

Лабораторная работа 4.4.1. Амплитудная дифракционная решётка.

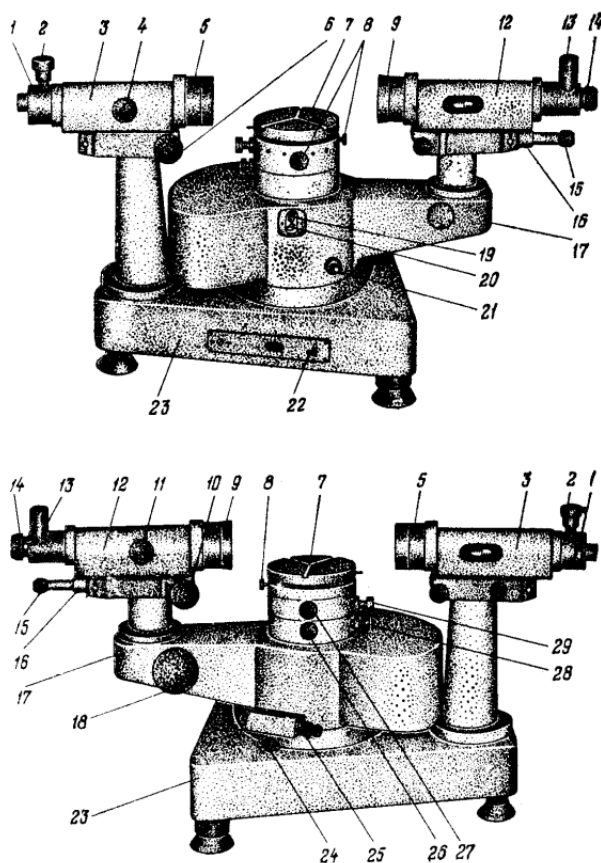
Радькин Кирилл, Б01-005

5.03.22

Цель работы: Знакомство с работой и настройкой гониометра Г5, определение спектральных характеристик амплитудной решётки

В работе используются: гониометр, дифракционная решётка, ртутная лампа

Внешний вид гониометра:



Теоретическое введение:

- Интенсивность дифрагированного света максимальна для углов φ_m , при которых волны, приходящие в точку наблюдения от всех щелей оказываются в фазе:

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

- Угловая дисперсия $D(\lambda)$ характеризует угловое расстояние между близкими спектральными линиями:

$$D(\lambda) = \frac{d\varphi}{d\lambda} \quad (2)$$

В современных приборах спектроскопии регистрация изображения спектров проводится не глазом, а линейкой или матрицей чувствительных к свету элементов. Угловая дисперсия позволяет определить минимальное расстояние между ячейками приёмного устройства

- Рассмотрим изображения спектра для двух узких спектральных линий с длинами волн λ и $\lambda + \delta\lambda$. Для минимального значения $\delta\lambda$, которое может быть определено по результатам измерений, вводят важнейшую характеристику спектрального прибора — разрешающую способность

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} \quad (3)$$

- Угловое расстояние между двумя линиями определяется дисперсией:

$$\Delta\varphi \approx D\delta\lambda = \frac{m}{d \cos \varphi_m} \delta\lambda \quad (4)$$

Для сравнения между собой различных спектральных приборов Релей предложил приравнять полуширину $\delta\varphi$ и расстояние между линиями $\Delta\varphi$. Критерий Релея удобен для различных оценок. Согласно ему для дифракционных решёток разрешающая способность определяется порядком спектра и числом штрихов:

$$R = Nm \quad (5)$$

Ход работы:

1. Настроим установку
2. Измерим угловые координаты спектральных линий ртути в ± 1 порядке. Начальный угол $\varphi_0 = 182^\circ 31' 50''$

цвет	кр. 2	желт. 1	желт. 2	зел.	гол.	син.	фиол.
угол	$200^\circ 40' 28''$	$199^\circ 21' 1''$	$199^\circ 16' 54''$	$198^\circ 22' 28''$	$196^\circ 45' 46''$	$195^\circ 6' 43''$	$194^\circ 11' 58''$
цвет	фиол.	син.	гол.	зел.	желт. 2	желт. 1	кр. 2
угол	$171^\circ 51' 42''$	$169^\circ 56' 56''$	$168^\circ 18' 33''$	$166^\circ 41' 39''$	$165^\circ 45' 4''$	$165^\circ 42' 30''$	$164^\circ 22' 30''$

3. Измерим угловую ширину линий желтого дуплета:
 левый край: $199^\circ 21' 45''$
 правый край: $199^\circ 21' 3''$

