

RESPUESTAS A LOS PROBLEMAS IMPARES

CAPITULO 2

- 2.1 (a) $1,6736 \times 10^{-27}$ kg; (b) $26,565 \times 10^{-27}$ kg
2.5 28,8 uma = $4,788 \times 10^{-26}$ kg; $2,70 \times 10^{19}$ moléculas cm^{-3} ;
 $5,4 \times 10^{18}$ moléculas cm^{-3} ; $2,16 \times 10^{19}$ moléculas cm^{-3}
2.7 $0,628\text{g hr}^{-1}$; $4,64 \times 10^{17}$ moléculas $\text{cm}^{-3} \text{s}^{-1}$
2.9 Para un modelo cúbico: $3,34 \times 10^{-9}$ m; $3,10 \times 10^{-10}$ m; $2,28 \times 10^{-10}$ m.
Para un modelo esférico: $2,07 \times 10^{-9}$ m; $1,92 \times 10^{-10}$ m; $1,41 \times 10^{-10}$ m.
2.11 $5,5 \times 10^3$ kg m^{-3} ; $1,4 \times 10^3$ kg m^{-3}
2.13 $6,71 \times 10^8$ mi hr^{-1} ; 7,5 viajes por segundo; $9,46 \times 10^{16}$ m ó $5,88 \times 10^{12}$ mi
2.15 $4,05 \times 10^{16}$ m, 4,3 años luz, $2,72 \times 10^6$ AU
2.17 $37,2^\circ$
2.19 (a) $\sim 26^\circ$, $\sim 45^\circ$, $\sim 30^\circ$; (b) $\sim 10^\circ$, 15° , $9,8^\circ$; (c) $\sim 4^\circ$, $5,4^\circ$, $3,2^\circ$

CAPITULO 3

- 3.1 (a) 15 unidades, 0° ; (b) 13,1 unidades, $35^\circ 27'$; (c) 10,8 unidades, $56^\circ 6'$;
(d) 4,9 unidades, $114^\circ 6'$; (e) 3 unidades, 180°
3.3 13,7 unidades; 20 unidades
3.5 $124^\circ 48'$; 8,67 unidades
3.7 (a) 9,2 unidades, -49° ; (b) 12,8 unidades, $-38^\circ 40'$; (c) 15,6 unidades, $20^\circ 20'$
3.9 3,2 unidades, $58^\circ 30'$
3.17 $R = u_x(6) + u_y(6) + u_z(0)$; $R = 8,48$, $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 45^\circ$, $\gamma = 90^\circ$
3.21 20,3 unidades
3.25 $(x - 4)/-5 = (y - 5)/5 = (z + 7)/5$; $(x - 6)/-5 = y/5 = (z + 8/5)/5$
3.37 (a) Usando los puntos dados en forma cíclica para definir los planos: $S_1 =$
 $= u_x(-2)$, $S_2 = u_x(1) + u_y(1)$, $S_3 = u_x(-1) + u_z(1)$, $S_4 = u_y(-1) + u_z(1)$;
(b) $S = 0$; (c) 6,24
3.39 60° ; $(\sqrt{5}/3)\alpha$

CAPITULO 4

- 4.1 410 lbf, 385 lbf
4.3 (a) 9,16 kgf; (b) 4 kgf
4.5 84,6 N, $75^\circ 45'$
4.7 $\tau_1 = u_x(0) + u_y(7500) + u_z(1500)$ pie-lbf;
 $\tau_2 = u_x(2700) + u_y(-400) + u_z(-800)$ pie-lbf;
 $\tau_3 = u_x(450) + u_y(100) + u_z(-100)$ pie-lbf

A-12 *Respuestas a los problemas impares*

- 4.9 $24\sqrt{5}$ N m; $y = \frac{1}{2}x + 5$
 4.11 Con el origen en A, $\mathbf{R} = \mathbf{u}_x(2,33) + \mathbf{u}_y(3,17)$ N; $\boldsymbol{\tau}_A = \mathbf{u}_z(-1,4)$ N m; $\boldsymbol{\tau}_B = \mathbf{u}_z(-0,47)$ N m; $\boldsymbol{\tau}_C = \mathbf{u}_z(-1,9)$ N m
 4.13 2 m
 4.15 A lo largo de la diagonal mayor, 1,77 pies de la esquina más cercana; 2 lbf
 4.17 25,7 lbf, la línea de acción forma un ángulo de $61^\circ 40'$ con el eje horizontal
 4.19 Cero; pero debido a que el torque resultante con respecto al origen es $\tau = 30$ kgf cm, el sistema se reemplaza por un par de torques 30 kgf cm
 4.21 6600 dinas (6,7 gmf), 77,3 cm
 4.23 $R_A = 1143$ N, $R_B = 1797$ N
 4.25 30 kgf, 50 kgf
 4.27 (a) 60 lbf; (b) 69 lbf
 4.29 73,3 kgf; 156,3 kgf
 4.31 25,9 kgf; 36,7 kgf
 4.33 $W \sec \alpha$; $W \operatorname{tg} \alpha$
 4.35 (a) 70,7 kgf, 50 kgf, 10 kgf; (b) 86,1 kgf, 43 kgf, 15 kgf; (c) 38,9 kgf, 29,8 kgf, 15 kgf
 4.39 4170 N a 196 cm a la derecha de A
 4.41 6690 kgf, 7010 kgf
 4.43 $F_A = 110 - 12,5x$ kgf (x medida desde A); $F_B = 10 + 12,5x$ kgf
 4.45 58,6 kgf; 81,5 kgf
 4.47 $W \cos \alpha$, $W \sin \alpha$; $\operatorname{tg} \phi = \cotg 2\alpha$
 4.49 $F_1 = F_3 = 9,84$ lbf, $F_2 = 37,05$ lbf
 4.51 (a) Desde el centro del cuadrado $x_c = 2,07$ pulg, $y_c = 0$; (b) $x_c = 0,565$ pulg, $y_c = -0,251$ pulg; (c) 5,89 pulg a lo largo del eje de simetría, desde la base
 4.53 $x_c = 1,77$ cm, $y_c = 4,23$ cm
 4.55 $(\sqrt{5}/12)\alpha$ desde la base y sobre la altura

