

# Проверочные и контрольные работы по физике в школе в форме ЕГЭ



**Составитель: Анатолий Найдин**



**г. Томск, ТФТЛ**

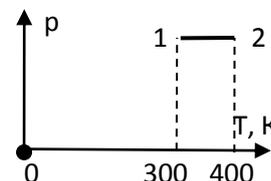
**2024**

## ВЫРИАНТ 1

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Идеальный газ в количестве  $\nu = 2$  моля, получив некоторое количество теплоты от нагревателя, изменил своё состояние, перейдя из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на  $pT$ -диаграмме. Какую работу совершил газ в процессе 1–2? Ответ выразите в Дж.



- 1) 1530 Дж; 2) 0; 3) 1662 Дж; 4) 831 Дж.

2. При плавлении кристаллического вещества поглощается энергия. Это происходит в результате: 1) уменьшения кинетической энергии частиц вещества; 2) увеличения кинетической энергии частиц вещества; 3) уменьшения потенциальной энергии взаимодействия между частицами вещества; 4) увеличения потенциальной энергии взаимодействия между частицами вещества.

3. Идеальный одноатомный газ изохорно нагревают от температуры  $T_1$  до температуры  $T_2$ . В первом случае газ занимал объём  $V$ , а во втором случае этот же газ занимал объём  $2V$ . В каком случае для этого потребуется большее количество теплоты и во сколько раз?

- 1) во втором случае меньше, чем в два раза;  
 2) во втором случае в два раза;  
 3) во втором случае, но отношение зависит от отношения  $T_2/T_1$ ;  
 4) в обоих случаях количество теплоты одинаково;  
 5) для решения недостаточно данных.

4. Идеальный газ совершит наибольшую работу, получив одинаковое количество теплоты в ... процессе.

- 1) изотермическом; 2) изохорном; 3) адиабатном; 4) изобарном.

- 1) Увеличилась в 8 раз; 2) уменьшилась в 1,5 раза; 3) увеличилась в 1,5 раза; 4) не изменилось.

5. Горячее вещество, первоначально находившееся в жидком состоянии, медленно охлаждаели. Мощность теплоотвода постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Время, мин.	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °C	250	242	234	232	232	232	230	216

Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведённых измерений, и укажите их номера.

- 1) Процесс кристаллизации вещества занял более 25 мин.  
 2) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и в твёрдом состояниях одинакова.  
 3) Температура плавления вещества в данных условиях равна 232 °C.  
 4) Через 30 мин после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.  
 5) Через 20 мин после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.

6. Двухатомному идеальному газу в результате изобарического процесса подведено количество теплоты  $Q$ . На работу газа расходуется часть теплоты, равная...

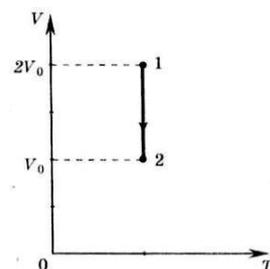
- 1) 0,41; 2) 0,73; 3) 0,56; 4) 0,29.

7. На  $V$  $T$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Количество теплоты, отданное газом в этом процессе, равно 20 кДж. Определите работу газа в нём.

- 1) 20 кДж; 2) – 20 кДж; 3) 40 кДж; 4) 0.

8. В воду массой 1 кг, температура которой 30°C, положили лёд, массой 50 г, имеющий температуру -5°C. Какая температура установится в сосуде?

- 1) 15°C; 2) 5°C; 3) 25°C; 4) 0.



9. Какое количество теплоты сообщили двум молям идеального одноатомного газа в процессе 1–2, изображённом на рисунке? Ответ выразите в килоджоулях и округлите до десятых долей.

1) 16,6 кДж; 2) 20,2 кДж; 3) 8,3 кДж; 4) 25,3 кДж.

10. Кусок льда, находившийся при температуре  $-10^\circ\text{C}$ , начали нагревать, подводя к нему постоянную тепловую мощность. Через 63 секунды после начала нагревания лёд достиг температуры плавления. Через сколько секунд после этого момента кусок льда расплавится? Потери теплоты отсутствуют. (Удельная теплоёмкость льда —  $2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ , удельная теплота плавления льда —  $330 \text{ кДж}/\text{кг}$ .)

1) 24 мин; 2) 20 мин; 3) 633 с; 4) 16,5 мин.

11. Максимальную внутреннюю энергию идеальный газ имеет в состоянии, соответствующем на диаграмме точке...

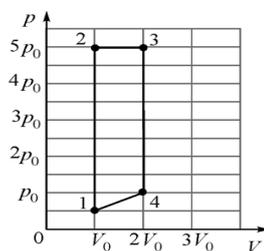
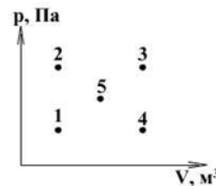
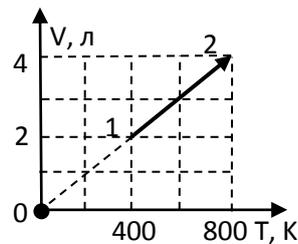
1) 2; 2) 5; 3) 4; 4) 1; 5) 3.

12. Два моля идеального одноатомного газа совершают циклический процесс, изображённый на диаграмме (см. рис.). Температура газа в состоянии 2 равна  $400 \text{ К}$ . Какое количество теплоты получает газ на участке 2–3 этого циклического процесса? Ответ выразите в кДж и округлите до целого числа.

1) 20 кДж; 2) 5 кДж; 3) 17 кДж; 4) 13 кДж; 5) 30 кДж.

13. С законами термодинамики согласуются утверждения:

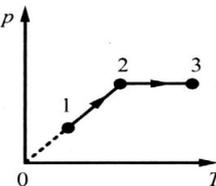
- 1) Передача количества теплоты всегда и всюду возможна только в направлении от горячего тела к холодному;
  - 2) Можно построить тепловой двигатель, который бы совершал полезную работу за счет охлаждения одного тела;
  - 3) Все естественные процессы сопровождаются возрастанием беспорядка во Вселенной;
  - 4) Общее количество энергии во Вселенной с течением времени убывает;
  - 5) Абсолютный нуль температуры не достижим.
- 1) Только 3 и 5; 2) Только 1; 3) 1, 2 и 3; 4) Только 3; 5) Только 2.



## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. 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  $300 \text{ К}$ , а в состоянии 3 равна  $900 \text{ К}$ ?



26. 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.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Вычислить КПД цикла, состоящего из изобарного сжатия, изохорного нагревания и адиабатического расширения, если отношение максимального и минимального объёмов равно 2. Рабочее тело – двухатомный идеальный газ.

