

**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 <i>Z</i>	Массовое число ядра <i>A</i>
38	94

3 8 9 4

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

Соотношение между различными единицами	
температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



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

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

Плотность подсолнечного масла 900 кг/м^3	
воды 1000 кг/м^3 алюминия 2700 кг/м^3	
древесины (сосна) 400 кг/м^3 железа 7800 кг/м^3	
керосина 800 кг/м^3 ртути 13600 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 $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$	

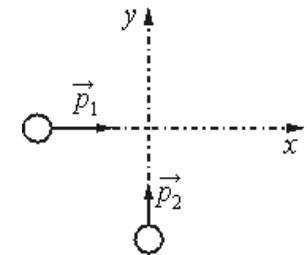
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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.

- С каким ускорением движется машина, если за пятую секунду от начала движения она проходит путь 18 м?
 Ответ: _____ м/с²
- Сани массой 15 кг тянут с силой 30 Н за верёвку, натянувшуюся под углом 60° к горизонту. Каково ускорение саней, сила трения равна 12 Н?
 Ответ: _____ м/с²
- По гладкой горизонтальной плоскости вдоль осей x и y движутся две шайбы с импульсами по модулю $p_1=2,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ и $p_2=2 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ (см. рисунок). После их соударения первая шайба продолжает двигаться по оси x в прежнем направлении. Модуль импульса второй шайбы после удара $p'_2=2,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$. Найдите модуль импульса первой шайбы после удара.
 Ответ: _____ кг·м/с
- Неподвижный наблюдатель включил секундомер в тот момент, когда мимо него проходил первый гребень волны, и выключил секундомер в момент прохождения шестого гребня. Определите период колебаний частиц в волне, если показание секундомера равно 20 с
 Ответ: _____.

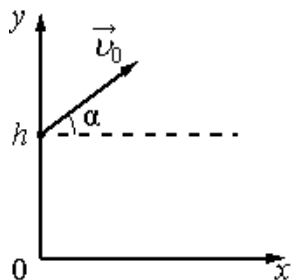


ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



5

В момент $t=0$ мячик бросают с начальной скоростью $v \rightarrow 0$ под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .

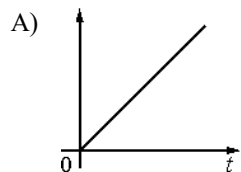


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y=0$.

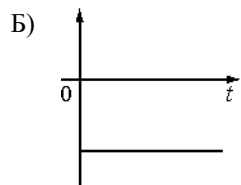
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) проекция импульса мячика на ось x
- 3) координата x мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y

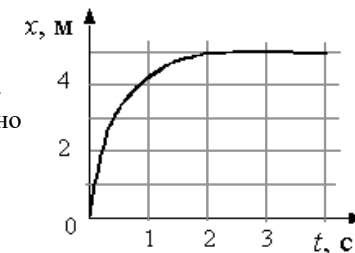


Ответ:

--	--

6

Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика можно уверенно утверждать, что



- 1) Первые две секунды скорость шарика уменьшалась
- 2) Первые две секунды скорость шарика увеличивалась
- 3) Первые две секунды шарик двигался равноускоренно, а затем покоился
- 4) Первые две секунды шарик двигался равномерно, а затем покоился
- 5) Все время движения на шарик действовала все увеличивающаяся сила

Выберите два верных утверждения и укажите их номера

Ответ:

--	--

7

На поверхности воды плавает сплошной деревянный брусок. Как изменятся масса вытесненной воды и сила Архимеда, действующая на брусок, если его заменить сплошным бруском той же плотности и высоты, но большей массы?

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.

Масса вытесненной воды	Сила Архимеда

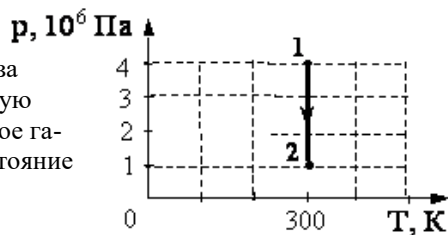
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



8 При нагревании газа на 5 К приходится увеличивать его объём на 2 % для сохранения давления. Какова первоначальная температура газа?

