

Messung der Lebensdauer des 8,4 keV-Niveaus von Tm¹⁶⁹

Von D. BLOESS und F. MÜNNICH

Physikalisches Institut der Technischen Hochschule
Braunschweig

(Z. Naturforsch. 18 a, 1028—1029 [1963]; eingegangen am 15. Juli 1963)

Das Niveauschema von Tm¹⁶⁹ wurde experimentell^{1,2} und theoretisch³ ausführlich untersucht. Die ersten angeregten Niveaus dieses Kerns bilden ein Rotationsband, das sich auf dem Grundzustand mit $K=I=1/2$ aufbaut. Der erste angeregte Zustand besitzt daher die Quantenzahlen $K=1/2$, $I=3/2$. Dieser Zustand hat in den letzten Jahren zusätzliche Bedeutung gewonnen für MössBAUER-Experimente^{4,5}. Die Lebensdauer des Zustands wurde von verschiedenen Autoren gemessen, wobei sich jedoch Widersprüche ergaben. Als erste bestimmten BEEKHUIS und DE WAARD⁶ die mittlere Halbwertszeit zu $T_{1/2} = (3,7 \pm 0,5)$ nsec. Im Widerspruch dazu wurden von SCHNEIDER, RUNGE, HATCH und KERLER⁷ und von HAUSER, HATCH, RUNGE, KNISSEL und SCHNEIDER⁸ folgende Werte gemessen: $T_{1/2} = (7 \pm 2)$ nsec bzw. $T_{1/2} = (6,6 \pm 1,0)$ nsec. Dieser Wert schien besser mit Ergebnissen übereinzustimmen, die mit Hilfe des MössBAUER-Effekts gewonnen worden waren, als das Resultat von BEEKHUIS und DE WAARD. Gleichzeitig wurde jedoch von BLECHSCHMIDT, CHRISTIANSEN und HERMSSEN⁹ und von BLECHSCHMIDT¹⁰ die Lebensdauer dieses Niveaus mit Hilfe einer neu entwickelten Meßmethode nochmals bestimmt, wobei sich folgende Werte ergaben: $T_{1/2} = (3,24 \pm 0,17)$ nsec bzw. $T_{1/2} = (3,4 \pm 0,2)$ nsec. Da die von diesen Autoren angewandte Methode völlig neuartig war, bestand die Möglichkeit, daß unbekannte systematische Fehler das Resultat verfälschten.

Vor kurzem wurde nun von LINDSKOG et al.¹¹ mit Hilfe eines β - β -Koinzidenzspektrometers nochmals diese Lebensdauer bestimmt. Der dort gemessene Wert für die Halbwertszeit beträgt in bester Übereinstimmung mit den Ergebnissen in^{6,9} und¹⁰ $T_{1/2} = (3,45 \pm 0,25)$ nsec. Da in der Zwischenzeit der von CHRISTIANSEN entwickelte Parallelplatten-Lawinenzähler gründlich erprobt wurde und gezeigt werden konnte, daß er bei Lebensdauermessungen an sehr tiefliegenden Niveaus entscheidende Vorteile gegenüber den üblichen Detektoren besitzt, wurde hier die Lebensdauer des ersten angeregten Niveaus von Tm¹⁶⁹ nochmals mit diesem Verfahren gemessen. Die Ausgangsstanz bil-

dete im Gegensatz zu den vorangegangenen Messungen nicht Yb¹⁶⁹, sondern Er¹⁶⁹, dessen Zerfallsschema viel einfacher ist, vgl. Abb. 1. Zur Messung wurde ein Koinzidenz-Plattenzähler nach CHRISTIANSEN verwendet, der schematisch in Abb. 2 angegeben ist. Die Folie F besteht aus Hostaphan, das mit Gold bedampft ist. Auf ihr befindet sich als Strahlungsquelle Erbiumchlorid, das nach dem Tropfenverfahren aufgebracht wurde; das radioaktive Erbium selbst wurde erhalten durch Bestrahlung von metallischem Erbium im Reaktor Geest-

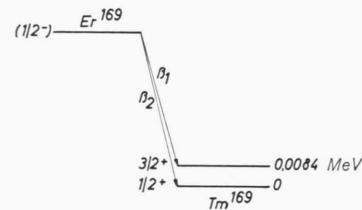


Abb. 1. Zerfallsschema von Er¹⁶⁹.

