

(a) $(72,0 \text{ m})\hat{i} + (90,7 \text{ m})\hat{j}$; (b) $49,5^\circ$ **21.** (a) 18 cm; (b) 1,9 m **23.** (a) 3,03 s; (b) 758 m; (c) 29,7 m/s **25.** 43,1 m/s (155 km/h) **27.** (a) 10,0 s; (b) 897 m **29.** $78,5^\circ$ **31.** 3,35 m **33.** (a) 202 m/s; (b) 806 m; (c) 161 m/s; (d) -171 m/s **35.** 4,84 cm **37.** (a) 1,60 m; (b) 6,86 m; (c) 2,86 m **39.** (a) 32,3 m; (b) 21,9 m/s; (c) $40,4^\circ$; (d) abaixo **41.** $55,5^\circ$ **43.** (a) 11 m; (b) 23 m; (c) 17 m/s; (d) 63° **45.** (a) na rampa; (b) 5,82 m; (c) $31,0^\circ$ **47.** (a) sim; (b) 2,56 m **49.** (a) 31° ; (b) 63° **51.** (a) $2,3^\circ$; (b) 1,4 m; (c) 18° **53.** (a) 75,0 m; (b) 31,9 m/s; (c) $66,9^\circ$; (d) 25,5 m **53.** no terceiro **57.** (a) 7,32 m; (b) para oeste; (c) para o norte **59.** (a) 12 s; (b) $4,1 \text{ m/s}^2$; (c) para baixo; (d) $4,1 \text{ m/s}^2$; (e) para cima **61.** (a) $1,3 \times 10^5 \text{ m/s}$; (b) $7,9 \times 10^5 \text{ m/s}^2$; (c) aumentam **63.** 2,92 m **65.** $(3,00 \text{ m/s}^2)\hat{i} + (6,00 \text{ m/s}^2)\hat{j}$ **67.** 160 m/s² **69.** (a) 13 m/s^2 ; (b) para leste; (c) 13 m/s^2 ; (d) para leste **71.** 1,67 **73.** (a) $(80 \text{ km/h})\hat{i} - (60 \text{ km/h})\hat{j}$; (b) 0° ; (c) não **75.** 32 m/s **77.** 60° **79.** (a) 38 nós; (b) $1,5^\circ$ a leste do norte; (c) 4,2 h; (d) $1,5^\circ$ a oeste do sul **81.** (a) $(-32 \text{ km/h})\hat{i} - (46 \text{ km/h})\hat{j}$; (b) $[(2,5 \text{ km}) - (32 \text{ km/h})t]\hat{i} + [(4,0 \text{ km}) - (46 \text{ km/h})t]\hat{j}$; (c) 0,084 h; (d) $2 \times 10^2 \text{ m}$ **83.** (a) -30° ; (b) 69 min; (c) 80 min; (d) 80 min; (e) 0° ; (f) 60 min **85.** (a) 2,7 km; (b) 76° no sentido horário **87.** (a) 44 m; (b) 13 m; (c) 8,9 m **89.** (a) 45 m; (b) 22 m/s **91.** (a) $2,6 \times 10^2 \text{ m/s}$; (b) 45 s; (c) aumentaria **93.** (a) 63 km; (b) 18° ao sul do leste; (c) 0,70 km/h; (d) 18° ao sul do leste; (e) 1,6 km/h; (f) 1,2 km/h; (g) 33° ao norte do leste **95.** (a) 1,5; (b) (36 m, 54 m) **97.** (a) 62 ms; (b) $4,8 \times 10^2 \text{ m/s}$ **99.** 2,64 m **101.** (a) 2,5 m; (b) 0,82 m; (c) $9,8 \text{ m/s}^2$; (d) $9,8 \text{ m/s}^2$ **103.** (a) 6,79 km/h; (b) $6,96^\circ$ **105.** (a) 16 m/s; (b) 23° ; (c) acima; (d) 27 m/s; (e) 57° ; (f) abaixo **107.** (a) 4,2 m, 45° ; (b) 5,5 m, 68° ; (c) 6,0 m, 90° ; (d) 4,2 m, 135° ; (e) 0,85 m/s, 135° ; (f) 0,94 m/s, 90° ; (g) 0,94 m/s, 180° ; (h) 0,30 m/s², 180° ; (i) 0,30 m/s², 270° **109.** (a) $5,4 \times 10^{-13} \text{ m}$; (b) diminui **111.** (a) 0,034 m/s²; (b) 84 min **113.** (a) 8,43 m; (b) -129° **115.** (a) 2,00 ns; (b) 2,00 mm; (c) $1,00 \times 10^7 \text{ m/s}$; (d) $2,00 \times 10^6 \text{ m/s}$ **117.** (a) 24 m/s; (b) 65° **119.** 93° em relação à direção do movimento do carro

