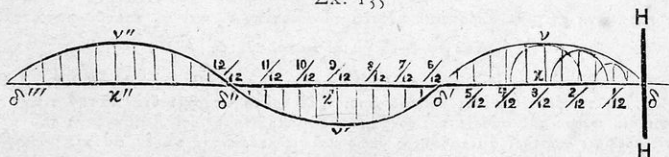
Οἱ δύο οὗτοι τύποι χρησιμεύουσιν πρὸς εὕρεσιν τῶν νόμων τῶν στασιμῶν δονήσεων. Ἐστω $\psi = 0^\circ, 180^\circ, 360^\circ \dots$ αἱ τιμαὶ τοῦ E καὶ τοῦ τ ἰσοῦνται τῇ μηδενί οἰανδήποτε τιμὴν καὶ ἂν ἀποδῶμεν εἰς τὸ ω , ἥτοι μόρια ἀέρος ἀπέχοντα τοῦ προσκόμετος $\frac{1}{2} M, \frac{1}{4} M, \frac{3}{4} M, \frac{5}{4} M \dots$ διὰ τῆς συγχρόνου ἐνεργείας τοῦ προσπίπτοντος καὶ τοῦ ἀνακλῶμενου κύματος συνεχῶς ἀκίνητοῦσι. Τὰς τοιαύτας θέσεις ἐκαλέσαμεν δεσμοὺς τῆς δονήσεως.

Μετ' ἴσης δὲ τιμῆς τοῦ ω , ἥτοι μετὰ τῆς αὐτῆς φάσεως δονήσεως, αἱ τιμαὶ τοῦ E καὶ τοῦ τ ἀποθλίβονται μέγισται ἥτοι αἱ ἐντάσεις τῆς δονήσεως σφοδρόταται, ἐν $\psi = 90^\circ, 390^\circ, 590^\circ \dots$ τοιούστιν εἰς θέσεις ἀπεχούσας τοῦ προσκόμετος κατὰ $\frac{1}{4} M, \frac{3}{4} M, \frac{5}{4} M \dots$ Τὰς θέσεις ταύτας ἐκαλέσαμεν κοιλίας. Τὸ δὲ εὖρος τῆς δονήσεως τῶν κοιλιῶν ἰσούμενον πρὸς τὴν μεγίστην ἐκδρομὴν ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὰς φάσεις $\omega = 90^\circ$ καὶ $\omega = 270^\circ$ ἥτοι πρὸς τὰς χρονικὰς στιγμὰς, καθ' ἃς προσπίπτει ἐπὶ τοῦ προσκόμετος τὸ μέγιστον ἀραίωμα ἢ τὸ μέγιστον πύκνωμα τοῦ ἀμέσου κύματος· εὐρίσκειται δὲ ὅν $\pm 2\alpha$, ὥστε στρώμα ἀέρος ἀπὲχον ἐν ἰσορροπίᾳ τοῦ προσκόμετος $\frac{1}{4} M, \frac{3}{4} M, \frac{5}{4} M \dots$ δονεῖται μετὰ δύο θέσεων, ὧν ἡ μὲν ἀπέχει 2α πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ δὲ 2α πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς θέσεως· τῆς ἰσορροπίας, ἥτοι ἔχει εὖρος δονήσεως διπλοῦν τοῦ εὖρους τῆς δονήσεως τοῦ προσπίπτοντος κύματος. Καταλαμβάνουσι δὲ αἱ ἐφεξῆς κοιλίαι συγχρόνως τὰ ἀντίθετα ἄκρα τῆς δονήσεως αὐτῶν, ὡς μαρτυρεῖ ὁ ἐξῆς πίναξ·

	$\omega = 90^\circ$ προσπίπτον ἀραίωμα				$\omega = 270^\circ$ προσπίπτον πύκνωμα			
$\psi =$	90	3.90	5.90	7.90....	90	3.90	5.90	7.90....
$E_0 =$	-2α	$+2\alpha$	-2α	$+2\alpha$	$+2\alpha$	-2α	$+2\alpha$	-2α

Τὰ λοιπὰ μετὰ κοιλιῶν καὶ δεσμῶν ἀέρινα μόρια ἔχουσιν εὖρος δονήσεως $A = -2\alpha \text{ ἡμ. } \psi$, μεταβλλόμενον ἀνεξαρτήτως τοῦ σημείου ὡς τὸ ἡμίτονον τοῦ ψ . Ὡστε HH ὄντος τοῦ ἀνακλαστικοῦ προσκόμετος (Σχ. 135), οἱ μὲν δεσμοὶ $\delta, \delta', \delta'', \delta''' \dots$ διαδέχονται ἀλλήλους κατ' ἀποστάσεις ἡμικύκτου ἀπὸ τοῦ προσκόμετος ἀρχόμενοι ἀπὸ τοῦ δ , αἱ δὲ

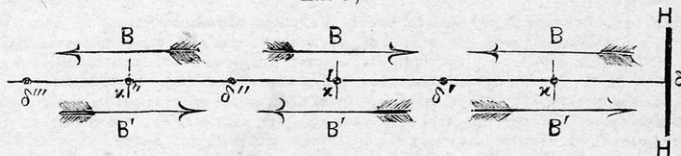
Σχ. 135



κοιλίαι $\chi, \chi', \chi'' \dots$ ἀπέχουσι ἀπ' ἀλλήλων ἐπίσης καθ' ἡμικύκτου ἀρχονταὶ ἀπὸ τοῦ σημείου χ , ἥτοι ἐξ ἀποστάσεως ἐνὸς τετάρτου κύματος ἀπὸ τοῦ προσκόμετος. Ἐὰν δὲ ἐπὶ τῆς ἡχητικῆς ἀκτίνος $\delta\delta'''$ ὡς ἄξονος τεταγμένων κατασκευάσωμεν τὴν ἡμιτονικὴν καμπύλην $\delta\delta'\delta'' \dots$ τέμνουσαν τὸν ἄξονα κατὰ τοὺς δεσμοὺς, καὶ ἔχουσιν τὰς ἐπὶ τῶν κοιλιῶν τεταγμένας $\chi, \chi', \chi'' \dots$ ἴσας πρὸς τὸ μέγιστον εὖρος 2α , ἡ εἰς ἕκαστον σημεῖον τοῦ ἄξονος ἀντίστοιχος τεταγμένη ἐμφάνει τὸ εὖρος τῆς δονήσεως A τοῦ κατὰ τὸ σημεῖον τοῦτο ἀερίνου μορίου. Τὸ εὖρος $\chi\chi'$ ἐλήφθη ἐν τῇ κατασκευῇ τοῦ σχήματος λίαν μέγα ὡς πρὸς τὸ μήκος τοῦ κύματος $\delta\delta''$.

Ερευνήσαντες μέχρι τουδὲ πῶς συµµεταβάλλεται ἡ δόνησις τῶν διαφόρων ἀερίων μορίων μετὰ τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν ἀπὸ τοῦ προσκόµµατος, ἦτοι μετὰ τοῦ ψ , ἐξετάσωμεν νῦν πῶς συµµεταβάλλεται αὕτη μετὰ τοῦ χρόνου ἥτοι μετὰ τῆς φάσεως ω (Σχ. 136). Διὰ $\omega=0$ εὐρίσκωμεν $E_0=0$, οἰκνῶντες τιμὴν καὶ ἂν ἀποδῶμεν εἰς τὸ ψ , ὥστε καθ' ἣν στιγμὴν τὸ μέγιστον τοῦ ἀραιώματος τοῦ προσπίπτοντος κύματος ἀπέχει τοῦ προσκόµµατος $\frac{1}{4} M$, πάντα τὰ μόρια τοῦ ἀέρος διέρχονται εἰς τὰς θέσεις τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν ἁλλὰ τότε κατὰ τὴν ἰσότητα (2) κινούνται μετὰ ταχύτητος μεγίστης, ἀρνητικῆς μὲν ἀπὸ $\psi=0^\circ$ ἕως $\psi=180^\circ$ (μεταξὺ δ καὶ δ'), θετικῆς δὲ ἀπὸ $\psi=180^\circ$ ἕως $\psi=360^\circ$ (μεταξὺ δ' καὶ δ''). φέρονται ἄρα ὡς τὰ βέλη B. Ἀλλ' ἡ τιμὴ τοῦ E_0 ἐξισοῦται πάλιν τῷ μηδενί ὅταν $\omega=180^\circ$, ὅταν δηλαδὴ τὸ μέγιστον τοῦ προσπίπτοντος πυκνώματος ἀπέχῃ ἀπὸ τοῦ HH $\frac{1}{4} M$, δι' οἰκνῶντες τιμὴν τοῦ ψ , ὥστε καὶ κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην

Σχ. 136



πάντα τὰ μόρια διέρχονται τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν μετὰ ταχύτητος μεγίστης κατὰ τὴν ἰσότητα (2), ἀλλὰ μετὰ διευθύνσεως ἀντιθέτου πρὸς τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὴν ὑπόθεσιν $\omega=0$. φέρονται ἄρα ὡς τὰ βέλη B'. Ἐπειδὴ δὲ καθ' ἣν στιγμὴν $\omega=0$ τὰ ἐκατέρωθεν τοῦ δεσμοῦ δ' μόρια φέρονται πρὸς αὐτὸν ἀντιθέτως (ὡς τὰ βέλη B) ἐπέρχεται μετ' ὀλίγον πύκνωσις εἰς δ' καὶ ἀραιώσεις εἰς δ. Ὁμοίως ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν $\omega=180^\circ$ ἐπέρχεται ἀραιώσεις εἰς δ' καὶ πύκνωσις εἰς δ, διότι τότε τὰ μόρια διερχόμενα τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν μακρύνονται ἐκατέρωθεν ἀπὸ τοῦ δ' (ὡς τὰ βέλη B').

Ἐρευνήσωμεν τέλος προσέτι πῶς μεταβάλλεται ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος ἐκασταχοῦ ἐν τῇ συμβολῇ τῶν δύο κυμάτων. Πρὸς τοῦτο παραστήσωμεν διὰ τοῦ φ ἐλάχιστον τὴν μήκος, μετρούμενον διὰ τῆς αὐτῆς μονάδος, δι' ἧς ἐμετρήθη τὸ ψ , καὶ ἔστωσαν

τρία μόρια	ἀπέχοντα ἀπὸ HH ἐν ἰσορροπία	ἔχοντα συγχρόνους ἐκδοράς	ἀπέχοντα συγχρόνους ἀπὸ HH' ἐν δόνησει
σ_0	ψ	$-2\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} \psi$	$\psi + 2\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} \psi$
σ_1	$\psi - \varphi$	$-2\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} (\psi - \varphi)$	$\psi - \varphi + 2\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} (\psi - \varphi)$
σ_2	$\psi + \varphi$	$-2\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} (\psi + \varphi)$	$\psi + \varphi + 2\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} (\psi + \varphi)$

Ἡ κατὰ τινα στιγμὴν ἀπόστασις μεταξὺ τῶν μορίων σ_1 καὶ σ_2 ἔσται κατὰ ταῦτα

$$\Delta = 2\varphi + 4\alpha \text{ ἡμ:} \omega \text{ ἡμ:} \varphi \text{ συν:} \psi.$$

Ἡ τιμὴ αὕτη τοῦ Δ ἐξισοῦται πρὸς τὸ ἄτρεπτον ποσὸν 2φ διὰ $\psi = 90^\circ, 3.90^\circ, 5.90^\circ, \dots$ τούτεστι διὰ τὰς κοιλίας· ἐπειδὴ δὲ τοῦτο ὑπάρχει διὰ πᾶσαν τιμὴν τοῦ ω , ἥτοι διὰ πάσας τὰς φάσεις τῆς δόνησεως, συμπεραίνωμεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος ἐν ταῖς κοιλίαις διατελεῖ ἀμετάβλητος ὅπως καὶ ἂν φέρονται τὰ ἐν αὐταῖς μόρια. Τὰ δὲ μέγιστα τῆς πυκνώσεως καὶ τῆς ἀραιώσεως ἐπαλλάσσονται καθ' ἃς θέσεις τὸ Δ καθίσταται ἐλάχιστον ἢ μέγιστον ἀναλόγως τῆς τιμῆς τοῦ ω , τούτεστι καθ' ἃς θέσεις συν: $\psi = \pm 1$ ἥτοι διὰ $\psi = 0^\circ, 180^\circ, 360^\circ, \dots$ δηλαδὴ κατὰ τοὺς δεσμούς. Καὶ ἡ μὲν μέγιστη πύκνωσις συμβαίνει ὅταν Δ ἐλάχιστον (τούτεστι $\Delta = 2\varphi - 4\alpha \text{ ἡμ:} \varphi$), ἥτοι ὅταν μετὰ τοῦ $\psi = 0^\circ, 360^\circ, \dots$ συνυπάρχῃ καὶ $\omega = 270^\circ$ καθ' ἣν δηλ. στιγμὴν τὸ μέγιστον τοῦ πυκνώματος προσπίπτει εἰς τὸ πρόσκομμα ἐπέρχεται μεγίστη πύκνωσις εἰς τοὺς δεσμούς δ, δ'... ἀλλὰ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ($\omega = 270^\circ$) τὸ Δ καθίσταται μέγιστον (τούτεστι $\Delta = 2\varphi + 4\alpha \text{ ἡμ:} \varphi$) εἰς τὰς θέσεις, δι' ἃς $\psi = 180^\circ, 540^\circ, \dots$ τούτεστι ἐπέρχεται μεγίστη ἀραιώσεις εἰς τοὺς δεσμούς δ', δ''. Παρελθούσης

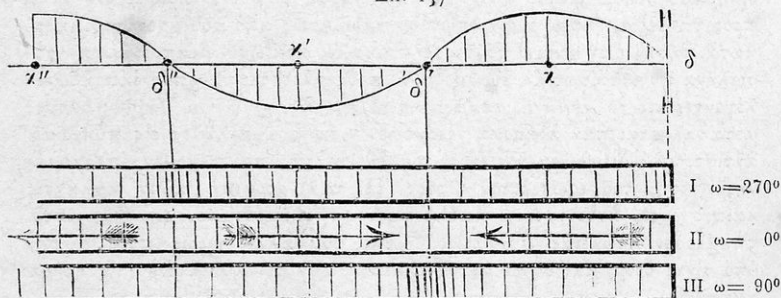
ἡμῶς ἡμιδονήσεως, ὅταν δηλαδὴ τὸ μέγιστον ἀρχαίωμα προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ προσκόμμα-
τος ($\omega = 90^\circ$), ἡ μὲν μέγιστος ἀρχαίωσις ἐπέρχεται εἰς τοὺς δεσμοὺς δ' καὶ δ'', ἡ δὲ
μέγιστη πύκνωσις εἰς τοὺς δεσμοὺς δ' καὶ δ'''.

Αἱ ἐκ συμβολῆς προσπιπτόντων καὶ ἀνακλωμένων κύματων προκύ-
πτουσι στασιμοὶ δονήσεις τοῦ ἀέρος τότε μόνον τελειοῦνται μετ' ἐντά-
σεως ἀκουστικῆς, ὅταν ἡ δι' ἑτέρου ἀέρος γαλασίς τῶν πυκνωμάτων καὶ
τῶν ἀρχαιωμάτων ἢ ἀδύνατος, ὅταν δηλαδὴ κωλύηται πᾶσα πλαγία
συνάφεια τῆς ἀτμοσφαίρας μετὰ τῶν μεταβαλλόντων πυκνότητα μο-
ρίων καὶ μάλιστα μετὰ τῶν δεσμῶν, ὅπερ κατορθοῦται ἐντὸς κυλινδρι-
κῶν σωλῶνων στενῶν, καλουμένων καθόλου αὐλῶν. Ὁ ἐντὸς τῶν
τοιούτων αὐλῶν ἀήρ, δύναται ἵνα ἐκληφθῇ ὡς συγκείμενος ἐξ ἄλλεπαλ-
λήλων ἐπιπέδων στρωμάτων καθέτων ἐπὶ τοῦ μήκους αὐτῶν καὶ περι-
λαμβανόντων ἀέρινα μόρια δονούμενα μεθ' ἑμοίως φάσεως. Ἐὰν τοιοῦτός
τις αὐλὸς ἔχῃ τὸ ἕτερον ἥκρον πεφραγμένον διὰ πυθμένος, τὰ ἐπ' αὐτοῦ
ἐξωθεν προσπεσόντα κύματα συμβάλλουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν πρὸς
τὰ εἰσερχόμενα πρὸς πρόσπτωσιν καὶ οὕτω προκύπτουσι δονήσεις στασι-
μοὶ καθιστάσαι τὸν ἀέρα ἡχητικόν. Φάνερὸν δ' ἐκ τῶν ἠνωτέρω ὅτι
ἵνα συνηχῇ ἐντόνως ὁ οὕτω κεκλεισμένος αὐλὸς πρὸς τὸ προσπίπτον
κύμα, ἥτοι ἵνα ἐναργῶς γθέγγηται, τὰ παρὰ τὸ στόμιον αὐτοῦ ἀέρινα
στρώματα δεῖν ἵνα κατέχῃσι θέσιν κοιλίας ὡς κατ' ἀνάγκην μὴ μετα-
βάλλοντα πυκνότητα, τὰ δὲ παρὰ τὸν πυθμένα θέσιν δεσμοῦ ὡς ὄντα
κατ' ἀνάγκην ἀκίνητα· τουτέστι τὸ μήκος μ τῆς ἐν τῷ αὐλῷ ἀέρινης
στήλης δεῖν ἵνα ἰσῶται πρὸς $\kappa\delta = \frac{1}{4} M$, $\kappa'\delta = \frac{3}{4} M$, $\kappa''\delta = \frac{5}{4} M \dots$

$$\eta \text{ γενικῶς πρὸς } \mu = \frac{(2\nu + 1)}{4} \times M. \quad (1)$$

Τὸ κατωτέρω σχῆμα 137 εἰκονίζει ἐν αὐλῷ ἰσομένῳ πρὸς $\frac{3}{4}$ τοῦ
μήκους τοῦ προσπίπτοντος κύματος τὴν θέσιν τῶν στρωμάτων κατὰ

Σκ. 137



τὰς τρεῖς φάσεις $\omega = 270^\circ, 0^\circ, 90^\circ$. Ἡ τετάρτη φάσις $\omega = 180^\circ$ δια-
φέρει τῆς $\omega = 0^\circ$ κατὰ τὴν διέθυνσιν τῶν βελῶν. Ἐν τῇ κατὰσκευῇ

ταύτη ἐλήφθη τὸ εὖρος τῆς δονήσεως παρὰ φύσιν μέγα ὡς πρὸς τὸ μήκος τοῦ κύματος.

Ἐὰν διὰ τοῦ Α παραστήσωμεν τὸν ἀντίστοιχον ἀριθμὸν κυμάτων εἰς φθόγγον τινά, διὰ τοῦ Μ τὸ μήκος τοῦ κύματος καὶ διὰ τοῦ Τ τὴν ταχύτητα τῆς ἐν τῷ ἀέρι διαδόσεως τῆς κυμάνσεως, ἔχομεν (ἐδ. 109)

$$A = \frac{T}{M}.$$

Συνδυάζοντες τὴν ἰσότητα ταύτην μετὰ τῆς ἀνωτέρω (1), συμπεραίνομεν

$$A = \frac{(2\nu + 1) T}{4\mu} \quad \delta\theta\epsilon\nu$$

διὰ $\nu = 0, 1, 2, 3 \dots$ εὐρίσκομεν

$$A = 1. \frac{T}{4\mu}, 3. \frac{T}{4\mu}, 5. \frac{T}{4\mu}, 7. \frac{T}{4\mu} \dots$$

ὥστε πᾶς κεκλεισμένος αὐλὸς συνηχεῖ πρὸς φθόγγους βαθμηδὸν ὀξυτέρους κατέχοντας τὴν περιττὴν τάξιν ἐν τῇ σειρᾷ τῶν ὀξυπα-
ραφῶνων.

1196. Αἶθροι ἀηθόμενοι. Ἡ ἐνίσχυσις τοῦ φθόγγου τοῦ τοναρίου Ia, περὶ ἧς ἐγένετο λόγος ἐν τῇ ἀρχῇ τοῦ προηγουμένου ἐδαφίου 119a, ἐπέρχεται προσέτι ἐὰν πλησιάσωμεν αὐτὸ δονούμενον εἰς στενὸν σωλῆνα ἐκατέρωθεν ἠνεωγμένον ἔχοντα 38 ἐτμ. ὕψος· ὅπερ μαρτυρεῖ ὅτι καὶ τοιοῦτοι ἀπύθμενοι αὐλοὶ συνηχοῦσι, μορφοῦνται ἄρα καὶ ἐν αὐτοῖς στάσιμοι δονήσεις ἐκ συμβολῆς κύματος προσπίπτοντος καὶ ἀνακλωμένου· διότι τῆς ἀτμοσφαιρᾶς μὴ ἀνθισταμένης ὡς τὸ ἀνένδοτον πρό-
τογμα ΗΗ, τὰ πεπυκνωμένα μῦρια παντὸς πυκνώματος κύματος ἡχητικὸν διατρέξαντος ἤδη τὸν κύλινδρον, ἐκ τῶν ἀριστερῶν π. χ. πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐκφεύγουσιν ὅπως οὖν ἀκωλύτως ἀπὸ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν· τοῦτο δὲ προκαλεῖ ἀραίωσιν διατρέχουσιν τὸν σωλῆνα ἀντιστρόφως ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά, ὅπερ ἐκφράζομεν λέγοντες ὅτι τὸ κύμα ἀνακλᾶται ἀπὸ τοῦ ἠνεωγμένου ἄκρου· ὁμοίως μεταβάλλεται πᾶν ἀραίωμα ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ σωλῆνος εἰς πύκνωμα ἀντιστρόφως διευθυνόμενον ἐν αὐτῷ, ἐνεκα τῆς ἐνανταχθέντος ἐπερχομένης εἰσροῆς τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ἡ παλινδρομικὴ αὕτη κύμανσις καίπερ οὕσα ἀσθενεστέρα κατ' ἐντάσιν τῆς ἀμέσου ἐνεκα τῆς κατὰ τὴν ἔξοδον ἀπωλείας δυνάμεως ζώσης, συμβάλλει ὁμως πρὸς αὐτὴν ὑπὸ τινος ὅρους καὶ οὕτω μεταβάλλεται ὁ ἐν τῷ αὐλῷ ἄρρ εἰς σῶμα ἡχητικόν.

Ἐποθέσωμεν ὅτι ΗΗ ἐμφαίνει τὸ τελευταῖον ἀέρινον στρώμα αὐλοῦ ἀπυθμένου διερχόμενον νῦν τὴν φάσιν ω^0 τοῦ προσπίπτοντος κύματος, καὶ ἐπομένως κατὰ τὰ ἀνωτέρω τὴν φάσιν $(\omega + 180)^\circ$ τοῦ ἀνακλωμένου· ἀερίνόν τι στρώμα κείμενον εἰς ἀπόστασιν

ψ^0 πρὸ τοῦ HH διέρχεται συγχρόνως τὴν φάσιν $(\omega + \psi)^0$ τῆς προσπιπτούσης καὶ τὴν φάσιν $(\omega + 180 - \psi)^0$ τῆς ἀνακλωμένης κυμάνσεως ὥστε ἡ ἐκδρομὴ καὶ ταχύτης αὐτοῦ ἐκ μὲν τῆς πρώτης εἰσὶ $E_1 = \alpha \text{ συν}:(\omega + \psi)$ καὶ $\tau_1 = -\tau \dot{\eta}\mu:(\omega + \psi)$, ἐκ δὲ τῆς δευτέρας $E_2 = -\alpha \text{ συν}:(\omega + 180 - \psi)$ καὶ $\tau_2 = +\tau \dot{\eta}\mu:(\omega + 180 - \psi)$, ἡ ἐκ τῆς συμβολῆς λοιπὸν προερχομένη συνισταμένη κύμανσις ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ ὑπ' ὅψιν στρωμάτος ἐκδρομὴν καὶ ταχύτητα

$$E_0 = E_1 + E_2 = \alpha \text{ συν}:(\omega + \psi) - \alpha \text{ συν}:(\omega + 180 - \psi) = \alpha \text{ συν}:(\omega + \psi) + \alpha \text{ συν}:(\omega - \psi). \quad (1)$$

$$\tau_0 = \tau_1 + \tau_2 = -\tau \dot{\eta}\mu:(\omega + \psi) + \tau \dot{\eta}\mu:(\omega + 180 - \psi) = -\tau \dot{\eta}\mu:(\omega + \psi) - \tau \dot{\eta}\mu:(\omega - \psi). \quad (2)$$

Συγκρίνοντας τὰς ἰσότητας ταύτας πρὸς τὰς ὁμοίας τοῦ προηγουμένου ἔδαφιου, παρατηροῦμεν ὅτι διαφέρουσι κατὰ τὰ σημεῖα τῶν δευτέρων ὁρῶν ἕνεκα τούτου τὰ φαινόμενα τῆς ἀνακλάσεως τῶν δονήσεων διακρίνονται εἰς φαινόμενα ἀνακλάσεως μετὰ μεταβολῆς σημείου καὶ εἰς φαινόμενα ἀνακλάσεως ἄνευ μεταβολῆς σημείου, καθόσον τὸ νέον ὄχημα τῆς διαδόσεως τῆς κυμάνσεως ἀνθίσταται μᾶλλον ἢ ἥτον τοῦ ἤδη διαδιδόντος αὐτῆν.

Ἀναπτύσσοντας τὰς ἰσότητας (1) καὶ (2), εὐρίσκομεν

$$E_0 = 2\alpha \text{ συν}:\omega \text{ συν}:\psi \text{ καὶ } \tau_0 = -2\tau \dot{\eta}\mu:\omega \text{ συν}:\psi,$$

ἃς διερευνῶντες ὡς ἐν ἔδαφιῳ 119 α, συμπεραίνομεν

1^{ον} τὴν ὑπαρξὴν δεσμῶν κατὰ τὰς ἀποστάσεις ἀπὸ HH'

$$\psi = 90^\circ, \quad 3 \times 90^\circ, \quad 5 \times 90^\circ, \quad 7 \times 90^\circ \dots \quad \eta$$

$$\psi = \frac{1}{4} M, \quad \frac{3}{4} M, \quad \frac{5}{4} M, \quad \frac{7}{4} M.$$

2^{ον} τὴν ὑπαρξὴν κοιλιῶν κατὰ τὰς ἀποστάσεις

$$\psi = 0 \times 90^\circ, \quad 2 \times 90^\circ, \quad 4 \times 90^\circ, \quad 6 \times 90^\circ \dots \quad \eta$$

$$\psi = \frac{0}{4} \times M, \quad \frac{2}{4} \times M, \quad \frac{4}{4} \times M, \quad \frac{6}{4} \times M.$$

3^{ον} εὖρος κοιλιῶν $\pm 2\alpha$ ὡς ἐν τῷ ἐξῆς πινάκι.

	$\omega = 0$				$\omega = 180$			
$\psi =$	0.	2.90	4.90	6.90...	0.	2.90	4.90	6.90...
$E_0 =$	$+2\alpha$	-2α	$+2\alpha$	-2α	-2α	$+2\alpha$	-2α	$+2\alpha$

4^{ον} Εὖρος τῶν μεταξύ κοιλιῶν καὶ δεσμῶν στρωμάτων $\Delta = 2\alpha \text{ συν}:\psi$, ἰσούμενον πρὸς τὰς ἀντιστοιχοῦς τεταγμένους συνημιτονικῆς καμπύλης, τεμνούσης τὸν ἄξονα τῶν τεταγμένων κατὰ τοὺς δεσμούς.

5^{ον} Διάβασιν πάντων τῶν στρωμάτων διὰ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ὅτε καὶ ἡ ταχύτης αὐτῶν μεγίστη, κατὰ τὸν ἐξῆς πίνακα.

	$\omega = 90^\circ. E_0 = 0$		$\omega = 270^\circ. E_0 = 0$	
$\psi =$	$90^\circ - 180^\circ - 270^\circ$	$270^\circ - 0^\circ - 90^\circ$	$90^\circ - 180^\circ - 270^\circ$	$270^\circ - 0^\circ - 90^\circ$
τ_0	θετικόν	ἀρνητικόν	ἀρνητικόν	θετικόν

6^{ον} Ἀμετάβλητον πυκνότητα κατὰ τὰς κοιλίας, κατὰ τοὺς δεσμούς δὲ ἐναλλὰξ μεταβαλλομένην πυκνότητα καὶ ἀπὸ δεσμοῦ εἰς δεσμὸν ἐπαλλάσσουσαν.

Πρὸς ἔντανον συνήχησιν αὐλοῦ ἀπυθμένου δέον ἵνα κατὰ τὰ ἀνωτέρω

τὰ ἄκρα αὐτοῦ συμπίπτωσι μετὰ κοιλιῶν, ἥτοι ἔνα τὸ μῆκος μ' τῆς ἐν αὐτῷ ἀερίνης στήλης ἰσῶται πρὸς $\frac{1}{2} M, \frac{3}{2} M, \frac{5}{2} M, \frac{7}{2} M \dots$ ἢ γενικῶς πρὸς $\mu' = \frac{\nu}{2} \times M$. συνδυάζοντες δὲ τὴν ἰσότητα ταύτην μετὰ τῆς $A = \frac{T}{M}$, εὐρίσκομεν $A = \frac{\nu}{2\mu'} \cdot T$, ἐξ ἧς διὰ

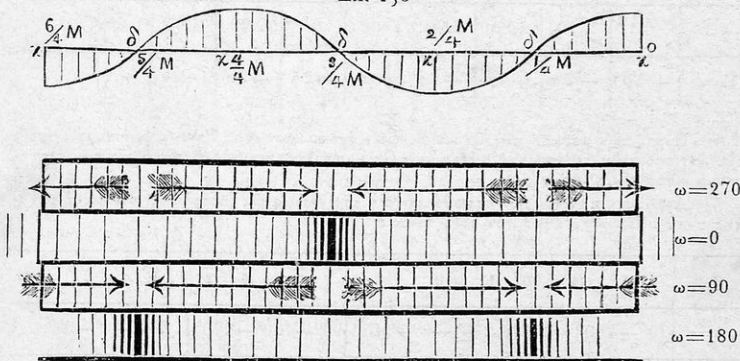
$$\nu = 1, 2, 3, 4,$$

$$A = 1. \frac{T}{2\mu'}, 2. \frac{T}{2\mu'}, 3. \frac{T}{2\mu'}, 4. \frac{T}{2\mu'} \dots$$

ὥστε πᾶς ἀπύθμενος αὐλὸς συνηγεῖ πρὸς πάντα τοὺς ὀξυπαράγῳρους τῆς σειρᾶς τῆς ἐχούσης βάσει τὸν βαρύτερον αὐτοῦ φθόγγον. Συγκρίνοντες δὲ τὴν ἐν τῇ σειρᾷ ταύτῃ πρώτην τιμὴν τοῦ A πρὸς τὴν πρώτην τιμὴν τῆς ὁμοίας σειρᾶς τῶν κεκλεισμένων αὐλῶν, συμπεραίνομεν $\frac{T}{4\mu} = \frac{T}{2\mu'}$, ὅθεν $\mu' = 2\mu$. ὥστε κεκλεισμένος αὐλὸς ἐκπέμπει κύριον φθόγγον οἷον καὶ ἀπύθμενος διπλοῦ μήκους ἢ ἐν ἰσῳί μήκει ὁ κύριος φθόγγος τοῦ κεκλεισμένου ἐστὶ διὰ πασῶν βαρύτερος τοῦ φθόγγου τοῦ ἀπυθμένου.

Τὸ κατωτέρω σχῆμα 138, μὴ δεόμενον πλέον ἐρμηνείας, εἰκονίζει τὰς θέσεις τῶν στρωμάτων κατὰ τὰς τέσσαρας κυρίας φάσεις ἐν ἀπυθμένῳ αὐλῷ ἔχοντι μῆκος $\frac{3}{2} M$.

Σχ. 138



Ἐκ τῶν τύπων $A = \frac{2\nu + 1}{4\mu'} \cdot T$ καὶ $A = \frac{\nu}{2\mu'} \cdot T$, συμπεραίνομεν ὅτι ὁκτὼ αὐλοὶ μετὰ πυθμένος ἢ ἄνευ αὐτοῦ, ὧν τὰ μήκη ἔχουσι πρὸς ἄλληλα ὡς

$$1 : \frac{8}{9} : \frac{4}{5} : \frac{3}{4} : \frac{2}{3} : \frac{3}{5} : \frac{8}{15} : \frac{1}{2}$$

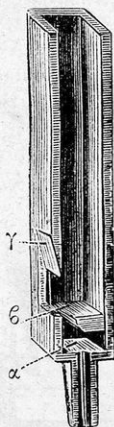
ἐκπέμπουσι κυρίους φθόγγους ἀντιστοιχοῦντας πρὸς ἀριθμούς δονήσεων

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

ἤτοι τοὺς φθόγγους τοῦ διατονικοῦ διαγράμματος.

Ἡ ἐν τοῖς αὐλοῖς ἔγερσις στασίμων δονήσεων καὶ τῶν ἐξ αὐτῶν φθόγγων κατ'ορθοῦται οὐ μόνον διὰ συνηγήσεως πρὸς ἑξωτερικόν τι σῶμα δονούμενον, ἀλλὰ καὶ διὰ διαφόρων ἐτέρων μεθόδων, ὡς δι' ἐμφυσήσεως μᾶλλον ἢ ἥττον σφοδροῦ πνεύματος διευθυνομένου πλῆγίως πρὸς τὸ στόμιον αὐτῶν (σύριγξ)· συνήθως ὁμως γίνεται πρὸς τοῦτο χρῆσις τοῦ *χειλίου* ἢ τῆς *γλώσσης*. Παρὰ τοῖς *χειλοφόροις* αὐλοῖς τὸν ὀργάνον τὸ ἐκ τινος φύσης ἐκπιδέμενον πνεῦμα, φθάνον εἰς τὸν καλούμενον *πόδα α*, ἐκφυσθὲ διὰ τινος στενῆς σχισμῆς *β* (Σχ. 139) καὶ κατακλύθται ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ἀκμῆς *γ*, ἥτις καλεῖται *χειλος*· ὁ μεταξὺ γῶρος *β γ* ὀνομάζεται *στόμα* τοῦ αὐλοῦ. Οἱ ἐκ τῆς κατακλύσεως ταύτης προσερχόμενοι διαλείποντες κτύποι, ρυθμιζόμενοι βαθμηδὸν ἐκ τοῦ ἐνδοθεν ἀνακλωμένου κύματος, μορφοῦσι τὰς ἐγειρούσας τὸν φθόγγον στασίμους δονήσεις. Τοῦ πνεύματος σφοδρουμένου, οἱ κτύποι ἐπιταχύνονται καὶ ὁ φθόγγος μεταπηδᾷ ἀπὸ τοῦ βαρυτέρου πρὸς τοὺς ὀξυτέρους παραφώνους· οὐσιωδῶς ὁμως συντελεῖ πρὸς τοῦτο ἡ διάφορος ἔκτασις τῆς σχισμῆς καὶ τοῦ στόματος.

Σχ. 139



Τὴν ὑπαρξίν τῶν δεσμῶν καὶ κοιλιῶν ἐξελέγχωμεν ἐντὸς αὐλίνου αὐλοῦ κινεῦντες κατὰ τὸν Hopkins ἐν αὐτῷ λεπτὴν μεμβράνην φέρουσαν ἄμμοον καὶ τεταμένην ἐπὶ τινος κρίκου ἐξηρητημένου ἐκ νήματος. Ἡ ἄμμοος αὕτη ἀκίνηται μόνον ὅταν ἡ μεμβράνη καταλαμβάνῃ τὴν θέσιν δεσμοῦ, ὅτε καὶ ὁ φθόγγος τοῦ αὐλοῦ ἀκούεται ευκρινῶς, διότι ἀλλαχρῶς ἐν αὐτῷ ἡ μεμβράνη κωλύει τῶν ἀερίων στρωμάτων τὴν δόνησιν. Πειρώμενοι δ' οὕτως εὐρίσκομεν τὴν μεταξὺ τοῦ πρώτου δεσμοῦ καὶ τοῦ ἡγεωμένου ἄκρου τοῦ σωλήνος ἀπόστασιν κατὰ τὴν ἐλάχιστον αὐτοῦ $\frac{1}{4}$ M. Ἡ ἐκ τῶν ἀνωτέρω νόμων (D. Bernoulli. 1760) παρεκτροπὴ αὕτη ἔχει ἀπορμήν τὴν *μη αἰφριδιαία* μεταβολὴν τῆς ἐν τῷ αὐτῷ στασίμου καὶ ἐπιπέδου δονήσεως εἰς σφαιρικὴν κύμαντιν προχωροῦσαν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ.

Πρὸς προσεγγίζουσιν ἐκτίμησιν τῆς δξύτητος τοῦ φθόγγου ἐκ τοῦ μήκους τοῦ αὐλοῦ καὶ ἀντιστρόφως ἐκληπτέον τὴν ἐν τῷ αἵρει ταχύτητα τῆς διαδόσεως T ἴσην πρὸς 332 μέτρα ἢ πρὸς 1024 παρ. πόδας (ἰδ. 121). ὅθεν ἐάν $\Delta = 16$, ὅπερ περίπου ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸν φθόγγον Do—1, συμπεραίνωμεν δι' αὐλὸν ἀπύθμενον $\mu' = 32$ καὶ δι' αὐλὸν κεκλεισμένον $\mu = 16$ ποδῶν. Διὰ δὲ τὸν φθόγγον $1a_3$ εὐρίσκομεν $435 = \frac{332}{4}\mu$, ἥτοι $\mu = 0,19$ τοῦ μέτρου

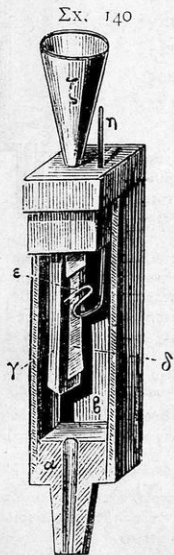
δι' αὐλὸν κεκλεισμένον καὶ 0,38 δι' αὐλὸν ἀπύθμενον, συμφώνως πρὸς τὰς ἀνωτέρω δύο δοκιμὰς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως ἐστὶν ἄνιστος ἐν τοῖς διαφόροις αἵροις (ἰδ. 122), ἡ δξύτης ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ αἵρου.

Τὸ σχῆμα τοῦ αὐλοῦ ἐν ἐνθῷ ἢ καμπύλῳ καὶ ἡ διατομὴ αὐτοῦ ἐν μεγάλῃ ἢ μικρᾷ οὐκ ἐνερποῦσιν ἐπὶ τῶν στασίμων δονήσεων, ἐκτὸς ἐν ὑπάρχωσιν αἰφνιδίῳ καμπαῖ καὶ

ἐν τῷ μέγεθος τῆς διατομῆς ὑπερβῇ ὀρίά τινα ὡς πρὸς τὸ μήκος· διὸ σπειρώμεν τὰ λίαν ἐπιμήκη ἐμπνευστὰ ὄργανα (σάλπιγι, κυνηγετικὸν κέρας). Ἡ ὕλη τοῦ αὐλοῦ μεταβάλλει μόνον τὸ φῶνημα τοῦ φθόγγου (ξύλον, μέταλλον, ὀστούν)· ἡ δέυτης ὁμως αὐτοῦ μεταβάλλεται δι' αὐτῆς αἰτίας τῆς ἐλαττώσεως τοῦ μήκους τοῦ αὐλοῦ τῇ βοηθείᾳ προσθεμένου ἢ γλῶττιδου (σάλπιγι, κέρας) ἢ τῇ βοηθείᾳ πλαγίων ὧν κλειομένων διὰ τῶν δακτύλων ἢ διὰ κλειδῶν (πλαγίζυλος, ὀρθόζυλος), ὅτε τὸ μήκος λογίζεται ἐκάστοτε μέχρι τῆς πρώτης ἀνοικτῆς ὀπῆς. Μερικὴ ἐμφραξις (διὰ καταλλήλου εἰσκαγωγῆς τῆς χειρὸς εἰς τὸν κώδωνα τῶν κλειστῶν ἀπυθμένων ἐμπνευστῶν ὀργάνων) καθίστησι τὸν φθόγγον βαρύτερον· διάφορος ἐμφύσσις ἐγείρει τοὺς δευπαράφῳους (σάλπιγι, κέρας). Ἄλλ' ἐν ἡ διάμετρος τοῦ αὐλοῦ ὑπερβάλλῃ τὸ $\frac{1}{30}$ τοῦ μήκους αὐτοῦ, ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς δέυτης τοῦ φθόγγου, ὅστις ἀποδίδει τὸσφ βαρύτερος ὅσφ μείζων ἢ διάμετρος.

Ἐν δὲ τῷ ρημικῷ αὐλῷ, ἐφευρεθέντι ὑπὸ τοῦ Higgins (1777), ὁ φθόγγος ἐγείρεται διὰ μικρᾶς φλογὸς ὑδρογόνου περικυκλουμένης ὑπὸ σωλήνος ὑαλίνου· ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος τοῦτου ἀήρ δονεῖται στασιμῶς λίαν ἐντόνως. Ἀρξαμένων δὲ τῶν δονήσεων, ἡ φλὴ παρασχηματίζεται παραδόξως· παρατηροῦντες δ' αὐτὴν τότε ἀνακλιωμένην ἐν κατόπρῳ εἴτε στρεφόμενην εἴτε ταχέως δονουμένην, βλέπομεν ἀντὶ μίᾳ σειρᾶν διακεκριμένων εἰκόνων τῶσαν, ὅσας ἐστὶν ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων τῆς ἀρίνης στήλης. Μεταβάλλοντες δὲ τὸ μήκος τοῦ σωλήνος ἀρμόζομεν τὴν δέυτητα κατὰ βούλησιν, ὥστε δυνάμεθα ἵνα συγκροτήσωμεν συμφωνίαν ἐκ πολλῶν τοιοῦτων φεγγομένων φλογῶν.

120. ΑἶΛΟΙ ΓΛΩΣΣΟΦΟΡΟΙ. Ὁ φθόγγος ἐν τοιοῦτοις αὐλοῖς ἐγείρεται δι' ἐλαστικῆς γλῶσσης ἐκ μετάλλου ἢ ἐκ μεμβράνης, ἥτις δονουμένη συντελεῖ εἰς ἐπαλλάσσουσαν ἐπίσχεσιν καὶ ἐγκατάστασιν πνεύματος ἐκφυσῶντος ἐκ τινος ὀπῆς, ἵνα μετὰ τῆς γλώσσης συνδονῇται κανονικῶς καὶ ἡ ἔν τινι προσθετῶ αὐλῷ ἀρίνη στήλη. Ἐπειδὴ δὲ αἱ δονήσεις ἀμφοτέρων συμμεταβάλλονται μεταξύ ὀρίων τινῶν, ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἅμα μὲν ἐκ τοῦ μήκους τῆς στήλης, ἅμα δὲ ἐκ τῆς φύσεως τῆς γλώσσης. Ἐν τοῖς τοιοῦτοις ἐμπνευστοῖς ὀργάνοις κατατάσσονται ὁ ὀρθόζυλος, ὁ δέξυζυλος, τὸ ἀρμονικόν, αἱ κρίζοντες αὐλοὶ τοῦ ὀργάνου κ.τ.λ. Ἀλλὰ καὶ τὴν σάλπιγγα καὶ τὸ κέρας θεωρεῖται ὡς γλωσσοφόρα ὄργανα, διότι τὰ ἐπὶ τοῦ στομίου αὐτῶν ἐπιτιθέμενα καὶ τεινόμενα ἄκρα τῶν χειλέων τοῦ σάλπιγκτοῦ ἐνεργοῦσιν ὡς ἡχητικὴ γλῶσσα, καθὼς καὶ αἱ φωνητικαὶ χορδαὶ τοῦ ἀνθρωπίνου λάρυγγος (ἰδ. φ. 127).



Αἱ γλῶσσαι τοῦ ὀρθοζύλου, τοῦ δέξυζύλου καὶ τοῦ βρυζύλου εἰσὶν ἐκ δόνκακος, τοῦ ἀρμονικοῦ καὶ τοῦ ὀργάνου ἐκ μετάλλου. Ἡ τελευταία ἐστὶν οὕτω διεσκευασμένη· ὁ ἐκ τῆς φύσεως ἄνεμος, διελθὼν τὸν πόρον α (Σχ. 140), εἰσδύει εἰς τὸν πόδα β, φέροντα πῶμα, ἐν ᾧ ἐστὶν ἐμπνευσμένος ἡμικυλινδρικός σίφων ἔχων ἐπὶ τῆς προσθίας ἐπιπέδου ἐπιφανείας ὀρθογωνιον ἐντομήν, πληρουμένην δι' ἐλάσματος ἐκ χάλυθος, τῆς γλῶσσης δ' αὐτῇ προσηλωμένη κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον μόνον ἐστὶ τὸ λοιπὸν ευκίνητος, ὥστε ἀκίνητοῦσα μὲν σχεδὸν φράσσει τὴν ἐντομήν, δονουμένη ὅμως διέρχεται μὴ ἀποτομένη τῶν χειλέων αὐτῆς. Ὁ ἐν β ἀήρ, πιέζων τὴν γλῶσσαν ἐνδοθεν καὶ καμπῶν αὐτὴν διέρχεται πρὸς τὴν κοιλότητα τοῦ σίφωνος, ὅθεν δι' ὀπῆς κατεργασμένης εἰς τὴν κορυφὴν αὐτοῦ καταναίει εἰς τὴν πρόσθετον κυλινδρικὴν ἢ κωνικὴν αὐλὴν γ· τὸ αἶρος ὅμως διαφυγόντος, ἡ πίεσις ἐν τῷ ποδὶ β ἐλαττωτα· καὶ ἡ γλῶσσα κλείει τὴν ἐντομήν ἐκ νέου

καμπτομένη πρὸς τὰ ὀπίσω ἕνεκα τῆς ἰδίας ἐλαστικότητος. Ἡ ἐπανάληψις τῶν κινήσεων τούτων ἐπιφέρει κανονικὰς κινήσεις τοῦ ἐλάσματος, τὸ δὲ ἐντεῦθεν προκύπτουν διελκείπον πνεῦμα ἐγείρει ὁμοίας δονήσεις ἐν τῇ ἀερίνῃ στήλῃ τοῦ αὐλοῦ ζ, ὧν ἡ διάρκεια ἐξαρτάται καὶ ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τῆς γλώσσης καὶ ἐκ τοῦ μήκους τῆς στήλης. Ἡ ἀρμολογία τέλους τοῦ ἐγείρομένου φθόγγου ἐπιτυγχάνεται ἐντὸς ὁρίων τιῶν διὰ τοῦ εὐμεταθέτου σύρματος η, οὗτινος τὸ κατώτερον περιαχῆς ἄκρον πιέζον μεταβάλλει τὸ δονούμενον μήκος τῆς γλώσσης. — Αἱ τοιαῦται γλώσσαι καλοῦνται ἐλευθέραι· κατασκευάζονται ὅμως καὶ πλῆττουσθαι γλώσσαι, δονούμεναι πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τῆς ἐντομῆς, μείζονας αὐτῆς καὶ κλείουσαι τὴν διάδοσιν πρὸς ἐπίσχεσιν τοῦ πνεύματος. Αἱ πλῆττουσαι ἔχουσι τὸ φῶνημα πολὺ μᾶλλον κρίζον τοῦ τῶν ἐλευθέρων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

Περὶ διαδόσεως, ἀνακλάσεως καὶ συμβολῆς τῶν
ἡχητικῶν κυμάτων.

121. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΕΝ ΤΩΙ ΑΕΡΙ ΚΑΙ ΕΝ ΕΤΕΡΟΙΣ ΑΕΡΙΟΙΣ. Ἡ διάδοσις τοῦ ἤχου ἐν τῷ αέρι ἐκπεραίνεται ὡς ἔρρηθη (ἐδάφ. 111, 112) διὰ προμήκων σφαιρικῶν κυμάτων ὁρωμένων ἀπὸ τοῦ σημείου τοῦ κραδασμοῦ. Ὅριζομεν δὲ τὴν ταχύτητα τῆς διαδόσεως αὐτῶν διὰ τῆς πειραματικῆς ἐκτιμήσεως τοῦ παρερχομένου χρόνου μεταξύ τῶν ἀντιλήψεων τῆς φλογὸς καὶ τοῦ κρότου ὅπλου ἐκπυρσοκροτοῦντος μακρὰν ἡμῶν, διότι τὸ φῶς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀκρόνως διαδίδεται (ἐδάφ. 133). Πρὸς τοῦτο ἐπὶ δύο σταθμῶν ἀκριβῶς γνωστῆς ἀποστάσεως τοποθετοῦνται τηλεβόλα ἐκπυρσοκροτοῦντα ἐναλλάξ καὶ μετρεῖται ἀφ' ἐκτέρου αὐτῶν ὁ περὶ οὗ ὁ λόγος χρόνος· διὰ τοιούτων πειραμάτων, ὧν τὰ ἀκριβέστατα ἐγένοντο ὑπὸ Moll καὶ van Beek (Utrecht, 1823), εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ αέρι ὑπὸ θερμοκρασίᾳ 0° ἰσοῦται πρὸς 332,15 μέτρα.

Αἱ δοκιμαὶ αὗται ἐτελέσθησαν ἐν καιρῷ νυκτός, διότι ἕνεκα τῆς ἡσυχίας αἱ βολαὶ ἀκούονται πορρωτέρω. Πρὸς ἀποφυγὴν δὲ τῆς ἐνεργείας τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ταχύτητος τῆς διαδόσεως ἐλήφθη ἡ μέση-τιμὴ μεταξύ τῶν ἐκπτερωθῶν παρατηρήσεων. — Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου οὐκ ἐξαρτάται ἐκ τῆς πιέσεως, ὥστε διατελεῖ ἴση ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὁρέων καὶ ἐπὶ τῶν πεδιάδων, κατὰ στάθμην καὶ ὀριζοντίως· ἀλλ' ἡ διάδοσις εὐρόδοται μᾶλλον ἀπὸ τῶν ὑπηρεϊῶν πρὸς τὰς ἀκρωρεῖας ἢ ἀντιστρόφως, διότι τὰ πυκνότερα στρώματα εὐκολώτερον δονοῦσι τὰ ἀραιότερα, καὶ ἐπομένως ἡ ἐντασις οὐκ ἐσχθεναί· εἰς μικρὰς ἀποστάσεις (ἐδ. 113). Ἐν γένει δὲ ἀνομοιομερὲς σύστασις τῶν ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων, νέφη, ομίχλαι καὶ τὰ ὅμοια κωλύουσι τὴν διάδοσιν. — Ὅξεις καὶ βαρεῖς φθόγγοι διαδίδονται σχεδὸν ἰσοταχῶς, ὡς συμπερινομεν ἐκ τοῦ ρυθμοῦ συναυλίας, ἥς ἀκροαμέθα μακρόθεν. — Μετὰ τῆς θερμοκρασίας συναυξάνεται καὶ ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου· διὸ ἀνήγαγον εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0° πάσας τὰς ἐν διαφόροις θερμοκρασίαις γενομένας παρατηρήσεις. — Κατὰ τὰς ἐρεῖνας τοῦ Kundt ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως ἐλαττοῦται ἐντὸς σωλήνων μετὰ τῆς διαμέτρου αὐτῶν· ἀλλὰ ἡ ἐλάττωσις αὕτη ἀποδίδει ἐπιπιθητὴ ἀπὸ στενωσεως ὠρισμένης.

Ἐὰν εἰς ἐμφάνη τὴν τῆσιν ἤτοι τὴν ἐλαστικότητα αέριου τινὸς καὶ π τὴν πυκνότητα, ἥτοι τὸ εἰδικὸν βάρος, καὶ γ τὴν ἐντασιν τῆς βαρύτητος, ἡ ταχύτης T τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου παρέχεται ὑπὸ τοῦ τύπου τοῦ Newton $T = \sqrt{\gamma \frac{E}{\pi}}$.

*Εστωσαν Δ , B , Γ , Δ (Σχ. 141, I) τὰ ἐν τινι κυλίνδρῳ, ἔχοντι χάριν ἀπλότητος βάσιν I, ἐφεξῆς στρώματα, δι' ὧν ἡ ἡχητικὴ κύμασις πρόκειται ἵνα διαδοθῇ, καὶ τὸ μήκος αὐτῶν ἰσορροποῦντων καὶ εἰς ἡ ελαστικότητος, δηλαδὴ ἡ πίεσις, ᾗν ὑφίστανται. Ἐὰν τὸ στρώμα Δ αἰφνης πυκνωθῇ καὶ τὸ μήκος αὐτοῦ (Σχ. 141, II) ἀποθῇ καὶ $\kappa - \kappa'$, ἡ τάσις αὐτοῦ μεταβάλλεται εἰς $\epsilon + \epsilon'$ (ἑδάφ. 92). ἐκ τῆς ἀναλογίας δὲ

ΣΧ. 141

I	A	B	Γ	Δ
II	A	B	Γ	Δ
III	A	B	Γ	Δ

$$(\epsilon + \epsilon') : \epsilon :: \kappa : (\kappa - \kappa')$$

συμπεραίνομεν

$$\epsilon' = \epsilon \frac{\kappa'}{\kappa}, \quad (1)$$

παρελείποντες τὸ γινόμενον $\epsilon' \kappa'$ ὅν ἐλάχιστον ὡς πρὸς τοὺς λοιποὺς ὅρους τῆς ἰσότητος. Ἀλλὰ τότε τὸ στρώμα B πιέζεται ἔνθεν μὲν διὰ δυνάμεως $\epsilon + \epsilon'$ ἔνθεν δὲ διὰ δυνάμεως ϵ , ὥστε ϵ' ἔστιν ἡ τῇ κίνησιν διαδιδούσα συνεχῆς δύναμις. Ἐπειδὴ δὲ μετ' ἐλάχιστον πῖνα χρόνον χ τὸ μὲν στρώμα A ἐπανερχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ πυκνότητα (Σχ. 141, III) τὸ δὲ πύκνωμα διέρχεται εἰς τὸ στρώμα B διανύσαν ὁδὸν κ , ἡ ταχύτης

τῆς διαδόσεως τοῦ κύματος ἔστι $T = \frac{\kappa}{\chi}$ (2). Ἀλλ' ἐνῷ τὸ πύκνωμα διέρχεται ἀπὸ τοῦ A εἰς τὸ B, ἡ ἐπὶ τοῦ B ἐνεργοῦσα κινητικὴ δύναμις βαθμῶδ' ἐλαττοῦται ἀπὸ ϵ' εἰς 0, διότι ἐν τέλει (Σχ. 141, III) ἡ πυκνότης τῶν ἐκατέρωθεν τοῦ B στρωμάτων Δ καὶ Γ καθίσταται ἴση, ἄρα ἡ μέση τιμὴ τῆς ἐπενεγκούσης τὴν πύκνωσιν τοῦ στρώματος B δυνάμεως ἔστι $\frac{\epsilon'}{2}$. Ἐπειδὴ δὲ δι' αὐτῆς τὸ ἀριστέρον ὅριον τοῦ στρώματος B διήνυσε

διάστημα κ' , τὸ ἐκτελεσθὲν μηχανικὸν ἔργον (ἑδάφ. 43) ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{2} \epsilon' \kappa'$. Ἀλλὰ τὸ αὐτὸ μηχανικὸν ἔργον παρίσταται καὶ ἄλλως. Πυκνωθέντος τοῦ B, τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ μετετέθη κατὰ $\frac{1}{2} \kappa'$. Ἐὰν δ' ἐκλάθωμεν τὴν κατὰ τὸν ἐλάχιστον χρόνον χ ἐπελυθῆσαν μεταβάσεις ταύτην ὡς κίνησιν ὁμοίως ἐπιταχυομένην, ἡ ταχύτης αὐτῆς ἔσται: $\frac{\kappa'}{\chi}$, ἐπομένως ἡ τῷ στρώματι B μεταβιδομένη ζῶσα δύναμις ἔστιν (ἑδ. 43, 12, 13)

$$\frac{1}{2} \mu \cdot \frac{\kappa'^2}{\chi^2} = \frac{1}{2} \frac{\epsilon}{\gamma} \cdot \frac{\kappa'^2}{\chi^2} = \frac{1}{2} \frac{\kappa \cdot \pi}{\gamma} \cdot \frac{\kappa'^2}{\chi^2} \cdot \text{ὥστε } \frac{1}{2} \epsilon' \kappa' = \frac{1}{2} \frac{\kappa \pi \kappa'^2}{\gamma \chi^2} \quad (3)$$

εἰσάγοντες δ' ἐν τῇ ἰσότητι (3) τὰς ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) τιμὰς τῶν ϵ' καὶ χ

$$\text{εὐρίσκομεν} \quad T = \sqrt{\gamma \frac{\epsilon}{\pi}} \quad (4)$$

ὅθεν 1^{ον} ἐν τῷ αὐτῷ ἀερίῳ ἡ ταχύτης ἔστιν ἀνεξάρτητος τῆς πίεσεως, διότι τὸ π μεταβάλλεται ἀναλόγως τοῦ ϵ . 2^{ον} ἐν διαφόροις ἀερίοις ἡ ταχύτης ἔστιν ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς πυκνότητος, ἄρα ἡ ἐν τῷ ὕδατι ἔστι τετραπλάσιος μείζων τῆς ἐν τῷ ὀξυγόνῳ (ἑδάφ. 14).

Ἐὰν π_0 ἔμφανη τὴν ἐν θερμοκρασίᾳ 0^ο πυκνότητα ἀερίου τινός, ἡ ἐν θερμοκρασίᾳ θ^ο πυκνότης αὐτοῦ ἔστι (ἑδάφ. 202) $\pi = \frac{\pi_0}{1 + \sigma \theta}$. ὥστε ἡ ταχύτης τοῦ ἡχοῦ ἐν μὲν θερ-

μοκρασίᾳ 0^ο ἔστι: $T_0 = \sqrt{\gamma \frac{\epsilon}{\pi_0}}$, ἐν δὲ θερμοκρασίᾳ θ^ο

$$T_\theta = \sqrt{\gamma \frac{\epsilon}{\pi_0 (1 + \sigma \theta)}} = T_0 \sqrt{1 + \sigma \theta}.$$

εἰσάγοντες ἐν τῷ τύπῳ T_0 τὰς τιμὰς $\epsilon = 1033$, $\pi_0 = 0,001293$, $\gamma = 980,6$, τοῦ ε.μ. ληφθέντος ὡς μονάδος εὐρίσκομεν $T_0 = 27989$ ε.μ. ἢ 280 μέτρα περίπου. Ἡ κατὰ τὸν τύπον τοῦ Newton θεωρητικὴ αὕτη ταχύτης διαφέρει οὐκ ὀλίγον τῆς πειραματικῆς ὁρί-

σθεσίσης. Τὴν ἀφορμὴν τῆς ἀσυμφωνίας ταύτης ἡρμήνευσεν ὁ Laplace, συνιδὼν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ὑψοῦται ἐν τῷ πυκνώματι καὶ χαμηλοῦται ἐν τῷ ἀραιώματι τοῦ ἡχητικοῦ κύματος (ἐδ. 230), καὶ ὅτι ὡς ἐκ τούτου ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ αἰφνιδίως πυκνουμένου ἢ ἀραιουμένου αὐξάνεται ἢ ἐλαττοῦται ταχύτερον τῆς πυκνότητος· ἀπέδειξε δὲ ὅτι ὁ τύπος τοῦ Newton δεῖται προσέτι τοῦ παράγοντος $\sqrt{K}$, τοῦ K ἰσομένου πρὸς 1,41 καὶ ἐμφαίνοντος τὸν λόγον μεταξὺ τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ἀέρος ἐν ἀμεταβλήτῳ πίεσει καὶ τῆς εἰδικῆς θερμότητος αὐτοῦ ἐν ἀμεταβλήτῳ ὄγκῳ (ἐδ. 230).

Καὶ ὥτως εὕρισκόμεν

$$T_0 = 279,89 \sqrt{1,41} = 332,35 \text{ καὶ εἰς } 15^\circ T = 340 \text{ μέτρα σχεδόν.}$$

Ἡ ἄμεσος ἐκτίμησης τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐν ἐτέροις ἀερίσις οὐ κατορθοῦται, διότι ἀδύνατον ἵνα παρασκευασθῶσι τοιαῦται ἀερώδεις μᾶζαι ἱκανῶν διαστάσεων· ἀλλ' ἐμμέσως ὀρίζεται αὕτη εὐκόλως δι' αὐλήσεως αὐλοῦ πλήρους ἀέρος πρῶτον, εἴτα δὲ πλήρους ἐτέρου ἀερίου. Ὁ βαρύτατος φθόγος αὐλοῦ τινος ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ἐστὶ δις διαπασῶν τοῦ ἐκπεμπομένου ὑπ' αὐτοῦ φθόγου ἐν τῷ ὀξυγόνῳ· ἐξ οὗ συμπεριλαμβανόμεν ὅτι ἐν ἴσῳ χρόνῳ ὅς ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ἀριθμὸς ἰσομήκων κυμάτων ἐστὶ τετραπλοῦς τοῦ ἐν τῷ ὀξυγόνῳ, καὶ ἐπειδὴ $T = \Delta M$ (ἐδ. 109), ἡ ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ταχύτης τετραπλασιάζεται ἐν τῷ ὀξυγόνῳ. Διὰ τοιούτων δοκιμῶν πρῶτον ὁ Dulong καὶ κατόπιν ὁ Masson εὐρόντες τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου ἐν διαφόροις ἀερίσις ἐπεκύρωσαν τὴν ἀλήθειαν τοῦ νόμου ὅτι αὕτη ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ῥύθης τῆς πυκνότητος, ὅσον ἀφορᾷ τὰ στοιχεῖα (O, H, N) καὶ τὰ ἐξ αὐτῶν κράματα· ὁ νόμος εὐρῆθη ἐπίσης ἰσχύων καὶ δι' ἐκεῖνα τῶν συνθέτων ἀερίων, ἅτινα συστατοιοῦνται ἐξ ἀπλῶν ἄνευ συστολῆς ὄγκου (HCl), ἀλλ' ἄλλοιούται διὰ τὰ σύνθετα αέρια τὰ συσταλλόμενα κατὰ τὴν συστατοιοῦσιν (NH₃, CO₂), διότι ἔνεκα ἀφορμῶν ἀνηκουσῶν εἰς τὴν θεωρίαν τῆς θερμότητος (ἐδ. 230) ὁ συντελεστής τοῦ Laplace K μεταβάλλει ἀξίαν ἐν τοῖς ἀερίσις τούτοις.

Ὅταν σῶμα τι ἤχου ἐν δονήσῃ Δ ἐν τῷ λ' πλησιάζῃ εἰς ἀκροατὴν ἀκίνητον ἢ ἀπομακρύνῃται ἀπ' αὐτοῦ ὁμοιοταχῶς μετὰ ταχύτητος ΣT , ἡ μὲν πρώτη δόνησις διανύει

τὸ κατ' ἀρχὰς διάστημα Δ εἰς χρόνον $\frac{\Delta}{T}$, ἡ δὲ μετὰ ἐν λ' δόνησις διανύει τὸ νέον διάστημα $\Delta \pm \Sigma T$ εἰς χρόνον $\frac{\Delta}{T} \pm \Sigma$, ὥστε ἀκούεται $1 \pm \Sigma$ λ' μετὰ τὴν πρώτην· ἄρα ἔνεκα τῆς κινήσεως τοῦ ἤχου τὸ σῶμα αἰ Δ δονήσεις αὐτοῦ φθάνουσιν εἰς τὸ οὗς τοῦ ἀκροατοῦ ἐν $1 \pm \Sigma$ λ'· ἐπομένως ἐν ἐν λ' φθάνουσιν εἰς τὸν ἀκροατὴν δονήσεις $\frac{\Delta}{1 \pm \Sigma}$.

Ἢ ἐν ὁ ἀκούμενος φθόγος καθίσταται ὀξύτερος ἢ βαρύτερος κατὰ τὴνσχέσιν $1: \frac{1}{1 \pm \Sigma}$.

Ἡ πεῖρα ἐπικυροῖ τὴν θεωρίαν ταύτην ὀφειλομένην εἰς τὸν Doppler (1842). Ἐὰν ἡ ἀτμοσφῆρὶς ἀμαχμάξης διανυσθῇ 50 γμ καθ' ὥραν, ἐχούσης δηλαδὴ ταχύτητα 14 μ, ἐκφέρῃ τὸν φθόγον $1a$ ἐν στάσει, ἀκροατῆς ἰστάμενος ἀκούει τὸν φθόγον $1a^{\#}$ ὅταν ἡ ἀτμάμικτα πλησιάζῃ καὶ τὸν $1ab$ ὅταν μακρύνῃται· διότι, ἐκλαμβάνοντες τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου ἴσην πρὸς 350 μ ἐν τινι θερμοκρασίᾳ, ἔχομεν

$$14 = \Sigma \times 350, \text{ ὅθεν } \Sigma = \frac{1}{25} \text{ καὶ } 1 - \Sigma = \frac{24}{25} \text{ καὶ } 1 + \Sigma = \frac{26}{25} \text{ (ἐδ. 1146).}$$

122. Ταχύτης τῆς διαδόσεως ἐν ῥευστοῖς καὶ ἐν στερεοῖς σώμασιν. Ἐὰν π ἐμφανῇ τὸ εἰδικὸν βάρος (ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ὕδωρ) στήλης ἀερίου ἐχούσης βάσιν 1 καὶ ὕψος 1 ὑπὸ πίεσιν e , π ἔσεται καὶ τὸ ἀπόλυτον αὐτῆς βάρος. Ἐὰν δὲ ἡ ἐπ' αὐτῆς ἐνεργουσα πίεσις αὐξηθῇ κατὰ π , τὸ ὕψος αὐτῆς ἄνευ μεταβολῆς τῶν λοιπῶν διαστάσεων ἐλαττοῦται κατὰ τι ποσὸν λ , εὐκόλως λογιζόμενον ἐκ τῆς ἀναλογίας $(e + \pi) : e :: 1 : 1 - \lambda$, ἥτις τρέπεται εἰς τὴν ἰσότητά $\frac{e + \pi}{e} = 1 + \lambda + \lambda^2 + \lambda^3 \dots$. Ὅντος δὲ τοῦ λ ἐλαχίστου, δυνάμεθα ἵνα παρακλίπωμεν τὰς ἀνωτέρας τῆς πρώτης δυνάμεως αὐτοῦ, ὥστε συμπερινοίμεν $\frac{e}{\pi} = \frac{1}{\lambda}$, εἰσάγοντες δὲ τὸ δεύτερον μέλος τῆς ἰσότητος ταύτης ἀντὶ τοῦ

πρώτου εἰς τὸν τύπον (4) τοῦ προηγουμένου ἑδαφίου, πορίζομεθα $T = \sqrt{\frac{Y}{\lambda}}$. Ὁ τύπος οὗτω μετασχηματισθεὶς χρησιμεύει καὶ διὰ ῥευστὰ καὶ διὰ στερεὰ σώματα, εἰς ἐν αὐτῷ

ἀντὶ τοῦ ἡ εἰσαγόμεν πῆρ ἐλάττωσιν τοῦ μήκους 1 στήλης τοῦ προκειμένου σώματος πιεσθείσης ὑπὸ τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους.

Τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας (ἐδ. 70) ἐλαττοῦται· κατὰ 0,00005 τοῦ ὅγκου, ὥστε στήλη ὕδατος ἔχουσα ὕψος 1 μ. πιεζομένη ὑπὸ στήλης ὕδατος ὕψους 10,336 μ. (ἐδ. 90) καθίσταται βραχυτέρα κατὰ 0,00005 μ. ἔνευ μεταβολῆς τῆς βάσεως αὐτῆς, πιεζομένη ἔρα ὑπὸ στήλης ὕδατος ὕψους 1 μ. καθίσταται βραχυτέρα κατὰ $\frac{0,00005}{10,336}$ μ. ὥστε ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ἴσουται πρὸς

$$T = \sqrt{\frac{9,806}{10336} \cdot \frac{0,05}{10336}} = 1423 \mu.$$

Αἱ ὑπὸ τοῦ Colladon καὶ Sturm (1827) γινόμεναι καταμετρήσεις ἐν τῇ λίμνῃ τῆς Γενεύης τῇ βοηθείᾳ κωδῶνων κρουομένων ἐντὸς τοῦ ὕδατος παρέσχον ταχύτητα διαδόσεως 1435 μέτρα.

Διὰ τῶν στερεῶν τέλος σωμάτων ὁ ἥχος διαδίδεται πολὺ ταχύτερον καὶ συνήθως διὰ τοῦ ἐδάφους πολὺ πορρωτέρω ἢ διὰ τοῦ ἀέρος. Ἐκπυρσοκροτήσεις τηλεβόλων ἡχοῦσθην διὰ τοῦ ἐδάφους πολλάκις ἐξ ἀποστάσεως 200 χμ. — Εὐρίσκεται δὲ ἡ ἐν τοῖς στερεοῖς ταχύτης καὶ διὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου καὶ διὰ τῆς διαρκείας τῶν προημένων δονήσεων ἐλαστικῶν ῥάβδων, κατὰ τὸν νόμον ὅτι ὅταν ῥάβδοι, ὧν ἀμφότερα τὰ ἄκρα ἀκωλύτως δονοῦνται, ἐκπέμπουσι τὸν κύριον αὐτῶν φθόγγον, ἡ κύμανσις διατρέχει δις τὸ μήκος αὐτῶν M ἐν τῇ διαρκείᾳ μιᾶς δονήσεως, ἥτοι κατὰ τὸν τύπον τῶν ἀπυθμένων αὐλῶν (ἐδ. 119) $\Lambda = \frac{T}{2M}$, ὅθεν $T = 2 M \Lambda$. Ὁ Chladni εὗρεν οὕτως ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἔλῳ τῆς θρύος καὶ ἐν τῷ ὀρειχάλλῳ ἴσουται πρὸς $10 \frac{2}{3}$, ἐν τῇ ὕλῳ πρὸς $16 \frac{2}{3}$, τῆς ἐν τῷ αἰρί ταχύτητος τοῦ αἰθέρος ὡς 1· ὁ δὲ Wertheim εὗρε τὰς ἐξῆς ταχύτητας ἐν σύρμασιν ἐκ μετάλλων θερμοκρασίας $15^{\circ} - 20^{\circ}$ ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν αἶρα.

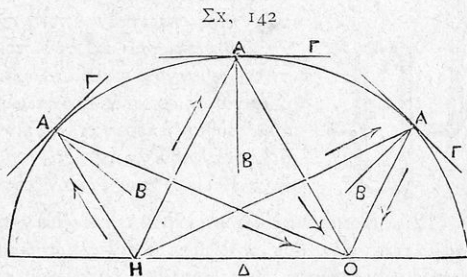
Ἀήρ.....1	Κασσίτερος...7,5	Λευκόχρυσος...8,2	Χαλκός.....11,2
Μόλυβδος...4,3	Ἀργυρος.....8,1	Ψευδάργυρος...11,0	Χάλυψ·χυτός 13,1.

123. ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ. Ἐκ τῆς ἀνακλάσεως τῶν ἡχητικῶν κυμάτων (ἐδ. 110) ἀπὸ σωμάτων μάλιστα στερεῶν προέρχεται ἡ ἠχώ, ἥτις ἐνεκα τούτου ἀκούεται συνήθως ἐν χώρᾳ ὀρειναῖς, ὅπου ἀπαντῶσι κρημνοὶ ἀπότοιμοι. Ἐὰν ἡ μεταξὺ τοῦ ἀνακλῶντος προσκόμματος καὶ τοῦ κέντρου τοῦ κραδασμοῦ ἀπόστασις ᾖ μικρὰ ὥς ἡ ἐν μεγάλαις αἰθούσαις, ἡ ἀντίληψις τοῦ ἐξ ἀνακλάσεως κύματος ἐπέρχεται τόσον ταχέως μετὰ τὴν ἀντίληψιν τοῦ ἀμέσου κύματος, ὥστε συγχέοντες αὐτάς, αἰσθανόμεθα τὴν δευτέραν ὡς ὀχληρὰν ἀντήχησιν, ἣν ἐλαττοῦμεν διακόπτοντες καταλλήλως τὴν συνέχειαν τῶν τοίχων διὰ κοιλωμάτων, διὰ παραπετασμάτων κτλ. Ἐπειδὴ δὲ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ δυνάμεθα ἵνα διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων σαφῶς 8 ἕως 10 συλλαβὰς, πρὸς γένεσιν τῆς καλουμένης μοносυλλαβῆς ἡχοῦς ἀπαιτεῖται ὅπως τὸ ἀνακλῶν πρόσκομμα ἀπέχη ἀφ' ἡμῶν τόσον διάστημα, ὅσον διανύει τὸ κύμα δις ἐν $\frac{1}{10}$ δευτερολέπτου τοῦλάχιστον, ἥτοι 17 μέτρα καὶ ἐπομένως πρὸς γένεσιν ἡχοῦς δισυλλαβίου 34 μέτρα κτλ. Αἱ δὲ πολλαπλαῖ ἡχοὶ προέρχονται ἢ ἐκ πολλῶν ἀνακλῶντων προσκομμάτων ἀνίσχυς ἀφ' ἡμῶν ἀπεχόντων, ἢ ἐκ πολλαπλῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ δύο προσκομμάτων ἀντικειμένων ἀλλήλοις.

Γνωστὰ ἡχοὶ ἐν μέρει πολυσύλλαβοι καὶ ἐν μέρει πολλαπλαῖ ἀκούονται πολλαχού, οἷον π. γ. ἡ εἰς Adersbach τῆς Βοημίας ἀντηχοῦσα

τρὶς 7 συλλαβάς, ἡ παρὰ τῷ πύργῳ Simonetta τοῦ Μιλάνου ἀντηχοῦσα πυροβολὴν 56^{ms}, ἡ μεταξὺ Koblenz καὶ Bingen παρὰ τῷ Πύργῳ ἀντηχοῦσα 17^{ms} τὴν αὐτὴν λέξιν.

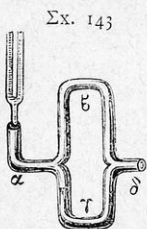
Ἡ ιδιότης τῆς ἐλλείψεως, καθ' ἣν ἡ ἐπὶ τῆς ἐφαπτομένης ΑΓ κάθετος ΑΒ (Σχ. 142) διαιρεῖ τὴν γωνίαν τῶν ἐπιδακτικῶν ἀκτίνων ΗΑΟ εἰς δύο ἴσα μέρη, συντελεῖ πρὸς συγκέντρωσιν τῶν ἀπὸ τῆς ἐστίας Η ἐλλειπτικοῦ θόλου ὁρμωμένων ἡχητικῶν κυμάτων εἰς τὴν ἐτέραν ἐστίαν Ο καὶ ἐπομένως πρὸς αὐξήσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ἤχου ἐν αὐτῇ. Ἐν πλείστοις κτιρίοις τοιοῦτου σχήματος ἀκροατῆς ἵσταμενος παρὰ τὸ Ο ἀκούει ἐναργῶς ψιθύρισμα προερχόμενον ἀπὸ Η καὶ μὴ ἀκουόμενον ὑφ' ἐτέρου ἀκροατοῦ Δ ἵσταμένου ἐν τῷ μεταξὺ. Ὅμοια φαινόμενα συμβαίνουν καὶ μεταξὺ ἡμικυλινδρικών τοίχων ἀντικειμένων πρὸς ἀλλήλους (πρβλ. ἐδάφ. 137 καὶ 234).



Διὰ τῶν ἐντὸς τῶν τοίχων τῶν οἰκοδομῶν ἐντεθειμένων φωνημάτων σωλήνων ὁ ἦχος διοχετεύεται μακρὰν ἀκέραιος, διότι ἡ ἐπὶ τῶν πλευρωμάτων αὐτῶν ἀνάκλασις ἐμποδίζει τὴν πρὸς τὰ πλάγια διαδόσιν τῆς κυμάνσεως. — Ἡ δὲ φωνοβόλος σάλπιγξ, ἀνακλῶσα ἀπὸ τοῦ κωνικοῦ αὐτῆς πλευρώματος τὰ ἐκ τοῦ στόματος ὁρμώμενα ἡχητικὰ κύματα, ἐξαποστέλλει αὐτὰ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν κατὰ τὸ δυνατόν παράλληλα τῷ ἄξονι, ὥστε, μὴ ἐξασθενούντα κατὰ τὴν διέυσθιν αὐτοῦ, ἀποβαίνουνσι πορρωτέρω ἀκουστά. Ἀντιστρόφως τὸ ἀκουστικὸν κέρας συνάγον τὰ διὰ τοῦ εὐρέος αὐτοῦ στομίου εἰσπίπτοντα ἡχητικὰ κύματα φέρει αὐτὰ ἐξ ἀνακλάσεων ἐνισχυθέντα διὰ στενοῦ πόρου εἰς τὸ βαρυήκον οὗς.

124. ΣΥΜΒΟΛΗ ΠΗΚΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ. Ὡς δύο συστήματα κυμάτων καθόλου, οὕτω καὶ κατὰ μέρος δύο συστήματα ἡχητικῶν κυμάτων διὰ συμβολῆς ἐνισχύονται ἢ ἀνταναιρούνται καθόσον συμβάλλουσιν μεθ' ὁμοίας ἢ μετ' ἐναντίας φάσεως (ἐδάφ. 110, 119), ὅπερ πειραματικῶς πολλαχῶς δοκιμάζεται. Ὁ Hopkins ἐποίησεν πρὸς τοῦτο χρῆσιν σωλήνος κάτωθεν μὲν δίκρου ἄνωθεν δὲ φρασσομένου διὰ μεμβράνης πεπασμένης ἄμμου· καθόσον τὰ δύο σκέλη τοῦ σωλήνος τούτου σπηρίζονται ὑπεράνω δύο τμημάτων ἐλαστικῆς πλακὸς δονουμένων μεθ' ὁμοίας ἢ μετ' ἐναντίας φάσεως, τὰ ἡχητικὰ κύματα ἐνισχύουσιν ἢ ἀναιροῦσιν ἄλληλα παρὰ τῇ μεμβράνῃ, ὅπερ φανερῶνται διὰ τῆς

ήρεμίας ἢ διὰ τῆς κινήσεως τῆς ἄμμου. Ὁ Quincke προσήρμωσε τὸν, πῶδα τοναρίου εἰς τὸ ἄκρον σωλήνος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεως, συνεχομένου μεθ' ἑτέρου σωλήνος, ὅστις συγκροτεῖται ἐκ δύο κλάδων ἀνίσου μήκους αβδ καὶ αγδ (Σχ. 143). τὰ διὰ τοῦ ἄκρου α εἰσδύοντα ἡχητικά κύματα, διανύοντα ἀνίσους ὁδούς, συμβάλλουσι κατὰ τὸ ἄκρον



δ, ὅπερ εἰσάγομεν εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον. Ἐὰν ἡ διαφορὰ τῶν ὁδῶν αβδ καὶ αγδ ἐμετρήθῃ ὅπως ἰσώται πρὸς περιττὸν πολλαπλάσιον τοῦ μήκους τοῦ ἡμικύματος τοῦ ἐκ τοῦ τοναρίου ἐγείρομένου βαρυτάτου φθόγγου, συμβάλλουσι ἐκάστοτε ἐν τῷ σωλήνῳ δ ἀντίθετοι φάσεις δονήσεως καὶ ὁ φθόγγος σβέννυται· ἀλλ' εὐθὺς ἀκούεται πάλιν ἐὰν ἡ μεταβάλλωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ μήκους τῶν δύο κλάδων αβδ καὶ αγδ ἢ κλείσωμεν τὸν ἕτερον αὐτῶν.

125. ΚΟΜΠΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ. Ἐὰν αἱ δονήσεις δύο ἡγούντων σωμάτων, οἷον δύο τοναρίων, ὧσιν ἀκριβῶς ἰσάριθμοι, οἱ ὑπ' αὐτῶν ἐγείρομενοι φθόγγου, ὄντες ἐντελῶς ὁμόφωνοι, συγχέονται ἐν τῇ ἀκοῇ εἰς ἓνα μόνον φθόγγον. Ἐὰν ὅμως, προσκολλῶντες ἐπὶ τῶν σκελῶν τοῦ ἐτέρου τῶν δύο τοναρίων τεμάχια κηρίου, καταστήσωμεν τὰς δονήσεις αὐτοῦ ὀλίγον βραδυτέρας, ἀκούομεν ἐπαλλασσούσας ἐν ἴσοις χρόνοις αὐξήσεις καὶ ἐλαττώσεις τῆς ἐντάσεως τοῦ φθόγγου. Αἱ περιοδικαὶ αὗται μεταβολαὶ τῆς ἐντάσεως, αἱ καλοῦμεν κομπισμοὺς (Battements, Schwebungen), προέρχονται ἐκ τῆς συμβολῆς τῶν ἐκ τῶν δύο ἡχητικῶν κέντρων ὁρμωμένων κυμάτων καὶ ἀκολουθοῦσιν ἀλλήλαις τοσούτῳ ταχύτερον ὅσῳ μείζων ἡ διαφορὰ τῶν δονήσεων τῶν δύο φθόγγων, διότι ὁ ἀριθμὸς τῶν κομπισμῶν ἐν τῷ δευτερολέπτῳ ἰσοῦται τῇ διαφορᾷ ταύτῃ.

Ὁ λόγος τοῦ φαινομένου τούτου τῆς συμβολῆς ἔστιν εὐληπτος. Ἐὰν π. χ. τὰ δύο τονάρια, ποιοῦντα τὸ μὲν 200 τὸ δὲ 202 δονήσεις ἐν δευτερολέπτῳ, διέρχονται κατὰ τινα στιγμήν χρόνου ὁμοίως φάσεις δονήσεως, μετὰ $\frac{1}{2}$ δευτερολέπτου διέρχονται πάλιν ὁμοίως φάσεις διότι ἐν τῷ μεταξύ τὸ μὲν συνεπλήρωσεν 100 τὸ δὲ 101 ἀκεραίας δονήσεις ὡς συμβαίνει καὶ μετὰ 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, δευτερολέπτα τὸν ἀντικείμεν μετὰ $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{5}{4}$, δευτερολέπτου τὸ ἕτερον τῶν τοναρίων προηγείται τοῦ ἄλλου καθ' ἡμίδονησιν· ὥστε ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ συμβαίνει ἐκ συμβολῆς δις αὐξήσεις καὶ δις ἐλαττώσεις τῆς ἐντάσεως τοῦ φθόγγου. Καὶ ὅταν μὲν ἡ διαφορὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων ἢ μικρά, τὸ φαινόμενον ἀκούεται ὡς ὁ μελισμὸς τῆς ἀνθρώπινης φωνῆς μὴ δὲ δυσάρεστον· ὅταν ὅμως ἡ διαφορὰ αὕτη αὐξάνηται καὶ συμβαίνωσι πλείονες τῶν 12 κομπισμῶν ἐν τῷ δευτερολέπτῳ, πυνόμεθα μὲν διακρίνοντας πλέον αὐτοὺς ἀπ' ἀλλήλων, ἀλλ' ἡ ἐντύπωσις τῶν διαδοχικῶν κομπισμῶν διατηρεῖται εἰσέτι ἐν τῷ ὥσὶ καὶ τὸ φῶνημα τοῦ φθόγγου ἔνεκα τῶν αἰσθητικῶν μεταβολῶν τῆς ἐντάσεως ἀποβαίνει τραχὺ καὶ κρίζον προξενεῖ τὸ δυσάρεστον αἰσθημα τῆς διαφωνίας, ἥτις κατὰ τὸν Helmholtz κορυφούται ὅταν οἱ κομπισμοὶ κατανηθῶσι 33 καὶ ἀφανίζεται πάλιν ὅταν ὑπερβῶσι τοὺς 132 ἐν τῷ δευτερολέπτῳ.

Ἐὰν ἐν τοιοῦτῳ πνεύματι ἐξετάσωμεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν δονήσεων δύο φθόγγων καὶ τῶν συνυπονομένων δευαραφῶνων αὐτῶν, περιώμενοι π. χ. διὰ τεσσάρων τοναρίων 256, 320, 384, 512 δονήσεων αἰσθανόμεθα τὴν συμφωνίαν τῶν διαστημάτων ἑλαττομένην καθόλου κατὰ τὴν ἐν ἑκατέρῳ 114 ὁ τάξιν αὐτῶν. Ἀλλ' ὁ βραχυὸς τῆς διαφωνίας ἐξαριθμῶν οὐ μόνον ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κομπισμῶν, οὐς ἐγείρει ἡ συμβολή, ἀλλὰ καὶ ἐκ

τοῦ μεγεθοῦς τοῦ μουσικοῦ διαστήματος τῶν δύο φθόγων, ὡς μαρτυρεῖ ὁ ἐξῆς πίναξ ἐν ᾧ ὁ do_1 ἔληφθῃ χάριν ἀπλότητος κατὰ τι βαρύτερος.

φθόγγοι	διαστήματα	δονήσεις	ἀριθ. κομπισμῶν
si_3 — do_4	τόνος ἐλάχιστος	480—512	32
do_3 — re_3	τόνος μείζων	256—288	32
mi_3 — sol_3	διά τριῶν ἑλασσόν	160—192	32
do_2 — mi_2	διά τριῶν μείζων	128—160	32
do_1 — sol_1	διά πέντε	64—96	32

Ὁ ἀριθμὸς τῶν κομπισμῶν καὶ διὰ τὰ πέντε ταῦτα διαστήματα ἔφθασεν εἰς τὸ ἄκρον τῆς διαφωνίας, ἐν τούτοις μόνον τὰ δύο πρῶτα τῶν διαστημάτων τούτων εἰσὶν ὁμολογούμενης διάφωνας, τὰ τρία τελευταῖα βαθμῶδιν αὐξανόμενα ἀπαλλάσσονται καὶ τῆς τραχύτητος βαθμῶδιν τοῦτο ἐρμηνεύει ὁ Helmholtz φυσιολογικῶς (ἐδάφ. 128).

Τῇ βοηθείᾳ τῶν κομπισμῶν κατορθοῦμεν ἀκριβεστάτην ὁμοφωνίαν φθόγων δύο μουσικῶν ὀργάνων χαλῶντες βαθμῶδιν τὸν ἕτερον αὐτῶν μέχρις ἐκλείψεως τῶν κομπισμῶν. Ἰνα ἀρμολογῶμεν τὸν τωναρίου εἰς τὸν νόμιμον ἀριθμὸν τῶν 440 δονήσεων, ποιοῦμεθα χρῆσιν ἑτέρου βοηθητικοῦ τωναρίου τῶν 436 δονήσεων· πᾶν πρὸς ἀρμοσίαν τὸν τωναρίου δεόν ἵνα παρέχῃ μετ' αὐτοῦ 4 κομπισμούς ἐν τῷ δευτερολέπτῳ, ὅπου λίαν ἀκριβῶς ἐξελέγχεται. Ὁ δὲ Scheibler κατεσκεύασε σειρὰν τωναρίων βαθμῶδιν ὀξυνομένων μέχρι τοῦ διαστήματος διὰ πασῶν, ὧν δύο ἐφεξῆς παράγουσι 4 κομπισμούς καὶ διὰ τοῦ φθογγομέτρου τούτου κατιώρθωσεν ἵνα μετρήσῃ ἀκριβῶς τὸν ἀριθμὸν τῶν δονήσεων ἐκάστου φθόγου ἐν τῷ διαστήματι διὰ πασῶν ὑπὸ τῶν κομπισμῶν ὀδηγούμενος. Ἐπειδὴ πᾶν τωναρίου ἐκτός τοῦ κυρίου φθόγου ἐκπέμπει καὶ τὸν διὰ πασῶν ὀξυπαράφωνον, δύο τωναρία κατὰ διάστημα διὰ πασῶν περίπου διεστήμενα ἐγείρουσι κομπισμούς, οὓς ἀναγινόντες ὀρίζομεν τὸ ἀληθὲς διὰ πασῶν διάστημα μετὰ θαυμασίας ἀκριβείας· τούτου γενομένου, ἐν ᾧ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων τοῦ βαρυτέρου τωναρίου παρασταθῇ διὰ τοῦ χ , ὁ τοῦ ὀξυτέρου ἔσεται 2χ καὶ ἐξ ἑν μεταξὺ αὐτῶν παρενεβλήθησαν καθ' ὑπόθεσιν 31 τωναρία, συμπεραίνομεν τὴν ἰσότητά

$$2\chi = \chi + 4 \times 32 \quad \text{ὅθεν} \quad \chi = 128 \quad \text{καὶ} \quad 2\chi = 256.$$

ἀπλούστερον τοῦτο ἐστὶ τὸ φθογγόμετρον τοῦ Appunn, φέρων γλῶσσας ἐκ μετάλλου ἀντὶ τωναρίων, ἃς δονεῖ ἄνεως ἐκ φύσεως προερχόμενος, (ὁπτικὴ μέθοδος τῶν Lissajous πρὸς σύγκρισιν τῶν τωναρίων).

Ἐτερον συγγενὲς φαινόμενον, ἐκ συμβολῆς δύο φθόγων προερχόμενον, εἶσι τὰ συγκροτήματα ἢ οἱ φθόγοι τοῦ Tartini (sons resultants, combinationstöne). Ἐὰν συνεγείρωμεν π. χ. τὸν do_2 καὶ τὸν διὰ πέντε sol_3 , ἀκούομεν ἥρμα συνηχοῦντα τὸν βαρύτερον διὰ πασῶν do_2 ἔχοντα ἀριθμὸν δονήσεων ἴσον πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν δονήσεων ἑκάστων· ὁμοίως ἐκ τῶν φθόγων do_3 καὶ fa_3 προκύπτει ἡ συγκροτὴς ὁ fa_1 . Τὸ φαινόμενον τοῦτο δεόν ἵνα διακριθῇ τὸν προσηγομένον, καίτοι ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων τοῦ συγκροτήματος ἰσοῦται πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν κομπισμῶν ἐν τῷ δευτερολέπτῳ· πρῶτον διότι καὶ ἀρκοῦντως μέγας ἀριθμὸς κομπισμῶν οὐ συγγέεται εἰς φθόγον συνηχῆ καὶ δεύτερον διότι ἡ γένεσις τῶν συγκροτημάτων ἀπαιτεῖ ἰσχυρὸν κραδασμὸν τῆς αὐτῆς μάλης ἀέρος ὑπ' ἀμφοτέρων τῶν φθόγων, διὸ καὶ κατορθοῦται πρὸ πάντων διὰ τῆς πολυφθόγου σειρῆνος. Ὁ Helmholtz στριβόμενος ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ὅτι ἡ ἀτάραχος συμβολὴ δύο κυμάνσεων συμβαίνει μόνον ὅταν τὸ ἔσρος τῶν δονήσεων αὐτῶν ἢ ἀρκοῦντως μικρὸν ἵνα καὶ ἡ συνισταμένη κίνησις προερχέται ἐκ δυνάμεως ἀναλόγου τῆς ἀποστάσεως τῶν μορίων ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτῶν (ἐδ. 60), καὶ ὑποβλέπων ὅτι κατὰ τὴν περίπτωσιν ἐντόνων φθόγων καὶ μεγάλων εὐρῶν ἢ κατὰ τὴν συμβολὴν ἐνεργοῦσα δύναμις ἀναλογεῖ οὐ μόνον πρὸς τὴν ἀπόστασιν ταύτην, ἀλλὰ καὶ πρὸς τὰ τετράγωνον αὐτῆς, ἀπέδειξε θεωρητικῶς τὴν πραγματικὴν ὑπάρξιν τῶν φθόγων τοῦ Tartini, καὶ συνεπέρανε προσέτι καὶ τὴν ὑπάρξιν ἑτέρων ὁμοίων, ὧν ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δονήσεων τῶν συνεγερμένων φθόγων, περὶ ὧν ἀκολούθως περὶπρακτικῶς ἐβεβαιώθη· ἐκάλισε δὲ τοὺς πρώτους συγκροτήματα διαφορικῶς καὶ τοὺς δευτέρους συγκροτήματα ἄθροιστικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Περὶ φωνήματος, περὶ λάρυγγος καὶ περὶ ὠτός.

126. ΦΩΝΗΜΑ. ΚΛΑΓΓΗ. Οἱ φθόγγοι οἱ ὑπὸ τῶν ποικίλων μουσικῶν ὀργάνων ἐντατῶν ἢ ἐμπνευστῶν ἢ καὶ ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπινου λάρυγγος ἐγείρομενοι· ἔχουσιν ἐν ἰσῇ ὀξύτητι καὶ ἐντάσει διάφορον *χῶνημα*, χαρακτηρίζον ἰδίως τὸ ὄργανον, ἀφ' οὗ ὀρμῶνται. Τὰ φωνητικὰ μάλιστα τοῦ ἀνθρώπου ὄργανα κέκτηνται τὴν δύναμιν τοῦ προσφέρειν τὸν αὐτὸν φθόγον ὡς ἐν τῶν φωνηέντων α, ε, ι, ο, ου κατὰ βούλησιν. Ὁ Helmholtz (1862) ἀπέδειξεν ἀναμφιλέκτως ὅτι οὐδὲν ὄργανον ἐκπέμπει *μόνον* τὸν κύριον (βαρυτάτον) φθόγον, ἀλλὰ μετ' αὐτοῦ πάντοτε καὶ *τινας* τῶν ὀξυπαραφώνων τῆς σειρᾶς τῆς ἐχούσης αὐτὸν θεμέλιον (ἐδ. 114), ὅτι δὲ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ ἐκ τῆς ἐντάσεως τῶν ὀξυπαραφώνων τόνων προέρχεται ὁ ἰδιάζων ἐκάστῳ ὀργάνῳ χαρακτήρ τοῦ ἤχου ἥτοι τὸ *φῶνημα*· ὡς τοροὶ π. χ. καὶ τρίζοντες ἀκούονται οἱ ὑπὸ πολλῶν καὶ ἐντόνων ὀξυπαραφώνων παρακολουθούμενοι φθόγγοι.

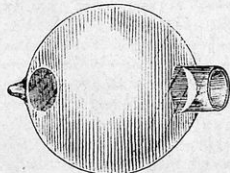
Κατὰ ταῦτα, πᾶσα ἀκουστικὴ ἐντύπωσις συγχειμένη ἐκ πολλῶν φθόγων, δύναται ἵνα θεωρηθῇ φυσιολογικῶς ὡς σύνθετος· διὸ πρὸς διαστολὴν αὐτὴν μὲν καλέσωμεν *κλαγγήν* καὶ *συστατικὸν φθόγον*· τοὺς ὀξυπαραφώνους, ἐξ ὧν προκύπτει· οὗτοι διακρίνονται ἀπ' ἄλλων κατὰ τὴν τάξιν ὡς πρῶτος, δεύτερος, τρίτος, ὥστε ὁ ἀριθμὸς τῆς τάξεως ἐκάστου ἐμφαίνει· ἐν ταύτῃ καὶ τὴν σχέσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων αὐτοῦ πρὸς τὰς τοῦ κυρίου φθόγου. Μέχρι τοῦ νῦν θεωρήσαμεν πάντοτε ἀντὶ τῆς κλαγγῆς τὸν πρῶτον συστατικὸν ὀξυπαραφώνον αὐτῆς ὡς κύριον.

Ἐξ ἔθους ἀντιλαμβανόμεθα τῶν ἐκ συνδυασμοῦ τῶν κυρίων φθόγων καὶ τινων ὀξυπαραφώνων προκυπτουσῶν κλαγγῶν ὡς φθόγων ἀπλῶν, νομίζοντες ὅτι ἀκούομεν μόνον τὸν κύριον φθόγον μετὰ τοῦ ἰδιάζοντος τῷ ὀργάνῳ φωνήματος. Δυναμέθθα ὁμως ἵνα διακρίνωμεν τὴν ὑπαρξίν τῶν λοιπῶν ὀξυπαραφώνων ἐν τῇ κλαγγῇ ἔαν ἐπιστήσωμεν τὴν προσοχὴν ἡμῶν ἰδίως εἰς αὐτοὺς, ἢ ἔαν βοηθήσωμεν οὐδύνοντες τὴν ἀντίληψιν ἡμῶν δι' ὄργανων ἐνισχυόντων καταλλήλως τοὺς ὀξυπαραφώνους (δι' *αντηχητῶν*· εἰσαγομένων εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον). Ἰσχύει δὲ μάλιστα τοῦτο περὶ τῶν φωνηέντων τῆς ἀνθρωπίνης φωνῆς, τῶν ἐξ ἀδιαλείπτου καθ' ἐκάστην ἀκροάσεως γνωστῶν ἡμῖν. Ἡ ἐκ φθόγων ὀξυπαραφώνων σύστασις τῶν φωνηέντων ἀπέδειχθη ὑπὸ τοῦ Helmholtz διὰ δύο μεθόδων, αἱ δὲ δυναμέθθα ἵνα καλέσωμεν *συνθετικὴν* καὶ *ἀναλυτικὴν*. Διὰ τῆς πρώτης μισοῦμεθα πραγματικῶς τὸ φῶνημα τῶν φωνηέντων ἐνισχυόντες δι' ἡχείων τοὺς ἀπλούς κυρίους φθόγγους σειρᾶς τοναρίων, ὧν αἱ δονήσεις ἔχουσιν πρὸς ἀλλήλας ὡς 1:2:3:4:.....

Διὰ δὲ τῆς δευτέρας κατορθούμεν ἵνα ἀκούσωμεν εὐκρινῶς ἕκαστον τῶν ἐν τινι τῶν φωνηέντων περιλαμβανομένων ὀξυπαραφώνων, ψάλλοντες αὐτὰ καθ' ὀρισμένην ὀξύτητα καὶ εἰσάγοντες εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον ἀντηχεῖα σφαιρικά (Σχ. 144), ὧν ἕκαστον ὃν ἡρμοσμένον πρὸς ἓνα τῶν συστατικῶν φθόγων ἐνισχύει· αὐτὸν διὰ συνηχίσεως. Διὰ τῶν μεθόδων τούτων ὁ Helmholtz εὗρεν ὅτι τὸ φῶνην ου προέρχεται ἐκ τοῦ κυρίου φθόγου si_b , συνηχούντων λίαν ἀσθενῶς καὶ τοῦ δευτέρου καὶ τρίτου συστατικοῦ φθόγου si_b καὶ fa_2 , τὸ δὲ ο δι' ἐνθόνου συνηχίσεως τοῦ si_b καὶ ἀσθενούς τῶν si_b καὶ fa_3 καὶ re · ἐνῷ τὸ φῶνην Α καὶ μάλιστα τὸ Ε καὶ Ι περι-

λαμβάνουσι πλείονας ὀρεῖς συστατικὸς φθόγους. Ἐν τῷ ἑξῆς πίνακι δηλοῦνται οἱ ἀπαραιτήτοι συστατικοὶ φθόγοι τῶν φωνηέντων κατὰ τὴν γαλλικὴν προσφῶραν.

Σχ. 144

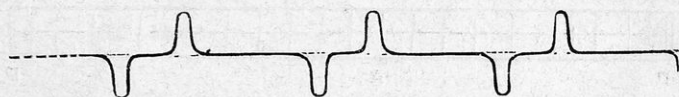


Φωνήεντα	Ou	O	A	Ai	E	I	Eu	U
Συνηχοῦντες ἔξυπαράφωνοι	fa ₂	si ₂ ^b	si ₁ ^b	re ₁	fa ₃	fa ₃	fa ₃	fa ₂
				sol ₅	si ₅ ^b	re ₆	do ₅ [#]	sol ₅

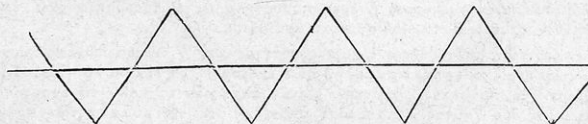
διαπλάσσομεν δὲ τὴν φωνὴν εἰς ποικίλα φωνήεντα μεταβάλλοντες τὸ σχῆμα τῆς κοιλότητος τοῦ στόματος κατὰ μέγεθος καὶ ἀλλοιοῦντες τὸ ἔνσιγμα αὐτοῦ, ὅπως ἡ ἐκάστητε περιλαμβανομένη ἐν αὐτῷ ἀερίνῃ στήλῃ συνηχῇ πρὸς τοὺς ἀπαραιτήτους συστατικούς φθόγγους.—'Εάν, ὑψώσαντες τὸν κημὸν, ψάλλωμεν πρὸς τὸ ψαλτήριον τοῦ κλειδοκυμβάλου τὰ φωνήεντα α, ε, ι, ο, ου, ἀκούομεν λίαν ἐναργῶς ἀντηχοῦν τὰ ἐκαστῶ ἰδιῶτον φωνήμα· διότι ἕκαστον φωνὴν διεγείρει πρὸς συνηχῆσιν τὰς ἀντιστοίχους τοῖς συστατικοῖς αὐτοῦ φθόγγοις χορδὰς, αἵτινες συνδονοῦμενα: μεθ' ἁρμοδίου εὐρους προφέρουσι: πάλιν ὅμοιον φώνημα.—'Ὅτι δὲ καὶ αἱ ἐκ τῶν χορδῶν ἡ ἐξ ἑτέρων ἡχητικῶν σωμάτων ἐγειρόμενα διὰ τριβῆς ἢ διὰ πλήξεως ποικίλοι κλαγγαὶ χρακτρίζονται: διὰ τῶν ἐν αὐταῖς συσπικρῶντων ἔξυπαράφωνων φανεροῦται: δι' ἀντηχείων ἢ δι' ἑτέρων ὁπτικῶν μεθόδων (συσκευὴ τοῦ Kühnig).

Ἡ μετὰ τοῦ κυρίου φθόγγου συνηχίας τῶν ἔξυπαράφωνων μεταβάλλει τὸ σχῆμα τῶν ἡχητικῶν κυμάτων ὥστε διακρίνομεν κύματα ἀπ.λ.ῶν κατὰ σχῆμα καὶ σύνθετα. Ἀπλὰ κύματα ἐγείρονται ἐν τῷ ἀέρι ὑπὸ δονήσεων ἀπ.λ.ῶν ἢ ἐκκρεμοειδῶν (ἑδῶφ. 60), καθ' ἃς αἱ ἀντιστοιχοῦσαι πρὸς τὰς φάσεις ἐκδρομαὶ ὑφίστανται αὐτομειωσιν ἀνάλογον τῶν συνημιτόνων αὐτῶν (ἑδῶφ. 112): πάντα τὰ ἐκ μὴ τοιοῦτων δονήσεων ἐγειρόμενα κύματ' εἰσι σύνθετα. Ἀλλ' ὁ Fourier (1821) ἀπέδειξε θεωρητικῶς ὅτι πᾶσα κανονικῶς περιοδικὴ δόνησις προκύπτει πάντοτε καὶ μονοτρόπως ὡς ἄθροισμα δονήσεων ἐκκρεμοειδῶν, ὧν ὁ ἀριθμὸς ἐστὶν ἀπαξ, δίς, τρίς, τετρακίς.... μείζων τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων τῆς δεδομένης κινήσεως: ἐξ οὗ συμπεραίνομεν ὅτι τὸ σχῆμα παντὸς συνθέτου κύματος δυνατόν ἐστιν προκύψαι ὡς ἄθροισμα ἐκ σχημάτων πολλῶν κυμάτων ἀπλῶν, ὧν τὰ μήκη ἐλαττοῦνται ὡς 1:1/2:1/3.... ἥτοι: ἐκ τῶν κυμάτων τῶν ἐφεξῆς ἀπλῶν ἔξυπαράφωνων φθόγγων.

Πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἶδους τῆς δονήσεως τῶν ἡχοῦντων σωμάτων προσκυλλόμεν ἐπ' αὐτῶν μικρὰς αἰχμὰς (ἐπὶ τῶν χορδῶν ἀθέρᾳ πέλου) καὶ παρασύρομεν πλησίον αὐτῶν ὁμοιοταχῶς αἰθαλωδὴν χάρτην, ἐφ' οὗ ἡ αἰχμὴ χαράσσει καμπύλην τινά. Τῆς καμπύλης ταύτης αἱ παραλλήλως τῇ διευθύνσει τῆς κινήσεως μετροῦμεναι τετμημέναι ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰς φάσεις, αἱ δ' ἐπ' αὐτῶν κἀθετοὶ τεταγμένοι πρὸς τὰς ἐκδρομὰς τῆς δονήσεως (φωνογράφος: πρβλ. ἑδ. 117). Αἱ οὕτω γενόμεναι γραφαὶ: ἐρευνᾶ ἔδειξαν ὅτι τὰ μόνᾳ ἑλαστικά σώματα τὰ ἐξαιρετικῶς κατ' ἑδῶφ. 60 δονοῦμενα, τὰ καμπύλας συνημιτονικῶς περίπου παρέχοντα (πρβλ. ἑδῶφ. 119) καὶ ἐπομένως κύματα σχεδὸν ἀπλᾶ ἐγείροντα, εἰσὶ τὰ τόνάρια ἐπὶ τῶν ἡχείων αὐτῶν, οἱ κεκλεισμένοι αὐλοὶ, καὶ αἱ φωνητικαὶ χορδαὶ ἀνθρώπου προφέροντος τὸ φωνήεν ου· πάντα τὰ λοιπὰ σώματα ἢ ὄργανα παρέχουσι περιδιδικὰς καμπύλας σχήματος ποικίλου ἥτοι κύματα σύνθετα: ἡ κιθάρᾳ π. χ. καὶ τὸ τετράχορδον χαράττουσι τὰς ἐξῆς γραμμάς

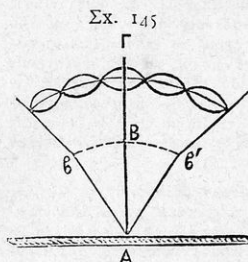


Κιθάρᾳ



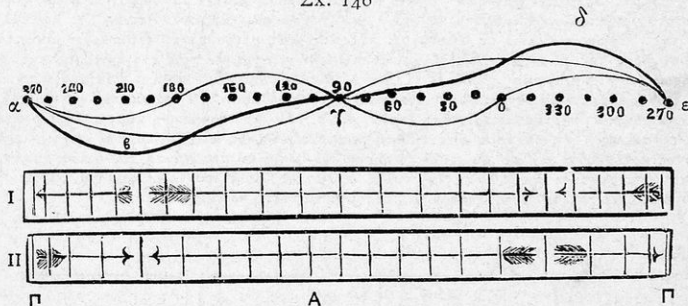
Τετράχορδον

καθιστῶμεν δ' ὀρθαλμοφανεῖς τὰς ἐξ ἀπλῶν συνθέτους δονήσεις τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων μεταχειριζόμενοι τὴν ἐξῆς ἀπλουστάτην συσκευήν. Μακρὰ τις ῥάβδος AB (Σχ. 145) δονεῖται ὡς τὸ ἐκκρεμές περὶ τὸ μόνιμον αὐτῆς ἄκρον A διαγράφουσα τὸ τόξον B B'. ἔάν μὴ κύνωμεν αὐτὴν διὰ τῆς βραχυτέρας καὶ μᾶλλον εὐκάμπτου ῥάβδου BΓ, δυνατὸν ἐνῶ ἡ πρώτη παρασύρει τὴν δευτέραν εἰς τὰς κινήσεις αὐτῆς ἵνα δονῶνται ἀμφότεραι ἐκκρεμοειδῶς· τότε τὸ ἄκρον Γ φέρεται διὰ τοῦ ἀθροίσματος τῶν δύο κινήσεων τρομαδῶς δονούμενον. Τὸ ἔνθα τῆς βραδυτέρας τῶν δύο κινήσεων ὁρατὸν τοῦτο φαινόμενον συμβαίνει καὶ ὅταν ῥάβδος τις ἐγείρῃ δονουμένη μετὰ τοῦ κυρίου φθόγγου καὶ τινος τῶν δευπαράφωνων αὐτοῦ. Ὅμοιως χωρὶς κραδαιομένη δονεῖται ὡς ὅλον καὶ συγχρόνως μετὰ διπλασίας ταχύτητος ὡς δύο ἡμίση μετὰ τῶν ἄκρων καὶ τοῦ μέσου αὐτῆς ὡς σταθεροῦ, καὶ καθόλου δονεῖται διηρημένη εἰς οἰονόητοπέ τινα ὀρίθυμν ἴσων μερῶν, ἐγείρουσα συγχρόνως πάντας τοὺς εἰς ἕκαστον τῶν τμημάτων αὐτῆς ἀντιστοίχους φθόγγους· ὁμοίως καὶ αἱ πλάκες καὶ αἱ μεμβράναι καὶ πάντα τὰ ἐμπνευστὰ καὶ ἐντατὰ ὄργανα· τὰ ἡγεῖα τῶν τελευταίων τούτων ἐνισχύοντά τινος τῶν δευπαράφωνων συντελοῦσι πρὸς μείζονα περιπλοκὴν τοῦ συνθέτου φαινομένου.



Τὴν δὲ ἐντεῦθεν προκύπτουσα ἀέρινα κύματ' εἰσι ποικιλώτατα· θεωρήσωμεν δύο ἀπλουστάτας περιπτώσεις, καταφεύγοντες εἰς τὴν γραφικὴν μέθοδον χάριν ευκολίας. Ἔστωσαν πρῶτον συνηχοῦντες ὁ κύριος φθόγγος καὶ ὁ δευτερος δευπαράφωνος, ἀρχόμενοι ἀπὸ τῆς αὐτῆς φάσεως. Κατασκευάζοντες τὰς συνημιτονικὰς καμπύλας τῶν ἐκδρομῶν τῶν δύο ἀπλῶν φθόγγων, προστίθεμεν αὐτὰς ἀλγεβρικῶς καὶ ποριζόμεθα τὴν καμπύλην αβγδε (Σχ. 146)· ἐκ τῶν τετμημένων αὐτῆς ὡς ἐκδρομῶν τῶν ἀντιστοίχων φάσεων προκύπτει, κατὰ τὴν ἐν ἑδαφίῳ 112 κατασκευὴν, τὸ πρόμηκες ἀέρινον κύμα Π· συγ-

Σχ. 146

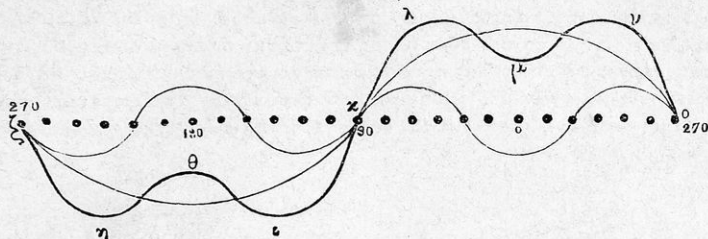


χρίνοντας δ' αὐτὸ πρὸς τὸ ἰσόμηκες κύμα I τοῦ βαρυτέρου συστατικοῦ φθόγγου παρατηροῦμεν ὅτι ἡ πύκνωσις τῶν ἡμιπυκνωμάτων II ἐπέρχεται μᾶλλον αἰφνιδια καὶ μείζονα καὶ ὅτι τὸ μέσον τοῦ ἀραιώματος A ἔχει πικνότητα ὡς ἐν ἰσορροπίᾳ καὶ ἐκατέρωθεν αὐτοῦ βαθμύρην τὰ στρώματα καθίστανται ἀραιότερα.

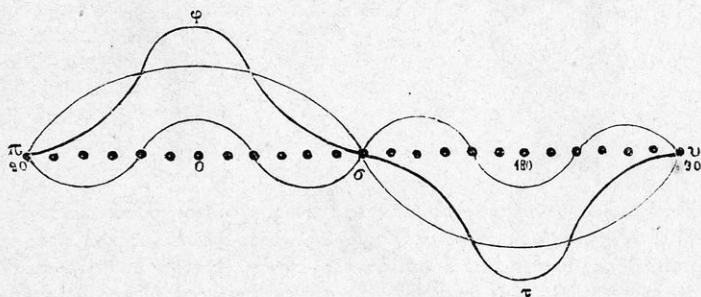
Ἔστωσαν δεύτερον συνηχοῦντες ὁ κύριος φθόγγος καὶ ὁ τρίτος δευπαράφωνος· ἐργαζόμενοι ὁμοίως, εὐρίσκουμεν τὴν καμπύλην τῶν ἐκδρομῶν ἐξηθ:κλμνο (Σχ. 147), ἐξ ἧς κατασκευάζομεν τὸ πρόμηκες ἡχητικὸν κύμα (ἐλαττωύντες πολὺ τὸ εὖρος τῶν δονήσεων). Κατὰ τὰς δύο ταύτας κατασκευὰς ὑπετέθη ὅτι τὰ κύματα τῶν συνηχοῦντων φθόγγων ἄρχονται ἀπὸ φάσεως ὁμοίας· ἐάν ἡ ἀρχὴ ὑποτεθῇ συμβαίνουσα μετὰ διαφόρων φάσεων, τὸ σχῆμα τῆς προκυπτούσης καμπύλης καὶ τοῦ σχετικοῦ ἀερίνου κύματος μεταβάλλεται. Ἐάν π. χ. ὑποτεθῇ ὅτι τὰ δύο κύματα τῆς δευτέρας κατασκευῆς ἀρ-

χονται· μετὰ φάσεων ὅλως ἀντιθέτων ἢ καμπύλῃ τῶν ἐκδρομῶν τοῦ συνθέτου κύματος μεταβάλλεται· εἰς τὴν πρῶτον (Σχ. 148), ἄνευ μεταβολῆς τοῦ μήκους ἤτοι τῆς δευτέρας.

Σχ. 147



Σχ. 148



Τὸ σχῆμα ἄρα τῶν συνθέτων κυμάτων ἐκφράζεται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συνηγουσῶν συστατικῶν δονήσεων, ἐκ τοῦ εὗρους αὐτῶν καὶ ἐκ τῶν φάσεων, μεθ' ὧν συμβάλλουσιν. Ἀλλὰ πειραματικῶς ὁ Helmholtz εὗρεν ὅτι, προκειμένου περὶ μουσικῶν κλαγγῶν τοῦλάχιστον, τὸ φῶνημα οὐδόλως μεταβάλλεται μετὰ τῆς διαφόρου συμβολῆς τῶν φάσεων, ἀλλὰ μόνον μετὰ τοῦ εὗρους καὶ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν συστατικῶν δονήσεων· ὥστε τὰ ποικίλα σύνθετα ἡχητικὰ κύματα ἀναλύονται ἐν τῷ ὥτι κατὰ τὸ θεώρημα τοῦ Fourier εἰς ἀριθμὸν τινα ἀπλῶν κυμάτων (νόμος τοῦ Ohm), καὶ ὅσα ἔστωσαν καὶ ἑτεροσχέμονα ἀναλύονται εἰς ἴσον ἀριθμὸν κυμάτων ἀπλῶν ἴσου εὗρους παράγουσι τὴν αὐτὴν ἀκουστικὴν ἐντύπωσιν, ἥτοι ὅμοιον φῶνημα.

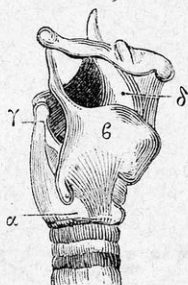
Ἐὰν τέλος ἐκλάβωμεν ὡς ὁμοιοσχήμονα τὰ ὁμοίως ἐν τῷ ὥτι ἀναλύμενα σύνθετα κύματα, δυνατόν ἵνα συντόμως εἴπωμεν ὅτι τὸ φῶνημα ἐξαρτᾶται καθόλου ἐκ τοῦ σχήματος τῶν ἡχητικῶν κυμάτων (ἐδῶφ. 112).

Σημειωτέον ὅτι τὰ περὶ συνθέσεως τοῦ σχήματος τῶν κυμάτων λεγόμενα ἀναφέρονται εἰς τὴν μαθηματικὴν ἀνάλυσιν αὐτῶν καὶ εἰς τὴν ἡμετέραν ἀντίληψιν. Αὐτὸ τὸ πρόμηκες ἀέριον κύμα, τὸ ὅχουν τὴν πολλαπλὴν δόνησιν τοῦ ἐλαστικοῦ σώματος ἐστὶν ἐπίσης ὁπλοῦν φυσικῶς ὡς καὶ τὸ ὅχουν τὴν ἐκκρεμοειδῆ δόνησιν, ἡ ἀνάλυσις αὐτοῦ ἐστὶν ἔργον τῆς θεωρίας καὶ τοῦ ὥτις. Τὴν παράδοξον ταύτην δεξιότητά τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς ἐρμηνεύει· ὁ Helmholtz φυσιολογικῶς (ἐδῶφ. 128).

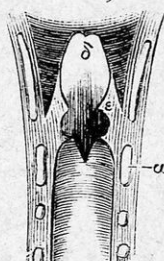
127. ΦΩΝΗΤΙΚΟΝ ὈΡΓΑΝΟΝ. Ὁ τὴν ἀνθρωπίνην φωνὴν ἀφιεῖς λάρυγξ κεῖται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς τραχείας ἀρτηρίας καὶ σύγχεται ἐκ πολλῶν χόνδρων, οἵτινες ἐπεστροφόμενοι ὑπὸ βλεννογόνου καὶ διὰ

δεσμών συνηρμοσμένοι κινούνται δι' ιδίων μυών. Τὸ σχῆμα 149α ἐξεκονίζει τὸν λάρυγγα ἠρῶμενον πλαγίως καὶ τὸ σχῆμα 149β ὀπισθεν. Ὁ κρικκοειδὴς χόνδρος α ἐστὶ κρίκος ὑψηλότερος ὀπισθεν ἢ ἔμπροσθεν, ἐφ' οὗ στηρίζονται ἔμπροσθεν μὲν ὁ θυρεοειδὴς β, ὀπισθεν δὲ οἱ ἀρυταινοειδεῖς γ. Ἀπὸ τοῦ θυρεοειδοῦς ἐξαρτᾶται ἡ ἐπιγλωττίς δ, ἐπιστομὴς πωμάζουσα τὸν λάρυγγα κατὰ τὴν καταποσιν. Μεταξὺ δὲ τοῦ θυρεοειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταινοειδῶν ἐκτείνονται αἱ ἐλαστικαὶ φωνητικαὶ χορδαὶ ε, χωρίζόμεναι διὰ στενῆς σχισμῆς τῆς γλωττίδος.

Σχ. 149α



Σχ. 149β

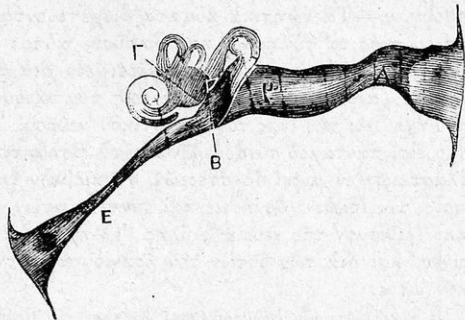


Διὰ τῶν μυῶν τοῦ λάρυγγος πάντες μὲν οἱ χόνδροι οὗτοι κινούνται, ἀλλ' οἱ ἀρυταινοειδεῖς ἰδίως μετατιθέμενοι πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν θυρεοειδῆ καὶ εὐρύνοντες ἢ στενοῦντες τὴν γλωττίδα ρυθμίζουσι τὴν τάσιν τῶν χορδῶν. Καὶ ὅταν μὲν ἡσύχως ἀναπνέωμεν, ὁ ἀήρ διέρχεται διὰ τῆς ἡνεωγμένης γλωττίδος ἀκωλύτως, ὅταν ὅμως λαλῶμεν ἢ ψάλλωμεν, τὸ διὰ τῶν πλησιαζόντων χειλέων τῶν χορδῶν διωθούμενον πνεῦμα δονοῦν αὐτάς ἐγείρει τὴν φωνήν· καθὼς τὸν φθόγγον αὐτῶν γλωττοφόρων (ἐδάφ. 120). Ὁ ἀριθμὸς τῶν δονήσεων τῶν φωνητικῶν χορδῶν, ἐπομένως ἡ ὥζυτης τῆς φωνῆς, ἐξαρτᾶται κυρίως μὲν ἐκ τῆς τάσεως αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν διαστάσεων τῆς συνηχούσης ἀερίνης στήλης ὡς ἐν αὐλοῖς γλωττοφόροις.

Ἡ βρυχή (ἀνδρική) φωνὴ προέρχεται ἐκ δονήσεων 80 (mi), ἡ δρυτάτη (γυναικεία) ἐκ 1000 (do). Ἄλλ' ὁ λάρυγξ ἐκτὸς τῆς φυσικῆς ἐκφέρει καὶ τὴν ἰσχυρὴν φωνήν (voix de tête), ὅτε ἀντὶ τῶν ὅλων χορδῶν δονοῦνται μόνον τὰ στενὰ αὐτῶν χεῖλη. — Περὶ γενέσεως τῶν φωνηέντων ἐκ τῆς φωνῆς εἴπομεν ἤδη (ἐδάφ. 126). Τὰ δὲ σύμφωνα τῆς ἀνθρωπίνης γλώσσης εἰσὶ ψόφοι ἐλαχίστης διαρκείας (ἄφωνα), ἐγείρονται ὑπὸ τοῦ ἐξωθουμένου ἀέρος προσκόπτοντος ἐπὶ διαφόρων κωλυμάτων, ἅτινα παρεμβάλλουσι τὰ ὄργανα τοῦ στόματος (οὐρανίσκος, γλῶσσα, δόντες, χεῖλη)· οἱ ψόφοι οὗτοι ἢ προηγούμενοι τοῦ μουσικοῦ φθόγγου τοῦ φωνήεντος (πα, τε, ρο) ἢ ἔπονται αὐτοῦ (απ, ετ, ορ). Τινὰ ὅμως ἐξ αὐτῶν (ἡμίφωνα) προφέρονται συνεχῶς τοῦ ὥτος μὴ ἀκούοντος φθόγγον εἶτε ἕνεκα τῆς μεγίστης ταχύτητος τῶν σχετικῶν δονήσεων (συριστικά, σ, ζ) εἶτε ἕνεκα τῆς βραδύτητος αὐτῶν (ὕγρα, ρ, λ). Κατ' ἔντασιν τὰ πλεῖστα σύμφωνα εἰσιν ἀσθενέστερα πολὺ τῶν φωνηέντων, διὸ οὐκ ἀκούομεν αὐτὰ ἀπὸ ἀποστάσεων, ἀπ' ὧν λίαν ἐναργῶς διακρίνομεν τὰ φωνήεντα· διαλεγόμενοι· ἐπομένως πρὸς βρυχηκόους δεόν ἵνα ἐπιδείνωμεν τὰ σύμφωνα καὶ οὐχὶ τὴν φωνήν.

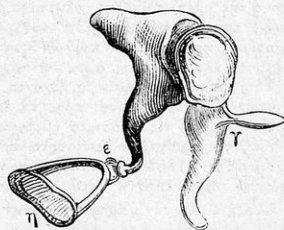
128. ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ. Τὸ οὗς διαιρεῖται εἰς ἐξωτερικὸν καὶ εἰς ἐσωτερικόν. Τὸ πρῶτον σύγκειται ἐκ τῆς συναγωγῆς τὰ ἡχητικὰ κύματα κόγχης καὶ ἐκ τοῦ ἀκουστικοῦ πόρου Α (Σχ. 150), φρασσομένου ὑπὸ τῆς πλαγίως τεταμένης μεμβράνης τοῦ τυμπάνου. Τὸ δεύτερον, περιλαμβανόμενον ἐντὸς ἀποφύσεως τοῦ κροταφικοῦ ὀστού, καλουμένης ὀστοῦν λιθῶδες, διαιρεῖται εἰς τὸ κοίλωμα τοῦ τυμπάνου Β καὶ εἰς τὸν λαβύρινθον Γ. Τὸ κοίλωμα, χωριζόμενον ἀπὸ τοῦ ἀκουστικοῦ πόρου διὰ τοῦ τυμπάνου, ἐστὶ πληρὲς ἀέρος καὶ συνάπτεται διὰ τῆς Εὐσταθιανῆς σάλπιγγος Ε πρὸς τὸν ὀπίσθιον χώρον τῆς κοιλότητος τῆς ρινός, ὥστε ἡ μεμβράνη τοῦ τυμπάνου πιέζεται ἐκατέρωθεν ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρᾶς ἰσάκεις. Ἐν τῷ κοίλωματι τοῦ τυμπάνου ὑπάρχουσι τὰ ἀκουστικὰ ὀστάρια, ἐξεικονιζόμενα ὑπὸ τοῦ σχήματος 151 τετράκις μείζονα κατὰ τὰς γραμμικὰς διαστάσεις, καὶ καλούμενα ὡς ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν σφῆρα γ, ἄκμων δ, φακὸς ε, καὶ ἀναβολεὺς η. Ἡ μὲν λαβὴ τῆς σφύρας προσφύεται εἰς τὸ τυμπανον, ἡ δὲ βάσις τοῦ ἀναβολεῖος εἰς τὴν μεμβράνην τῆς ῥοειδοῦς θυρίδος ζ, ἣν ἐκτὸς στενοῦ δακτυλίου καλύπτει ἐντελῶς. Ἡ θυρὶς αὕτη φέρεי πρὸς τὸν λαβύρινθον, ὅστις (Σχ. 152) ἀποτελούμενος ἐκ τῆς αἰθούσης θ, ἐκ τοῦ κοχλίου ι, καὶ ἐκ τῶν τριῶν ἡμικυκλικῶν σωλήνων Κ, ἐστὶ πεπληρωμένος ῥευστοῦ καὶ ἐπιστρωμένος δι' ὑμείνων, ἐφ' ὧν ἐφαπλοῦνται αἱ ἵνες τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου, πολυπληθεῖς οὔσαι μάλιστα ἐπὶ τῶν καλουμένων ληκύθων τῶν ἡμικυκλικῶν σωλήνων καὶ ἐπὶ τοῦ σπειροειδοῦς διαφράγματος τοῦ διαιροῦντος τὸν κοχλίαν εἰς ἄνω καὶ κάτω ἑλικας. Τούτων ἡ πρώτη ἐκβάλλει παρὰ τὴν βάσιν τοῦ κοχλίου εἰς τὴν αἴθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει

Σχ. 150

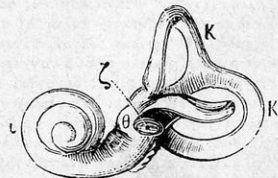


Σχ. 151

δ



Σχ. 152



εἰς τὴν *στρογγύλην θυρίδα*, κεκλεισμένην διὰ τῆς μεμβράνης τοῦ *μικροῦ τυμπάνου*. Διὰ τῶν δύο θυρίδων ὁ λαβύρινθος συνέχεται μετὰ τοῦ κοιλώματος τοῦ τυμπάνου. Τὸ σπειροειδὲς διάφραγμα τοῦ κοιλίου κέκτεται κατασκευὴν πολυσύνθετον· αἱ δὲ ἐν αὐτῷ ὑπάρχουσαι ἴνες τοῦ Corti, κληθεῖσαι οὕτω ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ νεωστὶ ἀνακαλύψαντος αὐτάς, φαίνονται ἰδίως συντελοῦσαι πρὸς ἀντίληψιν τῶν μουσικῶν φθόγγων.—Τὰ ἡχητικὰ κύματα διοχετεύονται διὰ τῆς κόγχης καὶ τοῦ πόρου πρὸς τὸ τυμπάνον καὶ δονοῦσιν αὐτό· αἱ δονήσεις αὗται διαδίδονται εἰς τὸν λαβύρινθον ἐν μέρει μὲν διὰ τῶν ὀσταρίων, ἐν μέρει δὲ διὰ τοῦ αἵρους τοῦ κοιλώματος τοῦ τυμπάνου, διεγείρουσι τὸ αἶσθημα τοῦ ἤχου εἰς τὰς ἴνας τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου. Τὰ ἄκρα τοῦ νεύρου τούτου εἰσὶ πανταχοῦ συνδεδεμένα μετὰ βοηθητικῶν ὀργάνων ἐν μέρει μὲν ἐλαστικῶν, ἐν μέρει δὲ στερεῶν, δυναμένων ἵνα συνδονῶνται συμφῶνως πρὸς τὰς ἐξωθεν δονήσεις καὶ συντελούντων πιθανῶς πρὸς κραδασμὸν καὶ ἐρεθισμὸν τῆς νευρικῆς ὕλης. Ὁ ἤχος διαδίδεται μέχρι τοῦ λαβυρίνθου καὶ διὰ τῶν ὁστέων τοῦ κρανίου ἄνευ τῆς συνεργίας τοῦ ἐξωτερικοῦ ὥτός.

Ἡ ἀνακάλυψις τῶν ἰνῶν τοῦ Corti ὠδήγησε τὸν Helmholtz εἰς τὴν ὑποθετικὴν μὲν ἀλλὰ λίαν πιθανὴν θεωρίαν τῆς ἀκοῆς, τὴν τῆς συνηχέσεως. Κατ' αὐτὴν παραβλητέον καθόλου τὸ οὖς πρὸς ψαλτήριον κλειδοκυμβάλου, ἔχον ἀντὶ χορδῶν ἴνας νευρικὰς τεταμέναις ποικίλης ἀρμοσίας, ὧν ἐκάστη δονεῖται μετὰ τοῦ ὁμοφώνου ἡχητικοῦ κύματος, ὥστε τῆς μὲν ποικίλης δέυτης τὸ αἶσθημα προέρχεται ἐκ κραδασμοῦ διαφόρων ἰνῶν, τοῦ δὲ φωνήματος ἐκ συγχρόνου κραδασμοῦ πολλῶν νευρικῶν ἰνῶν, ὧν ἐκάστη ὁμοφώνει πρὸς ἓνα τῶν πολλῶν συστατικῶν φθόγγων τῆς χαρακτηριζομένης ὑπὸ τοῦ φωνήματος κληγῆς, ἥτις οὕτως ἀναλύεται ἐν τῷ ὠτὶ εἰς ἐκκερμασθεῖς δονήσεις. Τὰ πρὸς τὴν τοιαύτην συνηχσίαν ὑπάρχοντα μικρὰ ὀργάνια εἰς τὸν ἀριθμὸν 4500 περίπου ἐκ τούτων 4200 ὁμοφονοῦσι πρὸς τὰ ἐπὶ διαγράμματα τῶν μουσικῶν ὀργάνων ἥτοι ἀνὰ 50 ἀντιστοιχοῦσιν εἰς διάστημα ἡμιτονίου, ὅπερ ἐρμηνεύει ἀρκούντως τὴν περὶ τὴν διάκρισιν τῆς δέυτης μεγάλην λεπτότητα ἡσυχημένων μουσικῶν. Αἱ δὲ ὑπὸ τοῦ Hensen γενομένη μελέται (1863) τῶν ἀκουστικῶν τριχῶν τῶν δεκαπῶν ἐπεβεβαίωσαν τὴν ἀνωτέρω θεωρίαν, διότι ἐκάστη αὐτῶν δονεῖται μεθ' ὀρισμένου ἀερίνου κύματος.

Ἀλλὰ κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἀπλοῦς τις φθόγγος *do* εἶ οὐ μόνον τὴν ἀπολύτως ὁμόφωνον πρὸς αὐτὸν ἵνα, ἀλλὰ καὶ τινὰς ἀμέσως παρακειμένους αὐτῇ ὁμοφωνοῦσας πρὸς φθόγγον κατὰ τι δευτέρους καὶ βρυτινέους (πρὸλ. ἐδάφ. 163), ἥτοι *διόσην* ἰνῶν. Ὅταν ἐπομένως ἀκούωμεν συγχρόνως δύο φθόγγους, ἔαν μὲν ἀφιστάνται ἀλλήλων κατ' ἀύτητα πολὺ, αἱ συνδονούμεναι νευρικαὶ δέσμαι εἰσὶ πάντῃ διάφοροι, ἔαν ὅμως ἀφιστάνται ὀλίγον, αἱ συνδονούμεναι δέσμαι ἔχουσιν μέρος κοινόν. Κατὰ τὴν δευτέραν περίπτωσιν τὸ οὖς συγχέει τοὺς δύο φθόγγους· ἐπειδὴ δὲ αἱ ὑπ' ἀμφοτέρων τῶν φθόγγων δονοῦμεναι ἴνες δέχονται περιοδικῶς τὰ ἀθροίσματα καὶ τὰς διαφορὰς τῶν δύο ταχυτήτων, γίνονται *κομπισμοί*, οἵτινες ἄρα ὑπάρχουσιν ἐξ ὑποκειμένου· ἔαν ὅμως οἱ συνιστάντες φθόγγοι νοηθῶσι βαθμηδὸν μᾶλλον ἀλλήλων ἀφιστάμενοι, οἱ μὲν κομπισμοὶ ἐπιταχύνονται, τὸ κοινὸν ὅμως μέρος τῶν συνδονουμένων δεσμῶν ἐλαττοῦται, διότι καὶ αὗται μᾶλλον ἀφιστάνται ἀλλήλων· ὥστε τέλος τὸ μέρος τοῦτο ἐντελῶς ἐκλείπει, οἱ κομπισμοὶ συνεχίεσθαι καὶ τὸ οὖς διακρίνει δύο ἀσυγχύτους φθόγγους. Ἄλλ' ὑπολείπεται ἔτι ὡς *πραγματικὸν* φυσικὸν φαινόμενον ἡ περιοδικὴ αὐτίσης καὶ ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως, ἥτις φανεροῦται ἐν τῇ καμπύλῃ τῶν ἐκδρομῶν τοῦ ἐκ τῶν δύο φθόγγων συνθέτου κύματος. Ὁ ἐν τῷ δευτερολέπτῳ ἀριθμὸς τῶν αὐτομεώσεων τούτων, ἰσούμενος πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν δονήσεων τῶν δύο φθόγγων, ὅταν καταστήσῃ ἀρκούντως μέγας, ἐγείρει φθόγγον ἐξ ἀντικειμένου, τὸ διαφορικὸν συγχρότημα, ἀποβαῖνον αἰσθητὸν διὰ τῆς συνδονουμένης αὐτῷ ὁμοφώνου νευρικῆς δέσμης· ὥστε τὰ συγχροτήματα ἄρχονται· παυομένων τῶν κομπισμῶν, καὶ ἐκείνα μὲν προκύπτουσιν ἐκ φυσικῶν

ἐνεργειῶν οὗτοι δὲ εἰσι φυσιολογικά φαινόμενα.— Ἐν τέλος ἀποδῶμεν τὸ λίαν δυσάρεστον αἶσθημα τῶν 33 κομπισμῶν ἐν τῷ δευτερολέπτῳ εἰς σπαραγμὸν τῶν αὐτῶν ἰνῶν τοῦ Corti, ἐκ τῆς ἐπ' αὐτῶν συγχρόνου προσπτώσεως δύο παρακειμένων θύγγων προερχόμενον, ἐρμηνεύομεν εὐχερῶς τὰ περὶ συμφωνίας καὶ διαφωνίας τῶν διαστημάτων ἐν ἑαφίῳ 125 λεχθέντα.

ΒΙΒΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Ὀπτική ἢ περὶ φωτός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ τῶν πηγῶν τοῦ φωτός καὶ περὶ τῆς διαδόσεως αὐτοῦ.

129. Πᾶσαν διὰ τῶν ὀφθαλμῶν γινομένην ἀντίληψιν καλοῦμεν *ὀπτικήν*, καὶ τὰ ὁρατὰ σώματα, ὡς ἐκπέμποντα *φῶς*, *φωτοβόλα*· ἐπειδὴ ὁμως τὰ πλείστα ἐξ αὐτῶν σπερούμενα ἰδίου φωτός ὄρωνται ἄνταυγάζοντα φῶς ἐτέρων φωτοβόλων σωμάτων, διακρίνομεν τὰ σώματα εἰς *φωτογόνα* καὶ εἰς *σκοτεινά*. Φωτογόνα σώματά εἰσι:

1^{ον} Ὁ ἥλιος, κυριωτάτη πηγὴ τοῦ φωτός, καὶ οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες. Ἐκ φαινομένων, ἅτινα κατωτέρω ἐξετασθήσονται (150. 239) συμπεραίνομεν ὡς λίαν πιθανόν ὅτι ὁ ἥλιος καὶ οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες εἰσὶ πεπυρακτωμένα σώματα, ὧν ἡ θερμοκρασία ὑπερτερεῖ κατὰ πολὺ πασῶν τῶν γήινων φωτογόνων καὶ θερμογόνων πηγῶν.

2^{ον} Τὰ καιόμενα καὶ τὰ πεπυρακτωμένα σώματα· αἱ φλόγες καιομένων σωμάτων λάμπουσιν ἕνεκα τῆς ὑψηλῆς θερμοκρασίας. ἥν ἐπιφέρει ἡ ἐν αὐταῖς χημικὴ μεταστοιχείωσις, καὶ μάλιστα ὅταν ἐξ αὐτῶν ἀναστοιχειώται στερεὸς ἀνθραξ, ἡ συστοιχειώται στερεὸν προϊόν καύσεως (φωσφόρος, μαγνήσιον)· καὶ ἑαυτὰ ὁμως τὰ πεπυρακτωμένα ἄερια κέκτηνται ἀμυδρὰν φωτοβολίαν, (κράμα ὑδρογόνου ἢ φωταερίου μετ' αέρος ἐν τῷ λύχνῳ τοῦ Bunsen) ἐνῶ ἡ ἐν τῷ λύχνῳ τοῦ Drummond πυρακτουμένη στερεὰ ἀσβεστός ἐκπέμπει φῶς ἁπλετον.— Κατὰ τὴν στίλβωσιν σκληρῶν λίθων (ἀγάλτου) ἀναφάνεται μεταξύ τῶν προστριβομένων σωμάτων ἔντονον, ἐρυθρὸν καὶ σπινθηροβόλον φῶς· διαυγεῖς μάλιστα καὶ διαφανεῖς λίθοι ἐκπέμπουσιν ἐρυθρὸν φῶς ὑπόκρινον, φαινόμενοι συνήθως ὡς πεπυρακτωμένοι σίδηροι, ὥστε ὁ θεατὴς ὑπολαμβάνει καιομένους τοὺς ἀκτύλους τοῦ κρατοῦντος αὐτοὺς στίλβωτοῦ. Ὁ Nöggerath ἐξέτιμῃσε διὰ τοῦ αἰσθηματος τῆς ἀφῆς τὴν αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας εἰς 12^{ον} ἕως 15^{ον} K.— Μνηστὲον ἐνταῦθα καὶ τοῦ φωτός τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος (ἐδάφ. 274) καὶ μάλιστα τοῦ ἡλεκτρικοῦ τόξου (ἐδάφ. 336)· ἡ ἐρυθρὰ πυράκτωσις αὐτοῦ ἄρχει κατὰ τὸν Becquerel περὶ τοὺς 525^{ον} K., ἀποθάνει καταφανῶς περὶ τοὺς 700^{ον}, περὶ δὲ τοὺς 1500^{ον} ἀπολάμπει λευκὴν καὶ ἀποτυλοῦσαν αἴγλην.

3^{ον} Τὰ φωσφορίζοντα σώματα, καὶ κατ' αὐτὴν τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἀπαυγάζοντα· παρὰ τισὶ μὲν αὐτῶν, οἷον παρὰ τῷ φωσφόρῳ καὶ παρὰ τοῖς σηπόμενοις ἐνοργάνοις, τὸ φαινόμενον συνδέεται μετὰ συμβαίνουσας βραδείας ὀξειδωσέως, παρ' ἐτέροις

ὅμως τὸν φωσφορισμὸν προκαλεῖ ἡ ἥλιας· μεταξύ τῶν τελευταίων, ἅτινα, οὕτως εἰπεῖν, ἀπορροφῶσι φῶς, κατατάσσονται ποικιλίαι τινὲς τοῦ ἀδάμαντος καὶ ἐτέρων πολυτίμων λίθων, αἱ θειοῦχοι ἐνώσεις τοῦ ἀσβεστίου, τοῦ βηρίου καὶ τοῦ στρόντιου καὶ ὁ χλωροφάνης, εἶδος ἀργυροδάμαντος, ὅστις ἄρχειται ἐκπέμπων χλωρὸν φῶς πολὺ πρὸ τῆς θερμοκρασίας τῆς πυρακτώσεως (πρβλ. ἐδάφ. 153).

4^{ον} Τὰ λάμποντα ἐνὸργανα. Παρὰ τοῖς κανθάρους τοῦ γένους τῶν λαμπυρίδων τὰ μὲν ἐπερωμένα ἄρρενα φέρουσι σημεῖα λάμποντα κίτῳθεν τῶν ἐσχάτων ζωνῶν τῆς κοιλίας, τὰ δὲ ἄπτερα θήλειά λάμπουσιν ἀπὸ πάσης τῆς χώρας ταύτης τοῦ σώματος· παρὰ δὲ τοῖς ἐν Βραζιλίᾳ καὶ ἐν Μεξικῷ χρησίμοις πρὸς κόμμωσιν κανθάρους τοῦ γένους τῶν πυροφόρων τὸ φωτογόνον ὄργανον κεῖται κατὰ τὸν αὐγενηκὸν θυρεόναν. — Τὸν θαλάσσιον φωσφορισμὸν ἀπυκνάζουσιν ἐκατομύρια μικρῶν λαμπόντων ἐγγυματικῶν ζωῶν (περὶ τῆς νυκτεφανῆς). ὑπάρχουσι δὲ καὶ μαλ' αὖτις τινὰ τοῦ γένους τῶν ζωοφωρῶν (πυροσώματος) καὶ τινες ἀκαλλῆραι (περὶ τῆς νυκτεφανῆς), ἐκπέμποντες φῶς.

130. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. Τὸ ἐκπεμπόμενον φῶς ἀπὸ τῶν φωτοβόλων σωμάτων διαδίδεται περίξ αὐτῶν κατὰ πᾶσαν εὐθύγραμμον διεύθυνσιν, ἣν καλοῦμεν ἀκτίνα. Διὰ τῆς ἀδιαλείπτου δὲ πείρας κτώμεθα τοιαύτην γνῶσιν τοῦ νόμου τούτου τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως, ὥστε ἐνεκα τῆς ἐξέως ἐκλαμβάνομεν τὰ ὁρατὰ σώματα ὡς κείμενα πάντοτε ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῶν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν εἰσδυσσῶν ἀκτίνων καὶ ὅταν τὸ πρᾶγμα ἄλλως ἔχη· ἐντεῦθεν αἱ περὶ τῆς θέσεως τῶν σωμάτων σφαλεραί ἀντιλήψεις ἤμῶν (κατοπτρισμός κτλ.), ὅταν αἱ ἀπ' αὐτῶν ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες δι' οἰανδήποτε ἀφορμὴν καθ' ὅδον μεταβάλλωσι διεύθυνσιν.

Πᾶν σημεῖον φωτοβόλου σώματος, ὡς πανταχόθεν ὁρώμενον, ἐστὶ κέντρον σφαιρικῆς ἀκτινοβολίας· μέρος τι τῆς ἀκτινοβολίας ταύτης ἀποτελεῖ δέσμη ἀκτίνων κωκικήν ἢ κυλινδρικήν, καθόσον αἱ συστατικαὶ ἀκτίνες ἐπαισθητῶς ἀποκλίνουν (ἢ καὶ συγκλίνουν ἐνίοτε) ἢ ἐκλαμβάνονται ἐνεκα τῆς ἀποστάσεως τοῦ σημείου παράλληλοι.

Ἐν τοῖς ἐξῆς ἀποκαλοῦμεν τὰ μὲν σώματα φωτοβόλα, τὰ δὲ σημεῖα αὐτῶν ἀκτινοβόλα.

Ὡς πρὸς τὰς προσπιπτούσας δὲ ἐπὶ τῶν σκοτεινῶν σωμάτων ἀκτίνες διαιροῦνται ταῦτα εἰς διαφανῆ καὶ σκιερὰ, καθόσον αἱ ἀκτίνες δι' αὐτῶν διέρχονται ἢ οὐ διέρχονται· μέσην τινὰ τάξιν ἀποτελοῦσι τὰ διαυγάζοντα σώματα· λεπτότατα ἐλάσματα σκιερῶν σωμάτων διαυγάζουσι συνήθως· τὰ πέταλα τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ ἀργύρου, ὡς καὶ τὰ χημικὰ ἱζηματα τῶν μεταλλῶν τούτων ἐπὶ τῆς ὑάλου διαυγάζουσι μετὰ φωτός ὑποχλῶρον ἢ ὑποκυανίζοντος, ὅνα ἐνίοτε καὶ διαφανῆ.

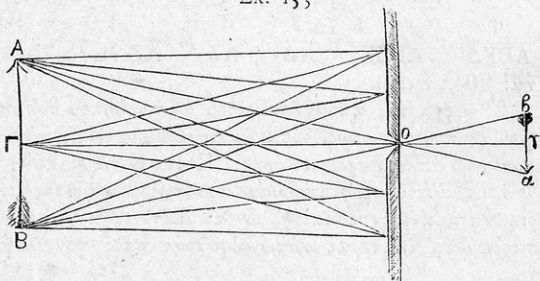
131. Ἀποτελέσματα τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως εἰσι 1^{ον} αἱ ΣΚΙΑΙ. Ὅταν ἡ πρὸδος τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐμποδίζηται ὑπὸ τινος μὴ διαφανοῦς σώματος μορφοῦται ὀπισθεν αὐτοῦ σκιά, τουτέστι χώρος ἀφώτιστος. Καὶ ἐὰν μὲν τὸ ἀκτινοβόλον ἔχῃ ἐλαχίστας διαστάσεις, διαχωρίζονται τὰ φωτιζόμενα ἀπὸ τῶν σκοτεινῶν μερῶν τοῦ χώρου δι' ὀρίων ἀκριβῶν· ἐὰν ὅμως τὸ φωτοβόλον ἔχῃ διαστάσεις μεγάλας, ἐπέρεχεται κατὰ τὰ ὅρια τῆς σκιᾶς ἡ ἀπὸ τοῦ φωτός εἰς τὸ σκότος ἀπόχρωσις κατὰ μικρόν, διότι τὰ ἐν τῇ καλουμένῃ ὑποσκιᾷ χώρῳ μέρος

δέχονται ἀκτῖνας ἀπὸ τμήματός τινος τοῦ φωτοβόλου, ἐνῶ τὰ ἐν τῇ κέντρῳ τῆς σκιάς εἰσι παντελῶς ἐστερημένα φωτός (ἐκλείψεις σελήνης· ἐκλείψεις ἡλίου ὀλικαί, μερικαί, δακτυλιοειδεῖς). Αἱ ἐν τῇ φυσικῇ ἡμέρᾳ σκιαὶ εἰσιν ἀραιαί, ἕνεκα ξένου φωτός εἰσδύοντος εἰς αὐτάς.

2^{ον} Τὰ Εἰσῶλα τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. Ἐὰν ἐπὶ τῆς κεκλεισμένης θυρίδος σκοτεινοῦ τινος θαλάμου ὑπάρχῃ μικρὰ τις ὀπή, βλέπομεν ἐπὶ τινος πετάσματος ἐστηρικμένου ἀπέναντι αὐτῆς ἀντεστραμμένον εἰδῶλον τῶν πρὸ τῆς θυρίδος φωτοβόλων, οὗτινος ἡ γένεσις εὐκόλως ἐρμηνεύεται διὰ τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτός· διότι ἕνεκα τῆς σμικρότητος τῆς ὀπῆς ο (Σχ. 153) εἰσέρχεται εἰς τὸν σκοτεινὸν θαλάμον λεπτοτάτῃ ἀκτῖνων δέσμη ἀπὸ παντός σημείου τοῦ φωτοβόλου σώματος, ζωγραφοῦσα αὐτὸ ἀσυγχρῶς εἰς ἀντίστοιχόν τι σημεῖον τοῦ εἰδώλου· τὸ

Σχ. 153

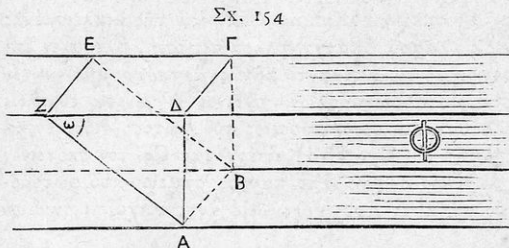
τοιούτο εἶδῶλον ἐστὶ προφανῶς ἀμυδρόν· ἐὰν ὅμως πρὸς αὐξήσιν τῆς λαμπρότητος αὐξήσωμεν τὰς διαστάσεις τῆς ὀπῆς καταστρέφεται ἡ ἐνάρρησις αὐτοῦ, διότι τότε ἀποβαίνουσι κῶ-



σημείου τοῦ φωτοβόλου διὰ τῆς ὀπῆς εἰσδύουσαι δέσμαι καὶ ζωγραφοῦσιν ἐπὶ τοῦ πετάσματος ἀντὶ σημείων κύκλους συγχρῶσας, τουτέστι κύκλους ἐπ' ἀλλήλους ἐπιβαίνοντας· ἐστὶ δὲ τὸ εἶδῶλον καθόλου τοσοῦτον λαμπρότερον, ὅσῳ πλείον φῶς ἀποστέλλει πᾶν σημεῖον Α πρὸς τὸ σημεῖον α, ἐφ' οὗ εἰκονίζεται, καὶ τοσοῦτον ἐναργέστερον, ὅσῳ μικρότερον ἡ ὀπή, ὅσῳ πλησιέστερον εἰς αὐτὴν τὸ πέτασμα, καὶ ὅσῳ μεμικρυσμένον ἀπ' αὐτῆς τὸ φωτοβόλον· αἱ δὲ διαστάσεις τοῦ φωτοβόλου καὶ τοῦ εἰδώλου ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας λόγον ὡς αἱ ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τῆς ὀπῆς· ὅταν δὲ αὕτη ᾖ λίαν μικρὰ καὶ τὸ πέτασμα ἀπέχῃ αὐτῆς πολὺ, τὸ σχῆμα αὐτῆς μεταβάλλει μᾶλλον τὴν εὐκρίνειαν ἢ τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου (στρογγύλα εἰδῶλια τοῦ ἡλίου ἐν τῇ σκιά τῶν φυλλωμάτων). Τὰ τοιαῦτα εἰδῶλα συγκεντρωμένα ἐκ σημείων πράγματι ἀκτινοβόλων καλοῦμεν καθ' ὑπόστασιν.

132. ΕΝΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΦΩΤΟΜΕΤΡΗΣΙΣ. Τὸ ποσὸν τοῦ ἐκ τινος πηγῆς προσπίπτοντος φωτός ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας τοῦ φωτιζομένου σώματος καλεῖται ἐντασις· συμμεταβάλλεται δὲ αὕτη (πρβλ. ἐδάφ. 113).

1^{ον} μετὰ τῆς γωνίας μεταξὺ τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων καὶ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας διὰ δέσμας κυλινδρικής, οὕσα ἀνάλογος πρὸς τὸ ἡμίτονον αὐτῆς. Ἐστω Φ (Σχ. 154) ἡ ὅλη ποσότης τοῦ φωτός



κυλινδρικῆς δέσμης προσπιπτούσης καθεύτως μὲν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΑΒΓΔ, πλαγίως δὲ ἐπὶ τῆς ΑΒΕΖ· ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων ἐφ' ἑκατέρας τῶν ἐπιφανειῶν τούτων ἐμφαίνεται ὑπὸ τοῦ λόγου τῶν πηλίκων

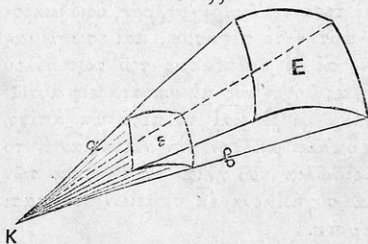
$$\frac{\Phi}{\text{ΑΒΓΔ}} : \frac{\Phi}{\text{ΑΒΕΖ}} \text{ ἢ } \frac{1}{\text{ΑΔ}} : \frac{1}{\text{ΑΖ}} \text{ ἢ } \frac{1}{\text{ΑΖ ἡμ: } \omega} : \frac{1}{\text{ΑΖ}} \text{ ἢ } 1 : \text{ἡμ: } \omega \text{ ἢ ἡμ: } 90^\circ : \text{ἡμ: } \omega.$$

2^{ον} μετὰ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀκτινοβόλου διὰ δέσμας κωνικῆς ἴσης γωνίας προσπτώσεως, οὕσα ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς. Ἐστω Κ (Σχ. 155) τὸ ἀκτινοβόλον καὶ Φ ἡ ἐξ αὐτοῦ προσπίπτουσα ποσότης τοῦ φωτός ἐπὶ τῶν ὁμοίων σφαιρικών ἐπιφανειῶν ε καὶ Ε, ὧν αἱ ἀκτίνες α καὶ β. Ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων ἐφ' ἑκατέρας αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς τὸν λόγον τῶν πηλίκων

$$\frac{\Phi}{\epsilon} : \frac{\Phi}{\text{Ε}} \text{ ἢ } \frac{1}{\epsilon} : \frac{\alpha^2}{\epsilon\beta^2} \text{ ἢ } \beta^2 : \alpha^2.$$

Πρὸς πειραματικὴν ἐξακριβωσιν τοῦ νόμου τούτου καὶ πρὸς σύγκρισιν τῶν ἐντάσεων διαφόρων φωτοβόλων πηγῶν ποιούμεθα χρῆσιν τῶν φωτομέτρων. Συνηθέστατον μεταξὺ τούτων ἐστὶ τὸ τοῦ Bunsen, συγκείμενον κυρίως

Σχ. 155



ἐκ χαρτίνου διαφράγματος καταστάντος που διαυγοῦς διὰ λιπαρὰς κηλίδας· ἐν φωτισμένῳ τὸ διαφράγμα τοῦτο ἐκατέρωθεν ἀνίσως, ἡ κηλὶς ἐκ μὲν τῆς μᾶλλον πε φωτισμένης ἐπιφανείας φαίνεται ἀμαυρὰ ἐπὶ τοῦ λαμπροτέρου χάρτου, ἐκ δὲ τῆς ἥττον πε φωτισμένης λαμπροτέρου τοῦ περικυκλοῦντος χάρτου, διότι τὸ φῶς μᾶλλον διέρχεται δι' αὐτῆς ἢ ἀνακλᾶται, ἐνῷ ἐπὶ τῆς λοιπῆς ἐπιφανείας τοῦ διαφράγματος μᾶλλον ἀνακλᾶται ἢ διέρχεται· ὥστε ἡ κηλὶς ἀφανίζεται ὅταν τὸ διαφράγμα ἐκατέρωθεν ἐξ ἴσου φωτίζεται, οὕσα τότε τὸσον λαμπρὰ ὅσον καὶ ὁ περὶ αὐτὴν χάρτης· παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ἡ κηλὶς ἀφανίζεται ἐν ἀνάψωμεν ἔνθεν μὲν τοῦ διαφράγματος καὶ εἰς ἀπόστασιν 1 μέτρου ἀπ' αὐτῆς τὴν μονάδα τῶν λαμπράδων, ἔνθεν δὲ καὶ εἰς ἀπόστασιν 2 μ. ἀπ' αὐτοῦ 4, ἡ εἰς ἀπόστασιν 3 μ. 9 τοιαύτας. Ὡστε, ἵνα παραβάλλωμεν διὰ τοῦ ὄργάνου τούτου τὴν ἔντασιν φωτοβόλου πηγῆς, οἷον λύχνου, πρὸς τὴν μονάδα τῶν λαμπράδων μακρύνομεν τὸν λύχνον ἀπὸ τοῦ διαφράγματος μέχρις οὗ ἀφανισθῇ ἡ κηλὶς καὶ μετροῦμεν τὴν ἀπόστασιν. Τὸ

τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως ταύτης ἐμφαίνει ποσάκις ὁ ἡλυγος περιλαμβάνει κατ' ἔντασιν τὴν μονάδα τῶν λαμπάδων. — Κατὰ τὸν Wollaston ἡ ἔντασις τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἰσοῦται πρὸς τὴν ἔντασιν 800000 πανσελήνων, ἢ πρὸς τὴν ἔντασιν 61000 λαμπάδων στεατίνης ἀπὸ ἀποστάσεως 1 μ. φεγγουσῶν.

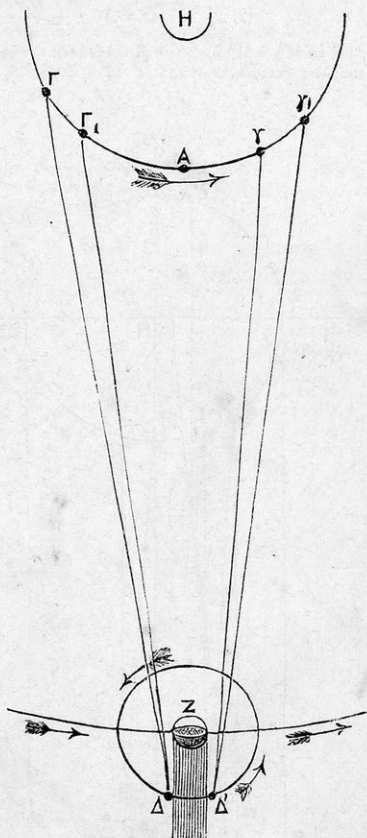
Οἱ ἀνωτέρω νόμοι τῆς ἐντάσεως ἰσχύουσιν ὅταν τὸ φῶς κινῆται ἐν ᾧ κενῷ ἢ ἐν περιέχοντι ἀπολύτως διαφανεῖ.

+ 133. ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός ἐστὶ τοσαύτη, ὥστε αἱ πρὸς καταμέτρησιν τοῦ χρόνου συνήθειαι μέθοδοι οὐκ ἐπαρκοῦσι πρὸς εὗρεσιν τοῦ χρόνου τῆς διαδόσεως αὐτοῦ διὰ γῆνιν ἀποστάσεων. Ἐξ ἀστρονομικῶν ὅμως παρατηρήσεων τῶν ἐκλείψεων τῶν δορυφόρων τοῦ Διός, συνεπέραναν ὁ Olaf Rømer (1675) ὡς ταχύτητα τοῦ φωτός κατὰ τὸ δευτερόλεπτον 297000 χμ. περίπου. Εἰς ἴσον συμπέρασμα ἔφθασε καὶ ὁ Bradley (1725) διὰ τῆς ὑπ' αὐτοῦ γενομένης ἀνακαλύψεως τῆς περιπλανήσεως τοῦ φωτός τῶν ἀπλανῶν· νεωστὶ τέλος (1850) κατώρθωσαν ὁ Fizeau καὶ ὁ Foucault δι' εὐστοχωτάτων συσκευῶν τὴν μέτρησιν τῆς ταχύτητος ταύτης.

Μέθοδος τοῦ Rømer. Δεδόσθω (Σχ. 156) ὅτι σημειοῦται 1^α ἡ ἐποχὴ θ, καθ' ἣν παρατηρεῖται πρώτη τις κατάδυσις τοῦ πρώτου δορυφόρου Δ εἰς τὴν σκιάν τοῦ Διός, θεωρουμένη ἐκ τῆς γῆς διερχομένης εὐθέως πρὸς τοῦτο διὰ τοῦ Γ μεταξὺ τοῦ τειραγωνισμοῦ καὶ τῆς ἀντιθέσεως ἐπελευσομένης εἰς Δ καὶ 2^α ἡ ἐποχὴ θ₁ τῆς κατὰ τὸν ἐνδεκάτης καταδύσεως παρατηρουμένης ἐκ τῆς γῆς διερχομένης διὰ τοῦ Γ₁. Ἐὰν χ ἔμπολιν τὴν συνοδικὴν περίοδον τοῦ δορυφόρου, ἡ τὴν ἐποχὴν καθ' ἣν θέλει παρατηρηθῇ ἡ πρώτη κατάδυσις ἐὰν ἡ διάδοσις τοῦ φωτός ἦ ἀκαριαία, καὶ τὴν ζητουμένην ταχύτητα, συμπεραίνοντες τὰς ἰσότητας $\theta = \eta + \frac{Z\Gamma}{\tau}$ καὶ $\theta_1 = \eta + 10\chi + \frac{Z\Gamma_1}{\tau}$ ἐν αἷς τὸ πηλίκον

$\frac{Z\Gamma}{\tau}$ ἐπέθῃ ἀντὶ τοῦ $\frac{\Delta\Gamma}{\tau}$ ὡς ἐλάχιστα αὐτοῦ διαφέρων ὥστε ἡ μεταξὺ τῶν δύο τού-

Σχ. 156



τῆς γῆς εἰς τὴν ἄλληλῃ αὐτοῦ κατὰ μῆκος θέσιν. Κατὰ πᾶσαν ὅμως ἄλλην θέσιν γ' ἢ γῆ, ἥς ἡ στιγμιαία διεύθυνσις ἀφ' ἧς σχηματίζει· μετὰ τῶν ἀκτίνων τοῦ ἀστέρος γωνίαν τινὰ δ' γ' α = ψ, δέχεται τὰς ἀκτίνας ταύτας, ὥς ἤθελε δέχεσθαι· αὐτὰς ἐὰν αὕτη μὲν ἴστατο ἀκίνητος τὸ δὲ φῶς ἐφέρετο πρὸς αὐτὴν ὑπὸ τὴν συγχρονὸν ἐνέργειαν τῆς ἰδίας αὐτοῦ ταχύτητος δ' β' = τ καὶ τῆς ταχύτητος δ' γ' = τ', ἴσως καὶ ἀντιθέτου πρὸς τὴν τῆς γῆς· τοῦτέστιν ἡ γῆ δέχεται τὰς ἀκτίνας τοῦ ἀστέρος κατὰ τὴν φαινόμενῃν διεύθυνσιν γ' β', ὥστε τὸ πραγματικὸν μῆκος τοῦ ἀστέρος μεταβάλλεται· κατὰ τινα γωνίαν ω, ἥτις ἐστὶν ἡ τῆς περιπλάνησως· ἀλλ' ἐκ τοῦ τριγώνου β' γ' δ' λαμβάνομεν

τ' : τ :: ἡμ: ω :: ἡμ: (ψ - ω), ἐξ ἧς (1) ἡμ: ω = $\frac{\tau'}{\tau}$ ἡμ: (ψ - ω) ἢ, ἐννεκα τῆς μικρο-

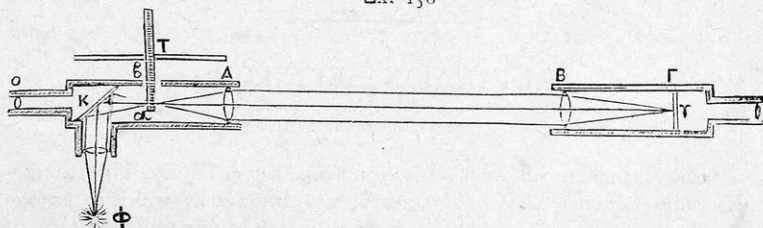
τητος τῆς γωνίας ω, ω = $\frac{\tau'}{\tau}$ ἡμ: ψ· ἡ περιπλάνησις λοιπὸν αὐξάνεται μετὰ τοῦ ἡμι-
τόνου τῆς γωνίας ψ. Ὅντως δὲ ἐν τῷ προκειμένῳ παραδείγματι ἡ περιπλάνησις καθι-
σταται· μεγίστη κατὰ τὰ ἡλιοστάσια, ὅτε ψ = 90°. καὶ κατὰ μὲν τὸν Ἰούνιον τὸ μῆκος
τοῦ ἀστέρος παρατηρεῖται ἡδηγμένον κατὰ 20'', 25, κατὰ δὲ τὸν Δεκέμβριον ἡλαττωμέ-
νον κατὰ 20'', 25· ἀλλὰ τότε ἡ ἐξίσωσις (1) μεταβάλλεται εἰς τὴν

$$\eta\mu: \omega = \frac{\tau'}{\tau} \text{ συν: } \omega \text{ ἢ } \epsilon\phi: 20'', 25 = \frac{\tau'}{\tau} \text{ ἄρα } \tau = \frac{\tau'}{\epsilon\phi: 20'', 25} = 10000 \tau'.$$

ἀλλ' ἡ μέση ταχύτης τῆς γῆς περὶ τὸν ἥλιον ἴσουται πρὸς 29,5 χμ ἐν τῷ δευτερολέπτῳ,
ἄρα ἡ ταχύτης τοῦ φωτός εὐρίσκεται οὕσα ἴση πρὸς 295000 χμ., καὶ μὴ διαφέρουσα
κατὰ πολὺ τῆς ἀνωτέρας. (Σύγκρισις πρὸς πίπτοντα σώματα ἐντός κυλίνδρου κινουμένου
ἔχοντος τὸν ἄξονα κατὰ στάθμην).

Μέθοδος τοῦ Fizeau. Ἡ πρὸς εὐρέσιν τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός δι' ἐπιγείων παρατη-
ρήσεων ἐπινοηθεῖσα συσκευή σύγκειται ἐκ τινος διόπτρας Α (Σχ. 158), περιλαμβανοῦσης
τὴν ἀγλάντων κατοπτρικὴν πλάκα Κ, σχηματίζουσαν μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς διόπτρας γω-
νίαν 45°. Αἱ ἀπὸ τῆς ἐντόνου φωτοβόλου πηγῆς Φ ἀκτίνες διαβλάσθεσιν διὰ τινος πλαγίου
φακοῦ καὶ προσπεισοῦσαι ἐπὶ τῆς πλακῆς Κ ἀνακλῶνται καὶ εἰκονίζουσι καθ' ὑπόστασιν τὸ
ἀκτινοβόλον Φ ἐν τῇ κυρίᾳ ἐστία α τοῦ φακοῦ τῆς διόπτρας Α· διελθούσαι δὲ β' αὐτοῦ
ἐξέρχονται ὥς κυλινδρική δέσμη παράλληλος τῷ ἄξονι· καὶ ἐβάνουσιν εἰς ἑτέραν διόπτραν
ΒΓ κειμένην εἰς τινα χιλιάδων μέτρων ἀπόστασιν μακρὰν τῆς πρώτης, καὶ ἔχουσιν εἰς
τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ φακοῦ Β ἐπίπεδον κάτοπτρον Γ ἀκριβῶς κάθετον ἐπὶ
τοῦ ἄξονος. Δι' ἐκατέρας τῶν διοπτρῶν φαίνεται ἐναργῶς ὁ ἀντοφθάλμιος τῆς ἄλλης. Αἱ

Σχ. 158



ἀκτίνες διελθούσαι καὶ τὸν φακὸν Β συγκεντροῦνται εἰς τὴν ἐστίαν γ, ὅπου ἀνακλῶμε-
να· ὑπὸ τοῦ κάτοπτρου Γ διανύουσιν ἀκριβῶς τὴν αὐτὴν ὁδὸν πρὸς τὰ ὀπίσω καὶ συγ-
κεντροῦνται εἰς α'· ἐκεῖθεν μέρος μὲν αὐτῶν ἀνακλᾶται ὑπὸ τῆς πλακῆς Κ πρὸς Φ, μέρος
δὲ διερχόμενον δι' αὐτῆς εἰσδύει διὰ τοῦ προσοφθαλμοῦ Ο εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρα-
τηρητοῦ, ὅστις ἐπομένως ὁρᾷ ἐν τῇ διόπτρᾳ φωτεινὸν εἶδωλον τῆς πηγῆς Φ. Ἀλλ' ὁ
κυλινδρὸς τῆς διόπτρας φέρει κατὰ τὸ β ἀνοιγμα, δι' οὗ εἰσέρχεται ἡ στεφάνη τροχοῦ Τ,
ἔχοντος 720 ὀδόντας καὶ 720 διατομὰς ἰσοπλατεῖς πρὸς αὐτοὺς· ὁ τροχὸς οὗτος στρέφεται
δι' ὠρολογικοῦ μηχανήματος λίαν ταχέως περὶ ἄξονα παράλληλον πρὸς τὸν ἄξονα τῆς
διόπτρας· καὶ ὅταν μὲν τὸ εἶδωλον α ἐμπέτῃ εἰς τινα διατομὴν μεταξὺ δύο ὀδόντων
τοῦ τροχοῦ, αἱ ἀκτίνες διέρχονται· ἀκωλύτως, ἀλλ' ὅταν παρεμπίπτῃ ἀντὶ διατομῆς
δύοις τοῦ τροχοῦ, ἀναχαιτίζονται· ἐκ τῶν λοιπῶν ὁ τροχὸς στρέφεται μετὰ ταχύτητος

ίκανής ἵνα μετατιθῇται ἀκριβῶς ὅσον τὸ πλάτος ἐνὸς ὁδόντος ἐνῶ ἡ ἀπὸ α' ἐκπεμπομένη ἀκτὶς διατρέχει δις τὸ διάστημα AB ἀπὸ α' εἰς γ καὶ ἀπὸ γ εἰς α', πᾶσα ἀκτὶς ἀπὸ Κ εἰς Δ διὰ τινος διατομῆς διελθούσα ἐμποδίζεται ἐκάστοτε ἐν τῷ ἐπιστρέφειν ὑπὸ τοῦ ἀκολουθοῦντος εἰς τὴν διατομὴν ὁδόντος, καταλαβόντος ἐν τῷ μεταξύ τὴν θέσιν αὐτῆς· ὁ θεατὴς ἐπομένως οὐχ ὁρᾷ τὸ εἶδωλον. Ἐὰν ὅμως ἡ ταχύτης τοῦ τροχοῦ ἀκριβῶς διπλασιασθῇ, τὸ εἶδωλον ἀναφαινεται· πάλιν, διότι ἡ διὰ τινος διατομῆς διελθούσα ἀκτὶς διέρχεται ἐπιστρέφουσα διὰ τῆς ἐπομένης· καὶ οὕτω καθέξης, τῆς ταχύτητος αὐξανομένης. Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Fizeau ἡ μὲν ἀπόστασις AB ἦν 8633 μ., ὁ δὲ πρῶτος ἀφανισμὸς τοῦ εἰδώλου ἐπὶ ῥηχτο στρεφόμενου 12,6^{κις} τοῦ τροχοῦ ἐν τῷ δευτερολέπτῳ ὥστε

ἡ στροφὴ τοῦ τροχοῦ καθ' ἓνα ὁδόντα διήρκει $\frac{1}{2 \cdot 720 \cdot 12,6}$ τοῦ δευτερολέπτου· ἀλλὰ κατὰ τὸν ἐλάχιστον τοῦτον χρόνον τὸ φῶς διήνυε δις τὴν ὁδὸν τῶν 8633 μ. Ἄρα ἡ ταχύτης αὐτοῦ ἰσοῦται πρὸς $2 \times 8633 \times 2 \times 720 \times 12,6 \mu. = 313274,3 \chi\mu.$ Ἄλλ' ὁ Cornu ἐπαναλαβὼν χιλιάκις (1873) τὴν δοκιμὴν τοῦ Fizeau εὗρεν δι: ἡ ταχύτης αὕτη ἰσοῦται πρὸς 298500 $\chi\mu.$ Ἦσαν ἀριθμὸν εὗρε καὶ ὁ Foucault δοκιμάσας δι' ἑλλης μεθόδου (πρβλ. ἐδ. 177). Νεώτατα· τέλος δοκιμαί, γινόμεναι ὑπὸ τὴν ἐποπτεῖαν τοῦ συμβουλίου τοῦ ἀστεροσκοπείου Παρισίων παρέσχον ταχύτητα 300400 $\chi\mu.$

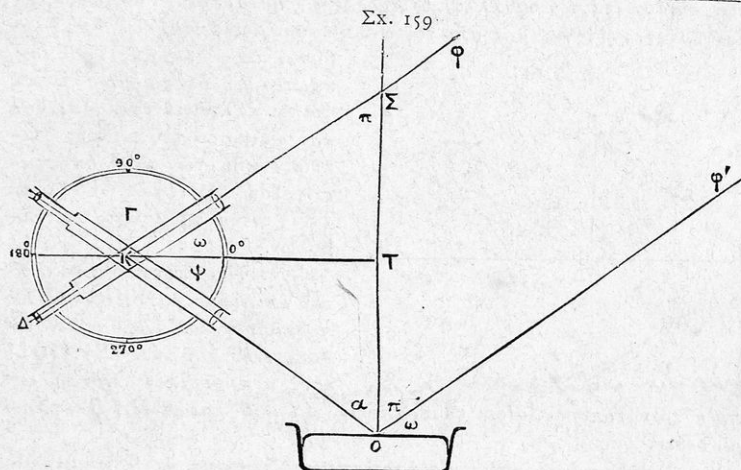
134. ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΙΣ, ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ, ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ. Αἱ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σκοτεινῶν σωμάτων προσπίπτουσαι ἀκτίνες ἐν μέρει μὲν ἀμυαυροῦνται ὑπ' αὐτῶν ἢ ἀπορροφῶνται, ἐν μέρει, ἐὰν τὰ σώματα τύχῃσι διαφανῇ, διέρχονται δι' αὐτῶν ἐκτεπόμεναι τῆς εὐθυγράμμου διεθύνσεως ἢ διαθλῶνται, ἐν μέρει τέλος ἀποτρέπονται ἢ ἀνακλῶνται. Αἱ τελευταῖαι δὲ αὐταὶ ἡ διαχέονται ἀκαταστάτως κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ὡς ἀπὸ σωμάτων τραχέων καὶ συντελοῦσι πρὸς ὄψιν αὐτῶν, ἢ ἀνακλῶνται καθολικῶς καθ' ὠρισμένην τινὰ διεύθυνσιν, ὡς ἀπὸ σωμάτων λείων καὶ ἐστιλβωμένων. (Ἀνακλῶν ἀργυροῦν κάτοπτρον καθαρὸν ἢ πεπασμένον λυκοποδίῳ ἐν θαλάμῳ σκοτεινῷ). Τὸ περὶ τῆς κανονικῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς πραγματευόμενον μέρος τῆς ὀπτικῆς καλοῦμεν *Κατοπτρικὴν*, τὸ δὲ περὶ τῆς διαθλάσεως αὐτοῦ *Διοπτρικὴν*.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Κατοπτρικὴ.

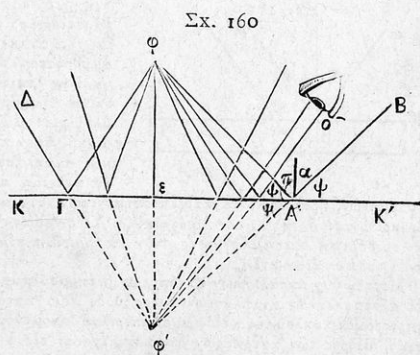
+ 135. ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΕΠΙ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ. Ἐστω Γ (Σχ. 159) κυκλικὸς γνῶμων ἐστηριγμένος καθέτως πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἰσορροποῦντος ὑδραργύρου Ο (τεχνητοῦ ὀρίζοντος), φέρων διόπτραν Δ στρεπτήν περὶ τὸ κέντρον Κ παραλλήλως τῇ ἐπιπέδῳ αὐτοῦ. Ἐὰν διὰ τῆς διόπτρας ἀτενίσωμεν πρῶτον πρὸς λαμπρὸν τινα ἀπλανῆ ἀστέρα κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΚΦ, εἴτα δὲ πρὸς τὸ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου εἶδωλον αὐτοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΚΟ, εὕρισκόμεν τὰς ἐκατέρωθεν τῆς ὀριζοντείου ΚΤ γωνίας ω καὶ ψ ἴσας (αἰσθητὸν ὕψος τοῦ ἀστέρος). Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ἀπλανοῦς ἐκτεπόμεναι ἀκτίνες εἰσι παραλλήλοι, ἡ φ' οὐ περιλαμβάνεται ἐν τῇ ἐπιπέδῳ ΦΚΟ τῶν δύο ἁζόνων τῆς διόπτρας, παραλλήλῳ τῷ γνῶμονι καὶ καθέτῳ ἐπὶ τῆς ἐπι-

φανείας τοῦ ὑδραργύρου ἄρα ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ κεῖται καὶ ἡ ἐκ τοῦ Ο ἀγομένη κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου (ἢ κατὰ στάθμην) ΟΣ, ὥστε αἱ περὶ τὸ σημεῖον Τ γωνίαι εἰσὶν ὀρθαὶ καὶ ἡ π' ἴση τῇ α'. Ὀνομάζομεν τὸ κατοπτρίζον στοιχεῖον τῆς ἐπιφανείας Ο σημεῖον



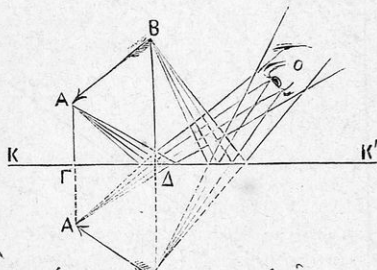
προσπτώσεως, τὴν ΟΣ κάθετον τῆς προσπτώσεως, τὴν φ'Ο ἀκτῖνα προσπτώσεως, τὴν φ'ΟΣ γωνίαν προσπτώσεως, τὴν ΟΚ ἀκτῖνα ἀνακλάσεως, καὶ τὴν α γωνίαν ἀνακλάσεως. Ἡ διεύθυνσις ἐπομένως τῆς ἀνακλασθείσης ἀκτίνος ὀρίζεται κατὰ τὰ προηγούμενα ἐντελῶς διὰ τῶν δύο νόμων τῆς ἀνακλάσεως. 1^{ον} Ἡ ἀνακλασθεῖσα ἀκτίς κεῖται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς προσπεσοῦσης καὶ τῆς καθέτου, 2^{ον} ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πρὸς τὴν τῆς προσπτώσεως.

Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἀπὸ τινος ἀκτινοβόλου φ (Σχ. 160) ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου κατόπτρου ΚΚ' προσπίπτων φωτεινὸς κῶνος ΓφΔ μεταβάλλεται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν εἰς κῶνον κόλουρον ΔΓΑΒ ἔχοντα γεωμετρικὴν κορυφὴν τὸ φ', συμμετρικὸν σημεῖον τοῦ φ ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον· διότι



κατὰ μὲν τὸν 1^{ον} νόμον πᾶσα ἀνακλασθεῖσα ἀκτίς, οἷον ἡ AB, ἐπεντα-
θεῖσα ὅπισθεν τοῦ κατόπτρου τέμνει τὴν ἀπὸ τοῦ φ ἐπὶ τὸ κατόπτρον
κάθετον φφ', κατὰ δὲ τὸν 2^{ον} νόμον ($\psi = \psi$) τὰ τρίγωνα φεΑ καὶ φ'εΑ
ἐφαρμόζουσιν, ἔρα φε = φ'ε· ὥστε μέρος τι τῶν ἀνακλασθεῖσων ἀκτί-
νων, εἰσδύνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν α, προξενεῖ τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν, ὡς
ἐὰν ἤρχετο εὐθυγράμμως ἀπὸ τοῦ φ'· ὁ ὀφθαλμὸς ἐπομένως ὑπολαμ-
βάνει τὸ φ' ὡς ἀκτινοδόλον,

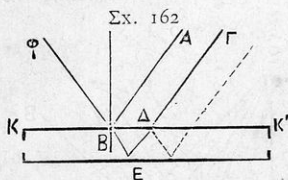
Σχ. 161



καίπερ μὴ ὄν τοιοῦτο· ἔνεκα
τούτου καλοῦμεν τὸ φ' εἰδωλὸν
κατ' ἐμφασιν τοῦ φ, πρὸς διὰ-
κρίσιν ἀπὸ τῶν καθ' ὑπόστα-
σιν εἰδωλῶν (ἐδάφ. 131 καὶ
137) ὄντων πράγματι ἀκτινο-
δόλων.

καὶ ἐφαρμόζονται εἰς τὴν εἰδωλοῦ ἐντύπωσιν, ἔστι συμμετρικὸν αὐτοῦ ὡς
πρὸς τὸ κατόπτρον, (διότι τὰ τραπέζια $AT\Delta B$ καὶ $A'\Gamma\Delta B'$ ἐφαρ-
μόζουσιν.

Ἐν τοῖς προηγουμένοις ὑπέστη μία ἡ κατοπτρίζουσα ἐπιφάνεια, ὡς ἡ τῶν μεταλλι-
κῶν κατόπτρων· ἀλλὰ τὰ συνήθῃ ὑάλινα κάτοπτρα ἔχουσι δύο ἐπιπέδους καὶ παραλλή-
λους ἐπιφανείας κατοπτρίζουσας, ὧν ἡ ὅπισθεν φέρει τὸ γάνωμα (ἀμάλγαμα ὑδραργύρου
καὶ κασίτερου). Τὰ κάτοπτρα ταῦτα ἀνακλῶσι τὰς ἀκτίνας ἐν μέρει κατὰ τὴν ΒΑ (Σχ.
162) ἐπὶ τῆς ἔμπροσθεν, κατ' ἐξοχὴν ὅμως ἐπὶ τῆς ὀπισθεν ἐπιφανείας· διότι τὸ πλεῖστον
φῶς δις διακλασθὲν (ἐδ. 141) καὶ ἀπαρ' ἀνακλασθὲν κατὰ τὸ Ε φθάνει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν



διὰ τῆς οδοῦ φΒΕΔΓ· ὅθεν διακρίνομεν, βλέπον-
τες μάλιστα πλαγίως πρὸς τὸ κατόπτρον,
δύο εἰδῶλα, ὧν τὸ μὲν λαμπρότερον προέρχεται
ἐκ τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ τοῦ μετάλλου Ε, τὸ δὲ
ἀμυδρότερον ἐκ τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ τῆς ἔμπροσθεν
υἰαλίνης ἐπιφανείας Β, μὴ ἐπιφέρον σύγχυσιν
ἔνεκα τῆς ἀμυδρότητος αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ἀπο-
θιψωμεν μᾶλλον πλαγίως πρὸς τὸ κατόπτρον,
διακρίνομεν πλεῖονα εἰδῶλα, ἐκ τῆς ἐπανειλημμέ-
νης ἀνακλάσεως μεταξύ τῶν δύο κατοπτρίζουσων
ἐπιφανειῶν προερχόμενα. (Μεταξὺ τῶν πολλῶν

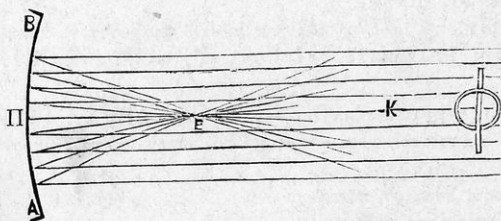
ἐφαρμογῶν, πρακτικῶν τε καὶ ἐπιστημονικῶν, τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ ἐπιπέδων κατόπτρων
διακρίνονται ὁ τεχνιτὸς ὀρίζων, ὁ ἡλιοστάτης, τὸ ἡλιοτρόπιον τοῦ Gauss, ἡ
κατοπτρικὴ καταμέτρσις τῶν ἐκτροπῶν τῆς μαγνητικῆς βελόνης (ἐδ. 302),
τὸ ἐκτοκὸν κλινὸν κτλ.)
Μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων βλέπομεν ἀπὸ πολλὰ εἰδῶλα τοῦ αὐτοῦ φωτοβόλου
ἐξ ἄλλεπαλλήλων ἀνακλάσεων· μεταξύ δὲ δύο κατόπτρων συγκλινόντων βλέπομεν ἐπὶ
περιφερείας κύκλου τόσα εἰδῶλα συμπεριλαμβανομένου καὶ τοῦ εἰκονιζομένου σημείου, ὅσα-
κις ἡ διεδρός τῶν κατόπτρων γωνία περιέχεται εἰς 4 ὀρθάς· ἡ κατασκευὴ αὐτῶν κατὰ τὰ
προηγούμενα ἐστὶν εὐχερής. Τὸ ἀπέναντι σχῆμα 163 ἐμφαίνει τὴν ὁδὸν τῶν ἀκτίνων
μεταξὺ τῶν δύο κατόπτρων καλειδοσκοπικῶν γωνίας 72°. ὁ ὀφθαλμὸς οὖν ὁρᾷ τὸ ἀκτινοδό-
λον φ, τὰ σημεῖα φ' ὄντα εἰδῶλα πρώτης τάξεως, ἥτοι ἐκ μιᾶς ἀνακλάσεως μορφοῦμενα,
καὶ τὰ σημεῖα φ'' ὄντα εἰδῶλα δευτέρας τάξεως, ἥτοι ἐκ δύο ἀνακλάσεων μορφοῦμενα.

ἀλλὰ μετ' ὀλίγον δειχθήσεται ὅτι πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον ϕ ἀνακλῶνται καὶ πᾶσαι αἱ λοιπαὶ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ ἀπὸ τοῦ Φ ἐκπεμπόμεναι καὶ μικρὰς τινὰς γωνίας μετὰ τοῦ ἄξονος $\Phi\Pi$ σχηματίζουσαι· ἄρα τὸ ϕ ἐστὶν ὁπτικὸν εἶδωλον τοῦ ἀκτινοβόλου Φ καὶ μάλιστα καθ' ὑπόστασιν, διότι αἱ ἐξ ἀνακλάσεως ἀκτῖνες σχηματίζουσι κῶνον πρᾶγματι συγκλίνοντα πρὸς τὸ σημεῖον τοῦτο. Ἐὰν δὲ ἀντιστρόφως ἠθέλομεν ὑποθέσει ἀρχῇ τὸ ϕ πρὸς τὸ ἀκτινοβόλον, πᾶσαι αἱ ἀπ' αὐτοῦ προσπίπτουσαι εἰς τὸ κατόπτρον ἀκτῖνες ἤθελον τέμνεσθαι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν εἰς Φ ὥστε τοῦ ϕ ὄντος εἰδώλου τοῦ Φ , καὶ τὸ Φ ἐστὶν ἀντιστρόφως εἶδωλον τοῦ ϕ · δύο τοιαῦτα σημεῖα καλοῦμεν ἐστίας συζυγεῖς ἀλλήλαις.

Ὅταν τὸ ἀκτινοβόλον σημεῖον κηται ἐπὶ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος K , αἱ ἀπ' αὐτοῦ φωτειναὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι πᾶσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καθέτως ἀνακλῶνται πάλιν πρὸς τὸ K · τουτέστι τὸ κέντρον ἐστὶν εἶδωλον ἑαυτοῦ.

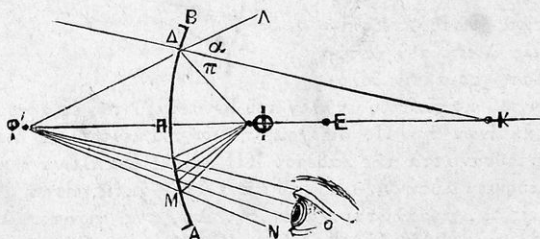
Ὅταν τὸ Φ μακρύνηται ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, τὸ εἶδωλον ϕ τοῦναντίον πλησιάζει πρὸς τὸ κατόπτρον· ἐὰν δὲ νοηθῇ ἐπ' ἄπειρον μακρυνθέν

Σχ. 165



ἐὰν δηλ. ἡ προσπίπτουσα δέσμη νοηθῇ κυλινδρική καὶ παράλληλος τῷ ἄξονι, αἱ ἀνακλόμεναι ἀκτῖνες συγκλίνουνσι πρὸς τι σημεῖον

Σχ. 166



τοῦ ἄξονος E , ὅπερ καλοῦμεν «κυρίαν ἐστίαν» (Σχ. 165), καὶ τὴν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀπόστασιν αὐτοῦ $E\Pi$ «κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν», ἰσομένην πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς σφαιρικῆς ἀκτίδος τοῦ κατόπ-

τρον. Ὡς δὲ πᾶσαι αἱ παράλληλοι φωτειναὶ ἀκτίνες ἀλληλοτομοῦσι κατὰ τὴν κυρίαν ἐστίαν, καὶ πᾶσαι αἱ ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας ἀκτινοβολούσας ἐκπεμπόμεναι διευθύνονται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν παρὰ τὴν ἡλίκω τῷ ἄξονι, τούτεστι τὸ ὀπτικὸν εἶδωλον τῆς κυρίας ἐστίας κείται εἰς ἀπειρον ἀπόστασιν. Ἐὰν τέλος τὸ ἀκτινοβόλον Φ πλησιάσῃ εἰς τὸ κάτοπτρον μᾶλλον τῆς κυρίας ἐστίας Ε, ἢ ἀνάκλασις ἀδυνατεῖ ἵνα μεταβάλῃ τὸν προσπίπτοντα κῶνον τῶν ἀποκλινουσῶν ἀκτίνων ΔΦΜ (Σχ. 166) εἰς κῶνον συγκλίνοντα ἢ εἰς κύλινδρον ὥστε μετὰ τὴν ἀνάκλασιν λαμβάνει οὗτος σχῆμα κώνου κολούρου ΛΔΜΝ. Ὁφθαλμὸς δὲ τις ο δεχόμενος μέρος τῆς ἀνακλασθείσης δέσμης ὑπολαμβάνει τὸ φ' ὡς σημεῖον τῆς ἀκτινοβολίας· τὸ σημεῖον τοῦτο φ' καλούμεν ἐστίαν συζυγῇ ἢ εἶδωλον τοῦ Φ κατ' ἐμφασιν (ἐδάφ. 135). Τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον ἀπέχει πάντως τοῦ κατόπτρου μᾶλλον τοῦ ἀκτινοβόλου· συμπλησιάζουσιν ὅμως ἀμφοτέρω πρὸς τὸ κάτοπτρον καὶ ἐπὶ τέλους συμπιπτουσι κατὰ τὸ σημεῖον Π.

Πρὸς ἀπίδειξιν τῶν προκαποθέντων τούτων φαινομένων τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ κατόπτρῳ κοίλῳ συντελεῖ ἡ ἐξῆς στοιχειώδης θεωρία· ἐπειδὴ ἡ κάθετος ΚΔ (Σχ. 164) διχοτομεῖ τὴν γωνίαν ΦΔΦ, καὶ ἡ ἐξαπτομένη ΔΡ τὴν ἐξωτερικὴν γωνίαν ΦΔΛ, συνυπάρχουσιν αἱ ἀναλογίαι: Κρ:ΚΦ::φΔ:ΦΔ καὶ Ρφ:ΡΦ::φΔ:ΦΔ· ἐξ ὧν Κρ:ΚΦ::Ρφ:ΡΦ· ἀλλ' ἐπειδὴ ὅσῳ ἔλασσον τὸ τόξον ΠΔ, τοσοῦτω πλησιέστερον τὸ Ρ πρὸς τὸ Π, δύναμεθα ἵνα, ἐκλαμβάνοντες διὰ μικρὰ γωνιώδη ἀνοίγματα τοῦ κατόπτρου τὴν ἀπόστασιν ΡΠ ὡς τὴν τῷ μηδενί, εἰσαγάγωμεν τὸν λόγον Πρ:ΠΦ ἀντὶ τοῦ Ρφ:ΡΦ· ἀλλ' οὕτως ἡ θέσις τοῦ σημείου φ καθίσταται ὁμοιωμένη πρὸς τὴν διευθύνσιν τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος, ἢ πᾶσαι αἱ ἀπὸ τοῦ Φ προσπίπτουσιν ἀκτίνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἀλληλοτομοῦσι κατὰ τὸ φ. Ἐὰν δὲ α μὲν ἐμφαίνῃ τὴν ἀκτίνα τῆς κομπυλότητος, Φ δὲ καὶ φ τὰς ἀποστάσεις τῶν ὁμωνύμων συζυγῶν ἐστῶν ἀπὸ τοῦ Π, ἡ ἀναλογία Κρ:ΚΦ::Πρ:ΠΦ μεταβάλλεται εἰς τὴν α-φ:Φ-α::φ:Φ, ἐξ ἧς

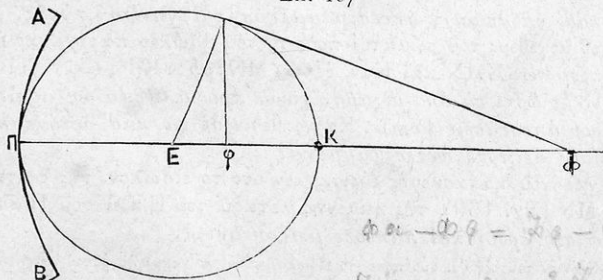
$$(1) \quad \frac{1}{\Phi} + \frac{1}{\varphi} = \frac{2}{\alpha}$$

Ὅταν $\Phi = \infty$, τὸ φ ἐμφαίνει τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν, ἥτις ἔστω Ε· ἀλλὰ τότε ἡ (1) παρέχει: $\frac{1}{\infty} = \frac{2}{\alpha} - \frac{1}{\varphi}$, ἐξ ἧς $\alpha = 2Ε$ · εἰσαγόντες δὲ τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ α εἰς τὴν (1), εὐρίσκομεν

$$(2) \quad \frac{1}{\Phi} + \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{Ε}$$

ἐξ ἧς δι' εὐχεροῦς διερευνήσεως πᾶσαι αἱ ἀνωτέρω ἐκτεθεῖσαι σχέσεις προκύπτουσι.

Σχ. 167



$$\phi \alpha - \Phi \varphi = \alpha \varphi - \alpha \phi$$

$$\phi \alpha + \alpha \varphi = 2 \phi \varphi$$

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

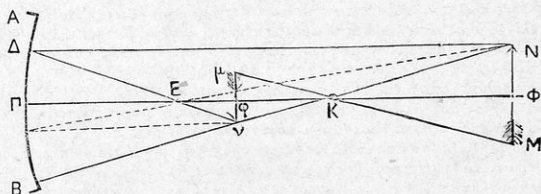
Ἐάν τέλος παραστήσωμεν διὰ Φ' καὶ Φ' τὰς ἀποστάσεις τῶν ὁμωνύμων συζυγῶν ἐστιῶν ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας, μετασχηματίζομεν εὐκόλως τὴν ἰσότητά (2) εἰς τὴν ἀπλουστάτην

$$(3) \quad \Phi' \Phi' = E^2,$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα τὴν ὑπὸ τοῦ ὀπισθεν σχήματος 167 δηλούμενην γεωμετρικὴν κατασκευὴν πρὸς εὕρεσιν τῆς ἐτέρας τῶν συζυγῶν ἐστιῶν διὰ τῆς ἄλλης δοθείσης.

138. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΑΠΟ ΚΟΙΛΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ ΕΙΔΩΛΩΝ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΩΝ. Τὰ προηγούμενα χρησιμεύουσι πρὸς εὕρεσιν τοῦ μεγέθους καὶ τῆς θέσεως τῶν εἰδώλων σωμάτων φωτοβολούντων πρὸς κάτοπτρον κοίλον δι' ἀπλῆς γεωμετρικῆς κατασκευῆς. Ἐστω AB (Σχ. 168) ἡ κατοπτρίζουσα σφαιρικὴ ζώνη, Π ὁ πόλος καὶ Κ τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος αὐτῆς. Τὴν ΠΚ καλοῦμεν κύριον ἄξονα τοῦ κατόπτρου καὶ τὸ μέσον αὐτῆς Ε κυρία ἐστία. Πᾶσα παράλληλος τῇ ΠΚ φωτεινὴ ἀκτὶς

Σχ. 168



ἀνακλᾶται πρὸς Ε, καὶ πᾶσα ἐκ τοῦ Ε ἐκπεμπομένη ἀνακλᾶται παραλλήλως τῇ ΠΚ, πᾶσα διὰ τοῦ Κ διερχομένη ἀνακλᾶται πάλιν πρὸς τὸ Κ· ὥστε πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδώλου εὐθείας τινὸς φωτοβόλου MN παρακολουθήσωμεν τὴν ὁδὸν τριῶν (ἢ μόνον δύο) φωτεινῶν ἀκτίνων ἐκπεπομένων ἐκ τοῦ ἄκρου Ν· αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἀλληλοτομοῦσι κατὰ τὸ ν' ὁμοίως εὐρίσκομεν ὅτι μ' ἐστὶ τὸ εἶδωλον τοῦ Μ' ἐπομένως ἐάν ἡ MN κῆται πέραν τοῦ κέντρου, μορφοῦται εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν, ἀντεστραμμένον καὶ ἐλασσον αὐτῆς· ἐάν ὅμως ἐκλάβωμεν τὴν μεταξὺ τοῦ Ε καὶ τοῦ Κ εὐθεῖαν μν ὡς τὸ φωτοβόλον, τὸ εἶδωλον MN μορφοῦται καθ' ὑπόστασιν, ἀντεστραμμένον καὶ μείζον αὐτῆς. Ὁ δὲ λόγος τοῦ μεγέθους τοῦ σώματος πρὸς τὸ τοῦ εἰδώλου παρέχεται ἐκ τῶν ὁμοίων τριγώνων KMN καὶ Kμν, ἐξ ὧν MN:μν::ΚΦ:ΚΦ::ΠΦ:ΠΦ (ἐδάφ. 137)· ὥστε τὰ δύο μεγέθη ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα ὡς αἱ ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀποστάσεις αὐτῶν. Κατὰ θέσιν δὲ τὰ καθ' ὑπόστασιν εἰδωλὰ εἰσιν αἰετοτε ἀντεστραμμένα.

