

ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΙΣ
ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ
ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΙΣ

ΥΠΟ

ΜΑΡΙΑΣ Γ. ΜΑΡΚΕΤΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΗΤΡΙΑΣ

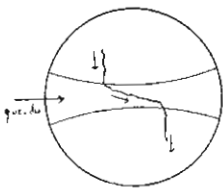
I. ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΙΣ

A'. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΑΙ

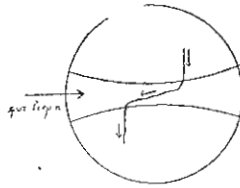
Τὸ φαινόμενον τῆς φωτοφορήσεως παρατηρήθη κατὰ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Thorè (1877) ἐμελετήθη ὁμως πολὺ βραδύτερον (1918) ὑπὸ τοῦ Ehrenhaft, συνίσταται δὲ εἰς τὸ ἑξῆς:

Μικρότατα ὕλικά σωματίδια, τῆς τάξεως μεγέθους 10^{-5} cm, αἰωρούμενα ἐντὸς ἀερίου, ὅταν φωτισθοῦν δι' ἰσχυροῦ φωτὸς ἀποκτοῦν πλὴν τῆς βραδείας κινήσεώς των ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ βάρους των καὶ τῆς κινήσεως Brown, τὰς ὁποίας ἐκτελοῦν καὶ ἄνευ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ φωτός, καὶ τρίτην κίνησιν μὲ διεύθυνσιν κατὰ τὸν ἄξονα τῆς φωτεινῆς δέσμης καὶ μὲ φοράν ἄλλα μὲν τὴν τῆς δέσμης, ἄλλα δὲ τὴν ἀντίθετον. Τὰ πρῶτα ἐκλήθησαν φωτοθετικά, τὰ δὲ δεύτερα φωτοαρνητικά. Τὸ σχ. 1 παριστᾷ τὴν κίνησιν φωτοθετικῶν σωματιδίων, τὸ δὲ σχ. 2 φωτοαρνητικῶν.

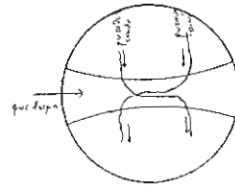
Τὰ πρῶτα πειράματα ἔδειξαν, ὅτι σωματίδια τῆς αὐτῆς οὐσίας συμπεριφέρονται πάντοτε ὁμοίως π. χ. σωματίδια χρυσοῦ, ἀργύρου, ὑδροαργύ-



Σχ. 1.



Σχ. 2.



Σχ. 3.

ρου εἶναι φωτοθετικά, σωματίδια θείου καὶ σελήνιου φωτοαρνητικά, ἄλλα δὲ, ὅπως π.χ. ὑδροατμοὶ εἰς ἀτμόσφαιραν δξυγόνου καὶ ὑδρογόνου δὲν παρουσιάζουν τὴν κίνησιν ταύτην, εἶναι δηλ. φωτοουδέτερα. Ἐν τούτοις διὰ τὸ σελήνιον καὶ τελούριον παρατηρήθησαν καὶ τινὰ φωτοθετικά σωματίδια.

Τὸ ὅτι τὸ φαινόμενον δὲν ὀφείλεται εἰς ρεύματα τοῦ ἀερίου ἔδειξεν ὁ Ehrenhaft πειραματιζόμενος συγχρόνως μὲ σωματίδια φωτοθετικά καὶ φωτοαρνητικά, ὁπότε ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ φωτὸς τὰ μὲν ἐκινούνητο πρὸς τὰ ἀριστερά, τὰ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ (σχ. 3).

Ἡ ταχύτης τῆς κινήσεως εἶναι τῆς τάξεως μεγέθους 10^{-3} cm/sec, ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἔξαρτᾶται δὲ ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός, ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀερίου καὶ ἐκ τοῦ μεγέθους τῶν σωματιδίων καὶ αὐξάνει μὲ

τὴν αὐξήσιν τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτός καὶ μετὰ τὴν ἐλάττωσιν τῆς πίεσεως. Ὑπὸ τὰς αὐτὰς λοιπὰς συνθήκας φθάνει ἡ ταχύτης τὸ μέγιστον δι' ἓν μέσον μέγεθος τῶν σωματιδίων.

Ἡ δύναμις, ἡ ὁποία ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῶν σωματιδίων ἐμετρήθη ὑπὸ τοῦ Ehrenhaft ὡς ἑξῆς: Ἀφοῦ ἀπέδειξε πρῶτον ὅτι τὸ φαινόμενον εἶναι ποιοτικῶς καὶ ποσοτικῶς ἀνεξάρτητον τοῦ ἠλεκτρικοῦ φορτίου τῶν σωματιδίων, εἰργάσθη μετὰ ἠλεκτρισμένα σωματίδια, τὰ ὁποῖα φέρονται ἐντὸς κατακορύφου ἠλεκτροστατικού πεδίου καταλλήλου φορᾶς, οὕτως ὥστε νὰ ἐπιδρᾷ ἐπ' αὐτῶν ἠλεκτροστατικὴ δύναμις ἀντίρροπος πρὸς τὴν βαρύτητα. Ὅταν αἱ δύο αὐτὶς δυνάμεις γίνονται ἴσαι τὰ σωματίδια μένουσιν ἀκίνητα ἐφ' ὅσον δὲν φωτίζονται (ἐκτελοῦν μόνον τὴν κίνησιν τοῦ Brown). Ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν δὲ τοῦ φωτός λαμβάνουν ταχύτητα ἀνάλογον τῆς ἐπίδρασης δυνάμεως F ἤτοι:

