

Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung
Nr. 449

Über eine dem Element 85 zugeordnete α -Strahlung

Von

Berta Karlik und Traude Bernert

(Vorgelegt in der Sitzung am 24. Juni 1943)

(Mit 6 Textfiguren)

Einleitung.

In einer kurzen Veröffentlichung in den „Naturwissenschaften“ (1) haben wir vor einiger Zeit die bisherigen Ergebnisse unserer Versuche mitgeteilt über eine neue natürliche Alphastrahlung aus den kurzlebigen Folgeprodukten der Radiumemanation, die wir dem Element 85 zuschreiben. In der vorliegenden Arbeit soll vor allem der experimentelle Vorgang näher beschrieben und die Versuchsergebnisse ausführlicher besprochen werden. Das Ziel der Versuche war die α -Strahlung zu erfassen, die von dem Isotop 218 des Elementes der Ordnungszahl 85 vermutlich ausgesandt wird, falls dieses durch einen β -Zerfall von Radium *A* entsteht. Da wir durch eine Widerlegung der Versuche von M i n d e r (2), (3) zeigen konnten, daß das Abzweignungsverhältnis für einen solchen dualen Zerfall, wenn dieser überhaupt vorhanden ist, unter 10^{-3} liegt, so berücksichtigten wir vor allem zwei Umstände, um die fraglichen α -Strahlen doch noch erfassen zu können: Wir beschränkten uns zunächst auf das Reichweitengebiet außerhalb der Radium *A*- α -Strahlen (also Reichweite größer als 47 cm) und führten insbesondere die Versuche möglichst rasch nach der Bildung des Radium *A* durch, so daß im Verhältnis zum vorhandenen Radium *A* erst sehr wenig Radium *C'* gebildet worden war. Zur Einschränkung der Reichweite ist zu bemerken, daß nach aller Voraussicht der Kern *Eka I*₈₅²¹⁸ als sehr α -instabil zu erwarten war, also vermutlich eine α -Strahlung großer Reichweite geben würde.

Experimentelles.

Der experimentelle Vorgang war folgender: Mit Hilfe elektrischer Aktivierung wurde in bekannter Weise auf einem kleinen Stahlscheibchen (Durchmesser = 3 mm) durch etwa 15 bis 30 Sekunden hindurch aktiver Niederschlag gesammelt, der zunächst vorwiegend aus Radium A besteht, aus dem sich rasch Radium B, C entwickelt. Das Scheibchen wurde nun so schnell als möglich nach Entfernen der Emanation an eine Ionisationskammer gebracht, an die in Fig. 1 angegebene Stelle. Die Ausblendung war so gewählt, daß die in die Kammer eintretenden Strahlen keine größere Reichweitenverwaschenheit aufwiesen als 2 mm. Die Gesamtabsorption betrug 4,8 cm Luftäquivalent. Der Glimmer G_2 sorgte dafür, daß eine Emanationsseuche des

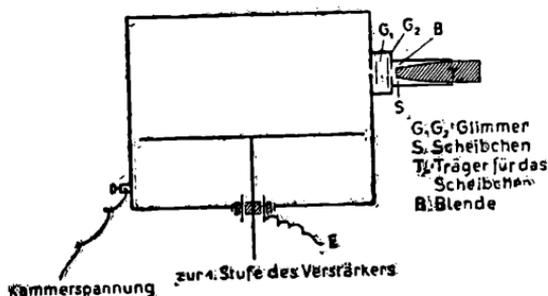


Fig. 1.

