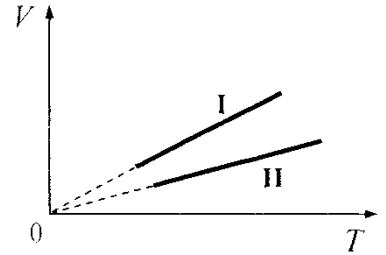


2.2.1 Внутренняя энергия

С30-1. С3А404 В сосуде с небольшой трещиной находится газ, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление газа уменьшилось в 8 раз, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объеме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в сосуде? (Газ считать идеальным.)

С3.1. (ОБЗ) 77DC25 Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом $0,6 \text{ м}^3$ под давлением $2 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определите внутреннюю энергию этого газа в кДж.



С3.2. 5ECE53 Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жесткими стенками объемом $0,6 \text{ м}^3$. При нагревании его внутренняя энергия увеличилась на 18 кДж. Насколько возросло давление газа? Ответ выразите в килопаскалях (кПа).

С3.3. D01FE2 Объем постоянной массы идеального одноатомного газа увеличился при постоянном давлении $5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ на $0,03 \text{ м}^3$. Насколько увеличилась внутренняя энергия газа? Ответ выразите в кДж и округлите до десятых.

Возможное решение

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \nu \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot p \cdot \Delta V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 5 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 0,03 \text{ м}^3 = 2,25 \times 10^4 \text{ Дж} = 22,5 \text{ кДж}$$

Ответ: 22,5 кДж

С3.4. C1EA14 Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом $1,2 \text{ м}^3$ под давлением $4 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определите внутреннюю энергию этого газа. Ответ выразите в килоджоулях (кДж).

С3.5. 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**. Каково изменение внутренней энергии воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

С3.6. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух. Воздух может медленно просачиваться сквозь трещину. Во время опыта объем сосуда уменьшили в **4 раза**, давление воздуха в сосуде увеличилось тоже в **4 раза**, а его абсолютная температура увеличилась в **1,5 раза**. Каково изменение внутренней энергии воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом.)

С3.7. В баллоне находится идеальный газ массой 2 кг при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 200 кПа . Когда часть газа была выпущена, а оставшаяся нагрета до $627 \text{ }^\circ\text{C}$, то давление возросло до 300 кПа . Какой будет внутренняя энергия оставшейся части газа, если его молярная масса $0,004 \text{ кг/моль}$?

С3.8. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде возросло в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объёме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в сосуде? (Воздух считать идеальным газом).

С3.9. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по изотермическому сжатию газа его объём уменьшился вдвое, а давление газа упало в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать идеальным.)

С3.10. Теплоизолированный сосуд объёмом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 2 моль *He*, а в другой — такое же количество моль *Ar*. Температура гелия $T_1 = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_2 = 600 \text{ К}$. Определите парциальное давление аргона в сосуде после удаления перегородки.

С3.11. Теплоизолированный сосуд объёмом $V = 2 \text{ м}^3$ разделен теплоизолирующей перегородкой на две равные части. В одной части сосуда находится 2 моль гелия, а в другой — такое же количество молей аргона. Начальная температура гелия равна 300 К, а температура аргона 600 К. Определите давление смеси после удаления перегородки. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

С3.12. A2199F 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 объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5 \text{ Па}$. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

С3.13. FA180A 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 объёма. Конечный объём газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493 \text{ Дж}$?

2.2.2 Тепловое равновесие

С3.14. 5F6B76 Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой — аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона — 900 К, объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь.

С3.15. Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводным поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой — аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона — 900 К, объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Поршень перемещается без трения. Теплоёмкость поршня и цилиндра пренебрежимо мала. Чему равно отношение внутренней энергии гелия после установления теплового равновесия к его энергии в начальный момент?

С3.16. 30. P-2015-3 Теплоизолированный сосуд объёмом $V = 2 \text{ м}^3$ разделён пористой теплопроводящей перегородкой на две части. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона нет. В начальный момент в одной части сосуда находится $\nu_{\text{He}} = 2 \text{ моль}$ гелия, а в другой $\nu_{\text{Ar}} = 1 \text{ моль}$ аргона. Температура гелия $T_{\text{He}} = 300 \text{ К}$, а температура аргона $T_{\text{Ar}} = 600 \text{ К}$. Определите давление гелия после установления равновесия в системе.

2.2.3 Теплопередача

А23. 1. 30B07D Кусок льда, имеющий температуру 0°C , помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой 12°C , требуется количество теплоты 80 кДж . Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 60 кДж ? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

- 1) 0°C 2) 4°C 3) 6°C 4) 9°C

С1.1. В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

С3.17. Необходимо расплавить лёд массой $0,2 \text{ кг}$, имеющий температуру 0°C . Выполнима ли эта задача, если потребляемая мощность нагревательного элемента 400 Вт , тепловые потери составляют 30% , а время работы нагревателя не должно превышать 5 минут ?

2.2.4 Количество теплоты. Удельная теплоёмкость вещества

С1.2. Медный стержень укреплен на штативе в горизонтальном положении. К нижней поверхности стержня на равных расстояниях друг от друга приклеены маленькими кусочками воска тяжелые стальные шарики. Один конец стержня начинают нагревать пламенем газовой горелки. 1) Опишите, что будет происходить с шариками, и объясните это явление. 2) Что изменится, если нагревать конец медного стержня не одной, а сразу двумя такими же горелками? 3) Что изменится по сравнению с первым опытом, если заменить медный стержень на стальной и нагревать его конец одной такой же горелкой? Во всех трех опытах начальные температуры стержней одинаковы.

