

Série 6

1 Etats de spin d'un système de bosons identiques

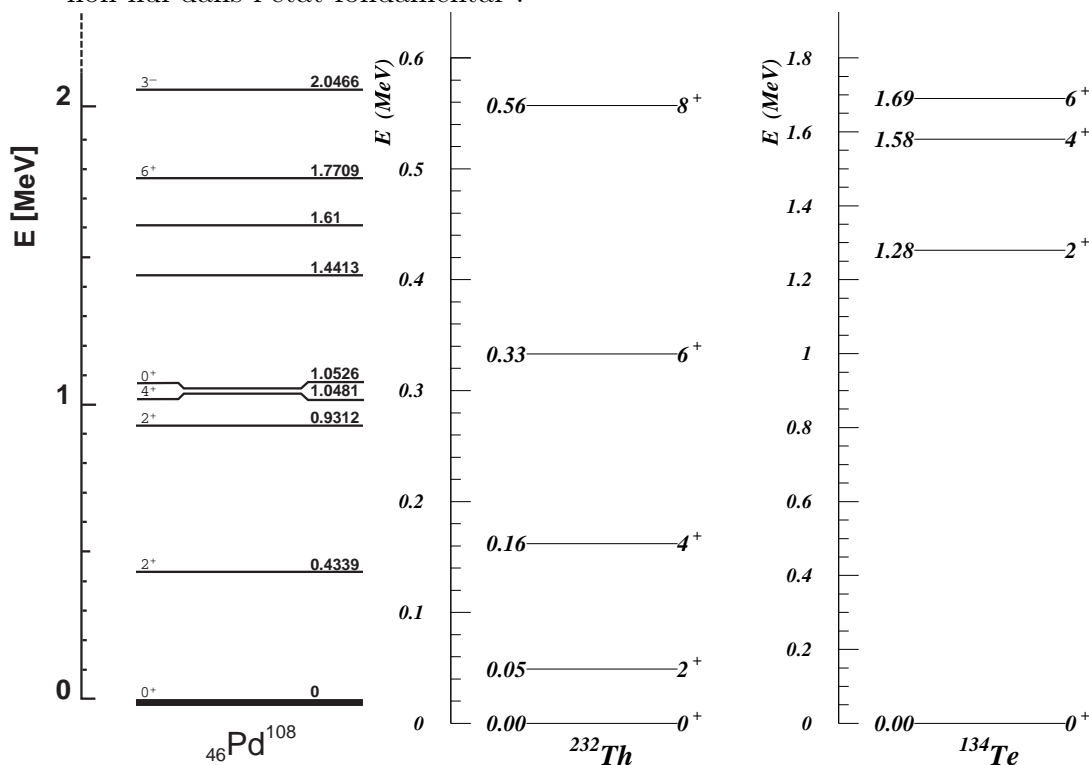
Quels sont les états de spin total possibles pour un système formé de deux bosons identiques de spin 2 n'ayant pas de moment cinétique orbital entre eux ?

Comment pourrait-on répondre à la même question, mais pour trois bosons identiques ?

2 Interprétation de spectres nucléaires

On considère les spectres expérimentaux des noyaux de $^{108}_{46}\text{Pd}$, $^{232}_{90}\text{Th}$ et $^{134}_{52}\text{Te}$.

- Prédire, dans le cadre du modèle à nucléons indépendants, puis du modèle à nucléon célibataire, les spins et parités des niveaux fondamentaux de ces noyaux.
- Interpréter chaque spectre, c'est-à-dire expliquer la nature et les propriétés de chaque niveau excité.
- Quels pourraient être les spins et parités des niveaux à 1.44 et 1.61 MeV du $^{108}_{46}\text{Pd}$?
- Prédire l'énergie, le spin et la parité du 5^{ème} niveau excité du $^{232}_{90}\text{Th}$.
- Lequel de ces spectres trahit-il l'existence d'un moment électrique quadrupolaire non nul dans l'état fondamental ?



3 Moment électrique quadrupolaire

Le moment électrique quadrupolaire d'un noyau, défini par :

$$q = \sum_{i=1}^Z \left\langle J, M = J \left| \sqrt{\frac{16\pi}{5}} r_i^2 Y_2^0(\theta_i, \varphi_i) \right| J, M = J \right\rangle \quad (3.1)$$

s'exprime en fonction de la densité de charge électrique $\rho_{\text{charge}}(\vec{r})$:

$$q = \frac{1}{e} \int d^3\vec{r} \sqrt{\frac{16\pi}{5}} r^2 \rho_{\text{charge}}(\vec{r}) Y_2^0(\theta) \quad (3.2)$$

où

$$Y_2^0(\theta) = \sqrt{\frac{5}{16\pi}} (3 \cos^2 \theta - 1). \quad (3.3)$$

On considère un noyau ayant la forme d'un ellipsoïde de révolution uniformément chargé, de demi-axe b , b et c selon x , y et z , respectivement. Sa densité de charge vaut

$$\rho_{\text{charge}}(x, y, z) = \begin{cases} \frac{Ze}{V} & \text{si } \frac{x^2+y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} \leq 1 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases} \quad (3.4)$$

où $V = \frac{4}{3}\pi b^2 c$ est son volume et Ze sa charge totale. Calculer le moment électrique quadrupolaire de ce noyau.

En posant $\bar{R} = \frac{1}{2}(c + b)$ et $\delta R = c - b$, calculer la valeur du rapport $\frac{\delta R}{\bar{R}}$ pour le noyau ${}^{176}_{71}\text{Lu}$ qui porte un des moments quadrupolaires les plus élevés connus ($q = 8.0$ barns).

En déduire la forme de l'ellipsoïde pour ce noyau.