

ἀπεκκρινόμενου Ροδανικοῦ ὀξέος ἐλαττοῦται, ἐνῶ τοῦναντίον αὐξάνεται ἡ ἑκατοστιαία σχέσις αὐτοῦ πρὸς τὸ ἀπεκκρινόμενον Ἐξωτον. Ἡ ἐλάττωσις τοῦ Ροδανικοῦ καλίου κατὰ τὴν νηστείαν καὶ ἡ μὴ τελεία ἐξαφάνισις αὐτοῦ ἐξ αὐτῶν, ἀποδεικνύει ὅτι ἡ εἰς τὰ οὖρα ἀπεκκρινόμενη ποσότης τοῦ Ροδανικοῦ καλίου ἀποτελεῖται ἐκ δύο παραγόντων: τοῦ διὰ τῶν τροφῶν εἰσαγομένου τοιούτου, καὶ τοῦ κατὰ τὴν ἐνδιάμεσον ἐναλλαγὴν παραγομένου. Ἐφ' ἑτέρου ἡ σχετικὴ αὐξήσις αὐτοῦ πρὸς τὸ ἀπεκκρινόμενον Ἐξωτον κατὰ τὴν νηστείαν, ἀποδεικνύει ὅτι σχηματίζεται, κατὰ τὴν ἐνδιάμεσον ἐναλλαγὴν τῆς ὕλης, σχετικῶς μεγαλύτερα ποσότης ὑδροκυανικοῦ ὀξέος.

ΦΥΣΙΚΗ.— Die Absorption der Höhenstrahlen in dicken Schichten*.

Erster Teil: Absorptionsversuche an Eisen, von *Kessar Alexopoulos*.

Ἀνεκρινώθη ὑπὸ κ. Ζέγγελη.

1. *Einleitung.*— Die Frage nach der Natur der Höhenstrahlen ist bis heute unbeantwortet geblieben. Die Komplexität dieser Strahlen ist derart, dass trotz des ungeheuren experimentellen Materials, welches uns heute vorliegt, eine Einordnung der verschiedenen Strahlengruppen in befriedigender Weise nicht möglich geworden ist. Nach den heutigen Ansichten ist schon die primäre (d. h. aus der Aussenwelt eintreffende) Strahlung inhomogen^{1, 2, 3}. Vermutlich besteht sie sowohl aus Elektronen wie aus schwereren Teilchen (Protonen)⁴, deren Energien über ein breites Spektrum verteilt sind. Eine weitere Verwicklung ergibt sich beim Durchtritt der Strahlung durch die Atmosphäre, indem durch Zusammenstoß mit Materie Sekundärstrahlen entstehen, welche wieder tertiäre auslösen u. s. w.

Eine der Eigenschaften, welche uns die Verteilung der Höhenstrahlteilchen im Energiespektrum zu bestimmen erlauben, ist die Absorption in Materieschichten. Der Abfall der Höhenstrahlintensität kann mit einer Ionisationskammer oder mit Zählröhren verfolgt werden. Die Messungen jedoch mit der Ionisationskammer oder mit nur *einem* Zählrohr sind nicht leicht zu verwerten, denn wegen des allseitigen Einfalls der Strahlung werden grosse Absorbermassen benötigt, und diese fälschen die Resultate durch die Entstehung grosser Mengen Sekundärteilchen. Bei Verwendung jedoch von drei Zählröhren in einer Linie erreicht man, wenn man nur die Koïnzidenzen der drei Röhren misst, dass ein schmales, fast paralleles Bündel von Strahlen gesondert beobachtet werden kann. Bei dieser Anordnung

* ΚΑΙΣΑΡΟΣ ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΥ.—Ἡ ἀπορρόφησις τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων. Μέρος πρῶτον: Ἐπορρόφησις διὰ μάξης σιδήρου.

ist die benötigte Absorbermasse viel kleiner (Fig. 1), was, durch den Fortfall des grössten Teiles der Sekundärstrahlen, die Deutung der Messungsergebnisse bedeutend erleichtert.