$$v = B \cdot F$$

Ὁ συντελεστὴς B, ἐξαρτώμενος ἐκ τῆς τριβῆς τοῦ μέσου καὶ τοῦ μεγέθους καὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλίντοντος σώματος, ὑπολογίζεται δι' ἄλλων πειραμάτων ἐκ τῆς ταχύτητος πτώσεως κατὰ τὸν νόμον τοῦ Stokes. Ἐκ τῆς πειραματικῆς μετρήσεως τῆς ταχύτητος v ὑπολογίζεται κατὰ τὸν ἀνωτέρω τύπον ἡ δύναμις F. Οὕτως εὔρεν ὁ Ehrenhaft ὅτι διὰ τὰ αὐτὰ σωματίδια, φωτιζόμενα μετὰ τὴν αὐτὴν φωτεινὴν ἔντασιν ἡ δύναμις F εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς πίεσεως τοῦ αέριου, εὑρέθη δὲ διὰ σωματίδια τῆς τάξεως μεγέθους 10^{-5} cm ἴση πρὸς 1.10^{-10} dyne.

Ὁ Ehrenhaft εἰργάσθη εἰς περιοχὴν πίεσεως ἀπὸ 760—100 mm/Hg, αἱ μετρήσεις του ὅμως δὲν δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἀκριβεῖς, κυρίως διότι δὲν ἐγένοντο πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ σωματίδιον, ἐπομένως δὲν ἀπεφεύγετο ἡ ἐπίδρασις τῶν διαφορῶν τοῦ μεγέθους τῶν σωματιδίων.

Β'. ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΕΩΣ

Ἐν ἀρχῇ ἡ φωτοφόρησις ἀπεδόθη ὑπὸ τοῦ Ehrenhaft εἰς τὴν πίεσιν τὴν προκαλουμένην ὑπὸ τοῦ φωτός ἐπὶ ὑλικῶν σωματιδίων. Εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ πίεσις αὕτη προβλέπεται ὑπὸ τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς θεωρίας τοῦ φωτός καὶ ἐπὶ τῇ βάσει αὐτῆς ἐξηγήθη ὁ σχηματισμὸς τῆς οὐράς-τῶν κομητῶν.

Ἐὰν θεωρήσωμεν σφαιρικὰ σωματίδια τελείως ἀνακλαστικά, μετὰ ἀκτίνα α, μεγάλην σχετικῶς πρὸς τὸ μ. κ. τῆς προσπιπτούσης ἀκτινοβολίας, ἡ πίεσις P ἡ ὁποία ἐξασκεῖται ἐπ' αὐτῶν ὑπὸ φωτεινῆς ἀκτινοβολίας ἐχούσης πυκνότητα ἐνεργείας W εἶναι κατὰ τὸν Schwarzschild

$$P = \pi a^2 w. \quad \text{Ὁ λόγος } V = \frac{P}{\pi a^2 w}$$

τῆς πίεσεως πρὸς τὴν φωτεινὴν ἐνέργειαν ἰσοῦται πρὸς τὴν μονάδα. Καθ' ὅσον ἡ ἀκτίς α ἐλαττοῦται ὁ λόγος V αὐξάνει κατ' ἀρχὰς μὲν βραδέως, κα-

τόπιν ταχέως καὶ φθάνει τὴν μεγίστην τιμὴν 2,5 ὅταν τὸ α γίνῃ περίπου ἴσον πρὸς τὸ $1/6$ τοῦ μ.κ. Διὰ μικροτέρας τιμᾶς τοῦ α ὁ λόγος V ἀρχίζει νὰ ἐλαττοῦται κατ' ἀρχὰς μὲν ἀποτόμως, εἶτα δὲ βραδέως.

Τὴν μελέτην τοῦ Schwarzschild ἐπεξέτεινεν ὁ Debye εἰς μὴ τελείως ἀνακλῶντα σωματίδια, ὁ δὲ Laski ἐπὶ τῇ βάσει τοῦ τύπου τοῦ Debye ἔδωκε τὰς τιμὰς τοῦ λόγου V εἰς σωματίδια ἀργύρου συναρτήσας τοῦ μεγέθους αὐτῶν.

Συμφώνως πρὸς τὴν σχέσιν ταύτην τὸ μέγεθος τῆς πίεσεως ὅταν ἐπιδοῖται φῶς μ.κ. $7 \cdot 10^{-5}$ cm (ὅπου τὸ ἠλεκτρικὸν τόξον μὲ τὸ ὅποιον εἰργάζεται ὁ Ehrenhaft ἔχει τὴν μεγαλυτέραν ἔντασιν) ἐξασκεῖται εἰς σωματίδια ἀκτίνος 9,5. 10^{-6} cm.

