Answers to Problems

Chapter 1

1. (a) 4.00×10^4 km; (b) 5.10×10^8 km^2; (c) 1.08×10^{12} km^3
2. 0.18 points^2
3. (a) 10^9 μm; (b) 10^{-4}; (c) 9.1×10^5 μm
4. (a) 1.9 picas; (b) 23 points
5. (a) 160 rods; (b) 40 chains
6. (a) 8.33×10^{-2}, 2.08×10^{-2}, 6.94×10^{-3}, 3.47×10^{-3};
(b) 0.250, 8.33×10^{-2}, 4.17×10^{-2}; (c) 0.333, 0.167; (d) 0.500; (e) 14.0 medios; (f) 4.86×10^{-2} cahiz; (g) 3.24×10^4 cm^3
7. 1.1×10^3 acre-feet
8. (a) 60.8 W; (b) 43.3 Z
9. 1.9×10^{22} cm^3
10. 15°
11. (a) 1.43; (b) 0.864
12. 3.1 μm/s
13. (a) 495 s; (b) 141 s; (c) 198 s; (d) –245 s
14. (a) 52.6 min; (b) 4.9%
15. 1.21×10^{12} μs
16. (a) 3.88×10^8 rotations; (b) 1557.806 448 872 75 s; (c) $\pm 3 \times 10^{-11}$ s
17. C, D, A, B, E; the important criterion is the consistency of the daily variation, not its magnitude
18. 2.1 h
19. 5.2×10^6 m
20. (a) 2.69×10^5 cm^3; (b) 0.77 y
21. 9.0×10^{49} atoms
22. (a) 1.430 m^2; (b) 72.84 km
23. (a) 1×10^3 kg; (b) 158 kg/s
24. 0.260 kg
25. 1.9×10^5 kg
26. (a) 2×10^3 m^3, 2×10^4 m^3; (b) 2×10^6 bottles, 2×10^7 bottles; (c) 2×10^6 kg, 2×10^7 kg
27. (a) 1.18×10^{-29} m^3; (b) 0.282 nm
28. 1 kilomole
29. 1.75×10^3 kg
30. (a) 4.21 s; (b) 23.2 g; (c) 2.89×10^{-2} kg/min; (d) -6.05×10^{-3} kg/min
31. 1.43 kg/min
32. (a) 1.0 m^3; (b) 6.0×10^{-4} m^3
33. (a) 293 U.S. bushels; (b) 3.81×10^3 U.S. bushels
34. 403 L
35. (a) 22 pecks; (b) 5.5 Imperial bushels; (c) 200 L

36. (a) 0.900, 7.50×10^{-2}, 1.56×10^{-3}, 8.32×10^{-6}; (b) 1.00, 8.33×10^{-2}, 1.74×10^{-3}, 9.24×10^{-6}; (c) 12.0, 1.00, 2.08×10^{-2}, 1.11×10^{-4}; (d) 576, 48, 1.00, 5.32×10^{-3}; (e) 1.08×10^{5}, 9.02×10^{3}, 188, 1.00; (f) 1.96 m^3
37. 8×10^{2} km
38. (a) 14.5 roods; (b) 1.47×10^{4} m^2
39. (a) 18.8 gallons; (b) 22.5 gallons
40. 6.0×10^{26} atoms
41. 0.3 cord
42. (a) 3.0×10^{-26} kg; (b) 5×10^{46} molecules
43. 3.8 mg/s
44. 1.3×10^{9} kg
45. (a) yes; (b) 8.6 universe seconds
46. 0.020 km^3
47. 0.12 AU/min
48. 10 u
49. (a) 3.88; (b) 7.65; (c) 156 ken^3; (d) 1.19×10^{3} m^3
50. 5.95 km
51. (a) 3.9 m, 4.8 m; (b) 3.9×10^{3} mm, 4.8×10^{3} mm; (c) 2.2 m^3, 4.2 m^3
52. $\approx 1 \times 10^{36}$
53. (a) 4.9×10^{-6} pc; (b) 1.6×10^{-5} ly
54. (a) 11.3 m^2/L; (b) 1.13×10^{4} m^{-1}; (c) 2.17×10^{-3} gal/ft^2; (d) number of gallons to cover a square foot

Chapter 2

1. 13 m
2. (a) 1.74 m/s; (b) 2.14 m/s
3. (a) +40 km/h; (b) 40 km/h
4. 48 km/h
5. (a) 0; (b) –2 m; (c) 0; (d) 12 m; (e) +12 m; (f) +7 m/s
6. 5.554 s
7. 60 km
8. (a) 0.50 m/s; (b) 10 s
9. 1.4 m
10. (a) method 1; (b) 5.76×10^{-4}
11. 128 km/h
12. (a) 48.0 m; (b) 2.5 m/s; (c) downstream
13. (a) 73 km/h; (b) 68 km/h; (c) 70 km/h; (d) 0
14. 5.9 m
15. (a) –6 m/s; (b) -*x* direction; (c) 6 m/s; (d) decreasing; (e) 2 s; (f) no
16. (a) 0; (b) 4.0 m; (c) -0.82 s; (d) 0.82 s; (f) +20*t*; (g) increase
17. (a) 28.5 cm/s; (b) 18.0 cm/s; (c) 40.5 cm/s; (d) 28.1 cm/s; (e) 30.3 cm/s
18. (a) 54 m; (b) 18 m/s; (c) -12 m/s^2; (d) 64 m; (e) 4.0 s; (f) 24 m/s; (g) 2.0 s; (h) –24 m/s^2; (i) 18 m/s
19. -20 m/s^2
20. (a) 1.2 s; (b) 0; (c) positive; (d) negative

21. (a) 1.10 m/s; (b) 6.11 mm/s^2; (c) 1.47 m/s; (d) 6.11 mm/s^2
22. (a) m/s^2; (b) m/s^3; (c) 1.0 s; (d) 82 m; (e) –80 m; (f) 0; (g) –12 m/s; (h) –36 m/s; (i) -72 m/s; (j) –6 m/s^2; (k) –18 m/s^2; (l) –30 m/s^2; (m) -42 m/s^2
23. 1.62×10^{15} m/s^2
24. (a) $(2.6 \times 10^4)g$; (b) $(1.3 \times 10^2)g$
25. (a) 30 s; (b) 300 m
26. (a) 0.100 m
27. (a) +1.6 m/s; (b) +18 m/s
28. (a) 5.00 s; (b) 61.5 m
29. (a) 10.6 m; (b) 41.5 s
30. (a) 2.5 s
31. (a) 3.1×10^6 s; (b) 4.6×10^{13} m
32. $21g$
33. (a) 3.56 m/s^2; (b) 8.43 m/s
34. (a) -50 km/h; (b) –2.0 m/s^2
35. 0.90 m/s^2
36. (a) 56.6 s; (b) 31.8 m/s
37. (a) 4.0 m/s^2; (b) $+x$
38. (a) 32.9 m/s; (b) 49.1 s; (c) 11.7 m/s
39. (a) –2.5 m/s^2; (b) 1; (d) 0; (e) 2
40. (a) either; (b) neither
41. 40 m
42. (a) 15.0 m; (b) 94 km/h
43. (a) 0.994 m/s^2
44. (a) 3.70 m/s; (b) 1.74 m/s; (c) 0.154 m
45. (a) 31 m/s; (b) 6.4 s
46. (a) 183 m/s; (b) no
47. (a) 29.4 m; (b) 2.45 s
48. (a) 1.54 s; (b) 27.1 m/s
49. (a) 5.4 s; (b) 41 m/s
50. 9.6 m/s
51. (a) 20 m; (b) 59 m
52. (a) 0.45 s; (b) 38 m/s; (c) 42 m/s
53. 4.0 m/s
54. (a) 12.3 m/s
55. (a) 857 m/s^2; (b) up
56. 3.0 m/s
57. (a) 1.26×10^3 m/s^2; (b) up
58. (a) 3.41 s; (b) 57 m
59. (a) 89 cm; (b) 22 cm
60. 26 m
61. 20.4 m
62. (a) 350 ms; (b) 82 ms
63. 2.34 m
64. (a) 8.0 m/s^2; (b) 20 m/s
65. (a) 2.25 m/s; (b) 3.90 m/s

66. (a) 0.13 m; (b) 0.50 m
67. 0.56 m/s
68. 5.0 m/s
69. 100 m
70. 15.6 m/s
71. (a) 2.00 s; (b) 12 cm; (c) -9.00 cm/s^2; (d) right; (e) left; (f) 3.46 s
72. (a) 15.7 m/s; (b) 12.5 m; (c) 82.3 m
73. (a) 82 m; (b) 19 m/s
74. 1.3 s
75. (a) 0.74 s; (b) 6.2 m/s^2
76. (a) D_{23}/v_p; (b) $t_r + v_p/2a + (D_{12} - d)/v_p$
77. (a) 3.1 m/s^2; (b) 45 m; (c) 13 s
78. yes, 0, 10 m/s
79. 17 m/s
80. (a) 5.0 m/s^2; (b) 4.0 s; (c) 6.0 s; (d) 90 m
81. +47 m/s
82. 39 m/s
83. (a) 1.23 cm; (b) 4 times; (c) 9 times; (d) 16 times; (e) 25 times
84. (a) 25g; (b) 400 m
85. 25 km/h
86. (a) 18 m/s; (b) 83 m
87. 1.2 h
88. (a) 5.00 m/s; (b) 1.67 m/s^2; (c) 7.50 m
89. 4H
90. (a) 15 m; (b) 2.0 m/s; (c) –2.0 m/s^2; (d) 3.5 m/s; (e) 0
91. (a) 3.2 s; (b) 1.3 s
92. (a) 60.6 s; (b) 36.3 m/s
93. (a) 8.85 m/s; (b) 1.00 m
94. 34 m
95. (a) 2.0 m/s^2; (b) 12 m/s; (c) 45 m
96. (a) 38.1 m; (b) 9.02 m/s; (c) down; (d) 14.5 m/s; (e) up
97. (a) 48.5 m/s; (b) 4.95 s; (c) 34.3 m/s; (d) 3.50 s
98. 1.5 s
99. 22.0 m/s
100. (a) 17 s; (b) 290 m
101. a) $v = (v_0^2 + 2gh)^{0.5}$; (b) $t = [(v_0^2 + 2gh)^{0.5} - v_0]/g$; (c) same as (a); (d) $t = [(v_0^2 + 2gh)^{0.5} + v_0]/g$, greater
102. 8.4 m

Chapter 3

1. (a) –2.5 m; (b) -6.9 m
2. (a) 13 m; (b) 7.5 m
3. (a) 47.2 m; (b) 122°
4. (a) 0.349 rad; (b) 0.873 rad; (c) 1.75 rad; (d) 18.9°; (e) 120°; (f) 441°
5. (a) 156 km; (b) 39.8° west of due north

6. (a) 4.28 m; (b) 11.7 m
7. (a) 6.42 m; (b) no; (c) yes; (d) yes; (e) a possible answer: $(4.30\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (3.70\text{ m})\hat{\mathbf{j}} + (3.00\text{ m})\hat{\mathbf{k}}$; (f) 7.96 m
8. (b) 3.2 km; (c) 41° south of due west
9. (a) $(3.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (2.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}} + (5.0\text{ m})\hat{\mathbf{k}}$; (b) $(5.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (4.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}} - (3.0\text{ m})\hat{\mathbf{k}}$; (c) $(-5.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (4.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}} + (3.0\text{ m})\hat{\mathbf{k}}$
10. (a) 12 m; (b) –5.8 m; (c) –2.8 m
11. (a) $(-9.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (10\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) 13 m; (c) 132°
12. (a) 81 km; (b) 40° north of due east
13. 4.74 km
14. (a) –80 m; (b) 110 m; (c) 143 m; (d) 168°
15. (a) 1.59 m; (b) 12.1 m; (c) 12.2 m; (d) 82.5°
16. (a) $(8.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (2.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) 8.2 m; (c) 14°; (d) $(2.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (6.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (e) 6.3 m; (f) –72°
17. (a) 38 m; (b) –37.5°; (c) 130 m; (d) 1.2°; (e) 62 m; (f) 130°
18. (a) 26.6 m; (b) –151°
19. 5.39 m at 21.8º left of forward
20. (a) 5.0 km; (b) 4.3º south of due west
21. (a) –70.0 cm; (b) 80.0 cm; (c) 141 cm; (d) –172°
22. (a) $(1.28\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (6.60\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) 6.72 m; (c) 79.0°; (d) 1.38 rad
23. 3.2
24. 2.2 m
25. 2.6 km
26. (a) $(-3.18\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (4.72\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) 5.69 m; (c) +124°
27. (a) $8\hat{\mathbf{i}} + 16\hat{\mathbf{j}}$; (b) $2\hat{\mathbf{i}} + 4\hat{\mathbf{j}}$
28. (a) 0.84 m; (b) 79° south of due east
29. (a) 7.5 cm; (b) 90º; (c) 8.6 cm; (d) 48º
30. (a) 5.0 m; (b) –37°; (c) 10 m; (d) 53°; (e) 11 m; (f) 27°; (g) 11 m; (h) 80°; (i) 11 m; (j) 260°; (k) 180°
31. (a) $a\hat{\mathbf{i}} + a\hat{\mathbf{j}} + a\hat{\mathbf{k}}$; (b) $-a\hat{\mathbf{i}} + a\hat{\mathbf{j}} + a\hat{\mathbf{k}}$; (c) $a\hat{\mathbf{i}} - a\hat{\mathbf{j}} + a\hat{\mathbf{k}}$; (d) $-a\hat{\mathbf{i}} - a\hat{\mathbf{j}} + a\hat{\mathbf{k}}$; (e) 54.7°; (f) $3^{0.5}a$
32. (a) 9.51 m; (b) 14.1 m; (c) 13.4 m; (d) 10.5 m
33. (a) 12; (b) $+z$; (c) 12; (d) $-z$; (e) 12; (f) $+z$
34. (a) $2.0\hat{\mathbf{k}}$; (b) 26; (c) 46; (d) 5.8
35. (a) –18.8 units; (b) 26.9 units, $+z$ direction
36. 0
37. (a) –21; (b) –9; (c) $5\hat{\mathbf{i}} - 11\hat{\mathbf{j}} - 9\hat{\mathbf{k}}$
38. 540
39. 70.5°
40. (a) 2.81 m^2; (b) $(1.43\text{ m}^2)\hat{\mathbf{i}} + (4.86\text{ m}^2)\hat{\mathbf{j}} - (2.48\text{ m}^2)\hat{\mathbf{k}}$; (c) 63.5°
41. 22°
42. (a) $31\hat{\mathbf{k}}$; (b) 8.0; (c) 33; (d) 1.6
43. (a) 3.00 m; (b) 0; (c) 3.46 m; (d) 2.00 m; (e) –5.00 m; (f) 8.66 m; (g) –6.67; (h) 4.33
44. $-3.0\hat{\mathbf{i}} - 3.0\hat{\mathbf{j}} - 4.0\hat{\mathbf{k}}$
45. (a) –83.4; (b) $(1.14 \times 10^3)\hat{\mathbf{k}}$; (c) 1.14×10^3, θ not defined, $\phi = 0°$; (d) 90.0°; (e) $-5.14\hat{\mathbf{i}} + 6.13\hat{\mathbf{j}} + 3.00\hat{\mathbf{k}}$; (f) 8.54, $\theta = 130°$, $\phi = 69.4°$
46. (a) 4.2 m; (b) 50° north of due east; (c) 8.0 m; (d) 24° north of due west

47. (a) 140°; (b) 90.0°; (c) 99.1°
48. (a) 57°; (b) 2.2 m; (c) –4.5 m; (d) –2.2 m; (e) 4.5 m
49. (a) 103 km; (b) 60.9° north of due west
50. (a) +x direction; (b) +y direction; (c) 0; (d) 0; (e) +z direction; (f) –z direction; (g) d_1d_2; (h) d_1d_2; (i) $d_1d_2/4$; (j) +z direction
51. (a) 27.8 m; (b) 13.4 m
52. (a) $(9.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (6.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}} - (7.0\text{ m})\hat{\mathbf{k}}$; (b) 123°; (c) –3.2 m; (d) 8.2 m
53. (a) 30; (b) 52
54. (a) 0; (b) –16; (c) –9
55. (a) –2.83 m; (b) –2.83 m; (c) 5.00 m; (d) 0; (e) 3.00 m; (f) 5.20 m; (g) 5.17 m; (h) 2.37 m; (i) 5.69 m; (j) 25° north of due east; (k) 5.69 m; (l) 25° south of due west
56. (a) $(10.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (1.63\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) 10.2 m; (c) 9.24°
57. 4.1
58. (a) 10 m; (b) north; (c) 7.5 m; (d) south
59. (a) $(9.19\text{ m})\hat{\mathbf{i}}' + (7.71\text{ m})\hat{\mathbf{j}}'$; (b) $(14.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}}' + (3.41\text{ m})\hat{\mathbf{j}}'$
60. (a) $9\hat{\mathbf{i}} + 12\hat{\mathbf{j}}$; (b) $3\hat{\mathbf{i}} + 4\hat{\mathbf{j}}$
61. (a) $11\hat{\mathbf{i}} + 5.0\hat{\mathbf{j}} - 7.0\hat{\mathbf{k}}$; (b) 120°; (c) –4.9; (d) 7.3
62. (a) 1.8 m; (b) 69° north of due east
63. (a) 3.0 m^2; (b) 52 m^3; (c) $(11\text{ m}^2)\hat{\mathbf{i}} + (9.0\text{ m}^2)\hat{\mathbf{j}} + (3.0\text{ m}^2)\hat{\mathbf{k}}$
64. (a) parallel; (b) antiparallel; (c) perpendicular
65. (a) $(-40\hat{\mathbf{i}} - 20\hat{\mathbf{j}} + 25\hat{\mathbf{k}})$ m; (b) 45 m

Chapter 4

1. (a) 6.2 m
2. (a) $(-5.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (8.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) 9.4 m; (c) 122°; (e) $(8.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (8.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (f) 11 m; (g) –45°
3. $(-2.0\text{ m})\hat{\mathbf{i}} + (6.0\text{ m})\hat{\mathbf{j}} - (10\text{ m})\hat{\mathbf{k}}$
4. (a) 14 cm; (b) –135°; (c) 20 cm; (d) 90°; (e) 0; (f) 0
5. (a) 7.59 km/h; (b) 22.5° east of due north
6. (a) $(3.00\text{ m/s})\hat{\mathbf{i}} - (8.00\text{ m/s}^2)t\hat{\mathbf{j}}$; (b) $(3.00\text{ m/s})\hat{\mathbf{i}} - (16.0\text{ m/s})\hat{\mathbf{j}}$; (c) 16.3 m/s; (d) –79.4°
7. $(-0.70\text{ m/s})\hat{\mathbf{i}} + (1.4\text{ m/s})\hat{\mathbf{j}} - (0.40\text{ m/s})\hat{\mathbf{k}}$
8. (a) 1.08×10^3 km; (b) 26.6° east of due south; (c) 480 km/h; (d) 26.6° east of due south; (e) 644 km/h
9. (a) 0.83 cm/s; (b) 0°; (c) 0.11 m/s; (d) -63°
10. (a) 3.50 m/s; (b) –0.125 m/s
11. (a) $(6.00\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (106\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$; (b) $(19.0\text{ m/s})\hat{\mathbf{i}} - (224\text{ m/s})\hat{\mathbf{j}}$; (c) $(24.0\text{ m/s}^2)\hat{\mathbf{i}} - (336\text{ m/s}^2)\hat{\mathbf{j}}$; (d) –85.2°
12. (a) 56.6 m; (b) 45° north of due west (NW); (c) 1.89 m/s; (d) 45° north of due west (NW); (e) 0.471 m/s^2; (f) 45° north of due east (NE)
13. (a) $(8\text{ m/s}^2)t\hat{\mathbf{j}} + (1\text{ m/s})\hat{\mathbf{k}}$; (b) $(8\text{ m/s}^2)\hat{\mathbf{j}}$
14. (a) $(-1.5\text{ m/s}^2)\hat{\mathbf{i}} + (0.50\text{ m/s}^2)\hat{\mathbf{k}}$; (b) 1.6 m/s^2; (c) 162°
15. (a) $(-1.50\text{ m/s})\hat{\mathbf{j}}$; (b) $(4.50\text{ m})\hat{\mathbf{i}} - (2.25\text{ m})\hat{\mathbf{j}}$
16. (a) $(-18\text{ m/s}^2)\hat{\mathbf{i}}$; (b) 0.75 s; (c) never; (d) 2.2 s
17. $(32\text{ m/s})\hat{\mathbf{i}}$
18. (a) 15.8 m/s; (b) 42.6°

19. (a) $(72.0\ \text{m})\hat{i} + (90.7\ \text{m})\hat{j}$; (b) 49.5°
20. 60°
21. (a) 18 cm; (b) 1.9 m
22. (a) 0.495 s; (b) 3.07 m/s
23. (a) 3.03 s; (b) 758 m; (c) 29.7 m/s
24. 25.9 cm
25. 43.1 m/s (155 km/h)
26. (a) 16.9 m; (b) 8.21 m; (c) 27.6 m; (d) 7.26 m; (e) 40.2 m; (f) 0
27. (a) 10.0 s; (b) 897 m
28. (a) 51.8 m; (b) 27.4 m/s; (c) 67.5 m
29. 78.5°
30. 5.8 m/s
31. 3.35 m
32. (a) 12.0 m; (b) 19.2 m/s; (c) 4.80 m/s; (d) no
33. (a) 202 m/s; (b) 806 m; (c) 161 m/s; (d) –171 m/s
34. (a) 21.4 m/s; (b) 24.9 m/s; (c) 16.3%
35. 4.84 cm
36. (a) yes; (b) 20 cm; (c) no; (d) 86 cm
37. (a) 1.60 m; (b) 6.86 m; (c) 2.86 m
38. (a) 95 m; (b) 31 m
39. (a) 32.3 m; (b) 21.9 m/s; (c) 40.4°; (d) below
40. (a) 24.95 m; (b) 25.02 m
41. 56.4º
42. (a) 5.3 m; (b) 7.9 m; (c) 69 m
43. (a) 11 m; (b) 23 m; (c) 17 m/s; (d) 63°
44. (a) 0.205 s; (b) 0.205 s; (c) 20.5 cm; (d) 61.5 cm
45. (a) ramp; (b) 5.82 m; (c) 31.0°
46. 70.7%
47. (a) yes; (b) 2.56 m
48. (a) 33.7 m; (b) 26.0 m/s; (c) 71.1°
49. (a) 31°; (b) 63°
50. (a) 20 m/s; (b) 36 m/s; (c) 74 m
51. (a) 2.3°; (b) 1.4 m; (c) 18°
52. 14°
53. (a) 75.0 m; (b) 31.9 m/s; (c) 66.9°; (d) 25.5 m
54. 42 m/s
55. the third
56. (a) 7.49 km/s; (b) 8.00 m/s^2
57. (a) 7.32 m; (b) west; (c) north
58. (a) 0.94 m; (b) 19 m/s; (c) 2.4 km/s^2; (d) 50 ms
59. (a) 12 s; (b) 4.1 m/s^2; (c) down; (d) 4.1 m/s^2; (e) up
60. (a) 0; (b) 0
61. (a) 1.3×10^5 m/s; (b) $7.9 \times 10^5\ \text{m/s}^2$; (c) increase
62. 4.0 m/s^2
63. 2.92 m
64. (a) 4.00 m; (b) 6.00 m

65. $(3.00\ \text{m/s}^2)\hat{i} + (6.00\ \text{m/s}^2)\hat{j}$
66. (a) 8.82 m; (b) 6.00 m
67. $160\ \text{m/s}^2$
68. (a) $5.24\ \text{m/s}^2$; (b) $3.33\ \text{m/s}^2$
69. (a) $13\ \text{m/s}^2$; (b) eastward; (c) $13\ \text{m/s}^2$; (d) eastward
70. (a) 5 km/h; (b) $+x$; (c) 1 km/h; (d) $-x$
71. 1.67
72. 130°
73. (a) $(80\ \text{km/h})\hat{i} - (60\ \text{km/h})\hat{j}$; (b) 0°; (c) answers do not change
74. 240 km/h
75. 32 m/s
76. (a) 185 km/h; (b) 22° south of due west
77. 60°
78. (a) 24.8 m/s; (b) 83.8° north of due east; (c) $0.40\ \text{m/s}^2$; (d) 60.0° north of due east
79. (a) 38 knots; (b) 1.5° east of due north; (c) 4.2 h; (d) 1.5° west of due south
80. (a) 7.2 m/s; (b) 16° west of due north; (c) 29 s (not 28 s)
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) 2×10^2 m
82. (a) 37° west of due north; (b) 62.6 s
83. (a) –30°; (b) 69 min; (c) 80 min; (d) 80 min; (e) 0°; (f) 60 min
84. (a) 10 m/s; (b) 19.6 m/s; (c) 40 m; (d) 40 m
85. (a) 2.7 km; (b) 76° clockwise
86. (a) 1030 m; (b) west
87. (a) 44 m; (b) 13 m; (c) 8.9 m
88. 143 km/h
89. (a) 45 m; (b) 22 m/s
90. 23 ft/s
91. (a) 2.6×10^2 m/s; (b) 45 s; (c) increase
92. (a) 19 m/s; (b) 35 rev/min; (c) 1.7 s
93. (a) 63 km; (b) 18° south of due east; (c) 0.70 km/h; (d) 18° south of due east; (e) 1.6 km/h; (f) 1.2 km/h; (g) 33° north of due east
94. (a) A: 10.1 km, 0.556 km;
    B: 12.1 km, 1.51 km;
    C: 14.3 km, 2.68 km;
    D: 16.4 km, 3.99 km;
    E: 18.5 km, 5.53 km;
(b) the rocks form a curtain that curves upward and away from you
95. (a) 1.5; (b) (36 m, 54 m)
96. (a) 20.3 m/s; (b) 21.7 m/s
97. (a) 62 ms; (b) 4.8×10^2 m/s
98. $(-2.69\ \text{m/s})\hat{i} + (-1.80\ \text{m/s})\hat{j}$
99. 2.64 m
100. $(-2.1\ \text{m/s}^2)\hat{i} + (2.8\ \text{m/s}^2)\hat{j}$
101. (a) 2.5 m; (b) 0.82 m; (c) $9.8\ \text{m/s}^2$; (d) $9.8\ \text{m/s}^2$
102. (a) 6.7×10^6 m/s; (b) 1.4×10^{-7} s

103. (a) 6.79 km/h; (b) 6.96°
104. 7.0 m/s
105. (a) 16 m/s; (b) 23°; (c) above; (d) 27 m/s; (e) 57°; (f) below
106. (a) $(-7.0\text{ m})\hat{i} + (12\text{ m})\hat{j}$; (b) *xy* plane
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/s^2, 180°; (i) 0.30 m/s^2, 270°
108. (a) 7.3 km; (b) 80 km/h
109. (a) 5.4×10^{-13} m; (b) decrease
110. 36 s, no
111. (a) 0.034 m/s^2; (b) 84 min
112. longer by about 1 cm
113. (a) 8.43 m; (b) –129°
114. (a) 0, 0; 2.0 m, 1.4 m; 4.0 m, 2.0 m; 6.0 m, 1.4 m; 8.0 m, 0; (b) 2.0 m/s, 1.1 m/s; 2.0 m/s, 0; 2.0 m/s, -1.1 m/s; (c) 0, -0.87 m/s^2; 0, -1.2 m/s^2; 0, -0.87 m/s^2
115. (a) 2.00 ns; (b) 2.00 mm; (c) 1.00×10^7 m/s; (d) 2.00×10^6 m/s
116. (a) 76 m; (b) 4.2 s
117. (a) 24 m/s; (b) 65
118. 48 s
119. 93° from the car's direction of motion

Chapter 5

1. 2.9 m/s^2
2. (a) 0; (b) $(4.0\text{ m/s}^2)\hat{j}$; (c) $(3.0\text{ m/s}^2)\hat{i}$
3. (a) 1.88 N; (b) 0.684 N; (c) $(1.88\text{ N})\hat{i} + (0.684\text{ N})\hat{j}$
4. $(-2\text{ N})\hat{i} + (6\text{ N})\hat{j}$
5. (a) $(0.86\text{ m/s}^2)\hat{i} - (0.16\text{ m/s}^2)\hat{j}$; (b) 0.88 m/s^2; (c) –11°
6. 241 N
7. (a) $(-32.0\text{ N})\hat{i} - (20.8\text{ N})\hat{j}$; (b) 38.2 N; (c) -147°
8. $(-34\hat{i} - 12\hat{j})$ N
9. (a) 8.37 N; (b) -133°; (c) -125°
10. $(-7.98\text{ N})\hat{i}$
11. 9.0 m/s^2
12. 56°
13. (a) 4.0 kg; (b) 1.0 kg; (c) 4.0 kg; (d) 1.0 kg
14. (a) 2.0 N; (b) down
15. (a) 108 N; (b) 108 N; (c) 108 N
16. (a) 0.26; (b) decrease
17. (a) 42 N; (b) 72 N; (c) 4.9 m/s^2
18. 0.22 m/s
19. 1.2×10^5 N
20. 6.8×10^3 N
21. (a) $-9.80\hat{j}$ m/s^2; (b) $2.35\hat{j}$ m/s^2; (c) 1.37 s; (d) $(-5.56 \times 10^{-3}\text{ N})\hat{j}$; (e) $(1.333 \times 10^{-3}\text{ N})\hat{j}$
22. (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°; (e) 3.67 m/s^2; (f) –22.0°

