

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

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

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

КИМ Ответ: 7,5 см. **3 7 , 5** Бланк

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

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 приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: (14 ± 0,2) н. **22 1 , 4 0 , 2** Бланк

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
(элементарный электрический заряд)	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж·с
постоянная Планка	

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



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

Плотность	
подсолнечного масла	900 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 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)
чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·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	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

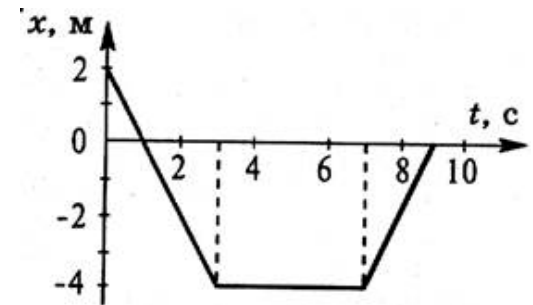
Нормальные условия: давление -10^5 Па , температура -0° C

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

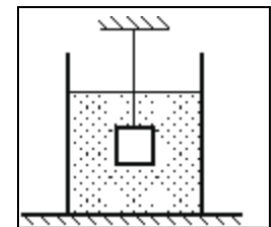
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными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

1 Координата тела x меняется с течением времени t согласно рисунку, где все величины выражены в СИ. Определите во сколько раз путь пройденный телом к моменту времени 10с больше его перемещения.



Ответ: _____.

2 Груз массой $m = 2,0 \text{ кг}$ и объёмом $V = 10^{-3} \text{ м}^3$, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 12 \text{ Н}$. Найдите плотность жидкости.



Ответ: _____ кг/м³

3 Тело массой 1 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх, упало обратно. В верхней точке траектории оно имело потенциальную энергию 200 Дж. С какой скоростью тело было брошено вверх? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м/с



4 Навстречу друг другу летят шарики, массами 1 кг и 2 кг. Модули их скоростей равны соответственно $5 \cdot 10^{-2}$ м/с и $4 \cdot 10^{-2}$ м/с. Каков импульс второго шарика после их неупругого соударения?

Ответ: _____ кгм/с.

5 В таблице представлены данные о положении шарика массой 300 г, прикреплённого к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси OX, в различные моменты времени.

<i>t</i> , с	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
<i>x</i> , см	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 5 с минимальна.
- 2) Кинетическая энергия пружины в момент времени 5 с максимальна.
- 3) Жесткость пружины равна 20 Н/м
- 4) Амплитуда колебаний шарика равна 15 мм.
- 5) Период колебаний шарика равен 10 с.

Ответ:

--	--

6 Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую с меньшим радиусом орбиты. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

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.

Скорость движения по орбите	Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

Ответ:

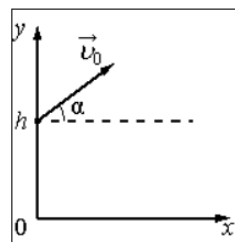
А	Б	В



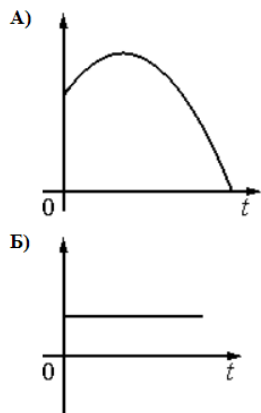
7

Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. 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. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось x
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

8

Давление идеального одноатомного газа в закрытом сосуде было равно 20 кПа, а концентрация $5 \cdot 10^4 \text{ м}^{-3}$ при неизменной температуре концентрацию молекул газа увеличили в 3 раза. Определите среднюю кинетическую энергию движения молекул газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ Дж.

9

Один моль одноатомного газа совершил работу 30 Дж. И получил количество теплоты 16 Дж, на сколько изменилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

10

Сколько литров воды при 80 °С нужно добавить к 4 л воды при 20 °С, чтобы получить воду температурой 65 °С? Теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Ответ: _____ л.

11

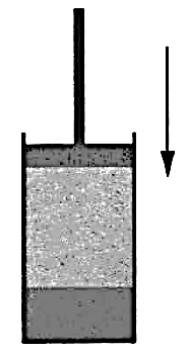
На рисунке приведён циклический процесс проводимый с одноатомным газом постоянной массы.

