Exercícios do Capítulo 25 do Tipler

(33) Um pedaço de fio de cobre de calibre 10 e um pedaço de fio de cobre de calibre 14 estão soldados entre si nas duas extremidades. Os fios conduzem uma corrente de 15A. (a) Se há um elétron livre para cada átomo de cobre em cada fio, determine a velocidade de deriva dos elétrons em cada fio. (b) Qual é a razão entre a magnitude da densidade de corrente no pedaço de fio de calibre 10 e a magnitude da densidade de corrente no pedaço de fio de calibre 14? (*Dado: número de avogadro* $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ *átomos/mol; valor da carga elementar* $e = 1{,}602 \cdot 10^{-19}\,C$)

Onde, para o cobre temos: a densidade volumétrica de massa $\rho = 8{,}93\,g/cm^3$; massa molar $M_a = 63{,}55\,g/mol$; área de secção transversal para fio calibre 10, $A_{10} = 5{,}261\,mm^2$, e calibre 14, $A_{14} = 2{,}081\,mm^2$

Solução

(33) Os fios conduzem uma corrente de 15A. (a) Se há um elétron livre para cada átomo de cobre em cada fio, determine a velocidade de deriva dos elétrons em cada fio. (*Dado: número de avogadro* $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ *átomos/mol*)

Onde, para o cobre temos: a densidade volumétrica de massa $\rho = 8{,}93 g/cm^3$; massa molar $M_a = 63{,}55 g/mol$; área de secção transversal para fio calibre 10, $A_{10} = 5{,}261 mm^2$, e calibre 14, $A_{14} = 2{,}081 mm^2$.

A corrente será a mesma nos dois fios. Relacionando a densidade da corrente à velocidade de deriva dos elétrons no fio de calibre 10:

$$\frac{I_{10\text{ gauge}}}{A_{10\text{ gauge}}} = nev_{d,10} \Rightarrow v_{d,10} = \frac{I_{10\text{ gauge}}}{neA_{10\text{ gauge}}}$$

Solução

(33) (a) Se há um elétron livre para cada átomo de cobre em cada fio, determine a velocidade de deriva dos elétrons em cada fio. $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ *átomos/mol*)

$\rho = 8{,}93\,\text{g/cm}^3$; $M_a = 63{,}55\,\text{g/mol}$; $A_{10} = 5{,}261\,\text{mm}^2$; $A_{14} = 2{,}081\,\text{mm}^2$.

A densidade numérica de portadores de carga *n* está relacionada à densidade de massa *ρ*, ao número de Avogadro N_A e a massa molar *M*:

$$n = \frac{\rho N_A}{M}$$

Substituindo os valores:

$$n = \frac{\left(8.93\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)\left(6.022\times 10^{23}\,\frac{\text{atoms}}{\text{mol}}\right)}{63.55\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$n = 8.462\times 10^{28}\,\frac{\text{atoms}}{\text{m}^3}$$

Solução

(33) (a) Se há um elétron livre para cada átomo de cobre em cada fio, determine a velocidade de deriva dos elétrons em cada fio. $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ *átomos/mol*)

$\rho = 8{,}93 \text{ g/cm}^3$; $M_a = 63{,}55 \text{ g/mol}$; $A_{10} = 5{,}261 \text{ mm}^2$; $A_{14} = 2{,}081 \text{ mm}^2$.

Substituindo os valores na primeira equação, temos:

$$\frac{I_{10\text{ gauge}}}{A_{10\text{ gauge}}} = nev_{d,10} \Rightarrow v_{d,10} = \frac{I_{10\text{ gauge}}}{neA_{10\text{ gauge}}}$$

$$v_{d,10} = \frac{15\text{ A}}{(8.462\times10^{28}\text{ m}^{-3})(1.602\times10^{-19}\text{ C})(5.261\text{mm}^2)} = 0.210\text{ mm/s} = \boxed{0.21\text{mm/s}}$$

