

分光计 B

PB20061358 刘津畅

一、实验目的

着重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，求得三棱镜材料的折射率。

二、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} 。

三、实验仪器

分光计、双面平面镜、三棱镜、汞灯、遮光板。

四、测量记录

1、测量顶角

θ_1	182°21'	184°5'	183°16'
θ'_1	62°24'	64°7'	63°14'
θ_2	2°22'	4°5'	3°15'
θ'_2	242°20'	244°4'	243°16'
A	60°30''	60°30''	59°59'30''

2、测量最小偏向角

θ_1	241°6'	28°41'	241°15'
θ'_1	187°0'	334°33'	187°6'
θ_2	61°10'	208°38'	61°13'
θ'_2	7°0'	154°33'	7°7'
δ_{min}	54°8'	54°6'30''	54°7'30''

五、数据处理

角度的展伸不确定度为：

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

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

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

顶角 A 的平均值为：

$$\bar{A} = \frac{60^\circ 30'' + 60^\circ 30'' + 59^\circ 59' 30''}{3} = 60^\circ 10''$$

顶角 A 的标准差为：

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{(60^\circ 30'' - 60^\circ 10'')^2 + (60^\circ 30'' - 60^\circ 10'')^2 + (59^\circ 59' 30'' - 60^\circ 10'')^2}{3-1}} = 34.64''$$

顶角的 A 类展伸不确定度为:

$$U_{AA0.68} = t_{0.68} \frac{\sigma_A}{\sqrt{n}} = 1.32 \times \frac{34.64''}{\sqrt{3}} = 26.40'', P = 0.68$$

所以顶角 A 的展伸不确定度为:

$$U_{A0.68} = \sqrt{U_{AA0.68}^2 + U_{AB0.68}^2} = \sqrt{26.40''^2 + 1.366' ^2} = 1' 26.11'', P = 0.68$$

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

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

δ_{min} 的平均值为:

$$\bar{\delta}_{min} = \frac{54^\circ 8' + 54^\circ 6' 30'' + 54^\circ 7' 30''}{3} = 54^\circ 7' 20''$$

δ_{min} 的标准差为:

$$\sigma_{\delta_{min}} = \sqrt{\frac{(54^\circ 8' - 54^\circ 7' 20'')^2 + (54^\circ 6' 30'' - 54^\circ 7' 20'')^2 + (54^\circ 7' 30'' - 54^\circ 7' 20'')^2}{3-1}} = 45.82''$$

δ_{min} 的 A 类展伸不确定度为:

$$U_{\delta_{min}A0.68} = t_{0.68} \frac{\sigma_{\delta_{min}}}{\sqrt{n}} = 1.32 \times \frac{45.82''}{\sqrt{3}} = 34.92'', P = 0.68$$

所以 δ_{min} 的展伸不确定度为:

$$U_{\delta_{min}0.68} = \sqrt{U_{\delta_{min}A0.68}^2 + U_{\delta_{min}B0.68}^2} = \sqrt{34.92''^2 + 1.366' ^2} = 1' 29.09'', P = 0.68$$

n 的平均值为:

$$\bar{n} = \frac{\sin \frac{\bar{\delta}_{min} + \bar{A}}{2}}{\sin \frac{\bar{A}}{2}} = \frac{\sin \frac{54^\circ 7' 20'' + 60^\circ 10''}{2}}{\sin \frac{60^\circ 10''}{2}} = 1.678$$

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

为:

$$U_{n0.68} = \frac{\bar{n}}{2} \sqrt{\left(\cot \frac{\bar{\delta}_{min} + \bar{A}}{2} - \cot \frac{\bar{A}}{2} \right)^2 U_{A0.68}^2 + \left(\cot \frac{\bar{\delta}_{min} + \bar{A}}{2} \right)^2 U_{\delta_{min}0.68}^2} = \frac{1.678}{2} \sqrt{\left(\cot \frac{54^\circ 7' 20'' + 60^\circ 10''}{2} - \cot \frac{60^\circ 10''}{2} \right)^2 \times 1' 26.11''^2 + \left(\cot \frac{54^\circ 7' 20'' + 60^\circ 10''}{2} \right)^2 \times 1' 29.09''^2} = 4.5 \times 10^{-4}, P = 0.68$$

所以最终测量结果为:

$$n = 1.678 \pm 4.5 \times 10^{-4}, P = 0.68$$

六、思考题

问：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：这不是由于望远镜未调好造成的。实际上,此时,望远镜已经调整到试验要求状态,及与主轴垂直.但是此时,载物台并没有与主轴垂直,而只是在一个方向上恰好使平面镜两次反射的绿十字映在分化版的上十字上。放上三棱镜后,再调节相应螺丝钉,使载物台与主轴垂直。