

ΙΑ. Ἀνωδομὴ ἀποβάθρας.

1. Τοποθέτησις σκελετοῦ καταστώματος ὑποβαστάζοντος τὰς γραμμὰς	Δρ.	5 364.60
2. Τοποθέτησις καταστώματος ἐν γένει	»	1.475.20
3. Τοποθέτησις ξυλίνων πασσάλων κατὰ τὴν κεφαλὴν	»	643.00
4. Τοποθέτησις εἰδικῶν στρωτήρων ἀλλαγῆς τροχιᾶς	»	592.00
5. Προμήθεια χονδροξυλείας ἀνωδομῆς	»	5 993.00
6. Διάφορα	»	3 826.97
Σύνολον	Δρ.	17.894.77

ΙΒ. Διάφ. δαπάναι σιδηρουργείου Δρ. 3 765.85

ΙΓ. Διάφορα ὕλικά χρησιμοποιηθέντα εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς ἀποβάθρας » 5.469.00

ΙΔ. Ζημίαι πώσεως πασσαλοπήκτου » 3.637.70

ΙΕ. Ζημίαι σωλήνων ἐμπήξεως πασσάλων » 1.741.95

ΙΣ. Κατασκευὴ σιδηροδρομικῶν γραμμῶν ἀπὸ τῶν ἀποθηκῶν εἰς ἀποβάθραν » 7.524.40

Ἀνακεφαλαίωσις δαπανῶν.

Τὸ Σύνολον ὅλων τῶν ἄνω δαπανῶν, ἀπὸ κεφαλαίου Α' μέχρι κεφαλαίου ΙC', ἀνέρχεται εἰς Δρ. 190.314.90

Ἐκ τοῦ ποσοῦ τούτου ἐκπίπτονται τὰ ἑξῆς:

1. Ἀξία μηχανημάτων, πασσαλοπήκτου, σιδηροῦ πασσάλου καὶ σιδηρῶν τύπων ἐπιστραφέντων τῇ Ἐταιρείᾳ «Simplex» Δρ. 33.464.
 2. Ἀξία πωληθείσης ξυλείας Δρ. 5.322.15
 3. Ἀξία πωληθείσης ξυλείας pitsh-pin προερχομένης ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τῆς παλαιᾶς ἀποβ. Δρ. 6 000.00 » 44.786.15
- Ἐκπίπτονται αἱ κάτωθι δαπάναι μὴ βαρύνουσαι τὴν κατασκευὴν τῆς ἀποβάθρας:

- α) Κεφάλαιον Θ' Δρ. 5.474.49
 β) » ΙΑ' » 17.894.77
 γ) » ΙC' » 7.524.40 Δρ. 30.893.66
- Ἐκπίπτονται Δρ. 114.635.09

Ἦτοι πραγματικὴ δαπάνη κατασκευῆς ἀποβάθρας ἐκ σιδηροπαγοῦς σκυροκονιάματος Δρ. **114.635.09**

Τιμὴ μονάδος.

Κῦβος σιδηροπαγοῦς σκυροκονιάματος κατὰ τὴν ἐπιμέτρησιν.

1. Κατάστροφμα, δοκοὶ κατὰ μῆκος, δοκοὶ συνδέσεως, καὶ στανοροὶ Ἁγίου Ἀνδρέου M.³ 93.61
 2. Σκυροκονίαμα πασσάλων » 160.00
- Ὅλικός κῦβος M.³ 231.61

Ἦτοι ἡ δαπάνη 1 μ.³ σιδηροπαγοῦς σκυροκονιάματος ἀνῆλθε εἰς Δραχμὰς **452**

Ἰούλιος 1910.

Δ. ΔΙΑΜΑΝΤΙΔΗΣ
 Νομομηχανικός.

ΤΟ ΑΙΩΜΑ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΟΣ

ΚΑΙ

Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΥ

Μετὰ τὰς μεγαλοφυεῖς ἀνακαλύψεις τῶν Faraday, Maxwell, Hertz ἐνόμιζον οἱ Φυσικοὶ κατὰ τὰ τέλη τοῦ παρελθόντος αἰῶνος, ὅτι ἡ ἐπιστήμη ἐλευθερωθεῖσα ἀπὸ τὴν ἀκατάληπτον «ἐξ ἀποστάσεως ἐπίδρασιν» (Fernwirkung) εἶχεν εὖρει πλέον τὴν θεωρίαν, ἡ ὁποία τελειοποιουμένη μόνον ἐν ταῖς λεπτομερείαις αὐτῆς θὰ παρεῖχε πλήρη ἐξηγήσιν τῶν ἠλεκτρομαγνητικῶν καὶ φωτεινῶν φαινομένων. Πλήρης ἄρμονίας ἀνεπτύσσετο τὸ οἰκοδόμημα τῆς ὑπὸ τὸ ὄνομα τοῦ Maxwell γνωστῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς θεωρίας, ὅτε νέα φαινόμενα παρετηρήθησαν καταδεικνύοντα τὸ ἀνεπαρκές τῆς θεωρίας ταύτης, ἔτι μᾶλλον, ἐκ θεμελιῶν ἀνατρέποντα ἰδέας, τὰς ὁποίας ἡ ἀνθρωπότης, ἀφ' οὔτου ἤρχισε νὰ σκέπτεται, ἐνόμιζεν ὡς ἀνεπίδεκτους ἀμφισβητήσεως.

Ὡς γνωστὸν ἡ πρώτη ἐξήγησις τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων ἐγένετο διὰ τῆς παραδοχῆς δύο ἀβαρῶν ρευστῶν, τὰ ὁποῖα εἶχον τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκωνται ἢ ἀπωθοῦνται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως (Νόμος τοῦ Coulomb). Καθ' ὅμοιον ἐντελῶς τρόπον ἐξηγοῦντο καὶ τὰ μαγνητικὰ φαινόμενα. Αὕτη ἦτο ἡ θεωρία τῆς ἐξ ἀποστάσεως ἐπιδράσεως, ἡ ὁποία βραδύτερον ἐξετοπίσθη ὑπὸ τῆς θεωρίας τῶν πεδίων τοῦ Faraday, τὴν ὁποίαν ὁ J. C. Maxwell περιέβαλε μὲ τὸν σαφῆ τύπον τῆς μαθημ. ἀναλύσεως.

