Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung
Nr. 239

Über die relative Helligkeit der Szintillationen von H-Strahlen bei verschiedenen Reichweiten

Von

Elisabeth Kara-Michailova und Berta Karlik

(Mit 4 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juli 1929)

Im Anschluß an frühere Beobachtungen an Szintillationen von α-, respektive H-Strahlen[1] war beabsichtigt, weiterhin den Einfluß der Korngröße des verwendeten Zinksulfids auch auf die relative Helligkeit von H-Szintillationen zu untersuchen. An zweiter Stelle war ein Vergleich der Helligkeit von H- und α-Szintillationen bei gleicher Restreichweite der sie erzeugenden Teilchen geplant. Die Versuche wurden im Magnetfeld vorgenommen. Die Versuchsanordnung war derjenigen, welche früher[2] Verwendung gefunden hatte, ähnlich. Der Apparat[3] (Fig. 1) bestand aus zwei zylindrischen Eisenstücken F von 6 *cm* Durchmesser, die in einem Abstand von 8 *mm* in einem Messingbehälter eingebaut waren, welcher zwischen den Polschuhen eines starken Elektromagneten (zirka 10.000 Gauß Sättigungswert) eingeklemmt wurde. In zirka 8 *mm* Entfernung vom Rande der Polschuhe des Apparats befand sich das Spaltsystem — ein durch Glimmerblättchen sechsfach unterteilter Eisenspalt,[4] 10 *mm* lang und 10×1 *mm* weit. Zwischen Eisenspalt S_1 und Magnetfeld befand sich noch ein etwas größerer Messingspalt. Nach Durchlaufen des Magnetfeldes treten die Strahlen durch einen 8 *mm* langen und 6×2 *mm* weiten Messingspalt S_2 aus. Die der Spaltmitte entsprechende Ablenkung betrug $\varphi_1 = 0 \cdot 303$, während den Spalträndern Ablenkungen von $\varphi_2 = 0 \cdot 279$ und $\varphi_5 = 0 \cdot 326$ zukamen. Der Spalt war durch einen Glimmer von $1 \cdot 28$ *cm* Luftäquivalent, bei manchen Versuchen $1 \cdot 53$ *cm* Luftäquivalent luftdicht verschlossen. Der Zinksulfidschirm befand sich $2 \cdot 5$ *mm* davon entfernt. Zwischen Schirm und Austrittspalt konnten in einer Rille Glimmerblättchen[5] in

[1] B. Karlik, Wiener Ber., IIa, *136*, p. 531, 1927; Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 209. E. Kara-Michailova, Wiener Ber., IIa, *126*, p. 357, 1927; Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 204. Siehe auch B. Karlik und E. Kara-Michailova, Wiener Ber., IIa, *137*, 363, 1928; Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 222.

[2] E. Kara-Michailova, l. c.

[3] Dieser wurde uns leihweise von Frau Dr. Blau und Dr. Rona überlassen, wofür wir bestens danken. Er wird an anderer Stelle näher beschrieben werden.

[4] Bei den früheren Versuchen war der Spalt nur vierfach unterteilt.

[5] Das Luftäquivalent war durch Eichung mit α-Strahlen aus Po, respektive ThC oder RaC bestimmt worden.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

den Strahlengang eingeschoben werden. Der Schirm war auswechselbar in dem Mikroskophälter montiert, welcher mittels Schrauben verschiebbar über dem Spalt fixiert werden konnte. Zentriert wurde mit einem Mikroskop M von größerem Gesichtsfeld, der Mikroskophälter fixiert und dann erst das Vergleichsmikroskop befestigt.

