

Лабораторная работа №19.

Определение фокусного расстояния собирающей и рассеивающей линз.

Цель: определить фокусное расстояние собирающей линзы двумя способами.

Определить главное фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Оборудование: рассеивающая линза, собирающая линза, лампа накаливания 6,3В, линейка, экран.

Содержание, метод и порядок выполнения работы.

Задача 1. Определение фокусного расстояния собирающей линзы по расстоянию предмета и его изображения от линзы.

1. Получите на экране при помощи линзы действительное изображение какого-либо удалённого предмета (например, соседнего дома за окном). Измерьте расстояние между линзой и экраном. Это расстояние для тонких линз приблизительно равно фокусному расстоянию, объясните почему и при каких условиях это справедливо.
2. Вдоль линейки расположите источник света, линзу и экран. Источник света поставьте на расстоянии от линзы большем $2F$. Передвигая экран, получите чёткое изображение нити накала лампочки. Начертите ход лучей.
3. Измерьте расстояние d_1 от линзы до стрелки и расстояние f_1 от линзы до изображения стрелки. Результаты измерений в этом и последующих опытах запишите в таблицу 1.
4. Поставьте линзу на расстоянии между F и $2F$ от лампочки. Перемещая экран, вновь получите чёткое изображение нити накала. Начертите ход лучей. Измерьте в этом случае d_2 и f_2 .
5. По полученным данным рассчитайте фокусное расстояние и оптическую силу линзы пользуясь формулой тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

Таблица 1.

№	d , м	f , м	F , м	F_{CP} , м	D , дптр
1					
2					

Задача 2. Определение фокусного расстояния линзы по величине перемещения линзы.

Если расстояние ℓ от предмета до экрана больше $4F$, то всегда найдутся два положения линзы, при которых на экране получатся чёткие изображения предмета M : в положении А увеличенное, а в положении В – уменьшенное.

При этом оба положения линзы симметричны относительно середины расстояния ℓ между предметом и его изображением.

Для этих положений линзы можно записать уравнения:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1};$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}, \text{ причём } f_1 = d_2, d_1 = f_2.$$

Из рис 1 видно, что $\ell = d_1 + a + f_2$ (1), где

a – расстояние между положениями А и В линзы.

Подставив в формулу (1) $f_2 = d_1$, получим: $\ell = 2d_1 + a$, откуда

$$d_1 = \frac{\ell - a}{2} \quad (2). \text{ Из рисунка 1 следует, что}$$

$$f_1 = \ell - d_1 = \ell - \frac{\ell - a}{2} = \frac{\ell + a}{2} \quad (3).$$

Подставляя в формулу линзы выражения (2) и (3), получим

$$F = \frac{(\ell - a)(\ell + a)}{4\ell}$$

Таким образом, для вычисления фокусного расстояния F нужно определить расстояние ℓ между предметом и экраном и расстояние a , на которое была перемещена линза из положения А в положение В. Проделать измерения для трех различных ℓ . Результаты измерений и вычислений занести в таблицу 2.

№	ℓ , м	a , м	F , м	F_{CP} , м	D , дптр
1					
2					
3					

Задача 3. Определение главного фокусного расстояния рассеивающей линзы.