CAPÍTULO 5

T 1. c, d e e **2.** (a) e (b) 2 N, para a esquerda (a aceleração é zero nas duas situações) **3.** (a) igual; (b) maior (a aceleração é para cima e, portanto, a força resultante é para cima) **4.** (a) igual; (b) maior; (c) menor **5.** (a) aumentam; (b) sim; (c) permanecem os mesmos; (d) sim

P 1. (a) 2,3,4; (b) 1,3,4; (c) 1, +y; 2, +x; 3, quarto quadrante; 4, terceiro quadrante **3.** aumentar **5.** (a) 2 e 4; (b) 2 e 4 **7.** (a) M; (b) M; (c) M; (d) 2M; (e) 3M **9.** (a) 20 kg; (b) 18 kg; (c) 10 kg; (d) todas iguais; (e) 3,2,1 **11.** (a) aumenta a partir do valor inicial mg; (b) diminui de mg até zero (e depois o bloco perde o contato com o piso)

PR 1. $2,9 \text{ m/s}^2$ **3.** (a) 1,88 N; (b) 0,684 N; (c) $(1,88 \text{ N})\hat{i} + (0,684 \text{ N})\hat{j}$ **5.** (a) $(0,86 \text{ m/s}^2)\hat{i} - (0,16 \text{ m/s}^2)\hat{j}$; (b) $0,88 \text{ m/s}^2$; (c) -11° **7.** (a) $(-32,0 \text{ N})\hat{i} - (20,8 \text{ N})\hat{j}$; (b) 38,2 N; (c) -147° **9.** (a) 8,37 N; (b) -133° ; (c) -125° **11.** $9,0 \text{ m/s}^2$ **13.** (a) 4,0 kg; (b) 1,0 kg; (c) 4,0 kg; (d) 1,0 kg **15.** (a) 108 N; (b) 108 N; (c) 108 N **17.** (a) 42 N; (b) 72 N; (c) $4,9 \text{ m/s}^2$ **19.** $1,2 \times 10^5 \text{ N}$ **21.** (a) 11,7 N; (b) $-59,0^\circ$ **23.** (a) $(285 \text{ N})\hat{i} - (705 \text{ N})\hat{j}$; (b) $(285 \text{ N})\hat{i} - (115 \text{ N})\hat{j}$; (c) 307 N; (d) $-22,0^\circ$; (e) $3,67 \text{ m/s}^2$; (f) $-22,0^\circ$ **25.** (a) $0,022 \text{ m/s}^2$; (b) $8,3 \times 10^4 \text{ km}$; (c) $1,9 \times 10^3 \text{ m/s}$ **27.** 1,5 mm **29.** (a) 494 N; (b) para cima; (c) 494 N; (d) para baixo **31.** (a) 1,18 m; (b) 0,674 s; (c) 3,50 m/s **33.** $1,8 \times 10^4 \text{ N}$ **35.** (a) $46,7^\circ$; (b) $28,0^\circ$ **37.** (a) $0,62 \text{ m/s}^2$; (b) $0,13 \text{ m/s}^2$; (c) 2,6 m **39.** (a) $2,2 \times 10^{-3} \text{ N}$; (b) $3,7 \times 10^{-3} \text{ N}$ **41.** (a) 1,4 m/s²; (b) 4,1 m/s **43.** (a) 1,23 N; (b) 2,46 N; (c) 3,69 N; (d) 4,92 N; (e) 6,15 N; (f) 0,250 N **45.** (a) 31,3 kN; (b) 24,3 kN **47.** $6,4 \times 10^3$

