

Série 3

1 Gaz de Fermi

Dans le modèle du gaz de Fermi pour un noyau symétrique dans son état fondamental, comment la différence d'énergie moyenne entre les niveaux d'énergie occupés varie-t-elle en fonction du nombre de nucléons A ?

2 Stabilité du neutron et du proton

1. Le neutron libre a une durée de vie moyenne de 15 minutes. Quel principe physique inhibe sa désintégration dans les noyaux qui ne sont pas radioactifs β^- ?
2. Le proton libre est stable. Comment expliquer l'existence de noyaux radioactifs β^+ ?

3 Capture pionique

Un pion négatif est capturé par un deuton ($d = \text{noyau de deutérium} = {}^2_1\text{H}$), sur l'orbite de Bohr de plus basse énergie. Le rayon de cette orbite est suffisamment petit pour que l'interaction forte entre en jeu et produise la réaction

$$\pi^- + d \longrightarrow n + n.$$

Utiliser la conservation de la parité et du moment cinétique total pour déterminer la parité du pion.

Données :

$$\begin{aligned} J^P(d) &= 1^+ \\ J^P(n) &= \frac{1}{2}^+ \\ J^P(\pi^-) &= 0^? \end{aligned}$$

4 Hélicité

On considère la désintégration β^-

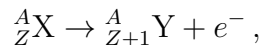


où le noyau de l'état initial est dans son état fondamental avec $J^P = 5^+$ et le noyau de l'état final dans un état excité avec $J^P = 4^+$. Sachant que l'anti-neutrino a toujours une hélicité positive, expliquer pourquoi l'électron est émis préférentiellement dans la direction opposée à celle du spin du ${}^{60}\text{Co}$. Quelle est l'hélicité préférentielle de l'électron émis ?

Indication: on discutera de la situation simplifiée où le noyau ${}^{60}\text{Ni}^$ est au repos dans le référentiel du ${}^{60}\text{Co}$, et où l'électron est émis soit dans la direction du spin du ${}^{60}\text{Co}$, soit dans la direction opposée.*

5 Existence du neutrino dans la désintégration β

Expliquer pourquoi une désintégration β sans neutrino, c'est-à-dire du type



ne respecterait pas la conservation du moment cinétique total.