

**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 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 37,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

741 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 ВПРАВО Бланк

Ответом к заданиям 19 и 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.

КИМ Ответ: (14 ± 0,2) Н 221,40,2 Бланк

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются.

Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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 $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ алюминия $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 льда $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ меди $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 железа $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ чугуна $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
 свинца $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

Удельная теплота

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

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса

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

Часть 1

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

- 1** Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 15 - 5t + 3t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию ускорения a_x этого тела.

Ответ: _____ м/с^2

- 2** К пружине динамометра подвесили гирьку массой $0,1 \text{ кг}$. При этом пружина удлинилась на $2,5 \text{ см}$. Каким будет удлинение пружины при добавлении еще трех таких же гирек по $0,1 \text{ кг}$?

Ответ: _____ см

- 3** Две пружины имеют одинаковую жесткость. Первая из них растянута на 1 см . Потенциальная энергия второй пружины в 4 раза больше, чем первой. Определите, чему равно растяжение второй пружины.

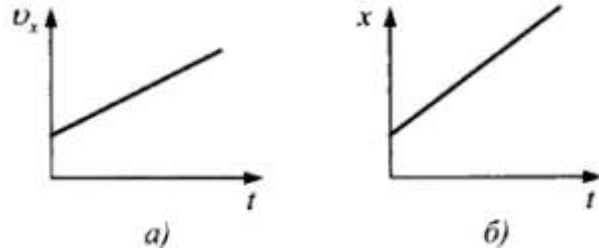
Ответ: _____ см

- 4** Определите частоту колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500 \text{ м/с}$, а длина волны $\lambda = 2 \text{ м}$.

Ответ: _____ Гц



5 На рисунке *a)* приведен график зависимости от времени скорости первого тела, а на рисунке *б)* – зависимости от времени координаты второго тела.



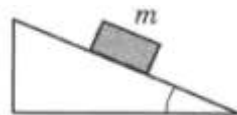
Выберете **два** верных утверждения.

- 1) Оба тела движутся равноускоренно.
- 2) Тела движутся в одном направлении.
- 3) Первое тело движется равномерно, второе – равноускоренно.
- 4) Первое тело движется равноускоренно, второе – равномерно.
- 5) Скорости обоих тел одинаковы.

Ответ:

--	--

6 Тело массой m из состояния покоя скользит с ускорением с вершины клина с углом раствора α (см. рисунок). Как изменится ускорение тела и сила трения, действующая на него, если с этого же клина будет скользить тело из того же материала массой $3m$?



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.

Ускорение	Сила трения

7 Тело массой 500 г совершает гармонические колебания по закону: $x(t) = -0,04\sin(100t)$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

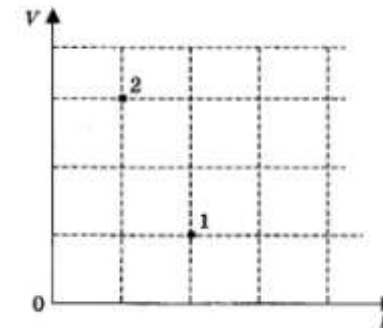
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) ускорение тела в момент времени t	1) $200 \sin(100t)$
Б) равнодействующая всех сил, которые действуют на тело в момент времени t	2) $400 \cos(100t)$
	3) $-200 \cos(100t)$
	4) $400 \sin(100t)$

Ответ:

А	Б

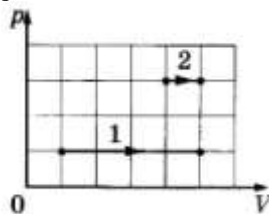
8 В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз увеличится температура газа при переходе газа из состояния 1 в состояние 2? (см. рисунок)



Ответ: _____

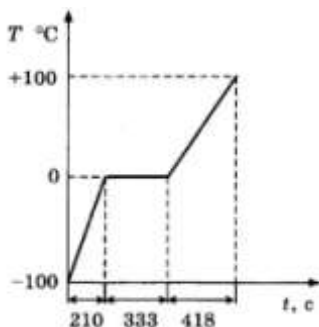


9 На p - V диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством газообразного неона. Чему равно отношение работ A_2/A_1 , совершенных газом в этих процессах?



