

Abb. 2 zeigt das Spektrum in 4π -Geometrie (beide PZR parallel) im Vergleich mit dem an einem gasförmigen Präparat gewonnenen³. Wie erwartet, sind die Konversionslinien praktisch verschwunden und die Kurvenzüge einander recht ähnlich. Wegen der Absorption energieärmer Teilchen in der Folie ist jedoch das Maximum bei festem Präparat um rd. 5 keV nach niedrigeren Energien verschoben, und Anzeigen bei kleineren Energien sind relativ häufiger. (Die Kurven sind auf gleiche Höhe der Maxima normiert.) Bei gasförmigem Präparat wird oberhalb 46,5 keV praktisch immer die Energie des β -Teilchens, vermehrt um 46,5 keV, angezeigt, so daß hier die Messung die Gestalt des β -Spektrums liefert³. Bei festem Präparat ist das wegen der zu großen Absorption in der Folie noch nicht der Fall. Bei wesentlich dünneren leitenden Folien würden jedoch die beiden Kurven in Abb. 2 sehr viel besser übereinstimmen.

Das beschriebene 4π -PZR sollte somit erstens, wenn die Präparatunterlagen genügend dünn gemacht werden können, zur Messung von β -Spektren bei komplexem Zerfallsschema an festen Präparaten, zweitens zur Messung der Energieverluste von Elektronen in

³ E. Huster, Z. Phys. **136**, 303 [1953].

Zerfallsschema und β -Spektrum des natürlichen Aktiniums

Von Wolfhard Beckmann und E. Huster

Physikalisches Institut der Universität Marburg
(Z. Naturforschg. **10a**, 86–87 [1955]; eingeg. am 6. Dezember 1954)

Nach Messungen von Lecoin, Perey, Riou und Teillac¹ (LPRT) mußte angenommen werden, daß dem β -Zerfall des ^{227}Ac bei einem Teil der Zerfälle ein γ -Übergang von ca. 37 keV folgt. LPRT fanden auf 100 Zerfälle rd. 17 Elektronen (in der Wilson-Kammer bei niedrigem Druck) und 5 Photonen (mit Xe-Zählrohr). Sie deuteten die Elektronen als Konversions-elektronen und die Photonen, deren Energie sie durch selektive Absorption zu etwa 15 keV bestimmten, als der Konversion folgende Röntgenquanten. Nach dem danach vorgeschlagenen Zerfallsschema führen rd. 15% der Zerfälle auf ein angeregtes Niveau des RaAc (^{227}Th) bei 37 keV, 85% gehen auf das Grundniveau. LPRT fanden jedoch keine dem letzteren Übergang entsprechenden β -Teilchen. Für 95% dieser Teilchen mußten sie deshalb Energien unter 3 keV annehmen, obwohl die obere Grenzenergie $E_0 > 37$ keV sein müßte.

Unter diesen Umständen wäre eine Untersuchung des Zerfalls an einem gasförmigen Ac-Präparat im Proportionalzählrohr (PZR) angebracht. Flüchtige Ac-Verbindungen sind uns jedoch nicht bekannt, und für

¹ M. Lecoin, M. Perey, M. Riou u. J. Teillac, J. Phys. et Rad. **11**, 227 [1950].

² W. Beckmann u. E. Huster, Z. Naturforschg. **10a**, 85 [1955]; voranstehend.

dünnen Folien und drittens für Koinzidenzmessungen verwendbar sein.

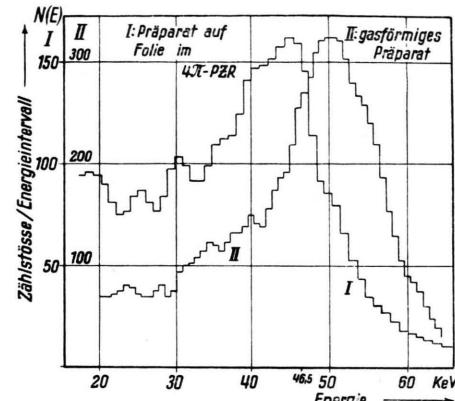


Abb. 2. Energiespektrum des RaD in 4π -Geometrie.

Eine ausführliche Darstellung ist in Vorbereitung.

Den Chemischen Werken Hüls, Marl b. Recklinghausen, und der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für apparative Hilfe.

