

Ответы к задачам с нечетными номерами

Глава 1

1. 1%.
3. $(1,4 \pm 0,4) \cdot 10^{10} \text{ см}^2$.
5. а) 1 МВ; б) 1 мкм; в) $40 \cdot 10^6$ сут; г) 2 кг; д) 2 нс.
7. 1 км = 10^{13} \AA .
9. $1,0 \cdot 10^{-10} \text{ м}$.
11. а) $9,5 \cdot 10^{15} \text{ м}$; б) $6,3 \cdot 10^4$; в) 7,2 а. е./ч.
13. м/с^4 , м/с^2 .
15. $T \sim \sqrt{m/k}$.

Глава 2

1. 50 м.
3. а) 38 м/мин; б) 0.
5. а) $t = 0$ до $t = 20$ с; б) $t \approx 28$ с; в) $t \approx 37$ с; г) меняет направление.
7. 920 км/ч.
9. 3500 автомобилей в час.
11. а) 13 м/с; б) 4,5 м/с в направлении от озяина.
13. а) 7,5 м, 10,8 м, 11,9 м; б) 2,2 м/с; в) 2,2 м/с, 0 м/с.
15. 3,3 мин, 5,0 км; 25 с, 0,62 км.
17. 4,2 м/с.
19. а) $24 Bt$; б) $A + 300B$, $120B$; в) $A - 3 Bt^{-4}$.
21. а) при t (с) = 0,12; 0,37; 0,62; 0,87; 1,25; 1,75 и т. д.; v (м/с) = 0,44; 1,40; 2,40; 3,52; 5,36; 7,86; 10,48; 13,14; 15,90; 18,68; 21,44; 23,86; 25,92; 27,80; б) при t (с) = 0,06; 0,25; 0,50; 0,75; 1,06; 1,50; 2,00 и т. д.; a (м/с²) = 3,52; 3,84; 4,00; 4,48; 4,84; 5,00; 5,24; 5,32; 5,52; 5,56; 5,52; 4,84; 4,12; 3,76.
23. $-2,6 \text{ м/с}^2$.
25. 391 м.
27. а) 170 м; б) 14 с; в) 24 м, 21 м.
29. 14 г.
31. а) 48 м; б) 33 м.
33. б) 3,27 с.
37. 108 км/ч.
39. а) 3,6 с; б) 36 м/с.
41. 6,4 м/с.
43. 5,8 с.
45. -14 м/с^2 .
49. а) 4,8 с; б) 37 м/с.

51. а) 8,43 м/с; б) 0,93 или 2,65 с; в) первый относится к подъему вверх, второй - к падению вниз.
53. 56 м.
55. 9,1 м/с.
59. 140 м.
61. а) $3,2(e^{2t} - 1)$; б) $1,6(e^{2t} - 1)$; в) $a = 2v + 6,4$; г) $2,1 \cdot 10^3 \text{ м}$, $4,3 \cdot 10^3 \text{ м/с}$.
63. а) $v = (1 - e^{-kt})g/k$; б) g/k .

Глава 3

1. Длина результирующего вектора около 6,3 м; он направлен на юг под углом 5° к направлению на восток.
5. 1,5.
7. а) 843 км/ч на север, 537 км/ч на запад; б) 2530 км на север, 1610 км на восток.
9. (7, 4, 5), 9,5.
11. (25 м, 18 м, 36 м), $|D| = 47 \text{ м}$.
13. а) 6,7, 27° ; б) 4,7, 122° ; в) 7,8, 63° ; г) 8,6, 173° .
15. 10,5 км/ч.
17. $v_T/\text{tg } \theta$.
19. 16,0 км/ч.
21. а) 93 м; б) 110 с.
23. 32 км/ч, 48° к северу от направления на запад.
25. $43,5^\circ$ к северу от направления на восток.
27. Лодку нужно направить под углом 25° против течения; 37 мин.
29. Парабола в плоскости xz при $y = 6,05$.
31. а) 20,0 м/с, 30° к северу от направления на восток; б) $4,44 \text{ м/с}^2$, 30° к югу от направления на восток; в) 27,3 м/с, $\mathbf{a} = \text{const}$.
33. а) $(-\sin 3,0t\mathbf{i} + \cos 3,0t\mathbf{j})$ (18 м/с); б) $(-\cos 3,0t\mathbf{i} - \sin 3,0t\mathbf{j})$ (54 м/с²); в) круг радиусом 6,0 м; г) $r = -a/9,0$, 180° .
35. 13 м.
37. 10,0 м/с.
39. 12,9 м.
41. 7,1 с.
43. 22 м.
47. $(v_0 \cos \theta_0/g) [v_0 \sin \theta \pm (v_0^2 \sin^2 \theta_0 - 2gh)^{1/2}]$.
49. а) 60 м; б) 56 м; в) 34 м/с, -75° .
51. а) 3,4 м/с, 48° ; б) 0,32 м над краем трамплина; в) 10,5 м/с, 77° .

