

Ein Versuch zum Nachweis des elektrischen 16-Pol-Moments von Cd¹¹¹*

Autor(en): **Heer, E. / Rüetschi, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **28 (1955)**

Heft V-VI

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-112621>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Versuch zum Nachweis des elektrischen 16-Pol-Moments von Cd^{111} *

von E. Heer und R. Rüetschi.

Physikalisches Institut der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich.

(5. VI. 1955.)

Summary. An attempt has been made to find an interaction between the electric field of a cubic crystal and the el. 16-pole moment of the Cd^{111} nucleus (247 keV level) by means of angular correlation methods. No remarkable effect has been observed. Experimental results and a rough theoretical estimation of the interaction energy are compared.

Die Messung der *Richtungskorrelation sukzessiver Gamma-Strahlen* hat es unter gewissen Voraussetzungen ermöglicht, magnetische Dipolmomente und elektrische Quadrupolmomente kurzlebiger, *angeregter Kerne* zu bestimmen*) 1)2)4).

Die Methode beruht darauf, dass die Korrelationsfunktion nicht nur von den Spins der Kernniveaus und den Multipolordnungen der Strahlungen, sondern auch von der Wechselwirkung des Kerns mit äusseren magnetischen und elektrischen Feldern abhängt.

In kristallinen Quellen ist die Wechselwirkung im wesentlichen diejenige des elektrischen Kern-Quadrupolmoments mit den elektrischen Kristallfeldern³⁾. Die Messung der Richtungskorrelation (R. K.) als Funktion der Orientierung eines tetragonalen Einkristalls hat es ermöglicht, das Quadrupolmoment des ersten angeregten Zustandes von Cd^{111} zu messen²⁾. In gewissen kubischen Kristallen verschwindet jedoch aus Symmetriegründen die Quadrupolwechselwirkung und man erwartet höchstens eine kleine Wechselwirkung des elektrischen 16-Pol-Moments des Kerns mit den elektrischen Kristallfeldern. Nach einer solchen 16-Pol-Wechselwirkung

*) Für eine Übersicht über Richtungskorrelation und ein vollständiges Literaturverzeichnis siehe das Kapitel über R. K. von H. FRAUENFELDER im Buch von K. SIEGBAHN: Beta and Gamma Ray Spectroscopy.

hat POUND in einem Iod-Einkristall mit Hilfe eines Kernresonanz-Experimentes vergeblich gesucht⁶⁾.

Im Anschluss an unsere Untersuchungen über den Einfluss der Quadrupolwechselwirkung auf die R. K.²⁾³⁾ schien es uns daher angezeigt, zu versuchen, ob beim angeregten Zustand des Cd^{111} (247 keV, $I = 5/2$) ein elektrisches 16-Pol-Moment nachgewiesen werden könnte.

Zu diesem Zweck wurde die Aktivität (In^{111}) in einen geeigneten *kubischen* Einkristall eingebaut und die R.K. als Funktion der Orientierung dieses Kristalls gegenüber der Detektoranordnung gemessen. Als kubischen Kristall mit einem im Vergleich zu Cd und

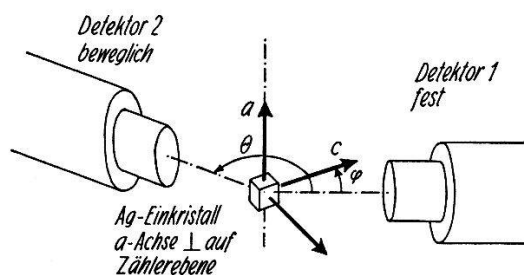


Fig. 1.

Anordnung der Silber-Einkristall-Experimente.

In günstigen Ionenradius haben wir Silber verwendet. Das aktive In wurde elektrolytisch auf einen Silberdraht abgeschieden und dann unter H_2 -Schutzatmosphäre in einem Graphitrohr vom 1-mm-Durchmesser zum Schmelzen gebracht und reduziert. Der beim langsamen Abkühlen gebildete Einkristall wurde geätzt, auf ein Goniometer gekittet und röntgenographisch orientiert. In einer Anordnung gemäss Fig. 1 wurde hierauf die Korrelationsfunktion mit einer konventionellen R. K.-Apparatur gemessen. Dabei wurden mit automatischer Steuerung die Gamma-Gamma-Koinzidenzen der 173-keV- und der 247-keV-Linien der Cd^{111} -Kaskade unter $\Theta = \pi$ und $\Theta = \pi/2$ je 30 min lang gezählt. Hierauf wurde der Silber-Einkristall um 15° weitergedreht. Die Dauer einer Messung betrug 48 Stunden. Fig. 2 zeigt das Resultat einer Messung, wobei die gemessene Anisotropie, definiert durch

$$A' = W(\pi)/W(\pi/2) - 1$$

aufgetragen ist und gemäss den Symmetrieverhältnissen entsprechende Punkte zusammengefasst wurden. Man erkennt aus Fig. 2, dass innerhalb der statistischen Genauigkeit keine Abhängigkeit der Anisotropie von der Kristallorientierung festgestellt werden kann. Man kann daher aus der Messung nur eine obere Grenze für die elek-

