

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

3 8 9 4

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование 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	санتي	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 (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	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150 000 000 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 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.

Астрономические величины

средний радиус Земли	R _З = 6370 км
радиус Солнца	R _С = 6,96 · 10 ⁸ м
температура поверхности Солнца	T = 6000 К

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

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

Нормальные условия: давление – 10⁵ Па, температура – 0 °С

Молярная масса

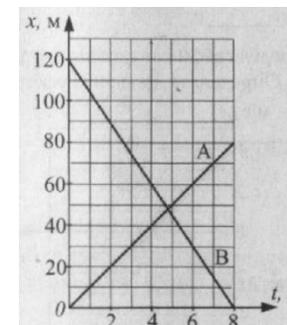
азота	28 · 10 ⁻³ кг/моль	гелия	4 · 10 ⁻³ кг/моль
аргона	40 · 10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32 · 10 ⁻³ кг/моль
водорода	2 · 10 ⁻³ кг/моль	лития	6 · 10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29 · 10 ⁻³ кг/моль	неона	20 · 10 ⁻³ кг/моль
воды	18 · 10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44 · 10 ⁻³ кг/моль

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

Координаты движущихся вдоль одной прямой тел А и В изменяются со временем, как показано на рисунке. Чему равна скорость тела А относительно тела В?



Ответ: _____ м/с.

2

Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Сила притяжения к этой звезде первой планеты в 4 раза больше, чем второй планеты. Найдите отношение R₁/R₂ радиусов их орбит?

Ответ: _____.

3

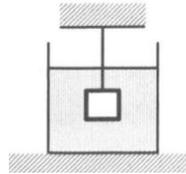
Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра 1,5 кг, масса воды в ведре 10 кг. Какую работу он при этом совершил? Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200921

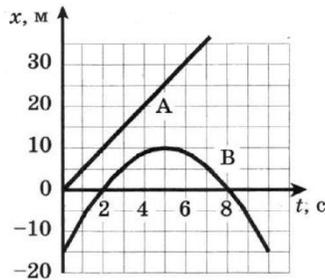


4 Брусок массой 2 кг погрузили в воду, закрепив его на нити так, чтобы он не касался дна сосуда с водой. Нить натягивается с силой 13 Н. Каков объем данного бруска?



Ответ: _____ л.

5 Два тела – А и В – движутся по прямой вдоль оси Ох. На рисунке приведены графики зависимости координаты каждого тела от времени. Выберите два верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Интервал времени между моментами прохождения телом В начала координат составляет 6 с.
- 2) Тело А двигалось равноускоренно, а тело В равномерно.
- 3) Проекция ускорения тела В на ось Ох положительна.
- 4) Скорость тела А в момент времени 4 с равна 20 м/с.
- 5) В тот момент времени, когда скорость тела В была равно нулю, расстояние от него до тела А составляло 15 м.

Ответ:

--	--

6 Ракета, находящаяся в межпланетном пространстве, набирает скорость в два этапа, занимающие одинаковое время: на первом разгон производится из состояния покоя до скорости 420 км/ч, на втором – скорость увеличивается от 420 до 840 км/ч. Как при переходе от первого этапа ко второму изменяются работа двигателя ракеты и ускорение ракеты? Изменением массы топлива пренебречь.

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.

Работа двигателя ракеты	Ускорение ракеты

7 Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины вырежны в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени.

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

СКОРОСТЬ

КООРДИНАТА

- A) $v_x = 3$
 Б) $v_x = -2 + t$

- 1) $x = 5 - 3t$
 2) $x = 1 - 2t + 0,5t^2$
 3) $x = 2 + 3t$
 4) $x = 2t + t^2$

Ответ:

А	Б

8 Идеальный газ оказывает на стенки сосуда давление 0,4 Па при концентрации молекул газа $4 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ и массе молекулы $3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Рассчитайте среднюю квадратичную скорость движения молекул.

Ответ: _____ м/с.



9 При адиабатическом расширении идеального одноатомного газа в количестве 2 моль его температура изменилась на 10 К. Какую работу совершил газ?

Ответ: _____ Дж.