2.2.6 Уравнение теплового баланса

А23. 1. 73C847 A23 В стакан калориметра налили 150 г воды. Начальная температура калориметра и воды 55°C . В эту воду опустили кусок льда, имевшего температуру 0°C . После того как наступило тепловое равновесие, температура воды в калориметре стала 5°C . Определите массу льда. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

- 1) 30 г 2) 45 г 3) 90 г 4) 180 г

С3.18. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = Q/2$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

С3.19. 92С0ВF Для определения удельной теплоты плавления в сосуд с водой массой 300 г и температурой 20°C стали бросать кусочки тающего льда при непрерывном помешивании. К моменту времени, когда лед перестал таять, масса воды увеличилась на 84 г . Определите по данным опыта удельную теплоту плавления льда. Ответ выразите в кДж/кг.

С3.20. В сосуде лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

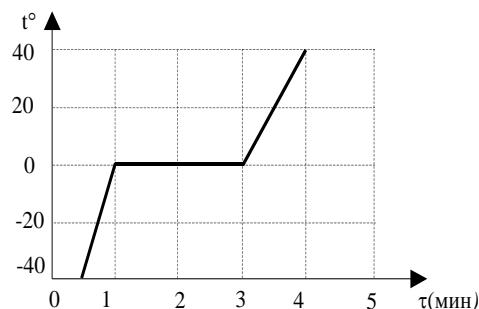
С3.21. В калориметре находился 1 кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру 20°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

С3.22. FE80F4 В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4\text{ кг}$ воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0^\circ\text{C}$, причем в калориметре была только вода?

С3.23. В калориметре находился $m_1 = 1\text{ кг}$ льда при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. После добавления в калориметр $m_2 = 25\text{ г}$ воды в нем установилось тепловое равновесие при температуре $t = 0^\circ\text{C}$. Какова температура t_2 добавленной в калориметр воды, если в калориметре оказался в итоге только лёд? Теплоемкостью калориметра пренебречь.

С3.24. 7EA60F В калориметре находится 1 кг льда при температуре -5°C . Какую массу воды, имеющей температуру 20°C , нужно добавить в калориметр, чтобы температура его содержимого после установления теплового равновесия оказалась -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

С3.25. В калориметре нагревается 200 г вещества. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии. На рисунке представлен график зависимости температуры вещества в калориметре от времени. Пренебрегая теплоемкостью калориметра и тепловыми потерями и предполагая, что подводимая к сосуду мощность постоянна, определите удельную теплоемкость твердой фазы, если удельная теплоемкость жидкости $c_{ж} = 2,8\text{ кДж/кг}\cdot\text{K}$.



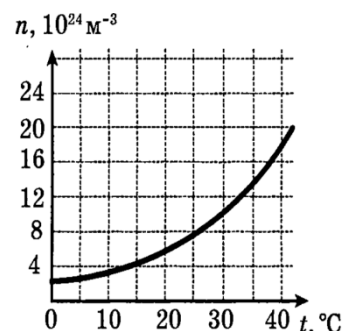
С3.26. EBA1C7 Какую массу воды можно нагреть до кипения при сжигании в костре $1,8\text{ кг}$ сухих дров, если в окружающую среду рассеивается 95% тепла от их сжигания? Начальная температура воды 10°C , удельная теплота сгорания сухих дров $\lambda = 8,3 \cdot 10^6\text{ Дж/кг}$.

С3.27. В медный стакан калориметра массой $m_{\text{кал}} = 0,2\text{ кг}$, содержащий теплую воду массой $m_{\text{мен.в}} = 0,2\text{ кг}$, опустили кусок льда, имеющий температуру $t_{\text{хол.л}} = 0^\circ\text{C}$. Начальная температура калориметра с водой $t_{\text{мен.в}} = 30^\circ\text{C}$. В момент времени, когда весь лед растаял,

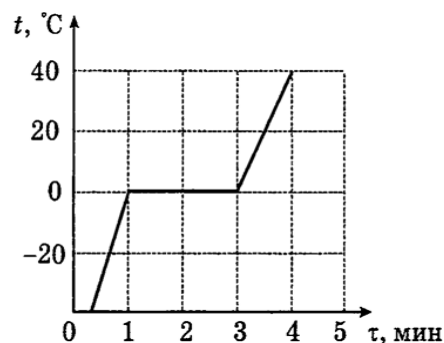
температура воды и калориметра стала равной $t_{смеси} = 5^{\circ}\text{C}$. Рассчитайте массу льда. Удельная теплоемкость меди $c_{меди} = 390 \text{ Дж}/(\text{кг К})$, удельная теплоемкость воды $c_{воды} = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг К})$, удельная теплота плавления льда $\lambda_{льда} = 3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$. Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.

С3.28. 01AA38 В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^{\circ}\text{C}$ заливают $m = 1 \text{ кг}$ воды с температурой $t_2 = 44^{\circ}\text{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

С3.29. В медный стакан калориметра массой 200 г , содержащий 150 г воды, опустили кусок льда, имевший температуру 0°C . Начальная температура калориметра с водой 25°C . В момент времени, когда наступит тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной 5°C . Рассчитайте массу льда. Удельная теплоемкость меди $390 \text{ Дж}/\text{кг}\cdot\text{К}$, удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/\text{кг}\cdot\text{К}$, удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$. Потери тепла калориметром считать пренебрежимо малыми.



