

# 1. МЕХАНИКА

## 1.1. Кинематика поступательного движения

1. Расстояние между двумя станциями метрополитена 1,5 км. Первую половину этого расстояния поезд проходит равноускоренно, вторую - равнозамедленно с тем же по модулю ускорением. Максимальная скорость поезда 50 км/ч. Найти ускорение и время движения поезда между станциями. /0,13 м/с<sup>2</sup>; 3,6 мин/

2. На станции метро скорость движения эскалатора 0,8 м/с. Определить вертикальную и горизонтальную составляющие скорости и глубину заложения туннеля метро, если угол наклона лестницы 30°, а время, за которое стоящий на лестнице человек поднимается вверх, равно 2,5 мин.

/0,40 м/с; 0,69 м/с; 60 м/

3. Шахтная клеть поднимается со скоростью 12 м/с. После выключения двигателя, двигаясь с отрицательным ускорением 1,2 м/с<sup>2</sup>, останавливается у верхней приемной площадки. На каком расстоянии от нее находилась клеть в момент выключения двигателя и сколько времени двигалась до остановки? /60 м; 10 с/

4. Тело движется равноускоренно с начальной скоростью  $V_0$ . Определите ускорение тела, если за время 2 с оно прошло путь 16 м и его скорость  $V = 3V_0$ . /4 м/с<sup>2</sup>/

5. С башни высотой 30 м в горизонтальном направлении брошено тело с начальной скоростью 10 м/с. Определить уравнение траектории тела, скорость тела в момент падения. / $y(x) = g x^2 / 2V_0^2$ ; 26 м/с/

6. Материальная точка движется вдоль прямой так, что ее ускорение линейно растет и за первые 10 с достигает 5 м/с<sup>2</sup>. Определить в конце десятой секунды скорость точки и пройденный путь. /25 м/с; 83 м/

7. Тело падает с высоты 19,6 м с начальной скоростью, равной нулю. Какой путь пройдет тело за первую и последнюю 0,1 с своего движения? /0,049 м; 1,9 м/

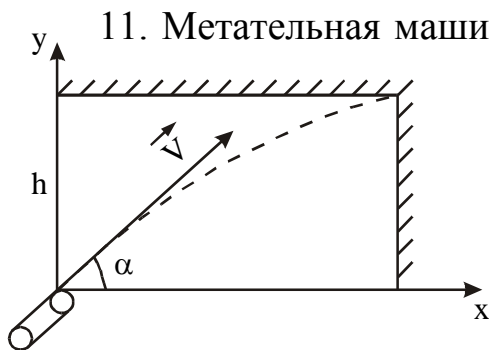
8. Для добывания руды открытым способом произвели взрыв породы. Подъем кусков породы, выброшенных вертикально вверх, длился 5 с. Определить их начальную скорость и высоту подъема. /49 м/с; 122 м/

9. Из шпура, расположенного на высоте 1,4 м, при взрыве в горизонтальном направлении вылетает камень со скоростью 50 м/с. Какова дальность полета камня и скорость в момент удара о землю?

/27 м; 50,3 м/с/

10. При взрыве серии скважин камень, находящийся на уступе высотой 45 м, получил скорость 100 м/с в горизонтальном направлении. Какова дальность полета камня, сколько времени он будет падать, с какой скоростью упадет на землю?

/300 м; 3 с; 104 м/с/



11. Метательная машина установлена так, что сообщает закладочному материалу при вылете скорость 12 м/с под углом  $30^\circ$  к горизонту. Определить дальность и максимальную высоту полета.

/12,7 м; 1,83 м/

12. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеют вид  $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $B_1 = B_2$ ,  $C_1 = -2 \text{ м/с}^2$ ,  $C_2 = 1 \text{ м/с}^2$ . Определите момент времени, для которого скорости этих точек будут равны и ускорения  $a_1$  и  $a_2$  для этого момента.

/0;  $-4 \text{ м/с}^2$ ;  $2 \text{ м/с}^2$ /

13. Зависимость пройденного телом пути  $S$  от времени  $t$  дается уравнением  $S = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , где  $C = 0,14 \text{ м/с}^2$  и  $D = 0,01 \text{ м/с}^3$ . Через какое время после начала движения тело будет иметь ускорение  $1 \text{ м/с}^2$ ? Найти среднее ускорение тела за этот промежуток времени.

/12 с;  $0,64 \text{ м/с}^2$ /

14. Рассчитать скорость движения и полное ускорение шахтного электровоза в момент времени 5 с, если он движется по криволинейному участку радиусом 15 м. Закон движения электровоза выражается формулой  $S = 800 + 8t - 0,5t^2$ , м.

/3 м/с;  $1,2 \text{ м/с}^2$ /

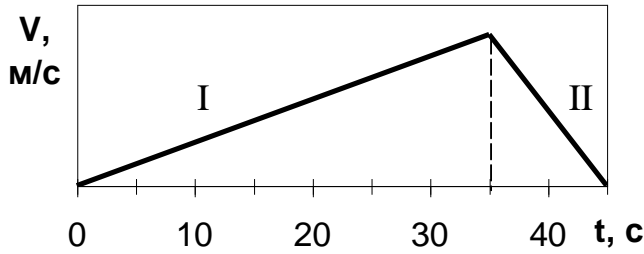
15. Во сколько раз тангенциальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее нормального ускорения для того момента времени, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол  $30^\circ$  с вектором ее линейной скорости?

/1,7/

16. Груз поднимают лебедкой. Сначала 2 с груз движется с ускорением  $0,50 \text{ м/с}^2$ , затем 11 с равномерно и 2 с равнозамедленно с отрицательным ускорением  $0,50 \text{ м/с}^2$ . На какую высоту был поднят груз? Постройте графики скорости и ускорения в зависимости от времени.

/13 м/

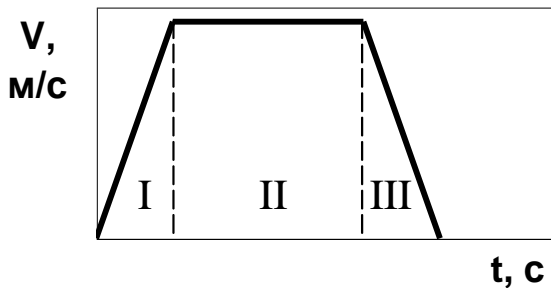
17. Определить максимальную скорость и высоту подъема по графику скорости, построенному для



ку скорости, построенному для парового подъема шахтной клетки, которая на I участке движется с ускорением  $0,38 \text{ м/с}^2$ . Построить график ускорения.

/13,3 м/с; 300 м/

18. Найти продолжительность подъема по трехпериодной диаграмме



скорости, если высота подъема 345 м, наибольшая скорость подъема  $7,3 \text{ м/с}$ , ускорения на I и II участках одинаковы по модулю и равны  $0,7 \text{ м/с}^2$ . Построить график ускорения.