Ответ: _____ К

9 На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от объёма. Газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом при переходе из состояния 1 в состояние 2, равно

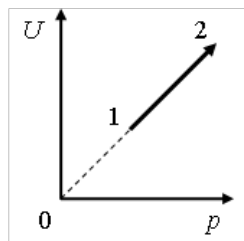


Ответ: _____ кДж

10 При температуре 120С водяной пар имеет давление 700 Па, при этом давление насыщенного пара равно 1400Па. Влажность воздуха при этих обстоятельствах равна.

Ответ: _____ %

11 На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа (U – внутренняя энергия газа; p – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём, абсолютная температура и теплоёмкость газа?



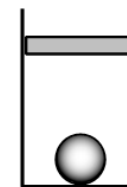
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Ответ:

Объём газа	Давление газа	Архимедова сила

12 В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. На дне сосуда лежит стальной шарик (см. рисунок). Из сосуда выпускается половина газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого объём газа, его давление и действующая на шарик архимедова сила?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Ответ:

Объём газа	Температура газа	Теплоёмкость газа

13 Нейтрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции на расстоянии L друг от друга с одинаковыми скоростями v . Отношение модуля силы, действующей на нейтрон к модулю силы, действующей на протон, со стороны магнитного поля в этот момент времени, равно

Ответ: _____.

14 Медная проволока имеет электрическое сопротивление 6 Ом. Какое электрическое сопротивление имеет медная проволока, у которой в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?

Ответ: _____ Ом

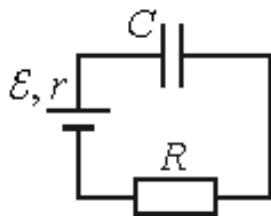
15 Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 220 В, сила тока в ней 1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 22 В. Какой была бы сила тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 100 %?

Ответ: _____ А



16

В момент времени $t = 0$ незаряженный конденсатор подключают к источнику тока последовательно с резистором $R = 20 \text{ кОм}$ (см. рисунок). Значения напряжения между обкладками конденсатора, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $0,1 \text{ В}$, представлены в таблице.



c	0	1	2	3	4	5	6	7
U, В	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

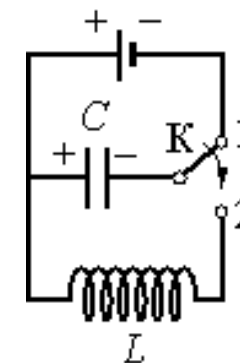
- 1) Падение напряжения на резисторе максимально в момент времени $t = 7 \text{ с}$.
- 2) Сила тока в цепи минимальна в момент времени $t = 0 \text{ с}$.
- 3) Сила тока в цепи в момент времени $t = 2 \text{ с}$ равна 40 мкА .
- 4) ЭДС источника тока равна 6 В .
- 5) Падение напряжения на резисторе в момент времени $t = 2 \text{ с}$ равно $5,2 \text{ В}$.

Выберите два верных утверждения о процессах, происходящих в цепи, и укажите их номера.

Ответ:

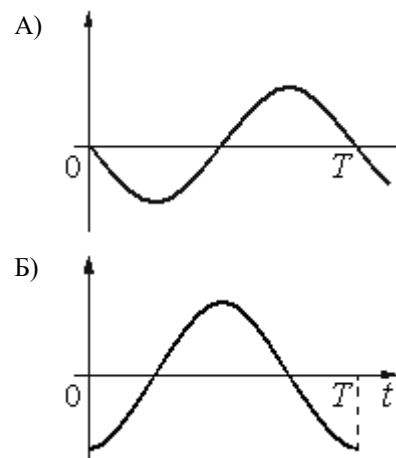
17

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.



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

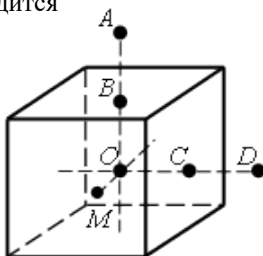
- 1) энергия магнитного поля катушки
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд правой обкладки конденсатора
- 4) заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:



18 На неподвижном проводящем уединенном кубике находится заряд Q .

