

Respostas dos problemas ímpares

Capítulo 1

P13 $2,15 \times 10^7$ m/s **P15 (a)** $\vec{a} = \langle -4; -3; 0 \rangle$ **(b)** $\vec{b} = \langle -4; -3; 0 \rangle$
(c) Verdadeiro **(d)** $\vec{c} = \langle 4; 3; 0 \rangle$ **(e)** Verdadeiro **(f)** Falso **P17**
 $\langle 0,04; -3,4; 60,0 \rangle$ **P19** $\langle 0,58; 0,58; 0,58 \rangle$; $\langle 0,58; 0,58; 0,58 \rangle$
P21 $458,26 \text{ m/s}^2$ $\langle 0,872872; 0,436436; -0,218218 \rangle$
P23 (a) $\langle 3 \times 10^{-10}; -3 \times 10^{-10}; 8 \times 10^{-10} \rangle$ **(b)** $9,1 \times 10^{-10}$ m
(c) $\langle 0,33; -0,33; 0,88 \rangle$
P25 (a) $\langle -5,5; -20; 0 \rangle$ m **(b)** 20,74 m
P27 (a) $\langle -10 \times 10^{10}; -17 \times 10^{10}; 0 \rangle$ m
(b) $\langle 10 \times 10^{10}; 17 \times 10^{10}; 0 \rangle$ m **P29** $\langle x_p - x_e; y_p - y_e; z_p - z_e \rangle$;
 $\langle x_e - x_p; y_e - y_p; z_e - z_p \rangle$
P31 (a) $\langle -2,01 \times 10^5; 5,2 \times 10^4; -1 \times 10^3 \rangle$ m/s
(b) $2,08 \times 10^5$ m/s **P33 (a)** $\langle 974; 0; 684 \rangle$ m **(b)** $\langle 1,50; 0; 1,05 \rangle$ m/s
P35 3,0 s; $\langle 5,33 \times 10^2; -7,33 \times 10^2; 5,67 \times 10^2 \rangle$ m/s
P37 (a) $\langle 4,4; -6,4; 0 \rangle$ m/s **(b)** $\langle 4; -7,7; 0 \rangle$ m/s **(c)** O intervalo de
tempo de $t = 6,3$ s a $6,8$ s **(d)** $\langle 0,132; -0,192; 0 \rangle$ m
P39 (a) $\langle 0; 9 \times 10^5; -4 \times 10^5 \rangle$ m/s **(b)** $\langle 0,02; 6,34; -2,86 \rangle$ m
P41 147 m **P43 (a)** $\langle 22,3; 26,1; 0 \rangle$ m/s **(b)** $\langle 44,6; 52,2; 0 \rangle$ m
(c) $\Delta t = 1,0$ s era muito grande. **P45** $6,2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
P47 $2,24 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P49** $6,7 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P51 (a)** $\langle -2mv_x; 0; 0 \rangle$
(b) 0 **P53** $\langle 0; 4,9; 0 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P55** 0; 500 kg · m/s
P57 $\langle 20; 50; -10 \rangle \text{ m/s}$ **P59** $\langle 0; 0; -11 \rangle$ m
P61 $9,4 \times 10^{-19} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P63** $3,6 \times 10^{-17} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P65** 35,4
P67 $0,65c$