CAPITULO 5

- 5.1 $1,125 \times 10^{14}$ m s⁻²
 5.3 288 km hr⁻¹; 5,33 m s⁻²
 5.5 9,25 m
 5.9 18 s; 180 m
 5.13 (a) 10 m; (b) 0, 2,7 s; (c) 4 m s⁻¹; (d) $16 - 12t_0 - 6 \Delta t$; (e) $16 - 12t$; (f) 16 m s⁻¹; (g) 1,33 s, 10,7 m; (h) -12 m s⁻²; (i) -12 m s⁻²; (j) nunca; (l) el movimiento es retardado hasta $t = 1,33$ s, el movimiento es acelerado a partir de entonces
 5.15 $v = 4t - \frac{1}{3}t^3 - 1$; $x = 2t^2 - t^4/12 - t + \frac{1}{3}$
 5.17 $v = v_0/(1 + Kv_0t)$; $x = x_0 + (1/K) \ln(1 + Kv_0t)$; $v = v_0 e^{-K(x-x_0)}$
 5.19 (a) El movimiento es en la dirección positiva, excepto para $2,2 \text{ s} < t < 2,8 \text{ s}$; (b) el cuerpo es retardado instantáneamente a los 0,8 s y los 2,2 s; es instantáneamente acelerado a los 1,8 s y los 2,8 s; (c) 0,28 s, 2,65 s y 3,0; (d) entre 0,8 s y 1,8 s. Según el gráfico, las velocidades promedio son: (a) $-2,25$ m s⁻¹; (b) 1,25 m s⁻¹; (c) 0
 5.21 1,43 s; 2,65 s; 18,6 m
 5.23 25 pies; 119 pies; 96 pies s⁻¹
 5.27 12,2 s

- 5.29 574 pies
 5.31 (a) 6,2 s; (b) 34,3 s.
 5.33 $2,6 \times 10^{-6}$ rad s⁻¹; 991 m s⁻¹; $2,6 \times 10^{-4}$ m s⁻²
 5.35 $2,4 \times 10^6$ m s⁻¹; $2,4 \times 10^{-10}$ m s⁻³
 5.37 2 rad s⁻²; 125 rad
 5.39 $5,33 \times 10^{10}$ m s⁻²
 5.41 20 pies
 5.43 15,6 min
 5.45 $20t$ rad s⁻¹; 20 rad s⁻²
 5.47 10 s
 5.49 20 m
 5.51 38,4 pies s⁻¹, 48 pies
 5.53 $v = A\omega \cos \omega t$; $a = -A\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x$; $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$
 5.55 (a) $x^{1/2} - y^{1/2} = 1$; (b) la trayectoria es parabólica; (c) $t = 0,5$ s; (d) (16, 9), (9, 16); (e) $a_T = (4t - 2)/\sqrt{2t^2 - 2t + 1}$ pies s⁻² $a_N = 2/\sqrt{2t^2 - 2t + 1}$ pie s⁻²; (f) $a_T = 2$ pies s⁻², $a_N = 2$ pies s⁻²
 5.57 (a) $x^2 + y^2 = 4$; (b) 2ω cm s⁻¹; (c) $a_T = 0$, $a_N = 2$ cm s⁻²
 5.59 $y^2 = 4x$
 5.61 (a) 31,8 km; (b) 27,5 km; (c) 375 m s⁻¹, 11,2 km; (d) 405 m s⁻¹, 25 s, 79 s
 5.63 (a) 204 m s⁻¹; (b) 23,9 s; (c) 700 m; (d) 171 m s⁻¹
 5.65 $(2v_0^2/g) \cos \alpha \sec^2 \alpha \sec^2 \phi \sin (\alpha - \phi)$
 5.67 3°10' y 89°

CAPITULO 6

- 6.1 20 km hr⁻¹; 160 km hr⁻¹
 6.3 3:11 P.M., 318 km; 8:40 P.M., 867 km
 6.5 100 km hr⁻¹, N 53°8' W; 100 km hr⁻¹, N 53°8' E
 6.7 (a) S 41°19' E; (b) 1 hr 34 min
 6.9 El hombre en el bote, 40 min; el hombre caminando, 30 min
 6.11 El hombre de ida y vuelta, 34,64 min; el hombre de arriba a abajo, 40 min
 6.13 (a) Velocidad horizontal constante de 100 pies s⁻¹, aceleración vertical constante g ; (b) como en (a), pero la velocidad horizontal es 800 pies s⁻¹; (c) 29° por encima o por debajo de la horizontal
 6.15 (a) 15 m s⁻¹; (b) 45 m s⁻¹; (c) 36,6 m s⁻¹
 6.17 3,27 cm
 6.19 $6,56 \times 10^{-3}$ m s⁻²
 6.23 Para orígenes no coincidentes $V = v_{00'} + \omega \times r' + V'$,
 $a = a_{00'} + \omega \times (\omega \times r') + a \times r' + 2\omega \times V' + a'$
 6.25 0,866c
 6.27 (a) 1,6 s; (b) $2,3 \times 10^8$ m; (c) 0,96 s
 6.29 (a) $4,588 \times 10^{-6}$ s; (b) 4305 m
 6.31 7,5 años; 6,25 años; 1,25 años
 6.33 3×10^{10} m; 0,84c
 6.35 8,04 hr
 6.43 0,82 m, 59°5', en la dirección del movimiento

