



НТЦ-22.02.12
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОКУСНЫХ
РАССТОЯНИЙ ТОНКИХ
СОБИРАЮЩЕЙ И
РАССЕИВАЮЩЕЙ ЛИНЗ**

Методические рекомендации
по выполнению
лабораторных работ

улица Гришина, 94В,
212000, г. Могилев,
Республика Беларусь
тел/факс (+375 -222) 78-14-14,
78-37-37

E-mail: ntp@ntpcentr.com
www.ntpcentr.com

ОПИСАНИЕ УЧЕБНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Учебный лабораторный стенд предназначен для ознакомления с теорией прохождения луча в тонкой линзе и измерения ее фокусного расстояния, наблюдения сферической аберрации.



Рисунок 1 – Внешний вид стенда

Конструктивно стенд состоит из алюминиевого основания, на котором установлены:

- источник излучения;
- крепление для сменных диафрагм;
- экран;
- линзы.

Блок питания для источника излучения установлен непосредственно в его корпусе. Предметом для построения изображения является сетка, которая устанавливается на основании стенда и располагается за источником излучения.



ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА СТЕНДЕ

Лабораторная работа №1	4
▶ Определение фокусного расстояния тонкой собирающей линзы	4
Лабораторная работа №2	7
▶ Определение фокусного расстояния тонкой рассеивающей линзы	7

Лабораторная работа №1

Определение фокусного расстояния тонкой собирающей линзы



Цель работы

- ✓ Формирование навыков по определению фокусного расстояния тонкой собирающей линзы.



Теоретическая справка

Линза – это один из основных элементов оптических систем, предназначенных для получения оптических изображений. Она представляет собой оптически прозрачное тело (например, из стекла), ограниченное с двух сторон преломляющими (чаще всего сферическими) поверхностями. Если расстояние O_1O_2 (рисунок 1.1) между этими поверхностями значительно меньше радиусов кривизны, то линза называется **тонкой**. Ее вершины O_1 и O_2 в этом случае можно считать совпадающими в точке O , называемой **оптическим центром линзы**. Причем ось, проходящая через оптический центр линзы и центры кривизны ее преломляющих поверхностей, называется **главной оптической осью линзы** (прямая PP' , рисунок 1.1).

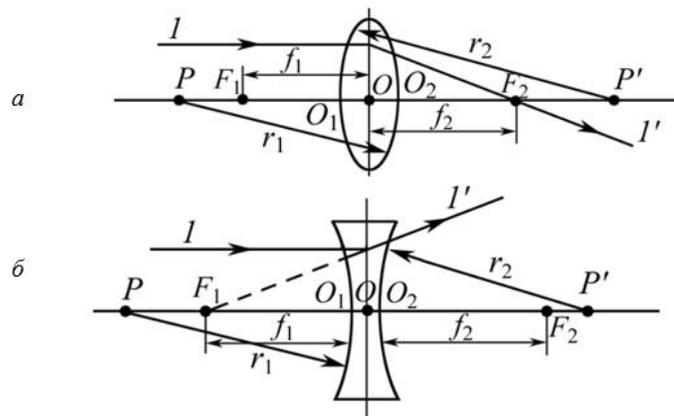


Рисунок 1.1 - Линзы

Если направить луч света параллельно главной оптической оси (вблизи нее), то преломившись, он пройдет через точки F_1 или F_2 (в зависимости от того, слева или справа от линзы падает на нее луч), лежащие на главной оптической оси линзы. Эти точки называют **главными фокусами линзы**, а сама линза, преломляющая лучи таким образом, называется **собирающей** (рисунок 1.1, а). Если же после преломления светового луча линзой через точки F_1 или F_2 (главные фокусы) можно провести лишь прямую, представляющую продолжение преломленного луча в направлении, обратном направлению его распространения, то такая линза называется **рассеивающей** (рисунок 1.1, б).

Расстояние между оптическим центром линзы и ее главными фокусами (расстояния f_1 или f_2) называют **главными фокусными расстояниями линзы**. Они равны между собой, т.е. $f_1 = f_2 = f$, если слева и справа от линзы находится одна и та же среда (например, воздух).