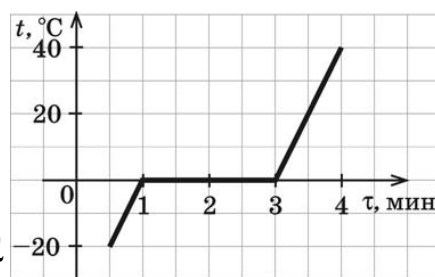
С3.30. На рисунке представлен график изменения температуры вещества в калориметре с течением времени. Теплоемкостью калориметра и тепловыми потерями можно пренебречь и считать, что подводимая к сосуду мощность постоянна. Рассчитайте удельную теплоемкость вещества в жидком состоянии. Удельная теплота плавления вещества равна $100 \text{ кДж}/\text{кг}$. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.



С3.31. В электрический кофейник налили воду объемом 1 л при температуре 20°C и включили нагреватель. Через какое время (в секундах) после включения выкипит вся вода, если мощность нагревателя равна 1 кВт , КПД нагревателя равен $0,8$? Удельная теплота парообразования воды при $t = 100^{\circ}\text{C}$ равна $r = 2,26 \text{ МДж}/\text{кг}$. Удельная теплоемкость воды равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$.

Ответ: через 2670 с .

С3.32. На рисунке представлен график изменения температуры вещества в калориметре с течением времени. Теплоемкостью калориметра и тепловыми потерями можно пренебречь и считать, что подводимая к сосуду мощность постоянна. Рассчитайте удельную теплоемкость вещества в жидком состоянии. Удельная теплота плавления вещества равна $\lambda = 100 \text{ кДж}/\text{кг}$. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.



С3.33. В теплоизолированном сосуде длительное время находилась вода с плавающим в ней куском льда. В воду через трубку медленно впустили порцию водяного пара, имеющего

температуру 100°C (так, чтобы пузырьки пара не достигали поверхности воды). В результате масса куска льда уменьшилась на 100 г . Определите массу впущенного пара.

С3.34. E00CCD Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г . Первоначальная температура лимонада 30°C . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

С3.35. F62040 Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г . Какова первоначальная температура (по Цельсию) лимонада, если установилась температура 15°C после того, как в него бросили 4 кубика? Удельная теплоемкость лимонада равна удельной теплоемкости воды. Тепловыми потерями пренебречь. Ответ округлите до целых.

С3.36. 941708 В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в сосуде 330 г , а в конце процесса таяния масса воды увеличилась на 84 г . Какой была начальная температура воды в калориметре? Ответ выразите в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$).

С3.37. EA0553 В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная температура воды 20°C . Насколько увеличилась масса воды? Ответ выразите в процентах от первоначальной массы воды и округлите до целых.

С3.38. CF83C6 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°C ? Ответ выразите в граммах (г).

С3.39. E1EC9F В калориметр с водой бросают кусочки льда при температуре 0°C . В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в калориметре 330 г , а в конце процесса таяния масса воды увеличилась. Насколько увеличилась масса воды, если первоначальная температура воды 20°C ? Ответ выразите в граммах (г).

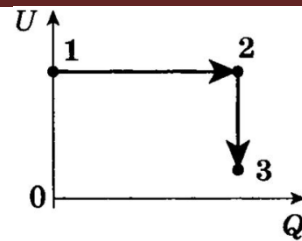
2.2.3 Теплопередача

2.2.4 Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества

С1.1. Медный стержень укреплен на штативе в горизонтальном положении. К нижней поверхности стержня на равных расстояниях друг от друга приклеены маленькими кусочками воска тяжелые стальные шарики. Один конец стержня начинают нагревать пламенем газовой горелки. 1) Опишите, что будет происходить с шариками, и объясните это явление. 2) Что изменится, если нагревать конец медного стержня не одной, а сразу двумя такими же горелками? 3) Что изменится по сравнению с первым опытом, если заменить медный стержень на стальной и нагревать его конец одной такой же горелкой? Во всех трех опытах начальные температуры стержней одинаковы.

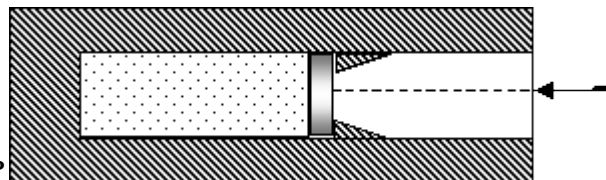
2.2.5 Работа в термодинамике

С1.2. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

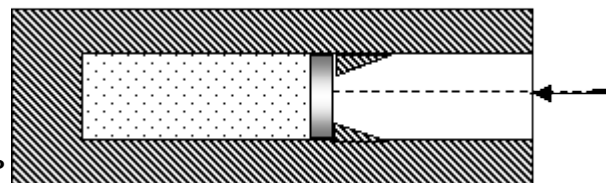


С3.40. C0D5C1 В цилиндре при 20°C находится 2 кг воздуха под давлением $9,8 \cdot 10^5$ Па. Какова работа воздуха при его изобарном нагревании на 100°C ? Ответ выразите в килоджоулях (кДж) и округлите до целых.

С3.41. E74E0C В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится 0,1 моль гелия, запертого поршнем. 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 400 м/с, и застревает в нем. Как изменится температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с сосудом и поршнем.



