

36. (a) 57.2 cm; (b) 42.9 cm  
 37. (a) 405 m/s; (b) 596 N; (c) 44.0 cm;  
 (d) 37.3 cm  
 38. (a) 4; (b) 0.125 m; (c) 0.375 m  
 39. (a) 3; (b) 1129 Hz; (c) 1506 Hz  
 40. (a) 260 Hz; (b) 4; (c) 840 Hz; (d) 7  
 41. 12.4 m  
 42. (a) 71.5 Hz; (b) 64.8 N  
 43. 45.3 N  
 44. (a) 3; (b) 0.20 m; (c) 0.60 m; (d) 0.60 m;  
 (e) 143 Hz  
 45. 387 Hz  
 46. 2.25 ms  
 47. 0.020  
 48. (a) 10; (b) 4  
 49. (a) 526 Hz; (b) 555 Hz  
 50. zero  
 51. 4.61 m/s  
 52. 0.195 MHz  
 53. 155 Hz  
 54. (a) 1.02 kHz; (b) 1.04 kHz  
 55. (a) 1.58 kHz; (b) 0.208 m; (c) 2.16 kHz;  
 (d) 0.152 m  
 56. 0.236  
 57. 41 kHz  
 58. (a)  $2v/3$ ; (b)  $2v/3$ ; (c)  $2v/3$ ; (d)  $2v/3$   
 59. (a) 485.8 Hz; (b) 500.0 Hz; (c) 486.2 Hz;  
 (d) 500.0 Hz  
 60. (a) 2.0 kHz; (b) 2.0 kHz  
 61. (a) 598 Hz; (b) 608 Hz; (c) 589 Hz  
 62.  $3.3 \times 10^2$  m/s  
 63. (a)  $42^\circ$ ; (b) 11 s  
 64. 33.0 km  
 65. 0.250  
 66. (a) 572 Hz; (b) 1.14 kHz  
 67. (a) 0; (b) 0.572 m; (c) 1.14 m  
 68. (a) 221 nm; (b) 35 cm; (c) 24 nm; (d) 35 cm  
 69. 0  
 70. 0.33  
 71. (a) 2; (b) 6; (c) 10  
 72. (a) 2.10 m; (b) 1.47 m  
 73. 0.25  
 74. (a) 0.5; (b) 1.5  
 75. (a)  $L(v_m - v)/v_m v$ ; (b) 364 m  
 76. (a)  $3.6 \times 10^2$  m/s<sup>2</sup>; (b) 150 Hz  
 77. (a)  $9.7 \times 10^2$  Hz; (b) 1.0 kHz; (c) 60 Hz, no  
 78. 3.1 m/s  
 79. (a)  $5.5 \times 10^2$  m/s; (b)  $1.1 \times 10^3$  m/s; (c) 1  
 80.  $39.7 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ; (b) 171 nm; (c) 0.893 Pa  
 81. (2) 2.00; (b) 1.41; (c) 1.73; (d) 1.85  
 82.  $7.9 \times 10^{10}$  Pa  
 83. (a) 10 W; (b)  $0.032 \text{ W/m}^2$ ; (c) 99 dB  
 84. (a) 467 Hz; (b) 494 Hz  
 85. (a) 7.70 Hz; (b) 7.70 Hz  
 86. (a) 11 ms; (b) 3.8 m  
 87.  $0.76 \mu\text{m}$   
 88.  $2 \mu\text{W}$   
 89. 400 Hz  
 90. (a)  $5.0\lambda$ ; (b) fully constructive; (c)  $5.5\lambda$ ;  
 (d) fully destructive  
 91. 3  
 92. (a) 0.30 cm; (b)  $0.26 \text{ cm}^{-1}$ ; (c)  $1.6 \times 10^2 \text{ s}^{-1}$ ;  
 (d) 6.0 m/s; (e) plus  
 93. (a) 59.7; (b)  $2.81 \times 10^{-4}$   
 94. (b) length  
 95. (a) 5.2 kHz; (b) 2  
 96. (a)  $5.0 \times 10^3$ ; (b) 71; (c) 71  
 97.  $30^\circ$   
 98. (a) 39.3 Hz; (b) 118 Hz  
 99. (a) 0.50 m; (b) 0.34 m; (c) 0.66 m  
 100. (a) 14; (b) 12  
 101. (a)  $88 \text{ mW/mn}^2$ ; (b) 0.75  
 102. (a)  $3.9 \times 10^2$  to  $9.2 \times 10^2$  GJ; (b) 0.63 to  
 $1.5 \text{ W/m}^2$ ; (c) 25 to 58 kW/m<sup>2</sup>; (d) surface  