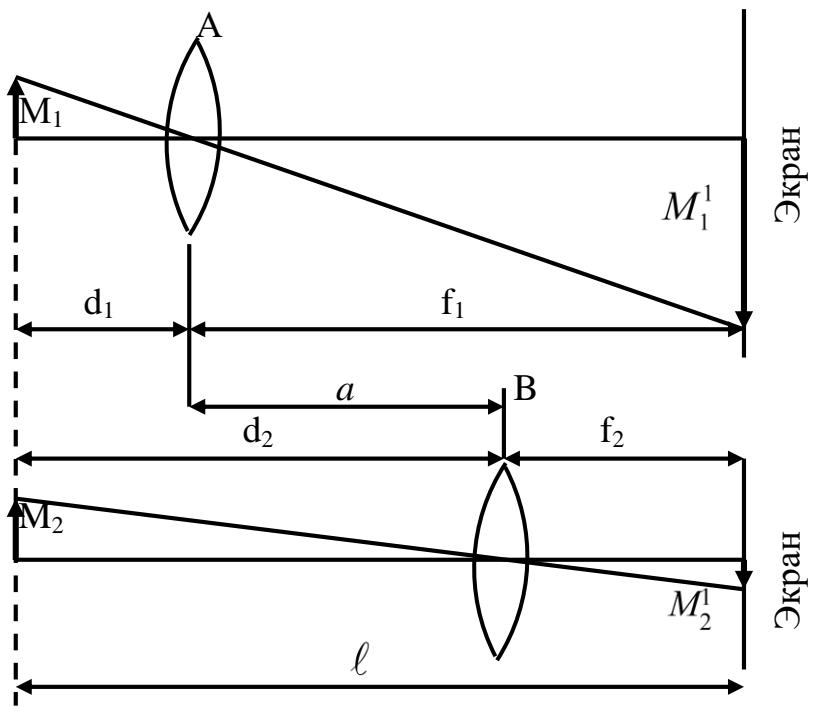


Рис.1.

Если на пути лучей (рис 2), выходящих из точки S и сходящихся в точке B, после преломления в собирающей линзе L_1 , поставить рассеивающую линзу L_2 так, чтобы расстояние L_2B было меньше её фокусного расстояния, то изображение точки S будет находиться в другой, более удалённой от линзы L_2 точке A.

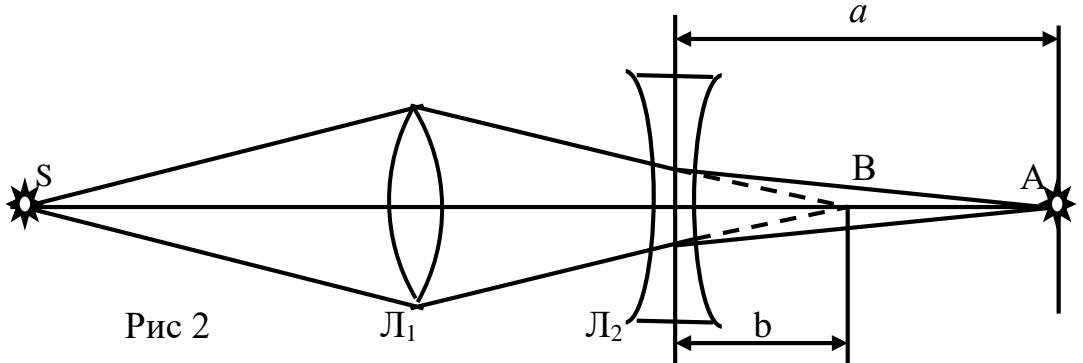


Рис 2

Вследствие обратимости лучей в системах линз можно рассматривать лучи света, как бы распространяющиеся из точки A. Тогда точка B будет мнимым изображением точки A после преломления лучей в рассеивающей линзе L_2 . Обозначая расстояния точек A и B от линзы L_2 соответственно a и b и применяя формулу для рассеивающей линзы, имеем:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}; \quad F = \frac{ad}{b-a}. \quad (4)$$

Используя рассмотренный случай применим следующий метод определения фокусного расстояния рассеивающей линзы. Между лампочкой и экраном устанавливают собирающую линзу так, чтобы на экране получилось отчётливое изображение, затем между собирающей линзой и экраном устанавливают рассеивающую линзу и записывают расстояние от рассеивающей линзы до экрана. Смещают экран и, не изменяя положения рассеивающей линзы, устанавливают его так, чтобы на нём опять получилось отчётливое изображение. Отмечают расстояние до нового положения экрана.

По полученным данным определяют a и b и по формуле (4) определяют главное фокусное расстояние рассеивающей линзы.

Перемещение экрана производится не менее трёх раз и из полученных значений берется среднее. Прежде чем приступить к нахождению первого положения экрана (точек B), нужно убедиться, получается ли при данном расположении приборов отчётливое изображение с рассеивающей линзой.

Полученные результаты занести в таблицу 3.

№	a , м	b , м	F , м	F_{CP} , м	D , дп
1					
2					
3					

Контрольные вопросы.

- Что называется оптической силой линзы? Какова оптическая сила собирающей и рассеивающей линзы?
- Когда собирающая линза даёт мнимое изображение предмета?