

Abb. 2. Temperaturfunktion der Diffusionskonstanten (gestrichelte Linie nach Booth<sup>7</sup>).

Die Versuche sollen fortgesetzt werden, wobei insbesondere die Sauerstoffabhängigkeit der Xenondiffusion untersucht werden soll.

Wir danken dem Schwedischen Atomkomitee für Unterstützung, der A B Atomenergi (Doz. R.

KISSLING) für Überlassung von reinem  $UO_2$ , dem Reaktorpersonal (Ing. T. PETERSÉN) für Bestrahlungen, Tekn. lic. N. G. VANNERBERG vom Inst. f. anorg. Chemie (Professor C. BROSSET) für RÖNTGEN-Analysen und Fr. I.-M. HAGSTED für elektronenmikroskopische Aufnahmen.

### Zerfallsschema und $\beta$ -Spektrum des Mesothor 1 ( $Ra^{228}$ )

Von G. GOETZE und E. HUSTER

Physikalisches Institut der Universität Marburg

(Z. Naturforsch. 13 a, 796—797 [1958]; eingegangen am 21. Juli 1958)

LEE und LIBBY<sup>1</sup> bestimmten 1939 die Maximalenergie der vom  $MsTh\ 1$  emittierten Elektronen durch Absorptionsmessungen und durch Messung in einem Netzzählrohr im Magnetfeld zu  $53 \pm 4$  keV. Sie ließen es offen, ob dies die obere Grenzenergie eines  $\beta$ -Spektrums oder die Energie von Konversionselektronen einer noch nicht beobachteten  $\gamma$ -Strahlung ist. Die Strahlung des  $MsTh\ 1$  wurde weiterhin von einer französischen Gruppe untersucht. LECOIN, PEREY und TEILLAC<sup>2</sup> fanden 1949 (in der Nebelkammer bei niedrigem Druck) auf 100 Zerfälle 15 Elektronen mit Energien zwischen

1,5 und 18 keV, deren spektrale Verteilung Linien bei 3 und 7 keV und vielleicht bei 12 keV anzudeuten schien. LECOIN, PEREY und RIOU<sup>3</sup> bestätigten den geschilderten Befund. Sie fanden außerdem auf 100 Zerfälle  $4 \pm 1,5$  Photonen von etwa 15 keV. Nach dem von ihnen danach vorgeschlagenen Zerfallsschema führen 15% der Zerfälle auf ein angeregtes Niveau des  $MsTh\ 2$  bei etwa 30 keV, 85% auf den Grundzustand. Unkonvertierte  $\gamma$ -Strahlung wurde nicht gefunden<sup>4</sup>. Die gefundenen Elektronen wurden als Konversionselektronen, die Photonen als der Konversion folgende Ac-L-Quanten gedeutet.  $\beta$ -Teilchen wurden für keinen der beiden Übergänge gefunden, obwohl für den Übergang in den Grundzustand die obere Grenzenergie  $E_0 > 30$  keV sein müßte. Die Verfasser erklären dies damit, daß nahezu alle  $\beta$ -Teilchen Energien unter 1,5 keV haben müßten.

Falls dies zuträfe, müßte der  $\beta$ -Übergang hoch verboten sein. Dem widerspricht jedoch, daß sich mit einer Halbwertszeit von  $T = 6,7$  a und einer Zerfallsenergie

<sup>1</sup> D. D. LEE u. W. F. LIBBY, Phys. Rev. 55, 252 [1939].

<sup>2</sup> P. M. LECOIN, M. PEREY u. J. TEILLAC, J. Phys. Radium 10, 33 [1949].

<sup>3</sup> P. M. LECOIN, M. PEREY u. M. RIOU, J. Phys. Radium 10, 390 [1949].

<sup>4</sup> M. RIOU, Ann. Phys., Paris 8, 535 [1953].



von  $E_0 \approx 50$  keV ein  $\log f t \approx 5,5$  ergibt. Eine Nachprüfung erschien danach angebracht.

Messungen an MsTh 1-Präparaten werden dadurch erschwert, daß das Folgeprodukt MsTh 2 mit seinen viel energiereicheren Strahlungen sich mit einer Halbwertszeit von nur 6,13 h nachbildet. Für die Messung stehen deshalb nur relativ kurze Zeiten zur Verfügung. Andererseits erleichtert dieser schnelle Anstieg oft die Entscheidung, ob ein gefundener Strahlungsanteil zum MsTh 1 oder zum MsTh 2 gehört. So hatte eine Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Photonenstrahlung von MsTh 1-Präparaten durch BECKMANN<sup>5</sup> schon 1954 ergeben, daß die Zahl der RÖNTGEN-L-Quanten, die reines MsTh 1 emittiert, sicher viel kleiner ist als 4 auf 100 Zerfälle, sofern MsTh 1 überhaupt solche Quanten emittiert.

