

# 浙江大学

## 物理实验报告

实验名称：示波器的调整和使用

实验桌号：

指导教师：

班级：cc98

姓名：Hydrofoil

学号：324010

实验日期：2025年10月29日星期四 上午

浙江大学物理实验教学中心

# 一、预习报告

## 1.1 实验综述

(自述实验现象、实验原理和实验方法, 不超过 500 字, 5 分)

### 反射法测量三棱镜棱角原理:

三棱镜中相邻两个光学平面之间的夹角称为棱角(顶角)。用一束平行光射到三棱镜的棱角(如右图所示), 光线 1 经 AB 面反射, 光线 2 经 AC 面反射, 两反射光线的夹角为  $\alpha$ , 两反射光线的夹角  $\alpha$  与棱角 A 的关系可由几何光学求得:

设两读数窗为 I 窗和 II 窗, 当望远镜在右边时, 读得两窗读数为:  $\angle_{右I}$  和  $\angle_{右II}$ ; 同理, 当望远镜在左边时, 读得两窗读数为:  $\angle_{左I}$  和  $\angle_{左II}$ 。则:  $\alpha_I = \angle_{右I} - \angle_{左I}$ ,  $\alpha_{II} = \angle_{右II} - \angle_{左II}$ 。为了消除仪器的偏心差, 取  $\varphi = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ , 故棱角  $\angle A$  的计算公式:  $\angle A = \frac{|\angle_{右I} - \angle_{左I}| + |\angle_{右II} - \angle_{左II}|}{4}$ 。

### 自准直法测量原理:

在载物平台上放一镜面垂直于望远镜光轴的平面反射镜, 调节亮十字与物镜之间的距离(即调焦)。如果亮十字恰好处于物镜的焦平面上, 那么亮十字上任意一点发出的光经物镜变为平行光, 此平行光由反射镜反射回来, 经物镜后所成亮十字像应准确地处在亮十字所在平面上。因此在调焦过程中, 只要在亮十字所在平面上看到反射回来的清晰亮十字像时, 望远镜已调焦至无穷远, 这种调焦方法称为自准直法, 光路如下图所示:

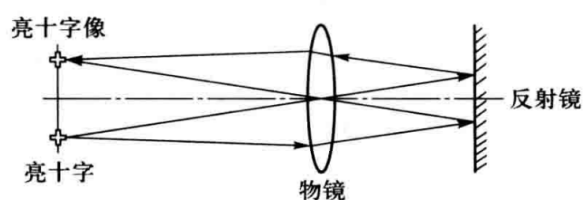


图 2: 调焦光路图

### 分光计的调整:

保证入射光线是平行光, 望远镜能接收平行光, 平行光管和望远镜的光轴与分光计中心轴垂直。

(1) **粗调:** 用目测法调节望远镜倾斜度调节螺钉, 使望远镜光轴基本与分光计中心轴垂直。

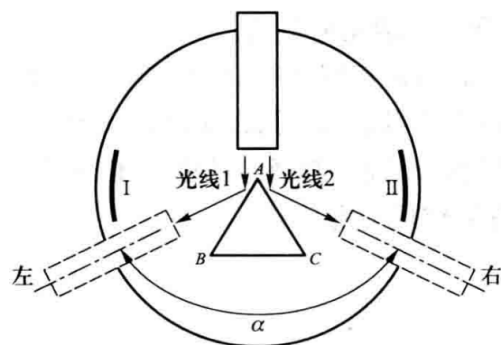


图 5-1-1

图 1: 分光计原理

## **(2) 望远镜调焦至无穷远：**

平面镜置于载物平台；

调节目镜直至看清“丰”形叉丝；

调节望远镜倾斜螺钉直至找到亮十字像为止；

调节调焦螺钉直至看见清晰亮十字，并使亮十字像与“丰”形叉丝上刻线重合。

## **(3) 调整望远镜光轴、载物平台面分别与分光计中心转轴垂直：**

调节载物台三只倾斜度调节螺钉中的两只，使反光镜两面反射的亮十字像重合于“丰”形叉丝的上刻线；

将反光镜置于与载物台某两脚连线平行的平台面直径上，调节第三只螺钉，使亮十字像与“丰”形叉丝上刻线重合。

## **(4) 调整平行光管光轴与分光计中心轴垂直。**

**测量三棱镜棱角：**

将三棱镜置于载物台，顶角对准平行光管的中心，且顶角应接近平台中心略偏上的位置，测量左右两反射光线的角位置，每次测量稍改变顶角接近平台中心的位置。

## **1.2 实验重点**

(简述本实验的学习重点，不超过 100 字，3 分)

