

**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
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 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	санци	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 _А = 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
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = 9,46 · 10 ¹⁵ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года



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

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

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

Удельная теплоёмкость	
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	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
чугуна	$800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

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

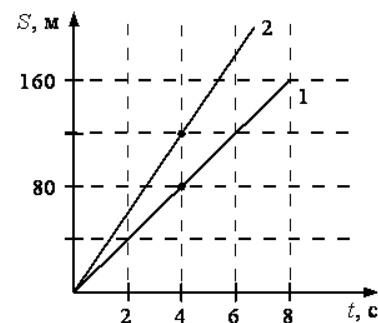
Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

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

Часть 1

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

1 На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Во сколько раз скорость первого тела меньше скорости второго?



Ответ: в _____ раз (а).

2 Груз массой 4 кг подвешен к укрепленному в лифте динамометру. Лифт начинает спускаться с верхнего этажа с постоянным ускорением. Показания динамометра при этом равны 36 Н. Определите величину проекции ускорения лифта, ось OY направлена вверх.

Ответ: _____ м/с².

3 Импульс частицы до столкновения равен $\vec{p}_1 = 5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$, а после столкновения \vec{p}_2 , причем $p_2 = 2p_1$, $\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$. Определите изменение импульса частицы при столкновении, ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____ кг·м/с.

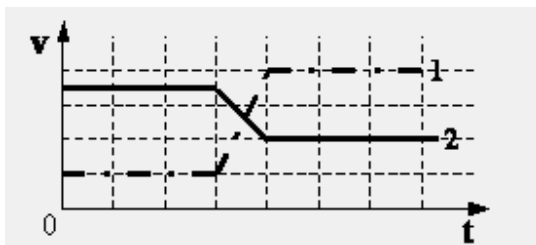
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210111



4 Какую мощность развивает сила тяги трактора, перемещая прицеп со скоростью 18 км/ч, если она составляет 16,5 кН?

Ответ: _____ Вт.

5 На рисунке изображены графики изменения скорости двух взаимодействующих тележек разной массы (одна тележка догоняет и толкает другую). Какую информацию о тележках содержат эти графики?



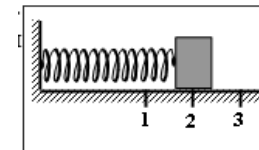
Из приведенного ниже списка выберите два правильных утверждения, соответствующих данным графикам.

- 1) тележка 1 едет сзади и имеет большую массу.
- 2) тележка 1 едет сзади и имеет меньшую массу.
- 3) тележка 2 едет сзади и имеет большую массу.
- 4) тележка 2 едет впереди и имеет меньшую массу.
- 5) массы тележек отличаются в 2 раза.

Ответ:

--	--

6 Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются потенциальная энергия и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

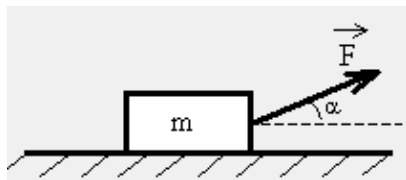
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Жёсткость пружины



7

Брусок массой m движется равноускоренно по горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} , как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен μ . Определите формулы, по которым можно рассчитать работу силы \vec{F} по перемещению бруска на расстояние L и силу трения, действующую на брусок при движении.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым можно рассчитать эти величины.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) работа силы \vec{F}

1) $mg \cdot \cos \alpha$

Б) сила трения $\vec{F}_{тр}$

2) $F \cdot \cos \alpha$

3) $\mu(mg - F \sin \alpha)$

4) $\mu(mg + F \sin \alpha)$

5) $F \cdot L \cdot \cos \alpha$

Ответ:

А	Б

8

Первоначальное давление газа в сосуде равнялось p_0 . Увеличив объём сосуда, концентрацию молекул газа уменьшили в 3 раза, и одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа. Во сколько раз изменилось давление p газа в сосуде?

Ответ: в _____ раз (а).

