

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

Capítulo 38

Problemas Cap. 38 (1-2-7-10- 15 -16 -19- -26-35-36)

Questões Cap. 38 (2-3-5-8-9-10)

Exemplo 38-5

Qual é o comprimento de onda de de Broglie de um elétron com uma energia cinética de 120 eV?

$$\begin{aligned} p &= \sqrt{2mK} \\ &= \sqrt{(2)(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(120 \text{ eV})(1,60 \times 10^{-19} \text{ J/eV})} \\ &= 5,91 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}. \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{5,91 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}}$$

$$= 1,12 \times 10^{-10} \text{ m} = 112 \text{ pm}.$$

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”
Capítulo 38

Exemplo 38-6

Um elétron está se movendo ao longo do eixo x , e sua velocidade, medida com uma precisão de 0,50%, é $2,05 \times 10^6$ m/s. Qual é a menor indeterminação (de acordo com o princípio da indeterminação da teoria quântica) com a qual pode ser medida simultaneamente a posição do elétron no eixo x ?

Solução

$$\begin{aligned} p_x &= mv_x = (9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(2,05 \times 10^6 \text{ m/s}) \\ &= 1,87 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}. \end{aligned}$$

$$\Delta p_x = (0,0050)p_x = (0,0050)(1,87 \times 10^{-24} \text{ kg} \cdot \text{m/s}) = 9,35 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m/s}.$$

$$\Delta x = \frac{\hbar}{\Delta p_x} = \frac{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})/2\pi}{9,35 \times 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m/s}} = 1,13 \times 10^{-8} \text{ m} \approx 11 \text{ nm},$$

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”
Capítulo 38

Exemplo 38-7

O elétron da Fig. 38-15, com uma energia E de 5,1 eV, incide em uma barreira de altura $U_b = 6,8$ eV e largura $L = 750$ pm.

(a) Qual é a probabilidade aproximada de que o elétron atravesse a barreira?

*****SOLUÇÃO*****

IDÉIA-CHAVE

A probabilidade pedida é igual ao coeficiente de transmissão T dado pela Eq. 38-21 ($T \approx e^{-2bL}$),

$$b = \sqrt{\frac{8\pi^2 m(U_b - E)}{h^2}}$$

O numerador da fração é

$$(8\pi^2)(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(6,8 \text{ eV} - 5,1 \text{ eV}) \times (1,60 \times 10^{-19} \text{ J/eV}) = 1,956 \times 10^{-47} \text{ J} \cdot \text{kg}.$$

$$b = \sqrt{\frac{1,956 \times 10^{-47} \text{ J} \cdot \text{kg}}{(6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}} = 6,67 \times 10^9 \text{ m}^{-1}.$$

$$2bL = (2)(6,67 \times 10^9 \text{ m}^{-1})(750 \times 10^{-12} \text{ m}) = 10,0$$

$$T \approx e^{-2bL} = e^{-10,0} = 45 \times 10^{-6}.$$

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”
Capítulo 38

PERGUNTAS

6 A Fig. 38-19 mostra um elétron passando por várias regiões nas quais existe um potencial elétrico V constante. Coloque as regiões na ordem do comprimento de onda de de Broglie do elétron na região, começando pelo maior.

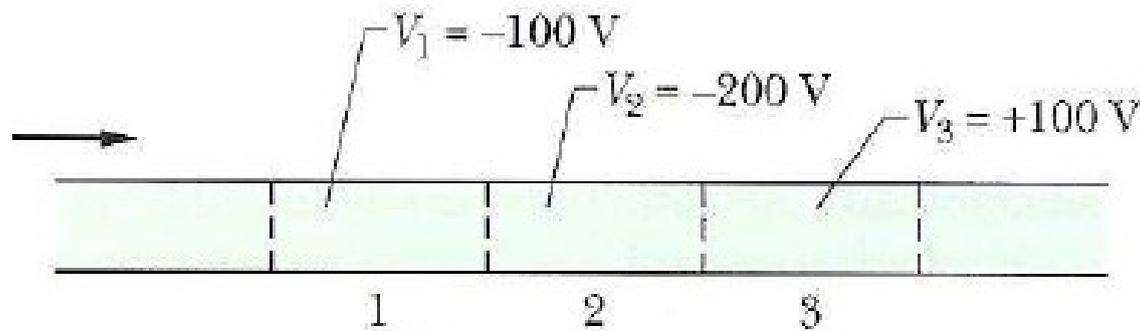


FIG. 38-19 Pergunta 6.

$$\lambda = h/p \Rightarrow \lambda_2 > \lambda_1 > \lambda_3$$

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”
Capítulo 38

PERGUNTAS

13 A tabela a seguir mostra valores relativos para três situações que envolvem o experimento de efeito túnel das Figs. 38-14 e 38-15. Coloque as situações na ordem da probabilidade de que a barreira seja atravessada por elétrons, começando pela maior.