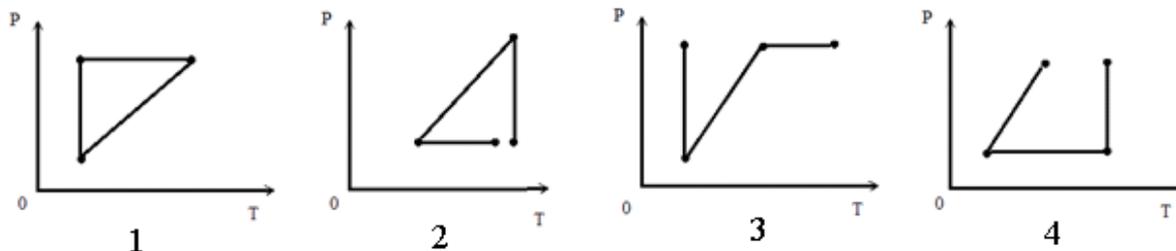
29. Один моль идеального одноатомного газа сначала перевели в изобарическом процессе из состояния с объёмом  $V_1 = 10 \text{ л}$  и давлением  $p_1 = 10^5 \text{ Па}$  в состояние с объёмом  $V_2 = 25 \text{ л}$ , а затем сжали его до начального объёма  $V_1$  в процессе, происходящем по закону  $p = kV$ , где  $k$  – некоторый постоянный коэффициент. Какую работу  $A$  совершил газ за весь процесс?

## ВЫРИАНТ 2

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. За время, пока пузырёк воздуха всплывает со дна озера на поверхность, его объём увеличивается в 6 раз. Чему равна глубина озера, если давление воздуха равно нормальному атмосферному давлению? Считайте процесс изотермическим.  
1) 25 м; 2) 50 м; 3) 60 м; 4) 40 м.
2. Сколько частиц содержится в 8 г кислорода, если степень его диссоциации 10%?  
1)  $1,5 \cdot 10^{23}$ ; 2)  $1,35 \cdot 10^{23}$ ; 3)  $1,5 \cdot 10^{22}$ ; 4)  $1,65 \cdot 10^{23}$ .
3. В сосуде под поршнем находится некоторая масса кислорода при температуре  $2T$ . В него закачивают ещё такую же массу водорода, а температуру понижают до  $T$ . Найдите, во сколько раз изменился объём содержимого под поршнем. Газы считать идеальными. Молярная масса кислорода 32 г/моль, водорода 2 г/моль.  
1) 8,5; 2) 12,2; 3) 16,0; 4) 4,0.
4. Определите давление водорода при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ , если его плотность при этой температуре  $0,09 \text{ кг/м}^3$ , а молярная масса  $0,002 \text{ кг/моль}$ .  
1) 11,22 кПа; 2) 101 кПа; 3) 112,2 кПа; 4) 13,5 кПа.
5. Как изменится давление разреженного одноатомного газа, если абсолютная температура газа уменьшится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 2 раза?  
1) увеличится в 4 раза; 2) уменьшится в 4 раза; 3) увеличится в 2 раза; 4) не изменится.
6. Один моль идеального газа сначала сжимается при постоянной температуре, затем нагревается при постоянном давлении, и, наконец, охлаждается при постоянном объёме до первоначальной температуры. Из приведенных ниже зависимостей этим изменениям в координатах  $P-T$  соответствует график...

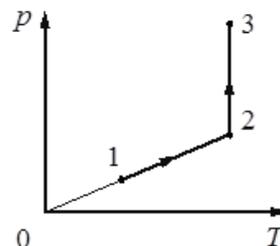


7. В одном из опытов стали нагревать воздух в сосуде постоянного объёма. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 3 раза, а его давление возросло в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз изменилась масса воздуха в сосуде?  
1) Увеличилась в 6 раз; 2) уменьшилась в 6 раз; 3) увеличилась в 1,5 раза; 4) уменьшилась в 1,5 раза.
8. Объём сосуда с идеальным газом уменьшили втрое, выпустив половину газа и уменьшив температуру в два раза. Как изменились в результате этого давление газа и его концентрация. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.
9. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 давление газа прямо пропорционально его плотности. Масса газа в процессе остаётся постоянной. Утверждается, что в этом процессе: А) происходит изотермическое сжатие газа; Б) концентрация молекул газа увеличивается. Из этих утверждений: 1) верно только А; 2) верно только Б; 3) оба утверждения верны; 4) оба утверждения неверны.

10. В некотором процессе давление данной массы газа обратно пропорционально абсолютной температуре. Как изменяется давление газа, когда его объём увеличивается в 4 раза?  
 1) Уменьшится в 2 раза; 2) Возрастает в 4 раза; 3) Не изменится; 4) Уменьшится в 4 раза.

11. В открытом стеклянном сосуде нагрели сухой воздух до  $100^{\circ}\text{C}$ , затем сосуд герметично закрыли и понизили температуру воздуха в нём до  $20^{\circ}\text{C}$ . На сколько процентов изменилось в результате давление воздуха в сосуде? Ответ округлить до целого. 21%  
 1) 11%; 2) 21%; 3) 32%; 4) 18%.

12. Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ – $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура газа. Как изменяются объём газа  $V$  в процессе 1–2 и плотность газа  $\rho$  в процессе 2–3? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличилась; 2) уменьшилась; 3) не изменилась. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



13. В вертикальном цилиндрическом сосуде под массивным поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения. В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого давление газа и концентрация его молекул? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) Давление газа	1) увеличилась
Б) Концентрация	2) уменьшилась
В) Объем газа	3) не изменилась

А	Б	В

**Часть 2**

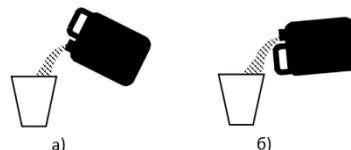
Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В вертикально расположенном закрытом цилиндрическом сосуде, разделенным поршнем массы  $m = 0,5$  кг на два отсека, находится идеальный газ. Количество вещества в верхнем отсеке в 4 раза меньше, чем в нижнем. Площадь основания цилиндра  $S$  равна  $20$  см<sup>2</sup>. В положении равновесия поршень находится посередине сосуда. А температура в обоих отсеках одинаковая. Определите давление газа  $p$  в нижнем сосуде.

26. Шар-зонд, наполняемый водородом, имеет герметичную оболочку постоянного объема  $50$  м<sup>3</sup>. Масса шара вместе с водородом  $5$  кг. Определить, на какую максимальную высоту сможет подняться этот шар-зонд, если известно, что атмосферное давление уменьшается в два раза через каждые  $5$  км высоты. Температура в стратосфере –  $53^{\circ}\text{C}$ .

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Почему, когда выливаешь воду из канистры, как показано на рис. а, вода выливается рывками и булькает, а если выливать её, как показано на рис. б, то вода выливается «спокойно», ровной струёй?