- 5.29 574 pies
 5.31 (a) 6,2 s; (b) 34,3 s.
 5.33 $2,6 \times 10^{-6}$ rad s⁻¹; 991 m s⁻¹; $2,6 \times 10^{-4}$ m s⁻²
 5.35 $2,4 \times 10^6$ m s⁻¹; $2,4 \times 10^{-10}$ m s⁻²
 5.37 2 rad s⁻²; 125 rad
 5.39 $5,33 \times 10^{10}$ m s⁻²
 5.41 20 pies
 5.43 15,6 min
 5.45 $20t$ rad s⁻¹; 20 rad s⁻²
 5.47 10 s
 5.49 20 m
 5.51 38,4 pies s⁻¹, 48 pies
 5.53 $v = A\omega \cos \omega t$; $a = -A\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x$; $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$
 5.55 (a) $x^{1/2} - y^{1/2} = 1$; (b) la trayectoria es parabólica; (c) $t = 0,5$ s; (d) (16, 9), (9, 16); (e) $a_T = (4t - 2)/\sqrt{2t^2 - 2t + 1}$ pies s⁻² $a_N = 2/\sqrt{2t^2 - 2t + 1}$ pie s⁻²; (f) $a_T = 2$ pies s⁻², $a_N = 2$ pies s⁻²
 5.57 (a) $x^2 + y^2 = 4$; (b) 2ω cm s⁻¹; (c) $a_T = 0$, $a_N = 2$ cm s⁻²
 5.59 $y^2 = 4x$
 5.61 (a) 31,8 km; (b) 27,5 km; (c) 375 m s⁻¹, 11,2 km; (d) 405 m s⁻¹, 25 s, 79 s
 5.63 (a) 204 m s⁻¹; (b) 23,9 s; (c) 700 m; (d) 171 m s⁻¹
 5.65 $(2v_0^2/g) \cos \alpha \sec^2 \alpha \sec^2 \phi \sin(\alpha - \phi)$
 5.67 3°10' y 89°

CAPITULO 6

- 6.1 20 km hr⁻¹; 160 km hr⁻¹
 6.3 3:11 P.M., 318 km; 8:40 P.M., 867 km
 6.5 100 km hr⁻¹, N 53°8' W; 100 km hr⁻¹, N 53°8' E
 6.7 (a) S 41°19' E; (b) 1 hr 34 min
 6.9 El hombre en el bote, 40 min; el hombre caminando, 30 min
 6.11 El hombre de ida y vuelta, 34,64 min; el hombre de arriba a abajo, 40 min
 6.13 (a) Velocidad horizontal constante de 100 pies s⁻¹, aceleración vertical constante g ; (b) como en (a), pero la velocidad horizontal es 800 pies s⁻¹; (c) 29° por encima o por debajo de la horizontal
 6.15 (a) 15 m s⁻¹; (b) 45 m s⁻¹; (c) 36,6 m s⁻¹
 6.17 3,27 cm
 6.19 $6,56 \times 10^{-3}$ m s⁻²
 6.23 Para orígenes no coincidentes $V = v_{00'} + \omega \times r' + V'$,
 $a = a_{00'} + \omega \times (\omega \times r') + a \times r' + 2\omega \times V' + a'$
 6.25 0,866c
 6.27 (a) 1,6 s; (b) $2,3 \times 10^8$ m; (c) 0,96 s
 6.29 (a) $4,588 \times 10^{-6}$ s; (b) 4305 m
 6.31 7,5 años; 6,25 años; 1,25 años
 6.33 3×10^{10} m; 0,84c
 6.35 8,04 hr
 6.43 0,82 m, 59°5', en la dirección del movimiento

