

Лабораторна робота 33.02
МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИЧНИХ ПРИЛАДІВ ТА
ВИЗНАЧЕННЯ ЇХ ЗБІЛЬШЕННЯ: ТРУБИ КЕПЛЕРА,
ТРУБИ ГАЛІЛЕЯ

Завдання 1. Моделювання оптичних приладів та визначення збільшення: труба Кеплера.

Мета: Змоделювати хід променів в телескопічній системі Кеплера і визначити її збільшення.

Обладнання: оптична лава, набір рейтерів, лазер, призма, збірні лінзи, екран.

Методика виконання. На рисунку 1 зображений хід променів в зоровій трубі Кеплера (для простоти складний окуляр замінений простою збирною лінзою). Ця труба дає перевернуте зображення.

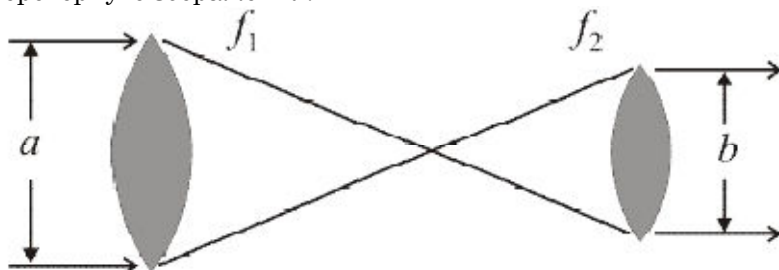


Рис. 1. Хід променів в зоровій трубі Кеплера

Для зручності проведення досвіду телескопічна система збирається таким чином, щоб вона розширювала пучок світла. Для цього в схемі труби Кеплера (рис. 1) об'єктив і окуляр міняють місцями.

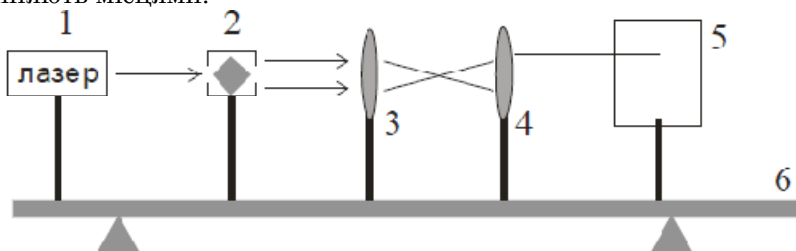


Рис. 2. 1 - Лазер. 2 - Призма. 3, 4 - Лінзи. 5 - Екран. 6 – Оптична лава.

Схема досвіду подана на рис. 2. У досліді промінь лазера розділяється на два пучки прямою 2. Два

паралельних пучки падають на першу лінзу 3. Далі, пройшовши другу лінзу 4 і розширившись (відстань між променями збільшилася), пучки падають на екран.

Після побудови зображення телескопічною системою визначають її збільшення. Для цього вимірюють відстані b і a між променями на вході в систему і на виході з системи. Збільшення системи N визначається формулою:

$$N = f_1 / f_2 = a / b.$$

Величини f_1 і f_2 вважаються заданими або визначаються (див. завд. 1 роботи 01). Вимірювання проводять кілька разів. Далі визначають середнє значення збільшення системи і похибку вимірювання.

Отже, зберіть схему згідно рис.2. Для цього лазер встановлюється на оптичній лаві, за ним розміщується подільна призма, далі - середньофокусна лінза, за нею довгофокусна лінза і екран. Дотримуйтесь співвідношення розташування деталей схеми.

Увага! Всі спостереження за лазерним променем під час налаштування оптичної схеми і виконання завдання проводити тільки за зображеннями на екрані.

Увімкніть лазер. Встановіть подільну призму в промінь лазера так, щоб її грань розділяла промінь на два. Переміщаючи призму по висоті переконайтеся в приблизно однаковій інтенсивності світла в обох променях. Пересуваючи збирну довгофокусну лінзу, добийтеся паралельності променів падаючих на екран. Визначте відстань між променями на вході і виході оптичної системи. Вимірювання виконайте декілька разів. Знайдіть середнє значення. Оцініть похибки.

