

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 и 26 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.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность 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

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.

КИМ 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.

КИМ

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$
<u>38</u>	<u>94</u>

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 1 , 4 0 , 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 гелиевой или капиллярной ручки.

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, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 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	$10^9$	санτι	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	мили	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 (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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$



<b>Масса частиц</b>	
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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$

<b>Астрономические величины</b>	
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

<b>Плотность</b>	
подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>
алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
ртути	13600 кг/м <sup>3</sup>

<b>Удельная теплоёмкость</b>	
воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
железа	460 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)
алюминия	900 Дж/(кг·К)
меди	380 Дж/(кг·К)
чугуна	800 Дж/(кг·К)

<b>Удельная теплота</b>	
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 –  $0 \text{ }^\circ\text{C}$

<b>Молярная масса</b>			
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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

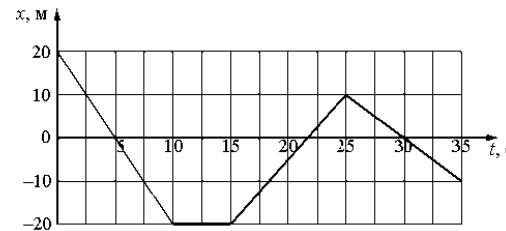
**Часть 1**

*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** Координата тела  $x$  меняется с течением времени  $t$  согласно закону  $x = 5 - t - 4t^2$ , где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости  $v_x$  этого тела через 2с.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

**2** На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при его прямолинейном движении по оси  $x$ . Какая сила действует на тело массой 2 кг в промежутке времени от 30 до 35 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

**3** Тело, массой 1 кг бросили с поверхности Земли со скоростью 20 м/с под углом  $45^\circ$  к горизонту. Какую работу совершила сила тяжести за время полета тела (от броска до падения на землю)? Соппротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

**4** Точка совершает гармонические колебания по закону  $x = 2\text{Sin}(\pi t/2 + \pi/3)$  см. Определить амплитуду ускорения тела. Ответ округлите до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ см/с

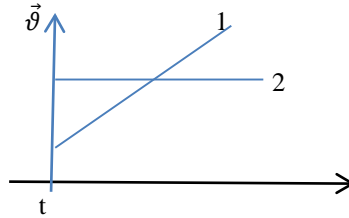
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125





5

На рисунке приведен график зависимости скорости от времени двух тел.



Выберете **два** верных утверждения.

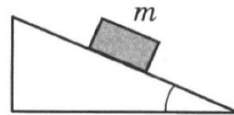
- 1) Скорость первого тела больше, чем скорость второго.
- 2) Тела движутся в одном направлении.
- 3) Первое тело движется равноускоренно, второе – равномерно.
- 4) Второе тело покоится, первое – движется равномерно.
- 5) Скорости обоих тел одинаковы.

Ответ: 

--	--

6

Тело массой  $m$  из состояния покоя скользит с ускорением с вершины клина с углом раствора  $\alpha$  (см. рисунок). Как изменится ускорение тела, сила реакции опоры и коэффициент трения, если массу тела уменьшить?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

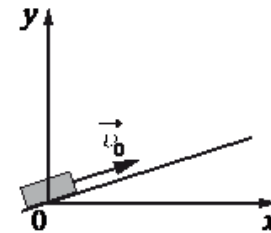
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

**Запишите в таблицу**

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

Ускорение	Коэффициент трения	Сила реакции опоры

7



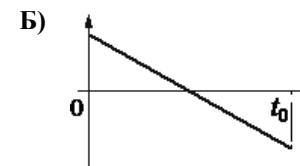
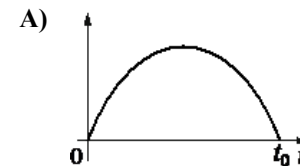
После удара в момент  $t=0$  шайба начинает скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью  $\vec{\theta}_0$ , как показано на рисунке и возвращается в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать.

