

## 實驗二十四 麥克森干涉 II

### 實驗目的：

利用麥克森干涉儀測量待測玻璃折射率。

### 實驗儀器：

麥克森干涉儀(含擴束鏡，分光鏡與反射鏡)，氦氖雷射，待測玻璃，屏幕

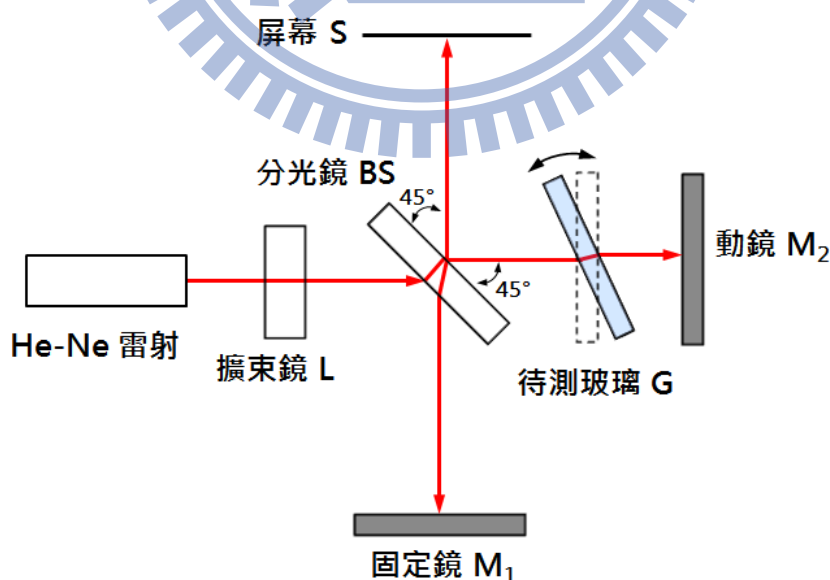
### 實驗原理：

光在真空中傳遞的速度(光速) $c = \nu\lambda_0$ ，其值約為 $3 \times 10^8$  m/s。當光於不同介質中行進時，其速度會有所變異，進而使光波長發生改變。倘若介質折射率為 $n$ ，則光在介質中的波長 $\lambda$ 即可表示為 $\lambda = \lambda_0/n$ 。

[註] $\nu$ 為頻率， $\lambda_0$ 為光在真空中傳遞時的波長。

如麥克森干涉實驗 I 所述，當屏幕上產生環形干涉條紋後，再將待測玻璃 G 置於分光鏡與可動鏡之間，即可藉由干涉條紋變化計算待測玻璃 G 的折射率  $n$ 。

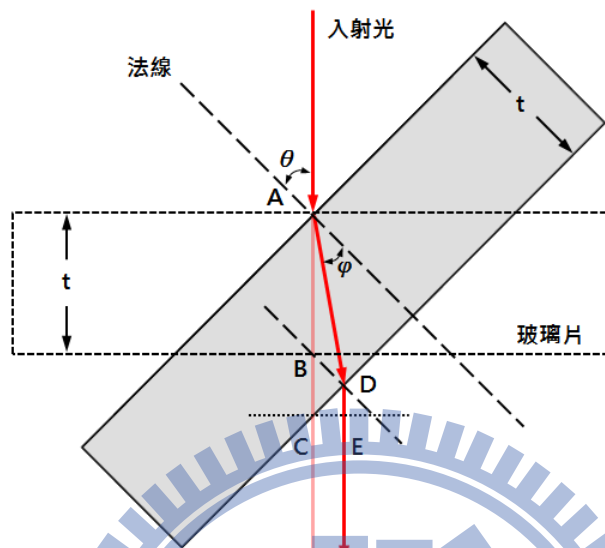
然而在實驗中，當待測玻璃 G 置入干涉儀後會造成環形干涉條紋驟變，不易求得待測玻璃 G 折射率  $n$ 。因此，改由轉動待測玻璃 G，觀察待測玻璃 G 於轉動前後，因光程改變所引起的干涉條紋變化來求待測玻璃 G 的折射率  $n$ ，如圖一所示。



