

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ РАДИОФИЗИК И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Отчет
По лабораторной работе №13
«Дифракционная решетка»

Выполнил:
Студент 2 курса 9 группы
Сиколенко Михаил
Преподаватель:
Хомич М.И.

Роца 2023

Лабораторная работа №13

Цель работы: изучение принципа работы дифракционной решетки; определение периода дифракционной решетки; определение спектральных характеристик дифракционной решетки.

Описание экспериментальной установки:

На рис. 1 представлена оптическая схема установки для наблюдения дифракции света на дифракционной решетке.

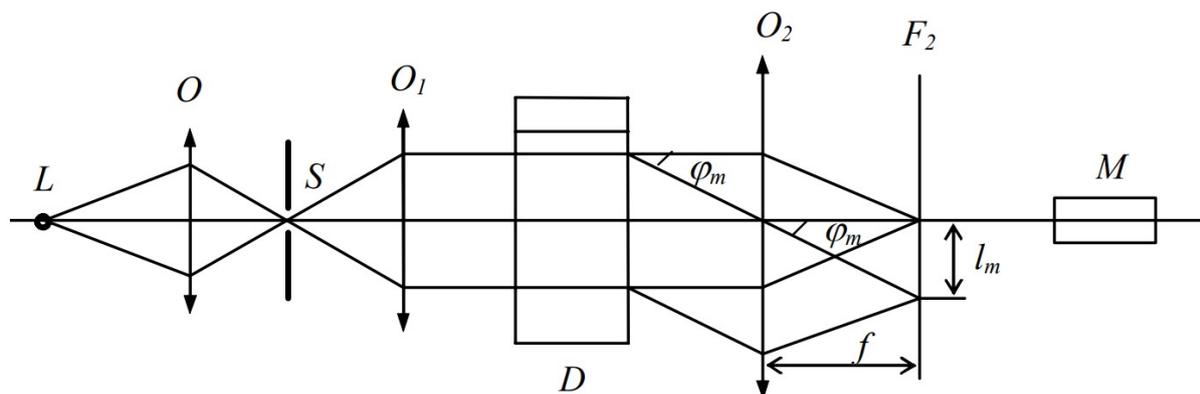


Рис. 1

L – источник света (ртутная лампа ДРШ-250);

O – конденсатор;

*O*₁, *O*₂ – объективы;

M – микроскоп;

S – щель, расположенная в фокальной плоскости объектива *O*₁; *F*₂

– фокальная плоскость объектива *O*₂;

*l*_{*m*} – фокальная плоскость объектива *O*₂;

Основные формулы, необходимые для вычисления физических величин:

$$1. \text{ Период решётки: } d = \lambda f \frac{(m_2 - m_1)}{(l_m - l_{m_1})} \quad (1)$$

где f – фокусное расстояние объектива O_2 , λ – длина световой волны, l_m – расстояние до дифракционных максимумов различных порядков, m – номера соответствующих порядков;

$$2. \text{ Угловая дисперсия решетки: } D_\varphi = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\lambda}.$$

$$3. \text{ Линейная дисперсия решетки: } D_l = f \frac{d\varphi}{d\lambda}.$$

$$4. \text{ Разрешающая способность: } R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = mN, \text{ где } N \text{ – число штрихов решетки.}$$

$$5. \text{ Цена деления микрометра: } a = 0,118 \text{ мм/дел.}$$

$$6. \text{ Фокусное расстояние объектива: } f = 0,058 \text{ м.}$$

Ход работы:

1. Было измерено расстояние между нулевым и дифракционными максимумами всех высших порядков для трех световых волн (синий, зеленый, желтый). Результаты измерений занесены в Таблицу 1 и представлены в виде графиков зависимости расстояния до дифракционных максимумов различных порядков от номеров соответствующих порядков (График 1, 2, 3).
2. С помощью формулы (1) рассчитан период решетки, на которой происходила дифракция:

$$d_{\text{син}} = \lambda f \frac{(m_2 - m_1)}{(l \cdot m_2 - l_{m_1})} = 475 \cdot 10^{-9} \cdot 0,058 \cdot \frac{(4-1)}{(1,612 - 0,183) \cdot 10^{-3}} = 57,8 \text{ мкм};$$

$$d_{\text{зел}} = \lambda f \frac{(m_2 - m_1)}{(l \cdot m_2 - l_{m_1})} = 520 \cdot 10^{-9} \cdot 0,058 \cdot \frac{(4-1)}{(1,757 - 0,236) \cdot 10^{-3}} = 59,5 \text{ мкм};$$

$$d_{\text{желт}} = \lambda f \frac{(m_2 - m_1)}{(l \cdot m_2 - l_{m_1})} = 565 \cdot 10^{-9} \cdot 0,058 \cdot \frac{(4-1)}{(1,906 - 0,256) \cdot 10^{-3}} = 59,6 \text{ мкм}.$$

Выбрав среднее значение между результатами расчетов периода решетки, получено, что $d = 58,9 \approx 60 \text{ мкм}$.