10 В 4 м³ воздуха при температуре 289 К находится 40,8 г водяного пара. Найдите относительную влажность воздуха, если плотность насыщенного водяного пара при этой температуре равна 13,6 г/м³.

Ответ: _____ %.

11 Горячее вещество, первоначально находившееся в жидком состоянии, медленно охлаждали. Мощность теплоотвода постоянна. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °С	250	242	234	232	232	232	230	216

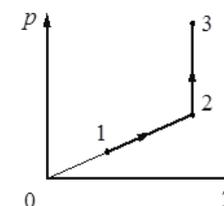
Выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения, которые соответствуют результатам проведённых измерений, и укажите их номера.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна 232 °С.
- 2) Через 20 минут после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и твёрдом состояниях одинакова.
- 4) Через 30 минут после начала измерений вещество находилось только в твёрдом состоянии.
- 5) Процесс кристаллизации вещества занял более 25 минут.

Ответ:

--	--

12 Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–T, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа. Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1–2 и плотность газа ρ в ходе процесса 2–3?



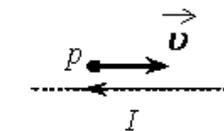
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

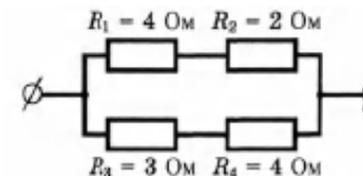
Объём газа в ходе процесса 1–2	Плотность газа в ходе процесса 2–3

13 Протон p имеет скорость v, направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца (*вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх*)? Ответ запишите словом(-ами).



Ответ: _____.

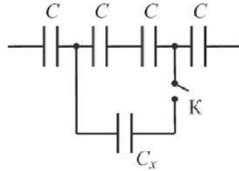
14 На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q₁/Q₂, выделившихся на резисторах R₁ и R₂ за одно и то же время?



Ответ: _____.



- 15 На рисунке начерчена схема соединения нескольких конденсаторов. При разомкнутом ключе общая емкость цепи равна 3 нФ, при замкнутом – 4 нФ. Найдите емкость конденсатора C_x .



Ответ: _____ нФ.

- 16 В таблице приведена зависимость между расстоянием от линзы до предмета d и от линзы до изображения f . (Расстояние f считается отрицательным, если изображение мнимое.)

d , см	5	10	20	30	60
f , см	-4	-6,6	-10	-12	-15

Выберите **два** верных суждения.

- 1) Фокусное расстояние линзы 20 см. Линза рассеивающая.
- 2) Фокусное расстояние линзы 15 см. Линза рассеивающая.
- 3) Все изображения предмета увеличенные.
- 4) Оптическая сила линзы 5 дптр. Линза собирающая.
- 5) Все изображения получены по одну сторону линзы.

Ответ:

--	--

- 17 Плоский воздушный конденсатор емкостью C подключили к источнику тока. Как изменится емкость конденсатора и напряжение между его обкладками, если, отключив конденсатор от источника тока, заполнить пространство между его обкладками диэлектриком?

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.

Ёмкость конденсатора	Напряжение между обкладками конденсатора

- 18 Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны – ν , длина световой волны в воде – λ , показатель преломления воды относительно воздуха – n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| A) скорость света в воздухе | 1) $\lambda\nu$ |
| B) скорость света в воде | 2) $\frac{\lambda}{\nu}$ |
| | 3) $\lambda\nu n$ |
| | 4) $\frac{\lambda}{\nu n}$ |

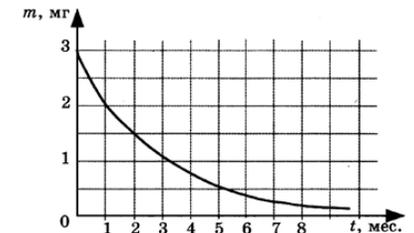
Ответ:

А	Б

- 19 Укажите число протонов и число нейтронов в ядре изотопа ксенона $^{112}_{54}\text{Xe}$.

Число протонов	Число нейтронов

- 20 На рисунке представлен график изменения массы радиоактивного изотопа с течением времени. Чему равен период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мес.



