

# 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. В сосуде под поршнем находится только водяной пар и вода. При перемещении поршня давление остается постоянным. Температура при этом: 1) не изменяется; 2) увеличивается; 3) уменьшается; 4) может как уменьшиться, так и увеличиться.
2. При конденсации пара при постоянной температуре его внутренняя энергия: 1) не изменится; 2) увеличится; 3) уменьшится; 4) для некоторых веществ уменьшится, для других увеличится.  
1) Увеличилась в 8 раз; 2) уменьшилась в 1,5 раза; 3) увеличилась в 1,5 раза; 4) не изменилось.
3. В комнате площадью  $30 \text{ м}^2$ , при температуре  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  относительная влажность воздуха 20% (давление насыщенных паров  $3160 \text{ Па}$ ), включают увлажнитель воздуха, который увлажняет со скоростью  $0,36 \text{ л/ч}$ , спустя 3 ч относительная влажность воздуха равняется 60%. Найти высоту комнаты.  
1) 3,9 м; 2) 2 м; 3) 3,1 м; 4) 2,8 м.
4. Медь плавится при постоянной температуре  $1085^\circ\text{C}$ . При этом медь поглощает или выделяет энергию? 1) Выделяет; 2) не поглощает и не выделяет; 3) поглощает; 4) может поглощать, может выделять.
5. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $23^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $12^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха.  
1)  $18 \text{ г/м}^3$  и 60%; 2)  $10,7 \text{ г/м}^3$  и 50%; 3)  $8 \text{ г/м}^3$  и 60%; 4)  $9 \text{ г/м}^3$  и 55%;
6. В закрытом сосуде объёмом  $0,01 \text{ м}^3$  находится сухой воздух при температуре  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $100 \text{ кПа}$ . Чему станет равно давление в сосуде, если в него налить  $10 \text{ г}$  воды, а сосуд нагреть до  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ?  
1)  $286 \text{ кПа}$ ; 2)  $184 \text{ кПа}$ ; 3)  $200 \text{ кПа}$ ; 4)  $232 \text{ кПа}$ .
7. Свинцовая пуля массой  $10 \text{ г}$ , летящая со скоростью  $400 \text{ м/с}$ , ударяется о стальную плиту и отскакивает от неё со скоростью  $100 \text{ м/с}$ . Примите, что изменение внутренней энергии пули составляет  $0,6$  от модуля изменения её механической энергии. Чему равна масса расплавленного свинца? Температуру пули до удара о плиту примите равной  $50^\circ\text{C}$ . Удельная теплота плавления свинца равна  $25 \text{ кДж/кг}$ , температура плавления  $327^\circ\text{C}$ .  
1)  $5 \text{ г}$ ; 2)  $3 \text{ г}$ ; 3)  $2 \text{ г}$ ; 4)  $8 \text{ г}$ .
8. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени. Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

|                               |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Время, мин.                   | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 |
| Температура, $^\circ\text{C}$ | 95 | 88 | 81 | 80 | 80 | 80 | 77 | 72 |

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 3) Через 4 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 12 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.

- 5) Через 14 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
9. В калориметр поместили 100 г льда при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , а затем впустили пар при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ . Чему будет равна масса воды в калориметре, когда весь лёд растает, а температура воды будет равна  $0^{\circ}\text{C}$ ? Удельная теплота парообразования воды  $2,3 \cdot 10^7$  Дж/кг.  
1) 128,6 г; 2) 122,6 г; 3) 112,5 г; 4) 102,0 г.
10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30%. Какой станет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 4 раза?  
1) 60%; 2) 45%; 3) 100%; 4) 30%.
11. В закрытом сосуде объёмом  $5 \text{ м}^3$  находится воздух при температуре  $40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 80%. Какая масса воды образуется в сосуде, если его охладить до  $20^{\circ}\text{C}$ ?  
1) 107 г; 2) 13,1 г; 3) 283 г; 4) 88,0 г.
12. В закрытом сосуде с жёсткими стенками находятся в равновесии друг с другом жидкая вода и её пар. Содержимое сосуда немного подогревают. Как изменятся в результате этого давление пара в сосуде и масса жидкой воды? 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.

| Давление пара в сосуде | Масса жидкой воды |
|------------------------|-------------------|
|                        |                   |

13. Чтобы при подъёме груза весом 120 кН напряжение в тросе подъемного крана не превышало 80 МПа, диаметр троса должен быть равен ... ( $\pi = 3,14$ )  
1)  $\approx 3$  см; 2)  $\approx 2$  см; 3)  $\approx 4$  см; 4)  $\approx 5$  см; 5)  $\approx 1$  см.

**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. Когда Саша зашёл в дом, его очки запотели. Посмотрев на термометр и психрометр, Саша установил, что температура равна  $20^{\circ}\text{C}$ , относительная влажность 60%. а) Почему стёкла очков дома запотели? б) Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате? в) При какой температуре содержащийся в воздухе комнаты водяной пар стал бы насыщенным? г) Какова температура воздуха на улице?
26. В цилиндрическом сосуде под поршнем содержится воздух при температуре  $10^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 60%. Чему станет равна влажность воздуха, если воздух в сосуде нагреть до  $100^{\circ}\text{C}$ , а его объём уменьшить в 4 раза?

**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. Одним из вариантов снабжения питьевой водой населения Крыма, пострадавшего от сильной засухи, может стать «получение воды из воздуха»! На самом деле, влага всегда содержится в воздухе, и при понижении его температуры ниже «точки росы» избыток воды конденсируется в виде капель на холодной поверхности, и стекающую с неё воду можно собирать. Предположим, что в Крыму относительная влажность воздуха при температуре  $t_1 = 28^{\circ}\text{C}$  равна  $\phi_1 = 60\%$ , и мы его прокачиваем через теплообменник со сборником воды, охлажденный до температуры  $t_2 = 1^{\circ}\text{C}$ . Какой объём такого воздуха надо прокачать через теплообменник, чтобы набрать бутылку воды объёмом  $V = 2$  литра? Давления насыщенных паров воды при этих температурах равны, соответственно,  $p_{n1} = 28,4$  мм рт. ст. и  $p_{n2} = 4,9$  мм рт. ст. (1 мм рт. ст.  $\approx 133$  Па).

29. В чайнике «Тефаль» мощностью 1 кВт кипит вода. С какой скоростью из его носика вырывается струя пара, если площадь отверстия носика  $5 \text{ см}^2$ ? Атмосферное давление нормальное.

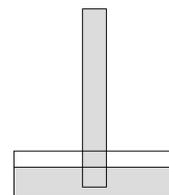
## ВЫРИАНТ 2

### 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.

14. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и ее насыщенный пар. Объем пара изотермически уменьшили в 3 раза. Концентрация молекул пара при этом: 1) увеличилась в 3 раза; 2) уменьшилась в 1,5 раза; 3) уменьшилась в 3 раза; 4) не изменилась.

15. Широкую стеклянную трубку длиной 0,5 м, запаянную с одного конца, целиком заполнили водой и установили вертикально открытым концом вниз, погрузив низ трубки на несколько сантиметров в тазик с водой. При комнатной температуре трубка остается целиком заполненной водой. Воду в тазике медленно нагревают. На какой высоте установится уровень воды в трубке, по отношению уровню воды в тазике, когда вода начнет закипать?



- 1) 50 см; 2) 25 см; 3) 0; 4) 0,1 м.

16. В вертикальный теплоизолированный стакан калориметра объемом  $200 \text{ см}^3$  налили до краёв воду при температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а затем опустили туда кусок железа массой  $m = 156 \text{ г}$ , находящийся при температуре  $t_2 = -150^\circ\text{C}$ . Какая температура установится в стакане после достижения системой теплового равновесия? Теплоёмкостью стакана и поверхностным натяжением воды можно пренебречь. (Плотность железа —  $7800 \text{ кг/м}^3$ , удельная теплоёмкость железа —  $460 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ .)

- 1)  $5,2^\circ\text{C}$ ; 2)  $0^\circ\text{C}$ ; 3)  $-15,4^\circ\text{C}$ ; 4)  $15,2^\circ\text{C}$ .

17. При одинаковой температуре  $T = 373 \text{ К}$  давление насыщенных паров воды ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $P_{\text{н1}} = 10^5 \text{ Па}$ , аммиака ( $\text{NH}_3$ )  $P_{\text{н2}} = 6 \cdot 10^6 \text{ Па}$ , ртути ( $\text{Hg}$ )  $P_{\text{н3}} = 117 \text{ Па}$ . В каком порядке убывания температуры кипения в открытом сосуде находятся эти вещества?

- 1) 123; 2) 213; 3) 312; 4) 132.

18. Во время кипения жидкости её температура: изменяется, не меняется, становится ниже или выше — о чём идёт речь?

- 1) о жидкости; 2) о давлении; 3) об объеме; 4) о температуре.

19. Человек в очках вошел с улицы в теплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдать это явление? Температура воздуха в комнате  $18^\circ\text{C}$ ; относительная влажность воздуха 50%.

- 1)  $7^\circ\text{C}$ ; 2)  $10^\circ\text{C}$ ; 3)  $12^\circ\text{C}$ ; 4)  $3^\circ\text{C}$ .

20. В сосуде под поршнем содержится насыщенный водяной пар при температуре  $80^\circ\text{C}$ . Чему равна работа пара, если при медленном сжатии поршнем пара в сосуде образовался 1 г воды, а температура содержимого сосуда не изменилась?

- 1) -61 Дж; 2) -102 Дж; 3) -121 Дж; 4) -163 Дж.

21. При какой длине подвешенная вертикально стальная проволока рвется под действием собственного веса? Предел прочности стали 0,69 ГПа. Плотность стали  $7800 \text{ кг/м}$ .

- 1) 12,8 км; 2) 8,8 км; 3) 0,8 км; 4) 4,2 км.

22. Укажите правильное утверждение. При переходе вещества из жидкого состояния в газообразное ...

А) увеличивается среднее расстояние между его молекулами.

Б) молекулы почти перестают притягиваться друг к другу.

В) полностью теряется упорядоченность в расположении его молекул.

- 1) только А; 2) только Б; 3) только В; 4) А, Б и В.

23. В запаянном сосуде, объём которого равен 1,1 л, содержится 100 г кипятка и водяной пар при температуре 100 °С. Чему равна масса водяного пара?  
1) 6 г; 2) 10 г; 3) 3 г; 4) 16 г.
24. Найти диаметр стального стержня крюка подъемного крана, чтобы при равномерном подъеме груза весом  $P = 25$  кН напряжение не превышало  $\sigma = 6,0 \cdot 10^7$  Па.  
1) 4,0 мм; 2) 1,2 мм; 3) 2,3 мм; 4) 5 мм.

