

Unsere heutigen Kenntnisse über das Element 85 (Ekajod).

Von
B. Karlik.

Aus dem Institut für Radiumforschung der Akademie der Wissenschaften.

(Eingelangt am 9. Mai 1946. Vorgelegt in der Sitzung am 27. Juni 1946.)

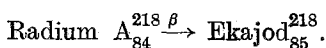
Nach wiederholten erfolglosen Versuchen,¹ das Ekajod in verschiedenen Mineralien nachzuweisen, ist es in den letzten Jahren endlich gelungen, auch dieses Element experimentell zu erfassen. Im folgenden soll ein kurzer Überblick über die bis heute vorliegenden Versuchsergebnisse gebracht werden.

Zunächst haben *D. Hulubei* und *Y. Cauchois*² im Jahre 1939 bei der Untersuchung der selbsterregten Röntgenstrahlung von Radiumemanation und ihren Folgeprodukten mit Hilfe eines sehr lichtstarken Röntgenspektrographen drei Linien gefunden, die dem Element 85 zugeschrieben werden könnten. Nach den weiter unten besprochenen Versuchen, aus denen hervorgeht, daß die hier in Frage kommenden Isotope von 85 nur eine sehr kurze Lebensdauer besitzen und im Verhältnis zu den anderen Zerfallsprodukten nur zu einem sehr geringen Bruchteil entstehen, erscheint es sehr fraglich, ob es sich hier tatsächlich um einen röntgenspektroskopischen Nachweis des Ekajod handelt. Die vorhandene Menge beträgt nur den Bruchteil $3 \cdot 10^{-9}$ der verwendeten Emanationsmenge, d. h. es war bei den genannten Versuchen nur $\sim 6 \cdot 10^{-16}$ g Ekajod vorhanden. Diese so außerordentlich geringe Menge scheint eher dagegen zu sprechen, daß die drei beobachteten Linien tatsächlich dem Ekajod entstammen, doch überblickt man heute die Anregungsverhältnisse der Röntgenspektren unter den Versuchsbedingungen *Hulubeis* noch zu wenig, um ein endgültiges Urteil zu fällen. Jedenfalls kann man wohl bei dem Befund von *Hulubei* und *Cauchois* von einem eindeutigen Nachweis des Ekajod in der Natur nicht sprechen, man kann ihn bestenfalls als einen gewissen *Hinweis* bezeichnen.

¹ *G. Hevesy, R. Hobbie*, Z. anorg. allg. Chem. **208**, 107 (1932). — *E. Buch, Anderson*, Kgl. danske Vidensk. Selsk. XVI/5, 1938.

² C. R. hebdomadaire Séances Acad. Sci. Paris **209**, 39 (1939).

Als nächster glaubte *W. Minder* (Bern, 1940)³ einen Beweis für die Existenz des Elementes 85 dadurch erbracht zu haben, daß er bei der Messung des zeitlichen Anstieges der β -Aktivität der Folgeprodukte der Emanation Abweichungen feststellte gegenüber dem Anstieg, wie er sich auf Grund der bekannten Halbwertszeiten der Emanationsfolgeprodukte berechnet. Er glaubte, aus diesen Abweichungen auf einen β -Zerfall des Radium A (neben dem bekannten α -Zerfall) schließen zu dürfen. Dieser Prozeß würde zu einem Isotop des Elementes 85 führen:



Eine Wiederholung dieser Versuche durch *B. Karlik* und *T. Bernert*⁴ ergab aber, daß der anomale Anstieg bei *W. Minder* durch eine Fehlerquelle, das Mitführen von aktivem Niederschlag (RaB + C), vorgetäuscht worden war.⁵

