

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung

Nr. 164

Über die Messung der relativen Helligkeit von Szintillationen

Von

Elisabeth Kara-Michailova und Hans Pettersson

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1924)

In Betracht der vielfachen Verwendungen der Szintillationsmethode bei radioaktiven Untersuchungen ist es bemerkenswert, wie wenige Angaben über die Helligkeit von Szintillationen vorliegen. Besonders seitdem eine neue Art von Partikeln, die H-Partikeln, aus mit α -Partikeln bombardiertem Wasserstoff oder aus mit demselben Mittel zertrümmerten Atomen Gegenstand von Beobachtungen nach der Szintillationsmethode geworden ist, gewinnt die Frage des Helligkeitsunterschiedes zwischen Szintillationen verschiedenen Ursprungs beträchtlich an Bedeutung.

Die erste Unterscheidung der »natürlichen« H-Partikeln, welche aus Wasserstoff oder Wasserstoffverbindungen in Bewegung gesetzt werden durch Kerntreffer von schnellen α -Partikeln, wurde ermöglicht durch die gegenüber der α -Partikel-Wirkung bedeutend schwächeren Szintillationen, welche bei gleicher restlicher Reichweite von diesen Partikeln erzeugt werden. Im allgemeinen hat dasselbe Charakteristikum, die kleinere Helligkeit der Szintillationen, genügen müssen für die Feststellung der Identität dieser Partikeln. In einer seiner Abhandlungen über die H-Partikeln bemerkt Rutherford, daß die von ihnen herrührenden Szintillationen an Helligkeit (»brighthness«) denen von α -Partikeln ein Paar Millimeter vor dem Ende ihrer Reichweite gleichkommen.¹ Eine direkte Messung der Helligkeit scheint bis jetzt nicht ausgeführt zu sein.

Bei ihrer Untersuchung über die Atomzertrümmerung durch α -Partikeln haben G. Kirsch und H. Pettersson die aus Beryllium, Magnesium und Silizium unter intensiver α -Bestrahlung ausgeschleuderten Atomfragmente aus der Helligkeit ihrer Szintillationen als H-Partikeln erkannt.² Dagegen behaupteten Bates und Rogers, daß dieselben Partikeln tatsächlich α -Partikeln seien, identisch mit den α -Partikeln übernormaler Reichweite, welche sie aus der Strahlungsquelle, Radium C, selbst gefunden zu haben glaubten.³

¹ E. Rutherford, Phil. Mag. (6) 37, p. 568, 1919.

² G. Kirsch und H. Pettersson, Mitt. Ra-Inst. Nr. 160, Wiener Berichte, 132. p. 299, auch Phil. Mag. (6) 47, p. 500, 1924, Nature 112, p. 394, 15. Sept. 1923

L. F. Bates und J. S. Rogers, Nature 112, p. 435, 22. Sept. 1923.

Wie Kirsch und Pettersson in ihrer Erwiderung¹ bemerken, ist ein solcher Irrtum wegen des beträchtlichen Unterschiedes an Helligkeit der beiden Arten von Szintillationen sehr unwahrscheinlich. Es erschien uns jedenfalls sehr erwünscht, diesen Unterschied näher zu untersuchen, womöglich durch einen direkten quantitativen Vergleich.

Versuchsanordnung.

Die bei unseren Messungen benutzte Versuchsanordnung ist schematisch dargestellt in Fig. 1. FOF ist ein sogenanntes Vergleichsokular von der Firma C. Reichert in Wien, mit dem man

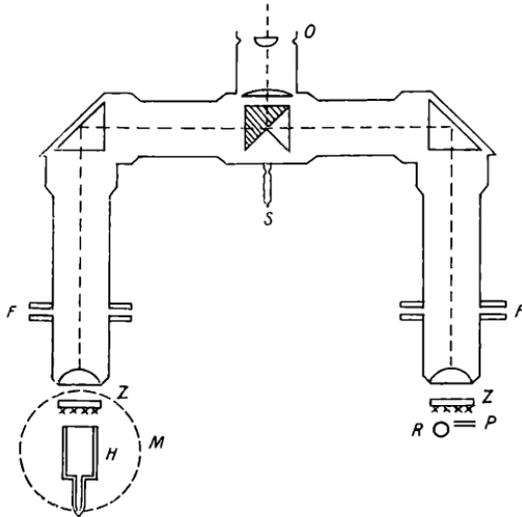


Fig. 1.

die von zwei Mikroskopen gelieferten Bilder direkt in demselben Okular *O* vergleichen kann. Dabei betrachtet man die Bilder entweder gleichzeitig als Halbfeldbilder oder auch in schneller Abwechslung durch Verschiebung der unter *O* angedeuteten kleinen reflektierenden Prismen mittels des Stiftes *S*.