Виміряйте відстань L між лінзами і переконайтеся, що вона дорівнює сумі фокусних відстаней довгофокусної та середньофокусної лінз, тобто $L = f_1 + f_2$. Якщо фокусні відстані f_1 і f_2 невідомі, то знайдіть їх згідно вправі 1 роботи 1. Знаючи величини a і b (див. рис. 1) визначте збільшення системи і переконайтеся, що $f_1/f_2 = a/b$.

Завдання 2. Моделювання оптичних приладів: труба Галілея.

Збільшення системи.

На рис.3 зображений хід променів в зоровій трубі Галілея.

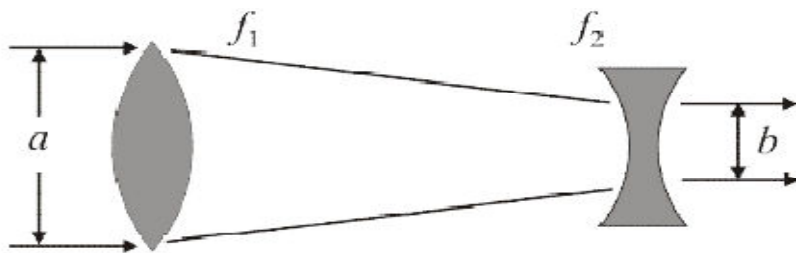


Рис. 3. Хід променів в трубі Галілея.

У трубі Галілея в якості окуляра використовується проста подвійногнута лінза, передній фокус якої f_2 збігається із заднім фокусом об'єктива f_1 . При тій же фокусній відстані об'єктиву труба Галілея значно коротша труби Кеплера. Зображення виходить прямим.

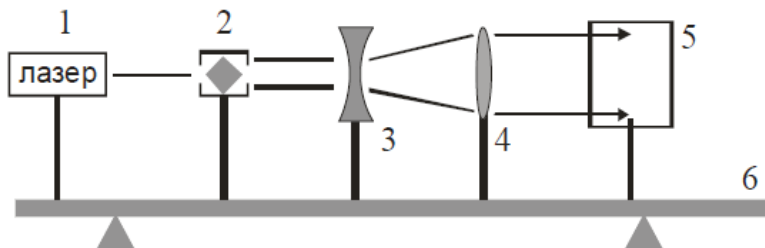


Рис. 4. 1 - Лазер. 2 - Призма. 3, 4 - Лінзи. 5 - Екран. 6 – Оптична лава.

Методика виконання. Оптична схема досвіду дана на рис. 4. На відміну від схеми рис. 3 телескопічна система, яка досліджується в досліді, збирається таким чином, щоб вона розширювала пучок світла. Для цього в схемі рис. 3 об'єктив і окуляр міняють місцями. У досліді з допомогою призми формується два паралельних лазерних пучки. Далі вони проходять розсіювальну лінзу, розходяться і потрапляють у збирну лінзу. Вибором місця розташування збирної лінзи налаштовують оптичну систему і домагаються, щоб промені світла на виході знову йшли паралельно. Цим закінчується побудова та налаштування телескопічної системи за схемою Галілея.

У другій частині досвіду вимірюється збільшення побудованої телескопічної системи. Для цього вимірюють відстані a і b між її променями на вході в систему і на виході з неї. Збільшення системи N визначається формулою:

$$N = f_1 / |f_2| = a/b$$

де f_1 - фокусна відстань збирної лінзи; f_1 - фокусна відстань розсіювальної лінзи. Величини f_1 і f_2 вважаються заданими. Значення a і b вимірюються лінійкою.

Вимірювання проводять декілька разів. Далі визначають середнє значення збільшення системи і похибку.

Зберіть схему згідно рис. 4. Для цього на оптичній лаві розміщують лазер, подільну призму, довгофокусну збирну лінзу, розсіювальну лінзу, екран. Дотримуйтесь співвідносі розташування деталей схеми.

