Zeitschrift: Helvetica Physica Acta
Band: 1 (1928)
Heft: VI

Artikel: Über die Schwankungen des Ionisationseffektes einzelner -Strahlen
Autor: Piccard, A. / Stahel, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-109182

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Über die Schwankungen des Ionisationseffektes einzelner α-Strahlen

von **A. Piccard** und **E. Stahel.**

(26. VI. 28.)

Zusammenfassung. Es werden verschiedene Ursachen untersucht, welche Ionisationsschwankungen der α-Strahlen erzeugen können. Es wird gezeigt, dass keine derselben zur Erklärung der von GREINACHER[1]) und RAMELET[2]) beobachteten Schwankungen ausreicht.

In ihren Publikationen über die neue, rein elektronische Verstärkung verwendende Zählmethode für Korpuskularstrahlen gelangen GREINACHER und RAMELET zu einem sehr interessanten Resultat, das uns zu folgenden Betrachtungen anregt.

Die beobachtete Schwankung der Ionisation individueller α-Strahlen um einige Hundert Prozent innerhalb des untersuchten Reichweitenintervalles ist nach unseren heutigen Anschauungen über α-Strahlen sehr unerwartet. Das Phänomen wäre zwar ohne weiteres erklärlich, wenn die Autoren das Reichweitenintervall auf einige Zehntel μ Luftäquivalent beschränkt hätten; auf diesem Weg würden nämlich nur einige wenige Ionen erzeugt und Schwankungen von einigen Hundert Prozent könnten dann leicht vorkommen. Da aber bei den Versuchen Weglängen von der Grössenordnung von 1 cm verwendet werden, scheidet diese Erklärung aus.

Dass die α-Strahlen sehr homogene Anfangsgeschwindigkeiten haben, ist bekannt (vergl. z. B. IRÈNE CURIE, C. R. 180, 831, 1925; I. CURIE und P. MERCIER, J. de Ph. 7, 289, 1926). Die Erzeugung der verschiedenen Ionenpaare sind ferner elementare Prozesse, welche vom Standpunkt der Wahrscheinlichkeitslehre aus als unabhängig voneinander angesprochen werden müssen. Da pro Zentimeter etwa 40,000 Ionen erzeugt werden, ist dabei nach den Elementen der Wahrscheinlichkeitsrechnung eine mittlere Streuung von der Grössenordnung $^1/_{200}$ zu erwarten.

Es können die von GREINACHER und RAMELET beobachteten Schwankungen also auf jeden Fall nicht Zufallsschwankungen

[1]) H. GREINACHER, Zeitschr. f. Ph. **44**, 319, 1927.
[2]) ED. RAMELET, Helv. Phys. Acta **1**, 296, 1928.

der normalen Ionisation sein. Zu ihrer Erklärung kommt prinzipiell in Betracht:

1. Zufälliges zeitliches Zusammentreffen mehrerer α-Strahlen. Die Ionisation ist dann ein ganzes Vielfaches der normalen, was die Beobachter sofort erkannt hätten.

2. Ablenkung der α-Strahlen um grosse Winkel. Dadurch kann der Weg in der Zählkammer verkürzt und die Ionenzahl verkleinert werden (auch das Gegenteil ist möglich). Die Wahrscheinlichkeit dieser Erscheinung hängt von der Dimension der Kammer ab, ist aber, wenn nicht ganz enge, röhrenförmige Zählkammern verwendet werden, praktisch sehr klein.

3. „Absorption" der α-Strahlen mit Atomzertrümmerung (*N!*). Dieses Phänomen kommt aber wegen seiner grossen Seltenheit kaum in Betracht.

4. Schwankungen von maximal 15% können dadurch entstehen, dass bei Nicht-sättigung die Ausnützung der Ionen eines α-Strahls Funktion ist des Winkels zwischen α-Strahl und elektrischem Feld. Für fast parallele Strahlen wird dieser Effekt aber nur klein sein.