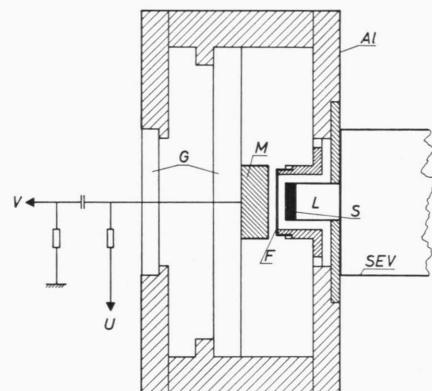


Abb. 2. Schematischer Aufbau des Koinzidenz-Plattenzählers. V = zum Verstärker; U = Hochspannung, 2000 V; G = Glasplatten; M = Messingelektrode; F = Hostaphanfolie; L = Lichtleiter; S = Szintillator NE 102; Al = Aluminiumgehäuse; SEV = Sekundärelektronenvervielfacher 6342 A.

hacht. Die Folie befindet sich in 2 mm Abstand von der Gegenelektrode; der Zähler ist mit reinem Aceton von 100 Torr Druck gefüllt. Die angelegte Hochspannung U beträgt 2000 V, der Zähler arbeitet dann knapp unterhalb des Funkendurchbruchs. Der Plastikkristall

- ¹ E. N. HATCH, F. BOEHM, P. MARMIER u. J. W. M. DU MOND, Phys. Rev. **104**, 745 [1956].
- ² M. C. OLESEN u. B. ELBEK, Nucl. Phys. **15**, 134 [1960].
- ³ B. R. MOTTELSON u. S. G. NILSSON, K. Danske Videnskab. Selskab, Mat.-Fys. Skrifter **1**, no. 8 [1959].
- ⁴ M. KALVIUS, P. KIENLE, K. BÖCKMANN u. H. EICHER, Z. Phys. **163**, 87 [1961].
- ⁵ M. KALVIUS, P. KIENLE, H. EICHER, W. WIEDEMANN u. C. SCHÜLER, Z. Phys. **172**, 231 [1963]. — S. HÜFNER, M. KALVIUS, P. KIENLE, W. WIEDEMANN u. H. EICHER, Int. Meeting on Extranuclear Perturbations in Angular Correlations, Uppsala 1963.

- ⁶ H. BEEKHUIS u. H. DE WAARD, Physica **24**, 768 [1958].
- ⁷ U. SCHNEIDER, K. RUNGE, E. N. HATCH u. W. KERLER, Phys. Verh. **9**, 177 [1961].
- ⁸ U. HAUSER, E. N. HATCH, K. RUNGE, G. KNISSEL u. W. SCHNEIDER, Proc. Gatlinb. Conf. 1961, Publ. 974 Nat. Acad. Sci.; Nat. Res. Council; Washington, D. C. 1962; pag. 230.
- ⁹ H. BLECHSCHMIDT, J. CHRISTIANSEN u. H. P. HERMSSEN, Phys. Verh. **9**, 178 [1961].
- ¹⁰ H. BLECHSCHMIDT, Diplomarbeit Hamburg 1961.
- ¹¹ J. LINDSKOG, private Mitteilung.



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

NE 102, 1 mm dick, dient zum Nachweis der β -Teilchen, die das 8,4 keV-Niveau bevölkern. Registriert werden die verzögerten Koinzidenzen zwischen den β -Teilchen und den 8,4 keV-Konversionselektronen, unter Verwendung eines Slow-Fast-Kreises und eines Time-to-Pulse-Height Converters, der an anderer Stelle beschrieben wird¹².

Auf die Eigenschaften und die Leistungsfähigkeit des Plattenzählers selbst soll hier nicht näher eingegangen werden, da hierüber eine zusammenfassende Darstellung von CHRISTIANSEN erscheinen wird¹³. Zur Veranschaulichung des Auflösungsvermögens des Zählers ist in Abb. 3 eine prompte Kurve dargestellt, wobei als Eichpräparat Cs^{134} verwendet wurde. Die Halbwertsbreite beträgt $2\tau = 1,85$ nsec; dieser Wert lässt sich jedoch noch verbessern.

