

## Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

## Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: -2,5 м/с<sup>2</sup>. 3 - 2,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ: 

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
| 4 | 1 |

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

Ответ: Вправо 13 В П Р А В О Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

| Заряд ядра<br>$Z$ | Массовое<br>число<br>ядра $A$ |                  |
|-------------------|-------------------------------|------------------|
| 38                | 94                            | <u>19 38 9 4</u> |

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 22 1,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

## Экземпляр №1

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

**Желаем успеха!**

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

## Десятичные приставки

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель  |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| гига         | Г           | $10^9$    | санти        | с           | $10^{-2}$  |
| мега         | М           | $10^6$    | милли        | м           | $10^{-3}$  |
| кило         | к           | $10^3$    | микро        | мк          | $10^{-6}$  |
| гекто        | г           | $10^2$    | нано         | н           | $10^{-9}$  |
| деци         | д           | $10^{-1}$ | пико         | п           | $10^{-12}$ |

## Константы

|                                                               |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| число $\pi$                                                   | $\pi = 3,14$                                                                         |
| ускорение свободного падения на Земле                         | $g = 10 \text{ м/с}^2$                                                               |
| гравитационная постоянная                                     | $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$                      |
| универсальная газовая постоянная                              | $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$                                   |
| постоянная Больцмана                                          | $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$                                               |
| постоянная Авогадро                                           | $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$                                            |
| скорость света в вакууме                                      | $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$                                                       |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона                | $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$ |
| модуль заряда электрона<br>(элементарный электрический заряд) | $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$                                                  |
| постоянная Планка                                             | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$                                   |

## Соотношение между различными единицами

|                                      |                                                          |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Температура                          | $0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$              |
| атомная единица массы                | $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$      |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | $931,5 \text{ МэВ}$                                      |
| 1 электронвольт                      | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$           |
| 1 астрономическая единица            | $1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ 000 000 км}$          |
| 1 световой год                       | $1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$ |
| 1 парсек                             | $1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$             |

**Масса частиц**

|           |                                                                          |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| электрона | $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$ |
| протона   | $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$           |
| нейтрона  | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$           |

**Астрономические величины**

|                                |                                         |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| средний радиус Земли           | $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$          |
| радиус Солнца                  | $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ |
| температура поверхности Солнца | $T = 6000 \text{ К}$                    |

**Плотность**

|                    |                       |                     |                          |
|--------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|
| воды               | $1000 \text{ кг/м}^3$ | подсолнечного масла | $900 \text{ кг/м}^3$     |
| древеси́ны (сосна) | $400 \text{ кг/м}^3$  | алюминия            | $2700 \text{ кг/м}^3$    |
| керосина           | $800 \text{ кг/м}^3$  | железа              | $7800 \text{ кг/м}^3$    |
|                    |                       | ртути               | $13\,600 \text{ кг/м}^3$ |

**Удельная теплоёмкость**

|        |                                                 |          |                                      |
|--------|-------------------------------------------------|----------|--------------------------------------|
| воды   | $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | алюминия | $900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| льда   | $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | меди     | $380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| железа | $460 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$            | чугуна   | $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| свинца | $130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$            |          |                                      |

**Удельная теплота**

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| парообразования воды | $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ |
| плавления свинца     | $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$ |
| плавления льда       | $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ |

**Нормальные условия:** давление –  $10^5 \text{ Па}$ , температура –  $0^\circ \text{C}$ **Молярная масса**

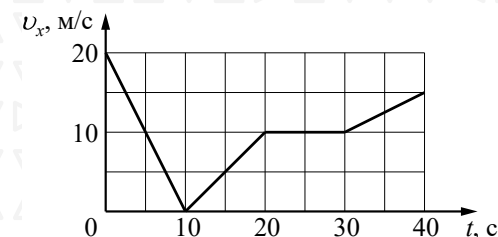
|          |                                    |                  |                                    |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| азота    | $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | гелия            | $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  |
| аргона   | $40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | кислорода        | $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| водорода | $2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  | лития            | $6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  |
| воздуха  | $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | неона            | $20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| воды     | $18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | углекислого газа | $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |

**Экземпляр №1****Часть 1**

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

Автомобиль движется по прямой улице, параллельной оси  $Ox$ . На графике представлена зависимость проекции его скорости  $v_x$  от времени  $t$ .



