

Лабораторная работа 4.1.1

Геометрическая оптика

Балдин Виктор Б01-303

26 февраля 2025 г.

Цель работы: изучение свойств оптических систем: определение фокусных расстояний линз, определение фокусных расстояний и положения главной и фокальной плоскостей сложной оптической системы, изучение aberrаций оптических систем.

В работе используются: оптическая скамья с набором рейтеров, положительные и отрицательные линзы, экран, осветитель с ирисовой диафрагмой, зрительная труба, кольцевые диафрагмы, линейка.

1. Введение

Определения фокусных расстояний

Формула тонкой линзы имеет вид

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b},$$

где f – фокусное расстояние, a – расстояния от предмета до линзы, b – расстояние от изображения до линзы.

Для измерения фокусного расстояния тонкой собирающей линзы может использоваться схема с рис. 1. и формула (2).

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4L}$$

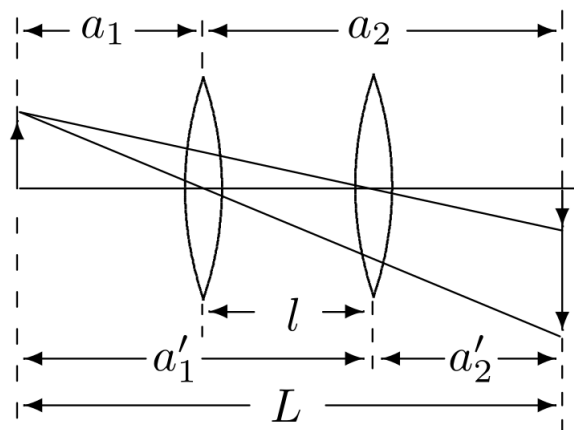


Рис. 1: Схема измерения фокуса тонкой собирающей линзы

Также фокусное расстояние тонкой собирающей линзы можно измерить с помощью зрительной трубы, настроенной на бесконечность. Если расположить линзу между предметом и трубой и найти четкое изображение предмета, то расстояние от линзы до предмета будет равно фокусному.

Для определения расстояния тонкой рассеивающей линзы воспользуемся схемой на рис. 2 и формулой тонкой линзы. Также можно воспользоваться зрительной трубой, настроенной на бесконечность. Если расположить предмет у нее в фокусе, то изображение переместится в бесконечность, что можно проверить с помощью зрительной трубы.

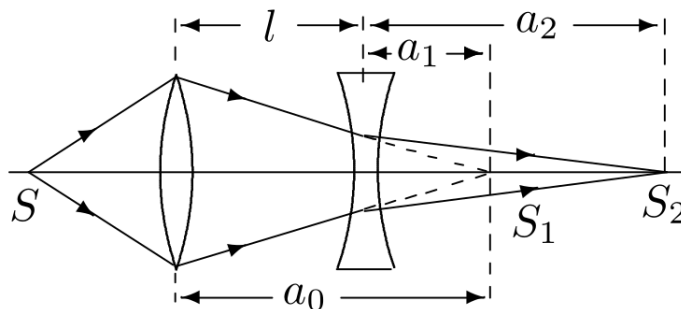


Рис. 2: Схема измерения фокуса тонкой рассеивающей линзы

Для определения фокусного расстояния и положения главных плоскостей сложной оптической системы может использоваться метод Аббе: схема на рис. 3 и формула (3).

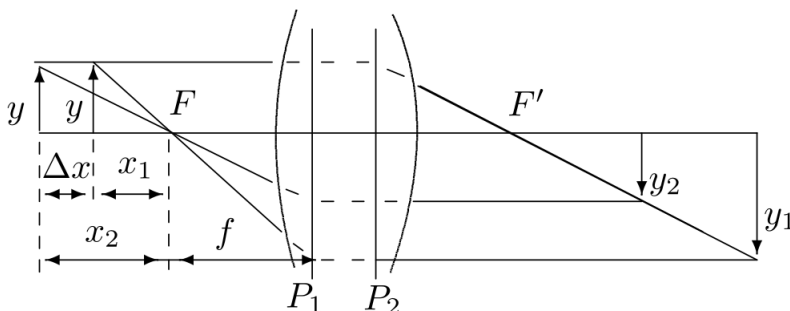


Рис. 3: Схема определения фокусного расстояния и положения главных плоскостей сложной оптической