N **49.** (a) $2,18 \text{ m/s}^2$; (b) 116 N; (c) $21,0 \text{ m/s}^2$ **51.** (a) $3,6 \text{ m/s}^2$; (b) 17 N **53.** (a) $0,970 \text{ m/s}^2$; (b) 11,6 N; (c) 34,9 N **55.** (a) 1,1 N **57.** (a) $0,735 \text{ m/s}^2$; (b) para baixo; (c) 20,8 N **59.** (a) $4,9 \text{ m/s}^2$; (b) $2,0 \text{ m/s}^2$; (c) para cima; (d) 120 N **61.** $2Ma/(a+g)$ **63.** (a) 8,0 m/s; (b) +x **65.** (a) $0,653 \text{ m/s}^2$; (b) $0,896 \text{ m/s}^2$; (c) 6,50 s **67.** 81,7 N **69.** 2,4 N **71.** 16 N **73.** (a) 2,6 N; (b) 17° **75.** (a) 0; (b) $0,83 \text{ m/s}^2$; (c) 0 **77.** (a) $0,74 \text{ m/s}^2$; (b) $7,3 \text{ m/s}^2$ **79.** (a) 11 N; (b) 2,2 kg; (c) 0; (d) 2,2 kg **81.** 195 N **83.** (a) $4,6 \text{ m/s}^2$; (b) $2,6 \text{ m/s}^2$ **85.** (a) a corda arrebenta; (b) $1,6 \text{ m/s}^2$ **87.** (a) 65 N; (b) 49 N **89.** (a) $4,6 \times 10^3 \text{ N}$; (b) $5,8 \times 10^3 \text{ N}$ **91.** (a) $1,8 \times 10^2 \text{ N}$; (b) $6,4 \times 10^2 \text{ N}$ **93.** (a) 44 N; (b) 78 N; (c) 54 N; (d) 152 N **95.** (a) 4 kg; (b) $6,5 \text{ m/s}^2$; (c) 13 N

CAPÍTULO 6

T 1. (a) zero (porque não há uma tentativa de deslizeamento); (b) 5 N; (c) não; (d) sim; (e) 8 N **2.** (\vec{a} aponta para o centro da trajetória circular) (a) \vec{a} aponta para baixo, \vec{F}_N aponta para cima; (b) \vec{a} e \vec{F}_N apontam para cima

P 1. (a) diminui; (b) diminui; (c) aumenta; (d) aumenta; (e) aumenta **3.** (a) permanece o mesmo; (b) aumenta; (c) aumenta; (d) não **5.** (a) para cima; (b) horizontal, na sua direção; (c) não varia; (d) aumenta; (e) aumenta **7.** A princípio, \vec{f}_s aponta para cima ao longo da rampa e o módulo aumenta a partir de $mg \sin \theta$ até atingir $f_{s,\text{máx}}$. Daí em diante, a força se torna a força de atrito cinético, que aponta para cima ao longo da rampa e cujo módulo é f_k (um valor constante menor que $f_{s,\text{máx}}$). **9.** Primeiro 4, depois 3 e depois 1,2 e 5 empataadas **11.** (a) todas iguais; (b) todas iguais; (c) 2,3,1

