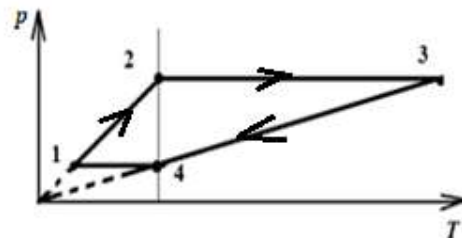


10 класс

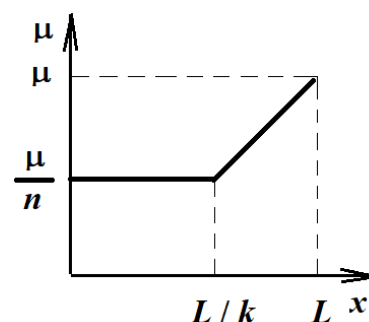
Вариант 1

1. (4 балла) В идеальном двухатомном газе совершается цикл, изображенный на pT – диаграмме. Известно, что точки 2 и 4 лежат на одной изотерме, температура в точке 1 $T_1 = 200$ К, отношение объемов в точках 4 и 2 равно $n = 3$. Определите количество теплоты, подводимое к газу за цикл. Количество вещества газа $\nu = 2$ моля.



Значение универсальной газовой постоянной равно $R = 8,31$ Дж/(К·моль).

2. (4 балла) На пути скользящего по гладкой горизонтальной поверхности бруска находится шероховатая полоса шириной L , в пределах которой коэффициент трения изменяется в зависимости от координаты так, как показано на рисунке. Определите минимальную скорость $V_{\min}$, которая позволит бруску преодолеть это препятствие. Размеры бруска существенно меньше ширины полосы, $n > 1$, $k > 1$.



3. (4 балла) По медному проводу площадью поперечного сечения $S = 2$ мм² протекает ток силой $I = 10$ А. Рассчитайте среднюю кинетическую энергию направленного движения одного электрона. Считайте, что медь одновалентна, плотность меди $\rho = 8900$ кг/м³, молярная масса $\mu = 63,5$ г/моль, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

4. (6 баллов) Горизонтально расположенный плоский диск радиусом $R = 30$ см равномерно вращается в горизонтальной плоскости с частотой $\nu = 0,1$ с⁻¹. По поверхности диска по радиусу от центра к краю диска с постоянной скоростью $V = 3$ см/с относительно диска бежит жук (относительно диска его движение прямолинейно). Каким должен быть минимальный коэффициент трения между диском и ножками жука, чтобы он смог бежать без проскальзывания? Ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ м/с². Считайте, что коэффициент трения по всей поверхности диска одинаков.

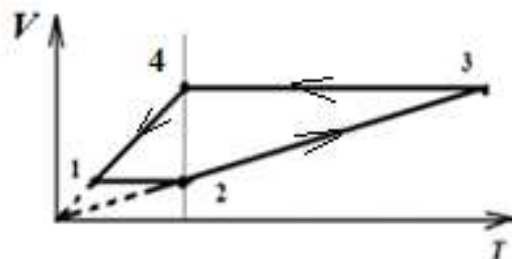
5. (6 баллов) Экспериментатор налил в электрический нагреватель воду и положил туда пластмассовый шарик. Он заметил, что температура содержимого нагревателя увеличилась за время $\tau_1 = 1,9$ мин на $\Delta t = 10$ °С. Когда экспериментатор положил в нагреватель с тем же количеством воды 3 таких же шарика, температура содержимого нагревателя увеличилась за время $\tau_2 = 2,1$ мин так же на $\Delta t = 10$ °С. Чему равна удельная теплоемкость материала шарика, если отношение масс воды и одного шарика равно $n = 9$? Во всех процессах кипения воды не происходит. Мощность нагревателя в процессе экспериментов не изменялась. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2$ кДж/(кг·К).

6. (6 баллов) Идеально проводящей сферической оболочке радиусом R сообщили заряд q . Определите электрическое давление (кулоновскую силу, приходящуюся на единицу площади), испытываемое стенкой сферы. Деформация сферы отсутствует. Площадь поверхности сферы равна $4\pi R^2$.

