

SUR L'ABSORPTION DU RAYONNEMENT γ ÉMIS PAR L'URANIUM I ET LEUR DESCENDANTS IMMÉDIATS

par MARIETA DA SILVEIRA (À LISBONNE)

(Reçu le 21 Novembre 1944)

Introduction. Le rayonnement γ émis par l'uranium et leur descendants immédiats a été étudié, soit par absorption, soit par spectrographie magnétique.

Par la première de ces méthodes, quelques auteurs ont déterminé plusieurs valeurs du coefficient d'absorption, correspondant à différents rayonnements γ , mais les résultats diffèrent beaucoup selon l'auteur.

La table suivante montre les résultats correspondant au rayonnement γ le plus pénétrant. Elle nous donne les valeurs du coefficient massique d'absorption, dans l'aluminium et dans le plomb, les valeurs de l'énergie et de la longueur d'onde respectives (calculées à partir des tables données par Sizoo et Coumou [1]) et aussi l'indication des sources employées dans les déterminations.

Auteurs	Sources	$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Pb}$ (cm ² /g)	$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{Al}$ (cm ² /g)	Énergie (keV)	λ (U. X.)
Soddy et Russel [2]	UX	0,0636	—	1130	11,0
Richardson [3]	UX	—	0,052	1380	9,0
Hahn et Meitner [4]	UX	0,064	—	1120	11,1
Walling [5]	UZ	0,097	—	720	17,2
Stahel et Coumou [6]	UX	0,0731	—	950	13,1
Sizoo et Coumou [1]	UX	0,0475	0,0481	1700	7,3
		0,115	—	630	19,8
Feather et Bretscher [7]	UZ	0,087 ± 0,005	—	790 ± 40 *	15,6 ± 0,8

* Les auteurs, d'après la valeur mesurée du coefficient d'absorption, donnent pour l'énergie la valeur 700 ± 50 keV, mais ils n'indiquent pas les tables dont ils se sont servis pour le calcul. Nous avons calculé la valeur 790 ± 40 keV, d'après Sizoo et Coumou (loc. cit.).

En examinant cette table, on voit tout de suite que les valeurs obtenues par les différents auteurs ne sont pas en bon accord.

L'analyse du spectre β de l'UX a été entreprise, par la première fois, par Meitner [8], en employant un spectrographe magnétique, et elle a trouvé des lignes de conversion correspondant à trois rayonnements γ . Plus tard, Marshall [9], étudiant de nouveau le spectre β de l'UX, a trouvé seulement deux lignes de conversion correspondant à un seul rayonnement γ . Enfin, Breidt, Heine et Scherrer [10], en répétant ces mesures, ont trouvé des lignes de conversion correspondant à trois rayonnements γ .

La table suivante contient les valeurs obtenues, par ces auteurs, pour les énergies des rayonnements γ et les longueurs d'onde respectives.

MEITNER		MARSHALL		BREIDT, HEINE et SCHERRER	
Énergie (keV)	λ (U.X.)	Énergie (keV)	λ (U.X.)	Énergie (keV)	λ (U.X.)
806	15,4	802	15,4	782	15,8
831	14,9	—	—	806	15,4
845	14,7	—	—	822	15,0

L'examen de cette table montre que les résultats obtenus par spectrographie magnétique peuvent être considérés, aux erreurs expérimentales près, en bon accord les uns avec les autres, mais qu'il y a un grand désaccord entre ces résultats et ceux qui ont été obtenus par absorption.

C'est ce désaccord qui nous a fait reprendre l'analyse du rayonnement γ de l'UX par absorption.

Dispositif expérimental. Pour détecter le rayonnement γ , nous avons employé un compteur de Geiger-Müller, de 1,5 cm de diamètre et 5 cm de longueur, contenant un mélange d'air et de vapeur d'alcool à la pression de 5 cm de mercure. Nous avons choisi ce mélange, pour le remplissage du compteur, parce qu'il nous donne un bon palier (environ 100 volts) et exige une tension plus faible entre le fil et la paroi. Cette tension était fournie par une batterie de piles sèches.

Le compteur était relié à un amplificateur, associé à une échelle «à quatre» (scale of four) et les impulsions étaient enregistrées dans un enregistreur «Cenco».