53. $\theta = \phi/2 + \pi/4$.
 55. 8,5 м/с, 118°.
 57. 0,54 м/с².
 59. $5,2 \cdot 10^{-3}$ м/с².
 61. $3,36 \cdot 10^{-2}$ м/с², $3,4 \cdot 10^{-3} g$.
 63. а) 1,86 м/с; б) 5,50 м/с².
 65. (a_c, a_n): а) (7,0 м/с², 0); б) (7,0 м/с², 25 м/с²); в) (7,0 м/с², 98 м/с²).

Глава 4

1. 975 Н.
 3. 0,020 Н.
 5. $3,9 \cdot 10^2$ Н.
 7. $2,1 \cdot 10^4$ Н; 0,82 м.
 9. $2,0 \cdot 10^2$ Н.
 11. Двигается с ускорением 1,8 м/с², направленным вниз.
 13. а) 9,6 м/с; б) $3,6 \cdot 10^3$ Н вверх.
 15. 6,5 Н вверх.
 17. а) $7,4 \cdot 10^2$ Н; б) $1,3 \cdot 10^2$ Н; в) $6,5 \cdot 10^2$ Н; г) 0.
 19. а) 78 Н; б) $2,2 \cdot 10^2$ Н; в) 86 Н.
 21. а) 4,4 м/с²; б) 17 Н.
 23. 46 Н в верхней веревке; 23 Н в нижней веревке.
 25. 3,9 м.
 27. а) $g(2y - L)/L$; б) $\sqrt{2gy_0(1 - y_0/L)}$; в) $(2/3) \times \sqrt{gL}$.
 29. 0,69.
 31. 37 Н, 0,54.
 33. -7,84 м/с².
 35. 10,0 кг.
 37. 1,5 м.
 39. 26 м/с.
 41. б) 37 м; в) 220 м.
 43. 12 м/с.
 45. 5,4 м/с².
 47. Нет.
 49. 1,6 м/с².
 51. а) 26 Н·с/м²; б) 120 Н.
 53. Эта сила действует противоположно направлению движения.

Глава 5

1. а) $5,90 \cdot 10^{-3}$ м/с²; б) сила гравитационного притяжения Солнца равна $3,53 \cdot 10^{22}$ Н.
 3. 0,39.
 5. а) 0,29 м/с²; б) 7,2 Н.
 9. 0,10.
 11. 0,16 Н в наивысшей точке траектории и 6,73 Н в наинизшей.
 13. а) Наиболее удаленная от оси вращения часть; б) $1,1 \cdot 10^3$ об/сут.
 15. $6,1 \cdot 10^3$ Н вниз вдоль наклонной плоскости дороги.
 17. 920 Н.
 19. $2,64 \cdot 10^3$ км.

