

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3.9

ДИФРАКЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Цель работы

Наблюдение дифракции лазерного излучения на объектах простейших конфигураций.

Приборы и принадлежности

Гелий-неоновый лазер, рассеивающие линзы, различные объекты для наблюдения дифракции.

ВВЕДЕНИЕ

Высокая степень когерентности лазерного излучения открывает широкие возможности для изучения дифракционных явлений. Результаты экспериментов с лазерами весьма наглядны и легко воспроизводимы, так как при этом отпадает множество ограничений, относящихся к размерам источника и объекта дифракции, к расстояниям, на которых может наблюдаться дифракционная картина, и т.д. В работе исследуется дифракция лазерного излучения на объектах простейшей формы (щель, круглое отверстие и т.п.)

ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

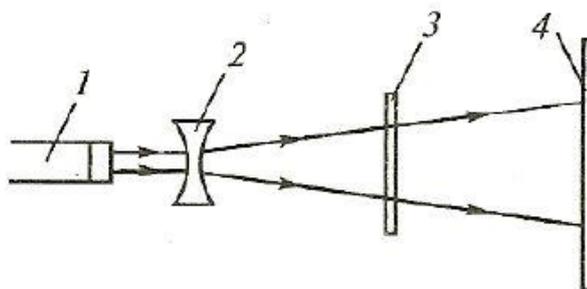


Рисунок 1: Схема установки: 1 – гелий-неоновый лазер, 2 – рассеивающая линза, 3 – подставка для объектов дифракции, 4 – экран.

Схема установки представлена на рисунке 1. В качестве источника излучения в работе используется гелий-неоновый лазер 1. Для наблюдения дифракции по Фраунгоферу пучок лазерного излучения используется без каких-либо преобразований. Для наблюдения дифракции по Френелю пучок делается расходящимся с помощью линзы 2. Дифракционные картины наблюдаются на экране 4. Линзы, экран и подставка 3 для объектов дифракции устанавливаются в рейтерах, которые можно перемещать вдоль оптической скамьи, добиваясь наилучших условий наблюдения.

ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Задание 1. Получение фраунгоферовых дифракционных картин от щели.

Получите на экране дифракционную картину от щели. Для этого, убрав рассеивающую линзу 2, поместите щель на расстоянии 30–40 см от источника, а экран – в конце скамьи. Меняя ширину щели, проследите за изменениями в дифракционной картине и отметьте особенности картины при очень широкой и при очень узкой щели. Зарисуйте вид дифракционной картины от широкой и узкой щели и укажите, как ширина щели влияет на расстояние между дифракционными максимумами.

Задание 2. Изучение и расчет дифракционных картин от решеток.

Получите дифракционную картину от *одномерной* решетки (расположение приборов то же, что и в задании 1) при вертикальном и горизонтальном расположении ее штрихов, а затем для *двумерной* решетки.

Рассчитайте периоды двумерной решетки по горизонтали d_1 и по вертикали d_2 , пользуясь соотношениями $d_1 \sin \phi_1 = m_1 \lambda$ и $d_2 \sin \phi_2 = m_2 \lambda$, определяющими направления, по которым наблюдаются главные максимумы. Здесь m_1 и m_2 – целые числа, определяющие порядок максимума. Значения ϕ_1 и ϕ_2 определите из соотношений $\sin \phi_1 \approx \Delta x/L$ и $\sin \phi_2 \approx \Delta y/L$, где Δx – расстояние от нулевого максимума до максимума порядка m_1 по горизонтали, Δy – соответствующее расстояние от нулевого максимума до максимума порядка m_2 по вертикали, L – расстояние от решетки до экрана, длина волны излучения лазера $\lambda = 633$ нм.

Результаты измерений и вычислений (L , Δx , Δy , m_1 , m_2 , d_1 и d_2) запишите в таблицу.

Таблица 1: Результаты измерений дифракции на двумерной решетке

$\lambda = 633$ нм, $L =$ _____					
m_1	Δx , см	m_2	Δy , см	d_1 , мкм	d_2 , мкм

Задание 3. Получение френелевских дифракционных картин от различных препятствий в слабо расходящемся пучке.

Используя линзу №1, получите на экране дифракционную картину от круглого препятствия – стального шарика диаметром 4–6 мм. Перемещая объект между экраном и линзой, отметьте изменения в картине и зарисуйте картину после того, как в центре тени появится светлое пятно – пятно Пуассона.

Получите дифракционную картину от препятствия в виде узкой длинной полоски, используя для этого, например, проволоку, булавку и т.п. Запишите, что наблюдается на экране, если объект дифракции находится вблизи экрана, вблизи линзы и в некотором среднем положении.

Задание 4. Получение френелевских картин от круглого отверстия в расходящемся пучке.

Для получения дифракционной картины от круглого отверстия используйте линзу №2, которая обеспечивает большую расходимость пучка, чем линза №1. Передвигая отверстие относительно линзы, получите и зарисуйте вид картин, соответствующих двум, трем, четырем, пяти и шести (а если получится – возможно большему числу) зонам Френеля, вырезаемых используемым отверстием из поверхности волнового фронта.

ВОПРОСЫ И УПРАЖНЕНИЯ

1. Сформулируйте принцип Гюйгенса–Френеля.
2. Чем отличаются условия наблюдения дифракции Френеля и дифракции Фраунгофера?
3. Почему при наблюдении дифракции Фраунгофера на двух и нескольких щелях вы напрямую использовали излучение лазера, а для наблюдения дифракции по Френелю лазерный пучок сделали расходящимся с помощью рассеивающей линзы? Почему при наблюдении дифракционной картины от круглого экрана (шарика) целесообразно использовать рассеивающую линзу меньшей оптической силы, чем при наблюдении дифракции на круглом отверстии?
4. Чем будут отличаться картины дифракции на круглых отверстиях разных радиусов? Можно ли в принципе наблюдать дифракционные картины на отверстиях радиуса порядка нескольких сантиметров?
5. Чем отличается картина дифракции Фраунгофера на множестве нерегулярно расположенных отверстий одинакового радиуса от картины дифракции от одного такого отверстия? Объясните это отличие.