Zeitschrift: Helvetica Physica Acta

Band: 37 (1964)

Heft: III

Artikel: Berechnung des Polarisationsvermögens von Zirkon für 3,4-MeV-Neutronen

Autor: Bühler, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-113480

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Berechnung des Polarisationsvermögens von Zirkon für 3,4-MeV-Neutronen

von **F. Bühler**

Institut für Hochtemperaturforschung der Technischen Hochschule Stuttgart

(24. XI. 63)

1. Einleitung

J. Durisch, R. Gleyvod, P. Huber und E. Baumgartner[1]) haben das Polarisationsvermögen von Zirkon für 3,4-MeV-Neutronen gemessen. Wie die Autoren in ihrem Artikel bemerken, wäre es wünschenswert, eine Berechnung dieses Polarisationsvermögens durchzuführen, um einen Vergleich mit ihrem Experiment anstellen zu können. Im folgenden soll über eine solche Rechnung berichtet werden.

2. Theoretische Grundlagen

Die Berechnung wurde mit dem Optischen Kernmodell durchgeführt. In der Einteilchen-Schrödinger-Gleichung wurde das folgende lokale Potential benutzt:

$$V = \frac{-V_0}{1 + e^{r-R_0/a}} - i\, W_0\, e^{-(r-R_0/b)^2} + (\gamma_0 + i\,\gamma_1) \left(\frac{\hbar}{\mu\, c}\right)^2 \frac{1}{r} \frac{d}{dr} \frac{1}{1 + e^{r-R_0/a}} (\vec{\sigma} \cdot \vec{l}) .$$

Dieses Potential unterscheidet sich vom Potential, das von Bjorklund und Fernbach[2]) angegeben wurde, nur durch den Imaginärteil in der Spin-Bahn-Kopplung und durch das entgegengesetzte Vorzeichen der Spin-Bahn-Kopplung*).

Die Polarisation, welche ein unpolarisierter Einfallstrahl bei der Streuung an einem spinlosen Kern erfährt, ist gegeben durch

$$\vec{P} = \frac{\mathrm{Sp}\,(\varrho\, M^+ \vec{\sigma}\, M)}{\mathrm{Sp}\,(\varrho\, M^+ M)} .$$

Hierbei hat die Dichte-Matrix ϱ folgende Form:

$$\varrho = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} .$$

*) Bjorklund und Fernbach haben in ihrer Arbeit das falsche Vorzeichen für die Spin-Bahn-Kopplung benutzt, wie durch Vergleich theoretischer Polarisationsrechnungen mit Experimenten eindeutig nachzuweisen ist.

Der differentielle elastische Wirkungsquerschnitt ist gegeben durch

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \mathrm{Sp}\,(\varrho\, M^{+}\, M)\,.$$

Mit der Bezeichnungsweise von LEPORE[3]) für die skalaren Funktionen A und B schreibt sich M als die Diagonalmatrix

$$M = \begin{pmatrix} A + B & 0 \\ 0 & A - B \end{pmatrix}.$$

Differentieller elastischer Wirkungsquerschnitt und Polarisation nehmen mit den Elementen dieser Matrix die Form an:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = A \cdot A^{*} + B \cdot B^{*}\,,$$

$$\vec{P} = \frac{A^{*}B + B^{*}A}{A \cdot A^{*} + B \cdot B^{*}}\,\vec{n}\,.$$

$d\sigma/d\Omega$ und $\vec{P}$ sind Funktionen des Streuwinkels ϑ im Schwerpunktsystem.

$\vec{n}$ ist der Einheitsnormalenvektor der Streuebene, der aus dem Wellenvektor $\vec{k}_e$ des einfallenden Strahls und dem Wellenvektor $\vec{k}_a$ des auslaufenden Strahls in folgender Weise gebildet wird:

$$\vec{n} = \frac{\vec{k}_e \times \vec{k}_a}{|\vec{k}_e \times \vec{k}_a|}\,.$$

$\vec{n}$ werde parallel zur z-Achse orientiert. Hierdurch reduziert sich $\vec{\sigma}$ auf σ_z.

