

Respostas

dos Testes (T) e das Perguntas (P) e Problemas Ímpares (PR)

Capítulo 21

- T** 1. C e D se atraem; B e D se atraem 2. (a) para a esquerda; (b) para a esquerda; (c) para a esquerda 3. (a) a, c, b; (b) menor 4. $-15e$ (a carga total de $-30e$ se divide igualmente) **P** 1. a e b 3. 3, 1, 2, 4 (zero) 5. b e c empatados, a (zero) 7. $2kq^2/r^2$, para cima 9. (a) iguais; (b) menor; (c) subtraem; (d) somam; (e) que se somam; (f) no sentido positivo de y; (g) no sentido negativo de y; (h) no sentido positivo de x; (i) no sentido negativo de x **PR** 1. 1,39 m 3. 2,81 N 5. 0,500 7. (a) $-1,00 \mu\text{C}$; (b) $3,00 \mu\text{C}$ 9. (a) 0,17 N; (b) $-0,046 \text{ N}$ 11. $-4,00$ 13. (a) $1,60 \text{ N}$; (b) $2,77 \text{ N}$ 15. (a) -14 cm ; (b) 0 17. (a) 35 N ; (b) -10° ; (c) $-8,4 \text{ cm}$; (d) $+2,7 \text{ cm}$ 19. (a) $3,00 \text{ cm}$; (b) 0; (c) $-0,444$ 21. (a) 0; (b) 12 cm ; (c) 0; (d) $4,9 \times 10^{-26} \text{ N}$ 23. $3,8 \times 10^{-8} \text{ C}$ 25. (a) $3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$; (b) 2 27. 6,3 $\times 10^{11}$ 29. 122 mA 31. $1,3 \times 10^7 \text{ C}$ 33. (a) $-6,05 \text{ cm}$; (b) $6,05 \text{ cm}$ 35. (a) 0; (b) $1,9 \times 10^{-9} \text{ N}$ 37. (a) ${}^9\text{B}$; (b) ${}^{13}\text{N}$; (c) ${}^{12}\text{C}$ 39. $1,31 \times 10^{-22} \text{ N}$ 41. (a) $2,00 \times 10^{10}$ elétrons; (b) $1,33 \times 10^{10}$ elétrons 43. $0,19 \text{ MC}$ 45. $3,8 \text{ N}$ 47. (a) $8,99 \times 10^9 \text{ N}$; (b) $8,99 \text{ kN}$ 49. $1,7 \times 10^8 \text{ N}$ 51. (a) 0,5; (b) 0,15; (c) 0,85 53. (a) $5,7 \times 10^{13} \text{ C}$; (b) porque as distâncias se cancelam; (c) $6,0 \times 10^5 \text{ kg}$ 55. (b) $3,1 \text{ cm}$ 57. $-1,32 \times 10^{13} \text{ C}$ 59. (a) $(0,829 \text{ N})\hat{i}$; (b) $(-0,621 \text{ N})\hat{j}$ 61. $2,2 \times 10^{-6} \text{ kg}$ 63. $-45 \mu\text{C}$ 65. (a) $5,1 \times 10^2 \text{ N}$; (b) $7,7 \times 10^{28} \text{ m/s}^2$ 67. $4,68 \times 10^{-19} \text{ N}$ 69. (a) $1,72L$; (b) 0

Capítulo 22

- T** 1. (a) para a direita; (b) para a esquerda; (c) para a esquerda; (d) para a direita (as cargas de p e e têm o mesmo valor absoluto e p está mais longe) 2. (a) sentido positivo de y; (b) sentido positivo de x; (c) sentido negativo de y 3. (a) para a esquerda; (b) para a esquerda; (c) diminui 4. (a) todos empatados; (b) 1 e 3 empatados, e depois 2 e 4 empatados **P** 1. a, b, c 3. (a) à esquerda; (b) não 5. (a) sim; (b) na direção das cargas; (c) não (os vetores não apontam na mesma direção); (d) se cancelam; (e) se somam; (f) das componentes que se somam; (g) o sentido negativo do eixo y 7. e, b, depois a e c empatados, d (zero) 9. (a) 4, 3, 1, 2; (b) 3, depois 1 e 4 empatados, 2 11. a, b, c **PR** 1. (a) $6,4 \times 10^{-18} \text{ N}$; (b) 20 N/C 3. $56 \mu\text{C}$ 5. (a) $3,07 \times 10^{21} \text{ N/C}$; (b) para fora 7. -30 cm 9. $(1,02 \times 10^5 \text{ N/C})\hat{j}$ 11. (a) $1,38 \times 10^{-10} \text{ N/C}$; (b) 180° 13. (a) 160 N/C ; (b) 45° 15. (a) $3,60 \times 10^{-6} \text{ N/C}$; (b) $2,55 \times 10^{-6} \text{ N/C}$; (c) $3,60 \times 10^{-4} \text{ N/C}$; (d) $7,09 \times 10^{-7} \text{ N/C}$; (e) Quando o próton se aproxima do disco, o equilíbrio das forças exercidas pelos elétrons aumenta. 17. (a) -90° ; (b) $+2,0 \mu\text{C}$; (c) $-1,6 \mu\text{C}$ 19. (a) $qd/4\pi\epsilon_0 r^3$; (b) -90° 23. 0,506 25. (a) $23,8 \text{ N/C}$; (b) -90° 27. (a) $-5,19 \times 10^{-14} \text{ C/m}$; (b) $1,57 \times 10^{-3} \text{ N/C}$; (c) -180° ; (d) $1,52 \times 10^{-8} \text{ N/C}$; (e) $1,52 \times 10^{-8} \text{ N/C}$ 29. (a) $1,62 \times 10^6 \text{ N/C}$; (b) -45° 31. 1,57 35. 0,346 m 37. 28% 39. $3,51 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$ 41. $6,6 \times 10^{-15} \text{ N}$ 43. (a) $1,5 \times 10^3 \text{ N/C}$; (b) $2,4 \times 10^{-16} \text{ N}$; (c) para cima; (d) $1,6 \times 10^{-26} \text{ N}$; (e) $1,5 \times 10^{10}$ 45. (a) $1,92 \times 10^{12} \text{ m/s}^2$; (b) $1,96 \times 10^5 \text{ m/s}$ 47. $-5e$ 49. (a) $2,7 \times 10^6 \text{ m/s}$; (b) $1,0 \text{ kN/C}$ 51. $27 \mu\text{m}$ 53. (a) $0,245 \text{ N}$; (b) $-11,3^\circ$; (c) 108 m ; (d) $-21,6 \text{ m}$ 55. (a) $2,6 \times 10^{-10} \text{ N}$; (b) $3,1 \times 10^{-8} \text{ N}$; (c) salta para o estigma 57. (a) $9,30 \times 10^{-15} \text{ C} \cdot \text{m}$; (b) $2,05 \times 10^{-11} \text{ J}$ 59. $(1/2\pi)(pE/I)^{0.5}$ 61. $1,22 \times 10^{-23} \text{ J}$ 63. 217° 65. (a) 47 N/C ; (b) 27 N/C 67. (a) $6,0 \text{ mm}$; (b) 180° 69. $+1,00 \mu\text{C}$ 71. (a) $8,87 \times 10^{-15} \text{ N}$; (b) 120 73. 38 N/C 75. 9 h 30 min 77. (a) $-0,029 \text{ C}$; (b) porque a esfera seria

