

# 实验题目：光栅衍射

P.5  
14

学号：205157 姓名：赵鹏飞 班级：软件201 成绩：  
同组人： 实验日期、时段：9月9日 一时间段 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

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

式中， $k$  为衍射图样光栅方程的级次， $\lambda$  为入射光波长， $d$  为光栅常数， $\psi$  为  $k$  级衍射角。

当入射光为复色光时，在相同的光栅常数  $d$  和相同样级数  $k$  时，衍射角  $\psi$  随波长增大而增大，这样复色光就可以分解成各种单色光。图是汞灯可见光的部分光栅衍射光谱。

根据光栅方程，若已知波长  $\lambda$ ，可以根据衍射角测量光栅常数

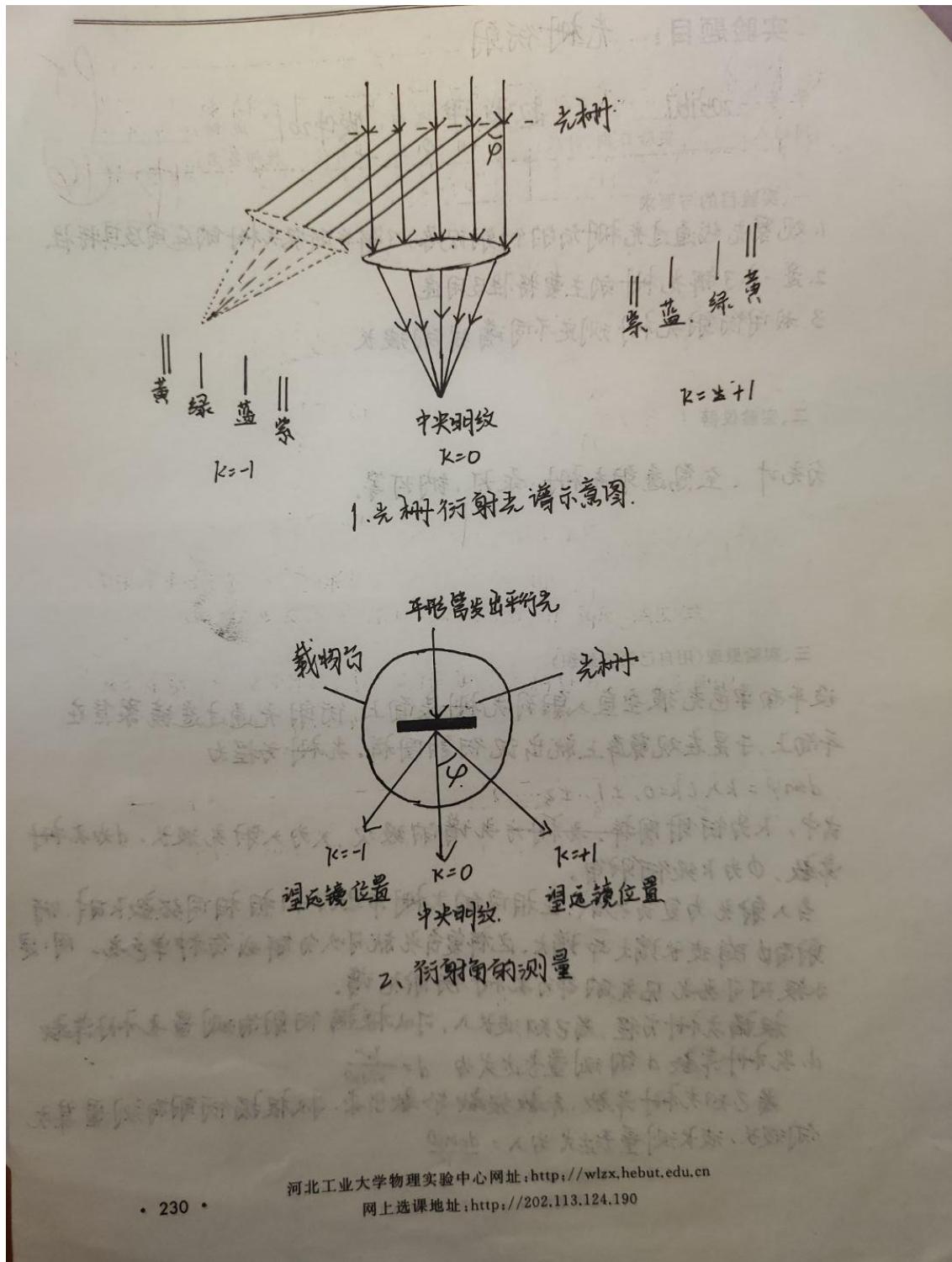
且光栅常数  $d$  的测量表达式为  $d = \frac{k\lambda}{\sin \psi}$

若已知光栅常数  $d$ 、系数级数  $k$  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  $\lambda = \frac{d \sin \psi}{k}$

河北工业大学物理实验中心网址：<http://wlzx.hebut.edu.cn>

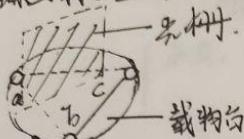
网上选课地址：<http://202.113.124.190>



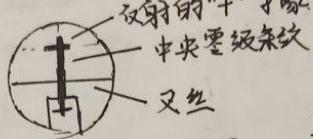
### 物理实验报告

**光栅的调节**

(1) 调节光栅平面与平行光管光轴垂直。①用承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“丰”形叉丝中心竖线对准狭缝像, 然后固定望远镜。  
 (2) 将光栅放在载物台上。为调节方便, 在已调好的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旋的连线。a, b, c是载物台下面三个斜度调平螺旋, 载物台上面的活动水平台上有一条半径线, 转动这个小圆盘, 使三条半径线与三个斜度调平螺旋的位置对齐, 然后将光栅片按图中位置放好。



