



## Série de exercícios 4

Nota: Os exercícios assinalados com ✠ serão resolvidos nas aulas.

1. ✠ Um fio típico para experiências de laboratório é feito de cobre e tem de raio 0,815 mm. Calcule a velocidade de deriva (ou velocidade média) dos electrões nesse fio no caso de ele transportar uma corrente de 1 A, assuma um electrão livre por átomo. Nota:  $N_a$  = número de Avogadro =  $6,02 \times 10^{23}$  átomos/mol;  $\rho = 8,93 \text{ g/cm}^3$ ;  $M$  = massa molar cobre = 63,5 g/mol.
  - (a) Encontre a densidade numérica de protões no feixe.
  - (b) Se o feixe embater num alvo, quantos protões atingem o alvo em 1 s?
2. ✠ Num determinado acelerador de partículas, uma corrente de 0,5 mA é transportada por um feixe de protões de 5 MeV que tem um raio de 1,5 mm. (Nota: massa de um protão é  $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ )
  - (a) Encontre a densidade numérica de protões no feixe.
  - (b) Se o feixe embater num alvo, quantos protões atingem o alvo em 1 s?
3. ✠ A densidade de corrente num fio cilíndrico de raio  $R = 2,0 \text{ mm}$  é uniforme através da secção do fio e é  $j = 2,0 \times 10^5 \text{ A/m}^2$ .
  - (a) Qual é a corrente através da porção exterior do fio entre as distâncias radiais  $\frac{R}{2}$  e  $R$ ?
  - (b) Suponha que afinal a densidade de corrente através da secção varia com a distância radial  $r$  como  $j = ar^2$ , onde  $a = 3,0 \times 10^{11} \text{ A/m}^4$  e  $r$  está em metros. Qual é agora a corrente através da mesma porção exterior do fio?
4. ✠ Considere a densidade de corrente
 
$$\mathbf{j} = -10^4 \begin{bmatrix} \sin(2x) \exp(-2y) \mathbf{a}_x + \\ \cos(2x) \exp(-2y) \mathbf{a}_y \end{bmatrix} \text{ kA m}^{-2}$$
  - (a) Encontre a corrente que atravessa o plano  $y = 1$  na direcção  $\mathbf{a}_y$  na região  $0 < x < 1, 0 < z < 2$ .
    - (b) Encontre a corrente que sai da região  $0 < x < 1, 2 < z < 3, 0 < y < 1$  integrando  $\mathbf{j} \cdot d\mathbf{S}$  na superfície do cubo.
5. ✠ Encontre a corrente que atravessa a porção do plano  $y = 0$  definido por  $-0,1 \leq x \leq 0,1 \text{ m}$  e  $-0,002 \leq z \leq 0,002 \text{ m}$  se  $\mathbf{j} = 10^2 |x| \mathbf{a}_y \text{ (A m}^{-2}\text{)}$
6. Encontre a corrente que atravessa a porção do plano  $x = 0$  definido por  $-\frac{\pi}{4} \leq y \leq \frac{\pi}{4} \text{ m}$  e  $-0,01 \leq z \leq 0,01 \text{ m}$  se  $\mathbf{j} = 100 \cos(2y) \mathbf{a}_x \text{ (A m}^{-2}\text{)}$
7. ✠ Seja  $j = 10^3 \sin(\theta) a_r \text{ (A m}^{-2}\text{)}$  (em coordenadas esféricas). Encontre a corrente que atravessa a superfície esférica  $r = 0,02 \text{ m}$ .
8. ✠ Calcule a resistência de um cilindro de alumínio que tem 10,0 cm de comprimento e  $2,00 \times 10^{-4} \text{ m}^2$  de área de secção recta. (Dado: A resistividade do alumínio é  $2,82 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$ ). Repita o cálculo para um cilindro das mesmas dimensões e feito de vidro com uma resistividade  $3,0 \times 10^{10} \Omega \text{ m}$ .
9. ✠ A resistividade de um fio de níquel-crómio é  $1,5 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$ .
  - (a) Calcule a resistência por unidade de comprimento do fio que tem de raio 0,321 mm.
  - (b) Se aplicarmos uma diferença de potencial de 10 V a um fio de níquel-crómio de 1,0 m de comprimento, qual é a corrente no fio?
10. ✠ Os cabos coaxiais são usados extensivamente na televisão por cabo e em outras aplicações electrónicas. Um cabo coaxial consiste em dois condutores cilíndricos concêntricos. A região entre os condutores é completamente preenchida por silicone, e a corrente que se perde através do silicone na direcção radial é indesejada (o cabo é desen-

