

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

В контрольную работу №1 включены задачи, дающие возможность проверить знания студентов по ключевым вопросам классической механики и основам молекулярной физики и термодинамики.

Решая задачи по кинематике, в которых необходимо использовать математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления, студент должен научиться определять мгновенные скорости и ускорения по заданной зависимости координат от времени и решать обратные задачи.

При решении задач на динамику рекомендуется придерживаться следующего порядка:

1. Сделать чертеж, выбрать систему отсчета.
2. Учесть все силы, действующие на данное тело. Указывая силы, необходимо руководствоваться третьим законом Ньютона:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21};$$

3. Записать второй закон Ньютона в векторной и скалярной формах для каждого тела:

$$m\vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i;$$

4. Решить уравнение или систему уравнений.

В задачах на тему “Основы молекулярно-кинетической теории” внимание уделено таким вопросам, как уравнение Менделеева – Клапейрона

$$PV = \frac{m}{\mu} RT, \text{ уравнение молекулярно-кинетической теории } P = \frac{2}{3} n \langle E_{\text{пост}} \rangle,$$

средние кинетические энергии поступательного и вращательного движения молекулы, статистическое распределение молекул по скорости и по энергии. Задачи на тему “Основы термодинамики” охватывают такие важные соотношения и понятия, как первое начало термодинамики, внутренняя энергия, работа при различных изопроцессах и адиабатном процессе, второе начало термодинамики, энтропия идеального газа, которая в отличие от количества теплоты является функцией состояния.

ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

Вариант 1-1

1. Движение материальной точки задано уравнением $X=At+Bt^2$, где $A=4\text{м/с}$; $B=-0,05\text{м/с}^2$. Определить момент времени, в который скорость V точки равна нулю. Найти координату и ускорение в этот момент. Построить графики зависимости координаты, пути, скорости и ускорения этого движения от времени.

Ответ: 40с; 80м; -0.1м/с².

2. По дуге окружности радиусом $R=10\text{м}$ движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки $a_n=4.9\text{м/с}^2$. В этот момент векторы полного

и нормального ускорений образуют угол $\phi=60$. Найти скорость и тангенциальное ускорение точки.

Ответ: 7 м/с; 8.5 м/с².

3. К пружинным весам подвешен блок. Через блок перекинут шнур, к концам которого привязали грузы массами $m_1 = 1.5$ кг и $m_2 = 3$ кг. Каково будет показание весов во время движения грузов? Массой блока и шнура пренебречь.

Ответ: $P=4 \cdot g \cdot m_1 \cdot m_2 / (m_1 + m_2) = 39.2$ Н.

4. Тело массой 8 кг начинает скользить с вершины наклонной плоскости высотой 9.4 м с углом наклона 60° . У основания плоскости стоит тележка с песком массой 90 кг. С какой скоростью начнет двигаться тележка, когда тело упадет на нее? Коэффициент трения 0.1.

Ответ: $V=0.39$ м/с.

5. Определить момент инерции проволочного равностороннего треугольника со стороной $a=10$ см относительно оси, лежащей в плоскости треугольника и проходящей через его вершину параллельно стороне, противоположной этой вершине.

Ответ: $J = 5/12 m a^2 = 5 \cdot 10^5$ кг·м².

6. 12 г азота занимают объем 4 л при температуре 7°C . При нагревании газа при постоянном давлении его плотность стала равной $6 \cdot 10^{-4}$ г/см³. До какой температуры нагрели газ?

Ответ: 1400 К.

7. Смесь газов состоит из хлора и криптона, взятых при одинаковых условиях и в равных объемах. Определить удельную теплоемкость смеси C_p .

Ответ: $C_p = 417$ Дж/кг·К.

8. Какая часть молекул кислорода при 0°C обладает скоростью от 100 м/с до 110 м/с

Ответ: 0,4%.

9. При нагревании некоторой массы газа на $\Delta T=1\text{K}$ давление газа на стенки сосуда изменилось на $1/340$ часть первоначального давления, объем газа оставался неизменным. Найдите начальную температуру газа.

Ответ: 340 К.

