

Über die Schwankungen des Ionisationseffektes einzelner -Strahlen

Autor(en): **Piccard, A. / Stahel, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **1 (1928)**

Heft VI

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-109182>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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 GREINACHER¹⁾ und RAMELET²⁾ 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 Tabelle¹⁾ zu ersehen ist.

Geschwindigkeit	Mittlere Weglänge für Ladungen		
	++ l_1	+ l_2	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 $\frac{1}{10}$ 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 knäuelartige 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. HOFFMANN¹⁾ 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

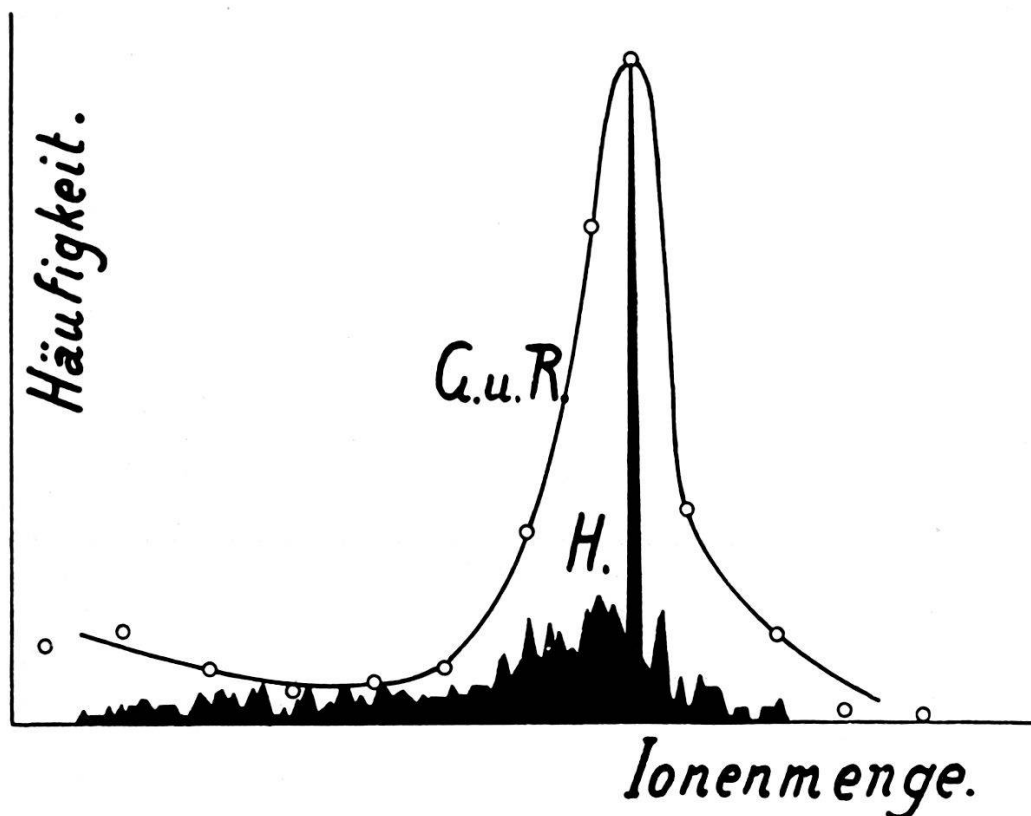


Fig. 1: Vergleich der Verteilungsfunktion nach GREINACHER und RAMELET (G. u. R.) und nach HOFFMANN (H).
Abszissen = Ionenmengen pro Impuls
Ordinaten = Entsprechende Häufigkeiten.

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.