

光栅衍射

院 系: 自动化系

班 级: 自 35 班

学生姓名: 夏弘宇

学 号: 2023011004

组 号: 单三晚 L

座 位 号: 04

目录

1 实验目的	2
2 实验仪器	2
3 数据处理	2
3.1 光线垂直入射测光栅常数和光波波长	2
3.2 测量汞灯光谱中波长较短的黄线的波长	4
4 实验总结	5
5 原始数据	6

1 实验目的

1. 进一步熟悉分光计的调整与使用；
2. 学习利用衍射光栅测定光波波长及光栅常数的原理和方法；
3. 加深理解光栅衍射公式及其成立条件。

2 实验仪器

分光计；光栅；汞灯；平面镜

3 数据处理

3.1 光线垂直入射测光栅常数和光波波长

1. $i=0$ 时，测定光栅常数和光波波长

光栅编号：14； $\Delta_{\text{仪}} = 1'$ ；入射光方位 $\varphi_{10} = 0^\circ 0'$ ； $\varphi_{20} = 179^\circ 55'$ ；

波长 / nm	黄 1		黄 2		546.1		紫	
衍射光谱级次 m	3		3		3		3	
游标	I	II	I	II	I	II	I	II
左侧衍射光方位 $\varphi_{\text{左}}$	$31^\circ 20'$	$211^\circ 15'$	$31^\circ 25'$	$211^\circ 20'$	$29^\circ 25'$	$209^\circ 20'$	$23^\circ 5'$	$203^\circ 0'$
右侧衍射光方位 $\varphi_{\text{右}}$	$328^\circ 40'$	$148^\circ 35'$	$328^\circ 35'$	$148^\circ 30'$	$331^\circ 40'$	$151^\circ 35'$	$337^\circ 0'$	$156^\circ 55'$
$2\varphi_m = \varphi_{\text{左}} - \varphi_{\text{右}}$	$62^\circ 40'$	$62^\circ 40'$	$62^\circ 50'$	$62^\circ 50'$	$57^\circ 45'$	$57^\circ 45'$	$46^\circ 5'$	$46^\circ 5'$
$\overline{2\varphi_m}$	$62^\circ 40'$		$62^\circ 50'$		$57^\circ 45'$		$46^\circ 5'$	
$\overline{\varphi_m}$	$31^\circ 20'$		$31^\circ 25'$		$28^\circ 52.5'$		$23^\circ 2.5'$	

图 1: 测定光栅常数和光波波长数据

由于：

$$d \sin \varphi_m = m\lambda$$

对于绿光: $\lambda = 546.1 \text{ nm}$, $\varphi_m = 28^\circ 52.5'$

故代入公式得到：

$$d = 3393 \text{ nm}$$

由计算出的 $d = 3393 \text{ nm}$ 和测得的各光线的 φ_m 值计算出：

紫光: $\varphi_m = 23^\circ 2.5'$

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi_m}{m} = 442.6 \text{ nm}$$

黄 1: $\varphi_m = 31^\circ 20'$

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi_m}{m} = 588 \text{ nm}$$

黄 2: $\varphi_m = 31^\circ 25'$

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi_m}{m} = 589.5 \text{ nm}$$

综上所述:

根据绿光波长计算出的光栅常数为:

$$d = 3393 \text{ nm}$$

根据光栅常数计算其他光的波长为:

紫光:

$$\lambda = 442.6 \text{ nm}$$

偏差为:

$$\delta = \frac{\lambda_{\text{紫}} - \lambda}{\lambda_{\text{紫}}} = 1.56\%$$

黄 1:

$$\lambda = 588 \text{ nm}$$

偏差为:

$$\delta = \frac{\lambda_{\text{黄 1}} - \lambda}{\lambda_{\text{黄 1}}} = 1.90\%$$

黄 2:

$$\lambda = 589.5 \text{ nm}$$

偏差为:

$$\delta = \frac{\lambda_{\text{黄 2}} - \lambda}{\lambda_{\text{黄 2}}} = 1.80\%$$

3.2 测量汞灯光谱中波长较短的黄线的波长

2. $i = 15^\circ 0'$ 时, 测量波长较短的黄线的波长

光栅平面法线方位 $\varphi_{1n} = 15^\circ 0'$; $\varphi_{2n} = 194^\circ 55'$

	游标	入射光方位 φ_0	入射角 i	\bar{i}	
入射角	I	<u>$0^\circ 0'$</u>	$15^\circ 0'$	$15^\circ 0'$	
	II	<u>$179^\circ 55'$</u>	$15^\circ 0'$		
光谱级次 m	游标	左侧衍射光方位 $\varphi_{\text{左}}$	衍射角 $\varphi_{m_{\text{左}}}$	$\overline{\varphi_{m_{\text{左}}}}$	同 (异) 侧
3	I	$30^\circ 10'$	$15^\circ 10'$	$15^\circ 10'$	同侧
	II	$210^\circ 5'$	$15^\circ 10'$		
光谱级次 m	游标	右侧衍射光方位 $\varphi_{\text{右}}$	衍射角 $\varphi_{m_{\text{右}}}$	$\overline{\varphi_{m_{\text{右}}}}$	同 (异) 侧
2	I	$337^\circ 55'$	$37^\circ 5'$	$37^\circ 5'$	异侧
	II	$157^\circ 50'$	$37^\circ 5'$		

