


实验题目：光栅衍射

学号：205728 姓名：朱鑫宇 班级：软件201 成绩：
 同组人： 实验日期、时段：10月12日 二时段 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

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

式中， k 为衍射光谱的级次， λ 为入射光波长， d 为光栅常数， ϕ 为 k 级衍射角。当入射光为复合光时，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，这样复合光就可以分解成各种单色光。

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

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

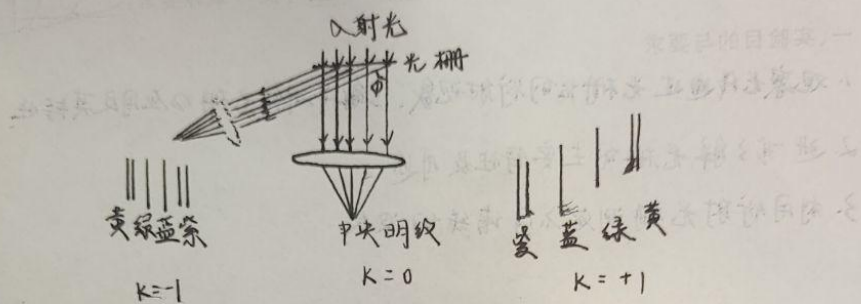


图1 光栅衍射光谱示意图

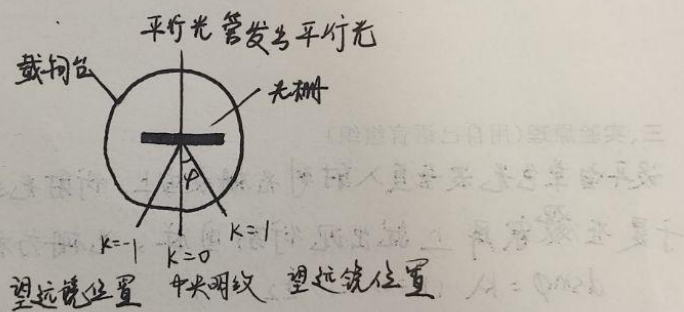


图2 衍射角的测量

四、实验内容与步骤

1. 调节分光计 平行光管发出平行光, 望远镜调至无穷远; 望远镜、平行光管轴垂直于分光计光轴
2. 光栅的调节 (1) 调节光栅平面与平行光管光轴垂直 ① 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“+”形叉丝中心竖线对准狭缝象, 然后固定望远镜。② 将光栅放置于载物台上。先用目测方法粗调, 使光栅平面与望远镜光轴垂直。再观察经光栅平面反射回来的“+”字, 使“+”与分划板上的“+”形叉丝上方点重合。(2) 调节光栅使其刻痕与仪器转轴平行
3. 测定光栅常数 从汞灯为光源, 测出绿光的正负一级光谱位置。
4. 测定光栅分辨本领 R
从汞灯为光源, 测出 $k = \pm 1$ 级的绿光 ($\lambda = 546.07 \text{ nm}$) 之间的夹角, 计算出衍射角 φ , 光栅常数 d , 根据 $R = kN$, 求出分辨本领 R 。

五、数据记录(数据表格自拟)

光栅常数与光谱线波长的测量

水银灯谱线	游标位置	游标读数		$\phi_{+1} - \phi_{-1}$ 或 $\phi_{+0} - \phi_{-0}$	φ
		+1级位置 ϕ_{+1}	-1级位置 ϕ_{-1}		
黄1	左游标 ϕ_L	252°14'	232°16'	19°58'	9°59'
	右游标 ϕ_R	72°17'	52°19'	19°58'	
黄2	左游标 ϕ_L	232°11'	232°21'	19°50'	9°56'
	右游标 ϕ_R	72°14'	52°21'	19°53'	
绿	左游标 ϕ_L	251°41'	232°48'	18°53'	9°27'
	右游标 ϕ_R	71°43'	52°49'	18°54'	
蓝	左游标 ϕ_L	249°46'	234°43'	15°3'	7°30'
	右游标 ϕ_R	69°44'	54°45'	14°59'	

六、数据处理(要有详细过程,包括不确定度计算等)