trische 16-Pol-Wechselwirkung abschätzen, indem man — mangels einer expliciten ausgearbeiteten Theorie — annimmt, dass die Bedingung

$$1/1 + (\omega \tau_N)^2 = A'_{\max}/A'_{\min}$$

gilt und indem man A'_{\max} und A'_{\min} aus Fig. 2 entnimmt. Auf diese Weise erhält man mit $A'_{\max}/A'_{\min} = 1,032$ und mit $\tau_N = 1,3 \cdot 10^{-7}$ sec für die Wechselwirkungsenergie des elektrischen 16-Pol-Moments $\omega \leq 2 \cdot 10^5$ Hz. Es zeigt sich also, dass mit R.-K.-Experimenten wie dem hier beschriebenen Wechselwirkungen bis ca. 10^5 Hertz sich feststellen lassen.

Um einen Anhaltspunkt für die theoretisch zu erwartende 16-Pol-Wechselwirkung zu bekommen, haben wir nach der Formel von

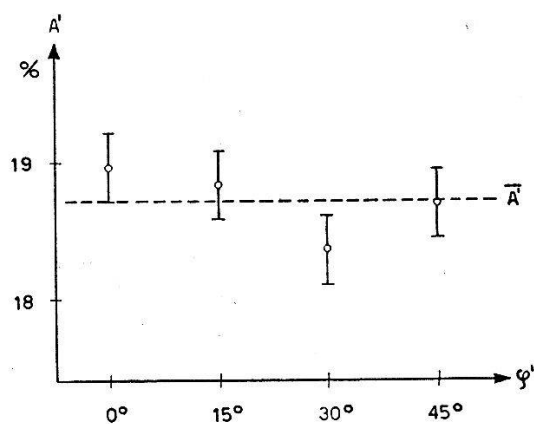


Fig. 2.

Resultat einer Messung der R. K. der Kaskade des Cd^{111} in einem Silber-Einkristall. Aufgetragen ist die Anisotropie (ohne Raumwinkelkorrektur) gegenüber $\varphi' = n \cdot \pi/2 \pm \varphi$.

SCHWARTZ⁷⁾ das 16-Pol-Moment auf Grund des Schalenmodells berechnet. Die benötigte Einteilchen-Wellenfunktion konnten wir Rechnungen von BLEULER und TERREAUX⁵⁾ entnehmen und erhielten damit für $Q_4 \sim 10^{-51} \cdot e \cdot \text{cm}^4$.

Eine einfache Abschätzung gibt für ein punktförmig gedachtes Ionengitter mit dem Gitterabstand $d = 4 \text{ \AA}$ für die dritte Ableitung des elektrischen Feldes $d^3 E_z/dz^3 \sim 10^{38} \cdot e \cdot \text{cm}^{-5}$ el. sta. Einh. Aus Q_4 und $d^3 E_z/dz^3$ folgt für die Größenordnung der nach dem Einteilchenmodell in einem kubischen Kristall zu erwartenden elektrischen 16-Pol-Wechselwirkung $\omega_{\text{theor.}} \sim 10^{-5}$ Hertz.

Wir dürfen allerdings einer solchen Berechnung kein allzu grosses Gewicht beilegen, da ja bereits die nach dem Schalenmodell berechneten Quadrupolmomente der Kerne um Größenordnungen zu klein sein können. Die Möglichkeit einer Beeinflussung der R. K. durch höhere elektrische Wechselwirkung konnte daher nicht zum vorn-

herein ausgeschlossen werden. Das vorliegende Experiment zeigt jedoch, dass solche Effekte bei R.-K.-Messungen keine Rolle spielen und sofern unsere Abschätzung der Grössenordnung nach richtig ist, wird der Nachweis elektrischer 16-Pol-Momente auch mit Kernresonanzexperimenten kaum je gelingen.

Wir danken Herrn Prof. Dr. P. SCHERRER für sein stets förderndes Interesse, das er dieser Arbeit entgegengebracht hat sowie den Herren Dr. H. ALBERS-SCHÖNBERG und F. GIMMI für anregende Diskussionen.

Literaturverzeichnis.

- 1) H. AEPPLI, H. ALBERS-SCHÖNBERG, H. FRAUENFELDER und P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta* **25**, 339 (1952).
 - 2) H. ALBERS-SCHÖNBERG, E. HEER, T. B. NOVEY und P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta* **27**, 547 (1954).
 - 3) H. ALBERS-SCHÖNBERG, E. HEER und P. SCHERRER, *Helv. Phys. Acta* **27**, 637 (1954).
 - 4) K. ALDER, H. ALBERS-SCHÖNBERG, E. HEER und T. B. NOVEY, *Helv. Phys. Acta* **26**, 761 (1953).
 - 5) K. BLEULER und CH. TERREAUX, private Mitteilung.
 - 6) R. V. POUND, *Phys. Rev.* **79**, 695 (1950).
 - 7) CH. SCHWARTZ, *Phys. Rev.* **97**, 390 (1955).
-