

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.1.1

**Оптические системы**

Б03-102

Куланов Александр

Долгопрудный, 2023 г.

- **Цель работы:** Изучение различных оптических систем
- **В работе используются:** оптическая скамья с набором рейтеров, положительные и отрицательные линзы, экран, осветитель, зрительная труба, светофильтры, кольцевые диафрагмы.

## 1 Теоретические сведения

### 1.1 Определения фокусных расстояний по формуле тонкой линзы

В настоящей работе пользуемся приближением, что линзы тонкие (что в общем-то не так). Для тонкой линзы справедливо:

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

где  $a$  - расстояние до предмета,  $b$  - расстояние до изображения,  $f$  - фокусное расстояние линзы.

### 1.2 Определения фокусных расстояний с помощью зрительной трубы

Настроим зрительную трубу на бесконечность. Тогда при помещении линзы на расстоянии от источника, равном фокусному, в зрительной трубе можно видеть четкое изображение. Такой метод годится только для положительной линзы. Чтобы найти фокус отрицательной линзы, нужно чтобы расстояние  $a$  совпало с модулем фокусного расстояния этой отрицательной линзы (рис. 1)

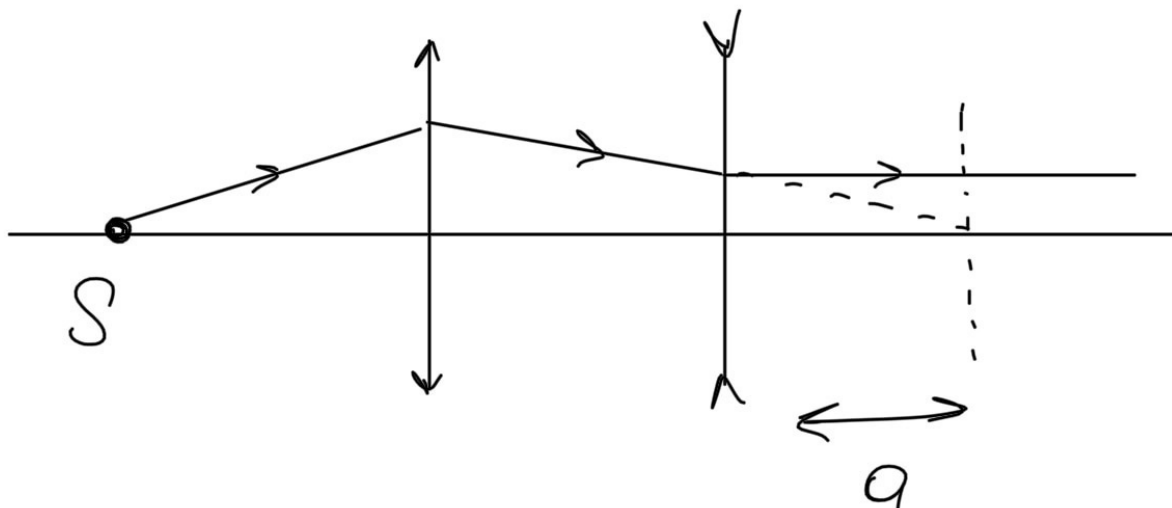


Рис. 1: Ход лучей в системе с отрицательной линзой



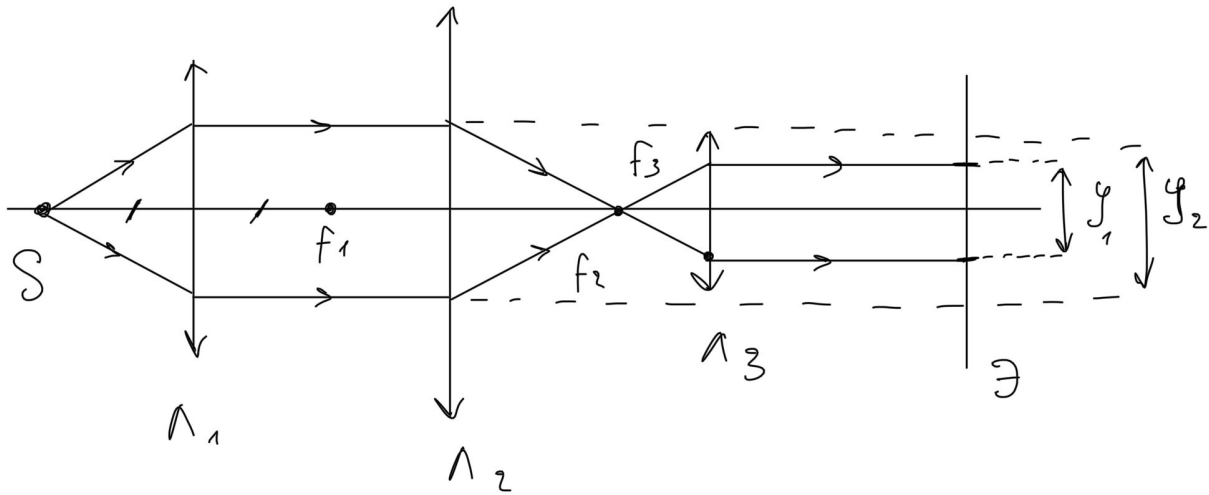


Рис. 3: Схема телескопа

В работе интересно проверить соотношение:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{f_2}{f_3} \quad (4)$$

## 2 Обработка результатов

### 2.1 Определения фокусных расстояний по формуле тонкой линзы

Для двух собирающих линз проведем серию экспериментов, меняя каждый раз  $a$  и  $b$ . Построим графики зависимости  $1/a$  от  $1/b$ . Тогда обратная величина коэффициента наклона будет фокусным расстоянием.