光栅在载物台上位置



光栅的调节结果

(2) 调节光栅使其刻痕与仪器轴平行

此操作的目的是使高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高级谱线衍射

**3. 测定光栅常量**  
 以承灯为光源已知承灯绿光的波长  $\lambda = 546.1 \text{ nm}$ , 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  $\phi_{+1左}, \phi_{+1右}$ ; 再将望远镜对准 +1 级绿光谱线。

一级衍射角为

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

4. 测量承灯中双谱线基线波长

用望远镜分别对准待测各色谱线 +1 级谱线的位置, 分别记录对应的左右游标读数  $\phi_{+1左}, \phi_{+1右}$ , 再将望远镜分别对准待测各色谱线 -1 级谱线的位置, 分别记录对应的左右游标读数  $\phi_{-1左}, \phi_{-1右}$ ,

$$\text{计算各色谱线一级衍射角 } \phi = \frac{1}{d} [(\phi_{+1左} - \phi_{-1左}) + (\phi_{+1右} - \phi_{-1右})] \text{ 将 } d, \lambda \text{ 代入式。}$$

注意: ①光学元件易损易碎, 必须轻拿轻放, 严禁用手直接摸光学面, 只能拿支架或非光学面。  
 ②承灯的紫外线很强, 不可直视, 以免灼伤眼睛。

以下为数据表

承灯谱线	游标位置	游标读数		$\phi_{+1左} - \phi_{-1左} + \phi_{+1右} - \phi_{-1右}$	$\phi$
		+1 级位置 $\phi_{+1}$	-1 级位置 $\phi_{-1}$		
黄 1	左游标始	180° 35'	160° 34'	20° 01'	10.01'
	右游标始	0° 35'	340° 34'	20° 01'	
黄 2	左游标始	180° 33'	160° 37'	19° 56'	9° 58'
	右游标始	33'	340° 37'	19° 56'	
绿	左游标始	180° 01'	161° 10'	18° 51'	9° 26'
	右游标始	0° 01'	341° 10'	18° 51'	

刻度 读数	油标位置	油标读数	$\phi_{\text{左}} - \phi_{\text{右}}$ 或 $\phi_{\text{右}} - \phi_{\text{左}}$	$\phi$
红	左油标(左)	178°06'	163°04'	15°02'
蓝	右油标(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  $d$

入绿 = 546.1 nm

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

$$\therefore d = \frac{k \lambda}{\sin \phi} = \frac{546.1 \text{ nm}}{\sin 15^\circ 02'} \approx 3332 \text{ nm}$$

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

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

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

$$\Delta \lambda = \lambda_{\text{黄}} - \lambda_{\text{绿}} = 0.36 \text{ nm}$$

$$E_\lambda = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_{\text{绿}}} = \frac{0.36 \text{ nm}}{579.07 \text{ nm}} \times 100\% = 0.06\% \quad \therefore \begin{cases} \lambda_{\text{黄}} = (579.43 \pm 0.36) \text{ nm} \\ E_\lambda = 0.06\% \end{cases}$$

$$\textcircled{2} \quad \text{入黄}_2 = \frac{ds \sin \phi}{k} = 333 \text{ nm} \times \sin 9^{\circ} 58' = 576.44 \text{ nm}.$$

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

$$E_{\text{入黄}} = \frac{\Delta \lambda}{\text{入黄标}} = \frac{0.52 \text{ nm}}{576.96 \text{ nm}} \times 100\% = 0.09\%$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{入黄} = (576.44 \pm 0.52) \text{ nm} \\ E_{\text{入}} = 0.09\% \end{array} \right.$$

### ③ 蓝光:

$$\text{入蓝} = \frac{ds \sin \phi}{k} = 333 \text{ nm} \times \sin 1^{\circ} 31' = 435.82 \text{ nm}$$

$$\Delta \lambda = \text{入蓝}_{\text{标}} - \text{入蓝} = 435.83 \text{ nm} - 435.82 \text{ nm} = 0.01 \text{ nm}$$

$$E_{\text{入蓝}} = \frac{\Delta \lambda}{\text{入蓝标}} = \frac{0.01 \text{ nm}}{435.82 \text{ nm}} \times 100\% = 0.002\%$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{入蓝} = (435.82 \pm 0.01) \text{ nm} \\ E_{\text{入}} = 0.002\% \end{array} \right.$$

七、实验分析

- ① 实验中一定要注意各螺旋钮的功能，注意调节顺序。
- ② 在观察光栅衍射时出现了狭缝过宽的现象，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. 狹缝过宽会造成误差偏大，降低实验准确度。~~再用~~
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，它为不连续的并且处处在平行光管的两边出现，另外还可以条件狭缝的宽度以保证实验精度。

## 河北工业大学

## 实验报告

课程 光栅衍射



班级 附件 201 姓名 赵晓彤 组别 14 组 同组人 日期 9月9日 - 时段

## 实验

游标读数	游标位置	游标读数		$\phi_{左}-\phi_{右}$ 或 $\phi_{右}-\phi_{左}$	$\phi$
		升级位数+1	一级位数-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'	

299①