

ZUSAMMENFASSUNG

Der kontinuierliche Untergrund der an Beryllium gestreuten Röntgenstrahlung wurde für folgende drei Fälle theoretisch berechnet: 1. Sämtliche Elektronen sind gebunden, 2. und 3. ein oder zwei Elektronen sind frei. Die Intensitätsverteilungen dieser Fälle zeigen nur bei kleinen Winkeln Unterschiede.

ΦΥΣΙΚΗ.— Περὶ τῶν ἠλεκτρονίων ἀγωγιμότητος τοῦ Βηρυλλίου.—Πειραματικὸν μέρος. Σκεδασμὸς τῶν ἀκτίνων X ὑπὸ Βηρυλλίου διὰ μικρὰς γωνίας,* ὑπὸ **Καίσαρος Ἀλεξοπούλου καὶ Σαλτερῆ Περιστεράκη.** Ἀνεκοινώθη ὑπὸ κ. Κωνστ. Ζέγγελη.

§ 1. Εἰσαγωγή.

Ἡ θεωρητικῶς ὑπολογιζομένη γωνιακὴ κατανομὴ τῆς ὑπὸ τοῦ βηρυλλίου σκεδαζομένης ἀκτινοβολίας εἶναι διάφορος ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἠλεκτρονίων, τὰ ὁποῖα θεωροῦμεν ἐλεύθερα ἐν τῷ κρυσταλλικῷ πλέγματι¹.

Κατὰ τὸ παρελθὸν οἱ Wendler² καὶ Scharwächter³ ἐπεχείρησαν τὸν προσδιορισμὸν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων διὰ παραβολῆς τῶν πειραματικῶς εὑρισκομένων ἀποτελεσμάτων πρὸς τὰ θεωρητικά. Ἐκ τούτων ὁ πρῶτος ἀπέτυχε λόγῳ τοῦ ὅτι τὰ πλακίδια τοῦ βηρυλλίου ἅτινα μετεχειρίσθη περιεῖχον μικρὸν τι ποσοστὸν ζένων οὐσιῶν, τὸ ὁποῖον ὅμως ἦτο ἐπαρκὲς ἵνα προκαλέσῃ μελάνωσιν τῶν φωτογραφικῶν ταινιῶν, μεγαλύτεραν τῆς ὀφειλομένης εἰς τὸν σκεδασμὸν ὑπὸ τοῦ βηρυλλίου. Ὁ Scharwächter ἐπανάλαβε τὰς μετρήσεις ἐπὶ Be μεγίστης καθαριότητος (99.97%) καὶ δὴ διὰ τιμὰς τοῦ $\frac{\eta\mu}{\lambda}$ μεταξὺ 0,04 καὶ 0,5. Συγκρίνας τὴν πειραματικῶς εὑρεθεῖσαν καμπύλην πρὸς τὰς θεωρητικὰς, δι' οὐδὲν καὶ διὰ δύο ἠλεκτρόνια ἀγωγιμότητος εὔρεν ὅτι συμφωνεῖ καλλίτερον πρὸς τὴν καμπύλην τῶν δύο ἠλεκτρονίων. Ἐν τούτοις ἐπειδὴ ἡ συμφωνία μεταξὺ τῶν δύο καμπυλῶν δὲν ἐπιτυγχάνεται εἰς ἅπασαν τὴν περιοχὴν αὐτῶν, ἐκρίναμεν ἐνδιαφέρουσαν τὴν ἐπέκτασιν τῶν μετρήσεων μέχρις ἔτι μικροτέρων τιμῶν τοῦ $\frac{\eta\mu}{\lambda}$, διότι ἐκεῖ ἡ θεωρητικὴ καμπύλη δι' οὐδὲν ἠλεκτρόνιον δεικνύει νέαν καμπὴν ἣτις θὰ ἀνευρίσκετο εὐκολώτατα ἐκ τῶν μετρήσεων.

Ἡ ἐπέκτασις αὐτῶν τῶν μετρήσεων ἐνδείκνυται ἐξ ἑνὸς ἔτι λόγου. Οἱ θεωρητι-

* KESSAR ALEXOPOULOS und SALTERIS PERISTERAKIS.—Über die Leitungselektronen des Berylliums. Experimenteller Teil: Streuung der Röntgenstrahlung an Beryllium unterkleinen Winkeln.

¹ Ἴδε σχ. 5 τῆς ἀμέσως προηγούμενης ἀνακοινώσεως.

² F. WENDLER, Diss., Leipzig, 1935.

³ W. SCHARWÄCHTER, Phys. Zs., 38, 165, 1937.

κοί υπολογισμοί προϋποθέτουν ότι τὰ ἠλεκτρόνια ἀγωγιμότητος ἔχουσι θερμοκρασίαν μηδὲν καὶ ὅτι κινούνται ἐλευθέρως χωρὶς οὐδὲν νὰ κωλύονται ἐκ τῶν περιοδικῶν κυμάνσεων τοῦ δυναμικοῦ τῶν προκαλουμένων ὑπὸ τῶν ἰόντων τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος. Ἡ μὴ πραγματοποίησις τῶν ἀνωτέρω προϋποθέσεων μεταβάλλει τὰς θεωρητικὰς καμπύλας τοῦ σχ. 5 τῆς ἀμέσως προηγουμένης ἀνακοινώσεως ἰδίως εἰς τὴν περιοχὴν μικρῶν γωνιῶν.

