

## 2.2.1. Тепловое равновесие и температура

№27

**27.1.** 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.

## 2.2.2. Внутренняя энергия

№24

**24.1.** 22797 98EA22 На рисунке 1 приведена зависимость внутренней энергии  $U$  1 моль идеального одноатомного газа от его давления  $p$  в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 2 в переменных  $p$ - $V$ . Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

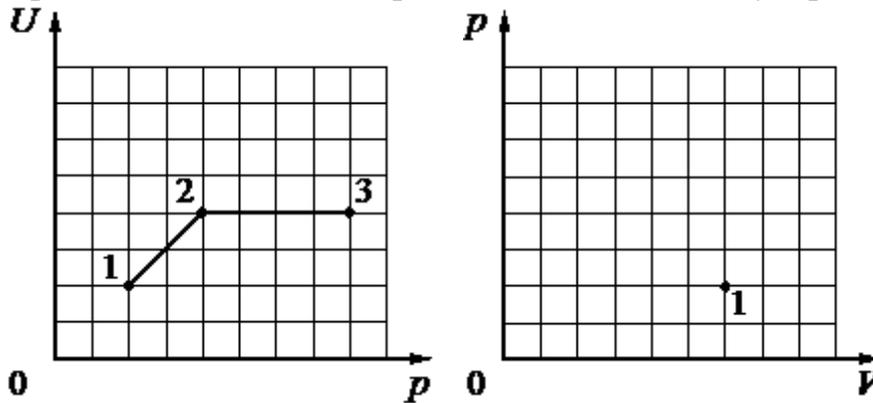


Рис. 1

Рис. 2

№27

**27.2.** P-2015-28 Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  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.

**27.3.** P-2015-29 Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  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.

**27.4.** P-2015-3 Теплоизолированный сосуд объемом  $V = 2 \text{ м}^3$  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  $\nu_{He} = 2$  моль гелия, а в другой  $\nu_{Ar} = 1$  моль аргона. Температура гелия  $T_{He} = 300 \text{ К}$ , а температура аргона  $T_{Ar} = 600 \text{ К}$ . Определите давление гелия после установления равновесия в системе.

**27.5.** P-2015-27 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?

**27.6. P-2015-4** Теплоизолированный сосуд разделён пористой теплопроводящей перегородкой на две части. В начальный момент в одной части сосуда находится  $\nu_{He} = 2$  моль гелия, а в другой  $\nu_{Ar} = 1$  моль аргона. Температура гелия  $T_{He} = 600$  К, а температура аргона  $T_{Ar} = 300$  К. Атомы гелия могут свободно проникать через поры в перегородке, а атомы аргона нет. Определите температуру смеси после установления равновесия в системе.

**27.7. 22621 A84BF1** Теплоизолированный сосуд разделён тонкой перегородкой на две части, отношение объёмов которых  $\frac{V_2}{V_1} = 2$ . Обе части сосуда заполнены одинаковым одноатомным идеальным газом. Давление в первой из них равно  $p_0$ , во второй –  $4p_0$ . Каким станет давление в сосуде, если перегородку убрать?

**27.8. 18484 F3B223** Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделён 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.

**27.9. 18733 AE8A4A** Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда  $V=1$  м<sup>3</sup>. В первом сосуде находится  $\nu_1=1$  моль гелия при температуре  $T_1=400$  К; во втором –  $\nu_2=3$  моль аргона при температуре  $T_2$ . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах  $p=5,4$  кПа. Определите первоначальную температуру аргона  $T_2$ .

**27.10.075E84** Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. В первом сосуде находится  $\nu_1 = 2$  моль гелия при температуре  $T_1 = 400$  К; во втором –  $\nu_2 = 3$  моль аргона при температуре  $T_2 = 300$  К. Кран открывают. В установившемся равновесном состоянии давление в сосудах становится  $p = 5,4$  кПа. Определите объём  $V$  одного сосуда. Объёмом трубки пренебречь.

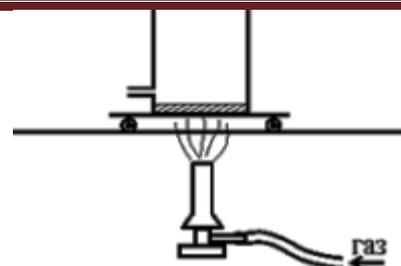
**27.11.22478 A2199F B9156B** Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре  $T_1 = 600$  К и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5$  Па. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

### 2.2.3. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение

№24

**24.2. P-2007-31** В ясный летний день наиболее жарко бывает не в полдень, а несколько позднее. Почему?

P-2007-32 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.

24.3. P-2007-34 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.

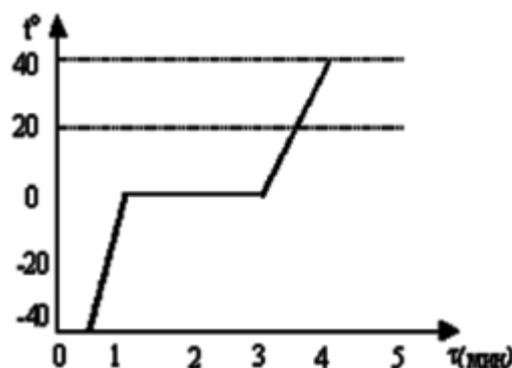
### 2.2.4 Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества

#### Удельная теплоемкость вещества $c$ .

№27

27.12. P-2007-54 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  $c_{ж} = 2,8$  кДж/кг·К.

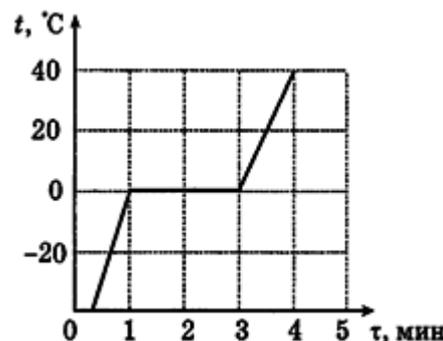


### 2.2.5. Удельная теплота парообразования $r$ .

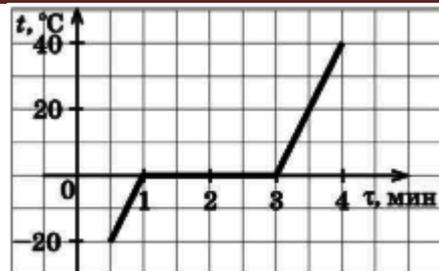
#### Удельная теплота плавления $\lambda$ .

