

Единый государственный экзамен по физике.**Вариант 694****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3-х частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только 1.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор. Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелиевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание, что записи в черновике не будут учитываться при оценке работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям. 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 (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электрон вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

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

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

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

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

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

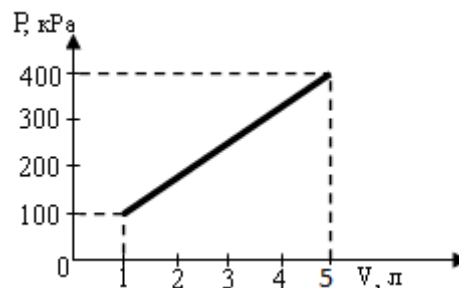
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** Автобус движется прямолинейно и равноускорено с ускорением $a = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$. Если за время $t = 6 \text{ с}$ скорость автобуса увеличилась до $v_2 = 18 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то первоначальное значение скорости автобуса v_1 равно:
- 1) 1 м/с 2) 3 м/с 3) 5 м/с 4) 9 м/с
- A2** Груз лежит на полу лифта, движущегося с ускорением $a = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, направленным вниз. Если сила давления груза на пол равна $F = 350 \text{ Н}$, то масса груза равна:
- 1) 20 кг 2) 27 кг 3) 35 кг 4) 50 кг
- A3** При движении после толчка по горизонтальной плоскости на тело массой 10 кг действует сила трения скольжения 8 Н. Какой станет сила трения скольжения после уменьшения массы тела в 2 раза, если коэффициент трения не изменится?
- 1) 4 Н 2) 10 Н 3) 16 Н 4) 1 Н
- A4** Два шара массами m и $3m$ движутся со скоростями, равными соответственно $4v$ и v . Первый шар движется за вторым и, догнав, прилипает к нему. Каков суммарный импульс шаров после удара?
- 1) mv 2) $7mv$ 3) $4mv$ 4) $3mv$
- A5** Ученик бросил камень массой $m = 0,1 \text{ кг}$ вертикально со скоростью 6 м/с. На какой высоте потенциальная энергия равна его кинетической энергии?
- 1) 1,8 м 2) 3,6 м 3) 0,9 м 4) 0,18 м
- A6** Груз массой 100 г, подвешенный на пружине, совершает свободные колебания с периодом 2 с. Груз массой 400 г, подвешенный на той же пружине, будет совершать свободные колебания с периодом равным:
- 1) 1 с 2) 2 с 3) 8 с 4) 4 с
- A7** В процессе диффузии происходит перенос...
- 1) энергии 2) массы 3) импульса 4) электрического заряда
- A8** Найти вес воздуха, занимающий объем 150 л при температуре 288 К и давлении $1,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$.
- 1) 1,2 Н 2) 1,8 Н 3) 2,7 Н 4) 3,2 Н
- A9** Сколько льда, находящегося при 0°C , можно расплавить за счёт конденсации 150 г пара, находящегося при $t = 100^\circ\text{C}$?
- 1) 1,24 кг 2) 0,71 кг 3) 1,43 кг 4) 0,91 кг

A10 С идеальным газом был проведён процесс, график которого изображён на рисунке. Найдите работу, совершённую газом в этом процессе.

- 1) 250 Дж 2) 1000 Дж
3) 750 Дж 4) 940 Дж

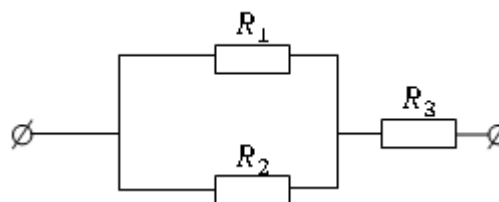


A11 Два электрических заряда в воздухе взаимодействуют с силой 50 Н. Какой станет сила взаимодействия зарядов, если погрузить их в масло. Диэлектрическая проницаемость масла равна 2,5.

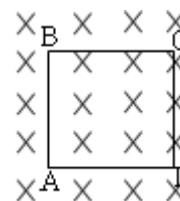
- 1) 20 Н 2) 125 Н 3) 50 Н 4) 8 Н

A12 Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2 и резистора R_3 . Общее сопротивление участка 4 Ом. Чему равно сопротивление R_1 , если сопротивление $R_3 = 3$ Ом.