21. $3,3 \cdot 10^{-8}$ Н по направлению к центру квадрата.
 25. $2,0 \cdot 10^{30}$ кг.
 27. б) g уменьшается при увеличении r ; в) 9,49 м/с².
 31. $6,5 \cdot 10^3$ м/с.
 33. а) 540 Н; б) 540 Н; в) 720 Н; г) 360 Н; д) 0.
 35. а) 18 Н к центру Луны; б) $2,2 \cdot 10^2$ Н от центра Луны.
 37. 1,4 ч.
 39. б) $9,6 \cdot 10^{26}$ кг.
 41. 85 мин.
 43. 225 сут.
 45. $2,96 \cdot 10^4$ м/с, $3,06 \cdot 10^4$ м/с.
 47. $6,0 \cdot 10^{-3}$ м/с².

Глава 6

1. $2,1 \cdot 10^3$ Дж.
 3. 46 Н.
 5. а) $1,8 \cdot 10^3$ Дж; б) $6,9 \cdot 10^3$ Дж.
 7. а) $3,29 \cdot 10^5$ Дж; б) $4,5 \cdot 10^5$ Дж.
 9. (0,1) mgh .
 13. 840.
 17. mgv_0 .
 25. 31 Дж.
 29. $4 \cdot 10^3$ Дж.
 31. $6,83 \cdot 10^3$ м/с.
 33. $2,0 \cdot 10^{-18}$ Дж.
 35. $2,5 \cdot 10^4$ Н/м.
 37. 18 м/с.
 39. 4,2 м/с, 2,1 м/с.
 41. а) $1,8 \cdot 10^5$ Дж; б) 22 м/с; в) 3,2 м.
 43. 0,56 м.
 45. а) 4,85 Дж; б) 0,79 Дж.
 47. а) $(1/2)k(x^2 - x_0^2)$; б) 0.
 49. а) 9,3°; б) 14,8°.

Глава 7

1. $F = -(2x + 2y)\mathbf{i} - (2x + 8yz)\mathbf{j} - (4y^2)\mathbf{k}$.
 3. а) Да, поскольку работа по замкнутому контуру равна нулю; б) $(1/2)kx^2 - (1/4)ax^4 - (1/5)bx^5$.
 5. Нет.
 7. 7,4 м/с.
 9. 3,3 м.
 11. а) 21,1 м/с; б) 23,1 м.
 13. 24,4 м/с в точке В, 10,2 м/с в точке С, 18,9 м/с в точке D.
 15. а) mg/k ; б) $2mg/k$.
 17. а) $7,8 \cdot 10^4$ Дж; б) $6,1 \cdot 10^2$ Н.
 19. $(C/2r_0)(1 - 1/n^2)$.
 23. а) 21 м/с; б) 1,2 Н.
 25. а) 12 м/с; б) 87 м.
 27. а) 0,15 м; б) 1,1 м; в) 0,90 Дж.
 33. а) $1,78 \cdot 10^{32}$; б) $1,78 \cdot 10^{32}$; в) 0.
 35. а) $r_3^2 v_0^2 / (2GM_e - r_3 v_0^2)$; б) $7,5 \cdot 10^6$ м.
 37. а) $3,56 \cdot 10^3$ м/с; б) $3,65 \cdot 10^9$ Дж; в) $1,12 \times 10^9$ Н; г) $3,65 \cdot 10^9$ Дж.

43. $a^2/4b$.
 47. а) $1,0 \cdot 10^3$ Дж; б) $1,0 \cdot 10^3$ Вт.
 49. $4,1 \cdot 10^2$ Вт.
 51. а) $8,7 \cdot 10^5$ Дж; б) 61 Вт, $8,1 \cdot 10^{-2}$ л. с.;
 г) 0,54 л. с.
 53. 3,4 Вт.
 55. 300 Вт.
 57. а) 50 м/с; б) $8,1 \cdot 10^5$ Вт.
 59. а) -490 Вт; б) 7,4 кВт; в) 2,4 кВт.