23. (a) 11.7 N; (b) –59.0°
24. (a) 0; (b) (20 N)$\hat{i}$; (c) (-20 N)$\hat{i}$; (d) (-40 N)$\hat{i}$; (e) (-60 N)$\hat{i}$
25. (a) 0.022 m/s^2; (b) 8.3×10^4 km; (c) 1.9×10^3 m/s
26. 3.1×10^2 N
27. 1.5 mm
28. (a) 5.5 kN; (b) 2.7 s; (c) 4.0; (d) 2.0
29. (a) 494 N; (b) up; (c) 494 N; (d) down
30. 2.1×10^2 N
31. (a) 1.18 m; (b) 0.674 s; (c) 3.50 m/s
32. (a) (1.70 N)$\hat{i}$ + (3.06 N)$\hat{j}$; (b) (1.70 N)$\hat{i}$ + (3.06 N)$\hat{j}$; (c) (2.02 N)$\hat{i}$ + (2.71 N)$\hat{j}$
33. 1.8×10^4 N
34. (a) 566 N; (b) 1.13 kN
35. (a) 46.7°; (b) 28.0°
36. (a) 68 N;(b) 73 N
37. (a) 0.62 m/s^2; (b) 0.13 m/s^2;(c) 2.6 m
38. (a) +68 N; (b) +28 N; (c) -12 N
39. (a) 2.2×10^{-3} N;(b) 3.7×10^{-3} N
40. 47.4 N
41. (a) 1.4 m/s^2;(b) 4.1 m/s
42. (a) 6.8 kN;(b) 201°
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
44. (a) 7.3 kg;(b) 89 N
45. (a) 31.3 kN;(b) 24.3 kN
46. 16.0 kN
47. 6.4×10^3 N
48. 176 N
49. (a) 2.18 m/s^2;(b) 116 N;(c) 21.0 m/s^2
50. (a) 36.8 N;(b) 19.1 cm
51. (a) 3.6 m/s^2;(b) 17 N
52. 5.1 m/s
53. (a) 0.970 m/s^2; (b) 11.6 N;(c) 34.9 N
54. 23 kg
55. (a) 1.1 N
56. (a) 2.50 m/s^2;(b) 30.0 N
57. (a) 0.735 m/s^2;(b) down;(c) 20.8 N
58. (a) 466 N;(b) 527 N;(c) 931 N;(d) 1.05 kN;(e) 931 N;(f) 1.05 kN;(g) 1.86 kN;(h) 2.11 kN
59. (a) 4.9 m/s^2;(b) 2.0 m/s^2;(c) up;(d) 120 N
60. (a) -5.90×10^{-4} m/s^3; (b) 5.90×10^{-4} m/s^3
61. $2Ma/(a + g)$
62. (a) 12.76 m/s; (b) 12.54 m/s; (c) 1.69%
63. (a) 8.0 m/s;(b) $+x$
64. (a) 3.1 N;(b) 15 N
65. (a) 0.653 m/s^3; (b) 0.896 m/s^3; (c) 6.50 s
66. 18 kN
67. 81.7 N

68. 334.8 N
69. 2.4 N
70. (a) 245 m/s^2;(b) 20.4 kN
71. 16 N
72. (3 N)$\hat{i}$ - (11 N)$\hat{j}$ + (4 N)$\hat{k}$
73. (a) 2.6 N;(b) 17°
74. 2.2 kg
75. (a) 0;(b) 0.83 m/s^2;(c) 0
76. (b) $F/(m + M)$;(c) $FM/(m + M)$;(d) $F(m + 2M)/2(m + M)$
77. (a) 0.74 m/s^2;(b) 7.3 m/s^2
78. 4.6 N
79. (a) 11 N;(b) 2.2 kg;(c) 0;(d) 2.2 kg
80. (a) 620 N;(b) 580 N
81. 195 N
82. (a) (1.0$\hat{i}$ - 1.3$\hat{j}$) m/s^2;(b) 1.6 m/s^2;(c) –50°
83. (a) 4.6 m/s^2;(b) 2.6 m/s^2
84. (a) cos θ;(b) $(\cos \theta)^{0.5}$
85. (a) rope breaks;(b) 1.6 m/s^2
86. (a) 7.4×10^2 N;(b) 2.8×10^2 N;(c) 0;(d) 75 kg
87. (a) 65 N;(b) 49 N
88. (a) 3260 N;(b) 2.7×10^3 kg;(c) 1.2 m/s^2
89. (a) 4.6×10^3 N;(b) 5.8×10^3 N
90. (a) 1.2×10^2 m/s^2;(b) 12g;(c) 1.4×10^8 N;(d) 4.2 y
91. (a) 1.8×10^2 N;(b) 6.4×10^2 N
92. 10 m/s^2
93. (a) 44 N;(b) 78 N;(c) 54 N;(d) 152 N
94. (a) (5.0 m/s)$\hat{i}$ + (4.3 m/s)$\hat{j}$;(b) (15 m)$\hat{i}$ + (6.4 m)$\hat{j}$
95. (a) 4 kg;(b) 6.5 m/s^2;(c) 13 N
96. 16 N

Chapter 6

1. 36 m
2. 0.58
3. (a) 2.0×10^2 N;(b) 1.2×10^2 N
4. 0.53
5. (a) 6.0 N;(b) 3.6 N;(c) 3.1 N
6. 0.61
7. (a) 1.9×10^2 N;(b) 0.56 m/s^2
8. 1.6×10^2 N
9. (a) 11 N;(b) 0.14 m/s^2
10. (a) 0; (b) 2.17 m/s^2
11. (a) 3.0×10^2 N;(b) 1.3 m/s^2
12. 2.8×10^2 N
13. (a) 1.3×10^2 N;(b) no;(c) 1.1×10^2 N;(d) 46 N;(e) 17 N
14. (b) 3.0×10^7 N

15. 2°
16. (a) 8.6 N;(b) 46 N;(c) 39 N
17. (a) (17 N)$\hat{\mathbf{i}}$;(b) (20 N)$\hat{\mathbf{i}}$;(c) (15 N)$\hat{\mathbf{i}}$
18. (a) 12.1 m/s;(b) 19.4 m/s
19. (a) no;(b) (-12 N)$\hat{\mathbf{i}}$ + (5.0 N)$\hat{\mathbf{j}}$
20. 8.5 N
21. (a) 19°;(b) 3.3 kN
22. 18º
23. 0.37
24. 0.54
25. 1.0×10^2 N
26. (a) 147 N;(b) same
27. (a) 0;(b) (-3.9 m/s^2)$\hat{\mathbf{i}}$;(c) (-1.0 m/s^2) $\hat{\mathbf{i}}$
28. 3.3 kg
29. (a) 66 N;(b) 2.3 m/s^2
30. (a) 74 N;(b) (76 N)/(cos θ + 0.42 sin θ);(c) 23°;(d) 70 N
31. (a) 3.5 m/s^2;(b) 0.21 N
32. 60º
33. 9.9 s
34. (a) (-6.1 m/s^2)$\hat{\mathbf{i}}$;(b) (-0.98 m/s^2)$\hat{\mathbf{i}}$
35. 4.9×10^2 N
36. 3.75
37. (a) 3.2×10^2 km/h;(b) 6.5×10^2 km/h;(c) no
38. (a) 2×10^4 N;(b) 18g
39. 2.3
40. (a) 66.0 m/s; (b) $-2.20 \times 10^2\, dC$
41. 0.60
42. 48 km/h
43. 21 m
44. 9.7g
45. (a) light;(b) 778 N;(c) 223 N;(d) 1.11 kN
46. (a) 547 N;(b) 9.53°
47. (a) 10 s;(b) 4.9×10^2 N;(c) 1.1×10^3 N
48. (a) 3.7 kN;(b) up;(c) 1.3 kN;(d) down
49. 1.37×10^3 N
50. (a) 4.03×10^2 N·s/m;(b) -1.50×10^3 N/s
51. 2.2 km
52. (a) 3.7 kN;(b) up;(c) 2.3 kN;(d) down
53. 12°
54. (a) $-(mv^2/r^2)\, dr$;(b) $(2mv/r)\, dv$;(c) $-(mv^3/\pi r^2)\, dT$
55. 2.6×10^3 N
56. 0.078
57. 1.81 m/s
58. (a) 8.0×10^3 N;(b) 6.9×10^3 N; (c) 20 m/s; (d) 1.6×10^4 N; (e) no
59. (a) 8.74 N;(b) 37.9 N;(c) 6.45 m/s;(d) radially inward

60. (a) 1.05 N;(b) 3.62 m/s^2;(c) answers are the same except that the rod is under compression
61. (a) 27 N;(b) 3.0 m/s^2
62. 118 N
63. (b) 240 N;(c) 0.60
64. (a) 69 km/h;(b) 139 km/h;(c) yes
65. (a) 210 N;(b) 44.0 m/s
66. 8.8 N
67. $g(\sin\theta - 2^{0.5}\mu_k \cos\theta)$
68. (a) $v_{max} = [Rg(\tan\theta + \mu_s)/(1 - \mu_s \tan\theta)]^{0.5}$;(c) 149 km/h; (d) 76.2 km/h
69. 3.4 m/s^2
70. (a) 0.40 N;(b) 1.9 s
71. (a) 35.3 N;(b) 39.7 N;(c) 320 N
72. 0.74
73. (a) 7.5 m/s^2;(b) down;(c) 9.5 m/s^2; (d) down
74. (a) 0.13 N;(b) 0.12
75. (a) 3.0×10^5 N;(b) 1.2°
76. 20°
77. 147 m/s
78. (a) 0.58;(b) 0.54
79. (a) 13 N;(b) 1.6 m/s^2
80. 6.2 kN
81. (a) 275 N;(b) 877 N
82. 178 km/h
83. (a) 84.2 N;(b) 52.8 N;(c) 1.87 m/s^2
84. (b) 55°;(c) increase;(d) 59°
85. 3.4%
86. (a) lowest point;(b) 8.73 m/s
87. (a) 3.21×10^3 N;(b) 3.75×10^3 N
88. 9.4 N
89. (a) 222 N;(b) 334 N;(c) 311 N;(d) 311 N;(e) c, d
90. (a) 12 N;(b) 10 N;(c) 26 N;(d) 23 N;(e) 32 N;(f) 23 N;(g) d;(h) f;(i) a, c, d
91. (a) $v_0^2/(4g \sin\theta)$;(b) no
92. (a) 11°;(b) 0.19
93. (a) 0.34;(b) 0.24
94. (a) 0.37;(b) $0.37 < \mu_s < 0.47$
95. (a) $\mu_k mg/(\sin\theta - \mu_k \cos\theta)$;(b) $\theta_0 = \tan^{-1}\mu_s$
96. (a) 0.96 m/s;(b) 0.021
97. 0.18
98. (a) 2.1 m/s^2;(b) down the plane;(c) 3.9 m;(d) at rest

Chapter 7

1. (a) 2.9×10^7 m/s;(b) 2.1×10^{-13} J
2. 1.8×10^{13} J
3. (a) 5×10^{14} J;(b) 0.1 megaton TNT;(c) 8 bombs
4. 7.1 J

5. (a) 2.4 m/s;(b) 4.8 m/s
6. (a) 11 J;(b) –21 J
7. 0.96 J
8. 5.0 kJ
9. 20 J
10. 6.8 J
11. (a) 62.3°;(b) 118°
12. (a) 3.00 N;(b) 9.00 J
13. (a) 1.7×10^2 N;(b) 3.4×10^2 m;(c) -5.8×10^4 J;(d) 3.4×10^2 N;(e) 1.7×10^2 m;(f) -5.8×10^4 J
14. 15.3 J
15. (a) 1.50 J;(b) increases
16. 3.5 m/s
17. (a) 12 kJ;(b) -11 kJ;(c) 1.1 kJ;(d) 5.4 m/s
18. (a) 36 kJ;(b) 2.0×10^2 J
19. 25 J
20. 45 N
21. (a) $-3Mgd/4$;(b) Mgd;(c) $Mgd/4$;(d) $(gd/2)^{0.5}$
22. (a) 8.84 kJ;(b) 7.84 kJ;(c) 6.84 kJ
23. 4.41 J
24. (a) 1.31 J; (b) 0.935 m/s
25. (a) 25.9 kJ;(b) 2.45 N
26. x = -4.9 cm and x = +4.9 cm
27. (a) 7.2 J;(b) 7.2 J;(c) 0;(d) –25 J
28. 1.25 kJ
29. (a) 0.90 J;(b) 2.1 J;(c) 0
30. (a) 8.0 N;(b) 8.0 N/m
31. (a) 6.6 m/s;(b) 4.7 m
32. (a) 16 J;(b) 16 J;(c) 0;(d) –14 J
33. (a) 0.12 m;(b) 0.36 J;(c) –0.36 J;(d) 0.060 m;(e) 0.090 J
34. 8.0×10^2 J
35. (a) 0;(b) 0
36. 25 J
37. (a) 42 J;(b) 30 J;(c) 12 J;(d) 6.5 m/s, +x axis;(e) 5.5 m/s, +x axis;(f) 3.5 m/s, +x axis
38. (a) 2.3 J;(b) 2.6 J
39. 4.00 N/m
40. 0.21 J
41. 5.3×10^2 J
42. +41.7 J
43. (a) 0.83 J;(b) 2.5 J;(c) 4.2 J;(d) 5.0 W
44. (a) 9.0×10^2 J;(b) 1.1×10^2 W;(c) 2.3×10^2 W
45. 4.9×10^2 W
46. 2.7×10^5 W
47. (a) 1.0×10^2 J;(b) 8.4 W
48. (a) 0;(b) -3.5×10^2 W

49. 7.4×10^2 W
50. (a) 28 W; (b) (6 m/s)$\hat{j}$
51. (a) 32.0 J;(b) 8.00 W;(c) 78.2°
52. (-*T*/3P) *dP*
53. (a) 1.20 J;(b) 1.10 m/s
54. (a) 12 J;(b) 4.0 m;(c) 18 J
55. (a) 1.8×10^5 ft·lb;(b) 0.55 hp
56. (a) 1.0×10^2 J;(b) 67 W;(c) 33 W
57. (a) 797 N;(b) 0;(c) –1.55 kJ;(d) 0;(e) 1.55 kJ;(f) *F* varies during displacement
58. (a) 590 J;(b) 0;(c) 0;(d) 590 J
59. (a) 1×10^5 megatons TNT;(b) 1×10^7 bombs
60. (a) 2.1×10^2 J;(b) 2.1×10^2 J
61. -6 J
62. (a) 0.29 J;(b) -1.8 J;(c) 3.5 m/s;(d) 23 cm
63. (a) 98 N;(b) 4.0 cm;(c) 3.9 J;(d) -3.9 J
64. (a) 1.7 W;(b) 0;(c) -1.7 W
65. (a) 314 J;(b) –155 J;(c) 0; (d) 158 J
66. 6.67×10^5 J
67. (a) 23 mm;(b) 45 N
68. 1.5 kJ
69. 165 kW
70. (a) 6.0 N;(b) -2.5 N;(c) 15 N
71. -37 J
72. (a) $v_f = (\cos \theta)^{0.5}$, with v_f in meters per second;(b) $v_f = (1 + \cos \theta)^{0.5}$;(c) $v_f = (1 - \cos \theta)^{0.5}$
73. (a) 13 J;(b) 13 J
74. (a) $c = 4$ m;(b) $c < 4$ m;(c) $c > 4$ m
75. 235 kW
76. (a) 2.7×10^2 N;(b) -4.0×10^2 J;(c) 4.0×10^2 J;(d) 0;(e) 0
77. (a) 6 J;(b) 6.0 J
78. (b) $x = 3.00$ m; (c) 13.5 J;(d) $x = 4.50$ m;(e) $x = 4.50$ m
79. (a) 0.6 J;(b) 0;(c) –0.6 J
80. 0.47 J

Chapter 8

1. 89 N/cm
2. (a) 0;(b) 170 kJ;(c) 340 kJ;(d) 170 kJ;(e) 340 kJ;(f) increase
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
4. (a) 1.51 J;(b) –1.51 J;(c) 0;(d) –1.51 J;(e) 1.51 J;(f) 0;(g) same
5. (a) 4.31 mJ;(b) -4.31 mJ;(c) 4.31 mJ;(d) -4.31 mJ;(e) all increase
6. (a) 0.15 J;(b) 0.11 J;(c) 0.19 J;(d) 38 mJ;(e) 75 mJ;(f) all the same (a) 0.15 J;(b) 0.11 J;(c) 0.19 J;(d) 38 mJ;(e) 75 mJ;(f) all the same
7. (a) 13.1 J;(b) –13.1 J;(c) 13.1 J;(d) all increase
8. (a) 184 J;(b) –184 J;(c) -184 J
9. (a) 17.0 m/s;(b) 26.5 m/s;(c) 33.4 m/s;(d) 56.7 m;(e) all the same

10. (a) 12.9 m/s;(b) 12.9 m/s;(c) increase
11. (a) 2.08 m/s;(b) 2.08 m/s;(c) increase
12. (a) 21.0 m/s;(b) 21.0 m/s;(c) 21.0 m/s
13. (a) 0.98 J;(b) -0.98 J;(c) 3.1 N/cm
14. (a) 2.98 m/s;(b) 4.21 m/s;(c) 2.98 m/s;(d) all the same
15. (a) 2.6×10^2 m;(b) same;(c) decrease
16. (a) 7.2 J;(b) -7.2 J;(c) 86 cm;(d) 26 cm
17. (a) 2.5 N;(b) 0.31 N;(c) 30 cm
18. (a) 2.29 m/s;(b) same
19. (a) 784 N/m;(b) 62.7 J;(c) 62.7 J;(d) 80.0 cm
20. (a) 5.0 m/s;(b) 79°;(c) 64 J
21. (a) 8.35 m/s;(b) 4.33 m/s;(c) 7.45 m/s;(d) both decrease
22. (a) 4.4 m;(b) same
23. (a) 4.85 m/s;(b) 2.42 m/s
24. 10 cm
25. -3.2×10^2 J
26. (a) $U = 27 + 12x - 3x^2$;(b) 39 J;(c) –1.6 m;(d) 5.6 m
27. (a) no;(b) 9.3×10^2 N
28. (a) 2.8 m/s;(b) 2.7 m/s
29. (a) 35 cm;(b) 1.7 m/s
30. (a) 0.81 m/s;(b) 0.21 m;(c) 6.3 m/s^2;(d) up
31. (a) 39.2 J;(b) 39.2 J;(c) 4.00 m
32. 1.0 Mj
33. (a) 2.40 m/s;(b) 4.19 m/s
34. 9.20 m
35. (a) 39.6 cm;(b) 3.64 cm
36. 1.25 cm
37. -18 mJ
38. (a) 8.37 m/s; (b) 12.6 m/s; (c) 7.67 m; (d) 1.73 m
39. (a) 2.1 m/s;(b) 10 N;(c) +x direction;(d) 5.7 m;(e) 30 N;(f) -x direction
40. (a) $1.12(A/B)^{1/6}$;(b) repulsive;(c) attractive
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
42. (a) 5.6×10^2 J;(b) 5.6×10^2 J
43. (a) 5.6 J;(b) 3.5 J
44. (a) 105 J;(b) 30.6 J;(c) 34.4 J
45. (a) 30.1 J;(b) 30.1 J;(c) 0.225
46. 20 ft·lb
47. 0.53 J
48. 75 J
49. a) –2.9 kJ;(b) 3.9×10^2 J;(c) 2.1×10^2 N
50. 11 kJ
51. (a) 1.5 MJ;(b) 0.51 MJ;(c) 1.0 MJ;(d) 63 m/s
52. (a) 0.292 m;(b) 14.2 J
53. (a) 67 J;(b) 67 J;(c) 46 cm
54. (a) 1.5×10^2 J;(b) 5.5 m/s
55. (a) -0.90 J;(b) 0.46 J;(c) 1.0 m/s

56. 0.15
57. 1.2 m
58. (a) 13 cm;(b) 2.7 m/s;(c) both increase
59. (a) 19.4 m;(b) 19.0 m/s
60. 4.3 m
61. (a) 1.5×10^{-2} N;(b) $(3.8 \times 10^{2})g$
62. 3.5 m/s
63. (a) 7.4 m/s;(b) 90 cm;(c) 2.8 m;(d) 15 m
64. H = 30 cm
65. 20 cm
66. (a) 94 J;(b) 94 J;(c) 7.7 m/s
67. (a) 7.0 J;(b) 22 J
68. (a) 54 m/s;(b) 52 m/s;(c) -76 m
69. 3.7 J
70. 0.72 m
71. 4.33 m/s
72. (a) 44 m/s;(b) 0.036
73. 25 J
74. (a) 6.4 m/s;(b) 4.9 m/s;(c) same
75. (a) 4.9 m/s;(b) 4.5 N;(c) 71°;(d) same
76. (a) 18 J;(b) 0;(c) 30 J;(d) 0;(e) b and d
77. (a) 4.8 N;(b) +x direction;(c) 1.5 m;(d) 13.5 m;(e) 3.5 m/s
78. (a) 216 J;(b) 1.18 kN;(c) 432 J;(d) motor also supplies thermal energy to crate and belt
79. (a) 24 kJ;(b) 4.7×10^{2} N
80. 17 kW
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) It returns to x = 0 and stops.
82. (a) 0.950 m/s;(b) 11.0 m
83. (a) 6.0 kJ;(b) 6.0×10^{2} W;(c) 3.0×10^{2} W;(d) 9.0×10^{2} W
84. (a) 31.0 J;(b) 5.35 m/s;(c) conservative
85. 880 MW
86. (a) 13 m/s;(b) 11 m/s;(c) no, 9.3 m
87. (a) $v_0 = (2gL)^{0.5}$;(b) $5mg$;(c) $-mgL$;(d) $-2mgL$
88. (a) 6.75 J;(b) –6.75 J;(c) 6.75 J;(d) 6.75 J;(e) –6.75 J;(f) 0.459 m
89. (a) 109 J;(b) 60.3 J;(c) 68.2 J;(d) 41.0 J
90. (a) 2.2 kJ;(b) 7.7×10^{2} J
91. (a) 2.7 J;(b) 1.8 J;(c) 0.39 m
92. 56 m/s
93. (a) 10 m;(b) 49 N;(c) 4.1 m;(d) 1.2×10^{2} N
94. 5.5×10^{6} N
95. (a) 5.5 m/s;(b) 5.4 m;(c) same
96. (a) 3.5 kJ;(b) 3.5 kJ
97. 80 mJ
98. 181 W
99. 24 W

100. 100 m
101. -12 J
102. (a) 7.8 MJ;(b) 6.2 bars
103. (a) 8.8 m/s;(b) 2.6 kJ;(c) 1.6 kW
104. (a) 19 J;(b) 6.4 m/s;(c) 11 J, 6.4 m/s
105. (a) 7.4×10^2 J;(b) 2.4×10^2 J
106. (a) 12 m/s;(b) 11 cm
107. 15 J
108. (a) 0.2 to 0.3 MJ;(b) same amount
109. (a) 2.35×10^3 J;(b) 352 J
110. (a) 2.6 m;(b) 1.5 m;(c) 26 J;(d) 2.1 m/s
111. 738 m
112. 8580 J
113. (a) –3.8 kJ;(b) 31 kN
114. (a) 3.0×10^5 J;(b) 10 kW;(c) 20 kW
115. (a) 300 J;(b) 93.8 J;(c) 6.38 m
116. (a) 39 kW;(b) 39 kW
117. (a) 5.6 J;(b) 12 J;(c) 13 J
118. 69 hp
119. (a) 1.2 J;(b) 11 m/s;(c) no;(d) no
120. (a) –0.80 J;(b) –0.80 J;(c) +1.1 J
121. (a) 2.1×10^6 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
122. (a) 3.7 J;(b) 4.3 J;(c) 4.3 J

Chapter 9

1. (a) -1.50 m;(b) -1.43 m
2. (a) 1.1 m;(b) 1.3 m;(c) toward
3. (a) -6.5 cm;(b) 8.3 cm;(c) 1.4 cm
4. (a) 11 cm;(b) -4.4 cm
5. (a) –0.45 cm; (b) –2.0 cm
6. (a) 20 cm;(b) 20 cm;(c) 16 cm
7. (a) 0;(b) 3.13×10^{-11} m
8. (a) 6.0 cm;(b) 6.0 cm;(c) descends to lowest point and then ascends to 6.0 cm;(d) 4.2 cm
9. (a) 28 cm;(b) 2.3 m/s
10. (a) 22 m;(b) 9.3 m/s
11. $(-4.0\text{ m})\hat{i} + (4.0\text{ m})\hat{j}$
12. 6.2 m
13. 53 m
14. (a) 5.74 m;(b) $(10.0\text{ m/s})\hat{i}$;(c) $(-3.68\text{ m/s}^2)\hat{j}$
15. (a) $(2.35\hat{i} - 1.57\hat{j})$ m/s^2;(b) $(2.35\hat{i} - 1.57\hat{j})t$ m/s, with t in seconds;(d) straight, at downward angle 34°
16. 58 kg
17. 4.2 m
18. 4.9 kg·m/s

19. (a) 7.5×10^4 J;(b) 3.8×10^4 kg·m/s;(c) 39° south of due east
20. 48°
21. (a) 5.0 kg·m/s;(b) 10 kg·m/s
22. (a) 30.0°;(b) (-0.572 kg·m/s)$\hat{j}$
23. 1.0×10^3 to 1.2×10^3 kg·m/s
24. (a) 1.1 m;(b) 4.8×10^3 kg·m/s
25. (a) 42 N·s;(b) 2.1 kN
26. (a) 2.2×10^2 N·s; (b) 2.7×10^3 N
27. (a) 67 m/s;(b) -*x*;(c) 1.2 kN;(d) –*x*
28. (a) 9.1 N·s;(b) 1.8×10^3 N
29. 5 N
30. (a) 1.00 N·s;(b) 100 N;(c) 20 N
31. (a) 2.39×10^3 N·s; (b) 4.78×10^5 N; (c) 1.76×10^3 N·s; (d) 3.52×10^5 N
32. (a) (30 kg·m/s)$\hat{i}$;(b) (38 kg·m/s)$\hat{i}$;(c) (6.0 m/s)$\hat{i}$
33. (a) 5.86 kg·m/s;(b) 59.8°;(c) 2.93 kN;(d) 59.8°
34. (a) 4.50×10^{-3} N·s;(b) 0.529 N·s;(c) push
35. 9.9×10^2 N
36. (a) 7.17 N·s;(b) 16.0 kg·m/s
37. (a) 9.0 kg·m/s;(b) 3.0 kN;(c) 4.5 kN;(d) 20 m/s
38. (a) (1.8 N·s)$\hat{j}$;(b) (-180 N)$\hat{j}$
39. 3.0 mm/s
40. 4.4×10^3 km/h
41. (a) –(0.15 m/s)$\hat{i}$;(b) 0.18 m
42. $mv^2/6$
43. 55 cm
44. 3.4 kg
45. (a) (1.00$\hat{i}$ - 0.167$\hat{j}$) km/s;(b) 3.23 MJ
46. 3.5 m/s
47. (a) 14 m/s;(b) 45°
48. (a) 20 J;(b) 40 J
49. 3.1×10^2 m/s
50. (a) 1.81 m/s;(b) 4.96 m/s
51. (a) 721 m/s;(b) 937 m/s
52. 7.3 cm
53. (a) 33%; (b) 23%; (c) decreases
54. 2.6 m
55. (a) +2.0 m/s;(b) -1.3 J;(c) +40 J;(d) system got energy from some source, such as a small explosion
56. (a) 4.6 m/s;(b) 3.9 m/s;(c) 7.5 m/s
57. (a) 4.4 m/s;(b) 0.80
58. 33 cm
59. 25 cm
60. (a) 1.9 m/s;(b) right;(c) yes

61. (a) 99 g;(b) 1.9 m/s;(c) 0.93 m/s
62. (a) 100 g;(b) 1.0 m/s
63. (a) 3.00 m/s;(b) 6.00 m/s
64. (a) 2.47 m/s;(b) 1.23 m/s
65. (a) 1.2 kg;(b) 2.5 m/s
66. (a) $(2.67\ \text{m/s})\hat{\mathbf{i}} + (-3.00\ \text{m/s})\hat{\mathbf{j}}$;(b) 4.01 m/s;(c) 48.4°
67. –28 cm
68. (a) 2.22 m;(b) 0.556 m
69. (a) 0.21 kg;(b) 7.2 m
70. 1.0 kg
71. (a) 4.15×10^5 m/s;(b) 4.84×10^5 m/s
72. (a) 27°
73. 120°
74. (a) $(10\ \text{m/s})\hat{\mathbf{i}} + (15\ \text{m/s})\hat{\mathbf{j}}$;(b) -500 J
75. (a) 433 m/s;(b) 250 m/s
76. 108 m/s
77. (a) 46 N;(b) none
78. (a) 2.7;(b) 7.4
79. (a) 1.57×10^6 N;(b) 1.35×10^5 kg;(c) 2.08 km/s
80. (a) $(-4.0 \times 10^4\ \text{kg·m/s})\hat{\mathbf{i}}$;(b) due west;(c) 0
81. (a) 7290 m/s;(b) 8200 m/s;(c) 1.271×10^{10} J;(d) 1.275×10^{10} J
82. 6.0×10^2
83. (a) 1.92 m;(b) 0.640 m
84. (a) stuck-together particles travel along *x* axis;(b) one particle along line 2, other along line 3;(c) one particle through region *B*, other through region *C*, with paths symmetric about *x* axis;(d) 3.06 m/s;(e) 4.00 m/s, each particle
85. (a) 1.78 m/s;(b) less;(c) less;(d) greater
86. (a) 7.11 m/s;(b) greater;(c) less;(d) less
87. (a) 3.7 m/s;(b) 1.3 N·s;(c) 1.8×10^2 N
88. 41.7 cm/s
89. (a) $(7.4 \times 10^3\ \text{N·s})\hat{\mathbf{i}} - (7.4 \times 10^3\ \text{N·s})\hat{\mathbf{j}}$;(b) $(-7.4 \times 10^3\ \text{N·s})\hat{\mathbf{i}}$;(c) 2.3×10^3 N;(d) 2.1×10^4 N;(e) –45°
90. (a) 1.4×10^{-22} kg·m/s;(b) 28°;(c) 1.6×10^{-19} J
91. +4.4 m/s
92. 0.57 m/s
93. 1.18×10^4 kg
94. 72 km/h
95. (a) 1.9 m/s;(b) -30°;(c) elastic
96. (a) 8.0×10^4 N;(b) 27 kg/s
97. (a) 6.9 m/s;(b) 30°;(c) 6.9 m/s;(d) -30°;(e) 2.0 m/s;(f) –180°
98. (a) $(-0.450\hat{\mathbf{i}} - 0.450\hat{\mathbf{j}} - 1.08\hat{\mathbf{k}})$ kg·m/s; (b) $(-0.450\hat{\mathbf{i}} - 0.450\hat{\mathbf{j}} - 1.08\hat{\mathbf{k}})$ N·s; (c) $(0.450\hat{\mathbf{i}} + 0.450\hat{\mathbf{j}} + 1.08\hat{\mathbf{k}})$ N·s
99. (a) 25 mm;(b) 26 mm;(c) down;(d) 1.6×10^{-2} m/s^2
100. (a) 41.0°;(b) 4.75 m/s;(c) no

101. 29 J
102. (a) down;(b) 0.50 m/s;(c) 0
103. 2.2 kg
104. 3.0 m
105. 5.0 kg
106. (a) 0.54 m/s;(b) 0;(c) 1.1 m/s
107. (a) 50 kg/s;(b) 1.6×10^2 kg/s
108. 2.5×10^{-3}
109. (a) 4.6×10^3 km;(b) 73%
110. (a) 2.18 kg·m/s;(b) 575 N
111. (a) 1.0 kg·m/s;(b) 2.5×10^2 J;(c) 10 N;(d) 1.7 kN;(e) answer for (c)includes time between pellet collisions
112. 28.8 N(a) -0.25 m;(b) 0
113. (a) 0.745 mm;(b) 153°;(c) 1.67 mJ
114. (a) 0;(b) 0.75 m
115. (a) 30 cm;(b) 3.3 m
116. (a) 0.60 cm;(b) 4.9 cm;(c) 9.0 cm;(d) 0
117. (a) –0.50 m;(b) –1.8 cm; (c) 0.50 m
118. (a) 0;(b) 4.0 m/s
119. 0.22%
120. 1.10 m/s