Обработка результатов:

1. Построим график зависимости $\sin \varphi_m$ от длины волны (1):

Определим шаг решетки: $d_1 = 2003 \pm 2$ нм (для верхнего графика) и $d_2 = 2089 \pm 2$ нм (для нижнего графика), совпадает со значением, указанным на установке (2 мкм)

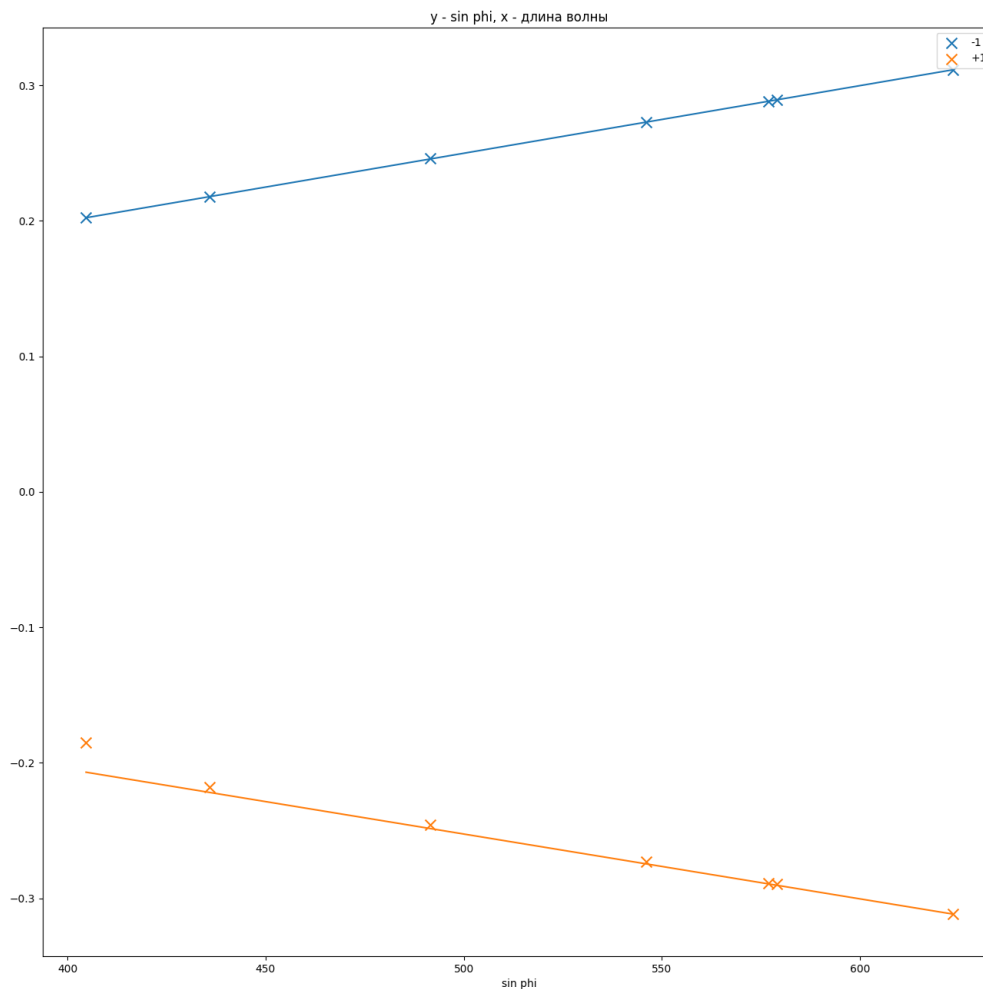


Рис. 1. $\sin \varphi_m$ от λ

2. Рассчитаем по линиям желтого дуплета угловую дисперсию в спектре 1 порядка:

$$D = 570.2 \pm 0.5 \frac{\text{рад}}{\text{мм}}$$

3. Оценим разрешимый спектральный интервал: $\delta\lambda = 0.357 \pm 0.003 \text{ нм}$

Оценим разрешающую способность для средней длины волны желтого дуплета (580 нм): $R = 1618.66 \pm 1.44$

Оценим число эффективно работающих штрихов: ≈ 1618

4. Рассчитаем порядок спектра, при котором фиолетовая линия наложится на желтую:

$$d \sin \varphi = m\lambda_{\text{ж}}, d \sin \varphi = (m+1)\lambda_{\text{ф}} \rightarrow m \approx 2.34$$