

实验报告

序号: 15 王冲
日期: 2023 年 10 月 22 日
时间: 下午 晚上

课程名称: _____ 实验名称: 分光计测光栅常数
班级: _____ 教学班级: _____ 学号: _____ 姓名: _____ 15号

一. 实验目的

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

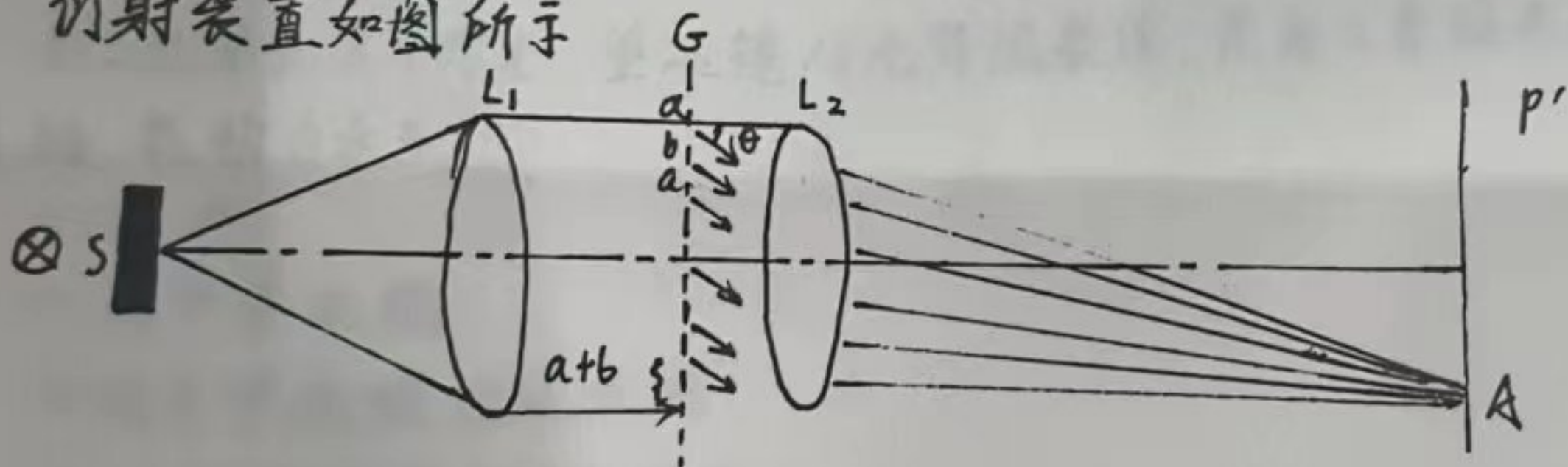
二. 实验仪器

分光计, 汞灯, 双面反射镜, 光栅

三. 实验原理

若透光狭缝的宽度为 a , 相邻狭缝间不透光部分的宽度为 b , $a+b=d$, 称 d 为光栅常数量。若在栅面上每毫米刻划 1000 条光缝, 则 $d=0.001\text{mm}$