Chapter 10

1. 14 rev
2. (a) 0.105 rad/s;(b) 1.75×10^{-3} rad/s;(c) 1.45×10^{-4} rad/s
3. (a) 4.0 rad/s; (b) 11.9 rad/s
4. (a) 2.0 rad;(b) 0;(c) 1.3×10^2 rad/s;(d) 32 rad/s^2;(e) no
5. 11 rad/s
6. (a) 4.0 rad/s;(b) 28 rad/s;(c) 12 rad/s^2;(d) 6.0 rad/s^2;(e) 18 rad/s^2
7. (a) $1.2t^5 – 1.3t^3 + 2.0$;(b) $0.20t^6 – 0.33t^4 + 2.0t + 1.0$
8. (a) $1.2t^5 – 1.3t^3 + 2.0$;(b) $0.20t^6 – 0.33t^4 + 2.0t + 1.0$
9. (a) 3.00 s;(b) 18.9 rad
10. (a) 2.0 rad/s^2;(b) 5.0 rad/s;(c) 10 rad/s;(d) 75 rad
11. (a) 30 s;(b) 1.8×10^3 rad
12. (a) 9.0×10^3 rev/min^2;(b) 4.2×10^2 rev
13. (a) 3.4×10^2 s;(b) -4.5×10^{-3} rad/s^2;(c) 98 s
14. (a) 1.0 rev/s^2;(b) 4.8 s;(c) 9.6 s;(d) 48 rev
15. 8.0 s
16. (a) 4.09 s;(b) 1.70 s
17. (a) 44 rad;(b) 5.5 s;(c) 32 s;(d) -2.1 s;(e) 40 s
18. (a) 3.1×10^2 m/s;(b) 3.4×10^2 m/s
19. (a) 2.50×10^{-3} rad/s;(b) 20.2 m/s^2;(c) 0
20. (a) 6.4 cm/s^2;(b) 2.6 cm/s^2
21. 6.9×10^{-13} rad/s
22. (a) 3.0 rad/s;(b) 30 m/s;(c) 6.0 m/s^2;(d) 90 m/s^2

23. (a) 20.9 rad/s;(b) 12.5 m/s;(c) 800 rev/min^2;(d) 600 rev
24. 199 hits/s
25. (a) 7.3×10^{-5} rad/s;(b) 3.5×10^{2} m/s;(c) 7.3×10^{-5} rad/s;(d) 4.6×10^{2} m/s
26. (a) -1.1 rev/min^2;(b) 9.9×10^{3} rev;(c) -0.99 mm/s^2;(d) 31 m/s^2
27. (a) 73 cm/s^2;(b) 0.075;(c) 0.11
28. 16 s
29. (a) 3.8×10^{3} rad/s;(b) 1.9×10^{2} m/s
30. (a) 40.2 cm/s^2;(b) 2.36×10^{3} m/s^2;(c) 83.2 m
31. (a) 40 s;(b) 2.0 rad/s^2
32. (a) -2.3×10^{-9} rad/s^2;(b) 2.6×10^{3} y;(c) 24 ms
33. 12.3 kg·m^2
34. (a) 1.5 rad/s^2;(b) 0.40 J
35. (a) 1.1 kJ;(b) 9.7 kJ
36. 2.5 kg
37. 0.097 kg·m^2
38. (a) 7.1%;(b) 64%
39. (a) 49 MJ;(b) 1.0×10^{2} min
40. (a) 8.352×10^{-3} kg·m^2;(b) -0.22%
41. (a) 0.023 kg·m^2;(b) 11 mJ
42. (a) 1.3×10^{3} g·cm^2;(b) 5.5×10^{2} g·cm^2;(c) 1.9×10^{3} g·cm^2;(d) $A + B$
43. 4.7×10^{-4} kg·m^2
44. (a) 2.0 kg·m^2;(b) 6.0 kg·m^2;(c) 2.0 kg·m^2
45. -3.85 N·m
46. 12 N·m
47. 4.6 N·m
48. (a) 8.4 N·m;(b) 17 N·m;(c) 0
49. (a) 28.2 rad/s^2;(b) 338 N·m
50. 1.28 kg·m^2
51. (a) 6.00 cm/s^2;(b) 4.87 N;(c) 4.54 N;(d) 1.20 rad/s^2;(e) 0.0138 kg·m^2
52. (a) 9.7 rad/s^2;(b) counterclockwise
53. 0.140 N
54. (a) 3.0 rad/s^2;(b) 9.4 rad/s^2
55. 2.51×10^{-4} kg·m^2
56. (a) 1.7 m/s^2;(b) 6.9 m/s^2
57. (a) 4.2×10^{2} rad/s^2;(b) 5.0×10^{2} rad/s
58. (a) 1.4 m/s;(b) 1.4 m/s
59. 396 N·m
60. (a) 0.63 J;(b) 0.15 m
61. (a) -19.8 kJ;(b) 1.32 kW
62. (a) 11.2 mJ;(b) 33.6 mJ;(c) 56.0 mJ;(d) 2.80×10^{-5} J·s^2/rad^2
63. 5.42 m/s
64. (a) 0.15 kg·m^2;(b) 11 rad/s

65. (a) 5.32 m/s^2;(b) 8.43 m/s^2;(c) 41.8°
66. 1.4 m/s
67. 9.82 rad/s
68. (a) 0.689 N·m;(b) 3.05 N;(c) 9.84 N·m;(d) 11.5 N
69. 6.16×10^{-5} $kg \cdot m^2$
70. (a) 27.0 rad/s;(b) 13.5 s
71. (a) 31.4 rad/s^2;(b) 0.754 m/s^2;(c) 56.1 N;(d) 55.1 N
72. (a) –7.66 rad/s^2;(b) –11.7 N·m;(c) 4.59×10^4 J;(d) 624 rev;(e) 4.59×10^4 J
73. (a) 4.81×10^5 N;(b) 1.12×10^4 N·m;(c) 1.25×10^6 J
74. (a) 8.6 s;(b) no
75. (a) 2.3 rad/s^2; (b) 1.4 rad/s^2
76. 1.5×10^3 rad
77. (a) -67 rev/min^2;(b) 8.3 rev
78. 6.06 rad/s
79. ---
80. (a) 5.00 rad/s;(b) 1.67 rad/s^2;(c) 2.50 rad
81. 3.1 rad/s
82. 3×10^5 J
83. (a) 1.57 m/s^2;(b) 4.55 N;(c) 4.94 N
84. (a) 5.1 h;(b) 8.1 h
85. 30 rev
86. 146 rad/s
87. 0.054 $kg \cdot m^2$
88. (a) 155 $kg \cdot m^2$;(b) 64.4 kg
89. 1.4×10^2 N·m
90. (a) –1.25 rad/s^2;(b) 250 rad;(c) 39.8 rev
91. (a) 10 J;(b) 0.27 m
92. (a) 5.5×10^{15} s;(b) 26
93. 4.6 rad/s^2
94. (a) 1.94 m/s^2;(b) 75.1°
95. 2.6 J
96. 25 N
97. (a) 5.92×10^4 m/s^2;(b) 4.39×10^4 s^{-2}
98. 1.6 $kg \cdot m^2$
99. (a) 0.791 $kg \cdot m^2$;(b) 1.79×10^{-2} N·m
100. (a) 0.019 $kg \cdot m^2$;(b) 0.019 $kg \cdot m^2$
101. (a) 1.5×10^2 cm/s;(b) 15 rad/s;(c) 15 rad/s;(d) 75 cm/s;(e) 3.0 rad/s
102. (a) 3.3 J;(b) 2.9 J
103. (a) 7.0 $kg \cdot m^2$;(b) 7.2 m/s;(c) 71°
104. (a) 0.20 $kg \cdot m^2$;(b) 6.3 rad/s

Chapter 11

1. (a) 0;(b) (22 m/s)$\hat{\mathbf{i}}$;(c) (-22 m/s)$\hat{\mathbf{i}}$;(d) 0;(e) 1.5×10^3 m/s^2;(f) 1.5×10^3 m/s^2;(g) (22 m/s)$\hat{\mathbf{i}}$;(h) (44 m/s)$\hat{\mathbf{i}}$;(i) 0;(j) 0;(k) 1.5×10^3 m/s^2;(l) 1.5×10^3 m/s^2
2. (a) 59.3 rad/s;(b) 9.31 rad/s^2;(c) 70.7 m
3. -3.15 J
4. (a) 8.0°;(b) more
5. 0.020
6. 7.2×10^{-4} kg·m^2
7. (a) 63 rad/s;(b) 4.0 m
8. (a) 2.0 m;(b) 7.3 m/s
9. 4.8 m
10. (a) 8.0 J;(b) 3.0 m/s;(c) 6.9 J;(d) 1.8 m/s
11. (a) (-4.0 N)$\hat{\mathbf{i}}$;(b) 0.60 kg·m^2
12. (a) 37.8 cm;(b) 1.96×10^{-2} N;(c) toward loop's center
13. 0.50
14. 1.34 m/s
15. (a) –(0.11 m)ω;(b) -2.1 m/s^2;(c) -47 rad/s^2;(d) 1.2 s;(e) 8.6 m;(f) 6.1 m/s
16. 0.25
17. (a) 13 cm/s^2;(b) 4.4 s;(c) 55 cm/s;(d) 18 mJ;(e) 1.4 J;(f) 27 rev/s
18. (a) 0.19 m/s^2;(b) 0.19 m/s^2;(c) 1.1 kN;(d) no;(e) same;(f) greater
19. (-2.0 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$
20. (a) (24 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$;(b) (-24 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$;(c) (12 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$;(d) (-12 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$
21. (a) (6.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$ + (8.0 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) (-22 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$
22. –5.00 N
23. (a) (-1.5 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ - (4.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$ - (1.0 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) (-1.5 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ - (4.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$ - (1.0 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$
24. (a) (6.0 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ - (3.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$ - (6.0 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) (26 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ + (3.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$ - (18 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(c) (32 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ - (24 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(d) 0
25. (a) (50 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) 90°
26. (a) 12 kg·m^2/s;(b) +z direction;(c) 3.0 N·m;(d) +z direction
27. (a) 0;(b) (8.0 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ + (8.0 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$
28. (a) (6.0×10^2 kg·m^2/s)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) (7.2×10^2 kg·m^2/s)$\hat{\mathbf{k}}$
29. (a) 9.8 kg·m^2/s;(b) +z direction
30. (a) (3.00 m/s^2)$\hat{\mathbf{i}}$ - (4.00 m/s^2)$\hat{\mathbf{j}}$ + (2.00 m/s^2)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) (42.0 kg·m^2/s)$\hat{\mathbf{i}}$ + (24.0 kg·m^2/s)$\hat{\mathbf{j}}$ + (60.0 kg·m^2/s)$\hat{\mathbf{k}}$;(c) (–8.00 N·m)$\hat{\mathbf{i}}$ - (26.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$ - (40.0 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(d) 127°
31. (a) 0;(b) –22.6 kg·m^2/s;(c) –7.84 N·m;(d) –7.84 N·m
32. (2.0 N·m))$\hat{\mathbf{i}}$ + (-4.0 N·m)$\hat{\mathbf{j}}$
33. (a) (-1.7×10^2 kg·m^2/s)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) (+56 N·m)$\hat{\mathbf{k}}$;(c) (+56 kg·m^2/s^2)$\hat{\mathbf{k}}$
34. (a) 0;(b) (-8.0$t\hat{\mathbf{k}}$) N·m;(c) (-2.0$t^{-0.5}\hat{\mathbf{k}}$) N·m;(d) (8.0$t^{-3}\hat{\mathbf{k}}$) N·m
35. (a) 48$t\hat{\mathbf{k}}$ N·m;(b) increasing
36. 1024
37. (a) 4.6×10^{-3} kg·m^2;(b) 1.1×10^{-3} kg·m^2/s;(c) 3.9×10^{-3} kg·m^2/s
38. (a) 0.53 kg·m^2/s;(b) 4.2×10^3 rev/min

39. (a) 1.47 N·m;(b) 20.4 rad;(c) -29.9 J;(d) 19.9 W
40. 23 $kg \cdot m^2/s$
41. (a) 1.6 $kg \cdot m^2$;(b) 4.0 $kg \cdot m^2/s$
42. (a) 24 $kg \cdot m^2/s$;(b) 1.5 $kg \cdot m^2/s$
43. (a) 1.5 m;(b) 0.93 rad/s;(c) 98 J;(d) 8.4 rad/s;(e) 8.8×10^2 J;(f) internal energy of the skaters
44. (a) 4.2 rad/s;(b) no, because energy transferred to internal energy of cockroach
45. (a) 3.6 rev/s;(b) 3.0;(c) forces on the bricks from the man transferred energy from the man's internal energy to kinetic energy
46. 3
47. 0.17 rad/s
48. 0.20
49. (a) 750 rev/min;(b) 450 rev/min;(c) clockwise
50. 5.0×10^2 rev
51. (a) 267 rev/min;(b) 0.667
52. (a) 0.347 rad/s;(b) 1.33;(c) energy transferred from internal energy of cockroach to kinetic energy
53. 1.3×10^3 m/s
54. 39.1 J
55. 3.4 rad/s
56. 6.46 $kg \cdot m^2/s$
57. (a) 18 rad/s;(b) 0.92
58. 2.6 rad/s
59. 11.0 m/s
60. (a) 0.24 $kg \cdot m^2$;(b) 1.8×10^3 m/s
61. 1.5 rad/s
62. 3.23 rev/s
63. 0.070 rad/s
64. 1.5
65. (a) 0.148 rad/s;(b) 0.0123;(c) 181°
66. 32°
67. (a) 0.180 m;(b) clockwise
68. (a) 0.33 rev/s;(b) clockwise
69. 0.041 rad/s
70. 2.33 m/s
71. (a) 1.6 m/s^2;(b) 16 rad/s^2;(c) $(4.0\ N)\hat{i}$
72. 1.00
73. (a) 0;(b) 0;(c) $-30t^3\hat{k}$ $kg \cdot m^2/s$;(d) $-90t^2\hat{k}$ N·m;(e) $30t^3\hat{k}$ $kg \cdot m^2/s$;(f) $90t^2\hat{k}$ N·m
74. 12 s
75. (a) 149 $kg \cdot m^2$;(b) 158 $kg \cdot m^2/s$;(c) 0.744 rad/s
76. 0.62 J
77. (a) 6.65×10^{-5} $kg \cdot m^2/s$;(b) no;(c) 0;(d) yes
78. (a) 4.11 m/s^2;(b) 16.4 rad/s^2;(c) 2.55 N·m
79. (a) 0.333;(b) 0.111

80. $(5.55\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s})\hat{k}$
81. (a) 58.8 J;(b) 39.2 J
82. (a) 12.2 $\text{kg}\cdot\text{m}^2$;(b) 308 $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
83. (a) 61.7 J;(b) 3.43 m;(c) no
84. (a) 0.89 s;(b) 9.4 J;(c) 1.4 m/s;(d) 0.12 J;(e) 4.4×10^2 rad/s;(f) 9.2 J
85. (a) $mvR/(I + MR^2)$;(b) $mvR^2/(I + MR^2)$
86. (a) $(-24t^2\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s})\hat{k}$;(b) $(-48t\ \text{N}\cdot\text{m})\hat{k}$;(c) $(12t^2\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s})\hat{k}$;(d) $(24t\ \text{N}\cdot\text{m})\hat{k}$
87. rotational speed would decrease; day would be about 0.8 s longer
88. $1.2 \times 10^8\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
89. (a) 12.7 rad/s;(b) clockwise
90. $2.5 \times 10^{11}\ \text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$
91. (a) 0.81 mJ;(b) 0.29;(c) 1.3×10^{-2} N
92. (a) 9.9×10^2 J;(b) 3.0×10^3 J;(c) 1.2×10^5 J
93. (a) $mR^2/2$;(b) a solid circular cylinder

Chapter 12

1. (a) 1.00 m;(b) 2.00 m;(c) 0.987 m;(d) 1.97 m
2. (a) 2.77 kN;(b) 3.89 kN
3. (a) 9.4 N;(b) 4.4 N
4. 120°
5. 7.92 kN
6. (a) 8.4×10^2 N;(b) 5.3×10^2 N
7. (a) 2.8×10^2 N;(b) 8.8×10^2 N;(c) 71°
8. (a) 2;(b) 7
9. 74.4 g
10. (a) 49 N;(b) 28 N;(c) 57 N;(d) 29°
11. (a) 1.2 kN;(b) down;(c) 1.7 kN;(d) up;(e) left;(f) right
12. 8.3 kN
13. (a) 2.7 kN;(b) up;(c) 3.6 kN;(d) down
14. 0.702 m
15. (a) 5.0 N;(b) 30 N;(c) 1.3 m
16. 0.536 m
17. (a) 0.64 m;(b) increased
18. 457 N
19. 8.7 N
20. (a) 6.5×10^2 N;(b) 5.6×10^2 N
21. (a) 6.63 kN;(b) 5.74 kN;(c) 5.96 kN
22. (a) 3.4×10^2 N;(b) 0.88 m;(c) increases;(d) decreases
23. (a) 192 N;(b) 96.1 N;(c) 55.5 N
24. 1.19
25. 13.6 N
26. 0.216
27. (a) 1.9 kN;(b) up;(c) 2.1 kN;(d) down
28. (a) 1.50 m;(b) 433 N;(c) 250 N
29. (a) $(-80\ \text{N})\hat{i} + (1.3 \times 10^2\ \text{N})\hat{j}$;(b) $(80\ \text{N})\hat{i} + (1.3 \times 10^2\ \text{N})\hat{j}$

30. (a) 408 N;(b) 245 N;(c) right;(d) 163 N;(e) up
31. 2.20 m
32. (a) 3.9 m/s^2;(b) 2.0 kN;(c) 3.5 kN;(d) 0.79 kN;(e) 1.4 kN
33. (a) 60.0°;(b) 300 N
34. (a) $Wx/(L \sin \theta)$;(b) $Wx/(L \tan \theta)$;(c) $W(1 - x/L)$
35. (a) 445 N;(b) 0.50;(c) 315 N
36. (a) 17 N; (b) 1.7×10^2 N
37. 0.34
38. (a) $(-797\hat{i} + 265\hat{j})$ N;(b) $(797\hat{i} + 265\hat{j})$ N;(c) $(797\hat{i} + 931\hat{j})$ N;(d) $(-797\hat{i} - 265\hat{j})$ N
39. (a) 211 N;(b) 534 N;(c) 320 N
40. (a) 30.0°;(b) 51.0 kg;(c) 10.2 kg
41. (a) slides;(b) 31°;(c) tips;(d) 34°
42. 85%
43. (a) 6.5×10^6 N/m^2;(b) 1.1×10^{-5} m
44. (a) 7.5×10^{10} N/m^2;(b) 2.9×10^8 N/m^2
45. (a) 0.80;(b) 0.20;(c) 0.25
46. (a) 30 μJ; (b) 8.67 μJ; (c) 34.2 μJ; (d) no; (e) yes
47. (a) 1.4×10^9 N;(b) 75
48. 56.0 mJ
49. (a) 866 N;(b) 143 N;(c) 0.165
50. 0.421 g
51. (a) 1.2×10^2 N;(b) 68 N
52. (a) 1.9×10^{-3};(b) 1.3×10^7 N/m^2;(c) 6.9×10^9 N/m^2
53. (a) 1.8×10^7 N;(b) 1.4×10^7 N;(c) 16
54. 3.4 m
55. 0.29
56. (a) 500 kg;(b) 62.5 kg
57. 76 N
58. (a) 196 N;(b) 294 N;(c) 441 N;(d) 49.0 N;(e) 0.16 m
59. (a) 8.01 kN;(b) 3.65 kN;(c) 5.66 kN
60. (a) 50°;(b) 0.77*mg*
61. 71.7 N
62. (a) 0.80 mm;(b) 2.3 cm
63. (a) $L/2$;(b) $L/4$;(c) $L/6$;(d) $L/8$;(e) $25L/24$
64. (a) $2mg$;(b) mg;(c) mg;(d) $2^{0.5}mg$
65. (a) 88 N;(b) $(30\hat{i} + 97\hat{j})$ N
66. $(-1.5 \times 10^2 \text{ N})\hat{i} + (2.6 \times 10^2 \text{ N})\hat{j}$
67. 2.4×10^9 N/m^2
68. (a) 200 N;(b) 360 N;(c) 0.35
69. 60°
70. (a) 1.5 kN;(b) 1.9 kN
71. (a) $\mu < 0.57$;(b) $\mu > 0.57$
72. (a) 15 N;(b) 29 N
73. (a) $(35\hat{i} + 200\hat{j})$ N;(b) $(-45\hat{i} + 200\hat{j})$ N;(c) 1.9×10^2 N
74. ---

75. (a) *BC*, *CD*, *DA*;(b) 535 N;(c) 757 N
76. (a) $1.16\hat{j}$ kN;(b) $1.74\hat{j}$ kN
77. (a) 1.38 kN;(b) 180 N
78. (a) $(-671\hat{j})$ N;(b) $(400\hat{i} + 670\hat{j})$ N
79. (a) $a_1 = L/2$, $a_2 = 5L/8$, $h = 9L/8$; (b) $b_1 = 2L/3$, $b_2 = L/2$, $h = 7L/6$
80. 44 N
81. $L/4$
82. 3.1 cm
83. (a) 106 N;(b) 64.0°

Chapter 13

1. ½
2. (a) 6.9%; (b) (2.3×10^{-5})%
3. 19 m
4. 2.16
5. 0.8 m
6. $(1.18 \times 10^{-14}\text{ N})\hat{i} + (1.18 \times 10^{-14}\text{ N})\hat{j}$
7. $-5.00d$
8. (a) 2.13×10^{-8} N;(b) 60.6°
9. 2.60×10^{5} km
10. (a) $0.716d$;(b) $-1.07d$
11. (a) $M = m$;(b) 0
12. (a) 0.25 kg;(b) 1.0 kg
13. 8.31×10^{-9} N
14. (a) -0.20 m;(b) -0.35 m
15. (a) $-1.88d$;(b) $-3.90d$;(c) $0.489d$
16. 3.0×10^{-10} N
17. (a) 17 N;(b) 2.4
18. 8.2 μm
19. 2.6×10^{6} m
20. -0.30 N
21. 5×10^{24} kg
22. (a) $(3.02 \times 10^{43}\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2)/M_h$;(b) decrease;(c) 9.82 m/s^2;(d) 7.30×10^{-15} m/s^2;(e) no
23. (a) 7.6 m/s^2;(b) 4.2 m/s^2
24. (a) $G(M_1 + M_2)m/a^2$;(b) GM_1m/b^2;(c) 0
25. (a) $(3.0 \times 10^{-7}\text{ N/kg})m$;(b) $(3.3 \times 10^{-7}\text{ N/kg})m$;(c) $(6.7 \times 10^{-7}\text{ N/kg}\cdot\text{m})mr$
26. 0.031%
27. (a) 9.83 m/s^2;(b) 9.84 m/s^2;(c) 9.79 m/s^2
28. (a) $0.414R$;(b) $0.500R$
29. 5.0×10^{9} J
30. ½
31. (a) 0.74;(b) 3.8 m/s^2;(c) 5.0 km/s
32. (a) -4.4×10^{-11} J;(b) -2.9×10^{-11} J;c) 2.9×10^{-11} J
33. (a) 0.0451;(b) 28.5
34. (a) 2.0×10^{9} J;(b) $2.5R_s$

35. -4.82×10^{-13} J
36. (a) 22 MJ;(b) 69 MJ
37. (a) 0.50 pJ;(b) –0.50 p
38. (a) -1.7×10^{-8} J;(b) 0.56×10^{-8} J
39. (a) 1.7 km/s;(b) 2.5×10^{5} m;(c) 1.4 km/s
40. (a) 1.33;(b) 2.00;(c) 0
41. (a) 82 km/s;(b) 1.8×10^{4} km/s
42. (a) 0.50 kg;(b) 1.5 kg
43. (a) 7.82 km/s;(b) 87.5 min
44. 0.35 lunar month
45. 6.5×10^{23} kg
46. (a) 5.4×10^{4} km/h;(b) 3.8×10^{4} km/h
47. 5×10^{10} stars
48. 1.87 y
49. (a) 1.9×10^{13} m;(b) $3.6R_P$
50. 3.58×10^{4} km
51. (a) 6.64×10^{3} km;(b) 0.0136
52. (a) 5.01×10^{9} m;(b) 7.20 solar radii
53. 5.8×10^{6} m
54. 9
55. ---
56. (a) 6×10^{16} kg;(b) 4×10^{3} kg/m^3
57. 0.71 y
58. (a) $3.7m_J$;(b) $2.5r_E$
59. $(GM/L)^{0.5}$
60. (a) -6.33×10^{9} J;(b) -6.33×10^{9} J;(c) falling
61. (a) 3.19×10^{3} km;(b) lifting
62. (a) 1/2;(b) 1/2;(c) B;(d) 1.1×10^{8} J
63. (a) 2.8 y;(b) 1.0×10^{-4}
64. (a) 8.0×10^{8} J;(b) 36 N
65. (a) $r^{1.5}$;(b) r^{-1};(c) $r^{0.5}$;(d) $r^{-0.5}$
66. (a) 4.6×10^{5} J;(b) 2.6×10^{2}
67. (a) 7.5 km/s;(b) 97 min;(c) 4.1×10^{2} km;(d) 7.7 km/s;(e) 93 min;(f) 3.2×10^{-3} N;(g) no;(h) yes
68. (a) 92.3 min; (b) 7.68×10^{3} m/s; (c) 5.78×10^{10} J; (d) -1.18×10^{11} J; (e) -6.02×10^{10} J; (f) 6.63×10^{6} m; (g) 89.5 min; (h) 80 s
69. 1.1 s
70. (a) $(1 \times 10^{2})M_S$;(b) lower
71. (a) $GMmx(x^2 + R^2)^{-3/2}$;(b) $[2GM(R^{-1} - (R^2 + x^2)^{-1/2})]^{1/2}$
72. (a) 1.3×10^{12} m/s^2;(b) 1.6×10^{6} m/s
73. (a) 1.0×10^{3} kg;(b) 1.5 km/s
74. (a) 2×10^{-5} m/s^2;(b) 2 cm/s
75. 3.2×10^{-7} N
76. 29 pN
77. $0.37\hat{\jmath}$ μN

78. (a) -1.3×10^{-4} J;(b) less;(c) positive;(d) negative
79. $2\pi r^{1.5}G^{-0.5}(M + m/4)^{-0.5}$
80. (b) 1.9 h
81. (a) 2.2×10^{-7} rad/s;(b) 89 km/s
82. 9.2×10^{-5} rad/s
83. (a) 2.15×10^{4} s;(b) 12.3 km/s;(c) 12.0 km/s;(d) 2.17×10^{11} J;(e) -4.53×10^{11} J;(f) -2.35×10^{11} J;(g) 4.04×10^{7} m;(h) 1.22×10^{3} s;(i) elliptical
84. (a) $R/3$;(b) $3^{0.5}R$
85. 2.5×10^{4} km
86. (a) $(3.4 \times 10^{-3})g$;(b) $(6.1 \times 10^{-4})g$;(c) $(1.4 \times 10^{-11})g$
87. (a) 1.4×10^{6} m/s;(b) 3×10^{6} m/s^2
88. 7.9 km/s
89. (a) 0;(b) 1.8×10^{32} J;(c) 1.8×10^{32} J;(d) 0.99 km/s
90. (a) 1.9×10^{7} m;(b) 7.6×10^{8} J;(c) 8.6×10^{24} kg
91. 7.2×10^{-9} N
92. (a) 38.3 MJ;(b) 1.03×10^{3} km
93. 2.4×10^{4} m/s
94. (a) 5.3×10^{-8} J;(b) $(-6.4 \times 10^{-8})\hat{\mathrm{i}}$ N
95. $-0.044\hat{\mathrm{j}}\ \mu$N
96. (a) $(2.8 \times 10^{4})g$;(b) deadly;(c) $714g$;(d) 1.5 km/s
97. $GM_{\mathrm{E}}m/12R_{\mathrm{E}}$

Chapter 14

1. 0.074
2. 38 kPa
3. 1.1×10^{5} Pa
4. 18 N
5. 2.9×10^{4} N
6. (a) 1.9×10^{2} kPa;(b) 15.9/10.6
7. (b) 26 kN
8. 1.4×10^{5} Pa
9. (a) 1.0×10^{3} torr; (b) 1.7×10^{3} torr
10. 2.80 m
11. (a) 94 torr; (b) 4.1×10^{2} torr; (c) 3.1×10^{2} torr
12. 17 cm
13. 1.08×10^{3} atm
14. 1.90×10^{4} Pa
15. -2.6×10^{4} Pa
16. (a) 0.019 atm; (b) 0.39 atm
17. 7.2×10^{5} N
18. 2.0
19. 4.69×10^{5} N
20. (a) 5.0×10^{6} N;(b) 5.6×10^{6} N
21. 0.635 J
22. 26 torr

23. 44 km
24. (a) 1.88×10^{9} N;(b) 2.20×10^{10} N·m;(c) 11.7 m
25. 739.26 torr
26. -3.9×10^{-3} atm
27. (a) 7.9 km;(b) 16 km
28. (a) fA/a;(b) 103 N
29. 8.50 kg
30. 7.84 cm, down
31. (a) 6.7×10^{2} kg/m^3;(b) 7.4×10^{2} kg/m^3
32. (a) 37.5 kN;(b) 39.6 kN;(c) 2.23 kN;(d) 2.18 kN
33. (a) 2.04×10^{-2} m^3;(b) 1.57 kN
34. (a) 35.6 kN;(b) 0.330 m^3
35. Five
36. 1.8 g/cm^3
37. 57.3 cm
38. (a) 1.5 g/cm^3;(b) 2.7×10^{-3} m^3
39. (a) 1.2 kg;(b) 1.3×10^{3} kg/m^3
40. 6.5 mm
41. (a) 0.10; (b) 0.083
42. 4.11 kJ
43. (a) 637.8 cm^3;(b) 5.102 m^3;(c) 5.102×10^{3} kg
44. (a) 1.84 kg;(b) 2.01 kg
45. 0.126 m^3
46. 1.40 m
47. (a) 1.80 m^3;(b) 4.75 m^3
48. 9.7 mm
49. (a) 3.0 m/s; (b) 2.8 m/s
50. 3.60 cm
51. 8.1 m/s
52. 4.0 m
53. 66 W
54. (a) 56 L/min;(b) 1.0
55. 1.4×10^{5} J
56. (a) 2;(b) 1/2;(c) 3.0 cm
57. (a) 1.6×10^{-3} m^3/s;(b) 0.90 m
58. 1.7 MPa
59. (a) 2.5 m/s;(b) 2.6×10^{5} Pa
60. (a) 2.40 m/s;(b) 245 Pa
61. (a) 3.9 m/s;(b) 88 kPa
62. (b) 63.3 m/s
63. 1.1×10^{2} m/s
64. (a) 6.4 m^3;(b) 5.4 m/s;(c) 9.8×10^{4} Pa
65. (b) 2.0×10^{-2} m^3/s
66. (a) 4.1 m/s;(b) 21 m/s;(c) 8.0×10^{-3} m^3/s
67. (a) 74 N;(b) 1.5×10^{2} m^3

