



ΑΡΧΙΜΗΔΗΣ

ΜΗΝΙΑΙΟΝ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΝ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑ

ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ

Γ. Π. ΒΟΥΓΙΟΥΚΑ

ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

ΕΤΟΣ Θ'.



ΑΘΗΝΑΙ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1908



ΑΡΙΘ. 6

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περί χρησιμοποίησεως τῶν φυσικῶν δυνάμεων ὑπὸ τοῦ ἀνθρώπου ὑπὸ Α. Κουσίδου.

Ἐπίδρασις τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτισμοῦ ἐπὶ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τοῦ σεληνίου ὑπὸ Γ. Ἀθανασιάδου, ὑφηγητοῦ.

Ποικίλα.

ΠΕΡΙ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ὑΠΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

(Διάλεξις γενομένη ὑπὸ τοῦ κ. Α. Κουσίδου ἐν τῷ Πολυτεχνικῷ Συλλόγῳ.)

(Συνέχεια ἐκ τοῦ προηγουμένου.)

VII. Ἡλεκτροκινήτηρες.

Ὅλοι γνωρίζομεν τὸν ἠλεκτρισμόν, ἢ μάλλον ὅλοι δὲν τὸν γνωρίζομεν. Ἡλεκτρισμός εἶνε ἡ μυστηριώδης δύναμις ὄλων ἐκείνων τῶν φαινομένων, ἅτινα καλοῦμεν ἠλεκτρικὰ ἀπὸ τῆς ιδιότητος τοῦ ἠλέκτρον, ὅπερ τριβόμενον ἔλκει τεμάχια χάρτου, ιδιότητος γνωστῆς εἰς Θαλῆν τὸν Μιλήσιον, μέχρι τῆς ἠλεκτροκινήσεως τῶν σιδηροδρόμων καὶ τῶν τηλεγράφων καὶ τηλεφῶνων ἀσυρμάτων καὶ μὴ καὶ τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων.

Εἰς ὅλα τὰ φαινόμενα ταῦτα παρατηροῦνται κυμάνσεις τοῦ αἰθέρος, ὑπεδέτομεν μέχρι τοῦδε, τῶν ἠλεκτριόντων λέγουσιν αἱ νεώτεροι θεωρίαι περὶ αἰγλοβολίας. Ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων διὰ τε τὸ φῶς, ὡς καὶ τὸν μαγνητισμόν καὶ ἠλεκτρισμόν κατίσχυσε μετὰ τὰ κλασικὰ πειρά-

ματα τοῦ Fresnel. Αἱ κυμάνσεις αὐταὶ ἐμελετήθησαν κατόπιν ὑπὸ πολλῶν, ἰδίως δὲ ὑπὸ τοῦ πολλοῦ Herz, τοῦ προδρόμου τῆς ἀσυρμάτου τηλεγραφίας καὶ τηλεφωνίας. Εἶνε αἱ κυμάνσεις αὐταὶ ἐπίπεδοι ἢ καμπύλαι; Ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψει τὰς ἐξισώσεις τοῦ Euler:

$$\frac{1}{\delta} \frac{dp}{dx} = X - j_x, \quad \frac{1}{\delta} \frac{dp}{dy} = Y - j_y,$$

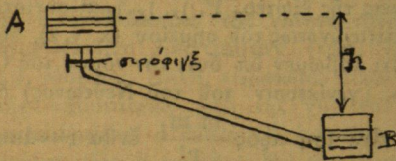
$$\frac{1}{\delta} \frac{dp}{dz} = Z - j_z$$

ἐνθα δ = πυκνότης τῆς υἱραῆς μάζης, p = ὑδροστατικὴ πίεσις, X, Y, Z ὀρθογώνιοι συνιστώσαι δυνάμεις τῆς ἔξωτερ. P, j_x, j_y, j_z αἱ συνιστώσαι τῆς ἐπιταχύνσεως τοῦ σημείου (x, y, z) , ἐὰν δὲ προσέτι λάβωμεν ὑπ' ὄψει τὸν νόμον τοῦ Coulomb (γενίκευσιν τοῦ τοῦ Νεύτωνος) ὅτι ἡ ἔλξις εἶνε ἴση πρὸς $\frac{m m_1}{r^2}$ ἐνθα r = ἀποστά-

σει, ἐπειδὴ τοῦτο δεικνύει κεντρικὴν κίνησιν, ἔχομεν ἰσχύοντα τὸν νόμον τῶν ἐμβραδῶν, ἥτοι τὰ ὑπὸ τῶν ἐπιβατικῶν ἀκτίνων γραφόμενα ἐμβραδὰ εἶνε ἀνάλογα τῶν χρόνων. Ἐπ' αὐτῶν στηριζόμενοι καὶ εἰσάγοντες πολικὰς συντεταγμ. εὐρίσκομεν διαφορικὴν ἐξίσωσιν, ἣν δυνάμεθα νὰ ὀλοκληρώσωμεν προβάλλουτες ἐκάστοτε εἰς τὰ τρία ἐπίπεδα τῶν συντεταγμένων (διὰ $z=0, y=0, x=0$). Καὶ ἡ μὲν ἐξίσωσις ἦν εὐρίσκομεν εἰς τὸ ἐπίπεδον x, y εἶνε ἔλιξ τρίτου βαθμοῦ, αἱ δ' ἐξισώσεις εἰς τὰ ἐπίπεδα yz καὶ xz εἶνε ταυτόσημοι διαφέρουσαι μόνον κατὰ τὴν σταθερὰν τῆς ὀλοκληρώσεως. Τοῦτο δεικνύει ἔλικα εἰς τὸ διάστημα, ὥστε αἱ κυμάνσεις εἶνε καμπύλαι οὐχὶ ἐπίπεδοι, ἀλλὰ καμπύλαι εἰς τὸ διάστημα. Τοῦτο εἶνε ἡμετέρα ὑπόθεσις, ἐπιφυλασσόμεθα δὲ νὰ γράψωμεν περὶ τούτου ἐν τῷ «Ἀρχιμήδει».