№27

27.13. P-2007-56 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 кДж/кг. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.



**27.14. P-2007-55** 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  $\lambda = 100$  кДж/кг. В начальный момент времени вещество находилось в твердом состоянии.

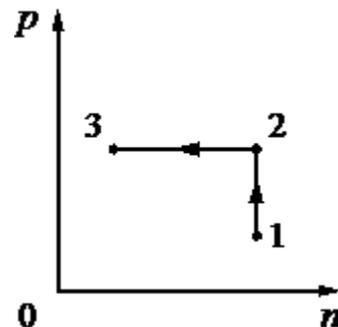


**2.2.6. Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на pV-диаграмме.**

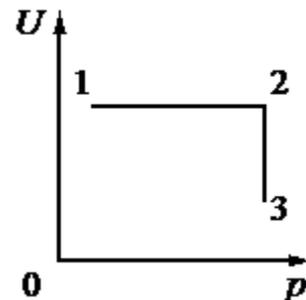
**2.2.7. Первый закон термодинамики**

№24

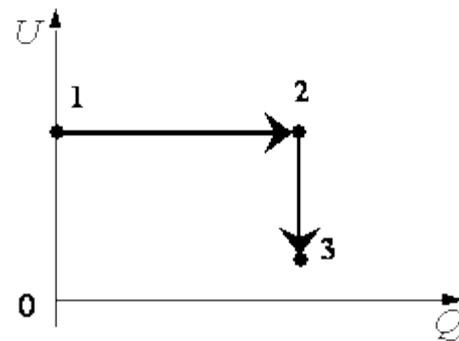
**24.4. 18636 P-2016-401 7DC495** Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах  $p - n$ , где  $p$  – давление газа,  $n$  – его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



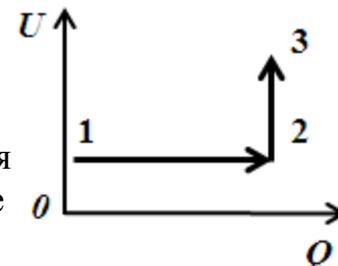
**24.5. 18795 F2CED0 P-2016-440** Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, который изображён на рисунке в переменных  $p - U$ , где  $U$  – внутренняя энергия газа,  $p$  – его давление. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3.



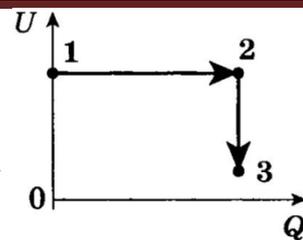
**24.6. 6AA0A8 CC452C** В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии  $U$  газа и передаваемое ему количество теплоты  $Q$ . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



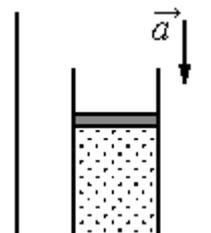
**24.7. P-2014-367** В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии  $U$  газа и передаваемое ему количество теплоты  $Q$ . Опишите изменение объема газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения



**24.8. P-2014-31** 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.

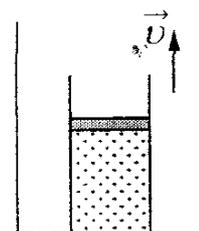


**24.9. 18231 P-2014-365** На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, 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.



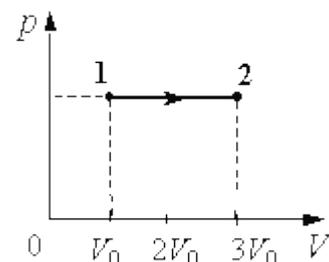
**24.10. P-2014-366** На полу лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Изначально поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно подниматься вверх. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, как при движении лифта изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

**24.11. P-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.

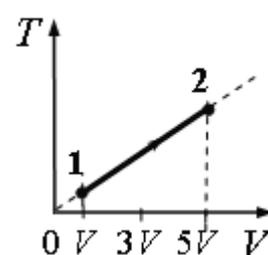


№27

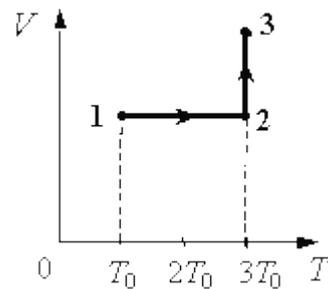
**27.15. 9526BE 1923A0 P-2016-37** На рисунке изображено изменение состояния 1 моль идеального одноатомного газа. Начальная температура газа  $27^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



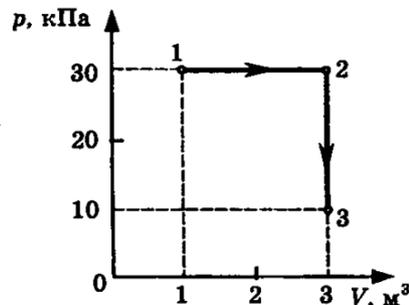
**27.16. 94CC5A B1ECAE** На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа  $0^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



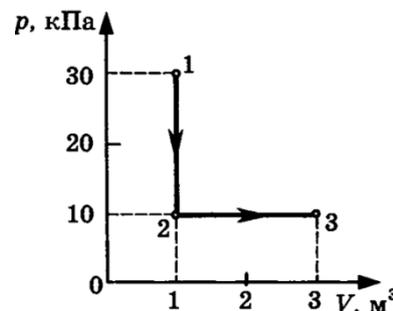
**27.17.4BA5E7 931DBC** Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма  $V$  от температуры  $T$  ( $T_0 = 100$  К). На участке 2 - 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы газа  $A_{123}$  ко всему количеству подведенной к газу теплоты  $Q_{123}$ .



