

Folha 5

Simetrias de inversão espacial

1. Considere inversão espacial dos operadores seguintes:

- a) vector de posição \mathbf{r} ;
- b) vector de momento cinético angular $\hat{\mathbf{L}}$;
- c) vector de spin $\hat{\mathbf{S}} = \frac{1}{2}\hbar(\hat{\sigma}_x, \hat{\sigma}_y, \hat{\sigma}_z)$;
- d) operador de interacção spin-orbital $A\hat{\mathbf{L}} \cdot \hat{\mathbf{S}}$;
- e) operador de troca $\hat{\mathbf{S}}_1 \cdot \hat{\mathbf{S}}_2$.

A que tipos com respeito a simetria de inversão eles pertencem?

2. Considere os elementos de matriz do operador do momento eléctrico dipolar $\hat{\mathbf{d}} = e\mathbf{r}$ entre os estados do momento cinético angular $|l, m\rangle$.

a) Sabendo o tipo do operador $\hat{\mathbf{d}}$ com respeito a simetria de inversão e as paridades dos estados com l dado, quais transições são permitidas? Compare esta conclusão com a que resulta de teorema Wigner-Eckart.

b) Calcule explicitamente o elemento de matriz $\langle 2p, 1, 0 | \hat{d}_z | 1s, 0, 0 \rangle$, onde os primeiros índices correspondem aos números quânticos principais. (Nota: usem as funções de onda $\psi_{1s}(r) = e^{-r/a_B}/\sqrt{\pi a_B^3}$, $\psi_{2p,1,0}(r, \theta) = r e^{-r/2a_B} \cos \theta / \sqrt{32\pi a_B^5}$)