



HAL
open science

Spin et parité du niveau isomérique de $11 \mu\text{s}$ du ^{109}Cd

S. André, J. Tréherne, D. Barnéoud

► **To cite this version:**

S. André, J. Tréherne, D. Barnéoud. Spin et parité du niveau isomérique de $11 \mu\text{s}$ du ^{109}Cd . Journal de Physique Lettres, 1977, 38 (18), pp.369-371. 10.1051/jphyslet:019770038018036900 . jpa-00231398

HAL Id: jpa-00231398

<https://hal.science/jpa-00231398>

Submitted on 4 Feb 2008

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE JOURNAL DE PHYSIQUE-LETTRES

Classification
Physics Abstracts
21.10H — 23.20N

SPIN ET PARITÉ DU NIVEAU ISOMÉRIQUE DE 11 μ S DU ^{109}Cd

S. ANDRÉ, J. TRÉHERNE et D. BARNÉOUD

Institut des Sciences Nucléaires (IN2P3-U.S.M.G.), BP 257, Centre de Tri,
38044 Grenoble Cedex, France

(Reçu le 18 juillet 1977, accepté le 18 août 1977)

Résumé. — Les coefficients de conversion de la transition isomérique de 259,8 keV du ^{109}Cd ont été mesurés à l'aide du spectromètre β orange en ligne, par réaction $^{108}\text{Pd}(\alpha, 3n)$. Cette mesure prouve le caractère $M2$ de cette transition et donc le spin et la parité $11/2^-$ pour le niveau isomérique.

Abstract. — The internal conversion coefficients of the 259.8 keV isomeric transition in ^{109}Cd excited by the $^{108}\text{Pd}(\alpha, 3n)$ reaction have been measured by means of the on-line β -ray orange spectrometer. This experiment proves the $M2$ character of the transition and consequently the spin and parity $11/2^-$ for the isomeric level.

Dans la région des cadmiens des calculs Hartree-Fock ont montré récemment que l'énergie potentielle des isotopes pairs $^{102,106,110}\text{Cd}$, en fonction de la déformation, présentait deux minima l'un oblate l'autre prolate, très peu distincts en énergie [1]. Il paraît donc important, dans cette région, de déterminer expérimentalement la forme du noyau.

On sait que le modèle à couplage rotation-particule, dont l'utilisation a été largement étendue aux régions de transition, prévoit l'existence de bandes *découplées* dont l'observation permet de fixer le signe de la déformation à condition que le spin et la parité du niveau tête de bande soient connus [2].

Or l'un des principaux résultats expérimentaux de l'étude des cadmiens de A impair excités par réaction (α ou ions lourds, $xn\gamma$) est précisément la mise en évidence d'une cascade intense de transitions $E2$ interprétée comme une bande *découplée* [3, 4].

1. L'isomère de 11 μ s du ^{109}Cd . — En particulier l'étude du ^{109}Cd a montré qu'une bande de ce type se développe sur un état isomérique de 463 keV d'énergie d'excitation et de 11 μ s de période [3], dont il importe par conséquent de déterminer le spin et la parité.

Cet état se désexcite par une transition de 259,8 keV qui alimente directement le premier niveau $7/2^+$ de 203,5 keV, bien connu par les études de radioactivité [5] (Fig. 1).

Comme l'état de simple particule $1h_{11/2}$ est attendu dans cette région et que la période de 11 μ s correspond pour la transition de 259,8 keV à un facteur de retard de 10 environ par rapport à l'estimation Weisskopf

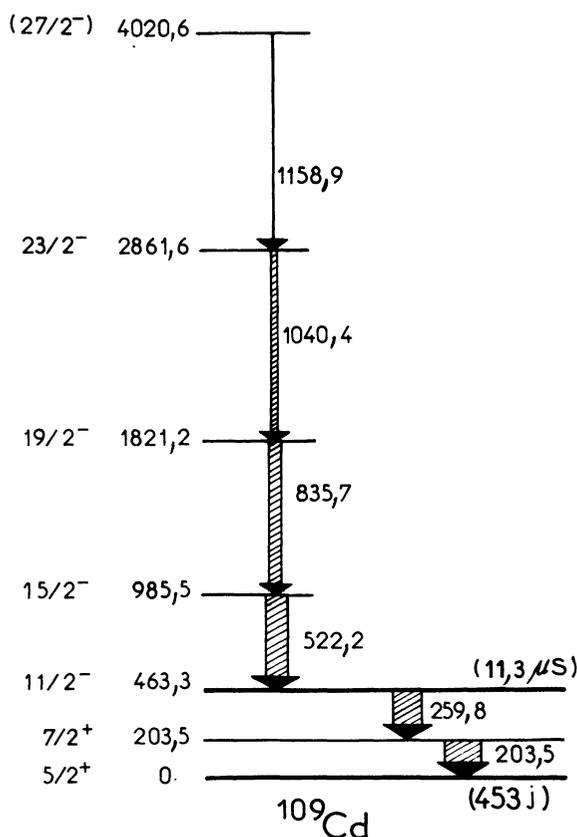


FIG. 1. — Schéma simplifié du ^{109}Cd excité par réaction $^{108}\text{Pd}(\alpha, 3n)$ d'après la référence [3].

