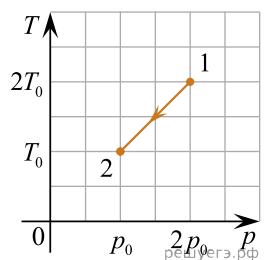


1. На  $T$ - $p$  диаграмме показан процесс изменения состояния некоторой массы идеального одноатомного газа.

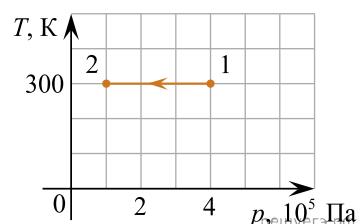
Внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 кДж. Чему равно количество теплоты, отданное газом? Ответ приведите в килоджоулях.



2. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Чему равна работа, совершенная газом в этом процессе?

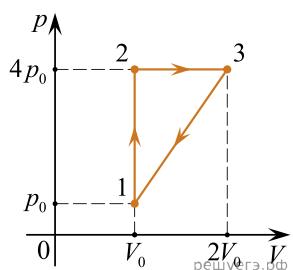
3. На рисунке показан график зависимости температуры от давления для неизменной массы идеального одноатомного газа.

Газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом? Ответ приведите в килоджоулях.



4. В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0 °С. В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5 °С. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия? Ответ приведите в градусах Цельсия.

5. Чему равен КПД цикла, проводимого с идеальным одноатомным газом? Ответ приведите в процентах, округлив до целых.

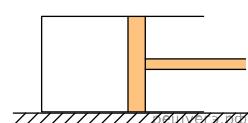


6. В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной 100 °С. Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

7. Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре  $T$ , нагрели до температуры  $2T$ , сообщив ему количество теплоты 10 Дж. В результате газ совершил работу 5 Дж. Какое количество теплоты отдаст газ, если его после этого изохорически охладить до температуры  $\frac{3T}{2}$ ? Ответ приведите в джоулях, округлите до десятых.

8. В калориметр, удельная теплоемкость которого пренебрежимо мала, налили 200 г воды при температуре +5 °С и положили туда 100 г льда при температуре -5 °С. Какая температура установится в сосуде?

9. Поршень может свободно без трения перемещаться вдоль стенок горизонтального цилиндрического сосуда. В объеме, ограниченном дном сосуда и поршнем, находится воздух (см. рис.). Площадь поперечного сечения сосуда равна  $20 \text{ см}^2$ , расстояние от дна сосуда до поршня равно 25 см, атмосферное давление 100 кПа, давление воздуха в сосуде равно атмосферному. Поршень медленно перемещают на 5 см влево, при этом температура воздуха не меняется. Какую силу требуется приложить, чтобы удержать поршень в таком положении?



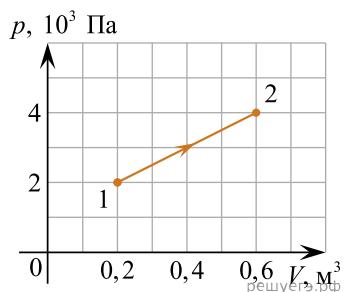
10. Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду температурой 20 °С, требуется количество теплоты 100 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты 75 кДж? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

11. Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре +327 °С, имеет объем  $0,083 \text{ м}^3$  и давление 120 кПа. В результате адиабатического процесса температура этого газа уменьшилась на 50 °С. Какую работу совершил газ в этом процессе?

**12.** Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 2 раза больше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул кислорода к средней кинетической энергии теплового движения молекул водорода?

**13.** Идеальный одноатомный газ медленно переводят из состояния 1 в состояние 2. Известно, что в процессе  $1 \rightarrow 2$  давление газа изменялось прямо пропорционально его объему, а внутренняя энергия газа в этом процессе увеличилась на 6 Дж. Какую работу совершил газ в этом процессе?

**14.** Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ним мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение  $\frac{N_2}{N_1}$  числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



**15.** Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда  $0^\circ\text{C}$ , начальная температура воды  $15^\circ\text{C}$ . Теплоемкость термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе (в кг)?