Das Vergleichsokular wurde mit zwei identisch gleichen, sehr lichtstarken Mikroskopobjektiven kombiniert und zwar mit zwei Watson microscopic Objektiven von der Brennweite $f = 16 \text{ mm}$ und numerischer Apertur 0.45 , d. h. denselben Objektiven, womit sowohl Rutherford und Chadwick als auch Kirsch und Pettersson ihre Versuche über Atomzertrümmerung ausgeführt haben. Unter jedes Objektiv wurde je einer von zwei möglichst gleichen Zinksulfidschirmen *Z* angebracht. Der eine Schirm wurde mit α -Partikeln von einem in etwa 7 mm Abstand befindlichen

¹ G. Kirsch und H. Pettersson, Nature 112, p. 687, 10. Nov. 1923.

Poloniumpräparat P bestrahlt; unter dem anderen Schirm wurde die Quelle von H-Partikeln angebracht. Da diese immer eine beträchtliche Menge von Radiumemanation oder von Radium C als Primärstrahlenquelle enthielt, wurde sie zwischen den Polschuhen M eines Leyboldt'schen Magneten angebracht, um die mitausgesandte β -Strahlung von dem Zinksulfidschirm abzulenken. Vermittelt geeignet angebrachter Bleiklötze wurden die Augen des Beobachters gegen die γ -Strahlung des Präparats geschützt. Da sowohl die γ -Strahlung als die nicht vollständig abgelenkte härteste β -Strahlung vom Präparat ein gewisses Hintergrundsleuchten des betreffenden Zinksulfidschirmes hervorrief, wurde unter dem mit Polonium bestrahlten Schirm ein Radiumpräparat R von 30 mg Element in geeignetem Abstand angebracht, um ein entsprechendes Hintergrundsleuchten dieses Schirmes hervorzurufen.

Als Quellen von natürlichen H-Partikeln benutzten wir teils eine dünnwandige, innen mit Paraffin ausgekleidete und mit Radiumemanation beschickte Kapillare, teils ein in Fig. 1 wiedergegebenes Metallgefäß H , ein Stück Messingrohr von 10 mm lichter Weite und 30 mm Länge, unten mit einer kurzen, nach Eintragen der Emanation abgeschmolzenen Zinnkapillare verschlossen, oben mit einem angelöteten Stück Kupferfolie von nur $3\cdot5\text{ cm}$ Luftäquivalent zugedeckt, wodurch die H-Partikeln relativ wenig gebremst ausfliegen konnten. Das Gefäß wurde mit einem Gemisch von reinem Wasserstoff und 33 millicuries Radiumemanation bei Atmosphärendruck gefüllt.

Die von den derart erhaltenen natürlichen H-Partikeln hervorgerufenen Szintillationen wurden mit den Szintillationen von den α -Partikeln des Poloniumpräparates direkt verglichen. Der Unterschied an integraler Lichtstärke erwies sich als sehr beträchtlich, konnte aber nicht durch direkte Messungen bestimmt werden. Dagegen wurde die Flächenhelligkeit der beiden Arten von Szintillationen einem quantitativen Vergleich unterworfen, und zwar dadurch, daß unmittelbar hinter dem Objektiv über dem Poloniumschirm, bei F in der Figur, Graugläser verschiedener Stärke eingeschoben wurden, bis die Szintillationen von den beiden Objektiven angenähert gleiche Helligkeit bekamen. Die Ausmessung der Absorption der einzelnen Graugläser verdanken wir Frau Dr. Marie Bělař, welche dieselbe mittels eines Glan'schen Spektrophotometers im gelbgrünen Licht (mittlere Wellenlänge = $520\text{ }\mu\mu$, entsprechend dem Maximum der Hauptbande des ZnS-Cu-Phosphors) ausgeführt hat. Die so gemessene Absorption darf in erster Annäherung als Maß für das Verhältnis zwischen den Helligkeiten der beiden Arten von Szintillationen gelten.