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

**ГРАФИКИ**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**



- 1) кинетическая энергия  $E_k$
- 2) проекция скорости на ось ОУ
- 3) координата  $x$
- 4) проекция ускорения  $a_x$

Ответ: 

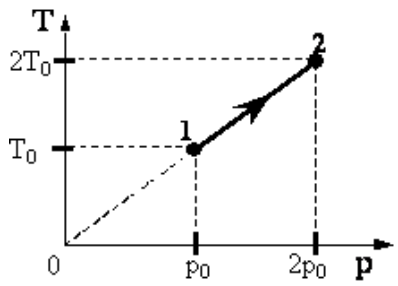
А	Б

**8** В одном из опытов стали закачивать воздух в стеклянный сосуд, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а его давление возросло в 3 раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз

**9** На графике показана зависимость температуры от давления идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно

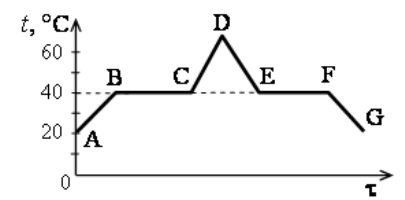
Ответ: \_\_\_\_\_ кДж



**10** Для нагревания кирпича массой 2 кг от 20 до 85 °С затрачено такое же количество теплоты, как для нагревания той же массы воды на 13 °С. Теплоемкость кирпича равна

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/кг×°С

**11** Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



**ПРОЦЕССЫ**

- А) охлаждение паров эфира
- Б) кипение эфира

**УЧАСТКИ ГРАФИКА**

- 1) BC
- 2) CD
- 3) DE
- 4) EF

Ответ:

А	Б

**12** В сосуде под легкоподвижным поршнем находится идеальный газ. Как при нагревании газа изменятся величины: объем газа, его плотность и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

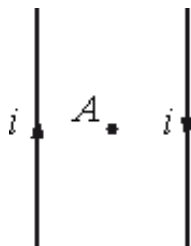
Объем газа	Плотность газа	Внутренняя энергия газа

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125



13

По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи  $i$  (см. рисунок). Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке  $A$ , находящейся посередине между проводниками?

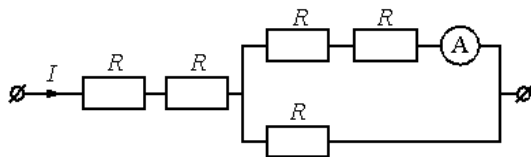


Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх**

Ответ: \_\_\_\_\_

14

Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток  $I=3$  А. Какова сила тока, текущего через амперметр, если сопротивление каждого резистора  $R=2$  Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_

15

В проводнике индуктивностью 5 мГн сила тока в течение 0,2 с равномерно возрастает с 2 А до какого-то конечного значения. При этом в проводнике возникает ЭДС самоиндукции 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.

Ответ: \_\_\_\_\_ А

16

Электрический колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны  $\lambda$ . Как изменятся период колебаний в контуре, их частота и соответствующая им длина волны, если площадь пластин конденсатора уменьшить?

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

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- А) период колебаний
- Б) частота
- В) длина волны

- 1) не изменится
- 2) уменьшится
- 3) увеличится

Ответ:

А	Б	В

17

Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  по окружности радиуса  $R$  со скоростью  $\vec{v}$ . Что произойдет с радиусом орбиты, периодом обращения и кинетической энергией частицы, если эта частица будет двигаться в том же магнитном поле с большей скоростью?

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- А) радиус орбиты
- Б) период обращения
- В) кинетическая энергия

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

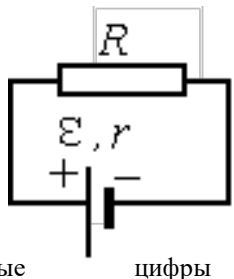
Ответ:

А	Б	В



18

Источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  сначала был замкнут на внешнее сопротивление  $R$ . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



цифры

Установите соответствие между физическими величинами этого процесса и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в таблицу выбранные под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) сила тока
- Б) напряжение на внешнем сопротивлении

**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ**

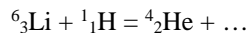
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Ответ:

А	Б

19

Напишите недостающую частицу в реакции:



И определите количество нуклонов и нейтронов в этой частице. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины:

Количество нуклонов	Количество нейтронов

20

Период полураспада изотопа натрия  $\text{Na}$  равен 2,6 года. Если изначально было 104 г этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5,2 года?