Αἱ πειραματικαὶ δυσκολίαι αὐξάνονται ἐφ' ὅσον προχωροῦμεν πρὸς μικροτέρας τιμὰς τοῦ $\frac{\eta\mu}{\lambda} \frac{\phi}{2}$, ἀφ' ἑνὸς μὲν διότι αἱ γωνίαι θ εἶναι πολὺ μικραὶ καὶ εἶναι δύσκολον νὰ διαχωρίσωμεν τὴν σκεδαζομένην ἀκτίνα ἀπὸ τὴν ἀρχικὴν (ἥτις εἶναι κατὰ 8 τάξεις μεγέθους ἐντατικωτέρα), καὶ ἀφ' ἑτέρου διότι ἡ ἀπόλυτος ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίας εἶναι πολὺ μικρὰ εἰς τὰς μικρὰς γωνίας, ὥστε ν' ἀπαιτοῦνται μακροχρόνιαι ἐκθέσεις ὑπὸ πλήρη ἀποκλεισμὸν οἰασθήποτε ἀνεπιθυμήτου δευτερογενοῦς ἀκτινοβολίας. Ἐν τῇ ἀνά χειρὰς ἐργασία ἐγένετο καταμέτρησις τῶν σκεδαζομένων ἀκτίνων διὰ τιμὰς τοῦ $\frac{\eta\mu}{\lambda} \frac{\phi}{2}$ μεταξὺ 0,013 καὶ 0,054.

§ 2. Πειραματικὴ διάταξις.

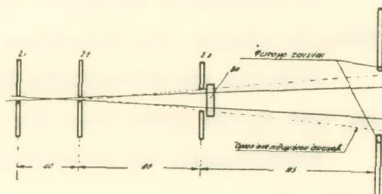
Κατ' ἀρχὰς ἐδοκιμάσθη ἡ καταμέτρησις τῆς ἀσθενοῦς ταύτης ἀκτινοβολίας δι' ἀπαριθμητῶν. Λόγω ὅμως τοῦ ὅτι ἀπαιτεῖται μέτρησις διαρκοῦσα ἐπὶ πολλὰς ὥρας καὶ δὲν ἦτο δυνατὴ ἡ διατήρησις τοῦ βαθμοῦ ἀποδόσεως τοῦ ἀπαριθμητοῦ ἐντελῶς σταθεροῦ διὰ τὸ ἀπαιτούμενον χρονικὸν διάστημα, ἐγκατελείφθη ἡ μέθοδος αὕτη, ὑπὲρ τῆς ἀσφαλεστέρας καταμετρήσεως διὰ φωτογραφικῆς μεθόδου, παρ' ὅλον ὅτι αὕτη ἀπαιτεῖ μεγαλύτεραν διάρκειαν πειραματισμοῦ.

Ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς περιωρίζετο διὰ σχισμῶν Σ_1 καὶ Σ_2 ἔχουσῶν διαστάσεις $0,3 \times 0,6$ mm. καὶ εὐρισκομένων εἰς ἀπόστασιν 40 mm. ἀπ' ἀλλήλων. Ἐκάστη σχισμὴ ἀποτελεῖτο ἐκ 4 πλακιδίων ἐκ μολύβδου ἐχόντων ἀνὰ μίαν ἀκμὴν ἐσφυρισμένην ἐντελῶς εὐθείως.

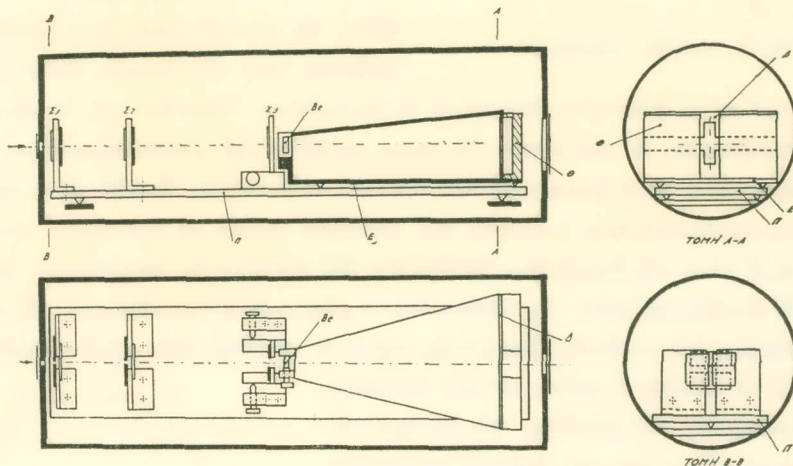
Διὰ τὸν ἀποκλεισμὸν τῆς δευτερογενοῦς ἀκτινοβολίας ἐκ τῶν φωτογραφικῶν ταινιῶν, ἥτις θὰ προήρχετο ἐκ τοῦ σκεδασμοῦ τῆς δέσμης τῶν ἀκτίνων ἐπὶ τῶν ἀκμῶν τῆς δευτέρας σχισμῆς, ἐκρίθη ἀναγκαῖα τρίτη σχισμὴ Σ_3 δυναμένη νὰ μετατεθῆ διὰ μικρομετρικοῦ κοχλίου καὶ ὑποπόλλαπλασιασμοῦ διὰ μοχλοβραχίονος. Διὰ λεπτῆς ρυθμίσεως ἐπετυγχάνετο ἡ προσέγγισις εἰς τὴν κυρίαν δέσμην μέχρις ὀλίγων δεκάτων τοῦ mm. χωρὶς νὰ ὑπάρχῃ ἐπαφή (σχ. 1). Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον ἀπεκλείσθη πᾶσα ἀκτινοβολία μὴ προερχομένη ἐκ σκεδασμοῦ ἐπὶ τοῦ Be.