С3.42. D8F33B В вакууме закреплен горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится 0,1 моль гелия, запертого поршнем. Поршень удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нем. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Какова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.

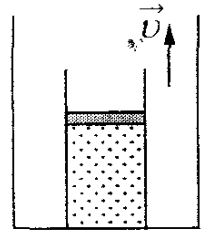


2.2.6 Уравнение теплового баланса

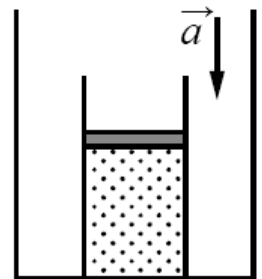
2.2.7 Первый закон термодинамики

С1.3. На полу лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжелым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Изначально поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно подниматься вверх. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, как при движении лифта изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

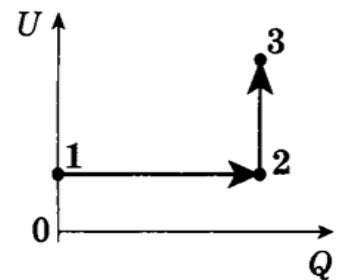
С1.4. (2014-380) Лифт поднимается с постоянной скоростью. На полу лифта стоит открытый сверху теплоизолированный сосуд, в котором под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно тормозить. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда сразу после начала торможения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда можно пренебречь.



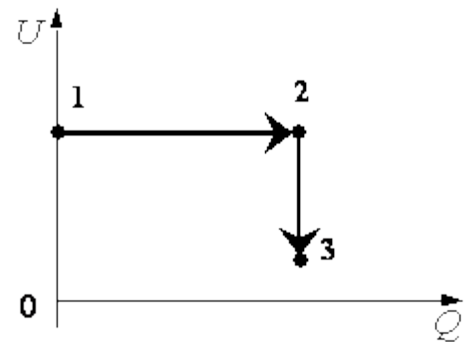
С1.5. (2014-365) На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.



С1.6. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения



С1.7. 6AA0A8 В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии U газа и передаваемое ему количество теплоты Q . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

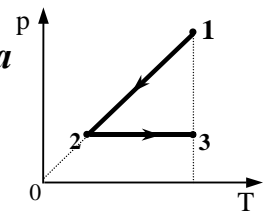


С3.43. 72A21D Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на $5 \cdot 10^4$ Па. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объеме $0,3 \text{ м}^3$. Какое количество теплоты было отдано газом? Ответ выразите в килоджоулях (кДж) и округлите до десятых.

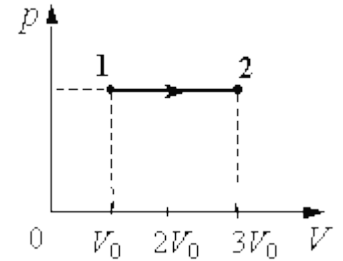
С3.44. 208380 При изобарном нагревании газообразный гелий получил количество теплоты 100 Дж. Каково изменение внутренней энергии гелия? Масса гелия в данном процессе не менялась.

С3.45. Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

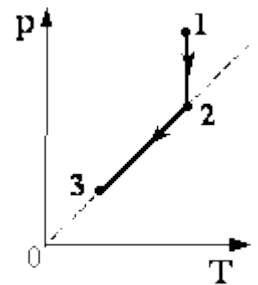
С3.46. 1 моль идеального одноатомного газа сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К , увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке $1 - 2$?



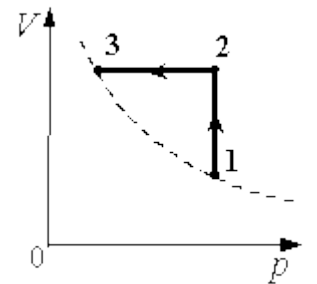
С3.47. 9526BE На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



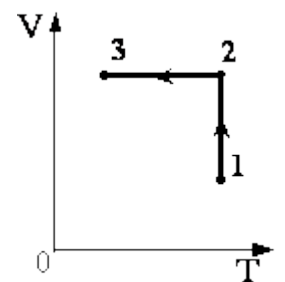
С3.48. DAE854 Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300\text{ К}$). Затем газ охладили, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке $2 - 3$?



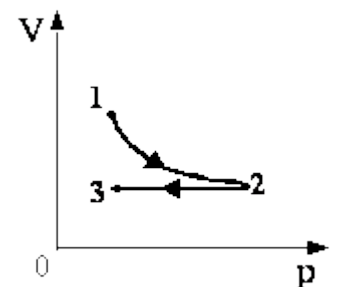
С3.49. 42A1C1 Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладили до первоначальной температуры 300 К , уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке $1-2$?



С3.50. 2DDB0C Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ($T_1 = 300\text{ К}$). Затем газ охладили, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке $2 - 3$?



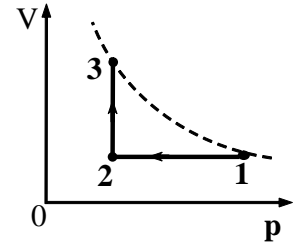
С3.51. 7EF13F Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически сжали ($T_1 = 300\text{ К}$). Затем газ изохорно охладили, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке $2 - 3$?



С3.52. (2014-405) Гелий в количестве $\nu = 3$ моль изобарически сжимают, совершая работу $A_1 = 2,4$ кДж. При этом температура гелия уменьшается в 4 раза: $T_2 = \frac{T_1}{4}$. Затем газ адиабатически расширяется, при этом его температура изменяется до значения $T_3 = \frac{T_1}{8}$. Найдите работу газа A_2 при адиабатическом расширении.