	Energia do Elétron	Altura da Barreira	Largura da Barreira
(a)	E	$5E$	L
(b)	E	$17E$	$L/2$
(c)	E	$2E$	$2L$

$$T \sim \exp(-2bL) = \exp(-Cte \sqrt{(U-E)} L) \Rightarrow T_a \sim \exp(-\sqrt{4} L) \quad T_b \sim \exp(-\sqrt{16} L/2) \quad T_c \sim \exp(-\sqrt{1} 2L),$$

portanto iguais

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

PROBLEMAS Capítulo 38

***43** No tubo de imagem de um velho aparelho de televisão os elétrons são acelerados por uma diferença de potencial de 25,0 kV. Qual é o comprimento de onda de de Broglie desses elétrons? (Não é necessário levar em conta efeitos relativísticos.)

O comprimento de onda de de Broglie do elétron é dado por $\lambda = h/p$, em que p é o momento do elétron.

FORMULE O momento do elétron é dado por

$$p = m_e v = \sqrt{2m_e K} = \sqrt{2m_e eV},$$

em que V é o potencial acelerador e e é a carga fundamental. Assim,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2m_e eV}}.$$

ANALISE Para $V = 25,0$ kV, temos

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{h}{\sqrt{2m_e eV}} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{\sqrt{2(9,109 \times 10^{-31} \text{ kg})(1,602 \times 10^{-19} \text{ C})(25,0 \times 10^3 \text{ V})}} \\ &= 7,75 \times 10^{-12} \text{ m} = 7,75 \text{ pm}. \end{aligned}$$

APRENDA De acordo com esses cálculos, o comprimento de onda de de Broglie do elétron é inversamente proporcional à raiz quadrada do potencial acelerador.

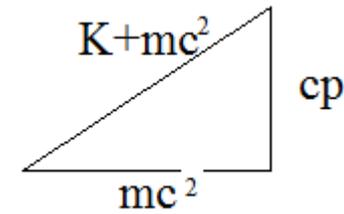
••53 A resolução de um microscópio depende do comprimento de onda usado; o menor objeto que pode ser resolvido tem dimensões da ordem do comprimento de onda. Suponha que estamos interessados em “observar” o interior de um átomo. Como um átomo tem um diâmetro da ordem de 100 pm, isso significa que devemos ser capazes de resolver dimensões da ordem de 10 pm. (a) Se um microscópio eletrônico for usado para esse fim, qual deverá ser, no mínimo, a energia dos elétrons? (b) Se um microscópio óptico for usado, qual deverá ser, no mínimo, a energia dos fótons? (c) Qual dos dois microscópios parece ser mais prático? Por quê?

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

PROBLEMAS Capítulo 38

Solução do problema 53.

Neste caso a energia é alta e devemos usar a expressão relativística energia- momento:



$$(a) \quad K = \sqrt{\left(\frac{hc}{\lambda}\right)^2 + m_e^2 c^4} - m_e c^2 = \sqrt{\left(\frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{10 \times 10^{-3} \text{ nm}}\right)^2 + (0,511 \text{ MeV})^2} - 0,511 \text{ MeV}$$
$$= 0,015 \text{ MeV} = 15 \text{ keV}.$$

(b) De acordo com as Eqs. 38-2 e 38-7,

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{10 \times 10^{-3} \text{ nm}} = 1,2 \times 10^5 \text{ eV} = 120 \text{ keV}.$$

(c) O microscópio eletrônico é mais prático, já que a energia necessária é muito menor.

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

PROBLEMAS Capítulo 38

••49 O comprimento de onda da linha amarela do sódio é 590 nm. Qual é a energia cinética de um elétron cujo comprimento de onda de de Broglie é igual ao comprimento de onda da linha amarela do sódio?

O comprimento de onda de de Broglie de uma partícula é dado por $\lambda = h/p$, em que p é o momento da partícula.

FORMULE Seja K a energia cinética do elétron em elétrons-volts (eV). Como $K = p^2/2m$, o momento do elétron é $p = \sqrt{2mK}$. Assim, o comprimento de onda de de Broglie é

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}}{\sqrt{2(9,109 \times 10^{-31} \text{ kg})(1,602 \times 10^{-19} \text{ J/eV})K}} = \frac{1,226 \times 10^{-9} \text{ m}\cdot\text{eV}^{1/2}}{\sqrt{K}} \\ &= \frac{1,226 \text{ nm}\cdot\text{eV}^{1/2}}{\sqrt{K}}.\end{aligned}$$

ANALISE Fazendo $\lambda = 590 \text{ nm}$ na equação anterior e explicitando K , obtemos

$$K = \left(\frac{1,226 \text{ nm}\cdot\text{eV}^{1/2}}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{1,226 \text{ nm}\cdot\text{eV}^{1/2}}{590 \text{ nm}} \right)^2 = 4,32 \times 10^{-6} \text{ eV}.$$

Lista tirada do do Livro “Fundamentos de Física (Halliday) – vol. 4 , 8° Ed.”
Capítulo 38



PERGUNTAS