/58 с/

19. Определить продолжительность равномерного движения подъемных сосудов по трехпериодной диаграмме (см. рис. к задаче 18), если высота подъема 440 м, максимальная скорость  $9,1 \text{ м/с}$ , ускорение на I участке  $0,75 \text{ м/с}^2$ , на III участке  $-0,7 \text{ м/с}^2$ . Построить график ускорения.

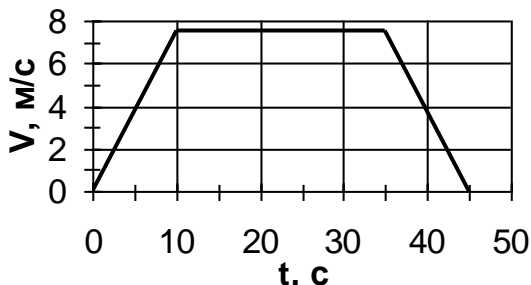
/36 с/

20. Определить пути движения подъемных сосудов по трехпериодной диаграмме скорости (см. рис. к задаче 18), если высота подъема 420 м, наибольшая скорость  $8 \text{ м/с}$ , ускорения на I участке  $0,7 \text{ м/с}^2$ , а на III участке  $-0,8 \text{ м/с}^2$ .

/46 м; 334 м; 40 м/

## 1.2. Динамика поступательного движения

21. При электрическом подъеме шахтной клетки график скорости

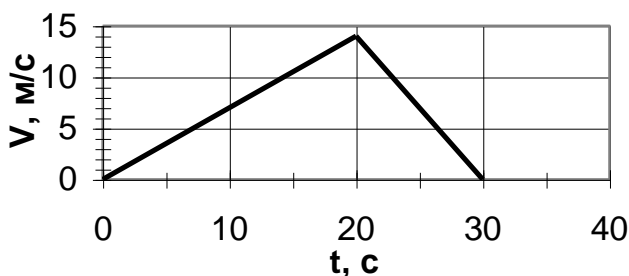


имеет вид, изображенный на рисунке.

Масса клетки равна 4000 кг. Определить натяжение каната в течение трех промежутков времени: от 0 до 10 с, от 10 с до 35 с, от 35 с до 45 с.

/ 42 кН; 39 кН; 36 кН /

22. При паровом подъеме шахтной клетки график скорости имеет



вид, изображенный на рисунке.

Масса клетки 3000 кг. Определить натяжение каната, к которому подвешена клетка, в течение двух промежутков времени: от 0 до 20 с, от 20 до 30 с.

/32 кН; 25 кН/

23. Под действием постоянной силы 118 Н вагонетка приобрела скорость 2 м/с, пройдя путь 10 м. Определить силу трения и коэффициент трения, если масса вагонетки 400 кг.

/0,01; 38 Н/

24. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг, в первые 10 с он проходит 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт.

/ 2,55 кН/

25. Из шахты поднимают с помощью подъемника 112 кг угля. Сила давления угля на подъемник во время движения 1,25 кН. Найти ускорение подъемника.

/1,36 м/с<sup>2</sup>/

26. На горизонтальной платформе шахтной клетки находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/с<sup>2</sup>, при спуске с ускорением 9,8 м/с<sup>2</sup>.

/590 Н; 770 Н; 410 Н; 0/.

27. Тело скользит по наклонной плоскости, образующей с горизонтом угол  $45^\circ$ . Пройдя путь 36,4 см, тело приобретает скорость 2 м/с. Найти коэффициент трения тела о плоскость. /0,2/

28. Найти работу, которую надо совершить, чтобы увеличить скорость движения тела массой 1 кг от 2 м/с до 6 м/с на пути 10 м. На всем пути действует сила трения 2 Н. /36 Дж/

29. Найти закон движения (зависимость пройденного расстояния от времени) куска антрацита при скольжении его с нулевой начальной скоростью по стальному желобу с углом наклона  $30^\circ$ . Коэффициент трения 0,3. /S = 1,18 t<sup>2</sup> (м)/

30. Скорость движения угля по стальному желобу уменьшается от 2 м/с до 1 м/с. Вертикальная проекция пути скольжения 3 м, коэффициент трения 0,3. Вычислить угол наклона желоба. /17,5°/

31. Рудничный поезд массой 450 т движется со скоростью 30 км/ч, развивая мощность 150 л. с. (1 л. с. = 736 Вт). Определить коэффициент трения. /0,003/

32. Электровоз на карьере, работая с постоянной мощностью, ведет поезд массой  $2 \cdot 10^5$  кг вверх по уклону 1/50 со скоростью 12 км/ч, а по уклону 1/100 со скоростью 18 км/ч. Определить силу трения, считая ее постоянной. /19,6 кН/

33. Поезд массой 500 т после прекращения тяги паровоза под действием силы трения 98 кН останавливается через время 1 мин. С какой скоростью шел поезд? /11,8 м/с/

34. Определить силу тяги, которую развивает лебедка при подъеме вагонетки массой 2 т с ускорением  $0,5 \text{ м/с}^2$ , если коэффициент трения 0,03, а угол наклона железнодорожного полотна  $30^\circ$ . /11,3 кН/

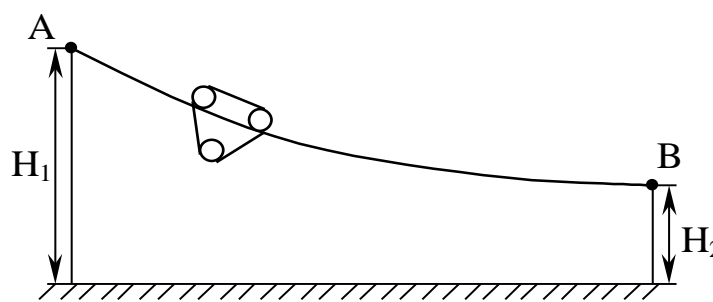
35. При испытании на наклонной горке, имеющей длину 4 м, с уклоном 0,08 вагонетка до остановки прошла по горизонтали 28 м. Найти коэффициент сопротивления движению вагонетки. /0,01/

36. Вагонетка скатывается по наклонной горке длиной 5 м. Определить путь, проходимый вагонеткой по горизонтали до остановки, и наибольшую скорость движения, если коэффициент сопротивления 0,0095. Угол наклона  $5^\circ$ . /41 м; 2,8 м/с/

37. Чему равен коэффициент сопротивления движению вагонетки, если при испытании на наклонной горке, имеющей уклон 0,1 и длину 10 м, вагонетка, перейдя на горизонтальный участок, прошла до остановки путь 190 м? /0,005/

38. Вагонетка в выработке движется со скоростью 26 км/ч. Сила торможения составляет половину силы тяжести. Какой путь пройдет вагонетка от начала торможения до полной остановки? /5,3 м/

