

Корнеев Николай Б04-005, Лабораторная работа №. 4.4.1, Изучение амплитудной дифракционной решетки

Цель работы:

1. Ознакомиться с устройством, работой и настройкой гониометра Г5
2. Отъюстировать гониометр
3. Исследовать спектр ртутной лампы
4. Определить период и спектральные характеристики решетки

Оборудование:

1. гониометр
2. дифракционная решетка
3. ртутная лампа

Теоретическая справка: Оптические приборы, в которых осуществляется физическое разложение электромагнитного излучения на монохроматические составляющие, называются спектральными. По характеру распределения интенсивности в спектральном разложении спектры могут быть разделены на линейчатые, непрерывные или сплошные. В нашем лабораторном практикуме исследуются линейчатые спектры.

Можно рассмотреть 3 наиболее важные характеристики, на которые мы обращаем внимание, говоря о данном типе оптических приборов:

1. Разрешающая способность $R = \frac{\lambda}{\delta\lambda}$ - возможность различать 2 близкие спектральные линии
2. Угловая дисперсия $D = \frac{d\phi}{d\lambda}$ - производная зависимости угла отклонения волны диспергирующим элементом по длине волны. По данной величине можно определить угловое расстояние между двумя близкими спектральными линиями $\delta\phi = D\delta\lambda$
3. Дисперсионная область - предельная ширина спектрального интервала прибора, для которой дифракционные максимумы соседних порядков не перекрываются.

Также, говоря о дифракционной решетке, есть основное соотношение приближенной теории дифракционной решетки: $d \sin \phi_m = m\lambda$, откуда можно получить выражение

$$\text{для угловой дисперсии: } D = \frac{d\phi}{d\lambda} = (\text{для дифракционной решетки}) = \frac{m}{d \cdot \cos\phi} = \frac{m}{\sqrt{d^2 - (m\lambda)^2}} \quad (1)$$

Разрешающую способность, в силу критерия Релея, можно записать как: $R = Nm$ (2)

Описание установки: Говоря об устройстве гониометра, опишем лишь некоторые обозначенные на рисунке гониометра элементы:

23 – массивное основание. На нем крепятся:

3 – коллиматор

7 – столик, на котором размещаются исследуемые объекты (дифракционная решетка, призма)

17 – алиада

12 – зрительная труба

Коллиматор закреплен неподвижно, а столик, алиада, труба – могут вращаться вокруг вертикальной оси

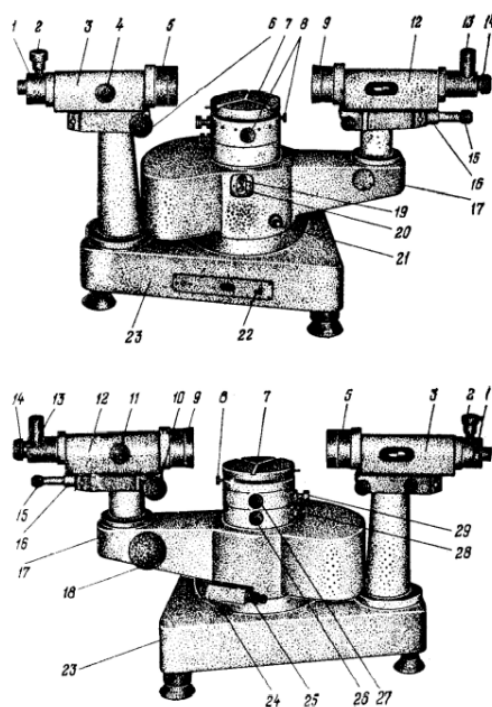


Рис. 1: Гониометр

Спектр ртутной лампы: Ниже приведены некоторые интегральные характеристики спектральных линий для лампы ДРШ-250:



Характеристики спектра ртутной лампы ДРШ-250

№	1	2	3	4	5	6
λ нм.	579,1	577,0	546,1	491,6	435,8	404,7
Цвет	желт.	желт.	зелен.	голуб.	синий	фиолет.
Яркость	10	8	10	4	4	3

Ход работы:

1. Зададим начало отсчета: $180^{\circ}11'00''$. Далее значения указываются за вычетом нулевой координаты
2. Измерим угловые координаты спектральных линий ртути. Вычислим синусы от угловых координат. Результаты занесем в таблицу