Увага! Всі спостереження за лазерним променем під час налаштування оптичної схеми і виконання завдання проводити тільки за зображеннями на екрані.

Увімкніть лазер. Встановіть подільну призму в промінь лазера так, щоб її грань розділяла промінь на два. Переміщуючи призму по висоті, переконайтеся в приблизно однаковій інтенсивності світла в обох променях. Пересуваючи збирну довгофокусну лінзу, добийтеся паралельності променів, що падають на екран. Виміряйте відстань на вході і виході оптичної системи. Виміряйте відстань L між лінзами і переконайтеся, що вона дорівнює різниці фокусних відстаней лінз, тобто $L = f_1 + f_2$. Якщо фокусні відстані f_1 і f_2 невідомі, то знайдіть їх згідно вправ 1 і 3 роботи 01. Знаючи величини a і b визначте збільшення системи і переконайтеся, що

$$f_1 / f_2 = a/b.$$

Завдання 3. Моделювання мікроскопа.

Мікроскоп призначений для спостереження дрібних об'єктів, непомітних оку. На рис. 5 подана оптична схема мікроскопа. Мікроскоп складається з двох оптичних систем: короткофокусної лінзи-об'єктива і довгофокусної лінзи-окуляра. Предмет розташовується поблизу першого фокуса об'єктива так, що його дійсне, збільшене, обернене зображення утворюється поблизу першого фокусу окуляра – між ним і окуляром. Окуляр діє, як лупа, даючи уявне зображення на відстані найкращого зору (25 см), що міститься безпосередньо за окуляром. Відстань Δ між другим фокусом об'єктива і першим фокусом окуляра називається *оптичним інтервалом*.

Методика виконання. В основі – схема труби Кеплера. Модель мікроскопа складається з двох збирних лінз: короткофокусної лінзи-об'єктива і довгофокусної лінзи-окуляра.

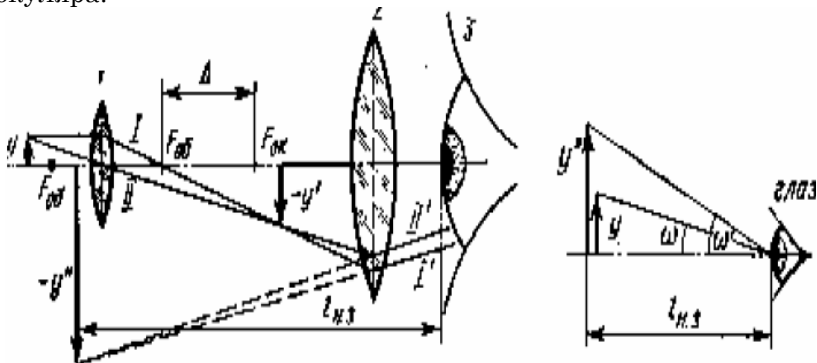


Рис. 5. Оптична схема мікроскопа

Встановити лінзу-об'єктив в такому положенні, щоб перетин променів лазеру був трохи далі фокусної відстані f_l . Розмістіть у фокусі екран і зафіксуйте положення проміжного зображення, що утворюється лінзою об'єктивом. Вибравши значення Δ і з огляду на те, що поміжнє зображення знаходиться на відстані $(f_{об} + \Delta)$ від лінзи-об'єктиву, домогтися відповідного положення лінзи-об'єктиву і екрану. Помістити лінзу-окуляр на оптичну лаву на місце екрану і спостерігати одержання зображення на екрані, пересуваючи його.

Обчислити збільшення мікроскопа за формулою

$$\bar{\Gamma} = -\frac{0,25\Delta}{f_{об} f_{ок}}.$$

Література

1. Ландсберг Г.С. Оптика - М., Наука, 1976.
2. Сивухин Д.В. Загальний курс фізики. Т.IV. Оптика. - М.: Наука, 1980.