

## 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	$\lambda^{-3}$		

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/m<sup>2</sup>, 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.