

座位号: 7

# 实验报告

课程名称: 物理实验B 实验名称: 光栅光谱 实验日期: 2024 年 11 月 14 日  
 班级: 63012318 教学班级: 07162301 学号: 1120232555 姓名: 吴佳宁

## 一、实验目的

1. 观察光栅的衍射现象, 了解光栅衍射主要特性,
2. 测定光栅常数、光波波长和光栅色散率,

## 二、实验仪器

分光计、汞灯、双面反射镜、光栅。

## 三、实验原理

本实验用复制的平面透射光栅, 透光狭缝宽度为  $a$ , 相邻狭缝间不透光宽  $b$ ,  $d = a + b$  为光栅常量。若在栅面上每  $\text{mm}$  刻 1000 条光缝, 则  $d = 0.001 \text{ mm}$ 。

光栅光谱指复色光经光栅衍射后, 按波长长短依次排列的图案, 装置如图1所示。

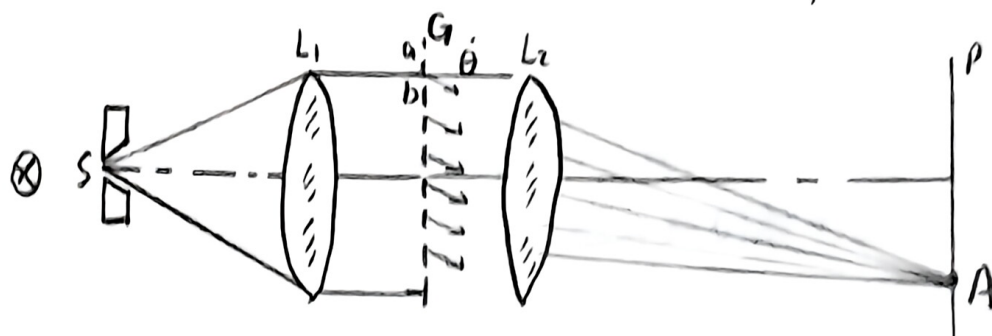


图1

衍射角的大小由光栅方程  $d \sin \theta = \pm k \lambda$  ( $k = 0, 1, 2, \dots$ ) (1) 所决定。  $k$  为主极大级次, 也称光谱级次。  $\lambda$  为入射光波长。

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

光栅对波长  $\lambda$  和  $\lambda + \Delta\lambda$  两条谱线的衍射角之差与两条谱线波长差的比值, 称为角色散率  $D = \frac{d\theta}{d\lambda}$  (2)

将(1)式微分代入(2)式中, 得  $D = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos\theta}$  (3).

由(3)可知: ①  $D$  与  $d$  成反比

②  $D$  与  $k$  成正比

③ 在靠近光栅平透面法线附近的角范围内,  $\cos\theta \approx 1$ .  $D \approx \frac{k}{d}$  (4)

## 四、实验内容

### 1. 分光计调整

#### (1) 粗调

#### (2) 调节望远镜

##### ① 调目镜焦距

##### ② 调物镜焦距

##### ③ 粗调望远镜仰角、载物台倾角

##### ④ 聚焦于无穷远

##### ⑤ 调载物台与分光计主轴垂直

#### (3) 调载物台与分光计主轴垂直

#### (4) 调节平行光管

#### (5) 调整读数装置.

### 2. 光栅位置调整.

使光栅平面与平行光管的光轴垂直  
光栅刻线与分光计光轴平行.

