

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра Физики

ОТЧЕТ
по лабораторной работе №1
ТЕМА: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОКУСНЫХ РАССТОЯНИЙ ЛИНЗ

Студент гр. 3488

Шабалин Д.О.

Преподаватель

Шейнман И.Л.

Санкт-Петербург

2024

Цель работы: определение фокусных расстояний собирающей и рассеивающей линз исходя из результатов измерений расстояний от исследуемых линз до предмета и его изображения.

Общие сведения

Фокусным расстоянием тонкой линзы называют расстояние между оптическим центром линзы и ее главным фокусом, т. е. точкой, лежащей на главной оптической оси, в которой пересекаются после преломления в линзе световые лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси.

Элементарная теория оптических стекол приводит к простым соотношениям между фокусным расстоянием F линзы, расстоянием d от линзы до предмета, расстоянием f от линзы до его изображения, относительным показателем преломления $n_{21} = n_2 / n_1$ материала линзы, где n_1 и n_2 – абсолютные показатели преломления внешней среды и линзы, и радиусами кривизны R_1 и R_2 сферических поверхностей линзы. Для тонкой линзы (толщиной которой по сравнению с R_1 и R_2 можно пренебречь) справедливы следующие соотношения:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \quad D = \frac{1}{F} = (n_{21} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right),$$

где $D = 1/F$ – оптическая сила линзы, $R > 0$ для выпуклых поверхностей и $R < 0$ – для вогнутых. Если $D > 0$, то линза собирающая, а если $D < 0$, то – рассеивающая.

Для определения фокусных расстояний собирающих линз существует ряд способов. В данной работе применяют два из них:

- 1) путем нахождения расстояний d и f от линзы до предмета и от линзы до изображения;
- 2) путем измерения расстояния L между предметом и изображением и расстояния l между уменьшенным и увеличенным изображениями предмета. Суть метода поясняется рис.1.1.

Если предмет, поставленный на расстоянии d_1 от линзы, дает действительное изображение на расстоянии f_1 от нее, то предмет, поставленный на расстоянии $d_2 = f_1$ от линзы, дает действительное изображение на расстоянии $f_2 = d_1$ от нее. В одном случае получится увеличенное изображение предмета, во втором – уменьшенное (рис. 1.1). Поэтому при одном и том же существовать два положения линзы, при которых на экране будут получаться резкие изображения предмета.

Расстояние между двумя положениями линзы равно $l = f_1 - d_1$, а расстояние между предметом и экраном – $L = f_1 + d_1$. Из этих соотношений следует $d = (L - l)/2$, $f = (L + l)/2$ тогда согласно формуле линзы получим

$$F = \frac{df}{d + f} = \frac{L^2 - l^2}{4L}$$

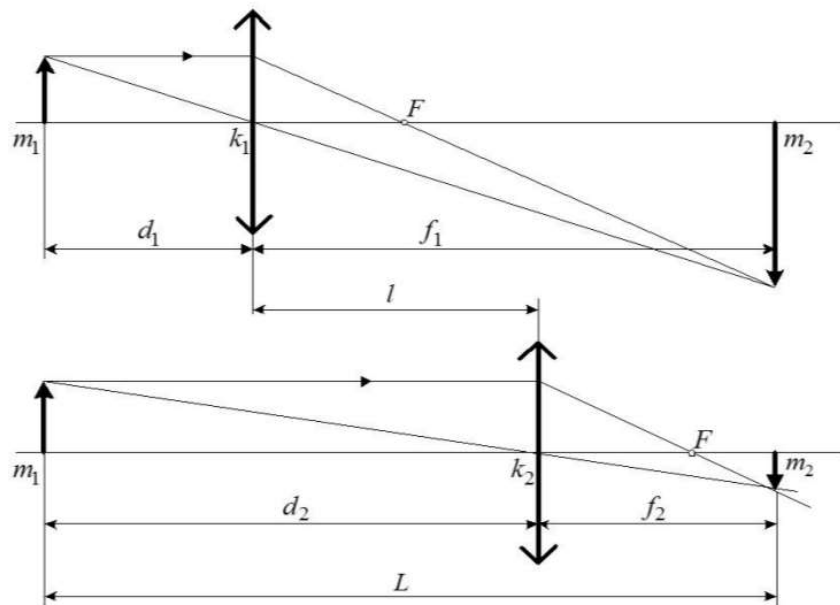


Рис. 1.1. Ход лучей в собирающей линзе

Рассеивающая линза не дает действительного изображения предмета на экране, поэтому для определения фокусного расстояния такой линзы используют оптическую систему, составленную из двух линз: исследуемой – рассеивающей, и вспомогательной – собирающей, такой, чтобы комбинация этих двух линз служила собирающей оптической системой (рис. 1.2), с помощью которой можно получить действительное изображение предмета.

