

## Experiment 2、折射率量測-Abbe 折射率儀

### Index of refraction --- Abbe Refractometer

#### 原理:

稜鏡的折射率可以用下列公式求得

$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(\delta_m + \theta)}{\sin \frac{\theta}{2}}$$

$\theta$  為稜鏡頂角、 $\delta_m$  則為此稜鏡的最小偏向角。實驗過程中，利用 Abbe 折射儀可精準量測此二物理量。

#### Part 1：稜鏡頂角 $\theta$ 的量測

如圖 1，以目視方式使稜鏡一邊線(BC)約垂直於入射光線、頂角 A 約在物鏡入光端中間位置。如圖 1 所示，此時入射物鏡進光狹縫的一條鉛直光線，會以全反射的方式在 AB 面處反射，如 M'、在 AC 面反射如 M。轉動目鏡，找到 M' 的反射光線時讀取目鏡旋轉角度，即為  $\phi_1$ 。同理，轉動目鏡，找到 M 的反射光線時讀取目鏡旋轉角度，即為  $\phi_2$ 。可簡單證明  $\phi_1 + \phi_2 = 2\theta$ 。

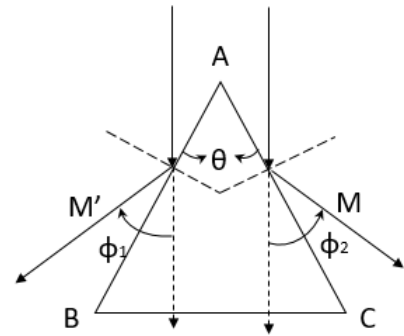


圖 1

#### Part 2：最小偏向角 $\delta_m$ 量測

調整稜鏡的放置方式如圖 2，使入射光線在 M 點入射稜鏡後，在稜鏡內沿著 MN 的路徑再次由 N 點出射稜鏡。原入射方向與最後出射稜鏡的方向間的夾角  $\delta$  即定義為偏向角，由圖 2 可簡單得到以下的關係式：

$$\alpha = 180^\circ - 90^\circ - \phi_1 + \theta = 90^\circ - \phi_1 + \theta$$

$$\beta = 90^\circ - \phi_2$$

$$\delta = 180^\circ - (90^\circ - \phi_2) - (90^\circ - \phi_1 + \theta) = \phi_1 + \phi_2 - \theta$$

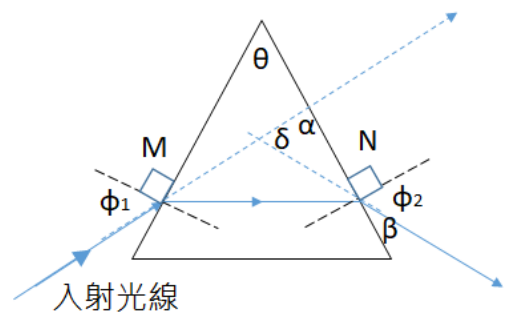


圖 2

當偏向角  $\delta$  為最小值時，對  $\phi_1$  的微分為零，因此

$$\frac{d\delta}{d\phi_1} = 1 + \frac{d\phi_2}{d\phi_1} = 0 \Rightarrow \frac{d\phi_2}{d\phi_1} = -1 \Rightarrow d\phi_2 = -d\phi_1 \Rightarrow \phi_2 = -\phi_1$$

也就是說當入射與出射對稱時，偏向角  $\delta$  為最小值  $\delta_m$ 。

**儀器：**Abbe 折射儀(僅供細部零件指示參考，實驗時並非如此圖設置)



### 實驗步驟：

#### 稜鏡頂角 $\theta$ 的量測

1. 在物鏡端安置白熾燈泡，選取小的圓形燈泡遮罩，並調整燈泡高度，使圓形光束入射進光狹縫。
2. 以眼睛直接在物鏡後方觀察，使白熾光源最大亮度由進光狹縫進入物鏡，調整適當狹縫寬度（在可觀察的範圍內，越細越好）。
3. 旋轉目鏡端，並利用目鏡內的交叉定位線，使目鏡與物鏡成一直線，如圖 3。(注意，此時尚未放置稜鏡)

