

Nouvelle détermination de la différence des périodes de ${}^7\text{Be}$ métallique et de ${}^7\text{BeF}_2$

R. Bouchez, J. Tobailem, J. Robert, R. Muxart, R. Mellet, R. Daudel

► **To cite this version:**

R. Bouchez, J. Tobailem, J. Robert, R. Muxart, R. Mellet, et al.. Nouvelle détermination de la différence des périodes de ${}^7\text{Be}$ métallique et de ${}^7\text{BeF}_2$. *J. Phys. Radium*, 1956, 17 (4), pp.363-365. <10.1051/jphysrad:01956001704036300>. <jpa-00235381>

HAL Id: jpa-00235381

<https://hal.archives-ouvertes.fr/jpa-00235381>

Submitted on 1 Jan 1956

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.

NOUVELLE DÉTERMINATION DE LA DIFFÉRENCE DES PÉRIODES DE ${}^7\text{Be}$ MÉTALLIQUE ET DE ${}^7\text{BeF}_2$

Par R. BOUCHEZ ⁽¹⁾, J. TOBAILEM, J. ROBERT et R. MUXART, R. MELLET, P. et R. DAUDEL,
Institut du Radium, Laboratoire Curie, Paris.

Sommaire. — La différence des périodes radioactives du ${}^7\text{Be}$ métallique et du ${}^7\text{BeF}_2$ a été remesurée, on a obtenu :

$$\frac{\lambda(\text{Be}) - \lambda(\text{BeF}_2)}{\lambda} = (1,2 \pm 0,1) 10^{-3}.$$

I. Introduction. — En 1947, R. Daudel [1] et E. Segre [2] ont signalé indépendamment la possibilité d'une modification de la période radioactive du ${}^7\text{Be}$, sous l'influence de l'ionisation de l'atome.

Des expériences ont été alors entreprises à Paris [3, 4] et à Berkeley [5] afin de mettre en évidence en particulier une différence de période entre le béryllium sous forme métallique et le fluorure de béryllium.

Le groupe de Paris avait d'abord obtenu ⁽²⁾ :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \equiv \frac{\lambda(\text{Be}) - \lambda(\text{BeF}_2)}{\lambda} = (6 \pm 1) 10^{-3}$$

λ étant la constante radioactive du ${}^7\text{Be}$. Cet effet observé correspondait à environ dix fois la limite de sensibilité de l'appareil ; mais l'estimation quantitative peu précise avait été obtenue à partir d'une activité très faible de ${}^7\text{Be}$ ($\leq 10 \mu\text{g}$ équivalent de radium). Remarquons que cette première expérience avait seulement pour objet la mise en évidence qualitative du phénomène.

Le groupe de Berkeley obtenait en 1949, une valeur beaucoup plus précise :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = (0,84 \pm 0,10) \cdot 10^{-3} \quad [5, 7]$$

Plus récemment, en 1953, Kraushaar, Wilson et Bainbridge [8] ont repris ces expériences et ont obtenu :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = (0,74 \pm 0,05) 10^{-3}$$

Désirant étudier la différence de période entre le ${}^7\text{Be}$ solide et le ${}^7\text{Be}$ gazeux ⁽³⁾, il nous a semblé

⁽¹⁾ Actuellement : Laboratoire de Physique nucléaire, Institut Fourier, Université de Grenoble.

⁽²⁾ La première valeur publiée [3, 4]

$$7 \cdot 10^{-3} < \frac{\Delta\lambda}{\lambda} < 13 \cdot 10^{-3}$$

a été modifiée (6) par suite d'une erreur dans le calcul du rapport $\frac{\Delta I}{I_0}$.

⁽³⁾ En raison des difficultés techniques rencontrées pour faire cette comparaison entre le métal à l'état solide et à l'état gazeux, nous avons entrepris des recherches pour inclure l'atome de ${}^7\text{Be}$ dans une molécule organique simple.

indispensable de faire préalablement une nouvelle détermination de la différence des périodes entre ${}^7\text{Be}$ métallique et ${}^7\text{BeF}_2$. Cette mesure a été effectuée par une méthode d'ionisation différentielle analogue à celle utilisée précédemment mais à l'aide de nouvelles chambres beaucoup plus sensibles et avec des sources radioactives plus intenses. Des précautions particulières ont été prises dans la préparation de ces sources qui ont été étudiées à l'aide d'un spectromètre à scintillations.