[Simplified level scheme of ^{109}Cd excited by the $^{108}\text{Pd}(\alpha, 3n)$ reaction after reference [3].]

pour une multipolarité $M2$, il était tentant d'attribuer les caractéristiques $11/2^-$ à ce niveau isomérique.

C'est pourquoi il nous a paru important d'apporter un argument expérimental plus solide en déterminant directement la multipolarité de la transition de 259,8 keV par l'étude du spectre des électrons de conversion.

L'isomère de 11 μ s n'étant pas alimenté par la radioactivité de ^{109}In , ce spectre a été mesuré sur faisceau à l'aide du spectromètre β orange, en ligne sur une voie du cyclotron à énergie variable de Grenoble.

2. Le spectromètre en ligne. — Cet appareil dont le prototype a été développé à Munich par Moll et Kankeleit [6] est un spectromètre magnétique sans fer comportant 60 secteurs autour de l'axe de symétrie Oz . Le champ magnétique ainsi créé est toroïdal de composantes $H_z = H_r = 0$, $H_y \sim NI/r$. La transmission est élevée ($\approx 16\%$ de 4π) pour une résolution pratique de l'ordre de 0,7%. Dans la disposition que nous avons adoptée pour l'installation en ligne, l'axe Oz est horizontal, perpendiculaire à la direction du faisceau. La bobine, l'enceinte à vide, le pompage ont été construits par la société Leybold-Heraeus, tout le reste de l'installation au laboratoire [7].

Le champ magnétique extérieur (le champ terrestre modifié par l'environnement) doit être compensé dans tout le volume des bobines à cause de la sensibilité du plan image aux composantes suivant r et z . Cette compensation est réalisée à mieux que 3% près à l'aide de bobines de Helmholtz. Dans ces conditions aucune perturbation de la focalisation n'est décelable pour des électrons d'énergie supérieure à 30 keV.

L'alimentation en courant est du type à thyristors régulée à 10^{-5} . Cette solution a été choisie parce que le temps de montée rapide (0 à I_{\max} en 250 ms) permet un balayage de la région d'intérêt avec une période de quelques secondes. Son courant maximum $I_{\max} = 1\,000$ A correspond à des électrons de 1,6 MeV environ.

La variation pas à pas du courant et l'avance adresse simultanée du bloc d'acquisition sont commandées par un petit ordinateur PDP8. On obtient ainsi une construction automatique des spectres tout en s'affranchissant des fluctuations d'intensité du faisceau.

La détection des électrons est effectuée par un scintillateur plastique NE104 couplé à un photomultiplicateur rapide 56 DVP. Les temps de résolution obtenus, de l'ordre de la nanoseconde, permettent des mesures de durées de vie plus courtes qu'à partir des gammas détectés par Ge(Li).

3. Conditions de l'expérience. — L'isotope ^{109}Cd a été excité par réaction $(\alpha, 3n)$ en bombardant une cible de ^{108}Pd par un faisceau de particules α de 40 MeV.

La cible de 1 mg/cm² environ a été fabriquée à

partir de poudre de palladium métal, enrichi à 95% en ^{108}Pd , par centrifugation sur une feuille de mylar de 300 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ d'épaisseur. Elle était rendue conductrice par évaporation de 10 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ de carbone. L'impact du faisceau sur cette cible était contenu à l'intérieur d'un cercle de 4 mm de diamètre centré sur l'axe du spectromètre.

La technique par dépôt de poudre a été employée parce qu'elle est relativement simple et surtout très économique. Mais l'inhomogénéité du matériau limite la résolution (1,5% ici au lieu de 0,7); en outre les réactions parasites dans le support contribuent significativement au fond. La cible idéale serait évidemment une cible métallique autoporteuse de 300 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ environ. La cible employée s'est avérée néanmoins de qualité tout à fait suffisante pour permettre la mesure.

Le spectre des électrons de conversion obtenu par balayage entre 30 et 360 keV, suivant la technique indiquée plus haut, est montré sur la figure 2.