Im Jahre 1942 unternahmen *A. Leigh-Smith* und *W. Minder*⁶ weitere Experimente zur Auffindung des Elementes 85 in der Thoriumreihe. Es handelte sich dabei um den Versuch einer Abtrennung des Ekajodisotops 216 von dem übrigen aktiven Niederschlag der Thoriumemanation durch Destillation, wobei eine verhältnismäßig langlebige β -Aktivität dieses Körpers vorausgesetzt wurde. Wie an anderer Stelle ausführlich besprochen wurde,⁷ ist für das Isotop 85^{216} eine kurzlebige α -Aktivität zu erwarten, die auch von *B. Karlik* und *T. Bernert* gefunden wurde.⁸ Die von *A. Leigh-Smith* und *W. Minder* angenommene langlebige β -Aktivität ist also weder theoretisch anzunehmen, noch ist sie mit den experimentellen Ergebnissen von *B. Karlik* und *T. Bernert* vereinbar. Das Versuchsmaterial von *A. Leigh-Smith* und *W. Minder* erscheint außerdem wohl unzureichend für weitgehende Schlüsse: von den visuell beobachteten α -Bahns Spuren wurden nur einige in unbefriedigender Weise photographiert, eine einzige Bahn wurde in ihrer ganzen Länge erfaßt und konnte ausgemessen werden. — Eine Überprüfung der Destillationsversuche durch *B. Karlik* und *T. Bernert*⁹ konnte überdies die visuellen Beobachtungen der Schweizer Autoren mit einer empfindlichen objektiven Methode nicht bestätigen.

³ Helv. physica Acta **13**, 144 (1940).

⁴ Naturwiss. **30**, 685 (1942).

⁵ Auch *H. Labhart* und *H. Medicus*, Helv. physica Acta **16**, 225 (1944), zeigten später mit einer andern Versuchsanordnung, daß die von *Minder* behauptete Abweichung vom berechneten Anstieg nicht vorhanden ist.

⁶ Nature (London) **150**, 767 (1942).

⁷ *B. Karlik*, *T. Bernert*, Z. Physik **123**, 51 (1944), Wiener Chemiker-Ztg. **47**, 202 (1944).

⁸ *B. Karlik*, *T. Bernert*, Naturwiss. **31**, 492 (1943).

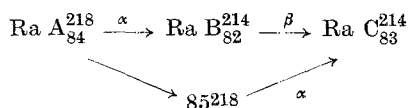
⁹ Naturwiss. **31**, 298 (1943); Z. Physik **123**, 51 (1944); Wiener Chemiker-Ztg. **47**, 202 (1944).

Inzwischen (1940) war *D. R. Corson*, *K. R. McKenzie* und *E. Segrè*¹⁰ die künstliche Herstellung eines Isotops des Elementes 85 geglückt: bei der Bestrahlung von Wismuth mit künstlichen α -Strahlen von 32 eMV Energie wurde eine sekundäre α -Strahlung beobachtet, die die genannten Autoren dem Isotop Ekajod $_{85}^{211}$ zuordnen. Es wurde folgender Prozeß wahrscheinlich gemacht: $\text{Bi}_{83}^{209} (\alpha, 2n) \text{85}^{211} \xrightarrow{\alpha} \text{Bi}_{83}^{207}$. — Chemische Versuche gestatten für den neuen α -Strahler folgende Elemente auszuschließen: Thallium, Blei, Wismut, Polonium und die schweren Elemente bis zum Uran. Andererseits machten eine Reihe von chemischen Reaktionen es wahrscheinlich, daß es sich tatsächlich um Ekajod handelte, obwohl die Eigenschaften des unbekanntes Elementes weniger Halogencharakter hatten, als eine gewisse Verwandtschaft mit dem Polonium zeigten, also Metalloidcharakter trugen. Unter anderem ließ der neue Körper sich als Sulfid ausfällen und wurde von Zink gefällt in schwefelsaurer Lösung. Von Silbernitrat wird er nur sehr unvollständig ausgefällt unter Bedingungen, unter denen Halogene quantitativ gefällt werden. Andererseits läßt er sich mit Jod destillieren aus Kaliumjodid, während das Polonium quantitativ zurückbleibt. Dieses chemische Verhalten kann aber nicht als ein Argument gegen die Deutung als Element 85 gewertet werden, denn ein solches war nach der Stellung des Elementes im periodischen System in gewisser Hinsicht zu erwarten. — Die Frage nach der Existenz des Ekajod in der Natur bleibt aber nach den Versuchen von *Corson*, *McKenzie* und *Segrè* noch weiter offen.

