

实验题目：光栅衍射

学号：205151 姓名：赵晓彤 班级：软件201 成绩：_____
同组人：____ 实验日期、时段：9月9日一时段 教师签名：____

一、实验目的与要求

1. 观察光线通过光栅后的衍射现象，了解并研究光栅的应用及其特性
2. 进一步了解光栅的主要特性及用途
3. 利用衍射光栅测定不同谱线的波长

二、实验仪器

分光计、全息透射光栅、汞灯、钠灯等。

三、实验原理(用自己语言组织)

设平面单色光波垂直入射到光栅表面上，衍射光通过透镜聚焦在平面上，于是在观察屏上就出现衍射图样。光栅方程为

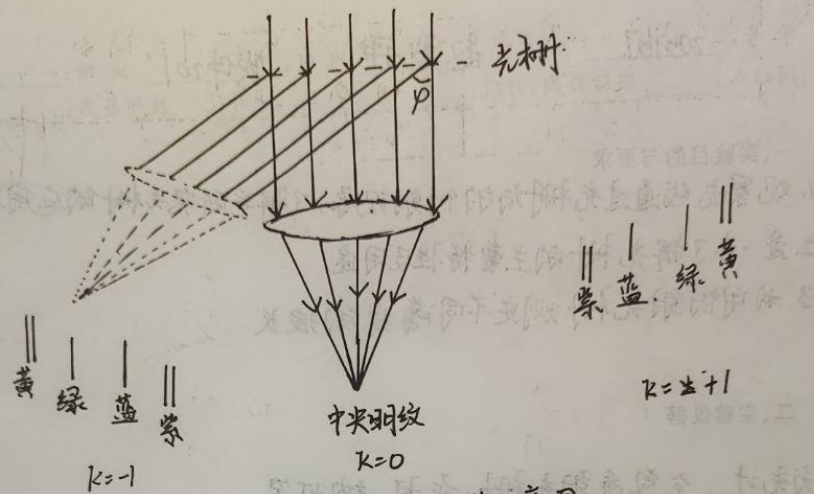
$$d \sin \varphi = k \lambda \quad (k=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

式中， k 为衍射级数， λ 为入射光波长， d 为光栅常数， φ 为 k 级衍射角。

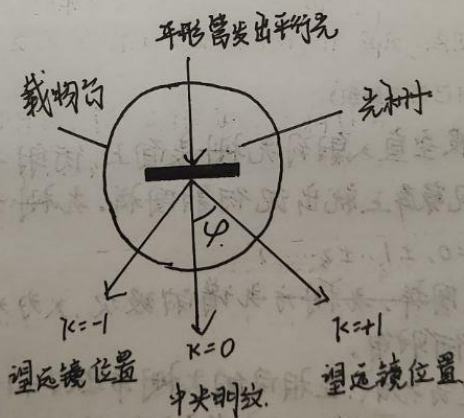
当入射光为复色光时，在相同的光栅常数 d 和相同级数 k 时，衍射角 φ 随波长增大而增大。这样复色光就可以分解成各种单色光。图1是汞灯可见光部分的光栅衍射光谱。

根据光栅方程，若已知波长 λ ，可以根据衍射角测量光栅常数 d 。光栅常数 d 的测量表达式为 $d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi}$

若已知光栅常数 d ，级数 k 数出来，可以根据衍射角测量某光的波长，波长测量表达式为 $\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k}$

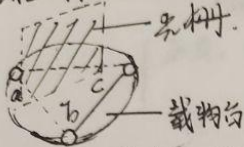


1. 光栅衍射光谱示意图.

