

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Possibilité d'émission de particules neutres de masse intrinsèque nulle dans les radioactivités β* . Note de M. FRANCIS PERRIN, présentée par M. Jean Perrin.

Les électrons émis par les noyaux atomiques dans les radioactivités β ont des énergies réparties suivant des spectres continus qui s'étendent dans chaque cas jusqu'à une limite supérieure E_0 . Comme le montre notamment la comparaison des dégagements d'énergie dans les deux suites de transformations qui relient le thorium C au thorium D (soit par le ThC', soit par le ThC''), cette limite supérieure paraît correspondre à la différence des énergies internes, et par suite des masses, des atomes de la substance radioactive initiale et de ceux de la substance formée (¹). Lorsqu'un noyau se transforme en émettant un électron ayant une énergie E quelconque du spectre continu, il y aurait donc, en apparence au moins, perte ou disparition de l'énergie ($E_0 - E$), différence entre l'énergie de la transformation et l'énergie retrouvée sous forme cinétique. Aucun dégagement d'énergie sous d'autre forme n'a pu en effet être décelé, par exemple dans le cas typique du radium E, pour lequel l'échauffement d'un calorimètre dans lequel on le place correspond à l'énergie moyenne \bar{E} des électrons émis et non à leur énergie maximum E_0 .

On peut cependant penser, comme l'a proposé Pauli, qu'il y a conservation de l'énergie dans ces transmutations, en admettant que l'énergie perdue en apparence lors de l'émission d'un électron est associée à l'émission simultanée d'un corpuscule neutre de masse très petite, de pouvoir pénétrant, par suite très grand, qui pourrait être extrêmement difficile à observer. Pauli supposait que la masse de cette particule hypothétique, désigné par le nom de *neutrino*, était égale à celle de l'électron. Cependant l'énergie du champ électrique coulombien constitue certainement une part importante de la masse de l'électron, et il n'y a aucune raison pour qu'une

(¹) C. D. ELLIS et N. F. MOTT, *Proc. Roy. Soc.*, 141, 1933, p. 502.

particule neutre, même par ailleurs analogue à l'électron, ait une masse voisine de la sienne.

On peut essayer de déduire de la forme des spectres continus d'émission β une indication sur la valeur de cette masse inconnue μ du neutrino. En effet si elle était égale à la masse m de l'électron, on s'attendrait à ce que le maximum d'intensité du spectre se produise pour un partage égal de l'énergie disponible entre l'électron et le neutrino. Or le maximum correspond toujours à une énergie inférieure à la moitié de l'énergie limite. N. F. Mott a suggéré que cela pouvait se comprendre si plusieurs neutrinos de masse m étaient émis en même temps que l'électron. Mais il semble plus simple d'expliquer ce fait en admettant que le neutrino a une masse plus petite que l'électron, et que l'éventualité la plus probable correspond à l'égalité des impulsions des deux particules émises, égalité qui serait toujours réalisée si l'électron et le neutrino se séparaient sans interaction avec d'autres corps, et qui ne le sera qu'en moyenne en présence du noyau atomique.

L'égalité d'impulsion entre l'électron et le neutrino s'écrit

$$\frac{m\beta c}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{\mu\beta' c}{\sqrt{1-\beta'^2}},$$

βc et $\beta' c$ étant les vitesses de ces particules. Les énergies cinétiques correspondantes ont pour valeurs

$$E_m = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} - 1 \right), \quad E'_m = \mu c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\beta'^2}} - 1 \right),$$

et l'on doit avoir

$$E_m + E'_m = E_0.$$

On déduit de ces relations

$$E_m = \frac{1}{2} E_0 \frac{E_0 + 2\mu c^2}{E_0 + (\mu + m)c^2}.$$

Cette valeur E_m doit sans doute être comparée non à la valeur de l'énergie qui correspond au maximum d'intensité du spectre continu (valeur qui dépend d'ailleurs de la variable utilisée pour représenter ce spectre), mais à la valeur moyenne \bar{E} de l'énergie des électrons émis. Pour le seul spectre β simple qui soit assez bien connu, celui du radium E, on a (à 10 pour 100 près sans doute) (1)

$$E_0 = 1,2 \cdot 10^6 \text{ eV}, \quad \bar{E} = 0,36 \cdot 10^6 \text{ eV}.$$

(1) SARGENT, *Proc. Cam. Phil. Soc.*, 28, 1932, p. 550.

On ne peut rapprocher E_m de cette valeur \bar{E} que si l'on prend $\mu = 0$, c'est-à-dire si l'on suppose la masse intrinsèque du neutrino nulle (1); on trouve alors $E_m = 0,42 \cdot 10^6$ eV pour le radium E, et l'on aurait, d'une façon générale,

$$E_m = \frac{1}{2} E_0 \frac{E_0}{E_0 + mc^2}.$$

Une masse intrinsèque nulle pour le neutrino exigerait qu'il ait toujours une vitesse égale à la vitesse c de la lumière, et que son impulsion s'obtienne, comme pour un photon, en divisant son énergie par sa vitesse c . Le neutrino serait ainsi plus analogue à un photon qu'à un électron, ou à un neutron; mais il s'en distinguerait au moins par l'absence du champ électromagnétique associé, champ qui détermine l'interaction avec les électrons.

Si le neutrino a une masse intrinsèque nulle on doit aussi penser qu'il ne préexiste pas dans les noyaux atomiques, et qu'il est créé, comme l'est un photon, lors de l'émission. Enfin il semble qu'on doive lui attribuer un spin $1/2$ de façon qu'il puisse y avoir conservation du spin dans les radio-activités β et plus généralement dans les transformations éventuelles de neutrons en protons (ou inversement) avec émission en absorption d'électrons et de neutrinos.