desintegrada pela força de repulsão 79. (a) $-1,0 \text{ cm}$; (b) 0; (c) 10 pC 81. (a) $-1,49 \times 10^{-26} \text{ J}$; (b) $(-1,98 \times 10^{-26} \text{ N} \cdot \text{m})\hat{k}$; (c) $3,47 \times 10^{-26} \text{ J}$ 83. 61 N/C 85. (a) $(-1,80 \text{ N/C})\hat{i}$; (b) $(43,2 \text{ N/C})\hat{i}$; (c) $(-6,29 \text{ N/C})\hat{i}$ 87. (a) linha de cima: 4, 8, 12; linha do meio: 5, 10, 14; linha de baixo: 7, 11, 16; (b) $1,63 \times 10^{-19} \text{ C}$

Capítulo 23

- T** 1. (a) $+EA$; (b) $-EA$; (c) 0; (d) 0 2. (a) 2; (b) 3; (c) 1 3. (a) igual; (b) igual; (c) igual 4. 3 e 4 empatados, depois 2, 1 **P** 1. todos empatados 3. (a) $8 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$; (b) 0 5. a, c, depois b e d empatados (zero) 7. (a) todos empatados ($E = 0$); (b) todos empatados 9. todos empatados **PR** 1. $-0,015 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$ 3. (a) 0; (b) $-3,92 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$; (c) 0; (d) 0 5. $2,0 \times 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$ 7. $3,01 \text{ nN} \cdot \text{m}^2/\text{C}$ 9. $3,54 \mu\text{C}$ 11. (a) $8,23 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$; (b) $72,9 \text{ pC}$; (c) $8,23 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$; (d) $72,9 \text{ pC}$ 13. (a) 0; (b) $0,0417$ 15. $-1,70 \text{ nC}$ 17. (a) $4,5 \times 10^{27} \text{ C/m}^2$; (b) $5,1 \times 10^4 \text{ N/C}$ 19. (a) $37 \mu\text{C}$; (b) $4,1 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$ 21. (a) $-3,0 \times 10^{-6} \text{ C}$; (b) $+1,3 \times 10^{-5} \text{ C}$ 23. 5,0 $\mu\text{C/m}$ 25. (a) $0,32 \mu\text{C}$; (b) $0,14 \mu\text{C}$ 27. (a) $0,214 \text{ N/C}$; (b) para dentro; (c) $0,855 \text{ N/C}$; (d) para fora; (e) $-3,40 \times 10^{-12} \text{ C}$; (f) $-3,40 \times 10^{-12} \text{ C}$ 29. (a) $2,3 \times 10^6 \text{ N/C}$; (b) para fora; (c) $4,5 \times 10^5 \text{ N/C}$; (d) para dentro 31. $3,8 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$ 33. $-1,5$ 35. (a) $5,3 \times 10^7 \text{ N/C}$; (b) 60 N/C 37. (a) 0; (b) 0; (c) $(-7,91 \times 10^{-11} \text{ N/C})\hat{i}$ 39. $0,44 \text{ mm}$ 41. $5,00 \text{ nC/m}^2$ 43. (a) 0; (b) $1,31 \mu\text{N/C}$; (c) $3,08 \mu\text{N/C}$; (d) $3,08 \mu\text{N/C}$ 45. $-7,5 \text{ nC}$ 47. (a) $2,50 \times 10^4 \text{ N/C}$; (b) $1,35 \times 10^4 \text{ N/C}$ 49. $1,79 \times 10^{-11} \text{ C/m}^2$ 51. (a) 0; (b) $56,2 \text{ mN/C}$; (c) 112 mN/C ; (d) $49,9 \text{ mN/C}$; (e) 0; (f) 0; (g) $-5,00 \text{ fC}$; (h) 0 53. $6K\epsilon_0 r^3$ 55. (a) $7,78 \text{ fC}$; (b) 0; (c) $5,58 \text{ mN/C}$; (d) $22,3 \text{ mN/C}$ 57. (a) $0,125$; (b) $0,500$ 59. (a) $+2,0 \text{ nC}$; (b) $-1,2 \text{ nC}$; (c) $+1,2 \text{ nC}$; (d) $+0,80 \text{ nC}$ 61. (a) $5,4 \text{ N/C}$; (b) $6,8 \text{ N/C}$ 63. (a) 0; (b) $2,88 \times 10^4 \text{ N/C}$; (c) 200 N/C 65. $(5,65 \times 10^4 \text{ N/C})\hat{j}$ 67. (a) $-2,53 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$; (b) $+2,53 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$ 69. (a) 0; (b) $q_a/4\pi\epsilon_0 r^2$; (c) $(q_a + q_b)/4\pi\epsilon_0 r^2$ 71. $-1,04 \text{ nC}$ 73. $3,6 \text{ nC}$ 75. (a) 693 kg/s ; (b) 693 kg/s ; (c) 347 kg/s ; (d) 347 kg/s ; (e) 575 kg/s 79. (a) $+4,0 \mu\text{C}$; (b) $-4,0 \mu\text{C}$ 81. (a) $0,25R$; (b) $2,0R$

