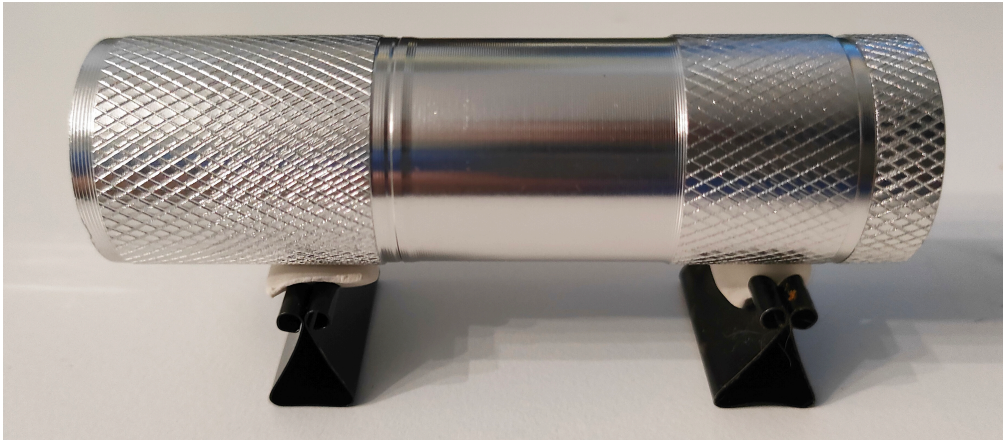




1 ?? Определите фокусное расстояние одной линзы  $F_0$ . Приведите схему установки и опишите метод нахождения фокусного расстояния.

Зажмём линзу Френеля двумя канцелярскими зажимами, поставленными вертикально. Теперь её удобно передвигать. Таким же образом закрепим экран. В течение всей работы важно следить, чтобы плоскость экрана и плоскость линзы оставались параллельными. Фонарик с помощью клеящих подушечек установим на канцелярские зажимы как на «ножки». Экран, линзу и фонарик расположим на столе так, чтобы ось фонарика была перпендикулярна плоскости линзы и плоскости экрана, и свет от фонарика формировал на экране отчётливое пятно. Наконец, приклеим мерную ленту к столу с помощью скотча для удобства измерения расстояний.



Фонарик на «ножках»

Для определения фокусного расстояния будем использовать симметричный метод Бесселя как наиболее точный: подберём расстояние  $L$  между фонариком и экраном так, чтобы резкое изображение формировалось тогда, когда линза находится ровно посередине между ними. В таком случае  $F_0 = L/4$ .

На авторской установке  $F_0 \approx 21,3$  см.

Ответ:  $F_0 \approx 21,3$  см.

2a ?? Измерьте фокусное расстояние  $F_1$  «сэндвича», в котором линзы Френеля прижаты плоскими сторонами.

Капнем на плоскую сторону одной из линз немного глицерина. Положим сверху вторую линзу плоской стороной и плотно сожмём получившийся «сэндвич» зажимами по краям. Важно следить, чтобы толщина слоя глицерина была везде одинаковой, то есть линзы не были изогнуты. Вытекший в процессе изготовления «сэндвича» глицерин протрём салфеткой.

Повторим измерения, описанные в прошлом пункте. На авторской установке  $F_1 \approx 10,6$  см.

Ответ:  $F_1 \approx 10,6$  см.

2b ?? Измерьте фокусное расстояние  $F_2$  «сэндвича», в котором ребристая сторона одной линзы прижата к плоской стороне другой.

Аккуратно протрём салфеткой обе линзы Френеля. Капнем на ребристую сторону одной из линз немного глицерина. Положим сверху вторую линзу плоской стороной и плотно сожмём получившийся «сэндвич» зажимами по краям. Важно следить, чтобы линзы не были изогнуты. Вытекший в процессе изготовления «сэндвича» глицерин протрём салфеткой.

Повторим измерения, описанные в пункте 1. На авторской установке  $F_2 \approx 19,1$  см.

Ответ:  $F_2 \approx 19,1$  см.

3 ?? Определите радиус кривизны неплоской поверхности линзы Френеля.

Прежде всего заметим, что оптические силы тонких линз, расположенных вплотную, складываются.

Глицерин, зажатый между линзами Френеля, можно рассматривать как жидкую линзу, изготовленную из материала с показателем преломления  $n_r$ . В случае, когда линзы Френеля прижаты плоскими сторонами, радиус кривизны этой жидкой линзы очень велик, а значит оптическая сила мала и почти не влияет на распространение света. Этим объясняется то, что  $F_1 \approx F_0/2$ .

Если же глицерин зажат между одной гладкой и одной ребристой стороной, то он образует рассеивающую плоско-вогнутую линзу, радиус кривизны которой совпадает с радиусом кривизны линзы Френеля  $R$ . Оптическая сила такой системы трёх линз

$$D_2 = \frac{1}{F_2} = 2 \cdot \frac{1}{F_0} - \frac{n_r - 1}{R},$$

откуда

$$R = (n_r - 1) \left( \frac{2}{F_0} - \frac{1}{F_2} \right)^{-1}.$$

Значения, полученные на авторской установке, дают  $R \approx 11,3$  см.

Ответ:  $R \approx 11,3$  см.

4 ?? Определите показатель преломления пластика, из которого изготовлены линзы.

Из формулы для оптической силы плоско-выпуклой линзы, приведённой в условии, следует, что  $n = 1 + \frac{R}{F_0} = 1 + (n_r - 1) \left( 2 - \frac{F_0}{F_2} \right)^{-1}$ .

Значения, полученные на авторской установке, дают  $n \approx 1,53$ .

Ответ:  $n \approx 1,53$ .

5 ?? Определите фокусное расстояние  $F_3$  «сэндвича», в котором линзы Френеля прижаты ребристыми сторонами.

В пределах стандартной школьной парты не удаётся подобрать взаимное расположение экрана, линзы и фонарика, при котором такой «сэндвич» формировал бы резкое изображение. Это связано с тем, что его фокусное расстояние слишком велико.

Однако мы можем вычислить значение  $F_3$  с помощью результатов, полученных в прошлых пунктах. Действительно, глицерин, зажатый между ребристыми сторонами линз Френеля, образует рассеивающую двояковогнутую линзу, которую в свою очередь можно представить как систему двух плоско-вогнутых, следовательно

$$\frac{1}{F_3} = \frac{2}{F_0} - \frac{2(n_r - 1)}{R}.$$

Отсюда

$$F_3 = \left( \frac{2}{F_2} - \frac{2}{F_0} \right)^{-1}$$

Значения, полученные на авторской установке, дают  $F_3 \approx 92$  см.

Ответ:  $F_3 \approx 92$  см