

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 РА 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

Ответ: (14 ± 0,2) н. 1,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование 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	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

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



Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = $9,46 \cdot 10^{15}$ м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года

Масса частиц

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

Астрономические величины

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

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·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	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0 °С

Молярная масса

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

Два автомобиля движутся в одном направлении по шоссе. Скорость первого 20 м/с, второго 15 м/с. Чему равна проекция скорости второго автомобиля относительно первого?

Ответ: _____ м/с.

2

На шероховатой поверхности стола лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,1. Определите силу трения между телом и поверхностью стола при действии на тело горизонтальной силы 0,5 Н?

Ответ: _____ Н.

3

Тело массой 100 г брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с, через некоторое время оно упало на землю. Чему равен модуль изменения импульса тела за время полета? Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: _____ кг · м/с.

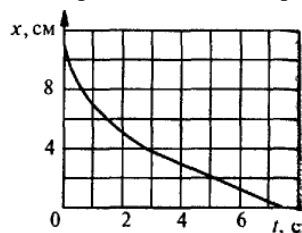
4

Амплитуда колебаний точки струны 1 мм, частота колебаний 100 Гц. Какой путь пройдет точка за 0,2 с? Ответ дать в сантиметрах.

Ответ: _____ см.



- 5 Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени.



Выберите **два** верных утверждения.

- 1) Первые три секунды скорость шарика увеличивалась.
- 2) Шарик все время двигался с постоянным ускорением.
- 3) Первые три секунды шарик двигался равномерно.
- 4) После трех секунд скорость шарика не изменялась.
- 5) Ускорение шарика увеличивалось в течение всего наблюдения.

Ответ:

--	--

- 6 Шарик висит на нити. В нем застревает пуля, летящая горизонтально, в результате чего нить отклоняется на некоторый угол. Как изменятся при увеличении массы шарика следующие величины: импульс, полученный шариком в результате попадания в него пули; максимальная высота подъема шарика при отклонении нити.

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.

Импульс, полученный шариком в результате попадания в него пули	Максимальная высота подъема шарика при отклонении нити

- 7 В каких условиях происходят гармонические колебания материальной точки по прямой и движение тела, брошенного под углом к горизонту?

Установите соответствие между физическими явлениями и формулами, необходимыми для их наблюдения.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ФОРМУЛЫ
А) Гармонические колебания материальной точки по прямой	1) $\vec{F}_{\text{равн}} = 0$
Б) Движение тела, брошенного под углом к горизонту	2) $\vec{F}_{\text{равн}} = \vec{F}_{\text{тяж}}$
	3) $g = \frac{v^2}{R}$
	4) $ma_x = -kx$

Ответ:

А	Б

- 8 Во сколько раз средняя энергия хаотического движения молекул воды в кипящей воде больше средней энергии хаотического движения молекул воды в клетках человека? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____.

- 9 Тепловая машина за цикл совершает полезную работу 50 Дж и отдает холодильнику 150 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?

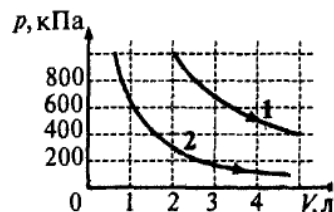
Ответ: _____ %.

- 10 Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300К до 320К.

Ответ: _____ Дж.



- 11 На рисунке приведены графики двух процессов, проводимых с одной и той же массой газа.



На основании анализа этого графика выберите **два** верных утверждения:

- 1) В процессе 1 газ начал расширяться позже, чем в процессе 2.
- 2) Процесс 1 идет при более высокой температуре.
- 3) Оба процесса происходят при одной температуре.
- 4) Работа газа в процессе 1, при изменении объема на 1 л, больше работы газа в процессе 2, при таком же изменении объема.
- 5) Внутренние энергии газов равны.

Ответ:

- 12 В сосуде с подвижным поршнем длительное время находится вода. Поршень медленно начинают вводить в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как изменятся в данном процессе масса жидкости и относительная влажность в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

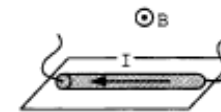
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Масса жидкости	Относительная влажность

- 13 На поверхности стола находится проводник (см. рисунок), параллельно поверхности стола создано однородное магнитное поле. Куда будет направлена сила Ампера, действующая на проводник с током?

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



Ответ: _____.

- 14 Амперметр сопротивлением 5 Ом при включении в цепь с сопротивлением 200 Ом показал ток 40 А. Какой станет сила тока в цепи, если отключить амперметр?

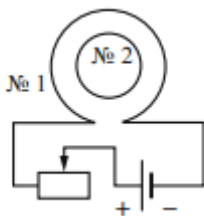
Ответ: _____ А.