25. Горячее вещество, первоначально

|                 |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Время, мин      | 0   | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  |
| Температура, °С | 250 | 242 | 234 | 232 | 232 | 232 | 230 | 216 |

находившееся в жидком состоянии, медленно охлаждали. Мощность теплоотвода постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени. Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, которые соответствуют результатам проведённых измерений, и укажите их номера.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна 232 °С.  
2) Через 20 минут после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.  
3) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и твёрдом состояниях одинакова.  
4) Через 30 минут после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.  
5) Процесс кристаллизации вещества занял более 25 минут.
26. Почему первый снег оставляет на железной крыше рисунок, повторяющий рисунок стропил (балок, поддерживающих крышу снизу)?  
1) Теплопроводность стропил мала, поэтому над стропилами снег не тает.  
2) Теплоемкость материала стропил велика, поэтому снег над стропилами тает,  
3) Плотность материала стропил меньше плотности железа.  
4) Коэффициент теплового расширения у стропил мал.

**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 комнате размерами  $4 \times 5 \times 3$  м, в которой воздух имеет температуру 10 °С и относительную влажность 30%, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Чему станет равна относительная влажность воздуха в комнате через 1,5 ч? Давление насыщенного водяного пара при температуре 10 °С равно 1,23 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.
26. В герметично закрытом сосуде объёмом 10 л содержится насыщенный водяной пар при температуре 80°С. Содержимое сосуда охлаждают на 70°С. а) Чему равно начальное давление пара? б) Чему равна начальная масса насыщенного водяного пара? в) Чему равно конечное давление пара в сосуде? г) Чему равна конечная масса водяного пара? д) Чему равна масса воды в сосуде в конечном состоянии?

**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.**

30. Садоводы осенью и весной часто уничтожают опавшие листья, сжигая их на костре. Разведя костёр, они начинают сыпать на него сверху листья. В каком случае костёр будет лучше гореть и меньше дымить: если листья сухие и бросают их небольшими порциями, или листья сырые и их много? Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему это происходит.
31. В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол ( $C_6H_6$ ) при температуре кипения  $t = 80^\circ C$ . 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.

### 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- Относительная влажность воздуха при  $t = 36$  °С составляет 80 %. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре  $p_n = 5945$  Па. Какая масса пара содержится в  $1 \text{ м}^3$  этого воздуха?  
1) 9 г; 2) 18 г; 3) 21 г; 4) 33 г.
- Давление насыщенного водяного пара при температуре  $40$  °С приблизительно равно  $6 \cdot 10^3$  Па. Чему равно парциальное давление водяного пара в комнате при этой температуре, если относительная влажность воздуха 30%?  
1)  $1,8 \cdot 10^3$  Па; 2)  $3 \cdot 10^3$  Па; 3)  $1,2 \cdot 10^4$  Па; 4)  $2 \cdot 10^4$  Па.
- Сколько молей вещества содержится в кристалле поваренной соли кубической формы, если плотность соли равна  $2100 \text{ кг/м}^3$ , а длина ребра куба составляет 2 см?  
1) 0,4 моль; 2) 0,3 моль; 3) 0,2 моль; 4) 0,5 моль.
- При температуре  $7$  °С давление насыщенного водяного пара равно 1 кПа. Чему равна плотность этого пара?  
1)  $5,8 \text{ г/м}^3$ ; 2)  $7,8 \text{ г/м}^3$ ; 3)  $9,2 \text{ г/м}^3$ ; 4)  $12,6 \text{ г/м}^3$ .
- В сосуде объёмом  $3 \text{ м}^3$  содержится насыщенный водяной пар при температуре  $18$  °С. Чему равно число молекул водяного пара в этом сосуде?  
1)  $15,5 \cdot 10^{23}$ ; 2)  $12,0 \cdot 10^{23}$ ; 3)  $6,02 \cdot 10^{23}$ ; 4)  $5,5 \cdot 10^{23}$ .
- Используя таблицу зависимости давления насыщенного водяного пара от температуры, найдите температуру кипения воды при внешнем давлении 47,3 кПа.  
1)  $73$  °С; 2)  $75$  °С; 3)  $80$  °С; 4)  $92$  °С.

В таблице приведены значения давления насыщенного водяного пара при некоторых значениях температуры. Эта таблица понадобится для решения задач.

|                   |      |      |     |    |    |     |     |
|-------------------|------|------|-----|----|----|-----|-----|
| $t, \text{°C}$    | 0    | 20   | 40  | 60 | 80 | 100 | 120 |
| $p_n, \text{кПа}$ | 0,61 | 2,34 | 7,4 | 20 | 47 | 100 | 200 |

- В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью  $\gamma = 40\%$ . При изотермическом сжатии сконденсировалась доля  $\alpha = 1/6$  от исходного количества водяных паров. Во сколько раз уменьшили объём воздуха?  
1) 2,5; 2) 3; 3) 4; 4) 5.
- В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная температура воды  $22$  °С. На сколько увеличилась масса воды? Ответ выразите в процентах от первоначальной массы воды.  
1) 14%; 2) 27%; 3) 18%; 4) 32%.
- В сосуде под поршнем находится 2 г водяного пара под давлением 50 кПа и при температуре  $100$  °С. Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в 4 раза. Найдите массу образовавшейся при этом воды.  
1) 1 г; 2) 0,5 г; 3) 0,25 г; 4) 1,5 г.
- Найти диаметр стального стержня крюка подъемного крана, чтобы при равномерном подъеме груза весом  $P = 25$  кН напряжение не превышало  $\sigma = 6,0 \cdot 10^7$  Па.  
1) 3,6 мм; 2) 1,7 мм; 3) 2,8 мм; 4) 2,3 мм.
- Приготовление пищи в кастрюле-скороварке идёт при температуре  $120$  °С. Давление насыщенных водяных паров при такой температуре равно 2 атм. Во сколько раз плотность

пара в таких условиях больше, чем над поверхностью кипящей воды в открытой кастрюле при нормальном атмосферном давлении?

1) 1,6; 2) 2,5; 3) 1,9; 4) 2,3.

12. Металлический стержень, расположенный вертикально, поднимают вверх под действием силы, приложенной к верхнему концу стержня, с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Масса стержня 8 кг. Определить силу натяжения в поперечном сечении, которое делит его в отношении 1:3 от верхнего конца.

1) 16 Н; 2) 72 Н; 3) 92 Н; 4) 32 Н.

13. Какова должна быть площадь поперечного сечения всех жил стального троса пятитонного подъемного крана, если предел прочности стальной канатной проволоки  $7,8 \cdot 10^8 \text{ Па}$ , а запас прочности равен 10?

1)  $6,4 \text{ см}^2$ ; 2)  $3,2 \text{ см}^2$ ; 3)  $9,8 \text{ см}^2$ ; 4)  $8,6 \text{ см}^2$ .

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

1) Не хватает данных; 2) все может быть; 3) да; 4) нет.

15. Кусок льда, находившийся при температуре  $-90 \text{ }^\circ\text{C}$ , 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 —  $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда —  $330 \text{ кДж/кг}$ .)

1) 80 с; 2) 100 с; 3) 110 с; 4) 140 с.

16. Два сосуда объёмами 20 л и 30 л, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30 % и 40 %. Если кран открыть, то какой будет относительная влажность воздуха в сосудах после установления теплового равновесия? Температуру считать постоянной.

1) 38%; 2) 32%; 3) 36%; 4) 34%.

17. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Во сколько раз увеличилась концентрация молекул пара?

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

**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 калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна  $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{ К)}$ . Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

26. Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре  $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$  равно  $p_1 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , а относительная влажность  $\gamma = 60 \text{ } \%$ . Объём под поршнем изотермически уменьшили в  $k = 3$  раза. Во сколько раз при этом увеличилось давление воздуха в сосуде? Утечкой вещества из 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.**

27. В цилиндре, ось которого вертикальна, под гладким невесомым поршнем находится воздух с влажностью 50%. При этом число молей сухого воздуха в 5 раз превышает количество молей водяного пара. Во сколько раз надо изотермически изменить внешнее давление, чтобы количество пара в цилиндре за счет его конденсации уменьшилось в 2 раза?

28. В закрытом сосуде объемом  $22,4 \text{ дм}^3$  находится 1 моль воды и кислород. При температуре  $100^\circ\text{C}$  давление в сосуде равно  $200 \text{ кПа}$ . Определить количество кислорода, находящегося в сосуде.