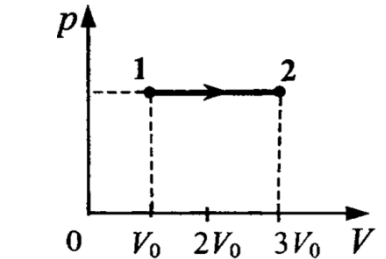
С3.53. (2014-408) Гелий в количестве $\nu = 3$ моль изобарически сжимают так, что его температура уменьшается в 4 раза: $T_2 = \frac{T_1}{4}$. Затем газ адиабатически расширяется, при этом его температура изменяется до значения $T_3 = \frac{T_1}{8}$. Найдите отношение n модуля работы по изобарическому сжатию к работе газа при адиабатическом расширении.

С3.54. 10 моль идеального одноатомного газа охладили, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2 – 3?

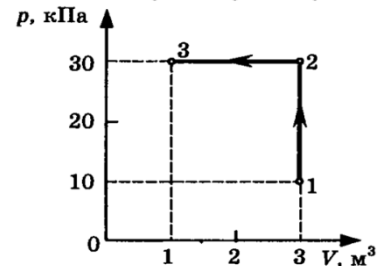


С3.55. Некоторое количество гелия расширяется: сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной. При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 4,5 кДж. Какова работа газа за весь процесс?

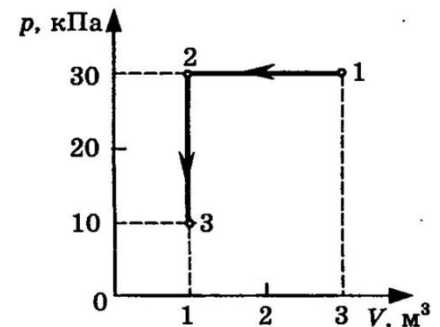
С3.56. На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа 27° С. Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



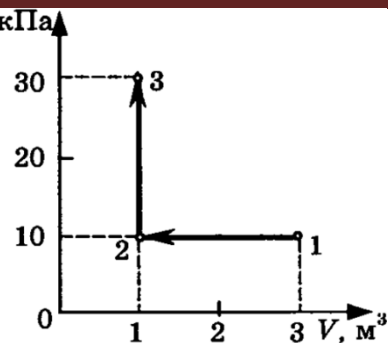
С3.57. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



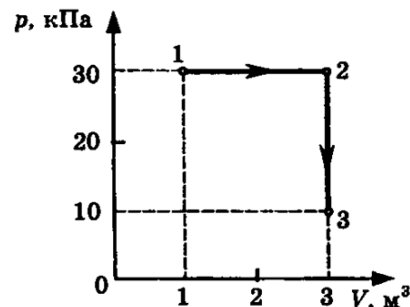
С3.58. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



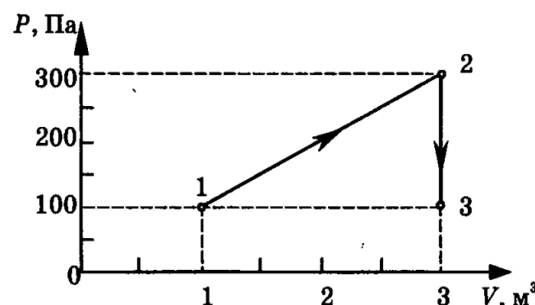
С3.59. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния *1* в состояние *3*?



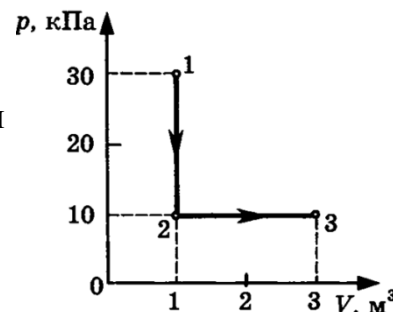
С3.60. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния *1* в состояние *3*?



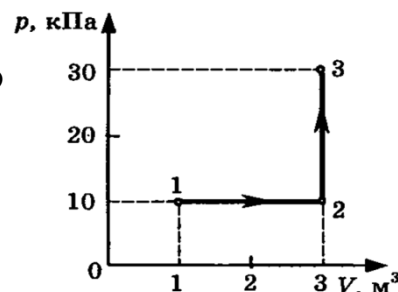
С3.61. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния *1* в состояние *3*?



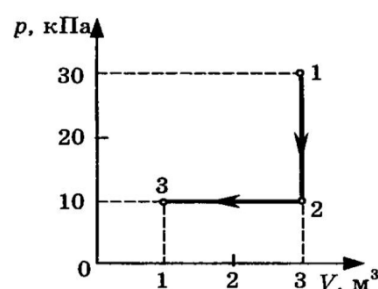
С3.62. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния *1* в состояние *3*?



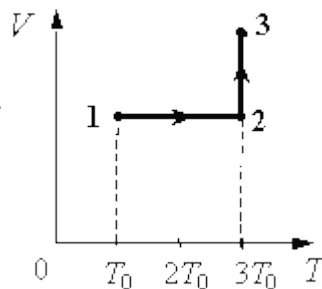
С3.63. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния *1* в состояние *3*?



