

## Индивидуальное домашнее задание № 1

Номер варианта ИДЗ соответствует последней цифре в зачетной книжке.

Номера задач для выполнения ИДЗ представлены в таблице.

Вариант	Номера задач									
	0	1	29	5	44	54	11	66	76	16
126		103	134	144	111	159	169	179	184	191
1	2	30	6	45	55	12	67	77	17	92
	125	104	135	145	112	160	170	180	185	192
2	21	31	7	46	56	13	68	78	18	93
	124	105	136	146	151	161	171	113	186	193
3	22	32	37	47	57	14	69	79	19	94
	123	106	137	147	152	162	172	114	187	194
4	23	33	38	48	58	15	70	80	20	95
	122	127	138	148	153	163	173	115	188	195
5	24	34	39	49	59	61	71	81	86	96
	121	128	139	150	154	164	171	116	189	196
6	25	35	40	50	60	62	72	82	87	97
	120	129	140	107	155	165	175	118	149	197
7	26	36	41	51	8	63	73	83	88	98
	119	130	141	108	156	166	176	181	117	198
8	27	3	42	52	9	64	74	84	89	99
	102	132	142	109	157	167	177	182	131	199
9	28	4	43	53	10	65	75	85	90	100
	101	133	143	110	158	168	178	183	190	200

### ИДЗ № 1

1. Точка движется по окружности радиусом  $R = 4$  м. Закон ее движения выражается уравнением  $s = A + Bt^2$ , где  $A = 8$  м;  $B = -2$  м/с<sup>2</sup>. Найти момент времени  $t$ , когда нормальное ускорение точки  $a_n = 9$  м/с<sup>2</sup>; скорость  $v$ ; тангенциальное  $a_m$  и полное  $a$  ускорения точки в этот момент времени.

2. Две материальные точки движутся согласно уравнениям:  $x_1 = A_1t + B_1t^2 + C_1t^3$  и  $x_2 = A_2t + B_2t^2 + C_2t^3$ , где  $A_1 = 4$  м/с;  $B_1 = 8$  м/с<sup>2</sup>;  $C_1 = -16$  м/с<sup>3</sup>;  $A_2 = 2$  м/с;  $B_2 = -4$  м/с<sup>2</sup>;  $C_2 = 1$  м/с<sup>3</sup>. В какой момент времени  $t$  ускорения этих точек будут одинаковы? Найти скорости  $v_1$  и  $v_2$  точек в этот момент.

3. Шар массой  $m_1 = 10$  кг сталкивается с шаром массой  $m_2 = 4$  кг. Скорость первого шара  $v_1 = 4$  м/с, второго  $v_2 = 12$  м/с. Найти общую скорость  $v$  шаров после удара в двух случаях: когда малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении, и когда шары движутся навстречу друг другу. Удар считать прямым, центральным, неупругим.

4. В лодке массой  $M = 240$  кг стоит человек массой  $m = 60$  кг. лодка плывет со скоростью  $v = 2$  м/с. Человек прыгает с лодки в горизонтальном направлении со скоростью  $v = 4$  м/с (относительно лодки). Найти скорость лодки после прыжка человека: вперед по движению лодки; в сторону, противоположную движению лодки.

5. Человек, стоявший в лодке, сделал 6 шагов вдоль лодки и остановился. На сколько шагов передвинулась лодка, если масса лодки в 2 раза больше массы человека или в 2 раза меньше?

6. Из пружинного пистолета выстрелили пулькой, масса которой  $m = 5$  г. Жесткость пружины  $k = 1,25$  кН/м. Пружина была сжата на  $\Delta l = 8$  см. Определить скорость пульки при вылете ее из пистолета.

7. Шар массой  $m_1 = 200$  г, движущийся со скоростью  $v_1 = 10$  м/с, ударяет неподвижный шар массой  $m_2 = 800$  г. Удар прямой, центральный, абсолютно упругий. Определить скорости шаров после удара.

8. Шар, двигавшийся горизонтально, столкнулся с неподвижным шаром и передал ему 64% своей кинетической энергии. Шары абсолютно упругие, удар прямой, центральный. Во сколько раз масса второго шара больше массы первого?

9. Цилиндр, расположенный горизонтально, может вращаться около оси, совпадающей с осью цилиндра. Масса цилиндра  $m_1 = 12$  кг. На цилиндр намотали шнур, к которому привязали гирию массой  $m_2 = 1$  кг. С каким ускорением будет опускаться гирия? Какова сила натяжения шнура во время движения гири?

10. Через блок, выполненный в виде колеса, перекинута нить, к концам которой привязаны грузы с массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 300$  г. Массу колеса  $M = 200$  г считать равномерно распределенной по ободу, массой спиц пренебречь. Определить ускорение, с которым будут двигаться грузы и силы натяжения нити по обе стороны блока.

11. Двум одинаковым маховикам, находящимся в покое, сообщили одинаковую угловую скорость  $\omega = 63$  рад/с и предоставили их самим себе. Под действием сил трения первый маховик остановился через одну минуту, а второй сделал до полной остановки  $N = 360$  оборотов. У какого маховика тормозящий момент был больше и во сколько раз?

12. Шар скатывается с наклонной плоскости высотой  $H = 90$  см. Какую линейную скорость будет иметь центр шара в тот момент, когда шар скатится с наклонной плоскости?

13. На верхней поверхности горизонтального диска, который может вращаться вокруг оси, проложены по окружности радиуса  $r = 50$  см рельсы игрушечной железной дороги. Масса диска  $m_1 = 10$  кг, его радиус  $R = 60$  см. На рельсы неподвижного диска был поставлен заводной паровозик массой  $m = 1$  кг и выпущен из рук. Он начал двигаться относительно рельс со скоростью  $v = 0,8$  м/с. С какой угловой скоростью будет вращаться диск?

14. Платформа в виде диска вращается по инерции около вертикальной оси с частотой  $n_1 = 15$  об/мин. На краю платформы стоит человек. Когда человек перешел в центр платформы, частота возросла до  $n_2 = 25$  об/мин. Масса человека  $m = 70$  кг. Определить массу  $M$  платформы. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

15. Искусственный спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $H = 3200$  км над поверхностью Земли. Определить линейную скорость спутника.

16. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени смещение точки  $x = 5$  см, скорость ее  $v = 20$  см/с и ускорение  $a = -80$  см/с<sup>2</sup>. Найти циклическую частоту и период колебаний; фазу колебаний в рассматриваемый момент времени и амплитуду колебаний.

17. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \sin \omega t$ , где  $A = 5$  см;  $\omega = 2\pi$  с<sup>-1</sup>. Найти момент времени (ближайший к началу отсчета), в который потенциальная энергия точки  $\Pi = 10^{-4}$  Дж, а возвращающая сила  $F = 5 \cdot 10^{-3}$  Н. Определить также фазу колебаний в этот момент времени.

18. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой, имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз складываемых колебаний.

19. Точка совершает одновременно два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями:  $x = A_1 \cos \omega_1 t$  и  $y = A_2 \cos \omega_2 (t + \tau)$ , где  $A_1 = 4$  см;  $\omega_1 = \pi$  с<sup>-1</sup>;  $A_2 = 8$  см;  $\omega_2 = \pi$  с<sup>-1</sup>;  $\tau = 1$  с. Найти уравнение траектории и начертить ее с соблюдением масштаба.

20. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью  $v = 15$  м/с. Период колебаний точек шнура  $T = 1,2$  с. Определить разность фаз  $\Delta\phi$  колебаний двух точек, лежащих на луже и отстоящих от источника волн на расстояниях  $x_1 = 20$  м и  $x_2 = 30$  м.

21. Колесо радиусом  $R = 0,3$  м вращается согласно уравнению  $\phi = At + Bt^2$ , где  $A = 1$  рад/с;  $B = 0,1$  рад/с<sup>3</sup>. Определить полное ускорение точек на окружности колеса в момент времени  $t = 2$  с.

22. Движения двух материальных точек выражаются уравнениями  $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $x_2 = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $A_1 = 20$  м;  $B_1 = 2$  м/с;  $C_1 = -4$  м/с<sup>2</sup>;  $A_2 = 2$  м;  $B_2 = 2$  м/с;  $C_2 = 0,5$  м/с<sup>2</sup>. В какой момент времени скорости этих точек будут одинаковы? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?

23. Материальная точка движется по окружности радиусом  $R = 2$  м согласно уравнению  $x = At + Bt^2$ , где  $A = 8$  м/с;  $B = -0,2$  м/с<sup>3</sup>. Найти скорость  $v$ , тангенциальное  $a_\tau$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорения в момент времени  $t = 3$  с.

24. Материальная точка движется прямолинейно. Уравнение движения имеет вид  $x = At + Bt^2$ , где  $A = 3$  м/с;  $B = 0,06$  м/с<sup>3</sup>. Найти скорость  $v$  и ускорение точки в моменты времени  $t_1 = 0$  и  $t_2 = 3$  с. Каковы средние значения скорости и ускорения за первые 3 с движения?

25. Точка движется по прямой согласно уравнению  $x = At + Bt^2$ , где  $A = 6$  м/с;  $B = 0,125$  м/с<sup>3</sup>. Определить среднюю скорость  $\langle \frac{\Delta s}{\Delta t} \rangle$  точки в интервале времени от  $t_1 = 2$  с до  $t_2 = 6$  с.

26. Две материальные точки движутся согласно уравнениям  $x_1 = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $x_2 = A_2 + C_2 t^2$ , где  $A_1 = 10$  м;  $B_1 = 32$  м/с;  $C_1 = -3$  м/с<sup>2</sup>;  $A_2 = 5$  м;  $C_2 = 5$  м/с<sup>2</sup>. В какой момент времени скорости этих точек одинаковы? Чему равны скорости и ускорения точек в этот момент?

27. Диск радиусом  $R = 0,2$  м вращается согласно уравнению  $x = A + Bt + Ct^3$ , где  $A = 3$  рад;  $B = -1$  рад/с;  $C = 0,1$  рад/с<sup>3</sup>. Определить тангенциальное  $a_\tau$ , нормальное  $a_n$  и полное  $a$  ускорения точек на окружности диска для момента времени  $t = 10$  с.

28. По дуге окружности радиусом  $R = 10$  м вращается точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки  $a_n = 4,9$  м/с<sup>2</sup>, вектор полного ускорения образует в этот момент с вектором нормального ускорения угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найти скорость  $v$  и тангенциальное ускорение  $a_\tau$  точки.

29. Снаряд массой  $m = 10$  кг обладал скоростью  $v = 300$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1 = 2$  кг получила скорость  $v_1 = 500$  м/с.

С какой скоростью и в каком направлении полетит большая часть, если меньшая полетела вперед под углом  $\alpha = 60^\circ$  к плоскости горизонта?

30. Шарик массой  $m = 200$  г ударился о стенку со скоростью  $v = 10$  м/с и отскочил от нее с такой же скоростью. Определить импульс  $p$ , полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом  $\alpha = 30^\circ$  к плоскости стенки.

31. Шарик массой  $m = 100$  г свободно падает с высоты  $h_1 = 1$  м на стальную плиту и подпрыгивает на высоту  $h_2 = 0,5$  м. Определить импульс  $p$  (по величине и направлению), сообщенный плитой шарiku.

32. Шарик массой  $m_1 = 100$  г ударился о стенку со скоростью  $v = 5$  м/с и отскочил от нее с той же скоростью. Определить импульс, полученный стенкой, если до удара шарик двигался под углом  $\alpha = 60^\circ$  к плоскости стенки.

33. На тележке, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью  $v_1 = 3$  м/с, находится человек. Человек прыгает в сторону, противоположную движению тележки. После прыжка скорость тележки изменилась и стала равной  $u_1 = 4$  м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости  $u_{2x}$  человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки  $m = 210$  кг, масса человека  $m_2 = 70$  кг.

34. Снаряд, летящий со скоростью  $v_0 = 500$  м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 20% от общей массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью  $v_1 = 200$  м/с. Определить скорость  $u_2$  большого осколка.

35. На железнодорожной платформе установлено орудие. Орудие жестко скреплено с платформой. Масса платформы и орудия  $M = 20$  т. Орудие производит выстрел под углом  $\alpha = 60^\circ$  к линии горизонта в направлении пути. Какую скорость  $u_1$  приобретает платформа с орудием вследствие отдачи, если масса снаряда  $m = 50$  кг и он вылетает из канала ствола со скоростью  $u_2 = 500$  м/с?

