

**Единый государственный экзамен
по ФИЗИКЕ**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 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. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 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

7 4 1 Бланк

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

КИМ Ответ: вправо 13 В П Р А В О 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: (1,4 ± 0,2) н. 22 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 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 ручки.

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66 · 10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж

Масса частиц

электрона	9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а.е.м.
протона	1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а.е.м.



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 $-0 \text{ }^\circ\text{C}$

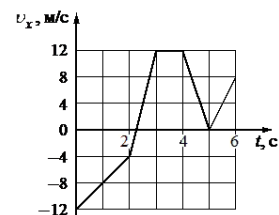
Молярная масса

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 На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x от времени t . Какова проекция ускорения a_x ускорения этого тела в интервале времени от 2 до 3 с?



Ответ: _____ м/с².

2 Подвешенная к потолку пружина под действием силы 4 Н удлинилась на 6 см. Чему равно удлинение этой пружины под действием силы в 6 Н? Ответ дать в сантиметрах

Ответ: _____ см.

3 Тело движется по прямой в инерциальной системе отсчета. На него в течении 3 с действует постоянная сила, направленная вдоль этой прямой и равная по модулю 24 Н. Каков модуль изменения импульса за это время?

Ответ: _____ кг·м/с.

4 Какова сила давления керосина, заполняющего цистерну, на заплату в ее стене, находящуюся на глубине 2м? Площадь заплаты 10 см^2 . Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ Н



5 Небольшой груз массой 50 г подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 60 см. В результате толчка горизонтальной силой груз пришел в движение. В таблице приведена зависимость от времени для высоты груза h относительно положения равновесия.

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
$h, \text{ см}$	0	18	30	18	0	18	30	18	0

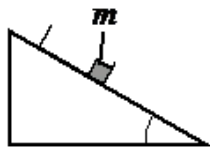
На основании данных, приведенных в таблице, выберите **два** верных утверждения о движении груза и укажите их номера.

- 1) Частота колебаний груза равна 1,25 Гц.
- 2) В момент времени 1,2 с скорость груза максимальна.
- 3) В промежуток времени от 0,2 с до 1,4 с кинетическая энергия груза достигла минимального значения 2 раза.
- 4) В момент 0,8 с кинетическая энергия груза равна 0,15 Дж.
- 5) Максимальный угол отклонения нити от вертикали равен 30° .

Ответ:

--	--

6 С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение коробочки и модуль работы силы трения при движении коробочки от вершины до основания наклонной плоскости, если в коробочке будет лежать груз массой $2m$.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

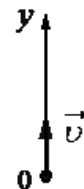
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

Ускорение коробочки	Модуль работы силы трения

7 В момент времени $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Принять потенциальную энергию равной нулю на уровне броска.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 – время полета).



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

ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
<p>А) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) проекция скорости шарика v_y 2) проекция ускорения a_y 3) кинетическая энергия шарика
<p>Б) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 4) потенциальная энергия шарика

Ответ:

А	Б

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190429

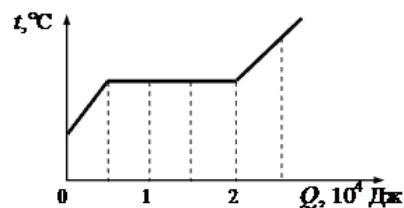




8 Одноатомный идеальный газ в количестве 4 молей поглощает количество теплоты 2 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Чему равна работа, совершаемая газом в этом процессе? Ответ приведите в кДж, округлите до целого числа.

Ответ: _____ кДж

9 На рисунке показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Вещество находится в сосуде под поршнем. Масса вещества равна 0,5 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества? Ответ дайте в кДж/кг.

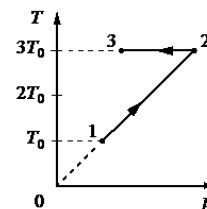


Ответ: _____ кДж/кг

10 Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 60 %. Какой будет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза?

Ответ: _____ %

11 Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показаны на рисунке. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого эксперимента.

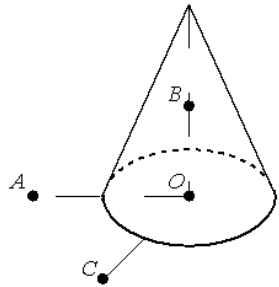


- 1) В процессе 1-2 объем газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2-3 газ совершал положительную работу.
- 3) В процессе 2-3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1-2 газ отдал положительное количество теплоты.
- 5) В процессе 1-2 концентрация молекул газа не менялась.

