

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”

Capítulo 39

Problemas - 3 -5-7-9-11-13-15-35-37-38-40-45-51

Questões : (todas) 12, 13 e 15

PERGUNTAS

12 Um elétron, confinado em um poço de potencial finito como o da Fig. 39-7, se encontra no estado de menor energia possível. (a) Seu comprimento de onda de de Broglie, (b) seu módulo do momento e (c) sua energia seriam maiores, menores ou iguais se o poço de potencial fosse infinito,

$$E_f < E_i \quad (p^2/2m)$$

$$p_f < p_i \quad (h/\lambda)$$

$$\lambda_f > \lambda_i$$

13 Um elétron que está confinado em um poço de potencial infinito unidimensional de largura L é excitado do estado fundamental para o primeiro estado excitado. Essa excitação aumenta, diminui ou não tem nenhum efeito sobre a probabilidade de detectar o elétron em uma pequena região (a) no centro do poço; (b) perto de uma das bordas do poço?

a) No centro
diminui
b) nas bordas
aumenta

15 Um átomo de hidrogênio se encontra no terceiro estado excitado. Para que estado (especifique o número quântico n) o átomo teria que passar (a) para emitir um fóton com o maior comprimento de onda possível; (b) para emitir um fóton com o menor comprimento de onda possível; (c) para absorver um fóton com o maior comprimento de onda possível?

a) $n=3$

b) $n=1$

c) $n=5$

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”

Capítulo 39

Problemas - 3 -5-7-9-11-13-15-35-37-38-40-45-51

Questões : (todas) 12, 13 e 15

PERGUNTAS

12 Um elétron, confinado em um poço de potencial finito como o da Fig. 39-7, se encontra no estado de menor energia possível. (a) Seu comprimento de onda de de Broglie, (b) seu módulo do momento e (c) sua energia seriam maiores, menores ou iguais se o poço de potencial fosse infinito,

$$E_f < E_i \quad (p^2/2m)$$

$$p_f < p_i \quad (h/\lambda)$$

$$\lambda_f > \lambda_i$$

13 Um elétron que está confinado em um poço de potencial infinito unidimensional de largura L é excitado do estado fundamental para o primeiro estado excitado. Essa excitação aumenta, diminui ou não tem nenhum efeito sobre a probabilidade de detectar o elétron em uma pequena região (a) no centro do poço; (b) perto de uma das bordas do poço?

a) No centro
diminui
b) nas bordas
aumenta

15 Um átomo de hidrogênio se encontra no terceiro estado excitado. Para que estado (especifique o número quântico n) o átomo teria que passar (a) para emitir um fóton com o maior comprimento de onda possível; (b) para emitir um fóton com o menor comprimento de onda possível; (c) para absorver um fóton com o maior comprimento de onda possível?

a) $n=3$

b) $n=1$

c) $n=5$

PROBLEMAS

1-3 -5 – 6 -7-9-10-11-13-14- 15-35-37-38-40-45-51

•1 A energia do estado fundamental de um elétron confinado em um poço de potencial infinito unidimensional é 2,6 eV. Qual será a energia do estado fundamental se a largura do poço for multiplicada por dois?

$$2,6/4 = 0,65 \text{ eV}$$

•3 Qual deve ser a largura de um poço de potencial infinito unidimensional para que um elétron no estado $n = 3$ tenha uma energia de 4,7 eV?

A Eq. 39-4 pode ser escrita na forma

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2} = \frac{n^2 (hc)^2}{8(mc^2)L^2}.$$

Fazendo $n = 3$, igualando essa expressão a 4,7 eV e explicitando L , obtemos

$$L = \frac{n(hc)}{\sqrt{8(mc^2)E_n}} = \frac{3(1240 \text{ eV} \cdot \text{nm})}{\sqrt{8(511 \times 10^3 \text{ eV})(4,7 \text{ eV})}} = 0,85 \text{ nm}.$$

•5 Considere o núcleo atômico como equivalente a um poço de potencial infinito unidimensional de largura $L = 1,4 \times 10^{-14}$ m, um diâmetro nuclear típico. Qual seria a energia do estado fundamental de um elétron confinado a um núcleo atômico?