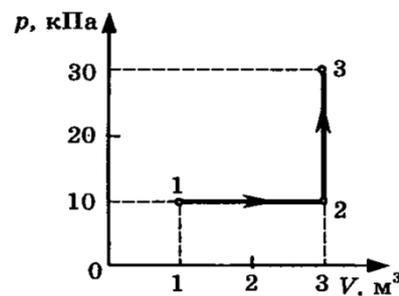
**27.18.Р-2010-51** На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



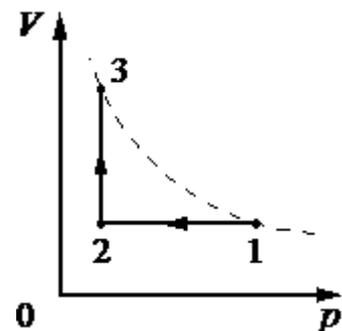
**27.19.Р-2010-52** На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



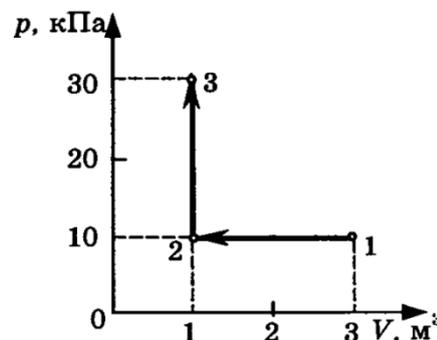
**27.20.Р-2010-53** На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



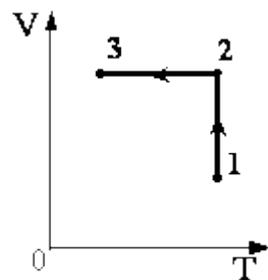
**27.21.18890 9FBACA** 1 моль идеального одноатомного газа участвует в процессе 1–2–3, график которого представлен на рисунке в координатах  $V-p$ , где  $V$  – объём газа,  $p$  – его давление. Температуры газа в состояниях 1 и 3  $T_1 = T_3 = 300$  К. В процессе 2–3 газ увеличил свой объём в 3 раза. Какое количество теплоты отдал газ в процессе 1–2?



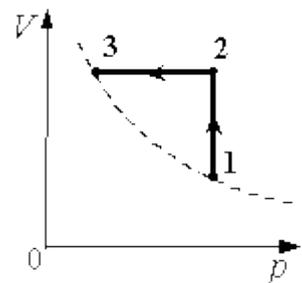
**27.22.Р-2010-54** На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



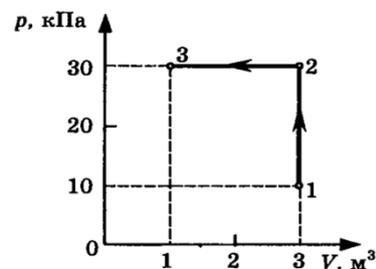
**27.23.** 2DDB0C 649E06 Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ( $T_1 = 300$  К). Затем газ охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2 - 3?



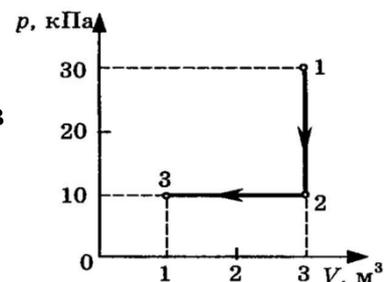
**27.24.** 42A1C1 0EFFBC Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1-2?



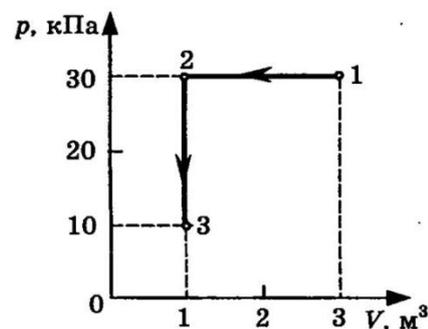
**27.25.** P-2010-55 На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



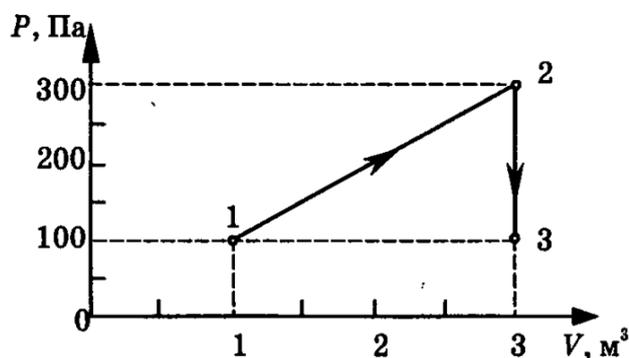
**27.26.** P-2010-56 На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



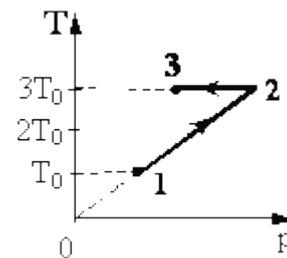
**27.27.** P-2010-57 На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



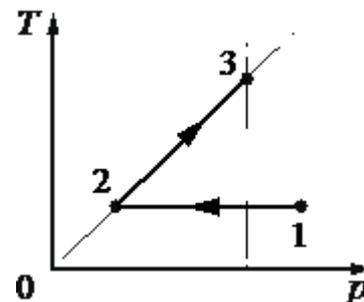
**27.28.** P-2016-74 На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



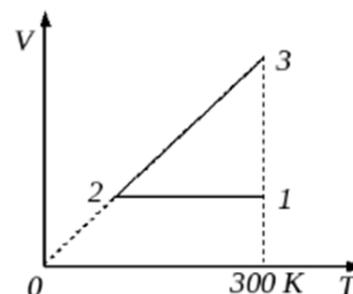
**27.29.021A74 0DCB4F** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 - 2 - 3 (см. рисунок, где  $T_0 = 100$  К). На участке 2 - 3 к газу подводят 2,5 кДж теплоты. Найдите отношение работы  $A_{123}$ , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты  $Q_{123}$ .



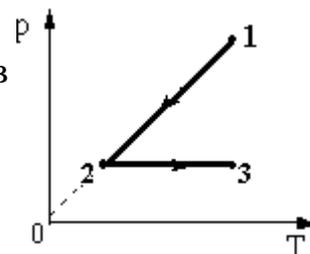
**27.30.22703 2B6BC2** Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ( $T_1 = 300$  К). Затем газ изохорно нагрели, повысив его давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3?



