

МОСКОВСКИЙ
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ)

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4.1.2

Моделирование оптических приборов
и определение их увеличения

Студент
Ришат ИСХАКОВ
513 группа

Преподаватель
Александр Александрович
КАЗИМИРОВ



11 мая 2017 г.

Цель работы: изучить модели зрительных труб (астрономической трубы Кеплера и земной трубы Галилея) и микроскопа, определить их увеличения.

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

1. Теоретическая часть

Оптические приборы, которые моделируются в данной работе: астрономическая труба Кеплера, земная труба Галилея и микроскоп.

Опишем каждую в общих чертах.

1.1. Микроскоп

Микроскоп состоит из двух собирающих систем линз — объектива и окуляра, расположенных на расстоянии l_{12} друг от друга в трубе, называемой тубусом. Предмет помещается на малом расстоянии перед передним фокусом объектива.

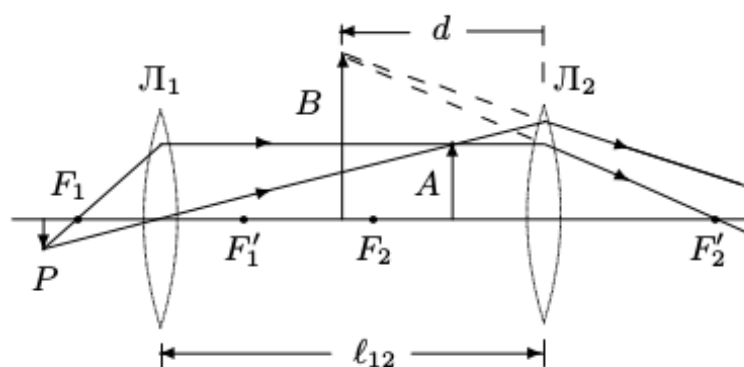


Рис. 1: Ход лучей в микроскопе

Объектив L_1 даёт действительное перевёрнутое увеличенное изображение A предмета P , которое рассматривается через окуляр L_2 , действующий как лупа. Мнимое изображение B , даваемое окуляром, располагается на некотором расстоянии d от окуляра. Наводя микроскоп, как и любой другой оптический прибор, на резкость, наблюдатель автоматически устанавливает такое расстояние d , которое удобно для аккомодации глаза.

В микроскопе фокусные расстояния f_1 и f_2 , а также оптический интервал Δ — положительны. Фокусное расстояние f_M всей системы, а с ним и увеличение N_M — отрицательны, так что изображение, получаемое в микроскопе, — перевёрнутое (обратное).

1.2. Зрительные трубы

Зрительные трубы, основными элементами которых, как и в случае микроскопа, являются объектив и окуляр, предназначены для наблюдения удалённых предметов. Уменьшенное обратное изображение A удалённого предмета, даваемое объективом, находится практически в его фокальной плоскости. Мнимое изображение B , даваемое окуляром, располагается на расстоянии d от окуляра. В теории зрительных труб для определённости считается, что глаз аккомодирован на бесконечность. При этом мнимое изображение B должно располагаться в бесконечности, и, следовательно, промежуточное изображение A должно находиться в фокальной плоскости окуляра, а задний фокус объектива должен быть совмещён с передним фокусом окуляра.

Отношение фокусных расстояний может иметь разный знак. Объективом зрительной трубы всегда является собирающая система, для которой переднее фокусное расстояние $f_1 > 0$. Окуляром трубы Кеплера является собирающая система, переднее фокусное расстояние которой $f_2 > 0$, так что труба Кеплера даёт перевёрнутое изображение предмета. Окуляром трубы Галилея, напротив, является рассеивающая система, переднее фокусное расстояние которой $f_2 < 0$, так что труба Галилея даёт прямое изображение. Поэтому бытовые зрительные трубы, бинокли и т. д. делаются по схеме Галилея.