Ответ: \_\_\_\_\_ г

21

Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Длину волны уменьшили. Как изменились при этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов и длина волны  $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта?

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.

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Длина волны $\lambda_{\text{кр}}$ , соответствующая «красной границе» фотоэффекта



22

При помощи барометра измеряют атмосферное давление (см. рисунок). Запишите показания барометра в мм рт. ст., если погрешность прямого измерения равна цене деления шкалы барометра.



Ответ: ( \_\_\_ ± \_\_\_ ) мм.рт.ст.

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

23

Ученику нужно обнаружить зависимость периода свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре от ёмкости конденсатора. Какие два колебательных контура он должен выбрать для проведения такого исследования?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

Запишите в ответе номера выбранных колебательных контуров.

Ответ: 

--	--



24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о периодических кометах, наблюдавшихся в двух и более появлениях.

Наименование кометы	Период обращения (в годах)	Эксцентриситет орбиты	Наклонение орбиты (в градусах)	Год посл. прохождения перигелия
Галлея	76	0,967	162	1986
Энке	3,3	0,848	11,8	2017
Д'Арре	6,5	0,612	19,5	2015
Туттля	13,6	0,820	55	2008
Вольфа	8,74	0,358	27,9	2017

Выберите *все* утверждения, которые соответствуют характеристикам комет и запишите их номера

1. В следующий раз комета Вольфа приблизится к Земле на минимальное расстояние в 2031 году;
2. За время одного оборота кометы Д'Арре комета Энке совершит примерно два оборота;
3. Дальше всего от плоскости эклиптики лежит орбита кометы Галлея
4. Наиболее вытянутую орбиту имеет комета Вольфа;
5. Частота обращения вокруг Солнца кометы Туттля меньше, чем у кометы Энке.

Ответ: \_\_\_\_\_

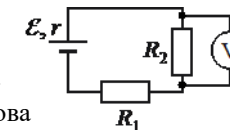
*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.*

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

В схеме, изображённой на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение  $U=2$  В. Внутреннее сопротивление источника тока  $r=1$  Ом, а сопротивления резисторов:  $R_1=2$  Ом и  $R_2=2$  Ом. Какова ЭДС источника?



26

Дифракционная решетка с периодом  $d = 10^{-5}$  м расположена параллельно экрану на расстоянии 1,8 м от него. Между решеткой и экраном вплотную к решетке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решетку, на экране. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 21 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим пучком света длиной волны 580 нм? Угол отклонения лучей решеткой считать малым.

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

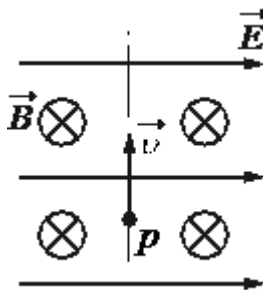




Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

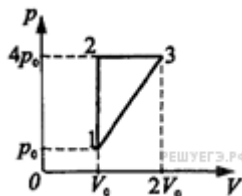
В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью  $\vec{E}$  и магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$ . Поля однородные,  $\vec{E} \perp \vec{B}$ . В камеру влетает протон  $p$ , вектор скорости которого перпендикулярен  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля увеличить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



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

Чему равен КПД цикла, проводимого с идеальным одноатомным газом? Ответ приведите в процентах, округлить до целых.



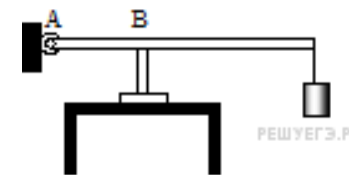
29

Брусок массой  $m$  скользит по горизонтальной поверхности стола и нагоняет брусок массой  $4m$ , скользящий по столу в том же направлении. В результате неупругого соударения бруски слипаются. Их скорости перед ударом  $\vec{v}_0 = 0.5$  м/с и  $\vec{v} = 0.2$  м/с. Коэффициент трения скольжения между брусками и столом  $\mu = 0.5$ . На какое расстояние от места соударения переместятся слипшиеся бруски к моменту остановки?