 wave  
 103. 2.1 m  
 104. (a) 880 Hz; (b) 824 Hz  
 105. 171 m  
 106. (b) 0.8 to  $1.6 \mu\text{s}$   
 107. (a) rightward; (b) 0.90 m/s; (c) less  
 108. (a) node; (b) 22 s  
 109. 1 cm  
 110.  $4.8 \times 10^2$  Hz  
 111. (a) 482 Hz; (b) 660 Hz
- 

## Chapter 18

- 0.05 kPa; (b) nitrogen
- 1.366
- 348 K
- (a) 320°F; (b) -12.3°F
- (a) -96°F; (b) 56.7°C
- 1375°X
- 91.9°X
- (a) 9.996 cm; (b) 68°C
- 2.731 cm
- 1.1 cm
- 29 cm<sup>3</sup>

12.  $49.87 \text{ cm}^3$   
 13.  $11 \text{ cm}^2$   
 14.  $23 \times 10^{-6} / \text{C}^\circ$   
 15.  $0.26 \text{ cm}^3$   
 16. (a)  $-0.69\%$ ; (b) aluminum  
 17.  $360^\circ\text{C}$   
 18. (a)  $0.36\%$ ; (b)  $0.18\%$ ; (c)  $0.54\%$ ;  
     (d)  $0.00\%$ ; (e)  $1.8 \times 10^{-5} / \text{C}^\circ$   
 19.  $0.13 \text{ mm}$   
 20.  $0.217 \text{ K/s}$   
 21.  $7.5 \text{ cm}$   
 22.  $109 \text{ g}$   
 23. (a)  $523 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ; (b)  $26.2 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ;  
     (c)  $0.600 \text{ mol}$   
 24.  $94.6 \text{ L}$   
 25.  $42.7 \text{ kJ}$   
 26.  $0.25 \text{ kg}$   
 27.  $160 \text{ s}$   
 28. (a)  $52 \text{ MJ}$ ; (b)  $0^\circ\text{C}$   
 29.  $3.0 \text{ min}$   
 30. (a)  $2.03 \times 10^4 \text{ cal}$ ; (b)  $1.11 \times 10^3 \text{ cal}$ ;  
     (c)  $873^\circ\text{C}$   
 31.  $33 \text{ g}$   
 32. (a)  $68 \text{ kJ/kg}$ ; (b)  $2.3 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$   
 33.  $33 \text{ m}^2$   
 34.  $4.0 \times 10^2 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$   
 35.  $742 \text{ kJ}$   
 36. (a)  $37 \text{ W}$ ; (b)  $2.0 \text{ kg}$ ; (c)  $0.13 \text{ kg}$   
 37. (a)  $5.3^\circ\text{C}$  (b)  $0$ ; (c)  $0^\circ\text{C}$ ; (d)  $60 \text{ g}$   
 38.  $82 \text{ cal}$   
 39. (a)  $0^\circ\text{C}$ ; (b)  $2.5^\circ\text{C}$   
 40.  $13.5 \text{ C}^\circ$   
 41.  $8.71 \text{ g}$   
 42. (a) positive; (b) positive; (c) zero; (d) positive;  
     (e) negative; (f) negative; (g) negative;  
     (h)  $-20 \text{ J}$   
 43. A:  $1.2 \times 10^2 \text{ J}$ ; (b)  $75 \text{ J}$ ; (c)  $30 \text{ J}$   
 44. (a)  $-200 \text{ J}$ ; (b)  $-293 \text{ J}$ ; (c)  $-93 \text{ J}$   
 45.  $-30 \text{ J}$   
 46. (a)  $+8.0 \text{ J}$ ; (b)  $-9.3 \text{ J}$   
 47.  $60 \text{ J}$   
 48.  $-5.0 \text{ J}$   
 49. (a)  $6.0 \text{ cal}$ ; (b)  $-43 \text{ cal}$ ; (c)  $40 \text{ cal}$ ; (d)  $18 \text{ cal}$ ;  