Capítulo 24

- T** 1. (a) negativo; (b) aumenta 2. (a) positivo; (b) aumenta 3. (a) para a direita; (b) 1, 2, 3, 5: positivo; 4, negativo; (c) 3, depois 1, 2 e 5 empatados, 4 4. todos empatados 5. a, c (zero), b 6. (a) 2, depois 1 e 3 empatados; (b) 3; (c) é acelerado para a esquerda **P** 1. (a) 1 e 2; (b) nenhum; (c) não; (d) 1 e 2, sim; 3 e 4, não 3. $-4q/4\pi\epsilon_0 d$ 5. (a) maior; (b) positivo; (c) negativo; (d) todas empatadas 7. (a) 3 e 4 empatados, depois 1 e 2 empatados; (b) 1 e 2, aumenta; 3 e 4, diminui 9. (a) 0; (b) 0; (c) 0; (d) as três grandezas continuam a ser 0 **PR** 1. $2,8 \times 10^5$ 3. (a) $3,0 \times 10^5 \text{ C}$; (b) $3,6 \times 10^6 \text{ J}$ 5. $8,8 \text{ mm}$ 7. (a) $1,87 \times 10^{-21} \text{ J}$; (b) $-11,7 \text{ mV}$ 9. $-32,0 \text{ V}$ 11. (a) $-0,268 \text{ mV}$; (b) $-0,681 \text{ mV}$ 13. (a) $3,3 \text{ nC}$; (b) 12 nC/m^2 15. $0,562 \text{ mV}$ 17. (a) $6,0 \text{ cm}$; (b) $-12,0 \text{ cm}$ 19. (a) $0,54 \text{ mm}$; (b) 790 V 21. $16,3 \mu\text{V}$ 23. (a) $-2,30 \text{ V}$; (b) $-1,78 \text{ V}$ 25. (a) $24,3 \text{ mV}$; (b) 0 27. $32,4 \text{ mV}$ 29. $47,1 \mu\text{V}$ 31. 13 kV 33. $18,6 \text{ mV}$ 35. $(-12 \text{ V/m})\hat{i} + (12 \text{ V/m})\hat{j}$ 37. $(-4,0 \times 10^{-16} \text{ N})\hat{i} + (1,6 \times 10^{-16} \text{ N})\hat{j}$ 39. 150 N/C 41. $-0,192 \text{ pJ}$ 43. (a) $0,90 \text{ J}$; (b) $4,5 \text{ J}$ 45. (a) $+6,0 \times 10^4 \text{ V}$; (b) $-7,8 \times 10^5 \text{ V}$; (c) $2,5 \text{ J}$; (d) aumentar; (e) igual; (f) igual 47. $2,5 \text{ km/s}$ 49. 22 km/s 51. (a) $0,225 \text{ J}$; (b) $A 45,0 \text{ m/s}^2, B 22,5 \text{ m/s}^2$; (c) $A 7,75 \text{ m/s}, B 3,87 \text{ m/s}$ 53. $0,32$

- km/s **55.** (a) um próton; (b) 65,3 km/s **57.** $1,6 \times 10^{-9}$ m **59.** (a) 3,0 J; (b) -8,5 m **61.** (a) 12; (b) 2 **63.** $2,5 \times 10^{-8}$ C **65.** (a) $-1,8 \times 10^2$ V; (b) 2,9 kV; (c) -8,9 kV **67.** (a) 12 kN/C; (b) 1,8 kV; (c) 5,8 cm **69.** $7,0 \times 10^5$ m/s **71.** (a) 1,8 cm; (b) $8,4 \times 10^5$ m/s; (c) $2,1 \times 10^{-17}$ N; (d) positivo; (e) $1,6 \times 10^{-17}$ N; (f) negativo **73.** (a) $+7,19 \times 10^{-10}$ V; (b) $+2,30 \times 10^{-28}$ J; (c) $+2,43 \times 10^{-29}$ J **75.** 2,1 dias **77.** (a) 64 N/C; (b) 2,9 V; (c) 0 **79.** $2,30 \times 10^{-28}$ J **81.** 2,30 $\times 10^{-22}$ J **83.** (a) $3,6 \times 10^5$ V; (b) não **85.** -1,92 MV **87.** 1,48 $\times 10^7$ m/s **89.** $6,4 \times 10^8$ V **93.** (a) $Q/4\pi\epsilon_0 r$; (b) $(\rho/3\epsilon_0)$ ($1,5r_2^2 - 0,50r^2 - r_1^3 r^{-1}$), $\rho = Q/[(4\pi/3)(r_2^3 - r_1^3)]$; (c) $(\rho/2\epsilon_0)(r_2^2 - r_1^2)$, com ρ como em (b); (d) sim **95.** $p/2\pi\epsilon_0 r^3$ **97.** 2,90 kV **99.** (a) 0,484 MeV; (b) 0 **103.** (a) 38 s; (b) 280 dias **105.** -1,7 **107.** 1 **109.** (a) 1,48 nC; (b) 795 V **111.** -187 V **115.** (c) 4,2 V