Διὰ τὸν ἀποκλεισμὸν τοῦ σκεδασμοῦ ὑπὸ τοῦ ἀέρος ἐτέθη ὀλόκληρος ἡ συσκευὴ ἐντὸς ἀεροκένου σωλήνος, εἰς ὃν εἰσῆρχετο ἡ ἀρχικὴ ἀκτὶς δι' ὀπῆς κλειομένης διὰ

φύλλου κελλοφάνης πάχους 0,03 mm. Ἡ ἀρχική ἀκτίς μετὰ τὸ τρίτον διάφραγμα διεπέρα τὸ Be, μεθ' ὃ ἐξήρχετο διὰ τῆς ὀπισθίας θυρίδος ἐπίσης κεκλεισμένης διὰ κελλοφάνης. Ἐκατέρωθεν τῆς κεντρικῆς ἀκτίνος (σχ. 2) καὶ εἰς ἀπόστασιν 115 mm. ἀπὸ τοῦ Be, ἐτοποθετήθησαν δύο θαλαμίσκοι Θ, φωτοστεγῶς κεκλεισμένοι διὰ εἰδικοῦ μέλανος χάρτου ἐντελῶς διαπερατοῦ ἀπὸ τὰς ἀκτίνας X, οἱ ὅποιοι ἔφερον τὰς φωτογραφικὰς ταινίας. Ἴνα μὴ γίνηται μεθ' ἐκάστην ἔκθεσιν μετακινήσεις τῆς κεντρικῆς πλακῶς Π τῆς φερούσης τὰς σχισμὰς, οἱ θαλαμίσκοι προσηρτῶντο ἐπὶ μικρᾶς κινητῆς ἐξέδρας Ε ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐκρατοῦντο δι' ἐλάσματος. Ἡ ἐξέδρα ἦτο κεκαλυ-



Σχ. 1.— Διάταξις σχισμῶν.



Σχ. 2.— Φωτογραφικὴ συσκευή.

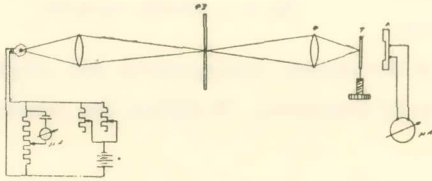
μένη πρὸς ἀποφυγὴν πάσης ἀνεπιθυμητοῦ διαχύτου ἀκτινοβολίας καὶ ἔφερον εἰς τὸ ὀπισθεν μέρος διάφραγμα Δ ἐξ ὀρειχάλκου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ὑπῆρχεν ἄνοιγμα τῶν ἀναγκαίων διαστάσεων διὰ τὴν ἐξοδὸν τῆς ἀρχικῆς ἀκτίνος. Τὸ διάφραγμα ἔφερον ἐκατέρωθεν τοῦ ἄξονος τῶν ἀκτίνων ἀνὰ μίαν σχισμὴν πλάτους 6 mm., ὡς ἐκ τῆς ὑπάρξεως τῶν ὁποίων ἡ μελάνωσις τῶν φωτογραφικῶν ταινιῶν ἐγένετο μόνον ἐπὶ λωρίδων. Ἡ ρύθμισις τῶν σχισμῶν ἐπετυγχάνετο δι' ὀπτικῆς ὁδοῦ. Οἱ θαλαμίσκοι πληρούμενοι ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου ἐτοποθετοῦντο εἰς τὴν συσκευὴν ὑπὸ συνήθη φωτισμὸν τοῦ δωματίου. Ἡ στεγανότης ἐξησφαλίζετο δι' ἐμφράξεως τῶν ἀρμῶν τῆς συσκευῆς διὰ πισείνης (picein). Κατὰ τὴν λειτουργίαν τῆς συσκευῆς ὁ σωλὴν ἐκκενοῦτο εἰς πίεσιν μικροτέραν τοῦ $1/100$ mm.

Τὸ πλακίδιον τοῦ Be ἦτο καθαρότητος 99,97%, διαστάσεων 5×7 mm. καὶ πάχους 2 mm¹.

Ἡ ἀκτινοβολία προήρχετο ἐκ λυομένης λυχνίας ἰδίας κατασκευῆς μετὰ ἀντικαθόδου ἐκ σιδήρου, ἣτις ἐφορτίζετο μὲ 30mA καὶ 35kV.

Διήθησις τῆς ἀκτινοβολίας δὲν ἐθεωρήθη ἀναγκαία, ληφθέντος ὡς μήκους κύματος 1,84 Å, τοῦ μέσου ὅρου τῶν ἀκτίνων Kα καὶ Kβ τοῦ σιδήρου.