29. Воздушный шар объёмом  $V = 2500$  м<sup>3</sup> с массой оболочки  $m_{об} = 400$  кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой  $m_r = 200$  кг? Температура окружающего воздуха  $t = 7^{\circ}\text{C}$ , его плотность  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>. Оболочку шара считать нерастяжимой.

### ВЫРИАНТ 3

#### Часть 1

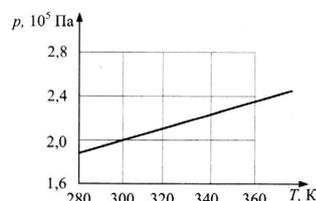
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Давление 3 моль водорода в сосуде при температуре 300 К равно  $p_1$ . Каково давление 1 моль водорода в этом сосуде при вдвое большей температуре?

- 1)  $\frac{3}{2} p_1$ ; 2)  $\frac{2}{3} p_1$ ; 3)  $\frac{1}{6} p_1$ ; 4)  $6p_1$ .

2. На рисунке показан график изменения давления 24 моль разреженного газа при изохорном нагревании. Каков объём газа? Ответ в м<sup>3</sup> округлите до десятых.

- 1) 0,1; 2) 0,2; 3) 0,3; 4) 0,6.



Ответ: \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>.

3. Сколько атомов углерода содержится в графитовом стержне длиной 8 см и площадью сечения 2 мм<sup>2</sup>, если плотность графита в стержне  $\rho = 1,6 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>?

- 1)  $8 \cdot 10^{22}$ ; 2)  $1,3 \cdot 10^{20}$ ; 3)  $0,2 \cdot 10^{21}$ ; 4)  $4,3 \cdot 10^{21}$ .

4. При уменьшении абсолютной температуры на 500 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 3 раза. Какова начальная температура газа?

- 1) 1773 К; 2) 1500<sup>0</sup>С; 3) 1500 К; 4) 750 К.

5. В некотором процессе давление данной массы газа обратно пропорционально абсолютной температуре. Как изменяется давление газа, когда его объём увеличивается в 4 раза?

- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

6. Плотность некоторого газа 0,9 кг/м<sup>3</sup>. При этом концентрация молекул газа  $n = 1,7 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>. Какой это газ?

- 1) кислород; 2) азот; 3) метан; 4) гелий.

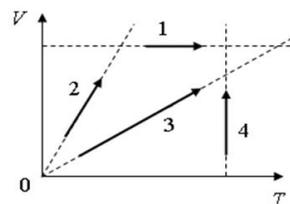
7. Вертикальный закрытый цилиндрический сосуд высотой 0,8 м разделён на две части лёгким скользящим без трения металлическим поршнем. В верхней части сосуда находится гелий, а в нижней — азот. На какой высоте находится поршень, если массы газов одинаковы?

- 1) 0,1; 2) 0,2; 3) 0,3; 4) 0,4.

8. Температура в холодных облаках межзвёздного газа составляет около 10 К, а давление газа достигает  $1,4 \cdot 10^{-12}$  Па. Оцените концентрацию молекул межзвёздного газа. Ответ в 10<sup>9</sup> м<sup>-3</sup> округлите до целых.

- 1) 6; 2) 20; 3) 3; 4) 10.

9. На графике стрелками указаны направления процессов, протекающих в идеальном газе. Давление газа убывает в ходе процесса, указанного под номером...



- 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

10. Два баллона объёмами 10 и 20 л содержат 2 моль кислорода и 3 моль азота соответственно при температуре 17 °С. Какое давление установится в баллонах, если их соединить между собой? Температуру газов считать неизменной.

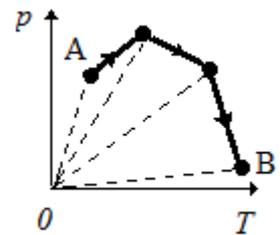
- 1) 1 атм; 2) 4 атм; 3) 3 атм; 4) 4 МПа.

11. Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С. Каково давление смеси, если отношение массы водорода к массе гелия в смеси равно 1,5?

- 1) 100 кПа; 2) 200 кПа; 3) 300 кПа; 4) 400 кПа.

12. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. Процесс изменения состояния газа приведен на рисунке. При переходе газа из состояния А в состояние В его объём...

- 1) все время увеличивался;
- 2) все время уменьшался;
- 3) сначала увеличивался, затем уменьшался;
- 4) сначала уменьшался, затем увеличивался.

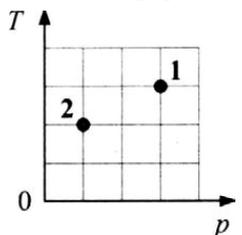


13. Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на  $\Delta T = 120$  К, а давление — в 1,4 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную абсолютную температуру газа.
- 1) 100 К; 2) 200 К; 3) 300 К; 4) 400 К.

14. На высоте 200 км давление воздуха составляет примерно  $10^{-4}$  от нормального атмосферного давления, а температура воздуха — примерно 1200 К. Оцените плотность  $\rho$  воздуха на этой высоте. Ответ округлите до десятых.

- 1)  $12 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>; 2)  $2 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>; 3)  $329 \cdot 10^{-7}$  кг/м<sup>3</sup>; 4)  $29 \cdot 10^{-6}$  кг/м<sup>3</sup>.

15. Идеальный газ, находящийся в сосуде под поршнем, переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Количество вещества газа не меняется. Найдите отношение  $V_2/V_1$ .



- 1) 1; 2) 1/2; 3) 1/3; 4) 1/4.

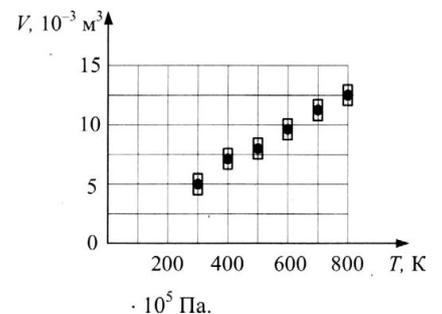
16. В сосуде объёмом 20 л содержится газ при нормальных условиях. Чему равна масса этого газа, если это водород? Ответ в граммах округлить до десятых.

- 1) 12 г; 2) 26 г; 3) 32 г; 4) 43 г.

**Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. Воздушный шар, оболочка которого имеет объём  $V = 400$  м<sup>3</sup> и массу вместе с корзиной  $m = 250$  кг, наполняется при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры  $t = 300$  °С. Определите максимальную температуру  $t_0$  окружающего воздуха, при которой шар поднимается в воздух. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

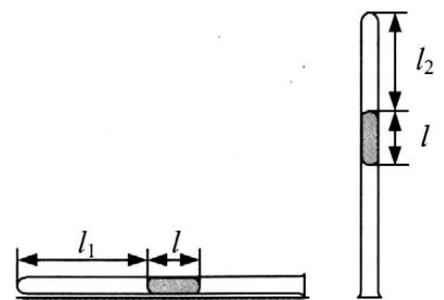
26. В цилиндре под поршнем находится 0,4 моль разреженного газа. Результаты измерения объёма газа с повышением температуры при постоянном давлении показаны на рисунке. Погрешность измерения температуры  $\Delta T = \pm 10$  К, объёма  $\Delta V = \pm 0,5$  л. Чему равно давление газа под поршнем?



**Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

28. Со дна озера, имеющего глубину  $H = 10$  м, медленно поднимается пузырёк воздуха. Определите объём  $V_1$  пузырька у дна озера, если на расстоянии  $h = 1$  м от поверхности воды он имел объём  $V_2 = 5$  мм<sup>3</sup>. Давление воздуха на уровне поверхности воды равно нормальному атмосферному давлению.

29. В запаянной с одного конца стеклянной трубке постоянного сечения, расположенной горизонтально, находится столбик воздуха длиной  $\ell_1 = 35$  см, запёртый столбиком ртути. Если трубку закрепить вертикально отверстием вниз, то длина воздушного столбика над ртутью будет равна  $\ell_2 = 42$  см. Какова длина  $\ell$  ртутного столбика? Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.

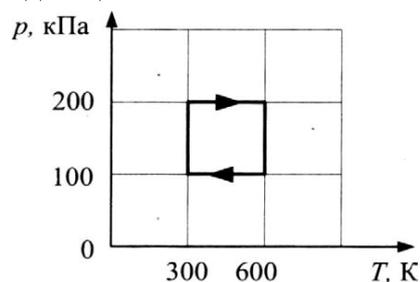


## ВЫРИАНТ 4

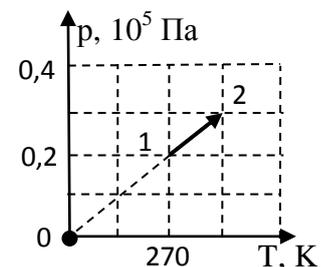
### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

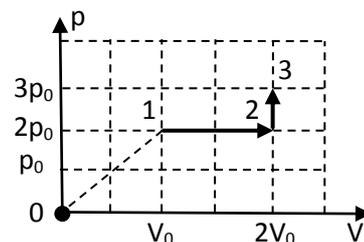
- Один моль идеального одноатомного газа совершает адиабатическое сжатие. Как изменяются в результате такого процесса давление и температура газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.
- Температура нагревателя идеального теплового двигателя Карно  $227\text{ }^\circ\text{C}$ , а температура холодильника  $27\text{ }^\circ\text{C}$ . Рабочее тело двигателя совершает за цикл работу, равную  $10\text{ кДж}$ . Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за один цикл?  
1)  $35\text{ кДж}$ ; 2)  $25\text{ кДж}$ ; 3)  $15\text{ кДж}$ ; 4)  $20\text{ кДж}$ .



- Состояние идеального газа меняется по циклу,  $pT$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Количество вещества газа равно  $0,5\text{ моль}$ . Определите наибольший объем, который занимает газ в этом процессе. Ответ в литрах округлите до целых.  
1)  $35\text{ л}$ ; 2)  $25\text{ л}$ ; 3)  $15\text{ л}$ ; 4)  $20\text{ л}$ .
- В вертикальном цилиндрическом сосуде под массивным поршнем находится идеальный газ. Чтобы уменьшить объем газа в 2 раза, на поршень надо положить груз массой  $m$ . Какой еще груз надо положить на поршень, чтобы уменьшить объем газа еще в 2 раза? Температура поддерживается постоянной.

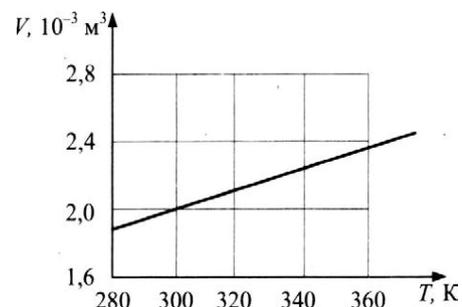


- На рисунке показано изменение состояния идеального газа в количестве  $4\text{ моль}$ . Какая температура соответствует состоянию 2?  
1)  $375\text{ К}$ ; 2)  $320\text{ К}$ ; 3)  $300\text{ К}$ ; 4)  $405\text{ К}$ .
- На высоте  $200\text{ км}$  давление воздуха составляет примерно  $10^{-4}$  от нормального атмосферного давления, а температура воздуха — примерно  $1200\text{ К}$ . Оцените плотность воздуха на этой высоте. Ответ в  $10^{-5}\text{ кг/м}^3$  округлите до десятых.



- Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления газа  $p$  от объема  $V$ . Масса газа в процессе не изменяется. Из приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих отраженные на графике процессы.  
1) Плотность газа минимальна в состоянии 1.  
2) В ходе процесса 1–2–3 среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа увеличивается в 3 раза.  
3) В процессе 2–3 абсолютная температура газа изохорно уменьшилась в 1,5 раза.  
4) В процессе 1–2 абсолютная температура газа изобарно увеличилась в 2 раза.  
5) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.

- На рисунке показан график изменения давления  $0,2\text{ моль}$  разреженного газа при изобарном нагревании. Чему равно давление газа? Ответ в  $10^5\text{ Па}$  округлите до десятых.  
1)  $2,5$ ; 2)  $0,5$ ; 3)  $1,8$ ; 4)  $1,5$ .

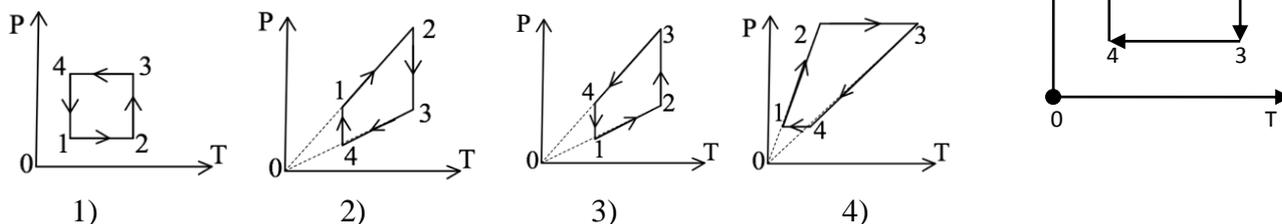


- Теплоизолированный сосуд разделён тонкой теплоизолирующей перегородкой на две части. Обе части сосуда заполнены

одинаковым одноатомным идеальным газом. Давление в первой из них равно  $p_0$ , во второй —  $4p_0$ . Определите отношение объёмов второй части сосуда к первой части, если, после того как перегородку убрали, давление в сосуде стало равным  $3p_0$ .

1) 2; 2) 0,5; 3) 4; 4) 0,25.

