

## 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  $\beta^-$  ?
2. Le proton libre est stable. Comment expliquer l'existence de noyaux radioactifs  $\beta^+$  ?

### 3 Capture pionique

Un pion négatif est capturé par un deuton ( $d$  = 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



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  $\beta^-$

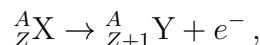


où le noyau de l'état initial est dans son état fondamental avec  $J^P = 5^+$  et le noyau de l'état final dans un état excité avec  $J^P = 4^+$ . Sachant que l'anti-neutrino a toujours une hélicité positive, expliquer pourquoi l'électron est émis préférentiellement dans la direction opposée à celle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

Expliquer pourquoi une désintégration  $\beta$  sans neutrino, c'est-à-dire du type



ne respecterait pas la conservation du moment cinétique total.