Глава 8

1. $4,84 \cdot 10^{-11}$ м.
 3. 1,02 м.
 5. 9,4% роста человека.
 7. $x_{цм} = 0$, $y_{цм} = 2r/\pi$.
 9. $x_{цм} = 0$, $y_{цм} = 4r/3\pi$.
 11. а) $4,62 \cdot 10^5$ м от центра Земли.
 13. а) $7D/3$; б) $5D$.
 15. $mv/(m + M)$; шар остановится.
 17. $8,0\text{н} - 3,9\text{к}$.
 19. а) $0,75$ кг·м/с; б) $0,51$ кг·м/с.
 21. $(-4,4\text{и} + 4,4\text{ж})$ кг·м/с.
 23. 1,1 м/с.
 25. 14,8 м/с.
 27. $3,5 \cdot 10^3$ м/с.
 29. $(3/2)v_{0\text{ж}} - v_{0\text{д}}$.
 31. а) Нет; б) $-m_2/m_1$; в) m_2/m_1 ; г) не перемещается; д) трение создает внешнюю силу, которая влияет на траекторию движения.
 33. а) 7,4 и 5,0 км/с в первоначальном направлении; б) $6,8 \cdot 10^5$ Дж.
 35. 130 Н, нет.
 37. а) $0,17$ м/с; б) $9,4 \cdot 10^2$ Н; в) энергия космонавта 470 Дж, энергия станции 32 Дж.
 39. $1,9 \cdot 10^3$ Н.
 41. а) 4,5 Н·с; б) 75 м/с.
 43. 52 м.
 45. 3,0 и 2,0 м/с соответственно.
 47. 2т.
 49. а) $-4,2$ м/с, 4,2 м/с; б) высота равна 0,90 м.
 51. а) 1,00; б) 0,890; в) 0,286; г) 0,019.
 53. а) 0,43 м; б) $-2,1$ м/с, 5,9 м/с; в) да.
 55. В положительном направлении оси x , 4,8 м/с, 3,0 м/с.
 61. $4,1 \cdot 10^5$ м/с, 60° .
 63. $6,4 \cdot 10^{-10}$ Дж.
 65. а) $2,5 \cdot 10^{-16}$ м/с; б) $1,7 \cdot 10^{-17}$; в) $1,9 \times 10^{-7}$ Дж.
 67. 1800 Дж, 2700 Дж.
 69. 141°.
 71. 0,89 л. с.
 73. а) $[6,00 \cdot 10^4 / (4,00 \cdot 10^3 + t)]$ м/с, где t выражено в минутах; б) 14,8 м/с, да.
 75. 86 кг/с.
 77. 7,0 с.

Глава 9

1. 3,4 км.
 3. а) 210 рад/с; б) 21 м/с.
 5. $L/2$, $L/2$.
 7. 460 м/с, 300 м/с.
 9. а) -280 рад/с; б) -340 рад/с²; в) $5,0 + 6,0t - 18,0t^2$; г) $6,0 - 54,0t^2$; д) -463 рад/с, -480 рад/с².
 11. а) $6,4$ рад/с²; б) 90 м/с², 1,3 м/с².
 15. а) 6,5 с; б) 0,53 рад/с².
 17. а) $-1,5$ рад/с; б) 20 с.
 19. а) Влево вдоль оси, вверх; б) 75 рад/с, на 37° выше горизонтали; в) $\omega_1\omega_2 = 2700$ рад/с², перпендикулярно ω_1 и ω_2 .
 21. 367 к.
 23. $4Ms^2$.
 25. 0,16 кг/м².
 27. а) 3,5 кг·м²; б) 0,024 Н·м.
 29. 0,19 м.
 31. $8,7 \cdot 10^4$ Н·м.
 33. $Mg\sqrt{h(2R_0 - h)/(R_0 - h)}$.
 35. $9,2 \cdot 10^3$ об, 110 с.
 37. а) $0,26$ м/с², б) $0,066$ Н·м.
 39. а) 150 рад/с²; б) 1100 Н.
 41. 0,15 кг·м².
 45. а) $(1/2)MR_0^2$; б) $(3/2)MR_0^2$.
 47. $(1/2)M(R_1^2 + R_2^2)/(R_1^2 + R_2^2)$.
 51. $Ms^2/6$.
 53. а) $2,6$ кг·м²/с; б) $0,37$ Н·м.
 55. а) $\Delta L = 0$, $\Delta I > 0$, следовательно, $\Delta\omega < 0$; б) 1,5.
 57. 0,040 рад/с.
 59. $M/2$.
 61. $2,2 \cdot 10^4$ Дж.
 63. 156 л. с.
 65. 54 л. с.
 67. 12 м/с.
 69. б) $2,2 \cdot 10^3$ рад/с; в) 23 мин.
 71. а) 3,4 м; б) 4,0 с.
 73. а) $(1/2)mv_1^2 [(R_1/R_2)^2 - 1]$; б) да.
 75. 0,056.
 77. а) 5,7 м/с; б) 15,8 Дж; в) 0,9 Дж; г) 5,3 м/с, 16,7 Дж, 0.