Влиянием силы трения со стороны стола на столкновение брусков пренебречь.

30

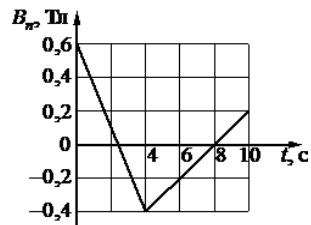
В цилиндр объёмом  $0,5 \text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002$  кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок).



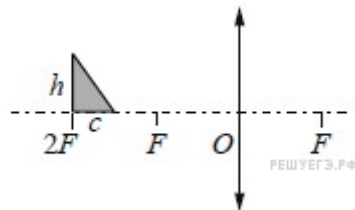
К свободному концу стержня длиной  $0,5$  м подвешен груз массой  $2$  кг. Клапан открывается через  $580$  с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $5 \times 10^{-4} \text{ м}^2$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300$  К. Определите длину АВ.



31 Квадратная проволочная рамка со стороной  $l=10$  см находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ . На рисунке изображена зависимость проекции вектора  $\vec{B}$  на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. Какое количество теплоты выделится в рамке за время  $t=10$  с, если сопротивление рамки  $R=0,2$  Ом?



32 Чему равна площадь даваемого линзой изображения этого треугольника? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.



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

**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\\_39951777](https://vk.com/topic-10175642_39951777)

(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- образовательный интернет-ресурс <https://neznaika.pro/ege/physics/>
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>

<b>СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:</b>	
<b>ФИО:</b>	Михайлова Наталья Юрьевна, МБОУ «Воткинский лицей»
<b>Предмет:</b>	Физика
<b>Стаж:</b>	20 лет
<b>Аккаунт ВК:</b>	<a href="https://vk.com/devaspica">https://vk.com/devaspica</a>

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125



**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–24**

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 23 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

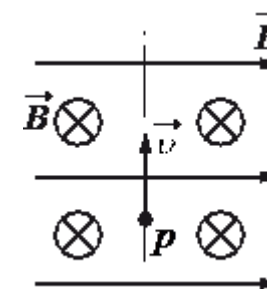
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	-17	14	1
2	0	15	10
3	0	16	232
4	5	17	131
5	23	18	21
6	332	19	31
7	32	20	26
8	6	21	13
9	20	22	7541
10	840	23	23
11	31	24	25
12	121	25	5
13	От наблюдателя	26	2

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

Решения заданий 27–32 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 экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

27

В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью  $\vec{E}$  и магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$ . Поля однородные,  $\vec{E} \perp \vec{B}$ . В камеру влетает протон  $p$ , вектор скорости которого перпендикулярен  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$  как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Объясните, как изменится начальный участок траектории протона, если напряжённость электрического поля увеличить. В ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Влиянием силы тяжести пренебречь.



**Возможное решение**

Прямолинейность траектории есть следствие равенства силы Лоренца и электрической силы  $F_L = F_3$ . Сила Лоренца для протона по правилу левой руки действует влево, электрическая сила ускоряет протон в направлении электрического поля.

При увеличении напряженности электрической сила возрастет  $F_3 = Eq$ , а сила Лоренца не изменится — их равнодействующая будет направлена направо. Начальный участок траектории протона будет напоминать дугу окружности — он будет «поворачивать» направо.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: действие силы Лоренца в магнитном поле и электрической.)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.	2

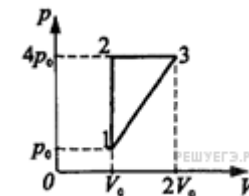
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125



<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.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<p>Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, 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

28

Чему равен КПД цикла, проводимого с идеальным одноатомным газом? Ответ приведите в процентах, округлить до целых.