3. Ergebnisse der Rechnung

Die Parameter des Potentials wurden so angepasst, dass der theoretische totale Querschnitt und der theoretische differentielle elastische Wirkungsquerschnitt mit den experimentell gefundenen Querschnitten übereinstimmt.

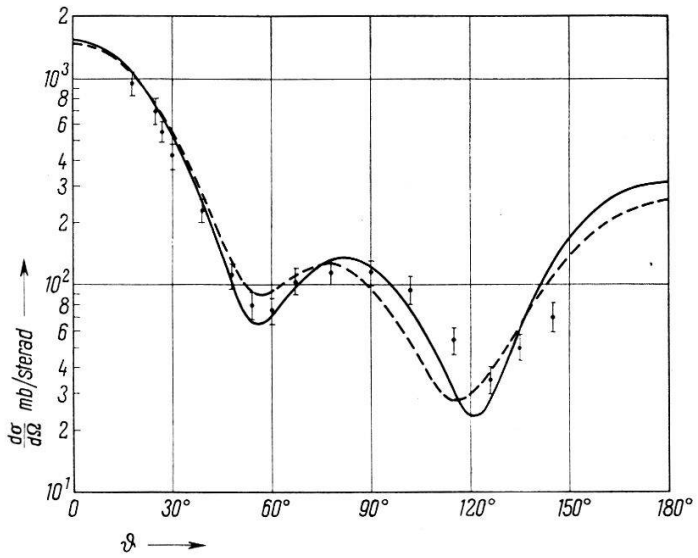

Fig. 1
Experimenteller und theoretischer differentieller Wirkungsquerschnitt für 3,4-MeV-Neutronen gestreut an Zr. — — mit reeller Spin-Bahn-Kopplung; — mit komplexer Spin-Bahn-Kopplung

In Fig. 1 sind die differentiellen Wirkungsquerschnitte dargestellt. Verglichen wurde mit Messwerten, die einem Bericht von R. J. HOWERTON[4]) entnommen wurden. Diese Messwerte sind für eine Neutronenenergie von 3,66 ± 0,4 MeV angegeben.

Für die beiden theoretischen Kurven der Fig. 1 wurden folgende Parametersätze benutzt:

	gestrichelte Kurve	ausgezogene Kurve
R_0	$1{,}25 \cdot A^{1/3}$ fermi	$1{,}25 \cdot A^{1/3}$ fermi
V_0	49,9 MeV	49,9 MeV
W_0	5 MeV	5 MeV
a	0,73 fermi	0,65 fermi
b	0,98 fermi	0,98 fermi
γ_0	10,2 MeV	9,7 MeV
γ_1	0 MeV	2,91 MeV

Das Polarisationsvermögen $P = |\vec{P}|$, das zu diesen Kurven gehört, ist in Fig. 2 und 3 aufgezeichnet und den *Messwerten*[1]) gegenübergestellt.

Fig. 2 gibt das Polarisationsvermögen wieder, das aus dem ersten Parametersatz berechnet wurde. Wie man sieht, weichen zwischen $\vartheta = 100°$ und $\vartheta = 120°$ sowohl differentieller Wirkungsquerschnitt als auch Polarisationsvermögen vom Experiment ab*).

In Fig. 3 ist das Polarisationsvermögen dargestellt, das mit dem zweiten Parametersatz gewonnen wurde. Hier wurde eine komplexe Spin-Bahn-Kopplung verwendet. Mit diesem Potentialansatz lässt sich eine bessere Übereinstimmung des differentiellen Wirkungsquerschnitts und der Polarisation mit dem Experiment