Глава 10

9. а) $4,5\text{ж} + 7,8\text{к}$; б) нет, только результирующий момент сил (который включает момент силы реакции со стороны опор) пропорционален угловому ускорению α .
 13. а) mgd ; б) $mgdt$.
 15. а) $L^2\omega^2 [(7/9)t + (1/6)M]$; б) $\omega L^2 [(14/9)t + (1/3)M]$.
 17. $8,2 \cdot 10^{-6}$.
 19. Центр масс движется с линейной скоростью 21 м/с, угловая скорость вращения относительно центра масс 80 рад/с.

21. б) 36° ; в) 4,2 м.
 23. $\omega^2 \sin \theta \cos \theta (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2) / d$.
 25. а) $5,1 \cdot 10^2$ Н на каждую; б) на диаметре, проходящем через ось вращения, и на расстоянии 18 см по другую сторону от центра.
 27. $3,3 \cdot 10^{-4}$ кг·м².
 29. 44 рад/с.

Глава 11

1. 0,88 Н.
 3. 72 кг.
 5. а) $2,0 \cdot 10^2$ Н в сторону руки и 27 Н вниз; б) $1,7 \cdot 10^3$ Н в сторону руки и 340 Н вниз;
 7. Вверху: 43 Н к шарниру и 64 Н вверх; внизу: 43 Н от шарнира к двери и 64 Н вверх.
 9. а) –1800 Н, 2400 Н; б) –2100 Н, 3000 Н.
 11. 390 Н.
 13. 0,84 м от макушки.
 15. $T_1 = 4,55mg$, $T_2 = 4,97mg$; $h = 158$ м.
 17. а) 160 Н вверх, 29 Н к стене; б) 0,26.
 21. а) Да; б) 140 км/ч.
 23. 72 Н.
 25. а) опрокинется; б) 0,50 м.
 27. а) $F_m = 1,5 \cdot 10^3$ Н, $F_{1x} = 0,51 \cdot 10^3$ Н, $F_{1y} = 2,4 \cdot 10^3$ Н; б) $F_m = 1,72 \cdot 10^3$ Н, $F_{1x} = 0,59 \cdot 10^3$ Н, $F_{1y} = 2,42 \cdot 10^3$ Н.
 29. а) $1,5 \cdot 10^5$ Н/10²; б) $2,9 \cdot 10^{-6}$; в) $3,1 \cdot 10^{-5}$ м.
 31. $9,9 \cdot 10^7$ Н/м², или 990 атм.
 33. $1,0 \cdot 10^7$ Н/м².
 35. а) 93 Н·м.
 37. $2,7 \cdot 10^{-5}$ м².
 39. а) $1,1 \cdot 10^9$ Н/м; б) сломается; в) $2,3 \cdot 10^7$ Н/м², не сломается.
 41. Всего 15 стоек.
 43. 2,0 см.