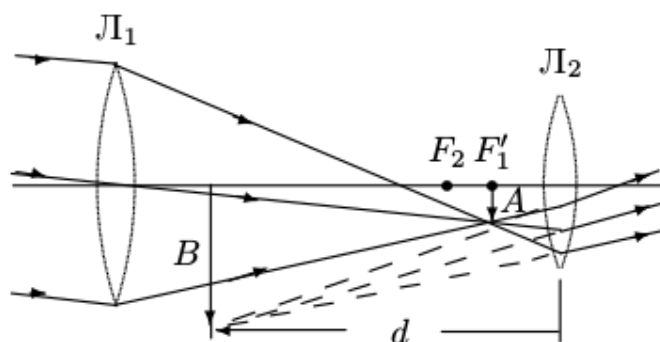


Рис. 2: Ход лучей в зрительной трубе Кеплера

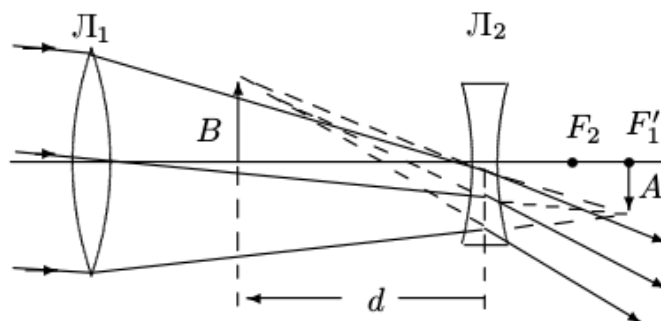


Рис. 3: Ход лучей в зрительной трубе Галилея

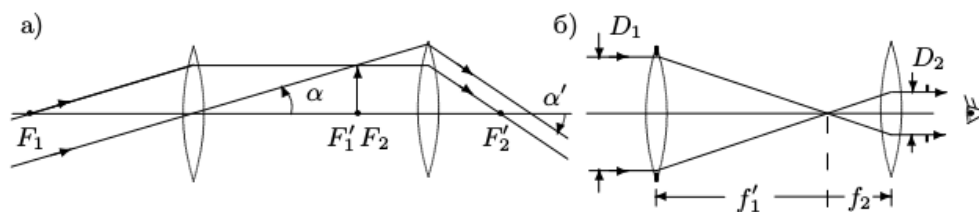


Рис. 4: Ход лучей в телескопе

2. Работа и обработка результатов

1. Отцентрировали элементы оптической системы.

2. Определили фокусные расстояния собирающих линз

$$\begin{array}{lll} f_1 = & f_2 = & f_3 = \\ f_{-1} = & f_{-2} = & f_{-3} = \end{array}$$

3. Определили фокусное расстояние рассеивающих линз по формуле $f = l - a_0$, измерив l :

$$\begin{array}{lll} l_1 = & l_2 = & l_3 = \\ l_{-1} = & l_{-2} = & l_{-3} = \\ a_0 = \end{array}$$

4. Изучили телескоп Кеплера.

Определили размер изображения h_1 одного миллиметра шкалы осветителя в делениях окулярной шкалы зрительной трубы без телескопа. $h_1 = k \tan \alpha_1 \approx k \alpha_1$, где k – некоторый коэффициент, характеризующий увеличение зрительной трубы, α_1 – угловой размер изображения миллиметрового деления шкалы осветителя, наблюдаемого через коллиматор.

$$h_1 =$$

Рассчитали увеличение исследуемой модели телескопа по формуле $N_T = -\frac{f_1}{f_2} =$

Определили размер изображения h_2 одного миллиметра шкалы осветителя в делениях окулярной шкалы зрительной трубы при наблюдении через телескоп. $h_2 = k \tan \alpha_2 \approx k \alpha_2$, где α_2 – угловой размер изображения миллиметрового деления шкалы осветителя, наблюдаемого через коллиматор.

$$h_2 =$$

Рассчитали увеличение исследуемой модели телескопа по формуле $N_T = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} =$

$$= -\frac{h_1}{h_2} =$$

Рассчитали увеличение исследуемой модели телескопа по формуле $N_T = -\frac{D_1}{D_2} =$

5. Изучили модель трубы Галилея.

Аналогично:

$$h_1 =$$

$$h_2 =$$

$$N_T = -\frac{f_1}{f_2} =$$

$$N_T = -\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = -\frac{h_1}{h_2} =$$

$$N_T = \frac{D_1}{D_2} =$$

6. Создали модель микроскопа с увеличением $N_M = 5$.

Рассчитали необходимый оптический интервал Δ и длину тубуса l_{12} по формулам:

$$N_M = N_1 N_2 =$$

$$N_1 = -\frac{\Delta}{f_1} =$$

$$N_2 = \frac{L}{f_2} =$$

$$\Delta = l_{12} - f_1 - f_2 =$$

$$l_{12} =$$

Считаем $L = 25$ см.

Измерили величину изображения h_2 миллиметрового деления предметной шкалы в делениях окулярной шкалы зрительной трубы и рассчитали увеличение по формуле

$$N_M = -\frac{h_2 L}{h_1 f} =$$

3. Вывод