

Лабораторная работа 4.4.1. Исследование амплитудной решетки

Калинин Даниил, Б01-110

9 марта 2023 г.

Цель работы: знакомство с работой и настройкой гониометра Г5, определение спектральных характеристик амплитудной решетки.

В работе используются: гониометр, дифракционная решетка, ртутная лампа

Теоритическая справка:

Основное соотношение приближенной теории дифракционной решётки:

$$d \sin \varphi_m = m\lambda. \quad (1)$$

Угловая дисперсия D характеризует угловое расстояние между близкими спектральными линиями:

$$D = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} = \frac{m}{\sqrt{d^2 - m^2 \lambda^2}}. \quad (2)$$

Экспериментальная установка:

При работе с дифракционной решёткой основной задачей является точное измерение углов, при которых наблюдаются главные максимумы для различных длин волн. В нашей работе для измерения углов используется гониометр Г5. Принципиальная схема экспериментальной установки приведена на рис. 1.

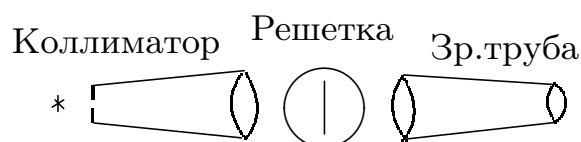


Рис. 1. Схема установки.

Ход работы:

1. Измерим координаты спектральных линий ртути в ± 1 порядках. Результаты занесем в таблицу 1.

Цвет	Длина волны, нм.	угол ϕ_1 , град.	$\sin(\phi_1)$
фиолетовый	487.7	$13^\circ 36' 28''$	0.23527
синий	435.8	$14^\circ 26' 28''$	0.24938
голубой	491.6	$16^\circ 8' 32''$	0.27802
зеленый	546.1	$17^\circ 45' 27''$	0.30499
желтый	577.0	$18^\circ 40' 21''$	0.32016
желтый	579.1	$18^\circ 44' 21''$	0.32126

Таблица 1. Данные эксперимента

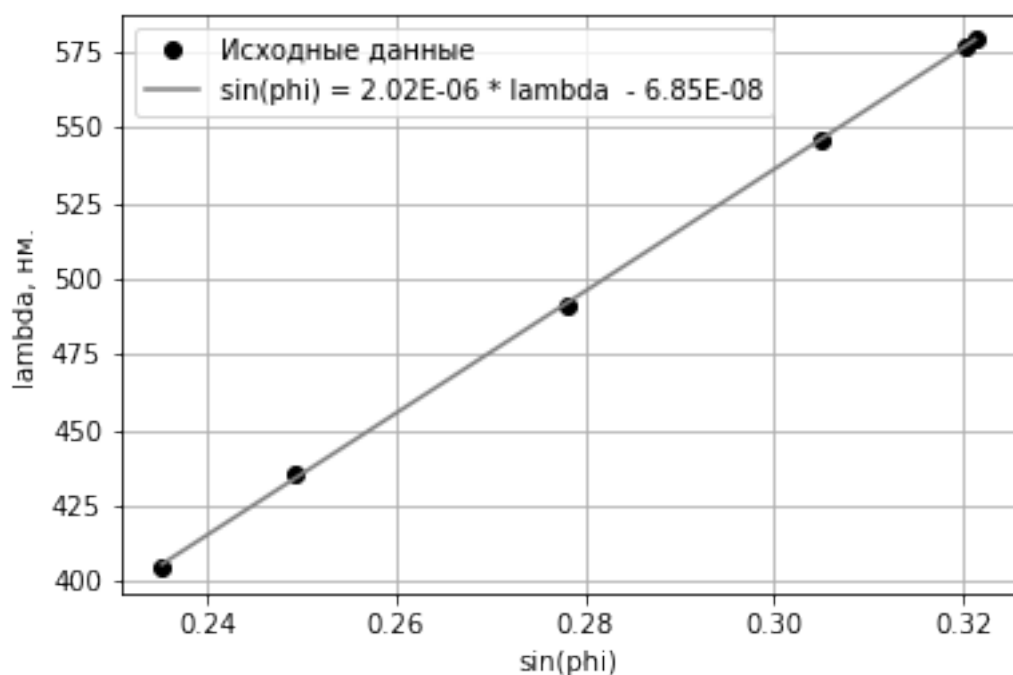


Рис. 2. График зависимости $\sin(\phi_1)$ от λ

2. Построим график зависимости $\sin(\phi_1)$ от λ для ± 1 порядка, изобразим его на рисунке 2.