Ответ:

--	--

- 12 На неподвижном проводящем уединенном конусе высотой H и радиусом основания $R=H/2$ находится заряд Q . Точка O – центр основания конуса, $OA=OC=2R$, угол AOC прямой, отрезки OA и OC лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_c . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

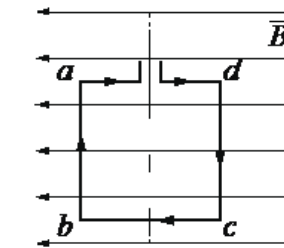
ФОРМУЛЫ

- | | |
|---|------------------------|
| А) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке A | 1) 0
2) E_c |
| Б) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке B | 3) $2E_c$
4) $4E_c$ |

Ответ:

А	Б

- 13 Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Куда направлена относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) сила, действующая на сторону ab рамки со стороны внешнего магнитного поля с индукцией \vec{B} ?

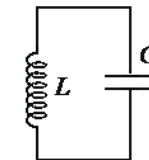


Ответ: _____

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

Ответ: _____ А.

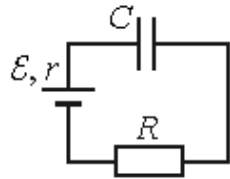
- 15 В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_c = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = 1000 \pi \text{ с}^{-1}$. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.



Ответ: _____ с



- 16 В момент времени $t = 0$, незаряженный конденсатор подключают к источнику тока последовательно с резистором $R = 20\text{кОм}$ (см. рисунок). Значения напряжения между обкладками конденсатора, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $0,1\text{ В}$, представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$U, \text{В}$	0	3,8	5,2	5,7	5,9	6,0	6,0	6,0

Из приведенного ниже списка выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих в цепи. Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

- 1) Падение напряжения на резисторе в момент времени $t = 1\text{с}$ равно $3,8\text{ В}$;
- 2) Заряд конденсатора в момент времени $t = 7\text{с}$ максимален;
- 3) ЭДС источника тока равна 12 В ;
- 4) Падение напряжения на резисторе в момент времени $t = 6\text{с}$ равно 0 ;
- 5) Сила тока в цепи в момент времени $t = 1\text{с}$ равна 220 мкА .

Ответ:

- 17 Протон движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита по окружности того же радиуса между полюсами нового магнита стала двигаться α -частица, обладающая той же скоростью, что и протон. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца, действующей на α -частицу?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

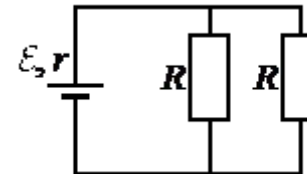
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ответ:

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



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

Показания приборов Формулы для расчетов показаний приборов

А) мощность тока на внутреннем сопротивлении источника тока

1) $\frac{\varepsilon^2 R}{(2r+R)^2}$

Б) мощность тока на одном из резисторов R

2) $\frac{\varepsilon^2 R}{2(r+\frac{R}{2})^2}$

3) $\frac{4\varepsilon^2 r}{(2r+R)^2}$

4) $\frac{2\varepsilon^2}{2r+R}$

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>



19 Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ${}^{35}_{17}\text{Cl}$.

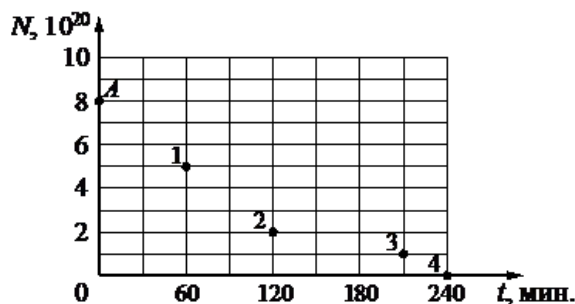
Число протонов	Число нейтронов

Ответ:

А	Б

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

20 Ядра нептуния ${}^{240}_{93}\text{Np}$ испытывают β^- -распад с периодом полураспада 60 мин. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер нептуния. Через какую из точек, кроме точки А, пройдет график зависимости от времени числа ядер радиоактивного нептуния в образце?



Ответ: _____.

21 Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом энергия и импульс каждого фотона в световом пучке?

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.

Энергия фотона	Импульс фотона

Ответ:

А	Б

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



Запишите в ответ показания манометра с учетом погрешности?

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

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



23 Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с ее помощью мощность электрического тока, потребляемую резистором. Для этого школьник взял соединительные провода, реостат, ключ, аккумулятор и резистор. Какие два предмета из приведенного ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) конденсатор
- 2) лампочка
- 3) вольтметр
- 4) катушка индуктивности
- 5) амперметр

В ответ запишите номера выбранных приборов.

