

Лабораторная работа 4.4.2. Фазовая дифракционная решетка

Норкин Дмитрий

02/19/18

Цель работы

Исследовать спектр ртутной лампы и дисперсию эшелета. Определить параметры и спектральные характеристики эшелета. Оценить влияние ширины пучка на разрешающую способность.

Теория

Эшелет – отражательная решётка с треугольным профилем штриха, у которой $\Omega \leq 20^\circ$, рабочий порядок $m_p \leq 10$.

$$\varphi_6 = \psi + 2\Omega - \text{угол блеска}$$

$$\Delta = d(\sin \varphi_m - \sin \psi) = m\lambda - \text{условие максимума}$$

$$2d \sin \Omega = m_p \lambda_p$$

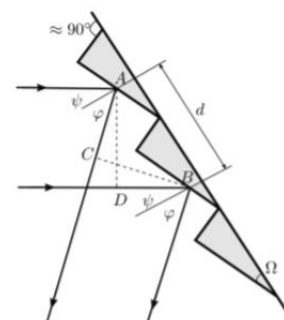


Рис. 1: Схема эшелета

Ход работы

Будем считать, что погрешность всех измеряемых углов $\Delta\alpha = 5''$.

Для данного эшелета $m_p = -1$; $\lambda_p = 500$ нм. θ – угол наблюдения в зрительную трубу. $\varphi = 360^\circ - \psi - \theta$

	K_1	K_2	1	2	3	4	5	6
λ , нм	690.7	623.4	579.4	577.0	546.1	491.6	435.8	404.7
θ , °	297	295	293	293	292	290	288	287
'	59	33	55	51	42	40	32	20
"	22	4	35	0	25	9	55	45
φ , °	17	19	21	21	22	24	26	27
'	0	26	4	9	17	19	27	39
"	38	56	25	0	35	51	5	15
$\sin \varphi - \sin \psi$	-0.415	-0.374	-0.348	-0.346	-0.328	-0.295	-0.262	-0.243

Таблица 1: Зависимость угла дисперсии от длины волны в рабочем порядке

Наклон графика $slope = -(0.600 \pm 0.002)$ мкм⁻¹. Из формулы (4.3) получаем

$$d = m_p / slope = (1.667 \pm 0.005) \text{ мкм}$$

$$\text{Угол скоса } \Omega = \arcsin \frac{m_p \lambda_p}{2d} = -(8.63 \pm 0.03)^\circ$$

Рассчитаем теперь разрешающую способность. Угловое расстояние между желтыми линиями:

$$\Delta\varphi = 4'35'' = 275''$$

Для границ одной желтой линии:

$$\theta_1 = 293^\circ 51' 35''; \quad \theta_2 = 293^\circ 51' 4'' \implies \Delta\theta = 31''$$

Отсюда:

$$R = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = \frac{2\lambda\Delta\varphi}{\Delta\lambda\Delta\theta} = 5100$$

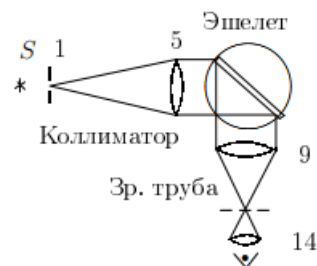


Рис. 2: Схема установки



Рис. 3: Спектр излучения ртутной лампы

$\psi = 45^\circ$	m	-1	-2	$\psi = 30^\circ$	m	-1	1	$\psi = 60^\circ$	m	-1	-2	-3
θ_1	o	293	313	θ_1	o	320	271	θ_1	o	268	289	309
	'	51	59		'	47	42		'	50	58	54
	"	0	37		"	51	50		"	27	54	55
θ_2	o	293	314	θ_2	o	320	271	θ_2	o	268	290	310
	'	55	18		'	51	34		'	56	7	18
	"	35	5		"	19	35		"	15	45	7
$D, ''/A$		-13.8	-55.4	$D, ''/A$		-10.4	24.8	$D, ''/A$		-17.4	-26.6	-69.6
$D_{th}, ''/A$		-13.3	-24.8	$D_{th}, ''/A$		-12.5	23.3	$D_{th}, ''/A$		-14.5	-25.1	-37.7

