



HAL
open science

Caractéristiques d'un spectromètre β du type Siegbahn-Slatis

P. Depommier, M. Chabre, J. Crançon, H. Vialettes

► **To cite this version:**

P. Depommier, M. Chabre, J. Crançon, H. Vialettes. Caractéristiques d'un spectromètre β du type Siegbahn-Slatis. *Journal de Physique et le Radium*, 1960, 21 (5), pp.493-495. 10.1051/jphys-rad:01960002105049300 . jpa-00236322

HAL Id: jpa-00236322

<https://hal.science/jpa-00236322v1>

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.

CARACTÉRISTIQUES D'UN SPECTROMÈTRE β DU TYPE SIEGBAHN-SLATIS

Par P. DEPOMMIER, M. CHABRE, J. CRANÇON et H. VIALETES,
Centre d'Études Nucléaires de Grenoble et Université de Grenoble.
Laboratoire de Physique Nucléaire.

Résumé. — Un spectromètre type Siegbahn-Slatis a été mis au point. Ses performances ont été étudiées. Sa résolution maximum est de 0,5 % avec Th B. On obtient par ailleurs 3 % de transmission pour 1,5 % de résolution. Des raies et des spectres ont été tracés. La précision dans la forme des spectres semble pouvoir atteindre 1 %.

Abstract. — A long lens β ray Siegbahn-Slatis spectrometer has been tested. The best resolution found is 0.5 % with Th B. Under normal conditions we obtained 3 % transmission with 1.5 % resolution. We have studied conversion lines and continuous spectra. The accuracy in the spectrum shape may attain 1 %.

Un spectromètre LKB du type Siegbahn-Slatis [1] a été récemment installé dans notre laboratoire. Cet appareil comportant quelques améliorations par rapport aux modèles précédents, nous avons cherché à connaître ses performances exactes.

Les modifications portent sur l'optique magnétique et sur des réglages supplémentaires ; au diaphragme central en iris, est adjoint, côté source, un second diaphragme dont la position et l'ouverture sont réglables de l'extérieur.

Réglages. — L'alignement optique a été obtenu en opérant avec une source ponctuelle : dépôt actif de thorium sur une pointe d'aiguille d'aluminium de 0,4 mm de diamètre, rigoureusement centrée sur le porte-source. Pour aligner le diaphragme central, nous avons cherché à obtenir exactement la même forme de raie (raie *F*) en renversant le sens du courant dans la bobine. Ce test est très sensible lorsqu'on travaille avec un diaphragme très fin (fente de 0,5 mm). Par contre, le centrage se révèle beaucoup moins important pour le premier diaphragme qui agit surtout sur la transmission.

Étalonnages, Résolution, Transmission. — Toutes les mesures précises sont précédées d'une démagnétisation qui s'effectue très simplement sur cet appareil. L'étalonnage en énergie a été fait avec les raies de Th, de ^{198}Au , ^{137}Cs . Pour le thorium, la linéarité est précise à $2 \cdot 10^{-4}$, de la raie A (24,5 keV) à la raie X (2 614 keV). Les raies des autres éléments se plaçaient avec moins d'exactitude sur la droite, mais les déviations étaient dues à l'épaisseur des sources et n'ont pas été retrouvées avec une source de ^{198}Au préparée par électro-déposition.

La meilleure résolution obtenue avec les sources ponctuelles de Th est 0,5 % pour la raie *F*. En se plaçant dans des conditions plus proches de la pratique, nous avons obtenu 0,8 % pour la raie *K*

du ^{137}Ba , avec une source de Cs de 1,5 mm de diamètre préparée par évaporation d'une goutte de solution. Pour avoir une idée de la transmission, nous avons fait étalonner une source de ^{137}Cs par le Laboratoire de Mesures Nucléaires du C. E. N. G. Nous avons mesuré l'intensité de la raie *K* et nous

