

**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

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: (14 ± 0,2) н.

2	2	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	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	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 (элементарный электрический заряд)	e = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Кл
постоянная Планка	h = 6,6 · 10 ⁻³⁴ Дж·с

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

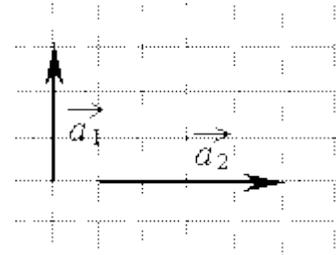
Часть 1

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 Координата тела x меняется с течением времени t согласно закону $x = 7 - 4t + t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости v_x этого тела, в момент времени $t = 5 \text{ с}$.

Ответ: _____ м/с

2 Под действием силы $F_1 = 3 \text{ Н}$ тело движется с ускорением $a_1 = 0,3 \text{ м/с}^2$. Под действием силы $F_2 = 4 \text{ Н}$ тело движется с ускорением $a_2 = 0,4 \text{ м/с}^2$ (см. рисунок). Чему равна сила F_0 , под действием которой тело движется с ускорением $\vec{a}_0 = \vec{a}_1 + \vec{a}_2$?



Ответ: _____ Н

3 На горизонтальной дороге автомобиль делает разворот радиусом 9 м . Коэффициент трения шин об асфальт $0,4$. Чтобы автомобиль не занесло, его скорость при развороте не должна превышать

Ответ: _____ м/с

4 Период колебаний математического маятника $T = 5 \text{ с}$. Определите, каким станет период колебаний этого маятника, если массу груза увеличить в 2 раза.

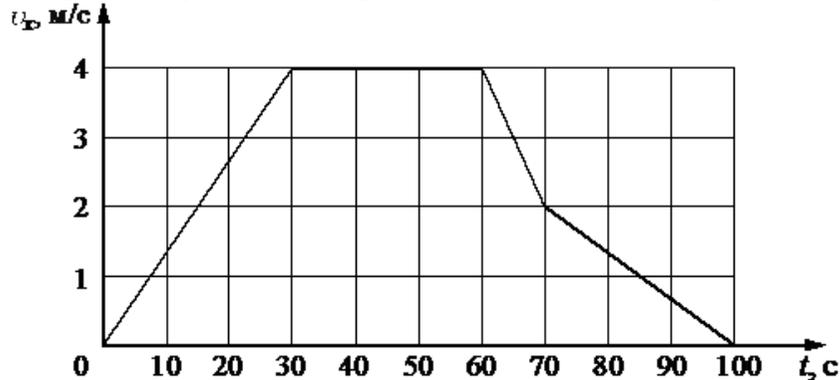
Ответ: _____ с.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190401



5

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, описывающих этот процесс.



- 1) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 30 с в 2 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 70 до 100 с.
- 2) За промежуток времени от 0 до 30 с тело переместилось на 20 м.
- 3) В момент времени 40 с равнодействующая сил, действующих на тело, равна 0.
- 4) В промежутке времени от 70 до 100 с импульс тела уменьшился на 60 кг·м/с.
- 5) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 60 до 70 с уменьшилась в 2 раза.

Ответ:

А	Б

6

Массивный груз, подвешенный к потолку на невесомой пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведут себя потенциальная энергия пружины и потенциальная энергия груза в поле тяжести, когда груз движется вверх от положения равновесия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Потенциальная энергия пружины	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7

Ученик исследовал движение бруска по наклонной плоскости. Он определил, что брусок, начиная движение из состояния покоя, проходит 20 см с ускорением 2,6 м/с². Установите соответствие между физическими величинами, полученными при исследовании движения бруска (см. левый столбец), и уравнениями, выражающими эти зависимости, приведёнными в правом столбце. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЗАВИСИМОСТИ

- А) зависимость пути, пройденного бруском, от времени
- Б) зависимость модуля скорости бруска от пройденного пути

УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ

- 1) $l = At^2$, где $A = 1,3 \text{ м/с}^2$
- 2) $l = Bt^2$, где $B = 2,6 \text{ м/с}^2$
- 3) $v = C\sqrt{l}$, где $C = 2,3 \text{ м/с}$
- 4) $v = Dl$, где $D = 5,2 \text{ м/с}$

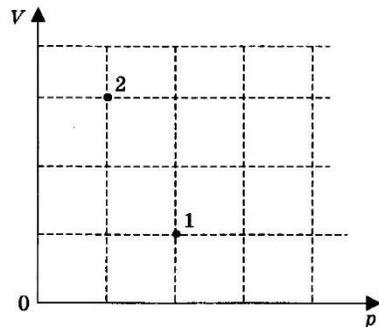
Ответ:

А	Б





8 Один моль одноатомного идеального газа, находящегося в сосуде, переводят из состояния 2 в состояние 1. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 2. Температура в состоянии 1 $T_1 = -153^\circ\text{C}$ (см. рисунок)

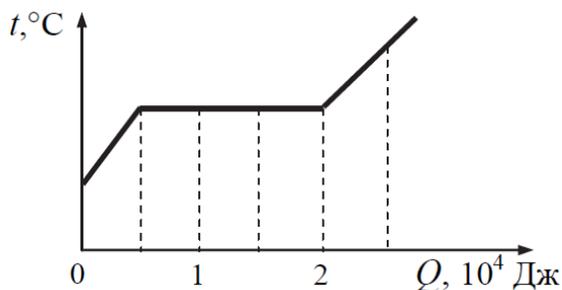


Ответ: _____ Дж.

9 Во время изотермического сжатия внешние силы совершили над идеальным газом положительную работу $A=2000$ Дж. Количество теплоты отданное этим газом окружающей среде 2 кДж. Определите изменение внутренней энергии.

Ответ: _____ Дж

10 На рисунке показан график изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. Вещество находится в сосуде под поршнем. Масса вещества равна $0,4$ кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 25% . Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 5 раз меньше начального. Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Давление пара в сосуде все время увеличивается.
- 2) При уменьшении объема сосуда в 4 раза на стенках появляется роса.
- 3) В конечном и начальном состоянии масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 50% .
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ:

--	--

12 Аргон помещают в открытый сверху сосуд под лёгкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10^5 Па. Начальный объём газа 9 л, начальная температура 450 К. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) объём газа $V(T)$
- Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

ФОРМУЛЫ

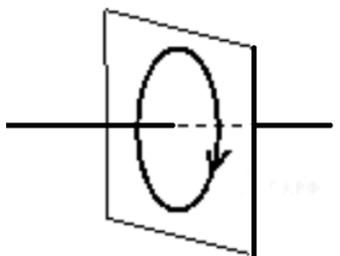
- 1) $aT, a=2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$
- 2) $bT, b=4050 \text{ м}^3$
- 3) $cT, c=20 \text{ Дж}$
- 4) $dT, d=3 \text{ Дж}$

Ответ:

А	Б

13

На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен? Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**



Ответ: _____

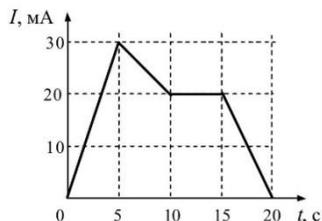
14

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент времени.

Ответ: _____ мА

15

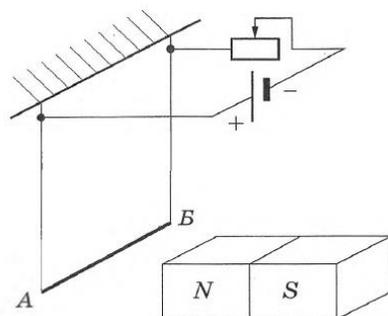
Пользуясь графиком, вычислите заряд прошедший в цепи при прохождении в ней тока I в интервале времени t от 0 до 20 с.



Ответ: _____ мКл.

16

Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают влево.



Из приведённого ниже списка выберите два верных утверждения.

- 1) Сила тока, протекающего по проводнику АБ, увеличивается
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника АБ направлены вправо.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, уменьшается.

- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, уменьшается.
- 5) Сопротивление реостата увеличивается.

Ответ:

--	--

17

При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту излучения радиопередатчика, расстояние между пластинами конденсатора уменьшили. Как при этом изменились частота излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ
А) частота излучаемых волн	увеличится
Б) длина волны излучения	уменьшится
	не изменится

Ответ:

А	Б

18

Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь. 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) модуль силы Лоренца, действующей на частицу	1) $2\pi m/qB$
	2) qvB
	3) $qB/2\pi m$
Б) частота обращения частицы по окружности	4) mv/qB

Ответ:

А	Б

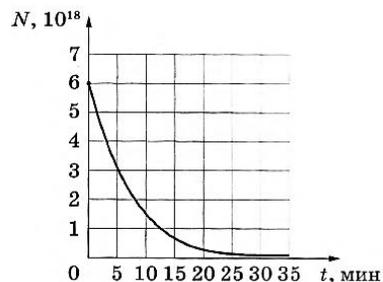


19 Каково отношение числа протонов к числу нейтронов в ядре атома который образуется в результате двух α -распадов и одного β -распада атома серебра ($^{107}_{47}Ag$).

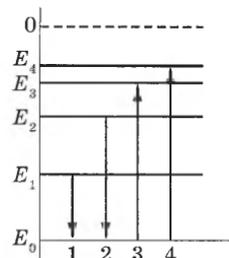
Ответ: _____

20 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер некоторого химического элемента от времени. Каков период полураспада этого изотопа?.

Ответ: _____ с.



21 На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов характеризует излучение света наибольшей длиной волны, а какой — с поглощением света наименьшей частоты?



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

ПРОЦЕССЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- А) излучение света наибольшей длиной волны
 - Б) поглощение света наименьшей частоты
- 1) 1
 - 2) 2
 - 3) 3
 - 4) 4

Ответ

А	Б

22 Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна половине цены деления динамометра. Запишите показания динамометра с учетом погрешности измерения?

Ответ: (____ ± ____)Н

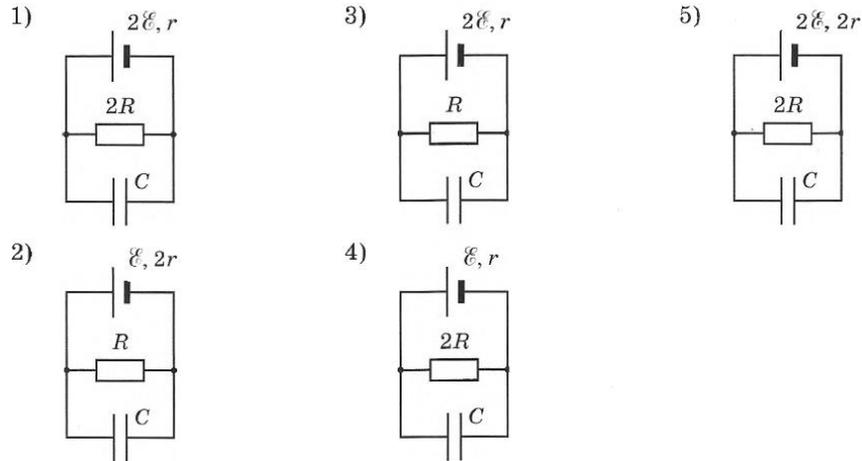


В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190401



23 Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от нагрузки цепи. Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования? В ответ запишите номера схем.



Ответ:

24 Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	2400	Земля
Фобос	~12	9,38	11	Марс
Ио	1821	421,6	2560	Юпитер
Европа	1561	670,9	2025	Юпитер
Каллисто	2410	1883	2445	Юпитер
Титан	2575	1221,8	2640	Сатурн
Оберон	761	583,5	725	Уран
Тритон	1354	354,8	1438	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам спутников планет.

- 1) Первая космическая скорость для спутника Оберона составляет примерно 11 км/с.
- 2) Ускорение свободного падения на Луне примерно 1,6 м/с².
- 3) Объем Титана почти в 2 раза больше объема Тритона.
- 4) Орбита Каллисто располагается дальше от поверхности Юпитера, чем орбита Ио.
- 5) Чем дальше от Солнца располагается спутник планеты, тем меньше его диаметр.

