

Koinzidenzmessungen an Einfang- γ -Strahlen von ^{149}Sm

JOHANN LANG *

Physik-Department der Technischen Hochschule München
(Z. Naturforschg. 21 a, 1729—1730 [1966]; eingeg. am 29. August 1966)

Coincidence measurements on the γ rays following thermal neutron capture by ^{149}Sm have been made. The measurements are consistent with the level schemes reported by SMITHER, Argonne, and ELZE, Munich. A strong ground transition from an earlier tentatively assumed level at 737 keV is excluded.

^{150}Sm gehört zu den sphärischen Kernen, es hat eine gerade Anzahl von Protonen und Neutronen. Wegen der Energielücke der gg-Kerne sollten seine niedrigsten angeregten Niveaus bis zu einer Energie von ungefähr 1 MeV kollektive Schwingungszustände sein. — Das γ - bzw. Konversionselektronen-Spektrum nach dem Einfang von thermischen Neutronen in ^{149}Sm wurde von mehreren Autoren untersucht. Das Einfang- γ -Spektrum wurde in Argonne¹ und München² mit Kristallspektrometern, in Dubna³ mit einem COMPTON-Spektrometer ausgemessen; das Konversionselektronen-Spektrum wurde in München^{4, 5} mit einem β -Spektrometer untersucht. Neben den Energie- und Intensitätsmessungen wurden $\gamma\gamma$ -Koinzidenzen und $\gamma\gamma$ -Winkelkorrelationen^{6, 7} aufgenommen. In dem Termschema, das aus den Untersuchungen hervorging, wurden die drei tiefsten Niveaus als Ein- und Zwei-Phononenzustände mit den Spins und Paritäten 2^+ und 0^+ , 4^+ identifiziert.

In der vorliegenden Arbeit sollten die Koinzidenzen der intensiveren niederenergetischen γ -Linien bis 800 keV überprüft werden, um über das unsichere 737 keV-Niveau der ersten Termschema-Vorschläge eine Aussage zu gewinnen. Dieses angeregte Niveau sollte⁴ mit unbekannter Intensität von einem direkten Übergang zum Grundzustand entleert werden.

Apparatur und Meßergebnisse

Die Messungen wurden am Tangentialstrahlrohr des FRM durchgeführt; es wurden diejenigen Neutronen benützt, welche von der Strahlrohrwand neben dem Reaktorkern in Richtung des externen Targets gestreut werden. Ein konischer Kollimator bündelte den Neutronenstrahl auf $0,5\text{ cm}^2$ am Ort des Targets. Der thermische Fluß betrug dort $5 \cdot 10^4$ Neutronen pro Sekunde, der Anteil an schnellen Neutronen war etwa 0,5%. Die Core- γ -Strahlen wurden von einem 20 cm dicken Wismutblock abgeschwächt.

Die Koinzidenz-Apparatur bestand aus zwei Na(Tl)-Detektoren (3 Zoll Durchmesser und 3 Zoll Dicke), welche vom Target unter einem Raumwinkel von 5% gesehen wurden, und einer Fast-Slow-Koinzidenz mit einer Auflösungszeit von 30 ns. Eine 1 mm starke Scheibe aus natürlichem Samarium-Metall bildete das Target. Um die vom Target gestreuten Neutronen von den

Detektoren fernzuhalten, wurde deren Vorderseite mit einer 1,5 cm dicken Schicht aus LiF bedeckt. Der Hallenuntergrund wurde mit Bleiziegeln und Wassertanks abgeschirmt.

Die Spektren wurden von einem SCIPP 1600-Vielkanal-Analysator aufgezeichnet. Die Meßzeit pro Koinzidenzfenster enthielt immer ungefähr die halbe Linienbreite. Zu jedem Koinzidenzspektrum wurde der koinzidente Untergrund aufgenommen; das Fenster wurde dazu neben den Peak geschoben.