Точка O - центр кубика, точки B и C центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = OB/2$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A равен EA . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке D и точке M ?



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

- | | | |
|---|---------------|---------|
| А) модуль электростатического поля кубика в точке D | напряжённости | 1) 0 |
| Б) модуль электростатического поля кубика в точке M | напряжённости | 2) EA |
| | | 3) 4EA |
| | | 4) 16EA |

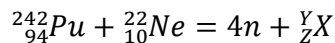
Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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

Ответ

А	Б

19 Определите количество протонов и нейтронов частицы, образующейся в результате реакции:



Ответ:

Количество протонов	Количество нейтронов

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

20 Активность некоторого радиоактивного элемента за 4 мин уменьшилась в 16 раз. Определите период полураспада этого элемента.

Ответ: _____ мин

21 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.

ЯВЛЕНИЯ

ПРИБОРЫ

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| А) Ионизация газа | 1) Вакуумный фотоэлемент |
| Б) Фотоэффект | 2) Дифракционная решетка |
| | 3) Счетчик Гейгера |
| | 4) Лупа |

Ответ:

А	Б

22 Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.

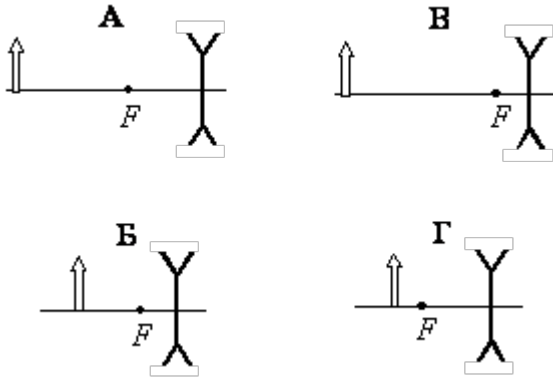
Ответ: (____ ± ____) Н



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



23 Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?

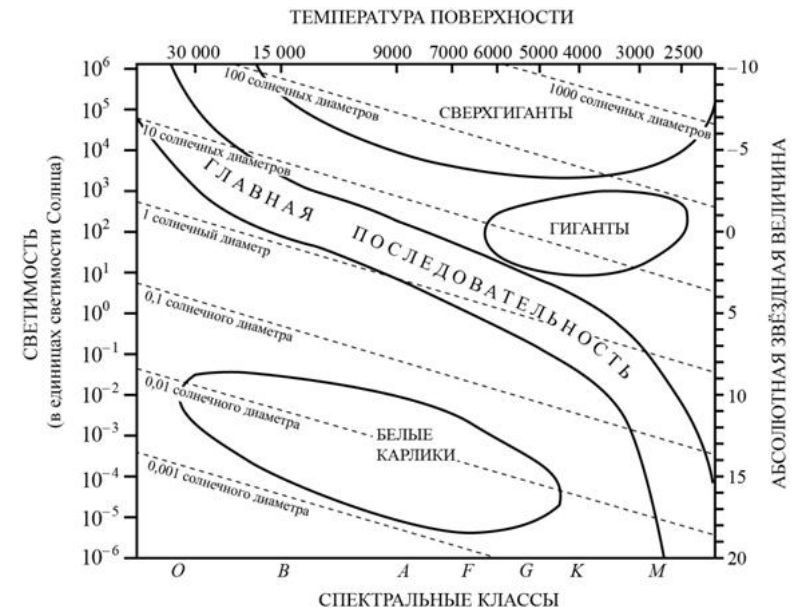


В бланк ответов запишите **буквы**, соответствующие выбранным опытам

Ответ:

--	--

24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите все утверждения о звёздах, которые соответствуют диаграмме.