#### 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Каким усилием можно оторвать тонкое металлическое кольцо от поверхности воды, если диаметр кольца  $16 \text{ см}$ , масса  $7 \text{ г}$  и кольцо соприкасается с водой по окружности?  
1)  $0,21 \text{ Н}$ ; 2)  $0,56 \text{ Н}$ ; 3)  $0,74 \text{ Н}$ ; 4)  $0,14 \text{ Н}$ .
2. В сосуде под поршнем находится  $6 \text{ г}$  водяного пара под давлением  $25 \text{ кПа}$  и при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в  $8$  раз. Найдите массу пара, оставшегося после этого в сосуде.  
1)  $1 \text{ г}$ ; 2)  $2 \text{ г}$ ; 3)  $3 \text{ г}$ ; 4)  $4 \text{ г}$ .
3. Какое давление будет создавать водяной пар, насыщенный при  $100^\circ\text{C}$ , если в момент насыщения его отделить от воды и изохорно нагреть на  $50^\circ\text{C}$ ?  
1)  $1,04 \text{ атм.}$ ; 2)  $2,1 \text{ атм.}$ ; 3)  $1,5 \text{ атм.}$ ; 4)  $1,13 \text{ атм.}$
4. Какой диаметр должен иметь стальной трос подъемного устройства, если максимальная масса поднимаемого груза  $m = 5 \text{ т}$ ? Предел прочности троса  $\sigma_{\text{пр}} = 300 \text{ МПа}$ , запас прочности должен быть  $n = 6$ . Ответ округлите до десятых.  
1)  $2,2 \text{ см}$ ; 2)  $3,6 \text{ см}$ ; 3)  $1,6 \text{ см}$ ; 4)  $4,6 \text{ см}$ .
5. В сосуде под поршнем при температуре  $100^\circ\text{C}$  находится  $2 \text{ г}$  водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объём сосуда увеличили в  $3,5$  раза. Определите массу пара в сосуде после изменения объёма.  
1)  $4 \text{ г}$ ; 2)  $3,5 \text{ г}$ ; 3)  $2 \text{ г}$ ; 4)  $2,5 \text{ г}$ .
6. На дно сосуда, в котором находился сухой воздух, налили немного воды, после чего герметично закрыли сосуд крышкой и оставили его на продолжительное время. Начальные температуры воздуха и воды были одинаковыми. Сосуд может обмениваться теплотой с окружающей средой. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.  
1) Если температура содержимого сосуда остаётся неизменной, то вся вода испарится.  
2) Если температура содержимого сосуда остаётся неизменной, то испарится только часть воды или вся вода.  
3) Если температура содержимого сосуда остаётся неизменной, то при некотором строго определённом объёме сосуда в нём установится относительная влажность воздуха, равная  $100\%$ .  
4) В установившемся состоянии средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул водяного пара больше средней кинетической энергии хаотического теплового движения молекул азота, входящего в состав воздуха.  
5) В установившемся состоянии молекулы водяного пара и молекулы кислорода, входящего в состав воздуха, обладают одинаковыми средними кинетическими энергиями хаотического теплового движения.
7. В сосуде находится ненасыщенный пар. В процессе его изотермического сжатия объём, занимаемый паром, уменьшается в  $4$  раза, а давление возрастает в  $3$  раза. Найти долю пара, которая сконденсировалась в этом процессе.  
1)  $0,25$ ; 2)  $0,2$ ; 3)  $0,75$ ; 4)  $0,5$ .
8. В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре  $16^\circ\text{C}$ . Плотность водяных паров в сосуде равна  $1,078 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ . Воздух в сосуде нагревают до  $25^\circ\text{C}$ .

Пользуясь таблицей зависимости плотности  $\rho_{\text{нп}}$  насыщенных паров воды от температуры  $t$ , выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.

| $t, ^\circ\text{C}$                             | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\rho_{\text{нп}} \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ | 1,36 | 1,45 | 1,54 | 1,63 | 1,73 | 1,83 | 1,94 | 2,06 | 2,18 | 2,30 |

- 1) При температуре  $17^\circ\text{C}$  на стенках сосуда есть капли росы.
  - 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при  $18^\circ\text{C}$  равна 70 %.
  - 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
  - 4) Давление в сосуде остаётся постоянным.
  - 5) Концентрация водяного пара в сосуде при нагревании остаётся постоянной.
9. К концу закрепленной стальной проволоки длиной 3 м и сечением  $1 \text{ мм}^2$  приложена растягивающая сила 200 Н. Найти абсолютное удлинение проволоки. Модуль Юнга стали  $E = 2,2 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ .
- 1) 3,9 мм; 2) 3,2 мм; 3) 1,5 мм; 4) 2,7 мм.
10. Два сосуда разного объёма, соединённые трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30 % и 40 %. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность воздуха в сосудах окажется равной 36 %. Определите отношение объёма второго сосуда к объёму первого. Температуру считать постоянной.
- 1) 1,5; 2) 0,75; 3) 2; 4) 2,5.
11. В  $1 \text{ м}^3$  влажного воздуха при  $t = 36^\circ\text{C}$  содержится 25 г водяного пара. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре  $p_{\text{н}} = 5945 \text{ Па}$ . Какова относительная влажность воздуха?
- 1) 60%; 2) 40%; 3) 45%; 4) 68%.
12. Окно в комнате запотело. Какой должна быть относительная влажность воздуха в комнате, чтобы наблюдалось это явление? Температура воздуха в комнате  $25^\circ\text{C}$ , температура воздуха на улице  $6^\circ\text{C}$ .
- 1) 30%; 2) 25%; 3) 36%; 4) 41%.

**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 калориметр с водой, температура которой  $0^\circ\text{C}$ , опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г. На сколько граммов увеличилась масса воды? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

26. В закрытом сосуде объёмом 10 л при температуре  $+17^\circ\text{C}$  находится воздух, имеющий влажность 50%. Давление насыщенных паров воды при этой температуре равно 1875 Па. Какую массу воды надо испарить в сосуде при данной температуре для того, чтобы влажность воздуха стала равна 100%? Ответ выразите в миллиграммах и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ мг.

**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 закрытом сосуде при температуре  $100^\circ\text{C}$  находится влажный воздух с относительной влажностью 60% под давлением 100 кПа. Объём сосуда изотермически уменьшили в 2,5 раза. Во сколько раз надо вместо этого увеличить абсолютную температуру без изменения объёма сосуда, чтобы получить такое же конечное давление? Объёмом сконденсировавшейся воды пренебречь.

29. Известно, что плотность жидкого гелия  $145 \text{ кг/м}^3$ , а газообразного гелия –  $0,18 \text{ кг/м}^3$ . Оцените размер атома гелия и среднее расстояние между его атомами в газообразном состоянии.

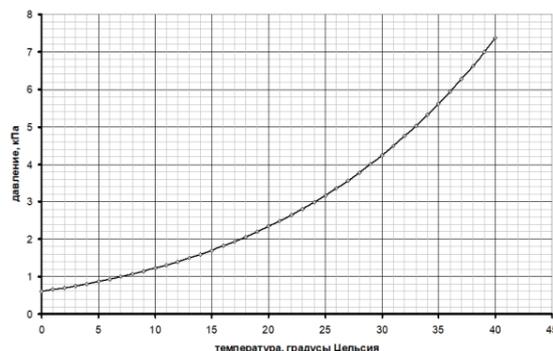
### ВЫРИАНТ 5

#### 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- Для повышения относительной влажности на 20% при температуре  $20^\circ\text{C}$  в комнате объемом  $50 \text{ м}^3$  понадобилось испарить 180 г воды. Найдите плотность (в  $\text{г/м}^3$ ) насыщенных паров воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ .  
1)  $3,6 \text{ г/м}^3$ ; 2)  $7,2 \text{ г/м}^3$ ; 3)  $10,8 \text{ г/м}^3$ ; 4)  $18 \text{ г/м}^3$ .
- Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 3 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.
  - При уменьшении объема сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
  - Давление пара в сосуде все время увеличивается.
  - В конечном и начальном состоянии масса пара в сосуде одинакова.
  - При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
  - В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.
- В большом помещении с размерами  $6 \times 10 \times 3 \text{ м}^3$  в зимние холода при температуре  $t_1$  парциальное давление водяного пара в воздухе составляло  $p_1 = 700 \text{ Па}$ , а относительная влажность воздуха равнялась при этом  $r_1 = 50 \%$ . После обогрева помещения температура в нём поднялась до значения  $t_2 = 25^\circ\text{C}$ , а относительная влажность снизилась до  $r_2 = 25 \%$ . Используя приведённый на рисунке график, найдите, как и насколько в результате обогрева изменилась масса  $m$  паров воды в данном помещении.  
1) Увеличилась на 3,4 кг; 2) Уменьшилась на 3,4 кг; 3) Увеличилась на 2,5 кг; 4) Уменьшилась на 2,5 кг.
- Ртутные термометры, предназначенные для измерения высоких температур, имеют запаянные капилляры, в которых пространство над столбиком ртути заполнено азотом при давлении до 20 атмосфер. Это сделано для того, чтобы избежать: 1) испарения; 2) конденсации; 3) кипения; 4) кристаллизации; 5) ионизации
- В сосуде под поршнем находится 10 г водяного пара под давлением 25 кПа и при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в 8 раз. Найдите массу пара, оставшегося после этого в сосуде.  
1) 5 г; 2) 8 г; 3) 2,5 г; 4) 5 г.

Зависимость давления насыщенных паров воды от температуры



|            |               |                 |
|------------|---------------|-----------------|
| Объем газа | Давление газа | Архимедова сила |
|------------|---------------|-----------------|

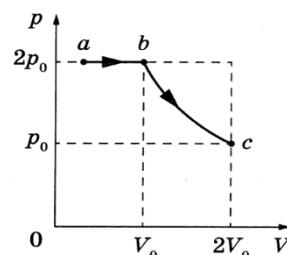
6. В цилиндрическом сосуде под легким поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит стальной шарик. Газ охладили. Как изменится в результате этого объём газа, его давление и действующая на шарик архимедова сила? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится; 2) уменьшится; 3) не изменится. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

7. Почему теплее воздуха кажется Вам вода, когда, искупавшись в жаркий день, Вы выходите из неё?

- 1) У воздуха большая, чем у воды теплопроводность;
- 2) Температура воды выше, чем температура воздуха;
- 3) Вода интенсивно испаряется с поверхности кожи;
- 4) У воздуха меньшая, чем у воды теплопроводность.

8. В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре происходит процесс  $a \rightarrow b \rightarrow c$ ,  $pV$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения об этом процессе.



- 1) В процессе  $a \rightarrow b$  внутренняя энергия пара увеличивается.
- 2) В состоянии  $a$  водяной пар является насыщенным.
- 3) В процесс  $b \rightarrow c$  плотность пара увеличивается.
- 4) В процессе  $a \rightarrow b$  масса капли не изменяется.
- 5) В процессе  $b \rightarrow c$  пару сообщают количество теплоты.

9. В закрытом сосуде объемом  $V = 10$  л находится влажный воздух массой  $m = 18$  г при температуре  $t = 80^\circ\text{C}$  и давлении  $2 \cdot 10^5$  Па. Определите массу паров воды в сосуде. 2,8 г

- 1) 2,2 г; 2) 3,8 г; 3) 1,8 г; 4) 2,8 г.

10. Какую массу воды необходимо испарить в закрытом помещении объёмом  $30 \text{ м}^3$  при температуре  $+25^\circ\text{C}$  для того, чтобы относительная влажность возросла на 20%? Давление насыщенных паров воды при указанной температуре равно 3,17 кПа. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа. Считайте, что начальная влажность воздуха меньше 80%. 138 г

- 1) 138 г; 2) 106; 3) 92 г; 4) 159 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

25. В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной  $\ell = 76$  мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха  $r_1$  в ней равна 80%. Какой станет относительная влажность этого воздуха  $r_2$ , если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

26. В закрытом сосуде объемом  $V = 1$  л находятся воздух и водяной пар при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Относительная влажность воздуха  $\phi = 25\%$ . Какая масса водяного пара сконденсируется, если объём изотермически уменьшить в  $n = 5$  раз? Считайте известными нормальное атмосферное давление  $p_0$  и молярную массу воды  $\mu$ .