Capítulo 25

- T** **1.** (a) permanece a mesma; (b) permanece a mesma **2.** (a) diminui; (b) aumenta; (c) diminui **3.** (a) $V, q/2$; (b) $V/2$, q **P** **1.** a, 2; b, 1; c, 3 **3.** a, em série; b, em paralelo; c, em paralelo **5.** (a) não; (b) sim; (c) todos empataos **7.** (a) permanece a mesma; (b) permanece a mesma; (c) maior; (d) maior **9.** em paralelo, C_1 sozinha, C_2 sozinha, em série **11.** (a) aumenta; (b) permanece constante; (c) aumenta; (d) aumenta; (e) aumenta; (f) aumenta **PR** **1.** (a) 3,5 pF; (b) 3,5 pF; (c) 57 V **3.** $6,79 \times 10^{-4}$ F/m² **5.** (a) 144 pF; (b) 17,3 nC **7.** 0,280 pF **9.** 3,16 μ F **11.** 315 mC **13.** (a) 789 μ C; (b) 78,9 V **15.** 43 pF **17.** (a) 3,00 μ F; (b) 60,0 μ C; (c) 10,0 V; (d) 30,0 μ C; (e) 10,0 V; (f) 20,0 μ C; (g) 5,00 V; (h) 20,0 μ C **19.** (a) 50 V; (b) $5,0 \times 10^{-5}$ C; (c) $1,5 \times 10^{-4}$ C **21.** 3,6 pC **23.** (a) 4,0 μ F; (b) 2,0 μ F **25.** (a) $4,5 \times 10^{14}$; (b) $1,5 \times 10^{14}$; (c) $3,0 \times 10^{14}$; (d) $4,5 \times 10^{14}$; (e) para cima; (f) para cima **27.** (a) 9,00 μ C; (b) 16,0 μ C; (c) 9,00 μ C; (d) 16,0 μ C; (e) 8,40 μ C; (f) 16,8 μ C; (g) 10,8 μ C; (h) 14,4 μ C **29.** 0,27 J **31.** 72 F **33.** (a) $9,16 \times 10^{-18}$ J/m³; (b) $9,16 \times 10^{-6}$ J/m³; (c) $9,16 \times 10^6$ J/m³; (d) $9,16 \times 10^{18}$ J/m³; (e) ∞ **35.** (a) 16,0 V; (b) 45,1 pJ; (c) 120 pJ; (d) 75,2 pJ **37.** (a) 190 V; (b) 95 mJ **39.** 0,11 J/m³ **41.** Pirex **43.** 81 pF/m **45.** 0,63 m² **47.** 66 μ J **49.** 17,3 pF **51.** (a) 10 kV/m; (b) 5,0 nC; (c) 4,1 nC **53.** (a) 0,107 nF; (b) 7,79 nC; (c) 7,45 nC **55.** (a) 89 pF; (b) 0,12 nF; (c) 11 nC; (d) 11 nC; (e) 10 kV/m; (f) 2,1 kV/m; (g) 88 V; (h) -0,17 μ J **57.** (a) 7,20 μ C; (b) 18,0 μ C; (c) A bateria fornece carga apenas às placas às quais está ligada; a carga das outras placas se deve apenas à transferência de elétrons de uma placa para outra de acordo com a nova distribuição e tensões pelos capacitores. Assim, a bateria não fornece carga diretamente ao capacitor **4.** **59.** (a) 10 μ C; (b) 20 μ C **61.** 45 μ C **63.** 16 μ C **65.** (a) 2,40 μ F; (b) 0,480 mC; (c) 80 V; (d) 0,480 mC; (e) 120 V **67.** 40 μ F **69.** (a) 200 kV/m; (b) 200 kV/m; (c) 1,77 μ C/m²; (d) 4,60 μ C/m²; (e) -2,83 μ C/m² **71.** 4,9% **73.** 1,06 nC **75.** (a) 0,708 pF; (b) 0,600; (c) $1,02 \times 10^{-9}$ J; (d) atraído **77.** 5,3 V

Capítulo 26

- T** **1.** 8 A, para a direita **2.** (a) -(c) para a direita **3.** a e c empataos, b **4.** dispositivo 2 **5.** (a) e (b) empataos, depois (d), depois (c) **P** **1.** a, b e c empataos, d **3.** A, B, e C empataos, depois A + B e B + C empataos, A + B + C **5.** (a) superior-inferior, dianteira-traseira, esquerda-direita; (b) superior-inferior, dianteira-traseira, esquerda-direita; (c) superior-inferior, dianteira-traseira, esquerda-direita; (d) superior-inferior, dianteira-traseira, esquerda-direita **7.** (a) C, B, A; (b) todos empataos; (c) A, B, C; (d) todos empataos **9.** (a) B, A, C; (b) B, A, C **PR** **1.** (a) 1,2 kC; (b) $7,5 \times 10^{21}$ **3.** $6,7 \mu$ C/m² **5.** 0,38 mm **7.** (a) 6,4 A/m²; (b) norte; (c) a área da seção reta **9.** 13 min **11.** 18,1 μ A **13.** (a) 1,33 A; (b) 0,666 A;

- (c) J_a **15.** $2,0 \times 10^6 (\Omega \cdot m)^{-1}$ **17.** $2,0 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ **19.** 2,4 Ω **21.** 54 Ω **23.** 3,0 **25.** $(1,8 \times 10^3)^\circ C$ **27.** $3,35 \times 10^{-7} C$ **29.** $8,2 \times 10^{-4} \Omega \cdot m$ **31.** (a) 38,3 mA; (b) 109 A/m²; (c) 1,28 cm/s; (d) 227 V/m **33.** (a) 6,00 mA; (b) $1,59 \times 10^{-8}$ V; (c) 21,2 n Ω **35.** 981 k Ω **39.** (a) 1,0 kW; (b) \$0,25 **41.** 0,135 W **43.** (a) 10,9 A; (b) 10,6 Ω ; (c) 4,50 MJ **45.** 150 s **47.** (a) 28,8 Ω ; (b) $2,60 \times 10^{19}$ s⁻¹ **49.** (a) 5,85 m; (b) 10,4 m **51.** (a) \$4,46; (b) 144 Ω ; (c) 0,833 A **53.** (a) 5,1 V; (b) 10 V; (c) 10 W; (d) 20 W **55.** (a) $2,3 \times 10^{12}$; (b) $5,0 \times 10^3$; (c) 10 MV **57.** (a) -8,6%; (b) menor **59.** 660 W **61.** (a) prata; (b) 51,6 n Ω **63.** (a) 1,37; (b) 0,730 **65.** 28,8 kC **67.** 146 kJ **69.** $3,0 \times 10^6$ J/kg **71.** 2,4 kW **73.** 560 W **75.** (a) 250 $^\circ C$; (b) sim