Als Präparate wurden sehr dünnwandige[1] radongefüllte Glaskapillaren verwendet. Dieselben waren auf einem über dem Spaltsystem aufschraubbaren Präparatträger montiert. Als H-Strahlenquelle diente ein Paraffindünnschnitt von zirka 20 μ, auf einem Glimmer von 6 bis 7 *cm* Luftäquivalent, der zur Absorption restlicher α-Strahlen diente. Der Apparat wurde mittels einer Kapselpumpe vorevakuiert

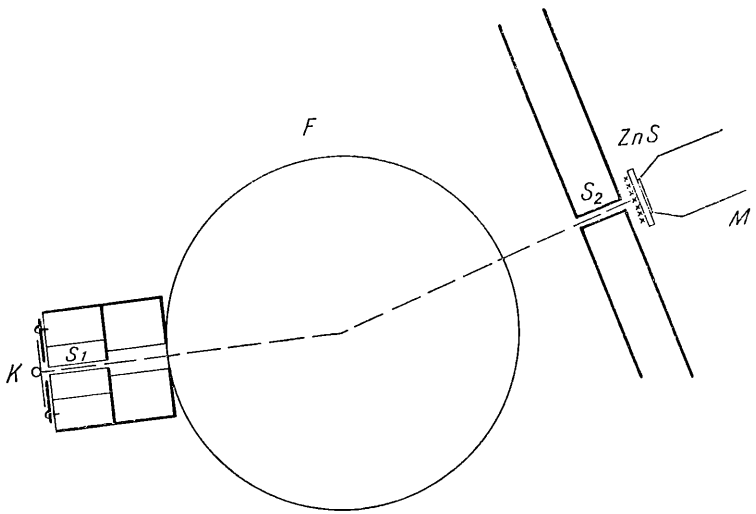

Fig. 1.

und stand während der Dauer des Versuches in Verbindung mit einem durch flüssige Luft gekühlten Kohlerohr. In einem Vorversuch wurde die Änderung der Teilchenzahl bei konstant gehaltenem Magnetfeld und stufenweise erhöhter Glimmerabsorption vor dem Schirm untersucht. Entsprechend dem kleineren $\varphi = 0{\cdot}303$[2] war die Bedingung der Geschwindigkeitshomogenität der im Bild auftretenden Teilchen nicht so gut erfüllt. Zu diesen Zählversuchen wurde das schon früher beschriebene Mikroskop[3] Watson II benützt und zwei Drittel des ganzen Bündels vom Gesichtsfeld erfaßt. Dabei betrug die Teilchenzahl bei Absorption Null zirka 90 pro Minute bei einer Präparatstärke

---

[1] Austretende Reichweite der Strahlen 5 bis 6 *cm*.

[2] Bei den früheren Versuchen war $\varphi = 0{\cdot}41$.

[3] Bestehend aus einem Holoscopic-Objektiv ($n.a = 0{\cdot}70$) und einem 5× Holosokular von Watson (London). Siehe Pettersson-Kirsch, Atomzertrümmerung. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig 1926.

von zirka 30 Millicurie. Da das Gesichtsfeld des Vergleichsmikroskops,[1] mit dem der Helligkeitsvergleich gemacht wurde, aber zirka viermal kleiner war als das des Zählmikroskops, konnte man bei den erreichbaren Präparatstärken nicht zu einer größeren Ablenkung übergehen, sondern mußte sich zu einem Verzicht auf höhere Geschwindigkeits-, respektive Reichweitenhomogenität entschließen. Gearbeitet wurde daher mit einem Strahlengemisch, von dem zirka $77\,^0/_0$ eine Reichweitenschwankung von $\pm 1 \cdot 5\,cm$ aufwiesen. Bei Präparatstärken von zirka 200 Millicurie hatte man genügend Teilchen, um einen Helligkeitsvergleich machen zu können (zirka zwei pro Sekunde im Gesichtsfeld des Vergleichsmikroskops). Die Geschwindigkeitsverteilung der Teilchen im Bild konnte man aus den Apparatkonstanten, der Dispersion, sowie unter der Voraussetzung, daß H-Teilchen im letzten Zentimeter ihrer Bahn vom Zähler nicht mehr

