

《基础物理实验》实验报告

实验名称 分光计实验 指导教师 张海龙
姓 名 陈苏 学号 2022K8009906009 组号 01-1 号 (例: 01-1)
实验日期 2023 年 10 月 09 日 实验地点 教学楼 716 调课/补课 ☐ 是 成绩评定 _____

一. 实验内容与实验记录

使用实验设备为: JJY-1'型分光计, 平面反射镜, 三棱镜, 低压钠灯, 衍射光栅。

1. 调整分光计

1.1 望远镜的调焦

- (1) 将平面反射镜放在载物台的中央上, 其反射面正对望远镜物镜, 且与望远镜光轴大致垂直。
- (2) 调节载物台的调平螺钉, 并转动载物台, 此时从目镜中观察到一绿十字。前后移动目镜使绿十字成清晰像, 然后调节载物台的调平螺钉, 使得绿十字与分划板上方十字叉丝重合。此时望远镜聚焦于无穷远。

1.2 调整望远镜的光轴垂直旋转主轴

- (1) 调整望远镜光轴上下位置调节螺钉, 使绿十字与分划板上方十字叉丝重合。
- (2) 把游标盘连同载物台旋转 180° 。观察到绿十字出现与十字叉丝有垂直方向的位移。调节载物台调平螺钉, 使这个位移减少一半。调整望远镜光轴上下位置调节螺钉, 使绿十字与十字叉丝再次重合。
- (3) 把游标盘连同载物台再转过 180° , 检查绿十字与十字叉丝是否重合。重复 (2) 直到转动前后绿十字与十字叉丝始终重合。

1.3 将分划板十字线调成水平和垂直

当载物台相对于望远镜旋转时, 观察绿十字移动是否平行于分划板的水平刻线。如果不平行, 转动目镜, 使绿十字移动是否平行于分划板的水平刻线, 然后重新旋紧目镜锁紧螺钉。

1.4 平行光管的调焦

- (1) 打开狭缝, 并用漫射光照明。
- (2) 将望远镜管正对平行光管, 调节望远镜微调机构和平行光管上下位置调节螺钉, 使狭缝位于视场中心。前后移动狭缝机构, 使得观察到狭缝的清晰像。此时平行光管聚焦于无穷远。
- (3) 旋转狭缝机构, 使狭缝与目镜分划板的垂直刻线平行, 然后将狭缝装置锁紧螺钉旋紧。

2. 用最小偏向角法测量棱镜的折射率

2.1 实验原理

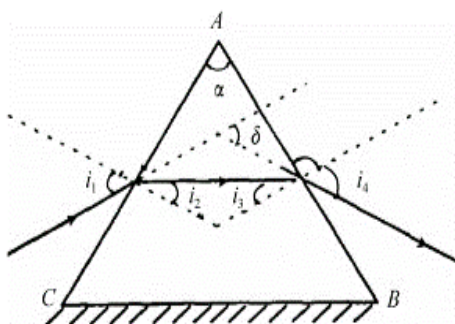


图 1 最小偏向角法原理图

如图 1, 三棱镜的顶角 $A = 60^\circ$ 。光线从 AC 面以入射角 i_1 入射, 经两次折射后从另一面以出射角 i_4 射出。记光线传播方向总变化角为 $\delta = (i_1 - i_2) + (i_4 - i_3)$ 。当 $i_1 = i_4$ 或 $i_2 = i_3$ 时, δ 取得最小值 δ_m , 称为最小偏向角。此时由斯涅尔定律

$$\sin i_1 = n \sin i_2$$

代入 $i_1 = (A + \delta_m)/2$ 和 $i_2 = \delta_m/2$ 得

$$n = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{\delta_m}{2}}$$

2.2 实验步骤

(1) 将被测棱镜放上载物台，调节载物台的调平螺钉，使得望远镜对准AC面和AB面时绿十字与十字叉丝重合。此时棱镜两面都垂直于望远镜光轴。

(2) 将望远镜对准AC面，使亮十字与十字线完全重合，记下两个游标读数 α_1, β_1 。将望远镜对准AB面，使亮十字与十字线完全重合，记下两个游标读数 α_2, β_2 。由此计算三棱镜的顶角

$$A = 180^\circ - \left| \frac{(\alpha_1 - \alpha_2) + (\beta_1 - \beta_2)}{2} \right|$$

(3) 用钠灯照明狭缝，此时从平行光管发出的平行光束经过棱镜的折射偏折。

(4) 转动望远镜，找到平行光管的狭缝像。慢慢转动载物台，刚开始时，从望远镜看到的狭缝像沿某一方向移动；当看到的狭缝像刚刚开始反向移动时，此时的棱镜位置就对应于最小偏向角。将十字叉丝对准狭缝像，记下两个游标读数 α_3, β_3 。