Ответ:

24 Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

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

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

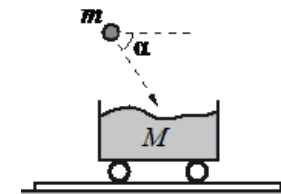
- 1) Температура α -Центавра А соответствует температуре звезд спектрального класса О.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса В.
- 4) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.
- 5) Звезда Альдебаран относится к звездам главной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

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 Камень массой 3 кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту в тележку с песком общей массой 15 кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах, и застревает в песке (см. рисунок). После попадания кинетическая энергия тележки с камнем равна 2,25 Дж. Определить скорость камня перед падением в тележку.



Ответ: _____ м/с.



- 26 Идеальному одноатомному газу в цилиндре под поршнем было передано количество теплоты 5000 Дж. Какую работу совершил при этом газ, если его расширение происходило при постоянном давлении?

Ответ: _____ Дж.

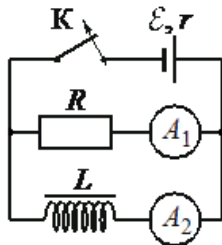
- 27 Работа выхода электронов из металла равна $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Задерживающая разность потенциалов для фотоэлектронов, вылетевших с поверхности этого металла под действием излучения с некоторой длиной волны λ , равна 3 В. Чему будет равна задерживающая разность потенциалов для фотоэлектронов в случае длины волны 2λ ?

Ответ: _____ В.

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

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

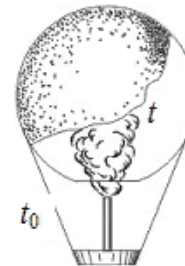
- 28 Резистор R и катушка L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания амперметров A_1 и A_2 равны соответственно, $I_1 = 1$ А и $I_2 = 0,1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа K ? Ответ поясните, указав какие явления и законы Вы использовали для объяснения.



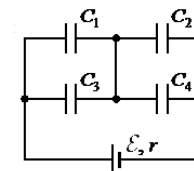
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 На горизонтальном столе лежит деревянный брусок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском $\mu = 0,1$. Если приложить к бруску силу, направленную вверх под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, то брусок будет двигаться по столу равномерно прямолинейно. С каким ускорением будет двигаться этот брусок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную вверх под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок.

- 30 Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M = 145$ кг и объем $V = 230$ м³ заполнен при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры $t = 265$ °С. Определите максимальную температуру t_0 окружающего воздуха, при которой шар начнет подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

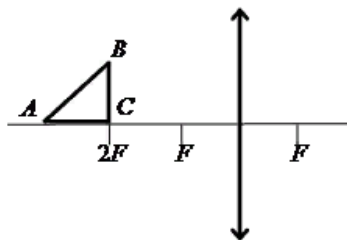


- 31 Батарея из четырех конденсаторов электроемкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_1 .



32

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



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_39008096
(также доступны другие варианты для скачивания)

Список источников:

- открытый банк заданий ЕГЭ (ФИПИ) – новая версия <http://os.fipi.ru/tasks/3/a>

- открытый банк заданий ЕГЭ (ФИПИ) – старая версия <http://ege.fipi.ru/os11/xmodules/qprint/index.php?proj=BA1F39653304A5B041B656915DC36B38>

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

ФИО:	Вахнина Светлана Васильевна НОУ СОШ «Развитие» (Волгоград)
Предмет:	Физика
Стаж:	10 лет
Регалии:	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190429



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, 25-27 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 ответа нет, – 0 баллов.

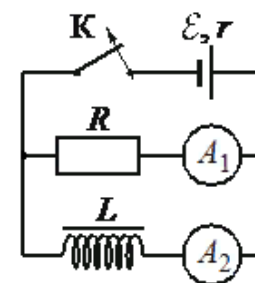
№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	16	15	0,002
2	9	16	24 42
3	72	17	11
4	16	18	31
5	34 43	19	17 18
6	31	20	2
7	34	21	33
8	1	22	1963
9	30	23	35 53
10	90	24	24 42
11	25 52	25	6
12	21	26	2000
13	К наблюдателю	27	1
14	8		

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.