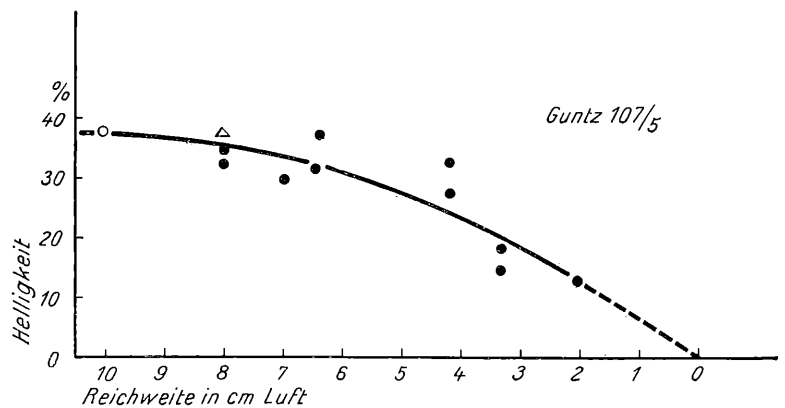

Fig. 2.

vollständig erfaßt werden, berechnen. Nicht berücksichtigt wurde eine Verminderung der Teilchenzahl durch Streuung im Glimmer. Der Verlauf der experimentellen Zählkurven erwies sich als dem berechneten sehr ähnlich. Durch einen Versuch bei konstanter Ablenkung und variablem Magnetfeld konnte man die Grenze der schnellen H-Teilchen bestimmen.

Der Helligkeitsvergleich wurde, wie bei früheren Versuchen, mittels Graugläsern ausgeführt. Als Vergleichsszintillationen wurden solche von α-Strahlen mit $2 \cdot 23\,cm$ Restreichweite verwendet. Der Wirkungsgrad des Leuchtens wurde für jeden Schirm nach jeder Versuchsreihe mittels α-Strahlen bestimmt. Hiebei wurde bei bekannter Restreichweite der Helligkeitsvergleich mittels Graugläser bewerkstelligt oder durch Reichweitenänderung der α-Strahlen das für

[1] E. Kara-Michailova und H. Pettersson, Wiener Ber., IIa, *132*, 163, 1924; Mitt. d. Ra Inst. Nr. 164; es bestand aus einem Vergleichsokular von C. Reichert (Wien) kombiniert mit zwei Watson Holoscopic-Objektiven, $n.a = 0 \cdot 70$.

©Akademie der Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus den Kurven ergibt sich für das Helligkeitsverhältnis $H:\alpha$ Szintillationen bei gleicher Restreichweite der sie erzeugenden Teilchen im Mittel annähernd 1:5, was dem theoretisch zu erwartenden Verhältnis der relativen Ionisation von 1:4 nahe kommt. Man kann wohl annehmen, daß der Szintillationsmechanismus bei H-Strahlen derselbe ist wie für α-Strahlen und daß auch hier die Intensität des Leuchtens in engem Zusammenhang mit der Energieabgabe im Zinksulfid steht.[1] Dies bekräftigt nun auch die früher gezogenen Schlüsse bezüglich der Sichtbarkeit von H-Szintillationen: ein α-Teilchen von bestimmter Geschwindigkeit sollte eine viermal lichtstärkere Szintillation erzeugen als ein H-Teilchen gleicher Reichweite. Liegt die Grenze der guten Zählbarkeit für α-Teilchen bei $v = 4 \cdot 8 \cdot 10^8$ *cm*/sec, so müßte für H-Teilchen $v = 9 \cdot 6 \cdot 10^8$ *cm*/sec gelten, was durch frühere Versuche bestätigt worden ist.[2] Die Sichtbarkeitsgrenze für α-Teilchen[3] wurde bei $v = 2 \cdot 88 \cdot 10^8$ *cm*/sec bestimmt, woraus für H-Teilchen $v = 5 \cdot 74 \cdot 10^8$ *cm*/sec folgen würde. Es war in den oben beschriebenen Zählversuchen aber nicht möglich, so kurze H-Teilchen in zur Beobachtung genügender Menge zu erhalten um die Verluste, sowohl durch Streuung beim Durchsetzen der dicken Glimmer als auch infolge Übersehens[4] von seiten des Beobachters wettzumachen. Daher war eine direkte experimentelle Bestimmung der Sichtbarkeitsgrenze für H-Strahlen nicht möglich.