- 15 Два электрона движутся в однородном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной линиям индукции магнитного поля, по окружностям радиусов R_1 и $R_2 = 2R_1$. Определите отношение их кинетических энергий (E_1/E_2).

Ответ: _____.



- 16 Катушка № 1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника тока и реостата. Катушка № 2 помещена внутрь катушки № 1 и замкнута (см. рисунок).



Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата **вправо**.

- 1) Магнитный поток, пронизывающий катушку № 2, увеличивается.
- 2) Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой № 2, в центре этой катушки направлен от наблюдателя.
- 3) Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой № 1, всюду увеличивается.
- 4) В катушке № 2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.
- 5) Сила тока в катушке № 1 увеличивается.

Ответ:

--	--

- 17 При настройке радиоприемника поворотом ручки изменяют площадь пластин конденсатора, перекрывающих друг друга. Как изменяется при этом длина волны и емкость конденсатора, если площадь пластин увеличивается?

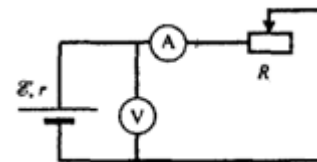
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина волны	Емкость конденсатора

- 18 Электрическая цепь состоит из гальванического элемента с внутренним сопротивлением r , реостата и ключа. Ползунок реостата плавно перемещают, увеличивая его сопротивление.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от сопротивления эти графики могут представлять?

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

ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) Б)	1) Сила тока 2) Мощность тока, выделяемая на реостате 3) Полное сопротивление цепи 4) Электродвижущая сила

Ответ:

А	Б



19

Элемент менделевий был получен при бомбардировке α -частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией: ${}_Z^AX + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{101}^{256}\text{Md} + {}_0^1n$.
Определите зарядовое и массовое число элемента X.

Зарядовое число	Массовое число

20

Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 дней. Определите период полураспада данного элемента.

Ответ: _____ дня (дней).

21

Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как изменятся при данном процессе массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

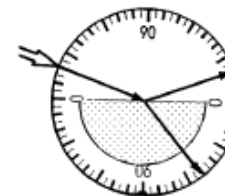
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Массовое число	Заряд ядра

22

На рисунке приведен опыт по преломлению света в стеклянной пластине. Запишите результат измерения угла отражения света от стеклянной пластины с учетом погрешности. Погрешность считать равной половине цены деления шкалы.

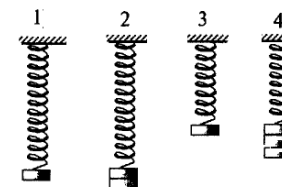


Ответ: (_____ $\pm$ _____)⁰.

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

23

Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода колебаний пружинного маятника от жесткости пружины. Какую пару маятников можно использовать для этой цели?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--



24

Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы. Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет и укажите в ответе их номера.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Вторая космическая скорость, км/с
Меркурий	4878	87,97 суток	58 суток 15 часов 30 минут	4,25
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 0 часов 27 минут	10,36
Земля	12 756	365,3 суток	23 часа 56 минут	11,18
Марс	6794	687 суток	24 часа 37 минут	5,02
Юпитер	142 800	11 лет 315 суток	9 часов 53,8 минут	59,54
Сатурн	120 660	29 лет 168 суток	10 часов 38 минут	35,49
Уран	51 118	84 года 5 суток	17 часов 12 минут	21,29
Нептун	49 528	164 года 290 суток	16 часов 4 минуты	23,71

- Юпитер движется по орбите почти в 3 раза медленнее, чем Сатурн.
- Объём Юпитера почти в 3 раза больше объёма Урана.
- Первая космическая скорость для Венеры составляет примерно 7,33 км/с.
- За один юпитерианский год на Венере проходит 19 венерианских лет.
- Ускорение свободного падения на Нептуне примерно равно 23,71 м/с².

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

Электромагнитная волна возбуждается источником, период колебаний которого $4,89 \cdot 10^{-11}$ с. Определите длину волны в сероуглероде. Показатель преломления сероуглерода 1,63. Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: _____ мм.

26

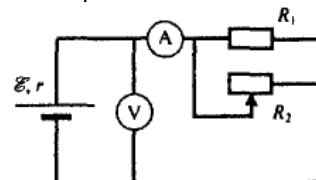
На дифракционную решетку с периодом 0,2 мм падает перпендикулярно ей свет с длиной волны 600 нм. Определите, на каком расстоянии друг от друга будут располагаться максимумы дифракционной картины нулевого и первого порядка на экране, расположенном на расстоянии 0,5 м от решетки? Ответ дать в миллиметрах.

