Differentielle Messung der gestörten $\gamma\gamma$-Winkelkorrelation am 81 keV-Niveau des Cs^{133}

B. Reuse [1] und H. Schneider

Strahlenzentrum der Justus Liebig-Universität Gießen, Abteilung Großgeräte

(Z. Naturforsch. **23 a**, 786—787 [1968]; eingegangen am 19. März 1968)

Am 81 keV-Niveau vom Cs^{133} kann mit der 355 keV — 81 keV-$\gamma\gamma$-Kaskade leicht die integrale Messung der gestörten Winkelkorrelation im Magnetfeld durchgeführt werden. Der g-Faktor ist aus diesen Messungen bekannt [2, 3].

Bei der differentiellen Messung erfordern die geringe Halbwertszeit $T_{1/2}=6{,}3$ nsec des Niveaus und die geringe Anisotropie der zur obigen Kaskade gehörenden ungestörten Winkelkorrelation [3]

$$W(\Theta)=(1{,}000\pm0{,}003)+(0{,}043\pm0{,}005)\;P_2(\cos\Theta)+(0{,}001\pm0{,}007)\;P_4(\cos\Theta)$$

eine gute Zeitauflösung der Apparatur und lange Meßzeiten, um die geringen Modulationen der Zeitkurve $C_\pm(t)$ messen zu können.

$$C_\pm(t)=K_1\,e^{-\lambda t}\,W(\Theta\pm\omega\,t),$$

K_1, K_2, K_3 = Normierungen, ω = Larmor-Frequenz, $\lambda=\tau^{-1}$; τ = Lebensdauer.

Zur Bestimmung des g-Faktors aus einer $C_\pm(t)$-Messung ist es unumgänglich, die Zeitverschmierung durch die sogen. prompte Kurve $P(x)$ (x = gemessene Zeit) zu berücksichtigen, da an Stelle von $C_\pm(t)$ die Zeitfunktion $C^*_\pm(x)$ gemessen wird.

$$C^*_\pm(x)=K_2\int_0^\infty e^{-\lambda t}\,W(\Theta\pm\omega\,t)\;P(x-t)\;dt\,.$$

Da die Funktion $P(x)$ eine gemessene und keine analytische Funktion ist, empfiehlt es sich, sie durch analytische Funktionen anzunähern. Hrynkiewicz [4] schlägt eine Rechtecknäherung vor, wobei die Rechteckbreite gleich der Halbwertsbreite von $P(x)$ ist. Da die Funktion $P(x)$ für Messungen im nsec-Bereich jedoch besser durch zwei Exponentialfunktionen angenähert werden kann, wurde in dieser Arbeit mit der Näherungsfunktion

$$P(x)=K_3\,e^{ax}\quad\text{für}\quad x\leqq 0$$
$$\quad=K_3\,e^{-bx}\quad\text{für}\quad x\geqq 0\qquad\text{gerechnet.}$$

Der Ausdruck $R(x)$ mit

$$R(x)=2\,\frac{C^*_+-C^*_-}{C^*_++C^*_-}$$

wurde unter der Annahme $A_4=0$, d. h.

$$W(\Theta)=1+A_2\,P_2(\cos\Theta)\;\sim\;1+a_2\cos 2\,\Theta$$

mit $a_2=3\,A_2/(4+A_2)$ berechnet. Es ergab sich für $\Theta=135°$ und $x\geqq 0$

$$R(x)=\frac{2\,a_2}{(1-e^{(\lambda-b)x})\,(b-\lambda)^{-1}+(a+\lambda)^{-1}}\,\{A+B\}\qquad(1)$$

mit

$$A=\frac{(b-\lambda)\,\sin 2\,\omega\,x-2\,\omega\cos 2\,\omega\,x+2\,\omega\,e^{(\lambda-b)x}}{(b-\lambda)^2+4\,\omega^2}$$

und

$$B=\frac{(a+\lambda)\,\sin 2\,\omega\,x+2\,\omega\cos 2\,\omega\,x}{(a+\lambda)^2+4\,\omega^2}\,.$$

Für den gleichen Winkel ergab sich für $x\leqq 0$

$$R(x)=\frac{4\,a_2\,\omega\,(a+\lambda)}{(a+\lambda)^2+4\,\omega^2}\,.\qquad(1)$$

Messung

Bei einer Magnetfeldstärke von 24,2 K Oerstedt wurde 40 Tage lang ununterbrochen gemessen und das Feld alle 20 Minuten umgepolt. Die prompte Kurve $P(x)$ wurde bei einer Halbwertsbreite von $2\,\tau_0=9{,}2$ nsec durch die Funktionen $K_3\,e^{ax}$ ($a=7{,}53\cdot10^8\ \text{sec}^{-1}$) und $K_3\,e^{-bx}$ ($b=1{,}48\cdot10^8\ \text{sec}^{-1}$) angenähert. Mit

$$W(\Theta)=1+0{,}043\;P_2(\cos\Theta)$$

wurden Rechteck- (Abb. 1) und Exponentialnäherung (Abb. 2) mit der Messung verglichen.

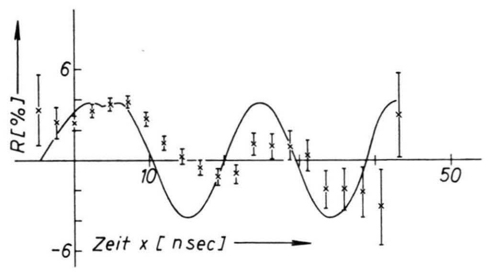

Abb. 1. Vergleich der Messung mit der Rechtecknäherung.

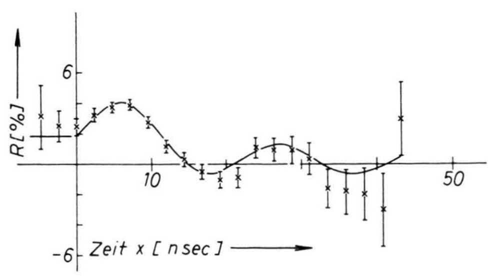

Abb. 2. Vergleich der Messung mit der Exponentialnäherung.

1 B. Reuse, Diplomarbeit, Universität Gießen 1968.

2 E. Bodenstedt, H. J. Körner u. E. Matthias, Nucl. Phys. **11**, 584 [1959].

3 H. Heuser, Dissertation, Universität Gießen 1965.

4 A. Z. Hrynkiewicz, Nucl. Instr. Meth. **16**, 317 [1962].

Die Messung täuscht eine $A_2(t)$-Abnahme vor, die aber mit der Exponentialnäherung genau beschrieben wird. Wie die Exponentialnäherung zeigt, hängt die Amplitudenabnahme mit dem exponentiellen Flankenabfall der prompten Kurve zusammen. Eine gesonderte Messung des $A_2(t)$-Koeffizienten zeigte keinerlei Zeitabhängigkeit im Meßbereich.

Durch Variation des g-Faktors in Formel (1) wurde die bestmögliche Übereinstimmung der gemessenen mit der berechneten Kurve gesucht. Es ergab sich

$$g = 1{,}42 \pm 0{,}16$$

(in Übereinstimmung mit [2, 3]).

Herrn Prof. Dr. W. Hanle, Direktor des I. Phys. Instituts, sei für anregende Diskussionen bestens gedankt. Dem Bundesministerium für wissenschaftliche Forschung gilt für die freundliche Bereitstellung von Forschungsmitteln unser besonderer Dank.