Τὸ κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ὑπολογιζόμενον μέγεθος τῶν σωματιδίων ἐκ τῆς πειραματικῆς μετρήσεως τῆς δυνάμεως συμφωνεῖ μὲ τὸ ὑπολογιζόμενον κατὰ τὸν νόμον τοῦ Stookes-Cunningham καὶ τὸ ἐκτιμώμενον ἐκ τοῦ χρώματος περιθλάσεως.

Οὕτως ἡ φωτοφόρησις δίδει ἓν νέον μέσον μετρήσεως τῆς ἀκτίνος μικροτάτων σωματιδίων.

Ἐὰν ὅμως ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ φωτὸς ἐρμηνεύεται κάπως ἱκανοποιητικῶς τὸ φωτοθετικὸν φαινόμενον, οὐδόλως τοῦναντίον ἐξηγεῖται τὸ φωτοαρνητικόν. Ἐλξίς τῆς ὕλης ὑπὸ τοῦ φωτὸς δὲν προβλέπεται ὑπὸ τῆς θεωρίας, τοῦναντίον τοιαύτη ἀποψις ἀντιφάσκει πρὸς τὰς ἠλεκτρομαγνητικὰς ἐξισώσεις, ὡς ἔδειξεν ὁ Epstein.

Μία ἄλλη δυνατὴ ἐρμηνεία θὰ ἦτο ὅτι ἡ φωτοφόρησις ὀφείλεται οὐχὶ εἰς ἄμεσον ἐπίδρασιν τῆς φωτεινῆς ἀκτινοβολίας ἀλλὰ εἰς ἀκτινομετρικὰς δυνάμεις. Ὅτι δηλ. ἐκ τῆς ἀπορροφήσεως τοῦ φωτὸς προκαλεῖται τοιαύτη κατανομὴ τῆς ἐνεργείας ἐπὶ τοῦ σωματιδίου, ὥστε τοῦτο εἰς τινὰς περιοχὰς καθίσταται θερμότερον καὶ εἰς ἄλλας ψυχρότερον. Οὕτως ἡ ὄψις τῶν περὶ τὸ σωματίδιον μορίων τοῦ ἀέρος θὰ ἦτο μεγαλυτέρα ἐκεῖ ὅπου τοῦτο θὰ ἦτο θερμότερον. Ἐκ τούτου θὰ ἐπροκαλεῖτο κίνησις τοῦ σωματιδίου καὶ μάλιστα ἐὰν τὸ σωματίδιον ἦτο θερμότερον πρὸς τὸ μέρος προσπίπτουσεως τῆς ἀκτίνος ἢ κίνησις θὰ εἶχε φορὰν τὴν τῆς ἀκτίνος καὶ ἀντιστρόφως.

Καθ' ἣν ἐποχὴν ἤρχισαν τὰ πειράματα τῆς φωτοφορήσεως εἶχεν ἤδη παρατηρηθῆ ὑπὸ τοῦ Crookes καὶ Pringsheim ὅτι ὑπὸ ὄρισμένης συνθήκας τὰ πτερύγια φωτιζόμενον ἀκτινομέτρου κινοῦνται ἀντιθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς φωτιζούσης ἀκτίνος.

Εὔρεν ἐπίσης ὁ Crookes ὅτι ἡ ἀκτινομετρικὴ δύναμις ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀερίου καὶ μάλιστα ὅτι καθ' ὅσον ἐλαττοῦται ἡ πίεσις κατ' ἀρχὰς αὐξάνει ἡ δύναμις, φθάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν καὶ εἶτα ἐλαττοῦται πάλιν. Βραδύτερον ἔδειξεν ὁ Reynold' s ὅτι ἡ πίεσις εἰς τὴν ὁποίαν ἀντιστοιχεῖ ἡ μεγίστη δύναμις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν διαστάσεων τῶν πτερυγίων σχετικῶς πρὸς τὸν μέσον ἐλεύθερον δρόμον τῶν μορίων τοῦ ἀερίου.

Τὰ πειράματα τῆς φωτοφορήσεως ἔδωσαν νέαν ὥθησιν διὰ τὴν μελέτην τῶν ἀκτινομετρικῶν δυνάμεων.

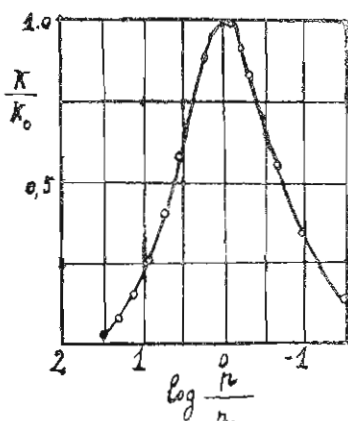
Κατόπιν τῶν συστηματικῶν μετρήσεων τῶν Gerlach καὶ Westphal εἰς ἀκτινόμετρα ἐκ διαφόρου ὕλης καὶ μορφῆς καὶ ὑπὸ διαφόρους πιέσεις ἐβεβαιώθη ἡ ὑπαρξίς θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἀκτινομετρικοῦ φαινομένου καὶ εὐρέθη πειραματικῶς ἡ ἑξῆς σχέσις μεταξὺ τῆς ἀκτινομετρικῆς δυνάμεως καὶ τῆς πίεσεως τοῦ ἀερίου καὶ διὰ τὸ θετικὸν καὶ διὰ τὸ ἀρνητικὸν φαινόμενον.

$$\frac{K}{K_0} = f\left(\lg \frac{p}{p_0}\right)$$

Ἐνθα K παριστᾷ τὴν ἀκτινομετρικὴν δύναμιν, τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς πίεσιν p καὶ p_0 τὴν πίεσιν διὰ τὴν ὁποίαν ἡ δύναμις λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν K_0 .