Die Resultate der Helligkeitsmessungen mit natürlichen H-Partikeln sind in den ersten beiden Horizontalreihen der folgenden Tabelle eingetragen und zeigen, daß für Szintillationen von H-Partikeln aus Paraffin wie aus Wasserstoff praktisch dieselbe

Verhältniszahl der Helligkeit (auf die von Po- α -Partikeln 3 cm von dem Ende ihrer Reichweite bezogen) gefunden wurde. Die Versuche wurden dann wiederholt mit dünnwandigen Quarzkapillaren, gefüllt mit einem Gemisch von trockenem Sauerstoff und Emanation, wo also die auf das Zinksulfid fallenden Partikeln nach Kirsch und Pettersson zertrümmerten Siliziumatomen entstammen sollen. Die Messungen mit zwei verschiedenen Kapillaren sind in der dritten und vierten Horizontalreihe der Tabelle wiedergegeben und zeigen wiederum übereinstimmende Werte mit den bei den Szintillationen von natürlichen H-Partikeln erhaltenen.

Zuletzt wurde ein Dünnschliff aus Quarz oberhalb einer mit 85 millicuries Radium C (Anfangsaktivität) aktivierten Scheibe als Quelle von H-Partikeln aus Silizium benutzt mit einem ganz ähnlichen Resultat (letzte Horizontalreihe der Tabelle).

Tabelle.

Quelle	Aktivität	Rel. Helligkeit
Paraffin+Em.	30 mc	1 : 2·7
Wasserstoff+Em.	33 mc	1 3·0
Quarzspitze 1	25 mc	1 2·8
Quarzspitze 2	27 mc	1 2·6
Ra C+Quarzdünnschliff	85 mc	1 2·7

Ähnliche Messungen wurden auch nach einer etwas abweichenden Methode ausgeführt, wo wir durch beiderseitiges Einschleifen von Graugläsern es eben zum Unsichtbarwerden der beiden Szintillationsarten brachten. Die Resultate waren mit den bei der ersterwähnten Vergleichsmethode erhaltenen übereinstimmend, nur war das Verhältnis der Helligkeiten nach der zweiten Methode etwas höher.

Es dürfte aus den hier mitgeteilten Resultaten hervorgehen, daß die auf die Szintillationen von Polonium- α -Partikeln 3 cm restlicher Reichweite bezogene relative Helligkeit von einerseits Szintillationen der natürlichen H-Partikeln aus Wasserstoff oder Paraffin, andererseits Szintillationen der Atomfragmente, welche mittels α -Partikeln aus Quarz losgesprengt werden, den gleichen Wert haben, woraus man schließen kann, daß die letzterwähnten Partikeln tatsächlich H-Partikeln und jedenfalls keine α -Partikeln sind.

Abnahme der Szintillationshelligkeit gegen Ende der Reichweite der Partikeln.

Die oben beschriebene Versuchsanordnung ist auch für eine vorläufige Untersuchung benutzt worden, um den Zusammenhang zwischen Helligkeit der Szintillationen und Reichweite der erzeugenden α -Partikeln festzustellen. Unter dem einen Objektiv wurde dabei das zu untersuchende Präparat in veränderlichem und auf

Zehntelmillimeter genau abmeßbarem Abstand vom Zinksulfidschirm angebracht, unter dem anderen Objektiv, wie früher das zum Vergleich dienende Poloniumpräparat. Das Hintergrundleuchten des ersterwähnten Schirmes war bei den hier in Betracht kommenden Präparatstärken so unbedeutend, daß von einer Kompensation desselben abgesehen werden konnte.

Das Resultat von mehreren Messungsreihen mit den α -Partikeln von einem Ra C-präparat wird in Fig. 2 wiedergegeben. Die Abszissen entsprechen den Reichweiten, d. h. entsprechend der Absorption des durchflogenen Luftäquivalentes vor dem Auftreffen auf dem

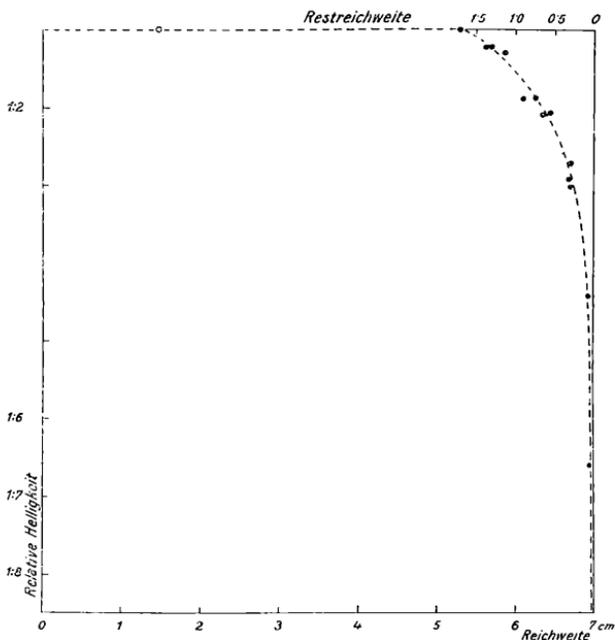


Fig. 2.