Fazendo $n = 1$, L igual ao diâmetro nuclear e m igual à massa do elétron, a Eq. 39-4 nos dá

$$E = n^2 \frac{h^2}{8mL^2} = \frac{(1)^2 (6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{8(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1,4 \times 10^{-14} \text{ m})^2} = 3,07 \times 10^{-10} \text{ J} = 1920 \text{ MeV} \approx 1,9 \text{ GeV}.$$

•6 Determine a energia do estado fundamental (a) de um elétron e (b) de um próton confinado em um poço de potencial infinito unidimensional com 200 pm de largura.

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad E_1 &= \left(\frac{h^2}{8m_e L^2} \right) n^2 = \left[\frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{8(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(200 \times 10^{-12} \text{ m})^2} \right] (1)^2 = 1,51 \times 10^{-18} \text{ J} \\ &= 9,42 \text{ eV}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(b)} \quad E_1 &= \left(\frac{h^2}{8m_p L^2} \right) n^2 = \left[\frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{8(1,67 \times 10^{-27} \text{ kg})(200 \times 10^{-12} \text{ m})^2} \right] (1)^2 = 8,225 \times 10^{-22} \text{ J} \\ &= 5,13 \times 10^{-3} \text{ eV}. \end{aligned}$$

PROBLEMAS

•7 Um elétron no estado fundamental de um poço de potencial unidimensional infinito de largura L tem uma energia E_1 . Quando a largura do poço muda para L' , a energia do elétron diminui para $E'_1 = 0,500E_1$. Qual é o valor da razão L'/L ? 1,41

••9 Um elétron está confinado em um poço de potencial infinito unidimensional. Determine o valor (a) do número quântico maior e (b) do número quântico menor tais que a diferença de energia correspondente seja igual à energia do nível $n = 5$. (c) Mostre que não existe um par de níveis adjacentes tais que a diferença de energia entre os níveis seja igual à energia do nível $n = 6$.

Sejam os números quânticos do par em questão n e $n + 1$. Nesse caso,

$$E_{n+1} - E_n = \frac{(n+1)^2 h^2}{8mL^2} - \frac{n^2 h^2}{8mL^2} = \frac{(2n+1)h^2}{8mL^2},$$

o que nos dá $E_{n+1} - E_n = (2n+1)E_1$.

PROBLEMAS

Fazendo $E_{n+1} - E_n = E_5 = 5^2 E_1 = 25E_1 = (2n+1)E_1$, obtemos $2n+1 = 25$, o que nos dá $n = 12$. Assim,

(a) o número quântico maior é $n+1 = 12+1 = 13$.

(b) o número quântico menor é $n = 12$.

(c) Fazendo $E_{n+1} - E_n = E_6 = 6^2 E_1 = 36E_1 = (2n+1)E_1$, obtemos $2n+1 = 36$, o que nos dá $n = 17,5$,

••11 Um elétron confinado em um poço de potencial infinito unidimensional com 250 pm de largura é transferido do primeiro estado excitado para o terceiro estado excitado. (a) Que energia deve ser fornecida ao elétron para que execute esse salto quântico? Se o elétron em seguida decai para o estado fundamental emitindo fótons, o que pode ocorrer de várias formas, determine (b) o menor comprimento de onda, (c) o segundo menor, (d) o maior e (e) o segundo maior comprimento de onda que podem ser emitidos. (f) Mostre as várias formas possíveis de decaimento em um diagrama de níveis de energia. Se um fóton com um comprimento de onda de 29,4 nm é emitido, determine (g) o maior comprimento de onda e (h) o menor comprimento de onda que podem ser emitidos em seguida.