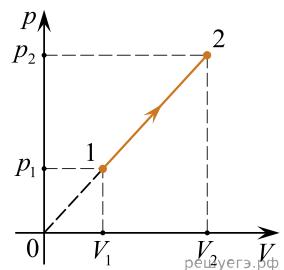
**16.** Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится  $v = 2$  моль гелия, а в правой — такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона:  $T = 300 \text{ K}$ . Определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.

**17.** В тепловой машине, работающей по циклу Карно, газ совершает за один цикл работу 225 Дж. Температура нагревателя равна  $327^\circ\text{C}$ , температура холодильника равна  $27^\circ\text{C}$ . Определите количество теплоты, получаемое газом за один цикл. Ответ укажите в джоулях.

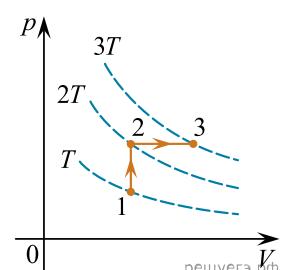
**18.** В идеальной тепловой машине температура холодильника отличается в 1,5 раза от температуры нагревателя. Над рабочим телом машины совершается один цикл. Чему равно отношение модуля количества теплоты, отданного рабочим телом, к совершенной машиной работе?

**19.** Идеальный одноатомный газ в количестве четырех молей совершил работу 415 Дж. При этом газ получил количество теплоты, вдвое превышающее модуль этой работы. Определите изменение температуры этого газа. Ответ выразите в градусах Цельсия и округлите до целого числа.

**20.** На рисунке изображен процесс, происходящий с 1 моль гелия. Минимальное давление газа  $p_1 = 100 \text{ кПа}$ , минимальный объем  $V_1 = 10 \text{ л}$ , а максимальный  $V_2 = 30 \text{ л}$ . Какую работу совершил гелий при переходе из состояния 1 в состояние 2? Ответ выразите в кДж.



**21.** Два моля идеального одноатомного газа переводят из состояния 1 в состояние 2, а затем — в состояние 3 (см. рис.). Пунктирными линиями на диаграмме показаны изотермы. Определите, чему равно отношение количества теплоты  $Q_{12}$ , полученного газом при переходе из состояния 1 в состояние 2, к количеству теплоты  $Q_{23}$ , полученному газом при переходе из состояния 2 в состояние 3.



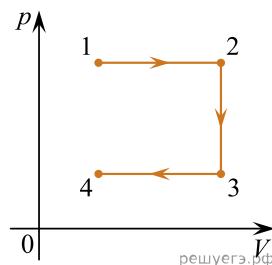
**22.** В одном сосуде находится аргон, а в другом — неон. Средние кинетические энергии теплового движения молекул газов одинаковы. Давление аргона в 2 раза больше давления неона. Чему равно отношение концентрации молекул аргона к концентрации молекул неона?