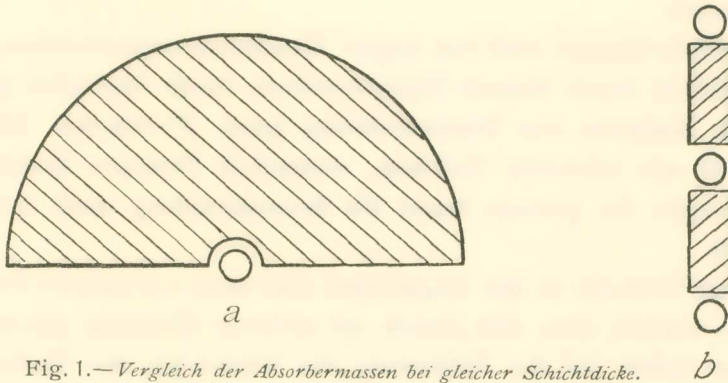


Fig. 1.—Vergleich der Absorbermassen bei gleicher Schichtdicke.

Versuche mit Zählrohrkoinzidenz-Anordnungen zeigen, dass die Höhenstrahlung aus zwei Komponenten besteht, welche sich durch ihr verschiedenes Durchdringungsvermögen unterscheiden. Das Verhältnis der Intensitäten dieser beiden Komponenten ändert sich stark entsprechend der jeweiligen Höhe über Meer. Während z. B. bei 3500 m. ü. M. die weiche, leicht absorbierbare Komponente etwa 40% der Gesamtintensität ausmacht, beträgt sie am Meeresniveau nur noch 20%. Dies rührt davon her, dass sie in der dazwischenliegenden Luftschicht bedeutend stärker absorbiert wird, als die harte Gruppe.

Messungen, welche Auger und seine Mitarbeiter in 3500 m. ü. M.⁵ am Meeresniveau⁶ und unter der Erdoberfläche^{7, 8, 9}, unternahmen, ergaben folgende Resultate: Die weiche Gruppe der Höhenstrahlteilchen wird in den verschiedenen Elementen nicht massenproportional absorbiert, sondern folgt dem Gesetze:

$$\text{Weiche Gruppe} \quad \frac{\mu}{\rho} \cdot A = a \cdot z + b z^2,$$

wobei

$\frac{\mu}{\rho}$ = Massenabsorptionskoeffizient

A = Atomgewicht

z = Kernladungszahl

a, b = Konstanten, bedeuten.

Die Werte für $\frac{\mu}{\rho}$ befinden sich im Gebiete zwischen $6 \cdot 10^{-3}$ (Luft) und $30 \cdot 10^{-3} \text{ Cm}^2 \text{ gr}^{-1}$ (Blei). Die harte Gruppe dagegen scheint für sämtliche Ele-

mente den gleichen Massenabsorptionskoeffizienten zu besitzen und zwar:

$$\text{Harte Gruppe} \quad \frac{\mu}{\rho} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ Cm}^2 \text{ gr}^{-1}.$$

Bei ganz grossen Filterdicken scheint dieser Wert bis auf $0,4 \cdot 10^{-3}$ zurückzugehen.

Die weiche Gruppe wird von Auger³ Elektronen zugeschrieben, welche beim Durchtritt durch Materie Energieverluste durch Ionisation (prop. Z) und durch Emission von Bremsstrahlung (prop. Z^2) erleiden. Die harte Gruppe soll aus schweren Teilchen, vermutlich Protonen bestehen, bei welchen wegen der grossen Masse die Bremsstrahlung stark zurücktritt (d. h. $b = 0$).

Analoge Versuche zu den Auger'schen sind auch von anderen Forschern ausgeführt worden, ohne sich jedoch auf mehrere Elemente auszudehnen. Sie werden später bei der Erörterung der Messungen des Verfassers an jedem einzelnen Element erwähnt. Die vom Verfasser unternommenen Versuche werden sich mit der Nachprüfung der Aussage von Auger befassen, wonach der Massenabsorptionskoeffizient $\frac{\mu}{\rho}$ der harten Gruppe unabhängig von der Kernladungszahl des Absorbers ist.

