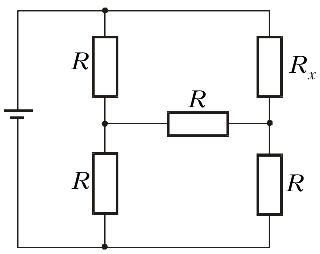


Рис. 1

Ясно, что искомый резистор – не в диагонали «мостика» (в этом случае его ток был бы нулевым). Тогда получается только одна схема, изображенная на рисунке 1. Теперь нужно проанализировать, какие из токов могут оказаться одинаковыми. Варианты *1* и *2* (рис. 2) сразу отбросим – там получаются нулевые токи в отмеченных местах. После простого перебора остаются «возможные» схемы *3* и *4*.

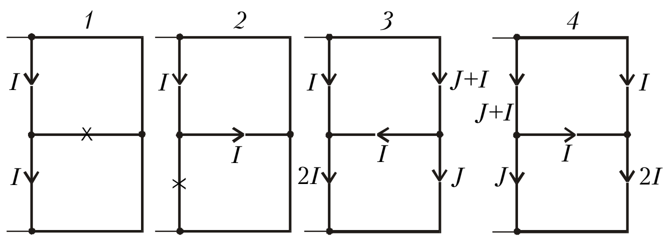


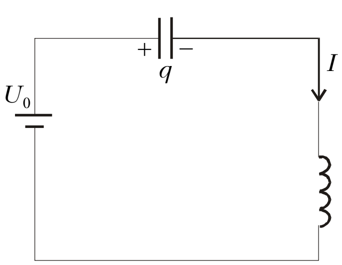
Рис. 2

Для первой из них получается $R_x = 0$, для второй $R_x = 5R$. Других подходящих схем нет.

А. Зильберман

Ф1861. *К батарейке напряжением 12 В подключают последовательно соединенные конденсатор емкостью 1 мкФ и катушку индуктивностью 1 Гн. В тот момент, когда ток через катушку максимален, параллельно ей подключают резистор сопротивлением 1 МОм, а когда ток через катушку снова становится максимальным и течет в ту же сторону, резистор отключают. Какое количество теплоты выделится при этом в резисторе? Какой заряд через него протечет?*

До подключения резистора сопротивлением 1 МОм в цепи (см. рисунок) происходили колебания. Найдем максимальный ток в цепи. Пусть в некоторый момент заряд конденсатора равен q, а в катушке течет ток I. Учитывая работу батарейки, можно записать закон сохранения энергии в виде



$$qU_0 = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}.$$

При максимальном токе $I = I_m$ ЭДС индукции обращается в ноль, тогда $q = CU_0$ и $I_m = U_0\sqrt{C/L} = 12\cdot10^{-3}$ А. Амплитуда напряжения катушки будет равна U_0. После подключения резистора сопротивлением 1 МОм ток через него составит не более $I_R = U_0/R = 12\cdot10^{-6}$ А $\ll I_m$. Это означает, что подключенный резистор практически не изменит колебаний, и энергия, переходящая в тепло, будет равна

$$Q = \frac{U_0^2}{R}T = \frac{U_0^2}{R}\cdot2\pi\sqrt{LC} \approx 9\cdot10^{-7}\text{ Дж}.$$

Заряд, прошедший через резистор, будет равен по порядку величины

$$q_R = I_RT = I_R\cdot2\pi\sqrt{LC} \approx 7{,}5\cdot10^{-8}\text{ Кл}.$$

Р. Катушкин

Ф1862. *От шара радиусом 10 см, сделанного из органического стекла, осторожно отпиливают два маленьких кусочка так, что получаются две плосковыпуклые линзы – диаметр первой составляет 1 см, диаметр второй вдвое больше. Линзы аккуратно склеивают плоскими поверхностями, как показано на рисунке 1. На главной оптической оси получившейся системы на расстоянии 1 м от нее помещают точечный источник света, а с другой стороны системы – экран. Как нужно расположить экран, чтобы освещенное пятно на нем имело минимальный диаметр? Чему он равен?*

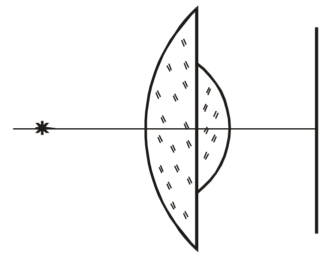


Рис. 1

В условии не задан коэффициент преломления органического стекла – примем его равным коэффициенту преломления обычного стекла, т.е. n = 1,4. Тогда плосковыпуклые линзы (одна и другая) имеют фокусные расстояния

$$F = \frac{R}{n-1} = \frac{0{,}1\text{ м}}{1{,}4-1} = 0{,}25\text{ м}.$$

Сложенные вместе, линзы имеют удвоенную оптическую силу, а фокусное расстояние системы равно $F/2 = 0{,}125$ м. Изображение источника, даваемое «слабой» линзой (края системы), получается на расстоянии

$$f_1 = \frac{dF}{d-F} = \frac{1\text{ м}\cdot0{,}25\text{ м}}{1\text{ м}-0{,}25\text{ м}} = \frac{1}{3}\text{ м}.$$

Средняя часть системы дает изображение на расстоянии

$$f_2 = \frac{dF/2}{d-F/2} = \frac{1}{7}\text{ м}.$$

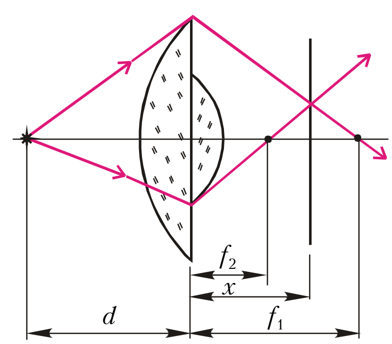


Рис. 2

Из рисунка 2 ясно, что самое «узкое» место для двух пучков света (на экране нужно получить не изображение источника, а лишь пятно света) получится при установке экрана на расстоянии x. Из геометрических соображений,

$$\frac{h}{x-f_2} = \frac{r}{f_2} \text{ и } \frac{h}{f_1-x} = \frac{2r}{f_1},$$

где h – радиус пятна, а $2r$ = 1 см. Отсюда получаем

$$x = \frac{3f_1f_2}{f_1+2f_2} = \frac{3}{13}\text{ м} \approx 23\text{ см},$$

$$h = 2r\left(1-\frac{x}{f_1}\right) = \frac{4}{13}\text{ см} \approx 0{,}3\text{ см}.$$

А. Очков