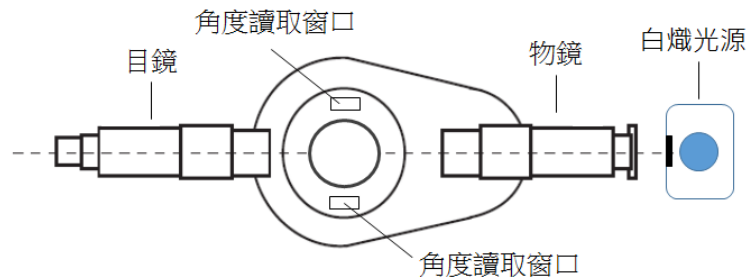


圖 3

4. 利用轉動式目鏡系統鎖定旋鈕鎖住目鏡。
5. 鬆開角度游標尺鎖定旋鈕，並將角度游標尺固定在 0 度後，旋緊鎖定旋鈕，此步驟為 0 度校正。

注意：此角度游標尺主尺的最小單位為 0.5 度(即 30 分)，而副尺可準確至 1 分，角度讀取方式如圖 4。

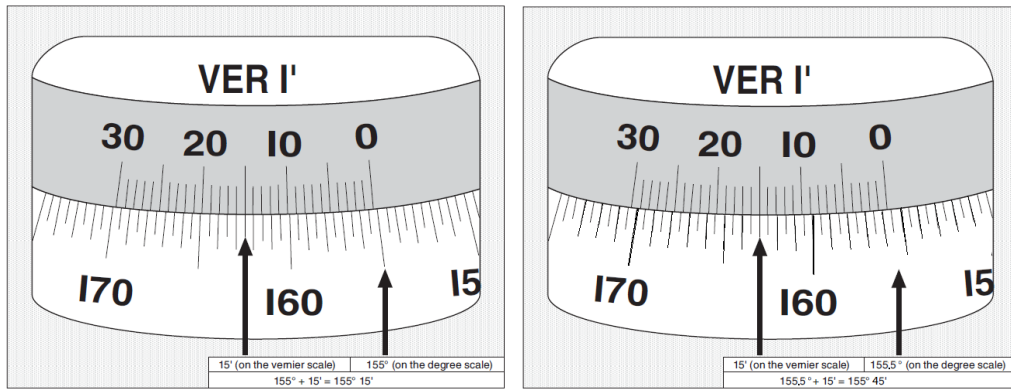


圖 4

- 將稜鏡放在樣品置放平台上(稜鏡的一邊準確壓線平台上的兩條平行線的長線)。肉眼觀察，旋轉置物平台，使壓線的稜線邊垂直於入射光線，如圖 5。

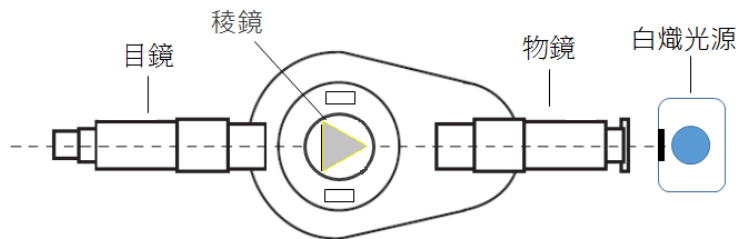


圖 5

- 鬆開目鏡系統鎖定旋鈕，將目鏡往左旋轉直至觀察到反射光線M'，並紀錄此左邊繞射角度為 $\phi_1$ 。再將目鏡往右旋轉直至觀察到反射光線M，並紀錄此左邊繞射角度為 $\phi_2$ 。如圖 6。

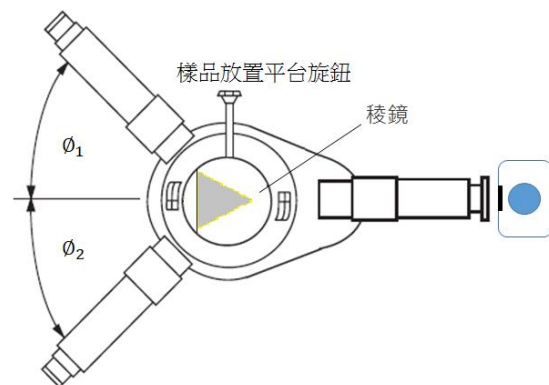


圖 6

- 若 $\phi_1 > \phi_2$ ，逆時鏡旋轉置物平台一小角度，重覆步驟 7。若 $\phi_1 < \phi_2$ ，順時鏡旋轉置物平台一小角度，重覆步驟 7，並紀錄於表一。

### 最小偏向角 $\delta_m$ 量測

- 取走稜鏡，將目鏡轉回 0 度，重新做 0 度校正。
- 再度放回稜鏡，使剛才量測的頂角端對住入射光、稜鏡一邊壓住置物平台平行線。

3. 目視順時針旋轉置物平台 90 度，如圖 7。先用一張白紙觀察出射光線。(此時白光入射稜鏡，兩次折射，所以出射的光線會有色散的現象。)

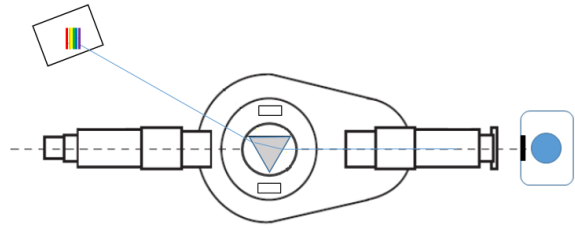


圖 7

4. 慢慢順時針旋轉置物平台，觀察色散光的旋轉情形，直至色散光的偏向角最小(最靠近目鏡方向)。
5. 將目鏡旋轉至偏向角處，以目鏡觀察色散光。再次順、逆時針的慢慢旋轉置物平台，(即旋轉光線入射稜鏡的角度)，直至色散光在目鏡內最靠近原入射方向時，旋轉目鏡並紀錄偏向角 (此時目鏡觀察到的是色散光，實驗者可自行決定某一種顏色的光來進行操作)。此時的偏向角即為最小偏向角  $\delta_m$ 。
6. 重覆操作步驟 3~5，並紀錄於表二。

7. 如步驟 3，但此時以逆時針旋轉置物平台 90 度，如圖 8，重覆步驟 4~6。

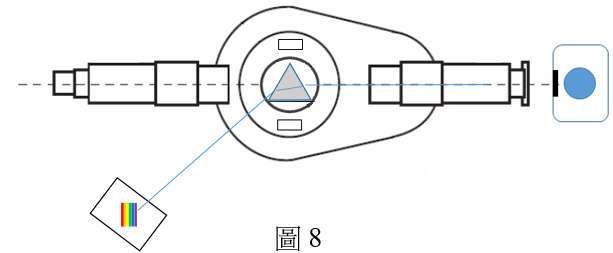


圖 8

表一

	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
$\phi_1$						
$\phi_2$						
$\theta$						

表二

	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>	5 <sup>th</sup>	6 <sup>th</sup>
$\delta_m$						

### 問題與討論:

1. 利用表一及表二的  $\bar{\theta}$  及  $\bar{\delta}_m$  代入公式求出此稜鏡的折射率。
2. 由觀察色散的現象，推論該稜鏡在可見光的範圍內，那種色光的折射率最高？那種色光的折射率最低？