Τὸν ἠλεκτρισμὸν χρησιμοποιοῖ ὁ ἄνθρωπος διὰ ποικιλοτάτας αὐτοῦ ἀνάγκας· τοσαῦται εἶνε αἱ πρὸδοι, ὥστε ἡ ἐποχὴ μας καλεῖται πλέον αἰὼν ἠλεκτρισμοῦ· τοῦ ἀτμοῦ ἠλαττώθη ἤδη τὸ κύρος, ἢ μᾶλλον ἢ ἀπόλυτος μοναρχία. Ἐν τῇ ἐφηροσμένη ἠλεκτρολογία διακρίνομεν δύο κατηγορίας 1) τὴν τῶν ἀσθενῶν ἠλεκτρ. ρευμάτων ἢτοι τηλεγραφίαν, τηλεφωνίαν, γαλβανοπλαστικὴν κτλ. παραγομένην χημικῶς κατὰ τὸ πλεῖστον διὰ τῶν γνωστῶν γαλβανικῶν στοιχείων· τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦτον ὀνομάζομεν γαλβανικὸν ρεῦμα· 2) τὴν τῶν ἰσχυρῶν ρευμάτων χρησιμοποιοιμένων διὰ τὸν φωτισμὸν, ἠλεκτροκίνησιν ἐν γένει κτλ. Ὁ ἠλεκτρισμὸς οὗτος παράγεται διὰ μετατροπῆς μηχανικοῦ ἔργου (ἔξ ἀτμοκίνητης ἢ ὑδραυλικῆς κίνητ. κτλ.) τῇ βοηθείᾳ τῆς ἐπαγωγῆς (induction), ἧς οἱ νόμοι ἐμελετήθησαν ὑπὸ τοῦ διασήμεου Ἄγγλου φυσικοῦ Faraday. Τοῦτου ἕνεκα καλοῦμεν τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦτον Φαραδικόν. Ἐν τοῖς ἐπομένοις θὰ ἀσχοληθῶμεν μόνον περὶ τοῦ Φαραδικοῦ ρεύματος χρησιμοποιοιμένου σχεδὸν ἀποκλειστικῶς πρὸς παραγωγὴν κινητηρίου δυνάμεως. Ἀναγκαῖον ὅμως νὰ προτάξωμεν γενικότητάς τινας περὶ τῶν μονάδων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὡς καὶ περὶ τῆς ἐπαγωγῆς (induction).

Ἴνα αἰσθητοποιήσωμεν τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, παραβάλλομεν αὐτὴν πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος ἐν κινήσει (ἢ ἀτμοῦ κ.τ.λ.). Ἐστω-



Σχ. 32.

σαν δύο δεξαμεναὶ A καὶ B μὲ διαφορὰν στάθμης = h, συγκοινωνοῦσαι πρὸς ἀλλήλας καὶ δυνάμεναι νὰ χωρισθῶσι διὰ κρουνοῦ. Ἐχομεν:

- 1) Διαφορὰ στάθμης h, ἣτις εἶνε ἡ ἀφορμὴ τῆς κινήσεως ἀντιστοιχεῖ πρὸς διαφορὰν δυναμικοῦ (potentiel), force electromotrice ἐκφράζεται εἰς Volt.
- 2) Ταχύτης ὕδατος = ἐνταση (intensité) εἰς Ampères
- 3) τριβαὶ ἐν σωλήσιν = ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις εἰς Ohms
- 4) χωρητικότης δοχείου = Capacité électrique εἰς Farads.
- 5) Ποσότης ὕδατος = Ποσότης ἠλεκτρισμοῦ εἰς Coulombs.
- 6) Ἔργον μηχανικὸν εἰς meg. = ἠλεκτρικὴ δυνάμις = Volt × Ampère = Watt.
- 7) Ἔργον εἰς P. S. = εἰς ἀτμόιππος = 736 Watt. Ἠλεκτρ. ἔργον εἰς Wattstunden. Ἀναφέρομεν ἐνταῦθα τὸν σπουδαιότατον

νόμον τοῦ Ohm, τὸν χρησιμεύοντα δι' ὑπολογισμὸν τῶν ἀγωγῶν: Volt = Ampère × Ohm
 $e = ir$.

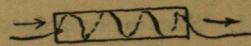
Ἐπαγωγὴ (Induction). Ἐκάστου μαγνήτου οἱ πόλοι εἶνε, ὡς γνωστόν, κέντρα ἔλξεως· ἐὰν ἐπὶ μαγνήτου τινὸς θέσωμεν χάρτην καὶ ἐπ' αὐτοῦ δῖψωμεν ῥιζήματα σιδήρου, τότε ταῦτα διατίθενται ἐλκόμενα ὑπὸ δυνάμεων καθ' ὀρισμένας διευθύνσεις. Ὅλη ἡ περιοχὴ, καθ' ἣν ἐκτείνεται ἡ δρᾶσις τοῦ μαγνήτου λέγεται μαγνητικὸν πεδίον (Champ magnetique), αἱ δὲ γραμμαῖ, γραμμαὶ δυνάμεων (lignes de force).

1) Ἐὰν ἀγωγὸς τις διελαύνεται ὑπὸ ρεύματος ἠλεκτρικοῦ πλησίον του δὲ εἶνε σιδήρεος, τότε οὗτος μαγνητίζεται παύει δὲ ὁ μαγνητισμὸς εὐθύς ὡς παύση τὸ ρεῦμα (οὐχὶ ὀλοτελῶς ὅμως ἕνεκα τῆς ὑστερήσεως παραμένει ποσότης τις, ἐπ' αὐτῆς δὲ στηρίζεται ἡ ιδιότης τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν συνεχοῦς ρεύματος νὰ ἐρεθίζωνται ἀφ' ἑαυτῶν ἄνευ μηχανῆς excitatrice.

2) Ἐὰν περιελλίσσωμεν τεμάχιον σιδήρου μὲ σύρμα ἄγον ἠλεκτρισμὸν πολλάκις τότε ἡ ἐνέργεια εἶνε μείζων· οὗτος ἐπιτυγχάνομεν τὸν λεγόμενον ἠλεκτρομαγνήτην, ἐφ' οὗ στηρίζεται ἡ τηλεγραφία καὶ τηλεφωνία, ἀλλὰ καὶ αὐτὰ αἱ δυναμοηλεκτρικαὶ μηχαναί.



