

Изучение дифракции света*

Иван Едигарьев

Московский Физико-Технический Институт
Факультет Общей и Прикладной Физики, 526т

В работе исследуется дифракция Френеля и Фраунгофера, изучается влияние дифракции на разрешающую способность оптических инструментов.

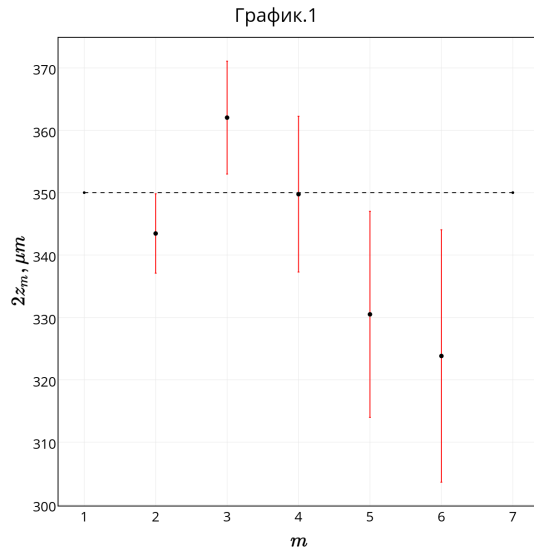
В работе используются: оптическая скамья, ртутная лампа, монохроматор, щели с регулируемой шириной, рамка с вертикальной нитью, двойная щель, микроскоп на поперечных салазках с микрометрическим винтом, зрительная труба.

1. Дифракция Френеля.

Сравним размер зон Френеля с измеренной шириной D щели S_2 . Для этого свяжем число тёмных полос n в поле зрения с числом зон Френеля m на полуширине щели. Рассчитаем величину $2z_m$ по формуле

$$z_m = \sqrt{am\lambda}$$

и построим график $2z_m = f(m)$. Отложим на графике величину D .

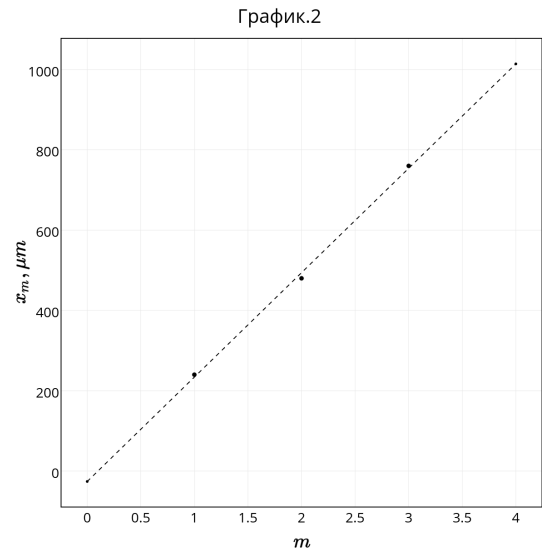


2. Дифракция Фраунгофера на щели.

а) Измерим с помощью винта поперечного перемещения микроскопа координаты x_m нескольких дифракционных минимумов (от $-m$ до $+m$). Определим ширину D щели S_2 и запишем фокусное расстояние линзы O_2 .

б) Построим график, откладывая по горизонтали номер минимума m , а по вертикали — его координату x_m (от $-m$ до $+m$). По углу наклона

прямой определим среднее расстояние Δx между соседними минимумами.



Воспользуемся методом наименьших квадратов в аппроксимации к линейной модели

$$y = \beta x + \alpha,$$

тогда

$$\beta = \Delta x = (260 \pm 11) \mu m,$$

Рассчитаем ширину щели D по формуле

$$D = f_2 \lambda \frac{m}{x_m},$$

и сравним с измеренной.

$$D^{\text{fit}} = 214 \mu m,$$

$$D^{\text{изм}} = 350 \mu m.$$

3. Дифракция Фраунгофера на двух щелях.

Определим расстояние δx между минимумами по результатам измерений

$$\delta x = \frac{x_2 + x_1}{n} = (41 \pm 1) \mu m.$$

* 4.3.1

Найдём расстояние между щелями d по формуле

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

и сравните с измеренной.

$$\begin{aligned} d^{\text{fit}} &= 1332 \text{ } \mu m, \\ d^{\text{изм}} &= 1039 \text{ } \mu m. \end{aligned}$$

Также сравним измеренную ширину b_0 щели S с расчётом по формуле

$$b_0 = f_1 \frac{\lambda}{d}.$$

$$\begin{aligned} b_0^{\text{fit}} &= (45 \pm 1) \text{ } \mu m, \\ b_0^{\text{изм}} &= 48 \text{ } \mu m. \end{aligned}$$

4. Влияние дифракции на разрешающую способность оптического инструмента.

Для проверки справедливости критерия Рэлея сравним измеренную ширину D_0 щели S_2 с расчётом по формуле

$$D_0 = f_1 \frac{\lambda}{d}.$$

$$\begin{aligned} D_0^{\text{fit}} &= (57 \pm 2) \text{ } \mu m, \\ D_0^{\text{изм}} &= 46 \text{ } \mu m. \end{aligned}$$