36. Две одинаковые лодки массами  $M = 200$  кг (вместе с человеком, находящимся в лодке) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v_1 = 1$  м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают груз массой  $m = 20$  кг. Определить скорости лодок после перебрасывания грузов.

37. Шар массой  $m_1 = 2$  кг движется со скоростью  $v_1 = 3$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 4$  кг, движущимся ему навстречу со скоростью  $v_2 = 4$  м/с. Определить скорости шаров после прямого центрального удара. Удар считать абсолютно упругим.

38. Боек свайного молота массой  $m_1 = 0,6$  т падает с некоторой высоты на сваю массой  $m_2 = 150$  кг. Найти КПД бойка, считая удар неупругим. Полезной считать энергию, пошедшую на углубление сваи.

39. Шар массой  $m_1 = 6$  кг движется со скоростью  $v_1 = 2$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 4$  кг, который движется ему навстречу со скоростью  $v_2 = 5$  м/с. Найти скорость шаров после прямого центрального удара. Шары считать абсолютно упругими.

40. Молот массой  $m = 10$  кг ударяет по небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне. Масса наковальни  $M = 0,4$  т. Определить КПД удара молота при данных условиях. Удар считать неупругим. Полезной в данном случае является энергия, пошедшая на деформацию куска железа.

41. Шар массой  $m_1 = 5$  кг движется со скоростью  $v_1 = 2$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 3$  кг. Вычислить работу  $A$ , совершенную при деформации шаров при прямом центральном ударе. Шары считать неупругими.

42. Шар массой  $m_1 = 2$  кг движется со скоростью  $v_1 = 4$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 5$  кг. Определить скорости шаров после прямого центрального удара. Шары считать абсолютно упругими.

43. Деревянный шар массой  $M = 10$  кг подвешен на нити длиной  $l = 2$  м. В шар попадает горизонтально летящая пуля массой  $m = 5$  г и застревает в нем. Определить скорость  $v$  пули, если нить с шаром отклонилась от вертикали на угол  $\alpha = 3^\circ$ . Размером шара пренебречь. Удар пули считать центральным.

44. Вагон массой  $m = 40$  т движется на упор со скоростью  $v = 0,1$  м/с. При полном торможении вагона буферные пружины сжимаются на  $\Delta l = 10$  см. Определить максимальную силу  $F_{\text{max}}$  сжатия буферных пружин и продолжительность  $\Delta t$  торможения.

45. Атом распадается на две части массами  $m_1 = 1,6 \cdot 10^{-25}$  кг и  $m_2 = 2,3 \cdot 10^{-25}$  кг. Определить кинетические энергии  $T_1$  и  $T_2$  частей атома, если их общая кинетическая энергия  $T = 2,2 \cdot 10^{-11}$  Дж. Кинетической энергией и импульсом атома до распада пренебречь.

46. На покоящийся шар налетает со скоростью  $v = 4$  м/с другой шар одинаковой с ним массы. В результате столкновения шар изменил направление движения на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определить

скорости шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим.

47. На спокойной воде пруда находится лодка длиной  $l = 4$  м, расположенная перпендикулярно берегу. На корме лодки стоит человек. Масса лодки с человеком  $M = 240$  кг, масса человека  $m = 60$  кг.

Человек перешел с кормы на нос лодки. Насколько переместились при этом относительно берега человек и лодка?

48. Тело массой  $m = 0,2$  кг соскальзывает без трения с горки высотой  $h = 2$  м. Найти изменение импульса  $\Delta p$  тела.

49. Какую максимальную часть своей кинетической энергии может передать частица массой  $m_1 = 2 \cdot 10^{-22}$  г, сталкиваясь упруго с частицей массой  $m_2 = 8 \cdot 10^{-22}$  г, которая до столкновения покоилась?

50. Абсолютно упругий шар массой  $m_1 = 1,8$  кг сталкивается с покоящимся упругим шаром большей массы. В результате центрального прямого удара шар потерял 36% своей кинетической энергии. Определить массу  $m_2$  большего шара.

51. Плот массой  $M = 140$  кг и длиной  $l = 3$  м плавает на воде. На плоту находится человек, масса которого  $m = 70$  кг. С какой наименьшей скоростью  $v$  и под каким углом  $\alpha$  к плоскости горизонта должен прыгнуть человек вдоль плота, чтобы попасть на его противоположный край?

52. Лодка длиной  $l = 3$  м и массой  $M = 120$  кг стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами  $m_1 = 60$  кг и  $m_2 = 90$  кг. Насколько сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки пройдут по лодке и поменяются местами?

53. С какой скоростью вылетит из пружинного пистолета шарик массой  $m = 10$  г, если пружина была сжата на  $\Delta x = 5$  см и жесткость пружины  $k = 200$  Н/м?

54. Пружина жесткостью  $k = 10^4$  Н/м сжата силой  $F = 200$  Н. Определить работу внешней силы, дополнительно сжимающей эту пружину еще на  $\Delta l = 1$  см.

55. Вагон массой  $m = 20$  т двигался со скоростью  $v = 1$  м/с. Налетев на пружинный буфер, он остановился, сжав пружину буфера на  $\Delta l = 10$  см. Определить жесткость пружины.

56. Пружина жесткостью  $k = 10^3$  Н/м была сжата на  $x_1 = 5$  см. Какую нужно совершить работу, чтобы сжатие пружины увеличить до  $x_2 = 15$  см?

57. Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, сжимает ее на  $\Delta l = 2$  мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высоты  $h = 5$  см?

58. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой  $m = 10$  г со скоростью  $v = 300$  м/с. Затвор пистолета массой  $M = 200$  г прижимается к стволу пружинной, жесткость которой  $k = 25$  кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? (Считать, что пистолет жестко закреплен.)

59. Две пружины жесткостью  $k_1 = 1$  кН/м и  $k_2 = 3$  кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию данной системы при абсолютной деформации  $\Delta l = 5$  см.

60. Две пружины жесткостью  $k_1 = 300$  Н/м и  $k_2 = 500$  Н/м скреплены последовательно. Определить работу по растяжению обеих пружин, если вторая пружина была растянута на  $\Delta l = 3$  см.