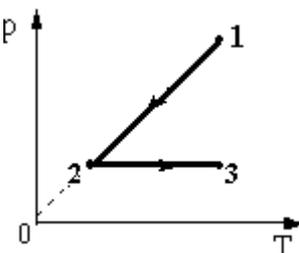
**27.31.P-2016-34 10** моль одноатомного идеального газа сначала охладили, уменьшив давление в 3 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3?



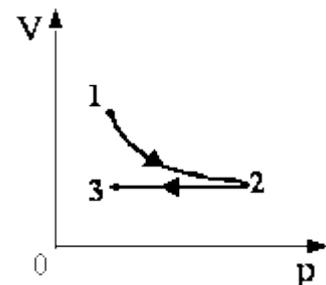
**27.32.P-2017-32 1** моль идеального одноатомного газа сначала охладили, а затем нагрели до первоначальной температуры 300 К, увеличив объем газа в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 1 - 2?



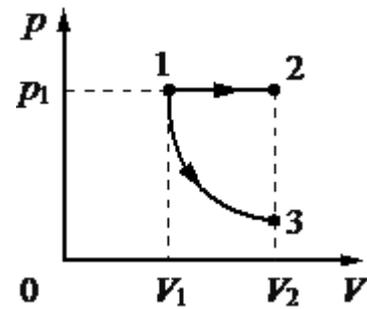
**27.33.P-2016-33 10** моль идеального одноатомного газа охладили, уменьшив давление в 3 раза. Затем газ нагрели до первоначальной температуры 300 К (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 2 - 3?



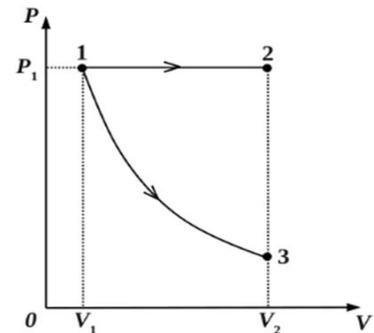
**27.34.7EF13F 37F8D8** Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически сжали ( $T_1 = 300$  К). Затем газ изохорно охладили, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2 - 3?



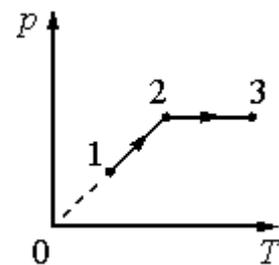
**27.35.22799 F690E5** Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния  $p_1, V_1$  до одного и того же конечного объёма  $V_2$  первый раз по изобаре 1–2, а второй – по адиабате 1–3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1–2 к работе газа в процессе 1–3 равно  $\frac{A_{12}}{A_{13}} = k = 2$ . Чему равно отношение  $x$  количества теплоты  $Q_{12}$ , полученного газом от нагревателя в ходе процесса 1–2, к модулю изменения внутренней энергии газа  $|U_3 - U_1|$  в ходе процесса 1–3?



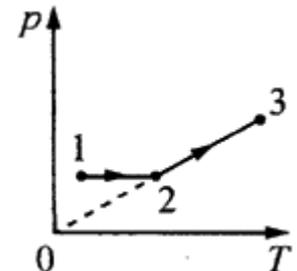
**27.36. P-2016-63** Некоторое количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния  $(p_1, V_1)$  до одного и того же конечного объёма  $V_2$  первый раз по изобаре, а второй — по адиабате (см. рисунок). Отношение количества теплоты  $Q_{12}$  полученного газом 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  $A_{13}$ ?



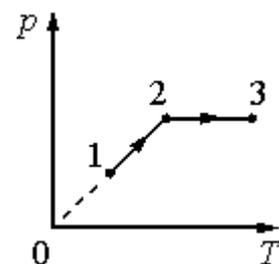
**27.37. П-2018-2** 1 моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1—2—3, график которого в координатах  $V—T$  показан на рисунке. Известно, что объём газа  $V$  в процессе 1-2 увеличился в 1,5 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1—2—3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 3 равна 600 К?



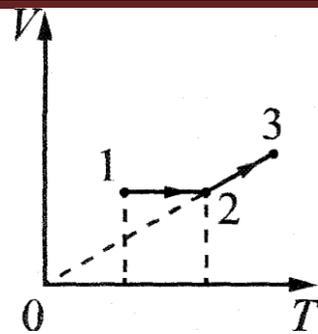
**27.38. 2014-71** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1—2—3, график которого показан на рисунке в координатах  $p—T$ . Известно, что давление газа  $p$  в процессе 2—3 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1—2—3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 2 равна 450 К?



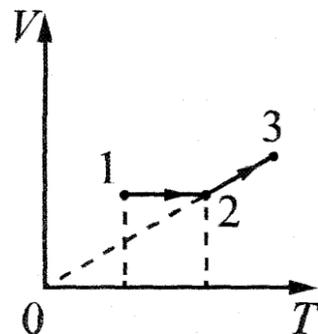
**27.39. 18233** Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1—2—3, график которого показан на рисунке в координатах  $p—T$ . Известно, что давление газа  $p$  в процессе 1–2 увеличилось в 2 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 3 равна 900 К?



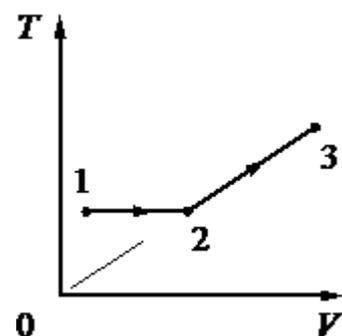
**27.40.** П-2018-1 1 моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3, график которого в координатах  $V - T$  показан на рисунке. Известно, что объём газа  $V$  в процессе 2 – 3 увеличился в 1,5 раза. Какое количество теплоты сообщено газу в процессе 1 – 2 – 3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 2 равна 600 К?



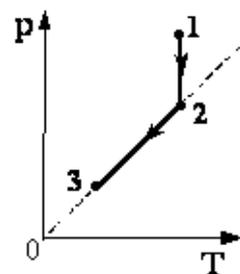
**27.41.** 2014-380 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах  $V-T$ . Известно, что объём газа  $V$  в процессе 2–3 увеличился в 1,5 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна 300 К, а в состоянии 2 равна 600 К?