- 1) 1 Ом 2) 1,5 Ом
3) 2 Ом 4) 2,4 Ом



A13 Контур ABCD движется в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены перпендикулярно плоскости контура от наблюдателя. Магнитный поток через контур будет меняться, если контур:



- 1) движется поступательно в плоскости рисунка 2) поворачивается вокруг стороны АВ.
3) движется поступательно в направлении от наблюдателя 4) движется поступательно в направлении к наблюдателю

A14 Колебательный контур состоит из двух соединённых параллельно конденсаторов, ёмкостью 10 мкФ каждый и индуктивностью $2 \cdot 10^{-9}$ Гн. Волну какой длины он излучает?

- 1) 753,6 м 2) 112 м 3) 314 м 4) 376,8 м

A15 При использовании лупы мы наблюдаем прямое увеличенное мнимое изображение предмета. На каком расстоянии от лупы должен находиться предмет?

- 1) за двойным фокусом 2) между фокусом и двойным фокусом
3) в двойном фокусе 4) между фокусом и линзой

A16 С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны 330 нм? Ответ округлить с точностью до целых.

- 1) 1450 м/с 2) 1570 м/с 3) 1892 м/с 4) 2198 м/с

A17 Красная граница фотоэффекта для вольфрама равна 275 нм. Найдите величину запирающего напряжения, если вольфрам освещается светом с длиной волны 175 нм.

- 1) 1,25 В 2) 1,92 В 3) 2,56 В 4) 3,21 В

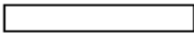
A18 При облучении ядер ${}_{13}^{27}\text{Al}$ жёсткими γ – квантами образуются ядра ${}_{12}^{26}\text{Mg}$. Какая частица выделяется в этой реакции?

- 1) электрон 2) протон 3) α – частица 4) нейтрон

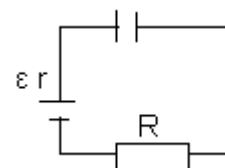
A19 В результате столкновения урана с нейтроном произошло деление ядра урана, сопровождающееся излучением γ – квантов и трёх одинаковых частиц в соответствии с уравнением: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{36}^{94}\text{Kr} + {}_{56}^{139}\text{Ba} + 3x + 5\gamma$. Какие три частицы возникли в результате ядерной реакции?

- 1) протон 2) электрон 3) нейтрон 4) α – частица

A20 Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проводника от её диаметра?

- 1)  2)  3)  4) 

A21 Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 10 \text{ кОм}$ (см. рисунок). Результаты измерений напряжения между обкладками конденсатора приведены в таблице.



Точность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,1 \text{ В}$.

$t, \text{с}$	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

Оцените силу тока в цепи в момент $t = 3 \text{ с}$. Сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

- 1) 220 мкА 2) 80 мкА 3) 30 мкА 4) 10 мкА

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 При проведении эксперимента мячик бросают горизонтально с одной и той же скоростью. Как изменятся в момент приземления модуль ускорения, горизонтальная составляющая скорости и кинетическая энергия при увеличении высоты, с которой производится эксперимент? Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Модуль ускорения	Горизонтальная составляющая скорости	Кинетическая энергия

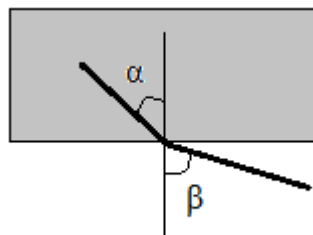
B2 В сосуде неизменного объема повысили давление. Что произойдет при этом с концентрацией молекул, температурой идеального газа, энергией взаимодействия молекул. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

Физические величины	Их изменения
А) Концентрация молекул	1) Остается равной 0
Б) Температура	2) Не изменится
В) Энергия взаимодействия	3) Увеличится

А	Б	В

B3 Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рис.). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне, скоростью их распространения, длиной волны? 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.

Частота	Скорость	Длина волны

B4 Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе единиц СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Разность потенциалов

Б) Электрический заряд

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

1) 1 Тл

2) 1 Кл

3) 1 В

4) 1 Вб

А	Б

Задания этой части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A22 Снаряд, летящий с некоторой скоростью, разрывается на два осколка. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению и движется со скоростью 40 м/с, а второй – под углом 30° к первоначальному направлению и движется со скоростью 60 м/с. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка?

- 1) 0,25 2) 0,45 3) 0,75 4) 0,85

A23 Газ при температуре 320К и давлении $1,66 \cdot 10^5$ Па имеет плотность 2 кг/м³. Что это за газ?