Capítulo 27

- T** **1.** (a) para a direita; (b) todos empataos; (c) b, depois a e c empataos; (d) b, depois a e c empataos **2.** (a) todas empataos; (b) R_1, R_2, R_3 **3.** (a) menor; (b) maior; (c) igual **4.** (a) $V/2, i$; (b) $V, i/2$ **5.** (a) 1,2, 4, 3; (b) 4, 1 e 2 empataos, 3 **P** **1.** (a) em série; (b) em paralelo; (c) em paralelo **3.** (a) igual; (b) maior **5.** em paralelo, R_2, R_1 , em série **7.** (a) permanece a mesma; (b) permanece a mesma; (c) menor; (d) maior **9.** (a) diminui; (b) diminui; (c) aumenta **11.** (a) todos empataos; (b) 1, 3, 2 **PR** **1.** (a) 80 J; (b) 67 J; (c) 13 J **3.** 11 kJ **5.** (a) 14 V; (b) $1,0 \times 10^2$ W; (c) $6,0 \times 10^2$ W; (d) 10 V; (e) $1,0 \times 10^2$ W **7.** (a) 0,50 A; (b) 1,0 W; (c) 2,0 W; (d) 6,0 W; (e) 3,0 W; (f) fornecendo; (g) recebendo **9.** (a) 4,00 Ω ; (b) em paralelo **11.** $3,6 \times 10^3$ A **13.** (a) 50 V; (b) 48 V; (c) negativo **15.** (a) 6,9 km; (b) 20 Ω **17.** (a) 0,333 A; (b) para a direita; (c) 720 J **19.** 8,0 Ω **21.** (a) 0,004 Ω ; (b) 1 **23.** 4,50 Ω **25.** 5,56 A **27.** (a) 50 mA; (b) 60 mA; (c) 9,0 V **29.** 3d **31.** 48,3 V **33.** (a) -11 V; (b) -9,0 V **35.** 1,43 Ω **37.** (a) 0,67 A; (b) para baixo; (c) 0,33 A; (d) para cima; (e) 0,33 A; (f) para cima; (g) 3,3 V **39.** (a) 5,25 V; (b) 1,50 V; (c) 5,25 V; (d) 6,75 V **41.** (a) 0,150 Ω ; (b) 240 W **43.** (a) 0,709 W; (b) 0,050 W; (c) 0,346 W; (d) 1,26 W; (e) -0,158 W **45.** 9 **47.** (a) 1,11 A; (b) 0,893 A; (c) 126 m **49.** -3,0% **51.** (a) 0,45 A **53.** (a) 55,2 mA; (b) 4,86 V; (c) 88,0 Ω ; (d) diminui **57.** 4,61 **59.** (a) 2,41 μ s; (b) 161 pF **61.** 0,208 ms **63.** 0,72 M Ω **65.** (a) 1,1 mA; (b) 0,55 mA; (c) 0,55 mA; (d) 0,82 mA; (e) 0,82 mA; (f) 0; (g) $4,0 \times 10^2$ V; (h) $6,0 \times 10^2$ V **67.** 411 μ A **69.** (a) 0,955 μ C/s; (b) 1,08 μ W; (c) 2,74 μ W; (d) 3,82 μ W **71.** (a) 3,0 kV; (b) 10 s; (c) 11 G Ω **73.** (a) 24,8 Ω ; (b) 14,9 k Ω **75.** (a) $1,32 \times 10^7$ A/m²; (b) 8,90 V; (c) cobre; (d) $1,32 \times 10^7$ A/m²; (e) 51,1 V; (f) ferro **77.** o cabo **79.** (a) 3,00 A; (b) 3,75 A; (c) 3,94 A **81.** 20 Ω **83.** (a) 3,00 A; (b) para baixo; (c) 1,60 A; (d) para baixo; (e) fornece; (f) 55,2 W; (g) fornece; (h) 6,40 W **85.** (a) 85,0 Ω ; (b) 915 Ω **87.** (a) 1,0 V; (b) 50 m Ω **89.** -13 μ C **91.** 4,0 V **93.** 3 **97.** (a) 1,5 mA; (b) 0; (c) 1,0 mA **99.** (a) 0; (b) 14,4 W **103.** (a) 60,0 mA; (b) para baixo; (c) 180 mA; (d) para a esquerda; (e) 240 mA; (f) para cima **105.** (a) 4,0 A; (b) para cima; (c) 0,50 A; (d) para baixo; (e) 64 W; (f) 16 W; (g) fornecendo; (h) absorvendo **107.** (a) 1,00 A; (b) 24,0 W **109.** $1,00 \times 10^{-6}$ **111.** (b) sim

Capítulo 28

- T** **1.** $a, +z; b, -x; c, \vec{F}_B = 0$ **2.** (a) 2 e depois 1 e 3 empataos; (b) 4 **3.** (a) o elétron; (b) no sentido horário **4.** $-y$ **5.** (a) todas empataos; (b) 1 e 4 empataos e depois 2 e 3 empataos **P** **1.** (a) \vec{F}_E ; (b) \vec{F}_B **3.** (a) não, porque \vec{v} e \vec{F}_B devem ser perpendiculares; (b) sim; (c) não, porque \vec{B} e \vec{F}_B devem ser perpendiculares **5.** (a) $+z$ e $-z$ empataos, depois $+y$ e $-y$ empataos, depois $+x$ e $-x$ empataos (zero); (b) $+y$ **7.** (a) negativa; (b) igual; (c) igual; (d)

semicircunferência 9. (a) \vec{B}_1 ; (b) \vec{B}_1 para dentro do papel, \vec{B}_2 para fora do papel; (c) menor 11. (a) positivo; (b) $2 \rightarrow 1$ e $2 \rightarrow 4$ empatados, $2 \rightarrow 3$ (que é zero) PR 1. (a) $(6,2 \times 10^{-14} \text{ N})\hat{k}$; (b) $(-6,2 \times 10^{-14} \text{ N})\hat{k}$ 3. (a) 400 km/s; (b) 835 eV 5. -2,0 T 7. $-(0,267 \text{ mT})\hat{k}$ 9. $(-11,4 \text{ V/m})\hat{i} - (6,00 \text{ V/m})\hat{j} + (4,80 \text{ V/m})\hat{k}$ 11. 0,68 MV/m 13. 7,4 μV 15. (a) $(-600 \text{ mV/m})\hat{k}$; (b) 1,20 V 17. (a) $2,05 \times 10^7 \text{ m/s}$; (b) 467 μT ; (c) 13,1 MHz; (d) 76,3 ns 19. 21,1 μT 21. (a) 0,978 MHz; (b) 96,4 cm 23. $1,2 \times 10^{-9} \text{ kg/C}$ 25. (a) $2,60 \times 10^6 \text{ m/s}$; (b) 0,109 μs ; (c) 0,140 MeV; (d) 70,0 kV 27. 65,3 km/s 29. (a) 0,358 ns; (b) 0,166 mm; (c) 1,51 mm 31. (a) 495 mT; (b) 22,7 mA; (c) 8,17 MJ 33. 5,07 ns 35. $2,4 \times 10^2 \text{ m}$ 37. (a) 200 eV; (b) 20,0 keV; (c) 0,499% 39. (a) 467 mA; (b) para a direita 41. (a) 28,2 N; (b) horizontal, para oeste 43. $(-2,50 \text{ mN})\hat{j} + (0,750 \text{ mN})\hat{k}$ 45. (a) 0,10 T; (b) 31° 47. $(-4,3 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m})\hat{j}$ 49. 0,60 μN 51. (a) 542 Ω ; (b) em série; (c) 2,52 Ω ; (d) em paralelo 53. 2,45 A 55. (a) 12,7 A; (b) $0,0805 \text{ N} \cdot \text{m}$ 57. (a) $0,30 \text{ A} \cdot \text{m}^2$; (b) $0,024 \text{ N} \cdot \text{m}$ 59. (a) $2,86 \text{ A} \cdot \text{m}^2$; (b) $1,10 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ 61. (a) $-(9,7 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m})\hat{i} - (7,2 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m})\hat{j} + (8,0 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m})\hat{k}$; (b) $-6,0 \times 10^{-4} \text{ J}$ 63. (a) 90° ; (b) 1; (c) $1,28 \times 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}$ 65. (a) $-72,0 \mu\text{J}$; (b) $(96,0\hat{i} + 48,0\hat{k}) \mu\text{N} \cdot \text{m}$ 67. 127 u 69. (a) 20 min; (b) $5,9 \times 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m}$ 71. 8,2 mm 73. $(-500 \text{ V/m})\hat{j}$ 75. (a) 0,50; (b) 0,50; (c) 14 cm; (d) 14 cm 77. -40 mC 79. (a) $(12,8\hat{i} + 6,41\hat{j}) \times 10^{-22} \text{ N}$; (b) 90° ; (c) 173° 81. (a) $6,3 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$; (b) 3,0 mm 83. (a) 1,4; (b) 1,0 85. $(0,80\hat{j} - 1,1\hat{k}) \text{ mN}$