21 Как изменяются с ростом массового числа изотопов одного и того же химического элемента число протонов и число нейтронов в ядре атома? Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

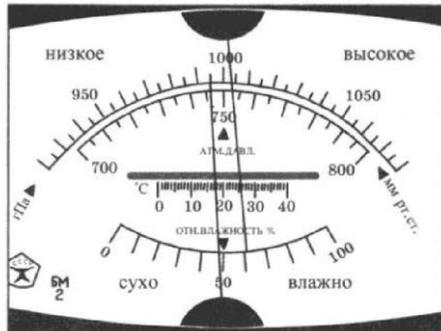
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) число протонов в ядре	1) увеличивается
Б) число нейтронов в ядре	2) уменьшается
	3) не изменяется

Ответ:

--	--

22 На рисунке показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность.



Снимите показания барометра с учетом погрешности измерений. Примите, что погрешность измерения данного барометра равна цене деления его шкалы.

Ответ: (_____ ± _____) гПа.

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

23 Необходимо провести эксперимент по исследованию зависимости сопротивления образца от его линейных размеров (длины). Доступны для использования пять проводников; данные об их длине, диаметре и материале, из которого они состоят, приведены в таблице.

Какие **два** из доступных проводников нужно выбрать, чтобы провести этот эксперимент?

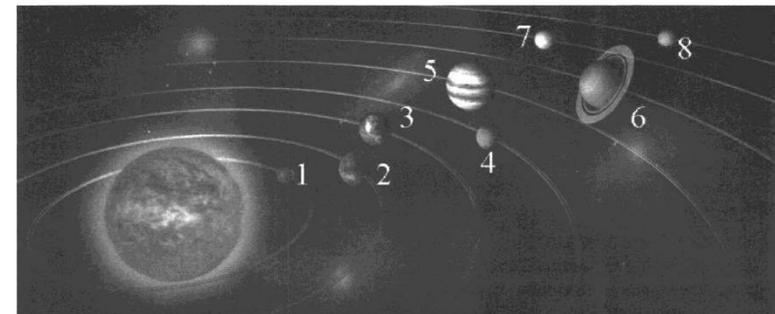
№ проводника	Длина проводника, см	Диаметр проводника, мм	Материал
1	100	0,5	алюминий
2	100	1,0	алюминий
3	100	1,0	медь
4	200	0,5	медь
5	200	1,0	алюминий

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24 Проанализируйте схему солнечной системы и выберите **два** верных утверждения о её планетах (на схеме они обозначены цифрами). Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.



- 1) Планетой 2 является Венера.
- 2) Планета 5 относится к планетам земной группы.
- 3) Планета 3 имеет спутник.
- 4) Планета 5 не имеет спутников.
- 5) Атмосфера планеты 1 состоит, в основном, из углекислого газа.

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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 На дифракционную решетку падают лучи под прямым углом. Найдите наибольший порядок k максимума. Решетка имеет 100 штрихов на 1 мм, длина волны падающего света – 650 нм.

Ответ: _____.

26 Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 4 см со скоростью 10^6 м/с. Индукция магнитного поля равна 0,6 Тл. Найдите заряд частицы, если её энергия равна $19,2 \cdot 10^{-16}$ Дж.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Кл.

27 Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

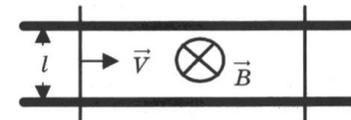
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28 Шайба массой m_1 , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же размера массой m_2 . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75 % её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1 ?

29 С какой начальной скоростью надо бросить вниз с высоты 3,55 м мяч, чтобы он после удара о землю подпрыгнул на высоту 2,7 м, если известно, что при ударе модуль импульса мяча уменьшается на 25%? Соппротивлением воздуха пренебречь.

30 Два баллона соединены трубкой с краном. В первом находится газ при давлении $p_1 = 10^5$ Па, во втором — при $p_2 = 0,6 \cdot 10^5$ Па. Объем первого баллона $V_1 = 10^{-3}$ м³, а второго $V_2 = 3 \cdot 10^{-3}$ м³. Какое давление установится в баллонах, если открыть кран? Температура постоянна. Объемом трубки можно пренебречь.

