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 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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: -2,5 м/с^2. Бланк -2,5

Ответом к заданиям 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 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.

Ответ:

А	Б
4	1

41

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. Бланк 1,40,2

Ответ к заданиям 24–30 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	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ 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	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж

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.

Плотность

воды	1000 кг/м³
древесины (сосна)	400 кг/м³
керосина	800 кг/м³
подсолнечного масла	900 кг/м³
алюминия	2700 кг/м³
железа	7800 кг/м³
ртути	13 600 кг/м³

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

Удельная теплоёмкость

воды $4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда $2{,}1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	

Удельная теплота

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

Диэлектрическая проницаемость

парафин 2,2

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

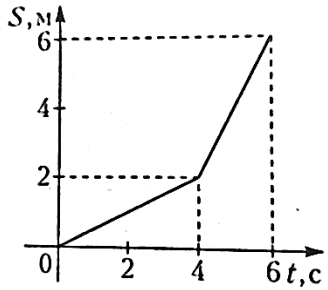
Молярная масса

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 1–23 являются число или последовательность цифр. 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 графике изображена зависимость пройденного пути от времени для прямолинейного движения материальной точки. Чему равна средняя скорость точки за 6 с?



Ответ: _____ м/с.

2 Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см, а под действием силы 6 Н удлинилась на 8 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение пружины составило 6 см?

Ответ: _____ кВт.

3 Поезд массой 1600 т, двигаясь равноускорено по горизонтальному пути, отходит от станции с ускорением 0,07 м/с^2. Определите какую мощность развивает локомотив в конце 50-й секунды. Сопротивлением движению пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

4 Тело плавает на поверхности воды так, что объем непогруженной части составляет 32% всего объема тела. Затем тело опускают в ртуть. Из приведенного ниже списка выберите **все** верные утверждения.

1) Тело не погрузится в ртуть совсем.
2) Погруженная в ртуть часть тела составит 9,2%.
3) Погруженная в ртуть часть тела составит 5,0%.
4) Плотность тела равна 560 кг/м^3.
5) Плотность тела равна 680 кг/м^3.

Ответ: _____.

5 Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются с набором высоты модуль ускорения камня и его кинетическая энергия?

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.

Модуль ускорения камня	Кинетическая энергия камня

6 Диск радиуса R равномерно катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания. Скорость центра диска равна v. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение диска, и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость самой верхней точки диска в системе отсчета, связанной с Землей	1) $\frac{v^2}{R}$
Б) ускорение самой верхней точки диска в системе отсчета, связанной с Землей	2) $\frac{2v^2}{R}$
	3) $2v$
	4) $2v^2$

Ответ:

А	Б

7 В объёме 1 см^3 при давлении 20 кПа находится $5 \cdot 10^{19}$ молекул гелия. Какова их среднеквадратичная скорость? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____м/с.

8 Воздушный шар объёмом 400 м^3 наполнен гелием под давлением 10^5 Па. В результате солнечного нагрева температура газа в шаре увеличилась на 8 К. Какова была начальная температура газа, если внутренняя энергия газа увеличилась на 1,6 МДж?

Ответ: _____ К.

9 КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, равен 60%. Чему будет равен КПД, если температуру нагревателя увеличить в два раза, а температуру холодильника уменьшить в два раза?

Ответ: _____ %.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

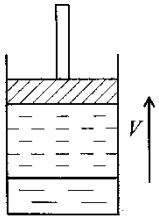
10 В сосуд, содержащий воду массой 2 кг при температуре 20^0C, бросают кусок стали массой 1 кг, нагретый до температуры 500 ^{0}C.

Выберите из предложенного перечня все верные утверждения:

1) Вода нагреется до кипения, и 300 г превратиться в пар.
2) Вода нагреется до кипения, и 200 г превратиться в пар.
3) Вода нагреется до кипения, и вся превратиться в пар.
4) Температура t_2 на графике обозначает температуру кипения.
5) Температура t_2 на графике обозначает температуру теплового равновесия данных тел.

Ответ: _____.

11 В цилиндре под поршнем находится жидкость и ее насыщенный пар. Как будут изменяться температура пара и масса жидкости при небольшом медленном перемещении поршня вверх, если давление пара останется неизменным?



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.

