ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

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. Бланк 37,5

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

А	Б
4	1

Ответ: Бланк 41

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 Бланк ВПРАВО

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

Бланк 3894

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. Бланк 1,40,2

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	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	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ Н·$м^2/Кл^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ $Кл$
постоянная Планка	$h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ Дж·$с$

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* ≈ $5{,}5 \cdot 10^{-4}$ *а.е.м.*
протона	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ *кг* ≈ 1,007 *а.е.м.*
нейтрона	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ *кг* ≈ 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	Т = 6000 К

Плотность

подсолнечного масла 900 кг/м³	
воды 1000 кг/м³	алюминия 2700 кг/м³
древесины (сосна) 400 кг/м³	железа 7800 кг/м³
керосина 800 кг/м³	ртути 13600 кг/м³

Удельная теплоёмкость

воды 4,2·10³ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда 2,1·10³ 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

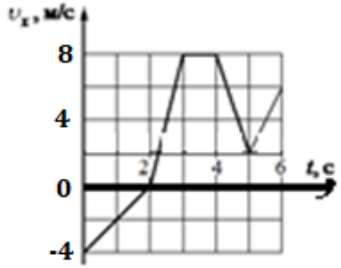
Молярная масса

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

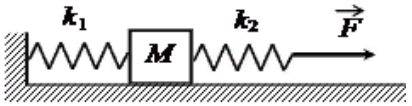
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными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

1 На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x от времени t. Определите проекцию перемещения тела за первые 3 с?



Ответ: _____ м.

2 К системе из кубика массой М = 1 кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила $\vec{F}$ величиной 9 Н (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткость первой пружины k_1 = 300 Н/м. Жесткость второй пружины k_2 = 600 Н/м. Каково удлинение первой пружины? Ответ дать в сантиметрах.

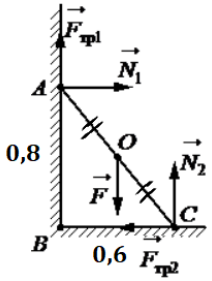


Ответ: _____ см.

3 Два тела движутся с одинаковой скоростью. Кинетическая энергия первого тела в 4 раза меньше кинетической энергии второго тела. Определите отношение m_1/m_2 масс тел.

Ответ: _____

4 На рисунке изображены силы, действующие на шест, прислонённый к стене. Каково плечо силы F относительно оси, проходящей через точку O (середина шеста) перпендикулярно плоскости рисунка? Расстояния от угла стены до точек касания шестом стены AB = 0,8 м, BC = 0,6 м.



Ответ: _____ м

5 На наклонной плоскости находится брусок массой 2 кг, для которого составили таблицу зависимости модуля силы трения $F_{тр}$ от угла наклона плоскости к горизонту α с погрешностью не более 0,01 Н. Основываясь на данных, приведённых в таблице, и используя закон сухого трения, выберите **два** верных утверждения.

α, рад	0	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$F_{тр}$, Н	0	1,0	2,0	3,86	3,76	3,63	3,46	3,25	3,01	2,75	2,45	2,13

1) Сила трения скольжения не зависит от угла наклона плоскости.
2) При увеличении угла наклона от 0 до 0,1 рад сила трения покоя увеличивается.
3) В случае, когда угол наклона плоскости составляет 0,1 рад, сила нормальной реакции больше 10 Н.
4) Коэффициент трения скольжения равен 0,5.
5) Брусок покоится, когда угол наклона плоскости составляет 0,6 рад.

Ответ: | | |

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

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 вытесненной воды	Сила Архимеда

7 Грузовик, движущийся по прямой горизонтальной дороге со скоростью υ, затормозил так, что колёса перестали вращаться. Масса грузовика m, коэффициент трения колёс о дорогу μ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение грузовика.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости 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.