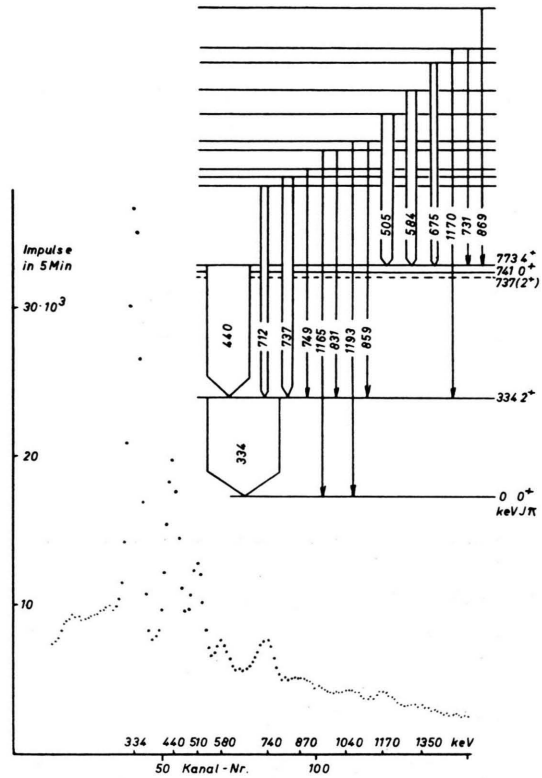


Abb. 1. Einzelspektrum und Niveauschema von ^{150}Sm .

Abb. 1 zeigt ein Einzelspektrum und das Termschema von ^{150}Sm mit dem fraglichen 2^+ -Niveau bei 737 keV. In den Abb. 2 und 3 sind die Koinzidenzspektren der 334-, 440-, 580 keV-Linie und des 740 keV-Peaks zu sehen. In einigen Spektren wurden jeweils bis drei Kanäle zusammengefaßt, um die statistischen Schwankungen etwas auszugleichen. Für die Diskussion der Impulszahlen in den Peaks wurden diese durch gerade Linien vom koinzidenten Untergrund getrennt. Die Willkür, welche bei dieser Abgrenzung nicht zu vermeiden ist, bestimmt die Fehlergrenzen der Messung; die statistischen Fehler spielen daneben nur eine kleine Rolle.

* Auszug aus der Dissertation an der Fakultät für Allgemeine Wissenschaften der Technischen Hochschule München. Eingereicht am 17. 5. 1966. Berichterstatte Prof. Dr. H. MAIER-LEIBNITZ. Tag der Promotion 28. 6. 1966.

¹ R. K. SMITHER, ANL 6797, 1963, S. 105.

² O. W. B. SCHULT, Z. Naturforschg. 16 a, 927 [1961].

³ L. V. GROSHOV et al., Nucl. Phys. 43, 669 [1963].

⁴ E. BIEBER, T. v. EGIDY u. O. W. B. SCHULT, Z. Phys. 170, 465 [1962].

⁵ W. TH. ELZE, Z. Phys. [1966], wird veröffentlicht.

⁶ R. K. SMITHER, Preprint 1966, Argonne Nat. Laboratories.

⁷ O. ZEHENDER u. R. FLEISCHMANN, Z. Phys. 183, 217 [1965].



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 digitalized 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.

Diskussion der Spektren

Der Auswertung der Messung wurde probeweise das Niveauschema der Abb. 1 zugrunde gelegt. — Bei Kenntnis der Zählrate n im Koinzidenzfenster, des Raumwinkels ω , der Totalabsorptionsspeak-Nachweiswahrscheinlichkeit $\kappa(i)$ und des Koinzidenzgrades $\delta(i, j)$ läßt sich die Impulsrate $C(i, j)$ in einem Peak eines Koinzidenzspektrums mit Hilfe der Beziehung

$$C(i, j) = n \omega \kappa(i) \delta(i, j)$$

abschätzen. Der Koinzidenzgrad $\delta(i, j)$ wird dem Niveauschema und den Intensitätsmessungen⁸ entnommen. Die Laufzahl i bezeichnet die Linie, auf welche das Koinzidenzfenster eingestellt ist, die Laufzahl j den untersuchten Peak des Koinzidenzspektrums.

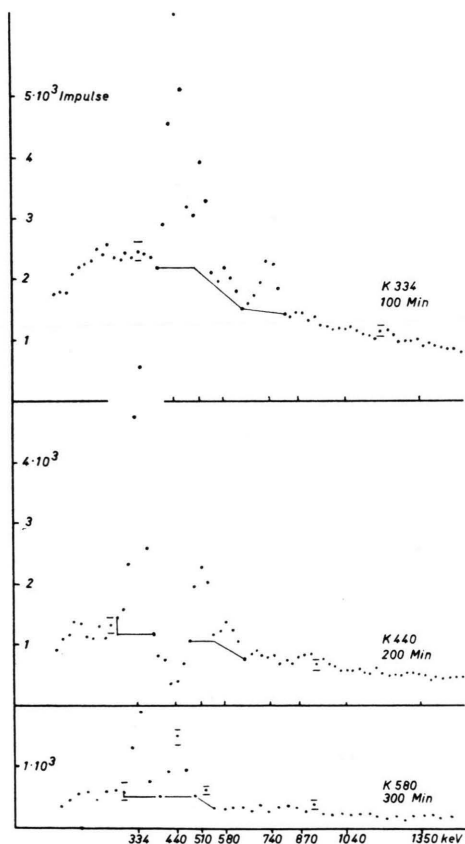


Abb. 2. Koinzidenzspektren der 334-, 440- und 584 keV-Linie (Untergrund abgezogen).