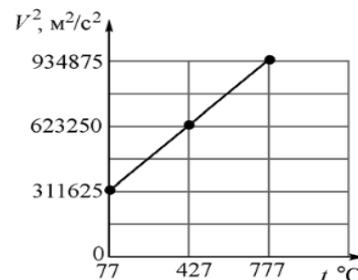
10. На рисунке изображен график циклического процесса в осях VT. Какой из графиков соответствует данному процессу в осях PT?



11. Перед проведением газосварочных работ манометр баллона с кислородом показывал давление 10 МПа, а после сварки - 8 МПа. Сколько кислорода в процентах было израсходовано? Температура и объем кислорода не изменились. Атмосферное давление нормальное.

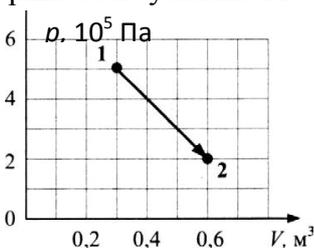
12. На рисунке изображён график среднего квадрата скорости молекул идеального газа от температуры. Определите молярную массу этого газа. Ответ выразите в г/моль и округлите до целого числа.

1) 28; 2) 32; 3) 16; 4) 44.



**Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В вертикальном цилиндрическом сосуде с площадью поперечного сечения  $S = 5 \text{ см}^2$ , ограниченном сверху подвижным поршнем массой 1 кг, находится воздух при комнатной температуре. Первоначально поршень находился на высоте  $H = 13 \text{ см}$  от дна сосуда. На какой высоте  $h$  от дна сосуда окажется поршень, если на него положить груз массой  $m = 0,5 \text{ кг}$ ? Воздух считать идеальным газом, а его температуру — неизменной. Атмосферное давление принять равным  $10^5 \text{ Па}$ . Трение между стенками сосуда и поршнем не учитывать.
26. Абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 1,5 раза, при этом воздух перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Сквозь неплотно закрытый кран сосуда мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение  $N_2/N_1$ - числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



**Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

4. Теплоизолированный цилиндр, расположенный горизонтально, 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 — 600 К, объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый аргоном, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь.
5. Воздушный шар объемом  $V = 2500 \text{ м}^3$  с массой оболочки  $m_{об} = 400 \text{ кг}$  имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры  $t$  нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой  $m = 200 \text{ кг}$ ? Температура окружающего воздуха  $t_0 = 7 \text{ °C}$ , его плотность  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . Оболочку шара считать нерастяжимой.

## ВЫРИАНТ 5

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Из металлического баллона, в котором находилось 3 моль идеального газа под давлением  $3 \cdot 10^5$  Па, медленно, без изменения температуры выпустили 0,6 моль газа. Определите давление газа в конечном состоянии.

1) 60 кПа; 2) 180 кПа; 3) 200 кПа; 4) 240 кПа.

2. При понижении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа уменьшилась в 3 раза. Начальная температура газа 600 К. Какова конечная температура газа? Ответ дайте в кельвинах.

1) 180 К; 2) 250 К; 3) 150 К; 4) 200 К.

3. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Во сколько раз изменилось давление газа?

1) 4; 2) 8; 3) 12; 4) 16.

4. На высоте 150 км давление воздуха составляет примерно  $0,831 \cdot 10^{-9}$  от нормального атмосферного давления, а температура воздуха – примерно 1160 К. Какова плотность воздуха на этой высоте? Молярную массу воздуха считать не зависящей от высоты и температуры.

1)  $2,5 \cdot 10^{-15}$  кг/м<sup>3</sup>; 2)  $2,0 \cdot 10^{-15}$  кг/м<sup>3</sup>; 3)  $1,5 \cdot 10^{-15}$  кг/м<sup>3</sup>; 4)  $1,0 \cdot 10^{-15}$  кг/м<sup>3</sup>.

5. На  $pT$ -диаграмме представлена зависимость давления постоянной массы идеального газа от температуры. На участке 1-2 температура газа увеличилась в 3 раза, а на участке 2-3 в 2 раза. Каким стал конечный объем газа, если в состоянии 1 его объем составлял 200 мл?

1) 3; 2) 4; 3) 5; 4) 6.

6. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускается половина массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объём газа и сила, действующая на поршень со стороны газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

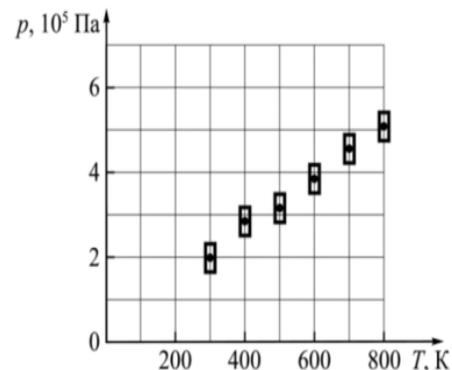
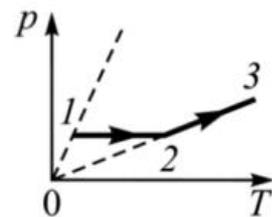
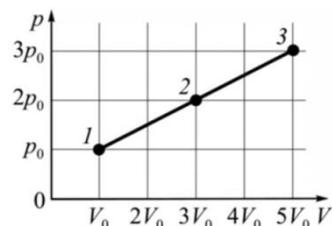
Объём газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа
2	3

7. Концентрация атомов гелия, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, увеличилось в 6 раз. Давление газа при этом возросло в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя энергия теплового движения атомов гелия.

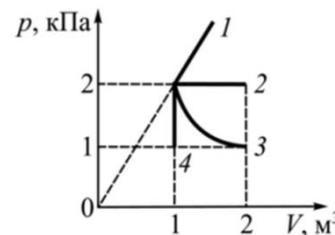
1) Уменьшилась в 3 раза; 2) Уменьшилась в 12 раз; 3) Увеличилась в 6 раз; 4) Не изменилась.

8. На рисунке показаны результаты измерения давления постоянной массы разреженного газа при повышении его температуры. Абсолютная погрешность измерения температуры  $\Delta T = 10$  К, давления  $\Delta p = 2 \cdot 10^4$  Па. Газ занимает объём 5 л. Чему равно число молей газа. Ответ округлите до десятых.

1)  $(52 \pm 3)$  моль.; 2)  $(92 \pm 8)$  моль.; 3)  $(22 \pm 2)$  моль.; 4)  $(82 \pm 5)$  моль.