Ἡ συνάρτησις εἶναι περίπου ἡ αὐτὴ δι' ἀκτινόμετρα μὲ ἓν περὺγιον ἀνεξαρτήτως τῆς μορφῆς καὶ τοῦ μεγέθους αὐτοῦ καὶ τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου, ἡ δὲ πίεσις p_0 ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰς διαστάσεις τοῦ ἀκτινομέτρου.

Ἡ συνάρτησις αὕτη, ἡ ὁποία παρίσταται ὑπὸ τῆς καμπύλης τοῦ (σχ. 4)



Σχ. 4.

λαμβάνει ἑξαιρετικῶς θλίπν μορφήν εἰς τὰς δύο ὀρικὰς περιπτώσεις ὅταν δηλ. ἡ πίεσις τοῦ ἀερίου εἶναι μικρὰ ὅποτε ὁ μέσος ἐλεύθερος δρόμος τῶν μορίων εἶναι μέγας ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις τοῦ ἀκτινομέτρου καὶ ὅταν ἡ πίεσις εἶναι μεγάλη, ὅποτε ὁ μέσος ἐλεύθερος δρόμος τῶν μορίων εἶναι μικρὸς ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις τοῦ ἀκτινομέτρου. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ δύναμις K εἶναι ἀνάλογος τῆς πίεσεως p , εἰς δὲ τὴν δευτέραν τοῦναντίον ἀντιστρόφως ἀνάλογος αὐτῆς.

Ὁ Bubinowicz ἀφ' ἑνὸς καὶ οἱ Laszki καὶ Zerner ἀφ' ἑτέρου προσεπάθησαν νὰ ἐφαρμόσουν τὴν θεωρίαν τῶν ἀκτι-

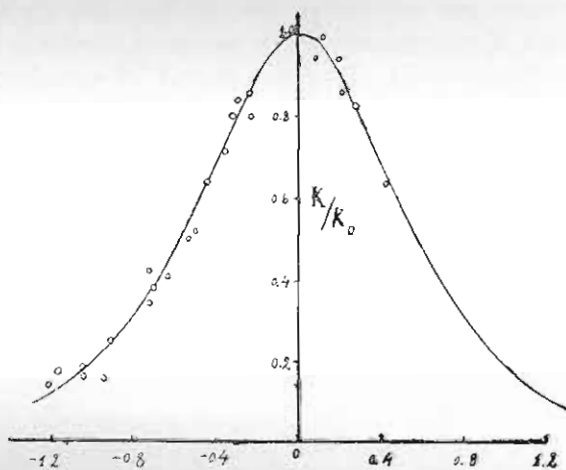
νομετρικῶν δυνάμεων ἐπὶ σφαιρικῶν σωματιδίων καὶ ὑπελόγησαν ὃ μὲν πρῶτος διὰ μικρὰς πιέσεις, ὅπου δηλ. ὁ μέσος ἐλεύθερος δρόμος δ τῶν μορίων τοῦ ἀερίου εἶναι πολὺ μέγας σχετικῶς πρὸς τὴν ἀκτῖνα a τῆς σφαίρας οἱ δὲ δεῦτεροι διὰ μεγάλας πιέσεις τὴν ἀπορρόφησιν τῆς φωτεινῆς ἐνεργείας καὶ τὴν κατανομήν τῆς θερμοκρασίας ἐντὸς τῆς σφαίρας. Εὗρον ὅτι ὅταν ὁ συντελεστὴς ἀπορροφῆσεως τῆς οὐσίας εἶναι μικρὸς τὸ ὀπίσθιον τμήμα τῆς σφαίρας γίνεται θερμότερον τοῦ προσθίου. Ἐπομένως ἡ μέση κινητικὴ ἐνέργεια τῶν ἐφαπτομένων μορίων τοῦ ἀέρος γίνεται μεγαλυτέρα παρὰ τὸ ὅπι-

σθεν τμήμα τῆς σφαίρας ἢ παρὰ τὸ πρόσθιον καὶ ἡ πίεσις ἄρα μεγαλυτέρα καὶ ἔχομεν οὕτω φωτοαρνητικὸν φαινόμενον.

Ὅταν τοῦναντίον ὁ συντελεστὴς ἀπορροφῆσεως τῆς ὕλης ἔχει τοιαύτην τιμὴν σχετικῶς πρὸς τὸ μέγεθος τῆς σφαίρας ὥστε τὸ πρόσθιον τμήμα νὰ θερμαίνεται περισσότερον θὰ ἔχομεν φωτοθετικὸν φαινόμενον.

