

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS E PROBLEMAS

Capítulo 23

1. (a) $8,99 \times 10^9 \text{ N}$. (b) $8,990 \text{ N}$. **3.** 1,39 m.
 5. (a) $4,9 \times 10^{-7} \text{ kg}$. (b) $7,1 \times 10^{-11} \text{ C}$. **7.** 3/8 F.
 9. (a) $q_1 = 9q_2$. (b) $q_1 = -25q_2$. **11.** $1,2 \times 10^{-5} \text{ C}$ e $3,8 \times 10^{-5} \text{ C}$. **13.** 14 cm da carga positiva, 24 cm da carga negativa.
 15. (a) Uma carga de $-4q/9$ deve ser localizada sobre o segmento de reta que une as duas cargas positivas, a uma distância $L/3$ da carga $+q$.
 17. (a) $Q = -2\sqrt{2}q$. (b) Não.

19. (b) $\pm 2,4 \times 10^{-8} \text{ C}$. **21.** (a) $\frac{L}{2} \left(1 + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{Wh^2} \right)$.

(b) $\sqrt{\frac{3}{4\pi\epsilon_0} \frac{qQ}{W}}$. **23.** 3,8 N. **25.** 0,19 MC.

- 27.** (a) $8,99 \times 10^{-10} \text{ N}$. (b) 625. **29.** 11,9 cm.
31. 1,3 dias. **33.** $1,3 \times 10^7 \text{ C}$. **35.** $1,7 \times 10^8 \text{ N}$.
37. (a) Pósitron. (b) Elétron. **39.** (a) 510 N.
 (b) $7,7 \times 10^{28} \text{ m/s}^2$. **41.** (a) $(Gh/2\pi\epsilon_0)^{1/2}$.
 (b) $1,61 \times 10^{-15} \text{ m}$.

Capítulo 24

1. (a) $6,4 \times 10^{-18} \text{ N}$. (b) 20 N/C.
3. Horizontal para a direita. **7.** 0,111 nC. **9.** 56 pC.
11. (a) $6,4 \times 10^5 \text{ N/C}$, em direção à carga negativa. (b) $1,0 \times 10^{-11} \text{ N}$, em direção à carga positiva.

13. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3q}{d^2}$, apontando diretamente para a carga $-2q$.

- 15.** (a) 1,7a à direita da carga $+2q$.
17. 50 cm de q_1 e 100 cm de q_2 . **19.** 9:30.
21. $E = q/\pi\epsilon_0 a^2$, ao longo da mediatriz para fora do triângulo.
23. $6,88 \times 10^{-28} \text{ C} \cdot \text{m}$. **29.** $R/\sqrt{2}$.

31. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4q}{\pi R^2}$, no sentido crescente de y . **37.** (a) 0,10 μC .

- (b) $1,3 \times 10^{17}$. (c) $5,0 \times 10^{-6}$. **39.** $3,51 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$.
41. (a) $4,8 \times 10^{-13} \text{ N}$. (b) $4,8 \times 10^{-13} \text{ N}$.
43. (a) $1,5 \times 10^3 \text{ N/C}$. (b) $2,4 \times 10^{-16} \text{ N}$, para cima.
 (c) $1,6 \times 10^{-26} \text{ N}$. (d) $1,5 \times 10^{10}$.
45. (a) $2,46 \times 10^{17} \text{ m/s}^2$. (b) 0,122 ns. (c) 1,83 mm.
47. (a) 7,12 cm. (b) 28,5 ns. (c) 11,2%. **49.** $-5e$.
51. (a) 0,245 N, 11,3° no sentido horário a partir do eixo $+x$.
 (b) $x = 108 \text{ m}$; $y = -21,6 \text{ m}$.
53. (a) $-(2,1 \times 10^{13} \text{ m/s}^2)\mathbf{j}$.
 (b) $(1,5 \times 10^5 \text{ m/s})\mathbf{i} - (2,8 \times 10^6 \text{ m/s})\mathbf{j}$

55. (a) $2\pi \sqrt{\frac{l}{g - qEl/m}}$. (b) $2\pi \sqrt{\frac{l}{g + qEl/m}}$.

