

Отчет о выполнении лабораторной работы 4.3.1 "Дифракция света"

Алпатова Александра, Калашников Михаил, Б03-205

Цель работы: исследовать явления дифракции Френеля и Фраунгофера на одной и двух щелях, изучить влияние дифракции на разрешающую способность оптических инструментов; проверить теоретические соотношения для положения максимумов при дифракции Френеля и Фраунгофера.

В работе используются:

- оптическая скамья;
- ртутная лампа;
- светофильтр;
- щели с регулируемой шириной;
- рамка с вертикальной нитью;
- экран с двойной щелью;
- микроскоп на поперечных салазках с микрометрическим винтом;
- зрительная труба.

1. Теоретические сведения

Дифракция Френеля Суммарное ширина n зон Френеля z_n определяется соотношением

$$z_n = \sqrt{an\lambda} \quad (1)$$

где n – номер зоны, a – расстояние от щели до плоскости наблюдений, λ – длина волны. В работе используется ртутная лампа с длиной волны $\lambda = 5461 \cdot 10^{-10}$ м.

Дифракция Фраунгофера При дифракции Фраунгофера на одной щели имеет место соотношение

$$X_m = mf_2 \frac{\lambda}{D} \quad (2)$$

где X_m – расстояние темной полосы от оптической оси объектива, f_2 – фокусное расстояние линзы, m – номер темной полосы, D – ширина щели.

При дифракции Фраунгофера на двух щелях будем пользоваться соотношением

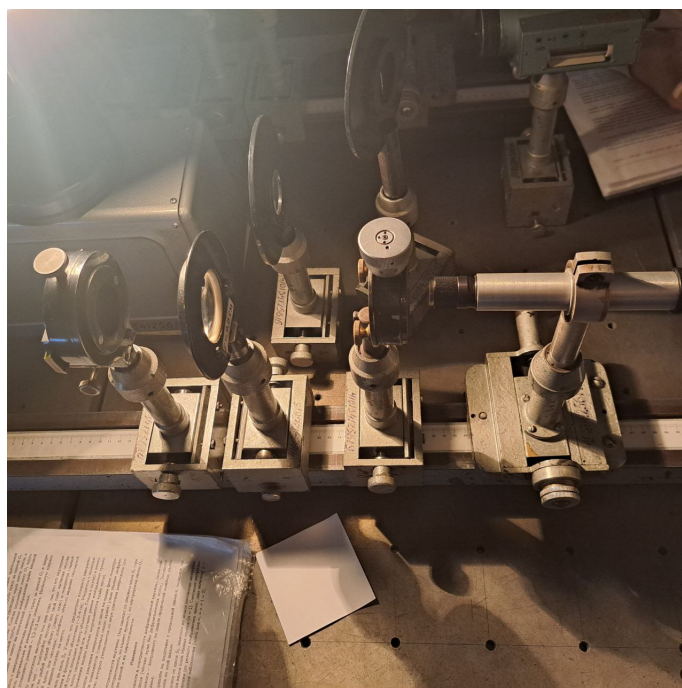
$$\delta x = f_2 \frac{\lambda}{d} = \frac{2d}{Dn} \quad (3)$$

где δx – линейное расстояние между соседними интерференционными полосами в плоскости наблюдения, n – число темных полос в центральном максимуме.

А. Дифракция Френеля

2. Настройка установки

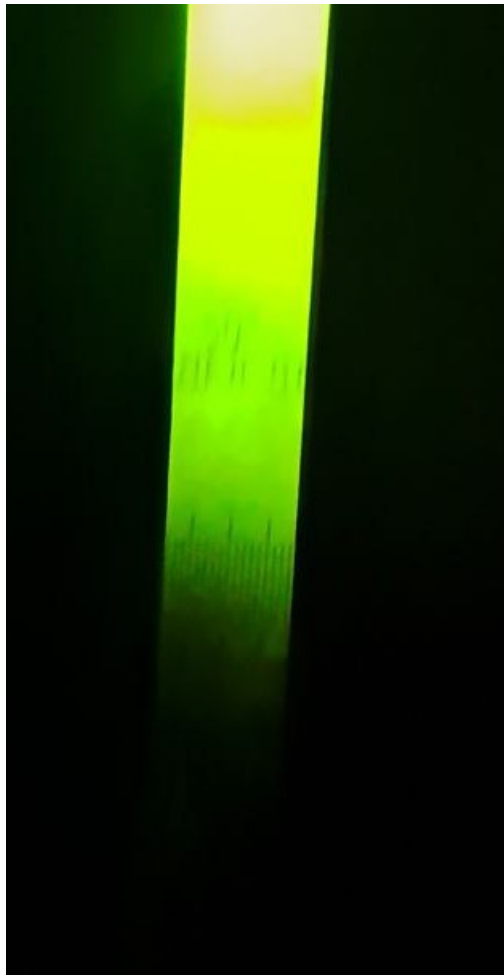
1. Настроим зрительную трубу на бесконечность.
2. Определим нуль микрометрического винта щели S_2 .
3. Соберем схему установки для наблюдения дифракции Френеля.
4. Проверим, что при небольшом удалении микроскопа от щели на ярком фоне геометрического изображения щели появляются узкие темные дифракционные полосы, количество которых уменьшается по мере удаления микроскопа.
5. Попытаемся улучшить контрастность картины с помощью регулирования ширины щели S_1 .