Como: $I = nev_dA$ **Considerando a continuidade da corrente:**

$$I_{10\text{ gauge}} = I_{14\text{ gauge}}$$

$$nev_{d,10}A_{10\text{ gauge}} = nev_{d,14}A_{14\text{ gauge}}$$

Solução

(33) (a) Se há um elétron livre para cada átomo de cobre em cada fio, determine a velocidade de deriva dos elétrons em cada fio. ***N_A=6,022 · 10^{23}átomos/mol*****)**

ρ=8,93g/cm^3; M$_a$ = 63,55g/mol; A_{10}=5,261mm^2; A_{14}=2,081mm^2.

$$nev_{d,10}A_{10\text{ gauge}} = nev_{d,14}A_{14\text{ gauge}}$$

Logo,

$$v_{d,14} = v_{d,10}\frac{A_{10\text{ gauge}}}{A_{14\text{ gauge}}}$$

$$v_{d,14} = (0.210\,\text{mm/s})\frac{5.261\,\text{mm}^2}{2.081\,\text{mm}^2} = \boxed{0.53\,\text{mm/s}}$$

Solução

(33) (b) Qual é a razão entre a magnitude da densidade de corrente no pedaço de fio de calibre 10 e a magnitude da densidade de corrente no pedaço de fio de calibre 14? (*N_A=6,022 · 10^{23}átomos/mol*)
ρ=8,93g/cm^3; M_a = 63,55g/mol; A_{10}=5,261mm^2; A_{14}=2,081mm^2.

$$\frac{J_{10}}{J_{14}} = \frac{\dfrac{I_{10}}{A_{10}}}{\dfrac{I_{14}}{A_{14}}} = \frac{I_{10} A_{14}}{I_{14} A_{10}}$$

Como

$$I_{10} = I_{14}$$

$$\frac{J_{10}}{J_{14}} = \frac{2.081\,\mathrm{mm}^2}{5.261\,\mathrm{mm}^2} = \boxed{0.396}$$

Exercícios do Capítulo 25 do Tipler

(34) Um acelerador produz um feixe de prótons com uma seção circular de 2,0 mm de diâmetro e corrente de 1,0 mA. A densidade da corrente está uniformemente distribuída no feixe. A energia cinética de cada próton é de 20 MeV. O feixe atinge um alvo metálico e é absorvido por ele. (a) Qual é a densidade do número dos prótons no feixe? (b) Quantos prótons colidem no alvo a cada minuto? (c) Qual é a magnitude da densidade de corrente neste feixe? (*Dado: Massa do próton* $m_p = 1{,}673 \cdot 10^{-27}\,kg$)

Solução

(34) Um acelerador produz um feixe de prótons com uma seção circular de 2,0 mm de diâmetro e corrente de 1,0 mA. A densidade da corrente está uniformemente distribuída no feixe. A energia cinética de cada próton é de 20 MeV. O feixe atinge um alvo metálico e é absorvido por ele. (a) Qual é a densidade do número dos prótons no feixe? ? (*Dado: Massa do próton* $m_p = 1{,}673 \cdot 10^{-27}$ *kg*)

Usando a relação entre corrente e velocidade de deriva:

$$I = neAv \Rightarrow n = \frac{I}{eAv}$$

A energia cinética dos prótons é dado por:

$$K = \tfrac{1}{2} m_p v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m_p}}$$

A área de secção transversal,

$$A = \tfrac{1}{4} \pi D^2$$

Solução

(34) Um acelerador produz um feixe de prótons com uma seção circular de 2,0 mm de diâmetro e corrente de 1,0 mA. A densidade da corrente está uniformemente distribuída no feixe. A energia cinética de cada próton é de 20 MeV. O feixe atinge um alvo metálico e é absorvido por ele. (a) Qual é a densidade do número dos prótons no feixe?

$$I = neAv \Rightarrow n = \frac{I}{eAv}$$

$$K = \tfrac{1}{2} m_p v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m_p}}$$

$$A = \tfrac{1}{4}\pi D^2$$

$$n = \frac{I}{\tfrac{1}{4}\pi e D^2 \sqrt{\frac{2K}{m_p}}} = \frac{4I}{\pi e D^2}\sqrt{\frac{m_p}{2K}}$$