     (e)  $18 \text{ cal}$   
 50. (a)  $0.13 \text{ m}$ ; (b)  $2.3 \text{ km}$   
 51.  $1.66 \text{ kJ/s}$   
 52. (a)  $8 \times 10^2 \text{ W}$ ; (b)  $2 \times 10^4 \text{ J}$   
 53. (a)  $16 \text{ J/s}$ ; (b)  $0.048 \text{ g/s}$   
 54. (a)  $1.23 \text{ kW}$ ; (b)  $2.28 \text{ kW}$ ; (c)  $1.05 \text{ kW W}$   
 55.  $0.50 \text{ min}$   
 56. (a)  $1.4 \text{ W}$ ; (b)  $3.3$   
 57. (a)  $1.7 \times 10^4 \text{ W/m}^2$ ; (b)  $18 \text{ W/m}^2$   
 58. (a)  $15.8 \text{ C}^\circ$ ; (b) greater than; (c)  $13.8 \text{ C}^\circ$   
 59.  $-4.2^\circ\text{C}$   
 60.  $1.1 \text{ m}$   
 61.  $0.40 \text{ cm/h}$   
 62.  $10\%$   
 63.  $1.5$   
 64.  $0.27 \text{ mm}$   
 65. (a)  $6.61 \text{ mm}$ ; (b)  $3.006606 \text{ m}$ ; (c)  $6.62 \text{ mm}$ ;  
     (d)  $2.999985 \text{ m}$ ; (e)  $1.45 \times 10^{-5} \text{ m}$   
 66. (a)  $2.5 \times 10^2 \text{ K}$ ; (b)  $1.5$   
 67. (a)  $90 \text{ W}$ ; (b)  $2.3 \times 10^2 \text{ W}$ ; (c)  $3.3 \times 10^2 \text{ W}$   
 68.  $4.5 \times 10^2 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$   
 69. (a)  $10000^\circ\text{F}$ ; (b)  $37.0^\circ\text{C}$ ; (c)  $-57^\circ\text{C}$ ;  
     (d)  $-297^\circ\text{F}$   
 70.  $0.432 \text{ cm}^3$   
 71.  $0.41 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$   
 72. (a)  $-45 \text{ J}$ ; (b)  $+45 \text{ J}$   
 73.  $1.87 \times 10^4$ ; (b)  $10.4 \text{ h}$   
 74. (a)  $84.3^\circ\text{C}$ ; (b)  $57.6^\circ\text{C}$   
 75.  $1.7 \times 10^2 \text{ km}$   
 76.  $6.7 \times 10^{12} \text{ J}$   
 77. (a)  $11p_1V_1$ ; (b)  $6p_1V_1$   
 78.  $766^\circ\text{C}$   
 79.  $4.83 \times 10^{-2} \text{ cm}^3$   
 80.  $35.7 \text{ m}^3$   
 81.  $23 \text{ J}$   
 82.  $3.1 \times 10^2 \text{ J}$   
 83. (a)  $80 \text{ J}$ ; (b)  $80 \text{ J}$   
 84.  $4.4 \times 10^{-3} \text{ cm}$   
 85.  $1.17 \text{ C}^\circ$   
 86. (a)  $2.3 \times 10^2 \text{ J/s}$ ; (b)  $15$   
 87.  $-6.1 \text{ nW}$   
 88.  $0.32 \text{ cm}^2$   
 89.  $10.5^\circ\text{C}$   
 90.  $33.3 \text{ kJ}$   
 91.  $20 \text{ MJ}$   
 92.  $-157^\circ\text{C}$   
 93.  $79.5^\circ\text{C}$   
 94.  $8.6 \text{ J}$   
 95. (a)  $13 \times 10^{-6} / \text{F}^\circ$ ; (b)  $4.2 \text{ mm}$   
 96. (a)  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ; (b)  $0.70 \text{ Btu/ft} \cdot \text{F}^\circ \cdot \text{h}$ ;  
     (c)  $5.3 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 97.  $2.16 \times 10^{-5} \text{ m}^2$   