Из приведённого списка выберите два верных утверждения характеризующие процессы на графике и укажите их номера

- 1) Цикл состоит из двух изотерм и двух изобар
- 2) На участке 1-2 давление увеличивается
- 3) На участке 3-4 внутренняя энергия уменьшается
- 4) Цикл состоит из двух изобар и двух изохор
- 5) На участке 2-3 плотность газа увеличивается

Ответ:

--	--



СВОЧНЫЙ КИМ №190513



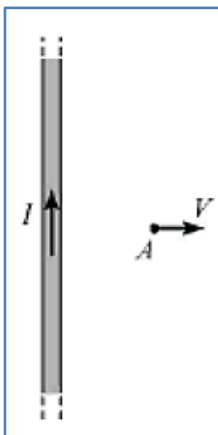
12 В цилиндре под поршнем находится жидкость и её насыщенный пар. Как будут изменяться давление пара, масса жидкости и относительная влажность при медленном перемещении поршня вниз при постоянной температуре пока поршень не коснется жидкости. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ
А) давление пара	1) увеличится
Б) масса жидкости	2) уменьшится
В) относительная влажность	3) не изменится

Ответ:

А	Б	В

13 Отрицательно заряженная пылинка влетела со скоростью V в пространство около прямого проводника, по которому течёт ток силой I . В некоторый момент пылинка находится в точке А. Как в этот момент направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на пылинку? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

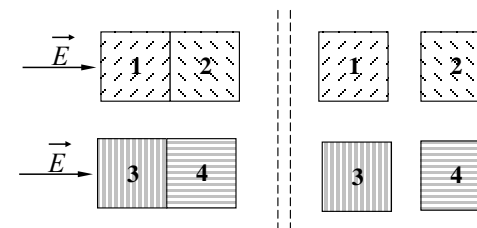
14 Напряженность электрического поля измеряют с помощью пробного заряда $q=2$ мКл, выясняется что напряженность равна 2000 В/м. Если величину пробного заряда уменьшить в 2 раза, то каким станет равен модуль напряженности измеряемого поля.

Ответ: _____ В/м

15 Чему равна индуктивность катушки, если при силе тока $I = 2$ А энергия её магнитного поля равна $0,04$ Дж?

Ответ: _____ мГн.

16 Два незаряженных стальных кубика 1 и 2 сблизил в плотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в левой части рисунка. То же самое проделали с двумя незаряженными эбонитовыми кубиками 3 и 4. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (правая часть рисунка). Выберите два верных утверждения, описывающих данный процесс.



- 1) В электрическом поле кубики 1 и 2 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 2) В электрическом поле кубики 3 и 4 приобретают суммарный отрицательный заряд.
- 3) После разделения кубик 1 приобретает отрицательный заряд.
- 4) При помещении эбонитовых кубиков в электрическое поле наблюдается явление поляризации.
- 5) После разделения кубик 4 приобретает положительный заряд.

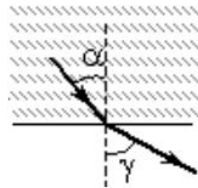
Ответ:

--	--



17

Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Частота
- Б) Скорость
- В) Длина волны

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

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

Ответ:

А	Б	В

18

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой

$$q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$$

(все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока $i(t)$ в колебательном контуре
- Б) энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

ФОРМУЛЫ

- 1) $20 \cdot \sin(5000t)$
- 2) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
- 3) $\cos(5000t + \pi/2)$
- 4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

19

Свинцовую капсулу поместили 10 моль атомов радиоактивного актиния ${}_{89}^{227}\text{Ac}$. Какое количество этого изотопа актиния останется в капсуле через 20 дней? Период полураспада этого изотопа актиния составляет 10 дней.

Ответ: _____ моль

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

20

Импульсы фотонов двух пучков света связаны равенством $p_1 = 2p_2$. Длина волны излучения первого пучка 400 нм. Чему равна длина волны излучения второго пучка?

Ответ: _____ нм

21

Монохроматический свет с энергией фотонов E_ϕ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменится Энергия фотонов падающего света, модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$ и длина волны $\lambda_{\text{кр}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если длина волны падающих фотонов E_ϕ увеличится?

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.

Энергия фотонов падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$	«Красная граница» фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$

Ответ:

А	Б	В



22 При измерении периода колебаний маятника было измерено время за которое совершается 30 полных колебаний, оно оказалось равным 18,0с. Погрешность измерения времени составляет 0,3с. Запишите в ответ полученный результат измеренного периода колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (____±____) с.

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

23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно проверить закон Гей-Люссака для изобарного процесса. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных значениях температуры и давления (см. таблицу).

Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Давление, кПа	Температура в сосуде, °C	Масса газа, г.
1	150	20	10
2	200	20	10
3	150	50	10
4	200	50	15
5	150	20	15

Ответ:

24 Выбери два утверждения, которые соответствуют характеристикам тел солнечной системы, и укажи их номера.

- 1) Самая яркая звезда на небе - Венера.
- 2) Меркурий – ближайшая к Земле планета Солнечной системы.
- 3) Уран принадлежит к планетам земной группы.
- 4) Фобос является спутником Марса.
- 5) Юпитер – самая большая планета солнечной системы.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Электровоз, работающий при напряжении 3 кВ, развивает при скорости 12 м/с силу тяги 340 кН. КПД двигателя электровоза равен 85%. Чему равна сила тока в обмотке электродвигателя?

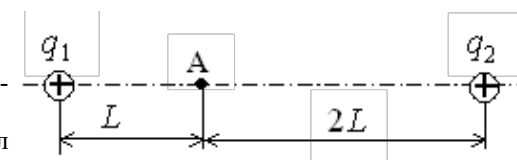
Ответ: _____ А

26 На электроплите мощностью 120 Вт нагревают воду. Через какое время закипит вода массой 1 кг, налитая в алюминиевую кастрюлю массой 300 г, если начальная температура составляла 20 °C? Потерями энергии на нагревание окружающего воздуха пренебречь.

Ответ: _____ с.

27

Два точечных положительных заряда $q_1 = 200 \text{ нКл}$ и $q_2 = 400 \text{ нКл}$ находятся в вакууме. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого и $2L$ от второго заряда. $L = 1,5 \text{ м}$.



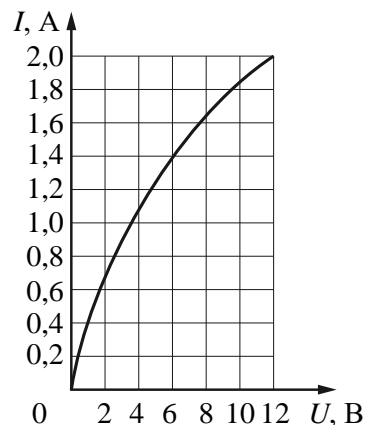
Ответ: _____ В/м

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

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ №190513

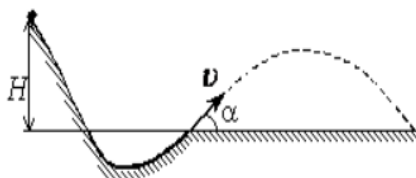


- 28 Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

- 29 При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземлился на горизонтальный стол на той же высоте, что и край трамплина. На каком расстоянии от края трамплина приземлится гонщик?



- 30 Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона – 900 К, объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь.

- 31 Небольшой груз, подвешенный на нити длиной 2,5 м, совершает гармонические колебания, при которых его максимальная скорость достигает 0,2 м/с. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 0,2 м изображение колеблющегося груза проецируется на экран, расположенный на расстоянии 0,5 м от линзы. Главная оптическая ось линзы перпендикулярна плоскости колебаний маятника и плоскости экрана. Определите максимальное смещение изображения груза на экране от положения равновесия.

- 32 Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на 10°C , если источник за 1 с излучает 1020 фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

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_39008096

(также доступны другие варианты для скачивания)

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

ФИО:	Макашутина Людмила Викторовна МБОУ СОШ№2 ЗАТО Озерный
Предмет:	Физика
Стаж:	9 лет
Регалии:	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ
Аккаунт ВК:	https://vk.com/id135579343



Список источников:

- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- образовательный интернет-ресурс <https://neznaika.pro/ege/physics/>
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>
- Подготовка к ЕГЭ в 2018 году. Диагностические работы. Е.А. Вишнякова, М. В. Семенов
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ. С.Б. Бобошина, 2017
- Физика. ЕГЭ-2018. Тематический тренинг. Все задания: учебно-методическое пособие под ред. Л.М. Моностырского, 2017
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. В.Д. Кочетов, 2018
- варианты досрочного ЕГЭ по физике 2015-2017 гг. (фипи)
- ЕГЭ. Физика. Сборник заданий для подготовки к ЕГЭ. Г.А. Никулова, А.Н. Москалев
- Унифицированные учебные материалы для подготовки экспертов предметных комиссий ЕГЭ 2016 года