ФОРМУЛЫ

А) mg

Б) $\dfrac{v^2}{2\mu g}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) время до оставновки
2) тормозной путь
3) модуль силы давления колес на дорогу
4) модуль силы трения

Ответ:

А	Б

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

8 При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

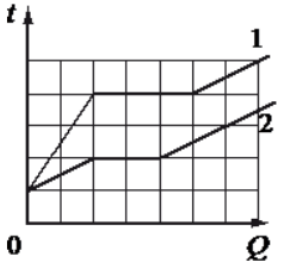
9 У идеального теплового двигателя Карно температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Определите КПД теплового двигателя.

Ответ: _____ %.

10 В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100 °С под давлением 20 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара уменьшить в 4 раза?

Ответ: ___ _____ кПа.

11 На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q. Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.



Выберите из предложенного перечня ***два*** верных утверждения, которые сделать анализируя данный график:

1) Температура плавления первого тела в 1,5 раза больше, чем второго.
2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ: | |

12 При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный аргоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру аргона в нём неизменной. Как изменяются при этом внутренняя энергия аргона в сосуде и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

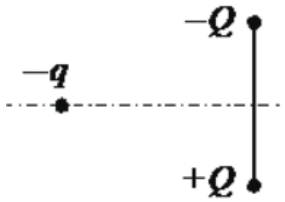
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменится

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

Внутренняя энергия аргона	Плотность аргона

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

13 Отрицательный заряд –q находится в поле двух неподвижных зарядов: положительного +Q и отрицательного –Q (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) ускорение заряда –q в этот момент времени, если на него действуют только заряды +Q и –Q?



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

Ответ: _____.

14 Энергия магнитного поля катушки с током 0,64 Дж. Индуктивность катушки 20 мГн. Какова сила тока в катушке?

Ответ: _____ А.

15 Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U, в первый раз подключили к катушке с индуктивностью L, а во второй – к катушке с индуктивностью 4L. Каково отношение периодов колебаний энергии конденсатора T_2/T_1 в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____

16 В колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивности и конденсатора, происходят свободные незатухающие электромагнитные колебания.

Из приведенного ниже списка выберите две величины, которые остаются постоянными при этих колебаниях.

1) Период колебаний силы тока в контуре;
2) Фаза колебаний напряжения на конденсаторе;
3) Заряд конденсатора;
4) Энергия магнитного поля катушки;
5) Амплитуда колебаний напряжения на катушке.

Ответ: | | |

17 Протон в однородном поле между полюсами магнита движется по окружности радиусом r с частотой обращения ν и центростремительным ускорением $a_{цс}$. В этом же поле по окружности с таким же радиусом стала двигаться α-частица, обладающая такой же энергией, как и протон. Как изменились частота обращения в магнитном поле и центростремительное ускорение α-частицы по сравнению с протоном?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

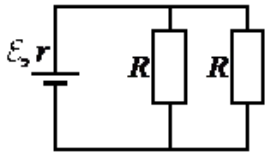
1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Частота обращения	Центростремительное ускорение

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

18 Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.



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

Показания приборов	Формулы для расчетов показаний приборов
А) мощность тока на внутреннем сопротивлении источника тока Б) мощность тока на одном из резисторов R	1) $\frac{\varepsilon^2 R}{(2r+R)^2}$ 2) $\frac{\varepsilon^2 R}{2(r+\frac{R}{2})^2}$ 3) $\frac{4\varepsilon^2 r}{(2r+R)^2}$ 4) $\frac{2\varepsilon^2}{2r+R}$

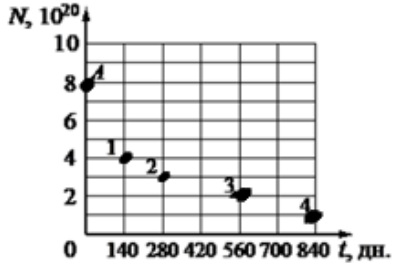
Ответ:

А	Б

19 В результате реакции синтеза ${}^{2}_{1}H + {}^{9}_{4}Be \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n$ образуется ядро химического элемента ${}^{A}_{Z}X$. Определите зарядовое число образовавшегося ядра Z и его массовое число A.

Зарядовое число	Массовое число

20 Ядра полония ${}^{210}_{84}Po$ испытывают α-распад с периодом полураспада 140 дней. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер полония. Через какую из точек, кроме точки А, пройдёт график зависимости от времени числа ядер радиоактивного полония в образце?