61. Диск радиусом  $R = 20$  см и массой  $m = 7$  кг вращается согласно уравнению  $\varphi = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 3$  рад;  $B = -1$  рад/с;  $C = 0,1$  рад/с<sup>3</sup>. Найти закон, по которому меняется вращающий момент, действующий на диск. Определить момент сил  $M$  в момент времени  $t = 2$  с.

62. Маховик радиусом  $R = 10$  см насажен на горизонтальную ось. На обод маховика намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m = 800$  г. Опускаясь равноускоренно, груз прошел расстояние  $s = 160$  см за время  $t = 2$  с. Определить момент инерции маховика.

63. Сплошной цилиндр скатился с наклонной плоскости высотой  $h = 15$  см. Определить скорость  $v$  поступательного движения цилиндра в конце наклонной плоскости.

64. Сплошной однородный диск катится по горизонтальной плоскости со скоростью  $v = 10$  м/с. Какое расстояние пройдет диск до остановки, если его предоставить самому себе? Коэффициент трения при движении диска равен 0,02.

65. Тонкий стержень длиной  $l = 40$  см и массой  $m = 0,6$  кг вращается около оси, проходящей через середину стержня перпендикулярно его длине. Уравнение вращения стержня  $\varphi = At + Bt^3$ , где  $A = 1$  рад/с;  $B = 0,1$  рад/с<sup>3</sup>. Определить вращающий момент  $M$  в момент времени  $t = 2$  с.

66. Диск радиусом  $R = 20$  см и массой  $m = 5$  кг вращается с частотой  $n = 8$  об/с. При торможении он остановился через время  $t = 4$  с. Определить тормозящий момент  $M$ .

67. Через неподвижный блок массой  $m = 0,2$  кг перекинут шнур, к концам которого

подвешены грузы массами  $m_1 = 0,3$  кг и  $m_2 = 0,5$  кг. Определить силы натяжения шнура  $T_1$  и  $T_2$  по обе стороны блока во время движения грузов, если массу блока можно считать равномерно распределенной по ободу.

68. Через блок радиусом  $R = 3$  см перекинули шнур, к концам которого привязаны грузы массами  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 120$  г. При этом грузы пришли в движение с ускорением  $a = 3$  м/с<sup>2</sup>. Определить момент инерции блока. Трение при вращении не учитывать.

69. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом  $R = 2$  м, стоит человек. Масса платформы  $M = 200$  кг, масса человека  $m = 80$  кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью  $v = 2$  м/с относительно платформы.

70. На скамейке Жуковского стоит человек и держит в руках стержень, расположенный вертикально по оси вращения скамейки. Скамейка с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 1$  рад/с. С какой угловой скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамейка с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамейки  $J = 6$  кг·м<sup>2</sup>. Длина стержня  $l = 2,4$  м, его масса  $m = 8$  кг. Считать, что центр тяжести стержня с человеком находится на оси платформы.

71. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол  $\varphi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную точку? Масса платформы  $M = 240$  кг, масса человека  $m = 60$  кг. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

72. Шарик массой  $m = 50$  г, привязанный к концу нити длиной  $l_1 = 1$  м, вращается с частотой  $n_1 = 1$  об/с, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси вращения до расстояния  $l_2 = 0,5$  м. С какой частотой  $n_2$  будет при этом вращаться шарик? Какую работу  $A$  совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.

73. Платформа в виде диска радиусом  $R = 1$  м вращается по инерции с частотой  $n_1 = 6$  об/мин. На краю платформы стоит человек, масса которого  $m = 80$  кг. С какой частотой будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы  $J = 120$  кг·м<sup>2</sup>. Момент инерции человека рассчитывать, как для материальной точки.

74. Человек стоит на скамейке Жуковского и ловит рукой мяч массой  $m = 0,4$  кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью  $v = 20$  м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии  $r = 0,8$  м от вертикальной оси вращения скамейки. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться скамейка Жуковского с человеком, поймавшим мяч? Считать, что суммарный момент инерции человека и скамейки  $J = 6$  кг·м<sup>2</sup>.

75. Человек стоит на скамейке Жуковского и держит в руках стержень, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Стержень служит осью вращения колеса, расположенного на верхнем конце стержня. Скамейка неподвижна, колесо вращается с частотой  $n = 10$  об/с. С какой угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться скамейка, если человек повернет стержень на угол  $180^\circ$  и колесо окажется на нижнем конце стержня? Суммарный момент инерции человека и скамейки  $J = 6$  кг·м<sup>2</sup>, радиус колеса  $R = 20$  см. Массу колеса  $m = 3$  кг можно считать равномерно распределенной по ободу. Считать, что центр тяжести с колесом находится на оси платформы.

76. Маховик, имеющий вид диска радиусом  $R = 40$  см и массой  $m = 50$  кг, может вращаться вокруг горизонтальной оси. На этой оси жестко закреплен шкив радиусом  $r = 10$  см. По касательной к шкиву приложена постоянная сила  $F = 500$  Н. Через сколько времени маховик раскрутится до частоты  $n = 1$  об/с?

77. На каком расстоянии от центра Земли находится точка, в которой напряженность суммарного гравитационного поля Земли и Луны равна нулю? Принять, что масса Земли в 81 раз больше массы Луны и что расстояние от центра Земли до центра Луны равно 60 радиусам Земли.

78. Период обращения  $T$  искусственного спутника Земли равен 2 ч. Считая орбиту спутника круговой, найти, на какой высоте над поверхностью Земли движется спутник.

79. Стационарный искусственный спутник движется по окружности в плоскости земного экватора, оставаясь все время над одним и тем же пунктом земной поверхности.

Определить угловую скорость со спутника и радиус  $R$  его орбиты.

80. На какой высоте  $h$  над поверхностью Земли напряженность  $G$  поля тяготения равна  $1 \text{ Н/кг}$ ?

81. Период обращения искусственного спутника Земли  $T = 50$  мин. Считая орбиту спутника круговой, найти, на какой высоте над поверхностью Земли движется спутник.

82. Определить работу  $A$ , которую совершают силы гравитационного поля Земли, если тело массой  $m = 1$  кг упадет на поверхность Земли: 1) с высоты, равной радиусу Земли; 2) из бесконечности.

83. На какую высоту  $h$  над поверхностью Земли поднимется ракета, пущенная вертикально вверх, если начальная скорость  $v_0$  ракеты будет равна первой космической скорости?