9. Найти среднюю силу отдачи автомата при стрельбе очередью. Масса пули 10 г, скорость пули при вылете 300 м/с, скорострельность автомата 500 выстрелов/мин.  
1) 15 Н; 2) 25 Н; 3) 40 Н; 4) 10 Н.
10. На рисунке показан график процесса, проведенного с одним молем идеального газа. Найдите отношение температур  $T_3/T_2$ .  
1) 1; 2) 2; 3) 0,5; 4) 1,4.
11. Давление 3 моль водорода в сосуде при температуре 300 К равно 300 кПа. Каково давление 1 моля водорода в этом сосуде при вдвое большей температуре?  
1) 100 кПа; 2) 200 кПа; 3) 300 кПа; 4) 400 кПа.
12. Какой из графиков, изображенных на рисунке, соответствует изотермическому процессу?  
1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
13. Какой из законов необходимо применить для объяснения явления присасывания медицинской банки к телу человека?  
1) Закон Шарля; 2) закон Бойля-Мариотта; 3) закон Гей-Люссака; 4) все газовые законы.

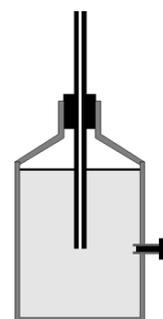


**Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. До какого давления накачан футбольный мяч емкостью 3 л, если при этом было сделано 40 качаний поршневого насоса? За каждое качание насос захватывает из атмосферы  $150 \text{ см}^3$  воздуха. Атмосферное давление 100 кПа. Содержанием воздуха в мяче до накачки пренебречь. Температура постоянна.
26. Тонкостенный цилиндр с воздухом закрыт снизу поршнем массой  $m = 1 \text{ кг}$ , который может без трения перемещаться в цилиндре. Цилиндр плавает в вертикальном положении в воде при температуре  $T = 293 \text{ К}$  (см. рис.). Когда цилиндр опустили при постоянной температуре на глубину  $h = 1 \text{ м}$  (от поверхности воды до его верхней крышки), он потерял плавучесть. Какое количество воздуха было в цилиндре? Атмосферное давление равно  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ , масса цилиндра и воздуха в цилиндре гораздо меньше массы поршня.

**Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

28. В боковой стенке покоящейся на столе бутылки проделано маленькое отверстие, в которое вставлена затычка. В бутылку налита вода, а горлышко бутылки закрыто резиновой пробкой, через которую пропущена вертикальная тонкая трубка. Нижний конец трубки находится ниже поверхности воды на уровне отверстия в стенке бутылки, верхний конец сообщается с атмосферой (см. рис.). Затычку из отверстия в боковой стенке вынимают и начинают медленно поднимать трубку вверх. При этом вода вытекает из бутылки через отверстие, а через трубку в бутылку входят пузырьки воздуха. Опишите, как будет изменяться скорость вытекания воды из отверстия по мере поднимания трубки. Считайте, что уровень воды всегда находится выше нижнего конца трубки и выше отверстия в стенке. Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



29. В сосуде объёмом 8,31 л находится 0,35 моль идеального газа при давлении 100 кПа. Газ сначала изотермически расширяют в 2 раза, а затем изохорически нагревают на 120 К. Чему равно давление газа в конечном состоянии? Ответ выразите в кПа и округлите до целого числа.

## ВАРИАНТ 6

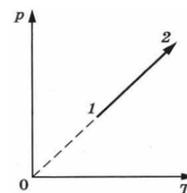
### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда содержится 8 г гелия, в правой — 1 моль аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинакова и остаётся постоянной. Выберите два верных утверждения, описывающие состояние газов после установления равновесия в системе.

- 1) Внутренняя энергия гелия в сосуде больше, чем внутренняя энергия аргона.
- 2) Концентрация гелия и аргона в правой части сосуда одинакова.
- 3) В правой части сосуда общее число молекул газов в 2 раза меньше, чем в левой части.
- 4) Внутренняя энергия гелия в сосуде в конечном состоянии больше, чем в начальном.
- 5) Давление в обеих частях сосуда одинаково.

2. Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1-2, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ - $T$  ( $p$  — давление и  $T$  — абсолютная температура газа). Как изменяются в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его объём? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличивается; 2) уменьшается; 3) не изменяется. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.



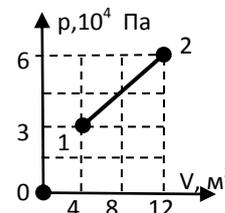
Внутренняя энергия газа	Объём газа

3. В калориметре находится вода массой 500 г при температуре  $5^{\circ}\text{C}$ . К ней долили ещё 200 г воды с температурой  $15^{\circ}\text{C}$  и положили 200 г льда с температурой  $-50^{\circ}\text{C}$ . Удельная теплоёмкость льда  $2100 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ , удельная теплоёмкость воды  $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ , удельная теплота плавления льда  $340 \text{ кДж}/\text{кг}$ . Как в результате установления теплового равновесия изменится масса льда в калориметре?

- 1) уменьшится; 2) увеличится; 3) останется неизменной.

4. Какое количество теплоты получает двухатомный идеальный газ при его переходе из состояния 1 в состояние 2?

- 1) 1,50 МДж; 2) 1,12 МДж; 3) 1,86 МДж; 4) 2,82 МДж.



5. На сколько градусов нагреется стальной кубик, если для его нагревания использовать такую же энергию, которая необходима для медленного подъёма этого кубика на высоту 80 м? Удельная теплоёмкость стали  $400 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ , ускорение свободного падения  $10 \text{ м}/\text{с}^2$ .

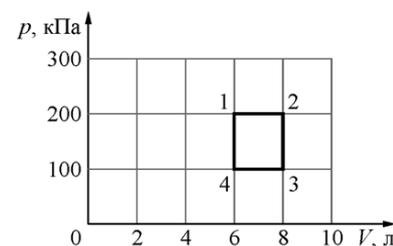
- 1)  $2^{\circ}\text{C}$ ; 2)  $4^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $1^{\circ}\text{C}$ ; 4)  $8^{\circ}\text{C}$ .

6. Внутренняя энергия одного моля газообразного метана в 2,5 раза больше внутренней энергии такого же количества идеального одноатомного газа при той же температуре. Какое количество теплоты необходимо затратить для того, чтобы изобарически нагреть 0,1 моля газообразного метана на 100 К? Ответ дайте в джоулях и округлите до целого числа.

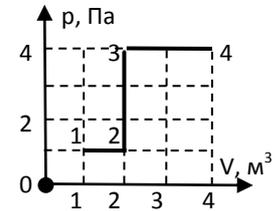
- 1) 491 Дж; 2) 831 Дж; 3) 117 Дж; 4) 395 Дж.

7. С постоянной массой идеального одноатомного газа происходит циклический процесс 1–2–3–4–1,  $p$ - $V$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура газа в этом процессе составляет 600 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.

- 1) Работа, совершённая газом при его изобарическом расширении, равна 400 Дж.