3. Определена угловая и линейная дисперсии решетки для желтого спектрального участка:

$$D_{\varphi} = \frac{tg \varphi}{\lambda} = \frac{(1,906 - 1,336) \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 5769,60} = 9,8 \cdot 10^{-8} \text{ рад};$$

$$D_l = f \frac{d\varphi}{d\lambda} = 0,058 \cdot \frac{(1,906 - 1,336) \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 5769,60} = 5,7 \cdot 10^{-5} \text{ мм/А}.$$

4. Сместив измерительный микроскоп вдоль оптического рельса, было найдено изображение самой решетки и произведена оценка ее периода, зная расстояние между 10-ю штрихами и цену деления окулярного микрометра:

$$\Delta x = 5,93 - 2,08 = 3,85 \text{ дел}; l = 3,85 \cdot 0,118 = 0,454 \text{ мм}.$$

$$d = a + b = \frac{l}{N} = 0,0454 \text{ мм}.$$

Таблица 1.

| № <i>тах</i> | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
|--------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
| | Δx , дел | l , мм | Δx , дел | l , мм | Δx , дел | l , мм | Δx , дел | l , мм |
| Синий | 1,65 | 0,195 | 5,00 | 0,590 | 8,72 | 1,029 | 13,71 | 1,618 |
| Зелёный | 2,05 | 0,242 | 6,26 | 0,742 | 10,48 | 1,237 | 14,94 | 1,763 |
| Жёлтый | 2,22 | 0,262 | 6,61 | 0,780 | 11,37 | 1,342 | 16,20 | 1,912 |

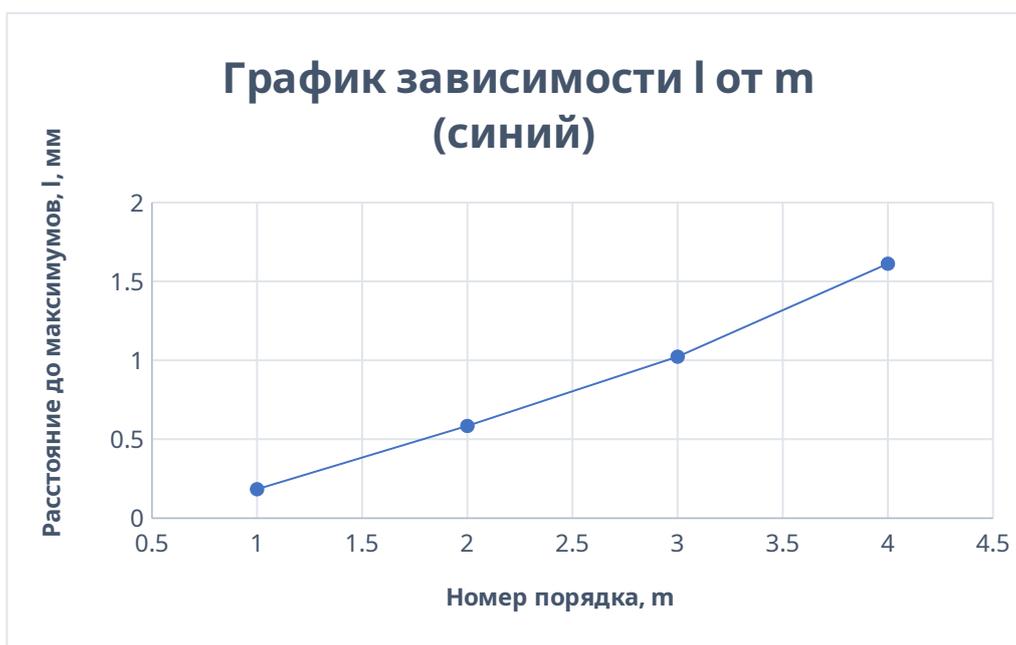


График 1.