II. Préparation des sources. — Le béryllium radioactif a été obtenu par bombardement dans le synchro-cyclotron de Harwell [9] par des protons de 160 MeV d'une cible de ${}^{12}\text{C}$ sous forme de graphite extrêmement pur ⁽⁴⁾.

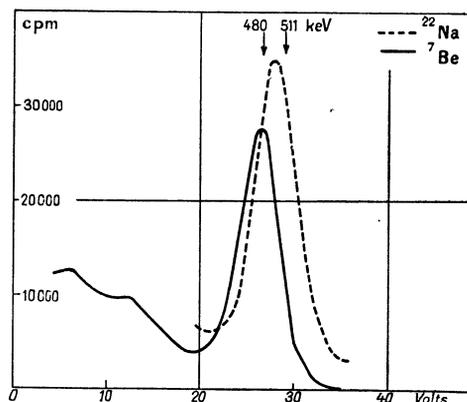


FIG. 1.

Le ${}^7\text{Be}$ produit est d'abord extrait du graphite sous forme de ${}^7\text{BeO}$: la cible, finement pulvérisée, sur laquelle est déposée de l'oxyde de béryllium comme entraîneur, est brûlée en atmosphère oxydante [10]. Le ${}^7\text{BeO}$ ainsi obtenu a été examiné au spectromètre γ à scintillations ; le spectrogramme (fig. 1) indique seulement le pic photoélectrique de 480 keV de ${}^7\text{Be}$.

Le ${}^7\text{BeO}$ est ensuite transformé en ${}^7\text{Be}$ métallique

⁽⁴⁾ Cette cible, utilisée pour les expériences de polarisation de protons, nous a été obligeamment fournie par B. ROSE que nous remercions vivement.

par la méthode décrite dans un précédent article [10] ; le métal est divisé en deux portions équivalentes : l'une est la source métallique (Source M), l'autre est transformée en fluorure (Source F) par action d'une solution de fluorure acide d'ammonium, suivie d'une décomposition ; le fluorure obtenu par cette méthode se présente sous forme amorphe ⁽⁵⁾. Les deux sources obtenues ont été placées dans des nacelles en platine et noyées dans de la paraffine purifiée. Elles produisaient dans la chambre d'ionisation le même courant que 200 μC de radium (filtrés par 2 mm de plomb).

III. Appareillage de mesures. — Les conditions expérimentales actuelles sont différentes de celles de 1948 ; outre une intensité plus grande du ^7Be (200 au lieu de 40 μg équivalent Ra), l'appareil se distingue principalement du dispositif antérieur par une meilleure sensibilité des chambres (angle solide sensiblement égal à 4π au lieu de $4\pi/10$; volume 6 l au lieu de 1,5 l ; sensibilité en volts : 13 000 mm/Volt au lieu de 1 500 mm/Volt pour une stabilité comparable). Par contre, ces dernières expériences ont été effectuées dans un laboratoire moins favorable (mouvement propre plus important, 30 paires d'ions/cm³/sec au lieu de 3 ; perturbations électriques extérieures obligeant d'annuler des séries de mesures).

Les deux chambres d'ionisation ⁽⁶⁾, construites aussi identiques que possible, sont montées en opposition, les électrodes collectrices reliées entre elles sont connectées à la grille d'une lampe électromètre ; le circuit électrométrique est à compensation automatique des variations du courant de chauffage du filament de la lampe. Les chambres sont étanches, remplies d'air à la pression de 1 kg/cm². La lampe électromètre placée dans une enceinte vidée est protégée des perturbations électriques et magnétiques par un double blindage en laiton et en mumétal.

Les caractéristiques du montage sont les suivantes :

Sensibilité des chambres

$$\approx 7.10^{-14} \text{ A}/\mu\text{C Ra}$$

(rayonnement du Radium filtré par 2 mm de plomb)

Sensibilité en Volts du dispositif

$$\approx 7,7.10^{-5} \text{ V/mm (13 000 mm/V)}$$

⁽⁵⁾ La formule moléculaire du fluorure a été contrôlée par analyse spectrophotométrique pour le fluor et gravimétrique pour le beryllium. La méthode d'obtention du fluorure et la détermination de sa formule moléculaire fait l'objet d'un Diplôme d'Études Supérieures par Robert MELLET.

⁽⁶⁾ Une description détaillée de ces chambres sera donnée dans un article ultérieur.