- 2) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, больше 0,45 моля.  
 3) Суммарное количество теплоты, которым газ обменялся с окружающими телами в процессе 1–2–3–4–1, равно 200 Дж.  
 4) Изменение внутренней энергии газа в процессе 4–1 равно 600 Дж.  
 5) Температура газа в состоянии 4 равна 225 К.
8. У идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 750 К, а температура холодильника 450 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 40 кДж. Какое количество теплоты рабочее тело отдаёт за цикл холодильнику?  
 1) 20 кДж; 2) 18 кДж; 3) 22 кДж; 4) 24 кДж.
9. Чему равно отношение  $Q_{14}/A'_{14}$  при переходе одноатомного газа из состояния 1 в состояние 4.  
 1) 3,5; 2) 3; 3) 2,5; 4) 4,5.
10. В сосуде под поршнем находится азот. Поршень медленно приподнимают, понижая давление газа. Какова молярная теплоёмкость газа в данном процессе, если изменение давления составляет 0,5% при увеличении объема на 1%? Ответ выразите в единицах R (универсальная газовая постоянная), округлите до десятых.  
 1) 2,5; 2) 3,5; 3) 4,5; 4) 4.



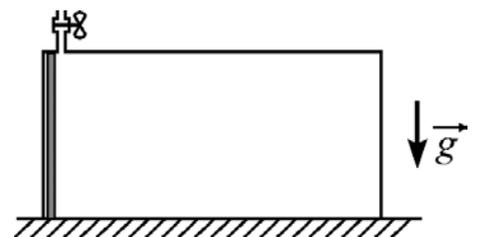
### Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

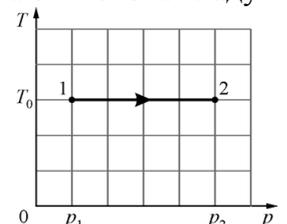
25. В электрическом чайнике 1 литр воды нагревается на 10 градусов за 1 минуту. За какое время нагреются до кипения 500 г воды, взятые из ведра со смесью воды и льда? Потерями теплоты можно пренебречь. Плотность воды 1000 кг/м³. 5 мин.
26. Один моль гелия совершает цикл: участок 1-2 — адиабата, 2-3 — изотерма, 3-1 — изобара. Работа, совершенная газом за цикл, равна 250 Дж. На участке 2-3 газ отдает количество теплоты  $Q = 15$  кДж. Какова разность температур между состояниями 1 и 2?

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В закрытый теплопроводящий цилиндр объёмом  $V = 10$  л с гладкими внутренними стенками вставлен тонкий тяжёлый поршень, находящийся вначале, при горизонтальном положении цилиндра, около его левой крышки. Внутренний объём цилиндра сообщается с сухим атмосферным воздухом, находящимся при нормальных условиях, через тонкую трубку с открытым краном, который может отсоединять цилиндр от атмосферы. В исходном положении поршень находится чуть левее отверстия трубки (см. рисунок). В некоторый момент цилиндр ставят в вертикальное положение с поршнем наверху, который опускается вниз, сразу перекрывая трубку и сжимая воздух под собой, а после установления равновесия находится на высоте  $l/2$  над дном цилиндра (высота цилиндра  $l = 0,9$  м). Затем кран перекрывают и снова кладут цилиндр горизонтально. На какое расстояние  $\Delta l$  сдвинется поршень после нового установления равновесия?



29. На T–p-диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал в этом процессе количество теплоты 80 кДж. Масса газа не менялась. Определите работу, совершённую внешними силами над газом в этом процессе, если  $p_1 = 80$  кПа,  $p_2 = 200$  кПа,  $T_0 = 300$  К.



## ВАРИАНТ 7

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Для приведения в действие паровой машины в топке сжигают каменный уголь. Температура в топке составляет  $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Считая, что в качестве холодильника паровая машина использует атмосферу, температура которой равна  $20^{\circ}\text{C}$ , определите максимальный теоретически возможный КПД этой паровой машины.

1) 80%; 2) 70%; 3) 85%; 4) 20% .

2. На рисунке показаны два процесса, проведённых с одним и тем же количеством газообразного неона ( $p$  – давление неона;  $V$  – его объём). Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.

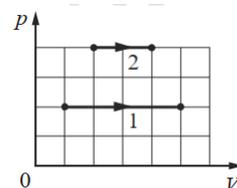
1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.

2) В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.

3) Работа, совершённая неоном, в обоих процессах одинакова.

4) В процессе 1 объём неона изобарно увеличился в 4 раза.

5) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.



3. В калориметр со льдом, имеющим температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , добавили воду при комнатной температуре. Как изменятся в результате установления теплового равновесия удельная теплоемкость воды и масса льда в калориметре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться

удельная теплоемкость воды	Масса льда в калориметре

4. На рисунке представлены графики зависимости температуры  $t$  двух тел одинаковой массы от отданного ими при остывании количества теплоты  $Q$ . Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

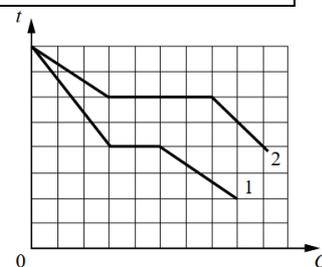
1) Удельная теплота плавления второго тела в 2 раза меньше удельной теплоты плавления первого тела.

2) Температура плавления второго тела в 1,5 раза выше, чем температура плавления первого тела.

3) В твёрдом агрегатном состоянии удельная теплоёмкость второго тела больше, чем первого.

4) Удельная теплоёмкость первого тела в твёрдом агрегатном состоянии равна удельной теплоёмкости второго тела в жидком агрегатном состоянии.

5) В жидком агрегатном состоянии удельная теплоёмкость второго тела в 1,5 раза больше, чем первого.



5. В цилиндрическом сосуде, закрытом сверху тяжелым подвижным поршнем, находится идеальный газ. Если газ расширяется при постоянном давлении, то:

1)  $Q > 0$  (к газу подводится теплота); 2)  $\Delta T = 0$  (температура газа постоянна); 3)  $\Delta U = 0$  (внутренняя энергия газа постоянна); 4)  $A' > 0$  (газ совершает положительную работу).

6. К двухатомному газу с молярной теплоемкостью  $20,23 \cdot R$  подвели  $10\text{ Дж}$  теплоты, найдите работу совершенную газом в процессе.

1) 28,3 Дж; 2) 1,2 Дж; 3) 6,4 Дж; 4) 8,8 Дж.

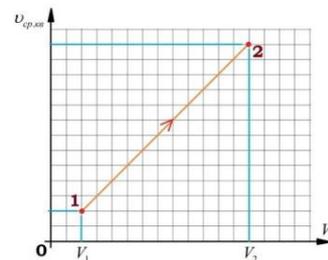
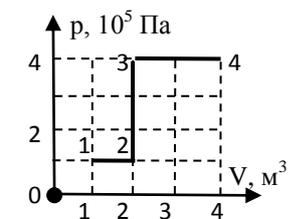
7. Насколько изменяется внутренняя энергия двухатомного идеального газа при его переходе

из состояния 1 в состояние 4? 37,5 Дж

1) 2,75 МДж; 2) 3,75 МДж; 3) 1,6 МДж; 4) 2,25 МДж.

