

FORME DE SPECTRE POUR LA TRANSITION BETA DE 965 keV DANS ¹⁹⁸Au

Par J. LEHMANN,

Centre d'Étude de l'Énergie Nucléaire, Mol-Donk, Belgique.

Résumé. — Nous avons mesuré la forme du spectre β pour la transition 2⁻ → 2⁺ de ¹⁹⁸Au ($E_{\beta} = 965$ keV) au moyen d'un spectromètre β à image intermédiaire. Nous avons comparé nos résultats à d'autres résultats publiés. Il semble établi que la forme de spectre n'est pas du type statistique. Si l'on excepte un des résultats publiés, on constate que les autres donnent des valeurs concordantes de la déviation par rapport à une forme permise. Le facteur de forme que l'on en déduit vaut :

$$C(W) = C^{st} [1 - (0,124 \pm 0,03) W].$$

Abstract. — We have measured the shape of the β spectrum for the 2⁻ → 2⁺ ($E_{\beta} = 965$ keV) transition of ¹⁹⁸Au with an intermediate image β-ray spectrometer. On the other hand we have compared our results with those of other experimenters : as a result of this study, it seems established that the shape of the spectrum is not a statistical one. All results but one agree as to the order of magnitude of the deviation with respect to an allowed shape, the form factor being :

$$C(W) = C^{st} [1 - (0.124 \pm 0.03) W].$$

1. Introduction. — Dans le cas d'une désexcitation par une cascade bêta-gamma, où la transition bêta est une fois interdite non unique, on peut obtenir des indications sur les éléments de matrice de la transition bêta par différents types d'expériences, notamment par des mesures de corrélations directionnelles bêta-gamma et bêta-gamma polarisé circulaire, et par des mesures de la forme du spectre bêta.

En ce qui concerne la forme du spectre de la transition bêta 2⁻ → 2⁺ ($E_{\beta} = 965$ keV) entre l'état fondamental de ¹⁹⁸Au et l'état excité à 412 keV dans ¹⁹⁸Hg, il y a des divergences importantes entre les résultats des différents expérimentateurs [1 à 4]. Nous avons mesuré à notre tour la forme du spectre de cette transition et comparé les résultats précités aux nôtres. Nous avons contrôlé que notre appareil de mesure n'introduit pas de distortion notable dans une forme de spectre, par l'étude de la transition permise du ²⁴Na.

2. Mesures. — Nous utilisons un spectromètre bêta à image intermédiaire du type Siegbahn-Slätis fabriqué par la firme L. K. B. [5]. Nous avons vérifié sa linéarité en quantité de mouve-

ment en relevant la position des raies de conversion émises par des sources de Th ($B + C' + C''$), ¹⁹⁸Au et ¹³⁷Cs. La déviation par rapport à la linéarité n'excède pas 0,1 % entre 25 keV et 2,5 MeV. Le compteur est du type « flow counter » et fonctionne en régime Geiger. Son plateau est de 150 volts et sa pente, de 5 % pour 100 volts. La fenêtre du compteur est constituée par un film de mylar aluminisé de 1 mg/cm². Les sources sont déposées sur un film de mylar aluminisé de 1 mg/cm² et reliées à la masse dans le spectromètre. Elles ont une forme circulaire de 1 mm de diamètre. Pour ce type de source, la résolution en quantité de mouvement du spectromètre est de 1,5 %.

Les expériences ont été groupées en 5 séries de mesures. Les caractéristiques générales des sources utilisées pour les différentes séries sont reprises au tableau I. La densité des sources de sodium est telle que la diffusion des électrons y est du même ordre que dans les sources d'or ; on suppose la diffusion proportionnelle à Z [6].

Durant les mesures le bruit de fond a été régulièrement contrôlé. En relevant deux spectres gamma d'une même source à deux semaines d'intervalle, on

TABLEAU I

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES DIFFÉRENTES SOURCES UTILISÉES.

Les sources de sodium (1) ont été préparées par évaporation d'une goutte de solution active de Na₂CO₃. Le support pour toutes les sources est une feuille de mylar aluminisé de 1 mg/cm² reliée à la masse.