Глава 12

1. $2,7 \cdot 10^{11}$ кг.
 3. 0,89.
 5. $7,4 \cdot 10^7$ Н/м², или 740 атм.
 7. 0,052.
 11. $3,3 \cdot 10^9$ Н.
 13. $5,3 \cdot 10^{18}$ кг.
 15. а) $P_0 + \rho(g+a)h$; б) $P_0 + \rho(g-a)h$; в) P_0 .
 17. $1,15 \cdot 10^3$ кг/м².
 21. а) $3,9 \cdot 10^5$ Н вниз; б) $3,9 \cdot 10^5$ Н вверх.
 23. $1,4 \cdot 10^2$ Н.
 25. а) $1,41 \cdot 10^5$ Н/м²; б) $0,98 \cdot 10^5$ Н/м².
 27. 140 см².
 29. 13 м.
 31. а) $1,2 \cdot 10^{-3}$ Н; б) 0,19 Н.
 33. $1,01 \cdot 10^3$ кг/м³.
 35. $5,94 \cdot 10^4$ Н.
 37. 0,83.
 39. 16 Н; нет.

41. $1,9 \cdot 10^7$ кг.
 43. $0,95 \cdot 10^3$ кг/м³.
 45. а) 585 кг/м³; б) $\rho_l = \rho(1 - m'/m)$.
 47. 0,57 кг.
 49. $1,2 \cdot 10^3$ Н·м.
 51. а) $F/4\pi r$; б) $2,1 \cdot 10^{-2}$ Н/м.
 53. В 3,0 раза (если пренебречь нижней поверхностью).
 55. 0,12 м.
 57. 1,7 мм.
 59. $1,5 \cdot 10^{-7}$ м (20 °С).

Глава 13

1. 47 см/с.
 3. 380 ч.
 7. 2,4 атм.
 9. $1,0 \cdot 10^5$ Н вверх.
 11. $3,6 \cdot 10^{-3}$ м³/с.
 15. 190 м/с.
 19. а) $\sqrt{2gh\rho_m/\rho_b}$; б) 2,3 м/с.
 23. а) $2\sqrt{h_1(h_2 - h_1)}$; б) $h_2 - h_1$.
 25. $7,0 \cdot 10^{-2}$ Па·с.
 27. $5,7 \cdot 10^{-4}$ м³/с.
 29. 0,96 Па/см.
 31. 0,93 м.
 33. 16 см.
 39. а) $5,0 \cdot 10^{-3}$ м³/с; б) 10 м.
 41. 10^{-3} .
 43. 9,8 мм/с.
 45. 4,6 года.
 47. $2(\rho - \rho_l)gr^2/9v_T$.

Глава 14

1. 20 Н/м.
 3. а) (0,20 м) cos(4,2t); б) 6,2 см.
 5. 3,0 Гц.
 7. г) C^4/D^3 ; д) $2\pi\sqrt{mD^3/C^4}$.
 11. $[1/2\pi]\sqrt{2k/m}$.
 13. а) 1,60 с, 0,62 Гц; б) 2,1 м, –4,7 м/с; в) 9,1 м/с, 9,6 м/с².
 15. 1,3 Гц.
 19. а) (0,0800 м) sin [28,9(t – 0,060)]; б) наибольшую при $t = (0,114 + 0,217n)$ с; наименьшую при $t = (0,005 + 0,217n)$ с, где $n = 0, 1, 2, \dots$; в) 19,7 Н; г) –7,89 см; д) 2,31 м/с при $t = 0,060$ с.
 21. а) $A/\sqrt{2}$; б) 1/4, потенциальная; 3/4, кинетическая.
 23. 5,5 м/с.
 25. 420 м/с.
 27. 4,4 см, 1,7 м.
 31. 0,248 м.
 33. а) 0,83 Гц; б) 0,33 м/с.
 35. а) –0,4°; б) –10°; в) 12°.
 37. 1/3.
 39. а) 23°; б) 7°.

41. $(1/2\pi)\sqrt{2g/3R}$.
 43. а) $d^2\theta/dt^2 = -K\theta/I$; б) $2\pi\sqrt{I/K}$.
 45. б) 1,7 с (зависит от упрощающих предположений).
 51. а) $\pi/2$; б) нуль; максимально.
 53. $1,65 \cdot 10^8$.
 59. а) $x = 2A \cos(\omega t - \pi/4)$, $y = A \cos \omega t$; б) $x = A \cos(\omega t - \pi/4)$, $y = A \cos 2\omega t$.
 61. а) $x = A \cos(\omega t + \phi_0)$, $y = A \cos(\omega t + \phi_0 \pm \pi/2)$, где $A = 5,2$ м; б) $f = \omega/2\pi = 0,74$ Гц; в) $\phi_0 = 54^\circ$.