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 Определите массу оболочки воздушного шара, висящего неподвижно на высоте, где плотность воздуха равна $0,9 \text{ кг/м}^3$. Шар заполнен газом плотностью $0,8 \text{ кг/м}^3$. Объём шара равен 600 м^3 .

Ответ: _____ кг.

26 В калориметре находится большое количество льда, сколько стоградусного пара надо впустить в калориметр, чтобы получить 1 кг воды? Ответ приведите в килограммах и округлите до десятых.

Ответ: _____ кг.

27 Спичка высотой 5 см расположена перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 40 см от линзы. Оптическая сила линзы 5 дптр. Чему равна высота изображения спички? Ответ приведите в сантиметрах.

Ответ: _____ см

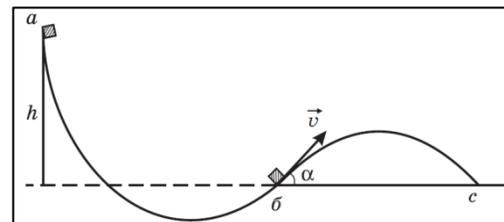
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания

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

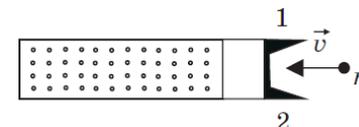
28 Линза, фокусное расстояние которой 15 см, даёт на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран подвинули к линзе вдоль её главной оптической оси на 30 см. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы изображение снова стало резким. На какое расстояние сдвинулись предмет относительно его первоначального положения?

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 По желобу ab с высоты h скатывается маленький кубик массой m см. рисунок. На конце желоба кубик отрывается под углом α к горизонту и пролетает отрезок bc в течение времени t . Найти работу сил трения при движении бруска по желобу. Сопротивлением воздуха пренебречь.

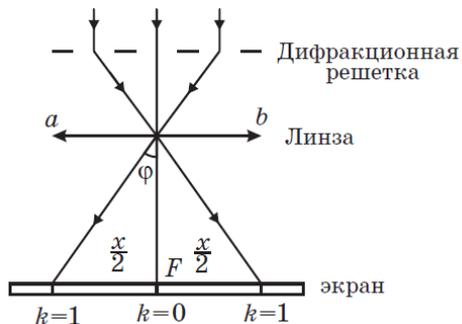


30 Идеальный одноатомный газ, находящийся в теплоизолированном сосуде объёмом V под давлением p , запёрт поршнем массой M см. рис. Справа поршень удерживают упоры 1 и 2, не давая газу расширяться. В поршень попадает пуля массой m , летящая горизонтально со скоростью v , и застревает в нём. Считая, что всю механическую энергию поршень передаст газу, определить, во сколько раз повысится температура газа. Процесс в газе изобарный.



31 Электрон влетел в поле конденсатора параллельно его обкладкам со скоростью $2 \cdot 10^7$ м/с. Длина конденсатора 0,05 м, расстояние между его обкладками 0,02 м, разность потенциалов между ними $U = 200$ В. Отношение заряда электрона к его массе $1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить смещение электрона к положительной обкладке за время пролета конденсатора.

32 Дифракционная решетка содержит N штрихов надлине l . На нее нормально к ее поверхности падают параллельные монохроматические лучи света с длиной волны λ . Между решеткой и экраном находится тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием F . Найти расстояние x между симметричными максимумами первого порядка на экране, расположенном в фокальной плоскости mn параллельно плоскости линзы ab см. рис.



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
- Физика для старшеклассников и абитуриентов: интенсивный курс подготовки к ЕГЭ / И.Л. Касаткина.

СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
ФИО:	Макашутина Людмила Викторовна
Предмет:	Физика
Стаж:	9 лет
Регалии:	Курсы подготовки школьников к ЕГЭ и ОГЭ
Аккаунт ВК:	https://vk.com/lancmanschool
Сайт и доп. информация:	http://lancmanschool.ru/kursi-ege/

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)



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 ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	6	15	350
2	5	16	14 или 41
3	6	17	21
4	5	18	23
5	13 или 31	19	0,8
6	11	20	300
7	13	21	13
8	2243,7	22	4,300,05
9	0	23	13
10	37,5	24	24
11	24 или 42	25	60
12	14	26	0,1
13	вправо	27	5
14	0,004		

28 $\Delta d = 2 \text{ см}$

29 $A_{\text{тр}} = mg \left(h - \frac{g}{8} \left(\frac{t}{\sin \alpha} \right)^2 \right)$

30 *Ответ* $\frac{T_1}{T_2} = 1 + \frac{m^2 v^2}{(m+M)pV}$

31 $y = \frac{eU}{2md} \left(\frac{l}{v_x} \right)^2 = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 5,5 \text{ мм.}$

32 $x = \frac{2NF\lambda}{l}$

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 Линза, фокусное расстояние которой 15 см, дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран подвинули к линзе вдоль ее главной оптической оси на 30 см. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет так, чтобы изображение снова стала резким. На какое расстояние сдвинулись предмет относительно его первоначального положения?

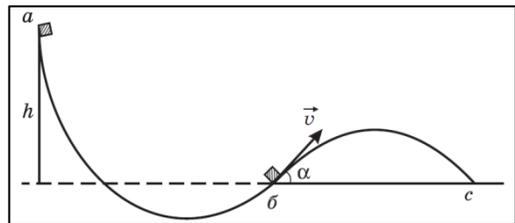
Критерии оценивания выполнения задания		Баллы
<p>Возможное решение</p> <p>В первом случае для фокусного расстояния и увеличения можно записать следующую формулу: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, $F = \frac{df}{d+f}$ где d - расстояние от предмета до линзы f- расстояние от линзы до изображения, Γ – увеличение, Следовательно $f = 90 \text{ см}$ $d = 18 \text{ см}$, после того как экран и предмет передвинули для нового положения предмета и изображения можно записать, $F = \frac{d_1 f_1}{d_1 + f_1}$, где $f_1 = f - 30$ Следовательно $d_1 = 20 \text{ см}$ а $\Delta d = 2 \text{ см}$</p> <p>Ответ: $\Delta d = 2 \text{ см}$</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>На какое расстояние сдвинулись предмет относительно его первоначального положения.</i>)		3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из		2



<p>законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</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 решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	
<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>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>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, 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

29

По желобу *ab* с высоты *h* скатывается маленький кубик массой *m* см. рисунок. На конце желоба кубик отрывается под углом α к горизонту и пролетает отрезок *bc* в течение времени *t*. Найти работу сил трения при движении бруска по желобу. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Возможное решение

Дано:

h

m

α

t

g

v_y

$A_{тр} = ?$

Решение:

Работа сил трения кубика о желоб по модулю равна разности между его потенциальной энергией mgh на высоте *h* и кинетической энергией

$E = \frac{mv^2}{2}$ в момент отрыва от желоба:

$$A_{тр} = mgh - \frac{mv^2}{2}$$

В момент отрыва проекция начальной скорости кубика на вертикальное направление равна $v \sin \alpha$, а конечная проекция $v_y = 0$. Из кинематики $v \sin \alpha = \frac{gt}{2}$. Откуда $v = \frac{gt}{2 \sin \alpha}$ С учетом этого равенства

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190401

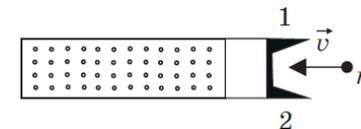


$A_{\text{тр}} = mgh - \frac{mv^2}{2} = mg \left(h - \frac{g}{8} \left(\frac{t}{\sin\alpha} \right)^2 \right)$	
Ответ: $A_{\text{тр}} = mg \left(h - \frac{g}{8} \left(\frac{t}{\sin\alpha} \right)^2 \right)$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перемещение при равноускоренном движении</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (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	2

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

30

Идеальный одноатомный газ, находящийся в теплоизолированном сосуде объемом V под давлением p , запертпоршнем массой M см. рис.