3. Проведение измерений

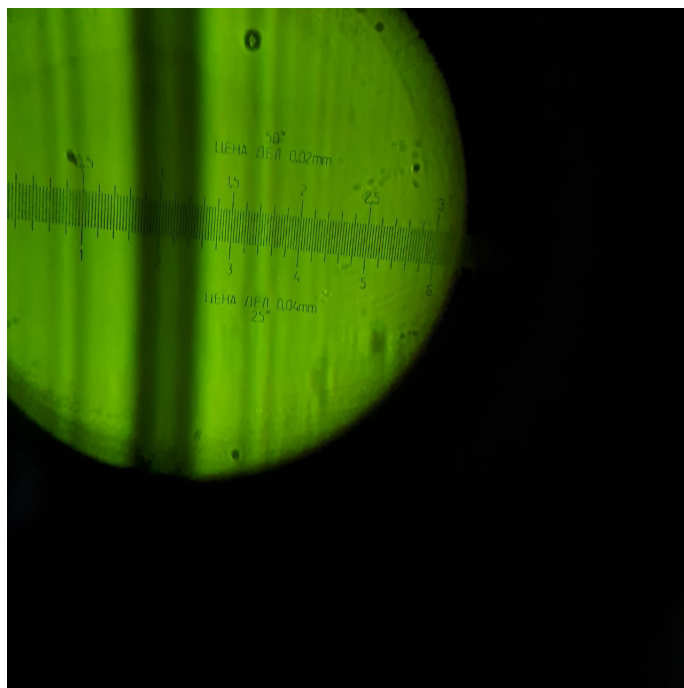
1. Вновь найдем резкое изображение щели. Запишем начальное положение микроскопа.
2. Постепенно отодвигая микроскоп от щели S_2 , заметим по шкале положение, при котором на фоне видна одна темная полоса.
3. Приближая микроскоп к щели, измерим зависимость координаты микроскопа от числа наблюдаемых темных полос.

4. Измерим ширину щели S_2 , используя окулярную шкалу микроскопа ($b = 1.6$ мм).



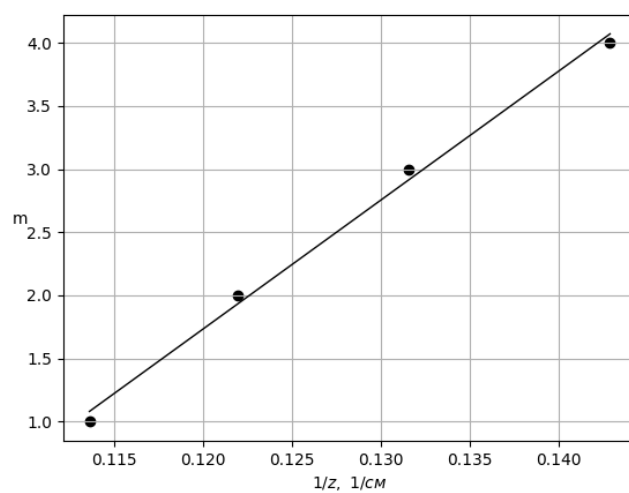
4. Качественные наблюдения

1. Вновь сфокусируем микроскоп на щель.
2. Закрепим микроскоп на оптической скамье и проследим за изменением дифракционной картины при уменьшении ширины щели S_2 .
3. Для исследования дифракции щели на препятствии установим вместо щели S_2 рамку с тонкой вертикальной нитью и настроим микроскоп на резкое изображение нити.