A-14 Respuestas a los problemas impares

CAPITULO 7

- 7.1 (a) $14,4 \text{ m s}^{-1}$, W $0^{\circ}47'$ S; (b) $\mathbf{p} = \mathbf{u}_{\text{oeste}}(19,2) + \mathbf{u}_{\text{norte}}(8) \text{ kg m s}^{-1}$; (c) $\Delta\mathbf{p}_1 = \mathbf{u}_{\text{oeste}}(-24) + \mathbf{u}_{\text{norte}}(8,4) \text{ kg m s}^{-1}$, $\Delta\mathbf{p}_2 = \mathbf{u}_{\text{oeste}}(24) + \mathbf{u}_{\text{norte}}(-8,4) \text{ kg m s}^{-1}$; (d) $\Delta\mathbf{v}_1 = \mathbf{u}_{\text{oeste}}(-7,5) + \mathbf{u}_{\text{norte}}(2,6) \text{ m s}^{-1}$, $\Delta\mathbf{v}_2 = \mathbf{u}_{\text{oeste}}(15) + \mathbf{u}_{\text{norte}}(-5,2) \text{ m s}^{-1}$; (e) $\Delta v_1 = 7,9 \text{ m s}^{-1}$, $\Delta v_2 = 15,9 \text{ m s}^{-1}$
- 7.3 $3,33 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$, $82^{\circ}30'$ con respecto a la dirección original del átomo H
- 7.5 (a) $0,186 \text{ m s}^{-1}$, $27^{\circ}30'$ debajo del eje + X; (b) $\Delta\mathbf{p}_1 = \Delta\mathbf{p}_2 = \mathbf{u}_x(-0,049) + \mathbf{u}_y(0,026) \text{ kg m s}^{-1}$, $\Delta\mathbf{v}_1 = \mathbf{u}_x(-0,0247) + \mathbf{u}_y(0,0128) \text{ m s}^{-1}$, $\Delta\mathbf{v}_2 = \mathbf{u}_x(0,164) + \mathbf{u}_y(-0,0857) \text{ m s}^{-1}$
- 7.7 $m_A = 1 \text{ kg}$, $m_B = 2 \text{ kg}$
- 7.9 (a) bt ; (b) $-p_0 + bt$
- 7.11 9 km s^{-1}
- 7.13 (a) $-0,3 \text{ kg m s}^{-1}$, -3 N ; (b) $-0,45 \text{ kg m s}^{-1}$, $-4,5 \text{ N}$; el momentum del carro no se conserva ya que actúa una fuerza externa.
- 7.15 347 N
- 7.17 $10^3 g \text{ dinas}$
- 7.19 (a) 14° hacia adelante; (b) 20° hacia atrás
- 7.21 $116,3 \text{ kgf}$ (1139 N)
- 7.23 75 kgf (735 N)
- 7.25 (a) 882 N ; (b) 882 N ; (c) 1152 N ; (d) 612 N ; (e) 0 N
- 7.27 $F = -m\omega^2 x$; (a) en la dirección-X negativa; (b) en la dirección-X positiva
- 7.31 (a) Una fuerza de fricción de 3350 N ; (b) una fuerza de fricción de 3150 N
- 7.33 (a) $\Delta\mathbf{p} = \mathbf{u}_N(-9,87 \times 10^3) + \mathbf{u}_E(14,1 \times 10^3) \text{ kg m s}^{-1}$;
(b) $8,6 \times 10^2 \text{ N}$, S 55° E
- 7.35 (a) $a = (F - m_2 g)/(m_1 + m_2)$, $T = m_2(a + g)$; 166 cm s^{-2} , $917 \times 10^4 \text{ dinas}$;
(b) $a = [F + (m_1 - m_2)g]/(m_1 + m_2)$, $T = m_2(a + g)$; 543 cm s^{-2} , $1,22 \times 10^5 \text{ dinas}$
- 7.37 (a) $a = g(m_1 \text{ sen } \alpha - m_2)/(m_1 + m_2)$, $T = m_2(a + g)$; -206 m s^{-2} , $1,39 \times 10^5 \text{ dinas}$; (b) $a = g(m_1 \text{ sen } \alpha - m_2 \text{ sen } \beta)/(m_1 + m_2)$, $T = m_2(a + g \text{ sen } \beta)$;
 -144 cm s^{-2} , $1,50 \times 10^5 \text{ dinas}$
- 7.39 (b) $[m_1(m_2 + m_3) + 4m_2 m_3]g/(m_2 + m_3)$
- 7.43 15 kg , $g/5$
- 7.45 $0,27 \text{ m}$, $1/\sqrt{3}$
- 7.47 $48,9 \text{ lbf T}^{-1}$
- 7.49 (a) $1,6 \text{ kgf}$ ($15,7 \text{ N}$); (b) $0,2g$; (c) con relación al bloque inferior, el superior tendrá una aceleración de $0,1 g$ hacia atrás en el primer caso y hacia adelante en el segundo
- 7.51 $(v_0/g)(1 - \frac{1}{2} \times 10^{-3}) \cong 6,1 \text{ s}$, $(v_0^2/2g)(1 - 2,7 \times 10^{-4}) \cong 183,6 \text{ m}$
- 7.53 $\tau \ln 2 = 8,66 \text{ s}$; $\tau = 1,25 \text{ s}$; 138 m
- 7.55 $8,81 \times 10^{-8} \text{ N}$
- 7.57 (a) $13,9 \text{ N}$; (b) $33,5 \text{ N}$; (c) $23,7 \text{ N}$; (d) $2,42 \text{ m s}^{-1}$
- 7.59 2 pies
- 7.61 (a) $13,6 \text{ pies s}^{-1}$; (b) 247 lbf ; (c) 340 lbf ; (d) $2,06 \text{ rad s}^{-1}$ (777 rev/min)
- 7.63 $125,2 \text{ N}$, $20^{\circ}10'$
- 7.67 (a) $\mathbf{u}_y 15 \text{ kg m s}^{-1}$; (b) $\mathbf{u}_z(105) \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$
- 7.69 La tangente del ángulo de la dirección del movimiento con el eje X es Ft/mv_0 en cualquier momento t ; $FL^2/2mv_0^2$

- 7.71 (a) $u_x(36) + u_y(-144t)$ N; (b) $u_x(432t^2 + 288t) + u_y(108t + 72) + u_x(-288t^3 + 864t^2)$ N m; (c) $u_x(36t - 36) + u_y(-72t^2) + u_z(18)$ kg m s⁻¹, $u_x(144t^3 + 144t^2) + u_y(54t^2 + 72t - 72) + u_z(-72t^4 + 288t^3)$ kg m² s⁻¹;
 7.75 $3,03 \times 10^4$ m s⁻¹; $1,93 \times 10^{-7}$ rad s⁻¹ en el afelio y $2,06 \times 10^{-7}$ rad s⁻¹ en el perihelio
 7.77 $3,37 \times 10^3$ m s⁻¹, 14,8 km