Ответ: _____

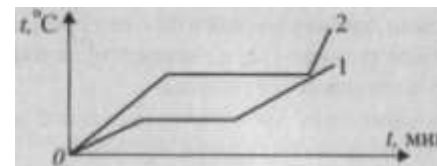
10 На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику определите, сколько секунд длился процесс нагревания льда.

Ответ: _____ с

11 На рисунке изображены графики зависимости изменения температуры от времени двух тел одинаковой массы. Первоначально тела находились в твердом состоянии.



На основании анализа этих графиков выберите **два** верных утверждения:

- 1) Теплоемкость первого тела в твердом состоянии больше, чем теплоемкость второго тела в твердом состоянии.
- 2) Температура плавления первого тела меньше, чем второго.
- 3) Удельная теплота плавления первого тела больше второго.
- 4) В конечный момент времени температура тел одинакова.
- 5) Удельная теплоемкость первого тела в жидком состоянии меньше, чем второго тела в жидком состоянии.

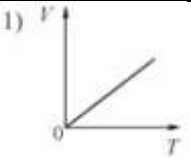
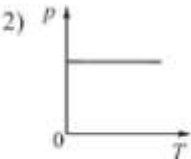
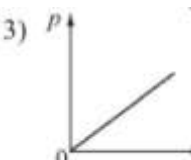

Ответ:

--	--



- 12 Установите соответствие между уравнениями процессов, в которых участвует постоянное количество идеального газа, и графиками процессов, изображенными на диаграммах (p – давление, V – объем, T – абсолютная температура, ρ – плотность).

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

УРАВНЕНИЕ ПРОЦЕССА	ГРАФИК ПРОЦЕССА
А) $\frac{T}{p} = \text{const}$	1) 
Б) $\frac{p}{\rho} = \text{const}$	2) 
	3) 
	4) 

Ответ:

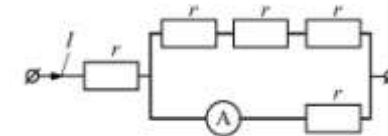
А	Б

- 13 Положительно заряженная частица А движется перпендикулярно плоскости рисунка в направлении к наблюдателю. Точка Б находится в плоскости рисунка. Как направлен в точке Б вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами): *вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.*



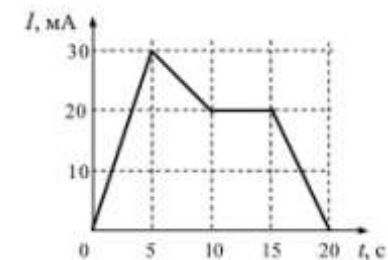
Ответ: _____

- 14 По цепи течет постоянный ток $I = 4$ А. Определите силу тока на её участке (показания амперметра А), если сопротивления резисторов одинаковы и равны $r = 1$ Ом.



Ответ: _____ А

- 15 Пользуясь графиком, вычислите ЭДС самоиндукции в цепи при прохождении в ней тока I в интервале времени t 15–20 с. Индуктивность цепи 1 мГн.



Ответ: _____ мкВ



16

На дифракционную решетку падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 420$ нм. Сразу за дифракционной решеткой установлена тонкая собирающая линза. Далее параллельно линзе и решетке в фокусе линзы расположен экран, на котором формируется дифракционная картина от параллельного пучка света, падающего на решетку под прямым углом. Дифракционная решетка имеет 1000 штрихов на 1 мм.

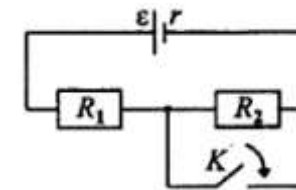
Выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.

- 1) Максимальный порядок наблюдаемых дифракционных максимумов равен 2.
- 2) Если увеличить длину волны падающего света, то максимальный порядок наблюдаемых дифракционных максимумов увеличится.
- 3) Если уменьшить длину волны падающего света, то расстояние на экране между нулевым и первым дифракционным максимумами увеличится.
- 4) Если заменить линзу на другую, с большим фокусным расстоянием, и расположить экран так, чтобы расстояние от линзы до экрана по-прежнему было равно фокусному расстоянию линзы, то расстояние на экране между нулевым и первым дифракционными максимумами не изменится.
- 5) Если заменить дифракционную решетку на другую, с большим периодом, то угол, под которым наблюдается со стороны экрана первый дифракционный максимум, уменьшится.

Ответ:

17

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , а также два резистора R_1 и R_2 . Как изменится сила тока через резистор R_1 и напряжение на зажимах источника, если ключ K замкнуть?



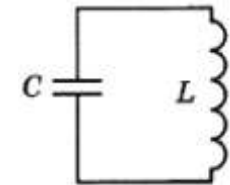
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ
А) сила тока через резистор R_1	1) увеличится
Б) напряжение на зажимах источника	2) уменьшится
	3) не изменится

Ответ:

18

Зависимость силы тока от времени в идеальном колебательном контуре описывается выражением $I(t) = I_{max} \sin \frac{2\pi}{T}t$, где T – период колебаний. В момент τ_1 энергия катушки с током равна энергии конденсатора: $W_L = W_C$, а напряжение на конденсаторе равно U . Каковы напряжение на конденсаторе в момент $\tau_2 = \frac{3}{8}T$ и амплитуда напряжения на конденсаторе?



Установите соответствие между физическими величинами 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) напряжение на конденсаторе в момент $\tau_2 = \frac{3}{8}T$

- 1) $2U$
- 2) $U\sqrt{2}$
- 3) U
- 4) $\frac{U}{\sqrt{2}}$

Б) амплитуда напряжения на конденсаторе

Ответ:

А	Б

19) Каково отношение числа протонов к числу нейтронов в ядре атома серебра ($^{107}_{47}Ag$). Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____

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

20) Используя модель атома водорода, предложенную Н. Бором, найдите отношение энергий E_4/E_8 электрона, находящегося на 4-м и 8-м энергетических уровнях.

Ответ: _____

21) Определите, как в атоме водорода меняется модуль силы электрического взаимодействия электрона с ядром и его полная энергия при переходе с более высокой стационарной орбиты на более низкую (т.е. с орбиты с большим номером n на орбиту с меньшим n).

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

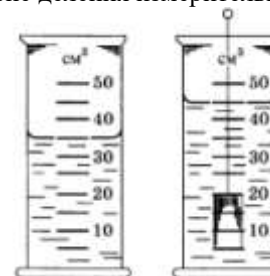
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы электрического взаимодействия электрона с ядром	Полная энергия электрона

Ответ:

А	Б

22) На рисунке показаны два этапа измерения объема тела путем погружения его в воду с использованием измерительного цилиндра с водой. Погрешность измерения равна цене деления измерительного цилиндра.



Чему равен объем тела с учетом погрешности?

Ответ: (____ ± ____) см³

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



23 Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить плотность алюминия. Для этого школьник взял стакан с водой и алюминиевый цилиндр с крючком. Какие **две** позиции из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) электронные весы
- 2) мензурка
- 3) секундомер
- 4) термометр
- 5) пружина

В ответ запишите номера колебательных контуров.

Ответ:

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах земной группы Солнечной системы.

Параметры	Планеты			
	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Среднее расстояние до Солнца, а. е.	0,4	0,7	1,0	1,5
Радиус, в радиусах Земли	0,38	0,95	1	0,53
Масса, в массах Земли	0,055	0,815	1	0,108
Период вращения вокруг оси	59 сут.	243 сут.	24 ч	24,6 ч
Период обращения вокруг Солнца	88 сут.	225 сут.	365 сут.	687 сут.
Эксцентриситет орбиты	0,206	0,007	0,017	0,093
Количество спутников	0	0	1	2

Выберете **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет, и укажите их номера.

- 1) Частота вращения вокруг своей оси больше всего у Марса.
- 2) За время одного оборота Венеры вокруг Солнца Земля успевает сделать два оборота.
- 3) Самая длинная «ночь» на Венере.
- 4) Наибольшей частотой вращения вокруг своей оси обладает Марс.
- 5) Самая большая первая космическая скорость у Земли.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Игрок в керлинг скользит с игровым камнем по льду со скоростью 4 м/с. В некоторый момент он аккуратно толкает камень в направлении своего движения. Скорость камня при этом возрастает до 6 м/с. Масса камня 20 кг, а игрока 80 кг. Какова скорость игрока после толчка? Трение коньков о лед не учитывайте.

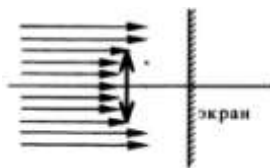
Ответ: _____ м/с

26 Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду с температурой 16 °С, требуется количество теплоты 80 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты 60 кДж? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь

Ответ: _____ °С



- 27 Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте внешний диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.



Ответ: _____ см

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Станет оно более или менее ярким? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

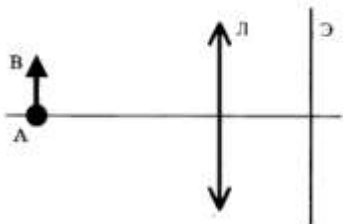


Рис. 1

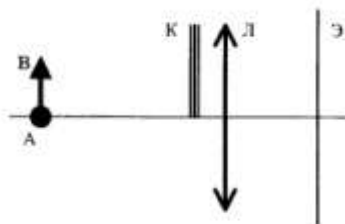
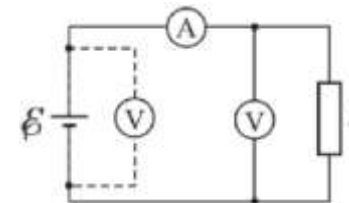


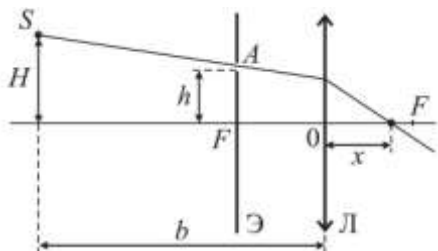
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Человек начинает подниматься по движущемуся вверх эскалатору метро с ускорением $a = 0,21 \text{ м/с}^2$. Добежав до середины эскалатора, он останавливается, поворачивает и начинает спускаться вниз с тем же ускорением. Определите, сколько времени человек находится на эскалаторе. Длина эскалатора $L=100 \text{ м}$, а скорость его движения $v = 2 \text{ м/с}$.
- 30 Некоторая масса газа занимает объем V_1 при давлении p_1 и температуре T_1 . Затем газ при постоянном объеме нагревают до температуры $T_2 = 2T_1$. После этого происходит расширение газа при постоянном давлении до объема $V_2 = 4V_1$. Из получившегося состояния газ возвращают в начальное в ходе процесса $pV^n = \text{const}$. Постройте график данного циклического процесса в координатах pV и найдите показатель степени n .
- 31 Для измерения параметров электрической цепи используются неидеальные амперметр и вольтметр. Цепь содержит источник напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и нагрузку с сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$. При первом измерении к источнику напряжения подключают только вольтметр и определяют напряжение на нем $U_0 = 5 \text{ В}$. Затем цепь собирается так, как это показано на рисунке. При этом получают данные на амперметре $I_1 = 1 \text{ А}$ и на вольтметре $U_1 = 3 \text{ В}$. После этого вольтметр и амперметр меняют местами. Определите показания приборов I_2 и U_2 при последней конфигурации цепи.