2. *Experimentelles.*—Die Strahlungsintensität wird mit 3 Geiger-Müller Zählröhren, welche untereinander in einer Reihe angeordnet sind (Fig. 1b), gemessen. Die Zählrohre sind 170 mm lange und 30 mm weite Messingrohre mit Endverschlüssen aus Glas. Die Zentralelektrode ist ein Wolframdraht von 0,1 mm Durchmesser. Die Zählrohre werden mit Luft gefüllt, welche lange Zeit über Phosphorpentoxyd getrocknet wurde. Dem Luftinhalt der Zählrohre sind zur Besserung der Zähleigenschaften Spuren von Alkoholdampf beigemischt¹⁰. Als Ableitwiderstände der Zählröhren werden Flüssigkeitswiderstände verwendet. Sie bestehen aus Glasröhrchen mit eingeschmolzenen Elektroden, und sind mit Äther und einigen Tropfen Alkohol gefüllt, welche tropfenweise zugefügt werden bis der erwünschte Widerstand von 10^9 Ohm erreicht ist. Spätere Nachprüfungen ergaben eine Änderung des Widerstandes von höchstens 30%.

Die für den Betrieb der Zählrohre notwendige Gleichspannung wird durch Umformung, Gleichrichtung und Stabilisation^{11, 12}, aus dem Lichtnetz erhalten. Zur Feineinstellung der Spannung dient ein zusätzliches, unstabiliertes Netzanschlussgerät für ca. 150 Volt in Potentiometerschaltung. Die Netzschwankungen verursachen eine Änderung der Gleichspannung von höchstens ± 10 Volt, welche die Messungen jedoch gar nicht stört.

Der Koinzidenzverstärker ist nach dem System von Rossi¹³ und Gilbert¹⁴ gebaut. Als Verstärkerröhren werden die indirekt geheizten Philips REN914 verwendet, welche bei kleinem Durchgriff eine derartige Steilheit besitzen, dass schon ein relativ kleiner negativer Stoss auf das Gitter den Anodenstrom auf Null bringt. Sämtliche Wechselspannungen (für Anodenspannungen, Heizungen etc.) werden von getrennten Wicklungen des gleichen Transformators entnommen.

Zur Gleichrichtung der Anodenströme dienen schon vorhandene Trioden, bei welchen die Anode mit dem Gitter kurzgeschlossen ist (Fig. 2).

Durch Änderung der Gittervorspannung der Verstärkerröhren wird der Strom in jeder einzelnen Röhre so eingestellt, dass beim gegebenen Widerstand im Anodenstromkreis $R=10^5$ Ohm das Thyatron noch nicht zündet. Nur wenn in allen drei Röhren die Anodenströme gleich-

