Mecânica Quântica II - 4300404

$5^{\underline{a}}$ 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

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

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