

Mössbauer-Effekt am ^{174}Yb :Der g_R -Faktor des tiefsten 2^+ -Zustandes

E. MÜNCK, S. HÜFNER, H. PRANGE und D. QUITMANN

Institut für Technische Kernphysik
und Institut für Technische Physik
der Technischen Hochschule Darmstadt

(Z. Naturforsch. 21 a, 1507—1508 [1966]; eingeg. am 6. August 1966)

With the Mössbauer technique, the magnetic hyperfine splitting of the 76.5 keV γ -ray of ^{174}Yb has been measured in $\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$, using a Lu-metal source. We obtain the following results: $g_R^{174} = 0.340 \pm 0.010$ and $g_R^{170}/g_R^{174} = 0.994 \pm 0.015$.

Der g_R -Faktor des ersten 2^+ -Rotationszustandes ($K=0$) im ^{174}Yb wurde von TIPPIE und SCHARENBERG¹ zu $g_R^{174} = 0.247 \pm 0.013$ mit $T_{1/2} = (1.80 \pm 0.05)$ ns bestimmt. Dazu wurde nach COULOMB-Anregung die Drehung der γ -Winkelverteilung im äußeren Magnetfeld differentiell beobachtet. Als Target diente das diamagnetische Yb-Metall.

Für die Isotope ^{170}Yb und ^{172}Yb liegen Ergebnisse aus Winkelkorrelations- und Mössbauer-Experimenten vor (vgl. Tab. 1 in der Arbeit von TIPPIE und SCHARENBERG¹, sowie unsere frühere Notiz²). Beim ^{170}Yb ist die Übereinstimmung der experimentellen Werte untereinander und mit den Rechnungen von NILSSON und PRIOR³ gut, im Falle des ^{172}Yb jedoch nicht.

Das oben genannte Ergebnis¹ für g_R^{174} ist deutlich kleiner als die berechneten Werte³ $g_R^{174} = 0.305$ (Fall A) und $g_R^{174} = 0.303$ (Fall B). Wir haben daher auch für ^{174}Yb die magnetische Hyperfeinstrukturauflösung in $\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ gemessen. Bisher wurde noch keine Messung des Mössbauer-Effekts an ^{174}Yb veröffentlicht.

Als Quelle diente das 3,6 a-Isotop ^{174}Lu ; es wurde durch Aktivierung von 1 g Lu-Metall mit 50 MeV Bremsstrahlung am Darmstädter Elektronen-Linearbeschleuniger⁴ über die Kernphotoreaktion $^{175}\text{Lu}(\gamma, n)^{174}\text{Lu}$ hergestellt. Das 76,5 keV-Niveau des ^{174}Yb wird beim K-Einfang von ^{174}Lu zu 62% bevölkert. Als Absorber benutzten wir das paramagnetische $\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ in polykristalliner Form, das bei 4,2 K eine magnetische Hyperfeinstrukturauflösung zeigt⁵.

Die experimentelle Anordnung, das Meßverfahren und die Auswertung waren die gleichen wie früher beschrieben^{6, 2}. Zum direkten Vergleich haben wir wieder die magnetische Hyperfeinstrukturauflösung in

$^{170}\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ gemessen. Unsere unten angegebenen Resultate sind Mittelwerte aus zwei Messungen mit gleicher Statistik. In der Abb. 1 sind die Ergebnisse einer Messung wiedergegeben (siehe S. 1508).

Für das Verhältnis der g_R -Faktoren von ^{170}Yb und ^{174}Yb ergibt sich unter der Annahme, daß es gleich dem beobachteten Verhältnis der magnetischen Kopplungskonstanten $A_z = g_R \mu_K H_{\text{eff}}$ ist,

$$\frac{g_R^{170}(84,3 \text{ keV})}{g_R^{174}(76,5 \text{ keV})} = 0,994 \pm 0,015.$$

Der angegebene Fehler berücksichtigt die statistischen Fehler und die Schwankung der Quellenbewegung während der Messungen.