Температура пара	Масса жидкости

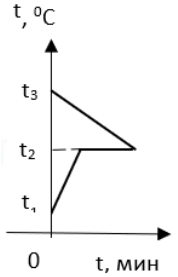
12 Определите площадь листа алюминиевой фольги, необходимой для изготовления конденсатора емкостью 1 мкФ, если в качестве диэлектрика взята парафиновая бумага толщиной 0,25 мм.

Ответ: _____ м^2.

13 Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200 В, влетела в точке 1 в область поперечного однородного магнитного поля с индукцией 2 мТл. Расстояние между точками 1 и 2 составляет 2 м. Найти отношение заряда частицы к ее массе.

Ответ: _____10^6 Кл/кг.

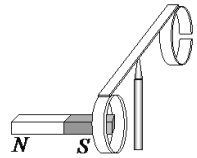
14 В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялось напряжение на конденсаторе с течением времени. Вычислите по этим данным максимальное значение силы тока в катушке, если емкость конденсатора равна 50 пФ. Ответ округлите до сотых.



t, 10^6 с	0	1	2	3	4	5	6	7	8
U, В	50	35,4	0	-35,4	-50	-35,4	0	35,4	50

Ответ: _____ мА.

15 На рисунке запечатлён тот момент демонстрации по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится вблизи сплошного металлического кольца.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных исследований. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Коромысло с кольцом будет отталкиваться от магнита, если магнит удалять, так как ток в кольце направлен по часовой стрелке.
2) Коромысло с кольцом будет отталкиваться от магнита, если магнит приближать, так как ток в кольце направлен по часовой стрелке.
3) Если магнит приближать к кольцу, то магнитный поток увеличивается, так как увеличивается площадь контура.
4) При удалении магнита от кольца магнитный поток уменьшается, так как число линий магнитной индукции, пронизывающих контур, уменьшается.
5) Если магнит выдвигать из алюминиевого кольца, то кольцо перемещается вслед за магнитом, так как на кольцо, по которому течет ток, действует сила Ампера со стороны магнитного поля магнита.

Ответ: _____.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

16 Предмет, находящийся между фокусом и двойным фокусным расстоянием рассеивающей линзы поместили между фокусом и линзой. Установите соответствие между физическими величинами и их возможными изменениями при приближении предмета к линзе.

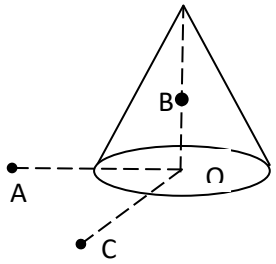
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Размер изображения	Расстояние между линзой и изображением

17 На неподвижном проводящем уединенном конусе высотой H и радиусом $R = \frac{H}{2}$ находится заряд Q. Точка О – центр основания конуса, $OA = OC = 2R$, $OB = R$, угол ОАС прямой, отрезки ОА и ОС лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точкеС равен E_c. Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке А и в точке В?



Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Модуль напряженности электростатического поля конуса в точке А	1) 0
Б) Модуль напряженности электростатического поля конуса в точке В	2) E_c
	3) $2E_c$
	4) $4E_c$

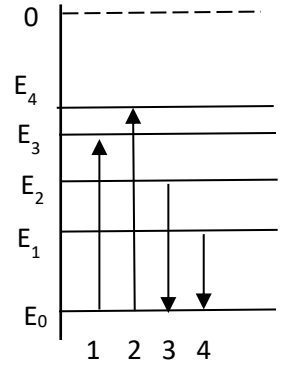
Ответ:

А	Б

18 Два электрона движутся в противоположные стороны со скоростями $v_1 = 0{,}8c$ и $v_2 = 0{,}6c$ относительно Земли, где c – скорость света в вакууме. Найдите скорость первого электрона в системе отсчета, связанной со вторым электроном. Ответ выразите в c. Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____

19 На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома.



Установите соответствие между процессами поглощения света наибольшей длины волны и испускания света наибольшей длины волны и стрелками, указвающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ЗНАЧЕНИЕ ВЕЛИЧИН
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) 1
	2) 2
Б) излучение света наибольшей длины волны	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

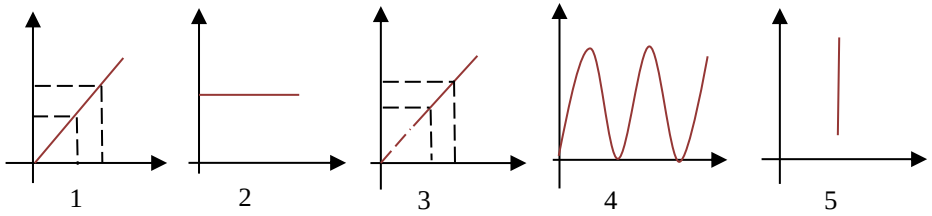
1) Сила прямо пропорциональна массе тела и обратно пропорциональна ускорению.
2) Температура – мера средней кинетической энергии частиц.
3) Электроемкость конденсатора зависит от заряда на его обкладках.
4) Если скорость частицы, движущейся в магнитном поле, перпендикулярна вектору магнитной индукции этого поля, то траектория движения частицы – окружность.
5) С помощью собирающей линзы можно получить только действительное изображение.