Ответ: _____.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент поочерёдно освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй – пропускающий только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменились частота падающей световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Частота света, падающего на элемент	Запирающее напряжение

22 На какую величину, согласно показаниям манометра, давление воздуха в баллоне превышает атмосферное давление, если погрешность манометра равна 3 мм рт. ст.?

Запишите в ответ показания манометра с учетом погрешности?

Ответ: (_____ ± _____) мм.рт.ст.

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

23 Необходимо сделать нитяной маятник и с его помощью экспериментально определить ускорение свободного падения. Для этого школьник уже взял штатив с муфтой и лапкой, линейку и нить. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

1) Секундомер
2) Динамометр
3) Мензурка
4) Электронные весы
5) Алюминиевый шарик

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ: | | |

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7{,}7 \cdot 10^{-5}$
ε Возничего B	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус A	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус B	8200	1,0	0,01	$1{,}75 \cdot 10^{6}$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра A	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

1) Температура α-Центавра A соответствует температуре звезд спектрального класса O.
2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса B.
4) Средняя плотность звезды Сириус B больше, чем у Солнца.
5) Звезда Альдебаран не относится к звездам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга-Рессела.

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 В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. Какой должна быть минимальная масса болта, имеющего удельную теплоёмкость 500 Дж/(кг ·К) и температуру 339 К, чтобы после опускания его в калориметр весь лёд растаял? Тепловыми потерями пренебречь.

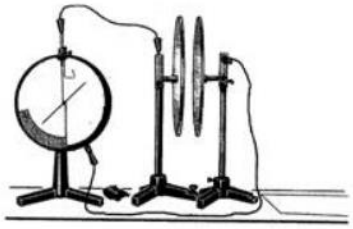
Ответ: _____ г.

26 Пороговая чувствительность сетчатки человеческого глаза к видимому свету составляет $1{,}65 \cdot 10^{-18}$ Вт, при этом на сетчатку глаза ежесекундно попадает 5 фотонов. Определите, какой длине волны это соответствует.

Ответ: _____ нм.

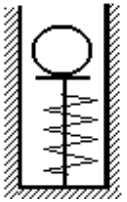
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 Две плоские пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.



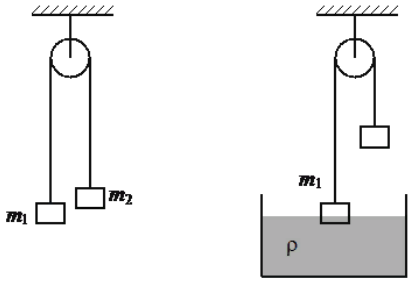
Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

28 Нить, удерживающая вертикально расположенную легкую пружину в сжатом на 1 см состоянии, внезапно оборвалась (см. рисунок). Какова масса шарика, который приобретает начальную скорость 10 м/с? Жесткость пружины 2 кН/м. Колебаниями пружины после отрыва шарика пренебречь.



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

29 Два тела подвешены за нерастяжимую и невесомую нить к идеальному блоку, как показано на рисунке. При этом первое тело массой $m_1 = 500$ г движется из состояния покоя вниз с ускорением a. Если первое тело опустить в воду с плотностью $\rho = 1000$ кг/м^3, находящемуся в большом объеме, система будет находиться в равновесии. При этом объем погруженной в воду части тела равен $V = 1{,}5 \cdot 10^{-4}$ м^3. Сделайте рисунки с указанием сил, действующих на тела в обоих случаях. Определите ускорение a первого тела.



30 В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h, опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

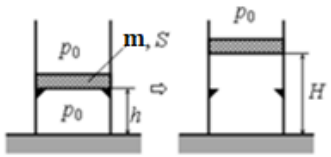
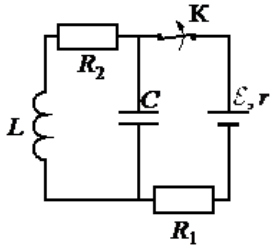


Рис. 1

Рис. 2

31 На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 7$ Ом и $R_2 = 4$ Ом, конденсатора емкостью $C = 3$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 32$ мкГн. Какое количество теплоты выделится элементах цепи после размыкания ключа К? Сопротивлением провода катушки пренебречь.



