



UNIVERSIDADE da MADEIRA
Electromagnetismo
Série de exercícios 4

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

1. ✠ A densidade de corrente num fio cilíndrico de raio $R = 2,0 \text{ mm}$ é uniforme através da secção do fio e é $j = 2,0 \times 10^5 \text{ A/m}^2$.

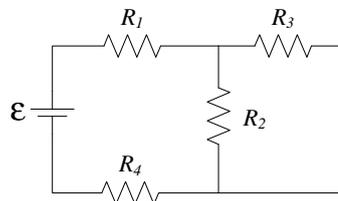
- (a) Qual é a corrente através da porção exterior do fio entre as distâncias radiais $\frac{R}{2}$ e R ?
 (b) Suponha que afinal a densidade de corrente através da secção varia com a distância radial r como $j = ar^2$, onde $a = 3,0 \times 10^{11} \text{ A/m}^4$ e r está em metros. Qual é agora a corrente através da mesma porção exterior do fio?

2. ✠ 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.
3. ✠ 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 $\mathbf{j} = 10^2 |x| \mathbf{a}_y \text{ (A m}^{-2}\text{)}$
4. 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 $\mathbf{j} = 100 \cos(2y) \mathbf{a}_x \text{ (A m}^{-2}\text{)}$
5. ✠ Seja $j = 10^3 \sin(\theta) a_r \text{ (A m}^{-2}\text{)}$ (em coordenadas esféricas). Encontre a corrente que atravessa a superfície esférica $r = 0,02 \text{ m}$.
6. ✠ Um fio típico para experiências de laboratório é feito de cobre e tem de raio $0,815 \text{ mm}$. 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 $= 63,5 \text{ g/mol}$.
7. ✠ Num determinado acelerador de partículas, uma corrente de $0,5 \text{ mA}$ é transportada por um feixe de protões de 5 MeV que tem um raio de $1,5 \text{ mm}$. (Nota: massa de um protão é $1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$)
- (a) Encontre a densidade numérica de protões no feixe.
 (b) Se o feixe embater num alvo, quantos protões atingem o alvo em 1 s ?
8. ✠ [Serway Example 27.2 p.839] Calcule a resistência de um cilindro de alumínio que tem $10,0 \text{ cm}$ 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 desenhado 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 $640 \Omega \text{ m}$. Compare a resistência com a do condutor interno (assuma que é feito de cobre, cuja resistividade é $1,7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$).
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 $1,0 \times 10^{-6} \Omega \text{ m}$:
- (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.

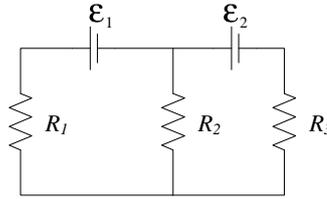


Determine todas as correntes existentes no circuito sabendo que

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

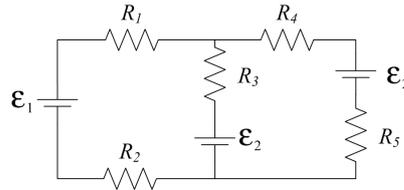
16. ✘ Encontre as correntes no circuito que se segue, sabendo que

$$\begin{aligned}\mathcal{E}_1 &= 6,00 \text{ V}; \mathcal{E}_2 = 12,0 \text{ V}; \\ R_1 &= 100,0 \Omega; R_2 = 10,0 \Omega; R_3 = 80,0 \Omega\end{aligned}$$



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:

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