31 Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция B которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью $V = 3$ м/с, а правый – покоится. С какой скоростью v надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Соппротивлением рельсов пренебречь).



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 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

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



О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100баллов» <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_41259310
(также доступны другие варианты для скачивания)

КОРРЕКТОРЫ ВАРИАНТА:

Татьяна Константинова

<https://vk.com/id147747748>

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	25	14	2
2	0,5	15	6
3	1150	16	15
4	0,7	17	12
5	15 51	18	31
6	13	19	5458
7	32	20	2
8	1000	21	31
9	416	22	9955
10	75	23	25 52
11	14	24	13 31
12	31	25	15
13	вверх	26	1,6

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

Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

Возможное решение:

1. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, период свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.
2. Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле E . Если шарiku сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, направленная вертикально вниз. В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$).
3. Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а, значит, период свободных колебаний маятника уменьшится, т.к. $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$, $a > g$.

Ответ: период свободных колебаний маятника уменьшится.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>период свободных колебаний маятника уменьшится</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>формула для периода</i>)	3



колебаний математического маятника, равнодействующая, электрическая и возвращающая силы).	
<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 style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</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 и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">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> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

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

28 Шайба массой m_1 , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же размера массой m_2 . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75 % её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Чему равно отношение масс шайб m_2/m_1 ?

Возможное решение:

Начальный импульс первой шайбы равен $p_1 = m_1 v_1$, а второй шайбы $p_2 = 0$ (так как она лежит неподвижно). После удара первая шайба остановилась $p'_1 = 0$, а вторая шайба получила импульс $p'_2 = m_2 v_2$. По закону сохранения импульсов, имеем:

$$p_1 + 0 = 0 + p'_2 \text{ и } m_1 v_1 = m_2 v_2, \text{ откуда}$$

$$v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}$$

Закон сохранения энергии при ударе шайб можно записать в виде:

$$E_1 + 0 = 0 + E_2 + E_{\text{вн}}, \text{ где}$$

$$E_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

– кинетическая энергия первой шайбы до удара;

$$E_2 = \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

– кинетическая энергия второй шайбы после удара;

$E_{\text{вн}} = 0,75 E_1$ – величина внутренней энергии. Из закона сохранения энергии следует:

$$0,25 E_1 = E_2$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2 \cdot 4} = \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

откуда



$m_1 v_1^2 = 4 \cdot m_2 \cdot \left(\frac{m_1 v_1}{m_2}\right)^2 = 4 \cdot \frac{m_1 v_1^2}{m_2}$	
Дальнейшие преобразования дают	
$\frac{m_2}{m_1} = \frac{4v_1^2}{v_1^2} = 4$	
Ответ: 4.	
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>закон сохранения импульса, закон сохранения энергии</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

С какой начальной скоростью надо бросить вниз с высоты 3,55 м мяч, чтобы он после удара о землю подпрыгнул на высоту 2,7 м, если известно, что при

ударе модуль импульса мяча уменьшается на 25%? Соппротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение:	
1. Согласно закону сохранения энергии, $mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2}$, где v_1 – скорость мяча в момент удара о землю. Отсюда $v_1 = \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$ (1). 2. По условию задачи модуль импульса уменьшается на 25%, т.е. $p_2 = 0,75p_1$, значит $v_2 = 0,75v_1 = \frac{3}{4} \cdot \sqrt{v_0^2 + 2gh_0}$ (2), где v_2 – скорость, с которой мяч отскочил от земли. 3. При движении вверх его полная механическая энергия сохраняется, т.е. $\frac{mv_2^2}{2} = mgh$, $v_2^2 = 2gh$. Учитывая формулу (2), получаем: $\frac{9}{16}(v_0^2 + 2gh_0) = 2gh$, $v_0^2 + 2gh_0 = \frac{32}{9}gh$, $v_0^2 = \frac{32}{9}gh - 2gh_0$, $v_0 = \sqrt{20 \cdot \left(\frac{16}{9} \cdot 2,7 - 3,55\right)} = 5 \text{ (м/с)}$ Ответ: 5 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>закон сохранения импульса, импульс тела</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	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены	2



<p>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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка</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</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