Capítulo 29

T 1. b, c, a 2. d, depois a e c empatados, b 3. d, a, b e c empatados (zero) P 1. c, d, depois a e b empatados (zero) 3. a, c, b 5. c, a, b 7. (a) 1,3,2; (b) menor 9. c e d empatados, depois b, a 11. b, a, d, c (zero) PR 1. (a) 16 A; (b) leste 3. (a) 3,3 μT ; (b) sim 5. (a) 0,102 μT ; (b) para fora 7. (a) opostos; (b) 30 A 9. (a) 4,3 A; (b) para fora 11. (a) 1,0 mT; (b) para fora; (c) 0,80 mT; (d) para fora 13. $(-7,75 \times 10^{-23} \text{ N})\hat{i}$ 15. 2,00 rad 17. 50,3 nT 19. $(80 \mu\text{T})\hat{j}$ 21. 132 nT 23. (a) 1,7 μT ; (b) para dentro do papel; (c) 6,7 μT ; (d) para dentro do papel 25. 61,3 mA 27. 5,0 μT 29. 256 nT 31. $(22,3 \text{ pT})\hat{j}$ 33. (a) 20 μT ; (b) para dentro do papel 35. 88,4 pN/m 37. 800 nN/m 39. $(-125 \mu\text{N/m})\hat{i} + (41,7 \mu\text{N/m})\hat{j}$ 41. $(3,20 \text{ mN})\hat{j}$ 43. (a) $-2,5 \mu\text{T} \cdot \text{m}$; (b) 0 45. (a) 0; (b) 0,850 mT; (c) 1,70 mT; (d) 0,850 mT 47. (a) 0; (b) 0,10 μT ; (c) 0,40 μT 49. 0,30 mT 51. (a) 533 μT ; (b) 400 μT 53. (a) 4,77 cm; (b) 35,5 μT 55. 0,272 A 57. $0,47 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ 59. (a) $2,4 \text{ A} \cdot \text{m}^2$; (b) 46 cm 61. (a) $(0,060 \text{ A} \cdot \text{m}^2)\hat{j}$; (b) $(96 \text{ pT})\hat{j}$ 63. (a) 79 μT ; (b) $1,1 \times 10^{-6} \text{ N} \cdot \text{m}$ 65. (a) 15,3 μT 67. (a) 15 A; (b) $-z$ 69. 7,7 mT 71. (a) $(0,24\hat{i}) \text{ nT}$; (b) 0; (c) $(-43\hat{k}) \text{ pT}$; (d) $(0,14\hat{k}) \text{ nT}$ 73. 1,28 mm 77. $(-0,20 \text{ mT})\hat{k}$ 85. (a) 4,8 mT; (b) 0,93 mT; (c) 0 93. (a) $\mu_0 i r / 2\pi c^2$; (b) $\mu_0 i / 2\pi r$; (c) $\mu_0 i (a^2 - r^2) / 2\pi(a^2 - b^2) r$; (d) 0

Capítulo 30

T 1. b, depois d e e empatados, depois a e c empatados (zero) 2. a e b empatados, c (zero) 3. c e d empatados, depois a e b empatados 4. b, para fora; c, para fora; d, para dentro; e, para dentro 5. d ou e 6. (a) 2,3,1 (zero); (b) 2,3,1 7. a e b empatados, c P 1. (a) todas empataadas (zero); (b) 2, depois 1 e 3 empataadas (zero) 3. para fora 5. d e c empatadas, b, a 7. (a) todos empataados (zero); (b) 1 e 2 empataados, 3; (c) todos empataados (zero) 9. (a) maior; (b) igual; (c) igual; (d) igual (zero) PR 1. (a) 31 mV; (b) para a esquerda 3. 0,198 mV 5. 30 mA 7. 0 9. 0 11. (a) 21,7 V; (b) o sentido anti-horário 13. (b) 0,796 m² 15. (a) 40 Hz; (b) 3,2 mV 17.