Κατὰ ταύτην τὰ ἠλεκτρομαγνητικὰ φαινόμενα προέρχονται ἐκ τάσεων καὶ παραμορφώσεων ἐνὸς ὑποθετικοῦ μέσου, τοῦ αἰθέρος, ὁ ὁποῖος πληροῖ τὸ σύμπαν. Ἐπίδρασις ἐξ ἀπο-

στάσεως δὲν ὑπάρχει καὶ πᾶσα ἠλεκτρικὴ ἢ μαγνητικὴ ἐπίδρασις μεταδίδεται οὐχὶ ἀκαριαίως ὅπως ἡ πρώτη θεωρία παραδέχεται, ἀλλὰ μὲ ταχύτητα πεπερασμένην, ἴσην πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Συγχρόνως ἡ θεωρία αὕτη κατῴρθωσε νὰ περιλάβῃ καὶ τὴν ἄπειρον πληθὺν τῶν φωτεινῶν φαινομένων εὔρε δὲ εἰς τὰ πειράματα τοῦ Hertz θριαμβευτικὴν ἐπαλήθευσιν. Παρατηρήσεις ἐν τούτοις ἐπὶ τῶν ἠλεκτρολυτῶν κατέδειξαν τὴν ἀτομικὴν σύστασιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ ὡς τελειοποίησις τῆς θεωρίας τοῦ Maxwell ἀνεπτύχθη ἡ νεωτέρα θεωρία τῶν ἠλεκτρονίων, παραδεχομένη ὅτι ὅπως ἡ ὕλη σύγκεται ἐξ ἀτόμων, οὕτω καὶ ὁ ἠλεκτρισμὸς σύγκεται ἐξ ἐλαχίστων ἠλεκτρικῶν μονάδων τὰς ὁποίας ὀνομάζομεν ἠλεκτρόνια. Σημειωτέον ὅτι μόνον ἀρνητικὰ ἠλεκτρόνια παρατηρήθησαν μέχρι τοῦδε ἀσύνδετα πρὸς ὕλην (καθοδικαὶ ἀκτίνες, ἀκτίνες β) ἡ δὲ φύσις τοῦ θετικῆς ἠλεκτρισμοῦ μένει ἀκόμη ἄγνωστος.

Ἡ ἀρχικὴ θεωρία τῶν ἠλεκτρονίων παραδέχεται ὅτι πᾶν ἠλεκτρικὸν φορτίον σύγκεται ἀπὸ ἠλεκτρόνια, αἱ ἠλεκτρομαγνητικαὶ δὲ ιδιότητες τῶν σωμάτων προέρχονται ἐκ τῆς φύσεως τῶν ἐν αὐταῖς ἠλεκτρονίων, διετήρει ὅμως τὸν αἰθέρα ὡς τὸ πραγματικὸν ὑπόθεμα, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει πρὸς μετάδοσιν παντὸς ἠλεκτρικοῦ φαινομένου, κατὰ τοὺς νόμους τῆς θεωρίας τοῦ Maxwell.

Ἄν θέλομεν νὰ μεταχειρισθῶμεν χονδροειδῆ παρομοίωσιν, ἡμποροῦμεν νὰ φαντασθῶμεν τὰ ἠλεκτρόνια ὡς σφαίρας ἐντὸς τοῦ αἴρος τῶν ὁποίων πᾶσα ἐπ' ἀλλήλων ἐνέργεια γίνεται διὰ τῆς μεσολαβήσεως τοῦ αἴρος. Ἡ εἰκὼν δὲν δύναται νὰ εἶναι ἀκριβὴς διότι εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνητικὸν αἰθέρα πρέπει ν' ἀποδόσωμεν ιδιότητας, τὰς ὁποίας κανὲν ὕλικὸν σῶμα δὲν ἔχει.

Ὁ αἰθὴρ λοιπόν, εἰς τὸν ὁποῖον ἡ θεωρία ἀποδίδει πραγματικὴν ὑπόστασιν πληροῖ τὸν χῶρον καὶ ὅλα τὰ σώματα. Καὶ γεννᾶται τώρα τὸ ζήτημα, ὅταν τὰ σώματα κινῶνται τί γίνεται ὁ ἐντὸς αὐτῶν αἰθὴρ.

Μένει ἀκίνητος, παρασύρεται ὡς σταθερῶς συνηνωμένος μετὰ τῶν σωμάτων ἢ ἐκτελεῖ μέγρος μόνον τῆς κινήσεως; Τὸ περίφημον πείραμα τοῦ Fizeau (τύπος τοῦ Fresnel) δεικνύει ἐκ πρώτης ὄψεως ὅτι πρέπει νὰ δεχθῶμεν τὴν τελευταίαν ὑπόθεσιν, ὁ Lorentz ἔδειξεν ὅμως ὅτι συνηγορεῖ ὑπὲρ τῆς ἀκινήσεως τοῦ αἰθέρος. Ἐν πάσῃ περιπτώσει φαίνεται ὅτι ἡ δευτέρα ὑπόθεσις τῆς τελείας συμμετοχῆς τοῦ αἰθέρος εἰς τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων ἀποκλείεται.

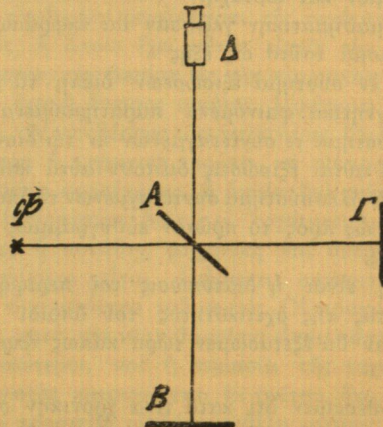
Ὅστε ὅταν ἐν σῶμα κινεῖται, ἐπειδὴ ὁ ἐν αὐτῷ καὶ περὶ αὐτὸ αἰθὴρ δὲν συμπαρασύρε-

ται ἐντελῶς εἰς τὴν κίνησιν, ὑπάρχει σχετικὴ μετατόπισις τοῦ σώματος πρὸς τὸν αἰθέρα, ἡ ὁποία θὰ γίνῃ αἰσθητὴ διὰ ἀνιστροπίας ὡς πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Ἡ ταχύτης δηλ. τοῦ φωτός μετρούμενη ἀπὸ παρατηρητὴν κινούμενον μετὰ τοῦ σώματος θὰ ἦτο διάφορος κατὰ διαφόρους διευθύνσεις καὶ ἐλαχίστη μὲν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως, μέγιστη δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον ταύτης.