Scheibchens nicht wirksam werden konnte. An Stelle des aktivierten Scheibchens wurde bei den späteren Versuchen ein Emanationspräparat gebracht, das folgendermaßen hergestellt wurde: etwa 100 bis 200 MC wurden zunächst hoch gereinigt. Die Emanation wurde zu diesem Zweck nach gewissen Vorreinigungen in einem durch flüssige Luft gekühlten U-Rohr ausgefrozen. Nachdem die unkondensiblen Gasreste abgepumpt worden waren, wurde die Emanation aufgetaut und mit Hilfe eines Pumpgefäßes und Quecksilbers in die in Fig. 2 dargestellte Kapillare gebracht. Es wurde darauf geachtet, daß die Beförderung der Emanation in die Kapillare sofort nach dem Auftauen (Beobachtung des Aufleuchtens) und möglichst rasch erfolgte, um zu verhindern, daß in dieser Zeit größere Mengen aktiven Niederschlages entstehen, obwohl anzunehmen ist, daß die (im Pumpgefäß) während des Hebens des Quecksilberniveaus (ungefähr 20 Sek.) unvermeidlich gebildeten Mengen sich an den Gefäßwänden absetzen, bzw. voraus-

sichtlich noch wirksamer durch den sich kondensierenden Quecksilberdampf abgelagert werden. Dieser Punkt ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Untersuchung des zeitlichen Verlaufes (s. weiter unten). Die Blende *B* diente zur Abschirmung der Kittstellen des Glimmers, in die Emanation eindringen und so zu eingekürzten α -Strahlen Anlaß geben könnte.

Die in die Kammer tretenden α -Strahlen erzeugten in gereinigtem Stickstoff eine ihrer Energie entsprechende Ionenmenge, die mit Hilfe eines Röhrenelektrometers mit kleiner Zeitkonstante gemessen werden konnte. Die Proportionalität wurde mit Hilfe eines Influenzierungsringkondensators geprüft. Die Kontrolle der Sättigung sowie die genaue Eichung der Absorption erfolgte durch Poloniumstrahlen bekannter Reichweite. Die Endstufe des Verstärkers war angeschlossen an einen Schleifenszillographen der Firma Siemens & Halske, der es gestattete, die den einzelnen α -Teilchen entsprechenden Ausschläge der Schleife auf einem Filmstreifen photographisch zu registrieren. Diese Ausschläge wurden ausgemessen.

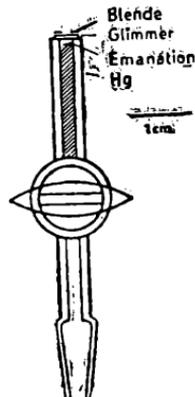


Fig. 2.

Die Versuchsergebnisse.

Bereits die Versuche mit dem aktivierten Scheibchen ergaben neben der Gruppe der Ausschläge, die dem Radium *C'* zuzuordnen waren und an Zahl rasch anstiegen, eine zweite kürzere Gruppe von Ausschlägen, deren Zahl bedeutend langsamer anwuchs (Fig. 3). Um die zeitlichen Verhältnisse dieses Anstiegs genauer erfassen zu können, führten wir die weiteren Versuche mit dem beschriebenen Emanationspräparat aus. Im Gegensatz zu dem Scheibchen, bei dem das Niederschlagen der Aktivität von gewissen unkontrollierbaren Zufälligkeiten abhängt, so daß die Ausgangsverhältnisse Radium *A* zu Radium *C* nicht gut bekannt sind, läßt sich dieses Verhältnis beim Emanationspräparat für jeden Zeitpunkt genau angeben. Es hat außerdem den Vorteil, ein noch viel rascheres Arbeiten zu ermöglichen. Wir sahen zunächst, daß der Anstieg der kurzen Gruppe gut vereinbar mit dem Anstieg von Radium *A* ist. Da aber innerhalb ein und desselben Versuches nur über etwa 3 Minuten beobachtet werden konnte wegen des außerordentlich starken Anwachsens der Radium *C'*-Strahlen, so war der Vergleich mit *RaA* nicht sehr

günstig und ein anderes Verfahren erschien uns bedeutend empfindlicher. Wir bildeten das Verhältnis der Zahl der kurzen Strahlen zu den Radium C'-Strahlen. Dieses ist unabhängig von den jeweils zur Beobachtung gelangenden Teilchenzahlen¹ und gestattet somit nicht nur einen Vergleich verschiedener Versuche untereinander an derselben Kurve, sondern auch die Ausdehnung der Betrachtung auf längere Zeiten dadurch, daß für die späteren Zeitpunkte schwächere Präparate verwendet werden konnten. Das Ergebnis ist in Fig. 4 dargestellt.² Die genaue Auswertung der