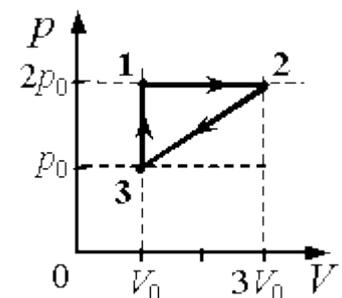
**27.42.** 19078 CDD746 Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3, график которого показан на рисунке в координатах  $T-V$ . Известно, что в процессе 1–2 газ совершил работу 2,5 кДж, а в процессе 2–3 объём газа  $V$  увеличился в 3 раза. Какое количество теплоты было сообщено газу в процессе 1–2–3, если его температура  $T$  в состоянии 1 равна 300 К?



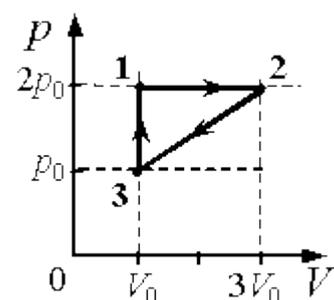
**27.43.** DAE854 C15B63 Один моль идеального одноатомного газа сначала изотермически расширился ( $T_1 = 300$  К). Затем газ охладил, понизив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты отдал газ на участке 2 – 3?



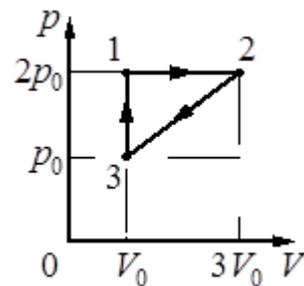
**27.44.** Репет-2017-2 Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдаёт за цикл холодильнику количество теплоты  $|Q_x| = 8$  кДж. Чему равна работа газа за цикл?



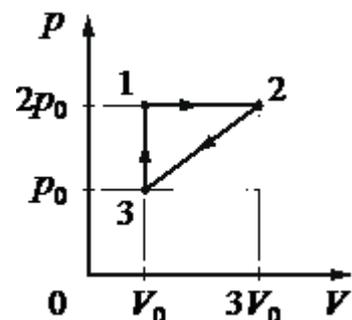
**27.45.** 2CD6A0 EC2406 Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты  $Q_n = 8$  кДж. Чему равна работа газа за цикл?



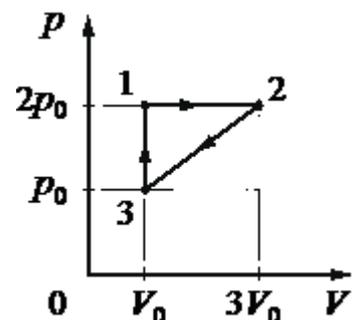
**27.46.19046** Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ отдаёт холодильнику количество теплоты  $|Q_x| = 8$  кДж. Какую работу газ совершает при переходе из состояния 1 в состояние 2?



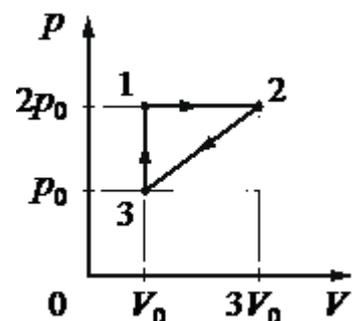
**27.47.Репет-2017-1** Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу  $A_u = 5$  кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт за цикл холодильнику?



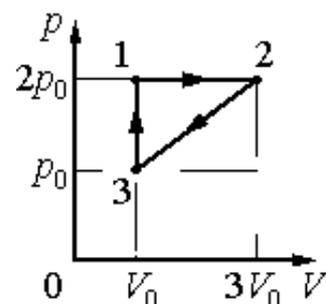
**27.48.22767 F18215** Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдаёт за цикл холодильнику количество теплоты  $|Q_x|=8$  кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3? Масса газа постоянна.



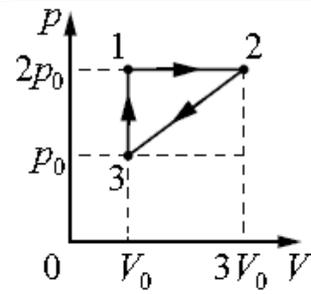
**27.49.Р-2017-35** Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты  $Q_n = 8$  кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



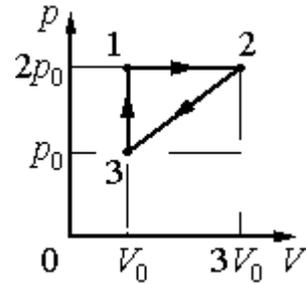
**27.50.18163** Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу  $A_{23} = 5$  кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



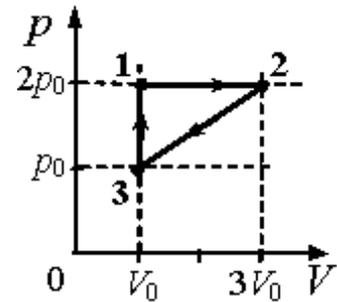
**27.51.** Э-2015-334 Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 2 в состояние 3 газ совершает работу  $A_{23} = 5$  кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт за цикл холодильнику?



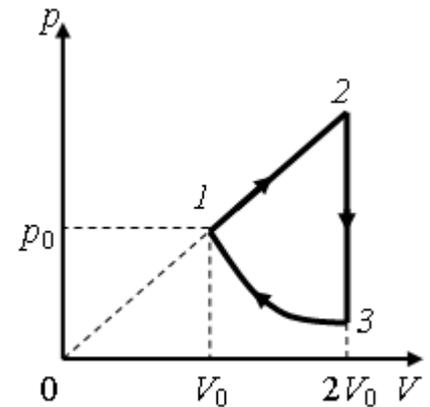
**27.52.** 18128 Э-2015-303 Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу  $A_{12} = 5$  кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт за цикл холодильнику?



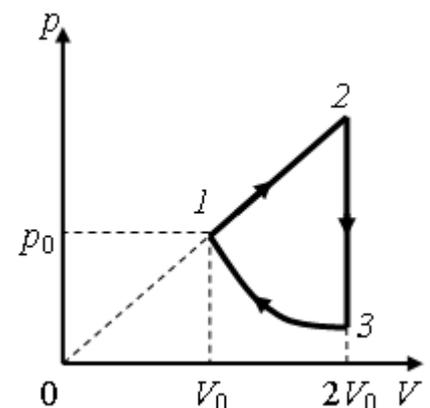
**27.53.** E66A2E 20C332 С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу  $A_{ц} = 5$  кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



**27.54.** 22581 3023D1 ABFDE2 Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу  $A_{12} = 1000$  Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу  $|A_{31}| = 370$  Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты  $|Q_{хол}|$ , отданное газом за цикл холодильнику.