PR 1. 36 m **3.** (a) $2,0 \times 10^2 \text{ N}$; (b) $1,2 \times 10^2 \text{ N}$ **5.** (a) 6,0 N; (b) 3,6 N; (c) 3,1 N **7.** (a) $1,9 \times 10^2 \text{ N}$; (b) $0,56 \text{ m/s}^2$ **9.** (a) 11 N; (b) $0,14 \text{ m/s}^2$ **11.** (a) $3,0 \times 10^2 \text{ N}$; (b) $1,3 \text{ m/s}^2$ **13.** (a) $1,3 \times 10^2 \text{ N}$; (b) não; (c) $1,1 \times 10^2 \text{ N}$; (d) 46 N; (e) 17 N **15.** 2° **17.** (a) $(17 \text{ N})\hat{i}$; (b) $(20 \text{ N})\hat{i}$; (c) $(15 \text{ N})\hat{i}$ **19.** (a) não; (b) $(-12 \text{ N})\hat{i} + (5,0 \text{ N})\hat{j}$ **21.** (a) 19° ; (b) 3,3 kN **23.** $0,37$ **25.** $1,0 \times 10^2 \text{ N}$ **27.** (a) 0; (b) $(-3,9 \text{ m/s}^2)\hat{i}$; $(-1,0 \text{ m/s}^2)\hat{j}$ **29.** (a) 66 N; (b) $2,3 \text{ m/s}^2$ **31.** (a) 3,5 m/s²; (b) 0,21 N **33.** 9,9 s **35.** $4,9 \times 10^2 \text{ N}$ **37.** (a) $3,2 \times 10^2 \text{ km/h}$; (b) $6,5 \times 10^2 \text{ km/h}$; (c) não **39.** 2,3 **41.** 0,60 **43.** 21 m **45.** (a) mais leve; (b) 778 N; (c) 223 N; (d) 1,11 kN **47.** (a) 10 s; (b) $4,9 \times 10^2 \text{ N}$; (c) $1,1 \times 10^3 \text{ N}$ **49.** $1,37 \times 10^3 \text{ N}$ **51.** 2,2 km **53.** 12° **55.** $2,6 \times 10^3 \text{ N}$ **57.** 1,81 m/s **59.** (a) 8,74 N; (b) 37,9 N; (c) 6,45 m/s; (d) na direção da haste **61.** (a) 27 N; (b) $3,0 \text{ m/s}^2$ **63.** (b) 240 N; (c) 0,60 **65.** (a) 69 km/h; (b) 139 km/h; (c) sim **67.** $g(\sin \theta - 2^{0,5} \mu_k \cos \theta)$ **69.** $3,4 \text{ m/s}^2$ **71.** (a) 35,3 N; (b) 39,7 N; (c) 320 N **73.** (a) $7,5 \text{ m/s}^2$; (b) para baixo; (c) $9,5 \text{ m/s}^2$; (d) para baixo **75.** (a) $3,0 \times 10^5 \text{ N}$; (b) $1,2^\circ$ **77.** 147 m/s **79.** (a) 13 N; (b) $1,6 \text{ m/s}^2$ **81.** (a) 275 N; (b) 877 N **83.** (a) 84,2 N; (b) 52,8 N; (c) $1,87 \text{ m/s}^2$ **85.** 3,4% **87.** (a) $3,21 \times 10^3 \text{ N}$; (b) sim **89.** (a) 222 N; (b) 334 N; (c) 311 N; (d) 311 N; (e) c, d **91.** (a) $v_0^2/(4g \sin \theta)$; (b) não **93.** (a) 0,34; (b) 0,24 **95.** (a) $\mu_k mg/(\sin \theta - \mu_k \cos \theta)$; (b) $\theta_0 = \tan^{-1} \mu_k$ **97.** 0,18

CAPÍTULO 7

T 1. (a) diminui; (b) permanece a mesma; (c) negativo, nulo **2.** (a) positivo; (b) negativo; (c) nulo **3.** nula

P 1. são todas iguais **3.** (a) positivo; (b) negativo; (c) negativo **5.** b (trabalho positivo), a (trabalho nulo), c (trabalho negativo), d (trabalho mais negativo) **7.** são todos iguais **9.** (a) A; (b) B