Справа поршень удерживается порты 1 и 2, не давая газу расширяться. В поршень попадает пуля массой m , летящая горизонтально со скоростью v , и застревает в нем. Считая, что всю механическую энергию поршень передаст газу, определить, во сколько раз повысится температура газа. Процесс в газе изобарный.

<p>Возможное решение</p> <p>Обозначим T_1 температуру газа до попадания пули в поршень, T_2 — температуру газа после попадания пули в поршень,</p>
--

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190401



<p>E_k — кинетическую энергию поршня с застрявшей в нем пулей, ΔU — увеличение внутренней энергии газа, A — работу изобарного сжатия газа, ν — количество молей газа, R — молярную газовую постоянную, ΔT — изменение температуры газа после попадания пули в поршень. Остальные величины названы в условии задачи.</p> <p>Согласно условию задачи, вся кинетическая энергия поршня с застрявшей в нем пулей E_k пойдет на увеличение внутренней энергии газа ΔU и на совершение отрицательной работы изобарного сжатия газа A: $E_k = \Delta U - A$</p> <p>Воспользовавшись формулами кинетической энергии, внутренней энергии и работы изобарного изменения объема газа, запишем: $E_k = \frac{(m+M)v_0^2}{2}$, $\Delta U = \frac{3\nu RT}{2}$. $A = p\Delta V = \nu R\Delta T$</p> <p>Здесь v_0 — скорость поршня с пулей сразу после попадания в него пули, по закону сохранения импульса. Подставив правые части этих выражений в предыдущую формулу, получим</p> $\frac{(m+M)v_0^2}{2} = \frac{3\nu RT}{2} - \nu R\Delta T = \frac{1}{2}\nu R\Delta T$ <p>Откуда $\Delta T = \frac{(m+M)v_0^2}{\nu R}$</p> <p>Искомое отношение $\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_1 + \Delta T}{T_1}$</p> <p>Начальную температуру газа T_1 найдем из уравнения Менделеева — Клапейрона, записав его для первого состояния газа:</p> $T_1 = \frac{pV}{\nu R}$ <p>Тогда $\frac{T_1}{T_2} = \frac{T_1 + \Delta T}{T_1} = 1 + \frac{(m+M)v_0^2 \nu R}{\nu R p V} = 1 + \frac{(m+M)v_0^2}{pV}$</p> <p>Нам осталось найти скорость поршня с пулей сразу после попадания в него пули. Ее мы найдем с помощью закона сохранения импульса, согласно которому импульс летящей пули mv равен импульсу поршня с застрявшей в нем пулей $(m+M)v_0$:</p> $v_0 = \frac{mv}{(m+M)}$ <p>Окончательно $\frac{T_1}{T_2} = 1 + \frac{(m+M)v_0^2}{pV} = 1 + \frac{(m+M)m^2 v^2}{(m+M)^2 pV} = 1 + \frac{m^2 v^2}{(m+M)pV}$</p> <p>Ответ $\frac{T_1}{T_2} = 1 + \frac{m^2 v^2}{(m+M)pV}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие	3

<p>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>	
<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 преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">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</p>	1

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190401



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

31

Электрон влетел в полеконденсатора параллельного обкладкам со скоростью $2 \cdot 10^7$ м/с (рис. 293). Длинаконденсатора 0,05 м, расстояние между его обкладками 0,02 м, разность потенциалов между ними $U = 200$ В. Отношение заряда электрона к его массе $1,76 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить смещение электрона к положительной обкладке за время пролета конденсатора.