Καταμέτρησις τῆς μελανώσεως.—Ἡ καταμέτρησις τῶν μελανθεισῶν φωτογραφικῶν ταινιῶν ἐγένετο διὰ φωτομετρικῆς συσκευῆς συναρμολογηθείσης ἐπὶ ὀπτικῆς τραπέζης (σχ. 3). Ἡ φωτιζομένη σχισμὴ ΦΣ ἀπεικονίζεται διὰ φακοῦ Zeiss Planra Φ ἐπὶ τῆς πρὸς φωτομέτρησιν ταινίας T. Κατὰ τὴν φωτομέτρησιν αὕτη μετακινεῖται καθέτως πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα μικρομε-

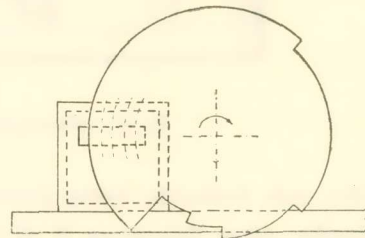


Σχ. 3.—Διάταξις φωτομετρήσεως.

τρικῶς καὶ κατὰ ποσότητα δυναμένης νὰ μετρηθῶσιν. Ὅπισθεν τῆς πλακῆς ὑπάρχει φωτοκύτταρον K τοῦ ὁποίου τὸ ρεῦμα μετράται διὰ μικροαμπερομέτρου.

Ὡς φωτεινὴ πηγὴ ἐχρησιμοποιήθη λαμπτήρ αὐτοκινήτου. Ἐπειδὴ κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς φωτομετρήσεως ἡ ἐντάσις τοῦ φωτισμοῦ πρέπει νὰ διατηρῆται ἀπολύτως σταθερά, ἡ τάσις τῆς θερμάνσεως ἐρυθμίζετο διὰ συστήματος παραλλήλων ἀντιστάσεων. Ἡ ἀκριβὴς μέτρησις τῆς τάσεως ἐπετυγχάνετο δι' ἀντισταθμίσεως τῆς μετρομένης τάσεως διὰ σταθερᾶς ἠλεκτρικῆς πηγῆς ἐν συνδέσει πρὸς μικροαμπερόμετρον.

Διὰ νὰ εὑρεθῇ ἡ σχέσις μεταξὺ ἐντάσεως τῆς ἀκτινοβολίας καὶ ρεύματος τοῦ φωτοκυττάρου, ἐσχηματίζετο ἐπὶ μιᾶς ἐκάστης ἀκτινογραφίας, πλὴν τῆς λόγῳ σκεδασμοῦ μελανθείσης λωρίδος καὶ ἑτέρα κατὰ γνωστὸν νόμον κλιμακωτῶς μελανθεῖσα. Πρὸς τοῦτο ὁ θαλαμίσκος ἐκρατεῖτο ὀπισθεν ταχέως περιστρεφόμενου δίσκου ἐκ τοῦ ὁποίου εἶχον ἀφαιρεθῆ τμήματα δακτυλίου (περιστρεφόμενος τομεύς, rotierender Sektor) ὡς δεικνύει τὸ σχ. 4.



Σχ. 4.—Περιστρεφόμενος τομεύς.

Ἐπειδὴ ἕκαστον ἀφαιρεθὲν τμήμα δακτυλίου ἀντιστοιχεῖ εἰς διπλασίαν γωνίαν τῆς προηγουμένης, ἔπεται ὅτι ὁ χρόνος καθ' ὃν εἶναι ἀκάλυπτον τὸ ὀπισθεν αὐτοῦ εὑρισκόμενον πεδῖον τῆς φωτογραφικῆς ταινίας εἶναι διπλάσιος τοῦ προηγουμένου. Κατὰ τὴν ἐκθεσιν λοιπὸν τῆς ἐμπροσθίας ἐπιφανείας τοῦ δίσκου ἐπὶ τινα δευτερόλε-

¹ Τὸ ἄνω πλακίδιον ἀπεστάλη ἡμῖν ὑπὸ τοῦ Δοῦς Scharwächter πρὸς τὸν ὁποῖον ἐπιτραπέιτω καὶ ἐντεῦθεν νὰ ἐκφρασθῶσιν αἱ εὐχαριστίαι ἡμῶν.

πτα εἰς εὐρέϊαν δέσμη ἀκτίνων λαμβάνονται ἐπὶ τῆς φωτογραφικῆς ταινίας πεδία, ἢ μελάνωσις ἐκάστου τῶν ὁποίων ἀντιστοιχεῖ εἰς διπλασίαν ἔντασιν ἀκτινοβολίας τοῦ γειτνιαζόντος. Εἰς τὰς περισσοτέρας ταινίας λόγῳ τοῦ μικροῦ ἀπολύτου βαθμοῦ μελανώσεως εὐρέθη πλήρης ἀναλογία μεταξὺ ἐντάσεως τῆς ἀκτινοβολίας καὶ ρεύματος.

§ 3. Ἀποτελέσματα μετρήσεων.