La source était constituée par une préparation d'oxyde d'uranium, contenant donc U_1 , UX_1 , UX_2 , UZ et U_{II} en équilibre radioactif. Cette

source a été placée à une distance déterminée du compteur (10 cm) et les mesures d'absorption ont été réalisées à travers des écrans absorbants, dont les masses superficielles étaient bien déterminées. On a interposé, entre la source et les écrans absorbants, une lame de paraffine, dont l'épaisseur (1,2 cm) était suffisante pour absorber tous les rayons β émis par la source.

Résultats. On a étudié l'absorption du rayonnement γ , émis par la source d'oxyde d'uranium, dans le plomb et dans d'aluminium. Pour chacun des absorbants, on a déterminé plusieurs courbes d'absorption, dont les valeurs moyennes sont représentées, graphiquement et en échelle logarithmique, dans les figures 1 et 2.

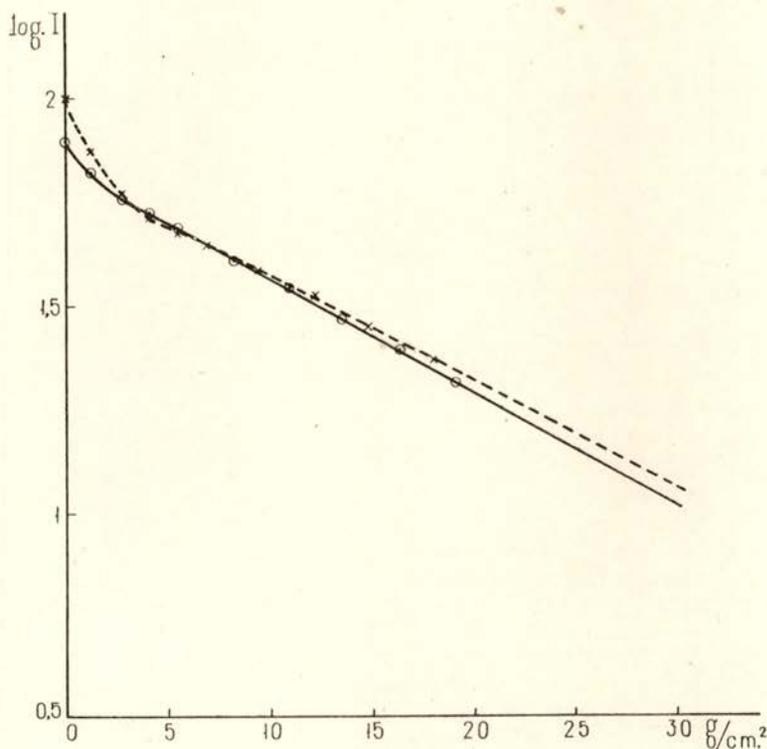


FIG. 1 — Courbe d'absorption dans l'aluminium

⊙ Distance source-compteur: 10 cm × Distance source-compteur: 5 cm

L'examen des courbes d'absorption obtenues nous montre tout de suite que le rayonnement γ analysé est complexe. En effet, on peut déduire de ces courbes que le rayonnement γ doit être constitué par un

ou plusieurs rayonnements mous (correspondant à la première partie des courbes) et par un rayonnement γ pénétrant (correspondant à la partie rectiligne des courbes).