衍射装置如图所示

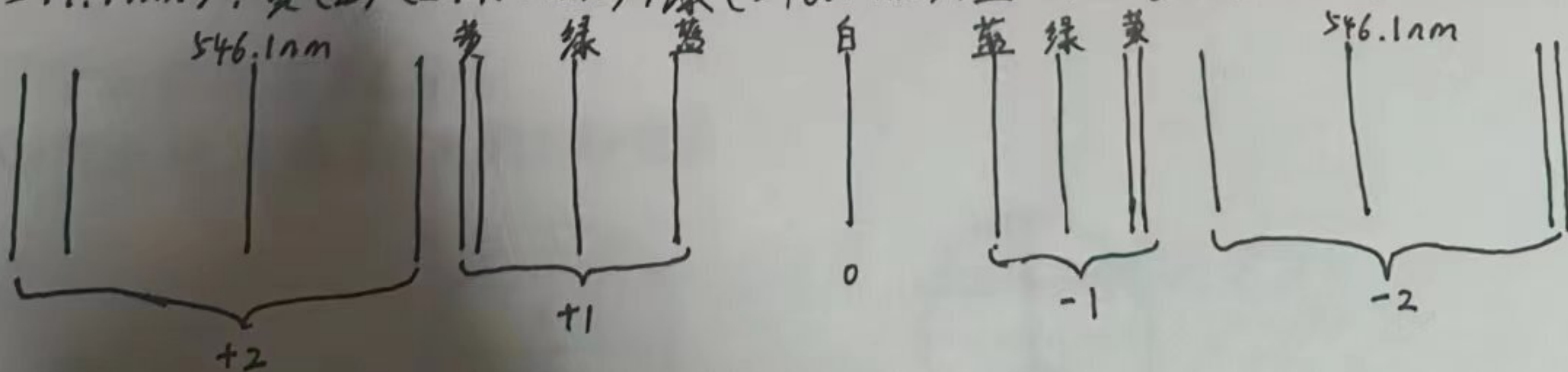


L_1, L_2 是凸透镜, S 是被光源照亮的狭缝, G 是光栅, P 是接受屏。 S 位于 L_1 的物方焦面上, 复色光通过 L_1 后成为一束平行光, 垂直入射到 G 平面

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

式中 k 为主级大的级次, λ 为入射光波长

本实验所用光源为低压汞灯, 其光栅光谱中比较强的谱线有 4 条, 分别为黄(I) (579.1nm), 黄(II) (577.0nm), 绿 (546.1nm), 蓝 (435.8nm)。如图所示



指导教师签字: _____

联系方式: _____

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 λ 和 $\lambda + \Delta\lambda$ 两条谱线的衍射角之差与这两条谱线波长差的比值称为角色散率 $D = \frac{\Delta\theta}{\Delta\lambda}$ ，角色散率描述了光栅将不同波长分开能力的大小， $D = \frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{k}{d \cos\theta}$