9

Газу изохорно передали количество теплоты 300 Дж. Какую работу при этом совершили внешние силы?

Ответ: _____ Дж.

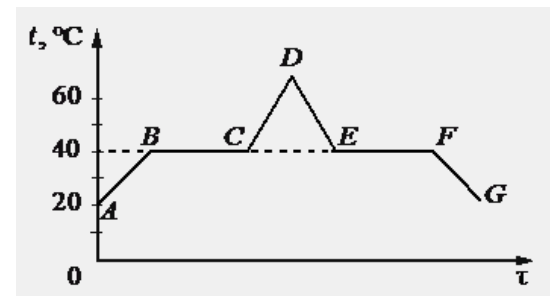
10

На сколько градусов увеличится температура 1 кг воды, если ей передано 84 кДж энергии?

Ответ: _____ °С.

11

В начальный момент в сосуде под лёгким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке схематично представлен график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.



Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые верно отражают результаты опыта, и укажите их номера:

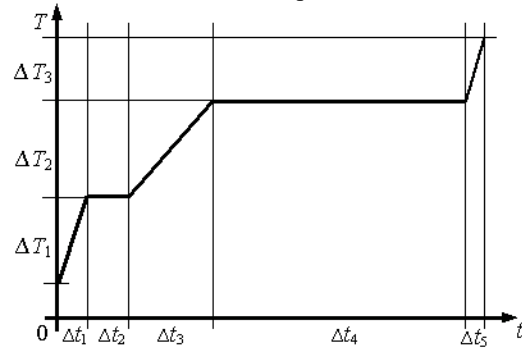
- 1) Температура конденсации эфира равна 40 °С.
- 2) В точке F в сосуде равные массы эфира находились в жидком и газообразном состояниях.
- 3) На участке EF внутренняя энергия эфира не менялась.
- 4) В точке C эфир закипел.
- 5) Время, за которое весь эфир выкипел, приблизительно равно времени, за которое он сконденсировался.

Ответ:

--	--



12 На рисунке представлен график зависимости температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплопередачи с постоянной мощностью P . В момент времени $t = 0$ вода находилась в твёрдом состоянии.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- А) удельная теплота парообразования
- Б) удельная теплоёмкость жидкости

ФОРМУЛЫ

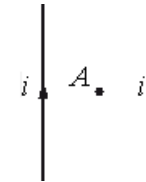
- 1) $\frac{P\Delta t_1}{m\Delta T_2}$
- 2) $\frac{P\Delta t_2}{m}$
- 3) $\frac{P\Delta t_3}{m\Delta T_2}$
- 4) $\frac{P\Delta t_4}{m}$

Ответ:

А	Б

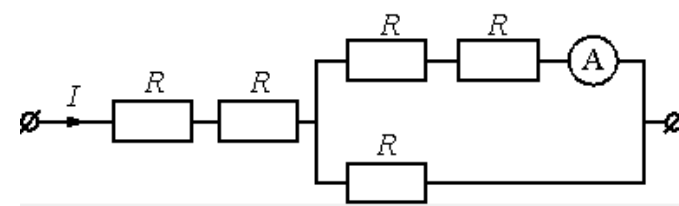
13 По двум тонким прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи i (см. рисунок). Как направлен вектор индукции создаваемого ими магнитного поля в точке А, находящейся посередине между проводниками?

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.

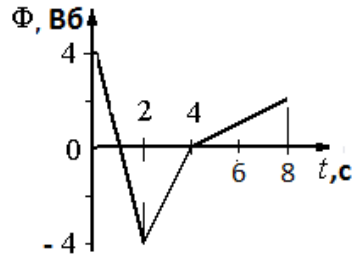


Ответ: _____ А.