••13 Um elétron está confinado em um poço de potencial infinito unidimensional com 100 pm de largura; o elétron se encontra no estado fundamental. Qual é a probabilidade de que o elétron seja detectado em uma região de largura $\Delta x = 5,0$ pm em torno do ponto (a) $x = 25$ pm; (b) $x = 50$ pm; (c) $x = 90$ pm? (*Sugestão: A largura Δx da região é tão pequena que a densidade de probabilidade pode ser considerada constante em seu interior.*)

••14 Uma partícula é confinada em um poço de potencial infinito unidimensional como o da Fig. 39-2. Se a partícula se encontra no estado fundamental, qual é a probabilidade de que seja detectada (a) entre $x = 0$ e $x = 0,25L$; (b) entre $x = 0,75L$ e $x = L$; (c) entre $x = 0,25L$ e $x = 0,75L$?

PROBLEMAS

••15 Um poço unidimensional infinito de 200 pm de largura contém um elétron no terceiro estado excitado. Um detector de elétrons com 2,00 pm de largura é instalado com o centro em um ponto de máxima densidade de probabilidade. (a) Qual é a probabilidade de que o elétron seja detectado? (b) A cada 1000 vezes que realizarmos essa experiência, quantas vezes, em média, o elétron será detectado?

A probabilidade de que o elétron seja detectado no ponto x é dada pela Eq. 39-11:

$$p(x) = \psi_n^2(x) dx = \left[\sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi}{L}x\right) \right]^2 dx = \frac{2}{L} \sin^2\left(\frac{n\pi}{L}x\right) dx.$$

Máxima densidade quer dizer que $\sin(n\pi x/L) = 1$

$$p(x_m) = \frac{2}{L} dx = \frac{2}{200 \text{ pm}} (2,00 \text{ pm}) = 0,020.$$

•35 Quais são (a) a energia, (b) o módulo do momento e (c) o comprimento de onda do fóton emitido quando um átomo de hidrogênio sofre uma transição de um estado com $n = 3$ para um estado com $n = 1$?

•37 Qual é a razão entre o menor comprimento de onda da série de Balmer e o menor comprimento de onda da série de Lyman?

•38 Um átomo (que não é um átomo de hidrogênio) absorve um fóton com um comprimento de onda de 375 nm e emite um fóton com um comprimento de onda de 580 nm. Qual é a energia absorvida pelo átomo no processo?

••40 Um átomo de hidrogênio é excitado do estado fundamental para o estado com $n = 4$. (a) Qual é a energia absorvida pelo átomo? Considere as energias dos fótons que podem ser emitidos pelo átomo ao decair para o estado fundamental de várias formas possíveis. (b) Quantas energias diferentes são possíveis? Dessas energias, determine (c) a maior; (d) a segunda maior; (e) a terceira maior; (f) a menor; (g) a segunda menor; (h) a terceira menor.

••41 Qual é a probabilidade de que, no estado fundamental do átomo de hidrogênio, o elétron seja encontrado a uma distância do núcleo maior que o raio de Bohr? (*Sugestão:* Veja o Exemplo 39-8.)

••45 No estado fundamental do átomo de hidrogênio, o elétron possui uma energia total de $-13,6$ eV. Quais são (a) a energia cinética; (b) a energia potencial do elétron a uma distância do núcleo igual ao raio de Bohr?

••51 Qual é a probabilidade de que um elétron no estado fundamental do átomo de hidrogênio seja encontrado na região entre duas cascas esféricas de raios r e $r + \Delta r$ (a) se $r = 0,500a$ e $\Delta r = 0,010a$; (b) se $r = 1,00a$ e $\Delta r = 0,01a$, onde a é o raio de Bohr? (*Sugestão:* Δr é suficientemente pequeno para que a densidade de probabilidade radial seja considerada constante entre r e $r + \Delta r$.)