PR 1. (a) $2,9 \times 10^7 \text{ m/s}$; (b) $2,1 \times 10^{-13} \text{ J}$ **3.** (a) $5 \times 10^{14} \text{ J}$; (b) 0,1 megaton de TNT; (c) 8 bombas **5.** (a) 2,4 m/s; (b) 4,8 m/s **7.** 0,96 J **9.** 20 J **11.** (a) $62,3^\circ$; (b) 118° **13.** (a) $1,7 \times 10^2 \text{ N}$; (b) $3,4 \times 10^2 \text{ m}$; (c) $-5,8 \times 10^4 \text{ J}$; (d) $3,4 \times 10^2 \text{ N}$; (e) $1,7 \times 10^2 \text{ m}$; (f) $-5,8 \times 10^4 \text{ J}$ **15.** (a) 1,50 J; (b) aumenta **17.** (a) 12 kJ; (b) -11

kJ; (c) 1,1 kJ; (d) 5,4 m/s **19.** 25 J **21.** (a) $-3Mgd/4$; (b) Mgd ; (c) $Mgd/4$; (d) $(gd/2)^{0.5}$ **23.** 4,41 J **25.** (a) 25,9 kJ; (b) 2,45 N **27.** (a) 7,2 J; (b) 7,2 J; (c) 0; (d) -25 J **29.** (a) 0,90 J; (b) 2,1 J; (c) 0 **31.** (a) 6,6 m/s; (b) 4,7 m **33.** (a) 0,12 m; (b) 0,36 J; (c) $-0,36$ J; (d) 0,060 m; (e) 0,090 J **35.** (a) 0; (b) 0 **37.** (a) 42 J; (b) 30 J; (c) 12 J; (d) 6,5 m/s, eixo $+x$; (e) 5,5 m/s, eixo $+x$; (f) 3,5 m/s, eixo $+x$ **39.** 4,00 N/m **41.** $5,3 \times 10^2$ J **43.** (a) 0,83 J; (b) 2,5 J; (c) 4,2 J; (d) 5,0 W **45.** $4,9 \times 10^2$ W **47.** (a) $1,0 \times 10^2$ J; (b) 8,4 W **49.** $7,4 \times 10^2$ W **51.** (a) 32,0 J; (b) 8,00 W; (c) 78,2° **53.** (a) 1,20 J; (b) 1,10 m/s **55.** (a) $1,8 \times 10^5$ ft · lb; (b) 0,55 hp **57.** (a) 797 N; (b) 0; (c) $-1,55$ kJ; (d) 0; (e) 1,55 kJ; (f) F varia durante o deslocamento **59.** (a) 1×10^5 megatons de TNT; (b) 1×10^7 bombas **61.** -6 J **63.** (a) 314 J; (b) -155 J; (c) 0; (d) 158 J **65.** (a) 98 N; (b) 4,0 cm; (c) 3,9 J; (d) $-3,9$ J **67.** (a) 23 mm; (b) 45 N **69.** 165 kW **71.** -37 J **73.** (a) 13 J; (b) 13 J **75.** 235 kW **77.** (a) 6 J; (b) 6,0 J **79.** (a) 0,6 J; (b) 0; (c) $-0,6$ J

CAPÍTULO 8

T 1. não (em duas trajetórias de a a b, o trabalho é -60 J; na terceira, é 60 J) **2.** 3,1,2 (veja a Equação 8-6) **3.** (a) todas iguais; (b) todas iguais **4.** (a) CD, AB, BC (0) (com base nas inclinações); (b) o sentido positivo de x **5.** são todas iguais

P 1. (a) 3,2,1; (b) 1,2,3 **3.** (a) 12 J; (b) -2 J **5.** (a) aumenta; (b) diminui; (c) diminui; (d) permanece constante em AB e BC e diminui em CD **7.** $+30$ J **9.** 2,1,3