hado de maneira a conduzir corrente apenas ao longo do seu comprimento). O raio do condutor interno é  $a = 0,500$  cm, o raio do externo é  $b = 1,75$  cm, e o comprimento  $L = 15,0$  cm. Calcule a resistência do silicone entre os dois condutores, sabendo que a resistividade do silicone é  $640 \Omega \cdot \text{m}$ . Compare a resistência com a do condutor interno (assuma que é feito de cobre, cuja resistividade é  $1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ).

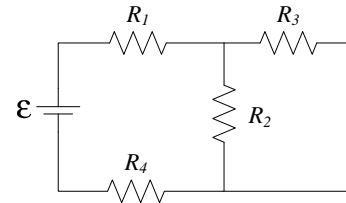
11. Um aquecedor eléctrico é construído aplicando uma diferença de potencial de  $120$  V a um fio de níquel-crómio que tem uma resistência total de  $8,00 \Omega$ . Encontre a corrente transportada pelo fio e a potência do aquecedor.
12. ✘ Um fio de níquel-crómio é usado vulgarmente como o elemento de aquecimento em equipamentos eléctricos. Um destes fios com  $1,0$  m de comprimento é usado na parte de baixo de um forno e pode suportar uma corrente máxima de  $16$  A quando é aplicada uma diferença de potencial de  $120$  V às extremidades do fio. Se a resistividade do fio é  $1,0 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ :

- (a) Qual é o raio do fio?  
 (b) Qual a potência usada pelo forno?

13. ✘ Uma lâmpada de  $100$  W é deixada acesa numa dispensa exterior para impedir que a tinta congele. Os  $100$  W correspondem à potência dissipada no filamento da lâmpada, que é uma simples resistência. Se a electricidade custa  $8$  cêntimos/kWh, quanto custa manter a lâmpada acesa  $3$  meses durante o inverno?
14. O elemento de aquecimento no desembaciador da janela de trás de um Mazda RX-7 tem uma resistência de  $3,00 \Omega$ . O elemento é ligado directamente à bateria de  $12,0$  V do

carro. Quanto calor é produzido no elemento em  $10,0$  min e quanto gelo poderá derreter? (Dado: A energia necessária para derreter  $1$  g de gelo é  $335$  J).

15. ✘ Considere o circuito esquematizado que contém uma bateria ideal e quatro resistências.

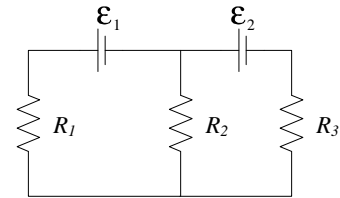


Determine todas as correntes existentes no circuito sabendo que

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 12 \text{ V}; R_1 = 20 \Omega; R_2 = 20 \Omega; \\ R_3 &= 30 \Omega; R_4 = 8,0 \Omega \end{aligned}$$

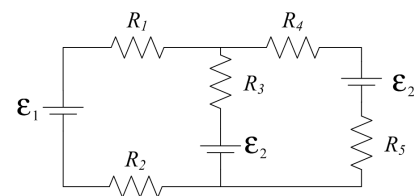
16. ✘ Encontre as correntes no circuito que se segue, sabendo que

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 6,00 \text{ V}; \varepsilon_2 = 12,0 \text{ V}; \\ R_1 &= 100,0 \Omega; R_2 = 10,0 \Omega; R_3 = 80,0 \Omega \end{aligned}$$