Возможное решение

- $\eta = \frac{A_n}{A_3}$ , где  $A_n = \frac{3}{2} p_0 V_0$  (площадь треугольника),  $A_3 = Q_n$ .
- Газ получает тепло в процессе 1-2-3, поэтому  $Q_n = A_{13} + U_3 - U_1$  (1 закон термодинамики)
- $A_{13} = 4p_0 V_0$ ,  $U_3 - U_1 = \frac{3}{2} (8p_0 V_0 - p_0 V_0) = \frac{21}{2} p_0 V_0$   
 $Q_n = \frac{29}{2} p_0 V_0$ , отсюда:  $\eta = 0,1$   
Ответ: 10%

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>определение КПД, Закон термодинамики</i>) II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи</p>	2



Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказан- ным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

29

Брусок массой  $m$  скользит по горизонтальной поверхности стола и нагоняет брусок массой  $4m$ , скользящий по столу в том же направлении. В результате неупругого соударения бруски слипаются. Их скорости перед ударом  $\vec{v}_0=0.5$  м/с и  $\vec{v}=0.2$  м/с. Коэффициент трения скольжения между брусками и столом  $\mu=0,5$ . На какое расстояние от места соударения переместятся слипшиеся бруски к моменту остановки?

Влиянием силы трения со стороны стола на столкновение брусков пренебречь.

Возможное решение	
<p>1. По закону сохранения импульса определим скорость брусков после соударения:</p> $mv_0+4mv = 5mu$ $u = \frac{mv_0+4mv}{5m}$	
<p>2. По теореме о кинетической энергии: <math>AF_{\text{тр}} = \Delta E_k</math></p> $-\mu 5mgs = 0 - \frac{5mu^2}{2}$	
<p>3. После преобразований и подстановки численных значений получим: <math>s=0.0068</math> м.                  Ответ: <math>s=0.0068</math> м.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, теорема о кинетической энергии</i>)</p> <p>II) II) сделан правильный рисунок с указанием внешних сил, действующих на бруски;</p>	3

<p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, 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>IV) 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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</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</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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>	1

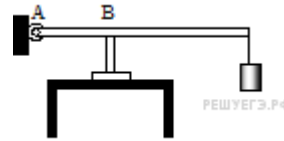
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125



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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

30

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, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке  $A$  (см. рисунок).



К свободному концу стержня длиной  $0,5\text{ м}$  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  $5 \times 10^{-4}\text{ м}^2$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300\text{ К}$ . Определите длину  $AB$ .

**Возможное решение**

Клапан откроется, когда избыточная сила  $F$  давления воздуха на клапан внутри цилиндра сравняется с силой давления стержня на этот клапан. Если превышение давления воздуха в цилиндре над атмосферным  $\Delta p$ , а площадь клапана  $s$ , то  $F = \Delta p S$

Сила действия стержня на клапан равна  $F_1 = \frac{mgL}{l}$  где  $m$ ,  $L$  и  $l$  соответственно масса груза, длина стержня и длина его участка  $AB$ . Итак, должно выполняться условие:  $F \geq F_1$ .  $S\Delta p \geq \frac{mgL}{l}$

Дополнительное давление воздуха определяется увеличением массы  $m_v$  воздуха в цилиндре. Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева,

$$\Delta p = \frac{\Delta m_v}{M V} RT$$

где  $M$  — молярная масса воздуха. Поэтому условие открытия клапана имеет вид:

$l \geq \frac{mgMVL}{SRT\Delta m_v}$ <p>Если насос закачивает каждую секунду <math>m_1\text{ кг}</math> воздуха, то массу <math>\Delta m_v</math> он закачает в цилиндр за время <math>t</math>. Следовательно, клапан откроется в момент, когда выполнится равенство</p> $l = \frac{mgMVL}{SRTm_1}$ <p>После подстановки численных значений получим: <math>l = 0,1\text{ м}</math></p> <p>Ответ: <math>l = 0,1\text{ м}</math></p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>условие открытия клапана, правило моментов, уравнение Менделеева-Клапейрона</i>);</p> <p>II) II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</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
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	2

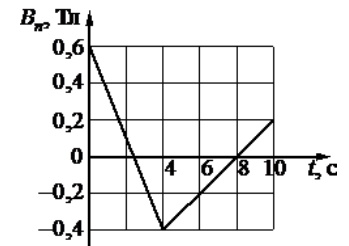
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125



<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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. ИЛИ 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. ИЛИ 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

31

Квадратная проволочная рамка со стороной  $l=10$  см находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ . На рисунке изображена зависимость проекции вектора  $\vec{B}$  на перпендикуляр к плоскости рамки от времени. Какое количество теплоты теплоты выделится в рамке за время  $t=10$  с, если сопротивление рамки  $R=0,2$  Ом?