Capítulo 2

P9 $\langle -9510; 0; 0 \rangle$ N **P11** $\langle 180; -180; 700 \rangle$ N
P13 (a) $\langle 0,011; -0,005; -0,003 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
(b) $\langle 0,003; -0,049; -0,003 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(c)** $\langle -0,004; -0,022; 0 \rangle$ N
P15 $\langle 91; 106; 80 \rangle \text{ m/s}$ **P17 (a)** 12 m/s **(b)** 0,06 s **(c)** $1,0 \times 10^6$ N
(d) 41 **(e)** $\vec{v}_{\text{med}} = (\vec{v}_i + \vec{v}_f)/2$ era válida **P19** Depende de que
aproximações você faz.
P21 $\langle 0,15; 2,18; 0 \rangle$ m; $\langle 3; 3,51; 0 \rangle$ m/s;
 $\langle 0,3; 2,33; 0 \rangle$ m; $\langle 3; 3,02; 0 \rangle$ m/s; $\langle 0,45; 2,45; 0 \rangle$ m; $\langle 3; 2,53; 0 \rangle$ m/s
P23 $\langle -3,83; 0; 2,79 \rangle$ m
P25 (a) 4 m/s **(b)** 12 m **P27 (a)** 145 km **(b)** 60,3 km/h **(c)** 72,4
km/h **P29 (a)** nenhum **(b)** 6 **(c)** 3 **(d)** 2 **(e)** nenhum **(f)** nenhum **(g)** 5
(h) 1 **(i)** 4 **P31 (a)** 6 **(b)** 7 **(c)** 5 **P33** supondo que o pote de flores
caiu a partir do repouso, ele estava inicialmente 5,5 m acima da janela
P35 (a) $\langle -11; 11,1; -6 \rangle \text{ m/s}$ **(b)** aritmética
(c) $\langle -11; 13,6; -6 \rangle \text{ m/s}$ **(d)** $\langle 3,5; 6,8; -9 \rangle \text{ m}$ **(e)** 0
(f) $0 = 16 \text{ m/s} + (-9,8 \text{ N/kg})\Delta t$ **(g)** 1,63 s **(h)** 13 m
P37 (a) $\Delta t = \sqrt{2h/g}$ **(b)** $v_{\text{fy}} = -g\sqrt{2h/g}$ **P39 (a)** 1 **(b)** 9/8 **(c)** 3/4
P41 13 cm **P43** $\langle 0; 0,2807; 0 \rangle$ m **P45** Em $t = 0,04$ s, $s = 0,0157$ m
e $L = 0,0843$ m. Em $t = 0,08$ s, $s = 0,0466$ m e $L = 0,0554$ m **P47**
(a) $\Delta t \approx 6,15 \times 10^{-10}$ s **(b)** 18 cm

