

物理实验报告



南方科技大学
SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

学号：12311004 姓名：刘达洲 日期：2025.3.14 时间：周五下午

1 实验名称：分光计的调整与使用

2 实验目的

分光计是精确测定光线偏转角的仪器，也称测角仪，是光学实验中的基本仪器之一，在光学基本物理量的测量中有广泛的应用意义。本实验的目的，是训练分光计的调整技术和技巧，并用它来测量三棱镜的顶角和最小偏向角（选做）。

3 实验仪器

分光计，双面反射镜，三棱镜

4 实验原理

- 记下游标 1 的读数 θ_1 和游标 2 的读数 θ_2
- 转动游标盘，使 AB 面正对望远镜，记下游标 1 的读数 θ'_1 和游标 2 的读数 θ'_2
- 计算同一游标两次读数之差： $|\theta_1 - \theta'_1|$ 或 $|\theta_2 - \theta'_2|$
- 载物台转过的角度计算公式：

$$\Phi = \frac{1}{2} (|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|)$$

- Φ 为角 A 的补角，最终计算：

$$A = \pi - \Phi$$

5 实验内容

5.1 调整分光计

- 调整要求：
 - 望远镜接收平行光，平行光管发出平行光
 - 望远镜、平行光管光轴垂直仪器主轴
 - 平行光管与望远镜共轴

- 调整方法：

1. 目测粗调：

- 调节望远镜俯仰角和载物台调平螺钉
- 确保载物台三螺钉高度基本一致，台面大致水平
- 望远镜光轴基本垂直仪器主轴

2. 调整望远镜对平行光聚焦：

- 目镜调焦：旋转目镜调焦手轮使分划板刻线清晰
- 平行光聚焦：
 - (a) 放置双面平面镜于载物台
 - (b) 粗调望远镜与镜面垂直
 - (c) 观察镜面反射像，轴向移动目镜筒直至绿十字像清晰且无视差

3. 调整望远镜光轴垂直主轴：

- 平面镜旋转 180° 后采用各半调节法：
- 交替调节望远镜俯仰螺钉和载物台螺钉
- 使双面反射像均与分划板上十字线重合

4. 调整平行光管：

- 移除平面镜，望远镜对准平行光管
- 移动狭缝筒使狭缝像清晰（平行光标志）
- 旋转狭缝并调节俯仰角，使像与分划板横线重合

5.2 测三棱镜顶角 A

• 三棱镜调整：

- 棱镜放置于载物台（三顶角对应三螺钉）
- 调节载物台螺钉使 AC/AB 面反射像均位于上十字线
- 注意：不可调节望远镜俯仰螺钉

• 测量方法：

1. 转动游标盘使 AC 面正对望远镜，记录游标读数 θ_1, θ_2
2. 转动游标盘使 AB 面正对望远镜，记录读数 θ'_1, θ'_2
3. 计算顶角：

$$\Phi = \frac{1}{2} (|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|), \quad A = \pi - \Phi$$

6 实验数据与分析

6.1 顶角测量数据记录表

表 1: 三棱镜顶角测量数据表（单位：°）

测量次数	AB 面读数		AC 面读数	
	游标 1	游标	游标	游标
1	36°02'	216°20'	276°52'	96°22'
2	36°02'	216°20'	276°53'	96°21'
3	36°03'	216°20'	276°54'	96°24'

7 实验结论

在调整好分光计后，用自准值法测量顶角 A，根据实验原理中的公式，计算可得： $A = 59^\circ 58'$

8 误差分析

- 仪器误差：
 - 分光计刻度盘和游标盘的分度精度限制（仪器允差 $\pm 1'$ ）
 - 望远镜物镜焦距调节残留视差（轴向移动目镜筒不彻底）
- 调整误差：
 - 目镜调焦未完全消除视差（人眼移动时十字线与绿像相对位移 $\Delta\theta \sim 0.5'$ ）
 - 平面镜/三棱镜与载物台接触面存在微米级不平整（导致镜面法线偏差 $\delta \sim 1'$ ）
 - 各半调节法残留误差（每次调节保留 $\frac{1}{2}$ 偏差量的收敛极限）
- 读数误差：
 - 望远镜十字线对准绿像的视觉误差（ $\pm 0.2 \text{ mm}$ 对应 $\Delta\theta \approx 1'$ ）
 - 游标卡尺的估读误差（最小分度值 $1'$ ，实际可估读至 $0.5'$ ）

9 思考题

- 题目：已调好望远镜光轴垂直主轴，若将平面镜取下后，又放到载物台上（放的位置不同），发现两镜面又不垂直望远镜光轴了，这是为什么？是否说明望远镜还没调好？
- 现象解释：当平面镜重新放置后出现不垂直现象，主要源于：
 1. 载物台平面与仪器主轴的垂直度未被单独校准（仅依赖平面镜反推）
 2. 平面镜底面与载物台存在微观不平（接触点改变导致镜面法线偏移）
 3. 螺钉支撑点三角分布特性（不同位置接触时力学变形不同）
- 望远镜状态判断：此现象不说明望远镜未调好，因为：
 - 望远镜调节的基准是仪器主轴垂直性，与载物台位置无关
 - 平面镜位置改变后需要重新调节载物台螺钉（各半调节法仍适用）
 - 验证方法：将平面镜转回原位置应能恢复垂直状态
- 本质原因：分光计调节具有位置依赖性，其调整完成态包含：

$$\begin{cases} \text{望远镜光轴} \perp \text{主轴} \\ \text{载物台平面} \parallel \text{主轴} \end{cases}$$

当扰动载物台平面平行性时，需重新建立第二条件，但第一条件仍成立。