

实验报告

姓名 李霄奕 日期 2022 年 5 月 28 日 No. PB21511897 评分:

实验题目: 分光计

实验目的:

- 训练分光计的调整技术和技巧
- 测量三棱镜的顶角和最小偏向角
- 求得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 δ 称为偏向角。当棱镜顶角 A 一定时, 当 $i_1 = i_2'$ 时, δ 为最小, 称为最小偏向角, 记作 δ_{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 δ_{min} 。

实验仪器:

分光计、双面平面镜、三棱镜、汞灯、遮光板。

实验数据:

		A	B	C	AVE
顶角	θ_1	285°50'00"	203°20'00"	244°36'00"	
	θ_2	106°00'00"	23°22'00"	64°43'00"	
	θ_1'	166°00'00"	83°22'00"	124°40'00"	
	θ_2'	345°59'00"	263°22'00"	304°40'00"	
	$\theta_1 - \theta_1'$	119°50'00"	119°58'00"	119°56'00"	119°54'40"
	$\theta_2 - \theta_2'$	120°01'00"	120°00'00"	120°03'00"	120°01'20"
	θ	119°55'30"	119°59'00"	119°59'30"	119°58'00"
	$A = \pi - \theta$	60°04'30"	60°01'00"	60°00'30"	60°02'00"
最小偏转角	θ_1	92°30'00"	201°37'00"	236°23'00"	
	θ_2	272°26'00"	21°38'00"	56°27'00"	
	θ_1'	146°37'00"	147°27'00"	182°12'00"	
	θ_2'	326°35'00"	327°26'00"	02°15'00"	
	$\theta_1 - \theta_1'$	54°07'00"	54°10'00"	54°11'00"	54°09'20"
	$\theta_2 - \theta_2'$	54°09'00"	54°12'00"	54°12'00"	54°11'00"
	δ	54°08'00"	54°11'00"	54°11'30"	54°10'10"

数据处理与分析:

顶角 $\bar{A} = 60°02'$; 最小偏转角 $\delta_{min} = 54°10'$; 绿光波长 $\lambda = 546.1\text{nm}$ 。

$$\text{由 } n = \frac{\sin i_1}{\sin i'_1} = \frac{\sin \frac{\delta_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \text{ 得到折射率 } n = 1.6784$$

不确定度分析:

$$U_{\theta 0.68} = k_{0.68} \frac{\Delta B}{c} = 1.183 \times \frac{1'}{\sqrt{3}} = 0.683', P = 0.68 \text{ 式中 } \Delta B \text{ 为游标卡尺精度 } 1'.$$

$$\text{由 } \pi - A = \frac{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}{2} \text{ 得 } \frac{-\Delta A}{\pi - A} = \frac{\Delta \theta_1 + \Delta \theta'_1 + \Delta \theta_2 + \Delta \theta'_2}{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}, \text{ 所以顶角 } A \text{ 的 B 类展伸不确定度为:}$$

$$U_{AB0.68} = \frac{\pi - A}{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|} \sqrt{(4U_{\theta 0.68})^2} = 2U_{\theta 0.68} = 1.366', P = 0.68$$

$$\text{顶角 } A \text{ 的平均值为: } \bar{A} = 60^\circ 02'; \text{ 顶角 } A \text{ 的标准差为: } \sigma_A = 1'47''$$

顶角的 A 类展伸不确定度为:

$$U_{AA0.68} = t_{0.68} \frac{\sigma_A}{\sqrt{n}} = 1.32 \times \frac{1'47''}{\sqrt{3}} = 1'21'', P = 0.68$$

所以顶角 A 的展伸不确定度为:

$$U_{A0.68} = \sqrt{U_{AA0.68}^2 + U_{AB0.68}^2} = \sqrt{1'21''^2 + 1.366'^2} = 1'55'', P = 0.68$$

$$\text{由 } \delta_{\min} = \frac{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}{2} \text{ 得 } \frac{\Delta \delta_{\min}}{\delta_{\min}} = \frac{\Delta \theta_1 + \Delta \theta'_1 + \Delta \theta_2 + \Delta \theta'_2}{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|}, \text{ 所以 } \delta_{\min} \text{ 的 B 类展伸不确定度为:}$$

$$U_{\delta_{\min} B0.68} = \frac{\delta_{\min}}{|\theta_1 - \theta'_1| + |\theta_2 - \theta'_2|} \sqrt{(4U_{\theta 0.68})^2} = 2U_{\theta 0.68} = 1.366', P = 0.68$$

$$\delta_{\min} \text{ 的平均值为: } \bar{\delta}_{\min} = 54^\circ 10'; \delta_{\min} \text{ 的标准差为: } \sigma_{\delta_{\min}} = 1'33''$$

δ_{\min} 的 A 类展伸不确定度为:

$$U_{\delta_{\min} A0.68} = t_{0.68} \frac{\sigma_{\delta_{\min}}}{\sqrt{n}} = 1.32 \times \frac{1'33''}{\sqrt{3}} = 1'10'', P = 0.68$$

所以 δ_{\min} 的展伸不确定度为:

$$U_{\delta_{\min} 0.68} = \sqrt{U_{\delta_{\min} A0.68}^2 + U_{\delta_{\min} B0.68}^2} = \sqrt{1'10''^2 + 1.366'^2} = 1'48'', P = 0.68$$

n 的平均值为:

$$\bar{n} = 1.6784$$

$$\text{由 } n = \frac{\sin \frac{\delta_{\min} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \text{ 得, } \frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{2} \left(\cot \frac{\delta_{\min} + A}{2} - \cot \frac{A}{2} \right) \Delta A + \frac{1}{2} \cot \frac{\delta_{\min} + A}{2} \Delta \delta_{\min}, \text{ 所以 } n \text{ 的展伸不确定度为:}$$

$$U_{n0.68} = \frac{\bar{n}}{2} \sqrt{\left(\cot \frac{\bar{\delta}_{\min} + \bar{A}}{2} - \cot \frac{\bar{A}}{2} \right)^2 U_{A0.68}^2 + \left(\cot \frac{\bar{\delta}_{\min} + \bar{A}}{2} \right)^2 U_{\delta_{\min} 0.68}^2}$$

$$= 0.0333, P = 0.68$$

最终结果为: **$n = (1.6784 \pm 0.0333)$**

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: 望远镜已经调整到试验要求状态, 与主轴垂直。但是, 载物台并没有与主轴垂直, 而只是在一个平面上恰好垂直。所以应当在放上三棱镜后, 只调节载物台相应的螺丝钉, 使载物台与主轴垂直。