Δι' ἀναλόγου κατασκευῆς εὐρίσκομεν ὅτι τὸ εἶδωλον τῆς φωτοβόλου εὐθείας MN (Σχ. 169), τῆς κειμένης μεταξὺ τοῦ Ε καὶ τοῦ Π ἐστὶ μν, κατ' ἔμφασιν, ὀρθὸν καὶ πάντοτε μείζον αὐτῆς.

Σημειωτέον ἐν τούτοις ὅτι οὐδέποτε τὸ εἶδωλον εὐθείας γραμμῆς ἐστὶν ἀκριβῶς εὐ-

ανακλάται, ὥς ἐάν ἐξεπέμπετο ἐκ τοῦ μέσου τῆς ΚΠ· ἄρα Ε ἐστὶν ἡ κατ' ἐμφασιν κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου.

Ἐντεῦθεν πορίζομεθα τὴν μέθοδον τῆς κατασκευῆς τῶν εἰδῶλων σωμάτων φωτοβολούντων πρὸς κυρτὰ κάτοπτρα (πρὸλ. τὸ σχ. 169 κατασκευῆς εἰδῶλων κατ' ἐμφασιν ἀπὸ κατόπτρων κοίλων). Τὰ εἰδῶλα ταῦτα εἰσι πάντοτε κατ' ἐμφασιν, ὀρθὰ καὶ ἐλάττωσα τῶν φωτοβόλων.

— 140. **Καυστικά γραμμὰ καὶ ἐπιφάνειαι· ἑλλειπτικά καὶ παραβολικά κάτοπτρα.** Οἱ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ σφαιρικῶν κατόπτρων στεροῦνται, ὥς ἀνωτέρω ἔρρηξθαι, μαθηματικῆς ἀκριβείας, ἰσχύουσι δὲ μόνον ὑπὸ τινος ὁρους· διότι αἱ ἀπὸ τινος ἀκτινοβόλου ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες οὐ συγκλίνουναι πράγματι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον· ἡ δὲ παρεκτροπὴ συναυξάνεται μετὰ τοῦ ἀνοίγματος τοῦ κατόπτρου. Ἐξετάσωμεν τὸ πρᾶγμα μόνον διὰ παραλλήλους ἀκτίνας ἐπὶ κατόπτρων κοίλων, χάριν ἀπλότητος. Ἐστω ΓΔ (Σχ. 172) ἡ προσπίπτουσα καὶ ΓΕ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς· ἐκ τοῦ τριγώνου ΓΚΕ πορίζομεθα ΕΚ:ΓΚ::ἡμ: α· ἡμ: ΓΕΚ, ἢ, ἐπειδὴ $\alpha = \pi$, ΕΚ:ΚΠ::ἡμ: π :2 ἡμ:π συν: π· ὅθεν $ΚΕ = ΚΠ \times \frac{1}{2 \text{ συν: } \pi}$. Ἐπειδὴ δὲ, ὅταν ἡ γωνία π περιλαμβάνῃ ὅλη-

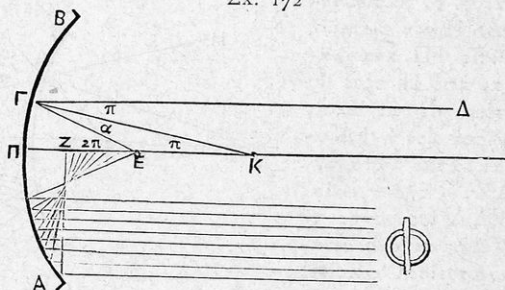
γας τινὰς μοίρας, τὸ συν: π· μόλις διαφέρει τῆς μονάδος, συμπεραίνομεν ὅτι αἱ πλησίον αὐτοῦ ἄξονος προσπίπτουσαι *κεντρικαὶ* ἀκτίνες ἀνακλῶνται πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε· ἀλλὰ τῆς π αὐξανόμενης, ἐλαττοῦται ὁ παρονομαστής 2 συν:π ταχύτερον, καὶ ἐπομένως τὰ σημεῖα τῆς τομῆς Ζ κινούνται ταχέως πρὸς τὸ Π· ἐκ τῶν ἀλληλοδιαδόχων δὲ τομῶν τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων σχηματίζεται γραμμὴ καμπύλη, ἥς αὗται ἀπτονται, καὶ ἥτις δυνατόν ἵνα θεωρηθῇ ὡς τὸ καμπύλον ὄριον τοῦ ἐκ τῆς ἀνακλάσεως φωτιζομένου χώρου· ἐπειδὴ δὲ πλησίον τῆς καμπύλης ταύτης συνωθοῦνται πυκνότεραι αἱ ἐξ ἀνακλάσεως ἀκτίνες, ὁ πρὸς αὐτὴν φωτισμός ἐστιν ἐντονώτατος. Τὴν τοιαύτην

καμπύλην καλοῦμεν *καυστικὴν*, ὡς καὶ τὴν ὑπ' αὐτῆς γεννωμένην ἐπιφάνειαν ἐκ τῆς στροφῆς τοῦ σχήματος περὶ τὸν ἄξονα ΠΚ. Ἐνώπιον κοίλων κατόπτρων μεγάλου ἀνοίγματος ἡ καυστικὴ ἐπιφάνεια καθίσταται διὰ καπνοῦ εὐκόλως ὁρατὴ. Τὰ κυρτὰ κάτοπτρα κέκηνται καυστικὰς ἐπιφάνειας κατ' ἐμφασιν κειμένας ὀπισθεν αὐτῶν. Μορφοῦσι δὲ καὶ αἱ ἀποκλίνουσαι ἀκτίνες καυστικὰς ἐπιφανείας ὡς καὶ αἱ παράλληλοι. Τὴν ἀνωμαλίαν ταύτην καλοῦμεν *ἀνακλαστικὴν ἀφροστίαν*.

Τὰ *παραβολικά* κάτοπτρα ἀνακλῶσι πᾶσας τὰς παραλλήλους τῷ ἄξονι ἀκτίνας μετὰ γεωμετρικῆς ἀκριβείας πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ἥτοι πρὸς τὴν ἐστίαν τοῦ παραβολοειδούς· ἐκ περιστροφῆς, καὶ πᾶσας τὰς ἀπὸ τῆς ἐστίας ταύτης παραλλήλους τῷ ἄξονι. Ἐνεκα τούτου χρησιμεύουσιν ἐν τοῖς φάροις ὡς ἀνακλάται. Τὰ δὲ ἐκ περιστροφῆς ἐπιμήκη ἐλλείψεω διὰ κάτοπτρα ἀνακλῶσι πᾶσας τὰς ἀπὸ τῆς ἐτέρας τῶν ἐστῶν ἐκπεμπόμενας ἀκτίνας ἀκριβῶς πρὸς τὴν ἄλλην ἐστίαν. Οἱ νόμοι οὗτοι προκύπτουσιν ἐκ γνωστῶν ιδιοτήτων γεωμετρικῶν τῆς παραβολῆς καὶ τῆς ἐλλείψεως (πρὸλ. ἐδ. 123).

Κατὰ τὰ προηγούμενα, τὰ ἐκ τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ σφαιρικῶν κατόπτρων μικροῦ ἀνοίγματος προκύπτουσα εἰδῶλα, εἴτε μέλζονα εἴτε ἐλάσσονα τῶν ἐκικονιζόμενων σωμάτων, εἴσι γεωμετρικῶς περίπου ὅμοια πρὸς τὰ σώματα ταῦτα· ἀλλὰ τὰ ἐκ κατόπτρων ἐτέρου σχήματος, ὅσον κυλινδρικῶν ἢ κωνικῶν σχηματιζόμενα, εἰσι πολὺ τῶν σωμάτων διάφορα· ἔνεκα τούτου τὰ σώματα φαίνονται ἐν τοιούτοις κατόπτροις παραμορφωμένα. Ἀλλὰ καὶ ἀντιστρόφως δυνατόν ἵνα ἐκικονίσωμεν τὰ σώματα ἀρμοδίως παραμορφωμένα, ὅπως τὰ ἐκ τοιούτων μορφοσμάτων διὰ καταλλήλου κατοπτρισμοῦ ἐν κυλινδρικοῖς ἢ ἐν κωνικοῖς κατόπτροις εἰδῶλα ἀναπλάσσωσι τὴν τῶν σωμάτων ἀντίληψιν μετὰ τῆς φυσικῆς ἀναλογίας τῶν διαστάσεων αὐτῶν. (*Ἀναμορφώσεις*).

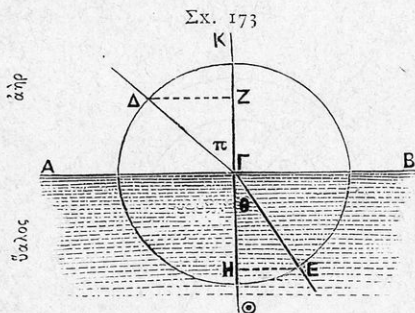
Σχ. 172



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

Διοπτρική.

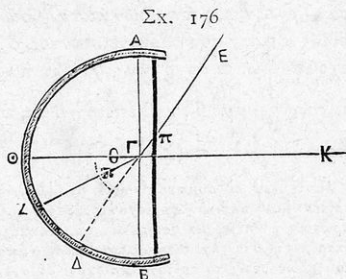
+141. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ· ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΥΤΗΣ. "Όταν αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός προσπίπτωσιν ἐπὶ τῆς κοινῆς ἐπιφανείας δύο διαφανῶν σωμάτων, οἷον ἀέρος καὶ ὕδατος, ἐν μέρει μὲν ἀνακλῶνται κατὰ τοὺς ἐκτεθέντας νόμους (ἐδᾶφ. 135), ἐν μέρει ὅμως, εἰσδύουσαι ἀπὸ τοῦ πρώτου εἰς τὸ δεύτερον περιέχον, ἐκτρέπονται ἀπὸ τῆς εὐθυγράμμου αὐτῶν διευθύνσεως ἥτοι διαθλῶνται. "Εστω AB (Σχ. 173) ἡ τὰ δύο περιέχοντα χωρίζουσα ἐπίπεδος ἐπιφάνεια, ΔΓ ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς, ΚΘ ἡ κάθετος τῆς προσπτώσεως καὶ ΓΕ ἡ διαθλωμένη καὶ εἰς τὴν κάθετον πλησιάζουσα ἀκτίς· ἡ μὲν $\Delta \Gamma \text{K} = \pi$ ἐστὶν ἡ τῆς προσπτώσεως γωνία, ἡ δὲ $\Theta \Gamma \text{E} = \theta$ ἡ τῆς διαθλάσεως. Καὶ φανερόν μὲν ὅτι ἡ θ συμμεταβάλλεται μετὰ τῆς π , ἀλλ' ἀκριβέστερον ὀρίζεται ἡ μεταξὺ τῶν δύο τούτων γωνιῶν σχέσις διὰ τῶν δύο νόμων τῆς διαθλάσεως, ἀνακαλυφθέντων ὑπὸ τοῦ Snellius (1620), καθ' οὓς 1°) τὸ ἐπίπεδον τῆς



προσπιπτούσης ἀκτίνος ΔΓ καὶ τῆς καθέτου ΚΘ περιλαμβάνει καὶ τὴν διαθλασθεῖσαν ἀκτῖνα ΓΕ· καὶ 2°) ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν π καὶ θ ($\Delta \text{Z} : \text{H}\text{E}$) ἐστὶ σταθερός. Τὸν λόγον τούτον καλοῦμεν δείκτην τῆς διαθλάσεως· ἐὰν παραστήσωμεν αὐτὸν διὰ τοῦ δ , κατὰ τὸν δεύτερον νόμον ἔχομεν ἡμ: $\pi = \delta$ ἡμ: θ . ὥστε κατὰ τὸν δείκτην, ὄντα μείζονα ἢ ἐλάσσονα τῆς μονάδος, καὶ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως ἐστὶν ἐλάσσων ἢ μείζων τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως· καὶ κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ διαθλωμένη ἀκτίς πλησιάζει μᾶλλον τῆς προσπιπτούσης εἰς τὴν κάθετον, ὅτε καλοῦμεν τὸ δεύτερον περιέχον ὀπτικῶς πυκνότερον ἢ διαθλαστικότερον τοῦ πρώτου· κατὰ δὲ τὴν δευτέραν ἡ διαθλωμένη ἀκτίς ἀπέχει τῆς καθέτου μᾶλλον τῆς προσπιπτούσης, ὅτε καλοῦμεν τὸ δεύτερον περιέχον ὀπτικῶς ἀραιότερον ἢ ἥττον διαθλαστικὸν τοῦ πρώτου. Ἐκ τῆς ἰσότητος ἡμ: $\pi = \delta$ ἡμ: θ , ὅταν $\pi = 0$, λαμβάνομεν καὶ $\theta = 0$. ὥστε αἱ καθέτως προσπίπτουσαι ἀκτῖνες διέρχονται διὰ τῆς ἐπιφανείας AB μὴ διαθλῶμεναι, οἷα δὴποτε καὶ ἂν ᾖσι τὰ δύο περιέχοντα.

μοιρῶν ἀρχομένη ἀπὸ Θ, ἐρ' ἧς μετροῦμεν τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τῶν γωνιῶν ΕΓΚ καὶ ΘΓΖ· εὐρίσκουμεν δὲ διὰ τῶν τριγωνομετρικῶν πινάκων ὅτι ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν δύο γωνιῶν διαμένει ἀμετάβλητος ἐνῷ ἡ π συνεχῶς αὐξάνεται ἀπὸ 0° εἰς 90°. Καὶ ἀπὸ μὲν τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ ὁ λόγος οὗτος ἰσοῦται περίπου πρὸς $\frac{4}{3}$, ἀπὸ δὲ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὕαλον πρὸς $\frac{3}{2}$.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιλαμβάνει τοὺς δείκτας τῆς διαθλάσεως σωμάτων τινῶν συνηθεστάτων (ἔδ. 144). Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸ λευκὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀκτίνων διαφόρου διαθλαστότητος (ἔδ. 145), ὥρισμένους τις δείκτης διαθλάσεως ἀναφέρεται κατ' ἀκριβείαν εἰς ὥρισμένον τι εἶδος ἀκτίνων· οἱ δείκται τοῦ πίνακος ἀναφέρονται εἰς ἀκτίνας, ὧν ἡ διαθλαστότης ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὰς γραμμὰς τοῦ Fraunhofer B, D, H. Θεωρητέον δὲ τὴν γραμμὴν D ὡς μέτρον ἀκτίνων μέσης διαθλαστότητος. Παρατηρητέον πρὸς τοὺς ὅτι οἱ εἰς τὰ τρία ἀέρια ἀναφερόμενοι δείκται εἰσιν ἀπόλυτοι, ἀντιστοιχοῦσι δηλαδὴ εἰς τὴν διάθασιν τῶν ἀκτίνων ἀπὸ τοῦ κενοῦ εἰς τὰ ἀέρια ταῦτα, ἐνῷ οἱ λοιποὶ εἰς ἀσχετικὴν ἀντιστοιχοῦντες εἰς τὴν διάθασιν ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὰ ἀντίστοιχα στερεὰ ἢ ῥευστὰ· τοὺς σχετικούς τούτους καλοῦμεν συνήθεις ἀπλῶς δείκτας.



Σώματα	Πυκνότης	B	D	H	Μέτρον διασκέδα- σμος (ἔδ. 151)
Στεφανύλαος.....	2,535	1,526	1,530	1,547	0,040
Πυριτύλαος μολυβδοῦχος..	3,723	1,628	1,635	1,671	0,068
Φωσφόρος.....	1,8	—	2,144	2,310	—
Ἀδάμας.....	3,52	—	2,478	—	—
Υἰδωρ 15° K.....	1,00	1,3300	1,3324	1,3431	0,040
Αἰθέρ 15° K.....	0,720	1,3545	1,3566	1,3683	0,039
Οἰνόπνευμα 15° K°.....	0,795	1,3612	1,3638	1,3751	0,038
Τερρεθινίνη 10,6° K....	0,886	1,470	1,474	1,494	0,051
Θειοῦχος ἀνθραξ 15°,6 K.	1,272	1,618	1,631	1,702	0,133
Ἀήρ.....	—	1,000293	1,000295	1,000300	—
Ἀνθρακικὸν δξύ.....	—	1,000447	1,000449	1,000458	—
Υδρογόνον.....	—	1,000142	1,000143	1,000147	—

Τὸ φυσικῶς πυκνότερόν ἐστι· συνήθως καὶ τὸ διαθλαστικώτερον περιέχον, οἷον ἡ ὕαλος τοῦ ὕδατος καὶ τὸ ὕδωρ τοῦ ἀέρος· ὁ δὲ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῶν ἄλλων διαλύσεων συναυξάνεται μετὰ τῆς πυκνώσεως αὐτῶν· ἀλλ' ὑπάρχουσι καὶ πολλοὶ ἐξαίρεσις· διακρίνονται μάλιστα ἀνθρακοῦχα ῥευστὰ ὡς ἔχοντα ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ εἰδικὸν αὐτῶν βάρος μεγάλην διαθλαστικότητα καὶ ἰδίως τὸ οἰνόπνευμα, ἡ τερρεθινίνη καὶ ὁ θειοῦχος ἀνθραξ.

Τὸ μέγεθος τοῦ δείκτη μεταβάλλεται καὶ μετὰ τῆς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων· ὁ δὲ Jamín παρατήρησε πρῶτος ὅτι ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τοῦ ὕδατος οὐκ ἀποβαίνει μέγιστος κατὰ τοὺς 4° K ὡς ἡ πυκνότης, ἀλλ' ἐλαττοῦται συνεχῶς ἀπὸ τοῦ 0°, τῆς θερμοκρασίας αὐξανομένης.

Μεταξὺ τῶν στερεῶν διακρίνονται ὁ ἀδάμας καὶ ὁ φωσφόρος ὡς διαθλαστικώτατοι· ἀλλὰ καὶ τὰ ἀέρια διαθλάσι τὸ φῶς, ὥστε ἀκτίνες, εἰσδύονσαι ἐκ τοῦ κενοῦ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἢ ἐξ ἀραιωτέρων εἰς πυκνότερα αὐτῆς στρώματα, ἐκτρέπονται τῆς εὐθυγράμμου ὁδοῦ· τὸ φαινόμενον τοῦτο, γνωστὸν ὑπὸ τὸ ὄνομα ἀτμοσφαιρικῆς διάθλασις, ἔχει ἀποτελέσματα, ἅτινα οὐ περαθλέπονσι παρατηροῦντες οἱ τε ἀστρονόμοι καὶ

οί γεωδαιταί· (ὕψος τῶν ἄστρον, μαρμαρυγὴ αὐτῶν, σείσεις σωμάτων ὁρωμένων δι' ἀνέναντος θερμοῦ ἀέρος κτλ.).

+142. ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΔΙΑ ΠΛΑΚΩΝ. Ὅταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ δύο παραλλήλων καὶ ἐπιπέδων ἐδρῶν πλακὸς διαφανοῦς, περικυκλουμένης ἐκατέρωθεν ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ περιέχοντος, οἷον ὑπὸ ἀέρος, ἢ διεύθυνσις τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων ἐστὶ παράλληλος πρὸς τὴν τῶν καταδυσασῶν· διότι, τοῦ δείκτου ἔντος δ, ἔχομεν ἡμ: $\pi = \delta$ ἡμ: θ καὶ ἡμ:

$$\pi' = \frac{1}{\delta} \text{ ἡμ: } \theta', \text{ καὶ ἐπειδὴ } \theta = \pi'$$

ἄρα καὶ $\theta' = \pi$ (Σχ. 177).

Ἐντεῦθεν δὲ συμπεριζόμενον ὅτι ἐὰν τὸ τρίτον διαθλαστικὸν περιέχον διαφέρει τοῦ πρώτου, ἢ ἀκτίς, διελθοῦσα διὰ τῆς πλακὸς, ἐκτρέπεται ὅσον καὶ διερχομένη ἀμέσως ἀπὸ τοῦ πρώτου εἰς τὸ τρίτον περιέχον. Ὡστε, ἐὰν δ_1 ὁ δείκτης ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, δ_2 ὁ ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑάλον καὶ δ_3 ὁ ἀπὸ τοῦ ὕδατος εἰς τὴν ὑάλον, συνυπάρχουσιν αἱ ἰσότητες ἡμ: $\pi = \delta_1$ ἡμ: θ , ἡμ: $\pi' = \delta_2$ ἡμ: θ' καὶ ἡμ: $\pi = \delta_3$ ἡμ: θ' . ἐξ ὧν, ἐπειδὴ $\theta = \pi'$, πορίζομεθα $\delta_2 = \delta_1 \delta_3$ ἢ $\delta_3 = \frac{\delta_2}{\delta_1}$ · ἡ ἰσότης αὕτη χρησιμεύει πρὸς εὐ-

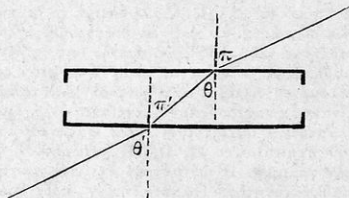
ρεσιν τοῦ δείκτου μεταξὺ δύο σωματῶν, οἷον τοῦ ὕδατος καὶ τῆς ὑάλου, διὰ τῶν δεικτῶν μετὰ ἐκατέρω αὐτῶν καὶ τοῦ ἀέρος· ἢ, ὅπερ ταῦτό, ἀντὶ ἡμ: $\pi' = \delta_3$ ἡμ: θ δυναμέθα ἵνα γράψωμεν δ_1 ἡμ: $\pi' = \delta_2$ ἡμ: θ' (Σχ. 178).

+143. ΟΡΙΚΗ ΓΩΝΙΑ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ὈΛΟΣΧΕΡΗΣ ΑΝΑΚΛΑΣΕΙΣ. Ἀκτὶς κάθετος ἐπὶ ἐπιφανείᾳ διαθλώσεως διέρχεται εὐθυγράμμως· αὐξανομένης δὲ τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π , συναυξάνεται καὶ ἡ τῆς διαθλάσεως θ · καὶ ἐὰν $\delta > 1$, ἢ ἐὰν $\theta < \pi$ κατὰ τὴν μεγίστην δυνατὴν τιμὴν τοῦ $\pi = 90^\circ$

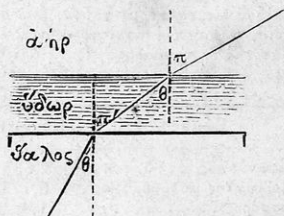
προκύπτει ἡμ: $\pi = 1$ καὶ ἡμ: $\theta = \frac{1}{\delta}$. Ὡστε ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως θ οὐδέποτε ὑπερβαίνει τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν τιμὴν ταύτην τοῦ ἡμίτονου ὀριον. Κατὰ τὴν δίοδον π. χ. ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ $\delta = \frac{4}{3}$, ἡμ: $\theta = \frac{3}{4}$ καὶ $\theta = 48^\circ 35'$. Ἔνεκα τούτου τὴν γωνίαν

ταύτην καλοῦμεν ὀρικὴν γωνίαν διαθλάσεως. Ἐὰν δὲ ἡ ἀκτὶς διέρχεται ἀντιθέτως ἀπὸ τοῦ ὀπτικῶς πυκνοτέρου εἰς τὸ ἀραιότερον περιέχον, οἷον ἀπὸ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως καταντήσῃ εἰς $48^\circ 35'$ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν τῶν 90° , διὰ μείζονας δὲ τιμὰς τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως ἡ ἰσότης ἡμ: $\pi = \delta$ ἡμ: θ παρέχει ἡμίτονα τῆς γωνίας

Σχ. 177

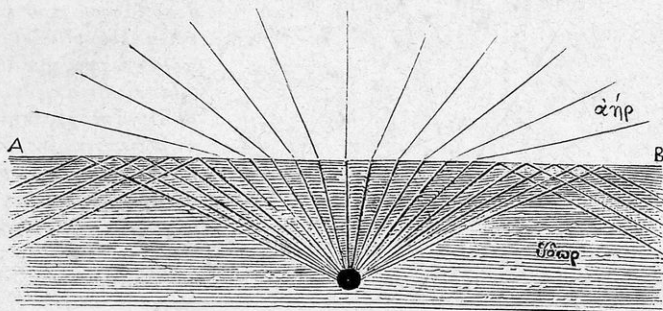


Σχ. 178



τῆς διαθλάσεως μείζονα τῆς μονάδος μὴ ἀντιστοιχοῦντα εἰς γωνίας· κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην ἡ δίοδος τῶν ἀκτίνων ἀπὸ τοῦ πυκνότερου εἰς τὸ ἀραιότερον ἀποβαίνει ἀδύνατος, αἱ δὲ ἀκτίνες ἐπιστρέφουσι πάλιν εἰς τὸ πυκνότερον περιέχον ἀπὸ τῆς διαχωρίζουσης ἐπιφανείας ἢ ἀνακλῶνται ὁλοσχερῶς (Σχ. 179). Περὶ τοῦ συμπεράσματος τούτου βεβαιούμεθα πειραματικῶς ὁρῶντες κάτωθεν καὶ πλαγίως πρὸς

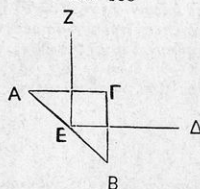
Σχ. 179



τὴν ἐπιφάνειαν ὕδατος ἡρεμοῦντος ἐν δοχείῳ ἔχοντι ὑαλίνας καὶ ἐπιπέδους πλευράς· τὰ ἀπέναντι κείμενα φωτοβόλα κατοπτρίζονται ἐπ' αὐτῆς.

Ἐπειδὴ δὲ ὁ δείκτης τῆς στεφανυάλου ἰσοῦται πρὸς 1,5 ἡ ὁρίκη γωνία τῆς διαθλάσεως δι' αὐτὴν ἐστὶ $41^{\circ}49'$ ὥστε ἡ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΔΕ (Σχ. 180) εἰς τὸ ὑάλινον ἰσοσκελὲς καὶ ὀρθογώνιον πρίσμα ΔΒΓ καθέτως ἐπὶ τῆς ἑδρας ΓΒ εἰσδύουσα ἀκτὶς σχηματίζει μετὰ τῆς ὑποτείνουσας ἐπιφανείας ΑΒ γωνίαν 45° καὶ ἀνακλᾶται ὁλοσχερῶς κατὰ τὴν ΕΖ· ἕνεκα τούτου κατὰ τὴν διεύθυνσιν ταύτην ΖΕ φαίνεται ἡ ἐπιφάνεια ΑΒ ἐντελῶς σκιερὰ καὶ ὡς μέταλλον κατοπτρίζουσα· ἐὰν δὲ ἐγγίσωμέν πρὸς αὐτὴν διὰ τοῦ δακτύλου ὑγροῦ, ἡ ὁλοσχερὴς ἀνάκλασις μεταβάλλεται εἰς διάθλασιν κατὰ τὸ σημεῖον τοῦτο καὶ τὸ κατοπτρον φαίνεται ὡς τετρημένον. Τῶν τοιούτων πρισμάτων ποιοῦμεθα συχνὴν χρῆσιν ἐν ὀπτικοῖς ὀργάνοις ὡς κατοπτρῶν ἐντελῶν. (Ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμός· *Fata morgana*· φωτεινὸς θάλαμος τοῦ Wollaston).

Σχ. 180

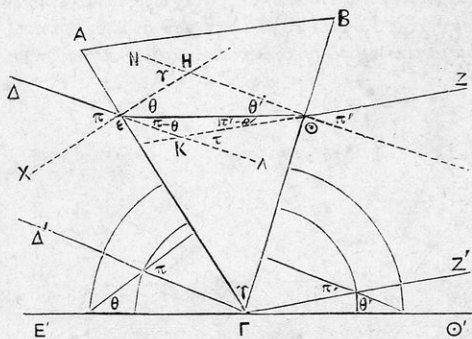


144. ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ. Πᾶσα ἀκτὶς φωτὸς διερχομένη διὰ διαθλαστικοῦ περιέχοντος περατομένου κατ' ἐπιφανείας ἐπιπέδους συγκλινούσας διαθλᾶται κατὰ τε τὴν κατάδυσιν καὶ κατὰ τὴν ἀνάδυσιν καὶ ἐκτρέπεται οὕτω μονίμως τῆς ἀρκτικῆς αὐτῆς διευθύνσεως.

Ἐστω ΑΒΓ (Σχ. 181) ἡ διὰ τοῦ ἀκτινοβόλου Δ καθέτως ἐπὶ τῆς ἀκμῆς Γ διερχομένη (κυρία) τομὴ τριγωνικοῦ τινος διαφανοῦς πρίσματος, καὶ ΔΕ ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐν τῇ τομῇ ταύτῃ ἐπὶ τῆς ἑδρας ΑΓ, καταδυομένη κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΕΘ καὶ ἀναδυομένη κατὰ

τὴν ΘΖ. Τὴν ἀκμὴν Γ ὡς καὶ τὴν διεδρὸν γωνίαν $\text{ΑΓΒ} = \gamma$ τῶν διαθλωσῶν ἐπιφανειῶν καλοῦμεν διαθλαστικὰς. Ὁφθαλμός, βλέπων ἀπὸ

Σχ. 181



ταύτης συμμεταβάλλεται μετὰ τῶν τιμῶν τοῦ δ , δείκτου τῆς ὕλης τοῦ πρίσματος, τοῦ γ , γωνίας διαθλαστικῆς, καὶ τοῦ $\pi = \Delta \text{ΕΧ}$, γωνίας τῆς προσπτώσεως.

Ἐὰν κατασκευάσωμεν τὴν ὁδὸν $\Delta \text{ΕΘΖ}$ τῆς διὰ τοῦ πρίσματος διελθούσης ἀκτίνος διὰ τῶν καθέτων XH καὶ ΓH ἐπὶ τῶν διαθλωσῶν ἐδρῶν (ἡ ὁδὸς αὕτη κατασκευάζεται εὐχερῶς παρὰ τὴν κορυφὴν Γ κατὰ ἐξάφ. 141), καλοῦντες π καὶ θ τὰς γωνίας τῆς πρώτης διαθλάσεως καὶ θ' καὶ π' τὰς τῆς δευτέρας, ἐκ τοῦ τετραπλεύρου ΕΓΘΗ πορίζομεθα $\text{NHE} = \text{ΕΓΘ} = \gamma$ ὥστε $\theta + \theta' = \gamma$ καὶ $\tau = \pi - \theta + \pi' - \theta' = \pi + \pi' - (\theta + \theta') = \pi + \pi' - \gamma$ ἐπειδὴ δὲ τοῦ γ ὄντος σταθεροῦ ἡ τιμὴ τοῦ π' συμμεταβάλλεται μετὰ τῆς τοῦ π, συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς ἐκτροπῆς συμμεταβάλλεται καθόλου μετὰ τῆς τιμῆς τῆς γωνίας τῆς ἀρχικῆς προσπτώσεως π. Εὐκόλως δὲ εὐρίσκομεν ὅτι ἡ τιμὴ τοῦ τ καθίσταται ἐλαχίστη ὅταν ἡ γωνία τῆς καταδόσεως π ἐξισῶται πρὸς τὴν τῆς ἀναδόσεως π', τοῦτέστιν ὅταν $\theta = \theta'$ ἢ ὅταν ἡ ὁδὸς ΕΘ τῆς ἀκτίνος ἐν τῷ πρίσματι κλίνη ἰσάκως πρὸς ἀμφοτέρας τὰς διαθλαστικὰς ἐδρας. Πρὸς τοῦτο παρατηρήσωμεν πρῶτον ὅτι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως π αὐξανομένης συναυξάνεται καὶ ἡ ἐκτροπὴ $(\pi - \theta)$ διότι ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαθλάσεως ἐπεταί ἡμ: $\pi = \delta$ ἡμ: θ, ἡμ: $\pi - \theta$: ἡμ: $\theta = (\delta - 1)$ ἡμ: θ, ἡ μεταβαλλομένης τῆς διαφοράς τῶν ἡμιτόνων εἰς γινόμενον

$$\text{ἡμ: } \frac{(\pi - \theta)}{2} = \frac{\delta - 1}{2} \cdot \frac{\text{ἡμ: } \theta}{\text{συν: } \left(\frac{\pi + \theta}{2} \right)}$$

Ἐπειδὴ δὲ τοῦ π αὐξανομένου συναυξάνεται ὁ ἀριθμητὴς ἐνῶ ἐλαττοῦται ὁ παρονομαστής τῆς παραστάσεως ταύτης, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ διαφορά $(\pi - \theta)$ συναυξάνεται μετὰ τοῦ π. Ὡστε ἐὰν π καὶ π' διαφέρωσι κατὰ μέγεθος καὶ ὥσμεν $\pi > \pi'$, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ $\pi - \theta > \pi' - \theta'$ ἢ $\pi - \pi' > \theta - \theta'$. Ἀλλ' ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαθλάσεως πορίζομεθα ἡμ: $\pi = \delta$ ἡμ: θ καὶ ἡμ: $\pi' = \delta$ ἡμ: θ' καὶ διὰ προσθέσεως αὐτῶν ἡμ: $\pi + \theta$: ἡμ: $\pi' + \theta' = \delta$ (ἡμ: $\theta + \theta'$) ἢ *

$$\text{ἢ } 2 \cdot \text{ἡμ: } \frac{(\pi + \pi')}{2} \text{ συν: } \frac{(\pi - \pi')}{2} = 2\delta \text{ ἡμ: } \frac{(\theta + \theta')}{2} \text{ συν: } \frac{(\theta - \theta')}{2},$$

$$\%, \text{ ἐπειδὴ } (\theta + \theta') = \gamma, \text{ ἡμ: } \frac{(\pi + \pi')}{2} = \delta \cdot \frac{\text{ἡμ: } \gamma}{2} \cdot \frac{\text{συν: } \frac{(\theta - \theta')}{2}}{\text{συν: } \frac{(\pi - \pi')}{2}}.$$

$$2 \text{ ἡμ: } \frac{1}{2} (\theta + \theta') \text{ συν: } \frac{1}{2} (\theta - \theta') = 2\delta \left(\text{ἡμ: } \frac{1}{2} (\theta + \theta') \text{ συν: } \frac{1}{2} (\theta - \theta') \right)$$

Ἐπειδὴ δὲ ἐκ τῆς ἀνισότητος $\pi - \pi' > \theta - \theta'$ ἔπεται καὶ ἡ ἀνισότης

$$\text{συν.} \frac{(\pi - \pi')}{2} < \text{συν.} \frac{(\theta - \theta')}{2}, \text{ τὸ πηλίκον τῶν δύο συνημιτόνων ἐστὶ μεί-}$$

ζον τῆς μονάδος· ὁμοίως δὲ τὸ πηλίκον τοῦτο εὐρίσκεται μείζον τῆς μονάδος καὶ ἐὰν
 $\theta \omega \mu \epsilon \nu \pi' > \pi$, διότι ἐκ τῆς ἀνισότητος ταύτης ἔπεται καὶ ἡ $\pi - \pi' > \theta - \theta'$,

$$\eta \text{ συν.} \frac{(\pi' - \pi)}{2} < \text{συν.} \frac{(\theta' - \theta)}{2}, \eta \text{ συν.} \frac{(\pi - \pi')}{2} < \text{συν.} \frac{(\theta - \theta')}{2}.$$

ἄρα κατ' ἀμφοτέρας τὰς ὑποθέσεις πορίζομεθα ἡμ.: $\frac{(\pi + \pi')}{2} > \delta$. ἡμ.: $\frac{\gamma}{2}$.

Κατὰ τὴν εἰδικὴν ὁμῶς συνθήκην $\pi = \pi'$, ἐξ ἧς καὶ $\theta = \theta'$, τὸ πηλίκον τῶν συνημι-
 τόνων ἐξισοῦται τῇ μονάδι, ὥστε

$$(1) \quad \eta \mu.: \frac{(\pi + \pi')}{2} = \delta. \eta \mu.: \frac{\gamma}{2}.$$

ἄρα κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸ ἄθροισμα $\pi + \pi'$ καὶ ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς

$$(2) \quad \tau = \pi + \pi' - \gamma$$

κατανεῶσιν εἰς τὴν ἐλάχιστην αὐτῶν τιμὴν.

Ἐὰν ἐπομένως, μὴ μεταβάλλοντες τὴν διεύθυνσιν τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων, στρέ-
 φωμεν τὸ πρίσμα πρὸ τοῦ ὀρθαλμοῦ μέχρις οὗ ἐπιτύχωμεν τὸ ἐλάχιστον τῆς ἐκτροπῆς,
 ἐκπληρούμεν κατὰ τὴν θέσιν ταύτην τοῦ πρίσματος τὴν εἰς τὴν ἰσότητά (1) ἀντιστοι-
 χοῦσαν συνθήκην. Εἰσάγοντες δὲ ἐν αὐτῇ τὴν ἐκ τῆς (2) τιμὴν τοῦ ἀθροίσματος $(\pi + \pi')$,

$$\text{λαμβάνομεν ἡμ.:} \frac{\tau + \gamma}{2} = \delta. \eta \mu.: \frac{\gamma}{2}, \text{ ἐξ ἧς (3) } \delta = \frac{\eta \mu.: \frac{\tau + \gamma}{2}}{\eta \mu.: \frac{\gamma}{2}}.$$

διὰ ταύτης λογιζόμεθα τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως (ἐδ. 141) τῆς ὕλης τοῦ πρίσματος
 μετροῦντες πειραματικῶς τὴν ἐλάχιστην ἐκτροπὴν τ καὶ τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν γ .
 Πρὸς τοῦτο ἐκ μὲν τῶν στερεῶν εὐκόλως κατασκευάζομεν πρίσματα, ἢ τοῦλάχιστον
 σιλιβοῦμεν ἐπ' αὐτῶν δύο ἐπιφανείας συγκλινούσας· τὰ βευστὰ ὁμῶς χέομεν ἐντὸς πρι-
 σμάτων κοίλων, περατοῦμένων μεταξὺ συγκλινουσῶν ὑαλίνων πλακῶν (ἐδ. 142).

Πρὸς εὑρεσιν τέλους τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως τῶν ἀερίων ποιοῦμεθα χρῆσιν ὁμοίου
 κοίλου πρίσματος κενοῦ ἢ πεπληρωμένου τοῦ ὑπὸ δοκιμὴν ἀερίου, ἔχοντος μεγάλην τὴν
 διαθλαστικὴν γωνίαν ἐνεκὰ τῆς ἐλαχίστης διαθλαστικότητος τῶν ἀερίων σωμάτων.

Ἐὰν δὲ $\delta < 1$, τότε $\theta > \pi$ καὶ $\theta' > \pi'$ ὥστε διὰ $\pi > \pi'$, $\theta - \pi > \theta' - \pi'$ ἢ $\theta - \pi' > \pi - \pi'$, καὶ
 $\text{συν.} \frac{(\theta - \theta')}{2} < \text{συν.} \frac{\pi - \pi'}{2}$, ἄρα καὶ ἡμ.: $\frac{(\pi + \pi')}{2} < \delta$. ἡμ.: $\frac{\gamma}{2}$. ἔκτὸς διὰ

τὴν συνθήκην $\pi = \pi'$, δι' ἣν $\theta = \theta'$, καὶ καθ' ἣν ἡ τιμὴ τοῦ $\frac{(\pi + \pi')}{2}$ ἀποβαίνει

μεγίστη· ὥστε καὶ πάλιν ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς $\tau = (\theta + \theta') - (\pi + \pi') = \gamma - (\pi + \pi')$
 κατανεῖ εἰς τὴν ἐλάχιστην αὐτῆς τιμὴν, ὡς συμβαίνει π. χ. ὅταν πειρώμεθα ἐν τῷ ἀέρι
 διὰ πρίσματος πλήρου ὑδρογόνου.

Ἡ δὲ πιθανότης τῆς ἀναδόσεως τῶν ἀκτίνων ἐκ τοῦ πρίσματος συνδέεται μετὰ
 τῆς τιμῆς τῆς γωνίας θ' · ὅταν αὕτη ὑπερβῇ τὴν ὀρίκην γωνίαν (ἐδ. 143) P τῆς ὕλης τοῦ
 πρίσματος, ἡ εἰς τὸν ἀέρα ἀνάδοσις ἐστὶν ἀδύνατος πλέον. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ γωνία γ ἰσῶ-
 ται τὸ πολὺ πρὸς P , αἱ ὑπ' οἰανδήποτε γωνίαν π καταδύσασαι ἀκτίνες ἐξέρχονται ἐκ
 τῆς ἐτέρας διαθλαστικῆς ἑσθρας, διότι ἐκ τῆς ἰσότητος $\theta + \theta' = \gamma = P$ συμπεραίνομεν
 τὸν ἐξῆς πίνακα τῶν ἀκρων ἀντιστοίχων τιμῶν:

$$\begin{array}{ll} \pi = 90^\circ & \text{ἕως } 0^\circ \\ \theta = P^\circ & \text{ἕως } 0^\circ \end{array} \quad \begin{array}{ll} \theta' = 0^\circ & \text{ἕως } P^\circ \\ \pi' = 0^\circ & \text{ἕως } 90^\circ. \end{array}$$

Ἐὰν ὁμῶς ἡ γωνία γ ἰσῶται κατ' ἐλάχιστον πρὸς $2P$, οὐδεμία ἀκτίς προσπίπτει

σεως ἐξέρχεται ἐκ τῆς ἐτέρας διαθλαστικῆς ἑδρας· διότι ἐκ τῆς ἰσότητος $\theta + \theta' = \gamma = 2P$ συμπεραίνουμεν τὸν ἐξῆς πίνακα τῶν ἄκρων ἀντιστοιχῶν τιμῶν:

$$\begin{array}{ll} \pi = 90^\circ \text{ ἕως } 0^\circ & \theta' = P^\circ \text{ ἕως } 2P^\circ \\ \theta = P^\circ \text{ ἕως } 0^\circ & \pi' = 90^\circ \text{ (μόνη τιμὴ).} \end{array}$$

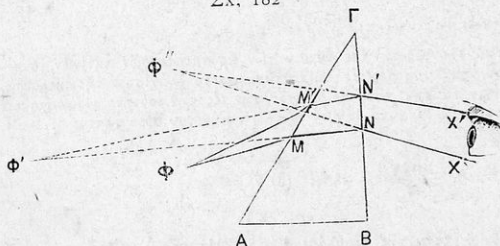
Ἐὰν τέλος ἡ τιμὴ τοῦ γ περιλαμβάνεται μεταξὺ τοῦ P καὶ τοῦ $2P$ διαθλώνται διὰ τοῦ πρίσματος ἐκ τῶν προσπίπτουσῶν ἀκτίνων αἱ σχηματίζουσαι γωνίαν προσπτώσεως π μείζονα ὁρίου τινὸς μεταβαλλομένου μετὰ τῆς τιμῆς τοῦ γ καὶ τοῦ δείκτου τῆς ὕλης τοῦ πρίσματος· οἷον διὰ πρίσμα ἐκ πυριτυαλοῦ διαθλαστικῆς γωνίας 60° εὕρισκόμεν ὡς ἔσχατον ὅριον ἀναδύσεως τὰς τιμὰς:

$$\pi' = 90^\circ, \theta' = 37^\circ 36' \text{ (ἐδᾶφ. 143), } \theta = 22^\circ 24', \pi = 39^\circ 14'.$$

ὥστε πᾶσα ἀκτὶς καταδύσεως, σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως ἐλάσσονα τῶν $39^\circ 14'$, οὐ διέρχεται διαθλωμένη, ἀλλ' ἀνκλᾶται ὁλοσχερῶς ἐπὶ τῆς δευτέρας διαθλαστικῆς ἑδρας τοῦ πρίσματος.

Θεωρήσωμεν νῦν δύο ἀκτίνας τοῦ ἀκτινοβόλου Φ τὴν ΦM καὶ τὴν $\Phi M'$ (Σχ. 182) προσπίπτουσας ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς κυρίας τομῆς $AB\Gamma$ τοῦ πρίσματος· ἐὰν κατὰ τὰ προη-

Σχ. 182



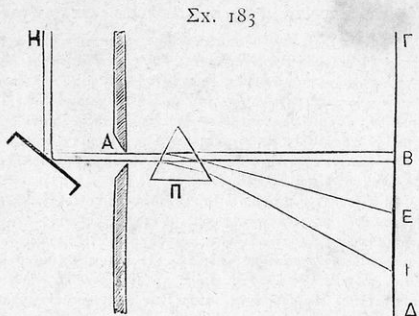
γούμενα κατασκευάσωμεν τὴν διὰ τοῦ πρίσματος ὁδὸν τῶν ἀκτίνων τούτων, συμπεραίνουμεν ὅτι μετὰ τὴν πρώτην μὲν διάθλασιν ἀποκλίνουσιν ὀλιγώτερον, ὥστε ἐπεκτεινόμενα τέμνονται εἰς σημεῖον τι· Φ' μᾶλλον μεμικρυσμένον τοῦ πρίσματος, μετὰ τὴν δευτέραν ὁμοίως αὐτὴν ἀπὸ κλίσεως αὐτῶν, ὥστε ἐπεκτεινόμενα ἀλληλο-

τομοῦσι κατὰ τὸ Φ' . Ἡ κατασκευὴ δὲ αὕτη ὡς καὶ περίπλοκος τις θεωρεῖται δεικνύουσιν ὅτι 1) Ἀκτίνες ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ σημείου Φ ἐκπεμπόμεναι καὶ διὰ τῆς κυρίας τομῆς τοῦ πρίσματος διερχόμεναι ἀποκλίνουσι μετὰ τὴν ἀνάδυσιν οὕτως, ὥστε ἐπεκταθεῖσαι οὐ τέμνονται ἀκριβῶς κατὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον. 2) Ὅταν αἱ καταδύσασαι καὶ ἀναδύσασαι ἀκτίνες κλίνωσιν ἐπὶ τῶν διαθλαστικῶν ἑδρῶν περίπου ἰσάκεις, ἢ μετὰ τὴν ἀνάδυσιν ἀπὸ κλίσεως αὐτῶν ἰσοῦται περίπου πρὸς τὴν ἀρκτικήν, καὶ ἐπομένως τὸ σημεῖον τῆς τομῆς Φ' ἀπέχει τῆς ἑδρας τῆς προσπτώσεως ὅσον περίπου καὶ τὸ ἀκτινοβόλον Φ . Θεωρητέον λοιπὸν τότε τὸ Φ' ὡς εἰδῶλον κατ' ἐμφασιν τοῦ Φ , μᾶλλον αὐτοῦ πλησιάζον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἀκμὴν.

Ἐὰν τέλος ἀποθλέψωμεν διὰ τοῦ πρίσματος πρὸς φωτοβόλον τινὰ εὐθεῖαν παράλληλον τῇ διαθλαστικῇ ἀκμῇ Γ , φαίνεται μὲν αὕτη ἐκτρέπομένη ὁμοίως πρὸς τὴν διαθλαστικὴν ἀκμὴν, ἀλλ' ἄρα καὶ μικρὸν πρὸς αὐτὴν κοιλουμένη· ὅπερ ἐρμηνεύομεν παρατηροῦντες ὅτι, ἀκτίνες προσπίπτουσαι ἀπὸ σημείων κοιλουμένην ὀφθαλμοῦ παρατηροῦντες, ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ τοῦ πρίσματος, ἐν ἣ καίται ὁ ὀφθαλμὸς, σχηματίζουσι μετὰ τῆς διαθλαστικῆς ἑδρας γωνίας προσπτώσεως μείζονας, ὥστε καὶ μᾶλλον ἐκτρέπονται κατὰ τὰ προηγούμενα. Τὸ ἐκτραπὲν ὁμοίως εἰδῶλον βραχεῖας τινὸς εὐθείας δυνατόν ἐνα ἐκληφθῇ κατὰ προσέγγισιν ὡς εὐθύγραμμον.

145. ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ· ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΙΣ. Ἀποθλέποντες διὰ τοῦ πρίσματος πρὸς φωτοβόλον σῶμα, οἷον πρὸς φλόγα ἢ πρὸς λευκὴν ταινίαν ἐπὶ σκοτεινοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν αὐτὸ οὐ μόνον ἐκτρέπομενον, ἀλλὰ καὶ ὑπὸ κεχρωσμένων παρυφῶν περιβαλλόμενον. Ἐὰν δὲ διὰ στενῆς κατὰ στάθμην σχισμῆς A (Σχ. 183) εἰσαγάγωμεν εἰς σκοτεινὸν θάλαμον δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων, βέλομεν ἐπὶ τοῦ λευκοῦ πετάσματος $\Gamma\Delta$ λαμπρὰν ταινίαν, ὅπως μὲν ἀναλόγου πρὸς τὸ τῆς

σχισμῆς, πλάτους δὲ κατὰ τι μείζονος· ἐὰν ὁμως θάμην ὀπισθεν τῆς σχισμῆς τὸ πρίσμα Π, διευθύνοντες τὴν διαθλαστικὴν ἀκμὴν πα-
ραλλήλως πρὸς αὐτήν, ἡ διὰ τοῦ πρίσματος διαθλω-
μένη φωτοδέσμη ἐκτρέπε-
ται πρὸς Δ, καὶ συγχρό-
νως τὸ εἶδωλον τῆς σχι-
σμῆς αὐξάνεται πολὺ κατὰ
πλάτος καὶ τὸ λευκὸν φῶς
ἀναλύεται εἰς σειρὰν χρω-
μάτων βαθμῆδόν πρὸς ἄλ-
ληλα ἀποχραινομένων. Τὰ
ἐν τῇ κλίμακί ταύτῃ κύρια
χρώματα ἀποτελοῦσι τὸ
καλούμενον ράσμα καὶ δια-
δέχονται ἄλληλα ἀπὸ Ε πρὸς Ι κατὰ τὴν ἐξῆς τάξιν: ἐρυθρόν, χρυσοῦν,
ὠχρόν, πράσινον, κυανοῦν, ἱανθόν· ὥστε τὸ λευκὸν φῶς διὰ τῆς
πρισματικῆς διαθλάσεως ἀναλύεται εἰς ἀκτῖνας, ὧν ἐκάστη ἔχουσα
ἴδιον βαθμὸν διαθλαστότητος διακρίνεται ὑπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ὡς
ἴδιόν τι χρῶμα.



Ἐὰν δὲ ἐκ τοῦ κεχρωσμένου φάσματος ἀποχωρίσωμεν στενὴν τινα
δέσμην διὰ διαφράγματος φέροντος δευτέραν σχισμὴν καὶ ρίψωμεν αὐ-
τὴν ἐπὶ δευτέρου πρίσματος, διαθλάται μὲν αὕτη οὐδόλος ὥπως ἀνα-
λύεται καὶ πάλιν εἰς νέα χρώματα. Τὰς μὴ ἀναλυομένας ταύτας τοῦ
φάσματος ἀκτῖνας καλοῦμεν ὁμοιομερεῖς ἢ ἀπλᾶς, κατ' ἀντίθεσιν
πρὸς τὸ λευκὸν τοῦ ἡλίου φῶς καὶ πρὸς τὰ φυσικὰ χρώματα τῶν σω-
μάτων, ἅτινα σύγκειται ἐκ τοιούτων ἀπλῶν ἀκτῖνων.

Ἡ ἐκ τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος σύστασις τοῦ λευκοῦ φωτός ἐμελετήθη πρῶτον
ὑπὸ τοῦ Newton (1666). Ἐπειδὴ δὲ τὸ κυανοῦν κατέχει πλεονα ἔκτασιν ἐν τῷ φά-
σματι διεκρίνεν ἐν αὐτῷ ὁ Newton δύο ποικιλίας, τὸ ἀέρινον καὶ τὸ ἰνδικόν, ἐνεκα
τούτου ἀναφέρονται συνήθως ἐπὶ τὰ κύρια χρώματα· ἀλλ' ἡ διαίρεσις τοῦ φάσματος εἰς
ἀριθμὸν τινὰ κεχρωσμένων ταινιῶν ἐστὶν αὐθαίρετος, διότι πράγματι ἐν τῷ φάσματι δια-
δέχονται ἀλλήλας ἀπειροὶ ἀκτῖνες βαθμῆδόν μεταβάλλουσαι χρῶμα καὶ διαθλαστότητα.
Ἀκριθὺς ὁμοῦ διακρίνομεν ἐν τῷ φάσματι τρία κυριώτατα χρώματα, τὸ ἐρυθρόν, τὸ
ὠχρόν καὶ τὸ κυανοῦν, ἐνῶ τὸ χρυσοῦν, τὸ χλωρόν, καὶ τὸ ἱανθόν, εἰσὶν ὅσον ἀναφέρε-
ται εἰς τὴν αἰσθησὶν γέφυραι, οὕτως εἰπεῖν, μεταβάσεως μεταξὺ τῶν τριῶν πρώτων.

Ὅπως δὲ διὰ τοῦ πρίσματος ἀναλύομεν τὸ λευκὸν φῶς εἰς τὰ κεχρωσμένα αὐτοῦ
συστατικά, οὕτως ἀντιστρόφως δυνάμεθα δι' ἐνώσεως τῶν χρωμάτων τούτων ἵνα συνθῶμεν
πάλιν τὸ λευκὸν φῶς· (πρὸς τοῦτο χρησιμεύουσιν ἢ τὸ σειόμενον πρίσμα, ἢ δευτέρον
πρίσμα, ἢ κάτοπτρον κοίλον, ἢ φακὸς ἀμφίκυρτος, ἢ πολλὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα. Ἡ δὲ
διὰ τοῦ ταχέως στρεφομένου κυκλικοῦ δίσκου ἀνασύνθεσίς ἐστιν ἀνεπιτυχής· οὗτος
δαιρείται εἰς ἐπὶ τὰς τομεῖς, ὧν αἱ γωνίαι ἀναλογοῦσι πρὸς τὴν ἄνισον ἔκτασιν τῶν χρω-
μάτων ἐν τῷ φάσματι· ἀλλ' ἡ ἐκ τῆς ταχείας στροφῆς τῶν τομέων τούτων σκοπομένη
σύνθετος ἐντύπωσις ἐν τῷ ὀφθαλμῷ ἀποδίδει φαῖα, διότι αἱ ἐπὶ τῶν τομέων τελεῖται
βαφαὶ διαφέρουσιν πάντοτε τῶν χρωμάτων τῶν φάσματος).

+146. ΧΡΩΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Τὰ δὲ ποικίλα τῶν φυσικῶν σωμάτων
χρώματα προέρχονται ἐκ τῶν ἐν τῷ λευκῷ φωτὶ κεχρωσμένων ἀκτῖνων,

ὡν *τινες* μόνον ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων ἢ διέρχονται δι' αὐτῶν, αἱ δὲ λοιπαὶ ἀφανίζονται ἢ ἀπορροφῶνται ὥστε λευκὰ ἢ ἄχρσα σώματα εἰσὶ τὰ ἐφ' ὧν ἀνακλῶνται ἢ τὰ δι' ὧν διέρχονται πάντα τὰ χρώματα τοῦ φάσματος ὁμοίως.

Τὴν ἐκ τῶν ἀπλῶν φασματικῶν χρωμάτων σύστασιν τῶν μικτῶν χρωμάτων τῶν σωμάτων ἐξετάζουσιν διὰ τοῦ πρίσματος βεβημμένας στενάς ταινίας ἐπὶ σκοτεινοῦ ἑδάφους· οὕτω δὲ διαφάνει φάσμα οὐχὶ τέλειον ἀλλὰ στερούμενον ὧως ἢ ἐν μέρει τῶν ἀπορροφωμένων ὑπὸ τοῦ σώματος χρωμάτων. Τὰ δὲ διαφανή, οἷον τὴν κεχρωσμένην ὕαλον, στήριζον ὅπισθεν στενῆς σχισμῆς φωτιζομένης ὑπὸ λευκοῦ φωτός καὶ ἢ βλέπομεν αὐτὴν διὰ τοῦ πρίσματος ἢ ρίπτομεν τὸ ἐξ αὐτῆς φάσμα ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος· ὁμοίως ἐρευνῶμεν καὶ τὰ ἐκ διαφόρων ρευστῶν φάσματα, ἐγχεόντες αὐτὰ εἰς δοχεῖα ἔχοντα δύο παραλλήλους διαφανεῖς ἑδρας.

Τὰ λευκὰ σώματα δι' ἐρυθροῦ φωτός φωτιζόμενα φαίνονται ἐρυθρὰ, διὰ πρασίνου πρᾶσινα κτλ. ὡς ἀνακλῶντα τὰς παντὸς χρώματος ἐπ' αὐτῶν προστιπτούσας ἀκτίνες. Αἱ δὲ διάφοροι βαφαὶ φαίνονται μεταχρωματιζόμεναι κατὰ τὸν φωτισμὸν· *τινὲς* αὐτῶν καὶ μάλιστα αἱ κυανὰ καὶ αἱ ἰάνθιναι ἄλλως φαίνονται ὑπὸ τῷ φῶσι τῶν λύχνων καὶ ἄλλως ὑπὸ τῷ φῶσι τῆς ἡμέρας· διότι τὸ φῶς τῶν λύχνων, οὐδ' αὐτῆς τῆς λαμπρᾶς φλογὸς τοῦ φωταερίου ἐξαιρουμένης, στερεῖται ἀκτίνων τινῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. *Ἀπέφανται* δὲ *μονοχρόον* φῶτος (οἰονοπνεύματος φλὸς χρωθεῖσα διὰ μαγειρικοῦ ἄλατος) ἀφανίζονται αἱ χρωματικαὶ διαφοραὶ τῶν σωμάτων, ὥστε διακρίνομεν ἐπ' αὐτῶν μόνον φῶς καὶ σκία.

147. ΣΥΜΠΛΗΡΩΤΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ. Ἐὰν νοήσωμεν τὸ φάσμα διηρημένον ὁπωσδήποτε εἰς δύο μέρη διὰ χωρισμοῦ μιᾶς ἢ πλειόνων κεχρωσμένων ἀκτίνων, καὶ καταρτίσωμεν ἐξ ἑκατέρου αὐτῶν δι' ἐνώσεως δύο μικτὰ χρώματα, παρέχουσι ταῦτα ἐνωθέντα καὶ πάλιν τὸ λευκὸν φῶς, καὶ ἕνεκα τούτου καλοῦνται συμπληρωτικὰ χρώματα. Εἰσὶ δὲ ἐν γένει συμπληρωτικὰ ἐκ τῶν χρωμάτων τὸ ἐρυθρὸν τοῦ γ. λευκοῦ, τὸ πυρρὸν τοῦ κυανοῦ, τὸ κίτρινον τοῦ ἰνδικοῦ, τὸ γ. λευρὸν τοῦ ἰάνθου. Ἡ δὲ παράθεσις συμπληρωτικῶν χρωμάτων ἀρέσκει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν (ἐδ. 166). Τὴν δὲ φαινομένην ἀντίφασιν οἱ ὠχραὶ μετὰ κυανῶν βαφῶν ἀναμιχθεῖσαι παρέχουσι πράσινον καὶ οὐχὶ λευκὸν κρᾶμα ἐρμηνεύει ὁ Helmholtz διὰ τῆς μὴ ἀπλότητος τῶν φυσικῶν χροίων· διότι διὰ κυανοῦ τινος ρευστοῦ διέρχονται ἐκτὸς τῶν κυανῶν καὶ μέρος τῶν παρακειμένων αὐταῖς πρασίνων ἀκτίνων, ὁμοίως δι' ὠχροῦ τινος καὶ μέρος τῶν παρακειμένων πρασίνων· ὥστε κρᾶμα ἐκ δύο τοιούτων ρευστῶν ἐστὶ διαφανές μόνον διὰ πράσινον φῶς, διότι ἡ δίοδος τοῦ κυανοῦ φωτὸς ἐμποδίζεται ὑπὸ τοῦ ὠχροῦ ρευστοῦ καὶ ἡ δίοδος τοῦ ὠχροῦ φωτὸς ὑπὸ τοῦ κυανοῦ ρευστοῦ, καὶ ἕνεκα τούτου ἀπέναντι λευκοῦ φωτός τοιοῦτό τι κρᾶμα φαίνεται πράσινον.

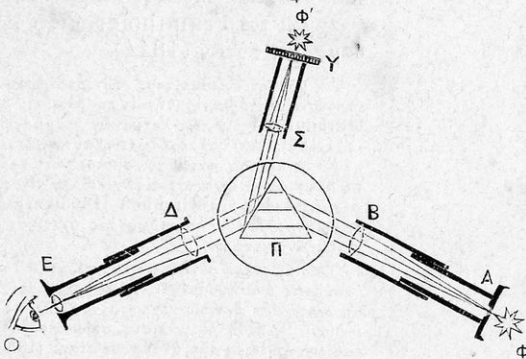
148. ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΟΝ. Τὸ ὅπισθεν σχισμῆς τινος ἐστηριγμένον πρίσμα μόνον οὐκ ἐπαρκεῖ πρὸς παραγωγὴν καθαροῦ φάσματος, ἐν ᾧ δηλ. διαχωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων ἐντελῶς αἱ παρακειμένα ἐτερόχροι ἀκτίνες· διότι αἱ ἀπὸ διαφόρων σημείων τοῦ ἡλιακοῦ δίσκου, ἢ ἑτέρας τινὸς φωτοθόλου πηγῆς, πρὸς τὴν σχισμὴν ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες στερούνται ἐντελοῦς παραλλήλίας, διὸ ἀρθέντος τοῦ πρίσματος, οὐ βλέπομεν, ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τῇ σχισμῇ πετάσματος ἀκριβῶς περτυομένην φωτεινὴν γραμμὴν τὸ πλάτος τῆς σχισμῆς ἔχουσαν, ἀλλὰ λάμπουσαν ταινίαν, ἣς τὸ πλάτος συναυξάνεται μετὰ τῆς ἀποστάσεως τοῦ πετάσματος ἀπὸ τῆς σχισμῆς· ἕνεκα τούτου κατὰ τὴν χρῆσιν τοῦ πρίσματος συμπέπτοιται τὰ ἄκρα τῶν ταινιῶν, αἵτινες ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰς διαφόρους ὁμοιομερεῖς ἀκτίνες τοῦ φάσματος καὶ ἐπέρχεται τῶν καθαρῶν χρωμάτων σύγχυσις.

Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου ῥίπτομεν τὰς ἀπὸ τῆς σχισμῆς ἀκτῖνας ἐπὶ φακοῦ ἀμφικύρτου εἰς κατάλληλον ἀπόστασιν ἐστηριγμένου, ἵνα σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι πετάσματος ἀκριβῶς περατοῦμενον εἶδωλον τῆς σχισμῆς, στενεύμενον κατὰ βούλησιν διὰ τῆς πλησιάζουσας τῶν χειλέων αὐτῆς· ἡ τοιαύτη φωτοβόλος γραμμὴ ἀναλύεται διὰ τοῦ πρίσματος εἰς φάσμα ἐντελὺς καθαρόν. Ἀλλὰ πρὸς ἀκριβεστεράς παρατηρήσεις σκοπιμωτέρον ἔστιν, ἀντὶ τοῦ προβάλειν τὸ φάσμα ἀντικειμενικῶς ἐπὶ πετάσματος, τὸ θεωρεῖν αὐτὸ ὑποκειμενικῶς διὰ διόπτρας ὅπως ἐν τοῦ πρίσματος τεθειμένης.

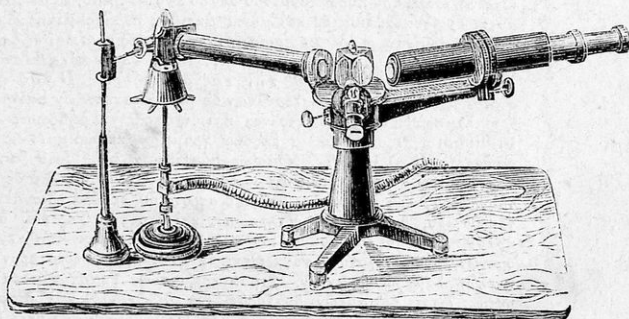
Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει τὸ ὑπὸ τοῦ Kirchhoff καὶ Bunsen κατασκευασθὲν φασμα-

τοσκόπιον. Αἱ ἐκ τοῦ Φ (Σχ. 184) διὰ τῆς στενῆς σχισμῆς Δ διελθοῦσαι ἀκτῖνες καθίστανται παράλληλοι διὰ τοῦ φακοῦ Β, καὶ διαθλασθεῖσαι ἐν τῷ πρίσματι Π διευθύνονται μετὰ τὴν ἀνάδυσιν πρὸς τὴν διόπτραν ΔΕ, ἧς ὁ ὀπτοφθάλμος Δ (ἐδάφ. 156) σχηματίζει ἐν τῷ ἐσπικῶ αὐτοῦ ἐπιπέδῳ φάσμα ἐντελὺς καθαρὸν καὶ εὐκρινὺς παρατηρούμενον διὰ τοῦ μεγεθύνοντος προσοφθαλμοῦ τῆς διόπτρας Ε· πρὸς μείζονα αὐξήσιν τῆς ἐκτάσεως τοῦ φάσματος δυνάμεθα ἵνα περυνθώμεν ἀνθ' ἑνὸς πολλὰ πρίσματα. Τρίτος δὲ σωλὴν (Σχ. 185) φέρει ὑάλινην πλάκα Υ κεκαλυμμένην διὰ φύλλου κασσιτέρου ἔχοντος σχισμὴν ὀριζοντίαν, ἐν ᾗ ὑπάρχει κλίμαξ χιλιοστομέτρων· ὅταν φωτίζωμεν καὶ ταύτην τὴν σχισμὴν

Σχ. 184



Σχ. 185



δι' ἑτέρου φωτὸς Φ' σχηματίζεται διὰ τοῦ φακοῦ Σ τοῦ ὑπάρχοντος παρὰ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σωλήνος, εἶδωλον τῆς κλίμακος καθ' ὑπόστασιν, ὅπου ἀνακλῶμενον ἐπὶ τῆς ἑτέρας τοῦ πρίσματος τῆς πρὸς τὸν σωλὴνα ἐστραμμένης, διευθύνεται ὡς ὁ ἄξων τῆς διόπτρας ΕΔ' ὥστε βλέποντες διὰ τοῦ προσοφθαλμοῦ Ε μετὰ τοῦ φάσματος καὶ τὴν κλίμακα, συγκρίνομεν τὴν θέσιν τῶν διαφόρων χρωμάτων πρὸς τὰς διαιρέσεις αὐτῆς.

+ 149. ΡΑΒΔΩΣΕΙΣ ΦΛΟΓΟΦΑΣΜΑΤΑ ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΙΣ. Τὰ διὰ τοῦ φασματοσκοπίου παρατηρούμενα φάσματα πεπυρακτωμένων συρμάτων ἢ φλογῶν κηρίου ἢ ἀερίου ἔχουσι τὰ χρώματα αὐτῶν ἐντελῶς συνεχῆ. Ἐὰν ὅμως εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ ὄργανον ἄμεσον ἢ ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας ἀνακλῶμενον ἡλιακὸν φῶς, βλέπομεν τὸ φάσμα διαυλακιζόμενον ὑπὸ πλείστων σκοτεινῶν ραβδώσεων, αἵτινες ὑπὸ τοῦ Wollaston κατὰ πρῶτον παρατηρηθεῖσαι, καλοῦνται γραμμαὶ τοῦ Fraunhofer, διότι οὗτος κατέδειξε τὴν σημασίαν αὐτῶν (1814).



Τὰς μᾶλλον εὐδιακρίτους τῶν ραβδώσεων τούτων, αἵτινες διατηροῦσιν ἀμετάβλητον τὴν ἐν τῷ φάσματι θέσιν αὐτῶν, ὠνόμασεν ὁ Fraunhofer διὰ τῶν λατινικῶν γραμμάτων Α, Β, C, D, E, F, G, Η (Σκ. 186). Ἄλλ' αἱ ραβδώσεις αὗται, διαφέρουσαι ἀπ' ἄλλῶν κατὰ τὸ πλάτος, κατὰ τὸ σκότος καὶ κατὰ τὴν ἀκρίθειαν τῆς περατώσεως ἀνέρχονται εἰς χιλιάδας τινάς, ὅς δι' ἐντελεστάτων φασματοσκοπίων ὁ Kirchhoff (1863) καὶ ἄλλοι· οὐ μόνον παρέτηρσαν, ἀλλὰ καὶ ἀκριβῶς τὰς σχετικὰς αὐτῶν ἐν τῷ φάσματι θέσεις ἀνέγραψαν.

Ὅμοιαι, ἀλλὰ συνήθως πλατύτεραι καὶ ὀλιγάριθμοι σκοτειναὶ ραβδώσεις ἀναπτύσσονται ἐν τῷ φάσματι τοῦ λευκοῦ φωτός δι' ἀπορροφήσεως ἐν τοῖς κεχρωσμένοις αἰρίσι (ἀζωτοῦδες δὲ· ἀτμοὶ ἰωδίου). Ἀπὸ τῆς δὲ μάλιστα σπουδαιότητὴς ἡ παρατήρησις τῶν ραβδώσεων ἐνεκα τῆς ἀνακαλυφθείσης (1859) ὑπὸ τοῦ Kirchhoff καὶ Bunsen σχέσεως μεταξὺ τῶν σκοτεινῶν τούτων γραμμῶν καὶ τῶν λαμπρῶν ταινιῶν, τῶν παρατηρουμένων ἐν τῷ φάσματι φλογῶν κεχρωσμένων διὰ μεταλλικῶν ἀτμῶν. Ἐὰν π. χ. εἰσαγάγωμεν ἐντὸς φλογὸς οἰνοπνεύματος ἢ ἐντὸς τῆς ἀμυδρᾶς καὶ κυανίζουσης φλογὸς τοῦ λύχνου τοῦ Bunsen ἐπὶ σύρματος λευκοχρύσου ὀλίγοντον μαγειρικὸν ἄλας, ἡ μὲν φλὸξ καθίσταται ἐντόνως κίτρινη, ἐνεκα τοῦ πυρακτουμένου ἀτμοῦ τοῦ νατρίου, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς συνίσταται ἐκ μιᾶς καὶ μόνης ἀκριβῶς περατουμένης ὠχρᾶς ταινίας· τοῦτέστι φλὸξ κεχρωσμένη διὰ μαγειρικοῦ ἄλατος ἐκπέμπει φῶς ὁμοιομερὲς (ἐδάφ. 145) ἔχον διαθλαστικότητα ἀκριβῶς ἴσην πρὸς τὴν τῆς ραβδώσεως D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος· δι' ἐντελεστάτων δὲ φασματοσκοπίων φαίνονται ἢ τε λαμπρὰ τοῦ νατρίου ταινία καὶ ἡ σκοτεινὴ ραβδῶσις τοῦ Fraunhofer D συγκρίμεναι ἐκ δύο γραμμῶν κεχωρισμένων διὰ στενοτάτου διαλείμματος. Ὅμοιως βάφεται ἡ φλὸξ τοῦ λύχνου τοῦ Bunsen διὰ μὲν τῶν ἁλᾶτων τοῦ καλίου ὑψιθίνῃ, διὰ δὲ τῶν τοῦ λιθίου, τοῦ ἄσβεστιου καὶ τοῦ στρόντιου ἐρυθρᾷ, διὰ δὲ τῶν τοῦ βαρίου, τοῦ θαλλίου καὶ χαλκοῦ ὡς καὶ διὰ τοῦ βορικοῦ ὀξέος πράσινῃ, καὶ διὰ τῶν τοῦ ἰνδίου κυανῇ. Τὰ φάσματα τῶν κεχρωσμένων τούτων φλογῶν συγκρίνεται ἐκ μιᾶς ἢ συνηθέστερον ἐκ πολλῶν λαμπρῶν ταινιῶν, χαρακτηριζουσῶν ἕκαστον μέταλλον οὕτως, ὥστε δι' αὐτῶν δυνάμεθα ἵνα διαγνώμεν καὶ διασείλωμεν καὶ τὰ ἐλάχιστα ἴχνη τοῦ μετάλλου τούτου ἐν ταῖς ἐνώσεσιν αὐτοῦ. Κατὰ τὸν Kirchhoff ἐπαρκεῖ ἡ ἐν τινι φλογὶ πα-

ρουσία $\frac{1}{3\ 000\ 000\ 000}$ γρ. ἀτμοῦ νατρίου, καὶ $\frac{1}{100\ 000\ 000}$ γρ. ἀτμοῦ λιθίου πρὸς ἀνάπτυξιν τῶν χαρακτηριζουσῶν τὰ μέταλλα ταῦτα ταινιῶν· ὥστε ἡ μέθοδος αὕτη τῆς φασματοανάλυσεως ἀρμόζει ἰδίως πρὸς ἀνίχνευσιν ἐλαχίστων ποσῶν μεταλλικῶν στοιχείων ἐν κράμασιν ὑπαρχόντων· καὶ

δι' αὐτῆς πράγματι ἐπετεύχθη ἡ ἀνακάλυψις μεταλλικῶν στοιχείων τέως ἀγνώστων, οἷον τοῦ κχισίου καὶ ρουθιδίου ὑπὸ τοῦ Kirchhoff καὶ Bunsen (1860, 1861) ἐν τοῖς ὕδασι πηγῶν τινῶν Ἀλατοῦχων, τοῦ θαλλίου ὑπὸ τοῦ Crookes (1861) ἐν τῷ σιδηροπυρίτῃ, καὶ τοῦ ἰνδίου ὑπὸ τοῦ Reich (1863) ἐν τῷ ὀρυκτῷ θεοσίχῳ ψευδαργύρῳ.

Τὰ φάσματα τῶν βαρέων μετάλλων, ὧν αἱ χλωρίουχοι ἐνώσεις ἦ εἰς ὀλιγώτερον ἐξαερώσονται ἢ χωρίζονται εἰς στοιχεῖα τῆς θερμοκρασίας ὑψομένης, ἐρευνῶμεν καταλλήλως διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος. Διογεγετούμεν πρὸς τοῦτο ἀλλεπαλλήλους ἡλεκτρικούς σπινθήρας μεταξὺ μεταλλικῶν συρμάτων (ιδίως τοὺς σπινθήρας τῆς ἐπαγωγικῆς σπείρας τοῦ Ruhmkorff ἐδᾶφ. 334) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐξ αὐτῶν φάσμα σύγκειται ἐκ λαμπρῶν ταινιῶν δύο εἰδῶν, ὧν αἱ μὲν προέρχονται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μεταλλικοῦ ἀγωγοῦ, αἱ δὲ ἐκ τοῦ αέριου ἐν ᾧ συμβαίνει ἡ ἐκκένωσις· τῶν πεπυρκατωμένων τέλος αέριων τὰ φάσματα ἐρευνῶμεν καταλλήλότερον ἐντὸς τῶν σωλῶνων τοῦ Geissler. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι τὸ φάσμα τοῦ ὑδρογόνου περιλαμβάνει τρεῖς ἀκριβῶς περατουμένας λαμπρὰς ταινίας, ἐρυθρὰν, πρασίνην καὶ κυανήν, ὧν αἱ δύο πρῶται συμπίπτουσι μετὰ τῶν ραβδώσεων C καὶ F, ἡ δὲ τρίτη μετὰ τινος ραβδώσεως μεταξὺ F καὶ G κειμένης.

Τὸ φάσμα τῆς λαμπυρίδος ἐστὶ συνεχὲς κατὰ τὸν Young ἄνευ ἴχνους σκοτεινῆς ἢ λαμπρᾶς ταινίας καὶ περιλαμβάνεται σχεδὸν ὁλόκληρον μεταξὺ τῶν ραβδώσεων C καὶ F, ὅπου τὸ φῶς στερεῖται πάσῃ χημικῆς ἐνεργείας.

150. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΠΛΑΝΩΝ. Παραβάλλων ὁ Kirchhoff τὰς λαμπρὰς ταινίας τῶν φασμάτων μετάλλων τινῶν μετὰ τῶν σκοτεινῶν ραβδώσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος καὶ ἐρευνῶν τὴν μεταξὺ αὐτῶν στενὴν σχέσιν ἔφθασε βαθμὴδὸν εἰς τὸν ἐξῆς νόμον, ὅτι πᾶν σῶμα ἀπορροφᾷ ἰδίως ἐκείνας τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἃς αὐτὸ πυρακτωθὲν ἐκπέμπει ἢ ὅτι παρ' ἅπασι τοῖς σώμασι ἐστὶ σταθερὸς ὁ λόγος τῆς ἀφεικτικῆς πρὸς τὴν ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἀκτίνων τοῦ αὐτοῦ εἶδους· ὥστε π. χ. ὁ ἀτμός τοῦ νατρίου, ὁ ἐκπέμπων ἐν πυρακτώσει ἀκτίνας διαθλαστότητος ἴσης πρὸς τὴν τῆς ραβδώσεως D, ἀπορροφᾷ ἰδίως ἀκτίνας τῆς αὐτῆς διαθλαστότητος· καὶ πράγματι, οὐ μόνον σωλὴν ὑάλινος πλήρης ἀτμῶν νατρίου φαίνεται σκοτεινὸς καὶ σκιερὸς ἔμπροσθεν φλογὸς βεβαμμένης δι' ἄλατος μαγειρικοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸ φάσμα ἐντόνου λευκοῦ φωτός (ἡλεκτρικοῦ ἢ χημικοῦ) διερχομένου διὰ φλογός, ἐν ᾗ πυρακτοῦται ἀτμός νατρίου, περιλαμβάνει σκοτεινὴν ταινίαν κατὰ τὴν θέσιν ἀκριβῶς τῆς ραβδώσεως D. Ἐπὶ τούτου στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέρανεν ἐκ τῆς ὑπάρξεως τῆς ραβδώσεως D ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσματι, ὅτι ὁ φωτοβόλος ἡλιακὸς πυρὴν περικυκλοῦται ὑπὸ ἀπορροφητικῆς ἀτμοσφαίρας, περιεχούσης καὶ ἀτμὸν νατρίου· κατώρθωσε δὲ οὕτω ἔν' ἀποδείξῃ τὴν ἀναμφίβοτον ὑπαρξίν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ τοῦ ἡλίου τῶν στοιχείων νατρίου, σιδήρου, ἀσβεστίου, μαγνησίου, νικελίου, καὶ τὴν πιθανὴν ὑπαρξίν πολλῶν ἑτέρων. Ὁ δὲ Angstroem (1868) ἠρίθμησεν 800 ταινίας γήινων σωμάτων (450 τοῦ σιδήρου), ἀναφαινομένους ὡς σκοτεινὰς ραβδώσεις ἐν τῷ ἡλιακῷ φάσματι, ὧν τινὰς ἀποδίδει ὁ Janssen εἰς τὴν ἀπορρόφησιν τοῦ ὕδατος τῆς ἀτμοσφαίρας τῆς γῆς. Αἱ δὲ ροδόχροοι προσχαί, αἱ πρότερον μὲν μόνον κατὰ τὰς ὀλικὰς ἐκλείψεις ἐκτὸς τοῦ σκοτεινοῦ ἡλιακοῦ δίσκου φαινόμεναι, νῦν δὲ (ἀπὸ τῆς γενομένης ἀνακαλύψεως ὑπὸ τοῦ Janssen καὶ Lockyer κατὰ τὰ 1868) καὶ ἐν σταθερᾷ μεσημβρίᾳ

παρατηρούμεναι, εἰσὶν, ὡς ἐκ τοῦ φάσματος αὐτῶν συμπεραίνεται, ἐκ-
ρήγματα πεφυρακτωμένων ἀερίων καὶ μάλιστα ὑδρογόνου.

Τὰ φάσματα τῆς σελήνης καὶ τῶν πλανητῶν κέκτῃνται τὰς ῥαβδώσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἐπειδὴ τὰ οὐράνια ταῦτα σώματα ἀνακλῶσιν ἡλιακὸν φῶς· ἀλλ' ἐν τοῖς φάσμασι τοῦ Διὸς, τοῦ Κρόνου καὶ τοῦ Ποσειδῶνος παρατηροῦνται ῥαβδώσεις ἀπορροφησεως μαρ-
τυροῦσαι περὶ ἰδίαις ἀτμοσφαιράς. Τῶν ἀπλανῶν ὅμως ἀστέρων τὰ φάσματα διαφέρουσι τοῦ ἡλιακοῦ· ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἡ χημικὴ σύστασις τῶν ἀτμοσφαιρῶν αὐτῶν ἐστὶ διάφορος· ῥαβδώσεις ὅμως τινές, ἐπομένως καὶ τὰ ἀντίστοιχα αὐταῖς στοιχεῖα καὶ μά-
λιστα τὸ νάτριον, τὸ μαγνήσιον καὶ ὁ σίδηρος, φαίνονται ἀνήκοντα εἰς πλείστους ἀπλανεῖς.

Ἄξια δὲ ἰδιαίτερας μνείας διὰ τὴν ἀστρονομίαν ἐστὶν ἡ ἀνακάλυψις τοῦ Huggins ὅτι τὰ φάσματα τῶν καλουμένων *πλανητομόρφων νεφελῶδων* ἀστέρων εἰσὶ διάφορα τοῦ φάσματος τοῦ ἡλίου καὶ τῶν λοιπῶν ἀπλανῶν, συγχείμενα, ὡς τὰ φάσματα τῶν φλογῶν, ἐκ πολλῶν στενῶν καὶ λαμπρῶν ταινιῶν κεχωρισμένων ἀπ' ἄλλ' ἄλλων· ἐξ οὗ συμ-
περαίνομεν ὅτι τὰ οὐράνια ταῦτα σώματά εἰσιν οὐχὶ στερεὰ ἢ ῥευστὰ ἀλλ' ἀερώδεις πεφυρακτωμένοι μᾶλλον, ἀπλανεῖς τὴν πρώτῃν περίοδον τῆς μορφώσεως αὐτῶν διανύον-
τες, καθὼς κατὰ τὴν ὑπόθεσιν τοῦ Kant καὶ τοῦ Laplace ἤρξαντο μορφοῦμενος βλαβη-
δὸν καὶ ὁ ἥμετερος ἥλιος καὶ τὸ περὶ αὐτὸν πλανητικὸν σύστημα ἐκ τῆς συμπακνώσεως ἀρχηγόνου αερώδους μάζης λίαν ὑψηλῆς θερμοκρασίας.

151. ΔΙΑΘΛΑΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ. Ἐκ τῆς ἀνίσου δια-
θλαστότητος τῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος συμπεραίνομεν ὅτι ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῆς αὐτῆς ὕλης μεταβάλλεται μετὰ τοῦ χρώματος τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων ὥστε ἀπαιτεῖται πρὸς ἀκριβῆ ἐκτίμησιν τοῦ δείκτου τούτου, ἵν' ἀναφέρωμεν ἐκάστοτε καὶ πρὸς ποῖον εἶδος ἀκτί-
νων ἀντιστοιχεῖ. Αἱ ῥαβδώσεις παρέχουσι πρόχειρον βοήθημα πρὸς διά-
κρισιν ὠρίσμένων ἀκτίνων τοῦ φάσματος, ἐνεκα τούτου αἱ τιμαὶ τῶν δεικτῶν ἀναφέρονται συνήθως πρὸς αὐτάς, ὡς ἐσημειώθησαν καὶ ἐν τῷ
πίνακι τοῦ ἐδαφίου 141. Ὡς μέτρον δὲ τῆς διαθλαστότητος ἀκτίνων εἶδους τινὸς χρησιμεύει ἡ μετὰ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως αὐτῶν καὶ τῆς μονάδος διαφορά (δ—1). Ἀλλὰ μετ' ἴσης περίπου διαθλαστι-
κότητος τῶν μέσων ἀκτίνων τοῦ φάσματος κέκτῃνται διάφορα σώματα λίαν ἄνισον *δύναμιν διασκεδασμοῦ*, ἥτοι σχηματίζουσι φάσματα λίαν *ἀνισομήκη* ὥστε ἐν διὰ δ_b, δ_d, καὶ δ_h, παραστήσωμεν τοὺς εἰς τὰς ῥαβδώσεις B, D, H, ἢ τοὺς εἰς τὰ ἐρυθρά, ὠχρά καὶ ἐλάνθινα χρώματα ἀντιστοιχοῦντας δείκτας τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς ὕλης, ἢ ποσότης
$$\frac{\delta_h - \delta_b}{\delta_d - 1}$$

χρησιμεύει ὡς μέτρον τοῦ διασκεδασμοῦ· οὕτως ὑπελογίσθη ἡ ἐσχάτη στήλη τοῦ πίνακος τοῦ ἐδαφ. 141, ἐξ ἧς συμπεραίνομεν ὅτι μετὰ τῶν διαφορῶν τῆς ὕλης εἰδῶν διακρίνεται ἡ πυριτύαλος, καὶ μετὰ τῶν ῥευστῶν ὁ θειοῦχος ἄνθραξ ὡς λίαν διασκεδαστικὰ σώμα-
τα· ὥστε τὰ ἐξ αὐτῶν πρίσματα χρησιμεύουσι πρὸς σχηματισμὸν ἐκτε-
ταμένων φασμάτων.

152. *Ἀόρατοι ἀκτίνες τοῦ φάσματος· χημικαὶ ἐνέργειαι τοῦ φωτός. Φωτογραφία.* Ἐκτὸς τῶν ὁρατῶν ἀκτίνων, τῶν συγκροτουσῶν τὸ φάσμα, ὑπάρχουσι καὶ ἑτέροι μὴ αἰσθηταὶ διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ, κατὰ τοὺς νόμους τῶν ὁρατῶν διαδιδόμεναι, ἀνακλόμεναι καὶ διαθλόμεναι, ὧν ἡ ὑπαρξίς καταφαίνεται ἐκ διαφορῶν ἐνεργειῶν. Αἱ σκοτεινὰ αὐταὶ ἀκτίνες τοῦ φάσματος, αἱ πρῶτος ὁ W. Herschel (1800) ἀνεκάλυ-

ψεν ἐκτείνονται καὶ ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ καὶ ἐκείθεν τοῦ ἰανθίνου ἄκρου τοῦ φάσματος, οὕτως: ἐν μέρει μὲν ἦτον διαθλασταὶ τῶν ἐρυθρῶν ἐν μέρει δὲ μᾶλλον τῶν ἰανθίνων ἀκτίνων. Περὶ τῶν πρώτων, αἵτινες διακρίνονται ἰδίως διὰ τῶν θερμαστικῶν αὐτῶν ἐνεργειῶν καὶ ἐνεκα τούτου καλοῦνται *σκοτεινὴ θερμαστικὴ ἀκτινοβολία*, γενήσεται λόγος ἀλλαχοῦ (ἐδ. 238). Αἱ δὲ ἐκείθεν τοῦ ἰανθίνου ὁράτοι: καὶ λίαν διαθλασταὶ ἀκτίνες διακρίνονται πρὸ πάντων διὰ τῆς *χημικῆς* αὐτῶν ἐνεργείας. Πλείστα χημικὰ φαινόμενα προκαλοῦνται ἢ βοηθοῦνται ὑπὸ τοῦ φωτός ἐν κράτει π. χ. ὑδρογόνου καὶ χλωρίου κατὰ τὴν συνθήκην θερμοκρασίαν ἐν μὲν τῷ σκότει: οὐδόλως ἐπέρχεται ἡ τοῦ χλωρυδρικοῦ ὀξέος συστοιχείωσις, ἐπέρχεται ὅμως βαθμύρδον ἐν τῷ διακεχυμένῳ φωτι: τῆς ἡμέρας, καὶ ἐν τῷ ἀμέσῳ ἡλιακῷ φωτὶ παρατυχᾷ καὶ μετ' ἐκκρηστικῶς τούτανόθεν τοῦ φῶς ἐνεργεῖ καὶ ὡς ἀναστοιχειωτικὴ δύναμις, ἐπιφέρειν π. χ. μετὰ τῆς ὑγρασίας τὴν λεύκανσιν τῶν ὑφασμάτων καὶ χωρίζον μάλιστα εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῶν τὰς χλωριούχους, ἰωδιούχους καὶ βρωμιούχους ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου. Ἡ σήμερον τῶσον κοινὴ *φωτογραφικὴ τέχνη* στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἐνεργείας ταύτης τοῦ φωτός. Πρὸς τοῦτο ἐκτίθενται αἱ ὑπὸ τοῦ φωτός ἀλλοιούμεναι ἐνώσεις, μάλιστα ὁ ἰωδιούχος καὶ ὁ βρωμιούχος ἄργυρος, εἰς τὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ σκοτεινοῦ θάλαμου (ἐδᾶφ. 161), προσκεκολλημέναι ἐπὶ τῆς ὑαλίνης φωτογραφικῆς πλακῆς διὰ λεπτοῦ ἐπιστρώματος κολλοῦδι ἢ λευκώματος: κατὰ τὰς θέσεις, ἐφ' ὧν προσπίπτει τὸ φῶς, ἐπέρχεται μετὰ τινά δευτερόλεπτα ἢ πραγματικῶς χωρισμὸς τῶν ἁλῶν τοῦ ἀργύρου ἀναστοιχειουμένου τοῦ μετάλλου, ἢ τοιαυτῇ ἰδιότροπῳ αὐτῶν μεταβολῇ, ὥστε ἡ ἀναστοιχείωσις τοῦ σκοτεινοῦ μετάλλου ἐπέρχεται ἀφεντικῶς ἅμα ἢ πλὴθὺς βυθισθῇ ἀκολούθως ἐν διαλύσει: ἀναγωγικῇ πυροχημικῶν ὀξέων: ὅπου προκύπτει ἡ καλουμένη *ἀρνητικὴ εἰκὼν*, ἐν ἣ τὰ φῶτα τοῦ εἰκονιζομένου σώματος παρίστανται ὡς σκιαὶ καὶ αἱ σκιαὶ ὡς φῶτα. Ἵνα δὲ καταστῇ ἡ εἰκὼν αὕτη ἀναλλοίωτος, ἀπαλλάττομεν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ εἰσέτι μὴ ἀλλοιωθέντος ἁλτος τοῦ ἀργύρου, πλύνοντες τὴν πλάκα ἐντὸς διαλύσεως ὑποβειωδούς νάτρου. Ἐκ τῆς ἀναλλοιώτου ταύτης ἀρνητικῆς εἰκόνος ἐκτυποῦνται τότε θετικὰ κατὰ βούλησιν: πρὸς τοῦτο ἐκτίθενται εἰς τὰς ἀκτίνας τοῦ ἡλίου ὑπὸ τὴν ἀρνητικὴν πλάκα τεμάχια χάρτου φέροντα ἐπὶ λευκώματος ὁμοίαν διήλυσιν ὑπὸ τοῦ φωτός ἀλλοιουμένην: τότε αἱ σκιαὶ τῶν θέσεων τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνος ἐμποδίζουσι τοῦ φωτός τὴν ἐνέργειαν, ἐνῶ διὰ τῶν φωτεινῶν θέσεων αὐτῆς διερχόμενον τὸ φῶς ἀλλοιοῖ τὴν εὐπαθεῖς ἐπίστρωμα ἀναστοιχειοῦν τὸν ἄργυρον: ἐπὶ τέλους καθίσταμεν καὶ τὴν θετικὴν εἰκόνα ἀναλλοίωτον ὡς τὴν ἀρνητικὴν.

Ἐὰν λοιπὸν ρίψωμεν αὐτὸ τὸ φάσμα ἐπὶ φωτογραφικῆς πλακῆς, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ διάφοροι αὐτῶν ἀκτίνες κέκτανται ἄνισον χημικὴν ἐνέργειαν. Ἐνῷ ὁ ὀρθόλογος διακρίνει τὸ ὠρὸν μέρος τοῦ φάσματος ὡς κατὰ τὴν λάμψιν ἐντονωτάτων, τὰ ἀπὸ τῶν ὠρῶν καὶ ἐρυθρῶν ἀκτίνων χημικὰ ἀποτελέσματα εἰσὶν ἀνεπαίσθητα: τούτανόθεν τὰ κυανὰ καὶ ἰανθίνα χρώματα, καίπερ ἦτον λαμπρά, διακρίνονται διὰ χημικῆς ἐνεργείας λίαν ἐντόνου. Ἀλλ' ἡ ἐπὶ τῆς φωτογραφικῆς πλακῆς εἰκὼν τοῦ φάσματος ἐπεκτείνεται πολὺ πέρα τοῦ ὁρατοῦ ἰανθίνου: οὐ μόνον δὲ αἱ ἐν τῷ ἰανθίνῳ ραδῶσεως τοῦ Fraunhofer διακρίνονται ἐναργέστατα ἐν τῇ εἰκόνι, ἀλλ' ἀναφάνεται καὶ μέγας ἀριθμὸς ἐτέρων σκοτεινῶν ραδῶσεων ἐντὸς τοῦ ὁράτου μέρους τοῦ *χημικοῦ φάσματος*, ὧν αἱ κυριώτεραι σημειοῦνται διὰ τῶν γραμμάτων I ἕως R. Ἡ ἄνισος χημικὴ ἐνέργεια τῶν ἐπερχομένων ἀκτίνων, καὶ ἡ ὑπαρξὶς ἀκτίνων ὁράτων χημικῶς ἐνεργουσῶν ἀλλοιοῦσιν οὐσιωδῶς τὰ φωτογραφικὰ ἐξεικονίσματα: διότι τὰ μὲν ἐρυθρὰ ἐνδύματα ἐξεικονίζονται: σκοτεινὰ, τὰ δὲ κυανὰ λευκὰ. — Κατὰ τὴν κατασκευὴν τῶν ἀχρωματικῶν ρακῶν τοῦ φωτογραφικοῦ θάλαμου δέον ἵνα μὴ παραβλέπωμεν τὴν μείζονα διαθλαστότητα τῶν σκοτεινῶν χημικῶν ἀκτίνων (ἐδᾶφ. 160). — Περὶ δὲ τῆς ἐπεκτάσεως τοῦ φάσματος ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ καὶ ἐκείθεν τοῦ ἰανθίνου ἄκρου τοῦ ὁρατοῦ φάσματος πρβλ. ἐδᾶφ. 178.

153. **Φθορισμός.** Ὅταν λευκὸν σῶμα φωτίζεται ὑπὸ μονοχρόου φωτός, αἱ ἀπ' αὐτοῦ ἀνακλῶμεναι ἀκτίνες εἰσι συνθῆως ὁμόχροοι αὐτῷ καὶ ἴσης διαθλαστότητος: λευκὴ ταῖναι χάρτου φαίνεται ἐν μὲν τῷ ἐρυθρῷ τοῦ φάσματος ἐρυθρά, ἐν δὲ τῷ κυανῷ κυανὴ καὶ σκοτεινὴ ἐκείθεν τοῦ ἰανθίνου. Ἀλλ' ἐξαιροῦνται τοῦ κανόνος τούτου τὰ φαινόμενα τοῦ *φθορισμοῦ*, ἀνακαλυφθέντα ὑπὸ τοῦ Brewster (1838) καὶ ἰδίως μελετηθέντα ὑπὸ τοῦ Stokes (1852). Ἐὰν ἐπὶ ἀχρόου καὶ διαφανοῦς διαλύσεως κινίνης βειτῆς ρίψωμεν δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων, βλέπομεν ἐν αὐτῇ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν ἀπαύγαμα ὠρίου ἀερῶν χρώματος μὴ προχωροῦντος πολὺ πρὸς τὸ βάθος τοῦ νεύστου καὶ ἀποβάνοντος ἐντονωτέρου ἐὰν συγκεντρώσωμεν τὰς ἀκτίνας διὰ φακοῦ ὁμοίως *φθορῶν* ἢ πρᾶσιν διαλύσεως τοῦ χλωράσματος διὰ φωτός αἰμόχρου, ἡ ἐρυθρὰ διάλυσις τῆς ἀνίλης ἐν οἶνῳ.

πνεύματι δι' ἑξαισίτου χρυσοῦ φωτός, τὸ κίρρον πετρέλαιον διὰ γλαυκοῦ, ἢ κιτρινῆς ὕλης, τοῦ οὐρανίου διὰ πρασίνου καὶ τινα εἶδη τοῦ ἀργυροδόχμαντος (φοριοδιθρον ἀστέειτον, ἐξ οὗ καὶ τὸ ὄνομα) δι' ἰανθίνου φωτός.

Τὸ φῶς τοῦ φορισμοῦ ἀπαυγάζει ἀκανόνιστως ἐκ τῶν ἐντὸς τῆς φοριζούσης ὕλης καὶ ἐκ στιβάδος αὐτῆς ἐπιπολαίου, τοσούτω βαθυτέρως ὅσῃ ἐντονώτεραί εἰσιν αἱ εἰσόδουσαι ἀκτίνες. Ἀκτίνες διελθούσαι ἥδη διὰ στιβάδος φοριζούσης ὕλης ἀδυνατοῦσιν ἵνα διεγείρῃσι φορισμὸν ἐντὸς βαθυτέρως στιβάδος τῆς αὐτῆς ὕλης· ὥστε δικαιοῦμεθα ἵνα συμπεράνωμεν ὅτι αἱ ἀκτίνες τοῦ ἡλιακοῦ φωτός αἱ προκαλοῦσαι φορισμὸν σθένυννται ἢ ἀπορροφῶνται ὑπὸ τῆς φοριζούσης ὕλης.

Ἐὰν δὲ ρίψωμεν τὰς διαφορὰς ἀκτίνας τοῦ φάσματος ἐπὶ ὕλης φοριζούσης, οἷον ἐπὶ διαλύσεως κινίνης, βλέπομεν ὅτι αὗται κέκτηνται ἄνισον ἰκανότητα πρὸς διέγερσιν τοῦ φορισμοῦ, καὶ ὅτι αἱ ἐκ τοῦ φοριζόντος σώματος ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες ἔχουσι χρομα διαφρον, συνήθως ἐλλείποντος διαθλαστικότητος ἢ αἱ διεγείρουσαι τὸν φορισμὸν ἀκτίνες. Τὸ κυανὸν π. γ. τοῦ φορισμοῦ τῆς διαλύσεως τῆς κινίνης προκαλεῖται ἰδίως ὑπὸ τῶν ἰανθίνων καὶ ὑπὸ τῶν ἐκείθεν τοῦ ἰάνθου σκοτεινῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος, καὶ ῥάθους ὕψους οὐρανίου τεθείσα πολὺ πέρα τοῦ ἰάνθου ἐκμύπει ὥρτιον φῶς πρασίνου. διακρίνεται δὲ ἰδίως τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς ὡς διεγερτικὸν πρὸς φορισμὸν ἕνεκα τοῦ πλούτου τῶν ἐν αὐτῷ λίαν διαθλαστῶν ἀκτίνων.

Ὁ δὲ Lommel (1871) κατέδειξεν ὅτι ὁ φορισμὸς οὐ διεγείρεται μόνον ὑπὸ τῶν μᾶλλον διαθλαστῶν ἀκτίνων, ρίψας τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἐπὶ ὑαλίνης σκάφης περιεχοῦσης διάλυσιν ἐρυθρὰς ἀνιλίνης, ὅτε εἶδε τὸ χρυσοῦν φῶς τοῦ φορισμοῦ ἀρχόμενον ἥδη μεταξὺ τῶν ῥαδιώσεων C καὶ D, τούτεστι κατὰ τὸ ἐρυθρὸν, καὶ προχωροῦν ἐκείθεν μετὰ διαφρον λαμπρότητος μέχρι πέρα τοῦ ἰάνθου, ἐντονώτατον δὲ ὅσῃθεν τῆς ῥαδιώσεως D, ὅπου προσπίπτουσι χλωραὶ ἀκτίνες. Ἰνα δὲ πρὸς ταῦτοις βεβαιωθῇ ἂν σῶμα ἰκανὸν φορισμῷ διεγείρηται πρὸς τοῦτο μόνον ὑπ' ἀκτίνων ἃς ἀπορροφᾷ, διωχέμευσεν ἀκολουθῶς τὸ ἡλιακὸν φῶς διὰ σκάφης περιεχοῦσης τὴν δοκιμαζομένην διάλυσιν μεταξὺ ὑαλίνων ἰδρῶν παραλλήλων, καὶ ἀνέπτυξε τὸ φάσμα ἐκ τοῦ τοιοῦτου φωτός· παρετήρησε δὲ ῥαδιώσεις ἀπορροφῆσεως ἀκριθῶς κατ' ἐκείνας τὰς θέσεις, καθ' ἃς πρότερον ὁ φορισμὸς ἦν λαμπρότατος, καὶ μάλιστα ὅτι πᾶσα σκοτεινὴ ταινία τοῦ φάσματος τῆς ἀπορροφῆσεως ἀντιστοιχεῖ πρὸς πᾶσαν λαμπρὴν ταινίαν τοῦ φάσματος τοῦ φορισμοῦ.

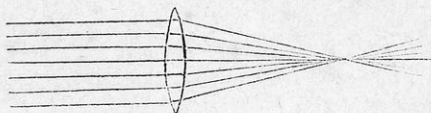
Διακρίει δὲ τὸ ἐκ φορισμοῦ φῶς συνήθως ὅσον καὶ τὸ τῆς προσπίπτουσας ὅταν ὅμως διαρκῇ μᾶλλον αὐτοῦ, τὸ φαινόμενον μεταβάλλεται εἰς φωσφορισμὸν δι' ἡλιδάσεως (ἔδ. 129) καὶ πράγματι τὸ φῶς τοῦ φορισμοῦ ἔχει πολλὴν τὴν ὁμοιότητα πρὸς τὸ φῶς τῶν φωσφορίζοντων σωμάτων· ἡ δὲ πλήρης ἀναλογία τῶν δύο φαινομένων κατεδείχθη ὑπὸ τοῦ Becquerel διὰ τοῦ φωσφοροσκοπίου.

Ὁ Christiansen τέλος (1870) παρετήρησεν ἐν τῷ φάσματι τοῦ ἐρυθροῦ βάρματος τῆς ἀνιλίνης ὅτι τὸ ἐρυθρὸν, τὸ χρυσοῦν καὶ τὸ ὀχρὸν διαθλῶνται μᾶλλον τοῦ κυανοῦ καὶ τοῦ ἰανθίνου, ὅτι δηλ. ἡ ὁλληλουχία τῶν χρωμάτων ἀποθίνει ἀσυνήθως, μεταχειρίζομενος πρίσμα λίαν μικρῆς διαθλαστικῆς γωνίας περίπου 1°, ὅπως καταστήσῃ τὸ ῥευστὸν κατὰ τὸ δυνατόν διαφανές. Ἀκολουθῶς δὲ ὁ Kundt εὗρεν ὅτι ὁ ἀνώμαλος οὗτος διασκεδάσμος ἀναφάνεται παρὰ πᾶσι τοῖς διεγρόσις σώμασι. Τὰ τοιαῦτα σώματα κέκτηνται διάφρον χρομα ἐπιπολῆς ἐν τῷ ἀνακλωμένῳ φωτὶ καὶ διάφρον ἐν τῷ διερχομένῳ δι' αὐτῶν. Τὸ ἀνώμαλον φάσμα στερεῖται πάντοτε τοῦ τῆς ἐπιπολῆς χρώματος, οὕτινος τὴν γένεσιν ἀποδοτέαν εἰς ἀπορρόφησιν. Τοιοῦτο ἐπιπόλαιον χρομα παρτηρούμεν ἐπὶ τοῦ στερεοῦ ἰνδικοῦ· διότι ἐκ τρυχέας μὲν ἐπιφανείας τούτεστι ἐνδοθεν, ἐκπέμπει χρομα κυανοῦν ὡς καὶ ἡ διάλυσις αὐτοῦ, ἐξ ἐπιφανείας ὅμως διὰ τριβῆς στιλνωθείσης ἀποστίλβει διὰ τοῦ συμπληρωτικοῦ πυρροῦ ὡς ἐπιπολαίου χρώματος.

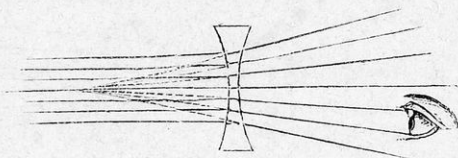
154. ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΔΙΑ ΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ· ΦΑΚΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΟΥΝΤΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΕΝΤΡΟΥΝΤΕΣ. Πάντα τὰ διαθλαστικὰ περιέχοντα τὰ μεταξὺ δύο καμπύλων σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν περατούμενα καλοῦνται φακοί, διακρινόμενοι ἐκ τῆς διευσθύνσεως τῶν δι' αὐτῶν διελθουσῶν ἀκτίνων εἰς συγκεντροῦντας καὶ εἰς ἀποκεντροῦντας. Οἱ πρῶτοι, ἀντιστοιχοῦντες πρὸς τὰ κοῖλα κάτοπτρα, μεταβάλλουσι τὰς παραλλήλως τῷ ἄξονι

προσπιπτούσας κυλινδρικές δέσμες εἰς συγκλινούσας καὶ ἐνοῦσιν αὐτάς εἰς ἑστίαν καθ' ὑπόστασιν μετὰ τὴν ἀνάδυσιν (Σχ. 187)· οἱ δεῦτεροι, ἀντιστοιχοῦντες πρὸς τὰ κυρτὰ κάτοπτρα, μεταβάλλουσι τὰς παραλλήλως τῷ ἄξονι προσπιπτούσας κυλινδρικές δέσμες εἰς ἀποκλινούσας, φαινομένης ὅτι ἐκπέμπονται ἀφ' ἐστίας κατ' ἔμφωσιν κειμένης πρὸς τὸ μέρος τῆς καταδύσεως (Σχ. 188).

Σχ. 187



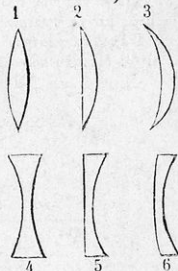
Σχ. 188



Ἐπειδὴ δὲ μεταξὺ τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν δυνάμεθα ἵνα

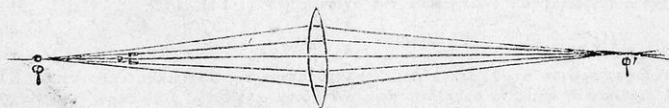
περιλάβωμεν καὶ τὸ ἐπίπεδον, ὡς τμήμα ἐπιφανείας σφαίρας ἀπείρου ἀκτίνος, διακρίνομεν ἕξ εἶδη φακῶν (Σχ. 189)· τρία συγκεντροῦντα, τὸν ἀμφίκυρτον (1) τὸν ἐπιπεδόκυρτον (2) καὶ τὸν κοιλόκυρτον (3) παρ' ᾧ ἡ καμπυλότης τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας ὑπερβάλλει τὴν καμπυλότητα τῆς κοίλης· καὶ τρία ἀποκεντροῦντα, τὸν ἀμφικόκilon (4) τὸν ἐπιπεδόκοilon (5) καὶ τὸν κυρτόκοilon (6), παρ' ᾧ ὑπερβάλλει ἡ τῆς κοίλης ἐπιφανείας καμπυλότης. Καὶ οἱ μὲν συγκεντροῦντες ἔχουσι τὸ μέσον παχύτερον, οἱ δὲ ἀποκεντροῦντες τὰ χεῖλη.

Σχ. 189



Οἱ συγκεντροῦντες φακοὶ σχηματίζουν εἰδῶλα καθ' ὑπόστασιν (φ') τῶν ἀκτινοβόλων (φ) (Σχ. 190) τῶν κειμένων πέρα τῆς κυρίας αὐτῶν ἐστίας (Ε). Αἱ ἀπὸ τῆς κυρίας αὐτῶν ἐστίας (Ε) ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες διαθλῶνται μετὰ τὴν ἀνάδυσιν παραλλήλως τῷ ἄξονι (Φ) (Σχ. 191), ἢ τὸ

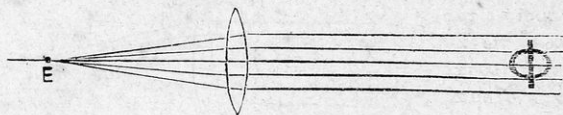
Σχ. 190



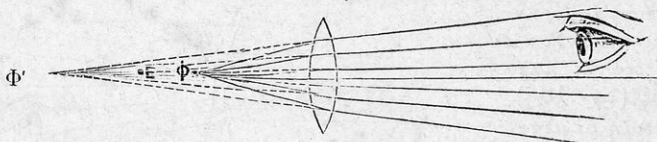
εἶδῶλον τῆς κυρίας ἐστίας αὐτῶν κεῖται εἰς ἀπόστασιν ἄπειρον· ὅταν ὅμως τὸ ἀκτινοβόλον (Φ) (Σχ. 192) κῆται πλησιέστερον εἰς τὸν

φακὸν ἢ ἡ κυρία ἐστία, ἡ διαθλασις ἀδυνατεῖ ἵνα μεταβάλλῃ τὴν λίαν ἀποκλίουσαν δέσμην εἰς συγκλίνουσαν, ὁ δὲ φακὸς γεννᾷ εἰ-

Σκ. 191



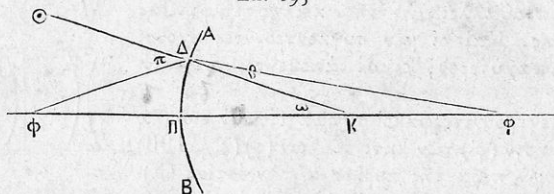
Σκ. 192



δωλον κατ' ἔμφασιν (Φ') ὁρώμενον πρὸς τὸ μέρος τοῦ φακοῦ ὅπου καὶ τὸ ἀκτινοβόλον. Οἱ ἀποκεντροῦντες φακοὶ παρέχουσιν εἰδῶλα πάντοτε κατ' ἔμφασιν.

155. Διάθλασις τοῦ φωτός διὰ μιᾶς σφαιρικῆς ἐπιφανείας. Πρὸς εὑρεσιν τῶν νόμων τῆς διὰ τῶν φακῶν διαθλάσεως ἐρευνήσωμεν πρῶτον πῶς διαθλάται τὸ φῶς διὰ μιᾶς μόνης σφαιρικῆς ἐπιφανείας διερχόμενον. Ἐστω ΑΠΒ (Σκ. 193) σφαιρικὴ ἐπιφάνεια ἔχουσα κέντρον Κ καὶ χωρίζουσα δύο διαθλαστικὰ περιέχοντα, ὧν οἱ δεῖκται δ καὶ δ': Μεταξὺ τῶν ἀπειρῶν ἐκ τοῦ ἀκτινοβόλου Φ ἐκπεμπομένων ἀκτίνων διακρίνεται

Σκ. 193



ἡ ΦΠ, συμπέπουσα μετὰ τῆς ΚΠ καθετῇ τῆς προσπτώσεως, καὶ εἰσδύουσα εὐθυγράμμως· καλέσωμεν ταύτην ἄξονα τοῦ ἀκτινοβόλου Φ. Δι' ἐτέραν τινὰ ἀκτῖνα προσπτώσεως ΦΔ κάθετος ἐστὶν ἡ ΚΔΘ καὶ π ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως· ἐὰν δὲ δ' > δ, ἡ καταδύουσα ἀκτίς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον, ὥστε ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως θ οὕσα ἐλάσσων τῆς π συνδέεται μετ' ἐκείνης διὰ τῆς σχέσεως (ἐδάφ. 141, 142).

$$(1) \quad \text{ἢ μ. } \pi = \frac{\delta'}{\delta} \cdot \text{ἢ μ. } \theta.$$

Νοήσωμεν πρῶτον τὸ Φ ἀρκούντως μακροῦσμένον τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας ΑΒ, ἵνα ἡ διαθλωμένη ἀκτίς νᾶ συγκλινῇ πρὸς τὸν ἄξονα καὶ ἔστω ρ τὸ πέρα τοῦ Κ σημείου τῆς τομῆς (ἐστὶα' συνυγῆς καθ' ὑπόστασιν). Ἐὰν ω ἐμφανίῃ τὴν γωνίαν ΔΚΠ, ἐκ τοῦ τριγώνου ΔΚΦ λαμβάνομεν

$$(2) \quad \frac{\Phi K}{\Phi \Delta} = \frac{\text{ἢ μ. } \pi}{\text{ἢ μ. } \omega},$$

καὶ ἐκ τοῦ τριγώνου ΔΚφ

(3)

$$\frac{Κφ}{Δφ} = \frac{\eta\mu: \theta}{\eta\mu: \omega}$$

ἐξ ὧν διὰ τῆς (1) ἔπεται

(4)

$$\delta \cdot \frac{\Phi K}{\Phi \Delta} = \delta' \cdot \frac{\varphi K}{\varphi \Delta}$$

Ἐστω α ἡ ἄκτις τῆς καμπυλότητος ΚΔ καὶ Φ ἡ ἀπόστασις ΦΠ καὶ φ ἡ ΦΠ. Ἐπειδὴ δι' ἄκτινας σχηματιζούσας μετὰ τοῦ ἄξονος μικρὰς γωνίας δυνάμεθα ἵνα θεωρήσωμεν τὰς ἀποστάσεις ΦΔ καὶ ΦΠ ὡς καὶ τὰς φΔ καὶ φΠ ἴσας, ἡ ἰσότης (4) μεταβάλλεται εἰς τὴν

$$\delta \cdot \frac{\Phi + \alpha}{\Phi} = \delta' \cdot \frac{\varphi - \alpha}{\varphi}$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα

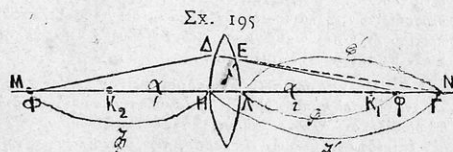
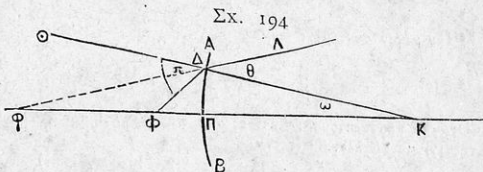
(5)

$$\frac{\delta}{\Phi} + \frac{\delta'}{\varphi} = \frac{\delta' - \delta}{\alpha}$$

ἡ ὁμοιότης τῆς ἰσότητος ταύτης πρὸς τὴν εὑρεθείσαν διὰ τὰ κοῖλα κάτοπτρα (ἐδ. 137) ἐστὶ προφανής. Ἐάν νῦν νοήσωμεν ὅτι τὸ ἀκτινοβόλον Φ κεῖται ἀρκούντως πλησίον τῆς διαθλαστικῆς ἐπιφανείας ΑΒ (Σχ. 194) ἵνα ἡ διαθλωμένη ἄκτις ΔΛ μὴ συγκλίνει πρὸς τὸν ἄξονα μετὰ τὴν ἐπιφανείαν ταύτην, ἀλλὰ ἐπεκταθεῖσα πρὸς αὐτὴν, διὰ τῶν αὐτῶν τριγώνων ἀποδεικνύομεν πάλιν τὴν ἀνωτέρω ἰσότητα (5) ἰσχύουσιν ἀλλ' αἱ ἐξ αὐτῆς τιμαὶ τῆς ἀποστάσεως φ ἔσονται ἀρρητικαί, δηλοῦσαι ὅτι ἡ συζυγὴς ἐστὶα κεῖται πρὸ τῆς ἐπιφανείας ΑΒ καὶ οὐκ ὑπάρχει κατ' ἔμφασιν.

Πρὸς εὑρεσιν δὲ τῆς συζυγῆς ἐστίας ἀπὸ ἐπιφανείας κοίλης δυνάμεθα ἵνα ἐκλάβωμεν τὴν μὲν ΔΔ ὡς προσπίπτουσαν τὴν δὲ ΔΦ ὡς διαθλωμένην ἄκτινα· ὥστε ἡ ἰσότης (5) ἰσχύει καὶ διὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην, ἐὰν συναλλάξωμεν ἐν αὐτῇ τὸ δ μετὰ τοῦ δ' καὶ τὸ Φ μετὰ τοῦ φ· ἀλλ' οὕτω τὸ μὲν ἀριστερόν μέλος αὐτῆς διατελεῖ ἀμετάβλητον, τὸ δὲ δεξιὸν μεταβάλλεται μόνον κατὰ τὸ σημεῖον· ἄρα ἡ ἰσότης (5) ἰσχύει ἀδιαφόρως κατὰ τὴν διάθλασιν εἴτε διὰ κυρτῶν εἴτε διὰ κοίλων ἐπιφανειῶν, ἀρκεῖ ἵνα ἐκλαμβάνωμεν ἐν αὐτῇ τὴν ἄκτινα τῆς καμπυλότητος α ἀρρητικῆν, ὅταν ἡ κοιλότης ἢ ἐστραμμένη πρὸς τὴν προσπίπτουσαν ἄκτινα. Ἐκ τῶν γενομένων ὑποθέσεων πρὸς εὑρεσιν τῆς ἰσότητος (5) συμπεραίνομεν ὅτι αὕτη ἰσχύει μόνον δι' ἄκτινας σχηματιζούσας μικρὰς γωνίας μετὰ τοῦ ἄξονος· ὥστε αὗται ἢ αἱ ἐπεκτάσεις αὐτῶν ἀλληλοτομοῦσι μετὰ τὴν διάθλασιν κατὰ τὴν συζυγὴ ἐστία. Ἄλλ' ἀκριβὲς πῶσαι αἱ ἀπὸ τίνος ἀκτινοβόλου ἐκπεμπόμεναι ἄκτινες οὐ διαθλῶνται πρὸς τὴν συζυγὴ ἐστία ταύτην, ἀλλ' ἄπτονται ἐπιφανείας καυστικῆς κατ' ἔμφασιν ἢ κατ' ὑπόθεσιν, ὡς αἱ ἀπὸ σφαιρικῶν κατόπτρων ἀνακλῶμεναι (ἐδ. 140).

156. Διάθλασις διὰ φακοῦ ἀμφικύρτου. Πᾶς ἀμφικύρτος φακὸς περιλαμβάνεται μετὰ δύο κυρτῶν σφαιρικῶν ζωνῶν, ὧν ἔστωσαν Κ₁, Κ₂ (Σχ. 195) τὰ κέντρα καὶ α₁, α₂ αἱ ἄκτινες τῆς καμπυλότητος. Τὴν διὰ τῶν δύο κέντρων διερχομένην εὐθεῖαν καλέσωμεν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ, καὶ παραστήσωμεν διὰ δ' τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως τοῦ φακοῦ καὶ διὰ δ τὸν δείκτην τοῦ περιβάλλοντος τὸν φακὸν περιέχοντος. Ἐάν Φ τὸ πρὸ τοῦ φακοῦ ἀκτινοβόλον, ἡ μὲν ἄκτις ΦΚ₁Γ διέρχεται ἄθλαστος δι' ἀμ-



ποτέρων τῶν ἐπιφανειῶν, ἡ δὲ ΦΔ διὰ μὲν τῆς πρώτης διαθλάται κατὰ τὴν ΔΕ, ἢς ἡ ἐπέκτασις τέμνει τὸν ἄξονα εἰς Γ', διὰ δὲ τῆς δευτέρας κατὰ τὴν ερ. Ἐστῶσαν $\Phi H = \Phi$, $H\Gamma = \Phi'$, $\Delta\varphi = \varphi$, $\Delta\Gamma = \varphi'$, καὶ $H\Delta = \Phi' - \varphi' = \pi$ (πᾶχος τοῦ φακοῦ). Διὰ μὲν τὴν διάθλασιν διὰ τῆς πρώτης ἐπιφανείας ἵσχύει ἡ ἰσότης

$$(α) \quad \frac{\delta}{\Phi} + \frac{\delta'}{\Phi'} = \frac{\delta' - \delta}{\alpha_1}.$$

διὰ δὲ τὴν διάθλασιν διὰ τῆς δευτέρας ἐπιφανείας ἐκλαμβάνομεν τὴν περὶ ὡς προσπίπτουσιν καὶ τὴν ΕΔ ὡς διαθλωμένην· παρατηροῦντες δὲ ὅτι οὕτω τὸ Γ' κεῖται μετὰ τοῦ φ πρὸ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας ΕΔ, χαρακτηρίζομεν τὴν ἀπόστασιν φ' ὡς ἀρνητικὴν καὶ συμπεραίνομεν

$$(β) \quad \frac{\delta}{\varphi} - \frac{\delta'}{\varphi'} = \frac{\delta' - \delta}{\alpha_2}.$$

Τὸ διὰ προσθέσεως ἐκ τῶν δύο τούτων ἰσοτήτων προκύπτειν ἐξαχόμενον ἀποβαίνει ἀπλοῦστατον, ἐὰν τὸ πᾶχος τοῦ φακοῦ ἐκληφθῇ λίαν μικρὸν, ὅτε ἡ ΔΓ ἐξίσταται τῇ ΗΓ ἄνευ μεγάλου σφάλματος, εὐρίσκομεν δὲ οὕτως

$$\frac{\delta}{\Phi} + \frac{\delta}{\varphi} = (\delta' - \delta) \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

ἢ, ἐὰν χάριν συντομίας θῶμεν $\frac{\delta_1 - \delta}{\delta} = \mu$

$$(γ) \quad \frac{1}{\Phi} + \frac{1}{\varphi} = \mu \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right)$$

Ὅταν αἱ προσπίπτουσαι ἀκτίνες ὦσι παράλληλοι τῷ ἄξονι, ὅταν δηλ. $\Phi = \infty$, ἡ ἰσότης (γ) μεταβάλλεται εἰς τὴν

$$(δ) \quad \frac{1}{\varphi} = \mu \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} \right).$$

ἀλλὰ τότε τὸ φ ἰσούται πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῆς κυρτῆς ἐστίας, ἥτις ἔστω Ε'. Ὑποθεθείσης δὲ ταύτης γνωστῆς, ἡ ἰσότης (γ) λαμβάνει τὴν ἀπλοῦστατὴν μορφήν

$$(ε) \quad \frac{1}{\Phi} + \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{E}.$$

Ὑπελάθωμεν μέχρι τοῦδε τὸ ἀκτινοβόλον κείμενον ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος· ἀλλὰ καὶ ἄνευ τούτου αἱ ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ σημείου ἐκπεμπόμεναι καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διαθλωμεναι ἀκτίνες ἀλλοιοτομοῦσι· πάλιν κατὰ τι σημεῖον συζυγῆς (καθ' ὑπόστασιν ἢ κατ' ἐμφανιν), ἐὼν σχηματίζουσι μετὰ τοῦ ἄξονος μικρὰς γωνίας. Ἡ συζυγὴς αὕτη ἐστία εὐρίσκεται κατὰ ἑξῆς. 158.

Ἐὰν ὁμως ὁ φακὸς ἔχῃ μέγα πᾶχος, ἀντεισάγομεν τὰς τιμὰς τῶν Φ' καὶ φ' ἐκ τῶν ἰσοτήτων (α) καὶ (β) εἰς τὴν ἰσότητα $\pi = \Phi' - \varphi'$ καὶ πορίζομεθα τὴν ἰσότητα

$$(ζ) \quad \frac{\pi}{\mu + 1} = \frac{1}{\frac{\mu}{\alpha_1} - \frac{1}{\Phi}} + \frac{1}{\frac{\mu}{\alpha_2} - \frac{1}{\varphi}},$$

ἥτις οὕσα τοῦ πρώτου βαθμοῦ ὡς πρὸς Φ καὶ φ χρησιμεύει πρὸς εὐρέσιν τῆς ἀποστάσεως φ διὰ τῆς Φ δοθείσης, δι' αὐτῆς π. χ. εὐρίσκομεν τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν ὁλοσφαιρικῶν ἢ ἡμισφαιρικῶν φακῶν (διὰ τοὺς τελευταίους δεόν ἵνα ἐξισώσωμεν τὸ α πρὸς τὸ ∞ καὶ διακρίνωμεν πόθεν εἰσδύει ἡ παράλληλος δέσμη, ἐὰν ἐκ τῆς ἐπιπέδου ἢ ἐὰν ἐκ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας).

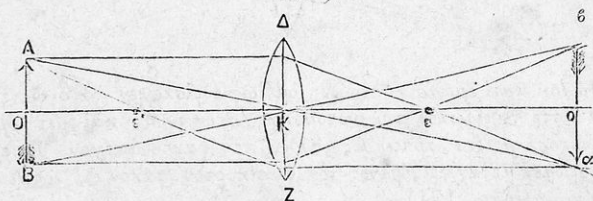
157. Ἐπέκτασις τῶν ἀνωτέρω τύπων ἐπὶ παντὸς σφαιρικοῦ φακοῦ. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω οἱ τύποι (γ) καὶ (ε) ἰσχύουσιν οὐ μόνον διὰ τοὺς ἀμφικύρτους, ἀλλὰ καὶ δι' οἰοῦνδήποτε ἄλλους φακοὺς, ἐὰν ἐκλαμβάνωμεν τὴν ἀκτὶνὰ τῆς καμπυλότητος τῶν μὲν ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν *ἄπειρον*, τῶν δὲ κοίλων *ἀρνητικὴν*. Ἡ δὲ τιμὴ τῆς κυρτῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως ἐξαρεταί ἐκ τῶν δύο ἀκτίνων τῆς καμπυλότητος καὶ ἐκ τοῦ λόγου τῶν δεικτῶν $\frac{\delta'}{\delta}$. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ὕλη τοῦ φακοῦ ὑποτεθῇ ὀπτικῶς πυκνότερα τοῦ

πέριξ αὐτοῦ περιέχοντος, ἢ ἐὰν $\delta' > \delta$ ὁ παράγων μ ἐστὶ μονίμως θετικός, ὥστε διὰ τοὺς ἀμφικύρτους (α_1 καὶ α_2 θετικοί) εὐρίσκωμεν θετικὴν τιμὴν τοῦ E , τούτεστι τὴν πρωτεύουσαν ἐστίαν καθ' ὅπως ἴσται, διὰ τοὺς ἀμφικοίλους (α_1 καὶ α_2 ἀρνητικοί) ἀρνητικὴν τιμὴν τοῦ E , τούτεστι τὴν πρωτεύουσαν ἐστίαν κατ' ἐμφασιν. Ἐπειδὴ ὁμως διὰ τὰ λοιπὰ τέσσαρα τῶν φακῶν εἶδη τὰ ποσὰ α_1 καὶ α_2 εἰσὶν ἀντίσημα ἢ τὸ ἕτερον αὐτῶν ἄπειρον, ὑπερτερεῖ ἐν τῷ ἀθροίσματι: $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$ τὸ σημεῖον τοῦ ἀντιστοιχοῦντος εἰς τὴν μείζονα καμπύλότητα ὅρου· ὁ δὲ φακὸς ἐνεργεῖ ὡς συγκεντρῶν ἢ ὡς ἀποκεντρῶν καθόσον ἢ μᾶλλον καμπύλη ἐπιφάνειά ἐστὶ κυρτὴ ἢ κοιλή.

Ἐὰν ὁμως $\delta' < \delta$, τὸ μ ἔσται ἀρνητικόν· καὶ ὁ μὲν ἀμφικύρτος ἀποβαίνει ἀποκεντρῶν ὁ δὲ ἀμφικοίλος συγκεντρῶν· ὅπερ καὶ πειραματικῶς παρατηροῦμεν βυθίζοντες εἰς τὸ ὕδωρ φακὸν ἀμφικοίλον ἐκ δύο ὕλων ὁρολογίου πλήρη ἀέρος.

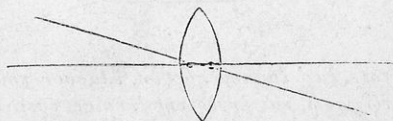
— 158. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΕΚ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΕΙΔΩΛΩΝ. Πρὸς εὐκόλον κατασκευὴν τῶν ἐκ διαθλάσεως εἰδώλων ἐκλαμβάνομεν, ἕνεκα τοῦ μικροῦ πάχους, συγχεομένην τὴν διατομὴν τοῦ φακοῦ μετὰ τῆς μέσης γραμμῆς, εἰς ἣν ἀναφέρομεν ἀμφότερα τὰ σημεῖα τῆς διαθλάσεως, καὶ τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν εἴτε θετικὴν εἴτε ἀρνητικὴν γνωστήν. Ἐστω ΔΖ (Σχ. 196) ἀμφικυρτός τις φακὸς καὶ ΑΒ ἀκτινοβολοῦν σῶμα, οὐτινὸς ζητεῖται τὸ εἶδωλον. Ἐκ τῶν ἀπὸ τοῦ Α ἐκπεμπομένων ἀκτί-

Σχ. 196



νων διακρίνομεν πρῶτον τὴν ΑΔ παραλλήλῳ τῷ ὀπτικῷ ἄξονι, αὕτη διαθλάται πρὸς τὴν πρωτεύουσαν ἐστίαν Ε, ὥστε ἡ μετὰ τὴν ἀνάδυσιν διεύθυνσις αὐτῆς ἐστὶ γνωστή, δεύτερον τὴν πρὸς τὸ ὀπτικὸν κέντρον Κ διευθυνομένην, ἥτις ὑφισταμένη ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ φακοῦ δύο ἴσας καὶ ἀντιθέτους διαθλάσεις (ἐδ. 142) οὐ μεταβάλλει διεύθυνσιν*, καὶ τρίτον τὴν ΑΕ', ἥτις διερχομένη διὰ τῆς ἐτέρας πρωτεύουσας ἐστίας διευθύνεται μετὰ τὴν ἀνάδυσιν παραλλήλως τῷ ὀπτικῷ ἄξονι. Αἱ

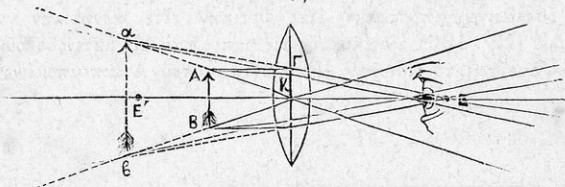
* Ἐν παντὶ φακῷ ἢ ἐν παντὶ συστήματι φακῶν ὑπάρχουσι κυρίως, ὡς κατέδειξεν ὁ Gauss (1843), ἀντὶ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου δύο καλούμενα κύρια σημεῖα, ἔχοντα τὴν ιδιότητα ὅτι πᾶσα ἀκτὶς καταδυομένη πρὸς τὸ ἕτερον αὐτῶν ἀναδύεται παραλλήλως ὡς ἀπὸ τοῦ ἄλλου. Ἐν τοῖς κοινοῖς ὕλινσις φακοῖς ἡ ἀπόστασις μετὰ τῶν δύο τούτων σημείων ἰσοῦται περίπου πρὸς τὸ $\frac{1}{3}$ τοῦ πάχους τοῦ φακοῦ. Ὅταν ὁμως τοῦτο ἢ ἐλάχιστον, τὰ δύο κύρια σημεῖα συμπίπτουσι μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου καὶ αἱ διεύθυνσεις τῆς καταδυομένης καὶ ἀναδυομένης ἀκτίνος κεῖνται ἐπ' εὐθείας.



τρεις αὐται ἀκτῖνες ἀλληλοτομοῦσι κατὰ τι σημεῖον α, ὃν εἶδωλον τοῦ Α. Ὁμοίως εὐρίσκομεν τὸ β ὡς εἶδωλον τοῦ Β· ὥστε τὸ εἶδωλον αβ δλοκλήρου τοῦ φωτοβόλου ἐστὶν ἀντεστραμμένον καὶ καθ' ὑπόστασιν· ἐκ δὲ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων ΑΚΒ καὶ αΚβ συμπεραίνομεν ὅτι τὰ μεγέθη τοῦ φωτοβόλου καὶ τοῦ εἰδώλου αὐτοῦ ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα λόγον ὡς αἱ ἀποστάσεις αὐτῶν ἀπὸ τοῦ φακοῦ, ἀποβαίνοντα ἴσα ὅταν $OK = 2EK$ (ἐδ. 156 τύπος ε). Ἐπειδὴ δὲ ἡ τοιαύτη κατασκευὴ ἐστὶ προσεγγίζουσα, συμπεραίνομεν ὅτι τὸ εἶδωλον εὐθείας γραμμῆς παραμορφοῦται μὴ ὃν ἀκριβῶς γραμμὴ εὐθεῖα (πρβλ. ἐδάφ. 138).

Ἐὰν δὲ τὸ φωτοβόλον κῆται μεταξὺ τοῦ ἀμφικύρτου φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας Ε (Σχ. 197), αἱ ἀκτῖνες ΑΓ καὶ ΑΚ μετὰ τὴν ἀνάδυσιν ἀποκλίνουσιν· ἀλληλοτομοῦσι δὲ αἱ ἐπεκτάσεις αὐτῶν εἰς α,

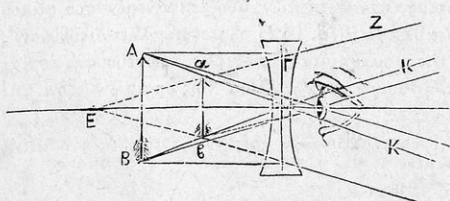
Σχ. 197



ὃν εἶδωλον κατ' ἔμφασιν τοῦ Α· ὁμοίως εὐρίσκομεν τὸ β ὡς εἶδωλον τοῦ Β· ὥστε τὸ εἶδωλον τοῦ φωτοβόλου ἐστὶν ὀρθόν καὶ κατ' ἔμφασιν καὶ πάντως μείζον αὐτοῦ ὡς μᾶλλον τοῦ φακοῦ ἀπέχον. Τὸ εἶδωλον τοῦτο ὁρῶμεν μεταχειριζόμενοι τὸν ἀμφικύρτον φακὸν ὡς ἀπλοῦν μικροσκοπίον (ἐδάφ. 171).

Ἐστω τέλος Ε ἡ κατ' ἔμφασιν πρωτεύουσα ἐστία φακοῦ ἀμφικοίλου καὶ ΑΒ (Σχ. 198) τὸ πρὸς αὐτὸν ἀκτινοβολοῦν· ἡ μὲν παράλληλος τῷ

Σχ. 198



ἄξονι ἀκτὶς ΑΓ διαθλάται ὡς ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας ΕΓΖ, ἡ δὲ ΑΚ διέρχεται ἄθλαστος· ὥστε α ἐστὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον τοῦ Α, καὶ ὁμοίως β τὸ τοῦ Β· τὸ εἶδωλον ἀρα αβ ἐστὶ πάν-

τοτε κατ' ἔμφασιν, ὀρθόν, ἔλασσον τοῦ ἀκτινοβόλου ὡς πλησιέστερον τῷ φακῷ, καὶ ἐντὸς τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως κείμενον.

159. ΑΧΡΩΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΠΛΑΝΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ. Ἐπειδὴ αἱ κεχρωσμέ-
ναι ἀκτῖνες τοῦ λευκοῦ φωτός εἰσιν ἀνίτως διαθλασταί, ἡ ἐστιακὴ ἀπό-

τοκούλου ἐκ πυριτυάλου ἢ κατασκευὴ διπλοῦ ἀχρωστικοῦ φακοῦ, ἐνούντος εἰς ἴσην ἐστιατικὴν ἀπόστασιν πάσας τὰς ἀκτῖνας τοῦ φάσμα-

Σχ. 200



τος (Σχ. 200). Ἡ ὑπὸ τοῦ Newton ἀδύνατος ἐκληφθεῖσα κατασκευὴ ἀχρωστικῶν ἀντοφθαλμίων, ἐπιτευχθεῖσα ὑπὸ τοῦ Hall (1729) καὶ ὑπὸ τοῦ Dollond (1759) προήγαγε κατὰ πολὺ τὴν ἐντέλειαν τῶν ὀπτικῶν ὀργάνων.

Δευτέρα ἔλλειψις τῶν ἀπὸ τῶν φακῶν εἰδῶλων ἐστὶν ἡ καλουμένη σφαιρικὴ ἀρεστιάσις· ἔνεκα ταύτης, οὐ μόνον αἱ ἀπὸ τινος σημείου τοῦ εἰκονιζομένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ἀλληλοτομοῦσιν ἐπὶ ἐπιφανείας καυστικῆς, μὴ ἐνούμεναι ἀκριβῶς εἰς σημεῖον, ἀλλὰ καὶ ἡ εἰκὼν οὐκ ἐστὶ μετὰ γεωμετρικῆς ἀκριβείας ὁμοία πρὸς τὸ εἰκονιζόμενον, παραμορφωμένη ἰδίως κατὰ τὴν περιφέρειαν τοῦ πεδίου τῆς ὀφθαλμικῆς ὀργάνων. Καὶ ταύτην τὴν ἔλλειψιν μετριάζομεν ἀρκούντως διὰ καταλλήλου ἐκλογῆς τῶν ἀκτίνων τῆς καμπυλότητος τῶν φωτοθλαστικῶν ἐπιφανειῶν, καὶ μάλιστα διὰ συνενώσεως πολλῶν φακῶν εἰς σύστημα ἀντοφθαλμικόν· τὰ τοιαῦτα συστήματα καλοῦμεν ἀπλανητικά.

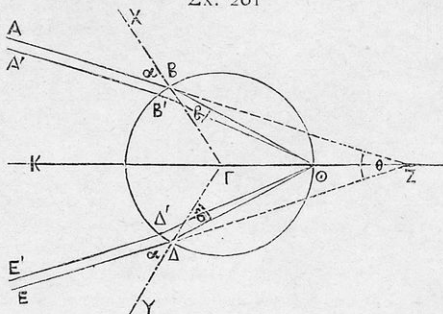
- 160. ΠΙΣ. Ἐπὶ τῆς διαθλάσεως καὶ τῆς ἀνακλάσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐντὸς τῶν ῥανίδων τοῦ ὕδατος στηρίζεται ἡ ὑπὸ τοῦ Καρτεσιοῦ γενιμένη ἐρμηγνεία τῆς ἱριδος, ἥτις ἐστὶ κεχρωσμένον τόξον, ἔχον φαινομένην ἀκτῖνα 41° περίπου καὶ ἀναπτυσσόμενον ὅταν ὁ ἥλιος φωτίζῃ νέφος βρέχον ἢ τὰς ῥανίδας καταρράκτου ἢ πίδακος. Τὸ κέντρον τοῦ τοξοῦ τούτου κεῖται πάντοτε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ζευγνύσης τὸν ὀφθαλμὸν μετὰ τινος σημείου τῆς οὐρανίου σφαίρας ἀντικειμένου τῷ ἡλίῳ καὶ κειμένου ὑπὸ τὸν ὁρίζοντα· ἔνεκα τούτου ἡ ἔκτασις τῆς ἱριδος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ὕψους τοῦ ἡλίου, ὑποβαίνουσα ἴση πρὸς ἡμικυκλίαν, ὅταν ὁ ἥλιος διέρχεται ἀκριβῶς τὸν ὁρίζοντα. Τὰ δὲ χρώματα τῆς ἱριδος διαδέχονται ἀλλήλα ὡς τὰ χρώματα φάσματος ἀτελῶς διεσκεδασμένου, τοῦ ἰάνθου σχηματίζοντος τὴν ἐσωτερικὴν καὶ τοῦ ἐρυθροῦ τὴν ἐξωτερικὴν ἀψίδα· συνήθως παρὰ τῇ κυρίᾳ ἱρίδι ἀναφαίνεται καὶ ἐτέρα δευτερεύουσα, ἔχουσα ἀκτῖνα μείζονα, ἐντασιν ἀμυδροτέρην, καὶ ταξιν χρωμάτων ἀντίστροφον. Αἱ ἐπὶ τῆς ῥανίδος παραλλήλως προσπίπτουσαι ἡλιακαὶ ἀκτῖνες μετὰ τὴν διάθλασιν καὶ τὴν ὁλοσχερῇ ἐσωτερικὴν ἀνάκλασιν διασκορπίζονται καθ' ὅλου κατὰ διευθύνσεις ἀποκλινούσας· τινὲς ὅμως ἐξ αὐτῶν ἀνακλασθεῖσαι ἀπαξ ἐν τῇ ῥανίδι ἀνακλῶνται κατὰ τινα διεύθυνσιν ὠρισμένην καὶ ἔνεκα τούτου ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἐντονώτερον. Τοῦτο ἐπέρχεται ὅταν αἱ ἀμέσως παρακείμεναι παράλληλοι ἀκτῖνες AB καὶ A'B' (Σχ. 201) ἐπὶ τῆς ῥανίδος προσπεσοῦσαι, πρὸς Θ διαθλασθεῖσαι καὶ ἐκεῖθεν πρὸς Δ καὶ Δ' ἀνακλασθεῖσαι ἀναδύωνται πάλιν κατὰ διευθύνσεις παραλλήλους. Αἱ ἐνεργοὶ αὗται ἀκτῖνες σχηματίζουν μετὰ τῶν καταδυομένων ἀκτίνων μέσην γωνίαν 41° περίπου, ἥτις ἔνεκα τῆς ἁνίσου διαθλαστικότη-

τητος τῶν ἀκτίνων διὰ μὲν τὰς ἰανθίνας ἰσοῦται πρὸς 40° καὶ $40'$, διὰ δὲ τὰς ἐρυθρὰς ἀνέρχεται εἰς $42^\circ 30'$. ὥστε ὀφθαλμὸς θεατοῦ θεω-
μένου ἐκ τοῦ Ο (Σχ. 202) δέχεται κατὰ μὲν τὴν διεύθυνσιν ΕΟ ἰδίως
ἐρυθρὰς ἀκτίνες, σχηματίζουσας μετὰ τῆς ΟΜ παραλλήλου τῇ ΗΝ γω-
νίαν 42° καὶ $30'$, κατὰ
δὲ τὴν διεύθυνσιν ΙΟ
ἰανθίνας ἀκτίνες σχη-
ματίζουσας μετὰ τῆς
ΟΜ γωνίαν 40° καὶ $40'$.

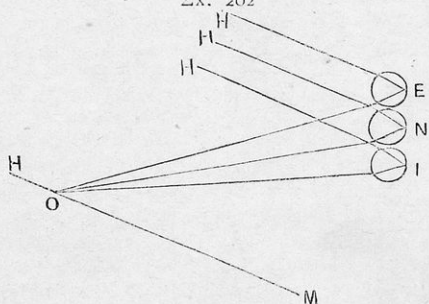
Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὸ
σχῆμα στρεφόμενον περὶ
τὴν ΟΜ ὡς περὶ ἄξονα,
ἵνα περιλάβῃ πάσας τὰς
ὑπαρκτὰς διαθλώσας ῥα-
νίδας, αἱ μὲν ἐρυθραὶ
ἀκτίνες ΟΕ φαίνονται
κείμεναι ἐπὶ ἐπιφανείας
κώνου ἔχοντος γωνίαν
κορυφῆς 42° καὶ $30'$,
αἱ δὲ ἰανθιναὶ ἐπὶ ἐπιφα-
νείας κώνου ἔχοντος γω-
νίαν κορυφῆς 40° καὶ $40'$
καὶ κοινὸν ἄξονα τὴν
ΟΜ, διερχομένην διὰ τοῦ
ὀφθαλμοῦ καὶ διὰ τοῦ Μ,
σημεῖου τῆς οὐρανοῦ
σφαίρας ἀντικειμένου τῷ
ἡλίῳ. Ὁμοίως ἀναπτύσσ-
σεται δευτέρα ἱρις ἐκ τῶν
ἀναδυομένων παραλλή-
λων ἀκτίνων, αἵτινες καὶ δεύ-
τερον ἀνεκλάσθησαν ὁλοσχερῶς
ἐντὸς τῆς ῥανίδος· ἀλλ' ἐκ τῶν
τοιούτων ἀκτίνων αἱ μὲν ἐρυ-
θραὶ σχηματίζουσι μετὰ τῶν
προσπιπτουσῶν γωνίαν 50° καὶ
 $6'$, αἱ δὲ ἰανθιναὶ γωνίαν 53°
καὶ $9'$ (Σχ. 203).

Ἐστω Γ (Σχ. 201) τὸ κέντρον τῆς
ῥανίδος, ΧΒΓ ἡ κάθετος καὶ α ἡ γω-
νία τῆς προσπτώσεως, θ ἡ τῆς δια-
θλάσεως· κατὰ τὸ Θ μέρος μὲν τῆς
ἀκτίνος ΑΒ ἐξέρχεται ἐκ τῆς ῥανίδος
μὴ συντελοῦν πρὸς τὸ φαίνόμενον τῆς

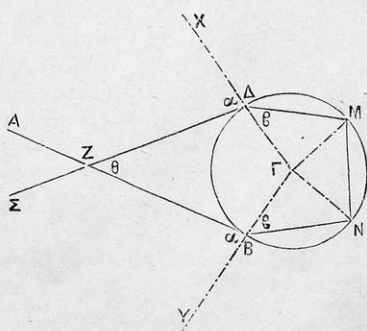
Σχ. 201



Σχ. 202



Σχ. 203



ἵριδος, μέρος δὲ ἀνακλόμενον κατὰ τὴν ΘΔ ἀναδύεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΔΕ. Ἐπειδὴ δὲ τὰ τρίγωνα ΒΓΘ καὶ ΔΓΘ εἰσὶν ἰσοσκελῆ, καὶ κατὰ τὸν νόμον τῆς ἀνακλάσεως αὐ γωνία ΒΘΓ καὶ ΓΘΔ ἴσται, ἔπεται ὅτι καὶ ἡ ΓΔΘ ἰσοῦται τῇ β' ἄρα καὶ ἡ ΕΔΥ τῇ α' ἔπεται οὖν δὲ τῶν εὐθειῶν ΑΒ καὶ ΕΔ μέχρι Ζ, ἡ γωνία ΑΖΕ = 0 ἐστὶν ἡ τῶν καταδυσμένων καὶ τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀμέσως παρακείμενη καὶ παράλληλος τῇ ΑΒ ἀκτὶς Α'Β' πρόκειται ἵνα ἀναδύσῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν Δ'Ε' παράλληλον τῇ ΔΕ, ἡ μεταξὺ Δ'Α'Β' καὶ Δ'Ε' γωνία θ' ἰσοῦται ἀναγκαστικῶς τῷ θ. Ἀλλ' ἡ γωνία ΚΓΒ ἰσοῦται πρὸς 2θ καὶ πρὸς α + 1/2 θ, ὅθεν 1/2 θ = 2θ - α, καὶ ὁμοίως 1/2 θ' = 2θ' - α' ὥστε ἡ συνθήκη τῆς παραλλήλου ἀναδύσεως παρίσταται διὰ τῆς ἰσότητος 2θ - α = 2θ' - α' ἢ διὰ τῆς α' - α = 2(θ' - θ). Ἐὰν δὲ τὴν λίαν μικρὰν διαφορὰν (α' - α) παραστήσωμεν διὰ τοῦ χ καὶ τὴν (θ' - θ) διὰ τοῦ ψ, συν-θῇκαὶ τῆς παραλλήλου ἀναδύσεως ἔσονται αἱ ἰσότητες χ = 2ψ, α' = α + χ, θ' = θ + ψ. Ἀλλ' ἐκ τοῦ νόμου τῆς διαθλάσεως πορίζομεθα, ἡμ: α = δ. ἡμ: θ, ἡμ: (α + χ) = δ. ἡμ: (θ + ψ). ἄρα καὶ ἡμ: (α + χ) - ἡμ: α = δ [ἡμ: (θ + ψ) - ἡμ: θ] ἢ

$$2 \text{ ἡμ: } \frac{1}{2} \chi \text{ συν: } (\alpha + \frac{1}{2} \chi) = 2 \delta \text{ ἡμ: } \frac{1}{2} \psi \text{ συν: } (\theta + \frac{1}{2} \psi).$$

Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἡμίτονα ἐλαχίστων γωνιῶν εἰσὶν ἀνάλογα πρὸς τὰ ἀντιστοιχοῦντα τόξα, καὶ ἐπειδὴ ἄνευ σπουδαίου σφάλματος ἔξεστιν ἵνα ἐκλάβωμεν τὸ συν: (α + 1/2 χ) ἴσον τῷ συν: α καὶ τὸ συν: (θ + 1/2 ψ) ἴσον τῷ συν: θ, ἡ ἀνωτέρω ἰσότης μεταβάλλεται εἰς τὴν

$$\chi \text{ συν: } \alpha = \delta \psi \text{ συν: } \theta.$$

ἐν τῇ εἰσάγοντες τὴν συνθήκην τῆς παραλλήλου ἀναδύσεως 2ψ = χ εὐρίσκομεν

$$2 \text{ συν: } \alpha = \delta \text{ συν: } \theta \text{ ἢ } 4 \text{ συν: } \alpha = \delta^2 \text{ συν: } \theta. \text{ ἄλλ' ἄφ' ἐτέρου ἡμ: } \alpha = \delta^2 \text{ ἡμ: } \theta.$$

ἔξ ὧν διὰ προσθέσεως προκύπτει ἡ ἰσότης

$$1 + 3 \text{ συν: } \alpha = \delta^2 \text{ καὶ ἐπομένως συν: } \alpha = \sqrt{\frac{\delta^2 - 1}{3}}.$$

Δι' ἐρυθρὰς ἀκτίνος δ' ἰσοῦται πρὸς 1,330 ὥστε α = 59°35', θ = 40°35', θ = 42°30' δι' ἰανθίνας ἀκτίνος δ' ἰσοῦται πρὸς 1,343 ὥστε α = 58°50', θ = 39°35', θ = 40°40' τὸ πλάτος ἄρα τῆς ἵριδος ἰσοῦται πρὸς 1°50'.

Ἐπειδὴ ὅμως ὁ ἥλιος ἀντὶ σημείου ἐστὶ δίσκος ἀκτινοβόλος, ἔχων διάμετρον κατὰ τι μείζονα 1/2, τὸ πλάτος τῆς ἵριδος περιλαμβάνει καὶ τὸ γωνιώδες ποσὸν τοῦτο διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὰ χρώματα τοῦ φάσματος ἐν τῇ ἵριδι διακρίνονται ἀτελῶς ἀπ' ἀλλήλων.

Διὰ δὲ τὴν δευτερεύουσαν ἵριν θεωρήσωμεν (Σχ. 203) τὴν ὁδὸν ΑΒΝΜΔΕ τῆς δις ἀνακλάσεως ἐν τῇ βράνδι ἀκτίνος. Ἐν τῷ πενταγώνῳ ΖΒΝΜΔ ἐκότερα τῶν γωνιῶν ΖΔΜ καὶ ΖΒΝ ἰσοῦται πρὸς (θ + 180° - α), καὶ ἐκότερα τῶν γωνιῶν ΔΜΝ καὶ ΒΝΜ πρὸς 2θ ὥστε τὸ ἄθροισμα τῶν τεσσάρων τούτων γωνιῶν ἰσοῦται πρὸς (360° + 6θ - 2α). Ἐπειδὴ δὲ πᾶσαι αἱ γωνίαι τοῦ πενταγώνου περιλαμβάνουσιν ἐξ ὁρθῶς, συμπεραίνομεν θ = 180° + 2α - 6θ ἔξ ἧς προκύπτει ὡς συνθήκη τῆς παραλλήλως τῶν ἀναδυομένων ἀκτίνων ἡ ἰσότης α' - α = 3(θ' - θ) ἢ χ = 3ψ, καὶ ἐκ ταύτης ὡς ἀνωτέρω

$$\text{συν: } \alpha = \sqrt{\frac{\delta^2 - 1}{8}}.$$

ὥστε δι' ἐρυθρὰς ἀκτίνος α = 72°4', θ = 45° 40', 3 καὶ θ = 50° 6'

δι' ἰανθίνας ἀκτίνος α = 71°31', 4 θ = 44° 59' καὶ θ = 53° 9'

καὶ τὸ πλάτος τῆς δευτερεύουσας ἵριδος

$$3^{\circ} 3'$$

μετὰ τῆς ἀνωτέρω παρατηρήσεως.

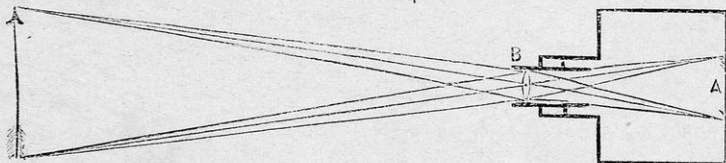
Αἱ δὲ κατ' ἀποκλίνοσας διευθύνσεις ἀναδυόμεναι ἀκτίνες σχηματίζουν μετὰ τῶν καταδυσόμενων διὰ μὲν τὴν κυρίαν ἵριν γωνίας ἐλάσσονας ἢ αἱ ἐνεργοὶ παράλληλοι, διὰ δὲ τὴν δευτερεύουσαν γωνίας μείζονας διὸ ἡ μεταξὺ τῶν δύο ἀψίδων κειμένη ζώνη, περιλαμβάνουσα 7 1/2° πλάτος περίπου, φαίνεται σκοτεινότερα καὶ τῆς ἐντὸς τῆς κυρίως ἀψίδος καὶ τῆς ἐκτὸς τῆς δευτερεύουσας ἀψίδος χώρας τοῦ νέφους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Περὶ ὀφθαλμοῦ καὶ περὶ ὀπτικῶν ὁργάνων.

— 161. ΣΚΟΤΕΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ. Οὗτος ὑπὸ τὴν ἀπλουστατὴν αὐτοῦ μορ-
φὴν συγκροτεῖται ἐκ κιβωτίου ἔχοντος τὴν μὲν ἑδραν Α διαυγάζουσαν,
ἐπὶ δὲ τῆς ἀπέναντι ἑδρας ὁπὴν φέρουσιν συγκεντρούντα φακόν Β (Σχ.
204). Αἱ διὰ τοῦ φακοῦ τούτου διερχόμεναι ἀκτίνες φωτοβόλων ἱκα-
νῶς ἀπεχόντων ζωγραφοῦσιν ἐπὶ τῆς ἑδρας Α τὸ εἶδωλον αὐτῶν ἀντε-
στραμμένον καὶ μικρόν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασις τῶν
συζυγῶν ἐστιῶν σημείων ἀκτινοβόλων αὐξάνεται ὅταν ταῦτα πλησι-
ζωσιν εἰς τὸν φακόν, περιστρεφίκεται οὗτος ἐντὸς κυλίνδρου κινήτου δι' οὗ
μετατιθέμενος σχηματίζει πάντοτε ἐπὶ τῆς ἑδρας Α ἐναργὲ εἶδωλα. Αἱ
λοιπαὶ ἑδραι τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου εἰσὶ σκιεραὶ καὶ ἔνθον μέλαιnai

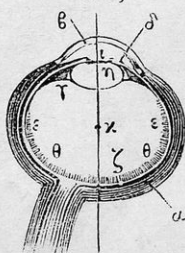
Σχ. 204



ἵνα ἐμποδίζωσι τὴν εἴσοδον ξένου φωτός καὶ πᾶσαν βλαβεράν ἐσωτε-
ρικὴν ἀνάγκασιν. Ἐν τῷ φωτογραφικῷ θαλάμῳ ἡ διαυγάζουσα ἑδρα
Α ἐστὶ κινήτη πλᾶξ χρησιμεύουσα πρὸς ἀκριβὴ εὑρεσιν τῆς θέσεως τοῦ
ἐναργεστάτου εἰδώλου ἀντ' αὐτῆς ἀφαιρεθείσης ἀντικαθίσταται ἡ ὑα-
λίνη πλᾶξ ἡ φέρουσα τὸ εὐπαθὲς ἐπίστρωμα ἐπὶ τοῦ κολλωδίου (ἐδ.
152). ἀνθ' ἁπλοῦ ὅμως φακοῦ γίνεται χρησὶς συστήματος φακῶν
ἁχρωστικοῦ καὶ ἀπλανητικοῦ (ἐδ. 159) ἔχοντος πρὸς μείζονα λαμ-
πρότητα τόσον μέγα ἄνοιγμα, ὅσον ἐπιτρέπει ἡ ἐνάργεια τοῦ εἰδώλου.

162. ΟΦΘΑΛΜΟΣ. Αἱ ἀντιλήψεις τῶν ἐκ τοῦ φωτός αἰσθημάτων γί-
νονται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ἀνκπυτσομένου ἐν
τῷ ἀμφιβληστροειδεῖ χιτῶνι τοῦ ὀφθαλμοῦ (Σχ.
205). Οὗτος κεῖται ἐντὸς κόγχης μεταξὺ τῶν
ὀστέων τοῦ κρανίου καὶ τοῦ προσώπου, περιβαλ-
λόμενος ὑπὸ πιμελῆς καὶ συνδεσμικῆς ὕλης. Αἱ
κινήσεις τοῦ ὀφθαλμοῦ διενεργοῦνται ὑπὸ τεσσάρων
ὀρεθῶν καὶ δύο ἐγκαρσίων μυῶν, φυομένων ἐνθεν
μὲν ἐκ τῶν ὀστέων τῆς κόγχης ἐνθεν δὲ ἐκ τοῦ
ἐξωτέρου λευκοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος· ὡς ἐξω-
τερικὰ ὄργανα προφυλάξεως χρησιμεύουσι τὰ βλέ-
φαρα φέροντα τὰς βλέφαρίδας, καὶ ὁ ὑπὸ τὸν

Σχ. 205



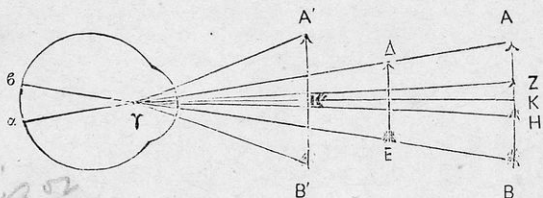
ὅλον τῆς κόγχης ἄνωθεν τῆς ἐξωτερικῆς γωνίας τοῦ ὀφθαλμοῦ κείμενος *δακρυγότος ἀήνη*, ὁ ἐκκρίνων τὰ δάκρυα.

Ὁ ὀφθαλμὸς ἔχει σχῆμα σφαιροειδὲς μικρὸν πεπλατυσμένον· ὁ ἐκ τῶν ἐμπρὸς πρὸς τὰ ὀπίσω ἐστὶν ὁ βραχυτέρος αὐτοῦ ἄξων· περιβάλλεται δὲ ὑπὸ τοῦ λευκοῦ, ἰνώδους καὶ πυκνοῦ *σκληρωτικοῦ* χιτῶνος α, οὗτινος τὸ πρόσθιον μέρος θ μάλλον καμπύλον καὶ διαφανὲς ὃν καλεῖται *κερατοειδής*. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκληρωτικοῦ μέχρι τοῦ *συνδέσμου* αὐτοῦ μετὰ τοῦ κερατοειδοῦς καλύπτεται ὑπὸ τοῦ *χωροειδοῦς* χιτῶνος, συγκειμένου κατὰ τὸ πλεῖστον ἐκ λεπτῶν ἀγγείων καὶ φέροντος ἔνδον στρώμα κυττάρων περιεχόντων *μέλαν βάμμα*, ἀφανίζον ἅσαν ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀνάκλασιν· οἱ *ἀλγοί*, ἄνθρωποι καὶ ζῶα, στεροῦνται τοῦ βάμματος. Ὁ χωροειδὴς ἐπεκτείνομενος σχηματίζει τὴν κυκλικὴν καὶ ποικίλην *ἴριν* δ, φέρουσαν τὴν *κόρη*ν, ὁπῆν (κυκλικὴν παρὰ τῷ ἀνθρώπῳ), δι' ἧς εἰσέρχονται εἰς τὸν ὀφθαλμὸν αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτός· ἡ ἴρις ἔχει σύστημα μυϊκῶν ἰνῶν κυκλικῶν καὶ ἀκτινωτῶν, δι' ὧν ἡ κόρη στενομένη ἢ εὐρυνόμενη ρυθμίζει κατὰ τὴν ἀνάγκην τὴν ποσότητα τοῦ δι' αὐτῆς διερχομένου φωτός· Ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς τέλους ἐπιφανείας τοῦ χωροειδοῦς ἐξαπλοῦται ἐν τῷ *ἀμφιβληστροειδεῖ* ε τοῦ *ὀπτικῶν νεῦρον* θθ, οὗτινος αἱ μὲν ἴνες διέρχονται διὰ τῶν δύο προηγουμένων χιτῶνων, τὸ δὲ νευρίλημα εἰσέρχεται εἰς τὸν σκληρωτικόν. Ἡ εἰσὸς τοῦ νεύρου, μὴ κειμένη ἀκριβῶς ἀπέναντι τῆς κόρης ἐπὶ τοῦ ἄξωνος τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀλλ' ὀλίγον πρὸς τὰ ἔνδον, διακρίνεται διὰ τοῦ ὀνόματος *τυφλῆ κηλὶς τοῦ Μαριώττου*, διότι ἐπ' αὐτῆς ὁ ἀμφιβληστροειδής ἐστὶν ἀναίσθητος. Ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὑπάρχει ἡ *κυτρίνη κηλὶς* ζ, θέσις, δι' ἧς ἰδίως ἀντίλαμβανόμεθα ἐναργέστερον τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων, καὶ ἐφ' ἧς εἰκονίζεται πάντοτε ἐκεῖνο τὸ σῶμα, πρὸς ὃ ἀτενίζοντες διευθύνομεν τὸν ὀπτικὸν ἄξονα.

Διαθλωμένων τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τῶν διερχομένων τὰ διαφανῆ περιέχοντα τοῦ ὀφθαλμοῦ, σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀντεστραμμένον καὶ συνσταλμένον εἶδωλον τῶν πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ σωμάτων (ἐδ. 160)· πρὸς τοῦτο συντελεῖ μάλιστα ὁ *κρυσταλλῶδης* φακὸς η, σῶμα διαφανέστατον, ἄχρουν καὶ ἀμφίκυρτον, ἔχον τὴν πρὸς τὴν κόρην ἐπιφάνειαν ὀλιγώτερον κυρτὴν καὶ συγκείμενον ἐκ στρωμάτων πολλῶν περικυκλούντων ἄλληλα, ὧν ἡ διαθλαστικότητα καὶ ἡ στερεότης αὐξάνεται ἐκ τῶν ἐκτὸς πρὸς τὰ ἐντὸς· ὁ κρυσταλλῶδης φακὸς περιβάλλεται ὑπὸ διαφανοῦς θηλάκου καὶ στηρίζεται ἀμέσως ὀπίσθεν τῆς ἰριδος ὑπὸ τοῦ *ἀκτινωτοῦ* σώματος. Καὶ ὁ μὲν πρόσθιος μικρὸς χώρος ι μεταξὺ κερατοειδοῦς καὶ ἰριδος ἐστὶ πεπλαθρωμένος ὑπὸ τοῦ *ὕδατος* *δευστοῦ*, ὁ δὲ ὀπίσθιος μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὑπὸ τοῦ *υδατοῦ*, σῶματος συστάσεως *πηκτώδους*.

+16. - 163. ΟΠΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ. Μεταξύ τῶν διαφόρων ἀκτίνων, αἵτινες εἰσδύουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἀπὸ τινος ἀκτινοβόλου, ὑπάρχει μία, ἥς ἡ διεύθυνσις οὐ μεταταβάλλεται μονίμως ἐκ τῆς διὰ τῶν διαφόρων περιεχόντων τοῦ ὀφθαλμοῦ διαθλάσεως, ἣν καλούμεν ὀπτικὸν ἄξονα τοῦ ἀκτινοβόλου τούτου (ἐδ. 158). Πάντες δὲ αἱ ἄλλες τῶν διαφόρων σημείων φωτοβόλου τινὸς σώματος ὁρωμένου ἀλληλοτομοῦσι κατὰ τι σημεῖον τοῦ ἐσωτερικοῦ ὀφθαλμοῦ ἀναλογοῦν πρὸς τὸ ὀπτικὸν κέντρον τῶν φακῶν (ἐδ. 158) καλούμενον σημεῖον ριασμοῦ τῶν ἄξινων καὶ κείμενον ἐν τῷ φακῷ παρὰ τὴν ὀπισθίαν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν. Τὸ σημεῖον τοῦτο γ (Σχ. 206) ἐστὶν ἡ κορυφὴ τῆς ὀπτικῆς γωνίας, τῆς σχηματιζομένης μεταξὺ τῶν ὀπτικῶν ἄξινων τῶν ἄκρων ἀκτινοβόλων τοῦ αὐτοῦ σώματος AB. Δύο δὲ σώματα λίαν ἄνισα οἷον AB καὶ ΔΕ παρίστανται ἡμῖν ἐν τῇ αὐτῇ ὀπτικῇ γωνίᾳ ἐνεκα τῆς διαφορῆς ἀποστάσεως αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ.

Σχ. 206



Ἡ ὀπτικὴ γωνία παντὸς σώματος ἐλαττοῦται, τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ αὐξανομένης καὶ ἀντιστρόφως· ἐπεὶ δὲ μόνον τὸ φαινόμενον μέγεθος ἢ ἡ φαινομένη διάμετρος παντὸς φωτοβόλου ὁρίζεται διὰ τῆς ὀπτικῆς γωνίας, ἀπεικάζεται πρὸς ἐκτίμησιν τοῦ πραγματικοῦ μεγέθους τῶν σωμάτων ἐκτὸς τῆς ὀπτικῆς γωνίας καὶ ἡ γνώσις τῆς ἀπ' ἡμῶν ἀποστάσεως αὐτῶν καὶ δι' ἴσα μὲν σώματα εἰς ἀνίσους ἀποστάσεις εὐρίσκουμεν $\Delta K = \gamma K$. ἐφ' $\Delta \gamma K$ καὶ $\Delta' K' = \gamma K'$ ἐφ' $\Delta' \gamma K'$, ὥστε καὶ ἐνεκα τῆς σμικρότητος τῶν ὀπτικῶν γωνιῶν $\Delta \gamma K : \Delta' \gamma K' :: \gamma K' : \gamma K$, ὅτι δηλ. αἱ φαινόμεναι διαμέτροι εἰσὶν ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τῶν ἀποστάσεων δι' ἅντα δὲ σώματα εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν, $\Delta K = \gamma K$. ἐφ' $\Delta \gamma K$ καὶ $ZK = \gamma K$. ἐφ' $Z \gamma K$, ὥστε $\Delta \gamma K : Z \gamma K :: \Delta K : ZK$, αἱ φαινόμεναι δηλ. διαμέτροι εἰσὶν ἀνάλογοι πρὸς τὰ μεγέθη τῶν σωμάτων. Πλημμελὲς ἐκτίμησις τῆς ἀποστάσεως σώματος τινος ἐπιφέρει καὶ πλημμελὲς ἐκτίμησιν τοῦ ἀληθοῦς αὐτοῦ μεγέθους. Σῶμα ἐκλαμβνόμενον πλησιέστερον παρίσταται ἡμῖν καὶ μικρότερον τοῦ ἀληθοῦς· τούναντίον παρίσταται ἡμῖν μέizon τοῦ ἀληθοῦς ἐὰν πλημμελῶς ἐκλαμβνόμεν αὐτὸ λίαν μακρυωμένον.

Αἱ φαινόμεναι διαμέτροι τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης ἰσοῦνται περίπου πρὸς 31', διὸ καὶ βέβομεν τὰ δύο ταῦτα οὐράνια σώματα ἐν ἴσῃ σχεδὸν ὀπτικῇ γωνίᾳ· καὶ περιλαμβάνει μὲν ἡ πραγματικὴ τοῦ ἡλίου διάμετρος 400^{κι} τὴν τῆς σελήνης, ἀλλ' ὁ ἡλῖος ἀπέχει 400^{κι} μᾶλλον τῆς σελήνης ἀπ' ἡμῶν. Ἐκτιμώντες ὁμοῦ ὡς μικρὰν τὴν ἀπ' ἡμῶν ἀπόστασιν ἀμφοτέρων τῶν σωμάτων τούτων ἐκλαμβνόμεν αὐτὰ πολὺ ἐλάσσονα τοῦ ἀληθοῦς.

+16. - 164. ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΕΝΑΡΓΟΥΣ ΟΥΡΑΣ. ΠΡΟΣΕΑΡΜΟΓΗ. Πρὸς σχηματισμὸν ἐναργοῦς εἰδώλου ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, τούτῃ πρὸς ἐναργῆ ὄψιν σώματος τινος, δεόν ἵνα τοῦτο κῆται εἰς ὠρισμένην τινὰ ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν (ἐδάφ. 158), οὕσαν 0.24 μ. δι' ὀφθαλμὸν καλῶς ἔχοντα, ἐλάσσονα παρὰ τοῖς μύωψι καὶ μείζονα παρὰ τοῖς προεσβύταις.

διότι παρὰ μὲν τοῖς πρώτοις ἕνεκα τῆς μεγάλης κυρτότητος τοῦ φα-
κού ἢ τοῦ κερατοειδοῦς αἱ ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ἀκτινοβόλου ἀκτίνες σχημα-
τίζουναι τὴν συζυγὴ αὐτῷ ἐστὶν πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, παρὰ δὲ
τοῖς δευτέροις ἕνεκα τῆς μικρᾶς κυρτότητος ὀπισθεν αὐτοῦ ὥστε οἱ
μύωπες πλησιάζουσι τὰ ὁρώμενα πρὸς σχηματισμὲν ἐναργοῦς εἰδώ-
λου ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, οἱ δὲ πρεσβῦται μακρύνουσιν αὐτά. Ἡ
ὁρασις τῶν πρώτων διορθοῦται διὰ φακῶν ἀμφικολίων, ἡ τῶν δευτέ-
ρων δι' ἀμφικέρτων.

Ἀλλ' ἡ ἀπόστασις τῆς ἐναργοῦς ὀψεως τοῦ ὀφθαλμοῦ οὐ διατελεῖ
ἀμετάβλητος ὡς ἐτέρων τινῶν ὀπτικῶν ὀργάνων, διότι ὁ ὀφθαλμὸς κέ-
κτῃται τὴν δύναμιν τοῦ προσαρμοῦσθαι πρὸς τὴν ἀπόστασιν τῶν
ὁρώμενων ἐντὸς ὁρίων τινῶν. Τὸ πλησιέστατον σημεῖον, πρὸς ὃ προσαρ-
μοῖται ὑγιὲς ὀφθαλμὸς, ἀπέχει αὐτοῦ 0,12 μ. Αἱ δὲ ἔρευναι τοῦ
Helmholz ἐβεβαίωσαν ὅτι ἡ προσαρμογὴ διενεργεῖται διὰ μεταβολῆς
τῆς κυρτότητος τῆς προσθίας ἐπιφανείας τοῦ κρυσταλλώδους. Ἀλλὰ
καὶ ἡ κόρη συστέλλεται κατὰ τὴν πρὸς τὰ πλησίον προσαρμογὴν καὶ
εὐρύνεται κατὰ τὴν προσαρμογὴν πρὸς τὰ μακρὰν· ἡ μεταβολὴ ὅμως
αὕτη προέρχεται καὶ ἐκ τῆς ἀνίσου λαμπρότητος τοῦ φωτισμοῦ.

"Ὅταν τὸ ὁρώμενον οὐ κῆται εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐναργοῦς ὀψεως, ἡ κῆται ἐκδὸς τῆς
περιοχῆς τῆς προσαρμογῆς τοῦ ὀφθαλμοῦ, τὰ ἀκτινοβόλα αὐτοῦ σημεῖα εἰκονίζονται ἐπὶ
τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὡς μικροὶ κύκλοι (ἐδ. 131) συγχύσεως· ἐκ τῆς ἐπιθέσεως δὲ τῶν
ἀπὸ παρακειμένων ἀκτινοβόλων κύκλων τούτων προέρχεται ἡ ἀσάφεια τῆς εἰκόνος ἐπὶ
τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. "Ὅπως καταστήσωμεν τούτο ζανερὸν καὶ ὅπως εὐρωμεν τὰ ὅρια
τῆς προσαρμογῆς ἀκριθῶς ἐκτελούμεν τὸ πείραμα τοῦ Scheiner (1619). Κεντούμεν ἐπὶ
φύλλον χάρτου δύο λεπτοὺς ὅπας εἰς ἀπόστασιν ἐλάσσονα τῆς διαμέτρου τῆς κόρης καὶ
φέροντες αὐτάς ἴλιαν πλησίον τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀτενίζομεν δι' ἀμφοτέρων πρὸς τὴν ἀκίδα
βελόνης, ἣν βλέπομεν τότε ἀπλὴν μὲν εἴαν κῆται ἐντὸς τῆς περιοχῆς τῆς ἐναργοῦς ὀψεως,
διπλὴν δὲ εἴαν κῆται πέρα ἢ ἐντεῦθεν αὐτῆς· διότι ἐκ τῆς προσπεσούσης ἐπὶ τῆς κόρης
φωτοδύσεως ἀπὸ τινος σημείου ὁρωμένου σώματος χωρίζουσιν αἱ δύο ὅπαι δύο συστατι-
κὰς ἀκτίνες, αἵτινες ἢ ἀλληλοτομοῦσιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅταν τὸ ἀκτινο-
βόλον κῆται εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐναργοῦς ὀψεως, ἢ παρέχουσι δύο διακεκριμένα
αὐτῶν μὲν ἀλλ' ἀκριθῶς ὁριζόμενα εἴδωλα, καὶ οὐχὶ κύκλους συγχύσεως. "Ὅσον δ' ἀ-
φορᾷ εἰς τὴν μετὰ τῆς διαθλάσεως συνδεδεμένον διασκεδασμὸν παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος
διαφεύγει τὴν ἡμετέραν προσοχὴν ἕνεκα τῆς σμικρότητος αὐτοῦ· ἀλλὰ διάφορα πειρά-
ματα μαρτυροῦσι τὴν ὑπαρξίν αὐτοῦ, ὅτι δηλαδὴ ἡ ἔκτασις τῆς ἐναργοῦς ὀψεως ἐστὶν
ἄνωστος διὰ τὰς ἐρυθρὰς καὶ διὰ τὰς ἰανθινὰς ἀκτίνες.

Πρὸς ἀκριθὲ ὀπτικὴν ἀντιληψὶν δεόν προσεῖτε ἵνα ἡ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς εἰκὼν
ἔχῃ ἔκτασιν τινα. Καὶ σώματα μὲν ἐντόνως ἀκτινοβόλα, ὥς οἱ ἀπλονεῖς, δι' κρίνονται
καὶ δι' ἐλαχίστης ὀπτικῆς γωνίας· πρὸς διάκρισιν ὅμως δύο σημείων ἄνευ συγχύσεως
ἀπαιτεῖται ἵνα ἡ φαινομένη αὐτῶν ἀπόστασις περιλαμβάνῃ τολάχιστον 1' κατὰ τὰς
μᾶλλον ἀρμόδιαις περιστάσεσι· ἐξ ἀποστάσεως δὲ 0,24 μ. τῆς ἐν γούος ὀψεως συγχέομεν
δύο σημεῖα ἢ δύο γραμμάς, ὧν ἡ ἀπόστασις ἐστὶν ἐλάσσων 0,07 τοῦ χ τ μ.

165. ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΟΠΤΙΚΟΥ Αἰσθηματος. Ἐὰν λαμπρὰ ἢ φωτογόνα
σώματα ταχέως κινούμενα φαίνονται ὡς ὁλόως φωτοβόλος· τὰς ἀκτίνες
τροχῶν ταχέως κυλιόμενον οὐ διακρίνομεν ἀπ' ἀλλήλων· δίσκος ταχέως
στρεφόμενος φέρων τομεῖς ἐναλλάξ λευκοὺς καὶ μέλανας παρίσταται ἡμῖν
πανταχοῦ φαίς· ὄντων δὲ τῶν τομέων ἑτεροχρόων, ἀντιλαμπανόμεθα
κατὰ τὴν στροφὴν μικτοῦ χρώματος (ἐδ. 145). Ἐὰν ὅμως τοιοῦτον

τινα στρεφόμενον τομέα φωτίσωμεν διὰ τοῦ στιγμιαίου ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος (ἐδ. 280) διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα καὶ ἐκλαμβάνομεν αὐτὸν ἀκίνητου. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐρμηνεύονται ἐὰν παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ ὀπτικὰ αἰσθήματα οὐ συναφάνίζονται μετὰ τοῦ εἰδώλου ἀκριβῶς, ἀλλὰ διαρκοῦσιν εἰσέτι κατὰ βραχύτατόν τινα χρόνον. Ἐνεκα

Σχ. 207



τούτου ἀδυνατοῦμεν ἵνα διακρίνωμεν ἀπ' ἀλλήλων διαλείποντα ὀπτικὰ αἰσθήματα διαδεχόμενα ἑλληληλα ἀνὰ $\frac{1}{20}$ δευτερολέπτου καὶ ἐκλαμβάνομεν αὐτὰ ὡς συνεχῆ (στροβοσκόπιοι καὶ ἀστροβόσκοι).

Ἀγγλη. Ὁ μηνίσκος τῆς νέας σελήνης φαίνεται ἐξέχων τοῦ λοιποῦ σφαιρικοῦ ὅγκου αὐτῆς· οἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες περιβάλλονται ὑπὸ ἀκτινοβολίας ἀφανιζομένης διὰ τοῦ τηλεσκοπίου· λευκὸν τετράγωνον ἐπὶ μέλανος ἐδάφους παρίσταται ἡμῖν μείζον μέλανος τετραγώνου ἴσου ἐπὶ ἐδάφους λευκοῦ (Σχ. 207). Τοιαῦτα καὶ ἕτερα ἀνάλογα φαινόμενα ἐρμηνεύονται διὰ τῆς αἰγλήης. Ἐκ τῆς ἀμέσως δηλονότι ὑπὸ τοῦ φωτὸς ἐρεθιζομένης χώρας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐφαπλῶνται ἡ τοῦ ἐρεθισμοῦ κατὰστασις καὶ ἐν τελείᾳ προσαρμογῇ ἐπὶ τῶν παρακειμένων αὐτῇ μερῶν, ὥστε τὸ μέγεθος τῆς ἀντιλήψεως ἀποθάνει μείζον τοῦ πραγματικοῦ.

— 166. ΘΕΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΑ ΑΠΕΙΚΑΣΜΑΤΑ ὙΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΧΡΩΜΑΤΩΣΙΣ. Ὅταν κατόπιν λίαν λαμπροῦ αἰσθήματος, οἷον τὸ ἀπὸ τοῦ ἀμέσου ἡλιακοῦ εἰδώλου, ἀτενίσωμεν πρὸς σκοτεινὴν ἐπιφάνειαν ἢ κλείσωμεν τὰ βλέφαρα, βλέπομεν κατὰ τὴν χώραν τοῦ φωτεινοῦ ἐρεθισμοῦ λαμπράν, συνήθως ποικίλην, κηλῖδα ἢ, ὡς καλοῦμεν αὐτήν, θετικὸν ἀπεικασμα βαθυμηδὸν ἀμυδρούμενον καὶ μετὰ ποικίλας ἀποχρώσεις ἀφανιζόμενον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐρμηνεύεται διὰ τῆς παρατάσεως τοῦ ἐρεθισμοῦ ἐπὶ τῆς χώρας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἐν ᾗ συνέβη τὸ ἔντονον αἶσθημα· ἡ δὲ δι' ἀποχρώσεων ἀπόσθεσις τοῦ ἀπεικασματος μαρτυρεῖ ἅμα ὅτι ἡ ἐκ τῶν διαφορῶν χρωμάτων διάκρισις τοῦ ἐρεθισμοῦ ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ἐστὶν ἄνισος. Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς διατελῇ ἐν σκότει, καὶ ἀσθενῇ φωτεινὰ αἰσθήματα, οἷον ἡ ὄψις τοῦ φωτὸς τῆς ἡμέρας διὰ θυρίδος, εἰσὶν ἱκανὰ ἵνα προκαλέσῃσι φωτεινὰ ἀπεικασματα. Ἐὰν τοῦναντίον, ἀφοῦ ἐπὶ τινα χρόνον ἡτερίζομεν πρὸς σῶμα φωτοβόλον, στρέψωμεν τὸ βλέμμα πρὸς ἐπιφάνειαν λευκὴν ἴσης πανταχοῦ λαμπρότητος, βλέπομεν κατὰ τὴν χώραν τοῦ εἰδώλου τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς σκοτεινὴν κηλῖδα ὁμοίωσχημον, ἀρνητικὸν ἀπεικασμα. Ἐὰν ὁμοίως θῶμεν τετράγωνόν τι μέλανος χάρτου ἐπὶ ἐπιφανείας λευκῆς καὶ πρὸς αὐτὸ ἐπὶ τινα χρόνον ἀτενίσαντες μακρύνομεν αὐτὸ αἶφνης, βλέπομεν ἀντ' αὐτοῦ τετράγωνον γραμμοειδὲς κατὰ τὴν αὐτὴν θέσιν. Τὴν γένεσιν τῶν ἀρνητικῶν τούτων ἀπεικασμάτων ἐρμηνεύομεν παρατηροῦντες ὅτι ἡ εὐαίσθησις τοῦ νεύρου ἀμβλύνεται ἐκ τοῦ προτέρου φωτεινοῦ αἰσθήματος κατὰ τὰς χώρας τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ἐν αἷς τούτο συμβαίνει. Μετὰ μακρὰν διαμονὴν ἐν χωρῇ σκοτεινῇ τυφλούμεθα καὶ ὑπ' αὐτοῦ τοῦ μετρίου φωτὸς τῆς ἡμέρας, καὶ εἰσερχόμενοι

εἰς σκοτεινὸν θάλαμον δεόμεθα χρόνου πρὸς εὐκρινῇ διάκρισιν τῶν ἐν αὐτῷ σωμάτων, καθ' ὃν ὁ ὀφθαλμὸς ἐθίζεται εἰς τὸ σκοτός, τουτέστι συνέρχεται ἐν τῶν προτέρων φωτεινῶν αἰσθημάτων. Ἐὰν δὲ ἀτενίσαντες πρὸς κεχρωσμένον χάρτην, οἷον ἐρυθρὸν, ἐπὶ λευκοῦ ἐδάφους μακρύνωμεν αὐτὸν αἶφην, ἢ παρατρέποντες τὸ βλέμμα ἀτενίσωμεν πρὸς ἕτερον μέρος τοῦ λευκοῦ ἐδάφους, βλέπομεν ἀπεικασμα συμπληρωτικοῦ χρώματος (ἐδ. 147), δηλαδή πράσινον· διότι ἐκ τῆς παρατεταμένης ὀψews τοῦ ἐρυθροῦ χάρτου ἀπημβλύθη ἡ εὐαίσθησία τοῦ νεύρου διὰ τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας τοῦ λευκοῦ φωτός κατὰ τὴν χώραν τοῦ εἰδώλου, καὶ ὑπερτερεῖ κατ' αὐτὴν ὁ προσερχόμενος ἐρεθισμὸς ἐκ τῶν ἀκτίνων τῶν μὴ περιεχομένων ἐν τῷ ἐρυθρῷ ἐκείνῳ φωτὶ, ὧν ἡ σύνθεσις προξενεῖ τὸ συμπληρωτικὸν πράσινον αἶσθημα.

Τὰ τοιαῦτα ἀπεικασματα καλοῦμεν ἐξ ὑποκειμένου, ὡς μὴ ἀνήκοντα πράγματι εἰς τὰ ὁρώμενα σώματα, ἀλλ' ὡς προκύπτοντα ἐξ αὐτοπαθείας τοῦ ἡμετέρου ὀφθαλμοῦ. Αἱ δὲ περὶ τῶν χρωμάτων τῶν σωμάτων ἡμέτεραι κρίσεις ἐξαρτῶνται οὐσιασδῶς ἐκ τῆς ἀντιθέσεως φλόγος ἀρίου, ὧν τὸ φῶς καθ' ἐνυτὸ φαίνεται ἡμῖν ἐντελὲς λευκόν, ἔχουσιν ἐν τῷ σκίῳ φῶτι ἢ ἀπέναντι τῆς σελήνης χρῶμα ὑπερυθρον λίαν εὐδιάκριτον· αἱ ἀπὸ φλογὸς κηρίου προξενούμεναι σκιαὶ φαίνονται ὑποκυάναι· ὅταν φωτίζονται ὑπὸ τοῦ σκίῳ φῶτος, τουταντίον αἱ ἀπὸ τοῦ σκίῳ φῶτος σκιαὶ φαίνονται ὑπερυθροὶ ὅταν φωτίζονται ὑπὸ φλογὸς κηρίου, ἐνῷ φῶτα καὶ σκιάς προσερχόμενα ἐκ μόνης τῆς φλογὸς ἢ ἐκ μόνου τοῦ σκίῳ φῶτος ἐκλαμπάνομεν ἐντελὲς ἄχρῳ. Ἐὰν εἰσαγάγωμεν διὰ δύο παρακείμενων ὁπῶν τῆς θυρίδος τοῦ σκοτεινοῦ θηλάμου ἡλιακὴν φωτοδέσμη, βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι λευκοῦ πετάσματος δύο ἄχρῳ λαμπρὰ εἰδῶλα· ἅμα δὲ καλύψαντες τὴν ἑτέραν τῶν ὁπῶν δι' ἐρυθρᾶς ὑάλου, βλέπομεν πράσινον τὸ ἐκ τῆς ἄλλης ὁπῆς προκύπτον εἶδωλον καὶ ἀντιστρώφως.

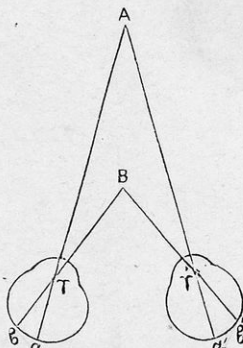
167. ΟΡΑΣΙΣ ΔΙΟΦΘΑΛΜΟΣ. Καίπερ ὁρῶντες διὰ δύο ὀφθαλμῶν, συγχέομεν ὅμως ἐν τῇ συνειδήσει ἡμῶν τὰ δύο ὀπτικὰ αἰσθητάματα συνήως εἰς ἓν. Σῶμα τι φαίνεται ἡμῖν ἀπλοῦν, ὅταν εἰκονίζεται ἐν ἀμφοτέροις τοῖς ὀφθαλμοῖς ἐπὶ ἀντιστοιχοῦν θέσεων τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς. Ἀτενίζοντες πρὸς σημείον τι Α διευθύνομεν κυρίως πρὸς αὐτὸ ἀμφοτέρων τῶν ὀφθαλμῶν τοὺς ἄξονας, ὥστε ἡ εἰκὼν αὐτοῦ σχηματίζεται ἐν τῷ κέντρῳ ἀμφοτέρων τῶν ἀμφιβληστροειδῶν δηλ.: ἐπὶ τῶν θέσεων (Σχ. 208) τῆς ἐναργεστάτης ὀψews (ἐδ. 162)· τὰ σημεία ταῦτα α καὶ α' εἰσὶν ἀντίστοιχα καὶ τὸ Α φαίνεται ἡμῖν ἀπλοῦν· ἀλλ' ἀντιστοιχοῦσιν ἀλλήλοις προσέτι πάντα τὰ σημεία τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν τὰ ἰσάκεις καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ τῶν α καὶ α' ἀπέχοντα· ὥστε καὶ τὸ σημείον Β φαίνεται ἡμῖν ὡς τὸ Α ἀπλοῦν, ἐὰν $\alpha\beta = \alpha'\beta'$.

Ἐὰν τὰ σημεία Α καὶ Β κῆνται ἐν ἐπιπέδῳ διερχομένῳ διὰ τῶν ὀπτικῶν κέντρων τῶν ὀφθαλμῶν γ καὶ γ', ἢ γωνία $\Delta\gamma\beta$, ἴσονται τῷ $\Delta\gamma\beta$, ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἀπλᾶ

ὡς ἐγγ' ἡ γραμμὴ αβ α.β.

συγχρόνως φλίνονται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τούτῳ μόνα τὰ σημεῖα τῆς περιφερείας γΔγ' τὴν περιφέρειαν ταύτην καλούμεν ὀριοπτικήν. Ὅτι δὲ πάντα τὰ λοιπὰ σημεῖα βλέπομεν συγχρόνως διπλᾶ πειθόμεθα εὐκόλως διὰ τῆς δοκιμῆς, καίτοι συνήθως ἡ διπλότης αὐτὴ οὐκ ἀναπαρίσταται εἰς τὴν ἡμετέραν συνείδησιν ἐξ ἁλλείψεως τῆς ἀναγκαίας προσοχῆς. Ἐὰν π. χ. παρατηρήσωμεν προσεκτικῶς δύο εἰς ἀνίσους ἀποστάσεις (Σχ. 209) ἐπὶ τῆς μέσης γραμμῆς τῶν ὀφθαλμῶν κείμενα σώματα Α καὶ Β, ὡς ἂν δύο κατὰ στάθμην ἱσταμένας ῥάβδους, βλέπομεν πάντοτε τὸ ἑτερον Β διπλοῦν ὅταν ἀτενίζωμεν πρὸς τὸ ἄλλο Α· διότι ἐνῷ ἀτενίζομεν πρὸς τὸ Α, τὰ μὲν εἰδῶλα αὐτοῦ α καὶ α' συμπίπτουσιν ἐν ἀμφοτέροις τοῖς ὀφθαλμοῖς ἐπὶ τῶν ἀντιστοίχων σημείων τῶν ἀξόνων, τὰ δὲ εἰδῶλα τοῦ Β σχηματίζονται εἰς β καὶ β' ταῦτα δὲ τὰ σημεῖα ἀντιθέτως κείμενα πρὸς τὰ α καὶ α' οὐκ ἀντιστοιχοῦσι. Διπλαῖ ἀντιλήψις προκύπτουσι προσέτι ὅταν μεταβληθῇ ἡ ἀντιστοιχος θέσις τῶν ἀξόνων τῶν ὀφθαλμῶν εἴτε διὰ μηχανικῆς πίεσεως, εἴτε δι' ἀνωμάτων κινήσεων τῶν μυῶν τῶν ὀφθαλμῶν (στραβισμός).

Σχ. 209



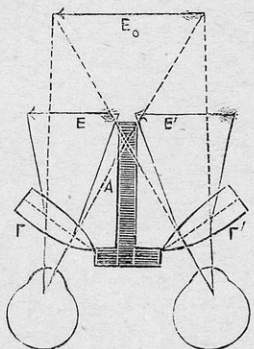
- 168. ΕΚΤΙΜΗΣΙΣ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ. Ὅταν

ἀτενίζωμεν πρὸς τὸ σημεῖον Α, ὅταν δηλ: βλέπωμεν αὐτὸ ἀπλοῦν καὶ ἑναργές, οἱ ἄξονες τῶν δύο ὀφθαλμῶν τέμνονται κατὰ γωνίαν ὀξυτέραν ἢ ὅταν ἀτενίζωμεν πρὸς τὸ πλησιέστερον σημεῖον Β, καὶ κατὰ τὴν ὅψιν ἀρκούντως μεμακρυσμένων σωμάτων οἱ ἄξονες καταντῶσι παράλληλοι· ὥστε ὁ βαθμὸς τῆς κλίσεως τῶν δύο ἀξόνων βοηθεῖ πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ πράγματι ἀσφαλέστερον κρίνομεν περὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν σωμάτων βλέποντες διὰ τῶν δύο ὀφθαλμῶν ἢ διὰ τοῦ ἑνός, ὡς πειθόμεθα διαπερῶντες ῥάβδον διὰ βελόνης· ἀλλὰ πρὸς τὴν ἐκτίμησιν ταύτην συντελοῦσι προσέτι ἡ διάφορος συναρμογὴ πρὸς ὅψιν τῶν πλησίων καὶ τῶν μακρῶν σωμάτων, ἡ φαινόμενη διάμετρος, δι' ἧς παρίστανται ἡμῖν σώματα γνωστοῦ ἀπολύτου μεγέθους, ἡ ἀντιλήψις σωμάτων μεσολαβούντων, ὧν γνωστὴ ἡ ἀπόστασις, ἡ ἀμύρωσις τοῦ φωτὸς διερχομένου διὰ τῶν μεταξύ στρωμάτων τοῦ ἀέρος κτλ. Καὶ ἐν τούτοις κατὰ περιστάσεις ἀσυνήθεις ἐκτιμῶντες ἀποστάσεις ὑποκείμεθα εἰς μεγάλας ἀπάτας. Καθέτους π. χ. ἀποστάσεις ἐκτιμῶμεν πάντοτε ὡς βραχυτέρας ἴσων ὀριζοντιῶν, ἐφ' ὕψιων ὁρέων ἢ ἐπὶ ἐκτεταμένων θαλάσσιον οἱ ἀγύμναστοι ἐκλαμβάνουσι τὰς ἀποστάσεις πάντοτε ἐλάσσονας τῶν ἀληθινῶν. Κατὰ ταῦτα ἐρμηνεύονται αἱ ἐκ τῆς διαφορῆς διόψεως ἄνισοι ἐκτιμήσεις, ἡ διάφορος ἡμῶν κρίσις περὶ τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης κατὰ τὰ διάφορα αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ὀρίζοντος ὕψη, ἡ πεπεισμένη ὅψις τοῦ οὐρανοῦ θόλου κτλ.

- 169. ΣΤΕΡΕΟΣΚΟΠΙΟΝ. Αἱ ἐπὶ τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν εἰκόνες τῶν ὁρωμένων σωμάτων εἰσὶν ἀνεφάρμοστοι γεωμετρικῶς· διότι, ἵνα παρασταθῇ σῶμά τι εἰς ἐκάτερον τῶν ὀφθαλμῶν κατὰ τὴν αὐτὴν θέσιν, δέον ἵνα στραφῇ κατὰ τινὰ μικρὰν γωνίαν ὥστε ἀκριβῶς ἐξετά-

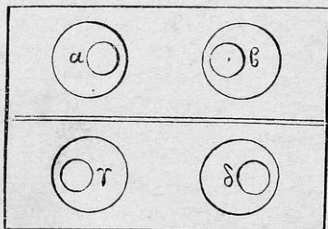
ζοντες βεβαιούμεθα ὅτι ἐκ παντὸς σώματος μόνον τὸ ἀτενιζόμενον σημεῖον ἔχει τὰς εἰκόνας αὐτοῦ ἐπὶ ἀντιστοίχων μερῶν τῶν ἀμφιβληστροειδῶν· ἐνθ' δὲ ἀτενίζομεν κατὰ διαδοχὴν πρὸς τὰ ἀνίσαις ἀπέχοντα διάφορα σημεία τοῦ αὐτοῦ σώματος καὶ μεταβάλλομεν ὥς ἐκ τούτου τὴν κλίπιν τῶν ἄξόνων, λαμβάνομεν συνειδήσιν τῆς κατὰ βέλος ἐκτάσεως τοῦ σώματος βοηθούμενοι εἰς τοῦτο καὶ ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ φωτισμοῦ καὶ ἐκ τῆς διανομῆς τῶν φώτων καὶ τῶν σκιῶν ἐπ' αὐτοῦ.

Σχ. 210



αὐτὰς εἰς μίαν εὐχερῇ ὀπτικήν ἀντίληψιν E_0 . Μετὰ μικρὰν δὲ γύμνασιν εὐκόλως συγχέομεν καὶ ἄνευ ὀργάνου δύο στερεοσκοπικὰς εἰκόνας εἰς μίαν, βλέποντες ἐκαστέρῃ δι' ἐκατέρου τῶν ὀφθαλμῶν. Ὅρθος κόλουρος κῶνος ἔκλυθεν ὁρώμενος εἰς μὲν τὸν ἀριστερὸν ὀφθαλμὸν παρέχει τὴν ὅψιν α' (Σχ. 211) εἰς δὲ τὸν δεξιὸν τὴν ὅψιν β', ἐνθ' κενὴ κωνωσιδὴς χῶνῃ φαίνεται ὡς τὸ σχῆμα γ εἰς τὸν ἀριστερὸν καὶ ὡς τὸ δ εἰς τὸν δεξιόν· ὁ στερεοσκοπικὸς συνδυασμὸς τῶν εἰκόνων α' καὶ β' προεῖναι ἀντίληψιν ἐξέχοντος, ὃ δὲ τῶν γ καὶ δ κόλου κολούρου κῶνου.

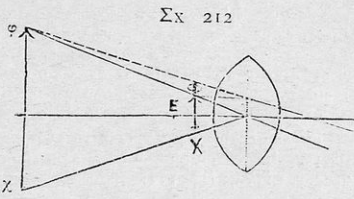
Σχ. 211



γῆς, εἴτε διότι εἰσὶ λίαν μικρά, εἴτε διότι κεῖνται λίαν μακράν, ποιούμεθα χρῆσιν τῶν μικροσκοπίων καὶ τηλεσκοπίων, ὀργάνων παρεχόντων εἰδῶλα 1^{ov} εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐναργοῦς ὁψως, 2^{ov} ἀρκούντως μεγάλης ὀπτικῆς γωνίας καὶ 3^{ov} ἱκανῆς λαμπρότητος, ἵνα διακρίνωμεν ἐναργῶς αὐτὰ.

