

Лабораторная работа 4.4.1

Амплитудная дифракционная решетка

Гляудялис Гинтарас B02-104

21 февраля 2023 г.

Цели 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.

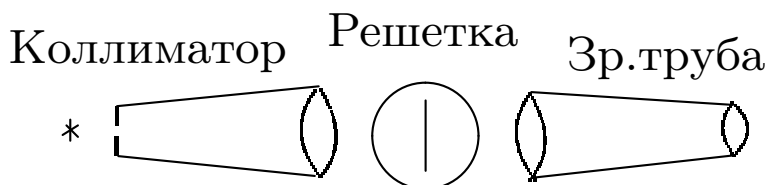


Рис. 1: Схема установки

3 Экспериментальная часть

3.1 Экспериментальные данные

Измерим угловые координаты спектральных линий ртути в $m = 1$ порядке дифракции, рассчитаем углы дифракции φ_m . Результаты измерений и вычислений занесем в таблицу 1.

Таблица 1: Эксп. данные ($m = 1$)

$m = 1$	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый (1)	Желтый (2)	Красный
φ	12°33'40"	14°12'19"	15°48'27"	16°43'5"	16°47'41"	18°6'49"
$\sin \varphi$	0.219	0.246	0.274	0.288	0.291	0.313
λ , нм	435.8	491.6	546.1	577.0	579.1	623.4
$m = 2$	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый (1)	Желтый (2)	-
φ	25°44'37"	29°19'37"	32°56'6"	35°2'36"	35°11'37"	-
$\sin \varphi$	0.436	0.491	0.544	0.575	0.578	-
λ , нм	435.8	491.6	546.1	577	579.1	-

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

Таблица 2:

m	$\Delta\varphi$, 10^{-3} рад	D_{exp} , 10^{-5} рад/Å	D_{teor} , 10^{-5} рад/Å
1	2.91	13.9	5.0
2	2.67	12.7	10.0

3.2 Обработка результатов

Построим график зависимости $\lambda(\sin \varphi_m)$ для 1 и 2 порядков:

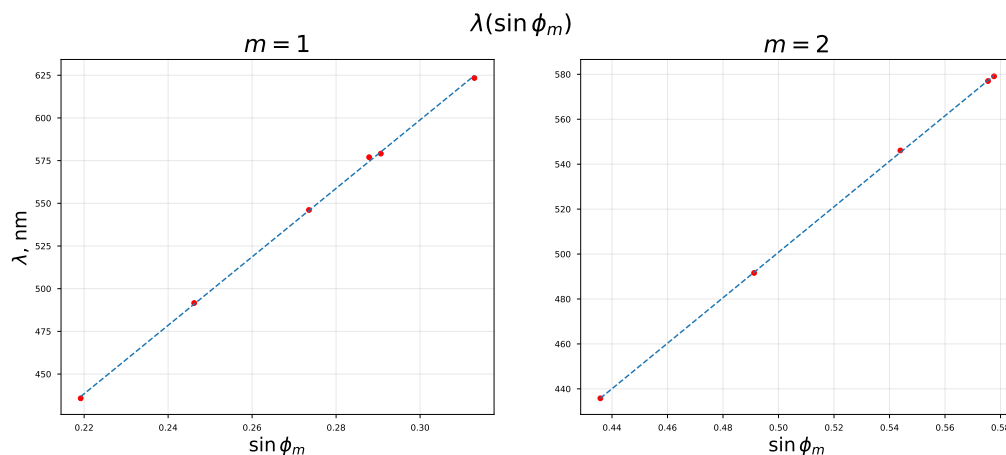


Рис. 2:

Определим по углу наклона графика период решётки d :

$$d_1 = 2.0 \pm 0.3 \text{ мкм}, \quad d_2 = 2.02 \pm 0.02 \text{ мкм}$$

3.3 Разрешающая способность

Используя формулы

$$\delta\lambda \approx \frac{d\varphi}{D}, \quad R \approx \frac{\lambda}{\delta\lambda}, \quad N \approx \frac{R}{m}, \quad l \approx Nd$$

для порядков $m = 1, 2$, получаем

Таблица 3:

m	$\delta\lambda, \text{ \AA}$	R	N	$l, \text{ мм}$
1	21.0	274.7	275	0.55
2	19.2	300.5	150	0.3

4 Выводы

Таким образом, мы исследовали спектральные линии ртути, определили шаг решётки, её угловую дисперсию, а также её эффективный размер. Полученные результаты близки к теоретическим вычислениям, за исключением первого порядка.