

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОКУСНЫХ РАССТОЯНИЙ ТОНКИХ ЛИНЗ

Цель работы: изучение методов определения фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз.

Литература: [3], гл. 4, §§ 4.1 – 4.5; [13], гл. II, §§ 9 – 10; [16], гл. 3, § 3.3; [23], гл. XII, §§ 68 – 72, 76 – 78, гл. XIII, §§ 80 – 86.

Приборы и принадлежности: оптическая скамья со шкалой, лампа накаливания, стеклянная пластинка с нанесенной на нее сеткой, экран, собирающие и рассеивающие линзы, зрительная труба.

ВВЕДЕНИЕ

Для тонких линз справедливо соотношение

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{F} \quad (1)$$

где d_1 – расстояние от линзы до предмета, d_2 – расстояние от линзы до изображения, F – фокусное расстояние линзы. Расстояния, отложенные от линзы вдоль распространения светового луча, считаются *положительными*, а отрезки противоположного направления – *отрицательными*.

В работе предлагается определить фокусные расстояния собирающей и рассеивающей линз несколькими способами, так или иначе использующими формулу тонкой линзы (1). Для того чтобы ясно понимать, измерения каких отрезков требует тот или иной способ, следует обязательно вычерчивать по правилам геометрической оптики ход лучей для каждого случая рекомендуемого расположения источника, исследуемых линз и экрана.

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Установка собрана на оптической скамье. Источником света служит лампа накаливания; предметом, изображение которого получается при

помощи линз, – стеклянная пластинка с нанесенной на нее сеткой. По оптической скамье могут перемещаться исследуемые линзы и матовый прозрачный экран. Необходимые расстояния измеряются с помощью сантиметровой шкалы. В конце оптической скамьи устанавливается зрительная труба.

ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Задание 1. Определение фокусного расстояния собирающей линзы путем измерения отрезков d_1 и d_2 .

Включите лампу и перемещайте линзу вдоль оптической скамьи до получения отчетливого изображения сетки на экране. Отсчитайте по шкале расстояния d_1 и d_2 . Фокусное расстояние вычислите по формуле (1). Результаты трех серий измерений (для увеличенного, уменьшенного и равного изображений) запишите в таблицу.

Задание 2. Определение фокусного расстояния по перемещению линзы.

Если установить экран на оптической скамье на расстоянии $D > 4F$ от сетки (рис. 3.15.1), то всегда найдутся два положения линзы, при которых на экране получается отчетливое изображение сетки. При одном положении линзы изображение сетки будет уменьшенным, а при другом – увеличенным. Если обозначить расстояние между этими двумя положениями линзы через b , то фокусное расстояние линзы определяется равенством

$$F = \frac{D^2 - b^2}{4D} \quad (2)$$

Измерения проделайте три раза и запишите результаты в таблицу.

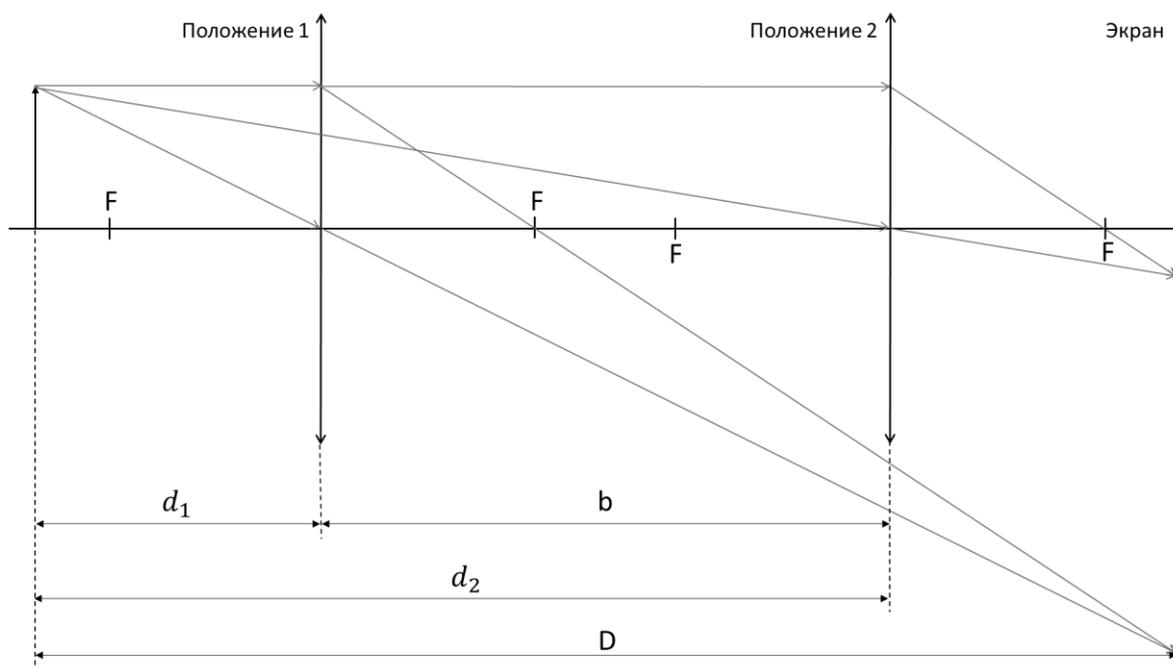


Рис.3.15.1

Задание 3. Определение фокусного расстояния при помощи зрительной трубы.

