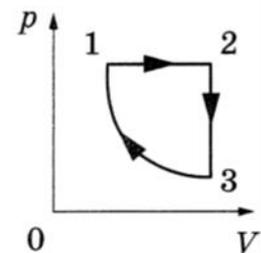


№ 24 из ТДР:

Вариант 1

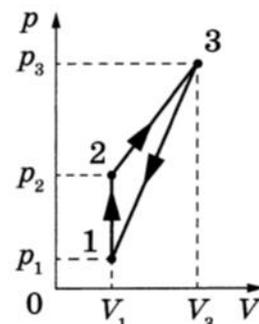
В качестве рабочего тела в тепловой машине используется идеальный одноатомный газ, который совершает циклический процесс, состоящий из изобарного нагревания (1→2), изохорного охлаждения (2→3) и адиабатного сжатия (3→1). КПД этой тепловой машины $\eta = 20\%$. Найдите отношение работы A_{12} , совершённой газом в изобарном процессе, к работе A_{31} , совершённой над газом при адиабатном сжатии.



(2)

Вариант 2

На рисунке в координатах p - V представлен циклический процесс, проводимый с идеальным одноатомным газом. Давление газа изохорно увеличивают в 2 раза, затем объём газа увеличивают в 5 раз так, что давление линейно зависит от объёма и возрастает в 2,5 раза. После этого газ возвращают в исходное состояние в процессе, в котором давление линейно зависит от объёма. Определите коэффициент полезного действия теплового двигателя, работающего по этому циклу. Количество вещества газа постоянно.



(4 %)

Вариант 3

В закрытом сосуде при температуре 100°C находится влажный воздух с относительной влажностью 70% под давлением 100 кПа . Объём сосуда изотермически уменьшили в 3 раза. До какой абсолютной температуры надо вместо этого нагреть воздух без изменения объёма сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объёмом сконденсировавшейся воды пренебречь.

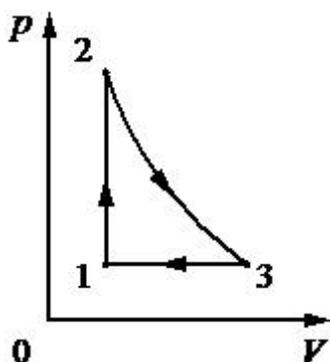
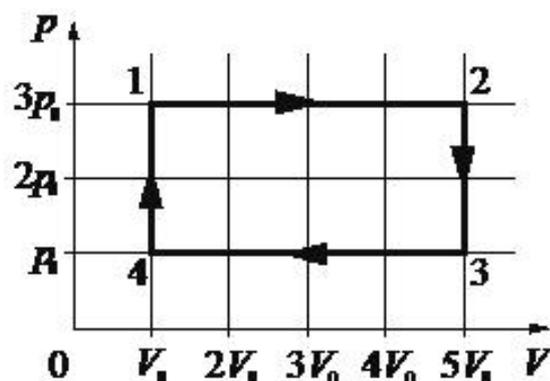
($\approx 709\text{ K}$)

№ 24

24.1.

На рисунке изображён циклический процесс, проведённый с идеальным газом. При расширении на участке 1-2 газ совершает работу $1,2\text{ кДж}$. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты, равное $3,3\text{ кДж}$. Масса газа постоянна.

Определите КПД цикла.



24.2.

1 моль одноатомного идеального газа совершает цикл 1-2-3-1, состоящий из изохоры (1→2), адиабаты (2→3) и изобары (3→1) (см. рисунок). Абсолютные температуры газа в состояниях 1, 2 и 3 равны 400 K , 600 K и 510 K соответственно. Определите коэффициент полезного действия цикла.

24.3.

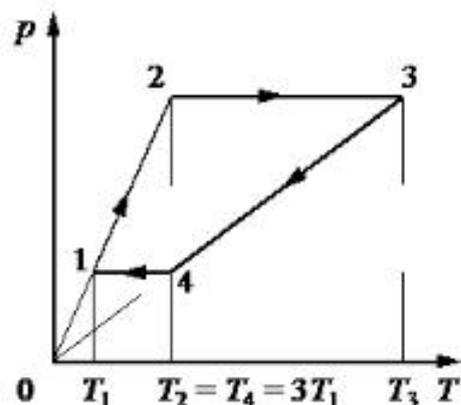
В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится 1 л гелия, запертого поршнем при давлении 100 кПа и температуре 300 К. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 300 м/с, и застревает в нём. Какова будет температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплотой с цилиндром и поршнем.

24.4.

Для того чтобы совершить воздушный полёт, бесстрашный изобретатель, масса которого 60 кг, решил использовать 5000 воздушных шаров, наполненных гелием. До какого объёма необходимо надувать гелием каждый шар, чтобы изобретатель смог подняться в воздух при нормальном атмосферном давлении? Температура окружающего воздуха равна 27 °С. Массой оболочек шаров и их упругостью, а также силой Архимеда, действующей на изобретателя, пренебречь.

24.5.

В тепловом двигателе 1 моль идеального одноатомного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах p – T , где p – давление газа, T – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 3 раза. Определите КПД цикла.

