

***Задания с развернутым ответом
по молекулярной физике и термодинамике***

1. Воздушный шар объемом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно

нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой 200 кг? Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

2. Воздушный шар объемом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Рассчитайте максимальную массу груза, который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры 77°C . Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.
3. Воздушный шар объемом 2500 м^3 имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Если температура окружающего воздуха 7°C , а его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$, то при нагревании воздуха в шаре до температуры 77°C шар поднимает груз с максимальной массой 200 кг. Какова масса оболочки шара? Оболочку шара считать нерастяжимой.
4. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
5. Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой 400 кг заполнен гелием. Он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па , груз массой 225 кг. Какова масса гелия в оболочке шара? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
6. В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится гелий в количестве 0,1 моль, запертый поршнем. Поршень 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 нем. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Ка-

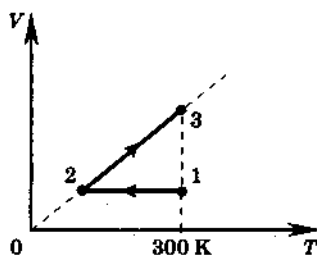
кова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.



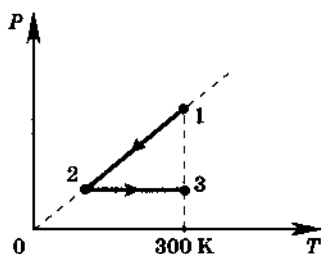
7. В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится гелий в количестве 0,1 моль, запертый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нем. Как изменится температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с сосудом и поршнем.



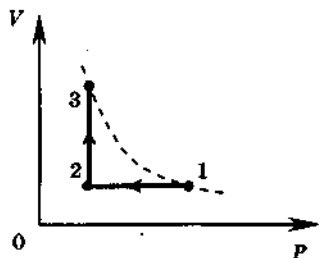
8. Одноатомный идеальный газ в количестве 10 моль сначала охладили, уменьшив давление в 3 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2—3?



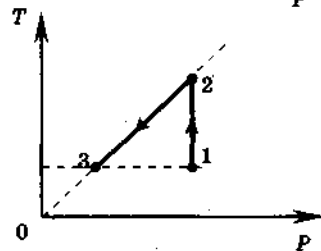
9. Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1—2?



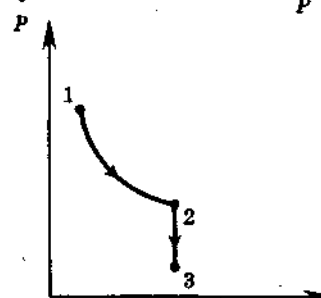
10. Идеальный одноатомный газ в количестве 10 моль охладил, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2—3?



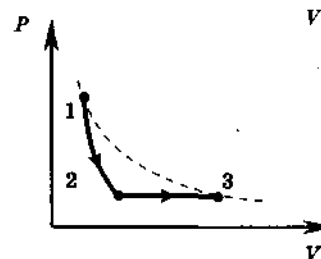
11. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1—2?



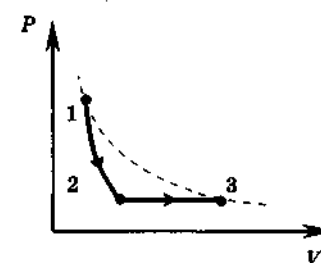
12. Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2—3?



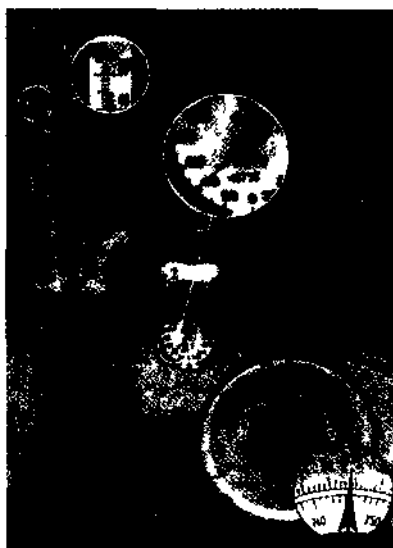
13. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс 1—2—3 газом совершена работа, равная 5 кДж. Какую работу совершил газ при изобарном расширении?



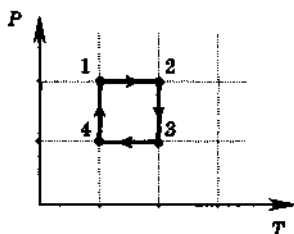
14. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 3 кДж. Какова работа газа за весь процесс 1—2—3?