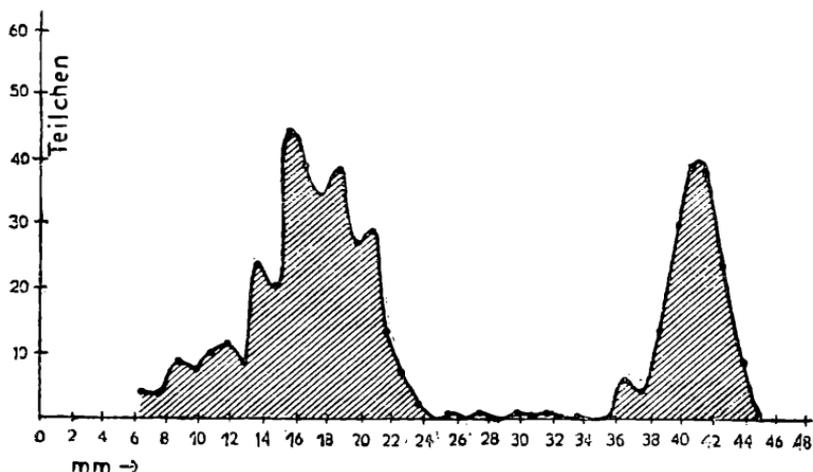


Fig. 3.

Registrierfilme für diese Kurve erfolgte, indem zuerst von einer größeren Anzahl von Teilchen eine Stoßgrößenstatistik gemacht wurde (wie Fig. 3), aus der die Breite der kurzen Gruppe bzw. der Radium C'-Gruppe abgeschätzt werden konnte. Nachdem die entsprechenden Gebiete festgestellt worden waren, wurden für den restlichen Film die Teilchen innerhalb dieser Gebiete einfach

¹ Damit wird eine Fehlerquelle vermieden, die durch das Eindringen von Emanation in die Poren des Kittes entsteht, so daß die absoluten Teilchenzahlen möglicherweise nicht genau den wahren Anstieg wiedergeben. Ferner wurden auch Seucheproben eingeschoben, bei denen kleine Veränderungen der Präparatlage und damit der Ausbeute eintreten können.

² Diese Kurve unterscheidet sich etwas von der in den „Naturwissenschaften“ wiedergegebenen, da dort die oben erwähnte Korrektur für die in den Bereich der kurzen Gruppe gestreuten Radium C'-Strahlen noch nicht angebracht worden ist. Außerdem wurden seither noch größere Teilchenzahlen ausgewertet, insgesamt etwa 15.000.

gezählt. Eine Störung bedeuten die β -Teilchen des Radium *B*, die bei Mehrfachkoinzidenzen ähnliche Stöße wie die α -Teilchen im Bereich der kleinsten Ausschläge hervorrufen. Um dem Rechnung zu tragen, wurde bei ganz zeitlichen Aufnahmen (wenn noch sehr wenig Radium *B* vorhanden) der prozentuelle Anteil der Gesamtgruppe in diesem Bereich ermittelt.