5. Wirkung der Umladung der α-Strahlen. Bekanntlich wechselt die Ladung eines α-Strahles längs seines Weges zwischen 2, 1 oder 0 Elementarladungen, wobei der erste Fall aber weitaus der häufigste ist. Es wäre nun sehr wohl möglich, dass die ionisierende Wirkung eines α-Strahles von seinem Ladungszustande abhängig ist. Die nähere Untersuchung zeigt aber, dass die beobachteten Schwankungen auch durch diese Eigenschaft der α-Strahlen nicht erklärt werden können.

Das diesbezügliche Verhalten der α-Strahlen lässt sich am besten darstellen, indem man für Normalluft die mittlere Weglänge angibt, längs welcher sich der Ladungszustand nicht ändert. Diese Weglänge ist nun, nach Rutherford, abhängig von der Geschwindigkeit und vom Ladungszustand, wie aus folgender Tabelle[1]) zu ersehen ist.

Geschwindigkeit	Mittlere Weglänge für Ladungen		
	$\overset{+\,+}{l_1}$	$\overset{+}{l_2}$	$\overset{0}{l_3}$
$1{,}78 \cdot 10^9$ cm/sec .	2200 μ	11 μ	ca. 1,5 μ
1,45	520	7,8	
0,89	37	5,0	

[1]) Aus Meyer und Schweidler, Radioaktivität, 2. Auflage, S. 112.

Wir müssen drei extreme Fälle unterscheiden:

a) *Die ionisierende Wirkung durch ein doppelt geladenes Teilchen ist weit grösser als diejenige durch einfach oder ungeladene Teilchen.* Das Entscheidende ist die in der Ionisationskammer ausgenützte Weglänge. Damit Änderungen von einigen Hundert Prozent auftreten, muss diese Weglänge von der Grössenordnung einiger l_2 sein, also höchstens $^1/_{10}$ mm in Normalluft.

b) *Die Ionisierung durch einfach geladene Teilchen ist überwiegend.* Dann sieht man, dass starke Schwankungen auftreten können, wenn die Ionisationskammer von der Grössenordnung von l_1, also einigen Millimetern, ist. Diese Alternative scheidet aber aus, weil sie sich bei den WILSON'schen Nebelaufnahmen dadurch gezeigt hätte, dass bei raschen α-Strahlen am Anfang ihrer Bahn knäuelförmige Verdickungen auftreten würden vom mittleren Abstand von 2 mm, was den Beobachtern nicht entgangen wäre.

c) *Die Ionisierung der ungeladenen Teilchen ist überwiegend.* Die Konsequenzen wären dieselben wie im Fall b). Ausserdem würde dies verlangen, dass ein bewegtes H_e-Atom Luftmoleküle ionisiert, die bis 10^{-6} cm seitlich von ihm entfernt sind.

In allen diesen Fällen endlich müssten die Schwankungen längs eines bestimmten Weges bei grossen Geschwindigkeiten, d. h. am Anfang der Bahn, stärker auftreten als bei geringen Geschwindigkeiten, was den Beobachtungen von Herrn RAMELET widerspricht.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass wir unter den bekannten Eigenschaften der α-Strahlen keine gefunden haben, welche die beobachteten Schwankungen in der Ionisation erklären kann.

Endlich möchten wir auf eine Arbeit von G. HOFFMANN[1]) hinweisen, welche im Zeitintervall zwischen den beiden Publikationen von GREINACHER und RAMELET erschienen ist, und in welcher auch die Verteilungsfunktion der Ionenmengen einzelner α-Strahlen bestimmt wurde. Der Unterschied in der Messmethode ist der, dass HOFFMANN auf eine Verstärkung verzichtet und dafür hochempfindliche Elektrometer verwendet; dadurch fallen alle Unsicherheiten der Verstärkung weg.

Wir reproduzieren in folgender Figur die von den Autoren gefundenen Häufigkeitskurven, wobei die Masstäbe so gewählt wurden, dass die Maxima zusammenfallen.