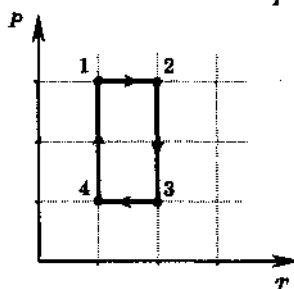
15. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится воздух. Во время опыта и объем воздуха в цилиндре, и его абсолютную температуру увеличили в 2 раза. Оказалось, однако, что воздух мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта его давление в цилиндре не изменилось. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? (Воздух считать идеальным газом.)
16. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде возросло в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объеме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)
17. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по изотермическому сжатию газа его объем уменьшился вдвое, а давление газа упало в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать идеальным.)
18. При исследовании уравнения состояния газа ученик соединил сосуд (1) объемом 150 мл с манометром (2) тонкой трубкой и опустил сосуд в горячую воду (см. рисунок). Чему равна плотность воздуха в сосуде? Начальные показания манометра равны 0 мм рт. ст. Шкала манометра и нижняя шкала барометра (3) проградуированы в мм рт. ст. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа. Объем измерительного механизма манометра и соединительной трубки значительно меньше 150 мл.



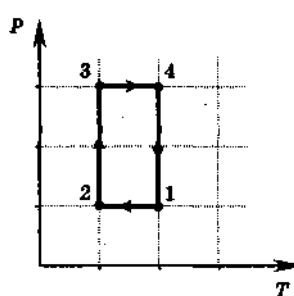
19. На pT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком участке цикла работа газа наибольшая по абсолютной величине?



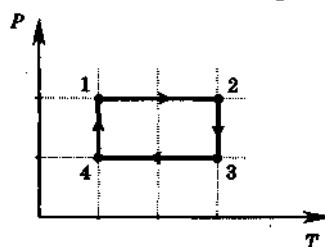
20. На pT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком из участков цикла 1—2, 2—3, 3—4, 4—1 работа газа наибольшая по модулю?



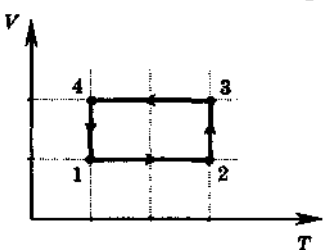
21. На pT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). Найдите модуль отношения работ газа $\frac{\Delta A_{34}}{\Delta A_{12}}$ на участках 3—4 и 1—2.



22. На pT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком участке цикла работа газа наименьшая по модулю?

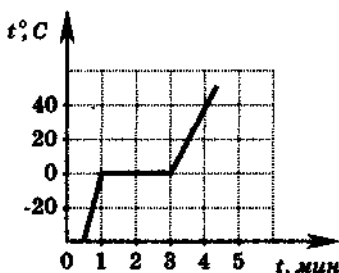


23. На VT -диаграмме показан цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный газ (см. рисунок). На каком из четырех участков цикла 1—2, 2—3, 3—4, 4—1 работа газа наибольшая по абсолютной величине?



24. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой неподвижной перегородкой на две равные части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона — нет. В начальный момент в одной части сосуда находится $\nu_{\text{He}} = 2$ моль гелия, а в другой — $\nu_{\text{Ar}} = 1$ моль аргона. Температура гелия $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$. Определите температуру гелия после установления равновесия в системе.

25. На рисунке представлен график изменения температуры вещества в калориметре с течением времени. Теплоемкостью калориметра и тепловыми потерями можно пренебречь и считать, что подводимая к сосуду мощность постоянна. Рассчитайте удельную теплоемкость вещества в жидком состоянии. Удельная теплота плавления вещества равна 100 кДж/кг . В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.



26. Теплоизолированный сосуд разделен теплопроводной неподвижной перегородкой на две части одинакового объема. В одной части сосуда находится гелий в количестве 2 моль, а в другой — аргон в количестве 2 моль. В начальный момент средняя квадратичная скорость атомов аргона в 2 раза больше скорости атомов гелия. Определите отношение давления гелия к давлению аргона после установления теплового равновесия.

27. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 1 кг гелия, а в другой — 1 кг аргона. Средняя квадратичная скорость атомов аргона равна средней квадратичной скорости атомов гелия и составляет 500 м/с . Определите парциальное давление гелия после удаления перегородки.

28. Сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится гелий массой $m = 1 \text{ кг}$, а в другой — аргон массой $m = 1 \text{ кг}$. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона — нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию гелий-аргоновой смеси после установления равновесия в системе.
29. Сосуд объемом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится гелий массой $m = 1 \text{ кг}$, а в другой — аргон массой $m = 1 \text{ кг}$. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы аргона — нет. Начальная температура гелия равна температуре аргона: $T = 300 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию газа, оставшегося в той части сосуда, где первоначально находился гелий, после установления равновесия в системе.