5. Обработка результатов

1. Подберем координаты так, чтобы зависимость расстояния до щели от числа открытых зон Френеля была линейной.
2. Построим график зависимости $m(1/z)$ и аппроксимируем прямой линией.



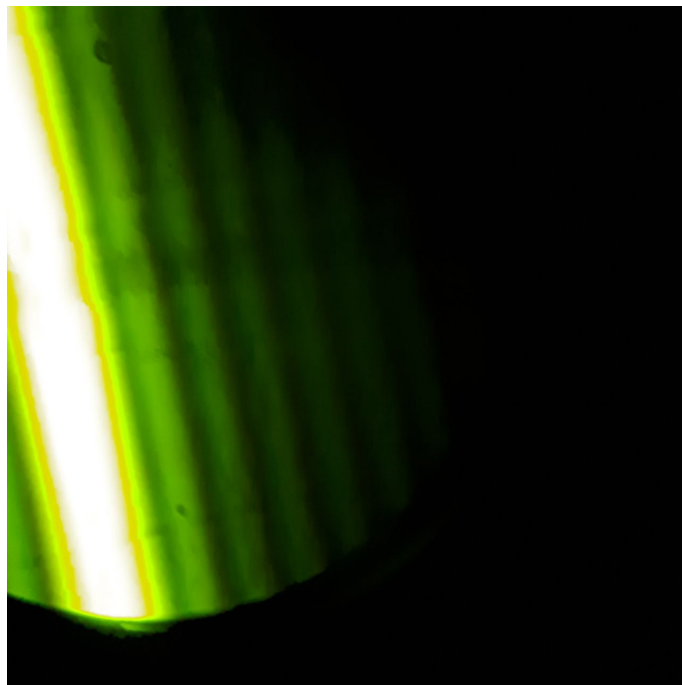
3. По наклону прямой a определим ширину щели.

$$b = 2\sqrt{a\lambda} \approx 1.5 \text{ мм}$$

Б. Дифракция Фраунгофера на щели

6. Настройка установки

1. Не разбирая схемы из прошлого эксперимента, добавим к ней линзу между щелью S_2 и микроскопом.
2. Настроим микроскоп на фокальную плоскость линзы.
3. Подберем ширину щели S_2 так, чтобы в поле зрения появилась дифракционная картина.



7. Проведение измерений

1. Измерим с помощью окулярной шкалы микроскопа координаты нескольких дифракционных минимумов в обе стороны от центра.
2. Запишем ширину щели S_2 и фокусное расстояние линзы ($b = 0.2 \text{ см}$, $f = 12.5 \text{ см}$).

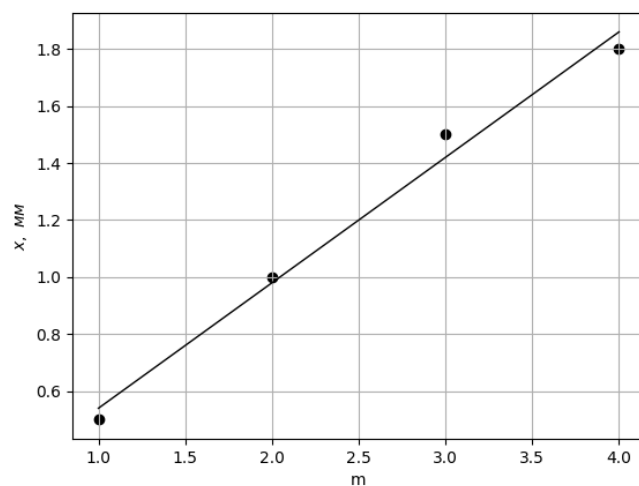
8. Качественные наблюдения

1. Убедимся, что смещение щели в боковом направлении не приводит к сдвигу дифракционной картины.

2. Пронаблюдаем, как изменяется масштаб дифракционной картины при уменьшении ширины щели S_2 . При уменьшении ширины дифракционная картина "сжимается".

9. Обработка результатов

1. Построим график зависимости положений экстремумов дифракционной картины от их номера. Убедимся, что зависимость может быть аппроксимирована прямой линией.



2. По наклону прямой a определим ширину щели S_2 .

$$b = \frac{f\lambda}{a} \approx 0.16 \text{ мм}$$

10. Выводы

В ходе проведенной лабораторной работы были исследованы явления дифракции Френеля и Фраунгофера и проверены теоретические соотношения для положения максимумов при дифракции Френеля и Фраунгофера.