

## 4.3.1 Изучение дифракции света

Александр Романов Б01-107

### 1 Введение

#### 1.1 Цель работы

Исследовать явления дифракции Френеля и Фраунгофера на щели, изучить влияние дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

#### 1.2 В работе используются

оптическая скамья, ртутная лампа, монохроматор, щели с регулируемой шириной, рамка с вертикальной нитью, двойная щель, микроскоп на поперечных салазках с микрометрическим винтом, зрительная труба.

### 2 Работа

#### 2.1 Дифракция Френеля на щели

##### 2.1.1 Подготовка

Определим нуль микрометрического винта  $S_2$ . Глядя сквозь щель на лампу определим момент открытия щели:

$$l_0 = 0.014 \text{ } mm$$

Запишем параметры установки:

$$f_1 = 12.5 \text{ } cm$$

$$f_2 = 12.5 \text{ } cm$$

$$\lambda = 5461 \text{ } \text{\AA}$$

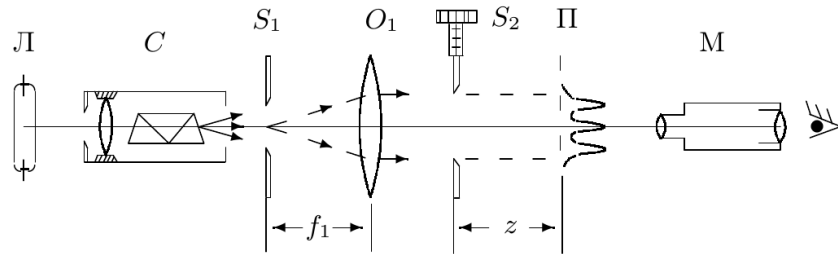


Рис. 1: Схема установки для наблюдения дифракции Френеля

Соберём схему с Рис.1.

Откроем щель пошире и с помощью листа бумаги убедимся что свет идёт вдоль оптической скамьи.

Установим линзу  $O_1$  на расстоянии от  $S_1$  близком к фокусному  $F_2 = 12.5 \text{ см}$ . Точно настроим пучок на параллельность с помощью зрительной трубы.

Установим ширину щели  $S_2$  в  $b = 0.33 \text{ мм}$  и поставим за линзой  $O_1$ .

Сфокусируем микроскоп на щели  $S_2$ . Перемещая его вдоль оптической скамьи получим резкое изображение щели. Видно также что при небольшом удалении микроскопа от щели на ярком фоне изображения щели появляются узкие тёмные полосы.

### 2.1.2 Измерения

Снова получим резкое изображение щели в микроскопе ( $x_0 = 45.3 \text{ см}$ ). Получим в микроскопе 1 тёмную полосу  $x_1 = 46.6 \text{ см} \Rightarrow z = 1.3 \text{ см}$

Снимем зависимость координаты микроскопа от числа  $n$  наблюдаемых тёмных полос.

$n$	1	2	3	4	5
$x_n, \text{см}$	46.6	46.2	45.9	45.7	45.6
$z_n, \text{см}$	1.3	0.9	0.6	0.4	0.3

Открыв щель  $S_2$  шире и сдвинув микроскоп наблюдаем дифракцию на краю экрана.

Заменяв щель на нить наблюдаем дифракцию на препятствии.

