1. При температуре 250 К и давлении $1,5 \cdot 10^5$ Па плотность газа равна 2 кг/м^3 . Какова молярная масса этого газа? Ответ приведите в килограммах на моль с точностью до десятитысячных.

2. Одноатомный идеальный газ в количестве ν молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Работа, совершаемая газом в этом процессе, равна 1 кДж. Чему приблизительно равно число молей газа? Ответ округлите до целого числа.

3. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух. Воздух может медленно просачиваться сквозь трещину. Во время опыта объем сосуда уменьшили в 8 раз, давление воздуха в сосуде увеличилось в 2 раза, а его абсолютная температура увеличилась в 1,5 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

4. В термос с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0\ ^\circ\mathrm{C}$ заливают 0,5 кг воды с температурой $t_2 = 66\ ^\circ\mathrm{C}$. При установлении теплового равновесия в сосуде расплавится лед массой m. Найдите m, ответ укажите в килограммах с точностью до сотых.

5. КПД тепловой машины 30%. За 10 с рабочему телу машины поступает от нагревателя 3 кДж теплоты. Чему равна средняя полезная мощность машины?

6. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно, совершая за один цикл работу 2 кДж. Количество теплоты 2 кДж рабочее тело двигателя отдает за один цикл холодильнику, температура которого 17 °С. Чему равна температура нагревателя? Ответ приведите в градусах Цельсия.

7. Железному и алюминиевому цилиндрам сообщили одинаковое количество теплоты, что привело к одинаковым изменениям температуры цилиндров. Воспользовавшись таблицами, приведенными в справочнике, определите примерное отношение масс этих цилиндров $\dfrac{m_{Fe}}{m_{Al}}$.

8. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 20 °С находится $1,12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха. Ответ приведите в процентах, округлите до целых.

t, °С	16	17	18	19	20	21	22	23
$\rho,\ 10^{-2},$ кг/м^3	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06

9. У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 40 кДж. Какую работу совершает за цикл рабочее тело двигателя? Ответ укажите в килоджоулях.

10. Два моля идеального газа находились в баллоне, где имеется клапан, выпускающий газ при давлении внутри баллона более $1{,}5 \cdot 10^5$ Па. При температуре 300 К давление в баллоне было равно $1 \cdot 10^5$ Па. Затем газ нагрели до температуры 600 К. Сколько газа при этом вышло из баллона? Ответ приведите в молях, округлите до десятых.

11. В кастрюлю с 2 л воды температурой 25 °С долили 3 л кипятка температурой 100 °С. Какова будет температура воды после установления теплового равновесия? Теплообмен с окружающей средой и теплоемкость кастрюли не учитывайте. Ответ приведите в градусах цельсия.

12. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $\mathrm{t}_1 = 0^\circ\mathrm{C}$ заливают $m = 1$ кг воды с температурой $\mathrm{t}_2 = 44^\circ\mathrm{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ приведите в килограммах.

13. В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. К концу процесса масса воды увеличилась на 84 г. Какова начальная масса воды, если ее первоначальная температура 20 °С? Ответ приведите в килограммах.

14. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0°C$ заливают $m = 1$ кг теплой воды. Какова была начальная температура воды, если при установлении теплового равновесия в сосуде расплавилось 560 г льда? Ответ приведите в градусах цельсия.

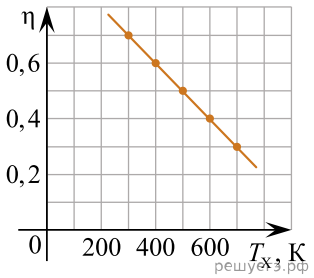
15. Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление — в 1,6 раза. Масса газа постоянна. Какова начальная температура газа по шкале Кельвина?

16. Идеальный газ изобарно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а объем — в 1,4 раза. Масса газа постоянна. Какова начальная температура газа по шкале Кельвина?

