

**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 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число 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.

КИМ Ответ: 7,5 см. 37,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 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.

КИМ Ответ: 

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

741 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.

КИМ Ответ: вправо 13 ВПРАВО Бланк

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

КИМ Ответ: (14 ± 0,2) Н 221,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 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, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**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 π  | $\pi=3,14$   |
| 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                        | $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$  |
| (элементарный электрический заряд)             | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$                                   |
| постоянная Планка                              |  |

**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 эквивалента | $931 \text{ МэВ}$                                   |
| 1 электронвольт                     | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$      |

**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  | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$           |



**Плотность** подсолнечного масла  $900 \text{ кг/м}^3$   
 воды  $1000 \text{ кг/м}^3$  алюминия  $2700 \text{ кг/м}^3$   
 древесины (сосна)  $400 \text{ кг/м}^3$  железа  $7800 \text{ кг/м}^3$   
 керосина  $800 \text{ кг/м}^3$  ртути  $13600 \text{ кг/м}^3$

**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  $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 свинца  $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

**Удельная теплота**

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

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

**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 | $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |

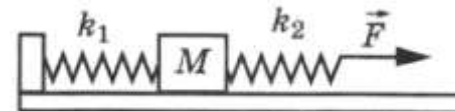
**Часть 1**

*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** Камень, брошенный вертикально вверх с поверхности земли, упал обратно на землю через 6 с. Сопротивление воздуха мало. Чему равна начальная скорость камня?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

**2** К системе из кубика массой 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила величиной  $F = 9 \text{ Н}$ . Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жесткость первой пружины  $k_1 = 300 \text{ Н/м}$ . Жесткость второй пружины  $k_2 = 600 \text{ Н/м}$ . Чему равно удлинение второй пружины?



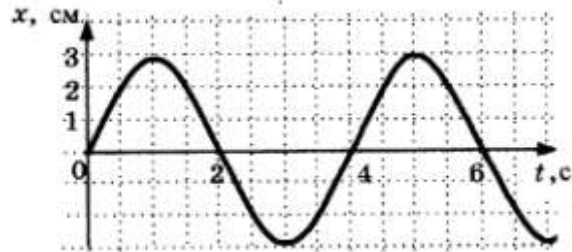
Ответ: \_\_\_\_\_ см

**3** Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, направленной вдоль оси OX. Известно, что проекция импульса этого тела на указанную ось изменяется со временем по закону  $p_x = -4 + t$ . Чему равен модуль силы, действующей на это тело?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

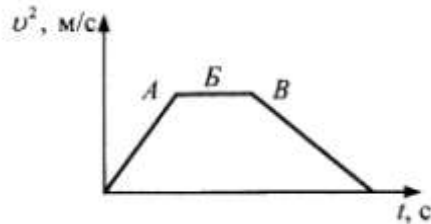


4 На рисунке приведен график зависимости координаты колеблющегося тела от времени. Чему равна частота колебаний тела?



Ответ: \_\_\_\_\_ Гц

5 Величина скорости лифта, движущегося вниз, изменяется согласно графику  $v(t)$ . В лифте лежит ящик.



Выберете из приведенных ниже утверждений **два** правильных и укажите их номера.

- 1) На участке А ускорение лифта направлено вниз
- 2) На участке Б вес ящика больше силы тяжести, действующей на ящик
- 3) На участке В вес тела больше силы тяжести
- 4) На участке В вес тела больше силы тяжести
- 5) На участке Б вес ящика меньше силы тяжести, действующей на ящик

Ответ: 

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

6 Брусок, движущийся по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, выезжает на более гладкую поверхность. Как при этом изменилась сила давления бруска на плоскость и ускорение бруска?

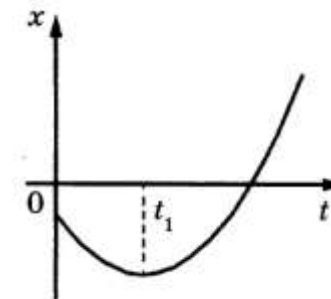
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

|                                   |                  |
|-----------------------------------|------------------|
| Сила давления бруска на плоскость | Ускорение бруска |
|                                   |                  |

7 На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$  (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени  $t$ . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



| ГРАФИКИ             | ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ   |
|---------------------|---|
| <p>А)</p> <p>Б)</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1) проекция импульса на ось <math>Ox</math></li> <li>2) модуль скорости тела</li> <li>3) проекция ускорения тела на ось <math>Ox</math></li> <li>4) кинетическая энергия тела</li> </ol> |

Ответ:

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8 В сосуде находится смесь из азота, кислорода и аргон. Запишите в ответе название того из этих газов, чья среднеквадратичная скорость теплового движения больше (*азот, кислород, аргон*).