Ὁ Ehrenhaft κατ' ἀρχὰς δὲν ἐδέχετο ὅτι ἡ φωτοφόρησις ὀφείλεται εἰς ἀκτινομετρικὰς δυνάμεις διότι τὰ πειράματά του καθὼς καὶ μεταγενέστερα πειράματα τοῦ Parankiewicz ἔδειξαν ὅτι τὸ φαινόμενον εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς πίεσεως καὶ τῆς φύσεως τοῦ ἀερίου. Νεώτερα ὅμως λεπτομερέστερα καὶ ἀκριβέστερα πειράματα, γινόμενα ὑπὸ τοῦ Mattauch ἔδειξαν ὅτι ἡ φωτοφόρησις ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀερίου. Αἱ μετρήσεις τοῦ Mattauch ἔφθασαν μέχρι πίεσεως 15mm/Hg., ἐγένοντο δὲ πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ σωματίδιον.

Ἡ καμπύλη τοῦ σχ. 5, ἐντελῶς ἀνάλογος πρὸς τὴν καμπύλην Westphal, δίδει τὴν σχέσιν $\frac{K}{K_0}$ συναρτήσιν τοῦ $\log \frac{p}{p_0}$.



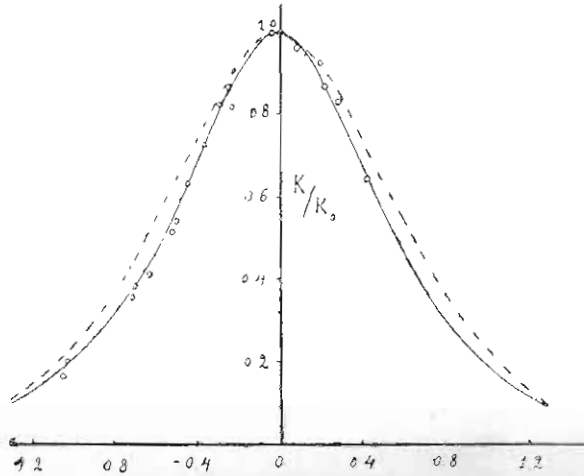
Σχ. 5.

Ὁ Hettner συμπληρῶν τὰς ἐργασίας τῶν Rubinovicz, Laski καὶ Zerner εἶρε θεωρητικῶς διὰ μικρὰς καὶ διὰ μεγάλας πίεσεις τοὺς τύπους τοὺς ὁποίους εὔρεν ὁ Westphal πειραματικῶς διὰ τὰ ἀκτινόμετρα. Θεωρητικὸς ὑπολογισμὸς τοῦ λόγου $\frac{K}{K_0}$ εἰς τὰς συνθήκας ὑπὸ τὰς ὁποίας γίνονται τὰ πειράματα τῆς φωτοφορήσεως, ὅπου δηλ. ὁ μέσος ἐλεύθερος δρόμος τῶν μορίων εἶναι τῆς τάξεως μεγέθους τῆς ἀκτίνος τῆς σφαίρας, εἶναι πολὺ δύσκολος.

Ἐν τούτοις ὁ Hettner κατώρθωσε νὰ δώσῃ διὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην τὸν ἑξῆς τύπον παρεμβολῆς :

$$\frac{K}{K_0} = \frac{2}{\frac{p}{p_0} + \frac{p_0}{p}}$$

Ἡ κατὰ τὸν τύπον τοῦτον χαρασσομένη καμπύλη εἶναι ὁμοία πρὸς τὴν τοῦ Mattauch (σχ. 6).



Σχ. 6.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει κατὰ τὸν Hettner ὅτι τὸ φαινόμενον τῆς φωτοφορήσεως ὀφείλεται ἀσφαλῶς εἰς ἀκτινομετρικὰς δυνάμεις. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ μόνη πειραματικὴ ἀπόδειξις τούτου εἶναι ἡ ἐργασία τοῦ Mattauch εἶναι ἀνάγκη ἀκόμη λεπτομερεστέρας πειραματικῆς ἐρεῦνης.

II. ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΙΣ

Ἡ μαγνητικὴ φωτοφόρησις παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ehrenhaft τὸ 1930, συνίσταται δὲ εἰς τὸ ἑξῆς :

Μικρότατα σωματίδια σιδήρου ἢ ἀντιμονίου εὐρισκόμενα ἐντὸς ὁμογενοῦς μαγνητικοῦ πεδίου ἐν αἰωρήσει ἐντὸς ἀερίου καὶ φωτιζόμενα τόσον μόνον ὅσον χρειάζεται διὰ τὴν παρατήρησιν, φαίνονται ἐκτελοῦντα ἀπλῶς τὴν κίνησιν τοῦ Brown καὶ τὴν πιῶσιν, ἐὰν ὅμως φωτισθοῦν δι' ἰσχυροῦ φωτὸς κινουῦνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν. Ἄν π.χ. οἱ πόλοι τοῦ μαγνήτου εἶναι ὀριζῶντιοι παρατηρεῖται ὅτι ἄλλα μὲν σωματίδια πίπτουν ταχύτερον, ἄλλα βραδύτερον καὶ ἄλλα κινουῦνται ἀντιθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος, ἐνῶ τινὰ δὲν ὑφίστανται οὐδεμίαν μεταβολὴν εἰς τὴν κίνησιν των. Ἡ κίνησις αὕτη

παύει ἀμέσως εὐθύς ὡς τὸ σωματίδιον ἐξέλθῃ τῆς περιοχῆς τῆς φωτεινῆς δέσμης.