PR 1. 89 N/cm **3.** (a) 167 J; (b) -167 J; (c) 196 J; (d) 29 J; (e) 167 J; (f) -167 J; (g) 296 J; (h) 129 J **5.** (a) 4,31 mJ; (b) $-4,31$ mJ; (c) 4,31 mJ; (d) $-4,31$ mJ; (e) todos aumentariam **7.** (a) 13,1 J; (b) $-13,1$ J; (c) 13,1 J; (d) todos aumentam **9.** (a) 17,0 m/s; (b) 26,5 m/s; (c) 33,4 m/s; (d) 56,7 m; (e) continuariam as mesmas **11.** (a) 2,08 m/s; (b) 2,08 m/s; (c) aumentaria **13.** (a) 0,98 J; (b) $-0,98$ J; (c) 3,1 N/cm **15.** (a) $2,6 \times 10^2$ m; (b) permanece o mesmo; (c) diminui **17.** (a) 2,5 N; (b) 0,31 N; (c) 30 cm **19.** (a) 784 N/m; (b) 62,7 J; (c) 62,7 J; (d) 80,0 cm **21.** (a) 8,35 m/s; (b) 4,33 m/s; (c) 7,45 m/s; (d) diminuem **23.** (a) 4,85 m/s; (b) 2,42 m/s **25.** $-3,2 \times 10^2$ J **27.** (a) não; (b) $9,3 \times 10^2$ N **29.** (a) 35 cm; (b) 1,7 m/s **31.** (a) 39,2 J; (b) 39,2 J; (c) 4,00 m **33.** (a) 2,40 m/s; (b) 4,19 m/s **35.** (a) 39,6 cm; (b) 3,64 cm **37.** -18 mJ **39.** (a) 2,1 m/s; (b) 10 N; (c) $+x$; (d) 5,7 m; (e) 30 N; (f) $-x$ **41.** (a) $-3,7$ J; (c) 1,3 m; (d) 9,1 m; (e) 2,2 J; (f) 4,0 m; (g) $(4-x)e^{x/4}$; (h) 4,0 m **43.** (a) 5,6 J; (b) 3,5 J **45.** (a) 30,1 J; (b) 30,1 J; (c) 0,225 **47.** 0,53 J **49.** (a) $-2,9$ kJ; (b) $3,9 \times 10^2$ J; (c) $2,1 \times 10^2$ N **51.** (a) 1,5 MJ; (b) 0,51 MJ; (c) 1,0 MJ; (d) 63 m/s **53.** (a) 67 J; (b) 67 J; (c) 46 cm **55.** (a) $-0,90$ J; (b) 0,46 J; (c) 1,0 m/s **57.** 1,2 m **59.** (a) 19,4 m; (b) 19,0 m/s **61.** (a) $1,5 \times 10^2$ N; (b) $(3,8 \times 10^2)g$ **63.** (a) 7,4 m/s; (b) 90 cm; (c) 2,8 m; (d) 15 m **65.** 20 cm **67.** (a) 7,0 J; (b) 22 J **69.** 3,7 J **71.** 4,33 m/s **73.** 25 J **75.** (a) 4,9 m/s; (b) 4,5 N; (c) 71°; (d) permanece a mesma **77.** (a) 4,8 N; (b) $+x$; (c) 1,5 m; (d) 13,5 m; (e) 3,5 m/s **79.** (a) 24 kJ; (b) $4,7 \times 10^2$ N **81.** (a) 5,00 J; (b) 9,00 J; (c) 11,0 J; (d) 3,00 J; (e) 12,0 J; (f) 2,00 J; (g) 13,0 J; (h) 1,00 J; (i) 13,0 J; (j) 1,00 J; (l) 11,0 J; (m) 10,8 m; (n) volta para $x = 0$ e para **83.** (a) 6,0 kJ; (b) $6,0 \times 10^2$ W; (c) $3,0 \times 10^2$ W; (d) $9,0 \times 10^2$ W **85.** 880 MW **87.** (a) $v_0 = (2gL)^{0.5}$; (b) $5mg$; (c) $-mgL$; (d) $-2mgL$ **89.** (a) 109 J; (b) 60,3 J; (c) 68,2 J; (d) 41,0 J **91.** (a) 2,7 J; (b) 1,8 J; (c) 0,39 m **93.** (a) 10 m; (b) 49 N; (c) 4,1 m; (d) $1,2 \times 10^2$ N **95.** (a) 5,5 m/s; (b) 5,4 m; (c) permanecem as mesmas **97.** 80 mJ **99.** 24 W **101.** -12 J **103.** (a) 8,8 m/s; (b) 2,6 kJ; (c) 1,6 kW **105.** (a) $7,4 \times 10^2$ J; (b) $2,4 \times 10^2$ J **107.** 15 J **109.** (a) $2,35 \times 10^3$ J; (b) 352 J **111.** 738 m **113.** (a) $-3,8$ kJ; (b) 31 kN **115.** (a) 300 J; (b) 93,8 J; (c) 6,38 m **117.** (a) 5,6 J; (b) 12 J; (c) 13 J **119.** (a) 1,2 J; (b) 11 m/s;