- 32 На расстоянии b от собирающей линзы на высоте $H = 5$ см от главной оптической оси находится источник света S . В фокусе линзы установлен непрозрачный экран с маленьким отверстием A , которое находится на высоте $h = 4$ см от главной оптической оси. Луч SA , пройдя через линзу, преломляется и пересекает ось в $x = 16$ см от оптического центра линзы. Найдите b , если фокусное расстояние линзы $F = 20$ см.



О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_35994898

(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- Физика. Решение задач. Н.И. Зорин
- образовательный интернет-ресурс <https://neznaika.pro/ege/physics/>
- образовательный интернет-ресурс <http://sverh-zadacha.ucoz.ru>
- Подготовка к ЕГЭ в 2018 году. Диагностические работы. Е.А. Вишнякова, М. В. Семенов
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- Практикум по выполнению типовых тестовых заданий ЕГЭ. С.Б. Бобошина, 2017
- Физика. ЕГЭ-2018. Тематический тренинг. Все задания: учебно-методическое пособие под ред. Л.М. Моностырского, 2017

- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. В.Д. Кочетов, 2018
- варианты досрочного ЕГЭ по физике 2015-2017 гг. (фипи)
- ЕГЭ. Физика. Сборник заданий для подготовки к ЕГЭ. Г.А. Никулова, А.Н. Москалев

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Коробейников Дмитрий Александрович Образовательный центр «Lancman School»
Предмет:	Физика
Стаж:	10 лет
Регалии:	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ
Аккаунт ВК:	https://vk.com/lancmanschool
Сайт и доп. информация:	http://lancmanschool.ru/kursi-ege/



Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25, 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово. Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	6	15	4
2	12	16	15 51
3	2	17	12
4	250	18	32
5	24 42	19	0,78
6	31	20	4
7	41	21	12
8	1,5	22	105
9	0,75	23	12 21
10	210	24	35 53
11	12 21	25	3,5
12	34	26	6
13	вверх	27	3
14	3		

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

28

Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Станет оно более или менее ярким? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

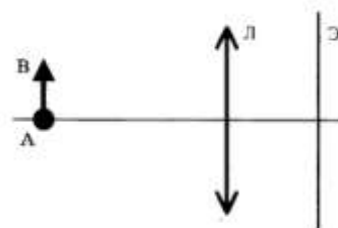


Рис. 1

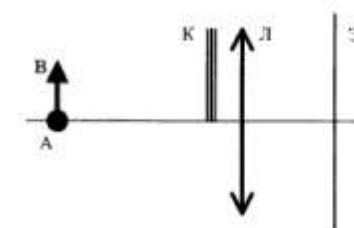


Рис. 2

Возможное решение

Все лучи от любой точки предмета после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает верхние лучи, но никак не влияет на ход нижних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвует в построении изображения.



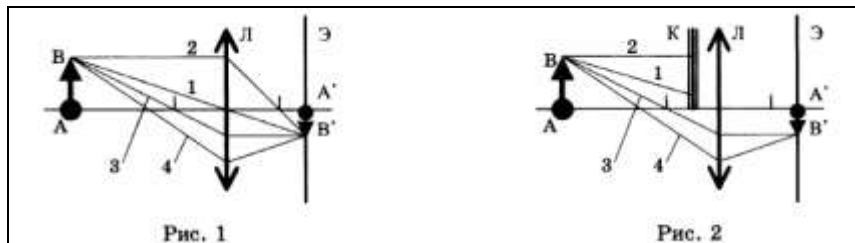


Рис. 1

Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1, п. 3) и ответ (п. 2), а также исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>ход лучей для построения действительного изображения; пересечение их в одной точке</i>).	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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2

<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

29

Человек начинает подниматься по движущемуся вверх эскалатору метро с ускорением $a = 0,21 \text{ м/с}^2$. Добежав до середины эскалатора, он останавливается, поворачивает и начинает спускаться вниз с тем же ускорением. Определите, сколько времени человек находится на эскалаторе. Длина эскалатора $L=100 \text{ м}$, а скорость его движения $v = 2 \text{ м/с}$.