Глава 15

1. 3,0 м/с.
 3. 0,114 с.
 5. 176 Гц.
 7. а) 1400 м/с; б) 4100 м/с.
 9. 1500 м.
 11. б) $2\sqrt{L/g}$
 13. а) 1:4; б) 1:2.
 21. а) 41 м/с; б) $6,4 \cdot 10^4$ м/с²; в) 40 м/с, $8,2 \times 10^3$ м/с².
 23. $D = (0,020 \text{ см}) \cos(4,77x \pm 1650t + \pi)$.
 27. в) $2k_2/(k_1 + k_2)$.
 29. $8,6^\circ$.
 31. в) Энергия полностью кинетическая (шнур движется).
 33. 261 Гц.
 35. 2,79 м.
 39. а) 4,8 см; б) 2,8 см, 8,4 Гц, 80 см/с; в) 80 см/с.
 41. 0,85 м/с.
 43. 308 Гц.

Глава 16

1. а) 5,76 мм; б) 1,37 мм.
 3. 70 м.
 5. а) 6,0 м; б) 850 Гц; в) 5100 м/с; г) $3,0 \times 10^{-11}$ м.
 9. а) 49 дБ; б) $3,2 \cdot 10^{-9}$ Вт/м².
 11. 140 дБ.
 13. 1,12.
 15. 92 дБ.
 17. $1,6 \cdot 10^{-9}$ Вт.
 19. 16 Вт.
 21. 45 дБ.
 23. 18,1 Вт.
 25. 25 Н.
 27. 6,7 см.
 29. 0,0176.
 31. 0,44, 0,20, 0,088.
 33. а) 65,0 см; б) 773 Гц.
 35. а) 115 обертонов; б) 116 обертонов.
 37. а) 0,12, 0,015; б) 9, 20 дБ.
 39. 780 Гц.
 41. а) $(132,0 \pm 0,5)$ Гц; б) 0,76%.

43. а) 0,69 м; б) на любом расстоянии.
 45. а) 12 Гц; б) 28,6 м.
 47. $(\lambda/8d)\sqrt{l^2 + 4d^2}$.
 49. $f' = f(v \pm v_0)/(v \mp v_0)$.
 51. 1,6 кГц.
 53. 0,25 м/с.
 55. а) 606 Гц; б) 697 Гц; в) 648 Гц; г) 648 Гц; д) 761 Гц; е) 708 Гц.
 59. Давление уменьшится в 1,7 раза относительно исходного. Если бы давление подчинялось закону обратных квадратов, то оно уменьшилось бы в 4 раза.

Глава 17

1. 3,53 кг.
 3. 75° .
 5. -40° .
 7. а) Заниженные; б) 0,024%.
 9. -85°C .
 13. Часы уйдут на 5,7 мин вперед.
 15. а) $L_2 = L_1 [1 + \alpha(T_2 - T_1)]$; б) $L_2 = L_1 \left[1 + \int_{T_1}^{T_2} \alpha(T) dT \right]$; в) $L_2 = L_1 [1 + \alpha_0(T_2 - T_1) + (b/2)(T_2^2 - T_1^2)]$.
 19. 1,6 мл.
 21. а) Погрузится; б) 0,43%.
 23. а) 3,9 см.
 25. а) $9,4 \cdot 10^7$ Н/м²; б) нет; в) $9,4 \cdot 10^6$ Н/м², да.
 27. а) 310 К; б) 300 К; в) 77 К.
 29. а) $4,3 \cdot 10^3$ К, $1,5 \cdot 10^7$ К; б) 6,4%, $1,8 \cdot 10^{-3}\%$.
 31. 1/5.
 33. 1,43 кг/м³.
 35. 4,21 кг.
 37. а) 770 кг; б) 65 кг покинет дом.
 39. 8,0%.
 41. 12 л.
 43. 1/T.
 45. 2,9 см³.
 47. $2,69 \cdot 10^{25}$ молекул.
 49. 270 молекул в кубическом сантиметре.
 51. $1,8 \cdot 10^3$ Н, сила направлена из сосуда.
 53. а) 71,2 мм рт.ст.; б) 157°C.
 55. а) 0,15 К; б) 0,04%.