### 3. 测量二级衍射各谱线衍射角

向左转动望远镜, 使竖直叉丝对准二级衍射中绿谱线, 记下两游标读数  $\theta_{L1}, \theta_{R1}$ ; 对称侧重复操作, 记下  $\theta_{L2}, \theta_{R2}$ , 填入表1。重复3次。

用同样方法, 对蓝、黄谱线进行测量。

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



原始数据

实验报告

吴

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

望远镜位置1观测

望远镜位置2观测

		主游标 $\theta_{1L}$	右游标 $\theta_{1R}$	主游标 $\theta_{2L}$	右游标 $\theta_{2R}$
	1	112°3'	292°9'	71°24'	251°31'
黄(I)	2	112°0'	292°6'	71°21'	251°28'
	3	111°59'	292°5'	71°23'	251°30'
	1	111°59'	292°6'	71°31'	251°37'
黄(II)	2	111°57'	292°4'	71°30'	251°36'
	3	111°53'	292°0'	71°28'	251°34'
	1	110°53'	290°59'	72°35'	252°42'
绿	2	110°46'	290°52'	72°36'	252°43'
	3	110°47'	290°53'	72°39'	252°46'
	1	106°50'	286°57'	76°32'	256°40'
蓝	2	106°50'	286°57'	76°35'	256°43'
	3	106°51'	286°58'	76°32'	256°40'

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_





数据处理

# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

1. 根据已知汞灯绿光  $\lambda = 546.1 \text{ nm}$ , 计算光栅常量  $d$ ,

$$\bar{\theta}_L = \frac{1}{3} \times (110^\circ 53' + 110^\circ 46' + 110^\circ 47') = 110^\circ 48' 40''$$

$$\bar{\theta}_{1R} = \frac{1}{3} \times (290^\circ 59' + 290^\circ 52' + 290^\circ 53') = 290^\circ 54' 40''$$

$$\bar{\theta}_{2L} = \frac{1}{3} \times (72^\circ 35' + 72^\circ 36' + 72^\circ 39') = 72^\circ 36' 40''$$

$$\bar{\theta}_{2R} = \frac{1}{3} \times (252^\circ 42' + 252^\circ 43' + 252^\circ 46') = 252^\circ 43' 40''$$

$$\theta = \frac{1}{4} [|\bar{\theta}_{2L} - \bar{\theta}_{1L}| + |\bar{\theta}_{2R} - \bar{\theta}_{1R}|] = 19.096^\circ$$

$$d = \frac{k\lambda}{\sin \theta_k} = \frac{2 \times 546.1 \text{ nm}}{\sin 19.096^\circ} = 3338.51 \text{ nm}$$

每毫米光栅刻数  $n = \frac{10^6}{d} = 300 \text{ 条}$

2. 根据得到的  $d$ , 计算汞灯黄(I)、黄(II)、蓝光波长, 计算相对误差。

① 黄(I)  $\lambda_{\text{黄I}} = 579.1 \text{ nm}$

$$\bar{\theta}_L = \frac{1}{3} \times (112^\circ 3' + 112^\circ 0' + 111^\circ 59') = 112^\circ 0' 40''$$

$$\bar{\theta}_{1R} = \frac{1}{3} \times (292^\circ 9' + 292^\circ 6' + 292^\circ 5') = 292^\circ 6' 40''$$

$$\bar{\theta}_{2L} = \frac{1}{3} \times (71^\circ 24' + 71^\circ 21' + 71^\circ 23') = 71^\circ 22' 40''$$

$$\bar{\theta}_{2R} = \frac{1}{3} \times (251^\circ 31' + 251^\circ 28' + 251^\circ 30') = 251^\circ 29' 40''$$

$$\theta = \frac{1}{4} [|\bar{\theta}_{2L} - \bar{\theta}_{1L}| + |\bar{\theta}_{2R} - \bar{\theta}_{1R}|] = 20.3125^\circ$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{2} = 579.5 \text{ nm}$$

$$\text{相对误差 } E = \frac{|\lambda - \lambda_0|}{\lambda_0} = \frac{|579.5 - 579.1|}{579.1} = 0.07\%$$

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

② 黄(Ⅴ).  $\lambda_{\text{黄Ⅴ}} = 577.0 \text{ nm}$ .

