

Московский Физико-Технический Институт
(национальный исследовательский университет)

Лабораторная работа №4.4.1
Амплитудная дифракционная решетка (гониометр)

Баканова К.В., Б01-003
апрель 2022 г.

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

В работе используются: гониометр, дифракционная решетка, ртутная лампа.

1 Теоретическая часть

Основное соотношение приближенной теории дифракционной решётки:

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

Угловая дисперсия D характеризует угловое расстояние между близкими спектральными линиями:

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

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.

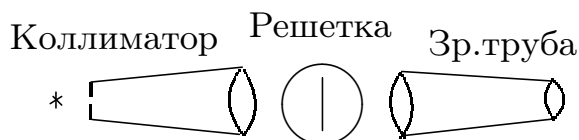


Рис. 1: Схема установки.

3 Экспериментальная часть

3.1 Экспериментальные данные

Измерим угловые координаты спектральных линий ртути в ± 1 порядках, рассчитаем углы дифракции φ_m . Результаты измерений и вычислений занесем в таблицу 1.

Таблица 1:

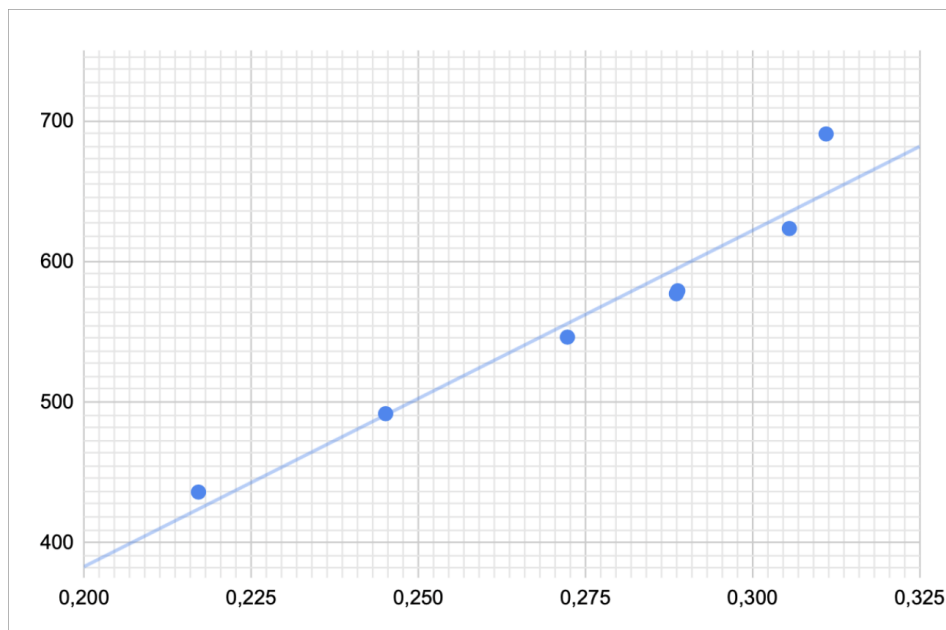
	фиолетовый	синий	голубой	зеленый	желтый	желтый	красный	красный
φ	$11^\circ 40'$	$12^\circ 33'$	$14^\circ 12'$	$15^\circ 49'$	$16^\circ 47'$	$16^\circ 48'$	$17^\circ 48'$	$18^\circ 08'$
$\sin \varphi$	0,2022	0,2171	0,2451	0,2723	0,2886	0,2888	0,3055	0,3110
λ , нм	404,7	435,8	491,6	546,1	577	579,1	623,4	690,7

Для оценки угловой дисперсии решётки определим разности угловых координат линий жёлтого дублета во всех видимых порядках ($\Delta\lambda = 21 \text{ \AA}$):

Таблица 2:

m	$\Delta\varphi, ''$	$D \text{ exp, } 10^{-5} \text{ рад/}\overset{\circ}{\text{\AA}}$	$D \text{ teor, } 10^{-5} \text{ рад/}\overset{\circ}{\text{\AA}}$
1	50	$1,14 \pm 0,16$	5,22
-1	239	$-5,46 \pm 0,16$	-5,22
2	588	$13,4 \pm 0,1$	12,2
-2	548	$-12,5 \pm 0,1$	-12,2
3	1350	$30,9 \pm 0,1$	29,9
-3	1332	$-30,4 \pm 0,1$	-29,9

Построим график зависимости $\sin \varphi_m$ от длины волны λ для ± 1 порядка:

Рис. 2: Зависимость λ от $\sin \varphi_m$.

Определим по углу наклона графика период решётки:

$$d = (2,1 \pm 0,2) \text{ мкм.} \quad (3)$$

Оценим разрешимый спектральный интервал:

$$\delta\lambda \approx \Delta\varphi/D = 2 \text{ \AA}; \quad (4)$$

Разрешающая способность будет равна:

$$R \approx \frac{\lambda}{\delta\lambda} \quad (5)$$

Число эффективно работающих штрихов решётки:

$$N \approx R/m = 288 \quad (6)$$

Эффективный размер:

$$l \approx Nd = 6 \text{ мм.} \quad (7)$$

4 Выводы

В данной лабораторной работе мы исследовали спектральные линии ртути, вследствие чего смогли определить шаг решётки, её угловую дисперсию и её эффективный размер. Полученные нами результаты оказались близки к теоретическим, за исключением первого порядка.