

**Física para Ciências Biológicas - 2015**  
**Lista de Exercícios 5B - Casa**  
**Data: Maio 2015**

- 1 – Um oscilador harmônico quântico com uma partícula de massa  $m$  e constante elástica  $k$ , oscila no estado fundamental. Considere que a massa é  $10^{-27}kg$ , e  $k = 4 \times 10^{-3}N/m$ .
- Monte a equação de Schroedinger independente do tempo para este sistema.
  - Existe um estado de energia mínima possível para a partícula? Se sim, qual a frequência da oscilação e qual a energia deste estado?
- 2 – Mediu-se a velocidade de um elétron como sendo de  $300m/s$ , com uma incerteza de  $0,01\%$ , e simultaneamente a sua posição. Qual a máxima precisão que podemos obter na medida da posição? E se uma bola de  $50g$  estivesse com esta mesma velocidade, com qual incerteza fundamental poderíamos localizar a sua posição?  
(Compare com o “raio do elétron”  $r_e = 2,8 \times 10^{-15}m$ ).
- 3 – Um elétron é descrito por uma função de onda na forma de um “pacote gaussiano” dado, em  $t=0$ , por  $\Psi(x) = \iota A \exp(-x^2/4\sigma^2) \cos(kx)$ , onde  $k = \pi nm^{-1}$ ,  $\sigma = 1nm$ , e  $A = 0,89$ .
- Esta função pode estar correta?  $\Psi(x)$  imaginária?
  - Faça o gráfico das componentes oscilante e gaussiana de  $|\Psi(x)|^2$ , em seguida o gráfico completo de  $|\Psi(x)|^2$ .
  - Determine a probabilidade do elétron ser encontrado em:
    - $x = 0$ ;
    - $x = \sigma$ ;
    - $x = 2\sigma$ .
  - Qual o valor mais provável para uma medida de posição?
- 4 – As funções de onda para uma partícula confinada em uma caixa unidimensional no intervalo de  $x = 0$  até  $x = L$  são dadas por:
- $$\Psi_n(x) = \left(\frac{2}{L}\right)^{1/2} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$$
- onde  $n = 1, 2, 3, \dots$ ; suponha que a caixa tenha comprimento  $L = 5nm$ .
- A partir da equação de Schrödinger para este sistema, obtenha as possíveis energias.
  - Faça o gráfico das funções de probabilidade para os dois primeiros autoestados.

- c) Para o segundo autoestado, calcule a probabilidade de se medir a posição da partícula em um intervalo infinitesimal em torno de  $x = (5/8)nm$ ;
- d) Para o segundo autoestado, calcule a probabilidade de se medir a posição da partícula na metade direita da caixa (de  $2,5$  a  $5nm$ );
- e) Qual energia deveria ser fornecida à partícula para que passasse do primeiro estado excitado para o terceiro estado excitado?
- f) O que ocorre com as energias se duplicarmos o tamanho da caixa?
- 5 – Um oscilador harmônico é constituído por um corpo de massa  $0,020Kg$  ligado a uma mola. Sua frequência é de  $1,50Hz$ , e a velocidade do corpo quando ele passa por sua posição de equilíbrio é de  $0,036m/s$ .
- a) Qual o valor do número quântico  $n$  para seu nível de energia?
- b) Qual é a diferença entre os níveis  $E_n$  e  $E_{n+1}$  ? Essa diferença pode ser medida?
- c) Comente os resultados acima.
- 6 – Considere uma partícula quântica confinada em um poço infinito unidimensional de comprimento  $L = 10nm$ , centrado na origem do sistema.
- a) Para quais valores de  $n$  a função de onda  $\psi_n(x) = A \cos(\frac{n\pi x}{L})$  é solução deste problema? Qual a sua respectiva energia?
- b) Qual a energia que deve ser fornecida à partícula para causar uma transição do estado fundamental ao segundo estado excitado?
- c) O que ocorre com as energias de transição entre dois estados se duplicarmos o tamanho da caixa? E se aumentarmos indefinidamente o tamanho da caixa? Esse resultado corresponderia a algum outro modelo estudado (apenas argumente)?
- d) Qual a probabilidade de encontrar a partícula no estado fundamental entre  $x = 2,5nm$  e  $x = 5nm$ ?