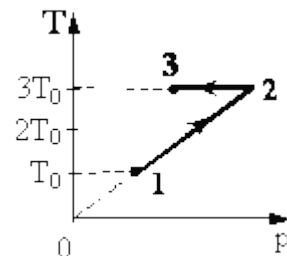
С3.64. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния *1* в состояние *3*?



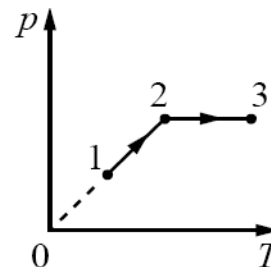
С3.65. 4BA5E7 Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2 - 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



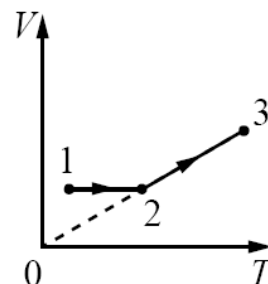
С3.66. 021A74 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 - 2 - 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 - 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



С3.67. (2014-365) Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 - 2 - 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 - 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



С3.68. (2014-380) 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 1,5 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1-2-3, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 2 равна 600 К?

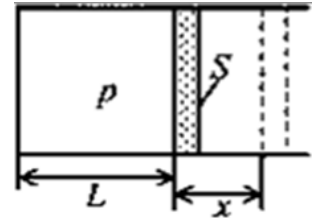


С3.69. 399D49 В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха $p = 10^5$ Па. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты $|Q| = 75$ Дж. При этом поршень передвинулся на расстояние $x = 10$ см. Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

С3.70. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня $L = 30$ см. Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газа поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$ Н. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе? Считать, что сосуд находится в вакууме.

С3.71. 4213D2 В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ 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 $F_{тр} = 3 \cdot 10^3 \text{ Н}$. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.

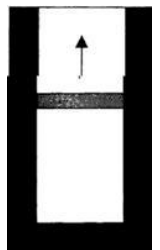


С3.72. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Давление окружающего воздуха $p = 10^5 \text{ Па}$. Трение между поршнем и стенками сосуда пренебрежимо мало. В процессе медленного охлаждения от газа отведено количество теплоты $Q = 75 \text{ Дж}$. При этом поршень передвинулся на расстояние $x = 10 \text{ см}$. Чему равна площадь поперечного сечения поршня?

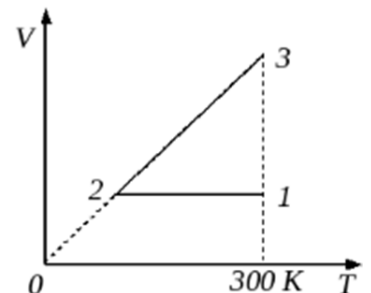
С3.73. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Расстояние от дна сосуда до поршня $L = 30 \text{ см}$. Площадь поперечного сечения поршня $S = 25 \text{ см}^2$. В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65 \text{ кДж}$, а поршень сдвинулся на расстояние x . При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{тр} = 3 \cdot 10^3 \text{ Н}$. Найдите x . Считать, что сосуд находится в вакууме.

С3.74. 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?

С3.75. В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится $0,5 \text{ моль}$ гелия, нагретого до некоторой температуры. Поршень сначала удерживают, затем отпускают, и он начинает подниматься. Масса поршня 1 кг . Какую скорость приобретет поршень к моменту, когда поршень поднимется на 4 см , а гелий охладится на 20 К ? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь



С3.76. 10 моль одноатомного идеального газа сначала охладили, уменьшив давление в 3 раза , а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3?



$$Q_{23} = \frac{5}{2} \cdot 10 \cdot 8,31 (300 - 100) = 41550 \text{ Дж} = 41,55 \text{ кДж} .$$

Ответ: $Q_{23} = 41,55 \text{ кДж}$.

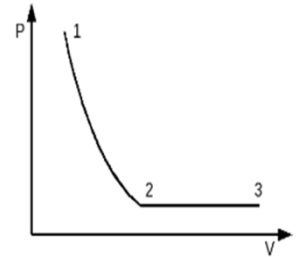
С3.77. Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился при температуре $T = 300 \text{ К}$. Затем газ изобарно нагрели, повысив температуру в 3 раза . Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3?

С3.78. BEFF96 С разреженным азотом, 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 ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039 \text{ Дж}$, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1 \text{ кг}$.

С3.79. С разреженным азотом, 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 1 К . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039 \text{ Дж}$, в результате чего его температура изменилась также на 1 К . Определите массу азота в опытах.

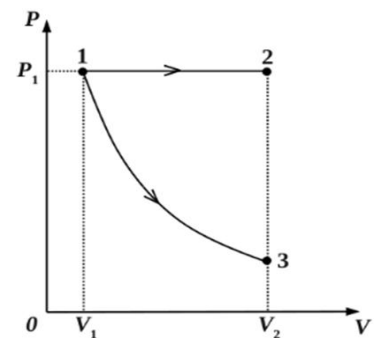
С3.80. С одним молем идеального одноатомного газа совершают процесс $1-2-3-4$, показанный на рисунке в координатах $V - T$. Во сколько раз количество теплоты, полученное газом в процессе $1-2-3-4$, больше работы газа в этом процессе?

С3.81. 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 объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5 \text{ Па}$. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493 \text{ Дж}$?

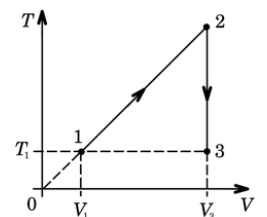


С3.82. Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в $\alpha = 2$ раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты $Q = 20 \text{ кДж}$. Какова температура газа в состоянии 1?