68. (a) 0.25 m^2;(b) 6.1 m^3/s
69.
70. –2.50 J
71. (a) 35 cm;(b) 30 cm;(c) 20 cm
71. (a) 0.0776 m^3/s;(b) 69.8 kg/s
72. 7.8 cm/h
73. 1.5 g/cm^3
74. 0.412 cm
75. 5.11×10^{-7} kg
76. (a) 0.050;(b) 0.41;(c) no
77. 44.2 g
78. 9.4%
79. 6.0×10^2 kg/m^3
80. (a) 2;(b) 3;(c) 4/3
81. 45.3 cm^3
82. 3.82 m/s^2
83. (a) 3.2 m/s;(b) 9.2×10^4 Pa;(c) 10.3 m
84. (a) 0.13;(b) 0.96
85. 1.07×10^3 g

Chapter 15

1. (a) 0.50 s;(b) 2.0 Hz;(c) 18 cm
2. (a) 10 N;(b) 1.2×10^2 N/m
3. 37.8 m/s^2
4. (a) 1.29×10^5 N/m;(b) 2.68 Hz
5. (a) 1.0 mm;(b) 0.75 m/s;(c) 5.7×10^2 m/s^2
6. (a) 6.28×10^5 rad/s;(b) 1.59 mm
7. (a) 498 Hz;(b) greater
8. +1.91 rad (or –4.37 rad)
9. (a) 3.0 m;(b) -49 m/s;(c) $–2.7 \times 10^2$ m/s^2;(d) 20 rad;(e) 1.5 Hz;(f) 0.67 s
10. (a) 0.75 s;(b) 1.3 Hz;(c) 8.4 rad/s
11. 39.6 Hz
12. –0.927 rad (or +5.36 rad)
13. (a) 0.500 s;(b) 2.00 Hz;(c) 12.6 rad/s;(d) 79.0 N/m;(e) 4.40 m/s;(f) 27.6 N
14. (a) 0.500 m;(b) -0.251 m;(c) 3.06 m/s
15. (a) 0.18*A*;(b) same direction
16. $2\pi/3$ rad
17. (a) 5.58 Hz;(b) 0.325 kg;(c) 0.400 m
18. 2.08 h
19. (a) 25 cm;(b) 2.2 Hz
20. 1.03 rad (or –5.25 rad)
21. 54 Hz
22. 4.00 m
23. 3.1 cm
24. 18.2 Hz
25. (a) 0.525 m;(b) 0.686 s

26. 23 cm
27. (a) 0.75;(b) 0.25;(c) $2^{-0.5}x_m$
28. (a) yes;(b) 12 cm
29. 37 mJ
30. (a) 200 N/m;(b) 1.39 kg;(c) 1.91 Hz
31. (a) 2.25 Hz;(b) 125 J;(c) 250 J;(d) 86.6 cm
32. 8.3×10^2 N/m
33. (a) 1.1 m/s;(b) 3.3 cm
34. 2.4 cm
35. (a) 3.1 ms;(b) 4.0 m/s;(c) 0.080 J;(d) 80 N;(e) 40 N
36. 0.333
37. (a) 2.2 Hz;(b) 56 cm/s;(c) 0.10 kg;(d) 20.0 cm
38. 12 s
39. (a) 39.5 rad/s;(b) 34.2 rad/s;(c) 124 rad/s^2
40. 5.6 cm
41. (a) 0.205 kg·m^2;(b) 47.7 cm;(c) 1.50 s
42. (a) 0.499 m;(b) 0.940 mJ
43. (a) 1.64 s;(b) equal
44. 1.83 s
45. 8.77 s
46. ---
47. 0.366 s
48. (b) 16 cm;(c) circle
49. (a) 0.845 rad;(b) 0.0602 rad
50. (a) 0.84 m;(b) 0.031 J
51. (a) 0.53 m;(b) 2.1 s
52. 0.18 s
53. 0.0653 s
54. 1.3×10^{-5} kg·m^2
55. (a) 2.26 s;(b) increases;(c) same
56. (a) 2.00 s;(b) 18.5 N·m/rad
57. 6.0%
58. 0.39
59. (a) 14.3 s;(b) 5.27
60. (a) 4.9×10^2 N/cm;(b) 1.1×10^3 kg/s
61. (a) $F_m/b\omega$;(b) F_m/b
62. d and e
63. 5.0 cm
64. 0.19g
65. (a) 2.8×10^3 rad/s;(b) 2.1 m/s;(c) 5.7 km/s^2
66. (a) 2.1×10^4 N/m;(b) 1.5×10^4 N/m;(c) 3.1×10^2 Hz;(d) 2.6×10^2 Hz
67. (a) 1.1 Hz;(b) 5.0 cm
68. (a) 147 N/m;(b) 0.733 s
69. 7.2 m/s
70. (a)$(r/R)(k/m)^{0.5}$;(b) $(k/m)^{0.5}$;(c) 0 (no oscillation)

71. (a) 7.90 N/m;(b) 1.19 cm;(c) 2.00 Hz
72. (a) 0.873 s;(b) 6.3 cm
73. (a) 1.3×10^2 N/m;(b) 0.62 s;(c) 1.6 Hz;(d) 5.0 cm;(e) 0.51 m/s
74. (a) 0.21 m;(b) 1.6 Hz;(c) 0.10 m
75. (a) 16.6 cm;(b) 1.23%
76. (a) 1.72 ms;(b) 11.2 ms
77. (a) 1.2 J;(b) 50
78. (a) 11 m/s;(b) 1.7×10^3 m/s^2
79. 1.53 m
80. 65.5%
81. (a) 0.30 m;(b) 0.28 s;(c) 1.5×10^2 m/s^2;(d) 11 J
82. 3.5 Hz
83. (a) 1.23 kN/m;(b) 76.0 N
84. (a) 1.6 Hz;(b) 1.0 m/s;(c) 0;(d) 10 m/s^2;(e) ±10 cm;(f) (-10 N/m)x
85. 1.6 kg
86. (a) 1.6×10^4 m/s^2;(b) 2.5 m/s;(c) 7.9×10^3 m/s^2;(d) 2.2 m/s
87. (a) 0.735 kg·m^2;(b) 0.0240 N·m;(c) 0.181 rad/s
88. (a) 10 N, up;(b) 0.10 m;(c) 0.90 s;(d) 0.50 J
89. (a) 3.5 m;(b) 0.75 s
90. (a) 4.0 s;(b) $\pi/2$ rad/s;(c) 0.37 cm;(d) (0.37 cm) cos($\pi t/2$);(e) (-0.58 cm/s) sin($\pi t/2$);(f) 0.58 cm/s;(g) 0.91 cm/s^2;(h) 0;(i) 0.58 cm/s
91. (a) 0.35 Hz;(b) 0.39 Hz;(c) 0 (no oscillation)
92. 831.5 mm
93. (a) 245 N/m;(b) 0.284 s
94. +1.82 rad (or –4.46 rad)
95. 0.079 kg·m^2
96. 1.58
97. (a) 8.11×10^{-5} kg·m^2;(b) 3.14 rad/s
98. (a) 1.0×10^2 N/m;(b) 0.45 s
99. 14.0°
100. (a) 62.5 mJ;(b) 31.3 mJ
101. (a) 3.2 Hz;(b) 0.26 m;(c) x = (0.26 m) cos(20t – $\pi/2$), with t in seconds
102. (a) 0.20 m;(b) 25;(c) 4.0 J;(d) 2.1 m/s
103. (a) 0.44 s;(b) 0.18 m
104. (a) 0.102 kg/s;(b) 0.137 J
105. (a) 0.45 s;(b) 0.10 m above and 0.20 m below;(c) 0.15 m;(d) 2.3 J
106. (a) 0.20 s;(b) 0.20 kg;(c) –0.20 m;(d) -2.0×10^2 m/s^2;(e) 4.0 J
107. 7×10^2 N/m

Chapter 16

1. 1.1 ms
2. (a) 22 seats/s; (b) 39 seats
3. (a) 3.49 m^{-1};(b) 31.5 m/s
4. 30 cm
5. (a) 0.680 s;(b) 1.47 Hz;(c) 2.06 m/s

6. 1.3 cm
7. (a) 64 Hz;(b) 1.3 m;(c) 4.0 cm;(d) 5.0 m^{-1};(e) 4.0×10^2 s^{-1};(f) $\pi/2$ rad;(g) minus
8. -0.64 rad or 5.64 rad
9. (a) 3.0 mm;(b) 16 m^{-1};(c) 2.4×10^2 s^{-1};(d) minus
10. (a) 6.0 cm;(b) 1.0×10^2 cm;(c) 2.0 Hz;(d) 2.0×10^2 cm/s;(e) -*x* direction;(f) 75 cm/s;(g) -2.0 cm
11. (a) negative;(b) 4.0 cm;(c) 0.31 cm^{-1};(d) 0.63 s^{-1};(e) π rad;(f) minus;(g) 2.0 cm/s;(h) –2.5 cm/s
12. 4.24 m/s
13. (a) 11.7 cm;(b) π rad
14. (a) 30 m/s;(b) 17 g/m
15. (a) 0.12 mm;(b) 141 m^{-1};(c) 628 s^{-1};(d) plus
16. 135 N
17. (a) 15 m/s;(b) 0.036 N
18. 3.2
19. 129 m/s
20. $2^{0.5}$
21. 2.63 m
22. (a) 0.64 Hz; (b) 63 cm;(c) 5.0 cm;(d) 0.10 cm^{-1};(e) 4.0 s^{-1};(f) minus;(g) 0.064 N
23. (a) 5.0 cm;(b) 40 cm;(c) 12 m/s;(d) 0.033 s;(e) 9.4 m/s;(f) 16 m^{-1};(g) 1.9×10^2 s^{-1};(h) 0.93 rad;(i) plus
24. (a) 28.6 m/s;(b) 22.1 m/s;(c) 188 g;(d) 313 g
25. ---
26. 198 Hz
27. 3.2 mm
28. 1.75 m/s
29. 0.20 m/s
30. 0.20 m/s
31. $1.41y_m$
32. (a) 82.8°;(b) 1.45 rad;(c) 0.230 wavelength
33. (a) 9.0 mm;(b) 16 m^{-1};(c) 1.1×10^3 s^{-1};(d) 2.7 rad;(e) plus
34. (a) 10 W; (b) 20 W;(c) 40 W;(d) 26 W;(e) 0
35. 5.0 cm
36. 0
37. (a) 3.29 mm;(b) 1.55 rad;(c) 1.55 rad
38. (a) π rad;(b) 3.0 mm;(c) 0 rad;(d) 13 mm;(e) 9.4 mm
39. 84°
40. 10 cm
41. (a) 82.0 m/s;(b) 16.8 m;(c) 4.88 Hz
42. (a) $2f_3$;(b) λ_3
43. (a) 7.91 Hz;(b) 15.8 Hz;(c) 23.7 Hz
44. (a) 66.1 m/s;(b) 26.4 Hz
45. (a) 105 Hz;(b) 158 m/s
46. (a) 4;(b) 8;(c) none
47. 260 Hz
48. (a) 6.36 Hz; (b) 6.36 Hz

49. (a) 144 m/s;(b) 60.0 cm;(c) 241 Hz
50. (a) +4.0 cm;(b) 0;(c) 0;(d) -0.13 m/s
51. (a) 0.50 cm;(b) 3.1 m^{-1};(c) 3.1×10^2 s^{-1};(d) minus
52. (a) 4.0 m;(b) 24 m/s;(c) 1.4 kg;(d) 0.11 s
53. (a) 0.25 cm;(b) 1.2×10^2 cm/s;(c) 3.0 cm;(d) 0
54. (a) 4.5 mm;(b) 16 m^{-1};(c) 5.2×10^2 s^{-1};(d) minus
55. 0.25 m
56. (a) 0;(b) 0.20 m;(c) 0.40 m;(d) 50 ms;(e) 8.0 m/s;(f) 2.0 cm;(g) 0;(h) 25 ms;(i) 50 ms
57. (a) 2.00 Hz;(b) 2.00 m;(c) 4.00 m/s;(d) 50.0 cm;(e) 150 cm;(f) 250 cm;(g) 0;(h) 100 cm;(i) 200 cm
58. (a) 0.846 kg; (b) none
59. (a) 324 Hz;(b) eight
60. 0.845 g/m
61. 36 N
62. (a) 2.0 cm;(b) 0.63 cm^{-1};(c) 2.5×10^3 s^{-1};(d) minus;(e) 50 m/s;(f) 40 m/s
63. (a) 75 Hz;(b) 13 ms
64. (a) –3.9 cm;(b) 0.15 m;(c) 0.79 m^{-1};(d) 13 s^{-1};(e) plus(f) –0.14 m
65. (a) 2.0 mm;(b) 95 Hz;(c) +30 m/s;(d) 31 cm;(e) 1.2 m/s
66. 2.8 rad or -3.5 rad
67. (a) 0.31 m; (b) 1.64 rad;(c) 2.2 mm
68. (a) 5.0 cm/s;(b) $+x$
69. (a) $0.83y_1$;(b) 37°
70. 2.9 rad or -3.4 rad
71. (a) 3.77 m/s;(b) 12.3 N;(c) 0;(d) 46.4 W;(e) 0;(f) 0;(g) ±0.50 cm
72. (a) 3.0 mm;(b) 31 m^{-1};(c) 7.5×10^2 s^{-1};(d) minus
73. 1.2 rad
74. (a) $2P_1$;(b) $P_1/4$
75. (a) 300 m/s; (b) no
76. (a) 0.50 m;(b) 0;(c) 0.25 s;(d) 0.50 s
77. (a) $[k\,\Delta\ell\,(\ell + \Delta\ell)/m]^{0.5}$
78. (a) 4.3×10^{14} Hz to 7.5×10^{14} Hz;(b) 1.0 m to 2.0×10^2 m;(c) 6.0×10^{16} Hz to 3.0×10^{19} Hz
79. (a) 144 m/s;(b) 3.00 m;(c) 1.50 m;(d) 48.0 Hz;(e) 96.0 Hz
80. (a) 880 Hz;(b) 1320 Hz
81. (a) 1.00 cm;(b) 3.46×10^3 s^{-1};(c) 10.5 m^{-1};(d) plus
82. (a) 6.7 mm;(b) 45°
83. (a) $2\pi y_m/\lambda$;(b) no
84. (a) 1.3 m;(b) (2.0 mm) sin[(9.4 m^{-1})x] cos[(3.8 × 10^3 s^{-1})t]
85. (a) 240 cm;(b) 120 cm;(c) 80 cm
86. (a) $z(y, t)$ = (3.0 mm) sin[(60 cm^{-1})y –(31 s^{-1})t);(b) 9.4 cm/s
87. (a) 1.33 m/s;(b) 1.88 m/s;(c) 16.7 m/s^2;(d) 23.7 m/s^2
88. (a) 8.0 cm;(b) 1.0 cm
89. (a) 0.52 m;(b) 40 m/s;(c) 0.40 m
90. (a) 5.0 cm/s;(b) 3.2 cm;(c) 0.25 Hz

91. (a) 0.16 m;(b) 2.4×10^2 N;(c) $y(x, t) = (0.16 \text{ m}) \sin[(1.57 \text{ m}^{-1})x] \sin[(31.4 \text{ s}^{-1})t]$
92. (b) $+x$;(c) interchange their amplitudes;(d) $x = \lambda/4 = 6.26$ cm;(e) $x = 0$ and $x = \lambda/2 = 12.5$ cm;(f) amplitude (4.00 mm) is sum of amplitudes of original waves;(g) amplitude (1.00 mm) is difference of amplitudes of original waves
93. (c) 2.0 m/s;(d) $-x$

Chapter 17

1. (a) 79 m;(b) 41 m;(c) 89 m
2. 0.144 MPa
3. (a) 2.6 km;(b) 2.0×10^2
4. 1.7×10^2 m
5. 1.9×10^3 km
6. 44 m
7. 40.7 m
8. 9.00
9. 0.23 ms
10. (a) $(D \sin \theta)/v$;(b) D/v_w;(c) 13°
11. (a) 76.2 μm;(b) 0.333 mm
12. (a) 1.50 Pa;(b) 158 Hz; (c) 2.22 m;(d) 350 m/s
13. 960 Hz
14. (a) 6.1 nm;(b) 9.2 m^{-1};(c) 3.1×10^3 s^{-1};(d) 5.9 nm;(e) 9.8 m^{-1};(f) 3.1×10^3 s^{-1}
15. (a) 2.3×10^2 Hz;(b) higher
16. 4.12 rad
17. (a) 143 Hz;(b) 3;(c) 5;(d) 286 Hz;(e) 2;(f) 3
18. (a) 0.5;(b) 1.5
19. (a) 14;(b) 14
20. (a) 0;(b) 0;(c) 4
21. (a) 343 Hz;(b) 3;(c) 5;(d) 686 Hz;(e) 2;(f) 3
22. 17.5 cm
23. (a) 0;(b) fully constructive;(c) increase;(d) 128 m;(e) 63.0 m;(f) 41.2 m
24. (a) 10 μW/m^2;(b) 0.10 μW/m^2;(c) 70 nm;(d) 7.0 nm
25. 36.8 nm
26. (a) 0.080 W/m^2;(b) 0.013 W/m^2
27. (a) 1.0×10^3;(b) 32
28. 1.26
29. 15.0 mW
30. (a) 8.84 nW/m^2;(b) 39.5 dB
31. 2 μW
32. (a) 0.26 nm;(b) 1.5 nW/m^2
33. 0.76 μm
34. (a) 3.2;(b) 5.0 dB
35. (a) 5.97×10^{-5} W/m^2;(b) 4.48 nW
36. 0.67 m
37. (a) 0.34 nW;(b) 0.68 nW;(c) 1.4 nW;(d) 0.88 nW;(e) 0
38. (a) 4;(b) 0.125 m;(c) 0.375 m
39. (a) 405 m/s;(b) 596 N;(c) 44.0 cm;(d) 37.3 cm

40. (a) 57.2 cm;(b) 42.9 cm
41. (a) 833 Hz;(b) 0.418 m
42. 20 kHz
43. (a) 3;(b) 1129 Hz;(c) 1506 Hz
44. (a) 86 Hz;(b) yes, low frequency;(c) higher
45. (a) 2;(b) 1
46. (a) 2;(b) 0;(c) 0.40 m;(d) 143 Hz
47. 12.4 m
48. (a) 260 Hz;(b) 4;(c) 840 Hz;(d) 7
49. 45.3 N
50. (a) 71.5 Hz;(b) 64.8 N
51. 2.25 ms
52. 387 Hz
53. 0.020
54. (a) 10;(b) 4
55. (a) 526 Hz;(b) 555 Hz
56. 4.61 m/s
57. 0
58. (a) 1.58 kHz;(b) 0.208 m;(c) 2.16 kHz;(d) 0.152 m
59. (a) 1.022 kHz;(b) 1.045 kHz
60. 0.195 MHz
61. 41 kHz
62. (a) $2v/3$;(b) $2v/3$;(c) $2v/3$;(d) $2v/3$
63. 155 Hz
64. 0.236
65. (a) 2.0 kHz;(b) 2.0 kHz
66. (a) 598 Hz;(b) 608 Hz;(c) 589 Hz
67. (a) 485.8 Hz;(b) 500.0 Hz;(c) 486.2 Hz;(d) 500.0 Hz
68. 3.3×10^2 m/s
69. (a) 42°;(b) 11 s
70. 33.0 km
71. 1 cm
72. 30°
73. 2.1 m
74. 7.9×10^{10} Pa
75. (a) 39.7 μW/m^2;(b) 171 nm;(c) 0.893 Pa
76. (a) 5.0×10^3;(b) 71;(c) 71
77. 0.25
78. 3.1 m/s
79. (a) 2.10 m;(b) 1.47 m
80. 0.250
81. (a) 59.7;(b) 2.81×10^{-4}
82. (a) 0.30 cm;(b) 0.26 cm^{-1};(c) 1.6×10^2 s^{-1};(d) 6.0 m/s;(e) plus
83. (a) rightward;(b) 0.90 m/s;(c) less
84. (a) $L(v_m - v)/v_m v$;(b) 364 m
85. (a) 11 ms;(b) 3.8 m

86. 0.33
87. (a) 9.7×10^2 Hz;(b) 1.0 kHz;(c) 60 Hz, no
88. (a) 2.00;(b) 1.41;(c) 1.73;(d) 1.85
89. (a) 21 nm;(b) 35 cm;(c) 24 nm;(d) 35 cm
90. (a) 572 Hz;(b) 1.14 kHz
91. (a) 7.70 Hz;(b) 7.70 Hz
92. 3
93. (a) 5.2 kHz;(b) 2
94. (a) 3.9×10^2 to 9.2×10^2 GJ;(b) 0.63 to 1.5 W/m^2;(c) 25 to 58 kW/m^2;(d) surface wave
95. (a) 10 W;(b) 0.032 W/m^2;(c) 99 dB
96. 0
97. (a) 0;(b) 0.572 m;(c) 1.14 m
98. (a) 0.50 m;(b) 0.34 m;(c) 0.66 m
99. 171 m
100. (a) 2;(b) 6;(c) 10
101. (a) 3.6×10^2 m/s;(b) 150 Hz
102. (b) length^2
103. 400 Hz
104. (a) 88 mW/m^2;(b) 0.75
105. (a) 14;(b) 12

Chapter 18

1. 1.366
2. (a) 0.06 kPa;(b)nitrogen
3. 348 K
4. (a) –96°F;(b) 56.7°C
5. (a) 320°F;(b) -12.3°F
6. 1375°X
7. -92.1°X
8. 11 cm^2
9. 2.731 cm
10. 1.1 cm
11. 49.87 cm^3
12. (a) 9.996 cm;(b) 68°C
13. 29 cm^3
14. (a) 0.36%;(b) 0.18%;(c) 0.54%;(d) 0.00%;(e) 1.8×10^{-5}/C°
15. 360°C
16. (a) -0.69%;(b) aluminum
17. 0.26 cm^3
18. 23×10^{-6}/C°
19. 0.13 mm
20. 0.217 K/s
21. 7.5 cm
22. (a) 52 MJ;(b) 0°C
23. 160 s

24. (a) 523 J/kg·K;(b) 26.2 J/mol·K;(c) 0.600 mol
25. 94.6 L
26. 0.25 kg
27. 42.7 kJ
28. 109 g
29. 33 m^2
30. (a) 68 kJ/kg;(b) 2.3 kJ/kg·K
31. 33 g
32. 82 cal
33. 3.0 min
34. 4.0×10^2 J/kg·K
35. 13.5 C°
36. (a) 2.03×10^4 cal;(b) 1.11×10^3 cal;(c) 873°C
37. (a) 5.3°C;(b) 0;(c) 0°C;(d) 60 g
38. (a) 37 W;(b) 2.0 kg;(c) 0.13 kg
39. 742 kJ
40. 0.41 kJ/kg·K
41. (a) 0°C;(b) 2.5°C
42. 8.71 g
43. (a) 1.2×10^2 J;(b) 75 J;(c) 30 J
44. (a) +; (b) +;(c) 0;(d) +;(e) -;(f) -;(g) -;(h) -20 J
45. -30 J
46. (a) -200 J;(b) -293 J;(c) -93 J
47. (a) 6.0 cal;(b) -43 cal;(c) 40 cal;(d) 18 cal;(e) 18 cal
48. -5.0 J
49. 60 J
50. (a) +8.0 J;(b) –9.3 J
51. (a) 1.23 kW;(b) 2.28 kW;(c) 1.05 kW
52. (a) 0.13 m;(b) 2.3 km
53. 1.66 kJ/s
54. (a) 8×10^2 W;(b) 2×10^4 J
55. (a) 16 J/s;(b) 0.048 g/s
56. 0.81 J
57. (a) 1.7×10^4 W/m^2;(b) 18 W/m^2
58. (a) 1.4 W;(b) 3.3
59. 0.50 min
60. (a) 15.8 C°;(b) greater than;(c) 13.8 C°
61. 0.40 cm/h
62. (a) 0.21 W;(b) 65 s
63. -4.2°C
64. (a) 0.16; (b) 84%
65. 1.1 m
66. 0.68 mg/s
67. 3.1×10^2 J
68. 6.7×10^{12} J

69. (a) 80 J;(b) 80 J
70. 35.7 m^3
71. 4.5×10^2 J/kg·K
72. 766°C
73. 0.432 cm^3
74. (a) 2.5×10^2 K;(b) 1.5
75. 10%
76. 66°C
77. 79.5°C
78. (a) 16.7*A* W;(b) $(5.0 \times 10^{-5})A$ kg/s;(c) 50 nm/s
79. 23 J
80. 33.3 kJ
81. (a) $11p_1V_1$;(b) $6\ p_1V_1$
82. (a) 84.3°C;(b) 57.6°C
83. 4.83×10^{-2} cm^3
84. (a) 2.3×10^2 J/s;(b) 15
85. 10.5°C
86. 0.32 cm^2
87. (a) 90 W;(b) 2.3×10^2 W;(c) 3.3×10^2 W
88. -157°C
89. (a) 1.87×10^4;(b) 10.4 h
90. 1.7×10^2 km
91. 333 J
92. 2.16×10^{-5} m^2
93. 8.6 J
94. 45.5°C
95. (a) –45 J;(b) +45 J

Chapter 19

1. 0.933 kg
2. (a) 0.0127 mol;(b) 7.64×10^{21} atoms
3. (a) 0.0388 mol;(b) 220°C
4. (a) 106 mol;(b) 0.892 m^3
5. 25 molecules/cm^3
6. 1.25 atm
7. (a) 3.14×10^3 J;(b) from
8. (a) 5.47×10^{-8} mol;(b) 3.29×10^{16} molecules
9. 186 kPa
10. 0.2
11. 5.60 kJ
12. (a) 12.6 m^3; (b) 1.16 m^3; (c) 5.10×10^3 mol
13. (a) 1.5 mol;(b) 1.8×10^3 K;(c) 6.0×10^2 K;(d) 5.0 kJ
14. 207 J
15. 360 K
16. 1.0×10^2 cm^3

17. 2.0×10^5 Pa
18. 9.53×10^6 m/s
19. (a) 511 m/s;(b) –200°C;(c) 899°C
20. 2.50 km/s
21. 1.8×10^2 m/s
22. 442 m/s
23. 1.9 kPa
24. (a) 494 m/s;(b) 27.9 g/mol;(c) N_2
25. (a) 5.65×10^{-21} J;(b) 7.72×10^{-21} J;(c) 3.40 kJ;(d) 4.65 kJ
26. 3.3×10^{-20} J
27. (a) 6.76×10^{-20} J;(b) 10.7
28. 3.7 GHz
29. (a) 6×10^9 km
30. 0.32 nm
31. (a) 3.27×10^{10} molecules/cm^3;(b) 172 m
32. (a) 1.7;(b) 5.0×10^{-5} cm;(c) 7.9×10^{-6} cm
33. (a) 6.5 km/s;(b) 7.1 km/s
34. (a) 3.2 cm/s;(b) 3.4 cm/s;(c) 4.0 cm/s
35. (a) 420 m/s;(b) 458 m/s;(c) yes
36. 1.50
37. (a) 0.67;(b) 1.2;(c) 1.3;(d) 0.33
38. (a) 2.7×10^2 K;(b) 4.9×10^2 m/s
39. (a) 1.0×10^4 K;(b) 1.6×10^5 K;(c) 4.4×10^2 K;(d) 7.0×10^3 K;(e) no;(f) yes
40. 4.7
41. (a) 7.0 km/s;(b) 2.0×10^{-8} cm;(c) 3.5×10^{10} collisions/s
42. 3.4 kJ
43. (a) 3.49 kJ;(b) 2.49 kJ;(c) 997 J;(d) 1.00 kJ
44. (a) -5.0 kJ;(b) 2.0 kJ;(c) 5.0 kJ
45. (a) 6.6×10^{-26} kg;(b) 40 g/mol
46. (a) +249 J;(b) +623 J;(c) +374 J;(d) $+3.11 \times 10^{-22}$ J
47. (a) 0;(b) +374 J;(c) +374 J;(d) $+3.11 \times 10^{-22}$ J
48. (a) 15.9 J;(b) 34.4 J/mol·K;(c) 26.1 J/mol·K
49. 15.8 J/mol·K
50. 50 J
51. 8.0 kJ
52. (a) 0.375 mol;(b) 1.09 kJ;(c) 0.714
53. (a) 6.98 kJ;(b) 4.99 kJ;(c) 1.99 kJ;(d) 2.99 kJ
54. 1.5×10^3 $N \cdot m^{2.2}$
55. (a) 14 atm;(b) 6.2×10^2 K
56. (a) 2.46 atm;(b) 336 K;(c) 0.406 L
57. (a) diatomic;(b) 446 K;(c) 8.10 mol
58. -87ºC
59. -15 J
60. 17ºC
61. –20 J

62. -1.33×10^4 J
63. (a) 3.74 kJ;(b) 3.74 kJ;(c) 0;(d) 0;(e) -1.81 kJ;(f) 1.81 kJ;(g) -3.22 kJ;(h) -1.93 kJ;(i) -1.29 kJ;(j) 520 J;(k) 0;(l) 520 J;(m) 0.0246 m^3;(n) 2.00 atm;(o) 0.0373 m^3;(p) 1.00 atm
64. 653 J
65. (a) monatomic;(b) 2.7×10^4 K;(c) 4.5×10^4 mol;(d) 3.4 kJ;(e) 3.4×10^2 kJ;(f) 0.010
66. 1.52 nm
67. (a) 2.00 atm;(b) 333 J;(c) 0.961 atm;(d) 236 J
68. 38.8 m
69. 349 K
70. 5.0 m^3
71. (a) -374 J;(b) 0;(c) +374 J;(d) $+3.11 \times 10^{-22}$ J
72. 307°C
73. 7.03×10^9 s^{-1}
74. (a) 2.5×10^{25} molecules/m^3;(b) 1.2 kg
75. (a) 900 cal;(b) 0;(c) 900 cal;(d) 450 cal;(e) 1200 cal;(f) 300 cal;(g) 900 cal;(h) 450 cal;(i) 0;(j) –900 cal;(k) 900 cal;(l) 450 cal
76. (a) –60 J;(b) 90 K
77. (a) $3/v_0^3$;(b) $0.750v_0$;(c) $0.775v_0$
78. (a) 0.33;(b) polyatomic (ideal);(c) 1.44
79. (a) –2.37 kJ;(b) 2.37 kJ
80. 9.2×10^{-6}
81. (b) 125 J; c) to
82. (a) 22.4 L
83. (a) 8.0 atm;(b) 300 K;(c) 4.4 kJ;(d) 3.2 atm;(e) 120 K;(f) 2.9 kJ;(g) 4.6 atm;(h) 170 K;(i) 3.4 kJ
84. (a) 122 K;(b) 365 K;(c) 0
85. (a) 38 L;(b) 71 g
86. (a) 7.72×10^4 J;(b) 5.46×10^4 J;(c) 5.17 J/mol·K;(d) 4.32×10^4 J;(e) 8.86×10^4 J;(f) 8.38 J/mol·K
87. -3.0 J
88. (a) –45 J;(b) 1.8×10^2 K