N° DE LA SÉRIE	1	2	3	4	5
Isotope	¹⁰⁹ Au	²⁴ Na	¹⁹⁸ Au	²⁴ Na	¹⁹⁸ Au
Forme	métal	Na ₂ CO ₃ en solution	métal	Na ₂ CO ₃ en solution	métal
Épaisseur source	270 μg/cm ²	2 mg/cm ²	< 50 μg/cm ²	300 μg/cm ²	270 μg/cm ²
Préparation	dépôt	évaporation (1)	évaporation sous vide	évaporation (1)	dépôt

en a déduit que l'activité bêta de ^{199}Au est inférieure à 1 % de celle de ^{198}Au durant les mesures.

Soit N le nombre de particules bêta détectées par unité de temps pour une valeur donnée du courant circulant dans les bobines du spectromètre ; soit η et W respectivement la quantité de mouvement et l'énergie des électrons qui y correspondent, et W_0 l'énergie maxima de la transition (en unités naturelles).

On a la relation :

$$N d\eta = C(W) F(ZE) \eta^3 (W_0 - W)^2 d\eta \quad (1)$$

où $C(W)$ est le facteur de forme, et $F(ZE)$ la fonction de Fermi.

Le facteur de forme vaut donc

$$C(W) = N/\eta^3 (W_0 - W)^2 F(ZE). \quad (2)$$

Afin de ne pas être gêné dans l'analyse des résultats par la transition bêta de 290 keV [7] nous considérons seulement les points expérimentaux situés dans une région d'énergie supérieure à 290 keV.

3. Résultats. — En traitant W_0 comme un paramètre arbitraire de façon à rendre linéaire le facteur de forme $C(W)$ au voisinage de l'énergie maximum W_0 , nous trouvons comme énergie finale : pour ^{198}Au :

$$W_0 = 965 \text{ keV} \pm 2 \text{ keV} ;$$

pour ^{24}Na :

$$W_0 = 1\,363 \text{ keV} \pm 3 \text{ keV}.$$

Le facteur de forme de ^{198}Au est représenté dans la figure 1, celui de ^{24}Na dans la figure 2. Les erreurs indiquées sont purement statistiques. Dans la figure 2, les points expérimentaux peuvent être décrits par la relation $C^{st} [1 - (0,005 \pm 0,007) W]$. Comme on peut s'attendre à un facteur de forme constant dans le cas de cette transition permise de valeur ft petite, nous voyons que notre appareil n'introduit pas d'erreur systématique supérieure à 1,2 % dans la mesure d'un facteur de forme.

Dans le cas de ^{198}Au la figure 1 montre que les résultats pour les 2 types de sources sont les mêmes aux erreurs statistiques près. Ils peuvent être décrits par une fonction linéaire du type :

$$C(W) = C^{st} [1 - (0,155 \pm 0,015) W].$$

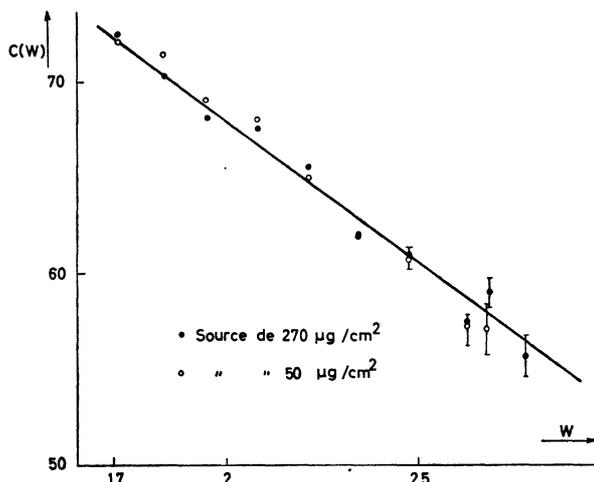


FIG. 1. — Dépendance en énergie du facteur de forme pour la transition $2^- \rightarrow 2^+$ ($E_\beta = 965 \text{ keV}$) de ^{198}Au . Les erreurs statistiques non indiquées sont de l'ordre de grandeur des dimensions du point correspondant.