30

Два баллона соединены трубкой с краном. В первом находится газ при давлении $p_1 = 10^5$ Па, во втором — при $p_2 = 0,6 \cdot 10^5$ Па. Объем первого баллона $V_1 = 10^{-3}$ м³, а второго $V_2 = 3 \cdot 10^{-3}$ м³. Какое давление установится в баллонах, если открыть кран? Температура постоянна. Объемом трубки можно пренебречь

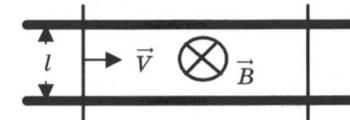
<p>Возможное решение:</p> <p>Газ, находившийся в сосуде объемом V_1, имел параметры состояния p_1, V_1, T_1, а газ, находившийся в сосуде объемом V_2, — p_2, V_2, T_1. После того как открыли кран, образовалась смесь газов, причем каждая составляющая будет создавать парциальное давление p_1' и p_2' соответственно. По закону Дальтона давление смеси $p = p_1' + p_2'$ (1) 2. Для определения p_1' рассмотрим конечное состояние газа, находившегося в сосуде объемом V_1. Параметры его состояния $p', V' = (V_1 + V_2), T$. Так как масса газа и температура не изменялись, то переход из начального в конечное состояние является изотермическим. По закону Бойля—Мариотта, $p_1 V_1 = p_1' (V_1 + V_2)$, $p_1' = p_1 V_1 / (V_1 + V_2)$. Аналогично можно определить парциальное давление газа, находившегося во втором сосуде: $p_2' = p_2 V_2 / (V_1 + V_2)$. 3. Подставляя в (1), найдем давление, установившееся в сосуде: $p = \frac{p_1 V_1}{V_1 + V_2} + \frac{p_2 V_2}{V_1 + V_2} = 0,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ Ответ: $0,7 \cdot 10^5$ Па</p>	
<p>Критерии оценивания выполнения задания</p>	<p>Баллы</p>
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>закон Дальтона, закон Бойля-Мариотта / изотермический процесс</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</p>	<p>3</p>



<p>(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. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. 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. ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1

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

31 Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция B которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью $V = 3$ м/с, а правый – покоится. С какой скоростью v надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь).



Возможное решение:	
<p>Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ – индукционный ток, R – сопротивление цепи, l – расстояние между рельсами.</p> <p>ЭДС индукции в движущемся проводнике $\mathcal{E} = -Bv_{отн}l$, где $v_{отн}$ – относительная скорость движения проводников.</p> <p>Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Следовательно, нужно уменьшить в три раза относительную скорость движения проводников.</p> <p>Когда правый проводник покоится, относительная скорость равна $v_{отн1} = V$; при движении правого проводника относительная скорость $v_{отн2} = V - v$.</p> <p>Как было сказано, соотношение скоростей $v_{отн1} = 3v_{отн2}$; $V = 3(V - v)$, $v = (2/3) \cdot V = (2/3) \cdot 3 = 2$ (м/с)</p> <p>Ответ: $v = 2$ м/с</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>сила</i></p>	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 200921



<p>Ампера, ЭДС индукции в движущихся проводниках, относительная скорость);</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, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо 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,</p>	1

<p>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>Максимальный балл</p>	3

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 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой.

<p>Возможное решение:</p> <p>Энергия для нагревания воды: $Q = cm\Delta T$, где c – удельная теплоемкость.</p> <p>Энергия одного фотона: $E = h\frac{v}{\lambda}$, где v – скорость света.</p> <p>По закону сохранения энергии, энергия электромагнитного излучения переходит в энергию нагревания воды.</p> <p>Всего за время t воде была сообщена энергия в количестве:</p> <p>$E \cdot n \cdot t = h\frac{v}{\lambda} \cdot n \cdot t = Q = cm\Delta T$, где n – количество фотонов за секунду.</p> <p>Отсюда $t = \frac{cm\Delta T\lambda}{hvn} = 700$ с.</p> <p>Ответ: $t = 700$ с.</p>	
<p>Критерии оценивания выполнения задания</p> <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>формула для расчёта количества теплоты при нагревании тела, энергия фотона, закон сохранения энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений</p>	3



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

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