Zusammenfassung.

Die Helligkeit der Szintillationen von α-Strahlen bestimmter Restreichweite wird, wie frühere Versuche zeigten, in gewissem Maße von dem verwendeten Schirmmaterial beeinflußt. Sie hängt nicht nur von der Güte des Materials, sondern auch von der Korngröße desselben ab. Das α-Teilchen wird beim Durchsetzen einer bestimmten Krystallschicht bei der Erzeugung von Ionen einen gewissen Betrag an Energie verlieren. Dieser Energiebetrag ist, wie schon früher gezeigt werden konnte, für die Helligkeit der Szintillation maßgebend. Ist die Tiefe des Zinksulfidkrystalls größer als die maximale Reichweite des α-Teilchens im Zinksulfid, so wird jeweils die gesamte Energie abgegeben und die Helligkeitskurve wird in Abhängigkeit von der Reichweite denselben Verlauf zeigen wie eine Energiekurve (wobei bei größeren Krystallen noch

[1] B. Karlik, l. c.

[2] E. Kara-Michailova, l. c.

[3] Dieser Wert, zuerst von E. Rutherford bestimmt, erfuhr in letzter Zeit eine gute Bestätigung durch J. Chariton und C. A. Lea, Proc. Roy. Soc., London, A, *122*, 335, 1929.

[4] Es dürfte für das Übersehen von Szintillationen, d. h. Erhöhung der Sichtbarkeitsgrenze auch die Lichtabsorption im Mikroskop verantwortlich gemacht werden. Messungen, welche eine von uns kürzlich gemacht hat (B. Karlik, Verh. d. Deutsch-Phys. Ges., 3. Reihe, 10. Jhrg., Nr. 2, p. 20), zeigen, daß dieselbe keinesfalls zu vernachlässigen ist, insbesondere bei geknicktem Tubus mit total reflektierendem Prisma.

die optische Absorption des Szintillationslichtes im Krystall selbst berücksichtigt werden muß). Ist die vom α-Teilchen durchsetzte Krystallschicht kleiner als die Reichweite des Teilchens, so erhielt man ein Maximum an der Stelle, wo die Reichweite des Teilchens gleich dem Luftäquivalent der Krystalltiefe ist.

Für H-Strahlen sollte man dieselbe Abhängigkeit des Szintillationslichtes von der Krystallgröße erwarten, falls der Umsatz von Teilchen- in Lichtenergie auf dieselbe Weise erfolgt wie bei α-Strahlen. Außerdem müßte bei gleicher Strahlenenergie die Helligkeit einer α-Szintillation viermal größer sein als die einer H-Szintillation. Die in dieser Arbeit beschriebenen Versuche mußten (aus Intensitätsgründen) an Teilchen von einem breiteren Geschwindigkeitsbereich gemacht werden. Untersucht wurden zwei Fraktionen (Korngröße im Mittel 40 bis 50 μ, respektive 7 bis 12 μ) von einer Probe von Zinksulfid Guntz 107. Der Verlauf der Kurven bei großem und kleinem Korn weist dieselben Unterschiede auf wie für α-Strahlen. Als Verhältnis der Helligkeit der Szintillationen von α- und H-Teilchen gleicher Restreichweite ergab sich im Mittel ein Wert von annähernd 1 : 5, während man einen Wert von 1 4 erwartet hätte. Diese Abweichung ist in Anbetracht der erreichbaren Versuchsgenauigkeit nicht so groß, daß dieser Unterschied gegenüber dem theoretisch zu erwartenden Wert als reell aufgefaßt werden müßte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: 138_2a

Autor(en)/Author(s): Kara-Michailova Elisabeth, Karlik Berta

Artikel/Article: Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 239. Über die relative Helligkeit der Szintillationen von H-Strahlen bei verschiedenen Reichweiten. 581-587