- 57.** (a) $9,30 \times 10^{-15} \text{ C} \cdot \text{m}$. (b) $2,05 \times 10^{-11} \text{ J}$.
59. $2pE \cos \theta_0$.

Capítulo 25

- 1.** (a) 693 kg/s. (b) 693 kg/s. (c) 347 kg/s.
 (d) 347 kg/s. (e) 575 kg/s. **3.** (a) Zero.
 (b) $-3,92 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$. (c) Zero. (d) Zero para cada campo.
5. (a) Envolve $2q$ e $-2q$, ou envolve todas as quatro cargas.
 (b) Envolve $2q$ e q . (c) Impossível.
7. $2,0 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$. **9.** $q/6\epsilon_0$. **11.** 3,54 μC .
13. Através de cada uma das três faces que se encontram em q : zero; através de cada uma das outras três faces: $q/24\epsilon_0$.
15. 2,0 $\mu\text{C}/\text{m}^2$. **17.** (a) $4,5 \times 10^{-7} \text{ C}/\text{m}^2$.
 (b) $5,1 \times 10^4 \text{ N/C}$. **19.** (a) $-3,0 \times 10^{-6} \text{ C}$.
 (b) $+1,3 \times 10^{-5} \text{ C}$. **21.** 5,0 $\mu\text{C}/\text{m}$. **23.** $E = \lambda/2\pi\epsilon_0 r$.
 (b) Zero. **25.** $3,8 \times 10^{-8} \text{ C}/\text{m}^2$.
27. (a) $E = q/2\pi\epsilon_0 Lr$, radialmente para dentro.
 (b) $-q$ tanto na superfície interna como na externa.
 (c) $E = q/2\pi\epsilon_0 Lr$, radialmente para fora. **29.** 270 eV.
31. (a) $E = \sigma/\epsilon_0$, à esquerda. (b) $E = 0$.

(c) $E = \sigma/\epsilon_0$, à direita. **33.** $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 \sqrt{z^2 + R^2}}$.

- 35.** 0,44 mm. **37.** $\pm 4,9 \times 10^{-10} \text{ C}$. **39.** (a) $\rho x/\epsilon_0$.
 (b) $\rho x/2\epsilon_0$. **41.** (a) $-750 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$. (b) $-6,64 \text{ nC}$.
43. $2,50 \times 10^4 \text{ N/C}$. (b) $1,35 \times 10^4 \text{ N/C}$.
47. (a) $E = q/4\pi\epsilon_0 r^2$, radialmente para fora. (b) O mesmo de (a).
 (c) Não. (d) Sim, cargas são induzidas nas superfícies.
 (e) Sim. (f) Não. (g) Não. **51.** $-1,04 \text{ nC}$. **53.** $q/2\pi a^2$.

Capítulo 26

- 1.** 1,2 GeV. **3.** (a) $3,0 \times 10^{10} \text{ J}$. (b) 7,7 km/s.
 (c) $9,0 \times 10^4 \text{ kg}$. **5.** (a) $-2,46 \text{ V}$. (b) $-2,46 \text{ V}$.
 (c) Zero. **7.** 2,90 kV. **9.** 8,8 mm.
11. (a) $-qr^2/(8\pi\epsilon_0 R^3)$. (b) $q/(8\pi\epsilon_0 R)$. (c) Centro.
13. (b) Como $V = 0$, o ponto é escolhido de forma diferente.
 (c) $q/(8\pi\epsilon_0 R)$. (d) As diferenças de potencial são independentes da escolha do ponto onde $V = 0$.
15. (a) $-4,500 \text{ V}$. (b) $-4,500 \text{ V}$. **17.** 843 V.
19. $2,8 \times 10^5$. **23.** (a) 3,3 nC. (b) 12 nC/m².
25. 200 mV. **27.** (a) 38 s. (b) 280 dias. **29.** Não existe.
31. (a) Não existe.