Ответ: _____ мм.

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

На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата вправо. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.





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.

28 С высоты 10 м над землей без начальной скорости начинает падать камень. С какой начальной скоростью был брошен с земли второй камень, если известно, что камни столкнулись на высоте 1 м над землей, а двигаться они начали одновременно. Ответ округлить до десятых долей.

29 Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед центральным ударом направлены взаимно противоположно и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок и кусок пластилина к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

30 В сосуде с небольшой трещиной находится газ, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление газа уменьшилось в 8 раз, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объеме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в сосуде? (Газ считать идеальным одноатомным)

31 Полый шарик массой $m = 0,4$ г с зарядом $q = 8$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряженности электрического поля E ?

32 В массивном образце, содержащем радий, за 1с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 час. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

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.

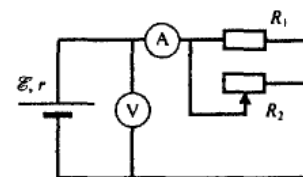
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	-5	14	41
2	0,5	15	0,25
3	4	16	24 42
4	8	17	11
5	14 41	18	31
6	12	19	99253
7	42	20	4
8	1,2	21	32
9	25	22	70,02,5
10	260	23	13 31
11	24 42	24	34 43
12	13	25	9
13	вверх	26	1,5

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.

28

На рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата вправо. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Возможное решение:

- Показания амперметра увеличатся, показания вольтметра уменьшатся.
- На схеме приведено параллельное соединение проводников. При перемещении движка реостата вправо сопротивление резистора R_2

уменьшается ($R = \rho \frac{l}{S}$). При последовательном соединении

проводников общее сопротивление участка цепи $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$, и

$$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1}{\frac{R_1}{R_2} + 1}.$$

Следовательно, при уменьшении сопротивления резистора R_2 общее сопротивление участка цепи уменьшается. Так как общее сопротивление цепи уменьшилось, то



сила тока в цепи увеличится (согласно закону Ома для полной цепи): $I = \frac{\varepsilon}{R_0 + r}$ и показания амперметра увеличатся. Напряжение (согласно закону Ома для участка цепи): $U = IR = \frac{\varepsilon R_0}{R_0 + r} = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{r}{R_0}}$ уменьшится, так как сопротивление участка цепи уменьшилось. Следовательно, показания вольтметра станут меньше.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения, а также исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>законы Ома для полной цепи и для участка цепи, формула для определения сопротивления проводника, формула для определения сопротивления при параллельном соединении проводников</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.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.	1

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

28

С высоты 10 м над землей без начальной скорости начинает падать камень. С какой начальной скоростью был брошен с земли второй камень, если известно, что камни столкнулись на высоте 1 м над землей, а двигаться они начали одновременно. Ответ округлить до десятых долей.

Возможное решение:

Уравнение движения тел под действием силы тяжести:

$$h(t) = h_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}, \text{ напомним ось } Y \text{ вертикально вверх, тогда}$$

$$\text{получим уравнение движения первого камня: } h_1 = h_0 - \frac{gt^2}{2} = 10 - 5t^2.$$

$$\text{Уравнение движения второго: } h_2 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0 t - 5t^2.$$

Учтем, что время движения камней одинаковое, а столкнулись они на высоте 1 м, получим систему уравнений:

$$\begin{aligned} 1 &= 10 - 5t^2 \quad (1) \\ 1 &= v_0 t - 5t^2 \quad (2) \end{aligned}$$

Решая первое уравнение, получим $t = \frac{3}{\sqrt{5}}$ с. Вычтем

$$\text{из уравнения (1) уравнение (2), получим } 0 = 10 - v_0 t,$$



$v_0 = \frac{10}{t} = \frac{10\sqrt{5}}{3} \approx 7,5 \text{ м/с.}$ Ответ: $v_0 \approx 7,5 \text{ м/с.}$	
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: <i>уравнение движения тела под действием силы тяжести</i>); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
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. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

29

Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед центральным ударом направлены взаимно противоположно и равны $v_{пл} = 15 \text{ м/с}$ и $v_{бр} = 5 \text{ м/с}$. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок и кусок пластилина к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

