

BIK0102-ESTRUTURA DA MATÉRIA- Lista de Exercícios

Tópico 7 - Partícula na caixa, átomo de hidrogênio, números quânticos para o átomo de hidrogênio, estados quânticos para o átomo de hidrogênio.

1) Use o modelo da partícula em uma caixa, considerando o elétron em uma caixa unidimensional de comprimento $L = 150 \text{ pm}$ e:

(a) prediga o comprimento de onda (λ) da radiação emitida quando o elétron passa do nível $n = 3$ para $n = 2$;

(b) repita o cálculo para a transição entre $n = 4$ e $n = 2$;

Resp.: (a) $\lambda \approx 14,85 \text{ nm}$; (b) $\lambda \approx 6,18 \text{ nm}$

2) Considere um elétron preso a uma caixa unidimensional de tamanho L . Supondo que sua função de onda seja $\psi(x) = A \sin(3\pi x/2L)$, para quais valores de x a probabilidade de encontrar o elétron seja nula?

Resp.: $x = 2kL/3$, com $k = 0, 1, 2, 3...$

3) Considere uma função de onda dada por $\psi(x) = A \sin(kx)$ onde $k = 2\pi/\lambda$ e A é uma constante real.

(a) Para quais valores de x ocorre a probabilidade máxima de encontrar a partícula descrita por essa função de onda?

(b) Para quais valores de x ocorre a probabilidade é nula?

4) O princípio da incerteza é desprezível para objetos macroscópicos. As partes eletrônicas estão, entretanto, sendo fabricadas em escalas cada vez menores e as propriedades das nanopartículas (partículas com tamanhos entre alguns poucos nanômetros e algumas centenas de nanômetros), podem ser diferentes das partículas maiores em consequência de fenômenos quânticos.

(a) Calcule a incerteza mínima na velocidade (v) de um elétron confinado em uma nanopartícula de diâmetro 200 nm e compare essa incerteza com a de um elétron confinado em um poço de comprimento $1,00 \text{ mm}$;

(b) Calcule a incerteza mínima na velocidade (v) de um íon Li^+ confinado em uma nanopartícula com 200 nm de diâmetro, composta de um derivado de lítio pelo qual os íons de lítio podem se deslocar em temperaturas elevadas (condutor iônico);

Resp.: (a) $\Delta v_{(200 \text{ nm})} = 289,43 \text{ m/s}$ e $\Delta v_{(1,00 \text{ mm})} = 0,058 \text{ m/s}$; (b) $\Delta v = 0,023 \text{ m/s}$

5) De acordo com a mecânica quântica, a natureza ondulatória das partículas faz com que partículas confinadas em uma caixa possuam apenas comprimentos de onda que resultam de ondas estacionárias na caixa, e as paredes da caixa são necessariamente nós dessas ondas.

(a) Mostre que um elétron confinado em uma caixa de comprimento L em uma dimensão possui níveis de energia dados

por $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$;

(b) Se um átomo de hidrogênio for imaginado como uma caixa em uma dimensão cujo comprimento seja igual ao raio de Bohr, qual será a energia (em elétron-volt) do nível mais baixo de energia do elétron?

Resp.: (b) $E = 2,15 \times 10^{-17} \text{ J} = 134,2 \text{ eV}$

6) Dentre os conjuntos de números quânticos a seguir, identifique os que não seriam possíveis (ou proibidos) para um elétron em um átomo e explique porque:

(a) $(4, 2, -1, +\frac{1}{2})$

(b) $(5, 0, -1, +\frac{1}{2})$

(c) $(4, 4, -1, +\frac{1}{2})$

(d) $(2, 2, -1, +\frac{1}{2})$

(e) $(5, 4, +5, +\frac{1}{2})$

Resp.: (a) É possível; (b) Não é possível; (c) Não é possível; (d) Não é possível; (e) Não é possível