$$\bar{\theta}_{1L} = \frac{1}{3} \times (111^\circ 51' + 111^\circ 53' + 111^\circ 59') = 111^\circ 56' 20''$$

$$\bar{\theta}_{1R} = \frac{1}{3} \times (292^\circ 6' + 292^\circ 4' + 292^\circ 0') = 292^\circ 3' 20''$$

$$\bar{\theta}_{2L} = \frac{1}{3} \times (71^\circ 31' + 71^\circ 30' + 71^\circ 28') = 71^\circ 29' 40''$$

$$\bar{\theta}_{2R} = \frac{1}{3} \times (251^\circ 37' + 251^\circ 36' + 251^\circ 34') = 251^\circ 35' 40''$$

$$\theta = \frac{1}{4} [|\bar{\theta}_{2L} - \bar{\theta}_{1L}| + |\bar{\theta}_{2R} - \bar{\theta}_{1R}|] = 20.2264^\circ.$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{2} = 577.1 \text{ nm} \quad \text{相对误差 } E = \frac{|\lambda - \lambda_0|}{\lambda_0} = 0.02\%.$$

③ 蓝.  $\lambda_{\text{蓝}} = 435.8 \text{ nm}$ .

$$\bar{\theta}_{1L} = \frac{1}{3} \times (106^\circ 50' + 106^\circ 50' + 106^\circ 51') = 106^\circ 50' 20''$$

$$\bar{\theta}_{1R} = \frac{1}{3} \times (286^\circ 57' + 286^\circ 57' + 286^\circ 58') = 286^\circ 57' 20''$$

$$\bar{\theta}_{2L} = \frac{1}{3} \times (76^\circ 32' + 76^\circ 35' + 76^\circ 32') = 76^\circ 33' 0''$$

$$\bar{\theta}_{2R} = \frac{1}{3} \times (256^\circ 40' + 256^\circ 43' + 256^\circ 40') = 256^\circ 41' 0''$$

$$\theta = \frac{1}{4} [|\bar{\theta}_{2L} - \bar{\theta}_{1L}| + |\bar{\theta}_{2R} - \bar{\theta}_{1R}|] = 15.1403^\circ.$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{2} = 436.0 \text{ nm}. \quad E = \frac{|\lambda - \lambda_0|}{\lambda_0} = 0.05\%.$$

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日  
班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

3. 用黄(I)、黄(II)  $\theta$  测量数据, 计算光栅二级衍射角色散率.

$$\Delta\theta = 2\pi \times \frac{|20.3125 - 20.2264|}{360} = 1.503 \times 10^{-3} \text{ rad},$$

$$\Delta\lambda = 579.5 - 577.1 = 2.4 \text{ nm}.$$

$$D = \frac{\Delta\theta}{\Delta\lambda} = 6.26 \times 10^{-4} \text{ rad/nm}.$$

## 思考题

1. 光栅光谱和三棱镜谱有什么不同? 为什么有这些不同?

答: ① 不同: 光栅可产生多级谱线, 且分光后各色光不连续, 从主极大向两侧光强渐弱。而三棱镜只有一级谱线, 且各色光连续、光强分布基本不变。

② 原因: 二者的分光原理不同。光栅是根据不同色光的波长差异, 通过光栅后产生不同的光程差, 从而分光。

三棱镜是利用不同频率光波在同一介质中折射率不同, 产生不同折射角, 从而分光。

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088



# 实验报告

课程名称: \_\_\_\_\_ 实验名称: \_\_\_\_\_ 实验日期: \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 \_\_\_\_\_ 日

班 级: \_\_\_\_\_ 教学班级: \_\_\_\_\_ 学 号: \_\_\_\_\_ 姓 名: \_\_\_\_\_

2. 观察第三级衍射中黄色谱线旁是否有不同颜色谱线? 为什么会出现?  
是什么颜色? 波长多少?

答: 可以看到蓝色谱线。因为不同颜色的光波长不同, 衍射角不同, 黄色谱线的3级主极大与蓝色谱线的4级主极大衍射角相近, 故二者虽不属于同一级次, 但是在光谱上位置相近。

波长为先前数据处理中计算的 $436.0\text{nm}$ , 准确值为 $435.8\text{nm}$ 。

联系方式: \_\_\_\_\_

指导教师签字: \_\_\_\_\_

北京理工大学良乡校区管理处监制 电话: 81382088