Aus der Geschwindigkeitsrechnung mit ^{57}Fe erhalten wir für die magnetische Kopplungskonstante

$$A_z^{174}(76,5 \text{ keV}) = (3,10 \pm 0,08) \cdot 10^{-6} \text{ eV}.$$

Dieser Wert enthält die oben angegebenen Fehler und eine Eichunsicherheit von 2%. Mit dem von HENNING u. a.⁷ aus Mössbauer-Messungen am $^{171}\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ gewonnenen Magnetfeld $H_{\text{eff}} = (2,90 \pm 0,03) \cdot 10^6 \text{ Oe}$ erhalten wir

$$g_R^{174}(76,5 \text{ keV}) = 0,340 \pm 0,010.$$

Für g_R^{170} ergab sich wieder der frühere Wert².

Die Diskrepanz zwischen dem Ergebnis von TIPPIE und SCHARENBERG¹ und der hier vorgelegten Messung übersteigt beträchtlich die von den beiden Gruppen angegebenen Fehler. Man muß daher vermuten, daß in einer der beiden Meßmethoden bisher noch nicht erkannte systematische Fehler das Ergebnis verfälschen. Zu ihrer Aufklärung planen wir weitere Messungen.

Wir danken Herrn Prof. Dr. P. KIENLE für die Unterstützung unserer Arbeit und Herrn Prof. Dr. P. BRIX für viele Diskussionen. Herr Dipl.Phys. W. HENNING und Herr Dr. E. STEICHELE halfen uns bei den Vorbereitungen zu der Messung. Fräulein A. FORGATZSCH präparierte die Absorber. Für die ^{170}Yb -Messungen überließ uns Herr Dr. A. MEYER vom Forschungslaboratorium der Siemens & Halske AG München freundlicherweise TmAl_2 . Für ihre Mithilfe sei ihnen allen herzlich gedankt.

Für die Auswertung stellte uns das Rechenzentrum der Technischen Hochschule Darmstadt Maschinenzeit zur Verfügung. Diese Arbeit wurde vom Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung unterstützt.

¹ J. W. TIPPIE u. R. P. SCHARENBERG, Phys. Rev. 141, 1062 [1966].

² E. MÜNCK, D. QUITMANN, H. PRANGE u. S. HÜFNER, Z. Naturforsch. 21 a, 1318 [1966].

³ S. G. NILSSON u. O. PRIOR, Kgl. Danske Videnskab. Selskab Mat.-Fys. Medd. 32, nr. 16 [1961]. — Vgl. auch: O. NATHAN u. S. G. NILSSON in „Alpha-, Beta-, Gamma-Ray Spectroscopy“ (Hrsg. K. SIEGBAHL), North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1965.

⁴ F. GUDDEN, G. FRICKE, H.-G. CLERC u. P. BRIX, Z. Phys. 181, 453 [1964]. — H. PRANGE, E. MÜNCK u. C. F. RÜFFLER, Laborbericht Nr. 24 des Instituts für Technische Kernphysik der Technischen Hochschule Darmstadt 1966.

⁵ A. HÜLLER, W. WIEDEMANN, P. KIENLE u. S. HÜFNER, Phys. Letters 15, 269 [1965].

⁶ E. MÜNCK, D. QUITMANN u. S. HÜFNER, Z. Naturforsch. 21 a, 847 [1966].

⁷ W. HENNING, P. KIENLE, E. STEICHELE u. F. WAGNER, Preprint 1966 (vgl. auch: Verhandl. Deutsch. Physik. Ges., Frühjahrstagung Freudenstadt, S. 51, 1966).



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.