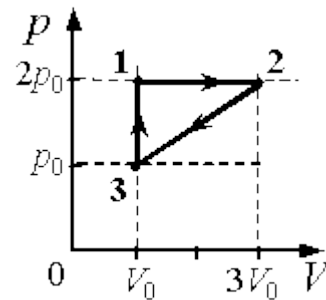
С3.83. Некоторое количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния (p_1, V_1) до одного и того же конечного объёма V_2 первый раз по изобаре, а второй — по адиабате (см. рисунок). Отношение количества теплоты Q_{12} полученного газом на изобаре от нагревателя, к модулю изменения внутренней энергии газа $|U_3 - U_1|$ на адиабате $k = \frac{Q_{12}}{|U_3 - U_1|} = 6$. Чему равно отношение x работы газа на изобаре A_{12} к работе газа на адиабате A_{13} ?



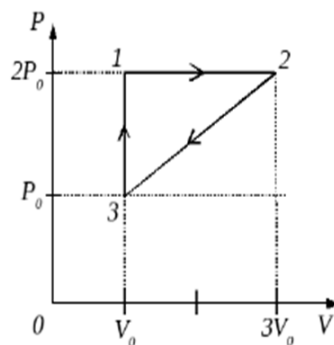
С3.84. С одним молем идеального газа проводят процесс $1-2-3$, изображенный на TV -диаграмме. Известно, что $T_1 = 300 \text{ К}$, а $\frac{V_3}{V_4} = 4$. Каким количеством теплоты газ обменялся с окружающими телами в этом процессе? Ответ округлите до десятых долей кДж.



С3.85. 2CD6A0 Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_H = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?



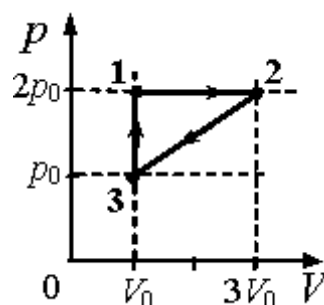
С3.86. Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_H = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



$$A_{2-3} = 3 \cdot \frac{16}{23} = \frac{48}{23} \text{ кДж}$$

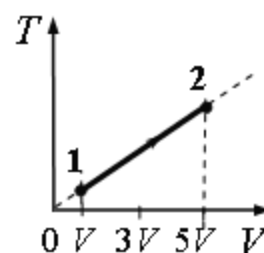
Ответ: 48/23 кДж.

С3.87. E66A2E С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{ц} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



С3.88. 94CC5A На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа 0°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?

При этом работа



С3.89. В сосуде находится одноатомный идеальный газ, масса которого 12 г, а молярная масса $0,004$ кг/моль. Вначале давление в сосуде было равно $4 \cdot 10^5$ Па при температуре 400 К. После охлаждения газа давление понизилось до $2 \cdot 10^5$ Па. Какое количество теплоты отдал газ?

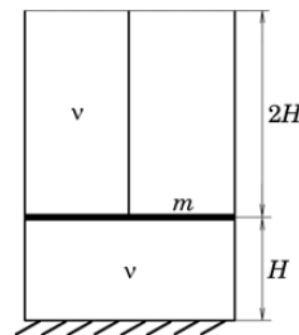
С3.90. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечный объём газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

С3.91. FA180A F1C0D8 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 объёма. Конечный объём газа вдвое больше начального. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493\text{ Дж}$?

С3.92. 97E7BE 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 температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p_2 = 10^5\text{ Па}$. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493\text{ Дж}$?

С3.93. 603BFB 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 объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5\text{ Па}$. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1247\text{ Дж}$?

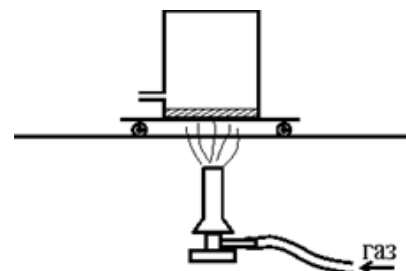
С3.94. Внутри закрытого вертикального цилиндрического сосуда с теплопроводящими стенками находится тонкий тяжёлый горизонтальный поршень, который может двигаться без трения. Поршень подвешен на легкой вертикальной нерастяжимой нити, прикрепленной к центру верхней крышки сосуда. Расстояние между дном сосуда и поршнем составляет $H = 50\text{ см}$, а между поршнем и крышкой сосуда - вдвое больше. В сосуде под поршнем и над поршнем находятся при одинаковой температуре равные количества идеального одноатомного газа. При этом сила натяжения нити равна $F = 10\text{ Н}$. Сосуд с газом медленно нагревают. Какое количество теплоты нужно сообщить всему газу в сосуде для того, чтобы поршень начал подниматься вверх?



1D4573 В сосуде объёмом $V = 0,02\text{ м}^3$ с жёсткими 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 Н . Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее 15 кДж . Определите значение s , полагая газ идеальным.