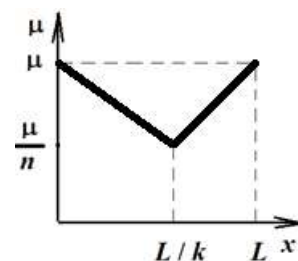
10 класс

Вариант 2

1. (4 балла) В идеальном двухатомном газе совершается цикл, изображенный на VT – диаграмме. Известно, что точки 2 и 4 лежат на одной изотерме, температура в точке 1 $T_1 = 200$ К. Количество теплоты, подводимое к газу за цикл $Q = 86,5$ кДж. Определите отношение объемов в точках 4 и 2. Количество вещества газа $\nu = 1$ моль. Значение универсальной газовой постоянной равно $R = 8,31$ Дж/(К·моль).



2. (4 балла) На пути скользящего по гладкой горизонтальной поверхности бруска находится шероховатая полоса шириной L , в пределах которой коэффициент трения изменяется в зависимости от координаты так, как показано на рисунке. Определите минимальную скорость $V_{\min}$, которая позволит бруску преодолеть это препятствие. Размеры бруска существенно меньше ширины полосы, $n > 1$, $k > 1$.



3. (4 балла) По медному проводу площадью поперечного сечения $S = 4$ мм² протекает ток силой $I = 20$ А. Рассчитайте модуль среднего импульса направленного движения одного электрона. Считайте, что медь одновалентна, плотность меди $\rho = 8900$ кг/м³, молярная масса $\mu = 63,5$ г/моль, масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

4. (6 баллов) Горизонтально расположенный плоский диск радиусом $R = 40$ см равномерно вращается в горизонтальной плоскости с частотой $\nu = 0,2$ с⁻¹. По поверхности диска по радиусу от края к центру диска с постоянной скоростью $V = 4$ см/с относительно диска бежит жук (относительно диска его движение прямолинейно). Каким должен быть минимальный коэффициент трения между диском и ножками жука, чтобы он смог бежать без проскальзывания? Ускорение свободного падения считайте равным $g = 10$ м/с². Считайте, что коэффициент трения по всей поверхности диска одинаков.

5. (6 баллов) Экспериментатор налил в электрический нагреватель воду и положил туда пластмассовый шарик. Он заметил, что температура содержимого нагревателя увеличилась за время $\tau_1 = 2,7$ мин на $\Delta t = 12$ °С. Когда экспериментатор положил в нагреватель с тем же количеством воды 3 таких же шарика, температура содержимого нагревателя увеличилась за время $\tau_2 = 2,9$ мин так же на $\Delta t = 12$ °С. Удельная теплоемкость материала шарика равна $c_{\text{ш}} = 1,9$ кДж/(кг·К). Определите отношение масс воды и одного шарика. Во всех процессах кипения воды не происходит. Мощность нагревателя в процессе экспериментов не изменялась. Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c = 4,2$ кДж/(кг·К).

6. (6 баллов) Идеально проводящей сферической оболочке сообщили заряд. Электрическое давление (кулоновская сила, приходящаяся на единицу площади), испытываемое сферической оболочкой, равно p . Определите заряд, приходящийся на единицу площади сферы. Деформация сферы отсутствует. Площадь поверхности сферы равна $4\pi R^2$, где R – радиус сферы.

1. (4 балла) В цилиндр с поршнем, установленный вертикально, налито небольшое количество воды. При начальном объеме V_1 между поршнем и поверхностью воды суммарное давление воздуха и насыщенного пара равно p_1 . Двигая поршень, этот объем уменьшили до V_2 , при этом в сосуде установилось давление p_2 . Определите давление насыщенного пара. Процесс протекает изотермически

2. (4 балла) Тело запущено под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. В момент времени, когда вертикальная проекция скорости при подъеме уменьшилась в два раза по сравнению с начальным значением, тело находилось на расстоянии r от точки запуска. Определите начальную скорость тела. Сопротивлением воздуха пренебречь.