Διὰ τὰ ἐξακριβωθῆ ἂν ἡ μελάνωσις τῶν ταινιῶν προέρχεται ἀποκλειστικῶς ἐκ σκεδασμοῦ ἐπὶ τοῦ βηρυλλίου ἐγένοντο προκαταρκτικαὶ ἐκθέσεις, κατὰ τὰς ὁποίας εἶχεν ἀφαιρεθῆ τὸ πλακίδιον τοῦ βηρυλλίου ἐκ τῆς συσκευῆς. Κατὰ ταύτας, ἂν ὑπῆρχεν ἀνεπιθύμητος ἀκτινοβολία προερχομένη ἐκ σκεδασμοῦ εἴτε ἐπὶ τοῦ ἀραιωθέντος ἀέρος, τοῦ εὐρισκομένου εἰς τὸν σωλῆνα, εἴτε ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος κλπ., θὰ παρετρεῖτο μελάνωσις τῶν ταινιῶν. Ἐκθέσεις διαρκείας 16 ὥρων οὐδεμίαν μελάνωσιν παρουσίασε.

Ἐκ τῶν γενομένων ἐκθέσεων ἐλήφθησαν αἱ καλλίτεραι ταινίαι, αἵτινες καὶ ἐφωτομετρήθησαν. Ἡ μέτρησις τῆς μελανώσεως ἐγένετο εἰς 13 σημεῖα τῆς ταινίας εὐρισκόμενα εἰς τὴν περιοχὴν γωνιῶν σκεδασμοῦ μεταξὺ 2°45' καὶ 11°30' καὶ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τιμὰς τοῦ $\frac{\eta\mu}{\lambda} \frac{\phi}{2}$ μεταξὺ 0,013 καὶ 0,0544. Ἐπὶ τῶν ἐξ ἐκάστης ταινίας προκυπτουσῶν τιμῶν τῆς σκεδασθείσης ἐντάσεως, ἐγένετο ἀναγωγὴ κατὰ τρόπον ὥστε αἱ τιμαὶ ἀπασῶν τῶν μετρήσεων νὰ συμπίπτωσι διὰ τὴν γωνίαν $\frac{\eta\mu}{\lambda} \frac{\phi}{2} = 0,0305$. Διὰ τὰ ὑπόλοιπα σημεῖα μετρήσεως ἐλήφθη ὡς τιμὴ ὁ μέσος ὄρος ἐξ ἀπασῶν τῶν ταινιῶν. Ἐκ τοῦ σκεδασμοῦ τῶν τιμῶν περὶ τὴν μέσην τιμὴν προσδιωρίσθη τὸ μέσον σφάλμα.

Εἰς τὴν ἐκ τῶν μετρήσεων οὕτω προκύπτουσαν καμπύλην προτοῦ συγκριθῆ αὕτη πρὸς τὰς θεωρητικὰς καμπύλας, πρέπει νὰ ἐπενεχθῶσι διορθώσεις τινὲς καὶ δῆ: α'. λόγῳ τῆς πολώσεως, β'. λόγῳ τῶν ἀπορροφῆσεων καὶ γ'. λόγῳ τῶν φαινομένων σχετικότητος.

α'. Πόλωσις.—Εἰς τὴν καμπύλην 5 τῆς ἀμέσως προηγουμένης ἀνακοινώσεως, ἐλήφθη ὡς μονὰς ἐντάσεως

$$I_{\text{κλ.}} = I_0 \frac{e^4}{m^2 c^4 r^2} \cdot \frac{1 + \sin^2 \theta}{2}$$

Ἴνα λοιπὸν συγκριθῶσι τὰ ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων πρὸς τὰς θεωρητικὰς καμπύλας πρέπει ταῦτα νὰ διαιρεθῶσι διὰ τοῦ $\frac{1 + \sin^2 \theta}{2}$. Ἡ διόρθωσις αὕτη μεταβάλλει τὰς εὐρεθείσας τιμὰς κατὰ 2%.

β'. Ἀπορρόφησις.—Ἡ πρὸς διαφόρους διευθύνσεις σκεδαζομένη ἀκτινοβολία διατρέχει ἐν τῷ πλακιδίῳ διαδρομὰς διαφόρου μήκους, ἀπορροφουμένη οὕτω κατὰ ποσο-

στὸν ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς γωνίας σκεδασμοῦ. Διὰ στοιχειώδους ὑπολογισμοῦ ἀποδεικνύεται ὅτι πρὸς σύγκρισιν μετὰ τῶν θεωρητικῶν καμπυλῶν δεόν αἱ μετρηθεῖσαι τιμαὶ νὰ διαιρεθῶσι διὰ

$$\frac{\sin \vartheta}{1 - \sin \vartheta} \cdot \left(e^{-\mu d} - e^{-\frac{\mu d}{\sin \vartheta}} \right)$$

ἐνθα :

d = πάχος πλακιδίου τοῦ βηρυλλίου

μ = συντελεστῆς ἀπορροφῆσεως.

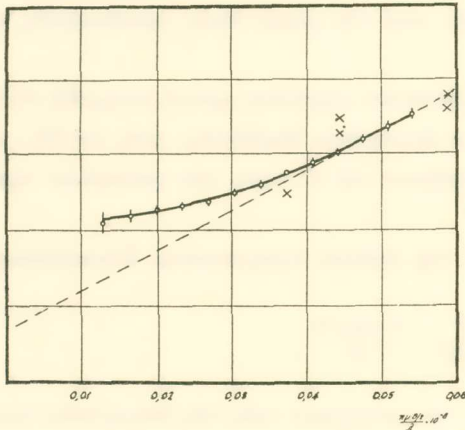
Ἐκ μετρήσεων γενομένων δι' ἀπαριθμητῶν εὐρέθη ὡς συντελεστῆς ἀπορροφῆσεως τῆς ἀκτινοβολίας τοῦ σιδήρου ἐν τῷ βηρυλλίῳ ἡ τιμὴ $\mu = 1,87 \text{ cm}^{-1}$. Δεδομένου ὅτι τὸ πλακίδιον τοῦ βηρυλλίου ἔχει πάχος 2 mm. ἡ διόρθωσις διὰ γωνίας μέχρι 12° εἶναι μικρότερα τοῦ 1%.