Σχ. 33.



Σχ. 34.

3) Ἐὰν σπεῖρα τις K φέρουσα γαλβανόμετρον κινηθῇ ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου οὕτως ὥστε νὰ κόπητῃ ἐκάστοτε διάφορον ἀριθμὸν μαγνητικῶν δυνάμεων, τότε βλέπομεν καθ' ἑκάστην κίνησιν τὸ γαλβανόμετρον ἀποκλίνειν, ἢτοι ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παραχθὲν ἐπὶ τῆς σπείρας. Οὕτω λοιπὸν παρήχθη ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ μηχανικῆς ἐργασίας. Καὶ τὰ τρία ταῦτα φαινόμενα παράγονται δι' induction, δι' ἐπαγωγῆς ἢτοι δι' ἐπιδράσεως ἔξ ἀποστάσεως, τὰ αὐτὰ φαινόμενα θὰ παρατηροῦντο, ἂν ἀντὶ μαγνήτου ἐλαμβάνομεν ἠλεκτρομαγνήτην.

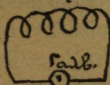
Καὶ ὅταν μὲν λαμβάνωμεν μαγνήτην καὶ μετακινῶμεν πρὸ αὐτοῦ σπείρας μεταβάλλομεν

οὕτω μηχανικὸν ἔργον εἰς ἠλεκτρισμὸν ἔχομεν τὰς μαγνητοηλεκτρικὰς μηχανὰς (σπάνια νῦν, δι' ἱατρικὴν ἴσος, διὰ τὴν ἀνάφλεξιν γαζομηχανῶν, διὰ μικρὰν καὶ πρόχειρον παρασκευὴν ἠλεκτρισμοῦ κτλ.) ὅταν δὲ ἠλεκτρομαγνήτην, ὡς συνήθως, τὰς δυναμοηλεκτρικὰς. Ἡ Induction παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Faraday· ὑπάρχουσι δὲ οἱ ἐξῆς νόμοι περὶ αὐτῆς:

1) *Νόμος Maxwell*: «Πᾶσα μεταβολὴ πλημμύρας δυνάμεως (flux de force = ἐπιφάνεια κάθετος ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου \times ἔντασιν μαγνητικοῦ πεδίου) παράγει ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς, οὗ ἡ διάρκεια εἶνε ἴση πρὸς τὴν διάρκειαν τῆς μεταβολῆς».

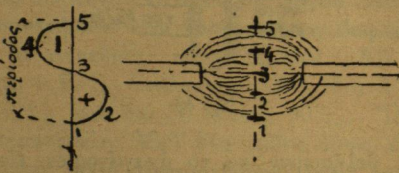
2) *Νόμος Lenz*: «Ἡ φορὰ τοῦ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦματός εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἐκτάστωτε ἀντιτίθεται πρὸς τὴν πλήμμυραν τῶν δυνάμεων, διὰ τῆς πλημμύρας, ἣν παράγει αὐτὸ τὸ ἴδιον». Ἐξήγησιν ἰδὲ σχήματα 35 καὶ 36. Ἔστω ἡ ἐν τῷ Σχ. 35 εἰκονιζομένη σπείρα καὶ τὸ μαγνητικὸν πεδίου τοῦ Σχ. 36, διηρημένον εἰς 4 διαστήματα διαφόρου ἐντάσεως. Ἐὰν ἡ σπείρα ἀναβῆ

Σπείρα



Σχ. 35.

ἀπὸ 1 εἰς 2 ἐπειδὴ ἡ μεταβολὴ εἶνε μεγίστη ἀπὸ 0 φθάνει εἰς ὠρισμένην τιμὴν, διὰ τοῦτο καὶ τὸ παραγόμενον ρεῦμα φθάνει τὸ μέγιστον. Αὐτόθεν ἀρχίζει νὰ κατέρχεται, διότι ἡ διαφορὰ τῶν μεταβολῶν εἶνε πολὺ μικροτέρα, ὅθεν ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐλαττοῦται εἰς ἔντασιν· εἰς τὸ 3 εἶνε μηδὲν τὸ ρεῦμα, διότι τὸ flux de force

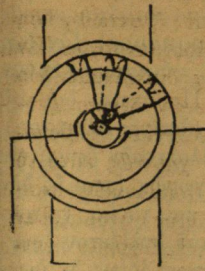


Σχ. 36.

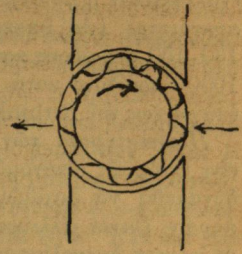
δὲν μεταβάλλεται. Ἐκεῖθεν τοῦ 3 ἀρχίζουσιν ἀρνητικαὶ τιμαί, ὧν ἡ μεγίστη εἰς 4 εἰς 5 πάλιν 0. Οὕτω λοιπὸν ἐπιτυγχάνομεν τὸ ἐναλλακτικὸν ρεῦμα (courant alternatif). Τὸ αὐτὸ ὅμως συμβαίνει, εἰάν, ἀντὶ νὰ μετακινήσωμεν τὴν σπείραν πρὸ τοῦ μαγνήτου, ἀφήσωμεν τὴν σπείραν ἀκίνητον καὶ περιστρέψωμεν πρὸ αὐτῆς τὸν μαγνήτην.

Ἐὰν ὅμως θέλωμεν νὰ ἐπιτύχωμεν συνεχὲς ρεῦμα (gleichstrom) μεταχειρίζομεθα τὸν λεγόμενον δακτύλιον τοῦ Gramme ἢ τοῦ Pacinotti (καθηγητοῦ ἐν Πίζῃ). Ὁ δακτύλιος εἶνε σιδηροῦς περιελιγμένος ὑπὸ σύρματος στρέφεται δὲ πρὸ τῶν πόλων ἐνὸς μαγνήτου ἐν εἶδει πετάλου (ἢ πρὸ δύο μαγνητῶν Β καὶ Ν).

Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Lenz ἀποδεικνύεται (ἰδὲ σχ. 38) ὅτι τὰ ρεῦματα θὰ συναντῶνται εἰς Α καὶ Β



Σχ. 37.

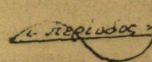


Σχ. 38.

ἐνθα τὰ βέλη. Δυνάμεθα οὕτω τὰ ρεῦματα νὰ τὰ ἀγάγωμεν ἐκ τοῦ Α καὶ Β πρὸς τὰ ἐκτὸς καὶ νὰ τὰ χρησιμοποιήσωμεν. Ἐπειδὴ ὅμως τὰ σύρματα συμπεριστρέφονται τοῦτο θὰ ἦτο ἀδύνατον· διὰ τοῦτο χρησιμοποιοῦμεν τὸν συλλέκτην (collecteur), ἀφ' οὗ παραλαμβάνουσι τὸν ἠλεκτρισμὸν ψήκτρι ἀκίνητοι ἐφραπτόμενοι τοῦ περιστρεφομένου συλλέκτου. Αὕτῃ εἶνε ἡ μαγνητοηλεκτρικὴ μηχανή. Ἐὰν ὅμως ἀντὶ μαγνητῶν μεταχειρισθῶμεν ἠλεκτρομαγνήτας, ὡς ἔκαμεν ὁ μέγας Siemens, τότε λαμβάνομεν τὴν δυναμοηλεκτρικὴν μηχανήν. Ἐπὶ τοῦ σιδήρου μένει μαγνητισμὸς τις (hysteresis), ἐξασκῶν ἠλεκτρικὰ ρεῦματα ἐπὶ τοῦ δακτυλίου (Anker, induit), ἅτινα προκαλοῦσιν ἐπίσης induction ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου (inducteur), οὗ αὐξάνεται ὁ μαγνητισμὸς καὶ οὕτω καθέξης μέχρι οὗ γίνῃ μέγιστον. Τὰ ἀποτελέσματα εἶνε καὶ κατὰ πολὺ ἰσχυρότερα, διότι οἱ ἠλεκτρομαγνήται εἶνε ἰσχυρότεροι.

Συνένωσις ἠλεκτρικῶν στηλῶν ἢ καὶ μηχανῶν κατὰ σειρὰν (en série), λέγεται ὅταν ὁ θετικὸς πόλος ἐνοῦται μὲ τὸν ἀρνητικὸν τῆς ἄλλης καὶ οὕτω καθέξης τότε μένει ὁ ἀριθμὸς τῶν Ampères ὁ αὐτός, μεταβάλλεται δὲ ὁ ἀριθμὸς τῶν βολτίων. Ἡ συνένωσις δὲ λέγεται παράλληλος, ὅταν συνεννοῦνται οἱ ὁμώνυμοι πόλοι· τότε μένει ὁ ἀριθμὸς τῶν βολτίων σταθερός, μεταβάλλεται δὲ ὁ τῶν Ἀμπερίων.

Μηχαναὶ ἐναλλακτικοῦ ρεῦματος. Ὁ στρεφόμενος εἶνε ὁ μαγνήτης (inductor) εἶνε δὲ



Σχ. 39.



Σχ. 40.

ἐσωτερικὸς (ἀρχὴ ἢν εἶδομεν) τὸ ρεῦμα λαμβάνεται ἀπ' εὐθείας ἀπὸ τὸ induit ὅπερ περιφερικόν. Ἔνεκα τῆς φύσεως τοῦ ἐναλλακτικοῦ ρεῦματος χρειάζεται μηχανὴ ἐρεθισμοῦ (ma-

chine excitatrice), ἐν ᾧ αἱ μηχαναὶ συνεχοῦς ρεύματος δὲν χρειάζονται. (Σχ. 39) παριστᾷ μονοφασικὸν ρεῦμα (σχ. 40) διφασικὸν κτλ. Τὸ ἐναλλακτικὸν ἢ ἀσυνεχὲς ρεῦμα καλεῖται *μικρᾶς πικρότητος* (de basse frequence) ἐὰν ἔχη 130-150 περιόδους κατὰ 1''· ὑψίπικρον δὲ ἐὰν 1000 περιόδους κατὰ 1''. Παράγεται διὰ τοῦ ἐπαγωγέως τοῦ Ruhmkorf (ἀκτίνες Röntgen).

Πλεονεκτήματα τῶν ἐναλλακτικῶν ρευμάτων εἶνε ἔκτος τῆς οἰκονομίας ἀγωγῶν (περὶ ἧς δὲν δυνάμεθα νὰ ἐκπαθῶμεν) καὶ τὸ ὅτι ἐπιτρέπουν ἐνεκεν ἐλλείψεως τοῦ συλλέκτου (συνεπάγοντος δυσκολίας μονώσεως ἰδίως δι' ὑψηλὰς τάσεις) νὰ παραγάγωμεν ρεύματα ὑψηλῆς τάσεως, οὕτω δὲ νὰ οἰκονομῶμεν βάρους ἀγωγῶν, καθιστῶντες αὐτοὺς μικρᾶς διαμέτρου. Τρόντι ἐκ τῆς ἐξισώσεως τοῦ Ohm ἔχομεν :

$$(1) \quad V = R \times I$$

ἐνθα $V = \delta$ ἀριθμὸς τῶν βολτίων καὶ $I = \delta$ ἀριθμὸς τῶν ἀμπερίων· καὶ

$$(2) \quad R = \frac{\text{Μῆκος}}{\text{ἀγωγιμότης} \times \text{διατομὴ} \text{ σύρματος}} = \frac{b}{a\Omega} = \frac{c}{\Omega}$$

ἐνθα $c =$ σταθερὰ καὶ $\Omega =$ διατομὴ σύρματος. Ἀντικαθιστ. εἰς τὴν ἐξίσωσιν (1) ἔχομεν :

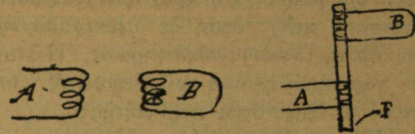
$$V = \frac{cI}{\Omega}, \quad \text{τὸ ὁποῖον μᾶς δίδει} \quad \Omega = \frac{cI}{V}$$

δηλαδὴ ἡ διατομὴ Ω εἶνε κατὰ τοσοῦτον μικρότερα, καθόσον τὸ V (volts) εἶνε μεγαλῆτερον καὶ I μικρότερον. Ὡστε διὰ δεδομένον ἔργον εἰς Watt ὑποῦντες τὸ V ἐλαττοῦμεν καὶ τὸ I , ὥστε διὰ δύο λόγους τὸ Ω μικρότερον, ὄπερ λίαν σπουδαῖον, διότι ὁ χαλκὸς ἔχει ἀρκετὰ μεγάλας τιμὰς.