Chapter 20

1. (a) 9.22 kJ;(b) 23.1 J/K;(c) 0
2. 2.75 mol
3. 14.4 J/K
4. 1.86×10^4 J
5. (a) 5.79×10^4 J;(b) 173 J/K
6. (a) 14.6 J/K;(b) 30.2 J/K
7. (a) 320 K;(b) 0;(c) +1.72 J/K
8. 0.0368 J/K
9. +0.76 J/K
10. 4.5×10^2 J/kg·K

11. (a) 57.0°C;(b) -22.1 J/K;(c) +24.9 J/K;(d) +2.8 J/K
12. 3.5 mol
13. (a) -710 mJ/K;(b) +710 mJ/K;(c) +723 mJ/K;(d) -723 mJ/K;(e) +13 mJ/K;(f) 0
14. (a) 3.00;(b) 6.00;(c) 0;(d) 8.64 J/K;(e) 0
15. (a) -943 J/K;(b) +943 J/K;(c) yes
16. +0.64 J/K
17. (a) 0.333;(b) 0.215;(c) 0.644;(d) 1.10;(e) 1.10;(f) 0;(g) 1.10;(h) 0;(i) –0.889;(j) –0.889;(k) –1.10;(l) –0.889;(m) 0;(n) 0.889;(o) 0
18. (a) 4.5 kJ;(b) –5.0 kJ;(c) 9.5 kJ
19. (a) 0.693;(b) 4.50;(c) 0.693;(d) 0;(e) 4.50;(f) 23.0 J/K;(g) –0.693;(h) 7.50;(i) –0.693;(j) 3.00;(k) 4.50;(l) 23.0 J/K
20. (a) 1.84 kPa;(b) 441 K;(c) 3.16 kJ;(d) 1.94 J/K
21. -1.18 J/K
22. (a) 66.5°C;(b) 14.6 J/K;(c) 11.0 J/K;(d) –21.2 J/K;(e) 4.39 J/K
23. 97 K
24. (a) 31%;(b) 16 kJ
25. (a) 266 K;(b) 341 K
26. 99.999 95%
27. (a) 23.6%;(b) 1.49×10^4 J
28. ---
29. (a) 2.27 kJ;(b) 14.8 kJ;(c) 15.4%;(d) 75.0%;(e) greater
30. (a) 4.67 kJ/s;(b) 4.17 kJ/s
31. (a) 33 kJ;(b) 25 kJ;(c) 26 kJ;(d) 18 kJ
32. 1.7 kJ
33. (a) 1.47 kJ;(b) 554 J;(c) 918 J;(d) 62.4%
34. (a) monatomic;(b) 75%
35. (a) 3.00;(b) 1.98;(c) 0.660;(d) 0.495;(e) 0.165;(f) 34.0%
36. (a) 0.071 J;(b) 0.50 J;(c) 2.0 J;(d) 5.0 J
37. 440 W
38. 13 J
39. 20 J
40. (a) 49 kJ;(b) 7.4 kJ
41. 0.25 hp
42. 1.08 MJ
43. 2.03
44. (a) 167 J;(b) 343 J
45. ---
46. (a) 1.26×10^{14};(b) 1.13×10^{15};(c) 11.1%;(d) 1.01×10^{29}; (e) 1.27×10^{30};(f) 8.0%;(g) 9.25×10^{58}; (h) 1.61×10^{60}; (i) 5.7%;(j) decrease
47. (a) $W = N!/(n_1!\ n_2!\ n_3!)$;(b) $[(N/2)!\ (N/2)!]/[(N/3)!\ (N/3)!\ (N/3)!]$;(c) 4.2×10^{16}
48. (a) 1;(b) 6;(c) 0;(d) 2.47×10^{-23} J/K
49. 0.141 J/K·s
50. (a) 6.34 J/K;(b) 6.34 J/K;(c) 6.34 J/K;(d) 6.34 J/K
51. (a) 87 m/s;(b) 1.2×10^2 m/s;(c) 22 J/K
52. (a) 7.2 kJ;(b) 9.6×10^2 J;(c) 13%
53. (a) 78%;(b) 82 kg/s

54. 4.46 J/K
55. (a) 40.9°C;(b) –27.1 J/K;(c) 30.5 J/K;(d) 3.4 J/K
56. 2.65 mJ/K·m
57. +3.59 J/K
58. +5.98 J/K
59. 1.18×10^3 J/K
60. 13.1%
61. ---
62. (a) 700 J;(b) 0;(c) 50 J;(d) 700 J;(e) 0.226 m^3;(f) 0.284 m^3;(g) 0;(h) –1.25 kJ;(i) 0;(j) 1.25 kJ
63. (a) 0;(b) 0;(c) –23.0 J/K;(d) 23.0 J/K
64. (a) 93.8 J;(b) 231 J
65. (a) 25.5 kJ;(b) 4.73 kJ;(c) 18.5%
66. (a) 3.73;(b) 710 J
67. (a) 1.95 J/K;(b) 0.650 J/K;(c) 0.217 J/K;(d) 0.072 J/K;(e) decrease
68. 75
69. (a) 4.45 J/K;(b) no
70. (a) –44.2°C;(b) –1.69 J/K;(c) 2.38 J/K;(d) 0.69 J/K
71. (a) 1.26×10^{14};(b) 4.71×10^{13};(c) 0.37;(d) 1.01×10^{29};(e) 1.37×10^{28};(f) 0.14;(g) 9.05×10^{58};(h) 1.64×10^{57};(i) 0.018;(j) decrease
72. 25%
73. (a) 42.6 kJ;(b) 7.61 kJ
74. -40 K
75. (a) 1;(b) 1;(c) 3;(d) 10;(e) 1.5×10^{-23} J/K;(f) 3.2×10^{-23} J/K

Chapter 21

1. 0.500
2. 0.375
3. 1.39 m
4. 0.50 C
5. 2.81 N
6. (a) 4.9×10^{-7} kg;
(b) 7.1×10^{-11} C
7. -4.00
8. 0.375
9. (a) -1.00 μC;
(b) 3.00 μC
10. (a) -2.83; (b) no
11. (a) 0.17 N;
(b) –0.046 N
12. (a) –83 μC;
(b) 55 μC
13. (a) -14 cm;
(b) 0
14. (a) 9.0; (b) –25

15. (a) -14 cm;
    (b) 0
16. (a) positive;
    (b) +9.0
17. (a) 1.60 N;
    (b) 2.77 N
18. 1.333
19. (a) 3.00 cm;
    (b) 0;
    (c) -0.444
20. (a) –4;
    (b) +16
21. 3.8×10^{-8} C
22. (a) 1.92 cm;
    (b) less than
23. (a) 0;
    (b) 12 cm;
    (c) 0;
    (d) 4.9×10^{-26} N
24. (a) 8.99×10^{-19} N;
    (b) 625
25. 6.3×10^{11}
26. 2.89×10^{-9} N
27. (a) 3.2×10^{-19} C;
    (b) 2
28. 2.25×10^{20}
29. (a) -6.05 cm;
    (b) 6.05 cm
30. (a) 2.00 cm;
    (b) 9.21×10^{-24} N
31. 122 mA
32. +13*e*
33. 1.3×10^{7} C
34. (a) 0.654 rad;
    (b) 0.889 rad;
    (c) 0.988 rad
35. (a) 0;
    (b) 1.9×10^{-9} N
36. (a) positron;
    (b) electron
37. (a) ^{9}B;
    (b) ^{13}N;
    (c) ^{12}C
38. +16*e*
39. 1.31×10^{-22} N
40. -2.25

41. (a) 5.7×10^{13} C;
    (b) cancels out;
    (c) 6.0×10^{5} kg
42. (b) 2.4×10^{-8} C
43. (b) 3.1 cm
44. 11.9 cm
45. 0.19 MC
46. (a) $(3.52 \times 10^{-25}\ \text{N})\hat{\imath}$;
    (b) 0
47. -45 μC
48. (a) 3.60 μN;
    (b) 2.70 μN;
    (c) 3.60 μN
49. 3.8 N
50. (a) $(L/2)(1 + kqQ/Wh^2)$;
    (b) $(3kqQ/W)^{0.5}$
51. (a) 2.00×10^{10} electrons;
    (b) 1.33×10^{10} electrons
52. –11.1 μC
53. (a) 8.99×10^{9} N;
    (b) 8.99 kN
54. 9.0 kN
55. (a) 0.5;
    (b) 0.15;
    (c) 0.85
56. (a) 1.25×10^{13} electrons;
    (b) from you to faucet;
    (c) positive;
    (d) from faucet to the cat;
    (e) stroking the cat transfers electrons from you to the fur, which then induces charge in the cat's body, with negative charge on the surface away from the stroked region; if you bring your positive hand near the negative nose, electrons can spark across the gap
57. 1.7×10^{8} N
58. (a) $(89.9\ \text{N})\hat{\imath}$;
    (b) $(-2.50\ \text{N})\hat{\imath}$;
    (c) 68.3 cm;
    (d) 0
59. -1.32×10^{13} C
60. 0
61. (a) $(0.829\ \text{N})\hat{\imath}$;
    (b) $(-0.621\ \text{N})\hat{\jmath}$
62. (a) 6.16×10^{-24} N;
    (b) 208°
63. 2.2×10^{-6} kg

64. 1.2×10^{-5} C
65. 4.68×10^{-19} N
66. -5.1 m
67. (a) 1.72*L*;
    (b) 0
68. 10^{18} N
69. (a) 5.1×10^{2} N;
    (b) 7.7×10^{28} m/s^2
70. 0.707

Chapter 22

1. ---
2. (a) 6.4×10^{-18} N; (b) 20 N/C
3. (a) 3.07×10^{21} N/C; (b) outward
4. $(-6.39 \times 10^{5}$ N/C)$\hat{\mathrm{i}}$
5. 56 pC
6. 0.111 nC
7. $(1.02 \times 10^{5}$ N/C)$\hat{\mathrm{j}}$
8. 0
9. (a) 1.38×10^{-10} N/C; (b) 180°
10. (a) 34 cm; (b) 2.2×10^{-8} N/C
11. -30 cm
12. (a) 3.93×10^{-6} N/C; (b) -76.4°
13. (a) 3.60×10^{-6} N/C; (b) 2.55×10^{-6} N/C; (c) 3.60×10^{-4} N/C; (d) 7.09×10^{-7} N/C; (e) As the proton nears the disk, the forces on it from electrons e_s more nearly cancel.
14. (a) 2.72*L*
15. (a) 160 N/C; (b) 45°
16. (a) 67.8°; (b) -67.8°
17. (a) -90°; (b) +2.0 μC; (c) –1.6 μC
18. $qd^3/4\pi\varepsilon_0 z^5$
19. (a) $qd/4\pi\varepsilon_0 r^3$; (b) –90°
20. 0.98
21. ---
22. (a) -1.72×10^{-15} C/m; (b) -3.82×10^{-14} C/m^2; (c) -9.56×10^{-15} C/m^2; (d) -1.43×10^{-12} C/m^3
23. 0.506
24. (a) 0; (b) 0; (c) 0.707*R*; (d) 3.46×10^{7} N/C
25. (a) 1.62×10^{6} N/C; (b) -45°
26. (a) 20.6 N/C; (b) –90°
27. (a) 23.8 N/C; (b) –90°
28. 1.70 cm
29. 1.57
30. -4.19*Q*

31. (a) -5.19×10^{-14} C/m; (b) 1.57×10^{-3} N/C; (c) –180°; (d) 1.52×10^{-8} N/C; (e) 1.52×10^{-8} N/C
32. (a) 12.4 N/C; (b) 90°
33. ---
34. 6.3×10^{3} N/C
35. 0.346 m
36. 2.4×10^{-16} C
37. 28%
38. 6.9 cm
39. -5*e*
40. (a) 7.12 cm; (b) 28.5 ns; (c) 0.112
41. (a) 1.5×10^{3} N/C; (b) 2.4×10^{-16} N; (c) up; (d) 1.6×10^{-26} N; (e) 1.5×10^{10}
42. (a) 4.8×10^{-13} N; (b) 4.8×10^{-13} N
43. 3.51×10^{15} m/s^2
44. (a) 2.03×10^{-7} N/C; (b) up
45. 6.6×10^{-15} N
46. (a) 1.02×10^{-2} N/C; (b) west
47. (a) 1.92×10^{12} m/s^2; (b) 1.96×10^{5} m/s
48. (a) 1.16×10^{16} m/s^2; (b) 3.94×10^{16} m/s^2;(c) 3.97×10^{16} m/s^2; (d) because the net force due to the charged particles near the edge of the disk decreases
49. (a) 0.245 N; (b) -11.3°;(c) 108 m; (d) -21.6 m
50. (a) $(-2.1 \times 10^{13}$ m/s$^2)\hat{j}$; (b) $(1.5 \times 10^{5}$ m/s$)\hat{i} - (2.8 \times 10^{6}$ m/s$)\hat{j}$
51. (a) 3.2×10^{-11} N; (b) 3.1×10^{-8} N; (c) moves to stigma
52. (a) 27 km/s; (b) 50 μm
53. 27 μm
54. $(1.53 \times 10^{6}$ m/s$)\hat{i} - (4.34 \times 10^{5}$ m/s$)\hat{j}$
55. (a) 2.7×10^{6} m/s; (b) 1.0 kN/C
56. (a) 0; (b) 8.5×10^{-22} N·m; (c) 0
57. (a) 9.30×10^{-15} C·m; (b) 2.05×10^{-11} J
58. 5.0×10^{-28} C·m
59. 1.22×10^{-23} J
60. 2.5×10^{-28} C·m
61. $(1/2\pi)(pE/I)^{0.5}$
62. (a) 2.46×10^{17} m/s^2; (b) 0.122 ns; (c) 1.83 mm
63. (a) 8.87×10^{-15} N; (b) 120
64. $Q/3\pi\varepsilon_0 d^2$
65. 217°
66. 3.6×10^{2} N/C
67. 61 N/C
68. $(1.08 \times 10^{-5}$ N/C$)\hat{i}$
69. (a) 47 N/C; (b) 27 N/C
70. 1.64×10^{-19} C (approx 2% high)
71. 38 N/C
72. ---

73. (a) -1.0 cm; (b) 0; (c) 10 pC
74. (a) 0.10 μC; (b) 1.3×10^{17}; (c) 5.0×10^{-6}
75. +1.00 μC
76. -3.28×10^{-21} J
77. (a) 6.0 mm; (b) 180°
78. (a) $(2q/4\pi\varepsilon_0 d^2)\alpha/(1 + \alpha^2)^{1.5}$; (c) 0.71; (d) 0.20 and 2.0
79. 9:30
80. 6.88×10^{-28} C·m
81. (a) -0.029 C; (b) repulsive forces would explode the sphere
82. 5.39 N/C
83. (a) -1.49×10^{-26} J; (b) $(-1.98 \times 10^{-26}$ N·m)$\hat{k}$; (c) 3.47×10^{-26} J
84. (a) yes; (b) upper plate, 2.72 cm
85. (a) top row: 4, 8, 12; middle row: 5, 10, 14; bottom row: 7, 11, 16; (b) 1.63×10^{-19} C
86. (a) 0°; (b) 9.96 pN
87. (a) (-1.80 N/C)$\hat{i}$; (b) (43.2 N/C)$\hat{i}$; (c) (-6.29 N/C)$\hat{i}$
88. ---

Chapter 23

1. -0.015 N·m^2/C
2. (a) –72 N·m^2/C;(b) +24 N·m^2/C;(c) –16 N·m^2/C;(d) 0;(e) –48 N·m^2/C
3. (a) 0;(b) -3.92 N·m^2/C;(c) 0;(d) 0
4. -1.1×10^{-4} N·m^2/C
5. 3.01 nN·m^2/C
6. -4.3 nC
7. 2.0×10^5 N·m^2/C
8. (a) -1.3×10^{-8} C/m^3;(b) 8.2×10^{10} charges/m^3
9. (a) 8.23 N·m^2/C;(b) 72.9 pC;(c) 8.23 N·m^2/C;(d) 72.9 pC
10. +0.213 nC
11. –1.70 nC
12. $(-2.8 \times 10^4$ N/C)$\hat{i}$
13. 3.54 μC
14. (a) +1.8 μC;(b) –5.3 μC;(c) +8.9 μC
15. (a) 0;(b) 0.0417
16. 2.00 N/C·m
17. (a) 37 μC;(b) 4.1×10^6 N·m^2/C
18. 2.0 μC/m^2
19. (a) 4.5×10^{-7} C/m^2;(b) 5.1×10^4 N/C
20. (a) –8.0 μC;(b) +12 μC;(c) –5.3 μC
21. (a) -3.0×10^{-6} C;(b) $+1.3 \times 10^{-5}$ C
22. 2.1×10^{17} m/s^2
23. (a) 0.32 μC;(b) 0.14 μC
24. (a) 0;(b) 5.99×10^3 N/C

25. 5.0 μC/m
26. –5.8 nC/m
27. 3.8×10^{-8} C/m^2
28. (a) 0.24 kN/C;(b) -6.4 nC/m^2;(c) +3.2 nC/m^2
29. (a) 0.214 N/C;(b) inward;(c) 0.855 N/C;(d) outward;(e) -3.40×10^{-12} C;(f) -3.40×10^{-12} C
30. 8.0 cm
31. (a) 2.3×10^6 N/C;(b) outward;(c) 4.5×10^5 N/C;(d) inward
32. (a) 1.9 N/C;(b) 3.6 N/C
33. (a) 0;(b) 0;(c) $(-7.91 \times 10^{-11}$ N/C)$\hat{\mathbf{i}}$
34. (0.208 N/C)$\hat{\mathbf{k}}$
35. -1.5
36. (a) $(2.00 \times 10^{-11}$ N/C)$\hat{\mathbf{j}}$;(b) 0;(c) $(-2.00 \times 10^{-11}$ N/C)$\hat{\mathbf{j}}$
37. (a) 5.3×10^7 N/C;(b) 60 N/C
38. 2.9 μC/m^2
39. 5.0 nC/m^2
40. (a) +69.1 cm;(b) –69.1 cm;(c) +69.1 cm
41. 0.44 mm
42. 4.9×10^{-10} C
43. (a) 0;(b) 1.31 μN/C;(c) 3.08 μN/C;(d) 3.08 μN/C
44. 2.2 μC
45. (a) 2.50×10^4 N/C;(b) 1.35×10^4 N/C
46. (a) -750 N·m^2/C;(b) -6.64 nC
47. -7.5 nC
48. +6.6 μC
49. (a) 0;(b) 56.2 mN/C;(c) 112 mN/C;(d) 49.9 mN/C;(e) 0;(f) 0;(g) –5.00 fC;(h) 0
50. -3.3 cm
51. 1.79×10^{-11} C/m^2
52. (a) 0;(b) 0;(c) 0;(d) 7.32 N/C;(e) 12.1 N/C;(f) 1.35 N/C
53. (a) 7.78 fC;(b) 0;(c) 5.58 mN/C;(d) 22.3 mN/C
54. 1.125
55. $6K\varepsilon_0 r^3$
56. (a) 0.50 N·m^2/C;(b) 2.2 pC
57. (a) 0;(b) 2.88×10^4 N/C;(c) 200 N/C
58. 7.1 N·m^2/C
59. (a) 5.4 N/C;(b) 6.8 N/C
60. (a) $E = |\rho| r/2\varepsilon_0$;(b) increases;(c) inward;(d) 3×10^6 N/C, at inside pipe surface;(e) yes, along inside pipe surface
61. (a) 0;(b) $q_a/4\pi\varepsilon_0 r^2$;(c) $(q_a + q_b)/4\pi\varepsilon_0 r^2$
62. (a) 4.0×10^6 N/C;(b) 0
63. -1.04 nC
64. ---
65. (a) 0.125;(b) 0.500
66. (a) 0.41R;(b) 0.50R
67. (a) +2.0 nC;(b) –1.2 nC;(c) +1.2 nC;(d) +0.80 nC

68. 26.6 nC
69. $(5.65 \times 10^4\ \text{N/C})\hat{\mathbf{j}}$
70. (a) 4.2 kN/C;(b) 2.4 kN/C
71. (a) $-2.53 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$;(b) $+2.53 \times 10^{-2}\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
72. $-4.2 \times 10^{-10}\ \text{C}$
73. ---
74. (a) $3.62\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$;(b) $51.1\ \text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$
75. 3.6 nC
76. (b) $\rho R^2/2\varepsilon_0 r$
77. (a) $+4.0\ \mu\text{C}$;(b) $-4.0\ \mu\text{C}$
78. (a) 15.0 N/C;(b) 25.3 N/C
79. (a) 693 kg/s;(b) 693 kg/s;(c) 347 kg/s;(d) 347 kg/s;(e) 575 kg/s
80. (a) 0.282 kN/C;(b) 0.621 kN/C
81. (a) $0.25R$;(b) $2.0R$
82. (a) $4.9 \times 10^{-22}\ \text{C/m}^2$;(b) down

Chapter 24

1. (a) 3.0×10^5 C;(b) 3.6×10^6 J
2. 1.2×10^9 eV
3. 2.8×10^5
4. (a) 2.4×10^4 V/m;(b) 2.9 kV
5. 8.8 mm
6. (a) 2.46 V;(b) 2.46 V;(c) 0
7. -32.0 V
8. (a) 30 V;(b) 40 V;(c) 5.5 m
9. (a) 1.87×10^{-21} J;(b) -11.7 mV
10. 2.5 kV
11. (a) -0.268 mV;(b) -0.681 mV
12. -1.1 nC
13. (a) 3.3 nC;(b) $12\ \text{nC/m}^2$
14. (a) -4.5 kV;(b) -4.5 kV
15. (a) 0.54 mm;(b) 790 V
16. 2.21 V
17. 0.562 mV
18. $-32e$
19. (a) 6.0 cm;(b) -12.0 cm
20. None
21. $16.3\ \mu\text{V}$
22. $5.6 \times 10^{-37}\ \text{C}\cdot\text{m}$
23. (a) 24.3 mV;(b) 0
24. -6.20 V
25. (a) -2.30 V;(b) –1.78 V
26. 2.18×10^4 V
27. 13 kV
28. 7.39 mV

29. 32.4 mV
30. 0
31. 47.1 μV
32. (a) 36 V;(b) 18 V
33. 18.6 mV
34. 6.7×10^2 V/m
35. (-12 V/m)$\hat{\mathbf{i}}$ + (12 V/m)$\hat{\mathbf{j}}$
36. (a) 39 V/m(b) toward
37. 150 N/C
38. (a) (2.90 mV) ln(1 + (0.135 m)/d);(b) (0.392 mN·m^2/C)/[x(x + 0.135 m)];(c) 180°;(d) 32.1 mN/C;(e) 0
39. $(-4.0 \times 10^{-16}\ \text{N})\hat{\mathbf{i}} + (1.6 \times 10^{-16}\ \text{N})\hat{\mathbf{j}}$
40. (a) 31.6 mV;(b) 0.298 N/C
41. (a) 0.90 J;(b) 4.5 J
42. (a) 1.15×10^{-19} J;(b) decrease
43. -0.192 pJ
44. 2.1×10^{-25} J
45. 2.5 km/s
46. 1.8×10^{-10} J
47. 22 km/s
48. 6.63×10^6 m/s
49. 0.32 km/s
50. 0
51. (a) $+6.0 \times 10^4$ V;(b) -7.8×10^5 V;(c) 2.5 J;(d) increase;(e) same;(f) same
52. 4.5×10^{-12} C·m
53. (a) 0.225 J;(b) A 45.0 m/s^2, B 22.5 m/s^2;(c) A 7.75 m/s, B 3.87 m/s
54. (a) 0;(b) 1.0×10^7 m/s
55. 1.6×10^{-9} m
56. -5.7 μC
57. (a) 3.0 J;(b) -8.5 m
58. (a) 1.7 cm;(b) 20 km/s;(c) 4.8×10^{-17} N;(d) positive;(e) 3.2×10^{-17} N;(f) negative
59. (a) proton;(b) 65.3 km/s
60. (a) –12.0 μC;(b) +0.216 pJ
61. (a) 12;(b) 2
62. (a) equal;(b) 0.333;(c) 0.667;(d) 2.00
63. (a) -1.8×10^2 V;(b) 2.9 kV;(c) -8.9 kV
64. 400 V
65. 2.5×10^{-8} C
66. (a) 1.69 kV/m;(b) 36.7 kV/m;(c) 0;(d) 6.74 kV;(e) 27.0 kV;(f) 34.7 kV;(g) 45.0 kV;(h) 45.0 kV;(i) 45.0 kV
67. (a) 12 kN/C;(b) 1.8 kV;(c) 5.8 cm
68. -1.93 J
69. (a) 64 N/C;(b) 2.9 V;(c) 0
70. (a) $V = \rho(R^2 - r^2)/4\varepsilon_0$;(b) 78 kV
71. $p/2\pi\varepsilon_0 r^3$

72. $(2.9 \times 10^{-2}\ \text{m}^{-3})A$
73. (a) 3.6×10^{5} V;(b) no
74. (a) –24 J;(b) 0
75. 6.4×10^{8} V
76. 3.71×10^{4} V
77. 2.90 kV
78. 0.956 V
79. 7.0×10^{5} m/s
80. 10.3 mV
81. (a) 1.8 cm;(b) 8.4×10^{5} m/s;(c) 2.1×10^{-17} N;(d) positive;(e) 1.6×10^{-17} N;(f) negative
82. (a) -0.12 V;(b) 1.8×10^{-8} N/C;(c) inward
83. (a) $+7.19 \times 10^{-10}$ V;(b) $+2.30 \times 10^{-28}$ J;(c) $+2.43 \times 10^{-29}$ J
84. (a) 3.6 kV;(b) 3.6 kV
85. 2.30×10^{-28} J
86. 240 kV
87. 2.1 days
88. (a) 2.5 MV;(b) 5.1 J;(c) 6.9 J
89. 2.30×10^{-22} J
90. $(qQ/8\pi\varepsilon_0)(1/r_1 - 1/r_2)$
91. 1.48×10^{7} m/s
92. 0.334 mV
93. -1.92 MV
94. (a) spherical, centered on q, radius 4.5 m;(b) no
95. (a) $Q/4\pi\varepsilon_0 r$;(b) $(\rho/3\varepsilon_0)(1.5r_2^2 - 0.50r^2 - r_1^3 r^{-1})$, $\rho = Q/[(4\pi/3)(r_2^3 - r_1^3)]$;(c) $(\rho/2\varepsilon_0)(r_2^2 - r_1^2)$, with ρ as in (b);(d) yes
96. (a) $q(3R^2 - r^2)/8\pi\varepsilon_0 R^3$;(b) $q/8\pi\varepsilon_0 R$
97. ---
98. -1.2 μJ
99. ---
100. 8.8×10^{-14} m
101. (a) 0.484 MeV;(b) 0
102. (a) 25 fm;(b) 2.0
103. –1.7
104. 843 V
105. (a) 38 s;(b) 280 days

Chapter 25

1. (a) 3.5 pF;(b) 3.5 pF;(c) 57 V
2. 3.0 mC
3. (a) 144 pF;(b) 17.3 nC
4. (a) 84.5 pF;(b) 191 cm^2
5. 0.280 pF
6. (a) 8.85×10^{-12} m
7. 6.79×10^{-4} F/m^2

8. 9.09×10^3
9. 315 mC
10. 7.33 μF
11. 3.16 μF
12. (a) 60 μC;(b) 60 μC
13. 43 pF
14. (a) 100 μC;(b) 20.0 μC
15. (a) 3.00 μF;(b) 60.0 μC;(c) 10.0 V;(d) 30.0 μC;(e) 10.0 V;(f) 20.0 μC;(g) 5.00 V;(h) 20.0 μC
16. 12 μC
17. (a) 789 μC;(b) 78.9 V
18. (a) 2.0 μF;(b) 0.80 μF
19. (a) 4.0 μF;(b) 2.0 μF
20. 2.28 pF
21. (a) 50 V;(b) 5.0×10^{-5} C;(c) 1.5×10^{-4} C
22. 20 μC
23. (a) 4.5×10^{14};(b) 1.5×10^{14};(c) 3.0×10^{14};(d) 4.5×10^{14};(e) up;(f) up
24. (a) 2.0×10^7;(b) away
25. 3.6 pC
26. (a) 10 V;(b) 8.0 μF;(c) 2.0 μF
27. (a) 9.00 μC;(b) 16.0 μC;(c) 9.00 μC;(d) 16.0 μC;(e) 8.40 μC;(f) 16.8 μC;(g) 10.8 μC;(h) 14.4 μC
28. (a) 32.0 μC;(b) 16.0 μC;(c) 16.0 μC
29. 72 F
30. 99.6 nJ
31. 0.27 J
32. (a) 35 pF;(b) 21 nC;(c) 6.3 μJ;(d) 0.60 MV/m;(e) 1.6 J/m^3
33. 0.11 J/m^3
34. (a) 400 μC;(b) 100 V;(c) 20.0 mJ;(d) 333 μC;(e) 33.3 V;(f) 5.55 mJ;(g) 333 μC;(h) 66.7 V;(i) 11.1 mJ
35. (a) 9.16×10^{-18} J/m^3;(b) 9.16×10^{-6} J/m^3;(c) 9.16×10^{6} J/m^3;(d) 9.16×10^{18} J/m^3;(e) ∞
36. (a) -0.50 μC;(b) 3.6 mJ;(c) no
37. (a) 16.0 V;(b) 45.1 pJ;(c) 120 pJ;(d) 75.2 pJ
38. (a) 750 μC;(b) 50.0 V;(c) 18.8 mJ (d) 500 μC;(e) 50.0 V;(f) 12.5 mJ;(g) 250 μC;(h) 50.0 V;(i) 6.25 mJ;
39. (a) 190 V;(b) 95 mJ
40. 4.0
41. 81 pF/m
42. (a) 6.2 cm;(b) 0.28 nF
43. Pyrex
44. (a) 0.73 nF;(b) 28 kV
45. 66 μJ
46. 1.06 nC
47. 0.63 m^2

