

Лабораторная работа 4.4.1
Изучение амплитудной решётки

Кагарманов Радмир Б01-106

22 февраля 2023 г.

Цель работы: настройка гониометра, исследование спектра ртутной лампы в ± 1 порядках и дисперсию решётки в разных порядках, определение периода и спектральные характеристики решётки.

В работе используется: гониометр, ртутная лампа, амплитудная решётка, призмённые уголкового отражатель, щель с микрометрическим винтом.

Теория

Амплитудную решётку можно представить в виде непрозрачного экрана, в котором прорезано большое число N параллельных щелей - штрихов. Постоянство расстояний между штрихами d и шириной штриха b должно выдерживаться с большой точностью. 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 характеризует угловое расстояние между близкими спектральными линиями:

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

Обработка результатов

1. Построим график зависимости $\sin \varphi_m$ от длины волны и вычислим по углу наклона прямой шаг решётки.

$$d = 1,98 \pm 0,02 \text{ мкм}$$

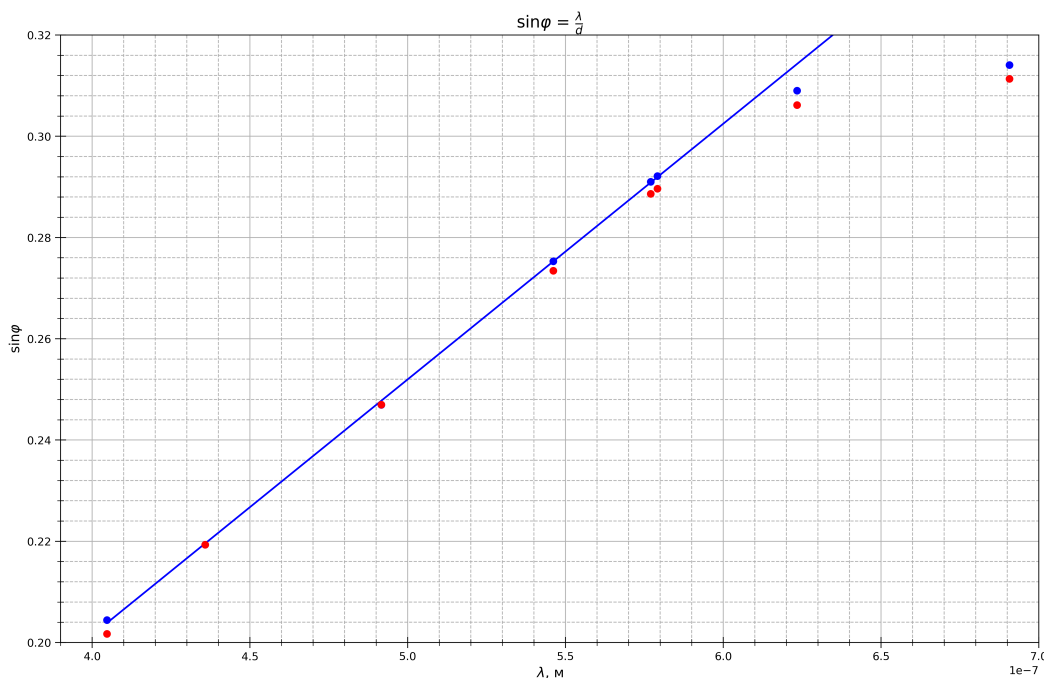


Рис. 1: график зависимости $\sin \varphi_m = \frac{\lambda}{d}$

2. Рассчитаем экспериментальную угловую дисперсию для жёлтой пары $D = \frac{d\varphi}{d\lambda}$ в спектрах разного порядка и сравним с рассчитанной по формуле: $D = \frac{m}{d \cos \varphi_m}$. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1:

m	$\Delta\varphi, ''$	$D_{\text{эксп}}, 10^{-5} \text{ рад}/\text{\AA}$	$D_{\text{теор}}, 10^{-5} \text{ рад}/\text{\AA}$
1	215	$4,96 \pm 0,02$	5,05
-1	237	$-5,47 \pm 0,02$	-5,05
2	525	$12,12 \pm 0,02$	12,5
-2	570	$-13,16 \pm 0,02$	-12,5

3. Найдём разрешающую способность $R = \frac{\varphi}{\delta\varphi} = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$, где $\delta\lambda$ можно найти из $\Delta\varphi \approx D\delta\lambda$

$$\delta\lambda \approx 2,1 \text{ мкм}$$

$$R = 289$$

Число эффективно работающих штрихов и размер освещённой части решётки:

$$N = \frac{R}{m} = 289$$

$$l = d \cdot N = 0,6 \text{ мм}$$

Вывод: в данной лабораторной работе мы отъюстировали гониометр, исследовали спектр ртутной лампы и дисперсию амплитудной решётки. Нашли шаг решётки $d = 1,98 \pm 0,02$ мкм. Угловая дисперсия, которую мы вычислили экспериментально, близка к теоретической. Также мы вычислили разрешающую способность и эффективную часть решётки.