Ἄν υποθέσωμεν ὅτι τὸ σῶμα κινεῖται εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς θὰ ἦ δυνατόν τοιούτοτρόπως παρατηρητῆς κινούμενος μετὰ τοῦ σώματος νὰ δεῖξῃ διὰ ἠλεκτρομαγνητικῶν ἢ φωτεινῶν μετρήσεων τὴν κίνησιν πράγμα τὸ ὁποῖον διὰ καθαρῶς μηχανικῶν μέσων, ὡς ἐκ τῆς μηχανικῆς εἶναι γνωστόν, εἶναι ἀδύνατον. Διότι ἐὰν οἱ νόμοι τῆς μηχανικῆς ἰσχύουσι δι' ἐν σύστημα συντεταγμένων ἰσχύουσι καὶ διὰ πᾶν ἄλλο σύστημα, τὸ ὁποῖον ὡς πρὸς τὸ πρῶτον κινεῖται εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς. Οὕτω εἶναι ἀδύνατον διὰ μηχανικῶν μέσων νὰ καταδείξωμεν τὴν κίνησιν τῆς γῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς της, κίνησιν ἡ ὁποία διὰ τὸν χρόνον τῆς παρατηρήσεως δύναται νὰ θεωρηθῇ εὐθύγραμμος καὶ ἰσοταχῆς. (Δυνάμεθα ὅμως νὰ δεῖξωμεν τὴν περὶ τὸν ἄξονα κίνησιν διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς τοῦ Foucault, διὰ τῆς διαφορᾶς τῆς βαρύτητος εἰς διάφορα πλάτη κλ.).

Ἄλλὰ τὴν κίνησιν ταύτην τῆς γῆς ἐπὶ τῆς τροχιάς της θὰ ἠδυνάμεθα, ἂν ἡ θεωρία τοῦ αἰθέρος εἶναι ὀρθή, νὰ δεῖξωμεν διὰ τῆς μετρήσεως τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός κατὰ διαφόρους διευθύνσεις εἶναι δὲ ἡ ταχύτης τῆς γῆς εἰς τὸ διάστημα, 30 χ. μ. κατὰ δ. λ. περίπου, συγκρινομένη πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ἀρκετῆ, ὥστε τὸ πείραμα νὰ μὴ εἶναι ὑπέρτερον τῶν μέσων τὰ ὁποία τώρα διαθέτομεν.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἐξετέλεσεν ὁ Michelson τὸ κλασσικὸν πείραμά του, ἡ διάταξις τοῦ ὁποίου εἶναι ἐν γενικαῖς γραμμαῖς ἡ ἑξῆς:



Σχ. 1.

Φωτεινή δέσμη ἀναχωροῦσα ἐκ τῆς Πηγῆς Φ προσίπτει ὑπὸ γωνίαν 45° ἐπὶ τῆς ὑαλίνης πλακῶς Α. Μέρος τοῦ φωτὸς ἀνακλάται πρὸς τὸ κάτωπυρον Β ὅπου ὑφίσταται νέαν ἀνάκλασιν καὶ διερχόμενον τῶρα τὴν ὑαλίνην πλάκα ἔρχεται εἰς τὸ Δ. Μέρος δὲ τῆς ἀρχικῆς δέσμης διέρχεται τὴν πλάκα Α ἀνακλάται ὑπὸ τοῦ κατόπτρου Γ καὶ κατὰ τὴν ἐπάνοδον ὑπὸ τῆς πλακῶς Α καὶ ἔρχεται ἐπίσης εἰς τὸ Δ, ὅπου αἱ δύο φωτειναὶ δέσμαι συμβάλλουσι καὶ διὰ τῆς διόπτρας Δ παρατηροῦμεν τὰς ἐκ τῆς συμβολῆς παραγομένας φωτεινὰς καὶ σκοτεινὰς γραμμὰς.

Τὸ ὅλον σύστημα εἶναι τοποθετημένον ἐπὶ βαρείας λιθίνης πλακῶς, ἣ ὁποία πλέει ἐπὶ ὑδρογύρου, ὥστε εὐκόλως κινεῖται περὶ κατακόρυφον ἄξονα χωρὶς τὰ ἐπ' αὐτῆς ὄργανα νὰ διαταραχθῶσι.

Ἄς ὑποθέσωμεν τῶρα ὅτι κάνομεν μίαν παρατήρησιν ἐν Φ ἣ λιθίνη πλάξ ἔχει τοιαύτην θέσιν, ὥστε ἡ διεύθυνσις ΑΓ νὰ συμπίπτῃ μὲ τὴν διεύθυνσιν τῆς ταχύτητος τῆς γῆς εἰς τὸ διάστημα, καὶ ἔπειτα στρέφομεν βαθμηδὸν τὴν πλάκα, οὕτως ὥστε ἡ ΑΒ νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῆς ταχύτητος τῆς γῆς. Ἐὰν ἡ κίνησις τῆς γῆς εἰς τὸ διάστημα (ὁμαλὴ καὶ εὐθύγραμμος κατὰ τὸ χρονικὸν διάστημα τῆς παρατηρήσεως) εἶχεν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτὸς ἔπρεπε νὰ παρατηρήσωμεν μετακίνησιν τῶν ἐκ τῆς συμβολῆς γραμμῶν, ὅπως ἀπλοῦστατος συλλογισμὸς μᾶς πείθει.

Ἐν τούτοις ὁ Michelson δὲν κατόρθωσε νὰ παρατηρήσῃ καμμίαν τοιαύτην μετακίνησιν.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ πειράματος τούτου ἡμπορεῖ νὰ διατυπωθῇ ὡς ἑξῆς: Ἡ εὐθύγραμμος καὶ ἰσοταχῆς κίνησις τῆς γῆς δὲν ἔχει καμμίαν ἐπίδρασιν ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ φωτὸς μετρούμενης ὑπὸ παρατηρητοῦ, κινουμένου μετὰ τῆς γῆς. Ἥτοι: ὅπως τὰ καθαρῶς μηχανικὰ φαινόμενα οὕτω καὶ τὰ ηλεκτροδυναμικὰ δὲν ἡμποροῦν νὰ μᾶς καταδείξουν κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ ἰσοταχῆ.