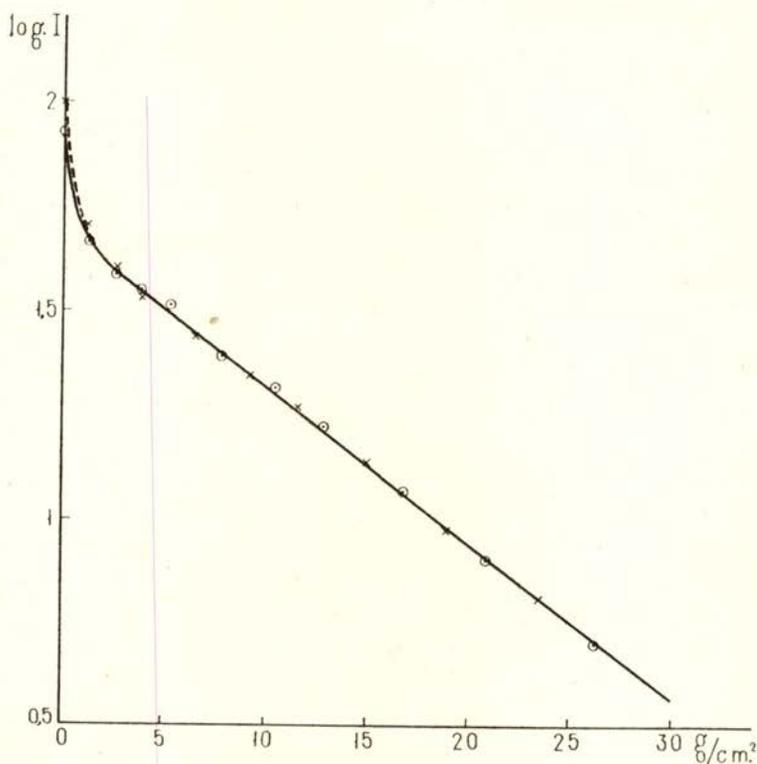


FIG. 2 — Courbe d'absorption dans le plomb

⊙ Distance source-compteur: 10 cm × Distance source-compteur: 5 cm

De ces graphiques, on déduit, pour le coefficient massique d'absorption de ce rayonnement pénétrant, les valeurs :

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Pb}} = 0,085 \text{ cm}^2/\text{g}$$

dans le plomb, et

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{\text{Al}} = 0,063 \text{ cm}^2/\text{g}$$

dans l'aluminium.

Dans nos expériences, comme nous l'avons déjà dit, la distance de la source au compteur était de 10 cm. Comme cette valeur de la distance est trop petite, les mesures faites dans ces conditions, pouvaient

être influencées par l'action du rayonnement dispersé. Nous n'avons pas pu augmenter cette distance à cause de la faible intensité de la source.

Dans le but de vérifier si l'action du rayonnement dispersé était assez importante pour qu'on ait besoin d'en tenir compte, nous avons répété les mesures d'absorption, en modifiant la valeur de cette distance. Puisqu'on sait que, plus petite est la distance source-compteur, plus grande est l'action du rayonnement dispersé, nous avons fait des expériences, en réduisant la valeur de cette distance à 5 cm, et nous nous attendions alors à obtenir un rayonnement qui fût en apparence un peu plus pénétrant. Cependant, nous avons vérifié cet effet seulement dans le cas de l'absorption dans l'aluminium. Nous avons obtenu alors une valeur du coefficient massique d'absorption un peu moindre que celle que nous avons déterminée dans nos premières expériences (0,058 cm²/g).

Dans les mesures de l'absorption dans le plomb, nous avons obtenu, pour le coefficient massique d'absorption, la même valeur qu'auparavant.

Pour plus de sûreté et pour contrôler notre installation, nous avons réalisé plusieurs mesures d'absorption du rayonnement γ , le plus pénétrant, du Ra C. Dans ces expériences, nous avons employé une source constituée par 5 mg de Ra, suffisamment intense pour que nous puissions la placer à une distance assez grande (environ 1 m) du compteur.

Nous avons réalisé, avec cette source, deux séries d'expériences: — Dans la première, nous avons mesuré l'absorption du rayonnement à travers le plomb, en disposant les écrans absorbants directement sur la source, et nous avons obtenu, pour le coefficient massique d'absorption, la valeur 0,0460 cm²/g. Dans la seconde série d'expériences, nous avons conservé la source également éloignée du compteur, mais nous avons disposé les écrans absorbants à une distance de 10 cm du compteur. Dans ces conditions, la valeur obtenue pour le coefficient massique d'absorption dans le plomb, a été 0,0465 cm²/g.

D'après les résultats de Kohlrausch [11], le coefficient massique d'absorption du rayonnement γ , le plus pénétrant, du Ra C, dans le plomb, est de 0,047 cm²/g.

Nous pouvons, par conséquent, conclure que, lorsque l'élément absorbant employé est le plomb, l'effet du rayonnement dispersé est négligeable, quel que soit le dispositif géométrique employé; et aussi que nous pouvons avoir confiance dans la rigueur des mesures faites avec notre installation.