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

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 Тепловая машина с максимально возможным КПД имеет в качестве нагревателя резервуар с водой, а в качестве холодильника – сосуд со льдом при 0 оС. При совершении машиной работы 1 МДж растаяло 12,1 кг льда. Определите температуру воды в резервуаре. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ К

25 На дифракционную решетку, имеющую период $2 \cdot 10^{-5}$ м, падает нормально параллельный пучок белого света. Спектр наблюдается на экране на расстоянии 2 м от решетки. Каково расстояние между красным и фиолетовым участками спектра первого порядка (первой цветной полоски на экране), если длины волн красного и фиолетового света соответственно равны $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м? Считать $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$. Ответ выразите в см.

Ответ: _____ см

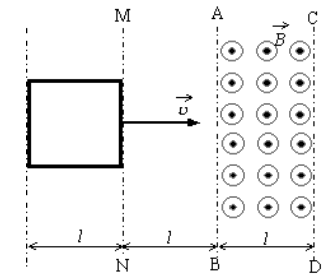
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания

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.

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.

27

В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. Нарисуйте графики зависимости от времени магнитного потока Φ и ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени t_0 рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_1 касается передней стороной линии АВ, а в момент времени t_2 стороны CD.



Ответ поясните, используя известные вам законы.

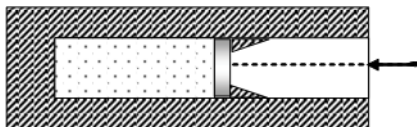
28

Два небольших шара массами $m_1=0,2$ кг и $m_2=0,3$ кг закреплены на концах невесомого стержня АВ, расположенного горизонтально на опорах С и D (см. рисунок). Расстояние между опорами $l=0,6$ м, а расстояние АС равно 0,2 м. Чему равна длина стержня L, если сила давления стержня на опору D в 2 раза больше, чем на опору С? Сделайте рисунок с указанием внешних сил, действующих на систему тел «стержень и шары».

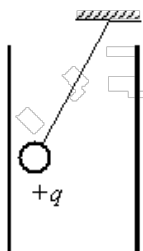


29 Средняя плотность планеты Плюк равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость для Плюка в 2 раза больше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса ($V \sim R^3$).

30 В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр (см. рисунок). В цилиндре находится гелий, запёртый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.



31 Маленький шарик с зарядом $q = 4 \times 10^{-7}$ Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм



32 В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды $n = 4/3$.

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
 (также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- 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>
- варианты досрочного ЕГЭ по физике 2015-2017 гг. (фипи)

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Михайлова Наталья Юрьевна, МБОУ Воткинский лицей
Предмет:	физика
Стаж:	20 лет
Аккаунт ВК:	https://vk.com/devaspica





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, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

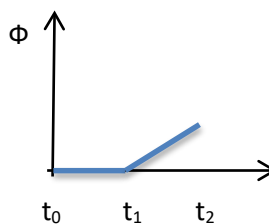
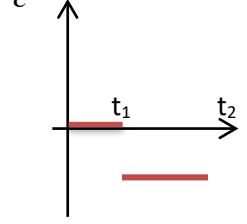
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	14	4
2	0,2	15	10
3	2	16	43 или 34
4	4	17	23
5	34	18	21
6	13	19	104156
7	11	20	1
8	250	21	31
9	3	22	4,70,1
10	50	23	АВ или БГ
11	313	24	24
12	233	25	341
13	0	26	4

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 некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно линиям индукции поля. Нарисуйте графики зависимости от времени магнитного потока Φ и ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени t_0 рамка начинает пересекать плоскость MN (см. рисунок), а в момент времени t_1 касается передней стороной линии АВ, а в момент времени t_2 стороны CD. Ответ поясните, используя известные вам законы.

Возможное решение

Пояснения к графику:

- В момент времени t_0 - t_1 рамка движется вне магнитного поля, поэтому магнитный поток равен 0, соответственно, ϵ в рамке тоже не возникает.
- в момент времени t_1 - t_2 рамка попадает в магнитное поле и поток нарастает, что и видно на графике. В соответствии с законом электромагнитной индукции:

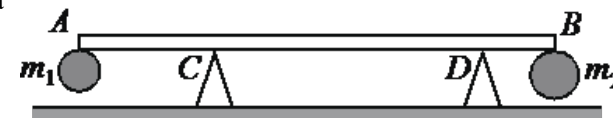
$$\epsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