17. ✘ Encontre as correntes no circuito que se segue, sabendo que

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 3,0 \text{ V}; \varepsilon_2 = 6,0 \text{ V}; R_3 = 4,0 \Omega; \\ R_1 &= R_2 = R_4 = R_5 = 2,0 \Omega \end{aligned}$$

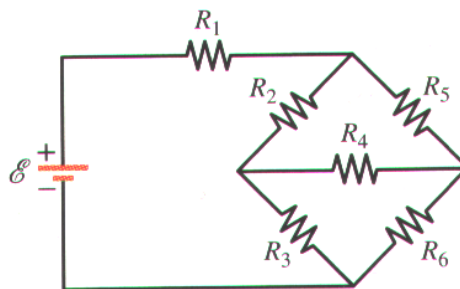


Soluções:

- 1)  $v_d = 3,54 \times 10^{-5} \text{ m s}^{-1}$ ; 2a)  $n = 1,43 \times 10^{13}$  protões/ $\text{m}^3$ ; 2b)  $N = 3,13 \times 10^{15}$  protões; 3a)  $I = 1,9$  A; 3b)  $I = 7,1$  A; 4a)  $I = -1231$  kA; 4b)  $I = 0$  A; 5)  $I = 4$  mA; 6)  $I = 2$  A; 7)  $I = 3,95$  A; 8)  $R_{al} = 1,41 \times 10^{-5} \Omega$ ;  $R_{vi} = 1,5 \times 10^{13} \Omega$ ; 9a)  $R = 4,6 \Omega \cdot \text{m}^{-1}$ ; 9b)  $I = 2,2$  A; 10)  $R = 851 \Omega$ ;  $R_{Cu} = 3,2 \times 10^{-5} \Omega$ ; 11)  $I = 15,0$  A;  $P = 1,80 \times 10^3$  W; 12a)  $r = 0,20$  mm; 12b)  $P = 1920$  W; 13) Custo:  $1728$  cêntimos; 14) Calor=energia:  $2,88 \times 10^4$  J;  $m_{\text{gelo}} = 86,0$  g; 15)  $i_1 = 0,3$  A;  $i_2 = 0,18$  A;  $i_3 = 0,12$  A; 16)  $i_2 \approx -74$  mA;  $i_3 \approx 141$  mA;  $i_1 \approx 67$  mA; 17)  $i_1 = -0,5$  A;  $i_3 = -0,25$  A;  $i_4 = -0,25$  A.

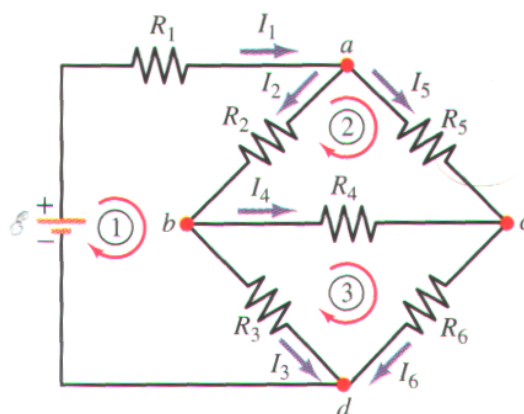
Exercícios adicionais resolvidos:

- Assuma que se conhecem as forças electromotrizes e as resistências do circuito esquematizado. Expresse as equações lineares que podem ser resolvidas para encontrar os valores de todas as correntes



Resolução:

Vamos considerar as correntes representadas da seguinte maneira:



Neste caso as nossas equações escrevem-se:

- malha 1 :  $\varepsilon = R_1 i_1 + R_2 i_2 + R_3 i_3$
- malha 2 :  $0 = R_5 i_5 + R_4 (-i_4) + R_2 (-i_2)$
- malha 3 :  $0 = R_4 i_4 + R_6 i_6 + R_3 (-i_3)$
- nó a :  $i_1 = i_2 + i_5$
- nó b :  $i_2 = i_3 + i_4$
- nó c :  $i_4 + i_5 = i_6$
- nó d :  $i_3 + i_6 = i_1$

Temos um sistema de 6 equações com 6 incógnitas. Este sistema pode, portanto, ser resolvido.