Ὁ Verband deutscher Electrotechniker δίδει πίνακα τῶν I (Ampères) δι' ἐκάστην διατομὴν Ω ἀγωγοῦ, οὕτως ὥστε νὰ μὴ ὑπάρχη φόβος τήξεως· ὑπολογίζομεν 4 μὲν Ampères κατὰ τετρ. χιλιοστὸν διὰ μικροὺς ἀγωγοὺς καὶ 2 διὰ μεγάλους, ἦτοι 3 Ampères κατὰ μέσον ὄρον. Ἀφ' ἐτέρου ὅμως δὲν πρέπει νὰ ὑποῦμεν V πέραν ὀρίου τινος, ἔνεκα δυσκολίας μονώσεως. Ἀλλὰ καὶ εἰς τοῦτο πλεονεκεῖ τὸ ἐναλλακτικὸν ρεῦμα, διότι 5000 volts τοιοῦτου δὲν δίδουσι δυσκολίας μονώσεως, ἐνᾧ 1000 volts συνεχοῦς ρεύματος δίδουσιν. Εἰς Ἀμερικὴν ἔχουσι φθάσει εἰς τάσεις 60000 volts.

Ἔτερον πλεονέκτημα τοῦ ἐναλλακτικοῦ ρεύματος εἶνε ὅτι δύναται νὰ μετασηματισθῇ ἀπὸ ὑψηλῆς τάσεως εἰς χαμηλὴν διὰ στατικῶν transformateurs, ἐν ᾧ τὸ συνεχὲς ρεῦμα δὲν δύναται.

Transformateurs statiques: Ἡ ἀρχὴ εἶνε ἡ ἐξῆς: Ἄς λάβωμεν δύο σπείρας A καὶ B (σχ. 41) ἀπέναντι ἀλλήλων· ἐὰν ἡ σπείρα A

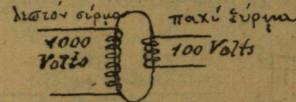
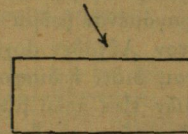


Σχ. 41.

Σχ. 42.

διελαθῇ διὰ ρεύματος ἐναλλακτικοῦ, λαμβάνομεν ἐπὶ τῆς σπείρας B δι' ἐπαγωγῆς ἐν ρεῦμα ἐναλλακτικὸν ἐπίσης. Τὸ ἀποτέλεσμα γίνεται ἰσχυρότερον ἐὰν ἀμφοτέρως τὰς σπείρας περιελίξωμεν περὶ κοινὸν σιδηροῦν πυρήνα F (σχ. 42). Δι' αὐξήσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν δυνάμεθα ἐπὶ μᾶλλον νὰ ἰσχυροποιήσωμεν τὰ ἀποτελέσματα. Οὕτω λοιπὸν ἐλάβομεν τὸν transformateur, περὶ οὗ ὑπάρχει ὁ ἐξῆς νόμος :

Αἱ διαφοραὶ δυναμικοῦ (potentiel) τῶν πόλων ἐκάστης σπείρας (primärer Strom, inducirter Strom) εἶνε ἀνάλογοι τοῦ ἀριθμοῦ τῶν σπειρῶν. Ἐὰν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα 1000 βολ-



Σχ. 43.

τίων θελήσωμεν νὰ τὸ ἀναγάγωμεν εἰς 100, θὰ θέσωμεν τὸ $\frac{1}{10}$ τῶν σπειρῶν, ἀλλὰ τὸ σύρμα τῶν 100 βολτίων θὰ εἶνε παχύ, διότι ἡ ἔντασις εἶνε μεγαλειτέρα τῆς τοῦ ἀρχικοῦ ρεύματος.

Κύρια δὲ πλεονεκτήματα τοῦ συνεχοῦς ρεύματος ἰδίως διὰ πόλεις καὶ διὰ φωτισμὸν εἶνε 1) ἡ ἔλλειψις μηχανῆς μικρᾶς πρὸς ἐρεθισμὸν (machine excitatrice) (διὰ μικρὰς ἐγκαταστάσεις σπουδαῖον οὕτω) καὶ 2) διότι μόνον συνεχὲς ρεῦμα δύναται νὰ τροφοδοτήσῃ ἀθροιστὰς (accumulateurs).

Ἀθροιστὰί. Ἀρχὴ τῶν: Ἐὰν δύο πλάκας ἐκ μολύβδου ἐμβαπτίσωμεν εἰς δοχεῖον περιέχον ἠραιωμένον θεικὸν δξύ, ἐνώσωμεν δ' ἐκάστην πλάκα πρὸς τὸν πόλον ἡλεκτρικῆς πηγῆς, τότε ἐπὶ μὲν τῆς + πλακὸς μεταβαίνει τὸ ἐξ ἡλεκτρολύσεως ὀξυγόνον καὶ σχηματίζει ὑπεροξειδίον

μολύβδου, ἐπὶ δὲ τῆς ἀρνητικῆς μεταβαίνει τὸ ὑδρογόνον, σχηματίζεται δὲ ἐκεῖ καὶ σπογγώδης μολύβδος. Ἐὰν διακόψωμεν τὸ ρεῦμα, τότε ἐνεκα τῆς ἀντιστροφῆς τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως παράγεται ὑπὸ τοῦ *accumulateur* ρεῦμα ἀντίθετον. Ἐπιταχύνομεν τὸ φαινόμενον ἐπιχρίοντες δι' ἐνεργῶν λεγομένων ὑλῶν (*active Massen*), ἦτοι τὴν μὲν + με ὑπεροξειδίου μολύβδου, τὴν δὲ — με σπογγώδη μολύβδον.