Capítulo 3

P11 3/16 **P13 (a)** $\langle 2,8 \times 10^8; 0; -2,8 \times 10^8 \rangle$ m **(b)** $4,0 \times 10^8$ m
(c) $\langle 0,7; 0; -0,7 \rangle$ **(d)** $\langle -1,27 \times 10^{20}; 0; 1,27 \times 10^{20} \rangle$ N
P15 $1,12 \times 10^{24}$ N **P17 (a)** 2×10^{22} N **(b)** 2×10^{22} N
P19 (a) $\langle -7 \times 10^{11}; 5 \times 10^{11}; 0 \rangle$ m **(b)** $8,6 \times 10^{11}$ m
(c) $\langle -0,81; 0,58; 0 \rangle$ **(d)** $1,8 \times 10^{21}$ N **(e)** $1,8 \times 10^{21}$ N
(f) $\langle -1,5 \times 10^{21}; 1,0 \times 10^{21}; 0 \rangle$ N
(g) $\langle 1,5 \times 10^{21}; -1,0 \times 10^{21}; 0 \rangle$ N **P21** cerca de 1×10^{-6} N e
cerca de 10 N **P23** $3,2 \times 10^4$ m **P25** mg
P27 (a) $\langle 1,39 \times 10^{-4}; -2,32 \times 10^{-4}; -1,86 \times 10^{-4} \rangle$ N
(b) $\langle 8,4 \times 10^{-4}; -1,40 \times 10^{-3}; -1,12 \times 10^{-3} \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
P29 (a) $\langle 3,04 \times 10^3; 1,496 \times 10^4; 0 \rangle$ m/s **(b)** $\langle 3,004 \times 10^{12};$
 $4,01 \times 10^{12}; 0 \rangle$ m **(c)** Força e velocidade não são constantes, logo um
grande passo de tempo irá gerar resultados imprecisos. **P31 (b)**
cerca de $5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(c)** cerca de 500 m **P33** Para a direita **P35 c**
P37 (a) $\langle -0,9; 0,6; 0 \rangle$ m **(b)** 1,08 m **(c)** $\langle -0,833; 0,556; 0 \rangle$
(d) $2,29 \times 10^{-16}$ N **(e)** $\langle 1,91 \times 10^{-16}; -1,27 \times 10^{-16}; 0 \rangle$ N
(f) $6,17 \times 10^{-8}$ N **(g)** $\langle -5,14 \times 10^{-8}; 3,43 \times 10^{-8}; 0 \rangle$ N
(h) $2,69 \times 10^8$ **(i)** $2,69 \times 10^8$ **P39** $2,3 \times 10^{-8}$ N, $5,4 \times 10^{-51}$ N; irão
se repelir **P41 (a)** $\langle 2,2; -0,4; 2,6 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(b)** $\langle 0; -7,84; 0 \rangle$ N
(c) $\langle 2,2; -1,2; 2,6 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P43** $4,6 \times 10^6$ m, no interior da Terra
P45 (a) $\langle 1,875; 0,5; 0 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(b)** $\langle 5,36; 1,43; 0 \rangle \text{ m/s}$
P47 $\langle -2; 14; 7 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **P49 (a)** $\langle 0; 0,09; -0,18 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
(b) $\langle 0; 0,09; -0,18 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(c)** $\langle 0; 1,5; -3 \rangle \text{ m/s}$ **P51 (a)** $m|\vec{v}|$
(b) $|\vec{F}|$ **(c)** $m|\vec{v}|$ **(d)** $|\vec{v}_{\text{mosquito}}| \approx (M/m)|\vec{v}_{\text{carro}}|$
P53 (a) $\langle 25; 1; 0 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(b)** aproximadamente zero
(c) $\langle 25; 1; 0 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$ **(d)** $\langle 7; -4; 0 \rangle \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
P55 $\langle 3138; -1750; 4200 \rangle \text{ m/s}$ **P57** $\langle 13,4; -1,4; 0 \rangle \text{ m/s}$
P59 $v_{\text{fx}} = [m(v_{1x} - v_{2x}) + Mv]/M$; $v_{\text{fy}} = [m(v_{1y} - v_{2y})]/M$
P61 $-(m/M)\langle v \cos \theta; v \sin \theta; 0 \rangle$
P63 cerca de 1×10^{-13} m/s

Capítulo 4

P21 $1,7 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$ **P23 (a)** $1,06 \times 10^{-25} \text{ kg/átomo}$ **(b)** $2,02 \times 10^8$
átomos **(c)** 0,870 kg **P25** $1,35 \times 10^4$ N/m
P27 450 N/m **P29** 1950 N/m **P31** 27 N/m **P33** 46 N/m
P35 (a) $2,28 \times 10^{-10} \text{ m}^2$ **(b)** $7,2 \times 10^{-5} \text{ m}^2$ **(c)** $3,6 \times 10^{-5} \text{ m}^2$
P37 0,21 mm **P39** $2,0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$
P41 (a) $-F/(m_1 + m_2 + m_3)$ **(b)** $-m_3F/(m_1 + m_2 + m_3)$;
 $-(m_2 + m_3)F/(m_1 + m_2 + m_3)$ **(c)** $\langle -m_3F/(m_1 + m_2 + m_3); 0; 0 \rangle$
P43 3 N **P45** $\langle 10,2; 0; 0 \rangle$ m; $\langle 4,23; 0; 0 \rangle$ m/s **P47** depende de
seus dados **P49** 3Mg
P51 -0,105 m **P53** 1,6 s **P55** 0,4 s **P57 (a)** 0,94 m/s **(b)** 15 m/s^2
P61 (a) $dp/dt = -mg \sin(s/L)$ **(b)** $d^2s/dt^2 + (g/L)s = 0$
(c) $2\pi\sqrt{(L/g)}$ **P63** 2710 m/s
P65 cerca de 1×10^{19} moléculas **P67** 20,4 m; 19,8 m