Versuche zur Chemie solcher Verbindungen war der Ac-Vorrat zu klein. Deshalb wurde das β -Spektrum in dem von uns² beschriebenen 4π -PZR an festen Präparaten auf versilberten Zaponfolien gemessen. (Folienstärke $50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, Kristallgröße im Präparat, mit Insulin als Benetzer hergestellt, kleiner als 0.2μ .)

Anders als beim RaD² ergab sich in 2π - und 4π -Geometrie nahezu die gleiche Form des Spektrums, insbesondere fand sich in 2π -Geometrie keine Andeutung von Konversionslinien, wie sie bei komplexem β -Zerfall zu erwarten wären. Abb. 1 zeigt das Ergebnis in 2π -Geometrie auf der Präparatseite der Folie. (Bei Messungen auf der Folienrückseite oder in 4π -Geometrie findet man wegen der Absorption in der Folie unterhalb 20 keV geringere Teilchenzahlen.) Der aus Abb. 1 unter Annahme eines erlaubten Überganges abgeleitete Kurie-Plot ist gerade von einer Energie von $E \approx 7$ keV ab bis zur oberen Grenzenergie

$$E_0 = (45,5 \pm 1) \text{ keV}.$$

(Freedman et al.³ fanden $E_0 = 0,04$ MeV. Leider war uns der zitierte Bericht nicht zugänglich.) Ob das Spektrum unterhalb 7 keV infolge der Abschirmung des Kernes durch die Hülle von der für den nackten Kern theoretisch geforderten Form abweicht, kann nicht gesagt werden. Eine genauere Messung in diesem Bereich dürfte erst sinnvoll sein, wenn wesentlich dünner leitende Präparatunterlagen und dünnerne Präparate hergestellt sind, so daß Rückstreuung und Ab-

³ M. Freedman, J. May, R. Pairs, W. Ramler u. M. Rusnak, ANL-4380, März 1950 (Classified Report); zitiert nach J. M. Hollander, I. Pearlman u. G. T. Seaborg, Rev. Mod. Phys. **25**, 479 [1953].



sorption zu vernachlässigen sind. — Mit der Halbwertszeit⁴ von 22 a und obigem E_0 folgt $\log ft = 6,9$. Das Spektrum ist danach einfach verboten.

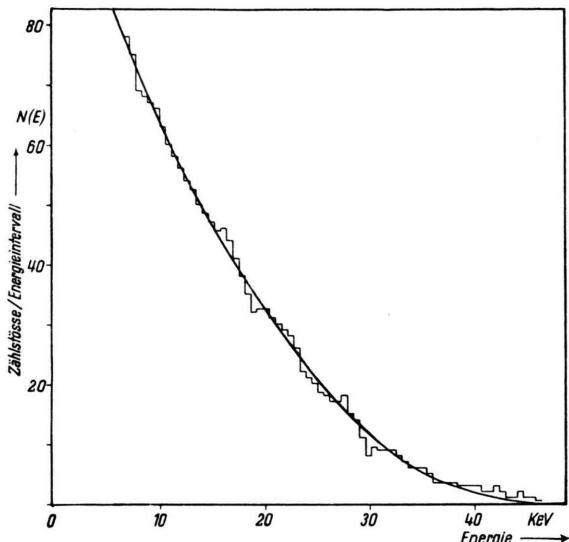


Abb. 1. Das β -Spektrum des ^{227}Ac .

Zumindest für die weitaus überwiegende Zahl der Zerfälle führt also der β -Zerfall des Ac auf den Grundzustand des RaAc. β -Übergang auf ein angeregtes Niveau des Folgekerns für einen geringen Bruchteil der Zerfälle wird indes durch die Messung nicht ausgeschlossen. Zur weiteren Prüfung wurde deshalb die elektromagnetische Strahlung der Ac-Präparate von außen ins PZR eingestrahlt. Es fand sich keine Aneutung einer 37 keV-Strahlung. Das besagt jedoch

⁴ J. M. Hollander u. R. F. Leininger, Phys. Rev. 80, 915 [1950].