Zinksulfidschirm, die maximale Reichweite von 7 *cm* ist durch den vertikalen Strich rechts in der Figur markiert und die von dieser Grenze berechneten restlichen Reichweiten sind oben in der Figur mit gesperrten Ziffern angegeben. Die Ordinaten entsprechen den relativen Helligkeiten, auf die zum Vergleich dienenden Po- α -Szintillationen bezogen. Die bis zum Abszissenwert 5.3 *cm* (1.7 *cm* restliche Reichweite) verlaufende gerade Linie entspricht der praktisch konstanten Helligkeit der Szintillationen von schnellen α -Partikeln. Von da ab fängt die Helligkeit an deutlich abzunehmen und der steile Teil der Kurve vom Abszissenwert 6.5 *cm* ab entspricht dem bekannten rapiden Abfall an Helligkeit in den letzten 5 *mm* der Partikelbahn.

Bekanntlich zeigen auch andere Eigenschaften der α -Partikeln in dem letzten Zentimeter ihrer Bahn einen ähnlichen Verlauf, z. B. die Abnahme an Zahl der Partikeln (nach der Szintillationsmethode bestimmt) sowie das neulich von Rutherford bestimmte Verhältnis der einfach zu den zweifach geladenen Partikeln ($\text{He}^+ : \text{He}^{++}$). Genauere Messungen sind im Gang, um den Verlauf der Helligkeitsabnahme mit den erwähnten Erscheinungen quantitativ vergleichen zu können.

Vorläufige Messungen mit α -Partikeln von Polonium sowie von Thorium C geben Kurven, die im allgemeinen mit der in Fig. 2 wiedergegebenen übereinstimmen.

Es wäre von größtem Interesse, die Abnahme an Helligkeit der von H-Partikeln erzeugten Szintillationen mit der Partikelgeschwindigkeit in ähnlicher Weise zu untersuchen. Die Herstellung eines genügend homogenen Bündels von H-Strahlen stößt aber auf noch ungelöste Schwierigkeiten technischer Art.

Weitere Verwendungsmöglichkeiten der Methode.

Es erscheint möglich, die hier beschriebene Methode auch für orientierende Bestimmung der Art noch unbekannter Partikeln aus der Helligkeit ihrer Szintillationen zu verwenden. Wenn z. B. die öfters erwähnten X_3 -Partikeln wirklich existieren, müßte wohl bei gleicher restlicher Reichweite die Helligkeit ihrer Szintillationen zwischen den für H- und α -Partikeln geltenden Werten liegen. Man könnte demnach ihr Vorhandensein durch eine einfache Messung der relativen Helligkeit der von ihnen erzeugten Szintillationen feststellen. Überhaupt dürfte die gemessene Helligkeit von Szintillationen als ein viertes Kriterium auf Partikelgröße und -geschwindigkeit nebst der elektrischen und magnetischen Ablenkbarkeit sowie des Durchdringungsvermögens bei Untersuchungen auf dem Gebiete der Atomzertrümmerung von einem gewissen Wert sein.

Zusammenfassung.

Es wird eine Methode beschrieben für die Bestimmung der relativen Helligkeit von Szintillationen. Nach dieser Methode ergaben Szintillationen, erzeugt von »natürlichen« H-Partikeln, verglichen mit solchen von α -Partikeln aus Polonium, ein Helligkeitsverhältnis von 1 : 2,7. Ein damit übereinstimmender Wert wurde mit den aus Quarz unter intensiver α -Bestrahlung ausgesandten Partikeln erhalten. Die Identität der letzterwähnten Partikeln mit Wasserstoffkernen erscheint demnach als erwiesen. Ferner wurde die Helligkeitsabnahme von Ra C-Partikeln in den letzten Zentimetern ihrer Flugbahn quantitativ untersucht. Weitere Verwendungsmöglichkeiten der Methode werden angegeben.

¹ E. Rutherford, Phil. Mag. (6) 47, p. 277, 1924.

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: 1924

Band/Volume: [133_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Kara-Michailova Elisabeth, Pettersson Hans

Artikel/Article: [Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 164. Über die Messung der relativen Helligkeit von Szintillationen. 163-168](#)