R-2 Respostas dos problemas ímpares

Capítulo 5

P7 (a) 0 (b) 3 (c) -392 N (d) 392 N (e) $497,4\text{ N}$ (f) $306,2\text{ N}$ (g) $-306,2\text{ N}$ **P9** (a) 0 (b) 0 (c) corda, chão (d) $195,3\text{ N}$ (e) $-195,3\text{ N}$ (f) Terra, chão, corda (g) $163,9\text{ N}$ (h) 294 N (i) 130 N **P11** (a) 6098 N , 3980 N , 7840 N (b) $0,049$; $0,032$; $0,063$ **P13** (a) 1040 N , 1420 N (b) 528 N , 726 N **P15** (a) $2,95\text{ m/s}^2$ (b) $39,3\text{ N}$ **P17** $2,24\text{ m/s}$, tangencial **P19** (a) $(1,8 \times 10^{23}\text{ N})\hat{p}$ (b) $3,13 \times 10^{29}\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ **P21** $\langle -4,97 \times 10^{22}; 1,88 \times 10^{22}; 0 \rangle\text{ N}$, $\langle 6,47 \times 10^{22}; 1,71 \times 10^{23}; 0 \rangle\text{ N}$ **P23** (a) $3,67\text{ m/s}$ (b) tangente à trajetória (c) para dentro, em direção ao centro **P25** (a) d (b) b (c) $8,74 \times 10^{-15}\text{ N}$ **P27** 0; $0,349\text{ m/s}$; $14,0\text{ kg}\cdot\text{m/s}$; $0,977\text{ N}$ **P29** $1,76\text{ m/s}$; $66,3\text{ N}$ **P31** $8,78\text{ N}$ **P33** (a) a (b) 0 (c) 492 N (d) $+x$ (e) $\langle 492; 0; 0 \rangle\text{ N}$ (f) $\langle 296; 369; 0 \rangle\text{ N}$ **P35** $\sqrt{Rg}$ **P37** (a) $871\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ (b) $8,71\text{ N}$ (c) 871 N (d) $\langle 0; 1130; 0 \rangle\text{ N}$ (e) $1,4 \times 10^4\text{ N/m}$ **P39** $6,65 \times 10^{15}\text{ kg}$ **P41** $1,46\text{ m/s}$ **P43** (a) $13,7\text{ m/s}$ (b) a direção muda (c) a mola exerce uma força (d) 300 N (e) $32,8\text{ kg}$ **P45** $\sqrt{4\pi^2 mR/(k_s(R-L))}$ **P47** $3,0 \times 10^4\text{ m/s}$ **P49** (a) $\langle 0; 200; 0 \rangle\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$ (b) $\langle 0; -549; 0 \rangle\text{ N}$ (c) $\langle 0; 749; 0 \rangle\text{ N}$ (d) $\langle 0; -200; 0 \rangle\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$ (e) $\langle 0; -549; 0 \rangle\text{ N}$ (f) $\langle 0; 349; 0 \rangle\text{ N}$ (g) mais pesado (h) mais leve **P51** $2,69\text{ m/s}$; $1,21\text{ s}$ **P53** (a) $4,24 \times 10^7\text{ m}$ (b) $0,48\text{ s}$ (c) 85 min $= 1,4\text{ hr}$ (d) $7,9 \times 10^3\text{ m/s}$ (e) $3250\text{ s} = 0,9\text{ hr}$ **P55** (a) $1,60 \times 10^6\text{ m/s}$ (b) $0,005c$ (c) sim (d) $1,11 \times 10^{37}\text{ kg}$ (e) $5,6$ milhões de massas solares