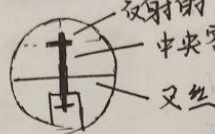


2. 衍射角的测量

光栅的调节
① 调节光栅平面与平行光管光轴垂直。② 用汞灯将平行光管的狭缝照亮，望远镜对准平行光管，使望远镜分划板的“十”字叉丝中心竖线对准狭缝像，然后固定望远镜。
③ 将光栅放置于载物台上。为调节方便，在已调好的分光计的载物台上放置光栅时，应使光栅平面垂直于载物台的两个斜度调平螺丝的连线。a, b, c 是载物台下面三个斜度调平螺丝，载物台上面的活动小平台上有三条半径线，转动这个小圆盘，使三条半径线与三个斜度调平螺丝的位置对齐，然后将光栅片按图中位置放好。



光栅在载物台上的位置



光栅的调节结果

② 调节光栅使其刻痕与仪器转轴平行
此操作的目的是使各级衍射谱线的等高面垂直于分光计转轴，以便从读数盘上正确读出各级谱线衍射

3. 测定光栅常量

以汞灯为光源已知汞灯绿光的波长 $\lambda = 546.1 \text{ nm}$ ，测出绿光的正负一级位置。具体方法是：用望远镜对准一级绿光谱线，记录左右游标读数 $\phi_{H左}$ 、 $\phi_{H右}$ ；再将望远镜对准十级绿光谱线，

一级衍射角为

$$\phi = \frac{1}{2}[(\phi_{H左} - \phi_{H右}) + (\phi_{H右} - \phi_{H左})] \text{ 将 } \lambda, \phi \text{ 代入式计算不确定度。}$$

4. 测量汞灯中各谱线的波长

用望远镜分别对准待测各色谱线十级谱线的位置，分别记录对应的左右游标读数 $\phi_{H左}$ 、 $\phi_{H右}$ ，再将望远镜分别对准待测各色谱线一级谱线的位置，分别记录对应的左右游标读数 $\phi_{H左}$ 、 $\phi_{H右}$ ，

计算各色谱线一级衍射角 $\phi = \frac{1}{2}[(\phi_{H左} - \phi_{H右}) + (\phi_{H右} - \phi_{H左})]$ 将 d, ϕ, λ 代入式。
注意：① 光学元件易损易碎，必须轻拿轻放，严禁用手触摸光学面，只能拿支架或非光学面，以免手脏或损坏。② 汞灯的紫外线很强，不可直视，以免灼伤眼睛。

汞灯谱线	游标位置	游标读数		$\phi_{H左} - \phi_{H右}$ 或 $\phi_{H右} - \phi_{H左}$	ϕ
		十级位置 ϕ_{H10}	一级位置 ϕ_{H1}		
黄1	左游标 $\phi_{H左}$	180° 35'	160° 34'	20° 01'	10.01'
	右游标 $\phi_{H右}$	0° 35'	340° 34'	20° 01'	
黄2	左游标 $\phi_{H左}$	180° 33'	160° 37'	19° 56'	9° 58'
	右游标 $\phi_{H右}$	33'	340° 37'	19° 56'	
绿	左游标 $\phi_{H左}$	180° 01'	161° 10'	18° 51'	9° 26'
	右游标 $\phi_{H右}$	0° 01'	341° 10'	18° 51'	

水刀 端线	游标位置	游标读数		$\phi_{\text{H左}} - \phi_{\text{H右}}$ 或 $\phi_{\text{H左}} - \phi_{\text{H右}}$	ϕ
		十位读数 ϕ_1	一位读数 ϕ_2		
蓝	左游标 $\phi_{\text{左}}$	178°06'	163°04'	15°02'	7°31'
	右游标 $\phi_{\text{右}}$	358°06'	343°04'	15°02'	

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等)

1. 求 d

$$\lambda_{\text{绿}} = 546.1 \text{ nm}$$

$$d \sin \phi = k \lambda$$

$$\therefore d = \frac{k \lambda}{\sin \phi} = \frac{546.1 \text{ nm}}{\sin 9^{\circ} 26'} \approx 3332 \text{ nm}$$

$$2. d \sin \phi = k \lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{d \sin \phi}{k}$$

$$\textcircled{1} \lambda_{\text{黄},1} = \frac{d \sin \phi}{k} = \frac{3332 \times \sin 10^{\circ} 01'}{1} = 579.43 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda = \lambda_{\text{黄},1} - \lambda_{\text{黄},2} = 0.36 \text{ nm}$$