图 2: 测量波长较短的黄线的波长

由于 $\varphi_{m_{\text{左}}} = 15^\circ 10'$ 与入射光线位于法线同侧, 故:

$$d \cdot (\sin \varphi_{m_{\text{左}}} + \sin 15^\circ) = m\lambda$$

故:

$$\lambda = \frac{d(\sin \varphi_{m_{\text{左}}} + \sin 15^\circ)}{m} = 588.6 \text{ nm}$$

偏差为:

$$\delta = \frac{\lambda_{\text{黄}1} - \lambda}{\lambda_{\text{黄}1}} = 2.01\%$$

由于 $\varphi_{m_{\text{右}}} = 37^\circ 5'$ 与入射光线位于法线异侧, 故:

$$d \cdot (\sin \varphi_{m_{\text{右}}} - \sin 15^\circ) = m\lambda$$

故:

$$\lambda = \frac{d(\sin \varphi_{m_{\text{右}}} + \sin 15^\circ)}{m} = 583.8 \text{ nm}$$

偏差为:

$$\delta = \frac{\lambda_{\text{黄}1} - \lambda}{\lambda_{\text{黄}1}} = 1.18\%$$

4 实验总结

本学期实验中，老师讲授部分会减少，主要培养我们自己根据实验指示进行实验的能力。但由于上学期已经进行了分光计使用训练，所以难度也不是很大，直接根据实验指导往下做就挺容易的。

本次实验的实验误差居于 $1\% - 2\%$ 之间，存在一定误差，经讨论，发现是最初的光栅常数测得有 2% 的误差，就成为累积误差，牵连了后续的计算。因此在以后的实验中，此类特别重要的实验数据需要测量多次，避免对基于此数据做的后续计算造成影响。

最后，感谢老师的悉心指导！

5 原始数据

附录 1 实验测量数据记录参考表格

实验题目: 光栅衍射实验

姓名: 夏弘宇, 学号 2023011004, 实验组号: 单三晚 L, 实验台号: 04, 实验日期 20250402

1. $i = 0$ 时测定光栅常数 d 和光波波长 λ 光栅编号: 14, $\Delta a =$ 入射光方位: $\varphi_{10} = 0^\circ 0'$, $\varphi_{20} = 179^\circ 56'$

谱线颜色/波长(nm)	黄 1		黄 2		546.1		紫	
衍射光谱级次 m	3		3		3		3	
游标	I	II	I	II	I	II	I	II
左侧衍射光方位 φ_L	31°20'	211°15'	31°25'	211°20'	29°25'	209°20'	23°05'	203°0'
右侧衍射光方位 φ_R	225°40'	145°35'	225°45'	145°30'	331°40'	151°05'	337°0'	156°55'
$2\varphi_m = \varphi_L - \varphi_R$	62°40'	62°40'	62°50'	62°50'	57°45'	57°45'	46°5'	46°5'
$2\varphi_m$	62°40'		62°50'		57°45'		46°5'	
φ_m	31°20'		31°25'		28°52.5'		23°2.5'	

2. $i = 15^\circ 0'$ 时测量波长较短的黄色谱线对应波长
 $\lambda = 588 \text{ nm}$
 $\Rightarrow d = \frac{m\lambda}{n \sin \theta} = 3.393 \times 10^{-6}$
 光栅平面法线方位 $\varphi_{1n} = 15^\circ 0'$, $\varphi_{2n} = 194^\circ 55'$

	游标	入射光方位 φ_n	入射角 i	i	
入射角	I	0°0'	15°0'	15°0'	
	II	179°56'	15°0'		
光谱级次 m	游标	左侧衍射光方位 φ_n	衍射角 φ_{mL}	$\bar{\varphi}_{mL}$	同(异)侧
3	I	30°10'	15°10'	15°10'	同侧
	II	210°05'	15°10'		
光谱级次 m	游标	右侧衍射光方位 φ_n	衍射角 φ_{mR}	$\bar{\varphi}_{mR}$	同(异)侧
2	I	337°55'	37°5'	37°5'	异侧
	II	157°50'	37°5'		

588.6

583.8

3. 最小偏向角法测量波长较长的黄色谱线对应波长

自拟表格记录数据 入射光方位 $\varphi_{10} =$ $\varphi_{20} =$

光栅级次 m	游标	φ_L	φ_R	2δ	$2\bar{\delta}$	$\bar{\delta}$
I	I					
	II					

图 3: 原始数据