Ἡ φορὰ τῆς κινήσεως ἀντιστρέφεται ὅταν ἀντιστραφοῦν οἱ πόλοι, ὄχι ὅμως καὶ ὅταν ἀντιστραφῇ ἡ φορὰ τῆς φωτεινῆς δέσμης.

Ἐκτὸς τῆς ἐπίδρασεως ταύτης τὸ μαγνητικὸν πεδίου προκαλεῖ ἐπίδρασιν καὶ ἐπὶ τῆς συνήθους φωτοφορήσεως, τῆς ὁποίας ἡ ταχύτης αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται, ἡ ἐπίδρασις δὲ αὕτη δὲν ἀντιστρέφεται ὅταν ἀντιστραφῇ ἡ φορὰ τοῦ πεδίου.

Τὰ σωματίδια τοῦ ἀντιμονίου δεικνύουν προσέτι καὶ μίαν κίνησιν ἀόριστον ἐπὶ τὰς δυναμικὰς γραμμάς καὶ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἀκτίνος. Ἡ κίνησις αὕτη ἀναστρέφεται καὶ μὲ τὸ πεδίου καὶ μὲ τὴν ἀκτίνα.

Ὁ Reeger (1931) ἐπεβεβαίωσε τὰ πειράματα τοῦ Ehrenhaft καὶ ἔδειξεν ἐπὶ πλέον ὅτι: 1) Ἡ ταχύτης τῆς κινήσεως αὐξάνει μὲ τὴν ἔντασιν τοῦ φωτισμοῦ. 2) Αὐξήσις τῆς ἐντάσεως τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου, μέχρις 7.000 Gauss δὲν ἐπιφέρει αἰσθητὴν αὐξήσιν τῆς ταχύτητος εἰς σωματίδια σιδήρου καὶ νικελίου. 3) Ἡ ἀναστροφή τοῦ πεδίου δὲν παρακολουθεῖται πάντοτε ἀπὸ ἀναστροφὴν τῆς κινήσεως, ἐνῶ τοῦναντίον παρατηρεῖται ἐνίοτε αὐτόματος ἀναστροφή τῆς κινήσεως. 4) Τὸ διαμαγνητικὸν ἀντιμόνιον δεικνύει τὸ αὐτὸ φαινόμενον δι' ἔντασιν τοῦ πεδίου μεγαλυτέραν ἐκείνης, ἣτις ἀπαιτεῖται διὰ τὰ σιδηρομαγνητικὰ σίδηρον καὶ νικέλιον. Ἐπίσης δεικνύει αἰσθητὴν μεταβολὴν τῆς ταχύτητος καθ' ὅσον ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου αὐξάνει. Ἐπειδὴ δὲν παρετήρησεν ἀνάλογον μεταβολὴν εἰς τὸν σίδηρον καὶ τὸ νικέλιον, ὑπέθεσεν ὁ Ehrenhaft ὅτι ἴσως, ὅπως καὶ εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν φωτοφόρησιν (βλ. σελ. 450), ἡ ταχύτης φθάνει μεγίστην τινὰ ὀριζήν τιμὴν δι' ὠρισμένην ἔντασιν τοῦ πεδίου, ἡ ἔντασις δὲ αὕτη εἶναι διὰ τὸν σίδηρον καὶ τὸ νικέλιον μικροτέρα τῆς ἐντάσεως τοῦ παραμένοντος πεδίου τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου (800 Gauss). 5) Τὴν ἀντιστροφὴν τοῦ πεδίου δὲν ἐπακολουθεῖ πάντοτε ἀντιστροφή τῆς κινήσεως τοῦ ἀντιμονίου, ἀλλὰ μόνον κατὰ 50 % περίπου. Ἡ αὐτόματος ἀντιστροφή εἶναι τοῦναντίον συχνοτάτη καὶ ἡ συχνοτής αὐτῆς ἐλαττοῦται αἰσθητῶς καθ' ὅσον αὐξάνει ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου. Ὁ Reeger ἔξετέλεσεν ἐπίσης τὸ ἑξῆς πείραμα: Σωματίδιον ἀντιμονίου φορτισμένον ἠλεκτρικῶς φέρεται ὑπὸ τὴν σύγχρονον ἐπίδρασιν μαγνητικοῦ καὶ ἠλεκτρικοῦ πεδίου καὶ φωτός· ἡ ἠλεκτρικὴ δύναμις εἶναι μεγαλυτέρα τῆς μαγνητικῆς οὕτως ὥστε προκαλεῖ κίνησιν τοῦ σωματιδίου κατὰ τινὰ ὀρισμένην φορὰν. Ἐὰν τῶρα ἀρθῇ ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου τὸ σωματίδιον κινεῖται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μόνον τῆς μαγνητικῆς φωτοφορήσεως κατὰ διεύθυνσιν ἐξαρτωμένην ἐκ τῆς διευσύνσεως τοῦ προϋπάρχοντος ἠλεκτρικοῦ πεδίου.