**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. Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично

закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесённые к единице объёма жидкости, тем меньше, чем больше объём сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

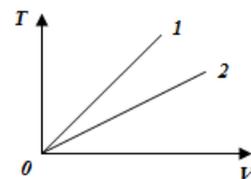
29. В цилиндре под подвижным невесомым поршнем находятся один моль жидкой воды и два моля её пара. Над поршнем находится атмосферный воздух, его давление  $10^5$  Па. Какое количество теплоты следует передать содержимому цилиндра, чтобы увеличить его объём в два раза? Цилиндр и поршень не проводят теплоту. Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг.

## ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА (ЕГЭ) 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображены графики изобарного расширения (нагрева) двух порций одного и того же идеального газа при одном и том же давлении. Почему изобара 1 лежит выше изобары 2?

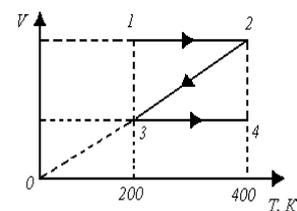


- 1)  $T_1 > T_2$ ; 2)  $p_1 > p_2$ ; 3)  $V_1 > V_2$ ; 4)  $v_2 > v_1$ .

2. 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?

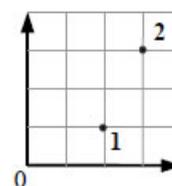
- 1)  $\frac{3}{2} p_1$     2)  $\frac{2}{3} p_1$     3)  $\frac{1}{6} p_1$     4)  $6p_1$

3. Одноатомный идеальный газ, взятый в количестве 2,0 моль, совершает процесс 1–2–3–4, изображенный на рисунке. Количество теплоты, отданное газом  $Q_{2-3}$  в процессе 2–3, равно ... кДж.



- 1) 5,1; 2) 4,8; 3) 8,3; 4) 7,6.

4. В кабинете физики проводились опыты с разреженным газом постоянной массы. По невнимательности ученик, отметив на графике начальное и конечное состояния газа (см. рисунок), не указал, какие две величины из трех (давление  $p$ , объем  $V$ , температура  $T$ ) отложены по осям. В журнале осталась запись, согласно которой названные величины изменялись следующим образом:  $p_1 < p_2$ ,  $V_1 > V_2$ ,  $T_1 < T_2$ . Пользуясь этими данными, определите, какие величины были отложены на горизонтальной и вертикальной осях.



- 1) По оси абсцисс отложено давление, а по оси ординат – объем.  
2) По оси абсцисс отложена температура, а по оси ординат – давление.  
3) По оси абсцисс отложен температура, а по оси ординат – объем.  
4) По оси абсцисс отложен объем, а по оси ординат – температура.

5. В сосуде под поршнем находится только водяной пар и вода. При перемещении поршня давление остается постоянным. Температура при этом: 1) не изменяется; 2) увеличивается; 3) уменьшается; 4) может как уменьшиться, так и увеличиться.

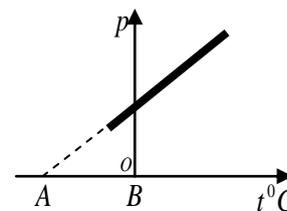
6. Сколько частиц содержится в 8 г кислорода, если степень его диссоциации 10%?

- 1)  $1,5 \cdot 10^{23}$     2)  $1,35 \cdot 10^{23}$     3)  $1,5 \cdot 10^{22}$     4)  $1,65 \cdot 10^{23}$

7. В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и ее насыщенный пар. Объем пара изотермически уменьшили в 3 раза. Концентрация молекул пара при этом: 1) увеличилась в 3 раза; 2) уменьшилась в 1,5 раза; 3) уменьшилась в 3 раза; 4) не изменилась.

8. На рисунке приведен график зависимости давления идеального газа от температуры при постоянном объеме. Какой температуре соответствует точка А?

1)  $-273\text{ K}$ ; 2)  $273^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $0\text{ K}$ ; 4)  $0^{\circ}\text{C}$ ;



9. 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.

10. 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 объем содержимого под поршнем. Газы считать идеальными. Молярная масса кислорода  $32\text{ г/моль}$ , водорода  $2\text{ г/моль}$ .

1) 8,5; 2) 12,2; 3) 16,0; 4) 4,0.

11. Медь плавится при постоянной температуре  $1085^{\circ}\text{C}$ . При этом медь поглощает или выделяет энергию? 1) Выделяет; 2) не поглощает и не выделяет; 3) поглощает; 4) может поглощать, может выделять.

12. При конденсации пара при постоянной температуре его внутренняя энергия: 1) не изменится; 2) увеличится; 3) уменьшится; 4) для некоторых веществ уменьшится, для других увеличится.

13. 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.

14. 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.

15. В одном из опытов стали нагревать воздух в сосуде постоянного объема. 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.

16. На рисунке в координатах  $p$ – $V$  показан циклический процесс 1–2–3–4–1, который совершает один моль идеального одноатомного газа. Из предложенного перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.

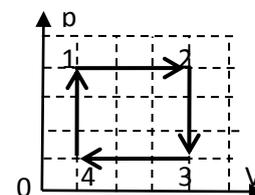
1) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа не изменяется.

2) В процессе 2–3 газ совершает положительную работу.

3) В процессе 3–4 над газом совершают работу.

4) В процессе 4–1 температура газа уменьшается в 4 раза.

5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 4 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.



17. Идеальный газ получил количество теплоты  $100\text{ Дж}$  и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на  $100\text{ Дж}$ . Какова работа, совершенная внешними силами над газом? (Ответ дайте в джоулях.)

1)  $-200\text{ Дж}$ ; 2)  $200\text{ Дж}$ ; 3)  $0$ ; 4)  $100\text{ Дж}$ .

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

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

19. 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.
20. Горячее вещество, первоначально находившееся в жидком состоянии, медленно охлаждали. Мощность теплоотвода постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

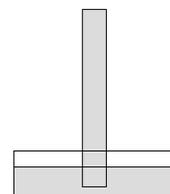
|                 |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Время, мин.     | 0   | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  |
| Температура, °С | 250 | 242 | 234 | 232 | 232 | 232 | 230 | 216 |

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

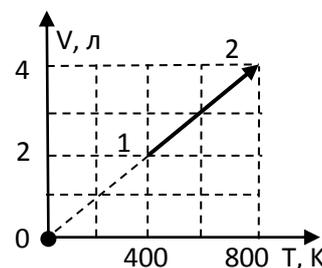
- 1) Процесс кристаллизации вещества занял более 25 мин.
  - 2) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и в твёрдом состояниях одинакова.
  - 3) Температура плавления вещества в данных условиях равна 232 °С.
  - 4) Через 30 мин после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
  - 5) Через 20 мин после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
21. 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   |
|                     | 3) не изменилась |

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |



22. Широкую стеклянную трубку длиной 0,5 м, запаянную с одного конца, целиком заполнили водой и установили вертикально открытым концом вниз, погрузив низ трубки на несколько сантиметров в тазик с водой. При комнатной температуре трубка остается целиком заполненной водой. Воду в тазике медленно нагревают. На какой высоте установится уровень воды в трубке, когда вода в тазике начнет закипать?
- 1) 50 см; 2) 25 см; 3) 0; 4) 0,1 м.
23. Идеальный газ сначала расширялся в адиабатном процессе, затем был сжат изотермически, при этом работы расширения и сжатия газа одинаковы. В результате этих процессов:
- 1) конечный объем газа меньше начального;
  - 2) температура газа понизилась;
  - 3) работа газа при изотермическом сжатии равна изменению его внутренней энергии;
  - 4) количество тепла, отданное газом, и приращение его внутренней энергии одинаковы.
24. 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.



## 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. Тележка, двигаясь по рельсам, прошла расстояние 50 см за 10 секунд. Погрешность измерения пройденного тележкой расстояния  $\pm 2$  см, а время измеряется электронным секундомером с очень высокой точностью. В каких пределах, согласно этим измерениям, может лежать модуль средней скорости тележки за указанное время? Укажите минимальное и максимальное значения в см/с. В ответе запишите значения слитно без пробела.

Ответ: \_\_\_\_\_

26. В вертикально расположенном закрытом цилиндрическом сосуде, разделенном 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  $20 \text{ см}^2$ . В положении равновесия поршень находится посередине сосуда. А температура в обоих отсеках одинаковая. Определите давление газа  $p$  в нижнем сосуде.

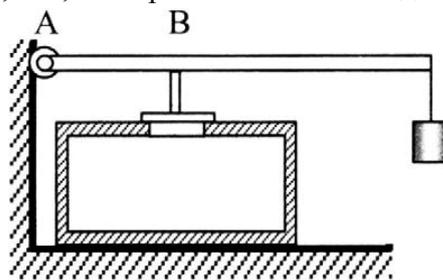
Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

29. В баллоне находится смесь гелия и азота. Молярная масса смеси 12 г/моль. Найдите отношение концентрации гелия к концентрации молекул азота.

Ответ: \_\_\_\_\_

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.

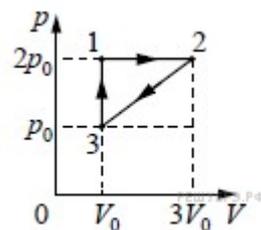
28. В цилиндр объёмом  $0,5 \text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002 \text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем длиной  $0,5 \text{ м}$ , который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рис.). К свободному концу стержня подвешен груз массой  $2 \text{ кг}$ . Клапан открывается через  $580 \text{ с}$  работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $5 \cdot 10^4 \text{ м}^2$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300 \text{ К}$ . Определите расстояние АВ, если считать стержень невесомым.



29. В комнате площадью  $30 \text{ м}^2$ , при температуре  $25 \text{ °C}$  относительная влажность воздуха  $20\%$  (давление насыщенных паров  $3160 \text{ Па}$ ), включают увлажнитель воздуха, который увлажняет со скоростью  $0,36 \text{ л/ч}$ , спустя  $3 \text{ ч}$  относительная влажность воздуха равняется  $60\%$ . Найти высоту комнаты.

30. В сосуде объёмом  $V = 0,02 \text{ м}^3$  с жёсткими стенками находится одноатомный газ при атмосферном давлении. В крышке сосуда имеется отверстие площадью  $S$ , заткнутое пробкой. Максимальная сила трения покоя  $F$  пробки о края отверстия равна  $100 \text{ Н}$ . Пробка выскакивает, если газу передать количество теплоты не менее  $15 \text{ кДж}$ . Определите значение  $S$ , полагая газ идеальным.