由此可知：

(1) 光栅的角色散率与光栅常数 d 成反比，

(2) 光栅的角色散率与光谱级次 k 成正比

(3) 在靠近光栅平面法线附近的角范围内，衍射角 θ 很小， $\cos\theta \approx 1$ ， $D \approx \frac{k}{d}$

四、实验内容

1. 分光计的调整

平行光管发出平行光，望远镜对无穷远聚焦，并且二者的光轴都垂直于分光计的主轴，载物台水平。

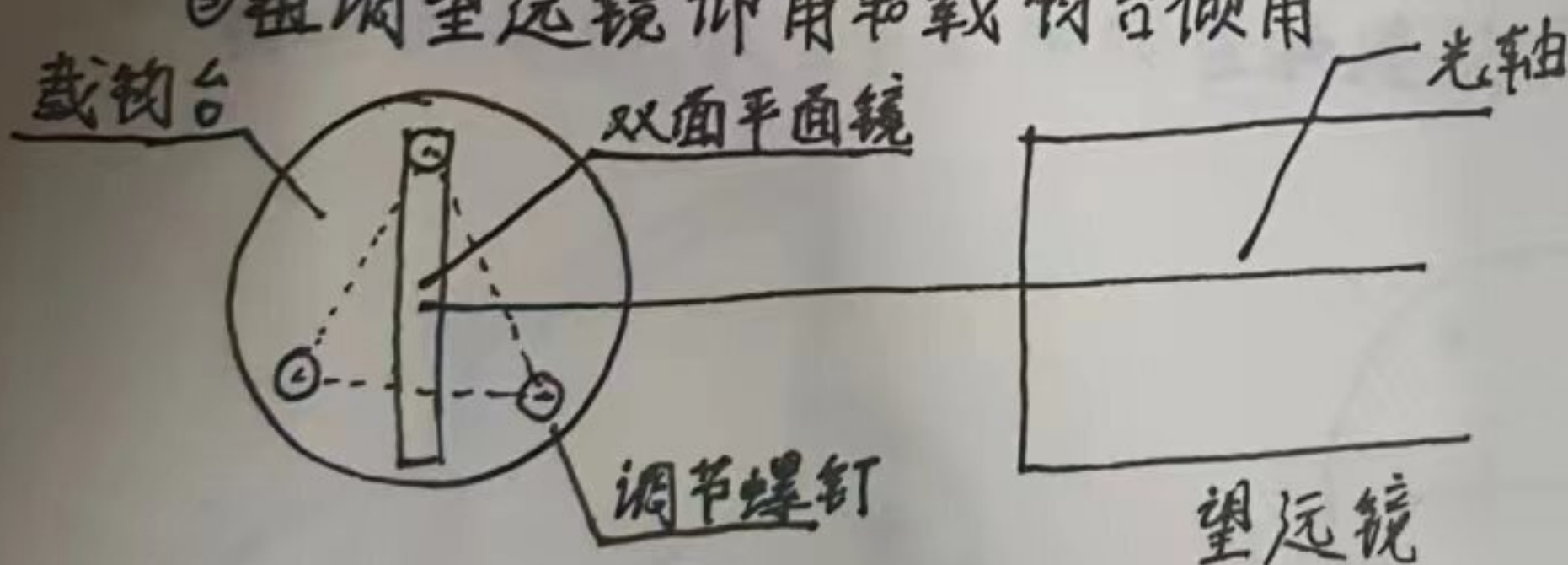
(1) 粗调

(2) 调节望远镜

① 调节望远镜目镜焦距

② 粗调望远镜物镜焦距

③ 粗调望远镜仰角和载物台倾角



④ 调节望远镜聚焦于无穷远

⑤ 调节望远镜光轴与分光计主轴垂直



指导教师签字: _____

联系方式: _____

实验报告

课程名称: _____

班级: _____

实验名称: _____

教学班级: _____

实验日期: _____

年

月

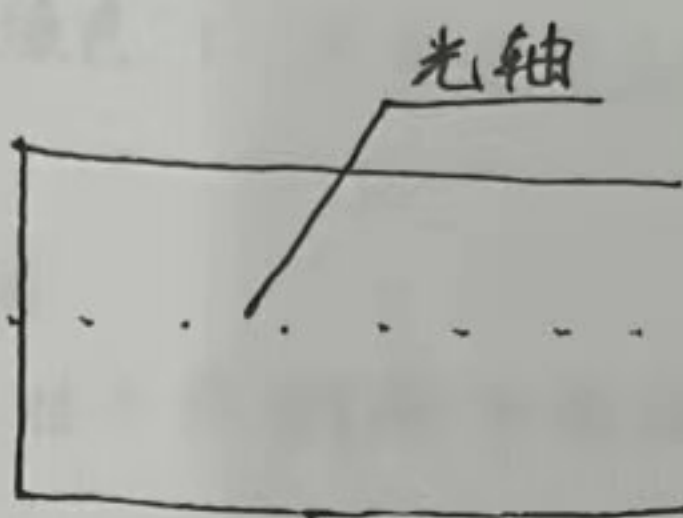
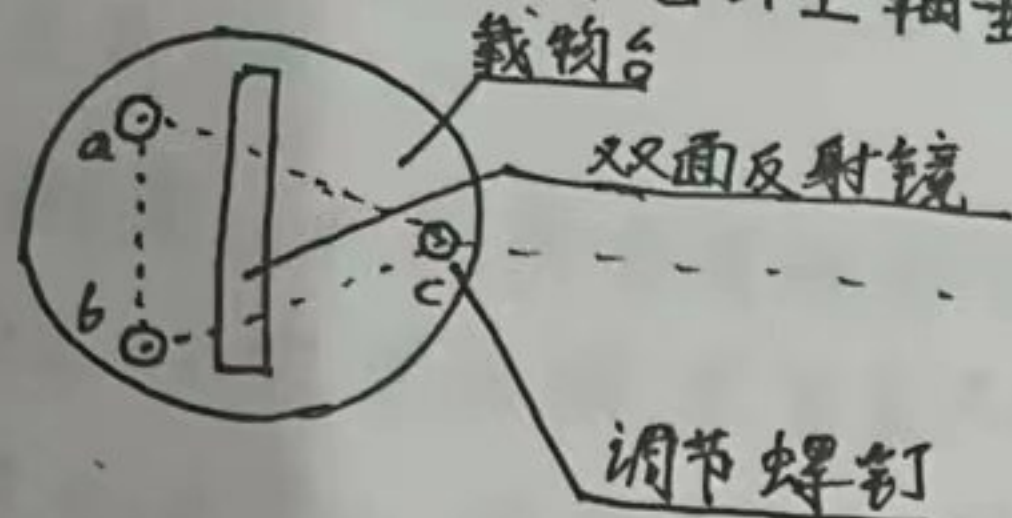
日