Ultrarotes Phosphoreszenzlicht aus Germanium bei tiefen Temperaturen¹

Von R. Keßler

II. Physikalisches Institut der Universität Köln
(Z. Naturforsch. 10a, 87–88 [1955]; eingegangen am 24. Dez. 1954)

Man kühlt einen Germanium-Einkristall, der sich stets im Hochvakuum befindet, auf -183°C ab. Dabei befindet sich die Probe hinter dem Austrittsspalt eines Monochromators. Während der Abkühlung, die in einem Zeitraum von ca. 30 min erfolgt, wird der Kristall mit monochromatischer Lichtenergie durchstrahlt, die mit 15 Hz intermittiert. Die Wellenlänge liegt zwischen 1,9 und $2,8 \mu$, also im Durchlässigkeitsbereich von Germanium jenseits der Bandkante. Erwärmst man die Probe dann wieder mit etwa gleicher Geschwindigkeit, so wird die geringfügige Ab-

noch nicht, daß eine solche Linie nicht existiert. Bei starker Konversion und schwachem Präparat kann sie im PZR kaum nachgewiesen werden. Die der Konversion folgende L-Röntgenstrahlung muß dagegen gerade bei starker Konversion leicht zu messen sein. Die L_α - und L_β -Linien des Th liegen bei 12,9 und 16,3 keV. Statt dieser Linien fanden wir zwei Linien, deren Energien wir durch sorgfältigen Vergleich mit den Röntgenlinien des Cu, Se, Mo, Ag und RaD zu 16,7 und 20 keV bestimmten. (Die Linie bei 20 keV war wesentlich schwächer als die bei 16,7 keV.) Wenn dies überhaupt L-Röntgenlinien eines natürlichen Elementes sind, so kann es sich nur um die L_β - zusammen etwa mit der L_δ -Linie handeln. Wenn diese Linien ohne die L_α -Linien auftreten, so müßte die Konversion fast ausschließlich in der L_{II} -Schale erfolgen, was bei einer M2-Strahlung vielleicht nicht ganz ausgeschlossen wäre. — Überlegungen hierüber erübrigen sich jedoch, soweit sie den Zerfall des Ac betreffen. Die weitere Untersuchung zeigte nämlich, daß die genannten Linien von einem Folgeprodukt des Ac emittiert werden: Die Zahl der pro Zeiteinheit emittierten Quanten steigt mit zunehmendem Alter des Präparats. (Bei frisch hergestellten Ac-Präparaten schätzen wir die Zahl der pro Ac-Zerfall emittierten Quanten für beide Linien zusammen auf höchstens 10% des von LPRT angegebenen Wertes.) Die beiden Linien sind also vermutlich γ -Linien eines Folgeproduktes des Ac. — Um durch die Strahlung des Präparates angeregte K-Röntgenlinien kann es sich nicht handeln, da entsprechende Elemente im Präparat und PZR nicht vorhanden waren.

Nach allen Messungen führt also der β -Zerfall des ^{227}Ac wahrscheinlich ausschließlich auf den Grundzustand des RaAc.

Eine ausführliche Darstellung ist in Vorbereitung.

Herrn Prof. Mattauch und Herrn Prof. Paneth danken wir für die Überlassung des Ac-Präparates und besonders Herrn Dr. Herr für die Abtrennung des Ac aus einem Pa-Präparat des MPI in Mainz.

sorptionsänderung bei der Abkühlung nicht in gleicher Weise rückwärts durchlaufen. Es zeigt sich vielmehr bei allen untersuchten Proben (spez. Widerstände bei 20°C von 42 bis $0,018 \Omega \cdot \text{cm}$, n und p Typ) und jeweils verschiedenen Schichtdicken (bis zu einigen mm) in dem Temperaturintervall von ca. -150°C bis ca. -70°C eine plötzlich einsetzende starke Vergrößerung der als durchgelassen gemessenen Intensität. Es tritt dagegen niemals eine Abnahme der Intensität unter den Wert auf, der einem ungestörten Verlauf entsprechen würde. Die Temperatur- und Zeitfunktion der Intensitätszunahme variiert von Probe zu Probe. Zwei Beispiele seien graphisch dargestellt (Abb. 1).

Diese erhöhte „Durchlässigkeit“ des Germaniums läßt sich in ihrer Größe nicht erklären, sogar wenn man ein vollständiges Verschwinden der Volumenabsorption annimmt. Daß eine Abnahme der Oberflächenverluste (Reflexion und spezielle Absorption) weit unter den nach Fresnel aus n berechneten Wert vorliegt, etwa durch Vergütungseffekte sich ausbildender Ober-

¹ Teilveröffentlichung aus der Dissertation, Philosophische Fakultät der Universität Köln, Kennziffer D 38 (1954).