**27.55.** 22616 ABFDE2 9360C8 Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу  $A_{12} = 1000$  Дж. Участок 3–1 – адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно  $|Q_{хол}| = 3370$  Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу  $|A_{31}|$  внешних сил на адиабате.



- 27.56.** P-2014-40 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился при температуре  $T_1 = 300$  К. Затем газ изобарно нагрели, повысив температуру в 3 раза. Какое количество теплоты получил газ на участке 2-3?
- 27.57.** P-2010-41 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?
- 27.58.** P-2010-45 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?
- 27.59.** 19014 28EA8D С идеальным одноатомным газом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1$ , в результате чего его температура повысилась на  $\Delta T = 1$  К. Во втором опыте, предоставив газу возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2$ , которое на 208 Дж больше, чем  $Q_1$ . В результате температура газа повысилась, как и в первом случае, на  $\Delta T$ . Какова, по данным этих двух опытов, молярная масса газа, если его масса  $m = 1$  кг?
- 27.60.** 4DE1A3 Сосуд объёмом  $V=10$  л содержит  $\nu=0,5$  моль гелия при  $t=17$  °С. Если давление внутри сосуда превысит атмосферное в 9 раз, то сосуд лопнет. Найдите максимальное количество теплоты  $Q$ , которое можно сообщить гелию, чтобы сосуд не лопнул. Атмосферное давление  $p_a=10^5$  Па.
- 27.61.** 63AF96 Демо-2020-30 2014-405 Гелий в количестве  $\nu = 3$  моль изобарно 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 адиабатном расширении. Количество вещества в процессах остаётся неизменным.
- 27.62.** 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.
- 27.63.** BEFF96 3A8298 С разреженным азотом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742$  Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину  $\Delta T$ . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039$  Дж, в результате чего его температура изменилась также на  $\Delta T$ . Каким было изменение температуры  $\Delta T$  в опытах? Масса азота  $m = 1$  кг.
- 27.64.** P-2010-20 С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты  $Q_1 = 742$  Дж, в результате чего его температура изменилась на 1 К. Во втором опыте, предоставив азоту

возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты  $Q_2 = 1039$  Дж, в результате чего его температура изменилась также на 1 К. Определите массу азота в опытах.

**27.65.17758** 97E7BE 4BCC33 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 температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5$  Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A = 2493$  Дж?

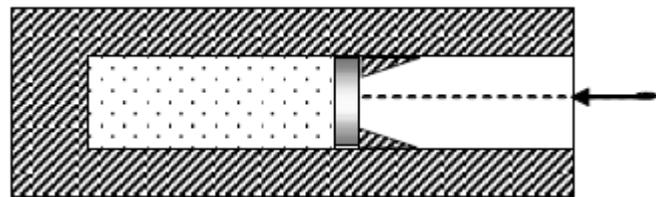
**27.66.17514** BB79C3 A4E34B Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в  $\alpha = 2$  раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты  $Q = 20$  кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

**27.67.17723** FA180A F1C0D8 71FA52 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?

**27.68.22513** 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. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5$  Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу  $A = 2493$  Дж?

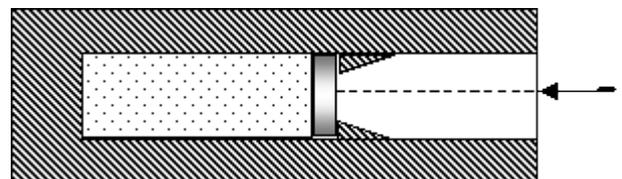
**27.69.22547** 603BFB 1D4E24 Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре =  $600$  К и давлении  $p_1 = 4 \cdot 10^5$  Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление при расширении обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа  $p_2 = 10^5$  Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты  $Q = 1247$  Дж?

**27.70.18828** 34B425 (Д-2017) В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр (см. рисунок). В цилиндре находится гелий, запёртый 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 нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.

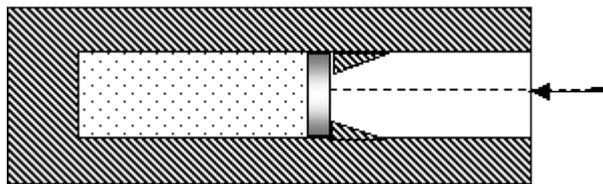
**27.71.**E74E0C D43E3B В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр. В цилиндре находится 0,1 моль гелия, запёртого поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения.



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

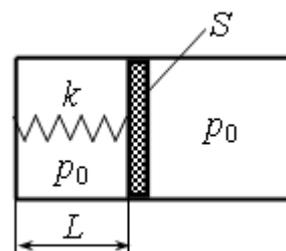
левом положении? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с сосудом и поршнем.

**27.72.D8F33B 577968** 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.

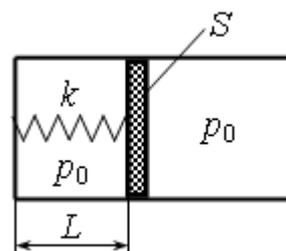


В поршень попадает пуля массой  $10$  г, летящая горизонтально со скоростью  $400$  м/с, и застревает в нем. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на  $64$  К. Какова масса поршня? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с поршнем и цилиндром.

**27.73.18606 BB2FF8** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью  $S$  находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной. В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно  $L$ , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению  $p_0$  (см. рисунок). Затем газу было передано количество теплоты  $Q$ , и в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние  $b$ . Чему равна жёсткость пружины  $k$ ?



**27.74.18576 9F56D5** В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем с площадью  $S$  находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью  $k$ . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра равно  $L$ , а давление газа в цилиндре равно внешнему атмосферному давлению  $p_0$  (см. рисунок). Какое количество теплоты  $Q$  передано затем газу, если в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние  $b$ ?



**27.75.17549 0EBVV7 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?

**27.76.4213D2 0670BF** 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  $S = 25$  см<sup>2</sup>. В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты  $Q = 1,65$  кДж, а поршень сдвинулся на расстояние  $x = 10$  см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной  $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3$  Н. Найдите  $L$ . Считать, что сосуд находится в вакууме.