15

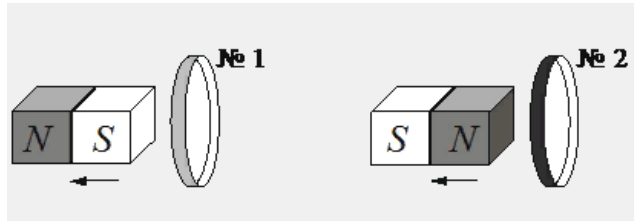
На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Определите минимальную (по модулю) ЭДС индукции, возникающую в контуре.



Ответ: _____ В.

16

От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 – северный полюс (см. рисунок).



Из приведенного ниже списка выберите **два** верных утверждения, соответствующих условию задачи.

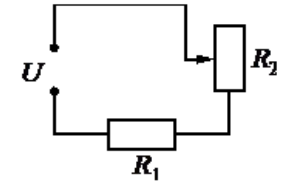
- 1) В кольце № 1 индукционный ток не возникает.
- 2) Кольцо № 1 притягивается к магниту
- 3) В кольце № 2 возникает индукционный ток.
- 4) Кольцо № 2 отталкивается от магнита.
- 5) В опыте с кольцом № 1 наблюдается явление электромагнитной индукции.

Ответ:

--	--

17

Резистор R_1 и реостат R_2 подключены последовательно к источнику напряжения U (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и мощность, выделяющаяся на резисторе R_1 , если ползунок реостата переместить до конца вверх? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом прежним.



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.

Сила тока в цепи	Мощность, выделяющаяся на резисторе R_1

18

В первой экспериментальной установке положительно заряженная частица влетает в однородное магнитное поле так, что вектор скорости \vec{v}_0 перпендикулярен напряжённости электрического поля (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор скорости \vec{v}_0 такой же частицы параллелен вектору индукции магнитного поля (рис. 2).

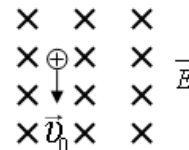


Рис. 1

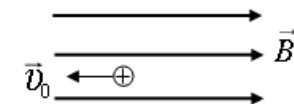


Рис. 2

По каким траекториям движутся частицы?



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

УСТАНОВКА

ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ

- | | |
|------------------------|-----------------|
| А) в первой установке | 1) Прямая линия |
| | 2) Окружность |
| Б) во второй установке | 3) Спираль |
| | 4) Парабола |

Ответ:

А	Б

19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 литий 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 бериллий 9 ₁₀₀	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	21	Sc скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространённого из приведённых в таблице стабильных изотопов магния.

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Период полураспада T изотопа европия ${}^{156}_{63}\text{Eu}$ равен 15 дням. Какая масса этого изотопа осталась через 60 дней в образце, содержащем первоначально 80 мг ${}^{156}_{63}\text{Eu}$?

Ответ: _____.

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался красный светофильтр, а во второй – жёлтый. В каждом опыте измеряли напряжение запириания. Как изменяются напряжение запириания и кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

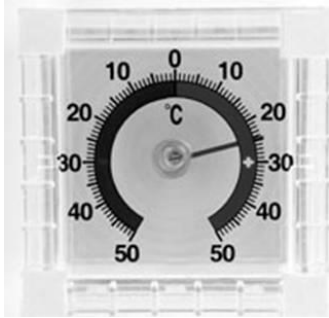
- увеличится
- уменьшится
- не изменится

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

Напряжение запириания	Кинетическая энергия фотоэлектронов



- 22 С помощью термометра проводились измерения температуры воздуха в комнате. Погрешность измерений температуры равна половине цены деления шкалы термометра. Чему равна температура в комнате?

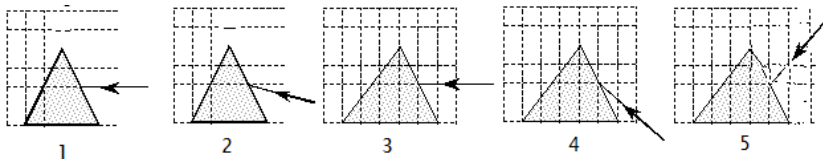


Запишите ответ с учетом погрешности.