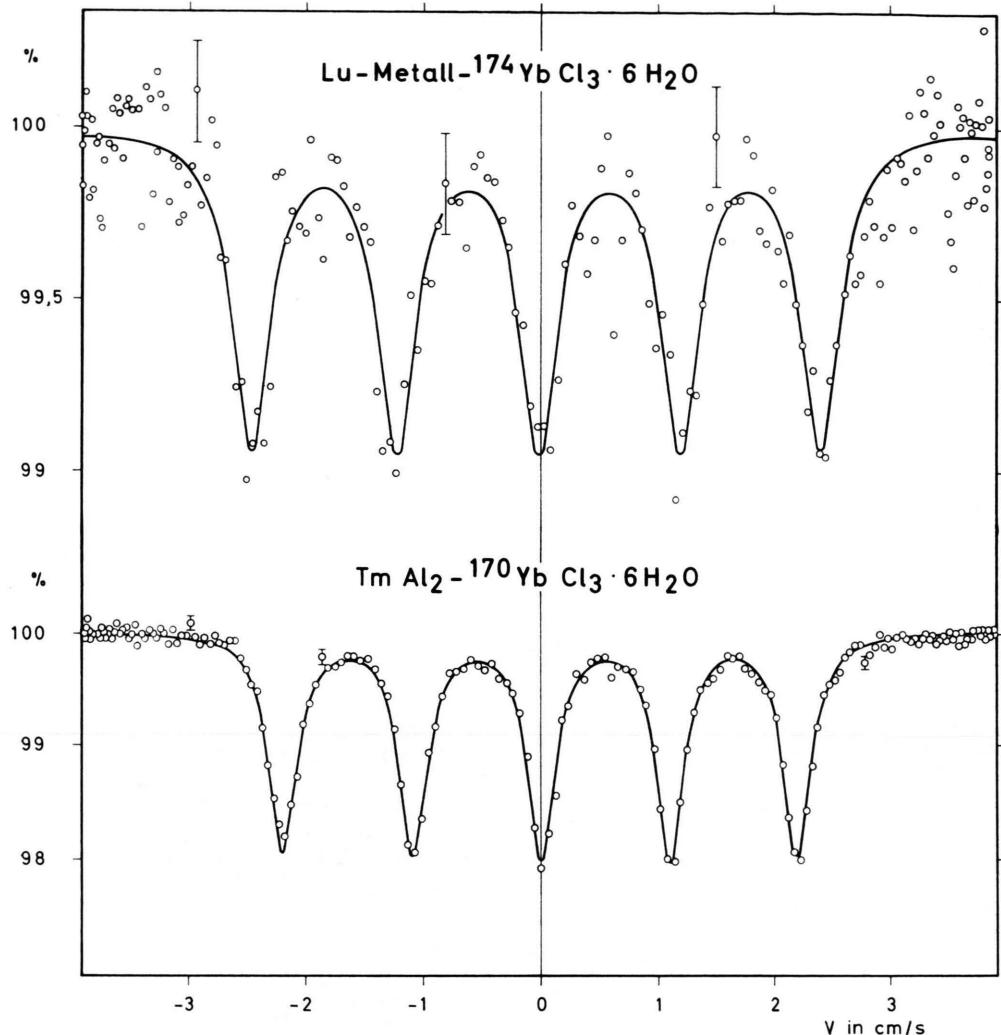


Abb. 1. Relative Transmission als Funktion der Relativgeschwindigkeit. Quellen und Absorber befanden sich auf $4,2^\circ\text{K}$. Oben: ^{174}Yb , 76,5 keV γ -Linie; Lu-Metall-Quelle, $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Absorber (132 mg/cm^2 ^{174}Yb); 1 $\text{cm/s} \triangleq$

$2,55 \cdot 10^{-6}$ eV. Unten: ^{170}Yb , 84,3 keV γ -Linie; TmAl₂-Quelle, $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Absorber (66 mg/cm^2 ^{170}Yb); 1 $\text{cm/s} \triangleq 2,81 \cdot 10^{-6}$ eV.