Ἡ χωρητικότης ἐνὸς ἀθροιστοῦ μετρεῖται εἰς ἀμπέρια καθ' ὥραν. Ἡ τάσις φορτίσεως τοῦ ἀθροιστοῦ εἶνε 2.30 βόλτια, ἡ δὲ τάσις ἐκκενώσεως εἶνε 1.85 βόλτια. Ἐὰν λ. χ. ἔχωμεν λαμπτήρας 110 βολτίων καὶ θέλωμεν νὰ ὑπολογίσωμεν τοὺς ἀναγκαίους ἀθροιστάς, τότε ἔχομεν

$$\frac{110}{1.85} = 55 \text{ στοιχεῖα ἀθροιστῶν.}$$

Ἡλεκτροκινητήρες. *Moteurs électriques* στηρίζονται ἐπὶ τῆς ἀντιστροφῆς (*reversibilité*). Ἐὰν διὰ τοῦ *induit*, συγχρόνως δὲ καὶ τοῦ *inducteur*, ἀφήσωμεν νὰ διέλθῃ ρεῦμα, τότε ἔχομεν ἐφ' ἐκάστου ἀνὰ ἓν *flux de force* (ἰδὲ ἐξήγησιν ὄρων τεχνικῶν προηγουμένως), ἅτινα τείνουσι νὰ ἐνωθῶσι καὶ νὰ δώσωσιν ἓν *flux maximum*. Πρὸς τοῦτο ἢ *induit* μετατοπίζεται στρεφόμενον, ὅπως ἰκανοποιήσῃ τὸν τεθέντα νόμον. Τόσα εἶδη κινητήρων, ὡς καὶ μηχαναί. Ἡ ἀλλαγὴ στροφῆς (*umsteuerbarkeit*) ἀναγκαία διὰ τὰ *trams* καὶ σιδηροδρόμους λ. χ. γίνεται δι' ἀντιστροφῆς τοῦ ρεύματος ἢ ἐν τῷ *inductor* ἢ ἐν τῷ *Anker*. Ἡ ἀπόδοσις ἔργου τῶν ἡλεκτροκινητήρων εἶνε τόσῳ μειζων, ὅσῳ μειζονες οἱ κινητήρες, οὕτως ἔχομεν: διὰ κινητήρας 1 P. S. ἀπόδοσις = 75 % διὰ 5 ἵππους 82 % καὶ διὰ 50 ἵππους 90 %. Ὡστε λίαν σημαντικόν. Μεθ' ὅλα ταῦτα ὅμως ὅλοι γνωρίζομεν ὅτι ἡ ἡλεκτροκίνησις εἶνε ἡ δαπανηροτέρα πασῶν, δικαιολογεῖται δὲ μόνον ὅταν εἶνε ἀσυνεχὲς τὸ ἔργον, ἢ ὅταν ἀπλοποιήσις ἐγκαταστάσεως τὸ ἐπιβάλλῃ κτλ. Καὶ τοῦτο διότι, ὡς εἶπομεν, ὁ ἡλεκτρισμὸς παράγεται δι' ἀτμοῦ παρ' ᾧ ἔχομεν ἀπωλείας (Δι' ὑδραυλικῆς δυνάμεως ἢ δι' ἀνέμου ὁ ἡλεκτρισμὸς εἶνε εὐθιγνότερος). Διὰ τοῦτο τὸ ἰδεῶδες θὰ ἦτο ἂν ἠδυνάμεθα νὰ μετατρέψωμεν ἀπ' εὐθείας τὴν θερμότητα εἰς ἡλεκτρισμόν, ἄνευ μεσολαβήσεως ἀτμομηχανῆς. Πρὸς τοῦτο ἐγένοντο τὰ ἐπόμενα πειράματα.

Piles termoelectriques. Ἐκαστος ἀγωγὸς διελευνόμενος ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος θερμαίνεται κατὰ τὸν νόμον τοῦ *Joule* κατὰ $Q = 0.24 i^2 w t$, ἔνθα Q = ποσότης θερμότητος, i = ἔντασις ρεύματος, w = ἀντίστασις, t = χρόνος. Ἐπ' αὐτοῦ στηρίζεται ἡ ἀρχὴ τῶν ἡ-

λεκτρικῶν λαμπτήρων *lampes à incandescence*. Ἐν τῇ ἐπαφῇ ὁμοῦ δύο διαφόρων ἀγωγῶν δύναται νὰ συμβῇ αὐξήσις ἢ ἐλάττωσις θερμοκρασίας. Ὁ *Peltier* σχηματίζει διὰ συγκολλησεως δύο ἀγωγῶν τοῦ ἐνὸς ἐξ ἀντιμονίου, τοῦ δ' ἑτέρου ἐκ βισμούθιου σταυρόν· ἐὰν διὰ τῶν δύο βραχιόνων διέλθῃ ἓν ἀρχικὸν ρεῦμα, μετὰ τὴν διακοπὴν αὐτοῦ ὑπάρχει δευτερογενὲς ρεῦμα ἐκ τῶν δύο ἄλλων βραχιόνων. Ἐὰν ἡ θέσις τῆς συγκολλησεως (*soudure*) θερμανθῇ, τότε παράγεται ρεῦμα, δυστυχῶς ὁμοῦ ἀσθενὲς φθάνον μόνον *microvolts* τινά. Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης βαίνοντες ἠδυνάμεθα νὰ τελειοποιηθῶμεν, τότε θὰ εἴχομεν τὰς ἀπείρους πηγὰς τῆς ἡλιακῆς ἐνεργείας πρὸς μεταμόρφωσιν εἰς ἡλεκτρισμόν, δι' ὃν δὲν θὰ ἐχρειάζοντο ἢ ἀθροισταὶ τελειοποιούμενοι κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ μᾶλλον φθάνοντες τὸν ἀναγγελθέντα τοῦ μεγάλου *Edison*, ὅστις εὐρίσκειται εἰσέτι ἐν τῷ πειραματικῷ σταδίῳ. Ἄλλ' ἀκόμη, φαίνεται, δὲν προσεγγίζομεν εἰς τοῦτο.