48. 8.41 pF
49. 17.3 pF
50. 45.5 pF
51. (a) 10 kV/m;(b) 5.0 nC;(c) 4.1 nC
52. (a) 13.4 pF;(b) 1.15 nC;(c) 1.13×10^4 N/C;(d) 4.33×10^3 N/C
53. (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 μJ
54. (a) 7.2;(b) 0.77 μC
55. (a) 0.107 nF;(b) 7.79 nC;(c) 7.45 nC
56. (a) 100 μC;(b) 20.0 μC
57. 45 μC
58. (a) 41 μF;(b) 42 μF
59. 16 μC
60. (a) 4.9 mJ;(b) no
61. (a) 7.20 μC;(b) 18.0 μC;(c) Battery supplies charges only to plates to which it is connected; charges on other plates are due to electron transfers between plates, in accord with new distribution of voltages across the capacitors. So battery does not directly supply charge on capacitor 4.
62. (a) 2.0 μF;(b) 6.0 μF
63. (a) 10 μC;(b) 20 μC
64. (a) 36 μC;(b) 12 μC
65. 1.06 nC
66. ---
67. (a) 2.40 μF;(b) 0.480 mC;(c) 80 V;(d) 0.480 mC;(e) 120 V
68. (a) 10.0 μF;(b) 1.20 mC;(c) 200 V;(d) 0.800 mC;(e) 200 V
69. 4.9%
70. (a) 0.708 pF;(b) 1.67;(c) -5.44 J;(d) sucked in
71. (a) 0.708 pF;(b) 0.600;(c) 1.02×10^{-9} J;(d) sucked in
72. (a) 0.480 mC;(b) 240 V;(c) 0.480 mC;(d) 60.0 V;(e) 0.192 mC;(f) 96.0 V;(g) 0.768 mC;(h) 96.0 V;(i) 0;(j) 0;(k) 0;(l) 0
73. 5.3 V
74. Mica
75. 40 μF
76. 4
77. (a) 200 kV/m;(b) 200 kV/m;(c) 1.77 μC/m^2;(d) 4.60 μC/m^2;(e) –2.83 μC/m^2
78. (a) five capacitors in series;(b) one possible answer: three rows in parallel, each row containing five capacitors in series

Chapter 26

1. (a) 1.2 kC;(b) 7.5×10^{21}
2. 5.6 ms
3. 6.7 μC/m^2
4. 14
5. (a) 6.4 A/m^2;(b) north;(c) cross-sectional area
6. (a) yes;(b) 4.0×10^2 A/m^2

7. 0.38 mm
8. (a) 2.4×10^{-5} A/m^2;(b) 1.8×10^{-15} m/s
9. 18.1 μA
10. 2.59 mA
11. (a) 1.33 A;(b) 0.666 A;(c) J_a
12. (a) 0.654 μA/m^2;(b) 83.4 MA
13. 13 min
14. 100 V
15. 2.4 Ω
16. (a) 5.32×10^5 A/m^2;(b) 1.01 kg/m;(c) 3.27×10^5 A/m^2;(d) 0.495 kg/m
17. 2.0×10^6 (Ω·m)$^{-1}$
18. (a) 1.53 kA;(b) 54.1 MA/m^2;(c) 10.6×10^{-8} Ω·m;(d) platinum
19. 2.0×10^{-8} Ω·m
20. 2R
21. (1.8×10^3)°C
22. 9.42 mA
23. 8.2×10^{-4} Ω·m
24. (a) 1.55 mm;(b) 1.22 mm
25. 54 Ω
26. (a) 6.00×10^7 (Ω·m)$^{-1}$;(b) 7.50×10^6 (Ω·m)$^{-1}$
27. 3.0
28. 3.0 mA
29. 3.35×10^{-7} C
30. 0.40 Ω
31. (a) 6.00 mA;(b) 1.59×10^{-8} V;(c) 21.2 nΩ
32. (a) 3.24 pA/m^2;(b) 1.73 cm/s
33. (a) 38.3 mA;(b) 109 A/m^2;(c) 1.28 cm/s;(d) 227 V/m
34. 5.44×10^{-9} m/s
35. 981 kΩ
36. 52 mA
37. ---
38. 0.10 V
39. 150 s
40. 11.1 Ω
41. (a) 1.0 kW;(b) US$0.25
42. (a) upward;(b) 12 eV;(c) 12 eV
43. 0.135 W
44. 14 kC
45. (a) 10.9 A;(b) 10.6 Ω;(c) 4.50 MJ
46. (a) 16.9 mV/m;(b) 243 J
47. (a) 5.85 m;(b) 10.4 m
48. 5.00 A
49. (a) US$4.46;(b) 144 Ω;(c) 0.833 A
50. 12 mW
51. (a) 5.1 V;(b) 10 V;(c) 10 W;(d) 20 W

52. 756 kJ
53. (a) 28.8 Ω;(b) 2.60×10^{19} s^{-1}
54. 0.224 m
55. 660 W
56. (a) 1.74 A;(b) 2.15 MA/m^2;(c) 36.3 mV/m;(d) 2.09 W
57. 28.8 kC
58. (a) 1.3 mΩ;(b) 4.6 mm
59. (a) silver;(b) 51.6 nΩ
60. (a) $\rho\pi R^2 v$;(b) 17 μA;(c) no, because current is perpendicular to the radial potential difference;(d) 1.3 W;(e) 0.27 J;(f) exit of pipe into silo
61. (a) 2.3×10^{12};(b) 5.0×10^3;(c) 10 MV
62. 13.3 Ω
63. 2.4 kW
64. (a) 1.3×10^5 A/m^2;(b) 94 mV
65. (a) 1.37;(b) 0.730
66. 0.20 hp
67. (a) -8.6%;(b) smaller
68. 57°C
69. 146 kJ
70. (a) 0.38 mV;(b) negative;(c) 3 min 58 s
71. (a) 250°C;(b) yes
72. 0.536 Ω
73. 3.0×10^6 J/kg
74. 3.4×10^4 s
75. 560 W
76. (a) 0.67 A;(b) toward

Chapter 27

1. (a) 0.50 A;(b) 1.0 W;(c) 2.0 W;(d) 6.0 W;(e) 3.0 W;(f) supplied;(g) absorbed
2. -10 V
3. (a) 14 V;(b) 1.0×10^2 W;(c) 6.0×10^2 W;(d) 10 V;(e) 1.0×10^2 W
4. (a) 80 Ω;(b) 200 Ω
5. 11 kJ
6. (a) US$$3.2 \times 10^2$;(b) US$0.048
7. (a) 80 J;(b) 67 J;(c) 13 J
8. 14.4 h
9. (a) 12.0 eV;(b) 6.53 W
10. (a) 9.9×10^2 Ω;(b) 9.9×10^{-4} W
11. (a) 50 V;(b) 48 V;(c) negative
12. (a) 12.0 V;(b) 2.15 mV;(c) 24.0 W;(d) 4.30 mW
13. (a) 6.9 km;(b) 20 Ω
14. (a) 0.20 Ω;(b) 0.30 Ω
15. 8.0 Ω
16. (a) 1.0 kΩ;(b) 0.30 V;(c) 0.23%
17. (a) 0.004 Ω;(b) 1

18. 0.25 V
19. (a) 4.00 Ω;(b) parallel
20. (a) 4.0 Ω;(b) 12 Ω
21. 5.56 A
22. (a) 2.50 Ω;(b) 3.13 Ω
23. (a) 50 mA;(b) 60 mA;(c) 9.0 V
24. 4.50 Ω
25. 3*d*
26. $100R\mathcal{E}^2x^2R_0^{-2}(100RR_0^{-1} + 10x - x^2)^{-2}$, x in cm
27. 3.5×10^3 A
28. 0.82 mA
29. (a) 0.333 A;(b) right;(c) 720 J
30. (a) 0;(b) 1.25 A
31. (a) –11 V;(b) –9.0 V
32. (a) 6.0 V;(b) 20 Ω;(c) 40 Ω
33. 48.3 V
34. (a) same;(b) -2.0 V
35. (a) 5.25 V;(b) 1.50 V;(c) 5.25 V;(d) 6.75 V
36. (a) 38.2 mA;(b) down;(c) 10.9 mA;(d) right;(e) 27.3 mA;(f) left;(g) +3.82 V
37. 1.43 Ω
38. (a) providing;(b) 3.6×10^2 W
39. (a) 0.150 Ω;(b) 240 W
40. (a) 24.0 A;(b) 30.0 A;(c) series;(d) 60.0 A;(e) 48.0 A;(f) parallel
41. (a) 0.709 W;(b) 0.050 W;(c) 0.346 W;(d) 1.26 W;(e) -0.158 W
42. 8
43. 9
44. (a) 119 Ω;(b) 50.5 mA;(c) 19.0 mA;(d) 19.0 mA;(e) 12.5 mA
45. (a) 0.67 A;(b) down;(c) 0.33 A;(d) up;(e) 0.33 A;(f) up;(g) 3.3 V
46. (a) 2.0 kΩ;(b) 4.0 kΩ
47. (a) 1.11 A;(b) 0.893 A;(c) 126 m
48. (a) 19.5 Ω;(b) 0;(c) ∞;(d) 82.3 W;(e) 57.6 W
49. (a) 0.45 A
50. 0.143
51. (a) 55.2 mA;(b) 4.86 V;(c) 88.0 Ω;(d) decrease
52. (a) 13.5 kΩ;(b) 1.50 kΩ;(c) 167 Ω;(d) 1.48 kΩ
53. -3.0%
54. (a) 12.5 V;(b) 50.0 A
55. ---
56. (a) 70.9 mA;(b) 4.70 V;(c) 66.3 Ω;(d) decrease
57. 0.208 ms
58. (a) 2.52 s;(b) 21.6 μC;(c) 3.40 s
59. 4.61
60. (a) 0.41;(b) 1.1
61. (a) 2.41 μs;(b) 161 pF
62. 2.35 MΩ

63. (a) 1.1 mA;(b) 0.55 mA;(c) 0.55 mA;(d) 0.82 mA;(e) 0.82 mA;(f) 0;(g) 4.0×10^2 V;(h) 6.0×10^2 V
64. (a) 2.17 s;(b) 39.6 mV
65. 411 μA
66. (a) 1.0×10^{-3} C;(b) 1.0×10^{-3} A;(c) $(1.0 \times 10^3 \text{ V})e^{-t}$;(d) $(1.0 \times 10^3 \text{ V})e^{-t}$;(e) e^{-2t} W
67. 0.72 MΩ
68. 162 μs
69. (a) 0.955 μC/s;(b) 1.08 μW;(c) 2.74 μW;(d) 3.82 μW
70. (a) 6.0 A;(b) 8.0 V;(c) 60 W;(d) 36 W
71. (a) 3.00 A;(b) 3.75 A;(c) 3.94 A
72. (a) 3.0 A;(b) 10 A;(c) 13 A;(d) 1.5 A;(e) 7.5 A
73. (a) 1.32×10^7 A/m^2;(b) 8.90 V;(c) copper;(d) 1.32×10^7 A/m^2;(e) 51.1 V;(f) iron
74. (a) 4.0 A;(b) up
75. (a) 3.0 kV;(b) 10 s;(c) 11 GΩ
76. (a) 5.00 A;(b) left;(c) supply;(d) 100 W;(e) supply;(f) 50.0 W;(g) supply;(h) 56.3 W
77. (a) 85.0 Ω;(b) 915 Ω
78. 0.90%
79. ---
80. 250 μJ
81. 4.0 V
82. 2.5 V
83. (a) 24.8 Ω;(b) 14.9 kΩ
84. (a) 80 mA;(b) 0.13 A;(c) 0.40 A
85. the cable
86. (a) 38 Ω;(b) 260 Ω
87. -13 μC
88. 13.3 Ω
89. 20 Ω
90. ---
91. (a) 3.00 A;(b) down;(c) 1.60 A;(d) down;(e) supply; (f) 55.2 W;(g) supply;(h) 6.40 W
92. 2.00 A
93. (a) 1.0 V;(b) 50 mΩ
94. (a) 6.67 Ω;(b) 6.67 Ω;(c) 0
95. 3
96. 2.5 A
97. ---
98. (a) 0;(b) 14.4 W
99. (a) 1.5 mA;(b) 0;(c) 1.0 mA

Chapter 28

1. (a) 400 km/s;(b) 835 eV
2. $-61\hat{k}$ mT
3. (a) $(6.2 \times 10^{-14} \text{ N})\hat{k}$;(b) $(-6.2 \times 10^{-14} \text{ N})\hat{k}$

4. (a) 6.2×10^{-18} N;(b) 9.5×10^{8} m/s^2;(c) same
5. -2.0 T
6. (a) -3.5 km/s;(b) 7.0 km/s
7. (-11.4 V/m)$\hat{i}$ - (6.00 V/m)$\hat{j}$ + (4.80 V/m)$\hat{k}$
8. 3.75 km/s
9. -(0.267 mT)$\hat{k}$
10. (a) (1.44×10^{-18} N)$\hat{k}$;(b) (1.60×10^{-19} N)$\hat{k}$;(c) (6.41×10^{-19} N)$\hat{i}$ + (8.01×10^{-19} N)$\hat{k}$
11. 0.68 MV/m
12. (a) 1.25 V/m;(b) (25.0 mT)$\hat{k}$
13. 7.4 μV
14. 38.2 cm/s
15. (a) (-600 mV/m)$\hat{k}$;(b) 1.20 V
16. (a) 25 cm;(b) 30 cm;(c) 20 cm
17. (a) 2.60×10^{6} m/s;(b) 0.109 μs;(c) 0.140 MeV;(d) 70.0 kV
18. (a) 4.99×10^{6} m/s;(b) 7.10 mm;(c) 8.93 ns
19. 1.2×10^{-9} kg/C
20. 6.7×10^{-2} T
21. (a) 2.05×10^{7} m/s;(b) 467 μT;(c) 13.1 MHz;(d) 76.3 ns
22. (a) 1.0 MeV;(b) 0.50 MeV
23. 21.1 μT
24. (a) 1.11×10^{7} m/s;(b) 0.316 mm
25. (a) 0.978 MHz;(b) 96.4 cm
26. (a) 0.252 T;(b) 130 ns
27. (a) 495 mT;(b) 22.7 mA;(c) 8.17 MJ
28. 2.09×10^{-22} J
29. 65.3 km/s
30. 8.7 ns
31. 5.07 ns
32. 0.53 m
33. (a) 0.358 ns;(b) 0.166 mm;(c) 1.51 mm
34. (a) 84°;(b) no;(c) no;(d) 5.7 nm
35. (a) 200 eV;(b) 20.0 keV;(c) 0.499%
36. (a) 0.787 T;(b) 8.34 MeV;(c) 23.9 MHz;(d) 33.2 MeV
37. 2.4×10^{2} m
38. (a) 18.3 MHz;(b) 17.2 MeV
39. (a) 28.2 N;(b) horizontally west
40. 20.1 N
41. (a) 467 mA;(b) right
42. (a) –16$\hat{j}$ N;(b) 0
43. (a) 0;(b) 0.138 N;(c) 0.138 N;(d) 0
44. 0.60 μN
45. (-2.50 mN)$\hat{j}$ + (0.750 mN)$\hat{k}$
46. (a) 3.34 cm/s;(b) left
47. (a) 0.10 T;(b) 31°
48. (-0.35$\hat{k}$) N

49. $(-4.3 \times 10^{-3}\ \text{N·m})\hat{j}$
50. $6.58 \times 10^{-26}\ \text{N·m}$
51. 2.45 A
52. 3.0 mA
53. ---
54. (a) 77°;(b) 77°
55. (a) 2.86 A·m^2;(b) 1.10 A·m^2
56. (a) 0.184 A·m^2;(b) 1.45 N·m
57. (a) 12.7 A;(b) 0.0805 N·m
58. 2.08 GA
59. (a) 0.30 A·m^2;(b) 0.024 N·m
60. $(0.150\hat{j} - 0.300\hat{k})\ \text{A·m}^2$
61. (a) –72.0 μJ;(b) $(96.0\hat{i} + 48.0\hat{k})\ \mu\text{N·m}$
62. $4.8 \times 10^{-5}\ \text{A·m}^2$
63. (a) $-(9.7 \times 10^{-4}\ \text{N·m})\hat{i} - (7.2 \times 10^{-4}\ \text{N·m})\hat{j} + (8.0 \times 10^{-4}\ \text{N·m})\hat{k}$;(b) -6.0×10^{-4} J
64. 110°
65. (a) 90°;(b) 1;(c) $1.28 \times 10^{-7}\ \text{N·m}$
66. $\vec{v} = v_{0x}\hat{i} + v_{0y}\cos(\omega t)\hat{j} - v_{0y}\sin(\omega t)\hat{k}$, where $\omega = eB/m$
67. (a) 20 min;(b) 5.9×10^{-2} N·m
68. $(18.8\ \mu\text{N})\hat{k}$
69. 8.2 mm
70. $(-0.34\ \text{mT})\hat{k}$
71. 127 u
72. (b) out of plane of page
73. (a) $6.3 \times 10^{14}\ \text{m/s}^2$;(b) 3.0 mm
74. $(-3.0\hat{i} - 3.0\hat{j} - 4.0\hat{k})$ T
75. (a) 1.4;(b) 1.0
76. ---
77. $(-500\ \text{V/m})\hat{j}$
78. (b) 2.84×10^{-3}
79. (a) 0.50;(b) 0.50;(c) 14 cm;(d) 14 cm
80. (a) 9.56×10^{-14} N;(b) 0;(c) 0.267°
81. $(0.80\hat{j} - 1.1\hat{k})$ mN
82. (a) 0.67 mm/s;(b) $2.8 \times 10^{29}\ \text{m}^{-3}$
83. -40 mC
84. $(-0.600\ \text{N})\hat{k}$
85. (a) $(12.8\hat{i} + 6.41\hat{j}) \times 10^{-22}$ N;(b) 90°;(c) 173°
86. (a) 3.8 mm;(b) 19 mm;(c) clockwise

Chapter 29

1. (a) 3.3 μT;(b) yes
2. 3.0 μT
3. (a) 16 A;(b) east

4. 0
5. (a) 1.0 mT;(b) out;(c) 0.80 mT;(d) out
6. (a) 0;(b) 3.82 cm
7. (a) 0.102 μT;(b) out
8. (a) 1.67 μT;(b) into
9. (a) opposite;(b) 30 A
10. (a) 0.118 μT;(b) into
11. (a) 4.3 A;(b) out
12. (a) 4.0 cm;(b) unchanged
13. 50.3 nT
14. 14.1
15. (a) 1.7 μT;(b) into;(c) 6.7 μT;(d) into
16. 144°
17. 132 nT
18. 2.00 cm
19. 5.0 μT
20. (a) (253 nT)$\hat{k}$;(b) (192 nT)$\hat{i}$ + (61.2 nT)$\hat{k}$
21. 256 nT
22. (a) 30 cm;(b) 2.0 nT;(c) out;(d) into
23. $(-7.75 \times 10^{-23}\ \text{N})\hat{i}$
24. (a) -7.0 cm;(b) 7.0 cm
25. 2.00 rad
26. 1.8 rad
27. 61.3 mA
28. 1.0 rad
29. (80 μT)$\hat{j}$
30. (a) –90°;(b) 4.0 A;(c) out;(d) 2.0 A;(e) into
31. (a) 20 μT;(b) into
32. 2.3 cm
33. (22.3 pT)$\hat{j}$
34. 104°
35. 88.4 pN/m
36. (a) (469 μN)$\hat{j}$;(b) (188 μN)$\hat{j}$;(c) 0;(d) (-188 μN)$\hat{j}$;(e) (-469 μN)$\hat{j}$
37. (-125 μN/m)$\hat{i}$ + (41.7 μN/m)$\hat{j}$
38. (a) 0.50 A;(b) out
39. 800 nN/m
40. (0.794 mN/m)$\hat{i}$ + (-0.794 mN/m)$\hat{j}$
41. (3.20 mN)$\hat{j}$
42. 4.5×10^{-6} T·m
43. (a) 0;(b) 0.850 mT;(c) 1.70 mT;(d) 0.850 mT
44. (a) -2.5 μT·m;(b) -16 μT·m
45. (a) -2.5 μT·m;(b) 0
46. +28.3 nT·m
47. (a) 0;(b) 0.10 μT;(c) 0.40 μT
48. (a) 3.00 mA;(b) into

49. (a) 533 μT;(b) 400 μT
50. 5.71 mT
51. 0.30 mT
52. 108 m
53. 0.272 A
54. 1.6×10^6 rev
55. (a) 4.77 cm;(b) 35.5 μT
56. 8.78 μT
57. (a) 2.4 A·m^2;(b) 46 cm
58. (a) 4.0;(b) 0.50
59. 0.47 A·m^2
60. (a) 0.90 A;(b) 2.7 A
61. (a) 79 μT;(b) 1.1×10^{-6} N·m
62. (a) 0.497 μT;(b) into;(c) 1.06 mA·m^2;(d) into
63. (a) (0.060 A·m^2)$\hat{\mathbf{j}}$;(b) (96 pT)$\hat{\mathbf{j}}$
64. (a) 27.5 nT;(b) into
65. 1.28 mm
66. (a) (-52.0 μT)$\hat{\mathbf{k}}$;(b) 8.13 cm;(c) 17.5 cm
67. ---
68. (a) 3.2×10^{-16} N;(b) 3.2×10^{-16} N;(c) 0
69. (a) 15 A;(b) $-z$
70. 157 nT
71. 7.7 mT
72. (a) 5.0 mA;(b) downward
73. (a) 15.3 μT
74. 32.1 A
75. (a) (0.24$\hat{\mathbf{i}}$) nT;(b) 0;(c) (-43$\hat{\mathbf{k}}$) pT;(d) (0.14$\hat{\mathbf{k}}$) nT
76. (a) (-400 μT)$\hat{\mathbf{i}}$;(b) (400 μT)$\hat{\mathbf{j}}$
77. ---
78. 4.0 mm
79. (a) 4.8 mT;(b) 0.93 mT;(c) 0
80. 5.3 mm
81. ---
82. (1.25 μT)$\hat{\mathbf{i}}$
83. (-0.20 mT)$\hat{\mathbf{k}}$
84. (a) 0.17 mN;(b) 0.021 mN
85. ---
86. ---
87. (a) $\mu_0 ir/2\pi c^2$;(b) $\mu_0 i/2\pi r$;(c) $\mu_0 i(a^2 - r^2)/2\pi(a^2 - b^2)r$;(d) 0
88. (b) 2.3 km/s
89. ---
90. ---
91. ---
92. ---
93. ---

Chapter 30

1. 0
2. 0.452 V
3. 30 mA
4. (a) -11 mV;(b) 0;(c) 11 mV
5. 0
6. 8.0×10^{-3} T/s
7. (a) 31 mV;(b) left
8. 1.4 T/s
9. 0.198 mV
10. (a) 51 mV;(b) clockwise
11. (b) 0.796 m^2
12. (a) 0;(b) none;(c) 6.00 mV;(d) clockwise;(e) 1.00 mV;(f) clockwise;(g) 0;(h) none;(i) 0;(j) none
13. 29.5 mC
14. 1.2 mΩ
15. (a) 21.7 V; (b) counterclockwise
16. (a) 8.0 μA;(b) counterclockwise
17. (a) 1.26×10^{-4} T;(b) 0;(c) 1.26×10^{-4} T;(d) yes;(e) 5.04×10^{-8} V
18. (a) 85.2 Wb;(b) 56.8 V;(c) 1
19. 5.50 kV
20. 15.5 μC
21. (a) 40 Hz;(b) 3.2 mV
22. 18 mV
23. (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) counterclockwise
24. (a) 24 μV; (b) from *c* to *b*
25. (a) 13 μWb/m;(b) 17%;(c) 0
26. (a) 0.598 μV;(b) counterclockwise
27. (a) 80 μV;(b) clockwise
28. (a) 14 nWb;(b) 10 μA
29. (a) 48.1 mV;(b) 2.67 mA;(c) 0.129 mW
30. 1.0 mΩ
31. 3.68 μW
32. 750 pJ
33. (a) 240 μV;(b) 0.600 mA;(c) 0.144 μW;(d) 2.87×10^{-8} N;(e) 0.144 μW
34. $v_t = mgR/B^2L^2$
35. (a) 0.60 V;(b) up; (c) 1.5 A;(d) clockwise;(e) 0.90 W;(f) 0.18 N;(g) 0.90 W
36. (a) -1.07 mV;(b) -2.40 mV;(c) 1.33 mV
37. (a) 71.5 μV/m;(b) 143 μV/m
38. 0.030 T/s
39. 0.15 V/m
40. 0.10 μWb
41. (a) 2.45 mWb;(b) 0.645 mH
42. (a) 0.27 μT;(b) 8.0 nH
43. 1.81 μH/m

44. 5.0 A/s
45. (a) decreasing;(b) 0.68 mH
46. (a) 16 kV;(b) 3.1 kV;(c) 23 kV
47. (b) $L_{eq} = \Sigma L_j$, sum from $j = 1$ to $j = N$
48. (b) $1/L_{eq} = \Sigma 1/L_j$, sum from $j = 1$ to $j = N$
49. 59.3 mH
50. 12.3 s
51. 46 Ω
52. (a) 1.00;(b) 0.135;(c) 0.693
53. (a) 8.45 ns;(b) 7.37 mA
54. (a) 3.33 A;(b) 3.33 A;(c) 4.55 A;(d) 2.73 A;(e) 0;(f) -1.82 A (reversed);(g) 0;(h) 0
55. 6.91
56. 7.1×10^2 A/s
57. (a) 1.5 s
58. $(42 + 20t)$ V
59. (a) $i[1 - \exp(-Rt/L)]$;(b) $(L/R) \ln 2$
60. (a) 0.29 mH;(b) 0.29 ms
61. (a) 97.9 H;(b) 0.196 mJ
62. (a) 2.4×10^2 W;(b) 1.5×10^2 W;(c) 3.9×10^2 W
63. 25.6 ms
64. 1.23
65. (a) 18.7 J;(b) 5.10 J;(c) 13.6 J
66. (a) 1.3 mT;(b) 0.63 J/m^3
67. (a) 34.2 J/m^3;(b) 49.4 mJ
68. 5.58 A
69. 1.5×10^8 V/m
70. (a) 23 mA;(b) 70 mA
71. (a) 1.0 J/m^3;(b) 4.8×10^{-15} J/m^3
72. (a) 1.5 μWb;(b) 1.0×10^2 mV;(c) 90 nWb;(d) 12 mV
73. (a) 1.67 mH;(b) 6.00 mWb
74. 13 H
75. 13 μH
76. (b) magnetic field exists only within the solenoid cross section
77. (b) have the turns of the two solenoids wrapped in opposite directions
78. 95.4 Ω
79. (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
80. 1.0 ns
81. (a) 10 μT;(b) out;(c) 3.3 μT;(d) out
82. $(\pi B_0 r^2/\tau) \exp(-t/\tau)$
83. 0.520 ms
84. (a) 25 μT/s;(b) 13 μT/s(c) increasing
85. (a) $(4.4 \times 10^7 \text{ m/s}^2)\hat{i}$;(b) 0;(c) $(-4.4 \times 10^7 \text{ m/s}^2)\hat{i}$
86. 81.1 μs
87. (a) 0.40 V;(b) 20 A

88. (a) 3.75 mH;(b) 3.75 mH;(c) 100 nWb;(d) 4.24 mV
89. (a) 10 A;(b) 1.0×10^2 J
90. 1.54 s
91. (a) 0;(b) 8.0×10^2 A/s;(c) 1.8 mA;(d) 4.4×10^2 A/s;(e) 4.0 mA;(f) 0
92. (a) 4.7 mH;(b) 2.4 ms
93. 1.15 W
94. (a) 0.10 H/m;(b) 1.3 V/m
95. (a) 20 A/s;(b) 0.75 A
96. 2.9 mV
97. 12 A/s
98. (a) 0.600 mH;(b) 120

Chapter 31

1. (a) 1.17 μJ;(b) 5.58 mA
2. (a) 5.00 μs;(b) 2.50 μs;(c) 1.25 μs
3. (a) 6.00 μs;(b) 167 kHz;(c) 3.00 μs
4. 9.14 nF
5. 45.2 mA
6. (a) 89 rad/s;(b) 70 ms;(c) 25 μF
7. (a) 1.25 kg;(b) 372 N/m;(c) 1.75×10^{-4} m;(d) 3.02 mm/s
8. ---
9. 7.0×10^{-4} s
10. 38 μH
11. (a) 6.0;(b) 36 pF;(c) 0.22 mH
12. (a) 0.500;(b) 0.866
13. (a) 0.180 mC;(b) 70.7 μs;(c) 66.7 W
14. (a) 6.0×10^2 Hz;(b) 7.1×10^2 Hz;(c) 1.1 kHz(d) 1.3 kHz
15. (a) 3.0 nC;(b) 1.7 mA;(c) 4.5 nJ
16. ---
17. (a) 275 Hz;(b) 365 mA
18. (a) 46.1 μs;(b) 6.88 nJ;(c) 6.88 nJ;(d) 1.02×10^3 A/s;(e) 0.938 mW
19. ---
20. (a) 3.60 mH;(b) 1.33 kHz; c) 0.188 ms
21. (a) 356 μs;(b) 2.50 mH;(c) 3.20 mJ
22. ω
23. (a) 1.98 μJ;(b) 5.56 μC;(c) 12.6 mA;(d) -46.9°;(e) +46.9°
24. (a) 5.85 μC;(b) 5.52 μC;(c) 1.93 μC
25. 8.66 mΩ
26. (L/R) ln 2
27. ---
28. (a) 0.283 A;(b) 2.26 A
29. (a) 95.5 mA;(b) 11.9 mA
30. (a) 0.600 A;(b) 0.600 A
31. (a) 0.65 kHz;(b) 24 Ω
32. (a) 5.22 mA;(b) 0;(c) 4.51 mA

33. (a) 6.73 ms;(b) 11.2 ms;(c) inductor;(d) 138 mH
34. (a) 39.1 mA;(b) 0;(c) 33.8 mA
35. 89 Ω
36. (a) 500 Ω;(b) 40 μF
37. 7.61 A
38. (a) 8.0 μF;(b) 2.0 Ω
39. (a) 267 Ω;(b) -41.5°;(c) 135 mA
40. -8.00 V
41. (a) 206 Ω;(b) 13.7°;(c) 175 mA
42. (a) 40 Ω;(b) 60 mH
43. (a) 218 Ω;(b) 23.4°;(c) 165 mA
44. (a) 16.6 Ω;(b) 422 Ω;(c) 0.521 A;(d) increase;(e) decrease;(f) increase
45.
46. (b) 159 Hz;(c) –45°;(d) 1.00×10^3 rad/s;(e) 170 mA
47. (a) 224 rad/s;(b) 6.00 A;(c) 219 rad/s;(d) 228 rad/s;(e) 0.040
48. (a) 100 Ω;(b) 30.6 μF;(c) 301 mH
49. (a) 796 Hz;(b) no change;(c) decreased;(d) increased
50. (b) 318 Hz;(c) +45°;(d) 2.00×10^3 rad/s;(e) 53.0 mA
51. ---
52. 100 V
53. (a) 12.1 Ω;(b) 1.19 kW
54. 141 V
55. 1.84 A
56. (a) 76.4 mH;(b) yes;(c) 17.8 Ω
57. (a) 117 μF;(b) 0;(c) 90.0 W;(d) 0°;(e) 1;(f) 0;(g) -90°;(h) 0
58. ---
59. (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
60. (a) 41.4 W;(b) -17.0 W;(c) 44.1 W;(d) 14.4 W;(e) equal
61. (a) 0.743;(b) lead;(c) capacitive;(d) no;(e) yes;(f) no;(g) yes;(h) 33.4 W
62. 1.0 kV
63. (a) 2.4 V;(b) 3.2 mA;(c) 0.16 A
64. (a) 1.25;(b) 4.00;(c) 5.00;(d) 0.200;(e) 0.250;(f) 0.800
65. (a) 1.9 V;(b) 5.9 W;(c) 19 V;(d) 5.9×10^2 W;(e) 0.19 kV;(f) 59 kW
66. (b) 10
67. (a) 6.73 ms;(b) 2.24 ms;(c) capacitor;(d) 59.0 μF
68. (a) +1.22 rad;(b) 0.288 A
69. (a) –0.405 rad;(b) 2.76 A;(c) capacitive
70. (a) 4.60 kHz;(b) 26.6 nF;(c) 2.60 kΩ;(d) 0.650 kΩ
71. (a) 64.0 Ω;(b) 50.9 Ω;(c) capacitive
72. (a) 0.588 rad;(b) inductive;(c) 12.0 V
73. (a) 2.41 μH;(b) 21.4 pJ;(c) 82.2 nC
74. (a) 5.77×10^3 rad/s;(b) 1.09 ms
75. (a) 39.1 Ω;(b) 21.7 Ω;(c) capacitive
76. (a) 8.84 kHz;(b) 6.00 Ω