(b) 41 cm de $+q$, entre as cargas. **35.** $\frac{-8}{4\pi\epsilon_0} \frac{e}{d}$.

37. $\frac{-1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$. **39.** (a) $\frac{-5}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$. (b) $\frac{-5}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{(z^2 + R^2)^{1/2}}$.

41. $\frac{-Q/L}{4\pi\epsilon_0} \ln \left(\frac{L}{d} + 1 \right)$.

43. Em V/m, ab : -6,0; bc : zero; ce : 3,0; ef : 15; fg : zero; gh :

$$-3,0. \quad 49. (a) \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{L+x}{x}\right). (b) \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \frac{L}{x(L+x)}.$$

(c) Zero. 51. (a) $qd/2\pi\epsilon_0(a+d)$. 53. -1,9 J.

55. (a) 0,484 MeV. (b) Zero. 57. -1,2 $\times 10^{-6}$ J.

59. (a) +6,0 $\times 10^4$ V. (b) -7,8 $\times 10^5$ V. (c) 2,5 J.

(d) Aumenta. (e) O mesmo. (f) O mesmo.

$$61. W = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right). \quad 63. 1,8 \times 10^{-10} \text{ J.}$$

65. (a) 0,225 J. (b) 22,5 m/s².

(c) A: 7,75 m/s; B: 3,87 m/s. 67. (a) 25 fm.

(b) O dobro. 69. $\sqrt{2eV/m}$.

71. 23 km/s. 73. 400 V. 75. $2,5 \times 10^{-8}$ C.

79. (a) -180 V. (b) 3.000 V; -9.000 V.

$$81. r < R_1: E = 0; V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{R_1} + \frac{q_2}{R_2} \right). \quad R_1 < r < R_2:$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{r^2}; V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1}{r} + \frac{q_2}{R_2} \right). \quad r > R_2:$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 + q_2}{r^2} \right); V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 + q_2}{r} \right). \quad 83. 9,52 \text{ kW.}$$

Capítulo 27

1. 7,5 pC. 3. 3,0 mC. 5. (a) 140 pF. (b) 17 nC.

7. 0,55 pF. 9. 4×10^{-7} C. 11. $5,05\pi\epsilon_0 R$. 15. 9.090.

17. 7,33 μ F. 19. (a) 2,40 μ F. (b) 0,480 mC em ambos.

(c) $V_2 = 120$ V; $V_1 = 80$ V. 21. (a) $d/3$. (b) $3d$.

25. (a) Cinco em série. (b) Três setas como em (a) em paralelo. Há outras possibilidades. 27. 43 pF.

$$29. \quad q_1 = \frac{C_1 C_2 + C_1 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3} C_1 V_0;$$

$$q_2 = q_3 = \frac{C_2 C_3}{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3} C_1 V_0.$$

31. Primeiro caso: 50,0 V; segundo caso: zero.

33. (a) 3,05 MJ. (b) 0,847 kW·h. 35. (a) 0,204 μ J.

(b) Não. 37. 0,27 J. 39. 4,9%. 41. 10,4 μ .

43. (a) 2,0 J. 45. (a) $q_1 = q_2 = 0,33$ mC, $q_3 = 0,40$ mC.

(b) $V_1 = 33$ V; $V_2 = 67$ V; $V_3 = 100$ V. (c) $U_1 = 5,4$ mJ;

$U_2 = 11$ mJ; $U_3 = 20$ mJ. 53. Pirex. 55. (a) 6,2 cm.

(b) 280 pF. 57. 0,63 m². 59. (a) 2,85 m³.

(b) $1,01 \times 10^4$. 61. (a) $\epsilon_0 A/(d-b)$. (b) $d/(d-b)$.

$$(c) -q^2 b/2\epsilon_0 A; \text{ é puxada. } 65. \frac{\epsilon_0 A}{4d} \left(\kappa_1 + \frac{2\kappa_2 \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \right)$$

67. (a) 13,4 pF. (b) 1,15 nC. (c) $1,13 \times 10^4$ N/C.

