FÍSICA MODERNA - 1/2012

Teste 2

1. O estado de uma partícula livre é descrito pela função de onda dada por

$$\psi(x) = 0, x < -b$$

$$\psi(x) = A, -b \leq x \leq 3b$$

$$\psi(x) = 0, x > 3b$$

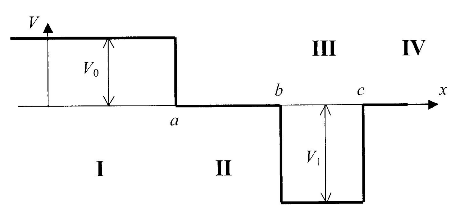
(a) Determine o valor (real) da constante A.
(b) Qual a probabilidade de encontrar esta partícula no intervalo $[0, b]$?
(c) Calcule $< x >$ e $< x^2 >$ para este estado.

2. O princípio de Heisenberg é muitas vezes visto como uma limitação ao processo de medida física, mas combinado com a minimização da energia ele tem também o poder de prever a magnitude de efeitos quânticos. Considere, por exemplo, que uma partícula de massa m esteja sujeita a um potencial harmônico

$$U(x) = \frac{1}{2} m\omega^2 x^2$$

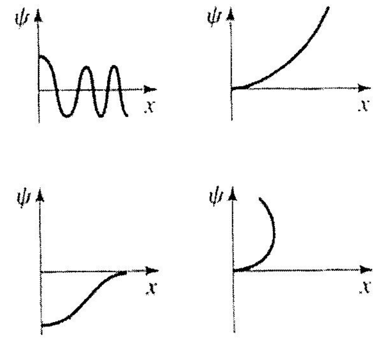
(a) Em uma ou duas frases construa um raciocínio que mostre porque uma partícula localizada numa região muito estreita em torno de $x = 0$ tem que ter energia total grande.
(b) Minimizando a energia total, sujeita ao vínculo imposto pela relação de Heisenberg entre a incerteza na posição Δx e no momento Δp, encontre o tamanho de Δx no estado fundamental do oscilador harmônico quântico.

3. Considere uma partícula de massa m e energia $0 < E < V_0$ que se move sob a ação da interação representada pela energia potencial ao lado.

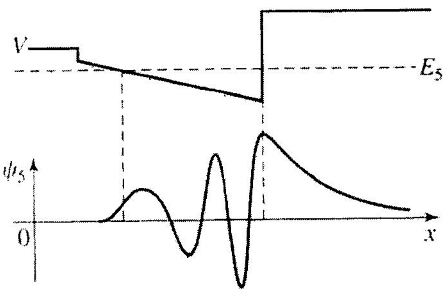


(a) Sem resolver explicitamente a equação de Schrodinger, mas levando em conta seu comportamento assintótico, escreva a forma geral da função de onda que descreve esta situação em cada uma das regiões I, II, III e IV.
(b) Escreva (sem resolver!) as equações que especificam as condições de contorno em $x = a$.
(c) Suponha agora que a energia da partícula é $E < 0$ e que haja, além do estado fundamental, um estado excitado confinado. Represente a função de onda deste estado excitado, sabendo que sua energia é bem próxima de zero.

4. A figura ao lado representa 4 candidatas a função de onda de uma partícula na região $x > 0$. Para cada uma das candidatas, diga se ela é aceitável ou não, indicando neste último caso o motivo que a torna inaceitável.



5. O gráfico ao lado mostra a energia potencial $V(x)$ de uma partícula e uma função de onda candidata a representar o quinto estado confinado. Explique que aspectos desta função de onda estão qualitativamente corretos e quais não estão, justificando suas afirmações com clareza.



6. Considere uma partícula de massa M numa caixa rígida bi-dimensional de lados a e b,. Use o método de separação de variáveis para determinar as energias permitidas e as funções de onda dos estados estacionários deste partícula. Em particular, mostre que as energias permitidas são identificadas por dois números quânticos n_x e n_y e têm a forma

$$E_{n_x,n_y} = \frac{\hbar^2\pi^2}{2M}\left(\frac{n_x^2}{a^2} + \frac{n_y^2}{b^2}\right).$$