

文章编号: 1005-8893(2001)01-0062-03

三棱镜折射率的测定^{*}

陈宪锋

(江苏石油化工学院 信息科学系, 江苏 常州 213016)

摘要: 介绍了用分光计如何来精确地确定单色光透过三棱镜后的最小偏向状态, 及最小偏向角的测量方法。并测量了不同谱线入射时三棱镜的折射率。在可见光段, 其色散关系符合科希公式。

关键词: 分光计; 最小偏向角; 折射率; 色散; 科希公式

中图分类号: O 433.1

文献标识码: A

光在真空中的传播速度为 c , 在媒质中的传播速度 u 总是小于 c , 其比值 c/u 称为该媒质的折射率 n 。实际上, 折射率 n 也体现该材料的折光性能。当一束光通过三棱镜时, 三棱镜的折射率 n 随入射光波长 λ 的不同而相应变化。这一色散现象早在 1672 年牛顿就已经进行过研究^[1]。在可见光范围内, 这一正常色散关系可由科希的经验公式^[2]来体现:

$$n = A + \frac{B}{\lambda^2} + \frac{C}{\lambda^4}$$

一束单色光透过三棱镜后, 出射光与入射光的方向之间有一夹角, 理论证明^[3], 这一夹角有一最小值, 即最小偏向角 δ 。折射率 n 与三棱镜的顶角 α , 最小偏向角 δ 满足关系:

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

由此可见, 要知道三棱镜对单色光的折射本领 n , 只须测定角度 α , δ 。分光计是精密测量角度的光学仪器之一。

1 测量方法

要精确地测量出角度 α , δ 首先要对分光计进行调整, 使其满足两个要求: 平行光管将通过狭

缝的照明光准直为平行光, 望远镜将平行光会聚在焦平面上, 且与叉丝无视差; 两光管旋转时扫过平面平行于刻度圆盘。

将三棱镜置于已调整好的分光计的载物台上, 用自准望远镜分别对准三棱镜的光学面 PQ , PR , 使其在这两面上自准直, 如图 1。这一调节将使三棱镜的主截面平行于刻度圆盘, 这是精确测量所必须的。

在测量过程中, 要始终坚持以下一点: 三棱镜, 载物台, 内游标盘“三位一体”, 即三者保持相对固定, 作为一个整体一起转动; 望远镜与外游标盘也相对固定, 一起转动。

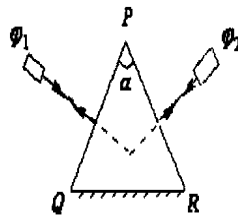


图 1 自准法

1.1 顶角 α 的测量

可以采用自准法^[4]来测量顶角 α 。在图 1 中, 当望远镜垂直光学面 PQ 时, 读数为 φ_1 ; 当其垂直于另一光学面 PR 时, 读数为 φ_2 。由几何关系

* 收稿日期: 2000-04-05

作者简介: 陈宪锋 (1970-), 男, 江苏张家港人, 硕士, 主要从事磁性材料方面的研究。

可知顶角 $\alpha = 180^\circ - (\varphi_2 - \varphi_1)$ 。

1.2 最小偏向角 δ 的测量

1.2.1 最小偏向状态的确定

当单色平行光入射到光学面 PQ 上, 一部分反射 (光束 I), 一部分从光学面 PR 透出 (光束 II)。当光束 II 正好处于最小偏向状态时, 从图 2 根据几何关系, 易知 $\alpha + \beta = 180^\circ$ 。利用这一性质可在实验中来精确地确定谱线的最小偏向状态。

当我们旋转三棱镜, 在望远镜中找到光束 II 的狭缝像刚刚开始向相反方向移动时, 固定三棱镜, 用望远镜的准丝对准狭缝像的中央, 并读出其方位 θ_1 。然后将望远镜向三棱镜的顶角方向转过 $(180^\circ - \alpha)$ 角, 如图 2。如果望远镜的准丝正好与光束 I 的狭缝像对准, 则说明光束 II 已处于最小偏向状态; 如果没有对准, 则转动三棱镜, 使光束 I 的狭缝像与望远镜的准丝重合。(这一转动将使三棱镜更加接近最小偏向角的位置。) 然后固定三棱镜, 将望远镜转回光束 II 所处的位置, 对准其狭缝像。重复几次, 就可使三棱镜准确地处于最小偏向角的位置。

这是确定谱线最小偏向状态的精度极高的一种实验方法。

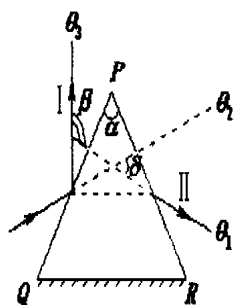


图2 最小偏向状态的确定

1.2.2 最小偏向角 δ 的测量

单色光通过三棱镜后的 δ 的测量, 有两种方法。

方法一: 可逆法。平行光管发出的平行光从三棱镜的一个光学面 PQ 射入, 从另一个光学面 PR 射出, 当出射光达到最小偏向位置时, 其读数为 θ_1 , 如图 3-1; 然后转动三棱镜, 使平行光从光学面 PR 射入, 于光学面 PQ 射出, 同样达到最小偏向状态时, 读数为 θ_2 , 如图 3-2。现在我们将图 3-2 所示的状态变化一下, 假想能把整个实验