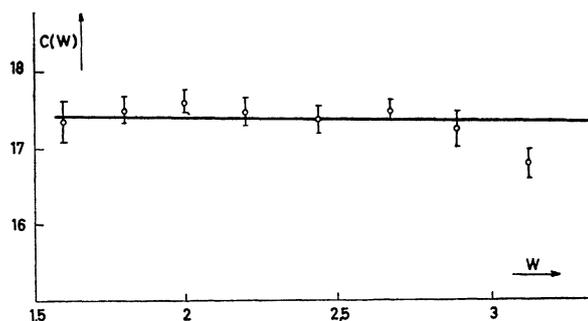


FIG. 2. — Dépendance en énergie du facteur de forme de la transition $4^+ \rightarrow 4^+$ ($E_\beta = 1\,363 \text{ keV}$) de ^{24}Na . Les résultats pour les deux types de sources (2 et 4 du tableau I) ont été sommés.

Cette relation tient compte d'une éventuelle distorsion introduite par l'appareillage d'après les mesures effectuées sur ^{24}Na .

4. Discussion. — Les résultats des autres expérimentateurs [1 à 4] ont été extraits des figures illustrant leurs différents articles. Ils ont été représentés par une fonction analytique de la forme $(I + aW)$ afin de les comparer aux nôtres. Les calculs ont été effectués par la machine Mercury Ferranti du C. E. N. de Mol, et les résultats sont consignés au tableau II.

TABLEAU II

TABLEAU COMPARATIF DES DIFFÉRENTS FACTEURS DE FORME OBTENUS PAR DIVERS EXPÉRIMENTATEURS

AUTEURS	RÉFÉRENCE	$C(W) = C^{st} C'(W)$
Chabre et Depommier	[1]	$1 - (0,05 \pm 0,015) W$
de Vries	[2]	$1 - (0,131 \pm 0,015) W$
Wapstra	[3]	$1 - (0,102 \pm 0,015) W$
Langer	[4]	$1 - (0,11 \pm 0,015) W$
Lehmann	présent travail	$1 - (0,155 \pm 0,015) W$

Notons que Langer [4] avait adopté comme énergie finale 960 ± 5 keV et obtenu de la sorte un facteur de forme quadratique

$$(1 - 0,33 W + 0,072 W^2).$$

Nous avons réinterprété ses résultats expérimentaux en choisissant comme énergie finale 965 keV. Nous avons obtenu de la sorte un facteur de forme linéaire dont la valeur est reprise au tableau II.

La dispersion des différents résultats est nettement plus élevée que l'erreur citée pour chaque mesure, aussi n'est-il pas possible d'en déduire une valeur moyenne suivant les méthodes statistiques habituelles. Une analyse poussée des sources d'erreurs systématiques des différents appareils

devrait être faite pour élucider la question. Il semble établi que la pente du facteur de forme pour la transition bêta de 965 keV de ^{198}Au est comprise entre 5 et 15 %. Toutefois, si l'on exclut le résultat de Chabre et Depommier [1] les 4 autres résultats deviennent compatibles et leur moyenne statistique vaut :

$$C(W) = C^{\text{st}} [1 - (0,124 \pm 0,03) W].$$

Remerciements. — Nous tenons à remercier MM. M. Nève de Mévergnies, J. Vervier et J. Deutsch pour leur assistance et leurs encouragements.

Manuscrit reçu le 12 septembre 1963.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DEPOMMIER (P.) et CHABRE (M.), *C. R. Acad. Sc.*, 1961, **252**, 1587.
 [2] DE VRIES (C.) et al., *Nucl. Physics*, 1960, **18**, 454.
 [3] WAPSTRA (A. H.) et al., *Nucl. Physics*, 1958-1959, **9**, 538.
 [4] LANGER (L.) et al., *Nucl. Physics*, 1962, **36**, 567.
 [5] SLÄTIS (H.) et SIEGBAHN (K.), *Ark. Fysik*, Band 1, nr. 17, 339.
 [6] PAUL (W.) et STEINWEDEL (H.), *Beta and Gamma-ray Spectroscopy*, K. Siegbahn, éd. (North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1955), p. 9.
 [7] Nuclear data sheets, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington.