

**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 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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/с². -2,5

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.

Ответ:

А	Б
4	1

 41

Ответом к заданию 22 является 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. 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 гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санتي	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

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

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ °С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

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

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

воды $4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия 900 Дж/(кг·К)
льда $2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди 380 Дж/(кг·К)
железа 460 Дж/(кг·К)	чугуна 800 Дж/(кг·К)
свинца 130 Дж/(кг·К)	
Удельная теплота	
парообразования воды $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг	
плавления свинца $2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг	
плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг	

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

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

Часть 1

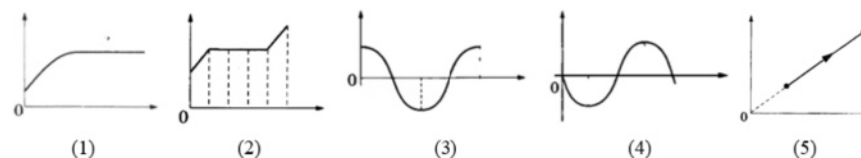
Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.
- 1) Свободное падение происходит под действием только силы тяжести.
 - 2) Если сила вызывает вращение тела по часовой стрелке, то такой момент называют отрицательным.
 - 3) При постоянной массе газа и его неизменной молярной массе отношения произведения давления на абсолютную температуру к его объёму остаётся величиной постоянной.
 - 4) Положительные ионы движутся к катоду, а отрицательные – к аноду.
 - 5) Электромагнитные колебания – это процессы в электрических цепях, в которых периодически изменяются заряд, сила тока, напряжение и ЭДС.

Ответ: _____.

- 2** Даны следующие зависимости величин:
- А) зависимость силы тока в катушке от времени;
 - Б) зависимость энергии электрического поля конденсатора;
 - В) зависимость концентрации молекул водяного пара внутри стеклянной колбы, в которую налили воды и закрыли пробкой.

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.

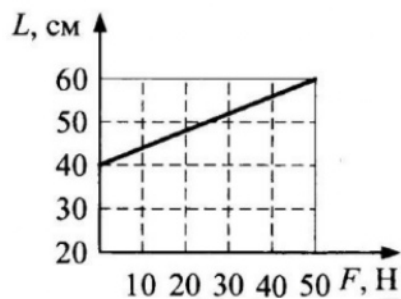


Ответ:

А	Б	В

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 211011

3 По графику зависимости длины пружины от величины растягивающей её силы определите потенциальную энергию растянутой пружины при $L = 60$ см.



Ответ: _____ Дж.

4 Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см.

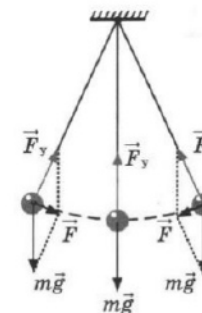
Ответ: _____ Н.

5 Сила тяжести, действующая на Земле на кубик объемом $0,1 \text{ м}^3$, равна 900 Н. Определите плотность материала кубика.

Ответ: _____ кг/м^3 .

6 На рисунке показана модель свободных колебаний математического маятника.

Полная механическая энергия груза при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.



Из приведенного ниже списка выберите все верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 20 Дж.
- 2) Потенциальная энергия не изменяется и равна 20 Дж.
- 3) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 10 Дж.
- 4) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж.
- 5) В математическом маятнике по закону сохранения энергии в процессе колебаний кинетическая энергия переходит в потенциальную, а потенциальная – в кинетическую.

Ответ: _____.

7 Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется скорость груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?

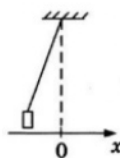
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость груза	Жёсткость пружины

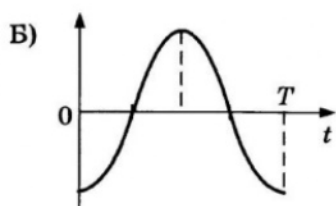
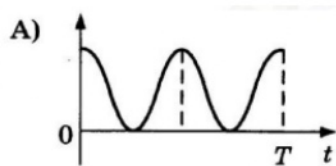
8 В начальный момент времени груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя. Графики, характеризующие дальнейшее изменение параметров его движения, представлены в левом столбце.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами (правый столбец), зависимость которых от времени они могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x
- 2) проекция скорости v_x
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) потенциальная энергия E_n

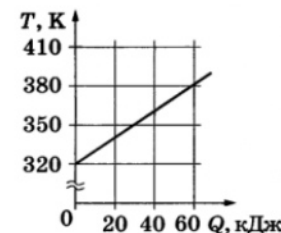
Ответ:

А	Б

9 При охлаждении разреженного гелия его средняя кинетическая энергия уменьшилась вдвое. Во сколько раз изменилась при этом его абсолютная температура?

Ответ: в _____ раз (а).

10 На рисунке изображён график зависимости температуры тела массой 500 г от подводимого к нему количества теплоты. Определите удельную теплоёмкость этого вещества.



Ответ: _____ Дж/(кг·К).

11 Внешние силы совершили над идеальным газом положительную работу $A = 2000$ Дж в изобарном сжатии. Найдите количество теплоты, отданное этим газом окружающей среде. Газ одноатомный.

Ответ: _____ Дж.

12 Вещество при температуре 160°C , находящееся в газообразном состоянии, охлаждают при постоянной мощности. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, $^\circ\text{C}$	160	142	124	106	106	106	101	94

Выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

- 1) Удельная теплоёмкость вещества в жидком и газообразном состояниях одинакова.
- 2) Температура кипения вещества в данных условиях составляет 124°C .
- 3) Процесс конденсации вещества занял более 10 мин.
- 4) Температура кипения вещества в данных условиях составляет 106°C .
- 5) Через 20 мин. после начала измерений вещество находилось только в жидком состоянии.

Ответ: _____.

13 В процессе сжатия 1 моль разреженного аргона его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура аргона и его объём?

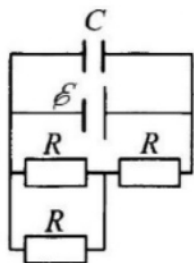
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

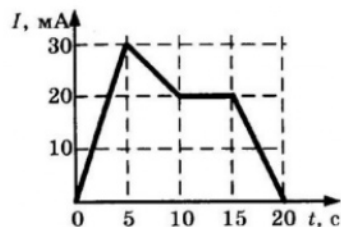
Температура аргона	Объём аргона

14 Определите ЭДС источника, если конденсатор емкостью $C = 200 \text{ мкФ}$ имеет заряд $q = 15 \text{ мКл}$, сопротивление каждого из резисторов $R = 1 \text{ Ом}$, а внутреннее сопротивление источника $r = 0,5 \text{ Ом}$ (см. рисунок).



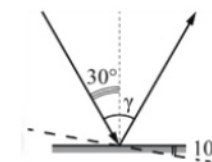
Ответ: _____ В.

15 В цепи индуктивностью 1 Гн протекает переменный ток. График изменения силы тока I изображен на рисунке. Какое значение принимает ЭДС самоиндукции в период времени с 5 по 10 секунду?



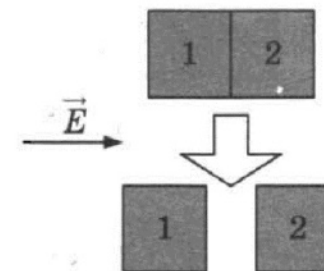
Ответ: _____ мВ.

16 Угол падения составляет 30° . Определите угол γ между отраженным и падающим лучами при условии, что зеркало повернули на 10° относительно начального положения (см. рисунок).



Ответ: _____ градусов.

17 Изначально два стеклянных кубика (1 и 2, верхняя часть рисунка) незаряжены, стоят по отдельности; их привели в соприкосновение и внесли в электрическое поле. Направление его напряженности – горизонтально вправо – показано на рисунке. Затем, как показано на нижней части рисунка, кубики разделили и только после этого выключили электрическое поле.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения и запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго – положительн.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков оказались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-ого кубика была заряжена отрицательно.
- 5) До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-ого кубика была заряжена отрицательно.

Ответ: _____.

18 Цепь постоянного тока содержит источник тока с ЭДС \mathcal{E} , резистор R_1 и реостат R_2 , как показано на рисунке. Как изменятся сила тока в цепи и суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи, если уменьшить сопротивление реостата R_2 до минимума? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

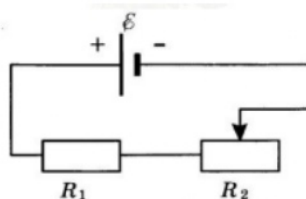
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сила тока в цепи	Суммарная тепловая мощность, выделяющаяся на внешнем участке цепи

19 Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

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



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протекающий через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сопротивление резистора

Ответ:

А	Б

20 Красный свет с длиной волны $\lambda = 660$ нм переходит из воды (показатель преломления $n = 1,33$) в воздух. Чему равно отношение между энергией фотона в воде и в воздухе?

Ответ: _____.

21 Как изменятся при α -распаде массовое число ядра и количество нейтронов в нем?

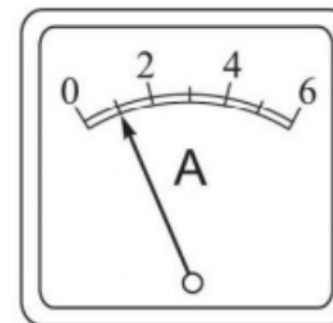
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Массовое число заряда	Количество нейтронов

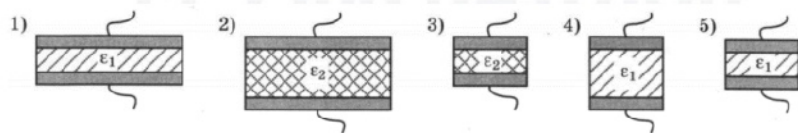
22 В ходе лабораторной работы измеряли силу тока в цепи постоянного тока. Показания амперметра приведены на рисунке. Погрешность измерения равна половине цены деления амперметра. Чему равна сила тока в цепи по результатам эксперимента?



Ответ: (_____ \pm _____) А.

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

23 Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик (ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит ёмкость конденсатора от расстояния между его пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

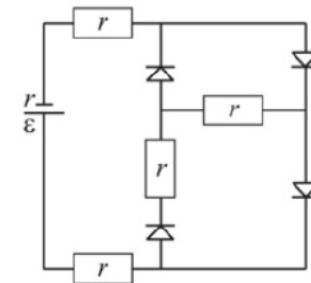
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

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.

Часть 2

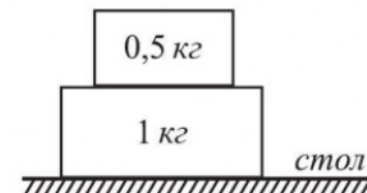
Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24 В цепи, изображенной на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во внешней цепи выделяется мощность P . Как изменится мощность, выделяющаяся во внешней цепи, при другой полярности подключения источника тока? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



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.

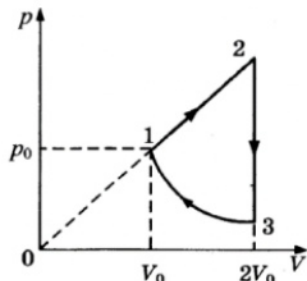
25 Деревянный брусок массой 0,5 кг лежит на деревянном бруске массой 1 кг. Коэффициент трения между брусками равен 0,35, а коэффициент трения между нижним бруском и столом равен 0,2. Какую максимальную силу можно приложить к большему бруску, чтоб меньший брусок оставался в покое относительно него?



26 Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности пластины, если работа выхода электронов из данного металла составляет 1,4 эВ.

27

Циклический процесс, проводимый над одноатомным идеальным газом, представлен на рисунке. На участке 1—2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. Участок 3—1 – адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно $|Q_{\text{хол}}| = 3370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу $|A_{31}|$ внешних сил в адиабатном процессе.



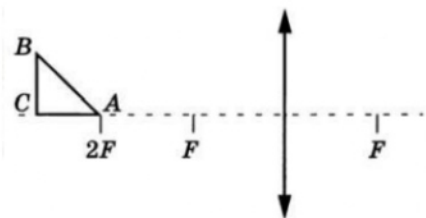
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.

28

Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\text{max}} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

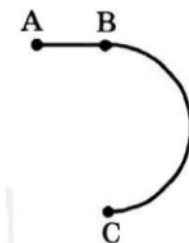
29

Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой 2,5 дптр так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы (см. рисунок). Вершина прямого угла C лежит дальше от центра линзы, чем вершина острого угла A, расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, $AC = 4$ см. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



30

Стартуя из точки A (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки B, после которой модуль скорости спортсмена остается постоянным вплоть до точки C. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок BC, больше, чем на участок AB, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория BC – полуокружность.



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–26

Правильные ответы на задания 3–5, 9–11, 14–16, 20, 22 и 23 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число или два числа.

Ответы на задания 7, 8, 13, 18, 19 и 21 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа; 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответ на задание 2 оценивается 2 баллами, если верно указаны три элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

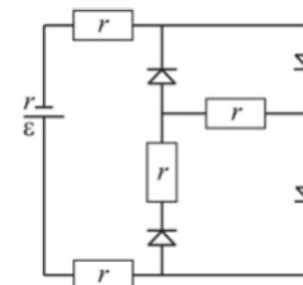
Ответы на задания 1, 6, 12 и 17 оцениваются 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. В заданиях 1, 6, 12, 17 и 23 порядок записи цифр в ответе не имеет принципиального значения.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	145	12	34 43
2	431	13	32
3	5	14	100
4	0,9	15	2
5	900	16	80
6	15 51	17	34 43
7	13	18	11
8	41	19	31
9	0,5	20	1
10	2000	21	22
11	5000	22	10,5
		23	45 54

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 В цепи, изображенной на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном многократно превышает сопротивление резисторов. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление, равное внутреннему сопротивлению источника тока. Во внешней цепи выделяется мощность P . Как изменится мощность, выделяющаяся во внешней цепи, при другой полярности подключения источника тока? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



Возможное решение:

1. При подключении источника тока так, как показано на рисунке, внешнее сопротивление цепи равно $R_1 = 3r$. Согласно закону Ома для полной цепи сила тока равна $I_1 = \frac{\epsilon}{R_1 + r} = \frac{\epsilon}{4r}$. Тогда мощность, выделяющаяся во внешней цепи: $P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{\epsilon^2}{16r^2} \cdot 3r = \frac{3\epsilon^2}{16r}$ (1).

2. При изменении полярности источника тока $R_2 = 2r$, $I_2 = \frac{\epsilon}{R_2 + r} = \frac{\epsilon}{3r}$, $P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{\epsilon^2}{9r^2} \cdot 2r = \frac{2\epsilon^2}{9r}$ (2).

3. Т.к. $\frac{P_2}{P_1} > 1$, то $P_2 > P_1$, т.е. мощность увеличится.

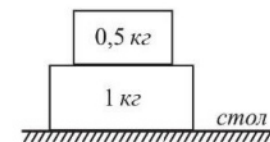
Ответ: увеличится

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: закон Ома для полной цепи).	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1

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

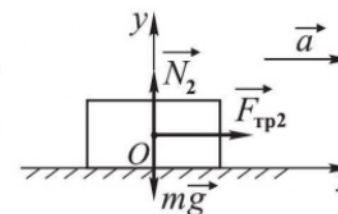
25

Деревянный брусок массой 0,5 кг лежит на деревянном бруске массой 1 кг. Коэффициент трения между брусками равен 0,35, а коэффициент трения между нижним бруском и столом равен 0,2. Какую максимальную силу можно приложить к большему бруску, чтоб меньший брусок оставался в покое относительно него?



Возможное решение:

1. Для того, чтобы брусок оставался в покое относительно большего, необходимо, чтобы бруски двигались с одним ускорением. Рисунок для меньшего бруска:

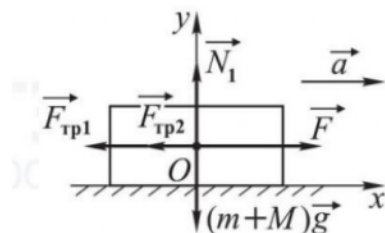


Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox, Oy:

$$\begin{cases} Ox: F_{тр2} = ma \\ Oy: N_2 - mg = 0 \end{cases}$$

Учитывая, что $F_{тр2} = \mu_2 N$, получим: $\mu_2 N = ma$, $\mu_2 mg = ma$, $a = \mu_2 g$ (1)

Рисунок и второй закон Ньютона для большего бруска:



$$\begin{cases} O_x: F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} = Ma \\ O_y: N_1 - (m + M)g = 0. \end{cases}$$

Учитывая (1) и то, что $F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1$, получим:

$$\begin{aligned} F - \mu_1 N_1 - \mu_2 N_2 &= Ma, \\ F - \mu_1(m + M)g - \mu_2 mg &= \mu_2 gM, \\ F &= \mu_1 g(m + M) + \mu_2 g(m + M), \\ F &= g(m + M)(\mu_1 + \mu_2). \end{aligned}$$

Подставив числовые данные, получим: $F = 10 \cdot 1,5 \cdot 0,55 = 8,25$ (Н).

Ответ: 8,25 Н.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: равенство ускорений брусков; второй закон Ньютона, связь силы трения и силы реакции опоры);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2

<p>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.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	2

26

Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны 500 нм. Определите максимальную скорость фотоэлектронов, вылетающих с поверхности пластины, если работа выхода электронов из данного металла составляет 1,4 эВ.

Возможное решение:

Воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта:

$h\nu = A_{\text{вых}} + E_k$, где $\nu = \frac{c}{\lambda}$ – частота света, $E_k = \frac{m_e v^2}{2}$ – максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов. Тогда:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v^2}{2},$$

где m_e – масса электрона. Отсюда

$$v = \sqrt{\frac{2}{m_e} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)}.$$

Получаем $v = 615 \cdot 10^3$ м/с = 615 км/с.

Ответ: $v = 615$ км/с.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Эйнштейна, формулы для частоты света и кинетической энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1

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

27

Циклический процесс, проводимый над одноатомным идеальным газом, представлен на рисунке. На участке 1—2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. Участок 3—1 – адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно $|Q_{\text{хол}}| = 3370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу $|A_{31}|$ внешних сил в адиабатном процессе.

Возможное решение:	
<p>1) Работа газа на участке 1—2 равна площади под графиком: $A_{12} = \frac{p_2 + p_1}{2} (V_2 - V_1)$. Из условия задачи $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$ (давление пропорционально объёму), откуда $p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} = 2p_0$. Следовательно, $A_{12} = \frac{3}{2} p_0 V_0$.</p> <p>2) На участке 2—3 (изохора) рабочее тело отдаёт холодильнику количество теплоты $Q_{\text{хол}} = U_2 - U_3$, где U_2 и U_3 – внутренняя энергия газа в состояниях 2 и 3 соответственно. На участке 3—1 (адиабата, $Q=0$) внешние силы сжимают газ, совершая работу $A_{31} = U_1 - U_3 = (U_2 - U_3) - (U_2 - U_1) = Q_{\text{хол}} - (U_2 - U_1)$.</p> <p>3) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа равна $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV$, следовательно $U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{9}{2} p_0 V_0$.</p> <p>4) Объединяя 1)–3), получим $U_2 - U_1 = 3A_{12}$. Отсюда $A_{31} = Q_{\text{хол}} - 3A_{12} = 370$ Дж. Ответ: $A_{31} = 370$ Дж.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>внутренняя энергия идеального газа, работа газа, изохорный процесс, адиабатический процесс</i>);</p>	3