Der Charakter der beiden Kurven ist völlig verschieden. Bei HOFFMANN existiert ein sehr scharfes Maximum und unab-

[1]) G. HOFFMANN, Phys. Zeitschr. **28**, 729, 1927.

hängig davon eine Ionisation, die, der ganzen Versuchsanordnung von HOFFMANN entsprechend, nicht von dem radioaktiven Präparat selbst herrührt, sondern der spontanen Ionisation in der Zählkammer entspricht. Bei GREINACHER und RAMELET hat die Kurve eine Form, welche mit der GAUSS'schen Fehlerkurve grosse Ähnlichkeit hat und die an der Basis fast zwanzigmal breiter ist

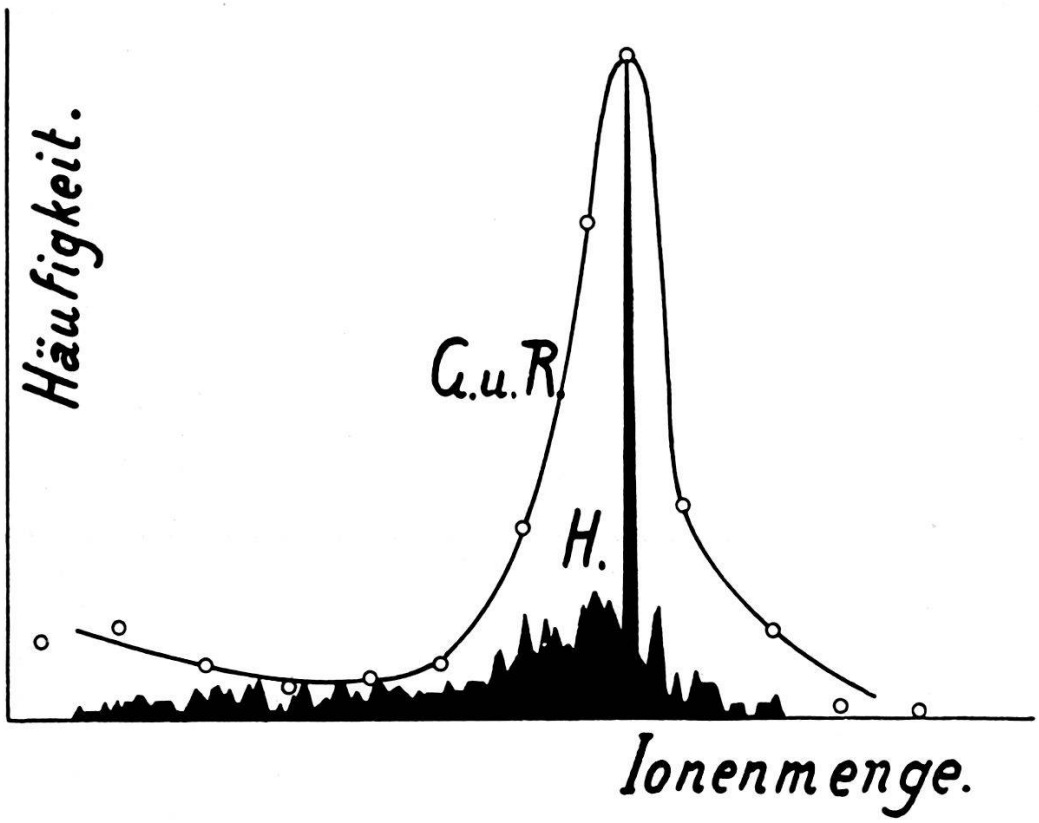

Fig. 1: Vergleich der Verteilungsfunktion nach GREINACHER und RAMELET (G. u. R.) und nach HOFFMANN (H).
Abszissen = Ionenmengen pro Impuls
Ordinaten = Entsprechende Häufigkeiten.

als die entsprechende Kurve von HOFFMANN. Der Widerspruch der beiden Kurven wirft die Frage auf, ob nicht die Verstärkung das an sich scharfe Maximum völlig verwischt hat. Die Tatsache nämlich, dass GREINACHER und RAMELET mit Poloniumstrahlen längs 1 cm Wegstrecke arbeiten, HOFFMANN dagegen mit Radium und Totalausnützung der Strahlen, kann unserer Ansicht nach die Diskrepanz beider Resultate nicht erklären.

Universität Brüssel, Juni 1928.