5,50 kV 19. 29,5 mC 21. (a) $\mu_0 i R^2 \pi r^2 / 2x^3$; (b) $3\mu_0 i \pi R^2 r^2 v / 2x^4$; (c) anti-horário 23. (a) $1,26 \times 10^{-4} \text{ T}$; (b) 0; (c) $1,26 \times 10^{-4} \text{ T}$; (d) sim; (e) $5,04 \times 10^{-8} \text{ V}$ 25. (a) 80 μV ; (b) horário 27. (a) 13 $\mu\text{Wb/m}$; (b) 17%; (c) 0 29. 3,68 μW 31. (a) 48,1 mV; (b) 2,67 mA; (c) 0,129 mW 33. (a) 0,60 V; (b) para cima; (c) 1,5 A; (d) horário; (e) 0,90 W; (f) 0,18 N; (g) 0,90 W 35. (a) 240 μV ; (b) 0,600 mA; (c) 0,144 μW ; (d) $2,87 \times 10^{-8} \text{ N}$; (e) 0,144 μW 37. (a) 71,5 $\mu\text{V/m}$; (b) 143 $\mu\text{V/m}$ 39. 0,15 V/m 41. (a) 2,45 mWb; (b) 0,645 mH 43. 1,81 $\mu\text{H/m}$ 45. (a) aumentando; (b) 0,68 mH 47. (b) $L_{eq} = \sum L_j$, de $j = 1$ a $j = N$ 49. 59,3 mH 51. 6,91 53. 46 Ω 55. (a) 8,45 ns; (b) 7,37 mA 57. (a) 1,5 s 59. (a) $i[1 - \exp(-Rt/L)]$; (b) $(L/R) \ln 2$ 61. 25,6 ms 63. (a) 97,9 H; (b) 0,196 mJ 65. (a) 18,7 J; (b) 5,10 J; (c) 13,6 J 67. $1,5 \times 10^8 \text{ V/m}$ 69. (a) 34,2 J/m^3 ; (b) 49,4 mJ 71. (a) 1,0 J/m^3 ; (b) 4,8 $\times 10^{-15} \text{ J/m}^3$ 73. (a) 1,67 mH; (b) 6,00 mWb 75. (b) enrolando as espiras dos dois solenóides em sentidos opostos 77. 13 μH 79. (a) $(4,4 \times 10^7 \text{ m/s}^2)\hat{i}$; (b) 0; (c) $(-4,4 \times 10^7 \text{ m/s}^2)\hat{i}$ 81. (a) 0,40 V; (b) 20 A 83. 1,15 W 85. (a) 2,0 A; (b) 0; (c) 2,0 A; (d) 0; (e) 10 V; (f) 2,0 A/s; (g) 2,0 A; (h) 1,0 A; (i) 3,0 A; (j) 10 V; (k) 0; (l) 0 87. 0,520 ms 89. 12 A/s 91. (a) 10 A; (b) $1,0 \times 10^2 \text{ J}$ 93. (a) 20 A/s; (b) 0,75 A 95. (a) 0; (b) $8,0 \times 10^2 \text{ A/s}$; (c) 1,8 mA; (d) $4,4 \times 10^2 \text{ A/s}$; (e) 4,0 mA; (f) 0 97. (a) 10 μT ; (b) para fora; (c) 3,3 μT ; (d) para fora 99. (a) 3,28 ms; (b) 6,45 ms; (c) ∞ ; (d) 0; (e) 3,00 ms 101. (a) 400 A/s; (b) 200 A/s; (c) 0,600 A 103. 21 mA

Capítulo 31

T 1. (a) $T/2$; (b) T ; (c) $T/2$; (d) $T/4$ 2. (a) 5 V; (b) 150 μJ 3. (a) permanece a mesma; (b) permanece a mesma 4. (a) C, B, A; (b) 1, A; 2, B; 3, S; 4, C; (c) A 5. (a) permanece a mesma; (b) aumenta 6. (a) 1, atrasada; 2, adiantada; 3, em fase; (b) $3 (\omega_d = \omega$ para $X_L = X_C$) 7. (a) aumentar (o circuito é mais capacitivo que indutivo; devemos aumentar C para diminuir X_C e aproximar o circuito da ressonância, na qual $P_{\text{méd}}$ é máxima); (b) aproxima 8. (a) maior; (b) elevador P 1. (a) $T/4$; (b) $T/4$; (c) $T/2$; (d) $T/2$ 3. b, a, c 5. c, b, a 7. a, indutor; b, resistor; c, capacitor 9. (a) para a direita, maior (X_L aumenta, o circuito se aproxima da ressonância); (b) para a direita, aumenta (X_C diminui, o circuito se aproxima da ressonância); (c) para a direita, aumenta (ω_d/ω aumenta, o circuito se aproxima da ressonância) 11. (a) positiva; (b) diminuir (para diminuir X_L e aproximar o circuito da ressonância); (c) diminuir (aumentar X_C e aproximar o circuito da ressonância) PR 1. (a) 6,00 μs ; (b) 167 kHz; (c) 3,00 μs 3. 45,2 mA 5. (a) 1,17 μJ ; (b) 5,58 mA 7. (a) 1,25 kg; (b) 372 N/m; (c) $1,75 \times 10^{-4} \text{ m}$; (d) 3,02 mm/s 9. $7,0 \times 10^{-4} \text{ s}$ 11. (a) 275 Hz; (b) 365 mA 13. (a) 3,0 nC; (b) 1,7 mA; (c) 4,5 nJ 15. (a) 6,0; (b) 36 pF; (c) 0,22 mH 17. (a) 356 μs ; (b) 2,50 mH; (c) 3,20 mJ 19. (a) 1,98 μJ ; (b) 5,56 μC ; (c) 12,6 mA; (d) $-46,9^\circ$; (e) $+46,9^\circ$ 21. (a) 0,180 mC; (b) 70,7 μs ; (c) 66,7 W 25. 8,66 m Ω 29. (a) 0,65 kHz; (b) 24 Ω 31. (a) 95,5 mA; (b) 11,9 mA 33. (a) 6,73 ms; (b) 11,2 ms; (c) um indutor; (d) 138 mH 35. (a) 267 Ω ; (b) $-41,5^\circ$; (c) 135 mA 37. (a) 218 Ω ; (b) 23,4°; (c) 165 mA 39. (a) 206 Ω ; (b) $13,7^\circ$; (c) 175 mA 41. 7,61 A 43. 89 Ω 45. (a) 224 rad/s; (b) 6,00 A; (c) 219 rad/s; (d) 228 rad/s; (e) 0,040 47. (a) sim; (b) 1,0 kV 51. (a) 796 Hz; (b) permanece a mesma; (c) diminui; (d) aumenta 53. 1,84 A 55. (a) 12,1 Ω ; (b) 1,19 kW 57. (a) 0,743; (b) adiantada; (c) capacitivo; (d) não; (e) sim; (f) não; (g) sim; (h) 33,4 W; (i) porque, como são dados os valores da tensão e da corrente da fonte, a reatância da carga é conhecida 59. (a) 117 μF ; (b) 0; (c) 90,0 W; (d) 0° ; (e) 1; (f) 0; (g) -90° ; (h) 0 61. (a) 2,59 A; (b) 38,8 V; (c) 159 V; (d) 224 V; (e) 64,2 V; (f) 75,0 V; (g) 100 W; (h) 0; (i) 0 63. (a) 2,4 V; (b) 3,2 mA; (c) 0,16 A 65. (a) 1,9 V; (b) 5,9 W;