в рамке возникает \mathcal{E} . Знак «-» в формуле говорит том, что проекция \mathcal{E} отрицательная.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: построены графики) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон электромагнитной индукции, дано пояснение отрицательной проекции \mathcal{E})	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. 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>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недостаток.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>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 <u>одному</u> 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>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p>	1

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

28

Два небольших шара массами $m_1=0,2$ кг и $m_2=0,3$ кг закреплены на концах невесомого



стержня АВ, расположенного горизонтально на опорах С и D (см. рисунок). Расстояние между опорами $l=0,6$ м, а расстояние АС равно $0,2$ м. Чему равна длина стержня L , если сила давления стержня на опору D в 2 раза больше, чем на опору С? Сделайте рисунок с указанием внешних сил, действующих на систему тел «стержень и шар».

Возможное решение

Решение:
 Система «стержень-шары» находится в равновесии, следовательно, выполняются два условия:
 1. Сумма всех сил, действующих на систему, равна 0.

$$\vec{m}_1\vec{g} + m_2\vec{g} + \vec{N}_c + \vec{N}_D = 0$$
 В проекциях на ось X получим:

$$N_c + N_D = m_2g + m_1g$$



<p>Учитывая, что $N_D=2 N_c$, $3 N_c= m_2 g+ m_1 g$ (1)</p> <p>2. Систему «стержень-шары» можно рассматривать как рычаг. Примем за ось вращения точку D и запишем второе условие равновесия: Сумма моментов сил, действующих на систему, равна 0. Будем считать положительным момент сил, вращающих систему по часовой стрелке. Тогда: $N_c CD + m_2 g DB - m_1 g AD = 0$ (2) Решая совместно (1) и (2), определим $DB =0.2м$ Тогда длина L стержня равна: $L= AC + CD + DB = 0.2 + 0.6 + 0.2 = 1м$ Ответ: $L=1м$</p> <p>Ответ: $L=1м$</p>	
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>условие равновесия твердого тела</i>) II) сделан правильный рисунок с указанием внешних сил, действующих на стержень и шары; 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>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

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

29 Средняя плотность планеты Плюк равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость для Плюка в 2 раза больше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса ($V \sim R^3$).

Возможное решение	
<p>Период обращения планеты по круговой орбите можно определить по формуле</p> $T = \frac{2\pi R}{v},$ <p>где R-радиус орбиты планеты, а</p> $v = \sqrt{G \frac{M}{R}}$ <p>скорость вращения спутника по круговой орбите (первая космическая), здесь M-масса планеты, R-радиус орбиты. Массу определяем по формуле</p> $M = \rho V, \text{ где}$ $V = \frac{4}{3} \pi r^3 - \text{объем шара, } r - \text{радиус планеты.}$ <p>Пусть T_1-период обращения спутника Плюка, а T_2-период обращения спутника Земли. Учитывая, что при движении по низкой круговой орбите можно принять $R=r$, а по условию $\rho_1 = \rho_2, v_1 = 2v_2$, после подстановок и преобразований получим:</p> $\frac{T_1}{T_2} = \frac{R_1}{2R_2} \frac{v_1}{2v_2} = 1$ <p style="text-align: center;">Ответ: $\frac{T_1}{T_2} = 1$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



<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>Период при движении по окружности, первая космическая скорость, плотность тела.</i>).</p> <p>II) 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>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 пунктам II и III, 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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <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>	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 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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

30

В вакууме закреплён горизонтальный цилиндр (см. рисунок). В цилиндре находится гелий, запёртый поршнем. Поршень массой 90 г удерживается упорами и может скользить влево вдоль стенок цилиндра без трения. В поршень попадает пуля массой 10 г, летящая горизонтально со скоростью 400 м/с, и застревает в нём. Температура гелия в момент остановки поршня в крайнем левом положении возрастает на 64 К. Чему равно количество вещества гелия в цилиндре? Считать, что за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем.

