

## 目的

利用厚度之視差決定玻璃及某些透明物體對白光之平均折射率。

## 原理

就一般而言，我們知道光在不同的介質中有不同的速度，在兩個介質中當光從第一個介質射入第二個介質時，有一部分的光會反射回第一介質而另一部分的光會穿透到第二介質中，反射的光遵守反射定律，入射角等於反射角（圖 1）而且入射線、反射線、法線都在同一平面上，穿透的光會被折射，並遵守 Snell 折射定律。而折射角和兩介質的折射率有關，相對折射率的定義是光在任何兩種介質中速度的比值，當光從介質 1 中的速度是  $V_1$ ，在介質 2 中的速度是  $V_2$ ，則相對折射率是  $V_1/V_2$ ，這個值是第二種介質相對於第一種介質的折射率， $n_{21} = V_1/V_2$ 。

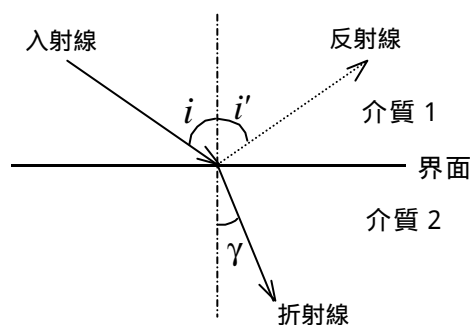


圖 1

絕對折射率（常簡稱折射率）是介質相對於真空的折射率。因光在空氣中的速度相近於光在真空中的速度，所以由上面折射率的定義我們知道絕對折射率可以改為介質相對於空氣的折射率，其定義為  $n = \frac{c}{V_M}$ ， $c$  是光在空氣中的速率， $V_M$  是光在介質中的速率。根據 Snell 定律， $n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin \gamma$ ，其中  $n_1$  為空氣的折射率，所以

$$n_2 = \frac{\sin i}{\sin \gamma} = \frac{c}{V_M} \quad (1)$$

前面所討論的是假設任何兩個介質的相對折射率是一個常數，但是這限於對單頻光而言，因為雖然所有波長的光在真空中的速度都相同，但是在其他介質中，例如在玻璃、水等介質中速度會隨著波長的增長而增大，因此折射率隨著波長的增長而減小，但在有些介質中，會有恰好相反的結果。這種折射率隨著波長而改變的現象稱為色散，例如三稜鏡能使白光分成各種不同顏色的光。

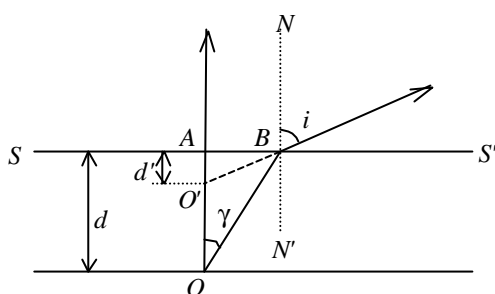


圖 2

另一個受折射率的重要影響是把一個物體放在一透明介質下面，例如玻璃、水等，當一個觀察者在物質上面觀察這個物體，會發現這物體離介質表面的距離比實際的距離近。這對許多想測量乾淨水池深度的人來說是一個很熟悉的現象，然而這種視覺升高的量與物體放在介質下面的實際深度和物體被觀察的角度和介質的折射率有關。從圖 2，我們知道一束光線從  $O$  點正射  $SS'$  面交於  $A$  點直接穿透沒有折射，另一道光線斜射於  $SS'$  面交於  $B$  點穿透後被折射偏離法線，而對在  $SS'$  面上方的觀察來看好像光線來自  $O'$ 。假使觀察者在上方垂直觀察，或者觀察者所接受的光線是一個角度很小的圓錐形，即觀察者以一很小的角度斜看物體，則所有來自於  $O$  的光源對上面的觀察者而言好像來自  $O'$  點， $O'A$  是視深距離  $d'$ ，若  $i$ 、 $\gamma$  的角度很小，則  $OB$  和  $O'B$  的長度大約等於  $OA$  和  $O'A$  的長度，則

$$\sin i = \frac{AB}{O'B} \cong \frac{AB}{O'A}$$

$$\sin \gamma = \frac{AB}{OB} \cong \frac{AB}{OA}$$

由於光具有可逆性，所以根據 (1) 式可以得到

$$n = \frac{\sin i}{\sin \gamma} \cong \frac{OA}{O'A} = \frac{d}{d'} \quad , \quad (d \text{ 是 } OA \text{ 實際深度})$$

上面所討論的情形必須是在觀察者是垂直看，或是以一很小的角度看介質下面的物體時方成立。如果觀察者以很大的斜角觀察物體的話，情況會如圖 3，好像光源來自  $O''$ ，使物體距  $SS'$  面的距離看起來更小，即視深  $d'$  變小。