77. ---
78. (a) 177 Ω;(b) no
79. (a) 0.577*Q*;(b) 0.152
80. (a) 37.0 V;(b) 60.9 V;(c) 113 V;(d) 68.6 W
81. (a) 45.0°;(b) 70.7 Ω
82. 0.115 A
83. 1.84 kHz
84. (a) 707 Ω;(b) 32.2 mH;(c) 21.9 nF
85. (a) 0.689 μH;(b) 17.9 pJ;(c) 0.110 μC
86. 69.3 Ω
87. (a) 165 Ω;(b) 313 mH;(c) 14.9 μF
88. (a) 1.27 μC;(b) 83.1 μs;(c) 5.44 mW
89. ---
90. 1.59 μF
91. ---
92. ---

Chapter 32

1. +3 Wb
2. (a) 1.1 mWb;(b) inward
3. (a) 47.4 μWb;(b) inward
4. $(\mu_0 iL/\pi) \ln 3$
5. 2.4×10^{13} V/m·s
6. 52 nT·m
7. (a) 1.18×10^{-19} T;(b) 1.06×10^{-19} T
8. (a) 3.54×10^{-17} T;(b) 2.13×10^{-17} T
9. (a) 5.01×10^{-22} T;(b) 4.51×10^{-22} T
10. (a) 3.09×10^{-20} T;(b) 1.67×10^{-20} T
11. (a) 1.9 pT
12. (a) 30 mm;(b) 53 mm;(c) 3.0×10^{-5} T
13. 7.5×10^{5} V/s
14. ---
15. ---
16. 7.2×10^{12} V/m·s
17. (a) 0.324 V/m;(b) 2.87×10^{-16} A;(c) 2.87×10^{-18}
18. 8.40×10^{-13} T
19. (a) 75.4 nT;(b) 67.9 nT
20. (a) 2.22 μT;(b) 2.00 μT
21. (a) 27.9 nT;(b) 15.1 nT
22. (a) 20.0 μT;(b) 12.0 μT
23. (a) 2.0 A;(b) 2.3×10^{11} V/m·s;(c) 0.50 A;(d) 0.63 μT·m
24. (a) 2.1×10^{-8} A;(b) downward;(c) clockwise
25. (a) 0.63 μT;(b) 2.3×10^{12} V/m·s
26. (a) 1.33 A;(b) 0.300 cm;(c) 4.80 cm

27. (a) 0.71 A;(b) 0;(c) 2.8 A\
28. (a) 0.089 mT;(b) 0.18 mT;(c) 0.22 mT;(d) 6.4×10^{-22} T;(e) 6.4×10^{-22} T;(f) 0;(g) out;(h) out
29. (a) 7.60 μA;(b) 859 kV·m/s;(c) 3.39 mm;(d) 5.16 pT
30. (a) 13 MWb;(b) outward
31. 55 μT
32. (a) 0;(b) –1, 0, 1;(c) 4.64×10^{-24} J
33. (a) 0;(b) 0; (c) 0;(d) $\pm 3.2 \times 10^{-25}$ J;(e) -3.2×10^{-34} J·s;(f) 2.8×10^{-23} J/T;(g) -9.7×10^{-25} J;(h) $\pm 3.2 \times 10^{-25}$ J
34. 4.6×10^{-24} J
35. (a) -9.3×10^{-24} J/T;(b) 1.9×10^{-23} J/T
36. 32.3 mT
37. (b) $+x$;(c) clockwise;(d) $+x$
38. $e^2r^2B/4m$
39. yes
40. (a) 1.5×10^2 T;(b) 6.0×10^2 T;(c) no
41. 20.8 mJ/T
42. 0.48 K
43. (b) K_i/B;(c) $-z$;(d) 0.31 kA/m
44. 0.30
45. ---
46. 3.19×10^{-9} kg·m^2
47. (a) 1.8×10^2 km;(b) 2.3×10^{-5}
48. (a) 8.9 A·m^2;(b) 13 N·m
49. (a) 3.0 μT;(b) 5.6×10^{-10} eV
50. (a) 1.49×10^{-4} N·m;(b) –72.9 μJ
51. 5.15×10^{-24} A·m^2
52. 25 km
53. (a) 0.14 A;(b) 79 μC
54. (a) 1.66×10^3 km;(b) 383 μT;(c) 61.1 μT;(d) 84.2°
55. (a) 6.3×10^8 A;(b) yes;(c) no
56. (b) in the direction of the angular momentum vector
57. 0.84 kJ/T
58. (a) 222 μT;(b) 167 μT;(c) 22.7 μT;(d) 1.25 μT;(e) 3.75 μT;(f) 22.7 μT
59. (a) $(1.2 \times 10^{-13}\ \text{T}) \exp[-t/(0.012\ \text{s})]$;(b) 5.9×10^{-15} T
60. (a) 9.2 mWb;(b) inward
61. ---
62. (a) 31.0 μT;(b) 0°;(c) 55.9 μT;(d) 73.9°;(e) 62.0 μT;(f) 90.0°
63. (a) 27.5 mm;(b) 110 mm
64. (a) 4 K;(b) 1 K
65. 8.0 A
66. 3.5×10^{-5} A
67. (a) -8.8×10^{15} V/m·s;(b) 5.9×10^{-7} T·m
68. (a) -2.78×10^{-23} J/T;(b) 3.71×10^{-23} J/T

69. (b) sign is minus;(c) no, because there is compensating positive flux through open end nearer to magnet
70. (a) 5.3×10^{11} V/m;(b) 20 mT;(c) 6.6×10^{2}
71. (b) $-x$;(c) counterclockwise;(d) $-x$
72. (a) 16.7 nT;(b) 5.00 mA
73. (a) 7;(b) 7;(c) $3h/2\pi$;(d) $3eh/4\pi m$;(e) $3.5h/2\pi$;(f) 8
74. 0.300 A
75. (a) 9;(b) 3.71×10^{-23} J/T;(c) $+9.27 \times 10^{-24}$ J;(d) -9.27×10^{-24} J

Chapter 33

1. 7.49 GHz
2. (a) 4.7×10^{-3} Hz;(b) 3 min 32 s
3. (a) 515 nm;(b) 610 nm;(c) 555 nm;(d) 5.41×10^{14} Hz;(e) 1.85×10^{-15} s
4. 30 cm
5. 5.0×10^{-21} H
6. 4.74 m
7. 1.2 MW/m^2
8. 4.8×10^{-29} W/m^2
9. 0.10 MJ
10. 1.07 pT
11. (a) 6.7 nT;(b) y;(c) negative direction of y
12. (a) 16.7 nT;(b) 33.1 mW/m^2
13. (a) 1.03 kV/m;(b) 3.43 μT
14. 3.44×10^{6} T/s
15. (a) 87 mV/m;(b) 0.29 nT;(c) 6.3 kW
16. (a) 1.4×10^{-22} W;(b) 1.1×10^{15} W
17. (a) 6.7 nT;(b) 5.3 mW/m^2;(c) 6.7 W
18. 0.25 kW
19. 1.0×10^{7} Pa
20. (a) 6.0×10^{8} N;(b) 3.6×10^{22} N
21. 5.9×10^{-8} Pa
22. 3.3×10^{-8} Pa
23. (a) 4.68×10^{11} W;(b) any chance disturbance could move sphere from directly above source---the two force vectors no longer along the same axis
24. 0.95 km^2
25. ---
26. 491 nm
27. (a) 1.0×10^{8} Hz;(b) 6.3×10^{8} rad/s;(c) 2.1 m^{-1}; (d) 1.0 μT;(e) z;(f) 1.2×10^{2} W/m^2;(g) 8.0×10^{-7} N;(h) 4.0×10^{-7} Pa
28. (a) 4.7×10^{-6} Pa;(b) 4.7×10^{-11}
29. 1.9 mm/s
30. (a) 3.97 GW/m^2;(b) 13.2 Pa;(c) 1.67×10^{-11} N;(d) 3.14×10^{3} m/s^2
31. (a) 0.17 μm; (b) toward the Sun
32. 0.045%
33. 3.1%

34. 19 W/m^2
35. 4.4 W/m^2
36. (a) 0.16;(b) 0.84
37. (a) 2 sheets;(b) 5 sheets
38. 9.4%
39. (a) 1.9 V/m;(b) 1.7×10^{-11} Pa
40. 7.3%
41. 20° or 70°
42. 44%
43. 0.67
44. (a) 19.6°;(b) 70.4°
45. 1.26
46. (a) greater;(b) greater;(c) 1.9;(d) 1.4
47. 1.48
48. (a) greater;(b) greater;(c) 1.4;(d) 1.9
49. 180°
50. (a) 1.6;(b) need more information;(c) 39°
51. (a) 56.9°;(b) 35.3°
52. (a) 1.7;(b) 38°
53. ---
54. (a) 0.33°;(b) 0°
55. 1.07 m
56. (a) 3.1°;(b) 0° (no rainbow)
57. 182 cm
58. 34°
59. (a) 48.9°;(b) 29.0°
60. (a) 54.3°;(b) yes;(c) 51.1°; (d) no
61. (a) 26.8°;(b) yes
62. (a) 4.56 m;(b) increase
63. (a) $(1 + \sin^2 \theta)^{0.5}$;(b) $2^{0.5}$;(c) yes;(d) no
64. (a) 35.6°;(b) 53.1°
65. 23.2°
66. (a) 3;(b) 2;(c) 40°;(d) none;(e) 2;(f) 3;(g) none;(h) 70°
67. (a) 1.39;(b) 28.1°;(c) no
68. (a) 53°;(b) yes
69. 49.0°
70. 1.0
71. (a) 0.50 ms;(b) 8.4 min;(c) 2.4 h;(d) 5446 B.C.
72. (a) 30.1 nm;(b) 345 nm
73. (a) (16.7 nT) $\sin[(1.00 \times 10^6\ m^{-1})z + (3.00 \times 10^{14}\ s^{-1})t]$;(b) 6.28 μm;(c) 20.9 fs;(d) 33.2 mW/m^2;(e) x;(f) infrared
74. (b) 5.8×10^{-7} m
75. 1.22
76. 0.50 W/m^2
77. (c) 137.6°;(d) 139.4°;(e) 1.7°

78. (b) 230.4°;(c) 233.5°;(d) 3.1°;(e) 317.5°;(f) 321.9°;(g) 4.4°
79. ---
80. (a) 0.33 μT;(b) $-x$
81. (a) z axis;(b) 7.5×10^{14} Hz;(c) 1.9 kW/m^2
82. 0.031
83. (a) white;(b) white dominated by red end;(c) no refracted light
84. 0.125
85. 1.5×10^{-9} m/s^2
86. 0.21
87. (a) 3.5 μW/m^2;(b) 0.78 μW;(c) 1.5×10^{-17} W/m^2;(d) 1.1×10^{-7} V/m;(e) 0.25 fT
88. (a) 1.91×10^{8} Hz;(b) 18.2 V/m;(c) 0.878 W/m^2
89. (a) 55.8°;(b) 55.5°
90. (a) 0;(b) 20°;(c) 0;(d) 20°
91. 1.3
92. 35°

Chapter 34

1. 9.10 m
2. 40 cm
3. 1.11
4. 1.5 m
5. 351 cm
6. -2.5
7. 10.5 cm
8. +28 cm
9. (a) +24 cm;(b) +36 cm;(c) -2.0;(d) R;(e) I;(f) same
10. (a) +20 cm;(b) +30 cm;(c) -2.0;(d) R;(e) I;(f) same
11. (a) -20 cm;(b) –4.4 cm;(c) +0.56;(d) V;(e) NI;(f) opposite
12. (a) +72 cm;(b) –72 cm;(c) +3.0;(d) V;(e) NI;(f) opposite
13. (a) +36 cm;(b) –36 cm;(c) +3.0;(d) V;(e) NI;(f) opposite
14. (a) -70 cm;(b) –14 cm;(c) +0.61;(d) V;(e) NI;(f) opposite
15. (a) -16 cm;(b) –4.4 cm;(c) +0.44;(d) V;(e) NI;(f) opposite
16. (a) -28 cm;(b) –7.7 cm;(c) +0.45;(d) V;(e) NI;(f) opposite
17. (b) plus;(c) +40 cm;(e) -20 cm;(f) +2.0;(g) V;(h) NI;(i) opposite
18. (a) concave;(b) +8.0 cm;(c) +16 cm;(e) +12 cm;(f) minus;(g) R;(i) same
19. (a) convex;(b) -20 cm;(d) +20 cm;(f) +0.50;(g) V;(h) NI;(i) opposite
20. (a) concave;(b) +16 cm;(c) +32 cm;(e) +28 cm;(g) R;(h) I;(i) same
21. (a) concave;(c) +40 cm;(e) +60 cm;(f) -2.0;(g) R;(h) I;(i) same
22. (a) convex;(b) minus;(c) -40 cm;(d) +1.8 m;(e) -18 cm;(g) V;(h) NI;(i) opposite
23. (a) convex;(b) minus;(c) -60 cm;(d) +1.2 m;(e) -24 cm;(g) V;(h) NI;(i) opposite
24. (a) concave;(b) +20 cm;(c) +40 cm;(e) +30 cm;(g) R;(h) I;(i) same
25. (a) concave;(b) +8.6 cm;(c) +17 cm;(e) +12 cm;(f) minus;(g) R;(i) same
26. (a) concave;(b) plus;(c) +40 cm;(e) +30 cm;(f) -0.50;(g) R;(h) I
27. (a) convex;(c) -60 cm;(d) +30 cm;(f) +0.50;(g) V;(h) NI;(i) opposite

28. (a) plane;(b) ∞;(c) ∞;(e) -10 cm;(g) V;(h) NI;(i) opposite
29. (b) -20 cm;(c) minus;(d) +5.0 cm;(e) minus;(f) +0.80;(g) V;(h) NI;(i) opposite
30. +0.32
31. (b) 0.56 cm/s;(c) 11 m/s;(d) 6.7 cm/s
32. (d) -18 cm;(e) V;(f) same
33. (c) -33 cm;(e) V;(f) same
34. (a) 1.0;(e) R;(f) opposite
35. (d) -26 cm;(e) V;(f) same
36. (b) +10 cm;(e) V;(f) same
37. (c) +30 cm;(e) V;(f) same
38. (b) +71 cm;(e) R;(f) opposite
39. (a) 2.00;(b) none
40. 7.4 cm
41. (a) +40 cm;(b) ∞
42. +0.30
43. 5.0 mm
44. +43 cm
45. 1.86 mm
46. -16 cm
47. (a) 45 mm;(b) 90 mm
48. -2.5
49. 22 cm
50. (a) +5.3 cm;(b) -0.33;(c) R;(d) I;(e) opposite
51. (a) –48 cm;(b) +4.0;(c) V;(d) NI;(e) same
52. (a) –88 cm;(b) +3.5;(c) V;(d) NI;(e) same
53. (a) –4.8 cm;(b) +0.60;(c) V;(d) NI;(e) same
54. (a) -3.8 cm;(b) +0.38;(c) V;(d) NI;(e) same
55. (a) –8.6 cm;(b) +0.39;(c) V;(d) NI;(e) same
56. (a) –8.7 cm;(b) +0.72;(c) V;(d) NI;(e) same
57. (a) +36 cm;(b) -0.80;(c) R;(d) I;(e) opposite
58. (a) –63 cm;(b) +2.2;(c) V;(d) NI;(e) same
59. (a) +55 cm;(b) -0.74;(c) R;(d) I;(e) opposite
60. (a) –26 cm;(b) +4.3;(c) V;(d) NI;(e) same
61. (a) –18 cm;(b) +0.76;(c) V;(d) NI;(e) same
62. (a) -15 cm;(b) +1.5;(c) V;(d) NI;(e) same
63. (a) –30 cm;(b) +0.86;(c) V;(d) NI;(e) same
64. (a) -9.2 cm;(b) +0.92;(c) V;(d) NI;(e) same
65. (a) -7.5 cm;(b) +0.75;(c) V;(d) NI;(e) same
66. (a) –9.7 cm;(b) +0.54;(c) V;(d) NI;(e) same
67. (a) +84 cm;(b) -1.4;(c) R;(d) I;(e) opposite
68. (a) converging;(b) 26.7 cm;(c) 8.89 cm
69. (a) C;(d) -10 cm;(e) +2.0;(f) V;(g) NI;(h) same
70. (a) D;(b) minus;(d) -5.7 cm;(e) +0.71;(f) V;(h) same
71. (a) D;(b) -5.3 cm;(d) -4.0 cm;(f) V;(g) NI;(h) same
72. (a) C;(b) +3.2 cm;(d) +4.0 cm;(f) R;(g) I;(h) opposite
73. (a) C;(b) +3.3 cm;(d) +5.0 cm;(f) R;(g) I;(h) opposite

74. (b) plus;(d) +20 cm;(e) -1.0;(f) R;(g) I;(h) opposite
75. (a) D;(b) minus;(d) -3.3 cm;(e) +0.67;(f) V;(g) NI
76. (a) C;(b) plus;(d) -10 cm;(e) +2.0;(f) V;(g) NI;(h) same
77. (a) C;(b) +80 cm;(d) -20 cm;(f) V;(g) NI;(h) same
78. (a) D;(b) -10 cm;(d) -5.0 cm;(e) plus;(f) V;(h) same
79. (a) C;(b) plus;(d) -13 cm;(e) +1.7;(f) V;(g) NI;(h) same
80. (a) +10 cm;(b) -0.75;(c) R;(d) I;(e) opposite
81. (a) +24 cm;(b) +6.0;(c) R;(d) NI;(e) opposite
82. (a) +9.8 cm;(b) -0.27;(c) R;(d) I;(e) opposite
83. (a) +3.1 cm;(b) -0.31;(c) R;(d) I;(e) opposite
84. (a) –23 cm;(b) -13;(c) V;(d) I;(e) same
85. (a) –4.6 cm;(b) +0.69;(c) V;(d) NI;(e) same
86. (a) –3.4 cm;(b) -1.1;(c) V;(d) I;(e) same
87. (a) –5.5 cm;(b) +0.12;(c) V;(d) NI;(e) same
88. 2.1 mm
89. (a) 13.0 cm;(b) 5.23 cm;(c) -3.25;(d) 3.13;(e) -10.2
90. (a) 5.3 cm;(b) 3.0 mm
91. (a) 2.35 cm;(b) decrease
92. -125
93. (a) 3.5;(b) 2.5
94. -21 cm
95. (a) +8.6 cm;(b) +2.6;(c) R;(d) NI;(e) opposite
96. (a) –4.0 cm;(b) -1.2;(c) V;(d) I;(e) same
97. (a) +7.5 cm;(b) -0.75;(c) R;(d) I;(e) opposite
98. (a) +10 cm;(b) +0.75;(c) R;(d) NI;(e) opposite
99. (a) +24 cm;(b) -0.58;(c) R;(d) I;(e) opposite
100. (a) –5.2 cm;(b) +0.29;(c) V;(d) NI;(e) same
101. ---
102. (a) 3;(b) 7;(c) 5;(d) 1;(e) 3
103. ---
104. (a) 20 cm; b) 60 cm;(c) 80 cm;(d) 1.0 m
105. (a) 3.00 cm;(b) 2.33 cm
106. (a) $2f_1$;(b) -1.0;(c) real;(d) left;(e) inverted
107. (a) 40 cm;(b) 20 cm;(c) -40 cm;(d) 40 cm
108. (a) 40 cm;(b) real;(c) 80 cm;(d) real;(e) 2.4 m;(f) real;(g) –40 cm;(h) virtual;(i) –80 cm;(j) virtual;(k) –2.4 m;(l) virtual
109. (a) 20 cm;(b) 15 cm
110. 1.14
111. (a) 6.0 mm;(b) 1.6 kW/m^2;(c) 4.0 cm
112. ---

Chapter 35

1. (a) 155 nm;(b) 310 nm
2. (a) 0.25;(b) 0.75;(c) 1.25
3. (a) 3.60 μm;(b) intermediate closer to fully constructive
4. 2.0×10^8 m/s

5. 4.55×10^7 m/s
6. (a) 5.09×10^{14} Hz;(b) 388 nm;(c) 1.97×10^8 m/s
7. 1.56
8. (a) 2;(b) 0.03
9. (a) 1.55 μm;(b) 4.65 μm
10. (a) 50°;(b) 0.14 ps
11. (a) 1.70;(b) 1.70;(c) 1.30;(d) all tie
12. (a) 52.50 nm;(b) 157.5 nm
13. (a) 0.833;(b) intermediate closer to fully constructive
14. (a) 0.010 rad;(b) 5.0 mm
15. 648 nm
16. 0.15°
17. 16
18. (a) 2.90;(b) 18.2 rad;(c) between $m = 2$ minimum (third minimum from the center) and $m = 3$ maximum (third maximum to one side of center maximum)
19. 2.25 mm
20. (a) 0.216 rad;(b) 12.4°
21. 72 μm
22. 7.5
23. 0
24. (a) 0;(b) 0;(c) ∞;(d) 6.00;(e) 1.71;(f) intermediate closer to minimum
25. 7.88 μm
26. (a) 600 nm to 700 nm;(b) decreased;(c) 0.20 μm
27. 6.64 μm
28. 3.5 μm
29. 2.65
30. 17 sin(ωt + 13°)
31. 27 sin(ωt + 8.5°)
32. (a) 2.33 μV/m;(b) 0.338;(c) between $m = 6$ maximum (sixth side maximum) and $m = 6$ minimum (seventh minimum);(d) 1.26×10^{15} rad/s;(e) 39.6 rad
33. (17.1 μV/m) sin[$(2.0 \times 10^{14}$ rad/s)t]
34. (a) between central maximum and first minimum ($m = 0$);(b) 0.101
35. 120 nm
36. (a) 4;(b) 3
37. 70.0 nm
38. (a) 567 nm;(b) 425 nm;(c) longer
39. (a) 0.117 μm;(b) 0.352 μm
40. 840 nm
41. 161 nm
42. 608 nm
43. 560 nm
44. 329 nm
45. 478 nm
46. 528 nm
47. 509 nm

48. 339 nm
49. 273 nm
50. 248 nm
51. 409 nm
52. 455 nm
53. 338 nm
54. 673 nm
55. (a) 552 nm;(b) 442 nm
56. 450 nm
57. 608 nm
58. 273 nm
59. 528 nm
60. 509 nm
61. 455 nm
62. 161 nm
63. 248 nm
64. 409 nm
65. 339 nm
66. 560 nm
67. 329 nm
68. 478 nm
69. 1.89 μm
70. (a) 10.3 nm/s;(b) 1.09 μm
71. 0.012°
72. 1.00025
73. 140
74. 11
75. $[(m + ½)\lambda R]^{0.5}$, for $m = 0, 1, 2,\ldots$
76. (a) 34;(b) 46
77. 1.00 m
78. $1.67 \times 10^{-11}\ m^3/s$
79. 588 nm
80. 5.2 μm
81. 1.00030
82. 0.291 mm
83. (a) 50.0 nm;(b) 36.2 nm
84. (a) ∞;(b) 0;(c) 0;(d) 6.00;(e) 5.80;(f) intermediate closer to maximum
85. 0.23°
86. (a) 1.8;(b) 2.2;(c) 1.25
87. (a) 1500 nm;(b) 2250 nm;(c) 0.80
88. (a) 411.4°;(b) 51.4°
89. $x = (D/2a)(m + 0.5)\lambda$, for $m = 0, 1, 2, \ldots$
90. (a) 2.90(b) intermediate closer to fully constructive
91. (a) 22°;(b) refraction reduces θ
92. (a) 1.6;(b) 1.4
93. 600 nm

94. 51.6 ns
95. (a) 1.75 μm;(b) 4.8 mm
96. 0.20
97. $I_m \cos^2(2\pi x/\lambda)$
98. 310.0 nm
99. (a) 42.0 ps;(b) 42.3 ps;(c) 43.2 ps;(d) 41.8 ps;(e) 4
100. 492 nm
101. 33 μm
102. 450 nm

Chapter 36

1. (a) 2.5 mm;(b) 2.2×10^{-4} rad
2. 1.41
3. (a) 70 cm;(b) 1.0 mm
4. (a) decrease;(b) 11°;(c) 0.23°
5. (a) 700 nm;(b) 4;(c) 6
6. (a) 0.430°;(b) 0.118 mm
7. 60.4 μm
8. 41.2 m
9. 1.77 mm
10. 24.0 mm
11. 160°
12. (a) 2.33 μm;(b) 6;(c) 15.2°;(d) 51.8°
13. (a) 0.18°;(b) 0.46 rad;(c) 0.93
14. (a) 0.256;(b) between center and first minima
15. (d) 52.5°;(e) 10.1°;(f) 5.06°
16. ---
17. (b) 0;(c) -0.500;(d) 4.493 rad;(e) 0.930;(f) 7.725 rad;(g) 1.96
18. 30 m
19. (a) 19 cm;(b) larger
20. 53 m
21. (a) 1.1×10^4 km;(b) 11 km
22. (a) 50 m;(b) no;(c) light pollution on the night side of Earth would be a sure sign
23. (a) 1.3×10^{-4} rad;(b) 10 km
24. 31 μm
25. 50 m
26. (a) 32 cm;(b) 2.7 m;(c) 2.7 m aperture is too large; fine-scale resolution is due to computer enhancement, in which a computer removes much of the blurring due to turbulence.
27. 1.6×10^3 km
28. 27 cm
29. (a) 8.8×10^{-7} rad;(b) 8.4×10^7 km;(c) 0.025 mm
30. 91 μm
31. (a) 0.346°;(b) 0.97°
32. (a) 6.8°;(b) no

33. (a) 17.1 m;(b) 1.37×10^{-10}
34. (a) red;(b) 0.13 mm
35. 5
36. 13
37. 3
38. (a) 11.1 μm;(b) 51;(c) 0°;(d) 79.0°
39. (a) 5.0 μm;(b) 20 μm
40. 22
41. (a) 7.43×10^{-3};(b) between the $m = 6$ minimum (the seventh one) and the $m = 7$ maximum (the seventh side maximum);(c) between the $m = 3$ minimum (the third one) and the $m = 4$ minimum (the fourth one)
42. (a) 4;(b) every fourth bright fringe missing
43. (a) 9;(b) 0.255
44. 2 μm
45. (a) 62.1°;(b) 45.0°;(c) 32.0°
46. 635 nm
47. 3
48. (a) 3;(b) 0.051°
49. (a) 6.0 μm;(b) 1.5 μm;(c) 9;(d) 7;(e) 6
50. 523 nm
51. (a) 2.1°;(b) 21°;(c) 11
52. (a) third (overlaps with fourth);(b) ninth;(c) 41.5°;(d) 67.2°;(e) 73.1°
53. (a) 470 nm;(b) 560 nm
54. ---
55. 3.65×10^{3}
56. (a) 23 100;(b) 28.7°
57. (a) 0.032°/nm;(b) 4.0×10^{4};(c) 0.076°/nm;(d) 8.0×10^{4};(e) 0.24°/nm;(f) 1.2×10^{5}
58. (a) 56 pm;(b) none
59. 0.15 nm
60. 491
61. (a) 10 μm;(b) 3.3 mm
62. (a) tan θ;(b) 0.89
63. 1.09×10^{3} rulings/mm
64. 2.9°
65. (a) 0.17 nm;(b) 0.13 nm
66. 39.8 pm
67. (a) 25 pm;(b) 38 pm
68. 6.8°
69. 0.26 nm
70. 0.570 nm
71. (a) 15.3°;(b) 30.6°;(c) 3.1°;(d) 37.8°
72. (a) 130 pm;(b) 3;(c) 97.2 pm;(d) 4
73. (a) $0.7071a_0$;(b) $0.4472a_0$;(c) $0.3162a_0$;(d) $0.2774a_0$;(e) $0.2425a_0$
74. (a) 1.3×10^{-4} rad;(b) 21 m
75. (a) 625 nm;(b) 500 nm;(c) 416 nm

76. 4.84×10^3
77. 3.0 mm
78. 11
79. ---
80. 30.5 μm
81. ---
82. ---
83. (a) 13;(b) 6
84. 9.0
85. 59.5 pm
86. 6.1 mm
87. 4.9 km
88. 3.3
89. 1.36×10^4
90. 53.4 cm
91. 2
92. 4×10^{-13}
93. 4.7 cm
94. 500 nm
95. ---
96. 691 nm
97. 36 cm
98. 164 m
99. (a) fourth;(b) seventh

Chapter 37

1. 0.990 50
2. (a) 0.140 370 76;(b) 0.994 987 44;(c) 0.999 950 00;(d) 0.999 999 50
3. (a) 0.999 999 50
4. 0.9959
5. 0.446 ps
6. 40 s
7. 2.68×10^3 y
8. 1.53 cm
9. (a) 87.4 m;(b) 394 ns
10. 0.63 m
11. 1.32 m
12. (a) 0.866;(b) 2.00
13. (a) 26.26 y;(b) 52.26 y;(c) 3.705 y
14. 0.25 m
15. (a) 0.999 999 15;(b) 30 ly
16. (a) 0;(b) 2.29 s;(c) 6.54×10^8 m;(d) 3.16 s
17. (a) 138 km;(b) -374 μs
18. (a) 0;(b) -2.5 μs;(c) reverse
19. (a) 25.8 μs;(b) small flash
20. 0.63 μs