$$f = \frac{\Delta x}{y/y_1 - y/y_2}$$

Пусть пучок света, попадающий в объектив, составляет с оптической осью угол φ_1 , а пучок, выходящий из окуляра, — угол φ_2 . Увеличение γ зрительной трубы по определению равно

$$\gamma = \frac{\tan \varphi_2}{\tan \varphi_1},$$

но также из рис. 3 следует, что

$$\gamma_K = \frac{f_1}{f_2} = \frac{D_1}{D_2},$$

где D_1 - ширина пучка, прошедшего через объектив, а D_2 - ширина пучка, вышедшего из окуляра

1.1. Моделирование трубы Галилея

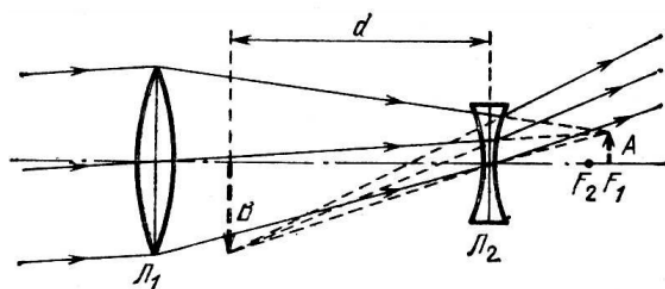


Рис. 4: Ход лучей в трубе Галилея

1.2. Моделирование микроскопа

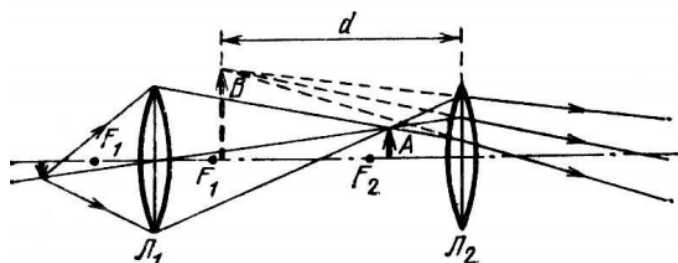


Рис. 5: Ход лучей в микроскопе

Ход лучей в микроскопе показан на рис. 6. Увеличение микроскопа вычисляется по формуле

$$\gamma_M = \Gamma_{ob} \Gamma_{oc} = \frac{\Delta}{f_1} \frac{L}{f_2},$$

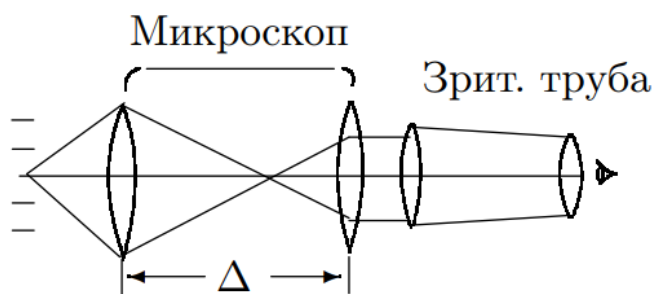


Рис. 6: Схема микроскопа

2. Ход работы

2.1. Подготовка к работе

Определим фокусные расстояния линз с помощью экрана. С помощью формулы тонкой линзы подбирая расстояния между экраном, линзой и источником, находим оценочные фокусные расстояния линз. Для нахождения фокусного расстояния рассеивающей линзы, поставим вплотную к ней собирающую, оптическая сила будет суммой сил каждой из линз.

2.2. Определение фокусных расстояний линз с помощью зрительной трубы

Так как мы настроили зрительную трубу на бесконечность, то, если линза будет находится ровно на фокусном расстоянии от источника, то глядя в трубу мы будем видеть четкое изображение.

Для нахождения фокусного расстояния отрицательной линзы так же воспользуемся вспомогательной положительной, создавая для отрицательной линзы мнимый источник. Тогда фокусное расстояние отрицательной линзы будет $f = a_0 - l$