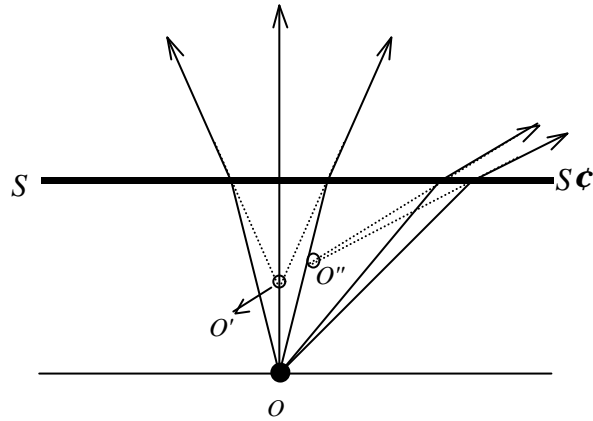


圖 3

### 儀器

移測顯微鏡、玻璃、壓克力板、玻璃器皿、紙片、雷射光源、量角器。

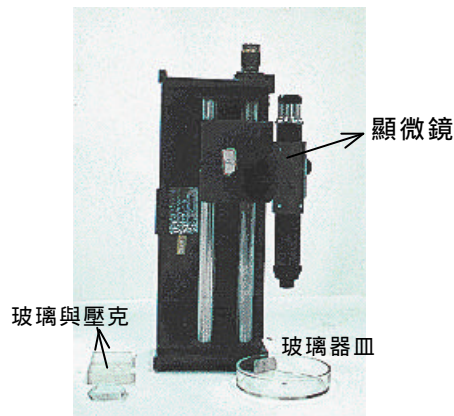


圖 4 儀器裝置圖

### 步驟

#### part 1

1. 在一小盤上做一記號，將小盤置於移測顯微鏡下，調焦距讀小盤上的記號看得最清楚時讀游標尺上的刻度，記錄為  $R_1$ 。
2. 置一玻璃樣品在小盤的記號上，再重覆步驟 1。當在顯微鏡下記號看得最清楚時讀游標尺上的刻度，記錄為  $R_2$ 。
3. 在樣品玻璃上置相同的記號，以顯微鏡觀之讀其刻度記錄  $R_3$ 。

- $R_3 - R_1$  是真正樣品玻璃的厚度， $R_3 - R_2$  是視深厚度，則可求得折射率  $n$ 。
  - 重覆步驟 1. 至 4. 五次，求平均值  $\bar{n}$ 。
  - 重覆用其他樣品求  $\bar{n}$
- 《註》若是液體樣品則可用畫上記號的小紙片，使其浮於水面，即可測量出  $R_3$ 。

## part 2

- 將雷射光源移至暗房桌上並將開關打開，把透明壓克力板墊高置於雷射光束的路徑上。
- 在白紙上描繪出雷射光束穿透透明壓克力板的軌跡。
- 在白紙上畫出雷射光束入射透明壓克力板的法線，並利用量角器量出入射角與折射角。
- 算出透明壓克力板的折射率。

### 預習問題

- 何謂全反射 (total internal reflection)？產出的條件為何？試舉例說明它的應用。
- 一個游泳池垂直看或是斜著看，何者看起來較深？試解釋之。
- 一個實深 8 呎的游泳池垂直看時視深多少？
- 若一石英的絕對折射率為 1.4060，而一束光從石英到加拿大香膏，其相對折射率為 1.048，求加拿大香膏的絕對折射率。

### 記錄

- 樣品名稱：壓克力板 (厚)

次數	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_3 - R_1 = d$	$R_3 - R_2 = d'$	$n = \frac{d}{d'}$	$\bar{n}$
1							
2							
3							
4							
5							

- 樣品名稱：壓克力板 (薄)

次數	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_3 - R_1 = d$	$R_3 - R_2 = d'$	$n = \frac{d}{d'}$	$\bar{n}$
1							
2							
3							
4							
5							

Part 2

入射角=

折射角=

折射率=

3. 樣品名稱：玻璃

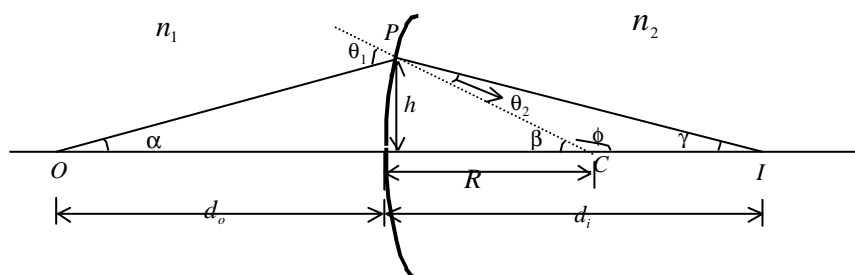
次數	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_3 - R_1 = d$	$R_3 - R_2 = d'$	$n = \frac{d}{d'}$	$\bar{n}$
1							
2							
3							
4							
5							

4. 樣品名稱：水

次數	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_3 - R_1 = d$	$R_3 - R_2 = d'$	$n = \frac{d}{d'}$	$\bar{n}$
1							
2							
3							
4							
5							

**思考問題**

1. 一片玻璃上有一層水，當一束光從玻璃底層通過玻璃和水進入空氣中，試證明此時空氣中光的方向，和沒有那層水時光直接由玻璃進入空氣中有相同的方向。
- 2.



如上圖所示，假設  $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  與  $\gamma$  都很小，請推導出  $\frac{n_1}{d_o} = \frac{n_2}{d_i} = \frac{n_2 - n_1}{R}$  的關係（其中  $n_1$ 、 $n_2$  分別為兩介質的折射率， $d_o$  為物距  $d_i$  為像距， $R$  為球面的曲率半徑。）。並且說明利用上式可以得到與本實驗相同的結果。

3. 一人直立時，眼睛離地 1.5m，站立在一游泳池邊，池底形狀如圖所示，池中有水 1.5m 深。試求出此人所看到池底的形狀。

