

Lista 7

1. Considere os elementos de matriz do momento de dipolo elétrico de uma partícula carregada situada num poço quadrado infinito unidimensional. Analisando os elementos de matriz para as primeiras autofunções determine a regra de seleção para transições tipo dipolo neste sistema. (Dica: escreva as soluções usando a origem de coordenadas no centro do poço.)
2. De maneira similar ao problema anterior, analise uma partícula em um potencial de um oscilador harmônico simples unidimensional e verifique a regra de seleção para radiação do tipo dipolo elétrico ($\Delta n = \pm 1$) para os 4 estados de mais baixa energia. Estes estados são dados por:

$$\psi_0 = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} \exp(-y^2/2)$$

$$\psi_1 = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} \sqrt{2} y \exp(-y^2/2)$$

$$\psi_2 = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} \frac{1}{\sqrt{2}} (2y^2 - 1) \exp(-y^2/2)$$

$$\psi_3 = \left(\frac{\alpha}{\pi}\right)^{1/4} \frac{1}{\sqrt{3}} (2y^3 - 3y) \exp(-y^2/2)$$

$$\alpha = \frac{m\omega}{\hbar}; \quad y = \sqrt{\alpha} x$$

Use o resultado das integrais: $I_n = \int_0^{\infty} x^n \exp(-\lambda x^2) dx$

| n | I_n | | |
|-----|--------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|
| 0 | $(1/2)\pi^{1/2}\lambda^{-1/2}$ | A integral de menos infinito a mais infinito é: | |
| 1 | $(1/2)\lambda^{-1}$ | | $2 I_n$; para n par |
| 2 | $(1/4)\pi^{1/2}\lambda^{-3/2}$ | | 0; para n ímpar |
| 3 | $(1/2)\lambda^{-2}$ | | |
| 4 | $(3/8)\pi^{1/2}\lambda^{-5/2}$ | | |
| 5 | λ^{-3} | | |

3. Calcule a taxa de transição espontânea entre os estados $n=1$ e $n=0$ de um oscilador harmônico simples que possui uma carga e . Tome como massa do oscilador a massa de um átomo de alguma molécula iônica e como constante de força restauradora o valor $k=10^3$ J/m², que é um valor típico para moléculas deste tipo. A partir da taxa de transição, calcule o tempo médio necessário para completar a transição (tempo de vida médio do estado vibracional). Sugestão: Use as funções de onda normalizadas do item anterior.