

Mecânica Quântica II - 4300404

2ª lista

- 1) a) Obtenha os estados tripleto de spin 1 aplicando o operador S_- ao estado $|1\ 1\rangle = \uparrow\uparrow$
b) Aplique os operadores S_{\pm} ao estado singleto de spin 0:

$$|0\ 0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (\uparrow\downarrow - \downarrow\uparrow).$$

Explique o resultado obtido.

- c) Mostre que a ação dos operadores S_{\pm} no estado

$$|1\ 0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (\uparrow\downarrow + \downarrow\uparrow)$$

fornece:

$$S_{\pm}|1\ 0\rangle = \sqrt{2}\hbar|1\ \pm 1\rangle.$$

- c) Mostre que os estados $|1\ 1\rangle = \uparrow\uparrow$ e $|1\ -1\rangle = \downarrow\downarrow$ são auto-estados de S^2 , com autovalores apropriados.

2) Os *hádrons* são constituídos de partículas elementares, possuindo spin 1/2, denominadas *quarks*. Os *bárions* (próton, neutron, etc) são constituídos de 3 quarks, enquanto que os *mésons* (píon, káon, etc) são constituídos de um quark e um anti-quark.

- a) Quais são os possíveis spins dos bárions?
b) Quais são os possíveis spins dos mésons?

3) Uma partícula de spin 1 e uma partícula de spin 2 (por exemplo, um fóton e um gráviton) estão em repouso em uma configuração tal que o spin total é 3, e sua componente z é \hbar . Em uma medida da componente z do spin da partícula de spin 2, que valores poderão ser obtidos, e quais serão as respectivas probabilidades?

4) Em um átomo de hidrogênio, o elétron está com spin para baixo no estado ψ_{510} . Em uma medida do quadrado do momento angular total do elétron (sem incluir o spin do próton), que valores poderão ser obtidos, e quais serão as respectivas probabilidades?

5) Um elétron num átomo de hidrogênio ocupa o estado combinado de posição e spin dado por

$$R_{21} \left(\sqrt{\frac{1}{3}} Y_1^0 | \uparrow \rangle + \sqrt{\frac{2}{3}} Y_1^1 | \downarrow \rangle \right)$$

- a) Se voce medir o momento angular orbital quadrado, L^2 , quais valores podem ser obtidos, e quais as probabilidades?
b) O mesmo para a componente L_z .
c) O mesmo para S^2 .
d) O mesmo para S_z .
e) Seja $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$, o momento angular total do elétron. Se voce medir J^2 , quais valores podem ser obtidos, e quais as probabilidades?
f) O mesmo para a componente J_z .

6) Considere dois elétrons no estado de spin singleto. Se uma medida de S_z de um dos elétrons mostrar que ele está num estado com $m = 1/2$, qual é a probabilidade de uma medida de S_z do outro elétron resultar em $m = 1/2$?

7) Considere um sistema constituido de duas partículas de spin 1.

a) Obtenha a base acoplada deste sistema.

b) Expanda os estados

$$|\psi\rangle_0 = |m_1 = 0, m_2 = 0\rangle,$$

$$|\psi\rangle_1 = |m_1 = 1, m_2 = -1\rangle + |m_1 = -1, m_2 = 1\rangle$$

e

$$|\psi\rangle_2 = |m_1 = 1, m_2 = -1\rangle.$$

em termos dos elementos da base acoplada.

c) Verifique se os estados do item anterior são autoestados de S^2 .

d) Se voce medir S^2 no estado $|\psi\rangle_0$, quais valores podem ser obtidos, e quais as probabilidades?

8) Dois elétrons estão no estado $|s, m\rangle = |1, -1\rangle$. Numa medida de S_{1z} , quais serão os possíveis valores obtidos e as probabilidades correspondentes.