Глава 18

1. а) $5,65 \cdot 10^{-21}$ Дж; б) $3,65 \cdot 10^3$ Дж.
 3. 1,17.
 7. 370 м/с.
 9. $1,4 \cdot 10^5$ К.
 11. а) 460 м/с; б) 27.
 13. 0,996.
 15. а) 22,5 м/с; б) 24,2 м/с; в) 15 м/с.
 19. 0,31 атм.
 21. 120°C.

23. $1,74 \cdot 10^3$ Па.
 25. 4,8 кг.
 27. 29%.
 29. а) 52 атм; б) 56 атм.
 31. в) $3,2 \cdot 10^{-10}$ м.
 33. а) $3,9 \cdot 10^{-10}$ м; б) $1,8 \cdot 10$ м.
 35. $\approx 0,003$.
 37. $1,8 \cdot 10^{-3}$ Па.
 41. а) $1,52 \cdot 10^{-10}$ м; б) $1,28 \cdot 10^{-10}$ м.
 43. б) $1,6 \cdot 10^{-5}$ м²/с.
 45. в) N₂, на 7%.

Глава 19

1. $1,67 \cdot 10^6$ Дж.
 3. 188 кг.
 5. 0,36 ккал/кг·°С.
 7. 1,00.
 9. 430 кал.
 11. 39,3°С.
 13. 15,3°С.
 15. 2,8°С.
 17. 0,0593 ккал/кг·°С.
 19. 0,334 кг.
 21. 0,81 кг (25 моль).
 23. 2,7 ккал/кг.
 25. 3,0 г.
 27. а) 18,4 Вт; б) 5,5 Вт.
 29. 250 Вт.
 31. 10°С.
 33. $(k_1 A_1 / l_1 + k_2 A_2 / l_2) \Delta T$.
 39. а) 2,3 К/с; б) 125°С.

Глава 20

1. а) 13 кДж; б) 18 кДж.
 5. $RT \ln(V_2 - b) / (V_1 - b) + (a/V_2) - (a/V_1)$.

7. а) 1,6 кДж; б) 1,6 кДж.
 9. $-5,5 \cdot 10^5$ Дж.
 11. 52 кДж.
 13. 30°С.
 17. 0,06%.
 19. $4,25 \cdot 10^6$ Дж.
 21. а) 780 ккал; б) 220 ккал; в) 560 ккал.
 23. 158 Дж.
 25. а) 696 кал; б) -324 кал; в) 372 кал.
 31. а) 295 К начальная и 142 К конечная;
 б) $-15,9$ кДж. в) $-15,9$ кДж; г) 0.
 35. б) 280 м/с.

Глава 21

1. 23,7%.
 3. 11 км³/сут, да, 57 км².
 5. а) Сжатие на участке от b к c ; в) 0,51; г) нет, нет.
 9. 540°С.
 11. $1,77 \cdot 10^{10}$ Дж/ч.
 13. 720°С.
 15. $1,4 \cdot 10^8$ кг/ч.
 17. б) $1/\epsilon - 1$; в) 6,8.
 19. 0,025 Дж/К.
 21. 0,25 кал/с·К.
 23. 50 Дж/К.
 25. 330 Дж/К.
 27. а) 91°С; б) 2,5 Дж/К.
 29. а) 11,5 Дж/К; б) 0; в) 12,5 Дж/К.
 31. б) Полный поток теплоты направлен в систему.
 33. а) 7,5 К; б) 110 Дж/кг·К.
 35. а) 20/64; б) 1/64.
 37. а) $2,5 \cdot 10^{-23}$ Дж/К; б) $-9,2 \cdot 10^{-22}$ Дж/К.