Ἐπραγματεύθημεν οὕτως, ἐν γενικωτάταις γραμμαῖς, τὸ ἀπὸ τε θεωρητικῆς ἀλλὰ καὶ ἀπὸ πρακτικῆς ἀπόψεως σπουδαιότατον ζήτημα τοῦτο. Εἶδομεν ὅτι οἱ θερμοκινητήρες καὶ ἰδῶς αἱ ἀτμομηχαναί, αἱ ἀποτελοῦσαι ἔτι καὶ νῦν, τὸν μέγιστον παράγοντα τῆς κινητηρίου δυνάμεως, ἔχοσι πολὺ μικρὰν ἀπόδοσιν ἔργου μόνον 15 % κατὰ μέγιστον ὄρον· ἐὰν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι καθ' ἐκάστην εὐρίσκονται εἰς ὅλην τὴν γῆν 200000 ἀτμάμαξαι ἐν κυκλοφορίᾳ, ὧν ἕκαστη κατὰ μέσον ὄρον ἔχει 500 ἵππων δυνάμιν, ἂν δὲ λάβωμεν ὑπ' ὄψει μόνον δεκάωρον ἐργασίαν καθ' ἡμέραν καὶ δαπάνην καυσίμου ὕλης 1 χγρ. κατὰ ἀτμόῦλλον, ἔχομεν ἐν ὅλῳ 1.000.000 τόννων ἀνθρακὰ ἀξίας κατ' ἐλάχιστον 20 ἑκατομ. φράγκων!! Διὰ τὰ ἀτμόπλοια δυνάμεθα νὰ προσθέσωμεν τοῦλάχιστον ἄλλα τόσα, καὶ ἄλλα τόσα διὰ τὰς μονίμους ἐγκαταστάσεις οὕτως ὥστε φθάνομεν εἰς 60 ἑκατομ. ἡμερησίως, ἐξ ὧν μόνον 9 χρησιμοποιοῦμεν τὰ δὲ 51 ἀπόλλυνται. Ἐννοοῦμεν λοιπὸν τὴν σπουδαιότητα τοῦ ζητήματος. Ἄν τοῦτο θὰ λυθῇ διὰ τελειοποιήσεως τοῦ θερμοκινητήρος ἢ διὰ θερμοηλεκτρισμοῦ (ἄνευ πλέον ἀτμομηχανῶν), αὐτὸ θὰ μᾶς δεῖξῃ τὸ μέλλον. Ἡ δευτέρα ὁμοῦ ἐφευρέσις θὰ συνεπαγάγῃ πιθανῶς χρησιμοποίησιν τῶν μεγίστων ποσῶν τῆς ἡλιακῆς θερμότητος. Ὅλη αὐτὴ ἡ σπουδὴ τῆς φύσεως, ἐνδιαφέρονσα καὶ ἀπὸ μορφωτικῆς ἀπόψεως ὡς ἐπίσης καὶ ἀπὸ ἀπόψεως πολιτικῆς οἰκονομίας, ἀποτελεῖ ἐν τῶν κυριωτάτων ἀντικειμένων τῆς ἐνδλεχοῦς καὶ μεγίστης ἐργασίας τῶν μεγάλων ἐθνῶν. Παρ' ἡμῖν ἡ σπουδὴ ζητημάτων τοιούτων ἀναφερομένων εἰς τὰς θετικὰς ἐπιστήμας

προσκόπτει εις πολλά ἐμπόδια· δὲν ἔχομεν ἀκόμη δροθεσίαν, ἢ φιλολογία εἶνε ἐλαχίστη, τὰ δημόσια ἔργα μικρά, ἐργοστάσιον μηχανουργικῶν σπουδῶν ἀνύπαρκτον. Κυριώτατα ὁμως ἔλλειπει τὸ κατὰλληλον περιέχον τὸ παρακινουῦν εἰς ἐργασίαν καὶ ἀμίλλαν, τὸ ἔξαιρόμενον ὑπὲρ τὸν συνήθη βιοπορισμὸν. Μετ' ὀλίγα ἔτη θὰ ἐφορτάσωμεν τὴν ἑκατονταετηρίδα τῆς ἐθνικῆς παλιγγενεσίας· θὰ γίνῃ τότε πάντως ἀνασκόπησις τῆς διανοητικῆς καὶ ἠθικῆς δράσεως τοῦ ἔθνους· ἄς εὐχρηθῶμεν δέ, ἵνα καὶ ἐν τῷ πεδίῳ τῶν θετικῶν ἐπιστημῶν, ὡς καὶ εἰς τὰ ἄλλα πεδία μὴ φανῶμεν γυμνοὶ καὶ ἀνεπαρκεῖς. Ἀλλὰ πρὸς τοῦτο χρειάζεται τιμία καὶ εὐσυνείδητος ἐργασία καὶ ὑποστήριξις τῶν δυναμένων καὶ θελόντων νὰ ἐργασθῶσι.