31. Одноатомный идеальный газ неизменной массы совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ отдаёт холодильнику количество теплоты  $|Q_2| = 8 \text{ кДж}$ . Какую работу газ совершает при переходе из состояния 1 в состояние 2?



32. В цилиндре, ось которого вертикальна, под гладким невесомым поршнем находится воздух с влажностью  $50\%$ . При этом число молей сухого воздуха в 5 раз превышает количество молей водяного пара. Во сколько раз надо изотермически изменить внешнее давление, чтобы количество пара в цилиндре за счет его конденсации уменьшилось в 2 раза?

## ВАРИАНТ 2

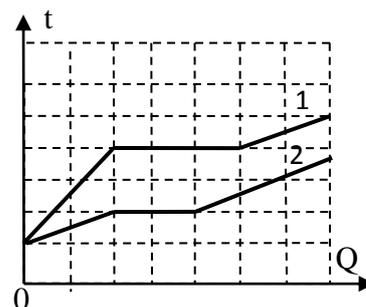
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными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

1. В первом сосуде водород, а во втором – кислород. Сравните давления  $p_1$  и  $p_2$  в этих сосудах, если концентрация молекул и температура в обоих сосудах одинаковы.

- 1)  $p_1 = p_2$    2)  $p_1 = 16p_2$    3)  $16p_1 = p_2$    4)  $p_1 = 8p_2$

2. На рисунке представлены графики зависимости температуры  $t$  двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты  $Q$ . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **три** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура плавления второго тела в 2 раза больше, чем у первого.  
 2) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 2 раза больше, чем у первого.  
 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.  
 4) Удельная теплота плавления второго тела меньше удельной теплоты плавления первого.  
 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.



3. Сколько частиц содержится в 4 г водорода, если степень его диссоциации 5%?

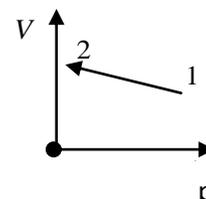
- 1)  $6 \cdot 10^{22}$    2)  $12,6 \cdot 10^{23}$    3)  $6 \cdot 10^{25}$    4)  $13,2 \cdot 10^{23}$

4. В стеклянный сосуд закачивают воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 3 раза, а его давление возросло в 5 раз. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

- 1) в 3 раза; 2) в 5 раз; 3) в 15 раз; 4) в  $\frac{5}{3}$  раза.

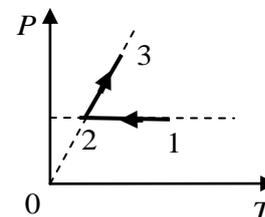
5. График изменения состояния идеального газа в осях  $V, p$  представляет собой прямую линию 1—2. Как изменялась температура газа в этом процессе?

- 1) уменьшалась  
 2) увеличивалась  
 3) не изменялась  
 4) такой процесс осуществить невозможно.



6. На  $pT$ -диаграмме представлена зависимость давления идеального газа постоянной массы от абсолютной температуры. Как изменяется объем в процессе 1-2-3?

- 1) на участках 1-2 и 2-3 увеличивается  
 2) на участках 1-2 и 2-3 уменьшается  
 3) на участке 1-2 уменьшается, на участке 2-3 остается неизменным  
 4) на участке 1-2 не изменяется, на участке 2-3 увеличивается



7. Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

- 1) Во время плавления температура кристалла изменяется.  
 2) В расположении атомов кристалла отсутствует порядок.  
 3) Атомы кристалла расположены упорядоченно.  
 4) Атомы свободно перемещаются в пределах кристалла.

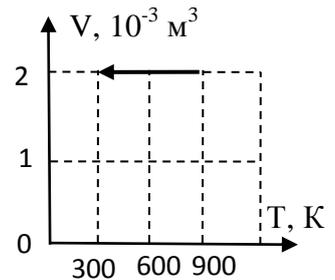
8. В сосуде под поршнем находятся только насыщенные пары воды. Как будет меняться давление в сосуде, если начать сдавливать пары, поддерживая температуру сосуда постоянной?

- 1) давление будет постоянно расти;  
 2) давление будет постоянно падать;  
 3) давление будет оставаться постоянным;

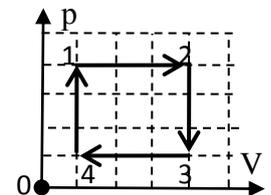
- 4) давление будет оставаться постоянным, а затем начнет падать.
9. Два баллона, объемами 60 л и 40 л наполнены неонам (80 г) и гелием (32 г). После соединения баллонов давление внутри них стало равным 300 кПа. Определите температуру газов. Ответ округлить до целого.  
1) 462 К; 2) 487 К; 3) 520 К; 4) 361 К.
10. Диаметр стержня 8 мм, в нём возникает напряжение 150 МПа, при нагрузке...  
1)  $\approx 3,14$  кН; 2)  $\approx 3,6$  кН; 3)  $\approx 7,54$  кН; 4)  $\approx 22,8$  кН; 5)  $\approx 4,7$  кН.

11. Как изменяется внутренняя энергия вещества при кристаллизации?  
1) увеличивается; 2) не изменяется; 3) уменьшается; 4) может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от кристаллической структуры тела.

12. На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3 кДж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия?  
1) 2 кДж; 2) 3 кДж; 3) 5 кДж; 4) 8,31 кДж.



13. На рисунке в координатах  $p$ - $V$  показан циклический процесс 1-2-3-4-1, который совершает один моль идеального одноатомного газа. Из предложенного перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.



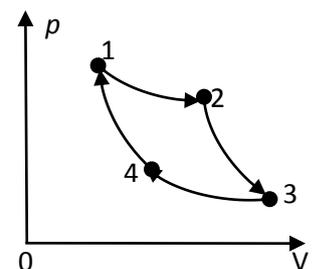
- 1) В процессе 1-2 внутренняя энергия газа уменьшается.  
2) В процессе 2-3 газ не совершает работы.  
3) В процессе 3-4 от газа отнимают некоторое количество теплоты.  
4) В процессе 4-1 температура газа увеличивается в 2 раза.  
5) Работа, совершённая газом в процессе 1-2, в 3 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3-4.
14. Чтобы вымыть посуду мальчик налил в таз 3 л воды при температуре 10°C. Сколько литров кипятка нужно долить в таз, что бы температура воды в нем стала равной 50°C?  
1) 2 л; 2) 1,8 л; 3) 2,4 л; 4) 1 л.

15. В сосуде неизменного объема находится идеальный газ. Часть газа выпускали из сосуда так, что давление оставалось неизменным. Как изменились при этом температура газа, оставшегося в сосуде, его плотность и количество вещества? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

| Физическая величина     | Её изменение     |
|-------------------------|------------------|
| А) температура,         | 1) уменьшится.   |
| Б) плотность,           | 2) увеличится.   |
| В) количество вещества. | 3) не изменится. |

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

16. На  $pV$ -диаграмме представлен цикл идеальной тепловой машины (цикл Карно), совершаемый с постоянным количеством идеального газа. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.



- 1) Процессы 2-3 и 4-1 являются изотермическими.  
2) Процессы 2-3 и 4-1 являются адиабатическими.  
3) В процессе 3-4 газ не совершает работы.  
4) В процессе 2-3 газ отдает некоторое количество теплоты.  
5) В процессе 1-2 газ получает некоторое количество теплоты.
17. При уменьшении объема одноатомного газа в 3,6 раза его давление увеличилось на 20%. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия?

1) увеличилась в 5 раз; 2) уменьшилось в 3 раза; 3) уменьшилось в 4 раза; 4) увеличилась в 3 раза.

18. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления, приблизительное значение которого оказалось 746 мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра 1 мм рт. ст. Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в мм рт. ст., с учётом погрешности. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

1) 9842; 2)  $746 \pm 1,5$ ; 3)  $746 \pm 0,5$ ; 4) 7461.

19. Идеальный одноатомный газ нагревается при постоянном объёме. В таблице приведена зависимость внутренней энергии  $U$  этого газа от его давления  $p$ . Чему равен объём газа?

|           |     |     |     |      |      |
|-----------|-----|-----|-----|------|------|
| $p$ , атм | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    |
| $U$ , кДж | 300 | 600 | 900 | 1200 | 1500 |

1)  $2 \cdot 10^{-1} \text{ м}^3$ ; 2)  $2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ ; 3) 2 л; 4)  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ .

20. Воздух под поршнем сжимали при температуре  $27^\circ\text{C}$ , измеряя давление воздуха при разных значениях предоставленного ему объёма. Погрешность измерения этих величин соответственно равнялась  $0,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и  $0,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ . Результаты измерений представлены в таблице:

|                             |     |     |     |     |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $V$ , $10^{-3} \text{ м}^3$ | 3,5 | 3   | 2,5 | 2   |
| $p$ , $10^5 \text{ Па}$     | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,2 |

Какой вывод можно уверенно сделать по данным этой таблицы?

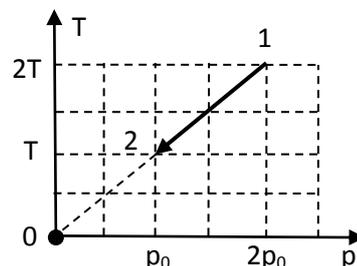
- 1) Под поршнем было 0,1 моль воздуха;
- 2) давление газа прямо пропорционально его объёму;
- 3) давление воздуха линейно возрастало с уменьшением его объёма;
- 4) под поршнем было 0,2 моль воздуха.

21. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50 %. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объём в 3 раза. Какова стала относительная влажность воздуха? (Ответ дать в процентах.)

1) 75%; 2) 150%; 3) 95%; 4) 100%.

22. На  $T$ - $p$  диаграмме показан процесс изменения состояния некоторой массы идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 30 кДж. Чему равно количество теплоты, отданное газом?

1) 20 кДж; 2) 30 кДж; 3) 50 кДж; 4) 8,31 кДж.



23. Идеальный одноатомный газ в количестве 0,025 моль подвергся адиабатическому расширению. При этом его температура понизилась с  $+103^\circ\text{C}$  до  $+23^\circ\text{C}$ . Какую работу совершил газ? Ответ выразите в джоулях и округлите до целого числа.

1) 10 Дж; 2) 15 Дж; 3) 25 Дж; 4) 50 Дж.