**Возможное решение**

При изменении магнитного поля изменяется поток вектора магнитной индукции через рамку площадью, что создаёт в ней ЭДС индукции  $\mathcal{E}$  в соответствии с законом индукции Фарадея:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta BS}{\Delta t}$$

Согласно закону Джоуля — Ленца за время  $\Delta t$  в рамке выделится количество теплоты

$$Q = I^2 R \Delta t, \text{ где}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} \text{ по закону Ома для участка цепи.}$$

Так индукция изменяется на двух участках, следовательно

$$Q = Q_1 + Q_2.$$

Здесь  $Q_1$  и  $Q_2$  – количество теплоты, выделившееся на первом и втором участке графика соответственно.

$$Q_1 = \frac{\Delta B_1^2}{\Delta t_1} S^2 R$$

$$Q_2 = \frac{\Delta B_2^2}{\Delta t_2} S^2 R$$

На первом участке графика  $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = -1$  Тл,  $\Delta t_1 = 4$  с, на втором участке  $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = 0,6$  Тл,  $\Delta t_2 = 6$  с, площадь рамки  $S^2 = l^4$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$Q = 0,155 \text{ мДж}$$

Ответ: 0,155 мДж.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125



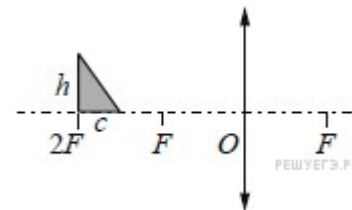
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон электромагнитной индукции, закон Ома для участка цепи, закон Джоуля-Ленца</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</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</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p>	1

<p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно 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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

32

Прямоугольный треугольник с катетами  $c = 2$  см и  $h = 3$  см расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F = 10$  см, как показано на рисунке.

Чему равна площадь даваемого линзой изображения этого треугольника? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

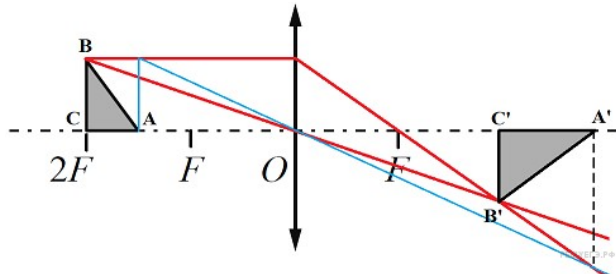


ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191125





Возможное решение  
 решение Изображение треугольника построено на рисунке.



Изображение точки  $B$  удобно найти как пересечение луча, проходящего через центр линзы и луча, падающего на линзу параллельно главной оптической оси.

Изображение точки  $C$  находится в точности под изображением точки  $B$ . Кроме того, так как катет  $BC$  находится в двойном фокусе, то его изображение  $B'C'$  является перевернутым, действительным и длина изображения в точности совпадает с длиной катета  $BC = h = 3$  см

2) Используя формулу тонкой линзы  $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ .

найдем расстояние от линзы до изображения точки  $A$ :

$$OA = f = \frac{F(2F - c)}{F - c} = 22.5 \text{ см, где}$$

$$d = OA = 2F - c.$$

$$OC = 2F$$

Горизонтальный катет изображения равен

$$f \cdot 2F = 22,5 \cdot 20 = 450 \text{ см}$$

3) Таким образом, площадь треугольника изображения равна:

$$S = \frac{2,5 \cdot 3}{2} = 3.75 \text{ см}^2$$

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *ход лучей через линзу, формула тонкой линзы*);

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);

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка

2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.

1



ИЛИ 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. ИЛИ 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.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Мин просвещения России и Рособрнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом.

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