黄1 参考值 $\lambda_{黄1} = 579.07 \text{ nm}$

1. 已知绿光波长 $\lambda_{绿} = 546.07 \text{ nm}$ 求 d

$$K=1, \quad \varphi = 9^{\circ}27'$$

$$d \sin \varphi = K \lambda$$

$$d = \frac{K \lambda}{\sin \varphi} = \frac{1 \times 546.07 \text{ nm}}{0.16419} = 3325.84 \text{ nm}$$

2 黄1. $\lambda_{黄1} = \frac{d \sin \varphi}{K} = \frac{3325.84 \times \sin 9^{\circ}59'}{1} \text{ nm} = 576.57 \text{ nm}$

$$\Delta \lambda_{黄1} = \lambda_{黄1} - \lambda_{黄标} = |576.57 - 579.07| \text{ nm} = 2.5 \text{ nm}$$

$$E_{\lambda} = \frac{\Delta \lambda_{黄1}}{\lambda_{黄标}} \times 100\% = \frac{2.5}{579.07} \times 100\% = 0.4\%$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{黄1} = (576.57 \pm 2.50) \text{ nm} \\ E_{\lambda} = 0.4\% \end{array} \right.$$

$$\text{黄2: } \lambda_{\text{黄2}} = \frac{d \sin \varphi}{k} = \frac{3325.84 \times \sin 9^{\circ} 56'}{1} \text{ nm} = \frac{3325.84 \times 0.1725}{1} \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda_{\text{黄2}} = \lambda_{\text{黄2}} - \lambda_{\text{黄2标}} = |573.71 - 576.96| \text{ nm} = 3.25 \text{ nm}$$

$$E_{\lambda} = \frac{\Delta \lambda_{\text{黄2}}}{\lambda_{\text{黄2标}}} \times 100\% = \frac{3.25}{576.96} \times 100\% = 0.6\%$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{\text{黄2}} = (573.71 \pm 3.25) \text{ nm} \\ E_{\lambda} = 0.6\% \end{array} \right.$$

$$\text{蓝: } \lambda_{\text{蓝}} = \frac{d \sin \varphi}{k} = \frac{3325.84 \times \sin 7^{\circ} 30'}{1} \text{ nm} = \frac{3325.84 \times 0.13053}{1} \text{ nm} = 440.77 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda_{\text{蓝}} = \lambda_{\text{蓝}} - \lambda_{\text{蓝标}} = |440.77 - 435.83| \text{ nm} = 4.94 \text{ nm}$$

$$E_{\lambda} = \frac{\Delta \lambda_{\text{蓝}}}{\lambda_{\text{蓝标}}} \times 100\% = \frac{4.94}{435.83} \times 100\% = 1\%$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda_{\text{蓝}} = (440.77 \pm 4.94) \text{ nm} \\ E_{\lambda} = 1\% \end{array} \right.$$

七、实验分析

1. 调节每个螺帽时切勿用力过猛，要缓慢调节
2. 汞灯的紫外线很强，应尽量避免长时间直视，以免灼伤眼睛
3. 光学元件易损易碎，要轻拿轻放，不要用手触摸拿提光栅、平面镜表面。

4. 如果光栅放置的不严格垂直于入射光，而实验测量时仍用公式计算，将造成实验误差

思考题与思维拓展：

1. 要调节望远镜光轴与分光计主轴当平面镜与望远镜光轴平行时，“+”形反射像与“+”形叉丝的的上交点完全重合，将小平台旋转 180° 之后，如果仍然完全重合，则说明望远镜光轴已垂直于分光计主轴。
调整光栅平面与平行光管的光轴垂直。
2. 狭缝的宽度太宽测量光谱不准确且分不出黄1和黄2光谱
狭缝的宽度太窄则狭缝的亮度又太弱，不利于测量
3. 采用这种方法可以消除由于光栅平面不垂直平行光的轴线而使得正负衍射角不对称引起的系统误差。
4. 利用光栅分光，利用了各种波长的光不同的衍射角进行分光，得到的谱线中含零级谱线，其余谱线在零级谱线两边依次排开，而且对于同一波长的光，不同的级次可得到不同的谱线。
利用棱镜分光，利用了各种波长的光不同的折射角进行分光，得到面谱。
河北工业大学物理实验中心网址：<http://wlzx.hebut.edu.cn>
网上选课地址：<http://202.113.124.190>
线中每种颜色的谱线只有一条，且按光的波长的顺序依次排列。