Εἰς μαθηματικὴν γλῶσσαν θὰ ἐκφράσωμεν τὸ πόρισμα τοῦτο ὡς ἑξῆς:

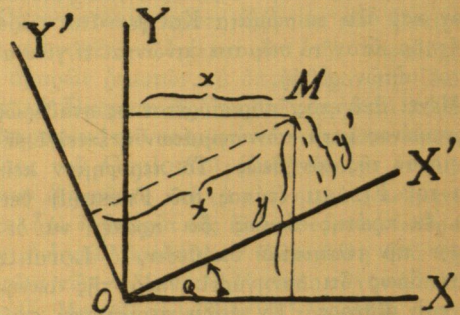
Ἄν ἐν σύστημα ἐξισώσεων διέπῃ τὰ ηλεκτρομαγνητικὰ φαινόμενα παρατηρούμενα ὡς πρὸς σύστημά τι συντεταγμένων ἐν $\tau\omega$ διαστήματι, αἱ αὐταὶ ἐξισώσεις διέπουν αὐτὰ καὶ ὡς πρὸς πᾶν ἄλλο σύστημα συντεταγμένων τὸ ὅποιον κινεῖται ὡς πρὸς τὸ πρῶτον εὐθύγραμμως καὶ ἰσοταχῶς.

Αὕτη εἶναι ἡ διατύπωσις τοῦ περιφήμου ἀξιώματος τῆς σχετικότητος τοῦ ὁποίου τὴν σημασίαν θὰ ἐξετάσωμεν τῶρα κάπως ἀκριβέστερον.

Ἐποθέσωμεν ὅτι κατὰ τινὰ χρονικὴν στιγμήν ἐκπέμπεται ἀπὸ ἐν σημείον τῆς γῆς

ἐν φωτεινὸν κύμα, καὶ τὴν πρόοδον αὐτοῦ παρακολουθοῦν δύο παρατηρηταί, ὁ εἷς κινούμενος μετὰ τῆς γῆς, ὁ δὲ ἄλλος μένων εἰς τὸ σημεῖον ἐκεῖνο τῆς τροχιάς τῆς γῆς, εἰς τὸ ὅποιον εὐρίσκειτο αὕτη κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἐκπομπῆς τοῦ φωτεινοῦ κύματος. Κατὰ τὸ ἀξίωμα μᾶς ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ διὰ τοὺς δύο παρατηρητὰς καὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Δηλ. διὰ ἀμφοτέρους τοὺς παρατηρητὰς τὸ μέτρον τοῦ φωτεινοῦ κύματος ἔχει μορφήν σφαιρικὴν καὶ ἕκαστος νομίζει ὅτι εὐρίσκεται εἰς τὸ κέντρον τῆς σφαίρας ταύτης. Τὸ συμπέρασμα τοῦτο φαίνεται ἐκ πρώτης ὄψεως παράδοξον ἢ μᾶλλον παράλογον, ἀλλὰ τὸ πείραμα τοῦ Michelson δὲν μᾶς ἀφίνει ἄλλην διέξοδον. Ὁ Η. Α. Lorentz προσεπάθησε νὰ συμβιβάσῃ τὸ πείραμα πρὸς τὰς κρατούσας ἐν τῇ ἐπιστήμῃ ἰδέας παραδεχθεὶς ὅτι τὰ σώματα ὅταν κινοῦνται πάσχουσι συστολὴν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως.— Εἰς τὸν καιρὸν τῆς αὐτῆς ἡ ὑπόθεσις ἦτο ἐξόχως τολμηρά, καὶ ἐξήγησε μὲν τὰς παρατηρήσεις τοῦ Michelson, ἀλλ' ἔφευγεν εἰς ἄλλα συμπεράσματα ἔχοντα σχέσιν μὲ τὰς ὀπτικὰς ιδιότητας τῶν κρυστάλλων, τὰ ὅποια δὲν συνεφώνουν μὲ τὰς παρατηρήσεις. Ὁ Ἐλβετὸς φυσικὸς Einstein δι' ἀπλουστάτων συλλογισμῶν ἰδίως ὡς πρὸς τὸν ὀρισμὸν τοῦ συγχρονισμοῦ δύο φαινομένων ἔφθασεν εἰς τὸ συμπέρασμα, ὅτι ὅταν εἰς παρατηρητῆς κινεῖται ὡς πρὸς ἄλλον, ὄχι μόνον βλέπει τὰ σώματα ὑπὸ ἄλλην μορφήν, ἀλλὰ καὶ τὰ αὐτὰ χρονικὰ διαστήματα διὰ τοὺς δύο παρατηρητὰς εἶναι ἄνισα. Ἐπίσης ὁ συγχρονισμὸς δύο φαινομένων εἶναι ἔννοια ἐν μέτρῳ τινὶ σχετικῇ. Δύο φαινόμενα δύνανται δι' ἓνα παρατηρητὴν νὰ εἶναι σύγχρονα καὶ δι' ἄλλον νὰ μὴ εἶναι.

Μία γεωμετρικὴ ἀναλογία θὰ καταστήσῃ τὰ πράγματα σαφέστερα.



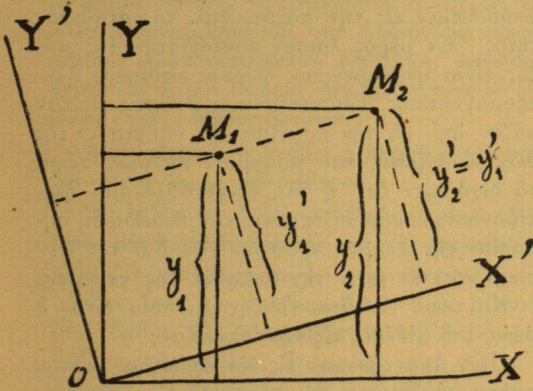
Σχ. 2.