— 171. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠION ΑΠΛΟYN. Τὸ ἀπλοῦν μικροσκοπίον σύγκειται ἐξ ἐνὸς συγκλίνοντος φακοῦ μικρῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ἥ ἐκ συνδυα-

σμοῦ πολλῶν τοιούτων φακῶν. Βλέποντες εἰς ὠρισμένην μόνον ἀπόστασιν ἐναργῶς, ἀδυνατοῦμεν ἵνα πρὸς διάκρισιν σωμάτων μικρῶν αὐξήσωμεν τὴν ὀπτικήν γωνίαν διὰ συνεχοῦς προσεγγίσεως αὐτῶν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν προσβλέποντες ὅμως διὰ φακοῦ ἀμφικύρτου μικρὸν τι σῶμα ΦΧ (Σχ. 212), κείμενον ἐντὸς τῆς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, δεχόμεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἀπ' αὐτῆς ἀκτῖνας ὡς εἰ ἤρχοντο ἐκ τοῦ κατ' ἔμφρασιν, ὀρθοῦ καὶ μείζονος εἰδώλου φχ, φαινομένου εἰς ἀπόστασιν τῆς ἐναργοῦς ὀφθαλμοῦ.



Ἡ οὕτως ἐπερχομένη αὐξήσις ὁρίζεται διὰ τοῦ λόγου τοῦ μεγέθους τοῦ εἰδώλου πρὸς τὸ μέγεθος τοῦ σώματος· ἀλλ' ὁ λόγος οὗτος (ἐδ. 158) ἰσχύει πρὸς τὸν λόγον τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τοῦ φακοῦ, παρεχομένων ὑπὸ τοῦ τύπου (ἐδ. 156).

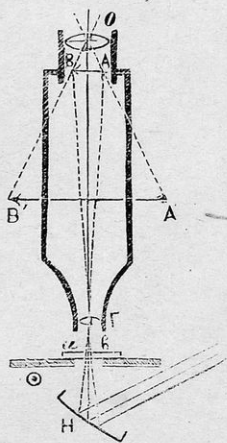
$$\frac{1}{\Phi} - \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{E} \quad \text{ἐξ οὗ} \quad \frac{\varphi}{\Phi} = \frac{E}{E - \Phi} + 1,$$

ἐν ᾧ Φ ἐστὶν ἡ ἀπόστασις τοῦ σώματος, φ ἡ τοῦ εἰδώλου καὶ Ε ἡ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις.

Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὴν χρῆσιν πλησιάζομεν τὸν φακὸν ἐγγύτατα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἕξασιν ἵνα ἐν τῇ τυπῇ τοῦτο ἀνευ ἐπαίσθητοῦ σφάλματος εἰσαγάγωμεν 0,24 μ. ἀντὶ τοῦ φ· ὥστε φακὸς ἔχων 0,03 μ ἐστιακὴν ἀπόστασιν ἐπιφέρει ἐννεαπλασίαν αὐξήσιν.

Ἀντὶ φακοῦ χρησιμεύοντος καὶ ὕδινου σφαίραι πλήρεις ὕδατος, ἢ καὶ βανίδος ὕδατος, ἢ καὶ κυλινδρικοὶ φακοί. Πρὸς μείζονα δὲ αὐξήσιν τῆς ὀπτικῆς γωνίας καὶ τοῦ πεδίου τῆς ὄψεως καὶ πρὸς ἐλάττωσιν τῆς σφαιρικῆς ἀφαστιάσεως (ἐδ. 159) ἀντ' ἑνὸς μόνου φακοῦ ποιοῦμεθα χρῆσιν συστήματος ἐκ πολλῶν.

Σχ. 213



— 172. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΝ ΣΥΝΘΕΤΟΝ. Οὐσιώδη συστατικὰ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου εἰσὶν ὁ ἀντοφθάλμιος, ὁ προσοφθάλμιος καὶ ἡ φωτοδότης συσκευή. Ὁ ἀντοφθάλμιος Γ ἐστὶ φακὸς ἀμφικύρτος καὶ συνθέστερον σύστημα ἐκ πολλῶν ἀχρωστικῶν διπλῶν φακῶν μικρᾶς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, παρέχων τοῦ ὁρωμένου σώματος αβ τὸ μέγα καὶ ἀντεστραμμένον καὶ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον ΑΒ (ἐδ. 158), παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου Ο ἐνεργοῦντος ὡς μικροσκοπίου ἀπλοῦ. Πρὸς φωτισμὸν δὲ διαφανῶν σωμάτων προστίθεται παρὰ τὴν βάσιν τοῦ μικροσκοπίου τὸ πρὸς πᾶσαν διεύθυνσιν εὐστροφὸν κοίλον κάτοπτρον Η, ὅπερ συγκεντρῶι ἐπὶ τοῦ σώματος τὰς ἀπὸ θυρίδος ἢ ἀπὸ λύχων ἀκτῖνας.

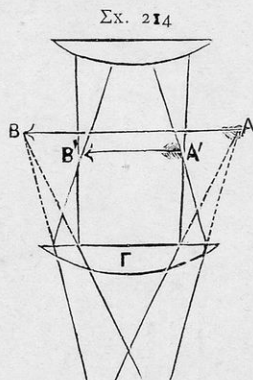
Πρὸς ἀποτροπὴν ἀλλοτρίων ἀκτῖνων ἀμφοτέρους τοὺς φακοὺς ἐγκλιθεὶς σωλὴν ἐντὸς μελαμβάφης. Ὅπου δὲ σχηματίζεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον ΑΒ ὑπάρχει κρικωτὸν διάφραγμα περατοῦν τὸ πεδίου τῆς ὄψεως, καὶ ἐμποδίζον τὴν διάβασιν περιφερικῶν ἀκτῖ-

νων ἀμυδρουσῶν τοῦ εἰδώλου τὴν ἐνάργειαν. Συνήθως δὲ τὸ διάφραγμα τοῦτο φέρει ἢ τὸ ἀρχαῖον χιάσμα πρὸς ὁρισμὸν τοῦ κέντρου τοῦ πεδίου τῆς ὄψεως, ἢ πολλὰ παράλληλα νήματα ἀράχνης, ἵνα διὰ τῆς γνωστῆς αὐτῶν ἀποστάσεως ἐκτιμῶμεν κατὰ προσέγγισιν τὸ μέγεθος τῶν παρατηρουμένων σωμάτων. Τὸν μικροσκοπικὸν σωλῶνα ἢ τὸ κυκλικὴν ὀπὴν ἔχον δισκάριον, ἐφ' οὗ τίθενται τὰ σώματα δυνατὸν ἵνα ὑψώμεν ἢ καταβιβάσωμεν δι' ἀπαλῆς κινήσεως λεπτοῦ κοχλίου πρὸς ἀκριβῆ προσαρμογὴν. Προτιθέμενοι δὲ μεγάλην αὐξήσιν, κωλύομεν μὲν τὴν διὰ τοῦ ἀντοφθαλμίου διόδον ἀκτίνων περιφερικῶν προσιπτουσῶν πλαγίως πρὸς τὸν ἄξονα δι' ἐτέρου διαφράγματος Θ, ἔχοντος μικρὰν ὀπὴν καὶ στρεφόμενου ὑπὸ τὸ δισκάριον, συναυξάνομεν ὅμως μετὰ τοῦ εἰδώλου καὶ τὴν ἔντασιν τοῦ φωτισμοῦ ἀναλόγως, ἵνα ἡ λαμπρότης διατηρῆται ὅση δεῖ.

Ἡ διὰ τοῦ ῥηθέντος μικροσκοπίου αὐξήσις ἰσοῦται πρὸς τὸ γινόμενον τῶν αὐξήσεων, αἵτινες προέρχονται ὑπὸ τοῦ προσοφθαλμίου καὶ ὑπὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου· διότι ὑπάρχει ἡ προφανὴς ἰσότης (ἐδ. 171)

$$\frac{A'B'}{\alpha\beta} = \frac{A'B}{AB} \times \frac{AB}{\alpha\beta}.$$

Πρόσφορος ὧως εἰς τὴν ἐνάργειαν τῶν εἰδώλων ἐστὶν ἰδίως ἢ διὰ τοῦ ἀντοφθαλμίου αὐξήσις. Ἀντί δὲ τοῦ ἀπλοῦ προσοφθαλμίου γίνεται συνήθως χρῆσις συστήματος ἐκ



δύο φακῶν (τοῦ Campani), ὧν ὁ μὲν χρησιμεύει ὡς συναγωγεὺς, ὁ δὲ ὡς κυρίως προσοφθαλμῖος. Αἱ ἐκ τοῦ ἀντοφθαλμίου ἐρχόμεναι ἀκτίνες εἰσδύονται εἰς τὸν συναγωγέα Γ (Σχ. 214) πρὶν σχηματίσασαι τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον ΑΒ, ἀποβαίνουσι μᾶλλον συγκλίνουσαι καὶ σχηματίζουνσι τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον Α'Β', ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου. Τὸ τοιοῦτο σύστημα ἔλαττοι μὲν κατὰ τι τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου, ἀλλ' αὐξάνει οὐκ ὀλίγον τὸ πεδῖον τῆς ὄψεως.

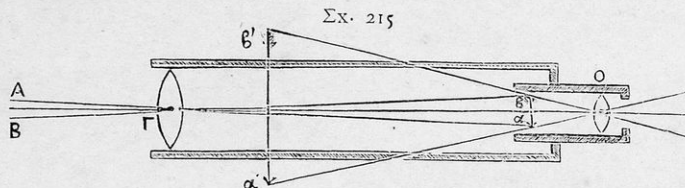
Πρὸς καταμέτρησιν μικροσκοπικῶν σωμάτων μεταχειρίζομεθα ἢ μικρόμετρον κεχαραγμένον ἐπὶ ὕαλου, ὅπερ στηρίζομεν ἐπὶ τοῦ διαφράγματος τοῦ προσοφθαλμίου, καὶ συγκρίνομεν καθάπαξ τὰς διαιρέσεις αὐτοῦ πρὸς πᾶσαν αὐξήσιν τοῦ ἀντοφθαλμίου, ἢ κάλλιον πυκνὸν μικρομετρικὸν κοχλῖον, δι' οὗ ὠθοῦμεν τὸ δισκάριον ἐκατέρωσε στρέφοντες τὸν κοχλῖον φέρομεν ἐκ διαδοχῆς ἀμφότερα τὰ ἄκρα τοῦ ὁρωμένου σώματος εἰς ἐπαφὴν μεθ' ἑνὸς νήματος τοῦ ἀρχαίου χιάσματος τοῦ πρὸ τοῦ προσοφθαλμίου. Ἡ ἐπὶ τῷ ὀφθαλμῷ τοῦ μικρομετρικοῦ κοχλίου σημειουμένη γωνιώδης κίνησις παρέχει τοῦ ὁρωμένου τὸ μέγεθος.

Τὸ δὲ ἥλιακόν ὡς καὶ τὸ χημικὸν μικροσκοπίον συγκροτοῦνται κυρίως ἐκ συστήματος φακῶν μικρᾶς ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ὁμοίου πρὸς τὸν ἀντοφθαλμῖον τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου, σχηματίζοντος εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν τῶν πλησίον τῆς ἐστίας αὐτοῦ κειμένων σωμάτων ἐπὶ ἀντικειμένου λευκοῦ πετάσματος, καὶ ἐκ τῆς φωτοδότηδος συσκευῆς. Ἐπειδὴ δὲ διὰ τῶν ὀργάνων τούτων σκοποῦμεν μεγίστην αὐξήσιν, ἀνάγκη ἵνα ὁ φωτισμὸς ἔχῃ μεγίστην ἔντασιν. Καὶ ἐν μὲν τῷ χημικῷ μικροσκοπίῳ συγκλίνων φακὸς μεγάλου ἀνοίγματος συγκεντρῶν ἐπὶ τοῦ σώματος τὰς ἀκτίνας τοῦ φωτός τοῦ Drummond, ἐν δὲ τῷ ἥλιακῷ φακὸς μικρᾶς ἐστιακῆς ἀποστάσεως συγκεντρῶν τὰς ἀπὸ τοῦ ἡλιοστάτου ἀνακλινόμενας ἥλιακὰς ἀκτίνας. (Μαρίκος, λύχνος.)

— 173. ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΝ. Ὑπάρχουσι διοπτρικά ἢ ἀπλῶς διόπτραι, καὶ κατοπτρικά ἢ κυρίως τηλεσκόπια, καθ' ὅσον τὰ ἐν αὐτοῖς καθ' ὑπόστασιν εἶδωλα ἀπεχόντων σωμάτων σχηματίζονται ὑπὸ φακῶν συγκλινόντων ἢ ὑπὸ κατόπτρων κοίλων.

Μεταξὺ τῶν διοπτρῶν διακρίνονται τὰ ἐξῆς εἶδη:

1ον 'Η *ἀστρονομική διόπτρα* ἡ ἡ τοῦ Keppler, συγκαίμενη ἐξ ἀντοφθαλμίου ἀχρωματικῷ Γ (Σχ. 215) μεγάλῃς ἑστιακῆς ἀποστάσεως, σχηματίζοντας τὸ εἶδωλον α β καθ' ὑπόστασιν, ἀντεστραμμένον καὶ ἔλαττον τοῦ πόρρω ὁραμένου σώματος ΑΒ, καὶ ἐκ προσοφθαλμίου Ο μικρᾶς ἑστιακῆς ἀποστάσεως, δι' οὗ παρατηροῦμεν τὸ εἶδωλον τούτου ὥστε διὰ τῆς διόπτρας ταύτης παρατηροῦμεν ἀντεστραμμένον τὸ εἶδωλον α' β'. Ἀμφοτέρους τοὺς φακοὺς ἐγκλείει σωλὴν ἐντὸς μελαμβωφῆς, οὗ τινος τὸ μῆκος μεταβάλλεται ἀρμοδίως ἵνα πλησιάζωμεν τὸν προσοφθαλμὸν ἀκριβῶς κατὰ τὴν δέουσαν ἀπόστασιν εἰς τὸ εἶδωλον τὸ παρεχόμενον ὑπὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου.



Ἡ δύναμις τῆς ἐνεργείας τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας ἐξαρτᾶται ἰδίως ἐκ τῆς ἐντελείας τοῦ ἀντοφθαλμίου. Τὸ εἶδωλον δέον ἵνα ἡ ἀπηλλαγμένον παντὶς χρωματισμοῦ καὶ κατὰ τὸ δυνατόν πάσης σφαιρικῆς ἀφαστίσεως. Ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς ἐν τῇ διόπτρᾳ αὐξάνεται μετὰ τῆς διαμέτρου ἢ μετὰ τοῦ ἀνοίγματος τοῦ ἀντοφθαλμίου, διότι τὸ ποσὸν τῶν μέχρι τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰσδυσσῶν ἀκτίνων ἀπὸ τινος φωτοβόλου ἐστὶν ἀνάλογον πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ὥστε πρὸς παρατήρησιν ἀμυδρῶν οὐρανίων σωμάτων κατασκευάζεται ὁ ἀντοφθαλμὸς κατὰ τὸ δυνατόν μέγας, ὅπερ δυσχερές, ὡς ἀπαιτοῦν μάζας πυριτίδου μεγάλων διαστάσεων καὶ ἐντελῶς ἴσης διαθλαστικότητος. Ὡς προσοφθαλμὸς δὲ τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας χρησιμεύει συνήθως οὐχὶ ἀπλοῦς φακός, ἀλλὰ σύστημα πολλῶν ἐνεργούντων ὡς εἰς φακὸς μικρᾶς ἑστιακῆς ἀποστάσεως (τοῦ Ramsden, σπανιώτερον τοῦ Campani), καὶ φέρων πάντοτε ἀραχναῖον χλασμα.

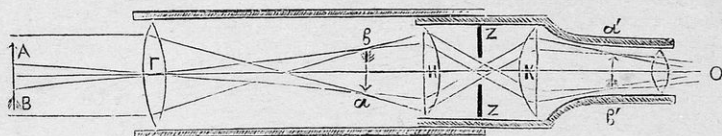
Ἡ διὰ τοῦ μικροσκοπίου αὐξήσις ὥρίσθη ὡς λόγος μετὰ τοῦ πραγματικοῦ μεγέθους τοῦ σώματος καὶ τοῦ μεγέθους τοῦ ὑπὸ τοῦ προσοφθαλμίου σχηματιζομένου κατ' ἐμφασιν εἰδώλου· ἀλλὰ διὰ τὴν διόπτραν ὁ ὁρισμὸς οὗτος δεῖται μεταβολῆς. Ἐπειδὴ τὸ ὄργανον χρησιμεύει πρὸς παρατήρησιν ἀπεχόντων σωμάτων, εἰς ἃ ἀδυνατοῦμεν ἵνα κατὰ βούλησιν πλησιάζωμεν, προτιθέμεθα κυρίως δι' αὐτοῦ τὴν κατὰ τὸ δυνατόν αὐξησιν τῶν φαινομένων διαμέτρων, ἐν αἷς βλέπομεν αὐτὰ ἐκ τῆς ἡμετέρας θέσεως. Εἰς μὲν τὸν ψιλὸν ὀφθαλμὸν τὸ ὁρώμενον ΑΒ παρίσταται ἐν τῇ ὀπτικῇ γωνίᾳ $\angle \Gamma \text{Β} = \alpha \Gamma \beta$, διὰ δὲ τῆς διόπτρας τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ἐν τῇ γωνίᾳ α' ο'β' ἢ α' ο'β' ὁ λόγος μετὰ τῶν δύο τούτων γωνιῶν παρέχει τὸ μέτρον τῆς διὰ τοῦ ὀργάνου αὐξήσεως. Ἄλλ' ἢ γωνία αὐταὶ ἔχουσι περίπου πρὸς ἀλλήλας ὡς ἀντιστρόφως αἱ ἀποστάσεις τοῦ εἰδώλου αβ ἀπὸ τοῦ ἀντοφθαλμοῦ καὶ ἀπὸ τοῦ προσοφθαλμοῦ ἢ ὡς ἀντιστρόφως αἱ ἑστιακαὶ ἀποστάσεις τῶν δύο φακῶν· εὐρίσκομεν ἄρα κατὰ προσέγγισιν τὴν αὐξησιν διόπτρας τινὸς διαιρούμενης τῇ ἑστιακῇ ἀπόστασιν τοῦ ἀντοφθαλμοῦ διὰ τῆς τοῦ προσοφθαλμοῦ.

Ἡ ἐν τῷ ἀστεροσκοπίῳ τῆς Pulkowas διόπτρα ἔχει ἀνοιγμα 0,38 μ καὶ ἑστιακὴν ἀπόστασιν 6,8 μ καὶ παρέχει αὐξήσιν δισχιλιοπλασίονα ἄλλ' ἢ χρῆσις τοσαύτης αὐξήσεως εὐδοῦται μόνον ἐν διαυγεστάτῃ ἀτμοσφαίρᾳ. Τὸ δὲ ναυτικὸν ἀστεροσκοπεῖον ἐν Washington κέντηται ἀπὸ τοῦ 1875 διόπτραν ἀνοίγματος 0,70 καὶ ἑστιακῆς ἀποστάσεως 10,72 μ, κατατασσόμενην μετὰ τῶν θαυμαστοτάτων ἔργων τῆς νεωτέρας ὀπτικῆς τέχνης.

2ον 'Η *κοινὴ διόπτρα*. Ἡ διὰ τῆς ἀστρονομικῆς διόπτρας ἀντεστραμμένη ὄψις τῶν οὐρανίων σωμάτων οὐκ ἐνοχλεῖ τὴν παρατήρησιν.

Πρὸς ἀποφυγὴν ὅμως τῆς τοιαύτης ἀνατροπῆς κατὰ τὴν παρατήρησιν ἐπιγείων σωμάτων παρεμβάλλομεν μεταξύ ἀντοφθαλμίου καὶ προσοφθαλμίου καὶ ἕτερον σύστημα ἐκ δύο φακῶν, ἐπιφέρων δευτέραν ἀνατροπήν, τοὔτεστιν ἐπανόρθωσιν τοῦ εἰδώλου. Ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος παρέχει ἀντεστραμμένον εἶδωλον α β τοῦ ὁρωμένου AB (Σχ. 216) διὰ δὲ τῶν

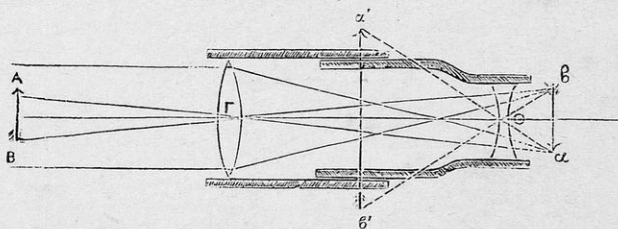
Σχ. 216



δύο φακῶν Η καὶ Κ, ἀπεχόντων ἀπ' ἀλλήλων ὅσον τὸ ἄροισμα τῶν ἐστιακῶν αὐτῶν ἀποστάσεων καὶ χωριζομένων διὰ τοῦ διαφράγματος Ζ, προκύπτει ἐκ τοῦ αβ δεύτερον καθ' ὑπόστασιν καὶ ὀρθὸν εἶδωλον α'β', παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου Θ. Ἐὰν δὲ, ὡς συνήθως, προστεθῇ καὶ φακὸς συναγωγεὺς (ἐδ. 172), συμπληροῦται τέλει ὁ προσοφθάλμιος πρὸς παρατήρησιν σωμάτων ἐπιγείων ἐκ φακῶν τессάρων.

3ον Ἡ Ὀλλανδικὴ διόπτρα ἢ ἡ τοῦ Γαλιλαίου. Αὕτη σύγκειται ἐκ φακοῦ συγκλίνοντος ὡς ἀντοφθαλμίου καὶ ἐκ φακοῦ ἀποκλίνοντος ὡς προσοφθαλμίου. Ὁ ἀντοφθάλμιος Γ (Σχ. 217) ἤθελε σχηματίσει τὸ

Σχ. 217



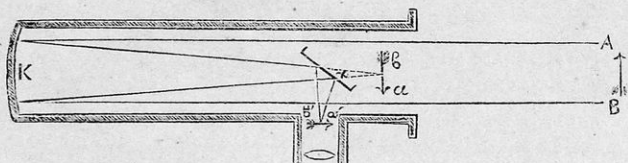
καθ' ὑπόστασιν, ἀντεστραμμένον καὶ ἔλασσον τοῦ πόρρω ἀπέχοντος σώματος AB εἶδωλον, ἀλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἀπ' αὐτοῦ ἀναδύσαι ἀκτῖνες ἀλλολοτομήσωσι κατὰ τὰ σημεῖα α' καὶ β, διελθοῦσαι διὰ τοῦ προσοφθαλμίου, ἀποκλίνουν ὡς εἰ ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων α' καὶ β', ὥστε διὰ τοῦ ὄργανου τούτου ὁρῶμεν εἶδωλον κατ' ἔμφασιν α'β' εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς ἐναργοῦς ὀψευς· τὰ τοιαῦτα ὅργανα ἔχουσι μὲν μικρὸν τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος, ἀλλ' ἐπιφέρουσι καὶ ὀλίγην αὐξήσιν. Ἡ ἐν τοῖς θεάτροις συνήθης διόρυμος διόπτρα ἀνήκει εἰς τὸ εἶδος τοῦτο.

Ἡ ὀλλανδικὴ διόπτρα ἐφευρέθη, καθὰ λέγουσιν, ἐν τῇ ὀλλανδικῇ πόλει Middelburg ὑπὸ τοῦ φακοποιοῦ Lippersheim (1608)· ἀλλ' ὁ Γαλιλαῖος, ἀγνοῶν τὴν ἐφευρεσιν ταύτην κατεσκεύασεν ὁμοίον ὄργανον (1609), χρησιμεύσαν αὐτῷ πρὸς σπουδαίας ἀστρονομικάς ἀνακαλύψεις. Ἡ ἀστρονομικὴ διόπτρα ἐφευρέθη ὑπὸ τοῦ Keppler (1610), καὶ ὁ προσοφθάλμιος πρὸς παρατηρήσεις ἐπιγείους ὑπὸ τοῦ μοναχοῦ Schyrllaens ἐν τῇ μονῇ Rheita (1645).

— 174. ΚΑΤΟΠΤΙΚΑ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ. Ἐν τοῖς κατοπτρικοῖς τηλεσκοπίοις παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου τὸ ὑπὸ τινος κοίλου κατόπτρου παρεχόμενον ἀντεστραμμένον εἶδωλον. Ἀλλ' ἵνα μὴ ἐμποδίζῃ ἡ κεφαλὴ τοῦ παρατηρητοῦ τὴν εἰς τὸ κάτοπτρον προσέλευσιν τῶν ἀκτίνων ἐπενοήθησαν διάφοροι διατάξεις.

1ον Τηλεσκόπιον τοῦ Newton (1672). Αἱ ἀπὸ τοῦ κατόπτρου K (Σχ. 218) ἀνακλασθεῖσαι ἀκτῖνες πρὶν σχηματίσῃ διὰ τομῆς τὸ εἶ-

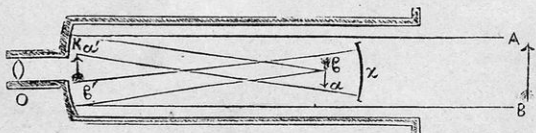
Σχ. 218



δωλον αβ, προσπίπτουσιν ἐπὶ μικροῦ τινος ἐπιπέδου κατόπτρου κ, κλίνοντος πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ ὄργανου 45° . ὥστε διὰ δευτέρας ἀνακλάσεως σχηματίζεται τὸ εἶδωλον α'β', παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου Ο προσηρμοσμένου παραπλεύρως.

2ον Τηλεσκόπιον τοῦ Gregory (1663). Τὸ κοῖλον κάτοπτρον K (Σχ. 219) φέρει κεντρικὴν ὀπήν, ἐν ᾗ προσαρμόζεται ὁ σωλὴν τοῦ προσο-

Σχ. 219

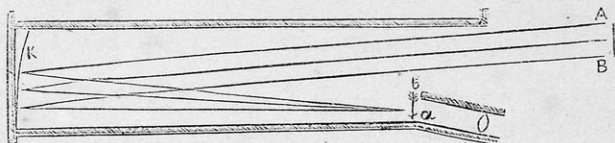


φθαλμίου Ο. Δεύτερον δὲ μικρὸν κοῖλον κάτοπτρον κ σχηματίζει ἐκ τοῦ ἐλαχίστου εἰδωλοῦ αβ ἕτερον εἶδωλον α'β' ὀρθὸν καὶ κατὰ τι μείζον, παρατηρούμενον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου.

3ον Ἐν δὲ τοῖς μεγάλοις τηλεσκοπίοις τοῦ Herschel (1789) καὶ τοῦ Rosse (1844), ὧν τὰ κάτοπτρα ἔχουσι διάμετρον 1 ἕως 2 μέτρων,

(Σχ. 220) παρατηρείται ἀμέσως τὸ πρῶτον εἶδωλον, ἔννευ δευτέρως ἀνακλάσεως, διὰ τοῦ προσοφθαλμίου Ο, ὅντος παρὰ τὴν εἴσοδον τοῦ σω-
λῆνος· πρὸς τοῦτο ὁ ἄξων τοῦ κατόπτρου Κ σχηματίζει μετὰ τοῦ ἄξονος
τοῦ ὄργανου λίαν ὀξείαν γωνίαν, ὥστε αἱ παραλλήλως προσπίπτουσιν

Σχ. 220



ἀκτίνες ἀλληλοτομοῦσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν εἰς αβ· ἔνεκα δὲ τοῦ μεγέ-
θους τοῦ κατόπτρου ἢ κεφαλῇ τοῦ παρατηρητοῦ ἐπιπροσθεῖ εἰς μικρὸν
μέρος τῶν ἀκτίνων τούτων.

Οὐσίωδης ἀρετὴ τῶν τηλεσκοπίων ἐστὶν ἡ δι' αὐτῶν μᾶλλον ἐφικτὴ λαμπρότης τοῦ
εἰδώλου, διότι εὐκολώτερον κατασκευάζονται κάτοπτρα μεγάλης διαμέτρου ἢ φακοὶ
ἀντιστοίχου ἀνοίγματος. Καὶ πρότερον μὲν ἐγένετο πρὸς τοῦτο χρῆσις συγχωνεύματος
χαλκοῦ καὶ κασιτέρου· νεώστὶ ὁμῶς ἐπενόησεν ὁ Foucault ἐπιτυχῶς ὕαλινα κάτοπτρα
ἐπάργυρα, ἅτινα καὶ ἐντελέστερον κατασκευάζονται καὶ πλεῖον φῶς ἀνακλῶσι. Τὸ κατὰ
τὸ ἔτος 1875 ἐν τῇ ἀστεροσκοπείᾳ τῶν Παρισίων ἀνιδρῶν τηλεσκόπιον διεσκευασμένον
ἐν συνόλῳ κατὰ Newton ἔχει διάμετρον 1,20 μ, ἄνοιγμα 0,75 μ καὶ μῆκος 16 μ. Τὸ
κοίλον αὐτοῦ κάτοπτρον, κατασκευασθὲν ἐξ ὑαλίνης μάζης βάρους 800 γρ ἐξέστη καὶ
ἐστιλβώθη παραβολικῶς (ἔδ. 140).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

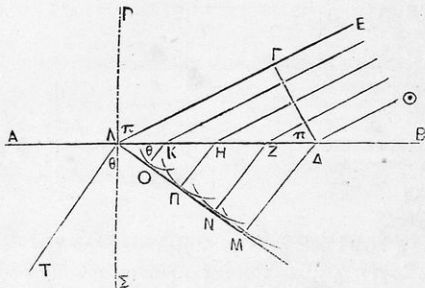
Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτός. Συμβολὴ καὶ περιέκλασις.

— 175. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΕΚΚΟΜΗΣ ΤΟΥ NEWTON. Ἡ πρώτη περὶ τῆς φύ-
σεως τοῦ φωτός ὑπόθεσις παραδέχεται ὅτι τοῦτό ἐστὶν *ἀδαρὴς* ὕλη,
ἀπὸ τῶν φωτογόνων σωμάτων ἀπορρέουσα καὶ συγκεϊμένη ἐκ λεπτοτά-
των φωτεινῶν ἀτόμων, πληρύντων τὸ χάος καὶ διὰ πάντων τῶν δια-
φανῶν σωμάτων διερχομένων. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη, γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα
θεωρία τῆς ἐκπομπῆς, ἀνεπτύχθη ἰδίως ὑπὸ τοῦ Newton (1672),
ὅστις ἡρμήνευσε τὰ ποικίλα χρώματα δι' ἀτόμων φωτός ποικίλης ποιότη-
τος, ὣν τὸ μίγμα καθ' ὥρισμένην τινὰ ἀναλογίαν γεννᾷ τὸ λευκὸν φῶς.

Καὶ τὴν μὲν ἀνάκλασιν τοῦ φωτός ἡρμήνευεν ὁ Newton διὰ τῆς ἀφάλλσεως τῶν ἀτό-
μων αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἀνακλάντων σωμάτων κατὰ τοὺς νόμους τῆς συγ-
κρούσεως (ἔδ. 67) τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων· τὴν δὲ διάθλασιν κατὰ τὴν δίοδον εἰς πυ-
κνότερον περιέχον διὰ τῆς μεταξὺ τῶν ἀτόμων τοῦ φωτός καὶ τῶν ἀτόμων τοῦ διαθλα-

ἡ διεύθυνσις τῆς διαδόσεως τῆς ἀκτινοβολίας. Τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας AB αἰθέρια μόρια Δ, Ζ, Η, Κ, Λ ταρασσονται ὑπὸ τοῦ προσπίπτοντος κύματος οὐχὶ συγχρόνως, ἀλλὰ κατὰ διαδοχὴν ἀπὸ Δ πρὸς Λ. Καὶ ἂν ἐκάστου μὲν αὐτῶν μόνον παραχθέντος ἀναπτύσσεται ἐν τῷ δευτέρῳ περιέχοντι ἡμισφαιρικὸν φωτεινὸν κύμα· ἀλλ' ἅπαντα ταῦτα τὰ ἐκ τῶν

Σχ. 222

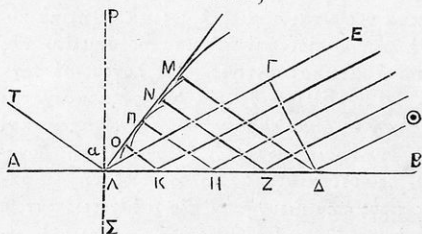


σφαιρικῶν κυμάτων, ἧς τὰ σημεῖα Μ, Ν, Π, Ο, Λ ἄρχονται συγχρόνως κινούμενα ἢ διέρχονται τὴν αὐτὴν φάσιν τῆς δονήσεως, ἐστὶ τὸ προκύπτον ἐπίπεδον κύμα, προχωροῦν ἐν τῷ δευτέρῳ περιέχοντι κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΔΜ. Ἐὰν δὲ ἀγάζωμεν τὴν ΡΣ κάθετον προσπτώσεως καὶ τὴν ΛΤ παράλληλον τῇ ΔΜ, ἡ μὲν ΡΑΓ = π ἔσεται ἡ τῆς προσπτώσεως γωνία, ἡ δὲ ΤΑΣ = θ ἡ τῆς διαθλάσεως· ἀλλ' ἐκ τῆς κατασκευῆς ποριζόμεθα

$$\frac{\Delta\Gamma}{\Delta\Delta} = \frac{\tau}{\tau'} = \frac{\eta\mu: \pi}{\eta\mu: \theta} \quad \text{ὅθεν} \quad \eta\mu: \pi = \frac{\tau}{\tau'} \quad \eta\mu: \theta.$$

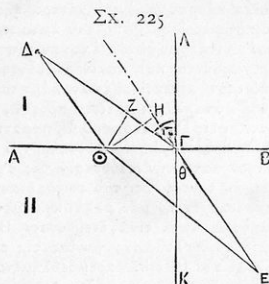
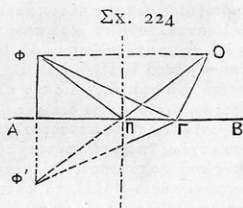
Ἡ ἰσότης αὕτη ἐκφέρει τὸν νόμον τῆς διαθλάσεως (ἐδ. 141)· ἐν αὐτῇ ἀντὶ τοῦ δεικνύοντος δ' ὑπάρχει ὁ λόγος $\left(\frac{\tau}{\tau'}\right)$ τῶν ταχυτήτων τῆς διαδόσεως τῶν φωτεινῶν κυμάτων ἐν ἑκατέρῳ τῶν περιεχόντων· ὅθεν, κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν κυμάτων, ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἐν τῷ ὀπτικῶς πυκνότερῳ περιέχοντι ἐστὶν ἐλάσσων. Ὁμοίως ἐρμηνεύει ἡ θεωρία αὕτη καὶ τὴν μὲν πρῶτον τοῦ ἐξ ἀνακλάσεως κύματος ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι, ὡς καὶ τὸν νόμον τῆς ἀνακλάσεως ὅτι ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πρὸς τὴν τῆς προσπτώσεως ἔνθα τῆς ἰσῆς ταχύτητος ($\Delta\Gamma = \Delta\Delta$) τῆς διαδόσεως ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι (Σχ. 223).

Σχ. 223



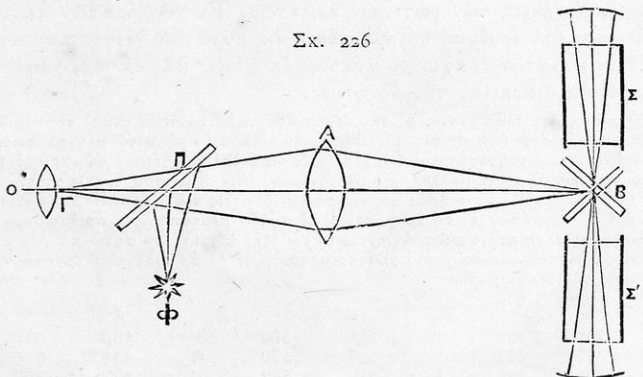
τὴν ἀνάκλασιν τὸ φῶς φθάνει ἀπὸ Φ εἰς Ο· διὰ τίνος σημείου τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας AB διανύει τὴν ἐλάχιστην τεθλασμένην ΦΠΟ, (διότι ΟΠΦ = ΟΠΦ' < ΟΓΦ' = ΟΓΦ) καὶ ἐπειδὴ ἡ ταχύτης ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι διατελεῖ ἀμετάβλητος, δαπανᾷ πάλιν τὸν ἐλάχιστον χρόνον. Ἀλλ' αὐτὸ τοῦτο συμβαίνει καὶ κατὰ τὴν διάθλασιν διότι, ἐὰν αἱ ταχύτητες τοῦ φωτός τ καὶ τ' ἐντὸς τῶν ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας AB

(Σχ. 225) χωριζομένων περιεχόντων ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας ὡς ἡμ: π: ἡμ: θ, τῆς γωνίας π ὑποθέσεως τυχὸν μείζονος τῆς θ, τὸ φῶς διανύει τὴν τεθλασμένην ΔΓΕ ἐν χρόνῳ ἐλάσσονι ἢ πᾶσαν ἑτέραν ὁδὸν ΔΘ + ΘΕ τεθλασμένην ἢ εὐθεῖαν ἔχουσιν τὸ σημεῖον αὐτῆς Θ ἐπὶ τῆς χωριζούσης ἐπιφανείας ΑΒ· διότι, ἐὰν ἀγάγωμεν τὴν ΘΖ κάθετον ἐπὶ τὴν ΔΓ, καὶ τὴν ΘΗ κάθετον ἐπὶ τὴν ΕΓ, προκύπτουσιν αἱ γωνίαι $\angle \Theta \Gamma = \pi$ καὶ $\angle \Theta \Gamma = \theta$ ὥστε $Z\Gamma : H\Gamma :: \eta\mu: \pi :: \eta\mu: \theta :: \tau: \tau'$ ἄρα τὸ φῶς ἐν τῷ περιέχοντι Ι διανύει τὴν εὐθεῖαν ΖΓ μετὰ ταχύτητος τ ἐν ὅσῳ χρόνῳ διανύει τὴν εὐθεῖαν ΗΓ μετὰ ταχύτητος τ' , τοὔτεστιν ἐν ὅσῳ χρόνῳ ἔθελε διανύσει τὴν εὐθεῖαν ταύτην ἐν τῷ περιέχοντι ΙΙ· ἀλλ' ἐπειδὴ $\angle \Theta E > \angle H\Gamma + \angle \Gamma E$ καὶ $\angle \Theta \Delta > \angle Z\Gamma$, ὁ διὰ τῆς ὁδοῦ ΔΘΕ χρόνος ἐστὶ μείζων τοῦ διὰ τῆς ὁδοῦ ΔΓΕ.



— 177. ΔΙΑΓΝΩΣΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΘΕΩΡΙΩΝ. Κατὰ τὰ προηγούμενα, αἱ δύο θεωρίαι κατανατῶσιν εἰς ἀντίθετα πορίσματα ὡς πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ἐν τοῖς διαφόροις διαθλαστικοῖς σώμασι· διότι αὕτη ἐκλαμβάνεται ὡς μείζων κατὰ μὲν τὴν ὑπόθεσιν τῆς ἐκπομπῆς ἐν τῷ ὀπτικῶς πυκνοτέρῳ, κατὰ δὲ τὴν ὑπόθεσιν τῆς κυμάνσεως ἐν τῷ ὀπτικῶς ἀραιότερῳ περιέχοντι. Ἡ πειραματικὴ ἄρα βεβαιότης περὶ τῆς ὀρθότητος τοῦ ἑτέρου τῶν δύο τούτων πορισμάτων χρησιμεύει πρὸς διάγνωσιν τῆς ἀληθοῦς ἐκ τῶν δύο θεωριῶν. Τὴν δοκιμὴν ταύτην ἐξετέλεσε

Σχ. 226



πράγματι ὁ Foucault (1854), καὶ εὐρὼν πειραματικῶς ὅτι τὸ φῶς κινεῖται ἐν τῷ ὕδατι μετ' ἐλάσσονος ταχύτητος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ἀπεφάνητο ὑπὲρ τῆς κυμαντικῆς θεωρίας (παραβ. ἐδ. 133).

Ἡ τοῦ πειράματος διάταξις ἐγένετο οὕσιωδῶς τοιαύτη. Αἱ ἀκτῖνες (Σχ. 226) τῆς

φωτοβόλου πηγῆς Φ ἀνακλῶμεναι ἀπὸ τῆς ἀγανώτου κατοπτρικῆς πλακὸς Π πρὸς τὸν ἀμφικυρτον φακὸν Α καὶ συγχλίνουσαι παρέχουσι τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον αὐτῆς Β, ὅπου ὑπάρχει ἐπιπέδον τι κάτοπτρον στρεπτόν μεθ' ὑπερθολικῆς ταχύτητος περὶ τινὰ ἄξονα κείμενον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος. Εἰς Η καὶ Η' ὑπάρχουσι δύο κοῖλα κάτοπτρα, ὧν τὰ κέντρα τῆς κυρτότητος συμπίπτουσιν ἀκριβῶς μετὰ τοῦ Β· πᾶσα λοιπὸν φωτοδέμη ἀπὸ τοῦ κατόπτρου Β ἀνακλασθεῖσα καὶ πρὸς τὸ ἕτερον τῶν δύο κοίλων κατόπτρων εὐθὺς ἐπανακλῶνται διὰ τῆς αὐτῆς ὁδοῦ εἰς Β. Καὶ ἔαν μὲν, τοῦ φωτός προχωροῦντος καὶ παλινδρομοῦντος ἐπὶ τῆς ὁδοῦ ΒΗΒ ἢ ΒΗ' Β, τὸ κάτοπτρον διαμένη ἀκίνητον, αἱ ἀκτῖνες ἐπανακλῶνται διὰ τοῦ φακοῦ Α εἰς τὴν πλῆκτα Π, καὶ μέρος μὲν αὐτῶν ἀνακλῶνται ἐκείθεν πρὸς Φ, μέρος δέ, διερχόμενον διὰ τῆς διαφανοῦς πλακὸς, σχηματίζει εἰς Γ εἶδωλον τοῦ Φ, παρατηρούμενον διὰ τινος προσοφθαλμίου φέροντος ἀραχναῖον χίασμα· ἔαν ὅμως τὸ κάτοπτρον Β ἴαν ταχέως περιστρέφεται, τὸ εἶδωλον Γ μεθίσταται ὀλίγον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς στροφῆς τοῦ κατόπτρου. Ἡ μετὰστασις αὕτη προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τοῦ φωτός διανύοντος τὴν ὁδὸν ΒΗΒ, τὸ κάτοπτρον στρέφεται κατὰ τινὰ ἐλαχίστην μὲν ἀλλὰ καταμετρήσιμον γωνίαν καὶ ἀνακλᾷ τὰς ἀκτῖνας πρὸς τὸν φακὸν Α κατὰ τινὰ διεύθυνσιν ΒΑ, διάφορον τῆς διευθύνσεως τῆς προσπτώσεως ΑΒ κατὰ τὸ διπλοῦν τῆς γωνίας τῆς στροφῆς (ἐδ. 135 καὶ 280). Ἀλλὰ μετὰ τοῦ Β καὶ τῶν Η καὶ Η' εἰσι παρεμβεβλημένοι οἱ σωλήνες Σ καὶ Σ' κεκλεισμένοι κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα δι' ὑαλίων πλακῶν· καὶ ἔαν μὲν ἀμφοτέροι οἱ σωλήνες ὥσι πλήρεις ἀέρος ἢ ὕδατος, μεθίστανται ἰσάκτι διὰ τὸ Η καὶ Η' πηγάζοντα εἶδωλα Γ καὶ Γ', δι' ὁσηνῶποτε ταχύτητα τῆς περιστροφῆς τοῦ κατόπτρου Β, καὶ καλύπτουσιν ἄλληλα· ἔαν ὅμως ὁ ἕτερος τῶν σωλήνων, οἷον ὁ Σ', περιέχῃ ὕδωρ ὁ δὲ ἄλλος ἀέρα, μεθίσταται τὸ ἀπὸ Η' πηγάζον εἶδωλον πλείον τοῦ ἑτέρου εἰδώλου· ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός κινούνται ἐν τῷ ὕδατι μετὰ ταχύτητος ἐλάσσονος ἢ ἐν τῷ ἀέρι.

— 178. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΚΥΜΑΝΣΕΩΣ. Τὰ διάφορα χρώματα ἐρμηνεύει ἡ θεωρία αὕτη διὰ τοῦ ἀνίσου μήκους τῶν αἰθερίων κυμάτων, καὶ διὰ τῆς ἀνίσου διαρκείας τῆς δονήσεως τῶν σχηματιζόντων αὐτὰ μορίων τοῦ αἰθέρος, συγχρίνουσα πρὸς τὸ ὕψος τῶν φθόγγων· τὸ ἐκ τοῦ ἀνίσου μήκους τῶν ἀκουστικῶν κυμάτων ἐν τῷ ἀέρι προσερχόμενον. Μετ' ὀλίγον ἐξηγηθήσεται ἡ μέθοδος, δι' ἧς ἐπέτυχεν ἡ μέτρησις τοῦ μήκους τῶν φωτεινῶν κυμάτων. Ἐκ τῶν ὁρατῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος αἱ ἐρυθραὶ προκύπτουσιν ἐκ κυμάτων μεγίστου, αἱ δὲ ἰάνθιναι ἐκ κυμάτων ἐλαχίστου μήκους, ἐπομένως καὶ ἐκ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης διαρκείας τῆς δονήσεως.

Μεταξὺ τοῦ μήκους τοῦ κύματος μ , τῆς ταχύτητος τῆς διαδόσεως τ καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δονήσεων α ὑφίσταται ἡ σχέσις (ἐδ. 109) $\tau = \mu \cdot \alpha$. Καὶ ἐν τῷ κενῷ μὲν τὰ φωτεινὰ κύματα διαδίδονται μετὰ ταχύτητος ἴσης, ἐν τοῖς διαθλαστικοῖς ὅμως σώμασι τὰ βραχύτερα κύματα βραδύνονται μᾶλλον τῶν μακροτέρων, ὅθεν ἡ ἄνισος διαθλαστικότης τῶν ἀκτίνων ἐν τῷ φάσματι. Τὰ εἰς τὰς κυριώτερας ῥαβδώσεις τοῦ Fraunhofer ἀνιστοχρύνουσα μήκη τῶν κυμάτων ἐν τῷ κενῷ καὶ οἱ ἐξ αὐτῶν προκύπτοντες ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων ἐν τῷ δευτεροεῖπῳ περιλαμβανόμενοι ἐν τῷ ἑξῆς πίνακι· ἐν αὐτῷ τὰ μὲν μήκη ἐκφέρονται δι' ἑκατομμυριοστών τοῦ χιλιοστομέτρου, οἱ δὲ ἀριθμοὶ τῶν δονήσεων διὰ ἑκατομμυρίων τῶν ἑκατομμυρίων.

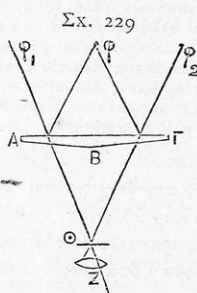
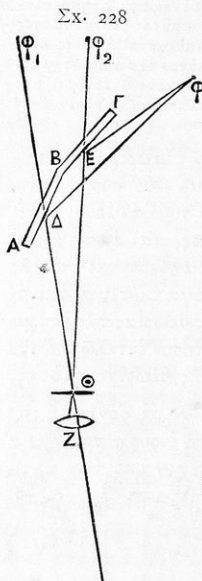
Ἐρυθρὸν	μ.	α.	μ.	α.	μ.	α.	
A	768	395	D	589	F	486	616
B	687	437	E	527	G	431	695
C	656	458	b	516	H	397	756

*Ιάνθινον

Τὰ ὅρια τῶν ἐκείσε τοῦ ἰάνθου καὶ τῶν πέρα τοῦ ἐρυθροῦ ὁράτων μερῶν τοῦ φάσματος οὕτω ἐξηκριβώθησαν (ἐδ. 152). Ὁ Fizeau ἀποδίδωσιν εἰς τὰς ἐσχάτας πέρα τοῦ ἐρυθροῦ ἀκτίνης μήκος κύματος 0,0019 $\chi\mu$ καὶ ὁ J. Müller 0,0048 $\chi\mu$. Ὁ δὲ A. Cornu μετὰ παρατηρήσεις διαρκεσάσας ἑτὶ δλόκληρα διεκοίνωσε (1879) περὶ τοῦ

ταινιών, ὅς καλοῦμεν *κροσσούς συμβολῆς*. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἕνεκα τοῦ ἐλαχίστου μήκους τῶν φωτεινῶν κυμάτων οἱ κροσσοὶ ἔχουσι πλάτος ἐλαχίστου, παρατηροῦμεν αὐτοὺς διὰ φακοῦ.

Πρὸς γένεσιν δὲ τοῦ φαινόμενου διὰ δύο φωτεινῶν πηγῶν ἀκριβῶς ὁμοίας φάσεως δονήσεως ποιοῦμεθα χρῆσιν τῶν κατόπτρων τοῦ Fresnel (1820). Τὰ κατόπτρα ταῦτα



συμβολῆς, ἔχον τὴν γωνίαν B (Σχ. 229) λίαν ἀμβλεῖαν, δι' οὗ αἱ ἀπὸ φ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες διαθλώνται, ὥς εἰ ἐπήγαζον ἀπὸ τῶν πλησιεστάτων σημείων φ_1 καὶ φ_2 μεθ' ὁμοίας φάσεως δονήσεως.

Διὰ τῶν ἀποστάσεων $AB = \delta$, (Σχ. 230) $HE = \alpha$, $\Theta\Theta' = \beta$ μετρηθείσων, εὐρίσκωμεν τὸ μῆκος $\mu = 2AK = 2(\Delta\Theta - B\Theta)$ τοῦ κύματος τῶν συμβαλλουσῶν ἀκτίνων· διότι

$$\Delta\Theta^2 = \alpha^2 + \left(\frac{\delta + \beta}{2}\right)^2, B\Theta^2 = \alpha^2 + \left(\frac{\delta - \beta}{2}\right)^2.$$

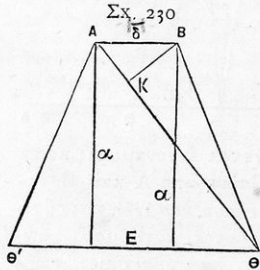
$$\text{ἔξ ὧν } \Delta\Theta^2 - B\Theta^2 = \beta\delta =$$

$$(\Delta\Theta + B\Theta)(\Delta\Theta - B\Theta),$$

ἐν ᾗ εἰσάγοντες 2α ἀντὶ $(\Delta\Theta + B\Theta)$ μετὰ μεγίστης προσεγγίσεως, πορίζομεθα

$$2\alpha \times AK = 2\alpha \times \frac{\mu}{2} = \beta\delta, \text{ ἔξ ἧς } \mu = \frac{\beta\delta}{\alpha}.$$

Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις β τῶν καθ' ἑκάτερα τοῦ E (Σχ. 230) ἀντιστοίχων κροσσῶν συμβολῆς παρατρεῖται δι' ἐρυθρὸν φῶς μείζων ἢ δι' ἰανθίνον, συμπεραίνωμεν ὅτι τὸ μῆκος τοῦ κύματος τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων ὑπερτερεῖ τοῦ τῶν ἰανθίνων· ἕνεκα τούτου οἱ ἐκ λευκοῦ φωτὸς προκύπτοντες κροσσοὶ φαίνονται οὐχὶ ἀπλῶς φωτεινοὶ καὶ σκιεροί, ἀλλὰ, ἐκτὸς τῆς μεσαίας λαμπρᾶς ταινίας, περιβάλλονται οὔτοι ὑπὸ κεχρωσμένων περυφῶν, ὥστε αἱ φωτειναὶ ταινίαι καταλήγουσιν πρὸς τὰ ἐντὸς μὲν εἰς ἰανθόν, πρὸς τὰ ἐκτὸς δὲ εἰς ἐρυθρὸν χρῶμα.



180. ΧΡΩΜΑΤΑ ΕΥΜΒΟΛΗΣ ΔΕΙΤΩΝ ΠΕΤΑΛΩΝ. ΠΟΙΚΙΛΟΙ ΔΑΚΤΥΛΙΟΙ ΤΟΥ NEWTON. Ἐὰν ἐφ' ὑαλίνης πλακὸς θῶμεν δευτέραν πλάκα ἔχουσαν τὴν κάτω ἐπιφάνειαν ὀλίγον κυρ-

ἕνεκα τῆς ιδιότητος τοῦ πρᾶσιον καὶ τοῦ πυρροῦ.

τὴν καὶ παρατηρήσωμεν τὴν μεταξὺ αὐτῶν κατὰ σημεῖον ἐπαφὴν δι' ἀνακλωμένου φωτός, βλέπομεν αὐτὴν περικυκλουμένην ὑπὸ συστήματος ποικίλων δακτυλίων, 4 ἕως 5, ὧν τὰ χρώματα ἐπαλλάσσονται κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν βαθμηδὸν πρὸς τὰ ἐκτὸς ἀμυδροῦνται. Ἐὰν δὲ ἀντὶ τοῦ λευκοῦ φωτός τῆς ἡμέρας ἢ λύχνου τινὸς ῥίψωμεν ἐπὶ τῶν δύο πλακῶν μονόχρουν φῶς, οἷον φλογὸς οἰνοπνεύματος κεχρωσμένη διὰ νατρίου ἢ διὰ λιθίου (ἐδ. 149), παρατηροῦμεν μείζονα ἀριθμὸν δακτυλίων ἐναλλάξ φωτεινῶν καὶ σκοτεινῶν, διαδεχομένων ἀλλήλους κατὰ διαστήματα μέγιστα μὲν δι' ἐρυθρὸν, ἐλάσσονα δι' ὠχρὸν, καὶ ἐλάχιστα διὰ κυανοῦν ἢ ἰάνθινον φῶς. Ἡ γένεσις τῶν δακτυλίων τούτων προέρχεται ἐκ τῆς συμβολῆς τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός, αἵτινες, ἀνακλόμεναι ἐπὶ τῆς προσθίας καὶ ὀπισθίας ἐπιφανείας τοῦ μεταξὺ τῶν δύο πλακῶν ὑπάρχοντος λεπτοῦ στρώματος ἀέρος, φθάνουσιν εἰς τὸν ὀρθαλμὸν διανύσασθαι ὁδοὺς ἀνίστους. Ἡ διαφορὰ τῆς ὁδοῦ, ἐπομένως καὶ ἡ διαφορὰ τῶν φάσεων τῆς δονήσεως τῶν δύο ἀκτίνων, συναυξάνεται τῷ πάχει τοῦ ἀερίνου στρώματος· καὶ ἐπὶ μὲν τῆς ἐπαφῆς ἰσοῦται τῷ μηδενί, ἐπὶ τοῦ πρώτου σκοτεινοῦ δακτυλίου ἰσοῦται πρὸς μῆκος ἡμικύματος, ἐπὶ τοῦ πρώτου φωτεινοῦ πρὸς μῆκος κύματος· κτλ. Ἐπειδὴ δὲ τὸ μῆκος τοῦ κύματος τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων ἐστὶ μείζον τοῦ τῶν ἰανθίνων, ἀντιστοιχεῖ μείζον πάχος ἀέρος εἰς τὸ ἐρυθρὸν ἢ εἰς τὸ ἰανθίνον κύμα· ἐπομένως ἀπέναντι ὁμοιομεροῦς φωτός οἱ δακτυλῖοι ἔχουσιν ἀνίστους διαμέτρους· ἀπέναντι ὁμῶς λευκοῦ φωτός βλέπομεν ἐπικείμενα τὰ εἰς τὰ διάφορα χρώματα ἀντιστοιχοῦντα συστήματα τῶν ἀνίστων δακτυλίων, διακρίνοντες μόνον τοὺς κεντρικωτέρους ἐξ αὐτῶν, διότι εἰς μείζονας ἀπὸ τῆς ἐπαφῆς ἀποστάσεις τὰ ἐπιτεθειμένα χρώματα μᾶλλον συμπληροῦσιν ἄλληλα εἰς λευκὸν φῶς. Καὶ διὰ διερχομένου φωτός βλέπομεν περὶ τὴν ἐπαφὴν ποικίλους δακτυλίους, προκύπτοντας ἐκ τῆς συμβολῆς τῶν ἀμέσως διελθουσῶν μετὰ τῶν δις ἀνακλασθεῶν ἀκτίνων, ἀλλ' ἀμυδρότερους τῶν ἐξ ἀνακλάσεως, διότι ἡ ἔντασις τῶν ἀμέσων ἀκτίνων ὑπερτερεῖ.

Ὅμοια φαινόμενα χρωμάτων παρατηροῦμεν πολλάκις ἐπὶ λεπτοτάτων πετάλων σωμάτων διαφανῶν, οἷον ἐπὶ τῶν πομφολύγων τοῦ σάπωνος, ἐπὶ παλαιῶν ὕαλινων πλακῶν, ὧν ἡ ἐπιφάνεια ἢ ἡ μᾶζα πολλοῦ διεργάγῃ, ἐπὶ λεπτοῦ στρώματος ἑλαίου τερεβίνθου πλέοντος ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἐπὶ τῶν δακτυλίων τοῦ Nobili (ἐδ. 341) κτλ.

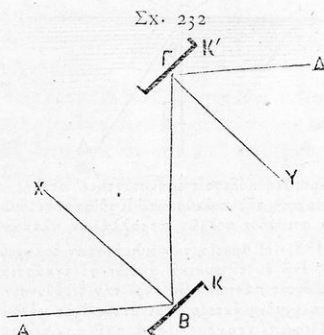
181. ΠΕΡΙΚΛΑΣΙΣ. Στενωὺς πρὸς τὰ φαινόμενα τῆς συμβολῆς συνδέονται τὰ φαινόμενα τῆς *περικλάσεως* τοῦ φωτός. Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον διὰ στενῆς σχισμῆς δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων, παρατηροῦμεν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι πετάσματος ἀντὶ στενῆς λαμπρᾶς γραμμῆς ταινίαν φωτός πλατυτέραν περιβαλλομένην ὑπὸ ἐπαλλασσόντων σκοτεινῶν καὶ φωτεινῶν κροσσῶν συμβολῆς. Ἐὰν δὲ μεταξὺ τοῦ πετάσματος καὶ τῆς σχισμῆς παραλλήλως αὐτὴ παρεντεθῇ λεπτὸν σκιερὸν σῶμα, οἷον σύρμα, βλέπομεν ἐν τῷ μέσῳ τῆς σχηματιζομένης σκιᾶς φωτεινὴν ταινίαν. Τὰ ὑπὸ τοῦ Grimaldi (1665) πρῶτον παρα-

διόπτρας πρὸς μεμικροσμένον τι ἀκτινοβόλον, οἷον πρὸς τὸ μικρὸν ἐδῶλον τοῦ Ἥλιου, τὸ ἀπὸ μεταλλικοῦ ἢ ὑαλίνου κομβίου ἐξ ἀνακλάσεως προσερχόμενον, καὶ παρεμβάλλον μενίσσας πρὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου διάφορα διαφράγματα φέροντα τὰς πρὸς γένεσιν τῶν φαινομένων μικρὰς ὅπας, ἡνεωγμένας ἐπὶ φύλλου κασιτείου προσκεκολλημένου ἐπὶ πλακὸς ὑαλίνης. Αἱ δὲ αὐτῶν διερχόμεναι ἀκτῖνες συμβάλλουσι· πρὸς ἀλλήλας ἐν τῷ ἐστιακῷ ἐπιπέδῳ τῆς διόπτρας· διὰ τοῦ προσφθαλμίου δ' αὐτῆς παρατηροῦμεν τὰ ἀποτελέσματα τῆς συμβολῆς. Οὐμασιώτατα δὲ πάντων εἰσὶ τὰ διὰ δικτυωτῶν διαφραγμάτων παρατηρούμενα φαινόμενα τῆς περικλάσεως, ὅτινα βλέπομεν, ἀλλ' ἀτελῆ, ἀτενίζοντες διὰ τῶν παραλλήλων νημάτων λεπτοῦ ὕψους, πρὸς λάμποντα σημεῖα. Ἡ ἱριώδης ποικιλία τοῦ μαργάρου, προσερχομένη ἐκ τῆς λεπιδωτῆς αὐτοῦ ὕψης, ἀνῆκει εἰς τὴν τάξιν τῶν φαινομένων τούτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

Περὶ πολεύσεως καὶ περὶ διπλῆς διαθίξεως.

182. ΠΟΛΕΥΣΙΣ ΔΙ' ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ. Ἐστῶσαν K καὶ K' δύο ἐκ μετὰ τῆς ὕψους παραλλήλα κατόπτρα καὶ $AB\Gamma$ ἀκτὶς σχηματίζουσα μετὰ τοῦ K (Σχ. 232) γωνίαν προσπτώσεως $ABX = 55^\circ$, καὶ ἀπ' ἀμφοτέρων ἀνακλασθεῖσα· ἐὰν τὸ κατόπτρον K κῆται ἀπέναντι ἐπιφανείας λαμπρᾶς καὶ τὰ ἐπίπεδα τῶν δύο ἀνακλάσεων $AB\Gamma$ καὶ $B\Gamma\Delta$ συμπίπτωσιν, ἀτενίζοντες κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\Delta\Gamma$ βλέπομεν τὸ κατόπτρον K' φωτεινὸν διατηροῦντες τότε ἀκίνητον τὸ κατόπτρον K καὶ στρέφοντες τὸ K' περὶ τὴν ΓB ὡς περὶ ἄξονα, ἄνευ μεταβολῆς τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως $B\Gamma\Upsilon$, βλέπομεν αὐτὸ βαθμυδὸν ἐπισκοτιζόμενον καὶ καταντῶν ἐντελῶς σκοτεινὸν μετὰ 90° στροφῇ, ὅταν δηλαδὴ τὰ δύο ἐπίπεδα τῆς ἀνακλάσεως χιασθῶσι καθέτως· μετὰ στροφῇ ὅμως ἐτέρων 90° ἀναλαμβάνει τὸ ἐξ ἀνακλάσεως φῶς τὴν προτέραν αὐτοῦ λαμπρότητα καὶ πάλιν ἀμαυροῦται, ὅταν ἡ γωνία τῆς στροφῆς ἐξισωθῇ πρὸς 270° . Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου συμπεραίνομεν ὅτι ἡ κατὰ γωνίαν 55° ἀπὸ τινος ὑαλίνης πλακὸς ἀνακλωμένη ἀκτὶς προσκτᾶται ἰδιότητά τινα, δι' ἧς διακρίνεται ἀπὸ τῶν συνήθων ἀκτίνων· διότι, ἐνῷ αὐταὶ ἀνακλῶνται ὁμοίως ἐν παντὶ ἐπιπέδῳ, ἀναφαινεται παρ' ἐκείνῃ ὁ ἰδιῶζον χαρακτήρ ὅτι ἡ δευτέρα αὐτῆς ἀνάκλασις συμβαίνει ἄλλως ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς πρώτης καὶ ἄλλως ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς πρώτης ἀνακλάσεως, ὅπερ συντόμως ἐκφράζομεν λέγοντες ὅτι ἡ ἀκτὶς ἐπολεῖθι ἐν τῷ ἐπιπέδῳ



τῆς ἀνακλάσεως, καλοῦντες καὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦτο ἐπίπεδον πολεύσεως, καὶ γωνίαν πολεύσεως σώματός τινος ἐκείνην τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως, δι' ἣν ἡ ἀπ' αὐτοῦ ἀνακλωμένη ἀκτὶς ἀποβαίνει ἐντελῶς πεπολευμένη. Διὰ τὴν ὕαλον ἡ γωνία αὕτη ἰσοῦται πρὸς 55°. Ἐὰν ἡ ἀνακλασις συμβαίνει κατὰ γωνίαν μείζονα ἢ ἐλάσσονα, ἐπέρχεται ἀτελὴς πόλευσις, τούτῃστιν, ὅταν τὰ ἐπίπεδα τῆς ἀνακλάσεως τῶν δύο κατόπτρων χιχθῶσι, συμβαίνει μὲν ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός, ἀλλ' οὐχὶ καὶ παντελὴς αὐτοῦ ἀπόσβεσις.

Ἡ πόλευσις ἀναφαίνεται κατὰ πᾶσαν κανονικὴν ἀνάκλασιν ἐκτὸς κατὰ τὴν ἐκ τῆς καθέτου προσπτώσεως· ἡ γωνία ὅμως τῆς ἐντελούς πολεύσεως μεταβάλλεται μετὰ τῆς ὕλης. Πρὶν δὲ τοῖς διαφανέσι σώμασιν ὑπάρχει ἡ ἐξῆς ἀξιωματικὴ σχέση· σχεῖσι μεταξὺ τῆς γωνίας τῆς πολεύσεως καὶ τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως. Ἡ ἐντελής πόλευσις ἐπέρχεται κατὰ γωνίαν ἀνακλάσεως α τοιαύτην, (Σχ. 233) ὥστε ἡ ἀνακλασθεῖσα ΒΓ καὶ ἡ διαθλασθεῖσα ἀκτὶς ΒΔ ἀλλήλοτομοῦσι πρὸς ὀρθάς· ὥστε τῆς γωνίας τῆς πολεύσεως μετρηθείσης εὐρίσκωμεν τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως, καὶ ἀντίστροφως, διὰ τῆς ἰσότητος

$$\delta = \frac{\eta\mu\pi}{\eta\mu\theta} = \frac{\eta\mu\pi}{\sin\alpha} = \frac{\eta\mu\pi}{\sin\beta} = \epsilon\phi\pi.$$

Κατὰ τὴν ἐπὶ μετάλλων καὶ ἐτέρων σκιερῶν σωμάτων ἀνάκλασιν συμβαίνει πάντοτε ἀτελὴς πόλευσις.

Ἀλλὰ καὶ αἱ ἐπὶ ὕαλης πλακὸς πλαγίως προσπεσοῦσαι καὶ δι' αὐτῆς διελθοῦσαι ἀκτίνες φρίνονται πεπολευμένα· καὶ δὴ ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τοῦ τῆς διαθλάσεως· ἀλλ'

ἡ τοιαύτη πόλευσις ἐστὶ πάντοτε ἀτελής καὶ ἐὰν ᾖ ἡ τῆς προσπτώσεως γωνία ἰσῶται πρὸς τὴν τῆς πολεύσεως. Καθίσταται ὅμως σχεδὸν ἐντελής, ὅταν αἱ ἀκτίνες διέρχωνται διὰ στιβάδος πολλῶν παράλληλων πλακῶν.

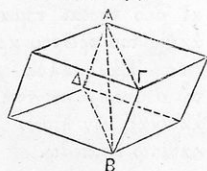
183. Ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων ἐρμηνεύει τὰ φαινόμενα τῆς πολεύσεως παραδεχομένη ὅτι, ἐνῷ ἐν τῇ φυσικῇ ἀκτίνι αἱ ἐγκάρσιαι δονήσεις τῶν μορίων τοῦ αἰθέρος ἐκτελοῦνται ἐντὸς πάντων τῶν περὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος ἐπιπέδων ἄνευ διακρίσεως, ἐν τῇ πεπολευμένῃ ἐκτελοῦνται ἐντὸς ἐνὸς μόνου ἐπιπέδου, καλουμένου ἐπιπέδου δονήσεως καὶ συμπίπτουτος μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολεύσεως. Κατὰ αὐτὰ, κατόπρὸν τι ἀνακλῆ κατὰ τὴν γωνίαν τῆς πολεύσεως ἐκείνας ἐκ τῶν δονήσεων τοῦ αἰθέρος αἰτνες γίνονται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἀνακλάσεως καὶ οὐχὶ τὰς καθέτους ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τούτου. Ὡστε πᾶσαν δόνησιν αἰθερίου μορίου ἐν τῇ προσπίπτουσῃ ἀκτίνι νοοῦμεν ἀναλυθεῖσαν εἰς δύο δονήσεις συνιστάσας, τὴν μὲν κειμένην ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἀνακλάσεως, τὴν δὲ κάθετον ἐπ' αὐτοῦ· τούτων ἡ πρώτη μόνον ἀνακλᾷται, ἡ δευτέρα κατὰ τὴν ἀνάκλασιν σβέννυται. Ὅθεν ἀκτὶς πεπολευμένη ἥδη προσπεσοῦσα ἐπὶ δευτέρῳ κατόπτρῳ κατὰ τὴν γωνίαν τῆς πολεύσεως ἀνακλᾷται μὲν ἐὰν αἱ δονήσεις ἐκτελῶνται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἀνακλάσεως, ἀποσβέννυται δὲ ἐντελῶς ἐὰν αἱ δονήσεις ὡς· κάθετοι ἐπ' αὐτοῦ. Κατὰ πᾶσαν ἐτέραν περίπτωσιν ἀνακλᾷται μὲν ἡ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς ἀνακλάσεως κειμένη συνιστάσα τῆς δονήσεως.

Σημειώσεις. Ἐτέρα ὑπόθεσις παραδέχεται τὸ ἐπίπεδον τῆς δονήσεως κάθετον ἐπὶ τῷ τῆς πολεύσεως· ἀμφότερα ἐρμηνεύουσι πάντα τὰ φαινόμενα.

184. ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ ΕΝ Τῷ ΑΣΒΕΣΤΟΛΕΠΙΔΙΤΗΙ. Πᾶς διαφανὴς κρύσταλλος, μὴ ἀνήκων εἰς τὸ κανονικὸν σύστημα (ἐδ. 24), κέκτηται τὴν ιδιότητα τοῦ μὴ ἐκτρέπειν ἀπλῶς, ὡς τὰ λοιπὰ διαφανῆ σώματα,

τὰς εἰς αὐτὸν εἰσδύουσας ἀκτῖνας κατὰ τοὺς νόμους τῆς διαθλάσεως, ἀλλὰ τοῦ χωρίζειν ἐν γένει πᾶσαν ἀκτῖνα προσπτώσεως εἰς δύο ἀκτῖνας, προχωρούσας ἐν αὐτῷ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις καὶ μετ' ἀνίσου ταχύτητος. Ἡ ιδιότης αὕτη ἐστὶ λίαν καταφανὴς καὶ ἀνεκάθεν γνωστὴ ἐν τῷ διαθλαστικῷ ἰσλανδικῷ κρυστάλλῳ, λαβόντι τὸ ὄνομα ἐξ αὐτῆς καὶ ἐκ τῆς νήσου, ἐν ᾗ ἐξορύσσεται διαφανέστατος. Τὸ σῶμα τοῦτο, ὃν κρυστάλλωσθητος ἀνθρακικὴ ἄσβεστος, ἀνήκει εἰς τὴν ῥομβοεδρικήν ὑποδιαίρεσιν τοῦ ἐξαγωνικοῦ συστήματος τῆς κρυσταλλώσεως (ἐδ. 25) καὶ σχίζεται ἄριστα κατὰ τρεῖς διευθύνσεις παραλλήλους πρὸς τὰς ἑδρας τοῦ κυρίου ῥομβοέδρου. Ἐκ τῶν διέδρων αὐτοῦ γωνιῶν αἱ μὲν ἀμβλεῖται ἰσοῦνται πρὸς $105^{\circ} 5'$, αἱ δὲ ὀξεῖται πρὸς $74^{\circ} 55'$ κύριος δὲ ἄξων τοῦ ῥομβοέδρου ἐστὶν ἡ εὐθεῖα AB, ἡ ἐνούσα τὰς κορυφὰς H, (Σχ. 234) εἰς ἧς τέμνονται αἱ ἀκμαὶ τριῶν ἀμβλεῖων διέδρων· πᾶν ἐπίπεδον, περιλαμβάνον τὸν κύριον ἄξονα ἢ παράλληλον πρὸς αὐτόν, ὀνομάζεται κυρία τομὴ τοῦ κρυστάλλου. Ἐὰν ἐκ τοιούτου τινὸς κρυστάλλου σπλιθώσωμεν πλάκα περατουμένην εἰς δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ καθέτους ἐπὶ τοῦ ἄξονος, πᾶσα ἀκτὶς φωτός, προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν ἐπιφανειῶν παράλλῳ τῷ ἄξονι διέρχεται ἀδιάθλαστος καὶ ἀδιαίρετος· ἕνεκα τούτου ἡ καὶ ὀπτικῶς διακεκριμένη διεύθυνσις αὕτη καλεῖται ὀπτικὸς ἄξων τοῦ κρυστάλλου. Ἀλλὰ κατὰ πᾶσαν ἄλλην διεύθυνσιν, καὶ κατ' αὐτὴν τὴν κάθετον πρόσπτωσιν, χωρίζεται ἡ εἰς τὸν κρυστάλλον καταδυομένη ἀκτὶς εἰς δύο ἀκτῖνας, ὧν ἡ μὲν ὑπείκουσα τὸν νόμον τῆς διαθλάσεως καλεῖται ἕνεκα τούτου συνήθης, ἡ δὲ διαθλωμένη κατὰ τινὰ νόμον μᾶλλον περίπλοκον καλεῖται ἑκτακτος.

Σχ. 234



185. ΠΟΛΕΥΣΙΣ ΕΚ ΔΙΠΛΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ. Ἀμφότεραι αἱ ἐκ τοῦ ἰσλανδικοῦ κρυστάλλου ἀναδυόμεναι ἀκτῖνές εἰσιν ἐντελῶς πεπολυμέναι, καὶ ἡ μὲν συνήθης ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς κυρίας τομῆς, ἡ δὲ ἑκτακτος ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς κυρίας τομῆς. Ἐὰν δὲ θῶμεν τὸ ῥομβοέδρον τοῦ ἀσβεστολίθου ἐπὶ φύλλῳ χάρτου, φέροντος μέλαν τι σημεῖον, παρατηροῦμεν δύο εἰδῶλα τοῦ σημείου τούτου, ὧν τὸ μὲν ἀντιστοιχεῖ τῇ συνήθει τὸ δὲ τῇ ἐκτάκτῳ ἀκτῖνι περιστρέφοντες δὲ τὸν κρυστάλλον βλέπομεν τὸ πρῶτον εἶδῶλον ἀκίνητον, τὸ δὲ δεύτερον στρεφόμενον περὶ τὸ πρῶτον. Ἐὰν δὲ ἐπὶ τοῦ πρώτου κρυστάλλου θῶμεν καὶ δεύτερον, διαιρεῖται ἐν γένει ἑκάτερον τῶν εἰδῶλων ἐκ νέου εἰς δύο, ὅθεν ἐν συνόλῳ βλέπομεν 4 εἰδῶλα. Ἐὰν δὲ τότε περιστρέψωμεν μόνον τὸν ἀνώτερον κρυστάλλον, ἀφανίζονται κατ' ἐναλλαγὴν τὰ δύο ἐκ τῶν τεσσάρων εἰδῶλων, ὅσῳκις τὰ ἐπίπεδα τῶν κυρίων τομῶν τῶν δύο κρυστάλλων ἀποβαίνουσι παράλληλα ἢ κάθετα· ἐὰν δὲ περιστρέψωμεν τὸν ἀνώτερον κρυστάλλον ἐκτὸς τῶν θέσεων τούτων,

ἀναφαίνονται πάλιν τὰ ἀφανισθέντα δύο εἰδωλα μετ' αὐξανομένης ἐντάσεως, ἐνθ' τὰ ἕτερα δύο βαθμηδὸν ἀμυδροῦνται ὥστε, ὅταν ἡ γωνία τῶν κυρίων τομῶν ἐξισωθῇ πρὸς 45° , ἔχουσι καὶ τὰ 4 εἰδωλα ἴσην ἐντασιν, ἀφανίζεται δὲ τὸ ἕτερον αὐτῶν ζεύγος ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν τὴν περιστροφὴν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐρμηνεύομεν παρατηροῦντες ὅτι διὰ τοῦ κρυστάλλου προχωροῦσιν ἐκεῖναι μόνον τῶν ἀκτίνων, αἱτινές εἰσι πεπολευμέναι ἢ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς κυρίας τομῆς ἢ ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπ' ἐκείνου, καὶ ὅτι ἡ μὲν ἐν τῷ πρώτῳ ἐπιπέδῳ πεπολευμένη συνήθης ἀκτὶς προχωρεῖ κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν ὁμοιοταχῶς, ἡ δὲ ἐν τῷ δευτέρῳ πεπολευμένη ἔκτακτος προχωρεῖ ἁνομοιοταχῶς κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις ὥστε ὅταν μὲν συμπίπτωσι τὰ ἐπίπεδα τῆς κυρίας τομῆς τῶν δύο κρυστάλλων, διαδίδονται ἡ συνήθης ἀκτὶς τοῦ πρώτου ἅνευ δευτέρου διχασμοῦ ὡς συνήθης, καὶ ἡ ἔκτακτος ὡς ἔκτακτος· ὅταν δὲ αἱ δύο κύριαι τομαὶ χιάζωνται καθέτως, μεταβάλλεται ἡ συνήθης ἀκτὶς τοῦ πρώτου κρυστάλλου εἰς ἔκτακτον τοῦ δευτέρου καὶ ἀντιστροφῶς. Ἐὰν τέλος χιάζωνται κατὰ γωνίαν μὴ ὀρθήν, διαιρεῖται ἐν τῷ δευτέρῳ κρυστάλλῳ πᾶσα ἐκ τοῦ πρώτου ἀναδύσα ἀκτὶς εἰς δύο ἀκτίνας, ὧν ἡ μὲν πολεύεται ἐν τῇ κυρίᾳ τομῇ, ἡ δὲ ἐν τῷ ἐπ' αὐτῆς καθέτῳ ἐπιπέδῳ.

Ὡς ὁ ἀσβεστόλιθος, εἰσὶ διπλαστικοὶ πάντες οἱ διαφανεῖς κρυστάλλοι, οἱ μὴ ἀνήκοντες εἰς τὸ κανονικὸν σύστημα· οἱ δὲ κρυστάλλοι τοῦ τετραγωνικοῦ καὶ τοῦ ἑξαγωνικοῦ συστήματος οἱ ἔχοντες εἶνα κρυσταλλικὸν ἄξονα κέκτηνται· ὡς ὁ ἀσβεστόλιθος καὶ εἶνα ἄξονα ὀπτικόν. Περὶ δὲ τῶν λοιπῶν, ἐχόντων δύο ὀπτικούς ἄξονας, ὅρα ἐδ. 187.

Περὶ αὐτῶν κρυστάλλων, οἷον παρὰ τῷ τουρμαλίῳ (παραβ. ἐδ. 286) παραλλάσσουσιν πῶς τὰ φαινόμενα τῆς διπλῆς διαθλάσεως· διότι ἡ ἑτέρα τῶν ἀκτίνων, παρὰ τῷ τουρμαλίῳ ἡ συνήθης, ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ κρυστάλλου μᾶλλον τῆς ἄλλης, ὥστε καὶ ἰδίως παρὰ τῷ καρνικῷ τουρμαλίῳ σχεδὸν ἀποσβέννυνται δι' ἀπορροφῆσεως ἡ συνήθης καὶ μόνῃ ἡ ἔκτακτος ἀκτὶς διέρχεται. Πλὴν τουρμαλίῳ, παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι τῆς κρυσταλλώσεως σιλωθεῖσα, διαυγάζεται μετὰ ξανθοῦ ἢ ὑποπρασίνου χρώματος· τὸ δὲ ἐξ αὐτῆς πῶς παρατηρεῖται ἐντελῶς περὶ τοῦ πεπολευμένου ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τοῦ ἄξονος. Ἐὰν ἐπομένως ἐπιθῶμεν δύο τοιαύτας πλάκας, ὧν οἱ ἄξονες κεῖνται παραλλήλως, βλέπομεν δι' αὐτῶν ὡς διὰ διαφανῶν σωμάτων, ἐὰν ὅμως περιστρέψωμεν τὴν ἑτέραν αὐτῶν 90° ἐπὶ τῆς ἄλλης, ὅτε χιάζονται οἱ ἄξονες καθέτως, διατίθενται ὡς ἐντελῶς σικερά σώματα, διότι πᾶσα ἐκ τῆς πρώτης πλάκῃς ἀναδύσα ἀκτὶς ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῆς δευτέρας (laible τουρμαλίῳ).

Κρυστάλλοι τέλος τινὲς κέκτηνται διὰ τινὰ χρώματα ἔχουσιν δύναμιν ἀπορροφῆσεως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος καὶ κατὰ τὴν κάθετον ἐπ' αὐτοῦ· ἐνεκα τούτου μεταβάλλονται χρώμα μετὰ τῆς διευθύνσεως, καθ' ἣν δι' αὐτῶν ὁρῶμεν.

186. Ἑρμηνεία τῆς διπλῆς διαθλάσεως διὰ τῆς κυματικῆς θεωρίας. Θετικοὶ καὶ ἀρνητικοὶ κρυστάλλοι. Ὁρθὴν ὑπόθεσιν πρὸς ἐρμηνεῖαν τῆς ἐν τοῖς κρυστάλλοις διπλῆς διαθλάσεως διὰ τῆς θεωρίας τῆς κυμάνσεως ἐξήνεγκεν Ἡδρ (1691) ὁ Huyghens· ἀλλὰ τὰ μετ' αὐτῆς στενῶς συνδεόμενα φαινόμενα ἑρμηνεύθησαν ἐντελῶς μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς ἐξ ἀνακλάσεως πολέσεως, γενομένην ὑπὸ τοῦ Malus (1808), διὰ τῶν πειραματικῶν καὶ θεωρητικῶν ἐρευνῶν τοῦ Fresnel, Neumann, Cauchy, Brewster, Biot κτλ.

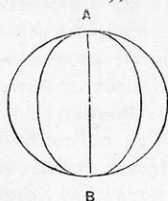
Ἐνεκα τῆς ἐπενεργείας τῶν ἀτόμων τῆς βρεῖας ὕλης ἐπὶ τοῦ ἐντὸς τῶν διαφανῶν σωμάτων αἰθέρος ἡ ἑλαστικότης αὐτοῦ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις ἐστὶ διάφορος. Ἐν κρυστάλλοις μονάζουσιν ἡ ἑλαστικότης αὕτη ἐστὶ μείζων ἢ ἐλάσσων κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ κυρίου ἄξονος ἢ κατὰ τὴν ἐπ' αὐτῆς κάθετον ὡς ἐκ τούτου, ἑλαστον αἰθέριον κύμα, καταδὺν εἰς τὸν κρυστάλλον, διχάζεται, ὡς ἀποδείκνυνται διὰ τῆς μαθηματικῆς

ἀνακλύσεως, εἰς δύο κύματα' ἐξ αὐτῶν τὸ μὲν ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν συνήθη ἀκτῖνα διαδίδεται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν ὁμοιοσταχῶς, τὸ δὲ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ἑκτακτον διαδίδεται κατὰ τὰς διαφόρους διευθύνσεις ἀνομοιοσταχῶς. Ὅταν λοιπὸν ἐγερθῶσι δονήσεις ἀπὸ τίνος σημείου ἐκτὸς τοῦ κρυστάλλου, τὸ μὲν πρῶτον κύμα προχωρεῖ σφαιροειδῶς κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, τὸ δὲ δεύτερον μιμεῖται τὸ σχῆμα ἑλλειψοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς ἐπιμήκους ἢ πεπλατυσμένου, καθόσον ἢ κατὰ τὴν ἀξονα διάδοσις τῆς ἑκτάκτου ἀκτίνος συμβαίνει ταχύτερον ἢ βραδύτερον ἢ ἢ κατὰ τὴν κάθετον ἐπ' αὐτοῦ διεύθυνσιν. Καί

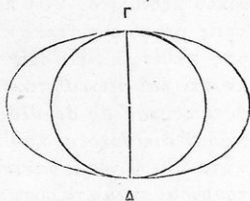
κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν καλοῦμεν τὸν κρυστάλλον *θετικὸν* (ΑΒ, χαλαζίας) (Σχ. 235) κατὰ δὲ τὴν δευτέραν (ΓΔ, ἀσβεστόλιθος) (Σχ. 236) *ἀρνητικόν*. Πρὸς μὲντοι τῶν ἐπιφανειῶν τῶν δύο κυμάτων νοοῦμεν τὰ σχήματα ΑΒ καὶ ΓΔ στρεφόμενα περὶ τὸν κύριον ἄξονα ΑΒ ἢ ΓΔ· διότι κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦτου ἄπτονται διηλεκτικῶς ἀλλήλων οἱ πόλοι τῶν δύο κυμάτων, ἕνεκεν τῆς ἰσότητος τῆς ταχυότητος τῆς διαδόσεως κατ' αὐτήν. Κατὰ ταῦτα ἐξηγοῦμεν εὐκόλως τὰ φαινόμενα τῆς διπλῆς διαθλάσεως (παραβ. ἔδ. 176). Ἐστω ΑΒ (Σχ. 237) ἡ ἐπίπεδος ἐπιφάνεια κρυστάλλου τινὸς (ἀρνητικοῦ), ΔΜ ἡ διεύθυνσις τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος καὶ ΓΔ ἐπίπεδον τι τμημα προσιπτόντος κύματος, καὶ υποθέσωμεν χάριν ἀπλότητος ὅτι τὸ ἐπίπεδον τῆς διαθλάσεως συμπίπτει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς κυρίας τομῆς. Ἐκ παντὸς σημείου, οἷον Δ, ἀναπτύσσονται ἐν τῷ κρυστάλλῳ ἐνταύτῳ δύο κύματα, τὸ μὲν σφαιρικὸν τὸ δὲ ἑλλειψοειδές· καὶ πάντα μὲν τὰ ἐκ διαδοχῆς ἀπὸ τῶν σημείων Δ, Θ, Ε ἱρμώμενα σφαιρικὰ κύματα συντίθενται (ἔδ. 176) εἰς ἓν ἐπίπεδον κύμα ΕΖΗ ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὴν συνήθη ἀκτῖνα, καὶ προχωροῦν συμφώνως πρὸς τὸν νόμον τῆς διαθλάσεως κατὰ τὴν ΔΗ ἱρμωδὴν ἵνα ἡ διεύθυνσις τῆς διαδόσεως ἢ κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπίπεδου τοῦ κύματος· ὁμοίως δὲ καὶ τὰ ἑλλειψοειδῆ κύματα συνεχνοῦνται εἰς ἓν ἐπίπεδον κύμα ΕΚΛ προχωροῦν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΔΛ, καὶ ἔχον ἐπιφάνειαν ἐν γένει μὴ κάθετον ἐπὶ τῆς ΔΛ. Καὶ ἐν μὲν τὸ ἐπίπεδον τῆς διαθλάσεως, ὡς ἐν τῷ σχήματι, συμπίπτει πρὸς τὴν κυρίαν τομῆν περιλαμβάνεται καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς ἑκτάκτου ἀκτίνος ἐν αὐτῇ· ἄλλως ἐξέρχεται ἢ ἑκτακτος ἀκτὶς τοῦ ἐπίπεδου τῆς διαθλάσεως διότι τοῦτο οὐ περιλαμβάνει τὸ σημεῖον Λ.

Ἐν τῷ ἀσβεστόλιθῳ ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τῆς συνήθους ἀκτίνος διὰ τὴν ῥάβδωσιν Δ (ἔδ. 141) ἰσοῦται πρὸς δα = 1,6585, ὁ δὲ τῆς ἑκτάκτου κατὰ τὴν κάθετον ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος διεύθυνσιν πρὸς δ'α = 1,48635. Οἱ ἀριθμοὶ δὲ οὗτοι ἐμφαίνουσι συνάμα,

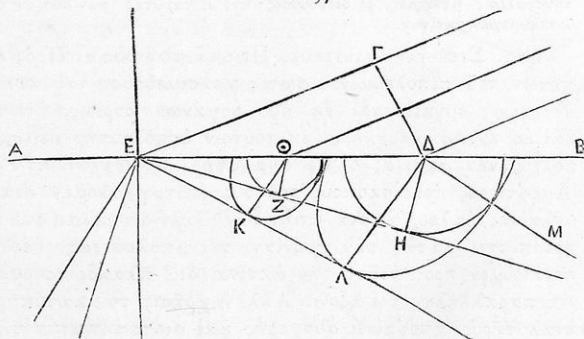
Σχ. 235



Σχ. 236



Σχ. 237



ὡς ὁγλόν ἐστι, καὶ τὸν ἀντίστροφον λόγον τῶν δύο ἀξόνων τῆς ἐπιφανείας τῶν κυμάτων τῶν ἐκτάκτων ἀκτίνων. Ἐν τῷ χαλασίᾳ οἱ αὐτοὶ δείκνται εἰς $\delta a = 1,5442$ καὶ $\delta a = 1,5533$ ὥστε ἡ διπλὴ διάθλασις ἐν αὐτῷ ὑπολείπεται πολὺ τῆς ἐν τῷ ἀσβεστολίθῳ, καὶ ἡ ταχύτης τῶν ἐκτάκτων ἀκτίνων ἐστὶν ἡ ἐλάττωσιν.

187. ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΟΠΤΙΚΩΣ ΔΙΑΞΟΝΕΣ. Ἄλλως ὅμως συμβαίνουνσι τὰ πράγματα ἐν τοῖς κρυστάλλοις τοῦ ῥομβικοῦ, τοῦ πλάγιου ῥομβικοῦ καὶ τοῦ πλαγίου ῥομβοειδικοῦ συστήματος, ἅτινα στεροῦνται κυρίου κρυσταλλικοῦ ἕξονος (ἐδ. 25) καὶ ἐν οἷς ἡ ἐλαστικότης τοῦ αἰθέρος κέκτηται τρεῖς διαφόρους τιμὰς κατὰ τρεῖς διαφόρους διευθύνσεις ἀλληλοτομούσας καθέτως. Ἐν τοῖς τοιούτοις κρυστάλλοις, ὡς θεωρητικῶς ἀποδείκνυται καὶ πειραματικῶς βεβαιοῦται, ὑπάρχουσιν ἀέποτε δύο διευθύνσεις, καθ' ἃς διαδίδονται ὁμοιοταχῶς ἀκτίνες πεπολευμέναι κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, καθ' ἃς ἄρα οὐ συμβαίνει διπλὴ διάθλασις· αἱ δύο αὗται διευθύνσεις, ὀπτικοὶ ἕξονες τοῦ κρυστάλλου καλούμεναι, ἀλληλοτομοῦσαι σχηματίζουν κατὰ τὴν ὕλην διαφόρους γωνίας (νίτρον $5^\circ 20'$, ἀνθρακικὸν κάλι $80^\circ 30'$). Κατὰ πᾶσαν ἑτέραν διεύθυνσιν διχάζεται ἡ προσπίπτουσα εἰς δύο ἀκτίνας πεπολευμένας ἐν δυσὶν ἐπιπέδοις καθέτοις, καὶ προχωροῦσας ὁμοιοταχῶς διὰ τοῦ κρυστάλλου οὐδενότι δὲ τούτων ὑπέκει· τῷ νόμῳ τῆς διαθλάσεως, ὥστε ἀδύνατον τὸ χαράκην αὐτὰς διὰ τοῦ ὀνόματος τῆς συνήθους καὶ τῆς ἐκτάκτου ἀκτίνος.

Τὸ σχῆμα τῶν ἐγειρομένων κυμάτων ἀπὸ τινος σημείου ἐν κρυστάλλῳ ὀπτικῶς διάξονι νοεῖται ἐσχηματισμένον ἐκ δύο ἐπιφανειῶν, ὧν ἡ περιβάλλουσα ἀπτεται τῆς περιβάλλομένης κατὰ τέσσαρα σημεῖα, ἀντιστοιχοῦντα πρὸς τὰ ἄκρα τῶν δύο ἀξόνων· διὰ τῶν τοιούτων ἐπιφανειῶν, ὧν τὰς παραδόξους γεωμετρικὰς ιδιότητας ἐμελέτησαν ὁ Fresnel, ὁ Hamilton καὶ ἄλλοι πολλοί, κατασκευάζεται γεωμετρικῶς, ὡς ἀνωτέρω ἐν κρυστάλλοις μονάξοις, ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ ταχύτης τῶν δύο ἐν διάξονι κρυστάλλοις διαβλωμένων ἀκτίνων.

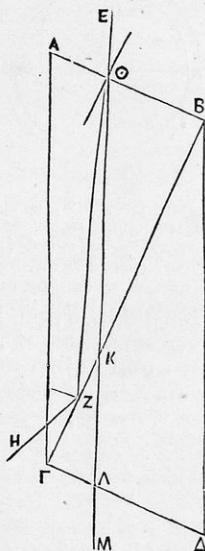
188. ΣΥΚΕΥΑΙ ΠΟΛΕΥΣΕΩΣ. ΠΡΙΣΜΑ ΤΟΥ NICOL. Πρὸς ἔρευναν τῶν ιδιοτήτων τοῦ πεπολευμένου φωτός χρησιμεύουσιν αἱ συσκευαὶ τῆς πολέυσεως, συγκείμεναι ἐκ δύο ὀργάνων κυρίως, ἐκ τοῦ πολευτήρος καὶ ἐκ τοῦ ἀναλυτήρος· ἐκ τούτων ὁ πολευτὴρ διασκευάζει τὴν πεπολευμένην ἀκτῖνα, ὁ δὲ ἀναλυτὴρ ἐξελέγγχει τὴν ὑπαρξίν αὐτῆς. Ἀμφοτέρους τοὺς σκοποὺς τούτους ἐπιτυγχάνομεν διὰ κατόπτρων ἐκ μελαίνης ὑάλου, ἥ διὰ στιβαδῶν ὑαλίνων πλακῶν, ἐφ' ὧν ἡ ἀκτίς προσπίπτει κατὰ τὴν γωνίαν τῆς πολέυσεως (ἐδ. 182), ἥ διαπεραιοῦμεν πρὸς τοῦτο τὴν ἀκτῖνα διὰ πλακὸς τουρμαλίνου τετμημένης παραλλήλως τῷ ἕξονι. Ἄλλ' ἡ χρῆσις τοῦ κατόπτρου, μάλιστα ὡς ἀναλυτὴρος, ἀποβαίνει δυσχερὴς καὶ διότι ἐκτρέπει τὴν πεπολευμένην ἀκτῖνα ἐκ τῆς ἀρχικῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ διότι ἀναγκάζει τὸν παρατηρητὴν ἵνα μεταβάλλῃ θέσιν μετὰ τοῦ κατόπτρου περιστρεφομένου· ἡ δὲ χρῆσις τῆς στιβαδὸς ἐπιφέρει μεγάλην ἀπώλειαν τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός ἕνεκα τῆς ἀνακλάσεως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν πλακῶν, καὶ ἡ τοῦ τουρμαλίνου ἀμύδρωσις ἕνεκα τῆς ἀπορροφήσεως καὶ χρῶσιν δυσκολαινουσιν τὰς πλείστας δοκιμὰς· ἐὰν τέλος ἀντὶ τοῦ τουρμαλίνου

μεταχειρισθῶμεν πλάκα ἀσβεστολεπιδίτου, βλέπομεν συγχρόνως δύο πεπολευμένας ἀκτῖνας ἐν ἐπιπέδοις καθέτοις. Ἀπαλλασσόμεθα ὅμως τῆς συνήθους ἀκτίνος διὰ τοῦ ὑπὸ τοῦ Nicol (1828) εὐστόχως ἐπινοηθέντος πρίσματος*, πρὸς τοῦτο διὰ ξέσεως καὶ στίλβωσης παρέχομεν εἰς τὰς βάσεις AB καὶ ΓΔ (Σχ. 238) ἐπιμήκους κυρτοτάλλου ἀσβεστολίθου τὴν δέουσαν κλίσιν πρὸς τὰς ἑδρας ΑΓ καὶ ΒΔ, εἴτα τέμνομεν τὸν κύρτοτάλλον κατὰ τὴν ΒΓ καὶ προσκολλῶμεν αὐθις τὰ τμήματα διὰ καναδικοῦ βαλσάμου. Ἡ πρὸς τὴν ἑδραν ΒΔ σχεδὸν παράλληλος ἀκτὶς ΕΘ διαθλωμένη διχάζεται εἰς τὴν συνήθη ΘΖ καὶ εἰς τὴν ἥπτον διαθλαστὴν ἑκτακτὸν ΘΚ. Ἀλλ' ἡ διεύθυνσις τῆς τομῆς ΒΓ ἐκλέγεται τοιαύτη, ὥστε ἡ συνήθης ἀκτὶς, συναντῶσα αὐτὴν κατὰ γωνίαν ὀξυτέραν καὶ κεκτημένη δεικτὴν διαθλάσεως (1,65) μείζονα ἢ τὸ καναδικὸν βάλαμον (1,54), φέρεται δι' ὀλοσχεροῦς ἀνακλάσεως κατὰ τὴν ΖΗ, ἐνῶ ἡ ἑκτακτος καὶ καθέτως ἐπὶ τῆς κυρίας τομῆς πεπολευμένη ἀκτὶς ΚΛ διερχομένη ἀναδύεται κατὰ τὴν ΑΜ παράλλῳς τῇ ΕΘ. Τὸ τοιοῦτο πρίσμα τοῦ Nicol μεταχειρίζομεθα κατὰ βούλησιν ἀντὶ τοῦ πολευτικοῦ κατόπτρου ἢ ἀντὶ τῆς πλακῆς τοῦ τουρμαλίνου εἴτε ὡς πολευτῆρα εἴτε ὡς ἀναλυτῆρα.

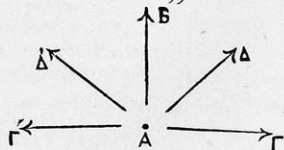
Ἀμφοτέρω, τό τε πολευτικὸν καὶ τὸ ἀναλυτικὸν ὄργανον (ἑδ. 192), εἰσὶν ἐστηριγμένα ἐπὶ κοινῷ βάθρῳ οὕτως ὥστε ἐνῶ τὸ πρῶτον ἀκίνητῃ, τὸ δευτερόν ἐστι στρεπτόν κατὰ βούλησιν περὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς πεπολευμένης ἀκτίνος, ἥτις συμπίπτει πρὸς τὸν γεωμετρικὸν ἄξονα τῆς ὅλης συσκευῆς, φέρον δεικτὴν χρησιμεύοντα πρὸς μέτρησιν τῆς γωνίας τῆς στροφῆς ἐπὶ ὁμοκέντρου περιφερείας διηρημένης· καὶ ὅταν μὲν τὰ δύο ἐπίπεδα τῆς πολεύσεως ᾧσι παράλληλα καὶ τὸ πεδίον τῆς ὀψews φωτεινόν, ὁ δεικτὴς ἵσταται ἐπὶ 0°. ἄλλ' ὅταν στρέψωμεν τὸν ἀναλυτῆρα 90°, τὸ πεδίον τῆς ὀψews ἐπισκοτίζεται.

189. Φαινόμενα συμβολῆς πεπολευμένου φωτός· κυκλικὴ καὶ ἐλλειπτικὴ πολεύσις. Δύο πεπολευμέναι ἀκτῖνες τότε μόνον ἀφανίζονται ἐντελῶς διὰ συμβολῆς, ὅταν τὰ ἐπίπεδα τῆς πολεύσεως αὐτῶν συμπίπτωσιν· ἄλλ' ἢ ἔντασις αὐτῶν οὐδόλως ἐλαττοῦται ὅταν τὰ ἐπίπεδα τῆς πολεύσεως ἀλληλοτομῶσι καθέτως. Ἐκ τούτου συνεπέρανεν ὁ Fresnel (Σχ. 239) ὅτι

Σχ. 238

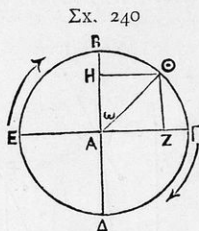


Σχ. 239



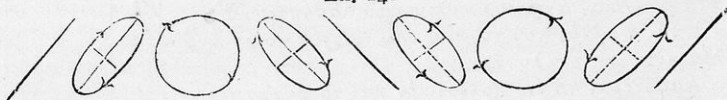
* Τὸ πρίσμα τοῦτο ἐν τοῖς ἐξῆς ἀποκαλοῦμεν ἀπλῶς Nicol.

αὶ δονήσεις τοῦ φωτογόνου αἰθέρος εἰσὶν ἐγκάρσιαι. Ἐστὼ Δ ἡ θέσις τῆς ἰσορροπίας μὲν ὅταν δύο φωτεινῶν κυμάτων, ὧν τὰ ἐπίπεδα τῆς πολέσεως ἀλληλοτομοῦσι καθέτως. Ἐάν μὲν ὑποθεθῇ ὅτι αἱ φάσεις τῶν δύο κυμάτων ὅμοιαι οὐσαι, ἀναγκάζουσι τὸ αἰθέριον μῦρον ἵνα ἐν ἀμφοτέροις τοῖς κύμασι διέρχεται συγχρόνως τὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ Δ , συντίθενται αἱ δύο κινήσεις ΔB , $\Delta \Gamma$ εἰς μίαν συνισταμένην καὶ εὐθύγραμμον κίνησιν $\Delta \Delta'$ (ἔδ. 34) ἢ τὸ ἕτερον τῶν κυμάτων, ὅσον τὸ $\Delta \Gamma$, ὑστερῇ κατὰ τὸ ἥμισυ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως, ἢ συνιστώσα $\Delta \Gamma$ μεταβάλλεται εἰς τὴν $\Delta \Gamma'$, ἥτις μετὰ τῆς ΔB συντίθεται ὁμοίως εἰς τὴν εὐθύγραμμον συνισταμένην $\Delta \Delta'$ ἄλλ' ἔδν ἡ ὑστερήσις ἰσῶται πρὸς τὸ τέταρτον τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως, ἢ, ὕπερ ταύτων, ἐάν ἡ κυρία διαφορά τῶν δύο ἀκτίνων ἰσῶται πρὸς τὸ τέταρτον τοῦ μήκους τοῦ κύματος, ἐπέρχεται καὶ ἕτερον πάντῃ διάφορον φαινόμενον· διότι ὅταν ἕνεκα τοῦ ἑτέρου τῶν κυμάτων τὸ μῦρον καταντῇ εἰς τὸ ἔσχατον σημεῖον τῆς ἐκδρομῆς ΔB , (Σχ. 240) ἰσοῦται ἡ ἐπὶ τῆς καθέτου διεύθυνσεως $\Delta \Gamma$ ἐκδρομὴ



αὐτοῦ τῷ μηδενί, ὥστε διέρχεται τὸ B' ἐνῷ δὲ ἕνεκα τοῦ πρώτου κύματος ἐπιστρέφει ἀπὸ B εἰς A , ὥθεται συγχρόνως ἕνεκα τοῦ δευτέρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν $\Delta \Gamma$, ὥστε, λήξαντος τοῦ τέταρτου τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως, φθάνει, οὐχὶ εἰς A , ἀλλ' εἰς Γ , καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐπομένως ἐάν τὰ εὐρη τῶν δύο δονήσεων ὑποτεθῶσιν ἴσα, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ὅλης δονήσεως διανύει ὁμοιοταχῶς τὴν περιφέρειαν τοῦ κύκλου $B \Gamma \Delta$ · κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν βελῶν· (διότι ἐν ᾧ χρόνῳ ἡ ἐκδρομὴ κατὰ τὴν ΔB ἐλαττοῦται ἀπὸ $\Delta B = \alpha$ εἰς $\Delta H = \alpha \sin \omega$, κατὰ τὴν $\Delta \Gamma$ αὐξάνεται ἀπὸ 0 εἰς $\Delta Z = \alpha \sin \omega$, ὥστε κατὰ πᾶσαν τὴν χρόνον στιγμὴν $\Delta \Theta^2 = \alpha^2$ (παραβ. ἔδ. 60). Τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος αἰθέριον μῦρον διανύει τὴν αὐτὴν τροχίαν ὁμοιοταχῶς ἀλλ' ἀντιστρόφως, ἐάν τὸ

Σχ. 241



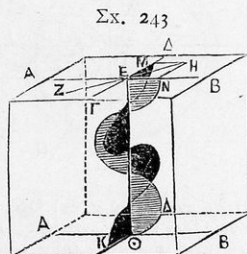
κύμα ΔB ὑστερῇ τοῦ $\Delta \Gamma$ κατὰ $\frac{1}{4}$ διαρκείας δονήσεως. Τὰς τοιαύτας ἀκτίνας, ἐν αἷς πάντα τὰ μέρη τοῦ αἰθέρος διανύουσι κυκλικὰς τροχιάς, καλούμεν κυκλικῶς πεπολεωμένας δεξιῶς ἢ ἀριστερῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς στροφῆς. Ἐάν ὅμως τὸ εὖρος τῶν δονήσεων τῶν συμβαλλουσῶν ἀκτίνων ἐκληφθῇ ἄνισον, ἢ ἐάν ἡ διαφορά τῶν δύο φάσεων τῆς κινήσεως ἰσῶται πρὸς πλεῖον ἢ πρὸς ἕλασσον τοῦ $\frac{1}{4}$ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως, ἡ τροχία, ἣν διανύουσι τὰ αἰθέρια μέρη, ἀποβαίνει ἑλλειψίς· καλούμεν δὲ τὴν οὕτω προκύπτουσαν ἀκτὶνα ἑλλειπτικῶς πεπολεωμένην ἀριστερῶς ἢ δεξιῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως. Ἐν τῷ ὑπερκειμένῳ σχήματι (Σχ. 241) παρίστανται αἱ μοφαὶ τῶν προκύπτουσῶν τροχιῶν ἐκ δύο καθέτως πεπολεωμένων ἀκτίνων, ὧν ἡ διαφορά τῶν φάσεων ἀνέρχεται εἰς $\frac{0}{8}, \frac{1}{8}, \frac{2}{8}, \frac{3}{8}, \frac{4}{8}, \frac{5}{8}, \frac{6}{8}, \frac{7}{8}, \frac{8}{8}$ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως.

Σχ. 242



Κυκλικῶς πεπολεωμένας ἀκτίνας μορφοῦμεν πολυτρόπως. Ὁ Fresnel (1817) κατέδειξεν ὅτι γραμμικῶς πεπολεωμένην ἀκτὶν ὁλοσχερῶς ἀνακλασθεῖσα κατὰ τινα γωνίαν ἐν ὑαλίνῳ πρίσματι διχάζεται εἰς δύο συνιστώσας, (Σχ. 242) ἐχούσας διαφορὰν ὁδοῦ $\frac{1}{8}$ μήκους κύματος· ὥστε μετὰ δύο ὁλοσχερεῖς ἀνακλάσεις κατὰ τὴν αὐτὴν γωνίαν μεταβάλλεται εἰς κυκλικῶς πεπολεωμένην. Τὴν αὐτὴν διαφορὰν φάσεως, ἥτοι $\frac{1}{4}$ κύματος, ἐπιτυγχάνομεν ἄλλως διαπεραιούντες γραμμικῶς πεπολεωμένην ἀκτὶνα διὰ πετάλου ἀτίκτου ὠρισμένου πάχους (ἔδ. 190). Περὶ δὲ τῶν χαρακτηριστῶν τοῦ κυκλικῶς πεπολεωμένου φωτὸς ὄρα ἔδ. 191 καὶ 193.

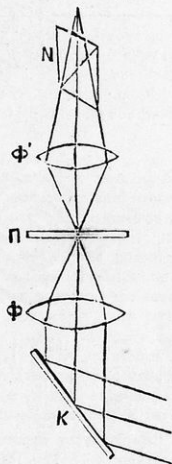
190. ΧΡΩΜΑΤΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΛΕΠΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΩΝ ΠΕΤΑΛΩΝ ΕΝ ΦΩΤΙ ΠΟΛΕΥΜΕΝΩ. Ἐὰν μεταξὺ τοῦ πολευτῆρος καὶ τοῦ ἀναλυτῆρος τῆς πολευτικῆς συσκευῆς παρενθῶμεν πλάκα τινὰ κρυστάλλου, οἷον πέταλον γύψου ἢ ἀτιζώου, διχάζεται ἡ πεπολευμένη ἀκτὶς κατὰ τὴν εἰς τὸν κρυστάλλον κκτάδυσιν εἰς δύο καθέτως πεπολευμένας συνιστώσας, αἵτινες διέρχονται δι' αὐτοῦ ἀνισοσταχῶς καὶ πτῶνται οὕτω διαφορὰν ὁδοῦ, αὐξανομένην σὺν τῷ πάχει τοῦ κρυστάλλου. Ἐὰν π.χ. AB καὶ ΓΔ (Σχ. 243) ἐμφαίνωσι τὰς διευθύνσεις τῆς πολέυσεως ἐν τῷ κρυστάλλῳ, καὶ ΕΗ τὸ εὔρος τῆς δονήσεως καὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς πολέυσεως τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος, ἀναλύεται αὕτη εἰς τὰς συνιστώσας ΕΜ καὶ ΕΝ. Ἐὰν δὲ ἐκληφθῇ ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως κατὰ τὴν συνιστώσαν ΕΜ ἐλάσσων, ἐπομένως καὶ τὸ μῆκος τοῦ κύματος κατ' αὐτὴν ἔλασσον, καὶ γένηται παραδεκτὸν π.χ. ὅτι κατὰ μὲν τὴν ΕΜ τὸ φῶς δεῖται $\frac{1}{4}$ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως, κατὰ δὲ τὴν ΕΝ $\frac{3}{4}$ τῆς διαρκείας τῆς δονήσεως, ἵνα διέλθῃ τὸ πάχος τοῦ κρυστάλλου, αἱ δύο ἀκτίνες φθάνουσιν εἰς Θ διαφέρουσαι κατὰ φάσιν $\frac{1}{4}$ διαρκείας δονήσεως ἢ διανύσασαι ὁδοὺς ἀνίσους κατὰ $\frac{1}{4}$ μῆκους κύματος καὶ συντίθενται ἐκ τοῦ κρυστάλλου ἀναδύουσαι εἰς φῶς κυκλικῶς πεπολευμένον, ἐν τῷ εὔρῳ τῆς δονήσεως τῶν δύο συνιστωσῶν ΕΜ καὶ ΕΝ ἡ ἴσον (ἐδ. 189), ἐὰν δηλ. ἡ ἀρκτική διεύθυνσις τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολέυσεως ΖΗ σχηματίζῃ μετὰ τῆς ΔΓ καὶ μετὰ τῆς ΑΒ γωνίαν 45° . Ἡ δὲ κατὰ τὴν ἀνάδυσιν διαφορά τῆς ὁδοῦ αὐξάνεται μετὰ τοῦ πάχους τοῦ κρυστάλλου εἰς $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, κτλ. τοῦ μῆκους τοῦ κύματος. Ἐὰν δὲ μετὰ τὴν ἐκ τοῦ κρυστάλλου ἔξοδον ἐπαγαγῶμεν τὰς δύο συνιστώσας διὰ τοῦ ἀναλυτῆρος τῆς πολευτικῆς συσκευῆς εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον πολέυσεως, αὗται ἡ ἐπιτείνουσιν ἢ ἀμυνδρῶσιν ἀλλήλας, καθόσον ἡ διαφορά τῆς ὁδοῦ αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς ἀρτίον ἢ πρὸς περιττὸν πολλαπλάσιον τοῦ μῆκους $\frac{1}{2}$ μ. τοῦ ἡμικύματος· ἐνῷ ἐν ἡ διαφορά τῆς ὁδοῦ αὐτῶν ἰσῶται πρὸς $\frac{1}{4}$ μ., $\frac{3}{4}$ μ. κτλ., οὕτε ἐπίτασις οὕτε ἀμυνδρῶσις ἐπέρχεται, ἀλλ' ἐπανάγεται μόνον ἡ κυκλικὴ εἰς γραμμικὴν πόλευσιν. Ἐπειδὴ δὲ τὰ διάφορα χρώματα κέκτῃνται ἄνισον μῆκος κύματος, καὶ προσέτι διαδίδονται μετ' ἀνίσου ταχύτητος ἐν τῷ κρυστάλλῳ, τὸ εἰς διαφορὰν ὁδοῦ 1 μ. ἀντιστοιχοῦν πάχος τοῦ κρυστάλλου ἐστὶ δι' ἑκάστον χρῶμα διάφορον, ὥστε ἐν τινι κρυστάλλῳ ὥρισμένου πάχους ἄλλων μὲν κεχρωσμένων ἀκτίνων αἱ συνισῶσαι ἐπιτείνουσιν, ἄλλων δὲ ἀφανίζουσιν ἀλλήλας· ἄρα πᾶν κρυστάλλινον πέταλον, παρεντεθὲν μεταξὺ τοῦ πολευτῆρος καὶ τοῦ ἀναλυτῆρος τῆς συσκευῆς, φαίνεται ἐκθόλου κεχρωσμένον, τὸ δὲ ἀπ' αὐτοῦ ἀπαυγάζον χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ



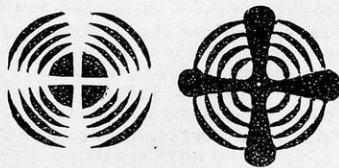
192. ΧΡΩΜΑΤΑ ΣΥΜΒΟΛΗΣ ΚΡΥΣΤΑΛΛΙΝΩΝ ΠΛΑΚΩΝ ΕΣΤΙΛΩΜΕΝΩΝ ΚΑΘΕΤΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΠΤΙΚΟΝ ΑΞΟΝΑ ΕΝ ΦΩΤΙ ΠΕΠΟΛΕΥΜΕΝΩΙ. Ἐάν πεπολευμένην φωτοδίσκην, εἴτε ἐξ ἀνακλάσεως ἀπὸ κατόπτρου ὑαλίνου K (Σχ. 245) εἴτε ἐκ διαθλάσεως διὰ τοῦ πρίσματος τοῦ Nicol, καταστήσωμεν συγκλίνουσιν διὰ τινος φακοῦ Φ καὶ διαπεραιώσωμεν αὐτὴν διὰ πλακῶς ἀσβεστολίθου Π, ἐστιλβωμένης καθέτως πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἀξόνα, παρατηρήσωμεν δὲ διὰ τοῦ ἀναλυτῆρος Nicol N, τὰς ἀπὸ Π ἀποκλινούσας ἀκτῖνας, καταστήσαντες αὐτὰς καὶ πάλιν συγκλινούσας διὰ δευτέρου φακοῦ Φ', βλέπομεν σύστημα ὁμοκέντρων κεχρωσμένων δακτυλίων, διατεταγμένων ὑπὸ φωτεινοῦ ἢ ὑπὸ σκοτεινοῦ χιάσματος, καθόσον τὰ ἐπίπεδα τῆς πολέυσεως τοῦ πολευτῆρος καὶ τοῦ ἀναλυτῆρος συμπίπτουσιν ἢ χιάζονται καθέτως. Καὶ ἐάν μὲν ποιώμεθα χρῆσιν λευκοῦ φωτός, οἱ δακτύλιοι οὗτοι φέρουσιν ἐκ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν χρώματα καθ' ἣν τάξιν καὶ οἱ τοῦ Newton (ἐδ. 180), μεταπίπτοντα εἰς τὰ συμπληρωτικὰ αὐτῶν, ὅταν ὁ ἀναλυτὴρ περιστραφῇ κατὰ 90°. ἐάν ὅμως τὸ φῶς ᾖ ὁμοιομερές (ἐδ. 149), παρατηρούμεν σύστημα δακτυλίων μόνον φωτεινῶν καὶ σκοτεινῶν (Σχ. 246) διατεταγμένων ὑπὸ τοῦ φωτεινοῦ ἢ ὑπὸ τοῦ σκοτεινοῦ χιάσματος ἀλλὰ πολυπληθεστέρων καὶ τοσοῦτῳ πλατυτέρων ὅτῳ μείζον τὸ μῆκος τοῦ κύματος τοῦ ἐν χρήσει φωτός. Ἡ κατὰ τὴν χρῆσιν τοῦ λευκοῦ φωτός ἀναφανομένη ἀλληλουχία τῶν χρωμάτων προέρχεται, ὡς καὶ ἡ τῶν δακτυλίων τοῦ Newton, ἐκ τῆς ἐπιθέσεως τῶν ἀντιστοιχούντων δακτυλικῶν συστημάτων εἰς ἕκαστον τῶν διαφόρων χρωμάτων τοῦ φάσματος. Τὸ φωτεινὸν ἢ σκοτεινὸν χιάσμα, τὸ διὰ τῶν κεχρωσμένων δακτυλίων διερχόμενον, ἐκλείπει ἐάν φωτίσωμεν διὰ κυκλικῶς πεπολευμένου φωτός.

Ἐάν δὲ ἀντὶ τῆς πλακῶς τοῦ ἀσβεστολίθου ἀντικαταστήσωμεν κρύσταλλον ἔχοντα δύο ὀπτικούς ἀξόνους, π. χ. νίτρον, ἐστιλβωμένον καθέτως πρὸς τὴν διχοτομοῦσαν τὴν γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων, παρατηροῦμεν διαφορὰν φαινόμενον, τοῦτέστι διπλοῦν σύστημα δακτυλίων ἀντιστοιχούντων πρὸς ἑκάτερον τῶν ἀξόνων, ὧν οἱ ἐξώτεροι ἐννοούμενοι σχηματίζουσι καμπύλας παρεμφερεῖς τῇ Δημιρίσκῳ, διατεταγμένον ὑπὸ σκοτεινοῦ χιάσματος ἐάν, τῶν

Σχ. 245



Σχ. 246



δύο ἐπιπέδων τῆς πολέυσεως ὄντων κεχιασμένων, τὸ ἐπίπεδον τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων τοῦ κρυστάλλου συμπίπτει πρὸς τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως, εἴτε τοῦ πολευτῆρος εἴτε τοῦ ἀναλυτῆρος. Ἐὰν ὅμως τὸ ἐπίπεδον τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων τοῦ κρυστάλλου διχοτομῇ τὴν ὁρθὴν διεσθον τῶν δύο ἐπιπέδων τῆς πολέυσεως, τὸ σύστημα τῶν δακτυλίων διατέμνεται οὐχὶ ὑπὸ σκοτεινοῦ χιᾶσματος, ἀλλ' ὑπὸ δύο καμπύλων παρεμφερῶν ὑπερβολῇ (Σχ. 247).

Ἡ σύγχρονος ὅψις τοῦ διπλοῦ τούτου συστήματος κατορθοῦται μόνον διὰ κρυστάλλων ἔχοντων μικρὰν τὴν μεταξὺ τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων γωνίαν, οἷον νίτρου, τοπαζίου καὶ ἄλλων· ὑπάρχουσιν ὅμως κρύσταλλοι, οἷον ὁ ἀραγωνίτης, παρ' οἷς ἡ γωνία τῶν ἀξόνων ἐστὶ τοσαύτη, ὥστε δέον ἢ αἱ ὀπτικαὶ ἀκτίνες ἵνα συγκλίνωσι λίαν, ἢ ἵνα εἰσάγωμεν ἐντὸς τοῦ πεδίου τῆς ὕψεως ἐκ διαδοχῆς τὸ εἰς ἑκάτερον τῶν ὀπτικῶν ἀξόνων ἀντιστοιχοῦν τῶν δακτυλίων σύστημα στρέφοντες τὸν κρύσταλλον.

Σχ. 247



Ἀπαντῶσι δὲ καὶ διδυμοὶ ἀραγωνίτου κρύσταλλοι, παρ' οἷς ἡ σύμφυσις ἐστὶ τοσοῦτον στενὴ, ὥστε καθ' ὠριμένην τιὰ διεύθυνσιν ὅψεως φαίνονται δι' αὐτῶν ἀμφότερα τὰ εἰς τοὺς ὀπτικοὺς ἀξόνους ἀντίστοιχα δακτυλίων συστήματα ἄνευ τῆς βοηθείας πολευτικής τινας συσκευῆς· τὰ μέρη τοῦ κρυστάλλου ἐνεργοῦσιν ἅμα καὶ ὡς πολευτὴρ καὶ ὡς ἀναλυτὴρ· ἔνεκα τούτου καλοῦσι τοὺς τοιοῦτους κρυστάλλους αὐτοκυκλογραφεῖς.

Ῥάλλιναι πλάκες, ὧν ἡ ἀτομικὴ ἰσορροπία διατελεῖ ἐν τᾷσει ἔνεκα ταχέως ψύξεως, κῶνται ἰδιότητος διπλαστικῆς καὶ παρέχουσι φαινόμενα ἀνάλογα τοῖς διπλαστικοῖς κρυστάλλοις, μεταξὺ τῶν κεχιασμένων πολευτικῶν κατόπτρων παρεντιθέμεναι. Αἱ διπλαστικαὶ αὗται ἰδιότητες ἀναφαίνονται ἐν τῇ ὑάφει καὶ ἐν ἄλλοις ὁμοιομερεῖσι σώμασι καὶ δι' ἐτερομεροῦς πίεσεως.

Πρίσμα τοῦ Nicol συνδεδεμένον πρὸς πλάκα ἀσβεστολεπίδου, ἐστὶ λωμένην καθέτως πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἀξόνα χρησιμεύει ὡς πολοσκοπίον, πρὸς ἀνακάλυψιν φατῶς πεπολυμένου· διότι δι' αὐτοῦ ἐμφανίζεται τὸ σύστημα τῶν κεχρωσμένων δακτυλίων, ὅταν ἀποθλέπωμεν πρὸς πηγὴν φωτὸς ἐκπέμπουσαν φῶς ἀτελὲς ἢ ἐντελὲς πεπολυμένου.

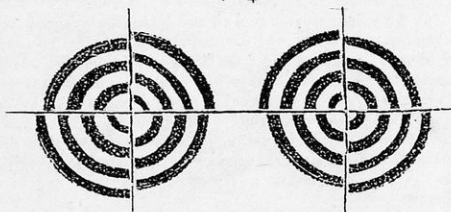
Ἀνακλύπτωμεν δ' οὕτω καὶ αὐτὸ τὸ κανονικῶς ἀνακλόμενον φῶς ἐν μέρει πεπολυμένον (ἐξαιρουμένου τοῦ ἐκ τῆς καθέτου προσπίψεως)· ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ ἀκανόνιστος διαχωμένῳ φωτὶ ἀπὸ ἐπιφανείων λευκῶν, οἷον ἀπὸ χάρτου, παρατηροῦμεν τόσῳ φανερώτερα ἔχην πολεύσεως, ὅση πλεονέκτερον πρὸς αὐτὰς ἀποθλέπωμεν· τὸ δὲ φῶς τοῦ αἰθροῦ οὐρανοῦ ἐστὶ δι' ἀνακλάσεως πεπολυμένον ἐν μέρει καὶ δὴ ἐν ἐπιπέδῳ διερχομένῳ διὰ τοῦ ἡλιακοῦ κέντρου.

193. Ῥημηνεῖα τῶν κεχρωσμένων δακτυλίων τοῦ ἀσβεστολεπίδου. Ὅταν, ὡς ἀνωτέρω ἐρρήθη (ἐδ. 192), παρεντεθῇ μεταξὺ πολευτῆρος καὶ ἀναλυτῆρος πλᾶξ ἀσβεστολίθου ἐστὶ λωμένην καθέτως πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἀξόνα, ἡ μὲν παραλλήλως πρὸς τὸν τοῦτῳ διερχομένη κεντρικὴ ἀκτὶς οὐδόλως ἀλλοιοῦται, ἐπειδὴ αἱ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τούτην διὰ τοῦ ἀσβεστολίθου διερχόμεναι ἀκτίνες προχωροῦσιν ἰσοταχῶς, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ πεδίου τῆς ὕψεως φαίνεται φωτεινὸν ἢ σκοτεινόν, καθόσον τὰ ἐπιπεδὰ τῆς πολεύσεως τῆς συσκευῆς εἰσὶ παράλληλα ἢ κεχιασμένα. Πᾶσα ὅμως ἑτέρα ἀκτὶς, κατὰ τὴν ἥδη γενομένην ἀνάλυσιν (ἐδ. 190 καὶ 191), ἀναλύεται εἰς δύο συνιστώσας, ὧν ἡ μὲν πολεύεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς κυρίας τομῆς διερχομένη διὰ τῆς κεντρικῆς ἀκτίνος, ἡ δὲ ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπ' ἐκείνου. Αἱ δύο αὗται συνιστώσαι κτησάμεναι ἐν τῷ κρυστάλλῳ διαφορὰν ὁδοῦ συμβάλλουσιν ἔνεκα τοῦ ἀναλυτῆρος· ἀλλ' ἡ

διαφορά αὕτη τῆς ὁδοῦ ἔστιν ἕξη διὰ πάσας τὰς ἀκτίνας, αἵτινες σχηματίζουν ἕξ ᾠγωνίαν μετὰ τῆς ἀναλλοιώτου κεντρικῆς ἀκτίνος καὶ αὐξάνεται μετὰ τῆς γωνίας ταύτης· ἕνεκα τούτου βλέπομεν τὸ φωτεινὸν ἢ τὸ σκοτεινὸν κέντρον, φωτίζοντες δι' ὁμοιομεροῦς φωτὸς, περικυκλούμενον ὑπὸ συστήματος ἐπαλλασσόντων φωτεινῶν καὶ σκοτεινῶν δακτυλίων, ἀντιστοιχοῦντων εἰς ἀκτίνας ἐχούσας διαφορὰν ὁδοῦ $\frac{1}{2} \mu, \mu, \frac{3}{2} \mu, 2\mu, \dots$ ἄλλ' ἐπειδὴ, ἕνεκα τοῦ ἀνίσου μήκους τῶν κυμάτων καὶ τῆς ἀνίσου ταχύτητος τῆς διαδόσεως, οἱ δακτύλιοι τῶν διαφόρων χρωμάτων, εἰσὶ ἀνισοπλατεῖς, φαίνονται φασματικῶς κεχρωσμένοι, ὅταν φωτίζωμεν διὰ λευκοῦ φωτός. Ἐν δὲ τῷ ἐπιπέδῳ τῆς πολέσεως τοῦ πολυεῖος, ὡς καὶ ἐν τῇ καθέτῳ ἐπ' αὐτοῦ (δι' $\alpha = 90^\circ$ ἢ 0° ἐδ 191) οὐκ ἐπέρχεται συμβολή, ἐπειδὴ ἡ ἑτέρα τῶν συνιστωσῶν εἰς ἀναλύεται ὑπὸ τοῦ ἀσβεστολίθου ἢ πεπολεωμένη ἀκτίς ἀφανίζεται· διὸ οἱ κεχρωσμένοι δακτύλιοι φαίνονται διασχίζομενοι ὑπὸ χιάσματος φωτεινοῦ ἢ σκοτεινοῦ, καθόσον τὰ ἐπίπεδα τῆς πολέσεως εἰσὶ παράλληλα ἢ κεχρυσμένα.

Ἐὰν δὲ προσέτι παρενθῶμεν πρὸ τοῦ ἀσβεστολίθου καὶ πέταλον ἀτιζώου, προξενούν διαφορὰν ὁδοῦ $\frac{1}{4} \mu$, ἄρρυθμῶς ἵνα αἱ διευθύνσεις τῶν δονήσεων αὐτοῦ σχηματίζωσι

Σχ. 248



45° γωνίας μετὰ τῆς διευθύνσεως τῆς πεπολεωμένης ἀκτίνος, (Σχ. 248) μεταβάλλεται τὸ γραμμικῶς εἰς κυκλικῶς πεπολεωμένον φῶς καὶ παρατηροῦμεν τοὺς κεχρωσμένους δακτυλίους ἄνευ τοῦ φωτεινοῦ ἢ τοῦ σκοτεινοῦ χιάσματος· ἀλλὰ τότε μετεπίπτουσι τὰ χρώματα τῶν δακτυλίων ἐντός τῶν παρακειμένων τετράντων εἰς τὰ συμπληρωτικά αὐτῶν, ἢ φαίνονται ἐντός τῶν παρακειμένων τετράντων οἱ φωτεινοὶ ἢ οἱ σκοτεινοὶ δακτύλιοι μετατεθέντες ἀντιθέτως κατὰ τὸ ἥμισυ τοῦ ἰδίου πλάτους· διότι ἡ ἐκ τοῦ ἀτιζώου προερχομένη διαφορὰ τῆς ὁδοῦ $\frac{1}{4} \mu$ ἐν τοῖς δύοσι τετράσι προστίθεται εἰς τὴν ἐκ τοῦ κρυστάλλου διαφορὰν τῆς φάσεως, ἐνῶ ἐν τοῖς ἑτέροις δυσὶν ἀφ' ἑρείται ἀπ' αὐτῆς. Διὰ παρεμβάσεως δὲ καὶ δευτέρου ὁμοῦ πετάλου ἀτιζώου πρὸ τοῦ ἀναλυτῆρος Nicol ἀναίρεται ἡ διαφορὰ αὕτη τῆς φάσεως, ὥστε βλέπομεν ἐν πᾶσι τοῖς τετράσι ὁμοίως κεχρωσμένους δακτυλίους ἄνευ χιάσματος· ἀλλὰ τὸ κέντρον τοῦ πεδίου τῆς ὕψεως διατελεῖ πάντοτε σκοτεινὸν ἢ φωτεινὸν, καθόσον τὰ ἐπίπεδα τῆς πολέσεως τῶν δύο Nicol διχοτομοῦσι τὰς ἀντιστοιχοῦσας ἢ τὰς μὴ ἀντιστοιχοῦσας γωνίας τῶν διευθύνσεων τῆς δονήσεως τῶν πετάλων τοῦ ἀτιζώου (καθόσον τὸ δεξιῶς κυκλικῶς πεπολεωμένον φῶς ἀναλύεται κυκλικῶς δεξιῶς ἢ ἀριστερῶς).

194. ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΟΛΕΥΣΙΣ ΤΟΥ ΧΑΛΑΖΙΟΥ. Πλὰξ χαλαζίου, ἐστὶ λωμένη καθέτως πρὸς τὸν ἄξονα, ἐκφαίνει ἐν τῇ συσκευῇ τῆς πολέσεως; φαινόμενα χρωμάτων ὅμοια πρὸς τὰ ἐκ τοῦ ἀσβεστολίθου· ἀλλ' οἱ τέσσαρες βραχίονες τοῦ σκοτεινοῦ χιάσματος, τοῦ διατεμνοντος τοὺς κεχρωσμένους δακτυλίους ὅταν τὰ δύο ἐπίπεδα τῆς πολέσεως χιάζονται, οὐκ ἐπεκτείνονται μέχρι τοῦ κέντρου τοῦ πεδίου τῆς ὕψεως· τὸ κέντρον τοῦτο μάλιστα, ἐὰν μὲν φωτίζωμεν διὰ λευκοῦ φωτός, οὐδέποτε ἐπισκοτίζεται ἐντελῶς, ἔχον χρῶμα μεταπίπτον εἰς τὸ συμπληρωτικόν ὅταν περιστρέψωμεν κατὰ 90° τὸν ἀναλυτῆρα, ἐὰν δὲ φωτίζωμεν δι' ὁμοιομεροῦς φωτὸς ἐπισκοτίζεται μὲν, ἀλλ' οὐχὶ κατὰ τὸν ἀκριβῆ χιασμὸν τῶν δύο πρισμάτων τοῦ Nicol· ἡ ἐντελής ἀπόσβεσις τοῦ φωτός τούτου ἐπέρχεται ὅταν περιστρέψωμεν κατὰ τινὰς ἔτι μοίρας τὸν ἀναλυτῆρα πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ πρὸς τὰ ἀριστερά· τὸ ἐπίπεδον ἄρα

τῆς πολέυσεως τῆς διὰ τοῦ χαλαζίου διελθούσης ἀκτίνος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὀπτικοῦ ἄξονος στρέφεται κατὰ τι. Καὶ ἄλλαι μὲν πλάκες χαλαζίου στρέφουσι τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως πρὸς τὰ δεξιὰ, ἄλλαι δὲ πρὸς τὰ ἀριστερά. Ἐντεῦθεν ἡ διάκρισις δεξιοστροφῶν καὶ ἀριστεροστροφῶν κρυστάλλων, ἀναγνωρίζομένων καὶ ἐκ τῆς ἐξωτερικῆς κρυσταλλικῆς μορφῆς ἐκ τινων ἡμιεδρικῶν ἀσυμμέτρων ἐπιφανειῶν. Τὸ μέγεθος τῆς γωνίας τῆς στροφῆς συναυξάνεται μετὰ τοῦ πάχους τῆς πλάκας, ὃν ἄνισον δι' ἕκαστον τῶν χρωμάτων, ἐλάχιστον μὲν διὰ τὸ ἐρυθρόν, μέγιστον δὲ διὰ τὸ ἰάνθινον φῶς. Ἐνεκα τοῦτου κατ' οὐδεμίαν θέσιν τοῦ ἀναλυτῆρος Nicol ἐπέρχεται τελεία ἐπισκότησις τοῦ κέντρου τοῦ ὀπτικοῦ πεδίου, ἀλλὰ μᾶλλον μεταπίπτει τὸ χρῶμα διὰ λεπτῶν πλακῶν ἀπὸ τοῦ κυανοῦ εἰς τὸ ἐρυθρόν, διερχόμενον διὰ τοῦ καλουμένου μεταβατικοῦ χρώματος, ὅπερ ἐστὶ βαθὺ καὶ ὑπερυθρόν ἔανθον.

Ὁ Aigy ἐρμηνεύει τὴν ὑπὸ τοῦ χαλαζίου στροφὴν τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολέυσεως, παραδεχόμενος ὅτι, ἔνεκα τῆς ἀσυμμέτρου διατάξεως τῶν μορίων αὐτοῦ δηλουμένης καὶ ἐν τῇ κρυσταλλικῇ μορφῇ, ἡ χαλαζία ἐστὶν ἱκανὸς ἵνα μόνον κυκλικῶς πεπολευμένης ἀκτίνος διαδιεθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὀπτικοῦ αὐτοῦ ἄξονος· ὥστε πᾶσα εἰς τὸν κρυστάλλον εισδύσασα γραμμικῶς πεπολευμένη ἀκτίς ἀναλύεται ἐν αὐτῷ εἰς δύο κυκλικῶς ἀριστερώς καὶ δεξιῶς πεπολευμένας (ἔδ. 189), αἵτινες προχωροῦσαι ἀνισотаχῶς συντίθενται πάλιν κατὰ τὴν ἐκ τοῦ κρυστάλλου ἀνάδυσιν εἰς φῶς γραμμικῶς πεπολευμένον· εὐκλῶς δὲ συμπεραίνομεν ὅτι ἐὰν ἡ ἑτέρα αὐτῶν ὑστερῇ τῆς ἄλλης κατὰ $\frac{1}{4}\lambda$, τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως τῆς συνισταμένης ἀκτίνος στρέφεται 45° ἀπὸ τῆς ἀρκτικῆς διεύθυνσεως.

Φαινόμενα ἐπίσης περίεργα, ὅμοια πρὸς τὰ ἐκ τοῦ χαλαζίου, συνδεόμενα πρὸς τὴν κρυσταλλικὴν μορφήν, ἐκφαίνονται αἱ διαλύσεις τῶν ἀλάτων τοῦ τρυγικοῦ καὶ τοῦ ἀντιτρυγικοῦ ὀξέος· τὰ σώματα ταῦτά εἰσι τῆς αὐτῆς χημικῆς συστάσεως, ἀλλ' αἱ διαλύσεις τοῦ μὲν πρώτου καὶ τῶν ἀλάτων αὐτοῦ στρέφουσι τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως πρὸς τὰ δεξιὰ, τοῦ δὲ δευτέρου καὶ τῶν ἀλάτων αὐτοῦ πρὸς τὰ ἀριστερά. Ἀντιστοιχοῦσι δὲ καὶ παρὰ τοῖς ἄλλαις τῶν ὀξέων τούτων ὡς καὶ παρὰ τῷ χαλαζίῳ ἀσύμμετροι κρυσταλλικαὶ ἐπιφάνειαι πρὸς τὴν διάφορον διεύθυνσιν τῆς στροφῆς. Ὁ δὲ Pasteur εὗρεν ὅτι τὰ ἔλαια τῶν δύο τούτων ὀξέων παρέχουσι διὰ συγκρυσταλλώσεως οὐδέτερα παρατρυγικά ἄλατα, ὧν οἱ κρυστάλλοι στεροῦνται ἡμιεδρικῆς μορφώσεως καὶ ὧν αἱ διαλύσεις οὐτε πρὸς τὰ δεξιὰ οὐτε πρὸς τὰ ἀριστερά στρέφουσι τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως. Ἄξιον δὲ ἰδίας μνείας ἐστὶν ὅτι ἡ ἐν ταῖς κρυσταλλικαῖς μορφαῖς τῶν δύο τούτων εἰδῶν τῶν ἀλάτων παρατηρουμένη ἀσύμμετρος τῶν μορίων διάταξις ἀναφανίζεται ἔτι καὶ ἐν ταῖς διαλύσεσιν αὐτῶν διὰ τῆς στροφῆς τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολέυσεως.

195. ΚΥΚΛΙΚΗ ΠΟΛΕΥΣΙΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ. Ἐκτὸς τῶν διαλύσεων τῶν τρυγικῶν καὶ ἀντιτρυγικῶν ἀλάτων κέκτηνται καὶ ἕτερα ἅτινα ρευστὰ τὴν ιδιότητα τοῦ στρέφειν τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως καὶ μάλιστα αἰθιρία τινὰ ἔλαια καὶ αἱ διαλύσεις τῶν διαφόρων εἰδῶν τοῦ σακχάρου. Ἡ γαλλικὴ τερεβινθίνη στρέφει αὐτὸ πρὸς τὰ ἀριστερά, τὸ δὲ ἔλαιον τοῦ κισρίου πρὸς τὰ δεξιὰ. Αἱ διαλύσεις τοῦ σακχάρου τοῦ γλυκυκαλάμου, τῆς γλυκίας καὶ τῆς ἀμυλίνης στρέφουσι τὰ ἐπίπεδα πρὸς τὰ δεξιὰ, τοῦ δὲ ἀραβικοῦ κόμμεως, τοῦ ἀκρυστάλλου σακχάρου τῶν καρπῶν, καὶ τοῦ σακχάρου τοῦ γλυκυκαλάμου μετ' ὀξέων πρὸς τὰ ἀριστερά.

Ἡ στροφή τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολέυσεως χρησιμεύει πρὸς πρακτικὴν ἐκτίμησιν τοῦ περιλαμβανομένου ποσοῦ σακχάρου κρυσταλλώσιμου ἐντὸς σακχαρωδῶν ρευστῶν (σακχαρόμετρον τοῦ Soleil 1847).

Σώματά τινα μὴ στρέφοντα τὸ ἐπίπεδον τῆς πολέυσεως κτάνται τὴν ιδιότητα ταύτην

τῇ συνεργίᾳ τοῦ μαγνητισμοῦ ἢ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Παρατηροῦμεν δὲ τὰ ἐκ τούτων ὀπτικὰ φαινόμενα ἢ παρεντιθέντες τὰ σώματα ταῦτα μεταξύ τῶν πόλων ἰσχυροῦ ἡλεκτρομαγνήτου (ἐδ. 321), ἢ διασχετεύοντες ἰσχυρὸν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ καταλλήλου χαλκοῦ σύρματος περικυκλοῦντος αὐτά· τοιαῦτά εἰσι τὸ ὕδωρ, ὁ θειοῦχος ἀνθραξ, ἡ πυριτύαλος, ἡ βαρεῖα ὕαλος (πυριτιθορικὸν δειδριον μολύβδου). Κατὰ τὴν ἐπενέργειαν ταύτην συµμεταβάλλεται μετὰ τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος καὶ μετὰ τῆς ἀνταλλαγῆς τῶν μαγνητικῶν πόλων καὶ ἡ διευθύνσις τῆς στροφῆς τοῦ ἐπιπέδου τῆς πολεύσεως· παρ' ἐτέροις δὲ σώμασιν, ὅσων παρὰ τὴν τρεβινθίνην ἡ ἡλεκτρομαγνητικὴ ἐνέργεια ἄλλοιοί τὴν ἡδὴ ὑπάρχουσαν στρεπτικὴν ιδιότητα.

BIBAION EKTON

Θερμαντική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ θερμokraσίας.

196. Τὰ περικυκλοῦντα ἡμᾶς σώματα ἀπτόμενα τῶν νέρων τῆς ἀφῆς καὶ διεγείροντα ἐν αὐτοῖς τὸ αἶσθημα τοῦ θάλπους καὶ τοῦ ψύχους, παρέχουσιν ἡμῖν ἀφορμὴν ἵνα συμπεράνωμεν περὶ τινων διαφορῶν ἐν τῇ καταστάσει τῶν σωμάτων τούτων, ἃς χαρακτηρίζομεν ὡς βαθμὸν θερμότητος ἢ ὡς ὑψηλὴν ἢ χαμηλὴν θερμokraσίαν. "Όταν δὲ δύο σώματα ἀνίσου θερμokraσίας ἀπτῶνται ἀλλήλων, ἐπέρχεται ἐξίσωσις τῶν θερμokraσιῶν ἢ μετοχέτευσις θερμότητος μεταξύ αὐτῶν· τὰ ψυχρὰ σώματα θερμαίνονται ὑπὸ τῶν περὶζ θερμωτέρων, τὰ θερμὰ ψύχονται ἀπτόμενα σωμάτων ψυχροτέρων.

Ἄλλ' ὁ διάφορος βαθμὸς τῆς θερμότητος τῶν σωμάτων ἐκδηλοῦται οὐ μόνον διὰ τοῦ προξενουμένου ἐν ἡμῖν αἰσθήματος, ἀλλὰ καὶ διὰ μεταβολῶν τοῦ τρόπου τῆς ὑπάρξεως αὐτῶν· τῆς θερμokraσίας ὕψομένης ἐπέρχεται αὐξήσις τοῦ ὅγκου εἰς τὰ σώματα, ἢ, ὡς λέγομεν, πάντα τὰ σώματα ὑπὸ τῆς θερμότητος διαστέλονται (τὰς ὀλιγίστας ἐξαιρέσεις ὅρα ἐν ἐδ. 198)· προσέτι δὲ μετὰ τῆς θερμokraσίας μεταβάλλεται καὶ ἡ συνοχή· διότι στερεὰ σώματα, ἅτινα ψυχρὰ εἰσι σκληρὰ καὶ εὐθραυστα, θερμανθέντα καθίστανται μαλακὰ καὶ καμπτὰ (κηρός, ὕαλος, τὰ πλείστα τῶν μετάλλων), καὶ διὰ πλείονος θερμάνσεως μεθίστανται εἰς τὴν ρευστὴν καὶ τέλος εἰς τὴν ἀερώδη κατάστασιν. (ἐδ. 203. 209).

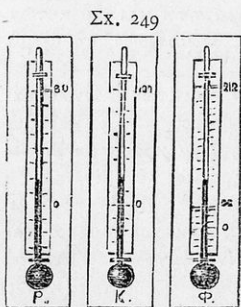
Καίτοι ἀπτόμενοι τῶν σωμάτων, αἰσθανόμεθα τὸν ἐλάχιστον διάφορον βαθμὸν τῆς θερμότητος αὐτῶν, ἐσμέν ὁμως ἀνίκανοι ἵνα ἐκτιμήσωμεν αὐτὸν ἀκριβῶς· τοῦτο μὲν διότι πολλὰς τὰ θερμαντικὸν αἶσθημα τῶν νέρων παρενεῖται· ἐκ συγκρίσεως πρὸς προηγουμένας

ἐντυπώσεις, ὧν ἕνεκα αἰσθανόμεθα τὸ αὐτὸ σῶμα θερμὸν ἢ ψυχρὸν καθόσον πρότερον εἴχονεν αἰσθανθῆ πλεον ἢ ἔλασσον θάλλος, τοῦτο δὲ διότι πρὸς ἐκτίμησιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος συντελοῦσι καὶ ἕτεροι ἄφορμαὶ καὶ μάλιστα ἡ ὑπὸ τῶν σωμάτων ἀνίσος ἀγωγὴ αὐτῆς (ἐδ. 232), ἅμα δὲ διότι ἡ διὰ τῆς αἰσθήσεως ἀντίληψις ἐλαχίστων μεταβολῶν θερμοκρασίας ἐστὶ δυσχερὴς καὶ ἡ μέτρησις αὐτῶν ἐντελὴς ἀδύνατος.

Τοὺς διαφόρους βαθμοὺς τῆς θερμότητος τῶν σωμάτων ἡρμάνευον ἄλλοτε παραδεχόμενοι τὴν ὑπάρξιν τοῦ θερμογόνου, ὡς ἀβαροῦς καὶ ἰδιοφυοῦς ῥευστοῦ εἰσδύοντος εἰς τὰ σώματα κατὰ μέλιστα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα καὶ οὕτω τὴν ἀνίσον θερμοκρασίαν ἐπιφέροντος. Ἄλλ' ἐκ πολλῶν τεκμηρίων (ἐδ. 228. 241) δικαιοῦμεθα ἵνα συμπεράνωμεν ὅτι λίαν πιθανῶς τὰ θερμοκρατικὰ φαινόμενα ὁφείλονται μᾶλλον εἰς ἰδίον τι εἶδος πολλῆς ἢ ὀλίγης κινήσεως τῶν ἐλαχίστων τῆς ὕλης μορίων. Ἐκληπτέον ἄρα κατὰ τὴν θεωρίαν ταύτην τὴν μετοχέτευσιν τῆς θερμότητος ἀπὸ θερμοτέρων εἰς ψυχρότερα σώματα ὡς μετὰδουιν τῆς τοιαύτης κινήσεως, καθ' ἣν ἡ ζωσα δύναμις τῆς θερμοκρατικῆς κινήσεως τοῦ θερμότερου σώματος ἐλαττοῦται τόσον ὅσον αὐξάνεται ἡ τοῦ ψυχροτέρου (ἐδ. 43 καὶ 68).

197. ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ. Πρὸς μέτρησιν τῶν θερμοκρασιῶν χρησιμεύει τὸ θερμομέτρον. Ἡ χρῆσις αὐτοῦ στηρίζεται ἐν μέρει μὲν ἐπὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων ὑπὸ τῆς θερμότητος, ἐν μέρει δὲ ἐπὶ τῆς ἐξισώσεως τῶν θερμοκρασιῶν σωμάτων ἀπτομένων ἀλλήλων, ἧς ἕνεκα τὸ θερμομέτρον κατασκευάζεται πάντοτε εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν περικειμένων σωμάτων. Ἐπειδὴ δὲ ἡ παρκτηρήσις τῆς αὐξήσεως τοῦ ὅγκου τῶν ρευστῶν καὶ ἀερωδῶν σωμάτων ἐστὶν εὐχερεστέρα, διότι ταῦτα μᾶλλον τῶν στερεῶν διαστέλλονται, ποιούμεθα πρὸς μέτρησιν τῶν θερμοκρασιῶν συνηθέστερον τοιούτων σωμάτων χρῆσιν, οἷον ὑδραργύρου, οἶνοπνεύματος, ἀέρος. Τὸ ὑδραργυρικὸν καὶ τὸ οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον σύγκεινται κυρίως ἐκ στενοῦ ὑαλίνου σωλήνος φέροντος δοχεῖον μᾶλλον ἐνρῦχρον, συνήθως σφαιρικόν, δι' ἐμφυσήσεως ἀναπτυχθέν. Τὸ δοχεῖον τοῦτο καὶ μέρος τοῦ ἀνωθεν συντετηγμένου σωλήνος εἰσὶ πλήρη τοῦ ῥευστοῦ. Τῆς θερμοκρασίας αὐξανομένης ὑψοῦται ἡ ἐν τῷ σωλήνῳ στήλη

ἕνεκα τῆς διαστολῆς τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ρευστοῦ τὴν δὲ στάσιν αὐτῆς ἀναγινώσκομεν ἐπὶ κλίμακος παρσυνημμένης τῷ σωλήνῳ. Συνηθέστεραι κλίμακες εἰσιν ἡ τοῦ Κελτίου (K), ἡ τοῦ Ῥεωμύρου (P) καὶ ἡ τοῦ Φάρεν αἰτ (F) (Σχ. 249). Ἡ χρῆσις τῆς πρώτης εἰθίσται μᾶλλον ἐν ἐπιστημονικαῖς ἐρευναῖς, διό οἱ ἐν ταῖς ἐξῆς ἀναφερόμενοι βαθμοὶ ἀνήκουσιν εἰς αὐτήν, ἐκτὸς διαφόρου σημειώσεως. Τῆς κλίμακος τοῦ Ῥεωμύρου γίνεται χρῆσις μᾶλλον ἐν Γερμανίᾳ, τῆς δὲ τοῦ Φάρεν αἰτ ἐν Ἀγγλίᾳ. Ὡς εὐκόλως δὲ ὀριζομένης ἀρετηρίας, ἥ ὡς μόδιμα σημεῖα τῆς θερμομετρικῆς



κλίμακος ἐξέλεξαν ὁ Reaumur (1750) καὶ ὁ Celsius (1742) τὴν θερμοκρασίαν τοῦ τηχομένου πάγου (ἐδ. 203) καὶ τὴν τοῦ ζέοντος ὕδατος ὑπὸ πίεσιν 760 χτμ. καὶ διήρσαν τὸ μεταξὺ τῶν δύο τούτων σημείων διάστημα ὁ μὲν Reaumur εἰς 80 ὁ δὲ Celsius εἰς 100 ἴσους

βαθμούς· ὥστε ἡ μὲν πῆξις τοῦ ὕδατος ἢ ἡ τῆξις τοῦ πάγου χαρακτηρίζεται ἐν ἀμφοτέροις ταῖς κλίμαξι διὰ τοῦ 0°, ἡ δὲ ἀνάξαισι αὐτοῦ διὰ τοῦ 80° ἢ διὰ τοῦ 100°. Ἡ διαίρεσις ἐπεκτείνεται καὶ πέραν τῶν μονίμων σημείων, τῶν ὑπὸ τὸ σημεῖον τοῦ τηκομένου πάγου βαθμῶν διακρινομένων διὰ τοῦ» — «(ἀρνητικοὶ βαθμοὶ, ἢ βαθμοὶ ψύχους)· ἀλλ' οὐδεμία ὑπάρχει ἀντίθεσις μεταξύ βαθμῶν θερμότητος καὶ βαθμῶν ψύχους (+ καὶ —), διότι ὁ βαθμὸς 0 ἐστὶν ἀδιαίρετος.

Ὁ Celsius σημειώσας 0° εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἀναξείσεως καὶ 100° εἰς τὸ τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἐπεξέτεινε τὴν διαίρεσιν ταύτην πρὸς τὸ ψυχὸς μέχρις 150°, ἀλλ' ἐξ ἑτῆ μετὰ τὸν θάνατον αὐτοῦ ὁ Strömer (1750) ἀνατρέψας τὴν κλίμακα μετεσχημάτισε τὸ θερμόμετρον εἰς τὸ σήμερον ἐν χρήσει ἑκατόμβαθμον. Ὁ δὲ Farenheit πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ἀρνητικῶν βαθμῶν ἐξέλεξεν ὡς κατωτέραν ἀπειρηλίαν τῆς κλίμακος τὴν θερμοκρασίαν κράματος ψυχτικοῦ ἐκ πάγου καὶ ἁμμωνιακοῦ ἁλατος, ἢ ἐχαρακτήρισε διὰ τοῦ 0°, γράψας παρὰ τῷ σημείῳ τῆς ἀναξείσεως τοῦ ὕδατος 212°. Ἐπειὴ δὲ ἡ τῆξις τοῦ πάγου συμπίπτει ἐν τῇ κλίμακῃ ταύτῃ πρὸς τὸν 32°, τὸ μεταξὺ τῶν μονίμων σημείων διάστημα διαιρεῖται εἰς βαθμοὺς 180· ὥστε οἱ βαθμοὶ τῶν τριῶν κλιμάκων δι' ἑσθῆ μεταβολὴν θερμοκρασίας ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς οἱ ἀριθμοὶ 80: 100: 180 ἢ ὡς 4: 5: 9· οἱ εἰς ἑσθῆν ἄρα θερμοκρασίαν ἀντιστοιχοῦντες βαθμοὶ τῶν τριῶν κλιμάκων συνδέονται διὰ τῶν ἐξῆς τύπων

$$R^{\circ} = \frac{4}{5} K^{\circ}. \quad F^{\circ} = \frac{9}{4} R^{\circ} + 32. \quad F^{\circ} = \frac{9}{5} K^{\circ} + 32.$$

Ὁ πρὸς κατασκευὴν τοῦ θερμομέτρου στενὸς σωλὴν δέον ἵνα ἔχῃ καθ' ἅπαν τὸ μήκος ἑσθῆν τὴν ἐσωτερικὴν διάμετρον· περὶ τούτου βεβαιούμεθα κινουντες ἐν αὐτῷ ἐλαχίστην τινα σπύτην ὑδραργύρου καὶ παρατηροῦντες ἐν αὐτῇ καταλαμβάνη πανταχοῦ ἐν τῷ σωλὴν ἵσον μήκος. Πρὸς ταχεῖαν δὲ γνώσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς παρατηρηθησομένης θερμοκρασίας κατασκευάζομεν τὸ δοχεῖον τῶν ὑδραργυρικῶν θερμόμετρων οὐχὶ κυλινδρικόν ἀλλὰ πεπιεσμένον καὶ ταϊνιωδές, καὶ παρέχομεν εἰς αὐτὸ τὸν ἀναγκαῖον χώρον ἐν σφίσει πρὸς τὸν τοῦ σωλῆνος ἀνάλογος τῆς σκοπομένης εὐπαθείας καὶ τοῦ αριθμοῦ τῶν βαθμῶν οὓς πρόκειται ἵνα περιλάβῃ ἡ κλίμαξ. Πρὸς πληρώσιν δὲ θερμαίνομεν πρῶτον τὸ δοχεῖον ἀσθενῶς καὶ ἐκδιώξαντες οὕτω διὰ τῆς διαστολῆς μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ αἵρος, βυθίζομεν τὸ ἀνοικτὸν τοῦ σωλῆνος ἄκρον εἰς τὸν ὑδράργυρον, ὅτε τὸ δοχεῖον πληροῦται ἐν μέρει ὑδραργύρου διότι ὁ ἐν αὐτῷ ἐναπολειφθεὶς αἶρ διὰ τῆς ψύξεως συστέλλεται. Θερμαίνομεν τότε τὸν εἰσρεύσαντα ὑδράργυρον μέχρις ἀναξείσεως, ὅπως οἱ αἵμοι αὐτοῦ ἐκδιώξωσιν ὅλον τὸν αἶρα ἐκ τοῦ δοχείου καὶ βυθίζομεν πάλιν τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἰς τὸν ὑδράργυρον, ὅτε μετὰ τὴν ψύξιν δοχεῖον καὶ σωλὴν πληροῦνται ἐντελῶς. Εἴτα θερμαίνομεν τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου μέχρι τῆς ὑψίστης τῶν θερμοκρασιῶν, εἰς ἣν βραδύτερον σκοποῦμεν ἵνα ἐκθέσωμεν τὸ ὄργανον, καὶ τοῦ περισσέοντος ὑδραργύρου ἐκρεύσαντος συντήκομεν κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος διὰ τοῦ λύχνου. Μετὰ τὴν ψύξιν ὁ ὑδράργυρος συστέλλομενος ἐγκαταλείπει· κενὸν τὸν μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος χώρον.

Πρὸς ὁρισμὸν δὲ τῶν μονίμων σημείων βυθίζομεν πρῶτον τὸ θερμόμετρον εἰς κρῖμα χιόνος ἢ τερμιμένου πάγου καὶ ὕδατος, ἔχον πάντοτε ἀκριβῆς τὴν θερμοκρασίαν 0°, εἴτα εἰσάγομεν τὴν τε σφαιρὴν καὶ τὸν σωλὴνα τοῦ θερμομέτρου εἰς δοχεῖον, ἐν ᾧ βράζει ὕδωρ ἀπασταχμένον, καὶ περικυκλοῦμεν τὸν σωλὴνα διὰ ἀτμῶν μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐσχάτης τοῦ ὑδραργύρου ὑψώσεως· ἀλλ' ἐὰν τὸ συγχρόνως παρατηρούμενον βρόμμετρον ἔχῃ στάσιν διάφορον τῶν 760 χημ, τὸ εὐρεθὲν σημεῖον τῆς ἀναξείσεως δεῖται διορθώσεως (ἐδ. 214)· καὶ διαιροῦμεν τέλος τὸ μεταξὺ τῶν δύο ὁρισθέντων σημείων διὰ τοῦ διαστήματος εἰς 80 ἢ εἰς 100 ἴσα μέρη. Ἐν ὅμοις ἡ κλίμαξ μὴ περιλαμβανὴν ὁλόκληρον τὴν μεταξὺ τῶν δύο βαθμῶν 0° καὶ 100° ἀπόστασιν, βαθμολογοῦμεν τὸ ὄργανον διὰ συγκρίσεως πρὸς ἕτερον ἀκριβὲς θερμόμετρον, χρησιμεύον ὡς πρότυπον.

Ὁ ὑδράργυρος διατείνεται κατὰ $\frac{1}{5550}$, τὸ δὲ οἶόνπνευμα κατὰ $\frac{1}{800}$ περίπου τοῦ ἰδίου ὄγκου ἀνὰ ἑκάστον βαθμὸν τῆς ἑκατομβάθμου κλίμακος· ἀλλὰ προτιμᾶται τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον, καίτοι· τὸ οἶόνπνευμα μᾶλλον διατείνεται, διότι ἡ διαστολή

τοῦ ὑδραργύρου ἐστὶν ὁμαλωτέρα (ιδ. 201). ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πηγνύται κατὰ τοὺς —38, 2^ο διὰ χαμηλότερας θερμοκρασίας παύουμεθα χρῆσιν τοῦ οἰνοπνευματικοῦ θερμομέτρου· διὰ θερμοκρασίας ὅμως ὑψηλᾶς, μέχρι τῶν 360^ο, μόνος ὁ ὑδράργυρος χρησιμεύει, ἐπειδὴ τὸ οἶνόν πνευμα ἀναξέει ἤδη κατὰ τοὺς 78,3^ο. διὰ θερμοκρασίας τέλους ὑπερτέρας τῆς ἀναξέσεως τοῦ ὑδραργύρου μεταχειρίζομεθα τὸ αἰρικόν θερμομέτρον (ιδ. 202).

Πολλὰκις, πρὸς μετεωρολογικὰς μάλιστα μελέτας, ἀπαιτεῖται ἡ γνώσις οὐ μόνον τῆς στιγμιαίας θερμοκρασίας χώρου τινός, ἀλλὰ καὶ τῆς μεγίστης καὶ τῆς ἐλαχίστης εἰς ἃς οὗτος κατάντησεν ἐν ὀρισμένῳ διαστήματι χρόνου, οἷον ἐν μιᾷ ἡμέρᾳ· πρὸς τοῦτο μεταχειρίζομεθα τοὺς θερμομετρογράφους. Τούτων κοινότερος ἐστὶν ὁ τοῦ Rutherford (1794), συγκροτούμενος ἐκ δύο θερμομέτρων, ὧν οἱ σωλῆνες κεῖνται ὀριζοντίως, ἐκ θερμομέτρου ὑδραργυροῦ πρὸς δεξιὴν τῆς μεγίστης καὶ ἐκ θερμομέτρου οἰνοπνεύματος πρὸς δεξιὴν τῆς ἐλαχίστης τῶν θερμοκρασιῶν· καὶ ἐν μὲν τῷ ὑδραργυρικῷ θερμομέτρῳ ἐστὶν εἰσηγμένος λεπτότατος δείκτης ἐκ χάλυθος, μὴ καθυγραινόμενος, ὅστις προωθούμενος ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου διαστελλομένου ἐγκαταλείπεται ὑπ' αὐτοῦ συσπelloμένου εἰς τὴν θέσιν τῆς ἄκρας διαστολῆς καὶ δεικνύει οὕτω τῆς θερμοκρασίας τὸ μέγιστον· ἐν δὲ τῷ σωλῆνι τοῦ οἰνοπνευματικοῦ θερμομέτρου ἐστὶν εἰσηγμένος λεπτός ὑάλινος δείκτης καθυγραινόμενος, ὅστις ἐνεκα τούτου παρασύρεται μὲν δι' ἐφέλξεως ὑπὸ τοῦ οἰνοπνεύματος συσπelloμένου, ἀλλ' ἀκίνητος εἰς τὴν θέσιν τῆς ἄκρας συστολῆς καὶ δεικνύει τὸ ἐλάχιστον τῆς θερμοκρασίας, ὅταν αὕτη αὐξάνομένη διαστέλλῃ τὸ οἶνόν πνευμα. Μετὰ τὴν ἀνάγκην τῶν στάσεων τῶν δύο δεικτῶν κλίνοντες προσεκτικῶς τοὺς σωλῆνας φέρομεν πάλιν τοὺς δείκτας εἰς τὰς κορυφὰς τῶν στηλῶν τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων ὑπὸ τῆς θερμότητος.

198. ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Ἡ ἐκ τῆς θερμότητος αὐξήσις τῶν διαστάσεων τῶν στερεῶν σωμάτων μαρτυρεῖται ὑπὸ πολλῶν πασιγνώτων φαινομένων καὶ φανεροῦται διὰ πολλῶν ἀπλῶν πειραμάτων. Πολὺ πλεῖον τῶν ἄλλων σωμάτων διαστέλλονται τὰ μέταλλα. Σφαῖρα ἐκ μετάλλου διερχομένη ἀκριβῶς διὰ κρίκου ἐν θερμοκρασίᾳ ἴσῃ οὐ διέρχεται δι' αὐτοῦ μᾶλλον θερμανθεῖσα, εἰμὴ ἀφοῦ ἐπέλθῃ ἐξίσωσης θερμοκρασιῶν· καὶ θερμὸν ἐπίσωτρον εὐχερῶς στεφάνῃν τροχοῦ περιβάλλον ἐφαρμύζεται μετὰ τὴν ψύξιν ἀκινήτως ἐπ' αὐτῆς. Τὰς τροχιάς τῶν σιδηροδρόμων, τοὺς πρὸς διοχέτευσιν σωλῆνας καὶ ἐν γένει τὰ μέρη οἰωνδήποτε μεταλλικῶν κατασκευῶν, ὑφίσταμέναν μεγάλας μεταβολὰς θερμοκρασίας ἢ παραθέτομεν εἰς ἴσην ἐπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν ἢ συνεννοῦμεν διὰ μαλακῶν σωμάτων, ἵνα προλάβωμεν τὴν ἐκ τῆς μεταβαλλομένης θερμοκρασίας βικίαν διάρρηξιν. Τὰ δὲ εὐθραυστα σώματα (ὑάλος) σχάζονται τῆς θερμοκρασίας αἰφνιδίως μεταβαλλομένης, διότι τὰ μέρη αὐτῶν διαστέλλονται ἀνίσως ὑπὸ τῆς θερμότητος ὥς μὴ ταυτοχρόνως εἰς τὴν μείζονα ἢ εἰς τὴν ἐλάσσονα θερμοκρασίαν μεταπίπτοντα.

Τὸ μέγεθος τῆς διαστολῆς τῶν θερμαινόμενων σωμάτων παρέχεται ὑπὸ τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς αὐτῶν· διακρίνομεν δὲ γραμμι-

κῆς καὶ κυβικῆς διαστολῆς συντελεστὴν τῶν στερεῶν. Ὁ γραμμικὸς συντελεστὴς ἐστὶν ὁ παράγων ἐφ' ὃν πολλαπλασιάζοντες τὸ ἐν θερμοκρασίᾳ 0° μῆκος τοῦ σώματος εὐρίσκομεν τὴν αὐξήσιν αὐτοῦ θερμανθέντος κατὰ 1° . Ἐὰν ἐπομένως τὰ εἰς τὰς θερμοκρασίας 0° , θ_1 , θ_2 , ἀντιστοιχοῦντα μῆκη παραστήσωμεν διὰ M^0 , M , M_1 , καὶ διὰ τοῦ σ τὸν συντελεστὴν εὐρίσκομεν εὐκόλως

$$M = M_0 (1 + \sigma\theta) \text{ καὶ } M_1 = M_0 (1 + \sigma\theta_1),$$

καὶ ὑποθεθέντος τοῦ $\theta < \theta_1$ διὰ διαιρέσεως πορίζομεθα

$$\frac{M_1}{M} = \frac{1 + \sigma\theta_1}{1 + \sigma\theta} = 1 + \sigma(\theta_1 - \theta) - \sigma^2\theta(\theta_1 - \theta) + \sigma^3\theta^2(\theta_1 - \theta) \dots$$

ἀλλ' ἡ ἰσότης αὕτη ἔνεκα τῆς σμικρότητος τοῦ σ καθίσταται ἀπλουστερά διὰ παραλείψεως τῶν ὄρων ἀπὸ τοῦ τρίτου ὅθεν

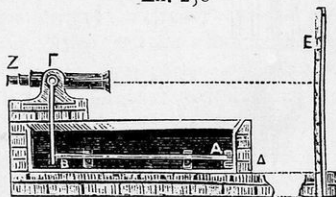
$$M_1 = M [1 + \sigma(\theta_1 - \theta)] \text{ καὶ } \sigma = \frac{M_1 - M}{M(\theta_1 - \theta)} \quad (1)$$

Ἐξέστιν ἄρα ἵνα ὀρίσωμεν τὸν γραμμικὸν συντελεστὴν ὡς τὸν παράγοντα ἐφ' ὃν δέον ὅπως πολλαπλασιάσωμεν τὸ μῆκος τοῦ σώματος ἵνα λογισώμεθα πόσον αὐξάνεται τοῦτο ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψῶται καθόλου κατὰ 1° . Ομοίως συντελεστής τῆς κυβικῆς διαστολῆς ἐστὶν ὁ παράγων ἐφ' ὃν πολλαπλασιάζοντες τὸν ὄγκον σώματος τινος εὐρίσκομεν τὴν αὐξήσιν αὐτοῦ, ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψῶται κατὰ 1° . Ἰσοῦται δὲ ὁ κυβικὸς συντελεστὴς πρὸς τὸ τριπλάσιον τοῦ γραμμικοῦ.

Διότι ἐὰν νοήσωμεν κατασκευασμένον κύβον ἐκ τῆς ὕλης τοῦ σώματος, ἔχοντα ἐν θερμοκρασίᾳ 0° πλευρὰν 1, ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐν τῇ αὐτῇ θερμοκρασίᾳ ἐστὶν ἐπίσης 1. Ἄλλ' ἐν θερμοκρασίᾳ 1° ἡ μὲν πλευρὰ τοῦ κύβου τούτου αὐξάνεται εἰς $(1 + \sigma)$, ὁ δὲ ὄγκος εἰς $(1 + \sigma)^3 = 1 + 3\sigma + 3\sigma^2 + \sigma^3$. Ἐπειδὴ δὲ ἡ τιμὴ τοῦ σ διὰ τὰ στερεὰ ἐστὶν ἐλαχίστη ($< 0,001$), δικαιούμεθα ἵνα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος παραλείψωμεν τοὺς δύο τελευταίους ὄρους τῆς ἰσότητος, καὶ ἐκλάβωμεν τὴν αὐξήσιν τοῦ ὄγκου διὰ 1° ἴσην πρὸς 3σ , ἥτοι πρὸς τὸ τριπλοῦν τοῦ γραμμικοῦ συντελεστοῦ. Καλοῦντες δὲ Σ τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς καὶ Γ_0 καὶ Γ τοὺς εἰς τὰς θερμοκρασίας θ_0 καὶ θ ὄγκους σώματος τινος, συμπεραίνομεν ὡς ἀνωτέρω $\Gamma_1 = \Gamma [1 + \Sigma(\theta_1 - \theta)]$ καὶ $\Sigma = 3\sigma = \frac{\Gamma_1 - \Gamma}{\Gamma(\theta_1 - \theta)}$. (2)

Ἀρίστη πασῶν τῶν μεθόδων πρὸς ὀρισμὸν τοῦ γραμμικοῦ συντελεστοῦ τῶν στερεῶν σωματίων ἐστὶν ἡ τῶν Lavoisier καὶ Laplace (1778). Ἡ ῥάβδος AB (Σχ. 250) ἥς ὁ συντελεστὴς πρόκειται πρὸς ὀρισμὸν, τίθεται ἐν τινι κιβωτίῳ περιέχοντι πᾶγον τηχόμενον καὶ ψύχοντα αὐτὴν μέχρι 0° , ἡ λουτρὸν ὕδατος ἡ ἐλαίου θερμαινόμενον κατὰ βούλησιν καὶ ἔχον διὰ κυκλήσεως πανταχοῦ ἴσην θερμοκρασίαν, ἣν μετροῦμεν δι' ἀκριβεστάτων θερμομέτρων. Τῆς ῥάβδου ταύτης τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων A ἀπτεται τοῦ ἀνεμότου ἐρείσματος Δ, τὸ δὲ ἄλλο B ἀπτεται τοῦ κατὰ στάθμην βραχίονος τοῦ ὀρθογωνίου μοχλοῦ ΖΓΒ, στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα Γ καὶ ἔχοντος ὡς ὀριζόντιον βραχίονα τὴν διόπτραν ΖΓ, δι' ἧς παρατηροῦμεν τὰς διαιρέσεις τοῦ μακρὰν ἰσταμένου καθετομέτρου Ε. Ἡ κατὰ μῆκος διαστολὴ τῆς θερμαινόμενης ῥάβδου στρέφει τὸν μοχλὸν καὶ τὴν διόπτραν περὶ τὸν ἄξονα Γ, ὥστε ὁ ὀπτικὸς αὐτῆς ἄξων διευνύεται πρὸς ἑτέραν τῆς κλίμακος διαιρέσιν. Ἐὰν ἐπομένως γνωρίζωμεν ἐκ τῶν προτέρων τὸν μεταξὺ τοῦ βραχίονος ΒΓ καὶ τῆς ἀποστάσεως ΓΕ' λόγον, παρατηροῦντες τὴν μετάθεσιν τοῦ ἀρχαίου χιάσματος

Σχ. 250

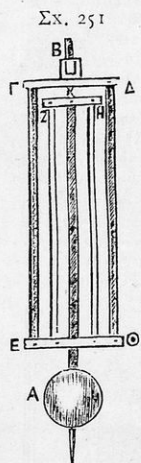


τῆς διόπτρας (ἔδ. 173) ἐπὶ τοῦ καθετομέτρου ὀρίζομεν τὸ μέγεθος τῆς ἐπεκτάσεως, καὶ δι' αὐτοῦ καὶ τοῦ προτέρου μήκους τῆς ράβδου καὶ τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν λογιζόμεθα ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἰσότητος (1) τὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς σ. — Ὁ ἐπόμενος πίναξ περιλαμβάνει τὸ ποσὸν τῆς διαστολῆς στερεῶν τιμῶν σωμάτων μεταξὺ τῶν θερμοκρασιῶν 0° καὶ 100°.

	100 σ		100 σ
Δευκὴ ὕαλος	0,0007006	Χαλκός	0,0017173
τρίτα	0,0008226	Κρατέρωμα	0,0018167
εἴδη	0,0008613	Ὀρείχαλκος	0,0018782
Δευκόχρυσος	0,0008841	Ἀργυρος	0,0019097
Σίδηρος	0,0012204	Κασσίτερος	0,0020547
Χάλυψ ἐστομωμένος	0,0012250	Μόλυβδος	0,0028484
Χρυσός	0,0014661	Ψευδάργυρος	0,0029416

Κρύσταλλοι μὴ ἀνήκοντες εἰς τὸ κανονικὸν σύστημα διαστελλοῦνται ἀνίσως κατὰ διαφορὰς διευθύνσεις· ὥστε αἱ τῆς θερμοκρασίας μεταβολαὶ ἀλλοιοῦσι τὰς γωνίας αὐτῶν. Ἡ κρυσταλλοπτικὸς γύψος, κατὰ τὸν Mitscherlich, θερμαινόμενη διαστελεῖται μὲν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ κυρίου ἄξονος, ἀλλὰ συγχρόνως συστελλεται κατὰ διέυθυνσιν κάθετον ἐπ' αὐτοῦ. Ὁ δὲ ἰωδιούχος ἄργυρος ἀποτελεῖ, κατὰ τὸν Fizeau, παράδοξον ἐξαιρέσιν· διότι συστελεῖται θερμαινόμενος ἀπὸ -10° ἕως $+70^{\circ}$, διαστελεῖται δὲ ἀντιστρόφως ψυχόμενος· ἀλλ' αἱ ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου παρατηρήσεις περιορίζονται μεταξὺ τῶν θερμοκρασιῶν τούτων· περὶ αὐτοῦ γνωρίζομεν προσέτι ὅτι τήκεται κατὰ τοὺς 400° . Φαινόμενην ἐξαιρέσιν ἀποτελεῖ προσέτι ἡ ὀπτὴ ἄργιλλος, ἥτις ἀπὸ διὰ μετρίας ὀπτικῆς στερεῖται πάσης ὑγρασίας συστελεῖται· ἔτι κατὰ θερμοκρασίας ὑψηλοτέρας. Ἐπειδὴ δὲ ἡ συστολὴ αὕτη διατηρεῖται καὶ μετὰ τὴν ψύξιν, συμπεραίνομεν ὅτι προέρχεται ἐκ στενοτέρας ἐνώσεως τῶν μερῶν αὐτῆς (πυρόμετρον τοῦ Wedgwood).

199. Ἐπανόρθωσις τῶν χρονομέτρων μεταλλικῶν θερμομέτρων. Ἡ ἐκ τῆς θερμότητος διαστολὴ παρενοχλεῖ τὴν κανονικὴν κίνησιν τῶν ἐκκρεμοφόρων ὥρολογίων καὶ τῶν χρονομέτρων· ὅπου προλαμβάνομεν διὰ καταλλήλων συσκευῶν πρὸς ἐπανόρθωσιν. Ἐπειδὴ δηλαδὴ ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς (ἔδ. 61 καὶ 63) συναξάνεται μετὰ τοῦ μήκους αὐτοῦ, τὰ ἐκκρεμοφόρα ὥρολόγια, καὶ μάλιστα τὰ ἔχοντα τὴν ράβδον ἐκ μετάλλου, βραδύποροῦσι τῆς θερμοκρασίας ὑψομένης καὶ ταχυποροῦσι τῆς θερμοκρασίας ἐλαττουμένης· ἐνεκα τούτου τὰ κοινὰ ἐκκρεμοφόρα ὥρολόγια ἔχουσι τὴν ράβδον ἐκ ξηροτάτου ξύλου ἐλάτης δεδευμένου δι' ἐλαίου καὶ ἀνεπισθήτως ἐκ τῆς θερμότητος καὶ ἐκ τῆς ὑγρασίας μεταβαλλομένου. Ἀλλ' εἰς τὰ ἀστρονομικὰ καὶ εἰς ἕτερα ἀκριθεῖ ὥρολόγια ποιοῦμεθα χρῆσιν τῶν ἐπανορθωτικῶν ἐκκρεμῶν ἐν οἷς αἱ ἐνέργειαι τῆς θερμότητος σκοπίμως ἀνταναίρουνται. Αἱ συνηθέστεραι πρὸς ἐπανόρθωσιν μέθοδοι εἰσὶν ἡ διὰ τῆς ἐσχάρας καὶ ἡ διὰ τοῦ υδραργύρου.



Κατὰ τὴν μέθοδον διὰ τῆς ἐσχάρας, ὁ βαρὺς τοῦ ἐκκρεμοῦς φακὸς οὐκ ἐξαρτᾶται ἀμέσως ἐκ ράβδου ἀπλῆς· ἀλλ' εἰς τὴν βραχεῖαν χαλυδικὴν ράβδον Β (Σχ. 251) ἐστὶ προσηλωμένη ἡ ὀρθογώνιος ἐσχάρα ΓΔΘΕ, ἔχουσα τὰς πρὸς στάθμην πλευρὰς ΓΕ καὶ ΔΘ ἐκ χάλυθος ἐπίσης καὶ φέρουσα ἐπὶ τῆς ὀριζωνταίου πλευρᾶς ΕΘ δύο ράβδους ἐκ ψευδαργύρου ἐχούσας συνηγμένα τὰ ἀνωτέρω ἄκρα δι' ἐτέρας ὀριζωνταίου ράβδου ΖΗ, ἀπ' ἧς ἐξαρτᾶται ἡ τὸν φακὸν βατεῖουσα χαλυδικὴ ράβδος· αὕτη διερχομένη δι' ὀπτῆς τῆς πλευρᾶς ΕΘ οὐδόλως συνέχεται μετ' αὐτῆς. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως φανερόν, ὅτι ὁ φακὸς Α κατέρχεται μὲν ἐνεκα τῆς διαστολῆς τῶν ἐκ χάλυθος ράβδων ΓΕ, ΔΘ καὶ ΚΑ, ἀνέρχεται ὅμως ἐνεκα τῆς συγχρόνου διαστολῆς τῶν ἐκ ψευδαργύρου ράβδων ἐπειδὴ δὲ ὁ ψευδάργυρος διαστελεῖται ἐκ τῆς θερμότητος πλεον ἢ δις μᾶλλον τοῦ χάλυθος, ἐκλιγόμεν τὰ μήκη τῶν ἐκ χάλυθος καὶ ἐκ ψευδαργύρου ράβδων τῆς θερμοκρασίας μεταβαλλομένης καταλλήλως ἵνα μὴ συμμεταβάλληται τὸ μήκος καὶ ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐστω $M_0 = B + \Delta\theta + KA$ τὸ μήκος τοῦ πρὸς κάθοδον τοῦ φακοῦ συντελούντος χάλυθος ἔχοντος συντελεστὴν σ_0 , καὶ M τὸ μήκος τῆς πρὸς ἀνοδον

συντελούσης ἐκ ψευδαργύρου βάθους ἐχούσης συντελεστήν σ_1 καὶ M τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς (ἐδ. 62)· προφανὸς ὑπάρχει ἡ ἰσότης $M=M_0-M_1$, ἥς τὸ πρῶτον μέλος διατελεῖ, ὡς ζητούμεν, ἀμετάβλητον ἐάν, μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας κατὰ θ , ἀμφοτέρωι οἱ ὅροι τοῦ δευτέρου μέλους αὐξάνωνται ἢ ἐλαττώνονται· ἴσα μὲν M_0 σ_0 θ καὶ M_1 σ_1 0, ἥτοι ἐν συνυπάρχει καὶ ἡ ἰσότης $M_0\sigma_0 = M_1\sigma_1$. Ἐκ τῶν δύο τούτων ἰσότη-

$$\text{των ποριζόμεθα} \quad M_0 = \frac{M}{1 - \frac{\sigma_0}{\sigma_1}} \quad \text{καὶ} \quad M_1 = \frac{M}{\frac{\sigma_1}{\sigma_0} - 1}.$$

Προτιμότερος συνδυασμὸς ἐστὶν ὁ τοῦ χάλυθος μετὰ τοῦ ὀρειχάλκου, μὴ ἱουμένου ὡς ὁ ψευδάργυρος εὐκόλως· ἀλλὰ τότε ἀνάγκη εἶναι ἐπαναληφθῆ καὶ πάλιν ἡ τοιαύτη διάταξις, διότι οἱ συντελεσταὶ τῆς διαστολῆς τοῦ χάλυθος καὶ τοῦ ὀρειχάλκου ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς 2 : 3 περίπου.

Ὅταν δ' ἐπανορθώμεν διὰ τοῦ ὕδραργύρου, ἡ βάθρος τοῦ ἐκκρεμοῦς φέρει εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον κυλινδρικὸν ὕαλινον δοχεῖον πλήρες ὕδραργύρου, ἔχοντος συντελεστήν διαστολῆς μείζονα ἢ τὸ μέταλλον ἐξ οὗ αὕτη ἐστὶ κατεργασμένη. Ῥυθμιζόμεν δὲ τὴν ποσότητα τοῦ ὕδραργύρου τούτου πρὸς τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀρμοδίως ὅπως μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας ὁ ἄξων τῆς αἰωρήσεως (ἐδ. 62) διατελῇ ἀκίνητος, ἐπομένως καὶ ἡ δάρκεια τῆς αἰωρήσεως ἀμετάβλητος.

Τὼν δεικτρομέτρων καὶ τῶν ἐγκολπίων ὥρολογίων ἡ κίνησις ρυθμίζεται διὰ λεπτῆς ἐλαστικῆς σπείρας, ἀπαρτιζούσης μετὰ τινος τροχίσκου τοῦ καλούμενον αἰετηροτρον (ἐδ. 63). Ἄλλῃ ὁ χρόνος τῶν ἐπ' ἀμφοτέρωι δονήσεων τοῦ συστήματος τούτου αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, διότι συναυξάνεται ἡ τοῦ τροχίσκου διάμετρος· πρὸς πρόληψιν τούτου τέμνομεν τὴν στεφάνην τοῦ τροχίσκου εἰς δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικείμενα σημεῖα A καὶ B , (Σχ. 252) ὅπως συγκροτήται αὕτη ἐκ δύο ἡμικυκλικῶν τμημάτων, ἅτινα κατασκευάζομεν ἐκ δύο ἡμικυκλικῶν ἐλασμάτων συνεστεγνωμένων κατ' ἅπαν τὸ μήκος αὐτῶν, τοῦ μὲν ἕω ἐκ χάλυθος τοῦ δὲ ἕξω ἐξ ὀρειχάλκου· ἕνεκα τῆς μείζονος διαστολῆς τοῦ ὀρειχάλκου ἡ κυρτότης τῶν τοιούτων συνθέτων ἐλασμάτων ἐστὶ μείζων ἐν ὑψηλαῖς ἢ ἐν χαμηλαῖς θερμοκρασίαις, ὥστε τὰ ἐλεύθερα ἄκρα A καὶ B τῶν ἡμικυκλίων κυρτοῦνται καὶ μᾶλλον πρὸς τὰ ἔνδον ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑψώται· προσαρμόζοντες ἄρα ἐπ' αὐτῶν ἀρμοδίως βάρη ἐπανορθούμεν διὰ τῆς μείζονος τῆς κυρτότητος τὴν ἐκ τῆς αὐξήσεως τῆς διαμέτρου ἐπιθρόδυναι. — Χρήσιν ὁμοίων ἐλασμάτων, συγκειμένων ἐκ πολλῶν μετάλλων συνεστεγνωμένων, ποιοῦμεθα καὶ πρὸς κατασκευὴν μεταλλικῶν θερμομέτρων. Ὁ Breguet (1817) κατεσκεύασε πρὸς τοῦτο σπειροειδὲς ἔλασμα ἐξ ἀργύρου, χρυσοῦ καὶ λευκοχρυσοῦ, κυρτούμενον τόσῳ μᾶλλον ὅση ὑψηλότερα ἡ θερμοκρασία ὅταν ὁ μὲν ἄργυρος ἀποτελῇ τὴν ἐξωτερικὴν ὁ δὲ λευκοχρυσὸς τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφανείαν αὐτοῦ. Ἐὰν ἐπομένως στηρίζωμεν μονίμως τὸ ἑτερον τῶν ἄκρων τῆς τοιαύτης σπείρας, δείκτης προσηρμοσμένος εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον φανεροὶ τὴν μεταβολὴν τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ κυκλικῆς κλίμακος, ἥς τοὺς βαθμοὺς προσδιορίζομεν διὰ συγκρίσεως πρὸς θερμομέτρον ὕδραργύρου.

Σχ. 252



200 α. ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΡΕΥΣΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Ἐπειδὴ τὰ ρευστὰ στεροῦνται αὐθυποστάτου σχήματος, θεωροῦμεν ἐν αὐτοῖς μόνον τὸν τῆς κυβικῆς διαστολῆς συντελεστήν (ἐδ. 198), ὃν ἐκτιμῶμεν εἰσάγοντες αὐτὰ εἰς δοχεῖον παρεμφερὲς πρὸς θερμομέτρον, συγκείμενον ἐξ εὐρυχώρου σφαίρας φερούσης σωλῆνα στενὸν συντετηχότα αὐτῇ. Τὸν μεταξὺ τοῦ ὅγκου τῆς σφαίρας καὶ τοῦ ὅγκου τοῦ σωλῆνος λόγον ὀρίζομεν ἐκ τῶν προτέρων σταθμῶντες ἀκριβῶς τὸ ἐν ὠρισμένη θερμοκρασίᾳ χωρὺν ποσὸν τοῦ ὕδραργύρου ἐν τε τῇ σφαίρᾳ καὶ ἐν τῷ σωλῆνι. Ἐὰν π. χ. εὐρεθῇ οὕτως ὅτι ὁ ὅγκος τοῦ σωλῆνος ἰσοῦται πρὸς $\frac{1}{1000}$ τοῦ ὅγκου τῆς σφαίρας, καὶ ἐὰν διακίρῳμεν τὸ μήκος τοῦ σωλῆνος εἰς 100 ἴσα μέρη, ἐκάστη τῶν διαιρέσεων τῆς τοιαύτης κλίμακος ἰσοῦται πρὸς τὸ ἐκατοντάκις χι-

λιωστὸν τοῦ ὄγκου τῆς σφαίρας· ὥστε ἐὰν παρατηρήσωμεν κατὰ πόσους βαθμοὺς ἐξ αὐτῶν διαστέλλεται τὸ ρευστὸν δι' ἕκαστον βαθμὸν θερμοκρασίας, συμπεραίνομεν τὸν ζητούμενον κυβικὸν συντελεστὴν. Ἀλλ' ἐπειδὴ συγχρόνως διαστέλλεται καὶ τὸ δοχεῖον, ὡς μετὰ τοῦ ρευστοῦ θερμαινόμενον, ἡ ἐν τῷ σωλῆνι ὑψώσις τῆς ρευστῆς στήλης παρέχει τὴν διαφορὰν τῶν κατ' ὄγκον αὐξήσεων τοῦ ρευστοῦ καὶ τοῦ δοχείου· ὥστε πρὸς εὐρεσιν τοῦ συντελεστοῦ τῆς ἀληθοῦς διαστολῆς τοῦ ρευστοῦ αὐξάνομεν τὸν παρατηρηθέντα συντελεστὴν τῆς φαινομένης αὐτοῦ διαστολῆς κατὰ τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς τῆς ὑάλου, ἐξ ἧς τὸ δοχεῖον συνέστηκεν. — Ἐμβυθίζοντες μάλιστα τὸ δοχεῖον εἰς ὕδωρ θερμὸν παρατηροῦμεν πρῶτον πῶς τῆς ἐπιτολῆς τοῦ ρευστοῦ ἐν τῷ σωλῆνι, ἔνεκα τῆς ἐπερχομένης ἅμα τῇ ἐμβυπτίσει διαστολῆς τοῦ δοχείου μέχρις οὐ διαδοθῇ ἡ θερμότης διὰ τῶν πλευρωμάτων αὐτοῦ εἰς τὸ περιεχόμενον ρευστὸν, εἴτα δὲ πραγματικὴν ὑψώσιν τοῦ ρευστοῦ· ὅθεν συμπεραίνομεν ἐν ταύτῳ ὅτι τὸ ρευστὸν διαστέλλεται ὑπὸ τῆς θερμότητος μᾶλλον τῆς περιβαλλούσης αὐτὸ στερεᾶς ὑλῆς.

200 θ. Μετροῦντες ρευστὸν τι ἐν δοχείῳ φέροντι κλίμακα ἔχουσιν τὰς διαιρέσεις ἀκριβεῖς εὐρίσκομεν τὸν ἀληθῆ τοῦ ρευστοῦ ὄγκον. Ἐὰν ὅμως τὸ ἀληθὲς μέγεθος τῶν διαιρέσεων τῆς κλίμακας μεταβληθῇ ἔνεκα τῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου, ὁ δι' αὐτῶν μετρηθεὶς ὄγκος τοῦ ρευστοῦ ἐστὶ φαινόμενος, διότι ὁ παρέχων αὐτὸν ἀριθμὸς καθίσταται τοσοῦτω ἐλάσσων, ὡς ἐν πάσῃ μετρήσει, ὅσω μείζων ἡ πρὸς μέτρησιν χρησιμεύουσα μονάδα. Ἀλλὰ τῆς θερμοκρασίας ὑψώσεως μέχρι θ^0 ὁ ὄγκος παντὸς δοχείου, καὶ ἡ ἐν τῇ κλίμακῃ αὐτοῦ μονάδα τοῦ ὄγκου, καθίσταται μείζων τοῦ ἐν θερμοκρασίᾳ 0^0 ὄγκου αὐτοῦ κατὰ τὴνσχέσιν 1: (1+ $\delta\theta$), [ἐδ. 198. τύπος 2], τοῦ δόντος συντελεστοῦ τῆς κυβικῆς διαστολῆς, καὶ ὁ ἐν θερμοκρασίᾳ θ^0 ἐκτιμώμενος φαινόμενος ὄγκος τοῦ ρευστοῦ ἐλάσσων τοῦ ἀληθοῦς κατὰ τὴν αὐτὴνσχέσιν· ὥστε ἐὰν καλέσωμεν τὸν κοινὸν ὄγκον ρευστοῦ καὶ δοχείου ἐν θερμοκρασίᾳ 0^0 Γ_0 ,

ὁ ἀληθὲς ὄγκος τοῦ ρευστοῦ, ἔχοντος ρ συντελεστὴν ἀληθοῦς κυβικῆς διαστολῆς, ἐν θερμοκρασίᾳ θ^0 ἔσται..... $\Gamma_0 (1+\rho\theta)$
ὁ φαινόμενος ὄγκος τοῦ ρευστοῦ ἐν τῷ διασταλέντῳ δοχείῳ,

ἔχοντι δ συντελεστὴν κυβικῆς διαστολῆς..... $\frac{\Gamma_0 (1+\rho\theta)}{1+\delta\theta}$

ἡ φαινόμενη αὐξήσις τοῦ ὄγκου τοῦ ρευστοῦ θερμανθέντος ἀπὸ

0^0 εἰς θ^0 $\frac{\Gamma_0 (1+\rho\theta)}{1+\delta\theta} - \Gamma_0$

καὶ ἐπομένως ἡ εἰς τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου καὶ εἰς ἕνα βαθμὸν θερμοκρασίας ἀντιστοιχοῦσα αὐξήσις τοῦ ὄγκου, ἥτοι ὁ συν-

τελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ρευστοῦ... (1) $\Sigma = \frac{\Gamma_0 (1+\rho\theta)}{\Gamma_0 \theta} - \Gamma_0 = \frac{\rho - \delta}{1 + \delta\theta}$

ὅθεν συμπεραίνομεν $\rho = \delta + \Sigma + (\Sigma \delta \theta)$ ἡ μᾶλλον $\rho = \delta + \Sigma$, ἐπειδὴ οἱ ἀριθμοὶ δ καὶ Σ εἰσὶν ἐλάττωστοι· ὥστε ὁ συντελεστὴς τῆς ἀληθοῦς διαστολῆς ρευστοῦ τινοῦ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν συντελεστῶν τῆς φαινομένης διαστολῆς αὐτοῦ καὶ τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου.

Ἀλλὰ τῇ βοηθείᾳ τῆς ἰσότητος (1) λογιζόμεθα τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς τῶν ρευστῶν καὶ διὰ σταθμώσεως οὕτως. Ἐστω ὑάλινον δοχεῖον Δ πλήρες ρευστοῦ ἔλκοντος B καὶ ἔχοντος πικνότητα π ἐν θερμοκρασίᾳ 0^0 . ἐὰν τὸ δοχεῖον τοῦτο

θερμανθῇ μέχρι θ^0 , μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ῥευστοῦ ἐκρέει εἰς ἕτερον δοχεῖον Ε (Σχ. 253), ἐν ᾧ σταθμῶντες εὐρίσκομεν αὐτὸ ἔλκον θ . Ὁ ὄγκος τοῦ τοῦ ῥευστοῦ καὶ τοῦ δοχείου ἐν θερμοκρασίᾳ 0^0 ἰσοῦται πρὸς $\frac{B}{\pi}$, ὥστε ὁ ὄγκος τοῦ δοχείου ἐν θερμοκρασίᾳ θ^0 ἐστὶ

$$\frac{B}{\pi} (1 + \delta \theta) \cdot \text{ὁ δὲ ὄγκος τοῦ μετὰ τὴν ἐκροὴν ὑπολειφθέντος ἐν τῷ δοχείῳ ῥευστοῦ } B - \theta,$$

ἐν μὲν θερμοκρασίᾳ 0^0 ἐστὶ $\frac{B - \theta}{\pi}$, ἐν δὲ θερμοκρασίᾳ θ^0 ἐστὶ $\frac{B - \theta}{\pi} (1 + \rho \theta)$. Ὡθεν συμπεραίνομεν τὴν ἰσότητά

$$\frac{B}{\pi} (1 + \delta \theta) = \frac{B - \theta}{\pi} (1 + \rho \theta) \quad \eta \quad \frac{B}{B - \theta} = \frac{1 + \rho \theta}{1 + \delta \theta} \cdot \text{ἐξ ἧς διὰ τῆς γνωστῆς τῶν ἀναλογιῶν ιδιότητος πορίζομεθα}$$

$$\frac{\delta}{(B - \theta)\delta} = \frac{\rho - \delta}{1 + \delta \theta} = \Sigma \quad (2).$$

Ὅριζοντες ἄρα πειραματικῶς τὰ βάρη θ , B καὶ τὴν θερμοκρασίαν θ^0 λογιζόμεθα διὰ τῆς ἰσότητος (2) τὴν τιμὴν Σ τοῦ συντελεστοῦ τῆς φαινομένης διαστολῆς, ἣν αὐξάνοντες κατὰ τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου ἐκτιμῶμεν καὶ τὸν συντελεστὴν τῆς ἀληθοῦς διαστολῆς. — Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης ὁ Dulong καὶ ὁ Petit εὗρον ὅτι ὁ μέσος συντελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ἰσοῦται πρὸς

$$\frac{1}{6480} = 0,00015433.$$

θερμόμετρον διὰ σταθμῆσεως. Τοῦ Σ γνωστοῦ ὄντος, ἡ ἰσότης (2) παρέχει διὰ τὸν ὑδραργύρον π. χ. $0 = \frac{\delta \times 6480}{B - \theta}$ καὶ χρησιμεύει πρὸς εὑρεσιν τῆς θερμοκρασίας χρώων, ἐν οἷς τὸ δοχεῖον Δ ἐγκαταλείπεται μέχρι παύσεως τῆς ἐκροῆς τοῦ ἐν αὐτῷ ὑδραργύρου.