**27.77.P-2017-52** 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  $S = 25$  см<sup>2</sup>. В результате

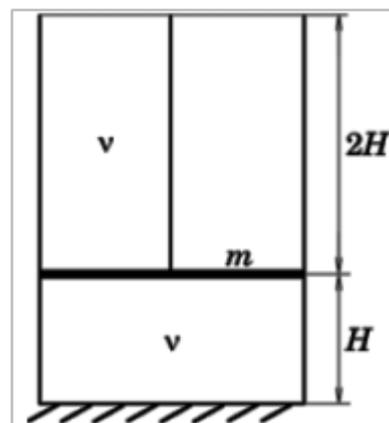
медленного нагревания газа поршень сдвинулся на расстояние  $x = 10$  см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной  $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$  Н. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе? Считать, что сосуд находится в вакууме.

**27.78.Р-2017-53** 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?

**27.79.Р-2017-54** 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  $L = 30$  см. Площадь поперечного сечения поршня  $S = 25$  см<sup>2</sup>. В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты  $Q = 1,65$  кДж, а поршень сдвинулся на расстояние  $x$ . При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной  $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$  Н. Найдите  $x$ . Считать, что сосуд находится в вакууме.

**27.80.17688 1D4573** В сосуде объёмом  $V = 0,02$  м<sup>3</sup> 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.

**27.81.Р-2018-56** 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  $H = 50$  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  $F = 10$  Н. Сосуд с газом медленно нагревают. Какое количество теплоты нужно сообщить всему газу в сосуде для того, чтобы поршень начал подниматься вверх?



**27.82.Р-2018-55** В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 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.



**27.83.18765** 9FA9FA В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой  $M$  и площадью основания  $S$  покоится на высоте  $h$ , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа  $p_0$  равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты  $Q$  нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте  $H$  (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

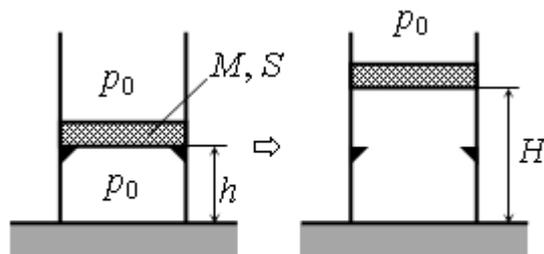


Рис. 1

Рис. 2

**27.84.96017E** Доср-2020-1-30 В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол ( $C_6H_6$ ) при температуре кипения  $t = 80$  °С. При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола  $L = 396 \cdot 10^3$  Дж/кг, а его молярная масса  $M = 78 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

**27.85.A0D359** Демо 2021 В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол ( $C_6H_6$ ) при температуре кипения  $t = 80$  °С. При сообщении бензолу количества теплоты  $Q$  часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу  $A$ . Удельная теплота парообразования бензола  $L = 396 \cdot 10^3$  Дж/кг, его молярная масса  $M = 78 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. Какая часть подведённого к бензолу количества теплоты переходит в работу? Объёмом жидкого бензола пренебречь.

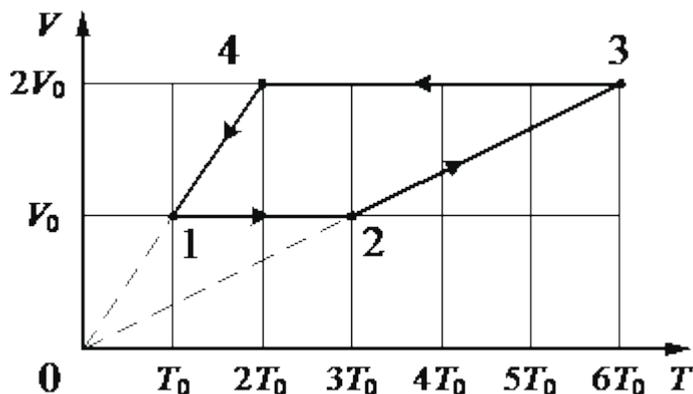
**27.86.9A11AE** Доср-2020-2-30 В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится ацетон ( $C_3H_6O$ ) при температуре кипения  $t = 56$  °С. В результате сообщения ацетону некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования ацетона  $L = 524 \cdot 10^3$  Дж/кг, а его молярная масса  $M = 58 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. Какая часть подводимого к ацетону количества теплоты превращается в работу? Объёмом жидкого ацетона и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

**2.2.8. Второй закон термодинамики, необратимость**

**2.2.9. Принципы действия тепловых машин. КПД**

№24

**24.12.61D26E** 1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах  $V-T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах  $p-V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика. Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.



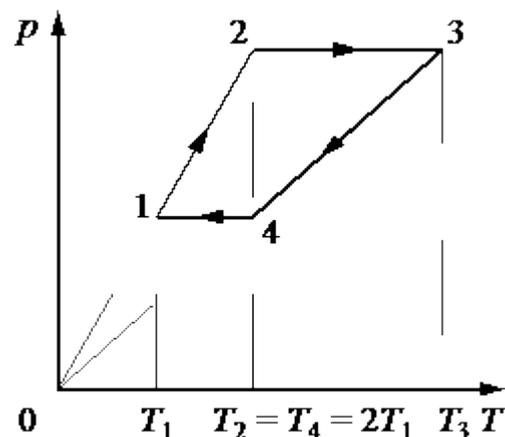
**27.87.18303** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является один моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на  $\Delta T$ , а работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна  $A$ . Определите КПД тепловой машины.

**27.88.18331** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является  $\nu$  молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на  $\Delta T$ , а КПД тепловой машины равен  $\eta$ . Определите работу, совершённую газом в изотермическом процессе.

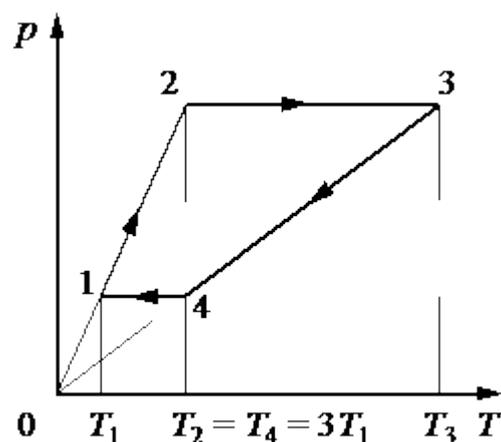
**27.89.18360** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является  $\nu$  молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна  $A$ , а КПД тепловой машины равен  $\eta$ . Определите модуль изменения температуры  $|\Delta T|$  в изохорном процессе.