Зрительную трубу, настроенную на бесконечность, поставьте в конце оптической скамьи против сетки и, перемещая линзу вдоль скамьи, получите в поле зрения трубы отчетливое изображение сетки. После этого, измерив нужное расстояние (предлагается самостоятельно сообразить, какое), найдите F .

Вычислите $F_{\text{ср}}$ по данным трех способов измерений и найдите оптическую силу исследуемой собирающей линзы (в диоптриях).

Задание 4. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы с помощью собирающей линзы.

При помощи собирающей линзы получите изображение сетки на экране A_1 , находящемся на расстоянии l_1 от линзы L_1 (рис. 3.15.2).

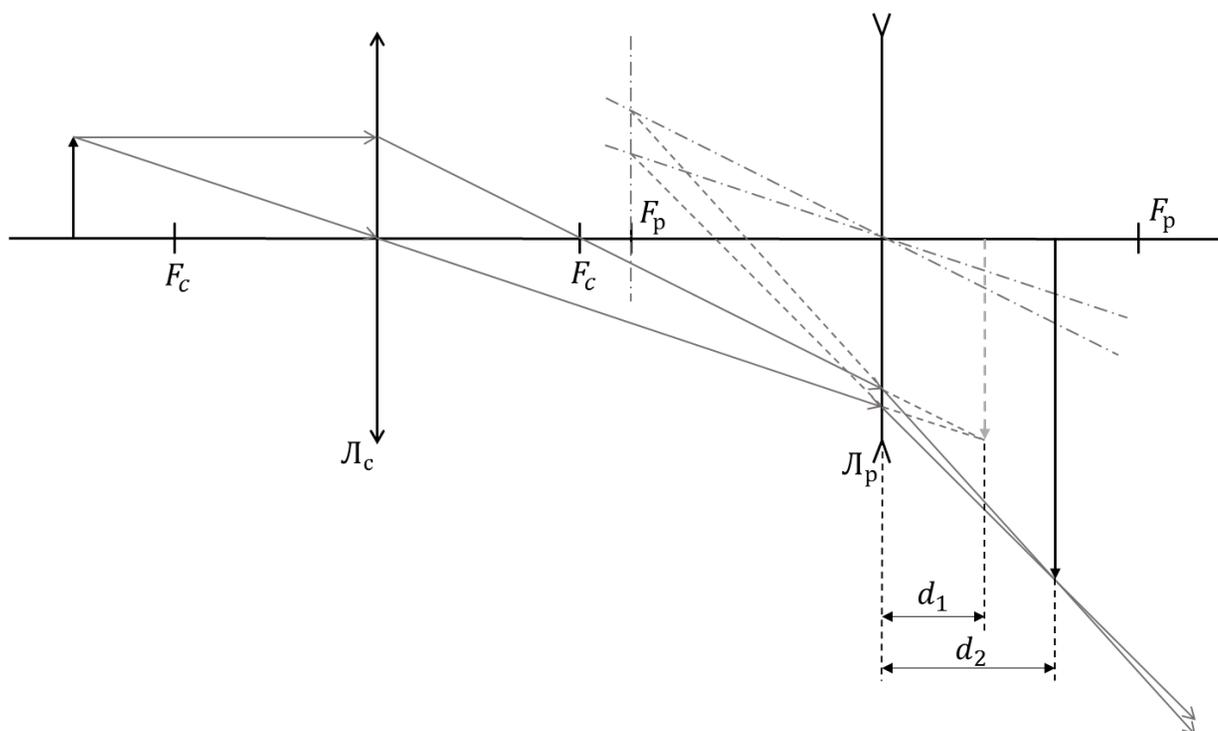


Рис. 3.15.2

Если на оптическую скамью между экраном A_1 и линзой L_1 поставить *рассеивающую* линзу L_2 , изображение сетки на экране исчезнет, но его можно получить, поместив экран на расстоянии l_2 от собирающей линзы (положение A_2).

Используя уравнение (1), можно выразить фокусное расстояние рассеивающей линзы через отрезки d_1 и d_2 :

$$F = \frac{d_1 d_2}{d_2 - d_1} \quad (3)$$

Результаты измерений запишите в таблицу.

Задание 5. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы с помощью зрительной трубы.

Зрительную трубу, установленную на бесконечность, поместите в конце оптической скамьи. Затем поставьте на скамью собирающую линзу и экран. Перемещая линзу и экран, получите на экране изображение сетки

(расстояние между линзой и экраном должно быть больше ожидаемого значения $F_{\text{расс}}$. Отметьте положения линзы и экрана по шкале,

Между экраном и собирающей линзой поместите рассеивающую линзу, а экран снимите. Перемещением рассеивающей линзы добейтесь отчетливого изображения сетки в зрительной трубе.

Постройте ход лучей для этого случая и, сообразив, какой отрезок равен искомому фокусному расстоянию, найдите F . Вычислите $F_{\text{ср}}$ (по данным, полученным в заданиях 4 и 5) и найдите оптическую силу исследуемой рассеивающей линзы (в диоптриях}.

ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Какие линзы называют тонкими?
2. Начертите ход лучей для случаев определения фокусного расстояния рассеивающей линзы.
3. Начертите ход лучей для случаев определения фокусного расстояния собирающей линзы.
4. Показатель преломления одного сорта стекла равен 1,5, а другого – 1,7. Из того и другого стекла сделаны одинаковые по форме двояковыпуклые линзы. Найдите отношение фокусных расстояний этих линз.
5. Получите выражение (2).
6. Получите выражение (3).
7. Можно ли определить фокусное расстояние рассеивающей линзы, пользуясь только зрительной трубой?
8. Может ли двояковыпуклая линза иметь отрицательную оптическую силу?