Ответ: \_\_\_\_\_.

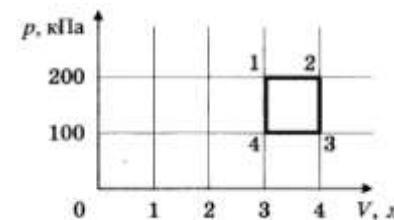
9 Получив от нагревателя 30 Дж, идеальная тепловая машина совершает цикл работы с КПД 10%. Какое количество теплоты машина отдала холодильнику за цикл работы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

10 В сосуде под поршнем содержится воздух с относительной влажностью 50%. Поршень передвигают таким образом, что объем изотермически уменьшается в 2 раза. Какой станет относительная влажность?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

11 С идеальным газом происходит циклический процесс 1-2-3-4-1, диаграмма  $P$ - $V$  которого представлена на рисунке. Минимальная температура, достигаемая газом в этом процессе, составляет 300 К. Выберите *два* верных утверждения о циклическом процессе.



- 1) Работа газа при его изобарическом расширении равна 100 Дж
- 2) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, равно 0,12 моля
- 3) Работа, совершенная над газом при его изобарическом сжатии, равна 100 Дж
- 4) Максимальная температура в циклическом процессе больше 900 К
- 5) Количество теплоты, переданное газу при изохорическом нагревании, меньше 400 К

Ответ:

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| А                        | Б                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

12 Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

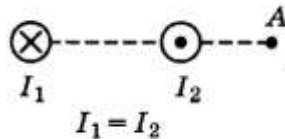
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

| КПД теплового двигателя  | Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>                                |

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180226

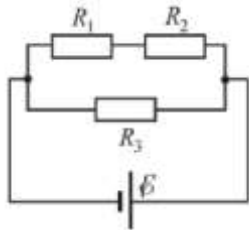


- 13 На рисунке показаны сечениях двух параллельных длинных прямых проводников и направления токов в них. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции в точке А, находящейся на прямой, соединяющей проводники? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14 Какая мощность выделяется в резисторе  $R_2$ , включенном в электрическую цепь, схема которой изображена на рисунке?  $R_1 = 3$  Ом,  $R_2 = 2$  Ом,  $R_3 = 1$  Ом, ЭДС источника 5 В, внутреннее сопротивление источника пренебрежимо мало.

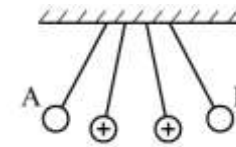


Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

- 15 Действительное изображение источника света находится на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 5 дптр. Чему при этом равно отношение расстояния от источника света до линзы к расстоянию от линзы до изображения?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 16 Четыре шара подвешены на нерастяжимых непроводящих нитях так, как показано на рисунке.



Масса всех шаров одинакова, а знак заряда известен только у двух средних. Из того, как отклонились шары, следует

- 1) шары А и В заряжены отрицательно
- 2)  $|q_A| > |q_B|$
- 3)  $q_A < 0, q_B > 0$
- 4) шары А и В заряжены положительно
- 5) заряды шаров равны по модулю

Выберете из приведенных ниже утверждений **два**, соответствующих результатам экспериментального исследования.

Ответ: 

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

- 17 Электромагнитная волна с частотой  $\nu$ , распространявшаяся со скоростью  $v$  в воздухе, попадает в среду с большим показателем преломления  $n$ . Как при этом изменяются частота и скорость электромагнитной волны? 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.

| Частота | Скорость распространения |
|---------|--------------------------|
|         |                          |



**18** В цепь переменного тока последовательно включены конденсатор, резистор и катушка индуктивности. Как соотносятся по фазе колебания напряжения на этих элементах от фазы колебаний силы тока в цепи?

| СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ | УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА   |
|----------------------------|---|
| А.) $U_C$                  | 1) отстают по фазе от силы тока на $\pi/2$<br>2) опережают по фазе силу тока на $\pi/2$                   |
| Б.) $U_L$                  | 3) совпадают по фазе с колебаниями силы тока<br>4) опережают по фазе силу тока на некоторый угол $\alpha$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

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

**19** На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?

| Число протонов | Число нейтронов |
|----------------|-----------------|
|                |                 |

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

**20** В начальный момент времени было 4000 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 2 минуты. Какое примерное количество ядер этого изотопа останется нераспавшимися через 10 минут?