Ответ: _____.

21 Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость энергии конденсатора от времени в колебательном контуре;
Б) зависимость модуля скорости тела от времени при прямолинейном равномерном движении;
В) зависимость объёма идеального газа от его абсолютной температуры при постоянном давлении.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Ответ:

А	Б	В

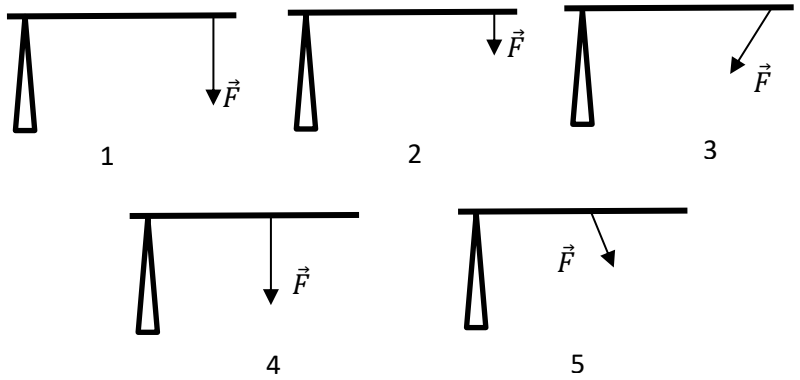
22 В ходе лабораторной работы «Определение плотности твердого тела» ученик измерил массу алюминиевого цилиндра на электронных весах $m = (52 + 0{,}5)$ г и объем цилиндра с помощью мензурки $V = (20 + 0{,}5)$ см^3. Запишите в ответ плотность цилиндра в г/см^3 с учётом погрешности измерений. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

Ответ: (_____ ± _____) г/см^3.

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

23 К рычагу, закрепленному с одного конца, прикладывается сила $\vec{F}$. Была высказана гипотеза, что момент силы зависит от плеча силы. Какие ***два*** опыта из представленных ниже нужно выбрать для проверки этой гипотезы?

Запишите в таблицу номера опытов.



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.

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.

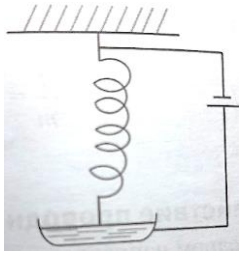
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

Часть 2

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.

24 Ток замыкается на вертикальную пружину, нижний конец которой на незначительную глубину погружен в ртуть. Описать дальнейшее состояние пружины в электрической цепи.



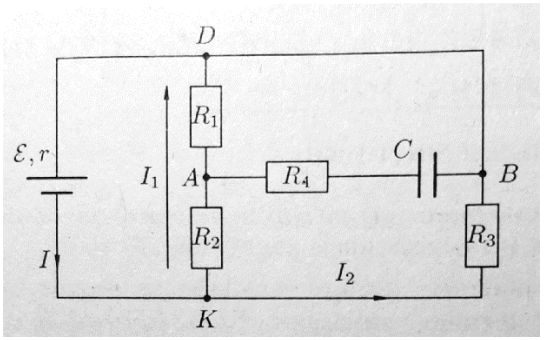
Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

25 Лестница длиной 1,5 м приставлена к идеально гладкой стене под углом 60^0 к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом равен 0,5. На какое расстояние воль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь.

26 При какой температуре газа средняя кинетическая энергия теплового движения атомов идеального газа будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлтической пластины с работой выхода $A_{\text{вых}} = 2$ эВ при облучении монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм?

27 В двух сосудах объемами $V_1 = 1$л и $V_2 = 2$л содержится один и тот же газ с одинаковой концентрацией молекул. В сосуде температура $T_1 = 300$ К, во втором – $T_1 = 350$ К. Какая установится температура, если сосуды привести в тепловой контакт?