Solução

(34) Um acelerador produz um feixe de prótons com uma seção circular de 2,0 mm de diâmetro e corrente de 1,0 mA. A densidade da corrente está uniformemente distribuída no feixe. A energia cinética de cada próton é de 20 MeV. O feixe atinge um alvo metálico e é absorvido por ele. (a) Qual é a densidade do número dos prótons no feixe?

$$n = \frac{I}{\frac{1}{4}\pi e D^2 \sqrt{\dfrac{2K}{m_p}}} = \frac{4I}{\pi e D^2}\sqrt{\frac{m_p}{2K}}$$

$$n = \frac{4(1.0\,\mathrm{mA})}{\pi(1.602\times10^{-19}\,\mathrm{C})(2\,\mathrm{mm})^2}\sqrt{\frac{1.673\times10^{-27}\,\mathrm{kg}}{2(20\,\mathrm{MeV})(1.602\times10^{-19}\,\mathrm{J/eV})}}$$

$$= 3.21\times10^{13}\,\mathrm{m}^{-3} = \boxed{3.2\times10^{13}\,\mathrm{m}^{-3}}$$

Solução

(34) (b) Quantos prótons colidem no alvo a cada minuto?

O número de prótons *N* que atinge o alvo por unidade de tempo é:

$$\frac{N}{\Delta t} = n(vA) \Rightarrow N = nvA\Delta t$$

$$N = \tfrac{1}{4}\pi D^2 n \Delta t \sqrt{\frac{2K}{m_p}}$$

$$N = \tfrac{1}{4}\pi(2\,\mathrm{mm})^2\left(3.21\times10^{13}\ \mathrm{m}^{-3}\right)(1\,\mathrm{min})\sqrt{\frac{2(20\,\mathrm{MeV})\left(1.602\times10^{-19}\ \mathrm{J/eV}\right)}{1.673\times10^{-27}\ \mathrm{kg}}}$$

$$N = \boxed{3.7\times10^{17}}$$

Solução

(34) (c) Qual é a magnitude da densidade de corrente neste feixe?

$$J = \frac{I}{A} = \frac{1.0\ \text{mA}}{\pi\left(1.0\times 10^{-3}\ \text{m}\right)^2}$$

$$J = \boxed{0.32\ \text{kA/m}^2}$$

Exercícios do Capítulo 25 do Tipler

(40) Um bloco de carbono tem 3,0 cm de comprimento e seção transversal quadrada cujos lados têm 0,50 cm de comprimento. Uma diferença potencial de 8,4 V é mantida no seu comprimento. (a) Qual é a resistência do bloco? (b) Qual é a corrente neste resistor? ***(Dado: a resistividade do carbono é $\rho = 3,5 \cdot 10^{-5}\ \Omega \cdot m$)***

Exercícios do Capítulo 25 do Tipler

(40) Um bloco de carbono tem 3,0 cm de comprimento e seção transversal quadrada cujos lados têm 0,50 cm de comprimento. Uma diferença potencial de 8,4 V é mantida no seu comprimento. (a) Qual é a resistência do bloco? (b) Qual é a corrente neste resistor? ***(Dado: a resistividade do carbono é ρ=3,5 · 10⁻⁵ Ω · m)***

Onde *ρ* é a resistividade do material:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = \left(3500 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}\right) \frac{3.0\ \text{cm}}{\left(0.50\ \text{cm}\right)^2}$$

$$= 42.0\ \text{m}\Omega = \boxed{42\ \text{m}\Omega}$$

Exercícios do Capítulo 25 do Tipler

(40) Um bloco de carbono tem 3,0 cm de comprimento e seção transversal quadrada cujos lados têm 0,50 cm de comprimento. Uma diferença potencial de 8,4 V é mantida no seu comprimento. (a) Qual é a resistência do bloco? (b) Qual é a corrente neste resistor?

Da lei de Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{8.4\,\mathrm{V}}{42.0\,\mathrm{m\Omega}} = \boxed{0.20\,\mathrm{kA}}$$