<p>Возможное решение</p>	
<p>Обозначим v_x проекцию скорости электрона на ось Ox, l — длину конденсатора, U — разность потенциалов между его обкладками, d — расстояние между обкладками конденсатора, e/m — отношение заряда электрона к его массе, v_{0y} — проекция начальной скорости электрона на ось Oy при влете в конденсатор, y — координату на оси Oy, равную расстоянию, на которое сместится электрон вдоль оси Oy за время пролета конденсатора, t — время движения электрона в конденсаторе, a — его ускорение, F — силу, действующую на электрон со стороны поля конденсатора, E — напряженность поля конденсатора.</p>	
<p>Решение За время, пока электрон будет лететь вдоль оси Ox равномерно и</p>	

<p>прямолинейно, он спустится вдоль оси Oy на расстояние y, двигаясь равноускорено без начальной скорости. Поэтому уравнения движения электрона вдоль осей координат будут иметь вид:</p> $l = v_x t \text{ и } y = \frac{at^2}{2}$ <p>Из первой формулы $t = \frac{l}{v_x}$</p> $y = \frac{a(\frac{l}{v_x})^2}{2} \quad (1)$ <p>Подставим это выражение во вторую формулу: $y = \frac{a(\frac{l}{v_x})^2}{2}$ (1) Ускорение электрона найдем по второму закону Ньютона: $a = \frac{F}{m}$ где из формулы напряженности $F = eE$, поэтому $a = \frac{eE}{m}$ Напряженность однородного поля конденсатора связана с разностью потенциалов на его обкладках формулой $E = \frac{U}{d}$ поэтому $a = \frac{eU}{md}$ (2) Нам осталось подставить (2) в (1) и учесть, что $x = l$:</p> $y = \frac{eU}{2md} \left(\frac{l}{v_x}\right)^2$ <p>Произведем вычисления: $y = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 5,5 \text{ мм.}$ Ответ: $y \approx 5,5 \text{ мм.}$</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 Ома для полной цепи, для участка цепи; параллельное и последовательное соединение). II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	<p>3</p>

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 190401

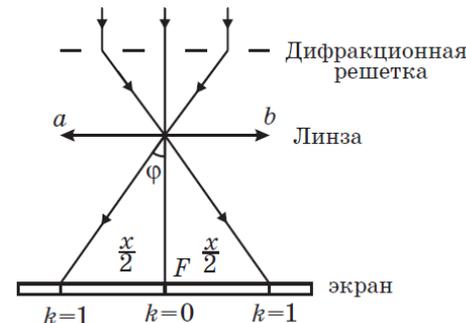


<p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие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

32 Дифракционная решетка содержит N штрихов надлине l . На нее нормально к ее поверхности падают параллельные монохроматические лучи света с длиной волны λ .

Между решеткой и экраном находится тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием F . Найти расстояние x между симметричными максимумами первого порядка на экране, расположенном в фокальной плоскости линзы mn параллельно плоскости линзы abc см. рис.



Возможное решение

Обозначим d период решетки, φ — угол дифракции,

Решение

Запишем формулу максимума на дифракционной решетке:

$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (1)$$

$$d = \frac{l}{N} \quad (2)$$

Теперь надо связать угол дифракции φ с расстоянием x . из чертежа следует, что половина этого расстояния $\frac{x}{2}$ расположена против угла φ и является катетом в прямоугольном треугольнике, где другим катетом служит фокусное расстояние F — ведь экран расположен в фокальной плоскости линзы.

Значит, мы можем записать:

$$\tan \varphi = \frac{x}{2F}$$

нов формулу (1) входит не тангенс, а синус угла дифракции. Выразить синус через тангенс несложно, но этого делать не нужно — углы дифракции обычно столь малы, что их синус равен тангенсу и равен самому углу, выраженному в радианах.



<p>Поэтому, мы смело можем записать вместо тангенса в последней формуле синус:</p> $\sin\varphi = \frac{x}{2F} \quad (3)$ <p>Осталось подставить равенства (2) и (3) в формулу (1) и из полученного выражения отыскать искомое расстояние x между симметричными максимумами. Прделаем эти действия:</p> $\frac{l}{N} \frac{x}{2F} = k\lambda \quad \text{Отсюда } x = \frac{2NF\lambda}{l} \quad \text{Ответ } x = \frac{2NF\lambda}{l}$	
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>ход лучей через линзу</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> <p>V) 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 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</p>	2

<p>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>	
<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>	1
<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