32 На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На какой максимальной глубине под плотом должна находиться маленькая рыбка, чтобы ее не увидели плавающие вокруг плота хищники? Глубиной погружения плота, рассеиванием света водой и его отражением от дна водоема пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным 4/3.

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

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

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.

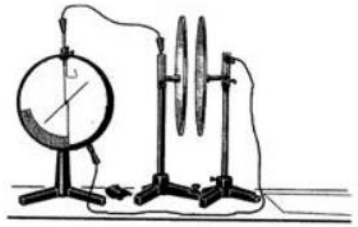
Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. 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	0	14	8
2	3	15	2
3	0,25	16	15/51
4	0	17	22
5	23/32	18	31
6	33	19	510
7	32	20	1
8	200	21	22
9	40	22	1963
10	80	23	15/51
11	35/53	24	245
12	31	25	50
13	вниз	26	600

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 Две плоские пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.



.

Возможное решение:

1. Заряд q, сообщённый пластине, соединённой со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд q оказывается на пластине.
2. Под действием электрического поля заряженной пластины на заземлённом корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен q по модулю.
3. Разность потенциалов между пластинами $U = \frac{q}{C}$.

4. При внесении пластины из диэлектрика емкость конденсатора увеличивается, так как $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$, где ε диэлектрическая проводимость среды.

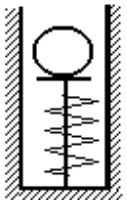
5. Суммарный заряд стержня электрометра и соединённой с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована. При этом заряд пластины остаётся практически равным q. Поэтому разность потенциалов между пластинами после внесения диэлектрика уменьшается и угол отклонения стрелки уменьшится.

Ответ: угол отклонения стрелки уменьшится.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном *случае: формулы для определения напряжения на пластинах конденсатора емкости конденсатора, закон сохранения электрического заряда)*.	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 и не зачёркнуты. И (ИЛИ)	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
Максимальный балл	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

28 Нить, удерживающая вертикально расположенную легкую пружину в сжатом на 1 см состоянии, внезапно оборвалась (см. рисунок). Какова масса шарика, который приобретает начальную скорость 10 м/с? Жесткость пружины 2 кН/м. Колебаниями пружины после отрыва шарика пренебречь.



Возможное решение:

Запишем закон сохранения энергии: $\frac{k\Delta x^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$; откуда получим

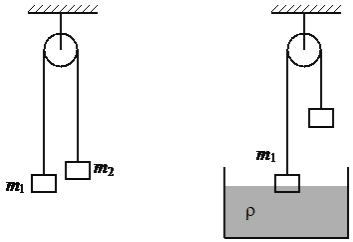
$m = \frac{k\Delta x^2}{v^2}$. Подставим численные значения

$m = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-4}}{100} = 0,002кг = 2г.$

Ответ: m = 2 г.

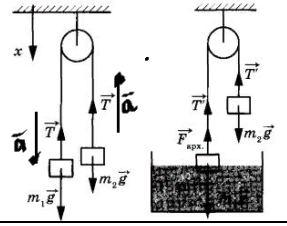
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: *закон сохранения механической энергии*); II) проведены 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 **одному** из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. 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 Два тела подвешены за нерастяжимую и невесомую нить к идеальному блоку, как показано на рисунке. При этом первое тело массой m_1 = 500 г движется из состояния покоя вниз с ускорением *a*. Если первое тело опустить в воду с плотностью ρ = 1000 кг/м^3, находящемуся в большом объеме, система будет находиться в равновесии. При этом объем погруженной в воду части тела равен V = 1,5·10^{-4} м^3. Сделайте рисунки с указанием сил, действующих на тела в обоих случаях. Определите ускорение *a* первого тела.



