

# 实验十九：分光计的调节与掠入射法测量玻璃折射率

朱寅杰 1600017721

2017年11月17日

## 0.1 测量三棱镜的顶角

分别将望远镜对准三棱镜的两个光学面的法向，记录两个游标盘上角度的读数，有顶角  $A = \pi - (\frac{\theta'_2 + \theta_2}{2} - \frac{\theta'_1 + \theta_1}{2})$ 。

编号	$\theta_1$	$\theta'_1$	$\theta_2$	$\theta'_2$	顶角 $A$
1	181°14'	1°15'	301°14'	121°15'	60°0'0''
2	177°53'	357°53'	297°51'	117°52'	60°1'30''
3	311°55'	131°53'	71°56'	251°57'	59°57'30''

取平均算出  $\bar{A} = 59^\circ 59' 40''$ ， $\sigma_{\bar{A}} = 1' 10''$ 。游标盘的允差取为1'，对应一个35''的不确定度。二者合成，得  $\sigma_A = 1' 18''$ ，故  $A = 1.0471 \pm 0.0004$ 。

## 0.2 掠入射法测量三棱镜玻璃的折射率

使用钠黄光（波长为5893 nm）的扩展光源从接近切向的方位入射到棱镜，分别读取出射光学面的法向  $\frac{\theta'_2 + \theta_2}{2}$  与视野中明暗分解位置  $\frac{\theta'_1 + \theta_1}{2}$ ，则出射的极限角等于  $\phi = \pi - (\frac{\theta'_2 + \theta_2}{2} - \frac{\theta'_1 + \theta_1}{2})$ 。从这个极限角可以计算出折射率。

编号	$\theta_1$	$\theta'_1$	$\theta_2$	$\theta'_2$	极限出射角 $\phi$
1	202°15'	22°16'	340°47'	160°47'	41°38'30''
2	154°7'	334°8'	292°43'	112°32'	41°30'0''
3	260°55'	80°55'	39°31'	219°32'	41°23'30''

取平均算出  $\bar{\phi} = 41^\circ 30' 40''$ ， $\sigma_{\bar{\phi}} = 4' 21''$ 。游标盘的允差取为1'，对应一个35''的不确定度。二者合成，得  $\sigma_{\phi} = 4' 23''$ ，故  $\phi = 0.7245 \pm 0.0013$ 。

$$n = \sqrt{1 + \left(\frac{\cos A + \sin \phi}{\sin A}\right)^2} = 1.674\,263\,936$$

$$\sigma_n = \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n} \sqrt{\left(\frac{\sigma_A}{\sin^2 A}\right)^2 + \left(\sigma_{\phi} \frac{\cos \phi}{\sin A}\right)^2} = 9.5 \times 10^{-4}$$

故有  $n = 1.6742 \pm 0.0009$ 。

## 0.3 最小偏向角法测量三棱镜玻璃折射率

将汞灯通过平行光管从切向入射棱镜，用望远镜找到折射色散出的分立谱线。缓缓转过棱镜的角度，同时望远镜紧跟视野中所测量的那条谱线，捕捉谱线在视野中由左而右再转向左中间转折的位置，读出其角度  $\frac{\theta'_1 + \theta_1}{2}$ ，再测出未经折射的白光的位置  $\frac{\theta'_2 + \theta_2}{2}$ ，则有最小偏向角  $\delta = \pi - (\frac{\theta'_2 + \theta_2}{2} - \frac{\theta'_1 + \theta_1}{2})$ 。由各色光的最小偏向角即可计算出玻璃对各色光的折射率。

谱线波长	$\theta_1$	$\theta'_1$	$\theta_2$	$\theta'_2$	最小偏向角 $\delta$	折射率计算值 $n$
407.78 nm (紫)	109°31'	289°31'	232°59'	52°58'	56°32'30"	1.7012
435.84 nm (蓝)	118°30'	298°31'	242°6'	62°5'	56°25'0"	1.7000
546.07 nm (绿)	117°37'	297°40'	243°25'	63°24'	54°14'0"	1.6796
	224°21'	44°20'	350°5'	170°6'	54°15'0"	1.6798
	277°30'	97°33'	43°18'	223°17'	54°14'0"	1.6796
579.07 nm (黄)	286°50'	106°48'	53°8'	233°8'	53°41'0"	1.6744
612.33 nm (红)	286°25'	106°25'	53°14'	233°15'	53°10'30"	1.6695

对546.07 nm的绿线我们测了三次，以检验我们测量结果的可靠性。三次最小偏向角的平均值为 $\bar{\delta} = 54^\circ 14' 20''$ ，此平均值的统计不确定度为 $\sigma_{\bar{\delta}} = 24''$ ，再计入游标盘1'的允差折算成的不确定度35''，得 $\delta$ 的不确定度 $\sigma_{\delta} = 42''$ ，有 $\delta = 0.9466 \pm 0.0002$ 。得

$$n = \sin(A + \delta)/2 / \sin(A/2) = 1.67970$$

$$\sigma_n = \frac{1}{2 \sin(A/2)} \sqrt{(\sigma_A \frac{\sin(\delta/2)}{\sin(A/2)})^2 + (\sigma_{\delta} \cos \frac{A + \delta}{2})^2} = 3.6 \times 10^{-4}$$

故对绿线 $n = 1.6797 \pm 0.0004$ 。我们测量的精度还是比较好的。

将不同波长下折射率的数值按书上给出的正常色散的柯西公式拟合，得到

$$n = (1.602 \pm 0.008) + (3.2 \pm 0.4) \times 10^4 \text{ nm}^2 / \lambda^2 - (2.5 \pm 0.5) \times 10^9 \text{ nm}^4 / \lambda^4$$

拟合的曲线见下图。几个系数的统计不确定度（由软件自动算出标准偏差）还是相当大的，固然有所测波长范围较窄、数据点较少的原因，但是主要还是测量不够精细导致。做的时候时间比较紧，所以各条线测得都比较仓促，其他几条线也没有像绿线一样重复测三次，可能会有游标读数不准，或者螺丝锁得不完全紧之类的情况。还请老师包涵。