Capítulo 6

P9 6 **P11** $0,99999985c$; $1,5 \times 10^{-10}\text{ J}$ **P13** (a) $5,76 \times 10^{-10}\text{ J}$ (b) no (c) $1,48 \times 10^{-10}\text{ J}$ (d) C **P15** $81,6\text{ J}$ **P17** 0 **P19** 104 J **P21** 585 J **P23** $\langle 0; -4,9; 0 \rangle\text{ N}$; $4,9\text{ J}$ **P25** $-8,6\text{ J}$ **P27** $2,5 \times 10^{-19}\text{ J}$ **P29** 66 J **P31** $2,58 \times 10^{-9}\text{ J}$; $4,59 \times 10^{-10}\text{ J}$; $2,12 \times 10^{-9}\text{ J}$; $7,28 \times 10^{-9}\text{ J}$; $4,59 \times 10^{-10}\text{ J}$; $6,82 \times 10^{-9}\text{ J}$ **P33** $10,2\text{ m/s}$ **P35** $4,5\text{ m/s}$ **P37** $9,81\text{ m/s}$ **P39** $1 \times 10^{-13}\text{ N}$ **P41** a, b, e, f; $0,99$ **P43** $0,5\text{ MeV}$ **P45** (a) $3,499767 \times 10^{-8}\text{ J}$ (b) $3,499708 \times 10^{-8}\text{ J}$ (c) diminuiu (d) $3,72\text{ MeV}$ **P47** (b) $1,194 \times 10^{-12}\text{ J}$ (c) $2,2 \times 10^{-14}\text{ J}$ (d) $\gamma = 1,002$ **P49** $19,8\text{ m/s}$ **P51** -2200 J **P53** $6,3\text{ m/s}$ **P55** (a) $9,8\text{ J}$ (b) $6,3\text{ m/s}$ **P57** 102 m **P59** (a) 2970 m/s (b) 2835 m/s **P61** $25,5\text{ m/s}$ **P63** $4,26 \times 10^3\text{ m/s}$ **P65** $0,99c$ **P67** $mgR/2$, metade **P69** (a) $mgL(1 - \cos\theta)$ (c) $-mg\sin\theta$ (d) $\sqrt{4gL}$ **P71** (b) $\sqrt{1 - m^2/M^2}c$, alta rapidez (c) $0,99c$ (d) $8,4 \times 10^{-18}\text{ m}$ **P73** (a) $\langle 0; 13; 0 \rangle\text{ m}$ (b) $\langle 0; -784; 0 \rangle\text{ N}$ (c) $-1,02 \times 10^4\text{ J}$ (d) 0 (e) $-1,02 \times 10^4\text{ J}$ (f) 0 (g) $-1,02 \times 10^4\text{ J}$ (h) 0 (i) $-1,02 \times 10^4\text{ J}$ (j) $-1,02 \times 10^4\text{ J}$ (k) all the same **P75** (a) $1,26 \times 10^7\text{ m/s}$ (b) $1,57 \times 10^{-14}\text{ m}$ (c) $6,38 \times 10^{-15}\text{ m}$; lacuna mede somente $3 \times 10^{-15}\text{ m}$ (d) $1,9 \times 10^{13}\text{ J}$