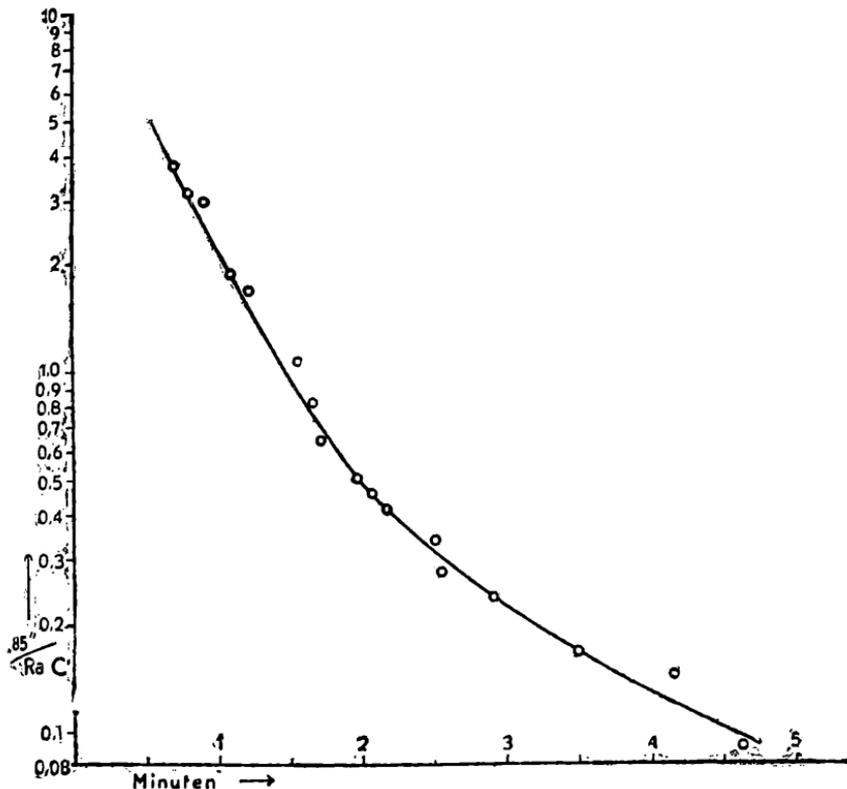


Fig. 4.

Auch die in den Bereich der kurzen Gruppe gestreuten Radium *C'*-Teilchen wurden berücksichtigt. Ihre Zahl wurde durch Kontrollversuche mit Radium *B*, *C*-Präparaten ermittelt, nach dem Absterben des Radium *A*.

Wenn man das Verhältnis der Teilchenzahlen von Radium *A* und von Radium *C'* berechnet, so ergibt sich ein ganz ähnlicher Verlauf. In Fig. 5 ist die zeitliche Veränderung des Quotienten

aus den beiden Kurven wiedergegeben. Man sieht, daß sie sich etwa nach einer Minute nur mehr um einen nahezu konstanten Faktor unterscheiden, während unter einer Minute ein Anstieg des Quotienten vorhanden zu sein scheint. Dies kann nun so gedeutet werden, daß das durch den β -Zerfall von Radium *A* entstehende Isotop des Elementes 85 eine in den Sekunden liegende Halbwertszeit hat, so daß wohl ganz im Anfang ein merkliches Zurückbleiben hinter Radium *A* beobachtet werden kann, bald aber praktisch Gleichgewicht herrscht. Berechnet man beispielsweise den Verlauf der Kurve von Fig. 5 unter der Voraussetzung, daß die Halbwertszeit von 85^{218} 6 Sekunden beträgt, so würden