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово. Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	-5	15	20
2	800	16	34
3	20	17	311
4	0,02	18	32
5	25/52	19	2,5
6	112	20	800
7	42	21	223
8	0,2	22	0,600,01
9	-14	23	13
10	12	24	45
11	15/51	25	1600
12	313	26	2980
13	Вниз	27	200
14	2000		

$$28 T_2 \approx 2214 \text{ К}$$

$$29 L = 2H$$

$$30 \frac{V_1'}{V} = \frac{3}{2}$$

$$31 U = \frac{d}{q} \sqrt{(k\Delta x)^2 - (mg)^2} = 5000 \text{ В.}$$

$$32 t = \frac{cm\Delta T\lambda}{hcn} = 700 \text{ с}$$

Критерии оценивания выполнения заданий

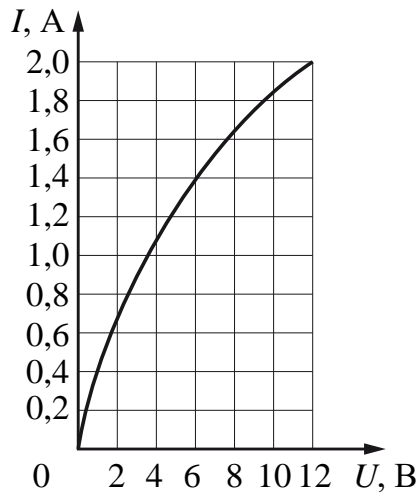


с развёрнутым ответом

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

28

Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально её температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?



Возможное решение

1. При напряжении источника $U_1 = 12$ В сила тока через лампу определяется из графика: $I_1 = 2$ А.

2. Сопротивление нити накала при этом определяется законом

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 6 \text{ Ом.}$$

3. При уменьшении напряжения на лампе в 2 раза $U_2 = 6$ В, сила тока через неё станет $I_2 = 1,4$ А (см. вольт-амперную характеристику).

4. Сопротивление нити накала при этом напряжении

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} \approx 4,3 \text{ Ом.}$$

5. Так как сопротивление нити пропорционально температуре

$$R = \beta T, \quad \text{то} \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{R_2}{R_1}, \quad \text{и}$$

$$T_2 = T_1 \frac{R_2}{R_1} = T_1 \frac{U_2 I_1}{I_2 U_1} = 3100 \cdot \frac{6 \cdot 2}{1,4 \cdot 12} \approx 2214 \text{ К.}$$

Ответ: $T_2 \approx 2214$ К

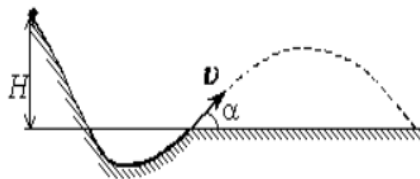
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1, п. 3) и ответ (п. 2), а также исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>ход лучей для построения действительного изображения; пересечение их в одной точке</i>).	3
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 style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	2



В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

29

При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземлился на горизонтальный стол на той же высоте, что и край трамплина. На каком расстоянии от края трамплина приземлится гонщик?



Возможное решение

<p>Применим закон сохранения энергии и найдём скорость велосипедиста при отрыве от трамплина.</p> $mgh = \frac{mv^2}{2} \rightarrow v = \sqrt{2gh}$ <p>Рассмотрим проекции скорости на горизонтальную и вертикальную оси:</p> $v_x = v \cos \alpha; v_y = v \sin \alpha - gt;$ <p>В тот момент, когда велосипедист достигнет наивысшей точки полёта вертикальная проекция его скорости станет равной нулю, при этом в горизонтальном направлении он пролетит половину пути. Найдём время, за которое велосипедист достигнет наивысшей точки.</p> $v \sin \alpha - gt = 0 \rightarrow t = \frac{v \sin \alpha}{g}$ <p>Ясно, что вторую половину пути в горизонтальном направлении он преодолит за то же время. То есть время его та $t_{\text{полета}} = \frac{2v \sin \alpha}{g}$ Найдём путь, который велосипедист пролетел в горизонтальном направлении.</p> $L = v \cos \alpha t_{\text{полета}} = \frac{2v^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{2gh \sin 90^\circ}{g} = 2H$ <p>Ответ: $2H$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перемещение при равноускоренном движении</i>);</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 изме-</p>	3



рения искомой величины	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <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 для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	3

30

Теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна 300 К, а аргона – 900 К, объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь..