24. Гелий в количестве  $\nu = 1/20$  моля находится в горизонтальном закреплённом цилиндре с поршнем, который может без трения перемещаться в цилиндре и вначале удерживается в равновесии силой  $F_1 = 280 \text{ Н}$ . При этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия составляет  $u_1 = 1400 \text{ м/с}$ . Затем гелий стали охлаждать, а поршень медленно сдвигать, постепенно уменьшая действующую на него силу. Когда эта сила равнялась  $F_2 = 150 \text{ Н}$ , среднеквадратичная скорость движения атомов гелия стала равной  $u_2 = 1200 \text{ м/с}$ . На какое расстояние  $\Delta l$  при этом переместили поршень? Считать, что дело происходит в вакууме.

1) 17 см; 2) 25 см; 3) 5 см; 4) 9 см.

## Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Это число 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.

25. В сосуде находятся жидкость и ее насыщенный пар. В процессе изотермического расширения объем, занимаемый паром, увеличивается в 3 раза, а давление пара уменьшается в 2 раза. Найдите отношение массы  $m_2$  жидкости к массе  $m_1$  пара, которые первоначально содержались в сосуде.

Ответ: \_\_\_\_\_

26. Два сосуда, содержащих одинаковую массу одного и того же газа, соединены трубкой с краном. В первом сосуде давление  $10^5$  Па, во втором  $3 \cdot 10^5$  Па. Какое давление установится после открытия крана, если температура в сосудах была одинаковой и не менялась?

Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

27. На вершинах горных перевалов снег не тает даже летом. Сухой воздух переносится слабым ветром через перевал. Оцените высоту этого перевала, если разность температур подножья и вершины перевала составляет 22 К.

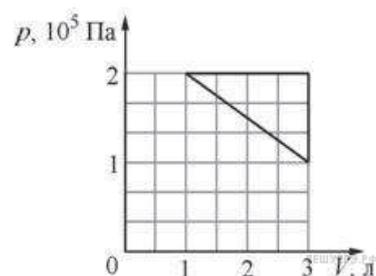
Ответ: \_\_\_\_\_ м.

### Часть С

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. При строительстве одного из средневековых соборов Англии его крышу (наклонную) покрыли свинцовыми листами, соединенными друг с другом. Уклон крыши был невелик, трения вполне хватало для удержания листов на месте, поэтому их не стали никак прикреплять к стропилам. Однако через несколько лет выяснилось, что все покрытие очень медленно, но сползает вниз. Свинцовые листы прибили к стропилам гвоздями, однако это не помогло — «сила сползания» просто вырывала гвозди. Почему металлическое покрытие сползает с крыши в такой ситуации?

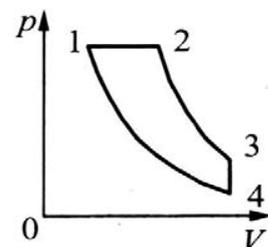
29. В сосуд, содержащий 1,6 кг воды при 25 градусах, бросили кусок стали массой 3 кг, нагретый до  $460^\circ\text{C}$ . Вода нагревается до  $60^\circ\text{C}$ , часть ее обращается в пар. Найти массу воды, обратившейся в пар.



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

31. В закрытом сосуде находится 2 г водяного пара под давлением 50 кПа и при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Не изменяя температуры, объём сосуда уменьшили в 4 раза. Найдите массу образовавшейся при этом воды. Ответ приведите в граммах.

32. 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 и 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 от нагревателя..

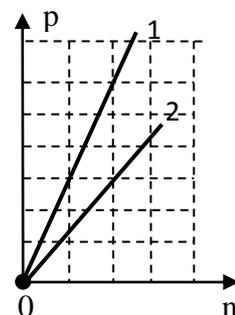


### ВЫРИАНТ 3

#### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число, последовательность цифр или чисел.

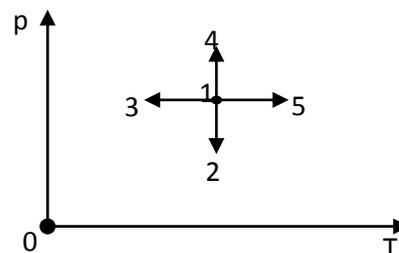
Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.



- Если идеальный газ отдал количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж, то какова работа, совершенная газом?  
1) 0; 2) 100 Дж; 3) 200 Дж; 4) 50 Дж.
- На графике показана зависимость давления от концентрации для двух идеальных газов при фиксированных температурах. Чему равно отношение температур  $T_2/T_1$  этих газов?  
1) 1; 2) 2; 3) 0,5; 4) 4.
- Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

|                 |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Время, мин.     | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 | 12 | 14 |
| Температура, °С | 95 | 88 | 81 | 80 | 80 | 80 | 77 | 72 |

- Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 80 °С.
  - Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
  - Через 4 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
  - Через 12 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
  - Через 14 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и её насыщенный пар. Объём пара изотермически уменьшили в 2 раза. Во сколько раз увеличилась концентрация молекул пара?  
1) 1; 2) 2; 3) 0,5; 4) 4.
  - Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой при 80°С, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0°С. Определите работу, совершенную машиной, если в результате растаяло 12 кг льда.  $\lambda = 340$  кДж/кг.  
1) 680 кДж; 2) 1360 кДж; 3) 1196 кДж; 4) 731 кДж.
  - Какова скорость лопатки паровой турбины, при которой максимальная часть кинетической энергии бьющей в нее струи пара переходит в энергию вращения турбины?  
1) скорость лопатки будет вдвое меньше скорости струи;  
2) скорость лопатки будет равна скорости струи;  
3) скорость лопатки будет 0,75 скорости струи;  
4) скорость лопатки будет равна 0,25 скорости струи.
  - Как изменится температура идеального газа, если увеличить его объем в 2 раза при осуществлении процесса, описываемого формулой  $pV^4 = const$  ?  
1) увеличилась в 8 раз; 2) уменьшилось в 8 раз; 3) уменьшилось в 4 раза; 4) увеличилась в 2 раза.
  - При температуре 10<sup>0</sup> С и давлении 10<sup>5</sup> Па плотность газа равна 2,5 кг/м<sup>3</sup>. Какова молярная масса газа?  
1) 59 г/моль; 2) 590 г/моль; 3) 21 г/моль; 4) 32 г/моль.
  - В процессах, изображенных на диаграмме  $p(T)$ , идеальный газ расширился в случаях...  
1) 1-3 и 1-4  
2) 1-5 и 1-3  
3) 1-4 и 1-5  
4) 1-5 и 1-2  
5) 1-2 и 1-3
  - В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится кислород при некоторой температуре и давлении 55,5 кПа. Концентрация молекул кислорода  $5,4 \cdot 10^{25}$  1/м<sup>3</sup>. В этот сосуд добавляют



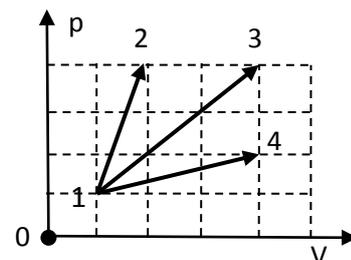
азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной  $7,2 \cdot 10^{25} \text{ 1/м}^3$ . Чему равно парциальное давление азота в этом сосуде? Ответ выразите в кПа и округлите до целого числа.

- 1) 11 кПа; 2) 101 кПа; 3) 74 кПа; 4) 135 кПа.

11. Кусок льда, находившийся при температуре  $-90^\circ\text{C}$ , 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 —  $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда —  $330 \text{ кДж/кг}$ .)

- 1) 80 с; 2) 100 с; 3) 110 с; 4) 140 с.

12. На  $pV$ -диаграмме изображены три процесса ( $1 \rightarrow 2$ ,  $1 \rightarrow 3$  и  $1 \rightarrow 4$ ), совершаемых одним молем одноатомного идеального газа. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.



- 1) Минимальная работа совершается газом в процессе  $1 \rightarrow 2$ .  
 2) Максимальное изменение внутренней энергии газа происходит в процессе  $1 \rightarrow 2$ .  
 3) Изменение внутренней энергии газа в процессе  $1 \rightarrow 2$  больше, чем изменение внутренней энергии газа в процессе  $1 \rightarrow 4$ .  
 4) Количество теплоты, получаемое газом в процессе  $1 \rightarrow 2$ , равно количеству теплоты, получаемому газом в процессе  $1 \rightarrow 4$ .  
 5) Максимальное количество теплоты газ получает в процессе  $1 \rightarrow 3$ .

13. Идеальный одноатомный газ нагревается при постоянном объёме. В таблице приведена зависимость внутренней энергии  $U$  этого газа от его давления  $p$ . Чему равен объём газа?

|           |     |     |     |      |      |
|-----------|-----|-----|-----|------|------|
| $p$ , атм | 1   | 2   | 3   | 4    | 5    |
| $U$ , кДж | 300 | 600 | 900 | 1200 | 1500 |

- 1)  $1 \text{ м}^3$ ; 2)  $2 \text{ м}^3$ ; 3)  $0,5 \text{ м}^3$ ; 4)  $4 \text{ м}^3$ .

14. Один моль одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, изображенный на рисунке 1. Как изменятся количество теплоты, полученное газом от нагревателя, работа газа за цикл и КПД процесса, если газ будет совершать процесс, изображенный на рисунке 2? 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.

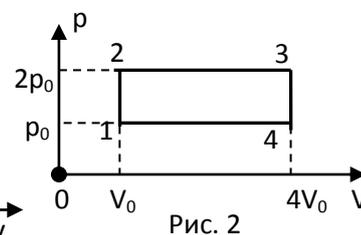
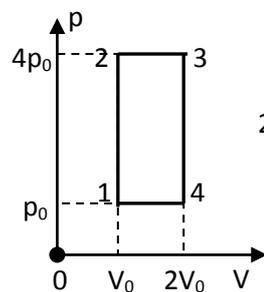


Рис. 1

Рис. 2

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ                                     | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ     |
|---|------------------|
| А) Количество теплоты, полученное газом от нагревателя. | 1) увеличилась   |
| Б) Работа газа за цикл.                                 | 2) уменьшилась   |
| В) КПД процесса.  | 3) не изменилась |

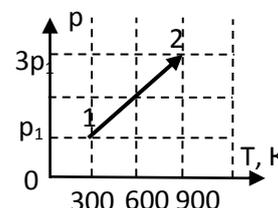
|   |   |   |
|---|---|---|
| А | Б | В |
|   |   |   |

15. Температура нагревателя идеальной тепловой машины  $127^\circ\text{C}$ , а холодильника  $27^\circ\text{C}$ . Количество теплоты, получаемое от нагревателя за 1 с, равно  $60 \text{ кДж}$ . Вычислите количество теплоты, отдаваемое холодильнику за 10 с.