Возможное решение:

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Направим ось x декартовой системы координат, как показано на рисунке



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

Запишем в первом случае второй закон Ньютона для грузов в проекциях на ось x, учтем, что $T_1 = T_2 = T$, $a_1 = a_2 = a$:

$$\begin{cases} m_1 a = m_1 g - T \\ -m_2 a = m_2 g - T \end{cases} \quad (1)$$

2. Во втором случае система находится в равновесии за счёт появления силы Архимеда $\begin{cases} m_2 g - T' = 0 \\ m_1 g - T' - F_A = 0 \end{cases}$ (2),

где $F_a = \rho g V$. Решая систему уравнений (2), получим:

$$m_1 g - m_2 g = \rho g V, \; m_2 = m_1 - \rho V,$$

$$m_2 = 0,5 - 1000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-4} = 0,35 кг.$$

Из системы уравнений (1) получим $a(m_1 + m_2) = g(m_1 - m_2)$

$$a = \frac{g(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2}, \; a = \frac{10(0,5 - 0,35)}{0,5 + 0,35} \approx 1,8 м/с^2.$$

Ответ: a = 1,8 м/с^2

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: *второй закон Ньютона, условие равновесия, формула для определения силы Архимеда).* II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу, указано направление силы трения, действующей на доску; III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); IV) 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 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	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 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

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

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

30

В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой m и площадью основания S покоится на высоте h, опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

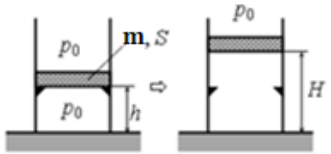
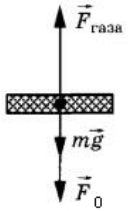


Рис. 1 Рис. 2

Возможное решение:

1.Поршень находится в равновесии: $\vec{F}_0 + m\vec{g} + \vec{F}_г + \vec{N} = 0$, где F_0 сила давления атмосферы, $F_г$ – сила давления газа на поршень в начальном состоянии, причем $F_o + mg > F_г$.



2. Условие отрыва поршня от выступов $F_o + mg = F$, где F давление газа на поршень в момент отрыва от выступов. $p_oS + mg = pS$,

$p_o + \frac{mg}{S} = p$, при нагревании газа до отрыва поршня от выступов получим изохорный процесс: $\Delta V = 0$. Согласно первому началу термодинамики: $Q = \Delta U + A = \Delta U$, так как $A = p\Delta V$. Внутренняя энергия одноатомного газа $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\Delta pV = \frac{3}{2}p\Delta V$ (учтено уравнение Менделеева-Клапейрона $pV = \nu RT$).

Тогда для изохорного процесса $\Delta U = \frac{3}{2}V\Delta p = \frac{3}{2}Sh\cdot\Delta p.$

Изменение давления $\Delta p = p - p_0 = p_o + \frac{mg}{S} - p_0 = \frac{mg}{S}$. Получим

$$Q_1 = \Delta U = \frac{3}{2}Sh\cdot\frac{mg}{S} = \frac{3}{2}mgh.$$

3. Так как $F_o + mg = const$, то сила давления на поршень при движении поршня вверх не меняется, следовательно, $p = const$ (изобарный процесс). $Q_2 = \Delta U + A = \frac{3}{2}p\Delta V + p\Delta V = \frac{5}{2}p\Delta V$,

$$Q_2 = \frac{5}{2}(p_0 + \frac{mg}{S})\cdot S\cdot(H-h) = \frac{5}{2}(p_0S + mg)\cdot(H-h).$$

4.Количество теплоты, которое сообщили газу, будет равно:

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2}mgh + \frac{5}{2}(p_0S + mg)\cdot(H-h),$$

$$Q = \frac{3}{2}mgh + \frac{5}{2}(p_0S + mg)H - \frac{5}{2}p_0Sh - \frac{5}{2}mgh,$$

$$Q = \frac{5}{2}(p_0S + mg)H - \frac{5}{2}p_0Sh - mgh.$$

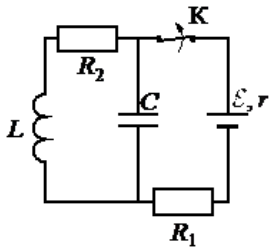
Ответ: $Q = \frac{5}{2}(p_0S + mg)H - \frac{5}{2}p_0Sh - mgh.$