- 23.** В сосуде содержится 0,1 моль аргона. Среднеквадратичная скорость его молекул равна 400 м/с. Чему равна внутренняя энергия этой порции аргона?
- 24.** В закрытом сосуде объемом 20 литров находится 0,5 моль азота. Давление газа в сосуде равно 100 кПа. Чему равна среднеквадратичная скорость молекул этого газа? Ответ дайте в метрах в секунду и округлите до целого числа.
- 25.** На какую величину изменилась внутренняя энергия четырех молей идеального одноатомного газа, если при изобарном нагревании было затрачено количество теплоты, равное 4155 Дж.
- 26.** При сжатии идеального одноатомного газа при постоянном давлении внешние силы совершили работу 2000 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам? (Ответ дайте в джоулях.)
- 27.** Один литр жидкого аргона находится при температуре своего кипения  $-186^{\circ}\text{C}$ . Какое количество теплоты нужно сообщить этому количеству аргона для того, чтобы при постоянном давлении перевести его в газ, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ ? Плотность жидкого аргона  $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$ , его удельная теплота испарения 87 кДж/кг. Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целого числа.
- 28.** Неизменное количество идеального одноатомного газа изохорически переводят из состояния 1 в состояние 2. Затем газ изобарически переводят из состояния 2 в состояние 3, и при этом газ совершает работу 40 Дж. Известно, что температура газа в процессе 2–3 повышается на столько же, на сколько она повысилась в процессе 1–2. Какое количество теплоты поглотил газ в процессе 1–2?
- 29.** В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в калориметре 330 г. На сколько увеличилась масса воды в калориметре, если ее первоначальная температура  $20^{\circ}\text{C}$ ? Тепловыми потерями пренебречь. Ответ выразите в граммах.
- 30.** Какое количество теплоты надо сообщить в изобарном процессе трем молям одноатомного идеального газа, находящегося при температуре  $+48^{\circ}\text{C}$ , для того чтобы его объем увеличился в 2 раза? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целого числа.
- 31.** Имеются два сосуда, заполненных идеальными газами: в первом сосуде находится кислород при температуре  $47^{\circ}\text{C}$ , во втором — азот при температуре  $164,5^{\circ}\text{C}$ . Определите, на какую величину среднеквадратичная скорость хаотического движения молекул азота больше среднеквадратичной скорости хаотического движения молекул кислорода. Ответ выразите в метрах в секунду и округлите до целого числа.
- 32.** Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника — сосуд со льдом при  $0^{\circ}\text{C}$ . При совершении машиной работы 1 МДж растаяло 12,1 кг льда. Определите температуру воды в резервуаре.
- 33.** Высокий вертикальный цилиндр закрыт тонким поршнем массой 1 кг и площадью  $100 \text{ см}^2$ . Под поршнем находится идеальный газ. Атмосферное давление над поршнем равно 101 кПа, расстояние между дном цилиндра и поршнем 50 см. Цилиндр перевернули так, что поршень оказался снизу, но не выпал из цилиндра. На сколько увеличилось расстояние между дном цилиндра и поршнем в состоянии равновесия? Температура газа в исходном и конечном состояниях одинакова. Ответ дайте в сантиметрах.
- 34.** Тепловая машина за один цикл совершает работу 25 Дж и отдает холодильнику количество теплоты 75 Дж. Температура нагревателя этой машины 600 К, а температура холодильника 300 К. Во сколько раз КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же температурах нагревателя и холодильника, больше КПД рассматриваемой тепловой машины?
- 35.** В закрытом сосуде с жесткими стенками находится кислород при некоторой температуре и давлении 55,5 кПа. Концентрация молекул кислорода  $5,4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ . В этот сосуд добавляют азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной  $7,2 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$ . Чему равно парциальное давление азота в этом сосуде? Ответ выразите в килопаскалях и округлите до целого числа.
- 36.** Два газа, аргон и гелий находятся в одном сосуде. Средние кинетические энергии их молекул совпадают. Парциальное давление аргона в 4 раза больше, чем парциальное давление гелия. Найдите отношение концентрации аргона к концентрации гелия.
- 37.** В калориметр с водой, температура которой  $0^{\circ}\text{C}$ , опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ . В некоторый момент масса воды перестает увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г. На сколько граммов увеличилась масса воды? Тепловыми потерями пренебречь. Ответ приведите в граммах.
- 38.** В начале процесса температура куска свинца массой 1 кг была равна  $47^{\circ}\text{C}$ . Ему передали количество теплоты, равное 46,4 кДж. Температура плавления свинца равна  $327^{\circ}\text{C}$ . Какова масса расплавившейся части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.
- 39.** В закрытом сосуде с клапаном находится идеальный газ при температуре  $+20^{\circ}\text{C}$  и давлении  $p_1$ . В результате некоторого эксперимента 20 % газа вышло из сосуда через клапан. При этом температура газа повысилась на  $10^{\circ}\text{C}$ , а его давление изменилось до некоторой величины  $p_2$ . Найдите отношение  $\frac{p_1}{p_2}$ . Ответ округлите до десятых долей.
- 40.** Идеальный одноатомный газ в исходном состоянии 1 обладает внутренней энергией 1,6 кДж. Этот газ изотермически переводят в состояние 2 — при этом газ совершает работу 2 кДж и его объем возрастает в 4 раза. Затем газ изобарически переводят в состояние 3, сжимая его до исходного объема. Наконец газ изохорически возвращают в начальное состояние 1. Какую работу совершают газ в циклическом процессе 1–2–3–1? Ответ дайте в килоджоулях.