Возможное решение	
<p>Дано $T_1 = 300\text{К}; T_2 = 900\text{К}; V_1 = V_2 = V$</p> <p>Найти $\frac{V_1'}{V}$</p>	
Решение	
<p>Гелий и Аргон можно описывать моделью идеального одноатомного газа для которого применимо уравнение Клапейрона-Менделеева.</p> $pV = \nu RT$ <p>Поршень в цилиндре находится в состоянии механического равновесия так, что давление газа в любой момент одинаково. В начальный момент объёмы газов одинаковы и равны V и уравнение Клапейрона-Менделеева приводит к связи между начальными температурами гелия и аргона и числом молей этих газов.</p> $\nu_1 T_1 = \nu_2 T_2$ <p>После установления теплового равновесия температура газов стали равны T, а объёмы гелия и аргона изменились и стали равными V_1 и V_2 соответственно. Уравнение Клапейрона-Менделеева приводит к соотношению</p> $\frac{V_1'}{V_2'} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$ <p>поскольку суммарный объём цилиндра остается неизменным получаем что $V_1' + V_2' = 2V$ то $V_2' = 2V - V_1'$</p> <p>ПОЛУЧИМ ЧТО $\frac{V_1'}{2V - V_1'} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{T_2}{T_1} = 3$</p> <p>Тогда $\frac{V_1'}{V} = \frac{3}{2}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие эле-	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ №190513



<p>менты:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>изохорный, изобарный процессы</i>).</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>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <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 для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их</p>	1

<p>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

31 Маленький шарик с зарядом $q = 4 \cdot 10^{-7}$ 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

Рассмотрим силы действующие на шарик вертикально вниз mg - сила тяжести, горизонтально влево сила со стороны поля в конденсаторе $F_{эл}$ электрическая, эта сила могла бы быть направлена в горизонтально вправо, но тогда шарик притянулся бы к правой обкладке и сила натяжения нити F_H вдоль самой нити. Так как шарик покоится, то по второму закону Ньютона

$$\vec{m}\vec{g} + \vec{F}_H + \vec{F}_{эл} = 0$$

проецируем это уравнение на оси координат:

$$\begin{cases} F_H \sin \alpha - F_{эл} = 0 \\ F_H \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

$$F_{эл} = qE$$

где $E = \frac{U}{d}$ - напряженность электрического поля в конденсаторе.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ №190513



Так как поле в конденсаторе однородно, то сила натяжения нити $F_H = k\Delta x$, а α — это угол между нитью и вертикалью.
 Для решения системы пишем уравнения следующим образом

$$\begin{cases} F_H \sin \alpha = F_{эл} \\ F_H \cos \alpha = mg \\ F_{эл} = qE \\ F_H = k\Delta x \end{cases}$$

возведем уравнения в квадрат

$$\begin{cases} F_H^2 \sin^2 \alpha = F_{эл}^2 \\ F_H^2 \cos^2 \alpha = m^2 g^2 \\ F_{эл} = qE \\ F_H = k\Delta x \end{cases}$$

И сложим $F_H^2 = F_{эл}^2 + m^2 g^2$ так как $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$
 Подставим выражения для сил натяжения и электрической

$$(q \frac{U}{d})^2 = (k\Delta x)^2 - (mg)^2 \rightarrow U = \frac{d}{q} \sqrt{(k\Delta x)^2 - (mg)^2} = 5000 \text{ В.}$$

Ответ 5000 В

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае закон Ома для полной цепи, для участка цепи; параллельное и последовательное соединение). 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, фи-	2

зические 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).
 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)

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

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ №190513



32 Электромагнитное излучение с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м используется для нагревания воды массой 1 кг. Сколько времени потребуется для нагревания воды на 10°C , если источник за 1 с излучает 1020 фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой

<p>Возможное решение: Энергия для нагревания воды $Q = Cm\Delta T$, где C – удельная теплоёмкость воды. Энергия одного фотона: $E = h\frac{c}{\lambda}$, где c – скорость света. По закону сохранения энергии: энергия электромагнитного излучения переходит в энергию нагревания воды. Всего за время t воде было сообщена энергия в количестве: $Ent = \frac{hcnt}{\lambda} = Q = Cm\Delta T$, где n – количество фотонов за секунду. Отсюда $t = \frac{Cm\Delta T\lambda}{hcn} = 700\text{с}$. Ответ: 700с</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>ход лучей через линзу</i>); II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) 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 следую-</p>	2

<p>щих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ №190513

