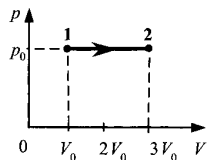
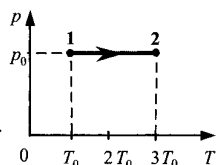


## 2.2. Задания с развернутым ответом

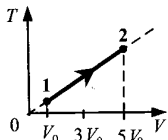
19. На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа  $27^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



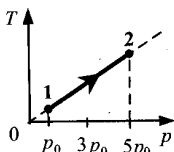
20. На рисунке изображено изменение состояния 2 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа  $27^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



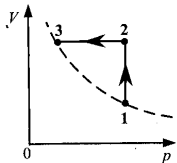
21. На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа  $0^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



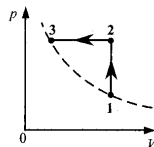
22. На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа  $0^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



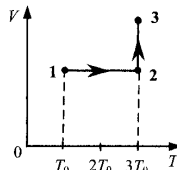
23. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры  $300\text{ K}$ , уменьшив давление в 3 раза (см. рис.). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 12?



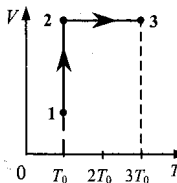
24. Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры  $300\text{ K}$ , уменьшив объем в 3 раза (см. рис.). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 12?



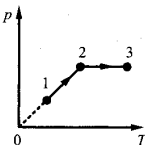
25. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема  $V$  от температуры  $T$  ( $T_0 = 100\text{ K}$ ). На участке 23 к газу подводят  $2,5\text{ кДж}$  теплоты. Найдите отношение работы газа  $A_{123}$  ко всему количеству подведенной к газу теплоты  $Q_{123}$ .



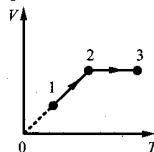
26. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема  $V$  от температуры  $T$  ( $T_0 = 200\text{ K}$ ). На участке 1-2 к газу подводят  $2,5\text{ кДж}$  теплоты. Найдите отношение работы газа  $A_{123}$  ко всему количеству подведенной к газу теплоты  $Q_{123}$ .



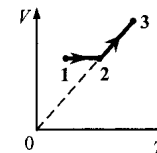
27. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3, график которого показан на рисунке в координатах  $p$ - $T$ . Известно, что давление газа  $p$  в процессе 1-2 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1-2-3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна  $300\text{ K}$ , а в состоянии 3 равна  $900\text{ K}$ ?



28. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3, график которого показан на рисунке в координатах  $V$ - $T$ . Известно, что объем газа  $V$  в процессе 1-2 увеличился в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1-2-3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна  $300\text{ K}$ , а в состоянии 3 равна  $900\text{ K}$ ?



29. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3, график которого показан на рисунке в координатах  $V$ - $T$ . Известно, что объем газа  $V$  в процессе 2-3 увеличился в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1-2-3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна  $200\text{ K}$ , а в состоянии 3 равна  $600\text{ K}$ ?



30. Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объему. В результате плотность газа уменьшается в  $\alpha = 2$  раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты  $Q = 20\text{ кДж}$ . Какова температура газа в состоянии 1?

32. С разреженным газом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742\text{ Дж}$ , в результате чего его температура изменилась на некоторую величину  $\Delta T$ . Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039\text{ Дж}$ , в результате чего его температура изменилась также на  $\Delta T$ . Каким было изменение температуры  $\Delta T$  в опытах? Масса газа  $m = 1\text{ кг}$ .

33. С разреженным газом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742\text{ Дж}$ , в результате чего его температура изменилась на  $\Delta T = 2\text{ K}$ . Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039\text{ Дж}$ , в результате чего его температура изменилась также на  $\Delta T$ . Чему равна масса газа  $m$ ?

34. В сосуде объемом  $V = 0,02\text{ м}^3$  с жесткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью  $S$ , заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя  $F$  пробки о края отверстия равна  $100\text{ Н}$ . Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее  $15\text{ кДж}$ . Определите значение  $S$ , полагая газ идеальным.

35. В сосуде объемом  $V = 0,1\text{ м}^3$  с жесткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью  $S = 5\text{ см}^2$ , заткнутое пробкой. Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее  $15\text{ кДж}$ . Определите максимальную величину силы трения покоя  $F$  пробки о края отверстия, полагая газ идеальным.

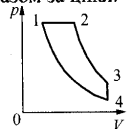
36. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600\text{ К}$  и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5\text{ Па}$ , расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объема. Конечный объем газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A = 2493\text{ Дж}$ ?

38. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха  $p = 10^5\text{ Па}$ . Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты  $|Q| = 75\text{ Дж}$ . При этом поршень передвинулся на расстояние  $x = 10\text{ см}$ . Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

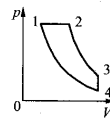
40. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа  $p_1 = 4 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Расстояние от дна сосуда до поршня равно  $L$ . Площадь поперечного сечения поршня  $S = 25\text{ см}^2$ . В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты  $Q = 1,65\text{ кДж}$ , а поршень сдвинулся на расстояние  $x = 10\text{ см}$ . При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной  $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3\text{ Н}$ . Найдите  $L$ . Считать, что сосуд находится в вакууме.

41. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа  $p_1 = 4 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Расстояние от дна сосуда до поршня  $L = 0,3\text{ м}$ . Площадь поперечного сечения поршня  $S = 25\text{ см}^2$ . В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты  $Q$ , а поршень сдвинулся на расстояние  $x = 10\text{ см}$ . При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной  $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3\text{ Н}$ . Найдите  $Q$ . Считать, что сосуд находится в вакууме.

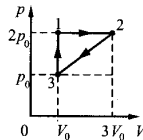
44. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры и изобары. Зная, что КПД этого цикла  $\eta = 15\%$ , а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе  $t_{\text{min}} = 37\text{ }^\circ\text{C}$  и  $t_{\text{max}} = 302\text{ }^\circ\text{C}$ , определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



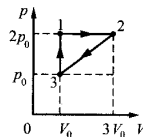
45. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе  $\Delta T_{12}$  к изменению его температуры  $\Delta T_{34}$  при изохорном процессе.



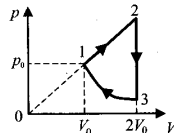
46. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу  $A_{12} = 5\text{ кДж}$ . Какое количество теплоты газ отдает за цикл холодильнику?



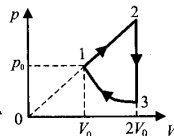
47. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. За цикл газ совершает работу  $A_{\text{ц}} = 5\text{ кДж}$ . Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



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



49. Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу  $A_{12} = 1000\text{ Дж}$ . Участок 3–1 — адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно  $|Q_{\text{хол}}| = 3370\text{ Дж}$ . Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу  $|A_{31}|$  внешних сил на адиабате.



50. Относительная влажность воздуха при  $t = 36\text{ }^\circ\text{C}$  составляет 80%. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре  $p_{\text{н}} = 5945\text{ Па}$ . Какая масса пара содержится в  $1\text{ м}^3$  этого воздуха?

52. Два сосуда объемами 20 л и 30 л, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия? Температуру считать постоянной.

54. В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью  $\phi = 40\%$ . Объем воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть  $\alpha$  исходного количества водяных паров сконденсировалась при сжатии?

57. Необходимо расплавить лед массой 0,3 кг, имеющий температуру  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента 400 Вт, тепловые потери составляют 25%, а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут?

59. Какую массу сухих дров нужно сжечь на костре, чтобы нагреть до кипения 3 л воды, если в окружающую среду рассеивается 95% тепла от их сжигания? Начальная температура воды  $20\text{ }^\circ\text{C}$ , удельная теплота сгорания сухих дров  $\lambda = 8,3 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$ .

61. В калориметр, где находится 1 кг льда, добавили 30 г воды, имеющей температуру  $40\text{ }^\circ\text{C}$ . После установления теплового равновесия температура содержимого калориметра равна  $-1\text{ }^\circ\text{C}$ . Какова первоначальная температура льда? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

62. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда  $t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ . Если сообщить ему количество теплоты  $Q$ , то весь лед растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры  $t_2 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ . Какая доля льда  $k$  растает, если сообщить ему количество теплоты  $q = \frac{Q}{2}$ ? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

64. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда  $t_1 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ . Если сообщить ему количество теплоты  $Q = 50\text{ кДж}$ , то  $3/4$  льда растает. Какое количество теплоты  $q$  надо после этого сообщить содержимому сосуда дополнительно, чтобы весь лед растаял и образовавшаяся вода нагрелась до температуры  $t_2 = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

65. В школьном физическом кружке изучали уравнение теплового баланса. В одном из опытов использовали два калориметра. В первом калориметре находилось 300 г воды, во втором — 200 г льда и 200 г воды при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ . Какой была первоначальная температура воды в первом калориметре, если после добавления в него всего содержимого второго в первом калориметре установилась температура  $2\text{ }^\circ\text{C}$ ? Теплоемкостью калориметров пренебречь.