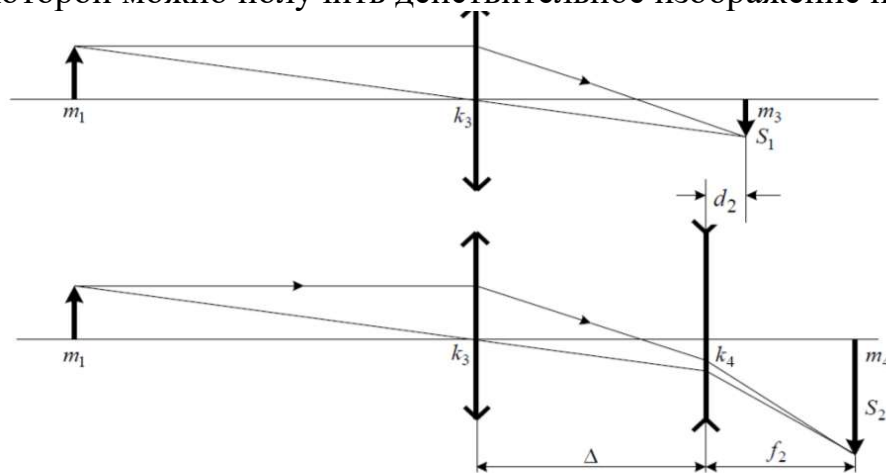


Рис. 1.2. К определению фокусного расстояния рассеивающей линзы

Если с помощью собирающей линзы получить на экране уменьшенное изображение предмета S_1 , а затем за ней поставить рассеивающую линзу (рис.1.2), то удаляя экран от лампы можно найти его положение, при котором на экране возникнет действительное изображение S_2 мнимого (по отношению к рассеивающей линзе) предмета, создаваемого собирающей линзой. Определив расстояния d и f от рассеивающей линзы до изображения предмета, даваемого собирающей линзой, и его изображения, даваемого рассеивающей линзой, можно найти фокусное расстояние F рассеивающей линзы. Формула рассеивающей линзы в рассматриваемом случае (предмет мнимый, а его изображение действительное) имеет вид $-1/F = -1/d + 1/f$, откуда фокусное расстояние рассеивающей линзы $F = fd/(f-d)$.

Протокол ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФОКУСНЫХ РАССТОЯНИЙ ЛИНЗ

Определение фокусного расстояния F собирающей линзы по расстояниям от линзы до предмета d и его изображения f (см. рис. 1.1). $\theta_d = \theta_f = 1$ мм

№	m_1	k_1	m_2	$d = k_1 - m_1$	$f = m_2 - k_1$	$F_1 = \frac{df}{d+f}$	$\theta_F = \frac{(d^2 + f^2)\theta_f}{(d+f)^2}$
Разм.	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1							
2							
3							
4							
5							

Определение фокусного расстояния F собирающей линзы по расстояниям от предмета до его изображения L и между его уменьшенным и увеличенным изображениями l (см. рис. 1.2). $\theta_L = \theta_l = 1$ мм

№	m_1	m_2	k_1	k_2	$L = m_2 - m_1$	$l = k_2 - k_1$	$F_2 = \frac{L^2 - l^2}{4L}$	$\theta_F = \left(\frac{L+l}{2L}\right)^2 \theta_L$
Разм.	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1								
2								
3								
4								
5								

Определение фокусного расстояния F рассеивающей линзы по расстояниям от этой линзы до изображения предмета d , даваемого собирающей линзой, и его изображения f , даваемого рассеивающей линзой (см. рис. 1.2). $\theta_d = \theta_f = 1$ мм

№	m_1	k_3	m_3	m_4	k_4	$d = m_3 - k_4$	$f = m_4 - k_4$	$F_3 = \frac{df}{d-f}$	$\theta_F = \frac{(d^2 + f^2)\theta_f}{(d-f)^2}$
Разм.	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
1									
2									
3									
4									
5									

Студент гр. 3488

Шабалин Д.О.

Преподаватель

Шейнман И.Л.