学号: _____

姓

名: _____

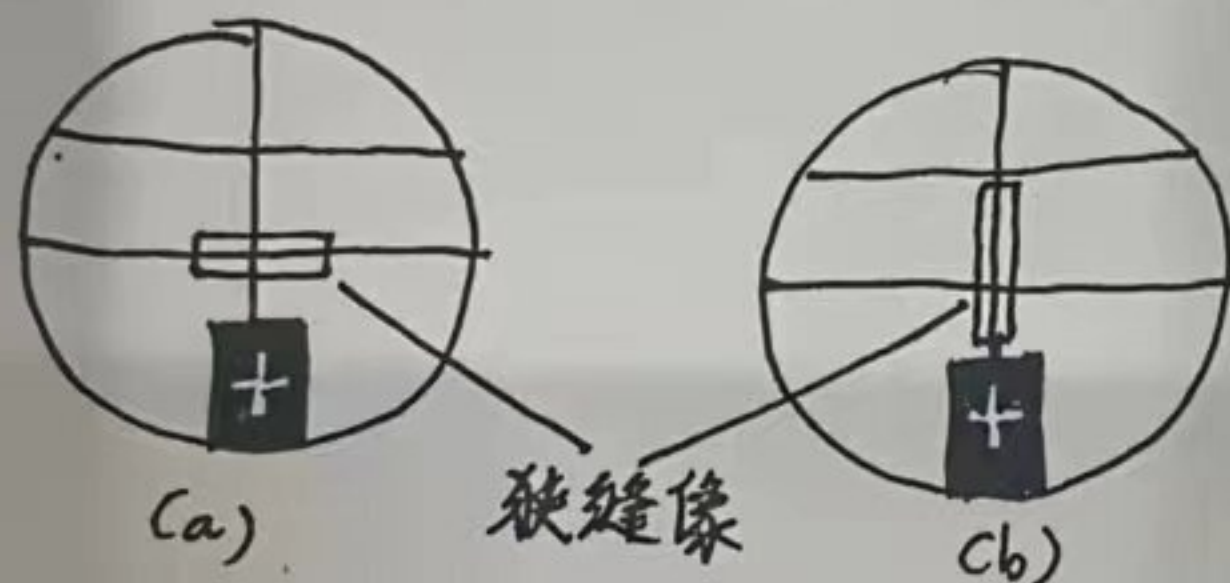
(3) 调节载物台与分光计主轴垂直



(4) 调节平行光管

① 调节平行光管发出平行光

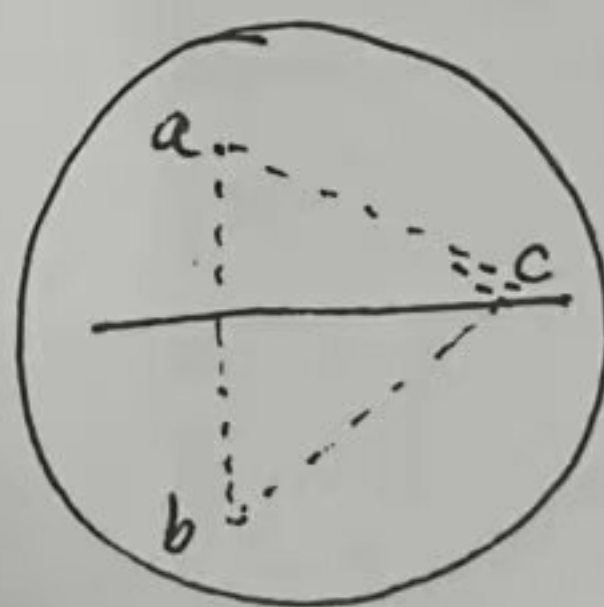
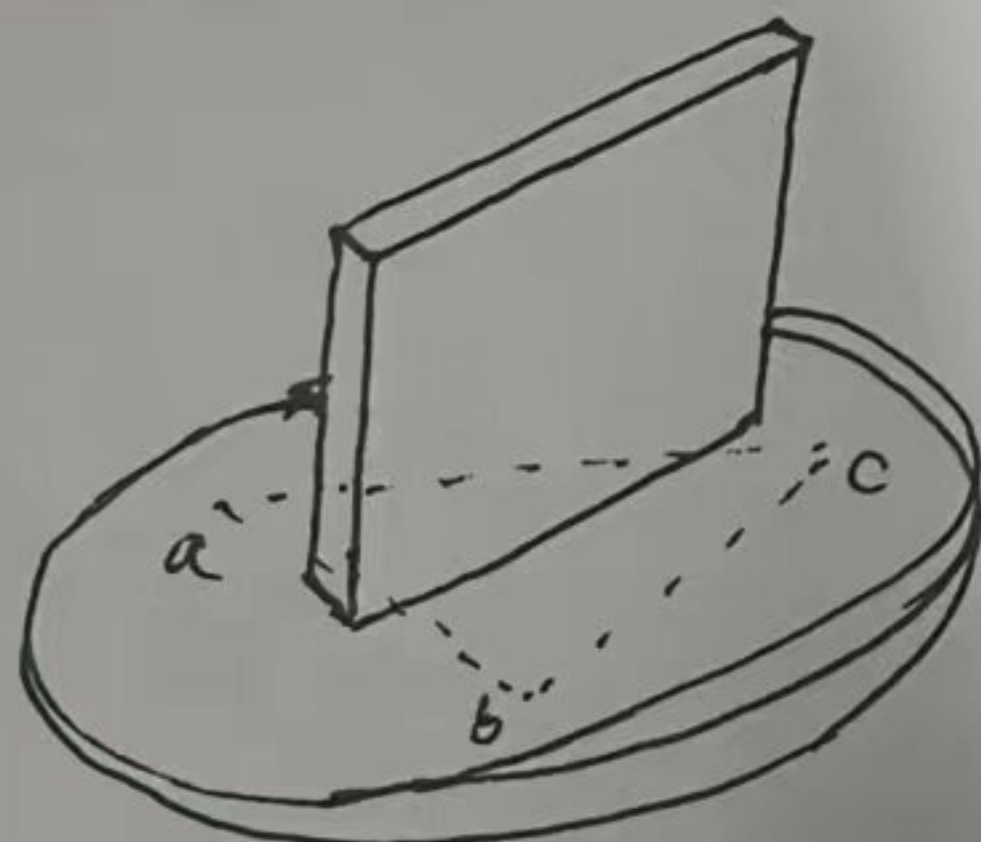
② 调节平行光管光轴与分光计主轴垂直



(5) 调整读数装置

2. 光栅位置的调整

(1) 转动望远镜, 使竖直叉丝对准狭缝的像, 然后固定望远镜的位置



(2) 松开望远镜制动螺丝, 向左右转动望远镜, 调节载物台的螺丝 c, 直至各条谱线基本在同一高度。

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: _____

(3) 将望远镜对准平行光管, 观察绿色“十”字是否与上方叉丝重合, 若不重合, 则重复 (1), (2)

3. 测量二级衍射各谱线的衍射角

向左转动望远镜, 使竖直叉丝对准二级衍射中的绿色谱线, 记下两游标读数 θ_{1L} 和 θ_{1R} , 再向右转动望远镜, 使竖直叉丝对准另一侧二级衍射中的绿色谱线, 记下两游标读数 θ_{2L} 和 θ_{2R} .