Возможное решение

В первый момент времени движение человека и эскалатора совпадает, т. е. человек движется равноускоренно с начальной скоростью, равной скорости эскалатора. Пройденный путь: $S = L/2=50 \text{ м}$. Напишем уравнение описывающее это движение:

$$S = vt_1 + \frac{at_1^2}{2}$$

Запишем уравнение в другом виде:



$\frac{0,21}{2} \cdot t_1^2 + 2t_1 - 50 = 0.$ <p>Решим это уравнение относительно t_1, получим два корня: $-33,333$ и $14,286$, выбираем положительный.</p> <p>Вторую часть пути человек движется равноускоренно, но ускорение направлено в противоположную сторону скорости эскалатора. Запишем формулу, описывающую это движение:</p> $S = -vt_2 + \frac{at_2^2}{2}.$ <p>Подставим значения:</p> $\frac{0,21}{2} t_2^2 - 2t_2 - 50 = 0.$ <p>При решении получим два корня: $-14,286$ и $33,333$, выбираем положительный, $t_2 = 33,333$ с.</p> <p>Общее время нахождения на эскалаторе: $t = t_1 + t_2 = 14,286 + 33,333 = 47,6$ с.</p> <p>Ответ: $t = 47,6$ с</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>перемещение при равноускоренном движении</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) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	2

<p>И (ИЛИ)</p> <p>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.).</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</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	3

30

Некоторая масса газа занимает объем V_1 при давлении p_1 и температуре T_1 . Затем газ при постоянном объеме нагревают до температуры $T_2 = 2T_1$. После этого происходит расширение газа при постоянном давлении до объема $V_2 = 4V_1$. Из получившегося состояния газ возвращают в начальное в ходе процесса $pV^n = const$. Постройте график данного циклического процесса в координатах pV и найдите показатель степени n .

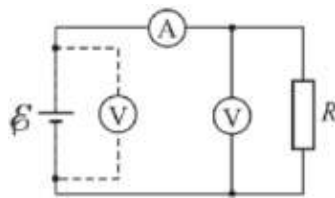


Возможное решение	
<p>Начертим диаграмму изменение параметров газа в координатах pV.</p>	
<p>На участке 1–2 $V_1 = const$, значит в изохорном процессе $p \sim T$, значит при $T_2 = 2T_1$ имеем $p_2 = 2p_1$.</p> <p>На участке 2–3 $p_2 = const$, значит в изобарном процессе $V \sim T$, значит $T_3 = 4T_2 = 8T_1$, $V_2 = 4V_1$.</p> <p>На участке 3–1 $p_1 V_1^n = p_3 V_3^n$, $p_1 V_1^n = 2p_1 (4V_1)^n$, $V_1^n = 2 \cdot 2^{2n} V_1^n$, $1 = 2^{2n+1}$, $2n + 1 = 0$, $n = -1/2$.</p> <p>Ответ: $n = -0,5$.</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>изохорный, изобарный процессы</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) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые</p>	2

<p>преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</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>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3



31 Для измерения параметров электрической цепи используются неидеальные амперметр и вольтметр. Цепь содержит источник напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и нагрузку с сопротивлением $R = 4$ Ом. При первом измерении к источнику напряжения подключают только вольтметр и определяют напряжение на нем $U_0 = 5$ В. Затем цепь собирается так, как это показано на рисунке. При этом получают данные на амперметре $I_1 = 1$ А и на вольтметре $U_1 = 3$ В. После этого вольтметр и амперметр меняют местами. Определите показания приборов I_2 и U_2 при последней конфигурации цепи.



