

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
Физтех-школа физики и исследований им. Ландау

Отчет по лабораторной работе №4.4.1
**Амплитудная дифракционная
решётка**

Работу выполнил:

Комкин Михаил

Валерьевич

Группа: Б01-303

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

В работе используется: гониометр, дифракционная решётка, ртутная лампа.

1. Теоретические сведения:

1.1. Принцип работы

Спектральными называются оптические приборы, которые осуществляют физическое разложение излучения на монохроматические составляющие. По характеру распределения интенсивности выделяют три вида спектров *непрерывные, сплошные и линейчатые*. **Установка действует по следующему принципу:**

1. Свет от источника попадает на экран, который содержит отверстие в виде щели. Экран располагают в фокальной плоскости линзы или системы линз.
2. Коллиматор формирует пучок света, близкий к параллельному.
3. Затем пучок лучей попадает на *диспергирующий элемент* (в данной работе им является Амплитудная решетка).
4. С помощью зрительной трубы установленной на бесконечность можно наблюдать изображение.

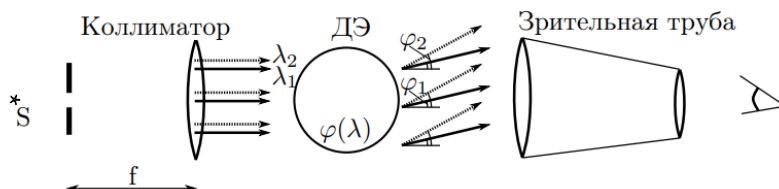


Рис. 1: Схема прибора: источник-коллиматор — диспергирующий элемент — зрительная труба

Диспергирующий элемент пространственно разделяет монохроматические составляющие падающего на него излучения, осуществляя тем самым его физическое разложение по спектру. **Наиболее важные характеристики**

1. **Разрешающая способность** $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$ характеризует возможность прибора различать две близкие спектральные линии с длинами волн λ и $\lambda + \delta\lambda$
2. **Угловая дисперсия** $D = \frac{d\lambda}{d\varphi}$ - производная зависимости угла отклонения $\varphi(\lambda)$ волны диспергирующим элементом по λ
3. **Дисперсионная область** - предельная ширина спектрального интервала $\Delta\lambda$ прибора, для которой дифракционные максимумы соседних порядков не перекрываются.

1.2. Амплитудная дифракционная решётка

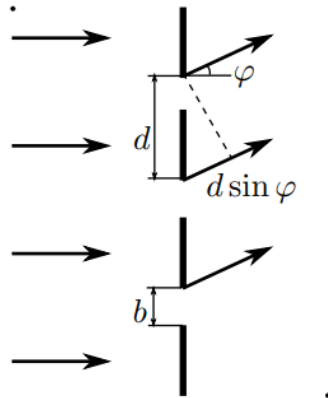


Рис. 2: Дифракция световой волны на амплитудной решётке

Амплитудная решетка представляет собой непрозрачный экран, в котором прорезано N параллельных щелей - штрихов. Расстояния между всеми штрихами равны d . Интенсивность дифрагированного света максимальна для углов φ_m , при которых волны, приходящие в точку наблюдения от всех щелей, оказываются в фазе: $d \sin \varphi_m = m \lambda$ ($m = 0, \pm 1, \pm 2$).