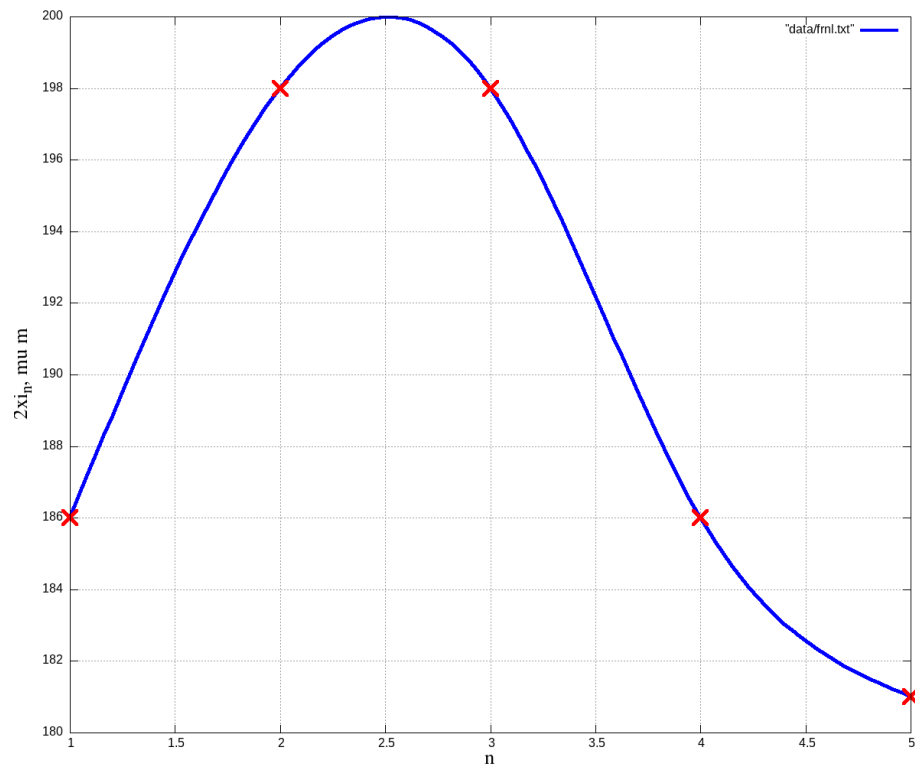
### 2.1.3 Обработка результатов

Расчитаем зоны Френеля по формуле:

$$\xi_n = \sqrt{z_n n \lambda}$$

$n$	1	2	3	4	5
$2\xi_n, \mu m$	168	198	198	186	181

Построим график:



## 2.2 Дифракция Фраунгофера на щели

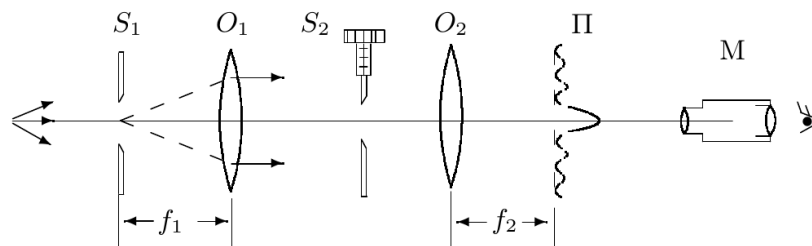


Рис. 2: Схема установки для наблюдения дифракции Фраунгофера

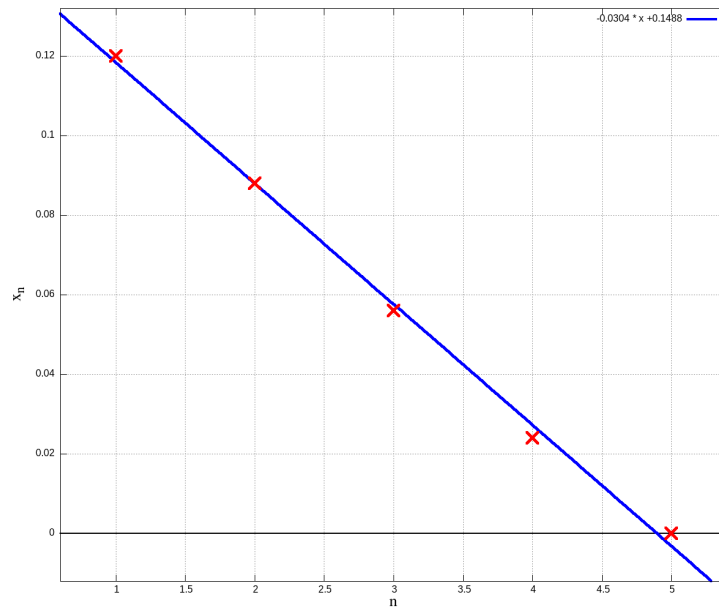
Соберём схему с Рис.2.