Возможное решение Пусть m – масса куса пластилина, M – масса бруска, u_0 – скорость бруска с куском пластилина после столкновения. Согласно закону сохранения импульса: $M\vec{v}_{бр} + m\vec{v}_{пл} = (M + m)\vec{u}_0$ $Mv_{бр} - mv_{пл} = (M + m)u_0, \text{ с учетом того, что } M = 4m, \text{ а } v_{пл} = 3v_{бр}$ $4mv_{бр} - m3v_{пл} = 5mu_0, \quad mv_{бр} = 5mu_0, \quad v_{бр} = 5u_0, \quad u_0 = v_{бр}/5$ По условию $u = 0,7u_0$ По закону сохранения энергии $E_{ко} = E_k + A_{тр}$, u – скорость тел после их совместного перемещения, $A_{тр} = F_{тр}S = \mu NS$, где $N = P = (M + m)g$: $\frac{(M + m)u_0^2}{2} = \frac{(M + m)u^2}{2} + \mu(M + m)gS$ $5mu_0^2 = 5mu^2 + 2\mu 5mgS$ $u_0^2 = u^2 + 2\mu gS$ $S = \frac{u_0^2 - u^2}{2\mu g} = \frac{u_0^2 - (0,7u_0)^2}{2\mu g} = \frac{0,51u_0^2}{2\mu} = \frac{0,51 v_{бр}^2}{25 * 2\mu g}$ $S = \frac{0,51 * 25}{25 * 2 * 0,17 * 10} = 0,15 \text{ (м)}$ Ответ: $S = 0,15 \text{ м}$	
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: <i>закон сохранения энергии, закон сохранения импульса; формулы для определения силы трения и работы силы трения</i>);	3



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	
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 (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	2
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	1

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

30

В сосуде с небольшой трещиной находится газ, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление газа уменьшилось в 8 раз, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объёме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в сосуде? (Газ считать идеальным одноатомным).

Возможное решение Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева $pV = \nu RT$ $V_1 = V_2 = V$, так как объём фиксированный. В начальный момент времени уравнение будет иметь вид $p_1 V = \nu_1 R T_1$, (1) через некоторое время $p_2 V = \nu_2 R T_2$. Учитывая, что давление уменьшилось в 8 раз, а температура уменьшилась в 4 раза, получим $\frac{p_1}{8} V = \nu_2 R \frac{T_1}{4}$ (2) Поделим уравнение (1) на уравнение (2), получим $8 = \frac{\nu_1}{\nu_2} 4$, т.е. $\nu_2 = \frac{\nu_1}{2}$ Внутренняя энергия одноатомного идеального газа равна $U = \frac{3}{2} \nu RT$ Найдем отношение конечной внутренней энергии к начальной $\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{3}{2} \nu_2 R T_2}{\frac{3}{2} \nu_1 R T_1} = \frac{\nu_2 T_2}{\nu_1 T_1} = \frac{\nu_1 T_1}{2 \nu_1 4 T_1} = \frac{1}{8}.$ Ответ: $\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{8}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы:	3



I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для определения внутренней энергии одноатомного идеального газа, уравнение Клапейрона-Менделеева</i>). 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	
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 (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	2
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	1

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

31

Полый шарик массой $m = 0,4$ г с зарядом $q = 8$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряженности электрического поля E ?

Возможное решение:



На тело действует сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.

В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

В проекциях получим:

$$\begin{aligned} x: F_2 &= ma \cdot \sin \alpha & x: qE &= ma \cdot \sin \alpha \\ y: F_1 &= ma \cdot \cos \alpha & y: mg &= ma \cdot \cos \alpha \end{aligned}$$



$\frac{qE}{mg} = \frac{ma \cdot \sin \alpha}{ma \cdot \cos \alpha}, \quad \frac{qE}{mg} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 45^\circ = 1, \text{ следовательно,}$ $qE = mg.$ Отсюда, $E = \frac{mg}{q}. E = \frac{0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{8 \cdot 10^{-9}} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В} / \text{м} = 500 \text{ кВ} / \text{м}.$ Ответ: E = 500 кВ/м	
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: <i>формулы для определения заряда конденсатора, энергии конденсатора, закон сохранения энергии и электрического заряда</i>); 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.	2

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	
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. 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
<i>Максимальный балл</i>	3



32

В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 час. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Возможное решение	
Энергия одной α -частицы $E_1 = \frac{mv^2}{2}$	
За время $\Delta t = 1$ с в образце выделяется энергия:	
$\Delta E = NE_1 = N \frac{mv^2}{2}$	
За время $T = 1$ ч = 3600 с выделяется энергия $E = \frac{T}{\Delta t} \Delta E = \frac{T}{\Delta t} N \frac{mv^2}{2}$	
$E = \frac{3600 \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \cdot 6,7 \cdot 10^{-27} \cdot (1,5 \cdot 10^7)^2}{1 \cdot 2} \approx 100,4 \text{ Дж}$	
Ответ: $E \approx 100,4 \text{ Дж}$	
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: <i>формула кинетической энергии, и энергии, выделившейся за заданное время</i>); 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	2

необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих 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)	
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.	1
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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	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.