- 1) Кислород O₂ 2) Неон Ne 3) Азот N₂ 4) Водород H₂

A24 Стоящий вертикально цилиндрический сосуд высотой 0,9 м разделён на две части невесомым, скользящим без трения тонким поршнем. На какой высоте установится поршень, если в верхней части сосуда находится кислород, а в нижней гелий? Массы газов и их температуры в обеих частях одинаковы.

- 1) 0,4 м 2) 0,6 м 3) 0,65 м 4) 0,8 м

A25 Свет падает из вакуума на оптически прозрачное вещество под углом 60° . Преломленный луч перпендикулярен отраженному. Чему равен показатель преломления вещества?

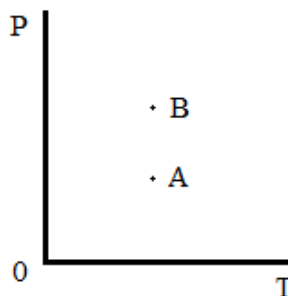
- 1) 1,2 2) 1,4 3) 1,7 4) 1,9

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

C1 На рисунке точками А и В изображено два состояния одного и того же газа. Какая из точек соответствует большему объему, а какая большей плотности.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2 Аэростат начинает движение с поверхности земли вертикально вверх без начальной скорости с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Спустя 10 с из аэростата выпадает камень массой 200 г . Найдите кинетическую энергию камня в момент его падения на землю.

С3 К источнику тока, внутренним сопротивлением которого можно пренебречь, присоединили два разных сопротивления ($R_1 > R_2$). При последовательном соединении тепловая мощность равнялась 10 Вт , при параллельно соединённых – 45 Вт . Какой будет тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе R_1 , подключённом к источнику тока?

С4 Общее сопротивление правильного шестиугольника между точками 1 и 2 равно 12 Ом . Чему равно сопротивление одной стороны шестиугольника?



С5 Предмет помещён на расстоянии $0,12 \text{ м}$ перед собирающей линзой с фокусным расстоянием $0,06 \text{ м}$ на главной оптической оси. Затем его передвинули на $0,09 \text{ м}$ ближе к линзе. На какое расстояние сместилось изображение предмета?

С6 Чему равен импульс каждого из фотонов, вызывающих фотоэффект в металле с работой выхода 3 эВ , если запирающее напряжение при освещении этими фотонами катода равно 2 В ?

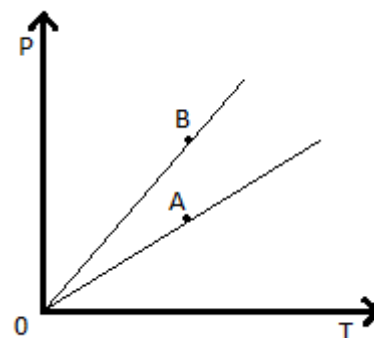
Ответы:

A1	4
A2	4
A3	1
A4	2
A5	3
A6	4
A7	2
A8	3
A9	1
A10	2
A11	1
A12	3
A13	2
A14	4
A15	4

A16	4
A17	3
A18	2
A19	3
A20	2
A21	3
A22	3
A23	1
A24	4
A25	3
B1	331
B2	231
B3	311
B4	32

C1. Сделаем дополнительное построение.

1. Проведем прямые через точки В и 0 ; А и 0.
2. Эти графики изохорических процессов. Сравнивая состояние А и В, видим, что объем $V_B < V_A$, так как температура этих состояний одинакова.
3. Плотность газа можно найти из соотношения $\rho = \frac{PM}{TR}$; Следовательно плотность газа в состоянии В больше, так как объем меньше.



C2. Дано:

$$\begin{aligned} V_0 &= 0 \\ a &= 0,5 \text{ м/с}^2 \\ t_0 &= 10 \text{ с} \\ m &= 0,2 \text{ кг} \end{aligned}$$

$E_k = ?$

Решение:

1. Найдем высоту, с которой выпал камень
$$h_0 = \frac{at_0^2}{2}$$
2. Начальная скорость камня равна скорости аэростата в момент времени t_0 ; $V_0 = at_0$
3. Используя закон сохранения энергии (механической) $mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2} = E_k$
$$mg \frac{at_0^2}{2} + \frac{ma^2 t_0^2}{2} = E_k \rightarrow E_k = \frac{mat_0^2}{2} (g + a)$$