(d) $4,33 \times 10^3$ N/C. 69. (a) 89 pF. (b) 120 pF.

(c) 11 nC; 11 nC. (d) 10 kV/m. (e) 2,1 kV/m.

(f) 88 V. (g) 0,17 μ J.

Capítulo 28

1. (a) 1.200 C. (b) $7,5 \times 10^{21}$. 3. 5,6 ms.

5. (a) 6,4 A/m², norte. 7. 0,38 mm.

9. 0,67 A, na direção do terminal negativo.

11. (a) 0,654 μ A/m². (b) 83,4 MA. 13. 13 min.

15. (a) $\vec{J}_0 A/3$. (b) $2\vec{J}_0 A/3$. 17. $2,0 \times 10^{-8}$ Ω -m.

19. 2,4 Ω . 21. $2,0 \times 10^6$ (Ω -m)⁻¹. 23. 57°C.

25. (a) 0,38 mV. (b) Negativo. (c) 3 min 58 s.

27. 54 Ω . 29. 2,9 mm. 31. (a) 2,39, o do ferro sendo maior.

(b) Não. 33. (a) Prata. (b) 51,6 n Ω . 35. 2.000 K.

37. (a) 38,3 mA. (b) 109 A/m². (c) 1,28 cm/s.

(d) 227 V/m. 39. (a) 1,73 cm/s. (b) 3,24 pA/m².

41. (a) 0,43%; 0,0017%; 0,0034%. 45. 560 W.

47. 0,20 hp. 49. 0,135 W. 51. (a) 4,9 MA/m².

(b) 83 mV/m. (c) 25 V. (d) 640 W.

53. Novo comprimento = 1,369L; nova área = 0,730 A.

55. (a) 5,85 m. (b) 10,4 m.

57. (a) \$4,46 para um mês com 31 dias. (b) 144 Ω .

(c) 0,833 A. 59. (a) $9,4 \times 10^{13}$ s⁻¹. (b) 240 W.

61. 710 cal/g. 63. (a) 8,6%. (b) Menor.

Capítulo 29

1. (a) $1,9 \times 10^{-16}$ J (= 12 eV). (b) 6,5 W.

3. (a) \$320. (b) 9,6 μ . 5. (a) Anti-horário.

(b) Bateria 1. (c) B.

7. (c) O terceiro gráfico dá a taxa de dissipação de energia por R.

9. (a) 14 V. (b) 100 W. (c) 600 W. (d) 10 V; 100 W.

11. (a) 50 V. (b) 48 V. (c) B é o terminal negativo.

13. 2,5 V. 15. (a) 990 Ω . (b) $9,4 \times 10^{-4}$ W.

17. 8,0 Ω . 19. O cabo. 21. (a) 1.000 W.

(b) 300 mV. (c) $2,3 \times 10^{-3}$.

23. (a) $1,32 \times 10^7$ A/m² em cada um.

(b) $V_A = 8,90$ V; $V_B = 51,1$ V. (c) A: cobre; B: ferro.

25. Silício: 85,0 Ω ; ferro: 915 Ω . 27. 4,00 Ω , em paralelo.

29. $i_1 = 50$ mA; $i_2 = 60$ mA; $V_{ab} = 9,0$ V.

31. (a) 6,67 Ω . (b) 6,67 Ω . (c) Zero. 33. (a) R_2 .

(b) R_1 . 35. 3d. 37. 7,5 V. 39. Nove.

41. (a) $2\mathcal{E}/(2r+R)$, série; $2\mathcal{E}/(r+2R)$, paralelo.

(b) Série. (c) Paralelo.

43. (a) Ramo esquerdo, 0,67 A, para baixo; ramo central, 0,33 A, para

cima; ramo direito, 0,33 A, para cima. (b) 3,3 V. 45. (a) 120 Ω .

