

实验 1 三棱镜折射率的测量

三棱镜是的色散元件，其主截面是等腰三角形，顶角指两个折射面的夹角，如图 1 所示。光从棱镜的一个侧面射入，从另一个侧面射出，出射光线将向底面（第三个侧面）偏折，偏折角的大小与棱镜的折射率，棱镜的顶角和入射角有关。白光是由各种单色光组成的复色光；同一种介质对不同波长光的折射率不同。因此，白色光通过三棱镜会将各单色光分开，形成红.橙.黄.绿.蓝.靛.紫七种色光即色散。本实验将利用分光计测量三棱镜的折射率。

【实验原理】

当某光线以入射角 i_1 投射到棱镜的 AC 面上，经棱镜的两次折射后，以 i_2 角从 AB 面出射，出射光线和入射光线的夹角 δ 称为偏向角， δ 的大小随入射 i_1 而改变。可以证明，当 $i_1 = i_2$ 时，

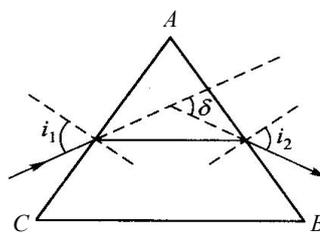


图 1 光线在三棱镜中的折射

偏向角为极小值 δ_D ，称为棱镜的最小偏向角。它与棱镜的顶角 A 和折射率 n 之间有如下关系：

$$n = \frac{\sin \frac{A + \delta_D}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \quad (1)$$

因此，只要测得 A 和 δ_D ，就可用上式求得待测棱镜材料对该光的折射率。

【实验内容】

1. 调整好分光计，使得：平行光管发出平行光；望远镜对平行光聚焦(即接收平行光)；望远镜、平行光管的光轴垂直仪器公共轴。
2. 测量三棱镜的顶角

(1) 用自准直法测量棱镜的顶角

如图 2 所示，三棱镜是分光元件，至少有两个透光的光学表面(如 AB 和 AC) 为两个光学表面， BC 为毛玻璃面构成。三棱镜的顶角是指 AB 与 AC 的夹角 α 。

自准直法就是用自准直望远镜光轴与 AB 面垂直，使三棱镜 AB 面反射回来的小十字像位于准线中央，由分光仪的度盘和游标盘读出这时望远镜光轴相对于某一个方位 OO' 的角位置 θ_1 ；再把望远镜转到与三棱镜的 AC 面垂直，由分光仪度盘和游标盘读出这时望远镜光轴相对于 OO' 的方位角 θ_2 ，于是望远镜光轴转过的角度为 $\theta_2 - \theta_1$ ，三棱镜顶角为

$$\alpha = 180^\circ - (\theta_2 - \theta_1)$$

由于分光仪在制造上的原因，主轴可能不在分度盘的圆心上，可能略偏离分度盘圆心。因此望远镜绕过的真实角度与分度盘上反映出来的角度有偏差，这种误差叫偏心差，是一种系统误差。为了消除这种系统误差，分光仪分度盘上设置了相隔 180° 的两个读数（左、右角游标），于是，望远镜光轴转过的角度为应该是

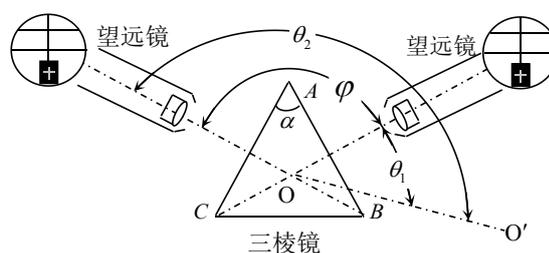


图2 自准直法测三棱镜顶角

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

$$\alpha = 180^\circ - \frac{|\theta_2 - \theta_1| + |\theta'_2 - \theta'_1|}{2} \quad (2)$$

(2) 用反射法测量三棱镜顶角

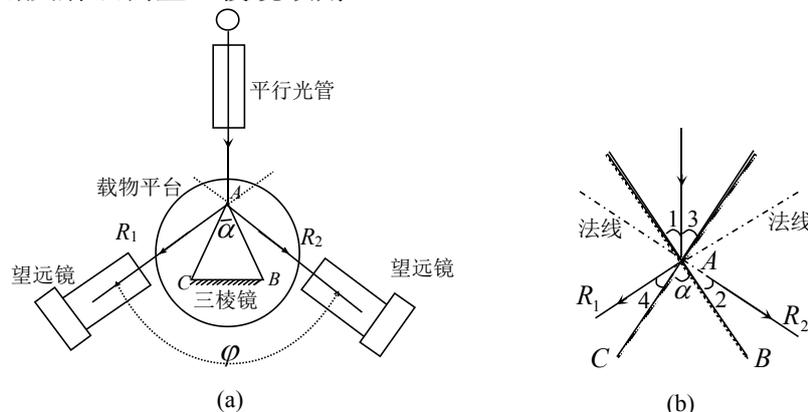


图3 反射法测三棱镜顶角

如图 3(a) 所示，用光源照亮平行光管，它射出的平行光束照射在棱镜的顶角

尖 A 处，而被棱镜的两个光学面 AB 和 AC 所反射，分成夹角为 φ 的两束平行反射光束 R_1 、 R_2 。由反射定律可知， $\angle 1 = \angle 2$ 、 $\angle 3 = \angle 4$ ，所以 $\angle 1 + \angle 3 = \angle 2 + \angle 4$ 。因为 $\angle 1 + \angle 3 = \alpha$ ，所以 $\angle 2 + \angle 4 = \alpha$ 。于是只要用分光仪测出从平行光管的狭缝射出的光线经 AB 、 AC 两个面反射后的二束平行光 R_1 与 R_2 之间的夹角 φ ，就可得顶角 $\alpha = \frac{\varphi}{2}$ ，则

$$\alpha = \frac{\varphi}{2} = \frac{|\theta_2 - \theta_1| + |\theta'_2 - \theta'_1|}{4} \quad (3)$$

3. 将待测棱镜放在载物平台上，转动望远镜，直至能从望远镜中看见待测谱线。慢慢转动游标盘，使谱线朝偏向减小方向移动，同时转动望远镜跟踪谱线。当棱镜无论向哪个方向转动，偏向角均增大时，谱线的极限位置就是棱镜对该谱线的最小偏向角的位置。使望远镜叉丝对准该谱线中心，读出望远镜在此位置的坐标值。

撤去三棱镜，转动望远镜使之正对平行光管，定位后再读出望远镜的角坐标。两次数值之差即为最小偏向角。

【思考题】

1. 望远镜、平行光管、载物台、刻度盘之间相互关系是什么？简述调整要求？

2. 为什么利用自准法可以将望远镜调至接受平行光和垂直中心轴的正常工作状态？如何调整？

3. 调整望远镜光轴与分光计中心相垂直中为什么要用各半调法？如何应用各半调法？

4. 作图说明，当望远镜未垂直中心轴或双面镜的反射面法线未垂直中心轴而进行调整时，每旋转双面镜 180° 一次，准线与十字反射像可能的相对位置及其变化规律。

5. 若分光计测量角度的精度为 $1'$ ，试导出测量顶角 A 、最小偏向角 δ_{\min} 及折射率 n 的误差公式，并估算测定 n 的精度。