

Escolha no MÁXIMO QUATRO dentre as seguintes questões:

1. Considere um sistema físico num autoestado de L^2 e de L_z . Determine o valor médio dos observáveis: L_z e L_z^2 , bem como a incerteza em L_x .
2. Um elétron se encontra no estado de spin $|\chi\rangle = A \begin{pmatrix} 1 - 2i \\ 2 \end{pmatrix}$.
 - (a) Determine a constante A que normaliza $|\chi\rangle$.
 - (b) Se o observável S_z for medido nesse elétron, quais valores poderão ser obtidos e com quais probabilidades?
 - (c) Se o observável S_x for medido nesse elétron, quais valores poderão ser obtidos e com quais probabilidades?
3. Uma partícula se encontra num estado com momento angular $l = 1$ e spin $s = 1$. Ela é descrita pelo Hamiltoniano $H = \alpha(\vec{L} + \vec{S})^2$, com α constante real. Determine os possíveis valores da energia e suas respectivas degenerescências.
4. Considere H_0 e H' escritos numa mesma base, sendo H' uma perturbação sobre H_0 :

$$H^0 = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 0 \\ 4 & -3 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{pmatrix} \quad H' = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Encontre os autovalores de $H_0 + H'$ em primeira ordem de teoria de perturbação.

5. Considere o efeito Stark para o estado $n = 3$ do hidrogênio (sem spin) e com campo elétrico $\vec{E} = E_0 \hat{z}$. (a) Qual a ordem da matriz de perturbação? (b) Escreva todos os vetores da base $|n, l, m_l\rangle$; (c) Escreva quais elementos $\langle n, l, m_l | H' | n, l', m_{l'} \rangle$ da matriz de perturbação são nulos e qual a razão disso. Não precisa calcular os não nulos; apenas indique-os.
6. No estudo da interação spin-órbita na camada $n = 3$ do hidrogênio, deseja-se saber:
 - (a) qual a ordem da matriz de perturbação?
 - (b) enumere todos os vetores da base $|l, j, j_z\rangle$, sendo $\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$.
 - (c) Sabendo que as correções de primeira ordem dependem apenas dos autovalores de J^2 e de L^2 , quantos valores distintos dessas correções teremos?