28 В электрической схеме, изображенной на рисунке, задано $\varepsilon = 34$В, $r = 1$ Ом, $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = R_3 = R_4 = 4$ Ом, $C = 1$мкФ. Определите заряд на конденсаторе.



29 Точечный источник света помещен на оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = 0{,}2$ м на расстоянии $d = 0{,}5$ м от нее. По другую сторону линзы в ее фокальной плоскости помещена рассеивающая линза. Каким должно быть фокусное рассотяние рассеивающей линзы, чтобы мнимое изображение в ней источника совпадало с самим источником? Начертите ход лучей в линзах.

30 Маятник с грузом $m = 200$г отводят в горизонтальное положение и отпускают. Определите максимальное натяжение нити после того, как маятник зацепится за гвоздь, вбитый на середине длины маятника в точке, направление на которую из точки подвеса составляет с вертикалью угол $\alpha = 60°$.

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

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–23

Правильное выполнение каждого из заданий 1–3, 7–9, 12–14, 18, 22 и 23 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа. В ответе на задание 23 порядок записи символов значения не имеет.

Правильное выполнение каждого из заданий 5, 6, 11, 16, 17 и 19, 21 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. 1 балл выставляется, если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе больше требуемого, выставляется 0 баллов вне зависимости от того, были ли указаны все необходимые символы.

Правильное выполнение каждого из заданий 4, 10, 15 и 20 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, каждый символ присутствует в ответе, в ответе отсутствуют лишние символы. Порядок записи символов в ответе значения не имеет. 1 балл выставляется, если только один из символов, указанных в ответе, не соответствует эталону (в том числе есть один лишний символ наряду с остальными верными) или только один символ отсутствует; во всех других случаях выставляется 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	1	12	12,8
2	4,5	13	100
3	392	14	1,96
4	35/53	15	24/42
5	32	16	11
6	31	17	21
7	424	18	0,95
8	300	19	14
9	90	20	24/42
10	24/42	21	423
11	32	22	2,61,0

		23	14/41

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной 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 максимального балла.

24 Ток замыкается на вертикальную пружину, нижний конец которой на незначительную глубину погружен в ртуть. Описать дальнейшее состояние пружины в электрической цепи.

Возможное решение	
При прохождении тока через пружину будут происходить следующие явления: 1) токи в витках пружины будут протекать в одном направлении, следовательно, по закону Ампера проводники будут притягиваться друг к другу; 2) пружина будет сжиматься и ее нижний конец выйдет из ртути и цепь разомкнется; 3) магнитное поле пропадет, и пружина снова упадет в ртуть. Процесс будет повторяться. Такие колебания будут происходить до тех пор, пока пружина будет включена в цепь.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: *колебания будут повторяться пока пружина включена в цепь*) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: *закон Ампера, взаимодействие параллельных проводников с током*)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.	2

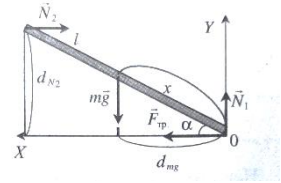
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
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

25 Лестница длиной 1,5 м приставлена к идеально гладкой стене под углом 60^0 к горизонту. Коэффициент трения между лестницей и полом равен 0,5. На какое расстояние воль лестницы может подняться человек, прежде чем лестница начнет скользить? Массой лестницы пренебречь.

Возможное решение:

Решение:



Запишем правило моментов: $mgx\cos\alpha = N_2 l\sin\alpha$

Согласно 2-му закону Ньютона: OX: $F_{тр} - N_2 = 0$

OY: $N_1 - mg = 0$

$F_{тр} = N_2$

$F_{тр} = \mu N_1 = \mu mg$

$mgx\cos\alpha = \mu mgl\sin\alpha$

$x = \frac{\mu mgl\sin\alpha}{mg\cos\alpha} = \mu tg\alpha$

$x = 0{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}7 = 1{,}275$ (м)

Ответ: 1,275 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; 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*);	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

III) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

26 При какой температуре газа средняя кинетическая энергия теплового движения атомов идеального газа будет равна энергии электронов, выбиваемых из металлтической пластины с работой выхода $A_{\text{вых}} = 2$ эВ при облучении монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм?