**24.6.**

Один моль идеального одноатомного газа переводят из состояния 1 с температурой $T_1 = 300$ К в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В ходе этого процесса газ получает количество теплоты $Q = 15$ кДж. Во сколько раз уменьшается в результате этого процесса плотность газа? (2)

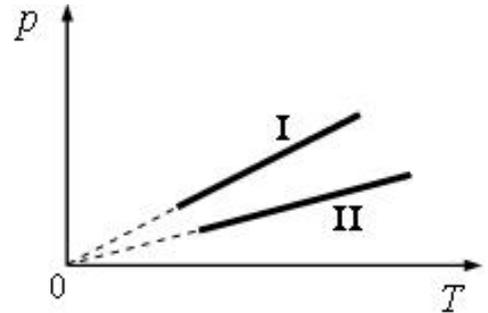
24.7.

В стакан с водой, нагретой до температуры $t_1 = 50^\circ\text{C}$, положили металлический шарик, имеющий температуру $t_2 = 10^\circ\text{C}$. После установления теплового равновесия температура воды стала $t_3 = 40^\circ\text{C}$. Определите температуру воды t_4 после того, как в стакан положили ещё один такой же шарик температурой t_2 (первый шарик остался в стакане). Теплообменом с окружающей средой пренебречь. (34 °С)

№ 21

21.1.

Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



21.2.

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ. В первоначальном состоянии 1 поршень опирается на жёсткие выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (рис. 1), а газ занимает объём V_0 и находится под давлением p_0 , равным внешнему атмосферному. Его температура в этом состоянии равна T_0 . Газ медленно нагревают, и он переходит из состояния 1 в состояние 2, в котором давление газа равно $2p_0$, а его объём равен $2V_0$ (рис. 2). Количество вещества газа при этом не меняется. Постройте график зависимости объёма газа от его температуры при переходе из состояния 1 в состояние 2. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

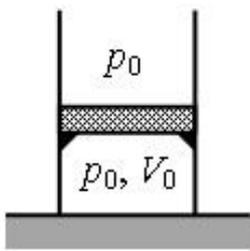


Рис. 1

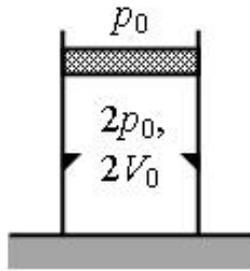
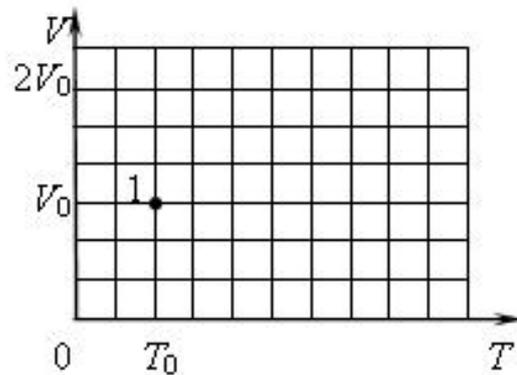


Рис. 2



№ 23

23.1.

В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру $-40\text{ }^\circ\text{C}$, 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна $500\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

23.2.

Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при $0\text{ }^\circ\text{C}$. При совершении машиной работы 1 МДж растаяло 12,1 кг льда. Определите температуру воды в резервуаре. ($\approx 341\text{ K}$)

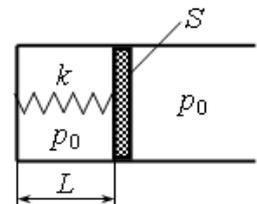
№ 24 (Навигатор ФИПИ)

96017E В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80^\circ C$. При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

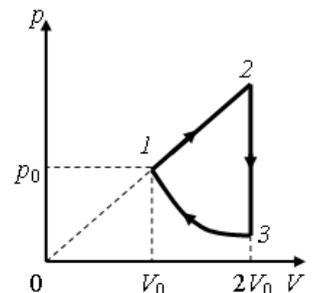
BA06BC В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения $S = 5 \text{ см}^2$ под подвижным поршнем массой $M = 1$ кг с лежащим на нём грузом массой $m = 0,5$ кг находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте $h_1 = 13$ см от дна сосуда. На сколько изменится эта высота, если груз снять с поршня? Воздух считать идеальным газом, а его температуру – неизменной. Атмосферное давление равно 10^5 Па. Трение между стенками и поршнем не учитывать.

655A2B В стакан с водой, нагретой до температуры $t_1 = 50^\circ C$, положили металлический шарик, имеющий температуру $t_2 = 10^\circ C$. После установления теплового равновесия температура воды стала $t_3 = 40^\circ C$. Определите температуру воды t_4 после того, как в стакан положили ещё один такой же шарик температурой t_2 (первый шарик остался в стакане). Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

9F56D5 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 ?



3023D1 Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{\text{хол}}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



399D49 В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха $p = 10^5$ 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?

8BF94A Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100^\circ C$ равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.

258D41 Сосуд разделён тонкой перегородкой на две части, отношение объёмов которых $V_2/V_1 = 3$. В первой части сосуда находится воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 80\%$. Какой была влажность воздуха во второй части сосуда, если после того, как перегородку убрали, в сосуде установилась относительная влажность 50%? Считать, что температура воздуха в частях сосуда одинакова и не изменилась после снятия перегородки.