(c) não; (d) não **121.** (a) $2,1 \times 10^6$ kg; (b) $(100 + 1,5t)^{0.5}$ m/s; (c) $(1,5 \times 10^6)/(100 + 1,5t)^{0.5}$ N; (d) 6,7 km

CAPÍTULO 9

T 1. (a) na origem; (b) no quarto quadrante; (c) no eixo y , abaixo da origem; (d) na origem; (e) no terceiro quadrante; (f) na origem **2.** (a) $-(c)$ no centro de massa, ainda na origem (as forças são internas ao sistema e não podem deslocar o centro de massa) **3.** (Considere as inclinações e a Equação 9-23). (a) 1,3 e depois 2 e 4 empatadas (força nula); (b) 3 **4.** (a) mantém inalterado; (b) mantém inalterado (veja a Equação 9-32); (c) diminui (Equação 9-35) **5.** (a) nula; (b) positiva (inicial para baixo, final para cima); (c) $+y$ **6.** (Não há força externa; \vec{P} é conservado.) (a) 0; (b) não; (c) $-x$ **7.** (a) 10 kg·m/s; (b) 14 kg·m/s; (c) 6 kg·m/s **8.** (a) 4 kg·m/s; (b) 8 kg·m/s; (c) 3 J **9.** (a) 2 kg·m/s (conservação da componente x do momento) (b) 3 kg·m/s (conservação da componente y do momento)

P 1. (a) 2 N, para a direita; (b) 2 N, para a direita; (c) maior que 2 N, para a direita **3.** b, c, a **5.** (a) x sim, y não; (b) x sim, y não; (c) x não, y sim **7.** (a) c, a energia cinética não pode ser negativa; d, a energia cinética total não pode aumentar; (b) a; (c) b **9.** (a) um estava em repouso; (b) 2; (c) 5; (d) igual (como o choque de duas bolas de sinuca) **11.** (a) C; (b) B; (c) 3