Ἄς θεωρήσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου 2 ὀρθογωνίους ἄξονας X, Y. Ἐν σημείον Μ ὀρίζεται ὑπὸ τῶν 2 συντεταγμένων x, y ἐπὶ τοῦ ἐπι-

πέδου, ἐν δὲ τῷ «Κόσμῳ» ὑπὸ μιᾶς ἀκόμῃ τρίτης συντεταγμένης χώρου z καθὼς και ὑπὸ τοῦ χρόνου t κατὰ τὸν ὁποῖον τὸ θεωροῦμεν. Ἄν ἀπὸ τοὺς ἄξονας X, Y μεταβῶμεν εἰς ἄλλους ἐπίσης ὀρθογωνίους ἄξονας X', Y' ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ, οἱ ὁποῖοι σχηματίζουσι μὲ τοὺς πρώτους γωνίαν φ τότε αἱ νέαι συντεταγμέναί τοῦ σημείου M θὰ εἶναι

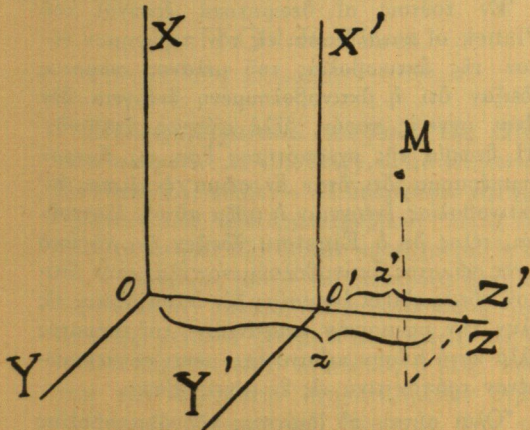
$$\begin{aligned} x' &= x \cos \varphi + y \sin \varphi \\ y' &= x \sin \varphi - y \cos \varphi \end{aligned}$$

τὰ z και t μένουσι τὰ ἴδια. Δηλ. ἡ νέα συντεταγμένη x' ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰς παλαιὰς x και y ἐπίσης και ἡ y' . Φανερόν δὲ εἶναι ὅτι, ἂν καταλλήλως ἐκλέξωμεν τοὺς νέους ἄξονας, ἡμποροῦν δύο σημεία M_1, M_2 , τὰ ὁποῖα ὡς πρὸς τοὺς παλαιούς ἄξονας ἔχουσι διαφόρους τεταγμένας y_1, y_2 νὰ ἔχουσι ὡς πρὸς τοὺς νέους τὰς ἰδίας $y'_1 = y'_2$.



Σχ. 3.

Ἄς θεωρήσωμεν τώρα ἐν σύστημα ἄξων XYZ εἰς τὸ διάστημα και ἐν ἄλλο σύστημα $X'Y'Z'$, τὸ ὁποῖον ὡς πρὸς τὸ πρῶτον κινεῖται κατὰ τὴν διεύθυνσιν Z μὲ τὴν σταθερὰν ταχύτητα v .



Σχ. 4.

Ἐὰν θεωρήσωμεν ἐν σημείον M τοῦ ὁποῖου αἱ συντεγμέναί ὡς πρὸς τὸ σύστημα XYZ κατὰ τὸν χρόνον t (μετροῦμενον ὡς πρὸς τὸ αὐτὸ σύστημα) εἶναι x, y, z τότε κατὰ τὴν κλασσικὴν μηχανικὴν αἱ συντεταγμέναί ὡς πρὸς τὸ σύστημα $X'Y'Z'$ θὰ εἶναι

$$x' = x, \quad y' = y, \quad z' = z - vt$$

ὁ δὲ χρόνος εἶναι και διὰ τὰ δύο συστήματα ὁ αὐτός $t' = t$

Κατὰ τὸ ἀξίωμα τῆς σχετικότητος ὁμοῦς θὰ εἶναι

$$\begin{aligned} x' &= x & y' &= y & z' &= \frac{z - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ t' &= \frac{t - \frac{v}{c^2}z}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \end{aligned}$$

ἐνθα c εἶναι ἡ ταχύτης τοῦ φωτός.

Βλέπομεν δηλαδὴ ὅτι, ὅπως πρίν, ὅτε αἱ συντεταγμέναί z και t ἔμειναν ἀμετάβλητοι, τὸ x και τὸ y μετεβλήθησαν συγχρόνως οὕτως και τώρα ἂν x και y μείνουσι ἀμετάβλητα ἡ μεταβολὴ τοῦ z συνεπάγεται μεταβολὴν τοῦ t συγχρόνως δὲ καταφαίνεται και ἡ μεταβολὴ τῶν διαστάσεων τῶν σωμάτων κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως καθὼς και ἡ μεταβολὴ τῆς μονάδος τοῦ χρόνου ἔνεκα τοῦ παρονομαστοῦ

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Ἐπὶ πλέον διὰ νὰ εἶναι οἱ τύποι πραγματικοὶ πρέπει νὰ εἶναι

$$1 - \frac{v^2}{c^2} > 0 \quad \text{ἤτοι} \quad v < c$$

Κατὰ τὴν νέαν θεωρίαν δὲν δύνανται νὰ ὑπάρξουσι ταχύτητες μεγαλύτεραι τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, ἡ ὁποία ἔχει οὕτως εἰπεῖν τὴν αὐτὴν σημασίαν, τὴν ὁποῖαν εἰς τὴν κλασσικὴν μηχανικὴν ἔχει ἡ ἄπειρος ταχύτης. Πράγματι και οἱ νόμοι τῆς συνθέσεως τῶν ταχυτήτων, ὅπως τοὺς διδάσκει ἡ μηχανικὴ πρέπει νὰ θεωρηθῶσι ὡς πρώτη προσέγγισις, ἡ ὁποία διὰ τοῦτο μόνον ἐπιτρέπεται, διότι αἱ ταχύτητες μὲ τὰς ὁποίας ἡ συνήθης μηχανικὴ και ἀστρονομία ἐνασχολεῖται εἶναι ἐλάχιστοι συγκρινόμεναι πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός. Οἱ πραγματικοὶ νόμοι κατὰ τὴν νέαν θεωρίαν εἶναι κάπως πολυπλοκώτεροι, και ἡ σημασία τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός καταφαίνεται ἐκ τούτου, ὅτι ἂν εἰς αὐτὴν προσεθεῖ ὀιαδήποτε ἄλλη ταχύτης ἡ συνισταμένη θὰ εἶναι πάλιν ἴση μὲ τὴν ταχύτητα

τοῦ φωτός ἔχει δηλ. ἡ ὁρική αὐτὴ ταχύτης τὰς ιδιότητας τὰς ὁποίας ἐν τῇ συνήθει μηχανικῇ μόνον ἡ ἄπειρος ταχύτης ἔχει, ἥτοι: $x + a = x$.