84. Метеорит массой  $m = 10$  кг падает из бесконечности на поверхность Земли. Определить работу, которую совершают при этом силы гравитационного поля Земли.

85. Материальная точка совершает колебания по закону синуса. Наибольшее смещение точки  $A = 20$  см, наибольшая скорость  $v_{\text{max}} = 40$  см/с. Написать уравнение колебаний и найти максимальное ускорение точки.

86. Точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \sin \omega t$ , где  $A = 5$  см;  $\omega = 2 \text{ с}^{-1}$ . В момент, когда на точку действовала возвращающая сила  $F = +5$  мН, точка обладала потенциальной энергией  $W = 0,1$  мДж. Найти этот момент времени  $t$  и соответствующую ему фазу  $\omega$  колебания.

87. Стержень длиной  $l = 40$  см колеблется около оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его верхний конец. Определить период колебаний такого маятника.

88. Материальная точка массой  $m = 0,01$  кг совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид  $x = A \sin \omega t$ , где  $A = 0,2$  м;  $\omega = 8\pi \text{ с}^{-1}$ . Найти возвращающую силу  $F$  в момент времени  $t = 0,1$  с, а также полную энергию  $E$  точки.

89. На стержне длиной  $l = 30$  см укреплены два одинаковых грузика: один — в середине стержня, другой — на одном из его концов. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину  $L$  и период  $T$  колебаний. Массой стержня пренебречь.

90. Материальная точка массой  $m = 0,1$  г колеблется согласно уравнению  $x = A \sin \omega t$ , где  $A = 5$  см;  $\omega = 20 \text{ с}^{-1}$ . Определить максимальные значения возвращающей силы  $F_{\text{max}}$  и кинетической энергии  $T_{\text{max}}$  точки.

91. Однородный диск радиусом  $R = 30$  см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Определить период  $T$  колебаний диска.

92. Диск радиусом  $R = 24$  см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. Определить частоту  $\nu$  колебаний такого физического маятника.

93. Материальная точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, происходящих согласно уравнениям:  $x = A_1 \sin \omega_1 t$ ; и  $y = A_2 \sin \omega_2 t$ , где  $A_1 = 3$  см;  $\omega_1 = 1 \text{ с}^{-1}$ ;  $A_2 = 2$  см;  $\omega_2 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Определить траекторию точки. Построить траекторию с соблюдением масштаба, указать направление движения точки.

94. Точка совершает одновременно два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями:  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $y = A_2 \sin \omega_2 t$ , где  $A_1 = 1$  см;  $\omega_1 = 0,5 \text{ с}^{-1}$ ;  $A_2 = 1$  см;  $\omega_2 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Найти уравнение траектории построить ее с соблюдением масштаба и указать направление движения.

95. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода:  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $x_2 = A_2 \sin \omega_2 (t + \tau)$ , где  $A_1 = A_2 = 1$  см;  $\omega_1 = \omega_2 = \pi \text{ с}^{-1}$ ;  $\tau = 0,5$  с. Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  результирующего колебания. Написать его уравнение.

96. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых:  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $y = A_2 \cos \omega_2 t$ , где  $A_1 = 2$  см;  $A_2 = 1$  см;  $\omega_1 = \omega_2 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Написать уравнение траектории и построить ее на чертеже; показать направление движения точки.

97. Материальная точка участвует в двух колебаниях, проходящих по одной прямой и выражаемых уравнениями:  $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$ ;  $x_2 = A_2 \cos \omega_2 t$ , где  $A_1 = 1$  см;  $A_2 = 2$  см;  $\omega_1 = \omega_2 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Найти амплитуду  $A$  сложного движения, его частоту  $\nu$ , и начальную фазу  $\varphi_0$ . Написать уравнение движения.

98. Точка участвует в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями:  $x = A_1 \cos \omega_1 t$  и  $y = A_2 \sin \omega_2 t$  где  $A_1 = 2$  см;  $A_2 = 3$  см;  $\omega_1 = 2 \omega_2$ . Найти уравнение траектории точки и построить ее на чертеже; показать направление движения точки.

99. Определить скорость  $v$  распространения волн в упругой среде, если разность фаз  $\Delta \phi$  колебаний двух точек, отстоящих друг от друга на 10 см, равна  $60^\circ$ . Частота колебаний  $\nu = 25$  Гц.

100. Две точки находятся на прямой, вдоль которой распространяются волны со скоростью  $v = 50$  м/с. Период колебаний  $T = 0,5$  с, расстояние между точками  $x = 50$  см. Найти разность фаз  $\Delta \phi$  колебаний в этих точках.

101. Вычислить массу  $m$  атома азота.

102. Плотность газа  $\rho$  при давлении  $p = 720$  мм рт. ст. и температуре  $T = 0^\circ\text{C}$  равна 1,35 г/л. Найти массу киломоля  $\mu$  газа.

103. Каково будет давление газа, в объеме  $V = 1$  см<sup>3</sup> которого содержится  $N = 10^9$  молекул, при температуре  $T_1 = 3$  К и  $T_2 = 1000$  К?

104. При температуре  $T = 35^\circ\text{C}$  и давлении  $p = 7$  атм плотность некоторого газа  $\rho = 12,2$  кг/м<sup>3</sup>. Определить относительную молекулярную массу  $M$  газа.

105. Какой объем  $V$  занимает смесь азота массой  $m_1 = 1$  кг и гелия массой  $m_2 = 1$  кг при нормальных условиях?

106. В баллоне емкостью  $V = 15$  л находится смесь, содержащая  $m_1 = 10$  г водорода,  $m_2 = 54$  г водяного пара и  $m_3 = 60$  г окиси углерода. Температура смеси  $t = 27^\circ\text{C}$ . Определить давление.

107. Найти полную кинетическую энергию, а также кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы аммиака  $\text{NH}_3$  при температуре  $T = 27^\circ\text{C}$ .

108. Определить удельные теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$  газообразной окиси углерода  $\text{CO}$ .

109. Определить удельные теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$  газа, состоящего по массе из 85% кислорода ( $\text{O}_2$ ) и 15% озона ( $\text{O}_3$ ).

110. Определить удельные теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$  смеси, содержащей  $m_1 = 3$  кг азота и  $m_2 = 1$  кг водяного пара, принимая эти газы за идеальные.