γ'. Φαινόμενα σχετικότητας.—Κατὰ τοὺς ὑπολογισμοὺς τοῦ Dirac¹, οἵτινες ἐφαρμόζουσι τὴν θεωρίαν τῆς σχετικότητος ἐπὶ τῆς κουαντικῆς ἠλεκτροδυναμικῆς, πρέπει τὸ κατὰ τοὺς κανόνας τῆς συνήθους κουαντικῆς ἠλεκτροδυναμικῆς ὑπολογισθὲν ἀσύμφωνον τμήμα τῆς σκεδασθείσης ἀκτινοβολίας νὰ πολλαπλασιασθῆ με $1 + 3\alpha(1 - \sin \vartheta)$, ἐνθα

$$\alpha = \frac{h}{cm\lambda} \text{ καὶ } c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sec}}.$$

Ἐν προκειμένῳ ἡ διόρθωσις αὕτη εἶναι τάξεως μεγέθους 0,2% καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀμελητέα.

Ἡ μετὰ τὰς διορθώσεις ταύτας προκύπτουσα καμπύλη ἀποδίδεται ἐν τῷ σχ. 5.



Σχ. 5.— Ἀποτελέσματα μετρήσεων.

Εἰς ἕκαστον σημεῖον σημειοῦται διὰ τμήματος εὐθείας τὸ μέσον σφάλμα. Πρὸς σύγκρισιν προσεκολλήθησαν εἰς τὴν καμπύλην ταύτην εἰς τὰ σημεῖα $\eta \mu \frac{\vartheta}{2} / \lambda = 0,0544$ τὰ ἀποτελέσματα τοῦ Scharwächter ὡς διακεκομμένη γραμμὴ. Ταυτοχρόνως σημειοῦνται διὰ σταυρῶν τὰ συγκεκριμένως ὑπὸ τοῦ Scharwächter μετρηθέντα σημεῖα.

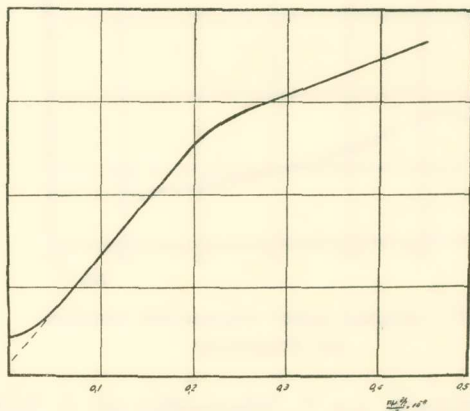
Ὡς ἐκ τοῦ σχήματος ἐμφαίνεται τὰ ἐν τῇ παρουσίᾳ ἐργασίᾳ εὐρεθέντα ἀποτελέσματα τῶν μετρήσεων ὑπὸ μικρᾶς γωνίας

¹ P. A. M. DIRAC, *Proc. Roy. Soc.*, 111, 405, 1926.

§ 4. Συμπεράσματα.

Ἡ καμπύλη τῆς σκεδαζομένης ἀκτινοβολίας δὲν ἐπεκτείνεται εὐθυγράμμως πρὸς τὰς μικρὰς γωνίας, ὡς ὑπὸ τοῦ Scharwächter ὑπετέθη, ἀλλὰ παρουσιάζει σαφῆ κύρτωσιν πρὸς τὰ ἄνω. Ἐκ τῆς μελέτης τῶν μέσων σφαλμάτων προκύπτει ὅτι ἡ κύρτωσις αὕτη εἶναι πραγματική, ἀποκλειομένης τῆς ἐκδοχῆς νὰ προέρχεται αὕτη ἐκ σφαλμάτων μετρήσεως. Ἐπίσης ἀποκλείεται συστηματικὸν σφάλμα ἐξ ἀνεπιθυμητοῦ προσθέτου ἀκτινοβολίας εἰς τὰς μικρὰς γωνίας, διότι αὕτη θὰ ἦτο ἀρκούντως ἐντατική, ὥστε νὰ φανῆ εἰς τὰς ἐκθέσεις τὰς γενομένας ἄνευ Be.

Τὸ σχ. 6 περιλαμβάνει τὴν ὑπὸ τοῦ Scharwächter χαραχθεῖσαν καμπύλην συμπληρωθεῖσαν διὰ τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ληφθέντων διὰ τῆς παρουσίας ἐργασίας. Καίτοι ἡ ἐμφανιζομένη εἰς τὴν περιοχὴν μικρῶν γωνιῶν κύρτωσις εἶναι ὁμοία πρὸς τὴν θεωρητικῶς ἀναμενομένην διὰ τὴν περίπτωσιν οὐδενὸς ἐλευθέρου ἠλεκτρονίου, ἐν τούτοις ἡ ὅλη μορφή τῆς καμπύλης συμφωνεῖ καλλίτερον πρὸς τὴν θεωρητικὴν διὰ δύο ἠλεκτρόνια ἀγωγιμότητος. Εἰς τὸ συμπέρασμα τοῦτο ἀγόμεθα κυρίως ἐκ τῆς



Σχ. 6. — Καμπύλη σκεδασμοῦ ἐπὶ Βηρύλλιον.