Ἐκ τῶν λεχθέντων καταφαίνεται ἡ ταυτότης τρόπον τινὰ τῶν τριῶν διαστάσεων τοῦ χώρου καὶ τῆς τετάρτης τοῦ χρόνου. Καθὼς ὁ Minkowski ἐκήρυξε δὲν θὰ ἔχωμεν εἰς τὸ ἐξῆς δύο διάφορα ποσὰ — χῶρον καὶ χρόνον — ἀλλὰ ἐν μόνον μὲ τέσσαρας διαστάσεις τὸν Κόσμον καθὼς τὸν ὠνόμασε. Κατὰ πόσον ἡ ἀντίληψις αὕτη ἀνταποκρίνεται εἰς τὴν οὐσίαν τῶν πραγμάτων εἶναι ἀκόμη πολὺ ἐνωρὶς νὰ ἀποφανθῶμεν. Πολλοὶ θεωροῦν αὐτὴν ἀπλῶς ὡς πρακτικὴν μέθοδον πρὸς εὐκόλον καὶ σαφῆ περιγραφὴν τῶν φαινομένων. Θαυμασία πράγματα εἶναι ἡ συμμετρία καὶ ἁρμονία τῶν ηλεκτροδυναμικῶν ἐξισώσεων, ὅπως τὰς μετέφρασεν εἰς τὴν γλῶσσαν τῆς νέας θεωρίας ὁ Minkowski. Αὕτη δὲ ἡ ἁρμονία ἀκριβῶς μᾶς ὑποδεικνύει ὅτι ἡ θεωρία πιθανώτατα στενωτέραν σχέσιν ἔχει πρὸς τὴν φύσιν τῶν πραγμάτων. Βεβαίως δὲν εἶνε εὐκόλον νὰ μεταβληθοῦν ἰδέαι τόσον βαθέως ἐρριζωμέναι εἰς τὴν συνείδησιν τοῦ ἀνθρώπου καθὼς αἱ περὶ χῶρου καὶ χρόνου, ἀλλὰ καὶ ἄλλαι ἰδέαι ἔκαμαν τὸν δρόμον τῶν, τῶν ὁποίων ἡ παραδοχὴ ἴσως εἰς τὸν καιρὸν τῶν ἀκόμη πλέον ἀπίθανος ἐφαίνοτο.

Ἐκτὸς τοῦ πειράματος τοῦ Michelson, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἀμέσως στηρίζεται ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος, ἔχομεν καὶ ἄλλον ἔμμεσον τρόπον ἐλέγχου, διὰ μετρήσεων, ἐπὶ τῶν καθοδικῶν ἀκτίνων. Κατὰ τὰς ἠλεκτρομαγνητικὰς θεωρίας πᾶν ηλεκτρικὸν φορτίον ἔχει τὴν ιδιότητα τῆς ἀδραναείας, δηλ. ἀντιτάσσει ἀντίστασιν τινα εἰς πᾶσαν δύναμιν ἣτις τείνει νὰ τῷ μεταδώσῃ ταχύτητα. Κατὰ τὴν μηχανικὴν ἡ ἐπιτάχυνσις εἶναι ἀνάλογος τῆς δυνάμεως, ὁ δὲ συντελεστής, ἐπὶ τὸν ὁποῖον πολλαπλασιαζομένη ἡ ἐπιτάχυνσις γίνεται ἴση πρὸς τὴν δύναμιν ὀνομάζεται μᾶζα. Κατὰ ταῦτα πᾶν ηλεκτρικὸν φορτίον ἔχει μᾶζαν. Ἐν ᾧ ὁμοίως εἰς τὰ ὑλικά σώματα, τὰ ὁποῖα ἡ μηχανικὴ ἐξετάζει, ὁ συντελεστής οὗτος, ἡ μᾶζα, εἶναι σταθερὸς, εἰς τὰ ηλεκτρικὰ φορτία, π. χ. τὰ ηλεκτρόνια εἶναι συνάρτησις μονοτόνως αὐξουσα τῆς ταχύτητος, καὶ μάλιστα ἔχει διὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα τοῦ φορτίου ἄλλην τιμὴν ὅταν ἡ δύναμις ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ταχύτητος καὶ ἄλλην ὅταν καθέτως πρὸς ταύτην. Ἡ μᾶζα λοιπὸν τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου εἶναι μεταβλητὴ, αὐξάνει μετὰ τῆς ταχύτητος καὶ εἶναι διὰ τὴν αὐτὴν ταχύτητα διάφορος ἀναλόγως τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως. Αἱ δύο θεωρίαι, ἡ παλαιὰ τοῦ ἀκινήτου αἰθέρος καὶ ἡ νέα τῆς σχετικότητος δίδουσι δύο διαφόρους τύπους διὰ τὴν ἐξάρτησιν τῆς μᾶζης ἐκ τῆς ταχύτητος. Τὴν ἐξάρτησιν

ὁμοίως ταύτην δυνάμεθα πειραματικῶς νὰ προσδιορίσωμεν μετροῦντες τὴν μᾶζαν ἠλεκτρονίων (ἀκτίνων καθοδικῶν ἢ καλλίτερον ἀκτίνων β τοῦ ραδίου) τὰ ὁποῖα ἔχουσι διαφόρους ταχύτητας. Γνωστὸν εἶναι ὅτι αἱ καθοδικαὶ ἀκτίνες οὐδὲν ἄλλο εἶναι ἢ ἠλεκτρόνια ἔχοντα ταχύτητας κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον μεγάλας, ὁμοίας δὲ φύσεως εἶναι καὶ αἱ ἀκτίνες β, μὲ τὴν διαφορὰν μόνον ὅτι εἰς ταύτας ἡ ταχύτης φθάνει μέχρι τῶν $\frac{2}{3}$ καὶ ἄνω τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός.

Αἱ πρῶται τοιαῦται μετρήσεις τοῦ Kaufmann ἐφαίνοντο ἐπιβεβαιούσαι μᾶλλον τὴν παλαιὰν θεωρίαν, αἱ νεώτεροι ὁμοίως μετρήσεις ἰδίως τοῦ Bucherer συμφωνοῦσι πρὸς τὴν θεωρίαν τῆς σχετικότητος.