 98.  $45.5^\circ\text{C}$   
 99. (a)  $1.8 \text{ W}$ ; (b)  $0.024 \text{ C}^\circ$   
 100.  $66^\circ\text{C}$

101. 333 J  
102.  $2.5 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
- 

## Chapter 19

1. 0.933 kg
2. (a) 0.0127; (b)  $7.64 \times 10^{21}$  atoms
3. (a)  $5.47 \times 10^{-8}$  mol; (b)  $3.29 \times 10^{16}$  molecules
4. 25 molecules/cm<sup>3</sup>
5. (a) 0.0388 mol; (b) 220°C
6. 186 kPa
7. (a) 106 mol; (b) 0.892 m<sup>3</sup>
8. (a)  $3.14 \times 10^3$  J; (b) from
9. 0.2
10. 360 K
11. 207 J
12. (a) 1.5 mol; (b)  $1.8 \times 10^3$  K; (c)  $6.0 \times 10^2$  K;  
(d) 5.0 kJ
13. 5.60 kJ
14.  $1.0 \times 10^2$  cm<sup>3</sup>
15.  $2.0 \times 10^5$  Pa
16. 442 m/s
17.  $1.8 \times 10^2$  m/s
18. 2.50 km/s
19. (a) 511 m/s; (b) -200°C; (c) 899°C
20.  $9.53 \times 10^6$  m/s
21. 1.9 kPa
22. (a) 494 m/s; (b) 27.9 g/mol; (c) N<sub>2</sub>
23.  $3.3 \times 10^{-20}$  J
24. (a)  $5.65 \times 10^{-21}$  J; (b)  $7.72 \times 10^{-21}$  J;  
(c) 3.40 kJ; (d) 4.65 kJ
25. (a)  $6.75 \times 10^{-20}$  J; (b) 10.7
26. 3.7 GHz
27. (a)  $6 \times 10^9$  km
28. 0.32 nm
29. (a)  $3.27 \times 10^{10}$  molecules/cm<sup>3</sup>; (b) 172 m
30. (a) 1.7; (b)  $5.0 \times 10^{-5}$  cm; (c)  $7.9 \times 10^{-6}$  cm
31. (a) 6.5 km/s; (b) 7.1 km/s
32. (a) 3.2 cm/s; (b) 3.4 cm/s; (c) 4.0 cm/s
33. (a) 420 m/s, 458 m/s
34. (a)  $2.7 \times 10^2$  K; (b)  $4.9 \times 10^2$  m/s
35. (a)  $1.0 \times 10^4$  K; (b)  $1.6 \times 10^5$  K;  
(c)  $4.4 \times 10^2$  K; (d)  $7.0 \times 10^3$  K; (e) no;  
(f) yes
36. 1.50
37. (a) 7.0 km/s; (b)  $2.0 \times 10^{-8}$  cm;  
(c)  $3.5 \times 10^{10}$  collisions/s
38. 4.7
39. (a) 0.67; (b) 1.2; (c) 1.3; (d) 0.33
40. 3.4 kJ
41. (a) 0; (b) +374 J; (c) +374 J;  
(d)  $+3.11 \times 10^{-22}$  J
42. (a) +249 J; (b) +623 J; (c) +374 J
43. 15.8 J/mol · K
44. (a) 15.9 J; (b) 34.4 J/mol · K;  
(c) 26.1 J/mol · K
45. (a)  $6.6 \times 10^{-26}$  kg; (b) 40 g/mol
46. (a) -5.0 kJ; (b) 2.0 kJ; (c) 5.0 kJ
47. (a)  $7.72 \times 10^4$  J; (b)  $5.46 \times 10^4$  J;  
(c) 5.17 J/mol · K; (d)  $4.32 \times 10^4$  J;  
(e)  $8.86 \times 10^4$  J; (f) 8.38 J/mol · K
48. 50 J
49. 8.0 kJ
50. (a) 0.375 mol; (b) 1.09 kJ; (c) 0.714
51. (a) 6.98 kJ; (b) 4.99 kJ; (c) 1.99 kJ;  
(d) 2.99 kJ
52.  $1.5 \times 10^3$  N · m<sup>2.2</sup>
53. (a) 14 atm; (b)  $6.2 \times 10^2$  K
54. (a) 2.46 atm, 336 K; (b) 0.406 L
55. -15 J
56. (a) diatomic; (b) 446 K; (c) 8.10 mol