Ответ: (_____ ± _____) °C.

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

- 23 Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Было выдвинуто предположение о том, что ширина пучка на экране за призмой зависит от угла при вершине призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта (см. рисунок) нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

- 24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Первая космическая скорость для спутника Оберона составляет примерно 512 м/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Луне примерно 1,6 м/с².
- 3) Объем Титана почти в 2 раза больше объема Тритона.
- 4) Орбита Каллисто располагается дальше от поверхности Юпитера, чем орбита Ио.
- 5) Чем дальше от Солнца располагается спутник планеты, тем меньше его диаметр.

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 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.



25 Медный проводник расположен между полюсами постоянного магнита перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Определите площадь поперечного сечения проводника, если сила Ампера, действующая на него, равна 5 Н, модуль вектора магнитной индукции магнитного поля 10 мТл, а напряжение, приложенное к концам проводника, 8,5 В. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ мм².

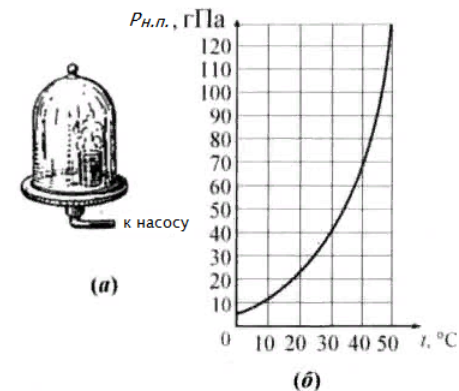
26 В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите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

Ответ: _____ мкКл.

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.

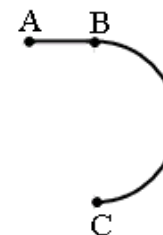
27 В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. а), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало. Используя график зависимости давления насыщенного пара от температуры (рис. б), укажите, при какой температуре закипит вода, если под колоколом создать давление 40 гПа. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



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.

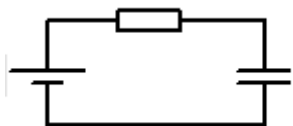
28 При постоянном давлении гелий нагрели, в результате чего он совершил работу 5 кДж? Масса гелия 0,04 кг. Насколько увеличилась температура газа?

29 Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускорено до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС – полуокружность.



30 Относительная влажность воздуха при $t = 36\text{ }^\circ\text{C}$ составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре $p_n = 5945\text{ Па}$. Какая масса пара содержится в 1 м^3 этого воздуха?

31 Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 10 мкДж и заряд конденсатора изменился на 1 мкКл?



32 В горизонтальное дно водоёма глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. Высота сваи 2 м. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , определите длину тени сваи на дне водоёма. Коэффициент преломления воды $n = 4/3$.

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



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.

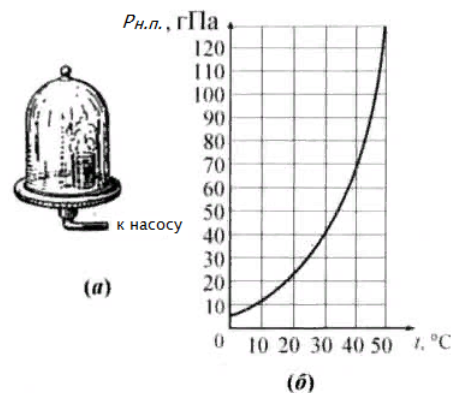
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1,5	14	1
2	-1	15	1
3	11,2	16	13 31
4	82500	17	22
5	35 53	18	41
6	13	19	12 13
7	53	20	5
8	1,5	21	11
9	0	22	25,00,5
10	20	23	13 31
11	15 51	24	124
12	43	25	1
13	от наблюдателя	26	1

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 27 и от 0 до 3 баллов за задания 28 и 29–32.