- 1)  $600 \text{ кДж}$ ; 2)  $127 \text{ кДж}$ ; 3)  $350 \text{ кДж}$ ; 4)  $450 \text{ кДж}$ .

16. Чтобы при подъеме груза весом  $114 \text{ кН}$  напряжение в тросе подъемного крана не превышало  $90 \text{ МПа}$ , диаметр троса должен быть равен ( $\pi = 3,14$ )

- 1)  $\approx 3 \text{ см}$ ; 2)  $\approx 2 \text{ см}$ ; 3)  $\approx 4 \text{ см}$ ; 4)  $\approx 5 \text{ см}$ ; 5)  $\approx 1 \text{ см}$ .

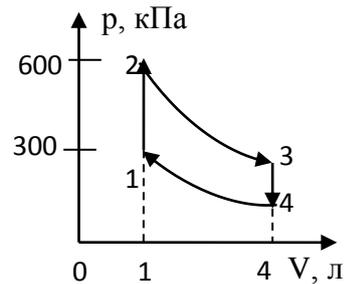


17. Пять молей идеального одноатомного газа совершают процесс, график которого изображён на рисунке. Определите, какое количество теплоты было передано газу в этом процессе.

- 1) 3,1 кДж; 2) 21,2 Кдж; 3) 37,4 кДж; 4) 42,3 кДж.

18. На  $pV$ -диаграмме показан циклический процесс, состоящий из двух изохор и двух адиабат. В качестве рабочего вещества используется одноатомный идеальный газ. Из приведённого ниже списка выберите **три** правильных утверждения.

- 1) Данный цикл соответствует циклу идеальной тепловой машины (циклу Карно).
- 2) В процессе 1–2 газ получил количество теплоты 450 Дж.
- 3) В процессе 2–3 газ отдал некоторое количество теплоты.
- 4) Внутренняя энергия газа в процессе 1–2 увеличивается.
- 5) В процессах 1–2 и 3–4 газ не совершает работы.



19. Чему равна молярная теплоёмкость двухатомного идеального газа в изотермическом процессе? Ответ округлить до десятых.

- 1) 0; 2)  $\infty$ ; 3) 20,8 Дж/(К·моль); 4) 12 Дж/(К·моль).

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

- 1) 1 г; 2) 2 г; 3) 0,5 г; 4) 4 г.

21. Внутренняя энергия 1 моль двухатомного газа равна 6 кДж. Определить среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.

- 1)  $3 \cdot 10^{-20}$  Дж; 2)  $4 \cdot 10^{-21}$  Дж; 3)  $6 \cdot 10^{-20}$  Дж; 4)  $12 \cdot 10^{-23}$  Дж.

22. Один литр жидкого неона находится при температуре своего кипения  $-246$  °С. Какое количество теплоты нужно сообщить этому количеству неона для того, чтобы при постоянном давлении перевести его в газ, имеющий температуру 0 °С? Ответ выразите в кДж и округлите до целого числа. (Плотность жидкого неона  $1200$  кг/м<sup>3</sup>, его удельная теплота испарения 164 кДж/кг, молярная масса — 0,020 кг/моль.)

- 1) 831 Дж; 2) 503 кДж; 3) 1027 Дж; 4) 430 Дж.

23. При сжатии 40 г неона при постоянном давлении, его внутренняя энергия уменьшилась на 1800 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

- 1) 1 кДж; 2) 1800 Дж; 3) 3 кДж; 4) 3600 Дж.

24. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 23°С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 12°С. По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей.

Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

|                       |     |     |      |      |      |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$   | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$       | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/см}^3$ | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре показано в таблице:

- 1)  $10,7$  г/см<sup>3</sup>, 50%; 2)  $11,4$  г/см<sup>3</sup>, 70%; 3)  $10$  г/см<sup>3</sup>, 60%; 4)  $8,8$  г/см<sup>3</sup>, 40%.

## 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 калориметре находился лед при температуре  $-5^\circ\text{C}$ . Какой была масса льда, если после добавления в калориметр 4 кг воды, имеющей температуру  $20^\circ\text{C}$  и установления теплового

равновесия, температура содержимого калориметра оказалась равной  $0^{\circ}\text{C}$ , причем в калориметре была только вода?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

26. В калориметр с водой, температура которой  $0^{\circ}\text{C}$ , опущена трубка. По трубке в воду впускают насыщенный водяной пар при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ . В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 230 г. На сколько граммов увеличилась масса воды? Тепловыми потерями пренебречь.

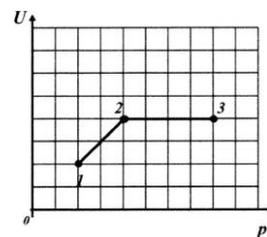
Ответ: \_\_\_\_\_ г.

27. В закрытом сосуде объёмом 10 л при температуре  $+17^{\circ}\text{C}$  находится воздух, имеющий влажность 50%. Давление насыщенных паров воды при этой температуре равно 1875 Па. Какую массу воды надо испарить в сосуде при данной температуре для того, чтобы влажность воздуха стала равна 100%? Ответ выразите в миллиграммах и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ мг.

**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. С идеальным газом совершен процесс 1-2-3, в ходе которого получена зависимость внутренней энергии газа от его давления (см. рис. А). Постройте график этого процесса в координатах  $p$ - $V$ . Обоснуйте построение.



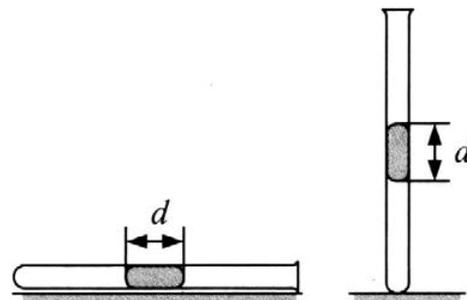
А

29. Идеальный одноатомный газ в количестве  $\nu = 0,09$  моль находится в равновесии в вертикальном цилиндре под поршнем массой  $m = 5$  кг. Трение между поршнем и стенками цилиндра отсутствует. Внешнее атмосферное давление равно  $p_0 = 10^5$  Па. В результате нагревания газа поршень поднялся на высоту  $\Delta h = 4$  см, а температура газа поднялась на  $\Delta T = 16$  К. Чему равна площадь поршня?

30. 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.

31. 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?

32. В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной 3,8 см, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально, запаянным концом вниз. На сколько градусов следует нагреть воздух в трубке, чтобы объём, занимаемый воздухом, стал прежним? Температура воздуха в лаборатории  $27^{\circ}\text{C}$ , а атмосферное давление составляет 760 мм рт. ст.

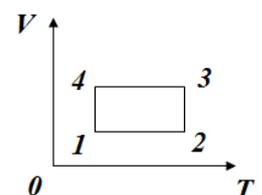
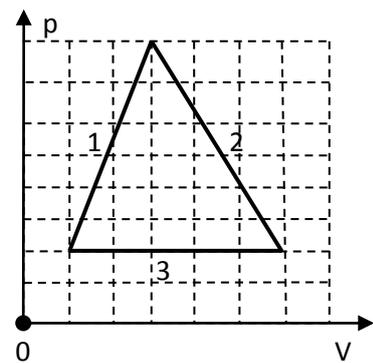


#### ВАРИАНТ 4

##### 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- Кусок льда, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой  $10^{\circ}\text{C}$ , требуется количество теплоты  $200\text{ кДж}$ . Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты  $120\text{ кДж}$ ? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь. Ответ приведите в градусах Цельсия.  
1)  $2^{\circ}\text{C}$ ; 2)  $4^{\circ}\text{C}$ ; 3)  $6^{\circ}\text{C}$ ; 4)  $0^{\circ}\text{C}$ .
- При температуре  $10^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5\text{ Па}$  плотность газа равна  $2,5\text{ кг/м}^3$ . Какова молярная масса газа?  
1)  $59\text{ г/моль}$ ; 2)  $590\text{ г/моль}$ ; 3)  $21\text{ г/моль}$ ; 4)  $32\text{ г/моль}$ .
- По трубе сечением  $5\text{ см}^2$  идёт углекислый газ под давлением  $400\text{ кПа}$  при температуре  $7^{\circ}\text{C}$ . Найдите скорость течения газа, если за  $10\text{ мин}$  протекает  $2\text{ кг}$  газа.  
1)  $2,1\text{ м/с}$ ; 2)  $0,9\text{ м/с}$ ; 3)  $0,4\text{ м/с}$ ; 4)  $1,5\text{ м/с}$ .
- Найдите формулу соединения атома углерода с водородом, если  $0,65\text{ г}$  этого газа создает в объёме  $1\text{ л}$  при  $27^{\circ}\text{C}$  давление  $100\text{ кПа}$ .  
1)  $\text{CH}_4$ ; 2)  $\text{CH}_5$ ; 3)  $\text{C}_2\text{H}_4$ ; 4)  $\text{CH}$ .
- Определите плотность водяного пара в воздухе, который находится при температуре  $100^{\circ}\text{C}$ , если известно, что относительная влажность этой порции воздуха равна  $30\%$ . Ответ приведите в  $\text{кг/м}^3$  и округлите до сотых долей.  
1)  $0,17$ ; 2)  $0,21$ ; 3)  $0,35$ ; 4)  $0,12$ .
- Сосуд разделён на две равные по объёму части пористой неподвижной перегородкой. В левой части сосуда находится  $4\text{ моль}$  гелия, в правой –  $40\text{ г}$  аргона. Перегородка может пропускать молекулы гелия и является непроницаемой для молекул аргона. Температура газов одинаковая и остаётся постоянной. Выберите **два** верных утверждения, описывающих состояние газов после установления равновесия в системе.  
1) Концентрация гелия в правой части сосуда в  $2$  раза меньше, чем аргона.  
2) Отношение давления газов в правой части сосуда к давлению газа в левой части равно  $1,5$ .  
3) В правой части сосуда общее число молекул газов меньше, чем в левой части.  
4) Внутренняя энергия гелия и аргона одинакова.  
5) В результате установления равновесия давление в правой части сосуда увеличилось в  $3$  раза.
- На  $pV$ -диаграмме показан циклический процесс, совершаемый с постоянным количеством идеального газа. На каком участке процесса работа, которую совершает газ, равна по модулю работе, совершаемой газом за весь цикл?  
1) 1; 2) 3; 3) 2; 4) Нет такого участка.
- Одноатомному идеальному газу в результате *изобарического* процесса подведено количество теплоты  $Q$ . На увеличение внутренней энергии газа расходуется часть теплоты  $\frac{\Delta U}{Q}$ , равная...  
1)  $0,60$ ; 2)  $0,75$ ; 3)  $0,40$ ; 4)  $0,25$ .
- Каково давление одноатомного идеального газа, занимающего объём  $4\text{ л}$ , если его внутренняя энергия равна  $900\text{ Дж}$ ?  
1)  $0,75 \cdot 10^5\text{ Па}$ ; 2)  $1,5 \cdot 10^5\text{ Па}$ ; 3)  $2,25 \cdot 10^5\text{ Па}$ ; 4)  $3,6 \cdot 10^5\text{ Па}$ .
- При одинаковой температуре  $T = 373\text{ К}$  давление насыщенных паров воды ( $\text{H}_2\text{O}$ )  $P_{\text{н}}(1) = 10^5\text{ Па}$ , аммиака ( $\text{NH}_3$ )  $P_{\text{н}}(2) = 6 \cdot 10^6\text{ Па}$ , ртути ( $\text{Hg}$ )  $P_{\text{н}}(3) = 117\text{ Па}$ . В каком порядке убывания температуры кипения в открытом сосуде находятся эти вещества?  
2) 123; 2) 213; 3) 312; 4) 132.

