**МФ и ТД**

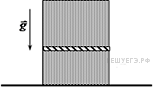
**1.** В высоком вертикальном цилиндрическом сосуде под тяжелым поршнем, способным перемещаться вдоль стенок сосуда практически без трения, находится некоторое количество воздуха под давлением 1,5 атм. Поршень находится в равновесии на высоте 20 см над дном сосуда. Определите, на какое расстояние сместится поршень, если сосуд перевернуть открытым концом вниз и дождаться установления равновесия. Считать температуру воздуха и атмосферное давление, равное 1 атм, постоянными. Массой воздуха в сосуде по сравнению с массой поршня можно пренебречь.

**2.** Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводным поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона – 900 К; объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Поршень медленно перемещается без трения. Теплоёмкость поршня и цилиндра пренебрежимо мала. Чему равно отношение внутренней энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент?

**3.**В теплоизолированном цилиндре, разделённом на две части тонким невесомым теплопроводящим поршнем, находится идеальный одноатомный газ. В начальный момент времени поршень закреплён, а параметры состояния газа — давление, объём и температура — в одной части цилиндра равны *p*1 = 1 атм, *V*1 = 1 л и *Т*1 = 300 К, а в другой, соответственно, *р*2 = 2 атм, *V*2 = 1 л и *Т*2 = 600 К. Поршень отпускают, и он начинает двигаться без трения. Какое давление газа установится в цилиндре спустя достаточно долгое время, когда будет достигнуто состояние равновесия? Теплоёмкостями цилиндра и поршня можно пренебречь.

**4.**Некоторое количество азота находится в замкнутом сосуде при давлении 1 атм. Когда температуру сосуда повысили до 3000 К, давление увеличилось до 15 атм, при этом половина имевшихся молекул азота распалась на атомы. Какой была температура газа до нагревания?

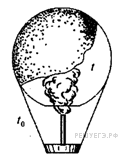
**5.** Теплоизолированный сосуд объемом *V* = 4 м3 разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: *Т* = 400 К. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

**6.**Вертикально, расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.

**7.**В цилиндре под поршнем находится некоторое количество идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул которого равна 400 м/с. В результате некоторого процесса объём газа увеличился на 80%, а давление уменьшилось на 20%. Каким стало новое значение среднеквадратичной скорости молекул этого газа?

**8.**Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда 1 м3. В первом сосуде находится 1 моль гелия при температуре Т1 = 400 К; во втором – 3 моль аргона при температуре *T*2. Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах стало равно 5,4 кПа. Определите первоначальную температуру аргона *T*2.

**9.** В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещен столбик ртути длиной 15 см, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на 60 К. При этом объем, занимаемый воздухом, не изменился. Давление атмосферы в лаборатории – 750 мм рт. ст. Какова температура воздуха в лаборатории?



**10.** Воздушный шар, оболочка которого имеет массу 145 кг и объем 230 м3, наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха 0°С. Какую минимальную температуру должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

**11.** Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в 2 раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты 20 кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

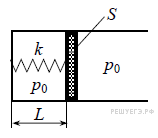
**12.** В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха *p* = 105 Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты |Q| = 75 Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние *x* = 10 см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

**13.** Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона – 900 К, объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь.

**14.** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре 600 K и давлении 4⋅105 Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечный объём газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу 2493 Дж?

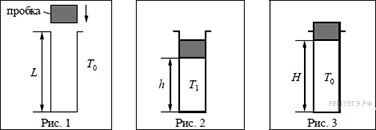
**15.** Теплоизолированный сосуд разделён тонкой перегородкой на две части, отношение объёмов которых *V2/V1 = 2*. Обе части сосуда заполнены одинаковым одноатомным идеальным газом. Давление в первой из них равно *р*0, во второй – *4р*0. Каким станет давление в сосуде, если перегородку убрать?

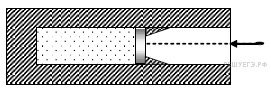
**16.** Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя открытый сверху резервуар с кипящей водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0 °С. Атмосферное давление равно 105 Па. Какая масса льда растает при совершении машиной работы 1 МДж? Ответ в кг округлите до десятых.

**17.** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью *S* находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью *k*. В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно *L*, а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению *p*0 (см. рисунок). Какое количество теплоты *Q* передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние *b*?