39. Вагонетка подвесной канатной дороги скатывается из положения А без начальной скорости. Определить, пренебрегая сопротивлениями, с какой скоростью она пройдет положение В, если  $H_1 = 14$  м, а  $H_2 = 4$  м. /14 м/с/



40. Человек массой 64 кг со скоростью 5,4 км/ч движется навстречу тележке массой 32 кг, скорость которой 1,8 км/ч. Человек прыгает на тележку. С какой скоростью они будут двигаться? /3 км/ч/

### 1.3. Вращение твердого тела

41. Линейная скорость точек на окружности вращающегося диска равна 3 м/с. Точки, расположенные на 10 см ближе к оси, имеют скорость 2 м/с. Чему равна частота вращения диска? /1,6 с<sup>-1</sup>/

42. Маховик, приведенный в равноускоренное вращение, сделал 40 полных оборотов, стал вращаться с частотой 480 мин<sup>-1</sup>. Определить угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного вращения. /10 с; 5 рад/с<sup>2</sup>/

43. Маховик, находящийся в покое, начал вращаться равноускоренно. Он приобрел угловую скорость 62,8 рад/с, совершив 200 оборотов. Найти угловое ускорение маховика и продолжительность равноускоренного движения. /1,57 рад/с<sup>2</sup>; 40 с/

44. Маховое колесо, вращающееся с частотой  $240 \text{ мин}^{-1}$ , останавливается в течение  $0,5 \text{ мин}$ . Сколько оборотов оно сделало до остановки, если его движение равнозамедленное? /60/

45. Маховик, выполненный в виде диска радиусом  $0,4 \text{ м}$  и имеющий массу  $100 \text{ кг}$ , был раскручен до  $480$  оборотов в минуту и предоставлен самому себе. Под действием трения вала о подшипники маховик остановился через  $80 \text{ с}$ . Определить момент сил трения. /5 Н·м/

46. Маховик вращался, делая  $8$  оборотов в секунду. Под действием постоянного тормозящего момента  $100 \text{ Н·м}$  он остановился через  $50 \text{ с}$ . Найти момент инерции маховика. /100 кг·м<sup>2</sup>/

47. Диск радиусом  $20 \text{ см}$  и массой  $8 \text{ кг}$  вращался с частотой  $10 \text{ с}^{-1}$ . При торможении он остановился, сделав пять полных оборотов. Определить тормозящий момент. /10 Н·м/

48. Под действием вращающего момента  $40 \text{ Н·м}$  маховик из состояния покоя начал вращаться равноускоренно. Какую кинетическую энергию приобрел маховик, если его момент инерции  $80 \text{ кг·м}^2$ , а равноускоренное вращение продолжалось  $10 \text{ с}$ ? /1 кДж/

49. Ротор шахтного электродвигателя совершает  $960 \text{ об/мин}$ . После выключения он останавливается через  $10 \text{ с}$ . Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки? /-10 рад/с<sup>2</sup>; 80/

50. Крутящий момент двигателя электрической лебедки  $1,2 \text{ кН·м}$ . Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом  $0,6 \text{ м}$ , жестко связанному с ротором двигателя. Найти силу давления, необходимую для остановки ротора, если коэффициент трения равен  $0,5$ . /2 кН/

51. Вал массой  $100 \text{ кг}$  и радиусом  $5 \text{ см}$  вращался с частотой  $8 \text{ с}^{-1}$ . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $40 \text{ Н}$ , под действием которой вал остановился через  $10 \text{ с}$ . Определить коэффициент трения. /0,31/

52. Какую работу надо произвести, чтобы раскрутить маховик массой  $80 \text{ кг}$  до  $180 \text{ об/мин}$ ? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром  $1 \text{ м}$ . /3,6 кДж/

53. Была произведена работа в 1 кДж, чтобы из состояния покоя привести маховик во вращение с частотой  $8 \text{ с}^{-1}$ . Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик? /40 Дж·с/

54. Якорь двигателя делает 240 об/мин. Определить вращающий момент, если мощность двигателя 1 кВт. /40 Н·м/

55. Двигатель мощностью 3 кВт за 12 с разогнал маховик до 10 об/с. Найти момент инерции маховика. /18 кг·м<sup>2</sup>/

56. Якорь двигателя вращается с частотой  $40 \text{ с}^{-1}$ , развиваемая им мощность 3 кВт. Найти вращающий момент якоря. /12 Н·м/

57. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергии поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии? /5/7; 2/3/

58. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5 кг и катятся со скоростью 10 м/с по горизонтальной плоскости. Найти кинетическую энергию этих тел. /350 Дж; 375 Дж/

59. Сплошной цилиндр и шар, двигаясь с одинаковой скоростью, вкатываются вверх по наклонной плоскости. Какое из тел поднимется выше? Найти отношение высот подъема. /1,07/

60. Какую линейную скорость приобретет центр шара, если шар скатится с наклонной плоскости высотой 1 м? /3,7 м/с/

#### **1.4. Гармоническое колебательное движение**

61. Маятник для гравиметрической съемки за сутки совершил 57600 колебаний. Найти ускорение свободного падения, если длина маятника 0,56 м. /9,83 м/с<sup>2</sup>/

62. Днище вибролюка, применяемого для погрузки руды в бункер поезда из очистной камеры, совершает гармоническое колебательное движение с амплитудой 5 мм и частотой  $1500 \text{ мин}^{-1}$ . Написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.

$$/x = 0,5 \sin 50\pi t \text{ (см)}/$$



63. Стол питателя, предназначенного для погрузки руды в вагонетки, колеблется с частотой  $45 \text{ мин}^{-1}$ . Определить максимальные скорость и ускорение стола, полную энергию колебаний, если масса питателя  $1000 \text{ кг}$ , амплитуда колебаний  $72 \text{ мм}$ .  
/0,34 м/с;  $1,6 \text{ м/с}^2$ ;  $58 \text{ Дж}$ /

64. Решето рудообогатительного грохота совершает вертикальное колебательное движение с амплитудой  $5 \text{ см}$ . Найти наименьшую частоту колебаний, при которой куски руды, лежащие на решете, будут отделяться от него и подбрасываться вверх.  
/2,2  $\text{с}^{-1}$ /

65. Вибропитатель, служащий для подачи руды в дробилку, совершает колебательное движение, уравнение которого  $x = \cos \pi/2(40t + 1)$  (см). Найти амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебаний.  
/1 см; 0,1 с; 10 Гц;  $\pi/2$ /

66. Для погружения обсадных труб в глинистые отложения применяется вибровозбудитель ВО-10, амплитуда колебаний которого  $0,13 \text{ см}$ , частота вращения дебалансов  $1200 \text{ мин}^{-1}$ . Определить максимальные скорость и ускорение, написать уравнение колебаний, если начальная фаза равна нулю.  
/0,17 м/с;  $20 \text{ м/с}^2$ ;  $x = 0,13 \sin 40\pi t$  (см)/

