

Zirkulare Polarisation von Gamma-Strahlung nach Neutroneneinfang in ^{23}Na und ^{31}P

J. EICHLER

Institut für Experimentelle Kernphysik, Kernforschungszentrum Karlsruhe
Germany

Eingegangen am 1. April 1968

The Circular Polarization of Neutron-Capture Gamma Rays from ^{23}Na and ^{31}P

The circular polarization of γ -rays following the capture of polarized thermal neutrons in a target of ^{23}Na and ^{31}P was measured. The degree of polarization yielded the spin $I=2^+$ for the 0.563 MeV level of ^{24}Na . For the 6.53 MeV γ -transition from the compound state to the 0.563 MeV level the mixing ratio $\delta=0.26^{+0.14}_{-0.10}$ between $E2$ and $M1$ radiation was deduced. The measurement is consistent with the spin value $I=2^+$ of the 2.95 keV resonance for thermal neutron-capture of ^{24}Na . For ^{31}P we confirmed the earlier spin assignment $I=1^+$ for the 1.149 MeV level. An upper limit $0 < \delta < 0.15$ for the mixing ratio of the 6.8 MeV capture- γ -transition was established.

1. Einleitung

Beim Einfang polarisierter thermischer Neutronen in statistisch geordneten Kernen entsteht ein Compound-Kern, welcher ebenfalls polarisiert ist. Die γ -Quanten, welche beim Zerfall des Compound-Zustandes entstehen, zeigen bei unpolarisierter und linear polarisierter Beobachtung eine isotrope Intensitätsverteilung. Dagegen findet man eine Korrelation zwischen der zirkularen Polarisation P_c und der Richtung des Neutronenspins in folgender Form:

$$P_c = R P_n \cos \theta. \quad (1)$$

Dabei ist P_n der Polarisationsgrad der Neutronen und θ der Winkel zwischen der Richtung der γ -Emission und dem Neutronenspin. Der Faktor R hängt vom Spin des Targetkerns I_i , des Einfangzustandes I_f und des Endzustandes nach der γ -Emission I_c ab.

Für einen Übergang, welcher nur zwei Multipolordnungen L und $L+1$ mit dem Mischungsverhältnis δ enthält, ist R gegeben durch¹:

$$R = \frac{r(L, L) + \delta^2 r(L, L) + 2\delta r(L, L)}{1 + \delta^2}$$

$$r(L, L) = \frac{2(I_c - I_i)}{2I_i + 1} \frac{L(L+1) + I_c(I_c+1) - I_f(I_f+1)}{L(L+1)} \quad (2)$$

$$r(L, L) = -(-1)^L \frac{2(I_c - I_i)}{2I_i + 1} \frac{1}{L+1}$$

$$\left[\frac{L(L+2)(I_c + I_f + L + 2)(I_c - I_f + L + 1)(-I_c + I_f + L + 1)(I_c + I_f - L)}{2(L+1)(2L+3)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Hierbei ist $(-1)^L = \begin{cases} + & \text{für } L \text{ gerade} \\ - & \text{für } L \text{ ungerade} \end{cases}$, wenn L die Multipolordnung der magnetischen (elektrischen) Strahlung ist.

Durch Messung der zirkularen Polarisation der γ -Strahlung nach Neutroneneinfang ist es mit Hilfe obiger Formeln möglich, Aussagen über die am Übergang beteiligten Spins und (besonders bei Mischungen zwischen $M1$ - und $E2$ -Strahlung) über das Mischungsverhältnis zu gewinnen. In den letzten Jahren wurde die Methode hauptsächlich zur Bestimmung des Endzustandspins I_f angewendet²⁻⁵. Da die Bestimmung der zirkularen Polarisation bei Verwendung von NaJ-Kristallen nur bei den hochenergetischen von den nächsten Linien gut getrennten Linien möglich ist, kann diese Methode nur bei einigen Kernen zur Anwendung kommen. Wegen der geringen Transmission und des schlechten Wirkungsgrades der Compton-Polarimeter⁶ und der niedrigen Intensität polarisierter thermischer Neutronen sind lange Strahlzeiten nötig, was eine Verwendung von GeLi-Zählern mit kleinem Volumen ausschließt.

2. Experimentelle Anordnung

Als thermische Neutronenquelle wurde der Karlsruher 46 MW-Forschungsreaktor FR2 benutzt. Ein Kollimator aus Stahl von 1 m Länge und einem Querschnitt von 10×6 mm befand sich zur Ausblendung des Strahles im Reaktorkanal. Die Polarisation der Neutronen erfolgte durch Totalreflexion an einem magnetisierten ^{94}Co - ^{6}Fe -Spiegel. Der Spiegel

¹ BIEDENHARN, L. C., M. E. ROSE, and G. B. ARFKEN: Phys. Rev. **83**, 683 (1951).

² TRUMPY, G.: Nuclear Phys. **2**, 664 (1956).

³ VERVIER: Nuclear Phys. **26**, 10 (1961).

⁴ KOPECKY, J., I. KAJFOSZ, and B. CHALUPA: Nuclear Phys. **68**, 449 (1965).

⁵ SCHULER, W., and R. SCHAUB: Nuclear Phys. A **107**, 14 (1968).

⁶ SCHOPPER, H.: Nuclear Instr. **3**, 158 (1958).