

## Série 6

### 1 Etats de spin d'un système de bosons identiques

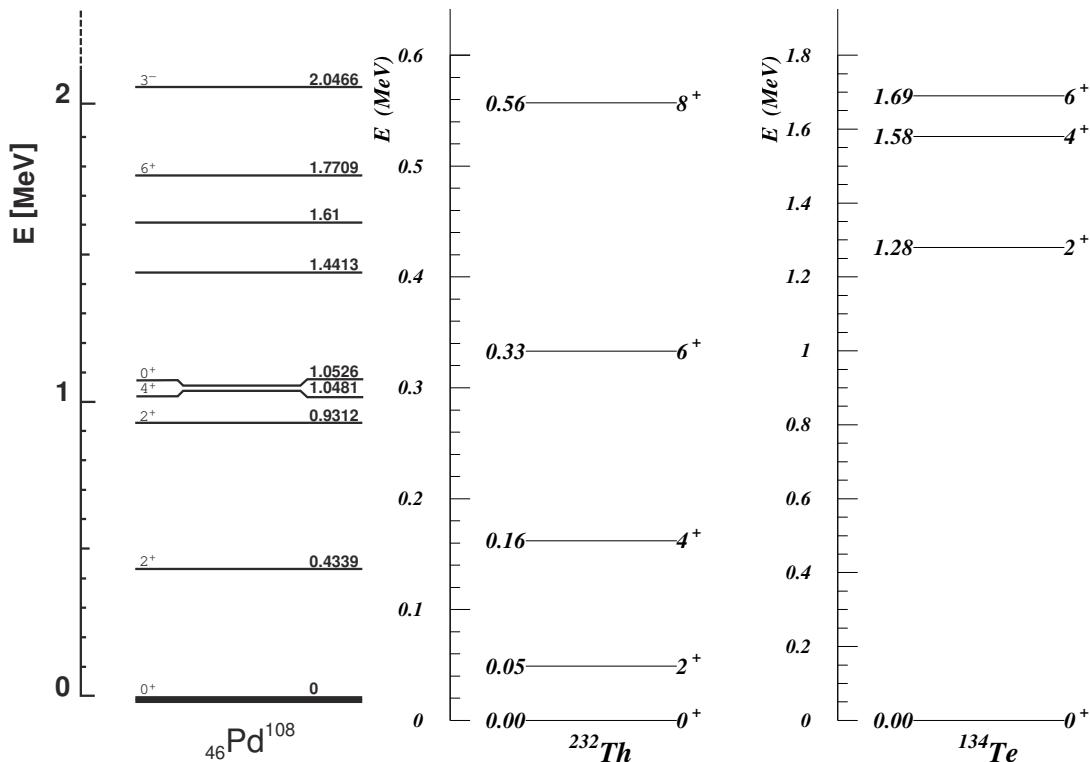
Quels sont les états de spin total possibles pour un système formé de deux bosons identiques de spin 2 n'ayant pas de moment cinétique orbital entre eux ?

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 5ème 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 :

$$q = \sum_{i=1}^Z \left\langle J, M = J \middle| \sqrt{\frac{16\pi}{5}} r_i^2 Y_0^2(\theta_i, \varphi_i) \middle| J, M = J \right\rangle \quad (3.1)$$

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

$$q = \frac{1}{e} \int d^3 \vec{r} \sqrt{\frac{16\pi}{5}} r^2 \rho_{\text{charge}}(\vec{r}) Y_0^2(\theta) \quad (3.2)$$

où

$$Y_0^2(\theta) = \sqrt{\frac{5}{16\pi}} (3 \cos^2 \theta - 1). \quad (3.3)$$

Calculer le moment quadrupolaire électrique d'un ellipsoïde de révolution uniformément chargé, généré par la rotation d'une ellipse d'axes  $b$  et  $c$  autour de l'axe  $c$  parallèle à  $z$ .

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

avec  $V = \frac{4}{3}\pi b^2 c$  et  $Z \in \mathbb{N}$ .

En posant  $\bar{R} = \frac{1}{2}(c + b)$  et  $\delta R = c - b$ , calculer la valeur du rapport  $\frac{\delta R}{R}$  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.