

实验十九 分光计测量棱镜折射率 实验报告

钱思天 1600011388 No.8

2017 年 12 月 15 日

1 实验数据与处理

1.1 实测数据

1.1.1 顶角 A 测量

根据实测结果，并根据公式

$$\phi = \frac{\theta_1 - \theta'_1 + \theta_2 - \theta'_2}{2}$$

表 1: 顶角 A 测量结果

角度	θ_1	θ_2	θ'_1	θ'_2	ϕ
1	167°18'	107°22'	347°16'	287°16'	59°58'
2	167°20'	107°20'	347°17'	287°18'	60°00'
3	167°18'	107°22'	347°20'	287°18'	59°59'
Average	167°19'	107°21'	347°18'	287°17'	59°58.8'

得

$$\text{顶角: } A = \bar{\phi} = 59^\circ 58.8'$$

1.1.2 略入射法

根据实测结果，并根据公式

$$\beta = \frac{\alpha_1 - \alpha'_1 + \alpha_2 - \alpha'_2}{2}$$

表 2: 掠入射法测量结果

角度	α_1	α_2	α'_1	α'_2	β
1	150°31'	109°07'	330°28'	289°04'	41°24'
2	150°31'	109°09'	330°29'	289°04'	41°24'
3	150°31'	109°06'	330°27'	289°04'	41°24'
Average	150°31'	109°07'	330°28'	289°04'	41°23.8'

得

掠入射角： $\gamma = \bar{\beta} = 41^{\circ}23.8'$

1.1.3 最小偏转角法

根据实测结果，并根据公式

$$\eta = \frac{\zeta_1 - \zeta'_1 + \zeta_2 - \zeta'_2}{2}$$

表 3: 最小偏转角法测量结果

角度	ζ_1	ζ_2	ζ'_1	ζ'_2	η
1	97°52'	43°43'	277°52'	223°46'	54°08'
2	97°52'	43°46'	277°48'	223°45'	54°05'
3	97°53'	43°45'	277°50'	223°43'	54°08'
Average	97°52'	43°45'	277°50'	223°45'	54°06.5'

得

最小偏转角： $\delta_m = \bar{\eta} = 54^{\circ}06.5'$

1.2 计算

1.2.1 顶角 A 的测量

根据顶角的计算公式，其不确定度分为两项：
B 类不确定度：分光计的允差

$$e_0 = 1'$$

得

$$\sigma_1 = \frac{\frac{1}{3} \times (4e_0)}{\sqrt{3}} = \frac{4'}{3\sqrt{3}} = 0.8'$$

A 类不确定度：根据标准差公式

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (A_i - \bar{A})^2}{3 \times 2}} = 0.4'$$

故

$$\sigma_A = \sqrt{\sigma_2^2 + \sigma_1^2} = 0.9'$$

$$A \pm \sigma_A = 59^\circ 59.8' \pm 0.9'$$

同理，还可以求得掠入射法中的掠入射角 γ 和最小偏转角法中的最小偏转角 δ_m 的不确定度

$$\sigma_\gamma = 0.8'; \sigma_\delta = 1.3'$$

$$\gamma \pm \sigma_\gamma = 41^\circ 23.8' \pm 0.8'$$

$$\delta_m \pm \sigma_\delta = 54^\circ 06.5' \pm 1.3'$$

1.2.2 掠入射法测折射率

由公式

$$n = \sqrt{1 + \left(\frac{\cos A + \sin \gamma}{\sin A}\right)^2} = 1.6732$$

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \gamma}\right)^2 \sigma_\gamma^2}$$

而

$$\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 = \sigma_A^2 \left(\frac{-2 \csc(A)(\cos(A) + \sin(\gamma)) - 2 \cot(A) \csc^2(A)(\cos(A) + \sin(\gamma))^2}{2\sqrt{\csc^2(A)(\cos(A) + \sin(\gamma))^2 + 1}}\right)^2$$

$$\left(\frac{\partial n}{\partial \gamma}\right)^2 \sigma_\gamma^2 = \sigma_\gamma^2 \left(\frac{\csc^2(A) \cos(\gamma)(\cos(A) + \sin(\gamma))}{\sqrt{\csc^2(A)(\cos(A) + \sin(\gamma))^2 + 1}}\right)^2$$

为计算不确定度，将角度制转化为弧度制计算，得

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \gamma}\right)^2 \sigma_\gamma^2} = 0.0004$$

$$n \pm \sigma_n = 1.6732 \pm 0.0004$$

1.2.3 最小偏转角法测折射率

由公式

$$n = \csc\left(\frac{A}{2}\right) \sin\left(\frac{1}{2}(A + \delta_m)\right) = 1.6787$$

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \delta_m}\right)^2 \sigma_{\delta_m}^2}$$

而

$$\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 = \sigma_A^2 \left(-\frac{1}{2} \csc^2\left(\frac{A}{2}\right) \sin\left(\frac{\delta_m}{2}\right)\right)^2$$

$$\left(\frac{\partial n}{\partial \delta_m}\right)^2 \sigma_{\delta_m}^2 = \sigma_{\delta_m}^2 \left(\frac{1}{2} \csc\left(\frac{A}{2}\right) \cos\left(\frac{1}{2}(A + \delta_m)\right)\right)^2$$

为计算不确定度，将角度制转化为弧度制计算，得

$$\sigma_n = \sqrt{\left(\frac{\partial n}{\partial A}\right)^2 \sigma_A^2 + \left(\frac{\partial n}{\partial \delta_m}\right)^2 \sigma_{\delta_m}^2} = 0.0003$$

$$n \pm \sigma_n = 1.6787 \pm 0.0003$$

1.3 选做部分 -测量汞灯的其余谱线

根据实测结果，并根据公式

$$\psi = \frac{\xi_1 - \xi'_1 + \xi_2 - \xi'_2}{2}$$

$$n = \csc\left(\frac{A}{2}\right) \sin\left(\frac{1}{2}(A + \psi)\right)$$

表 4: 测量及计算结果

角度	ξ_1	ξ_2	ξ'_1	ξ'_2	ψ	n
黄	98°10'	43°42'	278°11'	223°42'	54°49'	1.6853
暗绿	97°30'	43°41'	277°26'	223°44'	53°66'	1.6786
紫	99°30'	43°44'	279°21'	223°45'	55°61'	1.6966
暗紫	98°50'	43°45'	278°50'	223°43'	55°06'	1.6880

2 分析与讨论

答 在我看来，本次实验的误差来源有以下几点

1 狭缝的宽度，过窄的宽度亮度较小，过宽的又存在像的尺度问题，都会对实验产生影响

2 不可避免的仪器允差等

3 收获与感想

分光计，在高中时我就对它又爱又恨。爱的是分光计的使用很有趣而原理又很巧妙，精度也很高；恨的，就是他那有些繁琐的调节了。

这次做实验也不例外，一大半的时间都消耗在了分光计的调节上。

当然，除了调节之外，这次实验的收获还是很大的。

其一就是分光计的使用了，每一次使用分光计，都不由得为它的精巧所折服。而且从分光计的原理中，我还感受到了对于几何关系的运用。

此外，调节分光计时，我也对逐步逼近，控制自由度等思想有了更深的理解。