<p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение,</p>	

<p>лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

28

Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda=500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

<p>Возможное решение:</p> <p>Закон сохранения энергии:</p> $\frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{LI_{max}^2}{2}$ <p>Согласно формуле Томсона для периода ЭМ колебаний: $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Длина волны $\lambda=cT$, где c – скорость света. Максимальная напряженность поля конденсатора:</p> $E_{max} = \frac{U_{max}}{d}.$ <p>Решая совместно эти уравнения, получаем:</p> $I_{max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{max} \approx 0,27 \text{ мА}.$ <p>Ответ: $I_{max} = 0,27$ мА.</p>	
<p>Критерии оценивания выполнения задания</p>	<p>Баллы</p>
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон</p>	3

<p>сохранения энергии, формула Томсона, формула для напряженности поля конденсатора и длины волны);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	

<p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

29

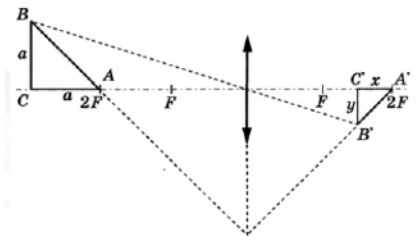
Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $L = 1$ м друг от друга. Линза находится между ними. Расстояние от линзы до одного из источников $x = 20$ см. Изображения обоих источников получились в одной точке. Найдите оптическую силу линзы. Постройте на отдельных рисунках изображения двух источников в линзе, указав ход лучей.

Возможное решение:

Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F + a} + \frac{1}{2F - x} = \frac{1}{F}$$

откуда

$$x = \frac{aF}{F + a} = \frac{a}{1 + aD}$$


Длину y вертикального катета $B'C'$ изображения находим из подобия:

$$y = a \cdot \frac{2F - x}{2F + a} = \frac{aF}{F + a} = \frac{a}{1 + aD} = x.$$

Площадь изображения

$$S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1 + aD)^2} \approx 6,6 \text{ см}^2$$

Ответ: $S_1 \approx 6,6 \text{ см}^2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула тонкой линзы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p>	

<p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> <p>ИЛИ</p> <p>Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

30

Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остается постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС – полуокружность.

Возможное решение:
<p>1. Ускорение на прямолинейном участке определяется по формуле $a_1 = \frac{v}{t_1}$, где v – скорость в точке В, а t_1 – время движения по прямолинейному участку.</p> <p>2. Ускорение при движении по дуге окружности есть центростремительное ускорение и определяется по формуле $a_2 = \frac{v^2}{R}$, где R – радиус полуокружности. С учетом того, что на ВС $v = \frac{\pi R}{t_2}$, получаем $a_2 = \frac{v\pi}{t_2}$.</p>

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 211011

<p>3. Т.к. $a_1 = a_2$, то $\frac{v}{t_1} = \frac{v\pi}{t_2}$, откуда $\frac{t_2}{t_1} = \pi$</p> <p>Ответ: $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.</p>	
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	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для заряда конденсатора, закон сохранения заряда, выражение для энергии конденсатора, ёмкость параллельно соединённых конденсаторов, закон сохранения энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	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.	2

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

1. Существенным считается расхождение в 2 или более балла, выставленных экспертами за выполнение любого из заданий 24–30. 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.