καμπῆς, ἣτις παρουσιάζεται εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ $\frac{\eta\mu}{\lambda} = 0,22$, ἐνῶ ἡ καμπὴ αὕτη θὰ ἔπρεπε δι' οὐδὲν ἐλεύθερον ἠλεκτρόνιον νὰ φανῆ εἰς τὴν περιοχὴν τοῦ 0,09.

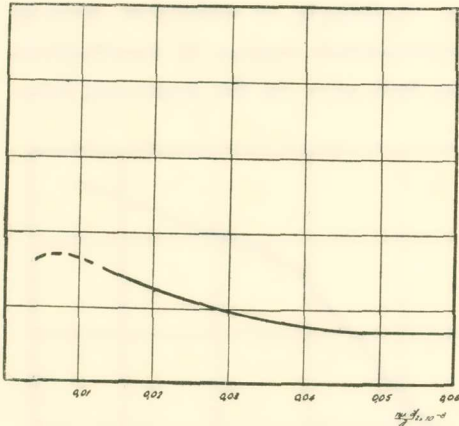
Ἄφοῦ κατὰ ταῦτα τὸ βηρύλλιον ἔχει δύο ἐλεύθερα ἠλεκτρόνια, ἔπεται ὅτι ἡ διαφορά μεταξὺ τῆς θεωρητικῆς καμπύλης καὶ τῆς πειραματικῆς προέρχεται εἴτε ἐκ ξένων προσμίξεων εἴτε διότι δὲν πληροῦνται ἐν τῷ πειράματι ἅπασαι αἱ προϋποθέσεις τῆς θεωρίας. Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ὁ πρόσθετος σκεδασμὸς πρέπει ν' ἀποδοθῆ εἰς τὰς ξένας προσμίξεις (0,03 % Fe), αἵτινες εἶναι κατανεμημένοι ἐν τῷ κρυστάλλῳ καὶ αἵτινες σκεδάζουσιν ὡς ἀέριον ἐξ ἀτόμων σιδήρου. Τοιοῦτον ἀέριον θὰ ἔδιδεν ἀσαφῆ δακτύλιον Debye-Scherrer προερχόμενον ἐκ συμβολῶν τῆς συμφώνως ἀκτινοβολίας ἐπὶ ἀτόμων ἐχόντων κατὰ μέσον ὄρον ὠρισμένην ἀπόστασιν ἀπ' ἀλλήλων.

Ἡ μέση ἀπόστασις Δ ὑπολογίζεται ἐκ τῆς περιεκτικότητος c συμφώνως πρὸς τὴν ἐξίσωσιν $\Delta = c^{-\frac{1}{3}} d$, ἐνθα $d =$ σταθερὰ τοῦ κρυσταλλικοῦ πλέγματος τοῦ Be. Διὰ $d \cong 2,2 + 3,6 \text{ \AA. E.}^1$ ὑπολογίζεται τὸ Δ εἰς 10^{-6} cm. περίπου. Συμφώνως τῷ τύπῳ τοῦ

¹ G. MIEB, *Diss.*, Göttingen, 1921.

Bragg τὸ μέγιστον τῆς ἐντάσεως τοῦ δακτυλίου ἀναμένεται περίπου εἰς γωνίαν διὰ τὴν ὁποίαν $\frac{\eta\mu}{\lambda} = 0,0065$.

Ἡ καμπύλη τῆς διαφορᾶς μεταξὺ θεωρίας καὶ πειράματος ἐν συναρτήσει πρὸς τὴν γωνίαν σκεδασμοῦ (σχ. 7) ἔχει μορφήν, ἣτις θὰ ἐδικαιολογεῖτο διὰ τῆς ὑπάρξεως ἑνὸς τοιούτου δακτυλίου.



Σχ. 7.— Διαφορὰ μεταξὺ πειραματικῆς καμπύλης καὶ θεωρητικῆς.

καθηγητὰς κ. κ. Γ. Ἀθανασιάδην καὶ Δ. Χόνδρον διὰ τὴν διάθεσιν τῶν μέσων πρὸς ἐκτέλεσιν τῆς ἐργασίας ταύτης.

Ἐκ τοῦ Ἐργαστηρίου Φυσικῆς τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

Διὰ παραβολῆς τῆς πειραματικῆς εὐρισκομένης ἐντάσεως σκεδασμοῦ τῶν ἀκτίων X ὑπὸ τοῦ βηρυλλίου πρὸς τὴν θεωρητικῶς ἀναμενομένην καθίσταται δυνατὸς ὁ προσδιορισμὸς τῶν ἀριθμῶν τῶν ἐλευθέρων ἠλεκτρονίων ἐν τῷ μεταλλικῷ πλέγματι. Ἡ μέτρησις τῆς ἀκτινοβολίας ἐγένετο διὰ φωτογραφικῆς μεθόδου.