Capítulo 7

P17 $0,5\text{ m/s}$ **P19** (a) Mg/k_s ; $-\frac{1}{2}(Mg)^2/k_s$ (b) $-2Mg/k_s$ (c) $\sqrt{k_s s^2/M - 2g(L-s)}$ **P21** $2,37\text{ m}$ **P23** $0,0746\text{ m}$ **P25** (a) $-0,2\text{ eV}$ (b) $0,2\text{ eV}$ (c) $6a/r^7$ **P27** $80,5^\circ\text{C}$ **P29** -516 J [31] (a) $58,9^\circ\text{C}$ (b) transferência de energia entre sistema e entorno é desprezível; capacidades térmicas independentes da temperatura (c) $1,81 \times 10^4\text{ J}$ **P33** 490 J ; 2040 kg/s **P35** 3 W **P37** (a) 9 J (b) 9 J (c) 3 m/s (d) $0,2\text{ s}$ (e) 0 (f) -9 J (g) 15 m/s (h) 18 m/s (i) 225 J (j) 325 J (k) 99 J (l) $3,3\text{ m}$ (m) 99 J (n) 3 m (o) 90 J (p) -9 J **P39** $31,9\text{ m}$; muito grande **P41** (a) 353 N (b) 696 N **P43** (a) igual à da mão (b) pequena (c) grande (d) reduzida

Capítulo 8

P9 $13,6\text{ eV}$ **P11** 6190 átomos **P13** $1,4\text{ eV}$ **P15** (a) estados excitados de $1,91\text{ eV}$ e $2,48\text{ eV}$ acima do estado fundamental; estados excitados de $0,57\text{ eV}$ e $2,48\text{ eV}$ acima do estado fundamental (b) Bombardear com elétrons cuja energia cinética seja maior que $0,57\text{ eV}$ e menor que $1,91\text{ eV}$, e observar se há uma linha escura. **P17** (a) $0,8\text{ eV}$; $1,9\text{ eV}$; $1,1\text{ eV}$; $3,8\text{ eV}$; $3,0\text{ eV}$; $1,9\text{ eV}$ (note que há duas transições de $1,9\text{ eV}$) (b) $1,9\text{ eV}$; $3,0\text{ eV}$; $3,8\text{ eV}$ **P19** $11, 5, 2, 9, 3$ e 6 eV ; $6, 9$ e 11 eV **P21** (a) 3 eV ; $2,5\text{ eV}$; $1,9\text{ eV}$; $0,5\text{ eV}$; $1,1\text{ eV}$; $0,6\text{ eV}$ (b) $1,9\text{ eV}$; $2,5\text{ eV}$; $3,0\text{ eV}$ **P23** (a) um possível esquema: estado fundamental e $0,3\text{ eV}$, $0,8\text{ eV}$ e $2,8\text{ eV}$ acima do estado fundamental (b) não (c) $0,3\text{ eV}$; $0,8\text{ eV}$; $2,8\text{ eV}$ **P25** (a) $0,023\text{ eV}$ (b) $4,1 \times 10^{-38}\text{ kg}$ (c) $0,023\text{ eV}$; $0,046\text{ eV}$; $0,069\text{ eV}$ **P27** (a) $0,015\text{ eV}$ (b) $1,8\text{ eV}$ (c) 120 (d) $0,03$ and $0,045\text{ eV}$