57. -20 J
58. (a) 0.33; (b) polyatomic (ideal);  
(c) 1.44
59. (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<sup>3</sup>; (n) 2.00 atm;  
(o) 0.0373 m<sup>3</sup>; (p) 1.00 atm
60. (b) 125 J; (c) to
61. (a) 22.4 L
62. 38.8 m
63. 349 K
64. (a)  $1.44 \times 10^3$  m/s; (b)  $5.78 \times 10^{-4}$ ; (c) 71%;  
(d)  $2.03 \times 10^3$  m/s; (e)  $4.09 \times 10^{-4}$ ; (f) increase;  
(g) decrease
65. (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
66. (a) diatomic with rotating molecules;  
(b) 1.00; (c) 1.90
68. 1.40
69. (a) 1.37; (b) diatomic
70.  $9.2 \times 10^{-6}$
71. (a) -374 J; (b) 0; (c) +374 J; (d)  $+3.11 \times 10^{-22}$  J
72.  $-1.33 \times 10^4$  J

73. (a)  $-60\text{ J}$ ; (b)  $90\text{ K}$   
 74.  $1.52\text{ nm}$   
 75.  $7.03 \times 10^9\text{ s}^{-1}$   
 76. (a)  $2.00\text{ atm}$ ; (b)  $333\text{ J}$ ; (c)  $0.961\text{ atm}$ ;  
     (d)  $236\text{ J}$   
 77. (a)  $122\text{ K}$ ; (b)  $365\text{ K}$ ; (c)  $0$   
 78. (a) monatomic; (b)  $2.7 \times 10^4\text{ K}$ ; (c)  $4.5 \times 10^4\text{ mol}$ ;  
     (d)  $3.4\text{ kJ}$ ; (e)  $3.4 \times 10^2\text{ kJ}$ ; (f)  $0.010$   
 79. (a)  $9.0\text{ atm}$ ; (b)  $300\text{ K}$ ; (c)  $4.4\text{ kJ}$ ;  
     (d)  $3.2\text{ atm}$ ; (e)  $120\text{ K}$ ; (f)  $2.9\text{ kJ}$ ;  
     (g)  $4.6\text{ atm}$ ; (h)  $170\text{ K}$ ; (i)  $3.4\text{ kJ}$   
 80.  $5.0\text{ m}^3$   
 81.  $653\text{ J}$   
 82. (a)  $38\text{ L}$ ; (b)  $71\text{ g}$   
 83.  $3.11\text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$   
 84. (a)  $22.5\text{ L}$ ; (b)  $2.25$ ; (c)  $0.840\text{ }\mu\text{m}$ ;  
     (d)  $0.840\text{ }\mu\text{m}$   
 85.  $-3.0\text{ J}$   
 86.  $307^\circ\text{C}$   
 87. (a)  $1.5$ ; (b)  $4.5$ ; (c)  $6$ ; (d)  $2$   
 88.  $4.67\text{ Pa}$   
 89. (a)  $3/v_0^3$ ; (b)  $0.750v_0$ ; (c)  $0.775v_0$   
 90. (a)  $3.49\text{ kJ}$ ; (b)  $2.49\text{ kJ}$ ; (c)  $997\text{ J}$ ; (d)  $1.50\text{ kJ}$   
 91. (a)  $-2.37\text{ kJ}$ ; (b)  $2.37\text{ kJ}$   
 92. (a)  $2.5 \times 10^{25}\text{ molecules/m}^3$ ; (b)  $1.2\text{ kg}$   
 93. (a)  $-45\text{ J}$ ; (b)  $1.8 \times 10^2\text{ K}$   
 94.  $-6.9\text{ kJ}$
- 

## Chapter 20

1. (a)  $9.22\text{ kJ}$ ; (b)  $23.1\text{ J/K}$ ; (c)  $0$   
 2.  $1.86 \times 10^4\text{ J}$   
 3.  $14.4\text{ J/K}$   
 4. (a)  $14.6\text{ J/K}$ ; (b)  $30.2\text{ J/K}$   
 5. (a)  $5.79 \times 10^4\text{ J}$ ; (b)  $173\text{ J/K}$   