111. Молекула газа состоит из двух атомов; разность удельных теплоемкостей газа при постоянном давлении и постоянном объеме равна  $260$  Дж/(г·К). Найти молярную массу газа и его удельные теплоемкости  $c_v$  и  $c_p$ .

112. Найти среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы водорода при давлении  $p = 0,001$  мм рт. ст. и температуре  $t = 173^\circ\text{C}$ .

113. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты  $Q = 21$  кДж. Определить работу  $A$ , которую совершил при этом газ, и изменение  $\Delta U$  его внутренней энергии.

114. Водород занимает объем  $V_1 = 10$  м<sup>3</sup> при давлении  $p_1 = 0,1$  Па. Газ нагрели при постоянном объеме до давления  $p_2 = 0,3$  МПа. Определить изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа, работу  $A$ , совершенную газом, и теплоту  $Q$ , сообщенную газу.

115. Кислород при неизменном давлении  $p = 80$  кПа нагревается. Его объем увеличивается от  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> до  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>. Определить изменение  $\Delta U$  внутренней энергии кислорода, работу  $A$ , совершенную им при расширении, а также теплоту  $Q$ , сообщенную газу.

116. В цилиндре под поршнем находится азот, имеющий массу  $m = 0,6$  кг и занимающий объем  $V_1 = 1,2$  м<sup>3</sup> при температуре  $T_1 = 560$  К. В результате нагревания газ расширился и занял объем  $V_2 = 4,2$  м<sup>3</sup>, причем температура осталась неизменной. Найти изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа, совершенную им работу  $A$ , и теплоту, сообщенную газу.

117. В бензиновом автомобильном моторе степень сжатия горючей смеси равна 6,2. Смесь засасывается в цилиндр при температуре  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ . Найти температуру  $t_2$  горючей смеси в конце такта сжатия. Горючую смесь рассматривать как двухатомный идеальный газ, процесс считать адиабатным.

118. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше, чем температура охладителя. Нагреватель передал газу  $Q_1 = 41,9$  кДж теплоты. Какую работу совершил газ?

119. Найти число молей  $\nu$  и число молекул  $N$ , содержащихся в 2 кг кислорода.

120. Определить массу  $m_1$  одной молекулы воды.

121. Найти число  $N$  атомов, содержащихся в капельке ртути массой  $m = 1$  г.



122. Определить молярную массу  $\mu$  и массу  $m_1$  одной молекулы поваренной соли.
123. Определить массу  $m_1$  одного атома водорода и число  $N$  атомов, содержащихся в одном грамме водорода.
124. Найти число  $\nu$  молей и число  $n$  молекул, содержащихся в объеме  $V = 1 \text{ см}^3$  воды при температуре  $t = 4^\circ\text{C}$ .
125. Определить массу  $m_1$  одной молекулы сероуглерода  $\text{CS}_2$ . Принимая, что молекулы в жидкости имеют шарообразную форму и расположены вплотную друг к другу, определить диаметр  $d$  молекулы.
126. Определить массу  $m_1$  одной молекулы углекислого газа  $\text{CO}_2$ .
127. В баллоне емкостью  $V = 20$  л находится аргон под давлением  $p_1 = 800$  кПа и температуре  $T_1 = 325$  К. Когда из баллона было взято некоторое количество аргона, давление в баллоне понизилось до  $p_2 = 600$  кПа, а температура установилась  $T_2 = 300$  К. Определить массу  $m$  аргона, взятого из баллона.
128. Вычислить плотность  $\rho$  кислорода, находящегося в баллоне под давлением  $p = 1$  МПа при температуре  $T = 300$  К.
129. Некоторый газ находится под давлением  $p = 700$  кПа при температуре  $T = 308$  К. Определить относительную молекулярную массу газа  $M$ , если плотность газа  $\rho = 12,2 \text{ кг/м}^3$ .
130. Вычислить плотность  $\rho$  азота, находящегося в баллоне под давлением  $p = 20$  ат. Температура азота  $T = 290$  К.
131. Баллон емкостью  $V = 40$  л заполнен азотом. Температура азота  $T = 300$  К. Когда часть азота израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 400$  кПа. Определить массу  $\Delta m$  израсходованного азота. Процесс считать изотермическим.
132. Баллон емкостью  $V = 50$  л заполнен кислородом. Температура кислорода  $T = 300$  К. Когда часть кислорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 200$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.
133. Два сосуда одинаковой емкости содержат кислород. В одном сосуде давление  $p_1 = 1$  МПа и температура  $T_1 = 400$  К, в другом  $p_2 = 1,5$  МПа,  $T_2 = 250$  К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры  $T = 300$  К. Определить установившееся давление  $p$  в сосудах.
134. Давление  $p$  насыщенного водяного пара при температуре  $T = 300$  К равно  $26,7$  мм рт. ст. Определить плотность  $\rho$  водяного пара при этих условиях, принимая его за идеальный газ.
135. Баллон емкостью  $V = 30$  л содержит смесь водорода и гелия при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 0,8$  МПа. Масса смеси  $m = 24$  г. Определить массу  $m_1$  водорода и массу  $m_2$  гелия.
136. В баллоне емкостью  $V = 11,2$  л находится водород при нормальных условиях. После того как в баллон было дополнительно введено некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до  $p = 0,15$  МПа, а температура не изменилась. Определить массу гелия, введенного в баллон.
137. Сосуд емкостью  $V = 0,01 \text{ м}^3$  содержит азот массой  $m_1 = 1$  г и водород массой  $m_2 = 1$  г при температуре  $T = 280$  К. Определить давление  $p$  смеси газов.
138. Найти плотность  $\rho$  газовой смеси, состоящей по массе из одной части водорода и восьми частей кислорода при давлении  $p = 0,1$  МПа и температуре  $T = 290$  К.
139. Сосуд емкостью  $V = 0,01 \text{ м}^3$  содержит азот массой  $m_1 = 1$  г и водород массой  $m_2 = 1$  г при температуре  $T = 280$  К. Определить давление  $p$  смеси газов.
140. Баллон емкостью  $V = 15$  л содержит смесь водорода и азота при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 1,23$  МПа. Масса смеси  $m = 145$  г. Определить массу  $m_1$  водорода и массу  $m_2$  азота.
141. Газовая смесь, состоящая из кислорода и азота, находится в баллоне под давлением  $p = 1$  МПа. Считая, что масса кислорода составляет 20% от массы смеси, определить парциальные давления  $p_1$  и  $p_2$  отдельных газов.
142. Один баллон емкостью  $V_1 = 20$  л содержит азот под давлением  $p_1 = 2,5$  МПа, другой баллон емкостью  $V_2 = 44$  л содержит кислород под давлением  $p_2 = 1,6$  МПа. Оба баллона были соединены между собой и оба газа смешались, образовав однородную смесь (без изменения температуры). Найти парциальные давления  $p_1$  и  $p_2$  обоих газов в смеси и полное давление  $p$  смеси.
143. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \omega \rangle$  одной молекулы водяного пара при температуре  $T = 360$  К.