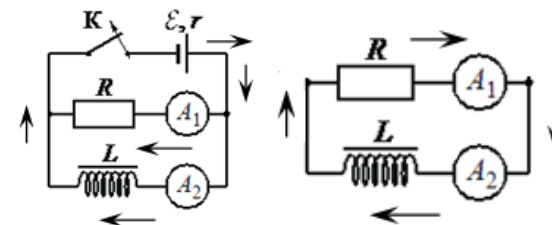
28

Резистор R и катушка L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания амперметров A_1 и A_2 равны соответственно, $I_1 = 1$ А и $I_2 = 0,1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа K ? Ответ поясните, указав какие явления и законы Вы использовали для объяснения.



Возможное решение

1. При замкнутом ключе ток течёт от плюса источника к минусу:



2. После размыкания ключа при исчезновении напряжения со стороны источника тока в катушке индуктивности возникает

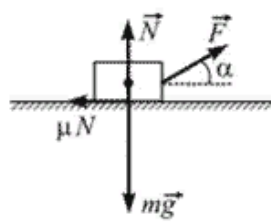


<p>ЭДС самоиндукции (по правилу Ленца), препятствующая уменьшению тока так, что ток исчезает не сразу. Ток в катушке течёт в прежнем направлении из-за ЭДС самоиндукции всё время уменьшается по величине.</p> <p>3. Ток через резистор в этом случае будет протекать в противоположном направлении и уменьшится до значения равного току в катушке до размыкания ключа (0,1 А). Далее будет уменьшаться от 0,1 А до нуля.</p> <p>Ответ: ток через резистор изменит направление и будет уменьшаться с 1 А до 0,1 А и далее до нуля.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>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>приведены схемы с указанием направления тока до и после размыкания ключа, правило Ленца</i>).</p>	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
Представлено решение, соответствующее одному из сле-	1

<p>дующих 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>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p> <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>	0 3

29 На горизонтальном столе лежит деревянный брусок. Коэффициент трения между поверхностью стола и бруском $\mu = 0,1$. Если приложить к бруску силу, направленную вверх под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту, то брусок будет двигаться по столу равномерно прямолинейно. С каким ускорением будет двигаться этот брусок по столу, если приложить к нему такую же по модулю силу, направленную вверх под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на брусок.

Возможное решение



1. Запишем второй закон Ньютона, спроецировав все действующие на брусок силы на направление движения и на нормаль к



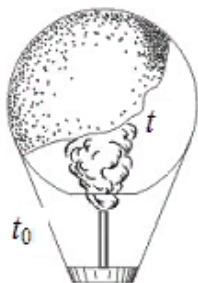
<p>столу. При равномерном движении бруска получаем:</p> $F \cdot \cos\alpha = \mu N, \quad mg = F \cdot \sin\alpha + N$ <p>Отсюда находим: $N = mg - F \cdot \sin\alpha, \quad F = \frac{\mu mg}{\cos\alpha + \mu \sin\alpha}$</p> <p>2. При равноускоренном движении бруска система уравнений будет иметь следующий вид:</p> $ma = F \cdot \cos\beta - \mu N_1, \quad mg = F \cdot \sin\beta + N_1,$ <p>где N_1 – модуль нормальной силы реакции опоры во втором случае.</p> $N_1 = mg - F \cdot \sin\alpha \quad a = \frac{F(\cos\beta + \mu \sin\beta)}{m} - \mu g$ <p>3. Подставляя в полученную формулу выражение для F, получим</p> $a = \frac{\mu g(\cos\beta + \mu \sin\beta)}{\cos\alpha + \mu \sin\alpha} - \mu g = \mu g \left(\frac{\cos\beta + \mu \sin\beta}{\cos\alpha + \mu \sin\alpha} - 1 \right)$ $a = 0.1 \cdot 10 \left(\frac{0.866 + 0.1 \cdot 0.5}{0.707 + 0.1 \cdot 0.707} - 1 \right) = 0.18 \text{ м/с}^2$ <p>Ответ: $a = 0,18 \text{ м/с}^2$</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>второй закон Ньютона для равномерного и равноускоренного движения, формула для определения сухого трения</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 вычисле-</p>	3

<p>ниями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>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>	2
<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
<i>Максимальный балл</i>	
	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190429



- 30 Воздушный шар, оболочка которого имеет массу $M=145$ кг и объем $V = 230$ м³ заполнен при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры $t = 265$ °С. Определите максимальную температуру t_0 окружающего воздуха, при которой шар начнет подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



Возможное решение

1. Условие, соответствующее подъёму шара $F_a \geq Mg + mg$
 где M — масса оболочки, m — масса воздуха внутри оболочки, отсюда $\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V$, ρ_0 — плотность окружающего воздуха, ρ — плотность воздуха внутри оболочки, V — объем шара.