Ответ: \_\_\_\_\_.

**21** Атом переходит из основного состояния с энергией  $E_0$  в возбужденное состояние с энергией  $E_1$ . Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.  $h$  – постоянная Планка.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА                     | ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ              |
|---|--------------------------|
| А.) энергия фотона, поглощенного атомом | 1) $E_1 - E_0$           |
| Б.) частота поглощенного фотона         | 2) $\frac{E_1 + E_0}{h}$ |
|   | 3) $\frac{E_1 - E_0}{h}$ |
|   | 4) $E_1 + E_0$           |

Ответ:

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

**22** При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний – 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

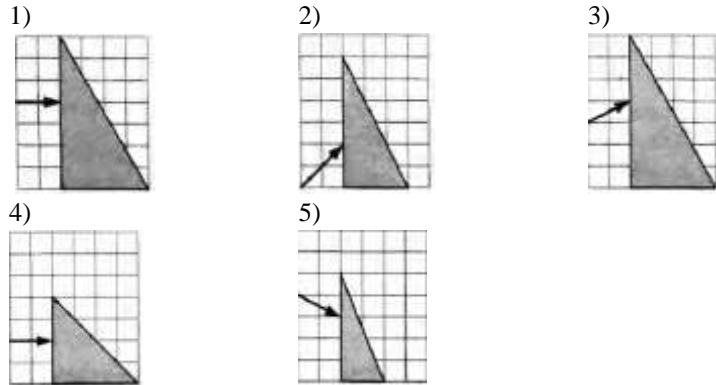
Ответ: (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_) с.

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



23

Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



Ответ:

24

Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

| Наименование звезды        | Температура, К | Масса (в массах Солнца) | Радиус (в радиусах Солнца) | Созвездие, в котором находится звезда |
|----------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| Капелла                    | 5200           | 3                       | 2,5                        | Возничий                              |
| Менкалинан (β Возничего A) | 9350           | 2,7                     | 2,4                        | Возничий                              |
| Денеб                      | 8550           | 21                      | 210                        | Лебедь                                |
| Садр                       | 6500           | 12                      | 255                        | Лебедь                                |
| Бетельгейзе                | 3100           | 20                      | 900                        | Орион                                 |

|            |       |    |     |       |
|------------|-------|----|-----|-------|
| Ригель     | 11200 | 40 | 138 | Орион |
| Альдебаран | 3500  | 5  | 45  | Телец |
| Эльнат     | 14000 | 5  | 4,2 | Телец |

Выберите два утверждения о звездах, используя данные диаграммы

- 1) Звезда Альдебаран является сверхгигантом
- 2) Звезды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит они относятся к одному и тому же спектральному классу
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М
- 4) Звезды Альдебаран и Эльнат относятся к одному созвездию, значит находятся на одном расстоянии от Солнца
- 5) Температура на поверхности Солнца больше, чем температура на поверхности звезды Капелла

Ответ:

Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 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.*

25

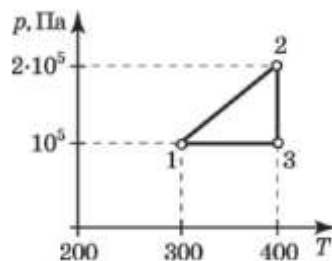
Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально

Ответ: \_\_\_\_\_ м.



- 26 На  $p$ - $T$  диаграмме изображен замкнутый процесс, который совершает некоторая масса кислорода. Известно, что максимальный объем, который занимал газ в этом процессе,  $V_{\max} = 16,4$  л. Определите массу газа. Ответ выразите в граммах и округлите до целого.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.



- 27 Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой 10 дптр. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

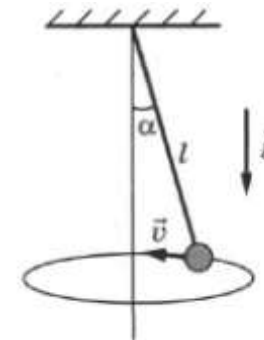
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**

*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.*

*Полное правильное решение каждой из задач 28–31 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 В сосуде, закрытом поршнем, находится при комнатной температуре воздух, относительная влажность которого 50%, а масса пара равна  $m$ . Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объем в 8 раз, при постоянной температуре. Нарисуйте график зависимости массы воды, сконденсировавшейся в этом процессе, от объема воды.