(5) 取下棱镜，转动望远镜，使得十字叉丝对准狭缝像，记下两个游标读数 α_4, β_4 。

(6) 由此计算棱镜的最小偏向角

$$\delta_m = \left| \frac{(\alpha_3 - \alpha_4) + (\beta_3 - \beta_4)}{2} \right|$$

从而得到棱镜的折射率

$$n = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{\delta_m}{2}}$$

2.3 实验数据及处理

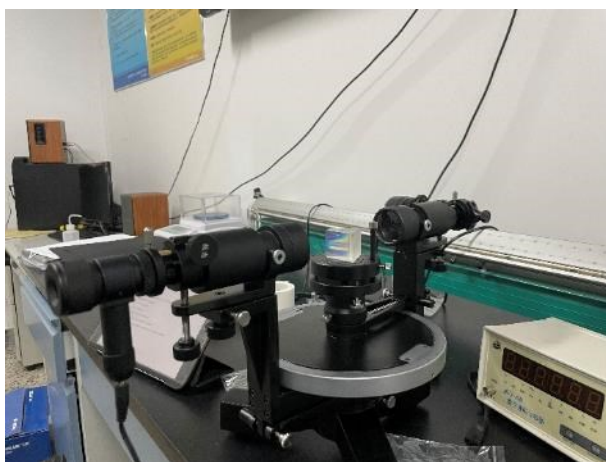


图3 测量棱镜的折射率装置图

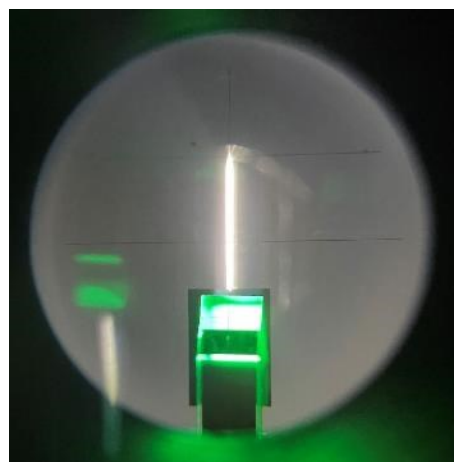


图4 望远镜看到的狭缝像

3. 光栅衍射

3.1 实验原理

当一束波长为 λ 的单色平行光垂直照射在光栅上时，出射光线由于光栅刻线的遮挡，在后方产生相位差，从而形成衍射条纹。衍射峰处不同光线的振动相互干涉增强。设光栅常数为 d ，中心处为零级衍射峰，则第 n 级衍射峰的角度 φ_n 在此处键入公式。为

$$d \sin \varphi_n = n\lambda$$

由此可以通过测量光栅的衍射角得到光栅常数。

3.2 实验步骤

(1) 将光栅放上载物台，调节载物台的调平螺钉，使得望远镜对准光栅平面时绿十字与十字叉丝重合。

- (2) 用钠灯照明狭缝，将望远镜对准光栅平面，使亮十字，十字线与狭缝像完全重合，记下两个游标读数 α_0, β_0 。
- (3) 旋转望远镜，对准第一级衍射峰，记下两个游标读数 α_1, β_1 。再旋转望远镜，对准第二级衍射峰，记下两个游标读数 α_2, β_2 。
- (4) 由此可以计算光栅常数 d ，即

$$d = \frac{\lambda}{\sin \frac{(\alpha_0 - \alpha_1) + (\beta_0 - \beta_1)}{2}}$$

或

$$d = \frac{2\lambda}{\sin \frac{(\alpha_0 - \alpha_2) + (\beta_0 - \beta_2)}{2}}$$

3.3 实验数据及处理

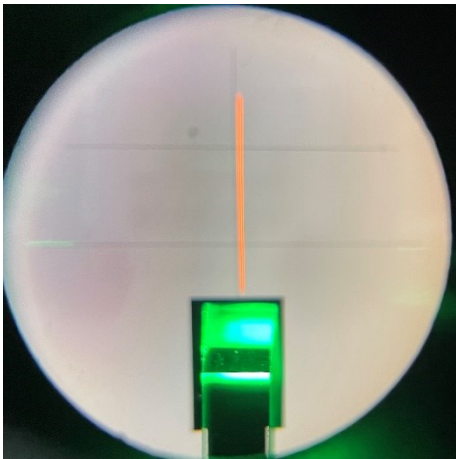


图 5 望远镜观察的光栅衍射条纹

表 1 光栅衍射测量数据表

	α	β	d/mm
零级	$325^\circ 28'$	$145^\circ 33'$	
第一级	$305^\circ 26'$	$125^\circ 31'$	1.720×10^{-3}
第二级	$281^\circ 58'$	$102^\circ 2'$	1.712×10^{-3}

二. 实验思考与心得

这次实验学习了分光计的基本的使用调整方法，了解了光栅衍射和最小偏向角法的原理和实验思路。同时，加深了对光波动性的理解。光栅衍射的测量误差较大，可能是来自于仪器的零差，也可能是光栅摆放位置的失误。