(b) $i_1 = 50$ mA; $i_2 = i_3 = 20$ mA; $i_4 = 10$ mA.

47. (a) 19,5 Ω . (b) 0. (c) ∞ . (d) 82,3 W, 57,6 W.

49. (a) 2,50 Ω . (b) 3,13 Ω .

51. $100R(\mathcal{E}_0/R_0)^2/(100R/R_0 + 10x - x^2)^2$, x em cm.

53. (a) 13,5 k Ω . (b) 1.500 Ω . (c) 167 Ω . (d) 1.480 Ω .

55. 0,45 A. 57. (a) 12,5 V. (b) 50 A. 59. 0,9%.

65. (a) 2,52 s. (b) 21,6 μ C. (c) 3,40 s. 67. (a) 0,41 τ .

(b) 1,1 τ . 69. (a) 2,17 s. (b) 39,6 mV. 71. (a) 10^{-4} C.

(b) 10^{-4} A. (c) $V_C = 10^3 e^{-t}$, $V_B = -10^3 e^{-t}$, volts.

73. 0,72 M Ω . 77. Decresce 13 μ C.

Capítulo 30

1. M/QT . 3. (a) $9,56 \times 10^{-14}$ N; zero. (b) 0,267°.

5. (a) $(6,2 \times 10^{-14} \text{ N})\mathbf{k}$. (b) $-(6,2 \times 10^{-14} \text{ N})\mathbf{k}$.

7. (a) Leste. (b) $6,28 \times 10^{14}$ m/s². (c) 2,98 mm. 9. 2.

11. (a) 3,75 km/s. 13. 680 kV/m.

17. (b) $2,84 \times 10^{-3}$. 19. 21 μ T. 21. $1,6 \times 10^{-8}$ T.

23. (a) $1,11 \times 10^7$ m/s. (b) 0,316 mm.

25. (a) $2,60 \times 10^6$ m/s. (b) 0,109 μ s. (c) 0,140 MeV.

(d) 70 kV. 29. (a) $K_a = K_b = \frac{1}{2} K_c$.

(b) $R_d = R_c = 14$ cm. 33. (a) 495 mT. (b) 22,7 mA.

(c) 8,17 MJ. 35. (a) 0,36 ns. (b) 0,17 mm.

(c) 1,5 mm. 37. (a) $2,9998 \times 10^8$ m/s. 39. (a) 22 cm.

(b) 21 MHz. 41. O nêutron se move tangenciando a trajetória original; o próton se move numa órbita circular de raio 25 cm.

43. Caso (b). 45. 20,1 N.

47. $-(2,5 \times 10^{-3} \text{ N})\mathbf{j} + (0,75 \times 10^{-3} \text{ N})\mathbf{k}$.

51. (a) $3,3 \times 10^4$ A. (b) $1,0 \times 10^{17}$ W. (c) Totalmente irreal.

53. (a) 0; 1,38 mN; 1,38 mN.

55. (a) 20 min. (b) $5,9 \times 10^{-2}$ N·m.

59. $2\pi iB \sin \theta$, normal ao plano da bobina (para cima).

61. 2,45 A. 63. 2,08 GA. 65. (a) 0,30 J/T.

(b) 0,024 N·m.

67. (a) $(8,0 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m})(-1,2\mathbf{i} - 0,90\mathbf{j} + 1,0\mathbf{k})$.

(b) $-6,0 \times 10^{-4}$ J.

Capítulo 31

1. 7,7 mT. 3. (a) $3,3 \times 10^{-6}$ T. (b) Sim.

5. (a) $(0,24 \text{ nT})\mathbf{i}$. (b) Zero. (c) $-(43 \text{ pT})\mathbf{k}$.
 (d) $(0,14 \text{ nT})\mathbf{k}$. 7. (a) 16 A. (b) De oeste para leste.
 9. (a) $3,2 \times 10^{-16} \text{ N}$, paralela à corrente.
 (b) $3,2 \times 10^{-16} \text{ N}$, radialmente para fora se \mathbf{v} for paralelo à corrente.
 (c) Zero. 11. (a) Zero.