67. Амплитуда колебаний материальной точки  $5 \text{ см}$ , период  $0,2 \text{ с}$ , начальная фаза равна нулю. Какова скорость точки в тот момент, когда ее смещение равно  $3 \text{ см}$ ?  
/1,26 м/с/

68. Точка совершает гармонические колебания по закону  $x = A \sin \omega t$ . В некоторый момент времени ее смещение равно  $5 \text{ см}$ . При увеличении фазы вдвое смещение стало  $8 \text{ см}$ . Найти амплитуду колебаний.  
/8,3 см/

69. Точка совершает гармонические колебания. Максимальная скорость точки  $10 \text{ см/с}$ , максимальное ускорение  $100 \text{ см/с}^2$ . Найти циклическую частоту колебаний, их период, амплитуду. Написать уравнение колебаний.  
/10  $\text{с}^{-1}$ ; 0,63 с; 1 см;  $x = \sin(10t + \varphi_0)$  (см)/

70. Определить полную энергию колебаний и максимальную силу взаимодействия между подъемным сосудом массой  $90 \text{ тонн}$  и армировкой ствола шахты, если амплитуда горизонтальных колебаний сосуда  $3 \text{ см}$ , а циклическая частота  $7 \text{ с}^{-1}$ .  
/2 кДж; 130 кН/

71. Под влиянием веса электродвигателя консольная балка, на которой он установлен, прогнулась на  $1 \text{ мм}$ . При каком числе оборотов якоря электродвигателя может возникнуть опасность резонанса?  
/16  $\text{с}^{-1}$ /

72. Полная энергия тела, совершающего гармонические колебания,  $5 \cdot 10^{-7}$  Дж, амплитуда колебаний 2 см. Определить смещение, при котором на тело действует сила  $2,2 \cdot 10^{-5}$  Н, и максимальную силу, действующую на тело. / $8,8 \cdot 10^{-3}$  м;  $5 \cdot 10^{-5}$  Н/

73. К спиральной пружине подвешивают снизу груз, масса которого значительно больше массы пружины. При этом пружина удлиняется на 1 см. С какой частотой будет колебаться груз, если ему дать толчок в вертикальном направлении? / $5 \text{ с}^{-1}$ /

74. Груз, подвешенный к пружине, гармонически колеблется по вертикали с периодом 0,5 с. Коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Определить массу груза. /25 г/

75. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода:  $x_1 = \sin \pi t$ ,  $x_2 = \sin(\pi t + \pi/2)$ . Определить амплитуду и начальную фазу результирующего колебания, написать уравнение результирующего колебания. /1,4 см;  $45^\circ$ ;  $x = \sqrt{2} \sin(\pi t + \pi/4)$ (см)/

76. Два совпадающих по направлению гармонических колебания одного периода с амплитудами по 2 см складываются в одно колебание с амплитудой 1 см. Найти разность фаз складываемых колебаний. / $151^\circ$ /

77. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами 10 см и 6 см складываются в одно колебание с амплитудой 14 см. Определить разность фаз складываемых колебаний. / $\pi/3$ /

78. Точка одновременно совершает два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями:  $x = 0,5 \sin t$ ,  $y = 2 \cos t$ . Найти уравнение траектории точки, построить график ее движения. / $4x^2 + y^2 / 4 = 1$ /

79. Амплитуда затухающих колебаний маятника за 5 мин уменьшилась в два раза. За какое время, считая от начального момента, амплитуда уменьшится в восемь раз? /15 мин/

80. Амплитуда затухающих колебаний за 20 с уменьшилась в два раза. Во сколько раз она уменьшится за 1 мин? /8 /

## 1.5. Механические волны

81. Источник незатухающих гармонических колебаний подчиняется закону  $x = 5 \sin 3140t$  (м). Определить смещение, скорость и ускорение точки, находящейся на расстоянии 340 м от источника, через 1 с от начала колебаний, если скорость волны 340 м/с. /0;  $1,57 \cdot 10^4$  м/с; 0/

82. Поперечная волна распространяется вдоль шнура со скоростью 15 м/с. Период колебания точек шнура 1,2 с, амплитуда 2 см. Определить длину волны, фазу, смещение для точки, отстоящей от источника на 45 м в момент времени 4 с от начала колебаний. /18 м;  $1,67\pi$ ; -1,73 см/

83. Уравнение незатухающих колебаний  $y = 0,1 \sin 0,5\pi t$  (м). Скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точек волны в момент времени 4 с после начала колебаний. Найти разность фаз для источника и точки на расстоянии 200 м от него. / $y(x) = 0,1 \sin(2\pi - \pi x/600)$  (м);  $\pi/3$ /

84. Уравнение незатухающих колебаний  $y = 4 \sin 600\pi t$  (см). Найти смещение от положения равновесия точки, лежащей на расстоянии 75 см от источника через 0,01 с после начала колебаний и разность фаз двух точек, лежащих на 10 м и 16 м от источника, если скорость волны 300 м/с.

/0,04 м ;  $12\pi$ /

85. Смещение от положения равновесия точки, находящейся на расстоянии 4 см от источника в момент времени  $T/6$ , равно половине амплитуды. Найти длину волны. /0,48 м/

86. Уравнение незатухающих колебаний  $y = \sin 2,5\pi t$  (см). Найти смещение от положения равновесия, скорость, ускорение точки, отстоящей от источника на 20 м, для времени 1 с после начала колебаний при скорости волны 100 м/с. /0; 7,85 см/с; 0/

87. Уравнение незатухающих колебаний  $y = 0,1 \sin 0,5\pi t$  (м). Записать уравнение волны, если скорость волны 300 м/с. Написать уравнение колебаний для точки, отстоящей от источника на 600 м.

