

**Отчет о выполнении лабораторной
работы 4.4.2 "Фазовая дифракционная
решётка"**

Алпатова Александра, Калашников Михаил, Б03-205

Цель работы: Знакомство с работой и настройкой гoniометра Г5, определение спектральных характеристик фазовой решётки (эшелетта).

В работе используются:

- гoniометр,
- эшелетт,
- ртутная лампа.

1. Теоретические сведения

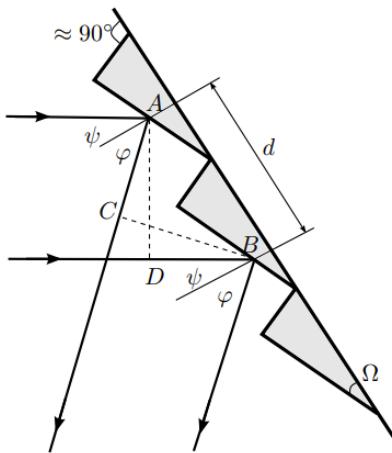


Рис. 1: Профиль фазовой дифракционной решётки; дифракция световой волны

В современных спектральных приборах широко используются отражательные решётки с треугольным профилем штриха (рис. 1), они способны концентрировать до 70–80% падающего излучения в рабочий порядок спектра. Отражательная решётка, в которой угол Ω между рабочей гранью и плоскостью решётки не превышает 20° , называется эшелеттом. Для эшелетта, варьируя угол скоса и шаг решётки, получают рабочий порядок $m_p \leq 10$.

Найдём разность хода между лучами на рис. 1. Условие возникновения спектра порядка m :

$$AC - BD = d(\sin \varphi m - \sin \psi) = m\lambda, \quad (1)$$

где ψ – угол падения от нормали к решётке, φ – угол дифракции. Для нулевого порядка $\varphi_0 = \psi$. В отличие от амплитудной решётки, нулевой порядок не будет самым ярким. Угол φ_6 – угол блеска, соответствующий максимуму интенсивности света, равен углу зеркального отражения падающей волны от одной ступеньки:

$$\varphi_6 = \psi + 2\Omega.$$

Для эшелетта рабочим порядком спектра m_p будет то целое число, которое соответствует минимальной ошибке решения уравнения $d \sin \varphi_m - \sin \psi = 0$.

Считая, что эшелетт работает в автоколлимационном режиме, то есть свет падает перпендикулярно рабочей грани решётки ($\psi = -\Omega$) и отражается в обратном направлении ($\varphi = \Omega$), тогда

$$2d \sin \Omega = m_p \lambda_p. \quad (2)$$

В автоколлимационном режиме дифракция на одной ступеньке-зеркальце описывается так же, как и дифракция на отдельной щели амплитудной решётки с максимумом вблизи $\varphi \approx 0$. В отличие от амплитудной решётки, нумерацию порядков для амплитудной решётки, следует сместить на величину m_p .

2. Проведение эксперимента

1. Проведем юстировку и настройку гониометра в соответствии с техническим описанием. Настроим коллиматор и зрительную трубу. Установим начало отсчета углов.
2. Установим эшелетт на столик рабочей поверхностью к коллиматору.
3. Приступим к изучению спектра ртутной лампы. Для угла падения света на эшелетт $\psi = 30^\circ$ измерим угловые координаты спектральных линий.
4. Для оценки разрешающей способности измерим угловые координаты линий желтого дублета для различных углов падения.

3. Обработка данных

1. Построим график зависимости $\sin \varphi_m - \sin \psi$ от длины волны. Проведя через точки прямую с коэффициентом наклона k можно определить шаг решётки по формуле $d = m/k = 5.7$ мкм.

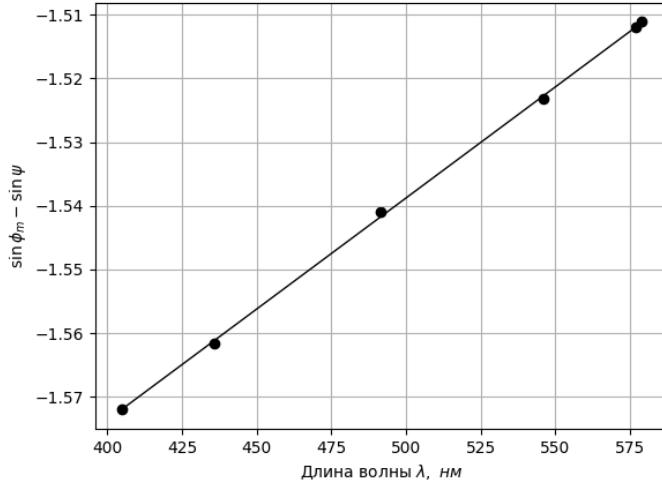


Рис. 2: График зависимости $\sin \phi_m - \sin \psi$ от длины волны

2. Угол скоса рабочей грани эшелетта может быть рассчитан по формуле:

$$\Omega = \arcsin \frac{m_p \lambda_p}{2d} = 2.5^\circ$$

3. Рассчитаем экспериментальную угловую дисперсию $D = \frac{\Delta\phi}{\Delta\lambda}$, основываясь на измерениях желтого дублета:

$$D_{30^\circ} = 3.9' / \text{нм} \quad D_{45^\circ} = 2.2' / \text{нм} \quad D_{60^\circ} = 4.5' / \text{нм}$$

Если же вычислять значения с помощью формулы угловой дисперсии эшелетта, то получим величину $D_{th} = 0.6' / \text{нм}$.

4. Оценим аппаратную разрешающую способность в рабочем порядке и сравним ее с теоретической.

$$R = n \frac{\lambda}{\delta\lambda} \approx 4 \frac{\lambda}{\delta\lambda} \approx 10^3$$

4. Приложения