10. Водород массой $m=100$ г был изобарически нагрет так, что объем его увеличился в $n=3$ раза, затем водород был изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение ΔS энтропии в ходе указанных процессов.

Ответ: $\Delta S = m R \ln n / m = 457$ Дж/К.

Вариант 1-2

1. Точка движется по прямой согласно уравнению $X=At+Bt^3$, где $A=6$ м/с; $B=-0.121$ м/с³. Определить среднюю путевую скорость $\langle V \rangle$ точки в интервале времени от $t_1=2$ с до $t_2=6$ с.

Ответ: 3 м/с.

2. Диск радиусом $r=10$ см, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\varepsilon=0.5$ рад/с². Найти тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения.

Ответ: $a_\tau=5$ см/с², $a_n=10$ см/с², $a=11$ см/с².

3. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом $R=200$ м. Во сколько раз сила F , с которой летчик давит на сиденье в нижней точке, больше силы тяжести P летчика, если скорость самолета $V=100$ м/с?

Ответ: в 6.1 раза.

4. Два неупругих шара массами $m_1=2\text{кг}$ и $m_2=3\text{кг}$ движутся со скоростью соответственно $V_1=8\text{ м/с}$ и $V_2=4\text{ м/с}$. Определить увеличение внутренней энергии шаров при их столкновении в двух случаях: 1. Меньший шар нагоняет большой; 2. Шары движутся навстречу друг другу.

Ответ: $\Delta U = m_1 m_2 (V_1 - V_2)$; 1) 9.6 Дж; 2) 86.4 Дж.

5. Диаметр диска $d=20\text{ см}$, масса $m=800\text{г}$. Определить момент инерции диска относительно оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска.

Ответ: $I = 3(mR^3)/4 = 6 \cdot 10^{-3}\text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

6. В сосуде вместимостью $V=2.24\text{ л}$ при нормальных условиях находится кислород. Определить количество молей и массу кислорода, а также концентрацию его молекул в сосуде.

Ответ: 0.1 моль; 2.3 г; $2.68 \cdot 10^{25}\text{ м}^{-3}$.

7. Вычислить удельные теплоемкости C_v и C_p смеси неона и водорода. Массовые доли газов соответственно равны 0.8 и 0.2. Значения удельных теплоемкостей неона и водорода соответственно равны $C_{v1}=624\text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$; $C_{p1}=1.04\text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $C_{v2}=10.4\text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $C_{p2}=14.6\text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$.

Ответ: $C_v=2.58\text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $C_p=3.73\text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$.

8. Определить относительное число молекул идеального газа, скорости которых заключены в пределах от 0 до $0.01 V_e$ (до 0.01 наиболее возможной скорости).

Ответ: $7.52 \cdot 10^{-7}$.

9. Водяной пар расширяется при постоянном давлении. Определить работу расширения, если пару передано количество теплоты $Q=4\text{ кДж}$.

Ответ: 1 кДж.

10. Водород массой $m=100\text{ г}$ был изобарически нагрет так, что объем его увеличился в $n=3$ раза, затем водород был изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение ΔS энтропии в ходе указанных процессов.

Ответ: $\Delta S = m R \ln n / m = 457\text{ Дж/К}$.

Вариант 1-3

1. Зависимость пройденного телом пути S от времени t дается уравнением $S=A-Bt+Ct^2$, где $A=6\text{м}$; $B=3\text{м/с}$; $C=2\text{м/с}^2$. Найти среднюю скорость и среднее ускорение тела в интервале времени от 1с до 4с. Построить графики пути, скорости и ускорения для $0 \leq t \leq 5\text{ с}$ через 1с.

Ответ: $\langle V \rangle = 7\text{ м/с}$; $\langle a \rangle = 4\text{ м/с}^2$.

2. Камень брошен горизонтально со скоростью 15м/с . Найти нормальное и тангенциальное ускорение камня через 1с после начала движения. Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: $a_\tau=5.4\text{ м/с}^2$; $a_n=8.2\text{ м/с}^2$.

