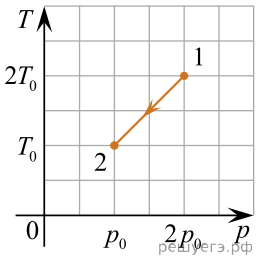
1. На T–p диаграмме показан процесс изменения состояния некоторой массы идеального одноатомного газа.

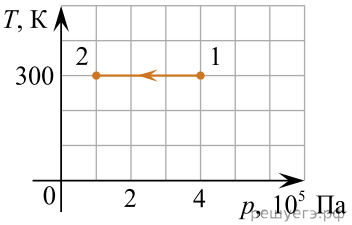
Внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 кДж. Чему равно количество теплоты, отданное газом? Ответ приведите в килоджоулях.



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?

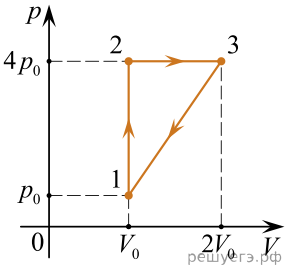
3. На рисунке показан график зависимости температуры от давления для неизменной массы идеального одноатомного газа.

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 °C. В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура −5 °C. 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, округлить до целых.

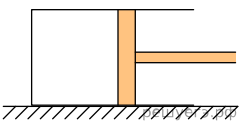


6. В закрытом сосуде под поршнем находится 4 г насыщенного водяного пара. Двигая поршень, занимаемый паром объем уменьшили в 2 раза, поддерживая температуру сосуда и его содержимого постоянной и равной 100 °C. Какое количество теплоты было при этом отведено от сосуда?

7. Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре T, нагрели до температуры 2 T, 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 °C и положили туда 100 г льда при температуре −5 °C. 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 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?



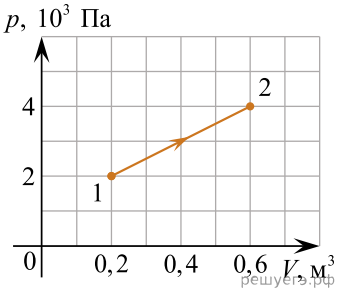
10. Кусок льда, имеющий температуру 0 °C, помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду температурой 20 °C, требуется количество теплоты 100 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты 75 кДж? Теплоемкостью калориметра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

11. Идеальный одноатомный газ, находящийся при температуре +327 °C, имеет объем 0,083 м^3 и давление 120 кПа. В результате адиабатического процесса температура этого газа уменьшилась на 50 °C. 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 → 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 °C, начальная температура воды 15 °C. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе (в кг)?

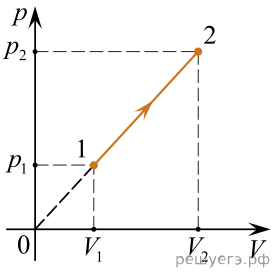
16. Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой — такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: T = 300 К. 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 °C, температура холодильника равна 27 °C. Определите количество теплоты, получаемое газом за один цикл. Ответ укажите в джоулях.

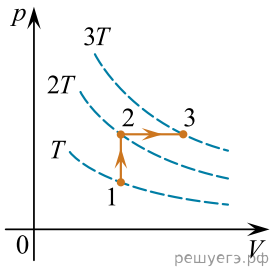
18. В идеальной тепловой машине температура холодильника отличается в 1,5 раза от температуры нагревателя. Над рабочим телом машины совершается один цикл. Чему равно отношение модуля количества теплоты, отданного рабочим телом, к совершенной машиной работе?

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 $p_1 = 100$ кПа, минимальный объем $V_1 = 10$ л, а максимальный $V_2 = 30$ л. Какую работу совершает 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 °С. Какое количество теплоты нужно сообщить этому количеству аргона для того, чтобы при постоянном давлении перевести его в газ, имеющий температуру 0 °С? Плотность жидкого аргона 1400 кг/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 °С? 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 °С, для того чтобы его объем увеличился в 2 раза? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до целого числа.

31. Имеется два сосуда, заполненных идеальными газами: в первом сосуде находится кислород при температуре 47 °С, во втором — азот при температуре 164,5 °С. 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 °С. 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 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 состоянии 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 $5,4 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$. В этот сосуд добавляют азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной $7,2 \cdot 10^{25}$ 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 °С, опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре 100 °С. 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 °С. Ему передали количество теплоты, равное 46,4 кДж. Температура плавления свинца равна 327 °С. Какова масса расплавившейся части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.

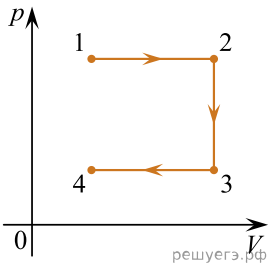
39. В закрытом сосуде с клапаном находится идеальный газ при температуре +20 °С и давлении p_1. В результате некоторого эксперимента 20 % газа вышло из сосуда через клапан. При этом температура газа повысилась на 10 °С, а его давление изменилось до некоторой величины p_2. Найдите отношение $\frac{p_1}{p_2}$. *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 совершает газ в циклическом процессе 1–2–3–1? *Ответ дайте в килоджоулях.*

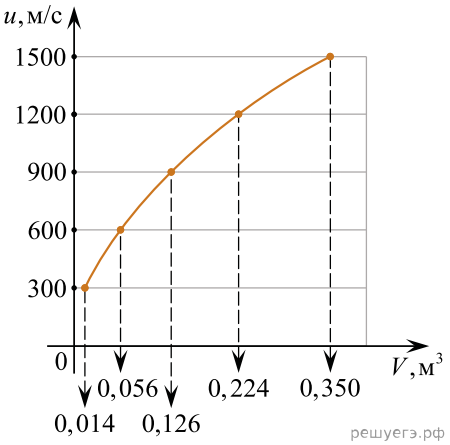
41. В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится водяной пар с начальным объемом 7,5 л при температуре 100 °С. Давление пара 50 кПа. Поршень начинают медленно опускать, изменяя объем пара со скоростью 0,125 л/мин и поддерживая температуру внутри сосуда постоянной. Через какое время на стенках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

42. В лимонад массой 200 г и температурой 30 °С бросают 4 кубика тающего льда одинаковой массы, при этом установилась температура 15 °С. 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 $2 \to 3$ объем газа увеличивается в два раза, а изменение внутренней энергии газа в процессе $2 \to 3$ в три раза больше, чем в процессе $1ß \to 2$. 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 °С. Найдите количество вещества этого газа.

47. Цилиндр массой 300 г, нагретый до температуры 100 °С, опускают в железный калориметр с водой. Масса калориметра 100 г, масса воды 200 г, их начальная температура 23 °С. В результате установления равновесия температура в сосуде стала равной 30 °С. Чему равна удельная теплоемкость вещества, из которого изготовлен цилиндр? Ответ дайте в $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^\circ C}$. 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 $t_1 = -18$ °С фруктовый сок, и далее при помощи блендера превращала кубики льда в «кашицу», состоящую на $n_л = 80\%$ из мелких ледяных частиц и на $n_с = 20\%$ жидкого сока, находящуюся при температуре $t_2 = 0$ °С. 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.