



En étudiant les désintégrations radioactives, il avait été établi que les rayons alpha¹ emportaient toute l'énergie disponible : ils étaient "monocinétiques"². Par contre, les rayons bêta³ n'avaient pas tous la même énergie. En 1930 cette évidence posait un problème aux physiciens. Qu'en était-il de la loi de conservation de l'énergie pour la désintégration bêta ? Niels Bohr en vint un jour à remettre en question ce fondement de la physique.

Pour sauver la loi de conservation de l'énergie un physicien suisse Wolfgang Pauli, inventa l'existence d'une particule neutre, de masse très faible, en tous cas inférieure au centième de la masse du proton, qui serait émise en même temps que le rayon bêta et partagerait avec lui l'énergie libérée dans la désintégration. [...] Le neutrino restera une particule hypothétique jusqu'à sa mise en évidence expérimentale en 1956 par Reines et Cowan auprès d'un réacteur.

¹ : « rayons alpha » = noyaux d'hélium.

² : « monocinétiques » = même énergie

³ : « rayons bêta » = électrons

<http://www.laradioactivite.com/fr/site/pages/Laremarquablehistoiredunetrino.htm>

Le noyau de bismuth 210 est radioactif β^- .

1. Écrire l'équation de la désintégration β^- d'un noyau de bismuth $^{210}_{83}\text{Bi}$ (Z=83) sachant que le noyau fils est un noyau de polonium de symbole Po. On rappelle le symbole de l'électron $^0_{-1}\text{e}$
2. En utilisant les données ci-dessous, calculer, en électronvolt, l'énergie libérée lors de la réaction de désintégration du bismuth.

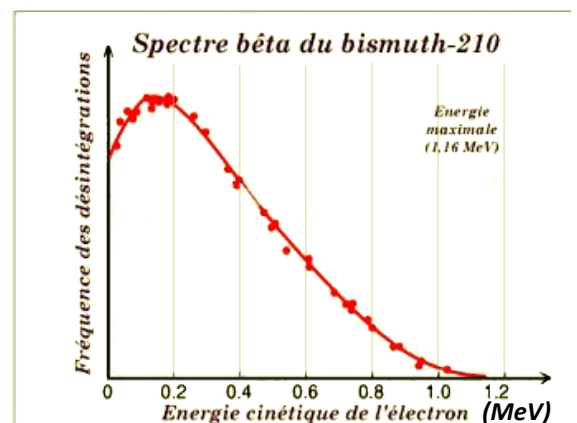
Données :

Particule	$^{210}_{83}\text{Bi}$	$^{210}_{84}\text{Po}$	$^0_{-1}\text{e}$
Masse (kg)	$3,48611 \times 10^{-25}$	$3,48608 \times 10^{-25}$	$9,1 \times 10^{-31}$

Célérité de la lumière dans le vide :
 $c = 2,99792 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

Electronvolt : $1\text{eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$

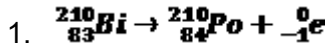
Dans le référentiel du noyau de polonium, l'énergie libérée par la désintégration est intégralement cédée à l'électron sous forme d'énergie cinétique. Cette énergie cinétique devrait donc prendre une valeur unique. Mais ce n'est pas le cas, comme le montre la graphe ci-contre.



3. Les électrons possédant une énergie de 1,16 MeV sont-ils fréquents ? Ceux possédant une énergie de 0 MeV sont-ils fréquents ? Indiquer la valeur la plus fréquente de l'énergie cinétique de l'électron libéré.
4. Comparer la valeur de l'énergie libérée lors de la désintégration d'un noyau de bismuth 210 et la valeur la plus fréquente de l'énergie cinétique de l'électron émis. Indiquer alors la loi remise en question par ces seuls résultats.
5. A partir du texte, indiquer l'hypothèse émise puis vérifiée quelques années plus tard confirmant finalement la validité de la loi.

Remarque : le flux de neutrinos produits au cœur du Soleil et atteignant la Terre est de 65 milliards par centimètre carrés et par seconde !

Correction :



2. $\Delta m = m_{e^-} + m_{\text{Po}} - m_{\text{Bi}} = 9,1 \cdot 10^{-31} + 3,48608 \times 10^{-25} - 3,48611 \times 10^{-25} = -2,09 \cdot 10^{-30}$
soit $|\Delta m| = 2,09 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$
D'où $E_{\text{libérée}} = 2,09 \cdot 10^{-30} \times (2,99792 \times 10^8)^2 = 1,9 \cdot 10^{-13} \text{ j} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ eV} = 1,2 \text{ MeV}$

3. La fréquence est nulle pour les électrons possédant une énergie de 1,16 MeV.
Les électrons possédant une énergie nulle sont fréquents (proche du maximum de fréquence d'après la courbe).
La valeur la plus fréquente est 0,1 MeV environ.
4. L'énergie libérée suite à la désintégration du Bismuth devrait être de 1,2 MeV. Or cette désintégration se traduit par une libération d'électrons dont la valeur la plus fréquente de l'énergie cinétique est de 0,1 MeV. Le déficit d'énergie tendrait à montrer qu'il n'y a pas de conservation de l'énergie.
5. La particule émise est donc le neutrino qui explique le déficit énergétique constaté lorsque la seule particule considérée était l'électron. Le neutrino et l'électron se partagent l'énergie libérée par la désintégration bêta.