3. Диск радиусом $R=40\text{ см}$ вращается вокруг вертикальной оси. На краю диска лежит кубик. Принимая коэффициент трения $f=0.4$, найти частоту n вращения, при которой кубик соскользнет с диска.

Ответ: 0.5 с^{-1} .

4. Два груза массами $m_1=10\text{кг}$ и $m_2=15\text{кг}$ подвешены на нитях длиной $l=2\text{м}$ так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол $\phi=60^\circ$ и выпущен. Определить высоту h , на которую поднимутся оба груза после удара. Удар грузов считать неупругим.

Ответ: $h=l(1-\cos \phi)(m_1/(m_1+m_2))=16\text{ см}$.

5. Вал массой $m=100\text{кг}$ и радиусом $R=5\text{см}$ вращался с частотой $n=8\text{с}^{-1}$. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой $F=40\text{Н}$, под действием которой вал остановился через $t=10\text{с}$. Определить коэффициент трения f .

Ответ: $f = 4\pi m R n / F t = 0.31$.

6. Какое число молекул двухатомного газа занимают объем 10см^3 при давлении 40мм рт.ст. и температуре 27°C ? Какой энергией теплового движения обладают эти молекулы?

Ответ: $1,3 \cdot 10^{19}$; 0.133 Дж .

7. В сосуде объемом 0.11м^3 содержится смесь газов: 7г азота и 1г водорода при температуре 380°K . Определить давление смеси.

Ответ: 175кПа

8. Температура водорода 300K . Определите, какую часть от общего числа молекул составляют молекулы, модуль скорости которых отличаются от наиболее вероятной не больше чем на 5м/с .

Ответ: $\Delta N/N = 0.53\%$

9. Углекислый газ (CO_2), начальная температура которого 360K , адиабатически сжимается до $1/20$ своего первоначального объема. Определите изменение внутренней энергии и совершенную при этом работу, если масса газа 20г .

Ответ: $|A| = |\Delta U| = 7.05\text{ Дж}$.

10. Кислород массой $m=2\text{кг}$ увеличил свой объем в 5 раз сначала изотермически, затем – адиабатически. Найти изменения энтропии в каждом из указанных процессов.

Ответ: $\Delta S_1 = 836\text{ Дж/К}$; $\Delta S_2 = 0$.

Вариант 1-4

1. Зависимость пройденного телом пути $S = A + Bt + Ct^2$, где $A=3\text{м}$; $B=2\text{м/с}$; $C=1\text{м/с}^2$. Найти среднюю скорость и среднее ускорение за первую, вторую и третью секунды его движения.

Ответ: $\langle v_1 \rangle = 3\text{ м/с}$; $\langle v_2 \rangle = 5\text{ м/с}$; $\langle v_3 \rangle = 7\text{ м/с}$. $\langle a_1 \rangle = \langle a_2 \rangle = \langle a_3 \rangle = 2\text{ м/с}^2$.

2. Колесо, вращаясь равнозамедленно, при торможении уменьшило свою скорость за 1 минуту с 300 об/мин до 180 об/мин . Найти угловое ускорение колеса и число оборотов, сделанных им за это время.

Ответ: $\varepsilon = -0.21\text{ рад/с}^2$; $N = 240\text{ об}$.

3. Тело массой $m=0.2\text{кг}$ соскальзывает без трения по желобу высотой $h=2\text{м}$. Начальная скорость V_0 шарика равна 0 . Найти изменения импульса шарика и импульс, полученный желобом при движении тела.

Ответ: $\Delta p = 1.25\text{ н}\cdot\text{с}$; $p = -1.25\text{ н}\cdot\text{с}$.

4. Тело весом $p_1=2\text{кг}$ движется навстречу второму телу, вес которого $p_2=1.5\text{кг}$, и неупруго сталкивается с ним. Скорость тела непосредственно перед столкновением была равна соответственно $V_1=1\text{ м/с}$ и $V_2=2\text{ м/с}$. Сколько времени будут двигаться эти тела после столкновения, если коэффициент трения равен $K=0.05$?

Ответ: $\Delta t = 0.58\text{ с}$.