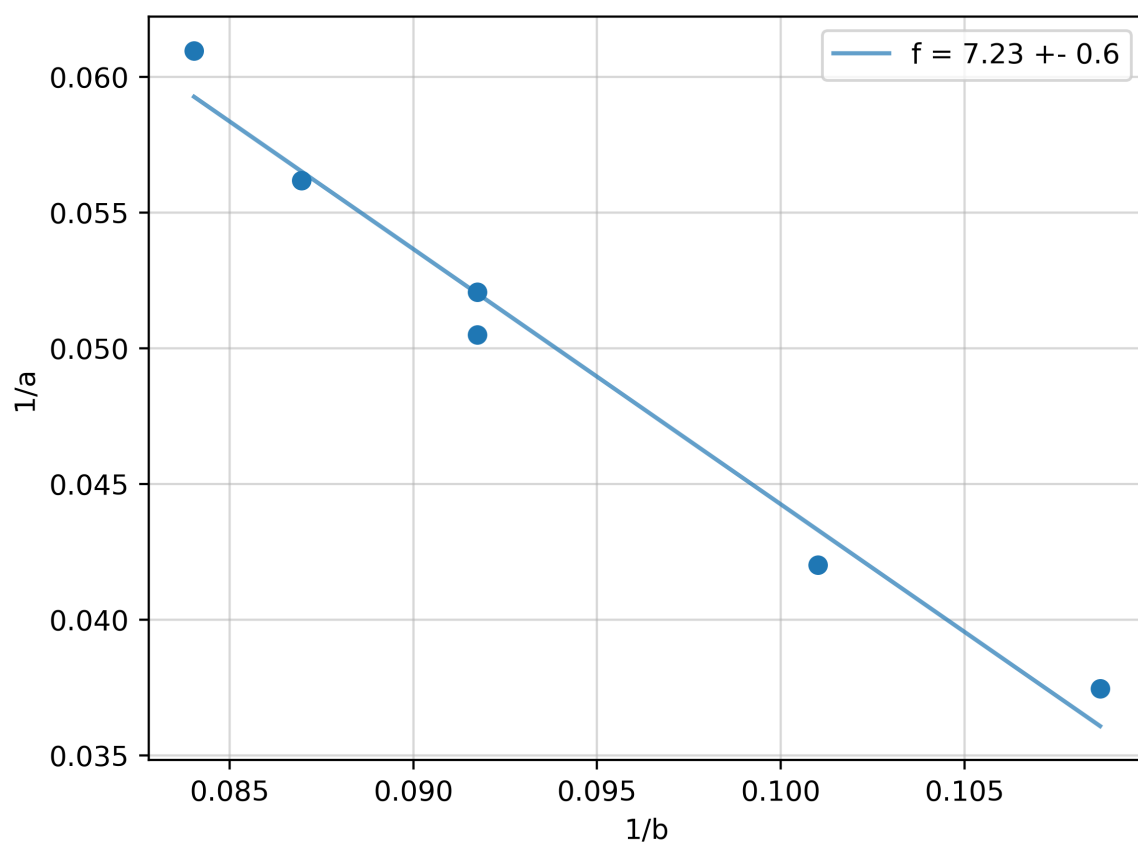


Рис. 4:  $f(1/a)$

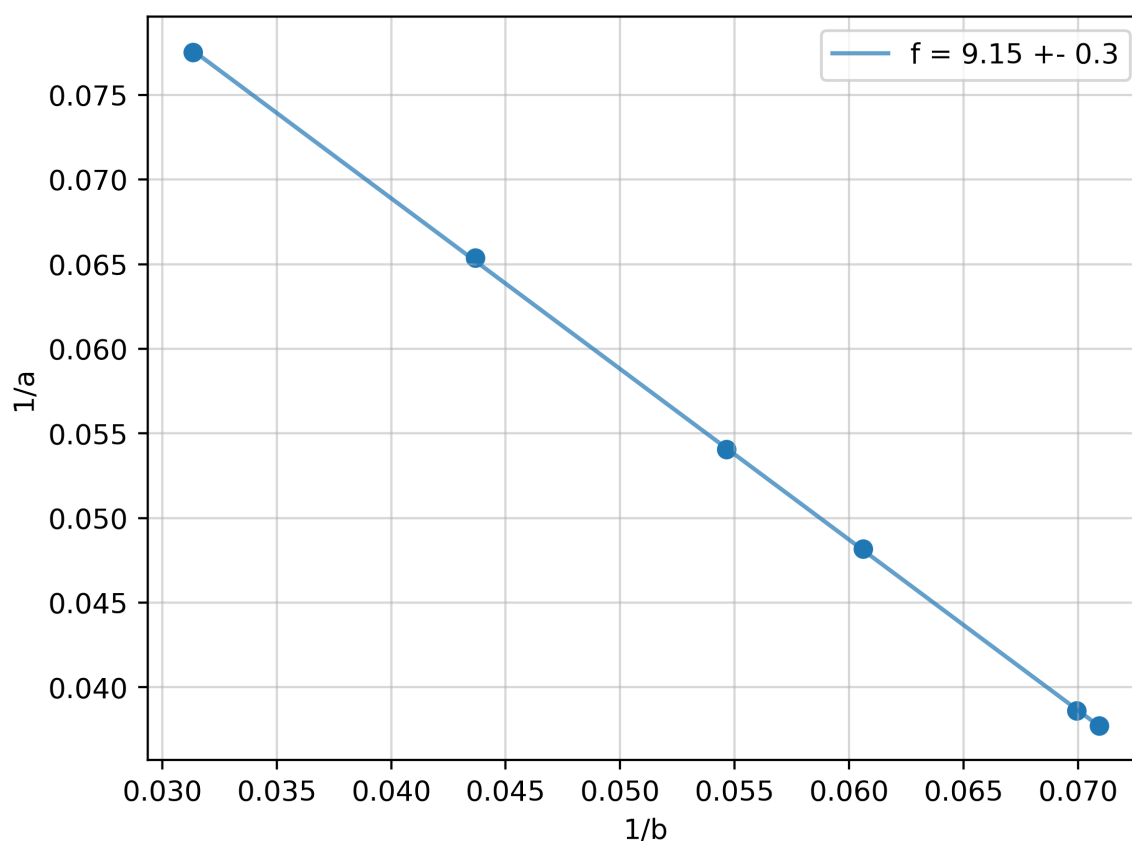


Рис. 5:  $f(1/a)$

Имеем:

$$f_1 = (7, 23 \pm 0, 6) \text{ см}, f_2 = (9, 15 \pm 0, 3) \text{ см}$$

## 2.2 Определения фокусных расстояний с помощью зрительной трубы

В данной части работы получаем следующие результаты:

$$f_1 = (7, 7 \pm 0, 2) \text{ см}, f_2 = (9, 3 \pm 0, 2) \text{ см}$$

Для отрицательной линзы имеем:

$$f_3 = (8, 1 \pm 0, 3) \text{ см},$$

## 2.3 Определения фокусных расстояний с помощью метода Бесселя

Решая систему уравнений на  $f$  и  $\delta$ , получаем:

$$f_2 = (8, 9 \pm 0, 5) \text{ см}, \delta = (0, 9 \pm 0, 07)$$

## 2.4 Моделирование телескопа

Получаем:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{17}{5} = 3,4$$

$$\frac{f_3}{f_2} = \frac{34,8}{9,2} \approx 3,7$$

Как можно видеть, относительная погрешность составляет около 9%

## 3 Выводы

Приведем сводную таблицу для всех измерений:

	Форм. тонк. л.	Зрит. Труба	Мет. Бесселя
Линза, №	f, см		
1	$7,23 \pm 0,6$	$7,7 \pm 0,2$	-
2	$9,15 \pm 0,3$	$9,3 \pm 0,2$	$8,9 \pm 0,5$
3	-	$8,1 \pm 0,2$	-

Таблица 1: Сводная таблица

Полученные значения совпадают в пределах погрешности. Но стоит сказать, что самым точным методом является метод со зрительной трубой, так как он не дает косвенных погрешностей.