CAPITULO 8

- 8.1 (a) 250 m kg s⁻¹; (b) 25 N
 8.3 2927,75 J, 24,4 W
 8.5 3300 J, 2000 J, 1500 J, — 200 J
 8.7 98 N
 8.9 23,54 W
 8.11 10.258,6 W, $1,03 \times 10^5$ J
 8.13 No hay velocidad máxima si la resistencia del viento permanece constante
 8.15 (a) $2,592 \times 10^4$ erg; (b) $4,392 \times 10^4$ erg; (c) 2.160 erg s⁻¹; (d) $2,592 \times 10^4$ erg
 8.17 7200 J; 19,6 J; 0,8 rad s⁻¹
 8.19 2,84 eV, 5,22 kev
 8.21 $7,61 \times 10^6$ m s⁻¹
 8.23 (a) $u_x(56)$ m kg s⁻¹; (b) 10 s. Los resultados son los mismos en ambos casos.
 8.25 (a) $u_x(4200)$ N s; (b) $u_x(4260)$ m kg s⁻¹; (d) 590.360 J; (e) 591.260 J
 8.27 (a) 50,6 J; (b) 29,4 J; (c) 64 J; (4) 42 J
 8.29 (a) — 45 J; (b) 75 W, 0,1 hp; (c) — 45 J
 8.35 (a) 7,2 J; (b) 470,40 J; (c) 477,60 J; (d) 48,8 m s⁻¹
 8.37 81,2 m s⁻¹; 13,9 m
 8.39 $h = 0,6R$
 8.41 $7,2 \times 10^{-2}$ m
 8.43 $2,45 \times 10^{-2}$ m; (a) 9,8 m s⁻²; (b) 5,8, 0, — 2,2 m s⁻², respectivamente; 0,395, 0,490, 0,477 m s⁻¹, respectivamente; (c) $4,90 \times 10^{-2}$ m
 8.47 1360 J
 8.49 $F = W/200$, $W =$ peso del tren
 8.55 $x = 2$, estable; $x = 0$

CAPITULO 9

- 9.1 $3,417$ m s⁻¹, 215°55'
 9.3 (a) $x = 1,50 + 0,25t^2$ m, $y = 1,87 + 0,19t^2$ m; (b) $P = u_x(8t) + u_y(6t)$ N s
 9.5 $p = \rho v^2 \cos^2 \theta$
 9.7 (a) $v_1 = u_x 10$ m s⁻¹, $v_2 = u_x(-4,00) + u_y(6,96)$ m s⁻¹;
 (b) $v_{CM} = u_x(1,6) + u_y(4,17)$ m s⁻¹;
 (c) $v'_1 = u_x(8,4) + u_y(-4,17)$ m s⁻¹, $v'_2 = u_x(-5,60) + u_y(2,79)$ m s⁻¹;
 (d) $p'_1 = -p'_2 = u_x(16,8) + u_y(-8,34)$ m kg s⁻¹;
 (e) $v_{12} = u_x(14) + u_y(-6,96)$ m s⁻¹; (f) 1,2 kg
 9.9 (a) (— 0,6, 0,4, 1,6) m; (b) $u_x(-8,35) + u_y(-16,8) + u_z(25,15)$ m² kg s⁻¹;
 (d) $u_x(-13,92) + u_y(28) + u_z(-26,96)$ m² kg s⁻¹
 9.11 (a) 4,11 MeV, 0,07 MeV; (b) $9,35 \times 10^{-23}$ m kg s⁻¹;
 (c) $1,41 \times 10^4$ m s⁻¹, $2,41 \times 10^3$ m s⁻¹

A-16 Respuestas a los problemas impares

- 9.15 $x = \sqrt{2[v_0\sqrt{v_0^2 + 2gh} - v_0^2]}/g$ en cada lado
 9.17 (a) $0,54 \text{ m s}^{-1}$, $1,13 \text{ m s}^{-1}$; (b) $-2,64 \text{ kg m s}^{-1}$, $+2,65 \text{ kg m s}^{-1}$
 9.19 (a) $0,866 \text{ m s}^{-1}$, $0,2 \text{ m s}^{-1}$; (b) $\pm 1,333 \text{ kg m s}^{-1}$, $\pm 4,0 \text{ kg m s}^{-1}$
 9.23 (a) $0,46 \text{ m s}^{-1}$, $1,54 \text{ m s}^{-1}$; (b) $1,57 \text{ m s}^{-1}$ y $0,979 \text{ m s}^{-1}$ a $-50^\circ 33'$
 9.25 (c) $e = 1$
 9.27 Cuando se levanta m_1 : (a) $0,022 \text{ m}$, $0,089 \text{ m}$; (b) $0,0142 \text{ m}$, $0,0802 \text{ m}$; (c) $0,022 \text{ m}$.
 Cuando se levanta m_2 : (a) $0,022 \text{ m}$, $0,355 \text{ m}$; (b) $0,025 \text{ m}$, $0,321 \text{ m}$; (c) $0,022 \text{ m}$
 9.29 $v'_1 = -ev_1$, $v'_2 = 0$, $Q = -\frac{1}{2}(1 - e^2)m_1v_1^2$, $h' = e^2h$
 9.33 (a) 8; (b) 52; carbono
 9.35 $\pi/2$
 9.37 Alrededor de 4
 9.39 (a) $48 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$, $14,4 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$; (b) 35 J, 15,6 J
 9.41 $u_x(0,167) + u_y(-0,083) \text{ m s}^{-1}$
 9.49 $6,17 \times 10^{-21} \text{ J}$ ó $3,8 \times 10^{-2} \text{ eV}$; (a) $2,73 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$; (b) $0,482 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$;
 (c) $0,515 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$; He: $1,37 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$; CO_2 : $0,413 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$
 9.51 $12,95 \times 10^3 \text{ J}$
 9.53 $8,31 \times 10^3 \text{ J}$; $21,26 \times 10^3 \text{ J}$
 9.59 45 J o 188,3 cal
 9.61 (a) 10 m s^{-1} , $2,37 \times 10^6 \text{ N m}^{-2}$; (b) $0,3 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$; (c) $2,5 \times 10^2 \text{ J kg}^{-1}$