5. Найти момент инерции тонкого однородного кольца радиусом $R=20\text{см}$ и массой $m=100\text{г}$ относительно оси, лежащей в плоскости кольца и проходящей через его центр.

Ответ: $I = 1/2 m R^2$.

6. 10г кислорода находится под давлением 3атм. при температуре 10°C. После расширения вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объем 10л. Найти температуру и плотность газа после расширения.

Ответ: 1170К; 1кг/м³.

7. Найти плотность газовой смеси водорода и кислорода, если массовые доли их равны соответственно 1/9 и 8/9. Смесь находится при давлении 100кПа и температуре 300К.

Ответ: 0.402 кг/м³.

8. В сосуде под поршнем находится гремучий газ, занимающий при нормальных условиях объем 10⁻⁴м³. При быстром сжатии газ воспламеняется. Найти температуру воспламенения гремучего газа, если известно, что работа сжатия равна 4.73кГм.

Ответ: T=780К.

9. В баллоне находится 2.5 г кислорода. Найти число молекул кислорода, скорости которых превышают значение средней квадратичной скорости.

Ответ: ΔN=1.9·10²².

10. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 4 раза выше температуры охладителя. Какую долю от количества теплоты, получаемого за один цикл от нагревателя, газ отдает охладителю?

Ответ: 1/4.

Вариант 1-5

1. Колесо радиусом R=10 см вращается так, что зависимость линейной скорости точек, лежащих на ободе колеса, от времени движения дается уравнением $V=At+Bt^2$, где A=3см/с; B=1м/с². Найти угол, составляемый вектором полного ускорения с радиусом колеса в момент времени t=0.3 и 5с после начала движения.

Ответ: α=90°; 15° 32'; 4° 38'.

2. С какой высоты упало тело, если последний метр своего пути оно прошло за время t=0.1с?

Ответ: 5.61м.

3. Найти силу тяги, развиваемую мотором автомобиля, движущегося в гору с ускорением 1м/с². Уклон горы равен 1м на каждые 25м пути. Вес автомобиля 9.8·10³Н. Коэффициент трения равен 0.1.

Ответ: F=2370 Н.

4. Снаряд весом 980Н, летящий горизонтально вдоль железнодорожного пути со скоростью 500м/с, попадает в вагон с песком весом 10т и застревает в нем. Какую скорость получит вагон, если: вагон стоял неподвижно; вагон двигался со скоростью 36км/ч в том же направлении, что и снаряд.

Ответ: 17.8 км/ч; 53.5 км/ч.

5. Две гири разного веса соединены нитью и перекинута через блок, момент инерции которого I=50 кг·м², и радиус R=20см. Блок вращается с трением и момент сил равен M_{тр}=98.1 н·м. Найти разность натяжений нити T₁-T₂ по обе стороны блока, если известно, что блок вращается с постоянным угловым ускорением ε=2.36 рад/с².

Ответ: T₁-T₂ = (Iε-M_{тр})/R = 1080 Н.

6. В сосуде, объем которого 3л, находится кислород при температуре 17°C. Давление газа 10⁻³ мм.рт.ст. Определите: сколько молекул кислорода имеется в сосуде; среднюю внутреннюю энергию газа.

Ответ: 10¹⁷; 6.25·10¹⁵ Эв.

7. В замкнутом сосуде находится смесь водорода и азота при температуре 27°C и давлении 10^5 Па. Как изменится давление смеси, если температуру повысить до 150°C ?

Ответ: $1.415 \cdot 10^5$ Па.

8. Показания барометра на вершине горы составляют 43% от показания барометра у подножия горы. Определите высоту этой вершины, если температура воздуха 10°C .

Ответ: $h=6900\text{м}$.

9. В цилиндре под поршнем находится в замкнутом пространстве воздух. Какая работа должна быть произведена, чтобы поднять поршень на $h_1=10\text{см}$, если начальная высота столба воздуха $h_0=15\text{см}$ и наружное давление $p_0=10^5$ Па? Площадь поршня $S=10\text{ см}^2$. Весом поршня можно пренебречь. Температура газа в цилиндре остается неизменной.