ΑΡ. Φ. ΚΟΥΣΙΔΗΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΙΣ

ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

ΕΠΙ ΤΗΣ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΣΕΛΗΝΙΟΥ¹

Τὴν ἠλεκτρικὴν ἀντίστασιν τοῦ σεληνίου ἐπεραῶζουσι τὸ φῶς, ἢ θερμότης², αἱ ἀκτίνες τοῦ Röntgen καὶ αἱ τοῦ ραδίου, σώματά τινα ὡς τὸ ἀνθρακικὸν βάριον, τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου καὶ τὸ τερεβινθέλαιον³, ἐπίσης δὲ καὶ διαλύσεις ἐν οἰνοπνεύματι φυτικῶν τιῶν καὶ ζωϊκῶν οὐσιῶν (pigments)⁴. Τῇ ἐπιδράσει τῶν αἰτίων τούτων γενικῶς ἡ ἀντίστασις τοῦ σεληνίου ἐλαττοῦται. Εἰδικώτερον ἠρευνήθη ἡ ἐπίδρασις τοῦ φωτὸς ἐπὶ τῆς ἠλεκτρικῆς ἀντιστάσεως τοῦ σεληνίου ἰδίᾳ ὑπὸ τῶν Pfund, Hopius, Hesehus, Korn καὶ ἄλλων, ἐδόθησαν δὲ καὶ τύποι, δι' ὧν ἐκφράζεται ἡ σχέση τῆς ἠλεκτρικῆς ἀγωγιμότητος τοῦ σεληνίου πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ φωτισμοῦ. Ἐκ τούτων ὁ Hopius⁵ περιφώνων ἐπὶ δύο εἰδῶν σεληνίου, ὧν τὸ μὲν ἐφωτίζετο διὰ λυχνίας Nernst, τὸ δὲ διὰ λυχνίας ὀξεικοῦ ἀμυλίου, εὗρισκει ὅτι ἡ ἠλεκτρικὴ ἀγωγιμότης τοῦ σεληνίου εἶνε ἀνά-

λογος πρὸς τὴν κυβικὴν ῥίζαν τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτισμοῦ, ἐπομένως ὑπάρχει ἡ σχέση

$$\frac{1}{R} = a \sqrt[3]{i}, \quad (1)$$

ἔνθα R ἡ ἠλεκτρικὴ ἀντίστασις καὶ i ἡ ἔντασις φωτισμοῦ. Κατὰ δὲ τὸν Hesehus⁶ ἡ ἀγωγιμότης τοῦ σεληνίου m συνδέεται πρὸς τὴν ἔντασιν τοῦ φωτισμοῦ i διὰ τοῦ τύπου

$$i = a (e^m - 1), \quad (2)$$

ἔνθα a καὶ β εἰσὶ σταθεραὶ.

Πρὸς ἔλεγχον τῆς ἀκριβείας τῶν τύπων τούτων ἐξετελέσαμεν πλεῖστα πειράματα ἐκθέτοντες εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς στήλην σεληνίου, ἐκ τῶν χρησιμοποιουμένων συνήθως εἰς τὴν φωτοφωρίαν, ἧς ἡ ἐν τῷ σκότει ἀντίστασις περιέχεται συνήθως μεταξὺ 25000 καὶ 40000 ὧμ.

Πρὸς ταχεῖαν μέτρησιν τῆς ἐκάστοτε ἀντιστάσεως τῆς στήλης σεληνίου ὑποβαλλομένης εἰς τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς, ἐχρησιμοποιήσαμεν διάταξιν, καθ' ἣν ἡ στήλη σεληνίου παρεντίθεται εἰς κύκλωμα, ὅπερ περιέχει συστοιχίαν 8 στοιχείων συσσωρευτῶν καὶ κιβώτιον ρυθμιζομένης ἀντιστάσεως. Κατὰ διακλάδωσιν πρὸς τὴν γνωστὴν ἀντίστασιν τοῦ κιβωτίου ἐτίθητο γαλβανόμετρον εὐπαθές, παρουσιάζον ταχεῖαν ἀπόσβεσιν τῶν αἰωρήσεων τοῦ δείκτου, δι' οὗ ἐμετροῦμεν ἐκάστοτε τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, γνωστῆς οὐσίας τῆς πολλαπλασιαστικῆς δυνάμεως τῆς διακλαδώσεως τοῦ γαλβανομέτρου· ἐντεῦθεν εὗρισκομεν τὴν ἀντίστασιν τῆς στήλης σεληνίου διαφορῶντες τὴν γνωστὴν ἠλεκτρογενετικὴν δύναμιν τῆς συστοιχίας διὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου τὸ σελήνιον. Ἡ βαθμολογία τοῦ γαλβανομέτρου γίνεται ἐκ τῶν προτέρων, προσδιοριζομένων τῶν ἀποκλίσεων τοῦ γαλβανομέτρου τῶν ἀντιστοιχουσῶν εἰς γνωστὰς τιμὰς τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος.

Ἡ ἀνωτέρω μέθοδος ἐκρίθη προτιμότερα, καθὸ παρέχουσα ἀμέσως καὶ εὐχερῶς τὰς μεταβολὰς τῆς ἀντιστάσεως τῆς στήλης σεληνίου. Κατὰ τὰ πειράματα ἡμῶν ἡ στήλη αὕτη ἐφωτίζετο δι' ἠλεκτρικῆς λυχνίας τῶν 16 κηρίων, ἧς ἡ ἔντασις ἐτρεῖτο σταθερὰ διατηρουμένης ἀμεταβλήτου τῆς διαφορᾶς δυναμικοῦ εἰς τὰ πέρατα τῆς λυχνίας τῇ βοηθητικῇ μεταβλητῆς ἀντιστάσεως. Ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτισμοῦ ἐγένετο μεταβαλλομένης τῆς ἀποστάσεως τῆς πηγῆς ἀπὸ τῆς στήλης σεληνίου, ὡς μονὰς δι' ἐντάσεως φωτισμοῦ ἐλήφθη ἡ ἔντασις φωτισμοῦ λυχνίας 16 κηρίων εἰς ἀπό-

1. Ἐδημοσιεύθη ἐν τοῖς *Annalen der Physik*, Τόμ. 25. Τεύχος IV, σελ. 92. 1908.

2. M. Coste, *Compt. rend.* 143. p. 822. 1906.

3. E. Bloch, *Compt. rend.* 130. p. 194. 1901 καὶ E. van Aubel, *Compt. rend.* 136. p. 929. 1189. 1906.

4. E. H. Griffiths, *Compt. rend.* 136. p. 647.

5. E. A. Hopius, *Journ. Soc. Phys. Chim. Russe* 35. p. 581. 1903.

6. N. A. Hesehus, *Journ. Soc. Phys. Chim. Russe* 35. p. 661. 1903 καὶ 37. p. 221. 1905.