Constante de temps :

$$CR = 40 \text{ min (C} = 965 \text{ pF ; R} = 2,5 \cdot 10^{12} \Omega)$$

Fluctuation du mouvement propre différentiel

$$\approx 10^{-16} \text{ A.}$$

IV. Résultats expérimentaux. — a) MESURE DE $\Delta\lambda$: A l'instant initial, les sources ^7Be métal et $^7\text{BeF}_2$ sont placées de manière à produire le même courant d'ionisation I_0 dans les deux chambres ; au temps t , la différence des courants est : $i = I_0 \cdot \Delta\lambda \cdot t \cdot e^{-\lambda t}$. Pour mesurer le courant différentiel i , la méthode de déviation a été utilisée. Comme dans les expériences précédentes, on a observé en libérant la grille, un déplacement du galvanomètre dans un sens correspondant à une augmentation apparente de l'intensité de la source $^7\text{BeF}_2$,

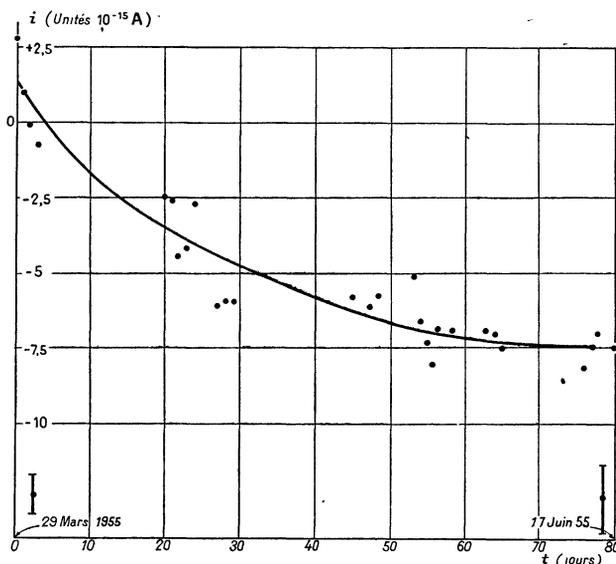


FIG. 2.

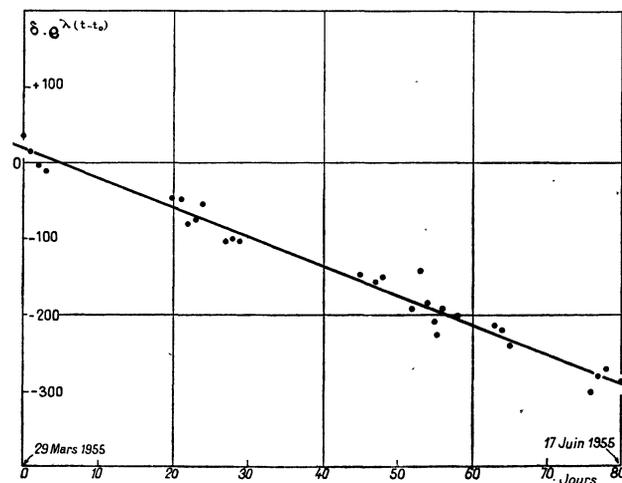


FIG. 3.

c'est-à-dire à une période plus grande du fluorure. Ce déplacement δ est relié au courant i par un étalonnage de l'échelle galvanométrique (1 mm \simeq 4,610 $^{-17}$ A). La valeur du courant total I_0 mesuré par la méthode de Townsend est $I_0 \simeq 2,76 \cdot 10^{-12}$ A.

L'expérience a été poursuivie pendant 80 jours et 29 points expérimentaux ont pu être déterminés. Les figures 2 et 3 représentent les courbes $\delta = f(t)$ et $\delta e^{\lambda t}$. L'analyse des points expérimentaux a été faite par la méthode des moindres carrés. La connaissance de la pente a de la droite de la figure 3 permet de calculer

$$\Delta\lambda = \frac{a}{I_0} \quad (a \simeq 5,77 \text{ mm/jour}).$$

Les fluctuations statistiques dues aux sources et au mouvement propre représentent environ 20 mm, soit 10^{-15} A.