Ответ: -2.33 Дж.

10. В результате нагревания 22г азота его абсолютная температура увеличилась в 1.2 раза, а энтропия увеличилась на 4.19 Дж/град. При каких условиях производилось нагревание (при постоянном объеме или при постоянном давлении)?

Ответ: при постоянном давлении.

Вариант 1-6

1. Тело, бросили вертикально вверх с начальной скоростью $V_0=5$ м/с. Через 2с мячик упал на землю. Определить высоту балкона над землей и скорость мячика в момент удара о землю.

Ответ: 9.62м; -14.6м/с.

2. Найти, во сколько раз нормальное ускорение точки, лежащей на ободе вращающегося колеса, больше ее тангенциального ускорения для того момента, когда вектор полного ускорения этой точки составляет угол 30° с вектором ее линейной скорости.

Ответ: 0.58.

3. Ракета, масса которой $M=6$ т, поднимается вертикально вверх. Двигатель ракеты развивает силу тяги $F=500$ кН. Определить ускорение ракеты и силу натяжения троса, свободно свисающего с ракеты, на расстоянии, равном $1/4$ его длины от точки прикрепления троса. Масса троса равна $m=10\text{кг}$. Силой сопротивления воздуха пренебречь.

Ответ: $a=F/(M+m)-g=73.5\text{ м/с}^2$.

4. Струя воды сечением $S=6\text{ см}^2$ ударяется о стенку под углом $\alpha=60^{\circ}$ к нормали и упруго отталкивается от стенки без потери скорости. Найти силу, действующую на стенку, если известно, что скорость течения воды в струе $V=12\text{м/с}$.

Ответ: $F=86\text{Н}$.

5. Вычислить момент инерции проволочного прямоугольника со сторонами $a=12\text{см}$ и $b=16\text{см}$ относительно оси, лежащей в плоскости прямоугольника и проходящей через середины малых сторон. Масса равномерно распределена по длине проволоки с линейной плотностью $\tau=0.1\text{кг/м}$.

Ответ: $I = 1/2 \tau a^2 (b + 1/3 a) = 44 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

6. Какое количество киломолей газа находится в баллоне объемом 10м^3 при давлении 720мм.рт.ст. и температуре 17°C ?

Ответ: 0.4 кмоль.

7. В 1кг сухого воздуха содержится 232г кислорода и 768г азота (массами других газов пренебречь). Определить относительную молярную массу воздуха.

Ответ: 28.8.

8. Какая часть молекул кислорода при 0°C обладает скоростью от 100 м/с до 110 м/с .

Ответ: $0.004 = 0.4\%$.

9. Какое количество тепла надо сообщить 10 г азота, находящимся в закрытом сосуде при температуре 7°C , чтобы увеличить среднюю квадратичную скорость его молекул вдвое?

Ответ: $Q = 6.25\text{ кДж}$.

10. Идеальная холодильная машина, работающая по обратному циклу Карно, совершает за один цикл работу, равную $3.7 \cdot 10^4\text{ Дж}$. При этом она берет тепло от тела с температурой -10°C и передает тепло телу с температурой $+17^\circ\text{C}$. Найти: а) К.П.Д. цикла; б) количество тепла, отнятого у холодного тела за один цикл.

Ответ: $\eta = 1.05$; $Q_1 = 38.8 \cdot 10^3\text{ Дж}$.

Вариант 1-7

1. С одной и той же позиции два стрелка стреляют из винтовки по брошенной вверх тарелке, находящейся от них на расстоянии $S = 100\text{ м}$. Начальная скорость пули первого стрелка $V_1 = 310\text{ м/с}$; второго – $V_2 = 325\text{ м/с}$, причем второй стрелок стреляет позже на $\Delta t = 0.01\text{ с}$. Какой из стрелков первым поразил мишень?

Ответ: Второй.

2. Нормальное ускорение точки, движущейся по окружности радиусом $r = 4\text{ м}$, изменяется по закону $a_n = a + bt + ct^2$. Найти тангенциальное ускорение точки, если $a = 1\text{ м/с}^2$; $b = 3\text{ м/с}^2$; $c = 2.25\text{ м/с}^2$.