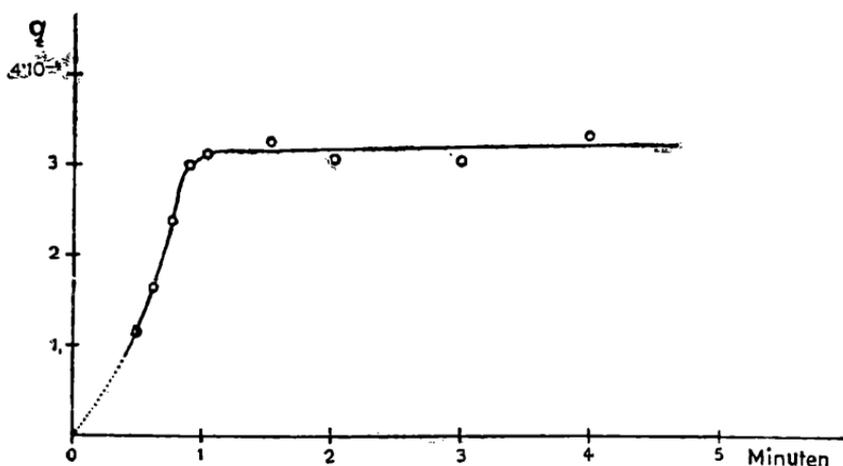


Fig. 5.

nach einer Minute erst etwa 85% des konstanten Wertes erreicht sein. Unsere Kurve steigt noch steiler an, die Halbwertszeit liegt also noch etwas unter 6 Sekunden. Tatsächlich führt die Geiger-Nutall'sche Beziehung (mit Hilfe der weiter unten angegebenen Energie) auf einen Wert von etwa 2 Sekunden. Zu einer weiteren Abschätzung gelangt man auf folgendem Wege: Interpoliert man zwischen den Kurven für die Ordnungszahlen 84 und 86 in dem Diagramm, das (analog dem weiter unten angegebenen Diagramm für die Zerfallsenergien) für die Halbwertszeiten aufgestellt werden kann, so ergibt sich ebenfalls eine Halbwertszeit von etwa 2 bis 4 Sekunden.

Der konstante Faktor nach eingetretenem Gleichgewicht stellt das Abzweignungsverhältnis, d. h. die Zahl der β -Zerfälle

pro α -Zerfall für Radium A dar. ($K.RaA = „85“$, also $K = \frac{„85“}{RaC'} \frac{RaA}{RaC}$. Die Ausdrücke bezeichnen die Teilchenzahl und nicht Atomzahlen.) Es beträgt 3.3×10^{-4} . Daraus berechnet sich eine Halbwertszeit für den β -Zerfall des Radium A von 162 Stunden. L. A. Turner (7.) kommt durch Extrapolation zu einem Wert kleiner als 10 Stunden, doch setzt seine Betrachtung

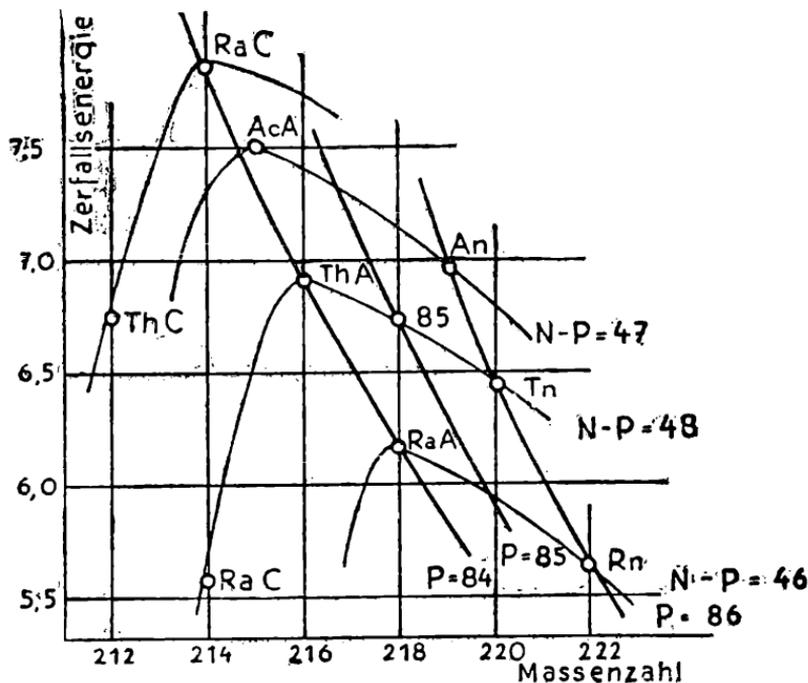


Fig. 6.