Возможное решение:

Решение:

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}$

$E_{\text{к}} = \frac{3kT}{2}$ кинетическая энергия идеального газа

$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{3kT}{2}$

$\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} = \frac{3kT}{2}$

$T = \frac{2(hc - \lambda A_{\text{вых}})}{3\lambda\kappa}$

$T = \frac{2(6{,}6\cdot10^{-34} - 300\cdot10^{-4}\cdot2\cdot1{,}6\cdot10^{-19})}{3\cdot300\cdot10^{-4}\cdot1{,}38\cdot10^{-23}} = 16425$ К

Ответ: 16425 К

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; 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) представлены 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	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

27 В двух сосудах объемами $V_1 = 1$л и $V_2 = 2$л содержится один и тот же газ с одинаковой концентрацией молекул. В сосуде температура $T_1 = 300$ К, во втором – $T_1 = 350$ К. Какая установится температура, если сосуды привести в тепловой контакт?

Возможное решение:	
Решение: Если сосуды привести в тепловой контакт, то газ в первом сосуде будет нагреваться, а во втором сосуде – охлаждаться. $Q_1 = cm_1(T - T_1)$, $m_1 = \frac{\rho}{V_1}$ $Q_2 = cm_2(T_2 - T)$ $m_2 = \frac{\rho}{V_2}$ Используем уравнение теплового баланса: $c\frac{\rho}{V_1}(T - T_1) = c\frac{\rho}{V_2}(T_2 - T)$ $T = \frac{V_1T_2 + V_2T_1}{V_1 + V_2} = \frac{1\cdot350 + 2\cdot300}{1+2}$=330 К Ответ: 330 К	
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; 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) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	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	

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

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

28 В электрической схеме, изображенной на рисунке, задано $\varepsilon = 34$В, $r = 1$ Ом, $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = R_3 = R_4 = 4$ Ом, $C = 1$мкФ. Определите заряд на конденсаторе.

Возможное решение:
Решение: Заряд q определяется из общего определения емкости проводника $q = CU_{AB}$ $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = U_3 - U_2$ $U_3 = \varphi_B - \varphi_K$; $U_2 = \varphi_A - \varphi_K$ – напряжения на сопротивлениях R_3 и R_2, которые выражены через потенциалы узлов цепи. С помощью закона Ома представим: $U_3 = I_2R_3$ и $U_2 = I_1R_2$ Токи I_2 и I_1 найдем используя правило деления токов в точке К ветвления цепи, а так же, что напряжения на параллельных участках KAD и KBD совпадают. Полное внешнее сопротивление: $\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1+R_2} + \frac{1}{R_3}$ По закону Ома для полной цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_0+r}$ (1) $I_1(R_1 + R_2) = I_2R_3$; $I = I_1 + I_2$ (2)

Решая систему из уравнений (1) и (2) находим токи I_2 и I_1, затем находим напряжения U_3 и U_2. Подставляем все полученные значения в формулу $q = CU_{AB}$ $q = \frac{C\varepsilon R_1R_2}{R_3(R_1+R_2)+r(R_1+R_2+R_3)} = 8 \cdot 10^{-6}$Кл Ответ: $8 \cdot 10^{-6}$Кл

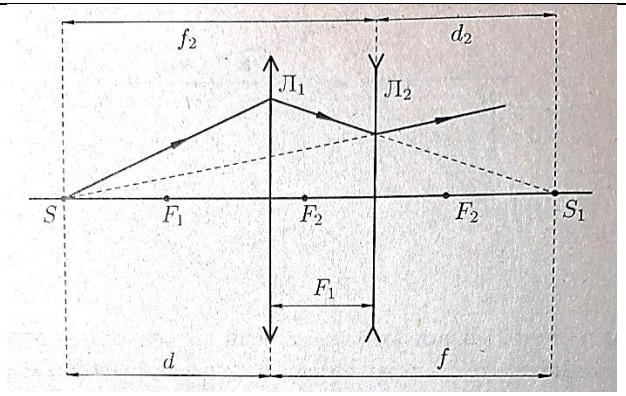
Критерии оценивания выполнения задания	**Баллы**
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения 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) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо 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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

29 Точечный источник света помещен на оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием $F_1 = 0{,}2$ м на расстоянии $d = 0{,}5$ м от нее. По другую сторону линзы в ее фокальной плоскости помещена рассеивающая линза. Каким должно быть фокусное рассотяние рассеивающей линзы, чтобы мнимое изображение в ней источника совпадало с самим источником? Начертите ход лучей в линзах.