27

В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. а), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало. Используя график зависимости давления насыщенного пара от температуры (рис. б), укажите, при какой температуре закипит вода, если под колоколом создать давление 40 гПа. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Возможное решение:
 Кипением называется парообразование, которое происходит не только с поверхности жидкости, но и внутри жидкости (т.е. с поверхности пузырьков насыщенного пара, образующихся в жидкости), что приводит к увеличению количества испарившейся жидкости. Всплывающие пузырьки вызывают интенсивное перемешивание жидкости.
 Образование пузырьков пара в жидкости возможно когда давление насыщенного пара равно давлению столба жидкости: $p_{нт} = p_{атм} + \rho gh$.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210111

<p>В сосуде $\rho gh \ll p_{атм}$, тогда $p_{ит} = p_{атм}$. Следовательно, если давление под колоколом будет равно 40 гПа, то в соответствии с графиком температура кипения воды будет равна 30°C.</p> <p>Ответ: 30°C.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>условие кипения жидкости, температура кипения</i>).</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</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 одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p>	1

<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> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	
	3

28 При постоянном давлении гелий нагрели, в результате чего он совершил работу 5 кДж? Масса гелия 0,04 кг. Насколько увеличилась температура газа?

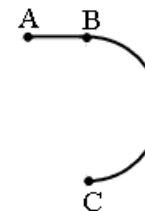
Возможное решение:	
<p>Работа газа $A = p\Delta V$. Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона $p\Delta V = \nu R\Delta T$ для изобарного процесса, получим $A = \nu R\Delta T = \frac{m}{M} R\Delta T$.</p> $\Delta T = \frac{AM}{mR} = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-2} \cdot 8,31} \approx 60,17 K \approx 60 K.$ <p>Ответ: $\Delta T \approx 60 K$.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: Г) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для</p>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210111



<p>решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон формулы для определения количества теплоты необходимого для плавления твердого тела, взятого при температуре плавления, количества теплоты для нагревания жидкости);</p> <p>II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному 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> <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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p> <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0 2

29 Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускорено до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС – полуокружность.



Возможное решение:	
<p>Ускорение на прямолинейном участке определяется по формуле:</p> $a_1 = \frac{v - v_0}{t_1} = \frac{v}{t_1}, \quad v_0 - \text{начальная скорость равна нулю, } t_1 - \text{движения по прямолинейному участку. Ускорение движения по полуокружности (центростремительное ускорение) можно определить по формуле:}$ $a_2 = \frac{v^2}{R}, \quad \text{где } R - \text{радиус полуокружности. Учтем, что } v = \frac{\pi R}{t_2}, \text{ выразим}$ $R = \frac{vt_2}{\pi}; \text{ получим } a_2 = \frac{v^2 \pi}{vt_2} = \frac{\pi v}{t_2}. \text{ Так как движение равноускоренное,}$ <p>то ускорения на обоих участка равны друг другу: $\frac{v}{t_1} = \frac{\pi v}{t_2}.$</p> <p>Следовательно, $\frac{t_2}{t_1} = \pi.$</p> <p>Ответ: $\frac{t_2}{t_1} = \pi.$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p>	3



<p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для определения ускорения при прямолинейном движении, центростремительного ускорения, линейной скорости при движении по окружности</i>).</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу, указано направление силы трения, действующей на доску;</p> <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>	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>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

30

Относительная влажность воздуха при $t = 36\text{ }^\circ\text{C}$ составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре $p_n = 5945\text{ Па}$. Какая масса пара содержится в 1 м^3 этого воздуха?