Определите путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 5 до 30 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

**2**

При исследовании зависимости силы трения скольжения  $F_{\text{тр}}$  от силы нормального давления  $F_{\text{д}}$  были получены следующие данные:

|                            |     |     |     |      |
|----------------------------|-----|-----|-----|------|
| $F_{\text{тр}}, \text{ Н}$ | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0  |
| $F_{\text{д}}, \text{ Н}$  | 3,2 | 6,4 | 9,6 | 12,8 |

Определите по результатам исследования коэффициент трения скольжения.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**3**

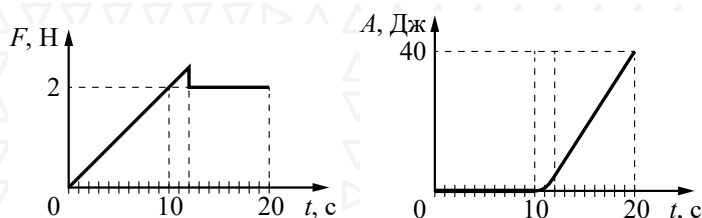
Мячик массой  $100 \text{ г}$  падает с некоторой высоты с нулевой начальной скоростью. Его кинетическая энергия при падении на землю равна  $6 \text{ Дж}$ , а потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила  $1 \text{ Дж}$ . С какой высоты упал шарик?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 4 Колеблющаяся струна издаёт звук с длиной волны 0,17 м. Какова частота её колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

- 5 На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила  $\vec{F}$ , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа.



Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных зависимостей.

- 1) За первые 10 с брусок переместился на 20 м.
- 2) Первые 10 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 3) В интервале времени от 12 с до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением.
- 4) В интервале времени от 12 с до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 5) Сила трения скольжения равна 2 Н.

Ответ: 

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

- 6 Высота полёта искусственного спутника над Землёй увеличилась с 300 до 500 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и его потенциальная энергия?

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.

| Скорость спутника | Потенциальная энергия спутника |
|-------------------|--------------------------------|
|                   |                                |

- 7 Тело массой 200 г совершает гармонические колебания вдоль оси  $Ox$ , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом  $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$  (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) проекция импульса тела  $p_x(t)$   
Б) потенциальная энергия тела  $E_{\text{п}}(t)$

- 1)  $0,6 \sin^2(10t)$
- 2)  $9 \cdot 10^{-3} \cos^2(10t)$
- 3)  $-0,06 \sin(10t)$
- 4)  $0,09 \cos(20t)$

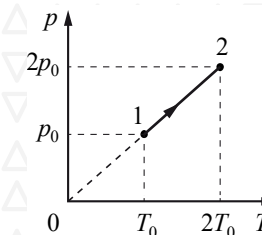
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

- 8 Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится криптон, в другой – аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул криптона к концентрации молекул аргона.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 9 На  $pT$ -диаграмме показан процесс изменения состояния 6 моль идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 30 кДж. Определите изменение внутренней энергии газа.



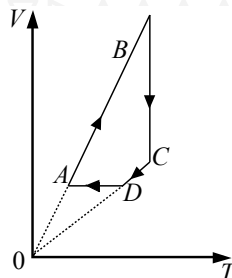
Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10 Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 40%. Во сколько раз необходимо уменьшить объём сосуда, чтобы водяной пар в нём стал насыщенным?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).



- 11 На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах  $V$ - $T$ , где  $V$  – объем газа,  $T$  – абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.



Из приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующие процессы на графике, и укажите их номера.

- 1) В состоянии  $B$  концентрация газа максимальна.
- 2) В процессе  $AB$  газ получает некоторое количество теплоты.
- 3) В процессе  $BC$  внутренняя энергия газа остается неизменной.
- 4) Давление газа в процесс  $CD$  постоянно, при этом газ совершает положительную работу.
- 5) В процессе  $DA$  давление газа изохорно увеличивается.

Ответ:

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

- 12 Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна  $T_1$ , а температура холодильника равна  $T_2$ . За цикл двигатель совершает работу, равную  $A$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) КПД двигателя  
Б) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя

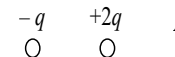
#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
- 2)  $1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 3)  $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
- 4)  $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

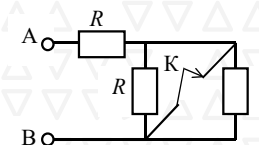
|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

- 13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов:  $-q$  и  $+2q$ . Как направлен (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке  $A$ ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14 На сколько увеличится сопротивление участка цепи  $AB$ , изображенного на рисунке, если ключ  $K$  разомкнуть? Сопротивление каждого резистора равно 4 Ом.