 6.  $2.75\text{ mol}$   
 7. (a)  $57.0^\circ\text{ C}$ ; (b)  $-22.1\text{ J/K}$ ; (c)  $+24.9\text{ J/K}$ ;  
     (d)  $+2.8\text{ J/K}$   
 8.  $2.75\text{ mol}$   
 9. (a)  $-710\text{ mJ/K}$ ; (b)  $+710\text{ mJ/K}$ ;  
     (c)  $+723\text{ mJ/K}$ ; (d)  $-723\text{ mJ/K}$ ;  
     (e)  $+13\text{ mJ/K}$ ; (f)  $0$   
 10.  $4.5 \times 10^2\text{ J/kg} \cdot \text{K}$   
 11. (a)  $0.333$ ; (b)  $0.215$ ; (c)  $0.644W$ ; (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)  $0$   
 12.  $0.0368\text{ J/K}$   
 13. (a)  $320\text{ K}$ ; (b)  $0$ ; (c)  $+1.72\text{ J/K}$   
 14. (a)  $4.5\text{ kJ}$ ; (b)  $-5.0\text{ kJ}$ ; (c)  $9.5\text{ kJ}$   
 15.  $+0.76\text{ J/K}$   
 16.  $+0.64\text{ J/K}$   
 17. (a)  $-943\text{ J/K}$ ; (b)  $+943\text{ J/K}$ ; (c) yes  
 18. (a)  $3.00$ ; (b)  $6.00$ ; (c)  $0$ ; (d)  $9.64\text{ J/K}$ ; (e)  $0$   
 19. (a)  $0.693$ ; (b)  $4.50$ ; (c)  $0.693$ ; (d)  $0$ ;  
     (e)  $4.50$ ; (f)  $23.0\text{ J/K}$ ; (g)  $-0.693$ ; (h)  $7.50$ ;  
     (i)  $-0.693$ ; (j)  $3.00$ ; (k)  $4.50$ ; (l)  $23.0\text{ J/K}$   
 20. (a)  $1.84\text{ kPa}$ ; (b)  $441\text{ K}$ ; (c)  $3.16\text{ kJ}$ ;  
     (d)  $1.94\text{ J/K}$   
 21. (a)  $23.6\%$ ; (b)  $1.49 \times 10^4\text{ J}$   
 22. (a)  $31\%$ ; (b)  $16\text{ kJ}$   
 23.  $97\text{ K}$   
 24.  $99.999\text{ }95\%$   
 25. (a)  $266\text{ K}$ ; (b)  $341\text{ K}$   
 26. (a)  $4.67\text{ kJ/s}$ ; (b)  $4.17\text{ kJ/s}$   
 27. (a)  $1.47\text{ kJ}$ ; (b)  $554\text{ J}$ ; (c)  $918\text{ J}$ ; (d)  $62.4\%$   
 28.  $1.7\text{ kJ}$   
 29. (a)  $2.27\text{ kJ}$ ; (b)  $14.8\text{ kJ}$ ; (c)  $15.4\%$ ;  
     (d)  $75.0\%$ ; (e) greater  
 31. (a)  $33\text{ kJ}$ ; (b)  $25\text{ kJ}$ ; (c)  $26\text{ kJ}$ ; (d)  $18\text{ kJ}$   
 32. (a) monatomic; (b)  $75\%$   
 33. (a)  $3.00$ ; (b)  $1.98$ ; (c)  $0.660$ ; (d)  $0.495$ ;  
     (e)  $0.165$ ; (f)  $34.0\%$   
 34. (a)  $49\text{ kJ}$ ; (b)  $7.4\text{ kJ}$   
 35.  $20\text{ J}$   
 36.  $13\text{ J}$   
 37.  $440\text{ W}$   
 38. (a)  $0.071\text{ J}$ ; (b)  $0.50\text{ J}$ ; (c)  $2.0\text{ J}$ ; (d)  $5.0\text{ J}$   
 39.  $0.25\text{ hp}$   
 40. (a)  $167\text{ J}$ ; (b)  $343\text{ J}$   
 41.  $2.03$   
 42.  $1.08\text{ MJ}$   
 44. (a)  $1.26 \times 10^{14}$ ; (b)  $1.13 \times 10^{15}$ ; (c)  $11.1\%$ ;  
     (d)  $1.01 \times 10^{29}$ ; (e)  $1.27 \times 10^{30}$ ; (f)  $8.0\%$ ;  
