

#### 4.4.1

### АМПЛИТУДНАЯ ДИФРАКЦИОННАЯ РЕШЕТКА

Егор Берсенеv

## 1 Цель работы

Знакомство с настройкой и работой гониометра, определение спектральных характеристик амплитудной решетки.

## 2 Оборудование

Гониометр Г5, дифракционная решетка, ртутная лампа.

## 3 Теоретическое введение

Амплитудную решетку можно представить в виде непрозрачного экрана, в котором прорезано большое число  $N$  параллельных щелей — штрихов. Постоянство расстояний между штрихами  $d$  и ширина штриха  $b$  должны выдерживаться с большой точностью. При наблюдении спектра амплитуда и интенсивность световой волны определяются углом  $\varphi$  между нормалью к решетке и направлением дифрагировавших лучей. Будем считать, что амплитуды всех волн одинаковы, т.е. фиксирована амплитуда падающей волны и постоянна площадь всех штрихов. Интенсивность дифрагированного света для углов  $\varphi_m$ , при которых волны, приходящие в точку наблюдения от всех щелей оказываются в фазе:

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

Величина  $m$  называется порядком спектра.

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

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

Для угловой дисперсии решетки получаем:

$$D(\lambda) = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{\sqrt{d^2 - m^2\lambda^2}} \quad (3)$$

С увеличением порядка спектра угловая дисперсия будет возрастать. Для малых углов дифракции угловая дисперсия пропорциональна порядку спектра:  $D \simeq m/d$ .

## 4 Ход работы

Проведем юстировку гониометра согласно инструкции на установке. Угол  $\varphi_0 = 191^\circ 13' 3''$ . Проведем измерения спектра  $\pm 1$  порядка. Знак минус у номера спектральной линии обозначает спектр -1 порядка.

Построим график  $\sin \Delta\varphi(\lambda)$ . По наклона графика оценим шаг решетки.

Таблица 1: Спектр первого порядка

№	$\lambda_{th}$	$\varphi$	$\varphi - \varphi_0$	$\sin(\varphi - \varphi_0)$	Яркость	Цвет
1	579.1	208° 10' 16"	0.296	0.292	10	желтый
2	577.0	208° 5' 38"	0.295	0.290	8	желтый
3	546.1	207° 3' 50"	0.277	0.273	10	зеленый
4	491.6	205° 25' 58"	0.248	0.246	4	голубой
5	435.8	204° 0' 0"	0.223	0.221	4	синий
-1	579.1	174° 23' 46"	-0.294	0.289	10	желтый
-2	577.0	174° 26' 54"	-0.293	0.289	8	желтый
-3	546.1	175° 26' 42"	-0.275	0.272	10	зеленый

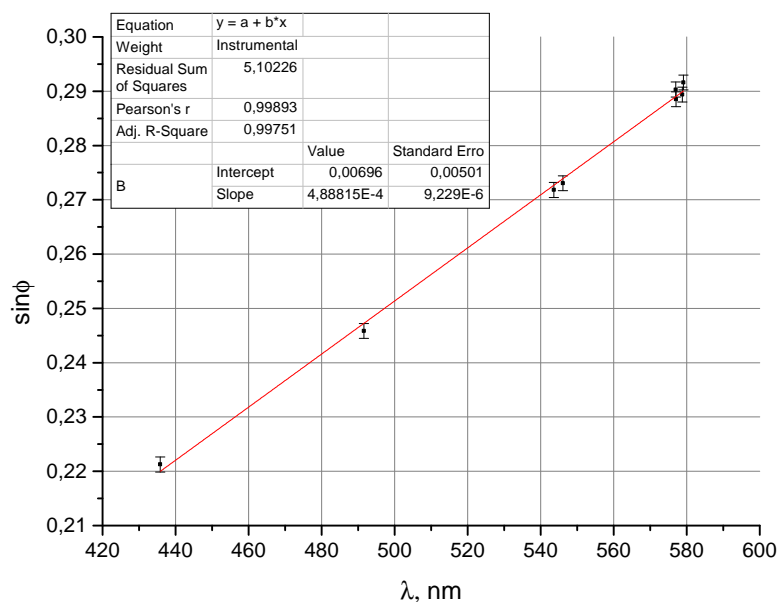
Для оценки погрешности результат будем считать, что гониометр позволяет измерять углы с точностью не менее, чем 5 угловых секунд. Тогда

$$\sigma(\sin \Delta\varphi) \leq |\cos \Delta\varphi| \sigma(\Delta\varphi) \leq \sigma(\Delta\varphi)$$

Оценим приборную погрешность:

$$\sigma(\Delta\varphi) \simeq \frac{5}{3600} \simeq 1.3 \cdot 10^{-3} \ll \sigma_{rand}$$

Таким образом, шаг решетки равен  $d = 488 \pm 9 \frac{\text{штрихов}}{\text{мм}}$ , что практически в пределах погрешности сходится с фактическим значением в  $500 \frac{\text{штрихов}}{\text{мм}}$ .

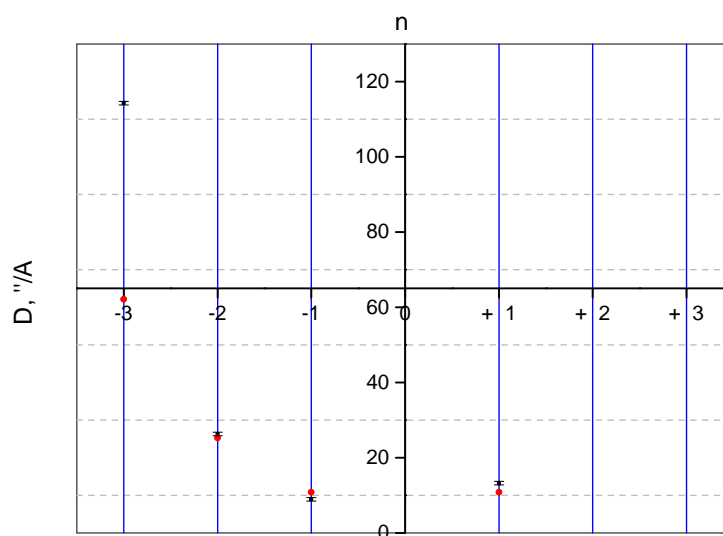
Рис. 1: График зависимости  $\sin \varphi$  от  $\lambda$ 

Исследуем угловую дисперсию. Для этого выразим  $D = \frac{d\varphi}{d\lambda}$  в угловых секундах на ангстрем полученный для спектральных линий одного порядка и рассчитанную теоретически. Опытные точки на графике обозначим черными квадратами, теоретические красными кругами.

Таблица 2: Угловая дисперсия для двух желтых линий

№	$\Delta\varphi, ''$	$D_{ex}, ''/\text{\AA}$	$D_{th}, ''/\text{\AA}$
1	278	13.24	10.77
-1	188	8.95	10.77
-2	552	26.29	25.28
-3	2400	114.29	62.09

Рис. 2: Угловая дисперсия для спектров разного порядка



## 5 Вывод

Гониометр, как прибор для точного измерения углов, позволяет работать со спектральными приборами с высокой точностью, и определять неизвестные параметры. Амплитудная дифракционная решетка, как дифракционный прибор позволяет получать достаточно яркие спектры вплоть до третьего порядка.