По углу наклона графика можно определить период решетки: $d = 2.016$ мкм.

3. Оценим угловую дисперсию решётки: для этого определим разности угловых координат желтых линий во всех видимых порядках. Результаты занесем в таблицу 2.

m	$\Delta\varphi, ''$	D эксперимент., 10^{-5} рад/Å	D теоретич., 10^{-5} рад/Å
1	50	1, 4	5, 22
2	588	13, 4	12, 2
3	1350	30, 9	29, 9
-1	239	-5, 46	-5, 22
-2	548	-12, 5	-12, 2
-3	1332	-30, 4	-29, 9

Таблица 2. Угловая дисперсия.

Построим график зависимости $D = f(m)$. Изобразим его на рисунке 3

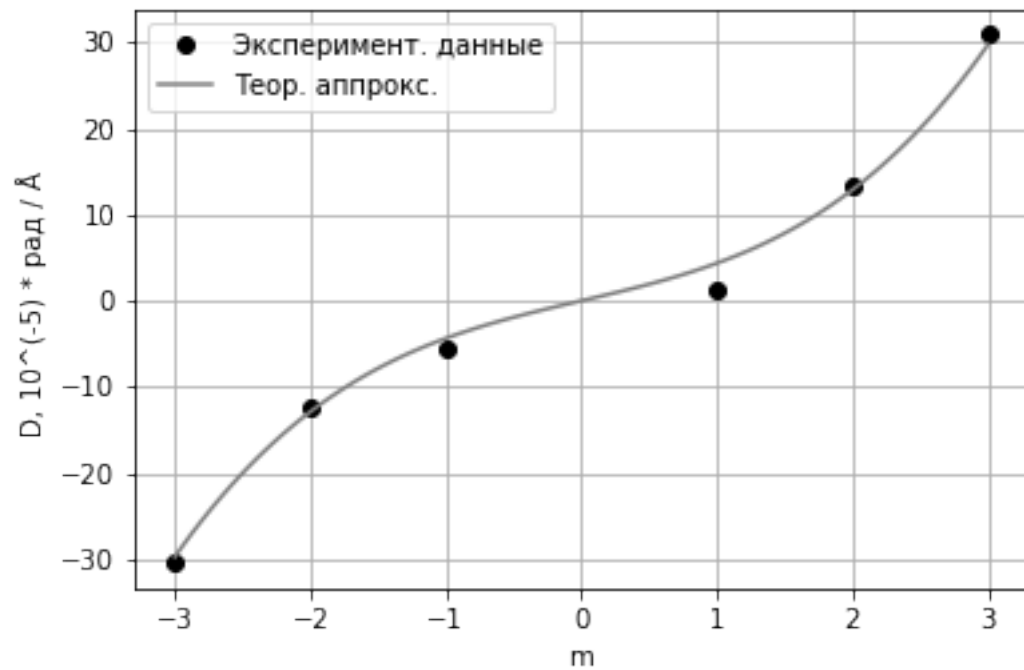


Рис. 3. График зависимости $D = f(m)$

4. Получим оценку для разрешимого спектрального интервала $\delta\lambda$, числа эффективно работающих штрихов решётки N , разрешающей способности R , а также её эффективного размера решетки l :

$$\delta\lambda \approx \Delta\varphi/D = 2 \text{ Å};$$

$$R \approx \frac{\lambda}{\delta\lambda} = 2885$$

$$N \approx R/m = 2885$$

$$l \approx Nd = 6 \text{ мм.}$$

Заключение:

В ходе работы были изучены спектральные линии ртути, определен шаг дифракционной решетки, измерена ее угловая дисперсия, а также эффективный размер. Полученные результаты довольно хорошо согласуются с теорией.