

Mössbauer-Effekt am  $^{174}\text{Yb}$ :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  $\gamma$ -ray of  $^{174}\text{Yb}$  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  $^{174}\text{Yb}$  wurde von TIPPPIE und SCHARENBERG<sup>1</sup> 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  $\gamma$ -Winkelverteilung im äußeren Magnetfeld differentiell beobachtet. Als Target diente das diamagnetische Yb-Metall.

Für die Isotope  $^{170}\text{Yb}$  und  $^{172}\text{Yb}$  liegen Ergebnisse aus Winkelkorrelations- und MÖSSBAUER-Experimenten vor (vgl. Tab. 1 in der Arbeit von TIPPPIE und SCHARENBERG<sup>1</sup>, sowie unsere frühere Notiz<sup>2</sup>). Beim  $^{170}\text{Yb}$  ist die Übereinstimmung der experimentellen Werte untereinander und mit den Rechnungen von NILSSON und PRIOR<sup>3</sup> gut, im Falle des  $^{172}\text{Yb}$  jedoch nicht.

Das oben genannte Ergebnis<sup>1</sup> für  $g_R^{174}$  ist deutlich kleiner als die berechneten Werte<sup>3</sup>  $g_R^{174} = 0.305$  (Fall A) und  $g_R^{174} = 0.303$  (Fall B). Wir haben daher auch für  $^{174}\text{Yb}$  die magnetische Hyperfeinstrukturaufspaltung in  $\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  gemessen. Bisher wurde noch keine Messung des MÖSSBAUER-Effekts an  $^{174}\text{Yb}$  veröffentlicht.

Als Quelle diente das 3,6 a-Isotop  $^{174}\text{Lu}$ ; es wurde durch Aktivierung von 1 g Lu-Metall mit 50 MeV Bremsstrahlung am Darmstädter Elektronen-Linearbeschleuniger<sup>4</sup> über die Kernphotoreaktion  $^{175}\text{Lu}(\gamma, n)^{174}\text{Lu}$  hergestellt. Das 76,5 keV-Niveau des  $^{174}\text{Yb}$  wird beim K-Einfang von  $^{174}\text{Lu}$  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 Hyperfeinstrukturaufspaltung zeigt<sup>5</sup>.

Die experimentelle Anordnung, das Meßverfahren und die Auswertung waren die gleichen wie früher beschrieben<sup>6, 2</sup>. Zum direkten Vergleich haben wir wieder die magnetische Hyperfeinstrukturaufspaltung 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  $^{170}\text{Yb}$  und  $^{174}\text{Yb}$  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 Geschwindigkeitseichung mit  $^{57}\text{Fe}$  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.<sup>7</sup> 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 Wert<sup>2</sup>.

Die Diskrepanz zwischen dem Ergebnis von TIPPPIE und SCHARENBERG<sup>1</sup> 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. FORGATSCH präparierte die Absorber. Für die  $^{170}\text{Yb}$ -Messungen überließ uns Herr Dr. A. MEYER vom Forschungslaboratorium der Siemens & Halske AG München freundlicherweise  $\text{TmAl}_2$ . 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.

<sup>1</sup> J. W. TIPPPIE u. R. P. SCHARENBERG, Phys. Rev. **141**, 1062 [1966].

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

<sup>3</sup> 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. SIEGBAHN), North-Holland Publ. Co., Amsterdam 1965.

<sup>4</sup> 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.

<sup>5</sup> A. HÜLLER, W. WIEDEMANN, P. KIENLE u. S. HÜFNER, Phys. Letters **15**, 269 [1965].

<sup>6</sup> E. MÜNCK, D. QUITMANN u. S. HÜFNER, Z. Naturforsch. **21 a**, 847 [1966].

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



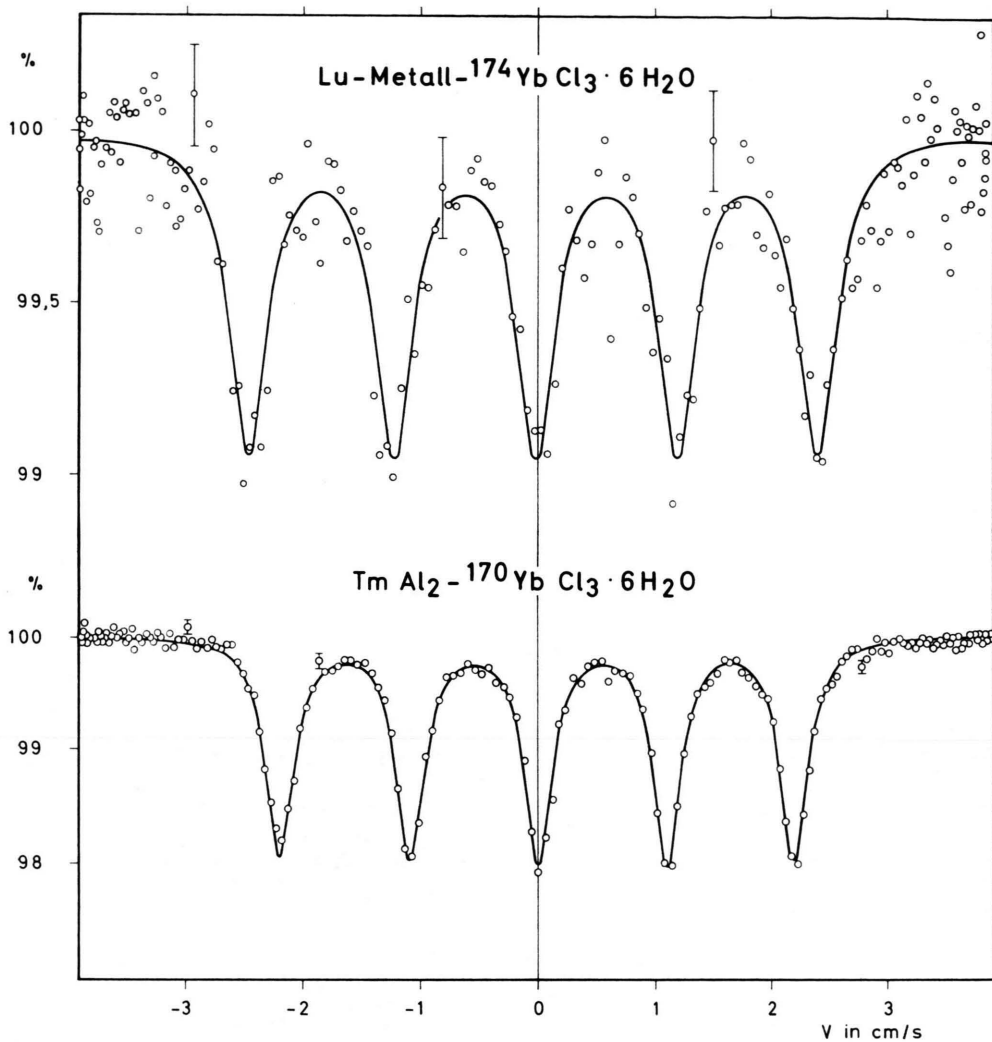


Abb. 1. Relative Transmission als Funktion der Relativgeschwindigkeit. Quellen und Absorber befanden sich auf 4,2 °K. Oben:  $^{174}\text{Yb}$ , 76,5 keV  $\gamma$ -Linie; Lu-Metall-Quelle,  $\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  Absorber ( $132 \text{ mg/cm}^2$   $^{174}\text{Yb}$ );  $1 \text{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

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