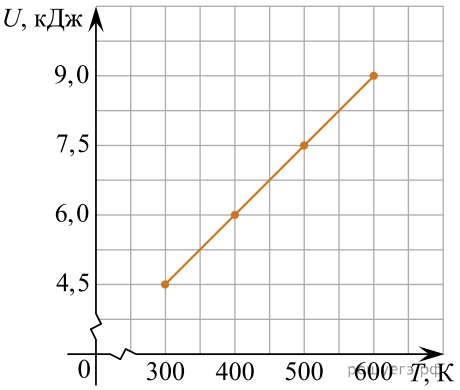
17. Тело, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите массу тела, если удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, равна 187 Дж/(кг · К). Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ приведите в килограммах с точностью до сотых.

18. Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ приведите в джоулях на килограмм на градус Кельвина и округлите до целого.

19. На графике приведена зависимость КПД η идеальной тепловой машины от температуры T_X ее холодильника. Чему равна температура нагревателя этой тепловой машины? Ответ приведите в кельвинах.



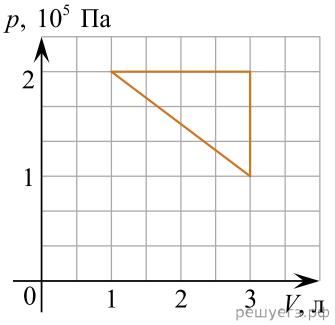
20. На рисунке приведен график зависимости внутренней энергии U порции идеального газа от температуры T. Газ нагревают при постоянном объеме. Чему равна теплоемкость этой порции данного газа в рассматриваемом процессе? Ответ приведите в джоулях на градус Кельвина.



21. В закрытом цилиндрическом сосуде находится влажный воздух при температуре 100 °С. Для того, чтобы на стенках этого сосуда выпала роса, требуется изотермически изменить объем сосуда в 25 раз. Чему приблизительно равна первоначальная абсолютная влажность воздуха в сосуде? Ответ приведите в граммах на кубический метр, округлите до целых.

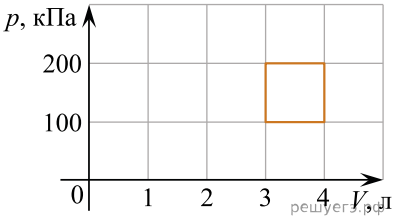
22. Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду с температурой 10 °С, требуется количество теплоты 200 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты 120 кДж? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь. Ответ приведите в градусах Цельсия.

23. Идеальный одноатомный газ изобарно расширили от объема 1 л до объема 3 л, затем изохорно охладили так, что его давление уменьшилось от $2 \cdot 10^5$ Па до 10^5 Па, после чего газ вернули в исходное состояние так, что его давление линейно возрастало при уменьшении объема. Какую работу совершил газ в этом циклическом процессе? Ответ приведите в джоулях.

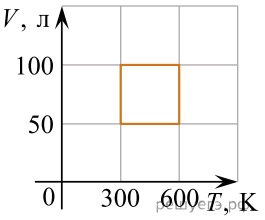


24. Идеальная тепловая машина с температурой холодильника 300 К и температурой нагревателя 400 К за один цикл своей работы получает от нагревателя количество теплоты 10 Дж. За счет совершаемой машиной работы груз массой 10 кг поднимается вверх с поверхности земли. На какую высоту над землей поднимется этот груз через 100 циклов работы машины? Ответ приведите в метрах.

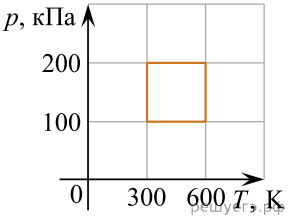
25. С идеальным газом происходит циклический процесс, диаграмма p–V которого представлена на рисунке. Наинизшая температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 300 K. Определите количество вещества этого газа. Ответ укажите в молях с точностью до двух знаков после запятой.



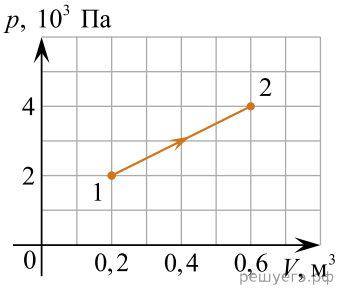
26. С идеальным газом в количестве 0,24 моля происходит циклический процесс, VT-диаграмма которого представлена на рисунке. Определите наименьшее давление газа в этом процессе. Ответ укажите в килопаскалях, округлите до целых.