Ἄλλ' ὁ Dulong καὶ ὁ Petit προέβησαν (1816) καὶ εἰς τὴν ἄμεσον εὑρεσιν τῆς ἀληθοῦς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου στηριχθέντες ἐπὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας ῥευστῶν ἐντὸς συναφῶν δοχείων (ἔδ. 74). Πρὸς τοῦτο συνῆψαν δι' ὀριζοντιοῦ στενοῦ σωλῆνος δύο ἐτέρους εὐρεῖς σωλῆνας, ἰσταμένους κατὰ στάθμην, πλήρεις ὑδραργύρου· τούτων ὁ μὲν περιεκυκλοῦτο ὑπὸ τηχομένου πάγου, ὁ δὲ ὑπὸ λουτροῦ ἑλαίου θερμοκρασίας θ^0 . Ἐμέτρουν δὲ τὰ εἰς ἴσας ὑδροστατικὰς πιέσεις ἀντιστοιχοῦντα ὕψη Y_0 καὶ Y_1 τῶν δύο τοῦ ὑδραργύρου στηλῶν, ἄνισα ὄντα ἕνεκα τῆς ἀνίσου τοῦ ὑδραργύρου πυκνότητος ὡς ἐκ τῆς διαφόρου θερμοκρασίας. Ἔστω B τὸ ἰσὸν βῆρος τῶν ἐκατέρωθεν πιεζουσῶν τὴν μονάδα τῆς ἐπιφανείας ἐν τῷ στενῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῶν στηλῶν, Γ_0 καὶ Γ_1 οἱ ὄγκοι καὶ ρ_0 καὶ ρ_1 αἱ πυκνότητες αὐτῶν ἐν ταῖς θερμοκρασίαις 0^0 καὶ θ^0 συμπεραίνομεν

$$B = \Gamma_0 \rho_0 = \Gamma_1 \rho_1 \quad \theta \text{εν} \quad \frac{\Gamma_1}{\Gamma_0} = \frac{\rho_0}{\rho_1} = \frac{Y_1}{Y_0} \cdot \text{ἐξ ἧς} \quad \frac{\Gamma_1 - Y_0}{\Gamma_0 - Y_0} = \frac{Y_1 - Y_0}{Y_0 \theta}.$$

ἀλλὰ τὸ πρῶτον μέλος τῆς ἰσότητος ταύτης ἰσοῦται πρὸς τὸν συντελεστὴν τῆς ἀληθοῦς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου (ἔδ. 198. τύπος 2)· ὀρίζεται ἄρα οὗτος διὰ τῶν παρατηρουμένων ὕψων καὶ διὰ τῆς θερμοκρασίας θ . Αἱ δοκιμαὶ τῶν δύο φυσικῶν παρέσχον $\rho =$

$$\frac{1}{5550} = 0,00018018. \quad \text{— Ἐπειδὴ δὲ } \rho - \Sigma = \delta, \text{ συμπεραίνομεν ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς τῆς ὕλης τοῦ διὰ σταθμῆσεως θερμόμετρον τῶν φυσικῶν τούτων ἰσοῦτο πρὸς } \delta = 0,00018018 - 0,00015433 = 0,00002585, \text{ καὶ ὁ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῆς αὐτῆς ὕλης πρὸς } 0,00000861 \cdot \text{ ὁπερ σύμφωνον πρὸς τὸν πίνακα τοῦ ἔδ. 198.}$$

201 α. ΑΝΟΜΟΙΑ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ. ΑΝΩΜΑΛΙΑ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ. Δύο θερμόμετρα πλήρη διαφόρων ῥευστῶν, οἷον ὑδραργύρου καὶ οἶνου-

πνεύματος, ἰσοστάσια καθ' ὠρισμένους βαθμούς, παρέχουσι τὰς λοιπὰς θερμοκρασίας ἀσυμφώνους. Ἐπειδὴ δὲ τὰ περιέχοντα ὑδράργυρον θερμόμετρά εἰσιν ἰσοστάσια πρὸς τὸ ἀερίκον θερμόμετρον (ἐδ. 202 α) μεταξὺ 0° καὶ 100°, παραδεχόμεθα ὅτι μεταξύ τῶν ὁρίων τούτων ὁ ὑδράργυρος διαστέλλεται ἐκ τῆς θερμότητος ὁμοίως, τούτεστιν ἴσον δι' ἕκαστον βαθμόν. Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ οἰνόπνευμα καὶ τὰ πλεῖστα τῶν λοιπῶν ῥευστῶν διαστέλλονται ἀνομοίως. Παρατηρήθη δὲ ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς αὐτῶν αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ μάλιστα πλησίον τοῦ βαθμοῦ τῆς ἀναξέσεως αὐτῶν ἔνεκα τούτου ὁ ἐπόμενος πίναξ περιλαμβάνει τὸ ὅλον τῆς φαινομένης διαστολῆς ῥευστῶν τινων μεταξύ 0° καὶ 100° κατὰ τὸν Dalton.

Ὑδράργυρος	0,01543	Τερεβινθίνης ἔλαιον	0,07
Ὑδωρ ἀπεσταγμένον	0,0466	Θεικὸς αἰθήρ	0,07
Ὑδωρ κεκορεσμένον θαλασσ. ἁλατος	0,05	Παχέα ἔλαια	0,08
Θεικὸν ὀξύ	0,06	Οἰνόπνευμα	0,116
Ὑδροχλωρικὸν ὀξύ	0,06	Ἀζωτικὸν ὀξύ	0,11

Τὸ δὲ ὕδωρ μεταβάλλει *linear* ἀνωμάλως τὸν ὄγκον αὐτοῦ, συστελλόμενον ἀπὸ 0° εἰς 4° περίπου, καθ' οὓς ἐπομένως κτᾶται μεγίστην πυκνότητα, εἴτα δὲ διαστελλόμενον μετ' αὐξανομένης ταχύτητος ὥστε κατὰ τοὺς βαθμούς 0° καὶ 8° ἐστὶ περίπου ἰσόπυκνον. Ὁ Depretz κατεσκεύασε τὸν ἀκόλουθον πίνακα τῶν πυκνοτήτων κατὰ τοὺς διαφοροὺς βαθμούς, χρησιμεύοντα πρὸς μέτρησιν τοῦ βάρους μάζης τινὸς ὕδατος διὰ τοῦ ὄγκου αὐτῆς γνωστοῦ ὄντος ἢ ἀντιστρόφως κατὰ θερμοκρασίας διαφοροὺς, ἐπειδὴ ὁ διὰ τοῦ συντελεστοῦ τῆς κυβικῆς διαστολῆς λογισμὸς παρέχει ἐξαγόμενα μὴ ἀκριβῆ ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀνωμαλίας τῆς διαστολῆς.

βαθμοί	πυκνότητες	βαθμοί	πυκνότητες	βαθμοί	πυκνότητες
0	0,999873	11	0,999640	22	0,997784
1	0,999927	12	0,999527	23	0,997566
2	0,999966	13	0,999414	24	0,997297
3	0,999999	14	0,999285	25	0,997078
4	1,	15	0,999125	26	0,996800
5	0,999999	16	0,998978	27	0,996562
6	0,999969	17	0,998794	28	0,996274
7	0,999929	18	0,998612	29	0,995986
8	0,999878	19	0,998422	30	0,995688
9	0,999812	20	0,998213	50	0,988093
10	0,999731	21	0,998004	100	0,958634.

Ἡ παράδοξος αὕτη ἀνωμαλία συντελεῖ οὐσιωδῶς εἰς τὴν θερμοκρασίαν ἀκινήτων ὑδάτων ἐχόντων μέγα βάθος. Ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ, ὡς τὰ πλεῖστα τῶν ῥευστῶν, ἀνήκει εἰς τὴν τάξιν τῶν κακῶν ἀγωγῶν

τῆς θερμότητος (ἔδ. 233), ἡ διάδοσις τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας ἐν μεγάλαις μάζαις εὐδοῦται κατ' ἐξοχὴν διὰ ρευμάτων· τὰ ἐπιπολάζοντα δηλαδὴ ρευστὰ στρώματα, ψυχόμενα ἐν ὥρᾳ χειμῶνος, βυθίζονται ὡς πυκνότερα καὶ ἀντ' αὐτῶν ἀναπλέουσιν ἐκ τοῦ πυθμένος ὡς ἀραιότερα τὰ ὑποκάτω θερμότερα, μέχρις οὗ ἡ ὅλη μάζα καταντήση εἰς τὴν θερμοκρασίαν 4^ο τῆς μεγίστης πυκνότητος· εἶτα, τῆς ψύξεως προχωροῦσης παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν, τὰ μὲν ἐπιπολάζοντα στρώματα ἀκινητοῦσιν ὡς ἀποβαίνοντα κουφότερα καὶ μεταβάλλονται εἰς πάγον εἰδικῶς ἐλαφρότερον καὶ ἕνεκα τούτου ἐπιπλέοντα, τὰ δὲ βαθύτερα διατηροῦσιν ἀμετάβλητον τὴν θερμοκρασίαν τῆς μεγίστης πυκνότητος, διότι τὸ ὕδωρ ἐστὶ κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος· ἡ πῆξις ἐπομένως τῶν ὑδάτων προχωρεῖ μέχρι μικροῦ βάθους (πείραμα τοῦ Hope).

Ρευστὰ ἐκ συμπακύνσεως ἰσχυρῶς πιεζομένων ἀερίων προκύπτοντα (ἔδ. 212) διαστέλλονται πολὺ ἐκ τῆς θερμότητος, ἐνίοτε δὲ καὶ αὐτῶν τῶν ἀερίων περισσώτερον (ἔδ. 202). Ὁ συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ρευστοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος π. χ. μεταξύ 0^ο καὶ 30^ο ἰσοῦται κατὰ τὸν Thilorier πρὸς 0,0142· τοῦ δὲ ρευστοῦ θειώδους ὀξέος ἰσοῦται κατὰ τὸν Drion (1859) μεταξύ μὲν 0^ο καὶ 10^ο πρὸς 0,0018, μεταξύ δὲ 100^ο καὶ 110^ο πρὸς 0,0054.

201 β. Διορθώσεις

1^{ον} τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους (ἔδ. 91). Διὰ τῆς διορθώσεως ταύτης προστίθεται τὴν μεταβολὴν τοῦ ἐν θερμοκρασίᾳ 0^ο παρατηρουμένου βαρομετρικοῦ ὕψους Y_0 εἰς τὸ ὕψος Y_0 , ὅπερ ἠθέλομεν παρατηρῆσαι ἐν θερμοκρασίᾳ 0^ο, ὑπὸ ἴσῃ πίεσιν· τὰ ὕψη ταῦτα ὄντα ἐν ἀντιστροφῇ λόγῳ τῶν πυκνοτήτων ρ_0 καὶ ρ_0 (ἔδ. 74) παρέχουσι τὴν ἰσότητα

$$\frac{Y_0}{Y^0} = \frac{\rho_0}{\rho_0}$$

ἀλλ' αἱ πυκνότητες τοῦ αὐτοῦ σώματος εἰσιν ἐν ἀντιστροφῇ λόγῳ τῶν ὀγκων αὐτοῦ ἐν ἴσῳ βάρει· ὥστε, τῶν ὀγκων ὄντων

$$\frac{Y_0}{Y_0} = \frac{\rho_0}{\rho_0} = \frac{\Gamma_0}{\Gamma_0} = \frac{\Gamma_0(1+\rho\theta)}{\Gamma_0} = (1+\rho\theta),$$

τοῦ ρ ἐμφαίνοντος τὸν συντελεστὴν τῆς ἀληθοῦς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου· ὅθεν

$$Y_0 = \frac{Y_0}{1+\rho\theta} = \frac{5550 Y_0}{5550 + \theta}.$$

Ἀλλ' ὁ ἐν θερμοκρασίᾳ 0^ο παρατηρούμενος ἀριθμὸς Y_0 τῶν διαιρέσεων τῆς διεσταλμένης κλίμακας ἐστὶν ἐλάττωσιν τοῦ δεόντος ὡς μετρούμενος διὰ μονάδος $(1+\rho\theta)$, τοῦ ρ ἐμφαίνοντος τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ μετάλλου τῆς κλίμακας (παρ. ἔδ. 200 β)· ὥστε ἀνάγοντες καὶ τὴν ἀνάγνωσιν τῆς κλίμακας εἰς 0^ο πορίζομεθα

$$Y_0 = \frac{5550 Y_0 (1+\rho\theta)}{5550 + \theta}.$$

2^{ον} τοῦ εἰδικοῦ βάρους στερεῶν καὶ ρευστῶν σωμάτων. Εἴδομεν (ἔδ. 13 καὶ 78) πῶς ὀρίζεται τὸ εἰδικὸν ἄρσος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ρευστῶν σωμάτων· ἀλλ' ἡ ἀκριβὴς αὐτοῦ ἐκτίμησις ὑποτίθεται τὸ μὲν σῶμα ἐν θερμοκρασίᾳ 0^ο, τὸ δὲ ὕδωρ ἐν θερμοκρασίᾳ 4^ο. Τὴν εἰς τὰς συνθήκας ταύτας ἀναγωγὴν κατορθοῦμεν διὰ τῆς μεθόδου π. χ. τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ οὕτως·

Ἐπιφέρομεν διὰ σταθμῆσεων τριῶν 1^{ον} ἰσορροπίαν πρὸς τὸ ἐκ τῆς πλάστιγγος Π ἐν τῷ ἀέρι ἐξηρημένον σῶμα διὰ τινος μάζης μ , τιθεμένης ἐν τῇ ἑτέρᾳ πλάστιγγι Π'. 2^{ον} ἰσορροπίαν μετὰ τὴν κατάδυσιν τοῦ σώματος εἰς τὸ ὕδωρ διὰ προσθήκης σταθμῶν θ ἐν τῇ πλάστιγγι Π. 3^{ον} ἰσορροπίαν πρὸς τὴν μάζαν μ μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ σώματος διὰ σταθμῶν Β, τιθεμένων ἐν τῇ πλάστιγγι Π. Ἡ μάζα μ καὶ κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας σταθμῆσεις διατελεῖ ἀμετάβλητος, ἄρα καὶ ὁ φῶτος τῆς πλάστιγγος Π. Ἐὰν νῦν παρα-

στήσωμεν διὰ τοῦ ω τὸ ἐν τῷ κενῷ ἀληθές τοῦ σώματος βάρος (ἐδ. 103), διὰ τοῦ Σ τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς αὐτοῦ διαστολῆς, διὰ τοῦ π_0 τὴν ἐν θερμοκρασίᾳ 0° διοριστέαν πυκνότητα, διὰ τοῦ ϵ' τὸ ἐν ταῖς προκειμέναις ἀτμοσφαιρικαῖς περιστάσεσι λογιζόμενον (ἐδ. 202α) εἰδικὸν βάρος τοῦ αἵρος καὶ διὰ θ' τὴν κοινὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος, τοῦ αἵρος καὶ τοῦ ὕδατος, τὸ ἐν τῷ αἵρει φαινόμενον βάρος τοῦ σώματος, ἥτοι ὁ φόρτος τῆς πλάστιγγος Π ἔσεται

$$\omega - \frac{\omega}{\pi_0} \left(1 + \theta \Sigma \right) \epsilon' \quad \eta \quad \omega \left(1 - \frac{1 + \theta \Sigma}{\pi_0} \epsilon' \right).$$

ἀλλ' ὁ αὐτὸς φόρτος κατὰ τὴν δευτέραν στάθμησιν ἰσοῦται πρὸς τὸ ἀληθές βάρος τοῦ σώματος αὐξηθὲν κατὰ τὰ σταθμὰ θ καὶ ἐλαττωθὲν κατὰ τὸ βάρος ὕδατος ἴσου ὄγκου.

Τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τούτου παρίσταται ὑπὸ τοῦ γινομένου $\frac{\omega}{\pi_0} (1 + \theta \Sigma)$, τοῦ ω ἐμφαινόμενου τῆν ἐν θερμοκρασίᾳ θ πυκνότητα τοῦ ὕδατος κατὰ τὸν πίνακα τοῦ Depretz (ἐδ. 201 α') ὥστε

$$\omega \left(1 - \frac{1 + \theta \Sigma}{\pi_0} \epsilon' \right) = \omega + \theta - \frac{\omega}{\pi_0} (1 + \theta \Sigma) \omega$$

ἐκ τῆς ἰσότητος ταύτης πορίζομεθα $\omega = \frac{\theta \pi_0}{(1 + \theta \Sigma)(\omega - \epsilon')}$ · ἀλλὰ καὶ ὁ κατὰ τὴν τρίτην στάθμησιν φόρτος τῆς πλάστιγγος Π ἰσοῦται πρὸς τὸν πρῶτον, ἥτοι

$$B = \omega \left(1 - \frac{1 + \theta \Sigma}{\pi_0} \epsilon' \right). \quad \text{ὅθεν } \omega = \frac{B \pi_0}{\pi_0 - (1 + \theta \Sigma) \epsilon'}$$

Ἐξισοῦντες τὰς δύο εὐρεθίσκας τιμὰς τοῦ ω καὶ λύνοντες πρὸς τὸ π_0 , πορίζομεθα

$$\pi_0 = (1 + \theta \Sigma) \left[\frac{B \omega - (B - \theta) \epsilon'}{\theta_0} \right].$$

Ὁμοίως πως διορίζεται καὶ ἡ πυκνότης τῶν ρευστῶν διὰ τῆς μεθόδου τοῦ ζυγοῦ (πίναξ ἐδ. 14). Σημειώετον ὅτι ἔδει ἐνὰ διορθώσωμεν καὶ διὰ τὴν ἐν τῷ αἵρει ἐλάττωσιν τοῦ βάρους τῶν σταθμῶν B καὶ θ , διότι ταῦτα κατασκευάζονται συνήθως ἀκριβῆ διὰ τὸ κενόν· ἀλλ' ὁ πρὸς διόρθωσιν παράγων $\left(1 - \frac{\epsilon'}{\pi} \right)$, ἐν ᾧ π ἐμφαίνει τὴν πυκνότητα τῆς ὕλης τῶν σταθμῶν, κοινὸς ὢν εἰς ἀμφοτέρους τοὺς ὅρους τοῦ κλάσματος, ἐξαλείφεται.

202 α. ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΑΕΡΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΛΕΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ. Ἡ ἐκ τῆς θερμότητος διαστολὴ τῶν ἀερωδῶν σωμάτων, λίαν σημαντικὴ οὖσα, καθίσταται ὁρατὴ, ἐὰν τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον στενοῦ σωλῆνος, φέροντος εὐρύχωρον σφαῖραν συντετηκυῖαν αὐτῷ, βυθίσωμεν εἰς ρευστόν τι. Ἡ προσέγγις καὶ αὐτῆς τῆς θερμῆς χειρὸς ἀρκεῖ πρὸς ἐξώθησιν μέρους τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ περιεχομένου αἵρος, φεύγοντος διὰ τοῦ ρευστοῦ ἐν εἶδει φουαλλίδων, ἡνθ' οὗ ἀνέρχεται εἰς τὸν σωλῆνα στήλῃ ρευστοῦ ὅταν, ψύξως ἐπελθούσης, ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ συστέλληται. Τοιαύτην τινα συσκευὴν μετεχειρίζετο ὁ Drebhel (1621) καὶ ἕτεροι πειθανῶς πρὸ αὐτοῦ, ἐνὰ καταστάσεσιν ὁρατὰς τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας τοῦ αἵρος.

Ὁ ἀήρ διαστέλλεται ἀνὰ ἕκαστον βαθμὸν θερμοκρασίας κατὰ $\frac{11}{3000}$ ἢ $\frac{1}{273}$ τοῦ ἐν θερμοκρασίᾳ 0° ὄγκου αὐτοῦ. Ὁ δὲ Gay-Lussac (1802) παρατήρησεν ὅτι πάντα τὰ αἲρια διαστέλλονται ἐκ τῆς θερμότητος ἴσως· ἕνεκα τῆς ἰσότητος ταύτης ἐκλαμβάνομεν τὴν διαστολὴν αὐτῶν ὡς ἐκμαλὴν. Ἐπειδὴ ὅμως οἱ ὄγκοι τῶν αἰρίων ἐξαρτῶνται οὐ μόνον ἐκ τῆς θερμοκρασίας, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς πίεσεως (ἐδ. 92), κατὰ

τὰς περὶ διαστολῆς δοκιμὰς δέον ἢ ἵνα διατελῇ ἡ πίεσις ἀμετάβλητος ἢ ἵνα λογιζώμεθα τὰ ἐκ τῆς μεταβολῆς αὐτῆς ἀποτελέσματα. Ὁ ἀδιακοπος σάλος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐμποδίζει τὴν κατασκευὴν κλίμακος μονίμου παρὰ τῷ ἀερίῳ θερμομέτρῳ πρὸς ἀμεσον ἀνάγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμοκρασίας· τὸν βαθμὸν τοῦτον ὀρίζομεν ἐκαστοτε διὰ λογισμοῦ, συνδυάζοντες τὴν παρατηρουμένην μεταβολὴν τοῦ ὄγκου τοῦ ἐν τῷ ὄργανῳ ἀέρος μετὰ τῆς συγχρόνως παρατηρουμένης βαρομετρικῆς στάσεως.

Ἐὰν Γ_0 ἐμφαίνῃ τὸν ἐν θερμοκρασίᾳ 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν $\Delta_0 = 760$ χτμ. ὄγκον καὶ α τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς μάζης τινὸς ἀέρος, ὁ ὄγκος αὐτῆς ἐν θερμοκρασίᾳ θ° ἔσται $\Gamma_\theta (1 + \alpha\theta)$, τῆς πίεσεως διατελούσης ἀμεταβλήτου· μεταβαλλομένης ὅμως καὶ τῆς πίεσεως ἀπὸ Δ_0 εἰς Δ , ὁ ὄγκος $\Gamma_\theta (1 + \alpha\theta)$ συμμεταβάλλεται εἰς

$$\Gamma = \Gamma_0 (1 + \alpha\theta) \frac{\Delta_0}{\Delta} \text{ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Mariotte (ἐδ. 92).}$$

Διὰ τῆς ἰσότητος τούτης λογιζόμεθα τὸν ὄγκον Γ , ἐπομένως καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος (ἐδ. 13) πάσης μάζης ἀέρος ὑπὸ ὁρισμένην πίεσιν Δ καὶ ἐν ὁρισμένη θερμοκρασίᾳ θ° , γινώσκοντες τὸν ὄγκον καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀέρος ἐν κανονικῇ καταστάσει ἥτοι ἐν θερμοκρασίᾳ 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαίρας, ἔτι δὲ καὶ τὸν συντελεστὴν α .

Ἐκ τῆς αὐτῆς ἰσότητος συμπεραίνομεν 1^{ον} ὅτι θερμαίνοντες ἀερώδη τινὰ μᾶζαν ἀπὸ 0° εἰς θ° ὅπου πίεσιν ἀμεταβλήτου, αὐξάνομεν τὸν ὄγκον αὐτῆς κατὰ τὴν σχέσιν

$$1 : (1 + \alpha\theta) \text{ διότι θεθέντος } \Delta_0 = \Delta, \text{ ἔπεται } \Gamma = \Gamma_0 (1 + \alpha\theta) \text{ ἢ } \frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \frac{1}{1 + \alpha\theta}.$$

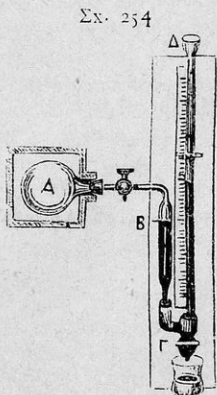
2^{ον} ὅτι θερμαίνοντες ἀερώδη τινὰ μᾶζαν ἀπὸ 0° εἰς θ° ἐν δοχείῳ ἀμεταβλήτου ὄγκου ἵνα μὴ διαστελλῇται, αὐξάνομεν τὴν τάσιν αὐτῆς κατὰ τὴν σχέσιν $1 : 1 + \alpha\theta$.

$$\text{διότι θεθέντος } \Gamma = \Gamma_0, \text{ ἔπεται } \Delta = \Delta_0 (1 + \alpha\theta) \text{ ἢ } \frac{\Delta}{\Delta_0} = \frac{1}{1 + \alpha\theta}.$$

Ἀμφότερα τὰ συμπεράσματα ταῦτα χρησιμεύουσι πρὸς εὐρεσιν τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς α , τὸ δευτέρον μάλιστα μετὰ μείζονος ἀκριβείας. Πρὸς τοῦτο ὕλην τινὰ σφαίραν Δ (Σχ. 254) πλήρη ἀέρος ἢ ἑτέρου ἀερίου συνάπτομεν πρὸς μανόμετρον ἀνοικτὸν (ἐδ. 93) ΒΓΔ, δι' οὗ ἐξισούμεν τὴν τάσιν τοῦ ἀερίου πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἐνῷ τὸ δοχεῖον περικαλύπτεται ὑπὸ τηχομένου πύρου· εἴτα δὲ θερμαίνοντες τὸ δοχεῖον μέχρις 100° καὶ κωλύοντες τὴν διαστολὴν τοῦ περιωρισμένου ἀερίου δι' ἐγγύσεως τοῦ πρὸς τοῦτο ἀναγκαίου ὑδραργύρου εἰς τὸν σωλῆνα ΓΔ, παρατηροῦμεν διαφορὰν ὕψους τῶν δύο ὑδραργυρικῶν στήλῶν ἴσιν περίπου πρὸς 278 χτμ· ὅθεν συμπεραίνομεν τὴν ἀναλογίαν $1 : 1 + 100 \alpha :: 760 : 760 + 278$, ἐξ ἧς $\alpha = 0,00366$.

Ὁ Regnault καὶ ὁ Magnus (1842) δι' ἀκριβεστάτων δοκιμῶν εὗρον ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ ἀέρος ἰσοῦται πρὸς 0,003665 ἢ πρὸς $\frac{1}{3\,000}$ σχεδόν. Φανερὸν δὲ ὅτι, τῆς τιμῆς τοῦ α ὁρισθείσης, τὸ περιγραφέν ὄργανον χρησιμεύει πρὸς μέτρησιν τῶν θερμοκρασιῶν ὡς ἀερίκων θερμόμετρον καὶ μάλιστα ὡς ἀερίκων πυρόμετρον πρὸς μέτρησιν βαθμῶν θερμοκρασίας ὑψίστης, ὅτε τὸ δοχεῖον Δ κατασκευάζεται ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐξ ἑτέρας δυστήκτου ὕλης.

Τὸ ὑδρόγόνον, τὸ ἄζωτον καὶ τὸ ὀξείδιον τοῦ ἄνθρακος διαστελλονται ἐκ τῆς θερμότητος σχεδὸν ἀκριβῶς ὅσον ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ. Ἐκτρέπονται



ὅμοις καθόλου τὰ ἀέρια τοῦ νόμου τούτου τοῦ Gay-Lussac τοσούτω μᾶλλον, ὅσῳ προσεγγίζουσιν εἰς τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως αὐτῶν (παρὰ. ἐδ. 92 καὶ 212): διὸ ὁ Regnault εὔρε μεταξὺ 0° καὶ 100° διὰ μὲν τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ $\alpha=0,003688$, διὰ δὲ τὸ ἐνκόλως ἐκρυστατούμενον θειώδες ὀξὺ $\alpha=0,003845$.

202 β. Εἰδικὸν βάρος ἀερίων. Καλοῦμεν εἰδικὸν βάρος ἡ πυκνότης τῶν ἀερίων τὸν λόγον τοῦ βάρους αὐτῶν πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀέρος ἐν ἴσῳ ὄγκῳ καὶ ἐν ἴσῃς θερμοκρασίᾳ καὶ πίεσει (ἐδ. 94). Πρὸς ὁρισμὸν δ' αὐτοῦ, πληρώσαντες ὑαλινὴν σφαῖραν φέρουσαν στρόφιγγα τοῦ προκειμένου ἀερίου καθαροῦ καὶ ξηροῦ, ὀρίζομεν τὸ βάρος αὐτῆς Β ἐν θερμοκρασίᾳ θ⁰ καὶ πίεσει Υ, εἰτα κενώσαντες αὐτὴν διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας μέχρι τῆς ἐλαχίστης δυνατῆς τάσεως υ καὶ σταθμίσαντες μετροῦμεν τὸ βάρος αὐτῆς β' ἐπαναλαβόντες δὲ τὴν αὐτὴν ἀλληλουχίαν πράξομεν μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν ξηροῦ καὶ καθαροῦ ἀέρος εἰς τὴν σφαῖραν ὀρίζομεν τὰ ἀντίστοιχα ποσὰ Β₁, θ₁, Υ₁, υ₁, β₁.

Ἔστωσαν α καὶ α₁ οἱ συντελεσταὶ τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ ἀερίου καὶ τοῦ ἀέρος καὶ Σ ὁ τῆς ὑάλου τῆς σφαίρας. Ἐὰν τὸ μικρὸν ποσὸν τοῦ ὑπολειπομένου ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀερώδους σώματος τάσεως υ θεωρήσωμεν ὡς ἀπαρτίζον μέρος τοῦ βάρους τῆς σφαίρας, ἔξεστιν ἵνα ἐκλάβωμεν ταύτην μὲν ὡς ἐντελῶς κενήν, τὴν δὲ τάσιν τοῦ ἀντληθέντος ἀερίου ὡς ἴσην πρὸς (Υ - υ). ὥστε (Β - β) ἔσεται τὸ βάρος ὄγκου τοῦ ἀερίου ἴσου πρὸς τὸν τῆς σφαίρας ἐν θερμοκρασίᾳ θ⁰ καὶ ὑπὸ πίεσιν (Υ - υ) καὶ (Β - β₁) τὸ βάρος ὄγκου ἀέρος ἴσου πρὸς τὸν τῆς σφαίρας ἐν θερμοκρασίᾳ θ⁰₁ καὶ ὑπὸ πίεσιν (Υ₁ - υ₁). Τὰ ἐκ τῶν σταθμῆσεων τούτων βάρη (Β - β) καὶ (Β₁ - β₁) ἀνάγομεν νῦν εἰς τὴν κανονικὴν πίεσιν τῶν 760 χτμ. καὶ εἰς θερμοκρασίαν 0°. Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Mariotte τὸ ὑπὸ πίεσιν (Υ₁ - υ₁) ἐν τινι ὄγκῳ βάρος (Β₁ - β₁) ὑπὸ πίεσιν 760 ἰσοῦται

$$\text{πρὸς } (Β_1 - \beta_1) \cdot \frac{760}{(Υ_1 - υ_1)} \text{ ἐν ἴσῳ ὄγκῳ ἢ τῆς θερμοκρασίας μὴ μεταβαλλομένης.}$$

ἀλλὰ τῆς θερμοκρασίας ἐλαττωμένης ἀπὸ θ⁰ εἰς 0°, ὁ μὲν ὄγκος τῆς σφαίρας ἐλαττωταὶ κατὰ τὴν σχέσιν $(1 + \Sigma \theta_1) : 1$ καθ' ἣν ἐλαττωταὶ καὶ τὸ βάρος τοῦ περιεχομένου ἀέρος, ἡ δὲ πυκνότης τοῦ ἀέρος αὐξάνεται κατὰ τὴν σχέσιν $1 : (1 + \alpha_1 \theta_1)$ καθ' ἣν αὐξάνεται καὶ τὸ βάρος τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ περιεχομένου ἀέρος: ὥστε τὸ ζητούμενον βάρος ἔσεται

$$\left(Β_1 - \beta_1 \right) \cdot \frac{760}{(Υ_1 - υ_1)} \cdot \frac{(1 + \alpha_1 \theta_1)}{(1 + \Sigma \theta_1)}. \text{ ὁμοίως πορίζομεθα ὅτι καὶ τὸ τοῦ ἀερίου βάρος ἐν ταῖς αὐταῖς περιστάσεσιν ἰσοῦται πρὸς } (Β - \beta) \cdot \frac{760}{(Υ - υ)} \cdot \frac{(1 + \alpha \theta)}{(1 + \Sigma \theta)}.$$

Διαιροῦντες τέλος τὸ δεῦτερον τοῦτο βάρος διὰ τοῦ πρώτου λογιζόμεθα τὴν ζητούμενην πυκνότητα, οὔσαν $\pi = \frac{Β - \beta}{Β_1 - \beta_1} \cdot \frac{Υ_1 - υ_1}{Υ - υ} \cdot \frac{1 + \alpha \theta}{1 + \alpha_1 \theta_1} \cdot \frac{1 + \Sigma \theta_1}{1 + \Sigma \theta}.$

Ἐὰν κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν ἐργασιῶν ἡ θερμοκρασία καὶ ἡ πίεσις διετέλεσαν ἀμετάβλητοι, καὶ ἡ κένωσις ἐγένετο μέχρις ἴσης ἀραιώσεως, ἡ ἰσότης αὕτη ἀποβαίνει

$$\pi = \frac{Β - \beta}{Β_1 - \beta_1} \cdot \frac{1 + \alpha \theta}{1 + \alpha_1 \theta}.$$

Ἐὰν προσέτι ἐκλάβωμεν καὶ $\alpha = \alpha_1$, ἡ ἰσότης καταντᾷ εἰς τὴν $\pi = \frac{Β - \beta}{Β_1 - \beta_1}.$ (ᾧρα τὸν ἐν ἐδ. 14 πίνακα).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

Περὶ μεταβολῆς τῆς καταστάσεως.

203. ΤΗΣΙΣ. Τὰ πλεῖστα τῶν στερεῶν σωμάτων, τῶν μὴ μεταβαλλομένων χημικῶς ὑπὸ τῆς θερμότητος μεθίστανται εἰς τὴν ρευστὴν κατάστασιν θερμανθέντα μέχρι βαθμοῦ ὠρισμένου δι' ἕκαστον τὴν μετὰστασιν ταύτην καλοῦμεν *τῆξιν* καὶ τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν ἐπέρχεται, *βαθμὸν τήξεως*. Τὰ δὲ τετηκότα σώματα ψυχθέντα μέχρι τοῦ βαθμοῦ τῆς τήξεως ἀναλαμβάνουσι τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἥτοι *πῆγνυνται* ὥστε ὁ βαθμὸς τῆς πῆξεως ταυτίζεται πρὸς τὸν βαθμὸν τῆς τήξεως· ἐνίοτε δὲ, ὅταν προηγήται τῆς τήξεως μαλάκυνσις, μεθίστανται τὰ σώματα βαθμυδὸν εἰς τὴν ρευστὴν κατάστασιν γινόμενα *μαλακὰ* καὶ *ἡμίρρευστα*.

Βαθμοὶ τήξεως σωμάτων τινῶν.

Ἀνθρακικὸν ὀξύ	—58°	Στεατικὸν ὀξύ	70°	Χαλκός	1050°
Υδράργυρος	—38°,2	Νάτριον	90°	Σίδηρος χυτός	1200°
Πάγος	0°	Θεῖον	113°,6	Χρυσός	1200°
Βούτυρον	32°	Κασσιτερος	230°	Χάλυψ χυτός	1300°—1400°
Στέαρ	40°	Βισμούθιον	265°	Σίδηρος σφυρήλατος	1600°
Φωσφόρος	44°	Μόλυβδος	330°	Λευκόχρυσος	1700°
Κάλιον	58°	Ψευδάργυρος	360°		
Κηρός	68°	Ἀργυρος	1000°		

Ὁ βαθμὸς τῆς τήξεως τῶν μεταλλικῶν συντηγμάτων ὑπολείπεται συνήθως τοῦ τῶν συστατικῶν μετάλλων. Τὸ σύντηγμα π. χ. Pb, Sn , ἐκ τριῶν περίπου μερῶν βάρους μολύβδου καὶ πέντε κασσιτέρου συγκείμενον τήκεται κατὰ τοὺς 186°. τὸ σύντηγμα τοῦ Rose ἐκ δύο μερῶν βισμούθιου, ἐνὸς μολύβδου καὶ ἐνὸς κασσιτέρου (Pb, Sn, Bi) τήκεται κατὰ τοὺς 94°. τὸ τοῦ Wood ἐκ μερῶν 1—2 καδμίου, 7—8 βισμούθιου, 2 κασσιτέρου καὶ 4 μολύβδου κατὰ τοὺς 66°—67°, καὶ τὸ τοῦ Lipowitz (Bi, Sn, Pb, Cd) κατὰ τοὺς 60° ἤδη (παρ. ἐδ. 21). Ἡ θερμοκρασία τοῦ τετηκότος ῥύακος παρατηρήθη οὕσα μεταξὺ τῶν 1250° καὶ τῶν 1500° τὸ πυριτικὸν ὀξύ (χαλαζίας) καὶ ἡ ἀργιλὸς (κορουνδιον) τήκονται πῶς ἐν τῇ φλογὶ τοῦ ὕδροξυγονικοῦ καμινευτήρος· τὸ δὲ δυστηκτότατον πάντων τῶν σωμάτων, τὸν λευκόχρυσον, κατάρθρωσεν ἵνα τήξη ὁ Deville κατὰ μεγάλας ποσότητας ἐν χωνευτηρίᾳ ἐξ ἀσθέστου διὰ τοῦ ὕδροξυγονικοῦ καμινευτήρος. Ὁ ἀνθραξ τέλος ἐστὶν ἀτηκτος.

Τὰ πλεῖστα τῶν σωμάτων, ἐξογκούμενα ἐν τῷ τήκεσθαι, εἰσι κορυφώτερα ρευστὰ ἢ στερεά. Τὸ ὕδωρ ὅμως καὶ τὸ βισμούθιον διαστέλλονται κατὰ τὴν πῆξιν· διὸ ὁ ὅγκος τοῦ πάγου πρὸς τὸν ὅγκον ἰσοβαροῦς ὕδατος θερμοκρασίας 4° ἔχει ὡς 1075 : 1000· τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ πάγου ἰσοῦται ἄρα πρὸς 0,93· τούτου ἕνεκα ὁ μὲν πάγος ἐπιπλάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος, τὰ δὲ κεραμικὰ σκεύη, ἐν οἷς πῆγνυται ὕδωρ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, *βῆγνυνται*.

Αύτανομένης τῆς πίεσεως, ὑψοῦται μὲν ὁ βαθμὸς τῆς τήξεως τῶν κατ' αὐτὴν διατελομένων σωμάτων, χαμηλοῦται ὁμοῦς ὁ τῆς τήξεως τοῦ ὕδατος (κατὰ 0,0075° διὰ πᾶσαν ἀτμόσφαιραν)· διὸ ὁ Mousson ὑπὸ πίεσιν λίαν ἰσχυράν ἔτρεξε τὸν πάγον ἐν θερμοκρασίᾳ — 18°.

204. ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ. Ἐὰν διὰ φλογὸς θερμάνωμεν χιόνα ἢ τετριμμένον πάγον ἀρνητικῆς θερμοκρασίας ἐν δοχείῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει θερμόμετρον, βλέπομεν τὸν ὑδράργυρον κατ' ἀρχὰς ὑψούμενον μέχρι τοῦ βαθμοῦ τῆς τήξεως καὶ ἀκίνητοῦντα ἐκεῖ μέχρις οὗ ὅλη ἡ χιών ταχῇ. Τῆς θερμάνσεως παραινομένης ὁ ὑδράργυρος ὑψοῦται πάλιν καὶ φθάνει εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἀναξέσεως, παρ' ἣ διατελεῖ ἐκ νέου ἀκίνητος, ἐν ᾧ ὑπάρχει ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ βρευστόν· ὥστε ἡ κατὰ τὴν τήξιν καὶ τὴν ἀναξέσιν παρεχομένη τῷ ὕδατι θερμότης οὐδόλως συντελεῖ πρὸς ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ, ἀλλὰ *δαπανᾷται* μόνον πρὸς μεταβάσιν ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν βρευστήν ἢ ἐκ ταύτης εἰς τὴν ἀερώδη κατάστασιν. Τὸ ποσὸν τῆς πρὸς τοῦτο δαπανωμένης θερμότητος καλοῦμεν *θερμότητα τήξεως καὶ θερμότητα ἐξαερώσεως* τοῦ ὕδατος· ὁμοιον φαινόμενον συμβαίνει κατὰ τὴν τήξιν καὶ ἐξαέρωσιν παντός σώματος. Ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν τῶν ἀερωδῶν ὡς καὶ κατὰ τὴν τήξιν τῶν βρευστῶν σωμάτων διατελεῖ πάλιν τὸ θερμόμετρον ἀκίνητον παρὰ τῷ βαθμῷ τῆς ἀναξέσεως ἢ τῆς τήξεως, μέχρις οὗ ὅλος ὁ ἄτμος ἢ ὅλον τὸ βρευστὸν μεταβάλλωσι κατάστασιν, διότι κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν ὡς καὶ κατὰ τὴν πῆξιν ἴση ποσότης θερμότητος *ἀναγερνᾷται* πάλιν.

Κατὰ τὴν ἄλλοτε ἐπικρατήσαν ὑπόθεσιν ὅτι ἡ θερμότης ἐστὶν *ἰδιοφυές* τι βρευστόν· ἠδυνάτου ἐνὰ παραδεχθῶσιν ὅτι ποσὸν τι τῆς ὕλης ταύτης ἀπόλλυται κατὰ τὴν τήξιν καὶ τὴν ἐξέκρυσιν, διότι πᾶσα ἀπώλεια ἀντίκειται εἰς τὴν περὶ ὕλης ἔννοιαν, διὸ παρεδέχοντο κατ' ἀνάγκην ὅτι ποσότης τις θερμότητος ὕλης μεθίσταται εἰς ἰδίαν τινὰ *λυτθάνουσαν* κατάστασιν, καθ' ἣν αὕτη οὐκ ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου, καὶ ὅτι κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν τῶν ἀερίων καὶ τὴν πῆξιν τῶν βρευστῶν ἀποβαίνουσα ἐλευθέρη ἀναφθάνει πάλιν ἐνεργός. Κατὰ τὴν νεωτέραν ὁμῶς περὶ θερμότητος θεωρίαν (ἐδ. 196, 241), καθ' ἣν αὕτη ἐκλυμβάνεται οὐχ ὡς ὕλη, ἀλλ' ὡς ἰδία τις *κατάστασις κινήσεως* τῶν μορίων τῶν σωμάτων, παραδεχόμεθα ὅτι πρὸς χωρισμὸν τῶν μορίων δαπανᾷται ποσὸν τι τῆς θερμαντικῆς κινήσεως καὶ ὅτι ἀντιστρόφως ἴσον αὐτῆς ποσὸν *ἀναγερνᾷται* πάλιν (παρβλ. ἐδ. 41) ὅταν, συναπτομένων τῶν μορίων, τὰ σώματα μεθίστανται ἐκ τῆς ἀερώδους εἰς τὴν βρευστήν ἢ ἐκ ταύτης εἰς τὴν στερεάν κατάστασιν.

205. *Θερμαντικὴ μονάς.* Πρὸς ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος κατὰ 1°, δέον ἐνὰ χορηγήθῃ αὐτῷ ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλοῦμεν *θερμαντικὴν μονάδα* ἢ *θαλπωρὴν* (Calorie). Διὰ τῆς μονάδος ταύτης παραβάλλομεν πρὸς ἄλλα κατὰ μέγεθος πάντα τὰ εἰς σώματι παρεχόμενα ἢ ἀπ' αὐτοῦ ἀφαιρούμενα, τὰ *δαπανώμενα* ἢ *ἀναγερνόμενα* πρὸς θερμότητα, εἴτε ἐκλυμβάνοντες αὐτὰ ὡς ποσὰ ἰδιοφυοῦς θερμότητος ὕλης, εἴτε νοοῦντες ὅτι πρόκειται περὶ ποσοῦ κινήσεως ἥτοι δυνάμεως ζωῆς. Κατὰ ταῦτα, ἐνὰ θερμανθῶσιν υ χ γ ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 0° ἀπαιτοῦνται υθ θαλπωραί, καὶ ἀντιστρόφως δέον ἐνὰ ἀφαιρεθῇ ἀπ' αὐτῶν ἴσον ποσὸν θερμαντικῶν μονάδων υθ ἐνὰ ἡ θερμοκρασία ἐλαττωθῇ κατὰ βαθμοῦς 0°.

Ἐὰν υ, χ γ ὕδατος 0°, συγκεράσωμεν πρὸς υ₂ χ γ ὕδατος 0°, εὐκόλως λογιζόμεθα τὴν θερμοκρασίαν 0° τοῦ κράματος μετροῦντες διὰ θερμαντικῶν μονάδων τὰ παρεχόμενα καὶ ἀναλαμβάνόμενα ποσὰ τῆς θερμότητος ὑπὸ τῶν μαζῶν τοῦ ὕδατος. Ἐὰν υ₂ > υ₁, τὸ βάρος υ₁ θερμανθὲν ἀπὸ θ₁ εἰς θ ἀνεδέξατο θερμαντικὰς μονάδας υ₁ (θ — θ₁), ἐνῶ τὸ βάρος υ₂ ψυχθὲν ἀπὸ θ₂ εἰς θ παρέσχε θερμαντικὰς μονάδας υ₂ (θ₂ — θ). ἐπειδὴ

δὲ ἢ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ψυχροτέρου ὕδατος ὑψώσασα θερμότης ἐπὶ ἴσασεν ἐκ τοῦ θερμότερου ὕδατος, συμπεραίνομεν τὴν ἰσότητά

$$v_1 (\theta - \theta_1) = v_2 (\theta_2 - \theta), \quad \text{ἐξ ἧς } \theta = \frac{v_1 \theta_1 + v_2 \theta_2}{v_1 + v_2}.$$

Ὁμοίως λογιζόμεθα τὴν θερμοκρασίαν κράματος πολλῶν μαζῶν ὕδατος ἀνίσου θερμοκρασίας (Κανὼν τοῦ Richmann: 1750).

206. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΤΗΣ ΤΗΣΘΕ. Ἐὰν 1 χγ ὕδατος 100, συγκεράσωμεν πρὸς ἐν χλ^ν ὕδατος 0° πρᾶσκειν κρᾶμα τῶν 50°. Τὸ θερμὸν δηλ. ὕδωρ ἀπὸ 100° εἰς 50 ψυχόμενον παρέχει 50 θερμοκρατικὰς μονάδας, ἱκανὰς ἵνα ὑψώσῃ τὴν θερμοκρασίαν ἴσης ποσότητος ὕδατος ψυχροῦ ἀπὸ 0° εἰς 50°. Ἐὰν ὁμοῦς ἐντὸς ἐνὸς χμ^ν ὕδατος τῶν 100° ῥίψωμεν ἐν χμ^ν χιόνος 0°, σχηματίζεται τῆς χιόνος τηκομένης κρᾶμα 2 χγ^ν τῶν 10,4. Τὸ θερμὸν ὕδωρ παρέχει 89,6 θερμοκρατικὰς μονάδας χρησιμεύουσας ἐν μέρει μὲν πρὸς τὴν τῆξιν τῆς χιόνος ἐν θερμοκρασίᾳ 0°, ἐν μέρει δὲ πρὸς θέρμανσιν τοῦ ἐκ τῆς τήξεως ταύτης πηγάζοντος ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 10,4. Ἀλλ' ἐπειδὴ διὰ τὴν θέρμανσιν ταύτην δαπανῶνται 10,4 θερμοκρατικαὶ μονάδες, συμπεραίνομεν ὅτι πρὸς τῆξιν ἐνὸς χγ^ν χιόνος ἀπαιτοῦνται 89,6—10,4=79,2 θαλπωραί. Ὁμοίως μετροῦμεν καὶ τὴν πρὸς τῆξιν ἐτέρων σωμάτων ἀναγκαίαν ποσότητα θερμότητος. Μεταξὺ πάντων τῶν σωμάτων, ὧν ἐμετρήθη ἡ θερμότης τῆς τήξεως, διακρίνεται τὸ ὕδωρ ὡς δεόμενον πρὸς τῆξιν τῆς μείζονος θερμότητος.

Τὰ πρὸς διορισμὸν τῆς θερμότητος τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀκριβέστατα πειράματα (Regnault 1843) παρέσχον τὸν ἀριθμὸν 79,25 θαλπωρῶν. Διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου καὶ διὰ τῶν ἐξηγεσθέντων ἐν τῇ προηγουμένῃ ἑδαφίῳ λογιζόμεθα εὐχερῶς τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν κράματος εἰς Κ χγ^ν ὕδατος τῶν θ° καὶ ἐκ Ν χγ^ν χιόνος 0°, ἢ καὶ τὸ πᾶν τῆς ὑπολειπομένης ἀτήκτου χιόνος, ἐὰν τὸ ὕδωρ ὀλίγον ὢν μὴ ἐπαρκῆ πρὸς τῆξιν αὐτῆς.

207. ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΔΙΑΛΥΣΕΩΣ ΨΥΚΤΙΚΑ ΚΡΑΜΑΤΑ. Ὡς κατὰ τὴν τῆξιν οὕτω καὶ κατὰ τὴν διάλυσιν ἀλάτων ἐν τῷ ὕδατι ἢ καὶ ἐν ἐτέροις βευστοῖς δαπανᾶται θερμότης. Τὸ νίτρον π. χ. καὶ τὸ ἀμμωνιακὸν ἄλλας διαλυόμενα ἐν τῷ ὕδατι ἐπιφέρουσι σημαντικὴν τῆς θερμοκρασίας ἐλάττωσιν. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἀλυκαὶ διαλύσεις πηγνυνται κατὰ θερμοκρασίας χαμηλοτέρας ἢ τὸ καθαρὸν ὕδωρ, τὰ ἐκ χιόνος καὶ μαγειρικοῦ ἁλτος κρᾶματα μεταβαλλόμενα εἰς βευστὰ κατὰ τὴν ἀνάμεικτον ψύχονται δαπανῶντα τὴν πρὸς ἀμειβαίαν τῆξιν ἀναγκαίαν θερμότητα, ἢ δὲ θερμοκρασία αὐτῶν κατέρχεται, ἐὰν ὑπάρχῃ ἱκανὸν ποτὸν ἁλτος, μέχρι τοῦ βαθμοῦ τῆς πήξεως τῆς κεκορεσμένης ἀλυκῆς διαλύσεως, ἥτις προκύπτει ἐκ τῆς ἀναμείξεως. Αὐτὸ τοῦτο συμβαίνει καὶ ὅταν ἀναμειγνύομεν χιόνα μεθ' ἐτέρων ἀλάτων ἐντεῦθεν τὰ τεχνητὰ ψυκτικὰ κρᾶματα. Ἡ θερμοκρασία μίγματος ἐξ ἴσων βαρῶν χιόνος καὶ μαγειρικοῦ ἁλτος κατέρχεται ἀπὸ 0° εἰς—21,3°, ἢ δὲ ἐξ ἐνός βάρους χιόνος καὶ ἐκ τριῶν βαρῶν κρυσταλλοκρήτου γλωριοῦ χου ἀσβεστοῦ εἰς —33°. Μετρίως ἀραιὸν θεικὸν ἐξὺ χεόμενον ἐπὶ χιόνος ἐπιφέρει ταχεῖαν αὐτῆς τῆξιν καὶ ἐλάττωσιν τῆς θερμοκρασίας μέχρι —40° ἕως —50°.

Ἐνεκα τῆς οὐ πλέον ἢ ἐν ἐνὶ λεπτῷ ἐπερχομένης διαλύσεως 150 μερῶν τετριμμένου

θειοκυανιούχου καλλίου ἐν 100 μέρσιν ὕδατος ἐλαττοῦται ἡ θερμοκρασία τοῦ κράματος κατὰ τὸν Rüdorff κατὰ 34,5^ο· συμφέρει δὲ ἡ χρῆσις τοῦ ψυχτικοῦ τούτου κράματος, διότι ἐξατμίζοντες τὴν διάλυσιν ἀνακτώμεθα τὸ ἅλας ἀνευ σπουδαίας ἀπωλείας πρὸς νέας δοκιμάς. (Τῆξις χιόνος καὶ πάγου ἐπὶ τῶν σιδηρῶν τροχιῶν δι' ἐπιπασσόμενον ἄλατος).

208. ὙΠΕΡΤΗΣΙΣ. Πολλὰ ρευστὰ σώματα ψυχόμενα κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὸν τῆς τήξεως δυνατόν ἵνα μὴ παγῶσιν ἐὰν προσεκτικῶς ἀποφύγωμεν πᾶσαν κίνησιν αὐτῶν καὶ ἰδίως τὴν εἴσοδον τοῦ ἀέρος ἐν δοχείοις κεκλεισμένοις· ἐὰν ὅμως τότε ταράξωμεν ἢ ἐὰν ψαύσωμεν αὐτὰ διὰ στερεοῦ τινος σώματος καὶ μάλιστα διὰ στερεοῦ μορίου τῆς αὐτῆς ὕλης, ἡ πῆξις προχωρεῖ αἰφνης δι' ὀλοκλήρου τῆς μάξης αὐτῶν, ἐνῶ ὁ ὑδράργυρος ἐντεθειμένου θερμομέτρου ἀνέρχεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῆς τήξεως ἕνεκα τῆς ἀναγεννωμένης θερμότητος κατὰ τὴν πῆξιν. Τὴν τοιαύτην κατάστασιν καλοῦμεν ὑπέρτηξιν.

Πειρώμενοι τοῦ ὕδατος πληροῦμεν αὐτοῦ κατὰ τὸ ἥμισυ μικρὸν ὑάλινον δοχεῖον κενὸν ἀέρος περιλαβάνον θερμομέτρον· παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ψυχόμενον διατελεῖ ρευστὸν μέχρι τῶν —8^ο ἕως —10^ο· παραχθὲν ὅμως παρὰ τὴν πῆγνυται, ἐνῶ τὸ θερμομέτρον ὑψοῦται εἰς 0^ο. Ῥανίδες ὕδατος ἐναιωρούμεναι ἐν ἐτέρῳ ρευστῷ ἴσου εἰδικοῦ βάρους δυνατόν ὁμοίως ἵνα ψυχθῶσι κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὸ 0 μὴ πηγνύμεναι. Ἡ μόρφωσις τοῦ παγεθοῦ ὀλίθου (Glatteis) ἐρμηνεύεται ὁμοίως· αἱ ἐν τῷ αἰρί ὑπὸ τὸ 0 ψυχθεῖσαι ῥανίδες τοῦ ὕδατος ἀπτόμεναι τοῦ στερεοῦ ἐδάφους καὶ αἰφνης πηγνύμεναι καλύπτουσιν αὐτὸ διὰ τοῦ κινδυνώδους ἐπιπάγου (παρθλ. ἐδ. 261).

Τὸ φαινόμενον τῆς ὑπέρτηξεως παρατηρεῖται εὐκόλως εἰς τὸν φωσφόρον ὑπὸ τὸ ὕδωρ τακέντα. Τετρίδος δὲ θεῖον διατηρεῖται ἐπὶ τινα χρόνον ρευστὸν ἐν θερμῷ ὕδατι τῶν 95^ο καὶ ἐὰν τὸ δοχεῖον ταράσσεται ἢ εἰσαχθῇ ῥάβδος ἐν αὐτῷ· πηγνύται ὅμως ἐν ἀκαρεῖ ἐὰν ῥίψωμεν εἰς αὐτὸ ἐλάχιστον στερεοῦ θεῖου ψῆγμα. Πάντων ὅμως ὁραϊότατον φαινόμενον ὑπέρτηξεως καὶ ἐπερχομένης κατόπιν κρυσταλλώσεως παρέχουσιν οἱ ἐνυδρῶι κρύσταλλοι τοῦ ὑποβοιόδους νάτρου. Ἀνάλογον φαινόμενον ἔστιν ὁ ὑπέρκορος τῶν ἁλυκῶν διαλύσεων.

209. ΕΞΑΕΡΩΣΙΣ· ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ· ΑΝΑΞΕΙΣ. Ἡ ἐξαερώσις ἐστὶ μετὰστασις ἀπὸ τῆς ρευστῆς εἰς τὴν ἀερῶδη κατάστασιν, ἥτις ἢ συμβαίνει κατὰ μικρὸν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ρευστοῦ, ὅτε καλεῖται ἐξάτμισις, ἢ ἐπέρχεται ταχέως ἐν θερμοκρασίᾳ ὑψηλῇ, ἐνῶ τὸ ρευστὸν ἀναξέει ἀναπτυσσομένων πομπολύγων ἀτμοῦ ἀπὸ τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, αἰτνες ἀνερχόμεναι διὰ τοῦ ρευστοῦ μεγεθύνονται καὶ διαρρήγνυνται φθάσαι εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ· τὸ φαινόμενον τότε καλούμενον ἀνάξεις ἐπέρχεται κατὰ θερμοκρασίαν ὠρισμένην, ἥτις καλεῖται βαθμὸς τῆς ἀναξέσεως, οὗσαν διάφορον παρ' ἐκάστῳ ρευστῷ καὶ ἐξαρτωμένην πρὸ παντὸς ἐτέρου ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Τὸ ὕδωρ ὑπὸ πίεσιν 760 χτμ ἀναξέει κατὰ τοὺς 100^ο, ἀλλ' ὑπὸ πίεσεως ἐλάσσονας, ἐπὶ τῶν ἀκρωρεῖων π. χ. (ἐδ. 95) ἢ ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας (ἐδ. 98.7) ἡ ἀνάξεις αὐτοῦ ἐπέρχεται ἐν θερμοκρασίᾳ χαμηλοτέρᾳ. Ἐν δὲ κενῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ καταλλήλου σχήματος δυνατόν ἵνα μεταδῶμεν εἰς τὸ ὕδωρ κίνησιν ὁμοίαν πρὸς ἀνάβρασιν διὰ μόνης τῆς θερμότητος τῆς χειρὸς (ὑδρόσφυρα, σφυγμόσφυρα). Τοῦναντίον ἐν λέβητι κεκλεισμένῳ ἀεροστεγῶς, ἔχοντι ἀρκούντως παχέα τὰ πλευρώματα, θερμαίνονται τὰ ρευστὰ ὑπὲρ τὸν βαθμὸν τῆς

ἀναξέσεως, διότι ἡ πίεσις τοῦ πρὸς διαφυγὴν ἀδυνατοῦντος ἀτμοῦ αὐξανομένη μετὰ τῆς θερμοκρασίας ἐμποδίζει τὴν περαιτέρω ἐξάερσιν. Ἐπὶ τούτου στηρίζεται ἡ κατασκευὴ τοῦ λέβητος τοῦ *Papin*, ὅστις σιδηροῦς ὦν καὶ ἀεροστεγὴς κλειστός φέρει πρὸς ἀποφυγὴν ἐκρήξεως ἐπιστοιμίδα ἀσφαλείας καὶ χρησιμεύει πρὸς ἐκχυλισμὸν τῶν ἐν ὕδατι διαλυτῶν συστατικῶν σωμάτων δεομένων πρὸς τούτο θερμοκρασίας μείζονος τῶν 100°.

Εἰς ἐλάττωσιν 1 χμ τῆς βαρομετρικῆς στάσεως ἀντιστοιχεῖ ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας τῆς ἀναξέσεως τοῦ ὕδατος κατὰ $1/27$ βαθμοῦ περίπου. Δυνατὸν ἐπομένως ἵνα τὸ θερμόμετρον χρησιμεύσῃ ἀντὶ τοῦ βαρομέτρου πρὸς εὐρεσιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, καὶ μάλιστα πρὸς ὑψομετρίαν ὡς μᾶλλον εὐμετάφορον. Ἡ κλίμαξ τῶν πρὸς τούτο κατασκευαζομένων ὑψοθερμομετρῶν περιλαμβάνει τοὺς βαθμοὺς ἀπὸ τοῦ 85° ἕως τοῦ 101° περίπου, ἀντιστοιχοῦντας εἰς μεταβολὰς πίεσεως ἀπὸ 43 ἐως 79 ετμ (ἔδ. 217), ἀλλὰ τὰ τοιαῦτα ὄργανα δεόν ἵνα ὦσιν ἀρκούντως εὐαίσθητα ὥπως παρατηρῶμεν δι' αὐτὸν ἀκριβῶς ἑκατοστὰ βαθμοῦ. Ἐπὶ τοῦ *Mont-Blanc* τὸ ὕδωρ ζεεῖ ἐν θερμοκρασίᾳ 85°.

Τῆς ἀναξέσεως προηγείται ἄδωρ σιγμὰς προερχόμενος, ὡς εὐχερῶς βεβαιούμεθα παρατηροῦντες τὸ φαινόμενον ἐν ὑαλίνοις δοχείοις, ἐκ τῶν παρὰ τῷ πυθμένι ἀναπτυσσόμενων πομφολύγων τοῦ ἀτμοῦ, αἵτινες ἀνερχόμεναι διὰ τοῦ βρυστοῦ κατ' ἀρχὰς πυκνούνται, διότι τοῦτο διατελεῖ εἰστέ ἐν θερμοκρασίᾳ ἐλάσσονι τῆς τοῦ βρασμοῦ. Πρὸ τῆς ἀναξέσεως ἐκφεύγουσιν ὡς φυσαλλίδες μικραὶ, θερμαινόμενου μάλιστα ὕδατος πηγαίου, τὰ ἐρροφημένα ὑπὸ τοῦ βρυστοῦ ἀέρια, οἷον ἀήρ καὶ ὀξυ ἀνθρακικόν, ἅτινα μόνον διὰ παρατεταμένης ἀναξέσεως ἐντελῶς ἐκδιώκονται. Τὰ ἐν τῷ ὕδατι διαλυμένα ἅλατα ὑψοῦσι τὸν βαθμὸν τῆς ἀναξέσεως· κεκορετιμένη διάλυσις χλωριούχου ἀσβεστοῦ βράζει κατὰ τοὺς 179°. Ἐν δοχείοις δὲ ἔχουσιν τὰ πλεονώματα καθαρὰ καὶ λεῖα θερμαίνεται πρὸ ὕδωρ, ἐντελῶς ἀπηλλαγμένον ἀέρος ὃν, κατὰ τι πλεόν τοῦ εἰς τὴν ἐνεργουσαν πίεσιν ἀντιστοιχοῦντος βαθμοῦ, ὅτε ἐπέρχεται, ὅτε ἐφίγεται ἡ ἐξέερσις μετὰ βλαίῳ ἀνατιναγμοῦ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρ' ἑτέροις βρυστοῖς ἐστὶ φανερώτερον, οἷον, παρὰ τῷ θεικῷ ὀξεί, ὅπερ ἐνεκα τούτου δυσκόλως ἀποστέλλει ἐξ ὑαλίνων δοχείων. Τοὺς τοιοῦτους ἀνατιναγμοὺς ἐλαττοῦμεν προκαλοῦντες τὴν ἐξάερσιν δι' εἰσαγωγῆς εἰς τὸ βρυστὸν τραχέων σωμάτων ἢ τριμμάτων ἢ μεταλλικῶν συρμάτων. καὶ ἐκρευστοῦται μεταβαλλόμενος εἰς ἐλαχίστας ρανίδας (ἢ φυσαλλίδας), αἵτινες ἐν τῷ αἵρει αἰωροῦνται φεῖνται ὡς οὐμήχλη.

Ὁ ἐκάστοτε ἐκ τοῦ ἀναξέοντος βρυστοῦ ἀνερχόμενος ἀτμὸς κέχτηται ἀκριβῶς τὴν ἀντίστοιχὴν τῇ πίεσει θερμοκρασίαν τῆς ἀναξέσεως καὶ διατελὼν ἀερώδης ἐστὶν ἐντελῶς ἄχρους (ὕδωρ) καὶ διαφανής, ἀλλὰ μετὰ τοῦ ψυχροῦ ἀέρος ἀναμειγνύμενος πυκνοῦται καὶ ἐκρευστοῦται μεταβαλλόμενος εἰς ἐλαχίστας ρανίδας (ἢ φυσαλλίδας), αἵτινες ἐν τῷ αἵρει αἰωροῦνται φεῖνται ὡς οὐμήχλη.

Βαθμὸς ἀναξέσεως βρυστῶν τινων ὑπὸ πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιράς.

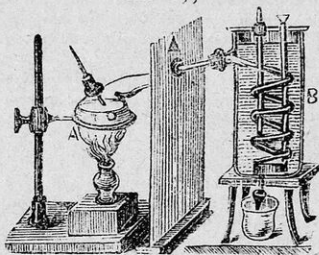
Ὑποξείδιον ἀζώτου	— 87,9	Χλωριαιθύλη	+ 12,5	Φωσφόρος	290
Ἀνθρακικὸν ὀξύ	— 78,2	Αἰθέρ	+ 35,0	Ἐνυδρὸν θεικὸν ὀξύ	352
Ὑδρόθειον	— 61,8	Θειοῦχος ἄνθραξ	+ 46,2	Υδράργυρος	357
Ἀμμωνία	— 38,5	Οἰνόπνευμα	+ 78,3	Θεῖον	447
Χλώριον	— 33,6	Υδωρ	100,0	Κάδμιον	860
Κυάνιον	— 20	Τερεθινθίνη	159,2	Ψευδάργυρος	1040
Θειῶδες ὀξύ	— 10,1				

210. **Φαινόμενον τοῦ Leidenfrost** (1756). Ὅταν ὀλίγον ὕδωρ, ἢ ἕτερον ἐξαερώσιμον βρυστὸν σταλάζωμεν ἐπὶ ἐπιφανείας πεπυρακτωμένου μετάλλου παρατηροῦμεν ὅτι ἀντὶ τοῦ ἀναξέαι περικυβεῖται συσφαιρούμενον καὶ ἐκλείπει ἐξακριβούμενον βραδέως. Τὸ βρυστὸν τότε οὐχ ἄπτεται κυρίως τοῦ μετάλλου, ἀλλ' αἰωρεῖται βρασταζόμενον ὑπὸ τοῦ ἰδίου ἀτμοῦ, ὅστις παρεντίθεται μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας, ἀφ' ἧς ἀναπτύσσεται καὶ τῆς πεπυρακτωμένης ἐπιφανείας· ἐπειδὴ δὲ οἱ ἀτμοὶ εἰσι καθόλου κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἡ θερμοκρασία τοῦ βρυστοῦ ὑπολείπεται πάντοτε κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς τῆς θερμοκρασίας τῆς ἀναξέσεως. Τὴν τοιαύτην κατάστασιν ἐκλάσσει ὁ *Boutigny* σφαιροειδῆ. Ἐνθ' ὧντος τὸ μετάλλου βραδέως ψύχεται, ἐπέρχεται κατὰ τινα θερμο-

κρασίαν (171^ο διὰ τὸ ὕδωρ) αἰφνιδίως ἐπαφῇ, ὅτε τὸ ρευστὸν ἐν μέρει μὲν ταχέως ἐξαερούται, ἐν μέρει δὲ βραδίως περιρραντίζεται, ἐπειδὴ ἡ σφαιροειδὴς κατάστασις διαρκεῖ ἐνόςφ ὃ ὑπὸ τὴν βανίδα ἀτμός ἐστιν ἱκανὸς νὰ φέρῃ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ τὸ βάρος αὐτῆς· ἐνεκα τοῦτου ἐν χώρῳ κενῷ κατορθοῦται ἡ σφαιροειδὴς κατάστασις ἐπὶ ἐρείσματος θερμοκρασίας ἐλάττωσος τῶν 100^ο. Ὁ Faraday εἰσέγαγεν ἐν πεπιωρατωμένῃ γαλνίᾳ ἐκ λευκοχρύσου μίγμα αἰθέρος καὶ στερεοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος (ἐδ. 212), ὅπερ συσφαιρωθὲν διετήρει θερμοκρασίαν τὴν αὐτὴν χαμηλὴν, ὥστε ὁ ὑδράργυρος ἐν τῇ πεπιωρατωμένῃ γαλνίᾳ ἐπῆγγυτο. Ὁ δὲ Deville ὡδεῖεν ὅτι τεττηκυῖα μάζαι λευκοχρύσου χέουμαι εἰς τὸ ὕδωρ διατελοῦσιν ἐπὶ τινα χρόνον ὑπ' αὐτὸ ρευσταὶ καὶ διάπυροι μὴ ἐπερχομένης ἀναξέσεως. Οἱ μεταλλουργοὶ ὀδηγούμενοι ὑπὸ τῆς πείρας βυθίζουσι ἀνινδῶς τὰς χεῖρας αὐτῶν ὑγράς ἐντός τεττηκότας σιδήρου.

211α. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΤΗΣ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ. ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ. Διαρκούσης τῆς ἀναξέσεως, ἡ θερμοκρασία τῶν ρευστῶν διατελεῖ ἁμετάβλητος, διότι πᾶσα ἡ παρεχόμενη αὐτοῖς θερμότης δαπανᾶται πρὸς μεταβολὴν τῆς καταστάσεως· ἴση ὅμως ποσότης θερμότητος ἀναγεννᾶται πάλιν ὅταν ὁ ἀτμὸς πυκνούμενος ἐκρυσταίνῃται (Black, 1757).— Ἡ ἀπόστασις τῶν ρευστῶν ἐστὶ κυρίως ἐκρεύστωσις τῶν ἀτμῶν τῶν ρευστῶν τούτων, ἀναπτυσσομένων δι' ἀναξέσεως ἐντός ἀμβυκος ἢ κέρατος, συμβαίνουσα ἐν γάστρῃ περιβρεχομένη ὑπὸ ψυχροῦ ὕδατος ἢ ἐν σωλῇν ὀφιοειδεῖ καὶ δεομένη συνεχοῦς ἀνανεώσεως τοῦ ψύχοντος ὕδατος ἐνεκα τῆς ἀναγεννωμένης κατὰ τὴν πύκνωσιν πολλῆς θερμότητος.— Τὸ ὕδωρ θερμαίνεται μέχρις ἀναξέσεως ἐντός ξυλίνων δοχείων δι' ἀτμοῦ διοχετευομένου· ἐν δὲ χμ.^α ἀτμοῦ θερμαίνει πλὴν πενταπλάσιον ὕδατος ἀπὸ 0^ο ἕως 100^ο. διότι πρὸς ἐξαέρωσιν 1 χμ.^α ὕδατος τῶν 100^ο δαπανῶνται 537 θερμ. μονάδες, αἵτινες κατὰ τὴν ἐκρεύστωσιν τοῦ ἀτμοῦ ἀποδίδονται πάλιν. Κέκμηται δὲ τὸ ὕδωρ μεταξὺ πάντων τῶν ρευστῶν τὴν πλείστην θερμότητα τῆς ἐξαερώσεως.

Σχ. 255



σωλῇν ἐκρυσταίνοντος ἀτμοῦ. Ἐὰν νῦν παραστήσωμεν διὰ τοῦ χ τὴν διοριστέαν θερμότητα ἐξαερώσεως δι' ἐν χμ.^α ὕδατος, συμπεραίνομεν ὅτι τὸ βάρος α χμ.^α τοῦ ἐκρυσταίνοντος ἀτμοῦ τῶν 100^ο παρέσχε θερμαντικὰς μονάδας α χ· ἐπειδὴ δὲ τὰ ἐντεῦθεν προκύψαντα α χγ.^α ὕδατος ἐψύχθησαν ἔτι μέχρι τῆς θερμοκρασίας θ₂, τοῦ ἐν τῇ ψυκτῇ ὕδατος παρέσαν καὶ ταῦτα θερμαντικὰς μονάδας α (100—θ₂). Πίστας τὰς μονάδας ταύτας ἀνεδέξαντο τὰ α χγ.^α τοῦ ψυχροῦ ὕδατος θερμανθέντα ἀπὸ θ₁ εἰς θ₂, ἀλλὰ ταῦτα δέονται πρὸς τοῦτο θερμαντικῶν μονάδων υ (θ₂—θ₁), ὥστε συμπεραίνομεν τὴν ἰσότητά

$$\alpha\chi + \alpha (100 - \theta_2) = \alpha (\theta_2 - \theta_1) + \alpha \chi \gamma$$

$$\chi = \frac{\alpha}{\gamma} (\theta_2 - \theta_1) - (100 - \theta_2).$$

Πρὸς ἀκριθεῖ ἐκτίμησιν τοῦ χ ἀνάγκη πολλῶν προφυλάξεων· καὶ πρῶτον παρεντέθε-
μεν τὸ διάγραμμα Δ νὰ μὴ θερμαίνεται ὁ ψυκτὴρ ἐκ τοῦ λήθους ἀκτινοβολούντος (ἐδ.

234), δεύτερον προλαμβάνομεν τὴν μετὰ τοῦ ρεύματος τοῦ ἀτμοῦ μηχανικὴν συμπαροφανήν ρευστοῦ ὕδατος ἐκ τοῦ λέβητος πρὸς τὸν ψυκτήρα, τρίτον φροντίζομεν ἵνα ἡ θερμοκρασία τοῦ περιέχοντος χώρου μὴ μεταβάλλῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ψυκτῆρος. Τὴν ἐνέργειαν ταύτην τοῦ χώρου περιορίζομεν κατὰ τὸ δυνατόν περιώρμενοι ἐν χώρῳ ἔχοντι θερμοκρασίαν μέσῃ μεταξὺ τῆς ἀρκτικῆς καὶ τῆς τελικῆς θερμοκρασίας τοῦ ψυκτῆρος. Λογιστέον δὲ τέλος καὶ τὴν ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας τῶν μεταλλικῶν πλευρωμάτων τοῦ ψυκτῆρος καὶ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλήνος (παρβλ. ἐδ. 226).

Ὁ Regnaud παρατήρησεν ὅτι (1847) ἡ λανθάνουσα θερμότης τῆς ἐξαέρωσης (ἐδ. 204) μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, καὶ ὅτι ἡ ὅλη θερμότης τοῦ ἀτμοῦ περισταται διὰ τοῦ τύπου $\alpha = 606,5 + 0,305 \theta$, ἥτοι ὅτι τόσαι θερμαντικαὶ μονάδες απαιτῶνται ἵνα θερμάνωσιν 1 χμ ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς θ° καὶ ἵνα ἐξαερώσωσιν αὐτὸ κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Ἐπειδὴ δὲ θ μονάδες εἰσὶν ἀναγκαῖαι πρὸς θερμάνειν αὐτοῦ ἀπὸ 0° εἰς θ°, ὑπολείπονται πρὸς ἐξαέρωσιν κατὰ τὴν θερμοκρασίαν θ° μονάδες $\alpha - \theta = 605,5 - 0,695 \theta$, ἐπομένως κατὰ τοὺς 100° μονάδες $606,5 - 69,5 = 537$.

2116. Ψῦχος ἐξατμίσεως. Ὡς κατὰ τὴν ταχείαν ἐξαέρωσιν τῆς ἀναέσεως οὗτω καὶ κατὰ τὴν ἐξάτμισιν δαπανᾷται θερμότης, ἀφαιρουμένη ἀπ' αὐτοῦ τοῦ ἐξατμιζομένου ρευστοῦ καὶ ἀπὸ τοῦ περιέχοντος αὐτὸ χώρου· διό βραία ἐξάτμισις προεῖναι πολλάκις δριμύ ψυχός. Πρὸς ψύξιν ρευστῶν σωμάτων περιτυλίτσομεν τὰ περιέχοντα αὐτὰ δοχεῖα δι' ὑγρῶν ὑφασμάτων, ἢ ἐγγέχομεν αὐτὰ εἰς πυρῶδὴν σκευὴ ἐξ ἀργίλλου (alcarazas), ὧν ἡ ἐπιφάνεια καθυγρανόμενη ἐξατμίζει διηγεῶδες. Ξηρὸν ἀέρος πνεῦμα ἐπιταχύνον τὴν ἐξάτμισιν ἐπιτείνει τὴν ψύξιν. Δι' ἐξατμίσεως τοῦ αἵθερος ἡ ἐτέρωθεν ἐξαερώσιμος ρευστὸν γεννᾷται δριμύτατον ψυχός· καὶ μάλιστα ἐὰν ἡ ἐξάτμις ἐνεργῇται ἐν χώρῳ κενῷ (παρβλ. ἐδ. 98.8). Τὸ ψυχός τοῦτο χρησιμεύει πρὸς παρασκευὴν τεχνικοῦ πάγου (μηχανικὴ μηχανὴ τοῦ Carré διὰ θεικοῦ οἴζος, παρβλ. ἐδ. 212).

Διὰ τοῦ ψυχός τῆς ἐξατμίσεως ὁ Wartha (1873) ἐπῆξε τὸν θειοῦτον ἄνθρακα. Ἐὰν φουσησῶμεν ξηρὸν καὶ βίαιον πνεῦμα παρὰ τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ρευστοῦ, ἐνθ' ὃ ἐἰς αὐτὸ εἰσηγμένον θερμότερον δεικνύει βαθμούς τινας ὑπὲρ τὸ 0, κατακαλύπτονται τὰ πλευρώματα τοῦ δοχείου ἐνδοθεν καὶ ὁ ἐξέχων τοῦ θερμόμετρος σωλὴν ὑπὸ χιωνώδους ἐπιπάγου στερεοῦ θειοῦχο ἄνθρακος, καὶ ὁ ὑδρῆγρος κατέρχεται εἰς τοὺς —18°. ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ρευστοῦ μορφοῦνται τότε λευκαὶ μάζαι, ἔχουσαι σχῆμα ἄνθους κρᾶμβης καὶ φράττουσαι τὸν σωλὴνα τῆς ἐκφυσήσεως ἐὰν τύχῃ στενός· μετ' ὀλίγον δὲ τὸ ρευστὸν ἐκλείπει καὶ τὸ θερμόμετρον ἀνέρχεται εἰς τοὺς —12°. Ὁ οὗτω παρασκευαζόμενος στερεὸς θειοῦχος ἄνθραξ διατηρεῖται ἐφ' ἑκάνη ἐν τῇ καταστάσει ταύτῃ, ἐκπέμπον ἰδιάζουσαν ἀρωματικὴν ὁσμὴν καὶ ἀνάπαυτον δυσκολώτερον τοῦ ρευστοῦ· χρησιμεύει δὲ ἐξαιρέτως πρὸς παρασκευὴν πάγου διὰ χημικὰς ἀνάγκας· πρὸς τοῦτο ἐμβάλλομεν εἰς τὸ ἐν τινὶ ὑαλίνῃ ληκυθῷ ὑπάρχον ὕδωρ κυβικά τινα ἐσμ. 0.5 καὶ διοχετεύομεν βίαιον πνεῦμα διὰ φύσης· τὸ ὕδωρ πήγνυται μετ' οὐ πολὺ καὶ ἡ θερμοκρασία ἐλαττοῦται ἐνίοτε μέχρι τῶν —13°. Ἐὰν δὲ λεπτὴν ἀκτῖνα ὕδατος ἐκτοξεύσωμεν πρὸς τὴν ἐπιφανείαν θειοῦχο ἄνθρακος ἐξατμιζομένου διὰ βιαίου πνεύματος ἐν θερμοκρασίᾳ συνήθει, πᾶσα ρανίς ἀποτομένη τῆς ψυχρμένης μάζης πηγνυται ἀκαριαίως.

212α. ΕΚΡΕΥΣΤΩΣΙΣ. Ὅπως μεθίστανται τὰ ρευστὰ εἰς τὴν ἀερῶδὴν κατάστασιν δι' αὐξανόμενης θερμάνσεως καὶ ἐλαττουμένης πίσεως, οὕτως ἀντιστρόφως ἐκρευστοῦνται πάντα τὰ ἀερῶδη σώματα πλέον ἢ ἐλασσον εὐχερῶς ψυχόμενα καὶ πιεζόμενα ἀρκούντως. Τὸ ἀερῶδες π. χ. θειώδες ὀξύ ἐκρευστοῦται ἤδη ἐν ψυχτικῷ κράματι χιόνος καὶ ψευδαερίου ἄλκατος (ἐδ. 207) μεταβαλλόμενον εἰς ἄχρουν ρευστὸν ἀναζέον κατὰ τοὺς —10°. τὸ κυάνιον ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν δεῖται πρὸς ἐκρεύτωσιν πολὺ ἐλάσσονος θερμοκρασίας, καὶ τὸ ἐξ αὐτοῦ προκύπτον ρευστὸν ἀναζέει ἤδη κατὰ τοὺς —20° κτλ., ὥστε ὅριον μεταξὺ ἀερίων καὶ ἀτμῶν οὐδόλως χαράσσεται. Καλοῦμεν δὲ συνήθως ἀτμοὺς ἐκείνους τῶν ἀερῶδων σωμάτων, ἅτινα ἐκρευστοῦνται ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν κατὰ τὰς συνήθεις θερμοκρασίας, καὶ ἀέρια τὰ δέοντα

πρὸς τοῦτο μείζονος πίεσεως ἢ λίαν χαμηλῆς θερμοκρασίας, ἀλλ' ὁ πίναξ τοῦ ἐδαφίου 209 ἐμφαίνει ὅτι ἡ μεταβάσις ἀπὸ τῶν δευτέρων πρὸς τὰ πρῶτα ἐστὶ συνεχής.

Ἡ πρὸς ἐκρεύστωσιν τῶν ἀερίων μᾶλλον ἀποτελεσματικὴ μέθοδος ἐστὶν ἡ συμπύκνωσις, κατορθομένη ἢ διὰ τῆς συμπυκνωτικῆς ἀντλίας (ἐδ. 99), ἢ ὑπ' αὐτοῦ τοῦ ἀερίου ἀμέσως ἀναπτυσσόμενον ἐν χώρῳ κεκλεισμένῳ καὶ ἐαυτὸ πιέζοντος. Ἐὰν π. χ. ἐν τῷ μείζονι σκέλει Α παχέας καὶ ἐπικαμπύς ὑαλίνου σωλῆνος (Σχ. 256) εἰσαγάγωμεν κυανιοῦχον ἀργυρον ἢ ὑδράργυρον καὶ θερμάνωμεν αὐτὸν προσεκτικῶς ἀπὸ συντήξεω τὸ βραχύτερον σκέλος, ἀναπτύσσεται ἀερώδης κυάνιον, ὅπερ πιέζον

Σχ. 255



(πηκτικὴ μηχανὴ τοῦ Carré). — Καὶ τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ ἐκρυσταύεται ὁμοίως ἀναπτυσσόμενον ἐν κεκλεισμένῳ δοχείῳ ἔχοντι ἀρκούντως παχέα τὰ πλευρώματα ὑπὸ πίεσιν 38 ἀτμοσφαιρῶν ἐν θερμοκρασίᾳ 0° ἢ ὑπὸ πίεσιν 50 περίπου ἀτμοσφαιρῶν ἐν θερμοκρασίᾳ 10° (παρ. 212 β). Πρὸς παραγωγὴν ὁμοῦ τηλικαύτης πίεσεως χρησιμεύει ἀσφαλέςτερον ἡ συμπυκνωτικὴ ἀντλία, δι' ἧς πρῶτος ὁ Thilorier ἐξερρεύστωσε πᾶσά ἀνθρακικοῦ ὀξέος μείζονα ἢ οἱ πρὸ αὐτοῦ. Τὸ οὗτω συμπυκνωθὲν ἀνθρακικὸν ὀξύ μεταβάλλεται εἰς ἄχρουν ρευστόν, ὅπερ ὡς πῖδας ἐκ τοῦ ἀνοιχθέντος δοχείου ἐκτινασσόμενον τάχιστα ἐξαερούται, ἀλλ' ἔνεκα τούτου ψυχόμενον καὶ φθάνον εἰς τὸν βαθμὸν τῆς πήξεως αὐτοῦ (—58°) στερεοῦται κόνις λευκὴ καὶ χιονώδης γινόμενον. Μεγάλῃ ποσότητι οὗτου στερεοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐπὶ τὸ αὐτὸ διατηρεῖται χρόνον τινὰ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ἔχουσα θερμοκρασίαν —70°. Κρᾶμα αἰθέρος καὶ τοῦ στερεοῦ τούτου ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας ψύχεται μέχρι τῶν —110° κατὰ τὴν κενόσιν. Τοῦτο δ' ἐστὶ τὸ δριμύτατον ὑπὸ τοῦ Faraday παρασκευασθὲν ψυχός, δι' οὗ κατέρωσεν τὴν ἐκρεύστωσιν τῶν πλείστων λοιπῶν ἀερίων εἴτε διοχετεύων αὐτὰ δι' ὑμῶρων σωλῆνων ληγόντων εἰς λεπτάς αἰχμὰς καὶ ἐν τῷ ψυκτικῷ τούτῳ κρᾶματι ἐμβυθισμένων, εἴτε πιέζων αὐτὰ ἐπὶ μᾶλλον ἐν τῇ χαμηλῇ θερμοκρασίᾳ τούτῃ. Οὕτω μετέστησαν ἐκ τῆς ἀερώδους εἰς τὴν ρευστὴν καὶ ἐν μέρει εἰς τὴν στερεάν κατάστασιν ἐκτὸς τῶν ἥδη μνημονευθέντων καὶ τὰ ἐξῆς αἶρια, τὸ ὑδρόθειον, τὸ ἀρσενικοῦχον, τὸ ἰωδιούχον καὶ τὸ χλωριούχον ὑδρογόνον, τὸ χλώριον, τὸ ὑποξείδιον τοῦ ἀζώτου, τὸ ἐλαιογόνον καλ.

2126. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΡΙΣΙΜΟΣ. Ὁ Andrews (1869) κατέδειξεν ὅτι ἡ ἰσχυρὰ πίεσις οὐκ ἐπαρκεῖ πάντοτε μόνῃ πρὸς ἐκρεύστωσιν τῶν ἀερίων, ἀλλ' ὅτι μᾶλλον ὑπάρχει ὥρισμένη τις θερμοκρασία δι' ἑκάστον ἀέριον, ἣν ἐκάλεσε κρίσιμον, ἥς ὑπερθεῖν οὐκ ἐκρυσταύεται τοῦτο ὅσον καὶ ἂν αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν. Ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἰσοῦται, κατὰ τὸν Andrews, πρὸς 30°, 9'. Ἐὰν κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην πίεσωμεν τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ ἰσχυρότερον, κατ' ἀρχὰς ὑπείκει εἰς τὸν νόμον τοῦ Mariotte ὡς ἀέριον, ἀλλ' ὑπὸ πίεσιν 73 ἕως 75 ἀτμοσφαιρῶν περιπίπτει εἰς ἰδιάζουσάν τινα μέσσην κατάστασιν μεταξὺ αὐτῶν ἐλαχίστη τότε μεταβολὴ τῆς πίεσεως ἐπιφέρει μεγίστην μεταβολὴν πυκνότητος, ἥς ἔνεκα παρατηροῦμεν ἐν τῷ σωλῆνι κινήσεις ὁμοίας πρὸς τὰς ἐπερχομένας κατὰ τὴν κρᾶσιν ρευστὸν ἀνι-

σπούκωνν ἢ κατὰ τὴν μετεώρισιν θερμοῦ ἀέρος διὰ στρωμάτων ψυχροτέρων· μεθίσταται ἄρα συνεχῶς ὑπὸ τὴν πίεσιν ταύτην ἡ ἀέρια εἰς τὴν ρευστὴν κατάστασιν.

Κατὰ τοὺς 21,5⁰ ἡ ἐκρευστῶσις τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐπέρχεται ὑπὸ πίεσιν 60 ἀτμοσφαιρῶν ἐνῷ τὸ ρευστὸν καταλαμβάνει τὸ $\frac{1}{3}$ περίπου τοῦ ὅγκου τοῦ ἀέριου· ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐκρευστῶσιν ταύτην παρατηρεῖται ὠρισμένη ἐπιφάνεια χωρίζουσα τὸ αἰρώδες ἀπὸ τοῦ ἥδη ρευστὸν γενόμενον ἀνθρακικὸν ὀξύ. Κατὰ τοὺς 48⁰ ὁμοῦς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ κέκρηται πάσας τὰς ἰδιότητας σώματος αἰρώδους, ἥτοι ὑπέκειν σχεδὸν ἀκριβῶς εἰς τὸν νόμον τοῦ Mariotte ὑπὸ πᾶσαν πίεσιν.

Ὁ Cagniard de La Tour εὗρεν ὡς κρίσιμον θερμοκρασίαν καὶ ὡς ἀντίστοιχον πίεσιν κατὰ τὴν κρίσινον κατάστασιν

τοῦ θετικοῦ αἰθέρος	βαθμοὺς 187,5	καὶ ἀτμοσφαίρας	37,5
τοῦ οἰνοπνεύματος	» 258,6	»	119
τοῦ θειοῦχου ἀνθράκος	» 262,5	»	66,5

ἡ δὲ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ὕδατος ἦν τόσον ὑψηλή (412⁰), ὥστε τὸ ὕδωρ διέλυεν ἥδη τὸν ὑάλινον σωλῆνα, ἐν ᾧ περιείχετο.

Ὁ Faraday ἀπὸ τοῦ 1827 εἶκασεν ἥδη ὅτι ἡ θερμοκρασία — 110⁰ ἐστὶν ὑπερτέρα τῆς νῦν ὡς κρίσιμον χαρακτηριζομένης διὰ τὰ ἀέρια ὀξυγόνον, ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον. Ὁ δὲ Colladon (1828) ματαίως ἐπεχείρησε τὴν ἐκρευστῶσιν τοῦ ὀξυγόνου ἐν θερμοκρασίᾳ — 30⁰ καὶ ὑπὸ πίεσιν 400 ἀτμοσφαιρῶν. Λήγοντος τέλους τοῦ ἔτους 1877 ἐστέφθησαν δι' ἐπιτυχίας αἱ ἐπὶ πολλὰ ἔτη καταβληθεῖσαι προσπάθειαι δύο ἀνεξαρτήτως ἀπ' ἀλλήλων κατὰχινόμενων φυσικῶν, τοῦ ἐν Παρισίοις L. Cailletet καὶ τοῦ ἐν Γενεύῃ R. Pictet, κατορθωσάντων τὴν ἐκρευστῶσιν τῶν τῶς μορίων ἐκλαμβανόμενων ἀέριων. Κατὰ τὰ ὑπὸ τοῦ δευτέρου διακοινωθέντα περὶ τῆς παρ' αὐτοῦ ἐπιτευχθείσης ἐκρευστῶσεως τοῦ ὀξυγόνου, τὸ μανόμετρον, ἐμμετρῶν πίεσιν 560 ἀτμοσφαιρῶν, κατέρχεται ἐν θερμοκρασίᾳ — 40⁰ εἰς 505 ἀτμοσφαίρας, τότε δὲ χαλωμένης τῆς πίεσεως δι' ἀνοίξεως τῆς στροφίγγος ἐκπνέσεται βιασιότατη πίδαξ ρευστοῦ ὀξυγόνου, ἐν ᾧ ὁ θερμὸς ἀνθράξ αὐτομάτως ὥσπουρῶμενος τάχιστα ἀναλίσκεται. — Ὁμοίως ἐπετευχθὴ ἡ ἐκρευστῶσις τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ αἰώτου καὶ τοῦ ἀέρος. Πρὸς ἐκρευστῶσιν τοῦ ὑδρογόνου ἐπέτεινεν ὁ Pictet ἐν θερμοκρασίᾳ — 140⁰ τὴν πίεσιν μέχρις 650 ἀτμοσφαιρῶν πρὶν ἢ παρατηρήσῃ αὐτὴν στάσιμον· ἀνοίχθεισης δὲ τότε τῆς στροφίγγος, ἀνέστυρεν ἐκ τῆς ὅπως βιαιότατον ρευστὸν ὑδρογόνον κυνίζον ὡς χάλυψ καὶ σκιαζον μέχρις ἀποστάσεως 12 ἐμ· ἀλλ' ἡ πίδαξ αὐτοῦ παρατυκία ἀπέβη διαλείπουσα, ὅπερ πιθανῶς ἐρμηνεύεται διὰ τῆς κατὰ μέρος πῆξεως τοῦ ὑδρογόνου ἐν τῷ σωλῇνι.

213. ΠΟΣΟΝ ΚΟΡΟΥ. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ DALTON. Καθαρὸν ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ἐξαερούται δι' ἐξατμίσεως ἐντελῶς ἕνευ ὑποστάσεως, ἀλλ' ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ὑπὸ κώδωνα ὑάλινον, ἐξαερούται μέρος μόνον αὐτοῦ· διότι ὁ χώρος οὗτος κατὰ πᾶσιν θερμοκρασίαν χωρεῖ ἀκριβῶς ὠρισμένην ποσότητα ὕδρατμος, ἣν καλοῦμεν ποσὸν κόρου κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Τὸ ποσὸν τοῦτο αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ὥστε, ἐὰν μὲν αὕτη ὑψῶται, ἐξατμίζεται πλεῖον ὕδωρ, ἐὰν ὁμοῦς ἡ θερμοκρασία χώρου κεκορεσμένου ἐλαττώται, ἐκρευστοῦται μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδρατμος, ὅτε παρατηροῦμεν κατὰ τὰ σημεῖα τοῦ πλευρώματος τοῦ χώρου, ἀφ' ὧν ἡ ψῆξις ἄρχεται, τὸ πύκνωμα ὡς λεπτὴν δρόσον, συγκριμένην ἐξ ἐλαχίστων σταγονίων συρρεόντων ταχέως πρὸς σχηματισμὸν μειζόνων ρανίδων· ὁμοίως ἐκρευστοῦται ὁ ὕδρατμος ἐπὶ ψυχρῶν σωμάτων εἰσαγομένων εἰς χώρους θερμούς πληρεῖς ἀέρος ὑγροῦ ἢ ἐπὶ τῶν ὑάλων τῶν θυρίδων δωματίων θερμῶν, διότι τὰ ἀμείσως ἀπτόμενα τῶν ψυχρῶν σωμάτων μόρια ἐπὶ τοσοῦτον ψύχονται, ὥστε ἀδυνατοῦσιν

ἵνα διατηρήσων ὅλον τὸν ἐν αὐτοῖς ἀτμὸν ἐν καταστάσει ἀερῶδεις (παρ. 218). Ὁ δὲ Dalton ἀνεκάλυψε τὸν παράδοξον νόμον ὅτι τὸ πρὸς κόρον χῶρον τιτὸς ἀναγκαῖον ποσὸν ἀτμοῦ οἰομένηποτε ρευστοῦ οὐδόλως ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὑπάρξεως ἢ ἐκ τῆς φύσεως ἐτέρου ἀερίου κατέχοντος ἤδη τὸν χῶρον τοῦτον· ὥστε χωρὶς τις, οἷον 1 κετμ κορέννυται πάντοτε δι' ἴσης ποσότητος ὑδρατμοῦ εἴτε τύχη κενὸς εἴτε πλήρης ἀέρος, ὀξυγόνου, ὑδρογόνου ἢ ἐτέρου ἀερίου ἢ ἀτμοῦ ὅσηςδήποτε πυκνότητος. Ὁ κενὸς χῶρος κορέννυται μόνον ταχύτερον δι' ἀτμοῦ ἢ ὁ πλήρης ἀερίου, κωλύοντος τὴν ταχείαν τοῦ ἀτμοῦ ἀνάπτυξιν.

ΣΧ. 257

Πληρώσαντες τὸν κώδωνα K (Σχ. 257) ὑδραργύρου ἀνατρέπομεν αὐτὸν ἐν λεκάνῃ πλήρῃ ὑδραργύρου καὶ εἰσάγομεν διὰ τῆς κάτωθεν στρόφιγγος ἀερίον τι, ἀνερχόμενον πρὸς τὸν θάλον αὐτοῦ. Τοῦ ἀερίου τοῦτου τὸν μὲν ὄγκον μετροῦμεν διὰ κλίμακος ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ κώδωνος, τὴν δὲ τάσιν διὰ τῆς στάσεως τοῦ ὑδραργύρου ἐν αὐτῷ· εἰτα διὰ τοῦ συναφούς τῳ κώδωνι στενοῦ καὶ ἀνοικτοῦ σωλήνος σ εἰσάγομεν τὸ πρὸς ἐξάτμισιν ρευστὸν φέροντες αὐτὸ ἐγγέομεν εἰς τὸν σωλῆνα σ τὸν ἀναγκάζον ὑδραργύρον ὅπως τὸ κράμα τοῦ ἀερίου καὶ τοῦ ἀτμοῦ καταλάβῃ ἐν τῷ κώδωνι ὅσον χῶρον κατεῖχε πρὶν τὸ ἀερίον μόνον μετροῦντες δὲ νῦν τὴν τάσιν τοῦ κράματος διὰ τοῦ ὕψους τῶν δύο ὑδραργυρικῶν στηλῶν, παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη ὑπερτερεῖ τῆς προτέρας τάσεως τοῦ ἀερίου κατὰ τὴν τάσιν τοῦ ἐν ἰσῇ θερμοκρασίᾳ κεκορεσμένου ἀτμοῦ τοῦ αὐτοῦ ρευστοῦ ἐν κενῷ χῶρῳ (ἐδ. 215).

K

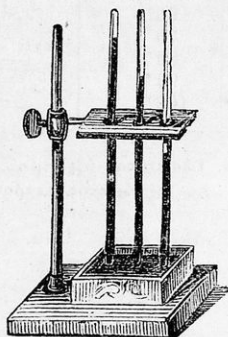


214. ΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΥ ΕΝ ΚΟΡΩ. Ὁ ἐν τινι δοχείῳ ἀτμὸς ὃν ἐλαστικὸν ἀέριον πιέζει, ὡς πάντα τὰ ἀερῶδη σώματα, τὰ πλευρώματα αὐτοῦ· ἡ πίεσις αὕτη αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ μετὰ τῆς πυκνότητος τοῦ ἐν τῷ χῶρῳ ἀτμοῦ· ἀντιστοιχεῖ δὲ πρὸς πᾶσαν θερμοκρασίαν διάφορόν τι ποσὸν κόρου καὶ ἐπομένως διάφορόν τι μέγιστον τάσεως ἀτμοῦ ἐν κόρῳ. Ἡ κατὰ τὰς διαφόρους θερμοκρασίας πρὸς μέτρησιν τῆς τάσεως ταύτης μέθοδος ἐστὶ διάφορος, καθόσον αὗται ὑπερτεροῦσιν ἢ ὑπολείπονται τοῦ βαθμοῦ τῆς ἀναξέσεως τοῦ ρευστοῦ· διότι ἐκαστον ρευστὸν ἀναζέει κατ' ἐκείνην τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν ἡ τάσις τῶν ἐν κόρῳ ἀτμῶν ἐξισοῦται πρὸς τὴν ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν· τότε δηλονότι πρῶτον οἱ ἐκ τοῦ πυθμένος ἢ ἐκ τῆς μάζης ἀναπτυσσόμενοι ἀτμοὶ καθίστανται ἀρκούντως ἐλαστικοὶ ἵνα καταβάλωσι τὴν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ρευστοῦ πιέζουσαν ἀτμόσφαιραν, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν ὑψωθῇ εἰς τὸν βαθμὸν τῆς ἀναξέσεως.

215. Πρὸς μέτρησιν τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν ἐν θερμοκρασίαις χαμηλαῖς ποιοῦμεθα χρῆσιν τοῦ σωλήνος τοῦ Torricelli (ἐδ. 90). Πολλὰ ἐντελὲς κετὰ ἀέρος βαρόμετρα ἀνατρέπομεν ἐν τῇ αὐτῇ λεκάνῃ καὶ εἰσάγομεν κάτωθεν εἰς ἐκαστον αὐτῶν ἐκτὸς ἐνὸς μικρὸν τι ποσὸν ἐκαστοῦ τῶν ρευστῶν, ὧν ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν πρόκειται ἵνα μετρηθῇ. Τὰ ρευστὰ ταῦτα ὡς πυκνότερα τοῦ ὑδραργύρου ἀνερχονται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἐντὸς τῶν σωλήνων καὶ ἐξατμιζόμενα ἀκαριαίως ἐπιφέρουσι τὸν κόρον

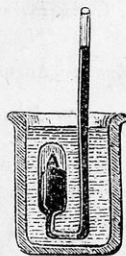
τοῦ τορρικελλικοῦ χώρου (Σχ. 258). Ἡ βαρομετρικὴ στάσις ἐλαττοῦται τότε ἕνεκα τῆς ἐνδοθεν ἐκ τοῦ ἀτμοῦ πίεσεως· ἡ δὲ διαφορὰ τοῦ ὕψους τοῦ κενοῦ βαρομέτρου πρὸς ἕκαστον τῶν περιεχόντων ἀτμῶν ἐν κόρῳ παρέχει τὸ μέτρον τῆς τάσεως τοῦ ἐν αὐτῷ ἀτμοῦ, ἐὰν μάλιστα ἐλαττωθῇ αὕτη κατὰ τὴν κατὰβασιν τοῦ ὑδραργύρου τὴν ὀψιλομένην εἰς τὴν πίεσιν τῆς ἐπιπολοῦσης ῥανίδος, ἥς τὸ μέτρον εὐχερὲς ἐκ τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ρευστοῦ λογιζομένη. Πρὸς μέτρησιν δὲ τῆς τάσεως ἐν διαφόροις θερμοκρασίαις περιβάλλοντι πάντα τὰ βαρόμετρα διὰ κυλινδρῶν εὐρέως, ὃν πληροῦμεν ὕδατος ἢ ἐτέρου ρευστοῦ ὑπερθερμαίνοντες καὶ οὕτως τὴν ἐλάχιστην θερμοκρασίαν μετροῦμεν διὰ θερμομέτρων ἀκριβῶς· παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι, τῆς θερμοκρασίας συνεχῶς ὑψουμένης, ἡ στάσις τοῦ ὑδραργύρου τῶν βαρομέτρων βαθμῶδ' ἐλαττοῦται ἕνεκα τῆς μεγεθυνομένης τάσεως τῶν ἐν κόρῳ ἀτμῶν, καὶ ὅτι κατὰ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἀναξέσεως ἐκάστου τῶν ὑπὸ δοκιμασίαν ρευστῶν ἢ ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου καθίσταται ἰσόπεδος ἐντὸς καὶ ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος ἐν ᾧ τοῦτο ὑπάρχει, ἥτις ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν ἰσορροπεῖ τότε ἀκριβῶς πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

Σχ. 258



216. Πρὸς μέτρησιν τῆς τάσεως τοῦ ἀτμοῦ κατὰ θερμοκρασίας ὑπερτέρας τοῦ βαθμοῦ τῆς ἀναξέσεως, ποιοῦμεθα χρῆσιν σωλῆνος συγχειμένου ἐκ δύο σκελῶν (Σχ. 259), ὧν τὸ μὲν ἐστὶ βραχὺ καὶ εὐρὺ καὶ καλεισμένον, τὸ δὲ μακρὺν καὶ στενὸν καὶ ἀνοικτόν. Πληρώσαντες τὸ βραχὺ σκέλος ὑδραργύρου εἰσάγομεν ὑπὲρ αὐτοῦ κατὰ τὸ Α ποσὸν τοῦ ρευστοῦ οὕτως τὴν τάσιν τῶν ἀτμῶν πρόκειται ἵνα μετρήσωμεν καὶ βυθίζομεν αὐτὸ ἐν λουτρῷ ὕδατος ἢ ἐλαίου θερμότερον τοῦ βαθμοῦ τῆς ἀναξέσεως τοῦ προκειμένου ρευστοῦ. Οἱ τότε ἀναπτυσσόμενοι ἀτμοὶ πιέζοντες τὸν ὑδραργύρον ὑψοῦσιν αὐτὸν ἐν τῷ σωλῆνι, μέχρις οὗ ἡ πίεσις τῆς αἰωρουμένης στήλης τοῦ ὑδραργύρου μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἰσορροπῇσιν πρὸς τὴν τάσιν αὐτῶν. Ἐὰν π. γ. ἡ διαφορὰ τῶν ὕψων τῶν δύο ὑδραργυρικῶν στήλων ἰσῶται πρὸς 760 χτμ., ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ ἐστὶ δύο ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ἰσῶται πρὸς 1520 χτμ. ἡ τάσις ἐστὶ τριῶν ἀτμοσφαιρῶν καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς· ἀλλ' ἐν τῷ μεταξὺ ἀνάγκη ἵνα ποσὸν τι τοῦ ρευστοῦ περισσεύῃ ἐν τῷ σκέλει Δ· διότι, ἐὰν τοῦ ρευστοῦ ἐντελὴς ἐξαερωθῇς ἡ θερμοκρασία ἐπὶ πλεόν ὑψούτο, ὁ χῶρος Α ἤθελε περιλαμβάνει ποσὸν ἀτμοῦ ἑλασσον τοῦ πρὸς κόρον αὐτοῦ αναγκαίου κατὰ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην τὸν τοιοῦτον ἀτμὸν καλούμεν ὑπερθερμῶν. — Τὴν δὲ τάσιν τοῦ περιεχομένου ἀτμοῦ ἐντὸς τῶν λεβήτων τῶν ἀτμομηχανῶν μετροῦσι διὰ μανομέτρων (ἰδ. 93).

Σχ. 259



217. Ἐπὶ τῶν δύο πίνακες, ὧν ὁ πρῶτος περιλαμβάνει τὰς τάσεις τῶν ἐν κόρῳ ἀτμῶν ρευστῶν τινῶν ἐν διαφόροις θερμοκρασίαις, ὁ δὲ δευτέρος τὰς τάσεις τοῦ ἐν κόρῳ ὕδρατμος κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Regnault (ἰδ. καὶ ἰδ. 221).

Α. Τάσεις ἀτμῶν ρευστῶν τινῶν μετροῦμεναι διὰ χιλιοστομέτρων.

Θερμοκρ.	Ὁξὺ θειῶδες	Αἰθέρ	Οἶνονπνευμα	Ὑδωρ
— 20°	478	68	3,4	0,9
— 10°	762	113	6,5	2,0
0°	1164	183	12,9	4,5
10°	1719	286	24,4	9,0
20°	2461	433	44,4	17,4

Θερμοκρ.	Όξυ θειώδες	Αιθέρ	Οινόπνευμα	Υδωρ
30°	3431	636	78,5	31,6
40°	4670	909	133,5	54,8
50°	6222	1270	214,9	92,0
60°	9231	1728	350,1	148,9
70°	—	2302	541,2	233,5
80°	—	3025	812,8	354,2
90°	—	3898	1188,4	525,4
100°	—	4952	1695,0	760,0

Β. Τάσεις του υδρατμού κατά θερμοκρασίας μείζονας τῆς ἀναξέσεως τοῦ ὕδατος μετρούμεναι δι' ἀτμοσφαιρῶν (1=760 χτμ.).

Θερμοκρασ.	Ἀτμ.	Θερμοκρασ.	Ἀτμ.	Θερμοκρασ.	Ἀτμ.
100	1	152,2	5	175,8	9
111,7	1,5	155,9	5,5	180,3	10
120,6	2	159,2	6	213,0	20
127,8	2,5	161,5	6,5	236,2	30
133,9	3	165,3	7	252,5	40
139,2	3,5	168,2	7,5	265,9	50
144,0	4	170,8	8		
148,3	4,5				

Ἐκ τῶν πινάκων τούτων δηλοῦται ὅτι ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν ἀυξάνεται ταχύτερον τῆς θερμοκρασίας· ἡ δὲ τάσις τοῦ υδρατμοῦ παρέχεται ἀρκούντως ἀκριβῆς ὑπὸ τοῦ

τύπου τοῦ August $\log T = \frac{5,057 (0 - 100)}{226,37 + 0}$, ἐν ᾧ T ἐμφαίνει τὴν τάσιν με-

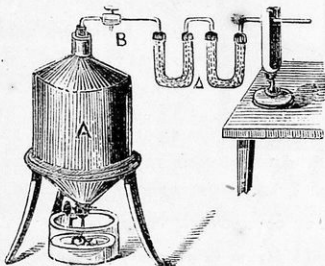
τρομένην διὰ τῆς ἀτμοσφαιρας ὡς μονάδος καὶ θ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐν κόρῳ υδρατμοῦ.

218. ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ. Ἐνεκα τῆς ἐξατμίσεως τῶν θαλασσῶν, τῶν ὑδάτων τῆς ξηρᾶς, τῶν φυτῶν κτλ. ἡ ἀτμόσφαιρα περιλαμβάνει πάντοτε ποσότητά τινα υδρατμοῦ, ἥτις ἐὰν μὲν ᾖ μικρά, καλοῦμεν τὸν ἀέρα ξηρόν, ἐὰν ὅμως ἰσῶται περίπου πρὸς τὴν πρὸς κόρον ἀναγκαίαν, καλοῦμεν τὸν ἀέρα ὑγρόν. Εἰσὶ δὲ ἐν μέρει τὰ κατώτερα τοῦ ἀέρος στρώματα πάντοτε κεκορεσμένα υδρατμοῦ· ἀλλ' ἐν ἱσθ. ποσότητι υδρατμοῦ ὁ ἀήρ καθίσταται τόσῳ ὑγρότερος ὅσῳ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ χαμηλοτέρα· ἐπειδὴ, τῆς θερμοκρασίας συνεχῶς ἐλαττουμένης, ὁσηδήποτε ἐν τῷ ἀέρι ποσότης υδρατμοῦ ἐστὶν ἱκανὴ ἵνα κατὰ τινα ἀρκούντως χαμηλὴν θερμοκρασίαν κορέσῃ αὐτόν, ἐκρευστουμένης ἐν μέρει (ἐδ. 213)· καλοῦμεν δὲ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, καθ' ἣν ἡ ἐκρεύστωσις ἄρχεται, βαθμὸν δρόσου, ὅντα τόσῳ ἐλάσσονα ὅσῳ ὁ ἀήρ ξηρότερος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ὑγρασία τοῦ ἀέρος συντελεῖ ἰδίως πρὸς γένεσιν τῶν ὑδρομετεώρων (νεφῶν, βροχῆς, χιόνος, δρόσου κτλ.) ἡ ταχέια καὶ ἀκριβὴς μέτρησις τοῦ ἐκάστοτε ἐν τῷ ἀέρι ποσοῦ τοῦ υδρατμοῦ ἐστὶν ἔργον σπουδαιότατον διὰ τὴν μετεωρολογίαν (ἐδ. 256—262.)

Ἡ ἀπόλυτος ποσότης τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος ἦτοι τὸ ἐν τῇ μονάδι τοῦ ὕγκου τοῦ ἀέρος περιεχόμενον βάρος τοῦ ὑδατμοῦ αὐξάνεται καὶ ἐλαττοῦται ἐν γένει μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ὃν πλεῖον κατὰ τὸ θέρος ἢ κατὰ τὸν χειμῶνα, πλεῖον κατὰ τὴν δαίτην ἢ μίκρον πρὸ τῆς ἀνατολῆς· ἀλλ' ἡ μέση τοῦ κόρου κατὰστάσις ἢ ἡ σχετικὴ ὑγρασία, τοῦτέστιν ὁ ἀριθμὸς ὁ ἐμφαίνων ποῖον πολλοστὸν τοῦ πρὸς κόρου ἀναγκαίου ὑδατμοῦ ἐν τῇ προκειμένῃ θερμοκρασίᾳ ἐστὶν ὁ ἐν τῷ αέρι πράγματι ὑπάρχων ὑδατμός, βαρύνει δὸν ἀντίθετον, διότι ἡ ἀτιμώσασα πησιάζει συνήθως τοσούτω μᾶλλον εἰς τὴν κατὰστασιν τοῦ κόρου, ὅσῳ ἐλάσσωσιν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς.

Ἡ πρὸς μέτρησιν τοῦ ἐν τῷ αέρι ποσού τοῦ ὑδατμοῦ ἀκριβεστάτη μέθοδος ἐστὶν ἡ τῆς ἀπορροφῆσεως καὶ τῆς ἀμέσου σταθμῆσεως, στηριζομένη ἐπὶ τῆς ιδιότητος ἁλμάτων καὶ ῥευστῶν τινῶν τοῦ προσέλκεσθαι καὶ ἐντελῶς ῥεῖν τὸν ἐν τῷ αέρι ὑδατμόν. Ἐπιτηδεύοντα δὲ πρὸς τοῦτό εἰσι τὸ ἄνυδρον (τετρηδὸς) χλωριούχον ἀσβέστιον καὶ τὸ πυκνὸν θεικὸν δξύ. Ὑγρὸς ἐπομένως ἀπὸ διοχετεύμενος διὰ σωλῆνος περιέχοντος τεμάχια χλωριούχου ἀσβεστίου ἢ κισσώρεως δεδευμένης διὰ θεικοῦ ὀξέος, ἀφαιρεῖται ὑπ' αὐτὸν πᾶσαν τὴν ὑγρασίαν, ὥστε ἡ ἐπερχομένη κατὰ τὴν διοχετείαν αὐτῆς τοῦ

ΣΧ. 260



σωλῆνος τοῦ σωλῆνος ἀκριβῶς σταθμηθέντας, καὶ ἀνοίγοντες τὰς δύο στρόφιγγας, ὅπως τὸ ὕδωρ ἐκρεύσῃ βραδέως· τότε εἰσπνέεται διὰ τῶν σωλῆνων ἄγκυς ἀέρος ἀκριβῶς ἴσος πρὸς τὸν τοῦ ἐκρέοντος ὕδατος, ἐγκαταλείπων τὸν ὑδατμόν αὐτοῦ εἰς τὸ χλωριούχον ἀσβέστιον· ὥστε σταθμῶντες καὶ μετὰ τὴν δοκιμὴν τοὺς σωλῆνας Δ εὐρίσκουμεν τὸ βάρος αὐτῶν αὐξηθὲν κατὰ τὸ βάρος τοῦ ὑδατμοῦ τούτου. Πρὸς πρόληψιν δὲ ἐνδεχομένης ἀντιθέτου εἰσόδου ἀτμῶν ἀπὸ τοῦ εἰσπνεύστου εἰς τοὺς σωλῆνας Δ, παρεντίθεμεν καὶ ἕτερον μικρὸν σωλῆνα πλήρη χλωριούχου ἀσβεστίου, ὃν συνδέομεν πρὸς τὸν εἰσπνευστήν ἀναποσπώσως. Ἡ ἀκριβεστάτη αὕτη μέθοδος δεομένη πολλοῦ χρόνου καὶ κόπου ἀποβλίνει πρακτικῶς ἀκατάλληλος ὅταν πρόκειται περὶ ταχέος διορισμοῦ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος.

219. ΥΓΡΟΜΕΤΡΑ. Τὰ πρὸς ταχεῖαν μέτρησιν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος ὄργανα, καλούμενα ἐν γένει ὑγρόμετρα, εἰσὶ τριῶν εἰδῶν, 1^{ον} ὑγροσκόπια, ὧν ἡ κατασκευὴ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ὑγροπαθείας ὀργανικῶν τιῶν σωματικῶν ὑρισταμένων ἐκ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος μεταβολὴν σχήματος καὶ μάλιστα ἐπέκτασιν, 2^{ον} δροσοσκόπια, ὀρίζοντα τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου δι' οὗ κατόπιν μετροῦμεν τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος, 3^{ον} τὸ ψυχρόμετρον, δι' οὗ παρατηροῦμεν τὴν ἐκ τῆς ἐξατμίσεως ἐλάττωσιν τῆς θερμοκρασίας, διάφορον οὖσαν κατὰ τὸν διάφορον βαθμὸν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος καὶ συντελοῦσαν ἐπομένως πρὸς μέτρησιν αὐτοῦ.

Μεταξὺ τῶν πρώτων κατατάσσονται τὸ διὰ τριχῶς ὑγρόμετρον τοῦ Saussure (1783) καὶ τὸ διὰ γενείου γαλαίνης ὑγρόμετρον τοῦ Deluc (1788). Ὁ πρῶτος ἐποίησάτο χρῆσιν μαλακῆς, ξανθῆς, οὐχὶ οὐλῆς ἀνθρωπίνης τριχῆς ἀπαλλασσομένης τοῦ φυσικοῦ λίπους διὰ θερμάν-

σεως ἐντὸς ἀραιᾶς διαλύσεως νάτρου. Τὸ ἀνώτερον ἄκρον Α (Σχ. 261) τῆς τριχὸς ἐμπιέζεται πῦρ, τὸ δὲ κατώτερον αὐτῆς ἄκρον Β εἰλίσσεται περὶ μικρὰν τροχαλίαν Β, ἀφ' ἧς ἐξαρτᾶται ἐξ ἀντιθέτως εἰλιγμένου νήματος μικρὸν τι βάρος τείνον ἀσθενῶς καὶ πάντοτε ὑμῖος τὴν τριχά.

Ἐν ὑγρῷ ἀέρι ἡ θριξὶ βοφῶσα ὑγρασίαν μηχανεῖται, ἐν ξηρῷ ἀέρι τοῦναντίον βραχύνεται, τὴν δὲ ἐλαχίστην μεταβολὴν τοῦ μήκους αὐτῆς φανεροῖ δείκτης ἐστηριγμένος ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς τροχαλίας, οὗ τὸ ἄκρον κινεῖται ἐνώπιον κλίμακος διηρημένης εἰς 100 βαθμοὺς. Τούτων τὸ μὴ δὲν ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν ἄκραν ξηρασίαν, ὃ δὲ 100 πρὸς τὸν κόρον· καὶ ἡ μὲν θέσις τῶν 100 βαθμῶν 0 ὀρίζεται ἐπὶ τῆς κλίμακος εἰσαγομένου τοῦ ὄργανου ἐπὶ τινα καιρὸν ὑπὸ κώδωνα ὑάλινον περιέχοντα χλωριούχον ἀσβέστιον ἢ κύμβην πλήρη θεικοῦ ὀξέος, ἡ δὲ τοῦ βαθμοῦ 100 ὑπὸ κώδωνα ἔχοντα κἀθυρον τὸ πλεῦρωμα. τὸ μεταξὺ τῶν δύο τούτων σημείων ὑπὸ τοῦ δείκτου διανυόμενον διάστημα διαιρεῖται εἰς 100 ἴσα μέρη.— Τὸ ὑγρόμετρον τοῦ Deluc κατασκευάζεται ὑμῖος, ἀλλ' ἂντὶ τριχὸς φέρει λεπτὴν ταινίαν γενείου φυλαίνης ἐγκαρσίως πρὸς τὰς ἵνας τετμημένην· ὠρίζε δὲ ὁ Deluc τὸ σημεῖον τῆς ἄκρας ὑγρασίας βυθίζων τὸ

ὅλον ὄργανον εἰς τὸ ὕδωρ.

Τὰ ὄργανα ταῦτα παρέχονται προχειρότατα πρὸς παρατηρήσεις, ἀλλ' αἱ ἐνδείξεις αὐτῶν εἰσὶν ἐπιφαλεῖς· οἱ βαθμοὶ αὐτῶν οὐδόλως ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰ ἐκαστοῦ τοῦ κόρου τοῦ ἀέρος, δύο ὄργανα τῶν δύο εἰδῶν εἰσὶν ἀσύμμετρα, δύο ὄργανα τοῦ αὐτοῦ εἶδους διαφέρουσι πολλάκις κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς, καὶ ἡ πρὸς τὴν μεταβάλλομένην ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος εὐπείθεια τοῦ αὐτοῦ ὄργανου ἄλλοιούται σημαντικῶς.

Ἐτέρα ὑγροπαθὴ σώματα χρησιμεύοντα ὡς ὑγροσκοπία εἰσὶν αἱ ἐξ ἐντέρων χορδαί, οἱ ἀθήρες τοῦ καρπού πολλῶν εἰδῶν γερανίων συσπειρούμενοι ἐν ξηρῷ ἀέρι καὶ ἀνελίσσόμενοι ἐν ὑγρῷ. Τὰ πλεῖστα τῶν τετριμμένων σωμάτων βοφῶσιν ὁμοίως πλεῖτον ἢ ἐλασσον τὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος· τὰ κεκλωσμένα καννάβινα σχοινία βραχύνονται ἐν ὑγρῷ καὶ μηχανύονται ἐν ξηρῷ ἀέρι.

220. Τὸ ΔΡΟΣΟΣΚΟΠΙΟΝ. Ἐάν, εἰσαγαγόντες ἐν ποτηρίῳ πλήρει ὕδατος θερμόμετρον, ψύχωμεν βαθμηδὸν τὸ ὕδωρ τοῦτο προστιθέντες πάγου τεμάχια, παρατηροῦμεν κατὰ τινα θερμοκρασίαν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ποτηρίου λεπτὴν δρόσον ἐκ βανίδων ὕδατος. Ἡ ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου τότε δεικνυμένη θερμοκρασία ἐστὶν ὁ τῆς δρόσου βαθμὸς (ἐδ. 218), διότι ἅμα τὰ ἀμέσως ἀπτόμενα τοῦ ποτηρίου μόρια τοῦ ἀέρος ψυχθῶσι μέχρι τῆς θερμοκρασίας ταύτης ἄρχεται ἐκρευστούμενος ὁ ἐν αὐτοῖς ὕδρατμος. Πρὸς ἀκριβῆ μέτρησιν τοῦ βαθμοῦ τῆς δρόσου χρησιμεύει τὸ δροσοσκοπίον ἢ τὸ δι' αἰθέρος ὑγροσκοπίον τοῦ Daniell (1820). Τὸ ὄργανον τοῦτο συγκείμενον ἐκ δύο ὑαλίνων σφαιρῶν Α καὶ Β ἠνωμένων διὰ τοῦ δις καμπτομένου σωλήνος Γ, περιλαμβάνει ἐν τῇ ἡμιπλήρει αἰθέρος σφαίρᾳ Α τὸ δοχεῖον μικροῦ θερμο-

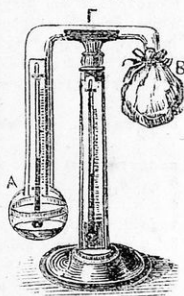
μέτρου (Σχ. 262) καθήκον εἰς τὰ ἐπιπόλαια τοῦ ρευστοῦ στρώματα ἐνῶ τὸ φέρον τὴν κλίμακα στέλεχος αὐτοῦ ἐγκλείεται ἐν τῷ μακρῷ σκέλει τοῦ σωλήνος Γ, ὁ λοιπὸς χώρος τῶν σφαιρῶν καὶ τοῦ σωλήνος κενὸς ἀέρος ὃν περιέχει μόνον αἰθέρος ἀτμὸν. Τὴν σφαῖραν Β περιβάλλει λεπτὸν ὕφασμα ἐφ' οὗ πειρώμενοι στάζομεν αἰθέρα. Τὸ ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τοῦ αἰθέρος τούτου ψυχρὸς ἐπιφέρων ἐκρυστῶσιν τοῦ ἐντὸς τῆς σφαίρας Β αἰθερίου ἀτμοῦ προκαλεῖ νίαν ἐξατμισιν αἰθέρος ἐν τῇ σφαίρᾳ Α, ἀφαιροῦσαν τὴν πρὸς τοῦτο ἀναγκαίαν θερμότητα ἀπὸ τοῦ ὑπολειπομένου αἰθέρος, ἀπὸ τῆς σφαίρας καὶ ἀπὸ τοῦ θερμομέτρου· ὁ ὑδράργυρος ἐπομένως κατέρχεται καὶ ἡ ἐπιφάνεια τῆς σφαίρας Α καλύπτεται ἐπὶ τέλους ὑπὸ λεπτῶν ρανιδῶν δρόσου. Ἄρα τῇ πρώτῃ ἐμφανίσει αὐτῶν παρατηροῦμεν εἰς τὸ ἔνδον θερμομέτρον τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου καὶ εἰς ἕτερον θερμομέτρον ὑπάρχον ἐπὶ τῆς στήλης τοῦ ὀργάνου τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πείρι ἀέρος. Εὐχερῶς δὲ τότε ὀρίζομεν διὰ τοῦ πίνακος Α τοῦ ἐδ. 221 τὸ ἀπόλυτον ποσὸν τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ὑδρατμοῦ καὶ τὸν λόγον αὐτοῦ πρὸς τὸ ποσὸν τοῦ κόρου. Ἐν π. γ. ἡ μὲν θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εὔρεθῇ 16° , ὁ δὲ βαθμὸς τῆς δρόσου 9° , συμπεραίνομεν ὅτι 1 κμ. ἀέρος περιέχει μόνον 8,77 γ. ὑδρατμοῦ, ἐνῶ ἐν θερμοκρασίᾳ 16° δεῖται πρὸς κόρον 13, 56 γ. ὥστε ἡ σχετικὴ ὑγρασία ἰσοῦται πρὸς

$$\frac{8,77}{13,56} \text{ ἢ πρὸς } 0,647$$

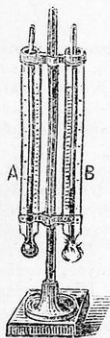
221. Το PSYCHROMETER ΤΟΥ AUGUST (1828) σύγκειται ἐκ δύο θερμομέτρων Α καὶ Β (Σχ. 263) συμφωνοτάτων κατὰ τὰς στάσεις, ἐπὶ κοινῆς στήλης στηριζομένων καὶ ἀρκούντως εὐπαθῶν ὅπως παρέχωσιν ἀκριβῶς βαθμοῦ δέκατα. Ἡ σφαῖρα τοῦ θερμομέτρου Β ἐστὶ περιεὶληγμένη ὕφασμα διηνεκῶς βρεχόμενον, ὥστε ἕνεκα τῆς ἐξατμίσεως ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἐστὶν ἀεὶ ἐλάττω τῆς τοῦ θερμομέτρου Α, καὶ ἡ διαφορὰ τῶν δύο θερμοκρασιῶν, καλουμένη *ψυγρομετρικὴ*, τοσούτῳ μείζων ὥσθ ταχύτερον συμβαίνει ἡ ἐξατμίσις· ἐπομένως ἐν ἀέρι κεκορεσμένῳ ἐν ᾧ οὐδῶως ὕδωρ ἐξατμίζεται, ἡ διαφορὰ αὕτη ἰσοῦται τῷ μηδενί, ἐν δὲ ἀέρι ἐντελῶς ξηρῷ ἀποβαίνει μεγίστη. Παρατηροῦντες τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος καὶ τὴν ψυγρομετρικὴν διαφορὰν λογιζόμεθα τὸν βαθμὸν τῆς ὑγρασίας δι' ἐπίτηδες κατεσκευασμένου πίνακος.

Ὁ πρὸς λογισμὸν τοῦ πίνακος τούτου χρησιμεύων τύπος ἀνεύρισκεται διὰ τῆς ἐξῆς θεωρίας. Ἐστω θ ἡ στάσις τοῦ ξηροῦ καὶ θ_1 ἡ τοῦ βρεχόμενου θερμομέτρου, ἦτοι

ΣΧ. 262



ΣΧ. 263



$\theta - \theta_1 = \delta$ ἡ παρατηρούμενη ψυχρομετρικὴ διαφορὰ, x ἡ ἐν θερμοκρασίᾳ θ καὶ x_1 ἡ ἐν θερμοκρασίᾳ θ_1 ἀναγκαία πρὸς κόρον μᾶς λίτρας ἀέρος ποσότης ἀτμοῦ καὶ ω ἡ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς παρατηρήσεως ἐν τῇ λίτρᾳ τοῦ ἀέρος πρᾶγματι περιλαμβανομένη τοῦ ἀτμοῦ ποσότης. Ὁ παρὰ τὴν σφαῖραν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου ἀπὸ κορέννεται ἐξ αὐτῆς δι' ὕδατος ἐν θερμοκρασίᾳ θ_1 . Ἐπειδὴ δὲ ἡ λίτρα τοῦ ἀέρος περιλαμβάνει ἤδη ποσότητα ω ἐστὶν ἱκανὴ ἵνα χωρήσῃ ἔτι $(x_1 - \omega)$ ποσότητα ὕδατος, ἥς ἡ ἐξάτμισις δεῖται $(x_1 - \omega)$ μ. θερμομετρικῶν μονάδων, ἐὰν μ. ἐμφανίῃ τὴν θερμότητα τῆς εξαερώσεως τῆς μονάδος τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος (ἐδ. 211 α'). τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος ταύτης, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου καταντήσῃ στάσιμος, παρέχεται ὑπὸ τοῦ πέρειξ ἀέρος, ὅστις ἀναδεχόμενος τὸν ἀτμὸν ψύχεται κατὰ βαθμοὺς $\theta - \theta_1 = \delta$ ὥστε ἐὰν B ἐμφανίῃ τὸ βῆρος τῆς λίτρας τοῦ ἀέρος καὶ ε τὴν εἰδικὴν αὐτοῦ θερμότητα (ἐδ. 230) ἥτοι τὸ ποσὸν τῆς ἀναγκαίας θερμότητος ἵνα τὸ χιλιόγραμμον τοῦ ἀέρος θερμανθῇ κατὰ 1° , ἡ πρὸς ἐξάτμισιν παρεχομένη ὑπὸ τοῦ ἀέρος ποσότης τῆς θερμότητος ἔσται B δ ε.

ὅθεν πηγάζει ἡ ἰσότης $(x_1 - \omega) \mu = B \delta \varepsilon$, ἐξ ἧς $\omega = x_1 - \frac{B \varepsilon}{\mu}$. δ. Ἐὰν προσέτι

παραστήσωμεν διὰ τ καὶ τ_1 τὰς ἐν κόρῳ τάσεις τοῦ ὕδατος κατὰ τὰς θερμοκρασίας θ καὶ θ_1 , διὰ τοῦ x τὴν διοριστέαν τάσιν τοῦ πρᾶγματι ὑπάρχοντος ἐν τῇ ἀέρι ὕδατος, διὰ $\pi = 0,622$ τὴν πυκνότητα τοῦ ὕδατος πρὸς τὸν ἀέρα ἐν ἴσῃ τάσει καὶ θερμοκρασίᾳ, διὰ B_0 τὸ βῆρος τῆς λίτρας τοῦ ἀέρος ἐν κατανική καταστάσει (ἐδ. 202), δι' ν τὴν στάσιν τοῦ βαρομέτρου εἰς χτμ., συμπεραίνομεν ὅτι ἐν θερμοκρασίᾳ θ_1 καὶ ὑπὸ

πίεσιν ν ἔκλυσιν ἡ μὲν λίτρα τοῦ ἀέρος $B = \frac{B_0}{1 + \alpha \theta_1} \cdot \frac{\nu}{760}$, ἡ δὲ ποσότης τοῦ ὕδατος $x_1 = \frac{B_0 \pi}{1 + \alpha \theta_1} \cdot \frac{\tau_1}{760}$, ἡ δὲ ποσότης αὐτοῦ $\omega = \frac{B_0 \pi}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{\chi}{760}$. Εἰσάγοντες τὰς τιμὰς ταύτας εἰς τὴν ἀνωτέρω ἰσότητα πορίζομεθα

$$\frac{B_0 \pi}{1 + \alpha \theta} \cdot \frac{\chi}{760} = \frac{B_0 \pi}{1 + \alpha \theta_1} \cdot \frac{\tau_1}{760} - \frac{B_0}{1 + \alpha \theta_1} \cdot \frac{\nu}{760} \cdot \frac{\varepsilon}{\mu} \cdot \delta \quad \eta$$

$$\frac{\pi \chi}{1 + \alpha \theta} = \frac{\pi \tau_1}{1 + \alpha \theta_1} - \frac{\varepsilon}{\mu} \cdot \frac{\nu}{1 + \alpha \theta_1} \cdot \delta$$

Ἐξ τῆς ἰσότητος ταύτης ἐκλαμβάνοντες τὰς παραστάσεις $(1 + \alpha \theta)$ καὶ $(1 + \alpha \theta_1)$ ἄνναι ἐπαί-
θητοῦ σφάλματος ὡς ἴσας, πορίζομεθα

$$\chi = \tau_1 - \frac{\varepsilon \nu}{\mu \pi} \cdot \delta = A - B,$$

ἥτοι τὴν τάσιν τοῦ πρᾶγματι ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑπάρχοντος ὕδατος, ἀφαιροῦντες ἀπὸ τῆς τάσεως αὐτοῦ τ_1 κεκορεσμένου ἐν θερμοκρασίᾳ θ_1 [ἔρα τὸν ἐπόμενον πίνακα A], ὅρον τινὰ ἀνάλογον πρὸς τὴν ψυχρομετρικὴν διαφορὰν [ἔρα τὸν ἐπόμενον πίνακα B]. Καί-

τοι δὲ ὁ ἀκριβὴς λογισμός τοῦ παράγοντος $\frac{\varepsilon \nu}{\mu \pi}$ ἀπαιτεῖ τὸ μ μεταβλητὸν μετὰ τῆς θερ-

μοκρασίας (ἐδ. 211), ἡ πεῖρα ὅμως εἰδείξαεν ὅτι ἔξεστιν ἵνα παραλείπωμεν τὴν μεταβολὴν ταύτην ἂνναι ἐπαίσθητοῦ σφάλματος, ἐκλαμβάνοντες ὑπὸ πίεσιν 760 χτμ. τὸν παράγοντα τοῦτον ἄτρεπτον καὶ ἴσον πρὸς 0,5775 χτμ. ἀλλ' ὑπὸ μείζονα ἢ ἑλάττωσαν πίεσιν δέον ἵνα διορθῶται ὁ ἀφαιρέσιμος ὅρος ὡς κατωτέρω διαλαμβάνομεν.

Ἐὰν ἡ θερμοκρασία θ_1 ᾖ ἀρνητικὴ, ἥτοι ἡ σφαῖρα τοῦ θερμομέτρου κεκαλυμμένη ὑπὸ πάγῳ, ἔλαττωμεν τὸν ἀφαιρέσιμον ὅρον κατὰ τὴν σχέσιν 8 : 7 (ἐδ. 211).

Πρὸς μέτρησιν δὲ τῆς σχετικῆς ὑγρασίας διὰ τῆς λογιστικῆς τάσεως χ , διαιροῦμεν αὐτὴν διὰ τῆς τάσεως τ τοῦ ἐν θερμοκρασίᾳ θ κεκορεσμένου ἀτμοῦ. Ἐὰν π . χ τὸ μὲν ἐξ ἡρὸν θερμομέτρου δεικνύη 18° , τὸ δὲ βρεχόμενον 12° , ἡ ψυχρομετρικὴ διαφορὰ ἰσοῦται πρὸς 6° , ἐπομένως ὁ ὅρος A πρὸς 10,46 χτμ., ὁ ὅρος B πρὸς 3,46 χτμ. ὥστε ἡ τάσις τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑπάρχοντος ὕδατος ἰσοῦται πρὸς 7,00 καὶ ἡ σχετικὴ ὑγρασία πρὸς $\frac{7,00}{15,99} = 0,456$. βαθμὸς δὲ ὁρόσου ἐστὶν ὁ 6° , ἀντιστοιχῶν πρὸς τὴν τάσιν 7,00.

Α. Τάσεις καὶ ποσὸν κόρου τοῦ ὕδατος μεταξὺ — 15° καὶ + 30° Κ.

(Αἱ τάσεις μετροῦνται διὰ τοῦ χτμ. τὰ δὲ ποσὰ τοῦ κόρου διὰ γραμματῶν περιεχομένων ἐν ἐνὶ κυβικῷ μέτρῳ).

Θερμ.	Τάσις.	ποσ. κόρ.	Θερμ.	Τάσις.	ποσ. κόρ.	Θερμ.	Τάσις.	ποσ. κόρου.	Θερμ.	Τάσις.	ποσ. κόρου.
— 15°	1,40	1,58	— 4°	3,37	3,63	7°	7,49	7,71	18°	15,36	15,29
— 14	1,52	1,71	— 3	3,64	3,89	8	8,02	8,22	19	16,37	16,23
— 13	1,64	1,85	— 2	3,94	4,17	9	8,57	8,77	20	17,39	17,23
— 12	1,78	2,00	— 1	4,26	4,48	10	9,16	9,36	21	18,49	18,25
— 11	1,93	2,16	0	4,60	4,82	11	9,79	9,97	22	19,66	19,32
— 10	2,09	2,33	1	4,94	5,16	12	10,46	10,61	23	20,89	20,46
— 9	2,27	2,52	2	5,30	5,52	13	11,16	11,28	24	22,18	21,67
— 8	2,46	2,72	3	5,69	5,92	14	11,91	11,99	25	23,55	22,93
— 7	2,66	2,93	4	6,10	6,32	15	12,70	12,75	26	24,99	24,26
— 6	2,87	3,15	5	6,53	6,75	16	13,54	13,56	27	26,50	25,63
— 5	3,11	3,38	6	7,00	7,22	17	14,42	14,40	28	28,10	27,08
									29	29,78	28,61
									30	31,55	30,21

Β. Ὅροι πρὸς ἀφαίρεσιν ἀντιστοιχοῦντες εἰς τὰς μεταξὺ

1 καὶ 20 τιμὰς τοῦ παράγοντος δ.

δ	Β	δ	Β	δ	Β	δ	Β	δ	Β
1	0,58 χτμ.	5	2,89 χτμ.	9	5,20 χτμ.	13	7,51 χτμ.	17	9,82
2	1,55	6	3,46	10	5,77	14	8,08	18	10,39
3	1,73	7	4,04	11	6,35	15	8,66	19	10,97
4	2,31	8	4,62	12	6,93	16	9,24	20	11,55

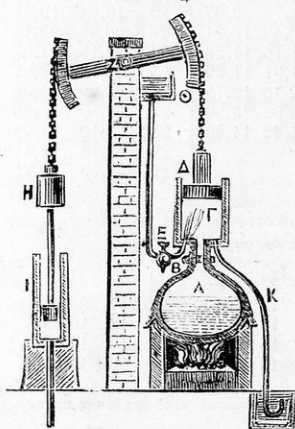
Γ. Ἡ εἰς τὴν πίεσιν $760 \pm u'$ ἀντίστοιχος διόρθωσις ἴσουςται μετ' ἀρκοῦσης προσεγγίσεως πρὸς $\frac{u'}{4250}$ ταύτην προστίθεμεν εἰς τὸν ἀφαίρεσιμον ὄρον Β ἡ ἀφαιρούμεν ἀπ' αὐτοῦ καθόσον ἡ βαρομετρικὴ στάσις ὑπερτερεῖ ἢ ὑπολείπεται τῶν 760 κατὰ u' χτμ.

222. ΧΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΤΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΥ ΩΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΑΙ. Ἡρῶν ὁ Ἀλεξάνδρεὺς περιγράφει ἤδη (παρβλ. ἐδ. 96) πολλὰς συσκευὰς πρὸς κίνησιν δι' ατμοῦ ἐκφυσῶντος, ἐν αἷς τὴν αἰολόσφαιραν στρεφόμενην, ὡς ὁ ὑδροστροφίλος τοῦ Segner (ἐδ. 87), ὑπὸ τῆς ἐκ τοῦ ἐκφυσῶντος ατμοῦ ἔνεκα τῆς προξενουμένης ἀντιπίεσεως. Βραδύτερον (1615) ὁ Salomon de Caus ἐποίησατο χρῆσιν τῆς πίσεως τοῦ ἐγκλεισμένου ατμοῦ πρὸς ὕψωσιν ὑδάτων διὰ συσκευῆς ἐνεργούσης περίπου ὡς ἡ κρήνη τοῦ Ἡρώου (ἐδ. 96). Τὴν πρώτην ὅμως ατμομηχανὴν φέρουσαν κινήτον ἐμβολέα ἐν κυλίνδρῳ ἐφεῦρεν ὁ Papin (1690) ἐπινοήσας τὴν διὰ συμπυκνώσεως τῶν ατμῶν κένωσιν τοῦ χώρου, ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ὅπως πιεζῇ αὐτὸν πρὸς τὰ κάτω ἡ ατμόσφαιρα· ἀλλὰ τὸ σχέδιον αὐτοῦ ἔμεινεν ἀνεκτέλεστον. Πρακτικὴν χρῆσιν τῆς πίσεως τοῦ ατμοῦ ἐποίησατο πρῶτος ὁ Savery πρὸς ἐξάντλησιν τῶν ὑδάτων ἐκ τῶν ἀνθρακωρυχείων. Αἱ ὕστερον κατασκευασθεῖσαι ατμομηχαναὶ δυνάτον ἵνα διαιερωθῶσιν εἰς ατμοσφαιρικὰς ἢ ἐτέρωθεν ἐνεργοὺς καὶ εἰς ἐκατέρωθεν ἐνεργοὺς. Αἱ πρῶται κατασκευασθῆσαν ἰδίως ὑπὸ τοῦ Newcomen καὶ ἐχρησίμευσαν πρὸς ἐξάντλησιν ὑδάτων· αἱ

δεύτεραι ἐτελειώθησαν ὡς ἔχουσι σήμερον κυρίως ὑπὸ τοῦ James Watt (1736—1819.)

Ἡ ἀτμοσφαιρική μηχανὴ τοῦ Newcomen οὐσώδως ἐστὶ διατεταγμένη οὕτως. Ὁ (Σχ. 264) ἐν τῷ λέβητι Δ γεννώμενος ἀτμός εισδύει διὰ τοῦ σωλήνος Β εἰς τὸν κύλινδρον Γ καὶ ἀνυψεῖ κάτωθεν τὸν ἀεροστεγῶς προσηρμοσμένον κινητὸν ἐμβολέα Δ, ἐνεργοῦσαν πρὸς τὰ κάτω ἐπὶ τῆς ὑπερείρας ἐπιφανείας αὐτοῦ. Κλειομένης τῆς στρόφιγγος Β καὶ ἀνοιγομένης τῆς στρόφιγγος Ε πᾶσαν τὴν εἰς τὴν ὑπερκειμένην δεξαμενὴν Θ ψυχροῦ ὕδατος εἰσρέον εἰς τὸν κύλινδρον ἐπιφέρει αἰφνυδίαν τοῦ ἀτμοῦ συμπύκνωσιν, καθιστῶσαν κενὸν τὸν ὑπὸ τὸν ἐμβολέα χώρον Δ, ὅτε ὁ ἐμβολεὺς κατωβεῖται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Ἀνοιγομένης τότε πάλιν τῆς στρόφιγγος Β καὶ κλειομένης τῆς Ε, αἱ αὐταὶ κινήσεις ἐπαναλαμβάνονται καὶ οὕτω καθεστῆς. Ὁ σωλὴν Κ, χρησιμεύων πρὸς ἐκροὴν τοῦ εἰς τὸν κύλινδρον εἰσρέοντος καὶ τοῦ ἐκ τῆς ἐκρευσιτώσεως τοῦ ἀτμοῦ προκύπτοντος ὕδατος, ἔχει μῆζον μῆκος τῶν 10,5 μ. (ἐδ. 90). ἵνα μὴ εἰσέρχεται δι' αὐτοῦ ἀτμὸς εἰς τὸν κύλινδρον. Ἡ ἀνιούσα καὶ κατιούσα κίνησις τοῦ ἐμβολέως μεταδιβάζεται διὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ῥάβδου εἰς τὸ τάλαντωθρον, ἀμφοτερῇ μοχλὸν στρεπτόν περὶ τὸ Ζ, οὕτως τὸ ἐίτερον ἄκρον συνέχεται μετὰ τῆς ῥάβδου Η τῆς ἀντλίας Ι, τῆς ἀναβαλῆζουσας τὸ ὕδωρ ἐκ τῶν ὑπονόμων τῶν μεταλλείων. Καὶ κατὰ μὲν τὴν κάθοδον τοῦ ἐμβολέως ἡ ῥάβδος τῆς ἀντλίας ὑψοῦται ὑπὸ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργούσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, κατὰ τὴν ἀνοδὸν ὅμως τοῦ ἐμβολέως ἡ ῥάβδος τῆς ἀντλίας κατέρχεται ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους, συντελοῦσης πρὸς τοῦτο καὶ τῆς προστίτου μάζης Η. Καὶ κατ' ἀρ-

Σχ. 264



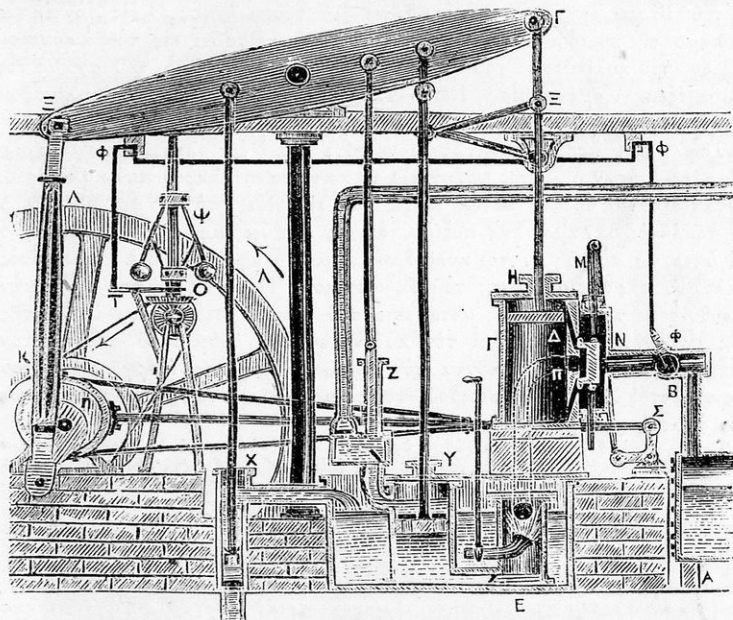
χὰς μὲν ἡ μηχανὴ ἐδεῖτο ἐπίτηδες ἐργάτου ἵνα ἀνοίγῃ καὶ κλείῃ ἐναλλὰξ τὰς στρόφιγγας Β καὶ Ε, διὰ τῆς ἀκολουθίας ὅμως γενομένης ὑπὸ τοῦ Humphry Potter ἐφευρέσεως τῆς αὐτοκυβερνήσεως ἡ μηχανὴ ἐκτελεῖ μόνη τὸ ἔργον τοῦτο, τῶν στρόφιγγων συνδεθεισῶν προσφόρως πρὸς τὸ τάλαντωθρον (παρβλ. ἐδ. 223).

Τὸ διὰ τῶν ἀτμοσφαιρικῶν μηχανῶν μόνον κατὰ τὴν κάθοδον τοῦ ἐμβολέως ἐκτελούμενον ἔργον ὀφείλεται εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν· ἐπειδὴ δὲ αὕτη ἐπ' ἐκάστου τετμῆς ἐπιπρηνείας τοῦ ἐμβολέως ὑπερτερεῖ τοῦ ἐνὸς χμ, διὰ τῶν τοιούτων μηχανῶν κατορθύεται οὐκ ὀλίγον ἀποτέλεσμα. Πρὸς λογισμὸν ὅμως τοῦ ἀποτελέσματος τούτου ἐκτός τῶν ἐκ τῆς τριβῆς ἀντιστάσεων μνηστέον ἐστὶ ὅτι ὁ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα χώρος οὐδέποτε κενοῦται ἐντελῶς, διότι ὁ ἀτμός κέκτηται ἀρκοῦσαν τάσιν καὶ κατ' ἡν θερμοκρασίαν ψύχεται ὁ κύλινδρος ὑπὸ τοῦ ἐνιέμενου ὕδατος. Ἀλλὰ καὶ ἡ εἰς τὸν κύλινδρον ἔνσις αὕτη τοῦ ψυχτικοῦ ὕδατος, ψύχουσα πολὺ τὰ πλευρώματα αὐτοῦ, ἐπιφέρει ἐκάστοτε πρὸς νέαν αὐτῶν θέρμανσιν μέχρις 100° μετὰ τὴν βαπτήν μεγάλου μέρους τοῦ εἰσρέοντος ἀτμοῦ. Τὸ ἐλάττωμα τοῦτο διώρθωσεν ὁ James Watt εἰσπαγῶν τὸ κεχωρισμένον τοῦ κυλίνδρου πυκνωτήριον (ἐδ. 223).

223. Αἱ ἐκατέρωθεν ἐνεργοὶ ἀτμομηχαναὶ διαίρουνται εἰς μηχανὰς χαμηλῆς πίεσεως ἢ μετὰ πυκνωτήριον καὶ εἰς μηχανὰς ὑψηλῆς πίεσεως ἢ ἀνευ πυκνωτήριου. Ἡ διάταξις τῶν μηχανῶν χαμηλῆς πίεσεως, ὡς αὐταὶ ἐβελτιώθησαν ὑπὸ τοῦ Watt ἐστὶν οὐσώδως τοιαύτη. Ὁ ἐκ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος Α ἀτμός εισδύει διὰ τοῦ σωλήνος Β ἐναλλάξ εἰς τὸν ἑνώτερον καὶ εἰς τὸν κατώτερον χώρον τοῦ ἐκατέρωθεν κεκλιμένου κυλίνδρου Γ, ἐν ᾧ ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται ὁ ἐμβο-

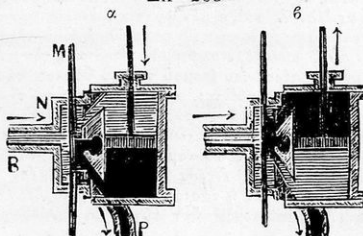
λεὺς Δ (Σχ. 265). Ὅταν ὁ ἀτμός εισδύῃ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα, ὁ ὑπὲρ αὐτὸν χώρος τοῦ κυλίνδρου συνάπτεται πρὸς τὸ πυκνωτήριον Ε καὶ ἀντιστροφῶς. Τὸ πυκνωτήριον τοῦτό ἐστι δοχεῖον κενὸν ἀέρος ὑπὸ ψυ-

Σχ. 265



χρού ὕδατος περιβρεχόμενον, εἰς ὃ πρὸς ταχεῖαν τοῦ ἀτμοῦ ἐκρεύστωσιν εἰσορμαὶ κατὰ πᾶσαν τοῦ ἐμβολέως πρώτιν πῶσόν τι ψυχροῦ ὕδατος. Ἡ εἰς τὸν ἐμβολέα προσηλωμένη ῥάβδος ΔΕ διέρχεται ἀτμοστεγῶς διὰ τῆς φρασσοῦσης πυλίδος Η καὶ μεταδίδωσιν εἰς τὸ ταλαντώθρον ΕΓ τὴν ἀνιούσαν καὶ κατιούσαν κίνησιν τοῦ ἐμβολέως. Ὁ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ταλαντώθρου συνήρμωσμένος μοχλὸς ΕΚ στρέφει διὰ τοῦ στροφάλου Κ τὸν κύλινδρον τοῦ μεγάλου ρυθμιστοῦ τροχοῦ ΛΛ. Ἀπὸ τοῦ κυλίνδρου τούτου ἡ κίνησις μετα-

Σχ. 266

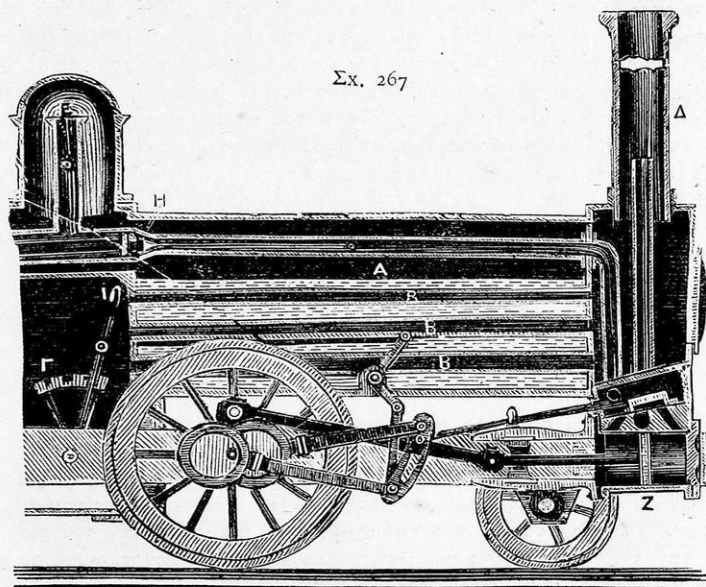


δίδεται εις πάσας τὰς ὑπὸ τῆς ἀτμομηχανῆς κινουμένης λοιπὰς μηχανάς (ἐδ. 48). Ἡ κατ' ἐναλλαγὴν συναφὴ τοῦ ἀνωτέρου καὶ κατωτέρου χώρου τοῦ κυλίνδρου μετὰ τοῦ λήθτος καὶ τοῦ πυκνωτηρίου διεξάγεται διὰ τοῦ ἀτμομόμου σύρτου Μ (Σχ. 266), κινουμένου ἐν τῇ πυξίδι τῆς διαρομῆς Ν καὶ χωρίζοντος αὐτὴν εἰς ἐντὸς καὶ ἐκτὸς θάλαμον. Ὁ ἐκ τοῦ λήθτος ἐρχόμενος ἀτμός φθάνει διὰ τοῦ σωλῆνος Β εἰς τὸν ἐκτὸς θάλαμον τῆς πυξίδος τῆς διανομῆς, καὶ ἐκεῖθεν εἰσδύει εἰς τὸν ἀνωτέρον χώρον τοῦ κυλίνδρου, τοῦ σύρτου κατέχοντος τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος 266α ἐξεικονιζομένου θέσιν, ἐνῶ ὁ ἐν τῷ κατωτέρῳ χώρῳ τοῦ κυλίνδρου ἀτμός ἐκφεύγει συγχρόνως διὰ τοῦ ἐντὸς θαλάμου τῆς πυξίδος καὶ διὰ τοῦ σωλῆνος Ρ πρὸς τὸ πυκνωτήριον· τότε ἄρα ὁ ἐμβολεὺς ὠθεῖται πρὸς τὰ κάτω· ὅταν δ' οὗτος φθάσῃ εἰς τὸ κατώτατον ἄκρον τοῦ κυλίνδρου, μετατίθεται ὁ σύρτης οὕτως ὥστε, ὡς εἰκονίζεται τὸ σχῆμα 266 β, ὁ ἐν τῷ ἐκτὸς θαλάμῳ τῆς πυξίδος ἀτμός εἰσδύει ὑπὸ τὸν ἐμβολέα, ὁ δὲ ὑπεράνω αὐτοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀτμός διαφεύγει διὰ τοῦ ἐντὸς θαλάμου τῆς πυξίδος πρὸς τὸ πυκνωτήριον. Ἡ κατὰ πᾶσαν ἀλλαγὴν διευθύνσεως τοῦ ἐμβολέως μεταθέσεις τοῦ σύρτου διεξάγεται ὑπ' αὐτῆς τῆς μηχανῆς, ἐχούσης περὶ τὸν κύλινδρον τοῦ ρυθμιστοῦ τροχοῦ τὸν ἑκκεντρον διάκον Π, κινῶντα τὸν οἶακα ΠΣ, ὅστις, ἐνεργῶν διὰ τοῦ ἄκρου αὐτοῦ Σ ἐπὶ ἀγκωνοειδοῦς τινος μοχλοῦ, μετατίθησι προσφύρως τὸν ἀτμομόμον σύρτην.

Ἐπειδὴ τὸ μὲν ἄκρον τοῦ ταλαντώθρου διαγράφει τόξον κύκλου, τὸ δὲ ἄκρον τῆς ἀνερχομένης καὶ κατερχομένης ῥάβδου τοῦ ἐμβολέως εὐθεῖαν γραμμὴν κατ' ἀνάγκην, ἵνα μὴ διαφεύγῃ ἀπὸς διὰ τῆς φρασσοῦσης πυξίδος, οὐ συνδέονται ταῦτα πρὸς ἄλληλα ἀμέσως κατὰ τὴν θέσιν Ξ, ἀλλὰ συναρμύζονται διὰ τοῦ καλουμένου παραλληλογράμμου τοῦ Wall. Τῶν μικρῶν μηχανῶν ὅμως στερουμένων ταλαντώθρου, ἡ ῥάβδος τοῦ ἐμβολέως συνδέεται ἀμέσως πρὸς τὸ στρόφαλον τοῦ τροχοῦ διὰ βραχίονος συνηρμοσμένου αὐτῇ γιγλυμοειδῶς· ὁ ρυθμιστὴς τροχὸς ΛΛ χρησιμεύει πρὸς ὁμοιοταχῆ τῆς μηχανῆς κίνησιν, ἐνθυμίζων ὡς μᾶζα ἀδρανὴς τὸ ἐκ τῆς παλινδρομίας τοῦ ἐμβολέως ἀνομοιοταχὲς αὐτῆς. Πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν συμβάλλεται καὶ τὸ φυγοκεντρικὸν ἑκκερμεὺς ἢ ὁ ρυθμιστὴς τοῦ Watt W, ὑπ' αὐτῆς τῆς μηχανῆς περιδινόμενον· ὅταν ἡ ταχύτης τῆς μηχανῆς ὑπεραυξάνηται αἱ σφαῖραι τοῦ ἐκκερμεῦς τούτου μακρυνόμεναι, τοῦ ἄξονος τῆς στροφῆς συναυτοῦσαι καὶ τὸ περὶ τὸν ἄξονα εὐμετάστατον ἔλκτρον Ο καὶ καθέλκουσαι τὴν μετ' αὐτοῦ συνημμένην ῥάβδον ΤΦ κλείουσι τὴν στρόφιγγα Φ ἐν τῷ σωλῆνι Β, οὕτω δὲ ἐμπροσθεν αὐτῆς εἰσέρχονται τὸν ἀτμὸν ἐπιθραδύνουσι τῆς μηχανῆς τὴν ταχύτητα· ἀντιθέτως δὲ, τῆς μηχανῆς βραδέως κινουμένης, αἱ τότε συμπίπτουσαι σφαῖραι ἀνοίγουσι τὴν διόδον τοῦ ἀτμοῦ καὶ ἐπιταχύνουσι τὴν κίνησιν. — Ἐκ τοῦ ταλαντώθρου ἐξαρτῶνται προσέτι καὶ αἱ ῥάβδοι αἱ κινῶσαι τοὺς ἐμβολεῖς τριῶν ἀνελίων, τῆς ψυκτικῆς ἀνελίας Χ, τῆς ἀνελίας τοῦ πυκνωτηρίου ἢ τοῦ ἀέρος Υ καὶ τῆς ὑδρευτικῆς ἀνελίας Ζ· καὶ ἡ μὲν ψυκτικὴ ἀνελία χρησιμεύει πρὸς ἔνσιν τοῦ πρὸς πύκνωσιν ψυχροῦ ὕδατος εἰς τὸ πυκνωτήριον, ἡ δὲ ἀνελία τοῦ ἀέρος ἀνελεῖ ἐκ τοῦ πυκνωτηρίου τὸ ἐν αὐτῷ συναρμύζοντον θερμὸν ὕδωρ καὶ τὸν εἰσδύοντα ἀέρα· ἡ ὑδρευτικὴ τέλος ἀνελία συναρμύζει μέρος τοῦ θερμοῦ τούτου ὕδατος πάλιν πρὸς τὸν ἀτμογόνον λήθτη ἀντὶ τοῦ ἐν αὐτῷ ἐκασθαιμένου, καὶ διατρεῖ οὕτω τὴν στάσιν τοῦ ὕδατος ἐν τῷ λήθτι ἀμετάβλητον. Πρὸς γνῶσιν τῆς ἐκάστοτε στάσεως ταύτης ὁ λήθης φέρει συναφῇ αὐτῷ ὕαλινον σωλῆνα δεχόμενον κάτωθεν τὸ ὕδωρ καὶ ἄνωθεν τὸν ἐν αὐτῷ ἀτμόν. Πρὸς τοῦτος ὁ λήθης δέον ἵνα ἡ ἐρωδιασμένος διὰ μανομέτρου πρὸς μέτρησιν τῆς πίεσεως τοῦ ἀτμοῦ (ἐδ. 93), καὶ δι' ἐπιστομίδος ἀσφαλείας, ἥτις ἀνοίγομένη καὶ παρέρχουσα ἔξωθεν εἰς τὸν ἀτμόν ὅταν ἡ τάσις αὐτοῦ ὑπὲρ τὸ δέον αὐξηθῇ, χρησιμεύει πρὸς πρόληψιν ἐκρήξεων. Ἡ ἐπιστομὴ αὕτη σύγκειται συνήθως ἐκ μοχλοῦ ἑτερορρεποῦς (ἐδ. 49), οὗτινος ὁ

μειζων βραχίων φέρων κατάλληλον φόρτον πιέζει σφαιροειδές τι μέταλλον ἐπὶ τινος ὀπῆς τοῦ λέθητος ἐξεργασμένης πλησίον τοῦ ὑπομοχλίου· ἐκ τῆς ὀπῆς ταύτης διαφεύγει ὁ περισεύων ἀτμός ὅταν ἡ τάσις αὐτοῦ ἱκανῇ καταστάσῃ ὑψώνη τὸν μοχλόν. Αἱ χαμηλῆς πίεσεως μηχαναὶ ἐργάζονται συνήθως διὰ δυνάμεως $\frac{1}{2}$ —2 ἀτμοσφαιρῶν ἐν καὶς χαλαστικαῖς δ' ἐξ αὐτῶν ὁ ἐκ τοῦ λέθητος ἀτμός εἰσδύει εἰς τὸν κύλινδρον ὑπὸ πίεσιν μείζονα ταύτης, ἀλλ' ὅταν ὁ ἐμβολεὺς διανύσῃ μέρος τῆς ὁδοῦ αὐτοῦ ὁ σύρτης τῆς χαλαστικῆς ἐμποδίζει τὴν προσέλευσιν ἀτμοῦ νέου, ὥστε ὁ εἰσδύσας ἀτμός διατεινόμενος ἐκ τῆς ἰδίας ἐλαστικότητος ὥθεϊ τὸν ἐμβολέα μέχρι τοῦ ἄκρου τοῦ κυλίνδρου. Θεωρία καὶ πείρα διδάσκουσιν ὅτι οὕτως δι' ἴσον ἐκτελούμενον ἔργον διαπαντὰ ἐλασσον πῶσον καυσίμου ὕλης.

Τὸ πῶσον τοῦ ἔργου τῶν ἀτμομηχανῶν λογίζομεθα διὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐμβολέως καὶ διὰ τῆς διαφοράς τῶν ἐκατέρωθεν αὐτοῦ ἐνεργουσῶν πίεσεων. Ἐὰν π. χ. ἡ μέση πίεσις ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν ἐπιφανειῶν ἰσῶται πρὸς $1\frac{1}{2}$ ἀτμοσφαιραν, ἡ δὲ ἐν τῇ πυκνωτηρίῳ ἀντιπίεσις πρὸς $\frac{1}{2}$ ἀτμοσφαιραν, ὑπολείπεται πίεσις μίᾶς ἀτμοσφαιρας ἢ 103,3 χγ ἐφ' ἐκάστου τμ. Ἐὰν ἐπομένως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβολέως περιλαμβάνῃ 1 τμ καὶ ἡ ὑπ' αὐτοῦ διανυμένη ὁδὸς 1,5 μ, συμβαίνειναι δὲ 60 ἀνοδοὶ καὶ καθοδοὶ ἐν ἐνὶ λεπτῷ, τὸ ἐν τῇ λεπτῇ ἐκτελούμενον ἔργον ἰσῶται πρὸς $103,3 \times 1,5 \times 120 = 18594$ χγμ. (ἐδ. 43). Τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ἐλαττωτέον κατὰ τὰς ἐκ τῶν τριῶν τῆς μηχανῆς ἀντιστάσεις,



καὶ κατὰ τὸ ἀναγκαῖον ἔργον πρὸς κίνησιν τῶν ἀντλιῶν κτλ. Ἐὰν δὲ ἡ ἐλάττωσις αὕτη ἰσῶται πρὸς 30 % τοῦ ὅλου ἀποτελέσματος ὑπολείπονται 11156,4 χγμ ἐν τῷ λεπτῷ ὡς ἔργον χρησίμου. Ἡ ἰκανότης τῶν ἀτμομηχανῶν μετρίεται συνήθως δι' ἑπῶν (ἐδ. 43)· ἐπειδὴ δὲ ἡ δύναμις τοῦ ἵππου ἀντιστοιχεῖ πρὸς $60.75 = 4500$ χγμ ἐν τῷ λεπτῷ, ἡ προκειμένη μηχανὴ ἀσχεῖ δύναμιν $2\frac{1}{2}$ ἑπῶν.

224. Αἱ μηχαναὶ τῆς ὑψηλῆς πίεσεως (Σχ. 267) διακρίνονται τῶν

τῆς χαμηλῆς πιέσεως διὰ τῆς ἐλλείψεως τοῦ πυκνωτηρίου καὶ διὰ τῆς μείζονος τάσεως τοῦ ἐνεργοῦντος ἀτμοῦ, οὔσης συνήθως πέντε ἕως ὀκτὼ ἀτμοσφαιρῶν. Τοσαύτης οὔσης τῆς πιέσεως τὸ πυκνωτήριον καθίσταται ἀνωφελές καὶ ὁ μὴ πυκνωθεὶς ἀτμός ἐξωθεῖται πρὸς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἥς ἡ ἀντιπίεσις ἀποτελεῖ μικρὸν ποσόν τοῦ ὅλου ἀποτελέσματος.

Αἱ μηχαναὶ τῆς ὑψηλῆς πιέσεως συντελοῦσι πρὸς μείζονα οἰκονομίαν χώρου, ἢ πρὸς πλεῖον χρήσιμον ἀποτέλεσμα δι' ἐλασσόνων διαστάσεων. Ἐνεργοῦσι δ' αἱ πλείσται διὰ χαλάσεως (ἐδ. 223). Αἱ ἀτμάμαξαι εἰσι πάντοτε μηχαναὶ ὑψηλῆς πιέσεως. Ὁ ὀρίζοντέως κείμενος λέβης Λ, κατέχων τὸ πλεῖστον τοῦ ὄγκου τῆς ἀμάξης, διαπερᾶται κατὰ μήκος πρὸς ταχυτέραν ἐξέκρυσιν τοῦ ὕδατος ὑπὸ τῶν βραστικῶν σωλῆνων ΒΒ' δι' ὧν τὰ θερμὰ ἀέρια τῆς αὔσεως φθάνουσιν ἀπὸ τῆς καμίνου Γ εἰς τὴν καπνοδόκην Δ, ὅπερ αὐξάνει κατὰ πολὺ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἀναξέσεως. Ὁ εἰς τὸν χώρον Ε συναγόμενος ἀτμός διοχετεύεται διὰ τοῦ σωλήνος Θ, κλειομένου ἢ ἀνοιγομένου διὰ τῆς ἐπιστομίδος Η πρὸς τὴν πυξίδα τοῦ σύρτου καὶ πρὸς τὸν κύλινδρον Ζ οὔτινος ἡ ῥάβδος ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ στροφάλου τοῦ κινητικοῦ τροχοῦ. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ τροχοῦ τούτου ὑπάρχουσι δύο ἑκκεντροὶ δίσκοι, ὧν ἑκάτερος συνδέεται κατὰ βούλησιν πρὸς τὸν οἶακα τοῦ σύρτου διὰ τοῦ πηδαλίου Ι ὁ ἕτερος τούτων κινεῖ τὴν ἀμάξαν πρὸς τὰ πρότω καὶ ὁ ἄλλος πρὸς τὰ ὀπίσω· ὁ δὲ ἐνεργήσας ἀτμός διαφεύγει διὰ τῆς καπνοδόκης αὐξάνων τὴν βίαν τοῦ διὰ τῆς καμίνου διερχομένου ἀέρος (ἐδ. 105).—Τὴν πρώτην ἀτμάμαξαν κατεσκεύασεν ὁ J. Stephenson, ταμὼν καὶ τὸν πρῶτον σιδηρόδρομον (Soccketon—Darlington. 1825.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Περὶ εἰδικῆς θερμότητος—Θαλπομετρία.

225. ΕἰΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. Πρὸς θερμάνσιν ἴσων βαρῶν διαφόρων σωμάτων εἰς ἴσον ἀριθμὸν βαθμῶν ἀπαιτοῦνται ἄριστοι ποσότητες θερμότητος. Ἰση θερμότητος πρόσληψις ὑποῖ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σιδήρου ταχύτερον ἢ τὴν τῆς πυριτικῆς ἄμμου καὶ ταύτην ταχύτερον ἢ τὴν τοῦ ὕδατος. Ἐὰν συγκεράσωμεν 1 χγ ὕδατος 0° καὶ 1 χγ ὕδατος 100° μβ, ἡ θερμοκρασία τοῦ κράματος καταντᾷ εἰς 50° (ἐδ. 205)· ἐὰν ὁμοῦ ἐγγύσωμεν 1 χγ βινημάτων σιδήρου 100° εἰς 1 χγ ὕδατος 0° ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑφθαί. τὸ πολὺ μέχρι 10°, 2. Ἐπειδὴ δὲ πρὸς τοῦτο ἀρκοῦσι 10,2 θερμοκρατικαὶ μονάδες (ἐδ. 205) συμπεραίνομεν ὅτι 1 χγ σιδήρου ψυχόμενον ἀπὸ 100° εἰς 10°, 2 ἤτοι κατὰ βαθμοὺς 89,8° παραχωρεῖ 10,2 θαλπωράς. Ἐπειδὴ δὲ ἴση ποσότης θερμότητος θερ-

μαίνει 1 γγ σιδήρου κατὰ $89,8^\circ$ συμπεραίνομεν ὅτι ἵνα θερμανθῇ 1 γγ σιδήρου κατὰ 1° δεῖται $\frac{10,2}{89,8} = 0,114$ τῆς θερμαντικῆς μονάδος.

Καλοῦμεν *ειδικὴν θερμότητα* ἢ *θαλποχώρησιν* τῶν σωμάτων τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀπαιτουμένων θερμαντικῶν μονάδων ἵνα 1 γγ τῆς μάζης ἐκάστου αὐτῶν θερμανθῇ κατὰ 1° . Ἐμετρήθη δὲ αὕτη διὰ τριῶν διαφόρων μεθόδων, ἥτοι $1^{\text{α}}$ διὰ τῆς μίξεως, $2^{\text{α}}$ διὰ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ $3^{\text{α}}$ διὰ τῆς ταχύτητος τῆς ψύξεως.

226. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΜΙΞΕΩΣ. Κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ποιοῦμεθα χρῆσιν *θαλπομέτρου* ἥτοι δοχείου ἐκ λεπτοῦ ἐλάσματος χαλκοῦ ἢ ὀρει-
χάλκου στηριζομένου ἐπὶ χειρίστων ἀγωγῶν τῆς θερμότητος (ξύλου, ἀχύρων) καὶ περιέχοντος γνωστὸν τι βάρος ὕδατος ὑ γνωστῆς θερμοκρασίας θ_1 . Εἰς τὸ ὕδωρ τοῦτο καταβυθίζομεν ταχέως ὠρισμένον τι βάρος ϵ τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν σώματος θερμάναντες πρότερον αὐτὸ μέχρι θερμοκρασίας θ_2 καὶ παρατηροῦμεν διὰ καταλλήλου θερμομέτρου τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μίγματος θ , ἀφοῦ ἀνακυκλῶντες διὰ βάθρου καταστήσωμεν αὐτὴν πανταχοῦ ἴσην ἐν τῷ ὕδατι. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ χ τὴν ζητούμενην *ειδικὴν θερμότητα*, συμπεραίνομεν ὅτι ϵ χιλίογραμμα τῆς προκειμένης ὕλης ψυχόμενα ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν θ_2 εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μίγματος θ ἦτοι κατὰ βαθμοὺς $(\theta_2 - \theta)$ παραχωροῦσι θερμαντικὰς μονάδας $\epsilon\chi$ $(\theta_2 - \theta)$, καὶ ὅτι ϵ χιλίογραμμα ὕδατος θερμαίνοντα ἀπὸ θ_1 εἰς θ ἀναδέχονται ὑ $(\theta - \theta_1)$ θαλπωράς· ἐπειδὴ δὲ συμμετέχει τῇ θερμάνσεως καὶ τὸ θαλπόμετρον λογιζόμεθα καὶ τὰς ὑπ' αὐτοῦ ἀναλαμβανομένας θερμαντικὰς μονάδας οὕσας ϵ' $(\theta - \theta_1)$, ἔαν ϵ' ἐμφανῇ τὸ βάρος καὶ ϵ τὴν *ειδικὴν θερμότητα* τῆς ὕλης αὐτοῦ. Ἀλλ' ἡ ὑπὸ τοῦ θερμοῦ σώματος παρεχόμενη θερμότης ἰσούται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν θερμότητων, αἱ ἀναδέχονται τὸ ὕδωρ καὶ τὸ δοχεῖον, ὅθεν

$$\epsilon\chi(\theta_2 - \theta) = \nu(\theta - \theta_1) + \epsilon'(\theta - \theta_1)$$

ἐξ ἧς

$$\chi = \frac{(\nu + \epsilon')(\theta - \theta_1)}{(\theta_2 - \theta)}$$

Τὸ γινόμενον ϵ' , τὸ εἰς τὸ βάρος ν τοῦ ἐν τῷ θαλπομέτρῳ ὕδατος προστιθέμενον ἵνα λογισθῇ ἡ τοῦ δοχείου μέγεθς, καλούμενον *ὕδροθαλπομετρικὴ τιμὴ* τοῦ δοχείου τοῦτου, εὐχερῶς καθάπαξ ὀρίζομεν διὰ προκαταρκτικῆς δοκιμῆς καὶ ἐὰν ἀγνωσμένον τὴν *ειδικὴν θερμότητα* τῆς ὕλης τοῦ θαλπομέτρου, ἐγγέοντος εἰς αὐτὸ ὠρισμένον βάρος ὕδατος ν' θερμοκρασίας θ_2 καὶ μετροῦντες τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ θ . Τοῦ ὕδατος ἔχοντος *ειδικὴν θερμότητα* 1 , ἡ ἀνωτέρω ἰσότης μεταβάλλεται εἰς τὴν

$$\nu'(\theta_2 - \theta) = \nu(\theta - \theta_1) + \epsilon'(\theta - \theta_1)$$

περιέχουσιν ὡς μόνον ἀγνωστον τὸ γινόμενον ϵ' .

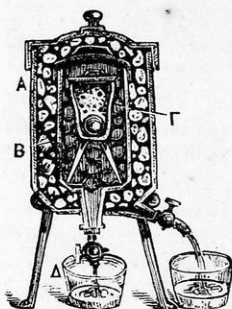
Τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μίγματος γνωστῶν βαρῶν διαφόρων σωμάτων γνωστῆς *ειδικῆς* θερμότητος εὐκόλως λογιζόμεθα διὰ τῆς μεθόδου τῶν μέσων. Ἐὰν ϵ , ϵ_1 , ϵ_2 , ... ἐμφανῶσι τὰ βάρη, ϵ , ϵ_1 , ϵ_2 , ... τὰς *ειδικὰς θερμότητας* καὶ θ , θ_1 , θ_2 , ... τὰς θερμοκρασίας τῶν μιγνυμένων σωμάτων, ἡ μέση θερμοκρασία τοῦ μίγματος ἔσεται (παράβ. ἐδ. 205)

$$\Theta = \frac{\epsilon_1\epsilon_1\theta_1 + \epsilon_2\epsilon_2\theta_2 + \epsilon_3\epsilon_3\theta_3 + \dots}{\epsilon_1\epsilon_1 + \epsilon_2\epsilon_2 + \epsilon_3\epsilon_3 + \dots}$$

Τῆς μεθόδου τῶν μιγμάτων ἐποιήσατο τὸ πρῶτον χρῆσιν (1760) ὁ Black καὶ ὁ Irvine.

227α. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΤΗΞΕΩΣ ΤΟΥ ΠΑΓΟΥ. Ἀρμοδιώτατον τῆς μεθο-
δος ταύτης ὄργανόν ἐστὶ τὸ *θαλπόμετρον* τοῦ Lavoisier καὶ Laplace
(Σχ. 268), συγκείμενον ἐκ δύο δοχείων ἐκ μεταλλικοῦ ἐλάσματος Α

Σχ. 268



καὶ Β φερόντων ἐπιθήματα. Τούτων τὸ ἐλάσ-
σον Β ἐγκλείεται ἐν τῷ μείζονι Α, ὑπολειπο-
μένον ἱκανοῦ κενοῦ χώρου· ἐν τῷ ἐσωτερικῷ
δοχείῳ εἰσάγεται καὶ κύβελλιν τι ἢ φορμῖον
Γ ἐκ μεταλλικῶν συρμάτων χρησιμεῖον πρὸς
ὑποδοχὴν τοῦ σώματος, οὗ ἡ εἰδικὴ θερμό-
της πρόκειται πρὸς ὀρισμὸν. Πληρώσαντες
τὸ δοχεῖον Β καὶ τὸν μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ
ἐξωτερικοῦ δοχείου ὡρον τετριμμένον πάγου,
σταθμῶμεν τὸ ὑπὸ δοκιμασίαν σῶμα καὶ
θερμάναντες μέχρι γνωστῆς τινης θερμοκρα-
σίας, οἷον 100° , εἰσάγομεν αὐτὸ εἰς τὸ φορ-
μῖον Γ καὶ καλύπτομεν ταχέως διὰ τῶν ἐπι-
θημάτων καὶ διὰ θρυμμάτων πάγου. Τὸ σῶμα

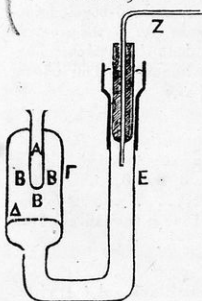
παρέχον τότε τὸ ὑπερβάλλον τῆς θερμότητος αὐτοῦ εἰς τὸν περικυ-
κλουντα πάγον ἐπιφέρει μερικὴν αὐτοῦ τήξιν, παρέχουσαν ὕδωρ καταρ-
ρεῖον εἰς τὸ ποτήριον Δ, ἐν ᾧ σταθμῶμεν αὐτό. Ὁ ἐν τῷ μεταξὺ τῶν
δύο δοχείων Α καὶ Β κοίλῳ χώρῳ παρεντιθέμενος πάγος κωλύει τὴν
εἰς τὸ δοχεῖον Β προσέλευσιν ἐξωτερικῆς θερμότητος, ἵνα μὴ τήξῃ μέρος
τοῦ ἐν αὐτῷ πάγου.

Ἐὰν διὰ τοῦ β παραστήσωμεν τὸ βῆρος τοῦ δοκιμαζομένου σώματος καὶ διὰ τοῦ θ
τὴν ἀρκτικὴν αὐτοῦ θερμοκρασίαν διὰ τοῦ χ τὴν ζητούμενην εἰδικὴν θερμότητα καὶ
διὰ τοῦ υ τὸ βῆρος τοῦ ἐκ τοῦ τακέντος πάγου ἀπορρεύσαντος ὕδατος, συμπεραίνομεν
ὅτι τὸ σῶμα ψυχρὸν ἀπὸ θ° εἰς 0° παρεχώρησέ $\chi\theta$ θαλπωράς· ἀλλὰ πρὸς τήξιν υ χιλιο-
γράμμων πάγου ἀπαιτοῦνται (ἐδ. 206) 79,25 υ θερμαντικὰ μονάδες· ὥστε $\chi\theta =$

$$79,25 \text{ υ} \cdot \text{ἐξ ἧς } \chi = \frac{79,25 \text{ υ}}{6\theta}.$$

227β. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΤΗΞΕΩΣ ΤΟΥ ΠΑΓΟΥ ΚΑΤΑ Bunsen (1870). Ἀλλὰ τὰ ἐκ
τοῦ θαλπομέτρου τοῦ Lavoisier καὶ τοῦ Laplace πορίσματα
εἰσὶν ἡμαρτημένα, διότι μέρος τοῦ ἐκ τῆς τήξεως ὕδατος
προσκόλλεται ἐπὶ τοῦ πάγου, ὥστε καθίσταται ἀδύνατος ὁ
ἀκριθὲς ὀρισμὸς τοῦ βάρους υ· ἀποβαίνει δ' ἔνεκα τούτου
ἡ μέθοδος τοσούτῳ μᾶλλον σφαλερὰ, ὅσῳ ἐλάσων ἡ ποσὴ-
της τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν σώματος. Ἀπληγαγμένοι τοιούτων
σφαλμάτων ἐστὶ τὸ διὰ πάγου *θαλπόμετρον* τοῦ Bunsen
(Σχ. 269).

Σχ. 269



Τὸ σῶμα, οὕτως ἡ εἰδικὴ θερμότης πρόκειται πρὸς ὀρι-
σμὸν, βυθίζεται εἰς ὕδωρ θερμοκρασίας 0° περιεχόμενον ἐν τῷ
ὕαλινῳ χημικῷ δοκιμείῳ Α, συντετηχότι εἰς τὸ δοχεῖον τοῦ
θαλπομέτρου Γ· τὸ ὑπὸ τοῦ σώματος θερμαινόμενον τοῦτο
ὕδωρ οὐκ ἀνυπλεί, ἀλλὰ βυθίζεται· ἐν τῷ δοκιμείῳ Α διότι
ἡ πυκνότης αὐτοῦ θερμαινόμενον ἀπὸ 0° εἰς 4° αὐξάνεται·
ὥστε ἡ θερμότης τοῦ σώματος διέρχεται εἰς τὸ θαλπόμετρον
Γ μόνον διὰ τῶν λεπτῶν πλευρωμάτων τοῦ δοκιμείου. Ταῦτα
περιβάλλονται ἐν τῷ χώρῳ Β ὑπὸ πάγου θερμοκρασίας 0° ,

τηκομένου ἐκ τῆς θερμότητος ἣν ἐκλύει τὸ σῶμα. Τοῦ πάγου τούτου ὁ ὄγκος ἐλαττω-
ται ἐνὸσφ τὸ σῶμα ψύχεται μέχρι 0°.

Πρὸς μέτρησιν τοῦ ποσοῦ τοῦ ἐν Β τακέντος πάγου, περιορίζεται ὁ χώρος οὗτος ὑπο-
κάτω τῆς ἐπιφανείας Δ δι' ὑδραργύρου πληροῦντος καὶ τὸν μείζονα κύλινδρον τοῦ
θαλπομέτρου Ε' ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ διερχόμενος δι' ἀεροστεγῆς κλεινόντος πώματος
ἑστίν ἐμπιεσιμένος ὕαλιος τριχοειδὴς σωλὴν ὀρθογωνίως καμπεύει· ἐν αὐτῷ ὁ ὑδράρ-
γυρος φθάνει μέχρι διαιρέσεως τινος τῆς υπαρχούσης κλίμακος ἐπὶ τοῦ ὀριζοντείου τμη-
ματος Ζ. Τηκομένου τοῦ πάγου ἐν Β, ἡ μὲν ἐπιφάνεια Δ τοῦ ὑδραργύρου ὑψοῦται, τὸ
δὲ ἄκρον αὐτοῦ ἐν Ζ ὑποχωρεῖ· οὗτω δὲ μετροῦμεν ἀκριβῶς διὰ τῶν διαιρέσεων τῆς
κλίμακος τὴν ἐπερχομένην ἐλάττωσιν τοῦ ὄγκου ἐν Β καὶ ἐπομένως καὶ τὸ ποσὸν τοῦ
ἐν αὐτῷ τακέντος πάγου.

Καλέσωμεν τὸ χιλιοστὸν τῆς θερμαντικῆς μονάδος τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς 1 γ ὕδατος
ἐλάσσονα θαλπωρῇ (ἐδ. 205). Κατὰ τὸν Bunsen ἀπαιτοῦνται 80.025 πρὸς τῇν
τοῦ πάγου (παραβ. ἐδ. 206)· ἀλλὰ κατ' αὐτὸν 1 γ πάγου θερμοκρασίας 0° κέκτεται
ὄγκον 1.09082 κετμ., καὶ 1 γ ὕδατος θερμοκρασίας 0° κέκτεται ὄγκον 1.00012 κετμ.
ὥστε ἐνῷ ὁ πάγος ἀναδέχεται θερμότητα 80.025 ἐλασσόνου θαλπωρῶν ὁ ὄγκος αὐτοῦ
ἐλαττωταὶ κατὰ 0.09070 κετμ· ἀντιστοιχεῖ ἄρα εἰς τὴν θαλπωρῇ ἐλάττωσις ὄγκου
0.00113339 κετμ· ἐὰν ἐπομένως γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον δ τῶν ἴσων διαιρέσεων τῆς
κλίμακος τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος, ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν δ ἀντιστοιχῶν εἰς τὴν ἐλάσσονα

$$\theta \lambda \pi \omega \rho \eta \nu \acute{\epsilon}\sigma\tau\alpha\iota \quad \alpha = \frac{0.00113339}{\delta}.$$

Ὅριζοντες εἰς γράμμα τὸ βάρος θ νήματος ὑδραργύρου κατέχοντος ἐν τῷ σωλὴνι κ διαι-
ρέσεις ἐν θερμοκρασίᾳ θ°, ἐκτιμῶμεν τὸν ὄγκον τῆς διαιρέσεως δ, ὅντα

$$\delta = \frac{\theta (1 + 0.00018 \theta)}{13.596 \kappa} \text{ κετμ. (ἐδ. 200θ.)}$$

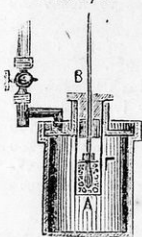
Ὁ χώρος Β τοῦ θαλπομέτρου ἐστὶν ἀρχῇθεν πλήρης ἀπεσταγμένου ὕδατος ἀναξάν-
τος ἐν αὐτῷ πρὸς ἐκδίωξιν τῶν ἀερίων· μέρος τοῦ ὕδατος τούτου δεόν ἵνα πῆξωμεν περὶ
τὸ δοκιμεῖον Δ πρὶ τῆς χρήσεως τοῦ ὄργανου. Πρὸς τοῦτο, κατὰ τὸν Bunsen, παροχε-
τούμενον παρὰ τῷ πυθμένι Α ρεῦμα οἰνοπνεύματος φυγέντος ἐν τινι ψυκτικῷ κρᾶματι
κατὰ βαθμοὺς τινας ὑπὸ τὸ 0· εἴτα εἰσάγωμεν ἐδόκληρον τὸ θαλπόμετρον εἰς μείζονα
δοχεῖον καὶ περικυκλοῦμεν αὐτὸ διὰ καθαρᾶς χύνης θερμοκρασίας 0°, ἀναμένοντες τὴν
ἐκείνη ἀκίνησιν τοῦ ἄκρου τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλὴνι Ζ. Ἡ ἀκίνησις αὕτη ἐπέρ-
χεται ὅταν ὁ πάγος ἐν τῷ χώρῳ Β θερμανθῇ μέχρι 0° (κατὰ τὴν πείραμα τοῦ Bunsen
μετὰ 114 ὥρας)· τὸ ὄργανον τότε ἐστὶν ἐτοιμὸν πρὸς πολλὰ ἀλλεπάλληλα πειράματα· ὁ
δὲ Bunsen ὥρισε δι' αὐτοῦ τὴν εἰδικὴν θερμότητα τοῦ σπανίου μετάλλου Ἰνδίου,
οὗτινος κατεῖχε μόνον γραμμάρια τινα.

228. Τῆς δὲ μεθόδου τῆς ψύξεως ἐποίησαντο ἰδίως χρῆσιν ὁ Du-
long καὶ ὁ Petit πρὸς ἐκτίμησιν τῆς εἰδικῆς θερμότητος πολλῶν σω-
μάτων. Ἐὰν ἂν ἴσων βρῶν δύο σωμάτων ἀφαιρεθῶσιν ἴσα ποσὰ θερ-
μότητος ἡ ἐπερχομένη ἐλάττωσις τῶν θερμοκρασιῶν ἐν αὐτοῖς ἐστὶν ἀν-
τιστρόφως ἀνάλογος τῶν εἰδικῶν αὐτῶν θερμοτήτων· ὥστε σώματα
παρέχοντα ἴσην θερμότητα ψύχονται τόσῳ ταχύτερον ὅσῳ ἐλάσσων
ἡ εἰδικὴ αὐτῶν θερμότης· οἱ χρόνοι ἐπομένως καὶ οὗς ἴσα βάρη δια-
φόρων σωμάτων ψύχονται κατ' ἴσον ἀριθμὸν βαθμῶν ἔχουσι πρὸς ἄλ-
λήλους ὡς αἱ ἰδικαὶ αὐτῶν θερμότητες· ἐὰν δὲ τὰ βάρη ὦσιν ἄνισα, οἱ
χρόνοι τῆς ψύξεως, ἀφαιρουμένης ἴσης θερμότητος, ἀναλογοῦσι πρὸς
τὰ γινόμενα τῶν βαρῶν ἐπὶ τὰς εἰδικὰς θερμότητας. Ἵνα δὲ ἀφαι-
ρέσωσιν ἀπὸ πάντων τῶν σωμάτων ἀκριβῶς ἴσην ποσότητα θερμότητος
εἰσήγαγον αὐτὰ ἐκ διαδοχῆς ὁ Dulong καὶ ὁ Petit εἰς τὴν αὐτὴν

πυξίδα Α (Σχ. 270), ἐξεργασμένην ἐκ λίαν λεπτοῦ καὶ στιλπνοῦ ἐλά-
σματος ἀργύρου καὶ φέρουσιν ἐπίθημα βαστάζον τὸ θερμόμετρον Β,
οὗ τὸ δοχεῖον ἐκαλύπτετο πανταχόθεν ὑπὸ τῆς δοκιμαζομένης ὕλης.

Ἡ πυξὶς αὕτη περιεκυκλοῦτο ὑπ' εὐρυτέρου μεταλλικοῦ δοχείου ἔχον-
τες ἐνδοθεν ἡθελωμένα τὰ πλευρώματα πρὸς τελείαν ἀπορρόφησιν τῆς

Σχ. 270



ἐκ τοῦ Α θερμαντικῆς ἀκτινοβολίας (ἐδ. 236), καὶ
ὄντος βεβυθισμένου ἐν λουτρῷ ὕδατος ἀμεταβλήτου καὶ
γνωστῆς θερμοκρασίας οἷον 0°. Ὁ μεταξὺ τῆς πυξίδος
καὶ τοῦ δοχείου Γ χῶρος ἐκενοῦτο πρὸς πρόληψιν ἀκα-
νονίστου ρευμάτων ἀέρος, ὥστε ἡ ἀφαίρεσις
τῆς θερμότητος συνέβαινε διὰ τῆς ἀκτινοβολίας (ἐδ.
234) μόνης. Παρατήρουν δὲ τὸν ἐκάστοτε παρερχό-
μενον χρόνον ἵνα ἡ θερμοκρασία τοῦ πρότερον θερμαν-
θέντος σώματος ἐλαττωθῇ καθ' ὀρισμένον τινα ἀριθμὸν
βαθμῶν, οἷον ἀπὸ 20° μέχρι 10°. Ἐὰν διὰ β' καὶ β'
παραστήσωμεν τὰ βάρη, διὰ ε καὶ ε' τὰς πρὸς σύγκρι-
σιν εἰδικὰς θερμότητας δύο σωμάτων, καὶ διὰ χ καὶ
χ' τοὺς μετρηθέντας χρόνους, συμπεραίνομεν δι' ἴσης θερμότητος πα-
ροχάν·

$$\chi : \chi' :: \theta_{\epsilon} : \theta' \text{ ἢ } \epsilon : \epsilon' :: \frac{\chi}{\theta} : \frac{\chi'}{\theta'}$$

Ἐπειδὴ δὲ τὰ πλευρώματα τῆς πυξίδος καὶ ἡ μᾶζα τοῦ θερμομέτρου παρέχουσιν ἐπί-
σης θερμότητα, εἰσάγομεν καὶ ταύτην εἰς τὸν λογισμὸν αὐξάνοντας τὰ γινόμενα θ_{ϵ} καὶ
ὅ' ἐ' κατὰ τινα ἀτρεπτον ὅρον Κ, ἀντιστοιχοῦντα πρὸς τὴν ὑδροβαλτομετρικὴν τιμὴν
(ἐδ. 226) τῶν μερῶν τούτων τῆς συσκευῆς ὥστε ἡ ἀναλογία μεταβάλλεται εἰς

$$\chi : \chi' :: \theta_{\epsilon} + K : \theta' + K,$$

ἐξ ἧς τῶν ποσῶν Κ καὶ ε γνωστῶν ὄντων λογιζόμεθα τὸ ε'. Ἐὰν τὸ ἕτερον τῶν συγκρι-
νομένων σωμάτων ὑποτεθῇ ὕδωρ, τὸ ποσὸν ε' ἐξισοῦται πρὸς 1· ὃ δὲ ὅρος Κ ὀρίζεται διὰ
προκαταρκτικῆς τιнос δοκιμῆς ὡς κατὰ τὴν μέθοδον τῆς μείξεως (ἐδ. 226).—Ἡ μέθοδος
τῆς ψύξεως ἐστὶν ἀκατάλληλος πρὸς ἐκτίμησιν τῆς εἰδικῆς θερμότητος σωμάτων στερεῶν
κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος.

229. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ DULONG ΚΑΙ ΤΟΥ PETIT (1818). Αἱ ὑπὸ τοῦ Du-
long καὶ τοῦ Petit γινόμεναι ἐρευναι περὶ τῆς εἰδικῆς θερμότητος ὡδή-
γησαν αὐτοὺς εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ἀξιομνημονεύτου νόμου ὅτι αἱ εἰ-
δικαὶ θερμότητες τῶν χημικῶν στοιχείων ἐν στερεῇ καταστάσει
εἰναι ἀντιστρόφως ἀνάλογον τῶν ἀτομικῶν αὐτῶν βαρῶν. Ἐὰν πα-
ραστήσωμεν διὰ τοῦ ε καὶ τοῦ ε' τὰς εἰδικὰς θερμότητας καὶ διὰ τοῦ
α καὶ α' τὰ ἀτομικὰ βάρη δύο στοιχείων, ἐκ τῆς περὶ ἧς ὁ λόγος ἀνα-
λογίας $\epsilon : \epsilon' :: \alpha' : \alpha$ προκύπτει ἡ ἰσότης $\epsilon\alpha = \epsilon'\alpha'$ ἥτοι ὅτι τὸ γινόμενον
τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἐπὶ τὸ ἀτομικὸν βᾶρος παντὸς στερεοῦ στοι-
χείου ἐστὶν ἀτρεπτον. Τὸ γινόμενον τοῦτο ἐμφαίνει προφανῶς τὸ ποσὸν
τῆς θερμότητος τὸ ἀναγκάσιον ἵνα θερμάνῃ κατὰ ἓνα βαθμὸν βάρη στοι-
χείων ἀνάλογα πρὸς τὰ ἀτομικὰ αὐτῶν βάρη, διὸ ἐκλήθη ἀτομικὴ
θερμότης· ὥστε ὁ ἀνωτέρω νόμος ἐκφέρεται ἀπλοῦστερον οὕτω πάντα

τὰ στοιχεῖα κέκτηνται ἐν στερεᾷ καταστάσει ἴσην ἀτομικὴν θερμότητα.

Αἱ ἔρευναι τοῦ Neumann καὶ τοῦ Regnault ἐπεκύρωσαν τὸν νόμον τούτων, εὐρόντων ὅτι διέπει καὶ τὰς χημικὰς ἐνώσεις ἀναλόγῳ συστάσεως. Τινὰ μόνον τῶν στοιχείων καὶ ἰδίως ὁ ἀνθραξ, τὸ βόριον καὶ τὸ πυρίτιον φαίνονται παραβαίνοντα τὸν νόμον ἐνεκα λόγων μήπω ἐξακριβωθέντων ἀρκούντως· ὁ δὲ Korff ἔδειξεν ὅτι ἡ ἀτομικὴ θερμότης τῶν χημικῶν ἐνώσεων ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἀτομικῶν θερμότητων τῶν συστατικῶν αὐτῶν.

**Πίναξ τῶν εἰδικῶν καὶ ἀτομικῶν θερμότητων στερεῶν τινων
στοιχείων κατὰ τὸν Regnault.**

	Εἰδ. Θερμ.	Ἀτομ. Βαρ.	Ἀτομ. Θερμ.		Εἰδ. Θερμ.	Ἀτομ. Βαρ.	Ἀτομ. Θερμ.
Κάλιον	0,1655	39,13	6,48	Υδράργυρος (στερ.)	0,0317	200,2	6,35
Νάτριον	0,2934	23,05	6,76	Λευκόχρυσος	0,0324	197,1	6,39
Λίθιον	0,9408	7,03	6,62	Βισμούθειον	0,0308	210,0	6,47
Χαλκός	0,0952	63,5	6,05	Ἀρσενικόν	0,0814	75,0	6,11
Ψευδάργυρος	0,0955	65,0	6,21	Ἀργίλιον	0,2143	27,3	5,85
Σίδηρος	0,1138	56,05	6,38	Ἰώδιον	0,0541	126,8	6,86
Μόλυβδος	0,0314	207,0	6,40	Βρώμιον	0,0843	79,97	6,74
Κασσίτερος	0,0562	117,6	6,61	Φωσφόρος	0,1740	31,0	5,39
Χρυσός	0,0324	196,7	6,37	Θεῖον	0,1776	32,07	5,70
Ἀργυρος	0,0570	107,94	6,16	Σελήνιον	0,0762	78,8	6,01
Ἀντιμόνιον	0,0508	129	6,55				

Τὰ τὸν νόμον τοῦ Dulong-Petit μᾶλλον παραβαίνοντά εἰσιν

	Εἰδ. Θερμ.	Ἀτομ. Θερμ.	Ἀτομ. Βαρ.
Ἀνθραξ {	Ἀδόμας 0,147	12	1,76
	Γραφίτης 0,20		2,4
	Κοινός 0,20—0,26		2,4—3,1
Βόριον {	κρυσταλλήνηκτον 0,25	11	2,75
	ἄμορφον 0,37		4,07
Πυρίτιον	0,177	28,0	4,96

Εἰδικὴ θερμότης ρευστῶν τινων.

Υδράργυρος	0,028
Θεοεύχος ἀνθραξ	0,218
Τερεβινθίνη	0,440
Οἰνόπνευμα	0,602
Ἰώωρ	1,000

Σημειωτέον δὲ ὅτι αἱ εἰδικαὶ θερμότητες μετροῦνται ἐν θερμοκρασίαις ἀρκούντως χαμηλοτέραις τοῦ βαθμοῦ τῆς τήξεως τῶν στοιχείων. Ἀλλ' ἰδίως ἡ ἀκριθὴς ἔρευνα τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ἀνθρακος ἔδειξεν ὅτι αὕτη μεγεθύνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας καὶ μάλιστα πλεῖον ἢ πρὸς παντὶ ἐτέρῳ σώματι, τριπλασιαζομένη τῆς θερμοκρασίας ὑφουμένης ἀπὸ 0° εἰς 200°· ὥστε ἐὰν ὑποτεθῇ ὅτι ἡ εἰδικὴ θερμότης αὐξάνεται ὁμοίως μέχρι θερμοκρασιῶν ὑπερέτερων τῶν 500°, ἡ τοῦ ἀδόμαντος περὶ τοὺς 525° ἔσται 0,52 ἥτοι $\frac{6,3}{12}$, σύμφωνος ἄρα πρὸς τὸν νόμον.

230. ΕἰΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΑΕΡΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Πρὸς διορισμὸν τῆς εἰδικῆς θερμότητος αερωδῶν σωμάτων, διοχετεύομεν ὠρισμένον ποσὸν τοῦ προκειμένου αερίου πρῶτον διὰ σπειροειδοῦς σωλήνος βεθυθιζομένου ἐν λουτρῷ θερμοῦ ὕδατος γνωστῆς θερμοκρασίας, εἴτα δὲ ἀναλαβὸν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ λουτροῦ διὰ δευτέρου σπειροειδοῦς σωλήνος εἰσηγμένου

ἐν θαλπομέτρῳ πλήρει ψυχροῦ ὕδατος. Ἐκ τῆς ἐπερχομένης εἰς τὸ θαλπομέτρον θερμάνσεως καὶ ἐκ τοῦ γνωστοῦ ποσοῦ καὶ τῆς ἀρκτικῆς θερμοκρασίας τοῦ ἀερίου λογιζόμεθα τὴν εἰδικὴν θερμότητα ὡς διὰ τῆς μεθόδου τῆς μίξεως (ἐδ. 226).

Καὶ τῶν μὲν χημικῶς ἀπλῶν ἀερίων (O, N, H, Cl) αἱ εἰδικαὶ θερμότητες εἰσὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς πυκνότητας αὐτῶν, ὥστε ἴση ποσότης θερμότητος θερμαίνει ἰσάκεις ἴσους ὄγκους τῶν ἀερίων τούτων. Ἐπειδὴ δὲ ἴσοι ὄγκοι τῶν ἀερωδῶν στοιχείων περιλαμβάνουσιν ἴσον ἀριθμὸν ἀτόμων (ἐδ. 18), συμπεραίνομεν ὅτι τὰ ἀερώδη στοιχεῖα κέκτηνται ἴσην ἀτομικὴν θερμότητα.

Περὶ δὲ τὰ σύνθετα αἶρια καὶ τοὺς ἀτμούς ἐσχύουσιν ὅμοιοι μὲν ἀλλὰ μᾶλλον περίπλοκοι νόμοι.

Κατὰ τὴν ἐκτίμησιν τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἀερωδῶν σωμάτων διακρίτεον ἂν ἡ θερμάνει συμβαλὴν ἐν ἀμεταβλήτῳ ὄγκῳ ἢ ἐν ἀμεταβλήτῳ πίεσει (παραβ. ἐδ. 202)· διότι κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν, ὅταν δηλ. ἀερώδης μάζα διατελῇ ἐγκλεισμένη ἐν δοχείῳ ἀμεταβλήτου ὄγκου, πᾶσα ἡ παρεχόμενη αὐτῇ θερμότης δαπανᾷται πρὸς ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας, ἐνῷ κατὰ τὴν δευτέραν περίπτωσιν τὴν τῆς ἀμεταβλήτου πίεσεως, τὸ ἀέριον ἐκτενιζόμενον ἐκτελεῖ ἔργον δι' οὗ καταβάλλει τὴν ἐκ τῆς ἀτμοσφαιράς ἀντίπρῃσιν. Ἀλλὰ πᾶσα ἐκτέλεσις ἔργου ἀπαιτεῖ ὡς ἐρρήθην ἤδη καὶ πρότερον (ἐδ. 204) δαπάνην θερμότητος· ὥστε ὅταν μῖα λίτρα αἰέρος θερμαίνεται κατὰ 1° ὑπὸ πίεσιν ἀμετάβλητον καὶ διαστέλλεται κατὰ $\frac{1}{273}$ τοῦ ὄγκου αὐτῆς, δεῖται μείζονος ποσοῦ θερμότητος ἢ ὅταν θερμαίνεται ἐν ἀμεταβλήτῳ ὄγκῳ. Τὴν πρὸς ἐκτέλεσιν ἔργου δαπανωμένην ταύτην πλεονάζουσα θερμότητα ἀναγκάσμεθα πράγματι πάλιν συμπίεζοντες τὸν αἶρα εἰς τὸν ἀρκτικὸν αὐτοῦ ὄγκον ἢ κατὰ $\frac{1}{273}$. Ἐν γένει δὲ πᾶσα συστολὴ ἀερίου ἐπιφέρει ἀξίησιν τῆς θερμοκρασίας, πᾶσα ἐξόγκωσις ἐλάττωσιν· διότι τὸ πρὸς συστολὴν ἀναλισκόμενον ἔργον γεννᾷ θερμότητα, ἥτις δαπανᾷται πρὸς καταγωνισμὸν τῆς ἀντίπρῃσεως ἥτοι πρὸς ἐκτέλεσιν ἔργου κατὰ τὴν ἐξόγκωσιν καὶ ἀφαιρεῖται ἀπὸ τοῦ αἰρίου.

Ἡ ἀνωτέρω ὑποδειχθεῖσα μέθοδος χρησιμεύει πρὸς διορισμὸν τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἀερωδῶν σωμάτων ἐν ἀμεταβλήτῳ πίεσει, διότι ἐνῷ τὸ θερμανθὲν αἶριον ὁμοίως πιεζόμενον διέρχεται τὸν περὶ τοῦ σωλῆνα τοῦ θαλπομέτρου καὶ παρέχει εἰς τὸ ψυχρὸν ὕδωρ τὴν πλεονάζουσαν θερμότητα συστέλλεται ἐν αὐτῷ εἰς ἐλάσσονα ὄγκον, ἀναλογουμένη πρὸς τὴν ἐλάττωσιν τῆς θερμοκρασίας. — Τῆς ἀμέσου ἐκτιμήσεως τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἐν ἀμεταβλήτῳ ὄγκῳ ἀπέχουσαν μέχρι τοῦ νῦν ἕνεκα πειραματικῶν δυσχερειῶν· ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ γνώσις αὐτῆς συμφέρει πολὺ εἰς τὴν θεωρητικὴν θερμοδυναμικὴν (ὅρα ἐδ. 242) καὶ εἰς τὴν θεωρίαν τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου (ἐδ. 121), ἐποιήσαντο πρὸς ἐκτίμησιν αὐτῆς χρῆσιν πλεονάζοντων μεθόδων στηριζομένων ἐπὶ τοῦ ὁρισμοῦ τῆς μεταβολῆς τῶν θερμοκρασιῶν ἀερωδῶν σωμάτων, ἥτις προέρχεται ἐκ τῆς συμπίεσεως καὶ ἐκ τῆς ἐξογκώσεως.

Ἐὰν P_0 ἐμφανίσῃ τὸ βάρος μῖας λίτρας αἰέρος ἐν θερμοκρασίᾳ 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν μῖας ἀτμοσφαιράς (ἐδ. 94, 202), ϵ τὴν εἰδικὴν θερμότητα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἰέρος ἐν ἀμεταβλήτῳ ὄγκῳ καὶ ϵ_1 τὴν εἰδικὴν θερμότητα αὐτοῦ ἐν ἀμεταβλήτῳ πίεσει, τὸ πρὸς θερμάνει μῖας λίτρας αἰέρος ἀπὸ 0° εἰς 1° ἀναγκαῖον ποσὸν θερμότητος ἔσται ἐν ἀμεταβλήτῳ μὲν ὄγκῳ $P_0 \epsilon$, ἐν ἀμεταβλήτῳ δὲ πίεσει $P_0 \epsilon_1$ κατὰ τι μείζον· ἡ μεταβλ. τῶν δύο τούτων ποσῶν διαφορὰ $P_0 (\epsilon_1 - \epsilon)$ ἐμφαίνει τὴν δαπανωμένην θερμότητα ἵνα ἐκτελεσθῇ τὸ ἔργον τῆς ἐξογκώσεως τοῦ αἰέρος κατὰ $\frac{1}{273}$, ἥτις ἀναγεννᾷται ἐνῷ ὁ αἶρ συμπίεζεται εἰς τὸν ἀρκτικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Ἐὰν ἐπομένως ἡ ἐπερχομένη ὕψωσις τῆς θερμοκρασίας εἰς αἶρα ἐλαττούμενον κατὰ $\frac{1}{273}$ τοῦ ὄγκου αὐτοῦ εἰς πίεσιν παρασταθῇ διὰ τοῦ 1° , ἡ προκύπτουσα ἐκ τῆς πίεσεως ταύτης ποσότης τῆς θερμότητος $P_0 \epsilon x$ ἔσται ἴση πρὸς τὴν ἀνωτέρω διαφορὰν, τούτεστι

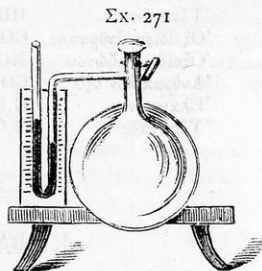
$$P_0 (\epsilon_1 - \epsilon) = P_0 \epsilon x \quad \text{ὅθεν} \quad x = \frac{\epsilon_1}{\epsilon} - 1$$

ὥστε ἐὰν μετρηθῇ πειραματικῶς ἡ αὔξησις τῆς θερμοκρασίας x , τὸ ἄθροισμα $x + 1$, ἐμφαινόμενον συνήθως διὰ τοῦ K καὶ ἰσοῦμενον πρὸς τὸν λόγον μεταξὺ τῶν εἰδικῶν

θερμοτήτων τοῦ ἀέρος ἐν ἀμεταβλήτῳ πιέσει καὶ ἐν ἀμεταβλήτῳ ὄγκῳ, χρησιμεύει πρὸς λογισμὸν τοῦ ε διὰ τοῦ ε_1 γνωστοῦ ὑποθεθέντος.

Πρὸς μέτρησιν τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας κατὰ τὴν πίεσιν, ἢ τῆς ἀντιστοίχου ἐλαττώσεως αὐτῆς κατὰ τὴν ἐξόγκωσιν τῶν ἀερίων ποιούμεθα μάλιστα χρῆσιν τῆς ἐξῆς μεθόδου, ὑπὸ τοῦ Laplace κατ' ἀρχὴν ὑποδειχθείσης.

Πιέσαντες πρῶτον ἀσθενῶς τὸν ἐν τινι εὐρυκρῶν ὑάλινῃ σφαιρᾷ (Σχ. 224) περιεχόμενον αέρα παρατηροῦμεν τὴν αὐξήσιν τῆς τάσεως αὐτοῦ διὰ τοῦ παρασημασμένου τῇ σφαίρᾳ ἀνοικτοῦ μανομέτρου, περιέχοντος ἑλαίον ἢ πυκνὸν θεικὸν ὀξύ, ἀφοῦ ἐπέλθῃ τελεῖα ἐξίσωσις θερμοκρασιῶν μεταξὺ τοῦ ἐκ τῆς πίεσεως θερμανθέντος ἀέρος καὶ τοῦ περὶ τὸν αὐτὸν εἶτα ἀνοίξαντες ἐπὶ τινὰς στιγμὰς τὴν στρόφιγγα κλειόμεν αὐτὴν ἀμέσως, ὅπως ἡ τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος πίεσις ἐξισωθῇ πρὸς τὴν τοῦ ἐξωτερικοῦ· ἀλλ' ἐπειδὴ τότε ἐνεκα τῆς ἐξογκώσεως ἡ θερμοκρασία ἐλαττωῦται, βλέπομεν πάλιν τὸ βρυστὸν ὑψούμενον ἐν τῷ μανομετρικῷ σωλήνι ἐνὸς ὃ ἐγκλεισθέντος ἀπὸ θερμαίνεται, ἀναδεχόμενος μέχρις ἐξίσωσεως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περὶ τὸν αὐτὸν διὰ τῶν πλευρωμάτων τῆς σφαίρας. Διὰ τῆς μανομετρικῆς διαφορᾶς παρατηρηθείσης ὀρίζομεν τὴν ἀντιστοιχοῦσαν τῇ συμβάσει ἐξογκώσεως ἐλάττωσιν τῆς θερμοκρασίας· ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ α τὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν καὶ διὰ τοῦ π_1 τὴν ἀρκτικὴν ὑπερχογὴν τῆς πίεσεως, ἡ ἐπερ-



Σχ. 271

χομένη ἐξόγκωσις συμβαίνει κατὰ τὸν λόγον τῶν ὀγκῶν $\alpha : \alpha + \pi_1$ ἢ $1 : 1 + \frac{\pi_1}{\alpha}$ (ἐδ. 92), καὶ ἐὰν ἡ κατὰ τὴν ἀκόλουθον ἐξίσωσιν τῶν θερμοκρασιῶν μανομετρικὴ διαφορὰ ἰσῶται πρὸς π_2 καὶ x ἐμφαίνῃ τὴν ὀριστείαν ἐλάττωσιν τῆς θερμοκρασίας, συμπεραίνομεν $1 + \sigma x = \frac{\alpha + \pi_2}{\alpha}$, τοῦ σ ὄντος συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων (ἐδ. 202),

ὅθεν $x = 273 \cdot \frac{\pi_2}{\alpha}$ · ἡ ἐλάττωσις αὕτη τῆς θερμοκρασίας προέρχεται ἐκ τῆς ἐξογκώσεως τοῦ ἀρκτικοῦ ὀγκοῦ κατὰ $\frac{\pi_1}{\alpha}$ μέρος αὐτοῦ. — Ἀλλ' ἀνωτέρω ἐρρήθη ὅτι ἐὰν x ἐμφαίνῃ τὴν ἐπερχομένην αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀρκτικοῦ ὀγκοῦ κατὰ $\frac{1}{\alpha_{123}}$ αὐτοῦ, ὑπάρχει ἡ ἰσότης

$$K = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} = 1 + x.$$

ὥστε ἐὰν θῶμεν $\frac{\pi_1}{\alpha} = \frac{1}{273}$, συμπεραίνομεν $x = \frac{\pi_2}{\pi_1}$. Ἐξ ἀκριβεστάτων ὑπὸ

τοῦ Cazin ἐκτελεσθέντων πειραμάτων κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην προέκυψε διὰ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν αέρα καὶ διὰ τὰ ἀερώδη στοιχεῖα (O, H, N) ὁ λόγος $\frac{\pi_2}{\pi_1} = 0,41$.

ὥστε $K = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} = 1,41$. Ἡ τιμὴ αὕτη συμφωνεῖ πρὸς τὴν λογιζομένην κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Laplace διὰ τῆς συγκρίσεως τῆς πειραματικῆς μετρηθείσης ταχύτητος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου πρὸς τὴν ταχύτητα τὴν ὑπὸ τοῦ θεωρητικοῦ τύπου τοῦ Νεύτωνος παρεχομένην (ἐδ. 121).

Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Regnault ἡ ἐν ἀμεταβλήτῳ πιέσει τιμὴ τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ἀέρος ἐστὶν $\varepsilon_1 = 0,2377$ · ὥστε διὰ τῆς ἀνωτέρω τιμῆς τοῦ K πορίζομεθα $\varepsilon = 0,1686$ καὶ διαφορὰν τῶν δύο τιμῶν ἢ ποσὸν τῆς πρὸς ἐκτέλεσιν ἔργου δαπανωμένης θερμότητος $(\varepsilon_1 - \varepsilon) = 0,0691$ (ἐδ. 242). — Ὁ δὲ ἐπόμενος πλῆνας περιλαμβάνει τὰς τιμὰς τῆς εἰδικῆς θερμότητος ἐν ἀμεταβλήτῳ πιέσει κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Regnault καὶ τὰς τοῦ λόγου K κατὰ τὸν Dulong δι' ἑτέρᾳ τινὰ ἀέρινα.

Ὄνόματα τῶν ἀερίων	Πυκνότης	Εἰδικὴ θερμότης ϵ_1	$\frac{\epsilon_1}{\epsilon}$
Ἀτμοσφαιρικός ἀήρ	» 14,45	0,2377	1,41
Ὁξυγόνον	ΟΟ 16	0,2175	1,415
Ἀζωτον	NN 14	0,2438	1,41
Υδρογόνον	HH 1	3,4094	1,411
Ὁξειδιον ἀνθρακος	CO 14	0,2450	1,428
Ὁξειδιον ἀζώτου	NO 15	0,2317	1,343
Ἀνθρακικὸν ὀξύ	CO ₂ 22	0,2169	1,338
Ἐλασιγόνον	C ₂ H ₄ 14	0,4040	1,240
Υδρατμός	H ₂ O 9	0,4805	1,31

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

Περὶ διαδόσεως τῆς θερμότητος.

231. Ἡ διάδοσις τῆς θερμότητος συμβαίνει διττῶς 1^η) δι' ἀγωγῆς καὶ 2^η) δι' ἀκτινοβολίας. Δι' ἀγωγῆς μὲν διαδίδεται ἡ θερμότης ἀπὸ μορίου εἰς παρακείμενον μόριον βραχείας ὕλης εἴτε ἐν τῷ αὐτῷ σώματι εἴτε διὰ σωμάτων ἀμέσως ἀλλήλων ἀποτομένων δι' ἀκτινοβολίας δὲ ἀπὸ πάσης τυχοῦσης, ἔστω καὶ μεγίστης, ἀποστάσεως ὡς τὸ φῶς ἀνευ βαρέος περιέχοντος χρησιμεύοντος ὡς ὄχημα τῆς διαδόσεως, οἷον ἀπὸ τοῦ ἡλίου εἰς τὴν γῆν.

232. ΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Ἐὰν τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων μεταλλικοῦ σῶματος εἰσαγάγωμεν εἰς φλόγα αἰσθανόμεθα μετ' ὀλίγον τὴν θερμάνειν καὶ κατὰ τὸ ἄλλο ἄκρον ἡ θερμότης ἄρα διέρχεται τὸ μέταλλον ἀπὸ μορίου εἰς μόριον. Ἐν ἄλλοις ὅμως σώμασιν, οἷον ἐν τῷ ξύλῳ, ἡ τοιαύτη διάδοσις προχωρεῖ τόσον βραδέως, ὥστε ἐπὶ φλεγομένης σχίζης μόλις κατὰ τὰ ἀμέσως παρακείμενα τῷ πυρὶ μέρη καθίσταται ἡ θερμάνσις αἰσθητή· ἐντεῦθεν ἡ ἐν τοῖς σώμασι διάκρισις τῶν καλῶν ἀπὸ τῶν κακῶν ἀγωγῶν εἰς τοὺς πρώτους καταλέγονται τὰ μέταλλα, εἰς τοὺς δευτέρους τὰ ξύλα, τὰ ἄχυρα, αἱ σισύραι, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα κτλ. Διὰ κακῶν ἀγωγῶν καλύπτομεν ὅσα σώματα προτιθέμεθα ἵνα προφυλάξωμεν ἀπὸ τῆς ψύξεως, διὸ ποιούμεθα χρῆσιν αὐτῶν ὡς ἐνδυμάτων ἐν ὥρᾳ χειμῶνος· τὰ ζῶα τῶν παρὰ τὸν πόλον χωρῶν κέκτηνται πρὸς τοῦτο πυκνότατον τρίχωμα. Ἡ δὲ τοῦ μαρμάρου καὶ διὰ τῶν πλείστων ἐν γένει ὀρυκτῶν ἀγωγή τῆς θερμότητός ἐστι μετρία. Ἐν ἴσῃ ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ αἰσθανόμεθα τοὺς καλοὺς ἀγωγοὺς θερμότερους τῶν κακῶν, καὶ ἐν ἴσῃ χαμηλῇ ψυχρότερους, διότι κατὰ τὴν πρώτην περιπτώσιν προσάγουσιν εἰς ἡμᾶς, κατὰ τὴν δευτέραν ἀφαιροῦσιν ἀφ' ἡμῶν τὴν θερμότητα ταχύτερον.

Πρὸς σύγκρισιν τῆς ἀνίσου ἀγωγοῦ δυνάμεως τῶν σωμάτων, οἷον τῶν μετάλλων, κατασκευάζομεν ἐξ αὐτῶν ῥάβδους ἴσων διαστάσεων ὧν, θερμαινόμεναι ἰσῶς κατὰ τὸ

χρον, μετροῦμεν τὴν εἰς ἀνίσους ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς θερμαινούσης πηγῆς θερμοκρασίαν ἢ διὰ θερμομέτρων, ὡς τὰ δοχεῖα εἰσάγομεν εἰς κυλινδρικούς κοιλότητες τετραπλημένας παραπλευράς ἐπὶ τῶν ῥάβδων καὶ πεπληρωμένας ἐλαίου ἢ ὑδραργύρου, ἢ μᾶλλον διὰ θερμογλεκτρικῶν στοιχείων (ἔδ. 337), ἅτινα μικραὶ μάζαι ὄντα ἐμποδίζουσιν ὀλιγωτερον τὴν ἐν αὐταῖς ὁμαλὴν διανομὴν τῆς θερμότητος. Ἐὰν αἱ ῥάβδοι ἐπαργυρωθῶσι παραχωροῦσιν ἰσάκεις τὴν ἐαυτῶν θερμότητα εἰς τὸ περίε περιέχον, ὥστε συμπεραίνωμεν περὶ τῆς ἀνίσου ἀγωγῆς δυνάμεως αὐτῶν καὶ ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς ἐλαττώσεως τῆς θερμότητος κατὰ τὴν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς θερμαινούσης πηγῆς. Αἱ ἐρευναι τοῦ Wiedemann καὶ Franz (1853) κατέδειξαν ἄξιζον μνείας συμφωνίαν τῆς ἀγωγῆς δυνάμεως τῆς θερμότητος πρὸς τὴν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Οἱ δύο οὗτοι φυσικοὶ εὗρον τοὺς ἐξῆς σχε-
τικούς ἀριθμούς,

Ἀγωγή		Ἀγωγή	
θερμότητος	ἡλεκτρισμοῦ	θερμότη.	ἡλεκτρισμ.
Ἀργυρος	400	Σίδηρος	11,49
Χαλκός	73,6	Μόλυβδος	8,5
Χρυσός	53,2	Λευκόχρυσος	8,4
Ψευδάργυρος	28,4	Βισμούθιον	1,8
Κασσίτερος	14,4		1,19

Οἱ κρύσταλλοι ἄγουσιν ἀνίσως τὴν θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτῶν κατὰ διαφόρους διευθύνσεις. Ὁ Pfaff π. χ. ἀνεῦρεν ὅτι ἡ ἀγωγὸς δύναμις τοῦ χαλαζίου κατὰ μὲν τὴν διεύθυνσιν τοῦ κυρίου ἄξονος παρίσταται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 50,3, κατὰ δὲ τὴν ἐπ' αὐτοῦ κείμενον διὰ τοῦ 39,1.

Τὸ ἐκ τοῦ λίθου τοῦ *Trevelyan* (1829) προερχόμενον φαινόμενον ἔχει ἀφορμὴν τὴν μικρὰν ἀγωγὴν δύναμιν τοῦ μολύβδου. Ἔστι δὲ τὸ λίθον τοῦτο πρίσμα μεταλλικόν, οὗτινος τὴν ἀμβλείαν διέδρον γωνίαν, φέρουσιν διπλὴν ἀκμήν, στενήν καὶ ἐπὶ μολύβδινον τινὸς ὅγκου θερμαινάντες αὐτὸ πρότερον ἐντόνως. Ὁ μολύβδος διαστελλόμενος κατὰ τὸ ἐλάχιστον σημεῖον τῆς ἐπαφῆς ῥίπτει τὸ πρίσμα ἐναλλάξ ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν δύο ἀκμῶν, ὃ δὲ ἐντεῦθεν κραδασμὸς διεγείρει φθγγόν τοσφ δέυτερον ὅσφ ἡ κίνησις ταχυτέρα. Ὁ κραδασμὸς ἐπιταχύνεται αὐξανομένης τῆς πίεσεως.

233. ΑΓΩΓΟΣ ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΕΡΩΔΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Τὰ ρευστὰ εἰσιν ἐν γένει κακίστοι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος· ὅταν δὲ θερμαίνωμεν αὐτὰ ἐντὸς δοχείων *κάτωθεν*, ἡ θερμότης διαδίδεται οὐχὶ δι' ἀγωγῆς, ἀλλὰ διὰ *ρεύματων*· διότι τὰ πρὸς τὸν πυθμένα μόρια θερμαίνοντα ἀναπλέουσιν ὡς κουφότερα, βυθίζονται δὲ ἀντ' αὐτῶν τὰ ψυχρότερα καὶ βαρύτερα καὶ ἄπτονται καὶ ταῦτα τοῦ θερμοῦ πυθμένος· τοιοῦτοτρόπως συμβαίνει ἡ διάδοσις ταχέως διὰ πάσης τῆς ρευστῆς μάζης (παρ. 201.) Ἐὰν θερμαίνωμεν τὰ ρευστὰ *ἀνωθεν* ἡ θερμότης προχωρεῖ δι' ἀγωγῆς λίαν βραδέως. Ὁμοίως ἔχουσι καὶ τὰ αερώδη σώματα πρὸς τὴν ἀγωγὴν τῆς θερμότητος· διακρίνεται δ' ἐν αὐτοῖς κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Magnus τὸ ὑδρογόνον ὡς κεκτημένον τὴν μείζονα ἀγωγὴν *δύναμιν*.

Τὸ ἐν τινι πλήρει ὑάλινῳ δοκιμαίῳ ὕδωρ θερμαίνεται ἐπιπολαίως μέχρι βρασμοῦ, ἐνθὺ βεβυθισμένον τεμάχιον πάγου διατελεῖ ἄτηκτον.

Ἡ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος ἀγωγὸς δύναμις ἐστὶ 20000κις ἐλάσσων τῆς τοῦ χαλκοῦ, ἢ τοῦ ὑδρογόνου 7κις μείζων τῆς τοῦ αἵρος. Ἐὰν παραστήσωμεν ὡς ἀνωτέρω διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 100 τὴν ἀγωγὴν δύναμιν τοῦ ἀργύρου, ἢ τοῦ πάγου κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Stefan (1877) παρίσταται διὰ τοῦ 0,42, ἢ τῆς ὑάλου 0,12, ἢ τοῦ ὕδατος διὰ 0,11 ἢ τοῦ ὑδρογόνου διὰ 0,029, ἢ τοῦ αἵρος διὰ 0,004· ὃ δὲ Angström (1864) εὔρε διὰ τὸν ὑδράργυρον 1,06.

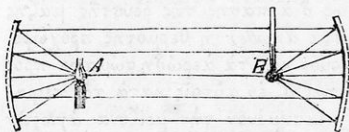
Πρὸς ὑδροθέρμανσιν, τὸ ἐν τινι λέβητι ἀναζέον ὕδωρ κυκλοφορεῖ ἀπ' αὐτοῦ ἀδια-

λείπτως πρὸς τὰ δομάτια τοῦ οἴκου καὶ πλινθορομικῶς διὰ μεταλλικῶν σωλήνων. Πρὸς αεροθερμάνειν, ὃ ἐν τινι ἰδίῳ πυριατηρίῳ θερμινόμενος ἀήρ φέρεται δι' ὀχετῶν ἐνεχυσμένων πρὸς τὰς μεταβέτους ὅπας τῶν δοματίων, ἐνθ' ὃ ἐν αὐτοῖς πυρὸς ἀήρ ἐκφυγεῖ πρὸς τὰ ἔξω δι' ἐτέρων μεταβέτων ὁπῶν ἡγεωγμένων παρὰ τὴν βᾶσιν τῶν τοίχων.

234. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Ἐνθ' ἡ ἀγωγή τῆς θερμότητος διὰ τῆς βαρείας ὕλης προχωρεῖ ἀπὸ μορίου εἰς μόριον, ἡ ἀκτινοβολία αὐτῆς διέρχεται τὸν κενὸν χῶρον, τὸν ἀέρα καὶ πάντα τὰ μεταξὺ θερμοπέρατα περιέχοντα ὡς τὸ φῶς. Οὕτω φθάνει ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου εἰς τὴν γῆν διὰ τοῦ χᾶους, οὕτω διαδίδεται ἡ ἐκ τοῦ πυρὸς τῶν θερμαστρῶν ἡ τῶν καμίνων ἀκτινοβολία. Ἐκ τῆς τελείας δὲ ταυτότητος τῶν νόμων τῆς διαδόσεως τῆς ἀκτινοβολίας θερμότητος καὶ τοῦ φωτός (ἐδ. 238) συμπεραίνομεν ὡς πιθανὸν ὅτι ἀμφοτέρω διαδίδονται διὰ κυματοειδῶς προχωρουσῶν δονήσεων τοῦ αὐτοῦ ἐλαστικοῦ καὶ πάντα τὰ σώματα διαπερῶντος αἰθέρος (ἐδ. 176) ὥστε τὰ θερμὰ σώματα διεγείρουσι προχωροῦντα κύματα ἐν τῷ περιβάλλοντι αὐτὰ αἰθέρι ἥτοι ἐκπέμπουσι θερμαντικὰς ἀκτῖνας ὅπως τὰ λάμποντα σώματα φωτεινὰς, αἵτινες ὑφίστανται καθ' ὁδὸν ὡς αἱ τοῦ φωτός ἀνάκλασις ἢ διάβλασις, ἕως ὅς προσπεσοῦσαι ἐπὶ σώματος καταπίνοντος ἢ ἀπορροφῶντος αὐτάς, ὡς τὰ μέλανα σώματα τὰς ἀκτῖνας τοῦ φωτός, θερμάνουσιν αὐτό. Τὰ ἀπὸ τοῦ ἡλίου εἰς τὴν γῆν φθάνοντα αἰθέρια κύματα οὐ μόνον λάμπουσιν ἀλλὰ καὶ θερμότητα γεννῶσιν, ἥτις διὰ κοίλων κατόπτρων καὶ διὰ συγκεντρούντων φακῶν (ἔστω καὶ ἐκ πάγου) εἰς ταῦτ' συναγομένη ἐνισχύεται τόσον ὥστε ἀνάπτει εὐφλεκτα σώματα. Ἐντεῦθεν τὰ καὶ ἐν τῇ ὀπτικῇ ἐν μέρει εὐχρηστα ὀνόματα: ἐστὶν, καυστικὰ κατόπτρα, καυστικαὶ ἐπιφάνειαι.

Τὰ αἰθέρια κύματα μὴ ὄντα καθ' ἑαυτὰ θερμὰ γεννῶσι τότε θερμότητα, ὅταν ἀπορροφηθῶσιν ὑπὸ βαρέων σωμάτων ἢ δὲ θερμοκρασίᾳ τοῦ χᾶους, δι' οὗ ἡ ἀκτινοβολία φθάνει εἰς ἡμᾶς, ἐστὶ λίαν χαμηλὴ (ἐὰν γίνηται λόγος καὶ περὶ θερμοκρασίας τοῦ χᾶους)—Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς ἀνακλάσεως τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτῖνων ἀπὸ θερμαντικῶν

 Σχ. 272

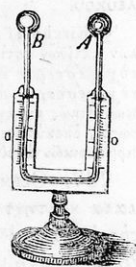


θερμαντικῶν ἀκτῖνων μελανθεῖσαν σφαῖραν θερμομέτρου τινός, παρατηροῦμεν τὸν ὑδράργυρον ἐν αὐτῷ ὑψούμενον, ἐνθ' ἕτερον θερμομέτρον μεταξὺ Α καὶ Β ἢ εἰς τὰ πλάγια τῆς ἐστίας Β τιθέμενον μολὴς θερμαίνεται αἰσθητῶς· ἐὰν ὅμως ἐν τῇ ἐστίᾳ ἀντικαταστήσωμεν τμημα πάγου ἀντὶ τοῦ θερμοῦ σώματος, ὁ εἰς Β ὑδράργυρος κατέρχεται ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ πέριξ χώρου· τὰ φαινόμενα ταῦτα πηγάζουσιν ἐκ τοῦτο, ὅτι πάντα τὰ σώματα ἀκτινοβολοῦσιν ἀδιαλείπτως θερμότητα καὶ τόσῳ πλείονα ὅσῳ ὑψηλοτέρα ἡ θερμοκρασία αὐτῶν· καὶ ἐὰν μὲν τὰ ἐν τινι χώρῳ σώματα ἔχουσιν ἴσην θερμοκρασίαν, ἕκαστον αὐτῶν ἀναδέχεται παρὰ τῶν λοιπῶν τόσην θερμότητα ὅσην ἀκτινοβολεῖ, ὥστε ἡ ἰσορροπία τῶν θερμοκρασιῶν διατελεῖ

ἀμετάβλητος· ἐν ὅμοις ἔκωσι θερμοκρασίαν ἄνισον, τὰ μὲν θερμότερα σώματα ἀκτινοβολοῦσι θερμότητα πλείονα ὥστε ἀναδέχονται, τὰ δὲ ψυχρότερα ἀναδέχονται πλείονα ὅσης ἀκτινοβολοῦσι, μέχρις οὗ ἐπέλθῃ ἰσορροπία θερμοκρασιῶν. Κατὰ τὴν ἀνωτέρω π. χ. περίπτωσιν τὸ θερμόμετρον Β ἀκτινοβολεῖ πρὸς τὸ τμήμα τοῦ πάγου θερμότητα πλείονα ὅσης παρ' ἐκείνου ἀναδέχεται καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ταπεινύεται.

Πρὸς τοιαῦτα πειράματα ἀντὶ τοῦ ὑδραργυρικοῦ ποιοῦμεθα χρῆσιν τοῦ πολὺ πρὸς τὴν θερμότητα εὐπαθεστέρου διαφορικοῦ θερμομέτρου τοῦ Leslie (1804). Τοῦτο συγκρίνεται (Σχ. 273) ἐν δύο κοίλων ὑαλίνων σφαιρῶν Α καὶ Β πλήρων ἀέρος, συνημμένων πρὸς ἀλλήλας διὰ στενοῦ ὑαλίνου σωλήνος καμψθέντος δις ὀρθογωνίως καὶ ἐν μέρει περιέχοντος κεχρωσμένον οἰνόπνευμα, οὗτινος ἡ στάσις ἀναγινώσκεται ἐπὶ κλίμακος ἀναγεγραμμένης εἰς τὸ στήριγμα τοῦ ὀργάνου. "Οταν ἡ σφαῖρα Α, ἥτις πρὸς πλείονα ἀπορρόφησιν μελαινεται, θερμανθῇ μᾶλλον τῆς σφαίρας Β, ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ διαστέλλεται ὥστε τὸ ἐν τῷ σωλήνῳ ῥευστὸν ἀνίσως πιεζόμενον κατέρχεται ὑπὸ τὴν σφαῖραν Α καὶ ἀνέρχεται πρὸς τὴν σφαῖραν Β.

Σχ. 273



235. ΘΕΡΜΟΠΟΛΥΗΛΑΣΙΑΣΤΗΣ. Τὸ εὐπαθέστατον καὶ προσφορώτατον ὄργανον πρὸς ἔρευναν τῶν νόμων τῆς θερμαντικῆς ἀκτινοβολίας ἐστὶν ὁ θερμοπολυηλασίαστης τοῦ Nobili καὶ τοῦ Melloni (1831), συγκείμενος ἐκ μικρᾶς κυδίκης θερμοηλεκτρικῆς στήλης (παρ. ἐδ. 338), ἥς οἱ πόλοι εἰσὶ συνδεδεμένοι πρὸς τὰ ῥομφόρα σύρματα γαλβανομέτρου. Αἱ τὰ σημεῖα τῆς συστηματικῆς φέρουσιν ἀντικείμενα ἔδραι τῆς στήλης εἰσὶν ἡθαλωμέναι πρὸς πλήρη ἀπορρόφησιν τῆς ἀκτινοβολίας, ἣν συγκεντροῖ πρὸς τὴν στήλην καταλλήλως ἐπ' αὐτῆς ἐστηρικμένη χώνη ἐκ στιλπνοῦ ἐλάσματος. Καὶ ὅταν μὲν αἱ δύο ἔδραι τῆς στήλης ἔχωσιν ἴσην θερμοκρασίαν ἢ βελόνῃ τοῦ γαλβανομέτρου ἴσταται ἐπὶ τοῦ 0^ῳ τῆς κλίμακος, ἀλλ' ἡ ἐλαχίστη διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν αὐτῶν φανεροῦται ὑπὸ τῆς στροφῆς τῆς βελόνῃς. Ἡ εὐπάθεια τοῦ ὀργάνου ἐστὶ τοσαύτη, ὥστε ἡ βελόνῃ αὐτοῦ κινουμένη μαρτυρεῖ τὴν θερμαντικὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος ἐξ ἀποστάσεως μέτρων τινῶν.

236. ΑΦΕΣΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΙΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ. Ἡ ἀπὸ τῶν σωμάτων ἀφῆσις τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων, οὔσα ἐν ἴσῃ θερμοκρασίᾳ ἄνισος, ἐξαρτᾶται κατὰ πολὺ ἐκ τῆς ποιότητος τῆς ἀκτινοβολοῦσης ἐπιφανείας αὐτῶν. Πρὸς σύγκρισιν τῶν ἀνίσων ἀφέσεων μετεχειρίσατο ὁ Leslie (1804) κοίλους κύβους ἐξ ἐλάσματος, πλήρεις ζέοντος ὕδατος, ἔχοντας τὰς ἐπιφανείας ποικίλας τὴν φύσιν οἷον στιλπνάς, τραχείας, κεκαλυμμένας δι' αἰθάλης, διὰ ψιμυθίου, διὰ διαλύσεων ῥητινῶν, κτλ. Τρέποντες ἐκ διαδοχῆς τὰς ἰσοθέρμους ἔδρας ταύτας πρὸς τὸ διαφορικὸν θερμοόμετρον ἢ πρὸς τὴν θερμοηλεκτρικὴν στήλην ἐξ ἴσης ἀποστάσεως παρατηροῦμεν ἄνισον θερμάνειαν. Τὰ ἁμαρὰ καὶ τραχεὰ σώματα ἀκτίνοβολοῦσιν ἐν ἴσῃ θερμοκρασίᾳ μᾶλλον τῶν στιλπνῶν καὶ λείων οὕτως εὔρεν ὁ Leslie τὴν ἀπὸ τῶν ἐστιλβωμένων μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ κύβου ἀφῆσιν ἐλαχίστην, τὴν δὲ ἀπὸ τῆς αἰθαλωτῆς ἐπιφανείας

μερίστην. Τὰ διὰ τῶν κυλίνδρων ἢ διὰ τῆς σφύρας ἐλαθέντα μέταλλα ἀκτινοβολοῦσιν ἑλασσον τῶν χυτῶν. Ἡ ἀπὸ τῶν μεταλλικῶν ἐπιφανειῶν ἄφεις αὐξάνεται ὅταν χαράξωμεν αὐτάς.

Τὰ ἀφαικτώτερα τῶν σωμάτων εἰς τὰνάπαλιν καὶ τὰ μᾶλλον ἀπορροφητικά. Ἡ αἰθάλη ἀναδέχεται εὐχερέστατα πάντα τὰ εἶδη τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων. Ἀμαυρὰ ἐνδύματα θερμαίνονται ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐντονώτερον τῶν ἐχόντων λαμπρὸν χρῶμα, καὶ ἡ χιὼν τήκεται ὑπ' αὐτῶν ταχύτερον καλυφθεῖσα δι' ὑφάσματος μέλανος ἢ διὰ λευκοῦ.

Ὁ Kirchhoff ἐξήνεγκε τὸν νόμον ὅτι ἡ ὑπὸ τῶν σωμάτων ἀπορρόφησης τῶν ποικίλων ἀκτίνων ἐστὶν ἀνάλογος τῆς ἀφάσεως αὐτῶν, ἢ ὅτι ἕκαστον σῶμα ἀπορροφᾷ εὐχερέστερον ἐκείνας τῶν θερμαντικῶν ἢ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ὡς αὐτὸ εὐχερέστερον ἀκτινοβολεῖ (παρὰ β. ἐδ. 150). Τὴν πρότασιν ταύτην, ἣν ὁ Kirchhoff θεωρητικῶς συναγαγὼν ἀνέφερε καὶ διὰ πειραμάτων ἰσχύουσιν περὶ τὰς ἀκτίνων τοῦ φωτός, ἐπεκύρωσεν ὁ Tyndall πειρώμενος ὡς ἰσχύουσιν καὶ περὶ τὰ διάφορα εἶδη τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων (ἐδ. 237).

237. ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΣΙΣ. ΠΟΙΚΙΛΙΑ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ. Τὰ σώματα κέκτληται ἄνισον διαφάνειαν οὐ μόνον πρὸς τὰς ἀκτίνας τοῦ φωτός ἀλλὰ καὶ πρὸς τὰς ἀκτίνας τῆς θερμότητος, ὅντα μᾶλλον ἢ ἥττον θερμοπέρατα, παρέχοντα δηλαδὴ διόδον εἰς πλείονας ἢ ἥττονας θερμαντικὰς ἀκτίνας. Τὰ μέταλλα π. χ. εἰσὶν ἐπίσης ἥκιστα θερμοπέρατα ὡς καὶ ἥκιστα διαφανῆ, ἐνῶ τὸ ὀρυκτὸν ἄλας ἔχει πρὸς τὰς θερμαντικὰς ἀκτίνας ὡς τὰ ἀχρούστατα καὶ διαφανέστατα σώματα πρὸς τὸ φῶς, παρέχον διόδον ἀκώλυτον εἰς πάντα τὰ εἶδη τῶν ἀκτίνων. Ἡ διὰ τινος σώματος θερμοπέρασις ἐστὶ πολλάκις ἄνισος εἰς ἀκτίνας ἐκπεμπομένας ἐκ διαφόρων πηγῶν θερμότητος. Σώματα μὴ διαφανῆ εἰσιν ἐνίοτε θερμοπέρατα εἰς τινὰ εἶδη θερμαντικῶν ἀκτίνων καὶ τὰνάπαλιν δι' ὕαλου π. χ. ἀχρόου ἡ μὲν θερμότης τοῦ ἡλίου διέρχεται σχεδὸν ἀκωλύτως, αἱ δὲ ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες ἐκ φλογῶν καὶ ἐκ διαπύρων σωμάτων ὀλιγώτερον εὐκόλως, καὶ πολὺ ὀλιγώτερον αἱ ἐκ τοῦ κύβου τοῦ Leslie. Τὸ ὕδαρ παρέχει ἐν μέρει διόδον εἰς τὴν ἡλιακὴν θερμότητα ἀλλ' ἀπορροφᾷ ἐντελῶς τὴν ἐκ τοῦ κύβου τοῦ Leslie ἐκπεμπομένην σκοτεινὴν ἀκτινοβολίαν. Ἡ πρὸς τὰς ἀκτίνας τοῦ φωτός ἄχρους καὶ διαφανὴς στυπτηρία ἐστὶν ἥκιστα διαβατὴ εἰς τὰς σκοτεινὰς θερμαντικὰς ἀκτίνας, τούναντίον ἡ πρὸς τὸ φῶς σκιερωτάτη διάλυσις τοῦ ἰωδίου ἐν θειούχῳ ἄνθρακι ἐστὶν οὐκ ὀλίγον θερμοπέρατος εἰς ἀκτίνας σκοτεινὰς.

Πρὸς ἔρευναν τῆς διὰ τῶν σωμάτων διόδου τῶν ποικίλων θερμαντικῶν ἀκτίνων ὁ Melloni ἐποίησεν χρῆσιν τοῦ θερμοπολυπλασιαστοῦ (ἐδ. 235), παρατηρῶν πρῶτον τὴν ἐκτροπὴν τῆς μαγνητικῆς βελόνης κατὰ τινὰ ἀπόστασιν τῆς θερμολεκτρικῆς στήλης ἀπὸ τῆς θερμογόνου πηγῆς καὶ εἰτα σημειῶν κατὰ πόσον ἐξησθῆναι ἡ ἀκτινοβολία ἐνεκα τῆς παρεμβολῆς διαφόρων σωμάτων, οἷον πλάκων ἐξ ὕαλου, ἐκ στυπτηρίας, ἐξ ὀρυκτοῦ ἄλατος, κτλ. Παρατηρήσας δὲ ὅτι ἡ θερμοπέρασις τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐστὶν ἄνισος εἰς ἀκτίνας προερχομένας ἐκ διαφόρων πηγῶν (ἡλίου, λύχνου ἐλαίου, λύχνου οἰνοπνεύματος, διαπύρου ἑλίκου ἐκ σύρματος λευκοχρόσου, μεταλλικοῦ ἐλάσματος, μέλανος καὶ θερμοῦ κτλ.) ὁ Melloni συνεπέρανεν τὴν ὑπαρξίν ποικίλων εἰδῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων, ὡς ἀπεκάλεσε

θερμοχρώματα, πρὸς δὲ τὰ ποικίλα θερμοπέρατα σώματα ἔχουσιν ὡς τὰ κεχρωματισμένα καὶ διαφανῆ πρὸς τὰ ποικίλα εἶδη τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ἐρυθρὰ ὕδατος παρέχει διόδον εἰς μόναν τὰς ἐρυθρὰς ἀκτίννας τοῦ λευκοῦ φωτός, ἀπορροφῶσα τὰς λοιπὰς· αἱ ἐρυθραὶ αὗται ἀκτίνες διὰ δευτέρας ὁμοχρόου μὲν ὕλου διέρχονται σχεδὸν μὴ μεταβάλλουσαι ἔντασιν, ὑπὸ κυανῆς ὁμῆς ἐντελῶς ἀπορροφῶνται κτλ· ὅμοια φαινόμενα παρατηροῦμεν καὶ εἰς τὰς ἀκτίννας τῆς θερμότητος. Τὴν πλήρη ὁμῶς ἀνalogίαν τῶν ποικίλων ἀκτίνων τῆς θερμότητος πρὸς τὰς ποικίλας ἀκτίννας τοῦ φωτός καταδείκνυσιν ὁ διὰ τοῦ πρίσματος διασκέδασμός τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων.

238. ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ· ΤΑΥΤΟΤΗΣ ΑΥΤΩΝ ΠΡΟΣ ΤΑΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. Οἱ νόμοι τῆς διαδόσεως τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός καὶ τῶν τῆς θερμότητος εἰσιν ἐντελῶς ὅμοιοι· ἀμφότεραι αἱ ἀκτινοβολίαι δια-
 +
 δίδονται κατὰ γραμμὴν εὐθείαν (ἐδ. 130), ἡ ἔκτασις τῶν θερμαντι-
 κῶν ἀκτίνων ἐλαττοῦται ὡς ἡ τῶν φωτεινῶν ἐν ἀντιστροφῇ λόγῳ
 τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων ἀπὸ τῆς θερμογόρου πηγῆς (ἐδ.
 132), ὡς ἀπέδειξε πειραματικῶς ὁ Melloni διὰ τοῦ θερμοπολυπλα-
 σιαστοῦ· αἱ ἀκτίνες τῆς θερμότητος ἀνακλῶνται καὶ διακλῶνται ὡς
 αἱ τοῦ φωτός (ἐδ. 135. 141)· αἱ ποικίλαι τέλος θερμαντικαὶ ἀκτι-
 νες διακρίνονται ἀπ' ἀλλήλων ὡς τὰ χρώματα τοῦ γάλακτος ἐκ
 τῆς ἀρίστου αὐτῶν διαβλαστώσεως (ἐδ. 145) Πρὸς ἔρευναν τοῦ δια-
 σκεδασμοῦ τούτου ποιούμεθα χρῆσιν πρίσματος ἐξ ὀρυκτοῦ ἁλματος ὄν-
 τος ἰσάκεις θερμοπεράτου εἰς πάντα τὰ εἶδη τῶν ἀκτίνων, ἐπειδὴ τὰ
 ὑάλινα πρίσματα ἀπορροφῶσι τὴν καλουμένην σκοτεινὴν ἀκτινοβολίαν
 (ἐδ. 152.) Εἰσάγοντες ἐκ διαδοχῆς ἐντὸς τῶν διαφόρων χρωμάτων τοῦ
 διὰ τοιοῦτου πρίσματος ἀναπτυσσομένου ἡλιακοῦ φάσματος τὴν θερμοη-
 λεκτρικὴν στήλην ἢ εὐπαθεῖς θερμόμετρον ἔχον μέλαιναν τὴν σφαῖραν,
 παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμαντικὴ ἐνέργεια τῶν μὲν κυανῶν καὶ τῶν ἰαν-
 θίνων καὶ τῶν πέρα τοῦ ἰανθοῦ ἀκτίνων ἐστὶ σχεδὸν ἀνεπαίσθητος,
 τῶν δὲ ὡχρῶν (τῶν διὰ τὴν ὄρασιν ἐντονωτάτων) μικρά, τῶν ἐρυθρῶν
 ὁμῶς μεγίστη. Ἄλλ' ἡ θερμαντικὴ αὕτη ἐνέργεια τῆς ἀκτινοβολίας
 ἐπὶ τῆς θερμοηλεκτρικῆς στήλης συνεχίζεται καὶ ἐν τῷ σκοτεινῷ χώρῳ
 τῷ ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ πέρατος, ἐπεκτεινόμενη οὐκ ὀλίγον μακρὰν
 τοῦ ὀρυκτοῦ φάσματος· τὸ μέγιστον μάλιστα τῆς θερμαντικῆς ἐντάσεως
 κεῖται ἐντεῦθεν τοῦ ὀρυκτοῦ ἄκρου. Ὑπάρχουσιν ἄρα ἄόρατοι ἀκτίνες
 οὐ μόνον πέρα τοῦ ἰανθίνου (ἐδ. 152) ἀλλὰ καὶ ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ
 ἄκρου τοῦ φάσματος κεκτημέναι διαβλαστώματα ἐλάσσονα καὶ μῆκος
 κύματος μεῖζον τοῦ τῶν ἐρυθρῶν ἀκτίνων (ἐδ. 178). Αἱ ἀκτίνες αὗται,
 οὔσαι ἡμῖν ἄόρατοι εἴτε διότι τὸ ἡμέτερον ὀπτικὸν νεῦρον ἀναισθητεῖ
 αὐτῶν ἕνεκα τοῦ μήκους τοῦ κύματος εἴτε διότι τὰ διαβλαστικά περιέ-
 χοντα τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὡς μὴ ἀρμοδίως διαφανῆ, ἀπορροφῶσιν αὐτάς
 πρὶν φθάσωσιν εἰς τὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα, ἀποβαίνουσιν ἡμῖν
 αἰσθηταὶ διὰ τῆς θερμαντικῆς ἐνεργείας αὐτῶν ὡς αἱ πέρα τοῦ ἰαν-
 θου διὰ τοῦ φθορισμοῦ καὶ διὰ τῆς χημικῆς αὐτῶν ἐνεργείας (ἐδ.
 152. 153).—Ἐὰν ὁμοίως ἐρευνήσωμεν τὰς ἀκτίννας καὶ ἐτέρων θερμαν-
 τικῶν πηγῶν ἀποσυντεθέντες αὐτάς διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ πρίσματος βε-

βαιούμεθα ὅτι ἐκάστη αὐτῶν ἀκτινοβολεῖ καθόλου τόσῃ ποικιλωτέρας καὶ ἰδίως τόσῃ μᾶλλον διαθλαστὰς καὶ ὁρατὰς ἀκτῖνας τοῦ φάσματος ὅσῃ ὑψηλότερα ἡ θερμοκρασία αὐτῆς. Σώματα χαμηλῆς θερμοκρασίας ἐκπέμπουσιν τινὰς μόνον τῶν ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ σκοτεινῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος· κατὰ τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐρυθρᾶς πυρακτώσεως ἀναφαίνονται αἱ ἥττον διαθλασταὶ τῶν ὁρατῶν ἀκτίνων· συνεχῶς ὅμως τῆς θερμοκρασίας ὑψομένης ἐπιπροστίθενται βαθμηδὸν ἀκτῖνες μείζονος διαθλαστότητος καὶ τέλος κατὰ τὴν λευκὴν τῆς πυρακτώσεως αἴγλην παρίστανται πᾶσαι αἱ ποικιλίαι τῶν ὁρατῶν ἀκτίνων, ἐνῶ συγχρόνως αἱ σκοτειναὶ ἀναλγῶς ἐνισχύονται.—Τὸ ὕδωρ καὶ ἡ στυπτηρία ἀπορροφῶσι πάσας τὰς ἐντεῦθεν τοῦ ἐρυθροῦ σκοτεινὰς θερμὰς ἀκτῖνας, παρέχοντα ἀκόλυτον διόδον εἰς τὰς ὁρατάς, ἡ δὲ ἐν θειούχῳ ἄνθρακι διάλυσις τοῦ ἰωδίου ἐνεργεῖ ἀντιστρόφως· ἐρμηνεύεται ἄρα οὕτω πῶς, καίπερ ὑπαρχούσης τελείας ταυτότητος μεταξὺ φωτεινῆς καὶ θερμαντικῆς ἀκτινοβολίας, σῶμα μὴ διαφανὲς τυγχάνει θερμοπέρατον καὶ σῶμα διαφανὲς μὴ θερμοπέρατον εἰς τινὰς θερμαντικὰς ἀκτῖνας.

238 β. Ἐκ τῶν γενομένων πειραμάτων διὰ τοῦ θερμοπολυπλασιαστοῦ πολλοὶ φυσικοὶ συντάξαν τοὺς ἐξῆς συγκριτικοὺς πίνακας τῶν διαφορῶν ἰδιοτήτων τῶν σωμάτων ὡς πρὸς τὴν θερμαντικὴν ἀκτινοβολίαν.

Α. Δύναμις ἀφαιτική καὶ ἀπορροφητική ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν αἰθάλην.

Αἰθάλη	1,0	Ἀργυρὸς στιλπνός (Desains)	0,02
Ψιμίθιον	1,0	Ἀργύρου ἕζημα μὴ στιλπνόν	0,05
Ἰχθυόκολλα	0,91	Χρυσός	0,04
Σινικὸν μέλαν	0,85	Χαλκός	0,05
Κομμιολάχκα	0,72	Λευκόχρυσος στιλπνός	0,10
Μέταλλα (Melloni)	0,12		

Β. Δύναμις ἀνακλαστικὴ στιλινῶν μετάλλων ὑπὸ πρόσπτωσιν 45° ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ποσὸν τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων.

	ἐκ τοῦ ἡλίου	ἐκ φλογὸς οἰνωπιδίου	ἐκ τοῦ λύχνου Locatelli
Ἀργυρὸς	0,92	»	0,97
Χάλυψ	0,60	0,88	0,83
Μέταλλον κατόπτρων	0,64	»	0,86
Λευκόχρυσος στιλπνός	0,60	0,86	0,86
Χρυσός	0,87	»	0,96
Ὀρείχαλκος	»	0,94	»

Γ. Δύναμις τῆς ὕλης ἀνακλαστικῆς φωτεινῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων ὑπὸ ποικίλῃν πρόσπτωσιν, ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ποσὸν τῆς προσπτώσεως.

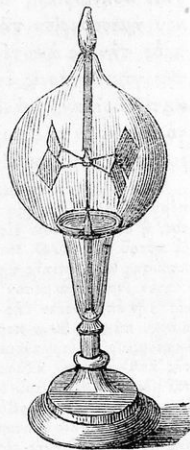
Γωνία προσπτώσεως	ἀνακλαινόμενῃ θερμότητι	ἀνακλαινόμενον πρῶς
800	0,551	0,546
750	0,407	0,408
700	0,306	0,308
600	0,179	0,183
500	0,116	0,117
400	0,080	0,081
300	0,061	0,061
200	0,050	0,050

Δ. θερμότης διερχομένη διὰ πλακῶν 2,6 χμ πάχους
ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ ποσὸν τῆς προσπτώσεως.

	χλμς Locatelli	λευκοχρῶς διάπυρος	χάλυξ 4009
Ὀρυκτὸν ἄλας	0,92	0,92	0,92
Ἀργυροδίμας	0,72	0,69	0,33
Ἰσλανδικὸς κρύσταλλος	0,39	0,28	0
Υἄλος (κατὰ τὸ εἶδος)	0,39 0,66	»	»
Χαλαζία	0,38	0,28	0,03
Υἴδωρ	0,13	0,02	0
Στυπτηρία	0,9	0,02	0
Πάγος	0,6	0,005	0

Ἡ ἐν τοῖς φαινομένοις τῆς διόδου, τῆς ἀνκλάσεως, τῆς διαθλάσεως καὶ τοῦ διασκέδασιμῳ πλήρης συμφωνία τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτός πρὸς τὰς τῆς θερμότητος φαινοῦται καὶ ἐν τοῖς φαινομένοις τῆς συμβολῆς καὶ τῆς πολεώσεως (ἐδ. 179, 182 κτλ.)· ὥστε θεωρητὸν ἀδυστάκτως τὸ φῶς καὶ τὴν θερμότητα ὡς δύο διακεκριμένας ἐνεργείας τῶν αὐτῶν αἰθερίων δυνάμεων. Ἀποδεικνύει δ' οὗτω τῆς ταυτότητος μεταξὺ τοῦ φωτός καὶ τῆς θερμότητος ἀναγκαζόμεθα ἀπορρίπτειν τὴν περὶ ὑπάρξεως θερμογόνου ὕλης ἀρχαιότεραν θεωρίαν ἵνα παραδεχθῶμεν ὡς μόνην συμφωνοῦν πρὸς τὰ φαινόμενα τῆς ἀκτινοβολίας τὴν καλουμένην μηχανικὴν θεωρίαν τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος, καθ' ἣν αὕτη ἐστὶν εἰδος τι κινήσεως τῶν μορίων τῶν σωμάτων. διότι δυνάμεν ἐστὶ νοῆσαι πῶς ἡ θερμότης ἢ ἀπὸ τοῦ ἡλίου πρὸς τὴν γῆν ἀκτινοβολοῦσα γεννᾷ ἐν τοῖς σώμασιν ἐφ' ὧν προσπίπτει αἰετηρον θερμογόνον ποσόν, μὴ οὕσα ἀπύρροια ὕλης ἀλλὰ δυνάμεις τοῦ αἰθέρος ὡς καὶ αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτός. Ἀνεξάντλητος γένεσις ὕλης ἀντίκειται εἰς τὴν περὶ ὕλης ἡμετέραν ἐννοιαν. Ἡ κίνησις, ἡ ὄγκος ὕλη γεννᾷ ἑτέραν κατάστασιν κινήσεως τῶν μορίων τῶν σωμάτων.

Σχ. 274



Ἰδιόουσα τις μηχανικὴ ἐνέργεια τῆς θερμότητος ἐκδηλοῦται διὰ τοῦ ὑπὸ τοῦ Crookes (1874) κατασκευασθέντος φωτομύλου (Σχ. 274). Ἐν τινι κενῇ ἀέρος ὑαλινῇ σφαίρᾳ ὑπάρχει χριστὸς στρόβιλος ἐξ ἀργύλλου, λίαν εὐκίνητος περὶ ἄξονα κατὰ στάθμην, φέρων εἰς ἑκαστὸν τῶν τεσσάρων αὐτοῦ ἄκρων ἑλαφρὸν πέταλον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου. Ἡ ἐτέρα τῶν ἐπιφανειῶν τῶν τεσσάρων τούτων πετῶν κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν ἐστὶν ἡβλωμένη. Ὁ φωτόμυλος ἐκτελεῖς μὲν εἰς τὰς ἀκτίνες τοῦ ἡλίου στρέφεται λίαν ταχίως τῶν μελαινῶν ἐπιφανειῶν ὑποχωρουσῶν, ἐκτελεῖς δὲ εἰς τὸ μέτριον τῆς ἡμέρας φῶς ἢ εἰς τὸ φῶς τῶν λαμπάδων στρέφεται βραδύτερον. Πειθόμεθα δὲ ὅτι ἡ κίνησις αὕτη ὀφείλεται εἰς τὴν θερμότητα, διότι ἐὰν αἱ ἀκτίνες διέλθωσι πρότερον διὰ διαφανοῦς πλακοῦ στυπτηρίας καὶ ἀπολέσωσιν οὕτω τὴν θερμότητα αὐτῶν ὁ φωτόμυλος καίεται στρεφόμενος, στρέφεται ὅμως ἐὰν αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτός διελθούσαι διὰ σκιερᾶς διαλύσεως ἰωδίου ἀπολέσωσι τὴν λαμπρότητα αὐτῶν (ἐδ. 237).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

Περὶ πηγῶν τῆς θερμότητος.

239. ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. Σπουδαιοτάτη θερμογόνος πηγή, ἀφ' ἧς ἀρύεται ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς ἐστὶν ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου, ἡ τὴν ζωὴν

τῶν ἐνοργάνων ὄντων ἐπ' αὐτῆς συντηροῦσα καὶ τὴν πρώτην ἀφορμὴν πρὸς γένεσιν πάντων τῶν μετεώρων φαινομένων παρέχουσα. Πρὸς ὄρισμὸν τοῦ ποσοῦ τῆς θερμότητος, ἦν κατ' ἔτος ἐκπέμπει ὁ ἥλιος πρὸς τὴν γῆν, μετεχειρίσθη ὁ Pouillet τὸ ἡλιακὸν *πυρίμετρον*, δοχεῖον κυλινδρικὸν μικροῦ βάρους πλήρες ὕδατος ἐγκλεισθὲν εὐπαθὲς θερμόμετρον τὴν ἐτέραν τῶν βάσεων αὐτοῦ, ἡθαλωμένην οὖσαν, ἐκτίθεμεν καθεύτως εἰς τὴν ἡλιακὴν ἀκτινοβολίαν καὶ μετροῦμεν τὴν μετὰ τινα λεπτὰ ὕψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ τε δοχείου καὶ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος δι' αὐτῆς δὲ καὶ διὰ τοῦ γνωστοῦ βάρους τοῦ ὕδατος καὶ τῆς ὑδροθαλπομετρικῆς τιμῆς τοῦ δοχείου (ἐδ. 226) λογιζόμεθα τὸ κατὰ τὸ λεπτόν ἀπορροφώμενον ποσὸν τῆς θερμότητος, καὶ ἐκ τῆς γνωστῆς ἐκτάσεως τῆς βάσεως τοῦ δοχείου τὴν ἐν τῷ λεπτῷ ἐφ' ἑνὸς τετμ. προσπίπτουσαν ἀκτινοβολίαν καὶ τέλος τὴν προσπίπτουσαν ἐπὶ κύκλου ἔχοντος διάμετρον τὴν τῆς γῆς.—Ἐπειδὴ δὲ ἡ πρὸς τὴν γῆν ἡλιακὴ ἀκτινοβολία ἐστὶ κυλινδρική, συμπεραίνομεν εὐχερῶς 1^ο ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ φωτιζομένου ἡμισφαρίου τῆς γῆς ἐν τῷ λεπτῷ προσπίπτουσα θερμότης ἰσοῦται πρὸς τὴν ὡς ἀνωτέρω ἐπὶ μεγίστου κύκλου λογιζομένην, 2^ο ὅτι ἴσαι ἐπὶ τῆς γῆς ἐκτάσεις ἐν ἴσῳ μὲν ὕψει τοῦ ἡλίου δέχονται ἰσοχρόνως ἴσην ἀκτινοβολίαν, ἐν ἀνίσῳ ὅμως ὕψει δέχονται ἀκτινοβολίαν ἀνάλογον πρὸς τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας τοῦ ὕψους (παρ. ἐδ. 132α), τῆς ἐν τῷ ἀέρι ἀπορροφηθείσας ἀμελουμένης.

Ὁ Pouillet μετρήσας τὴν εἰς διάφορα ὕψη τοῦ ἡλίου ἀντίστοιχον ἀκτινοβολίαν συνεπέρανεν ὅτι ἐν αἰθρία ἀτμοσφαιρική ἀπορρόφησις ἀφαιρίζει 46 % τῆς ἡλιακῆς θερμότητος, ἢ ὅτι φθάνουσιν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς καὶ 60 % αὐτῆς. Ἐκ τῶν πειραμάτων δὲ αὐτοῦ καὶ τοῦ O. Hagen συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς ἐν ἐνὶ λεπτῷ καθέως προσπίπτουσας θερμαντικῆς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλίου ἐφ' ἑνὸς τετμ.² ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐστὶν ἱκανὸν ἵνα κατὰ μέσον θερμάνῃ 1 γ ὕδατος κατὰ 1,76^ο. ὥστε ἡ ἐτησίως ἐκ τοῦ ἡλίου εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς διαχιδνομένη θερμότης ἐστὶν ἱκανὴ πρὸς τῆξιν στρώματος πάγου πάχους 30 μ. περικαλύπτοντος ὅλην τὴν γῆν, δεομένου (ἐδ. 205) 1200 πεντάκις ἑκατομμυρίων θερμαντικῶν μονάδων, τοσούτης δηλ. θερμότητος ὅση ἔθελε προέλθει ἐκ τῆς καθ' ἑκάστην καύσεως 450 τρισεκατομμυρίων χγ ἄνθρακος· ἐπειδὴ δὲ ἡ γῆ δέχεται μόνον τὸ 1/2100 τοῦ ἑκατομμυριοστοῦ τῆς ὅλης πρὸς τὸ χάος ἀκτινοβολούσης ἐκ τοῦ ἡλίου θερμότητος, πορίζομεθα ὅτι ἡ ἐτησίαν θερμαντικὴ ἀπώλεια τοῦ ἡλίου συμποσοῦται εἰς 2600 ὀκτάκις ἑκατομμύρια θαλάσῳ, ἱκανὴν πρὸς τῆξιν μάζης πάγου ὑπερπερσοῦσης 30000^ο. τῆς γῆς εἰς ὅγκον ἡ εξαρκούσης πρὸς κάλυψιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡλίου εἰς ὕψος 5700 χμ. Τεθέντος δ' ὅτι ἡ εἰδικὴ θερμότης τοῦ ἡλίου ἰσοῦται πρὸς τὴν εἰδικὴν θερμότητα μάζης ὕδατος ἴσου ὅγκου, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἡλίου ταπεινότερα ἐτησίως κατὰ 2^ο ἐκ τῆς ἀπωλείας ταύτης, ἀναπληρωσέως μὴ ὑπαρχούσης.

Ἡ ποσότης καὶ ἡ ποιότης (ἐδ. 237, 238) τῆς θερμαντικῆς ἀκτινοβολίας τοῦ ἡλίου, ὡς καὶ αἱ ὀπτικά ἐρευναι τοῦ Kirchhoff (ἐδ. 150) πιθανὸν ποιοῦσιν ὅτι ὁ ἥλιος ἐστὶ πυρτήκτων, πυκνὴν ἀτμόσφαιραν περιβεβλημένον σῶμα θερμοκρασίας ὑπερβαλλόντως ὕψλης. Ἡ δὲ γένεσις τῆς ἡλιακῆς θερμότητος ἐρμηνεύεται διὰ τῆς ὑπὸ τοῦ Kant καὶ Laplace ἐξενεχθείσης ὑποθέσεως περὶ τῆς δημιουργίας τοῦ ἡμετέρου πλανητικοῦ συστήματος. Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ὁ ἥλιος καὶ οἱ πλανῆται συνέστησαν ἐκ συμπυκνώσεως κοσμικῆς ὕλης, ἥτις ἀρχῇ ἐν ἰσόπυκνον περίπῳ οὕσῃ ἐπλήρου μεγάλῃ ἐντός τοῦ χρόνου ἔκτασιν καὶ συνεκρότε σφαιρομένην μίζαν λίαν ἀραιάν, ἔχουσαν διάμετρον μείζονα ἢ τὴν τροχιά τοῦ ἐξωτάτου τῶν πλανητῶν. Καὶ οἱ μὲν πλανῆται ἐμορτώθησαν ἐκ τῆς κατὰ διαδοχὴν ἀποχωρίσεως τμημάτων τῆς περιφερείας τῆς σφαιρομένης μάζης, ἄτινα κατ' ἀρχὰς δακτύλιοι ὄντα, ὡς ὁ τοῦ Κρόνου, βραδύτερον συνεσφαιρώθησαν, ὁ δὲ ἥλιος συνεπυκνώθη βαθμηδὸν τελευταῖος ἐκ τῆς ὑπολειφθείσης κεντρικῆς μά-

ξης. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη ἐρμηνεύει τὴν κοινὴν διεύθυνσιν τῆς περὶ τὸν ἥλιον περιφορᾶς καὶ τῆς περὶ τὸν ἴδιον ἄξονα στροφῆς πάντων τῶν πλανητῶν, καὶ διὰ τῆς ἐκ τῆς συμπυκνώσεως προερχομένης θερμότητος τὴν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν τῆς μάζης τοῦ ἡλίου καὶ τῶν πλανητῶν, οἵτινες κατὰ τὴν ἐποχὴν τῆς διαπλάσεως αὐτῶν διατελέσαντες λίαν πιθανῶς ἐν καταστάσει πυρίτηκτο, ὡς ἡ γῆ, διετήρησαν ἀναγκαστικῶς ἐν τῇ ἐνδοτέρᾳ αὐτῶν μάζῃ τὴν ἀρχαίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν πλείονα ἢ ἐλάσσονα ἀναλόγως τοῦ μεγέθους αὐτῶν. Ὁ Helmholtz συνεπέριεψε διὰ τοῦ λογισμοῦ ὅτι ἡ ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τῆς ἡλιακῆς μάζης προελθούσα θερμότης ἤρκεσε πρὸς γένεσιν θερμοκρασίας 28 ἑκατομμυρίων βαθμῶν. Καίτοι δὲ τὸ νῦν ἐν τῷ ἡλίῳ ταμίευμα τῆς θερμότητος δύναται ἵνα ἐξαρκέσῃ ἐπὶ πολλὰ ἑκατομμύρια ἐτῶν, ἀλλ' ἐπὶ τέλους ἡ ἐξάντλησις αὐτοῦ ἐπελεύσεται καὶ τότε μετὰ τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος συνεξαφανισθήσεται καὶ ἡ ζωὴ τῶν ἐνοργάνων ὄντων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καὶ τῶν ἄλλων πλανητῶν. Ἐκ τῶν παρατηρήσεων δὲ τῶν καλουμένων *νεφελωδῶν ἀστέρων* καὶ τῶν ἐχόντων μεταβλητὴν ἑντασιν φωτὸς ἀπλάνων (παραβ. ἐδ. 150) συμπεραίνομεν ὅτι καὶ ἑτέροι ἀπλάνεις ἀστέρες διέρχονται φάσεις διαπλάσεως ὁμοίας πρὸς τὰς ὑφ' ἡμῶν ἐξ εὐλόγων, ἀφορμῶν ἀποδιδόμενας εἰς τὸ κεντρικὸν σῶμα τοῦ ἡμετέρου πλανητικοῦ συστήματος.

240. ΓΗΓΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. Θεωρουμένη αὕτη ἡ τῆς γῆς ἐνδόμυχος θερμότης ὡς πηγὴ θερμογόνος θερμαίνουσα τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, ἐστὶ πολὺ ἐλάσσονος λόγου ἢ ἡ ἡλιακὴ ἀκτινοβολία. Ἐκτὸς τοῦ σφαιροειδοῦς σχήματος (ἐδ. 56) καὶ ἐτέρων γεωλογικῶν παρατηρήσεων πιθανολογουσὶν ὅτι συμπικασα ἡ μάζα τῆς γῆς ἦν ποτε πυρίτηκτος, μαρτυρεῖται νῦν ἔτι ἡ ἐνδόμυχος θερμότης τῆς γῆς ὑπὸ τῶν ἠφαιστειῶν μάλιστα ἐκρηγμάτων. Ἡ ὑψηλὴ θερμοκρασία πολλῶν ὀρυκτομυγῶν πηγῶν, ἰδίως τοῦ ἀναξέοντος κρουνοῦ ἐν Karlsbad καὶ τῶν ἐν *Islandia* δέλλων, δῆλον ποιοῦσιν ὅτι τὰ ὕδατα αὐτῶν ἀναδρύνουσιν ἐκ μεγίστου βάθους. Εἰσδύοντες εἰς τὰ ἐντὸς τῆς γῆς, π. χ. εἰς τοὺς ὑπονόμεους τῶν μεταλλείων ἢ εἰς τὰ ὀρύγματα τῶν ἀρτησιανῶν φρεάτων, παρατηροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν ἀνέξανμένην ὁμαλῶς μετὰ τοῦ βάθους, 1° ἀνὰ 37 μ. κατὰ μέσον· ὥστε ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ἀναλόγου αὐξήσεως, συμπεραίνομεν διὰ εἰς βάθος 7400 μ. ἡ θερμοκρασία καταντᾷ εἰς 200° καὶ ὅτι εἰς βάθος 74000 μ. τὰ πλεῖστα τῶν συνιστάντων τὰ ἀνώτερα κοιτάσματα ὀρυκτῶν εἰσι τετηκότα. Τὸ πλεῖστον ἄρα τῆς μάζης τῆς γῆς διατελεῖ λίαν πιθανῶς πυρίτηκτον εἰσέτι καὶ τὰ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς συγκροτοῦντα στερεὰ πετρώματα θεωρητικά ὡς ἀναλόγως λεπτὸν φλοιὸν περιβάλλοντα ρευστὸν πυρῆνα.

Τὸ ἐκ τοῦ ὀρύματος τοῦ ἀρτησιανοῦ φρέατος τῆς Grenelle παρὰ τῇ πόλει τῶν Παρισίων ἐκ βάθους 548 μ. ἀναβλύζον ὕδωρ κέντηται θερμοκρασίαν 27 $\frac{3}{4}$ °, ὁ δὲ 673 μ. βάθος πυρῆνι τοῦ νέου ἀποπηγίου παρὰ τῷ Minden θερμοκρασίαν 32,8°. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μέση θερμοκρασία τῶν ἐπιπολαίων στρωμάτων τῆς γῆς αὐτοῖς ἐστὶν 9,6° συμπεραίνομεν αὐξησιν θερμοκρασίας 1° ἀνὰ 29 μ. Ἐν τινι δὲ χωρίῳ ἐντὸς τῆς σήραγγος τοῦ Mont-Cenis κειμένων ὑπὸ πέτρων ἔχουσιν 1550 μ. ὕψος ἐμετρήθη ἡ θερμοκρασία υπερβάλλουσα κατὰ 31° τὴν ὡς μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἐδάφους διὰ λογισμοῦ ὁρισθεῖσαν — 29°, ἦτοι αὐξησις 1° ἀνὰ 50 μ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ θερμοκρασία τῶν στρωμάτων τῆς γῆς ἐλαττοῦται ἐκ τῶν ἐντὸς πρὸς τὰ ἐκτὸς συμπεραίνομεν ὅτι συμβαίνει ἀδιάλειπτος ἐκροὴ ἢ ἀπώλεια τῆς γηγενοῦς θερμότητος· ἀλλ' ἡ ψύξις αὕτη προχωρεῖ λίαν βραδέως, διότι τὰ κύρια συστατικά πετρώματα τοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς εἰσι κακίστοι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Ὁ δὲ Fouquier ὑπελογίσαστο ὅτι ἡ ἐν ἐνὶ αἰῶνι ἐκ τῆς γῆς ἀκτινοβολία ἐστὶν ἱκανὴ πρὸς τῆξιν στρώματος πάχους ἔχοντος πάχος 3 μ. ἥτοι χιλιάκις ἐλάσσων τῆς ἐν ἴσῳ χρόνῳ ἐκ τοῦ ἡλίου πρὸς τὴν γῆν ἀκτινοβολούσης θερμότητος (ἐδ. 239)· ὥστε ἡ γῆ, ὑποτεθείσης τῆς εἰδικῆς αὐτῆς θερμότητος ἴσης πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος ἐν ἴσῳ ὄγκῳ, ψύχεται κατὰ 1° πε-

ρίπου ἀνὰ ἓν ἑκατομύριον ἐτῶν. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς οὐδεμίαν ὑπὸ στή ἀποδεδειγμένην ἐλάττωσιν θερμοκρασίας κατὰ τοὺς ἱστορικοὺς χρόνους, ἐπειδὴ ἡ ἐκ τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ἀπορρόφησης ἰσορροφεῖ σχεδὸν πρὸς τὴν ἀπώλειαν τὴν ἐκ τῆς ἀκτινοβολίας πρὸς τὸ χάος.

Ὁ ἐν Ἰσπανίᾳ μέγας δέλλος ἀναπιδύει ἀπὸ ταπεινῶ κώνων ἐκ πυρίτου πετρωθέντος, ἔχοντος ὕψος 10 μ. καὶ διάμετρον 70 μ. περίπου καὶ ἐπὶ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ κυκλοτερεῇ δεξαμενὴν βάθους 2μ. καὶ διαμέτρον 13—15μ. ἀπὸ τοῦ πυθμένος αὐτῆς ἀνιέγεται εἰς βάθος 23—24μ. σφραγισμένη πύλος εὗρους 3μ. Τὸ ἐν τῇ δεξαμενῇ οὐσὴ πλήρῃ καὶ ἡρέμῳ κρυσταλλοφανὲς καὶ θαλασσόχρονον ὕδωρ κέκτεται· παρὰ τῇ ἐπιπολῇ μὲν θερμοκρασίαν 76—89°, εἰς δὲ τὰ προσιτὰ βάθη τοῦ πόρου θερμοκρασίαν 122—127°. — Δι' θερμαί πηγαί ἐν Burscheid ἔχουσι θερμοκρασίαν 78°, αἱ ἐν Karlsbad 74° κτλ.

241. ΜΗΧΑΝΙΚΑΙ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑΙ ΠΗΓΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. Ἐκτὸς τῶν πηγῶν τῆς θερμότητος περὶ ὧν ἐν ταῖς δυοὶς προηγουμέναις παραγράφοις ἐπραγματεύθημεν καὶ ἃς ἔξεστιν ἵνα καλέσωμεν κοσμικὰς, ὑπάρχουσι καὶ ἕτεραι ὧν ποιοῦμεθα χρῆσιν πρὸς γένεσιν θερμότητος, διακρινόμεναι κατὰ φύσιν εἰς μηχανικὰς καὶ εἰς χημικὰς· μεταξὺ τῶν πρώτων καταλέγεται ἡ τριβὴ καὶ ἡ συμπύκνωσις, μεταξὺ τῶν δευτέρων αἱ καύσεις κυρίως.

Ἡ διὰ πίεσεως καὶ διὰ τριβῆς γένεσις θερμότητος ἀναφαίνεται καθ' ἑκάστην ἐν πλείστοις φαινομένοις. Ὅργανα κινουμένων μηχανῶν, ἄξονες καὶ πλῆμναι τροχῶν κτλ. θερμαίνονται. Τὰ διὰ τοῦ σφραγιστηρίου κοπτόμενα νομίσματα πιεζόμενα θερμαίνονται ἐντόνως· ἴλος σιδηροῦς σφρηγματούμενος ἐπὶ τοῦ ἄκμῃος καθίσταται ἐνίοτε διάπυρος. Ἐὰν σχοιῖον περὶ ξυλίνῳ ῥάβδῳ ἐλιγμένον προστρίβωμεν εἰς αὐτὴν ἑκατέρωθεν ἐναλλὰξ καὶ ταχέως αὐτὸ σύροντες, θερμαίνεται αὐτὸ μέχρι καύσεως. Παρὰ τιπὶ τῶν ἀνημέρων λαῶν καὶ νῦν εἰσέτι γίνεται χρῆσις τῆς τριβῆς δυοῦ ξηρῶν κλάδων πρὸς ἔναυσιν τοῦ πυρός. Ὁ χάλυψ θερμαίνεται τόσο ἐντόνως ἐπὶ τοῦ πυρίτου τριβόμενος, ὥστε τὰ ἀπ' αὐτοῦ ἀποσπώμενα διάπυρα ψήγματα ἀνάπτουσι τὸ ἔναυσμα, τὸ ἀγαρικὸν ἢ τὴν πυρίτιδα. Ὁ ἐπὶ τῶν πυρείων ὑπάρχων φωσφόρος θερμαίνεται τριβόμενος ἐπὶ τραχείας ἐπιφανείας μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῆς ἀναφλέξεως αὐτοῦ, τὰ δὲ σουηδικὰ πυρεῖα φέρουσιν ἐπ' αὐτῆς τῆς ἐπιφανείας τῆς τριβῆς ἐρυθρὸν φωσφόρον, ὄντα ὀλιγώτερον δηλητηριώδη.

Κατὰ τὴν ἀρχαιοτέραν θεωρίαν περὶ ὑπάρξεως θερμογόνου ὕλης ἡρμήνευον τὴν ἐκ τῆς τριβῆς καὶ συμπυκνώσεως προκύπτουσαν θερμότητα παραδεχόμενοι· οἱ τὸ μεταξὺ τῶν σωμάτων τῶν σωμάτων περιλαμβανόμενον θερμογόνον οἶονεῖ ἐκβλίβεται ὑπ' αὐτῶν συντελουσῶν πρὸς ἐλάττωσιν ἐκείνης τῆς δυνάμεως τῶν σωμάτων, δι' ἧς ταῦτα συγκατατοῦσι τὸ θερμογόνον μεταξὺ τῶν ἰδίων μορίων ἤτοι· τῆς εἰδικῆς αὐτῶν θερμότητος. Ἄλλ' ἡ γένεσις πολλῆς θερμότητος κατὰ τὴν τρύπην τοῦ ὅλου τῶν τηλεθόλων παρέσχεν ἀφορμὴν εἰς τὸν Rumford (1798) ἵνα ἐρευνήσῃ ἐγγύθεν τὴν πηγὴν τῆς ἐκ τῆς τριβῆς θερμότητος· οὗτος παρατήρησεν· οὔτε ἡ τῆς μεταλλικῆς μάζης τοῦ τηλεθόλου οὔτε ἡ τῶν ἐξ αὐτῆς ἐκτροπυμμάτων εἰδικὴ θερμότης ἡλαττοῦτο, καίτοι ἀνεπίσπαστο πλείστη ὅση θερμότης, ταχέως μέχρις ἀναφλέξεως μεγάλῃν ποσότητα ὕδατος περικυλῶντος τὸ τηλεθόλον θερμαίνουσα. Ἐπειδὴ δὲ ἀδύνατον ἦν ἵνα ἡ θερμότης αὕτη ἐπήγαγεν ἐκ τῶν περὶ σωμάτων, ὁ Rumford συνεπέρασεν· οἱ ἐκ τῆς τριβῆς γεννᾶται ποσὴν θερμότητος ἀνάλογον τοῦ παταγωμένου ἔργου, καὶ ἐπομένως· οἱ δέον ἵνα θεωρῶμεν τὴν θερμότητα οὐχὶ ὡς ὕλην ἀλλ' ὡς κίνησιν τῶν μορίων τῆς ὕλης. Εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα φέρεται καὶ τὸ ὑπὸ τοῦ Davy γενόμενον πείραμα τῆς τήξεως δυοῦ τεμαχίων πάχυν ἀλλήλο-τριβόντων ἐν χωρῇ κενῇ, ἔχοντι θερμοκρασίαν ἐλάσσονα τοῦ 0°

καὶ παρεχόντων ὕδωρ κεκτημένον εἰδικὴν θερμότητα μεῖζονα τῆς τοῦ πάγον. Ὁ δὲ J. R. Mayer (1878) καὶ ὁ J. P. Joule (1850) ἀπέδειξαν ὅτι μεταξὺ τοῦ γεννωμένου ποσοῦ τῆς θερμότητος καὶ τοῦ πρὸς γένεσιν αὐτοῦ δαπανωμένου ἔργου ὑπάρχει ὀρισμένη καὶ ἀμετάβλητος σχέση· ὁ δεύτερος πειραθεὶς τὴν τριβὴν τοῦ χυτοῦ αἰθροῦ πρὸς ὕδωρ ἢ πρὸς ὑδράργυρον περιεχόμενον ἐν θαλάμῳ τρω συνεπέραναν ὅτι ἀπαιτεῖται ἔργον 423,55 γιλιογραμμομέτρων (ἔδ. 43) ἵνα θερμάνῃ 1 γρ ὕδατος κατὰ 1°. Ποιοῦμενοι τοῦναντίον χρήσιν τῆς θερμότητος πρὸς γένεσιν μηχανικοῦ ἔργου, ὅσον διὰ τῶν ἀτμομηχανῶν, ἐν ᾗ συνάμειβα ἵνα ἐκμεταλλεύσωμεν ἀνευ κατὰλας ἀποφύσεως πᾶσαν τὴν ἐκ τῆς καύσεως τῶν ἀνθρώπων πηγάζουσαν θερμότητα, ἡλόομεν ὅτι ὡς βάρος 423,55 γρ εἰς ὕψος 1 μ δαπανώντες μίαν θερμαντικὴν μονάδα. Τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ἐμφαίνοντα τὴν ἀμετάβλητον σχέσιν τῆς ἀντικαταλλαγῆς τῆς θερμότητος πρὸς τὸ ἔργον καλούμεν τοῦτον ἐνεκα μηχανικὸν ἰσοδυναμικὸν τῆς θαλάπωρης, τὸν δὲ νόμον ὅτι μεταξὺ τοῦ καταβαλλομένου ἔργου καὶ τῆς ἀναφαινομένης θερμότητος ἡ τάνπαλιν ὅτι μεταξὺ τῆς δαπανωμένης θερμότητος καὶ τοῦ ἀποτελούμενου ἔργου ὑπάρχει τοιαύτη ἀμετάβλητος σχέση ἀντικαταλλαγῆς ἀρχὴν τῆς ἰσοδυναμίας τοῦ ἔργου καὶ τῆς θερμότητος. Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἐστὶν ἐπέκτασις τῆς μηχανικῆς περὶ ἀμεταβληθείας τοῦ ἔργου ἀρχῆς, καθ' ἣν ἐν αὐτῇ μηχανικοῖς φαινομένοις τὸ κερδαινόμενον ἔργον ἰσοῦται πρὸς τὸ δαπανώμενον εἴτε πρὸς ὑπόσιν φόρτον, εἴτε πρὸς μετάδοσιν ταχύτερος τινος εἰς τινα μάζαν. Ἐλαμβάνοντες δὲ τὴν θερμότητα ὡς κατεῖσται κινήσεως τῶν ἐλαχίστων μορίων τῆς ὕλης (ἔδ. 238) νοοῦμεν ὅτι πρὸς πρόκλησιν αὐτῆς ἀπαιτεῖται ποσὸν τι μηχανικοῦ ἔργου καὶ ἀντιστρόφως ὅτι θερμὸν τι σῶμα, τοῦτοστι σῶμα οὐτινος τὰ μόρια διατελοῦσιν ἐν καταστάσει ἐντόνου κινήσεως ἐστὶν ἱκανὸν ἵνα μεταδίδῃ μέρος τῆς κινήσεως ταύτης ἐκτέλεσθι ποσὸν τι μηχανικοῦ ἔργου.

Ἐνθα ποσὸν τι μηχανικοῦ ἔργου δαπανᾷται ἀνευ ἀντιστοίχου κέρδους, ἐνθα ὁμοιᾶν συμβαίνει ἀπόλειπα δυνάμεως ζωσης, ὅσον κατὰ τὴν συμπύκνωσιν ἢ κατὰ τὴν σύγκρουσιν μὴ ἐλαστικῶν σωμάτων (ἔδ. 68), ἐκεῖ γεννᾶται ποσὸν θερμότητος ἀνάλγον τῆς ἀπολείας ταύτης· ἐνθα ἀντιστρόφως δαπανᾶται θερμότης ἐκεῖ ἐκτελεῖται μηχανικὸν ἔργον εἴτε ὡς ὕψος βαρὺς, εἴτε ὡς νίκη τῆς συνοχῆς (ἔδ. 43 καὶ 204) ἢ τῆς γηινῆς συγγενείας (ἔδ. 243). Πᾶσι τοῦ ἔργου τῶν ἀεριομηχανῶν ἐστὶ τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ προκύπτον ἐκ τῆς καύσεως τῶν ἀνθρώπων ἐπὶ τῆς ἐσχάρας. — Τὸ ἐν παντὶ σῶματι περιεχόμενον ποσὸν θερμότητος ἐκληπτέον κατὰ ταῦτα ὡς τὸ ποσὸν τῆς ζωσης δυνάμεως τῶν ἀτομικῶν κινήσεων τῶν μερῶν αὐτοῦ.

242. ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΕΚ ΤΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. Ὅταν ἡερίχ μάζα πιέζεται ἐν κυλινδρικῷ δοχείῳ δι' ἐμβολέως καταθλιβομένου, ἡ θερμότης αὐτῆς ὑψοῦται οὐκ ὀλίγον, ὡς ἐκδηλοῦται διὰ τοῦ καλουμένου πνευματικοῦ πυρείου, ἐν ᾧ πιεζόμενος ἄηρ ἀνάπτει ἀγαρικὸν ἢ ἕτερον εὐφλεκτον ἐναυσμα· καὶ τοῦναντίον ὅταν ἡερίον τι ἐξογκούμενον ἐκτελῇ ἔργον τι ὡς καταβάλλον ἀντιπίεσιν ψύχεται.

Ὁ Joule παρέθετο ἐν εὐρυκῶρ δοχείῳ πλήρει ὕδατος χρησιμεύοντι ὡς θαλάμῳ τρω δύο ἰσομεγέθι δοχεῖα, τὸ μὲν κενόν τὸ δὲ πλήρες αἵρος συμπεπυκνωμένου, συναπτόμενα διὰ σωλήνος φέροντος σπρόφιγγα κεκλεισμένην κατὰ τὴν ἐναρξιν τοῦ πειράματος· εἰτα ἀνοίγων τὴν σπρόφιγγα ὑδ' ἐλαχίστην παρετήρη· ἐλάττωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐν τῷ θαλάμῳ τρω ὕδατος, διότι ὁ συμπεπυκνωμένος ἄηρ ἐξωγκοῦται εἰς ὡρον διπλοῦν οὐδὲν ἐκτελεῖ ἔργον ὅς εἰσχωρῶν εἰς κενόν· τοῦναντίον ἐπῆρχετο εὐθὺς ἡ ἐλάττωσις αὐτῇ, ὅτε ἐξεκένου τὸν συμπεπυκνωμένον αἶρα οὐχὶ εἰς τὸ κενόν ἀλλ' εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, διότι τότε ἀπῆρτετο ἐκτέλεσις ἔργου πρὸς καταγωνισμόν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἀντιπίεσεως.

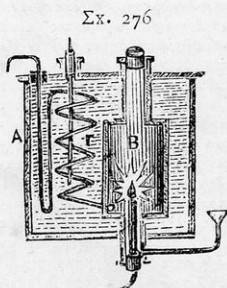
Ἡ ἐκ τῆς ἐλάττωσεως καὶ ἐκ τῆς αὐτῆσεως τοῦ ὅγκου τῶν αἱρίων πηγάζουσα αὐξήσις καὶ ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας συντελεῖ πρὸς ἐπικύρυσιν ἀξίαν μνείας τῆς ἰσοδυναμίας τοῦ ἔργου καὶ τῆς θερμότητος. Κατ' ἐδάξιον 230 ἡ διαφορὰ $(e_1 - e) = 0,0691$ ἐμφαίνει τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος τὸ δαπανώμενον πρὸς καταγωνισμόν τῆς ἐξωθεν πίεσεως, ὅταν 1 γρ αἵρος ἐν ἀμεταβλήτῳ πιέσει θερμαίνεται κατὰ 1°. Ἄλλα τὸ μέγεθος τοῦ ἔργου τοῦτου ευχερὸς ἐκτιμῶμεν. Ἐστω πρὸς τοῦτο 1 γρ αἵρος περιεχόμενον ἐν κυλινδρικῷ τινι δοχείῳ Δ ἔχοντι βάσιν 1 τδμ· ἐπειδὴ 1 γρ αἵρος ἐν θερμοκρασίᾳ 0° καὶ ὑπὸ πίεσιν μίαν ἀτμοσφαιρὰν καταλαμβάνει ὄγκον 773,4 κερῶν, τὸ ὕψος u τῆς ἀερίνης ταύτης κυλινδρικής στήλης ἔσται 77,31· νοήσωμεν ἀντὶ τῆς ἐπὶ τῆς στήλης ταύτης

ἐνεργούσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἀντικατασταθὲν τὸ βάρος $B = 103,3\chi\gamma$ (ἐδ. 90) εὐκινήτου ἐμβολῆος ἐπιπομάζοντος τὸ δοχεῖον. (Σχ. 275) Ὁ ἐν τῷ χώρῳ A ἀήρ θερμαινόμενος κατὰ 1° ὑπὸ πίεσιν ἀμετάβλητον διαστέλλεται κατὰ τὴν σχέσιν $1: 1+\alpha$ (ἐδ. 202α), ἥτοι τὸ ὕψος αὐτοῦ μετὰ τὴν θέρμανσιν αὐξάνεται εἰς $u(1+\alpha) = u + u\alpha$ μέτρα· ὥστε τὸ βάρος B ἐνεκα τῆς θερμάνσεως τοῦ ἀέρος ὑψοῦται εἰς ὕψος μέτρων $u\alpha$. Ἐὰν ὑπὸ $(e_1 - e)$ θερμαντικῶν μονάδων ἐκτελεσθῇ ἔργον $Bu\alpha$ χιλιογραμμομέτρων, ἢ δι' ἀριθμῶν $0,0691$ τῆς θαλαπῆρας ἐκτελοῦσιν ἔργον $103,3\chi 0,003665 \times 77,34 \chi\gamma\mu$ ἐξ οὗ συμπεραίνομεν ὅτι τὸ μῆκος τῆς ἰσοδυναμίας τῆς θερμαντικῆς μονάδος περιλαμβάνει $423,7 \chi\gamma\mu$, ὅπερ σύμφωνον πρὸς τὸ πειραματικὸν ὑπὸ τοῦ Joule διορισθέν (ἐδ. 241.)



Σχ. 275

243. ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΕΚ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΡΑΣΕΩΝ. ΚΑΥΣΙΣ. Εἰς πᾶσαν χημικὴν δρᾶσιν, καθ' ἣν ἐνδύνται δύο σώματα, παρακολουθεῖ ἀνάπτυξις πλείονος ἢ ἐλάσσονος θερμότητος οἷον εἰς τὴν ὀξειδίωσιν ἥτοι εἰς τὴν μετὰ τοῦ ὀξυγόνου σύνθεσιν τῶν στοιχείων, εἰς τὴν συστοιχείωσιν σωμάτων συνθέτων ἐκ μετάλλων καὶ ἐκ χλωρίου ἢ ἰωδίου ἢ βρωμίου, ἢ θείου κτλ, εἰς τὴν μόρφωσιν ἀλάτων ἐκ βάσεων καὶ ὀξέων, εἰς τὴν καλουμένην σθέσιν τῆς καυστικῆς ἀσβεστοῦ, ὅτε αὕτη μεθ' ὕδατος ἐνοουμένη διαπλάσσει τὴν κοιλίαν, εἰς τὴν ἐξ ὕδατος καὶ ἀνῆδρου θεικοῦ ὀξέος γένεσιν θεικοῦ ὀξέος ἐνῆδρου (ἐδ. 19), ἀλλὰ καὶ εἰς αὐτὴν τὴν ἀνάμιξιν πυκνοῦ θεικοῦ ὀξέος μεθ' ὕδατος. Ἐντονωτάτη ὅμως θερμότης ἐπιφέρει καὶ πυράκτωσιν ἀναπτύσσεται ἰδίως ὅταν τὸ ὀξυγόνοσ ἢ τὸ χλωρίον ἐνῶνται ταχέως μεθ' ἑτέρων πλείστων στοιχείων· τὰς τοιαύτας βιαίας χημικὰς δράσεις καλοῦμεν καύσεις· καὶ ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ μὲν πρὸς ἑναρξιν τῶν καύσεων ἀπαιτεῖται ὑψηλὴ τις θερμοκρασία ἀναρρίξεως (ταύτην ἡ ἥδη ἀρξάμενη καύσις συντηρεῖ διὰ τῆς θερμότητος ἣν γεννᾷ)· ἀλλὰ πολλὰ σώματα ἀναφλέγονται ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ διὰ φιλῆς ἀλλήλων ἐπαφῆς, οἷον ξιφήματα ἀντιμονίου ἀπτόμενα χλωρίῳ, φωσφορῶγον ὕδρογόνο ἀπτόμενον ὀξυγόνου ἢ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος· ὁ λεπτοποιηθεὶς φωσφόρος ἐστὶν ἐπίσης αὐτοφλεκτός, ἀλλὰ δεῖται πρὸς ἀνάρρηξιν ἐλαφρᾶς τριβῆς· τὸ χλωρίον καὶ τὸ ὕδρογόνο ἐνδύνται μετ' ἐκκρηστικῆς φωτιζόμενα ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων (ἐδ. 152.) Ἡ δὲ καύσις συμβαίνει μετὰ φλογός, ἐὰν τὸ ἐν τῷ αέρι ἢ ἐν τῷ ὀξυγόνῳ καύσιμον σῶμα τύχη καθ' ἑαυτὸ ἀερώδες ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ (ὕδρογόνο, φωταέριον), ἢ ἐὰν ἐξερῶται ἐν θερμοκρασίᾳ ὑψηλῇ (θειον, φωσφόρος), ἢ ἐὰν τέλος ἀναπτύσσωνται ἐξ αὐτοῦ θερμαινόμενον καύσιμα ἀέρια (ἐλαιον, κηρός, στεατικὸν ὀξύ, ξύλον).



Σχ. 276

πρὸς ὁρισμὸν τῆς ἐκ τῆς καύσεως τῶν σωμάτων γενωμένου ποσοῦ τῆς θερμότητος ὁ Rumford ἐποίησεν χρῆσιν τοῦ θαλομέτρου A (Σχ. 276), περιλαμβάνοντος τὴν πυριπίστυν B . Τὰ ἐκ τῆς καύσεως θερμὰ ἀέρια ἐκφεύγουσι διὰ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλῆνος Γ ἐγκαταλείποντα τὸ ὑπερβάλλον τῆς ἑαυτῶν θερμότητος εἰς τὸ περιέχον αὐτὴν ψυχρὸν ὕδωρ, ὃ δὲ ἐκ τῆς καύσεως τοῦ

υδρογόνου ή τῶν υδρογονούχων σωμάτων προσρχόμενος ἀτμός ἐκρυστοῦται ἐν ταῖς σπείραις αὐτοῦ. Διὰ τοῦ βάρους τῶν καέντων σωμάτων καί διὰ τῆς ἀντιστοίχου ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ θαλπομέτρου λογιζόμεθα τήν θερμοότητα τῆς καύσεως οὕτως ὥρισθαι ὅτι ἡ καύσις ἐνός χιλιγράμμου ὑδρογόνου γεννᾷ 34601, ἡ δὲ 1 χι ἄνθρακος 7295 ὀκτωράς.

Πρὸς σύγκρισιν τοῦ ἀναπτυσσομένου ποσοῦ τῆς θερμότητος ἐκ τῆς καύσεως ποικίλων καυσίμων σωμάτων (ξύλου, τύρφης, λιθάνθρακος, ἀνθρακίτου), ἡ τῆς θερμαντικῆς δυνάμεως αὐτῶν, ἐξακριθούμεν πῶσα χγ ὕδατος ἐξαερῶνται ἐξ ὥρισμένου αὐτῶν βάρους καιομένου. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω, 1 χγ καθαροῦ ἀνθρακός ἐστίν ικανὸν πρὸς ἐξαερωσίν βάρους ὕδατος πλείονος τῶν 13 χγ (ἐδ. 211). Ἄλλ' ἐν τῇ πράξει τὰ ἄριστα εἶδη τοῦ ὀρυκτοῦ ἀνθρακος, καί λίαν εὐμεθέδως πρὸς θέρμανσιν καιόμενα, ἀναπτύσσουσι τὸ πολὺ 8—9 χγ θερμαντικὴν δύναμιν.

Ὡς πηγὴν τῆς γεννωμένης ἐκ τῶν χημικῶν δράσεων θερμότητος θεωρητέον τὸ κατὰ τὴν ἐνωσιν συγγενῶν σωμάτων *κερδαίνοντο* ἔργον ἐκ τῆς χημικῆς ἐξέως, ὅπερ ἐμφανίζεται ὡς θερμότης διδ' ἀπαιτεῖται ἰση δαπάνη ἔργου ἡ ποσοῦ θερμότητος πρὸς χωρίσιν τῶν χημικῶν στοιχείων ἐκάστου συνθέτου σώματος. Τὰ δὲ ἐκρηγνόμενα σώματα ἢ μίγματα, οἷον ἡ πυρόκοκκς, τὸ χλωριοῦχον ἄζωτον κτλ., κατὰ τὴν ἐκρηγνῆν καὶ θερμότητά προδεδωμένα καὶ ἔργον ἐκτελούντα, περιέχουσιν οὕτως εἰπεῖν ἐκποτετακμενόμενον θησαυρὸν μηχανικοῦ ἔργου καὶ ὁμοιάζουσι πρὸς τεταμένα ἐλατήρια.

Κατὰ τὰς ἐρεῦνας τοῦ Rosseti (1877) περὶ τῆς θερμοκρασίας τῶν φλογῶν, ἐν τῇ φλογὶ τοῦ λύχνου τοῦ Bunsen διακρίνονται τὸ ἔξω ἑλυτρον (1350°) ὃν λεπτή κυανὴ ἐπιβολή, εἰτα δευτέρα παχύτερα ἰανθινὴ ἐπιβολή (1250°), εἰτα λεπτόν ἑλυτρον ἔχον ὥρατον ἀείρονον χρῶμα (ὀλίγη ψυχρότερον τῶν 1200°), καὶ τέλος ἡ σκοτεινὴ κωνικὴ καρδία (200°—500°). Δάμπουσαι φλόγες εἰσὶ ψυχρότεραι.

244. ΖΩΙΚΗ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. Τὸ σῶμα τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ἐχόντων θερμὸν τὸ αἷμα ζῶων ἦτοι τῶν θηλαστικῶν καὶ τῶν πτηνῶν, ἄτινα ἀναπνέοντα διὰ πνευμόνων ἔχουσι τελείαν διπλὴν κυκλοφορίαν, κέκτηται ἀμετάβλητον ὑψηλὴν θερμοκρασίαν μὴ ἐξαρτωμένην ἐκ τοῦ κλίματος καὶ ἐκ τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους. Ἡ θερμοκρασία τοῦ αἵματος τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν πλείστων θηλαστικῶν ἐστὶ περίπου 37°, τῶν δὲ πτηνῶν ἐστὶ ὑψηλὴ 40°—41°. Πηγὴ τῆς θερμότητος ταύτης ἐστὶν ἡ λειτουργία τῆς ἀναπνοῆς, καθ' ἣν ἀνθρακοῦδρογονοῦχά τινα συστατικὰ τοῦ αἵματος ὀξειδιόυνται ἐκ τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ὀξυγόνου, ὅπερ ἀναμύζεται ἐκ τῶν αἰματοσφαιρίων ἐν τοῖς πνεύμοσι. Τὸ ἐκ τῆς καύσεως ταύτης συστοιχειούμενον ἀνθρακικὸν ὀξὺ ἀποπνεόμενον ἐκ τῶν πνευμόνων ἀντικαθίσταται ὑπὸ νέου ὀξυγόνου. Πρὸς ὁμαλὴν συντήρησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ αἵματος ἀνάγκη ἄρα μείζονος δαπάνης τροφῶν ἐκ τῶν καλουμένων μάλιστα ἀναπνευστικῶν, τῶν παχειῶν δηλαδὴ καὶ ἀμυλούχων, ἐν ὧρᾳ χειμῶνος καὶ ἐν χώραις ψυχραῖς ἢ ἐν θερμότερῳ περιέχοντι.

Ἡ ἀμετάβλητος θερμοκρασία τοῦ αἵματος ἀλλοιοῦται κατ' ἐξαιρέσιν ἐν ἀσθενείαις, ὥστε τὸ θερμόμετρον ἐστὶν ἀπαραίτητον ἱατρικὸν ὄργανον, ἔτι δὲ καὶ κατὰ τὴν φυλεῖαν θηλαστικῶν τινῶν, ἧς ἐστὶν ἀπονάρκωσις καθ' ἣν ἡ υπερβολικὴ βραδύτης τῶν λειτουργιῶν τῆς ἀναπνοῆς καὶ τῆς κυκλοφορίας φύγουσι τὸ αἷμα μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιέχοντος ἀέρος. Παρατηρήθη δὲ ὅτι κατὰ τὴν ἐκ τῆς φυλεῖας ἐξέγερσιν ἡ θερμοκρασία τοῦ αἵματος τοῦ ἐλείου ὑφίσταται ἐν διαστήματι 2 1/2 ὥρῶν ἀπὸ 8°, 4 εἰς 32°. Ἀλλὰ καὶ τὰ διὰ βραγχείων ἀναπνέοντα ζῶα, ὥς καὶ τὰ διὰ τραχείων ἀναπνέοντα ἐντομα, κέκτονται θερμότητά τινα αἵματος αὕτη ὅμως μεταβλητὴ οὕσα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς θερμοκρασίας τοῦ περιέχοντος, ἣν ὀλίγον ὑπερβάλλει, τοῦτο μὲν ἐνεκα τῆς βραδύτητος τῆς ἀναπνοῆς τοῦτο δὲ ἐνεκα τῆς ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν μικρότητα τοῦ σώματος μεγάλης ἀπώλειας θερμότητος πρὸς τὰ ἐκτός. Ὅπου σμήνος ἐντόμων συμβιοῦ-

σιν, ὡς ἐν ταῖς κυψέλαις, παρατηρεῖται λίαν αἰσθητὴ τῆς θερμοκρασίας ὑψώσεως, ἐὰν μάλιστα ταῦτα ἀνηρεμῆτως κινῶνται, ὡς καὶ ὅταν σφοδρῶς περυγίζωσι τὰ μεγάλα ἐσπέρια τῆς οἰκογενείας τῶν σφίγγων κτλ. — Εἰς δὲ τὴν λειτουργίαν τῆς βλαστήσεως τῶν φυτῶν καθόλου μὲν δεξιδωσις οὐ παρακολουθεῖ, τούναντίον μάλιστα τὰ πράσινα αὐτῶν ὄργανα χωρίζουσι τὸ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀνθρακικὸν δὲδ εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ τῇ βοήθειᾳ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός καὶ ἀποπνέοντα τὸ ἀναστοιχειούμενον ὀξυγόνον διαπλάττουσιν ἐν ἑαυτοῖς ἀνθρακοῦδρογονοῦχα σώματα, οἷον κυτταρίνην, ἄμυλον, σάκχαρι, ἔλαια κτλ. καὶ ἀποβαίνουσιν οὕτως οἰονεὶ ἀποθῆκαι ἔργου, ὅπερ κερδαίνεται πάλιν ὅταν καίωμεν τὸ ὕλον ἢ τοὺς ἐξ αὐτοῦ ἄνθρακας. Κατὰ τὴν ἀνθρῖν διμῶς συμβαίνει δεξιδωσις, εἰς ἣν συνοδεύει αἰσθητὴ ὑψώσις θερμοκρασίας, παρατηρουμένη ἐν ἄνθεσι μεγάλους ἢ ἐν ἰούλοις, εἰον ἐν τῇ σπάδιξι τῶν ἀροειδῶν, ἐν τῷ ἄνθεσι βικτωρίας τῆς βασιλικῆς, ἐν τῷ ἰούλῳ τῆς οἰκογενείας τῶν κυκαδοειδῶν κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

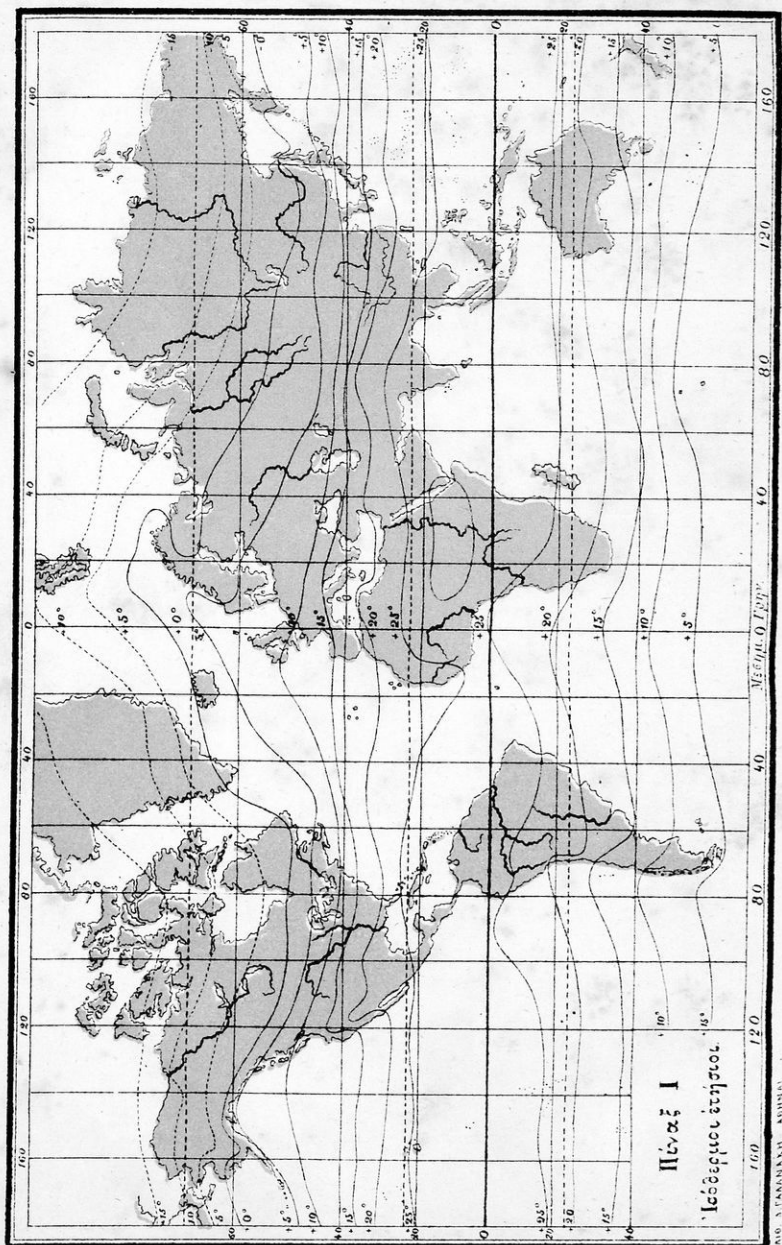
Παράρτημα εἰς τὴν θερμαντικὴν.

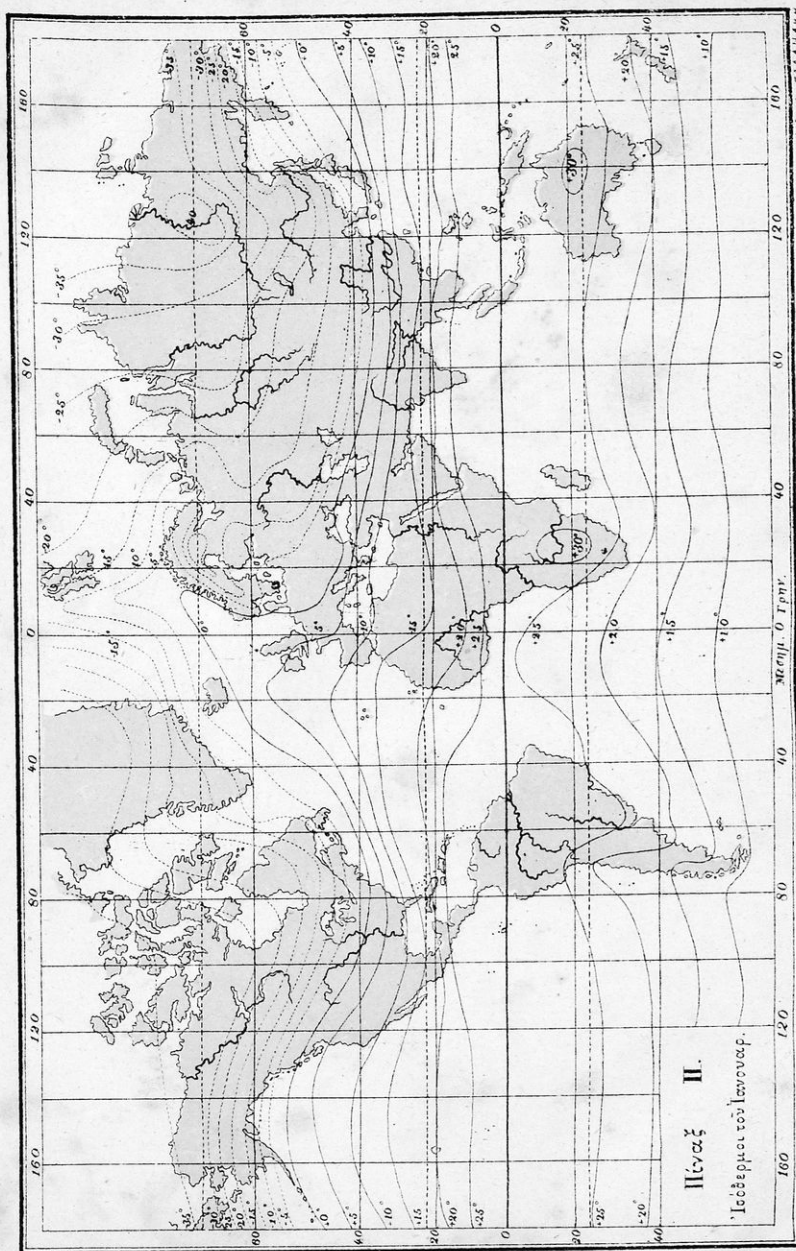
Περὶ τῶν κυριωτάτων ἀτμοσφαιρικῶν φαινομένων· στοιχειώδης μετεωρολογία.

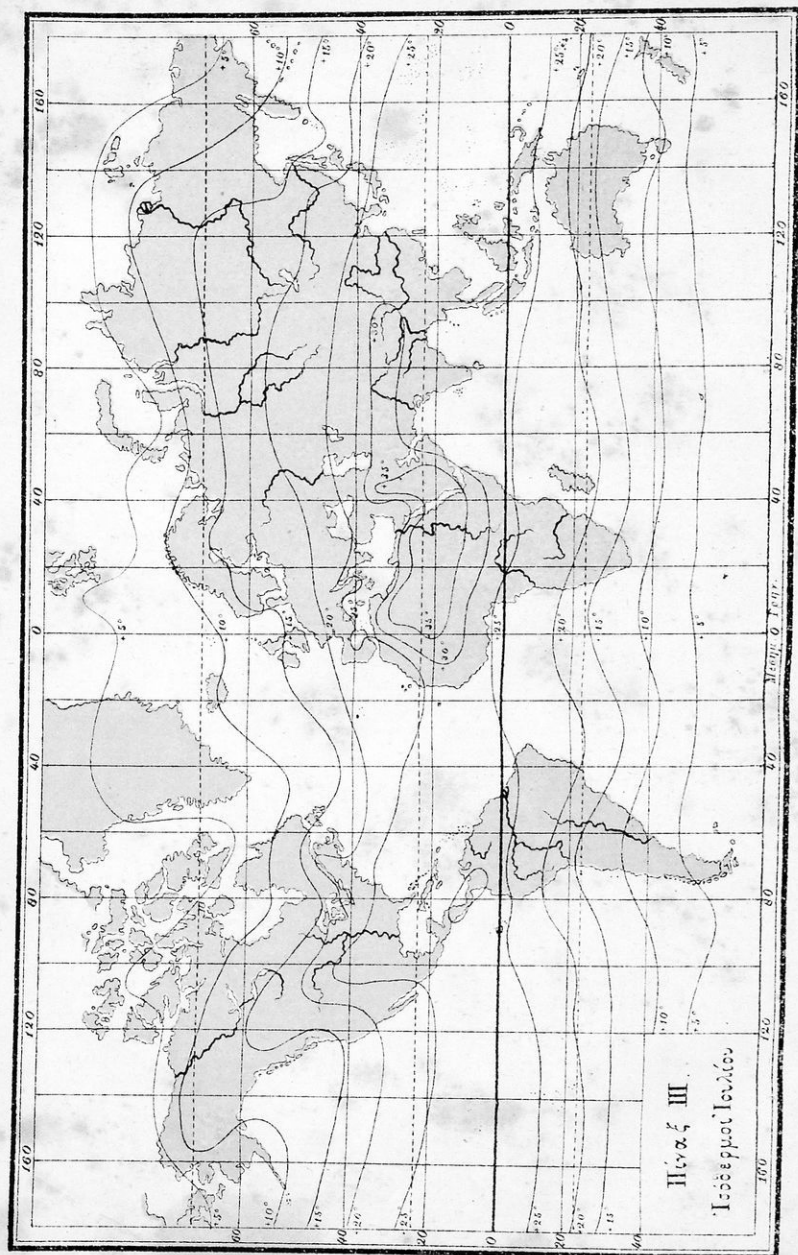
245. ΚΑΙΜΑΤΑ ΚΑΙ ΩΡΑΙ. Πρωτίστη ἀφορμὴ τῆς διαφορᾶς τῶν κλιμάτων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐστὶν ἡ ἀριστος θέρμανσις τῶν διαφόρων χωρῶν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων. Ὅσῳ ἔλασσον τὸ ὕψος τοῦ ἡλίου τοσοῦτῳ ὀξυτέρα ἡ σχηματιζομένη γωνία μεταξὺ τῶν μεσημβρινῶν ἀκτίνων αὐτοῦ καὶ τοῦ ὀρίζοντος, τοσοῦτῳ ἄρα ἐλάσσων καὶ ἡ θερμαντικὴ αὐτῶν ἐνέργεια (ἐδ. 239), μειουμένη ἐτι καὶ διὰ τὴν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ μείζονα ἀπορρόφησιν. — Τὴν δὲ μεταβολὴν τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους ἐπιφέρει ἡ κατὰ τὸ θέρος βορεία καὶ ἡ κατὰ τὸν χειμῶνα νοτία ἀπόκλισις τοῦ ἡλίου· διότι ἐν ὥρᾳ θέρους οὐ μόνον τὸ ὕψος τοῦ μεσουρανοῦτος ἡλίου ἐστὶ μείζον ἢ ἐν χειμῶνι, ἀλλὰ καὶ ὁ χρόνος τῆς ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα διατριβῆς αὐτοῦ ἦτοι τὸ μῆκος τῆς ἡμέρας.

Ἐν τῇ μεταξὺ τῶν τροπικῶν διακεκαυμένη ζώνῃ ἡ κατάστασις ἐστὶ διάφορος, διότι ἐν πάσῃ χώρᾳ αὐτῆς ὁ ἐτησίως δις διὰ τοῦ κατὰ κορυφὴν σημείου διερχόμενος ἥλιος ἄλλοτε μὲν μεσουρανεῖ πρὸς βορρᾶν καὶ ἄλλοτε πρὸς νότον αὐτοῦ· ὥστε ἡ μεταβολὴ τῶν ὥρῶν τοῦ ἔτους διαφορὰ ἐξαρτάται ἐκεῖ οὐχὶ τόσον ἐκ τῆς ἀμέσου μεταβολῆς τῆς θερμαντικῆς ἐνεργείας τοῦ ἡλίου, ὅσον ἐκ τοῦ ἡμερησίου ὕψους αὐτοῦ προευνούτος ὀριζομένη βεῦματα ἀέρος καὶ περιοδικὴν κατάστασιν ἀτμοσφαιρικῆς ὑγρασίας συνδεομένην πρὸς αὐτά· διὸ ἐν τῷ ἔτει τῆς ζώνης ταύτης διακρίνονται δύο κυρίως ὥραι ἡ ἀνοιχθὸς καὶ ἡ ἐπομβρὸς. Ἐν δὲ ταῖς κατεψυγμέναις ζώναις, ταῖς περιβαλλομέναις ὑπὸ τῶν πολικῶν, ὁ ἥλιος οὐδὲως ἀνατέλλει ἐπὶ πολλὰς ἢ ὀλίγας ἡμέρας τοῦ χειμῶνος (ἐν τῷ πόλῳ ἐπὶ μῆνας ἐξ)· καὶ οὐδὲως μὲν δίδει κατὰ τὸ θέρος ἐπ' ἴσον χρόνον, ἀλλὰ εὐθὺς πάντοτε μεσουρανῶν εἰς ὕψος μικρόν.

246. ΗΜΕΡΗΣΙΑΙ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑΙ ΜΕΛΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΙ. ΙΣΟΘΕΡΜΟΙ. Πρὸς ὀριζομένην τῆς μέσης θερμοκρασίας ἡμέρας τινὸς λογιζόμεθα τὸν μέσην ἀριθμητικὴν τιμὴν πασῶν τῶν καθ' ὥραν παρατηρουμένων θερμοκρασιῶν τοῦ ἀέρος, ἐκ δὲ τῶν μέσων ἡμερησίων θερμοκρασιῶν λογιζόμεθα ὁμοίως τὰς μέσας θερμοκρασίας ἐκάστου μηνός, ἐκάστης ὥρας καὶ ὅλου τοῦ







ἔτους κατὰ πάσας τὰς χώρας τῆς γῆς. Ἐκ τοιαύτης δὲ σειράς παρατηρήσεων παραταθείσης ἐπὶ ἔτη πολλὰ λογιζόμεθα τὴν μέσσην θερμοκρασίαν τοῦ ἔτους ἢ ἐκάστου μηνὸς ἢ ἐκάστης ὥρας ἀσφαλέστερον καὶ ἀπηλλαγμένην τυχαίων ἀτμοσφαιρικῶν ἀνωμαλιῶν ἀναφανισμένων ἐν τινι ἔτει. Πρὸς εὐληπτον δὲ παράστασιν τῆς διανομῆς τῆς θερμότητος ἐπὶ τῆς γῆς συνάπτομεν ἐπὶ γεωγραφικοῦ πίνακος, κατὰ τὸν Α. Humboldt (1817), πάσας τὰς ἐχούσας ἴσην μέσσην ἐτήσιαν θερμοκρασίαν χώρας διὰ γραμμῆς, ἣν καλοῦμεν *ισοθερμον*.—Εἰ ἡ εἰς στερεάς καὶ εἰς θαλάσσας διανομὴ, ἡ φύσις τοῦ ἐδάφους, ἡ φυτεία κτλ. ἦν ὁμοία πανταχοῦ τῆς γῆς, πᾶσαι αἱ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ παραλλήλου χώραι ἤθελον ἔχει ἴσην τὴν μέσσην ἐτήσιαν θερμοκρασίαν, καὶ αἱ ἰσοθερμοὶ ἤθελον συμπίπτει πρὸς τοὺς παραλλήλους κύκλους, ὥστε ἡ θερμοκρασία ἤθελεν εἶναι ὑψίστη ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ οἱ πόλοι τοῦ ἄξονος τῆς γῆς καὶ πόλοι τοῦ ψύχους ἐνταύτῃ. Ἀλλὰ ταῦτα οὐδόλως ἔχουσιν οὕτω τούναντίον δέ, οὐ μόνον ἡ τῶν ἰσοθερμῶν φορὰ ἐστὶ λίαν ἀκανόνιστος καὶ μάλιστα ἡ τῶν *ισοθεριῶν* καὶ τῶν *ισοχειμερινῶν*, (ἦτοι τῶν γραμμῶν τῶν διερχομένων διὰ χωρῶν ἴσης μέσης θερινῆς καὶ χειμερινῆς θερμοκρασίας) ὥς καὶ ἡ τῶν *μηνιαίων* ἰσοθερμῶν, ἀλλὰ καὶ οἱ ἀστρονομικοὶ πόλοι διαφέρουσι τῶν πόλων τοῦ ψύχους· ὑπάρχουσι δὲ ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ δύο ἀπ' ἀλλήλων διακεκριμένοι χειμερινοὶ ψυχροὶ πόλοι ὁ μὲν ἐν τῇ Ἀσίᾳ ὁ δὲ ἐν τῇ Ἀμερικῇ.

Οἱ πίνακες I, II, III ἐξεικονίζουσι τὰς ἰσοθερμούς γραμμὰς τοῦ ἔτους καὶ τῶν μηνῶν Ἰανουαρίου καὶ Ἰουλίου. Ὁ δὲ ἐπόμενος κατάλογος περιλαμβάνει τὰς μέσας θερμοκρασίας τοῦ ἔτους καὶ τῶν μηνῶν Ἰανουαρίου καὶ Ἰουλίου χωρῶν τινων. Αἱ χώραι αὗται εἰσι διατεταγμέναι κατὰ τὴν γεωγραφικὴν αὐτῶν πλάτος, ἐκτὸς τῶν μεταξύ 50° καὶ 60° Β. Π. ὁλίγων χωρῶν, αἵτινες διετάχθησαν κατὰ τὸ γεωγραφικὸν αὐτῶν μήκος ἕνεκα τῶν ἐκτεθησομένων ἐν τῇ ἐπομένῃ παραγράφῃ.

Χῶραι	Γεωγ. Πλάτ.	Γεωγ. Μερ. ἐκ Γρη.	ἔτους	Μέσαι θερμοκρασίαι		διαφ.
				Ἰανουαρ.	Ἰουλ.	
Λιμὴν Ρένσελ (Γροιλαν.)	78° 37	— 70° 40	— 19,5	— 34,4	3,5	37,9
Βοσθία εὐδαίμων	69 59	— 92 1	— 15,7	— 33,7	5,1	38,8
Ἰακόντιση	62 2	129 14	— 11,4	— 42,1	16,7	58,8
Τοβόλσκη	56 12	68 16	0,2	— 19,7	20,0	39,7
Καζάνη	55 47	49 7	3,7	— 13,6	19,4	33,0
Μόσχα	55 45	37 34	4,2	— 11,6	19,5	31,1
Πετρούπολις	59 56	30 18	3,7	— 9,1	17,0	26,1
Κενισθέργη	54 43	20 29	6,2	— 4,2	17,0	21,2
Βερολίνον	52 30	13 24	9,0	— 2,4	18,7	21,1
Βρυξέλλαι	50 51	4 2	,4	1,9	18,0	16,1
Παρίσιοι	48 50	2 20	10,7	1,9	18,7	16,8
Γερνουήνσιον	51 29	0 010	9,4	1,9	15,4	13,5
Δουβλίον	53 21	— 6 11	9,5	3,6	16,0	12,4
Ῥώμη	41 54	12 25	15,9	7,2	24,4	17,2
Κωνσταντινούπολις	41 0	28 59	13,7			
Νεοδράκον	40 44	— 74 1	10,9	— 1,0	23,7	24,4
Πεκίνον	39 54	116 26	12,6	— 3,7	27,5	31,2
Κινκινάτη	39 6	— 84,29	12,0	0,9	24,6	23,7
Ἀθήναι	37 58	23,43	18,6			
Φοῦνχαλ (Μαδέιρα)	32 38	— 16 56	19,7	17,5	22,5	5,0

Χώρα	Γεωγ. Πλάτ.	Γεωγ. Μήκ. ἐκ Γερμ.	Μέσαι θερμοκρασίαι ἐτους	Ἰανουάρ.	Ἰουλ.	διαφ.
Καλκούττη	22 38	88,20	28,0	20,7	29,9	9,2
Πανδιχέρη	11 56	79,52	31,0	26,5	34,4	7,9
Λίμα	— 12 3	— 77 8	23,0	25,6	20 2	5,4
Ἀγ. Ἐλένη	— 15 55	— 5 43	16,4	17,7	14,5	3,2
Ῥίον Ἰανέιρον	— 22 54	— 43 16	24,2	26,7	19,5	7,2
Ἀκρωτήριον Καλ. Ἑλ.	— 33 56	18 28	19,1	23,5	14,2	9,3
Νῆσ. Φάλλανδ.	— 52	— 61	8,5	13,4	3,0	10,4

247. ΚΛΙΜΑ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΟΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΟΝ. Δύο χώραι ἴσην τὴν μέσσην ἐτῆσιαν θερμοκρασίαν ἔχουσαι δυνατόν, ὥς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ καταλόγῳ παρατηρεῖται, ἵνα διαφέρωσι πολὺ κατὰ τὸ κλίμα, καθόσον κείταινται ἀνίσους *ταλαντώσεις* θερμοκρασίας ἐν τῷ ἔτει, ὅπερ ἐκδηλοῦνται ὑπὸ τῆς μεταξύ *ἡπειρωτικῶν καὶ θαλασσίων* κλιμάτων ἀνομοιότητος. Ἐπειδὴ αἱ στερεαὶ, πολὺ ταχύτερον τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων θερμαινόμεναι, ταχύτερον ἀκτινοβολοῦσι πάλιν τὴν ἀπορροφηθεῖσαν θερμότητα πρὸς τὸ χάος, αἱ ἡμερήσιαι καὶ ἐτήσιαι *ταλαντώσεις* τῆς θερμοκρασίας ἀνευρίσκονται καθόλου τοσούτῳ μείζονες ὅσῳ μᾶλλον αἱ ἐν αὐταῖς χώραι ἀφίστανται τῆς παραλλίας. Τοῦτο καθορῶμεν συγκρίνοντας τὰς μεταξύ 50° καὶ 60° Β. Π. ἐπὶ τῶν αὐτῶν περιπτῶν παραλλήλων ἄλλ' ἐπ' ἐτέρων μεσημβρινῶν κειμένων χώρων. Ἐνῷ ἡ Ἀγγλία κέκτηται σαφῶς ἐκδηλούμενον θαλάσσιον κλίμα, ἡ διαφορά τῶν θερμοκρασιῶν τοῦ θερμωτάτου καὶ ψυχροτάτου μηνὸς μεγεθύνεται τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ αἱ ἀντίστοιχοι χώραι κείνται μᾶλλον πρὸς ἀνατολὰς ἐντὸς τῆς ἐκτεταμένης ξηρᾶς Εὐρώπης καὶ Ἀσίας· κατὰ τὸ θέρος εἰσὶν αἱ ἡπειροὶ, κατὰ τὸν χειμῶνα αἱ θάλασσαι σχετικῶς θερμότεραι.

Πρὸς ὁμαλισμὸν τῶν ἀνισότητων τοῦ κλίματος τῶν παραλλίων χωρῶν συντελοῦσιν οὐκ ὀλίγον καὶ τὰ θαλάσσια ρεύματα. Τὰ βορειοδυτικὰ παράλια τῆς Εὐρώπης ὀφείλουσι τὸ ἦπυρ αὐτῶν χειμερινὸν κλίμα κατὰ τὸ πλεῖστον εἰς τὸ ρεῦμα τοῦ κόλπου, τὸ φέρον πρὸς αὐτὰ τὰ ἐν τῷ κόλπῳ τοῦ Μεξικοῦ θερμανθέντα ὕδατα. — Ὡς αἷτια τῶν ρευμάτων τούτων σημειούμεν πρῶτον τοὺς δεσπόζοντας ἀνέμους, προκαλοῦντας τὰ ἐπιπόλαια ρεύματα τὰ μὴ προχωροῦντα εἰς τὰ βάθη, εἴτα τὴν μεταξύ *ἐξατμίσεως* καὶ *πυκνώσεως* διαφορὰν. Ἐν ταῖς τροπικαῖς θαλάσσαις ὁ ἐτήσιος ὑετός φθάνει εἰς ὕψος δύο μέτρων κατὰ τὸν Humbolt, τὰ δὲ ἐξατμιζόμενα ὕδατα εἰς βάθος πέντε μέτρων, ὥστε ἡ κατ' ἔτος συμβαίνουσα ἀφαίρεσις ὑδάτων εἰς 367750 χημ περίπου, ἥτοι εἰς πλεῖον τι τῶν 1000 χημ καθ' ἐκάστην. Ἀλλὰ καὶ τὸ ποσὸν τοῦ διαλυμένου ἁλατος πληθύνεται κατὰ τὰ ἐπιπόλαια στρώματα ἐν μὲν ταῖς τροπικαῖς θαλάσσαις ἐνεκα τῆς ἐξατμίσεως, ἐν δὲ ταῖς πολικαῖς ἐνεκα τῆς ἐκπύσεως μεγάλων μαζῶν ἀνάλων, τὸ οὕτω δὲ βαρύτερον καθιστάμενον ὕδωρ βυθίζεται κομίζον εἰς τὰ ἐνδόργανα ὄντα τῶν πυθμένων τὸν πρὸς ζωὴν ἀναγκαῖον αὐτοῖς ἀέρα διαλυμένον. — Ἡ ἐκ τῆς τροπικῆς Ἀμερικής πρὸς ἀνατολὰς συνεχῶς μεταφερομένη θερμότης ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ κόλπου ἐστὶν ἱκανὴ πρὸς ἀδιάλειπτον τῆκιν ρεύματος πάγου ἔχοντος τὸ πλάτος καὶ τὸ βάθος τοῦ Μισισσιππῆ.

248. ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ. Ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς δι' ἡμέρας μὲν θερμαίνεται ὑπὸ τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλίου καὶ μετοχετεύει τὴν ὑψηλὴν αὐτῆς θερμοκρασίαν εἰς τὰ ἐπικείμενα αὐτῇ ἀέρινα στρώματα, διὰ νυκτὸς ὁμῶς ψύχεται ἐνεκα τῆς πρὸς τὸ χάος ἀκτινοβολίας. Ὡς ἀπορρόφησις ὥς καὶ ἡ ἀφραῖς αὕτη καὶ ἡ ἐξ αὐτῶν ἡμερησία τῆς

θερμοκρασίας ταλάντωσιν εἰσι μείζονες ὑπὸ αἴθριον ἢ ὑπὸ ἐπίνεφῃ οὐρανόν. Ἐπέρχονται δὲ συνήθως τὸ μὲν μέγιστον τῆς ἡμερησίας θερμοκρασίας κατὰ τὰς πρώτας μετὰ μεσημβρίαν ὥρας, περὶ τὴν 2^{αν} περίπου, τὸ δὲ ἐλάχιστον μίαν περίπου ὥραν πρὸ τῆς ἀνατολῆς.

Ἐν νυκτὶ αἰθρίας καὶ ἐνάστερος ἡ θερμοκρασία ταπεινοῦται συνήθως πολὺ· ἐντεῦθεν ἡ ἀρχαία καὶ ψευδὴς δόξα τοῦ λαοῦ ὅτι τὸ φῶς τῆς σελήνης προξενεῖ ψύχος. — Βεβαίως ὁμως ἡ ὑπὸ τοῦ Melloni διὰ φακοῦ ἐξ ὀρυκτοῦ ἀλατος καὶ διὰ τῆς θερμοηλεκτρικῆς στήλης ἀποδειχθεῖσα θερμαντικὴ ἐνέργεια τῆς σελήνης ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐστὶν ἐλαχίστη (νεωστὶ μάλιστα ἤρξαντο ἀμφιβέλλοντες καὶ περὶ τῆς ὑπάρξεως αὐτῆς), διότι τὸ πλεῖστον μέρος τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων τῆς σελήνης ἀπορροφᾶται πιθανῶς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ (παρβλ. ἐδ. 237).

249. ΕΛΑΤΤΩΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΥΠΕΡ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΝ ΤΗΣ ΓΗΣ ΥΨΗ. Τὰ προηγούμενα ἀναφέρονται ἰδίως εἰς τὰ ἀμέσως ἀπτόμενα τοῦ ἐδάφους ἀτμοσφαιρικά στρώματα· ἀλλὰ τοῦ ὕψους αὐξανομένου ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν ἢ τῶν πεδιάδων, ἡ θερμοκρασία ἐλαττωῖται, ὡς παρατηροῦμεν ἢ ἀνερχόμενοι εἰς τὰ ὄρη ἢ ἀεροποροῦντες. Κατὰ τὸν Schlagintweit ἐπὶ τῶν Ἀλπεων παρατηροῦμεν ἐλαττωσιν θερμοκρασίας 1° P. ἀνερχόμενοι ἐν Ἰανουαρίῳ μὲν 286 μ., ἐν Ἰουλίῳ δὲ 175 μ., καὶ ἐν τῇ μέσῃ ὥρᾳ τοῦ ἔτους 219 μ.

Τὴν πρὸς τὰ ὕψη ἐλάττωσιν ταύτην τῆς θερμοκρασίας ἐξηγούμεν θεωροῦντες πρῶτον ὅτι, ἐπειδὴ τὸ πλεῖστον μέρος τῆς ἡλιακῆς ἀκτινοβολίας ἀπορροφᾶται ὑπὸ τῆς στερεᾶς καὶ βευστῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐλάχιστον δὲ ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας, ὁ ἀπὸ θερμαίνεται κυρίως κάτωθεν ἀπτόμενος τῆς θερμανθείσης ἐπιφανείας τῆς γῆς, καὶ δεύτερον ὅτι τὰ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν θερμανθέντα καὶ ἕνεκα τούτου ὑψούμενα ἀέρινα μόρια διαστέλλονται φθάνοντα εἰς ἀνώτερα ἀτμοσφαιρικά στρώματα ὡς ἦτον πιεζόμενα καὶ ἐπομένως ψύχονται (ἐδ. 242). Ὁ νόμος τῆς ἐλαττώσεως τῆς θερμοκρασίας ἀναλόγως τοῦ ὕψους ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἀλλοιοῦται ἰδίως ἐν τοῖς κατωτάτοις ἀτμοσφαιρικοῖς στρώμασι τοῖς ἀμέσως ἀπτομένοις τοῦ ἐδάφους καὶ μάλιστα κατὰ τὸν βαθὺν ὄρθρον καὶ ἐν χώραις ἐν αἷς συμβαίνει διὰ νυκτὸς πολλὴ πρὸς τὸ χάος ἀκτινοβολία, ἐξ ἧς ψύχεται τὸ ἔδαφος πολλοὺς βαθμοὺς ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν κατωτάτων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων (παρβλ. ἐδ. 262).

Ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἐλάττωσις αὕτη τῆς θερμοκρασίας ἄλλοις οὐσιωδῶς τὸν χαρακτῆρα τῆς φυτείας, διότι ἡ κατὰ χώρας διασπορά ἐκάστου εἶδους φυτῶν περιορίζεται· ἐν ἡ ζῶνῃ τοῦ ὕψους ὑπάρχουσιν οἱ πρὸς ἐπίδοσιν αὐτοῦ ἀναγκαῖοι τῆς θερμοκρασίας ὅροι. Ἡ καλλιέργεια π. χ. τῆς ἀμπέλου καὶ τῶν δημητριακῶν καρπῶν εὐοδοῦται μέχρις ὕψους τινὸς ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης προσήκοντος εἰς ἕκαστον εἶδος αὐτῶν. Ἐπὶ τῶν ὕψηλων ὄρεων τὸν θερμὸν κλιμάτων προκύπτει ἡ τῶν αἰθαλῶν δένδρων βλάστησις μέχρις ὕψους τινός, πέρα δ' αὐτοῦ εἰς μείζονα ὕψη ἐξαλείφονται ὅπως τὰ φυλλοφόρα καὶ τέλος τὰ τριχόφυλλα. Αἱ δὲ ὑπὲρ τὴν ζώνην τῶν δένδρων ὕψηλα χωρὰ φύουσιν ἰδίᾳ τινα χαμαίξηλα φυτάρια καλύπτοντα τοὺς βράχους διὰ χλόης βρυώδους. Ὑπερταῖο τέλος τοῦ ὁρίου τῶν χιόνων ἐκλείπει παντελῶς πᾶσα φυτικὴ ὑπαρξίς, διότι καὶ αἱ τοῦ θερμοῦ ἡλίου ἀκτίνες ἀδυνατοῦσιν ἵνα τήξωσι τὸ ἐν ὥρᾳ χειμῶνος συναχθὲν τῆς χιόνος ποσόν (παρβλ. ἐδ. 260).

250. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ. Αἱ ἡμερησῖαι καὶ ἐτήσιαι ταλαντώσεις τῆς ἀτμοσφαιρικῆς θερμοκρασίας παρατηροῦνται μέχρι μικροῦ τινος βάθους ἐντὸς τῆς γῆς. Τὰ ἀμέσως βαθύτερα στρώματα κέκττηνται δι' ὅλου τοῦ ἔτους θερμοκρασίαν ἀμετάβλητον, ἀντιστοιχοῦσαν πρὸς τὴν μέσῃν ἐτήσιαν τῆς χώρας. Ἐν τῷ ὑπογίῳ τῶν Παρισίων ἀστεροσκοπεῖον χειμῶν εἰς βάθος 26 μ., ἡ ἐτήσια τῆς θερμοκρασίας μεταβολὴ καταντᾷ μόλις εἰς 0,1°. ἕνεκα τούτου τὰ ἀπὸ μικροῦ τινος βάθους προερ-

χόμενα πηγαία ὕδατα φαίνονται ἡμῖν τὸ μὲν θέρος ψυχρότερα τῆς ἀτμοσφαιρας, τὸν δὲ χειμῶνα θερμότερα, ὡς διατηροῦντα δι' ὅλου τοῦ ἐτους τὴν θερμοκρασίαν αὐτῶν ἀμετάβλητον.

Ἡ ἀμετάβλητος θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους ἐξηγεῖται διὰ τῆς μικρᾶς ἀγωγῆς δυνάμεως τῶν στρωμάτων τῆς γῆς, δι' ὧν ὅσῳ βαθύτερον κειμένων τοσούτῳ βραδύτερον εἰσδύει τὸ ἐτήσιον μέγιστον καὶ ἐλάχιστον τῶν θερμοκρασιῶν καὶ τοσούτῳ ἐλάσσον διαφέρουσι ταῦτα ἀλλήλων, ὡς εἰ αἱ ἀτμοσφαιρικαὶ μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας διεδίδοντο εἰς τὰ ἐντὸς τῆς γῆς διὰ κυμάτων λίαν βραδέως προχωροῦντων καὶ ἐνταῦτ' ἑαυτῶν βαθυμῶν ταπεινοῦμένων (παρβλ. ἐδ. 240). — Ἐκ θερμομετρικῶν παρατηρήσεων γενομένων εἰς τὰ βάθη τοῦ ἀτλαντικοῦ ὠκεανοῦ ὁ Thompson συνεπέρανεν ὅτι ἡ μὲν ἡλιακὴ θερμότης ἐνεργεῖ μέχρι βάθους 40 μ., καὶ ἡ ἐκ τοῦ ρεύματος τοῦ κόλπου θερμανσις μέχρι βάθους 1200 μ. ὅτι ὅμως βαθύτερον μέχρι μὲν 3000 μ. ἡ θερμοκρασία χαμηλοῦται 1^ο ἀνὰ 400 μ., μεταξὺ δὲ 3000 καὶ 4000 μ. κατέρχεται ἀπὸ 2,6^ο εἰς 2^ο καὶ τέλος ὅτι εἰς βάθος 6000 μ. καταντᾷ εἰς 1,9^ο. Ὁ θαλάσσιος πυθμὴν εἰς μέγιστα βάθη εὐρήθη ἔχων ἀμετάβλητον θερμοκρασίαν μεταξὺ 0^ο καὶ 2^ο. — Ἡ ἐλάχιστη παρατηρηθεῖσα θερμοκρασία ἐπὶ τοῦ πυθμένος κατὰ τινα θαλασσοπορείαν ἐν ἔτει 1869 ᾤν — 1,3^ο.

251. ΠΝΟΑΙ ΕΝ Τῇ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΙ. Ἐν παντὶ χώρῳ περιέχοντι ἀέρα ἀνίσως θερμόν, οἷον ἐν θαλάμῳ θερμαινόμενῳ ὑπὸ θερμάστρας, τὰ κατὰ τὰς θερμότερας χώρας ἀέρινα μόρια χωροῦσι πρὸς τὰ ἄνω ἐνεκα τῆς ἐλαφρότητος αὐτῶν (ἐδ. 202), ἐνῶ τὰ μᾶλλον μεμακρυσμένα τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ὡς ψυχρότερα φέρονται πρὸς τὰ κάτω ὥστε γεννᾶται πνοὴ ἐκ τῶν ψυχροτέρων μὲν πρὸς τὰ θερμότερα παρὰ τὸ ἐδάφος, ἀντίθετος δὲ κατὰ τὰς ἀνωτέρας χώρας. Ἐὰν δὲ μεταξὺ δύο ἀνισοθέρμων θαλάμων ὑπάρχῃ στενὸν ἀνοιγμα θύρας, τὸ κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ ἀνοίγματος πνεῦμα φυσᾷ φλόγα τεθεῖσαν ἐκεῖ πρὸς τὸν ψυχρότερον θάλαμον, τούναντίον τὸ πλησίον τοῦ ἐδάφους πνεῦμα ὠθεῖ αὐτὴν πρὸς τὸν θερμότερον. — Ἡ ἐν ταῖς ἐστίαις τῶν θερμαστρῶν καὶ τῶν καμίνων βικία πνοὴ προέρχεται ἐκ τῆς πρὸς τὰ ἄνω φορᾶς τῆς ἐν τῇ καπνοδόκῃ θερμῆς ἀερίνης στήλης. Ὅμοιοι πνοαὶ συμβαίνουσι καὶ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας ἐνεκα τῆς ἀνίστου θερμάνσεως τῶν διαφόρων χωρῶν τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ὧν τινὲς εἰσι τοπικαὶ ὡς αἱ καλούμεναι ἀπόγειοι καὶ πελάγεια αὔραι, ἢ τροπαῖαι πνοαί, ἐν παραλίαις χώραις πνέουσιν· ἐπειδὴ δὴλ. ἡ στερεὰ δι' ἡμέρας μὲν θερμαίνεται μᾶλλον, διὰ νυκτὸς δὲ ψύχεται μᾶλλον τῆς θαλάσσης (ἐδ. 247), κατὰ τὰς θερμωτάτας ὥρας τῆς ἡμέρας ὁ δροσερὸς θαλάσσιος ἀήρ πνέει παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν στερεάν καὶ καθίσταται αἰσθητὸς ὡς αὔρα πελαγία, ἐνῶ διὰ νυκτὸς πνέει ἀντιθέτως ὁ ἀπόρρευς κατὰ τὴν ἐναλλαγὴν δὲ τῶν δύο ἀντιθέτων τούτων πνευμάτων ἐπικρατεῖ συνήθως ἐπὶ τινας ὥρας νηνεμία. Ἐν πολλῷ μείζονι μέτρῳ προξενεῖ ἡ ἄνισος θερμανσις τῶν ἰσημερινῶν καὶ τῶν πολικῶν χωρῶν τῆς γῆς τὰς κινήσεις τῆς ἀτμοσφαιρας· διότι ἐν μὲν τῇ διακεκαυμένῃ ζῶνῃ ἀναπλέουσι τὰ θερμὰ τοῦ ἀέρος μόρια, ἐν δὲ ταῖς κατεψυγμέναις ὁ ψυχρὸς ἀήρ καταβυθίζεται· ἐντεῦθεν δὲ γεννῶνται ἐν ἑκατέρῳ τῶν ἡμισφαιρίων τῆς γῆς δύο μεγάλοι κύριοι ἀνεμοί, ὧν ὁ μὲν φέρων τὸν ψυχρὸν ἀέρα παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἀπὸ τοῦ πόλου πρὸς τὸν ἰση-

μερινὸν καλεῖται *πολικὸν πνεῦμα*, ὃ δὲ διὰ τῶν ὑπερτέρων ἀτμοσφαιρικῶν στρωμάτων ἀπὸ τοῦ ἡμερινοῦ πρὸς τὸν πόλον διευθυνόμενος *ισημερινὸν πνεῦμα*. Τὸ δεύτερον τοῦτο ὀρμώμενον ἐκ τῶν ὑρείων χωρῶν τοῦ ἡμερινοῦ φθάνει, ὡς ἐκ τοῦ σφαιρικοῦ σχήματος τῆς γῆς, εἰς ζώνας μεζονος πλάτους βαθμηδὸν συστελλομένας, μὴ εὐρίσκον δὲ μετ' ὀλίγον ἐν αὐταῖς χώρον ἱκανὸν ἵνα βεῦση ὁμαλῶς πρὸς τοὺς πόλους καταδύει ἀναγκαιῶς, καὶ ἀρχεται ἐπιστρέφον κατὰ τὸ πλεῖστον πρὸς τὸν ἡμερινὸν ἀπὸ πλάτους 30° ἤδη, ὡς αἱ παρατηρήσεις μαρτυροῦσι (παρ. σχ. 277.) Εἰς μεγάλα πλάτη ἡ ἀτμόσφαιρα καὶ μάλιστα τὰ ὑψηλὰ αὐτῆς στρώματα κινεῖνται ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ πρὸς τοὺς πόλους, ἀλλ' οἱ ἀνεμοὶ τῶν κατωτέρων στρωμάτων αὐτῆς ἐξαρτῶνται κατ' ἐξοχὴν ἐκ τῶν διαφορῶν τῶν θερμοκρασιῶν μεταξὺ θαλάσσης καὶ ξηρᾶς καὶ ἐκ τῶν ἐντεῦθεν προκυπτουσῶν διαφορῶν τῆς πίεσεως (ἐδ. 254).

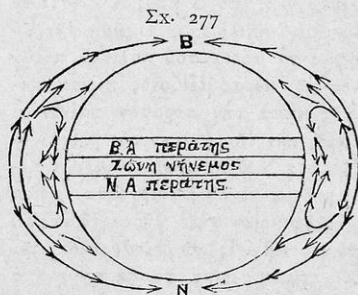
252. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΓΗΣ. ΔΙΗΝΕΚΕΙΣ Η ΠΕΡΑΤΑΙ ΑΝΕΜΟΙ. Εἰ ἡ διανομὴ τῆς θαλάσσης καὶ τῆς ξηρᾶς καὶ ἡ ἐξαρσις τῶν σειρῶν τῶν ὀρέων ἦσαν ὁμαλαὶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς καὶ ἡ ἡμερησία στροφή τῆς γῆς μὴ ἐνῆργει ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν μεγάλων καὶ κυρίων ἀτμοσφαιρικῶν πνευμάτων, τὸ ἕτερον μὲν αὐτῶν ἤθελε διευθυνέσθαι ἀπὸ Β πρὸς Ν, τὸ δὲ ἄλλο ἀπὸ Ν πρὸς Β· ἀλλ' ἡ ἐκ Δ πρὸς Α ἡμερησία τῆς γῆς κινήσεις ἐκτρέπει τὰς πνοὰς ταύτας τῆς ἀρχῆθεν διευθυνέσεως αὐτῶν. Ἐπειδὴ δηλαδὴ τὰ παρὰ τὸν ἡμερινὸν ἀέρινα μόρια μετέχοντα τῆς περὶ τὸν ἄξονα στροφῆς τῆς γῆς φέρονται ἐκ Δ πρὸς Α μετὰ ταχύτητος 470 μ. περίπου ἐν τῷ λ''^φ, φθάνοντα ὡς

ισημερινὸν πνεῦμα εἰς μεζονα πλάτη ἔχοντα ἐλάσσονα περιστροφικὴν ταχύτητα, προτρέχουσι τῆς στρεφόμενης γῆς ἀπὸ Δ πρὸς Α· ὥστε ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ τὸ ἀρχῆθεν νότιον ἡμερινὸν πνεῦμα ἐκτρέπεται εἰς νοτιοδυτικόν· καὶ ἀντιστρόφως τὰ μόρια τοῦ πολικοῦ πνεύματος φθάνοντα ἀπὸ χωρῶν ἐλάσσονος εἰς χώρας μεζονος περιστροφικῆς ταχύτητος καὶ ὑστεροῦντα τῆς γῆς κατὰ τὴν στροφήν φαίνονται κινούμενα ἀπὸ Α πρὸς Δ, ὥστε τὸ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς πνέον *πολικὸν πνεῦμα* τὸ ἀρχῆθεν ἀπὸ Β πρὸς Ν διευθυνόμενον *μεταβάλλεται εἰς βορειανατολικόν*. — Ἡ ἡμερησία κινήσεις ἐνεργοῦσα ὁμοίως ἐπὶ τῶν δύο πνευμάτων τοῦ νοτίου ἡμισφαίου τῆς γῆς μεταβάλλει τὴν διευθυνομένην ἀμφοτέρων τοῦ μὲν ἡμερινοῦ εἰς *βορειοδυτικόν*, τοῦ δὲ πολικοῦ εἰς *νοτιοανατολικόν*. Τὰ ἀτμοσφαιρικά ταῦτα πνεύματα διατελοῦσιν εὐσταθέστατα ἐν ταῖς πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον τοῦ ἡμερινοῦ ἐκτάσεις τῶν μεγάλων ὠκεανῶν, ἐν αἷς πνέοντα δι' ὅλου τοῦ ἐνιαυτοῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν ἀπαρτίζουσι τοὺς λίαν γνωστοὺς τοῖς θαλασσοπόροις *διηνεκεῖς περάτας ἀνέμους*, ὧν τὴν γένεσιν ὁ Hadley πρῶτος (1735) ὀρθῶς κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἡρμήνηυσε· καὶ πρὸς βορρᾶν μὲν τοῦ ἡμερινοῦ μεταξὺ 10° καὶ 30° περίπου βορείου

πλάτους πνέει ἀδιαλείπτως ὁ βορειανατολικὸς περάτης, πρὸς νότον δὲ τοῦ ἰσημερινοῦ εἰς τὸ ἀντίστοιχον πλάτος ὁ νοτιοανατολικὸς περάτης, ἐνῷ ἐν τοῖς ἀνωτέροις ἀτμοσφαιρικοῖς στρώμασιν ὁ ἀντιπεράτης φέρει τὸν ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ ὑψωθέντα ἀέρα πρὸς τοὺς πόλους, πνέων ἐν μὲν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ ὡς νοτιοδυτικὸς, ἐν δὲ τῷ νοτίῳ ὡς βορειοδυτικὸς ἄνεμος.

Περὶ τῆς ὑπάρξεως τῶν ἀντιθέτως διευθυνομένων ἀνέμων τούτων ἐν τοῖς ἀνωτέροις ἀτμοσφαιρικοῖς στρώμασι βεβαιούμεθα τοῦτο μὲν ἐκ τῆς ἀμέσου παρατηρήσεως ἐπὶ τῶν κορυφῶν ὕψηλων ὀρέων ἐξαιρομένων μέχρι τῆς χώρας τοῦ ἀντιπεράτου (οἷον ἐπὶ τοῦ Πίκου τῆς Τενερίτης), τοῦτο δὲ ἐκ τοῦ πολλάκις βεβαιωθέντος γεγονότος ὅτι ἡ εἰς μεγάλη ὕψη ἐκσπενδονιζομένη σποδὸς ἡφαιστειῶν ἐκρήξαυ μετηγέχθη πλεῖον ἢ 740 χμ μακρὰν ἀντιθέτως τοῦ ὑποκάτω πνέοντος περάτου καὶ ἐκ τινων πτώσεων μετεωρικῆς φύσεως. Τὰ τὴν μεσόγειον θάλασσαν διαπλέοντα πλοῖα καλύπτονται οὐχὶ σπανίως, λιθὸς (ΝΔ) πνέοντος, ὑπὸ κοινοῦ ὑπερύβρου, ὅστις συνηθέστερον ἀναφαίνεται παρὰ τὴν δυτικὴν ἀφρικανικὴν παραλίαν· τὸν κοινότερον τούτον ἐξετάσας μικροσκοπικῶς ὁ Ehrenberg εὗρε μεστὸν πλείστον λειψάνων μικροσκοπικῶν ὄντων βιούντων ἐν ταῖς τροπικαῖς χώραις τῆς νοτοῦ Ἀμερικῆς, διαπορβουμένων ἄρα ἀναγκαίως ἐκείθεν ὑπὸ σφοδρῶν νοτιοδυτικῶν ἀνέμων καὶ ῥιπαζομένων εἰς τὴν ἀφρικανικὴν παραλίαν.

253. ΖΩΝΗ ΝΗΝΕΜΟΣ. ΕΤΗΣΙΑ ΚΙΝΗΣΙΣ ΤΟΥ ΜΕΘΩΡΙΟΥ ΤΟΥ ΠΕΡΑΤΟΥ. ΩΡΑΙ ΕΝ ΤΗ ΔΙΑΚΕΚΑΜΕΝΗ ΖΩΝΗ. — Τὰς ζώνας ἐναῖς πνέει ὁ διηνεκὴς περάτης χωρίζει ἀπ' ἀλλήλων ἡ ἰσημερινὴ νήνεμος ζώνη, περιλαμβάνουσα τὰς χώρας τῆς μεγίστης θερμότητος, ἀφ' ὧν κατ' ἐξοχὴν χωρεῖ καθέτως πρὸς τὰ ἄνω ὁ θερμὸς ἀήρ. Καὶ ἐν ταῖς ζώναις μὲν τοῦ περάτου, πρὸς ἃς πνέει ἀδιαλείπτως ἡ ὁρμώμενος ἐκ ψυχροτέρων χωρῶν μὴ κεκορεσμένης ὡς ἐκ τούτου ὕδατμων, ἐπικρατεῖ διηνεκὴς ξηρασία καὶ αἰθρία· ἐν τῇ ζώνῃ ὁμῶς τῆς γαλήνης συμβαίνει τὸναντίον ἀδιάλειπτοι ὄμβροι καὶ θύελλαι μετὰ βροντῶν καὶ κεραυνῶν, διότι ὁ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν τροπικῶν ὕδατων κορεσθεὶς ὕδατμου ἀήρ ψύχεται ἐν τῷ



ἀνέρχεσθαι ἕνεκα τῆς ἐπερχομένης διαστολῆς (ἐδ. 242) καὶ τὸ πλεῖστον τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατμου ἐκρευστούμενον καταπίπτει ὡς ὄμβρος βιαιότατος, εἰς δὲ συνοδεύουσι συνήθως πάντα τὰ θεηλωδῶ φαινόμενα (ἐδ. 228.) (Σχ. 277). Ἀλλ' ἡ πρὸς βορρᾶν καὶ πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ ἡλιακὴ ἀπόκλισις μετακινεῖ ἐτησίως τὰ μεθόρια τῶν ζωνῶν τοῦ περάτου καὶ τῆς νηνέμου ζώνης, ὥστε ταῦτα κατὰ μὲν τὸ ἡμέτερον θέ-

ρος προχωροῦσι μᾶλλον πρὸς βορρᾶν κατὰ δὲ τὸν ἡμέτερον χειμῶνα παλινδρομοῦσι μᾶλλον πρὸς νότον· ἐντεῦθεν πηγάζει ἡ ἐν ταῖς τροπικαῖς χώραις ἐναλλαγὴ τῶν δύο τοῦ ἔτους ὥρων τῆς ξηρᾶς καὶ τῆς ὑετίας, διότι ἐφ' ὅσον μὲν χώρα τις διατελεῖ ἐν τῇ ζώνῃ τοῦ περάτου

ἔχει ξηρασίαν καὶ αἰθρίαν, ὑγρασίαν δὲ καὶ ὑετοὺς ἐφ' ὅσον διατελεῖ ἐν τῇ ζώνῃ τῆς γαλῆνης (παρ. ἐδ. 254. 256). Τὸ δὲ μέγεθος τῆς ἐτησίας μεταθέσσεως τοῦ μεθορίου τῶν ζωνῶν τοῦ περάτου ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς διανομῆς τῶν στερεῶν καὶ τῶν θαλασσῶν ἐστὶν ἄνισον κατὰ τὰ διάφορα γεωγραφικὰ μήκη. Ὑπάρχουσι χώραι διατελοῦσαι δι' ὅλου σχεδὸν τοῦ ἔτους ἐν τῇ νηνέμῳ ζώνῃ (Καυὲννη) καὶ ἔχουσιν ἀδιακόπους ὑετοὺς καὶ ἄλλαι ἐν αἷς σπανιώτατα βρέχει (Ζαχάρα).

Ἡ ἐτησία κίνησις τοῦ μεθορίου τῶν περατῶν ἐστὶ μέγιστη ἐν τῷ ἰνδικῷ ὠκεανῷ. Ἐν ὥρᾳ ἡμετέρου θέρους, ἔνεκα τῆς ἐντόνου θερμάνσεως τῆς πρὸς βορρᾶν τοῦ ἰσημεριῖ κειμένης μεγάλης ἀσιατικῆς ἡπείρου, ὁ τοῦ νοτίου ἡμισφαίριου νοτιανατολικὸς περάτης εἰσβάλλει εἰς τὸ βόρειον ἡμισφαίριον πολὺ ὑπὲρ τὸν ἰσημερινὸν νοτιανατολικὸς εἰς βορειοδυτικὸν ἀνεμὸν τούναντίον ἐν ὥρᾳ ἡμετέρου χειμῶνος εἰσβάλλει ὁ βορειανατολικὸς περάτης εἰς τὸ νότιον ἡμισφαίριον μεταβάλλων ἔνεκα τούτου τὴν διεύθυνσιν αὐτοῦ εἰς βορειοδυτικὴν· ὥστε ἐν τῷ ἰνδικῷ ὠκεανῷ πνέουσι περιοδικῶς κατὰ τὰς νοτιοδυτικαί, πρὸς νότον δὲ τοῦ ἰσημερινοῦ νοτιανατολικαί καὶ βορειοδυτικαί καλούμεναι ὑπὸ τῶν θαλασσοπόρων Μούσους (ἐτησίαι).

254.α. ΖΩΝΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΒΑΝΤΩΝ ΑΝΕΜΩΝ. ΙΣΟΒΑΡΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΡΟΒΑΘΜΙΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΙ. Ἡ πλήρης αὕτη τάξις τῆς κινήσεως τῶν ἀνέμων καὶ τῆς ἐξ αὐτῶν ἐξαρτωμένης ἀτμοσφαιρικῆς καταστάσεως περιορίζεται μόνον ἐν τῇ ζώνῃς ἐχούσης ἐφ' ἑκάτερα τοῦ ἰσημερινοῦ πλάτος 30° μοιρῶν περίπου. Πέρα τῶν ἐσχάτων ὁρίων τῆς ζώνης ταύτης ἄρχεται ἡ τῶν μεταβλητῶν ἀνέμων· ἐπειδὴ ἐκτὸς τῶν τροπικῶν ὁ ἀνώτερος ἀντιπεράτης βαθμηδὸν καταβυθίζομενος πνέει εἰς μείζονα πλάτη οὐχὶ πλέον ὑπεράνω τοῦ πολικοῦ πνεύματος ἀλλὰ παρ' αὐτῷ, ὥστε ἐπὶ χρόνον οἱ δύο ἀνεμοὶ ἀντιπαραχωροῦσι πρὸς ἀλλήλους. Καίτοι δὲ ἡ ἐναλλαγὴ αὕτη καὶ ἡ ἐξ αὐτῆς προερχομένη ἀτμοσφαιρικὴ κατάστασις φαίνονται ἐκ πρώτης προσόψεως ἄτακτοι, ἀνευρίσκομεν ὅμως καὶ ἐν αὐτῇ ὀρισμένους νόμους. Οἱ θερμοὶ ἀνεμοὶ πνέουσιν ἐκ χωρῶν ἐν αἷς ἐπικρατεῖ ὑψηλὴ θερμοκρασία, πρὸς τὴν δυτικὴν Εὐρώπην ἐκ τῶν νοτιοδυτικῶν (Νιψ), ἐκ τῶν ἐκτεταμένων δηλαδὴ θαλασσῶν τῶν θερμαινόμενων ὑπὸ τοῦ βέμβματος τοῦ κόλπου· πρὸς τὴν Ῥωσίαν καὶ τὴν Σιθῆριαν ἐκ νότου (νότος), διότι ἐκεῖ ὑπάρχουσιν ἀπέραντοι χώραι ὑπὸ τοῦ ἡλίου κατὰ τὸ πλεῖστον διαθαλπόμεναι· πρὸς δὲ τὴν ἀνατολικὴν Ἀσίαν ὅπου αἱ ἰσόθερμοι κάμπτονται νοτιανατολικῶς, ὅπου δηλαδὴ ἡ θερμότης ἐπιτείνεται πρὸς τοῦτο μᾶλλον τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, οἱ ἀνεμοὶ πνέουσι μεταξὺ τοῦ νοτιανατολικοῦ (εὐρος) καὶ τοῦ νοτίου σημείου. Οἱ ψυχροὶ ἀνεμοὶ πάλιν πνέουσιν ἐκ σημείων σχεδὸν ἐναντίων πρὸς μὲν τὴν δυτικὴν Εὐρώπην ἐκ τοῦ ἀνατολικοῦ βορειανατολικοῦ (ἐλλησποντίας)· πρὸς τὴν Ῥωσίαν ἐκ τοῦ βορειανατολικοῦ (καυκίας)· πρὸς τὴν δυτικὴν Σιθῆριαν ἐκ βορρᾶ (βορέας καὶ ἀπαρχτίας)· πρὸς τὴν ἀνατολικὴν Ἀσίαν ἐκ τοῦ βορειοδυτικοῦ (ἀργέστης)· πανταχοῦ δηλαδὴ κατὰ διευθύνσεις ὁρμωμένας ἐκ τοῦ ἐν τῇ βορείῳ Ἀσίᾳ πόλου τοῦ ψύχους· ὁμοίως δὲ καὶ οἱ ἐν τῇ βορείῳ Ἀμερικῇ πνέοντες

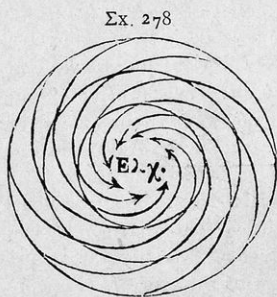
ψυχροὶ ἄνεμοι ὁρμῶνται ἐκ τοῦ ἐν αὐτῇ πόλου τοῦ ψύχους (ἐδ. 246).

Ἐκ παρατηρήσεων δ' ἐγένετο γνωστὸν ὅτι ἐν τῇ εὐκράτῃ ζώνῃ πρὸς δυσμὰς μὲν τῶν σφεραῶν μεγίστην πίεσιν ἀσχοῦσιν ἐν ὥρᾳ χειμῶνος οἱ βορειανατολικοὶ καὶ ἐλαχίστην οἱ νοτιοδυτικοὶ ἄνεμοι, πρὸς ἀνατολάς δὲ τῶν ἡπείρων οἱ μὲν δυτικοὶ καὶ οἱ βορειοδυτικοὶ ὑψοῦσιν οἱ δὲ νότιοι καὶ οἱ νοτιανατολικοὶ ταπεινοῦσι τὴν στάσιν τοῦ βαρομέτρου. Πρὸς ἀκριβέστερον ὁρισμὸν τῆς σχέσεως μεταξὺ τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου καὶ τῆς πίεσεως συνάπτομεν διὰ γραμμῆς, ἰσοβαροῦς καλουμένης, πάσας τὰς χώρας τὰς ἐχούσας ἴσον τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης ἀναχθέν· ὥστε δύο σημεῖα τῆς αὐτῆς ἰσοβαροῦς ὑψίστανται ἴσην πίεσιν, ἐνῷ τὰ ἐγγύτατα σημεῖα ἐν οἷς ἀναφαίνεται ἡ μεγίστη βαρομετρικὴ διαφορὰ κεῖνται πάντοτε κατὰ κάθετον ἐφ' ἐκάστης ἰσοβαροῦς. Τὴν διεύθυνσιν ἀπὸ σημείου μείζονος πίεσεως πρὸς τὸ ἐγγύτατα παρακείμενον σημεῖον ἐλάσσονος πίεσεως καλοῦμεν *βαροβαθμικὴν γραμμὴν*· ἡ βαροβαθμικὴ ἐστὶν ἄρα κάθετος ἐν παντὶ σημείῳ ἐπὶ τῆς ἀντιστοίχου ἰσοβαροῦς· ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν χιλιοστομέτρων καθ' ἃ ἐλαττοῦται ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἰς ἀπόστασιν ἐνὸς γεωγραφικοῦ μιλίου (74 20,5μ) κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς βαροβαθμικῆς καλεῖται *βαροβαθμὶς*.

Ἐὰν αἱ ἰσοβαρεῖς τύχῃσι συγκεντρικαὶ περιφέρειαι, αἱ βαροβαθμικαὶ συμπίπτουσι πρὸς τὰς ἀκτῖνας καὶ διευθύνονται πρὸς τὰ ἐκτὸς ἢ πρὸς τὰ ἐντὸς καθόσον τὸ κοινὸν τῶν ἰσοβαρῶν κέντρον ἐστὶ βαρομετρικὸν μέγιστον ἢ ἐλάχιστον. Ἐὰν αἱ ἰσοβαρεῖς τύχῃσι παράλληλοι εὐθεῖαι καὶ αἱ βαροβαθμικαὶ εἰσιν ἐπίσης παράλληλοι. Συμπυκνῶμενων τῶν ἰσοβαρῶν ἡ βαροβαθμὶς ἐνισχύεται.

Ἀναφέροντες τὴν διεύθυνσιν τῶν βελῶν τοῦ ἀνέμου ἐν τοῖς πίναξιν IVα καὶ IVβ εἰς τὴν φορὰν τῶν ἰσοβαρῶν βεβαιούμεθα περὶ τοῦ ὑπὸ

τοῦ Buys-Ballot (1857) ἀνακαλυφθέντος νόμου ὅτι ἡ διεύθυνσις τοῦ ἀνέμου ἐξαρτᾶται μάλιστα ἐκ τῆς ἀρίστου διαρομῆς τῆς πίεσεως. Κατὰ τὸν νόμον τοῦτον παρατηροῦμεν ὅτι (ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ τῆς γῆς) τὸ ἐλάχιστον τῆς πίεσεως κεῖται ἐπὶ τ' ἀριστερὰ καὶ μικρόν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν τοῦ στρέφοντος τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἄνεμον· ὥστε ὁ ἄνεμος πνέει μεταξὺ βαροβαθμικῆς καὶ ἰσοβαροῦς προσκλίνων μᾶλλον πρὸς τὴν δευτέραν (Σχ. 278)· ἐπομένως ἡ κίνησις τοῦ ἀνέμου συμβαίνει τότε ἐν συνό-



λῳ κατὰ δίνην σπειρικὴν, φέρουσαν ἀέρα πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ἐλάχιστον τουτέστι πρὸς τὸ κέντρον τῆς κινήσεως, ἀντιθέτως πρὸς τὴν στροφὴν τῶν δεικτῶν ὥρολογίου ἢ ἀντιθέτως πρὸς τὸν ἥλιον. Ἀντιστρόφως ἐξορμαῖται ὁ ἄνεμος ἀπὸ βαρομετρικοῦ μεγίστου ἀποκλίνων

ἐπὶ τὰ δεξιὰ καὶ διατρέχων σπειρικὴν τροχὴν μετὰ διευθύνσεως ὁμοίας τῇ στροφῇ τῶν δεικτῶν ὠρολογίου ἢ «συμφώνως πρὸς τὸν ἥλιον.» (Σχ. 279) Οἱ στρόβιλοι οὗτοι τῶν ἀνέμων περιδινούνται ἀντιστρόφως ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαίριῳ τῆς γῆς.

Τὴν ἀπὸ τῆς βαροβαθμικῆς ἔκκλισιν ταύτην τῆς διευθύνσεως τοῦ ἀνέμου ἐξημερεύομεν καὶ ἐνταῦθα (παρ. ἐδ. 252) διὰ τῆς ἡμερησίας κινήσεως τῆς γῆς, ἐπιφερούσης ἐν τῷ βορείῳ μὲν ἡμισφαίριῳ κάμψιν ἐπὶ τὰ δεξιὰ ἐν τῷ νοτίῳ δὲ κάμψιν ἐπὶ τ' ἀριστερά. Ἀναλογεῖ δὲ ἡ ἔκκλινουσα αὕτη ἐνέργεια πρὸς τὸ ἡμίτονον τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους, ἰσοῦται ἄρα πρὸς $7^{\circ} 30'$ καθ' ὥραν εἰς πλάτος 30° . Ὀλιγώτερον συντελεῖ πρὸς ἔκκλινιν ἡ φυγόκεντρος δύναμις τοῦ περιδινουμένου ἀέρος.

Ἐντεῦθεν ἐννοοῦμεν κατὰ πόσον χρησιμεύει τὸ βαρομετρον ὡς προγνωστικὸν μετεωροσκοπίον. Ταχεῖα καὶ ἱκανὴ πῶσις τοῦ βαρομέτρου προαναγγέλλει συνήθως θύελλαν· ὑπερβαλλόντως πάλιν ὑψηλὴ τοῦ βαρομέτρου στάσις, προερχομένη πολλὰκις ἐκ συμφυρμού τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ τοῦ πολικοῦ πνεύματος ἐπιφέρει συνήθως ἐνεκα τῆς ἀναμίξεως θερμοῦ καὶ ψυχροῦ ἀέρος πυκνὴν δμίχλην καὶ ὑδατῶδες ὑποστάσεις.

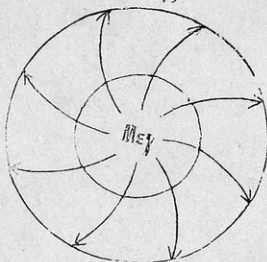
Καὶ ἐν γένει μὲν ὡς ἐκ τῶν ἀνωτέρω συμπεραίνομεν ἐπικρατοῦσιν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ νοτιοδυτικοὶ καὶ βορειαντικολοὶ ἄνεμοι· τοπικὰ δὲ αἷται ἐπιφέρουσι παρεκτροπὰς· ἡ ἐντονος π. χ. θερμανσις τῆς ἀσιατικῆς ἡπείρου ἀρκίους τὸν ἐπ' αὐτῆς ἀέρα προκαλεῖ πολλὰκις ἐν Εὐρώπῃ κατὰ τὸ θέρος ἀνέμους βορειοδυτικούς.

254 β. **Προχώρησις βαρομετρικοῦ ἐλαχίστου.** Οἱ πίνακες IV α καὶ IV β συνοψίζουσι τὴν πίεσιν, τὸν ἄνεμον, τὴν συνέπειαν καὶ τὸν ὑέτον ἐν Εὐρώπῃ κατὰ δύο διαδοχικὰς ἡμέρας (26 καὶ 27 Ἰανουαρίου 1868). Τὴν βαρομετρικὴν στάσιν ἐμφαίνουσιν αἱ ἰσοβαρεῖς, τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀνέμων βέλη φερόμενα ὡς ἐκεῖνοι, τὴν βίαν τῶν ἀνέμων ὁ ἐπὶ τῶν βελῶν ἄριστος ἀριθμὸς ἀθέρων (εἰς ἀθῆρ — ἀσθενὴς ἄνεμος, ἐξ ἀθέρων — καταιγίς). Ἡ νηνεμία εἰκονίζεται διὰ δακτυλίου περὶ τὸν σταθμὸν καθόσον δὲ ὁ δακτύλιος οὕτως παρίσταται κενὸς ἢ ἡμιπλήρης ἢ ὅλος μέλας σημαίνεται ὁ οὐρανὸς ἀνεφελος, ἢ ἡμιαίθριος ἢ συννεφής· ὁ ὑέτος ἐμφαίνεται διὰ σημείου καὶ ἡ χιών δι' ἀστέρος κεχαραγμένου παρὰ τῷ σταθμῷ.

Ἀνατελλούσης τῆς 26 Ἰανουαρ. (Πίναξ IV α) ἐπὶ μὲν τῆς νοτίου Εὐρώπης ἐπικρατεῖ ὑψηλὴ βαρομετρικὴ στάσις, ὑπὲρ τὰ 771 χμ ἐν Ἰσπανίᾳ, ἐπὶ δὲ τῆς μέσης Εὐρώπης ἐκτείνεται ὡς γλῶσσα ἡ πίεσις τῶν 760 χμ πρὸς βορρᾶν μέχρι Σουηδίας· ἐπ' ἐκτέτρα τῆς ἰσοβαροῦς ταύτης ἡ πίεσις ἐστὶν ἐλάσσων, καὶ πρῶτον μὲν τι ἐλάχιστον πίεσεως τῶν 727 χμ ὑπάρχει παρὰ ταῖς Φερράς, δεύτερον δὲ τῶν 732 χμ πρὸς βορρᾶν τῆς Νορβηγίας καὶ τέλος τρίτον τῶν 737 χμ ἐν Ῥωσίᾳ. Αἱ βαροβαθμίδες εἰσι μικραὶ ἐν τῇ νοτίᾳ καὶ μέσῃ Εὐρώπῃ, οἱ ἄνεμοι ἀσθενεῖς καὶ ἄτακτοι, ὁ οὐρανὸς πανταχοῦ σχεδὸν ἀνεφελος· τουναντίον περὶ τὸ ἐλάχιστον τῶν Φερρών, ὅπου αἱ ἰσοβαρεῖς συμπτυννύνται, αἱ βαροβαθμίδες ἐνισχύονται καὶ ὁ ἄνεμος κορυφούται εἰς καταιγίδα βιάζουσαν τὸν ἀέρα σπειρηδὸν πρὸς τὸ ἐλάχιστον κατὰ τὸν ἐν τοῖς προηγούμενοις ἐκτεθέντα νόμον· ὁμοίως αἱ βροβαθμίδες εἰσὶν ἰσχυραὶ παρὰ τὸν Καταιγίδα-την καὶ ἐν τῇ νοτίᾳ Βαλτικῇ, ὅπου καταιγίζει ἀργέστης (ΒΔ)· ἐπὶ δὲ καὶ ἐν τῇ ἀνατολικῇ Γερμανίᾳ πνέει βιαιότατος ἄνεμος· ἐν δὲ τῇ ἀνατολικῇ Ῥωσίᾳ παρατηρούμεν βαρομετρικὸν μέγιστον, ἀφ' οὗ ἐξορμῶνται οἱ πνέοντες ἄνεμοι.

Τῇ ἐπαύριον (Πίναξ IV β) τὸ ἐλάχιστον προχωρήσαν ἀπὸ τῶν Φερρών πρὸς ἀνατολὰς διέρχεται τὴν Νορβηγίαν, ὅπου τὴν αἰθρίαν τοῦ ἀργέστατο διεδέξατο συνέφειρα λιθὸς (ΝΔ) καὶ εὐρύ (ΝΑ)· παρὰ τὴν δυτικὴν παραλίαν τῆς Νορβηγίας τρεπέντος τοῦ νότου εἰς ἀργέστην ἐπῆλθεν ὑέτος, ἐνῷ ἐν Σκωτίᾳ ὁ οὐρανὸς ἀπέθη αἰθρίας, ἐν Ῥωσίᾳ

Σχ. 279



καὶ ἐν τῇ ἀνατολικῇ Γερμανίᾳ ὁ ἄνεμος ἐκόπασεν, ἐν Ἰσπανίᾳ πνέει σφοδρὸς σεννεφῆς καικίας (BA)· τὰ ἐν τῇ βορείῳ Νορβηγίᾳ καὶ ἐν τῇ δυτικῇ Ῥωσίᾳ ἐλάχιστα ὠμαλίσθησαν. — Ἐν τῷ αὐτῷ πλάνῳ IV β φαίνεται πρὸς τοῦτοις καὶ ἡ ὁδὸς τοῦ ἐλαχίστου, ὅπερ τῇ προτεταίᾳ ἦν παρὰ ταῖς Φερδαῖς, μέχρι τῆς πρωΐας τῆς 29ῃ· Ἰανουαρίου. Τὸ ἐλάχιστον προχωρεῖ συνήθως πρὸς ἀνατολὰς, βραδυπορεῖ δὲ καὶ βαρύνεται ἅμα ἐπιβὰν τῆς στερεᾶς ἕνεκα τῆς αὐτῆς τῶν κατὰ τῆς κινήσεως ἐμποδίων. Ἐν τῇ ἐπομένῃ συνήθει διαγράφεται ἀκριβέστερον τὸ διάστημα εἰς ὅσον προῦχώρησεν τὸ ἐλάχιστον ἀπὸ τῆς ἐσπέρας τῆς 25ῃς μέχρι τῆς πρωΐας τῆς 29ῃς καὶ ἡ ἐν αὐτῷ πίεσις:

μεταξὺ ὥρων	6 μμ.	7 μμ.	7 μμ.	8 μμ.	8 μμ.	9 μμ.	10 μμ.
Ὅδος εἰς μοίρας	6,8 ⁹	6,3 ⁰	3,7 ⁰	3,6 ⁰	3,4 ⁰	3,5 ⁰	
Ὅδος καθ' ὥραν	63 χμ	59 χμ	34 χμ	33 χμ	32 χμ	16 χμ	
Χιλοστόμετρα πίεσεως	727	725	723	733	737	742.	

Προχωροῦντος τοῦ ἐλαχίστου, ἐν μὲν ταῖς χώραις ταῖς πρὸς βορρᾶν τῆς τροχίᾳς τοῦ κέντρου τοῦ στροβίλου ἐφ' ὧν πνέει ἡ ἀριστερὰ αὐτοῦ πτέρυξ (παρθλ. Σχ. 278) μεταβάλλεται ἡ διεύθυνσις τοῦ ἀνέμου ἀπὸ εὐρου (NA) εἰς ἀπηλιωτὴν (A) εἰς καικίαν (BA) εἰς ἀπαρκτίαν (B), ἥτοι «ἀντιθέτως τῷ ἡλίῳ», ἐν δὲ ταῖς χώραις ταῖς πρὸς νότον τῆς τροχίᾳς τοῦ κέντρου, ἐφ' ὧν δηλαδὴ πνέει ἡ δεξιὰ τοῦ στροβίλου πτέρυξ ἀπὸ νότου (N) εἰς λίβαν (NA) εἰς ἑσπέρων (Δ) μέχρις ἀργέστου (ΔB) ἥτοι «συμφώνως τῷ ἡλίῳ».

Ἐκ τοῦ βορείου ἀτλαντικοῦ, ἰδίως ἕνεκα τοῦ θερμοῦ ρεύματος τοῦ κόλπου (ἐδ. 247) πηγαῖονσι διηγεκῶς ἀραιώματα προχωροῦντα, ὡς τὸ ἀνωτέρω λεπτομερῶς περιγραφέν ἐλάχιστον, πρὸς ἀνατολὰς συνήθως· ὅταν δὲ τοιοῦτό τι ἐλάχιστον πρὸς βορρᾶν τῆς Ἀγγλίας ἀφανέν διέρχεται τὴν Σκανδιναβίαν καὶ χωνεύεται ἐν Ῥωσίᾳ, ἐκ τῆς μεσημβρινῆς Εὐρώπης πνέουσι πρὸς αὐτὸ κατ' ἀρχὰς μὲν φοινικίας (ANA), εἰτα δὲ ὡς ἐκ τῆς κινήσεως τῆς γῆς εὐρος (NA), ἀλλὰ προχωρήσαντος τοῦ ἀραιώματος πρὸς ἀνατολὰς ὁ πρὸς αὐτὸ ἄνεμος ἀπὸ νότου (N) μεταβάλλεται εἰς λίβαν (NA) καὶ τέλος ἀπὸ ἑσπέρου (Δ) εἰς ἀργέστην (BA)· ὥστε ὁ ἄνεμος (ἐν τῇ κεντρικῇ Εὐρώπῃ) στρέφεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ANAB (νόμος τοῦ Dove). Ἐὰν ὅμως, ὅπερ σπάνιον, τὸ ἀραιώμα προχωρήσῃ πρὸς νότον παρὰ τὴν δυτικὴν παραλλαν τῆς εὐρωπαϊκῆς ἡπείρου, οἱ ἄνεμοι τῆς κεντρικῆς Εὐρώπης μεταβάλλουσιν ἀντιθέτως διεύθυνσιν. — Παρετηρήθησαν ἐλάχιστα πίεσεως σχῆδον ἀκινητοῦτα ἢ λίαν βραδέως προχωροῦντα, ἕτερα πάλιν ἔχοντα ταχύτητα βιαιότητος λαίλαπος ὡς διατρέχοντα πλείον τῶν 90 χμ καθ' ὥραν.

Ἡ πρώτη παρόρμησις πρὸς ἐπιστημονικὴν μελέτην τῆς μετεωρολογίας διεδόθη ἐκ Γερμανίας. Μέγα σῆδιον φυσικῆς γεωγραφίας διέγραψεν ὁ A. Humboldt (1845—1858 Κόσμος), καὶ μετ' αὐτὸν ὁ Dove λίαν τεχνιέντως παρέστησε τὴν μέθοδον τῆς συνδυάζοντες τοὺς ἐκ τῶν παρατηρήσεων ἀριθμοὺς συμπεραίνοντες νόμους γενικοῦς. Ἡ ταχὺ ἀνάπτυξις τῆς φυσικῆς καὶ τῆς μετεωρολογίας τῆς θαλάσσης ὀφείλεται πρὸ πάντων εἰς τὸν ἀμερικανὸν Maury (+1873). Σήμερον ὑπάρχουσι πανταχοῦ μετεωροσκοπεῖα πρὸς τακτικὴν παρατήρησιν καὶ δημοσιεύσιν τηλεγραφικῶν εἰδήσεων ἀναφερομένων εἰς τὴν στάσιν τοῦ βαρομέτρου, εἰς τὴν διεύθυνσιν καὶ ταχύτητα τοῦ ἀνέμου, εἰς τὴν στάσιν τοῦ θερμομέτρου, εἰς τὴν κατάστασιν τῆς ἀτμοσφαιρας, κτλ.

255. ΘΥΕΛΛΑΙ. Αἱ βιαιόταται κινήσεις τοῦ ἀέρος συμβαίνουσι κατὰ τὰς θυέλλας τῶν τροπικῶν χωρῶν, αἵτινες λίαν ἐπιφοβοὶ οὖσαι καλοῦνται *στροφάλιγες* (Hurrikans) μὲν ἐν ταῖς θαλάσσαις τῶν δυτικῶν Ἰνδιῶν, *τεψῶνες* (Teifuns) δὲ ἐν ταῖς θαλάσσαις τῶν ἀνατολικῶν Ἰνδιῶν καὶ τῆς Σινικῆς. Κατὰ τὰς θυέλλας ταύτας στροβιλιζει βιαιότατα μάζα ἀέρος ἔχουσα πολλῶν χιλιάδων μέτρων διάμετρον ἐν μὲν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ ἀντιθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν δεικτῶν ὥρολογίου (NABAN ἐδ. 254), ἐν δὲ τῷ νοτίῳ ἡμισφαίριῳ ἀντιστρόφως· τὸ κέντρον τοῦ στροβίλου τούτου προχωρεῖ κατὰ μικρὸν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ ἐντὸς τῆς ζώνης τοῦ περάτου ἀπὸ τοῦ NA πρὸς τὸ ΒΔ σημεῖον, καὶ φθάσας εἰς τὸ μεθόριον αὐτῆς ἐκκλίνει βραδέως πρὸς Β καὶ πρὸς τὸ BA σημεῖον, συγχρόνως δὲ ἡ μὲν διάμετρος αὐτοῦ αὐ-

ξάνεται ἡ δὲ βία ἐλαττοῦται. Κινδυνωδέσταται καὶ συνηθέσταται εἰςιν αἱ τοιαῦται θύελλαι παρὰ ταῖς Ἀντίλλαις. Ἐν τῷ κέντρῳ αὐτῶν ἐπικρατεῖ ἐντελής *νηνεμία* καὶ *λιαρ ταπεινὴ* τοῦ *βαρομέτρου* στάσις ἔνεκα τῆς ἀραιώσεως ἣν ἐπιφέρει ἡ περιδίνησις· ὥστε εἰς πᾶσαν χώραν δι' ἧς διέρχεται τὸ κέντρον τοῦ στροβίλου ἐνσκήπτουσι δύο ἐφεξῆς ἀντιθέτως πνέουσαι καταιγίδες διακοπτόμεναι ὑπὸ βραχείας νηνεμίας.

Μικρότεροι στροβίλοι, οἳ παρίπονται ὡς καὶ ταῖς θύελλαις ηλεκτρικὰ μετέωρα, εἰσὶν οἱ *σίφωνες*.—Κατὰ τὸν Reye (1872) ἐκληπτέον τὰς θύελλας ὡς κάθετα πνεύματα ὑπὸ τῆς θερμότητος προκαλούμενα καὶ προξενούντα συρροὴν ἀέρος πρὸς τὴν βάσιν αὐτῶν, ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως καὶ ταχεῖαν σύστασιν ὑετοῦ καὶ νεφῶν κεραυνοβόλων. Περὶ τὸ νήνεμον κέντρον ἀνέρχονται συνεχῆ πνεύματα, ἕως οὗ ἡ μετ' αὐτῶν συμπαράσυρμένη ποσότης τῶν ὑδρατμῶν δι' ἐκρευστώσεως γεννῶσα θερμότητα ἀρκεῖ πρὸς θερμανεῖν καὶ ἀνύψωσιν τοῦ ἀέρος.

256. ΝΕΦΗ, ΟΜΙΧΛΗ. Ὅταν ὁ ἀήρ ψύχεται μέχρι τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου τοῦ ἐν αὐτῷ ὑδρατμοῦ (ἐδ. 213. 218), μέρος τοῦ ἀτμοῦ τούτου ἐκρευστοῦται μεταβαλλόμενον εἰς *ομίχλην* ἢ εἰς *ρέφη*. Ταῦτα σύγκεινται ἐκ λίαν λεπτῶν σταγονίων ἢ πομφολύγων ὑδατος αἵτινες ἔνεκα τῆς κουφότητος αὐτῶν αἰωροῦνται ἐπὶ μακρὸν ἐν τῷ αἰέρι. Ἡ τὴν σύστασιν τῶν νεφῶν προξενούσα ψύξις συμβαίνει ἰδίως ὅταν θερμὸς καὶ ὕγρὸς ἀήρ ὑψῶται πρὸς ἀνώτερα στρώματα, μάλιστα ἐν τῇ νηνέμῳ ζώνῃ τῶν ὑετῶν (ἐδ. 253), εἴτα ὅταν τὸ *ισημερινὸν πνεῦμα* διώκῃ τὸν ἀέρα πρὸς *μεῖζονα πλάτη* (ἐδ. 251, 254), ἢ τέλος ὅταν θερμὸς ἀήρ ἀναμειγνύηται μετὰ ψυχροῦ, οἷον κατὰ τὴν εἰσβολὴν τοῦ πολιτικοῦ εἰς τὸ *ισημερινὸν πνεῦμα*.

Ἐσπέρως παρατηροῦνται ομίχλαι συνιστάμεναι ὑπεράνω τῶν ὑδάτων καὶ τῶν ὑγρῶν λειμῶνων, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐπικειμένου αὐτοῖς ἀέρος ἀρχῇται κατερχομένη ὑπὸ τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου. Ἐπὶ τῶν ὁρέων τὰ νέφη προσάπτονται εἰς τὰς ψυχράς κορυφάς, διότι τὰ εἰς αὐτάς πλησιάζοντα ἀέρινα μέρη ψύχονται ὑπὸ τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου, ὥστε ὁ ἐν αὐταῖς ἀτμὸς ἐκρευστοῦται, ἀλλ' εἰς *μεῖζονα* ἀπ' αὐτῶν ἀπέστασιν ἐξαερούται πάλιν· τούτου ἔνεκα τὰ νέφη ἐκ τῶν κοιλάδων ὀρώμενα φαίνονται ἀκίνητοῦντα παρὰ ταῖς κορυφαῖς, καίτοι πράγματι ὁ ἀήρ ἀδιαλείπτως κινεῖται καὶ τὸ νέφος ἐκ νέων πάντοτε μορίων ὑδατος μορφοῦται, ἀμετάθετον διατελοῦν ὡς οἶνη περὶ ἀκίνητον λίθον ἐν βέοντι ὕδατι. Ὁμοίᾳ διηγετικῇ ἀνάπλασις καὶ κατάλυσις φαίνεται συμβαίνουσα ἐν πλείστασι νεφέλαις. — Ἡ ομίχλη οὐσιωδῶς οὐδόπως διαφέρει τῶν νεφῶν· αἱ ομίχλαι εἰσὶ νέφη ἀμέσως τῷ ὁδάφῃ ἐπικείμενα. — Τὸ ζήτημα ἐὰν ὁ ἐκρευστούμενος ὑδρατμὸς σχηματίζῃ σταγόνια ἢ πομφολύγας διατελεῖ εἰσέτι ἀκριτον. Κατὰ τὸν Meissner πρὸς σύστασιν νεφῶν συντελεῖ οὐκ ὀλίγον καὶ τὸ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὑπάρχον ὄζον.

257. ΜΟΡΦΑΙ ΝΕΦΩΝ. Μεταξὺ τῶν ποικιλωτάτων σχημάτων τῶν νεφῶν ὁ Howard διέκρινε τέσσαρας κυρίας μορφὰς ἃς ἐκάλεσε *mallor* (cirrus), *sworōn* (cumulus), *στιβάδα* (stratus) καὶ *ρέφος ὄμβριον* (nimbus).

Τὰ λεπτότατα καὶ εἰς ὕψιστα στρώματα αἰωρούμενα νέφη εἰσὶν οἱ *mallor*, συγκείμενοι πιθανῶς οὐχὶ ἐκ ρευστῶν μορίων ὑδατος ἀλλ' ἐκ κρυστάλλων πάγου· δηλοῦσι δὲ πολλὰκι, καὶ μάλιστα εἰς *mallor* μεταμορφούμενα, τὴν εἰσέλασιν τοῦ *ισημερινοῦ πνευματος* εἰς τὰ ἀνώτερα ἀτμοσφαιρικά στρώματα, προαναγγέλλουσιν ἐπομένως ὑετὸν ἐὰν βαθμηδὸν συγχρόνως καὶ ἡ στάσις τοῦ *βαρομέτρου* ἐλαττωταί. — Οἱ στρογγύλοι *sworoi*, ἔχοντες ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ ἡμισφαιρικὸν σχῆμα καὶ ὀριζοῦνται βάσιν ἀναφαίνονται παρ' ἡμῖν συνήθως ἐν θέρει μετὰ διαρκῆ αἰθρίαν. — Μέσην μορφήν ἔχουσιν οἱ *sworoi*—*mallor*, οἱ καλούμενοι «*πόκοι*». — Αἱ *στιβάδες* εἰσὶν ἐπιμήκεις ὀριζόν-

τεται ταινία ἐστιβασμένη συνήθως παρὰ τὸν ὁρίζοντα εἰς μεγάλην ἔκτασιν. — Τὸ δὲ ὁμῆριον νέφος λαμβάνον γένεσιν ἐκ σωροῦ—στιβάδος ἢ ἐκ πολλοῦ—στιβάδος καλύπτει συνήθως ἐλκλήρον τὸν οὐρανὸν ἢ τὸ πλεῖστον αὐτοῦ μέρος ὡς ὁμοίως φαῖνόν καὶ ἐπισκοτοῦν πέτασμα.

258. ΥΕΤΟΣ. Ὅταν δὲ ἡ ἐν τῷ ἀέρι αἰώρησις τῶν μορίων τοῦ ὕδατος ἔνεκα τῆς ἀφθονίας τοῦ ἐκρυστουμένου ὕδατος καταστῇ ἀδύνατος συρρέοντα ταῦτα καὶ σχηματίζοντα μείζονα σταγόνια καὶ σταγόνια καταπίπτουσιν ὡς ὑετός. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν αἱ σταγόνες διερχόμεναι διὰ τῶν κατωτέρων ξηρῶν στρωμάτων τοῦ ἀέρος ἐξαερούνται ἐν μέρει ἕως οὐ καὶ ταῦτα κορεσθῶσιν· εἴτα συμβαίνει τὸ ἀντίστροφον, δηλαδὴ αἱ πίπτουσαι σταγόνες μεγεθύνονται παραπικνουμένου καὶ ἐτέρου ἐπὶ αὐτοῦ ὥστε τὸ ποσὸν τοῦ ὑετοῦ τὸ πίπτον ἐπὶ ἰσῆς ἐπιφανείας παρὰ τὴν βάσιν πύργου τινὸς ἐστὶν ἀφθονώτερον ἢ παρὰ τῇ ἄκρᾳ αὐτοῦ. Ἡ διάκρικα καὶ τὸ εἶδος τῆς ἐκρυστάσεως ταύτης εἰσὶ διάφορα, καθόσον αὕτη προέρχεται ἢ ἐκ τοῦ διαρκῶς πρέοντος ἰσημερινοῦ πνεύματος (παρ. 254) ἢ ἐκ τῆς εἰσβολῆς τοῦ πολικοῦ εἰς τὸ ἰσημερινὸν πνεῦμα· ἐὰν τὸ πρῶτον, ἡ ἐκρυστάσις ἐπέρχεται βαθμηδὸν διαρκούσα ὁμαλῶς ἐπὶ μακρὸν μετὰ μικρῶν σταγόνων· ἐὰν τὸ δεύτερον, ἐπέρχεται αἰφνιδίως ῥαγδαία καὶ παροδική μετὰ ἐγκλωδῶν σταγόνων καὶ βιαιῶν ηλεκτρικῶν φαινομένων (ἐδ. 287). Ἐντεῦθεν ἡ μεταξὺ ὑετοῦ καὶ ὁμβροῦ διάκρισις.