- 29 Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной  $l = 20$  см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определите период  $\tau$  вращения груза.

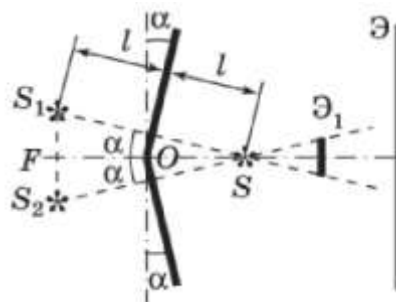


- 30 Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5$  Па? Считайте, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.





- 31 Два плоских зеркала образуют между собой угол, близкий к  $180^\circ$ . На равных расстояниях  $l$  от зеркал расположен источник света  $S$ . После отражения света от плоских зеркал образуются когерентные волны, создающие на экране  $\mathcal{E}$  интерференционную картину. Определите расстояние между соседними интерференционными полосами на экране, находящимися на расстоянии  $L \gg l$  (расстояние от источников  $S_1$  и  $S_2$  до экрана  $\mathcal{E}$  можно принять равным  $L$ ) от линии пересечения зеркал. Длина световой волны  $\lambda$ . Непрозрачный экран  $\mathcal{E}_1$  препятствует прямому попаданию света на экран  $\mathcal{E}$ , создавая экспериментальную установку, аналогичную установке для опыта Юнга для интерференции на двух щелях. Угол  $\alpha$  задан.



- 32 При коротком замыкании выводов аккумулятора силы тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.

**О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»**

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

**Нашли ошибку в варианте?**

**Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!**

Для замечаний и пожеланий: [https://vk.com/topic-10175642\\_35994898](https://vk.com/topic-10175642_35994898)  
(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- вариант досрочного ЕГЭ по физике 2017 (фипи)
- вариант досрочного ЕГЭ по физике 2016 (фипи)
- ЕГЭ. Физика. Высший балл. Самостоятельная подготовка к ЕГЭ. О. И. Громцева
- ЕГЭ 2018. Физика. 14 вариантов. О. Ф. Кабардин
- Физика. Решение задач. Н. И. Зорин
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. Е. А. Вишнякова.
- Типовые тестовые задания. 25 вариантов заданий. Е. В. Лукашева
- образовательный интернет-ресурс <https://neznaika.pro/ege/physics/>
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>

**СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>ФИО:</b>                    | Коробейников Дмитрий Александрович<br>Образовательный центр «Lancman School»      |
| <b>Предмет:</b>                | Физика  |
| <b>Стаж:</b>                   | 10 лет  |
| <b>Регалии:</b>                | Курсы по подготовке к ЕГЭ и ОГЭ   |
| <b>Аккаунт ВК:</b>             | <a href="https://vk.com/lancmanschool">https://vk.com/lancmanschool</a>           |
| <b>Сайт и доп. информация:</b> | <a href="http://lancmanschool.ru/kursi-ege">http://lancmanschool.ru/kursi-ege</a> |



**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–27**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25, 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

| № задания | Ответ | № задания | Ответ    |
|-----------|-------|-----------|----------|
| 1         | 30    | 15        | 1        |
| 2         | 1,5   | 16        | 45 54    |
| 3         | 1     | 17        | 32       |
| 4         | 0,25  | 18        | 12       |
| 5         | 13 31 | 19        | 56       |
| 6         | 31    | 20        | 125      |
| 7         | 23    | 21        | 13       |
| 8         | азот  | 22        | 0,500,01 |
| 9         | 27    | 23        | 13 31    |
| 10        | 100   | 24        | 35 53    |
| 11        | 23 32 | 25        | 5        |
| 12        | 21    | 26        | 16       |
| 13        | вверх | 27        | 15       |
| 14        | 2     |           |          |

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

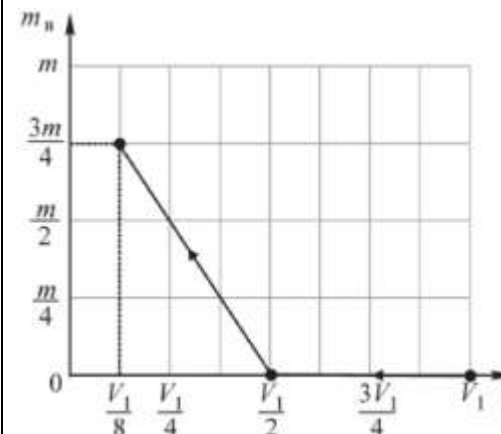
Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**28**

В сосуде, закрытом поршнем, находится при комнатной температуре воздух, относительная влажность которого 50%, а масса пара равна  $m$ . Поршень медленно вдвигают в сосуд, уменьшая его объем в 8 раз, при постоянной температуре. Нарисуйте график зависимости массы воды, сконденсировавшейся в этом процессе, от объема воды.