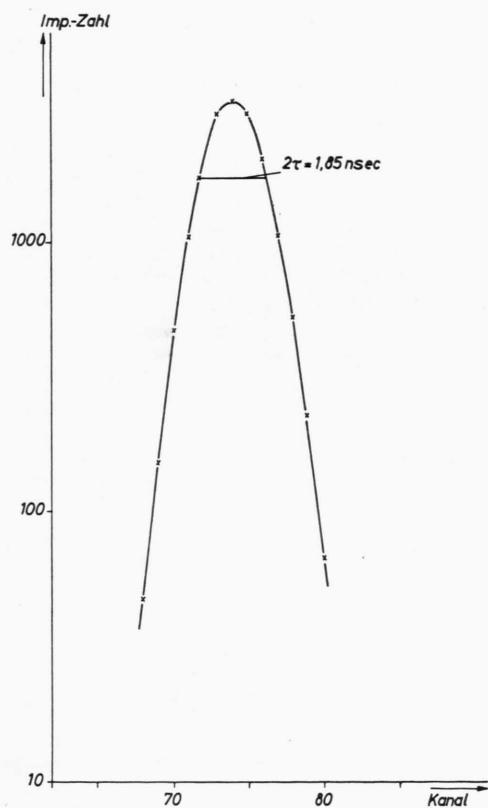


Abb. 3. „Prompte“ Koinzidenzkurve des Zählers; Präparat Cs^{134} .

¹² D. BLOESS, Dissertation Braunschweig 1963.

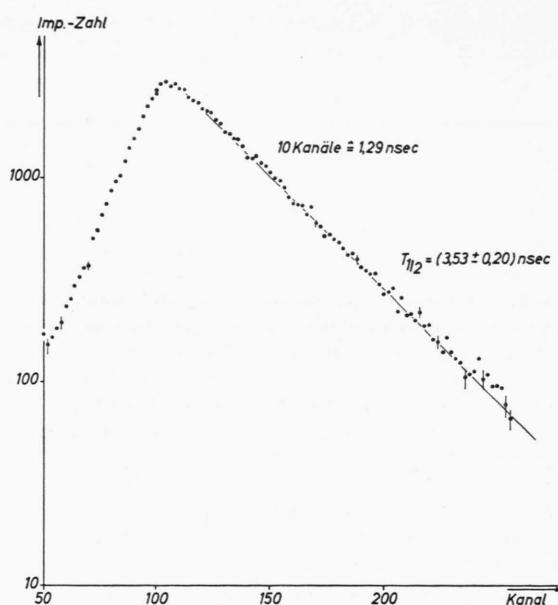


Abb. 4. Impulszahl-Zeit-Spektrum für die Messung der Lebensdauer des 8,4 keV-Niveaus.

In Abb. 4 ist das Ergebnis der Lebensdauermessung am ersten angeregten Niveau von Tm^{169} aufgetragen. Aus dem linearen Abfall der Kurve im logarithmischen Maßstab erhält man für die Halbwertszeit den Wert $T_{1/2} = (3,53 \pm 0,20)$ nsec, wobei der Zerfall über mehr als vier Halbwertszeiten verfolgt werden konnte. Dieses Resultat stimmt mit den Ergebnissen in ^{6, 9, 10} und ¹¹ überein. Da diese Werte mit Hilfe verschiedener Verfahren und Präparate unabhängig voneinander gewonnen wurden und innerhalb ihrer Fehlergrenzen alle übereinstimmen, dürfte die Halbwertszeit dieses Niveaus als gesichert gelten. Der doppelt so hohe Wert, der in ⁷ und ⁸ erhalten wurde, dürfte auf systematischen Meßfehlern beruhen, die hier allerdings nicht diskutiert werden können, da von den Verfassern keine näheren Angaben über das Meßverfahren gemacht wurden.

Wir danken Herrn Prof. Dr. G. CARIO für sein stetes Interesse an der Durchführung dieser Arbeit. Herrn Dr. J. CHRISTIANSEN und Herrn Dr. J. LINDSKOG sind wir zu großem Dank verpflichtet für wertvolle Diskussionen und Hinweise. Herrn Dipl.-Phys. A. KRUSCHE und Fr. Ch. LAUPHEIMER danken wir für ihre Mitarbeit bei der Durchführung und der Auswertung der Messungen. Das Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung förderte diese Untersuchung durch Bereitstellung von Mitteln, für die wir ebenfalls danken.

¹³ J. CHRISTIANSEN, private Mitteilung.