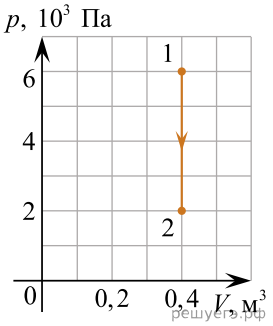
27. С идеальным газом происходит циклический процесс, pT-диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объем, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа. Ответ укажите в молях с точностью до сотых.



28. 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.



29. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. (Ответ округлить до десятых.) Воздух считать идеальным газом.

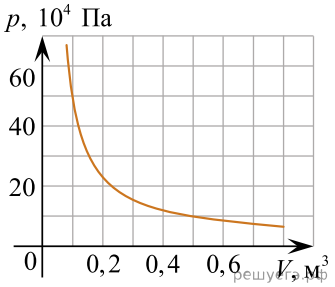


30. В стакан калориметра налили 150 г воды. Начальная температура калориметра и воды 55 °С. В эту воду опустили кусок льда, имевшего температуру 0 °С. После того как наступило тепловое равновесие, температура воды в калориметре стала 5 °С. Определите массу льда. Теплоемкостью калориметра пренебречь. Удельную теплоту плавления льда принять равной $3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг. Ответ приведите в граммах и округлите до целого числа.

31. Тело массой 800 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра и воды равна 30 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды в калориметре 37 °С. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ приведите в джоулях на килограмм на градус Цельсия, округлите до целых.

32. При проведении эксперимента по измерению удельной теплоемкости вещества металлический цилиндр массой 0,15 кг был вынут из кипящей воды и опущен в воду, имеющую температуру 20 °С. Масса холодной воды 0,1 кг. После установления теплового равновесия температура металла и воды стала равной 30 °С. Чему равна удельная теплоемкость вещества, из которого сделан цилиндр? Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ приведите в джоулях на килограмм на градус Цельсия.

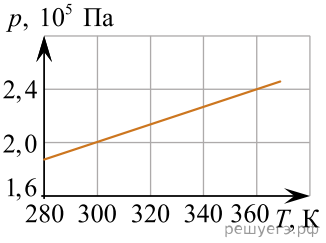
33. На рисунке показан график изотермического сжатия газа при температуре 150 К. Какое количество газообразного вещества содержится в этом сосуде? Ответ приведите в молях, округлив до целого.



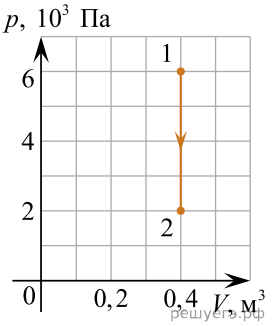
34. Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 400 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра и воды 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равной 30 °С. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Теплоемкостью калориметра пренебречь.

Ответ приведите в Дж/(кг · С°).

35. На рисунке показан график изменения давления 32 моль газа при изохорном нагревании. Каков объем этого газа? Ответ приведите в кубических метрах с точностью до десятых.

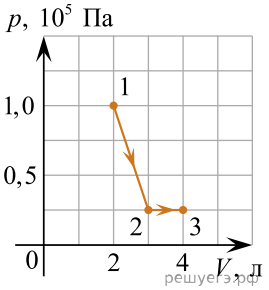


36. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ количества молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом. (Ответ округлить до сотых.)



37. В теплоизолированном сосуде под поршнем находится 1 моль гелия при температуре 300 К (обозначим это состояние системы номером 1). В сосуд через специальный патрубок с краном добавили еще 2 моля гелия при температуре 450 К и дождались установления теплового равновесия. После этого, убрав теплоизоляцию, весь оказавшийся под поршнем газ медленно изобарически сжали, изменив его объем в 2 раза (обозначим это состояние системы номером 2). Как и во сколько раз изменилась внутренняя энергия системы при переходе из состояния 1 в состояние 2?