$$E_{\lambda} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_{\text{黄},1}} = \frac{0.36 \text{ nm}}{579.07 \text{ nm}} \times 100\% = 0.06\%$$

$$\therefore \begin{cases} \lambda_{\text{黄},1} = (579.43 \pm 0.36) \text{ nm} \\ E_{\lambda} = 0.06\% \end{cases}$$

$$\textcircled{2} \lambda_{\text{黄}_2} = \frac{d \sin \phi}{K} = 3332 \text{ nm} \times \sin 9^\circ 58' = 576.44 \text{ nm}.$$

$$\Delta \lambda = \lambda_{\text{黄}_2} - \lambda_{\text{黄}_1} = 576.96 \text{ nm} - 576.44 \text{ nm} = 0.52 \text{ nm}$$

$$E_{\lambda_{\text{黄}_2}} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_{\text{黄}_2}} = \frac{0.52 \text{ nm}}{576.96 \text{ nm}} \times 100\% = 0.09\%$$

$$\therefore \begin{cases} \lambda_{\text{黄}_2} = 576.44 \pm 0.52 \text{ nm} \\ E_{\lambda} = 0.09\% \end{cases}$$

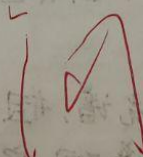
③ 蓝光:

$$\lambda_{\text{蓝}} = \frac{d \sin \phi}{K} = 3332 \text{ nm} \times \sin 1^\circ 31' = 435.82 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda = \lambda_{\text{蓝}_2} - \lambda_{\text{蓝}} = 435.83 \text{ nm} - 435.82 \text{ nm} = 0.01 \text{ nm}$$

$$\therefore E_{\lambda_{\text{蓝}}} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_{\text{蓝}}} = \frac{0.01 \text{ nm}}{435.82} \times 100\% = 0.002\%$$

$$\therefore \begin{cases} \lambda_{\text{蓝}} = 435.82 \pm 0.01 \text{ nm} \\ E_{\lambda} = 0.002\% \end{cases}$$



七、实验分析

- ① 实验中一定要注意各旋钮的功能, 注意调节顺序。
- ② 在观察光栅衍射时出现了衍射过宽的现象, 这样测量会造成极大误差, 应调节分光计的缝宽调节旋钮。
- ③ 该实验对仪器调节的精度要求较高, 正确调节分光计水平与各个旋钮后, 才会出现清晰的衍射现象。

思考题与思维拓展:

1. 分光计与望远镜适合观察平行光, 平行光管发出平行光, 并且二者光轴均垂直于分光计主轴。
2. 狭缝过宽会造成误差偏大, 降低实验准确度。~~误差~~
3. 衍射角通过光栅公式计算, 光照射在光栅上时, 会产生明暗条纹。
4. 棱镜光谱为连续的七色光谱, 并且光谱经过棱镜衍射后在两边仅分别出现一处, 光栅光谱不同, 它为不连续的并且多处处在平行光管轴两边出现, 另外还可以条件狭缝的宽度以保证实验精确度。

河北工业大学

实验报告

课程 光栅衍射

班级 软件201 姓名 赵唯彤

组别 14组 同组人

日期 9月9日-时段

实验

光源颜色	游标位置	游标读数		$\phi_{+左} - \phi_{+右}$ 或 $\phi_{+右} - \phi_{-右}$	ϕ
		H级位置 ϕ_{+1}	L级位置 ϕ_{-1}		
黄1	左游标中左	180°35'	160°34'	20°01'	10.01'
	右游标中右	0°35'	340°34'	20°01'	
黄2	左游标中左	180°33'	160°37'	19°56'	9°58'
	右游标中右	0°33'	340°37'	19°56'	
绿	左游标中左	180°01'	161°10'	18°51'	9°36'
	右游标中右	0°01'	341°10'	18°51'	
蓝	左游标中左	178°06'	163°04'	15°02'	7°31'
	右游标中右	358°06'	343°04'	15°02'	

2990