2.2.8 Второй закон термодинамики

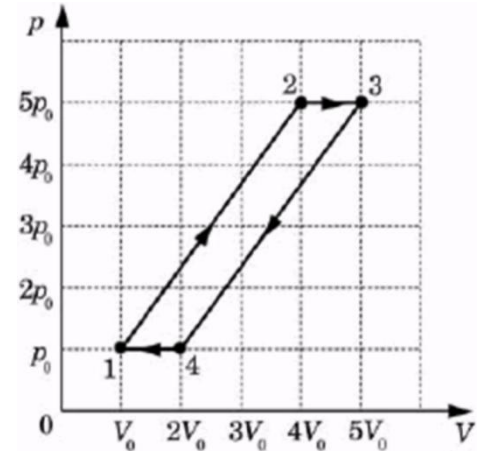
С1.1. Закрытая банка с небольшим количеством воды снабжена тонкой горизонтальной трубкой для выхода пара. Банка помещена на тележку, которая катается с малым трением по горизонтальным рельсам. Под неподвижной вначале тележкой стоит газовая горелка, которая может нагревать банку (см. рисунок).



Опишите процессы превращения энергии, которые будут происходить в данной системе после зажигания горелки под банкой, а также причины и характер движения банки.

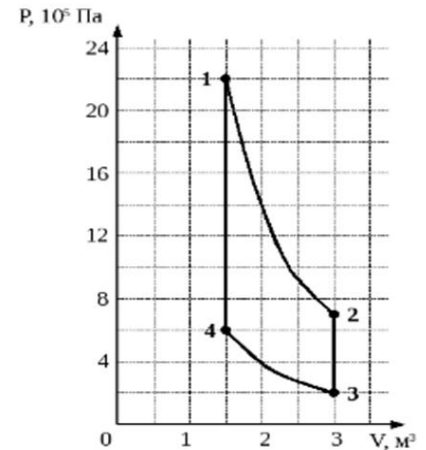
2.2.9 КПД тепловой машины

С3.95. С одним молем идеального одноатомного газа совершают циклический процесс *1-2-3-4-1* (см. рис). Во сколько раз *n* КПД данного цикла меньше, чем КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же максимальной и минимальной температурах?

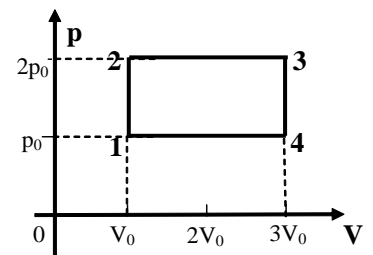


С3.96. Цикл теплового двигателя (см. рисунок), проводимый с некоторым количеством идеального одноатомного газа, состоит из двух адиабат (*1-2*, *3-4*) и двух изохор (*2-3*, *4-1*). Найдите КПД этого цикла, если температуры в точках 1, 2, 3 и 4 равны, соответственно, $T_1 = 1000\text{ K}$, $T_2 = 500\text{ K}$, $T_3 = 300\text{ K}$, $T_4 = 600\text{ K}$.

С3.97. Идеальный одноатомный газ используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. В ходе работы двигателя состояние газа изменяется в соответствии с циклом, состоящим из двух адиабат и двух изохор (см. рисунок). Вычислите КПД такого двигателя.

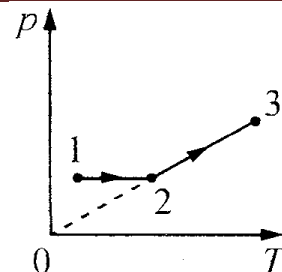


С3.98. Рассчитайте КПД тепловой машины, использующей в качестве рабочего тела одноатомный идеальный газ и работающей по циклу, изображенному на рисунке.



С3.99. ВВ79С3 Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния *1* в состояние *2* таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. 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*?

С3.100. 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 $2—3$ увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе $1—2—3$, если его температура T в состоянии 1 равна 300 К , а в состоянии 2 равна 450 К ?

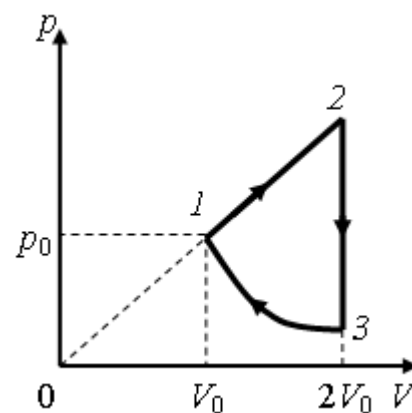


С3.101. Идеальная тепловая машина использует в качестве нагревателя и холодильника два больших резервуара: один – с водяным паром при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$, а другой – со льдом при температуре $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Спустя некоторое время после начала ее работы выяснилось, что в холодном резервуаре расплавилась масса льда, равная $m_2 = 0.51\text{ кг}$. Какая масса m_1 пара при этом сконденсировалась в горячем резервуаре? Теплообменом резервуаров с окружающей средой можно пренебречь. Ответ выразите в граммах, округлив до целых.

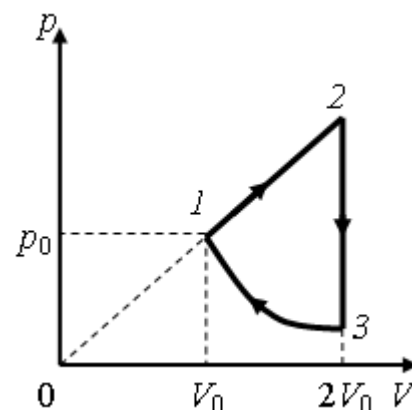
2.2.10 Принципы действия тепловых машин

С3.102. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является один моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A . Определите КПД тепловой машины.

С3.103. 3023D1 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.



С3.104. ABFDE2 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.



2.2.11 Проблемы энергетики и охрана окружающей среды