指导教师签字: _____

联系方式: _____

实验报告

序号: 15 王华
时间: 年 10 月 22 日
下午 晚上

课程名称: _____

班级: _____

实验名称: _____

教学班级: _____

实验日期: _____

年

月

日

学号: _____

姓

名: _____

位置 1 观测

左游标 θ_{1L}

右游标 θ_{1R}

黄(I)

1

$110^{\circ}20'$

$290^{\circ}20'$

2

$110^{\circ}15'$

$290^{\circ}13'$

3

$110^{\circ}25'$

$290^{\circ}20'$

黄(II)

1

$110^{\circ}10'$

$290^{\circ}13'$

2

$110^{\circ}13'$

$290^{\circ}10'$

3

$110^{\circ}23'$

$290^{\circ}18'$

绿

1

$109^{\circ}23'$

$289^{\circ}20'$

2

$109^{\circ}21'$

$289^{\circ}19'$

3

$109^{\circ}9'$

$289^{\circ}6'$

蓝

1

$105^{\circ}5'$

$285^{\circ}3'$

2

$105^{\circ}24'$

$285^{\circ}20'$

3

$105^{\circ}4'$

$285^{\circ}2'$

位置 2 观测

左游标 θ_{2L}

右游标 θ_{2R}

$69.5^{\circ}24'$

$249.5^{\circ}19'$

$69.5^{\circ}19'$

$249.5^{\circ}18'$

$69.5^{\circ}25'$

$249.5^{\circ}24'$

$69.5^{\circ}24'$

$249.5^{\circ}22'$

$69.5^{\circ}23'$

$249.5^{\circ}20'$

$69.5^{\circ}28'$

$249.5^{\circ}26'$

$70.5^{\circ}19'$

$250.5^{\circ}16'$

$70.5^{\circ}16'$

$250.5^{\circ}15'$

$70.5^{\circ}17'$

$250.5^{\circ}16'$

$74.5^{\circ}12'$

$254.5^{\circ}11'$

$74.5^{\circ}15'$

$254.5^{\circ}14'$

$74.5^{\circ}16'$

$254.5^{\circ}13'$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

实验报告

课程名称: _____

班级: _____

实验名称: _____

实验日期: _____

年 _____ 月 _____

教学班级: _____

学号: _____

姓名: _____

1. 绿光

$$\theta_1 = \frac{1}{4} [170.5^\circ 19' - 109^\circ 23' + |250.5^\circ 16' - 289^\circ 20'|] = 19.5^\circ 2'$$

$$\theta_2 = \frac{1}{4} [170.5^\circ 16' - 109^\circ 24' + |250.5^\circ 15' - 289^\circ 19'|] = 19.5^\circ 22.5'$$

$$\theta_3 = \frac{1}{4} [170.5^\circ 17' - 109^\circ 9' + |250.5^\circ 16' - 289^\circ 6'|] = 19.5^\circ 3'$$

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}{3} = \frac{19.5^\circ 2' + 19.5^\circ 22.5' + 19.5^\circ 3'}{3} = 19.0^\circ 22.5'$$

$$d \sin \bar{\theta} = 2\lambda \quad \lambda = 546.1 \text{ nm}$$

$$d = 3.3 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$n = \frac{1}{d} \approx 300 \text{ 条}$$

光栅为每毫米300条刻线的光栅

2.