CAPITULO 10

- 10.1 (a) $1,875 \text{ m}^2 \text{ kg}$, $0,61 \text{ m}$; (b) $0,9375 \text{ m}^2 \text{ kg}$, $0,434 \text{ m}$; (c) $0,625 \text{ m}^2 \text{ kg}$, $0,354 \text{ m}$
 10.3 (a) $0,040 \text{ m}^2 \text{ kg}$, $0,028 \text{ m}$; (b) $0,025 \text{ m}^2 \text{ kg}$, $0,0204 \text{ m}$;
 (c) $0,020 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$, $0,0183 \text{ m}$
 10.5 $6,80 \times 10^{-46} \text{ m}^2 \text{ kg}$
 10.7 Los torques sobre X_0 y Y_0 son semejantes e igualan $1,005 \times 10^{-46} \text{ m}^2 \text{ kg}$;
 sobre Z_0 el torque es $4,434 \times 10^{-47} \text{ m}^2 \text{ kg}$.
 10.9 $1,34 \text{ rad s}^{-2}$
 10.11 325 s; 452 rev
 10.13 (a) $0,436 \text{ rad s}^{-2}$; (b) 21,80 rad; (c) $176,58 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$; (d) 192,49 J
 10.15 $3,34 \times 10^4 \text{ N m}$; $6,31 \times 10^7 \text{ J}$
 10.17 $63,6 \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$, 5997 J; 12,72 N m, 1199,4 W
 10.19 $h = 2,7R$
 10.21 226.551 J
 10.23 (a) $3g \sin a/2L$; (b) $\sqrt{3g \cos a/L}$; (c) $\frac{1}{2}Mg \cos a$ paralelo al radio y $-\frac{1}{2}Mg \cos a$
 perpendicular al radio
 10.25 (a) $a_a = -\frac{1}{3}L \sin a \times (\text{ac. ang.})$, $a_v = \frac{1}{3}L \cos a \times (\text{ac. ang.})$;
 (b) ac. ang. = $-15g \cos a/L(4 + 6 \cos^2 a)$
 10.27 (a) mva ; (b) mv , antes; $mv(1 + ML/2ma)/(1 + ML^2/3ma^2)$ después;
 (d) $-(\frac{1}{2}mv^2)ML^2/(ML^2 + 3ma^2)$
 10.29 (a: $8,702 \text{ rad s}^{-2}$; (b) $4,351 \text{ m s}^{-2}$; (c) 54,49 N
 10.31 $2F(1 - r/R)/3m$
 10.33 $a = [m - m'(r/R)]g/[(\frac{1}{2}M + m + m'(r/R)^2]R$, $a = Ra$, $a' = ra$
 10.35 (a) 120,05 J; (b) 35,32 N en la izquierda y 32,37 en la derecha
 10.37 $7,84 \text{ rad s}^{-1}$
 10.43 (a) $1,40 \times 10^{-2} \times (4\pi)^2 \text{ N m}$; (b) $\pi/2$

CAPITULO 11

- 11.3 $c/\sqrt{2}$; $\sqrt{2}m_0c^2$; $(\sqrt{2} - 1)m_0c^2$
 11.5 (a) $m_0/0,916$; (b) $m_0/0,60$; $\rho_{\text{clase}}/\rho_{\text{rel}} = 0,36$
 11.7 $1,65 \times 10^{-17} \text{ m kg s}^{-1}$; $0,99945c$
 11.9 $c/1386$; $c/37,2$
 11.13 $\Delta E/m_0c^2 = 0,153, 1,141, 0,891, 3,807$
 11.15 $0,115c$; $3,40 \text{ keV}$, $6,28 \text{ MeV}$
 11.19 $5,34 \times 10^{-22} \text{ m kg s}^{-1}$; $4,97 \text{ MeV}/c$; $2 \times 10^3 \text{ MeV}/c$
 11.21 10^{14} m s^{-2} , $0,512 \times 10^{14} \text{ m s}^{-2}$
 11.23 (a) 10^{14} m s^{-2} , $0,512 \times 10^{14} \text{ m s}^{-2}$; (b) $1,25 \times 10^{14} \text{ m s}^{-2}$, $0,8 \times 10^{14} \text{ m s}^{-2}$
 11.25 (a) $0,918c$; (b) $11,876 \times 10^9 \text{ eV}$, $10,898 \times 10^9 \text{ eV}/c$; (d) $1,31 \times 10^9 \text{ eV}$
 11.27 (a) 56 GeV ; (b) 1780 GeV
 11.33 (a) $c^2p_1/(E_1 + m_2c^2)$; (b) $Q = 0$
 11.35 (a) $E_4 = (E'^2 - m_3^2c^4)/2E'$, donde E' está expresada por la ec. (11.47). (b) En el sistema- L la energía depende de la dirección del movimiento de las partículas resultantes.