装置整体移动, 使其旋转一个角度, 变成如图 3-3 所示的状态。分析图 3-1 和图 3-3, 不难发现, 这两种状态中光路正好可逆。故此最小偏向角 $\delta = 180^\circ - (\theta_2 - \theta_1)$ 。

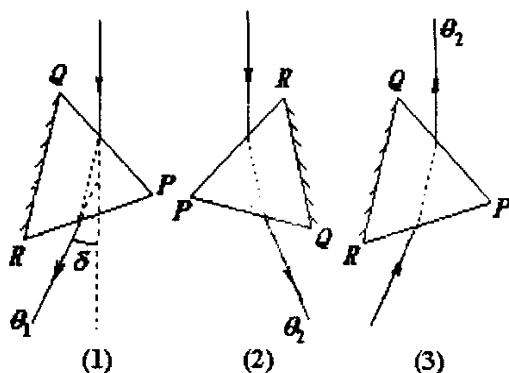


图3 最小偏向角的测量(可逆法)

方法二: 分光束法。假如平行光管发出的平行光只有部分透过三棱镜, 那么我们可以将平行光分成两部分。射到三棱镜的光学面上的光束 I 和从三棱镜上面直接透过的光束 II, 如图 4-1。对于光束 I, 它从三棱镜的光学面射入, 于另一个光学面透出时, 其光线将有一最小偏向位置, 找出并用望远镜测量, 设为 θ_1 ; 而光束 II, 它不经过三棱镜而仍以原方向传播, 用望远镜测其方向为 θ_2 , 如图 4-2。则可知该谱线的最小偏向角 $\delta = \theta_1 - \theta_2$ 。

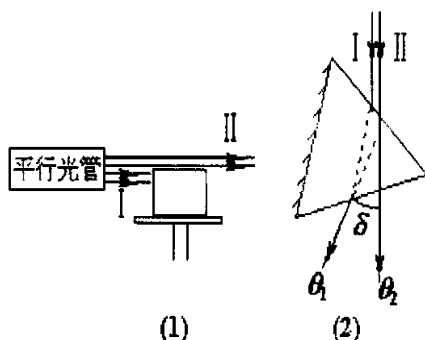


图4 最小偏向角的测量(分光束法)

2 测量结果

2.1 实验数据

我们采用自准法对火石玻璃棱镜的顶角进行了测量, 得到三棱镜的顶角 $\alpha = 60^\circ 03'$ 。利用可逆法测量了不同谱线通过三棱镜后的最小偏向角 δ 其测量数据如图表 1。

表 1 不同谱线的最小偏向角 δ 和三棱镜的相应折射率 n

波长 λ	5 790. 7 Å	5 769. 6 Å	5 460. 7 Å	4 358. 3 Å	4 046. 6 Å
δ	51°13′	51°16′	51°35′	53°52′	54°53′
n	1. 649 6	1. 650 1	1. 653 2	1. 675 3	1. 684 9

2. 2 数据处理

根据顶角 α 值及表 1 中不同谱线的 δ 值, 由折射率公式可得三棱镜对不同谱线的折射率, 其值也列于表 1 中。在可见光区, 折射率 n 随波长 λ 的减小而增大, 其色散关系符合科希的经验公式。利用最小二乘法原理^[5], 我们得到科希系数 $A = 1. 619\ 2$, $B = 9. 641 \times 10^5\ \text{\AA}^2$, $C = 1. 864 \times 10^{12}\ \text{\AA}^4$ 。

3 小 结

重点介绍了用分光计如何来精确地确定单色光

透过三棱镜后的最小偏向状态, 及最小偏向角的测量方法。并由此测量了三棱镜的顶角 α , 及不同入射单色光透过三棱镜后的最小偏向角 δ 得到了三棱镜在可见光段的色散关系。给出了科希系数 $A = 1. 619\ 2$, $B = 9. 641 \times 10^5\ \text{\AA}^2$, $C = 1. 864 \times 10^{12}\ \text{\AA}^4$ 。

参考文献:

- [1] 何圣静. 物理定律的形成和发展 [M] . 北京: 测绘出版社, 1988. 291.
- [2] 赵凯华, 钟锡华. 光学 (下) [M] . 北京: 北京大学出版社, 1989. 235.
- [3] 华中工学院, 天津大学, 上海交通大学. 物理实验 [M] . 北京: 高等教育出版社, 1985. 171—172.
- [4] 张立. 大学物理实验 [M] . 上海: 上海交通大学出版社, 1988. 143.
- [5] 盛骤, 谢式千, 潘承毅. 概率论与数理统计 [M] . 第二版. 北京: 高等教育出版社, 1989. 279—284.

The Measuring for Refractive Index of Triangular Prism

CHEN Xian—feng

(Department of Information Science, Jiangsu Institute of Petrochemical Technology, Changzhou 213016, China)

Abstract: This paper introduces a method of finding the state of precise minimum deviation, measuring the angle of minimum deviation by spectrometer. We measured the top angle of triangular prism, and the different angles of minimum deviation according to different monochromatic light traveling through the prism, then calculated the refractive index of prism. In the visible light area, the refractive index depending on light wavelength was in accordance with Cauchy's dispersion formula.

Key words: spectrometer; angle of minimum deviation; refractive index; dispersion; Cauchy's formula