Ответ: на \_\_\_\_\_ Ом.

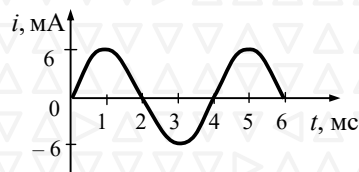
- 15 В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения  $B_{\text{макс}}$  за время  $T$ . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 12 мВ. Какая ЭДС индукции возникнет в рамке, если  $T$  уменьшить в 3 раза, а  $B_{\text{макс}}$  уменьшить в 2 раза?.

Ответ: \_\_\_\_\_ мВ.



16

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения и укажите их номера.



- 1) Период электромагнитных колебаний равен 5 мс.
- 2) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора равно 0,9 мкДж.
- 3) В момент времени 3 мс заряд конденсатора равен нулю.
- 4) В момент времени 4 мс энергия магнитного поля катушки достигает своего минимума.
- 5) За первые 6 мс энергия магнитного поля катушки достигла своего максимума 2 раза.

Ответ:

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

17

По проволочному резистору течёт ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его электрическое сопротивление? 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.

| Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе | Электрическое сопротивление резистора |
|----------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                              |                                       |

18

Заряженная частица массой  $m$ , несущая положительный заряд  $q$ , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля  $\vec{B}$  по окружности со скоростью  $v$ . Действием силы тяжести пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) индукция магнитного поля
- Б) период обращения частицы по окружности

- 1)  $\frac{mv}{qR}$
- 2)  $\frac{mv}{qB}$
- 3)  $\frac{2\pi m}{qB}$
- 4)  $qvB$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
|   |   |

19

Ядро  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$  испытывает  $\alpha$ -распад, при этом образуются  $\alpha$ -частица и ядро элемента  ${}_Z^AX$ . Каковы заряд образовавшегося ядра  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и его массовое число  $A$ ?

| Заряд ядра $Z$ | Массовое число ядра $A$ |
|----------------|-------------------------|
|                |                         |

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

- 20 Частота красного света в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Во сколько раз импульс фотона красного света меньше импульса фотона фиолетового света?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 21 На установке, представленной на фотографиях (рис. а – общий вид; рис. б – фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только жёлтый свет, а во второй – пропускающий только синий свет.

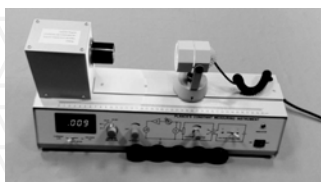


Рис. а



Рис. б

Как изменяются частота световой волны и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

| Частота световой волны, падающей на фотоэлемент | Работа выхода материала катода фотоэлемента |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                 |                                             |

- 22 Для того чтобы более точно измерить массу одной шайбы, на электронные весы положили 40 шайб. Масса всех шайб оказалась равной  $(16,0 \pm 2,0)$  г. Чему равна масса одной шайбы по результатам этих измерений? Запишите ответ с учетом погрешностей измерений.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) г.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

- 23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление резистора. Для этого, помимо резистора, школьник взял соединительные провода, реостат, ключ и аккумулятор. Какие ещё **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) лампочка
- 2) вольтметр
- 3) катушка индуктивности
- 4) конденсатор
- 5) амперметр