(c) 19 V; (d) $5,9 \times 10^2$ W; (e) 0,19 kV; (f) 59 kW **69.** (a) $39,1\Omega$; (b) $21,7\Omega$; (c) capacitivo **71.** (a) $45,0^\circ$; (b) $70,7\Omega$ **73.** (a) $0,689\mu H$; (b) $17,9\text{ pJ}$; (c) $0,110\mu C$ **75.** (a) $2,41\mu H$; (b) $21,4\text{ pJ}$; (c) $82,2\text{ nC}$ **77.** (a) $64,0\Omega$; (b) $50,9\Omega$; (c) capacitivo **79.** (a) $-0,405\text{ rad}$; (b) $2,76\text{ A}$; (c) capacitivo **81.** $1,84\text{ kHz}$ **83.** (a) $0,577Q$; (b) $0,152$ **87.** (a) $6,73\text{ ms}$; (b) $2,24\text{ ms}$; (c) um capacitor; (d) $59,0\mu F$ **91.** (a) 165Ω ; (b) 313 mH ; (c) $14,9\mu F$ **93.** (a) 168Ω ; (b) diminuir; (c) diminuir; (d) diminuir **95.** $7,08\text{ mH}$ **97.** (a) $4,00\mu F$, $5,00\mu F$, $5,00\mu F$; (b) $1,78\text{ kHz}$, $1,59\text{ kHz}$, $1,59\text{ kHz}$, $1,59\text{ kHz}$; (c) $12,0\Omega$, $12,0\Omega$, $6,00\Omega$, $4,00\Omega$; (d) $19,8\Omega$, $22,4\Omega$, $19,9\Omega$, $19,4\Omega$; (e) $0,605\text{ A}$, $0,535\text{ A}$, $0,603\text{ A}$, $0,619\text{ A}$

Capítulo 32

T **1.** *d, b, c, a* (zero) **2.** *a, c, b, d* (zero) **3.** *b, c e d* empatados, *a* **4.** (a) 2; (b) 1 **5.** (a) afastá-las; (b) na direção oposta; (c) menor **6.** (a) aproximá-las; (b) na direção do ímã; (c) menor **P** **1.** a, diminuindo; b, diminuindo **3.** *1 a, 2 b, 3 c e d* **5.** (a) *a e b* empatados, *c, d*; (b) nenhuma (a placa não possui simetria circular); (c) nenhuma **7.** (a) 1 para cima, 2 para cima, 3 para baixo; (b) 1 para baixo, 2 para cima, 3 nula **9.** ganha energia **11.** (a) 1,3,2; (b) 2 **PR** **1.** $+3\text{ Wb}$ **3.** (a) 47,4

μWb ; (b) para dentro **5.** $2,4 \times 10^{13}\text{ V/m} \cdot \text{s}$ **7.** (a) $1,9\text{ pT}$ **9.** (a) $1,18 \times 10^{-19}\text{ T}$; (b) $1,06 \times 10^{-19}\text{ T}$ **11.** (a) $5,01 \times 10^{-22}\text{ T}$; (b) $4,51 \times 10^{-22}\text{ T}$ **15.** $7,5 \times 10^5\text{ V/s}$ **17.** (a) $0,63\mu T$; (b) $2,3 \times 10^{12}\text{ V/m} \cdot \text{s}$ **19.** (a) $0,71\text{ A}$; (b) 0; (c) $2,8\text{ A}$ **21.** (a) $2,0\text{ A}$; (b) $2,3 \times 10^{11}\text{ V/m} \cdot \text{s}$; (c) $0,50\text{ A}$; (d) $0,63\mu T \cdot \text{m}$ **23.** (a) $0,324\text{ V/m}$; (b) $2,87 \times 10^{-16}\text{ A}$; (c) $2,87 \times 10^{-18}$ **25.** (a) $75,4\text{ nT}$; (b) $67,9\text{ nT}$ **27.** (a) $27,9\text{ nT}$; (b) $15,1\text{ nT}$ **29.** (a) $7,60\mu A$; (b) $859\text{ kV} \cdot \text{m/s}$; (c) $3,39\text{ mm}$; (d) $5,16\text{ pT}$ **31.** $55\mu T$ **33.** (a) $-9,3 \times 10^{-24}\text{ J/T}$; (b) $1,9 \times 10^{-23}\text{ J/T}$ **35.** (a) 0; (b) 0; (c) 0; (d) $\pm 3,2 \times 10^{-25}\text{ J}$; (e) $-3,2 \times 10^{-34}\text{ J} \cdot \text{s}$; (f) $2,8 \times 10^{-23}\text{ J/T}$; (g) $-9,7 \times 10^{-25}\text{ J}$; (h) $\pm 3,2 \times 10^{-25}\text{ J}$ **37.** (b) $+x$; (c) horário; (d) $+x$ **39.** $20,8\text{ mJ/T}$ **41.** sim **43.** (b) K/B ; (c) $-z$; (d) $0,31\text{ kA/m}$ **47.** (a) $3,0\mu T$; (b) $5,6 \times 10^{-10}\text{ eV}$ **49.** $5,15 \times 10^{-24}\text{ A} \cdot \text{m}^2$ **51.** (a) $0,14\text{ A}$; (b) $79\mu C$ **53.** (a) $1,8 \times 10^2\text{ km}$; (b) $2,3 \times 10^{-5}$ **57.** (a) $6,3 \times 10^8\text{ A}$; (b) sim; (c) não **59.** (a) $27,5\text{ mm}$; (b) 110 mm **61.** (a) 7; (b) 7; (c) $3h/2\pi$; (d) $3eh/4\pi m$; (e) $3,5h/2\pi$; (f) 8 **63.** (a) 9; (b) $3,71 \times 10^{-23}\text{ J/T}$; (c) $+9,27 \times 10^{-24}\text{ J}$; (d) $-9,27 \times 10^{-24}\text{ J}$ **65.** $0,84\text{ kJ/T}$ **67.** (a) $-8,8 \times 10^{15}\text{ V/m} \cdot \text{s}$; (b) $5,9 \times 10^{-7}\text{ T} \cdot \text{m}$ **69.** (a) $(1,2 \times 10^{-13}\text{ T}) \exp[-t/(0,012\text{ s})]$; (b) $5,9 \times 10^{-15}\text{ T}$ **71.** $8,0\text{ A}$ **73.** (b) $-x$; (c) anti-horário; (d) $-x$ **75.** (b) negativo; (c) não, porque existe um fluxo positivo penetrando na base do cilindro mais próxima do ímã