     (g)  $9.25 \times 10^{58}$ ; (h)  $1.61 \times 10^{60}$ ; (i)  $5.7\%$ ;  
     (j) decrease  
 45. (a)  $W = N!/(n_1! n_2! n_3!)$ ;  
     (b)  $[(N/2)! (N/2)!]/[(N/3)! (N/3)! (N/3)!]$ ;  
     (c)  $4.2 \times 10^{16}$   
 46.  $-1.18\text{ J/K}$   
 47. (a)  $1$ ; (b)  $6$ ; (c)  $0$ ; (d)  $2.47 \times 10^{-23}\text{ J/K}$   
 48.  $13.1\%$   
 49. (a)  $87\text{ m/s}$ ; (b)  $1.2 \times 10^2\text{ m/s}$ ; (c)  $22\text{ J/K}$   
 50. (a)  $4.45\text{ J/K}$ ; (b) no  
 51. (a)  $78\%$ ; (b)  $82\text{ kg/s}$   
 52. (a)  $93.8\text{ J}$ ; (b)  $231\text{ J}$   
 53. (a)  $66.5^\circ\text{C}$ ; (b)  $14.6\text{ J/K}$ ; (c)  $11.0\text{ J/K}$ ;  
     (d)  $-21.2\text{ J/K}$ ; (e)  $4.39\text{ J/K}$

54. (a)  $40.9^\circ\text{C}$ ; (b)  $-27.1 \text{ J/K}$ ; (c)  $30.5 \text{ J/K}$ ;  
     (d)  $3.4 \text{ J/K}$   
 55. (a)  $6.34 \text{ J/K}$ ; (b)  $6.34 \text{ J/K}$ ; (c)  $6.34 \text{ J/K}$ ;  
     (d)  $6.34 \text{ J/K}$   
 56.  $4.46 \text{ J/K}$   
 57.  $1.18 \times 10^3 \text{ J/K}$   
 58. (a) 0; (b) 0; (c)  $-23.0 \text{ J/K}$ ; (d)  $23.0 \text{ J/K}$   
 59. 75  
 60. (a)  $7.2 \text{ kJ}$ ; (b)  $9.6 \times 10^2 \text{ J}$ ; (c) 13%  
 61. (a) 1; (b) 1; (c) 3; (d) 10;  
     (e)  $1.5 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ ; (f)  $3.2 \times 10^{-23} \text{ J/K}$   
 62. 25%  
 63.  $+3.59 \text{ J/K}$   
 64.  $+5.98 \text{ J/K}$   
 65. (a)  $1.95 \text{ J/K}$ ; (b)  $0.650 \text{ J/K}$ ; (c)  $0.217 \text{ J/K}$ ;  
     (d)  $0.072 \text{ J/K}$ ; (e) decrease  
 66. (a)  $25.5 \text{ kJ}$ ; (b)  $4.73 \text{ kJ}$ ; (c) 18.5%  
 67.  $-40 \text{ K}$   
 68. (a)  $-44.2^\circ\text{C}$ ; (b)  $-1.69 \text{ J/K}$ ; (c)  $2.38 \text{ J/K}$ ;  
     (d)  $0.69 \text{ J/K}$   
 69. (a)  $1.26 \times 10^{14}$ ; (b)  $4.71 \times 10^{13}$ ; (c) 0.37;  
     (d)  $1.01 \times 10^{29}$ ; (e)  $1.37 \times 10^{28}$ ; (f) 0.14;  
     (g)  $9.05 \times 10^{58}$ ; (h)  $1.64 \times 10^{57}$ ; (i) 0.018;  
     (j) decrease  
 70.  $0.141 \text{ J/K}\cdot\text{s}$   
 71. (a) 3.73; (b) 710 J  
 72. (a) 700 J; (b) 0; (c) 50 J; (d) 700 J;  
     (e)  $0.226 \text{ m}^3$ ; (f)  $0.284 \text{ m}^3$ ; (g) 0;  
     (h)  $-1.25 \text{ kJ}$ ; (i) 0; (j)  $1.25 \text{ kJ}$   
 73. (a) 42.6 kJ; (b) 7.61 kJ
- 

## Chapter 21

1. (a)  $4.9 \times 10^{-7} \text{ kg}$ ; (b)  $7.1 \times 10^{-11} \text{ C}$   
 2.  $2.81 \text{ N}$   
 3.  $1.39 \text{ m}$   
 4. 0.375  
 5. 0.500  