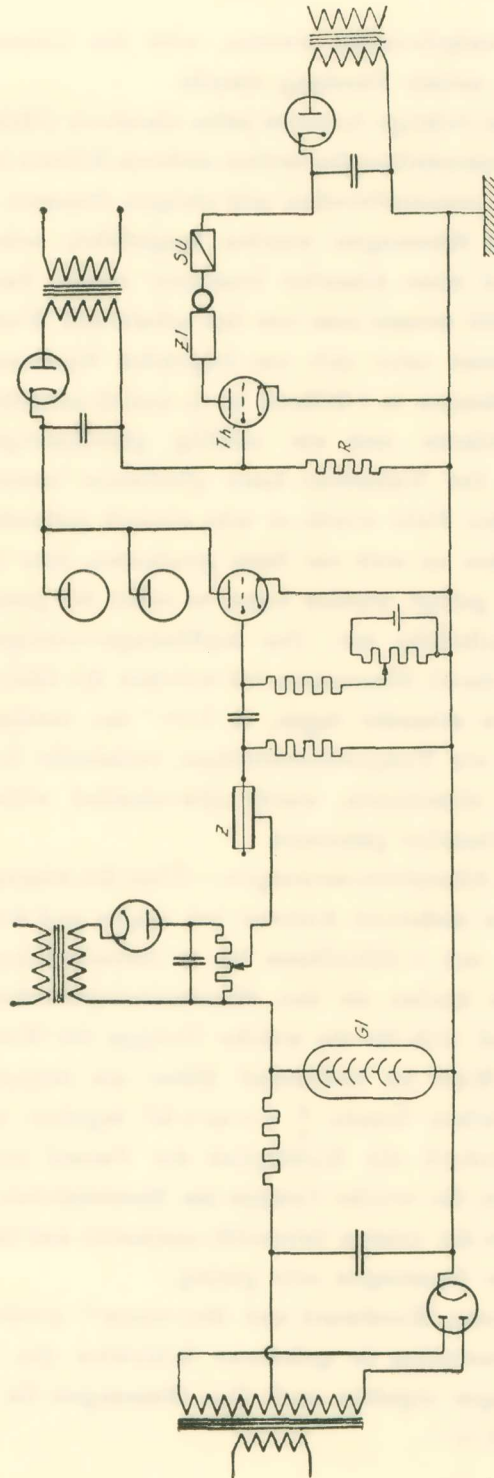


Fig. 2. — Schaltschema der Gleichstromquelle und der Verstärkeranordnung.

G1=Gitterentladungsröhre. Z=Zählrohr. $Z=10^5$ ohm. Th=Gittergesteuerte Gasentladungsröhre (Thyatron). ZI=Zähler. SU=Elektromagn. Stromunterbrecher.

zeitig unterbrochen werden, wird das Gitter des Thyratrons genügend positiv, sodass Zündung eintritt.

Das richtige Arbeiten jedes einzelnen Zählrohres wird durch Abschalten der Anodenströme der beiden anderen Röhren kontrolliert. Diese Anordnung arbeitet ununterbrochen seit einigen Monaten ohne Störungen zu erleiden.

Die Messungen wurden ausgeführt, indem die Koïnzidenzhäufigkeit mit und ohne Absorber bestimmt wurde. Zur Feststellung der absoluten Intensität musste man von den erhaltenen Werten den Nulleffekt subtrahieren. Dieser setzt sich aus folgenden Summanden zusammen: a) zufällige Koïnzidenzen in 3 Röhren b), c), und d) tatsächliche Koïnzidenzen zwischen je 2 Röhren und ein zufällig gleichzeitiges Ansprechen der dritten Röhre. Der Nulleffekt kann gliedweise bestimmt werden¹⁵, aber im vorliegenden Falle wurde er sehr einfach gefunden: Wird nämlich eines der Zählrohre so weit zur Seite geschoben, dass keine Gerade durch alle drei Zähler gelegt werden kann, so stellt die gemessene Anzahl Koïnzidenzen den Nulleffekt dar. Das Auflösungsvermögen der Koïnzidenzapparatur wurde durch Messungen, bei welchen die Zählrohre in sehr grossen Abständen von einander lagen, zu $9 \cdot 10^{-4}$ sec. bestimmt. Um alle systematischen Fehler wie Temperatureinflüsse, eventuelle Änderung der Zählrohrausbeute etc. zu eliminieren, wurde abwechselnd während je 24 Stunden mit und ohne Absorber gemessen.

3. *Absorptionsmessungen.*—Über die Absorption in Eisen liegen Messungen von mehreren Autoren vor. Auger und Rosenberg⁶ massen am Meeresniveau mit 3 Zählröhren bis zu Schichtdicken von 18 cm. Für die harte Gruppe fanden sie den Massenabsorptionskoeffizienten von ca. $0,8 \cdot 10^{-3}$, während sich für die weiche Gruppe der Wert ca. $120 \cdot 10^{-3}$ ergab. Dieser letzte Wert ist bedeutend höher als derjenige, welcher sich aus dem Auger'schen Gesetz $\frac{\mu}{\rho} A = az + bz^2$ ergeben würde. Diese Unstimmigkeit stellt jedoch die Richtigkeit der Formel nicht in Frage, da, wie schon erwähnt, die weiche Gruppe am Meeresniveau nur noch einen kleinen Prozentsatz der totalen Intensität ausmacht und infolgedessen ist die Genauigkeit der Messungen sehr gering.