8. На рисунке показан график зависимости модуля среднеквадратичной скорости  $v_{\text{ср.кв.}}$  атомов одноатомного идеального газа от объёма  $V$  газа в некотором процессе 1→2. Количество атомов газа в течение этого процесса не изменяется. На основании анализа представленного графика выберите все верные утверждения.

- 1) В процессе 1→2 газ совершает положительную работу.
- 2) В процессе 1→2 внутренняя энергия газа уменьшается.
- 3) В процессе 1→2 давление  $p$  газа возрастает прямо пропорционально объёму  $V$  газа.
- 4) В процессе 1→2 газ отдаёт некоторое количество теплоты окружающим телам.
- 5) Процесс 1→2 является изобарическим.

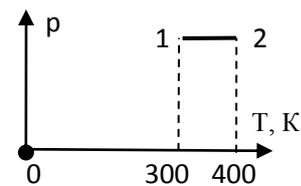


9. Установить соответствие между названиями (А — D) термодинамических процессов в идеальном газе и выражениями первого закона (1 — 4) термодинамики в частных случаях ( $Q$  — количество теплоты, подведенное к газу;  $A'$  — работа сил давления газа;  $\Delta U$  — изменение внутренней энергии газа): А) изотермический; В) адиабатный; С) изобарный; D) изохорный. 1)  $Q = A' + \Delta U$ ; 2)  $Q = \Delta U$ ; 3)  $Q = A'$ ; 4)  $A' = -\Delta U$ .

А) изотермический	В) адиабатный	С) изобарный	Д) изохорный

10. Идеальный газ в количестве  $\nu = 2$  моля, получив некоторое количество теплоты от нагревателя, изменил своё состояние, перейдя из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на  $pT$ -диаграмме. Какую работу совершил газ в процессе 1–2?

1) 1530 Дж; 2) 0; 3) 1662 Дж; 4) 831 Дж.



11. Температуру газа в сосуде увеличивают от 25 до 125 °С. Во сколько примерно раз возрастает при этом средняя скорость молекул газа?

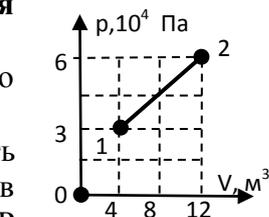
1) В 5 раз; 2) В 5 раз; 3) В 4/3 раз; 4) В 1,16 раз.

## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число запишите в поле ответа в тексте работы, а за тем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

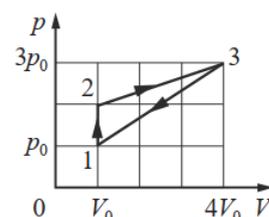
25. Насколько изменяется внутренняя энергия одноатомного идеального газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2?

26. Температура внутри холодильника равна  $t_2 = 5^\circ\text{C}$ , а теплоемкость составляет  $C = 84$  кДж/К. При работе холодильника тепло выделяется в комнату с температурой  $t_1 = 25^\circ\text{C}$ . Какой минимальной мощностью  $P$  должен обладать мотор, приводящий холодильник в действие, чтобы за время  $\tau = 1$  мин понизить температуру в холодильнике на  $\Delta t = 2^\circ\text{C}$ ?



Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В цикле, показанном на  $pV$ -диаграмме,  $\nu = 4$  моль разреженного гелия получает от нагревателя количество теплоты  $Q_{\text{нагр}} = 120$  кДж. Найдите температуру  $T_2$  гелия в состоянии 2.



29. В гладком вертикальном цилиндре под подвижным поршнем массой  $M$  находится идеальный одноатомный газ. Ему медленно подводят количество теплоты  $Q$ , в результате чего поршень поднимается. На какую высоту  $\Delta h$  он поднимется? Площадь цилиндра составляет  $S$ . Атмосферное давление равно  $p_0$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г. Разумовский и др.; Ред. А.В. Перышкин. – М.: Просвещение, 1984.
2. А.П. Рымкевич, П.А. Рымкевич. Сборник задач по физике для 8 – 10 классов средней школы. – М.: Просвещение, 1978
3. В.А. Касьянов. Физика. 10, 11 кл. – М.: Дрофа, 2002.
4. М.Е. Тульчинский. Качественные задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение, 1972.
5. В.А. Буров, Б.С. Зворыкин, А.П. Кузьмин и др. Демонстрационный эксперимент по физике в старших классах средней школы. - М.: Просвещение, 1972.
6. Д. Джанколи. Физика. - М.: Мир, 1989.
7. А.А. Найдин. Использование обобщающих таблиц при формировании понятий. Физика в школе, 3 (1989).
8. О.Я. Савченко. Задачи по физике. Новосибирский государственный университет, 1999.
9. Н.В. Любимов, С.М. Новиков. Знакомимся с электрическими цепями. – М.: Наука, 1972.
10. Дж. Оррир. Физика: Пер. с англ. - М.: Мир, 1981.
11. В.И. Лукашик. Сборник вопросов и задач по физике. – М.: Просвещение, 1981.
12. А.М. Прохоров и др. Физический энциклопедический словарь – М.: Советская энциклопедия, 1983.
13. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. Физика: Учебное пособие: В 3 кн. – М; ФИЗМАТЛИТ, 2004.
14. Мякишев Г.Я., Синяков А.З., Слободсков Б.А. Физика: Электродинамика: Учебник для 10-11 классов с углубленным изучением физики. – М.: Дрофа, 2010 г.
15. А.А. Найдин. Система задач из одной задачи?! //ИД "Первое сентября", газета "Физика", № 8, 2011 г.
16. А.А. Найдин. Как научить школьников открывать и применять законы? ж. «Физика в школе», №7, 2012 г.
17. Исаков А. Я. Физика. Решение задач ЕГЭ, часть 1 - 9. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012.
18. Славов А.В., Щеглова О.А., Абражевич Э.Б., Чудов В.Л., ФИЗИКА, ЗАДАЧИ, КАЧЕСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ, ТЕСТЫ. «Издательский дом МЭИ», 2016
19. Физика. 10—11 кл.: Сборник задач и заданий с ответами и решениями. Пособие для учащихся общеобразоват. учреждений / С.М. Козел, В. А. Коровин, В. А. Орлов. — М.: Мнемозина, 2001. — 254 с.: ил.
20. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И. ЕГЭ. ФИЗИКА. Механика. Молекулярная физика. Издательство «ЭКЗАМЕН», 2014.
21. Демидова М. Ю., Грибов В. А., Гиголо А. И. ЕГЭ. ФИЗИКА. Электродинамика. Квантовая физика. Качественные задачи. Издательство «ЭКЗАМЕН», 2014.
22. Личный сайт Найдина Анатолия Анатольевича. <https://naidin.ru>