圖一 實驗裝置示意圖

計算方式承如麥克森干涉實驗 I，假設  $\Delta l$  為待測玻璃 G 轉動前後之光程差， $\Delta m$  是干涉條紋變化量。則光程差  $\Delta l$  可表示為

$$2\Delta l = \lambda \Delta m \quad (1)$$



圖二 計算測量待測玻璃 G 折射率  $n$  示意圖

根據斯乃耳定律(Snell's law)可知

$$n_0 \sin \theta = n \sin \varphi$$

其中， $n$  為待測玻璃 G 的折射率， $n_0$  為空氣折射率( $n_0=1$ )

則待測玻璃 G 的折射率  $n$  可表示為

$$n = \frac{\sin \theta}{\sin \varphi}$$

如圖二所示，當光垂入射至待測玻璃 G 時，光所行進的路程可表示為

$$n \overline{AB} + \overline{BC} \quad (2)$$

當光以  $\theta$  角入射至待測玻璃 G 時，光所行進的路程可表示為

$$n \overline{AD} + \overline{DE} \quad (3)$$

由公式(2)與公式(3)可知，轉動待測玻璃G前後所引起的光程差 $\Delta l$ 可表示為

$$\Delta l = (n\overline{AD} + \overline{DE}) - (n\overline{AB} + \overline{BC})$$

代入公式(1)可知

$$2(n\overline{AD} + \overline{DE} - n\overline{AB} - \overline{BC}) = \lambda\Delta m$$

其中， $\overline{AB} = t$ ， $\overline{AD} = \frac{t}{\cos\varphi}$ ， $\overline{BC} = \frac{t}{\cos\theta} - t$ ， $\overline{DE} = \overline{CE} \tan\theta = \frac{t \sin(\theta - \varphi) \sin\theta}{\cos\varphi \cos\theta}$

經代換整理後，待測玻璃G折射率 $n$ 可表示為

$$n = \frac{(1 - \cos\theta)(2t - \lambda\Delta m)}{2t(1 - \cos\theta) - \lambda\Delta m}$$

### 注意事項：

1. 切勿用眼睛直視雷射光源，實驗時請留意周遭同學與助教，以防實驗過程中因雷射光掃射而傷害眼睛。
2. 切勿徒手觸摸光學元件鏡面或反覆開關雷射。
3. 實驗過程若需移動雷射，應先將雷射光遮蔽，或先行關閉雷射。
4. 應將雷射光適當遮蔽，切勿使雷射光射出實驗桌。
5. 實驗進行時，切勿來回走動，避免因震動而影響觀測。
6. 干涉圖形若非同心圓條紋並不會影響條紋數的測量。
7. 因鏡面之清潔程度會影響實驗品質，嚴禁手指或衛生紙直接接觸鏡面，若有油污灰塵等，必須用專門的清潔用具及方式處理，不可自行隨意清理。

### 實驗步驟：

1. 依麥克森干涉 I 實驗步驟，先使屏幕產生環形干涉條紋。
2. 將待測玻璃 G 吸附於轉動桿前端鏡架。
3. 將轉動桿尺標與麥克森干涉儀上三角刻度板的  $0^\circ$  切齊。
4. 緩慢轉動轉動桿，觀察屏幕上干涉條紋變化。
5. 記錄當干涉條紋明暗變化週期次數為  $\Delta m$  時，轉動桿轉動角度  $\theta$ 。
6. 計算待測玻璃 G 的折射率  $n$ 。
7. 重複上述步驟。

[註]  $t$  為待測玻璃 G 厚度， $\lambda$  為雷射光波長。

### 實驗問題：

1. 實驗方式若改為不轉動待測玻璃而是改變動鏡與其相對位置，是否仍可求得待測玻璃折射率？試說明之。
2. 是否可利用麥克森干涉儀求得一大氣壓下空氣的折射率？試說明之。