Ответ: $a_\tau = 3\text{ м/с}$.

3. Сани массой 200 кг движутся ускоренно в горизонтальном направлении. Действующая сила в 1000 Н приложена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Коэффициент трения $R = 0.05$. Определить ускорение.

Ответ: $a = 4\text{ м/с}^2$.

4. Вагон массой 40 т , движущийся со скоростью 2 м/с , в конце запасного пути ударяется о пружинный амортизатор. Насколько он сожмет пружину, если коэффициент упругости ее $2.25 \cdot 10^5\text{ Н/м}$?

Ответ: 0.84 м .

5. На вал массой $m_1 = 20\text{ кг}$ намотана нить, к концу которой привязали груз массой $m_2 = 1\text{ кг}$. Определить ускорение груза, опускающегося под действием силы тяжести. Трением пренебречь.

Ответ: $a = 0.89\text{ м/с}^2$.

6. Газ массой 10 кг , молекулы которого состоят из атомов водорода и углерода, содержит $3.76 \cdot 10^{26}$ молекул. Определить массу атомов углерода и водорода, входящих в молекулу этого газа.

Ответ: $m_c \approx 2 \cdot 10^{-26}\text{ кг}$; $m_h \approx 6.67 \cdot 10^{-27}\text{ кг}$.

7. Определить удельные теплоемкости C_v и C_p смеси аргона и азота, если их массовые доли одинаковы и равны 0.5 .

Ответ: $526\text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$.

8. Метеорологический шар с водородом перед запуском имеет объем 0.04 м^3 . Определить объем шара на высоте 3000 м над местом запуска. Среднюю температуру воздуха по высоте считать равной 7°C .

Ответ: 0.041 м^3 .

9. В цилиндре диаметром $d = 20\text{ см}$ и высотой $b = 42\text{ см}$ с подвижным поршнем находится газ под давлением $12 \cdot 10^5\text{ Па}$ при температуре 300°C . Определить

работу, совершаемую газом при снижении температуры до 10°C при постоянном давлении.

Ответ: -8000 Дж.

10. Изменение энтропии в тепловой машине, работающей по циклу Карно, за один цикл равно 10^4 Дж·К. Определить полезную работу, если температура нагревателя 320°C , холодильника 20°C .

Ответ: $A=3 \cdot 10^6$ Дж.

Вариант 1-8

1. Путь, пройденный по окружности радиусом $R=2\text{м}$, выражен уравнением $S=at^2+bt$. Найти нормальное, тангенциальное и полное ускорение точки через $t=0.5\text{с}$ после начала движения, если $a=3\text{м/с}^2$; $b=1\text{м/с}$.

Ответ: $a_n=8\text{ м/с}^2$; $a_{\tau}=6\text{м/с}^2$; $a=10\text{м/с}^2$.

2. Молоток массой $m=1\text{кг}$, движущийся со скоростью 6м/с , ударяет по гвоздю и заколачивает его на 1.5 см в кусок дерева. Предполагая, что молоток движется равнозамедленно, определить время, которое требуется, чтобы молоток остановился после удара, и силу, действующую на гвоздь.

Ответ: $t=0.005\text{с}$; $F=1200\text{Н}$.

3. Для погрузки угля в вагон применяется ленточный транспортер, который перемещает уголь вверх по наклону на высоту 5м . В минуту погрузчик доставляет 12т угля. Какую работу совершает транспортер за 5 мин .

Ответ: $29.4 \cdot 10^5$ Дж.

4. Вычислите момент инерции тонкого обода радиусом $R=0.5\text{м}$ и массой 3кг относительно оси, проходящей через конец диаметра перпендикулярной плоскости обода.

Ответ: $I = 2mR^2 = 1.5\text{ кг}$.

5. Маховик, момент инерции которого равен $I=63.6\text{кг}\cdot\text{м}^2$, вращается с постоянной угловой скоростью $\omega=31.4\text{рад/с}$. Найти тормозящий момент под действием которого маховик останавливается через 20с .

Ответ: $M=100\text{ н}\cdot\text{м}$.