21. (a) $\gamma[1.00\ \mu s - \beta(400\ m)/(2.998 \times 10^8\ m/s)]$;(d) 0.750;(e) $0 < \beta < 0.750$;(f) $0.750 < \beta < 1$;(g) no
22. (a) $\gamma[400\ m - \beta c(1.00\ \mu s)]$;(d) 0.750;(e) 265 m
23. (a) 1.25;(b) 0.800 μs
24. (a) 0.500 m;(b) 1.00 m;(c) 1.00 m;(d) 19.2 m;(e) 35.5 ns;(f) event 2
25. (a) 0.480;(b) negative;(c) big flash;(d) 4.39 μs
26. 2.40 μs
27. 0.81c
28. (a) $0.84c\hat{i}$;(b) $1.1c\hat{i}$;(c) $0.21c\hat{i}$;(d) $0.15c\hat{i}$
29. (a) 0.35;(b) 0.62
30. 0.588
31. 1.2 μs
32. (a) $-0.36c$;(b) $-c$
33. (a) 1.25 y;(b) 1.60 y;(c) 4.00 y
34. 2.97 nm
35. 22.9 MHz
36. (a) 1×10^6 m/s;(b) receding
37. 0.13c
38. (a) 7000 km/s;(b) away
39. (a) 550 nm;(b) yellow
40. (a) 79.1 keV;(b) 3.11 MeV;(c) 10.9 MeV
41. (a) 196.695;(b) 0.999 987
42. 7.28 MeV
43. (a) 1.0 keV;(b) 1.1 MeV
44. 8.12 MeV
45. 110 km
46. (c) 207
47. 1.01×10^7 km
48. (a) 0.948;(b) 226 MeV;(c) 314 MeV/c
49. (a) 0.222 cm;(b) 701 ps;(c) 7.40 ps
50. (a) 20.57;(b) 0.9988;(c) 1.011;(d) 0.1448;(e) 1.003;(f) 7.310×10^{-2}
51. 2.83mc
52. (a) $mv^2/2 + 3mv^4/8c^2$; (b) 1.0×10^{-16} J;(c) 1.9×10^{-19} J;(d) 2.6×10^{-14} J;(e) 1.3×10^{-14} J;(f) 0.37
53. (a) $\gamma(2\pi m/|q|B)$;(b) no;(c) 4.85 mm;(d) 15.9 mm;(e) 16.3 ps;(f) 0.334 ns
54. (a) 0.943;(b) 0.866
55. (a) 0.707;(b) 1.41;(c) 0.414
56. (a) 1.2×10^8 N;(b) truck or train;(c) 25 N;(d) backpack
57. 18 smu/y
58. (a) 1.001 957 0;(b) $6.246\ 954\ 2 \times 10^{-2}$;(c) 2.956 951 4;(d) 0.941 079 24;(e) $1.957\ 951\ 4 \times 10^3$;(f) 0.999 999 87
59. (a) 2.08 MeV;(b) -1.21 MeV
60. (a) $\gamma[1.00\ \mu s - \beta(240\ m)/(2.998 \times 10^8\ m/s)]$; (d) 0.801;(e) 0.599 μs;(f) yes
61. (d) 0.801
62. (a) $-0.86c$;(b) $-c$

63. (a) $vt \sin \theta$;(b) $t[1 - (v/c) \cos \theta]$;(c) 3.24c
64. 0.79 m
65. ---
66. (a) 1/9;(b) +0.80;(c) +0.80c
67. (b) +0.44c
68. (a) 2.59 μs;(b) 0.572 μs;(c) 2.59 μs;(d) 16.0 μs
69. (a) 1.93 m;(b) 6.00 m;(c) 13.6 ns;(d) 13.6 ns;(e) 0.379 m;(f) 30.5 m;(g) -101 ns;(h) no;(i) 2;(k) no;(l) both
70. (a) 2.21×10^{-12};(b) 5.25 d
71. (a) 5.4×10^{4} km/h;(b) 6.3×10^{-10}
72. 0.75
73. 189 MeV
74. 55 m
75. 8.7×10^{-3} ly
76. 0.999 90
77. 7
78. (a) 1.87×10^{4} km/s;(b) receding
79. 2.46 MeV/c
80. 6.4 cm
81. 0.27c
82. (a) 2.24×10^{-13} s;(b) 64.4 μm
83. (a) 5.71 GeV;(b) 6.65 GeV;(c) 6.58 GeV/c;(d) 3.11 MeV;(e) 3.62 MeV;(f) 3.59 MeV/c
84. (a) $\tau_0(1 - v^2/c^2)^{-0.5}$
85. 0.95c
86. (a) 2.7×10^{14} J;(b) 1.8×10^{7} kg;(c) 6.0×10^{6}
87. (a) 256 kV;(b) 0.745c
88. 0.678c

Chapter 38

1. (a) 2.1 μm;(b) infrared
2. 8.6×10^{5} m/s
3. 1.0×10^{45} photons/s
4. 1.7×10^{21} photons/m^2·s
5. 2.047 eV
6. 2.11 eV
7. 1.1×10^{-10} W
8. 3.3×10^{18} photons/s
9. (a) 2.96×10^{20} photons/s;(b) 4.86×10^{7} m;(c) 5.89×10^{18} photons/m^2·s
10. (a) 3.61 kW;(b) 1.00×10^{22} photons/s;(c) 60.2 s
11. (a) infrared;(b) 1.4×10^{21} photons/s
12. 3.6×10^{-17} W
13. 4.7×10^{26} photons
14. 6 s^{-1}
15. 170 nm

16. 10 eV
17. 676 km/s
18. barium and lithium
19. (a) 1.3 V;(b) 6.8×10^{2} km/s
20. 9.68×10^{-20} A
21. (a) 3.1 keV;(b) 14 keV
22. 1.07 eV
23. (a) 2.00 eV;(b) 0;(c) 2.00 V;(d) 295 nm
24. (a) 4.12×10^{-15} eV·s;(b) 2.27 eV;(c) 545 nm
25. (a) 382 nm;(b) 1.82 eV
26. 233 nm
27. (a) 2.73 pm;(b) 6.05 pm
28. (a) 0.511 MeV/c;(b) 2.43 pm;(c) 1.24×10^{20} Hz
29. (a) 8.57×10^{18} Hz;(b) 3.55×10^{4} eV;(c) 35.4 keV/c
30. 2.64 fm
31. 300%
32. (a) +4.86 pm;(b) -40.6 keV;(c) 40.6 keV;(d) 0°
33. (a) -8.1×10^{-9}%;(b) -4.9×10^{-4}%;(c) -8.9%;(d) -66%
34. 3.0×10^{-14} J
35. (a) 2.43 pm;(b) 1.32 fm;(c) 0.511 MeV;(d) 939 MeV
36. (a) 2.43 pm;(b) 4.86 pm;(c) 0.255 MeV
37. (a) 41.8 keV;(b) 8.2 keV
38. ---
39. 44°
40. 1.1 keV
41. (a) 2.43 pm;(b) 4.11×10^{-6};(c) -8.67×10^{-6} eV;(d) 2.43 pm;(e) 9.78×10^{-2};(f) -4.45 keV
42. (a) 38.8 pm;(b) 1.24 nm;(c) 906 fm
43. 7.75 pm
44. 9.76 kV
45. (a) 1.9×10^{-21} kg·m/s;(b) 346 fm
46. (a) 0.025 fm;(b) 2.0×10^{2}
47. 4.3 μeV
48. $(4.0 \times 10^{-6})^{o}$
49. (a) 1.24 μm;(b) 1.22 nm;(c) 1.24 fm;(d) 1.24 fm
50. (a) 3.3×10^{-24} kg·m/s;(b) 3.3×10^{-24} kg·m/s;(c) 38 eV;(d) 6.2×10^{3} eV
51. (a) 15 keV;(b) 120 keV
52. (a) 5.2 fm;(b) no, the de Broglie wavelength is much less than the distance of closest approach
53. Neutron
54. (a) 1.24 keV;(b) 1.50 eV;(c) 1.24 GeV;(d) 1.24 GeV
55. (a) 3.96×10^{6} m/s;(b) 81.7 kV
56. ---
57. ---
58. (d) $x = n(\lambda/2)$, with $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$

59. ---
60. ---
61. ---
62. ---
63. 2.1×10^{-24} kg·m/s
64. (a) 124 keV;(b) 40.5 keV
65. ---
66. 5.1 eV
67. (a) 9.02×10^{-6};(b) 3.0 MeV;(c) 3.0 MeV;(d) 7.33×10^{-8};(e) 3.0 MeV;(f) 3.0 MeV
68. (a) 10^{104} y;(b) 2×10^{-19} s
69. (a) –20%;(b) -10%;(c) +15%
70. (a) no;(b) plane wavefronts of infinite extent, perpendicular to *x* axis
71. 5.9 μeV
72. ---
73. ---
74. (a) 38.8 meV;(b) 146 pm
75. (a) 73 pm;(b) 3.4 nm;(c) yes, their average de Broglie wavelength is smaller than their average separation
76. (a) 4.14×10^{-15} eV·s;(b) 2.31 eV
77. ---
78. ---
79. 1.7×10^{-35} m
80. (a) no;(b) 544 nm;(c) green
81. 0.19 m
82. ---
83. ---
84. $T = 10^{-x}$, where $x = 7.2 \times 10^{39}$ (T is very small)

Chapter 39

1. 1.41
2. (a) 9.42 eV;(b) 5.13×10^{-3} eV
3. 0.65 eV
4. 90.3 eV
5. 0.85 nm
6. 0.020 eV
7. 1.9 GeV
8. 350 pm
9. (a) 72.2 eV;(b) 13.7 nm;(c) 17.2 nm;(d) 68.7 nm;(e) 41.2 nm;(g) 68.7 nm;(h) 25.8 nm
10. (a) 11;(b) 10
11. (a) 13;(b) 12
12. (a) 68.7 nm;(b) 25.8 nm;(c) 13.7 nm
13. (a) 0.020; (b) 20
14. 2.86×10^{-17} J
15. (a) 0.050;(b) 0.10;(c) 0.0095
16. (a) 0.091;(b) 0.091;(c) 0.82

17. 56 eV
18. 233 eV
19. 109 eV
20. 7.0 eV
21. ---
22. 0.734 eV
23. 3.21 eV
24. 2.2×10^{-20} J
25. 1.4×10^{-3}
26. (a) 1.25;(b) 2.00;(c) 5.00;(d) 1.00
27. (a) 8;(b) 0.75;(c) 1.00;(d) 1.25;(e) 3.75;(f) 3.00;(g) 2.25
28. (a) 3.00;(b) 9.00;(c) 2.00;(d) 3;(e) 6
29. (a) 7;(b) 1.00;(c) 2.00;(d) 3.00;(e) 9.00;(f) 8.00;(g) 6.00
30. 27.6 nm
31. 4.0
32. 1.17 eV
33. (a) 12.1 eV;(b) 6.45×10^{-27} kg·m/s;(c) 102 nm
34. (a) 0;(b) 10.2 nm^{-1};(c) 5.54 nm^{-1}
35. (a) 291 nm^{-3};(b) 10.2 nm^{-1}
36. (a) -3.4 eV;(b) 3.4 eV
37. ---
38. 2.6 eV
39. ---
40. (a) 31 nm;(b) 8.2×10^{14} Hz;(c) 0.29 μm;(d) 3.7×10^{14} Hz
41. (a) 0.0037;(b) 0.0054
42. 4.1 m/s
43. (a) 13.6 eV;(b) -27.2 eV
44. (a) 2.6 eV;(b) 4;(c) 2
45. (a) $(r^4/8a^5)[\exp(-r/a)] \cos^2 \theta$;(b) $(r^4/16a^5)[\exp(-r/a)] \sin^2 \theta$
46. 0.439
47. 4.3×10^3
48. (a) 2;(b) 1;(c) Lyman
49. (a) 13.6 eV;(b) 3.40 eV
50. (a) 3;(b) 1;(c) Lyman
51. 0.68
52. (a) 12.8 eV;(b) 6;(c) 12.8 eV;(d) 12.1 eV;(e) 10.2 eV;(f) 0.661 eV;(g) 1.89 eV;(h) 2.55 eV
53. ---
54. (c) $(r^2/8a^3)(2-r/a)^2 \exp(-r/a)$
55. ---
56. (b) no;(c) no;(d) yes
57. ---
58. (b) $\pm(2\pi/h)(2mE)^{0.5}$
59. (b) $(2\pi/h)[2m(U_0 - E)]^{0.5}$
60. (a) 1.3×10^{-19} eV;(b) 1.2×10^{19};(c) 1.2×10^{13};(d) yes
61. (b) $meter^{-2.5}$

62. (a) 658 nm;(b) 366 nm
63. (a) n;(b) $2\ell + 1$;(c) n^2
64. ---

Chapter 40

1. 24.1°
2. 50
3. (a) 3.65×10^{-34} J·s;(b) 3.16×10^{-34} J·s
4. (a) 32;(b) 2;(c) 18;(d) 8
5. (a) 3;(b) 3
6. (a) 14;(b) 6;(c) 6;(d) 2
7. (a) 4;(b) 5;(c) 2
8. (a) 3;(b) 2;(c) 14
9. (a) 3.46;(b) 3.46;(c) 3;(d) 3;(e) -3;(f) 30.0°;(g) 54.7°;(h) 150°
10. (a) 3;(b) 5;(c) 2;(d) 18;(e) 3
11. ---
12. 4.3×10^{-5} rad/s
13. 72 km/s^2
14. (a) 1.5×10^{-21} N;(b) 20 μm
15. (a) 54.7°;(b) 125°
16. (a) 58 μeV;(b) 14 GHz;(c) 2.1 cm;(d) short radio wave region
17. 19 mT
18. 51 mT
19. 5.35 cm
20. 17.25
21. 44
22. 66
23. 42
24. (a) 18.00;(b) 18.25;(c) 19.00
25. (a) 51;(b) 53;(c) 56
26. (a) 45;(b) 47;(c) 48
27. (a) (2, 0, 0, +½), (2, 0, 0, -½);(b) (2, 1, 1, +½), (2, 1, 1, -½), (2, 1, 0, +½), (2, 1, 0, -½), (2, 1, -1, +½), (2, 1, -1, -½)
28. ---
29. G
30. (a) (1, 0, 0, +½);(b) (1, 0, 0, -½)
31. (a) 4p;(b) 4;(c) 4p;(d) 5;(e) 4p;(f) 6
32. (a) 15;(b) 21
33. 12.4 kV
34. 6.44 keV
35. (a) 35.4 pm;(b) 56.5 pm;(c) 49.6 pm
36. (a) 24.8 pm;(b) same
37. ---
38. ---
39. 0.563
40. (a) $(Z - 1)^2/(Z' - 1)^2$;(b) 57.5;(c) 2.07×10^3

41. 80.3 pm
42. 2.2 keV
43. (a) 69.5 kV;(b) 17.8 pm;(c) 21.3 pm;(d) 18.5 pm
44. (a) 5.7 keV;(b) 87 pm;(c) 14 keV;(d) 2.2×10^{2} pm;(e) 5.7 keV
45. (a) 49.6 pm;(b) 99.2 pm
46. (a) -25%;(b) -15%;(c) -11%;(d) -7.9%;(e) -6.4%;(f) -4.7%;(g) -3.5%;(h) -2.6%;(i) -2.0%;(j) -1.5%
47. $2.0 \times 10^{16}\ s^{-1}$
48. 4.7 km
49. 2×10^{7}
50. 1.0×10^{4} K
51. 9.0×10^{-7}
52. 3.0×10^{18}
53. $7.3 \times 10^{15}\ s^{-1}$
54. 1.3×10^{15} mol
55. (a) 3.60 mm;(b) 5.24×10^{17}
56. -2.75×10^{5} K
57. (a) 0;(b) 68 J
58. 1.8 pm
59. 3.0 eV
60. (a) 7.33 μm;(b) 7.07×10^{5} W/m^2;(c) 2.49×10^{10} W/m^2
61. (a) 3.03×10^{5};(b) 1.43 GHz;(d) 3.31×10^{-6}
62. 1.1 MW
63. 186
64. (a) 4.3 μm;(b) 10 μm;c) infrared
65. (a) 2.13 meV;(b) 18 T
66. (a) 6.9 μeV;(b) radio waves
67. (a) 2.55 s;(b) 0.50 ns;(c) $(4.5 \times 10^{-4})°$ or 1.6” of arc
68. (a) no;(b) 140 nm
69. (a) 20 keV;(b) 18 keV;(c) Zr;(d) Nb
70. (a) 20 keV;(b) 18 keV;(c) Zr;(d) Nb
71. $n > 3$; $\ell = 3$; $m_\ell = +3, +2, +1, 0, -1, -2, -3$; $m_s = \pm ½$
72. ---
73. (a) 6.0;(b) 3.2×10^{6} y
74. ---
75. Argon
76. (a) 3×10^{74};(b) 6×10^{74};(c) 6×10^{-38} rad
77. ---

Chapter 41

1. ---
2. $1.9 \times 10^{28}\ m^{-3}\ eV^{-1}$
3. $8.49 \times 10^{28}\ m^{-3}$
4. 0.91
5. (b) $6.81 \times 10^{27}\ m^{-3}\ eV^{-3/2}$;(c) $1.52 \times 10^{28}\ m^{-3}\ eV^{-1}$

6. ---
7. (a) 0;(b) 0.0955
8. 5.90×10^{28} m^{-3}
9. (a) 5.86×10^{28} m^{-3};(b) 5.49 eV;(c) 1.39×10^{3} km/s;(d) 0.522 nm
10. ---
11. (a) 1.36×10^{28} m^{-3} eV^{-1};(b) 1.68×10^{28} m^{-3} eV^{-1};(c) 9.01×10^{27} m^{-3} eV^{-1};(d) 9.56×10^{26} m^{-3} eV^{-1};(e) 1.71×10^{18} m^{-3} eV^{-1}
12. about 10^{-42}
13. (a) 6.81 eV;(b) 1.77×10^{28} m^{-3} eV^{-1};(c) 1.59×10^{28} m^{-3} eV^{-1}
14. (a) 90.0%;(b) 12.4%;(c) sodium
15. (a) 2.50×10^{3} K;(b) 5.30×10^{3} K
16. (a) 2.7×10^{25} m^{-3};(b) 8.43×10^{28} m^{-3};(c) 3.1×10^{3};(d) 3.3 nm;(e) 0.23 nm
17. 3
18. 7.2×10^{24}
19. (a) 1.0;(b) 0.99;(c) 0.50;(d) 0.014;(e) 2.4×10^{-17};(f) 7.0×10^{2} K
20. 5.1×10^{15}
21. (a) 0.0055;(b) 0.018
22. 472 K
23. ---
24. 0.84 g/cm^3
25. (a) 19.7 kJ;(b) 197 s
26. 57 meV
27. (a) 1.31×10^{29} m^{-3};(b) 9.43 eV;(c) 1.82×10^{3} km/s;(d) 0.40 nm
28. 5.52 eV
29. 57.1 kJ
30. 6.9×10^{19}
31. (a) 226 nm;(b) ultraviolet
32. (a) +3*e*;(b) +5*e*;(c) 2
33. (a) 1.5×10^{-6};(b) 1.5×10^{-6}
34. ---
35. 0.22 μg
36. (a) above;(b) 0.744 eV;(c) 7.13×10^{-7}
37. (a) 4.79×10^{-10};(b) 0.0140;(c) 0.824
38. (a) *n*-type;(b) 5×10^{21} m^{-3};(c) 5×10^{5}
39. 6.0×10^{5}
40. (b) 2.5×10^{8}
41. 4.20 eV
42. Opaque
43. 13 μm
44. (a) 5.0×10^{-17} F;(b) 3.1×10^{2}
45. ---
46. (a) $+8 \times 10^{-11}$ Ω·m/K;(b) -2×10^{2} Ω·m/K
47. (a) 109.5°;(b) 238 pm
48. ---
49. (b) 1.8×10^{28} m^{-3} eV^{-1}

50. 0.03
51. ---
52. ---
53. 3.49×10^{3} atm

Chapter 42

1. 1.3×10^{-13} m
2. 15.8 fm
3. 46.6 fm
4. 28.3 MeV
5. (a) 0.390 MeV;(b) 4.61 MeV
6. (b) 0.05%;(c) 0.81%;(d) 0.81%;(e) 0.74%;(f) 0.71%;(g) no
7. (a) 2.3×10^{17} kg/m^3; (b) 2.3×10^{17} kg/m^3;(d) 1.0×10^{25} C/m^3;(e) 8.8×10^{24} C/m^3
8. (a) yttrium;(b) iodine;(c) 50;(d) 74;(e) 19
9. (a) 6;(b) 8
10. (a) $+7.825 \times 10^{-3}$ u;(b) +7.290 MeV/c^2;(c) $+8.664 \times 10^{-3}$ u;(d) +8.071 MeV/c^2;(e) -9.780×10^{-2} u;(f) -91.10 MeV/c^2
11. (a) 6.2 fm;(b) yes
12. (a) blow apart;(b) 1.15 GeV;(c) 12.2 MeV/proton;(d) 4.81 MeV/nucleon;(e) strong force is strong
13. 13 km
14. 7.52 MeV/nucleon
15. ---
16. 8.23 MeV/nucleon
17. 1.0087 u
18. 7.38 MeV/nucleon
19. (a) 9.303%;(b) 11.71%
20. 7.31 MeV/nucleon
21. (b) 7.92 MeV/nucleon
22. (a) 19.8 MeV;(b) 6.26 MeV;(c) 2.23 MeV;(d) 28.3 MeV;(e) 7.07 MeV;(f) no
23. ---
24. 1.6×10^{25} MeV
25. 5.3×10^{22}
26. 280 d
27. (a) 0.250;(b) 0.125
28. (a) 5.04×10^{18};(b) 4.60×10^{6} s^{-1}
29. (a) 64.2 h;(b) 0.125;(c) 0.0749
30. 3.0×10^{19}
31. (a) 7.5×10^{16} s^{-1};(b) 4.9×10^{16} s^{-1}
32. 0.49
33. 1×10^{13} atoms
34. 0.66 g
35. ---
36. 87.9 mg
37. 265 mg
38. 4.96×10^{9}

39. (a) 8.88×10^{10} s^{-1};(b) 1.19×10^{15};(c) 0.111 μg
40. 209 d
41. 1.12×10^{11} y
42. 4.9×10^{13} Bq
43. 9.0×10^{8} Bq
44. 60 Bq
45. (a) 3.2×10^{12} Bq;(b) 86 Ci
46. (a) β^- decay;(b) 8.2×10^{7} s^{-1};(c) 1.2×10^{6}
47. (a) 2.0×10^{20};(b) 2.8×10^{9} s^{-1}
48. (a) 4.25 MeV;(b) -24.1 MeV;(c) 28.3 MeV
49. (a) 1.2×10^{-17};(b) 0
50. (a) -9.50 MeV;(b) 4.66 MeV;(c) -1.30 MeV
51. 4.269 MeV
52. (a) 31.8 MeV;(b) 5.98 MeV;(c) 86 MeV
53. 1.21 MeV
54. ---
55. 0.783 MeV
56. (a) 0.90 pm;(b) 6.4 fm;(c) no;(d) yes
57. (b) 0.961 MeV
58. (b) 2.7×10^{13} W
59. 78.3 eV
60. 1.61×10^{3} y
61. (a) 1.06×10^{19};(b) 0.624×10^{19};(c) 1.68×10^{19};(d) 2.97×10^{9} y
62. 132 μg
63. 1.7 mg
64. 4.28×10^{9} y
65. 1.02 mg
66. (a) 145 Bq;(b) 3.92 nCi
67. 2.50 mSv
68. (a) 18 mJ;(b) 2.9 mSv;(c) 0.29 rem
69. (a) 6.3×10^{18};(b) 2.5×10^{11};(c) 0.20 J;(d) 2.3 mGy;(e) 30 mSv
70. 3.87×10^{10} K
71. (a) 6.6 MeV;(b) no
72. (a) ^{18}O, ^{60}Ni, ^{92}Mo, ^{144}Sm, ^{207}Pb;(b) ^{40}K, ^{91}Zr, ^{121}Sb, ^{143}Nd;(c) ^{13}C, ^{40}K, ^{49}Ti, ^{205}Tl, ^{207}Pb
73. (a) 25.4 MeV;(b) 12.8 MeV;(c) 25.0 MeV
74. 1.7×10^{9} y
75. ^{7}Li
76. 13 mJ
77. 3.2×10^{4} y
78. 19.7 d
79. 730 cm^2
80. (a) 7×10^{7} electrons;(b) (7×10^{7} electrons) exp[-(ln 2)(D - 1996)/$T_{1/2}$], where D is the current year and $T_{1/2}$ = 30.2 y
81. ^{225}Ac

82. ---
83. 30 MeV
84. (a) 3.66×10^{7} Bq;(b) 3.66×10^{7} Bq;(c) 6.42 ng
85. ---
86. 6.79 MeV
87. ---
88. 4×10^{-22} s
89. 27
90. (a) ^{142}Nd, ^{143}Nd, ^{144}Nd, ^{145}Nd, ^{146}Nd, ^{148}Nd, ^{150}Nd;(b) ^{97}Rb, ^{98}Sr, ^{99}Y, ^{100}Zr, ^{101}Nb, ^{102}Mo, ^{103}Tc, ^{105}Rh, ^{109}In, ^{110}Sn, ^{111}Sb, ^{112}Te; ^{113}I, ^{114}Xe, ^{115}Cs, ^{116}Ba(c) ^{60}Zn, ^{60}Cu, ^{60}Ni, ^{60}Co, ^{60}Fe, ^{60}Mn, ^{60}Cr, ^{60}V
91. (a) 11.906 83 u;(b) 236.2025 u
92. (b) $4n + 3$;(c) $4n$;(d) $4n + 2$;(e) $4n + 3$;(f) $4n$;(g) $4n + 1$;(h) $4n + 2$;(i) $4n + 1$(j) $4n + 1$
93. 600 keV
94. ---
95. (a) 59.5 d;(b) 1.18
96. (a) 4.8×10^{-18} s^{-1};(b) 4.6×10^{9} y

Chapter 43

1. (a) 16 day^{-1};(b) 4.3×10^{8}
2. Yes
3. 4.8 MeV
4. 4.54×10^{26} MeV
5. 1.3×10^{3} kg
6. (a) ^{95}Sr;(b) ^{95}Y;(c) ^{134}Te;(d) 3
7. 3.1×10^{10} s^{-1}
8. (a) +5.00 MeV
9. (a) 2.6×10^{24};(b) 8.2×10^{13} J;(c) 2.6×10^{4} y
10. 181 MeV
11. -23.0 MeV
12. (a) 10;(b) 226 MeV
13. (a) 251 MeV;(b) typical fission energy is 200 MeV
14. (a) +25%;b) 0;(c) -36%
15. (a) 84 kg;b) 1.7×10^{25};(c) 1.3×10^{25}
16. (a) 44 kton
17. (a) ^{153}Nd;(b) 110 MeV;(c) 60 MeV;(d) 1.6×10^{7} m/s;(e) 8.7×10^{6} m/s
18. 462 kg
19. ---
20. 8.03×10^{3} MW
21. 557 W
22. 1.6×10^{16}
23. 0.99938
24. (a) 1.2 MeV;(b) 3.2 kg
25. (b) 1.0;(c) 0.89;(d) 0.28;(e) 0.019;(f) 8
26. 3.6×10^{9} y

27. (a) 75 kW;(b) 5.8×10^3 kg
28. ---
29. 1.7×10^9 y
30. ---
31. 170 keV
32. (a) 170 kV
33. 1.41 MeV
34. 0.151
35. 10^{-12} m
36. 5.49 MeV
37. (a) 4.3×10^9 kg/s;(b) 3.1×10^{-4}
38. ---
39. ---
40. (a) 4.0×10^{27} MeV;(b) 5.1×10^{26} MeV
41. 1.6×10^8 y
42. ---
43. (a) 24.9 MeV;(b) 8.65 megatons TNT
44. 5×10^9 y
45. (a) 1.8×10^{38} s^{-1};(b) 8.2×10^{28} s^{-1}
46. ---
47. (a) 4.1 eV/atom;(b) 9.0 MJ/kg;(c) 1.5×10^3 y
48. ---
49. 14.4 kW
50. (a) 6.3×10^{14} J/kg;(b) 6.2×10^{11} kg/s;(c) 4.3×10^9 kg/s;(e) 1.5×10^{10} y
51. $^{238}U + n \rightarrow {}^{239}U \rightarrow {}^{239}Np + e + \nu, {}^{239}Np \rightarrow {}^{239}Pu + e + \nu$
52. (a) 3.5 MeV; (b) 14.1 MeV
53. ---
54. ---
55. (a) 3.1×10^{31} protons/m^3;(b) 1.2×10^6
56. (b) 5.0×10^5 m/s

Chapter 44

1. $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}$
2. 1
3. 2.4 pm
4. 18.4 fm
5. 2.4×10^{-43}
6. ---
7. 769 MeV
8. (a) 1.90×10^{-18} kg·m/s;(b) 9.90 m
9. 2.7 cm/s
10. 31 nm
11. (a) angular momentum, L_e;(b) charge, L_μ;(c) energy, L_μ
12. (a) $2e^+$, e^-, 5ν, $4\bar{\nu}$;(b) boson;(c) meson;(d) 0
13. ---

14. (a) 605 MeV;(b) -181 MeV
15. (a) energy;(b) strangeness;(c) charge
16. (a) yes; (b)-(e) no; (f) yes
17. (a) yes; (b)-(d) no
18. b and d
19. (a) 0;(b) -1;(c) 0
20. (a) 37.7 MeV;(b) 5.35 MeV;(c) 32.4 MeV
21. (a) K^+;(b) $\bar{n}$;(c) K^0
22. 338 MeV
23. (a) not possible;(b) uuu
24. ---
25. (a) $\bar{u}\bar{u}\bar{d}$;(b) $\bar{u}\bar{d}\bar{d}$
26. (a) n;(b) Σ^+;(c) Ξ^-
27. $s\bar{d}$
28. (a) sud(b) uss
29. (a) Ξ^0; (b) Σ^-
30. (a) Σ^0;(b) 7.51×10^6 m/s
31. 2.77×10^8 ly
32. 8.3×10^9 ly
33. 668 nm
34. (a) 1.0×10^{10} m;(b) 3.3×10^2 m/s
35. 1.4×10^{10} ly
36. (b) 5.7 H atoms/m^3
37. (b) 0.934;(c) 1.28×10^{10} ly
38. 4.57×10^3
39. (a) 0.26 meV;(b) 4.8 mm
40. $102M_S$
41. (a) 121 m/s;(b) 0.00406;(c) 248 y
42. (b) $2\pi r^{1.5}(GM)^{-0.5}$
43. (a) 2.6 K;(b) 976 nm
44. (b) 2.39×10^9 K
45. ---
46. 13×10^9 y
47. 1.08×10^{42} J
48. (a) *A*;(b) *J*;(c) *I*;(d) *F*;(e) *G*;(f) *C*;(g) *H*;(h) *D*;(i) *E*
49. (a) 0.785*c*;(b) 0.993*c*;(c) C2;(d) C1;(e) 51 ns;(f) 40 ns