144. Найти среднюю кинетическую энергию  $\langle \omega_{\text{вращ}} \rangle$  вращательного движения одной молекулы водорода, а также суммарную кинетическую энергию  $U$  всех молекул в одном моле водорода при температуре  $T = 190$  К.
145. Определить температуру газа, если средняя кинетическая энергия  $\langle \omega_{\text{пост}} \rangle$  поступательного движения его молекул равна  $2,07 \cdot 10^{-21}$  Дж.
146. Найти среднюю кинетическую энергию  $\langle \omega_{\text{пост}} \rangle$  поступательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию  $U$  всех молекул, заключенных в одном моле и в одном килограмме гелия при температуре  $T = 70$  К.
147. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки  $m = 10^{-10}$  г. Температура газа  $T = 293$  К. Определить средние квадратичные скорости  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ , а также средние кинетические энергии  $\langle \omega_{\text{пост}} \rangle$  поступательного движения молекул азота и пылинок.
148. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \omega_{\text{вращ}} \rangle$  вращательного движения одной молекулы двухатомного газа, если суммарная кинетическая энергия молекул одного киломоля этого газа  $U = 3,01$  МДж.
149. Сосуд емкостью  $V = 4$  л содержит  $m = 0,6$  г некоторого газа под давлением  $p = 0,2$  МПа. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа.
150. Газ занимает объем  $V = 1$  л под давлением  $p = 0,2$  МПа. Определить кинетическую энергию поступательного движения всех молекул, находящихся в данном объеме.
151. Вычислить теплоемкость при постоянном объеме двухатомного газа, заключенного в сосуд  $V = 10$  л при нормальных условиях.
152. Вычислить киломолярные (килоатомные)  $C_v$  и  $C_p$  и удельные  $C_v$  и  $C_p$  теплоемкости для кислорода и аргона, принимая эти газы за идеальные.
153. Смесь состоит из двух молей одноатомного газа и одного моля двухатомного газа. Определить молярные теплоемкости  $C_v$  и  $C_p$  смеси.
154. Вычислить теплоемкость при постоянном объеме газа, заключенного в сосуд емкостью  $V = 20$  л при нормальных условиях. Газ одноатомный.
155. Относительная молекулярная масса газа  $M = 4$ . Отношение теплоемкостей  $C_p/C_v = 1,67$ . Вычислить удельные теплоемкости газа.
156. Удельные теплоемкости некоторого газа:  $C_v = 10,4$  кДж/(г·К) и  $C_p = 14,6$  кДж/(г·К). Определить киломолярные теплоемкости.
157. Разность удельных теплоемкостей некоторого газа  $C_p - C_v = 2,08$  кДж/(кг·К). Определить относительную молекулярную массу  $M$  газа.
158. Некоторый газ находится при температуре  $T = 350$  К в баллоне емкостью  $V = 100$  л под давлением  $p = 0,2$  МПа. Теплоемкость этого газа при постоянном объеме  $C = 140$  Дж/К. Определить отношение теплоемкостей  $C_p/C_v$ .
159. При некоторых условиях 40% молекул водорода распались на атомы. Найти удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  такого водорода.
160. Каковы удельные теплоемкости  $C_v$  и  $C_p$  смеси газов, содержащей кислород массой  $m_1 = 10$  г и азот массой  $m_2 = 20$  г?
161. Смесь газов состоит из двух молей одноатомного и трех молей двухатомного газа. Определить молярные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  смеси.
162. Найти отношение  $C_p/C_v$  для смеси газов, состоящей из гелия массой  $m_1 = 10$  г и водорода массой  $m_2 = 4$  г.
163. Определить удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$  смеси газов, содержащей гелий массой  $m_1 = 10$  г и водород  $m_2 = 10$  г.
164. Молекулы двухатомного газа при некоторых условиях частично распадаются на отдельные атомы. Определить, сколько процентов молекул распалось, если отношение теплоемкостей такого газа  $\gamma = C_p/C_v = 1,5$ .
165. Вычислить молярные и удельные теплоемкости газа, если относительная молекулярная

масса его  $M = 30$ , а отношение теплоемкостей  $\gamma = 1,4$ .

166. Определить молярные теплоемкости  $C_v$  и  $C_p$  смеси кислорода массой  $m_1 = 5$  г и азота массой  $m_2 = 2$  г.

167. Определить среднее число соударений  $\langle z \rangle$  в секунду молекулы водорода при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 10^{-3}$  мм рт. ст.

168. Средняя длина свободного пробега молекул кислорода при нормальных условиях  $\langle l \rangle = 10^{-5}$  см. Вычислить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул и среднее число соударений  $\langle z \rangle$  молекулы в секунду.

169. Найти диаметр  $d$  молекул водорода, если для водорода при нормальных условиях длина свободного пробега молекул  $\langle l \rangle = 112$  нм.

170. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул водорода при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 40$  мкПа.

171. Баллон емкостью  $V = 10$  л содержит азот массой  $m = 1$  г. Определить среднюю длину свободного пробега молекул.

172. Определить плотность  $\rho$  водорода, если средняя длина свободного пробега его молекул  $\langle l \rangle = 0,1$  см.

173. Баллон емкостью  $V = 5$  л содержит водород массой  $m = 1$  г. Определить среднее число соударений  $\langle z \rangle$  молекулы в секунду.

174. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  и среднее число столкновений  $\langle z \rangle$  молекулы гелия при температуре  $T = 400$  К и давлении  $p = 1$  Па.

175. В цилиндре под поршнем находится водород массой  $m = 0,02$  кг при температуре  $T = 300$  К.