1. 了解分光计的结构；
2. 学会正确的分光计调节和使用方法；
3. 利用分光计测量三棱镜的底角（顶角）。

## **1.3 实验难点**

(简述本实验的实现难点，不超过 100 字，2 分)

1. 若目测望远镜或载物平台明显不水平，在望远镜中将难以找到绿色十字像；
2. 实验时需要望远镜进行自准调焦，使得绿色十字像处于最清晰状态；
3. 实验过程中，望远镜和载物平台调整好后，它们的倾斜调节螺钉都不可再随意转动；
4. 三棱镜的顶角应接近平台中心偏上的位置，否则在望远镜中将难以看到反射光；

## **二、原始数据**

(将有老师签名的“自备数据记录草稿纸”的扫描或手机拍摄图粘贴在下方，20 分)

19<sup>0</sup>/<sub>3</sub>

实验次数	左		右		$\varphi_I =  \theta_{左I} - \theta_{右I} $	$\varphi_{II} =  \theta_{左II} - \theta_{右II} $	$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_I + \varphi_{II})$
	$\theta_{左I}$	$\theta_{左II}$	$\theta_{右I}$	$\theta_{右II}$			
1	319°16'	138°15'	199°32'	18°20'	119°44'	119°55'	119°50'
2	311°03'	131°59'	192°1'	12°2'	119°42'	119°57'	119°50'
3	296°48'	96°47'	177°3'	336°49'	119°45'	119°50'	119°52'
4	317°10'	137°26'	197°24'	17°30'	119°46'	119°56'	119°51'
5	253°48'	73°51'	133°51'	313°53'	119°57'	119°58'	119°58'
6	274°32'	94°29'	154°33'	334°43'	119°59'	119°46'	119°53'

图 3: 实验数据

### 三、结果与分析

#### 3.1 数据处理与结果

(列出数据表格、选择数据处理方法、给定测量或计算结果, 30 分)

表 1: 三棱镜测量数据

实验次数	左		右		$\varphi_I =  \theta_{左I} - \theta_{右I} $	$\varphi_{II} =  \theta_{左II} - \theta_{右II} $	$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_I + \varphi_{II})$
	$\Theta_{左I}$	$\Theta_{左II}$	$\Theta_{右I}$	$\Theta_{右II}$			
1	319°16'	138°15'	199°32'	18°20'	119°44'	119°55'	119°50'
2	311°43'	131°59'	192°1'	12°2'	119°42'	119°57'	119°50'
3	317°10'	137°26'	197°24'	17°30'	119°46'	119°56'	119°51'
4	296°48'	96°47'	177°3'	336°49'	119°45'	119°58'	119°52'
5	253°48'	73°51'	133°51'	313°53'	119°57'	119°58'	119°58'
6	274°32'	94°29'	154°33'	334°43'	119°59'	119°46'	119°53'

而  $\angle A = \frac{1}{2}\varphi$ , 得到下表:

表 2: 三棱镜测量数据

实验次数	$\angle A$
1	59°55'
2	59°55'
3	59°56'
4	59°56'
5	59°59'
6	59°57'

进一步可得:

$$\text{平均棱角: } \bar{A} = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 A_i = 59^\circ 56'$$

$$\text{不确定度计算: } U_A = \sqrt{\frac{1}{6 \times (6-1)} \sum_{i=1}^6 (\angle A_i - \bar{A})^2} = 1'$$

$$U_B = \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = 1'$$

$$\text{即: } u = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 1'$$

$$\angle A = 59^\circ 56' \pm 1'$$

由此,  $\angle A$  最终测量结果:  $\angle A = 59^\circ 56' \pm 1'$

### 3.2 误差分析

(运用测量误差、相对误差、不确定度等分析实验结果, 20 分)