(b) $\mu_0 i/4R$, para dentro da página. (c) Igual ao do item (b).

13. $\frac{\mu_0 i}{4} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$, para dentro da página. 15. 2 rad.

25. $200 \mu\text{T}$, para dentro da página. 27. (a) No ponto médio entre eles o único valor possível é $B = 0$.

(b) 30 A. 29. Em todos os pontos entre os fios, sobre uma linha paralela a eles, a uma distância $d/4$ do fio que transporta a corrente i .

35. $0,338 \mu_0 i^2/a$, apontando para o centro do quadrado.

37. (b) Para a direita. 39. (b) $2,3 \text{ km/s}$. 41. $+5\mu_0 i_0$.

43. $4,5 \times 10^{-6} \text{ T}\cdot\text{m}$. 47. (a) $\mu_0 i r/2\pi c^2$. (b) $\mu_0 i/2\pi r$.

(c) $\frac{\mu_0 i}{2\pi(a^2 - b^2)} \left(\frac{a^2 - r^2}{r} \right)$. (d) Zero.

49. $3i/8$, para dentro da página. 53. $5,71 \text{ mT}$. 55. 108 m .

61. $0,272 \text{ A}$. 63. $0,47 \text{ A}\cdot\text{m}^2$. 65. $8\mu_0 Ni/5\sqrt{5}R$.

67. (b) ia^2 . 71. (a) $79 \mu\text{T}$. (b) $1,1 \times 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{m}$.

73. (a) $(\mu_0 i/2R)(1 + 1/\pi)$, para fora da página.

(b) $(\mu_0 i/2\pi R)\sqrt{1 + \pi^2}$, 18° para fora da página.

Capítulo 32

1. $57 \mu\text{Wb}$. 3. $1,5 \text{ mV}$. 5. (a) 31 mV .
 (b) Da direita para a esquerda. 7. $A^2 B^2/R\Delta t$. 9. (b) 58 mA .
 11. $1,2 \text{ mV}$. 13. $1,15 \mu\text{Wb}$.
 15. 51 mV ; sentido horário quando vista ao longo da direção de \mathbf{B} .
 17. (b) Não. 19. (a) $21,7 \text{ V}$. (b) Anti-horário.
 21. (a) $13 \mu\text{Wb/m}$. (b) 17% . (c) Fluxo zero.
 23. (a) $48,1 \text{ mV}$. (b) $2,67 \text{ mA}$.
 25. BiL/t , se afastando do gerador. 27. (a) $85,2 \text{ T}\cdot\text{m}^2$.
 (b) $56,8 \text{ V}$. (c) Linearmente.
 29. (b) Projete-a de modo que $Nab = (5/2\pi) \text{ m}^2$.
 31. 268 W . 33. $15,5 \mu\text{C}$. 35. (a) $0,598 \mu\text{V}$.
 (b) No sentido contrário ao dos ponteiros do relógio.

37. (a) $\frac{\mu_0 i a}{2\pi} \ln \left(\frac{2r+b}{2r-b} \right)$.

(b) $2\mu_0 iab/(\pi R(4r^2 - b^2))$.

39. (a) $3,4(2 + \theta) \text{ mWb}$, θ em rads. (b) $4,3\theta \text{ mWb}$, θ em rads.

(c) $2,0 \text{ rad}$. (d) $2,2 \text{ A}$.

41. 1: $-1,07 \text{ mV}$; 2: $-2,40 \text{ mV}$; 3: $1,33 \text{ mV}$.

43. Em a : $4,4 \times 10^7 \text{ m/s}^2$, para a direita. Em b : zero. Em c :

$4,4 \times 10^7 \text{ m/s}^2$, para a esquerda. 45. (a) 1° , 2° , 5° , 6° .

(b) 1° , 4° , 5° , 8° . (c) 1° , 5° .