Ἐν παρόδῳ ἀναφέρομεν ὅτι εἰς τὰ ηλεκτρόνια ἔχομεν μᾶζαν, ἡ ὁποία στερεῖται τῆς κυριωτέρας ιδιότητος, τὴν ὁποίαν συνειθίσταμεν νὰ ἀποδίδωμεν εἰς τὴν μᾶζαν, δηλ. τῆς σταθερότητος. Ἐν μέρος λοιπὸν τουλάχιστον τῆς μᾶζης εἶναι φαινομενικὸν φύσεως καθαρῶς ἠλεκτρομαγνητικῆς. Τοιοῦτοτρόπως ἡ πίστις εἰς τὴν μᾶζαν, δηλ. εἰς τὴν πραγματικὴν ὑπόστασιν τῆς ὕλης κλονίζεται, καὶ πράγματι τείνομεν τώρα νὰ δεχθῶμεν ὅτι ἡ ὕλη εἶναι ἄθροισμα ἠλεκτρονίων, καὶ ἡ μᾶζα χάνει τὴν θεμελιώδη σημασίαν τὴν ὁποίαν πρότερον εἶχε διὰ τὴν φυσικὴν καὶ ἐν γένει τὴν θεωρίαν τῆς γνώσεως.

Καὶ τώρα γεννᾶται τὸ ζήτημα, ποῖα εἶναι ἡ θέσις τοῦ αἰθέρος εἰς νέαν θεωρίαν;

Πρὶν ἀπαντήσωμεν εἰς τὴν ἐρώτησιν ταύτην πρέπει νὰ ἴδωμεν εἰς ποῖον σημεῖον εὐρίσκειται ἐν τῷ παρόντι ἡ θεωρία τῆς ἀκτινοβολίας.

Ὡς γνωστὸν δύο ἀντίπαλοι θεωρίαι ὑπῆρχον ἐν τῇ ἐπιστήμῃ, ἡ τῆς ἐκπομπῆς τοῦ Newton καὶ ἡ τῶν κυμάτων τοῦ αἰθέρος τοῦ Huygens μετὰ πεισματώδη δὲ ἀγῶνα ὑπερίσχυον ἡ δευτέρα, ἡ ὁποία καὶ μέχρι σήμερον εἶναι γενικῶς παραδεκτὴ.

Ἐν τούτοις αἱ θεωρητικαὶ ἔρευναι τοῦ Planck αἱ καταλήξασαι εἰς τὸν περίφημον τύπον τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ μέλανος σώματος ἔδειξαν ὅτι ἡ ἀκτινοβολουμένη ἐνέργεια δὲν εἶναι συνεχῆς ποσόν, ἀλλὰ φύσεως ἀτομικῆς. Ἡ θεωρία τῆς σχετικότητος ἔχει ὡς ἄμμεσον συμπέρασμα ὅτι ὅταν ἐν σῶμα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας ἐνέργειαν ἡ μᾶζα αὐτοῦ ἐλαττοῦται, τέλος δὲ ὁ Einstein ἔδειξεν ὅτι τὸ ὑπότινος σώματος ἀκτινοβολουμένου ἐλάχιστον ἄτομον οὕτως εἰπεῖν ἐνεργείας δὲν διαμερίζεται εἰς ὅλην τὴν σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κύματος ἀλλὰ κατὰ πᾶσαν πιθανότητα μένει συγκεντρωμένον τρόπον τινὰ εἰς ἓν μέρος αὐτῆς.

Ὅλαι αὗται αἱ ιδιότητες τῆς ἀκτινοβολίας μᾶς ἀναγκάζουν σχεδὸν νὰ παραδεχθῶμεν τὸν

μηχανισμόν τῆς ἀκτινοβολίας ὁμοιον περίπτου πρὸς τὴν ἐκπομπὴν τοῦ Νεύτωνος. Ὅτι δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ἐπιστρέψωμεν εἰς τὴν θεωρίαν τῆς ἐκπομπῆς ὑπὸ τὴν ἀρχαίαν αὐτῆς μορφήν ἐννοεῖ πᾶς ὅστις ἔστω καὶ ἐπιπολαίως γνωρίζει τὰ φωτεινὰ φαινόμενα.

Ἐν τούτοις τὸ οἰκοδόμημα τῆς θεωρίας τοῦ φωτὸς κλονίζεται ἐκ θεμελιῶν. Οἱ ῥιζοσπάσται Einstein, J. J. Thomson θέλουν καὶ αὐτὰς τὰς θεμελιώδεις διαφορικὰς ἐξισώσεις τοῦ Maxwell νὰ ἐγκαταλίπουν καὶ ἐννοεῖται περὶ αἰθέρος οὔτε λόγος ἡμπορεῖ τότε πλέον νὰ γίνῃ.

Ἄλλοι συντηρητικώτεροι προσπαθοῦν νὰ διασώσουν μέρη τινα τοῦλάχιστον τοῦ παλαιοῦ οἰκοδομήματος. Ὁ Planck γράφει τελευταίως, ἂν ἀπορρίψωμεν τὴν ἠλεκτρομαγνητικὴν θεωρίαν τοῦ Maxwell ὀπισθοχωρεῖ ἡ ἐπιστήμη κατὰ αἰῶνας μέχρι τοῦ Νεύτωνος. Ἡ γέφυρα ἡ ὁποία συνδέει τὴν ἠλεκτροστατικὴν μετὰ τὴν ἠλεκτροδυναμικὴν, καὶ τὴν ὀλοίαν μετὰ τὸς κτύπους ἀποκατέστησεν ἡ ἐπιστήμη, καταδαφίζεται καὶ ἡ νέα θεωρία δὲν ἔχει τίποτε νὰ μᾶς δώσῃ πρὸς ἀντικατάστασιν.

Αὐτὴ εἶναι ἐν συντόμῳ ἡ παροῦσα κατάστασις τῆς φυσικῆς τοῦ αἰθέρος.

Ἡ ἐπιστήμη διατρέχει ὀξείαν κρίσιν. Νέαι ἰδέαι καταρρίπτουσαι τὰς παλαιὰς ἔρχονται εἰς φῶς. Ἡ παραδοχὴ τῶν ἴσως συναντήσῃ δυσκολίας ἴσως καὶ ἀποδειχθῶσιν ἐν τῷ μέλλοντι οὐχὶ ὀρθαί, ἀλλ' ὀποιαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἔκβασις τῆς κρίσεως ἐν κέρδος μέγα θὰ μείνῃ πάντοτε. Ἡ ἐπιστήμη θὰ προχωρήσῃ κατὰ ἐν βῆμα πρὸς τὴν ἀλήθειαν.