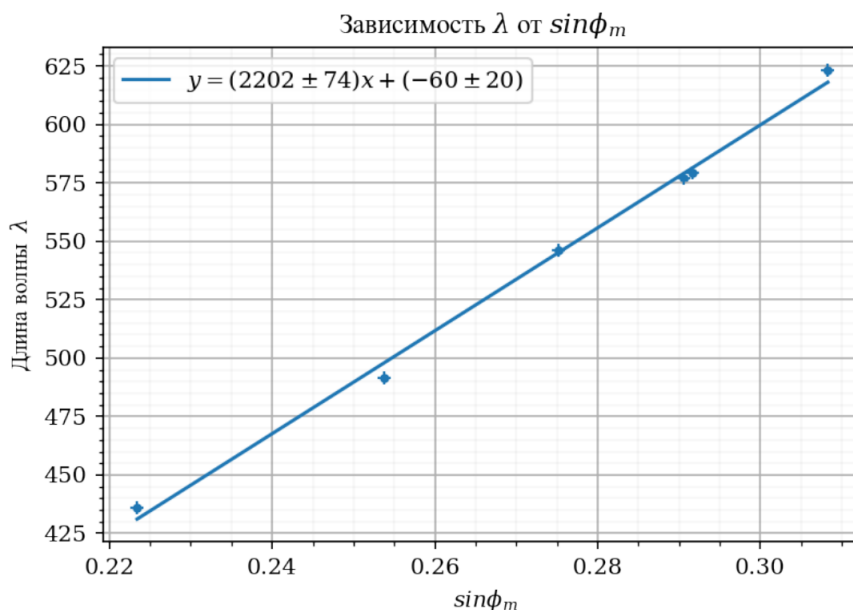
Цвет	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Желтый	Красный
ϕ	$12^{\circ}54'46''$	$14^{\circ}42'10''$	$15^{\circ}58'36''$	$16^{\circ}53'41''$	$16^{\circ}57'27''$	$17^{\circ}57'27''$
$\sin \phi$	0.2234	0.2538	0.2752	0.2906	0.2917	0.3083
λ , нм	435.8	491.6	546.1	577	579.1	623.4

3. Построим график зависимости длины волны от синуса угловой координаты, взяв за погрешность измерения угловой координаты 1 секунду:

$$\sin(1'') = 8.7 \cdot 10^{-8}$$

График будем строить основываясь на методе наименьших квадратов:

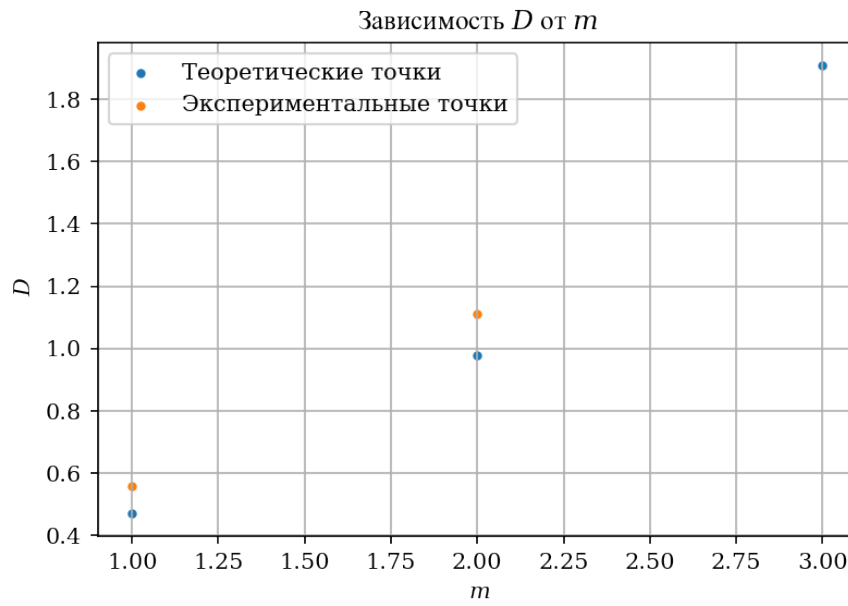
$$b = \frac{\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle}{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2} \quad a = \langle y \rangle - b \cdot \langle x \rangle$$



4. Рассчитаем угловую дисперсию, зная, что период решетки равен угловому коэффициенту графика $d = 2200$ нм $= 2.200 \pm 0.074$ мкм по формуле (1)

m	1	2	3
$D_{teor}, 1/A \cdot 10^3$	0.47	0.98	1.91
$D_{exp}, 1/A \cdot 10^3$	0.56	1.11	-

5. Видим, что несмотря на малое число точек, у нас прослеживается линейная зависимость угловой дисперсии от порядка m



Выводы:

1. Мы ознакомились с устройством, работой и настройкой гониометра Г5
2. Исследовали спектр ртутной лампы.
3. Нашли период решетки, равный $d = 2.200 \pm 0.075$ мкм
4. Установили линейную зависимость угловой дисперсии от порядка