#### (一) 系统误差

仪器老化、刻度不准等因素造成  $\Delta_{\text{仪}} = \pm 1'$ ; 同时, 环境温度引起仪器热胀冷缩, 进而影响测量结果。

(这些误差都较小, 本次实验测量结果较为准确, 不确定度仅为 1。)

#### (二) 偶然误差

1. 载物台难以完全调平, 反射光与目镜中竖直轴线存在一定的夹角, 导致光路出现一定偏差, 影响最终测量结果。
2. 反射光有时较弱, 与周围环境光线区分度不大, 使得其与竖直轴线对齐的操作难度增加, 产生误差。
3. 对刻度盘上的刻度进行读数时, 判断刻度线是否对齐存在主观性, 会有一定误差。
4. 在微调过程中, 绿色亮十字与刻度线对齐操作判断存在主观性, 难以完全对齐, 导致望远镜光轴、载物台平面不能与分光计中心轴完全垂直。

### 3.3 实验探讨

(对实验内容、现象和过程的小结, 不超过 100 字, 10 分)

本次实验学习了分光计的使用方法, 并对三棱镜的顶角进行了细致、较为精确的测量。实验原理简单明晰, 但实验操作步骤较多、测量数据量较大、操作精度要求较高, 故本次实验很好地锻炼了我的动手能力、观察能力和将实验理论转化为实际操作的应用能力, 培养了我的耐心。同时, 不确定度计算等内容也增强了我的误差分析能力、数据处理能力, 为后续的一系列实验打下了良好的基础。

## 四、思考题

(解答教材或讲义或老师布置的思考题, 10 分)

测量三棱镜棱角时, 棱镜摆放的位置该怎么选, 有区别吗?

答: 三棱镜顶角为什么应接近平台中心偏上一点点位置。因为实验中, 希望测量的角度是反射光线之间的夹角, 而测量刻度以分光计的中心作为顶点, 延长光路后可发现三棱镜顶角与光路交点不重合, 如此放置可减小这一误差。

**为什么狭缝要调节至适当宽度 (1-2mm)? 太宽、太窄有什么问题?**

答：狭缝调至 1-2mm 是为让平行光管出射合适平行光，保证测量精度。太宽时，出射光非严格平行，会使谱线展宽模糊，导致角度测量误差大；太窄则透光量不足，光线过弱，难以清晰观测到反射光或谱线，影响实验正常进行。

**粗调时，为什么会出现一面有十字像，转了  $180^\circ$  没有十字像？这时该如何调节，请简要描述？**

答：因载物台或望远镜倾斜，反光镜两面反射光未进入望远镜，故一面有像、转  $180^\circ$  无像。调节方法：先调望远镜倾斜螺钉，降低有像一侧高度或升高另一侧；再微调载物台对应螺钉，使反光镜两面反射光均能进入望远镜，直至转  $180^\circ$  后也能看到十字像。

**你可以用别的方法测量三棱镜顶角吗？**

答：可以用自准直法测三棱镜顶角。将三棱镜放在载物台，使顶角对着望远镜，调节望远镜，分别让其光轴与三棱镜两光学面垂直，从读数装置读得两次望远镜方位角，两角度差值的补角即为顶角。该方法无需平行光入射，操作相对简便，能避免反射法中平行光对准的误差。

### **注意事项：**

1. 用 PDF 格式上传“实验报告”，文件名：学生姓名 + 学号 + 实验名称 + 周次。
2. “实验报告”必须递交在“学在浙大”的本课程的对应实验项目的“作业”模块内。
3. “实验报告”成绩必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内查询。
4. 教学评价必须在“浙江大学物理实验教学中心网站”-“选课系统”内进行，学生必须进行教学评价，才能看到实验报告成绩，教学评价必须在本次实验结束后 3 天内进行。

**浙江大学物理实验教学中心制**