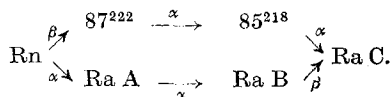
Im Frühjahr 1943 gelang es nun *B. Karlik* und *T. Bernert*¹¹ an den kurzlebigen Folgeprodukten der Radiumemanation eine neue α -Strahlung nachzuweisen, die dem Isotop 85^{218} zugeordnet werden konnte. Wenn man nämlich die Zerfallsenergien sämtlicher natürlicher α -Strahler als Funktion ihrer Massenzahlen aufträgt, so ergeben sich gewisse Gesetzmäßigkeiten. Die Zerfallsenergie des neuen α -Strahlers spricht eindeutig für die Zuordnung zu dem genannten Isotop. Der zeitliche Anstieg der neuen Strahlung erfolgte nach einer kleinen Verzögerung im Anfang mit der Halbwertszeit des Radium A, was sich zwanglos in folgender Weise erklären läßt: Radium A_{84}^{218} verwandelt sich durch β -Strahlung in 85^{218} und dieses Isotop zerfällt mit einer Halbwertszeit von wenigen Sekunden unter α -Emission. Der neue Strahler ist dann sehr bald im Gleichgewicht mit Radium A vorhanden. Eine Halbwertszeit von wenigen Sekunden entspricht der beobachteten Zerfallsenergie. Es liegt also bei Radium A ein dualer Zerfall vor, genau so wie er schon viel früher bei den C-Produkten der drei radioaktiven Reihen beobachtet worden war.

¹⁰ Physic. Rev. 57, 1087 (1940).

¹¹ Naturwiss. 31, 298 (1943); Wien. Ber., Mitt. d. Rad.-Inst. Nr. 449.



Grundsätzlich besteht auch noch die Möglichkeit zu folgender Entstehung:



doch wurde diese durch besondere Versuche ausgeschlossen.¹²

Das Abzweigungsverhältnis $\beta : \alpha$ für das Radium A konnte zu $3 \cdot 10^{-4}$ bestimmt werden. Der Grund dafür, weshalb diese Abzweigung bisher entgangen war, liegt in der Schwierigkeit der Beobachtung einer geringen β -Strahlung neben einer intensiven α -Strahlung. Der Kunstgriff, der die Erfassung der α -Strahlung von 85^{218} gestattet, bestand einerseits in der gewählten Vorabsorption, die die α -Strahlung von Radon und Radium A ausschaltete, andererseits in einem außergewöhnlich raschen Arbeiten, so daß die Beobachtung stattfand, bevor noch merkliche Mengen der weiteren störenden Folgeprodukte angewachsen waren. Der ganze Versuch mußte innerhalb einiger Minuten durchgeführt werden.

Im folgenden konnte dann sowohl in der Thorium-¹³ wie in der Aktiniumreihe¹⁴ je ein neuer α -Strahler festgestellt werden, der in ebenso eindeutiger Weise dem Isotop 85^{216} bzw. 85^{215} zugeordnet werden konnte, das durch analoge β -Umwandlungen aus Thorium A bzw. Aktinium A entsteht. Damit wurden also in Wien insgesamt drei natürliche Isotope des Elementes 85 aufgefunden.¹⁵

Die nachfolgende Tabelle bringt die bisher bekannten radioaktiven Konstanten des Ekajod.

Isotop	Reichweite d. α -Strahlen cm	Zerfallsenergie eMV	Abzweigungsverhältnis	Halbwertszeit
85^{218}	5,53	6,75	1 : 3,000	~ 5 sec
85^{216}	6,84	7,72	1 : 7,500	10^{-6} sec
85^{215}	8,0	8,5	1 : 200 000	10^{-9} sec

Eine Reihe interessanter kernphysikalischer Probleme, die sich aus den angeführten Untersuchungen ergeben, wurde in der Zeitschrift für Physik ausführlich besprochen.

¹² B. Karlik, T. Bernert, Wien. Ber. (Anzeiger), Mitt. d. Inst. f. Rad.-Forsch. Nr. 454a (1945).

¹³ B. Karlik, T. Bernert, Naturwiss. 31, 492 (1943).

¹⁴ B. Karlik, T. Bernert, Naturwiss. 32, 43 (1944).

¹⁵ B. Karlik, T. Bernert, Z. Physik 123, 51 (1944); Wiener Chemiker-Ztg. 47, 202 (1944).