CAPITULO 12

- 12.1 (a) 2 s ; (b) $0,5 \text{ Hz}$; (c) $0,30 \text{ m}$; (d) $x = 0,3 \text{ sen}(\pi t) \text{ m}$
 12.3 (a) 4 m , $20\pi \text{ s}$, $0,05/\pi \text{ Hz}$, $0,5 \text{ rad}$;
 (b) $v = 0,4 \text{ cos}(0,1t + 0,5) \text{ m s}^{-1}$, $a = -0,04 \text{ sen}(0,1t + 0,5) \text{ m s}^{-2}$;
 (c) $1,85 \text{ m}$, $0,18 \text{ m s}^{-1}$, $-0,02 \text{ m s}^{-2}$; (d) $3,36 \text{ m}$, $0,34 \text{ m s}^{-1}$, $-0,03 \text{ m s}^{-2}$
 12.5 $10^3/\pi \text{ Hz}$, 4 m s^{-1} , $3,2 \text{ m s}^{-1}$; $F = -4 \times 10^3x \text{ N}$, $F = 8 \text{ sen}(2 \times 10^3t + a) \text{ N}$
 12.7 $2 \times 10^2\pi \text{ Hz}$; (a) $2,6 \times 10^2\pi \text{ m s}^{-1}$; (b) $3 \times 10^4\pi^2 \text{ m s}^{-2}$; (c) 30°
 12.9 $2,8\pi \times 10^{-2} \text{ m s}^{-1}$ y $1,4\pi^2 \times 10^{-2} \text{ m s}^{-2}$, ambas hacia el centro
 12.11 $20\pi^2 \text{ m s}^{-2}$, $10\pi^2 \text{ N}$, $\frac{1}{4}\pi^2 \text{ J}$, $\frac{3}{4}\pi^2 \text{ J}$
 12.13 $0,24$
 12.15 $2\pi\sqrt{a/g}$
 12.17 0 , $\frac{1}{2}A^2$, donde A es la amplitud de desplazamiento
 12.19 $3,80 \text{ s}$; $1,90 \text{ s}$
 12.21 $3,6 \text{ min}$; $0,988 \text{ m}$
 12.23 $32^\circ 10'$
 12.25 $5,88y\sqrt{-1 + 2/y} \text{ N}$, $9,8y\sqrt{-1 + 2/y} \text{ m s}^{-2}$, $4,43\sqrt{4 \times 10^{-2} - y} \text{ m s}^{-1}$,
 $\text{arcs}(1 - y)$, donde y es la altura vertical del péndulo en m; $1,68 \text{ N}$, $2,8 \text{ m s}^{-2}$,
 0 m s^{-1} , $16^\circ 15'$; 0 N , 0 m s^{-2} , $0,886 \text{ m s}^{-2}$, $0,886 \text{ m s}^{-1}$, 0° ; $16^\circ 15'$
 12.27 (a) $1,9 \times 10^{-3}$, $8,12 \times 10^{-6}$; (b) $1,68 \times 10^{-2}$, $6,31 \times 10^{-4}$
 12.29 $1,71 \text{ s}$, $\frac{2}{3} \text{ m}$; $1,71 \text{ s}$
 12.31 (a) $4\pi[h^2 + \frac{1}{3}L^2]/g(2h + L)]^{1/2}$; (b) no
 12.33 $3,565 \times 10^{-3} \text{ N m}$ (por rad)
 12.37 $14 \text{ sen } 2t$; $10 \text{ cos } 2t$; $-2 \text{ sen } 2t$
 12.39 $y = \frac{1}{2}x$; $x^2/16 + y^2/9 = 1$; $y = -\frac{3}{4}x$
 12.45 $A = x_0/\text{sen } a$; $a = \text{arctg}[\omega x_0/(v_0 + x_0\gamma)]$; si $v_0 = 0$, $A = x_0\omega_0/\omega$ y
 $a = \text{arctg}(\omega/\gamma)$
 12.47 $\omega = 0$; $A = x_0$, $B = \gamma x_0$
 12.49 $1,44 \text{ s}^{-1}$

A-18 *Respuestas a los problemas impares*

- 12.53 (b) aproximadamente 0,6 de la amplitud original; (c) $1,386\tau$; (d) $(\frac{1}{2})^n A_0$, donde n es un entero y A_0 es la amplitud original
 12.57 $d^2x/dt^2 + \omega_0^2 x = (F_0/m) \cos \omega_f t$
 12.59 (a) $(4/\text{sen } \alpha)\sqrt{2h/g}$; (b) sí, no
 12.61 $\omega \cong \omega_0(\sqrt[3]{3} x_0/2l_0)$; $d^2x/dt^2 + (k/l_0^2)x^3 - (k/2ml_0^4)x^5 = 0$
 12.63 (a) $d^2x/dt^2 = F/m = (4F_0/\pi m) (\text{sen } \omega t + \frac{1}{3} \text{sen } 3\omega t + \dots)$;
 (b) $A = -4F_0/\pi m \pi^2$, $B = A/27$, $C = A/125$
 12.67 (a) No; lejos del punto de equilibrio; no; (b) $F = -kx + ax^2$
 12.69 (a) Sí; no se mueve; sí; (b) $F = -kx + ax^3$
 12.71 x_1 , $\frac{1}{2}(A^2 + B^2)$; 0, $\frac{1}{2}(A^2 + B^2)$