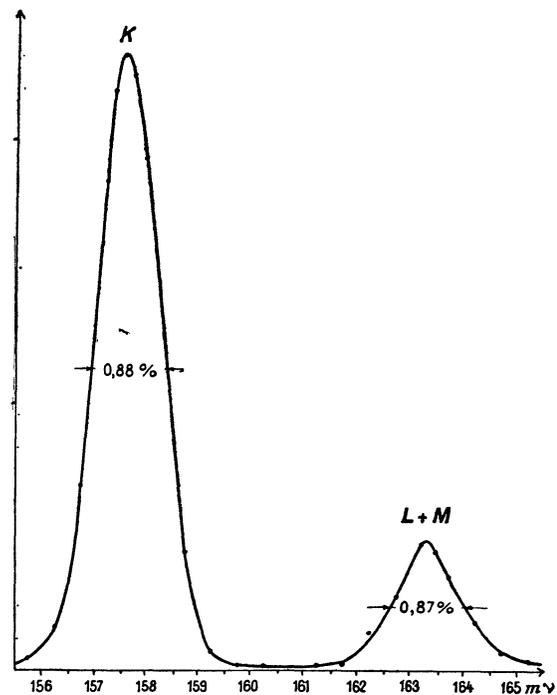


Fig. 1. — ^{137}Cs . Raies *K* et *L + M*
 $K/(L + M) = 4,66 \pm 0,03$.

avons utilisé son coefficient de conversion (Strominger, 1958). La meilleure combinaison résolution-transmission trouvée est 3 % de transmission pour 1,4 % de résolution, avec une source de 1,5 mm de diamètre.

En pratique, la résolution est surtout commandée par le diamètre de la source. Avec des sources de 3 à 4 mm de diamètre on obtient difficilement mieux que 2 %. Le premier diaphragme doit être très ouvert, on gagne peu sur la résolution en le diminuant, et c'est au prix d'une forte baisse de transmission.

Comme application, nous avons mesuré le rapport de conversion $K/L + M$ de la raie de 661 keV du ^{137}Ba (fig. 1). On a trouvé

$$K/L + M = 4,66 \pm 0,03$$

résultat satisfaisant, la moyenne des mesures antérieures étant de 4,64. Nous avons aussi essayé de séparer les raies K , L et M de ^{198}Au , mais avec les sources utilisées la résolution était insuffisante pour séparer complètement la raie M (fig. 2).

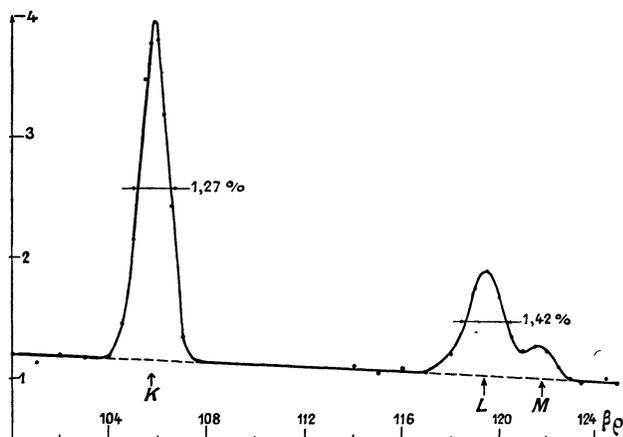


FIG. 2. — ^{198}Au . Raies K , L et M .

Étude de spectres β . — Nous avons tracé plusieurs spectres β connus pour déterminer la précision qui peut être atteinte sur les formes de spectre et pour savoir à partir de quelle énergie les déformations dues au compteur et à l'épaisseur de la source sont négligeables.

SPECTRE β DU ^{60}Co . — La transition principale est permise, et il y a une très faible transition (0,15 %) de 1,48 MeV. L'énergie maximum E_0 donnée par les tables [2], 312 keV est une moyenne de résultats compris entre 306 et 318 keV. Avec des sources préparées par électrodéposition sur support formvar $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2 + \text{Ni } 5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ nous avons trouvé, par la méthode des moindres carrés, $E_0 = 318 \text{ keV}$ en ne prenant pour cette détermination que les points d'énergie comprise entre 50 et 250 keV. Au-dessus de 250 keV on constate une traînée déjà signalée par d'autres auteurs [3] et partiellement due à des effets secondaires (électrons dus aux γ et spectre β de haute énergie principalement). Entre 50 et 250 keV les écarts à la forme théorique sont inférieurs à 1 % bien que les points inférieurs à 100 keV se ressentent déjà des

effets de source (le cut-off du G. M. était à 12 keV) (fig. 3).