Die Koinzidenzspektren der 334-, 440- und 584 keV-Linie in Abb. 2 lassen sich unmittelbar mit der angegebenen Beziehung interpretieren. Sie sind in Übereinstimmung mit dem Niveauschema von Abb. 1. Das Spektrum K 334 gleicht, bis auf die fehlende 334 keV-Linie, dem Einzelspektrum. Im Spektrum K 440 ist die Koinzidenz mit der im Einzelspektrum nur angedeuteten

⁸ R. K. SMITHER, Nuclear Data Sheets 5/6/15, 1964.

870 keV-Linie schwach zu sehen. Wegen der Stellung des Koinzidenzfensters zwischen der 334- und 440 keV-Linie bei der Aufnahme des Koinzidenzuntergrundes fällt der 440 keV-Peak zu intensiv aus, das führt zu einer Lücke bei 440 keV im Differenzspektrum K 440. Der 510 keV-Peak ist in allen Spektren sehr groß, er wird durch Paarbildungsprozesse hochenergetischer Quanten in der Abschirmung der Zähler erzeugt. Über die 505 keV-Linie des ¹⁵⁰Sm läßt sich aus diesen Messungen deshalb nichts entnehmen.

Bei den Koinzidenzspektren des 740 keV-Peaks ist die Situation ungünstiger. Auch ein schmales Koinzidenzfenster enthält immer mehrere γ -Linien, außerdem ist der relative Anteil von koinzidenten Untergrund-Impulsen hier viel größer als vorher. Die Differenzbildung führt daher zu größeren Ungenauigkeiten. — Es wurden zwei Spektren aufgenommen. Einmal lag das Fenster auf der Spitze des Peaks (K 740), einmal auf der unteren Flanke (K 675). Es tragen die 712-, 731- und 737 keV-Linie bzw. die 675- und die 712 keV-Linie zu den Koinzidenzen bei; die schwache 749 keV-Linie läßt sich nicht von der starken 737 keV-Linie trennen. Alle diese Linien sollten in Kaskade mit dem 334 keV-Übergang liegen, die 675- und die 731 keV-Linie zusätzlich mit dem 440 keV-Übergang.

Tatsächlich ergibt die Analyse des Intensitätsverhältnisses der 334- und der 440 keV-Linie in den beiden Spektren von Abb. 3 Übereinstimmung mit diesen Annahmen. Nicht ins Bild paßt allerdings, daß vom 584- und vom 740 keV-Peak auch nach Abziehen des Untergrundes noch etwas übrig bleibt. Beide lassen sich jedoch verstehen, wenn man in Rechnung zieht, daß der Untergrund unter dem 740 keV-Peak um etwa 15% abfällt.

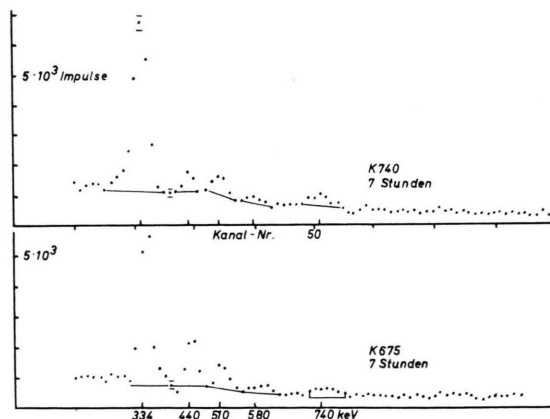


Abb. 3. Koinzidenzspektren des 740 keV-Peaks (Untergrund abgezogen).

Die beschriebenen Koinzidenzmessungen im niederenergetischen Teil des Neutroneneinfang-Spektrums von ¹⁴⁹Sm lassen sich in allen Punkten mit dem von SMITHER aufgestellten Niveauschema verstehen. Für einen intensiven Grundübergang ($I > 0,3$ Quanten pro 100 Einfänge) von einem 737 keV-Niveau konnte kein Hinweis gefunden werden.