Возможное решение:



Чтобы мнимое изображение источника в рассеивающей линзе $Л_2$ совпадало с самим источником S, необходимо, чтобы продолжение лучей после преломления в обеих линзах пересекались в точке S. Если бы линзы $Л_2$ не было, то действительное изображение источника находилось бы в точке S_1, которая теперь является мнимым источником для линзы $Л_2$.

Формула тонкой линзы: $-\frac{1}{F_2} = -\frac{1}{d_2} - \frac{1}{f_2}$, где $d_2 = f - F_1$, $f_2 = d + F_1$ (1)

Неизвестное расстояние f от изображения S_1 до линзы $Л_1$ находим:

$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ (2)

Решая уравнения (1) и (2), находим:

$F_2 = \frac{F_1^2}{d^2}(d + F_1) = 0{,}1$ м

Ответ: 0,1 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; 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*);	3

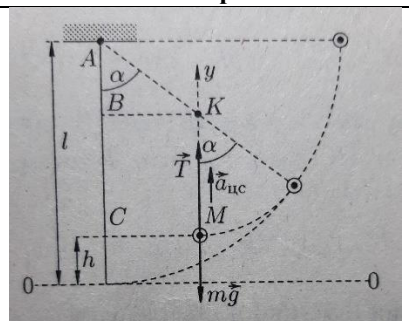
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

III) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	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 ИЛИ Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

30 Маятник с грузом $m = 200$г отводят в горизонтальное положение и отпускают. Определите максимальное натяжение нити после того, как маятник зацепится за гвоздь, вбитый на середине длины маятника в точке, направление на которую из точки подвеса составляет с вертикалью угол $\alpha = 60°$.

Возможное решение:



Обоснование:

Шарик в данных условиях можно принять за материальную точку. До зацепления на шарик не действует сила сопротивления воздуха. Следовательно, применим закон сохранения энергии.

При взаимодействии тел внешняя сила тяжести не оказывает действия в горизонтальном направлении, а сила сопротивления не действуют. Нить невесома и нерастяжима, на шарик действуют сила тяжести и сила натяжения нити.

Равнодействующая сил в момент удара является причиной возникновения центростремительного ускорения для равномерного движения по окружности. Можем применять для инерциальной системы отсчета второй закон Ньютона.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

Решение:
При движении маятника натяжение нити будет максимальным в точке С, когда маятник, зацепившись за гвоздь, вбитый в точку К, будет проходить через положение равновесия. На него в этот момент действует сила тяжести и сила натяжения нити. Запишем второй закон Ньютона:
$m\overrightarrow{a_ц} = \vec{T} + m\vec{g}$, где $a_ц$ – центростремительное ускорение при движении по окружности радиусом $KM = \frac{L}{2}$
Проецируем на ось OY и получаем:
$T - mg = ma_ц = m\frac{2v^2}{L}$ отсюда находим $T = m(g + \frac{2v^2}{L})$ (1)
Для определения скорости маятника в точке М воспользуемся законом сохранения энергии. В горизонтальном положении энергия маятника равна его потенциальной энергии $E_1 = mgL$
В точке М полная механическая энергия равна: $E_2 = \frac{mv^2}{2} + mgh$
На рисунке видно, что горизонталь 0-0
Выбрана за нулевой уровень потенциальной энергии.
Так как $E_1 = E_2$, то получаем:
$mgL = \frac{mv^2}{2} + mgh$ или $gL = \frac{v^2}{2} + gh$ (2)
Согласно рисунку $h = L - AB - BC$
Из треугольника ΔABK найдем, что $AB = AK \cdot \cos\alpha = \frac{L}{2}\cos\alpha$, и учтем, что $BC = \frac{L}{2}$
В результате получаем: $h = \frac{L}{2}(1 - \cos\alpha)$ (3)
Из уравнений (1), (2) и (3) находим:
$T = mg(3 + 2\cos\alpha) = 784$ Н
Ответ: 784 Н

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом; 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) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие **одному** из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и	

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121

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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	4

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 развёрнутым 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».

Существенными считаются следующие расхождения.

1. Расхождение между баллами, выставленными двумя экспертами за выполнение любого из заданий 24–29 и за выполнение задания 30 по критерию К2, в 2 или более балла. В этом случае третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 24–30 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением. Ситуации, в которых один эксперт указал на отсутствие ответа в экзаменационной работе, а второй эксперт выставил нулевой балл за выполнение этого задания, не являются ситуациями существенного расхождения в оценивании.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 221121