Фокусное расстояние F собирающей линзы определяется по формуле:



$$F = \frac{df}{d + f} \quad (1.1)$$

и оптическая сила

$$D = \frac{1}{F} \quad (1.2)$$

где d - расстояние от линзы до предмета;
 f - расстояние от линзы до изображения.

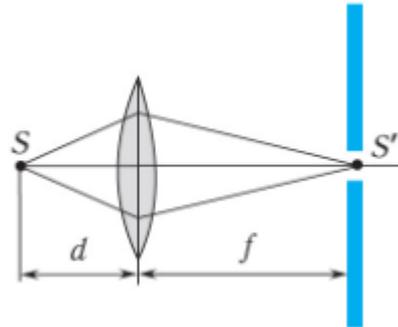


Рисунок 1.2 - Собирающая линза



Практическая часть

Порядок подготовки к работе:

- Подключить установку к сети электропитания.

⚙️ Определение фокусного расстояния тонкой собирающей линзы

1. Установить экран на расстоянии L , мм от осветителя.
2. Включить осветитель при помощи кнопки, расположенной на задней части блока питания.
3. Установить собирающую линзу между осветителем и экраном.
4. Установить прозрачную сетку между осветителем и линзой.
5. Вращая регулятор «Задание светового потока» установить необходимую яркость осветителя.
6. Передвигая сетку и экран добиться четкого изображения сетки на экране.
7. Замерить расстояние, d , мм между сеткой и линзой. Результаты измерений занесите в таблицу 1.1.
8. Замерить расстояние f , мм между линзой и экраном. Результаты измерений занесите в таблицу 1.1.
9. Вычислите фокусное расстояние по формуле и результаты вычислений занесите в таблицу 1.1.

$$F = d \cdot f / (d + f) \quad (1.3)$$

10. Вычислите оптическую силу по формуле и результаты вычислений занесите в таблицу 1.1.

$$D = \frac{1}{F} \quad (1.4)$$

Таблица 1.1 – Результаты выполнения работы

№ опыта	d , м	f , м	F , м	D , дптр

Порядок завершения работы:

- Выключить установку при помощи кнопки на блоке питания.

**Контрольные вопросы**

1. В каком случае линзу можно считать тонкой. Ответ обоснуйте.
2. Как по внешним признакам отличить собирающую линзу от рассеивающей?



Лабораторная работа №2

Определение фокусного расстояния тонкой рассеивающей линзы



Цель работы

- ✓ Формирование практических навыков по определению расстояния тонкой рассеивающей линзы.



Теоретическая справка

Линза – это один из основных элементов оптических систем, предназначенных для получения оптических изображений. Она представляет собой оптически прозрачное тело (например, из стекла), ограниченное с двух сторон преломляющими (чаще всего сферическими) поверхностями. Если расстояние O_1O_2 (рисунок 2.1) между этими поверхностями значительно меньше радиусов кривизны, то линза называется **тонкой**. Ее вершины O_1 и O_2 в этом случае можно считать совпадающими в точке O , называемой **оптическим центром линзы**. Причем ось, проходящая через оптический центр линзы и центры кривизны ее преломляющих поверхностей, называется **главной оптической осью линзы** (прямая PP' , рисунок 2.1).

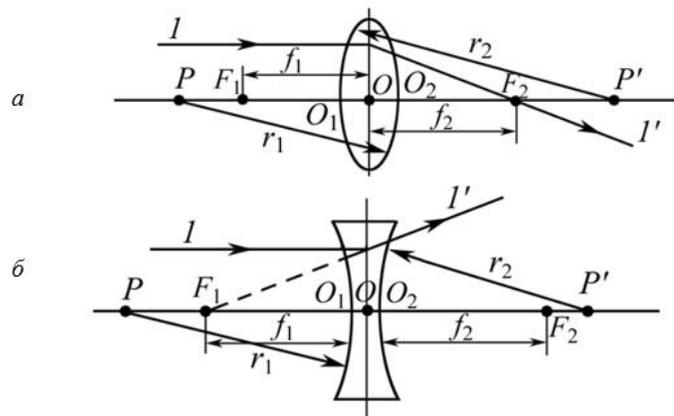


Рисунок 2.1 - Линзы

Если направить луч света параллельно главной оптической оси (вблизи нее), то преломившись, он пройдет через точки F_1 или F_2 (в зависимости от того, слева или справа от линзы падает на нее луч), лежащие на главной оптической оси линзы. Эти точки называют **главными фокусами линзы**, а сама линза, преломляющая лучи таким образом, называется **собирающей** (рисунок 2.1, а). Если же после преломления светового луча линзой через точки F_1 или F_2 (главные фокусы) можно провести лишь прямую, представляющую продолжение преломленного луча в направлении, обратном направлению его распространения, то такая линза называется **рассеивающей** (рисунок 2.1, б).