Таблица 2: Зависимость угловой дисперсии от порядка спектра и угла падения

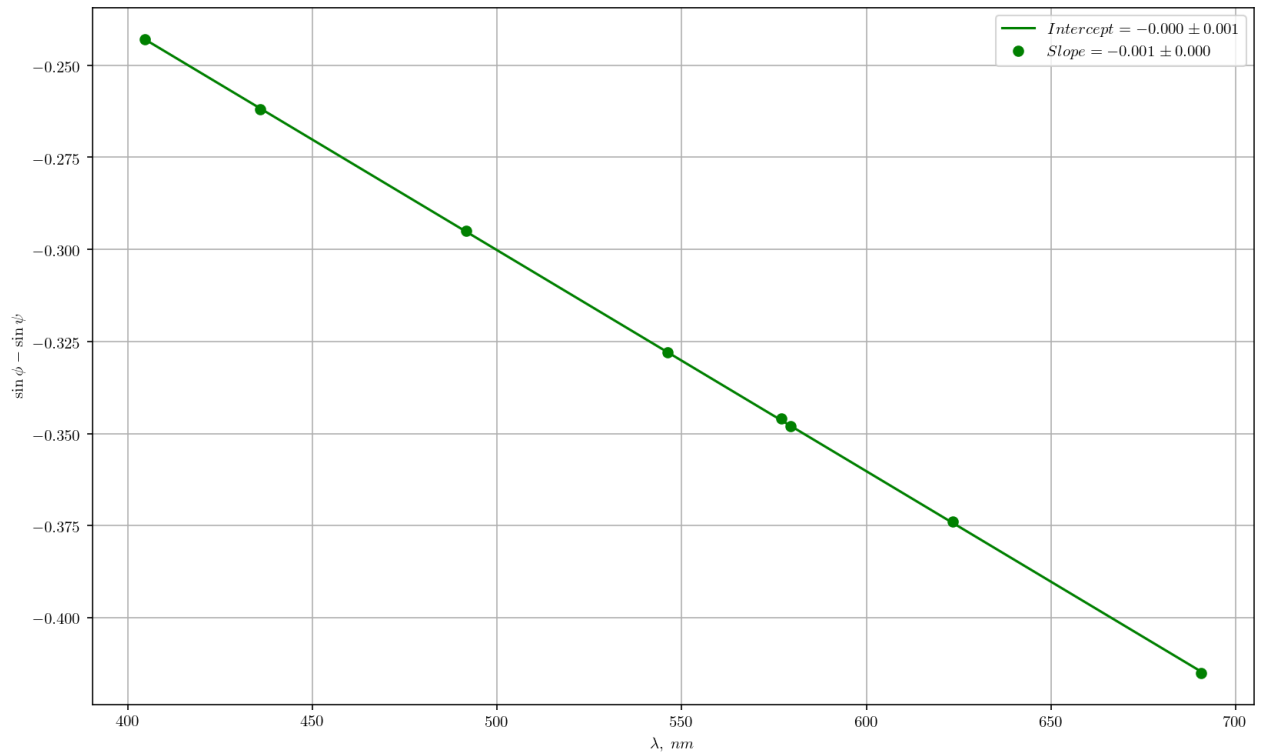


Рис. 4: Зависимость угла дисперсии от длины волны в рабочем порядке

Выводы

Проведено знакомство с устройством гониометра и спектральных приборов. Рассчитан период дифракционной решетки $d = (1.667 \pm 0.005)$ мкм. Проведена оценка разрешающей способности гониометра $R \approx 5000$. Измерена зависимость угловой дисперсии от порядка спектра и угла падения. При малых порядках зависимость хорошо согласуется с теоретической.

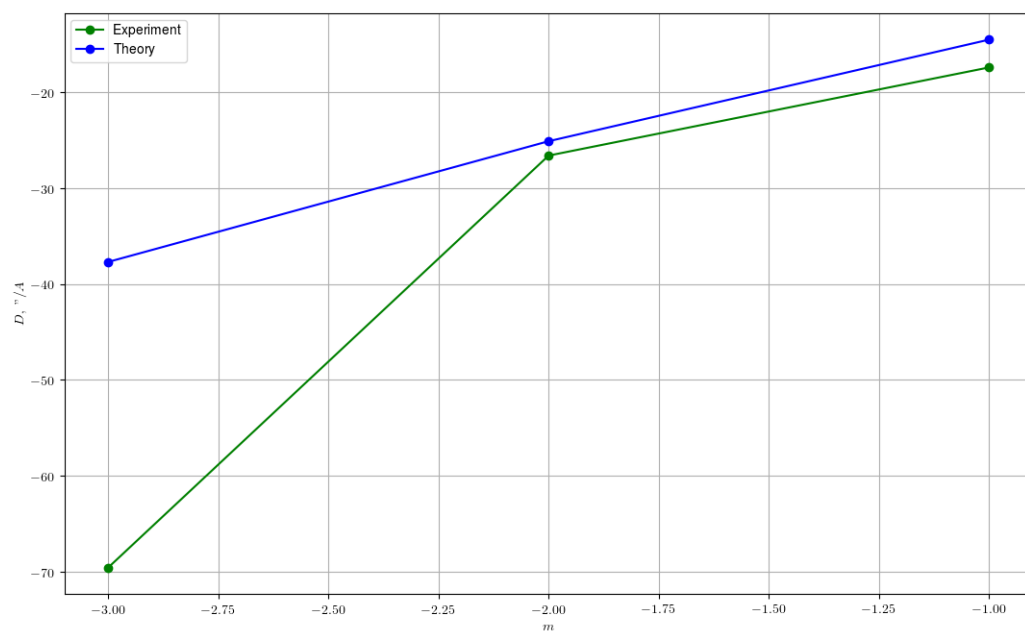


Рис. 5: Зависимость угловой дисперсии от порядка спектра для угла падения $\psi = 60^\circ$