/ $y(x, t) = 0,1 \sin 0,5\pi(t - x/300)$  (м);  $y(t) = 0,1 \sin 0,5\pi(t - 2)$  (м)/

88. Поперечная волна распространяется вдоль шнура со скоростью 15 м/с. Период колебаний точек шнура 1,2 с, амплитуда 2 см. Определить скорость и ускорение для точки, отстоящей от источника на 45 м, в момент времени 4 с от начала колебаний. /5,3 см/с ; 47,5 см/с<sup>2</sup>/

89. Уравнение незатухающих колебаний источника  $y = 5 \cos \omega t$  (см). Определить смещение от положения равновесия точки, отстоящей от источника на  $1/12$  длины волны, для момента времени, равного  $1/6$  периода. Найти разность фаз колебаний этой точки и источника. /4,4 см;  $-\pi/6$ /

90. Плоская волна распространяется со скоростью 20 м/с вдоль прямой. Две точки, находящиеся на этой прямой на расстояниях 12 м и 15 м от источника волн, колеблются с разностью фаз  $0,75\pi$ . Найти длину волны, определить смещение указанных точек в момент времени 1,2 с, если амплитуда колебаний 0,1 м. Написать уравнение волны.

$$/8\text{м}; 0; 0,071\text{м}; y = 0,1 \sin 5\pi(t - x/20) \text{ (м)}/$$

91. Определить скорость распространения волн в упругой среде, если разность фаз колебаний двух точек, отстоящих друг от друга на расстоянии 15 см, равна  $\pi/2$ . Частота колебаний 25 Гц. /15 м/с/

92. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью 15 м/с. Период колебаний точек шнура 1,2 с. Определить разность фаз колебаний двух точек, лежащих на луче и отстоящих от источника волн на расстояниях 20 м и 30 м. /1,1 $\pi$ /

93. В упругой среде распространяется гармоническая волна  $y = 10^{-5} \cos(10^3 \pi t - 2x)$  (м). Определить длину волны и максимальную скорость колебаний частиц среды. /3,14 м; 3,14 м/с/

94. К одному из концов длинного стержня прикреплен вибратор, колеблющийся по закону  $y = 10^{-6} \sin 10^4 \pi t$  (м). Найти скорость точек в сечении стержня, отстоящем от вибратора на расстоянии 25 см, в момент времени  $10^{-4}$  с. Скорость волны  $5 \cdot 10^3$  м/с. /0/

95. В некоторой упругой среде распространяется гармоническая волна  $y = 0,001 \sin(2000t - 0,4x)$  (м). Определить длину волны и ее скорость.

/15,7 м;  $5 \cdot 10^3$  м/с/

96. Звуковые колебания с частотой 500 Гц и амплитудой 0,25 мм, распространяются в воздухе. Длина волны 70 см. Определить скорость распространения волны и наибольшую скорость колебаний частиц воздуха.

/350 м/с ; 0,78 м/с/

97. Найти скорость распространения упругих продольных волн в медном стержне, если плотность меди  $8,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, а модуль Юнга  $1,2 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>.

/3,8 км/с/

98. Найти скорости распространения продольных и поперечных волн в стальном стержне, если модуль растяжения  $2 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>, модуль сдвига  $0,77 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup>, а плотность стали  $7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

/5,1 км/с; 3,1 км/с/

99. Определить коэффициент сжатия горной породы - величину, обратную модулю Юнга, если скорость распространения звуковых волн в горной породе равна 4500 м/с, а плотность породы составляет  $2,3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>

/ $2,2 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/Н/

100. Стержень из дюралюминия длиной 50 см закреплен с обоих концов. Определить возможные собственные частоты продольных колебаний, если плотность  $2,7 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, модуль Юнга 70 ГПа.

/5,1 кГц; 10,2 кГц; ... /

## 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

### 2.1. Газовые законы.

101. Какой объем занимает 1 кг водорода при давлении  $10^6$  Па и температуре  $20^\circ\text{C}$ ? Молярная масса водорода  $2 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. /1,2 м<sup>3</sup>/

102. Сколько килограммов водорода требуется для наполнения воздушного шара диаметром 10 м при давлении 755 мм.рт.ст. и температуре  $30^\circ\text{C}$ ? /42 кг/

103. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и температура  $16^\circ\text{C}$ . Молярная масса кислорода  $32 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

/16 кг/

104. Баллон емкостью 20 л содержал кислород при  $15^\circ\text{C}$ . Когда часть кислорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $5,1 \cdot 10^5$  Па. Какую массу кислорода израсходовали? /0,14 кг/

105. Определить среднюю плотность сжатого воздуха в рудничной воздухопроводной сети, если давление воздуха в компрессоре составляет  $7 \cdot 10^5$  Па, а давление у воздухоприемников  $6 \cdot 10^5$  Па. Температура воздуха в начале и конце сети равна  $27^\circ\text{C}$  и  $7^\circ\text{C}$ . Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль. /7,8 кг/м<sup>3</sup>/

106. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом  $\text{C}_2\text{H}_2$  при температуре  $27^\circ\text{C}$  до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена израсходована, если давление в баллоне при температуре  $-23^\circ\text{C}$  стало равным 14 МПа? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

/0,83 кг/

107. В баллоне объемом 10 л находится гелий под давлением  $10^6$  Па и при температуре 300 К. После того как из баллона было взято 10 г гелия, температура в баллоне понизилась до 290 К. Определить давление гелия, оставшегося в баллоне. Молярная масса гелия  $4 \cdot 10^{-3}$  кг/моль.

/3,6 · 10<sup>5</sup> Па/

108. Баллон емкостью 15 л содержит 7 г азота и 4,5 г водорода при температуре 27°C. Определить давление смеси газов. Молярная масса азота 0,028 кг/моль, водорода 0,002 кг/моль. /4,2·10<sup>5</sup> Па/

109. Какой объем при нормальных условиях занимает смесь азота массой 1 кг и гелия массой 1 кг? /6,4 м<sup>3</sup>/

110. Баллон содержит 80 г кислорода и 320 г аргона. Давление смеси 10<sup>6</sup> Па, температура 300 К. Определить объем баллона. /26 л/

111. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°C. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450°C. Взорвется ли баллон, если известно, что при этой температуре он может выдержать давление не более 9,8 МПа? Начальное давление в баллоне 4,8 МПа.

/Да/

112. Температура взрыва гремучей смеси, то есть температура, до которой нагреты в первый момент газообразные продукты взрыва, достигает в среднем 2600°C, если взрыв происходит внутри замкнутого пространства. Во сколько раз давление при взрыве гремучего газа превосходит давление смеси до взрыва, если последнее равно 10<sup>5</sup> Па, а начальная температура 17°C? /10/

113. В воздухоподогреватель парового котла подается вентилятором 13·10<sup>4</sup> м<sup>3</sup>/ч воздуха при температуре 30 °С. Найти объемный расход воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если нагрев его производится до 400°C при постоянном давлении. /29·10<sup>4</sup> м<sup>3</sup>/ч/

114. Наружный воздух, предварительно подогреваясь от температуры -23°C до 27°C, поступает через вентиляционную камеру в туннель метрополитена. Во сколько раз изменяется при этом объем воздуха? Давление считать постоянным. /1,2/

115. Компрессор, обеспечивающий работу отбойных молотков в забое, засасывает из атмосферы 100 л воздуха в секунду при давлении 1 атм. Сколько отбойных молотков может работать от этого компрессора, если для каждого молотка необходимо 100 см<sup>3</sup> воздуха в секунду при давлении 50 атм ? /20/