Ἡ εἰς πᾶσαν χώραν ἐν ὁρισμένῳ χρόνῳ πίπτουσα ποσότης τοῦ ὑετοῦ μετρεῖται διὰ τοῦ ὑετομέτρου· ἐστὶ δὲ τοῦτο ῥάκη ἔχουσα ἄνοιγμα ἀκριβῶς γνωστῆς ἐκτάσεως· τὴν ἐπ' αὐτῆς πίπτουσιν ποσότης τοῦ ὑετοῦ συναγομένην εἰς μεταλλικὸν δοχεῖον ἐγχέομεν εἰς ὀγκόμετρον καὶ μετροῦμεν τὸν κυβικὸν αὐτῆς ὄγκον· οὕτω δὲ πορίζομεθα τὸ ὕψος μέχρις οὗ ἤθελε καλύψει τὸ ἕδαφος εἰ μὴ ἐξηφανίζετο δι' ἀπορροῆς, δι' ἐξατμίσεως καὶ δι' εἰσῴσεως εἰς αὐτό. Τὸ μέσον ἐτήσιον ὕψος καθωρίσθη οὕτως ὧν,

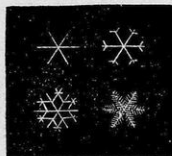
ἐν Cerra Punjee (Ἀν. Ἰνδ.)	1420 εἰρ.	ἐν Ἀθάνῃ	232 εἰρ.
ἐν Buitenzorg (Ἰάβα)	375	ἐν Καλκούττῃ	174
ἐν Ἀγ. Δομίγγω	273	ἐν Μαδέρα	76,7
ἐν Καυέννῃ	330	ἐν Βερολίῳ	59
		ἐν Παρίσις	56,4.

Ἐν γένει δὲ ὁ πλεῖστος ὑετός καταρρέει εἰς ὁρεινὰς χώρας καὶ δὴ (ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ) ἐπὶ τῆς νοτίου κλιτύος τῶν ὁρέων, ἔνεκα τῆς ἐπ' αὐτῶν ψύξεως τοῦ ἰσημερινοῦ πνεύματος.

259. ΧΙΩΝ. Ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος τύχῃ ὑπὸ τὸ μηδὲν ἢ ἐν αὐτῷ ὑγρασία πικνουμένη μεταβάλλεται οὐχὶ εἰς ῥευστὸν ἀλλ' εἰς λεπτοὺς βελονοειδεῖς κρυστάλλους πάγου, οἵτινες ἀνήκοντες εἰς τὸ ἐξαγωγικὸν σύστημα σχηματίζουσι συμπλεκόμενοι κομψοὺς ἀστέρας ἐξ ἀκτίνων (Σχ. 280). Οἱ κρύσταλλοι οὗτοι ἐν ἀδρῇ νιφετῷ σχηματίζουσιν ἀκανονίστους νιφάδας λευκάς καὶ μὴ διαφανεῖς, διότι οἱ ἀραιῶς συσσωρεύμενοι κρύσταλλοι τοῦ πάγου περικλείουσι πολλὰ διάκενα πλήρη ἀέρος.

Τὰς ἀστεροειδεῖς νιφάδας, αἵτινες σχηματίζονται κανονικώτατα ὅταν, τοῦ ψύχους

Σχ. 280



δριμέας ὄντος, ἡ χιὼν πίπτει σπανία, προσδεχόμεθα πρὸς παρατήρησιν προσφύτως ἐπὶ μελανίνης πλακῶς σχιστολίθου ψυχθεΐσης πρότερον ὑπὸ τὸ μηδέν, ἢ ἐπὶ μέλανος ὑάσματος. Ποικιλώτατα αὐτῶν σχήματα παρατηρήθησαν καὶ ἐξεικονίσθησαν ὑπὸ τοῦ Scorsby κατὰ τὰς ἀποδημίας αὐτοῦ εἰς τὰς ὑπερβορείους χώρας.

260. ΟΡΙΟΝ ΤΩΝ ΧΙΩΝΩΝ. ΠΗΓΜΑ (Firn) ΚΑΙ ΗΛΑΓΝΕΕ. Ἐν ταῖς πολικαῖς χώραις καὶ ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων ἡ θερμὴ θερμότης οὐδόλας πλέον ἐπαρκεῖ πρὸς τήξιν τῆς ἐν ὥρᾳ χειμῶνος συναθροισζομένης μεγάλης ποσότητος τῶν χιόνων. Τοῦτο δὲ συμβαίνει εἰς τόσῳ ἔλασσον ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν, ὅσῳ μείζον τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τῶν ὀρέων, ὥστε ἐν τῇ κατεψυγμένῃ ζῶνῃ κατέρχεται τὸ ὄριον τῆς αἰωνίου χιόνος μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Ἐπὶ τῶν Κορδιλλιέρων τῆς Βολιβίας καὶ ἐπὶ τοῦ Ἰμάου τὸ ὕψος τοῦ ὀρίου τούτου ἐστὶ 4800 — 5800μ., ἐπὶ τῶν Ἀλπεων 2700 — 2850μ., ἐπὶ τῶν Ἀλταῖων 2000μ. καὶ ἐπὶ τῶν σκανδιναυικῶν Kjölen 1600μ., ἐν δὲ τῇ Ἰσλανδίᾳ 1000μ.

Τὸ ὕψος ὅμως τοῦ ὀρίου τῆς χιόνος ἐξαρτᾶται προσέτι καὶ ἐκ τοῦ ἀπολύτου ὕψους καὶ ἐκ τοῦ συνόλου τῆς μάξης τῆς ὀρεινῆς ἐξάρσεως, ἐκ τῶν ὁμόρων ὀρέων καὶ πεδιάδων καὶ ἐκ τοῦ ποσοῦ τῆς πιπτούσης χιόνος· διὸ τὸ ὄριον τῶν αἰωνίων χιόνων κεῖται ὑψηλότερον ἐπὶ τῆς βορείου σειρᾶς τοῦ Καρακόρου ἢ ἐπὶ τῆς νοτίας παραλλήλου σειρᾶς τοῦ Ἰμάου, καὶ ἐπὶ τῆς βορείου κλιτύς αὐτοῦ ὑψηλότερον ἢ ἐπὶ τῆς νοτίας ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς δευτέρας συμβαίνουσιν ἀφρονώτατοι νιφετοὶ καὶ ἐπειδὴ αὕτη συνορεὶ πρὸς τὰς κλιμακωτάς χώρας τῆς Ἰνδοκίης, ἐνῷ ἡ βορεὰ κλιτύς συνορεὶ πρὸς τὸ μέγα ὁροπέδιον τῆς Θιβετίας.

Μέγα μέρος τῆς κατὰ τὸν χειμῶνα ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων συναθροισζομένης χιόνος κρημνίζεται, ἀρχομένη ἐν ἑαρί καὶ ἐν τῇ ἀρχῇ τοῦ θέρους τῆς τήξεως, ἀπὸ τῶν κεκλιμένων κλιτύων ὡς *rigodölna* (Lawine.) Τὸ δὲ λοιπὸν τὸ ἐπὶ ἥττον κεκλιμένων ἐπιφανειῶν καταπεσὼν μεταβάλλεται διακρούντος τοῦ θέρους εἰς χονδρὸν πῆγμα (Firn) ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐν ἡμέρᾳ ἐπιπολαίως τηκόμενον καὶ κατὰ τὸν νυκτερινὸν κρυμὸν πάλιν πηγνύμενον. Τὸ πῆγμα τοῦτο, καλύπτον ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων πεδία ἔχοντα πολλῶν μιλίων ἑκτασιν κατολισθαίνει ἡρέμα ἕνεκα τοῦ βάρους αὐτοῦ πρὸς τὰς κατωτέρας τῶν ὀρέων ἐντομάς, καὶ διὰ τῆς χαρακτηριζούσης τὸν πάγον ιδιότητος συμφορεται κατὰ μικρὸν εἰς πυκνήν, στερεὰν καὶ συνεχῇ μάξαν πάγου οὕτω δὲ σχηματίζονται οἱ *παγῶνες*, ὁμοιάζοντες πρὸς ἀπορρύσεις τῆς ἐκ τοῦ πηγματος θαλάσσης κατερχομένης διὰ τῶν φαράγγων εἰς τὰς συναγωγείας καὶ ἐκτείνοντες συνήθως τὰ κράσπεδα αὐτῶν πολὺ κατωτέρω τοῦ ὀρίου τῶν αἰωνίων χιόνων (ὁ παγὼν π.χ. τοῦ Grindelwald μέχρι 1000μ. ὑπὲρ τὴν θάλασσαν).

Ἡ μάξα τῶν παγῶνων προχωρεῖ βραδέως μετὰ ταχύτητος ἐξαρτωμένης ἐκ τοῦ σχήματος καὶ ἐκ τῆς κλίσεως τοῦ ἐδάφους ἐφ' οὗ ὁ παγὼν κατολισθαίνει. Ὁ Tyndall μετρήσας τὴν ταχύτητα ταύτην ἐπὶ πολλῶν σημείων τῆς παγερᾶς θαλάσσης τοῦ Chamouny εὗρεν αὐτὴν ἴσην πρὸς 24—54 ἐμ. ἀνὰ 24 ὥρας. Ὁ πάγος τῶν παγῶνων χαραδρῶται πολλαχοῦ· διὰ τῶν χαραδρῶν δ' αὐτοῦ, ἔχουσιν ποικίλον βάθος καὶ πλάτος, διαρρέον τὸ ἐκ τῆς ἐπιπολαίου τήξεως ὕδωρ συνάγεται ὑπὸ τὸν παγῶνα εἰς ῥάχας ἐκρέοντα παρὰ τὰ κράσπεδα αὐτοῦ δι' ἡψιδωμένης πύλης ἁλλῶν ἢ ἥττον ὑψηλῆς. Τὰ κράσπεδα ἢ τὸ μέτωπον τῶν παγῶνων ἤθελε προχωρεῖ κατ' ἔτος χαμηλότερον πρὸς τὰς κοιλάδας ἕνεκα τῆς καταφορᾶς τοῦ πάγου εἰ μὴ ἐτήκετο παρ' αὐτῷ τόση μάξα,

δση κατέρχεται ἄνωθεν διὸ καθ' ἃ ἔτη ἐπικρατεῖ θάλλος καὶ ἀνομβρία, τῆς τήξεως ὑπερπερνούσης, οἱ παγῶνες ὑποχωροῦσι πρὸς τὰ ἄνω, ἐνῶ τὸν ἀντικεινὸν κατόπιν σειράς ἐτῶν ψυχρῶν καὶ ἐπομβρίων οἱ παγῶνες προωθοῦντες δι' ἀκαταμάχητον βίας πᾶσαν τὴν πρὸ τῶν χρυσπιδῶν αὐτῶν συνηγμένην ὕλην ἐκ χρώματος καὶ ἐκ χαλκῶν καὶ ἐκ συντριμμάτων πετρῶν, τὴν συγκροτοῦσαν τὴν καλουμένην *μετωπιαίαν λιθείαν* αὐτῶν (Moraine). Ἡ ἐπιφάνεια τῶν παγῶνων καλύπτεται συνήθως ὑπὸ πλειονος ἢ ἐλάσσονος πληθὺς λίθων καὶ συντριμμάτων πέτρας, ἅτινα ἢ ἀποσπῶνται ὑπὸ τοῦ πάγου ἐκ τῶν τοίχων τῶν κοιλάδων διὰ πίεσεως καὶ διὰ τριβῆς, ἢ καταρριμνίζονται ἐπ' αὐτοῦ ἄνωθεν. Τὸ σύνολον τῶν συντριμμάτων τούτων συγκαθέλκει ὁ ὀλισθαίνων παγὼν καὶ σχηματίζει οὕτω παρὰ τὰ κράσπεδα αὐτοῦ τὴν *μετωπιαίαν λιθείαν*, ἐνῶ ἀμφοτέραι αἱ ὀρθαὶ αὐτοῦ περιχειλοῦνται καθ' ἅπαν τὸ μήκος ὑπὸ δύο ὁμοίων πλευρικῶν λιθειῶν. Ὅπου δὲ τὰ ρεῖθρα τῶν κοιλάδων δύο παγῶνων συμβάλλουσιν ἐκεῖ συγχωνεύονται καὶ οὕτοι ὡς δύο ποταμοί, καὶ ἐκ τῆς συρροῆς τῶν δύο ἐντὸς πλευρικῶν λιθειῶν προκύπτει μέση *λιθεία* ἐπὶ τῆς ῥάχεως τοῦ παγῶνος συγκατολισθαίνουσα. Κατ' ἀρχαιοτέραν τινὰ περίοδον τῆς διαπλάσεως τῆς γῆς οἱ παγῶνες εἶχον πολὺ μείζονα ἢ νῦν ἔκτασιν ὡς ἐκ γεωλογικῶν ἑρευνῶν συμπεραίνεται.

261. ΚΟΚΚΟΙ. ΧΑΛΑΖΑ. ΟΛΙΣΘΟΣ. Οἱ κόκκοι εἰσὶν ἀλαμπῆ σφαιρώματα χιόνος ῥαδίως πιεσὰ καὶ μέγεθος πῖσου ἔχοντα, καταπίπτοντα μάλιστα ἐν νιφετῷ ἕαρος καὶ φθινοπώρου ὅτε ἡ θερμοκρασία ταχέως μεταβάλλεται καὶ συγκείμενα ἐκ νιφάδων, αἵτινες συμπυκνοῦνται κατὰ τὴν καταπτώσιν διὰ μερικῆς τήξεως καὶ πήξεως ἐκ νέου — Ἡ δὲ *χάλαζα* σύγκειται ἐξ ἀλαμπῶν καρδίας χιόνος ὁμοίας πρὸς κόκκον, περιβεβλημένης διὰ μᾶλλον ἢ ἥττον παχέος ἐλύτρου ἐκ συγκεντρικῶν λεπτῶν πάγου στρωματώδους. Ἡ *ταχεῖα* γένεσις τηλικούτων μαζῶν πάγου, αἵτινες ἔνεκα τοῦ μεγάλου αὐτῶν βάρους ἀδύνατον ἵνα διαμένωσιν ἐπὶ μακρὸν μετέωροι, ἐρμηνεύεται κατὰ τὸν Dufour διὰ τῆς ὑποθέσεως ὅτι τὰ σταγόνια τοῦ χαλαζοβόλου νέφους ἔχοντα θερμοκρασίαν ἐλάσσονα τοῦ 0° διατελοῦσιν ἐν καταστάσει ὑπερτῆξεως (ἐδ. 208), ὥστε ταραττόμενα ὑπὸ νιφάδων πιπτουσῶν ἄνωθεν πῆγνυνται παραυτίκα περὶ αὐτάς καὶ περιβάλλουσι ταχέως τὴν διὰ τοῦ νέφους διαφευγμένην καρδίαν δι' ἐλύτρου πάγου στρωματώδους ἱκανῶς παχέος, μὴ διαφανοῦς καὶ φαινομένου λευκοῦ ἔνεκα τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος. Ἡ *χάλαζα* παρέπεται εἰς θυέλλας (ἐδ. 288) περιοριζομένη ἐν στενῇ ἄλλ' ἐνίοτε κατὰ μήκος λίαν ἐκτεταμένην ζώνην. — Φαινόμενον ἀνάλογον κατὰ τὴν γένεσιν πρὸς τὴν *χάλαζαν* ἐστὶν ὁ *παγερός ὀλισθος* ὅταν ἐν ὥρᾳ χειμῶνος τὰ ὑπὸ τὸν βαθμὸν τῆς πήξεως ἐν ῥευστῇ καταστάσει διατελοῦντα σταγόνια τῆς βροχῆς πίπτωσιν ἐπὶ τοῦ στερεοῦ ἐδάφους αἰφνιδίως πηγνύμενα καλύπτουσιν αὐτὸ διὰ τοῦ ὀλισθηροῦ ἐπιπάγου. Βεβαιούμεθα δὲ ὅτι ἡ ὑπὸ τὸν βαθμὸν τῆς πήξεως ψύξις οὐκ ἐπέρχεται πρῶτον ἐπὶ τοῦ ψυχροῦ ἐδάφους παρατηροῦντες ὅτι ὁ ἐπίπαγος σχηματίζεται καὶ ἐφ' ἑτέρων κακῶν ἁγωγῶν οἷον ἐπὶ ὑφασμάτων, ἀλεξιβρόχων, κτλ.

262. ΔΡΟΣΟΣ ΚΑΙ ΠΑΧΝΗ. Διὰ τῆς ἐν αἰθρίᾳ πρὸς τὸ χάος νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς ψύχεται ὅπου σύγκειται ἐκ κακῶν ἁγωγῶν ὑπὸ τὸν βαθμὸν τῆς δρόσου (ἐδ. 218), ὥστε ὁ ἐν τοῖς ἀερίνοις στρώμασι τοῖς ἀπτομένοις αὐτῆς ὑδρατμὸς καθιζάνει ὡς δρόσος ἢ ὡς *πάχνη* ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους τύχῃ ἐλάσσων τοῦ 0°. διὸ δρό-

σος καὶ πᾶχνη μορφοῦνται τοσούτῳ ἀφθονώτεροι ὅσῳ μείζον ἡ ἀφει-
τική καὶ ὅσῳ ἐλάσσων ἡ ἀγωγὸς δύναμις τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, καὶ
ἐπομένως ἀφθονώτατα ἐπὶ σωμάτων ἀμαυρῶν καὶ τραχέων οἷον ἐπὶ
τῶν φυτῶν, ἐχόντων μεγίστην ἀκτινοβολίαν ἐπιφάνειαν καὶ ὄντων κακί-
στων ἀγωγῶν. Ἐπὶ δὲ τῶν κλάδων τῶν δένδρων σχηματίζεται πολ-
λάκις ἐν χειμῶνι τὸ ἐκ πάγου ἕζημα ὡς στίβη τοσοῦτον, ὥστε ἐκ τοῦ
βάρους αὐτοῦ κατακλῶνται ἰσχυροὶ κλάδοι καὶ στελέχη.

Ἡ γένεσις τῆς δρόσου κωλύεται ὑπὸ πάσης ἀφορμῆς ἐλαττούσης ἤτιν πρὸς τὸ χάος
ἀκώλυτον ἀκτινοβολίαν, ἥρα ὑπὸ τῆς συνερείας, ὑπὸ τοῦ καπνοῦ καὶ ὑπὸ παντός στε-
γάσματος.

BIBAIION EBΔOMON

Ἡλεκτρικὴ καὶ Μαγνητικὴ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

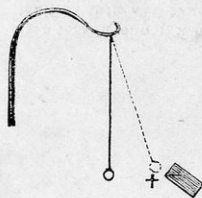
Περὶ Ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τριβῆς.

263. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΕΙΣ ΔΙΑ ΤΡΙΒΗΣ. ΑΓΩΓΑΙ ΚΑΙ ΜΗ ΑΓΩΓΑΙ ΤΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. Ὁ Gilbert κατέστησε γνωστὸν (1600) ὅτι πολλὰ σώ-
ματα, οἷον ῥητίνη, θεῖον, ὕαλος, μέταλλα κτῶνται τριβόμενα τὴν ιδιό-
τητα τοῦ προσέλκεσθαι ἕτερα σώματα κοῦφα καὶ ἀπωθεῖσθαι αὐτὰ
μετὰ τὴν ἐπαφήν, ἣν ἐκάλειεν ἡλεκτρισμὸν ὡς παρατηρηθεῖσαν ὑπὸ
τῶν ἀρχαίων ἤδη ἐπὶ τοῦ τριβομένου ἡλέκτρου διήρεσε δὲ τὰ σώ-
ματα εἰς ιδιοηλεκτρικά καὶ ἀνηλεκτρικά καθόσον ταῦτα ἡλεκτρίζον-
ται ἢ οὐχὶ διὰ τριβῆς. Ἀλλὰ μετὰ τὴν γενομένην ὑπὸ τοῦ Grey
(1729) ἀνακάλυψιν ὅτι τὰ κληθέντα ἀνηλεκτρικά σώματα οὐ μόνον
ἡλεκτρίζονται ἀλλὰ καὶ ἱκανά εἰσι πρὸς διάδοσιν τῆς ἡλεκτρικῆς κατα-
στάσεως εἰς ἀποστάσεις μεγίστας, διεκρίθησαν ὀρθότερον τὰ σώματα
εἰς ἀγωγούς καὶ μὴ ἀγωγούς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Οἱ μὴ ἀγωγοὶ ἡλεκτρί-
ζονται τριβόμενοι καὶ διατηροῦσι τὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτῶν, διότι οὗτος
ἐπιμένει ἐπ' αὐτῶν ὅπου διὰ τῆς τριβῆς διεγείρεται· οἱ δὲ ἀγωγοὶ ἡλε-
κτρίζονται μὲν ἐπίσης, διατηροῦσιν ὅμως τὴν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν
μόνον ἐὰν περικυκλῶνται ὑπὸ μὴ ἀγωγῶν καὶ χωρίζονται δι' αὐτῶν
ἀπὸ τῆς γῆς ἢ μονῶνται· διὸ τοὺς μὴ ἀγωγούς καλοῦμεν καὶ μονω-
τήρια.

Μὴ ἀγωγοὶ εἰσιν αἱ ῥητίναι (χομμιολάκκα, σφραγιστικός κηρός), τὸ

θεῖον, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, ἡ γουτταπέρκη, ἡ ὕαλος, οἱ τίμιοι λίθοι, ἡ μέταξα, τὸ κολλώδες, τὸ ξύλον καὶ ὁ χάρτης *εντελῶς* ξηρὰ κτλ. ἀγωγοὶ δὲ κατ' ἐξοχὴν τὰ μέταλλα, εἴτα ὁ γραφίτης, ὁ ξυλάνθραξ, τὸ ὕδωρ καὶ πολλὰ βευστά· ἀτελεῖς ἀγωγοί, ἡ *ἡμιαγωγοὶ* καλούμενοί, εἰσιν ὁ ἀήρ, τὸ ξηρὸν ξύλον, ὁ χάρτης, ὁ πάμβαξ, τὸ ἄχυρον, τὸ δέριμα, οἱ πλείστοι ἐν γένει τῶν ὀργανικῶν ἰστῶν καὶ πολλὰ ὀρυκτὰ (παρ. ἐδ. 265). Ὁ ὑγρὸς ἀήρ ἐστὶν ἀτελής ἀγωγός, ὁ ξηρὸς ἀήρ κακὸς ἀγωγός· ἀέρια ἄραια ἢ θερμά (φλόγες) εἰσιν ἀγωγοὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ (παρ. ἐδ. 334), οὐχὶ ὅμως ὁ πράγματι κενὸς χώρος.

Σχ. 281



Πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ θεμελιώδους ἡλεκτρικοῦ πειράματος ποιοῦμεθα χρῆσιν σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριώνης ἀκτέας καὶ ῥάβδου ἐκ σφραγιστικοῦ κηροῦ, ἢ ἐκ σκληροῦ κόμμεως ἢν τρίβωμεν δι' ἐριουργοῦς ὑφάσματος, ἢ ῥάβδου ὑαλίνης ἢν τρίβωμεν δι' ἐλαστικοῦ κόμμεως ἢ διὰ δέριματος ἀληθιμένου ἀμυγγάλματι κασιτέρου καὶ ψευδαργύρου. Πολλὰκις δὲ κατὰ τὴν τριβὴν ἥδη παρατηροῦμεν σπινθηροβολίαν καὶ ἀσθενῆ τριγμὸν, ἐνῷ τὰ σφαιρίδια σφοδρῶς ἀναπηδῶσι καὶ καταπίπτουσι (Σχ. 281).

264. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΕΚΚΡΕΜΕΣ. ΘΕΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. Πρὸς πρόχειρον δοκιμὴν τῆς ἡλεκτρικῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων ποιούμεθα χρῆσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς ἥτοι κοῦφου σφαιρίδιου ἀκτέας ἢ σχοίνου ἐξηρητημένου ἐκ νήματος μετὰξξης. Τοῦτο *ἔλκεται* ὑπὸ ῥάβδου ἐξ ὑάλου ἢ ἐκ σφραγιστικοῦ κηροῦ τριβείσης δι' ἐριουργοῦς ὑφάσματος καὶ ἀπωθεῖται μετὰ τὴν ἐπαφήν. Δύο δὲ παρ' ἄλληλα ἐξηρητημένα σφαιρίδια, ὧν ἐβίβαμεν διὰ τῆς αὐτῆς ὑαλίνης ῥάβδου τριβείσης ἀπωθοῦσιν ἄλληλα· ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἡλεκτρικὴ κατάσταση τῆς ὑάλου μεταδίδεται διὰ τῆς ἐπαφῆς εἰς τὰ σφαιρίδια, καὶ ὅτι δύο ὁμοίως ἡλεκτρισθέντα σώματα ἀνταπωθοῦνται. Διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς βεβαιούμεθα προσέτι ὅτι ὁ ἐπὶ τῆς ὑάλου διὰ τριβῆς ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς διαφέρει τοῦ ἀναπτυσσόμενου ἐπὶ τοῦ σφραγιστικοῦ κηροῦ, διότι σφαιρίδιον ψαυσθὲν διὰ τῆς ἡλεκτρισμένης ὑάλου ὠθεῖται μὲν ὑπ' αὐτῆς, ἔλκεται ὅμως ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρισμένου σφραγιστικοῦ κηροῦ καὶ μετὰ τὴν ἐπερχομένην ἐπαφήν ἀντιστρόφως ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτοῦ καὶ ἔλκεται ὑπὸ τῆς ὑαλίνης ῥάβδου. Οἱ ἡλεκτρισμοὶ ἄρα τῆς ὑάλου καὶ τῆς ῥητίνης εἰσὶ διάφοροι καὶ ἀντίθετοί πως· διὸ διακρίνομεν αὐτοὺς ἅπ' ἄλληλων διὰ τῶν ὀνομάτων *υαλώδης* ἢ *θετικὸς* καὶ *ῥητινώδης* ἢ *ἀρνητικὸς* ἡλεκτρισμός. Τὰ δὲ φαινόμενα, περὶ ὧν ἐγένετο λόγος, περιλαμβάνονται ἐν τῇ προτάσει ὅτι τὰ σώματα ὁμωνύμως μὲν ἡλεκτρισμένα ἀνταπωθοῦνται, ἑτερονύμως δὲ ἡλεκτρισμένα ἀντρίβονται.

Πρὸς ἐρμηνείαν τῶν ἡλεκτρικῶν φαινομένων παραδεχόμεθα τὴν ὑπαρξὴν δύο ἡλεκτρικῶν βευστῶν, ἅτινα ἐν ἴσῃ ποσότητι φύσει ἐν τοῖς σώμασιν ὑπάρχοντα ἀνταναίρουσι τὴν ἑαυτῶν ἐνέργειαν ἢ ἀδεδεροφοῦσιν ἄλληλα. Τὰ σώματα ἄρα παρίστανται ἡμῖν ἡ ἡλεκτρικῶς οὐδέτερα ἥτοι μὴ ἡλεκτρισμένα, ἢ ἡλεκτρισμένα θετικῶς ἢ

ἀρνητικῶς καθόσον τὸ ἕτερον τῶν ρευστῶν ἐν αὐτοῖς πλεονάζει· καὶ ἑκατέρου μὲν τῶν ρευστῶν τὰ μέρη ἀναπαυθῶνται, τοῦναντίον δὲ τὰ μέρη τοῦ θετικοῦ καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ρευστοῦ ἀνθέλκονται τείνοντα πρὸς ἑνωσιν καὶ πρὸς ἀνταναρρῆσιν· πράγματι δὲ δύο ἀντιθέτως ἄλλ' ἰσοδυναμῶς ἠλεκτρισμένα σώματα ἀπτόμενα ἀλλήλων ἀπεκδύονται τὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν, διότι οἱ ἠλεκτρισμοὶ αὐτῶν ἐνοῦνται εἰς ρευστὸν οὐδέτερον, ἐνῷ διὰ τῆς τριβῆς ὁ οὐδέτερος ἠλεκτρισμὸς ἀναλύεται εἰς θετικὸν καὶ ἀρνητικὸν ρευστὸν καὶ τὰ πρὸς ἄλληλα τριβέντα σώματα ἀντιθέτως ἠλεκτρίζονται ὡς κατωτέρω γενήσεται λόγος (ἐδ. 265).

Τὴν περὶ ὑπάρξεως δύο ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν ὑπόθεσιν ἐξήνεγκε πρῶτος ὁ Symmer (1759)· ἄλλ' ὁ Franklin καὶ ὁ Aepinus (1750—55) ἐρμηνεύουσι τὰ ἠλεκτρικὰ φαινόμενα παραδεχόμενοι ὅτι ρευστὸν ἐνυπάρχον κατὰ ποσότητα φύσει ὀρισμένην ἐν τοῖς μὴ ἠλεκτρισμένοις σώμασιν, ἐπιφέρον δὲ δι' αὐτῆς ἡσέως ἢ ἐλαττώσεως τὴν θετικὴν ἢ τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν κατάστασιν. Λίαν πιθανὸς ἐπιτευχθήσεται ποτε ἡ ἐρμηνεία τῶν ἠλεκτρικῶν καὶ τῶν μαγνητικῶν φαινομένων, ὡς ἡ τῶν τῆς θερμότητος, διὰ τῆς ἀναφορᾶς αὐτῶν εἰς ἰδίαν τινὰ κατάστασιν κινήσεως τῶν ἀτόμων τῆς ὕλης (παραβ. ἐδ. 196. 238. 241)· ἀνευ παραδοχῆς ἀβαρῶν ρευστῶν· πρὸς τὸ παρὸν ὅμως συμφέρει ἵνα παραμείνωμεν ἐν τῇ ὑπόθεσιν τῶν δύο ρευστῶν, ἥτις ἐρμηνεύει πάντα τὰ γνωστὰ φαινόμενα λίαν ἀπλῶς καὶ ἀφελῶς.

265. ΤΑΣΙΣ ΚΑΤΑ ΤΑΣΙΝ ΤΩΝ ΔΙΑ ΤΡΙΒΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Τὰ ἀλληλοτριβοῦντα σώματα ἠλεκτρίζονται ἀείποτε ἀντιθέτως, ὥστε ὁ ἐπὶ παντός σώματος διεγειρόμενος ἠλεκτρισμὸς ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς φύσεως τοῦ τριβομένου ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς τοῦ τριβοῦτος σώματος. Τὸ θεῖον π.χ. πρὸς ἕριον μὲν τριβόμενον ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, πρὸς κολλώδιον ὅμως θετικῶς. Συμβάλλονται δὲ πρὸς τοῦτο οὐχὶ μικρὸν καὶ ἡ κατάστασις τῆς ἐπιφανείας, ἡ στίλβωσις κτλ. διὸ ἐγένοντο προσπάθειαι πρὸς τοιαύτην διάταξιν τῶν σωμάτων ἐν ἣ τὰ θετικῶς ἠλεκτρίζόμενα προηγούνται τῶν ἀρνητικῶς ἠλεκτρίζομένων κατὰ τὴν πρὸς ἄλληλα τριβήν. Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Faraday καὶ τοῦ Riess (1853) ἡ κατὰ τάσιν τάξις σωμάτων διὰ τριβῆς ἠλεκτρίζομένων ἐστὶν αὕτη: (παρ. ἐδ. 306)

+			
αἰλούρου δορὰ	καυλὸς πτερῶν	πάμβας	χεὶρ ἀνθρώπου
ἐριουργεὺς ὕψασμα	χαλαζίας	ὕψασμα ἐκ λίθου	ξύλον
ἐλέφας	πυριτύλαος	λευκὴ μέταλλα	μέταλλα
	ἐλαστικὸν κόμμι	γούτταπέρκη	
	σφαγιστικὸς κηρὸς	ἠλεκτρικὸς χάρτης	
	βετὼν	κολλώδιον.	

Σχ. 282



266. ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟΝ. Πρὸς ἐλεγχον μικρῶν ποσῶν ἠλεκτρισμοῦ χρησιμεύει τὸ ἠλεκτροσκόπιον, ὃν σύρμα ὀρεῖ χαλκινόν (Σχ. 234), φέρον κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον α φφαίραν ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, κατὰ δὲ τὸ κατώτερον β δύο παράλληλα καὶ εὐκίνητα ἐκκρεμῇ. Ὁ Cavallo ἐποίησато χρῆσιν δύο ἀργυρῶν συρμάτων, ὁ Volta (1788) δύο ἀχρύρων, ὁ Bennet δύο στενῶν πετάλων χρυσοῦ. Τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ σύρματος μετὰ τῶν ἐκκρεμῶν ἐστὶν ἐγκεκλεισμένον ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ, διερχόμενον διὰ τοῦ ἐπιθήματος ἢ διὰ τοῦ στομίου ἐφ' οὗ ἐμονώθη διὰ κομμιολάκκας, πρὸς πρόληψιν βλάβης καὶ προφυλακὴν ἀπὸ πνευματῶν ἀέρος καὶ πρὸς ἀποφυ-

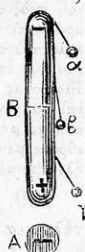
γὴν ταχείας διασπορᾶς τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ὅταν πλησιάζωμεν εἰς τὴν σφαῖραν τοῦ ἡλεκτροσκοπίου ἡλεκτρισμένον σῶμα τὰ χρυσὰ πέταλα ἀποκλίνουν ὁμωνύμως ἡλεκτριζόμενα καὶ ἀνταπωθούμενα.

Τὰ ἡλεκτρόμετρα διαφέρουσι τῶν ἡλεκτροσκοπίων ὡς φέροντα καὶ τὸσον πρὸς μέτρησιν τῆς ἡλεκτρικῆς ἀπώσεως καὶ ἐπομένως συντελοῦντα καὶ πρὸς σύγκρισιν τῶν μεταδιδόμενων αὐτοῖς ἡλεκτρικῶν ποσῶν (παρβλ. ἐδ. 271 καὶ 312).

+ 267. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΧΩΡΙΣΜΟΣ ἢ ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. Ἐὰν πλησιάζωμεν πρὸς τὴν σφαῖραν ἡλεκτροσκοπίου τριβείσαν ῥάβδον ὑάλου ἢ ῥητίνης τὰ χρυσὰ πέταλα διίστανται ἤδη καὶ ἐνῶ τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα ἀπέχει ἔτι ἱκανῶς ἀπ' αὐτῆς, ἐὰν δὲ τότε ἀπομακρύνωμεν τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα τὰ χρυσὰ πέταλα συμπίπτουσι πάλιν ὥστε τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροσκοπίου καὶ ἐξ ἀποσπάρσεως, ἄνευ μεταδόσεως ἡλεκτρισμοῦ δι' ἐπαφῆς. Τὴν μακρόθεν ἐνέργειαν ταύτην, ἣν καλοῦμεν ἡλεκτρικὸν χωρισμὸν ἢ ἐπίδρασιν, ἐξημενεύομεν διὰ τῆς ὑποθέσεως τῶν δύο ῥευτῶν παραδεχόμενοι ὅτι (ἐδ. 264), ὁ μεμονωμένος ἄγωγός τοῦ ἡλεκτροσκοπίου ἀγὼ ἐστὶ πρὸ τοῦ πειράματος ἡλεκτρισμένος οὐδέτερος, φέρει δηλ. ἴσα ποσὰ ἀμφοτέρων τῶν ῥευστῶν ἡνωμένα εἰς ῥευστὸν οὐδέτερον καὶ ὅτι ὅταν πλησιάζωμεν εἰς αὐτὸν θετικῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα, οἷον ῥάβδον ὑαλίνην τριβείσαν, ἐπιδρᾷ ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς αὐτοῦ ἑλκὼν τὸν ἀρνητικὸν καὶ ἀπωθῶν τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ· ἐπειδὴ δ' ἐπ' αὐτοῦ ἀμφοτέρω τὰ ῥευστὰ ἀκωλύτως κινούνται, χωρίζεται ἕνεκα τῆς ἑλξεως καὶ ὥσεως ταύτης ἐκ τοῦ οὐδετέρου αὐτοῦ ῥευστοῦ τὸ θετικὸν ἀπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ, καὶ συνάγεται ὁ μὲν ἑλκόμενος — Η εἰς α, ὁ δὲ ἀπωθούμενος + Η εἰς τὰ πέταλα, ἅτινα οὕτως ἡλεκτριζόμενα ὁμωνύμως διίστανται· ἀλλ' ὅταν ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐπιδρῶν σῶμα, τὸ τὸν χωρισμὸν τῶν δύο ἡλεκτρισμῶν ἐπενεγκὼν, ἐνοῦνται πάλιν οὗτοι δι' ἀμοιβαίας ἑλξεως εἰς ῥευστὸν οὐδέτερον, διὸ τὰ πέταλα συμπίπτουσι. Ἐὰν ὅμως, πρὶν ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐπιδρῶν καὶ θετικῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα, θίξωμεν τῆς σφαίρας τοῦ ἡλεκτροσκοπίου διὰ τοῦ δακτύλου βλέπομεν τὰ πέταλα συμπίπτοντα διότι ὁ ἀπωθούμενος + Η μετοχετεύεται εἰς τὸ ἑδάφος, ἐνῶ ὁ — Η παραμένει ἐπὶ τῆς σφαίρας τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, συνεχόμενος ἢ δεσμευόμενος ὑπὸ τῆς ἑλξεως τοῦ ἐν τῇ ἐπιδρῶντι σώματι + Η. Ἐὰν δὲ τότε παύοντες τὴν ἀπαγωγὴν θίξιν ἀπομακρύνωμεν τὸ θετικῶς ἡλεκτρισμένον καὶ ἐπιδρῶν σῶμα, δ' ἐπὶ τῆς σφαίρας τέως συνεχόμενος — Η ἐλευθεροῦται πάλιν πρὸς κίνησιν καὶ διαχεόμενος ἐφ' ὀλοκλήρου τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἐπὶ τῶν πετάλων ἐπιφέρει τὴν διάστασιν αὐτῶν βεβαιούμεθα δὲ ὅτι ταῦτα φέρουσι νῦν πράγματι — Η παρατηροῦντες ὅτι ἡ διάστασις αὐτῶν αὐξάνεται μὲν ἐὰν πλησιάζωμεν τριβείσαν ῥάβδον ῥητίνης, ἐλαττοῦται δὲ ἐὰν πλησιάζωμεν τριβείσαν ῥάβδον ὑάλου. — Ἐὰν εἰς τὸ ἡλεκτροσκόπιον πλησιάζωμεν πρὸς ἐπίδρασιν ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα πληροῦμεν αὐτὸ ἀντιθέτως ἡλεκτρισμοῦ θετικοῦ.

Ἐὰν πρὸς μεμονωμένον ἄγωγόν Β (Σχ. 283), ἐξ οὗ εἰσὶν ἐξηρημένα τὰ ἡλεκτρικά ἐκκρεμῆ α, β, γ πλησιάζωμεν τὸ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα Α, τὰ μὲν ἐκκρεμῆ α καὶ γ ἀποκλίνουσι, φέροντα τὸ μὲν $-H$ τὸ δὲ $+H$, ἀλλὰ τὸ ἐκκρεμὲς β διατελεῖ ἀκίνητον. Ἐὰν δὲ ὁ πρὸς δοκιμὴν ἄγωγός ἐστί καταλλήλως διεσκευασμένος ἵνα διχοτομηταί κατὰ τὸ β ἐνῶ διατελεῖ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν, κωλύεται διὰ τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο τμημάτων ἡ ἐκ νέου ἐνωσις τῶν ἀντιθέτων ῥευστῶν, ὥστε μετὰ τὴν μακρυνσίν τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος Α διατελοῦσι πεπληρωμένα τὸ μὲν ἀνωτέρον ἡμίτομον ἀρνητικῶς τὸ δὲ κατώτερον θετικῶς ἡλεκτρισμοῦ. — Ἐὰν ὁμοίως φέρωμεν πλησίον σειρᾶς μεμονωμένων ἄγωγῶν (Σχ. 284), ἀρισταμένων ἀπ' ἀλλήλων, τὸ θετικῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα Α, ἐπιδρῶ τοῦτο ἀμέσως ἐπὶ τοῦ πλησιαιτέρου ἄγωγου, ὅστις ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς κατὰ τὸ ἄκρον α καὶ θετικῶς κατὰ τὸ β· ἀλλὰ καὶ ὁ $+H$ τοῦ ἄκρου β ἐνεργεῖ διακριτῶν τὸ οὐδέτερον ῥευστὸν τοῦ δευτέρου ἄγωγου κ.τ.λ. ὥστε ἡ ἐπίδρασις διαδίδεται οὕτω διὰ πάσης τῆς σειρᾶς τῶν ἄγωγῶν ὁμοίως μὲν ἀλλὰ μετ' ἐλαττωμένης ἐντάσεως (ἐδ. 271), ὡς φανερῶσιν ἡλεκτρικά ἐκκρεμῆ ἀπ' αὐτῶν ἐξηρημένα.

Σχ. 283

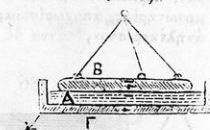


268. ΗΛΕΚΤΡΟΦΟΡΟΝ. Παράδειγμα χρήσεως τῶν νόμων τοῦ ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρισμοῦ ἐστί τὸ πρὸς διέγερσιν μειζόνων αὐτοῦ ποσῶν ἀρμόδιον *ηλεκτροφόρον* (Volta. 1775). Συγκροτοῦσι δὲ τοῦτο πλάξ τι Α (Σχ. 285.) ἐκ κακοῦ ἄγωγου (μίγματος ῥητινῶν, ἢ σκληρᾶς τε-

Σχ. 284



Σχ. 285



θειωμένης ἐλαστικῆς μάζης) περιλαμβανομένη ἐν τυπῷ ἄγωγῳ Γ ἢ ἐρειδομένη ἐπὶ ἄγωγῳ μεταλλικῷ ὑποστρώματος, καὶ κυκλικὸς δίσκος ἄγωγός ἔχων ὑαλινὴν λαβὴν ἢ φέρον σχοινία ἐκ μετάξης. Πρὸ τῆς χρήσεως ἡλεκτρίζομεν τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ῥητινώδους ἢ ἐλαστικῆς πλακὸς ἀρνητικῶς πληττοντες αὐτὴν δι' ἄλωπεκῆς ἢ τρίβοντες αὐτὴν πρὸς δορὰν αἰλούρου, εἴτα ἐπιτίθεμεν τὸν δίσκον, οὕτως διαρείται τὸ οὐδέτερον ῥευστὸν δι' ἐπιδράσεως εἰς $+H$ καὶ εἰς $-H$ · θίγοντες τότε τοῦ ἐπὶ τῆς πλακὸς κειμένου δίσκου διὰ τοῦ ἄγωγου δακτύλου μετοχετεύομεν τὸν ἀπωθούμενον $-H$ εἰς τὸ ἔδαφος, ὥστε ὑπολείπεται ὁ συνεχόμενος $+H$ ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἐπιφανείας τοῦ δίσκου. Εἴτα αἶροντες τὸν δίσκον διὰ τῆς μονωτηρίου λαβῆς ἐλευθεροῦμεν τὸν $+H$, ὅστις εὐρίσκων ὁδὸν ἐκρέει πρὸς τὸ ἔδαφος ὡς ἡλεκτρικὸς σπινθήρ (παρ. ἐδ. 274) συνδυεζόμενος ὑπὸ φόρου. Ἐπαναλαμβάνοντες δὲ τὴν ἀλληλουχίαν ταύτην τῶν κινήσεων κατὰ βούλησιν πολλάκις διεγίρομεν ἄμετρον ποσὸν ἡλεκτρισμοῦ ἐξ ἐπιδράσεως. Ἐὰν ὅμως ἄρωμεν τὸν ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροφόρου δίσκου πρὶν ἢ θίξωμεν αὐτοῦ πρότερον, ἡλεκτρισμὸς οὐδόλως ἐλευθεροῦται· διότι ὁ $+H$ καὶ ὁ $-H$ μακρυνόμενοι τῆς χωρίζουσης αὐτοὺς ἀπ' ἀλλήλων ῥητινώδους πλακὸς ἐνοῦνται πάλιν εἰς ῥευστὸν οὐδέτερον.

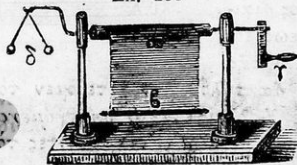
Ἡ ἰδιότης τοῦ ἡλεκτροφόρου τοῦ διατηρεῖν ἐπὶ μακρὸν τὴν ἐπ' αὐτοῦ διὰ τρίβης διεγερθεῖσαν ἢ ἡλεκτρικὴν κατάστασιν προέρχεται κυρίως ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἄγωγου τοῦ πρὸς τὸ ὑποστρώμα, ὡς φανερῶνται ἄριστα δι' ἡλεκτροφόρον ἐκ σκληροῦ ἑλα-

στικοῦ κόμμεως αἰρούμενου εὐχερῶς ἀπὸ τοῦ τύπου. Παρατηροῦμεν δηλαδὴ, ἀφροντες τὴν ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τριβεῖσαν πλάκα, ὅτι φέρει αὕτη ἐπὶ τῆς κάτω ἐπιφανείας θετικὸν ἡλεκτρισμὸν· ὥστε ἔαν ἐπιθῶμεν ἐπ' αὐτῆς ἀνατραπέσις τὸν ἀγωγὸν δίσκον, διεγείρεται ὑπὸ τῆς πρότερον κατωτέρως ἐπιφανείας ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς ἔξ ἐπιδράσεως ὡς ὁ θετικὸς ὑπὸ τῆς ἀνωτέρας. — Ἐρμηνεύεται δὲ ὁ $+H$ τῆς κάτω ἐπιφανείας τῆς πλάκας ὡς προκαλούμενος ὑπὸ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας αὐτῆς — H , διαιρούντος τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τοῦ ὑποστρώματος καὶ ἀπωθοῦντος τὸν — H αὐτοῦ πρὸς τὸ ἔδαφος καὶ ἔλκοντος τὸν $+H$ πρὸς τὴν κάτω ἐπιφάνειαν τῆς πλάκας· καὶ πράγματι κατὰ τὴν ἄρσιν τῆς πλάκας ἀπὸ τοῦ ὑποστρώματος καθίσταται· ἡμῖν αἰσθητὴ ἡ μεταξὺ αὐτῶν μετάβασις τοῦ $+H$ διὰ μικρῶν τριζόντων σπινθέρων. Τὰ οὕτως ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανείων τῆς πλάκας διεγείρομενα ἀντίθετα ἡλεκτρικὰ ρεύσata καλοῦνται δι' ἀμοιβαίας ἔλξεως τὸν εἰς τὸν ἄερα διασκορπισμὸν αὐτῶν καὶ τὸ ἡλεκτροφόρον διατηρεῖ ἐπὶ μακρὸν τὴν ἡλεκτρικὴν κατάστασιν. — Ἐὰν ἐπιθέντες ἐπὶ μεταλλικοῦ ὑποστρώματος πολλὰς μὴ ἀγωγούς πλάκας ἐπ' ἀλλήλας ἡλεκτρίσωμεν τριβόντες τὴν ἀνωτάτην αὐτῶν, εὐρίσκομεν κατὰ τὴν ἄρσιν ἐκάστης τῶν πλάκων τούτων ἀμφοτέρας τὰς ἐπιφανείας αὐτῆς ἡλεκτρίσμεναις ἀλλ' ἀντιθέτως.

— 269. ΣΩΡΕΥΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ. Ἀποτέλεσμα τῆς μεταξὺ τῶν ὁμωνύμων ἡλεκτρικῶν μορίων ἀπώσεως ἐστὶν ὅτι ὁ εἰς τούς μεμονωμένους ἀγωγούς μεταδιδόμενος ἡλεκτρισμὸς σωρεύεται πάντοτε *μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας*, τὰ δὲ ἐνδοτέρω αὐτῶν στεροῦνται ἐντελῶς ἡλεκτροϊσμοῦ ἐν ἐνεργείᾳ· διὸ τοὺς πρὸς σώρευσιν ἡλεκτρισμοῦ προωρισμένους ἀγωγούς κατασκευάζομεν ἀδιαφόρως κοίλους ἢ μὴ.

Ὁ ἡλεκτρισμὸς διανέμεται ἰσάκεις μεταξὺ δύο μεταλλικῶν σφαιρῶν, πλήρους καὶ κοίλης, ἀπομένειν ἀλλήλων. — Ἐάν, ἡλεκτρίσαντες πλήρη μεταλλικὴν μεμονωμένην σφαῖραν, περικαλυπτομένην ὑπ' ἐλῦτρον ἐκ δύο ἡμισφαιρίων μεταλλικῶν φερόντων λαβὰς μονωτηρίας, ἀποχωρίσωμεν τὰ ἡμισφαίρια τῆς σφαίρας, εὐρίσκομεν τὴν μὲν σφαῖραν ἀνηλέκτριστον, πάντα δὲ τὸν ἡλεκτρισμὸν ἐπὶ τῶν ἡμισφαιρίων. — Ἐάν ἡλεκτρίσωμεν τὸ μεταλλικὸν πέταλον ab (Σχ. 286), τὸ τυλισσόμενον διὰ τοῦ στροφάλου γ περιμικρὸν τινα μεμονωμένον κύλινδρον, πρὸς δὲ συνάπτονται ἡλεκτρικῶς τὰ ἔκκρεμῃ δ , ἡ μεταξὺ αὐτῶν διάστασις αὐξάνεται ὅταν συνελίσσωμεν καὶ ἐλαττοῦται ὅταν ἀνελίσσωμεν τὸ ἡλεκτρικὸν αὐτοῦ τὸ ὄργανον, καίτοι ἡ μάζα τοῦ ἀγωγοῦ διατελεῖ ἀμφοτέρως ἀμετάβλητος· ἐπειδὴ ἴση ἡλεκτρισμὸν ποσότης διαχέεται ἐνταῦθα μὲν ἐπὶ μείζονος ἐκεῖ δὲ ἐπ' ἐλάσσονος ἐπιφανείας, ἡ πυκνότης αὐτῆς μεταβάλλεται, αὐξανόμενη ὅταν ἡ ἐπιφάνεια ἐλαττωταί.

Σχ. 286



— 270. Ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας μεμονωμένης καὶ ἐντελῶς ἀσχέτου ἀγωγῷ σφαίρας ὁ ἡλεκτρισμὸς διανέμεται ἰσοπύκνως, ἥτοι ἐφ' ἐκάστης μονάδος ἐπιφανείας σωρεύεται ἴσον ποσὸν ἡλεκτρισμοῦ. Ἀλλ' ἐπ' ἀγωγῶν ἐπιμήκους σχήματος ὁ ἡλεκτρισμὸς ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἀπώσεως τῶν μορίων αὐτοῦ σωρεύεται μᾶλλον ἐπὶ τῶν ἄκρων, ὥστε ἡ πυκνότης τῆς ἡλεκτρικῆς διανομῆς αὐξάνεται ἀπὸ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα. Καθόλου δὲ ἡ πυκνότης αὕτη καθίσταται μεγίστη ἐπὶ τῶν ἐξεχόντων μερῶν τοῦ ἀγωγοῦ καὶ μάλιστα ἐπ' ὀξείων ἀκμῶν, γωνιῶν καὶ ἀκίδων· ὥστε ἐκ τῶν τοιούτων ἄκρων ὁ ἡλεκτρισμὸς εὐχερέστατα ἐκρέει καὶ διαχέεται εἰς τὸν περιέχοντα ἄερα (παρ. ἐδ. 275)· διὸ δεόν ἔνα

ὅλως ἀποφεύγωμεν αὐτὰς κατασκευάζοντες ἀγωγούς πρὸς ἡλεκτρικὴν σώρευσιν.

+ 271. ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΛΞΕΩΝ ΚΑΙ ΩΣΕΩΝ. ΖΥΓΟΣ ΤΟΥ COULOMB.
Ὁ Coulomb κατέδειξεν ὅτι ἀναλόγως τοῦ περὶ καθολικῆς ἑλξεως τῆς ὕλης νόμου τοῦ Newton (ἐδ. 58) ἡ μεταξὺ τῶν ὁμωνύμων ἡλεκτρι-
σμῶν ἑλξις καὶ ἡ μεταξὺ τῶν ἐτερονύμων ὥσις ἀναλογεῖ κατ' εὐ-
θείαν μὲν πρὸς τὰ ποσὰ αὐτῶν, ἀντιστρόφως δὲ πρὸς τὸ τετράγω-
ρον τῆς ἀποστάσεως.

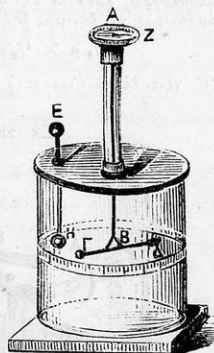
Ἐὰν ἐκλέξωμεν ὡς ἡλεκτρικὴν μονάδα τὸ ἡλεκτρικὸν ποσὸν τὸ ἀσχοῦν ἐπ' ἴσου ἡλε-
κτρικοῦ ποσοῦ καὶ ἐξ ἀποστάσεως ἐνὸς μέτρου ὥσιν 1, ἡ μεταξὺ τῶν ἡλεκτρικῶν ποσῶν
μ καὶ μ' ἐξ ἀποστάσεως ἐνὸς μέτρου ἀσχομένη ὥσις παρασταθῆσεται διὰ τοῦ γινόμενου
μμ', ἥτοι τοσαύτη ἔσεται ἡ τάσις (μετρούμενη διὰ μονάδος βάρους) μονωτηρίου νήμα-
τος (παρλ. ἐδ. 38) κωλύοντος τὴν ἀπ' ἀλλήλων μάκρυνσιν αὐτῶν ὥστε ἐξ ἀποστάσεως α

μέτρων ἡ ὥσις αὕτη ἔσεται $\frac{\mu\mu'}{a^2}$. Ἐὰν δὲ ἐν τοῖς λογισμοῖς χαρακτηρίσωμεν τὰ δύο ἡλε-
κτρικὰ εἶδη διὰ τῶν δύο ἀλγεβρικῶν σημείων, τὸ γινόμενον μμ' φέροι τὸ σημεῖον + ἢ
τὸ —, καθόσον οἱ ἡλεκτρισμοὶ εἰσιν ὁμώνυμοι ἢ ἐτερόνυμοι ὥστε τὸ ἀλγεβρικὸν ση-
μεῖον τοῦ γινόμενου θετικὸν μὲν ἐμφαίνει ὥσιν, ἀρνητικὸν δὲ ἑλξιν.

Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ἐκφωνηθέντος νόμου καὶ πρὸς μέτρησιν τῶν ἡλεκτρικῶν ποσῶν ὁ
Coulomb ἐποίησато χρῆσιν τοῦ ὑπ' αὐτοῦ κατασκευασθέντος (1784) ἡλεκτρικοῦ ζυ-
γοῦ διὰ σπειράσεως, ἔχοντος οὐσιωδῶς τὴν ἐξῆς διάταξιν (Σχ. 287). Ἐκ τοῦ σκλη-
ροῦ ἀργυροῦ σύρματος AB ἐστὶν ἐξηρητημένος ὁ ἐκ ῥητινωτῆς ὑάλου ἢ ἐκ ῥητίνης μοχλὸς

ΓΔ, φέρων κατὰ μὲν τὸ ἄκρον Γ μεταλλικὴν σφαί-
ραν, κατὰ δὲ τὸ Β βάρος τὴν ἰσορροποῦν αὐτῇ. Πρὸς ἀπο-
φυγὴν κινήσεων ἐκ τῶν πνευμάτων τοῦ ἀέρος ὁ μοχλὸς
οὗτος περικυλῶται ὑπ' εὐρέος ὑαλίνου κυλίνδρου, ἐφ' οὗ
ἐστὶν ἀναγεγραμμένη περιφέρεια εἰς μοίρας διγρημένη,
ἐφ' ἧς μετροῦμεν κατὰ πόσας μοίρας ἐκτρέπεται ὁ στρε-
φόμενος μοχλὸς ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ ἀντι-
στοιχοῦσης τῇ 0°. Παρὰ τὴν σφαῖραν τοῦ μοχλοῦ ὑπάρ-
χει ἡ ἀκίνητος σφαῖρα τοῦ ζυγοῦ, ἣν ἡλεκτρίζομεν διὰ
τοῦ φέροντος αὐτὴν μεταλλικοῦ σύρματος EH, τοῦ διερ-
χομένου διὰ τοῦ μονωτηρίου ἐπιπόματος τοῦ κυλίν-
δρου. Ἀρχόμενοι τῆς δοκιμῆς πλησιάζομεν τὰς δύο σφαί-
ρας μέχρις ἐπαφῆς καὶ μετοχετεύομεν εἰς τὴν ἀκίνητον
σφαῖραν Η πὸσὸν τῆς ἡλεκτρίσεως, ὅπερ διαδιδόμενον καὶ
εἰς τὴν σφαῖραν Γ ἐπιφέρει ἡλεκτρικὴν ἀπῶσιν, ἐκτρέπου-
σαν τὸν μοχλὸν τῆς θέσεως αὐτοῦ κατὰ τινὰς μοίρας. Ἡ
ἐκτροπὴ αὕτη γεννᾷ ἐλασικότητα σπειράσεως ἐν τῷ
νήματι, προπαθοῦσαν ἵνα ἐπαναγάγῃ τὸν μοχλὸν εἰς τὴν
ἀρκτικὴν αὐτοῦ θέσιν, ἥτις μεγεθυνομένη σὺν τῇ γωνίᾳ
ἰσορροπεῖ τέλος πρὸς τὴν ἡλεκτρικὴν ὥσιν. Ἐὰν δὲ ὁ
ἐμφανὴς τὸν συντελεστὴν τῆς σπειράσεως τοῦ σύρ-
ματος, ἥτοι τὴν δόσιν (ἐδ. 46) τὴν ἱκανὴν πρὸς ἐκτροπὴν
τοῦ μοχλοῦ τῆς ἀρκτικῆς θέσεως κατὰ 1° ἀρα καὶ πρὸς σπείρασιν τοῦ σύρματος κατὰ
1°, ἐπειδὴ ἡ ἐκ τῆς ἐλασικότητος δύναμις ἀναλογεῖ πρὸς τὴν γωνίαν τῆς σπειράσεως
(ἐδ. 8), ἔπεται ὅτι ἡ πρὸς στροφὴν τοῦ μοχλοῦ κατὰ 2° δόσις ἔσεται 2°, καὶ ἡ πρὸς
στροφὴν κατὰ x° ἔσεται x°. Ἐπομένως ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας τῆς στροφῆς συμπε-
ραίνομεν περὶ τοῦ μεγέθους τῆς ἡλεκτρικῆς ὥσεως τῆς ἐπενεχούσης τὴν στροφὴν ταύτην.
Ἐξαρτᾶται δὲ τὸ σῆμα, ὅπως μεταβάλλωμεν κατὰ τὸ δοκοῦν τὴν σπείρασιν αὐτοῦ, ἐκ
τινὸς μεταλλικῆς πλῆκξος Α στρεπτῆς περὶ τὸν ὀρχάνου καὶ φεροῦσας τὸν
τῆς σπειράσεως δείκτην ΑΖ, δι' οὗ μετροῦμεν ἐπὶ διγρημένης περιφερείας τὴν
γωνίαν τῆς στροφῆς. Ὁ οὕτω προπαρασκευασμένος ζυγὸς χρησιμεύει πρὸς δύο τινὰ 1ον
πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τοῦ Coulomb ὅτι ἡ ἡλεκτρικὴ δύναμις ἐλαττοῦται ἀνα-

Σχ. 287

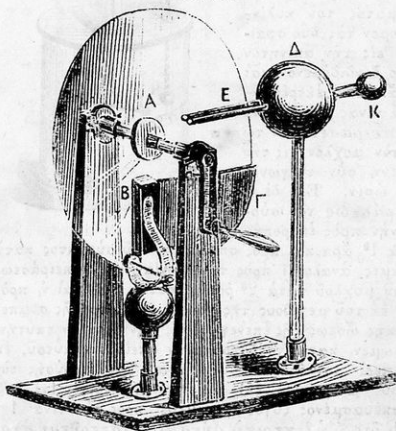


λόγως τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων. Ὑποθέσωμεν ὅτι ἡλεκτρικὴ τις ποσὴς μετοχευθεῖσα εἰς τὴν σφαῖραν Η ἔστρεψε τὸν μοχλὸν κατὰ 20° , ἄρα διὰ τὴν ἡλεκτρικὴν ὥσιν ἀπὸ τῆς ἀναλόγου τῇ γωνίᾳ ταύτῃ ἀποστάσεως ἰσορροπεῖ πρὸς 20° σπείρασιν τοῦ σύρματος· ἐὰν στρέφοντες τὸν δείκτην τῆς σπειράσεως ΑΖ κατὰ διευθύνσιν ἀντίθετον πρὸς τὴν στροφήν τοῦ μοχλοῦ, πλησιάζομεν τὰς ἡλεκτρικὰς σφαῖρας πρὸς ἀλλήλας αὐξάνοντες τὴν σπείρασιν, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται στροφή τοῦ δείκτη 70° ἵνα παλινδρομήσῃ ὁ μοχλὸς 10° · ἀλλὰ τότε τὸ μὲν ἄνω ἄκρον τοῦ σύρματος ἐσπεῖράθῃ 70° πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς ἐν ἰσορροπίᾳ θέσεως, το δὲ κάτω μετὰ τοῦ μοχλοῦ 10° πρὸς τ' ἀριστερά, ὥστε ὅλη ἡ σπείρασις τοῦ σύρματος ἰσοῦται πρὸς 80° , ἡ δὲ ἐξ αὐτῆς ἐλαστικότης ἰσορροπεῖ πρὸς τὴν μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ἄνωσιν ἐξ ἀποστάσεως 10° , ἐνῷ ἐξ ἀποστάσεως διπλασίας ἦτοι 20° ἦν ἀναγκαῖα πρὸς ἰσορροπίαν τετράκις ἐλάσσων σπείρασις· ὁμοίως ἀνευρίσκομεν διὰ τὴν ἀποστάσεως τρις ἐλάσσονος ἀπαιτεῖται ἐνεαπλασία, καὶ ἐξ ἀποστάσεως τετράκις ἐλάσσονος δεκαεξαπλασία σπείρασις, κτλ. — Προκειμένου περὶ πραγματικῆς ἐκτελέσεως δοκιμῶν πρὸς μέτρησιν, προσεχτέον πρὸς ταῦτα, πρῶτον διὰ τὴν μεταξὺ τῶν σφαιρῶν ἀποστάσιν μετρεῖ οὐχὶ τὸ τόξον ἀλλ' ἡ ὑποτινύουσα αὐτοῦ χορδὴ καὶ δεύτερον διὰ τὴν φῶσθα δύναμις ἐνεργεῖ πλαγίως καὶ οὐχὶ καθέτως ἐπὶ τοῦ βραχίονος τοῦ μοχλοῦ (παρβλ. ἐδ. 46). — 2^ο Πρὸς μέτρησιν τῶν ἡλεκτρικῶν ποσῶν. Μετοχευόντες ἀνίσους ἡλεκτρισμοῦ ποσότητας εἰς τὸν ζυγὸν ἐπιφέρομεν ἀνίσους ἐκτροπὰς τοῦ μοχλοῦ· ἀλλὰ στρέφοντες τὸν δείκτην τῆς σπειράσεως ΑΖ κατορθοῦμεν ἐκαστοτε τὴν ἐπαναγωγὴν τῆς σφαῖρας εἰς ἴσην ἀπὸ τῆς ἀκινήτου σφαῖρας ἀπόστασιν καὶ συμπεραίνομεν περὶ τοῦ λόγου τῶν ἡλεκτρικῶν ποσῶν ἐκ τῶν πρὸς τοῦτο ἀναγκαίων γωνιῶν τῆς σπειράσεως τοῦ σύρματος. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ μ' καὶ μ' τὰ πρὸς σύγκρισιν ἡλεκτρικὰ ποσὰ καὶ παραδεχθῶμεν ὅτι ἀπαιτεῖται στροφή τοῦ δείκτη 30 μὲν μοιρῶν διὰ τὸ ποσὸν μ', 80 δὲ διὰ τὸ ποσὸν μ' ἵνα ἐπανάλθῃ ὁ μοχλὸς εἰς ἀπόστασιν 10° , συμπεραίνομεν διὰ κατὰ τὴν πρώτην δοκιμὴν ἡ σπείρασις τοῦ σύρματος ἰσοῦται πρὸς $(30+10)^\circ$, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν πρὸς $(80+10)^\circ$, ὥστε ὁ λόγος τῶν ἡλεκτρικῶν ὥσεων ἐξ ἴσης ἀποστάσεώς ἐστὶ 4 : 9. Ἐὰν δὲ ὁ ὄγκος τῆς ἀκινήτου σφαῖρας ἰσῶται πρὸς τὸν τῆς κινήτης κατὰ τὴν πρώτην μὲν δοκιμὴν ἑκατέρω τῶν σφαιρῶν ἀνέλαβεν ἡλεκτρικὸν ποσὸν $\frac{1}{2}$ μ', κατὰ δὲ τὴν δευτέραν $\frac{1}{2}$ μ'. ὥστε τῆς ἀποστάσεως α διατελούσης κατ' ἀμφοτέρας τὰς δοκιμὰς ἴσης συμπεραίνομεν

$$\frac{1}{2} \mu' \times \frac{1}{2} \mu' : \frac{1}{2} \mu' \times \frac{1}{2} \mu' :: 4 : 9 \text{ ἢ } \mu' : \mu' :: 2 : 3$$

Ἐν γένει δὲ τὰ ἡλεκτρικὰ ποσὰ ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα ὡς αἱ τετραγωνικαὶ εἰς τὴν παρατηρηθεῖσάν γωνίαν τῆς σπειράσεως.

Σχ. 288



272. Πᾶσα ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΗ σύγκειται ἐκ τοῦ τριβομένου σώματος, ἐκ τοῦ τρίβοντος σώματος καὶ ἐκ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ, ἐφ' οὗ συναγείρεται ὁ ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμός. Ὡς τριβόμενα χρησιμεύουσιν ὕαλος, ῥητίνη, θεῖον, σκληρὸν ἐλαστικὸν κόμμι καὶ ἕτεροι μὴ ἀγῶγοί, οὓς σχηματίζομεν εἰς κυκλοτερεῖς δίσκους (Α) (Σχ. 288) ἢ εἰς κυλίνδρους, στρεφόμενους διὰ τροφάλου περὶ μονωτήριον ἄξονα· ὡς τρίβοντα χρησιμεύουσιν εἰς μὲν τὰς δισκοφόρους μηχανὰς δύο δερμάτινα προσ-

κεφάλαια ἀλληλιμμένα ἀμαλγάματι καὶ μετρίως τὸν δίσκον διὰ τῆς ἰδίας ἐλαστικότητος ἐκατέρωθεν πιέζοντα, εἰς δὲ τὰς κυλινδρῶδους μηχανὰς ἐν προσκεφάλαιον πλαγίως τὸν κύλινδρον πιέζον. Ἀπὸ τῶν προσκεφαλαίων ἐξέχουσι δύο ἀποσπάσματα ἐκ σπηρικῷ ἀπτόμενα τοῦ δίσκου ἐκατέρωθεν καὶ ἐμποδίζοντα τὴν διάχυσιν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ φερομένου πρὸς τὸν ἄγωγόν. Ὁ δὲ καλῶς μεμονωμένος ἄγωγός Δ ἔχει σχῆμα σφαιρίας ἢ κυλίνδρου ἀπολήγοντος κατ' ἀμφοτέρα εἰς ἡμισφαίρια, καὶ φέρει συνήθως πρὸς αὐξήσιν μὲν τῆς ἡλεκτρικῆς πυκνότητος λεπτήν μεταλλικὴν ἐξοχὴν ἀπολήγουσαν εἰς σφαιρίδιον Κ, πρὸς αὐξήσιν δὲ τοῦ ἀποτελέσματος τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἐπὶ τοῦ δίσκου διεγειρομένου ἡλεκτρισμοῦ τοὺς *μυζητήρας*, ποικίλον σχῆμα ἔχοντας· οὗτοί εἰσι συνήθως δύο μεταλλικοὶ *κτένες* Ε, ἀπέναντι ἀλλήλων ἐκατέρωθεν τοῦ δίσκου ἰστάμενοι καὶ φέροντες ἐπὶ τῆς πρὸς τὴν ὕαλον ἐστραμμένης ἐπιφανείας αὐτῶν σειρὰν ἀκίδων. Ἐπὶ παντὸς ἐτέρου τοῦ ἄγωγου μέρους ἀνάγκη ἵνα ἐπιμελῶς ἀποφύγωμεν πᾶσαν ἀκίδα ἢ ἀκμήν (ἐδ. 270).—Κατὰ τὴν τριβὴν ἢ μὲν ὕαλος ἡλεκτρίζεται θετικῶς τὸ δὲ ἀμάλγαμα ἀρνητικῶς· ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τῆς ὕαλου πλησιάζων διὰ τῆς στροφῆς εἰς τοὺς *μυζητήρας* διακεῖται ἐπιδρῶν τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τοῦ ἄγωγου (ἐδ. 267), καὶ ὁ μὲν ἀρνητικὸς τοῦ ἄγωγου ἐλκόμενος ἐκρέει ἀπὸ τῶν ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐφ' οὗ ἀναίρει τὸν θετικόν, ὁ δὲ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἄγωγου ὑπολείπεται καὶ ἀπωθούμενος φέρεται πρὸς τὰ μέρη αὐτοῦ τὰ ἀπέχοντα τοῦ δίσκου, ὅθεν ἢ ἐκρέει πρὸς τὸ ἔδαφος διὰ καταλλήλου ἄγωγου ἢ ἐκπνέει κατ' ὀλίγον ὡς σπινθήρ (ἐδ. 274) πρὸς πάντα ἀρκούντως πλησιάζοντα ἄγωγόν συναπτόμενον πρὸς τὸ ἔδαφος. Τὴν δὲ παραυτίκα εἰς οὐδέτερον βευστόν ἔνωσιν τοῦ διεγειρομένου ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ τριβόντος σώματος μετὰ τοῦ θετικοῦ τοῦ δίσκου προλαμβάνομεν κατὰ τὸ δυνατόν συνάπτοντες ἡλεκτρικῶς τὸ ἔδαφος πρὸς τὰ προσκεφάλαια ἐνῷ στρέφομεν τὸν δίσκον. Συμφέρει δὲ ἵνα καὶ τὰ προσκεφάλαια ὥς μεμονωμένα, διότι μετοχευέμενοι τὸν + Η τοῦ ἄγωγου πρὸς τὴν γῆν πυκνῶμεν στρέφοντες τὸν δίσκον τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ τριβόντος σώματος.—Ἡ ἐπὶ τοῦ ἄγωγου ἡλεκτρικὴ πυκνωσις ἐπιτείνεται μέχρις οὗ ἢ ἐξ αὐτῆς ἐπιδράσις ἐπὶ τοῦ οὐδέτερου βευστοῦ τῶν κτενῶν κατὰ τὴν ἴσην πρὸς τὴν ἐκ τοῦ + Η τοῦ ὑαλίνου δίσκου· ἐπεὶ δὲ αὕτη ἐστὶν ὥρismένη, συμπεραίνομεν ὅτι ὑπάρχει ὄριόν τι τῆς ἐπὶ τοῦ ἄγωγου πυκνώσεως. Πράγματι ὅμως τὸ ὄριον τοῦτο ἐξαρτᾶται ἰδίως ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιράς παρὰ τῷ ἄγωγῳ, διὸ ἐξασθεῖ κατὰ πολὺ ἐν καιρῷ ὑγρασίας ἐνεκα τῆς διὰ τῶν ὑποστηρικμάτων καὶ διὰ τοῦ αἰέρος ἀπωλείας.

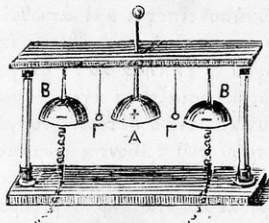
Πρῶτος ὁ Otto Guericke (παρβλ. ἐδ. 97) πρὸς εὐχερῆ ἡλεκτρικὴν διέγερσιν ἐποίησεν χρῆσιν σφίρας ἐκ θελοῦ στρεπτῆς περὶ ἄξονα καὶ τῆς παλάμης ὡς τριβόντος σώματος (1672). Ὁ Winkler προσέθετο πρῶτος τὸ προσκεφάλαιον (1745), ὁ δὲ Planta (1760, κατεσκεύασε τὰς πρῶτας δισκοφόρους μηχανὰς. Ἡ δὲ ὑπὸ τοῦ Cuthbertson (1785) ἐν

Harlem διὰ τὸ Μουσεῖον τοῦ Teyler κατασκευασθεῖσα μηχανή, δι' ἧς ἐπειράθη ὁ van Marum κέκμηται: δύο δίσκους ἔχοντας διάμετρον 165 εἰς καὶ ἀγωγὸν ἔχοντα 2,2 μ ἐπιφάνειαν ἔξακοντίζει δὲ ἐν ἐνὶ λεπτῷ 300 σπινθήρας ἔχοντας μήκην 60 εἰς καὶ φαινόμενον πάχος ὅσον περὶ καυλός. — Τὰ διάφορα τῆς ὑάλης εἶδη κέκμηται ἄνισον ἱκανότητα πρὸς διεγερσὶν ἡλεκτρισμοῦ· δίσκοι δὲ χρησιμεύσαντες πρὸς τοῦτο ἀπὸ τινος χρόνου εἰσὶν ἱκανώτεροι τῶν νέων. — Ἀριστον τῶν πρὸς τριβὴν ἀλλαγμάτων ἐστὶ τὸ τοῦ Kienmayer συγκείμενον ἐξ ἰσῶν βαρῶν κασιτέρου καὶ ψευδαργύρου καὶ διπλοῦ βάρους ὑδραργύρου καὶ προσκολλώμενον λεπτομέρεστατον δι' ὀλίγου πάχους ἐπὶ τῶν δερματίνων προσκεφαλαίων (βρ. ἐδ. 285).

273. ΕΝΕΡΓΕΙΑΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ. Διὰ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν προκαλοῦμεν πάντα τὰ φαινόμενα, ἄλλ' ἐν μείζονι μέτρῳ, περὶ ὧν ἐγένετο ἐν τοῖς προηγουμένοις λόγος καὶ ὧν ἡ ἐρμηνεία στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ἑλξεως καὶ ὥσεως καὶ ἐπὶ τῆς ἡλεκτρικῆς ἐπιδράσεως. Ἰδίως δὲ χρησιμεύουσιν αὗται πρὸς γένεσιν φαινομένων ἀπαιτούντων μείζονα ἡλεκτρικὴν πύκνωσιν καὶ τάσιν, καὶ πρὸς τοὺς ποικίλους τρόπους τῆς ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως, περὶ ἧς πραγματευόμεθα ἐν τῇ ἀκολουθῇ παραγράφῳ, καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῆς ἐπὶ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος.

Διὰ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς ἐκτελοῦνται πλεῖστα πειράματα πρὸς δεῖξιν τῆς ἑλξεως καὶ ὥσεως· ἐπεὶ δὲ ὅμως ταῦτα πάντα ὁμοίως ἐρμηνεύονται· περιγράφωμεν μόνον τοὺς ἡλεκτρικοὺς κώδωνας (Σχ. 289). Ἐκ τῶν τριῶν κώδωνων Α, Β, Β ὁ μὲν μεσαῖος Α συνάπτεται ἡλεκτρικῶς μόνον πρὸς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, οἱ δὲ δύο ἄκροι Β, Β μόνον πρὸς τὸ ἔδαφος, ὥστε ὁ ἐπὶ τοῦ κώδωνος Α θετικὸς ἡλεκτρισμὸς διεγείρει δι' ἐπιδράσεως — Η ἐπὶ τῶν κώδωνων Β, Β.

Σχ. 289



Τὰ δὲ μετὰ αὐτῶν ἐκ σφαιρῶν νημάτων ἐξηρηγμένα σφαιρίδια ἔλκονται καὶ ἀπωθύνονται ἐναλλὰξ ὑπὸ τῶν κώδωνων Α καὶ Β, διότι ἀπτόμενα τοῦ κώδωνος Α πληροῦνται θετικοῦ, ἀπτόμενα δὲ τοῦ Β ἀρνητικοῦ ρεύστος. Ἡ τὸ κρούσμα τῶν κώδωνων ἐπιφέρουσα αὕτη κίνησις διαρκεῖ ἐνὸς μὲν πληροῦμεν διὰ τῆς στροφῆς τὸν ἐκκενούμενον ἀγωγόν.

Ἐνεκα τῆς ἡλεκτρικῆς ἑλξεως ὀρθοῦμεν αἱ τρίχες τῶν πλησιαζόντων εἰς τὸν ἀγωγὸν ἐνεργοῦσιν ὡς μυζητήρες· τὸ δὲ σῶμα ἀνθρώπου ἱσταμένου ἐπὶ θρανίου, ἔχοντος ὑαλίνους πόδας, καὶ ἀπτόμενου τοῦ ἀγωγοῦ ἀποτελεῖ μέρος τοῦ ἀγωγοῦ τούτου, ὥστε ἐκπηδῶσι καὶ ἐξ αὐτοῦ, ὡς ἐκ πάσης ἐτέρας τοῦ ἀγωγοῦ χώρας, σπινθήρες εἰς πάντα πλησιαζόντα ἕτερον ἀγωγὸν πρὸς τὸ ἔδαφος συναπτόμενον. Οἱ σπινθήρες οὗτοι ῥύττουσιν ὀδυνηρῶς τὸ μέρος τοῦ δέρματος δι' οὗ διέρχονται, προξενούντες συγχρόνως, ὅταν ἡ ἡλεκτρικὴ ποσότης τυχὴ μεγάλη, δυσάρεστον τι αἰσθημα ἐν τοῖς ἄρμοις καὶ σπασμὸν τῶν μυῶν. Ὅπως δὲ τὰ νεύρα τῆς ἀρῆς, ὁμοίως διεγείρονται καὶ τὰ τῶν λοιπῶν αἰσθήσεων κατὰ τὸν ἰδιόζοντα ἐκάστην τρόπον· ὁ ὀφθαλμὸς αἰσθάνεται τὸ ἡλεκτρικὸν πλῆγμα ὡς ἀστραπὴν, τὸ οὖς διχογετούμενον τοῦ πλῆγματος διὰ τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου ὡς θόρυβον, ἡ γλῶσσα ὡς ἰδιότροπον γεῦσιν ἀλμυρὰν προκύπτουσαν ἐν μέρῳ ἐκ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τῆς ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως (παρβλ. ἐδ. 339 καὶ ἐφ.). Ὅμοιως ὀφείλεται ἡ ἰδιόζουσα ὁσμή, ἣν αἰσθανόμεθα στρέφοντες ἰσχυρὰν ἡλεκτρικὴν μηχανήν, εἰς χημικὴν τινα ἐνέργειαν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐπὶ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος, διότι τοῦτο μεθίσταται βαθμυδὸν ἡλεκτριζόμενον εἰς τὴν ἀλλοφανήν κατάστασιν (παρβλ. ἐδ. 26), ἣν ὁ ἀνκαλύψας Schönbein ἐκάλεσεν ὄζον (ἐδ. 339). Ἐπὶ μακρὸν δὲ συμβαίνει αἱ ἡλεκτρικαὶ ἐκκενώσεις ἐπιφέρουσι ἐνωσιν τοῦ ὀξυγόνου μετὰ τοῦ αἰθέρος τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ συστοιχείωσιν μικρᾶς ποσότητος αἰωτώδους οὕτου.

274. ΠΟΙΚΙΛΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ. Διακρίνομεν τρία εἶδη

ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως, διαφέροντα κατὰ τὴν διάρκειαν καὶ κατὰ τὰ συνοδευόντα εἰς αὐτὰ φωτεινὰ φαινόμενα, ἥτοι 1^{ον}) τὴν ἐκκένωσιν διὰ σπινθήρος, 2^{ον}) τὴν ἐκκένωσιν διὰ λόφου, καὶ 3^{ον}) τὴν ἐκκένωσιν διὰ φλογίου.

1^{ον} Ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ ἀναφαίνεται ὅταν δύο ἀντιθέτως ἡλεκτρισμένοι ἄγωγοί στεροῦμενοι ἐξέχουσιν γωνιῶν καὶ ἀκίδων πλησιάζουσιν ἀρκούντως πρὸς ἀλλήλους. Ἐάν ὅμως ὁ ἕτερος αὐτῶν πρὸ τοῦ πλησιασμοῦ ᾗ ἀνηλέκτριστος, οἷον μέταλλον μὴ μεμονωμένον πλησιάζον εἰς τὴν ἡλεκτρικὴν μηχανήν, προηγεῖται πάντοτε τῆς διὰ σπινθήρος ἐκκενώσεως ἐπίδρασις, ἡλεκτρίζουσα αὐτὸν ἀντιθέτως. Ὁ σπινθήρ πάντοτε προκύπτει ἐκ βιαίας διελάσεως τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν διὰ τοῦ μὴ ἄγωγοῦ ἀέρος, ἀνθισταμένου εἰς τὴν ἑνώσιν αὐτῶν. Τὸ μήκος τοῦ ἐξακοντισμοῦ τοῦ σπινθήρος ἀναλογεῖ, κατὰ τὸν Riess, πρὸς τὴν ἡλεκτρικὴν πύκνωσιν (παρ. ἐδ. 279). Ἐμφανίζεται δὲ ὁ σπινθήρ ὡς ἄπλους, λαμπρός, ἀκριβῶς περατούμενος καὶ ἐν μείζονι μήκει πολὺθλαστος καὶ ἀκαριαῖος φωτεινὸς ὁλκὸς εἰς ὃν ἀκολουθεῖ ἰσχυρὸς κρότος.

Τὸ χρῶμα τοῦ σπινθήρος ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τῶν μετάλλων ἀφ' ὧν ἐκρήνυται καὶ ἐκ τοῦ αἰρίου δι' οὗ διέρχεται. Τὸ δὲ φῶς αὐτοῦ διὰ τοῦ πρίσματος ἀναλύον παρῆχει φάσμα περιλαβάνον πληθύν λαμπρῶν ταινιῶν μεταβαλλομένων μετὰ τοῦ μετάλλου καὶ μετὰ τοῦ αἰρίου· ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι κατὰ τὸν ἐξακοντισμὸν τοῦ σπινθήρος οὐ μόνον συναποσπῶνται καὶ ὀξειδωθῆναι ἐλάχιστα ὑλικά μόρια ἀλλὰ πυρακτοῦνται καὶ ἡ τοῦ αἰρίου μάζα (παρβλ. ἐδ. 149)· πράγματι δὲ τὰ ἴχνη τῆς διαβάσεως τοῦ σπινθήρος μεταξύ δύο στιλπνῶν μεταλλικῶν πλακῶν ἀνευρίσκονται ἐπ' αὐτῶν ὡς λεπτά σημεία, ἢ ὡς δακτύλιοι (τοῦ Priestley) κατόπιν ἐκκενώσεως μειζόνων ἡλεκτρικῶν ποσῶν. (Περὶ τοῦ σπινθήρος τῆς συστοιχίας ὄρα ἐδ. 281).

Πρὸς διάτρησιν στερεῶν κακῶν ἄγωγῶν, οἷον ὑάλινων πλακῶν, ἀπαιτεῖται μείζων πύκνωσις, ἢ ἐπιτυγχάνομεν λαμβάνοντες τὸν ἕτερον τῶν δύο ἄγωγῶν ἀκιδῶν καὶ προσκολλῶντες τὴν ἄκραν αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς πλακῆς διὰ μὴ-ἄγωγοῦ κόλλας· ὁ ἐπὶ τῆς ἀκίδος ταύτης ἰσχυρῶς πυκνούμενος ἡλεκτρισμὸς μὴ εὐρίσκων ἑτέραν διέξοδον διέρχεται διὰ τῆς ὑάλου πρὸς τὸν ἑτέρωθεν αὐτῆς ἄγωγόν. Δι' ἰσχυρῶν μηχανῶν διατρυπῶνται οὕτω πλάκες ὑάλιναι· ἔχουσαι πάχος πλεόντων 3 εἰρ.

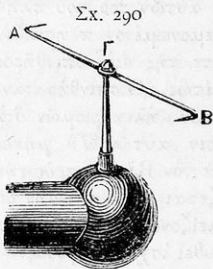
Εὐφλεκτα σώματα, οἷον οἰνόπνευμα, αἰθέρ καὶ μάλιστα ἐκροτοῦντα κράματα ἀερῶν (ὕδρογονον μετ' ὀξυγόνου· ἡλεκτρικὸν πυροβόλον), ἀναφλέγονται ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος. Χρῆσιν τῆς ιδιότητος ταύτης ποιοῦμεθα πρὸς ἀνάλυσιν ἀερώδων σωμάτων (εὐδίομετρον), καὶ πρὸς ἔκρησιν τῶν ὑπονόμων (παρβλ. ἐδ. 282 καὶ 335).

2^{ον} Ἡ διὰ λόφου ἐκκένωσις συμβαίνει, ὅταν τῆς πυκνώσεως οὐσῆς ἐπὶ τῆς μηχανῆς μεγάλῃς οὐδεὶς ὑπάρχῃ ἄγωγος ἄρκούντως πλησίον αὐτῆς ὅπως ἐκραγῇ σπινθήρ. Τότε ὁ ἡλεκτρισμὸς ἐκρέει ὡς λόφος ἐξ ἀκτίνων ἀποκλινουσῶν ὑπερύθρων ἢ ὑποκυάνων καὶ δὴ μετὰ σιγμοῦ. Οἱ λόφοι οὗτοι ἕνεκα τοῦ ἀμυδροῦ αὐτῶν φωτὸς φαίνονται συνήθως μόνον ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ, καὶ καθίστανται ὠραϊότατοι ἐάν ἐπὶ τοῦ ἄγωγοῦ ἰσχυρᾶς μηχανῆς θῶμεν ἀμβλύν κῶνον ἐκ ξύλου ἢ βανίδα ὕδατος. Σύρματα δὲ μεταλλικὰ λεπτότατα ἀπτόμενα τοῦ ἄγωγοῦ τῆς μηχανῆς ἐκχέουσιν ἀπὸ παντὸς τοῦ μήκους αὐτῶν θυσάνους φωτοβόλων ἀκτίνων.

3^{ον} Ἡ δὲ διὰ φ.λογίου ἐκκένωσις ἐστὶ συνεχῆς καὶ ἀθόρυβος ἐκροή τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀπὸ σημείου ἀταράχως λάμποντος, καὶ μάλιστα ἀπὸ ἀκίδος. Ἐάν ἐπὶ τοῦ ἄγωγοῦ τῆς μηχανῆς θῶμεν ἀκίδα ἢ ἐάν προτεί-

νωμεν αὐτὴν ἀπὸ τινος ἀποστάσεως, πᾶς ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἀγωγοῦ ἢ ἐκρέει ἀθορύβως ἢ ἀναιρεῖται ὑπὸ τοῦ ἐκρέοντος ἀντιθέτου ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τῆς πλησίον ἀκίδος, ὥστε ὁ ἐξακοντισμὸς σπινθήρων ἀπὸ τῆς μηχανῆς καθίσταται ἀδύνατος.

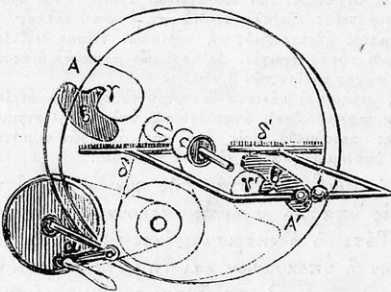
Οἱ κατὰ τὴν ἐκρόην τοῦ +H σχηματιζόμενοι λόφοι εἰσὶ μακρότεροι τῶν τοῦ -H. Τὸ δὲ φλόγιον ἐκλινέται ὡς λόφον ἐλαχίστων διαστάσεων, διότι (τὸ τοῦ +H μάλιστα) εὐχερὲς εἰς λόφον μεθίσταται· ἀλλὰ καὶ ἡ ἐκρόη τοῦ μὲν φλογίου ἐστὶ συνεχὴς, τοῦ δὲ λόφου διαλείπουσα, ὡς βεβαιούμεθα παρατηροῦντες τὸ φῶς αὐτῶν ἐν κατόπτρῳ ταχέως στρεφόμενῳ.



Μετά τῆς διὰ φλογίου ἐκρόης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ συνδέεται καὶ τὸ φαινόμενον τοῦ καλουμένου *ηλεκτρικοῦ φησμήματος*, πνεύματος ἱκανοῦ πρὸς σβέσιν παρακειμένης λαμπάδος. Τὴν κίνησιν ταύτην τοῦ ἀέρος προξενεῖ ἡ ἀκίς ἀπωθοῦσα τὰ μόρια αὐτοῦ, ὁμωνύμως ὑπ' αὐτῆς ἡλεκτρισθέντα· ἀλλ' ἀντιστρόφως καὶ ἡ ἀκίς ἀντιωθίζεται ὑπὸ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος ἐὰν τύχη εὐκίνητος, ὅπερ φανεροῦται· ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἀκιδωτοῦ *στροβίλου* (Σχ. 290), ὅστις συγκείμενος ἐκ σύρματος μεταλλικοῦ ἔχοντος μήκος ἑκατοστομέτρων τινῶν καὶ τὰ ἀκιδωτὰ ἄκρα ἀντιστρόφως κεκαμμένα, λίαν εὐχερὲς στρέφεται περὶ μεταλλικὴν αἰχμὴν εἰσερχομένην εἰς τὸ μεταλλικὸν κοτύλιον Γ καὶ στήριζουσαν αὐτόν. Ὅταν τὸ ὄργανον κοχλιωθῇ ἐπὶ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ὁ μὲν ἡλεκτρισμὸς ἐκρέει ἐκ τῶν ἀκιδῶν Α καὶ Β, τὸ δὲ σύρμα στρέφεται ἀντιθέτως τῇ ἐκρόῃ (παραβλ. ἐδ. 87 γ).

275. Ἡ δὲ **ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ HOLTZ** (*μηχανὴ ἡλεκτροφόρος ἢ δι' ἐπιδράσεως*) διεγείρει ἡλεκτρισμὸν οὐχὶ διὰ τριβῆς ἀλλὰ δι' ἐπιδράσεως ὡς τὸ ἡλεκτροφόρον (ἐδ. 268)· συγκροτεῖται δὲ ἐκ δύο ῥητινωτῶν κυκλοτερῶν ὑαλίνων δίσκων ἐλάχιστα ἀπ' ἀλλήλων ἀφίσταμένων,* ὧν ὁ μὲν κατὰ τι μείζων ἴσταται ἀκίνητος ὁ δὲ στρέφεται ὅσον τάχιστα διὰ τοῦ στροφάλου α (Σχ. 291) καὶ διὰ τῶν καταλλήλων ἱμάντων. Ὁ ἀκίνητος δίσκος φέρει δύο κατὰ διάμετρον ἀντικειμένους ἐντομας ἢ θυρίδας Α, Α', ὧν τῇ χεῖλῃ καλύπτονται ἐτέρωστε ὑπὸ σενῶν ταινιῶν χάρτου ναστοῦ β, β' ἔχοντων ὀξεία πα-

Σχ. 291



ραρτήματα γ, γ' ἐξέχοντα πρὸς τὰς θυρίδας. Ἀπέναντι τῶν ταινιῶν τούτων, ἀλλ' ἐπὶ τὰ ἑτέρα τοῦ στρεφόμενου δίσκου (ἐν τῷ σχήματι *ἐμπροσθεν*) ἴστανται δύο κτενοειδῆς μυζήτῃρες δ, δ' φέροντες σειρὰν ἀκιδῶν καὶ χρησιμεύοντες ὡς ἀγωγοὶ τοῦ +H καὶ τοῦ -H. Τεθέντος ὅτι ἀρχομένου

* Ἐν τῷ σχήματι εἰκονίζονται οὗτοι χάριν σαφηνείας μακρὰν ἀλλήλων.

τοῦ πειράματος οἱ ἄγωγοί ἄπτονται ἀλλήλων κατὰ τὸ ε, καὶ ὅτι εἰς μὲν τὴν ταινίαν β μετωχτεύσμενον ποσόν τι θετικῷ εἰς δὲ τὴν ταινίαν β' ἴσον ποσὸν ἀρνητικῷ ἡλεκτρισμοῦ, αἱ ταινίαι αὗται ἐνεργοῦσιν ὡς αἰὲν ῥητίνης πλάκας δύο ἀντιθέτως ἡλεκτρισμένων ἡλεκτροφόρων καὶ ὁ στρεφόμενος δίσκος ὡς ὁ κινητὸς δίσκος αὐτῶν. Ὁ + Η τῆς ταινίας β ἐπιδρῶν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου αὐτῇ μέρους τοῦ στρεφομένου δίσκου καὶ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ δ, ὥστε ἀπὸ τῶν ἀκίδων τοῦ κτενὸς τοῦ ἀγωγοῦ τούτου ῥέει ἐλκόμενος. — Η πρὸς τὸν δίσκον, ἐνῶ ὁ ἀπωθούμενος + Η μεταβαίνει ἀπὸ τοῦ στρεφομένου δίσκου εἰς τὸν ἀγωγόν, πληροῦται ἄρα ἀρνητικῷ ἡλεκτρισμοῦ ὁ στρεφόμενος δίσκος ἐν τῷ διέρχεσθαι παρὰ τὴν ταινίαν β' ὅταν δὲ μεθ' ἡμίσειαν στροφὴν τὸ ἀρνητικῷ ἡλεκτρισμένου αὐτοῦ μέρος φθάσῃ ἀπέναντι τῆς ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένης ταινίας ἀπωθεῖται, ἀντιθέτως ἢ παρὰ τῇ ταινίᾳ β, ὁ — Η πρὸς τὸν ἀγωγόν καὶ ἐκ τῶν ἀκίδων αὐτοῦ ἐκρέει ὁ + Η πρὸς τὸν δίσκον. Οὕτω δὲ ἀνὰ πᾶσαν ἡμίσειαν στροφὴν ἡλεκτρίζεται ὁ δίσκος ἐναλλάξ θετικῶς μὲν ὑπὸ τῆς ταινίας β' ἀρνητικῶς δὲ ὑπὸ τῆς β, ἐνῶ συνεχῶς πρὸς μὲν τὸν ἀγωγόν ὃ ῥέει θετικὸς, πρὸς δὲ τὸν δ' ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμός, ὅστινες ἐνοῦνται δι' αὐτῶν ἀπτομένων ἀλλήλων εἰς ῥευστὸν οὐδέτερον, ὥστε δύο ἀδιάκοπα ἡλεκτρικὰ ρεύματα φέρονται πρὸς τὸ ε, τὸ μὲν θετικὸν ἀπὸ δ πρὸς δ' τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἀντιθέτως.

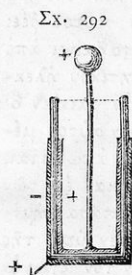
Ἐπεὶ θὰ μὲν: τοῦδε δι' ἀμφοτέραις αἱ ἐκ χάρτου ταινίαι ἦσαν ἀρχῇθεν ἡλεκτρισμέναι ἀντιθέτως, καὶ οὕτως διατηροῦσιν ἀμετέωρον τὴν ἐπ' αὐτῶν ἡλεκτρικὴν ποσότητα, ἵνα μὴ ἐξασθενήσῃ βαθυμὴν δ' τῆς μηχανῆς ἐνέργεια μετ' οὐ πολὺ ἐκλείψῃ. Ἀλλ' ἡ μηχανὴ ὅστιν οὕτω κατεσκευασμένη ὥστε ἀρκεῖ ἡ ἀρχῇθεν μετωχτευσίς μικροῦ τινος ποσοῦ + Η εἰς τὴν ἐτέραν τῶν δύο ταινιῶν οἷον εἰς τὴν β, διότι διὰ τῆς στροφῆς τοῦ δίσκου ἡ ἄλλη ταινία ἡλεκτρίζεται ἀρ' ἐαυτῆς ἀντιθέτως. Οὕτω δὲ τὰ ἡλεκτρικὰ τῶν ταινιῶν πληρώματα ἐνισχύονται συνεχῶς καὶ ἀμοιβαίως μέχρι μεγίστου τινός· πρὸς τοῦτο χρησιμεύουσι τὰ ὀξέα παραριθμάτα γ, γ'· διότι ὅταν ὁ παρὰ τὴν ταινίαν β ἀρνητικῶς ἡλεκτρισθεὶς δίσκος φθάσῃ μεθ' ἡμίσειαν στροφὴν πρὸ τῆς θυρίδος Α', ἐκμυζᾶται ἡλεκτρικόν τι ποσὸν τῆς ταινίας β' διὰ τῆς ἀκίδος γ', ὥστε ἡ ταινία αὕτη ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, καὶ ὅταν ἀντιστρέφωσιν τὸ θετικῶς πληρωθὲν μέρος τοῦ στρεφομένου δίσκου φθάσῃ πρὸ τῆς θυρίδος Α' ἐνεργοῦν ὁμοίως διὰ τῆς ἀκίδος γ' ἐνισχύει τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν τῆς ταινίας β καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐὰν ὁμοῦς διακόψωμεν τὴν ἡλεκτρικὴν συνέχειαν τῶν δύο ἀγωγῶν δ καὶ δ' διὰ στρώματος ἀέρος, ἐκρήγνυται τότε μεταξὺ αὐτῶν ἀδιάλειπτον ρεῦμα λίαν λαμπρὸν σπινθήρων. Ἡ δι' ἐπιδράσεως μηχανῇ ἐν ἴσας διαστάσεις παρέχει πολὺ πλεόνον ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ ἢ αἱ συνήθεις μηχαναὶ καὶ χρησιμεύει ἰδίως πρὸς ἐκτέλεισιν ἐκείνων τῶν πειραμάτων ὧν ἡ ἐπιτυχία δέεται ἀναπτύξεως ἀφθόνου ἡλεκτρισμοῦ ὑψηλῆς τάσεως, καὶ μάλιστα πρὸς πληρώσιν ἡλεκτρικῶν συστοιχιῶν μεγάλῃς ἐκτάσεως (ἐδ. 278).

Ἀνίγκη δ' ὅπως φροντίζωμεν ἵνα μὴ σωρεύται μέγα ποσὸν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν δ, δ' ἀλλ' ἵνα ἐκρέωσιν οὗτοι ἅμα διεγερόμενοι· διότι ὅταν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν ἀγωγῶν, οἷον τοῦ δ, σωρευθῇ πολὺς + Η ἀδυνατεῖ ἡ ἐνέργεια τῶν ἀκίδων αὐτοῦ, ὥστε παύρεται πρὸ αὐτῶν ὁ δίσκος ἡλεκτρισμένος θετικῶς καὶ οὐχ' ἀρνητικῶς· φθίσαν δ' οὕτω πρὸ τῆς θυρίδος Α' ἀναίρει διὰ τῆς ἀκίδος γ' τὸ ἀρνητικὸν πλῆρωμα τῆς ταινίας β', ὥστε ἡ ἐνέργεια τῆς μηχανῆς κωλύεται. Πρὸς ἀποκατάστασιν αὐτῆς, συνάπτοντες τότε πάλιν τοὺς ἀγωγούς δ καὶ δ' πρὸς ἀλλήλους καὶ στρεφόντες τὸν δίσκον προσεγγίζομεν εἰς τὴν ἐτέραν τῶν ταινιῶν τριβίσαν ἐλαστικὴν πλάκα. Ἀλλ' ἀπὸ τοῦ ἔτους 1879 κατασκευάζουσι μηχανὰς (Töpler, Carré) αὐτοεργούσας τὸν πρὸς ἐπίδρασιν ἡλεκτρισμὸν καὶ διατηρούσας τὴν ἰσχὺν αὐτοῦ ἀμετάβλητον.

+ 277. Η ΛΟΥΓΔΟΙΚΗ ΛΑΓΗΝΟΣ χρησιμεύουσα πρὸς συναγωγὴν μεγάλ-

λων ποσῶν ἡλεκτρισμοῦ ἐστὶ κυλινδρικὸν ὑάλινον δοχεῖον (Σχ. 292) κεκαλυμμένον ἔσθθεν καὶ ἐξώθεν δι' ἀγωγῶν πετάλων κασσιτέρου, καλουμένων *ὀπλισμῶν*, μέχρις ἱκανῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ χεῖλους. Τὸ γυμνὸν τοῦτο τοῦ δοχείου μέρος ῥητινοῦται πρὸς ἐντελεστέραν μόνωσιν, ὅπως κωλύηται ἡ δι' αὐτοῦ ἑνώσις τῶν ἐπὶ τῶν ὀπλισμῶν συναγομένων



ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν φέρει δὲ ἡ λάγηνος πῶμα ἐκ ξύλου ἢ ἐκ ναστοῦ χάρτου ῥητινωτοῦ δι' οὗ διέρχεται παχὺ ὀρειχάλκινον σύρμα οὐ τὸ κάτω ἄκρον συνάπτεται ἡλεκτρικῶς πρὸς τὸν ἐντὸς ὀπλισμὸν, τὸ δὲ ἄνω ἀπολήγει εἰς σφαῖραν. Πληροῦμεν δὲ τὸ ὄργανον συνάπτοντες δι' ἀγωγῶν τὸν μὲν ἐντὸς ὀπλισμὸν πρὸς τὴν μηχανήν, τὸν δὲ ἐκτὸς συγχρόνως πρὸς τὸ ἔδαφος. Ὁ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν ἐντὸς ὀπλισμὸν εἰσρέων τότε + Η ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ ἐκτὸς ὀπλισμοῦ διαιρῶν αὐτό, καὶ ἔλκων μὲν *συνέχει* τὸν — Η, ἀπωθὼν δὲ διώκει τὸν + Η πρὸς τὸ ἔδαφος (ἐδ. 268). ὁμοίως δὲ ὁ ἐπὶ τοῦ ἐκτὸς ὀπλισμοῦ συναγόμενος — Η ἀνθέλκων *συνέχει* τὸν + Η τοῦ ἐντὸς ὀπλισμοῦ. Ἡ ἀμοιβαία αὕτη ἔλξις συγκρατοῦσα τοὺς δύο ἀντιθέτους ἡλεκτρισμούς ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τῆς ὑάλου ἐμποδίζει τὴν εἰς τὸν ἀέρα διάχυσιν, ὥστε συνάγεται ἐν τῇ λαγίνῃ πλείων ἡλεκτρικὴ ποσότης ἢ ἐπ' ἀγωγοῦ ἀπλοῦ ἴσης ἐπιφανείας (ἐδ. 279). — Ἡ λάγηνος ἐκκενοῦται ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο ὀπλισμούς διὰ μεταλλικοῦ σύρματος ἢ δι' ἑτέρου τινὸς ἀγωγοῦ (ἐκκενωτοῦ, διεγέρτου, κυκλώματος), συντελοῦντος πρὸς ἀκαριαίαν ἐνώσιν τῶν ἐπὶ τῶν δύο ὀπλισμῶν συνηγμένων ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν.

Ἡ λάγηνος ἐφευρέθη μὲν τυχαίως καὶ συγχρόνως (1746) ὑπὸ τοῦ Kleist ἐν Kammin τῆς Πομερανίας καὶ ὑπὸ τοῦ Musschenbroek ἐν Leyden· ἡρμηνεύθη δὲ μετ' οὐ πολὺ ἡ ἐνέργεια αὐτῆς ὑπὸ τοῦ Franklin, καταδείξαντος ὅτι ὁμοίως αὐτῇ ἐνεργεῖ καὶ ἐπίπεδος ὑάλινη πλᾶξ (*κεραυνοδόλον τετράγωνον*) ἥς ἐφ' ἑκάτερὰ εἰσι προσκεκολλημένα πέταλα κασσιτέρου, ἐὰν περὶ αὐτὴν καταλειφθῇ γυμνὸν μέτωπον ῥητινωτὸν· ἀλλ' ἡ ἀπλουστερά μορφή αὐτῆς ἐστὶν ἥττον σκόπιμος ἕνεκα τῆς μελέτης διαχύσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τὸν ἀέρα.

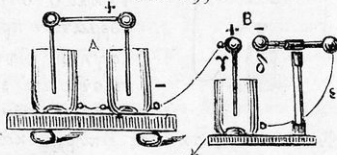
Τὰ ἐπὶ τῶν δύο ὀπλισμῶν συναγόμενα ἡλεκτρικὰ ρευστά εἰσι κατὰ ποσὸν ἄνισα, διότι ἡλεκτρικὴ ἰσορροπία ἐπέρχεται μόνον ἐὰν ἡ πρὸς διαίρεσιν τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τοῦ πρὸς τὸ ἔδαφος συναπτομένου ὀπλισμοῦ ἀντίθετος τῶν συνηγμένων ἡλεκτρισμῶν ἐπίδρασις καταντήσῃ ἴση, ὅπερ ἐξ ἀνίσων ἀποστάσεων (ἕνεκα τοῦ πάχους τῆς ὑάλου) ὑποτίθῃσιν ἀνίσους ἡλεκτρικὰς ποσότητας (ἐδ. 271). Ἐπειδὴ δὲ οἱ ἐκότερωθεν τῆς ὑάλου *συνέχοντες* ἀλλήλους καὶ ἀρροῦντες ἡλεκτρισμοὶ εἰσι κατ' ἀνάγκην ἴσοι συμπερινομένῃ ὅτι ὑπολείπεται ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν ὀπλισμῶν ποσὸν τι ἐνεργοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοσούτω ἔλασσον ὥς πρὸς τὸν ὅλον συνηγμένον ἡλεκτρισμὸν, ὅσῳ λεπτοτέρα ἡ ὑάλος. Περὶ τῆς ὑπάρξεως αὐτοῦ βεβαιούμεθα στηρίζοντες ἐπὶ σώματος μὴ ἀγωγοῦ πεπληρωμένην λάγηνον φέρουσαν ἐξηγτημένον ζεύγος ἡλεκτρικῶν ἐκκερμῶν ἐξ ἐκατέρου τῶν ὀπλισμῶν, ὅτε ἐναλλάξ διὰ τοῦ δακτύλου τοῦ ἐτέρου τῶν ὀπλισμῶν ἐπανειληγμένως διηγγάνοντες παρατηροῦμεν τὴν *ὑπεροχὴν ἐνεργοῦ ἡλεκτρισμοῦ* ἐπὶ τοῦ ἄλλου, διότι συμπίπτουσιν ἐκάστοτε τὰ σφαίριδα τοῦ διὰ τῆς χειρὸς πρὸς τὸ ἔδαφος συναπτομένου ὀπλισμοῦ καὶ δίστανται τὰ ἄλλα, μέχρις οὗ βαθμίδῃ διὰ πολλῶν τοιούτων ἐπαφῶν *κεκώσωμεν* τὴν λάγηνον. — Ἐκ τούτων συμπερινομένῃ ὅτι ἡ ἀπὸ πάσης μηχαν-

νῆς πλήρωσις λαγήνου ἔχει ὄριον, εἰς δ' ἀφικνεῖται, ὅταν ὁ ἐν τῷ ἐσωτερικῷ ὀπλισμῷ ἐνεργὸς ἡλεκτρισμὸς ἐξισωθῇ κατὰ τάσιν πρὸς τὸν τῆς μηχανῆς.

Οἱ δὲ ἀλλήλους συνέχοντες ἡλεκτρισμοὶ εἰσι προσηλωμένοι εἰς τὰς ἐπιφανείας τῆς ὕδατος, ὡς βεβαιούμεθα διὰ λαγήνου ἐχούσης ὀπλισμοὺς ἐκ μεταλλικοῦ ἐλάσματος χωριζομένους ἀπ' αὐτῆς. Πληρώσαντες διαχωρίζομεν τὰ μέρη τῆς λαγήνου ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπτόμεθα τῶν ὀπλισμῶν, ἀλλὰ συναρμολογούμεν πάλιν τὴν λαγήνον ἐκ τῶν μερῶν αὐτῆς ἐξελέγχοντες αὐτὴν πεπληρωμένην εἰσέτι, ὥστε ὁ ἡλεκτρισμὸς συνάγεται οὐχὶ ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ὀπλισμῶν ἀλλ' ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῆς ὕδατος. Ἐάν ὅμως σπογγίσωμεν ἀμφοτέρας τὰς ἐπιφανείας τῆς ὕδατος δι' ὑγροῦ ὑφάσματος πᾶν ἔχοντος ἡλεκτρισμοῦ ἐξαλείφεται.

+ 278. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕΤΡΗΤΙΚῆ ΛΑΓΗΝΟΣ ΤΟΥ LANES. Ἐπειδὴ μεγάλαι ἐπιφάνειαι ἐξ ὕδατος εἰσὶ καὶ δύσχρηστοι καὶ εὐθραυστοι, πρὸς συναγωγὴν πλείστον ὅσου ἡλεκτρικοῦ ποσοῦ ποιοῦμεθα χρῆσιν τῶν συστοιχιῶν, ἥτοι πολλῶν λαγήνων μετρίου μεγέθους ὧν οἷ τε ἐντός καὶ οἱ ἐκτός ὀπλισμοὶ συνάπτονται πρὸς ἀλλήλους ἡλεκτρικῶς οἱ μὲν διὰ μεταλλικῶν συρμάτων οἱ δὲ δι' ἀγωγῶν ὑποστρώματος.

Σχ. 293



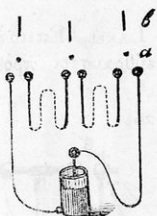
Πρὸς μέτρησιν τοῦ ἐν τινι λαγῇνῳ ἡ συστοιχία συναγομένου ἡλεκτρικοῦ ποσοῦ χρησιμεύει ἡ μετρητικὴ λαγήνος τοῦ Lanes (1757). Ἐνθ' ἡ συστοιχία A (Σχ. 293) δέχεται ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς θετικὸν ἡλεκτρισμόν, ὁ ἐκτός αὐτῆς ὀπλισμὸς μεμονωμένος ὧν συνάπτεται πρὸς τὴν σφαῖραν τῆς μετρητικῆς φιάλης B· ὥστε εἰσρέει πρὸς πλήρωσιν ταύτης τοσαύτη ποσότης +H, ὅση ποσότης -H ἀρρεῖ ἐπὶ τοῦ ἐκτός ὀπλισμοῦ τῆς συστοιχίας. Παρὰ τῇ σφαίρᾳ γ τῆς λαγήνου B ὑπάρχει ἑτέρα τις σφαῖρα δ συνεκτιμένη διὰ τοῦ σύρματος ε πρὸς τὸν ἐκτός ὀπλισμὸν αὐτῆς, ὅθεν ὁ +H κενούται εἰς τὸ ἔδαφος. οὕτω δὲ ἡ βαθμυδὴν ἐνδυναμωμένη πλήρωσις τῆς μετρητικῆς λαγήνου καταλήγει· εἰς αὐτοκένωσιν, ἐκρηγνυμένον σπινθῆρος μεταξὺ τῶν σφαιρῶν γ καὶ δ' ὥστε ὁσάκις ἐπέλθῃ ἡ αὐτοκένωσις αὕτη τοσάκις ἴση ποσότης -E συνέχεται ἐπὶ τοῦ ἐκτός ὀπλισμοῦ τῆς συστοιχίας· ἐπομένως ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκκενώσεων τῆς λαγήνου B παρέχει μέτρον τοῦ ἐν τῇ συστοιχίᾳ συναγομένου ἡλεκτρικοῦ ποσοῦ. Μεταβάλλομεν δὲ κατὰ βούλησιν τὸ μέγεθος τῆς ἡλεκτρικῆς ταύτης μονάδος ἥτις ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ πλήρωμα τῆς φιάλης B, αὐξάνοντες ἢ ἐλαττοῦντες τὴν μεταξὺ τῶν σφαιρῶν γ καὶ δ' ἀπόστασιν.

+ 279. ΠΥΚΝΩΣΙΣ, ΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΤΗΣ ΤΟΥ ἡλεκτρικοῦ ΠΛΗΡΩΜΑΤΟΣ. Διακρίνεται δὲ τὴν πυκνώσει τῆς τάσεως τοῦ ἐπὶ τινος ἀγωγοῦ συνήγμένου ἡλεκτρισμοῦ. Ὅταν π. χ. συνάπτεται διὰ τοῦ δακτύλου πρὸς τὸ ἔδαφος τὸν ἐπὶ τῆς πλακῆς τοῦ ἡλεκτροφόρου ἐρεϊδόμενον δίσκον, συνάγεται ἐπὶ τῆς κατωτέρας αὐτοῦ ἐπιφανείας θετικὸς ἡλεκτρισμὸς ποσῆς τινος πυκνότητος, στερούμενος ὅμως τάσεως ἢ ἔχων τάσιν τὸ μηδέν, διότι ἀργεῖ συνεχομένης ὑπὸ τοῦ -H τῆς πλακῆς· ἀλλ' εἴτα, ὅταν ὑψώμεν τὸν δίσκον, ἡ μὲν ποσότης τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ἡλεκτρισμοῦ διατελεῖ ἀμετάβλητος, ἡ δὲ τάσις αὐτοῦ αὐξάνεται τοσοῦτον μᾶλλον ὅση μακρύνομεν τὸν δίσκον τῆς συνεχομένης πλακῆς· ὁμοίως ἐλαττοῦται ἡ τάσις τοῦ ἐν τῷ ἐσωτερικῷ ὀπλισμῷ τῶν λαγῶν συναγομένου ἡλεκτρισμοῦ ἔνεκα τῆς ἔλξεως τοῦ ἀντιθέτου ἡλεκτρισμοῦ τοῦ ἐκτός ὀπλισμοῦ, ὅπερ συντελεῖ πρὸς συναγωγὴν πλείονος ἡλεκτρικῆς ποσότητος. Πρὸς πλήρωσιν δὲ πάσης συστοιχίας μέχρι ποσῆς τινος τάσεως ἀπαιτεῖται τοσῶν πλείων ἡλεκτρικῆς ποσότητος ὅση μείζων ἢ ἐπιφάνεια τῶν ὀπλισμῶν καὶ ὅση ἔλασσον τὸ πάχος τῆς ὕδατος.

280. ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΚΑΙ ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ ΤΗΣ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΣ. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΕΚΚΕΝΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ. Ἡ διάρκεια τοῦ σπινθῆρος τῆς ἐκκενώσεως τῆς ἡλεκτρικῆς συστοιχίας καὶ ὁ χρόνος τῆς ἡλεκτρικῆς διαδό-

σεως διὰ συρμάτων, ἔστω καὶ μεγίστου μήκους, ἐστὶ τόσον βραχὺς ὥστε οὐ μόνον ἡ μέτρησις αὐτοῦ διαφεύγει τὰς συνήθεις χρονομετρικὰς ἡμῶν μεθόδους ἀλλ' οὐδὲ κἂν ἀντιλαμβάνομεθα αὐτοῦ. Σῶμα ταχέως κινούμενον φαίνεται ἡμῖν ἀκίνητον ὅταν ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος φωτίζεται (ἐδ. 85, 165). Ὁ δὲ Wheatston (1834) ἐποίησατο χρῆσιν τῆς

Σχ. 294



ἐξῆς μεθόδου πρὸς μέτρησιν τῆς διαδόσεως τῆς ἐκκενώσεως καὶ τῆς ταχύτητος τῆς διαδόσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Ἐπὶ σανίδος τινὸς (Σχ. 294) ἤρειδοντο κατ' εὐθείαν ἑξ σφαίραι, ὧν ἡ 2^α ἦν συνημμένη πρὸς τὴν 3^α καὶ ἡ 4^α πρὸς τὴν 5^α διὰ χαλκοῦ σύρματος μήκους 400 μ. αἱ δὲ σφαῖραι 1^α καὶ 6^α συνήπτοντο κατὰ βούλησιν διὰ βραχέων συρμάτων πρὸς τοὺς ὀπλισμοὺς λουγδουნიκῆς τινοῦ λαγῆνου. ὥστε κατὰ τὴν ἐκκένωσιν αὐτῆς ἐξηκοντίζοντο ἐπ' εὐθείας καὶ συγχρόνως τρεῖς σπινθῆρες: μετὰξὺ τῶν τριῶν ζευγῶν τῶν σφαιρῶν τούτων.

Ἐνώπιον τῆς σανίδος ὑπῆρχε κάτοπτρον λίαν ταχέως στρεπτόν περὶ ἄξονα παράλληλον πρὸς τὴν διὰ τῶν κέντρων τῶν σφαιρῶν γραμμὴν (παρ. ἐδ. 135. 177.). Ἐν τῷ κατόπτρῳ τούτῳ ἀκίνητοῦντι μὲν ἐφαίνοντο τὰ εἰδῶλα τῶν τριῶν σπινθήρων ὡς τρία ἐπ' εὐθείας ἀκτινοβόλα σημεῖα (Σχ. 294 α), στρεφόμενῳ δὲ 800^α ἐν τῷ λ'ω, ὡς τρεῖς παράλληλοι φωτειναὶ ταινίαι (Σχ. 294 β), ὧν ἡ μέση βραχὺ τι μᾶλλον τῶν ἄκρων προεκχωρηκυῖα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς στροφῆς. Ἐντεῦθεν συνεπέραναν ὁ Wheatston πρῶτον ὅτι διαρκούσης τῆς ἐκκενώσεως τὸ κάτοπτρον ἐστρέφετο κατὰ τινα αἰσθητὴν καὶ μετρητὴν γωνίαν, δευτέρον ὅτι ἡ κατὰ τὴν μέσσην διάλειψιν ἐκκένωσις ἤρχετο καὶ ἔληγε μικρόν τι βραδύτερον τῶν ἄκρων, ἥτοι ὅτι ἡ ἐκκένωσις ἐδεῖτο χρόνου μετρητοῦ ἵνα διανύσῃ χαλκοῦν σύρμα 400 μ. Διῶρισε δ' οὕτω πειρώμενος διάρκειαν μὲν τοῦ σπινθήρος $\frac{1}{24000}$ λ'ου, ταχύτητα δὲ διαδόσεως τῆς ἐκκενώσεως διὰ τοῦ χαλκοῦ σύρματος 464000000 μ ἐν τῷ λ'ω.

Νεώτεραι δὲ οὖν εἰρηναίαι γενόμεναι δι' ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ἐν ἐκτεταμένοις τηλεγραφικοῖς σύρμασιν ἐδίδαξαν ὅτι ἡ ἐν αὐτοῖς ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ συμπεριβάλλεται οὐ μόνον μετὰ τῆς ὕλης καὶ μετὰ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀγωγοῦ σύρματος ἀλλὰ καὶ μετὰ τοῦ μήκους αὐτοῦ, ἐλαττωμένη κατ' ἀναλογίαν μᾶλλον ἢ ὅσον μὴ γίνεται ἐκεῖνο. — Ὁ Fizeau καὶ ὁ Gounelle ἐμέτρησαν ἐν σιδηρῷ μὲν σύρματι διαμέτρου 4 χμ καὶ μήκους 300000 μ ταχύτητα περίπου 96000000 μ, ἐν χαλκῷ δὲ σύρματι σχεδὸν ἰσομήκει καὶ διαμέτρου 2,5 χμ ταχύτητα 178000000 μ. Ὁ Mitchell διῶρισε ταχύτητα 460000000 μ ἐν σιδηρῷ ἀγωγῷ σύρματι ἔχοντι μῆκος 980000 μ. Ὁ Hilgard μετρῶν τηλεγραφικῶς (κατὰ Φεβρουάριον τοῦ 1872) τὸ μετὰξὺ Brest καὶ St. Pierre (Ἀμερικῇ) γεωγραφικὸν μῆκος εὐρὲ 0,35 λ'ου χρόνον διαδόσεως διὰ τοῦ καλωδίου, ἔχοντος 4794000 μ μῆκος, ἥτοι 13700000 μ ταχύτητα.

Ὁ δὲ Riess ἔδειξεν ὅτι ἡ ἐκκένωσις τῆς συστοιχίας ἐστὶν οὐχὶ ἀπλῆ ἐνωσις θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ρευστοῦ, ἀλλὰ πληθὺς μερικῶν ἀλλεπαλλήλων ἐκκενώσεων καὶ οὕτως ἐξαρτᾶται αὐτῆς ἐξαρτᾶται οὐσιωδῶς ἐκ τοῦ μήκους καὶ ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ καλωδίου.

Ο Federsen τέλος καὶ ὁ Paalzow παρατηροῦντες τὸ εἶδωλον τοῦ σπινθῆρος ἐν τῇ στρεφόμενῳ κατόπτρῳ καὶ τὰ φωτεινὰ φαινόμενα παρὰ τῷ θετικῷ καὶ παρὰ τῷ ἀρνητικῷ πόλῳ τῆς διὰ λίαν ἀραιῶν ἀερίων ἐκκενώσεως (παρῶλ. ἐδ. 334) καὶ τὴν ἐνέργειαν τοῦ μηχανήτου ἐπ' αὐτῶν ἀπέδειξαν ὅτι τὸ ρεῦμα τῆς ἐκκενώσεως συγκρατεῖται ἐκ πολλῶν προχωρούντων καὶ πολυδρόμουτων ρευμάτων, διευθυνομένων ἐναλλάξ ἀντιθέτως, ὧν ὁ ἀριμύδιος ἐλαττοῦται· ἐπιτεταμένης τῆς ἀντιστάσεως ἐνῶ συναυξάνεται ἡ τῆς ἐκκενώσεως διάρκει· ὥστε ἡ ἐπαλλάσσουσα αὕτη ἐκκένωσης κατατᾶ εἰς ἀπλὴν ὅταν ἡ ἀντίστασις ἀποβῇ λίαν μεγάλη, ὅταν π. χ. παρεμβάλλωμεν σκρίνιν διὰ δρόχον.

281. ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ ἐξαρτῶνται κατὰ τὴν ποῖον καὶ κατὰ ποσὸν ἅμα μὲν ἐκ τοῦ ποσοῦ καὶ ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ συνηγμένου ἡλεκτρισμοῦ, ἅμα δὲ ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ κυκλώματος. Ἐὰν πάντες οἱ συνιστάντες αὐτὸ ἄγωγοι ὡς καλοὶ, οἷον μεταλλικὰ σύρματα ἀρκούντως παχέα, ἵνα ὁ συνηγμένος ἡλεκτρισμὸς διέρχεται δι' αὐτῶν εὐχερῶς καὶ ταχέως, ἐπέρχεται φανερόν ἀποτέλεσμα μόνον ὅπου οἱ ἄγωγοι διακόπτονται, τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν ἀνταναιρουμένων ἀλλήλους· ἐκεῖ ἐν εἶδει σπινθῆρος· οὐσῆς δὲ τῆς πυκνώσεως μεγάλης, πᾶς κακὸς ἄγωγος παρεμβαλλόμενος μεταξὺ τῶν δύο μερῶν τοῦ κυκλώματος βλαίως διαρρήγνυται (ἐδ. 274). Ἡ βλαίωσις τῶν τοιούτων μηχανικῶν ἀποτελεσμάτων ἐπιτείνεται μετὰ τοῦ ποσοῦ τοῦ ἐκκενουμένου ἡλεκτρισμοῦ. Ὁ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς ἀπλοῦς σπινθὴρ διέρχεται δι' ὑαλίνων πλακῶν ἀνοίγων λεπτὴν ὀπὴν, ἡ ἐκκένωσις ὁμῶς τῆς ἡλεκτρικῆς συστοιχίας συντρίβει συνήθως τοιαύτας πλακάς.

Ἐὰν ἡ ἐκκένωσις συμβαίνει ὡς σπινθὴρ ἐντὸς ρευστοῦ, τὰ μόρια αὐτοῦ ἐκσφενδονῶνται ἀπ' ἀλλήλων μετὰ τσαύτης βίας ὥστε τὸ δοχεῖον, ἐν μάλιστα τύχῃ ὃν στενὸν σωλὴν, θραύεται. Ἐὰν δὲ διακρούσωμεν τὸν σπινθῆρα τῆς ἐκκενώσεως διὰ φύλλον χάρτου ἢ διὰ χάρτου ναστοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ χεῖλη τοῦ λεπτοῦ τριμμάτος εἰσὶν ἐκκενῶται ἐξωδονήματα, ὥστε οὐδὲως συντελοῦσι πρὸς διέχρισιν τῆς διευθύνσεως καθ' ἣν ἐγένετο ἡ ἐκκένωσις. Ἐὰν ὁμῶς τὰ ἐκατέρωθεν τοῦ χάρτου ἄκρα των συρμάτων, δι' ὧν ὁ σπινθὴρ διέρχεται, οὐχ ἴστανται ἀκριθῶς ἀπέναντι ἀλλήλων, ἡ διάτρησις συμβαίνει πάντοτε πλησίον τοῦ σύρματος τοῦ συνηγμένου πρὸς τὸν ἀρνητικὸν ὀπισθὸν (πεῖραμα τοῦ Lullin)· τοῦτο ὁμῶς ἔχει κυρίαν ἀφορμὴν τὴν ποιότητα τῆς ἐπιφανείας τοῦ χάρτου, ἐπ' ἧς ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς μᾶλλον διαδίδεται, ὡς βεβαιούμεθα παρατηροῦντες ὅτι ἡ διὰ κηρωτοῦ χάρτου ἐκκένωσις συμβαίνει μᾶλλον παρὰ τὸ θετικὸν ἄκρον. — Ὁμοίως ἐργαζομένη καὶ τὰ καλούμενα σχήματα τοῦ Lichtenberg (1777), ἅτινα γεννῶνται ἀλλοῦται ἐκ τοῦ θετικῆς καὶ ἐκ τοῦ ἀρνητικῆς ἡλεκτρισμοῦ· μορφοῦνται δὲ ταῦτα ἐὰν σύμμιγμα κόνεων θείου καὶ μίλτου (minium) ἐπιτάσωμεν εἰς χωρία πλακὸς ἐκ ῥητίνης ἢ ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος δι' ἐπαφῆς ἡλεκτρισθέντα θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς. Ἐπειδὴ δι' ἀμοιβαίας τριβῆς ἡλεκτρίζονται τὰ μόρια τῆς μίλτου θετικῶς καὶ τὰ τοῦ θείου ἀρνητικῶς, συναγείρονται τὰ μὲν εἰς τὰ ἀρνητικῶς τὰ δὲ εἰς τὰ θετικῶς ἡλεκτρισμένα χωρία τῆς πλακῆς. Ἀλλὰ τὰ περὶ τὸν θετικὸν καὶ τὰ περὶ τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν διαμορφούμενα σχήματα διαφέρουσιν ἀλλήλων, τὰ μὲν πρῶτα ἐκτετατόμενα ἀπὸ τῶν ὁμῶς ἡλεκτρισμένων σημείων εἰς δαυδροειδῶς διασχιζομένους ἀκτῖνας, τὰ δὲ δευτέρω συσσωρευόμενα κατὰ σωρούς μᾶλλον κυκλοτερεῖς περὶ τὰ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένα σημεία.

282. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΚΚΕΝΩΣΕΩΣ. Ὅταν ἀρκούτα ἡλεκτρισμῷ ποσότης ἐκκενώται διὰ λεπτοῦ μεταλλικοῦ σύρματος θερμαίνεται αὐτὸ (παρ. ἐδ. 335) καὶ ἐνίοτε μέχρι πυρακτώσεως καὶ τήξεως· ἐὰν τὸ μὲν σύρμα τύχῃ λίαν λεπτόν ἢ δὲ ἡλεκτρικὴ ποσότης μεγάλη. Εἰς τὴν σφοδροτάτην ἐπίτασιν τῆς ἐνεργείας ταύτης παρακολουθεῖ καὶ μηχανήματα.

χανική διάσπασις ἢ τέλειος διασκορπισμός τῆς ὕλης τοῦ ἀγωγοῦ, ὡς πα-
ρατηροῦμεν μάλιστα τοῦτο ἐπὶ ταινιῶν ἐκ λεπτοῦ πετάλου χρυσοῦ.

Τῶν λοιπῶν ὁμοίως ἐχόντων, τὸ ἐν τινὶ σῶματι γεννώμενον ποσὸν τῆς θερμότητος ἐστὶν ἀνάλογον τῆς πρὸς ἀγωγήν ἀντιστάσεως τοῦ σώματος· ὥστε ἡ θερμαν-
σις ἐστὶ τοσοῦτῃ μείζων ὅσῳ λεπτότερον τὸ σῶμα καὶ ὅσῳ χεῖρων ἀγωγὸς τὸ μέταλλον
ἐξ οὗ συνίστηκεν. Ἐὰν δὲ ἄνισα ἡλεκτρισμοῦ ποσὰ ἐκκενωθῶσι κατὰ διαδοχὴν διὰ τοῦ
αὐτοῦ σώματος, ἡ ἐκάστοτε ἀναφαινόμενη θερμάνσις ἀναλογεῖ, κατὰ τὰ πειράματα τοῦ
Riess, κατ' εὐθείαν μὲν πρὸς τὸ τετράγωνον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ποσοῦ ἀντιστρόφως δὲ πρὸς
τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ὀπλισμῶν τῆς συστοιχίας. Ἐπομένως ἐὰν α ἐμφαλῇ τὴν ἀντίστασιν
τοῦ σώματος καὶ Α τὴν ἀντίστασιν ὁλοκλήρου τοῦ κυκλώματος, Η τὸ ἐκκενούμενον ἡλε-
κτρικὸν ποσὸν καὶ ε τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ὀπλισμῶν, ἐκτυπωτέον τὸ γεννώμενον ποσὸν

τῆς θερμότητος οὕτως: $\sigma = \frac{\alpha}{A} \cdot \frac{H^2}{\epsilon}$. Ὁ ἄτρεπτος παράγων σ δηλοῖ τὸ ποσὸν τῆς

θερμότητος ὑπερ ἧς βλεπε γεννηθῆ ἐν ὁλοκλήρῳ τῷ κυκλώματι ἐξ ἡλεκτρικῆς ποσότητος ὡς
1, ἐκκενουμένης συστοιχίας ἐχούσης ἐπιφάνειαν ὀπλισμῶν ὡς 1.

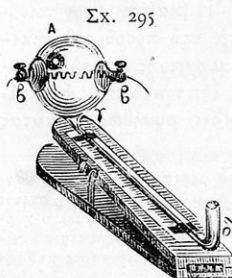
Πρὸς ἀνάδεικν τῶν νόμων τῆς ἡλεκτρικῆς θερμάνσεως χρησιμεύει τὸ ἡλεκτρικὸν
θερμόμετρον τοῦ Riess (1837). Ἡ κοίλη ὑάλινη σφαῖρα Α (Σχ. 295) φέρει δύο κατὰ

διάμετρον ἀντικειμένους διατρήσεις β β, ἐφ' ὧν εἰσιν ἀε-
ροστεγῶς προσκεκολλημένα ὀρειχάλκινα πίστρα καὶ
μεταξὺ αὐτῶν τεταμένη σπείρα ἐκ λεπτοῦ σώματος
λευκοχρῶσου· συντίθεται δὲ τῇ σφαίρᾳ στενὸς ὑάλινος
σωλῆν ὀρθογωνίως καμπτὸς ἀπολήγων κατὰ τὸ ἕτερον
τῶν ἄκρων εἰς μικρὸν δοχεῖον δ. Εἰς τὸ δοχεῖον τοῦτο
χέομεν ῥανίδας τινὰς κεχρωσμένους οἰνοπνεύματος καὶ
διὰ τῆς σανίδος ἐφ' ἧς ἐρείδεται κλίνομεν ὀλίγον τὸν σω-
λῆνα πρὸς τὸν ὀριζόντια ἵνα ὑψωθῇ τὸ οἰνόπνευμα ἐν
αὐτῷ μέχρι διαιρέσεώς τινος τῆς ἐπὶ τῆς σανίδος ἀνα-
γεγραμμένης κλίμακος. Ἡ σφαῖρα κέντηται καὶ τρίτην
τινὰ ὀπλῆν, κλεισμένην δι' ἐπιπράγματος, δι' ἧς πρὸ
παντὸς πειράματος ἐξισοῦμεν τὴν πίεσιν τοῦ ἐν αὐτῇ
ἀέρος πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν. Ὅταν τὸ ρεῦμα τῆς ἐκ-
κενώσεως συστοιχίας τινὸς διοχετευθῇ διὰ τοῦ σώμα-
τος, θερμαινόμενον τοῦτο παρέχει τὴν θερμότητα αὐτοῦ
εἰς τὸν περιέχοντα ἀέρα ὅστις διαστελλόμενος καταβι-

βάζει ἐν τῷ σωλῆνι τὸ οἰνόπνευμα. Ἐκ τῆς αὐξήσεως τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος συμπεραί-
νομεν περὶ τοῦ ποσοῦ τῆς γεννηθείσης θερμότητος. Μεταβάλλοντες δὲ ἢ τὴν ἡλεκτρικὴν
ποσότητα ἢ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς συστοιχίας ἢ τὴν ποιότητα τοῦ κυκλώματος ἐξακριβοῦμεν
τούς ἀνωτέρω ἐκτεθέντας νόμους.

Ἐκκροτοῦντα ἀέριον κρᾶμα καὶ εὐφλεκτα ρευστὰ ἀναφλέγονται διὰ τοῦ σπινθῆρος
τῆς συστοιχίας ὡς διὰ τοῦ ἀπλοῦ σπινθῆρος τοῦ ἀγωγοῦ τῶν μηχανῶν. Ἴνα δὲ ἀνάψω-
μεν τὴν πυρόκοριν διὰ τοῦ σπινθῆρος τῆς ἐκκενουμένης συστοιχίας βραδύνομεν τὴν
ἐκκένωσιν παρεμβάλλοντες ἐν τῷ μεταλλικῷ κυκλώματι διάδρομον μήκρινον κανναβίνην,
ἄλλως δὲ μόρια τῆς πυροκόνωσης ἐκσφενδονῶνται ἀπ' ἀλλήλων βιαίως μὴ φλεγόμενα.
Εὐχερύτερον καὶ ἀσφαλέστερον ἐπιτυγχάνομεν τὴν ἀνάφλεξιν εὐτρίβους συμμίγματος
χλωρικοῦ καλλίου καὶ θειοῦ ἀντιμονίου εἰς δ προστίθεμεν καὶ μικρὰν ποσότητα κόνεως
γραφίτου (ἢ παρασκευῇ τοῦ συμμίγματος τούτου δεῖται πολλὴς προσοχῆς).

283. Τὰ δὲ ἐπὶ τοῦ σώματος τοῦ ἀνθρώπου καὶ τῶν ζῴων ἀποτε-
λέσματα τῆς ἐκκενώσεως τῆς συστοιχίας εἰσὶν ὅμοια μὲν πρὸς τὰ τῆς
ἐκκενώσεως τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν (ἐδ. 273) ἀλλ' ἐντο-
νώτερα. Ἐκαστον τῶν αἰσθητηρίων παθαίνεται κατὰ τὸν ἰδιάζοντα αὐτῷ
τρόπον, διότι ἡ ἐνέργεια τῆς ἐκκενώσεως δηλοῦται ὡς νευρικός ἐρεθι-
σμός. Μετρία πληξίς ἐκκενώσεως διοχετευομένη δι' ἀμφοτέρων τῶν χει-
ρῶν καὶ τῶν βραχιόνων προξενεῖ ἰδιότροπον καὶ δυσάρεστον αἰσθημα ἐν



τοῖς ἄρμοις τῆς παλάμης, ἥ καὶ ἐν τοῖς ἀγκύσιν ἐὰν τὸ πλήρωμα ἡ ἰσχυρότερον· διοχετεύεται δὲ καὶ διὰ πολλῶν ἀνθρώπων σχηματίζοντων ἄλυσιν. — Ὁ ἐρεθισμὸς τῶν νέρων τῆς κινήσεως ἐπιφέρει νοσώδεις παθολογίας τῶν ἀντιστοιχούντων μυώνων· ὅταν δὲ πληγῶσι δι' ἐντόνου ἐκκενώσεως τὰ κεντρικὰ ὄργανα τοῦ νευρικοῦ συστήματος, ὁ ἐγκέφαλος δηλ. καὶ ὁ νωτιαῖος μυελός, ἐπέρχεται *νάρκωσις* καὶ θάνατος διὰ νευρικῆς παραλύσεως (παρ. ἐδ. 290 καὶ 345).

284. **Ἐπαγωγίμα βεῦματα** ἐξ ἡλεκτρισμοῦ διὰ τριβῆς. Ἐὰν τανύσαντες δύο παράλληλα σύρματα οὐχὶ μακρὰν ἀλλήλων διοχετεύσωμεν διὰ τοῦ ἐτέρου αὐτῶν τὸ βεῦμα τῆς ἐκκενώσεως λουθουινικῆς συστοιχίας, διεγείρεται ἐν τῷ ἄλλῳ σύρματι, καὶ οὐδὲν ὅλως συναπτομένῳ ἡλεκτρικῶς πρὸς τὸ πρῶτον, βεῦμα ἡλεκτρικὸν ἐξ ἐπαγωγῆς, καλούμενον *ἐπαγωγίμον* ἢ *παράρρ-βημα*. Ἐνεργεῖ δὲ τὸ βεῦμα τοῦτο μόνον ἐὰν συνάπτονται πρὸς ἄλληλα τὰ ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος σύρματος δι' ἀγωγὸν τινος ἢ ἐὰν πλησιάζουσιν πρὸς ἄλληλα ἀρκούντως ἵνα ἡ δυνατὴ ἢ διὰ τοῦ σπινθῆρος ἐκκένωσις. Πρὸς διεγερσιν ἰσχυροτέρων παραρρ-βμάτων ποιοῦμεθα χρῆσιν συμμάτων μεγάλου μήκους ἅτινα προσηλοῦμεν ἐπὶ δύο κυκλωτέρων σανίδων ἐν σχήματι ἐπιπέδων σπειρῶν, ὧν τοὺς ἐλιγμούς παράλληλως ἀντιπαράτιθεμεν, καὶ τὰ μὲν ἄκρα τῆς ἐτέρας σπείρας πλησιάζομεν πρὸς ἄλληλα μέχρι μικρᾶς τινος ἀποστάσεως, τὰ δὲ τῆς ἄλλης συνάπτομεν πρὸς τοὺς ὀπισθομῶς τῆς συστοιχίας. Εὐθὺς ἐκκενουμένης τῆς συστοιχίας διὰ τοῦ κυρίου σύρματος ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ ἐξακοντίζεται μεταξὺ τῶν ἄκρων τοῦ δευτερεύοντος (σπείρα τοῦ Riess 1853). — Περὶ τῶν νόμων τῶν ἐπαγωγίμων βεῦμάτων πραγματευόμεθα ἐκτενέστερον ἐν τῷ περὶ γαλβανικῶν βεῦμάτων κεφαλαίῳ (ἐδ. 330). Περὶ δὲ τῶν μαγνητικῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἡλεκτρικῶν βεῦμάτων ὅρα ἐδ. 321.

285. **Ποικίλοι τροποὶ ἡλεκτρικῆς διεγερσεως.** Ὁ ἡλεκτρισμὸς διεγείρεται οὐ μόνον διὰ τριβῆς (ἐδ. 263) ἀλλὰ καὶ δι' ἑτέρων μηχανικῶν πράξεων. Πέταλον ἀτιζώου σχιζόμενον καὶ τμήμα κυμωλίας ἢ σακχαροῦ θραυόμενον αὐγάζουσι παροδικῶς ἐν τῷ σκότει ἡλεκτρίζοντα, ὥς διὰ τοῦ ἡλεκτροσκοπίου ἐξελέγχεται. Ἐὰν δὲ πείσωμεν μεταξὺ τῶν δακτύλων ἡ καὶ πρὸς ἄλληλα διάφορα σώματα, οἷον ῥητίνας, κελλοὺς, κρυστάλλους ἀσβεστολίθου, ἡλεκτρίζονται ὡς καὶ διὰ τῆς τριβῆς. Περὶ δὲ τοῦ διεγειρομένου ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τῆς ἐπαφῆς ἑτερουσίων σωμάτων πραγματευόμεθα κατωτέρω διὰ μακρῶν. (ἐδ. 304).

Ὁ Volta καὶ ὁ Saussure ἀξιοῦσιν ὅτι παρετήρησαν ἡλεκτρικὴν διεγερσιν κατὰ τὴν ἐξάερσιν τοῦ ὕδατος. Ἐν ἔτει δὲ 1840 ὅτε ὁ ἐπιστάτης ἀτμομηχανῆς τινος παρὰ τῷ Newcastle εἰσῆγαγε τὴν ἐτέραν τῶν χειρῶν εἰς τὸν ἐκ τῆς σωτικῆς ἐπιστομίδος ἐκρέοντα ἀτμὸν πλησιάζας συγχρόνως τὴν ἄλλην εἰς τὸν μεταλλικὸν μοχλὸν αὐτῆς, ᾗθλῶς κλόνον βίαιον. Ἐκ τούτου ὁ Armstrong ὁρμώμενος κατεσκεύασε τὴν *ἀτμο-ἡλεκτρικὴν* μηχανήν, συγκειμένην ἐκ μεμονωμένου λέβητος ἐκτινάσσοντος βεῦμα ἀτμοῦ ἡλεκτρισμένου, καὶ ἐκ μεμονωμένου ἀγωγοῦ δι' ἡλεκτρίξεως ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἀτμοῦ ἐπιδρῶν δι' ὁδοντατοῦ κενῆς. Τούτων ὁ μὲν *λέβης* ἡλεκτρίζεται *ἀρρητικῶς*, ὁ δὲ *ἀτμός* καὶ ὁ μεμονωμένος *ἀρρητικῶς* *θετικῶς*. Ἄλλ' ὁ Faraday προσεκτικῶς ἐρευνήσας (1843) ἐξηκρίθωσεν ὅτι ὁ ἡλεκτρισμὸς οὗτος ὡς καὶ ὁ παρατηρηθεὶς ὑπὸ τοῦ Volta καὶ ὑπὸ τοῦ Saussure ὁφείλεται οὐχὶ εἰς τὴν ἐξάερσιν τοῦ ὕδατος, ἀλλ' εἰς τὴν τριβὴν τοῦ μετὰ σταγονίων ὕδατος μεμιγμένου ἀτμοῦ πρὸς τὰ πλευρώματα τοῦ δοχείου ἢ τοῦ σωλήνος τῆς ἐκροῆς.

286. **Πυρο-ἡλεκτρίσις τῶν κρυστάλλων.** Παρὰ τισι κρυστάλλοις, καλούμενοι *πυρο-ἡλεκτρικοί* (εἰς οὓς καταλέγεται ὁ τουρμαλίνης), διεγείρεται ἡ ἡλεκτρικὴ κατάστασις ἕνεκα τῆς μεταβαλλομένης θερμοκρασίας. Ἀρχομένου τοῦ παρελθόντος αἰῶνος παρατηρήθη ὅτι οἱ πρισματι-

κοὶ κρύσταλλοι τοῦ τουρμαλίνου κέκτῃνται τὴν ιδιότητα τοῦ προσέλκεσθαι καὶ εἶτα ἀπωθεῖσθαι τὰ μόρια τῆς θερμῆς σποδοῦ ἐφ' ἧς τίθενται. Ὁ δὲ Aepinus ἀνεκάλυψεν ὅτι τὰ ἄκρα ἢ οἱ πόλοι τοῦ κρυστάλλου θερμαινόμενοι ἠλεκτρίζονται ἀντιθέτως, καὶ ὁ Canton ὅτι ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα τοῦ κρυστάλλου ἐν τῷ ψύχεσθαι ἠλεκτρίζονται ἀντιθέτως ἢ ἐν τῷ θερμαίνεσθαι· ἐκλήθη δὲ ἀνύλλογος ὁ κατὰ τὴν θέρμανσιν θετικῶς ἠλεκτριζόμενος πόλος καὶ ἀντιλλογος ὁ ἕτερος. Αἱ ἠλεκτρικαὶ αὗται ιδιότητες τοῦ τουρμαλίνου καὶ ἄλλων κρυστάλλων συνδέονται στενῶς πρὸς τὴν ἀτομικὴν αὐτῶν ὑφὴν, ὡς φαίνεται ἐκ τούτου ὅτι πάντες οἱ πυροηλεκτρικοὶ κρύσταλλοι κέκτῃνται ἰδιάζουσάν τινα ἡμιεδρικήν διάπλασιν, ἧς ἕνεκα τὰ δύο αὐτῶν ἄκρα εἰσὶ κατὰ μορφὴν διάφορα.

Ὁ τουρμαλίνος π. χ. ἀπαντᾷ κρυσταλλόπηκτος κατὰ πρίσματα ἐξ ἐννέα ἐδρῶν συνηρμοσμένα ἐν πρίσματος ἐξαγωνικοῦ καὶ ἐκ πρίσματος τριγωνικοῦ (ἐδ. 25, 3), ὧν ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα εἰσὶν ἀποψυσμένα διὰ τριῶν ἐπιφανειῶν ῥομβοέδρου· ἀλλ' αὗται ἐπικάθηνται παρὰ μὲν τὸν ἀνύλλογον πόλον ἐπὶ τῶν ἐδρῶν τοῦ τριγωνικοῦ πρίσματος, παρὰ δὲ τὸν ἀντίλλογον ἐπὶ τῶν ἁκμῶν τοῦ ἐξαγωνικοῦ. Ὁ ψευδαργυρικός πυρίτης (πυριτικὸν ὀξείδιον ψευδαργύρου) ἀπαντᾷ ὡς ῥομβικὸν πρίσμα ἀπολλήγον κατὰ μὲν τὸν ἀνύλλογον πόλον εἰς ἐπίπεδον ἐπιφανείαν κατὰ δὲ τὸν ἀντίλλογον εἰς ἐπιφανείας ῥομβικοῦ ὀκταέδρου (ἐδ. 25, 4), ὁ βορακίτης (βορική μαγνησία) ὡς κύβος, οὗ αἱ τέσσαρες ἐκ τῶν ὀκτὼ στερεῶν γωνιῶν κατ' ἐναλλαγὴν ἀπημβλυσμένοι οὖσαι δι' ἐπιφανειῶν τετραέδρου σχηματίζουσι τέσσαρας ἀντιλλογούς πόλους, ἐνῷ αἱ τέσσαρες μὴ ἀπημβλυσμένοι εἰσὶ πόλοι ἀνύλλογοι, κτλ.

287. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. Ἡ ἠλεκτρικὴ φύσις τῶν θυελλῶν ἀπεδείχθη ἀναμφιλέκτως πρῶτον ὑπὸ τοῦ Franklin (1749) ὑφούντος ἐν ὑπαίθρῳ μεταλλικὸν κοντάριον μεμονωμένον πρὸς τὰ κάτω καὶ πρὸς τὰ ἄνω ἀκιδωτόν· ἡ ἀκὴς τοῦ κονταρίου ἐνήργει ὡς μυζητήρ (ἐδ. 272) ἐπὶ τοῦ ηλεκτρισμοῦ τῶν ὑπερβην παρερχομένων νεφῶν, ὥστε ἐξ ἐπὶ τῶν σπινθῆρες ἐκ τοῦ κατωτέρου αὐτοῦ ἄκρου, οὗς ὁ Franklin συνάγων ἐξετέλει πάντα τὰ γνωστὰ ἠλεκτρικὰ φαινόμενα. Πρὸς συναγωγὴν δὲ μείζονος ἠλεκτρικοῦ ποσοῦ ἐκ τῶν νεφῶν ὁ Franklin καὶ ὁ Romas μετ' αὐτὸν ἐποίησαντο χρῆσιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἀετοῦ, ὅστις ὅμοιος πρὸς τὸ γνωστὸν τῶν παιδίων παίγιον καὶ κατεσκευασμένος οὐχὶ ἐκ χάρτου ἀλλ' ἐκ σιρικοῦ ὑφάσματος ἔφερε μεταλλικὴν ἀκίδα καὶ συνήπτετο ἠλεκτρικῶς πρὸς τὸ ἔδαφος διὰ σχοινίου καθυγραινομένου ἐκ τοῦ ὑετοῦ ἢ ἔχοντος ἐμπλεγμένον μεταλλικὸν σύρμα πρὸς τελειότεραν ἀγωγὴν. Ὁ Romas προσδέων τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ σχοινίου εἰς μεμονωμένον ἀγωγὸν ἐξείλκυεν ἐξ αὐτοῦ, ἐνῷ παρὰ τῷ ἀετῷ παρήρχοντο θυελλώδη νέφη, σπινθῆρας ἔχοντας μῆκος τριῶν μέτρων καὶ φαινόμενον πάχος ἐνὸς δακτύλου, ἀναδιδόντας κρότον ἐκκοφούντα.

Μεταγενέστεροι ἔρευναι κατέδειξαν ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρά ἐστιν αἰεὶ πεπληρωμένη ἠλεκτρισμοῦ οὐ μόνον ἐν καιρῷ θυέλλης ἀλλὰ καὶ αἰθρίας οὐσῃς. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου καὶ πρὸς ἔρευναν τῶν μεταβολῶν τῆς ἠλεκτρικῆς καταστάσεως τοῦ αἵρος ὁ Saussure ἐποίησεν αὐτὸν χρῆσιν εὐπαθοῦς ἠλεκτροσκοπίου (ἐδ. 266) ἐφ' οὗ ἐστηρίζετο μακρὸν καὶ ὀξύ σύρμα· ὁ δὲ Volta προσήλωσεν ἐπιτυχέστερον εἰς τὸ ἀνώτερον τοῦ ἀγωγοῦ ἄκρον ἀντὶ αἰκίδος σώμα ἐλεγόμενον ἡ πυρκαϊούμενον. Νεωστὶ δὲ κατεσκευάσθησαν πλείστα ὄργανα καὶ αὐτοὺς νόμους ἰδίως τῆς ἠλεκτρικῆς ἐπιδράσεως πρὸς παρατήρησιν καὶ μέτρησιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ αἵρος ὑπὸ τοῦ Peltier, Dellman, Thomson καὶ ἄλλων πολλῶν.

Αἱ δι' αὐτῶν παρατηρήσεις ἐδίδαξαν ὅτι αἰθρίας οὐσας ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ ἀέρος ἐστὶν ἀείποτε θετικὸς καὶ ὅτι ὑφίσταται ὀρισμένως ἡμερησίας καὶ ἐτησίας μεταβολὰς ὧν συνήθως ἐν ὥρᾳ θέρους ἐλάσσωσιν ἢ ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. — Ὁ δὲ ἠλεκτρισμὸς τῶν νεφῶν ὧν ποτὲ μὲν θετικὸς ποτὲ δὲ ἀρνητικὸς μεταβάλλεται ἐν καιρῷ θετέλλης ταχέως καὶ ἀκανονίστως. — Αἱ πηγαὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ ἀέρος καὶ τῶν νεφῶν εἰσὶ μέχρι τοῦδε ἀτελῶς γνωσταί· αἱ συνήθως εἰς τὰ ἐντονώτατα ἠλεκτρικὰ φαινόμενα τῆς ἀτμοσφαιρᾶς συνοδεύουσαι ἀφθονοὶ ὑδατῶδεις ὑποστάσεις (δύμβρος, χάλαζα) ὑποσημαίνουσι συνάφειαν τῆς ἠλεκτρικῆς διεγέρσεως καὶ τῆς ἐκρυστάλλωσός τοῦ ὑδατμοῦ· ἀλλὰ τοῦτο δεῖται εἶτι πειραματικῆς ἀποδείξεως.

288. ΘΥΕΛΛΑΙ. Τὰ βιαιότατα τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐκδηλοῦνται ἐν τοῖς φαινομένοις τῶν θυελλῶν, αἵτινες ἐμφανίζονται παρακολουθούμεναι ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ ὑπ' ἀφθόνου συμπτύκνωσός τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ὑγρασίας. Αἱ φοβερώταται θυελλαὶ συμβαίνουσιν ἐν τῇ χώρᾳ τῶν ὑετῶν τῆς διακεκαυμένης ζώνης (ἐδ. 253), ἐν δὲ ταῖς εὐκράτοις συνήθως ὅταν τὸ πολικὸν πνεῦμα ἀντῶσιν τὸ ἱσημερινὸν προκαλέσῃ δι' αἰφνιδίου ψύξεως πολλὴν ὑδατῶδη ὑπόστασιν (ἐδ. 256).

Εἰς τὰς θυέλλας συνοδεύει πολλάκις χάλαζα (ἐδ. 261). Αἱ δὲ πλείεσται τῶν θυελλῶν ἐν τῇ μέσῃ καὶ ἐν τῇ βορείᾳ Εὐρώπῃ συμβαίνουσιν ἐν ὥρᾳ θέρους· ἀλλ' αἱ σπανιώτερον ἐν ὥρᾳ χειμῶνος συμβαίνουσαι εἰσὶ συνήθως δεινότεραι.

289. ΑΣΤΡΑΠΗ, ΚΕΡΑΥΝΟΣ, ΒΡΟΝΤΗ. Ἡ μεταξύ δύο νεφῶν ἐκκένωσις τοῦ ἐν αὐτοῖς συνηγμένου ἠλεκτρισμοῦ ἀναφαίνεται ὡς ἀστραπή, ἡ δὲ μεταξύ νέφους καὶ ἐδάφους ὡς κεραυνός. Ἀστράπτει δὲ κατὰ τὸν Arago ἐν τρισὶ διαφόροις σχήμασι, τῷ πολυθλάστῳ, τῷ πλατεῖ καὶ τῷ σφαιρικῷ.

Ἡ πολυθλάστος ἀστραπή ὁμοιάζει ἰδίως πρὸς τὸν σπινθῆρα τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν κατὰ τὴν βραχύτητα τῆς διαρκείας καὶ κατὰ τὸ ἀκριβὲς περατούμενον, ἀκανονίστως πολυθλάστον καὶ σπανίως πολυσχιδὲς σχῆμα. Αἱ τοιαῦται ἀστραπαὶ ἔχουσι συνήθως μῆκος μείζον τῶν χιλίων μέτρων, ὁ Petit μάλιστα διατείνεται ὅτι παρετήρησεν ἐκ Toulouse ἀστραπὴν ἔχουσαν μῆκος 17000 μ. Εἰς τὴν πολυθλάστον ἀστραπὴν ἔπεται παταγοῦσα μᾶλλον ἢ ἥττον διαρκὴς καὶ πολυηχὴς βροντή.

Πειράματα περὶ τῆς διαρκείας τῆς ἀστραπῆς ἐξέτελεσεν ὁ Rood. Ἡ τῆς ἀστραπῆς ἐκκένωσις ἐστὶ συνήθως, εἰ μὴ πάντοτε, πολλαπλῇ· ἡ δὲ διάρκεια ἐκάστης συστατικῆς ἐκκένωσός, ἔστω καὶ τῆς αὐτῆς ἀστραπῆς, περιλαμβάνεται μεταξὺ 0,001 καὶ 0,03 λ' ου.

Ἡ πλατεῖα ἀστραπή ἐστὶν ἐπίσης βραχυτάτη, ἀναφαίνεται ὅμως οὐχὶ ὡς ἀκριβὲς περατούμενος φωτεινὸς ὅγκος, ἀλλ' ὡς αἰφνίδιος καὶ ὁμοιομερὴς ἀνάλαμψις τῆς ἐπιφανείας τοῦ νέφους κατὰ μεγάλην ἔκτασιν μὴ συνοδευομένη συνήθως ὑπὸ βροντῆς.—Τοιαῦται εἰσὶν αἱ κοινῶς καλούμεναι ἀστραπαὶ τοῦ καύσοντος.

Ἡ σφαιρικὴ ἀστραπή, τὸ λίαν παράδοξον τοῦτο τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ φαινόμενόν ἐστι πυρώδης, ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ σφαιρομόρφος, συνειληγμένη μᾶζα, ἥτις διατελέσασα ὁρατὴ ἐφ' ἱκανῶν δευτερόλεπτα κατέρχεται πρὸς τὴν γῆν μετὰ σχετικῶς μετρίας ταχύτητος, προχωρεῖ

ένιοτε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς οὐκ ὀλίγον διάστημα μὴ βλάπτουσα τὰ συντυγχάνοντα σώματα καὶ τέλος ἀπορρήγνυται μετὰ τρομεροῦ πατάγῳ κατακερυνούσα πᾶν τὸ προστυχόν.

Συνεχῆ πειράματα γενόμενα ὑπὸ τοῦ Planté (1878) δι' ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ὑψίστης τάσεως (ἵπποιετο χρῆσιν συσκευῆς παρεχούσης ρεύμα ἐκκενώσεως ὅσον περίπου 1200 στάσεις Bunsen' ὅρα ἐδ. 311) ἤγαγον εἰς φαινόμενα παρεμφερέστατα πρὸς τὰς σφαιρικὰς ἀστραπὰς. Τοῦ θετικοῦ ρομφόρου ὄντος βεβυθισμένου ἐν ἀπεσταχμένῳ ὕδατι, ὁ Planté ἐπλησίασε στιγμαίως τὸν ἐκ λευκοχρύσου ἀρνητικὸν ρομφόρον εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, ὅτε ἀνέλαμψε κιτρίνη φλὸς σχήματος σχεδὸν σφαιρικοῦ ἔχουσα διάμετρον 2 εἰμ περίπου, ἀλλ' ἐνταῦθ' ἐτάκῃ καὶ τὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα ἔχον πάχος 2 χτμ. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς τήξεως ἡλάττωσε τότε τὴν ἐντασιν τοῦ ρεύματος παρεμβαλὼν εἰς τὸ κύκλωμα στήλην ὕδατος· ὁ σπινθὴρ ἀνεφάνη πάλιν ὡς σφαῖρα πυρίνη ἔχουσα διάμετρον 8—10 χτμ. Ὁ Planté ἐρμηνεύει κατὰ ταῦτα τὰς σφαιρικὰς ἀστραπὰς ὡς προσερχομένας ἐξ ἀέθρου δυναμικοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἔχοντος ἐνταυτῷ ὑψίστην τάσιν.

Ἡ δὲ βροντὴ ἔχει ἀναντιρρήτως αἰτίαν τὴν ἐκ τῆς ἀστραπῆς βίαιαν τοῦ ἀέρος δόνησιν. Ὁ μεταξὺ ἀστραπῆς καὶ βροντῆς χρόνος ἐστὶ τοσούτῳ μείζων ὅσῳ μᾶλλον ἀπέχει ἡ ἀστραπὴ τοῦ θεατοῦ, ἐπειδὴ δαπανᾷ καὶ ὁ ἦχος τόσῳ μείζονα χρόνον ἵνα διαδοθῇ μέχρι τοῦ ὠτός αὐτοῦ (ἐδ. 121). Ἡ δὲ μακρὰ διάρκεια καὶ ὁ ἐναλλάξ ἀτονώτερος καὶ ἐντονώτερος γινόμενος πάταγος τῆς βροντῆς ἐρμηνεύεται τοῦτο μὲν διὰ τῆς μεγάλης ἐκτάσεως καὶ διὰ τοῦ σχήματος τῆς ἀστραπῆς, ἐπειδὴ ὁ ἦχος ἐκ τῶν πολλῶν σημείων τῆς πολυθλάστου τροχιάς ἀνισοχρόνως φθάνει εἰς τὸ οὖς, τοῦτο δὲ διὰ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ ἤχου ἐπὶ τῶν ὁρέων, ἐπὶ τῶν κιτριῶν, ἐπὶ τῶν νεφῶν, κτλ.

290. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΕΡΑΥΝΟΥ. Τὰ ἀποτελέσματα τῆς κεραυνώσεως διαφέρουσιν τῶν τῆς ἐκκενώσεως τῆς λουγδουνικῆς συστοιχίας (ἐδ. 281—283) μόνον κατὰ τὴν βίαν. Οἱ μὴ ἀρκούντως παχεῖς μεταλλικοί ἀγωγοὶ τήκονται. Ὁ Aragó ἀνγκοινοῖ ὅτι ἐτάκῃ ποτὲ ἐντελῶς σιδηρὰ ἄλυσις ἔχουσα μῆκος 42 μ ἢς ἕκαστος κρίκος ἦν 7 χτμ παχύς· συνηθέστερον συντήκονται οἱ κρίκοι πρὸς ἀλλήλους. Κέρματα ἐτάκῃσαν ἐν βαλαντίοις, μάχαιραι ἐν θήκαις, τῶν περικυλισμάτων μὴ βλαβέντων. Προϊόντα τῆς ἐκ τοῦ κεραυνοῦ τήξεως εἰσι καὶ οἱ καλούμενοι κεραυνίαι, οἵτινες μορφοῦνται ὅταν ὁ κεραυνὸς ἐνσκήπτει εἰς ἀμυδρεῖς ἑσάφος· εἰσὶ δ' οὗτοι σωλῆνες ἐντός μὲν ὑαλίζοντες ἐκ τήξεως, ἐκτός δὲ τραχεῖς ἕνεκα τῶν συγκεκολλημένων ψηγμάτων τῆς ἄμμου. Σύνθηες ἐπίσης ἀποτέλεσμα τῆς κεραυνώσεως ἐστὶν ἡ ἀνάφ.λεξις εὐφλέκτων σωμάτων, ἐπερχομένη μάλιστα ὅταν ἡ διόδος τοῦ κεραυνοῦ κωλύηται ὑπὸ κακῶν ἀγωγῶν· πολλάκις ὅμως οὐκ ἐπέρχεται ἀνάφλεξις (ψυχρὸν πλῆγμα).

Ὁ κεραυνὸς ἐπιφέρει ὡς καὶ ἡ ἐκκένωσις τῆς συστοιχίας βίαια μηχανικὰ ἀποτελέσματα ὅπου μάλιστα ὑπάρχει καλῶν ἀγωγῶν διάλειψις. Ὁ Aragó διηγείται ὅτι ἐν ἔτει 1762 ὁ κεραυνὸς ἐξεσφενδόνῃσεν ἐκ τοῦ ἐν Cornwall κωδωνοστασίου λίθον ἔλκοντα 150 χγ εἰς ἀπόστασιν 58 μ καὶ ἕτερον ἐλάσσονα εἰς ἀπόστασιν 390 μ. Ἐν ἔτει δὲ 1809

ὁ τοίχος οἰκίας τινὸς παρὰ τὸ Manchester, ἔχων πᾶχος 1 μ καὶ ὕψος 4 μ καὶ βάρος 26000 χγ περίπου, μετεκινήθη ὑπὸ τοῦ κεραυνοῦ ἐκ τῆς προτέρας αὐτοῦ θέσεως εἰς ἀπόστασιν 1,3 μ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον καὶ εἰς ἀπόστασιν 3 μ κατὰ τὸ ἄλλο. Διὰν ὁμως παραδόξως ἐνεργεῖ ὁ κεραυνὸς ἐπὶ τῶν δένδρων, ἐνίοτε μὲν ἐκλεπίζων αὐτὰ κατὰ μέρος ἢ ἐντελῶς, πολλάκις δὲ κατασχιζών τὸ ξύλον κατὰ μακρὰ καὶ λεπτὰ πίταυρα ἢ κατὰ δέσμας κτηδόνων ὁμοίως πρὸς σάρον· τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο ἐρμηνεύει ὁ Franklin διὰ τῆς αἰφνιδίου ἐξαερώσεως τοῦ ἐν τῷ ξύλῳ χυμοῦ. Ἄλλοτε πάλιν ὁ κεραυνὸς κατέρχεται ἑλικοειδῶς ἔξωθεν παρὰ τὸν φλοιὸν τῶν δένδρων ἢ συστρέφει τοὺς κορμούς (ὥς καὶ τοὺς σταυροὺς καὶ τοὺς σκόλοπας κτλ) ἑλικοειδῶς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῶν.

Ὁ σίδηρος καὶ ὁ χάλυψ κεραυνούμενοι μαγνητίζονται ἐνίοτε· ἄλλοτε δὲ οἱ πόλοι τῶν μαγνητικῶν βελονῶν ἀντιστρέφονται ὑπὸ τοῦ κεραυνοῦ.

Εἰς δὲ τὰ σώματα ἀνθρώπων καὶ ζῶων ὁ κεραυνὸς ἐπιφέρει ὅτε μὲν τραύματα, μώλωπας, μέλανσιν τοῦ δέρματος, αἰδησιν τῶν κεραυνωθέντων μελῶν, κτλ. ἄλλοτε δὲ ἄμεσον διάσεισιν τοῦ νευρικοῦ συστήματος προξενούσαν ἢ παροδικὴν ἀναισθησίαν ἢ παράλυσιν ἢ παραυτίκα θάνατον, ὅστις ἐπέρχεται ἐνίοτε ἄνευ τοῦ ἐλαχίστου ἴχνους ἐξωτερικῆς βλάβης.

291. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ. Τὸ ὑπὸ τοῦ Franklin (1771) ἐφευρεθὲν ἀλεξι-
κέραυνον σύγκειται ἐκ μεταλλικοῦ κοντοῦ οὗ τὰ ἄνω μὲν ἀπολήγουσιν
εἰς ἀκίδα, τὰ δὲ κάτω συνάπτονται πρὸς τὸ ἔδαφος δι' ἀρκούντως πα-
χέων μεταλλικῶν ἀγωγῶν καὶ ὃν ἀναστηλοῦμεν ἐπὶ τῆς ἄκρας ὀροφῆς
τοῦ ἀπὸ τῆς κεραυνώσεως προφυλακτέου οἰκοδομήματος. Τὴν ἀκίδα τοῦ
ἀλεξικεραύνου κατασκευάζομεν συνήθως ἢ ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐπίχρου-
σον, ἵνα μὴ φθειρῇται ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας, τὸ δὲ ἀγωγὸν σίναμμα κα-
τορύσσομεν εἰς ἀρκούν βάθος γῆς ἵνα φθάσῃ εἰς τὸ ὑποδαῖον ὕδωρ, ἐκ-
τός ἐὰν ὑπάρχῃ ὕδωρ βέον πρὸς τὸ κατὰ προτίμησιν συνάπτομεν αὐτό.
Συνλόμενον δὲ προσέτι μετὰ τοῦ ἀλεξικεραύνου δι' ἀγωγῶν πάσας τὰς
ἐπὶ τοῦ οἰκοδομήματος μεγάλας μεταλλικὰς μάζας, οἷον κώδωνας αῶν,
μεταλλικὰ στεγάσματα, κτλ. — Ἐὰν ἡ ἀκίς διατελῇ ἐν καλῇ καταστά-
σει καὶ ἡ πρὸς τὸ ἔδαφος ἀγωγὴ ἢ τελεία, τὸ ἀλεξικέραυνον οὐ μόνον
σώζει ἐκ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ κεραυνοῦ ἀλλὰ καὶ κωλύει τὴν γέ-
νεσιν αὐτοῦ, ὥς κωλύει τὴν μόρφωσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθηρὸς ἡ ἀκίς
βελόνης ἣν πλησιάζομεν πρὸς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ἐπειδὴ
ὁ πρὸς τὴν ἀκίδα προσρέων ἀντίθετος ἡλεκτρισμὸς ἐξ ἐπιδράσεως ἐκχεῖ-
ται δι' αὐτῆς πρὸς τὸ νέφος ὥς καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν καὶ προλαμβάνει
οὕτω τὴν πύκνωσιν ἡλεκτρισμῶν ἀντιθέτων ἥτις ἀναγκαιῶς προηγείται
πάσης σπινθηροδόλου ἐκκένωσης. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐκκένωσις διευθύνεται
παντοτε πρὸς τὸ μᾶλλον ἐξέχον ἤτοι πρὸς τὸ ὕψιστον τοῦ οἰκοδομήμα-
τος μέρος, τὸ ἀλεξικέραυνον σκεπάζει τὰ περὶ αὐτὸ κατώτερα μέρη διὰ
σωστικῆς ἐνεργείας ἐκτεινομένης, ὥς παραδέχονται, μέχρι περιφερείας
ἐχούσης ἀκτῖνα διπλασίαν τοῦ ὕψους αὐτοῦ.

ὁ ἀλεξικεραυνὸς συνίσταται ἐκ 2-3 χγ βελῶν-δεξαμενῶν

μηχανῶν ἐξ ἰσοκένων

Οἱ δὲ διόσκουροι, ἀνκαφαινόμενοι οὐχὶ σπανίως ἐν καιρῷ θυέλλης ἐπὶ τῶν ἀκίδων τῶν ἀλεξικεραύνων, ἐπὶ τῶν ἱστών τῶν πλοίων κτλ. εἰσι λάμπουσα ἐκροή τοῦ ἐξ ἐπι-
 δράσεως ἐπὶ ακιδωτῶν ἀγωγῶν συναγχιρομένου ἡλεκτρισμοῦ (ἐδ. 274,3). *καὶ 344.*

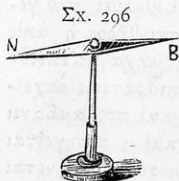
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περὶ μαγνητισμοῦ.

17= 292. Αὐτοφυεῖς μαγνηταί. Ὁ μαγνητισμὸς παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὡς ἰδιότης σιδηροφόρων τινῶν ὀρυκτῶν καὶ μάλιστα τοῦ σιδηρίτου λί-
 θου ἢ μάγνητος, ὅστις αὐτοφύης μαγνήτης ὧν προσέλκεται τὰ ψήγ-
 ματα τοῦ σιδήρου μέχρι προσκολλήσεως. Τὴν ἔλξιν ταύτην ἀκούουσιν
 ἰσχυρότερον δύο μόρια παντὸς μαγνήτου ἀντικείμενα πρὸς ἄλληλα καὶ
 κλυόμενα πόλοι, ὧν μεταξὺ ὑπάρχει ἀργή τις χώρα μὴ ἐλκουσα· πα-
 ρατηροῦμεν δὲ ταῦτα καλλίστα ἐπιτάσσοντες εἰς τὸν μαγνήτην ῥινή-
 ματα σιδήρου, ἅτινα κατὰ τοὺς πόλους μὲν προσκολλῶνται, ἀπὸ δὲ τῆς
 λοιπῆς ἐπιφανείας τοῦ μαγνήτου καταπίπτουσι.

Ὁ μάγνης (Fe_2O_3) ἀπαντᾷ ἐνιαχοῦ κρυσταλλόπηκτος ἔχων σχῆμα τελείου κανονικοῦ
 ὡκατέδρου, συνηθέστερον ὅμως εὐρίσκομεν αὐτὸν κατὰ πυκνὰς κρυσταλλώδεις σωρείας
 οὐκ ὀλίγον ἐκτεταμένas καὶ μάλιστα ἐν Σουηδίᾳ, ἐν Λαπωνίᾳ καὶ ἐν Χιλιῇ· κτᾶται δὲ
 συνηθῶς τὰς μαγνητικὰς ἰδιότητας ἀφοῦ ἐπὶ τινα χρόνον ἐκτεθῇ εἰς τὸν ἀέρα.

293. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΜΑΓΝΗΤΑΙ ΕΚ ΧΑΛΥΒΟΣ. ΒΕΛΟΝΗ. ΒΟΡΕΙΟΣ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΣ ΜΑ-
 ΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. Τὰς μαγνητικὰς ἰδιότητας μεταφέροντες ἐκ τῶν αὐτοφυῶν
 μαγνητῶν εἰς ῥαβδούς ἐκ χάλυβος τρίβοντες ἐπανειλημμένως ἐκάτερον
 τῶν ἄκρων αὐτῶν πρὸς ἐκάτερον τῶν ἀντιθέτων μαγνητικῶν πόλων (ἐδ.
 294). Οὕτω κατασκευάζομεν τοὺς τεχνητοὺς μαγνήτας, οἵτινες κέκμη-
 νται ὡς οἱ αὐτοφυεῖς δύο πόλους (ἐδ. 297 α.2^a) κειμένους ἐπ' εὐθείας
 ἢ κλυόμεν μαγνητικῶν ἄξονα. Ὁ ἄξων οὗτος κατευθύνεται αὐτομά-
 τως ἀπ' ἄρκτου πρὸς μεσημβρίαν περίπου (ἐδ. 298), ὅταν ἡ μαγνητικὴ
 ῥαβδος ὀριζοντείως ἀναρτηθεῖσα ἀκωλύτως στρέφ-
 ται· πρὸς τοιαῦτα πειράματα κατασκευάζομεν τὸν
 μαγνήτην ἐν σχήματι βελόνης ἥτοι ἐν σχήματι
 στενοῦ ἀλλ' ἐπιμήκους ῥόμβου, λίαν ἀπωζυμένου
 πρὸς τὰ ἄκρα, ἐκ λεπτοῦ ἐλάσματος (σχ. 296).
 Ἐξαρτῶμεν δὲ τὴν βελόνην ἐκ νήματος μετάξης ἢ
 στηρίζομεν αὐτὴν ἐπὶ ὀβελίσκου ἐκ χάλυβος, οὗτινος
 τὴν ἀκίδα εἰσάγομεν εἰς κοτύλιον συνηρμοσμένον εἰς
 αὐτὴν κατὰ τὸ κέντρον τοῦ βάρους, ἵνα αἰωρουμένη
 ἀκωλύτως περιστρεφῆται ἐν ἐπιπέδῳ ὀριζοντίῳ. Τοὺς πόλους τῆς βε-
 λόνης ὀνομαζομεν πρὸς διακρίσιν βόρειον καὶ νότιον ἀπὸ τῶν σημείων
 τοῦ ὀρίζοντος πρὸς ἃ τρέπονται. Ὅταν δὲ μαγνητίζωμεν βελόνην ἐκ



χάλυθος τρίβοντες αὐτὴν πρὸς τοὺς πόλους μαγνητικῆς ῥάβδου, τὸ μὲν πρὸς τὸν βόρειον πόλον τῆς ῥάβδου προστριβόμενον ἄκρον τῆς βελόνης ἀποβαίνει πόλος νότιος, τὸ δὲ πρὸς τὸν νότιον πόλον προστριβόμενον ἄκρον πόλος βόρειος.

Ἐὰν εἰς τοὺς πόλους ἀκωλύτως αἰωρουμένης μαγνητικῆς βελόνης πλησιάζωμεν τοὺς πόλους ἑτέρας βελόνης ἢ ῥάβδου μαγνητικῆς παρατηροῦμεν ὅτι ὁ βόρειος πόλος τῆς ῥάβδου ἀπωθεῖται μὲν τὸν βόρειον πόλον τῆς αἰωρουμένης βελόνης προσέλκεται δὲ τὸν νότιον καὶ ὅτι ἀντιστρόφως ὁ νότιος πόλος τῆς ῥάβδου ἀπωθεῖται μὲν τὸν νότιον προσέλκεται δὲ τὸν βόρειον πόλον τῆς βελόνης ὥστε ἀντίκειται μὲν οἱ ἑτερόνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι, ἀντιωθοῦνται δὲ οἱ ὁμώνυμοι.

Ἡ κατασκευὴ μαγνήτου ἔχοντος μόνον βόρειον ἢ μόνον νότιον πόλον, ἢ τὸν ἑτερον αὐτῶν ἰσχυρότερον τοῦ ἄλλου ἐστὶν ἀδύνατος. Ἐὰν δὲ μαγνητικὴν ῥάβδον (Σχ. 297), καθ' ἑκάτερον τῶν ἄκρων τὸν ἑτερον τῶν μαγνητικῶν πόλων ἔχουσα, διαιρέσωμεν πού εἰς δύο τμήματα ἀνευρίσκομεν ταῦτα τελείους μαγνήτας, κεκτημένα δηλαδὴ δύο πόλους ἴσους ἐντάσεως, ἅρα κατὰ τὴν χωρὰν τῆς διαιρέσεως ἀναφαίνονται δύο νέοι καὶ ἀντίθετοι πόλοι. Ἐπειδὴ δὲ ἐφ' ὅσον προχωροῦμεν διαιρούντες τὸν μαγνήτην εἰς ἐλάσσονα τμήματα ἀνευρίσκομεν πάντοτε ἑκάστον αὐτῶν, ἔστω καὶ ἐλάχιστον, μαγνήτην τελείον δύο πόλους κεκτημένον, ἐρμηνεύμεν τὸ φαινόμενον παραδεχόμενοι ὅτι ἡ μαγνήσις συμβαίνει εἰς ἑκάστον τῶν μορίων τοῦ μαγνήτου, τοῦτέστι θεωροῦντες πάντα μαγνήτην ὡς συνάθροισμα μαγνητικῶν μορίων ἢ στοιχειωδῶν μαγνητῶν. Ἐὰν δὲ κατὰ ταῦτα νοήσωμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ ῥάβδος σύγκειται ἐκ μαγνητικῶν μορίων αποτελούσων χάριν ἀπλότητος μίαν καὶ μόνην σειρὰν (Σχ. 298) δικαιούμεθα ἵνα πρὸς τὸ παράρρ (ἄρα ἐδ. 297a) συμπεράνωμεν ὅτι οἱ πανταχοῦ τοῦ μήκους τῆς ῥάβδου ὅμοιοι καὶ ἀντίθετοι πόλοι τῶν παρακειμένων μαγνητικῶν μορίων ἀνταναίρουσι τὴν πρὸς τὰ ἐκτὸς ἐνέργειαν αὐτῶν ὁ μὲν ἔλκων ὁ δὲ ὥθων, ὥστε ὑπολείπονται ἐνεργούντες κατὰ τὰ ἅρα τῆς ῥάβδου μόνον οἱ δύο μὴ κωλυόμενοι ἀντίθετοι πόλοι τῶν ἐσχάτων μαγνητικῶν μορίων ἐπειδὴ δὲ πᾶσα τῆς ῥάβδου διατομὴ διέρχεται μεταξὺ δύο μορίων, ἀναφαίνονται ἀναγκαιῶς ἐπὶ τῶν ἐπιφανείων αὐτῆς δύο νέοι ἀντίθετοι καὶ ἰσοδύναμοι πόλοι.

Πρὸς ἐρμηνείαν τῆς μαγνητικῆς ἑλξεως ὡς καὶ τῶν ἀντιθέτων μαγνητικῶν φαινομένων ἐδ. 264) παρεδέξαντο τὴν ὑπαρξίν βόρειον καὶ νότιον μαγνητικοῦ βευστοῦ, ἅτινα ἡνωμένα ἐν τῷ ἀμαγνητίστῳ σιδήρῳ εἰς βευστὸν οἷ ὁ ἑτερον διαχωρίζονται κατὰ τὴν διεγερσιν τῆς μαγνητικῆς καταστάσεως ἐν τῷ χάλυδι, καὶ ἐνεργοῦσιν ἀπωθόντα ἑαυτὰ καὶ ἔλκοντα ἄλληλα. Τὰ μαγνητικὰ ταῦτα βευστὰ νοοῦνται μὴ βέοντα ὡς τὰ ηλεκτρικὰ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα μὴδὲ κινούμενα ὡς ἐκεῖνα ἐν τῷ αὐτῷ ἀγωγῷ, ἀλλ' ἐν τῷ τῷ χωρίζοντα ἐκ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τῇ ἐπιδράσει μαγνήτου πλησιάζοντες ἑξωθεν, καὶ διττασάμενα ὑπ' αὐτοῦ ὡς ἀνωτέρω ἐρρήθη (μαγνητικὴ πόλινος: ἄρα ἐδ. 294).—Ἡ βραδύτερον (ἐδ. 329) ἀναπτυχθεῖσα θεωρία τοῦ Ampère ἀνάγει τὰ μαγνητικὰ φαινόμενα εἰς ηλεκτρικὰ ρεύματα ὑπάρχοντα ἐντὸς τῶν μαγνητισμένων σωμάτων.

294. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ. ΔΙΑΦΟΡΟΣ ΔΙΑΘΕΣΙΣ ΤΟΥ ΜΑΛΑΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΧΑΛΥΒΟΣ. ΣΥΝΕΚΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ. Ὡς ἡλεκτρίζομεν δι' ἐπιδράσεως ἀνηλεκτρίστους ἀγωγούς πλησιάζοντες εἰς αὐτοὺς ἡλεκτρισμένα σώματα, ὁμοίως μεταβάλλομεν εἰς μαγνήτην τὸν σιδήρον, πλησιάζοντες εἰς αὐτὸν τὸν πόλον μαγνήτου, ὅτε τὰ συστατικὰ τῶν οὐδετέρων

μαγνητικῶν μορίων τοῦ σιδήρου ἐλκόμενα καὶ ἀπωθούμενα ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ πόλου διατάσσονται ὡς ἐν τῷ μαγνήτῃ (ἐδ. 293)· τότε δὲ ὁ σίδηρος προσκολλᾶται εἰς τὸν μαγνήτην ἐλκόμενός ὑπ' αὐτοῦ ἐπειδὴ καὶ αὐτὸς εἰς μαγνήτην μεταβάλλεται. Ἀλλὰ τὸ φαινόμενον τοῦτο διεξάγεται οὐχὶ ὁμοίως ἐν τε τῷ μαλακῷ σφυρηλάτῳ σιδήρῳ καὶ ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυδι. Ὅταν πλησιάζωμεν τὸν βόρειον πόλον Β μαγνήτου (Σχ. 299) εἰς σιδηρὰν τινα ῥάβδον Α, μεταβάλλεται μὲν καὶ αὕτη εἰς μαγνήτην καὶ καθίσταται ἱκανὴ πρὸς ἔλξιν καὶ πρὸς συνοχὴν ἐτέρας ῥάβδου σιδηρᾶς Γ κ. ο. κ. θ, ἀλλ' ὁ ἐν αὐτῇ μαγνητισμὸς ἀφανίζεται ἐντελῶς καὶ ἡ ῥάβδος Γ καταπίπτει ἅμα μακρύνομεν τὸν μαγνητικὸν πόλον. Ῥάβδος ὅμως βεβαμμένου χάλυθος μαγνητίζεται μὲν ἀσθενέστερον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ὑπὸ ἴσης μαγνητικῆς ἐπιδράσεως, ἢ δεῖται μὲν πρὸς ἰσοδύναμον μαγνήτισιν πολὺ μείζονος μαγνητικῆς ἐπιδράσεως,

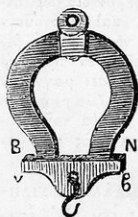
Σχ. 299



οἷον ἐπανελημμένης προστρίψεως εἰς τοὺς πόλους ἰσχυροῦ μαγνήτου, ἀλλὰ μαγνητισθεῖσα διατηρεῖ σχεδὸν ἀμετάβλητον τὸν ἐν αὐτῇ διεγερθέντα μαγνητισμὸν καὶ ἀφοῦ ἡ μαγνητίσασα αἰτία ἐκλείψῃ. Ἐνῷ λοιπὸν τὰ ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ μαγνητικὰ βρευστὰ ραδίως χαρίζονται καὶ ἐπίσης ραδίως ἐνοῦνται, τὰ ἐν τῷ χάλυδι ἀνθίστανται οὐ μόνον πρὸς τὸν χωρισμὸν ἀλλὰ καὶ πρὸς τὴν ἐκ νέου ἐνωσιν ἐαυτῶν διὰ δυνάμεως ἣν καλοῦμεν *συνεκτικὴν*. Ὅσῳ μείζον ἡ συνεκτικὴ δύναμις εἶδους τινὸς χάλυθος τόσῳ καταλληλότεραι αἱ ἐξ αὐτοῦ ῥάβδοι πρὸς κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν.

Ἵνα μαγνητίσωμεν ῥάβδον ἐκ χάλυθος διὰ προστρίψεως εἰς μαγνήτην ἱερίομεν τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τὸ μέσον τῆς ῥάβδου, καὶ τρίβομεν πρὸς τὸ ἥμισυ αὐτῆς τὸν πόλον τούτον μέχρι πέρατος, ὅθεν ὑφούντες τὸν μαγνήτην φέρομεν πάλιν τὸν αὐτὸν πόλον εἰς τὸ μέσον τῆς ῥάβδου καὶ ἐπαναλαμβάνομεν τὴν πρόστριψιν τοῦ ἡμίσεος τούτου πολλᾶκις· εἴτα προστρίβομεν ὁμοίως τὸν ἕτερον πόλον τοῦ μαγνήτου εἰς τὸ ἄλλο ἥμισυ τῆς ῥάβδου, ἢ προστρίβομεν εἰς ἀμφοτέρω τὰ ἡμίση τῆς ῥάβδου συγχρόνως ἐκ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα τοὺς ἀντιθέτους πόλους δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν. Ἐν τῷ εἰς τὸν βόρειον πόλον προστρίβοντι ἡμίσει διεγείρεται πόλος νότιος καὶ ἀντιστρώφως.

Σχ. 300



Ἐκτὸς τοῦ σιδήρου καὶ τινων χημικῶν αὐτοῦ ἐνώσεων ἔλκονται προσετι· ὑπὸ τοῦ μαγνήτου τὸ κοβάλτειον καὶ τὸ ρικέλιον, ἐν οἷς καὶ μόνιμος μαγνητισμὸς διεγείρεται. Περί δὲ τῆς παρατηρηθείσης μαγνητικῆς ἐπιδράσεως καὶ ἐφ' ἑτέρον σωμάτων δρᾷ ἐδ. 322.

295. ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΑ. Κατασκευάζομεν συνήθως τοὺς μαγνήτας ἢ ἐν σχήματι ὀρθογωνίων πρισμάτων μικροῦ πάχους, ἢ ἐν σχήματι σελιναίου πρὸς σύγχρονον ἐνέργειαν ἀμφοτέρων τῶν πόλων. Εἰς δὲ τοὺς πόλους τοῦ *σεληναίου μαγνήτου* (Σχ. 300), προσαρτῶμεν ἀγκύριον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἐξ οὗ ἐξαρτῶμεν τὸν πρὸς αἰώρησιν φόρτον· ἢ ἐκ τῆς τοιαύτης διατάξεως συνεργία ἀμφοτέρων τῶν πόλων μαγνητίζει ἰσχυρότερον τὸ ἀγκύριον δι' ἐπιδρά-

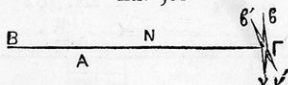
σεως, ὥστε ὁ οὕτως ὀπλισμένος μαγνήτης αἶρει βάρος μείζον τοῦ διπλασίου ἐκείνου ὅπερ αἶρει ἑκάτερος τῶν πόλων χωρὶς. Πρὸς ἐπίτασιν δ' ἔτι μείζονα τῆς ἐνεργείας ἐνοῦντες πολλὰ σελιναῖα ἐλάσματα σχηματίζομεν μαγνητικὰς δέσμας.

Εὐρέθη λυσιτελὲς ἵνα αἱ ἀλλήλαις προσεγγίζουσαι ἐπιφάνειαι τοῦ μαγνήτου καὶ τοῦ ἀγκυρίου ἄπτονται κατὰ γραμμὴν, διό ξίονται οὐχὶ ἐπίπεδοι ἀλλὰ μικρὸν κυλινδρικοί· ὥσως διότι οὕτω κατορθοῦται στενωτέρᾳ ἢ τοῦ ἀγκυρίου εἰς τοὺς πόλους ἐπαφή. Ἀλλὰ καὶ ἡ δύναμις τῶν αὐτοφῶν μαγνητῶν ἐνισχύεται, ὅταν ὀπλιζόμεν αὐτοὺς ὡς τοὺς σελιναίους μαγνήτας· πρὸς τοῦτο προσαρμόσαντες εἰς τὰς ἐπιφανείας τῶν πόλων τῶν αὐτοφῶν μαγνητῶν δύο τμήματα μαλακοῦ σιδήρου ἐνοῦμεν δι' ἀγκυρίου τὰ ἐξέχοντα αὐτῶν ἄκρα. — Πρὸς συντήρησιν δὲ καὶ ἐπίτασιν τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως ῥάβδων συνοπλιζόμεν τὰς ἐξ αὐτῶν ἰσομεγέθεις καὶ ἰσοδυνάμους ἀνὰ δύο, παρατιθέντες αὐτάς μετ' ἀντιθέτων πόλων ἑκατέρωθεν ῥάβδου ἐξελίνης ἴσων διαστάσεων καὶ συνδέοντες τοὺς ἀντιθέτους πόλους δι' ἀγκυρίων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου.

18. +296. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΛΞΕΩΣ ΚΑΙ ΩΣΕΩΣ. Κατὰ τὰ ὑπὸ τοῦ Coulomb γενόμενα πειράματα διέπει καὶ τὴν μαγνητικὴν ἔλξιν καὶ ὥσιν οἷος νόμος καὶ τὰς ἡλεκτρικὰς (ἐδ. 271), ἡ μεταξὺ δηλαδὴ τῶν μορίων μαγνητικῆ ἑλξίς καὶ ὥσιν ἀναλογεῖ κατ' εὐθείαν μὲν πρὸς τὰ ποσὰ τοῦ ἐνεργοῦ μαγνητισμοῦ, ἀντιστρόφως δὲ πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

Περὶ τῆς ὁρθότητος τοῦ νόμου τούτου πειθόμεθα πειραματικῶς διὰ τῶν ἐξῆς συλλογισμῶν (Σχ. 301). Ἔστωσαν Α ὁριζοντία μαγνητικὴ ῥάβδος κατευθυνομένη ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς, καὶ Γ μικρὰ μαγνητικὴ βελὸν ἡ στρεφόμενη ἀκωλύτως ἐν ὁριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ τὸ ἴδιον κέντρον τοῦ βάρους, κείμενον ἐπὶ τῆς ἐπεκτάσεως τοῦ ἔξονος τῆς μαγνητικῆς ῥάβδου. Ἡ μαγνητικὴ ῥάβδος προσπαθεῖ ἵνα στρέψῃ τὴν βελὸν μέχρι τῆς ἐπ' εὐθείας συμπτώσεως τῶν δύο μαγνητικῶν ἀξόνων, ἐνῷ ἡ κατευθυντηρίᾳ ἐνέργεια τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς (ἐδ. 298) σπουδάζει ὅπως κρατήσῃ αὐτὴν ἐν τῇ στάσει β.ν. Πρὸς εὐχερῆ λογισμὸν τοῦ μεγέθους τῆς στρεπτικῆς ῥοπῆς (ἐδ. 46) ἢν ἄσκει ἡ ῥάβδος ἐπὶ τῆς βελόνης, νοήσωμεν τὸν μαγνητισμὸν ἀμφοτέρων συνηγμένον εἰς δύο σημεῖα ἥτοι εἰς τοὺς πόλους (ἐδ. 297 α 2^{ον}) καὶ ἔστωσαν +μ καὶ —μ αἱ ἐν τοῖς πόλοις τῆς ῥάβδου μαγνητικαὶ ποσότητες καὶ +μ' καὶ —μ' αἱ ἐν τοῖς πόλοις τῆς βελόνης (ἐδ. 297 β 1^{ον}). ἔστωσαν πρὸς τοῦτο 2ρ τὸ μῆκος τῆς ῥάβδου, 2λ τὸ μῆκος τῆς βελόνης, α ἡ τῶν κέντρων αὐτῶν ἀπόστασις καὶ ὑποτιθέσθω ὅτι ρ καὶ λ εἰσὶν ἐλάχιστα πολλαπλά τῆς ἀποστάσεως α, ἵνα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος ἐκλαμβάνωμεν τὰς ἀποστάσεις Ββ καὶ Νν ὡς ἴσας πρὸς τὰς ΒΓ καὶ ΝΓ ἢ πρὸς (α+ρ) καὶ (α-ρ). Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Coulomb

Σχ. 301



ἄσκει ἐπὶ τοῦ βορείου τῆς βελόνης ὁ μὲν νότιος πόλος τῆς ῥάβδου τὴν ἔλξιν $\frac{\mu\mu'}{(\alpha-r)^2}$,

ὁ δὲ βόρειος πόλος τῆς ῥάβδου τὴν ὥσιν $\frac{\mu\mu'}{(\alpha+r)^2}$. ὥστε τὸ σύνολον τῆς ἑλξεως ἢν ἄσκει ὁ μαγνήτης Α ἐπὶ τοῦ βορείου πόλου β ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν δύο δυνάμεων ἥτοι πρὸς

$$\frac{\mu\mu'}{(\alpha-r)^2} - \frac{\mu\mu'}{(\alpha+r)^2} = \mu\mu' \frac{4\rho}{\alpha^3 - 2\alpha^2\rho + \rho^3}$$

ἢ πρὸς

$$\frac{4\rho\mu\mu'}{\alpha^3}$$

ἐπειδὴ ἄνευ ἐπαισθητοῦ σφάλματος δυνατὸν ἵνα παραλειφθῶσιν οἱ τοῦ παρονομαστοῦ ὅροι —2α²ρ²+ρ³ ἐλάχιστοι ὄντες ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν πρῶτον α³. Ἰση πρὸς τὴν δυνάμιν ταύτην ἔστιν ἡ ὥσιν ἢν ἄσκει ἡ συνισταμένη τῶν δύο ἐνεργειῶν τῆς ῥάβδου Α ἐπὶ

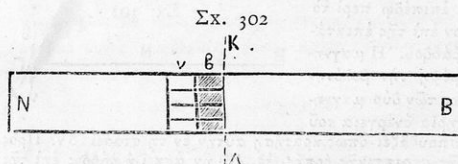
τοῦ νοτίου πόλου τῆς βελόνης· ὥστε αἱ δύο ἴσαι καὶ παράλληλοι· ἀλλ' ἀντίθετοι δυνάμεις αἱ ἐνεργῶσαι ἐπὶ τῆς βελόνης Γ σχηματίζουναι ζεύγος (ἐδ. 20), ἔχον βραχίονα τὸ μήκος αὐτῆς καὶ ἐπομένως ροπήν $\frac{8 \mu\rho \mu\lambda}{\alpha^3}$. Ἐὰν ἄρα καλέσωμεν *μαγνητικὴν ροπήν*

τὸ γινόμενον τοῦ μήκους παντὸς μαγνήτου ἐπὶ τὸ ποσὸν τοῦ συνηγμένου μαγνητισμοῦ ἐν τῷ ἐτέρῳ τῶν πόλων αὐτοῦ, συμπεραίνομεν ἐκ τοῦ ἀνωτέρω κλάσματος ὅτι ἡ ἐκ τῆς ῥάβδου Δ ἀσκουμένη ροπή τῆς στροφῆς τῆς βελόνης Γ ἐστὶν ἀνάλογος τῶν μαγνητικῶν ροπῶν ἀμφοτέρων τῶν μαγνητῶν καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ κύβου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν. Ἐπικυροῦντες νῦν διὰ τῆς πείρας τὸ ἐκ τοῦ νόμου τοῦ Coulomb πηγάζον συμπέρασμα τοῦτο ἀποδείκνυμεν τὴν ὁρθότητα ἐκείνου. Πρὸς τοῦτο ἡ ἀναρτῶμεν τὴν βελόνην Γ ἐν τῷ ζυγῷ τοῦ Coulomb (ἐδ. 271) ἀντὶ τοῦ μοχλοῦ, καὶ μετροῦμεν τὴν ἐξ ἀνίσων ἀποστάσεων ἐνέργειαν τῆς ῥάβδου Δ εἰς τὴν βελόνην διὰ τῆς ἐκάστοτε ἀναγκαίας σπειράσεως τοῦ νήματος ὅπως ἐπανεῖλθῃ ἡ βελόνη εἰς τὴν θέσιν τῆς ἀρκτικῆς ἰσορροπίας αὐτῆς, ἢ μετροῦμεν τὴν γωνίαν $\omega = \delta\Gamma\delta'$ καθ' ἣν ἡ ἀκάλυπτος αἰωρούμενη βελόνη ἐκτρέπεται τῆς θέσεως τῆς ἀρκτικῆς ἰσορροπίας ὑπὸ τῆς ῥάβδου ἐξ ἀνίσων ἀποστάσεων· ἡ ἐφαπτομένη τῆς γωνίας ταύτης εὐρίσκεται ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ κύβου τῶν ἀποστάσεων τούτων, ὅπερ πρὸς τὸν νόμον συμφωνοῦν, διότι τῶν ἐκ τῆς ῥάβδου καὶ ἐκ τῆς γῆς ἀντιθέτων ροπῶν ἰσορροποῦσάν κατὰ τὴν θέσιν τῆς βελόνης δ' ἐν συμπεραίνομεν εὐχερῶς τὴν ἰσότητα τῶν συνιστωσῶν αὐτῶν

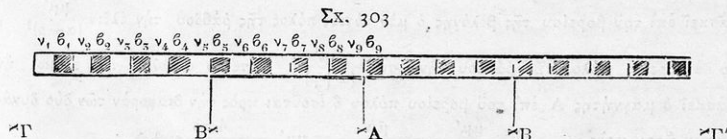
$$\frac{8 \mu\rho \mu\lambda}{\alpha^3} \cdot \text{συνω} = 2 T \mu\lambda. \text{ ἤμω, ἐξ ἧς ἐφω} = \frac{4 \mu\rho}{T \alpha^3} \quad (\text{ὅρ. ἐδ. 298}).$$

παριστάντες διὰ τοῦ T ποσὸν τι (ἀντιστοιχοῦν πρὸς $\frac{4 \mu\rho}{\alpha^3}$) ἐκ τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τῆς γῆς ἐξαρτῶμενον καὶ ἄτρεπτον κατὰ τὰ πειράματα διατελοῦν (παρ. ἐδ. 316).