Ответ: $E_k = 52,5 \text{ Дж}$

С3. Дано:

$$R_1 > R_2$$

$$P_1 = 10 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 45 \text{ Вт}$$

$$P_x = ?$$

3. Решение

$$\frac{2}{9} = \frac{R_1 R_2}{R_1^2 + 2R_1 R_2 + R_2^2}; \quad \rightarrow \quad 2R_1^2 - 5R_1 R_2 + 2R_2^2 = 0$$

$$R_1 = \frac{5R_2 \pm 3R_2}{4}; \quad R_1 = 2R_2 \text{ или } R_1 = \frac{1}{2}R_2$$

Второй корень не удовлетворяет условия задачи, так как $R_1 > R_2$

$$P_x = \frac{\varepsilon^2}{\frac{2\varepsilon^2}{3P_1}} = \frac{3}{2}P_1; \quad P_x = 15 \text{ Вт}$$

Ответ $P_x = 15 \text{ Вт}$

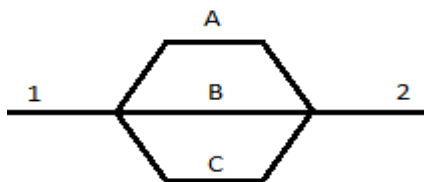
С4. Дано:

$$R_{06} = 12 \text{ Ом.}$$

$$R = ?$$

Решение:

1. Сделаем рисунок, где сопротивление рассматриваемого участка 1 и 2 можно представить как параллельные соединения проводников А, В и С тогда $\frac{1}{R_{06}} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_C}$



2. Так как длина проводников А и С в три раза больше стороны шестиугольника, то $R_A = R_C = 3R$, а длина проводника В в 2 раза больше стороны, то $R_B = 2R$
3. Следовательно

$$\frac{1}{R_{06}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{7}{6R}$$

$$R_{06} = \frac{6}{7}R \quad \rightarrow \quad R = \frac{7R_{06}}{6} = \frac{7 \cdot 12}{6} = 14 \text{ (Ом)}$$

Ответ: $R = 14 \text{ Ом}$

С5. Дано:

$$d=0,12 \text{ м}$$

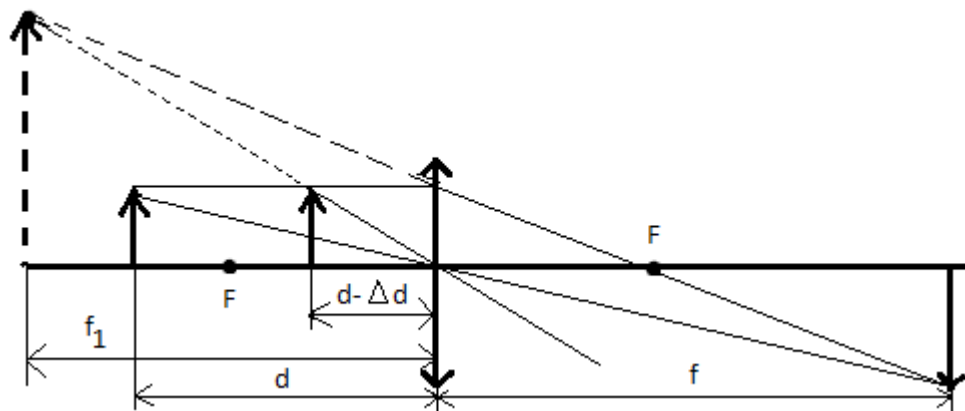
$$F=0,06 \text{ м}$$

$$\Delta d=0,09 \text{ м}$$

$$\Delta f=?$$

Решение:

1. Рисунок



2. Согласно формул такой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \rightarrow f = 0,12 \text{ м}$$

Для второго случая

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d - \Delta d} - \frac{1}{f_1} f_1 = 0,06 \text{ м}$$

3. Тогда

$$\Delta f = f + f_1 = 0,18 \text{ м}$$

Ответ: $\Delta f=0,18 \text{ м}$

С6. Дано:

$$A=3 \text{ эВ} = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$U_3 = 2 \text{ В}$$

$$P=?$$

Решение:

1. Импульс фотона

$$P = mc = h \frac{v}{c}$$

2. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

имеет вид

$$h\nu = A + eU_3; \rightarrow h\nu = 8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$3. \text{ Следовательно } P = \frac{8 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 10^8} = 2,67 \cdot 10^{-27} \text{ (кг} \cdot \text{м/с)}.$$

$$\text{Ответ: } P=2,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$