Настроим микроскоп на фокальную плоскость линзы и поставим между ними щель  $S_2$ . Изменением её ширины добьёмся появления дифракционной картины.

Измерим с помощью шкалы микроскопа координаты  $x_m$  нескольких дифракционных минимумов:

$n$	1	2	3	4	5
$x_n, mm$	0.120	0.088	0.056	0.024	0.000

Построим график:



Полученная зависимость вида  $x_n = kn + b$ :

$$k = (-0.030 \pm 0.001) mm$$

$$b = (0.149 \pm 0.001) mm$$

Итого среднее расстояние  $\Delta x$  между соседними минимумами:

$$\Delta x = (0.030 \pm 0.001) mm$$

При этом из формулы:

$$x_m = m \frac{\lambda}{b} f_2$$

вычислим значение  $b$ :

$$b = \frac{\lambda f_2}{k} = (2.2 \pm 0.0) mm$$

Это значение на порядок отличается от реального  $b = 0.34 mm$

## 2.3 Дифракция Фраунгофера на двух щелях

Не перемещая линз и микроскопа заменим щель  $S_1$  на щель  $S_2$  и найдём резкое изображение. На бывшее место  $S_2$  поставим экран с двойной щелью. Итого как на Рис. 3:

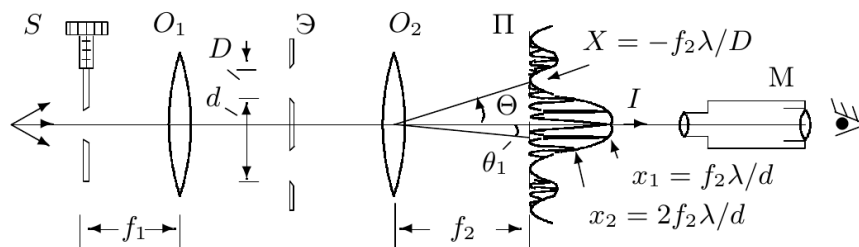


Рис. 3: Схема установки для наблюдения дифракции Фраунгофера на 2 щелях

### 2.3.1

Определим с помощью шкалы микроскопа расстояние между самыми удалёнными друг от друга тёмными полосами внутри центрального максимума:

$$l = (0.14 \pm 0.02) \text{ mm}$$

Число светлых промежутков между ними:

$$N = 8 \pm 0$$

Определим расстояние  $\delta x$  между соседними минимумами:

$$\delta x = \frac{l}{N} = (0.018 \pm 0.003) \text{ mm}$$

Определим расстояние между щелями  $d$  по формуле:

$$\delta x = f_2 \frac{\lambda}{d}$$

$$d = f_2 \frac{\lambda}{\delta x} = (3.8 \pm 0.6) \text{ mm}$$

Измерив то же расстояние с помощью микроскопа:

$$d = (0.84 \pm 0.02) \text{ mm}$$

Значения снова разошлись на 1 порядок.

### 2.3.2

Расширяя входную щель определим её размер при котором наступает первое исчезновение интерференционных полос:

$$b_0 = (0.08 \pm 0.01) \text{ mm}$$

Теперь получим значение  $b_0$  из формулы:

$$\frac{b_0}{f_1} = \frac{\lambda}{d} \Rightarrow b_0 = f_1 \frac{\lambda}{d} = (0.008 \pm 0.002 \text{ mm})$$

Значения и сейчас разошлись на порядок.

## 3 Выводы

В ходе выполнения работы:

1. Были изучены различные виды дифракции: Френеля, и Фраунгофера на щели и на двух щелях.
2. Были измерены различные параметры установки:

$$b = (2.2 \pm 0.0) \text{ mm}$$

$$b_0 = (0.08 \pm 0.01) \text{ mm}$$

$$d = (3.8 \pm 0.6) \text{ mm}$$

Все эти величины оказались на 1 порядок больше измеренных на прямую. Это может говорить как о неточности измерений (В ходе выполнения работы часто тяжело было понять сколько именно интерференционных полос видно и когда они начинают исчезать), так и об ошибках в последующих вычислениях, которых мне обнаружить не удалось.