ausdrücklich gleiche Sargentkurven für RaA und ThB voraus. Abgesehen davon, daß diese Voraussetzung möglicherweise nicht zutrifft, scheint auch eine solche Extrapolation nicht statthaft, wie an anderer Stelle noch ausführlicher besprochen wird. Eine Abschätzung der Halbwertszeit auf Grund der zu erwartenden β -Energie steht in gutem Einklang mit dem experimentellen Wert.

Die Ionenmenge der dem Element 85 zugeordneten Teilchengruppe wurde mit der den Radium C' -Ausstrahlungen entsprechenden verglichen. Aus der bekannten Reichweite der Radium C' -Teilchen

konnte aus der Ionisation für den Einzelstrahl (10) die extrapolierte Reichweite der α -Strahlen von Element 85 berechnet werden. Sie ergibt sich zu 5'53 cm. Daraus berechnet sich eine Zerfallsenergie von 6,75 MeV. Diese kann man nun eintragen in einem Diagramm (12), in dem die Zerfallsenergien aller bekannten α -Strahler als Funktion der Massenzahl angegeben sind. In Fig. 6 ist ein Ausschnitt daraus wiedergegeben. Wie man sieht, fällt der bei der Massenzahl 218 eingetragene Wert nicht nur ausgezeichnet zwischen die Kurven mit den Ordnungszahlen 84 und 86, sondern auch sehr schön auf die Kurve mit der Neutronen-Protonen-Differenz 48, was wohl als ein weiterer Beweis unserer Deutung anzusprechen ist.

Zusammenfassung.

Es wurden Versuche beschrieben, bei denen eine neue α -Strahlung gefunden wurde. Diese dürfte auf einen dualen Zerfall des Radium *A* zurückzuführen sein, durch den ein äußerst α -instabiles Isotop von der Massenzahl 218 des Elements 85 entstehen würde. Die Reichweite der neuen Strahlung beträgt 5'53 cm, die daraus nach Geiger-Nuttall berechnete Halbwertszeit etwa 2 Sekunden. Eine ähnliche Halbwertszeit ergibt sich aus den Versuchen. Das Abzweignungsverhältnis für den β -Zerfall des Radium *A* beträgt $3,3 \cdot 10^{-4}$.

Literatur.

1. B. Karlik, T. Bernert, Naturw., 31, 298, 1943.
2. W. Minder, Helv. Phys. Acta, 13, 144, 1940.
3. B. Karlik, T. Bernert, Naturw., 30, 685, 1942. — Dieselben, Wiener Ber., 151, 255, 1942.
4. W. Heisenberg, Solvay Kongress, 1934, S. 289.
5. G. Ortner, G. Stetter, Wiener Ber., 142, 485, 1933.
6. Vgl. z. B. Meyer-Schweidler, „Radioaktivität“. Leipzig, 1927, S. 437.
7. L. A. Turner, Phys. Rev., 57, 157, 950, 1940.
8. J. Itoh, Proc. Phys. Soc. Jap., 22, 531, 1940.
9. G. Stetter, W. Jentsche, Phys. Ztschr., 36, 441, 1935.
10. M. St. Livingston, H. A. Bethe, Rev. Mod. Phys., 9, 245, 1937.
11. J. Schintlmeister, Österr. Chemiker-Zeitung, 138, Nr. 17.
Vergl. auch St. Meyer, Wiener Ber., 141, 71, 1932.

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: 1943

Band/Volume: [152_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Karlik Berta, Bernert Traude

Artikel/Article: [Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 449. Über eine dem Element 85 zugeordnete \$\alpha\$ -Strahlung. 103-110](#)