b) MESURE DE λ : La période de ${}^7\text{Be}$ a également été remesurée (fig. 4) en utilisant la méthode d'ionisation différentielle [11]. On a obtenu : $T = (53,0 \pm 0,4)$ jours, soit

$$\lambda = (1,307 \pm 0,010) \cdot 10^{-2} \text{ jour}^{-1}.$$

On a donc pour $\Delta\lambda/\lambda$ la valeur :

$$\Delta\lambda/\lambda = (1,2 \pm 0,1) \cdot 10^{-3}.$$

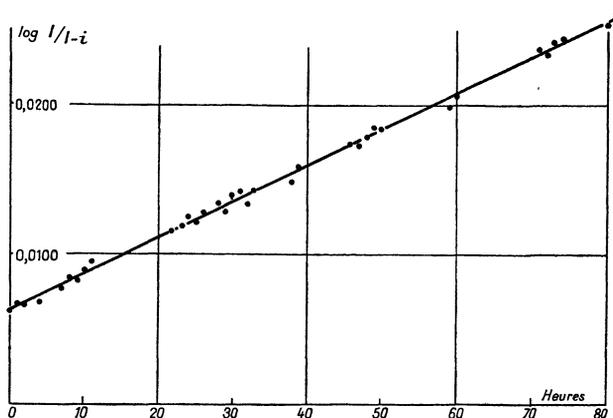


FIG. 4.

On a résumé dans le tableau ci-dessous les valeurs expérimentales obtenues pour $\Delta\lambda/\lambda$.

AUTEURS	INTENSITÉ ⁽¹⁾ DES SOURCES EN μg ÉQUIVAL.	FORMES CHIMIQUES COMPARÉES $\lambda({}^7\text{Be}) - \lambda({}^7\text{BeF}_2)$	$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \times 10^3$	T JOURS	RÉFÉRENCES
BOUCHEZ et al.	40	${}^7\text{Be}$ métal + traces de sodium/fluorure amorphe	$\simeq 6$	$54,3 \pm 0,5$	3,4
LEININGER et al.	317	${}^7\text{Be}$ métal/fluorure cristallisé	$0,84 \pm 0,10$	$52,93 \pm 0,22$	5,7
KRAUSHAAR et al. ...	71	${}^7\text{Be}$ métal/fluorure cristallisé	$0,74 \pm 0,05$	$53,61 \pm 0,17$	8
Présent travail	200	${}^7\text{Be}$ métal/fluorure amorphe	$1,2 \pm 0,1$	$53,0 \pm 0,4$	—

(¹) Obtenue au début des expériences.

La valeur obtenue dans cette nouvelle détermination est sensiblement en accord avec les valeurs de Leininger et al. [5] et Kraushaar et al. [8] ; signalons que le fluorure utilisé par ces auteurs était cristallisé tandis que dans notre expérience il se trouvait à l'état amorphe.

Notre valeur actuelle s'écarte notablement de celle que nous avons obtenue en 1948 ($\simeq 6 \cdot 10^{-3}$). Cette première valeur assez approximative avait

été déterminée avec des sources de très faible intensité. Il subsiste évidemment la possibilité d'une erreur systématique dans l'estimation quantitative de l'effet que nous avons observé ; toutefois la différence est peut-être en partie imputable à la présence de sodium dans la source de béryllium utilisée.

Manuscrit reçu le 23 décembre 1955.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DAUDEL (R.), *La revue scientifique*, 1947, **162**, 3266.
 [2] SEGRÈ (E.), *Phys. Rev.*, 1947, **71**, 274.
 [3] BOUCHEZ (R.), DAUDEL (P. et R.), MUXART (R.), *C. R. Acad. Sc.*, 1948, **227**, 525.
 [4] BOUCHEZ (R.), DAUDEL (P. et R.), MUXART (R.), ROGOZINSKI (A.), *J. Physique Rad.*, 1949, **10**, 201.
 [5] LEININGER (R. F.), SEGRÈ (E.), WIEGAND (C.), *Phys. Rev.*, 1949, **76**, 897.
 [6] BOUCHEZ (R.), *Thèse*, Paris, 1950.
 [7] LEININGER (R. F.), SEGRÈ (E.), WIEGAND (C.), *Phys. Rev.*, 1951, **81**, 280.
 [8] KRAUSHAAR (J. J.), WILSON (E. D.), BAINBRIDGE (K. T.), *Phys. Rev.*, 1953, **90**, 610.
 [9] DAWSON (J. M.), RANDLE (T. C.), *Nature*, 1950, **235**, 4214.
 [10] MELLET (R.), DAUDEL (P.), MUXART (R.), *Bull. Soc. Chim.*, 1955, 560.
 [11] TOBAILEM (J.), *Ann. Physique*, 1955, **10**, 783.