6. В колбе объемом 2дм^3 содержится газ под давлением $0.66 \cdot 10^5\text{Па}$. Сколько молекул газа в колбе, если температура в колбе $t=17^{\circ}\text{C}$?

Ответ: $3.3 \cdot 10^{22}$ молекул.

7. В сосуде при температуре $t=100^{\circ}\text{C}$ и давлении $P=4 \cdot 10^5\text{ Па}$ находится 2м^3 смеси кислорода O_2 и сернистого газа SO_2 . Определить парциальное давление компонентов, если масса сернистого газа 8кг .

Ответ: $P_{\text{O}_2} \approx 2.1 \cdot 10^5\text{Па}$; $P_{\text{SO}_2} \approx 1.9 \cdot 10^5\text{Па}$.

8. Какая часть молекул сернистого ангидрида (SO_2) при температуре 200°C обладает скоростями в пределах $420 \div 430\text{ м/с}$?

Ответ: 2.2% .

9. При изобарическом сжатии азота была совершена работа, равная 12кДж . Определить затраченное количество теплоты и изменение внутренней энергии газа.

Ответ: $Q=-42\text{ кДж}$; $\Delta U=-30\text{ кДж}$.

10. От идеальной теплосиловой установки, работающей по циклу Карно, отводится еже часно с помощью холодильника $2.7 \cdot 10^8$ Дж теплоты при температуре 9°C . Определить мощность установки, если количество подводимой теплоты равно $9 \cdot 10^8$ Дж/ч.

Ответ: 175 кВт.

Вариант 1-9

1. Уравнение движения материальной точки имеет вид: $X=1+4t-t^2$. За какое время точка пройдет путь, равный 8м? Чему будет равно перемещение точки за это время?

Ответ: 4с; 0.

2. Небольшое тело начинает движение по окружности радиусом 30м с постоянным по модулю тангенциальным ускорением 5м/с². Найти полное ускорение тела через 3с после начала движения.

Ответ: 9м/с².

3. Тело скользит по наклонной плоскости с углом наклона 30°. Скорость тела в точке 1 -0.14м/с; а в точке 2, находящейся ниже точки 1, -2.57м/с. Коэффициент трения между телом и поверхностью $R=0.1$. Найти время движения тела из точки 1 в точку 2.

Ответ: 0.59с.

4. В ящик с песком массой $M=5$ кг, подвешенный на нити длиной $l=3$ м, попадает пуля массой $m=0.005$ кг и отклоняет его на угол $\alpha=10^\circ$. Определить скорость пули.

Ответ: 943 м/с.

5. Тело из состояния покоя приводится во вращение вокруг горизонтальной оси с помощью падающего груза, соединенного со шнуром, предварительно намотанного на ось. Определить момент инерции тела, если груз массой $m=2$ кг в течение $t=12$ с опускается на расстояние $h=1$ м. Радиус оси $r=8$ мм. Силой трения пренебречь.

Ответ: 0.092 кг·м².

6. Резиновый шар соединяет $2 \cdot 10^{-3}$ м³ воздуха при температуре 27°C. Какой объем займет воздух, если шар опустить в воду на глубину 10м, где температура воды 17°C? Атмосферное давление нормальное.

Ответ: $9.8 \cdot 10^{-4}$ м³.

7. Смешано $m_1=40$ г водорода (H₂) с $m_2=32$ г кислорода (O₂). Удельные теплоемкости этих газов соответственно равны: $C_p(H_2)=14.2 \cdot 10^3$ Дж/кг·К и $C_p(O_2)=912$ Дж/кг·К. Определить потерю тепла при охлаждении смеси на $\Delta t=30^\circ$ С при постоянном объеме; удельную теплоемкость смеси C_v .

Ответ: $Q=-1.27 \cdot 10^4$ Дж; $C_v=5.88 \cdot 10^3$ Дж/кг·К.

8. Определите вес цилиндрического столба воздуха, основание которого равно 1м², а высота 530м. Считайте, что температура воздуха 300К, давление у поверхности земли 760мм.рт.ст.

Ответ: 6000Н.