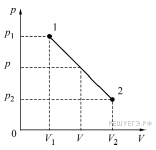
**18.** Гелий в количестве *ν* = 1/20 моля находится в горизонтальном закреплённом цилиндре с поршнем, который может без трения перемещаться в цилиндре и вначале удерживается в равновесии силой *F*1 = 280 Н. При этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия составляет *u*1 = 1400 м/с. Затем гелий стали охлаждать, а поршень медленно сдвигать, постепенно уменьшая действующую на него силу. Когда эта сила равнялась *F*2 = 150 Н, среднеквадратичная скорость движения атомов гелия стала равной *u*2 = 1200 м/с. На какое расстояние Δ*l* при этом сдвинулся поршень?

**19.**В камере, заполненной азотом, при температуре *T*0 = 300 К находится открытый цилиндрический сосуд (рис. 1). Высота сосуда *L* = 50 см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры *T*1. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится *h* = 40 см (рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры *T*0. Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится *H* = 46 см (рис. 3). Чему равна температура *T*1? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

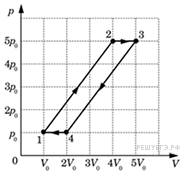


**20.** В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр (см. рисунок). В цилиндре находится гелий, запертый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.

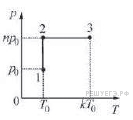
**21.** Идеальный одноатомный газ массой 72 г совершал обратимый процесс, в течение которого среднеквадратичная скорость его молекул увеличивалась от 450 м/с до 900 м/с по закону *v = a*, где *a* – некоторая постоянная величина, а *V* – объём газа. Какую работу совершил газ в этом процессе?

**22.**С некоторым количеством идеального газа проводят процесс 1-2, для которого график зависимости давления от объёма представляет собой на *pV*-диаграмме прямую линию (см. рисунок). Параметры начального и конечного состояний процесса: *p*1 = 3 атм, *V*1 = 1 л, *p*2 = 1 атм, *V2* = 4 л. Какой объём соответствует максимальной температуре газа в данном процессе?

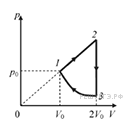
**23.** Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении 105 Па. Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна 500 кг. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0 °С. Чему равна масса одного квадратного метра материала оболочки шара?

(Площадь сферы S = 4πR2, объём шара V = πR3)

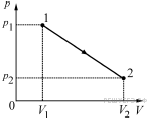
**24.** С одним молем идеального одноатомного газа совершают циклический процесс 1-2-3-4-1 (см. рис.). Во сколько раз КПД данного цикла меньше, чем КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же максимальной и минимальной температурах?



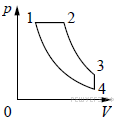
**25.** 1 моль идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 2, а потом — в состояние 3 так, как это показано на (р, Т) диаграмме. Начальная температура газа равна 300 К. Определите работу газа при переходе из состояния 2 в состояние 3, если k = 2.

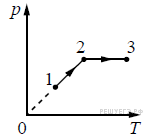
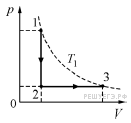


**26.** Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу 1000 Дж. Участок 3–1 — адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно 3370 Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу газа на адиабате.

**27.** Найдите суммарное количество теплоты, полученное и отданное одним молем идеального одноатомного газа при его переводе из состояния 1 в состояние 2 при помощи процесса, который изображается на *pV*-диаграмме прямой линией (см. рис.). Известны следующие параметры начального и конечного состояний газа:

*V*1 = 10 л, *V*2 = 41,6 л, *p*1 = 4,15 · 105Па, *T*2 = 500 К.

**28.** Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на *pV*-диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе Δ*Т*12 к изменению его температуры Δ*Т*34 при изохорном процессе.

**29.** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах p–T. Известно, что давление газа p в процессе 1–2 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 3 равна 900 К?

**30.** Идеальный одноатомный газ в количестве *ν* = 5 моль сначала охладили, уменьшив его температуру от *T*1 = 400 К до *T*2 = *T*1/4, а затем нагрели до начальной температуры. При этом давление *p* газа изменялось так, как показано на графике. Какое суммарное количество теплоты газ отдал и получил в процессе 1–2–3?