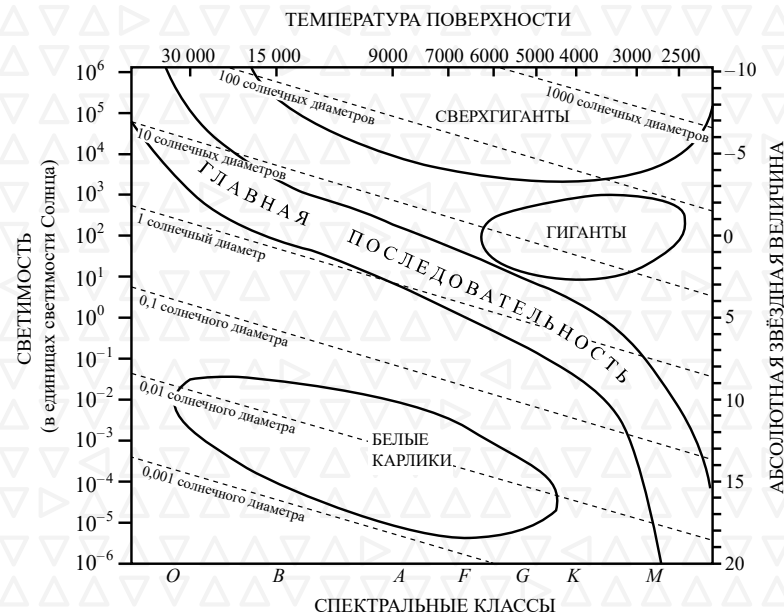
В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ: 

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



- 24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите **все** верные утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Температура поверхности звезд спектрального класса G выше температуры звезд спектрального класса O.
- 2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса B главной последовательности.
- 3) Звезда Арктур имеет температуру поверхности 4100 K, следовательно, она относится к звездам спектрального класса A.
- 4) Средняя плотность сверхгигантов существенно больше средней плотности белых карликов.
- 5) Радиус звезды Бетельгейзе почти в 1000 раз превышает радиус Солнца, следовательно, она относится к сверхгигантам.

Ответ: \_\_\_\_\_.

25

Ответом к заданиям 25 и 26 является число. Запишите это число 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.

В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.

26

На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна, выбивающая из неё электроны. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет 6 эВ, а энергия падающих фотонов в 3 раза больше работы выхода из металла. Чему равна работа выхода электронов из металла?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

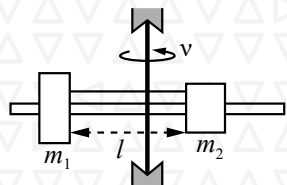
Стеклянный сосуд, содержащий влажный воздух при  $t_1 = 30^\circ\text{C}$ , плотно закрыли крышкой и нагрели до  $t_2 = 50^\circ\text{C}$ . Опираясь на законы молекулярной физики, объясните, как изменятся при этом парциальное давление водяного пара и относительная влажность воздуха в сосуде.



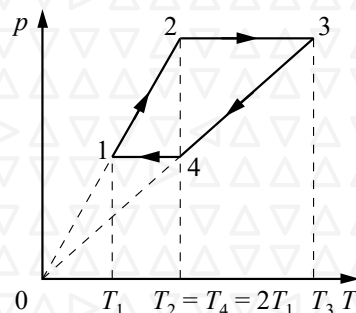
*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 28 Сталкиваются и слипаются два разных по массе пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением направлены навстречу друг другу и одинаковы по модулю:  $v_1 = v_2 = 1$  м/с. Во сколько раз масса тяжёлого шарика больше, чем лёгкого, если сразу после столкновения их скорость стала равной (по модулю) 0,5 м/с?

- 29 На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами  $m_1 = 200$  г и  $m_2 = 300$  г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной  $l = 20$  см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). Определите модуль силы натяжения  $T$  нити, соединяющей грузы, при вращении штанги с частотой 600 об/мин.

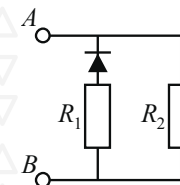


- 30 В тепловом двигателе 1 моль одноатомного разреженного газа совершает цикл 1–2–3–4–1, показанный на графике в координатах  $p$ – $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и превышают температуру в точке 1 в 2 раза. Определите КПД цикла.



31

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке  $A$  положительного полюса, а к точке  $B$  отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая мощность равна 14,4 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая мощность оказалась равной 21,6 Вт. Укажите, как течёт ток через диод и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивления резисторов в этой цепи.



32

Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле, испытывает  $\alpha$ -распад. При этом рождаются  $\alpha$ -частица и тяжёлый ион нового элемента. Выделившаяся при  $\alpha$ -распаде энергия  $\Delta E$  целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом  $R$ . Масса  $\alpha$ -частицы равна  $m_\alpha$ , ее заряд равен  $2e$ , масса тяжелого иона равна  $M$ . Найдите индукцию  $B$  магнитного поля.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

КИМ № 0032251796

