

Mecânica Quântica I - 4302403

9^a lista

1) Suponha que se coloque um “calombo” na forma de uma função delta de Dirac no centro do poço quadrado infinito:

$$H' = \alpha\delta(x - a/2),$$

onde α é constante.

a) Encontre a correção de primeira ordem para a energia. Explique porque as energias não sofrem correções para n par.

b) Encontre os três primeiros termos não nulos para a expansão da correção da função de onda do estado fundamental.

2) Para o oscilador harmônico, $V(x) = kx^2/2$, as auto-energias são dadas por

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2}\hbar\omega\right), \quad (n = 0, 1, 2, \dots),$$

onde $\omega = \sqrt{k/m}$ é a frequência clássica. Suponha que a constante elástica mude levemente: $k \rightarrow (1 + \epsilon)k$.

a) Encontre os novos níveis de energia exatos. Expanda o seu resultado como uma série de potências em ϵ até segunda ordem.

b) Calcule a energia em primeira ordem em teoria de perturbação. O que H' neste caso? Compare seu resultado com o obtido no ítem a).

3) Dois bósons idênticos são colocados num poço quadrado infinito. Eles interagem fracamente um com o outro pelo potencial:

$$V(x_1, x_2) = -aV_0\delta(x_1 - x_2),$$

onde V_0 é uma constante com dimensão de energia, e a é a largura do poço.

a) Ignorando a interação entre os bósons, encontre o estado fundamental e o primeiro estado excitado, tanto para as funções de onda quanto para as energias do sistema.

b) Use a teoria de perturbação em primeira ordem para estimar o efeito da interação entre as partículas na energia do estado fundamental e do primeiro estado excitado.

4) Considere uma partícula carregada num potencial harmônico unidimensional. Suponha que esse sistema esteja numa região onde existe um pequeno campo elétrico constante E , tal que o potencial é mudado pela pequena quantidade $H' = -qEx$. Calcule a correção de primeira ordem para a energia do sistema.

5) Considere um sistema quântico só de dois estados com dinâmica

$$H_0 = \begin{pmatrix} E_0 & 0 \\ 0 & -E_0 \end{pmatrix}$$

e considere a perturbação

$$H' = \lambda \begin{pmatrix} \alpha & \mu \\ \mu^* & \beta \end{pmatrix}.$$

a) Calcule a correção de primeira ordem na energia.

b) Calcule os novos estados em primeira ordem em teoria de perturbação.