Расстояние между оптическим центром линзы и ее главными фокусами (расстояния f_1 или f_2) называют **главными фокусными расстояниями линзы**. Они равны между собой, т.е. $f_1 = f_2 = f$, если слева и справа от линзы находится одна и та же среда (например, воздух).

Рассеивающая линза дает только мнимое изображение, которое невозможно получить на экране, т. е. нельзя измерить расстояние от линзы до изображения. Фокусное расстояние рассеивающей линзы можно определить, если использовать вторую линзу, которая должна быть собирающей (рисунок 2.2).

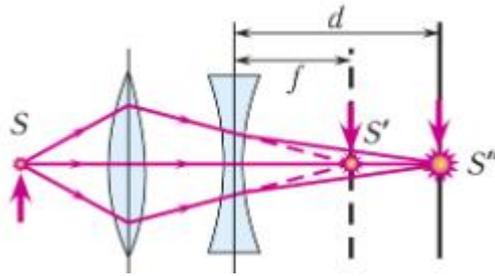


Рисунок 2.2 – Рассеивающая линза

Получив с помощью собирающей линзы действительное изображение S' источника света на экране, поставим между собирающей линзой и экраном рассеивающую линзу. Действительное изображение источника света при этом смещается (см. рисунок 2.2). Новое положение изображения можно найти перемещением экрана.

Используя свойство обратимости световых лучей, можно считать, что световые лучи выходят из точки S'' , а в точке S' получается изображение точки S'' .

Обозначив расстояния от точек S'' и S' до рассеивающей линзы соответственно через d и f , запишем формулу тонкой линзы с учетом правила знаков:

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{d} - \frac{1}{f} \quad (2.1)$$

Откуда для модуля фокусного расстояния рассеивающей линзы получим:

$$F = \frac{df}{d - f} \quad (2.2)$$



Практическая часть

Порядок подготовки к работе:

- Подключить установку к сети электропитания.

⚙️ Определение фокусного расстояния тонкой рассеивающей линзы

1. Установить экран на расстоянии L , мм от осветителя.
2. Включить осветитель при помощи кнопки, расположенной на задней части блока питания.
3. Установить собирающую линзу между осветителем и экраном.
4. Установить прозрачную сетку между осветителем и линзой.
5. Вращая регулятор «Задание светового потока» установить необходимую яркость осветителя.
6. Передвигая сетку и экран добиться четкого изображения сетки на экране.
7. Установить рассеивающую линзу между собирающей и экраном.
8. Изображение пропадет. Запомнить расположение экрана (в этой точке находится мнимый источник изображения для рассеивающей линзы).



9. Передвинуть рассеивающую линзу и экран до появления четкого изображения на экране.
10. Замерить расстояние d , мм от мнимого источника до линзы. Результаты измерений занесите в таблицу 2.1.
11. Замерить расстояние f , мм от линзы до экрана. Результаты измерений занесите в таблицу 2.1.
12. Вычислите фокусное расстояние по формуле и результаты вычислений занесите в таблицу 2.1.

$$F = d \cdot f / (d - f) \quad (2.3)$$

13. Вычислите оптическую силу по формуле и результаты вычислений занесите в таблицу 2.1.

$$D = -\frac{1}{F} \quad (2.4)$$

Таблица 2.1 – Результаты выполнения работы

№ опыта	d , м	f , м	F , м	D , дптр

Порядок завершения работы:

- Выключить установку при помощи кнопки на блоке питания.

**Контрольные вопросы**

1. Каким образом определялось расстояние до мнимого изображения при выполнении задания?
2. Очки имеют оптическую силу $D = -2,5$ дптр. Какие это очки? Какой дефект они исправляют?
3. Может ли двояковыпуклая линза быть рассеивающей? Ответ обоснуйте.