Возможное решение:

Пар в воздухе подчиняется уравнению Менделеева-Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M} RT, \text{ где } m - \text{масса пара, } p - \text{парциальное давление. } T = t + 273 - \text{абсолютная температура, } M = 0,018\text{ кг/моль} - \text{молярная масса пара. Учтем, что относительная влажность } \varphi = \frac{p}{p_{нас}}, \text{ тогда}$$

$$p = \varphi p_{нас}. \text{ Найдем массу пара из уравнения Менделеева-Клапейрона:}$$

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{\varphi p_{нас} VM}{RT};$$

$$m = \frac{0,8 \cdot 5945 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 309} \approx 0,0333\text{ кг} \approx 33\text{ г.}$$

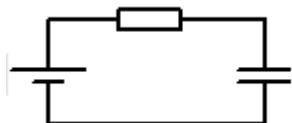

Ответ: $m \approx 33$ г.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>уравнение Менделеева-Клапейрона, формула для определения влажности воздуха</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
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	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>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

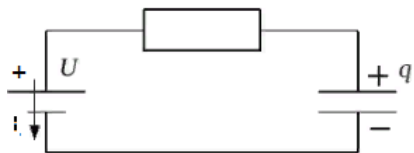


31

Источник постоянного напряжения с ЭДС 100 В подключён через резистор к конденсатору переменной ёмкости, расстояние между пластинами которого можно изменять (см. рисунок). Пластины медленно раздвинули. Какая работа была совершена против сил притяжения пластин, если за время движения пластин на резисторе выделилось количество теплоты 10 мкДж и заряд конденсатора изменился на 1 мкКл?



Возможное решение:



Ёмкость конденсатора обратно пропорциональна расстоянию между пластинами $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$, следовательно, при увеличении расстояния между пластинами ёмкость конденсатора увеличилась. Так как конденсатор подключен к источнику тока, напряжение на пластинах конденсатора остается неизменным, значит, уменьшился заряд, находящийся на пластинах: $C = \frac{q}{U}$. Заряд может уменьшиться, если пройдет от положительной обкладки конденсатора через резистор и источник тока. Энергия при этом изменилась $\Delta W = W_2 - W_1 < 0$, где W_1, W_2 – начальная и конечная энергии конденсатора, соответственно. $\Delta W = \frac{q_2 U}{2} - \frac{q_1 U}{2} = -\frac{\Delta q U}{2}$, где $-\Delta q$ – изменение заряда пластин конденсатора. Источник тока совершил отрицательную работу: $A_{ист} = -\Delta q U$. Согласно закону сохранения энергии вся работа идет на изменение энергии конденсатора и выделение тепла: $A + A_{ист} = \Delta W + Q$, откуда получим: $A = \Delta W - A_{ист} + Q$,

$A = -\frac{\Delta q U}{2} + \Delta q U + Q = \frac{\Delta q U}{2} + Q$. Подставив численные значения, получим: $A = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{2} + 10 \cdot 10^{-6} = 60 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 60 \text{ мкДж}$.
Ответ: $A = 60 \text{ мкДж}$.

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: формулы для определения ёмкости конденсатора, энергии конденсатора, работы источника тока, закон сохранения энергии);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p>	2

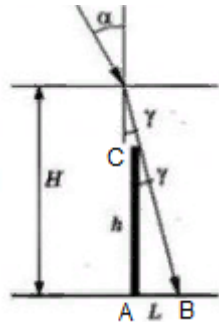


<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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
<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 горизонтальное дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. Высота сваи 2 м. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , определите длину тени сваи на дне водоема. Коэффициент преломления воды $n = 4/3$.

Возможное решение:



Длине тени L можно определить из прямоугольного треугольника ABC : $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$, где h – высота сваи, γ – угол между свайей и преломленным лучом света. Согласно закону преломления света $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$, где n – относительный показатель преломления воды относительно воздуха.

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sin 30^\circ}{n} = \frac{1}{2n}.$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\cos \gamma} = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{2n} \cdot \frac{\sqrt{4n^2}}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}. \quad \text{Следовательно,}$$

$$L = h \cdot \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} \approx 0,8 \text{ м.}$$

Ответ: $L \approx 0,8 \text{ м.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для</p>	3



<p>решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон преломления света, формулы для определения тангенса угла</i>); 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>); 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</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 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>	1

<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

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора 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.