Capítulo 9

P9 $4,6 \times 10^6\text{ m}$ do centro da Terra **P11** $\langle L/4; L/4; 0 \rangle$ do canto inferior esquerdo; $\langle -3L/4; L/4; 0 \rangle$ do canto inferior direito **P13** $4,7 \times 10^4\text{ J}$ **P15** (a) $\langle 25; 97; 0 \rangle\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ (b) $\langle 3,125; 12,125; 0 \rangle\text{ m/s}$ (c) 809 J (d) $627,125\text{ J}$ (e) $181,875\text{ J}$ (f) $68,203\text{ J}$ e $113,672\text{ J}$, que totalizam $181,875\text{ J}$ **P17** (a) centro de massa move-se com velocidade constante (b) os centros das duas órbitas coincidem com o centro de massa; M_1 deve ser maior que M_2 (c) $7,5 \times 10^{29}\text{ kg}$ e $5 \times 10^{29}\text{ kg}$ **P19** $14,3\text{ J}$ **P21** 395 J **P23** $10,5\text{ rad/s}$ **P25** (a) $2,99 \times 10^4\text{ m/s}$ (b) $2,686 \times 10^{33}\text{ J}$ (c) $7,27 \times 10^{-5}\text{ rad/s}$ (d) $2,60 \times 10^{29}\text{ J}$ (e) $2,69 \times 10^{33}\text{ J}$ **P27** (a) $0,007\text{ J}$ (b) $0,90\text{ m/s}$ (c) $0,207\text{ J}$ (d) 313 rad/s **P29** (a) $6,75\text{ m/s}$ (b) 225 J (c) 65 J **P31** resultados típicos são 1100 N , -350 J e $0,2\text{ s}$ **P33** (a) $\sqrt{gh + v_i^2}$ (b) $((M+m)gh + (M + \frac{1}{2}m)v_i^2)/(M + \frac{1}{2}m))^{\frac{1}{2}}$ **P35** (a) $\sqrt{Fb/M}$ (b) $F(d-b)$ **P37** (a) $(2Fw/M + v_i^2)^{\frac{1}{2}}$ (b) $((2Fd)/(3mr^2) + \omega_i^2)^{\frac{1}{2}}$ **P39** (a) $24,2\text{ J}$ (b) $25,0\text{ J}$ **P41** $\sqrt{2Mg(y-y_0)/I + \omega_i^2}$ **P43** (a) $\sqrt{2Fd/(M+4m)}$ (b) $(Fw/(2mb^2 + \frac{1}{4}MR^2))^{\frac{1}{2}}$ **P45** (a) $\sqrt{2Fd/(M+2m)}$ (b) $Fs - \frac{1}{4}(MR^2 + mL^2)\omega^2$

Capítulo 10

P15 $v_{1,f} = v_{1,i}(m_1 - m_2)/(m_1 + m_2)$; $v_{2,f} = 2m_1v_{1,i}/(m_1 + m_2)$ **P17** (a) $\langle 312; -398; 185 \rangle\text{ m/s}$ (b) $4,3 \times 10^6\text{ J}$ (c) 1 **P19** (a) $\langle 2500; -3500; -1500 \rangle\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ (b) $8,02 \times 10^7\text{ J}$ (c) 0 (d) $6,82 \times 10^7\text{ J}$ (e) $1,20 \times 10^7\text{ J}$ (f) $4,8 \times 10^7\text{ J}$ (g) 0 **P21** (a) carro + caminhão; Princípio do Momento (b) 0 (c) $2,73 \times 10^6\text{ J}$ (d) inelástica **P23** (a) $\langle -1,40 \times 10^{-19}; 0; 0 \rangle\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ (b) $\langle 2,86 \times 10^{-19}; 0; 0 \rangle\text{ kg}\cdot\text{m/s}$ (c) $9,17\text{ MeV}$ (d) $0,78\text{ MeV}$ (e) $2,28 \times 10^{-14}\text{ m}$ **P25** $|\vec{p}_n| = |\vec{p}_\pi|$; $E_n + E_\pi = 1196\text{ MeV}$; $E_n^2 - (p_n c)^2 = (939\text{ MeV})^2$; $E_\pi^2 - (p_\pi c)^2 = (140\text{ MeV})^2$ **P27** (a) $0,5c$ (b) $1,87\text{ m}$ **P29** (a) 3 m/s (b) $4,8 \times 10^{-8}\text{ eV}$; desprezível frente a $10,2\text{ eV}$ **P31** 259 MeV ; $8 \times 10^7\text{ m/s}$ **P33** (respostas para as componentes x) (a) $mv_1/(m+M)$ (b) $Mv_1/(m+M)$; $-mv_1/(m+M)$ (c) Os momentos têm mesma magnitude antes da colisão, e após a colisão eles também têm mesma magnitude, para que o momento total permaneça nulo. Se uma magnitude mudasse, implicaria uma mudança de energia, violando o Princípio da Energia. (d) $-(M-m)v/(M+m)$; $2mv/(M+m)$