

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

RA: \_\_\_\_\_

**Disciplina: Física Quântica****Lista 11****Prof. Márcio Sampaio Gomes Filho**

1. Uma partícula de massa  $m$  está confinada em uma caixa unidimensional entre  $x = 0$  e  $x = L$ . Determine o valor esperado da posição  $x$  da partícula no estado caracterizado pelo número quântico  $n$ .
2. Calcule o valor esperado da componente  $x$  do momento de uma partícula de massa  $m$  no nível  $n = 3$  de um poço quadrado unidimensional infinito de largura  $L$ . Você considera o resultado razoável, já que a energia de uma partícula neste nível é  $9\pi^2\hbar^2/2mL^2$  ?
3. Determine: (a)  $\langle x \rangle$ ; (b)  $\langle x^2 \rangle$  para o segundo estado excitado ( $n = 3$ ) de um poço quadrado infinito.
4. Considerando que  $\langle x \rangle$  e  $\langle x^2 \rangle$  representam o valor médio de  $x$  e o valor médio de  $x^2$  em um dado estado  $\psi$ , calcule  $\sigma_x = \sqrt{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2}$  e  $\sigma_p = \sqrt{\langle p^2 \rangle - \langle p \rangle^2}$  e  $\sigma_x \sigma_p$  para o estado fundamental do poço quadrado infinito. O resultado do produto  $\sigma_x \sigma_p$  é consistente com o princípio de incerteza? Explique.
5. Estamos interessados em entender o que ocorre quando um feixe de partículas, todas com a mesma energia total  $E$ , se propaga da esquerda para a direita e encontra um degrau de potencial. Considere o seguinte:
  - a) Discuta as soluções da equação de Schrödinger independente do tempo para as regiões  $x < 0$  e  $x > 0$ .
  - b) Explique por que a imposição das condições de continuidade sobre a função de onda e sua derivada é necessária neste problema.
  - c) Determine e expresse os coeficientes de reflexão  $R$  e transmissão  $T$ , discutindo seus significados físicos.
6. Considere o Potencial degrau:
  - (a) Uma partícula está sujeita a potencial degrau de altura **menor** que a energia cinética da partícula. Faça o esboço da função de onda da partícula.
  - (b) Repita o item anterior com o potencial de altura **maior** do que a energia cinética da partícula.

7. Considere o Potencial degrau:

- a) Sendo  $E = V_0/2$  a energia de cada partícula num feixe incidindo inicialmente de  $x < 0$  e que se move em direção a  $x > 0$ , calcule o coeficiente de reflexão  $R$ . Nesse caso qual é o comportamento da função de onda de uma partícula na região onde  $x > 0$ ? É possível observar partículas nesta região em algum momento?
  - b) Para  $E = 2V_0$ , calcule o coeficiente de reflexão  $R$  e o coeficiente de transmissão  $T$ . Mostre que  $R + T = 1$ .
  - c) No caso do item b) e considerando que o feixe contém aproximadamente um milhão de partículas, qual seria o número estimado de partículas refletidas?
8. Um feixe de prótons com uma energia cinética de 40 MeV incide em um degrau de potencial de 30 MeV. (a) Que fração do feixe é refletida? Que fração é transmitida? (b) Responda ao item (a) supondo que as partículas são elétrons.