Возможное решение

1. Так как за время движения поршня газ не успевает обменяться теплом с цилиндром и поршнем, следовательно, процесс, происходящий в поршне, можно считать адиабатным.
2. Запишем первый закон термодинамики для адиабатного процесса:
 $A = \Delta U$ (1)



<p>Здесь $A= \Delta E_k$ – изменение кинетической энергии поршня, движущегося вместе с пулей.</p> $A= \Delta E_k = 0 - \frac{(M+m)u^2}{2} \quad (2)$ <p>u-скорость поршня после попадания в него пули. Скорость поршня после попадания в него пули определим из закона сохранения импульса:</p> $m\vartheta = (M + m)u \quad (3)$ $u = \frac{m\vartheta}{M+m} \quad (4)$ <p>Изменение внутренней энергии</p> $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \quad (5)$ <p>Подставляя (4) в (2), а (2) и (5) в (1), выразим ν:</p> $\nu = \frac{m^2 \vartheta^2}{3RT(M+m)} = 0.1 \text{ моль}$ <p>Ответ: 0,1 моль</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>первый закон термодинамики для адиабатного процесса, закон сохранения импульса, теорема о кинетической энергии</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>	3

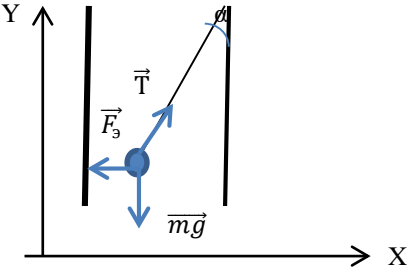
<p>представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие 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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <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>	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 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
<p><i>Максимальный балл</i></p>	
	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



- 31 Маленький шарик с зарядом $q = 4 \times 10^{-7}$ Кл и массой 3 г, подвешенный на невесомой нити с коэффициентом упругости 100 Н/м, находится между вертикальными пластинами плоского воздушного конденсатора. Расстояние между обкладками конденсатора 5 см. Какова разность потенциалов между обкладками конденсатора, если удлинение нити 0,5 мм

Возможное решение



Шарик находится в равновесии под действием сил:
 \vec{F}_3 -силы электрического взаимодействия,
 $\vec{m}\vec{g}$, \vec{T} -силы упругости нити.

По первому закону Ньютона: $\vec{T} + \vec{m}\vec{g} + \vec{F}_3 = 0$
 В проекциях на оси:

$$\text{OX: } T \sin \alpha - F_3 = 0 \quad (1)$$

$$\text{OY: } T \cos \alpha - mg = 0 \quad (2)$$

Напряженность поля $E = \frac{F_3}{q} \quad (3).$

Разность потенциалов:
 $U = Ed \quad (4)$

Сила упругости
 $T = k\Delta l \quad (5)$

Подставляя (5) в (2), определим $\cos \alpha$:
 $\cos \alpha = \frac{mg}{k\Delta l}$ и $\sin \alpha = \sqrt{1 - (\cos \alpha)^2}$

Из (1) выразим
 $F_3 = k\Delta l \sin \alpha$

и разность потенциалов
 $U = \frac{\sqrt{(k\Delta l)^2 - (mg)^2}}{q} d = 5000 \text{ В}$

Ответ: 5000 В.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
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: Сила упругости, разность потенциалов, напряженность поля, первый закон Ньютона 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 <u>одному</u> из следующих случаев.	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



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

32

В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, скрытая под водой. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30°. Определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды $n = 4/3$.

Возможное решение

Решение:

длина тени от сваи высотой h определим из выражения:

$$l = h \tan \gamma, \quad (1) \quad \text{где } \gamma - \text{угол преломления, причем}$$

по закону Снеллиуса $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$. отсюда

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n}$$

<p>тогда $\tan \gamma = \frac{\sin \gamma}{\cos \gamma} = \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - (\sin \alpha)^2}}$ подставляя в (1), получим:</p> $l = h \frac{\sin \alpha}{\sqrt{n^2 - (\sin \alpha)^2}} \approx 0.8 \text{ м}$ <p>ответ: 0.8 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: закон Снеллиуса);</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 style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <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>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200106



Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <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 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
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 Минпросвещения 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.