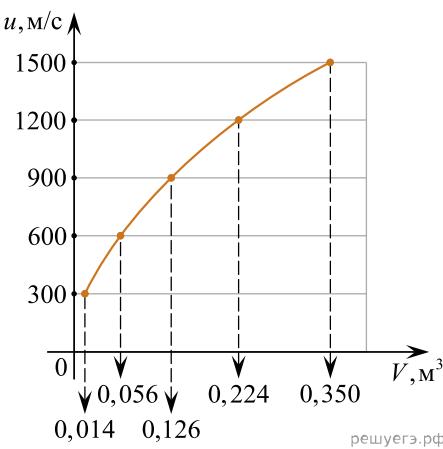
**41.** В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится водяной пар с начальным объемом 7,5 л при температуре 100 °C. Давление пара 50 кПа. Поршень начинают медленно опускать, изменяя объем пара со скоростью 0,125 л/мин и поддерживая температуру внутри сосуда постоянной. Через какое время на стенках сосуда выпадет роса?

**42.** В лимонад массой 200 г и температурой 30 °C бросают 4 кубика тающего льда одинаковой массы, при этом установилась температура 15 °C. Найдите массу одного кубика.

**43.** С идеальным одноатомным газом в количестве 0,1 моля проводят процесс 1–2–3–4, изображенный на  $pV$ -диаграмме. Известно, что работа, совершаемая газом в процессе 1–2, в три раза больше работы, которую совершают внешние силы над газом в процессе 3–4. Какое количество теплоты отдает газ в процессе 2–3, если температура газа в состоянии 3 равна 300 К? В качестве ответа запишите модуль количества теплоты, округлив результат до целого числа.



**44.** Два моля азота изобарно нагревают. На рисунке изображен график зависимости величины среднеквадратичной скорости  $u$  молекул газа от его объема  $V$ . Чему равно давление газа в сосуде? Ответ дайте в килопаскалях.



**45.** Идеальный одноатомный газ переводят из состояния 1 в состояние 2. Затем этот газ изобарически переводят в состояние 3. Известно, что в процессе 2 → 3 объем газа увеличивается в два раза, а изменение внутренней энергии газа в процессе 2 → 3 в три раза больше, чем в процессе 1B → 2. Чему равно отношение температур газа в состояниях 2 и 1?

**46.** В ходе адиабатного процесса над идеальным одноатомным газом была совершена работа 1495,8 Дж. В результате температура газа повысилась на 40 °C. Найдите количество вещества этого газа.

**47.** Цилиндр массой 300 г, нагретый до температуры 100 °C, опускают в железный калориметр с водой. Масса калориметра 100 г, масса воды 200 г, их начальная температура 23 °C. В результате установления равновесия температура в сосуде стала равной 30 °C. Чему равна удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлен цилиндр? Ответ дайте в  $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$ . Потерями тепла в окружающую среду можно пренебречь. Ответ округлите до целых.

**48.** Для приготовления домашнего мороженого мама школьника использовала следующий способ. Она заморозила в морозильнике до температуры  $t_1 = -18$  °C фруктовый сок, и далее при помощи блендера превращала кубики льда в «кашицу», состоящую на  $n_{\text{л}} = 80\%$  из мелких ледяных частиц и на  $n_{\text{с}} = 20\%$  жидкого сока, находящуюся при температуре  $t_2 = 0$  °C. Какую массу  $m$  такого «мороженого» она могла получить за время  $\tau = 5$  мин работы блендера мощностью  $P = 100$  Вт, если  $\eta = 0,9$  этой мощности расходовалась на обработку смеси и доведение ее до конечного состояния? Свойства жидкого сока считайте близкими к свойствам воды, теплообменом смеси с окружающими телами можно пренебречь.