**1.** Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому, если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния $d$. Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива 50 мм и диаметре входного отверстия 5 мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 5 м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

**2.** Оптическая система состоит из двух зеркал $З_1$ и $З_2$, способных вращаться вокруг горизонтальных осей, которые проходят через точки $O_1$ и $O_2$ соответственно. Изначально зеркала установлены горизонтально. Из точки $A$ , лежащей в плоскости зеркала $З_2$, на зеркало $З_1$ направлен луч света, идущий в плоскости рисунка. Угол падения луча света на зеркало $З_1$ равен 30° (см. рис. 1).

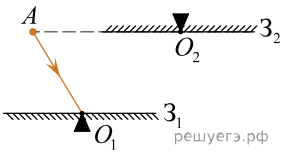



Рис. 1

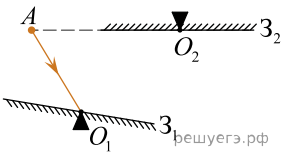
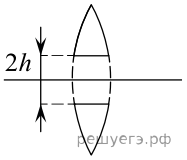



Рис. 2

Затем зеркало $З_1$ поворачивают на угол 10° по часовой стрелке (рис. 2). При этом отраженный от зеркала $З_1$ луч попадает в точку $O_2$ зеркала $З_2$. На какой угол требуется повернуть зеркало $З_2$, чтобы отраженный от него луч, минуя отражение от зеркала $З_1$, сразу попал обратно в точку $A$ ? Ответ приведите в градусах.

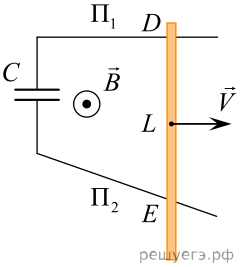
**3.** Из собирающей линзы с фокусным расстоянием $f = 20$ см вырезали центральную часть шириной $2h = 1$ см (см. рис.), а затем симметрично сдвинули оставшиеся части до соприкосновения, изготовив так называемую билинзу. Точечный источник света поместили на расстоянии $a = 40$ см от билинзы на ее оси симметрии. На каком расстоянии $2d$ друг от друга находятся изображения, даваемые билинзой?




**4.** Препарат с активностью $1{,}7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в металлический контейнер массой 0,5 кг. За 2 ч температура контейнера повысилась на 5,2 °С. Известно, что данный препарат испускает α-частицы с энергией 5,3 МэВ, причем практически вся энергия α-частиц переходит во внутреннюю энергию контейнера. Найдите удельную теплоемкость металла контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

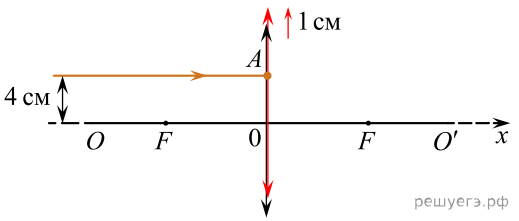
Ответ округлите до целого числа (в единицах СИ).

**5.** Два прямых проводника $П_1$ и $П_2$ расположены в одной горизонтальной плоскости. Между их левыми концами включен конденсатор емкостью $C$ = 0,1 нФ. По проводникам с постоянной скоростью $\upsilon = 2$ м/с движется проводящий стержень, который находится в контакте с проводниками. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B$ = 0,15 Тл. В некоторый момент времени расстояние между точками $D$ и $E$, в которых стержень касается проводников, равно $L$ = 40 см, общее сопротивление цепи в этот момент равно $R$ = 2 Ом, и в цепи протекает ток силой $I$ = 0,05 А. Чему равен в этот момент заряд конденсатора? Индуктивность цепи пренебрежимо мала.



**6.** Два когерентных источника света с одинаковой фазой колебаний располагаются на некотором расстоянии друг от друга. На соединяющем источники отрезке на расстоянии 0,625 мкм от его середины находится точка, для которой разность фаз между исходящими из источников волнами равна $5\pi$. Чему равны длины волн, излучаемых каждым из источников? Ответ выразите в нанометрах.

**7.** На тонкую собирающую линзу, центр которой находится в точке $O$ (см. рис.), имеющую фокусное расстояние 15 см, падает луч света. Луч распространяется вдоль горизонтальной оси $0x$, которая вначале совпадает с главной оптической осью линзы, на расстоянии 4 см от нее. Определите, на каком расстоянии от линзы этот луч пересечет ось $0x$, если сдвинуть линзу на 1 см вверх перпендикулярно главной оптической оси. Ответ дайте в сантиметрах.