38. Чему равна работа, совершаемая идеальным одноатомным газом при реализации процесса 1–2–3 (см. рис.)? Ответ укажите в джоулях с точностью до десятых.



39. В закрытом сосуде находится 2 г водяного пара под давлением 50 кПа и при температуре 100 ºС. Не изменяя температуры, объем сосуда уменьшили в 4 раза. Найдите массу образовавшейся при этом воды. Ответ приведите в граммах.

40. В сосуде под поршнем при температуре 100 ºС находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объем сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу воды, перешедшей при этом в пар. Ответ приведите в граммах.

41. В атмосферном воздухе содержатся кислород и азот. Среднеквадратичная скорость молекул кислорода равна 468 м/с. Чему равна среднеквадратичная скорость молекул азота? Ответ укажите в метрах в секунду с точностью до целых.

42. Некоторое количество азота находится в замкнутом сосуде при давлении 1 атм. Когда температуру сосуда повысили до 3000 К, давление увеличилось до 15 атм, при этом половина имевшихся молекул азота распалась на атомы. Какой была температура газа до нагревания?

43. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 4$ м^3 разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой — 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400$ К. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

44. В большом сосуде с жесткими стенками, закрытом подвижным поршнем, находятся воздух и насыщенный водяной пар при температуре 100 °С. Давление в сосуде равно 300 кПа. Поршень переместили, поддерживая температуру содержимого сосуда постоянной. При этом половина водяного пара сконденсировалась. Какое давление установилось в сосуде? Ответ выразите в килопаскалях.

45. Воздух охлаждали в сосуде постоянного объема. При этом температура воздуха в сосуде снизилась в 4 раза, а его давление уменьшилось в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо и через него просачивался воздух. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

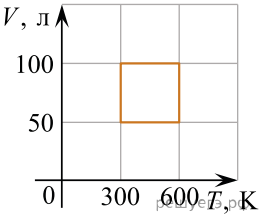
46. Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно 227 °С, а температура холодильника 27 °С. Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную 10 кДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл? Ответ приведите в килоджоулях.

47. Из стеклянного сосуда стали выпускать сжатый воздух, одновременно охлаждая сосуд. При этом температура воздуха упала вдвое, а его давление уменьшилось в 3 раза. Во сколько раз уменьшилась масса воздуха?

48. Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно равна $527^\circ\mathrm{C}$, а температура холодильника равна $27^\circ\mathrm{C}$. Рабочее тело получает от нагревателя за один цикл количество теплоты 25 кДж. Какую работу совершает за цикл рабочее тело двигателя? Ответ укажите в килоджоулях с точностью до десятых.

49. Два баллона объемами 10 и 20 л содержат 2 моль кислорода и 1 моль азота соответственно при температуре 28 °С. Какое давление установится в баллонах, если их соединить между собой? Температуру газов считать неизменной.

50. С идеальным газом постоянной массы происходит циклический процесс, *VT*-диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьшее давление газа в этом процессе равно 6 кПа. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлите до сотых.



51. Для приготовления домашнего мороженого мама школьника использовала следующий способ. Она заморозила в морозильнике до температуры t_1 = –12 °С фруктовый сок, и далее при помощи блендера превращала кубики льда в «кашицу», состоящую на $n_л$ = 85% из мелких ледяных частиц и на $n_с$ = 15% жидкого сока, находящуюся при температуре t_2 = 0 °С. Какой объем V такого «мороженого» она могла получить за время $\tau = 3$ мин работы блендера мощностью P = 120 Вт, если $\eta = 0,75$ этой мощности расходовалась на обработку смеси и доведение ее до конечного состояния? Средняя плотность полученного мороженого $\rho = 0,85$ г/см^3, свойства жидкого сока считайте близкими к свойствам воды, теплообменом смеси с окружающими телами можно пренебречь.