**Возможное решение**

1. Обозначим исходные объем и давление пара через  $V_1$  и  $p_1$ . Конденсация пара, а следовательно, и изменение массы пара начнется тогда, когда давление пара в сосуде станет равным давлению насыщенных водяных паров, то есть при давлении  $p_2 = 2p_1$ . При достижении газом этого давления начнется процесс конденсации насыщенного пара, происходящий при постоянном давлении и температуре, при этом вблизи комнатной температуры объемом сконденсировавшейся воды по сравнению с объемом пара можно пренебречь.
2. Так как температура неизменна, согласно закону Бойля-Мариотта, в момент начала конденсации объем пара будет равен  $\frac{V_1}{2}$ . Для того чтобы в итоге объем пара уменьшился в 8 раз, нужно, считая от момента начала конденсации, уменьшить объем сосуда еще в 4 раза. При этом в сосуде сконденсируется  $\frac{3}{4}$  от находившейся под поршнем массы  $m$  пара, то есть масса  $m_в$  получившейся воды будет равна  $\frac{3}{4}m$ .
3. Зависимость  $m_в(V)$  в области конденсации линейная.
4. График изображен на рисунке.

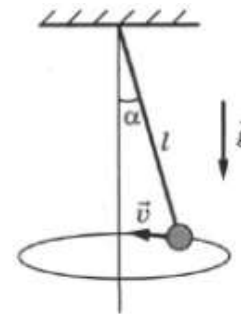


| Критерии оценивания выполнения задания  | Баллы |
|---|-------|
| <p>Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1-4) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>определение относительной влажности воздуха, использование закона Бойля-Мариотта и упоминание явления конденсации насыщенного пара после достижения 100% влажности и дальнейшего сжатия газа при постоянной температуре</i>).</p>  | 3     |
| <p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p> | 2     |
| <p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы,</p>  | 1     |

|   |   |
|---|---|
| <p>закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p> |   |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <i>Максимальный балл</i>  | 3 |

29

Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной  $l = 20$  см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определите период  $\tau$  вращения груза.



Возможное решение

На груз действует сила натяжения нити  $T$  и сила тяжести  $mg$ , как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанно с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона:

$$ma_x = T \sin \alpha,$$

$$0 = T \cos \alpha - mg.$$

Здесь  $a_x = \omega^2 l \sin \alpha$  – центростремительное ускорение, где  $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$  – уг-



| <p>ловая скорость груза.<br/>Решая полученную систему, имеем:</p> $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83 \text{ с.}$ <p>Ответ: <math>\tau \approx 0,83 \text{ с.}</math></p>   |       |
|--|-------|
| Критерии оценивания выполнения задания   | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона, положение сил на чертеже, центростремительное ускорение, угловая скорость);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p> | 3     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>   | 2     |

|   |   |
|---|---|
| <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>   |   |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <i>Максимальный балл</i>  | 3 |

**30** Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10<sup>5</sup> Па? Считайте, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

Возможное решение

Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю:  $(M + m)g + m_г g - m_{воздуха} g = 0$ , где  $M$  и  $m$  – массы оболочки шара и груза,  $m_г$  – масса гелия, а  $F = m_{воздуха} g$  – сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует:

$$M + m = m_{воздуха} - m_г.$$

Давление  $p$  гелия и его температура  $T$  равны давлению и давлению и



| <p>температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Менделеева-Клапейрона, <math>pV = \frac{m_r}{M_r} RT = \frac{m_{\text{воздуха}}}{M_{\text{воздуха}}} RT</math>, где <math>M_r</math> – молярная масса гелия, <math>M_{\text{воздуха}}</math> – средняя молярная масса воздуха, <math>V</math> – объем шара. Отсюда, <math>m_{\text{воздуха}} = m_z \frac{M_{\text{воздуха}}}{M_r}</math>;</p> <p><math>m_{\text{воздуха}} - m_z = m_z \left( \frac{M_{\text{воздуха}}}{M_r} - 1 \right) = 6,25m_z</math>; <math>M + m = 6,25m_z</math>.</p> <p>Следовательно, <math>m = 6,25m_z - M = 225</math> кг.</p> <p>Ответ: 225 кг.</p>  |       |
|---|-------|
| Критерии оценивания выполнения задания  | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: условие равновесия; сила Архимеда; уравнение Менделеева-Клапейрона);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p> | 3     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>   | 2     |