Водород сначала расширился адиабатически, увеличив свой объем в 5 раз, а затем был сжат изотермически, причем объем газа уменьшился в 5 раз. Найти температуру  $T_2$  в конце адиабатического расширения и полную работу  $A$ , совершенную газом. Изобразить процесс графически.

176. При изотермическом расширении водорода массой  $m = 1$  г объем газа  $V$  увеличился в 2 раза. Определить работу  $A$  расширения, совершенную газом, если температура газа  $T = 300$  К. Определить теплоту  $Q$ , переданную при этом газу.

177. При адиабатическом сжатии кислорода массой  $m = 1$  кг совершена работа  $A = 100$  кДж. Какова конечная температура  $T_2$  газа, если до сжатия кислород находился при температуре  $T_1 = 300$  К?

178. Из баллона, содержащего водород под давлением  $p_1 = 1$  МПа при температуре  $T_1 = 290$  К, выпустили половину находившегося в нем газа. Считая процесс адиабатическим, определить конечные температуру  $T_2$  и давление  $p_2$ .

179. Воздух, находившийся под давлением  $p_1 = 0,1$  МПа, был адиабатически сжат до давления  $p_2 = 1$  МПа. Каково будет давление  $p_3$ , когда сжатый воздух, сохраняя объем неизменным, охладится до первичной температуры?

180. При изотермическом расширении одного моля водорода, имевшего температуру  $T = 300$  К, затрачена теплота  $Q = 2$  кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?

181. В цилиндре под поршнем находится азот массой  $m = 20$  г. Газ был нагрет от температуры  $T_1 = 300$  К до температуры  $T_2 = 450$  К при постоянном давлении. Определить теплоту  $Q$ , переданную газу, совершенную газом работу  $A$  и приращение  $\Delta U$  внутренней энергии.

182. Кислород массой  $m = 2$  кг занимает объем  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> и находится под давлением  $p_1 = 0,2$  МПа. При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>, а затем его давление возросло до  $p_2 = 0,5$  МПа при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа, совершенную им работу  $A$  и теплоту  $Q$ , переданную газу. Построить график процесса.

183. Газ совершает цикл Карно. Работа изотермического расширения газа  $A = 5$  Дж. Определить работу изотермического сжатия, если термический КПД цикла  $\eta = 0,2$ .

184. Совершая цикл Карно, газ отдал охладителю теплоту  $Q_2 = 4$  кДж. Работа цикла  $A = 1$  кДж. Определить температуру нагревателя, если температура охладителя  $T = 300$  К.

185. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура охладителя  $T_2 = 290$  К. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температура нагревателя повысится от  $T_1' = 400$  К до  $T_1'' = 600$  К?

186. Газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя  $T_1 = 475$  К, охладителя  $T_2 = 260$  К. При изотермическом расширении газ совершил работу  $A = 100$  Дж. Определить термический КПД

цикла, а также теплоту  $Q_2$ , которую газ отдает охладителю при изотермическом сжатии.

187. Совершая цикл Карно, газ получил от нагревателя теплоту  $Q_1 = 1$  кДж и совершил работу  $A = 200$  Дж. Температура нагревателя  $T_1 = 375$  К. Определить температуру охладителя.

188. Газ, совершающий цикл Карно, получает от нагревателя теплоту  $Q = 42$  кДж. Какую работу совершает газ, если абсолютная температура  $T_1$  нагревателя в 3 раза выше, чем температура  $T_2$  охладителя?

189. Совершая цикл Карно, газ отдал охладителю  $2/3$  теплоты, полученной от нагревателя. Определить температуру охладителя, если температура нагревателя  $T_1 = 425$  К.

190. Газ совершает цикл Карно. Температура охладителя  $T_2 = 273$  К. Какова температура нагревателя, если за счет  $4,2 \cdot 10^3$  Дж теплоты, полученной от нагревателя, газ совершает работу  $A = 1,2$  кДж?

191. Кислород массой  $m = 2$  кг занимает объем  $V_1 = 1$  м<sup>3</sup> и находится под давлением  $p_1 = 0,2$  МПа.

Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема  $V_2 = 3$  м<sup>3</sup>, а затем при постоянном объеме до давления  $p_2 = 0,5$  МПа. Найти: 1) изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа; 2) совершенную им работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , переданное газу. Построить график процесса.

192. Гелий массой  $m = 1$  г был нагрет на  $\Delta T = 100$  К при постоянном давлении  $p$ . Определить: 1) количество теплоты  $Q$ , переданное газу; 2) работу  $A$  расширения; 3) приращение  $\Delta U$  внутренней энергии газа.

193. Какая доля  $w_1$  количества теплоты  $Q_1$ , подводимого к идеальному газу при изобарном процессе, расходуется на увеличение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и какая доля  $w_2$  – на работу  $A$  расширения? Рассмотреть три случая, если газ: 1) одноатомный; 2) двухатомный; 3) трехатомный.

194. Водяной пар расширяется при постоянном давлении. Определить работу  $A$  расширения, если пару передано количество теплоты  $\Delta U = 4$  кДж.

195. Азот массой  $m = 200$  г расширяется изотермически при температуре  $T = 280$  К, причем объем газа увеличивается в 2 раза. Найти: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную при расширении газа работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.

196. В цилиндре под поршнем находится азот массой  $m = 0,6$  кг, занимающий объем  $V_1 = 1,2$  м<sup>3</sup> при температуре  $T = 560$  К. В результате подвода теплоты газ расширился и занял объем  $V_2 = 4,2$  м<sup>3</sup>, причем температура осталась неизменной. Найти: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную им работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

197. Водород массой  $m = 10$  г нагрели на  $\Delta T = 200$  К, причем газу было передано количество теплоты  $Q = 40$  кДж. Найти изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа и совершенную им работу  $A$ .

198. При изотермическом расширении водорода массой  $m = 1$  г, имевшего температуру  $T = 280$  К, объем газа увеличился в 3 раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

199. Азот, занимавший объем  $V_1 = 10$  л под давлением  $p_1 = 0,2$  МПа, изотермически расширился до объема  $V_2 = 28$  л. Определить работу  $A$  расширения газа и количество теплоты  $Q$ , полученное газом.

200. При изотермическом расширении кислорода, содержавшего количество вещества  $\nu = 1$  моль и имевшего температуру  $T = 300$  К, газу было передано количество теплоты  $Q = 2$  кДж. Во сколько раз увеличился объем газа?