Τὸ φαινόμενον τῆς μαγνητικῆς φωτοφορήσεως εἶναι ἀκόμη σχεδὸν

τελείως άνεξερεύνητον πειραματικῶς. Ἐλλείπουν κυρίως ποσοτικά μετρήσεις, ὅπως π.χ. ἡ ἀπόλυτος μέτρησης τῆς δυνάμεως, ἡ ἐξάρτησις αὐτῆς ἐκ τῆς ἐντάσεως τῆς φωτεινῆς δέσμης καὶ ἐκ τῆς φύσεως καὶ τῆς πίεσεως τοῦ ἀερίου.

III. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΙΣ

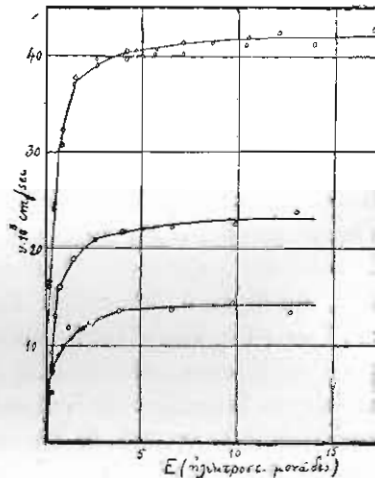
Τὸ φαινόμενον τῆς ἠλεκτρικῆς φωτοφορήσεως συνίσταται εἰς τὸ ἐξῆς: Ὑλικά σωματίδια (10^{-5} cm) μὴ φορτισμένα ἠλεκτρικῶς, αἰωρούμενα εἰς ἀέριον ἐντὸς ὁμογενοῦς ἠλεκτρικοῦ πεδίου, ὅταν φωτισθοῦν ἰσχυρῶς ἀποκοτῶν κινήσιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ πεδίου καὶ μὲ φορὰν ἢ τὴν φορὰν τῶν δυναμικῶν γραμμῶν ἢ τὴν ἀντίθετον. Ἐὰν π.χ. τὸ ἠλεκτρικὸν πεδίου εἶναι κατακόρυφον παρατηροῦμεν ὅτι ἄλλα μὲν πίπτουν ταχύτερον, ἄλλα βραδύτερον καὶ ἄλλα ἀνυψοῦνται ἀκόμη παρὰ τὴν δύναμιν τῆς βαρύτητος.

Ἡ ἠλεκτρικὴ φωτοφόρησις παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τῶν Ehrenhaft καὶ Konstantinowsky (1920), ἐμελετήθη δὲ ἐπίσης καὶ ὑπὸ τῶν P. Selner καὶ E. Wilflinger.

Πολὺ καλύτερα παρατηρεῖται ἡ ἠλεκτρικὴ φωτοφόρησις ὅταν δι' ἐπιδράσεως δύο φωτεινῶν δεσμῶν ἐξ ἀριστερῶν καὶ ἐκ δεξιῶν ἀρθῇ ἡ συνήθης φωτοφόρησις.

Καὶ ἐνταῦθα ὅπως καὶ εἰς τὸ ἀντίστοιχον μαγνητικὸν φαινόμενον ἢ φορὰ τῆς κινήσεως ἀναστρέφεται συνήθως ὅταν ἀναστραφῇ τὸ πεδίου, οὐχὶ ὅμως κατὰ κανόνα, παρατηροῦνται δ' ἐλίσης συχναὶ αὐτόματοι ἀναστροφαί. Ἡ ταχύτης τῆς κινήσεως αὐξάνει κατ' ἀρχὰς ὅταν αὐξήσῃ ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου, ταχέως ὅμως φθάνει ὀρικὴν τιμὴν (σχ. 7). Ἡ ὀρικὴ ταχύτης καὶ ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου εἰς τὴν ὁποίαν παρατηρεῖται αὕτη εἶναι διάφορος ἀπὸ σωματιδίου εἰς σωματίδιον, ὡς ἐπίσης καὶ ἡ ἔντασις τοῦ πεδίου διὰ τὴν ὁποίαν ἀρχίζει νὰ παρατηρῆται τὸ φαινόμενον π.χ. τὸ τελλούριον, ἀρσενικόν, ἀντιμόνιον καὶ ἰώδιον ἀποκοτῶν αἰσθητὴν ταχύτητα μέχρις $60 \cdot 10^{-3}$ cm/sec μὲ πολὺ μικρὰν ἔντασιν τοῦ πεδίου (0,02 ἠλεκτροστατικὰς μονάδας), ἐνῶ τὸ σελήνιον χρειάζεται πολὺ μεγαλυτέραν (20 ἠλεκτροστ. μ.). Καθαρὸς ὕδραργυρος, καθαρὸς φωσφόρος, θεῖον, ἀμμωνία δὲν δεικνύουν τὸ φαινόμενον.

Ἡ δύναμις ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς πίεσεως τοῦ ἀερίου κατὰ σχέσιν ὁμοίαν πρὸς τὴν τῆς συνήθους φωτοφορήσεως.



Σχ. 7.