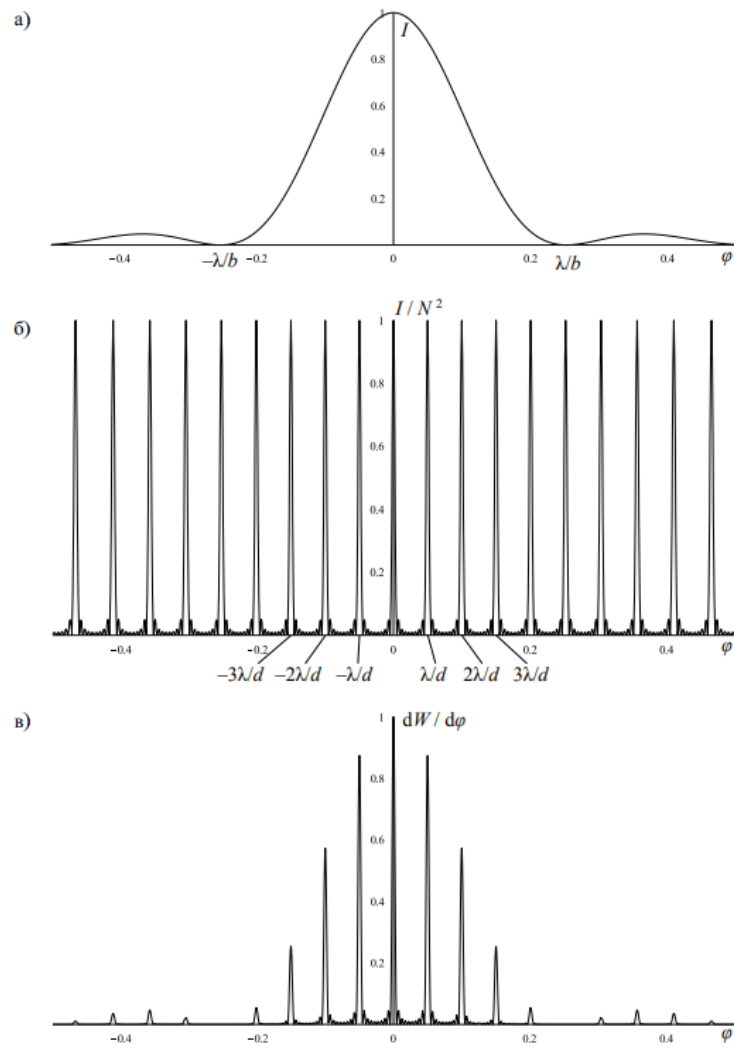


Рис. 3: Дифракция света на решётке. Зависимость интенсивности света от угла: а) дифракция на отдельной щели; б) дифракция на решётке в пределе бесконечно узких щелей; в) распределение мощности света на единицу высоты изображения, отнесённое к малому диапазону углов

2. Ход работы

Сначала были измерены углы для максимумов линий спектра ртутной лампы порядков ± 1 . Полученные данные приведены в таблице ??.

№ линии	φ_{+1}	φ_{-1}
6	11°41'57"	11°38'29"
5	12°36'34"	12°33'37"
4	14°15'39"	14°11'58"
3	15°52'33"	15°48'17"
2	16°48'4"	16°43'18"
1	16°51'56"	16°47'1"
K_2	17°52'8"	17°47'11"
K_1	18°12'43"	18°6'48"

Таблица 1: Углы линий спектра ртути

Далее, для оценки угловой дисперсии решётки были измерены угловые координаты линий жёлтого дублета для всех видимых порядков спектра, положительных и отрицательных. Данные можно найти в таблице ??.

m	φ_2	φ_1
1	16°48'4"	16°51'56"
-1	16°43'18"	16°47'1"
2	35°24'15"	35°33'12"
-2	35°3'45"	35°12'46"
3	60°41'58"	61°4'30"
-3	59°13'38"	59°35'5"

Таблица 2: Углы жёлтых линий

Наконец, для оценки разрешающей способности спектрального прибора была измерена угловая ширина одной из линий жёлтого дублета по нулям интенсивности в первом и втором порядках. Угловая ширина составила $\Delta\varphi = 0^\circ 1' 30''$ и $\Delta\varphi = 0^\circ 1' 53''$ соответственно.

3. Обработка данных

По полученным данным в таблице ?? был построен график на рис.?? зависимости $\sin \varphi_m$ от длины волны. По коэффициенту наклона с использованием формулы (??) был найден период решётки $d = \frac{1}{k} = 2,04 \pm 0,05$ мкм.

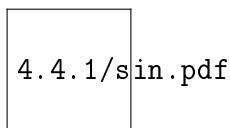


Рис. 4: График зависимости $\sin \varphi$ от длины волны для первых максимумов

Далее, посмотрим зависимость D от m и сравним результат с формулой 2. Результат наглядно представлен на графике ??.

Рис. 5: Зависимость угловой дисперсии от порядка. Черная прямая - это теоретическая зависимость, построенная по параметру d , ранее определенному.

Легко видеть, что теория очень хорошо описывает эксперимент

Определим также разрешающую способность по формуле $R = \frac{\varphi}{\delta\varphi} \approx 670$, используя измеренную ширину первого порядка жёлтой линии $\delta\varphi = 90''$, то есть число рабочих штрихов решётки $N \approx 670$ и размер освещённой части $l = Nd \approx 1,3$ мм.

4. Вывод

Таким образом, мы исследовали спектральные линии ртути, определили шаг решётки, её угловую дисперсию, а также её разрешающую способность. Полученные результаты близки к теоретическим вычислениям.