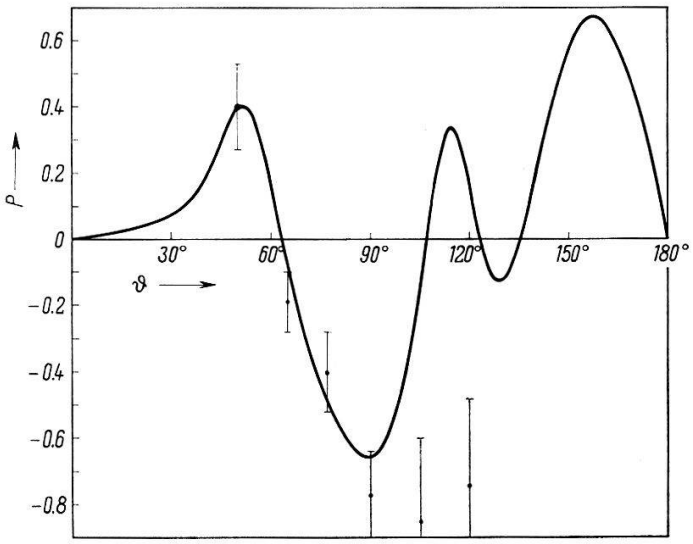

Fig. 2
Polarisationsvermögen elastisch gestreuter 3,4-MeV-Neutronen an Zr. $\gamma_0 = 10{,}2$ MeV, $\gamma_1 = 0$ MeV

*) Die experimentellen Werte, die von M. McCORMAC[5]) gefunden wurden, lassen sich sicherlich nicht durch Rechnungen mit dem Optischen Kernmodell wiedergeben.

erzielen. Hierbei erhält man nun für kleine Streuwinkel ϑ ein negatives Polarisationsvermögen. Es wäre wünschenswert, in diesem Winkelbereich experimentelle Ergebnisse zur Verfügung zu haben, um über den Wert einer komplexen Spin-Bahn-Kopplung Aussagen machen zu können.

Herrn Dr. D. EMENDÖRFER danke ich für fruchtbare Diskussionen.

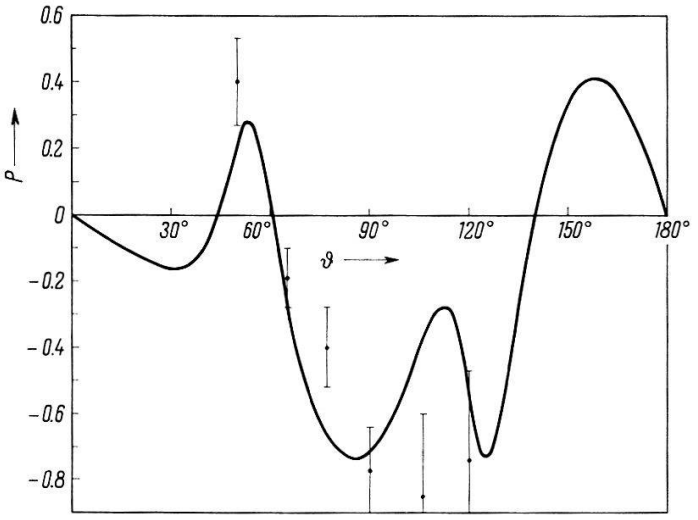

Fig. 3
Polarisationsvermögen elastisch gestreuter 3,4-MeV-Neutronen an Zr.
$\gamma_0 = 9{,}7$ MeV; $\gamma_1 = 2{,}91$ MeV

Literaturverzeichnis

[1]) J. DURISCH, R. GLEYVOD, P. HUBER und E. BAUMGARTNER, Helv. Phys. Acta *36*, 269 (1963).
[2]) F. BJORKLUND and S. FERNBACH, Phys. Rev. *109*, 1295 (1958).
[3]) J. P. LEPORE, Phys. Rev. *79*, 137 (1950).
[4]) R. J. HOWERTON, *Tabulated Differential Neutron Cross Sections*, UCRL-5573 (1961).
[5]) M. MCCORMAC, M. F. STEUER, C. D. BOND and F. L. HEREFORD, Phys. Rev. *108*, 116 (1957).