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

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

решения задачи выбранным способом (в данном случае *уравнение Менделеева-Клапейрона, первое начало термодинамики, формулы для определения изменения внутренней энергии одноатомного газа и работы газа)*. 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 пол-ном 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 вычис-лениях допущены ошибки, и (или) в математических преобра-зованиях/ 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 На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС Ɛ = 12 В и внутренним сопротивлением r = 1 Ом, двух резисторов с сопротивлениями R_1 = 7 Ом и R_2 = 4 Ом, конденсатора емкостью C = 3 мкФ и катушки с индуктивностью L = 32 мкГн. Какое количество теплоты выделится на элементах цепи после размыкания ключа К? Сопротивлением провода катушки пренебречь



Возможное решение:

1.До размыкания ключа электрический ток протекает через последовательно соединенные резисторы R_1, R_2 и катушку (ток через конденсатор не течет). Согласно закону Ома для полной цепи

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r},\ I = \frac{12}{7+4+1} = 1A.$$

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

2.При этом напряжение на конденсаторе равно $U = IR_2 = 1 \cdot 4 = 4\ B$.

Таким образом, до размыкания ключа в конденсаторе была накоплена энергия $W_C = \frac{CU^2}{2}$, $W_C = \frac{3 \cdot 10^6 \cdot 4^2}{2} = 24 \cdot 10^{-6}\ Дж = 24 мкДж.$

А в катушке: $W_L = \frac{LI^2}{2}$,

$W_L = \frac{32 \cdot 10^{-6} \cdot 1^2}{2} = 16 \cdot 10^{-6}\ Дж = 16 мкДж.$

Следовательно, на элементах цепи после размыкания ключа выделится энергия $Q = W_C + W_L = 24 + 16 = 40 мкДж.$

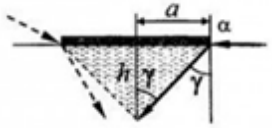
Ответ: Q = 40 мкДж.

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, закон Ома на участке цепи, формула для определения энергии магнитного поля катушки с током, энергии конденсатора, закон сохранения энергии*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие **одному** 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
Максимальный балл	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

32 На поверхности воды плавает надувной плот шириной 4 м и длиной 6 м. Небо затянуто сплошным облачным покровом, полностью рассеивающим солнечный свет. На какой максимальной глубине под плотом должна находиться маленькая рыбка, чтобы ее не увидели плавающие вокруг плота хищники? Глубиной погружения плота, рассеиванием света водой и его отражением от дна водоема пренебречь. Показатель преломления воды относительно воздуха принять равным 4/3.

Возможное решение:



Область тени – это геометрическое тело, боковые грани которого очерчивают те лучи света, которые до преломления у краев плота распространялись вдоль поверхности воды и куда не попадают лучи, преломившиеся от сторон плота. Тогда глубину тени будут задавать лучи преломившиеся от меньшей стороны. Согласно рисунку глубину тени можно определить по формуле $h = a \cdot ctg\gamma$, где a =L/2=2 м. Из закона преломления света $\frac{\sin\alpha}{\sin\gamma} = n$, с учетом явления полного внутреннего отражения, получим $\sin\gamma = \frac{1}{n}$.

$$ctg\gamma = \frac{\sqrt{1-\sin^2\gamma}}{\sin\gamma} = n\sqrt{1-\frac{1}{n^2}} = \sqrt{n^2-1}.$$

$$h = a\sqrt{n^2-1}.\ h = 2\cdot\sqrt{(\frac{4}{3})^2-1} = 2\cdot\sqrt{\frac{16-9}{9}} = \frac{2}{3}\sqrt{7} \approx 1{,}76м.$$

Ответ: h = 1,76 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: *закон преломления света, явление полного внутреннего отражения, понятие область тени*); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (*за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов*); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка	2
Представлены записи, соответствующие **одному** 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	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222

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

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.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210222