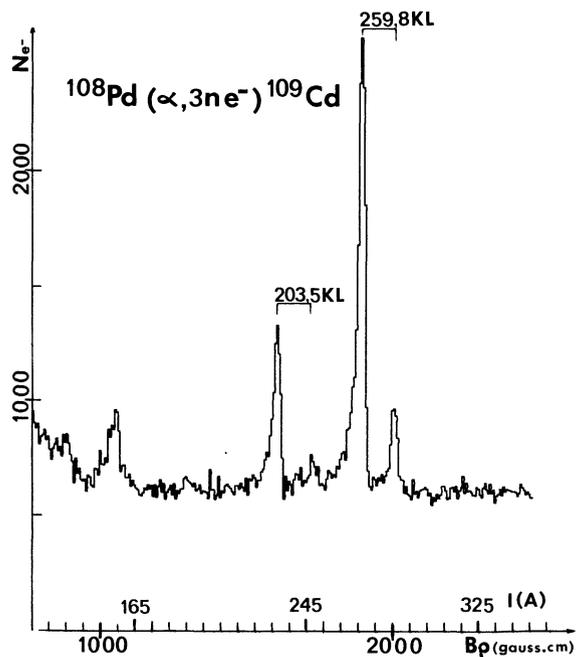


FIG. 2. — Spectre des électrons du ^{109}Cd excité par réaction $^{108}\text{Pd}(\alpha, 3n)$.

[Conversion electron spectrum of ^{109}Cd excited by the $^{108}\text{Pd}(\alpha, 3n)$ reaction.]

Simultanément le spectre γ a été enregistré avec la jonction Ge(Li) spécialement adaptée au spectromètre.

L'essentiel de l'activité de basse énergie, en électrons comme en gammas, concerne les deux transitions de 203,5 et 259,8 keV.

4. Résultats. — L'analyse de ces spectres a permis la détermination du coefficient de conversion α_K et du rapport $K/(L + M)$ de la transition de 259,8 keV.

La nécessaire normalisation entre électrons et gammas a été effectuée grâce à la transition de 203,5 keV. La multipolarité $M1$ de cette transition, fortement excitée dans la radioactivité de ^{109}In vers ^{109}Cd , est connue par la mesure d'électrons de conversion de Nozawa [8]. La valeur théorique $\alpha_K(203,5) = 5,5 \times 10^{-2}$ a été adoptée.

D'autre part le rapport mesuré des intensités γ des deux transitions est :

$$I(203,5)/I(259,8) = 1,24 \pm 0,02$$

en accord avec les mesures de la référence [2].

On obtient ainsi

$$\alpha_K(259,8) = (16,0 \pm 2,5)10^{-2}$$

et

$$K/(L + M) = 5,7 \pm 0,3.$$

Les valeurs théoriques des coefficients de conversion, interpolées à partir des tables de Hager et

Seltzer [9] (tenant compte de la taille finie du noyau), montrent (tableau ci-après) que le coefficient de conversion expérimental est compatible avec une transition $M2$ ou $E3$, mais que la possibilité $E3$ est exclue par le rapport $K/(L + M)$.

Ainsi le caractère $M2$ de la transition, et donc le spin $11/2^-$ pour le niveau isomérique de 463 keV, est-il directement établi.

L'orbite neutron $h_{11/2}$ étant en début de remplissage, l'observation d'une bande découplée construite sur cet état $11/2^-$ conduit à admettre une forme prolata pour le noyau dans ce système d'états.

Coefficients de conversion pour la transition de 259,8 keV

| | Coefficients mesurés | Coefficients théoriques (Réf. [9]) | | | | |
|------------------------|----------------------|------------------------------------|------|------|------|------|
| | | $M1$ | $E2$ | $M2$ | $E3$ | $M3$ |
| $\alpha_K \times 10^2$ | $16,0 \pm 2,5$ | 3,0 | 4,5 | 14,0 | 17,0 | 61,0 |
| $K/(L+M)$ | $5,7 \pm 0,3$ | 6,9 | 5,5 | 5,6 | 8,6 | 4,6 |

Bibliographie

- [1] MEYER, M., DANIÈRE, J., LETESSIER, J. et QUENTIN, P., C.R. Conf. Europ. Ions Lourds, Caen, sept. 1976, p. 98.
 [2] STEPHENS, F. S. *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **29** (1972) 438.
 NAKAI, K. *et al.*, *Phys. Lett.* **44B** (1973) 443.
 [3] MEYER, M., BÉRAUD, R. *et al.*, *Phys. Rev. C* **12** (1975) 1858.
 [4] HAGEMANN, U. *et al.*, *Nucl. Phys. A* **228** (1974) 112.
 [5] RIVIER, J. et MORET, R., *Nucl. Phys. A* **149** (1970) 337.
 [6] MOLL, E. et KANKELEIT, E., *Nukleonik* **7** (1965) 180.
 [7] Contributions au Rapport Annuel ISN (1976) :
 ANDRÉ, S., BOURIANT, M., CALLOIS, G., GUGLIELMINI, R. et TRÉHERNE, J., p. 21.
 BARDON, P., PATTI, A. et VIALETTE, A., p. 15.
 BARBIER, G., BOUTELOUP, D. et TOURNIER, M., p. 29.
 [8] NOZAWA, M., *Nucl. Phys.* **36** (1962) 411.
 [9] HAGER, R. S. et SELTZER, E. C., *Nucl. Data* **4** (1968).