Τὰ πειράματα ταῦτα, ἅτινα ἀποτελοῦσιν ἐπέκτασιν τῶν ἐρευνῶν τοῦ Scharwächter πρὸς τὴν περιοχὴν μικρῶν γωνιῶν σκεδασμοῦ (μέχρι 2°45'), δεικνύουσιν ὅτι ἐνῶ γενικῶς ἡ καμπύλη τῆς σκεδαζομένης ἐντάσεως συμπίπτει καλῶς πρὸς τὴν θεωρητικὴν καμπύλην διὰ δύο ἠλεκτρόνια ἀγωγιμότητος, ἐν τούτοις εἰς τὰς πολὺ μικρὰς γωνίας παρατηρεῖται κύρτωσις τῆ καμπύλης μὴ συμφωνοῦσα πρὸς τὴν θεωρίαν.

Ἡ κύρτωσις αὕτη ὀφείλεται εἴτε εἰς ξένας προσμίξεις ἐν τῷ βηρυλλίῳ, εἴτε εἰς τὴν μὴ ἐκπλήρωσιν ἐν τῷ πειράματι ὅλων τῶν προϋποθέσεων ἐπὶ τῶν ὁποίων στηρίζεται ὁ θεωρητικὸς ὑπολογισμὸς.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Streuung der Röntgenstrahlen an Beryllium ist von Scharwächter untersucht worden. Durch Vergleich der experimentell gefundenen Win-

kelverteilung mit der theoretisch erwarteten ist die Anzahl der Leitungselektronen zu zwei pro Atom bestimmt worden. Die Berechnung der theoretisch erwarteten Verteilung stützt sich auf die Voraussetzungen, welche im Experiment nicht erfüllt werden, so dass eine Abweichung von der theoretischen Kurve bei kleinen Winkeln zu erwarten wäre.

In der vorliegenden Arbeit sind Streuversuche im Winkelbereich zwischen $\sin \frac{\theta}{\lambda} = 0,013$ und $0,054$ ausgeführt worden, anschliessend an die Messungen Scharwächters, welche sich zwischen $0,04$ und $0,5$ erstrecken. Die erhaltene Kurve schliesst sich gut an seine Resultate, zeigt jedoch bei ganz kleinen Winkeln eine Abweichung von der theoretischen Kurve. Dieser Unterschied kann sowohl den Verunreinigungen des Be wie der Temperaturbewegung der Leitungselektronen im Krystallgitter zugeschrieben werden.

Physikalisches Institut der Universität Athen.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ.—Συγκριτική έρευνα επί της ήλεκτροναρκώσεως και ήλεκτρομεταναρκώσεως τών ιχθύων* υπό Κωνστ. Τζώνη. Άνεκοινώθη υπό κ. Σπυρίδωνος Δοντά.

Έάν διαβιβασθῆ δι' ύδατος έντός τοῦ όποίου πλέουσιν ιχθεις ήλεκτρικόν ρεύμα ώρισμένης δασύτητος, τότε οί ιχθεις οὔτοι χάνουσι τήν ίσορροπίαν και τήν κινητικότητα των και κείνται επί τῆς μιᾶς πλευρᾶς ἢ σπανιώτερον άναστρέφονται, εὐθύς δὲ μετά τήν διακοπήν τῆς διαβιβάσεως τοῦ ήλεκτρικοῦ ρεύματος επανέρχονται εἰς τήν προτέραν φυσιολογικήν των κατάστασην. Τό φαινόμενον τοῦτο παρετήρησεν τό πρώτον ό Mach¹. Μετά τινα ἔτη βραδύτερον ό Hermann² άνεκοίνωσεν ότι μόνον τό ρεύμα τῆς άνόδου³ δρᾷ παραλυτικῶς ένῶ άντιθέτως τῆς καθόδου δρᾷ διεγερτικῶς. Τήν αὐτήν γνώμην μετέπειτα διετύπωσαν και οί Blasius und Schweizer⁴, παρατηρήσαντες πρὸς τοῦτο ότι ἡ άνοδος πλὴν τῆς άπωλείας τῆς κινητικότητος τών ζώων προκαλεῖ και άπώλειαν τῆς αἰσθητικότητός των εἰς έξωτερικά έρεθίσματα ό,τι ακριβῶς συμβαίνει με τὰ χημικά ναρκωτικά μέσα, όνομάσαντες ως εκ τούτου τό φαινόμενον αὐτό γαλβανονάρκωσιν, ως προκαλούμενον διὰ τοῦ γαλβανικοῦ ρεύματος. Ό

* KONST. TZONIS. — Vergleichende Untersuchungen über Elektronarkose und Elektrometanarkose bei Fischen.

¹ MACH, E., Lehre von den Bewegungsempfindungen. Leipzig, Wilhelm Engelmann 1875.

² HERMANN, L., Pflügers Arch. 37, 457, (1885).

³ Γράφοντες έν τῇ παρούσῃ έργασία ρεύμα άνόδου ἢ άνοδον, έννοοῦμεν τήν περίπτωσην καθ' ἣν οί ιχθεις εἶναι προσανατολισμένοι με τήν κεφαλήν πρὸς τήν άνοδον και τήν οὐράν πρὸς τήν κάθodon ἢ και πάλιν ρεύμα καθόδου ἢ κάθodon έννοοῦμεν τόν αντίθετον προσανατολισμόν τοῦ ιχθύος.

⁴ BLASIUS, E. UND SCHWEIZER, F., Pflügers Arch. 53, 493, 1893.