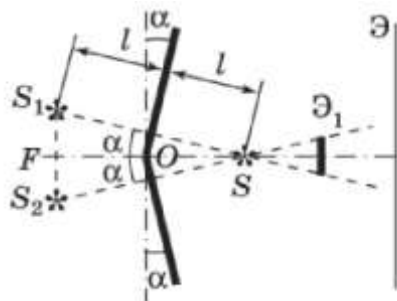
|   |   |
|---|---|
| <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>  |   |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <p>Максимальный балл</p>  | 3 |

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180226



31

Два плоских зеркала образуют между собой угол, близкий к  $180^\circ$ . На равных расстояниях  $l$  от зеркал расположен источник света  $S$ . После отражения света от плоских зеркал образуются когерентные волны, создающие на экране  $\mathcal{E}$  интерференционную картину. Определите расстояние между соседними интерференционными полосами на экране, находящимися на расстоянии  $L \gg l$  (расстояние от источников  $S_1$  и  $S_2$  до экрана  $\mathcal{E}$  можно принять равным  $L$ ) от линии пересечения зеркал. Длина световой волны  $\lambda$ . Непрозрачный экран  $\mathcal{E}_1$  препятствует прямому попаданию света на экран  $\mathcal{E}$ , создавая экспериментальную установку, аналогичную установке для опыта Юнга для интерференции на двух щелях. Угол  $\alpha$  задан.



Возможное решение

Источниками волн, создающих интерференционную картину, являются мнимые изображения  $S_1$  и  $S_2$  источника  $S$  в плоских зеркалах. В равнобедренном  $\Delta S_1 S_2 S$ :  $S_1 S = S_2 S = 2l$  и  $\angle S_1 S O = \angle S_2 S O = \alpha$ , причем угол  $\alpha$  мал, так как угол между зеркалами близок к  $180^\circ$ . Расстояние между мнимыми источниками  $d = S_1 S_2 = 2S_1 F = 2S_1 S \sin \alpha = 2 \cdot 2l \sin \alpha = 4l \alpha$ .

Так как  $L \gg l$  по условию, то, как и в опыте Юнга, расстояние между

интерференционными полосами  $x = \frac{L}{d} \lambda = \lambda L / (4l \alpha)$

Ответ:  $\lambda L / (4l \alpha)$

\*допускается ответ  $\lambda L / (4l \sin \alpha)$ \*

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

|  |          |
|--|----------|
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br/>                 I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае формула расстояния между максимумами из опыта Юнга, геометрические соображения);<br/>                 II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);<br/>                 III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br/>                 IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p> | <p>3</p> |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>  | <p>2</p> |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие</p>  | <p>1</p> |

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180226



|  |   |
|--|---|
| <p>физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> |   |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла  | 0 |
| <i>Максимальный балл</i>   | 3 |

**32** При коротком замыкании выводов аккумулятора силы тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.

|   |       |
|---|-------|
| <p>Возможное решение</p> <p>По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора <math>R = 0</math>, сила тока в цепи <math>I_0 = \frac{\varepsilon}{R} = 12 \text{ А}</math>.</p> <p>Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно <math>r = \frac{\varepsilon}{12} \text{ Ом}</math></p> <p>Сила тока при подключении с нагрузкой: <math>I = \frac{\varepsilon}{R+r} = \frac{\varepsilon}{R+\frac{\varepsilon}{12}} = 2 \text{ А}</math></p> <p>Отсюда: <math>\varepsilon = 2 \cdot 5 + 2 \cdot \frac{\varepsilon}{12}</math>, <math>\varepsilon = 12 \text{ В}</math>.</p> <p>Ответ: 12 В.</p> |       |
| Критерии оценивания выполнения задания  | Баллы |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br>I) записаны положения теории и физические законы, законо-   | 3     |

|   |   |
|---|---|
| <p>мерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для полной цепи и КЗ);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>       |   |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p> | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их</p>  | 1 |

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 180226



|  |   |
|--|---|
| использованием, направленных на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br>ИЛИ<br>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br>ИЛИ<br>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе |   |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла  | 0 |
| <i>Максимальный балл</i>   | 3 |