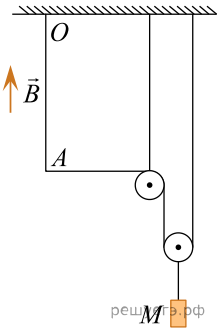

**8.** Паровоз серии «ИС» при первых ходовых испытаниях развил полезную мощность 2500 лошадиных сил (одна лошадиная сила равна ≈ 735 Вт). КПД этого паровоза составлял 8%, а в качестве топлива использовался уголь с удельной теплотой сгорания 25 МДж/кг. Сколько тонн угля сгорало в топке паровоза за один час?

**9.** В теплоизолированном сосуде с жесткими стенками находятся 0,1 моля идеального одноатомного газа и пружинный маятник. Жесткость пружины маятника 1000 Н/м, амплитуда колебаний его груза 10 см. Считая, что нагревается только газ, найдите, на сколько градусов повысится температура газа после того, как колебания маятника прекратятся из-за действия силы вязкого трения. Ответ округлите до целого числа.

**10.** На плоскости в вакууме расположен правильный шестиугольник, в вершинах которого находятся 6 одинаковых по величине электрических точечных зарядов — три положительных и три отрицательных. Пронумеруем вершины по часовой стрелке, начиная с какой-то произвольной, номерами 1, 2, 3, 4, 5, 6. Пусть вначале в вершинах с номерами 1, 2, 3 находятся положительные заряды, а в остальных, с номерами 4, 5, 6, — отрицательные. Пусть в центре шестиугольника, точке $O$, один заряд создает электрическое поле с модулем напряженности $E_0$. Обозначим модуль напряженности поля от всех зарядов в той же точке через $E_1$. Затем заряды под номерами 3 и 4 поменяем местами. Обозначим поле в точке $O$ в этом случае через $E_2$. Найдите отношение $\dfrac{E_1}{E_2}$.

**11.** Школьник наблюдает, как его отец занимается подводной охотой в спокойной прозрачной речке. Сверху видно, что на расстоянии $L$ от маски, надетой на голову отца, на той же глубине под водой находится щука, которую отец собрался подстрелить из подводного ружья. Он смотрит на эту щуку под водой через плоскопараллельное тонкое стекло своей маски, заполненной внутри воздухом, и видит рыбу прямо перед собой на расстоянии $l = 2,5$ м от себя. Чему равно $L$? Показатель преломления воды $n = 1,33$, глаза охотника находятся вблизи стекла маски.

**12.** Электрочайник, потребляющий мощность $P = 2$ кВт, присоединен через выключатель и шнур к сети постоянного тока с напряжением $U = 220$ В. Чайник полностью заполнили водой и включили нагрев. Спустя время $t = 2,5$ мин вода в чайнике закипела. Оцените, на сколько градусов нагрелись за это время подводящие ток проводники в шнуре питания чайника, если длина шнура $l = 1,2$ м, диаметр проводников в нем, изготовленных из меди, равен $d = 1,5$ мм, а потерями выделяющейся в них теплоты можно пренебречь. Удельное сопротивление меди $\rho = 0,0175$ Ом · мм$^2$/м, плотность меди $\rho_м = 8,92 \cdot 10^3$ кг/м$^3$.

**13.** Можно считать, что вся поверхность Земли равномерно заряжена отрицательным зарядом $q_з \approx 0,5$ МКл, а ионосфера имеет такой же по модулю положительный заряд. Пусть в электростатическом поле у поверхности Земли покоится пушинка массой $m_п$ = 0,01 г, заряженная некоторым отрицательным зарядом. Какое дополнительное количество $N$ электронов находится на первоначально незаряженной пушинке? Радиус Земли $R_з$ = 6400 км.

**14.** Квадратная проводящая рамка $OA$ со сторонами $a = 10$ см может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси $O$, проходящей вдоль одной стороны квадрата. По рамке течёт ток силой $I = 10$ А, и она находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 0,2$ Тл. К нижней стороне квадрата посередине привязана невесомая нерастяжимая нить, перекинутая через неподвижный, а затем через подвижный блок, и прикреплённая к потолку. Направление тока в рамке таково, что наличие груза массой $M$, привязанного к оси невесомого подвижного блока, препятствует отклонению рамки от вертикальной плоскости (см. рис., вид вдоль плоскости рамки). Чему равна масса груза, если система находится в равновесии при горизонтальном положении участка нити между рамкой и неподвижным блоком? Трение отсутствует.