

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 α , 两反射光线的夹角 α 与棱角 A 的关系可由几何光学求得:

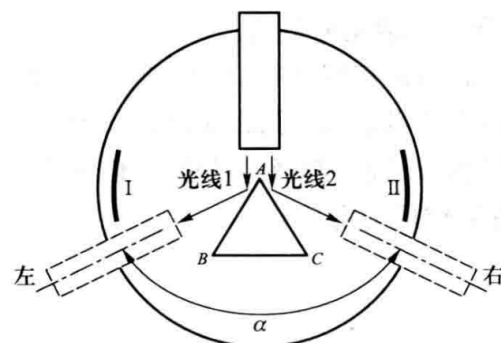


图 5-1-1

图 1: 分光计原理

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:

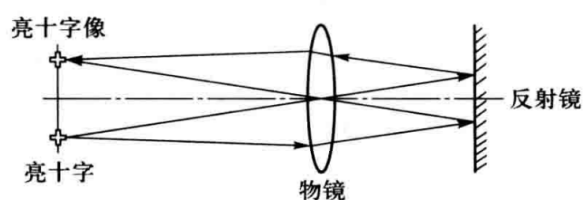


图 2: 调焦光路图

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。

(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)

19⁰/₃

实验次数	左		右		$\varphi_L = \theta_{左I} - \theta_{左II} $	$\varphi_R = \theta_{右I} - \theta_{右II} $	$\varphi = \frac{1}{2}(\varphi_L + \varphi_R)$
	$\theta_{左I}$	$\theta_{左II}$	$\theta_{右I}$	$\theta_{右II}$			
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:

$$\begin{aligned} \text{平均棱角: } \bar{A} &= \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 A_i = 59^\circ 56' \\ \text{不确定度计算: } U_A &= \sqrt{\frac{1}{6 \times (6-1)} \sum_{i=1}^6 (\angle A_i - \bar{A})^2} = 1' \\ U_B &= \frac{\Delta_{\text{仪}}}{\sqrt{3}} = 1' \\ \text{即: } u &= \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = 1' \\ \angle A &= 59^\circ 56' \pm 1' \end{aligned}$$

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° 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° 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° 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