116. Поршневой компрессор всасывает в минуту 3 м<sup>3</sup> воздуха при 17°C и давлении 750 мм рт. ст. и нагнетает его в резервуар объемом 8,5 м<sup>3</sup>. За какое время давление в резервуаре поднимется до 0,7 МПа, если температура в нем будет постоянная? /17 мин/

117. Воздух, поступая в подающий ствол шахты при температуре  $2^{\circ}\text{C}$  и давлении 760 мм рт. ст., имеет на выходе вентиляционного ствола температуру  $20^{\circ}\text{C}$  и давление 740 мм рт. ст. Найти, во сколько раз объем выходящего из шахты воздуха больше объема поступающего, если размеры стволов одинаковые? /1,1/

118. Шар-зонд заполнен газом при  $27^{\circ}\text{C}$  до давления 1,05 атм. После подъема шара на высоту, где давление 0,8 атм, объем шара увеличился на 5 % и давление стало отличаться от внешнего на 0,05 атм. Определить температуру воздуха на этой высоте, предполагая, что газ в шаре принял эту же температуру. / $-18^{\circ}\text{C}$ /

119. В двигателе Дизеля сжимается адиабатически воздух, в результате чего его температура поднимается, достигая температуры воспламенения нефти  $800^{\circ}\text{C}$ . До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $\gamma = 1,4$ . /48 атм; 16/

120. По данным автоматической станции «Венера-6» на высоте 20 км от поверхности температура составляла  $325^{\circ}\text{C}$ , а давление 27 атм. В месте посадки «Венеры-7» температура  $475^{\circ}\text{C}$ , а давление 90 атм. Вычислить  $\gamma$ , если установлено, что закон изменения температуры близок к адиабатическому. /1,2/

## **2.1. Молекулярно-кинетическая теория**

121. Современные вакуумные насосы позволяют понижать давление до  $10^{-15}$  мм рт. ст. Сколько молекул газа содержится в объеме  $1\text{ см}^3$  при указанном давлении и температуре  $27^{\circ}\text{C}$  ? /30/

122. В баллоне емкостью  $0,05\text{ м}^3$  находятся 120 молей газа под давлением 6 МПа. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы газа. / $6,2 \cdot 10^{-21}$  Дж/



123. Газ занимает объем 10 л под давлением 0,4 МПа. Найти суммарную кинетическую энергию поступательного движения молекул.

/6 кДж/

124. Найти полную кинетическую энергию всех молекул азота в объеме 12,3 л при нормальном давлении. Чему равна кинетическая энергия одной молекулы азота, если температура газа 17°C?

/3,1 кДж ,  $10^{-20}$  Дж/

125. Мегатонная бомба взрывается в подземной полости, радиус которой 100 м. Каким будет давление в полости, если при взрыве выделяется энергия  $4 \cdot 10^{15}$  Дж ? Если давление окажется выше давления окружающих пород, то полость прорвется наружу. На какой глубине должна находиться эта полость, если средняя плотность пород  $3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

/640 МПа; 22 км/

126. В момент взрыва атомной бомбы развивается температура порядка  $10^7$  К. Считая, что при такой температуре все молекулы полностью диссоциированы на атомы, а атомы ионизованы, найти среднюю квадратичную скорость иона водорода ( $\mu = 0,001$  кг/моль).

/5 · 10<sup>5</sup> м/с/

127. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH<sub>4</sub> до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20°C, а после него 2600°C. Молярная масса 0,016 кг/моль.

/680 м/с;  $2,1 \cdot 10^3$  м/с/

128. Во сколько раз средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше средней квадратичной скорости пылинки массой  $10^{-8}$  г, находящейся среди молекул кислорода? Пылинку рассматривать как крупную молекулу.

/1,4 · 10<sup>7</sup>/

129. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки  $10^{-10}$  г. Температура газа 27°C. Определить средние квадратичные скорости и средние энергии поступательного движения молекулы азота и пылинки.

/5,2 · 10<sup>2</sup> м/с;  $6,2 \cdot 10^{-21}$  Дж;  $3,5 \cdot 10^{-4}$  м/с;  $6,2 \cdot 10^{-21}$  Дж/

130. Из ядра атома радия вылетают альфа-частицы ( $\mu = 0,004$  кг/моль) со скоростью  $1,5 \cdot 10^7$  м/с. При какой температуре атомы гелия имели бы такую же среднюю квадратичную скорость?

/3,6 · 10<sup>10</sup> К/

131. Плотность некоторого газа при нормальных условиях 0,9 кг/м<sup>3</sup>. Найти среднюю квадратичную скорость молекул газа.

/580 м/с/

132. Колба объемом 4 л под давлением 0,2 МПа содержит 0,6 г водорода. Определить среднюю квадратичную скорость молекул.

/2 км/с/

133. При какой температуре средняя арифметическая скорость молекул гелия равна 2 км/с? ( $\mu = 0,004$  кг/моль)

/480°С/

134. Сосуд содержит 1 г азота при температуре 7°С. Найти среднюю суммарную кинетическую энергию поступательного движения всех молекул.

/125 Дж/

135. Определить кинетическую энергию одной молекулы, одного моля и 1 кг воздуха при температуре 27°С.

/ $10^{-20}$  Дж; 6,2 кДж; 220 кДж/

136. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре 350 К, а также кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.

/ $4,8 \cdot 10^{-21}$  Дж; 360 Дж/

137. Найти внутреннюю энергию кислорода массой 20 г при температуре 10°С. Какая энергия приходится на долю поступательного и на долю вращательного движения молекул?

/3,7 кДж; 2,2 кДж; 1,5 кДж/

138. Энергия поступательного движения молекул азота, находящегося в баллоне объемом 20 л, равна 5 кДж, а средняя квадратичная скорость 2 км/с. Найти массу азота в баллоне и давление, под которым он находится.

/2,5 г; 170 кПа/

139. Двухатомный газ массой 1 кг находится под давлением 80 кПа и имеет плотность 4 кг/м<sup>3</sup>. Найти энергию теплового движения молекул газа при этих условиях.

/50 кДж/

140. Найти полную кинетическую энергию и кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы аммиака NH<sub>3</sub> при температуре 27°С.

/ $1,2 \cdot 10^{-20}$  Дж;  $6,2 \cdot 10^{-21}$  Дж/

### **2.3. Термодинамика. Теплоемкость идеального газа**

141. Масса моля газа 0,016 кг/моль,  $\gamma = 1,33$ . Определить удельные теплоемкости при постоянном давлении и при постоянном объеме.

