

3ª LISTA DE MECÂNICA QUÂNTICA I - PG
(2015-1)

1. Considere um sistema composto por duas partículas de spin $j_1 = j_2 = 1$.
 - (a) Construa a base de autovetores de $\{\mathbf{J}_1^2, \mathbf{J}_2^2, \mathbf{J}^2, J_z\}$ em função dos autovetores de $\{\mathbf{J}_1^2, \mathbf{J}_2^2, J_{1z}, J_{2z}\}$.
 - (b) Suponha que o sistema seja inicialmente preparado no estado $|J=0; M=0\rangle$. Que valores podemos obter em medidas de J_{1z} e J_{2z} e com que probabilidades.
 - (c) Ao medir-se J_{1z} e J_{2z} encontrou-se os valores 0 e $\hbar$, respectivamente. Logo em seguida, pretende-se medir $\mathbf{J}^2$. Que valores podem ser obtidos e com que probabilidades?
2. Considere duas partículas com momentos angulares j_1 e j_2 . As partículas interagem segundo um hamiltoniano dado por

$$H_0 = \lambda \mathbf{J}_1 \cdot \mathbf{J}_2 .$$

- (a) Escreva o hamiltoniano em termos de $\mathbf{J}_1^2, \mathbf{J}_2^2$ e do momento angular total das duas partículas.
- (b) Determine os estados estacionários e suas energias correspondentes.
- (c) Mostre que H_0 é um operador escalar.
- (d) Suponha que as partículas sejam colocadas na presença de um campo magnético $\mathbf{B} = B \hat{z}$. A energia total das partículas é agora dada por

$$H = \lambda \mathbf{J}_1 \cdot \mathbf{J}_2 + g \mathbf{B} \cdot (\mathbf{J}_1 + \mathbf{J}_2) .$$

O hamiltoniano H é um operador escalar? Justifique.

- (e) Encontre os autovetores e os autovalores de H .
 - (f) Suponha agora que a direção do campo magnético seja alterada para $\mathbf{B} = B(\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})/\sqrt{3}$. Encontre os autovetores e autovalores de H supondo $j_1 = j_2 = 1/2$. **Sugestão:** Determine os ângulos de Euler associados a esta rotação.
3. (a) Obtenha as componentes esféricas do tensor momento de quadrupolo de uma distribuição de cargas.
 - (b) Utilize o Teorema de Wigner-Eckart para determinar as regras de seleção para transições por acoplamento quadrupolar com um campo elétrico $\mathbf{E} = E_0 \hat{z} e^{i(kx - \omega t)}$. Quais os possíveis estados finais de um elétron, inicialmente preparado no estado fundamental de um átomo de hidrogênio?