2. Для воздуха внутри шара: $pV = \frac{m}{\mu} RT, \rho = \frac{p\mu}{RT}$, где p — атмосферное давление, T — температура воздуха внутри шара. Соответственно, плотность воздуха снаружи шара $\rho_0 = \frac{p\mu}{RT_0}$, где T_0 — температура окружающего воздуха

$$\frac{p\mu V}{RT_0} \geq M + \frac{p\mu V}{RT} \cdot \frac{1}{T_0} = \frac{MRT + p\mu V}{p\mu VT}; T_0 = \frac{p\mu VT}{MRT + p\mu V}$$

$$T_0 = \frac{10^5 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 230 \cdot 538}{145 \cdot 8.31 \cdot 538 + 10^5 \cdot 29 \cdot 10^{-3} \cdot 230} = 272.8 \text{ K}$$

или $t_0 = 0^\circ\text{C}$

Ответ: $t_0 = 0^\circ\text{C}$

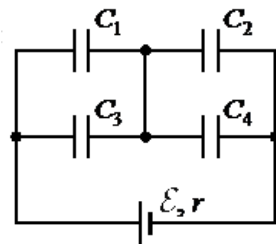
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>условие подъема шара, уравнение Клапейрона-Менделеева</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 преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме 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>	2
<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>	1



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

31

Батарея из четырех конденсаторов электроемкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_1 .



Возможное решение:	
<p>В батарее конденсаторы C_1 и C_3, C_2 и C_4 между собой соединены параллельно, а получившиеся пары – последовательно. Найдем общую емкость соединения</p> $C_0 = \frac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = \frac{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}$ $C_0 = \frac{(2C + 4C) \cdot (C + 2C)}{2C + 4C + C + 2C} = \frac{18C^2}{9C} = 2C$	
<p>Общий заряд батареи равен заряду на параллельных парах</p> <p>$q_0 = q_{13} = q_{24} = C_0 \mathcal{E} = 2C\mathcal{E}$, так как пары соединены последовательно.</p> <p>Напряжение на паре C_1 и C_3 равно $U_{13} = \frac{q_0}{C_{13}} = \frac{2C\mathcal{E}}{6C} = \frac{\mathcal{E}}{3}$</p> <p>Тогда энергия конденсатора C_1 будет равна</p> $W_1 = \frac{C_1 U_{13}^2}{2} = \frac{2C\mathcal{E}^2}{2 \cdot 9} = \frac{C\mathcal{E}^2}{9}$ <p>Ответ: $W_1 = \frac{C\mathcal{E}^2}{9}$</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: формулы для определения общей емкости конденсаторов при последовательном и параллельном соединении, формула распределения заряда при последовательном соединении конденсаторов, напряжения при параллельном, формула для определения энергии конденсатора).</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений кон-</p>	3

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190429

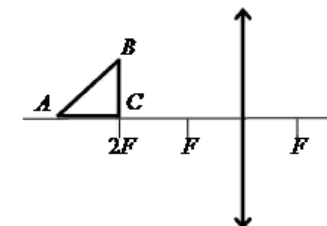


<p>стант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (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 для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе реше-</p>	1

<p>ния), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

32

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



Возможное решение

Длины катетов AC и BC равны 4 см. Так как точка С находится в двойном фокусе, ее изображение также попадает в двойной фокус (следует из формулы тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F} + \frac{1}{f}$, откуда можем получить $f = 2F$), также как и для изображения точки В. Длина катета BC = B'C' = 4 см.

Найдем длину катета A'C' = y



$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{2F+x} + \frac{1}{2F-y}$ $\frac{1}{F} = \frac{2F-y+2F+x}{(2F+x)(2F-y)}; \quad 4F^2 - Fu + Fx = 4F^2 - 2Fu + 2Fx - xy$ $Fu + xy = Fx; \quad y = \frac{Fx}{F+x}$ <p>Так как $F = 1/D = 1/2.5 = 0,4$ (м) $y = \frac{0,4 \cdot 0,04}{0,4+0,04} = 0,036$ (м)</p> <p>Тогда площадь изображения будет равна</p> $S = \frac{xy}{2} = \frac{0,04 \cdot 0,036}{2} = 0,00073 \text{ м}^2 = 7,3 \text{ см}^2$ <p>Ответ: $S = 7,3 \text{ см}^2$</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>формула тонкой линзы, формула площади треугольника, приведено построение изображения треугольника в собирающей линзе</i>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения;</p> <p>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);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3

<p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<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.</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 преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<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 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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</p>	0
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказан-</p>	0



ным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	
<i>Максимальный балл</i>	3