/1,56 кДж/(кг·К) ; 2,08 кДж/(кг·К)/

142. Вычислить удельные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении окиси углерода CO, принимая этот газ за идеальный.

$$/0,743 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}); 1,04 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})/$$

143. Плотность некоторого двухатомного газа при нормальных условиях  $1,43 \text{ кг}/\text{м}^3$ . Какова масса моля газа, чему равны его молярные и удельные теплоемкости при постоянных объеме и давлении?

$$/0,032 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}, 20,8 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}); 29,1 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}); 0,65 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}); 0,91 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})/$$

144. Разность удельных теплоемкостей некоторого двухатомного газа равна  $260 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ . Найти молярную массу газа и его удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении.

$$/0,032 \text{ кг}/\text{моль}; 0,65 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}); 0,91 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})/$$

145. Определить массу одного моля газа, если разность его удельных теплоемкостей при постоянном давлении и при постоянном объеме равна  $2,08 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .

$$/0,004 \text{ кг}/\text{моль}/$$

146. В сосуде объемом 6 л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость этого газа при постоянном объеме.

$$/5,6 \text{ Дж}/\text{К}/$$

147. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости при постоянном объеме и постоянном давлении соответственно равны  $10,4 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$  и  $14,6 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ .

$$/20,8 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}); 29,1 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})/$$

148. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса  $0,004 \text{ кг}/\text{моль}$ , а отношение теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме  $1,67$ .

$$/3,12 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К}); 5,2 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})/$$

149. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем 5 л. Вычислить теплоемкость этого газа при постоянном объеме.

$$/2,8 \text{ Дж}/\text{К}/$$

150. Найти удельную теплоемкость при постоянном объеме некоторого многоатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях  $0,80 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

$$/1,4 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})/$$

## 2.4. Первый закон термодинамики

151. На сжатие азота при постоянном давлении была затрачена работа 12 кДж. Найти изменение внутренней энергии и затраченное количество теплоты.

/30 кДж; 42 кДж/

152. При постоянном давлении на  $200^\circ$  нагреваются 7 кг водорода. Найти изменение внутренней энергии, работу расширения и количество теплоты, сообщенное водороду.

/14,6 МДж; 5,8 МДж; 20,4 МДж/

153.  $8 \text{ м}^3$  водорода находились под постоянным давлением 0,5 МПа и были нагреты от  $7^\circ\text{C}$  до  $107^\circ\text{C}$ . Определить изменение внутренней энергии газа, работу расширения и количество теплоты, переданное газу.

/3,6 МДж; 1,4 МДж; 5,0 МДж/

154. На сколько градусов можно нагреть 8 г азота при постоянном давлении, если газу передано количество теплоты, равное 600 Дж?

/72°/

155. В цилиндре содержится 2 г водорода при нормальных условиях. Газ нагревают изобарически до температуры  $100^\circ\text{C}$ . Вычислить количество затраченного тепла и работу расширения.

/2,9 кДж; 0,83 кДж/

156. Какое количество теплоты для нагревания от  $50^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  надо сообщить азоту массой 28 г, который находится в цилиндре с подвижным поршнем? Чему равна при этом процессе работа расширения?

/1,46 кДж; 0,42 кДж/

157. В двигателе внутреннего сгорания температура газообразных продуктов сгорания поднимается от  $600^\circ\text{C}$  до  $2000^\circ\text{C}$ . Найти количество теплоты, подведенное к 1 кг газа при постоянном давлении, изменение его внутренней энергии и совершенную работу, если удельные теплоемкости при постоянных давлении и объеме соответственно равны  $1,25 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$  и  $0,96 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ .

/1,75 МДж; 1,34 МДж; 0,41 МДж/

158. В закрытом баллоне находится 2 г водорода при нормальных условиях. Газ нагревают до  $100^\circ\text{C}$ . Найти количество подведенной теплоты.

/2,1 кДж/

159. В закрытом сосуде находятся 14 г азота при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  и давлении 0,1 МПа. После нагревания давление азота повысилось на 0,4 МПа. Какое количество теплоты было сообщено газу? /12 кДж/

160. Водород занимает объем  $10\text{ м}^3$  при давлении 0,1 МПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления 0,3 МПа. Определить изменение внутренней энергии газа и количество теплоты, сообщенное газу.

/5 МДж; 5 МДж/

161. В сосуде находится 3,2 г кислорода при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Объем газа при постоянной температуре удваивается. Вычислить работу, совершенную газом, и количество теплоты, сообщенное ему.

/0,17 кДж; 0,17 кДж/

162. Определить мощность на валу компрессора производительностью  $25\text{ м}^3$  в минуту, работающего на подземную воздушную сеть, если первоначальное давление 1 атм, а давление, развиваемое компрессором в конце изотермического сжатия, составляет 7 атм.

/80 кВт/

163. При изотермическом процессе расширения 1,2 кг азота было сообщено 120 кДж теплоты. Найти, во сколько раз уменьшилось давление азота, если температура  $7^{\circ}\text{C}$  ?

/3,3/

164. 1,25 кг азота, взятого при нормальных условиях, подвергаются изотермическому сжатию. Найти работу, необходимую для сжатия азота, если в результате этого процесса объем газа уменьшается в три раза.

/110 кДж/

165. Определить молярную массу газа, если при изотермическом сжатии 2 кг этого газа давление увеличилось в три раза. Температура газа  $27^{\circ}\text{C}$ . Работа сжатия составляет 1,37 МДж.

/0,004 кг/моль/

166. Водород массой 12 г расширяется изотермически при сообщении ему 10,4 кДж теплоты. Температура газа  $27^{\circ}\text{C}$ . Во сколько раз увеличивается его объем?

/2/

167. Азот массой 2 г, имевший температуру 300 К, был адиабатически сжат так, что его объем уменьшился в 10 раз. Определить конечную температуру газа и работу сжатия.

/754 К; 674 Дж/

168. Сероводород  $\text{H}_2\text{S}$  массой 6 кг при температуре  $27^{\circ}\text{C}$  сжали адиабатически так, что давление его увеличилось в два раза. Найти конечную температуру и изменение внутренней энергии газа.

/357 К; 250 кДж/

169. Азот, адиабатически расширяясь, совершает работу 480 кДж. Найти конечную температуру газа, если до расширения его температура была 362 К. Масса азота 12 кг. /308 К/

170. При адиабатическом процессе расширения внутренняя энергия кислорода уменьшилась на 8,38 кДж. Вычислить массу кислорода, если начальная температура его 47°C, а объем увеличился в 10 раз. /0,067 кг/

### **1.5. Цикл Карно**

171. Тепловая машина работает по обратимому циклу Карно. Температура нагревателя 227°C. Определить термический коэффициент полезного действия цикла и температуру охладителя, если за счет каждого килоджоуля теплоты, полученной от нагревателя, машина совершает работу 350 Дж. /35 %; 325 К/

172. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится ежечасно 270 МДж теплоты с помощью холодильника при 9°C. Определить полезную мощность установки, если количество подводимой в час теплоты равно 900 МДж. При какой температуре подводится теплота? /175 кВт; 940 К/