Capítulo 33

1. $0,1 \mu\text{Wb}$. 3. (a) 800. (b) $2,5 \times 10^{-4} \text{ H}$.
 5. (b) De modo que o campo magnético variável de um não induza cor-

rente no outro. (c) $L_{eq} = \sum_{j=1}^N L_j$.

7. (a) $\mu_0 i/W$. (b) $\pi\mu_0 R^2/W$. 9. (a) Decrescendo.

(b) $0,68 \text{ mH}$. 11. (a) $0,10 \text{ H}$. (b) $1,3 \text{ V}$.

13. (a) 16 kV . (b) $3,1 \text{ kV}$. (c) 23 kV . 15. $6,91 \tau_L$.

17. $1,54 \text{ s}$. 19. (a) $8,45 \text{ ns}$. (b) $7,37 \text{ mA}$.

21. $(42 + 20 t) \text{ V}$. 23. $12,0 \text{ A/s}$.

25. (a) $i_1 = i_2 = 3,33 \text{ A}$. (b) $i_1 = 4,55 \text{ A}$; $i_2 = 2,73 \text{ A}$.

(c) $i_1 = 0$; $i_2 = 1,82 \text{ A}$. (d) $i_1 = i_2 = 0$. 27. (a) $1,5 \text{ s}$.

29. (a) $13,9 \text{ H}$. (b) 120 mA . 31. (a) 10 A . (b) 100 J .

33. $25,6 \text{ ms}$. 35. (a) $18,7 \text{ J}$. (b) $5,10 \text{ J}$. (c) $13,6 \text{ J}$.

39. $5,58 \text{ A}$. 41. $3 \times 10^{36} \text{ J}$. 43. (a) $1,3 \text{ mT}$.

(b) $0,63 \text{ J/m}^3$. 45. (a) $1,0 \text{ J/m}^3$.

(b) $4,8 \times 10^{-15} \text{ J/m}^3$. 47. (a) $1,67 \text{ mH}$. (b) $6,00 \text{ mWb}$.

49. (b) As espiras de um solenóide devem estar enroladas no sentido oposto às do outro solenóide.

51. O campo magnético só existe dentro da seção transversal do solenóide.

53. (a) $\frac{\mu_0 N i}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{b}{a} \right)$. (b) $13 \mu\text{H}$.

Capítulo 34

5. (b) Na direção do vetor do momento angular.

7. $+3 \text{ Wb}$. 9. $(\mu_0 i L/\pi) \ln 3$. 11. 13 MWb , para fora.

15. $1,660 \text{ km}$. 17. $61,1 \mu\text{T}$; $84,2^\circ$. 19. $20,8 \text{ mJ/T}$.

21. Sim. 23. (a) $3,7 \text{ K}$. (b) $1,3 \text{ K}$.

27. $\Delta\mu = e^2 r^2 B/4m$. 29. (a) $3,0 \mu\text{T}$.

(b) $5,6 \times 10^{-10} \text{ eV}$. 31. (a) $8,9 \text{ A}\cdot\text{m}^2$. (b) $13 \text{ N}\cdot\text{m}$.