3. (4 балла) Незаряженный конденсатор подключают к источнику электрической энергии, имеющему э.д.с. E и ненулевое внутреннее сопротивление. Количество теплоты, выделившееся при зарядке конденсатора, равно Q . Определите емкость конденсатора.

4. (6 баллов) Полый цилиндр с внутренним диаметром D с одного торца закрыт подвижным поршнем, с другого торца на него надета сужающаяся коническая насадка, имеющая на выходе площадь поперечного сечения s . Ось цилиндра и насадки горизонтальна. Цилиндр и насадка заполнены жидкостью плотностью ρ . Сила, с которой действуют на поршень, равна F . С какой скоростью вытекает жидкость из насадки?

5. (6 баллов) В одноатомном идеальном газе, взятом в количестве $\nu = 4$ моля, проводят процесс, при котором давление и объем изменяются с течением времени как

$$\frac{p}{p_0} = 1 + 2t^2,$$
$$\frac{V}{V_0} = 1 + 0,5t^2.$$

Здесь время задано в секундах. Начальным значениям давления и объема p_0 и V_0 соответствует температура $T_0 = 200$ К. Определите количество теплоты, полученное газом за первую секунду процесса. Процесс считайте равновесным. Значение универсальной газовой постоянной равно $R = 8,31$ Дж/(К · моль).

6. (6 баллов) Зазор толщиной d между пластинами плоского конденсатора электроемкостью C заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Конденсатор присоединили к источнику электрической энергии напряжением U . Одну из пластин отодвинули на расстояние L от ее первоначального положения. Между пластиной и диэлектриком образовался воздушный зазор. Какой заряд прошел через источник электрической энергии? Размеры пластины во много раз больше расстояния между пластинами.

10 класс

Вариант 4

1. (4 балла) В идеальном одноатомном газе, взятом в количестве ν молей, совершается политропный процесс по закону $pV^n = \text{const}$. В конечном состоянии объем газа $V_2 = kV_1$. Изменение внутренней энергии газа в процессе равно ΔU . Определите начальную температуру газа.

2. (4 балла) Тело запущено под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Начальная скорость тела $V = 10$ м/с. На каком расстоянии от точки запуска при подъеме будет находиться тело в момент времени, когда вертикальная проекция скорости уменьшится в два раза по сравнению с начальным значением? Сопротивлением воздуха пренебречь. Значение ускорения свободного падения примите равным $g = 10$ м/с².

3. (4 балла) Незаряженный конденсатор емкостью C подключают к источнику электрической энергии, имеющему э.д.с. E и внутреннее сопротивление r . Какое количество теплоты выделится при зарядке конденсатора?

4. (6 баллов) Полый цилиндр с внутренним диаметром D с одного торца закрыт подвижным поршнем, с другого торца на него надета сужающаяся коническая насадка, имеющая на выходе площадь поперечного сечения s . Ось цилиндра и насадки горизонтальна. Цилиндр и насадка заполнены жидкостью плотностью ρ . Струя жидкости вытекает из конической насадки со скоростью V . С какой силой надавливают на поршень?

5. (6 баллов) В одноатомном идеальном газе, взятом в количестве $\nu = 3$ моля, проводят процесс, при котором давление и объем изменяются с течением времени как

$$\frac{p}{p_0} = 1 + 2t,$$
$$\frac{V}{V_0} = 1 + 0,5t.$$

Здесь время задано в секундах. Начальным значениям давления и объема p_0 и V_0 соответствует температура $T_0 = 240$ К. Определите количество теплоты, полученное газом за первую секунду процесса. Процесс считайте равновесным. Значение универсальной газовой постоянной равно $R = 8,31$ Дж/(К · моль).

6. (6 баллов) Зазор толщиной d между пластинами плоского конденсатора электроемкостью C заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Конденсатор присоединили к источнику электрической энергии напряжением U . Одну из пластин отодвинули на расстояние L от ее первоначального положения. Между пластиной и диэлектриком образовался воздушный зазор. Какая работа была совершена при перемещении пластины? Размеры пластины во много раз больше расстояния между пластинами.