黄I

$$\theta_1 = \frac{1}{4} [169.5^\circ 20' - 110^\circ 20' + |249.5^\circ 19' - 290^\circ 20'|] = 20^\circ 18.75'$$

$$\theta_2 = \frac{1}{4} [169.5^\circ 19' - 110^\circ 15' + |249.5^\circ 18' - 290^\circ 13'|] = 20^\circ 12.75'$$

$$\theta_3 = \frac{1}{4} [169.5^\circ 25' - 110^\circ 25' + |249.5^\circ 24' - 290^\circ 20'|] = 20^\circ 14'$$

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}{3} = 20^\circ 15.2'$$

$$d \sin \bar{\theta} = 2\lambda \quad d = 3.3 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda = 571.2 \text{ nm}$$

$$\text{误差} = \delta = \left| \frac{571.2 - 579.1}{579.1} \right| \times 100\% = 1.3\%$$

实验报告

课程名称: _____

班级: _____

实验名称: _____

教学班级: _____

实验日期: _____

年 _____

月 _____

日 _____

学号: _____

姓名: _____

黄II

$$\theta_1 = \frac{1}{4} [169.5^\circ 24' - 110^\circ 10' + |249.5^\circ 22' - 290^\circ 13'|] = 20^\circ 5'$$

$$\theta_2 = \frac{1}{4} [169.5^\circ 23' - 110^\circ 13' + |249.5^\circ 20' - 290^\circ 10'|] = 20^\circ 6.25'$$

$$\theta_3 = \frac{1}{4} [169.5^\circ 28' - 110^\circ 23' + |249.5^\circ 26' - 290^\circ 18'|] = 20^\circ 8'$$

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}{3} = 20^\circ 6.42'$$

$$d \sin \bar{\theta} = 2\lambda$$

$$\lambda = 567.2 \text{ nm}$$

$$\delta = \left| \frac{567.2 - 570.0}{570.0} \right| \times 100\% = \cancel{0.5\%} 0.49\%$$

蓝光:

$$\theta_1 = \frac{1}{4} [174.5^\circ 12' - 105^\circ 5' + |254.5^\circ 11' - 285^\circ 3'|] = 15^\circ 7.5'$$

$$\theta_2 = \frac{1}{4} [174.5^\circ 15' - 105^\circ 24' + |254.5^\circ 14' - 285^\circ 20'|] = 15^\circ 15'$$

$$\theta_3 = \frac{1}{4} [174.5^\circ 16' - 105^\circ 4' + |254.5^\circ 13' - 285^\circ 2'|] = 15^\circ 5.5'$$

$$\bar{\theta} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \theta_3}{3} = 15^\circ 9.3'$$

$$d \sin \bar{\theta} = 2\lambda$$

$$\lambda = 431.4 \text{ nm}$$

$$\delta = \left| \frac{431.4 - 435.8}{435.8} \right| \times 100\% = 1.0\%$$

$$\therefore \lambda_{\text{黄I}} = 571.2 \text{ nm}, \quad \delta_{\text{黄I}} = 1.3\%$$

$$\lambda_{\text{黄II}} = 567.2 \text{ nm}, \quad \delta_{\text{黄II}} = 0.49\%$$

$$\lambda_{\text{蓝}} = 431.4 \text{ nm}, \quad \delta_{\text{蓝}} = 1.0\%$$

联系方式: _____

指导教师签字: _____

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.

$$D = \frac{\Delta\theta}{\Delta\lambda} = \frac{\bar{\theta}_1 - \bar{\theta}_2}{\Delta\lambda} = 0.034 (\%/nm)$$

思考题: 1. ①分光原理不同, 光谱图样不同, 光栅光谱更精细, 分辨率更高
②光栅光谱是光通过光栅衍射形成的, 其特点是光谱宽度一样, 间距均等, 棱镜光谱是光通过透镜折射形成的

2. ①可以发现

②因为光栅的第三级谱线与第四级谱线重叠

③是蓝光

④波长为 $431.4 nm$ (理论值 $435.8 nm$)

指导教师签字: _____

联系方式: _____