Street, Woodward und Stevenson¹⁶ sowie Kulenkampf¹⁷ untersuchten die Absorption in grösseren Schichten (bis 92 cm). In Übereinstimmung mit Auger ergaben auch ihre Messungen für die harte Gruppe den Wert $\frac{\mu}{\rho} = 0,8 \cdot 10^{-3}$.

Die vorliegende Messung an Fe bezweckt die Sicherstellung obiger Messungen. Die drei Zählrohre waren untereinander angeordnet in den Abständen von 7 cm und 55 cm von einander. Zwischen dem zweiten und dem dritten lag die Absorberschicht. In der folgenden Tabelle werden die Resultate einer ca. $1\frac{1}{2}$ — monatigen Messreihe wiedergegeben.

TABELLE

Schichtdicke cm.	Relative Intensität und mittl. Fehler	Intensität nach Str., W. und St. sowie Kul.
0	100	100
17	75 ± 6,5	73,5
34	66,5 ± 5,3	63

Für den Massenabsorptionskoeffizienten ergibt sich der Wert $0,9 \cdot 10^{-3}$. In der letzten Kolonne sind die Werte angegeben, welche der Kurve durch die Messpunkte von St. Woodw. und Stevenson, sowie von Kulenkampf entsprechen. Wie man sieht, gibt es eine gute Übereinstimmung.

Die Messungen werden sowohl an anderen Elementen wie an grösseren Absorberschichten fortgesetzt.

Es sei mir an dieser Stelle erlaubt, meinen Dank an die Athener Akademie auszusprechen für die Geldmittel, welche sie mir zum Ankauf einiger Apparate zur Verfügung stellte. Zugleich sei den Herren Professoren G. Athanassiades und D. Chondros für die bereitwillige Zurverfügungstellung des Laboratoriums und der Hilfsmittel bestens gedankt.

Zusammenfassung.— Es wird über eine Apparatur zur Messung der Absorption der Primärteilchen der kosmischen Strahlung berichtet. In guter Übereinstimmung mit den Angaben anderer Autoren ergeben die Messungen für den Massenabsorptionskoeffizienten der «harten Gruppe» in Eisen den Wert $0,9 \cdot 10^{-3} \text{ gr}^{-1} \text{ cm}^2$.

LITERATUR

1. B. ROSSI, *Int. Conf.*, London, p. 180, 1934.
2. A. H. COMPTON und H. A. BETHE, *Nature*, **134**, 734, 1934.
3. P. AUGER, *J. de Ph. et Ra.*, **6**, 225, 1935.
4. P. AUGER, *Comptes rendus*, Paris, **200**, 1747, 1935.
5. P. AUGER, L. LEPRINCE - RINGUET und P. EHRENFEST, *J. de Ph. et Ra.*, **7**, 58, 1936.
6. P. AUGER und A. ROSENBERG, *J. de Ph. et Ra.*, **6**, 229, 1935.
7. P. AUGER und F. BERTEIN, *J. de Ph. et Ra.*, **6**, 253, 1935.
8. P. AUGER und A. ROSENBERG, *Comptes rendus*, Paris, **201**, 1166, 1935.

9. P. AUGER und A. ROSENBERG, *Comptes rendus*, Paris, **202**, 1923, 1936.
10. A. TROST, *Phys. Zs.*, **36**, 801, 1935.
11. K. ALEXOPOULOS, *Naturwissenschaften*, **29**, 462, 1936.
12. K. ALEXOPOULOS, *Praktika der Athener Akad.*, **11**, 359, 1936.
13. B. ROSSI, *Nature*, **125**, 636, 1930.
14. G. GILBERT, *Proc. R. Soc.*, **144**, 559, 1934.
15. A. SCHWEGLER, *Diss.*, Tübingen, 1935.
16. I. C. STREET, R. W. WOODWARD und E. C. STEVENSON, *Phys. Rev.*, **47**, 891, 1935.
17. H. KULENKAMPF, *Phys. Zs.*, **36**, 785, 1935.

ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

Ἡ τελεία ἐξερεύνησις τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων προσκρούει α) εἰς τὸ ὅτι αὐταὶ εἶναι λίαν ἑτερογενεῖς καὶ β) εἰς τὸ ὅτι ἡ σύνθεσις των ποικίλλει ἀναλόγως τῆς ὑπομετρικῆς στάθμης. Διὰ πειραμάτων ἀπορροφῆσεως ἐπὶ ἡθμῶν τινων εὐρέθη ὅτι δυνάμεθα νὰ κατατάξωμεν τὰς κοσμικὰς ἀκτίνας κυρίως εἰς δύο ομάδας, τὴν σκληρὰν καὶ τὴν μαλακὴν. Ὁ συντελεστὴς ἀπορροφῆσεως τῆς σκληρᾶς ομάδος εὐρέθη εὐθέως ἀνάλογος πρὸς τὸν ἀτομικὸν ἀριθμὸν τοῦ ἡθμοῦ ἐνῶ ὁ τῆς μαλακῆς ποικίλλει ἀκολουθῶν νόμον διατυπωθέντα ὑπὸ τοῦ Auger. Ἡ ἀνὰ χεῖρας ἐργασία ἀποσκοπεῖ τὴν ἐπέκτασιν τῶν μετρήσεων ἐπὶ ὅλης σειρᾶς ἡθμῶν πρὸς τελειωτικὴν ἐπαλήθευσιν τῶν ὑπαρχουσῶν θεωριῶν καὶ ἐξακρίβωσιν τῆς πραγματικῆς φύσεως τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων.

Ἐν συνεχείᾳ περιγράφεται συσκευὴ μετρήσεως τῆς ἐντάσεως τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων ἀποτελουμένη ἀπὸ μετρητᾶς ἐν συζεύξει συγχρονισμῶν.

Ἡ μέτρησις τῆς διεισδυτικότητος τῶν κοσμικῶν ἀκτίνων γίνεταί διὰ τοῦ προσδιορισμοῦ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κοσμικῶν σωματίων μετὰ τὴν διέλευσιν διὰ τῶν ἡθμῶν.

Δι' ἡθμοῦς ἐκ σιδήρου μέχρις 34 ἐκ. πάχους εὐρέθη ὁ συντελεστὴς ἀπορροφῆσεως $0,9 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ gr}^{-1}$ ὅστις συμπίπτει μετὰ τῆς ὑπὸ ἄλλων ἐρευνητῶν εὐρεθείσης τιμῆς. Αἱ μετρήσεις ἐπεκτείνονται ἐπὶ παχυτέρων ἡθμῶν ὡς καὶ ἐπὶ ἐτέρων στοιχείων.

ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑ.— Περὶ φωτοχημικῶν ὑδρογονώσεων* ὑπὸ Γεωργίου Καραγκούνη¹.

Διὰ τῆς παρούσης ἐργασίας εὐρέθη νέος τρόπος ὑδρογονώσεως ἐλαιολάδων καὶ ἐν γένει ἐλαίων, ὅστις συνίσταται εἰς τὴν ταυτόχρονον δρᾶσιν ὑπεριωδῶν ἀκτίνων καὶ καταλύτου.

Ἀπὸ πολλῶν ἐτῶν ἤτο γνωστόν, ὅτι ὑπεριώδεις ἀκτῖνες μήκους κύματος 2543 Å διερχόμεναι δι' ἀτμῶν ὑδραργύρου προκαλοῦσιν φθορισμὸν διὰ διεγέρσεως τῶν μορίων αὐτοῦ πρὸς ἀκτινοβολίαν. Ἡ ἀκτινοβολία αὕτη ὀνομάσθη ἀκτινοβολία συντονισμοῦ.

* G. KARAGUNIS. — Über photochemische Hydrierungen.

¹ Τῆς πειραματικῆς βοήθειά τῆς Δδος Ε. Ἀγαλλίδου.