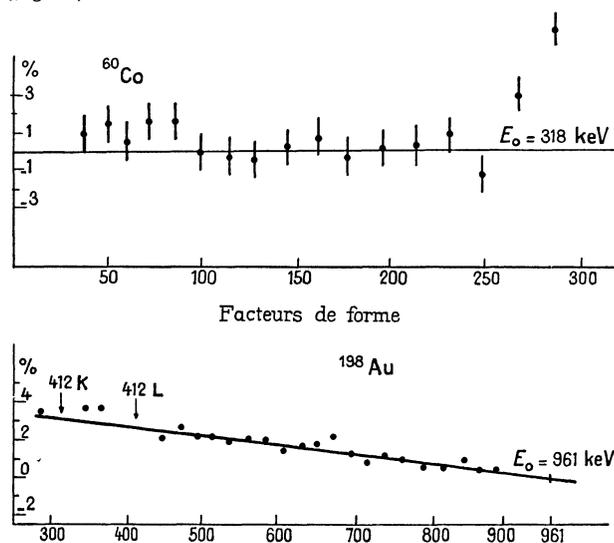


FIG. 3. — Facteurs de forme $\frac{1}{q} \sqrt{\frac{n}{p^2 F}}$ pour ^{60}Co et ^{198}Au .

SPECTRE β DE ^{198}Au . — Ce spectre d'énergie maximum 960 keV peut difficilement servir de référence. Nous l'avons étudié car il doit nous servir par la suite à étalonner notre montage en coïncidence. Il s'agit d'une transition $\Delta J = 0^-$, mais il y a un embranchement d'intensité mal précisée ($\sim 1,5 \%$) et d'énergie maximum 300 keV. De plus, les sources sont toujours contaminées par ^{199}Au , de période voisine et de $E_0 = 300 \text{ keV}$. Ces deux corrections sont calculables, mais sans grande précision. Les corrections de résolution finie [4] ne sont sensibles qu'au voisinage de l'énergie maximum.

Nous avons fait cinq mesures, avec deux sources différentes. L'une était préparée par électrodéposition, l'autre par évaporation, leur épaisseur ne dépassait pas $10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Nous avons également fait varier la position de la source, donc l'étalonnage, et opéré avec les deux sens du courant dans le spectromètre.

Pour l'analyse de ces spectres nous avons utilisé les tables du National Bureau of Standards [5] avec corrections pour l'effet d'écran. Suivant la méthode proposée par Wapstra [6], nous avons fait varier le paramètre E_0 énergie maximum pour obtenir un facteur de forme linéaire par rapport à l'énergie.

La pente de la droite obtenue varie fortement avec E_0 . La meilleure valeur semble être $E_0 = 961 \text{ keV}$, ce qui donne une pente de 0,025, inférieure à celle trouvée par Wapstra.

Utilisation en spectrométrie à coïncidences β - γ . — Pour accroître les possibilités de l'appareil nous avons adapté une sonde γ destinée aux mesures en

coïncidences β - γ . Le système comporte une vanne à passage direct pour permettre l'introduction de la source et de la sonde sans casser le vide dans l'appareil. On utilise un cristal Harshaw de $2,5 \times 1,25$ cm, un guide de lumière de 30 cm et un 51 AVP de la Radiotechnique, blindé par 3 mm

de mumétal. La résolution obtenue est de 12 % pour le pic de 661 keV du ^{137}Cs . Le montage d'un cristal d'anthracène à la place du G. M. est aussi prévu et en cours de réalisation, pour permettre des mesures en coïncidence à temps de résolution plus faible.

RÉFÉRENCES

- [1] *Science Tools* (Stockholm), 1957, vol. 4, n° 2, 20.
[2] STROMINGER (D.), HOLLANDER (J. M.), SEABORG (G. T.), *Rev. Mod. Physics*, 1958, 30, 585.
[3] KEISTER (G. L.), *Phys. Rev.*, 1954, 93, 140.
[4] OWEN (G. E.), PRIMAKOFF (G.), *Phys. Rev.*, 1949, 74, 1406 ; *Rev. Sci. Instr.*, 1950, 21, 447.
[5] Tables for the analysis of beta spectra N. B. S., 1952, n° 13.
[6] WAPSTRA (A. H.), *Nucl. Phys.*, 1959, 9, 519.
-