

## Física Quântica: Prova 2, 22 de abril 2015

Nome: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

1, 1. (2 p) Faça um gráfico do seguinte potencial:  $V(x) = 2V_0$  para  $x < 0$  e  $x > 3a$ ,  $V(x) = 0$  para  $0 < x < a$ ,  $V(x) = V_0$  para  $a < x < 3a$ . Represente também esquematicamente as funções de onda para o estado fundamental, supondo que este tem energia entre 0 e  $V_0$ , para o primeiro estado excitado com energia entre  $V_0$  e  $2V_0$  e para um estado qualquer com energia acima de  $2V_0$ .

1, 2. (2 p) Faça um gráfico do seguinte potencial:  $V(x) = 2V_0$  para  $x < 0$  e  $x > 3a$ ,  $V(x) = 0$  para  $0 < x < 2a$ ,  $V(x) = V_0$  para  $2a < x < 3a$ . Represente também esquematicamente as funções de onda para o estado fundamental, supondo que este tem energia entre 0 e  $V_0$ , para o terceiro estado excitado com energia entre  $V_0$  e  $2V_0$  e para um estado qualquer com energia acima de  $2V_0$ .

2, 1. (3 p) Para a função de onda de uma partícula com massa  $m$  dada por:

$\psi(x) = A \cdot \sin \frac{3\pi x}{L}$  para  $0 < x < L$  e  $\psi(x) = 0$  para  $x < 0$  e  $x > L$ , calcule:

a) a constante de normalização  $A$ .

b) o valor esperado da energia cinética da partícula,  $\langle E_{\text{cin}} \rangle$ .

Dica: Talvez seja uma ajuda saber, que a primitiva de  $\sin^2 u$  é  $\frac{u}{2} - \frac{1}{4} \sin 2u$ .

2, 2. (3 p) Para a função de onda de uma partícula com massa  $m$  dada por:

$\psi(x) = A \cdot \sin \frac{5\pi x}{L}$  para  $0 < x < L$  e  $\psi(x) = 0$  para  $x < 0$  e  $x > L$ , calcule:

a) a constante de normalização  $A$ .

b) o valor esperado da energia cinética da partícula,  $\langle E_{\text{cin}} \rangle$ .

Dica: Talvez seja uma ajuda saber, que a primitiva de  $\sin^2 u$  é  $\frac{u}{2} - \frac{1}{4} \sin 2u$ .

3, 1. (3 p) Mostre que a função de onda  $\psi(x) = C \cdot x \cdot e^{-m\omega x^2/2\hbar}$  satisfaz a equação de Schrödinger de uma partícula no potencial do oscilador harmônico,  $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ . Qual é a energia total da partícula?

3, 2. (3 p) Mostre que a função de onda  $\psi(x) = C \cdot (-x) \cdot e^{-m\omega x^2/2\hbar}$  satisfaz a equação de Schrödinger de uma partícula no potencial do oscilador harmônico,  $V(x) = \frac{1}{2}m\omega^2 x^2$ . Qual é a energia total da partícula?

4, 1. (2 p) Um feixe de partículas está se propagando na direção  $+x$ , vindo de  $x = -\infty$ , rumo a um degrau de potencial da forma  $V(x) = 0$  para  $x < 0$  e  $V(x) = V_0$  para  $x > 0$ . Supondo que a energia das partículas é maior que  $V_0$ , descreva em palavras, sem fórmulas ou cálculos:

a) qual seria o comportamento das partículas segundo a física clássica.

b) qual é o comportamento das partículas segundo a física quântica.

Qual fenômeno na ótica é semelhante?

4, 2. (2 p) Um feixe de partículas está se propagando na direção  $+x$ , vindo de  $x = -\infty$ ,

rumo a um degrau de potencial da forma  $V(x) = 0$  para  $x < 0$  e  $V(x) = V_0$  para  $x > 0$ . Supondo que a energia das partículas é menor que  $V_0$ , descreva em palavras, sem fórmulas ou cálculos:

- a) qual seria o comportamento das partículas segundo a física clássica.
  - b) qual é o comportamento das partículas segundo a física quântica.
- Qual fenômeno na ótica é semelhante?

5, 1. (2 p) A parte radial da função de onda do estado fundamental do átomo de hidrogênio é  $R_{10}(r) = \frac{2}{a_0^{3/2}} e^{-\frac{r}{a_0}}$ . Calcule a distância do elétron até o núcleo, na qual ele tem maior probabilidade de ser encontrado.

Dica: A probabilidade de encontrar o elétron a uma distância  $r$  do núcleo é proporcional a  $r^2 R^2(r)$ .

Bom Desempenho!