PR 1. (a) $-1,50$ m; (b) $-1,43$ m **3.** (a) $-6,5$ cm; (b) 8,3 cm; (c) 1,4 cm **5.** (a) $-0,45$ cm; (b) $-2,0$ cm **7.** (a) 0; (b) $3,13 \times 10^{-11}$ m **9.** (a) 28 cm; (b) 2,3 m/s **11.** $(-4,0 \text{ m})\hat{i} + (4,0 \text{ m})\hat{j}$ **13.** 53 m **15.** (a) $(2,35\hat{i} - 1,57\hat{j}) \text{ m/s}^2$; (b) $(2,35\hat{i} - 1,57\hat{j})t \text{ m/s}$, com t em segundos; (d) retilínea, fazendo um ângulo de 34° para baixo **17.** 4,2 m **19.** (a) $7,5 \times 10^4$ J; (b) $3,8 \times 10^4$ kg·m/s; (c) 39° ao sul do leste **21.** (a) 5,0 kg·m/s; (b) 10 kg·m/s **23.** $1,0 \times 10^3$ a $1,2 \times 10^3$ kg·m/s **25.** (a) 42 N·s; (b) 2,1 kN **27.** (a) 67 m/s; (b) $-x$; (c) 1,2 kN; (d) $-x$ **29.** 5 N **31.** (a) $2,39 \times 10^3$ N·s; (b) $4,78 \times 10^5$ N; (c) $1,76 \times 10^3$ N·s; (d) $3,52 \times 10^5$ N **33.** (a) 5,86 kg·m/s; (b) 59,8°; (c) 2,93 kN; (d) 59,8° **35.** $9,9 \times 10^2$ N **37.** (a) 9,0 kg·m/s; (b) 3,0 kN; (c) 4,5 kN; (d) 20 m/s **39.** 3,0 mm/s **41.** (a) $-(0,15 \text{ m/s})\hat{i}$; (b) 0,18 m **43.** 55 cm **45.** (a) $(1,00\hat{i} - 0,167\hat{j}) \text{ km/s}$; (b) 3,23 MJ **47.** (a) 14 m/s; (b) 45° **49.** $3,1 \times 10^2$ m/s **51.** (a) 721 m/s; (b) 937 m/s **53.** (a) 33%; (b) 23%; (c) diminui **55.** (a) $+2,0$ m/s; (b) $-1,3$ J; (c) $+40$ J; (d) o sistema recebeu energia de alguma fonte, como, por exemplo, uma pequena explosão **57.** (a) 4,4 m/s; (b) 0,80 **59.** 25 cm **61.** (a) 99 g; (b) 1,9 m/s; (c) 0,93 m/s **63.** (a) 3,00 m/s; (b) 6,00 m/s **65.** (a) 1,2 kg; (b) 2,5 m/s **67.** -28 cm **69.** (a) 0,21 kg; (b) 7,2 m **71.** (a) $4,15 \times 10^5$ m/s; (b) $4,84 \times 10^5$ m/s **73.** 120° **75.** (a) 433 m/s; (b) 250 m/s **77.** (a) 46 N; (b) nenhuma **79.** (a) $1,57 \times 10^6$ N; (b) $1,35 \times 10^5$ kg; (c) 2,08 km/s **81.** (a) 7290 m/s; (b) 8200 m/s; (c) $1,271 \times 10^6$ J; (d) $1,275 \times 10^{10}$ J **83.** (a) 1,92 m; (b) 0,640 m **85.** (a) 1,78 m/s; (b) menor; (c) menor; (d) maior **87.** (a) 3,7 m/s; (b) 1,3 N·s; (c) $1,8 \times 10^2$ N **89.** (a) $(7,4 \times 10^3 \text{ N·s})\hat{i} - (7,4 \times 10^3 \text{ N·s})\hat{j}$; (b) $(-7,4 \times 10^3 \text{ N·s})\hat{i}$; (c) $2,3 \times 10^3$ N; (d) $2,1 \times 10^4$ N; (e) -45° **91.** $+4,4$ m/s **93.** $1,18 \times 10^4$ kg **95.** (a) 1,9 m/s; (b) -30° ; (c) elástica **97.** (a) 6,9 m/s; (b) 30° ; (c) 6,9 m/s; (d) -30° ; (e) 2,0 m/s; (f) -180° **99.** (a) 25 mm; (b) 26 mm; (c) para baixo; (d) $1,6 \times 10^{-2}$ m/s² **101.** 29 J **103.** 2,2 kg **105.** 5,0 kg **107.** (a) 50 kg/s; (b) $1,6 \times 10^2$ kg/s **109.** (a) $4,6 \times 10^3$ km; (b) 73% **111.** 190 m/s **113.** 28,8 N **115.** (a) 0,745 mm; (b) 153° ; (c) 1,67 mJ **117.** (a) $(2,67 \text{ m/s})\hat{i} + (-3,00 \text{ m/s})\hat{j}$; (b) 4,01 m/s; (c) $48,4^\circ$ **119.** (a) $-0,50$ m; (b) $-1,8$ cm; (c) 0,50 m **121.** 0,22%

CAPÍTULO 10

T 1. b e c **2.** (a) e (d) ($\alpha = d^2\theta/dt^2$ deve ser constante) **3.** (a) sim; (b) não; (c) sim; (d) sim **4.** são todos iguais **5.** 1, 2, 4, 3 (veja a