

Лабораторная работа 4.1.2. Моделирование оптических приборов и определение их увеличения.

Вязовцев Андрей, Б01-005

20.05.22

Цель работы: моделирование оптических приборов и определение их увеличения.

В работе используются: оптическая скамья, набор линз, экран, осветитель со шкалой, зрительная труба, диафрагма, линейка.

Теоретическая справка:

Формула для расчета фокусного расстояния рассеивающей линзы с помощью зрительной трубы

$$f = l - a_0 \quad (1)$$

где l — расстояние между линзами, a_0 — расстояние между собирающей (вспомогательной) линзы.

Формула для расчета увеличения:

$$N = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{f_1}{f_2} = \frac{h_2}{h_1} \quad (2)$$

где f_1, f_2 — фокусные расстояния соответствующих линз (зависит от установки), h_1 — размер изображения одного миллиметра шкалы осветителя в делениях окулярной шкалы зрительной трубы, h_2 — размер изображения миллиметрового деления шкалы осветителя в делениях окулярной шкалы трубы (после прохождения оптического прибора).

Необходимый интервал Δ (для микроскопа):

$$N_M = N_1 \cdot N_2 = \frac{\Delta}{f_1} \frac{L}{f_2} \quad (3)$$

где f_1, f_2 — фокусные расстояния соответствующих линз, $L = 25$ см — расстояние наилучшего зрения, N_M — увеличение микроскопа.

Длина тубуса микроскопа:

$$l_{12} = \Delta + f_1 + f_2 \quad (4)$$

Увеличение микроскопа можно найти таким образом:

$$N_M = \frac{h_2 L}{h_1 f} \quad (5)$$

Ход работы:

1. Определим типы линз и их фокусное расстояние на глаз. После чего центрируем систему.

Линзы 1, 2, 3, 4 — собирающие, линза 5 — рассеивающая.

Номер линзы	1	2	3	4
f, см	10 ± 0.1	20 ± 0.1	2 ± 0.1	30 ± 0.1

2. Теперь найдём фокусные расстояния тонких линз с помощью зрительной трубы. Для этого настроим трубу на бесконечность. Установим линзу на расстоянии от предмета примерно равном фокусному. Разместим трубу на небольшом расстоянии от линзы. Передвигая линзу вдоль скамьи, получим в окуляре трубы изображение, при этом расстояние между предметом и серединой тонкой линзы равно фокусному.

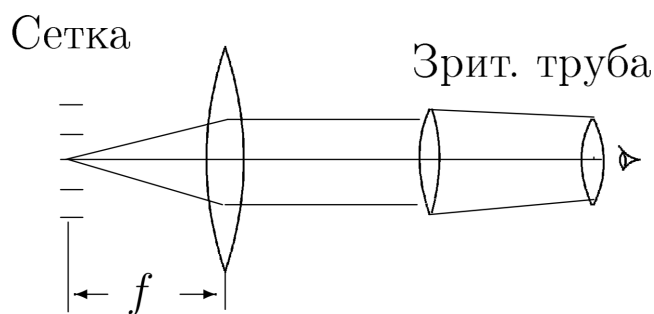


Рис. 1. Определение фокусного расстояние собирающей линзы

Запишем измеренные фокусные расстояния для собирающих линз

Номер линзы	1	2	3	4
f , см	7.5 ± 0.5	11.5 ± 0.5	2.0 ± 0.5	30.0 ± 0.5

3. Для определения фокусного расстояния рассеивающей линзы сначала получим увеличенное изображение сетки с помощью одной короткофокусной линзы ($F_1 = 7.5$ см). Измерим расстояние между линзой и экраном: $a_0 = 19.0 \pm 0.5$ см. Разместим сразу за экраном трубу, уберем экран и, перемещая рассеивающую линзу, найдем в окуляре трубы изображение сетки. Измерим расстояние между линзами $l = 32.0 \pm 0.5$ см. Таким образом получаем $F_5 = -13.0 \pm 0.5$ см.

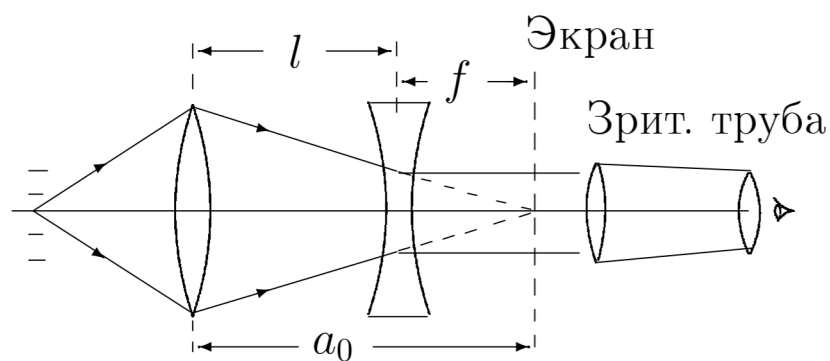


Рис. 2. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы

4. Телескоп Кеплера. Выберем две собирающие линзы (под номерами 2 и 1) для создания модели трубы Кеплера. В качестве коллиматора используем линзу 3.

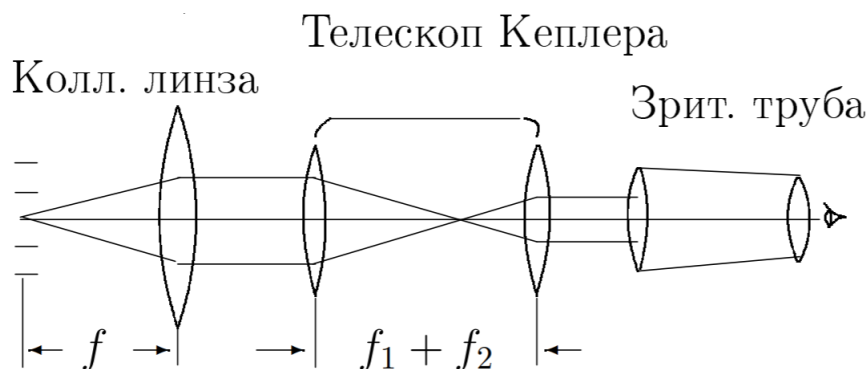


Рис. 3. Модель телескопа Кеплера

Соберем модель телескопа, используя расстояния, которые рассчитаны на основе фокусов (см. 3).1 Слегка перемещая окуляр модели, получим изображение миллиметровой сетки в окуляре трубы.

5. Измерим расстояние между объективом и окуляром: $L = 30.0 \pm 0.5$ см. Примерно совпадает с суммой фокусных расстояний (30 см).

6. Посмотрим на изображение в телескопе и без него. С ним: $h_1 = 9 \pm 1$ дел., без: $h_2 = 6 \pm 1$ дел.

$$N_T = \frac{f_1}{f_2} = 1.5 \pm 0.1$$

$$N_T = \frac{h_1}{h_2} = 1.5 \pm 0.2$$

7. Труба Галилея. Труба Галилея имеет такую же схему, как и телескоп Кеплера, только вместо собирающей окулярной линзы поставить рассеивающую на расстоянии от объектива, равном разности фокусов объектива и окуляра. Далее все измерения аналогичны телескопу Кеплера. $h_2 = 22$ дел.

$$N_T = \frac{f_1}{f_2} = 2.3 \pm 0.1$$

$$N_T = \frac{h_1}{h_2} = 3.7 \pm 0.2$$

8. Модель микроскопа. К сожалению, этот пункт не был сделан.