52. В калориметр с водой, имеющей температуру $t_0 = 15$ °С и массу 400 г, бросают лед массой 50 г при температуре $t = 0$ °С. Определите, будет ли плавать в воде лед при наступлении теплового равновесия.

53. В стакан калориметра, содержащий 250 г воды, опустили кусок льда массой 140 г, имевшего температуру 0 °С. После того как наступило тепловое равновесие, весь лед растаял, и температура воды стала равной 0 °С. Определите начальную температуру воды. Теплоемкостью калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

54. В сосуде объёмом 35 л при температуре $20^\circ\mathrm{C}$ находится воздух с относительной влажностью 75%. Пользуясь таблицей давления насыщенных паров воды, определите, какую массу имеет водяной пар, находящийся в сосуде.

t, °С	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$p_{нп}$, кПа	1,81	1,93	2,07	2,20	2,33	2,49	2,64	2,81	2,96	3,17

55. В электрический чайник, мощность которого равна 2,2 кВт, налили воду при температуре 10 °С. Спустя 3 минуты после начала работы чайника из него выкипело 15% воды. Найдите первоначальную массу воды. Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

56. В стакан налили заварки, имеющей температуру 20 °С, и 140 г воды при температуре 90 °С. Температура получившегося чая оказалась равной 70 °С. Какова масса заварки? Теплообменом с окружающей средой пренебречь. Теплоемкость заварки принять равной теплоемкости воды.

57. В калориметр, с водой массой m, опустили лед температурой $t_1 = 0\ ^\circ\mathrm{C}$ и массой 112 г. Начальная температура калориметра и воды $t_2 = 30\ ^\circ\mathrm{C}$. При наступлении теплового равновесия температура воды и калориметра стала равной $t = 10\ ^\circ\mathrm{C}$. Чему равна масса воды m? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

58. В кастрюле находится 0,5 кг воды температурой 10 °С. Сколько потребуется времени, чтобы при помощи кипятильника мощностью 400 Вт выпарить 15% воды из кастрюли? Потерями тепла и теплоёмкостью кастрюли пренебречь.

59. В комнате площадью 20 м^2 и высотой 2,7 м при температуре $16^\circ\mathrm{C}$ находится воздух с относительной влажностью 40%. Пользуясь таблицей давления насыщенных паров воды, определите, какую массу имеет водяной пар, находящийся в комнате.

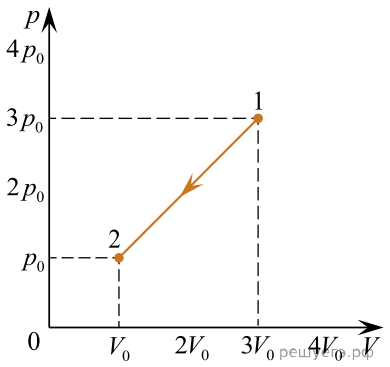
t, °С	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$p_{\text{нп}}$, кПа	1,81	1,93	2,07	2,20	2,33	2,49	2,64	2,81	2,96	3,17

60. В прогретую электрическую печь мощностью 2,5 кВт помещают 1,5 кг льда при температуре $-20^\circ\mathrm{C}$. Каков коэффициент полезного действия печи, если весь лёд растаял через 5 минут?

61. При помощи кипятильника с постоянной потребляемой мощностью за полчаса нагрели 1 кг воды, находящейся в кастрюле при температуре $20^\circ\mathrm{C}$, а затем 30% воды превратили в пар. Какова мощность кипятильника? Потерями тепла и теплоёмкостью кастрюли пренебречь.

62. Каково давление идеального одноатомного газа, у которого при плотности 1,2 кг/м^3 среднеквадратичная скорость хаотичного теплового движения молекул равна 500 м/с?

63. Одноатомный идеальный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на рисунке. Определите, во сколько раз при этом уменьшится внутренняя энергия газа. Масса газа в ходе процесса не изменялась.



64. В жёстком теплоизолированном сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной $\upsilon_1 = 1400$ м/с. В сосуд добавили $\nu_2 = 0{,}8$ моля гелия с температурой $T_2 = 350$ К. Какая температура T гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?