 6. (a)  $-2.83$ ; (b) no  
 7. (a)  $0.17 \text{ N}$ ; (b)  $-0.046 \text{ N}$   
 8. (a) 9.0; (b) -25  
 9. (a)  $-1.00 \mu\text{C}$ ; (b)  $+3.00 \mu\text{C}$   
 10.  $-4.00$   
 11. (a)  $1.60 \text{ N}$ ; (b)  $2.77 \text{ N}$   
 12. (a) positive; (b) +9.0  
 13. (a) 14 cm; (b) 0  
 14. 1.333  
 15. (a) 35 N; (b)  $-10^\circ$ ; (c)  $-8.4 \text{ cm}$ ;  
     (d)  $+2.7 \text{ cm}$

16. (a)  $-83 \mu\text{C}$ ; (b)  $55 \mu\text{C}$   
 17. (a)  $-0.444$ ; (b) 3.00 cm; (c) 0  
 18. (a) 1.92 cm; (b) less than  
 19.  $3.8 \times 10^{-8} \text{ C}$   
 20. (a) 0; (b) 12 cm; (c) 0; (d)  $4.9 \times 10^{-26} \text{ N}$   
 21. (a)  $3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ; (b) 2  
 22.  $2.89 \times 10^{-9} \text{ N}$   
 23.  $6.3 \times 10^{11}$   
 24. (a)  $8.99 \times 10^{-19} \text{ N}$ ; (b) 625  
 25. 122 mA  
 26.  $1.3 \times 10^7 \text{ C}$   
 27.  $13e$   
 28. (a)  $0.654 \text{ rad}$ ; (b)  $0.889 \text{ rad}$ ; (c)  $0.988 \text{ rad}$   
 29. (a) 0; (b)  $1.9 \times 10^{-9} \text{ N}$   
 30. (a) positron; (b) electron  
 31. (a)  ${}^9\text{B}$ ; (b)  ${}^{13}\text{N}$ ; (c)  ${}^{12}\text{C}$   
 32. (a) -4; (b) +16  
 33. 0  
 34.  $-11.1 \mu\text{C}$   
 35. (a)  $(3.52 \times 10^{-25} \text{ N})\hat{i}$ ; (b) 0  
 36.  $+16e$   
 37.  $1.31 \times 10^{-22} \text{ N}$   
 38. (a)  $-6.05 \text{ cm}$ ; (b)  $6.05 \text{ cm}$   
 39. (a)  $(0.829 \text{ N})\hat{i}$ ; (b)  $(-0.621 \text{ N})\hat{j}$   
 40. (a) 2.00 cm; (b)  $9.21 \times 10^{-24} \text{ N}$   
 41. (a)  $6.16 \times 10^{-24} \text{ N}$ ; (b)  $208^\circ$   
 42. (a)  $2.00 \times 10^{10}$  electrons;  
     (b)  $1.33 \times 10^{10}$  electrons  
 43.  $2.2 \times 10^{-6} \text{ kg}$   
 44. 9.0 kN  
 45. 0.707  
 46.  $-45 \mu\text{C}$   
 47. 0.19 MC  
 48. (a)  $(L/2)(1 + kqQ/Wh^2)$ ; (b)  $\sqrt{3kqQ/W}$   
 49. (a)  $(89.9 \text{ N})\hat{i}$ ; (b)  $(-2.50 \text{ N})\hat{i}$ ; (c) 68.3 cm;  
     (d) 0  
 50. (a)  $5.1 \times 10^2 \text{ N}$ ; (b)  $7.7 \times 10^{28} \text{ m/s}^2$   
 51. 3.8 N  
 52. (a)  $3.60 \mu\text{N}$ ; (b)  $2.70 \mu\text{N}$ ; (c)  $3.60 \mu\text{N}$   
 53.  $1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$   
 54. 0.50 C  
 55. (a)  $8.99 \times 10^9 \text{ N}$ ; (b) 8.99 kN  
 56.  $2.25 \times 10^{20}$   
 57.  $4.68 \times 10^{-19} \text{ N}$   
 58. 0.375  
 59.  $1.7 \times 10^8 \text{ N}$   
 60.  $-5.1 \text{ m}$   
 61. 11.9 cm  
 62.  $10^{18} \text{ N}$