IV. ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΗΣ ΕΡΜΗΝΕΙΑΣ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΦΩΤΟΦΟΡΗΣΕΩΣ

Ἐπειδὴ ἡ φωτοφόρησις ἐθεωρήθη ὡς ὀφειλομένη εἰς ἀκτινομετρικὰς δυνάμεις ἢ μαγνητικὴν φωτοφόρησις ἀπεδόθη εἰς μεταβολὴν τῆς κατανομῆς τῆς θερμοκρασίας ἐπὶ τῶν σωματιδίων, προκαλουμένην ὑπὸ τῆς μαγνητίσεως. Ἀνάλογοι ἐπιδράσεις τοῦ μαγνητικοῦ πεδίου εἶναι γνωστὰ ἐπὶ σωματίων μεγάλων διαστάσεων (φαινόμενα Nernst—Ettinghausen καὶ Ettinghausen καὶ Leduc—Righi). Ἀνάλογος ὅμως ἐρμηνεία διὰ τὴν ἠλεκτρικὴν φωτοφόρησιν δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ σταθῇ διότι τὸ φαινόμενον παρετηρήθη καὶ εἰς μέταλλα, ὡς γνωστὸν δὲ ἐντὸς τῆς μάξης τῶν ἀγωγῶν τὸ ἠλεκτρικὸν πεδίου εἶναι μηδὲν καὶ ὡς ἐκ τούτου δὲν δύναται νὰ προκαλέσῃ φαινόμενα ἀνάλογα πρὸς τὰ μαγνητοθερμικά.

Μία ὑπόθεσις ἡ ὁποία θὰ ἔδιδε ἐνιαίαν ἐρμηνείαν τῶν δύο φαινομένων εἶναι ἡ ἑξῆς: (Ehrenhaft—Reiss—Wasser). Διὰ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ πεδίου εἶναι δυνατὸν νὰ μεταβάλλωνται αἱ συνθῆκαι ἀνακλάσεως τῶν μορίων τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωματιδίων.

Ἡ ἀκτινομετρικὴ δύναμις καθέτως ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν διὰ μικρὰς πιέσεις δίδεται ἀπὸ τὸν τύπον:

$$K = \frac{1}{4} \frac{p_0}{T_0} \int \alpha \delta T d\sigma$$

ἐνθα p_0 ἡ πίεσις, T_0 ἡ θερμοκρασία ἢ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν μέσην ταχύτητα τῶν μορίων, δT ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας τῶν σωματιδίων ἀπὸ τοῦ περιβάλλοντος (τῶν μορίων τοῦ ἀέρος) $d\sigma$ —στοιχεῖον τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας καὶ α —συντελεστής, ἑξαρτώμενος ἐκ τῆς φύσεως τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας καὶ τοῦ ἀερίου (Akkomodationskoeffizient).

Δυνατὸν ἐκ τοῦ ἠλεκτρικοῦ καὶ μαγνητικοῦ πεδίου νὰ ἐπηρεάζεται ὁ συντελεστής α . Διὰ νὰ προκληθοῦν δυνάμεις τῆς παρατηρηθείσης τάξεως μεγέθους (10^{-10} dyne) θὰ ἦτο ἀρκετὴ μεταβολὴ τοῦ α κατὰ 1:10.000.

Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην δὲν εἶναι ἀναγκαῖα ἡ ὑπαρξίς διαφορῶν θερμοκρασίας ἐντὸς τῆς μάξης τῶν σωματιδίων.

Θὰ πρόπη ὅμως ἡ καθαρὰ αὕτη ὑπόθεσις νὰ τεθῇ ὑπὸ τὸν πειραματικὸν καὶ θεωρητικὸν ἔλεγχον.

Ἐνδιαφέρουσαι π.χ. θὰ ἦσαν μετρήσεις εἰς ὑψηλὴν πίεσιν, ὅπου κατὰ τὴν θεωρίαν αἱ ἀκτινομετρικαὶ δυνάμεις εἶναι ἀνεξάρτητοι τοῦ συντελεστοῦ α . Ἐπομένως, ἐὰν ἡ ἀνωτέρω ὑπόθεσις εἶναι ὀρθή, θὰ ἔπρεπε νὰ μὴ παρατηρηθῇ ἠλεκτρικὴ καὶ μαγνητικὴ φωτοφόρησις εἰς ὑψηλὰς πιέσεις.

Γενικῶς τὸ φαινόμενον τῆς φωτοφόρσεως, συνήθους, μαγνητικῆς καὶ ἠλεκτρικῆς παρουσιάζει ἀκόμη πλεῖστα προβλήματα καὶ ἀπαιτεῖ μακρὰν πειραματικὴν καὶ θεωρητικὴν ἔρευναν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ¹ E h r e n h a f t, Ann. d. Physik 56, 1918, S. 81
- ² E h r e n h a f t, Phys. Zeitschrift 31, 1930, S. 478.
- ³ E h r e n h a f t - R e i s s - W a s s e r, Zts. f. Physik 60, 1930, S. 754.
- ⁴ E h r e n h a f t - R e i s s - W a s s e r, Zts. f. Physik 67, 1931, S. 519.
- ⁵ M a t t a u c h, An. d. Physik 85, 1928, S. 967.
- ⁶ H e t t n e r, Ergebnisse d. Ex. Naturwissenschaften, 1928, S. 209.
- ⁷ R e e g e r, Zts. f. Physik 71, 1931, S. 646.
- ⁸ E. W i l f l i n g e r, Zts. f. Physik 71, 1931, S. 666.
- ⁹ O. S c l n e r, Zts. f. Physik 71, 1931, S. 658.
- ¹⁰ S. P a r a n k i e n i e z, Ann. der Physik 57, 1622, S. 489.