CAPITULO 13

- 13.1 (a) $3,557 \times 10^{22}$ N; (b) $1,985 \times 10^{20}$ N; $1,79 \times 10^2$
 13.3 $3,62 \times 10^{-46}$ N
 13.5 Aprox. 2×10^{-10} m (cf. problema 2.9); $1,49 \times 10^{-42}$ N
 13.7 (a) $2,96 \times 10^5 : 1$; (b) $1,65 \times 10^3 : 1$
 13.9 (a) 17,5 kgf; (b) 140 kgf
 13.11 $3,06 \times 10^4$ N; 18,8 kgf; 110 kg
 13.13 $(1,976 \pm 0,012) \times 10^{30}$ kg
 13.15 32,1 km
 13.17 (a) $7,73 \times 10^8$ m s⁻¹; (b) $3,42 \times 10^3$ s; (c) $8,965$ m s⁻²
 13.19 3,5 días; 2 : 1
 13.21 (c) $r = 6,37 \times 10^6 \cos(1,24 \times 10^{-3}t)$ m;
 $v = 7,90 \times 10^3 \text{sen}(1,24 \times 10^{-3}t)$ m s⁻¹;
 $a = -9,80 \cos(1,24 \times 10^{-3}t)$ m s⁻²
 12.23 (a) $\sqrt{2\gamma m_e/h + R_e}$; (b) no; (c) sí
 13.31 (a) $4,31 \times 10^4$ m s⁻¹; (b) $1,23 \times 10^4$ m s⁻¹
 13.35 $-(4\gamma m^2/a)[3(1 + 1/\sqrt{2}) + 1/\sqrt{3}]$; $-4,74 \times 10^{35}$ J
 13.37 $-1,09 \times 30^{48}$ J, suponiendo una densidad de $1,6 \times 10^{-32}$ kg m⁻³
 13.39 $1,02 \times 10^4$ m s⁻¹
 13.41 (a) $3,45 \times 10^8$ m desde la tierra; (b) casi la velocidad de escape; (c) $2,37 \times 10^3$ m s⁻¹
 13.43 $2,82 \times 10^{14}$ m² kg s⁻¹; $1,25 \times 10^{11}$ J; $-2,50 \times 10^{11}$ J; $-1,25 \times 10^{11}$ J
 13.45 (a) $1,78 \times 10^8$ N m, 4,16 días; (b) 0,112 MW, 7,5 días; (c) 30 revoluciones
 13.47 $2,16 \times 10^{-14}$ rad s⁻¹; $3,70 \times 10^{53}$ m² kg s⁻¹; $-4,0 \times 10^{39}$ J
 13.51 Mercurio: (a) $4,59 \times 10^{10}$ m; (b) $6,98 \times 10^{10}$ m; (c) $-3,74 \times 10^{31}$ J;
 (d) $9,955 \times 10^{38}$ m² kg s⁻¹; (e) $7,60 \times 10^6$ s; (f) $4,35 \times 10^4$ m s⁻¹;
 $6,61 \times 10^4$ m s⁻¹.
 Tierra: (a) $1,47 \times 10^{11}$ m; (b) $1,52 \times 10^{11}$ m; (c) $-2,64 \times 10^{32}$ J;
 (d) $2,718 \times 10^{40}$ m² kg s⁻¹; (e) $3,16 \times 10^7$ s; (f) $2,92 \times 10^4$ m s⁻¹;
 $3,02 \times 10^4$ m s⁻¹.
 Marte: (a) $2,07 \times 10^{12}$ m; (b) $2,49 \times 10^{12}$ m; (c) $-1,85 \times 10^{31}$ J;
 (d) $3,445 \times 10^{39}$ m² kg s⁻¹; (e) $5,94 \times 10^7$ s; (f) $2,19 \times 10^3$ m s⁻¹;
 $2,64 \times 10^3$ m s⁻¹
 13.53 (a) $3,21 \times 10^{13}$ m² kg s⁻¹; (b) $-9,31 \times 10^8$ J; (c) 0,191;
 (d) $6,37 \times 10^6$ m, $2,29 \times 10^6$ m; (e) $1,071 \times 10^7$ m; (f) $1,10 \times 10^4$ s

- 13.55 (a) $8,69 \times 10^6$ m; (b) 0,193; (c) $8,36 \times 10^6/r = 1 + 0,193 \cos \theta$;
 (d) $1,62 \times 10^3$ m s⁻¹, $1,10 \times 10^3$ m s⁻¹; (e) $8,06 \times 10^3$ s; (f) $-2,295 \times 10^9$ J
- 13.57 (a) $m(1,06 \times 10^7)$ J, $m(3,65 \times 10^{15})$ m² kg s⁻¹;
 (b) $1,009 \times 10^{11}/r = 1 + 24,5 \cos \theta$; (c) $5,0 \times 10^{10}$ m
- 13.63 $r = R/(1 + \cos \theta)$; $r = 2R/(1 + \cos \theta)$
- 13.65 $r_2 = \frac{1}{3}r_1$, ó r_1 ; $\frac{2}{3}r_1$, ó r_1 ; $\frac{1}{2}$ ó 0
- 13.67 $9,8$ m s⁻², $6,26 \times 10^7$ m² s⁻²
- 13.69 Para el sol: $5,9 \times 10^{-3}$ m s⁻², $8,79 \times 10^8$ m² s⁻²;
 para la luna: $3,32 \times 10^{-5}$ m s⁻², $1,28 \times 10^4$ m² s⁻²
- 13.71 $-3,01 \times 10^{-12}m/a^2$; $3,0 \times 10^{-11}m/a$
- 13.75 (a) $v^2 = (2\gamma m/R) (1 - 1/\sqrt{1 + h^2/R^2})$; (b) $-h$; (c) sí; cuando el valor de h es pequeño comparado con R ; $2\pi\sqrt{\gamma m/R^3}$.