**27.90.18387** Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является  $\nu$  молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна  $A$ , а КПД тепловой машины равен  $\eta$ . Максимальная температура в этом цикле равна  $T_0$ . Определите минимальную температуру  $T$  в этом циклическом процессе.

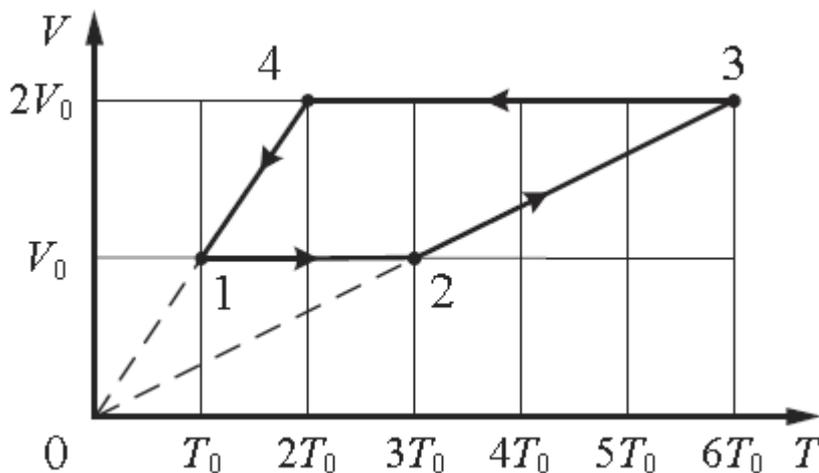
**27.91.18983 DA1E75** В тепловом двигателе 1 моль одноатомного разреженного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах  $p$ – $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.



**27.92.E61774** В тепловом двигателе 1 моль идеального одноатомного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах  $p$ – $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 3 раза. Определите КПД цикла.

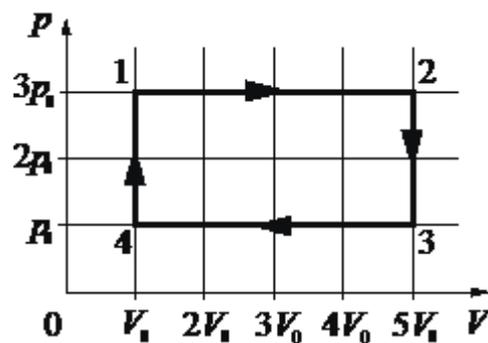


**27.93.** Демон-2020-28 1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах  $V-T$ , где  $V$  – объём газа,  $T$  – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах  $p-V$ , где  $p$  – давление газа,  $V$  – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика.

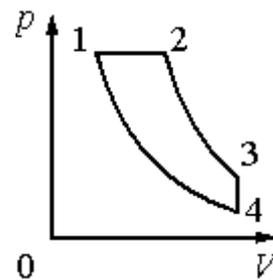


Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.

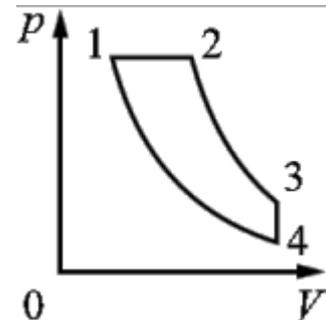
**27.94.** 8A5182 На рисунке изображён циклический процесс, проведённый с идеальным газом. При расширении на участке 1–2 газ совершает работу 1,2 кДж. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты, равное 3,3 кДж. Масса газа постоянна. Определите КПД цикла.



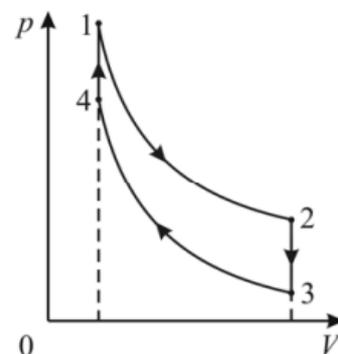
**27.95.** 17988 Э-2015 Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла  $\eta = 15\%$ , а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе  $t_{min} = 37^\circ\text{C}$  и  $t_{max} = 302^\circ\text{C}$ , определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



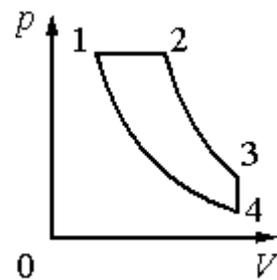
**27.96.** Э-2015-302 Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла  $\eta = 50\%$ , определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе  $\Delta T_{12}$  к изменению его температуры  $\Delta T_{34}$  при изохорном процессе.



**27.97.** Э-2015-76 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,  $T_1 = 1000\text{ K}$ ,  $T_2 = 500\text{ K}$ ,  $T_3 = 300\text{ K}$ ,  $T_4 = 600\text{ K}$ .



**27.98.18023** Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе  $\Delta T_{12}$  к изменению его температуры  $\Delta T_{34}$  при изохорном процессе.



### 2.2.10. Максимальное значение КПД. Цикл Карно.

№ 27

**27.99.18729** 219235 Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя открытый сверху резервуар с кипящей водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при  $0^\circ\text{C}$ . Атмосферное давление равно  $10^5$  Па. Какая масса льда растает при совершении машиной работы 1 МДж? Ответ в кг округлите до десятых.

**27.100.** 19106 E9E397 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. Ответ округлите до целых.

**27.101.** 50A21C Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с горячим паром при температуре  $100^\circ\text{C}$ , давление которого поддерживается постоянным, а в качестве холодильника – сосуд с водой при  $0^\circ\text{C}$ . Давление пара равно  $10^5$  Па. Какая масса пара сконденсируется при совершении машиной работы, равной 1 МДж? Ответ округлите до десятых.

**27.102.** P-2017-61 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  $m_2 = 0.51$  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.

**27.103.** P-2008-51 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?