Возможное решение

Поскольку источник имеет малое внутреннее сопротивление, наличие тока через него не изменяет его выходное напряжение, и показания вольтметра в первом случае дают ЭДС источника: $\mathcal{E} = U_0$.

Обозначим сопротивления неидеальных амперметра и вольтметра через R_A и R_V .

Тогда согласно закону Ома для полной цепи $U_0 = I_1 R_A + U_1$, откуда

$$R_A = \frac{U_0 - U_1}{I_1} = \frac{5 - 3}{1} = 2 \text{ Ом.}$$

Резистор и вольтметр включены параллельно, и их общее сопротивление равно $\frac{R R_V}{R + R_V}$, а падение напряжения по закону Ома для участка цепи

$$\text{равно } U_1 = I_1 \frac{R R_V}{R + R_V}. \text{ Отсюда } R_V = \frac{U_1 R}{I_1 R - U_1} = 12 \text{ Ом.}$$

После перестановки измерительных приборов ток в цепи (и через вольтметр) по закону Ома для полной цепи будет равен

$$I_V = \frac{U_0}{R_V + \frac{R R_A}{R + R_A}} = 3/8 \text{ А, а показания вольтметра}$$

$$U_2 = I_V R_V = \frac{U_0 R_V}{R_V + \frac{R R_A}{R + R_A}} = 4,5 \text{ В.}$$

По закону Ома для участка цепи падение напряжения на участке цепи с

параллельно соединенными резистором и амперметром будет равно

$$U_A = I_V \frac{R R_A}{R + R_A}, \text{ а ток через амперметр}$$

$$I_2 = \frac{U_A}{R_A} = I_V \frac{R}{R + R_A} = 0,25 \text{ А.}$$

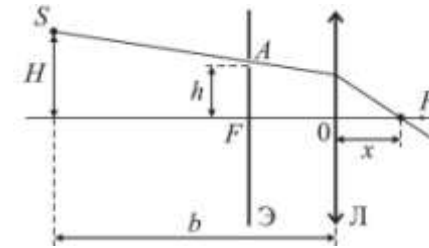
Ответ: $I_2 = 0,25 \text{ А, } U_2 = 4,5 \text{ В.}$

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 закон Ома для полной цепи, для участка цепи; параллельное и последовательное соединение).</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобра-</p>	2



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

32 На расстоянии b от собирающей линзы на высоте $H = 5$ см от главной оптической оси находится источник света S . В фокусе линзы установлен непрозрачный экран с маленьким отверстием A , которое находится на высоте $h = 4$ см от главной оптической оси. Луч SA , пройдя через линзу, преломляется и пересекает ось в $x = 16$ см от оптического центра линзы. Найдите b , если фокусное расстояние линзы $F = 20$ см.



Возможное решение

SA – падающий луч, DC – преломленный луч.
Пучок лучей, параллельный любой побочной оптической оси, дает изображение в фокальной плоскости собирающей линзы. Поэтому $AO \parallel CD$. Отсюда $AF/FO = OD/OC$ или $h/F = OD/x$, $OD = (h \cdot x)/F$ (1).
Из подобия треугольников SS_1D и AA_1D :
 $\frac{SS_1}{S_1D} = \frac{AA_1}{A_1D}$, $\frac{b}{H-OD} = \frac{F}{h-OD}$, $b = \frac{F(H-OD)}{h-OD}$ (2).
С учетом (1) равенство (2) принимает вид:
 $b = \frac{F \cdot (H - \frac{h \cdot x}{F})}{h - \frac{h \cdot x}{F}} = \frac{FH - hx}{hF - hx} \cdot F = \frac{\frac{H}{h} \cdot \frac{x}{F} \cdot F}{1 - \frac{x}{F}} \cdot F = 45$ (см)
Ответ: $b = 45$ см.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<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: <i>ход лучей через линзу</i>);</p>	3



<p>II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения; III) 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); IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необхо-</p>	1

<p>димая 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 Представлен только правильный рисунок 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