Capítulo 35

1. $9,14 \text{ nF}$. 3. $45,2 \text{ mA}$. 5. (a) $6,00 \mu\text{s}$. (b) 167 kHz .
 (c) $3,00 \mu\text{s}$. 7. (a) 89 rad/s . (b) 70 ms . (c) $25 \mu\text{F}$.
 9. $38 \mu\text{H}$. 11. $7,0 \times 10^{-4} \text{ s}$. 15. (a) $3,0 \text{ nC}$.
 (b) $1,7 \text{ mA}$. (c) $4,5 \text{ nJ}$. 17. (a) $3,60 \text{ mH}$.
 (b) $1,33 \text{ kHz}$. (c) $0,188 \text{ ms}$.
 19. $600, 710, 1.100, 1.300 \text{ Hz}$. 21. (a) $Q/\sqrt{3}$. (b) $0,152$.
 25. (a) $1,98 \mu\text{J}$. (b) $5,56 \mu\text{C}$. (c) $12,6 \text{ mA}$.
 (d) $-46,9^\circ$. (e) $+46,9^\circ$. 27. (a) $356 \mu\text{s}$.
 (b) $2,50 \text{ mH}$. (c) $3,20 \text{ mJ}$. 29. (a) Zero. (b) $2i(t)$.
 31. $8,66 \text{ m}\Omega$. 33. $(L/R) \ln 2$. 35. (b) $2,10 \times 10^{-3}$.
 37. $1,84 \text{ kHz}$.
 39. $1,13 \text{ kHz}$; $1,45 \text{ kHz}$; $1,78 \text{ kHz}$; $2,30 \text{ kHz}$.

Capítulo 36

1. 377 rad/s . 3. (a) 955 mA . (b) 119 mA .
 5. (a) $4,60 \text{ kHz}$. (b) $26,6 \text{ nF}$.
 (c) $X_L = 2,60 \text{ k}\Omega$; $X_C = 0,650 \text{ k}\Omega$. 7. (a) $0,65 \text{ kHz}$.
 (b) 24Ω . 9. (a) $39,1 \text{ mA}$. (b) Zero. (c) $33,8 \text{ mA}$.
 (d) Fornecendo energia. 11. (a) $6,73 \text{ ms}$. (b) $2,24 \text{ ms}$.
 (c) Capacitor. (d) $59,0 \mu\text{F}$.
 13. (a) $X_C = 0$; $X_L = 86,7 \Omega$; $Z = 182 \Omega$; $I = 198 \text{ mA}$.
 $\phi = 28,5^\circ$.
 15. (a) $X_C = 37,9 \Omega$; $X_L = 86,7 \Omega$; $Z = 167 \Omega$.
 $I = 216 \text{ mA}$; $\phi = 17,1^\circ$. 19. 89Ω .
 21. (a) 224 rad/s . (b) $6,00 \text{ A}$. (c) 228 rad/s ; 219 rad/s .
 (d) $0,039$. 23. (a) $45,0^\circ$. (b) $70,7 \Omega$. 29. 141 V .
 31. Zero; $9,00 \text{ W}$; $3,14 \text{ W}$; $1,82 \text{ W}$. 33. 177Ω .
 35. $7,61 \text{ A}$. 41. (a) $117 \mu\text{F}$. (b) Zero.
 (c) $90,0 \text{ W}$; zero. (d) 0° ; 90° . (e) 1: 0 . 43. (a) $2,59 \text{ A}$.
 (b) $38,8 \text{ V}$; 159 V ; 224 V ; $64,2 \text{ V}$; $75,0 \text{ V}$.
 (c) 110 W para R ; zero para L e C . 45. (a) $2,4 \text{ V}$.
 (b) $3,2 \text{ mA}$; $0,16 \text{ A}$. 47. (a) $1,9 \text{ V}$; $5,8 \text{ W}$.
 (b) 19 V ; $0,58 \text{ kW}$. (c) $0,19 \text{ kV}$; 58 kW .

Capítulo 37

3. Para $r = 27,5 \text{ mm}$ e $r = 110 \text{ mm}$.
 7. Variando a diferença de potencial entre as placas na taxa de $1,0 \text{ MV/s}$.
 11. (a) $0,63 \mu\text{T}$. (b) $2,3 \times 10^{12} \text{ V/m}\cdot\text{s}$. 13. (a) $2,0 \text{ A}$.
 (b) $2,3 \times 10^{11} \text{ V/m}\cdot\text{s}$. (c) $0,50 \text{ A}$. (d) $0,63 \mu\text{T}\cdot\text{m}$.
 15. (a) $7,60 \mu\text{A}$. (b) $859 \text{ kV}\cdot\text{m/s}$. (c) $3,39 \text{ mm}$.
 (d) $5,16 \text{ pT}$.