

# 分光计实验报告

姓名：宋建宏 学号：PB21020677 班级：203 院 22 级 5 班

日期：2023 年 5 月 5 日

## 实验目的

初步了解分光计的工作原理，学会调节、使用分光计。进行三棱镜顶角和最小偏向角的测量，进而测量三棱镜材料的折射率。

## 实验原理

用最小偏向角法测三棱镜材料的折射率。一束单色光以  $i_1$  角入射到  $AB$  面上，经棱镜两次折射后从  $AC$  面射出，出射角为  $i'_2$ 。入射光与出射光之间的夹角  $\delta$  称为偏向角。当棱镜顶角  $A$  一定时，当  $i_1 = i'_2$  时， $\delta$  为最小，称为最小偏向角，记作  $\delta_{\min}$ 。此时有  $i'_1 = \frac{A}{2}, i_1 = \frac{\delta_{\min} + A}{2}$ 。设棱镜折射率为  $n$ ，则有

$$n = \frac{\sin i_1}{\sin i'_1} = \frac{\sin \frac{\delta_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

由此可知，要测得折射率  $n$ ，需测得顶角  $A$  和最小偏向角  $\delta_{\min}$ 。

## 实验仪器

分光计、双面平面镜、三棱镜、汞灯、遮光板。

## 测量记录

各实验测量数据及计算结果如下：

表 1: 顶角

次序	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta'_1$	$\theta'_2$	A
1	80°12'	260°10'	200°10'	20°08'	60°02'
2	198°49'	18°48'	78°50'	258°47'	60°00'
3	199°46'	19°46'	319°45'	139°45'	60°00'

表 2: 最小偏向角

次序	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta'_1$	$\theta'_2$	$\delta_{min}$
1	339°00′	159°02′	30°40′	210°41′	50°40′
2	254°08′	74°10′	305°47′	125°48′	51°38′
3	257°19′	77°21′	308°58′	128°59′	51°38′

## 数据处理

为计算方便，在处理过程中使用十进制。

### 顶角

平均值

$$\bar{A} = \frac{60.0333^\circ + 60.0000^\circ + 60.0000^\circ}{3} \approx 60.0111^\circ$$

标准差

$$\sigma = \sqrt{\frac{(60.0333^\circ - 60.0111^\circ)^2 + (60.0000^\circ - 60.0111^\circ)^2 + (60.0000^\circ - 60.0111^\circ)^2}{3 - 1}} \\ \approx 0.0192^\circ$$

A 类不确定度

$$U_{A,A} = t_{0.95} \frac{\sigma}{C} = 4.3 \times \frac{0.0192}{\sqrt{3}} \approx 0.0477^\circ$$

B 类不确定度

$$U_{A,B} = \frac{k_{0.95}}{C} \sqrt{\Delta_{\text{仪}}^2 + \Delta_{\text{估}}^2} = \frac{1.645}{\sqrt{3}} \times \sqrt{(0.0167^\circ)^2 + (0.0083^\circ)^2} \approx 0.0177^\circ$$

故顶角不确定度为

$$U_A = \sqrt{U_{A,A}^2 + U_{A,B}^2} = \sqrt{0.0477^2 + 0.0177^2} \approx 0.0509^\circ \approx 3' \quad (P = 0.95)$$

### 最小偏向角

平均值

$$\bar{\delta}_{\min} = \frac{50.6667 + 51.6333 + 51.6333}{3}^\circ = 51.3111^\circ$$

标准差

$$\sigma = \sqrt{\frac{(50.6667 - 51.3111)^2 + (51.6333 - 51.3111)^2 + (51.6333 - 51.3111)^2}{3 - 1}} \\ = 0.5581^\circ$$

A 类不确定度

$$U_{\delta_{\min},A} = t_{0.95} \frac{\sigma}{C} = 4.3 \times \frac{0.5581^\circ}{\sqrt{3}} \approx 1.386^\circ$$

B 类不确定度

$$U_{\delta_{\min},B} = \frac{k_{0.95}}{C} \sqrt{\Delta_{\text{仪}}^2 + \Delta_{\text{估}}^2} = \frac{1.645}{\sqrt{3}} \times \sqrt{(0.0167^\circ)^2 + (0.0083^\circ)^2} \approx 0.0177^\circ$$

故最小偏向角的不确定度为

$$U_{\delta_{\min}} = \sqrt{U_{\delta_{\min},A}^2 + U_{\delta_{\min},B}^2} = \sqrt{1.386^2 + 0.0177^2} \approx 1.386^\circ \approx 80' \quad (P = 0.95)$$

## 折射率

绿光下玻璃三棱镜折射率  $n$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A}{2} + \frac{\delta_{\min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{60.0111}{2} + \frac{51.3111}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60.0111}{2}\right)} \approx 1.65115$$

折射率  $n$  的不确定度

$$\begin{aligned} U_n &= \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A} U_A\right)^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \delta_{\min}} U_{\delta_{\min}}\right)^2} \\ &= \sqrt{\left(\left(\frac{\cos\left(\frac{A}{2} + \frac{\delta_{\min}}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{A}{2}\right)} - \frac{\sin\left(\frac{A}{2} + \frac{\delta_{\min}}{2}\right) \cos\left(\frac{A}{2}\right)}{2 \sin^2\left(\frac{A}{2}\right)}\right) U_A\right)^2 + \left(\frac{\cos\left(\frac{A}{2} + \frac{\delta_{\min}}{2}\right)}{2 \sin\left(\frac{A}{2}\right)} U_{\delta_{\min}}\right)^2} \\ &\approx 0.014, P = 0.95 \end{aligned}$$

绿光下玻璃三棱镜折射率  $n$  最终结果

$$n = 1.651 \pm 0.014 \quad (P = 0.95)$$

## 误差分析

本次测量所得折射率不确定度较大，审查数据发现原因在于最小偏向角测量值相差较大，应为操作失误。将最小偏向角的偏离较大数据剔除后重新计算得

$$U_n \approx 7.85 \times 10^{-4}$$

$$n = 1.6543 \pm 0.0008$$

## 思考题

1. 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（放的位置与拿下前的位置不同），发现两镜面又不垂直望远镜光轴了，这是为什么？是否说明望远镜光轴还没调好？

答：这是因为载物台没有调整至水平。并不能说明望远镜光轴还没调好，只有将载物台先调水平后才能确认望远镜光轴是否已经调好。