173. При круговом процессе газ совершает работу 1 кДж и отдает охладителю 4 кДж теплоты. Определить коэффициент полезного действия цикла. /20 %/

174. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в три раза выше, чем температура холодильника. Нагреватель передал газу 42 кДж теплоты. Какую работу совершил газ? /28 кДж/

175. Нагреватель тепловой машины, работающей по циклу Карно, имеет температуру 200°C. Какова температура холодильника, если за счет теплоты, полученной от нагревателя и равной 4190 Дж, машина совершает работу 1680 Дж? /284 К/

176. Газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя  $200^{\circ}\text{C}$ . Определить температуру холодильника, если  $3/4$  теплоты, полученной от нагревателя, газ отдает холодильнику. / $82^{\circ}\text{C}$ /

177. Совершая цикл Карно, газ получил от нагревателя количество теплоты, равное  $4,19$  кДж, и совершил работу  $1$  кДж. Температура нагревателя  $100^{\circ}\text{C}$ . Вычислить температуру холодильника. / $11^{\circ}\text{C}$ /

178. Совершая цикл Карно, газ получил от нагревателя количество теплоты  $8,36$  кДж. Найти количество теплоты, отданное холодильнику, если термический КПД цикла равен  $0,3$ . Какую работу совершил газ?  
/ $5,85$  кДж;  $2,5$  кДж/

179. Совершая цикл Карно, газ отдал холодильнику  $0,25$  теплоты, полученной от нагревателя. Определить температуру холодильника, если температура нагревателя  $500$  К. / $125$  К/

180. При прямом цикле Карно тепловая машина совершает работу, равную  $200$  Дж. Температура нагревателя  $375$  К, холодильника  $300$  К. Найти количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя.  
/1 кДж/

## **2.6. Жидкости**

181. Глицерин поднялся в капиллярной трубке с диаметром канала  $1$  мм на высоту  $21,8$  мм. Определить коэффициент поверхностного натяжения глицерина. Считать смачивание полным. / $0,064$  Н/м/

182. Определить средний диаметр капилляров горной породы, если вода поднимается по ним в шахте на высоту  $3$  м при  $10^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент поверхностного натяжения воды  $0,075$  Н/м. / $0,01$  мм/

183. Какова будет высота столбика ртути в барометрической трубке диаметром  $2$  мм, если атмосферное давление  $0,95 \cdot 10^5$  Па? Несмачивание считать полным. Коэффициент поверхностного натяжения ртути  $0,5$  Н/м. Какова была бы высота столбика ртути, если бы поверхностное натяжение отсутствовало?  
/ $0,707$  м;  $0,715$  м/

184. В одной и той же трубке вода поднимается на высоту 6 см, а керосин на высоту 3,12 см. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , коэффициент поверхностного натяжения  $0,072 \text{ Н/м}$ . Плотность керосина  $800 \text{ кг/м}^3$ . Чему равен его коэффициент поверхностного натяжения? /0,03 Н/м/

185. В капиллярных трубках одинакового диаметра вода поднимается на высоту 6 см, а спирт на высоту 2,3 см. Найти отношение коэффициентов поверхностного натяжения указанных веществ. Плотности воды и спирта соответственно равны  $1000 \text{ кг/м}^3$  и  $800 \text{ кг/м}^3$ . /3,3/

186. Диаметры колен U-образной стеклянной трубки равны 0,8 мм и 2,8 мм. Найти разность уровней жидкости в обоих коленах при заполнении трубки водой ( $\alpha = 0,073 \text{ Н/м}$ ). /2,7 см/

187. На нижнем конце трубки диаметром 0,2 см повисла шарообразная капля воды ( $\alpha = 0,073 \text{ Н/м}$ ). Найти диаметр этой капли. /4,4 мм/

188. В воду опущена на очень малую глубину стеклянная трубка с диаметром канала 1 мм. Найти массу воды, вошедшей в трубку. /23 мг/

189. Какую силу надо приложить, чтобы оторвать друг от друга (без сдвига) две смоченные водой фотопластинки размером 9 см х 12 см? Толщина водяной прослойки между пластинками 0,05 мм. Смачивание считать полным. /31 Н/

190. Между двумя вертикальными плоскопараллельными стеклянными пластинками, находящимися на расстоянии 0,25 мм друг от друга, налита жидкость. Найти плотность жидкости, если высота поднятия жидкости между пластинками 3,1 см. Смачивание считать полным. Коэффициент поверхностного натяжения жидкости  $0,03 \text{ Н/м}$ . /790 кг/м<sup>3</sup>/

191. Воздушный пузырек диаметром 2 мкм находится в воде у самой ее поверхности. Определить плотность воздуха в пузырьке, если воздух над поверхностью воды находится при нормальных условиях. /3,2 кг/м<sup>3</sup>/

192. Определить давление воздуха в воздушном пузырьке диаметром 0,01 мм, находящемся на глубине 20 см под поверхностью воды. Атмосферное давление  $101,7 \text{ кПа}$ . /133 кПа/

193. Две капли ртути ( $\alpha = 0,5 \text{ Н/м}$ ) радиусом 1 мм каждая слились в одну большую каплю. Какая энергия выделится при этом слиянии? /2,6 мкДж/



194. На сколько уменьшится потенциальная энергия поверхностной пленки при слиянии двух капель воды радиусом 1 мм каждая в одну каплю? Коэффициент поверхностного натяжения 0,073 Н/м.

/0,37 мкДж/

195. Какую работу против сил поверхностного натяжения надо совершить, чтобы разделить сферическую каплю ртути радиусом 3 мм на две одинаковые капли ( $\alpha = 0,5\text{Н/м}$ )?

/15 мкДж/

196. Найти добавочное давление внутри мыльного пузыря диаметром 10 см. Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть этот пузырь? Коэффициент поверхностного натяжения мыльной воды равен 0,04 Н/м.

/3,2 Па; 2,5 мДж/

197. Какую энергию надо затратить, чтобы выдуть мыльный пузырь радиусом 6 см? Каково будет добавочное давление внутри этого пузыря? Коэффициент поверхностного натяжения мыльной воды равен 0,04 Н/м.

/3,6 мДж; 2,7 Па/

198. Определить работу против сил поверхностного натяжения, произведенную над пленкой мыльного пузыря, если при выдувании его диаметр возрастает от 3 до 30 см, а коэффициент поверхностного натяжения 0,03 Дж/м<sup>2</sup>.

/17 мДж/

199. Какую работу надо совершить, чтобы, выдувая мыльный пузырь, увеличить его диаметр от 1 см до 11 см? Считать процесс изотермическим. Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора равен 0,04 Дж/м<sup>2</sup>.

/3 мДж/

200. Какую работу против сил поверхностного натяжения надо совершить, чтобы увеличить вдвое объем мыльного пузыря радиусом 1 см? Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора 0,043 Н/м.

/64 мкДж/