D'après toutes les expériences que nous venons de décrire, nous pouvons conclure qu'il n'y a pas de correction à apporter à la valeur

que nous avons obtenue pour le coefficient massique d'absorption, dans le plomb, du rayonnement γ émis par l'uranium, mais qu'il faut corriger, de l'action du rayonnement dispersé, la valeur expérimentale du coefficient massique d'absorption dans l'aluminium.

Cette correction, étant données les dimensions assez grandes de notre source et la disposition géométrique de notre système source-compteur, est très difficile à faire, et nous pouvons seulement indiquer que la valeur $0,063 \text{ cm}^2/\text{g}$ est, certainement, un peu moindre que la valeur réelle.

En prenant les densités du plomb et de l'aluminium, respectivement, égales à 11,3 et 2,7 on obtient, pour les coefficients linéaires d'absorption, les valeurs :

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Pb}} &= 0,96 \text{ cm}^{-1} \\ \mu_{\text{Al}} &= 0,17 \text{ cm}^{-1}\end{aligned}$$

D'après la valeur de μ_{Pb} et en employant les tables de Pollard et Davidson [12], nous pouvons déduire, pour l'énergie du rayonnement γ , le plus pénétrant, de l'uranium, la valeur 820 keV, à laquelle correspond la longueur d'onde 15 U. X. Ce résultat est en bon accord avec les résultats obtenus par spectrographie magnétique.

D'après la valeur de $\mu_{\text{Al}}=0,17 \text{ cm}^{-1}$, on déduirait, pour l'énergie du rayonnement, la valeur 880 keV, qui est un peu exagérée, comme il fallait s'y attendre, puisque nous n'avons pas fait la correction nécessaire de la valeur de μ_{Al} .

Il faut cependant remarquer que la valeur du coefficient linéaire d'absorption, dans l'aluminium, correspondant à un rayonnement de l'énergie 820 keV est $0,176 \text{ cm}^{-1}$, et nous voyons ainsi que la différence existant entre cette valeur et la valeur expérimentale est parfaitement acceptable aux erreurs d'expérience près.

Nous avons déjà vu que le rayonnement γ , émis par la source d'oxyde d'uranium, est un rayonnement complexe, mais pour pouvoir conclure si nous avons affaire avec un ou plusieurs rayonnements mous, il nous faut entreprendre une étude détaillée, de la première partie des courbes d'absorption.

Nous poursuivons, actuellement, cette analyse, en employant des écrans absorbants, dont les masses superficielles sont beaucoup plus petites que celles des écrans employés dans les expériences décrites.

Ce travail a été réalisé au Laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Lisbonne. Je remercie M. Le Professeur A. Cyrillo

Soares, Directeur du Laboratoire, de l'intérêt qu'il a manifesté pour ces recherches et des moyens qu'il a mis à ma disposition. Je remercie aussi M. A. Marques da Silva, qui m'a proposé ce travail, de l'aide qu'il m'a apportée par ses conseils, au cours de l'exécution.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SIZOO et COUMOU — *Physica*, **3**, 921, 1936.
- [2] SODDY et RUSSEL — *Phil. Mag.*, **18**, 620, 1909.
- [3] RICHARDSON — *Phil. Mag.*, **27**, 252, 1914.
- [4] HAHN et MEITNER — *Zeits. f. Phys.*, **17**, 157, 1923.
- [5] WALLING — *Zeits. f. Phys.*, **75**, 425, 1932.
- [6] STAHEL et COUMOU — *Physica*, **2**, 707, 1935.
- [7] FEATHER et BRETSCHER — *Proc. Roy. Soc.*, **165**, 530, 1938.
- [8] MEITNER — *Handbuch der Physik*, Vol. XXII/1, 135, 1933.
- [9] MARSHALL — *Proc. Roy. Soc.*, **173**, 391, 1939.
- [10] BREIDT, HEINE et SCHERRER — *Helv. Phys. Acta*, **16**, 455, 1943.
- [11] KOHLRAUSCH — *Probleme der γ Strahlung* — ed. Friedr. Vieweg & Sohn Akt.=Ges. Braunschweig, 1927.
- [12] POLLARD et DAVIDSON — *Applied Nuclear Physics* — ed. John Wiley & Sons, Inc. New-York, 1942.