297. α. 1^{ον} *Μαγνητικὴ διανομή*. Τὸ σύνολον τοῦ ἐν τινὶ ῥάβδῳ NB (Σχ. 302) διεγερθεμένου μαγνητισμοῦ διακρίτεον τοῦ πρὸς τὰ ἑκτὸς ἐνεργοῦ μαγνητισμοῦ τῆς ῥάβδου ταύτης. Θεωρήσωμεν πρῶτον τὴν διανομὴν τοῦ ὅλου μαγνητισμοῦ, ὑποτιθέντες ὅτι ἡ μαγνητικὴ διάταξις ἐστὶν ὁπωσοῦν προκεχωρηκυῖα ἥτοι ὅτι τὰ πλεῖστα τῶν ἐν πάσῃ τομῇ ΚΛ, καθέτῳ ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος μαγνητικῶν μορίων (ἐδ. 293) εἰσὶν ἐστραμμένα ὁμοίως καὶ παράλληλως τῷ



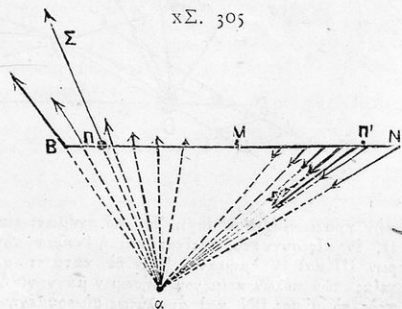
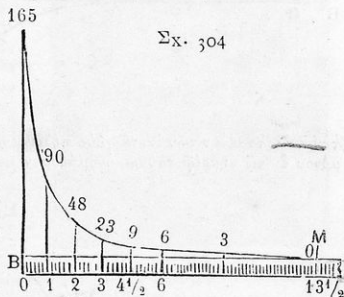
ἔξω, ἵνα ἡ ἐνέργεια αὐτῶν ἐπ' ἀμφοτέρα ἰσῶται πρὸς τὴν ἐνέργειαν ἐνδὸς στοιχειώδους μαγνήτου νβ. Οἱ οὕτω νοούμενοι στοιχειῶδεις μαγνήται $\nu_1\beta_1, \nu_2\beta_2, \dots$ (Σχ. 303) ἰσοδύναμοι κατ' ἀρχὰς υποτιθέμενοι ἀποβαίνουνσιν ἀναγκαστικῶς ἰσοδύναμοι κατὰ τὴν μαγνήτισιν ἕνεκα τῆς ἐν ἀλλήλοις ἐπιδράσεως· ἐπειδὴ ὁ πρῶτος στοιχειῶδης μαγνήτης $\nu_1\beta_1$ δεχόμενος τὴν ἐπίδρασιν ἐκ πάντων τῶν πρὸς τὰ δεξιὰ στοιχειωδῶν



μαγνητῶν $\nu_2\beta_2, \nu_3\beta_3, \dots$, ὧν οἱ νότιοι πόλοι $\nu_2, \nu_3, \dots$ κεῖνται πλησιέστερον εἰς αὐτὸν ἢ οἱ βόρειοι $\beta_2, \beta_3, \dots$ ἐπιτείνεται ἐκ τῆς ὑπερτερουσίης (ἐδ. 296) ἐπιδράσεως τῶν νοτίων πόλων· ἀλλὰ μᾶλλον ἐπιτείνεται ὁ δευτέρως δεχόμενος σὺν τῇ ἐπιδράσει ταύτῃ καὶ τὴν τοῦ πρώτου στοιχειώδους μαγνήτου $\nu_1\beta_1$ συνεργούντος ἕνεκα τῆς ἀντιθέτου θέσεως· ἄρα καὶ ὁ τρίτος $\nu_3\beta_3$ ἐστὶν ἰσχυρότερος τοῦ δευτέρου κτλ. ὥστε ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν

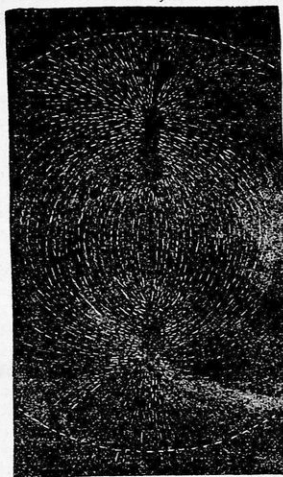
ἄκρων τῆς ῥάβδου ἢ ἔντασις τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν μεγεθύνεται πρὸς τὸ μέσον αὐτῆς (εἴτε διότι ἐν πάσῃ τομῇ ΚΛ διατάσσονται μαγνητικῶς πλεονα μόρια, εἴτε διότι ὅσος ἀριθμὸς μορίων ἐντελέστερον τραπέντων πλησιάζει μᾶλλον εἰς τὴν παραλλήλιαν τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος, ὥς ἀνωτέρω ὑπετέθη): βεβαιούμεθα δὲ καὶ πειραματικῶς περὶ τοῦτου διατάσσοντας ἐφεξῆς κατὰ μήκος πολλὰς μικρὰς καὶ ἰσομεγεθεῖς ῥάβδους, ἃς μαγνητίζαντες διὰ προστρίψεως (ἔδ. 294) ὥς μίαν ῥάβδον ἐξελέγχωμεν πειραματικῶς μετὰ τὸν ἀπ' ἀλλήλων χωρισμὸν ἀνίσως μεμαγνητισμένας καὶ τὰς πρὸς τὸ μέσον ἰσχυρότερον. Ὁ πρὸς τὰ ἔκτος ὅμως ἐνεργὸς μαγνητισμὸς τῆς ῥάβδου ἰσοῦται πρὸς τὴν διαφορὰν τῶν ὁμόρων καὶ ἀντιθέτων πόλων τῶν παρακειμένων στοιχειωδῶν μαγνητῶν, ἢ πρὸς τὸ ἀλγεβρικὸν ἀθροίσμα τῶν μαγνητικῶν ἐντάσεων τῶν πόλων τούτων· ἐπειδὴ δὲ ὁ μαγνητισμὸς τοῦ v_2 ἐστὶν ἰσχυρότερος ἢ ὁ τοῦ v_1 , καὶ ὁ τοῦ v_3 ἰσχυρότερος ἢ ὁ τοῦ v_2 , καὶ οὕτω καθέξης συμπεραίνωμεν ὅτι ὁ ἐνεργὸς μαγνητισμὸς ἐν τῷ ἀριστερῷ ἡμιτόμῳ τῆς ῥάβδου ἐστὶ νότιος, καὶ ὅτι ὁμοίως ἐν τῷ δεξιῷ ἐστὶ βορείος· τὴν δὲ πρὸς τὰ πέρατα ἐπίτασιν τῶν ἀντιθέτων ἐνεργῶν μαγνητισμῶν ἐρμηνεύομεν διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς διαφορᾶς τῶν μαγνητισμῶν τῶν ὁμόρων στοιχειωδῶν μαγνητῶν πρὸς τὰ πέρατα. Ἄλλ' ἢ πρὸς τὰ ἐκτὸς ἐνέργεια τῆς μαγνητικῆς ῥάβδου ἤθελε μεγεθύνεσθαι πρὸς τοὺς πόλους καὶ ἐν οἷς στοιχειωδοῖς μαγνητῶν ἥσαν ἰσοδύναμοι· πράγματι ψήγμα σιδήρου κείμενον μὲν περὶ τὸ Α οὐδὲν ἔλκεται, ἀνταναιρουμένον τῶν ἐκατέρωθεν ἀντιθέτων καὶ ἴσων ἐπιδράσεων τῶν δύο ἡμιτόμων τοῦ μαγνήτου, κείμενον ὅμως περὶ τὸ Β οὐδὲν ἔλκεται ὑπὸ τῷ τμήματος τῆς ῥάβδου v_1 , v_2 , ἔλκεται ὅμως ὑπὸ πάντων τῶν λοιπῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν διὰ τῆς υπερβαλλούσης ἐπιδράσεως τῶν νοτίων αὐτῶν πόλων ὄντων ἐστραμμένον πρὸς τὸ ψήγμα· σιδήρου τέλος ψήγμα κείμενον περὶ τὸ Γ ἔλκεται ὁμοίως ἄλλ' ὑπὸ πάντων τῶν στοιχειωδῶν μαγνητῶν· τὰ συμπεράσματα ταῦτα ἐπικυροῖ ἡ πείρα. Τὸν δὲ νόμον καλ' ὄν ἐλαττοῦται ἢ ἔντασις τῆς μαγνητικῆς ἐνεργείας ἀπὸ τῶν περάτων πρὸς τὸ μέσον τῶν μαγνητικῶν ῥάβδων ἐμελέτησεν ἐπιμελῶς ὁ Coulomb παρατηρῶν τὴν ἐπερχομένην ἐπιτάχυνσιν εἰς τὰς ὁριζοντίας δονήσεις ἀκωλύτως αἰωρουμένης βελόνης ὅταν εἰς τὸν βορείον πόλον αὐτῆς παρατιθῶνται ἐξ ἴσης ἀποστάσεως τὰ διάφορα μέρη τοῦ νοτίου ἡμιτόμου ῥάβδου ἐχρούσης τὸν μαγνητικὸν ἄξονα κατὰ σιδήρην ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ (παρβλ. ἔδ. 297 β 1^{ου})· ἐκ τῆς ἐπιτάχυνσεως ταύτης ἐτεκμήρατο τὴν μεταβολὴν τῆς ἐντάσεως, ἣν ἐξεκίνησε διὰ τῆς καμπύλης τῆς ἐντάσεως, ἐχούσης τὰς ἐπὶ τῆς ῥάβδου καθέτους αὐτῆς τεταγμένας ἀναλόγους πρὸς τὴν ἔντασιν τῆς ἀντιστοίχου θέσεως. Ἡ καμπύλη αὕτη, ἣν ἐμφαίνει τὸ σχῆμα 304, ἀνεύρσκεται περίπου ὁμοίωσιν μὲν ἐν ῥάβδῳ ὧν τὸ μήκος πλεον τῶν 25 ἐπμ.

2^{ου} Θέσις τῶν πόλων. Ἐὰν α ἐμφαίνῃ βορείοντι μαγνητικὸν πόλον κείμενον ἐκτὸς τῆς μαγνητικῆς ῥάβδου BN, ἐνεργεῖ τοῦτο ἑλκτικῶς ἐπὶ τῶν μορίων τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς ῥάβδου MN καὶ ὥστικῶς ἐπὶ τῶν τοῦ βορείου MB διὰ δυνάμεως ἀναλόγου τῆς μαγνητικῆς ἐντάσεως ἐκάστου τῶν μορίων τούτων, ὥς εἰκονίζουσι τὰ βέλη τοῦ σχήματος 305. Αἱ ἑλκτικαὶ καὶ ὥστικαὶ δυνάμεις αὗται κεντηγνται δύο συνισταμένας Σ καὶ Σ', ὧν τὰ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς Π, Π' συμμεταίθενται μὲν καθόλου μετὰ τοῦ α, διατελοῦσιν ὅμως ἀμετά-



διεϋθύνουσιν τοῦ ἄξονος τῆς βελόνης συμπίπτει ἀναγκαιῶς πρὸς τὴν ἐραπτομένην τῆς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς διερχομένης μαγνητικῆς καμπύλης· ὥστε, ἐὰν μετατιθῶμεν συνεχῶς τὴν βελόνην κατὰ τὴν διεϋθύνσιν τοῦ ἄξονος αὐτῆς, οὗτος μὲν διηγεκῶς παρατρέπεται· τὸ δὲ κέντρον τοῦ βάρους τῆς βελόνης διαγράφει μαγνητικὴν καμπύλην. Ἐὰν μαγνητικὴν ῥάβδον (Σχ. 308) κειμένην ἐφ' ὀριζοντίου τραπέζης καλύψωμεν διὰ φύλλον χαρτοῦ καὶ κοκκινίσωμεν ἐπ' αὐτοῦ βινήματα σιδήρου, οὐ μόνον διακρίνονται ἐνεργῶς οἱ μαγνητικοὶ πόλοι ἀλλὰ καὶ τάσσονται τὰ ψήγματα κατὰ συνεχῇ νήματος ἐμφαινόντα τὸ σχῆμα τῶν ἀντιστοιχούντων μαγνητικῶν καμπύλων, διότι ἕκαστον αὐτῶν μεταβάλλεται εἰς μαγνήτην ἑλδ-χιστον.

Σχ. 308



297. β. 1^α. Μέτρησις τῶν μαγνητικῶν δυνάμεων. Πρὸς σύγκρισιν τῶν μαγνητικῶν δυνάμεων οἱ φυσικοὶ παρέβαλλον κατ' ἀρχὰς τοὺς ὑπὸ τῶν μαγνητῶν φερομένους φόρτους, ἀλλ' ὁ Coulomb (1780) ἀντείσταγε πρὸς τοῦτο δύο ἀκριβεστέρας μεθόδους, τὴν τῶν αἰωρήσεων βελόνης ἠρτημένης ἐκ νήματος μετάξης ἢ λευκοχρύσου καὶ τὴν τῆς σπειράσεως συρμάτων χαλκῶν ἢ ἀργυρῶν ἐν τῷ ζυγῷ αὐτοῦ (ἐδ. 271). Κατὰ τὴν πρώτην μέθοδον μετροῦμεν τοὺς ἐν ἐνὶ λεπτῷ ἀριθμοὺς τῶν αἰωρήσεων τῶν πρὸς σύγκρισιν δύο βελόνων ἢ ῥάβδων (διαφερουσῶν μόνον κατὰ τὴν μαγνητικὴν ἔντασιν) ἀφοῦ ἐκτρέψωμεν αὐτὰς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημερινοῦ (ἐδ. 298, 299). Ἐπειδὴ δὲ ἡ τὸς αἰωρήσεις ἐπιφέρουσα μαγνητικὴ δύναμις τῆς βελόνης (ἢ τῆς ῥάβδου) ἐνεργεῖ ὡς ἡ βαρύτης ἐπὶ τῶν βαρέων σωμάτων, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ διάρκεια τῶν μαγνητικῶν αἰωρήσεων ὡς ἡ τῶν τοῦ ἐκκρεμοῦς (ἐδ. 61—63) ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ρίζαν τῆς μαγνητικῆς ἐντάσεως τῆς βελόνης, τῆς γηγενοῦς μαγνητικῆς ἐνεργείας ὑποτιθεμένης ἀμεταβλήτου· ὥστε ἐὰν δι' α_1 καὶ α_2 παραστήσωμεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν αἰωρήσεων καὶ διὰ ϵ_1 καὶ ϵ_2 τὰς μαγνητικὰς ἐντάσεις εὐχερῶς συμπεραίνομεν τὴν σχέσιν
$$\left(1\right) \quad \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{\alpha_1^2}{\alpha_2^2}.$$
 Κατὰ δὲ τὴν δευτέραν

μέθοδον, ἐξαρτήσαντες ἐκ τοῦ νήματος τοῦ ζυγοῦ ῥάβδον μὴ μαγνητικὴν στρέφομεν τὴν πλάκα Δ (Σχ. 287) μέχρις οὗ τεθῇ ἡ ῥάβδος ἀκριβῶς ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημερινοῦ· εἴτα εἰσαγόμεν ἀντ' αὐτῆς τὴν μαγνητικὴν βελόνην, ἥτις τότε συγκρατεῖται ἐν τῇ θέσει ταύτῃ ὑπὸ δύο δυνάμεων, ὑπὸ τῆς κατευθυντηρίας δυνάμεως τοῦ γηγενοῦς μαγνητισμοῦ καὶ ὑπὸ τοῦ νήματος ὄντος ἀκλόστου. Στρέφοντες τότε ἀνωθεν διὰ τῆς πλακῆς τὸ νήμα κατὰ μοίρας M καὶ παρατηροῦντες ὅτι καὶ ἡ βελὼν ἐκτρέπεται κατὰ τὴν διεϋθύνσιν τῆς στροφῆς κατὰ μοίρας μ , συμπεραίνομεν γωνίαν σπειράσεως τοῦ νήματος

$(M-\mu)^0$ καὶ συντελεστὴν σπειράσεως $\left(\frac{M-\mu}{\mu}\right)^0$, τούτεστιν ὅτι, τῆς μαγνητικῆς ἐν-

τάσεως τῆς ὑπὸ δοκιμὴν βελόνης οὔσης ϵ , ἡ ἐκ τῆς γωνίας $\left(\frac{M-\mu}{\mu}\right)^0$ προκύπτουσα ἐλαστικότης σπειράσεως τοῦ σύρματός ἐστιν ἀκριβῶς ἰκανὴ ἐν ἰσορροπίᾳ πρὸς τὴν δύναμιν δι' ἧς ὁ μαγνητισμὸς τῆς γῆς προσπαθεῖ ὅπως ἐπαναγάγῃ εἰς τὸν μαγνητικὸν μεσημερινὸν τὴν ἀπ' αὐτοῦ κατὰ 1^ο ἐκτραπέψαν βελόνην. Ἐὰν ὁμοίως πορισθῶμεν

τὸν συντελεστὴν τῆς σπειράσεως $\left(\frac{M'-\mu'}{\mu'}\right)^0$ δι' ἑτέραν τινὰ βελόνην ἐντάσεως ϵ'

συμπεραίνομεν
$$\left(2\right) \quad \frac{\epsilon}{\epsilon'} = \frac{(M-\mu) \mu'}{\mu (M'-\mu')}$$

ἀσύνετος - ἴσυνετος - ἀσυνετος

Ἡ ἐκ τῆς γῆς δύναμις ἀναλογεῖ κυρίως πρὸς τὸ ἥμιστονον τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς (ἐδ. 298), ἀλλὰ διὰ γωνίας μικροῦ ἀριθμοῦ μοιρῶν ὁ λόγος τῶν τῶν ἐκτροπῶν ἴσους τῶν τῶν ἡμιτόνων (παρβλ. ἐδ. 61).

2^α. Κόρος. Πᾶσα ῥάβδος ἐκ χάλυθος κέκτῃται ὁρίον τι, οὐ πέρα οὐδὲως μαγνητίζεται μοιρῶν, ἡ μείντον τι ἐντάσεως μαγνητισμοῦ ὁρίονου ὅπερ καλοῦμεν μαγνητικὸν κόρον. Δι' ἰσχυρῶν μὲν μαγνητῶν μέσων μαγνητίζομεν πᾶσαν ῥάβδον πολὺ ὑπὲρ τὸν κόρον, ἀλλ' ὁ πλεονάζων οὗτος μαγνητισμὸς κατ' ὀλίγον πάλιν ἀφανίζεται ὅταν ἡ μαγνητίζουσα δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα. Ἐξαρτᾶται δὲ ὁ κόρος ἐκ τῆς συνεικτιζῆς δυνάμεως τὸν χάλυθος (ἐδ. 294), ἐπομένως ἐκ τῆς βαφῆς αὐτοῦ καὶ δοκιμάζεται διὰ τοῦ ἐμπειρικοῦ τύπου, τοῦ ὑπὸ τοῦ Haeccker εὐρεθέντος

$$(3) X = 0.8 \sqrt[3]{\frac{\delta}{\mu}},$$

ἐν ᾧ X ἐμφαίνει δευτερόλεπτα τῆς διαρκείας τῆς αἰωρήσεως τῆς ῥάβδου, δ γράμμα τοῦ βάρους καὶ μ ἐκατοστόμετρα τοῦ μήκους αὐτῆς. Συνδυάζοντες τὸν τύπον (3) μετὰ τοῦ ἀνωτέρω τύπου (1) εὐχερῶς πορίζομεθα τὴν σχέσιν

$$(4) \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} = \frac{\sqrt[3]{\frac{\delta_1}{\mu_1}}}{\sqrt[3]{\frac{\delta_2}{\mu_2}}}$$

μεταξὺ τῶν ἐν κόρῳ μαγνητικῶν ἐντάσεων δυο ἰσομήκων μὲν ἀλλ' ἀνισοβαρῶν ἤτοι ἀνισοβαρῶν ῥάβδων ὅθεν συμπαίνομεν ὅτι ἐν λεπταῖς ῥάβδους προχωρεῖ ἡ μαγνητικὴ διάταξις (ἐδ. 293) μᾶλλον ἢ ἐν παχείαις. Ἐρμηνεύομεν δὲ τοῦτο ἐλαμβάνοντες πᾶσαν παχέαν ῥάβδον ὡς δέσμην ῥάβδων λεπτοτέρων, ἐπικειμένων ἀλλήλαις καὶ πεπολεωμένων ὁμοίως· τούτων ἐκάστη ἀδυνατεῖ μὲν, καίπερ προσπαθοῦσα, πρὸς ἀναστροφήν τῶν πόλων τῶν λοιπῶν, ἀλλ' ἐλαττοῖ τοῦλάχιστον τὴν μαγνητικὴν ἐντάσιν αὐτῶν.

3^α. Ἐνέργεια τῆς θερμότητος. Πᾶς μαγνήτης εἶτε αὐτοφυῆς εἶτε τεχνητὸς θερμανθεὶς μέχρι πυρακτώσεως λευκῆς ἀπόλλυσιν ἐντελῶς τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὴν ιδιότητα τοῦ μαγνητίζεσθαι πάλιν διὰ τῶν γνωστῶν μεθόδων ἡ συνεκτικὴ ὁμῶς δύναμις αὐτοῦ μεταβάλλεται, καὶ τῶν μὲν αὐτοφυῶν μαγνητῶν ἐλαττοῦται ἀνεπιστρεπτῶς, τῶν δὲ τεχνητῶν πολὺ ἐξασθενοῦσα ἐπανορθοῦται πάλιν διὰ νέας βαφῆς. Ἡ ἀπώλεια αὕτη τοῦ μαγνητισμοῦ ἐπέρχεται τῆς θερμοκρασίας αὐξανομένης οὐχὶ αἰφνιδίως ἀλλὰ βαθμυδῶν, ὡς βεβαιούμεθα θερμαίνοντες ῥάβδον μαγνητικὴν πρῶτον μέχρις 100°, ἔτι μέχρι 200° καὶ οὕτω καθεξῆς καὶ δοκιμάζοντες ἐκάστοτε μετὰ τὴν ψύξιν διὰ τῆς διαρκείας τῆς αἰωρήσεως τὴν ὑπολειπομένην μαγνητικὴν ἐντάσιν. Ἐάν δὲ μετρήσωμεν τὴν διάρκειαν τῆς αἰωρήσεως καὶ ἐν ταῖς θερμοκρασίαις τῶν 100°, 200° καὶ παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τὴν ψύξιν ἐπανέρχεται μέρος τοῦ κατ' αὐτὰς ἀπολεσθέντος μαγνητισμοῦ τοσοῦτον ἔλαττον ὅσον μείζων ἡ θερμοκρασία εἰς ἣν ἡ ῥάβδος ἐφθάσε. Καὶ ὁ μὲν Kupffer παρατήρησεν ὅτι ἵνα μαγνήτης τις ἀπολέσῃ ὅλον τὸν ἐν ὥρισμένην τινὶ θερμοκρασίᾳ ἀπωλείσῃον μαγνητισμὸν δεῖν ὅπως ἐκτεθῇ ἐφ' ἱκανὸν εἰς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἡ ἐντάσις π. χ. μαγνητικῆς βελόνης πολλῆς ἐπὶ δέκα λεπτά εἰς ὕδωρ ζέον βυθισθεῖσιν εὐρήθι μετὰ τὴν ἑκτὴν καταβύθισιν μὴ ἐλαττοῦμένην πλέον· ὁ δὲ DuRoi παρατήρησεν ὅτι ῥάβδος ἐν ὑψηλῇ θερμοκρασίᾳ μαγνητισθεῖσα (οὐχὶ μέχρι κόρου) ἀτονεῖ καὶ μᾶλλον θερμαινομένη καὶ ψυχόμενη. — Μαγνήτης ἐν λαμπρᾷ ἐρυθρᾷ πυρακτώσει ἀπόλλυσιν παντελῶς τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ μὴ ἐνεργῶν οὔτε ἐπὶ τοῦ σιδήρου, οὔτε ἐφ' ἑτέρου μαγνήτου. Ὁμοίως σίδηρος ἐν πυρακτώσει λευκῇ οὐδὲως ὑπὸ τοῦ μαγνήτου ἔλκεται. Παρατήρηθι δὲ ὅτι οὐ μόνον ὁ σίδηρος ἀλλὰ καὶ τὰ λοιπὰ ἀσθενῶς μαγνητικὰ σώματα κέκτῃται μαγνητικῆς θερμοκρασίας ὁρίου, οὐ πέρα ἀνασπῆτοῦσι πρὸς τὸν μαγνητισμὸν τῶν ὁρίων τοῦτο καίται διὰ τὸ χρωμαῖον ὑπὸ τὴν ἐρυθρὰν πυρακτώσιν, διὰ τὸ νικεῖον περὶ τοὺς 35°, διὰ τὸν προδολοσίτην (M_2O_3) μετὰ τοὺς 20° καὶ 25°, διὰ δὲ τὸ κοβάλτειον διατελεῖ ἔτι ἀγνωστον, διότι τὸ στοιχεῖον τοῦτο καὶ εἰς τὰς ὑψίστας τῶν θερμοκρασιῶν ὑποβλήθην εὐρήθι πάντοτε ἀσθενῶς μαγνητικόν.

298. ΓΙΓΝΕΝΗ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. Πᾶσα περὶ τὸν κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς ἀκωλύτως στρεπτὴ βελὸν ἰσορροπεῖ πανταχοῦ τῆς γῆς κατὰ διεύθυνσιν ἀκριβῶς ὠρισμένην. Τὸ γεγονός τοῦτο ἐρμηνεύομεν παραδεχόμενοι ὅτι ὁλόκληρος ἡ σφαῖρα τῆς γῆς κέκτῃται μαγνητικᾶς ιδιότητος

ροῦνται ἡ συνιστώσα ΒΩ ὡς ἐκ τοῦ τρόπου τῆς ἐξαρτήσεως καὶ ἡ συνιστώσα ΒΧ ὡς ἀποβαίνουσα ἐπὶ ἐκτάσεις τῆς βελόνης κατὰ τὴν διεύθυνσιν, ὑπολείπεται δὲ πρὸς ἐνέργειαν μόνῃ ἡ ΒΨ, ἥτις ἐξισοῦται τῷ μηδενί μόνον ἐὰν $\alpha = 0$. Ἐκ τῆς αὐτῆς ἰσότητος (3) διδάσκόμεθα ὅτι ἡ ἐπανάγουσα εἰς ἰσορροπίαν τὴν ἐκ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ ἐκτραπέσαν βελόνην τῆς ἀποκλίσεως διαρκῆς δύναμις ἀναλογεῖ πρὸς τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς καὶ ὅτι ἐπομένως αἱ ἐξ αὐτῆς αἰωρήσεις ὑπέκκουν εἰς τοὺς νόμους τοῦ ἐκκρεμοῦς (ἐδ. 297 § 1^{ον} καὶ ἐδ. 61).

Ἄλλα διὰ πάσαν βελόνην ἥς ἡ ἐξάρτησις ἐπιτρέπει μόνον τὴν ἐν τῷ κατὰ στάθμην ἐπιπέδῳ ΕΚΒ στροφὴν (βελὼνῃ ἐγκλίσει), ἡ μὲν συνιστώσα ΒΨ ἀφανίζεται, ὑπολείπονται δὲ πρὸς ἐνέργειαν αἱ δύο συνιστώσαι ΒΧ καὶ ΒΩ ἔχουσαι συνισταμένην τὴν ΒΡ'. ταύτης τὴν μὲν ἔντασιν παρέχει ἡ ἰσότης

$$BP' = \sqrt{BX^2 + B\Omega^2} = \sqrt{BP'^2 (\eta\mu\epsilon\acute{\iota} \sigma\upsilon\nu\epsilon\acute{\iota} \alpha + \sigma\upsilon\nu\epsilon\acute{\iota} \alpha)} = BP' \sigma\upsilon\nu\epsilon\acute{\iota} \alpha \sqrt{1 + \epsilon\phi\epsilon\acute{\iota} \sigma\upsilon\nu\epsilon\acute{\iota} \alpha}.$$

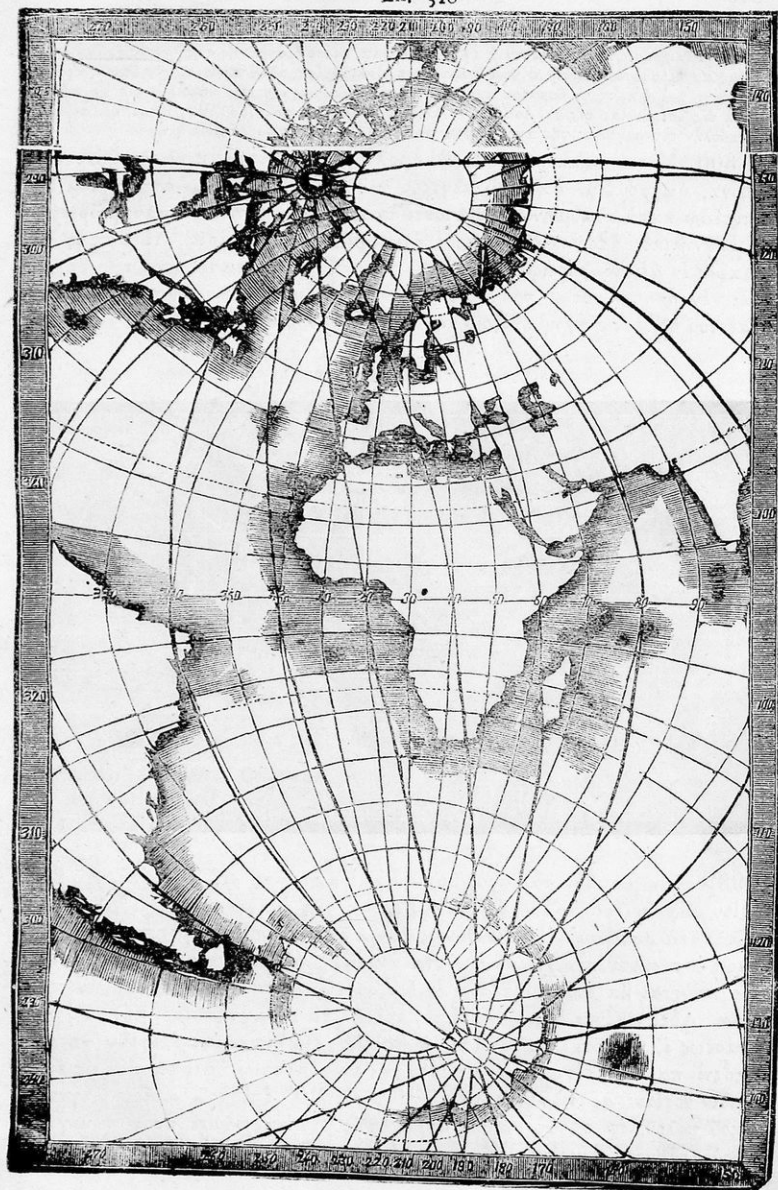
τὴν δὲ διεύθυνσιν ἡ γωνία $P'B\Omega = \epsilon'$, ὀριζομένη ἐκ τῆς σχέσεως $\epsilon\phi\epsilon\acute{\iota} = \frac{BX}{B\Omega} = \epsilon\phi\epsilon\acute{\iota} \sigma\upsilon\nu\epsilon\acute{\iota} \alpha$.

συν: α. Ἐκ τῆς ἰσότητος ταύτης συμπεραίνομεν, πρῶτον ὅτι ἐὰν $\alpha = 90^\circ$, $\epsilon' = 0$ ἤτοι ὅτι ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ ἡ οὕτως ἐξηρητημένη βελὼν τίθεται κατὰ στάθμην (διορισμὸς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ διὰ τῆς βελόνης τῆς ἐγκλίσεως)· δεύτερον ὅτι ἐὰν α ἐλαττωταί συνεχῶς ἀπὸ 90° πρὸς 0° , ἡ γωνία ϵ' συνεχῶς προσχωρεῖ πρὸς μείζοντά τι ὄριον ε. ἄρα ἡ XBP' πρὸς ἐλάχιστόν τι ὄριον ΔBP (ἐγκλίσις, ἐδ. 300).

16 299. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΙΣ. ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΙ ΜΕΣΗΜΒΡΙΝΟΙ. Ὁ μαγνητικὸς ἄξον· τῆς ἐν ὀριζοντείῳ ἐπιπέδῳ ἀκωλύτως στρεπτῆς βελόνης, μὴ ὢν συνήθως παράλληλος πρὸς τὴν μεσημβρινὴν γραμμὴν, σχηματίζει μετ' αὐτῆς πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τοῦ βορείου τμήματος αὐτῆς γωνίαν τινα ἔχουσαν ἐκασταχοῦ διάφορον μέγεθος, ἣν καλοῦμεν μαγνητικὴν ἀπόκλισιν. Ἵνα δὲ καταστήσωμεν καταφανὴ τὴν διεύθυνσιν τῆς βελόνης τῆς ἀποκλίσεως πανταχοῦ τῆς γῆς, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ γεωγραφικοῦ πίνακος (Σχ. 310) σύστημα καμπύλων γραμμῶν, ἃς πορίζομεθα προχωροῦντες ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἀπὸ τινος σημείου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Τὸ ἐπὶ πάσης χώρας ἀπειροστόν τοιαύτης τινὸς καμπύλης διευθύνεται ἄρα ὡς ἡ μαγνητικὴ βελὼν κατὰ τὴν χώραν ταύτην· ὥστε αἱ καμπύλαι αὗται ἀναλογοῦσι πρὸς τὰς μαγνητικὰς καμπύλας (ἐδ. 297 α. 3^{ον}) καὶ καλοῦνται μαγνητικοὶ μεσημβρινοί. Οὗτοι, ὄντες πάντες ἀκανόνιστοι γραμμαὶ κατὰ πολὺ διαφέρουσαι τῶν ἀστρονομικῶν μεσημβρινῶν, ἀλλήλοιστομοῦσι κατὰ δύο σημεῖα κείμενα πλησίον τῶν ἀστρονομικῶν πόλων καὶ καλούμενα μαγνητικοὶ πόλοι τῆς γῆς. Κατὰ τὰ σημεῖα ταῦτα ὁ γηγενὴς μαγνητισμὸς παύεται πλέον κατευθύνων τὴν βελόνην τῆς ἀποκλίσεως, ὥστε αὕτη ἰσορροπεῖ κατὰ πᾶσαν θέσιν· διότι ἐκεῖ (ἐδ. 300) ἡ γηγενὴς μαγνητικὴ δύναμις ἐνεργεῖ κατὰ διεύθυνσιν ἀκριβῶς κάθετον πρὸς τὸν ὀρίζοντα.

Τὸ ἐκασταχοῦ διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ἰσορροπούσης βελόνης τῆς ἀποκλίσεως κλίθεται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος νοοῦμενον ἐπίπεδον καλεῖται ἐπίπεδο τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ τῆς χώρας τῆς παρατηρήσεως.

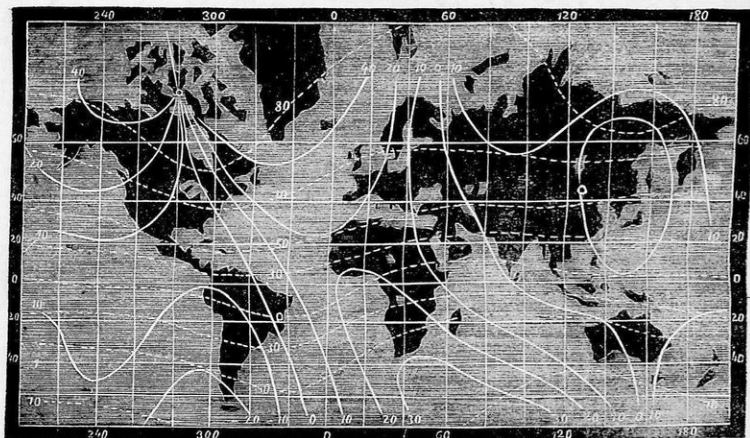
Ἡ πρὸς διάκρισιν τῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος χρήσις τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἀποδίδεται εἰς τοὺς Σίνας· ἐν Εὐρώπῃ ἐγένετο τὸ πρῶτον γνωστὴ κατὰ τὸν 12^{ον} αἰῶνα.—Ἡ



βελόνη χρησιμεύει καὶ ὡς χωρομετρικὸν καὶ γεωδαιτικὸν ἐργαλεῖον. Σπουδαιότητι ὅμως πασῶν τῶν χρήσεων αὐτῆς ἐστὶν ἡ ἐν τῇ ναυτιλίᾳ, διότι διὰ μόνης τῆς μαγνητικῆς πηλιδος κατορθοῦται ἡ ἐν τῷ πόντῳ ἀσφαλὴς πηδαλιουχία· ἀλλὰ πρὸς τοῦτο ἐστὶν ἀναγκαῖοσάτης καὶ ἡ κατὰ τὸ δυνατόν ἀκριβὴς γνώσις τῆς μαγνητικῆς ἀποκλίσεως ἐν πάσῃ χώρᾳ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. — Ὁ Χρ. Κολόμβος πρῶτος (1492) παρατήρησε τὴν μεταβολὴν τοῦ μεγέθους τῆς ἀποκλίσεως κατὰ τὰ διάφορα γεωγραφικὰ μῆκη.

300. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΓΚΛΙΣΙΣ. Ἐὰν βελόνῃ εὐστροφος περὶ ὀριζόντειον ἄξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς, στρέφεται ἐν ἐπιπέδῳ κατὰ στάθμην συμπίπτοντι πρὸς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, ὁ μαγνητικὸς ἄξων κλίνει πρὸς τὸν ὀριζόντα καὶ ἰδίᾳ νεύει πρὸς τὸ ἑδάφος ἐν μὲν τῷ βορείῳ ἡμισφαίριῳ τῆς γῆς τὸ βόρειον ἄκρον τῆς βελόνης, ἐν δὲ τῷ νοτίῳ τὸ νότιον. Τὴν μεταξὺ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος καὶ τοῦ ὀριζόντος σχηματιζομένην γωνίαν καλούμεν ἐγκλίσιν (ὁρ. ἐδ.

Σκ. 311



298). αὕτη μεγεθύνεται πρὸς βορρᾶν καὶ κατὰ τὴν εἰς 90° ἐπὶ τοῦ βορείου μαγνητικοῦ πόλου, ἐφ' οὗ ἡ βελόνῃ τῆς ἐγκλίσεως ἵσταται ἀκριβῶς κατὰ στάθμην. Ἡ διεύθυνσις ἄρα τῆς γηγενούς μαγνητικῆς δυνάμεως ἐστὶ κατὰ τὴν χώραν αὐτὴν ἀκριβῶς κάθετος πρὸς τὸν ὀριζόντα, διὸ παύεται κατευθύνουσα τὴν ἐν ὀριζοντείῳ ἐπιπέδῳ στρεφομένην πυξίδα. Αὐξανομένης ὅμως τῆς ἀπὸ τοῦ βορείου μαγνητικοῦ πόλου ἀποστάσεως ἐλαττοῦται βαθμὴδὸν ἡ βορεία ἐγκλίσις καὶ ἐξισομενῇ τῷ μηδενὶ παρὰ τῷ ἰσημερινῷ μεθίσταται ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαίριῳ εἰς ἐγκλίσιν νοτίαν· αὕτη αὐξάνεται ὁμοίως εἰς 90° ἐπὶ τοῦ νοτίου μαγνητικοῦ πόλου, ἐφ' οὗ τὸ νότιον ἄκρον τῆς βελόνης νεύει πρὸς τὴν γῆν κατὰ στάθμην. Τὴν γραμμὴν ἣτις διέρχεται διὰ πασῶν τῶν χωρῶν ἐν

αἰς ἡ βελόνη τῆς ἐγκλίσεως ἰσορροπεῖ ὀριζοντεῖως ἥτοι τῶν χωρῶν ἐν αἰς ἡ ἐγκλίσεις ἰσοῦται τῷ μηδενί, καλοῦμεν *μαγνητικὸν ἰσημερινὸν* τῆς γῆς. Οὗτος διαφέρων τοῦ ἀστρονομικοῦ ἰσημερινοῦ (Σχ. 311) τέμνει αὐτὸν κατὰ δύο σημεῖα, ὥστε μέρος μὲν αὐτοῦ περιλαμβάνεται ἐν τῷ βορείῳ καὶ μέρος ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαίριῳ.

Ἐὰν νοήσωμεν ὅτι ἐν πάσῃ τομῇ τῆς γῆς διερχομένη διὰ τῶν μαγνητικῶν πόλων ὁ γηγενὴς μαγνητισμὸς ἐνεργεῖ ὡς ἐμφαίνουσιν αἱ μαγνητικά καμπύλαι (ἐδ. 297α. 3^{ου}) τοῦ σχήματος 308, καὶ ὅτι ἡ ἐν τῷ σχήματι τούτῳ ἐστιγμένη περιφέρεια ἀνίσταται τομὴν τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς διὰ τοῦ ἄξονος, ἡ βελόνη τῆς ἐγκλίσεως παρέχει κατὰ πᾶσαν χώραν τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐφαπτομένης τῆς ἀνηκούσης αὐτῇ μαγνητικῆς καμπύλης.

Ἐνούντες πᾶσας τὰς χώρας τῆς γῆς ἐν αἰς ἡ βελόνη ἰσάκεις ἐκτρέπεται τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ διὰ γραμμῶν, πορίζομεθα σύστημα καμπύλων ὅς καλοῦμεν γραμμὰς ἴσης ἀποκλίσεως ἢ *ισογωνίων*. Ὁμοίως πᾶσαι αἱ χώραι τῆς γῆς, αἱ ἴσῃ βορείαν ἢ νοτίαν ἐγκλίνειν ἔχουσιν, ἐνοῦμεναι διὰ γραμμῆς παρέχουσιν ἕτερον σύστημα καμπύλων, αἵτινες καλοῦνται γραμμαὶ ἴσης ἐγκλίσεως ἢ *ισοκλίσεις*. Αὗται, διαφέρουσιν κατὰ πολὺ τῶν παραλλήλων κύκλων, εἰκονίζονται μετὰ τῶν ἰσογωνίων ἐν τῷ σχήματι 311.

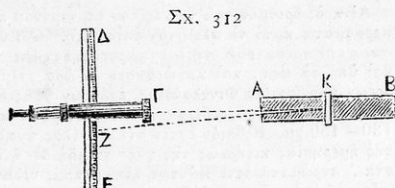
— Εἰς τὸν βορρῆον μαγνητικὸν πόλον, κεῖμενον ἐν τῇ βορείᾳ Ἀμερικῇ (70° 5' B. Π. καὶ 96° 46' Δ. M. Greenwich) ἐξέτετο πρᾶγματι ὁ θαλασσοπόρος Ross, ἀλλ' οὐδεὶς ἔως τῶν προεχώρησε μέχρι τοῦ νοτίου μαγνητικοῦ πόλου.

Ἐνισχυοῦ τῆς γῆς παρατηροῦνται ἀνωμαλῖαι περὶ τὴν στάσιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης· ἀξιόλογος π. γ. ἐστὶν ἡ ἐπὶ τῶν δύο Schnarcherfelsen, μεμονωμένων πυραμίδων ἐκ γρανίτου ὕψους 30 μ. περίπου, ὧν ἡ νοτία ἀπρόσβατος, κεῖμενον ἐν Harz παρὰ τὴν κομὴν Schierke· ἐπὶ τῆς βορείου πέτρας ὑπάρχει 12 τμ. περίπου, καὶ ἐν αὐτῇ δύο θέσεις ἐν αἷς ἐπὶ χωρίων μόλις ἀπεχόντων 30 εἰμ. ἡ μαγνητικὴ βελόνη κατευθύνεται σχεδὸν ἀντιθέτως.

301. ΕΝΤΑΣΙΣ ΤΟΥ ΓΗΓΕΝΟΥΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ. Διὰ τῆς ἀποκλίσεως καὶ διὰ τῆς ἐγκλίσεως ὀρίζεται μὲν ἀκριβῶς ἡ *διεύθυνσις* τῆς γηγενοῦς μαγνητικῆς δυνάμεως ἀλλ' οὐχὶ καὶ ἡ *ἐντάσις* αὐτῆς. Μαρτυρεῖ ὅμως ἡ ἀνισορροπία αὐτῆς, ὅτι καὶ ἡ ἐντάσις ἐστὶν ἐκασταχοῦ τῆς γῆς ἄνισος. Ἡ σύγκρισις μάλιστα τῆς διάρκειας τῶν αἰωρήσεων τούτων παρέχει εὐχερὲς μέσον πρὸς σύγκρισιν τῆς κατὰ χώρας ἀνίσου ἐντάσεως τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ μαγνητικὴ δύναμις ἐνεργεῖ πρὸς τὰς αἰωρήσεις ταύτας ὡς ἡ βαρύτης πρὸς τὰς τοῦ ἑκκερμούς (ἐδ. 298), συμπεραίνομεν ὅτι τῆς βελόνης καὶ τῆς μαγνητικῆς αὐτῆς ἐντάσεως διατελούσης ἀμεταβλήτου, ἡ *διάρκεια* τῆς αἰωρήσεως ἐστὶν ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς γηγενοῦς μαγνητικῆς δυνάμεως· ὥστε ἐὰν παραστήσωμεν διὰ e_1 καὶ e_2 τὰς ἐντάσεις ἐν δυσὶ διαφόροις χώραις καὶ διὰ α_1 καὶ α_2 τοὺς ἀριθμοὺς τῶν αἰωρήσεων ἐν ἱσοῦ χρόνῳ, πορίζομεθα τὴν σχέσιν $e_1 : e_2 :: \alpha_1^2 : \alpha_2^2$ (παρ. ἐδ. 297β. 1^{ου}). Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἡ ἐντάσις τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τῆς γῆς μεγεθύνεται ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς μαγνητικούς πόλους κατὰ τὴν σχέσιν 1 : 1, 50· ἡ δὲ διανομὴ αὐτῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἐξεικονίζεται διὰ γραμμῶν ἴσης ἐντάσεως, ὅς καλοῦμεν *ἰσοδυναμους*.

Πρὸς τοιαῦτα πειράματα ποιούμεθα χάριν μελέτης ἀκριβείας χρῆσιν τῆς βελόνης τῆς ἀποκλίσεως, ἥς αἱ αἰωρήσεις παρέχουσιν τὴν σχετικὴν ἐντάσιν τῆς συνιστώσης ΒΔ (ἐδ. 298)· ἀλλὰ δι' αὐτῆς καὶ τῆς ἐγκλίσεως ΔΒΡ ἀμέσως μετρομένης λογιζόμεθα τὸ

θύνεται ἡ διόπτρα Γ' δι' αὐτῆς ὁ παρατηρητὴς ὁρᾷ (Σχ. 312) ἐν τῷ κατόπτρῳ τὸ εἶδον τῆς εἰς χλιοστόμετρα διηρημένης ὁριζοντίας κλίμακος ΔΕ. Καὶ κατὰ μὲν τὴν μέσσην στάσιν τῆς ράβδου τὸ μῆδεν τῆς κλίμακος ἐφαρμύζει ἀκριβῶς πρὸς τὸ κάθετον νῆμα τοῦ ἀραχναίου χιάσματος τοῦ προσοφθαλμίου (ἐδ. 172)· μικρὸν ὅμως τῆς ράβδου ἐπομένως καὶ τοῦ κατόπτρου στραφέντων, οἷον κατὰ τὴν γωνίαν α, μεθίσταται τὸ εἶδον ἐν τῇ διόπτρᾳ καὶ τὸ κάθετον νῆμα συμπίπτει πρὸς ἑτέραν τῆς κλίμακος διαίρεσιν Ζ, ὅτε κατὰ γνωστούς ὀπτικούς νόμους (ἐδ. 135) ἡ γωνία ΓΚΖ ἰσούται πρὸς 2 α ἥτοι πρὸς τὸ διπλὸν τῆς γωνίας τῆς στροφῆς τοῦ κατόπτρου. Ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς μετακινήσεως ΓΖ καὶ ἐκ τῆς γνωστῆς ἀποστάσεως ΚΓ' λογιζόμεθα εὐχερῶς τὸ μέγεθος τῆς γωνίας α, ὀρίζοντες καθάπαξ πρὸς πόσῃν γωνίαν στροφῆς ἀντιστοιχεῖ ἑκάστη διαίρεσις τῆς κλίμακος. Ἐὰν π. χ. ἡ ἀπόστασις τοῦ κατόπτρου ἀπὸ τοῦ μέσου τῆς κλίμακος ἰσῶται πρὸς μ διαίρεσεις αὐτῆς, εὐρίσκομεν διὰ μίαν διαίρεσιν



$$\epsilon\phi 2\alpha = \frac{1}{\mu}.$$

303. ΠΟΛΙΚΟΝ ΣΕΛΑΣ. Τὸ πολικὸν σέλας, φαινόμενον μέχρι τοῦδε ἀτελῶς ἐρμηνευθέν, ἀλλ' ἀναμφιλέκτως πρὸς τὰς μαγνητικὰς ιδιότητας τοῦ ἡμετέρου πλανήτου στενῶς συνδεόμενον, παρατηρεῖται συνήθως ἐκ χωρῶν μεγάλου βορείου ἢ νοτίου γεωγραφικοῦ πλάτους ὡς βόρειον καὶ ὡς νότιον σέλας. Τὸ φαινόμενον ἄρχεται συνήθως μικρὸν μετὰ τὸν ἀφανισμόν τοῦ σκιάφωτος πρὸς τὸν βόρειον (ἢ πρὸς τὸν νότιον) ὀρίζοντα ὡς σκοτεινὸν τμήμα κύκλου περιβεβλημένον λαμπρὰν παρυφήν. Ἡ παρυφή αὕτη ἀποβαίνουσα μετ' οὐ πολὺ πλατυτέρα καὶ μάλλον φωτοβόλος ἄρχεται ἐξακοντίζουσα ἀποκλινούσας ἀκτίνες, αἵτινες διατηροῦσι μὲν σταθερὰν τὴν θέσιν μεταβάλλουσιν ὅμως διηλεκτῶς λαμπρότητα καὶ ἔκτασιν, νῦν μὲν μακρὰ ἀναλάμπουσαι νῦν δὲ ἀφανίζόμεναι. Κορυφωθείσης δὲ τῆς λαμπρότητος τοῦ φαινομένου, οἷον μόνον ἐξ ὑπερβορείων χωρῶν παρατηρεῖται, αἱ πανταχόθεν ἐκτοξευόμεναι ἀκτίνες ὑπερβαίνουσαι τὴν κορυφήν τοῦ παρατηρητοῦ καὶ συγκλίνουσαι εἰς χώραν τῆς οὐρανίου σφαίρας ἀντικειμένην πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἐκπομπῆς αὐτῶν, σχηματίζουν τὸ καλούμενον στέμμα, ἔχον τὸ κέντρον αὐτοῦ πρὸς νότον τοῦ Zenith. Ἡ συνάφεια τοῦ σέλας καὶ τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς καταφαίνεται ἐκ τούτου ὅτι τὸ κέντρον τοῦ φωταυροῦς τόξου συμπίπτει οὐχὶ πρὸς τὸν ἀστρονομικὸν βορρᾶν ἀλλὰ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Ἡ δὲ κατ' ἀποκλινούσας ἀκτίνες ἐκπομπῆ τοῦ φωτός καὶ ἡ πρὸς μόρφωσιν τοῦ στέμματος σύγκλισις αὐτῶν εἰσιν ἀπατηλὰ ἀποτελέσματα τῆς διόψεως· πράγματι αἱ μὲν ἀκτίνες τοῦ σέλαός εἰσι καὶ πρὸς ἀλλήλας παράλληλοι καὶ πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς βελόνης τῆς ἐρηκτισίας ἥτοι τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τῆς γῆς, τὰ δὲ κέντρα τοῦ τόξου καὶ τοῦ στέμματος συμπίπτουσι πρὸς τὰ ἀλλήλους ἀντικείμενα σημεῖα τῆς οὐρανίου σφαίρας πρὸς ἃ κατευθύνονται οἱ πόλοι τῆς

βελόνης τῆς ἐγκλίσεως. Ἐτέραν ἀπόδειξιν τῆς μαγνητικῆς φύσεως τοῦ φαινομένου παρέχει ἡμῖν τὸ γεγονός, ὅτι εἰς τὰ λαμπρὰ σέλα παρακολουθοῦσιν ἀεὶ ποτε σφοδροὶ καὶ ἀκανόνιστοι ταραγμοὶ τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς καὶ τῆς ἐν αὐτῇ ἡλεκτρικῆς ἰσορροπίας, ἐκδηλούμενοι ὑπὸ ἡλεκτρικῶν ρευμάτων διατρεχόντων τοὺς τηλεγραφικοὺς ἀγωγούς.

Αἱ πρὸς ὁρισμὸν τοῦ ὕψους τοῦ φαινομένου προσπάθειαι παρέσχον μέχρι τοῦ νῦν συμπεράσματα κατὰ τὸ πλεῖστον ἐπιφαλῇ. Ὁ Lemstroem, διευθυντὴς τοῦ φινλανδικοῦ σκοπευτηρίου τοῦ πόλου παρετήρησεν ὅτι ἡ ἀκτινοβολία τοῦ σέλαος σχηματίζεται καὶ ὑπὸ τὰ νέφη, καὶ κατῴρθησεν ἐν ὥρᾳ χειμῶνος (1882—83) ἵνα προκαλέσῃ ἐπὶ δύο ὁρέων τῆς βορείου Φινλανδίας, ἐχόντων ὕψος 800 καὶ 1100 μ., ἀκτινοβολίαν παρεμπερῇ πρὸς τὴν τοῦ σέλαος· ἕτερα πάλιν φαινόμενα πολικοῦ σέλαος παρετηρήθησαν εἰς ὕψος 130—150 χμ. Βέβαιόν ἐστίν ὅτι τὸ σέλας ἀναλάμπει ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὡς μετέχον τῆς ἡμερήσιας κινήσεως τῆς γῆς· ἐπειδὴ δὲ ἡ πυκνότης τῆς ἀτμοσφαίρας κατὰ τὰ ὕψιστα στρώματα ἐστὶ πάντως λίαν μικρά, θέλουσι πιθανῶς συντελεῖσι ποτὲ πρὸς ἐρμηνείαν πλήρη τοῦ παραδόξου φαινομένου τοῦ σέλαος τὰ ἐν ἀραιωτάτοις ἀέριοις (παρθλ. ἐδ. 334) δι' ἡλεκτρικῶν ἐκκενώσεων καὶ τῇ βοηθείᾳ μαγνητικῶν δυνάμεων προκαλούμενα φαινόμενα. Ἑτεραὶ ἔρευναι ἐξήλεξαν συνάφειαν τῶν ἐμφανειῶν τοῦ σέλαος καὶ τῶν κηλίδων τοῦ ἡλίου, οἱ δηλαδὴ ἡ περιοδικὴ ἐπάνοδος τῶν πολικῶν σελῶν καὶ τῶν μαγνητικῶν ταραγμῶν συμπίπτει πρὸς τὴν τοῦ μεγίστου τῶν κηλίδων τῆς ἡλιακῆς ἐπιφανείας. Ἡ περίοδος αὕτη περιλαμβάνει ἔτη 11,1 καὶ ἔσχε τὸ τελευταῖον αὐτῆς μέγιστον ἐν ἔτει 1881.

καθ. 205.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

Περὶ ἡλεκτρισμοῦ ἐξ ἐπαφῆς ἢ περὶ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

304. ΔΙΕΓΕΡΣΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΔΙ' ΕΠΑΦΗΣ. ΑΝΑΚΑΛΥΨΙΣ ΤΟΥ GALVANI. Ὁ Galvani ἱατρός ἐν Βονωνίᾳ ἀνεκάλυψε τυχαίως (1786) ἕτερον εἶδος διεγέρσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ· ἀναρτῶν δηλαδὴ εἰς σιδηρᾶς κιγκλίδας διὰ χαλκῶν ἀγκίστρων ἐκδαρέντας μηρούς βατράχων, παρετήρησεν ὅτι οἱ μυῶνες αὐτῶν ἔσπαιρον ἀπτόμενοι τῶν σιδηρῶν ῥάβδων τῶν κιγκλίδων εἰδῶς δ' ἐκ πείρας ὅτι ὅμοιοι σπασμοὶ προκαλοῦνται ὑπὸ τοῦ ἐκ τριβῆς ἡλεκτρισμοῦ διέγνω μὲν τὴν ἡλεκτρικὴν φύσιν τοῦ φαινομένου, ἠπατήθη ὅμως ἐν μέρει περὶ τὴν πηγὴν τῆς ἡλεκτρικῆς διεγέρσεως ὑπολαβὼν ὅτι αὕτη ὀρεῖται καθόλου εἰς ἀμοιβαίαν τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων ἐνέργειαν (δρ. ἐδ. 345.) Ἀλλ' ὁ Al. Volta (1745—1827) παρατηρήσας ὅτι ἡ ἐπαφὴ δύο ἑτεροσίων μετάλλων ἐστὶν οὐσιώδης συνθήκη πρὸς ἐπιτυχίαν πλήρη τοῦ πειράματος τοῦ Galvani, καὶ ὑπολαβὼν ὅτι κατ' αὐτὸ ὁ μηρὸς τοῦ βατράχου χρησιμεύει ὡς ψιλὸν ἀλλ' εὐπρόθεστον ἡλεκτροσκόπιον, κατέδειξεν ὅτι κατὰ τὴν ἐπαφὴν δύο μετάλλων ἢ ἐν γένει δύο ἑτεροσίων ἀγωγῶν διεγείρεται ἡλεκτρι-

* Ἐκ τῆς διαρκείας τοῦ σκίφωτος ὁρμώμενοι ἀποδίδουσιν εἰς τὰ ἔσχατα τῆς ἀτμοσφαίρας στρώματα τὰ μόλις πως ἱκανὰ πρὸς ἀνάκλασιν αἰσθητῶν ποσῶν ἡλιακοῦ φωτὸς ὕψος 75 περίπου χμ.

σμός, τοῦ μὲν αὐτῶν ἡλεκτριζομένου θετικῶς τοῦ δὲ ἀρνητικῶς (παρ. ἐδ. 265). εὐρὼν ὅμως ὁ Volta τὴν τάσιν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τούτου ἀσθενεστάτην προήχθη πρὸς αὐξήσιν αὐτῆς εἰς τὴν ἐφεύρεσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ πυκνωτηρίου.

305. ΠΥΚΝΩΤΗΡΙΟΝ, ΘΕΜΕΛΙΩΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ VOLTA. Ἡ κατασκευὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ πυκνωτηρίου στηρίζεται ἐφ' οὗ νόμου καὶ ἡ τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου (ἐδ. 277). Σύγκειται δὲ τὸ ὄργανον ἐκ δύο ἐπιπέδων καὶ λείων, συνήθως κυκλοτερῶν, μεταλλικῶν πλακῶν, αἵτινες χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων δι' ὕλης μὴ ἀγωγοῦ κατὰ τὸ δυνατόν λεπτής. Ἡ κάτωθεν πλάξ Α (Σχ. 313), ἡ συνάγουσα, συνάπτεται ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ πρὸς εὐπαθέστατον ἡλεκτροσκόπιον (ἐδ. 266), ἡ ἄνωθεν πλάξ, ἡ πυκνοῦσα, τίθεται ἐπ' ἐκείνης ἢ αἰρεται διὰ λαβῆς μονωτηρίου· ἀμφοτέραι δὲ φέρουσιν ἐπὶ τῶν λείων καὶ πρὸς ἀλλήλας προστετραμμένων ἐπιφανειῶν λεπτόν μονωτήριον ἐπιχρίσμα ἐκ κομμιολάκας, κωλύον τὴν ἀγωγὸν ἐπαφὴν. Τὸ πυκνωτήριον χρησιμεύει πρὸς συναγωγὴν μικρῶν ποσῶν ἡλεκτρισμοῦ πληρούμενόν ὡς ἡ λουγδουνικὴ λαγῆνος· πρὸς τοῦτο ἐγγίζομεν τὸ λίαν ἀσθενῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα εἰς τὴν συνάγουσαν πλάκα Α, συνάγοντες ἐν ταύτῃ τὴν πλάκα Β ἡλεκτρικῶς πρὸς τὸ ἑδάφος, ὅτε ἡ μὲν πλάξ Α πληροῦται τοῦ πρὸς ἔρευναν ἡλεκτρισμοῦ, ἡ δὲ πλάξ Β σχεδὸν ἴσου ποσοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀντιθέτου ἐξ ἐπιδράσεως· αὐξάνομεν δὲ τὸ οὕτω συναγόμενον ἡλεκτρικὸν ποσοῦ ἐπὶ τῶν πλακῶν τοῦ πυκνωτηρίου ἐπαναλαμβάνοντες τὴν πράξιν ταύτην πολλὰκις. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν αἱ πλάκες ἄπτονται ἀλλήλων, συνέχονται οἱ ἐκατέρωθεν τοῦ μονωτηρίου ἐπιχρίσματα συνηγμένοι ἐπ' αὐτῶν ἀντίθετοι ἡλεκτρισμοὶ ὡς ἐν τῇ λουγδουνικῇ λαγῇ, ἀμα ὅμως ἀρθείσης τῆς πυκνότητος πλακὸς Α ἐκ τῆς μονωτηρίου λαβῆς διαχέεται ἀκωλύτως τὸ ἡλεκτρικὸν πλήρωμα τῆς πλακὸς Α πρὸς τὰ χρυσὰ πέταλα ἐπιφέρον τὴν διάστασιν αὐτῶν· ὅτε εὐχερῶς δοκιμάζομεν τὴν φύσιν (+ ἢ —) τοῦ συνηγμένου ἡλεκτρισμοῦ πλησιάζοντες εἰς τὴν πλάκα Α ἡλεκτρισμένην ῥάβδον ἐξ ὑάλου ἢ ἐκ ῥητίνης.

Ὁ Volta κατασκευάσας πολλὰς τοιούτας μεταλλικὰς ἐπιπέδους καὶ κυκλικὰς πλάκας φερούσας μονωτηρίους λαβὰς, προσήρμοξε τὰς ἑτεροεπίουσις ἐξ αὐτῶν ἀνὰ δύο καὶ ἀνεύρισκε μετὰ τὸν χωρισμὸν ἐκατέραν ἀντιθέτως ἡλεκτρισμένην· ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐκ μιᾶς ἐπαφῆς τῶν δύο πλακῶν ἡλεκτρικὴ ποσότης, ὡς λίαν μικρά, ἦν ἀνίκανος πρὸς διάστασιν τῶν ἀχύρων ἢ τῶν χρυσῶν πετάλων τοῦ ἡλεκτροσκοπίου, συνήγε τὰ ἐξ ἐπανειλημμένων ἐπαφῶν προερχόμενα ἡλεκτρικὰ ποσὰ διὰ τοῦ πυκνωτηρίου καὶ ἐδοκίμαζε τότε τὸ ἀποτέλεσμα αἴρων τὴν πυκνοῦσαν πλάκα (ἐδ. 344).

Σχ. 313



Πρὸς διεξαγωγὴν τοῦ πειράματος ποιοῦμεθα νῦν χρῆσιν ἐτέρως μεθόδου. Κατασκευάζομεν αὐτὰς τὰς πλάκας τοῦ πυκνωτηρίου ἐξ ἑτεροουσίων μετάλλων, οἷον τὴν Α ἐκ χαλκοῦ καὶ τὴν Β ἐκ ψευδαργύρου· συνάπτοντες δ' αὐτὰς ἡλεκτρικῶς διὰ χαλκοῦ σύρματος καὶ αἰρῶντες τὴν πλάκα Β μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ σύρματος, ἀνευρίσκομεν τὸ πυκνωτήριον πεπληρωμένον καὶ μάλιστα τὴν μὲν ἐκ χαλκοῦ πλάκα θετικῶς ἡλεκτρισμοῦ τὴν δὲ ἐκ ψευδαργύρου ἀρνητικῶς. Ἡ μέθοδος αὕτη ἐστὶ προτιμότερα τῆς ἀνωτέρω, διότι κατ' ἐκείνην τὰ διάφορα μέταλλα ἀπτόμενα τῶν πλακῶν τοῦ πυκνωτηρίου, κατεσκευασμένων συνήθως ἐξ ὀρυζήλλου, παρέχουσιν ἀφορμὴν πρὸς διέγερσιν ἑτέρου ἡλεκτρισμοῦ.

306. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΑΣΙΝ ΤΑΞΕΩΣ ΤΩΝ ΔΙ ΕΠΑΦΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. Ὁ Volta ἔρευνῶν προσεκτικῶς τὴν ἐκ τῆς ἐπαφῆς ἑτεροουσίων μετάλλων ἡλεκτρικὴν διέγερσιν ἔφθασεν εἰς τοὺς ἐξῆς σπουδαίους νόμους.

1^{ος} Τὰ μέταλλα εἰσι διατάξιμα προσφόρος ἵνα ἕκαστος προηγούμενον ἀπτόμενον παντὸς ἐπομένου ἡλεκτρίζηται θετικῶς καὶ ἕκαστος ἐπόμενον ἀπτόμενον παντὸς προηγούμενον ἡλεκτρίζηται ἀρνητικῶς (παρ. ἐδ. 265). Τοιαύτη ἀκολουθία τῶν μᾶλλον ἀξιολόγων μετάλλων ἐστὶν ἡ ἐξῆς (ἡ κατὰ τὰς τὰς τάξεις τοῦ Volta)

+ Ψευδάργυρος, μόλυθος, κασσίτερος, βισμούθιον, ἀντιμόνιον, σίδηρος, χαλκός, ἄργυρος, χρυσός, λευκόχρυσος —.

Ἐκ τῆς διατάξεως ταύτης καταφαίνεται εὐθὺς ὑφισταμένη χαρακτηριστικὴ τις συνέφεια τῆς ἡλεκτρικῆς διαθέσεως τῶν μετάλλων καὶ τῶν χημικῶν αὐτῶν ιδιοτήτων, ὅτι δηλαδὴ τὰ μὲν πρὸς τὸ δευγόνον συγγενέστερα καὶ ἐπομένως εὐχερέστερον ὀξειδιδιούμενα μέταλλα κείνται πλησιέστερον τοῦ θετικοῦ ἄκρου τῆς τάξεως τὰ δὲ δυσκόλως ὀξειδιδιούμενα εἴματα μέταλλα ὅτι καταλαμβάνουσι τὸ ἀρνητικὸν αὐτῆς ἄκρον· ὧντος δὲ δι' ἔρευνῶν βραδύτερον γενομένων κατεφάνη ὅτι πάντα τὰ ἀλκαλικὰ καὶ τὰ τῶν ἀλκαλικῶν γαιθῶν (ἐδ. 20) μέταλλα διατίθενται θετικώτερον τοῦ ψευδαργύρου καὶ ὅτι τὸ καλύτερον ἵσταται πρῶτον εἰς τὸ θετικὸν ἄκρον τῆς τάξεως, ἅμα δὲ καὶ ὅτι ἀνωγὰ τινα μεταλλικὰ ὀξειδια, οἷον ὁ πυρολουσίτης (MnO_2), ἀνεπίδεκτα περαιτέρω ὀξειδιδιούσας εἰσι διατάξιμα καὶ προχωροῦσι πολὺ εἰς τὸ ἀρνητικὸν ἄκρον· ἀρνητικῶς ὁμοίως διατίθεται ὁ ἄνθραξ καὶ ὁ γραφίτης, οἵτινες ἐν ὑψηλαῖς μὲν θερμοκρασίαις καίονται, ἀλλ' ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ οὐδ' ἐλαχίστην πρὸς τὸ δευγόνον συγγένειαν ἐκφαίνουσι.

2^{ος} Ἐκ τῆς ἐπαφῆς δύο ἐν τῇ τάξει τοῦ Volta περιλαμβανομένων μετάλλων προέρχεται ὠρισμένη τις διαφορὰ ἡλεκτρικῆς τάσεως, ἐξαρτωμένη μόνον ἐκ τῆς φύσεως ἀλλ' οὐχὶ ἐκ τοῦ σχήματος ἢ ἐκ τῆς ἐκτάσεως τῶν ἀλλήλων ἐφαπτομένων ἐπιφανειῶν καὶ οὕσα τοσοῦτω μείζων ὅσω μᾶλλον ἀπέχονται τὰ μέταλλα ἀπ' ἀλλήλων ἐν τῇ τάξει.

Ἡ μεταξὺ ἅρα τῶν βαρέων μετάλλων μεγίστη διαφορὰ τάσεως ἀναπτύσσεται ἐκ τῆς ἐπαφῆς ψευδαργύρου καὶ λευκοχρύσου. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ 100 τὴν διαφορὰν τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως μεταξὺ ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ, οἱ ἐξῆς ἀριθμοὶ μετροῦσι κατὰ τὸν Hankel τὴν ἀνλόγον διαφορὰν τῆς τάσεως μεταξὺ δύο ἐφεξῆς σωμάτων ἐν τῇ τάξει τῶν μᾶλλον χρησίμων μετάλλων.

Zn, Pb, Sn, Fe, Cu, Au, Ag, C, Pt,

44 7 33 16 10 8 4 1

Ὡς C ἐλήφθη πλὴξ ἄνθρακος ἐκ τοῦ ἀποτιθεμένου ἐντὸς τῶν πηλίνων ἀμβίκων κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ φωταερίου. — Αἱ δὲ διαφοραὶ τῆς τάσεως ἐξηγήθησαν ἐξαρτώμεναι καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἐπιφανείας τῶν μετάλλων, διότι παρατηρήθησαν διαφοραὶ ἐπὶ μετάλλων ἐπὶ τινα χρόνον ἐκτεθέντων εἰς τὸν ἀέρα.

3^{ος} Ἐὰν α, β, γ ἐμπαίρῃσι τρία τυχόντα ἐν τῇ τάξει σώματα, ἡ διαφορὰ τῆς τάσεως μεταξὺ α καὶ γ ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν

ἀπὸ α ἕως β καὶ τῶν ἀπὸ β ἕως γ διαφορῶν· ὥστε ἐὰν διὰ τοῦ συμβόλου α | β παραστήσωμεν τὴν τιμὴν τῆς διαφορᾶς τῆς τάσεως μεταξὺ τῶν μετάλλων α καὶ β, συμπεραίνομεν α | γ = α | β + β | γ.

Αἱ διαφοραὶ ἄρα τῆς τάσεως τοῦ ψευδαργύρου καὶ ἐκάστου τῶν λοιπῶν μετάλλων τῆς τάσεως εἰσι κατὰ τὸν πίνακα τοῦ Hankel αὐταί,

Zn | Pb = 44, Zn | Sn = 51, Zn | Fe = 84, Zn | Cu = 100,
Zn | Au = 110, Zn | Ag = 118, Zn | C = 122, Zn | Pt = 123.

Ἐξ ὧν δι' ἀφαίρεσέως πορίζομεθα τὰς μεταξὺ τῶν λοιπῶν μετάλλων, ἦτοι:

Fe | Au = 26, Cu | Ag = 18, Cu | Pt = 23 κ.τ.λ.

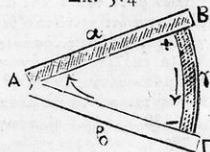
Ἐκ τοῦ νόμου τούτου συμπεραίνομεν ἔτι ὅτι, ὅταν δύο μέταλλα α καὶ γ συνάπτωνται ἡλεκτρικῶς διὰ τινος μετάλλου τῆς τάξεως β μεταξὺ αὐτῶν περιλαμβανομένου, ἡ διαφορὰ τῆς τάσεως τῶν ἄκρων μετάλλων ἐστὶ τοσαύτη, ὅση ἥθελεν εἶναι ἐὰν ταῦτα ἥπτοτο ἀμέσως ἀλλήλων. Ὁ σπουδαῖος οὗτος νόμος ἰσχύει ἐν πάσῃ σειρᾷ ὁσωνδήποτε σωμάτων τῆς ἡλεκτρικῆς τάξεως.

307. ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ. Καλοῦμεν ἡλεκτρογερετικήν δύναμιν τὴν αἰτίαν εἰς ἣν ἀποδίδομεν τὴν ἐκ τῆς ἐπαφῆς δύο ἑτερουσίων ἀγωγῶν ἡλεκτρικὴν διέγερσιν, ἅμα δὲ καὶ τὴν κώλυσιν τῆς παραυτίκα ἐνόςσεως τῶν κεχωρισμένων ἡλεκτρισμῶν. Ἡ δύναμις αὕτη ἐνεργοῦσα κατὰ τὴν ἐπιφανείαν τῆς ἐπαφῆς τῶν δύο σωμάτων γερῶν ἐν αὐτοῖς ὁρισμένην τινὰ διαφορὰν ἡλεκτρικῆς τάσεως ἣν ὁπωςδήποτε ἀρθεῖσαν εὐθὺς ἀναγερῶν.

Ἐὰν 2 ἡ ἐμφαίνῃ τὴν μεταξὺ δύο μετάλλων, οἷον χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου, ἡλεκτρικὴν διαφορὰν, συμπεραίνομεν ὅτι, ὅταν δύο πλάκες ἐξ αὐτῶν ἄπτονται ἀλλήλων ἢ μὲν ἐκ χαλκοῦ κατὰ ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν τάσεως — γ, ἢ δὲ ἐκ ψευδαργύρου θετικὸν ἡλεκτρισμὸν τάσεως + γ, ὧν ἡ ἀλγεβρική διαφορὰ ἰσοῦται πρὸς 2 η. Ἐὰν δ' ἐξηλεκτρίσωμεν τὴν χαλκὴν πλάκα συνάπτοντες αὐτὴν πρὸς τὸ ἔδαφος, ἡ τάσις αὐτῆς ἐξισοῦται τῷ μηδενί, ἄρα ἡ τῆς πλακῆς τοῦ ψευδαργύρου αὐξάνεται εἰς + 2η (παρθλ. ἐδ. 279)· ἐὰν τούναντιον συνάψωμεν τὴν πλάκα τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸ ἔδαφος, κατὰ τὴν ἀπομένῃ αὐτῆς χαλκῇ πλᾶξ ἐκ τῆς μεταξὺ αὐτῶν ἐνεργοῦ ἡλεκτρογερετικῆς δυνάμεως ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν τάσεως — 2η, ὅπως ἡ ἀλγεβρική διαφορὰ τῆς τάσεως ἰσθται πάντοτε πρὸς 2η. Ἐὰν ἔτι μετοχετεύσωμεν εἰς τὴν χαλκὴν πλάκα ἐξ οἰασθῇποτε ἐξωτερικῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς τὴν ἡλεκτρικὴν τάσιν + 5η, ἡ τάσις ἐπὶ τῆς πλακῆς τοῦ ψευδαργύρου μεταβάλλεται κατ' ἀνάγκην εἰς + 7η, ἢ ἐὰν μετοχετεύσωμεν εἰς τὴν ἐκ ψευδαργύρου πλάκα τὴν τάσιν — 3η ἡ ἡλεκτρογερετικὴ δύναμις διεγείρει ἐπὶ τῆς χαλκῆς πλακῆς τάσιν — 5η.

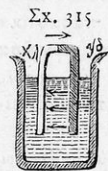
308. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ. ΓΑΛΒΑΝΙΚΗ ΑΛΥΣΙΣ. Ἔστωσαν AB καὶ AΓ (Σχ. 314) δύο ταινίαι ἐξ ἑτερουσίων μετάλλων α καὶ β συνημμέναι ἡλεκτρικῶς κατὰ τὸ A καὶ ἐπομένως ἀντιθέτως ἡλεκτρισμέναι ἐκ τῆς ἐνεργούσης ἡλεκτρογερετικῆς δυνάμεως κατὰ τὴν ἐπιφανείαν τῆς ἐπαφῆς A, καὶ μεταξὺ τῶν περάτων αὐτῶν B καὶ Γ τρίτος τις μὴ μεταλλικὸς ἀγωγὸς γ, ὅστις χάριν ἀπλότῃτος νοηθῇτω ὡς ἀπτόμενος μὲν τῶν μετάλλων α καὶ β μὴ παρέχων ὅμως ἀφορμὴν εἰς γένεσιν νέων ἡλεκτρογερετικῶν δυνάμεων. Φανερόν ὅτι διὰ τοῦ ἀγωγοῦ γ ἐνωθήσονται εἰς οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν οἱ ἐπὶ τῶν δύο μετάλλων ἀντίθετοι ἡλεκτρισμοί, τοῦ

Σχ. 314



μὲν + H φερομένου ὡς τὸ βέλος ἀπὸ B πρὸς Γ, τοῦ δὲ — H ἀντι-
θέτως· ἀλλ' εὐθὺς ἐλαττωθείσης τῆς διαφορᾶς τῶν τάσεων τῶν δύο
μετάλλων ἕνεκα τῆς ἐνώσεως ταύτης, ἄρχεται ἐνεργοῦσα κατὰ τὴν
ἐπιφάνειαν τῆς ἐπαφῆς A ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις πρὸς ἐπανόρ-
θωσιν τῆς ἀρκτικής διαφορᾶς τῆς τάσεως (ἐδ. 307)· ὥστε κατὰ τὸ A
μὲν συμβαίνει ἀδιάλειπτος χωρισμός, διὰ τοῦ ἀγωγοῦ δὲ γ ἀδιάλει-
πτος ἐνωσις τῶν δύο ἡλεκτρισμῶν· ἡ οἱ δύο ἡλεκτρισμοὶ διαρρέουσιν
ἀδιακόπως τὸ ἐκ τῶν ἀγωγῶν α, β, γ κύκλωμα, ὃ μὲν θετικὸς κατὰ
τὴν διεύθυνσιν τῶν βελῶν ABΓ ὃ δὲ ἀρνητικὸς ἀντίθετως, ἐνὸς μὲν ἢ ἐκ
τῶν τριῶν ἀγωγῶν γαλβανικὴ ἄλυσις διατελεῖ κεκλεισμένη. Τὸ δι-
πλοῦν τοῦτο ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀναστέλλεται ἅμα παυομένης τῆς ἐπα-
φῆς κατὰ τὸ A ἢ διακοπτομένης τῆς μεταξύ B καὶ Γ ἀγωγῆς.

Τοιαῦτα ἡλεκτρικὰ ρεύματα προκύπτουσιν ὁσάκις ἐνώσμεν τὰ
πέρατα δύο ἀπτομένων ἀλλήλων μεταλλικῶν ταινιῶν διὰ
τινὸς μὴ μεταλλικοῦ ρευστοῦ ἀγωγοῦ, ὅταν π. χ. συστε-
γνώσαντες δύο ἐλάσματα ἐκ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου καὶ
καμψάντες βυθίσωμεν τὰ (Σχ. 315) ἄκρα αὐτῶν εἰς δο-
χεῖον πλήρες ὕδατος, οὕτως τὴν ἀγωγὸν δύναμιν ὑψή-
σαμεν διὰ προσθήκης ρανίδων τινῶν θειικοῦ ὀξέος ἢ δια-
λύσεως μαγειρικοῦ ἁλατος. Οὕτω διὰ δύο μετάλλων καὶ
ἀγωγοῦ τινος ρευστοῦ μορφοῦμεν τὸ καλούμενον γαλβα-
νικὸν στοιχεῖον (ὅρ. ἐδ. 344).



Εἰ ὅμως ἡνοῦμεν τὰ ἄκρα τῶν μεταλλικῶν ταινιῶν AB καὶ AΓ (Σχ. 314) διὰ τρίτου
τινὸς μεταλλικοῦ ἀγωγοῦ γ ἀνήκοντος εἰς τὴν τάξιν τῶν ἡλεκτρικῶν τάσεων (ἐδ. 306, 1),
ἡλεκτρικὸν ρεῦμα οὐδ' ὅπως ἤθελε διαρρέουσιν τῶν τριῶν μετάλλων τὸ κύκλωμα, διότι
τότε ἐκτὸς τῆς κατὰ τὸ A ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἤθελον ἐνεργήσαι καὶ ἑτεραι ἡλε-
κτρεγερτικαὶ δυνάμεις ἐκ τῆς κατὰ τὸ B καὶ Γ ἐπαφῆς. Τῷ ὄντι ἐὰν ὑποτεθῇ ἡ ἄλυσις
κατ' ἀρχὰς διακεκομμένη που, οἷον κατὰ τὸ B, τὰ μέταλλα α, γ ἐκ τῶν κατὰ τὸ A
καὶ Γ ἐνεργουσῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων κτῶνται διαφορὰν τάσεως τοσαύτην ὅσην
καὶ εἰ ἦπτοντο ἀμέσως ἀλλήλων, ἥτοι ὑπάρχει ἡ ἰσότης $\alpha | \beta + \beta | \gamma = \alpha | \gamma$ (ἐδ.
306, 3)· ἐπομένως ὅταν ἡ ἄλυσις κλεισθῇ κατὰ τὸ B, ἡ μετὰ αὐτὴν καὶ γ ἐνεργὸς ἡλε-
κτρεγερτικὴ δύναμις ἐστὶν ἀκριβῶς ἰκανὴ ἵνα κωλύσῃ τὴν ἐξίσωσιν τῆς διαφορᾶς τῶν
τάσεων· ὥστε ἐν κύκλῳ ἐκ τριῶν μεταλλικῶν ἀγωγῶν ὁ ἡλεκτρισμὸς διατε-
λεῖ ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅπερ αὐτοθῆλως συμβαίνει καὶ ἐν πάσῃ ἄλυσει ἐξ ὁσωνδήποτε
μεταλλικῶν ἀγωγῶν. (Τὴν ἐκ τοῦ νόμου τούτου μόνην ἐξαίρεσιν δρᾷ ἐν ἐδ. 337).

Προηγούμενος ὑπετέθη, χάριν ἀπλότητος, ὅτι εἰ μὴ μεταλλικὸς ἀγωγὸς γ χρησιμεύει
μόνον πρὸς ἐξίσωσιν τῶν ἐν τοῖς ἀγωγοῖς α καὶ β συνηγμένων ἡλεκτρισμῶν ὥς μὴ διε-
γείρων μετὰ τοῦ α καὶ β νέας ἡλεκτρεγερτικὰς δυνάμεις. Ἀλλὰ κατὰ τὰ ἀνωτέρω φανε-
ρὸν ἐστὶν ὅτι γεννᾶται ρεῦμα καὶ ἐὰν ἐνεργῶσι καὶ κατὰ τὸ B καὶ Γ ἑτεραι ἡλεκτρε-
γερτικαὶ δυνάμεις, ὁσάκις π. χ. ὁ μὴ μεταλλικὸς ἀγωγὸς λαμβάνεται ρευστός. Ὁ
Volta ἐκάλεσε τοὺς ἀγωγούς τούτους δευτέρους εἶδους, κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τοὺς πε-
ριλαμβανομένους ἐν τῇ τάξει τῶν τάσεων ἀγωγῶν τοῦ πρώτου εἶδους, ἐν οἷς κατὰ-
τάσσονται πάντα τὰ μέταλλα καὶ ὁ ρευστός ὑδράργυρος. Κατωτέρω δειχθήσεται ὅτι
(ἐδ. 339 καὶ ἐπ.) οἱ ἀγωγοὶ τοῦ δευτέρου εἶδους κέντηται τὴν ἰδιότητα τοῦ λύεσθαι
εἰς χημικὰ στοιχεῖα, ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ αὐτούς.

Ὅντως δὲ ἡλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις γεννῶνται οὐ μόνον ἐκ τῆς ἐπαφῆς τῶν μετάλ-
λων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς ἐπαφῆς μετάλλων καὶ ρευστῶν καὶ μάλιστα τῶν δευτέρων τινέ-
ων· κατὰ πολὺ ἰσχυρότερον τῶν πρώτων. Τὰ μέταλλα διατίθενται ἐν γένει πρὸς τὸ
ρευστὰ ἡλεκτρεγερτικῶς καὶ τὸσφ' ἐντονώτερον ὅσφ' εὐχερέστερον ὀξειδωθῇ.

ται. Σχηματίζουσι δὲ καὶ κατὰ τὴν πρὸς τὰ ρευστὰ ἡλεκτρογερτικὴν αὐτῶν διάθεσιν τάξιν, ἥτις πρὸς τὸ ὕδαρὲς θεικὸν δεῦ ἔστι κατὰ τὸν Poggendorff αὕτη: ψευδαργύρος, κάδμιον, σίδηρος, κασσίτερος, μόλυβδος, νικέλιον, ἀντιμόνιον, βισμούθιον, χαλκός, ἀργυρός, λευκόχρυσος.

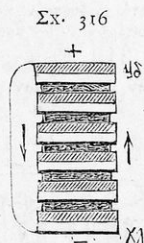
Τὴν ἡλεκτρογερτικὴν δύναμιν ἀλύσεως ἐκ τριῶν ἀγωγῶν λογίζομεθα προστιθέντες κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν τὰς τρεῖς ἡλεκτρογερτικὰς δυνάμεις τὰς ἐνεργούσας κατὰ τὰς τρεῖς ἐπιφανείας τῶν ἐπαφῶν· οἷον, ἔάν τὸ κύκλωμα σύγκειται ἐκ Zn, Cu, καὶ Ag ὑπάρχουσιν αἱ σχέσεις $Zn | Cu = 100$, $Cu | Ag = 18$, καὶ ἐπειδὴ κατὰ τὸν νόμον τῶν τάσεων $Zn | Ag = 118$ συμπεραίνομεν $Ag | Zn = -118$ ὥστε ἡ ὅλη ἡλεκτρογερτικὴ δύναμις εὐρίσκεται οὕσα

$$Zn | Cu + Cu | Ag + Ag | Zn = 100 + 18 - 118 = 0.$$

Ἐάν ὅμως ἡ ἄλυσις συγκροτῇται ἐκ Zn | C καὶ ὕδαρὸς θεικοῦ ὀξέος, ὑπάρχουσιν αἱ σχέσεις $Zn | C = 122$, $C | \Theta_{\text{ει.}} \cdot \Theta_{\text{ει.}} = -4,7$, $\Theta_{\text{ει.}} | Zn = 47,7$ · ἐξ ὧν συμπεραίνομεν διὸτι ἡ ἐν τῷ κύκλωματι τούτῳ ἡλεκτρογερτικὴ δύναμις ἰσοῦται πρὸς +165, ὥστε ἐν τῇ τοιαυτῇ ἄλυσει ἤθελε κυκλοφορῆσαι θετικὸν ἡλεκτρικὸν ρεῖμα κατὰ τὴν διεύθυνσιν Zn, $\Theta_{\text{ει.}} \cdot \Theta_{\text{ει.}} \cdot C$ καὶ ρεῖμα ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ κατὰ τὴν ἀντίθετον διεύθυνσιν.

309. ΣΤΗΛΗ ΤΟΥ VOLTA (1800). ΗΝΕΩΓΜΕΝΗ ΚΑΙ ΚΕΚΛΕΙΣΜΕΝΗ ΣΤΗΛΗ. Ἡ ἐκ τῆς ἐπαφῆς μιᾶς πλακὸς χαλκοῦ καὶ μιᾶς ψευδαργύρου προκύπτουσα διαφορά τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως ἐστὶ τόσον ἀσθενής, ὥστε μόνον δι' εὐπαθεστάτων ἡλεκτροσκοπίων ἐξελέγχεται· οὐδόλως δ' ἐπαυξάνεται διὰ τῆς ἐπιθέσεως πολυαριθμῶν πλακῶν ἐξ ἑτεροσύων μετάλλων, διότι (ἐδ. 306, 3) ἡ διαφορά τῆς τάσεως τῶν ἄκρων πλακῶν ἐστὶν ὅση καὶ εἰ αὗται ἀμέσως ἥπτοντο ἀλλήλων. Ἀλλ' ὁ Volta ἐνίσχυσεν ἐπιτυχῶς τὴν ἐνέργειαν διαχωρίσας τὰ ἐκ δύο μεταλλικῶν πλακῶν ζεύγη δι' ἀγωγοῦ μὴ μεταλλικοῦ, οἷον διὰ τμήματος ὑφάσματος δεδευμένου ἐν ὀξεῖ ὕδαρει ἢ ἐν διαλύσει ἁλατος. Κεῖσθω ὡς ἀνωτέρω (ἐδ. 308) ἀπλότητος χάριν ὅτι τὸ ρευστὸν χρησιμεύει πρὸς ψιλὴν ἀγωγὴν καὶ ἐμφανίσθω διὰ τοῦ Zn ἡ διαφορά τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως (Zn|Cu).

Ἐάν ἡ κατωτάτη χαλκῇ πλάξ (Σχ. 316) συνάπτεται πρὸς τὸ ἔδαφος, αὕτη μὲν ἐστὶν ἀνηλέκτρις· ἡ δὲ ἐπ' αὐτῆς πλάξ τοῦ ψευδαργύρου κέκτῃται κατὰ τὰ ῥηθέντα τάσιν + Zn· ὁ ἡλεκτρισμὸς οὗτος διαδίδεται διὰ τοῦ ἐπικειμένου ὕγρου ὑφάσματος εἰς τὴν δευτέραν χαλκῇ πλάκα, ἥτις ἄρα δέχεται ἔξωθεν τὴν τάσιν + Zn ὥστε ἡ ἐπ' αὐτῆς δευτέρα πλάξ ἐκ ψευδαργύρου (ἐδ. 307) κέκτῃται τάσιν + 4η καὶ οὕτω καθεξῆς· Ἐάν ἐπομένως ἐπιτεθῶσι ζεύγη πλακῶν α τὸν ἀριθμὸν, ἡ ἐν τῇ ἀνωτάτῃ ἐκ ψευδαργύρου πλακὶ τάσις καταντᾷ εἰς + 2αη ἥτοι ἡ διαφορά τῶν τάσεων τῶν ἄκρων πλακῶν τῆς στήλης ἐστὶν ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ζευγῶν· ἐάν τοῦναντίον συναφθῇ τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς στήλης πρὸς τὸ ἔδαφος, μονωθῇ δὲ τὸ κατώτερον, ἡ ἐν τούτῳ τάσις καταντᾷ εἰς — 2αη· ἐάν τρίτον, ὡς εἰ μεταχτετεύομεν τὸν ἡλεκτρισμὸν πρὸς τὸ ἔδαφος ἐκ τοῦ μέσου, μονώσωμεν ἀμφότερα τὰ ἄκρα ἀνευρίσκομεν ταῦτα, ἃ καλοῦμεν πόλους τῆς στήλης, ἔχοντα ἴσας ἀλλ' ἀντίσημους τάσεις + αη



καί—χη. Ἐὰν δὲ τότε συνάψωμεν τοὺς πόλους πρὸς ἀλλήλους διὰ μεταλλικοῦ σύρματος, *ρόμφρον* καλουμένου, συμβαίνει καὶ διὰ τοῦ κυλώματος τούτου ὡς ἐν τῇ ἀπλῇ ἀλύσει (ἐδ. 308) ἀδιάκοπος ἐξίσωσης τῆς διαφορᾶς τῶν τάσεων καὶ ἀδιάκοπος ἀναγέννησις αὐτῆς ἐκ τῶν ἐν τῇ στήλῃ ἐνεργῶν ἠλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων, ὥστε κυκλοφορεῖ τότε ἐν τῇ *κεκλεισμένῃ* στήλῃ διπλοῦν ἀδιάλειπτον ρεῦμα θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ κατὰ διευθύνσεις ἀντιθέτους. Ἡ διευθύνσις τοῦ θετικοῦ ρεύματος εἰκονίζεται ἐν τῷ σχήματι ὡς πάντοτε διὰ βελῶν. Ἐὰν τέλος κλείσωμεν διὰ τῶν ἡμετέρων χειρῶν στήλην συγκεκλιμένην ἐξ ἱκανοῦ ἀριθμοῦ ζευγῶν αἰσθανόμεθα εὐθὺς κατὰ τὴν *κλειῖσιν* καὶ κατὰ τὴν *ἀνοιξιν* τιναχμὸν ὅμοιον πρὸς τὸν προερχόμενον ἐκ τῆς ἐκκενώσεως λουγδονικῆς λαγῆου ἀσθενῶς πεπληρωμένης.

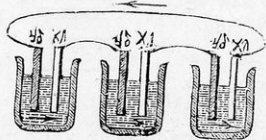
Τὰ ἐν τῇ στήλῃ δι' ὅξους ἢ διὰ διαλύσεως ἁλατος δεδωμένα ὑφάσματα χρησιμεύουσι πραγματικῶς οὐ μόνον πρὸς ἀγωγὴν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀλλὰ καὶ πρὸς γένεσιν νέων ἠλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων προερχομένων ἐκ τῆς ἐπαφῆς τῶν μετάλλων καὶ τοῦ ρευστοῦ, αἵτινες κατὰ τὰ ἀνωτέρω (ἐδ. 308) οὐσιωδῶς συντελοῦσι πρὸς αὐξησιν τῆς ἐνεργείας τῆς στήλης.

Ὅταν ἡ στήλη τοῦ Volta διατελέσῃ ἐπὶ τινὰ χρόνον κεκλεισμένη παρατηροῦμεν μετ' οὐ πολὺ ἐλάττωσιν τῶν ἐνεργειῶν αὐτῆς· πρὸς ἐπανόρθωσιν δὲ τῆς ἀρκτικῆς ἐντάσεως ἀνάγκη ἵνα καταλύσαντες τὴν στήλην καὶ ἐπιμελῶς καθαρίσαντες τὰ μεταλλικὰ ζεύγη ἀναστηλώσωμεν αὐτὴς αὐτήν. Ἀφορμὴ τῆς ἐλαττώσεως τῆς τάσεως εἰσι χημικαὶ δράσεις ἐν τῇ στήλῃ συμβαίνουσαι, περὶ ὧν ἀλλοχοῦ (ἐδ. 343) ἀκριβέστερον πραγματευόμεθα, αἵτινες ἀλλοιοῦσι τὴν ἐπιφάνειαν τῶν μεταλλικῶν πλακῶν· τὸ φαινόμενον καλεῖται *γαλβανικὴ πόρευσις*.

Τοῦτο μὲν πρὸς ἀποφυγὴν τῆς ὀχληρᾶς καταλύσεως καὶ ἀναστηλώσεως, τοῦτο δὲ πρὸς ἀποφυγὴν τῆς πολυτέσεως καθόλου ἢ τοῦλάχιστον πρὸς ἐλάττωσιν τῆς ἐπιδράσεως αὐτῆς κατὰ τὸ δυνατὸν, κατεσκευάσθησαν πολλὰ εἴδη τῆς γαλβανικῆς ἀλύσεως· περὶ τῶν κυριωτέρων αὐτῶν πραγματευόμεθα ἐν ταῖς ἐξῆς παραγράφοις.

310. ΕἶΔΗ ΤΗΣ ΓΑΛΒΑΝΙΚΗΣ ΑΛΥΣΕΩΣ. Μεταξὺ τῶν ποικίλων γενομένων διατάξεων τῆς *γαλβανικῆς ἀλύσεως* ἡ *στήλης* ἢ *συστοιχίας* πρὸς

Σχ. 317



τε πρακτικὴν εὐχρηστίαν καὶ πρὸς μείζονα καὶ διαρκεστέραν ἐνέργειαν αὐτῆς, μνηστέον πρῶτον τῶν ἐν *σκάφῃ* καὶ ἐν *ποτηρίοις* συσκευῶν (Σχ. 317). Ἡ δευτέρα τούτων συγκροτεῖται ἐκ πολλῶν ὑαλίνων δοχείων παρακειμένων ἀλλήλοις καὶ περιεχόντων ὕδαρες θετικῶν ὀξέων, ἐν ᾧ εἰσὶ βεβυθισμένοι δύο πλάκες ἢ μὲν χαλκῇ ἢ δὲ ἐκ ψευδαργύρου. Ἐκάστη πλᾶξ ψευδαργύρου συνάπτεται ἠλεκτρικῶς πρὸς τὴν χαλκὴν πλάκα τοῦ ἀμέσως προσκειμένου δοχείου εἴτε διὰ συστεγνώσεως εἴτε διὰ μεταλλικῶν συρμάτων προσαρμοζομένων ταῖς πλαξὶ διὰ πιέσεων. Αἱ οὕτω ἀνὰ δύο συνημμέναι πλάκες ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰ ζεύγη τῆς βολταϊκῆς στήλης, τοῦ ἐν τοῖς δοχείοις ρευστοῦ ὄντος ἀντὶ τῶν δεδωμένων ὑφασμάτων. Τὸ θετικὸν ρεῦμα φέρεται ἐν τῇ ἀλύσει ταύτῃ, ὡς καὶ ἐν πάσαις ταῖς ἐφεξῆς, ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου διὰ τοῦ ρευστοῦ πρὸς

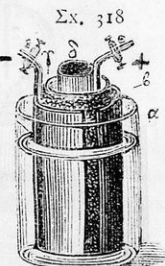
τὸν χαλκὸν ἢ γενικῶς πρὸς τὸ ἀρνητικὸν μέταλλον καὶ ἐπανακάμπει διὰ τοῦ ρομφόρου ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον. — Ἡ δὲ πρώτη ἐστὶ ζυλινὴ ὀρθογώνιος σκὰφη ἀντικαθισταμένη ἐντὶ τὴν ποτηρίαν καὶ διηρημένη διὰ παραλλήλων διαφραγμάτων εἰς κύτη ἐντός πισσοχρίστα ἐν οἷς χέομεν τὸ ὄξύ· τὰ ζεύγη τῶν πλακῶν αὐτῆς εἰσὶν ἀρμοδίως προσηλωμένα εἰς δοκόν, ἣν ἀναβιβάζοντες ἢ καταβιβάζοντες ἐξάγομεν συγχρόνως ἐκ τοῦ ρευστοῦ ἢ ἐμβυθίζομεν πάντα τὰ ζεύγη εἰς αὐτό. Πρὸς ἐπιτυχίαν ὅμως πειραμάτων τινῶν γίνεται σκόπιμος χρῆσις πλακῶν μεγίστων διαστάσεων (παρ. ἐδ. 318)· ἀλλὰ τότε διὰ τὸ δύσχρηστον τῶν λίων ὀγκρῶν δοχείων τυλίσσονται αἱ δύο πλάκες τοῦ ζεύγους σπειρηδόν, διαχωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ παρεντιθεμένων ὑφασμάτων κωλύοντων τὴν ἐπαφὴν τῶν μετάλλων· οὕτω δὲ κατορθοῦται ἡ εἰσαγωγὴ ζεύγους ἔχοντος ἐπιφάνειαν μείζονα ἐνὸς τρι. εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον μετρίων διαστάσεων (Σπειρα τοῦ Hare. 1821).

Εὐχρηστότατα ἐν τοῖς χημείοις εἰσὶ καὶ τὰ καλούμενα γαλβανικά στοιχεῖα ἐν λιγνίθῳ, συγκείμενα κυρίως ἐξ ἄνθρακος καὶ ψευδαργύρου, οὓς ἐμβυθίζομεν κατὰ βούλησιν εἰς διάλυσιν διχρωμικοῦ καλλίου.

311 ΕΥΣΤΑΘΗ ΡΕΥΜΑΤΑ. Αἱ ἀλύσεις περὶ ὧν μέχρι τοῦδε ἐγένετο λόγος κέκτηνται πᾶσαι τὸ κοινὸν ἐλάττωμα ὅτι ἡ ἐνέργεια αὐτῶν ἐνεκα τῆς προμνημονευθείσης (ἐδ. 309) πολευσέως ταχέως ἐξασθενεῖ καταντῶσα εἰς μικρὸν ποσὸν τῆς ἀρκτικῆς ἐντάσεως. Τὸ ἀόμφορον τοῦτο ἀποφεύγομεν διὰ στοιχείων ἐν οἷς κυκλοφορεῖ ρεῖμα εὐσταθές. Αἱ τοιαῦτα ῥητόκοι συσκευαί κέκτηνται ὥς ἐξωτερικὸν γινώρισμα τοῦτο, ὅτι συντίθενται ἐκ δύο μετάλλων καὶ ἐκ δύο ἀνομοίων ρευμάτων. Μέχρι πόσου δὲ διὰ τοῦ τοιούτου συνδυασμοῦ ἀποφεύγομεν τὴν πόλευσιν ἢ τοῦλάχιστον ἐλαττούμεν κατὰ τὸ πλεῖστον τὴν ἐπίδρασιν αὐτῆς, πραγματευόμεθα κατ' ἀνάγκην βραδύτερον (ἐδ. 344). Αἱ σπουδαιότεραι μορφαί τῶν εὐσταθῶν ἀλύσεων εἰσιν αἱ ἐξῆς.

1^η ἡ τοῦ Daniell (1836) — χαλκὸς ἐν κεκορεσμένῃ διαλύσει θεικοῦ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρος ἐν ὑδαρεῖ θεικῷ ὀξεί. Ἐν τῷ ὑαλίνῳ δοχείῳ α (Σχ. 318) ἵσταται ὁ ἐκκτέρωθεν ἀνεγγμένος κύλινδρος τοῦ ψευδαργύρου β, καὶ ἐν αὐτῷ τὸ ἀργιλλόπλαστον καὶ ἡμίοπτον καὶ λίαν πορώδες σκεῦος γ, εἰς ὃ εἰσάγομεν τὸν ἐξ ἐλάσματος χαλκοῦ κύλινδρον δ' τὴν κοιλότητά τοῦ πηλίνου σκεύους πληροῦμεν τῆς διαλύσεως τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ, τὸν δὲ ἐκτός αὐτοῦ χώρον, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, τοῦ ὑδαρὸς ὀξέος (1 μέρος ἀγγλικοῦ θεικοῦ ὀξέος πρὸς 10 μέρη ὑδατος).

Τὰ πείρατα εἰ χρησιμεύουσιν ἵνα συνδέωμεν πρὸς τὸ γειννῶν στοιχεῖον ἢ πρὸς τὸν μεταλλικὸν ρομφόρον. — Ἡ διάλυσις τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ δέον ἵνα διατηρῇται ἐν κόρῳ ὥς κατὰ μικρὸν εἰς τὰ συστατικὰ αὐτῆς ὑπ' αὐτοῦ τοῦ ρεύματος διαιρουμένη· πρὸς τοῦτο εἰσάγομεν περισσεύαν ἀδιαλύτου ἔλατος ἐν τῷ σκεύει. Τοὺς δὲ κύλινδρους τοῦ ψευδαργύρου φυλάσσομεν ἀπὸ τῆς ταχείας δια-



λυτικής ενέργειας τοῦ θεικοῦ ὀξέος ἐφ' ὧς ἀρραγροῦντες τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν. Ὁ ὑδράργυρος ἐραπλύεται οἰκθεν λίαν εὐχερῶς ὡς λεπτὸν ἐπὶ χρίσμα ἐπὶ τῶν κυλινδρῶν τούτων, ἐν πρότερον βυθισθῶν εἰς ὑδρᾶς ὀξ. πρὸς ὁμοίαν ὅμως διανομὴν ἐπιτρέβωμεν αὐτὸν ἐπὶ τῶν ψευδαργύρων διὰ ψηκτρῶν.

2^{ον} Ἡ τοῦ Grove (1833). — Λευκόχρυσος ἐν ἀκράτῳ ἀζωτικῷ καὶ ψευδάργυρος ἐν ὑδαρὶ θεικῷ ὀξεῖ. Ἡ διασκευὴ τοῦ στοιχείου τούτου ἐστὶν ἐντελὴς ὁμοία πρὸς τὸ τοῦ Daniell, ἐν ᾧ ἀντὶ χαλκοῦ εἰσῆχθη ὁ μᾶλλον ἀρνητικὸς λευκόχρυσος καὶ ἀντὶ διαλύσεως θεικοῦ χαλκοῦ τὸ ἀζωτικὸν ὄξύ.

Τὸ στοιχεῖον τοῦ Grove ὑπερτερεῖ τοῦ στοιχείου τοῦ Daniell εἰς μείζονα ἤλεκτρογενετικὴν δύναμιν, ἀλλὰ τὸ τοῦ Daniell πρωτεύει εἰς μείζονα εὐστάθειαν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

3^{ον} Ἡ τοῦ Bunsen (1842). — Ἀνθραξ ἐν ἀκράτῳ ἀζωτικῷ καὶ ψευδάργυρος ἐν ὑδαρὶ θεικῷ ὀξεῖ.

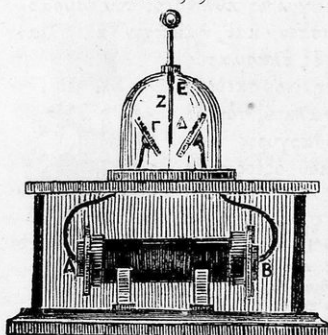
Διακρίνεται τῆς τοῦ Grove μόνον καθ' ὅτι ἀντὶ τοῦ τιμίου λευκοχρύσου περιλαμβάνει τὸν ἀσχηκτὸν εὐανότερον ἄνθρακα, διατιθέμενον περίπου τόσον ἀρνητικῶς ὅσον καὶ ὁ λευκόχρυσος (ἐδ. 306). Ἐκ τῶν ἀνίσως ἀγωγῶν ποικίλων εἰδῶν τοῦ ἄνθρακος ἐπιτήδειος πρὸς τοιαύτην χρῆσιν ἐστὶν ὁ γραφίτης, καὶ ὁ ἐντὸς τῶν πηλίνων ἀμβίκων ἀποτιθέμενος ἄνθραξ κατὰ τὴν παρασκευὴν τοῦ φωταερίου.

Τὰς εὐσταθῶς ἐνεργοῦσας ῥοητόκους συσκευὰς ἐφεῦρεν ὁ Becquerel, κατασκευάσας στοιχεῖον διαφέρειν τοῦ στοιχείου Daniell καθότι ἀντὶ τοῦ πορώδους ἀργιλλοπλάστου δοχείου περιελάμβανε θύλακον ἐκ κύστεως. Νεωστὶ πρὸς σκοποὺς τεχνικοὺς (Τηλεγραφία, Γαλβανοπλαστική κ.τ.λ.) κατεσκευάσθησαν διάφοροι ἀλύσεις, ἐν αἷς μνηστῆρον ὅπως τῆς τοῦ Meidinger (1859) ἥτις ἐστὶν ἡ τοῦ Daniell ἐπὶ τὰ κρείττετα διασκευασμένη καὶ παρέχουσα ἐπὶ μακρότατον ρεῖμα περίπου εὐσταθὲς διὰ λίαν σπανίας ἀνανεώσεως τῶν ρευστῶν.

Ἀντὶ δὲ τοῦ λευκοχρύσου καὶ τοῦ ἄνθρακος μεταχειρίζονται κατ' εἰσῆγγιν τοῦ Hawkins καὶ τὸν χυτὸν σίδηρον ὡς ἀρνητικὸν μέταλλον· διότι ὁ ἀνύδρου ἀζωτικοῦ ὀξέος ἀψύμενος σίδηρος κέχρηται τὴν ιδιότητα τοῦ μελισσασθαι εἰς τὴν παθητικὴν κατάστασιν, ἥτοι τοῦ περιβάλλεσθαι προσπεφυκὸς δεξιδίων ἀδιέλυστον ἐν τῷ ὀξεῖ, ὅπερ ὡς ἀνεπίδεκτον περαιτέρως δεξιδίουσεως διατίθεται ἀρνητικῶς (παρβλ. ἐδ. 344).

312. Στήλη στήλη τοῦ Zamboni καὶ τὸ δι' αὐτῆς ἤλεκτροσκόπιον. Ἐνεκα τῶν δυσχερειῶν ἃς συνεπάγεται ἡ χρῆσις τῶν βευστῶν ἐν τῇ στήλῃ τοῦ Volta κατεβλήθησαν προσπάθειαι πρὸς ἀποφυγὴν αὐτῶν καὶ πρὸς ἀντικατάστασιν ξηρῶν ἀγωγῶν ἀντ' ἐκείνων. Πρὸς τοῦτο ὁ Zamboni (1812) μετεχειρίσατο λεπτά κυκλικά πέταλα ἐκ χάρτου ψευδοχρύσου καὶ ψευδαργύρου. Ἐπιτιθέντες τὰς μεταλλικὰς ἐπιφάνειας τῶν πετάλων τούτων ἀνὰ δύο κατασκευάζομεν στήλην ἐκ χιλιάδων τινῶν τοιοῦτων ζευγῶν, ἐν αἷς ἀντὶ τοῦ ὑγροῦ ἀγωγοῦ ἐστὶν ὁ χάρτης· συμπιέζοντες δὲ ταῦτα ὅσον ἐνεστὶν ἰσχυρῶς διὰ σηρικῶν μηρίνων καὶ ῥητινοῦντες ἐξωθεν πρὸς ἀποτροπὴν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος ἐγκλειόμεν τὴν ὅλην στήλην ἐν ὑαλίνῳ σωλῇ φέροντι ἐκατέρωθεν μεταλλικὰς ἄμψυκας. Ἡ τοιαύτη στήλη ἐνεκα τῆς μικρᾶς ἀγωγοῦ δυνάμεως τοῦ χάρτου, ἣν καὶ ταύτην ὀφείλει εἰς τὴν ὑγροπάθειαν αὐτοῦ (ἐδ. 219) ἐστὶν ἀνεπιτήδειος πρὸς διέγερσιν ἡλεκτρικῶν ρευσμάτων, ἀλλὰ τὰ κατὰ τοὺς πόλους αὐτῆς, ἠγεωγμένης οὕσης, φαινόμενα τῆς ηλεκτρικῆς τάσεως ἐξελέγχονται εὐχερῶς διὰ τοῦ ἤλεκτροσκοπίου· διὸ καὶ ἐχρησίμευσε πρὸς

Σχ. 319



κατασκευὴν ἰδίου ἡλεκτροσκοπίου συναρμοσθέντος ὑπὸ τοῦ Behrens καὶ βραδύτερον βελτιωθέντος ὑπὸ τοῦ Bohnenberger, Fechner καὶ ἄλλων. Ἐν ξυλίνῳ κιβωτίῳ ἔχοντι τὰς ἀντικειμένως ἑδρας ἐξ ὕλου κείται ἡ στήλη τοῦ Zamboni AB (Σχ. 319) ἥς οἱ μεμονωμένοι πόλοι συνάπτονται διὰ μεταλλικοῦ σύρματος πρὸς τὰς ὀρεχαλκίνας πλάκας Γ, Δ· ἐκ τοῦ μεταλλικοῦ δὲ σύρματος Ε τοῦ συνημένου πρὸς τὴν σφαῖραν τοῦ ἡλεκτροσκοπίου κρέματα ἡ ταινία τοῦ χρυσοῦ πετάλου Ζ αἰωρουμένη μεταξὺ τῶν δύο πλακῶν. Ὅταν εἰς τὴν σφαῖραν τοῦ ἡλεκτροσκοπίου τοῦτον πλησιάζωμεν σῶμα θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον ἔλκεται, ἡ χρυσὴ ταινία ὑπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ ἢ ὑπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Περὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

313. Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματός εἰσι συνοπτικῶς:

1^{ον} *Μαγνητικά.* α^{ον} Μαγνητικὴ βελὸνῃ ἀνηρτημένη παρὰ τῷ ῥοφῷ κεκλεισμένης γαλβανικῆς συστοιχίας ἐκτρέπεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος τῆς ἀρκτικῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ ὁ ἄξων αὐτῆς καταλαμβάνει, εἰ δυνατόν, θέσιν κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος (ἐδ. 314-317). — β^{ον} Ἐὰν ἔτι ἐλίξαντες περὶ ῥάβδον μαλακοῦ σιδήρου σύρμα γαλκούν περιωφασμένον σφρικῶ διωχετεύσωμεν διὰ τῶν οὕτω μεμονωμένων ἀπ' ἀλλήλων σπειρῶν αὐτοῦ γαλβανικὸν ρεῦμα, ἡ σιδηρὰ ῥάβδος μεταβάλλεται εἰς ἰσχυρὸν μαγνήτην, ἀλλ' ἀπόλλυσι πάλιν τὸν μαγνητισμὸν αὐτῆς εὐθὺς ὡς ἀνασταλῇ τὸ ρεῦμα (ἡλεκτρομαγνητισμός, ἐδάφ. 321—329).

2^{ον} *Ἐπαγωγικά.* Εὐθὺς ἀρχομένου ἢ λήγοντος ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἀναπτύσσονται ἐν παρακειμένοις αὐτῷ καὶ κεκλεισμένοις ἀγωγοῖς ὅμοια ἡλεκτρικὰ ρεύματα, καλούμενα ἐπαγώγима ἢ παραρρεύματα. Ὅμοια ἐπαγώγима ρεύματα προκαλοῦμεν πλησιάζοντες εἰς κεκλεισμένον ἀγωγὸν ἢ μακρύνοντες ἀπ' αὐτοῦ μαγνητικὴν ῥάβδον (ἐδ. 330—334).

3^{ον} *Θερμαντικά καὶ φωτεινά.* Ὅταν συνάπτωμεν τοὺς πόλους γαλβανικοῦ στοιχείου ἢ ἀλύσεως ἐκ πολλῶν στοιχείων συγκειμένης διὰ μεταλλικοῦ σύρματος, θερμαίνεται τοῦτο ὑπὸ τοῦ ρεύματος· ἐὰν δὲ τύχῃ λεπτὸν καὶ ἡ συστοιχία ἀρκούντως ἰσχυρὰ ἢ θέρμανσις ἐπιτείνεται μέχρι πυρακτώσεως καὶ τήξεως (ἐδ. 335). Εὐθὺς δὲ διακοπτομένου πού τοῦ ῥοφῆρου, ἀνοιγομένου ἄρα τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος, ἀναφαίνεται κατὰ τὸ διάλειμμα σπινθήρ ἀνοιξεως (ἐδ. 336).

4^{ον} *Χημικά.* Ὅταν δύο σύρματα λευκοχρύσου, συναπτόμενα πρὸς τοὺς πόλους ἀλύσεως συγκροτουμένης ἐκ πολλῶν στοιχείων, βυθίζωμεν εἰς ὕδαρες θεικὸν ὀξύ, ἀποκρίνονται παρ' αὐτοῖς ἀερῶδῃ σώματα· ἐρευνῶντες τὸ φαινόμενον ἐγγύθεν εὐρίσκομεν ὅτι ἀναστοιχειοῦται παρὰ τῷ τοῦ θετικοῦ μὲν πόλου ῥοφῆρῳ ὀξυγόνον, παρὰ δὲ τῷ τοῦ ἀρνητικοῦ ὕδρογόνον, καὶ μάλιστα ὅτι τὰ κατ' ὄγκον ποσὰ τῶν δύο ἀναστοιχειομένων ἀερίων

έχουσι πρὸς ἄλληλα ὡς ἐν τῇ χημικῇ τοῦ ὕδατος συστάσει (1.0:2.H). Ὅμοιως ἀλλοιοῦνται χημικῶς καὶ πᾶσαι αἱ βευσταὶ χημικαὶ ἐνώσεις αἰ πρὸς ἀγωγὴν τοῦ ρεύματος ἐπιτήδεια (ἐδ. 339—344), ὅς ἀνωτέρω (ἐδ. 308) ἐκαλέσαμεν ἀγωγούς δευτέρου εἶδους.

5^{ον} Φυσιολογικά. Τὰ γαλβανικά ρεύματα, μάλιστα ἀρχόμενα καὶ ἁήχοντα, ἐπιφέρουσιν εἰς τὰ σώματα τῶν ἀνθρώπων καὶ τῶν ζῶων παθήματα ἀνάλογα πρὸς τὰ προκαλούμενα ὑπὸ τοῦ ἐκ τῆς τριβῆς ἡλεκτρισμοῦ· ἡ ιδιότης αὕτη χαρακτηρίζει ἰδίως τὰ ἐπαγωγίμα ρεύματα, ἔχοντα λίαν σφοδρὰν τὴν φυσιολογικὴν ἐνέργειαν.

ΤΜΗΜΑ ΠΡΩΤΟΝ

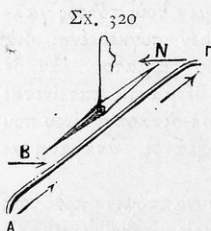
Περὶ μαγνητικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.

314. Ἀρχόμεθα ἀπὸ τῆς μελέτης τῶν μαγνητικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος, διότι ταῦτα παρέχονται ἀρμοδιώτατον βοήθημα πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν ρευμάτων καὶ πρὸς ἐρευναν τῶν νόμων εἰς οὓς ὑπόκειται ἡ γένεσις αὐτῶν.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ ἐκτροπῆς τῆς μαγνητικῆς βελόνης ὑπὸ τοῦ ρεύματος καὶ περὶ μετρήσεως καὶ τῶν γενικῶν νόμων τῆς ἐντάσεως αὐτοῦ.

315. ΕΚΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΒΕΛΟΝΗΣ. ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ OERSTED. ΚΑΝΟΝ ΤΟΥ AMPÈRE. Ἡ ὑπὸ τοῦ ρεύματος ἐκτροπὴ τῆς βελόνης ἀνεκαλύφθη (1820) ὑπὸ τοῦ Oersted (1777—1851) ἐν Κοπεγχάγῃ· ὑπεράνω ὁρίζοντός τοῦ χαλκοῦ σύρματος ΑΓ (Σχ. 320) παραλλήλου τῶν μαγνητικῶν μεσημβρινῶν ἐξαρτώμεν ἐκ νήματος μετάξης μαγνητικὴν βελόνην αἰωρουμένην ὁρίζοντείως καὶ κατευθυνομένην ἔνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς παραλλήλως πρὸς τὸ σύρμα, καὶ διόχευόμεν δι' αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα· ἀπὸ Α (πόλος +) πρὸς Γ (πόλος —) ἡ βελόνη ἐκτρέπεται τότε εὐθὺς τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς καὶ ἰδίως παρατηρούμεν ὅτι ὁ βόρειος πόλος αὐτῆς φέρεται πρὸς δυσμὰς καὶ ὁ νότιος πρὸς ἀνατολὰς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ὅτι μεταβαλλομένης τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος ἀντιστρέφεται καὶ ἡ

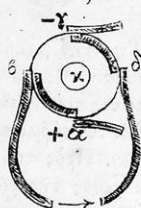


τῆς βελόνης ἐκτροπὴ. Ἐὰν τὸ ρεῦμα τυχρὴ ἀρκούντως ἰσχυρὸν ἡ βελόνη ἰσορροπεῖ καθέτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ σύρματος, ἀλλ' ἐὰν ἡ ἐκπτώσωμεν τὴν ἐντάσιν τοῦ ρεύματος ἢ αὐξήσωμεν τὴν μεταξύ βελόνης καὶ σύρματος ἀπόστασιν καταλαμβάνει αὕτη μέσση τιμὰ θέσιν καὶ σχηματίζει

μετὰ τοῦ σύρματος γωνίαν τινα πλεῖον ἢ ἑλασσον ὀξεῖαν. Ἐὰν ὁμως ἐξαρτήσωμεν τὴν βελόνην οὐχὶ ὑπεράνω ἀλλὰ ὑποκάτω τοῦ σύρματος, ὁ βόρειος πόλος αὐτῆς ἐκτρέπεται, τοῦ ρεύματος φερομένου ὡς τὰ ἐν τῷ σχήματι βέλη, πρὸς ἀνατολὰς καὶ ὁ νότιος πρὸς δυσμὰς. Ἐὰν τέλος ἐξαρτήσωμεν τὴν βελόνην ἐν τῷ ὀρίζοντι ἐπιπέδῳ τοῦ σύρματος, πρὸς ἀνατολὰς μὲν αὐτοῦ ἐκτρέπεται ὁ βόρειος αὐτῆς πόλος πρὸς τὰ ἀνω πρὸς δυσμὰς δ' αὐτοῦ ἐκτρέπεται πρὸς τὰ κάτω ὥστε ἡ ἀντιστροφή τῆς διευσθύνσεως τοῦ ρεύματος ἐπιφέρει πάντοτε καὶ τὴν ἀντιστροφήν τῆς διευσθύνσεως τῆς βελόνης. — Ὁ δὲ Ampère συνέταξε τὸν ἐξῆς εὐμνημόνευτον κανόνα πρὸς καθορισμὸν τῆς διευσθύνσεως καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἑκάστοτε ἡ μαγνητικὴ βελόνη. « Ἐὰν τὸ διὰ τοῦ ροηφόρου διοχετευόμενον ρεῦμα ροηθῇ θεατὴς ἔχων τὴν κεφαλὴν πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς ἀλύσεως καὶ τὸ πρόσωπον ἐστραμμένον πρὸς τὴν βελόνην, ὁ βόρειος μαγνητικὸς πόλος ἐκτρέπεται πάντοτε ἐπὶ τὰ ἀριστερὰ αὐτοῦ. »

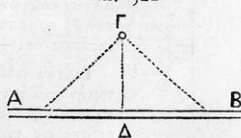
Πρὸς ταχεῖαν καὶ εὐχερῇ μεταβολὴν τῆς διευσθύνσεως τοῦ ρεύματος ἐν τοῖς γαλβανικοῖς κυκλώμασι ποιοῦμεθα χρῆσιν τῶν ροητροφῶν ἢ μεταβολέων. Τὴν ἀπλουστάτην μεταξὺ τῶν ποικίλων μορφῶν τοιούτων συσκευῶν εἰκονίζει τὸ Σχῆμα 321. α β γ δ ἐστὶν ἡ τομὴ κυλινδρικοῦ κακοῦ ἀγωγοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα κ, φέροντος κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν δύο ἐγγεγομφωμένα αὐτῷ ἀγωγούς μεταλλικὰς ταινίας αβ καὶ γδ. Πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου τούτου τρίθονται κατὰ τὰ χωρία α, β, γ, δ τέσσαρα ἑλάσματα ἐξ ἀεσκληρωμένου ὀρειοῦ ἄλκου· τούτων τὰ ἀντικείμενα δύο α, γ συνάπτονται πρὸς τοὺς πόλους τῆς συστοιχίας καὶ τὰ ἕτερα δύο β, δ πρὸς τὰ ἄκρα τοῦ κυκλώματος ὥστε κατὰ τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος ἐξεικονιζομένην στάσιν τοῦ κυλίνδρου συνάπτονται ἡλεκτρικῶς τὸ β πρὸς τὸ α καὶ τὸ δ πρὸς τὸ γ, τὸ ρεῦμα ἄρα διαρρεῖ τὸ κυκλῶμα κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους· ἀλλ' ἐὰν ὁ κυλινδρὸς στραφῇ 90° περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ, συνάπτονται τότε τὸ δ πρὸς τὸ α καὶ τὸ γ πρὸς τὸ β, τὸ ρεῦμα ἄρα κυκλοφορεῖ κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν ἐν τῷ κυκλώματι. (Γυροτρόπιον τοῦ Pohl 1828).

Σχ. 321



Καταχωρήσῃτω ἐντὸς αὐτῆς ἡ ἐξῆς σπουδαία σημείωσις περὶ τῆς διευσθύνσεως τῆς δυνάμεως ἣν ἄσχοῦσι τὰ ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν πόλων. Πᾶσαι αἱ δυνάμεις, περὶ ὧν μέχρι τοῦ νῦν ἐπραγματεύθημεν διαιροῦνται εἰς ἑλκτικὰς καὶ εἰς ὠστικὰς, προσπαθεύσας ἵνα πληρώσωσιν ἡ μακρύνωσι τὰ πρὸς ἄλληλα δρῶντα σώματα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μεταξὺ αὐτῶν εὐθείας, ὡς π. χ. ἡ καθολικὴ ἑλξις, αἱ μεταξὺ ἡλεκτρισμένων σωμάτων ἢ μαγνητικῶν πόλων ἐνεργοῦσαι δυνάμεις. Ἀλλ' ἡ ἐνέργεια ἣν ἀσχεῖ εὐθύγραμμός τις ἀγωγὸς ΑΒ (Σχ. 322) ὑπὸ ρεύματος διαρρέμενος ἐπὶ μαγνητικοῦ πόλου ὑπάρχοντος εἰς Γ οὐδ' ἑλκτικῆς οὐδ' ὠστικῆς ἐστίν, ἀλλὰ κάθετος ἐπὶ πάσης εὐθείας ἀγομένης ἀπὸ Γ πρὸς τὰ σημεῖα τῆς εὐθείας ΑΒ ἥτοι κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ εὐθέος ροηφόρου ΑΒ καὶ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ πόλου Γ. Βί' ἄρα ἔχωρίζοντο οἱ μαγνητικοὶ πόλοι ἀπ' ἀλλήλων ἥθειον περιφέρεσθαι ἀμφοτέροι περὶ τὸ σύρμα εἰς ἀπόστασιν ἀμετάβλητον (μὴ λογισμένης τῆς ἀδρανείας). Βραδύτερον (ἐδάφιον 327) ἐρμηνευθήσεται τίνι τρόπῳ κατορθοῦνται πραγματικῶς τοιαύται κυκλικαὶ περιφοραὶ τῶν μαγνητικῶν πόλων περὶ τοὺς ροηφόρους ἀγωγούς.

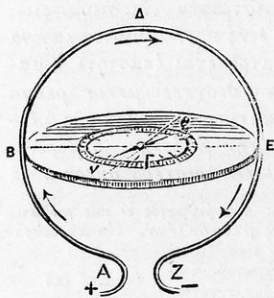
Σχ. 322



+24- 316. ΠΥΞΙΣ ΕΦΑΝΤΟΜΕΝΩΝ (POUILLET 1837). Εἰς τὴν ιδιότητα, ἣν κέκτηται τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τοῦ ἐκτρέπειν τὴν βελόνην, ἐρείδεται ἡ

κατασκευή τῶν πυξίδος τῶν ἐφαπτομένων, ὄργανου χρησιμωτάτου πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων (Σχ. 323). Τὸ ἐπίπεδον τοῦ κυκλοειδῶς περιαγοῦς μεταλλικοῦ σύρματος ABΔEZ κατὰ στάθμην ἰστάμενον ταυτίζεται πρὸς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινὸν (ἐδάφιον 299), καὶ τὰ ἀπ' ἀλλήλων μεμονωμένα ἄκρα τοῦ σύρματος A καὶ Z φέρουσι πίεστρα ἵνα συνάπτονται πρὸς τοὺς πόλους γαλβανικῆς τινος ἀλύσεως· κατὰ τὸ κέντρον τοῦ σύρματος αἰωρεῖται ἢ ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ἄκωλύτως στρεπτή μαγνητικὴ βελόνη, ἥς ἰσορροπούσης ὁ ἄξων περιλαμβάνεται ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ ἥτοι ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ σύρματος. Πᾶν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος διοχετευόμενον ἐκτρέπει τὴν βελόνην, καὶ μάλιστα πάντα τὰ μέρη αὐτοῦ κυκλοτεροῦς ὄντος ἐκτρέπουσι τὴν βελόνην πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ὡς γίνεται ὅτε ἐκ τοῦ κανόνος τοῦ Ampère (ἐδ. 315).

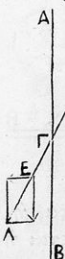
Σχ. 323



Ὑπὸ τὴν βελόνην ὑπάρχει διηρημένη περιφέρεια χρησιμεύουσα πρὸς μέτρησιν τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς, ἥτις αὐξανόμενη συν τῇ ἐντάσει τοῦ ρεύματος συντελεῖ πρὸς παραβολὴν τῶν ἐντάσεων ρευμάτων ἀλλεπαλλήλως διὰ τοῦ σύρματος διοχετευομένων, ἥτοι πρὸς μέτρησιν τῆς ἐντάσεως αὐτῶν. Πρὸς τοῦτο ἀνάγκη ἵνα γνωρίζωμεν τὸν νόμον τὸν συνδέοντα τὸ μέγεθος τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, ἥτοι ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος, ὡς δείκνυται δι' ἀπλουστάτης θεωρίας, ἐστὶν ἀνάλογος πρὸς τὴν τριγωνομετρικὴν ἐφαπτομένην τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς· ἕνεκα τούτου τὸ πολύτεμον τοῦτο ρευματομέτρον ἐκλήθη πυξὶς ἐφαπτομένων.

Ἡλεκτρικὸν τι ρεῦμα ἐστὶ τοσούτῳ ἐντονώτερον ὅση μείζων ἡ ποσότης τοῦ τὸν ῥοφὸν διαρρέοντος ἡλεκτρισμοῦ ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ οἷον ἐν τῷ λ' ὡ'. Ῥεῦμα τι καλεῖται δὲ, τρίς, ... νκις ἐντονώτερον ἑτέρου ὅταν ἡ ἐν αὐτῷ ἡλεκτρικὴ ποσότης ᾖ δὲ, τρίς, ... νκις πλείων. Δικαιούμεθα δὲ ἵνα παραδεχθῶμεν ὅτι αἱ ἐκτρέπουσαι δυνάμεις δι' ὧν ἐνεργοῦσι δύο ρεύματα ἀνίσου ἐντάσεως εἰς παρακείμενον τινα μαγνητικὸν πόλον ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας ὡς αἱ ἐντάσεις τῶν ρευμάτων τούτων ἢ ὅτι ὑπάρχει ἡ ἀναλογία $\Delta_1 : \Delta_2 :: e_1 : e_2$, ἐὰν διὰ Δ_1 καὶ Δ_2 παραστήσωμεν τὰς δυνάμεις καὶ διὰ e_1 καὶ e_2 τὰς περὶ ὧν ὁ λόγος ἐντάσεις καὶ ἐὰν τὰ λοιπὰ πάντα, οἷον ἀπόστασις κτλ., διατελῶσι κοινά.

Σχ. 324



Τούτου τεθέντος, ἐμφανίετω ἡ εὐθεῖα AB (Σχ. 324) τὴν ὀριζοντιαν τομὴν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ κυκλικοῦ ρεύματος τῆς πυξίδος τῶν ἐφαπτομένων, καὶ ΘΕ τὴν διεύθυνσιν τῆς περὶ τὸ Γ στρεπτῆς μαγνητικῆς βελόνης ἐκτραπέσεως εἰς τὴν στάσιν ταύτην ὑπὸ τοῦ ρεύματος καὶ ἐκληπτῶν τὴν βελόνην ὡς μοχλὸν ἰσορροποῦντα τῇ ἐνεργείᾳ δύο ζευγῶν δυνάμεων, τῆς ἐκτρέπουσας δυνάμειος τοῦ ρεύματος, ἥτις ἐνεργεῖ καθέτως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB προσπαθοῦσα ἵνα στήσῃ τὴν βελόνην ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς, καὶ τῆς τοῦ κατευθυνόντος γηγενοῦς μαγνητισμοῦ προσπαθοῦντος ἵνα ἐπαναγάγῃ αὐτὴν εἰς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κυκλικοῦ ρεύματος. Θεωροῦντες

πρῶτον τὴν εἰς τὸν βόρειον πόλον τῆς βελόνης Θ ἐνέργειαν τῶν δυνάμεων τούτων καὶ παριστάντες διὰ $\Theta Z = T$ τὴν δύναμιν τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς καὶ διὰ $\Theta H = \Delta$ τὴν ἐκτρέπουσαν δύναμιν τοῦ ρεύματος, συμπεραίνομεν ὅτι τὴν σύγχρονον αὐτῶν ἐνέργειαν κατορθοῦ καὶ ἡ συνισταμένη ΘK . ὁμοίως εὐρίσκουμεν καὶ τὴν συνισταμένην $E\Delta$ τῶν εἰς τὸν νότιον πόλον τῆς βελόνης ἐνεργουσῶν δυνάμεων, οὖσαν κατ' ἐντάσιν ἴσην τῇ ΘK κατὰ διεύθυνσιν δὲ ἀντίθετον καὶ παράλληλον αὐτῇ. Ἄλλ' ἵνα ὁ μοχλὸς ἰσορροπῇ ἐνεργούνης ἐπ' αὐτοῦ τοῦ ἐκ τῶν συνισταμένων τούτων ζεύγους, δεόν ἵνα ἡ ῥοπή αὐτοῦ ἰσώται τῇ μηδενί, ὅπερ ὑπάρχει μόνον ἐὰν ἡ διεύθυνσις τῶν δύο συνισταμένων καὶ ἡ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος $E\Theta$ συμπίπτωσιν ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας· ὥστε, ἐὰν $\alpha = \Delta \Gamma \Theta$ ἐμφανίῃ τὴν γωνίαν τῆς ἐκτροπῆς, ἐκ τοῦ τριγώνου $K\Theta Z$ συμπεραίνομεν $\Delta = T$. εἰρα. "Ὅταν ἐπομένως διοχετεύσαντες ἐκ διαδοχῆς δύο ρεύματα διὰ τοῦ κυκλώματος τοῦ ὄργανου ἔχοντα ἐντάσεις ε_1 καὶ ε_2 καὶ ἐκτρέπουσας δυνάμεις Δ_1 καὶ Δ_2 μετρήσωμεν τὰς ἀντιστοίχους γωνίας τῆς ἐκτροπῆς α_1 καὶ α_2 , περιζόμεθα, τοῦ T διατελουτος ἀμεταβλήτου, τὴν ἀναλογία

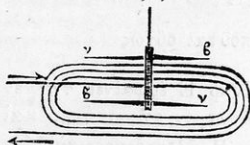
$$\varepsilon_1 : \varepsilon_2 :: \Delta_1 : \Delta_2 :: \varepsilon \rho. \alpha_1 : \varepsilon \rho. \alpha_2$$

ἥτοι ὅτι αἱ ἐντάσεις τῶν δύο ρευμάτων, ὡς ἐρρήθη ἀνωτέρω, ἀναλογοῦσι πρὸς τὰς τριγωνομετρικὰς ῥαπτομέneas τῶν γωνιῶν τῆς ἐκτροπῆς. Ἐὰν δὲ διὰ τοῦ E παραστήσωμεν τὴν ἐντάσιν τοῦ ρεύματος ὅπερ ἐκτρέπει τὴν βελόνην κατὰ 45° , περιζόμεθα τὴν ἐντάσιν ε παντὸς ἑτέρου ρεύματος ἐκτρέποντος αὐτὴν κατὰ α° ἐκ τῆς ἀναλογίας $\varepsilon : E :: \varepsilon \rho. \alpha : \varepsilon \rho. 45^\circ$, ἥτοι $\varepsilon = E$. εἰρα.

Πρὸς τὴν θεωρητικὴν ταύτην ἀνάπτυξιν προϋπετέθη ὅτι ἡ ἐκτρέπουσα δύναμις Δ ἐστὶν ἀνάλογος τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ε , ὅπερ ἐστὶν ἀκριβῶς ἀληθές μόνον ἐὰν ἡ ἀπὸ τοῦ βοηφόρου ἀπόστασις τοῦ μαγνητικοῦ πόλου διατελῇ ἀμετάβλητος κατ' ἀμφοτέρας τὰς μετρήσεις, ἐνθ' πραγματικῶς ἡ ἀπόστασις αὕτη μεταβάλλεται μετὰ τῆς γωνίας τῆς ἐκτροπῆς. Ἄλλ' ὅταν τὸ μήκος τῆς βελόνης ἢ ἑλασσον τοῦ ἔκτου τῆς διαμέτρου τοῦ κυκλώματος, δικαιοῦμεθα ἄνευ αἰσθητοῦ σφάλματος ἵνα παρίδωμεν τὴν ἀνωμαλίαν ταύτην.

317. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗΣ ἢ ΓΑΛΒΑΝΟΜΕΤΡΟΝ. Πρὸς αἴσθησιν δὲ καὶ μέτρησιν λίαν ἀσθενῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων χρησιμεύει ὁ ὑπὸ τοῦ Schweigger καὶ Poggendorff (1821) ἐφευρεθεὶς *πολλαπλασιαστής*, ὅστις ἐστὶν ὄργανον ἐπιτείνειν τὴν εἰς τὴν βελόνην ἐνέργειαν τοῦ ρεύματος. Ἐν αὐτῷ εἰσίσταται ὁ βοηφόρος οὐχὶ ἅπαξ ἀλλὰ πολλάκις περὶ τὴν βελόνην καὶ κατὰ τὸ δυνατόν πλησίον αὐτῆς (Σχ. 325) πρὸς τοῦτο ἡ βελὼνὴ αἰωρεῖται ἐντὸς ξυλίνου πλακίστου περὶ ὃ σπειροῦται τὸ σύρμα εἰς ἐλάσσονας ἢ πλείονας ἐλιγμούς· ἵνα δὲ τὸ ρεῦμα διαρρέῃ ἅπαν τὸ μήκος τοῦ σύρματος καὶ μὴ διέρχεται ἀμέσως ἀφ' ἐλιγμοῦ τινος εἰς τὸν παρακείμενον αὐτῷ *μοροῦμεν* τούτους ἀπ' ἀλλήλων διὰ σιρικοῦ περιεπλήματος. Τὴν εὐπάθειαν τῆς συσκευῆς ἐπιῆρξεν κατὰ πολὺ ὁ Nobili (1830) εἰσαγαγὼν ἀντὶ τῆς ἀπλῆς βελόνης τὴν καλουμένην *ἀστατον*, οὖσαν σύστημα ἐκ δύο βελόνων συνημμένων πρὸς ἀλλήλας σταθερῶς, ἔχουσῶν τοὺς ἄξονας μὲν παραλλήλους, ἀλλὰ τοὺς πρὸς τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν πόλους ἀντιστρέφους· ἐὰν αἱ δύο βελόναὶ ὡς μαγνητικῶς ἰσοδύναμοι, ἡ μὲν κατευθυντηρία ἐνέργεια τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς ἐπὶ τοῦ συστήματος ἀναιρεῖται, ἐπιτείνονται δὲ τοῦναντίον αἱ εἰς ἀμφοτέρας τὰς βελόνας ἐνέργειαι τοῦ ρεύματος κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Ampère, ὅταν αὐταὶ ὡς ἐκρητημένα ὡς εἰκονίζετο τὸ

Σχ. 325



ἀναμειγνύμεναι τὰς ἐνέργειαις τῆς γῆς καὶ τοῦ ρεύματος

Σχ. 325 ἦτο ὅταν ἡ μὲν κατωτέρα βελόνη αἰωρεῖται ἐντὸς τῶν ἐλιγμών τῆς σπείρας, ἡ δὲ ἀνωτέρα ὑπεράνω αὐτῶν.

Ἐπειδὴ οἱ μαγνητικοὶ ἄξονες τῶν βελόνων τοῦ ὄντως ἀστάτου συστήματος τίθενται καθέτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως καὶ αὐτῶν τῶν ἀσθενεστάτων ρευμάτων, ὅταν πρόκηται ἵνα τὸ ὄργανον χρησιμεύσῃ οὐχὶ ὡς ἀπλοῦν γαλβανόσκοπιον ἀλλ' ὡς γαλβανόμετρον μαγνητιζόμενον τὰς δύο βελόνας κατὰ τι ἀνισοδυνάμως ἵνα ἐνεργῇ ἐπ' αὐτὸν πολλοσὸν τι τῆς κατευθυντηρίας δυνάμεως τῆς γῆς. Τὸ ὄργανον ἀρα χρησιμεύει ὡς ἡ πυξὶς τῶν ἐφαπτομένων, ἀλλ' ὁ νόμος καθ' ὃν αὐξάνεται ἡ γωνία τῆς ἐκτροπῆς ἐνῷ ἐνδυναμοῦνται τὸ ρεύμα ἐστὶν ἐν τῷ γαλβανομέτρῳ πολὺ μᾶλλον περίπλοκος ἢ ἐν τῇ πυξίδι τῶν ἐφαπτομένων, διό ἀνευρίσκειται ἐν ἐκάστῳ ὀργάνῳ δι' ἐπίτηδες πειραμάτων· καὶ ὅταν μὲν ἡ ἐκτροπὴ περιλαμβάνῃ ὀλίγας μοίρας ἔξεστιν ἵνα ἐλαμβάνωμεν τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος ὡς ἀνάλογον τῆς ἐκτροπῆς, ἀλλὰ μετὰ ταῦτα αὐξάνεται ἡ ἔντασις ταχύτερον τῆς ἐκτροπῆς. — Κατεσκευάσθησαν πολλαπλασιασταὶ ἔχοντες 30—40000 ἐλιγμῶν. Νεωστὶς δὲ πρὸς ἀκριθεῖς πειράματα μετρήσεως ἐγένετο χρῆσις τῶν κατοπτρικῶν γαλβανόμετρων ἐπειδὴ οὐκ ἐστὶν ἐν τῇ ἐκτροπῇ ἀνάγκη, ὑποδειχθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Poggen-dorff (ἐδ. 302). Ἐν τῷ ἐλιγμῷ τοῦ πολλαπλασιαστοῦ αἰωρεῖται μεμαγνητισμένον κάτοπτρον ἐκ χάλυδος, ἐν ᾧ παρατηροῦμεν τὸ εἶδωλον κλίμακος διηρημένης εἰς χιλιστόμετρα διὰ δίοπτρου εἰς κατάλληλον ἀπόστασιν ὑπαρχούσης.

318. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΟΗΜ. Ἡ πυξὶς τῶν ἐφαπτομένων χρησιμεύει πρὸς εὗρεσιν τῶν νόμων οἵτινες διέπουν τὴν ἔντασιν τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων. Ἐὰν παρεμβάλωμεν τὴν πυξίδα εἰς τὸ κύκλωμα τῆς γαλβανικῆς ἀλύσεως, ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης ἐξαρθάται· τοῦτο μὲν ἐκ τῆς ποιότητος αὐτῆς τῆς συστοιχίας ἦτο ἐκ τοῦ εἶδους καὶ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων αὐτῆς, τοῦτο δὲ ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ πρὸς κλείειν ροηφόρου, διότι ὅσῳ μᾶλλον ἐπιμύκης καὶ μᾶλλον λεπτὸν ἐκλέγεται τὸ σύρμα τῆς κλείσεως τόσῳ ἐλάσσων ἀποβαίνει ἡ ἐκτροπὴ τῆς βελόνης· ὅθεν ἀναγκαιῶς συμπεραίνομεν ὅτι τὸ διὰ τοῦ σύρματος διερχόμενον ρεῦμα παλαίει πρὸς ἀντίστασιν τοσοῦτῳ μᾶλλον ἐπιτεινόμενην ὅσῳ μείζον τὸ μῆκος καὶ ὅσῳ ἐλάσσον τὸ πάχος τοῦ σύρματος. Περὶ τούτων ὁ G. J. Ohm (1826) ἐξήνεγκε τὸν νόμον ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐστὶ κατ' εὐθείαν ἀνάλογος πρὸς τὸ ἀθροῖσμα πασῶν τῶν ἐν τῇ ἀλύσει ἐνεργῶν ἡλεκτρεγερτικῶν δυνάμεων καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ ἀθροῖσμα πασῶν τῶν κατὰ τῆς ἀγωγῆς ἀντιστάσεων, ὅστις ἐκ-
πύται οὕτως

$$(1) \quad E = \frac{H}{A}$$

ἐν ᾧ E ἐμφαίνει τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, H τὴν ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν τῆς στήλης καὶ A τὸ σύνολον τῶν ἀντιστάσεων.

Ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐκάστου τῶν στοιχείων πολυσυνθέτου τινὸς ἀλύσεως ἐξαρθάται καὶ ἐκ τῆς θέσεως ἣν κατέχουσιν τὰ ἐξ ὧν κατεσκευάσθη μέταλλα ἐν τῇ τάξει τῶν τάσεων ὡς ἀνεπύγθη ἀλλαχού (ἐδ. 308) καὶ ἐκ τῆς ποιότητος τῶν ρευστῶν αὐτῆς. Ἐὰν δ' αὕτη σύγκηται ἐκ σ τὸν ἀριθμὸν ὁμοίων στοιχείων, ὧν ἕκαστον κέκηται ἡλεκτρεγερτικὴν δύναμιν η , τὸ σύνολον τῆς ἐν αὐτῇ ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως ἔσται $H = \sigma \eta$ (παρβλ. ἐδ. 309).

Ἡ δὲ κατὰ τῆς ἀγωγῆς ἀντίστασις προέρχεται τὸ μὲν ἐκ τοῦ κλειστότος ροηφόρου τὸ δὲ ἐξ αὐτῶν τῶν στοιχείων τῆς ἀλύσεως. Τὴν ἐν τῇ ἀλύσει ἀντίστασιν καλοῦμεν ἐσωτερικὴν ἢ οὐσιώδη, τὴν δὲ ἐν τῷ ροηφόρῳ ἐξωτερικὴν ἢ ἐποσσιώδη. Ἐὰν δὲ διὰ τοῦ α παραστήσωμεν τὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν ἐκάστου τῶν σ

στοιχείωσιν τῆς ἀλύσεως, καὶ διὰ τοῦ **K** τὴν ἀντίστασιν τοῦ ῥομφόρου, ὁ ἀνωτέρω τύπος [1] τῆς ἐντάσεως μεταβάλλεται εἰς τὸν ἑξῆς

$$\left[2 \right] \quad H = \frac{\sigma \eta}{\sigma \alpha + K} \quad \eta \left[3 \right] \quad H = \frac{\eta}{\alpha + \frac{K}{\sigma}}$$

Περὶ τῆς ἀντιστάσεως τῶν κλειόντων τὸ κύκλωμα ῥομφόρων γενήσεται κατωτέρω (ἔδ. 319) λεπτομερέστερον λόγος. Ἡ δὲ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις τῆς συστοιχίας πηγάζει κυρίως ἐκ τῶν βευστῶν ἀγωγῶν αὐτῆς, οἵτινες ὡς κατωτέρω δειχθήσεται (ἔδ. 320) κέκηνται ἀγωγῶν δύναμιν πολὺ ἀσθενεστέραν τῆς τῶν μετάλλων ὥστε αἰδαρομένης τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐν τῷ βευστῷ βεθυθισμένων μεταλλικῶν πλακῶν, ἅρα καὶ τῆς διατομῆς τῆς στήλης τοῦ βευστοῦ ἣν διαρρέει τὸ βεῦμα, ἐλαττωθῆται κατ' ἴσον λόγον καὶ ἡ οὐσιώδης ἀντίστασις.

Διτιπῶς ἅρα ἐνδυναμοῦται ἡ ἔντασις **H** τοῦ βεύματος μὴ μεταβαλλομένης τῆς ἀντιστάσεως **K** τοῦ ῥομφόρου ὡς διδασκόμεθα ἐκ τῶν τύπων (2) καὶ (3), τοῦτέστιν ἡ αἰδαρομένης τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως τῆς ἀλύσεως δι' αὐτῆς τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων αὐτῆς ἡ ἐλαττωμένης τῆς οὐσιώδους ἀντιστάσεως δι' αὐτῆς τοῦ βυθιζομένης ἐπιφανείας τῶν πλακῶν. Ἐκ τῆς μελέτης δὲ τῶν τύπων συμπεραίνομεν ἔτι καὶ ποτέρα τῶν δύο μεθόδων ἐστὶν ἡ ἐκάστοτε σκοπιμώτερα· ἐὰν δηλαδὴ ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις ἡ λίαν μεγάλη, ὡς π. χ. ἡ ἐν τοῖς τηλεγραφικοῖς σύρμασιν, ὅπως παραμελῶμεν τοῦ ὅρου $\sigma \alpha$ ἐν τῷ τύπῳ (2) ἐν συγκρίσει πρὸς τὸν **K**, μικρὸν ἤθελεν ὠφελεῖν ἡ ἐλάττωσις τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως, ἐνῷ ἡ αὐξήσις τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων ἤθελεν ἀναλόγως συναυξήσῃ τὴν ἔντασιν τοῦ βεύματος· διὸ ἐν τοῖς τηλεγραφικοῖς σταθμοῖς ποιοῦνται χρῆσιν κατὰ τὸ δυνατόν πολλῶν στοιχείων ἐχόντων μικρὰς μεταρίας ἐκτάσεως· ἐὰν τοιοῦντων ἡ ἐξωτερικὴ ἀντίστασις **K** ἡ ἀρκούντως μικρά ὅπως ἀφανίζεται ἐν συγκρίσει πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν τῆς ἀλύσεως, ὡς π. χ. ὅταν πρόκηται περὶ πυρακτώσεως ἡ τήξεως βραχέος μεταλλικοῦ σύρματος, ἡ αὐξήσις τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοιχείων οὐδεμίαν ἐπιφέρει οὐσιώδη ὠφέλειαν, διότι αἱ αὐτῆς ἔντασις οὐδέποτε ὑπερβάλλει τὸ μέγιστον $\frac{\eta}{\alpha}$ (τύπος 3), ἐνῷ αὕτη αὐξάνεται καθ' ὅν σχεδὸν λόγον ἐλαττωθῇ ἡ ἀντίστασις α ἐν ἐκάστῳ τῶν στοιχείων ἡ μεγεθύνεται ἡ ἐπιφάνεια τῶν ζευγῶν αὐτοῦ· ὥστε ἐνταῦθα ποιοῦμεθα χρῆσιν ὀλίγων στοιχείων ἐχόντων μεγίστην ἐπιφάνειαν πλακῶν (σπεῖρα τοῦ Hare· ἔδ. 310).

Πολλὰ στοιχεῖα συνδέονται ἡ ἀλλεπάλληλα (ἔδ. 310), συναπτομένου δηλαδὴ τοῦ ἀρνητικοῦ μετάλλου ἐκάστου πρὸς τὸ θετικὸν τοῦ ἐπομένου, ἡ παράλληλα συναπτομένων δηλαδὴ πασσῶν τῶν θετικῶν πλακῶν πρὸς ἀλλήλας καὶ πασσῶν τῶν ἀρνητικῶν καὶ ἐνταῦθα μὲν συνεργοῦσι· πάντα τὰ συνημμένα στοιχεῖα ὡς ἐν μόνον ἔχον νπλὴν ἐπιφάνειαν πλακῶν ἅρα καὶ νικς ἐλάσσονα ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν, ἔχει δὲ ἡ τε ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καὶ ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις εἰσὶ νικς μεῖζονες ἢ ἐν ἐνὶ στοιχείῳ. — Δωδεκα γαλθανικά στοιχεῖα συνδυάζονται ποικίλως, οἷον ἀνὰ 12×1 , ἀνὰ 6×2 , ἀνὰ 4×3 , ἀνὰ 3×4 κτλ. Ὅντων ὅμως ὁρίσμένων τοῦ τε συνόλου τῆς ἐπιφανείας τῶν πλακῶν καὶ τῆς ἐν τῷ ῥομφόρῳ τῆς κλείσεως ἀντιστάσεως, ποιεῖόμεθα τὴν μεγίστην δυνατὴν ἔντασιν τοῦ βεύματος συνάγοντες τὰ στοιχεῖα πρὸς ἄλληλα ἀρμοδίως ἵνα τὸ σύνολον τῆς ἐσωτερικῆς ἀντιστάσεως ἰσῶται πρὸς τὸ σύνολον τῆς ἐξωτερικῆς ἀντιστάσεως. Ἐπειδὴ ὅταν τὸ μήκος τῆς αὐτῆς συστοιχίας ἀποθάνῃ νικς βραχυτέρον, ἡ ἐπιφάνεια τῶν πλακῶν ἐν ἐκάστῳ στοιχείῳ r πλασιδύεται, ἅρα ἡ ἐσωτερικὴ ἀντίστασις καθίσταται r νικς ἐλάσσων, ἐνῷ ἡ ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καθίσταται μόνον r νικς ἐλάσσων· ὁμοίως δὲ ὅταν τὸ μήκος αὐτῆς ἀποθάνῃ νικς μεῖζον, ἡ μὲν ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις καθίσταται r νικς μεῖζων, ἡ ἐσωτερικὴ ὅμως ἀντίστασις r νικς μεῖζων. Τούτου τεθέντος, ἐὰν διὰ τινος συνδυασμοῦ στοιχείων ἐπετεύχῃ ἡ ἰσότης $\sigma \alpha = K$, ἡ ἔντασις τοῦ βεύματος κατὰ τὴν ἰσότητα (2) ἔσται

$$H = \frac{\eta}{2 \alpha} \quad (4)$$

ἐὰν δὲ νῦν τῆς ἐξωτερικῆς ἀντιστάσεως διατελούσης ἀμεταβλήτου, ἦτοι $K = \sigma \alpha$, μετα-

έλλωμεν τὸ μήκος τῆς ἀλύσεως συνδυάζοντες τὰ στοιχεῖα ἄλλως πως πορίζομεθα ὡς μέτρον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἢ

$$H = \frac{\frac{\sigma \eta}{v}}{\frac{\sigma \alpha}{v^2} + \sigma \alpha} \quad \eta \quad H = \frac{v \cdot \sigma \eta}{v^2 \cdot \sigma \alpha + \sigma \alpha} \quad \text{ἀλλ' ἀμφότεραι αἱ τι-}$$

$$\mu \alpha \text{ αὐταὶ καταναῶσιν εἰς } \left(\frac{5}{\alpha \left(v + \frac{1}{v} \right)} \right) H = \frac{\eta}{\alpha \left(v + \frac{1}{v} \right)}, \quad \text{προφανῶς δὲ ἡ τιμὴ } \left(\frac{5}{\alpha \left(v + \frac{1}{v} \right)} \right) \text{ ἐστὶν}$$

ἐλλώσων τῆς τιμῆς (4), εἰ μὴ $v = 1$.

319α. ΑΝΤΙΣΤΑΣΙΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ. Ὁ πρὸς κλεῖσιν τῆς ἀλύσεως βοηθὸς συγκροτεῖται συνήθως ἐκ πολλῶν ἄλλεπαλλήλων μεταλλικῶν ἢ ρευστῶν ἀγωγῶν διαφόρου φύσεως, τὸ σύνολον ἄρα τῆς ἐξωτερικῆς ἀντιστάσεως ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν ἀντιστάσεων τῶν συστατικῶν αὐτοῦ. Ἡ δὲ κατὰ τῆς ἀγωγῆς ἀντίστασις τῶν μεταλλικῶν συρμάτων ἐστὶν ἀνάλογος τῷ μήκει καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ διατομῆ αὐτῶν· ἐξήρτηται ὅμως ἐτι καὶ ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ μετάλλου διότι ἕκαστον τῶν ἑτεροσίων μετάλλων κέκτηται ἰδίαν εἰδικὴν δύναμιν ἀγωγῆς. Ἐὰν π. χ. εἰς τὸ κύκλωμα ἀλύσεως τινος παρενείρωμεν κατὰ διαδοχὴν ἰσομήκη καὶ ἰσοπαχῇ σύρματα ἀργύρου, σιδήρου καὶ λευκοχρύσου, ἐπιφέρει τὸ μὲν ἀργυροῦν σύρμα τὴν ἐλαχίστην, τὸ δὲ ἐκ λευκοχρύσου τὴν μεγίστην ἐλάττωσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος· ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἄργυρος κέκτηται ἀγωγὸν δύναμιν μείζονα ἢ ὁ σίδηρος καὶ οὗτος πάλιν μείζονα ἢ ὁ λευκοχρυσός.

Πρὸς παραβολὴν δὲ τῶν κατὰ τῆς ἀγωγῆς ἀντιστάσεων ἑτεροσίων συρμάτων καὶ πρὸς εὗρεσιν τῆς εἰδικῆς ἀγωγῆς δυνάμεως τῶν μετάλλων ποιοῦμεθα χρῆσιν τῆς ἐξῆς μεθόδου. Εἰς τὸ κύκλωμα ἀλύσεως τινος παρεμβάλλομεν πυλῖδα ἐκπομπῆς καὶ τὸ σύρμα οὗτινος ἢ ἀντίστασις πρόκειται ἵνα μετρηθῇ καὶ παρατηροῦμεν τὴν γωνίαν τῆς ἐκτροπῆς, εἴτα ἀφαιρέσαντες τὸ σύρμα εἰσάγομεν ἐκ νέου εἰς τὸ κύκλωμα ἀντ' αὐτοῦ σύρμα λευκοχρύσου, οὗτινος αὐτάνομεν ἢ ἐλάττωμεν ἀρμοδίως τὸ μήκος μέχρις οὗ ἡ ἐκτροπὴ ἐξισωθῇ πρὸς τὴν ἤδη παρατηρηθεῖσαν. Ἐπειδὴ δὲ προφανῶς ἡ ἀντίστασις τοῦ σύρματος, οὗτινος ἡ ἀγωγὴ δύναμις πρόκειται πρὸς ὁρισμὸν, ἰσοῦται πρὸς τὴν τοῦ σύρματος τοῦ λευκοχρύσου, τὸ μήκος τοῦτο χρησιμεύει ὡς μέτρον ἐκείνης. Ἐὰν π. χ. πρὸς ἀντικατάστασιν τῶν ἀντιστάσεων δύο τυχαίων μεταλλικῶν συρμάτων παρεμβληθῶσι σύρματα λευκοχρύσου ἔχοντα μήκος 7,2 καὶ 12,6 εἰς, αἱ ἀντιστάσεις τῶν προκειμένων συρμάτων ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας ὡς 4:7. Πρὸς εὐχερῆ παρεμβολὴν καὶ μέτρον τοῦ ἐκαστοῦ ἀναγκαίου σύρματος ἐκ λευκοχρύσου ἐπενοήθησαν πολλὰ ὄργανα (Ρευματοστάτης τοῦ Wheatstone 1843)· ἐκλέγομεν δὲ ἵνα συγκρίνωμεν πρὸς ἀλλήλας πάσας τὰς δι' αὐτῶν γινόμενας μετρήσεις, κατὰ πρότασιν τοῦ Siemens (1849) ὡς μονάδα ἀντιστάσεως τὴν ἀντίστασιν στήλης ὕδραργύρου ἐχούσης μήκος 1 μ, καὶ διατομὴν 1 τετρίμ. Δευτέρα ἀριθεύετα καὶ κοινότερα μεθόδος πρὸς ὁρισμὸν τῆς ἀντιστάσεως κατὰ τῆς ἀγωγῆς, στηρίζεται ἐπὶ τῆς σχέσεως τῶν ρευμάτων.

319. 6. Συνήχεια. Σχίστις τοῦ ρεύματος (Kirchhoff 1849). Ἐὰν δὲ ρεῦμα τι διαιρεθῇ εἰς δύο (ἢ πλείονα) βεῖθρα ἀπὸ τυχόντος σημείου M τοῦ βοηθόρου σύρματος, ἰσχύουσιν οἱ ἐξῆς νόμοι. 1^{ος}. Τὸ ἄθροισμα τῶν ἐντάσεων τῶν βείθρων ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐντάσιν τοῦ ρεύματος· τοῦτέστιν, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τῶν e_1 καὶ e_2 τὰς ἐντάσεις τῶν πρώτων καὶ διὰ τοῦ e τὴν τοῦ ρεύματος· ὑπάρχει· ἡ ἰσότης

$$(1) \quad e_1 + e_2 = e$$

διότι πᾶσα ἀλλοίωσις τοῦ συνόλου τῆς ἐντάσεως ἤθελεν ἐπενέγκει ἡλεκτρικὴν συσφύρυσιν κατὰ τὸ Μ. Ζον. Αἱ ἐντάσεις τῶν ρεϊθρῶν ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας λόγον ἀντίστροφον τῶν ἀντιστάσεων τῶν ὑπ' αὐτῶν διαρροεμένων σχισμάτων τοῦ σύρματος· τουτέστιν, ἐὰν διὰ τοῦ α_1 καὶ α_2 ἐμφαίνονται αἱ ἀντιστάσεις τῶν δύο σχισμάτων τοῦ σύρματος, ὑπάρχει ἡ ἰσότης (2) $\alpha_1 \epsilon_1 = \alpha_2 \epsilon_2$, διότι ἐνεκα τῶν ἀντιστάσεων α_1 καὶ α_2 δυνάμεθα ἵνα νοήσωμεν ἂντι τῶν σχισμάτων τοῦ σύρματος (ἐδ. 319 α)

δύο στήλας ὑδραργύρου ἐχούσας μῆκος 1 καὶ ἀντιστοίχους διατομὰς $\frac{1}{\alpha_1}$ καὶ $\frac{1}{\alpha_2}$, ἀλλὰ τὰ δι' αὐτῶν ρέοντα ρεϊθρα ἔχουσιν ἐντάσεις ἀναλόγους πρὸς τὰς διατομὰς, ἥτοι $\epsilon_1 : \epsilon_2 :: \frac{1}{\alpha_1} : \frac{1}{\alpha_2} :: \alpha_2 : \alpha_1$, ὅθεν συμπεραίνομεν τὸν δευτέρον νόμον.

Αἱ ἰσότητες (1) καὶ (2) χρησιμεύουσι πρὸς ὁρισμὸν τῶν ἐντάσεων ϵ_1 καὶ ϵ_2 ὅταν ἡ γνωστὴ ἡ ἐντάσις τοῦ κυρίου ρεύματος εἰ· δι' αὐτὴν εὐρίσκομεν

$$\epsilon_1 = \frac{\alpha_2 \epsilon}{\alpha_1 + \alpha_2}, \quad \epsilon_2 = \frac{\alpha_1 \epsilon}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

Ἀλλὰ καὶ ἡ ἐντάσις εἰ ὁρίζεται ὡς ἐξῆς, γνωστῆς οὖσης τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως τῆς ἀλλύσεως Η. Ἐπειδὴ, ὡς ἀνωτέρω ἐρρήθη, αἱ ἀντιστάσεις α_1 καὶ α_2 ἰσούνται πρὸς τὰς

ἐκ στήλων ὑδραργύρου ἐχουσῶν μῆκος 1 καὶ ἀντιστοίχους διατομὰς $\frac{1}{\alpha_1}$ καὶ $\frac{1}{\alpha_2}$, συν-
αμφοτέραι ἀποτελοῦσι στήλην ὑδραργύρου μῆκους 1 καὶ διατομῆς $\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}$ ἥτοι

ἀντιστάσεως $\frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}$, ὥστε ἐὰν α ἐμφαίνῃ τὴν ἀντίστασιν τοῦ κυρίου ροηφόρου, ἡ ἐντάσις κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ohm ἔσται

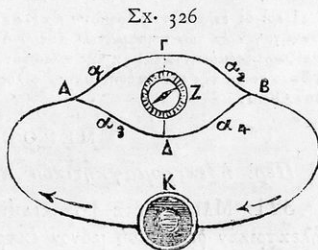
$$\epsilon = \frac{H}{\alpha + \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}} = \frac{(\alpha_1 + \alpha_2) H}{\alpha (\alpha_1 + \alpha_2) + \alpha_1 \alpha_2}.$$

ἥτις ἀντεισαγομένη εἰς τὰς ἀνωτέρω τιμὰς τῶν ϵ_1 καὶ ϵ_2 παρέχει τὰς ἐντάσεις τῶν διαρροῶν τὰ σχίσματα τοῦ σύρματος ρεϊθρῶν. Ἐὰν δὲ ταῦτα ὑποθεῶσι λίαν μακρὰ, παραλειπομένην τοῦ α ὡς ἐλαχίστου ἐν συγκρίσει πρὸς τὸ α_1 καὶ α_2 , αἱ παραστάσεις τῶν τριῶν ἐντάσεων καθίστανται ἀπλούσταται, ἥτοι

$$\epsilon = \frac{(\alpha_1 + \alpha_2) H}{\alpha_1 \alpha_2}, \quad \epsilon_1 = \frac{H}{\alpha_1}, \quad \epsilon_2 = \frac{H}{\alpha_2}.$$

ἐξ ὧν συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐντάσις τῶν ρεϊθρῶν ἐστὶν ὅση ἤθελεν εἶναι ἐὰν ἑκάτερον τῶν σχισμάτων χωρὶς ἐχρησίμευε πρὸς κλείσιν τοῦ ρεύματος· διὸ καὶ τηλεγραφούμεν συγχρόνως ἐκ τῆς αὐτῆς συστοιχίας διὰ πολλῶν ἀγωγῶν συρμάτων.

Αἱ σχίσεις τῶν ρευμάτων χρησιμεύουσι καὶ πρὸς μέτρησιν τῶν ἀντιστάσεων διὰ τῆς καλουμένης ρεφθῆρας τοῦ Wheatston (Σχ. 326). Ὁ ροηφόρος τῆς συστοιχίας Κ διαι-



ρέται εἰς τὰ σχίσματα ΑΓΒ καὶ ΔΔΒ, συναπτόμενα πρὸς ἄλληλα διὰ τοῦ διαμέσου σύρματος ΓΔ. Ἐὰν α_1 , α_2 , α_3 , α_4 , α_5 ἐμφαίνωσι τὰς ἀντιστάσεις τῶν τμημάτων ΑΓ, ΓΒ, ΔΔ, ΔΒ, ΓΔ καὶ ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , ϵ_4 , ϵ_5 τὰς ἐντάσεις τῶν διαρροῶν αὐτὰ ρεϊθρῶν, εὐχερῶς ἀποδείκνυται ὅτι οὐδόλως διαρρέεται ὁ πρὸ ρεύματος τὸ διάμεσον σύρμα ΓΔ, ἐὰν $\alpha_1 : \alpha_2 :: \alpha_3 : \alpha_4$ καὶ ἀντιστρόφως· διότι τεθέντος $\epsilon_5 = 0$, ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) τῶν ἀναφερομένων εἰς τὰς σχίσεις κατὰ τὰ σημεῖα Γ καὶ Δ πορίζομεθα $\epsilon_1 = \epsilon_2$ καὶ $\epsilon_3 = \epsilon_4$, καὶ ἐπὶ τῶν ϵ_1 καὶ ϵ_3 ἐκ τῶν ἐξισώσεων (2) τῶν ἀναφερομένων εἰς τὰς σχίσεις κατὰ τὰ σημεῖα

Α καὶ Β πορίζομεθα $\epsilon_1 \alpha_1 = \epsilon_3 \alpha_3$ καὶ $\epsilon_1 \alpha_1 = \epsilon_5 \alpha_4$, ἐξ ὧν διὰ διαιρέσεως εὐρίσκον $\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\alpha_3}{\alpha_4}$. Ἐν λοιπὸν π. χ. προσυποτεθῇ $\alpha_1 = \alpha_2$ ἔπεται καὶ $\alpha_3 = \alpha_4$.

Ἐπαθὲς δὲ γαλβανόμετρον Ζ παρεμβεβλημένον εἰς τὸ διάμεσον σύρμα ΓΔ οὐδεμίαν ἐμφαίνει ἐκτροπὴν. Παρενέρομεν οὖν εἰς τὸ τμήμα ΒΔ τὸ σύρμα οὐτίνος πρόκειται ἵνα μετρηθῇ ἡ ἀντίστασις, εἰς δὲ τὸ τμήμα ΒΓ σύρμα λευκοχρύσου (βρεματοστάτην) οὐτίνος τὸ μήκος κανονίζεται ὥπως οὐδόλως ἐκτρέπεται ἡ βελὸν τοῦ γαλβανομέτρου· τὸ μήκος τοῦ λευκοχρύσου χρησιμεύει ὡς μέτρον τῆς ζητούμενης ἀντιστάσεως.

Παραβάλλοντες δὲ τὰς ἀντιστάσεις ἰσομήκων καὶ ἰσοπαγῶν συρμάτων ἐξ ἑτεροσύτων μετάλλων πρὸς τὸ αὐτὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα ἐξακριβοῦμεν τὴν εἰδικὴν ἀγωγὸν δύναμιν αὐτῶν. Οὕτως ὁ Matthiessen διώρισε τοὺς ἑξῆς ἀριθμούς, θίμενος ὡς 100 τὴν ἀγωγὸν δύναμιν τοῦ ἀργύρου.

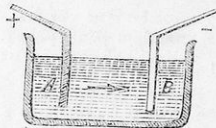
Ἀργυρος	100	Ψευδάργυρος	27,39	Κασσίτερος	11,45	Ἀντιμόνιον	4,29
Χαλκός	77,43	Σίδηρος	14,44	Λευκοχρυσός	10,53	Ῥοδάργυρος	1,63
Χρυσός	55,19	Παλλάδιον	12,61	Μόλυβδος	7,77	Βισμύθιον	1,19

Ἐν παραστήσωμεν διὰ τοῦ μ τὸ μήκος, διὰ τοῦ τ τὴν διατομὴν καὶ διὰ τοῦ δ τὴν εἰδικὴν ἀγωγὸν δύναμιν σύρματός τινος ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ ἐκτυποῦται οὕτω $\frac{\mu}{\delta \tau}$. —

Τῆς θερμοκρασίας ὑποϋμένης ἐπιτείνεται οὐκ ὀλίγον ἡ ἀγωγὸς δύναμις τῶν μεταλλικῶν συρμάτων· παραβάλλοντες ἄρα τὰ μέταλλα πρὸς ἄλληλα κατὰ τὴν ιδιότητα ταύτην δεόν ἵνα προσέχωμεν εἰς τὴν θερμοκρασίαν αὐτῶν (παρβλ. καὶ ἐδ. 232).

Πρὸς ὀρίσιν δὲ τῶν ἀντιστάσεων βρευστῶν ἀγωγῶν ἐγγένομεν αὐτοὺς εἰς σκάφην ἔχουσαν διατομὴν ὀρθογώνιον (Σχ. 327), ἐν ἣ κατὰ βούλησιν πλησιάζομεν ἢ μακρύνομεν ἀπ' ἀλλήλων τὰς πρὸς μετοχέτευσιν τοῦ βρέυματος χρησιμεύουσας μεταλλικὰς πλάκας Α καὶ Β, αἵτινες καταλαμβάνουσιν ὁλόκληρον τῆς σκάφης τὴν διατομὴν· στηρίζοντες ταύτας κατ' ἀρχὰς εἰς μεμετρημένην τινὰ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ αὐξάνοντες ἔπειτα αὐτὴν καθ' ὅριμον μῆκος συνκυζάνομεν κατὰ τοσοῦτον καὶ τὸ μήκος τῆς ἐν τῷ κυκλώματι παρεμβεβλημένης βρευστῆς στήλης ἄνευ μεταβολῆς τῆς διατομῆς αὐτῆς, ἥτις ἰσοῦται πάντοτε πρὸς τὴν βεθυβισμένην ἐπιφανείαν τῶν πλακῶν. Ἡ ἀγωγὸς δύναμις τῶν μὴ μεταλλικῶν βρευστῶν ἔστιν ἐν γένει λίαν μικρὰ συγκρινομένη πρὸς τὴν τῶν μεταλλικῶν ὁ Becquerel π. χ. θίμενος ὡς 100,000,000 τὴν ἀγωγὸν δύναμιν τοῦ ἀργύρου, εὗρεν ὅτι ἡ τοῦ ὕδατος θεϊκοῦ ὀξέος (1 ογ. θεϊκοῦ ὀξέος ἐνὺδρον ἐν 11 ογ. ὕδατος) ἰσοῦται πρὸς 88,68, ἡ τῆς κεκορεσμένης διαλύσεως τοῦ μαγειρικοῦ ἀλα-

Σχ. 327



τος πρὸς 31, 52 καὶ ἡ τῆς κεκορεσμένης διαλύσεως τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ πρὸς 52,4. Τὸ ἐκ θεϊκοῦ ὀξέος μᾶλλον ἀγωγὸν κράμα συγκρίνεται ἐξ $\frac{1}{3}$ ἐνὺδρου ὀξέος καὶ $\frac{1}{3}$ ὕδατος. Ἡ δὲ ἀγωγὸς δύναμις τοῦ ὕδατος καθαροῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος παραβαλλομένη πρὸς τὴν τῶν μεταλλικῶν καὶ πρὸς αὐτὴν ἔτι τῶν ἀλυκῶν διαλύσεων ἔστι τοσόν μικρὰ, ὥστε θεωρητέον τὸ ὕδωρ ὡς σῶμα σχεδὸν μὴ ἀγωγὸν τοῦ γαλβανικοῦ βρέυματος.

Περὶ δὲ τῆς τῶν φλογῶν ἀντιστάσεως κατὰ τῆς ἀγωγῆς, ὁ Horpe (1877) συνήγαγεν ἐκ τῶν πειραμάτων αὐτοῦ ὅτι ἡ μείζων ἀγωγή φλογὸς τινος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς μείζονος θερμότητος καὶ ἐκ τῆς πλειονότητος τοῦ φλεγόμενου ἀέριου, τῶν δὲ διαφόρων φλογῶν καὶ ἐκ τῆς φλεγόμενης ὕλης, τέλος δ' ὅτι καὶ αἱ φλόγες ὑπέκουνσιν εἰς τὸν νόμον τοῦ Ohm.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περὶ ἡλεκτρομαγνητικῶν καὶ ἡλεκτροδυναμικῶν φαινομένων.

321. ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ ΥΠΟ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῖμα οὐ μόνον ἐκτρέπει τὴν βελὸν, ἀλλὰ κέκτηται καὶ

τὴν ιδιότητα τοῦ μαγνητίζειν ἀμαγνητίστου σιδήρου ψήγματα ὑπάρχοντα παρ' αὐτῷ. Ἐὰν ὑπεράνω τοῦ ὀριζοντείως τεταμένου ῥοφύρου ἀλύσεώς τινος σκορπίσωμεν ἐπὶ ἀκάμπτου χάρτου σιδήρου ῥινήματα, διατάσσονται ταῦτα κατὰ στοίχους χιαζομένους μετὰ τοῦ σύρματος καὶ καθέτους ἐπὶ τῆς διευθύνσεως αὐτοῦ (παρ. ἐδ. 297α. 3^{ον}). μικρὰ δὲ σιδηρὰ ῥάβδος ἐστηριγμένη χιαστί ὑπεράνω τοῦ σύρματος μεταβάλλεται εἰς μαγνήτην ἔχοντα τὴν πόλευσιν ὡς ὀρίζει ὁ κανὼν τοῦ Ampère (ἐδ. 315). Ἰσχυροτέρως μαγνητικὰς ἐνεργείας κατορθοῦμεν εἰσάγοντες εὐθείας ἢ σεληναίας ῥάβδους μαλακοῦ σιδήρου εἰς κοίλα πηνία περισπειρωμένα διὰ σύρματος χαλκοῦ φέροντος σπινθὲρ περιέλημα πρὸς ἀμοιβαίαν τῶν ἐλιγμῶν μόνωσιν· ἐφ' ὅσον ἡλεκτρικὸν ρεύμα διαβρέει τὸ σύρμα καὶ σιδηρὰ ῥάβδος μεταβάλλεται εἰς ἡλεκτρομαγνήτην μὴ διαφέροντα κατ' οὐδὲν τῶν ἐκ χάλυβος μαγνητῶν, παυσαμένου ὁμως τοῦ μαγνητιζόντος ρεύματος ἀφανίζεται καὶ ὁ μαγνητισμὸς τῆς ῥάβδου, ἐκτὸς ὑπολείμματός τινος μᾶλλον ἢ ἥττον ἀξιολόγου ὀφειλομένου εἰς τὴν συνεκτικὴν τοῦ σιδήρου δύναμιν (ἐδ. 294). Ὀπλιζομεν δὲ τοὺς σεληναίους ἡλεκτρομαγνήτας ὡς καὶ τοὺς ἐκ χάλυβος ἐνούντες τοὺς δύο πόλους δι' ἀγκυρίου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Ἡ ἰσχὺς τοῦ διεγειρομένου μαγνητισμοῦ ἐστὶν (μεταξὺ ὀρίων τινῶν) ἀνάλογος καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητιζόντος ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλιγμῶν τοῦ σύρματος. Τὸ δὲ ποσὸν τοῦ διεγειρομένου μαγνητισμοῦ ἐν τινὶ ἡλεκτρομαγνήτῃ ὑπερβάλλει κατὰ πολὺ τὸν ἡλεκτρισμὸν τῶν ἰσχυροτάτων ἐκ χάλυβος μαγνητῶν. Ἀλλὰ καὶ ἐκ χάλυβος ῥάβδοι μαγνητίζονται μονίμως καὶ ἰσχυρῶς ἐὰν περάσωμεν αὐτὰς πολλὰκις καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν διὰ σπείρας ἐκ σύρματος χαλκοῦ, ἣν διαβρέει ἡλεκτρικὸν ρεύμα.

Οἱ ἄριστοι τῶν ἐκ χάλυβος σεληναίων μαγνητῶν τοῦ Logemann ἔλκοντες 500 γ ἔφερον φόρτον 12—13 γγ, μέλζοντες δὲ μαγνῆται ἔλκοντες 30—50 γγ ἔφερον τὸ πενταπλοῦν περίπου τοῦ ἰδίου βάρους. Ὁ δὲ Henry καὶ ὁ Ten Eyck κατεσκεύασαν ἡλεκτρομαγνήτην ἔλκοντα 27 γγ καὶ φέροντα 935 γγ, ἥτοι τὸ τριακοντατετραπλάσιον τοῦ ἰδίου βάρους. Ἐτέρος μικρὸς σεληναῖος μαγνήτης ἔχων μῆκος 25 χτμ καὶ πλάτος 15 χτμ ἔφερε τὸ 420 πλάσιον τοῦ ἰδίου βάρους.

Ἡ μαγνητικὴ διέγερσις ἐν τινὶ σεληναίῳ ἡλεκτρομαγνήτῃ ἐστὶν ἀναλόγως πολλῶ ἰσχυροτέρα ὅταν οἱ πόλοι ὡς συνευγεγμένοι διὰ τοῦ ἀγκυρίου ἢ ὅταν δοκιμάζωμεν χωρὶς ἑκάτερον τῶν πόλων τὸν φόρτον. Ἐὰν δὲ ἀναστειλωμεν τὸ μαγνητικὸν ρεύμα ἐνφ' οἱ πόλοι εἰσὶ συνευγεγμένοι διὰ τοῦ ἀγκυρίου, ἐπιμένει τοῦτο προσκεκολλημένον εἰς τοὺς πόλους, διότι καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τοῦ ρεύματος ὑπολείπεται ἐν τῷ ὀπλισμένῳ ἡλεκτρομαγνήτῃ ἱκανὸν ποσὸν μαγνητισμοῦ, ὃν καλοῦμεν *παραμένοντα*· ἐὰν δὲ τότε ἀποσπασάμεν τὸ ἀγκύριον ἀφανίζεται καὶ ὁ παραμένων οὗτος μαγνητισμὸς ἐκτὸς ἀσήμερον ἔχοντος μαγνητισμοῦ *μονίμου* ὀφειλομένου εἰς τὴν ἐνυπάρχουσαν καὶ ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ μικρὰν συνεκτικὴν δύναμιν. — Ἀλλὰ καὶ τὸ ρεύμα τῆς ἐκκενώσεως τῆς λουγδουνικῆς λαγίνου ἐστὶν ἱκανὸν πρὸς ἐκτροπὴν τῆς βελόνης καὶ πρὸς μαγνήτισιν βελονῶν ἐκ χάλυβος· οἱ νόμοι ὁμως τῆς τοιαύτης μαγνητίσεως καὶ μάλιστα ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὴν διεύθυνσιν τῆς πολεψέως εἰσὶν ἥττον ἄπλοι, διότι τὸ ρεύμα τῆς ἐκκενώσεως τῆς λουγδουνικῆς συστοιχίας συγκρίεται ἐξ ἀλλεπαλλήλων καὶ ἐναλλὰξ ἀντιθέτως διευθυνόμενων ρευμάτων (ἐδ. 280).

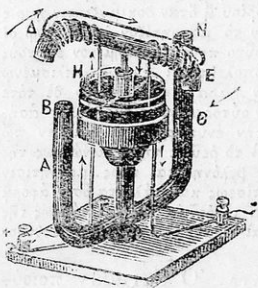


322. ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΑΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ. Ὁ Faraday ποιοῦ-

μενος χρῆσιν τῶν διὰ τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος παρασκευαζομένων ἰσχυρῶν ηλεκτρομαγνητῶν κατώρθωσεν ἵνα καταδείξῃ ὅτι τὸ μαγνητίζεσθαι ἐστὶν ἰδιότης πολὺ μᾶλλον ἀπαντῶσα εἰς τὴν ὕλην ἢ ὅσον ἐνομιζέτο πρότερον (παρ. ἐδ. 294), ἀνακαλύψας (1845) ὅτι ἐκτὸς τοῦ σιδήρου, τοῦ νικελίου καὶ τοῦ κοβαλτίου καὶ τῶν χημικῶν ἐνώσεων αὐτῶν καὶ τὰ πλεῖστα τῶν λοιπῶν μεταλλικῶν καὶ μὴ μεταλλικῶν σωμάτων ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἰκανῶς ἰσχυρῶν ηλεκτρομαγνητῶν ἐκφαίνουσι μαγνητικὰς ἰδιότητας καὶ ὅτι ταῦτα διαιροῦνται εἰς δύο εἶδη εἰς τὰ ἐλκόμενα καὶ εἰς τὰ ἀπωθοῦμενα ὑπὸ τῶν μαγνητικῶν πόλων· τὰ δὲ δεύτερα ἐκάλεσεν ὁ Faraday διαμαγνητικὰ σώματα. Δοκιμάζομεν δὲ τὴν μαγνητικὴν ἢ διαμαγνητικὴν φύσιν τῶν σωμάτων ἐξαρθῶντες ταῦτα ἐν σχήματι μικρῶν ῥαβδῶν ἐκ νήματος μετάξης μεταξὺ τῶν ηλεκτρομαγνητικῶν πόλων οὓς πλησιάζομεν πρὸς ἀλλήλους. Διεγερθέντος τοῦ μαγνητισμοῦ αἱ ῥάβδοι λαμβάνουσιν ἢ τὴν ἀξονίαν στάσιν ἥτοι τὴν διεύθυνσιν τῆς γραμμῆς τῶν πόλων τοῦ ηλεκτρομαγνήτου, ἢ τὴν ἰσημερινὴν στάσιν ἥτοι τὴν ἐπὶ τῆς γραμμῆς τῶν πόλων κάθετον, καθέσον ἢ ὕλη αὐτῶν ἐστὶ μαγνητικὴ ἢ διαμαγνητικὴ. Μεταξὺ τῶν μετάλλων ἐκτὸς τῶν προμνημονευθέντων μαγνητικὰ εἰσι τὸ μαγγάνιον, τὸ παλλάδιον, ὁ λευκόχρυσος κτλ. διαμαγνητικὰ δὲ ἐξαίρετως τὸ βισμούθιον καὶ μετὰ τοῦτο ὁ ἀντιμόνιον, ὁ ψευδάργυρος, ὁ κασσίτερος, ὁ μόλυβδος, ὁ ἄργυρος, ὁ χαλκός, ὁ χρυσοῦς κτλ.

Τὰ ῥευστὰ χέομεν κατὰ μικρὰς ποσότητας ἐντὸς ἀβαθῶν κυμβίων ἐχόντων τὸ σχῆμα τῆς ὕλου τῶν ὠρολογίων καὶ στήριζομεν ταῦτα ἐπὶ τῶν πρὸς ἀλλήλους ἐστραμμένων καὶ ἀπωθνημένων μαγνητικῶν πόλων· τὸ ὕδωρ, τὸ οἶνονπνευμα, τὸ θεικὸν δέξιν εἰσι διαμαγνητικά. Ἀλλὰ καὶ τὰ ἀερῶδη σώματα ὑφίστανται τὴν ἐνέργειαν τοῦ μαγνήτου. Τὸ ὀξυγόγον ἐστὶ μαγνητικόν, τὰ πλεῖστα τῶν λοιπῶν ἀερίων μᾶλλον ἢ ἥττον διαμαγνητικά. Ἀἷα λόγου ἐστὶ καὶ ἡ μαγνητικὴ τῶν κρυστάλλων διάθεσις, διότι ἡ στάσις ἣν λαμβάνουσιν ἀναρτῶμενα μεταξὺ τῶν μαγνητικῶν πόλων ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς μαγνητικῆς ἢ διαμαγνητικῆς φύσεως τῆς ὕλης αὐτῶν ἀλλὰ προσέτι καὶ ἐκ τῆς διατάξεως τῶν μορίων καὶ μάλιστα ἐκ τῆς διευθύνσεως τῶν μεταξὺ τῶν πετάλων αὐτῶν διαχωρισμάτων (ἐδ. 22).—Ὁ δὲ Tyndall ἀναμφιέκτως ἀπέδειξεν ὅτι τὰ διαμαγνητικὰ σώματα πολεῦνται μὲν ὡς ὁ σίδηρος μεταξὺ τῶν μαγνητικῶν πόλων ἀλλ' ἀντιστρόφως, ἥτοι ὅτι ἐν τῷ βισμούθῳ ὁ βόρειος πόλος τοῦ μαγνήτου διεγείρει βόρειον καὶ ὁ νότιος νότιον πόλον.

Σχ. 328

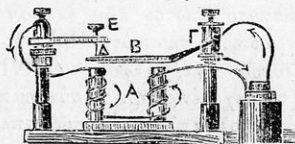


323. ΧΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ ΩΣ ΚΙΝΗΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. ΚΥΚΛΟΦΟΡΟΣ ΜΑΓΝΗΤΗΣ ΤΟΥ RITCHIE. ΣΦΥΡΑ ΤΟΥ WAGNER. Πολλὰι κατασκευάσθησαν μηχαναὶ δι' ὧν ἡ ηλεκτρομαγνητικὴ ἐλξις μεταβάλλεται εἰς συνεχὴ κίνησιν. Ὡς παράδειγμα τούτων ἔστω ὁ κυκλοφόρος μαγνήτης τοῦ Ritchie (1836). Ἐνώπιον τῶν πόλων τοῦ ἐκ γάλυθος σεληναίου μαγνήτου ΑΓΘ (Σχ. 328) ὑπάρχει τὸ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἀγκύριον ΔΕ, εὐστροφον περὶ ἄξονά τινά κατὰ σταθμὴν

καὶ περισπειρωμένον σύρματι χαλκῷ περιυφασμένῳ διὰ σπριγκιού. Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος καθήκουσι πρὸς ξύλινον κυλινδρικὸν σκαφίδιον, διηρημένον ὑπὸ διαφραγμάτων εἰς δύο ἡμικυλίνδρους. Τὸ σκαφίδιον περιέχει ὑδράργυρον ἐπαρκῆ ὅπως ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ἐξέχη κατὰ τι τῶν διαφραγμάτων (ἐδ. 82) καὶ τὰ εἰς τὸν ὑδράργυρον βυθιζόμενα ἄκρα τοῦ σύρματος διέρχωνται ἀκωλύτως ὑπερθεῖν αὐτῶν. Τὰ δύο ἡμικυλινδρικά τμήματα τοῦ σκαφιδίου συνάπτονται πρὸς τοὺς πόλους γαλβανικῆς τινος ἀλύσεως, ἧς τὸ ρεύμα κλειόμενον διὰ τῆς σπείρας τοῦ ἀγκυρίου μεταβάλλει αὐτὸ εἰς ἡλεκτρομαγνήτην. Οἱ πόλοι τούτου ἔλκονται τότε ὑπὸ τῶν ἑτερονύμων πόλων τοῦ μονίμου μαγνήτου ΑΓΘ· ἀλλὰ τὸ διάφραγμα τοῦ σκαφιδίου ἔχει τοιαύτην θέσιν ὥστε ὅταν οἱ πόλοι τοῦ ἀγκυρίου φθάσωσιν ἀπέναντι τῶν πόλων τοῦ μονίμου μαγνήτου τὰ ἄκρα τῆς σπείρας διολισθαίνουσιν ὑπὲρ τὸ διάφραγμα καὶ τὸ πρότερον ἐν τῷ θετικῷ ἡμιτόμῳ τοῦ σκαφιδίου βεβυθισμένον ἄκρον διέρχεται εἰς τὸ ἀρνητικὸν καὶ ἀντιστρόφως· μεταβαλλομένης δ' οὕτω τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος ἐν τῇ σπείρᾳ ἀντιστρέφεται ἡ πόλευσις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ οἱ πρότερον ἑλκόμενοι πόλοι ἀπωθοῦνται νῦν, τὸ ἀγκύριον ἄρα περιστρέφεται 180°. ἐντεῦθεν ἐπέρχεται νέα μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος ἐπιφέρουσα νέαν ἀντιστροφὴν τῆς πολεῦσεως καὶ οὕτω καθεξῆς. Τοιοῦτοτρόπως γεννᾶται συνεχὴς περιστροφή τοῦ ἀγκυρίου διαρκοῦσα ὅσον καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς ἀλύσεως, ἣν διχθιβάζομεν, ἐὰν τὸ μαγνητίζον ρεύμα ᾗ ἀρκούντως ἰσχυρόν, εἰς εὐστροφον σύστημα τροχῶν ἢ μεταχειριζόμεθα, πρὸς ὕψωσιν βάρους τινὸς ἢ πρὸς ἐκτέλεσιν ἑτέρων μηχανικῶν ἔργων. Καὶ ἀντὶ τοῦ μονίμου μαγνήτου ΑΒΘ ἀντικαθίσταται λυσιτελῶς ἡλεκτρομαγνήτης.

Ἐτέρα χρῆσις τοῦ ἡλεκτρομαγνητισμοῦ, ἧς σπουδαία χρῆσις βραδύτερον δειχθήσεται (ἐδ. 333), ἐστὶν ἡ πρὸς αὐτόματον διόλκυσιν τοῦ ρεύματος ἐπιτηδεῖα συσκευῆ, ἡ καλουμένη σφῆρα τοῦ Wagner ἢ τοῦ Neef (1839) (Σχ. 329). Ἀπέναντι τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου Α αἰωρεῖται τὸ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἀγκύριον Β βασταζόμενον ὑπὸ τοῦ ἐκ χάλυβος ἐλαστικοῦ ἐλάσματος ΒΓ ἐστηριγμένου κατὰ τὸ Γ, καὶ φέρον τὸ ἐκ λευκοχρύσου πέταλον Δ ὅπερ ἄπτεται τῆς ἐκ λευκοχρύσου ἀκίδος τοῦ κοχλίου Ε· τὸ ρεύμα ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἀλύσεως καὶ διαβρέον τὰ ἀλλεπάλληλα μέταλλα ΓΒΔΕ καὶ τὰς σπείρας τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου ἐπιστρέφει εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Ἀλλ' εὐθύς κλεισθέντος τοῦ κυκλώματος διεγείρεται ὁ μαγνητισμὸς ἐν τῷ ἡλεκτρομαγνήτῃ Α καὶ τὸ ἀγκύριον καθέλκεται, ὥστε λυομένης τῆς μεταξὺ Δ καὶ Ε ἀγωγοῦ ἐπαφῆς τὸ ρεύμα ἀναστέλλεται· ἀλλὰ τότε, ἐπεὶ δὴ ὁ ἡλεκτρομαγνήτης παύεται ἐνεργῶν, ἡ ἐλαστικὸ-

Σχ. 329



της τοῦ ἐλάσματος ΒΓ ὑποὶ πάλιν τὸ ἀγκύριον, ἀποκαθίσταται ἄρα ἡ κατὰ Δ ἐπαφή καὶ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος αὐθις ἄρχεται, ἔλκουσα τὸ ἀγκύριον πρὸς τὰ κάτω καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὡστε τὸ μὲν ἔλασμα ΒΓ δονεῖται συνεχῶς, τὸ δὲ ρεῦμα ἀποβαίνει διαλείπων καὶ αὐτομάτως ἀναστελλόμενον· ἡ πυκνότης τῶν διαλείψεων κανονίζεται ἢ μετατιθεμένου τοῦ κοιλίου Ε ἢ μεταβαλλομένης τῆς μάζης τοῦ ἀγκυρίου Β.

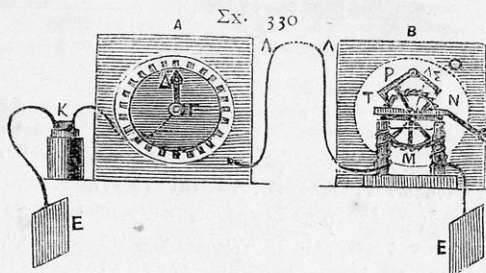
Ποιοῦμενοι ὁμοίαν χρῆσιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος διατηροῦμεν ἐπὶ χρόνον ὀρίστον ἀμετάβλητον τὸ εὖρος τῶν δονήσεων τῶν τοναρίων (ἐδ. 117), καὶ τὸ τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἔκκρεμους τῶν ὥρολογίων (ἡλεκτρικὰ ὥρολόγια) εἰσάγοντες τὸ ρεῦμα ἀντὶ τῶν ρυθμιζόντων τὴν κίνησιν ἐλατηρίων καὶ βαρῶν (ἐδ. 63).—Τῇ βοήθειᾳ τοῦ ρεύματος διατιθάσμεν ἔτι διὰ μεμονωμένων ἀγωγῶν συρμάτων τὰς κινήσεις ὥρολογίου τινὸς εἰς κατὰ βούλησιν πολλὰ καὶ πολλὰχὺ τεθειμένα ὥρολόγια· ἐπεὶ δὲ κατὰ πᾶσαν διέλειψιν καὶ ἀποκατάστασιν τοῦ ρεύματος οἱ ἡλεκτρομαγνήται πάντων τῶν διὰ τῶν συρμάτων συνημμένων ὥρολογίων ἔλκουσιν ἀκριβῶς συγχρόνως πάντα τὰ ἀγκύρια καὶ ἡ κίνησις αὐτῶν μεταδιδάζεται ὁμοίως εἰς τοὺς τροχοὺς τῶν μηχανῶν, ἡ πορεία πάντων τῶν ἡλεκτρικῶς συνημμένων ὥρολογίων καθίσταται ἐντελὴς συμφωνος πρὸς τὴν τοῦ ρυθμιζόντος τὴν κίνησιν κατοριστικοῦ ὥρολογίου.

Αἱ δὲ κατ' ἀρχὰς ἀναπτέρωθεϊσαι ἐλλπίδες τῆς πιθνῆς χρήσεως τοῦ ἡλεκτρομαγνητισμοῦ ἀντὶ τοῦ αἰμοῦ πρὸς κίνησιν τῶν μηχανῶν ἀπέτυχον. Ἡ δυσχέρεια ἔγκειται ἐν τούτοις· πρῶτον ὅτι ἡ ἑλκτική δύναμις τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου λίαν ταχέως ἐλαττοῦσαι αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀγκυρίου, δευτέρον ὅτι ἕνεκα λόγων βραδύτερον ἐρμηνευθῶμεν (ἐδ. 331) ἐπέχεται μεγάλη ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ διεγείροντος ρεύματος ἐξ αὐτῆς τῆς κινήσεως τῆς μηχανῆς ἐπιτετινομένη μετὰ τῆς ταχύτητος τῆς κινήσεως, καὶ τρίτον ὅτι ἡ ἐν τῇ ἀλύσει ἀναλόγως πρὸς τὸ σκοπούμενον ἔργον συμβαλόνουσα κατανάλωσις τοῦ ψευδαργύρου καὶ τῶν διεγερθέντων ρευστῶν (ἐδ. 344) παραβαλλομένη πρὸς τὸ κερδαίνονμενον ἔργον ἐστὶ πολλῶν βαπτανροτέρα τῆς καυσίμου ὕλης τῶν ἀτμομηχανῶν.

324. **ΘΝΑΕΓΡΑΦΙΑ.** Ἦδη πρὸ τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος ἐγένοντο κατὰ τὸν παρελθόντα αἰῶνα εἰσηγήσεις περὶ χρήσεως τῆς διαδόσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ διὰ τῶν μεταλλικῶν συρμάτων πρὸς ἀνακοίνωσιν συνθημάτων ἐκ μεγάλων ἀποστάσεων. Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ρεύματος ὁ Sömmering (1808) προέβαλε τὴν χρῆσιν τῆς ὑπὸ τοῦ ρεύματος λύσεως τοῦ ὕδατος ὡς τηλεγραφικοῦ συνθήματος, ὑποδεικνύς ὅτι ἔδει ἓνα συναφθῶσιν οἱ δύο σταθμοὶ δι' 24 ζευγῶν μεμονωμένων συρμάτων ἀντιστοιχοῦντων πρὸς τὰ 24 γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου. Ὁ δὲ Gauss (1833) καὶ ὁ Steinheil (1837) μετεχειρίσαντο πρῶτοι τὴν ἐκτροπὴν τῆς μαγνητικῆς βελόνης πρὸς τηλεγραφικούς σκοπούς. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς βάσεως στηρίζεται καὶ ὁ διὰ βελονῶν τηλεγραφος τοῦ Wheatstone (1837)· ἐν τῷ δέκτῃ σταθμῷ (τῷ δεχομένῳ δηλ. τὸ συνθήμα) Β ὑπάρχουσι δύο βελόναι περικυκλοῦμεναι ὑπὸ πολλαπλασιαζουσῶν σπειρῶν, ὧν οἱ ἐλιγμοὶ συνάπτονται διὰ μεμονωμένου σύρματος πρὸς τὸν πομπὸν σταθμὸν (τὸν πέμποντα τὸ συνθήμα) Α. Εὐθὺς ὡς τὸ ρεῦμα τῆς ἐν Α συστοίχιας ἀντιστραφῇ διὰ τινος μεταβολῆς (ἐδ. 315), αἱ ἐν Β μαγνητικαὶ βελόναι ἐκτρέπονται ἀντιθέτως· διὰ τοῦ συνδυασμοῦ δὲ πολλῶν ἀλλεπαλλήλων μεταβολῶν συντίθενται συνθήματα ἀντιστοιχοῦντα πρὸς ἕκαστον τῶν γραμμάτων τοῦ ἀλφαβήτου.

325. Ὁ δὲ ἐπίσης ὑπὸ τοῦ Wheatstone ὑποδειχθεὶς καὶ ὑπὸ τοῦ Siemens (1848) τελειωθεὶς τηλεγράφος διὰ δεικτῶν ἔχει ὡδὲ πως. Ἐν τῷ πομπῷ σταθμῷ Α (Σχ. 330) ὑπάρχει πλάξ, ἥτις ἐπὶ περιφερείας κύκλου φέρει 24 μεταλλικὰ πέταλα χωρίζομενα, ἀπ' ἀλλήλων διὰ μονούσης μᾶζης ἐλαστικοῦ κόμμεως, ἐφ' ὧν εἰσιν ἀναγεγραμμένα τὰ 24 γράμματα καὶ περὶ τὸ κέντρον τῆς περιφερείας ταύτης ἡ μεταλλικὴ κώπη ΓΔ, στρεπτὴ διὰ τῆς λαβῆς Δ. Τὰ 24 πέταλα συνάπτονται πρὸς τὸν θετικόν, τὸ δὲ κέντρον τῆς στροφῆς Γ διὰ τοῦ σύρματος ΛΛ καὶ διὰ τῆς γῆς ΕΕ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς ἀλύσεως Κ, ὥστε τὸ ρεῦμα κλείεται καὶ ἀνοίγεται τοσάκις, ὅσας τὸ ἄκρον Δ τῆς κώπης, ἢν στρέφομεν, ἐπολισθαίνει εἰς τὰ πέταλα. Τὸ ρεῦμα διοχετευόμενον οὕτω διὰ τοῦ ἀ-

γωγοῦ σύρματος ΛΛ πρὸς τὸν δέκτην σταθμὸν Β διαρρέει. ἐκεῖ τὰς σπείρας τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου Μ, παρ' ᾧ κίωρεῖται τὸ ἀγκύριον Ν, κρατούμενον δι' ἐλατηρίου εἰς τινα ἀπόστασιν ἀπὸ τῶν πόλων αὐτοῦ ἐνόσω διατελεῖ ἡμαγνήτιστος· τὸ ἀγκύριον τοῦτο ἀπ᾽ ἑλκεται καὶ πάλιν ἀφίσταται τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου κατὰ πᾶσαν κλείσιν καὶ ἀνοίξιν τοῦ ρεύματος. Ἀλλὰ διὰ τοῦ μοχλοῦ Ρ, οὐτινος οἱ ὀδοντεὶς παρεντίθενται μεταξύ τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ Τ, μεταβιβάζεται ἡ κίνησις τοῦ ἀγκυρίου εἰς τὸν ὀδοντωτὸν τροχόν, ὥστε οὗτος ἀνὰ πᾶσαν δόνησιν τοῦ ἀγκυρίου στρεφόμενος προχωρεῖ καθ' ἓνα ὀδόντα. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ τροχοῦ, ὅστις φέρει 24 ὀδόντας ἐστὶν ἐστηρικμένος δείκτης, οὐτινος τὸ ἄκρον Σ διατρέχει κατὰ πᾶσαν περιστροφὴν τὴν περιφέρειαν τῆς πλακὸς τῶν συνθημάτων Ο. Ἡ περιφέρεια αὕτη ἐστὶν ἐπίσης διηρημένη εἰς 24 ἴσα μέρη σεσημασμένα διὰ τῶν 24 γραμμάτων τοῦ ἀλφαβήτου· κατὰ πᾶσαν ἄρα διάλειψιν καὶ ἀποκατάστασιν τοῦ ρεύματος ὁ δείκτης προχωρεῖ καθ' ἓν γράμμα, ἀκολουθῶν ἀκριβῶς εἰς τὴν κίνησιν τῆς κώπης ΓΔ. Ἐὰν ἐπομένως ἀμφότεροι οἱ δείκταις τεθῶσι κατ' ἀρχὰς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ γράμματος, οἷον ἐπὶ τοῦ α, τῆς κώπης στρεφόμενης διηνεκῶς ἀντιστοιχοῦσιν· ἥτοι, ἐὰν ὁ ἐκ τοῦ σταθμοῦ Α τηλεγραφῶν στήσῃ τὴν κώπην κατὰ διαδοχὴν ἐπὶ τῶν γραμμάτων τ, η, λ... ὁ ἐν τῷ σταθμῷ Β ἀναγινώσκει τὰ αὐτὰ γράμματα ἐπὶ τῆς πλακὸς τῶν συνθημάτων.



326. Τὸ δὲ νῦν μᾶλλον εὔχρηστον τηλεγραφικὸν σύστημα ἐστὶν ὁ γράφων τηλεγράφος τοῦ Morse (1844). Ἐν τῷ δέκτηι σταθμῷ Β

Τὸ τοὺς δύο τηλεγραφικοὺς σταθμοὺς πρὸς ἀλλήλους συνάπτον σύρμα δέον ἵνα ᾗ καλῶς μεμονωμένον· πρὸς τοῦτο τοὺς μὲν ἐν τῷ ἀέρι τεταμένους βοηθόρους στήριζομεν ἐπὶ τῶν τηλεγραφικῶν κοντῶν διὰ μονούντων κωδωνομόρων φορέων ἐξ ὕψου ἢ ἐκ πορκελλάνης, τοὺς δὲ ὑποθαλάμους καὶ τοὺς ὑποβρυχίους περικαλύπτομεν ἐν γουττατέρῃ. Κατασκευάζονται δὲ τὰ ἀγωγά σύρματα ἢ ἐκ χαλκοῦ, ἢ πρὸς μακροτάτας ἐν τῷ ἀέρι ἀγωγὰς ἐκ σιδήρου ἐπιφειδωργύρου διὰ τὸ εὐωνον. Καὶ ἔθηκε μὲν τις ὑπολάβειν ὅτι πρὸς τηλεγραφικὴν ἐνέργειαν ὑπάρχει ἀνάγκη δύο συρμάτων πρὸς ἐποχέουσιν καὶ πρὸς ἀνἀκαψιν τοῦ ρεύματος, καὶ ὅντως ἐποιοῦντο κατ' ἀρχὰς χρῆσιν τοῦ τοιοῦτου διπλοῦ κυκλώματος· ἀλλ' ὁ Steinheil (1838) κατέδειξεν ὅτι ἀρκεῖ τὸ ἀπλοῦν σύρμα, ἐπειδὴ πρὸς ἀνἀκαψιν χρησιμεύει ὡς ἀγωγὸς τὸ ἕδαφος, ἐάν μόνον (ὁπερ ἀπαράιτητον) συναφθῶσιν ἀμφότερα τὰ ἄκρα τοῦ βοηθόρου πρὸς μεταλλικὰς πλάκας κατορωρυγμένας εἰς τὸ ὑγρὸν ἕδαφος ἢ βεθυθισμένας εἰς ὕδωρ φρέατος.

Πρὸς ἐπίσταςιν δὲ τῆς προσοχῆς τοῦ δεχομένου τὸ τηλεγράφημα λειτουργοῦ ἢ κρούεται· κατ' ἀρχὰς μεταλλικὸν κωδωνιον ὑπ' αὐτοῦ τοῦ ηλεκτρομαγνητικοῦ ἀγκυρίου, ἢ κινούσιν αἱ δυνάμεις αὐτοῦ ἐπίτηδες τεταμένον κωδωνοφόρον ὄργανον.

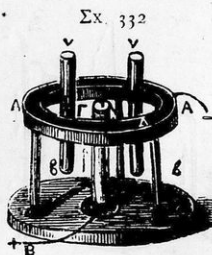
Ὁ Hughes ἐπένοησεν ἐν πάσῃ τῇ νῦν τελειότητι αὐτῆς τὴν ἐκτυπῶσαν τηλεγράφον μηχανήν, (New York, 1861) ἐκδιδοῦσαν ἐπὶ χάρτου ἀντίτυπα τῶν ἐπιστελλομένων τηλεγραφημάτων διὰ τῶν κοινῶν τυπογραφικῶν χαρακτήρων, καὶ ὁ Caselli (1865) τέλος τὴν παντηλεγράφον δι' ἧς κατορθοῦνται ἐν τῷ δέκτρῳ σταθμῷ ὁμοίωτα ἀπεικασματα πάσης γραφῆς ἢ εἰκόνας.

Ἡ τηλεγραφικὴ κοινολογία οὐσιασδῶς ἐπεταχύνθη διὰ τῆς ἐπιτυχούς λύσεως τοῦ προβλήματος τῆς συγχρόνου ἐποχευόμενης πολλῶν τηλεγραφημάτων διὰ τοῦ αὐτοῦ σύρματος δυνατόν π. χ. ἵνα ἐπισταλῶσι καθ' ὥραν 80 ἕως 100 τηλεγραφήματα ἐξ εἰκοσι λέξεων κατὰ μέσον ὅρον (Πολυγράφος τοῦ Meyer).

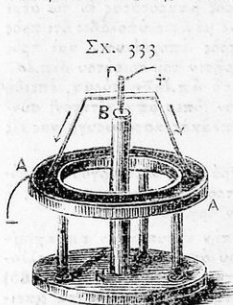
327. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΟΛΩΝ ΠΕΡΙ ΒΟΗΘΟΡΟΥΣ ΚΑΙ ΒΟΗΘΟΡΩΝ ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥΣ ΠΟΛΟΥΣ. Ἀνωτέρω (ἐδ. 315) ἐρρήθη ὅτι ἡ δύναμις δι' ἧς ἐνεργεῖ σύρμα ὑπὸ ρεύματος διαρρέομενον ἐπὶ μαγνητικοῦ πόλου διακρίνεται πασῶν τῶν δυνάμεων περὶ ὧν ἐπραγματεύθημεν διὰ τῆς χαρακτηριστικῆς ιδιότητος ὅτι κέκτεται διεύθυνσιν κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σύρματος καὶ τοῦ πόλου καὶ ὅτι ἤθελεν ἐπιφέρει περιφορὰν τοῦ πόλου περὶ τὸν ἀγωγόν, εἰ κατωρθοῦτο ὁ χωρισμὸς τῶν πόλων ἀπ' ἀλλήλων. Ἐπειδὴ δὲ πᾶσα ἐνέργεια ἐν τῇ φύσει προκαλεῖ ἴσην ἀντενέργειαν, πᾶς ἀκίνητος μαγνητικὸς πόλος ἀσκεῖ ἐπίσης εἰς βοηθόρον ὑπάρχοντα πλησίον αὐτοῦ ἐνέργειαν, δι' ἧς ἐάν ὁ ἀγωγὸς τύχῃ εὐκίνητος ἐκτελεῖ περὶ τὸν μαγνητικὸν πόλον συνεχῆ περιφορὰν.

Ἀμφοτέρω τὰ εἶδη ταῦτα τῆς ηλεκτρομαγνητικῆς κυκλοφορίας ἐπέτελεσεν ὁ Faraday οὕτως·

1^{ον} Κυκλοφορία τοῦ πόλου περὶ τὸν βοηθόρον (Σχ. 332). Δύο παράλληλοι μαγνήται ἐν, ἐν ἔχοντες τοὺς ὁμωνύμους, ὅσον τοὺς βορείους πόλους, πρὸς τὰ κάτω καὶ ὄντες συνδεδεμένοι ζυγηδὸν διὰ σύρματος ἐν σχήματι Η ἐρεθίζονται εἰς τὸ Γ ἐπὶ ἀκίδος ἐκ χαλύβδος πρὸς εὐστροφίαν ἐντελῆ. Ἡ ἀκὶς αὕτη ἐστὶ βεθυθισμένη εἰς κοτύλην περιέχουσαν ὑδράργυρον καὶ συναπομένει πρὸς τὸ ἀνωτέρω ἄκρον τοῦ κατὰ σάθμην ἀγωγοῦ σύρματος ΒΓ. Περικυκλοῦται δὲ τὸ σύστημα τῶν δύο μαγνητῶν ὑπὸ κυκλικῆς, ἐυλίνης καὶ πλήρους ὑδράργυρου αὐλάκος ΑΑ ἐν ἧς βυθίζεται ἡ ἐκ λευκοχρύσου ἀκὶς ὀριζοντιοῦ σύρματος ἀρχομένου ἀπὸ Γ· καὶ ἡ μὲν αὐλὰξ συνάπτεται πρὸς τὸν ἀρνητικόν, τὸ δὲ σύρμα Β πρὸς τὸν θετικὸν πόλον τῆς ἀλύσεως, ὥστε τὸ θετικὸν ρεῦμα ἐπιστρέφει εἰς τὴν ἄλυσιν διὰ τῆς ὁδοῦ ΒΓΔΑ. Τὸ ἀπὸ Β εἰς Γ ἀνερχόμενον ρεῦμα ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν πόλων β, β ἐπιφέρει



τὴν περιφορὰν τοῦ μαγνητικοῦ συστήματος καθ' ἣν διεύθυνσιν ὀρίζει ὁ κανὼν τοῦ Ampère (ἐδ. 315) ἢ τοὺς ἀντιθέτως πρὸς τὴν στροφὴν τῶν δεικτῶν ὥρολογίου. Μεταβαλλομένης τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος ἢ ἀντιστρεφομένων τῶν μαγνητικῶν πόλων ἀντιστρέφεται καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς κυκλοφορίας.

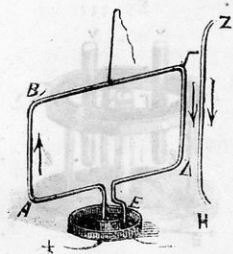


2^α Κυκλοφορία τοῦ ροηφόρου περὶ τὸν πόλον. Ἐκ τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου τοῦ μονίμως ἐστηρικμένου μαγνήτου BN (Σκ. 333) αἰσθρῆται λίαν εὐστροφον περὶ ἀξίδα τὸ χαλκοῦν τόξον ΑΓΑ, οὗτινας τὰ ἐκ λευκοχρύσου ἄκρα εἰσὶ βεβυθισμένα εἰς τὴν πλήρη ὑδραργύρου αὐλάκα ΔΑ. Αὕτη ἐστὶ συνημμένη πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς ἀλύσεως, ἧς ὁ θετικὸς ροηφόρος εἰσδύει εἰς κοτύλην ἐστηρικμένην εἰς Β καὶ περιέχουσαν ὑδράργυρον. Τὸ θετικὸν ρεῦμα φθάνον εἰς Β διχάζεται καὶ καταρρέει δι' ἀμφοτέρων τῶν βραχιόνων τοῦ τόξου κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΑ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐνέργεια τοῦ πλησιεστέρου εἰς τὸ ρεῦμα πόλου Β ὑπερτερεῖ τῆς ἀσθενεστάρας ἐνεργείας τοῦ μᾶλλον ἀπέχοντος πόλου Ν τὸ τόξον ΑΓΑ στρέφεται ὡς οἱ δείκται ὥρολογίου. Μεταβαλλομένης τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος ἢ τῆς θέσεως τῶν πόλων συμμετάβλλεται καὶ ἡ διεύθυνσις τῆς κυκλοφορίας.

328. ΕΛΕΙΣ ΚΑΙ ΡΕΙΣ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ. Μελετῶν τὴν μεταξύ ἡλεκτρικῶν ρευμάτων καὶ μαγνητικῶν πόλων ἀμοιβαίαν ἐνέργειαν ὑπόπτευσεν ὁ Ampère ὅτι καὶ δύο εὐκίνητα ροηφόρα σύρματα ἐνεργοῦσι μηχανικῶς πρὸς ἄλληλα. ὄντως δὲ ἡ εἰκασία αὐτοῦ ἀπεδείχθη ὀρθή καὶ οἱ ὑπ' αὐτοῦ ἀνακαλυφθέντες νόμοι (1820) τῆς ἐνεργείας ταύτης συνοψίζονται ἐν ταῖς ἐξῆς προτάσεσι. *Δύο ροηφόροι παράλληλοι ἀνθέλκονται μὲν ἐὰν διαρρέωνται ὑπὸ ρευμάτων ὁμοίως διευθυνομένων, ἀνταποθῶνται δὲ ἐὰν διαρρέωνται ὑπὸ ρευμάτων ἀντιθέτως διευθυνομένων.* — *Ὅταν δύο παρακείμενοι ροηφόροι σχηματίζωσι πρὸς ἀλλήλους γωνίαν τινα, αἱ μεταξὺ τῶν μερῶν αὐτῶν ἑλκτικαὶ καὶ ὠστικαὶ ἐνέργειαι συντελοῦσι πρὸς τὸ καταστήσαι τὰς διευθύνσεις τῶν ρευμάτων παράλληλους καὶ ὁμοίας.*

Τὸ ἐν σχήματι ὀρθογώνιου κεκαμμένον ἀγωγὸν σύρμα ΑΒΓΔ (Σκ. 334) ἐξήρτηται πρὸς ἀκώλυτον στροφὴν ἐκ νήματος μετάξης, ἔχον τὰ ἄκρα μεμονωμένα ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων τοῦτων ἐστὶ βεβυθισμένον εἰς τὸν ἐν τῇ κεντρικῇ κοτύλῃ ὑδράργυρον, ὅστις συνάπτεται πρὸς τὸν θετικὸν πόλον τῆς ἀλύσεως, τὸ δὲ ἄλλο εἰς τὸν ὑδράργυρον τὸν ἐντός τῆς κυκλικῆς αὐλάκος Ε, ἧς περικυκλοῖ τὴν κεντρικὴν κοτύλην καὶ συνάπτεται πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον· διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως τὸ σύρμα στρέφεται ἀκωλύτως μὴ παυομένης τῆς πρὸς τοὺς πόλους τῆς ἀλύσεως συναφῆς. Ἐὰν εἰς τὴν πλευρὰν ΓΔ τοῦ ὀρθογωνίου πλησιάσωμεν ἕτερον παράλληλον ροηφόρον ΖΗ παρατηρούμεν ἐπέρχομένην ἐλξιν ἢ ὥσιν, καθόσον ἡ ἐν ἀμφοτέροις τοῖς σύρμασι διεύθυνσις τῶν ρευμάτων ἐστὶν ὁμοία ἢ ἀντίθετος. Ἐὰν δὲ εἰς τὸ ὀρθογώνιον πλησιάσωμεν ἕτερον ροηφόρον ὀρθογώνιον, τὰ ἐπίπεδα αὐτῶν στρεφόμενα κατανῶσι παράλληλα οὕτως ὥστε αἱ πλευραὶ αὐτῶν διαρρέονται ὑπὸ ρευμάτων ὁμοίας διευθύνσεως. Ἀλλὰ καὶ αἱ ἐνέργειαι τῶν μαγνητικῶν πόλων ἐπὶ τῶν εὐκινήτων ροηφόρων γίνονται ευχερῶς καταφανεῖς διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης· καθὼς προσπαθεῖ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ὅπως στήσῃ τὴν βελόνην κάθετον ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ, ὁμοίως καὶ

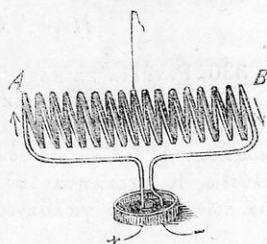
Σκ. 334



τὸ ἐπίπεδον εὐκινήτου ἀγωγοῦ σύρματος διατίθεται τέλως κάθετον ἐπὶ τὴν ἄενα μαγνητικῆς ράβδου εἰσηγμένης ἐν αὐτῷ, στρεφόμενον ἀμφοδίως ἵνα τὸ ρεύμα διαρρέῃ τότε τὸν ἀγωγὸν περὶ τὸν μαγνήτην καθ' ἣν διεύθυνσιν ὀρίξει ὁ κανὼν τοῦ Ampère.—Καὶ ὁ γηγενὴς μαγνητισμὸς ἐνεργεῖ κατευθύνων τοὺς λίαν εὐκινήτους ρομφόρους, διατίθει τὰ ἐπίπεδα αὐτῶν κάθετα ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς βελόνης τῆς ἀποκλίσεως.

329. ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΗ ΡΕΥΜΑΤΑ. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΟΝ AMPÈRE (1826). Αἱ ἐν τοῖς προηγουμένοις περιγραφείσαι ἀμφοβλαῖαι ἐνέργειαι μεταξὺ ἡλεκτρικῶν ρευμάτων καὶ μαγνητικῶν πόλων ἐκδηλοῦνται ἐντονώτεραι ἐὰν μεταχειρίζομεθα ἀντ' ἐνὸς ἑλιγμοῦ κυλινδρικήν σπείραν ἐκ πολλῶν ἑλιγμῶν ἐχόντων τὰ ἐπίπεδα παράλληλα. Τὰ τοιαῦτα σπειροειδῶς εἰλιγμένα ἀγωγὰ σύρματα (Σχ. 335) ὧν οἱ ἑλιγμοὶ διαρρέονται πάντες ὑπὸ τοῦ ρεύματος καθ' ὁμοίαν διεύθυνσιν, ἐκάλεσεν ὁ Ampère σωληνοειδῆ. κέκτηνται δὲ καὶ ταῦτα, ἀναρτηθέντα πρὸς ἀκώλυτον στροφὴν ὡς τὸ ἀνωτέρω ὀρθογώνιον (ἐδ. 328), τὴν ιδιότητα τοῦ στρέφεσθαι ἕνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς γῆς, μέχρις οὗ τὰ μὲν ἐπίπεδα τῶν ἑλιγμῶν πάντων καταστῶσι κάθετα ἐπὶ τὴν βελόνην τῆς ἀποκλίσεως, ὁ δὲ ἄξων αὐτῶν παράλληλος πρὸς αὐτήν. Καὶ καθόλου μὲν τὸ ὑπὸ ρεύματος διαρρέομενον σωληνοειδὲς διατίθεται κατὰ πάντα ὡς ἡ μαγνητικὴ βελόνη· ἀντιστοιχεῖ δὲ ἰδίως πρὸς μὲν τὸν βόρειον αὐτῆς πόλον ἐκεῖνο τῶν ἡκρων τοῦ σωληνοειδοῦς ὕπερ νοηθὲν ἐστραμμένον πρὸς τὰ ἡνω διαρρέεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος ἀντιθέτως πρὸς τὴν στροφὴν δεικτῶν ὥρολογίου, πρὸς τὸν νότιον δὲ τὸ ὑπὸ τοῦ ρεύματος διαρρέομενον ἡκρον ὡς στρέφονται οἱ τοῦ ὥρολογίου δεικται. Ἐὰν δὲ πλησιάζωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς πόλους δύο σωληνοειδῶν ΑΒ, ΓΔ (Σχ. 336) ἐπέρχεται ἑλξίς ἢ ὥσις καθόσον αἱ ἐν αὐτοῖς διευθύνσεις τῶν ρευμάτων εἰσὶν ὁμοίαι ἢ ἀντίθετοι· ὥστε οἱ ὁμώνυμοι αὐτῶν πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους ὡς φανερόν ἐκ τοῦ σχήματος, οἱ δὲ ἐτερόνυμοι ἑλκοντιν ἀλλήλους ὡς οἱ πόλοι δύο μαγνητικῶν βελονῶν· ὁμοίως δὲ ὁ ἕτερος τῶν πόλων σωληνοειδοῦς τινος ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ ὁμώνυμου ἑλκεται δὲ ὑπὸ τοῦ ἐτερόνυμου πόλου τῆς μαγνητικῆς βελόνης.

Σχ. 335



Σχ. 336



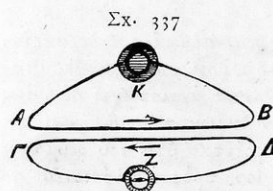
Ἐπὶ τῶν ιδιοτήτων τούτων τῶν σωληνοειδῶν ρευμάτων ἐστήριξεν ὁ Ampère τὴν κατ' αὐτὸν νέαν θεωρίαν τῶν μαγνητικῶν φαινομένων, καθ' ἣν ἀπορρίπτοντες ὡς περιττὴν τὴν περὶ ἰδίων μαγνητικῶν ρευστῶν ὑπόθεσιν, (ἐδ. 293) ἀναφέρομεν πάσας τὰς μαγνητικὰς ἐνεργείας εἰς τὴν ἐκτὸς τῶν μαγνητικῶν σωμάτων ὑπαρξίν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων. Ὁ Ampère δηλονότι δοξάζει ὅτι τὰ μόρια τοῦ σιδήρου καὶ ἀμαγνήτιστα ὄντα περιφέρονται ὑπὸ ἡλεκτρικῶν κυκλικῶν στοιχειωδῶν ρευμάτων, ὧν αἱ πρὸς τὰ ἐκτὸς ἐνεργεῖαι ἀναγνιζοῦνται ἐπειδὴ τὰ ἐπίπεδα αὐτῶν κείνται ἀτάκτως καὶ κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν,

καὶ ὅτι μαγνητίζειν ἐστὶν ἡ παράλληλος διευθετήσις πάντων τῶν ρευμάτων τούτων, ὅπου κατορθοῦται διττῶς (ἐδ. 328) ἢ διὰ τοῦ χαλθανικοῦ ρεύματος καὶ μάλιστα διὰ σωληνοειδοῦς ρεύματος περιρρέοντος σπειροειδῶς τὴν σιδηρὰν ράβδον καὶ διευθετοῦντος τὰ ἐπίπεδα τῶν στοιχειωδῶν ρευμάτων παράλληλως πρὸς τοὺς ἐλιγμούς αὐτοῦ, ἢ διὰ τοῦ πλησιασμοῦ μαγνήτου ἔχοντος ἥδη τὰ στοιχειώδη ρεύματα παράλληλως διευθετημένα. Καὶ ὁ μὲν μαλακὸς σίδηρος ἔχων φύσει τὰ μόρια *lilia* εἰστροφα μαγνητίζεται ἐνεκα τούτου ευχερῶς, ἀλλ' ἡ διάταξις τῶν μορίων διαρκεῖ ἐν αὐτῷ ὅσον καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς μαγνητιζούσης δυνάμεως· ἡ δὲ ἐν τῷ χάλυβι συνεκτικὴ δύναμις ἐρμηνεύεται διὰ τῆς ὑποθέσεως ὅτι τὰ μόρια αὐτοῦ ὄντα ἥτερον εὐκίνητα ἀπαιτοῦσι μὲν ἰσχυρότερον μαγνητίζουσαν δύναμιν πρὸς παράλληλον διάταξιν τῶν στοιχειωδῶν ρευμάτων, διατηροῦσιν ὅμως τὴν παράλληλον διεύθυνσιν αὐτῶν καὶ παυσάμενης τῆς μαγνητιζούσης ἀφορμῆς.

ΤΜΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Περὶ ἐπαγωγίων ρευμάτων.

330. ΡΕΥΜΑΤΑ ΕΞ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΠΑΓΩΓΗΣ. Ἡ γένεσις ἡ ὁ ἀφανισμὸς ἡλεκτρικοῦ ρεύματος προκαλεῖ ἐντὸς ἀγωγῶν παρακειμένων εἰς τὸ κύκλωμα τῆς ἀλύσεως ἡλεκτρικὰς κινήσεις ὡς καλοῦμεν ἐπαγωγίμα ρεύματα. 1^{ον}) Ἐὰν εἰς τὸν ῥομφόρον AB (Σχ. 337) τῆς χαλθανικῆς ἀλύσεως K παράκηται τὸ παράλληλον αὐτῷ σύρμα ΓΔ, ἀποτελοῦν διὰ τῶν πρὸς τὸ χαλθανόμετρον Z συναπτομένων αὐτοῦ ἄκρων ἀγω-



γὼν συνεχῇ καὶ κεκλεισμένον, διαρρέεται τοῦτο ὑπὸ ρεύματος ἐπαγωγίμου, ὡς αὖτις ἐν τῷ ἐπαγωγῷ σύρματι AB γεννᾶται ἡ ἀφανίζεται τὸ ρεῦμα τῆς ἀλύσεως· καὶ τὸ μὲν κατὰ τὴν γένεσιν διεγείρομενον ἐπαγωγίμον ρεῦμα ἢ τὸ παρρρέυμα τῆς κλείσεως διεθύνεται ἀντιθέτως πρὸς τὸ ἐπαγωγὸν ρεῦμα, τὸ δὲ κατὰ τὸν ἀφανισμόν ἢ τὸ παρρρέυμα τῆς

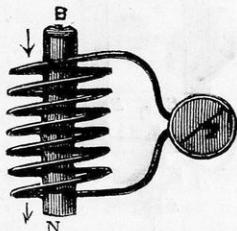
ἀνοίξεως διεθύνεται ὁμοίως αὐτῷ, ὡς φανεροῦται ὑπὸ τῆς διεθύνσεως τῆς ἐκτροπῆς τοῦ χαλθανομέτρου Z. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν ἡ ἐντάσις τοῦ ἐν AB ρεύματος διατελῇ ἀμετάβλητος οὐδεμία συμβαίνει ἡλεκτρικὴ κίνησις ἐν τῷ ἐπαγωγίμῳ σύρματι· πᾶσα ὅμως αὐξήσις ἢ ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος ἐν τῷ ἐπαγωγῷ σύρματι προκαλεῖ ἐν τῷ ἐπαγωγίμῳ ρεῦμα ἐπαγωγίμον, οὗτινος ἡ τε ἐντάσις καὶ ἡ διάρκεια ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ μεγέθους καὶ ἐκ τῆς διαρκείας τῆς ταλαντώσεως τοῦ ρεύματος ἐν τῷ ἐπαγωγῷ σύρματι. Τὰ τοιαῦτα διὰ τῆς κλείσεως καὶ τῆς ἀνοίξεως διεγείρομενα εἰς ἐπαγωγῆς ρεύματα ἔχουσι τὴν διάρκειαν ἀμετρήτως βραχεῖαν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐντάσις τοῦ ἐπαγωγίμου ρεύματος ἐπιτείνεται ὅταν ἐπιμηκύνονται τὰ παρακείμενα ἀλλήλοις τμήματα τῶν συρμάτων AB, ΓΔ, μετασχηματίζουσι ταῦτα συνήθως εἰς δύο πλησίας ἀλλήλων εἰλιγμένας παραλλήλους σπείρας ἐκ χαλκοῦ σύρματος περιειλημένου σπρικῷ. — Ἐπαγωγίμα ρεύματα διεγείρονται ἐν παρακειμένοις σύρμασι καὶ τῇ ἐκκενώσει λουγδουνικῆς

συστοιχίας (ιδ. 284). 2^{ον}) Ἐὰν τὸ ὑπὸ ἀμεταβλήτου ρεύματος διαρρέμενον σύρμα AB πλησιάζῃ εἰς τὸν κεκλεισμένον ἄγωγόν ΓΔΖ ἢ ἐὰν μακρύνῃται ἀπ' αὐτοῦ, προκαλεῖται ἐν τῷ ἄγωγῳ τοῦτ' ἢ γένεσις ρεύματος ἐπαγωγίμου ἔχοντος κατὰ μὲν τὸν πλησιασμόν ἐναντίαν κατὰ δὲ τὸν μακρυσμὸν ὁμοίαν διεύθυνσιν πρὸς τὸ ἐπαγωγὸν ρεῦμα.

Τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἀνεκαλύφθησαν ὑπὸ τοῦ Faraday ἐν ἔτει 1821.

331. ΡΕΥΜΑΤΑ ΕΚ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΑΓΩΓΗΣ. Κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν μαγνητικῆς ράβδου (Σχ. 338) εἰς κεκλεισμένην σπείραν ἐκ σύρματος διεγείρεται ἐν τοῖς ἑλιγμοῖς αὐτῆς ρεῦμα ἐπαγωγίμον καὶ δευτερον ἀντιθέτου διευθύνσεως κατὰ τὴν ἐξαγωγὴν αὐτῆς. Ὅμοιον φαινόμενον ἐπέρχεται ὅταν ράβδος μαλακοῦ σιδήρου ὑπάρχουσα ἐν τῇ σπείρᾳ μαγνητίζεται, διὰ τῆς προσπελάσεως π. χ. τῶν πόλων μονίμου μαγνήτου ἢ διὰ τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος καὶ ὅταν ἀπολλύῃ τὸν μαγνητισμὸν αὐτῆς. Τὴν διεύθυνσιν τῶν οὕτω διεγειρομένων ἐπαγωγίμων ρευμάτων ὀρίζομεν νοῦντες ἀντὶ τοῦ μαγνήτου σωληνοειδὲς ἢ σύστημα στοιχειωδῶν ρευμάτων κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (ιδ. 329)· τὸ κατὰ τὴν εἰσαγωγὴν τοῦ μαγνήτου εἰς τὴν σπείραν ἢ τὸ κατὰ τὴν διέγερσιν τοῦ μαγνητισμοῦ προκαλούμενον ἐπαγωγίμον ρεῦμα ἐστὶν ἀντίθετον πρὸς τὰ στοιχειώδη ρεύματα, τὸ δὲ κατὰ τὴν ἐξαγωγὴν ἢ κατὰ τὸν ἀφανισμόν τοῦ μαγνητισμοῦ προκαλούμενον διευθύνεται ὡς καὶ τὰ στοιχειώδη ρεύματα· ἐπειδὴ π. χ. περὶ τὸν πρὸς τὰ ἄνω ἐστραμμένον βόρειον πόλον τοῦ μαγνήτου περιστρέφονται τὰ ρεύματα ἀντιθέτως πρὸς τὴν κίνησιν δεικτῶν ὥρολογίου, τὸ διαρρέον τοὺς ἑλιγμοὺς τῆς σπείρας ἐπαγωγίμον ρεῦμα κατὰ μὲν τὴν εἰσαγωγὴν τοῦ μαγνήτου περιστρέφεται ὡς οἱ δείκται τοῦ ὥρολογίου, κατὰ δὲ τὴν ἐξαγωγὴν ἀντιθέτως.

Σχ. 338



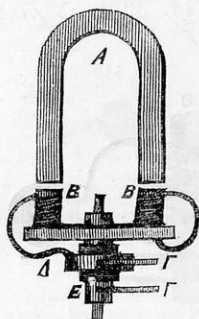
Καθόλου μὲν ἐπαγωγίμα ρεύματα διεγείρονται ὡςάκις ἢ μαγνητικὸς πόλος κινεῖται πλησίον κεκλεισμένου ἄγωγου ἢ κεκλεισμένος ἄγωγὸς πλησίον μαγνητικοῦ πόλου· κατὰ κανόνα δὲ ὀφειλόμενον εἰς τὸν Lenz (1834), ἢ διευθύνσεως τῶν προκαλουμένων ἐπαγωγίμων ρευμάτων δὲ τῶν πρὸς ἀλλήλους κινήσεων μαγνητικῶν πόλων καὶ ἄγωγῶν ἐστὶ πάντοτε τοιαύτης φύσεως ὥστε αἱ ἐκ τοῦ ἐπαγωγίμου ρεύματος προερχόμεναι ἡλεκτρομαγνητικαὶ ἐλκτικαὶ ἢ ὀστικαὶ δυνάμεις ἐνεργοῦσι πρὸς κώλυσιν τῆς κινήσεως. Οἷον κατὰ τὴν προσπίλασιν τῶν παραλλήλων συρμάτων ΑΒ, ΓΔ (Σχ. 337) προκύπτει ἐπαγωγίμον ρεῦμα ἀντιθέτου διευθύνσεως· ἐπειδὴ δὲ τὰ ἀντιθέτως διευθυνόμενα παράλληλα ρεύματα ἀναπωθούνται (ιδ. 328), ἢ ὡς αὐτενεργεῖ εἰς τὴν προσπελάζουσαν τὰ σύρματα κίνησιν· ὁμοίως ἀντενεργεῖ εἰς αὐτὴν ἢ ἐκ τοῦ ὁμοίως διευθυνομένου ἐπαγωγίμου ρεύματος ἑλξίς, ὅταν μακρύνωμεν τὰ σύρματα ἀπ' ἀλλήλων. Ὅταν εἰσάγωμεν ἄνωθεν τὴν μαγνητικὴν ράβδον ΒΝ (Σχ. 338) εἰς τὴν σπείραν, τὸ προκαλούμενον ἐπαγωγίμον ρεῦμα ἀποβεῖ τὰ ἀντιθέτως περιστρεφόμενα στοιχειώδη ρεύματα τοῦ μαγνήτου κ.τ.λ.

Ἡ διέγερσις μαγνητοηλεκτρικῶν ἐπαγωγίμων ρευμάτων ἐρμηνεύει καὶ τὴν καταστατικὴν δύναμιν δι' ἣν χαλκὴ πλᾶξ ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν αἰωρήσεων τῆς μαγνητικῆς βί-

λόνης κινουμένης ὑπερβῶν αὐτῆς, καὶ ἐξ ἧς ὁ Αγαθοὺς ὠδηγήθη (1825) εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ ὑπ' αὐτοῦ κληθέντος *περιστροφικοῦ μαγνητισμοῦ*. "Ὅταν χαλκὴ πλᾶξ περιστρέφεται ὑποκάτω μαγνητικῆς βελόνης ἀκωλύτως αἰωρουμένης ἐν ὁρίζοντι ἐπιπέδῳ, ἡ βελὼν ἐκτρέπεται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς στροφῆς, καὶ ἐπὶ τέλους συμπεριστρέφεται ἐὰν ἡ στροφή τῆς πλάκας ἀρκούντως ἐπιταχυνθῇ καὶ ἀντιστρόφως, εἰς κυκλικὴν χαλκῆν πλάκα αἰωρουμένην ἐπὶ ἀκίβος μεταδίδομεν περιστροφικὴν κίνησιν στρέφοντες λίαν ταχέως ὑπ' αὐτὴν σελιναῖον μαγνήτην ἔχοντα τοὺς πόλους πρὸς τὰ ἄνω. Τὸ πείραμα ἐπιτυγχάνει ἐπίσης καὶ μεθ' ἑτέρων μετάλλων, ἀλλὰ τ' ἀποτελέσματα εἰσι τόσῳ ἀσθενέστερα ὅση ἐλάσσων ἡ ἀγωγὸς αὐτῶν δύναμις (ἐδ. 319). — Ἡ κίνησις χαλκοῦ κύβου ἐξαερωμένου ἐκ νήματος καὶ ταχέως περιστρεφομένου μεταξὺ τῶν πόλων ἡλεκτρομαγνήτου αἰφνιδίως ἀναχαίττεται, ὅταν κλείοντες τὸ βέυμα μαγνητίσωμεν αὐτόν.

332. ΜΑΓΝΗΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΕΠΑΓΩΓΙΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΑΙ. Τὰς πρὸς διέγερσιν ἐπαγωγίμων βευμάτων κατὰ τὸ δυνατόν ἐντόνων χρησιμεύουσας ἐπαγωγικὰς συσκευὰς διαιρέσωμεν εἰς *μαγνητοηλεκτρικὰς* καὶ εἰς *ἡλεκτρομαγνητικὰς*, καθόσον μεταχειρίζομεθα μονίμους μαγνήτας ἐκ χαλυβος ἢ ἡλεκτρομαγνήτας πρὸς ἐπίτευξιν τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς

Σχ. 339



ἐπαγωγῆς. Ἡ *μαγνητοηλεκτρικὴ ἐπαγωγικὴ συσκευή* (Stöhrer 1844) (Σχ. 339) περιλαμβάνει οὐσιασδὺς τὸν ισχυρόν, συνήθως ἐκ πολλῶν ἐλασμάτων συγκείμενον σελιναῖον ἐκ χαλυβος μαγνήτην Α καὶ τὸ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἀγκύριον Β εἰς ὃ διὰ στροφάλου μεταδίδεται λίαν ταχέα περιστροφικὴ κίνησις ἐνώπιον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου. Τὸ ἀγκύριον σύγκειται ἐκ δύο σιδηρῶν κυλίνδρων συνδεομένων διὰ σιδηροῦ ζυγοῦ καὶ περικυκλουμένων ὑπὸ τῶν ἐπαγωγίμων σπειρῶν. Ἐνῷ τὰ σκέλη τῶν ἀγκυρίου στρεφόμενα ἐνώπιον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πολεῦνται ἐναλλάξ ἀντιθέτως, διεγείρονται κατὰ πᾶσαν στροφήν δύο ἐπαγωγίμα βεύματα ἐναλλάξ ἀντιθέτου διευθύνσεως ἐν ταῖς

σπείραις, ὧν τὰ πέρατα συνάπτονται πρὸς δύο μεταλλικοὺς δακτυλίους προσηρμοσμένους εἰς τὸν ἄξονα τῆς περιστροφῆς καὶ μεμονωμένους ἀπ' ἀλλήλων ἀφ' ὧν μετοχτετεύονται τὰ βεύματα πορρωτέρω διὰ δύο προστριβομένους αὐτοῖς ἐλασμάτων Γ.

Πρὸς γένεσιν σφοδρῶν φυσιολογικῶν ἀποτελεσμάτων (ἐδ. 334) δεόν ἵνα παρέχωμεν εἰς τὸ ἐπαγωγίμον βέυμα μέχρι τῆς ἐντονωτάτης ἀναπτύξεως αὐτοῦ καλὴν μεταλλικὴν ἀγωγὴν· διότι ὅταν τότε αὕτη αἰφνιδίως διακοπῇ, τὸ ἐκ τῆς διακοπῆς προερχόμενον *ἐπίρρευμα* (ὁρ. ἐδ. 333) εὐρίσκειν ὡς ἀγωγὸν τὸ ἀνθρώπινον σῶμα προξενεῖ ἐν αὐτῷ σφοδρὸν τιναγμὸν. Κατορθούμεν δ' ἐπικίρως τὴν διακοπὴν τῆς μεταλλικῆς ἀγωγῆς σχίζοντες τὸν ἑτερον Δ τῶν δύο μεταλλικῶν δακτυλίων, εἰς οὓς προστριβονται τὰ ἐλασματα Γ, κατὰ τὴν κατάλληλον θέσιν καὶ παρεμβάλλοντες τμήμα κακοῦ τινος ἀγωγοῦ. Ἐν πολλοῖς πειράμασι συμφέρει ἵνα τὰ ἐν ταῖς σπείραις ἐναλλάξ ἀντιθέτως φερόμενα βεύματα μετοχτετεύσωμεν πορρωτέρω κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ὅπερ ἐπιτυγχάνεται δι' ἀρμοδίον μεταβολῆς (παρ. ἐδ. 315).

Πλεῖστα ἐγένοντο ἀπόπειραι ἵνα τὰ ἐκ τῶν μαγνητοηλεκτρικῶν ἐπαγωγικῶν συσκευῶν προερχόμενα ἤλεκτικὰ ἀποτελέσματα χρησιμεύσωσι πρὸς μηχανικοὺς σκοπούς· ἀλλ' ἡ πρᾶξις καταδεικτε τὰς ἐξῆς δυσχερείας· πρῶτον ὅτι οἱ ἐν τοῖς μηχανήμασι τούτοις ἐν

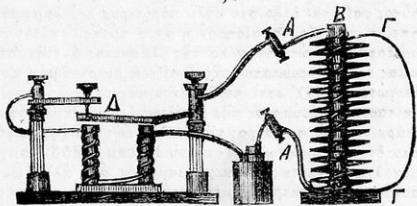
χρησται μαγνήται καὶ ὅταν πολλοὶ συναποτελῶσιν ἰσχυροτάτας μαγνητικὰς δέσμας (ἐδ. 295) οὐδόλως ἐπαρκούσι· πρὸς διέγερσιν βυμάτων τῶσιν ἐντόνων, ὅσων ἀπαιτεῖται ἡ ἐκτέλεσις μεγάλων μηχανικῶν ἔργων, δεύτερον ὅτι οἱ ἐκ χάλυθος μαγνήται ταχέως ἀποβάλλουσι μέρος τῆς ἐνεργείας αὐτῶν, καὶ τρίτον ὅτι ἡ κατασκευὴ τοιούτων μηχανημάτων ἐστὶ πολυδάπανος.

Τὰς δυσχερείας ταύτας τῶν ἀρχαιοτέρων μαγνητοηλεκτρικῶν συσκευῶν ὑπερπεπλήσασαν διὰ τῆς κατασκευῆς τῶν νεωτέρων μηχανῶν ὁ Gramme (1871) καὶ ὁ Hefner-Alteneck (1872). Οὗτοι ἀπέδωκαν τοὺς ἐκ χάλυθος μαγνήτας στήριχόντας ἐπὶ τῇ *dynamo-electric* ἀρχῇ, ἥτις ὑπὸ τοῦ Siemens (1866) πρὸς κατασκευὴν μαγνητοηλεκτρικῶν μηχανῶν ὑποδείχθησα, συντελεῖ πρὸς πρότερον ἀνέλπιστον ἐπίτασιν τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος. Ἡ περὶ ἧς ὁ λόγος ἀρχὴ ἔχει ὥδε· τὸ ἐν τινὶ μάζῃ μαλακοῦ σιδήρου μαγνητικὸν ὑπόλειμμα (ἐδ. 321) χρησιμεύει πρὸς ἐπαγωγὴν ηλεκτρικοῦ ρεύματος ἐν σπείρᾳ κινουμένῃ, ὅπερ διοχετευόμενον δι' ἐτέρας σπείρας περικυκλοῦσας τὴν μάζαν τοῦ μαλακοῦ σιδήρου αὐξάνει τὸν μαγνητισμὸν αὐτῆς· ἀλλ' ἐντεῦθεν προκύπτουσιν ἐξ ἐπαγωγῆς ἰσχυρότερα ρεύματα, ὥστε ἡ ἐνέργεια ἐπιτεινομένη βαθμυδὸν μαγνητίζει τὴν σιδηρὰν μάζαν μέχρι κόρου, ὅτε τὸ ἐννοητότατον καταστὰν ρεῦμα ἀποβαίνει μόνιμον.

Πρὸς *ηλεκτρικὴν* δὲ μεταφορὰν δυνάμεων συνάπτονται δι' ἀγωγῶν σύρματος τὴν ροητόκου μαγνητοηλεκτρικὴν μηχανὴν πρὸς δευτέραν δυναμικὴν μηχανήν, (παρ. ἐδ. 323) ἐν ἧ τὸ ἐντονον ρεῦμα στρέφει μεθ' ἑαυτῆς ἰσχύος κύλινδρον τινα, ἀρ' οὗ διὰ τῶν γνωστῶν μεθόδων ἐπιτυχάνομεν πορρωτέρω οἰονόηποτε μηχανικὸν ἀποτέλεσμα χρησίμουν. Ἀλλ' ἔξισόν ἐστι παρατηρήσεως ὅτι περιστρεφόμενον τοῦ ὅπλιςμου μεταξὺ τῶν μαγνητικῶν πόλων τῶν σχηματίζοντων τὸ καλούμενον *dynamical pedestal* ἐν τῇ δευτέρᾳ μηχανῇ διεγείρεται ηλεκτρικὸν ρεῦμα ἀντιθέτου διευθύνσεως πρὸς τὸ μετοχετευόμενον εἰς αὐτὴν δι' ηλεκτρικῆς μεταφορᾶς ἐκ τῆς ἀρκτικῶς κινουμένης ροητόκου μηχανῆς. Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἀντίθετα ταῦτα ρεύματα διαρρέουσιν κοινὸν ἀγωγόν, τὸ ἐπαγωγόμενον ρεῦμα ἀναίρει μέρος τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐκ τῆς κινήσεως ρεύματος, ὥστε ἡ δευτέρα μηχανὴ ἐκτελεῖ τὸ πολὺ τὸ ἥμισυ τοῦ ἔργου τῆς ἀρκτικῆς κινήτικῆς δυνάμεως. Κατὰ τὴν ἐν Μονάχῳ ηλεκτρικὴν ἐκθεσιν (1882) εἰργάσθη ἐν τῷ ὕλινφν παλαιῇ ἀντλία δυνάμεως δύο ἱππων περίπου κινουμένη διὰ τοῦ τηλεγραφικοῦ σύρματος ὑπ' ἀτμομηχανῆς ἀπεκρούσης 57 χμ.

Ὁ δὲ Siemens ἐν ἔτει 1879 ἤδη κατώρθωσε τὴν διὰ τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος κίνησιν μικρὰς ἀμέλεις ἐπὶ μεμονωμένων τροχιῶν ἐκ χάλυθος πρὸς μεταφορὰν ἀνθρώπων· ἐν ἔτει δὲ 1881 ἐνεκαίνισεν ἐν Lichterfeld παρὰ τῷ Βερολίνῳ *ηλεκτρικὸν σιδηρόδρομον*, ἔχοντα 2.5 χμ ἔκτασιν. Τὸ πρῶτον κινοῦν ἐν αὐτῇ ἐστὶν ἀτμομηχανὴ διὰ φωταερίου, ἥτις ἀπέχουσα 500μ τοῦ ἄκρου τῆς ὁδοῦ, περιστρέφει ταχέως τὴν ροητόκου δυναμοηλεκτρικὴν μηχανήν ἐνεργοῦσαν διὰ τῶν τροχιῶν ἐπὶ δευτέρας δυναμικῆς μηχανῆς ἐκκεχυμένης ἐν τῇ ἀμέλει. (περὶ χρήσεως τῶν μηχανῶν τούτων πρὸς γένεσιν τοῦ ηλεκτρικοῦ φωτός παρ. ἐδ. 336).

Σχ. 340



333. Ἡ ΔΕ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΑΓΩΓΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΗ

ἐστὶ κατηρτισμένη οὕτω (Σχ. 340). Σπείρα ἐκ παχέος χαλκοῦ σύρματος περιελιγμένου σπρικῶ περιελίει ἐντὸς τῶν οὐχὶ πολλῶν ἐλιγμῶν αὐτῆς δέσμευον Β λεπτῶν συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου ἐρριπτηγμένων πρὸς δέουσαν ἀπ' ἀλλήλων μόνωσιν. Ἡ σπείρα αὕτη ἥτις καλεῖται *πρωτεύουσα* ἢ *ἐπαγωγὸς* περικαλύπτεται ὑφ' ἐτέρας τῆς δευτερευούσης ἢ *ἐπαγωγίμου* σπείρας, συγκειμένης ἐκ πολυαριθμοτάτων καὶ ἐπιμελῶς μεμονωμένων ἐλιγμῶν σύρματος λίαν μακροῦ καὶ λεπτοῦ. Ἡ ἐπίστασις τῆς ἐνεργείας

τῆς συσκευῆς ἑξαρτᾶται κυρίως ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλιγμῶν τούτων (ἐν τῷ σχήματι εἰκονίζονται ὀλίγοι πρὸς εὐκρίνειαν) καὶ ἐκ τῆς ἐντελοῦς μονώσεως αὐτῶν· οὐσιώδεις τέλος συστατικὸν τῆς συσκευῆς ἐστὶν ἢ πρὸς αὐτόματον διάλειψιν ἐν τῷ ρεύματι τῆς πρωτεύουσας σπείρας παρεμβεβλημένη σφύρα, ἥτις ἀνοίγουσα καὶ κλείουσα τὸ ἐπαγωγὸν ρεῖμα κατὰ βραχέα διαλείμματα μαγνητίζει καὶ ἐκμαγνητίζει ἐναλλάξ τὸν ἐν τῇ σπείρᾳ σιδήρον καὶ γεννᾷ ἐν τῇ δευτερευούσῃ σπείρᾳ ἐπαγωγίμα ρεύματα ἔχοντα ἐναλλάξ ἀντίθετον διεύθυνσιν.

Τὰ ἀντίθετα ταῦτα ἐπαγωγίμα ρεύματα ἤθελον διεγείρεσθαι διὰ τῆς ἀνοίξεως καὶ τῆς κλείσεως τοῦ κυρίου ρεύματος ἐν τῇ δευτερευούσῃ σπείρᾳ καὶ ἄνευ τῆς ὑπάρξεως τῶν σιδηρῶν συρμάτων· ἀλλὰ τὰ ἐκ τῆς μαγνητίσσεως καὶ τῆς ἐκμαγνητίσσεως τοῦ σιδήρου μαγνητοηλεκτρικὰ ἐπαγωγίμα ρεύματα εἰς κατ' ἐντάσιν πολὺ ἰσχυρότερα τῶν γενωμένων ὑπὸ μόνου τοῦ ἐπαγωγοῦ ρεύματος. Προτιμᾶται δὲ θέσις συρμάτων συνεχῶς μάθης σιδήρου, διότι τὰ λεπτά σύρματα ταχύτερον καὶ μαγνητιζόμενα καὶ ἐκμαγνητιζόμενα διεγείρουσιν ἰσχυρότερα ἐπαγωγίμα ρεύματα.

Καθὼς ἐνεργοῦσιν ἐπαγωγικῶς ἐπὶ τῶν ἐλιγμῶν τῆς δευτερευούσης σπείρας καὶ τὸ ρεῖμα τῆς πρωτεύουσας σπείρας καὶ ὁ διεγείρομενος καὶ ἀφανιζόμενος μαγνητισμὸς τοῦ σιδήρου, οὕτω γεννᾶται ἐν αὐτοῖς τοῖς ἐλιγμοῖς τῆς πρωτεύουσας σπείρας εὐθὺς ἀνοιγομένη καὶ κλειομένη· τῆς ἀλύσεως ρεῖμα ἐπαγωγίμον, καλούμενον *ἐπίρρευμα*. Καὶ τὸ μὲν ἐπίρρευμα τῆς κλείσεως, ὃν ἀντίθετον πρὸς τὸ ἐπαγωγὸν ρεῖμα, ἐλαττοῖ κατὰ τὴν κλείσιν τὴν ἐντάσιν αὐτοῦ ἥτοι ἐνεργεῖ οὕτως ὥστε ἡ πλήρης τελείωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐπαγωγοῦ ρεύματος ἐπέρχεται οὐχὶ αἰφνιδίως ἀλλὰ μετὰ τινα χρόνον, ἔστω καὶ ἐλάχιστον· τὸ δὲ ἐπίρρευμα τῆς ἀνοίξεως τὸναντίον, διευθυνόμενον ὡς καὶ τὸ ἐπαγωγὸν ρεῖμα, ἐπεκτείνει τὴν διάρκειαν αὐτοῦ ἀνοιγομένης τῆς ἀλύσεως ἥτοι ἐνεργεῖ οὕτως ὥστε ὁ ἐντελής ἀφανισμὸς τῆς ἐντάσεως αὐτοῦ ἐπέρχεται οὐχὶ αἰφνιδίως ἀλλὰ μετὰ τινα βραχυτάτον χρόνον. Ἀμφοτέρω ἄρα τὰ ἐπίρρευσμάτ' εἰσὶν ἀσύμφορα εἰς τὴν τελείωσιν τοῦ κυρίου ἐπαγωγίμου ρεύματος ἐν τῇ δευτερευούσῃ σπείρᾳ, ἐπειδὴ ἡ ἐντάσις αὐτοῦ ἑξαρτᾶται μάλιστα ἐκ τῆς ταχύτητος τῆς διεγέρσεως καὶ τοῦ ἀφανισμοῦ τοῦ ἐπαγωγοῦ ρεύματος· παρατηρήτεον ὅμως ὅτι τὸ ρεῖμα τῆς κλείσεως ἐστὶ πολὺ μᾶλλον ὑποβεβλημένον εἰς τὴν βλαβερὰν ταύτην ἐνέργειαν ἢ τὸ τῆς ἀνοίξεως· διότι τὸ πρῶτον εὗρεσκον τὴν πρωτεύουσαν σπείραν ὡς κεκλεισμένον κύκλωμα ἀναπτύσσεται τέλειον, ἐνῷ τὸ κατὰ τὴν ἀνοίξιν τῆς ἀλύσεως ἐπίρρευμα διαρκεῖ ὅσον καὶ ὁ σπινθὴρ τῆς ἀνοίξεως, ὁ κατὰ τὸ διάλειμμα τοῦ ἐπαγωγοῦ ρεύματος προκύπτων. Ἡ ποιότης τοῦ σπινθῆρος τούτου καταδεικνύει τὴν δύναμιν τοῦ ἐπίρρευσματος· οὗτος φαίνεται δηλονότι πολὺ ἁδρότερος καὶ λαμπρότερος ὅταν ἐν τῷ κυκλώματι ὑπάρχῃ σπείρα ἐγκλειούσα σιδήρον ἢ ἄνευ αὐτῆς, καίτοι κατὰ τὴν δευτέραν περίστασιν τὸ ρεῖμα ἐστὶν ἐντονώτερον ἕνεκα τῆς ἐλάσσονος ἀντιστάσεως. — Ἐνεκα τῆς βραχυτέρας διάρκειας τοῦ ἐπίρρευσματος τῆς ἀνοίξεως διαρκεῖ μὲν καὶ τὸ ἐπαγωγίμον ρεῖμα τῆς ἀνοίξεως ὀλιγώτερον, ἀλλ' ἐστὶ πολλῶν ἐντονώτερον τοῦ ἐπαγωγίμου τῆς κλείσεως. Πρὸς μέλλονα δ' ἐπίτασιν τοῦ ρεύματος τῆς ἀνοίξεως, φροντίζομεν ὅπως κατὰ τὸ δυνατόν ἐλαττώσωμεν τὴν διάρκειαν τοῦ σπινθῆρος τῆς διαλείψεως τοῦ ἐπαγωγοῦ ρεύματος, ὅπερ κατορθούμεν μάλιστα διὰ τοῦ πυκνωτηρίου τοῦ Fizeau (1853), συσκευημένου ἐκ δύο πετάλων κασιτέρου μεγάλης ἐκτάσεως διαχωρισμένων ἀπ' ἀλλήλων διὰ κηρυτοῦ, ὃν ἑκάτερον οἱ δύο συνάπτεται ἡλεκτρικῶς πρὸς ἑκάτερον τῶν μερῶν τῆς σφύρας ἐν οἷς συμβαίνει ἡ διάλειψις. ἑτερώνυμοι ἡλεκτρισμοὶ τοῦ παραρρέματος οἱ ἐν τῷ σπινθῆρι τῆς ἀνοίξεως πρὸς ἀνακαίρεσιν τεινόντες συνέχουσιν ἀλλήλους ἐπὶ τῶν πετάλων τοῦ πυκνωτηρίου, ὥστε ἐλαττοῦμεν τῆς τάσεως αὐτῶν κατὰ τὸ διάλειμμα συντείνεται ἡ διάρκειά τοῦ ἐκεῖ σπινθῆρος.

334. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΕΠΑΓΩΓΙΜΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ. Τὰ ἐπαγωγίμα ρεύματα ἐπιφέρουσι μὲν καθόλου πάντα τὰ τῶν γαλβανικῶν ρευμάτων ἀποτελέσματα, οἷον ἐκτροπὴν τῆς μαγνητικῆς βελόνης, μαγνήτισιν τοῦ μαλακοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χάλυδος, πυράκτωσιν καὶ τῆξιν συρμάτων, ὡτεινὰ φαινόμενα, χημικοὺς χωρισμούς, φυσιολογικοὺς τιναγμούς κτλ.,

χαρακτηρίζονται ὅμως ἐξαιρέτως διὰ τῆς βραχείας διαρκείας καὶ διὰ τῆς μεγάλης αὐτῶν ἐντάσεως· ὥστε ἕνεκα τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν τούτων σχηματίζουνε τρόπον τινὰ τὸ μεσόριον μεταξύ τῶν γαλβανικῶν ρευμάτων καὶ τοῦ ρεύματος τῆς ἐκκενώσεως τῆς λουγδονικῆς λαγῆνου. Αἱ δὲ περιγραφεῖσθαι ἐπαγωγικαὶ συσκευαὶ εἰσι μάλιστα ἐπιτήδευοι πρὸς πρὸκλησιν σφοδρῶν φυσιολογικῶν αποτελεσμάτων ἐν τῷ σώματι τῶν ζώων καὶ τοῦ ἀνθρώπου ἕνεκα τῶν ἐπαλλήλως διαλειπόντων ρευμάτων, ὧν ποιοῦνται πολυετῆ χρῆσιν πρὸς ἱασιν. — Οἱ ὑπὸ τοῦ ἐπαγωγίου ρεύματος χωριζόμενοι ἐτερόνυμοι ἡλεκτρισμοὶ ἢ ἀνταναιρῶνται παραυτίκα ἐν τῇ δευτερευούσῃ σπείρῃ ὅταν τὰ ἄκρα αὐτῆς συνημμένα ὄντα σχηματίζωσι συνεχὲς κύκλωμα, ἢ ὅταν μεταξύ τῶν ἄκρων αὐτῆς ὑπάρχῃ ἀέρινον διάλειμμα συναγόμενα ἐπὶ αὐτὸν κτώντα ἀρκούσαν τάσιν, ἐάν μάλιστα τὸ μήκος τῆς ἐπαγωγίου σπείρας ἢ μέγα, ὥστε οὐ μόνον ἐξακοντίζονται ὡς σπινθῆρ ἐξ ἐπαγωγῆς ἀλλὰ καὶ διαθρύπτουσι παρεντιθεμένους κακοὺς ἀγωγούς, οἷον πλάκας ὑαλίνας καὶ ἰκάνως παχείας.

Ἐν τῷ ἐπαγωγίῳ σπινθῆρι διακρίνομεν δύο μέρη, τὸν κυρίως σπινθῆρα ὅστις ἐν μείζονι μῆκει ἐστὶν ὁλόκληρος λαμπρὸς, πολὺβλαστος, ἀκρίθως περατούμενος, ἀπὸ τοῦ ἐτέρου εἰς τὸν ἕτερον τὸν πόλιν διερχόμενος καὶ κατὰ τὸ πλεῖστον ὅμοιος πρὸς τὸν σπινθῆρα τῆς ἐκκενώσεως τῆς λουγδονικῆς λαγῆνου, καὶ τὸν καλύπτοντα τὸν σπινθῆρα ὑπερύφρον ἄλλον εἰς ὃν ἀνήκουσι μάλιστα τὰ θερμαντικά καὶ ἀναφλεκτικά αποτελέσματα τοῦ ἐπαγωγίου σπινθῆρος. Ὅταν εἰς τὸν σπινθῆρα ἐπιπνεύσωμεν ἀνεμὸν ὁ ἄλλος συμπαραιοσύμενός πως ὑπὸ τοῦ πνεύματος πλαγιάζει ἀλλ' ὁ κύριος σπινθῆρ διατελεῖ ἀμετάστατος. Ἐν τῷ ἄλλῳ φαίνεται συμβαλίνουσα οἰονεὶ ἀγωγή τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ αἵρος, ἐνῶ ὁ σπινθῆρ ἐστὶ βραχὺ αὐτοῦ διάτρησις. Ἐάν δὲ τὰ ἄκρα τῶν συρμάτων ἐν οἷς ὁ σπινθῆρ ἐξακοντίζεται συνάψωμεν πρὸς τοὺς ὀπίσθιους λουγδονικῆς λαγῆνου δὲ μὲν ἄλλως ἀφανίζεται οἱ δὲ σπινθῆρες ἀποθαλνόντι βραχύτατον καὶ ἀδρότερον καὶ ὁ εἰς αὐτοὺς συνοδεύων φῶς ἐντονώτερος. Ἐξακοντιζομένων τῶν ἐπαγωγίων σπινθῆρων θερμαίνεται πολὺ μᾶλλον τὸ σύρμα τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ὅπερ τυχόν λεπτόν καὶ σιδηρὸν εὐχερῶς πυρακτούται καὶ καίεται.

Ὁ Ruhmkorff (1851) καὶ ἕτεροι κατασκεύασαν ἰσχυροτάτας ἐπαγωγικάς σπείρας, ἐχούσας ἕως 60 χιμ. μήκος δευτερεύοντος σύρματος καὶ ἐκτινασσούσας σπινθῆρας 30—40 ετμ. (Ἐνῶ ἡ τάσις τῶν πόλων τῆς ὑπὸ τοῦ Gassiot ἐκ 3500 στοιχείων κατασκευασθείσης στήλης ἦν τόσον ἀσθενὴς ὥστε ὁ σπινθῆρ διήρχετο ἀέρινον διάλειμμα 0,2 χιμ.).

Ἐξαιρέτως ἐξοιθεατὰ εἰσι τὰ φωτεινὰ φαινόμενα, ἅτινα ἀναπτύσσονται ὅταν τὸ ἐπαγωγίον ρεῦμα διαρρέῃ λίαν ἀραιὰ αἲρια καὶ ἀτμούς. Τὰ ἀερώδη σώματα ἀραιὰ ὄντα εἰσι πολὺ μᾶλλον ἀγωγά ἢ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἀλλ' ὅτε ἔτελλε κενὸς χώρος οὐδόπως ἄγει τὴν ἡλεκτρικὴν ἐκκενώσιν. Τὰ περιττὰ ὁ λόγος φαινόμενα παρατηροῦνται ὠραϊστάτα ἐντὸς τῶν ὑάλινων σωλήνων τοῦ Geissler οἵτινες ποικιλομόρφοι καὶ περιέχοντες λίαν ἀραιὰ αἲρια ἢ ἀτμούς εἰσι κεκλεισμένοι κατ' ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα Α, Β ἅτινα συνετάχισαν περὶ σύρματα λευκοχρῶστος χρησιμεύοντα πρὸς ἀγωγήν τοῦ ρεύματος

(Σχ. 341). Ἐκ τῶν δύο ἐπαγωγίων ρευμάτων μόνον τὸ τῆς ἀνοξείας ὡς ἐντονώτερον κα-

ταροῦσιν ἀνακαθάλειψιν τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀερίου διαλείμματος. Διαφέρουσι δὲ τὰ καθ' ἑκάστω τῶν πόλων φαινόμενα· διότι μὲν σύρμα τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου Β φαίνεται περικαλυπτόμενον ὑπὸ φωτοβόλου νεφελῆς, ἥς τὸ συνήθως ὑποκύνειον φῶς ἀρχόμενον παρὰ

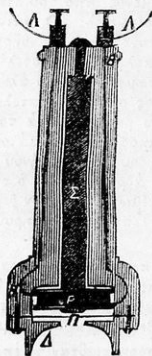
Σχ. 341



τῷ πόλῳ τούτῳ ἐκτείνεται δι' ἅλου τοῦ εὗρους τοῦ σωλήνος, ἐνῶν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου ἐκπέμπεται ἀπό τινος σημείου τῆς ἀκίδος τοῦ σύρματος ἐν σχήματι λόφου φῶς ὑπερύφθρον μᾶλλον. Ὁ δὲ πλείστος χώρος τοῦ σωλήνος φαίνεται πεπληρωμένος φωτός συνήθως μὴ συνεχῶς ὁμοίου, ἀλλὰ συγκεντρωμένου ἐξ ἐπαλλήλων ζωνῶν ἐναλλὰξ λαμπρῶν καὶ σκοτεινῶν, αἵτινες ἐν τισιν ἀτμοῖς (κίθερῶν ἐλαίων, οἶνοπνεύματος κ.τ.λ.) καθίστανται ἐκπρόπεστατοι. Ἐντός σωλήνος μεγάλου εὗρους αἱ λαμπραὶ ζῶναι φαίνονται καμπύλαι ὥς αἱ ὕλοι τῶν ὁρολογίων σφερούσαι πᾶσαι τὴν κυρτότητα αὐτῶν πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Μεταξὺ τῶν φωτεινῶν τούτων ζωνῶν καὶ τοῦ περὶ τὸν ἀρνητικὸν πόλον ὑποκυανίζοντος φωτός παρατηροῦμεν συνήθως σκοτεινὸν διχάστημα. Τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς τῶν σωλήνων τοῦ Geissler κέετται μεγάλῃ ἀφθονίᾳ τῶν πέρα τοῦ ἰσθμοῦ χημικῶς ἐνεργουσῶν καὶ φθοριζουσῶν ἀκτίνων (ἐδ. 152, 153), δι' ὧν προκαλοῦμεν ἐν τῇ ὁλῳ τῶν σωλήνων θαυμάσια φαινόμενα φθορισμοῦ. Ἀναλύοντες δὲ διὰ τοῦ πρίσματος τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παρατηροῦμεν ἐν τῷ φάσματι αὐτοῦ φωτεινὰς καὶ λαμπράς ταινίας, αἵτινες συμπεριβάλλονται μετὰ τῆς χημικῆς φύσεως τῶν περιεχομένων ἐν τοῖς σωλήσιν ἀερίων ἢ ἀτμῶν, ὅθεν δικαίως συμπεραίνομεν ὅτι αὐτῶν τὰ ὑλικά μέρη ἀκτινοβολοῦσι κυρίως τὸ φῶς (παρ. ἐδ. 149).

Χρῆσις λόγου ἀξίαν τῶν ἐνεργειῶν τῶν ἐπαγωγίμων ρευμάτων ἐποίησατο ὁ Graham Bell (1877) κατασκευάσας τὸ τηλεφώνιον (Σχ. 342). Ἡ ἐκ χάλυβος μεμαγνητισμένη στρογγύλη ράβδος Σ, ἔχουσα μῆκος 12 ἐτμ καὶ πάχος 1 ἐτμ ἐστὶν ὥπλισμένη διὰ τοῦ βραχέος σιδηροῦ κυλίνδρου Ρ (ὅσους μαλακὸς ὢν σχηματίζει τὴν καρδίαν σπειρας πρὸς ἐπαγωγὴν) καὶ ἐγκλεισμένη ἐντὸς κυλίνδρου πυξίδος συγκεκλιμένης καὶ ταύτης ἐκ δύο μερῶν, ἥτοι ἐκ τῆς κυρίας πυξίδος ΒΒ καὶ ἐκ τοῦ ἐπιώμματος Δ, ἡχητικῷ κώδωνος φέροντος κεντρικὴν ὀδὴν πρὸς φωνήσιν.

Σχ. 342



Μεταξὺ τῶν μερῶν τούτων σφίγγεται ὁ περιφερὴς δακτύλιος τοῦ κυλινδρικοῦ σιδηροῦ πετάλου Π. Ἀπέναντι καὶ πλῆστον τοῦ κέντρου τοῦ πετάλου τούτου ἐστὶν ἐστηρικμένος ἐπὶ τοῦ μαγνήτου ὁ σίδηρος μετὰ τῆς σπειρας, ἥς τὰ ἄκρα συνάπτονται πρὸς δύο πλεστέρα, αἵτινα συνδέουσιν ἐν αὐτῷ διὰ τῶν ἀγωγῶν συρραβίων Λ, Ἀ τὸ ὅλον ἀνέστηται πρὸς ἕτερον ὁμοίον ὑπάρχον ἐν τῷ δέκτῃ σταθμῷ καὶ χρησιμεύον οὐ μόνον πρὸς λήψιν τοῦ τηλεφωνήματος ἀλλὰ καὶ πρὸς ἀπόκρισιν. — Ὅταν ἐνωπίον τῆς ὀπῆς τοῦ φωνητηρίου κώδωνος διεγείρωμεν ἥχον τινα ἢ λαλοῦντες τῶς ἢ ψάλλοντες παρ' αὐτῇ ἢ καὶ ἐκπέμποντες πρὸς αὐτὴν τοὺς φθόγους μουσικοῦ ὁργάνου, ἢ σιδηρὰ πλάξ μεταλαμβάνουσα τῶν δονήσεων καὶ ἐναλλὰξ πλησιάζουσα καὶ μακρυνομένη τῆς καρδίας τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐπιτείνει καὶ ἐλαττοῖ τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ· ἐντεῦθεν διεγείρονται ἐν τῇ σπείρᾳ ἐπαγωγίμα ρεύματα, αἵτινα μετοχετεύονται διὰ τῶν βοηθητῶν εἰς τὸ τηλεφώνιον τοῦ δέκτου σταθμοῦ καὶ διαρρέοντα τὴν σπείραν αὐτοῦ μεταβάλλουσι τὸν μαγνητισμὸν τῆς σιδηρᾶς καρδίας καὶ προξενοῦσιν εἰς τὴν ἐκεῖ σιδηρᾶν πλάξ ὁμοίας δονήσεις, αἵτινες τέλος ἐντυποῦσιν εἰς οὗς παρακείμενον τῇ φωνητηρίῳ ὀπῇ ἦχον συμφωνον πρὸς τὸν τοῦ πομποῦ σταθμοῦ. Ἐκαίρετως θαυμαστόν ἐν τούτῳ καὶ μόνον διὰ τῆς κινήσεως τῶν μορίων ἐρμηνεύμενον ἐστὶν ὅτι αἱ τὸσον στεναὶ δονήσεις, ἃς δέχεται σιδηροῦν πέταλον παρὰ τῶν ἡχητικῶν κυμάτων τοῦ ἀέρος, διεγείρουσιν ἐπαγωγίμα ρεύματα ἀρκούντως ἰσχυρὰ καὶ ἱκανὰ πρὸς διεγέρσιν ὁμοίων δονήσεων ἐν τῷ πόρῳ ἀπέχοντι σιδηρῷ ἐλάσματι τοῦ ἐτέρου τηλεφωνίου. — Τὸ ὄργανον ἐκρησιμέμενον ἦδη πρὸς ἐπικοινωνίαν μεταξὺ ταχυδρομικῶν σταθμῶν ἀπέχοντων μέχρις 60—70 χμ. — Τῆς δὲ λύσεως τοῦ προβλήματος τῆς τηλεγραφικῆς διαδόσεως τῶν φθόγων κατῆρξται πρῶτος ὁ Reis ἐν Frankfurt (1861) μεταχειριζόμενος μόνιμα ρεύματα πρὸς μεταφορὰν τῶν κινήσεων τῶν μορίων τῆς ὕλης.

Εἰς τὴν ἐφευρέσιν τοῦ τηλεφωνίου ἐπηκολουθήσεν (1878) ἡ τοῦ μικροφώνου τοῦ Hughes δι' οὗ τηλεφωνικῶς αἰσθανόμεθα δονήσεις ἐλαχίστου εὗρους προερχομένας ἐκ τῆς κινήσεως τῶν μορίων. Τὸ μικροφώνιον ἄρα χρησιμεύει πρὸς ἀκρόασις λεπτοτάτων θρόνων ὡς τὸ μικροσκοπίον πρὸς ὅν ἐλαχίστων σωμάτων καὶ σύγκειται ἐκ τηλεφωνίου καὶ ἐξ ευκατάδου τινὸς συσκευῆς παρεμβεβλημένης εἰς τὸ κύκλωμα γαλβανικοῦ στοιχείου.

(Μεταφορὰν κινήσεως τῶν μορίων τῆς ὕλης κατορθοῦμεν καὶ διὰ τῆς φωτογράφου.)

ΤΜΗΜΑ ΤΡΙΤΟΝ

Περὶ φωτεινῶν καὶ θερμαντικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος καὶ περὶ τῶν ἐκ τῆς θερμότητος ἡλεκτρικῶν ρευμάτων.

335. ΘΕΡΜΑΝΕΙΣ ΚΑΙ ΤΗΕΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΥΡΜΑΤΩΝ. Πᾶν μεταλλικὸν σύρμα ὑπὸ τοῦ ρεύματος διαρρεόμενον θερμαίνεται καὶ τοσοῦτον μᾶλλον, ὅσῳ μείζων ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος, ὅσῳ λεπτότερον τὸ σύρμα καὶ ὅσῳ χείρων ἀγωγὸς τὸ μέταλλον ἐξ οὗ συνίστηκε. Κατὰ τινα δὲ νόμον ἐκνεχθέντα ὑπὸ τοῦ Joule, ἡ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου ἀναπνευσμένη ποσότης τῆς θερμότητος ἐστὶν ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σύρματος καὶ τοῦ τετραγώνου τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος. — Πειρώμενοι τῆς πυρακτώσεως καὶ τῆς τήξεως τῶν μεταλλικῶν συρμάτων συμφέρει ἵνα ποιώμεθα χρῆσιν ἀλύσεων ἐξ ὀλίγων στοιχείων ἐρόντων κατὰ τὸ δυνατόν μείζονα ἐπιφανείαν πλακῶν (ἐδ. 318). — Σύρματα ἐκ μεταλλῶν εὐτήκτων ἢ εὐσξειδιῶτων θερμαίνονται εὐχερῶς ὑπὸ ρευμάτων ἰσχυρῶν μέχρι τήξεως ἢ καύσεως· καὶ αὐτὰ τὰ ἐκ λευκοχρύσου σύρματα ὄντα λεπτὰ καὶ οὐχὶ λίαν ἐπιμήκη εὐχερῶς τήκονται ἐνεκα τῆς μικρᾶς εἰδικῆς ἀγωγῆς δυνάμεως τοῦ μετάλλου τούτου (ἐδ. 319). Ἡ ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος θέρμανσις λεπτῶν συρμάτων χρησιμεύει πρὸς ἐναυσιν τῶν ὑπονόμων διὰ πυράλυν κατεσκευασμένων ἐπιτηδείως πρὸς τοῦτο καὶ συναπτομένων πρὸς γαλβανικὴν συστοιχίαν διὰ μεμονωμένων βοηθῶν· νεωστὶ δὲ μετεχειρίσαντο ἐπιτυχῶς πρὸς τοῦτο καὶ τοὺς σπινθήρας τῶν ἐπαγωγικῶν συσκευῶν (ἐδ. 334). Ἀλλὰ καὶ ἐν βευστοῖς ἀγωγοῖς ἀναπτύσσεται θερμότης ἀνάλογος πρὸς τὴν κατὰ τοῦ ρεύματος ἀντίστασιν.

336. ΣΠΙΝΘΗΡ ΔΙΑΛΕΙΨΕΩΣ. ΦΩΤΕΙΝΟΝ ΤΟΣΟΝ ΤΟΥ DAVY. ΦΩΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΕΝ ΑΝΘΡΑΞΙΝ. Ὅταν ἀνοίγωμεν τὸ μεταλλικὸν κύκλωμα γαλβανικῆς τινος ἀλύσεως ἀναφαίνεται κατὰ τὸ διάλειμμα σπινθήρ, ὅστις ἐξαιρέτως λάμπει ἐὰν ἐν τῷ κυκλώματι ὑπάρχωσι παρεμβεβλημένοι σπείρκι περιβάλλουσαι σιδηρᾶς καρδίας μαγνητιζομένης (παρ. ἐδ. 333), ἀλλ' ἵνα πορισθῶμεν σπινθήρα κλεισεως δεόμεθα, ἐνεκα τῆς μικρᾶς τάσεως τοῦ ἐν τοῖς πόλοις τῆς ἡνεωγμένης ἀλύσεως ἡλεκτρισμοῦ, λίαν ἰσχυρᾶς συστοιχίας ἐκ πολλῶν ἑκατοντάδων στοιχείων. Ἐὰν ὅμως πλησιάζαντες πρὸς ἀλλήλους μέχρις ἐπαφῆς τοὺς βοηθῶν ἀλύσεις ἐξ 20—30 στοιχείων τοῦ Bunsen, εἰτα μακρύνωμεν αὐτοὺς ἀπ' ἀλλήλων εἰς διάστημα βραχύτατον, τὰ ὑπὸ τῆς ἐντόνου θερμάνσεως κατὰ τὸ διάλειμμα ἐξαερούμενα μεταλλικὰ μόρια σχηματίζουσι τότε μεταξὺ τῶν δύο πολικῶν συρμάτων λαμπρὰν φωτοβόλον γέφυραν διαπορθεμένου-

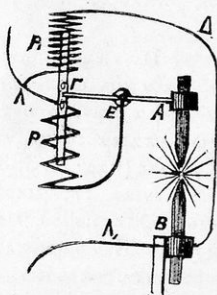
ρου συσκευῆς τοῦ Edison (1877), δι' ἧς τυχαίως ἔχουσιν, οἷον τὴν ἐναθρὸν φωνήν, ἐντυπῶμεν ἐπὶ πετάλου κασιτέρου οὕτως ὥστε ἅμα ἡ λόγος καθίστανται ἀκουστὴ ὅποτεν βουλώμεθα ἐν τῇ πρωτοτύπῃ φωνήματι καὶ ὑφεῖ.

σαν τὸ ρεύμα, ἥτις ἐκ τοῦ καμπύλου σχήματος καλεῖται φωτεινὸν τόξον τοῦ *Davy*. τοῦτο ἀποβαίνει φωτεινότερον ἐὰν ἀντὶ τῶν μεταλλικῶν ροηφόρων ἀλύσεως ἐκ 50—60 στοιχείων μεταχειριζώμεθα ἀπωξυσμένους κυλίνδρους ἄνθρακος, ὧν τὰ ἄκρα θερμαίνονται μέχρι λαμπροτάτης λευκῆς πυρακτώσεως ἀπαστράπτουσι μετὰ τοῦ μεταξὺ ἡλεκτρικοῦ τόξου φῶς παρεμφερές πρὸς τὸ ἡλικιὸν κατ' ἐντασιν.

Τὸ ἐκ τῶν ἀνθράκων ἡλεκτρικὸν τοῦτο φῶς ἔτυχε πρακτικῆς χρήσεως ἰδίως ἐν τοῖς φάροις. Τὰ ἄκρα τῶν ἀνθράκων στηρίζονται εἰς τὴν ἐστίν παραβολικοῦ κατόπτρου (ἔδ. 140), ὅφ' οὗ δι' ἀνακλάσεως διευθύνονται κατὰ βούλησιν τὴν δέσμην τῶν ἀκτίνων πρὸς τὸν ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἄκρα ταῦτα καὶ μάλιστα τὸ θετικόν, καταδαπανῶνται μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος ὑπὸ τῆς θερμότητος τοῦ τόξου καὶ ὑπὸ ἰδιοφύου τινος ἐξαερωτικῆς ἐνεργείας αὐτοῦ τοῦ ρεύματος, φροντίζομεν ὅπως πρόσφορὸς τις μηχανὴ διατηρῇ αὐτὰ εἰς ἀμετάβλητον ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν· ὅπερ κατορθοῦται αὐτομάτως ὑπὸ συστήματος κινουμένου δι' ἡλεκτρομαγνήτου διεγερμένου ὑπὸ τοῦ ρεύματος.

Πρὸς ἀνάλαμψιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ φωτός, ὅπερ ἀπὸ τινος ἥρφατο ἀμιλλώμενον πρὸς τὸ φωταερίον τὸν φωτισμὸν δημοσίῳν ἰδῶν καὶ πλατείῳν καὶ ἐργοστασίῳν καὶ ἀγορῶν κ.τ.λ. χρησιμεύουσι μαγνητοηλεκτρικὰ μηχανὰ (ἔδ. 332) νεωτέρας κατασκευῆς· ἀλλ' ἔδει καταγωνισμὸν τοῦ δι' ἀερίου φωτισμοῦ ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ἵνα πρὸ παντὸς λυθῇ τὸ ζήτημα πῶς ἂν ᾖ δυνατὴ ἡ παρεμβολὴ πολλῶν ἡλεκτρικῶν λύχνων εἰς πολλὰ χωρία τοῦ αὐτοῦ κυκλώματος καὶ μάλιστα ἀσυναρτήτως ἀπ' ἀλλήλων, ὅπως πᾶν ὑπὸ τοῦ τόξου λύχνου τινὸς προερχόμενον παρασάλευμα τοῦ ρεύματος μὴ ταράσσῃ καὶ τῶν ἄλλων λύχνων τὸ φῶς, ἢ ὅπως ἡ σέσις ἐνὸς λύχνου μὴ κωλύῃ τὴν περαιτέρω τῶν λοιπῶν φάειν. Τὸ ζήτημα τοῦτο ἐλύθη ἐν ἔτει 1879 διὰ τῆς σχίσσεως τοῦ ρεύματος (ἔδ. 319 θ), δι' ἧς οἱ λύχνοι οὐ μόνον ἀπ' ἀλλήλων ἐμονώθησαν ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τοῦ πρωτεύοντος σύρματος κατὰ τὸ δυνατόν ἀπηλλάγησαν. Ἄξιός δὲ διαφερούσης μνείας μεταξὺ ἑτέρων ἐστὶν ὁ ἐν πρακτικῇ χρήσει διατεταμένος λύχνος τοῦ *Helfner-Allenack*. Τὴν ἐν τῶν λύχνων τούτων διανομήν τοῦ ρεύματος καὶ τὸ μηχανῆμα δι' οὗ διατηροῦνται τὰ ἄκρα τῶν ἀνθράκων εἰς τὴν ἀπ' ἀλλήλων δέουσαν ἀπόστασιν ἐμφαίνει ἐν διαγράμματι τὸ σχῆμα 343. ΓΑ

Σχ. 343



δῶλον καθέλεται ὑπὸ τῆς σπείρας P ὥστε τὰ ἄκρα τῶν ἀνθράκων αὐτοῖς δίστανται, αὐτάνετα ἄρα ἡ ἀντίστασις τοῦ φωτεινοῦ τόξου καὶ μετ' αὐτῆς ἡ ἔλξις τοῦ ρεύματος P, μέχρις οὗ καθ' ὥρισμένην τινὴ ἀντίστασιν τοῦ τόξου ἰσορροπήσῃσιν αἱ ἐκ τῶν σπειρῶν P καὶ P, ἀσκούμεναι ἑλξεις.

Καὶ αὐτὰ τὰ πυρόμαχα τῶν σωμάτων οὐ μόνον τήκονται ἀλλὰ καὶ ἐξαίρουνται ἐν τῷ τόξῳ τοῦ *Davy* (1821) ἀπτόμενα τοῦ θετικοῦ ροηφόρου. Ἐκτός δὲ τῆς πυρακτώσεως, ἥτις ὀφείλεται εἰς τὴν μεγάλην ἀντίστασιν τοῦ τόξου (ἔδ. 335) συμβαίνει ἐν αὐτῷ καὶ

μεταφορά ὀλικῶν μορίων ἀπὸ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, ἥς ἐνεκα ὁ πρῶτος ταχύτερον καταδαπανᾶται. Τὸ πόσον κέντηται ἐν τῇ ἀραιῇ ἀέρι μῆκος πολὺ μείζον ἢ ἐν τῇ συνήθει ἀτμοσφαιρᾷ. Ἐκτεταζόμενον δὲ τὸ φῶς τοῦ τόξου διὰ τοῦ πρίσματος ἐκφαίνεται λαμπρὸς ταινίας ἐξαρτωμένης ἐκ τῆς ποιότητος τῶν μετᾶλλων ἢ ἐτέρων οὐσιῶν ἐν αἷς ἐκτοθεύεται καὶ ἐκ τῶν πεπυρακτωμένων ἀτμῶν αὐτῶν, καὶ ἀφθονίαν τῶν πέρα τοῦ ἰάνθου χημικῶν ἀκτίνων (ἐδ. 152). (περὶ τῶν φωτεινῶν φαινομένων τῆς ἐκκενώσεως τοῦ ἐπαγωγίμου βεύματος ἐν ἀραιοῖς ἀερίοις καὶ ἀτμοῖς ὅρα ἐδ. 334).

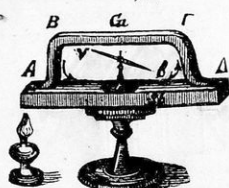
337. ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΕΥΜΑΤΑ. Ἀνωτέρω ἐδείχθη (ἐδ. 308) ὅτι ἐν κεκλιμένῃ ἄλυσει ἐκ δύο ἢ πλείονων μετᾶλλων ἢ ἐτέρων ἀγωγῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τῶν ἐν τῇ τάξει τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως γαλβανικὸν ρεύμα οὐδόλως διεγείρεται, καὶ ὅτι πρὸς διέγερσιν αὐτοῦ ἀνάγκη ἵνα συνεργήσωσιν οἱ καλούμενοι δευτέρου εἶδους ἀγωγοί. Ἀλλ' ὁ Seebeck ἀνεκάλυψεν (1821) ὅτι, ἐὰν τοιαύτης τινὸς ἀλύσεως συγκεκλιμένης ἐκ δύο συνεστεγνωνμένων μετᾶλλῶν (Σχ. 344), οἷον ἐκ χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου θερμάνωμεν τὸ ἕτερον τῶν δύο χωρίων τῆς στεγνώσεως διατηροῦντες τὸ ἄλλο ψυχρὸν, διεγείρεται ρεύμα ἰκανὸν πρὸς ἐκτροπὴν τῆς μαγνητικῆς βελόνης καὶ πρὸς ἕτερα ἀποτελέσματα τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων. Ἡ ἰσχὺς τοῦ ρεύματος τούτου ἐπιτείνεται μὲν σὺν τῇ διαφορᾷ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν δύο χωρίων τῆς στεγνώσεως, ἐξαρτᾶται ὅμως ὡς καὶ ἡ διεύθυνσις αὐτοῦ ἐκ τῆς φύσεως τῶν δύο μετᾶλλων ἐν τῇ προκειμένη περιστάσει π. χ. τὸ ρεύμα φέρεται κατὰ τὸ θερμαινόμενον χωρίον τῆς στεγνώσεως ἐκ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸ ἀντιμόνιον, κατὰ τὸ ψυχρὸν ἄρα ἐκ τοῦ ἀντιμονίου πρὸς τὸν χαλκόν. Τὰ οὕτως ἐν τινι μεταλλικῷ κυκλώματι δι' ἀνίσου θερμοάνσεως τῶν χωρίων τῆς ἐπαφῆς τῶν μετᾶλλων διεγείρομενα ρεύματα καλοῦμεν *θερμοηλεκτρικά*. τὴν δὲ γένεσιν αὐτῶν ἐρμηνεύομεν ὑποτιθέντες ὅτι ἡ ἐκ τῆς ἐπαφῆς δύο μετᾶλλων προερχομένη ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις (ἐδ. 307) ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας, ὅπως ἡ κατὰ τὴν ἐτέραν τῶν δύο ἐπαφῶν ἐνεργὸς ἡλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐκληφθῇ ὑπερτεροῦσα τῆς ἄλλης. Κατὰ τὰς συντάξεις δὲ τὰ μέταλλα κατὰ τὴν θερμοηλεκτρικὴν αὐτῶν φύσιν οὕτω,

+ Βισμουθιον,	Παλλάδιον,	Χρυσός,	Μόλυβδος,	Κάδμιον
Νικέλιον,	Υἱδράργυρος,	Χαλκός,	Ψευδάργυρος,	Σίδηρος
Κοβάλτιον,	Λευκόχρυσος,	Κασσίτερος,	Ἀργυρος,	Ἀντιμόνιον—.

ὥστε ἐὰν συνδυάσωμεν τυγχίως δύο ἐξ αὐτῶν, τὸ θετικὸν ρεύμα διέρχεται κατὰ τὸ *θερμότερον* χωρίον τῆς στεγνώσεως ἀπὸ τοῦ προτεταγμένου εἰς τὸ ἐπόμενον, ὃν τοσοῦτω ἐντονώτερον δι' ἴσην διαφορὰν θερμοκρασιῶν, ὅσῳ μείζον ἢ ἐν τῇ τάξει ἀπόστασις τῶν δύο μετᾶλλων.

Τὰ δ' ἄλλα μεταβάλλεται πολὺ ἡ θερμοηλεκτρικὴ τῶν μετᾶλλων φύσις κατὰ τὸ μέτρον τῆς σκληρότητος (στομύσεως), κατὰ τὴν χυσαλλώδη αὐτῶν ὑφὴν, καὶ κατὰ τὸ μικρὸν ποσὸν ἑτεροσύνης μεταλλικῶν προσμίξεων. Ἐκ μαλακῶν π. χ. καὶ ἐκ σκληρῶν συρμάτων χαλκοῦ κατασκευάζεται θερμοηλεκτρικὴ ἄλυσις, καὶ σύνθηγμα δύο μερῶν ἀντιμονίου

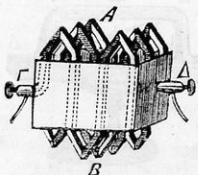
Σχ. 344



καὶ ἐνὸς κασσιτέρου διατίθεται ἀρνητικώτερον τοῦ ἀμινοῦς ἀντιμονίου. Ὁ Markus μετεχειρίσατο ὡς θετικὸν μὲν μέταλλον σύντηγμα ἐκ 10 μερῶν χαλκοῦ, 6 μ. ψευδαργύρου καὶ 6 μ. κοβαλτίου, ὡς ἀρνητικὸν δὲ σύντηγμα ἐκ 12 μ. ἀντιμονίου, 5 μ. ψευδαργύρου καὶ 1 μ. βισμούθιου. Ὁ δὲ Bunsen καὶ ὁ Becquerel κατέδειξαν ὅτι θειοῦχοι τινες ἐνώσεις τῶν μετάλλων ἀπαντῶσαι ἐν τῇ φύσει καὶ ἰδίῳ ὅ θειοῦχος χαλκός εἰσι θερμοληλεκτρικῶς πολὺ θετικώτεροι τοῦ βισμούθιου.

338. ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΗΛΗ. Ἐπιτείνομεν δὲ τὰ θερμοληλεκτρικὰ ρεύματα σχηματίζοντες θερμοληλεκτρικὰς στήλας ἐκ πολλῶν στοιχείων. Σπουδαιωτάτη τούτων ἐστὶν ἡ ὑπὸ τοῦ Nobili καὶ τοῦ Melloni (1830) κατασκευασθεῖσα πρὸς ἔρευναν τῆς ἀκτινοβολίας τῆς θερμότητος (ἐδ. 235—238), ἥτις μετ' εὐπαθοῦς γαλβανόμετρον (ἐδ. 317) ἀπαρτίζει τὸν *θερμοπολυπλασιαστήν*. Πολλὰί βράβδοι κατ' ἐνλλαγὴν ἐκ βισμούθιου καὶ ἐξ ἀντιμονίου συστεγνύονται κατὰ γραμμὴν πολυθλαστον (Σχ. 345) οὕτως, ὥστε τὰ χωρία τῆς στεγνώσεως κεῖνται ἐναλλάξ ἐκατέρωθεν τῆς στήλης· τὸ δὲ σύνολον αὐτῶν συναρμύζεται ἐν σχήματι κύβου, πληρουμένων τῶν διακένων πρὸς τε στερέωσιν καὶ πρὸς μόνωσιν δι' ἐντετακυίας ρητινώδους μάζης, καὶ ἐγκλείεται ἐν ὀρειχαλκίνῳ περιδέσμῳ. Τὰ ἄκρα αἷς τοιαύτης ἀλύσεως συνάπτονται πρὸς τὰ πίεστρα Γ καὶ Δ, ἀφ' ὧν δύο ῥομφόροι φέρονται πρὸς τὸ γαλβανόμετρον. Ὅταν θερμαντικαὶ ἀκτίνες θερμαίνωσι τὴν ἐτέραν τῶν ἐπιφανειῶν Α ἢ Β τῆς στήλης μᾶλλον τῆς ἄλλης, τὸ διεγερόμενον θερμοληλεκτρικὸν ρεῦμα ἐκτρέπει τὴν βελὸν τῶν γαλβανόμετρον. Αἰθαλοῦμεν δὲ τὰς ἐπιφανείας Α καὶ Β πρὸς ἐντελεστέραν ἀπορρόφησιν τῶν ἀκτίνων τῆς θερμότητος (παρ. ἐδ. 235).

Σχ. 345



Ὁ Peltier ἀνεκάλυψεν ὅτι, (1834) ὥσπερ ἡ ἄνισος θέρμανσις τῶν χωρίων τῆς στεγνώσεως δύο μετάλλων, ὅταν βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, διεγείρει ἡλεκτρικὸν ρεῦμα οὕτως ἀντιστρόφως ἐπέρχεται ἀντίρροπος θέρμανσις ὅταν τὸ ρεῦμα γαλβανικῆς ἀλύσεως διαχετεύηται διὰ τοῦ χωρίου τῆς στεγνώσεως δύο μετάλλων· διερχομένου δηλαδὴ τοῦ ρεύματος ἀπὸ τοῦ ἀντιμονίου πρὸς τὸ βισμούθιον τὸ χωρίον τῆς στεγνώσεως θερμαίνεται, καὶ ψύχεται διερχομένου τοῦ ρεύματος ἀντίθετως· ἄρα κατὰ τὴν πρώτην περίστασιν γινώσκειται, κατὰ τὴν δευτέραν τούναντίον διαπαύεται θερμότης. (ἐδ. 344)

ΤΜΗΜΑ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

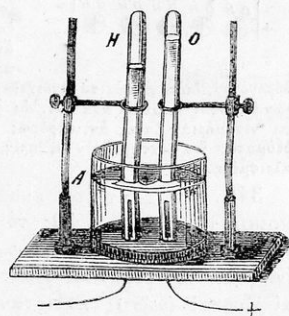
Περὶ χημικῶν αποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.

339. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ. ΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ. ΒΟΛΤΑΜΕΤΡΟΝ. Ἐὰν τὸ ρεῦμα γαλβανικῆς συστοιχίας συγκεκμημένης ἐκ πολλῶν στοιχείων διοχετεύσῃμεν δι' ὕδατος, κεκραμένου μετ' ὀλίγου θεικοῦ ὀξέος πρὸς ἀγωγὴν βελύσσον, βλέπομεν ὅτι γινώσκονται ἀέρια παρὰ τοῖς βεβυθισμένοις μεταλλικοῖς ῥομφόροις· λήγονται ἀπ' αἰ. λη. λω. δηλονότι ὑπὸ τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος τὰ χημικὰ στοιχεῖα τοῦ ὕδατος καὶ ἀναστοιχειοῦνται τὸ μὲν ὑδρογόνον παρὰ τὸ ἀρνητικὸν τὸ δὲ ὀξυγόνον παρὰ τὸ θετικὸν πολικόν

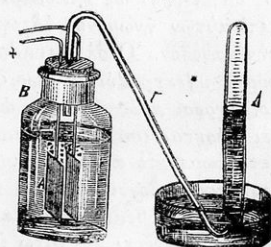
σύμμα. Τὴν χημικὴν ταύτην δρᾶσιν τῆς ὑπὸ τοῦ ρεύματος διαιρέσεως ρευστοῦ εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ καλοῦμεν *ηλεκτρόλυσιν*, τὰ δὲ οὕτως εἰς στοιχεῖα διαιρούμενα σώματα *ηλεκτρόλυτα*, τοὺς συνήθως μεταλλικούς ρηφόρους δι' ὧν μετοχετεύεται τὸ ρεῦμα εἰς τὸ ρευστὸν *ηλεκτρικὰς διόδους*, καὶ δὴ *ἀνοδον* τὸν θετικὸν καὶ *κάθοδον* τὸν ἀρνητικόν, τὰ παρὰ τὰς διόδους ἀναστοιχειούμενα συστατικὰ ἴδιον καὶ τὸ μὲν παρὰ τὸν θετικὸν ρηφόρον ἐκλύομενον *ηλεκταρνητικὸν στοιχείον* ἢ *ἀνιόν* τὸ δὲ παρὰ τὸν ἀρνητικὸν *ηλεκτροθετικὸν στοιχείον* ἢ *κατιόν*. Λυομένου ἄρα τοῦ ὕδατος, ἀνιὸν μένεσσι τὸ ὀξυγόνον κατιὸν δὲ τὸ ὑδρογόνον.

Πρὸς κατασκευὴν τῶν ἡλεκτρικῶν διόδων ἐπιτήδειά εἰσι τὰ ἐκ λευκοχρῶστου ἐλάσματα· ἀνάγκη δ' ἵνα ἡ ἄνοδος τοῦλάχιστον κατασκευάζεται ἐκ τιμίου μετάλλου, εἰδεμὴ τὸ ἀναστοιχειούμενον ὀξυγόνον ἐνοῦται μετὰ τοῦ μετάλλου τῆς διόδου εἰς ὀξείδιον διαλυόμενον ἐν τῷ ὀξεί. Πρὸς διακεκριμένην δὲ συναγωγὴν τῶν δύο ἀερίων εἰσάγομεν τὰς ἡλεκτρικὰς διόδους κάτωθεν εἰς δοχεῖον (Σχ. 346) πλήρες ὕδατος θεϊκοῦ ὀξέος καὶ ἐπικαλύπτομεν αὐτὰς δι' ὑαλίνων κωδῶνων H, O. Ὁ πληρωθέντων πρότερον τοῦ αὐτοῦ ρευστοῦ, πρὸς οὓς ἀνέρχονται αἱ ἐκ τῶν δύο πόλων φουσαλίδες, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι οἱ συγχρόνως συναγόμενοι τῶν δύο ἀερίων ὄγκοι ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς συστοιχείους· τὸ ὕδωρ ἦτοι ὡς 2 ὑδρογόνου πρὸς 1 ὀξυγόνου· ἐὰν ὅμως συναγάγωμεν ἀμφοτέρω τὰ ἀέρια εἰς τὸ αὐτὸ σχηματίζομεν ἐκκροστὸν ἀέριον. Ἡ δὲ ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ ἐκλυομένη ἀέρια ποσότης ἀναλογεῖ πρὸς τὴν ἐντάσιν τοῦ ρεύματος, μὴ ἐξαρτωμένη οὐτ' ἐκ τοῦ σχήματος οὐτ' ἐκ τοῦ μεγέθους τῶν διόδων· ἐὰν ἄρα διαχετεύσωμεν τὸ αὐτὸ ρεῦμα διὰ πολλῶν ἐφεξῆς παρεμβεβλημένων ὕδατολυτικῶν συσκευῶν, ἀναστοιχειοῦνται ἐν πάσαις ἴσοι ὄγκοι ἀερίων, ὥστε τὸ ποσὸν τοῦ ἐν ὀρισμένῳ χρόνῳ ἀναστοιχειομένου ἀερίου χρησιμεύει ὡς μέτρον τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος· ὄργανα πρὸς τοῦτο προπαρασκευασμένα καλοῦνται *βολτάμετρα* (Jacobi 1839). Πρὸς δυνατὴν ἐλάττωσιν τῆς ἀντιστάσεως κατὰ τῆς ἀγωγῆς σχηματίζομεν τὰς διόδους εἰς δύο πλάκας ἐκ λευκοχρῶστου A (Σχ. 347), ἀσθηρίζομεν πλη-

Σχ. 346



Σχ. 347



σίον ἀλλήλων ἐν τῷ ἀεριοστεγεῖ πώματι τοῦ πλήρους ὑδατοῦς θεϊκοῦ ὀξέος πλατυστόμου δοχείου Β, διαπερῶντες αὐτὸ διὰ τῶν ρομφῶρων καὶ διὰ τοῦ ἐπικαμπτῶς σωλῆνος Γ· δι' αὐτοῦ ὑπεκχωροῦντα τὰ ἀέρια συνάγονται ὑπὸ τὸν κώδωνα Δ, ὅστις φέρει ἀναγεγραμμένην κλίμακα πρὸς μέτρησιν.

Ἡ διὰ τῆς στήλης τοῦ Volta λύσις τοῦ ὕδατος παρατηρήθη τὸ πρῶτον ἐν ἔτει 1800 ὑπὸ τοῦ Nicholson καὶ τοῦ Carlisle.—Τὸ κατὰ τὴν ἠλεκτρόλυσιν ἀναστοιχειούμενον ἐκ τοῦ ὕδατος ὀξυγόνον παρίσταται ἐν μέρει ἄλλοφανῶς ὡς ὄζον (ἐδ. 273), χαρακτηριζόμενον δι' ἰδιοφυεῖς ὀσμῆς καὶ διὰ βιολίων ὀξειδωτικῶν ἰδιοτήτων· ὥστε ἐὰν ἡ λύσις τοῦ ὕδατος συμβαίνει ἐν χαμηλῇ θερμοκρασίᾳ, συστοιχειοῦται ἐκ μέρους ὀξυγόνου καὶ ἐξ ὕδατος ὑπεροξειδίου ὕδρογόνου ($\text{H}_2\text{O} + \text{O} = \text{H}_2\text{O}_2$). τοῦτου ἐνεκα ὁ συναγόμενος τοῦ ὀξυγόνου ὄγκος ἐστὶ πολλῶς κατὰ τι ἐλάσσων τοῦ ἡμίσεως ὅγκου τοῦ ὕδρογόνου.

Ἐρμηνεύομεν δὲ τὴν ἠλεκτρόλυσιν κατὰ τὸν Grothuss (1805) οὕτω· Τὰ ἐν παντὶ μορίῳ ὕδατος ἐνυπάρχοντα ἄτομα ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου εἰσὶν ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένα ἐκ τῆς ὁμοιότητας ἐπαφῆς ἥτοι τὰ τοῦ ὕδρογόνου διὰ +H καὶ τὰ τοῦ ὀξυγόνου διὰ -H· ὥστε ἡ ἐκ τῶν ἠλεκτρικῶν διόδων ἔλξις καὶ ὥς ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῶν ἀμέσως παρακειμένων μορίων τοῦ ὕδατος διατάσσει ταῦτα οὕτως, ὥστε στρέφουσιν εὐθὺς τὸ μὲν θετικὸν συστατικὸν (H) πρὸς τὴν ἀρνητικὴν, τὸ δὲ ἀρνητικὸν (O) πρὸς τὴν θετικὴν δίοδον, διαδιδομένης δὲ τῆς ἑλκτικῆς ἐνεργείας ἀπὸ μορίου εἰς μόριον πάντα τὰ μεταξὺ τῶν ἠλεκτρικῶν διόδων τυχόντα μόρια διατάσσονται ὡς εἰκονίζει τὸ σχῆμα 348· ἐὰν λοιπὸν ἡ ἐκ τῶν διόδων ἔλξις ᾗ κεκτρημένη τὴν δέουσαν ἰσχύ· ὅπως ἐπικρατήσῃ τῆς μεταξὺ τῶν στοιχείων ἐκείνου μορίου χημικῆς ἑλξεως ἀποκρίνεται πρὸς τὴν ἀνοδὸν μόνον τὸ πρῶτον ἄτομον τοῦ ὀξυγόνου καὶ πρὸς τὴν κάθοδον μόνον τὸ τελευταῖον ἄτομον τοῦ ὕδρογόνου, διότι πάντα τὰ στοιχεῖα τῶν μεταξὺ κειμένων μορίων χωρίζομενα ἀπ' ἀλλήλων ἐνοῦνται ἐνταυτῷ ἀνὰ δύο, ὡς ἐμφαίνουσιν αἱ ἀγκύλαι τοῦ σχήματος, σχηματίζοντα νέα μόρια ὕδατος ἀντιστρόφως διατεταγμένα· ταῦτα ἀναγκάζονται αὖθις ὑπὸ τοῦ ρεύματος ἵνα διαταχθῶσιν ὡς πρὶν, καὶ οὕτω καθεστῆς ἐπ' ὅσον ἡ ἄλυσις διατελεῖ κλεισμένη.

Σχ. 348

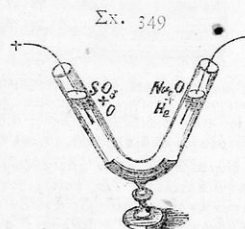


340. ΛΥΣΙΣ ΕΤΕΡΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ ΕΚ ΔΥΟ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ FARADAY. Ὡς τὸ ὕδωρ, οὕτω διαιροῦνται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῶν καὶ πᾶσαι αἱ ἐκ δύο στοιχείων ενώσεις ὑποβαλλόμεναι εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ρεύματος ῥευσταὶ ἢ διαλελυμέναι· φαίνεται μάλιστα ὅτι αἱ ῥευσταὶ ενώσεις καθίστανται ἐν γένει ἄγωγοι μόνον διότι ὑπὸ τοῦ ρεύματος διαιροῦνται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῶν. Ἐκ τῶν ὀξειδίων, καὶ ἐκ τῶν χλωριούχων, βρωμιούχων, καὶθειούχων ενώσεων ἀναστοιχειοῦνται O, Cl, Br, S ὡς ἠλεκταρνητικὰ συστατικὰ παρὰ τὴν ἀνοδὸν, τὸ δὲ μετ' αὐτῶν ἠνωμένον ὕδρογόνο ἢ μέταλλον ὡς ἠλεκτροθετικὸν παρὰ τὴν κάθοδον. Ὁ δὲ Faraday ἀνεκάλυψεν ὅτι τὰ βάρη τῶν ἀπὸ διαφόρων ἠλεκτρολύτων χωριζομένων στοιχείων ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ρεύματος ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα ὡς τὰ χημικῶς ἰσοστάσια βάρη αὐτῶν, ἢ ὅτι ἴσονται ἰσα ἰσοδύναμα τῶν διαφόρων ἐνώσεων. Ἐὰν π. χ. διοχετεύσωμεν τὸ αὐτὸ ρεῦμα διὰ τριῶν ἐφξῆς παρεμβεβλημένων ἠλεκτρολυτικῶν δοχείων, ὧν τὸ πρῶτον περιέχει ὑδροχλωρικὸν ὀξύ, τὸ δεύτερον ὕδαρὲς θεϊκὸν ὀξύ καὶ τὸ τρίτον τετνηκὸτα χλωριούχον ἄργυρον ἀναστοιχειοῦνται ἐνταυτῷ ἐν τῷ πρώτῳ 1 βαρ. H καὶ 35,5 βαρ. Cl,

ἐν τῷ δευτέρῳ 1 βαρ. Η καὶ 8 βαρ. Ο, καὶ ἐν τῷ τρίτῳ 108 βαρ. Ag καὶ 35,5 βαρ. Cl (ἐδ. 16).

Διὰ τῆς γαλβανικῆς λύσεως ὁ Davy (1808) ἐπέτυχε πρῶτος τὴν ἐκ τῶν ἰώσεων ἀναστοιχείωσιν τῶν ἀλκαλογόνων καὶ γωγόνων μετάλλων (κάλιον, νάτριον, ἀσθένιον κ.τ.λ.). Πρὸς ἀναστοιχείωσιν τοῦ καλίου τήξαντες καυστικὸν κάλι ἢ γλωρίουον κάλιον ἐν χυλῇ ἐκ λευκοχρύσου συνημμένη πρὸς τὸν θετικὸν πόλον τῆς λύσεως, βυθίζομεν εἰς τὴν τετρακτὴν ἔνωσιν τὸν ἀρνητικὸν ῥομφόρον, ἐφ' οὗ τότε προσκολλῶνται μεταλλικὰ σφαιρίδια καλίου ἀναφλεγόμενα μετ' ἐκθύνου φωτός ὅταν ἀνελκύωμεν τὸ πολικὸν σύρμα εἰς τὸν ἕρπον. (Ὁ Davy μετεχειρίσατο πρὸς τοῦτο στήλην ἐκ ζευγῶν 106). Τὸ πείραμα διεξάγεται εὐχερῆστερον ἐν ἐντὸς κοιλότητος σκαφίσσης ἐν τεμαχίῳ ὕδατος καλίου ἢ γαλίου συνημμένου πρὸς τὸν θετικὸν πόλον, χύσωμεν ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ βυθίσωμεν εἰς αὐτὸν τὸν ἀρνητικὸν ῥομφόρον· τὸ ἀναστοιχειούμενον μέταλλον σχηματίζει τότε ἀλλάγμαμα μετὰ τοῦ ὑδραργύρου, ὅστις βαθμῶδιν μεθίσταται εἰς μάζαν σπινθήκη, ἥ ἔστι δι' ἀποστάσεως εὐχερὲς χωρίζομεν ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου τὸ μέταλλον ἀμύγες.

341. ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΙΣ ΤΩΝ ΟΞΥΓΟΝΟΥΧΩΝ ΛΑΤΩΝ. ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΙΟΝΤΑ. Ἐὰν διοχετεύσωμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῖμα διὰ κεκορεσμένης διαλύσεως θειικοῦ χαλκοῦ (CuSO_4), συναγονται παρὰ τὴν καθόδον μὲν μεταλλικὸς χαλκός, παρὰ τὴν ἀνόδον δὲ ὀξυγόνον καὶ θεικὸν ὀξύ· ὥστε ὑπονοητέον ὅτι ἡ ἔνωσις CuSO_4 διαίρεται πρῶτον εἰς Cu καὶ εἰς SO_4 (ὀξυθειον κατὰ τὸν Daniell), ἀλλ' ὅτι ἐν ἀκαρεῖ τὸ δεύτερον τοῦτο διαίρεται εἰς SO_2 καὶ εἰς O. Ἐὰν δὲ αἱ ἡλεκτρικαὶ δίοδοι ὡς χαλκαῖ, παρὰ μὲν τῇ καθόδῳ προσκολλᾶται ὁ ἀναστοιχειούμενος χαλκός, εἰς τὸν ἀγωγὸν καὶ αὐξάνει τὸ βάρος αὐτοῦ, παρὰ δὲ τῇ ἀνόδῳ διαλύεται ἴσον ποσὸν χαλκοῦ ἐκ τοῦ ἀγωγού, ἀναπλάσσον μετὰ τοῦ $\text{SO}_2 + \text{O}$ θεικὸν χαλκόν· συμβαίνει ἕνα σίονει μεταφορὰ τοῦ χαλκοῦ ἐκ τῆς θετικῆς εἰς τὴν ἀρνητικὴν δίοδον, τῆς διαλύσεως διατηρούσης διηνεκτὴς ἀμετάβλητον τὴν σύστασιν. — Ὅμοιως ἀποχωρίζομεν τὸν χρυσόν καὶ ἕτερα μέταλλα ἐκ τῶν διαλύσεων αὐτῶν (ἐδ. 342). Ἐνίοτε ὅμως ἀντὶ τῶν ἀμέσως ὑπὸ τοῦ ρεύματος λυομένων ἀπ' ἀλλήλων συστατικῶν, ἀναφαίνονται ὡς ἰόντα σώματα ἐκ δευτερευούσης διαίρεσεως προερχόμενα. (Ὅταν π. χ. λύωμεν ἡλεκτρικῶς διάλυσιν οὐδετέρου θειικοῦ νάτρου (Na_2SO_4) περιεχομένην ἐν σωλῇ σχήματος U (Σχ. 349), ἀναπτύσσονται παρὰ τὴν ἀνόδον ὀξυγόνον καὶ παρὰ τὴν καθόδον ὑδρογόνον· ἀλλ' ἐπειδὴ βλέπομεν τὴν οὐδετέραν διάλυσιν, οὕσαν ἀρχῇθεν ἰανθῆναι τὸ χρῶμα ἐξ ηλιοτροπίου, ἐρυθραίνομένην παρὰ τὴν θετικὴν καὶ κυανίζομένην παρὰ τὴν ἀρνητικὴν δίοδον, συμπεραίνομεν ὅτι αὕτη γίνεται ἐκτὸς μὲν ὀξεῖα ἐνταῦθα δὲ βασική (ἐδ. 19, 20). Παρὰ τὸν θετικὸν πόλον δηλονότι, ὡς κατὰ τὸ προηγούμενον πείραμα, ἀποκρίνονται ὀξυγόνον καὶ θεικὸν ὀξύ καὶ παρὰ τὸν ἀρνητικὸν ἀναστοιχειοῦται νάτριον· ἀλλὰ τοῦτο διαίρει ἐν ἀκαρεῖ τὸ ὕδωρ εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ.



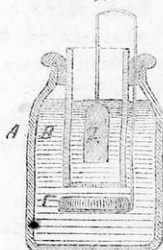
καὶ ἐνούμενον μετὰ τοῦ ὀξυγόνου γεννᾷ γάτρον διαλυόμενον ἐν τῷ βρω-
στῷ, ἐνῶ τὸ ὑδρογόνον ἀφίπταται.

Ἐκ διαλύσεως ὀξειδίου μολύβδου ἐν ρύμματι κάλεος ἀποκρίνεται παρὰ τὴν ἀρνητικὴν
πύλον μεταλλικὸς μολύβδος, τὸ δὲ παρὰ τὴν θετικὴν ἀναστοιχειούμενον ὀξυγόνον ἐννοῦται
εὐθὺς μετὰ τοῦ περισσεύοντος ὀξειδίου εἰς ὑπεροξειδίου μολύβδου καθίζονον ἐπὶ τῆς ἀνό-
δου· ἐὰν δ' αὕτη σύγκηται ἐκ στιλπνοῦ μεταλλικοῦ πετάλου (ἐκ νεαργύρου μάλιστα) καὶ
ἐὰν ἡ ἀπάναντα αὐτῆς κάθοδος ἔχῃ σχῆμα ἀκίδας, ἡ ὑποστάθμη τοῦ ὑπεροξειδίου σχη-
ματίζεται ἐπ' αὐτῆς ὡς λεπτὸν καὶ διαφανὲς ἐπίστρωμα ἀπολεπυνόμενον ἀπὸ τοῦ μέσου
πρὸς τὰ πέρατα καὶ ἐκφυλὶνον λαμπρῶς κεχωρημένους θακτυλούς, ὀπτικὸν λόγον ἔνεκα
(ἐδ. 180). Οἱ τοῦ Nobili καλούμενοι *δακτυλίου* οὗτοι (1826) ἔχουσι τὰ χρώματα δια-
τεταγμένα ἀντιθέτως πρὸς τὰ τῶν θακτυλίων τοῦ Newton, ἐν οἷς τὸ πάχος τοῦ δια-
φανοῦ στρώματος φθίει ἀπὸ τῶν περάτων πρὸς τὸ κέντρον. Ὁμοίως ἐπιχρώσεις γεννᾷ
τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου κ.τ.λ. (γυλθανοβαφικῇ).

342. ΓΑΛΒΑΝΟΠΛΑΣΤΙΚΗ. ΓΑΛΒΑΝΙΚΗ ΧΡΥΣΩΣΙΣ ΚΑΙ ΑΡΓΥΡΩΣΙΣ. Ἀπὸ
τῆς γαλβανικῆς ἀποκρίσεως τοῦ χαλκοῦ παρὰ τὴν ἀρνητικὴν διόδον
(341) ὠφελοῦμενος ὁ Jacobi ἐφεῦρε (1838 ἐν Πετροπόλει) τὴν *Γαλ-
βανοπλαστικὴν*· διότι, ὅταν ἡ τοῦ χαλκοῦ ὑποστάθμη ἐπιφύηται εἰς
τὴν διόδον βραδέως καὶ ἱσοταχῶς χωρίζεται ἀπ' αὐτῆς συμπαγῆς καὶ
ἐντελῶς πρὸς αὐτὴν σύμμορφος.

Πρὸς πλάσιν γαλβανικῷ ὁμοιώματος νομίσματος, σήματος, ἢ ἑτέρου τεχνουργήματος
παρσκευάζομεν πρῶτον τὸ ἐκμαγεῖον αὐτοῦ ἐκ γύφου ἢ ἐκ κηροῦ ἢ ἐκ στατίνης ἢ
ἐκ γουσταπέρκης, ἢ ἐξ ἑτέρας καταλλήλου ὕλης καὶ ἀρσὺ κατα-
στήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἀγωγὸν ἐπιπλάσσοντες

Σχ. 350



αὕτη λεπτομερέστατον σενσυμένον γραφίτην μεταχειρίζομεθα
αὐτὸ ὡς ἀρνητικὴν διόδον. Ἡ δὲ τοῦ χαλκοῦ ἐπιφύσις τε-
λεῖται ἢ ἐν αὐτῇ τῇ γαλβανικῇ στοιχείῳ ἢ ἔκτος αὐτοῦ ἐν
ἰδίῳ *λυτικῷ* αὐτοῦ. Κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν διατιθέμεν
τὰ πράγματα οὕτως. Ἐν τινι πλατυστάμῳ δοχείῳ Α ἔστιν
ἀνηρτημένον ἑτερον παρόδες δοχεῖον Β ἐξ ἀργύλλου (Σχ. 350)
καὶ τοῦτο μὲν περιέχει ὑδρὸς θεικὸν δξύ, ὁ δὲ μεταξὺ αὐ-
τῶν χώρος κεκορεσμένην διήλυτον θεικοῦ χαλκοῦ καὶ κατὰ
περισσεῖαν κρυστάλλους τοῦ ἁλματος τούτου, ἵνα διατελῇ ἡ
διήλυσις συνεχῶς κεκορεσμένη. Τὸ πρὸς ἀπεικασίαν ἐκμα-
γεῖον Γ συνάπτεται πρὸς τὸν ἐκ ψευδαργύρου ὄγκον Ζ, τὸν ἐν
τῷ παρόδῳ δοχείῳ, διὰ χαλκοῦ σύρματος ἐρρητινωμένου
πρὸς μόνωσιν. Καταρτίζομεν ἄρα τὸ δλον εἰς γαλβανικὸν
στοιχείον ὅμοιον τῷ τοῦ Daniell (ἐδ. 311), ἐν ᾧ τὸ θεικὸν
ρεῖμα φέρεται ἐκ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸ ἐκμαγεῖον Γ,

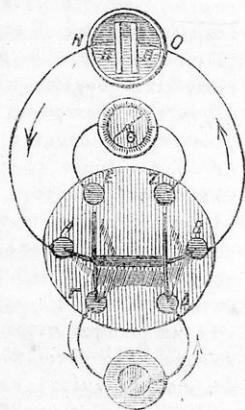
οὗτινος τὸ ἀγωγὸν ἐπίπλισμα χρησιμεύει ὡς ἀρνητικὸν μεταλλόν· ὥστε ἐπὶ τοῦ ἐκμα-
γεῖου μὲν καθίζει χαλκός, ὁ δὲ ψευδαργύρος ὀξειδιούμενος ὑπὸ τοῦ ἀναστοιχειουμέ-
νου ὀξυγόνου διαλύεται ἐν τῷ θεικῷ ὀξεί.

Συμφέρει δὲ, ὅταν ἀπεικάζομεν μίσηνα πράγματα καὶ μάλιστα κατὰ τὴν βιομηχα-
νικὴν ἐκτίλεισιν, ἵνα ποιώμεθα χρῆσιν πρὸς καθίζεισιν τοῦ χαλκοῦ χωριστῶν λυτικῶν
κυτῶν ἐν οἷς εἴθεμεν ὡς ἄνοδον πλάκα χαλκοῦ καὶ ὡς κάθοδον τὸ ἐκμαγεῖον· διότι τότε
οὐ μόνον διατελεῖ ἡ διάλυσις συνεχῶς οὐδενότι καὶ κεκορεσμένη, διαλυόμενον ἐκ τῆς
ἀνόδου τόσο χαλκοῦ ὅσοις ἐπιφύεται εἰς τὴν κάθοδον, ἀλλὰ καὶ βυθίζομεν τὴν ἑν-
τασιν τοῦ ρεύματος μᾶλλον κατὰ βούλησιν ἢ ὅταν τὸ ἐκμαγεῖον εἰσάγῃται ἐν αὐτῇ
τῇ στοιχείῳ.

Πανομοίως ἐργαζόμεθα πρὸς γαλβανικὴν χρύσωσιν καὶ ἀργύρωσιν. Πρὸς ἀργύ-
ρωσιν ποιούμεθα χρῆσιν διαλύσεως κυανίουχου ἀργύρου ἐν κυανιάχῳ καλῷ, ἐν ᾧ τί-
θεμεν ὡς κάθοδον τὸ πρὸς ἀργύρωσιν μεταλλικὸν ἔργον λίαν ἐπιμελὲς πρότερον καθυρί-
σταντες αὐτό, καὶ ὡς ἄνοδον ἑλάσμα ἀργύρου. Πρὸς χρύσωσιν δὲ χρησιμεύει διάλυσις
κυανίουχου ἢ χλωριόχου χρυσοῦ.

343α. ΠΕΠΟΛΕΥΜΕΝΟΝ ΡΕΥΜΑ. ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟΝ. Ἐάν διὰ τοῦ κυκλώματος ΚΑΒΠΗΑΓΚ (Σχ. 292) καὶ τῶν ἐκ λευκοχρύσου διόδων Π,Π διαχετεύσωμεν τὸ ρεύμα τοῦ στοιχείου Κ δι' ἐνύδρου θεϊκοῦ ὀξέος, εἴτα δὲ συνδέσωμεν τὸ βολτάμετρον ΗΘ πρὸς τὸ γαλβανόμετρον Θ διὰ τοῦ κυκλώματος ΠΑΘΩΒΗ ἐκκλίσσας αὐτοῦ τὸ στοιχεῖον Κ, πρὸς εὐχερῇ μετατροπὴν τοῦ πρώτου εἰς τὸ δευτέρον κύκλωμα συντελοῦσιν αἱ πλήρεις ὑδρογόνου κατύλαι Γ,Δ,Ε,Ζ,Β,Δ) βλέπομεν τὴν μηχανικὴν βελόνην ἐκτρεπομένην ὑπὸ ρεύματος ἀντιθέτου πρὸς τὸ ἀρκτικὸν κατὰ διεύθυνσιν ἥτοι φερόμενου ἀπὸ τῆς καθόδου πρὸς τὴν ἄνοδον. Τὸ ρεύμα τοῦτο καλοῦμεν πεπολυμένον, καὶ τὸ ἀρκτικὸν ρεῦμα πολεῖον. Τὸ πεπολυμένον ρεῦμα προέρχεται ἐκ τῆς προηγουμένης αὐτῷ ηλεκτρολύσεως, ἥτις τὴν μὲν ἄνοδον περιβάλλει δι' ὀξυγόνου τὴν δὲ καθόδον δι' ὑδρογόνου· ἐπειδὴ δὲ ὁ περιβεβλημένος τὸ ὑδρογόνον λευκοχρύσος ἀπτόμενος τοῦ ρευστοῦ ηλεκτρίζεται μᾶλλον θετικῶς, ὁ δὲ περιβεβλημένος τὸ ὀξυγόνον μᾶλλον ἀρνητικῶς, αἱ δύο ἐκ λευκοχρύσου πλάκες διατιθέμεναι πρὸς ἀλλήλας οἰοῦναι ὡς πλάξ ὀξυγόνου πρὸς πλάκα ὑδρογόνου ἀποτελοῦσι τὸ καλούμενον δευτερεῖον στοιχεῖον, ὅπου πηγάζει τὸ πεπολυμένον ρεῦμα. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ὑδρογόνον πρὸς τὸ ὀξυγόνον διατίθεται ηλεκτροθετικῶς, τὸ θετικὸν ρεῦμα διαρρέει τὸ ρευστὸν ἀπὸ τοῦ ὑδρογόνου πρὸς τὸ ὀξυγόνον. — Τὰ πεπολυμένα ρεύματα εἰσι βραχυχρόνια ὡς προκαλοῦντα ἀναστοιχείωσιν ὑδρογόνου παρὰ τὴν περιβεβλημένην τὸ ὀξυγόνον πλάκα καὶ ὀξυγόνου παρὰ τὴν περιβεβλημένην τὸ ὑδρογόνον, ἅτινα συμπλάσσοντα ὕδωρ ἀφανίζουσι τὴν ηλεκτρογερτικὴν δύναμιν.

Σχ. 351



Ὅτι δὲ πηγὴ τῶν πεπολυμένων ρευμάτων εἰσὶ τὰ περὶ τὰς πλάκας τοῦ λευκοχρύσου ἀερόδη σώματα ἀπέδειξεν ἀναμφιβόλως ὁ Grove, διεγείρας ταῦτα ρεύματα διὰ μεθόδου καθαρῶς χημικῆς. Ἐπειδὴ ὁ λευκοχρύσος κέκτηται τὴν ιδιότητα τοῦ πυκνοῦ δι' ἐφέλξιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ (ἐδ. 107) καὶ περιβάλλεσθαι τὰ περικυκλοῦντα αὐτὸν αἶρια, ὁ Grove εἰσέγαγε πλάκας ἐκ τοῦ μετάλλου τούτου εἰς κώδωνας πλήρεις ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου, εἴτα βυθίζων δύο ἐκ αὐτῶν περιβεβλημένους τὴν μὲν Η τὴν δὲ Ο εἰς ὕδαρὲς θετικὸν δὲ καὶ συνήπτων αὐτὰς πρὸς τὴν σπείραν τοῦ γαλβανόμετρον παρετήρησεν (1843) τὴν αερόδη συστοίχισιν.

Ὅμοια φαινόμενα πολέσεως ἐπέρχονται κατὰ πᾶσαν ηλεκτρολυτικὴν ὁδὸν· λυτικὰ ἤρα δοχεῖα παρεβαλλόμενα εἰς γαλβανικὸν ρεῦμα ἀντενεργοῦσιν εἰς αὐτὸ οὐ μόνον διὰ τῆς εἰσαγομένης τοῦ ρευστοῦ ἀντιστάσεως ἀλλὰ καὶ δι' ηλεκτρογερτικῆς δυνάμεως πηγάζουσιν ἐκ τῆς πολέσεως τῶν διόδων, ἥτις ἀεὶποτε ἀντίθετος πρὸς τὴν τῆς λύσεως οὕσα ἐλκτοῦ τοῦ ρεύματος τὴν ἔντασιν· ὥστε ἐάν η ἐμφανὴ τὴν ηλεκτρογερτικὴν δύναμιν τῆς λύσεως, π τὴν ἀντενεργούσαν ηλεκτρογερτικὴν δύναμιν τῆς πολέσεως καὶ Α

τὸ σύγκλον τῶν ἀντιστάσεων, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐκτυποῦται οὕτω $e = \frac{\eta - \pi}{\Lambda}$ (ιδ.

318). Ἐὰν δὲ ἡ πόλειςις τύχη ἱκανὴ πρὸς ἀναίρεσιν τοῦ ρεύματος, διαρκὲς ρεύμα οὐδ' ὅλως προκύπτει· διὰ ταῦτα δὲ στοιχεῖον τοῦ Daniell ἢ τοῦ Grove ἀδυνατοῖ ἵνα λύσῃ τὸ ὕδωρ, ἀλλ' ἀπαιτοῦνται πρὸς τοῦτο τοὐλάχιστον δύο στοιχεῖα.

3436. ΤΑΜΕΙΑ. Πρὸς κατασκευὴν δευτερευόντων στοιχείων (ιδ. 313a) κατὰ τῆς ἐρευνᾶς τοῦ Planté (1859) ἐπιτηδεύτατόν ἐστι τῶν μετὰλλων ὁ μόλυβδος· βραδύτερον (1879) ὁ αὐτὸς φυσικὸς κατώρθωσε τὴν κατασκευὴν δευτερευόντων στοιχείων ἐκ πλακῶν μολύβδου ἐν οἷς ὁ ἡλεκτρισμὸς τρόπον τινὰ θησαυρίζεται, ἅτινα ἐκάλεσεν ἑνεκα τοῦτου ταμεῖα. Τιθέντες μεταξὺ δύο πλακῶν μολύβδου ταινίας ἐλαστικοῦ κομμῆως πλάτους 1 εἰρ. καὶ πάχους 0,5 εἰρ., σπειροῦμεν αὐτὰς περὶ ξύλινον κύλινδρον, ὃν ἀφαιροῦντες εἰσάγομεν τὴν διπλὴν σπείραν εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον πλήρες ὕδατος θεικοῦ ὀξέος (1 : 10). Εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐσωτερικῆς καὶ εἰς τὸ τέλος τῆς ἐξωτερικῆς σπείρας ὑπάρχουσι προσηρμοσμένοι ἐπιμήκεις ταινίαι χρησιμεύουσαι ὡς βοηθοί, δι' ὧν πληροῦμεν τὸ οὕτω παρεσκευασμένον δευτερεῖον στοιχεῖον τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐκ τοῦ ρευστοῦ ἀναστοιχειοῦται ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον· τούτων τὸ πρῶτον φθείρει τὴν ἐτέραν τῶν πλακῶν, τὴν θετικὴν δίοδον, μεταβάλλον αὐτὴν εἰς τὸ λίαν ὀξυγονοῦχον ὑπεροξειδίου τοῦ μολύβδου (PbO_2), τὸ δεύτερον ἀνάγει τὴν ἑτέραν πλάκα, τὴν ἀρνητικὴν δίοδον, εἰς μεταλλικὸν μόλυβδον· ὥστε ταύτης μὲν ἡ ἐπιφάνεια καθίσταται τεφρὰ καὶ χονδρώδης, ἐκείνης δὲ περιβάλλεται φαῖον κάλυμμα. Τὸ οὕτω πληρωθὲν στοιχεῖον διατηρεῖ τὸ πλήρωμα αὐτοῦ ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας καὶ ἀφίειν ἔντονον πεπολεωμένον ρεύμα ὅταν αἱ πλάκες αὐτοῦ συναφθῶσι διὰ τινος ἀγωγοῦ. — Ἐὰν αἱ πλάκες ἐξαχθῶσιν ἐκ τοῦ ρευστοῦ διατηροῦσιν ἐν ἑαυταῖς πᾶν δυνάμιν ἐπὶ χρόνον ἄριστον. Καθίσταται δ' εὐχερεστέρα ἡ πλήρωσις τῶν στοιχείων τοῦ Planté διὰ τῆς ὑπὸ τοῦ Faure ὑποδείχθεισης μεθόδου τοῦ καλύπτειν πρὸ τῆς σπειρώσεως τὰς πλάκας διὰ μίλτου, αἵτινες τότε ἀναδέχονται τὸ πλήρωμα καὶ ταχύτερον καὶ πλεόν.

344. ΧΗΜΙΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΝ Τῇ ΑΛΥΣΕΙ. ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΕΥΣΤΑΘΕΩΝ ΑΛΥΣΕΩΝ. Ὡς περ ἐν παντὶ λυτικῷ κύτει οὕτω καὶ ἐν αὐτῇ τῇ ἁλύσει συμβαίνει ἡλεκτρολυτικὴ δράσις, συστέλλουσα ἐν ταῖς μὴ εὐσταθέσιν ἁλύσεσι διὰ τῆς ἐπερχομένης πολέσεως τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος εἰς μικρὸν τι ποσοστὸν τῆς ἀρκτικῆς (ιδ. 309). Ἐν τῇ στήλῃ τοῦ Volta τῇ συγκειμένῃ ἐκ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου, ὁ μὲν χαλκὸς περιβάλλεται ὕδρογόνον ὁ δὲ ψευδάργυρος ὀξειδιούμενος ὑπὸ τοῦ ἀναστοιχειουμένου ὀξυγόνου διαλύεται. Ἡ ἐκ τοῦ ὑδρογόνου πόλειςις αὕτη τοῦ ἀρνητικοῦ μετάλλου κωλύεται κατὰ τὸ πλεῖστον ἐν ταῖς εὐσταθέσιν ἁλύσεσιν (ιδ. 311). Ἐν μὲν τῇ στήλῃ τοῦ Daniell ἀντὶ ὑδρογόνου ἐπιφύεται εἰς τὸν χαλκὸν μεταλλικὸς χαλκὸς ἐκ τῆς ἡλεκτρολύσεως τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ (ιδ. 341)· ἐν δὲ τῇ τοῦ Bunsen καὶ τῇ τοῦ Grove κωλύεται

ἢ τοῦ ὑδρογόνου ἀπόκρισις ὑπὸ τῆς ὀξειδωτικῆς ἐνεργείας τοῦ ἄζωτι-
κοῦ ὀξέος μεταβαλλομένου δι' ἀναγωγῆς εἰς ὑπάζωτικόν.

Ἐκκρίτως ἐνεργεῖ τὸ πυκνὸν ἄζωτικὸν ὀξύ πρὸς πόλευσιν τοῦ σιδήρου, μεθίστην
αὐτὸν εἰς τὴν καλουμένην παθητικὴν κατάστασιν· ὁ σίδηρος δὲλοντί περιβάλλεται
τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ ὀξέος κάλυμμα ἀδυσλῦτου θεικίου, οὗ ἕνεκεν μετατίθεται ἐν τῇ τάξει
τῶν τίσεων εἰς ἰσχυρὸς ἀρνητικὸν μέταλλον μεταβαλλόμενος. Ἐντεῦθεν ἡ δύναμις τῆς ἐκ
ψευδαργύρου καὶ σιδήρου καὶ τῆς ἐκ σιδήρου καὶ σιδήρου ἁλύσεως (ιδ. 311).

Ἡ δὲ ὀξυανθρακικὴ ἁλύσις τοῦ Becquerel σύγκειται ἐκ δυο πλε-
κῶν λευκοχρύτου, ὧν ἡ μὲν βεβρωθισμένη ἐν ἄζωτικῷ ὀξεί, ἡ δὲ ἐν δια-
λύσει κάλειος ὥστε ἀντιθέτως πολεῦνται.

Ἐν πάσῃ κεκλεισμένη ἁλύσει συμβαίνει ἀδιάκοπος χημικὴ δράσις,
καὶ δὴ ἐν ταῖς ἐν γρήσει ἁλύσεσιν ὀξειδίωσις τοῦ ψευδαργύρου συμ-
πλассοντος μετὰ τοῦ θειικοῦ ὀξέος θεικὸν ψευδαργύρου. Ἡ δαπάνη
αὕτη τοῦ ψευδαργύρου χρησιμεύει ὡς πηγὴ ἔργου πρὸς πάντα τὰ ἐκ
τῆς ἁλύσεως ἀποτελέσματα, καθ' ὃν τρόπον ἡ δαπάνη καυσίμου ὕλης
πρὸς τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἀτμομηχανῆς (παρ. ιδ. 241). Ὅταν ἐν
χιλιόγραμμον ψευδαργύρου διαλύηται ἐν θεικῷ ὀξεί γεννᾶται ποσὸν τι
θερμότητος, ὅταν δὲ τοῦτο διαλύηται ἐν τῇ ἁλύσει ἡ θερμαίνεται ὁ
ρομφόρος τῆς κλείσεως, ἡ τελεῖται μηχανικὸν ἔργον δι' ἡλεκτρομα-
γνητικῆς ἐλπίσεως (ιδ. 323). Προσεκτικῶς δ' ἐκτελεσθέντα πειράματα
ἀπέδειξαν ὅτι ἡ ἐκ τῆς διαλύσεως τοῦ ψευδαργύρου γεννωμένη θερμό-
της φαίνεται ἐλαττωμένη κατὰ τὸ ποσὸν τῆς ἐν τῷ κύκλωματι ἐκ-
δηλουμένης ἢ πρὸς τέλεσιν μηχανικοῦ ἔργου δαπανωμένης θερμότητος.

Ὅταν δὲ παρεμβάλωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἡλεκτρολυτικὸν κύτος, ἐν
ᾧ π. γ. ὕδωρ λύεται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ, δαπανᾶται πρὸς χημικὴν
διαίρεσιν ἔργον, ὑπερ κερδαίνεται ὡς θερμότης ὅταν τὸ ὑδρογόνον καὶ
τὸ ὀξυγόνον ἐνούμενα ἀναπλассωσιν ὕδωρ· ἡ δαπάνη αὕτη τοῦ ἔργου
δηλοῦται ἐκ τῆς ἐλαττωμένης ἡλεκτρογενετικῆς δυνάμεως τῆς
ἁλύσεως.

Ὁδῶν νοουμένων τῶν πραγμάτων δικαιοῦμεθα ἵνα ὑπολάβωμεν
τὴν ἐν τῇ ἁλύσει συμβαίνουσαν χημικὴν δράσιν ὡς πηγὴν τῆς ἡλεκ-
τρογενετικῆς δυνάμεως, καὶ ἐν τῇ θερμοηλεκτρικῇ στήλῃ (ιδ. 337)
τὴν θερμότητα ὡς ἀφορμὴν αὐτῆς καθίσταν ἐν τῷ θερμότητι χωρίῳ τῆς
στεγνωσεως ῥομφῶς τὸ θερμὸν θερμότητα πλείονα ὅσης γεννᾶ ἐν τῷ ψυχρο-
τέρῳ (ιδ. 338).

Οἰκιδήποτε δὲ καὶ ἂν ἡ ἡ πραγματικὴ ἀφορμὴ τῆς διαφορᾶς τῆς
ἡλεκτρικῆς τάσεως τῶν ἀλλήλων ἀπομένων μετάλλων (θερμιώδες
πείραμα τοῦ Volta), ἀνάγκη ἵνα θεωρήσωμεν καὶ ταύτην ὡς ἐκτὸς
τῶν μετάλλων ὑπάρχουσαν, ἄλλως ἠθέλωμεν ἐκλαβεῖν ὅτι τὸ βολταϊκὸν
ζεῦγος μὴδὲν δαπανῶν ἐστὶν αἰετοῦς πηγὴ ἐνεργείας καὶ ὅτι ἐφευρέθη
τὸ αὐτόματον ἀκριβῶς ἕνεκα τοῦτου ἡ διαφορὰ αὕτη τῆς τάσεως ἐστὶν
ᾠρημένη (ιδ. 306, 2^{ov}) καὶ αἱ ποσότητες τῶν συναγομένων ἡλεκ-

τρισμαῶν ἐν τῷ πυκνωτηρίῳ (ἐδ. 305) αὐξάνονται μόνον δι' ἐπανελημμένων ἐπαφῶν ἥτοι διὰ διαπάτης ἔργον.

ΤΜΗΜΑ ΠΕΜΠΤΟΝ

*Περὶ φυσιολογικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ γαλθανικοῦ
ρεύματος καὶ περὶ ζωικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.*

345. Περὶ τῶν ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ἔγινετο ἤδη λόγος ὅταν ἐπραγματεύμεθα χωρὶς περὶ ἑκάστου εἶδους αὐτῶν (ἐδ. 273, 283, 290, 304, 309, 332, 334) ὥστε ὑπολείπεται ἐνταῦθα ἡ συγκεφαλαίωσις τῶν οὐσιωδεστέρων γεγονότων. Κυρίως εἰσὶ τὰ ρεύρα τὰ ἀμέσως ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐρεθιζόμενα καὶ ἕκαστον κατὰ τὸν ἰδιάζοντα αὐτῷ τρόπον, ὥστε ὁ μὲν ἐρεθισμὸς τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ἐπιφέρει αἰσθημα φωτός, ὁ τοῦ ἀκουστικοῦ αἰσθημα ἤχου, ὁ τῶν νεύρων τῆς γλώσσης αἰσθημα ἰδιοτρόπου γεύσεως, ὁ τῶν νεύρων τοῦ δέρματος αἰσθημα τοπικοῦ πόνου, ὁ δὲ ἐρεθισμὸς τῶν νεύρων τῆς κινήσεως προξενεῖ τιναγμὸν καὶ ἐν ταχείᾳ ἐπαναλήψει σπασμῶδη συστολήν τῶν μυῶν, εἰς οὓς ἐπεκτείνονται αἱ ἴνες τῶν ἐρεθιζομένων νεύρων.

Πᾶν ἀδιάλειπτον γαλθανικὸν ρεῦμα ἱκανῆς ἐντάσεως προκαλεῖ μὲν ἐν τῷ σώματι τῶν ζώων καὶ τοῦ ἀνθρώπου πάθησιν ἐκτεινόμενην κυρίως εἰς τὰ ρεύρα τῆς αἰσθήσεως, ἀλλ' ἢ ἐπὶ τῶν νεύρων τῆς κινήσεως ἐνέργεια ἐκδηλοῦται μάλιστα κατὰ τὴν γένεσιν ἢ κατὰ τὸν ἀφαιρισμὸν αὐτοῦ, ἢ ἐν ταχείᾳ μεταβάλλῃ ἐντάσει διὸ ἰδίως ἐπιτήδεια πρὸς βιολογικοὺς τιναγμούς εἰσι τὰ αἰφνήδια καὶ λίαν βραχυχρόνια ρεύματα τῶν λουγδουνικῶν λαγῆνων κενουμένων καὶ τὰ διαλείποντα ρεύματα τῶν ἐπαγωγικῶν συσκευῶν.

Ὁ ἐκ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐρεθισμὸς τῶν νεύρων ἐπιφέρει σπασμούς μυῶν καὶ μετὰ θάνατον ἔτι, μάλιστα ἐν τοῖς ἔχουσι ψυχρὸν τὸ αἷμα ζῶας· εἰπομεν δὲ (ἐδ. 304) ὅτι ἡ ἀνακάλυψις τῶν γαλθανικῶν ρευμάτων ὀφείλεται εἰς τοὺς σπασμούς τῶν μυῶν τοῦ βατράχου. Μετὰ τὴν ἀνακάλυψιν τῆς στήλης τοῦ Volta παρεδόθησαν εἰς λήθην τὰ ὑπὸ τοῦ Galvani καὶ Alex. v. Humboldt ἐκτελεσθέντα πειράματα πρὸς ἔρευναν τῆς ἐν τῷ σώματι τῶν ζώων ἠλεκτρικῆς διεγέρσεως, μέχρις οὗ ὁ Nobili διὰ τοῦ πολυπλασιαστοῦ κατέδειξεν ὅτι ρεῦμα ἀδιέλεπτον διαρρέει τοὺς μῦς καὶ τὰ νεῦρα τῶν μυῶν μάλιστα τοῦ βατράχου. Οἱ νόμοι τῶν τοιούτων ρευμάτων ἐξηκριθώθησαν νεωστὶ ὑπὸ τοῦ du Bois-Reymond ἀποδείκνυτος ἀναμφιβόλως τὴν οὐσιώδη αὐτῶν συνάφειαν πρὸς τὴν ἀρχὴν τῆς ἐνεργείας τῶν νεύρων ἐν τοῖς ζῶσι σώμασιν. Ἀλλὰ τὰ περὶ τούτων καίναται ἐκτὸς τῶν ὁρίων στοιχειώδους πραγματείας.

346. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΙΧΘΥΣ. Πλείστα γέννη ἰχθύων κέκτηνται τὴν παράδοξον δύναμιν τοῦ ἐκτοξεύειν ἠλεκτρικὰ πλήγματα, ἅτινα μεταχειρίζονται ὡς ἐπιθετικὰ ἢ ἀμυντικὰ ὄπλα. Τοιαῦτά εἰσιν, ἢ ἐν τῇ Μεσογείῳ ἀπαντώσα νάρκη (Torpedo narke), ὁ ἐν τῷ Νεῖλῳ καὶ ἐν τῷ Σενεγάλῃ ζῶν σίλουρος (Malapterurus electricus) καὶ ὁ ἐν τῇ τῶν γλυκίων ὕδατι τῆς τροπικῆς Ἀμερικῆς διακτινόμενος γυμνώτης

Gymnotus electricus). Τὰ ζῶα ταῦτα ἐκπέμπουσι τὰ ἤλεκτρικὰ πλήγματα κατὰ βούλησιν δι' ἐπίτηδες ἡλεκτρικοῦ ὄργανου πλήρους νεύρων, ὅπερ παρὰ τοῖς διαφόροις γένεσιν ἅπαντ' διαφόρως κατεσκευασμένον. Ἐν τῷ *gymnote* ἐκτείνεται τοῦτο δι' ὅλου σχεδόν τοῦ μήκους τοῦ σώματος ἀπὸ κεφαλῆς μέχρι οὐρᾶς· ἐν τῇ ἰσχυρῇ τῷ ὄργανον κεῖται ἐκατέρωθεν τοῦ ὡσείδους σώματος καὶ συγκοιταῖ ἐκ πολλῶν παρακειμένων ἀλλήλοις σωληνοειδῶν κυττάρων, ὧν ἕκαστον περιλαμβάνει μέγαν ἀριθμὸν διαφραγμάτων ἢ πετάλων συσσωρευμένων ἐπ' ἀλλήλοις· εἰς ἕκαστον τῶν πετάλων τούτων χωρεῖ μία ἰς τοῦ ἡλεκτρικοῦ νεύρου. Διὰ τοῦ πλήγματος τῆς ἐκκένωσης, παρεμφορῶς ὄντος πρὸς τὸ τῆς λουγδουνικῆς λαγίνου, προκαλοῦμεν σπινθήρας, χημικὰς διαιρέσεις κτλ. Οἱ ἰχθύς ἐξακοντίζουσι μὲν πολλὰ τοιαῦτα ἀλλεπάλληλα πλήγματα ἐν χρόνῳ βραχεῖ, ἀλλ' ἡ δύναμις αὐτῶν βαθμυθὸν ἐξαντλεῖται, ὥστε δέονται ἀναπαύσεως πρὸς ἐπανόρθωσιν αὐτῆς. Αὐτοὶ ὅμως οἱ ἡλεκτρικοὶ ἰχθύς οὐδόλως αἰσθάνονται τὰ ἀποτελέσματα ἡλεκτρικῶν πληγμάτων μετρίως ἐντάσεως.

ΤΕΛΟΣ.

ΠΙΝΑΞ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
----------------	---

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Περὶ γενικῶν ιδιοτήτων τῶν σωμάτων καὶ περὶ τῶν τριῶν καταστάσεων	3
---	---

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

Θερμολογίαις γνώσεσι χημείας καὶ κρυσταλλογραφίας	11
---	----

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

Μηχανική

ΚΕΦ. ΠΡΩΤΟΝ.	Περὶ γενικῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως· στατική καὶ δυναμική στερεῶν σωμάτων ἰδίως	22
ΚΕΦ. ΔΕΥΤΕΡΟΝ.	Περὶ ἀπλῶν μηχανῶν.—Θεωρία τοῦ κέντρου τοῦ βάρους	34
ΚΕΦ. ΤΡΙΤΟΝ.	Περὶ περιφορᾶς καὶ κίωρσεως. Καθελικὴ ἔλξις. Νόμοι τῆς συγκρούσεως	51
ΚΕΦ. ΤΕΤΑΡΤΟΝ.	Υδροστατική	70
ΚΕΦ. ΠΕΜΠΤΟΝ.	Περὶ ἀτομικῶν ἐνεργειῶν μεταξὺ στερεῶν καὶ ρευστῶν σωμάτων καὶ περὶ τριχοειδῶν φαινομένων	83
ΚΕΦ. ΕΚΤΟΝ.	Υδροδυναμική	88
ΚΕΦ. ΕΒΔΟΜΟΝ.	Ἀερομηχανική ἢ περὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως ἀερίων σωμάτων	92
ΚΕΦ. ΟΓΔΩΟΝ.	Περὶ τῶν γενικῶν νόμων τῆς κυμάνσεως ρευστῶν καὶ ἐλαστικῶν σωμάτων	109

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

Ἀκουστική

ΚΕΦ. ΠΡΩΤΟΝ.	Περὶ ἐγέρσεως τοῦ ἤχου καὶ περὶ χαρακτηριστῶν τοῦ φθόγγου. Θεωρία τῆς Μουσικῆς	120
ΚΕΦ. ΔΕΥΤΕΡΟΝ.	Περὶ ἡχητικῶν σωμάτων καὶ περὶ ὀργάνων μουσικῶν	129
ΚΕΦ. ΤΡΙΤΟΝ.	Περὶ διαδόσεως, ἀνακλίσσεως καὶ συμβολῆς τῶν ἡχητικῶν κυμάτων	141
ΚΕΦ. ΤΕΤΑΡΤΟΝ.	Περὶ φωνήματος, περὶ λάρυγγος καὶ περὶ ὠτός	148

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΣΤΑ:

Ὀπτική ἢ περὶ φωτός

ΚΕΦ. ΠΡΩΤΟΝ.	Περὶ τῶν πηγῶν τοῦ φωτός καὶ περὶ τῆς διαδόσεως αὐτοῦ.....	155
ΚΕΦ. ΔΕΥΤΕΡΟΝ.	Κατοπτρική.....	162
ΚΕΦ. ΤΡΙΤΟΝ.	Διοπτρική.....	171
ΚΕΦ. ΤΕΤΑΡΤΟΝ.	Περὶ ὀφθαλμοῦ καὶ περὶ ὀπτικῶν ὀργάνων.....	197
ΚΕΦ. ΠΕΜΠΤΟΝ.	Περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτός. Συμβολή καὶ περίκλασις.....	210
ΚΕΦ. ΕΚΤΟΝ.	Περὶ πολεύσεως καὶ περὶ διπλῆς διαθλάσεως.....	219

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

Θερμαντική

ΚΕΦ. ΠΡΩΤΟΝ.	Περὶ θερμοκρασίας.....	233
ΚΕΦ. ΔΕΥΤΕΡΟΝ.	Περὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων ὑπὸ τῆς θερμότητος.....	236
ΚΕΦ. ΤΡΙΤΟΝ.	Περὶ μεταβολῆς τῆς καταστάσεως.....	247
ΚΕΦ. ΤΕΤΑΡΤΟΝ.	Περὶ εἰδικῆς θερμότητος — Θαλπομετρία.....	268
ΚΕΦ. ΠΕΜΠΤΟΝ.	Περὶ διαδόσεως τῆς θερμότητος.....	276
ΚΕΦ. ΕΚΤΟΝ.	Περὶ πηγῶν τῆς θερμότητος.....	283
ΚΕΦ. ΕΒΔΟΜΟΝ.	Παράρτημα. Περὶ τῶν κυριωτάτων ἀτμοσφαιρικῶν φαινομένων. Στοιχειώδης μεταωρολογία.....	291

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

Ἡλεκτρική καὶ Μαγνητική

ΚΕΦ. ΠΡΩΤΟΝ.	Περὶ ἡλεκτρισμοῦ ἐκ τριβῆς.....	305
ΚΕΦ. ΔΕΥΤΕΡΟΝ.	Περὶ μαγνητισμοῦ.....	328
ΚΕΦ. ΤΡΙΤΟΝ.	Περὶ ἡλεκτρισμοῦ ἐξ ἐπαφῆς, ἢ περὶ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.....	344
ΚΕΦ. ΤΕΤΑΡΤΟΝ.	Περὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.....	353
ΤΜΗΜΑ ΠΡΩΤΟΝ.	Περὶ μαγνητικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.....	354
Μέρος πρῶτον.	Περὶ ἐκτροπῆς τῆς μαγνητικῆς βελόνης ὑπὸ τοῦ ρεύματος καὶ περὶ μετρήσεως καὶ τῶν γενικῶν νόμων τῆς ἐντάσεως αὐτοῦ.....	354
Μέρος δεύτερον.	Περὶ ἡλεκτρομαγνητικῶν καὶ ἡλεκτροδυναμικῶν φαινομένων.....	362
ΤΜΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟΝ.	Περὶ ἐπαγωγῶν ρευμάτων.....	372
ΤΜΗΜΑ ΤΡΙΤΟΝ.	Περὶ φωτεινῶν καὶ θερμαντικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος καὶ περὶ τῶν ἐκ τῆς θερμότητος ἡλεκτρικῶν ρευμάτων.....	379
ΤΜΗΜΑ ΤΕΤΑΡΤΟΝ.	Περὶ χημικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.....	382
ΤΜΗΜΑ ΠΕΜΠΤΟΝ.	Περὶ φυσιολογικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος καὶ περὶ ζωικοῦ ἡλεκτρίτου.....	390

ΠΙΝΑΞ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΣ ΚΑΤ' ΑΛΦΑΒΗΤΟΝ

Α		Σελ.	Σελ.
Ἀγωγιή ηλεκτρισμοῦ.....	305	Ἀμμωνία.....	46
» θερμότητος.....	276	Ἀναγωγή.....	44
Ἀγωγὸς ηλεκτρομηχανῆς.....	312	Ἀνάξεις.....	250
Ἀδιαχώρητον.....	3	Ἀνάκλασις ἀκτίνων θερμότητος..	278
Ἀδράνεια.....	23. 52	» » φωτός.....	162
Ἀείστροπον.....	64. 239	» » ὀλοσχερῆς.....	174
Ἀεροθέρμανσις.....	278	» κυμάτων ἡχητικῶν.....	144
Ἀερομηχανική.....	22. 92	» » ὕδατηρῶν.....	112
Ἀεροπόρον.....	406	Ἀνάλυσις ἀκτίνων θερμαντικῶν.....	281
Ἀερότονον.....	404	» ἀτμοσφαίρας ἡλίου.....	183
Ἀετὸς ηλεκτρικὸς.....	324	» δυνάμεων.....	32
Ἀζωτον.....	44. 46	» φασματικῆ.....	182
Ἀγλή.....	204	» φωτός χρωματικῆ.....	178
Αἰθήρ.....	5. 214	Ἀναμόρφωσις.....	170
Αἰολόσφαιρα.....	263	Ἀναπνοή.....	44. 289
Αἰῶρα (δεκατεῦσσα, ἑκατοστεύ- ουσα).....	50. 51	Ἀνάρριψις.....	28
Αἰώρησις.....	60	Ἄνεμοι.....	294
Ἀκοή.....	134	» θερμοί.....	297
Ἀκουστικῆ.....	120	» μεταβλητοί.....	297
Ἀκτίνες σκοτειναί.....	185. 281	» περάται.....	295
Ἀκτινοβολία θερμότητος.....	278	Ἄνθραξ.....	15
» φωτός.....	156	Ἀνιόντα.....	383
Ἀκτὶς διαθλάσεως ἑκτακτος.....	224	Ἄνοδος.....	383
Ἀκτὶς ἐνεργὸς πρὸς ἔριδα.....	494	Ἀνορθοσκόπιον.....	204
Ἄλατα ὀξυγονοῦχα.....	16. 385	Ἀντηρίς.....	32
Ἀλεξικέραυνον.....	327	Ἀντηχία.....	148
Ἀλκάλεια.....	15	Ἀντίδρασις ἢ ἀνενέργεια.....	33
Ἀλκαλιζουρον.....	82	Ἀντίστασις.....	8
Ἀλλοτροπία ἢ ἀλλοφάνεια.....	21	Ἀντίστασις ἀγωγῶν μεταλλικῶν.....	360
Ἀλύσις γαλβανικῇ εὐσταθείς.....	351	» » ῥευστῶν (φλογῶν).....	362
Ἄλυσις γαλβανικῇ.....	347	» αἶρος.....	27
Ἀμάλγμα.....	47	Ἀντλία ἀναθλαστικῇ.....	100
» τοῦ Kienmayer.....	314	» ἀναθλιπτικῇ.....	100
Ἀμεταβλησία ζωσῆς δυνάμεως κατὰ τὴν σύγκρουσιν.....	69	» πνευματικῇ(δι' ὕδραργύρου).....	101. 402
		» πυροσβεστικῇ.....	100
		» συμπτυκνωτικῇ.....	103
		Ἀντλίον.....	105

Ανώθησις βυστών.....	Σελ. 75
Ανομαλίας αποκλίσεως.....	344
Αξονες έγκυρμούς.....	62
» κρυστάλλων.....	49
Αξων οπτικές.....	499
» στροφής.....	39
Απεικασματα.....	201
Απόκλισις μαγνητική.....	338
Απορρόφησις θερμότητας.....	279
» φωτός.....	462
Απόστασις.....	252
Απόστασις έστιας κυρίας.....	166
» όψεως έναργούς.....	199
Αποτελέσματα διαδόσεως φωτός.....	156
» έκκενώσεως ηλεκτρικής.....	321 322
» κεραυνού.....	326
» βεύματος ηλεκτρ. επαγωγικά.....	372
» » » θερμαντικά.....	379
» » » μαγνητικά.....	354
» » » φυσιολογικά.....	390
» » » φωτεινά.....	379
» » » χημικά.....	382
» φάσματος θερμαντικά.....	281
Αραιόμετρο.....	81
Αραιώμα κύματος.....	446
Αργύρωσις γαλβανική.....	386
Αριθμός δονήσεων.....	112 428
Αρμωσία.....	427
Αρχή αμεταβλητής έργου.....	37
» (του) Αρχιμήδους.....	78
» δυναμοηλεκτρική.....	375
» (του) Pascal.....	73
Ασβεστοεπιδίτης.....	20 221 230
Αστέρεις νεφελώδεις.....	184 285
Αστραπαί.....	325
Ατμάμαξα.....	268
Ατμομηχανή.....	263
» ατμοσφαιρική.....	264
Ατμός υπέρθερμος.....	257
Ατμόσφαιρα.....	93
Ατομα.....	4 43
Αυλοί απύθμενοι.....	436
» γλωσσωφόροι.....	140
» κεκλισμένοι.....	432
» χειλοφόροι.....	439
Αυλός χημικός.....	140
Αύξησις μικροσκοπική.....	206
» τηλεσκοπική.....	207
Αύρα (πελαγία, απόγειος).....	294
Αυτοκυβέρνησις μηχανής.....	264

Αυτόματον.....	Σελ. 37 389
Άφεςις ακτίνων θερμότητος.....	279
Άφεςίσις ανακλαστική.....	470
» διασκεδάσμου.....	493
» σφαιρική.....	494
Άφήλιον.....	57

B

Βαθμός αναξέσεως.....	250 251
» όρόσου.....	258
» θερμομετρικός.....	235
» πήξεως και τήξεως.....	247
Βαροβαθμεία.....	298
Βαρόμετρα.....	94 99 299
Βάρος.....	8
» αέρος.....	93 97
» ατομικών.....	42
» ειδικών.....	9 80 84 97 243 246
» μοριακών.....	43
» σωμάτων εν τῷ αέρι.....	406
Βαρότης.....	7 53 64
Βάσεις.....	45
Βελόνη αποκλίσεως.....	337 338
» έγκλίσεως.....	338 340
» μαγνητική.....	328
Βήμα κοιλίου.....	38
Βλάστησις.....	290
Βολή.....	28 30
Βολτάμετρον.....	383
Βροντή.....	289
Βρώμιον.....	45

Γ

Γαλβανόμετρον.....	357
Γαλβανοπλαστική.....	386
Γέφυρα του Wheatston.....	364
Γνώσις θεμελιώδεις χημείας.....	44
Γραμμάι βαροβαθμικά.....	298
» ισοβαρείς.....	298
» ισογώνιοι.....	344
» ισοδύναμοι.....	344
» ισοθέρμιοι.....	294
» ισοθερμιοι.....	290
» ισοκλινείς.....	344
» ισοχημείοι.....	291
» καυστικά.....	470
Γράμμ(αί)ον.....	8
Γωνία διαθλάσεως όρική.....	474

	Σελ.		Σελ.
Γωνία οπτική	199	Διαφάνεια	156
» συνσρμωγής	86	Διάγραμμα (δικτυωτόν)	205, 219
Δ		Διέγερσις ηλεκτρισμού δι' επαφής	344
Δακτύλιοι κειρωσμένοι του άσβε-		» » πίεσεως	323, 389
στολίθου	230	» » » τριβής	303
Δακτύλιοι (του) Newton	216	» » » χημ. δράσεως	389
» » Nobili	386	Διείσδυσις αερίων	108
» » Priestley	315	» ρευστών	87
Δείκτης διαθλάσεως	173	Διέσεις	126
Δέλλος Ίσλαντίας	286	Διεύθυνσις	23, 27
Δέσμη: ακτίνων φωτός	156	Δίοδοι ηλεκτρικά	383
» μαγνητικά	331	Διόπτρα αστρονομική	207
Δεσμοί δονήσεων	116	» δίδυμοι	208
Διάγραμμα μουσικόν	125, 127	» κοινή	208
Διάδοσις ήχου	441	» όλλανδική	208
» θερμότητος	276	Διόσκουροι	328
» κυμάνσεως	112	Δοκιμαστήριον	101
» κυμάτων ήχητικών	119, 141	Δονήσεις εθόγραμμοι	59
» » φωτεινών	119, 211	» εγκάρσιαι	113
» πίεσεων εν ρευστοίς ..	72	» προμήκεις	114
» φωτός	156	» στίσιμοι	116
Διάθλσις άτμοσφαιρική	173	Δορυφόροι του Διός	159
» θερμότητος πρισματική	281	Δοχείον του Mariotte	105
» φωτός	171	Δοχεία συναφής	77
» δια πλακών	174	Δράσις ή ενέργεια	33
» δι' επιφανείας σφαιρικής ..	188	» ήλεκτρική	15
» διπλή	220, 222	Δρότος	304
» πρισματική	175	Δροσοσκόπιον	260
Διάθλσις μαγνητική σιδήρου και		Δυνάμεις ήλεκτρικά, ώστικά	5
χάλυδος	329	» ενεργοίται εις νήμα	32
Διαμετόν της ύλης	4	» » εις σημείον	31
Διάλειψις αυτόματος του ρεύματος ..	365	» » εις σώμα ανένδοτον ..	33
Διάλυσις	17	» κεντρικά	51, 55
Διάμετρος φαινομένη	199	» μαγνητικά	335
Διανομή μαγνητική	332	» παράλληλοι	43
Διαπύοις	88	Δυναμική	22
Διάρκεια αίσθήματος οπτικού	200	Δύναμις άνακουφιστική	107
» αιώρησεως έκκριμους	61	» άτομική	5
» » μαγνητικής	335	» διαθλασική και διασκεδατική ..	184
» δονήσεων	60, 112	» ζώσα	37, 70, 123, 287
» εκκινήσεως ηλεκτρικής	320	» ηλεκτρογεννητική	347, 389
Διασκεδασμός θερμότητος	281	» θερμαντική	289
» φωτός	178	» καταστατική	373
» » ανώμαλος	186	» κεντρ. άνάλογ. της άποστάσεως ..	58
Διάστημα μουσικόν	124	» συνεκτική	330
Διαστολή σημμάτων άερωδών	244	Ε	
» » ρευστών	239	Εγκλίσις μαγνητική	340
» » στερεών	236	Εγγύς γυμνώτης	350
» ύδατος ανώμαλος	242		

	Σελ.		Σελ.
Εἰσὼλα ἀνακλάσεως	168. 469	" Ἐντασις μαγνητισμοῦ γημενοῦς	344
» διαθλάσεως	491	» φωτός	457
» κατ' ἐμφασιν	464	' Επιδράσεις	24
» καθ' ὑπόστασιν	464	' Επιδράσις ἡλεκτρική	308
Εἰσπευέτης	259	» μαγνητική	329
' Ἐξδρομή	60	' Ἐπί· πεδον κεκλιμένον	34
' Ἐκένωσις ἡλεκτρική	345	' Ἐπέρρουμα	376
' Ἐκκενωτής	348	' Ἐπιστομὴ κωνική	103
' Ἐκιρεμέις ἐπανορθωτικόν	238	» σωτική ἢ ασφαλείας . 73. 266	
» ἡλεκτρικόν	306	' Ἐπιτάχυνσις	24
» κωνικόν	55	» βαρύτητος	25
» μαθηματικόν (ἀπλοῦν)	61	' Ἐπιφάνεια καυστική	470. 278
» πρὸς ἀνατροπήν	62	' Ἔργον μηχανικόν . 36. 62. 70. 73. 92	
» φυγοκεντρικόν	266	442. 286. 289. 389	
» ρυθικόν (σύνητον)	62	» χρήσιμον	267
' Ἐκπίδουςις	88	' Ἐργάτης	42
' Ἐκρεύτωσις ἀτμῶν	253	' Ἐστία	166. 487. 488
» σωματίων ἀερῶδων 254. 255		» ἀκουστικά	145
' Ἐκτασις	3	Ἑδνηνσία βευστῶν	70
' Ἐκτίμησις ἀποστάσεων	203	' Ἑδρος δυνάμεων	60. 423. 248
' Ἐκτροπή βελόνης ὑπὸ τοῦ ρεύ- ματος	354	' Ἑδοστήριον α.	47
' Ἐλαστικότητα	6	' Ἐφελξις	5. 83
» βευστῶν	71		Z
' Ἐλάγιστον βαρομετρικόν	208	Ζεύγος δυνάμεων	45
» θερμομετρικόν	236	Ζυγός	48
' Ἐλκυσις	36	» τοῦ Coulomb	341. 332
' Ἐλξις ἡλεκτρική	344	» ὕδροστατικός	79
» ἡλεκτρικῶν ρευμάτων	370	Ζώνη ἀνέμων μεταδλητῶν	297
» καθολική	57	» γήνεμος	296
» μαγνητική	334		H
» χημική	44	' Ἠλεκτρική	305
' Ἐμπέδουςις	88	' Ἠλεκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως	308
' Ἐνδόσμιον	428	' Ἠλεκτρισις ἀτμοσφαιρικός	324
' Ἐνέργεια ἢ ὀρσίσις	33	» ῥητινώδης (—)	306
' Ἐνέργειαι θερμότητος εἰς τὸν μα- γνήτην	336	» θαλάσσης (+ l.	306
' Ἐνέργειαι ἡλεκτρομηχανῶν	314	' Ἠλεκτρόβουσις	382
» φωτὸς χημικά	184	' Ἠλεκτρομαχανή	342
' Ἐνόργανα λάμποντα	156	» τοῦ Holtz	316
' Ἐνόστις ἀλώδιος	46	' Ἠλεκτρέμετρον	308
» ὀξύγονοῦχοι	14. 385	' Ἠλεκτροσκόπιον	307
» χημικά	41. 384	» τοῦ Bohnenberger	353
' Ἐξαέρωσις καὶ ἐξάτμισις	250	' Ἠλεκτροφόρον	309
' Ἐξέλκιστρον	42	' Ἠλίας	456. 186
' Ἐπαγωγὴ ἡλεκτρική	372	' Ἡλίος	435. 484. 284. 290. 344
» μαγνητοηλεκτρική	373	' Ἡλισσάτης	164
' Ἐντασις βαρύτητος	64	' Ἡμεδρία	4
» δυνάμεως	24. 27		
» ἤγου	123		

Ἡμισφαίρια τοῦ Guericke . . .	102
Ἡμιτόκον . . .	126
Ἡρεμία . . .	22
Ἡχίον . . .	430
Ἡχος . . .	420
Ἡχώ . . .	144

Θ

Θάλαμος σκοτεινός . . .	157. 197
» φωτεινός . . .	173
Θάλασσα παγερά . . .	303
Θαλαπόμετρα . . .	270
Θαλαπομετρία . . .	268
Θαλαποώρησις . . .	269
Θαλαπώρη . . .	218. 271
Θερμαντική . . .	233
Θερμοκρατία (βρα καὶ βαθμός) . . .	233
» αναρρίξεως . . .	288
» ἰσχύος . . .	293
» θαλάσσης . . .	294
» κρίσιμος . . .	234
» μέση, ἡμερήσια καὶ ἐτήσια . . .	290
» ορίων . . .	293
» πηγῶν . . .	285
» φλογῶν . . .	289
Θερμογόνον . . .	234. 248. 286
Θερμομονογράφος . . .	236
Θερμόμετρον ἀερίον . . .	244
» διαφορικόν . . .	279
» ἐκτόμωθρον . . .	235
» ἡλεκτρικόν . . .	322
» μεταλλικόν . . .	239
» οἰνοπνευματικόν . . .	234
» (διὰ) σταθμῆσεως . . .	241
» ὑδαργυρικόν . . .	234
Θερμοπέρασις . . .	280
Θερμοπολυπλασιαστική . . .	279. 382
Θερμότης ἀτομική . . .	272
» γηγενής . . .	285
» δόσεων χημικῶν . . .	288
» ἰδιότης . . .	268. 273
» εξαέρωσις . . .	248. 232
» ζωτική καὶ φωτική . . .	289
» ἡλιακή . . .	283
» λανθάνουσα . . .	248
» σελήνης . . .	293
» συμπυκνώσεως . . .	287
» τήξεως . . .	248. 249
» τριβῆς . . .	286

Σελ.	Σελ.
Θερμοχρώματα . . .	284
Θεώρημα τοῦ Fourier . . .	449
» τοῦ Toricelli . . .	88
Θεωρία ἐκπομπῆς φωτός . . .	210
» εὐσταθῶν ἡλεκτρ. ἀλύσεων . . .	388
» κυμάνσεως φωτός . . .	211
» μαγνητικῇ τοῦ Ampère . . .	371
Θύελλα . . .	300. 325. 342

I

Ἰόντα . . .	383
» δευτερεύοντα . . .	385
Ἰππος . . .	37
Ἰσις . . .	194
Ἰσημερινός μαγνητικός . . .	341
Ἰσοδύναμον θαλαπώρης . . .	287
Ἰσορροπία . . . 8. 31. 32. 33. 35. 39.	46
» ρευστῶν βαρέων . . .	73
» σωμάτων καταδύοντων . . .	78
Ἰγθύς ἡλεκτρικοί . . .	390
Ἰώδιον . . .	45

K

Κάθοδος . . .	383
Καθύγραμμοι . . .	83
Καλειδοσκόπιον . . .	164
Καλειδοσκόπων . . .	134
Καμπύλοι καυστικοί . . .	170
» μαγνητικοί . . .	334
Κανὼν τοῦ Ampère . . .	355
» τοῦ Lenz . . .	373
» τοῦ Richmann . . .	249
Κατάστασις . . .	4
» παθητικῇ σιδήρου . . . 352. 389	
» σφαιροειδῆς . . .	251
Κατιόντα . . .	383
Κάτοπτρα ἐπίπεδα . . .	162
» καυστικά . . .	278
» παραβολικά . . .	170
» συμβολῆς . . .	216
» σφαιρικά κυρτὰ καὶ κοίλα . . .	165
Κατοπτρισμός ἀποσφαιρικός . . .	175
Καῦσις . . .	14. 288
Κεγχρίς νυκτιφανής . . .	156
Κενὸν τοῦ Toricelli . . .	91
Κέντρον ἀνωθέσεως . . .	84
» βάρους . . .	46
» δυνάμεων παραλλήλων . . .	46

	Σελ.		Σελ.
Κέντρον ὀπτικόν	491	Κώδωνες ἡλεκτρικοί	314
Κέρας ἀκουστικόν	145	Κώδων τοῦ Savart	132
Κεραυνίαι	326		
Κεραυνός	326		
Κίνησις	22		
» ἀνομοιοταχὴς	24		
» ἐπιταχυνομένη ὁμοίως	23. 28		
» ἐπιβραδυνομένη ὁμοίως	23. 24		
» εὐθύγραμμος	23		
» ἡμερησία (γῆς)	53. 65		
» θερμαντικὴ	248		
» καμπυλόγραμμος	23		
» μορίων	234		
» ὁμοιοταχὴς	23		
» πλανητικὴν	56		
» σύνθετος	29		
Κλαγγή	148		
Κλίμα	290		
» θαλάσσιον, ἡπειρωτικόν	292		
Κλίμαξ θερμοκρασιῶν	234		
» σκληρότητος	6		
Κοιλία δονήσεως	116		
Κοιλίαι τοῦ Savart	90		
Κόκκοι	304		
Κόλπος κύματος	110		
Κολυμβητὴς τοῦ Descartes	79		
Κόμμα μουσικόν	126		
Κομπιρμοί	146		
Κόνις μεταωρική	296		
Κόρος ἀτμοῦ	256		
» διαλύσεως	48		
» μαγνητικός	336		
Κοιλίας	37		
Κράματα ψυχτικά	249		
Κρήνη τοῦ "Ηρώνας	101		
Κρήνη διαλείπουσα	105		
Κροσσοί συμβολῆς	216		
Κρούσις τοῦ Karlsbad	286		
Κρύσταλλοι αὐτοκυκλοφανεῖς	230		
» δεξιότροποι, ἀριστερότροποι	232		
» διάξονες	224		
» θετικοί, ἀρνητικοί	223		
Κρουστάλλοις	48		
Κυκλοφορία πόλων μαγνητικῶν	369		
» ῥοπήρων	370		
Κύκλωμα	318. 320		
Κύλισις	36		
Κύματα ἐλαστικῶν σωμάτων	409		
Κύματα ὑδατῆς	409		
		Λ	
		Λαβὶς ἐκ Τουρμαλίνου	222
		Λάγνηος λουγδοσυική	317
		» μετρητικὴ	319
		Λαμπρότης εὐλογῶν	155
		» λίθων στιλβουμένων	155
		Λαμπυρίδες	156
		Λάρυγξ	151
		Δέξιος τοῦ Papin	251
		Λιθεία παγῶνων	304
		Λίκνον τοῦ Trevelyan	277
		Λόγνος	106
		» (τοῦ) Bunsen	155
		» διαιρετικὸς ἡλεκτρικός	330
		» (τοῦ) Drummond	155. 206
		» μαγικός	206
		Λύσις διμερῶν ἐνώσεων	384
		» τοῦ ὕδατος	382
		Μ	
		Μαγνήσις σιδ. διὰ τοῦ ρεύματος	362
		» χάλυβος διὰ τοῦ ρεύματος	363
		» » διὰ προστρίψεως	330
		Μαγνήτης αὐτοφυής	328
		» κυκλοφόρος	364
		» σελήνητος	330
		» στοιχειώδης	329. 332
		» τεχνητὸς ἐκ χάλυβος	328
		Μαγνητισμός	328
		» γηγενής	336
		» ἐνεργὸς πρὸς τὰ ἐκτός	332
		» μόνιμος	336. 363
		» παραμένων	363
		» περιστροφικός	374
		Μάζα	8. 27
		» χημικὴ οὐρανίων σωμάτων	58
		Μανόμετρα	74. 96. 99
		Μαρμαρυγὴ ἀστέρων	174
		Μέγεθος φαινόμενον	199
		Μέγιστον βαρομετρικόν	299
		» θερμοκρασίας	236
		Μέθοδος θαλπομετρικῆ μίξεως	269
		» » τήξεως	270
		» » φύξεως	274
		Μεμβράναι τεταμέναι	130

	Σελ.		Σελ.
Μεσημβρινός μαγνητικός	337. 338	Νιφάδες	302
Μεταβολεύς	335	Νιφόβλημα	303
Μεταβολή καταστάσεως	247	Νόμοι αιώσεως	61
» μαγν. στοιχείων της γης	342	» ανακλάσεως 69. 142. 444. 163. 278	
Μετακέντρον	80	» διαθλάσεως	171
Μέταλλα (μονοάτσια, διεάτσια κτλ.)	12	» ἑλξεως καὶ ὁσέως ηλεκτρικῆς	341
Μεταφορὰ δυνάμεων ηλεκτρικῶς	375	» » » μαγνητικῆς	331
Μετεωρογία	290	» (τοῦ) Keppler (κιν. πλανητῶν)	56
Μήκος ἐκκρεμῶς ἀνηγμένον	62	» κυμάνσεως γενικῶς	109
» κύματος	140	» πτώσεως	25
» » φθόγγων	129	» συγκρούσεως	68. 69
» » χρωμάτων	244	Νόμος ἀναλογιῶν πολλαπλῶν	42
» σπινθήρος ηλεκτρικοῦ	345	» (τοῦ) Buys-Ballot (διεσθύνοντις ἀνέμων)	298
Μηχανή	34	» » Dalton (ἀέρια χρώματα)	256
» ἀτμοηλεκτρική	323	» » Dove (στροφὴ ἀνέμων)	300
» ἀτμοῦ πίεσεως ὑψηλῆς	267	» » Dulong et Petit, (εἰδικ. θερμότης)	272
» » χαμηλῆς	264	» » Faraday (ἡλεκτρολύσεις)	384
» ηλεκτροφόρος	346	» » Graham (ἐκφύσησις)	407
» πίεσεως τοῦ Atwood	26. 27	» » Kirchhoff (ἀκτίνων ἀπορρόφησις)	183. 280
» φυγοκεντρική	52	» » Mariotte (τάσις ἀερίων)	93
» γαλιανική	267	» » Newton (ἑλκτικὴ καθολική)	57
Μηχανική	22	» » Ohm (ἐντάσις ρευμάτων)	358
Μικροσκοπίον ἀπλοῦν	264	» » (ἀκουστικὴ ἀνάλυσις)	454
» ἡλικιόν	206	» » Volta (ἡλεκτρ. τάσις)	346
» σύθετον	205		
» χημικόν	206		
Μικροφώνιον	378		
Μονὰς βάρους	9		
» δυνάμεων	27		
» ἐκτάσεως (μέτρον)	3		
» ἔργου μηχανικοῦ	37		
» θερμαντική	248		
» μάζης	8. 27		
» χρόνου	23		
Μονόχροδον	130		
Μονωτήρια	305		
Μόρια	4. 43		
Μορφαὶ νεφῶν	301		
Μοῦσους	297		
Μογλός	43		
Μυζήτῆρες ηλεκτρισμοῦ	343		
Μύσπες	499		
N			
Νάρκη	390	Νιφάδες	84
Νεδρον ἀκουστικόν	154	Νόμον	314. 384
» ἑπικόν	497	Νόμος κύματος	410
Νέση	301	Νόμος παγερῶς	250. 304
Νήμα	32	Νόμος	302
		Νόμος	251. 304
		Νόμος (θεωδίας, θετικόν, ἑξωτικόν, ὑδροχλωρ., ἀνθρακικόν)	14. 15. 46
		Νόμος μεταλλῶν	15
		Νόμος	14. 288
		Νόμος	14. 288
		Νόμος	128
		Νόμος	123. 124
		Νόμος	348
		» μαγνητικῶς	331
		Νόμος	155
		Νόμος διόφθαλμος	167
		Νόμος μουσικῶς	429
		» ὀπτική	204
		Νόμος ἀκουστικόν	453

	Σελ.		Σελ.
"Οργανον τρισηπτικόν.....	151	Πιεστήριον υδραυλικόν.....	73
"Οριον χιόνων.....	303	Πίναξ ἀγωγῆς θερμαντικῆς....	277
"Ορισμός φωτικῆς.....	1	» » ἡλεκτρικῆς.....	362
Οὐς.....	153	» ἀποκλίσεων μαγνητικῶν	
Ὄφθαλμός.....	197	» Παρισίων.....	342
Π			
Παγῶνες.....	303	» βαθμῶν ἀναξείσεως.....	251
Παντληγεγράφος.....	369	» » τήξεως.....	247
Παράδοξον ὑδροστατικόν.....	77	» βαρῶν εἰδικῶν.....	40
Παραλληλόγραμμον δυναμικόν..	34	» » μοριακῶν ἀερίων..	43
» κινήσεως.....	29	» δεικτικὸν διαθλάσεως.....	173
» τοῦ Watt.....	266	» δυνάμεων ἀνακλαστικῶν τῆς	
Παράρρευμα.....	323, 372	» θερμότητος.....	282
Παράστασις δυνάμεων.....	27	» » ἀπορροφητικῶν θερμ.	282
Παρατήρησις.....	1	» » ἀφαιτικῶν.....	282
Παραχορδή.....	126	» ἐντάσεων βαρύτητος.....	65
Πάγνη.....	304	» θερμοκρασιῶν μέσων.....	294
Πεδίον (μαγνητο)δυναμικόν....	375	» θερμοπεράσεων.....	283
Πείρα.....	1	» θερμοτήτων ἀτομικῶν καὶ	
Πείραμα τοῦ Oersted.....	354	» εἰδικῶν.....	273, 276
» τοῦ Toricelli.....	93	» μηκῶν κυμάτων χρωμα-	
» τοῦ Scheiner.....	200	» τικῶν.....	214
» τοῦ Volta.....	345	» ὀρίων ἐλαστικότητος καὶ	
Πελαγία νυκτιφανῆς.....	156	» στερεότητος.....	7
Περιήλιον.....	57	» ποσῶν κόρου ὑδρατμοῦ.....	263
Περικλάσις φωτός.....	247	» πυκνοτήτων τοῦ ὕδατος..	242
Περίοδος θερμοκρασίας ἔτησις..	290	» στοιχείων ἡχητικῆς κυ-	
» » ἡμερησία.....	292	» μάνσεως.....	422
Περιπλάνησις φωτός.....	160	» στοιχείων χημικῶν.....	42
Περιστροφή περὶ ἄξονα συμμε-		» συντελεστῶν διαστολῆς....	238
» τρίας.....	66	» συντελεστῶν ἐλαστικότητος	
Περιφέρεια ὀριοπτικῆ.....	203	» τάσεων ἀτμοῦ.....	257, 258, 263
Περιφορά.....	31	» » ἡλεκτρικῶν.....	307, 346
Πηγὰς.....	90	» » θερμοηλεκτρικῶν.....	381
» θερμαί.....	286	» ταχυτήτων.....	23
» θερμότητος.....	283	» ὕψων ὑετοῦ.....	302
» φωτός.....	155	Πλάκες ἐλαστικαί.....	434
Πήγμα.....	303	Πλήγμα ἡλεκτρικόν.....	314, 322, 326
Πίδαξ.....	89	Πνεῦμα (ισομερινόν, πολικόν)..	295
Πίσεις ἀερίων.....	95	» Πνευματόζυγον.....	82
» ἀρνητικῆς.....	106, 408	Πνοαὶ τροπαίαι.....	294
» ἀτμοσφαιράρας.....	93	Πόλεις γαλβανικῆς.....	350, 387
» δοχείων.....	75	» μαγνητικῆς.....	329
» ἐπιπέδου.....	35	» φωτός ἐξ ἀνακλάσεως.....	249
» ἐπιπόλειος.....	85	» » ἐκ διπλῆς δια-	
» ρευστῶν.....	72, 75	» » θλάσεως.....	224
Πιεσίμετρον τοῦ Oersted.....	71	» » ἐλλειπτικῆς, κυ-	
Πιεστήριον ἐκχυλιστικόν.....	76	» κλικῆ 225, 231, 232	
		Πολλαπλασιαστικῆς.....	357
		Πόλοι ἡλεκτρικοὶ χρυστάλλων..	324
		» μαγνητῶν.....	328, 333

Σελ.	Σελ.
Στήλη Daniel 351	Συστοιγία γαλβανική 350
» Grove 352	» » αερώδης 387
» Volta 349	Συστολή έκροτης 90
» » ἐν ποτηρίοις 350	Συσφαιρωσις βανίδων 84
» » ἐν σκάφῃ 350	Σφῆν 38
» Zamboni ξηρά 342	Σφιγμόσφουρα 250
Στήλη θερμοηλεκτρική 382	Σφύρα τοῦ Neef 365
Στίβη 305	Σχῆμα τῆς γῆς 54
Στοιχεια γαλβανικά 348, 354	» ἐπιπόλοιον βευστῶν 84
» » ἄλλεπάλληλα 359	Σχήματα ἡχητικὰ τοῦ Chladui 131
» » παράλληλα 359	» τοῦ Lichtenberg 321
» » χημικά 41, 42	Σχίσσις κρυστάλλου 48
Στοιχείον γαλβανικὸν δευτέρου 387	» βευσματος 360
Στροβίλος 66	Σωληθες τριχοειδεῖς 84
» ἑκιδωτὸς ἡλεκτρ. 316	» φωναγωγοί 123, 145
Στροβοσκόπιον 204	» τοῦ Geissler 377
Στροφάλιγξ 300	Σώματα ἄμορφα 18, ἀκτινοδόχα
Συγγένεια 41	156, ἀνένδοτα 33, ἀνηλεκ-
Σύγκρισις 427	τρικά 305, ἀνόργανα 4, δια-
Συγκροτήματα 146, 147	γάζοντα 156, διαφανῆ 156,
Σύγκρουσις στερεῶν 68	ἑμορφα 21, διαμαγνητικὰ 364
Συγγώνευμα 47	ἐλατὰ 6, ἐλαστικά 6, ἐνέρ-
Συμβολὴ κυμάτων ἡχητικῶν 145	γανα 4, εὐθραυστα 6, εὐπλα-
» » ὕδατην 142	στα 6, ἡχητικὰ 129, θερμο-
» » φωτεινῶν 245	πέρατα 280, ἰδιοηλεκτρικά
Συμπύκνωσις 254	305, καίόμενα 155, καμπτά
Σύνθεσις δυνάμεων 32	6, κολλώδη 88, κρυσταλλώδη
» » παραλλήλων 44	18,88, μαλακά 6, μαγνητικά
» φωτὸς λευκοῦ 179	364, ὁμοιομερῆ 47, ὁμοιομορ-
Σύνθημα ἐν ὁμίλῃ 424	φα 21, πεπυρακτωμένα 155,
Συνισταμένη, συνιστάσαι 29, 34	σκιερὰ 156, σκληρὰ 6, σκο-
Συνοχή 5, 83	τεινὰ 155, στρεπτά 39, ὑγρο-
Σύρτης ἀτμονόμος 266	παθῆ 260, φωτοδόχα 156, φω-
» χαλάσεως 267	τογόνα 155, φωσφορίζοντα 155
Συντελεστὴς διαστολῆς 238, 242, 244	Σώρευσις ἡλεκτρισμοῦ 340
» ἐλαστικότητος 7	
» τριβῆς 36	
Σύνθημα (Rose, Wood) 247	
Συσκευή ἡλεκτρομαγνητική 375	
» μαγνητοηλεκτρική 374	
» πολέσεως φωτὸς 224	
Συσκευή τοῦ Haldat (πίεσις πυθ-	
» μένων 78	
» τοῦ Fizeau (ταχ. φωτὸς) 461	
» τοῦ Pascal (πίεσις	
» βευστῶν) 75	
Σύστημα βελονῶν μαγν. ἀστατον 357	
» κρυσταλλικόν 19	
» φακῶν ἀπλανητικόν 194	
Συστοιγία λουγδουνική 349	

T

Ταμεία ἡλεκτρισμοῦ 388
Τάξις ηλεκτρικῶν τάσεων 307, 346
Ταραχοὶ ἀνανόνιστοι τῆς βε-
» λόνης 342
Τάσις ἀτμῶν κακορρεσμένων 256
» πληρώματος ἡλεκτρικοῦ 349
» σωμάτων αερωδῶν 92
Ταχύτης 23
» γωνιώδης 53
» έκροτης 88
» ἡλεκτρικῆς ἐκκενώσεως 320
» ἡχου ἐν τῷ ἀέρι 141

	Σελ.
Ταχύτης ἤχου ἐν βρευστοῖς καὶ στερεοῖς	143
» φωτός	159
Τετράγωνον κεραυνοβόλον	318
Τετράρχον	127
Τηλεγραφία καὶ τηλεγραφοί	366, 369
Τηλεσκόπια κατοπτρικά	209
Τηλεφώνιον	378
Τῆξις	247
Τιμὴ ὑδροθαλπομετρική	269
Τονάριον	417
Τόνος	426
Τόξον ἡλεκτρικὸν τοῦ Davy	380
Τουρμαλίνης	222, 324
Τριβή	36
Τρομοπλάσματα	134
Τροφαὶ ἀναπνευστικά	289
Τροχαλία	44
Τροχιά	23
Τροχός	42
» τῶν πέμπτων	127
» ρυθμιστῆς	265
Τύλιγμα ἡλεκτρικόν	310
Τύποι χημικοί	13
Τυφῶνες	300

Υ

Υγρασία ἀπόλυτος, σχετική	258, 259
Υγρόμετρα	259, 260
Υδράργυρος πηγνύμενος ἐπὶ τοῦ πυρός	252
Υδρογόνον	384, 16, 289
Υδροδυναμική	88
Υδροβειον	46
Υδροθέρμανσις	277
Υδρομετέωρα	258
Υδρομηχανική	22
Υδρόμυλοι	94
» θαλάσσιοι Ἀργοςκόλου	108
Υδροστάτης	77
Υδροστατική	70
Υδροστροβίλος	92
Υδρόσφυρα	250
Υδροψυστήρ	108
Υγρόμετρον	302
Υγρός	302
Υπεροξείδια	15
Υπέρθεσις	250, 301
Υπόθεσις	2
» Kant καὶ Laplace	184, 284

Σελ.

Υφρεσις	126
Υψοθερμόμετρον	251
Υψομετρία βαρομετρική	98
Υψος βαρομέτρου	91, 243
» ψθόγγου	124
» ύετος	302

Φ

Φαινόμενα	1
» ατμοσφαιρικά	290
» τριχοειδή	83
Φαινόμενον τοῦ Leidenfrost	254
Φακοὶ ἀντοφθάλμιοι 203, ἀποκεντροῦντες 192, ἀχρωστικοὶ 194, κοῖλοι 187, κυρτοὶ 187, προσοφθάλμιοι 206, συγκεντροῦντες 191, συναγωγεῖς 206, σφαιρικοὶ	186
Φάσις δονήσεως	60
Φάσμα ἀερῶν καὶ μετάλλων	182
» ἡλίου, ἀπλανῶν κτλ.	183, 184
Φασματοσκοπίον	180
Φθογγόμετρον	147
Φθόγγου	120
» τυστατικοὶ	148
» τοῦ Tartini	147
Φθορισμός	185
Φλογοφάσματα	182
Φρέατα ἀρτησιανὰ	86, 285
Φρίκη τοῦ κενοῦ	93
Φύσημα ἡλεκτρικόν	316
Φυσική	1
Φύσις τῆς θερμότητος	283
Φωνή	152
Φωνήεντα	149
Φώνημα	123, 148
Φωνογράφος	149, 378
Φῶς	155, 210
» ἡλεκτρικόν	380
Φωσφορισμός	186
» θαλάσσης	156
Φωσφόρος	44
Φωτογραφία	184
Φωτομέτρησις	158
Φωτόμυλος	283

Χ

Χάλαζα	304
Χαλαζίας	15, 231

	Σελ.		Σελ.
Χημέλα	1	Χῶρος κενός	102. 377
Χίσμα ἀραχναῖον	206	» κεκορεσμένος ἀτμού	255
Χιλιογραμμόμετρον	36		
Χιτωνόφορα	156	Ψ	
Χιών	302		
Χλώριον	15. 288. 384	Ψαλτήριον	128. 149
Χορδαί	129	Ψόφος	120
Χρονόμετρα	64. 239	Ψόγος εξατμίσεως	253
Χρόνος περιφορᾶς	53. 56	Ψυχόμετρον	263
Χρύσις γαλβανική	386		
Χρώματα πετᾶλων λεπτῶν	216	Ω	
» πλακῶν κρυσταλλίνων	229	Ὁρα	290
» συμβολῆς	227	» διασκεαυμένης ζώνης	296
» συμπληρωτικά	180	Ὁρολόγια	64. 239
» σωματίων	179	» ἡλεκτρικά	366
» φωτός	179. 214	Ὁσις ἡλεκτρική	311
Χρωμάτοψις ὑποκειμενική	201	» ἡλεκτρικῶν βευμάτων	370
Χωρισμός ἡλεκτρικός	308	» μαγνητική	331
Χῶρος βλαβερός	102. 104		



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

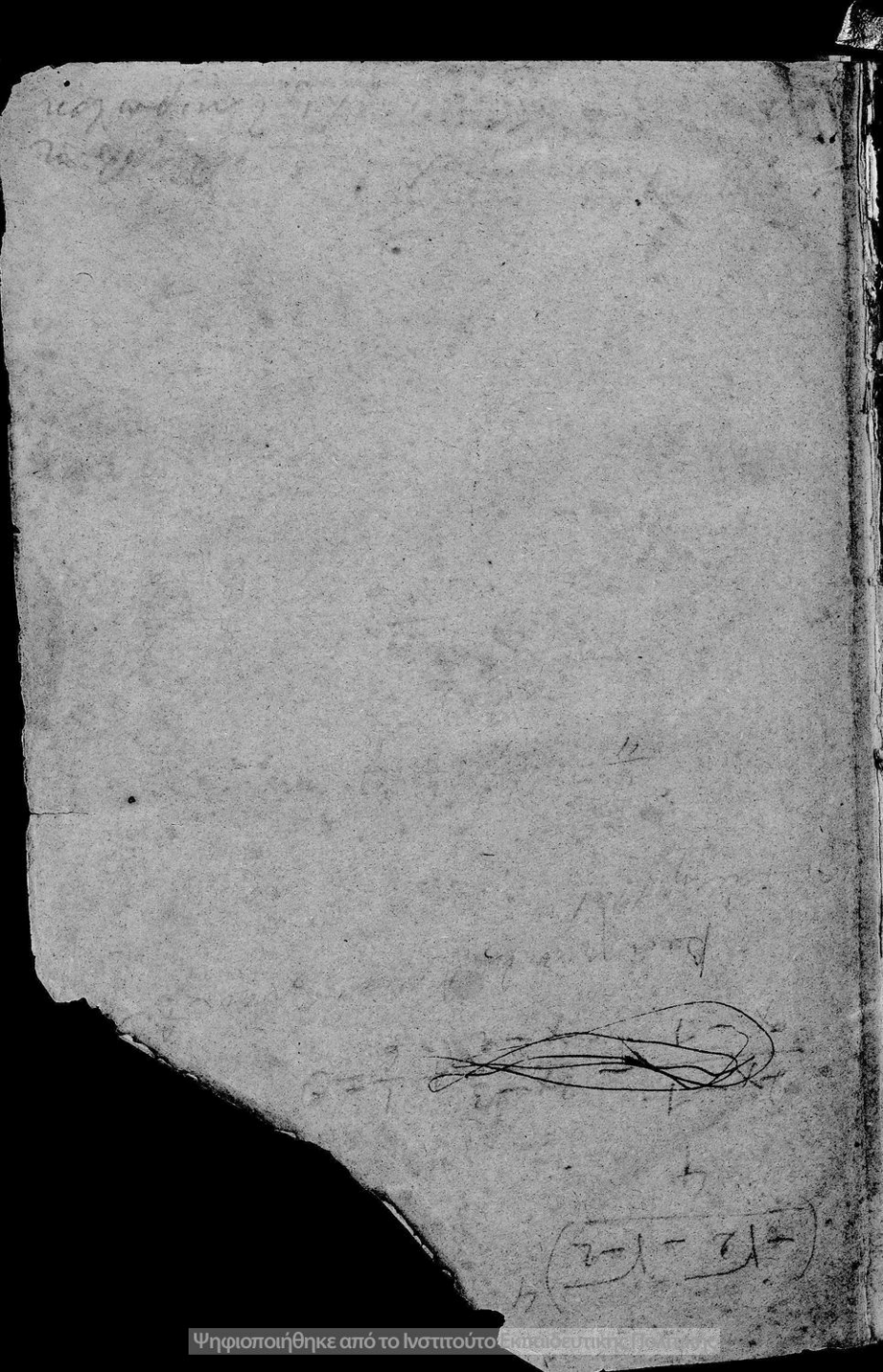
ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ

ΚΑΤΑ ΜΗΝΑ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ ΤΟΥ 1886

ΑΡΙΘ. 63.



αση



Handwritten notes in the top right corner, including the word "Algebra" and other illegible scribbles.