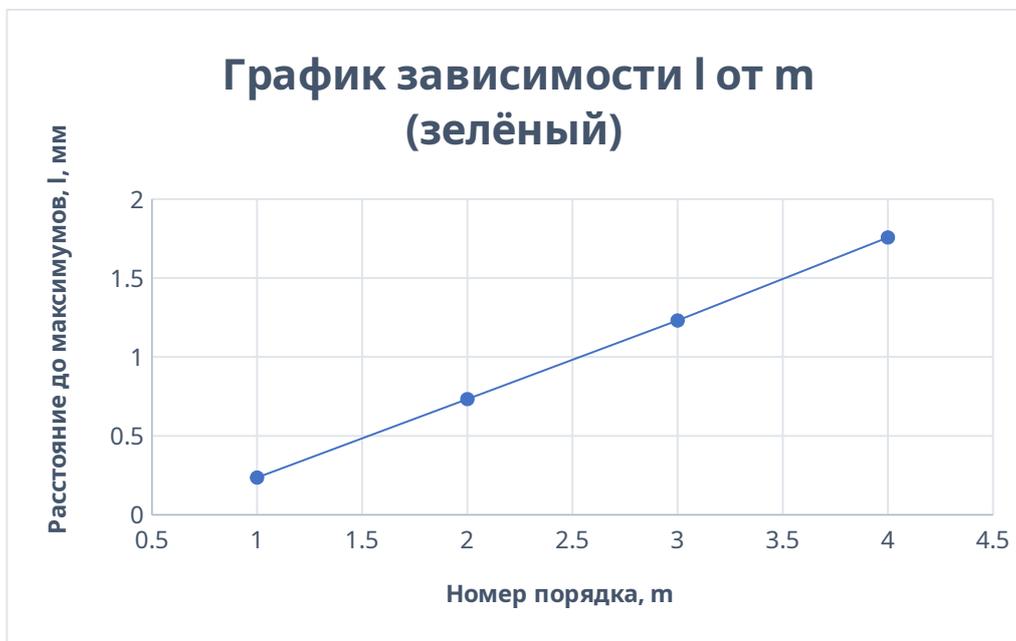


График 2.

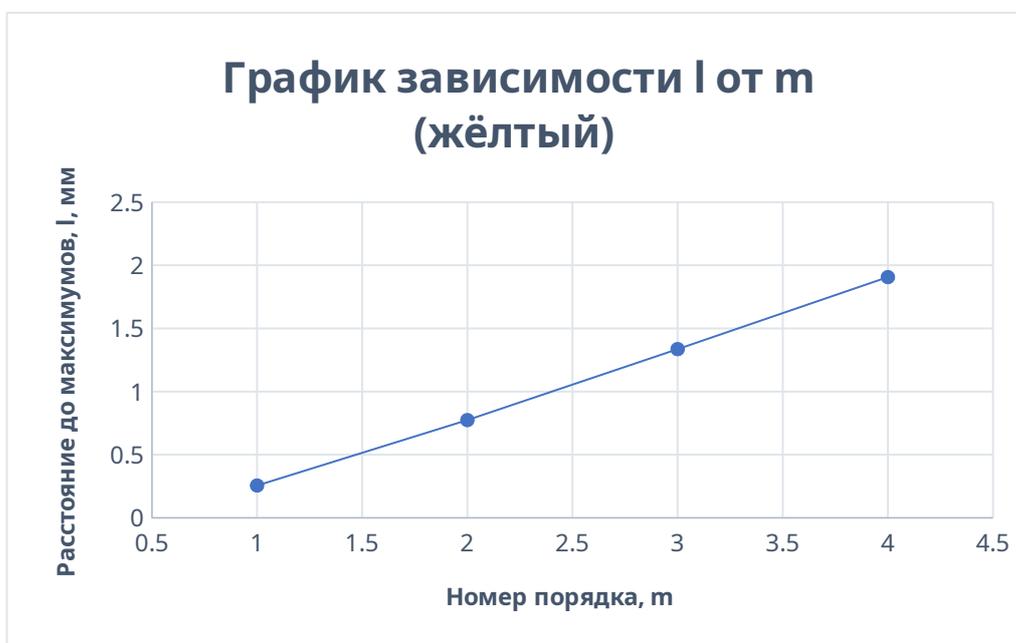


График 3.

ВЫВОД:

В ходе выполнения лабораторной работы были приобретены практические знания о дифракции света, т.е. любом отклонении от прямолинейного распространения света, принципе работы дифракционной решетки и ее основных характеристиках. Были измерены расстояния между нулевым и дифракционными максимумами всех высших порядков для трех световых волн, посчитаны период, угловая и линейная дисперсии решетки.