9. При нагревании некоторой массы газа на $\Delta T=1$ К давление газа на стенки сосуда изменилось на $1/340$ часть первоначального давления, объем газа оставался неизменным. Найдите начальную температуру газа.

Ответ: 340К.

10. Водород массой 0.8кг ($i=5$) совершает цикл Карно. Максимальное давление $P_1=10^6$ Па, минимальное $P_3=10^5$ Па. Минимальный объем $V_1=2$ м³, минимальный $V_3=12$ м³. Определить температуры состояния газа в точках пересечения изотерм и адиабат, а также P_2 и V_2 .

Ответ: $T_1=T_2=601$ К; $T_3=T_4=361$ К; $P_2=6.13 \cdot 10^5$ Па; $V_2=3.262$ м³.

Вариант 1-10

1. Точка движется по прямой согласно уравнению $X=At+Bt^3$, где $A=6\text{м/с}$; $B=-0.121\text{м/с}^3$. Определить среднюю путевую скорость $\langle V \rangle$ точки в интервале времени от $t_1=2\text{с}$ до $t_2=6\text{с}$.

Ответ: 3 м/с.

2. Диск радиусом $r=10\text{см}$, находившийся в состоянии покоя, начал вращаться с постоянным угловым ускорением $\varepsilon=0.5\text{рад/с}^2$. Найти тангенциальное, нормальное и полное ускорения точек на окружности диска в конце второй секунды после начала вращения.

Ответ: $a_\tau=5\text{см/с}^2$, $a_n=10\text{см/с}^2$, $a=11\text{см/с}^2$.

3. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом $R=200\text{м}$. Во сколько раз сила F , с которой летчик давит на сиденье в нижней точке, больше силы тяжести P летчика, если скорость самолета $V=100\text{м/с}$?

Ответ: в 6.1 раза.

4. Два неупругих шара массами $m_1=2\text{кг}$ и $m_2=3\text{кг}$ движутся со скоростью соответственно $V_1=8\text{м/с}$ и $V_2=4\text{м/с}$. Определить увеличение внутренней энергии шаров при их столкновении в двух случаях: 1. Меньший шар нагоняет большой; 2. Шары движутся навстречу друг другу.

Ответ: $\Delta U=m_1m_2(V_1-V_2)^2 / (m_1+m_2)$; 1)9.6Дж; 2)86.4Дж.

5. Диаметр диска $d=20\text{см}$, масса $m=800\text{г}$. Определить момент инерции диска относительно оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска.

Ответ: $I = 3(mR^2)/4 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

6. В сосуде вместимостью $V=2.24\text{л}$ при нормальных условиях находится кислород. Определить количество молей и массу кислорода, а также концентрацию его молекул в сосуде.

Ответ: 0.1 моль; 2.3г; $2.68 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.

7. Вычислить удельные теплоемкости C_v и C_p смеси неона и водорода. Массовые доли газов соответственно равны 0.8 и 0.2. Значения удельных теплоемкостей неона и водорода соответственно равны $C_{v1}=624\text{Дж/кг} \cdot \text{К}$; $C_{p1}=1.04\text{кДж/кг} \cdot \text{К}$; $C_{v2}=10.4\text{кДж/кг} \cdot \text{К}$; $C_{p2}=14.6\text{кДж/кг} \cdot \text{К}$.

Ответ: $C_v=2.58 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$; $C_p=3.73 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К}$.

8. Определить относительное число молекул идеального газа, скорости которых заключены в пределах от 0 до $0.01 V_e$ (до 0.01 наиболее возможной скорости).

Ответ: $7.52 \cdot 10^{-7}$.

9. Водяной пар расширяется при постоянном давлении. Определить работу расширения, если пару передано количество теплоты $Q=4\text{кДж}$.

Ответ: 1 кДж.

10. Водород массой $m=100\text{г}$ был изобарически нагрет так, что объем его увеличился в $n=3$ раза, затем водород был изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение ΔS энтропии в ходе указанных процессов.

Ответ: $\Delta S = mR \ln n / m = 457 \text{ Дж/К}$.