Unsere neueren Messungen mit Präparaten von etwa 0,6 mC bestätigten diesen Befund. Leider enthielten unsere Präparate einen beträchtlichen Anteil an natürlichem Ra<sup>226</sup>. Eine sichere Auswertung war trotzdem möglich. Messungen der Photonenstrahlung mit einem Proportionalzähler an frisch gefällten MsTh 1-Präparaten, die nur MsTh 1, Ra<sup>226</sup> und das in etwa 30 Min. nachgebildete MsTh 2 enthielten, zeigten eine Linie bei etwa 12 bis 13 keV, sonst keinerlei Linien bis herauf zu 80 keV. Vermutlich handelt es sich um eine L-RÖNTGEN-Linie oder um mehrere L-Linien. Extrapoliert man den zeitlichen Anstieg der Strahlungsstärke in diesem Energiegebiet auf den Zeitpunkt der Fällung des Präparates, so erhält man hierfür nur etwa 1,3% der Endaktivität, und das entspricht recht genau dem Beitrag des Ra<sup>226</sup>. Innerhalb der Meßgenauigkeit emittiert das MsTh 1 also keinerlei Photonenstrahlung; sicher aber ist sie, falls doch vorhanden, erheblich schwächer als die französische Gruppe angibt.

Danach war anzunehmen, daß der Zerfall nicht komplex ist, sondern in allen (oder fast allen) Fällen zum

Grundzustand des MsTh 2 führt. Dies wurde durch Messung des  $\beta$ -Spektrums im Proportionalzähler in 2  $\pi$ - und 4  $\pi$ -Geometrie<sup>6</sup> bestätigt. Es fanden sich keine

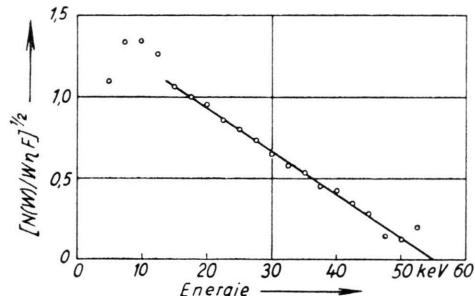


Abb. 1. KURIE-Diagramm des MsTh 1-Spektrums.

Konversionslinien, sondern nur ein einfaches  $\beta$ -Spektrum erlaubter Form. Abb. 1 zeigt das KURIE-Diagramm, welches eine obere Grenzenergie von  $E_0 = 55 \pm 3$  keV ergibt, in guter Übereinstimmung mit dem Wert von LEE und LIBBY. (Das Diagramm zeigt links eine Andeutung der RÖNTGEN-Linie bei 12 keV.) Die Messung des  $\beta$ -Spektrums war durch die  $\alpha$ -Strahlung des beigemengten Ra<sup>226</sup> ziemlich erschwert. Die Fehlergrenzen für  $E_0$  sind entsprechend bemessen.

Den Herren F. G. HOUTERMANS und H. KOPFERMANN danken wir für die Überlassung von MsTh-Präparaten.

<sup>5</sup> WILFRIED BECKMANN, Diplomarbeit, Marburg 1954.

<sup>6</sup> Zur Methode vgl.: WOLFHARD BECKMANN u. E. HUSTEN, Z. Naturforsch. **10 a**, 86 [1955]. — WOLFHARD BECKMANN, Z. Phys. **142**, 585 [1955].

## Härteänderung von Alkalihalogenid-Einkristallen durch Deuteronenbeschuß

Von R. BOCK, E. FUSS und U. SCHMIDT-ROHR

Institut für Physik im Max-Planck-Institut für medizinische Forschung, Heidelberg

(Z. Naturforsch. **13 a**, 797—799 [1958]; eingegangen am 14. Juli 1958)

Durch ionisierende Strahlung wird die Härte von Alkalihalogenid-Einkristallen merklich erhöht. Über diese Härtung wurde an NaCl und KCl schon berichtet<sup>1</sup>. Zur quantitativen Untersuchung dieses Effektes wurden Alkalihalogenid-Einkristalle\* mit Deuteronen von 10 MeV auf einer Meßsonde im Zyklotron bestrahlt, die es gestattet, die Anzahl der aufgefallenen Deutero-

nen absolut zu messen. Die Härte ist meist mit dem Härtemeßgerät Durimet der Firma Zeiß bestimmt worden.

Um Hinweise auf den Mechanismus der Härtung zu erhalten, wurde die Ionisierungsdichte variiert und mit Hilfe von LAUE- und GUINIER-Aufnahmen nach Veränderungen der Gitterstruktur gesucht. Außerdem wurden die Änderungen der Härte und der Verfärbung des Kristalls beim Tempern untersucht.

Abb. 1 zeigt die Härte in Vickers-Einheiten in Abhängigkeit von der Bestrahlungsdosis für verschiedene Alkalihalogenide. Die Härtung ist um so größer, je kleiner die Ordnungszahl der Gitteratome ist. Die für NaCl und KCl bei größten Bestrahlungsdosen gemessenen Werte stimmen mit den von WESTERVELT<sup>1</sup> angegebenen gut überein. Die Änderung der Härte ist bei

<sup>1</sup> D. R. WESTERVELT, Acta Met. **1**, 755 [1953]. — W. H. VAUGHAN, W. J. LEIVO u. R. SMOLUCHOWSKI, Phys. Rev. **91**, 245 [1953].

\* Hersteller der Einkristalle Dr. K. KORTH, Kiel. LiF-Einkristalle aus spektralreinem Ausgangsmaterial wurden uns außerdem von der BASF Ludwigshafen überlassen.