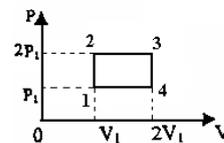


11. На рисунке изображен цикл тепловой машины, у которой рабочим телом является идеальный одноатомный газ. На каком из участков цикла совершается наибольшая работа? Ответ обоснуйте.

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

12. Гелий совершает круговой процесс, состоящий из двух изохор и двух изобар (см. рисунок). Изменение внутренней энергии  $\Delta U_{12}$  газа на участке 1-2 равно...

- 1)  $0,5 P_1 V_1$   
 2)  $1,5 P_1 V_1$   
 3)  $2 P_1 V_1$   
 4)  $4 P_1 V_1$



13. В процессе, проводимом с неизменным количеством идеального газа, давление газа  $p$  изменяется прямо пропорционально квадратному корню из объема  $V$  газа:  $p \sim \sqrt{V}$ . Во сколько раз изменяется его абсолютная температура при возрастании давления газа в 2 раза?

- 1) 2; 2) 4; 3) 6; 4) 8.

14. При изотермическом увеличении объема идеального газа справедливы утверждения ...

- 1) внутренняя энергия системы увеличивается;  
 2) давление газа уменьшается;  
 3) переданное газу количество теплоты идет на совершение газом работы;  
 4) работа, совершаемая внешними телами, положительна.

15. Идеальная тепловая машина работает с использованием цикла Карно. Температуру холодильника машины повышают, при этом температура нагревателя и количество теплоты, которое рабочее тело получает от нагревателя за один цикл, остаются неизменными. Как изменяются в результате этого КПД тепловой машины и совершаемая машиной за один цикл работа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: Запишите в ответ выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Величина  | Частота изменения |
|---|-------------------|
| А) КПД тепловой машины                                  | 1) увеличится     |
| Б) Работа, совершаемая машиной за один цикл             | 2) уменьшится     |
| В) Количество теплоты, получаемой холодильником за цикл | 3) не изменится   |

| А | Б | В |
|---|---|---|
|   |   |   |

16. Шар объемом  $0,1 \text{ м}^3$  наполняют воздухом при  $340 \text{ К}$ . Температура окружающего воздуха  $290 \text{ К}$ . При какой массе оболочки шара он будет подниматься? Ответ в граммах.

- 1) меньше 2 г; 2) меньше 10 г; 3) меньше 18 г; 4) меньше 176 г.

17. Определите количество вещества газа, заполняющего сосуд объемом  $V = 3 \text{ л}$ , если концентрация молекул в сосуде  $n = 2 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$ .

- 1) 1 ммоль; 2) 0,1 моль; 3) 10 мкмоль; 4) 0,01 моль.

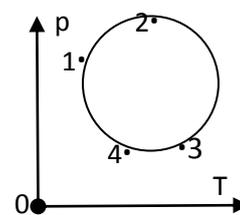
18. Проводят эксперимент, чтобы измерить удельную теплоёмкость меди. Для этого кусок меди нагревают в духовке, а затем опускают в сосуд с водой. Чтобы вычислить удельную теплоёмкость меди необходимо знать или измерить значения некоторых величин, кроме...

- 1) массы воды; 2) начальных температур воды и меди; 3) конечной температуры воды и меди после установления теплового равновесия; 4) время, необходимого для достижения теплового равновесия; 5) удельной теплоёмкости воды.

19. Температуру газа в сосуде увеличивают от  $25$  до  $125^\circ\text{C}$ . Во сколько примерно раз возрастает при этом средняя скорость молекул газа?

- 1) в 1,33 раза; 2) в 1,16 раза; 3) в  $5/4$  раз; 4) в  $8/5$  раза.

20. Один литр жидкого аргона находится при температуре своего кипения  $-186^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты нужно сообщить этому количеству



аргона для того, чтобы при постоянном давлении перевести его в газ, имеющий температуру  $0^{\circ}\text{C}$ ? Плотность жидкого аргона  $1400 \text{ кг/м}^3$ , его удельная теплота испарения  $87 \text{ кДж/кг}$ . Ответ выразите в кДж и округлите до целого числа.

1) 122 кДж; 2) 92 кДж; 3) 235 кДж; 4) 135 кДж.

21. На диаграмме  $p, T$  процесс, проводимый с идеальным газом, изображается в виде окружности. Объем газа постоянен. Как определить графически, где масса газа максимальна и где минимальна?

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

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

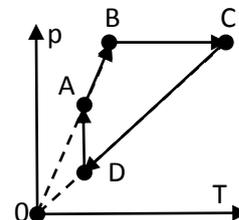
1) 452 К; 2) 400 К; 3) 200 К; 4) 300 К.

23. Во вторник и в среду температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере во вторник было меньше, чем в среду. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения по поводу этой ситуации.

- 1) Относительная влажность воздуха во вторник была меньше, чем в среду.
- 2) Масса водяных паров, содержащихся в  $1 \text{ м}^3$  воздуха, во вторник была больше, чем в среду.
- 3) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, во вторник и в среду была одинаковой.
- 4) Давление насыщенных водяных паров во вторник было больше, чем в среду.
- 5) Концентрация молекул водяного пара в воздухе во вторник была меньше, чем в среду.

24. На рисунке 4 в координатах  $p-T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура газа, показан график циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом. Количество вещества газа постоянно. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.

- 1) В процессе  $CD$  работа газа равна нулю.
- 2) В процессе  $DA$  газ изотермически расширяется.
- 3) В процессе  $AB$  газ получает количество теплоты.
- 4) В процессе  $BC$  внутренняя энергия газа остается неизменной.
- 5) Газ за цикл совершает работу, равную нулю.



## 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. Пакет, в котором находится 200 шайб, положили на весы. Весы показали 60 г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений, если погрешность весов равна  $\pm 10 \text{ г}$ ? Массу самого пакета не учитывать.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

26. В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) при температуре кипения  $t = 80^{\circ}\text{C}$ . При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола  $L = 396 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$ , а его молярная масса  $M = 78 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ . Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ .

27. Балласт какой массы должен сбросить аэростат объемом  $300 \text{ м}^3$ , чтобы подняться с высоты, где давление  $84 \text{ кПа}$  и температура  $15^\circ\text{C}$  до высоты с параметрами  $66,7 \text{ кПа}$  и  $-30^\circ\text{C}$ ?

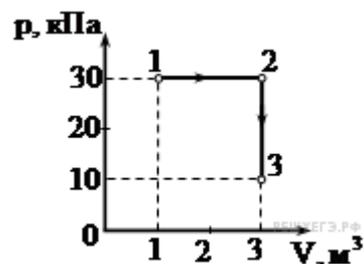
Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

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. Известно, что слуховой аппарат человека чувствителен к изменениям атмосферного давления — если оно быстро меняется, то уши закладывает. От этого ощущения можно избавиться, если определённым образом глотнуть воздух. Объясните, основываясь на физических законах и закономерностях, наблюдаемое явление и оцените, при подъёме на лифте на какой этаж Главного здания МГУ это закладывание произойдёт, если в среднем уши человека чувствуют изменение давления на  $9 \text{ мм}$  ртутного столба. Высота каждого этажа в здании  $5 \text{ м}$ , а атмосферные условия близки к нормальным. Лифт стартует с первого этажа. Считайте, что в пределах высоты плотность атмосферного воздуха не меняется.

29. В вертикальный теплоизолированный стакан калориметра объёмом  $200 \text{ см}^3$  налили до краёв воду при температуре  $t_1 = 20^\circ\text{C}$ , а затем опустили туда кусок железа массой  $m = 156 \text{ г}$ , находящийся при температуре  $t_2 = -150^\circ\text{C}$ . Какая температура установится в стакане после достижения системой теплового равновесия? Теплоёмкостью стакана и поверхностным натяжением воды можно пренебречь. (Плотность железа —  $7800 \text{ кг/м}^3$ , удельная теплоёмкость железа —  $460 \text{ Дж/(кг} \cdot ^\circ\text{C)}$ .)

30. 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?



31. В закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре  $T = 338 \text{ К}$  и давлении  $p = 0,1 \text{ МПа}$ . Плотность воздуха  $\rho = 0,97 \text{ кг/м}^3$ . Найдите относительную влажность воздуха  $\phi$ .

Давление насыщенного водяного пара при температуре  $T$  равно  $p_n = 25,0 \text{ кПа}$ .

32. Запаянный горизонтальный цилиндрический сосуд длиной  $l$  разделен на две части подвижной перегородкой. С одной стороны, от перегородки содержится 1 моль кислорода и 2 моль гелия, с другой – 3 моль азота и 1 моль гелия, а перегородка находится в равновесии. В некоторый момент времени перегородка становится проницаемой для гелия и остается непроницаемой для кислорода и азота. Найти перемещение перегородки. Температуры газов одинаковы и не меняются в течение процесса.

#### 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. Орир. 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>