Δ. ΧΟΝΔΡΟΣ

ΠΟΙΚΙΛΑ

Ἡλεκτρομηχανικαὶ κινήσεις τῆς ἑλικὸς τῶν σκαφῶν. A. Chalkley, The Electrical Review, IX, 1909. — Αἱ δυσχέρειαι τῆς χρησιμοποίησεως τῶν ἀτμοστροβίλων ἐν τῇ κατ' εὐθείαν κινήσει τῶν ἑλικῶν προέρχονται ἐκ τοῦ ὅτι, ὁ στροβίλος μόνον ὑπὸ μεγάλους ἀριθμοὺς περιστροφῶν δύναται νὰ κατασκευασθῇ μετὰ σχετικῶς μεγάλου βαθμοῦ ἀποδόσεως καὶ εὐνοϊκοῦ βάρους, ἐν ᾧ ἀντιθέτως ἡ ἑλιξ, συνεπεία τῶν περὶ αὐτὴν σχηματιζομένων ἀτμῶν ὑπὸ μεγάλας ταχύτητος (στροφαὶ ἄνω τῶν

1200 ἀνὰ 1') μόνον ὑπὸ μικρὸν ἀριθμὸν περιστροφῶν δύναται ἐντὸς τοῦ ὕδατος νὰ ἐργασθῇ. Εἰς σκάφη ὧν αἱ ἑλικες κινοῦνται κατ' εὐθείαν ὑπὸ ἀτμοστροβίλων, κατόρθωσαν νὰ ἐξεύρωσιν τοιοῦτους συνδυασμούς, καὶ νὰ θέσωσιν εἰς ἀμφοτέρα τὰ στοιχεῖα τοιούτους ἀριθμοὺς περιστροφῶν, ὥστε ὁ δλικὸς βαθμὸς ἀποδόσεως τοῦ μηχανικοῦ τούτου συστήματος, νὰ εἶναι ὁ δυνατός ὑπὸ τῶν περιστάσεων ἐπιτευκτέος μέγιστος.

Μεθ' ὅλα ὁμως ταῦτα δὲν παρέλειψαν νὰ ἐπιζητήσωσι τὴν λύσιν τοῦ προβλήματος τούτου τῆς κινήσεως τῆς ἑλικὸς δι' ἐμμέσων μηχανισμῶν, δι' ὧν ὑπὸ ἐλαχίστας ἀπωλείας μεταξὺ τῆς πρωτεύουσης μηχανῆς καὶ τῆς ἑλικὸς θὰ εἶναι δυνατὴ ἡ κίνησις τῆς τελευταίας ὑπὸ τὸν εὐνοϊκώτατον διὰ ταύτην ἀριθμὸν περιστροφῶν καὶ μέγιστον βαθμὸν ἀποδόσεως. Μηχανικὴ ἔμμεσος κίνησις, συνεπεία τῶν μεγάλων ὑπὸ μεταφορὰν ἔργων, ἀποκλείεται, ἐν ᾧ τουναντίον ἡ ἠλεκτρικὴ ὡς ἄμεσος παρουσιάζει μεγάλας ἐλπίδας ἐπιτυχίας. Ἐξ αὐτῶν προτάθησαν πολλὰ, ἔναι δὲ ἐξετελέσθησαν κατὰ τὸν ἀκόλουθον τρόπον.

Ἡ πρωτεύουσα μηχανὴ ζεύγνυται στερεῶς μεθ' ἐνὸς ἠλεκτρικοῦ γεννήτορος, οὗτινος ἡ ἐνέργεια μεταφέρεται ἐπὶ ἠλεκτρικοῦ κινητήρος ἐπίσης στερεῶς μετὰ τῆς ἀτράκτου τῆς ἑλικὸς ἐξευγμένης. Ἡ διάταξις αὕτη φαίνεται ἐκ πρώτης ὄψεως ὅτι θὰ παρουσιάσῃ μεγάλη βάρη, ἂν ὁμως σκεφθῇ τις ὅτι, εἰς σκάφη μέσων ταχυτήτων, οἱ βραδυκίνητοι στροβίλοι, αἱ ἐκτεταμέναι ἐγκαταστάσεις τῶν ἀτμολεβήτων, οἱ στροβίλοι τῆς ὀπισθοπορείας κ.τ.λ. θὰ παρουσιάζουσιν ἐπίσης σημαντικὰ βάρη, ἅτινα ἐν τῇ ἠλεκτρικῇ μεταφορᾷ ἐπὶ μέρους παραλείπονται ἐπὶ μέρους δὲ σημαντικῶς ὑποβιβάζονται, θὰ καταλήξῃ ἀσφαλῶς εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι, ἡ διάταξις αὕτη παρὰ τὰς βαρεῖας μᾶζας τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν παραγωγῆς τοῦ ρεύματος καὶ κινήσεως καταντᾷ ἂν ὄχι ἐλαφροτέρα πάντως ὁμως ὄχι βαρυτέρα.

Ὁ Parson ὅστις εὐθὺς ἀμέσως ἀνεγνώρισε τὰ οὐχὶ ἐντελῶς ἱκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα τῆς κινήσεως ταύτης τῶν ἑλικῶν διὰ τῶν ἀτμοστροβίλων προέτεινε τὸν ἀκόλουθον συνδυασμόν. Ὁ ἀτμὸς ἐκροῆς τῶν πρωτευουσῶν μηχανῶν, μηχανῶν ἐμβόλου ἢ ἀτμοστροβίλων ὑψηλῆς πάντοτε τάσεως, τῶν κινητοποιουσῶν τὴν ἑλικὰ, ὀδηγεῖται εἰς ἀτμοστροβίλον ταπεινῆς πίεσεως στερεῶς ἐξευγμένον μετὰ γεννήτορος τροφοδοτοῦντος κινήτηρα ἐπὶ τῆς ἀτράκτου τῆς ἑλικὸς ἐπικαθήμενον. Οἱ κινητήρες σειρᾶς διὰ συνεχοῦς ρεύματος 200 βόλτ, ἐδείχθησαν διὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην οἱ καταλλήλοτεροι, ἐπειδὴ ὁμως τοιοῦτοι δὲν εἶναι δυ-