

液晶響應時間實驗 (嘉義大學 羅光耀教授)

實驗目的:在TN型液晶樣品外加電場，借以量測液晶樣品隨時間變換電場時的 RISE TIME & FALL TIME

實驗原理:

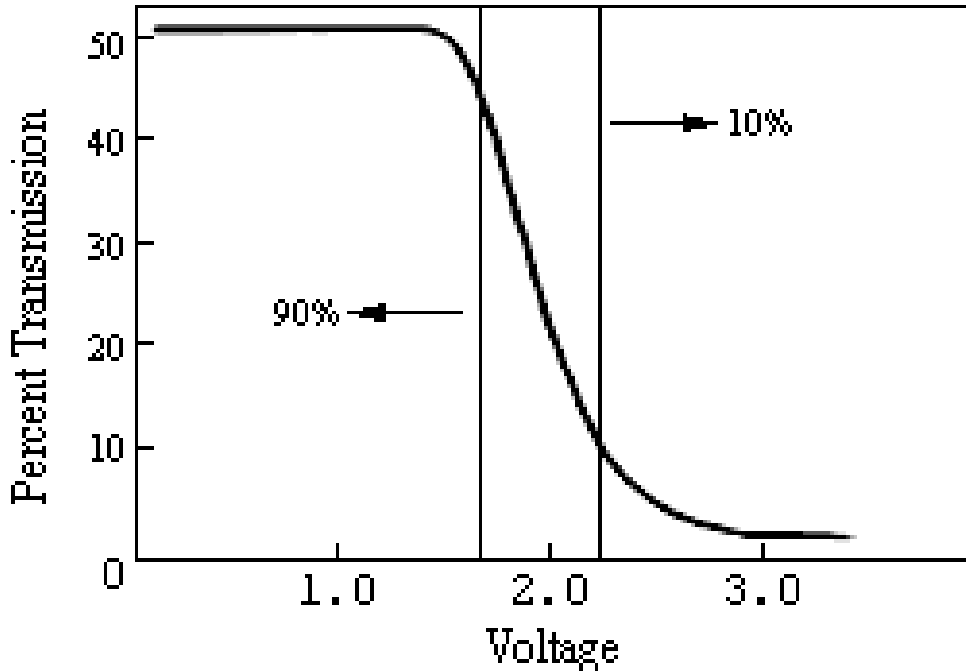
在外加電場時，液晶會發生Freedericksz遷移，使液晶分子排列發生遷移，並使其光學性質產生變化。這是因為液晶分子軸方向的介電率 ϵ_{\parallel} 與垂直方向的介電率 ϵ_{\perp} 不同所致， $\Delta\epsilon = \epsilon_{\parallel} - \epsilon_{\perp}$ 稱為介電率異方性，對正介電率異方性之液晶而言，當外加一大於臨界電壓 V_{th} 之電壓時，液晶分子長軸將會傾向電場方向。於外加 V_{th} 2倍左右之電壓時，除了電極面近旁的分子以外，分子長軸將會同樣的平行於電場做再排列，而消失 90° 的族光性。此狀態與無外加電場時完全相反，於平行偏光片間時光會透過，而於垂直偏光片間光將會被遮斷。TN效果的臨界值電

$$V_{th} = \pi \sqrt{\frac{k_{11} + \frac{k_{33} - 2k_{22}}{4}}{\epsilon_0 - \Delta\epsilon}}$$

。當外加一超過臨界電壓之方波時，液晶會開始做旋

轉，而穿透光的強度就會隨著液晶的旋轉而有強度變化。因為受到不同的介電異方性，彈性係數，黏性度等物性之影響，不同的液晶會有不同的轉動週期，所以穿透光會因為不同的轉動速度而有不同的 rise time & fall time。

RISE TIME&FALL TIME 定義為最高與最低點之間10%-90%的時間如下圖



有關液晶的光電現象的響應時間 τ ，根據E. JAKEMAN(1972)等的發現，基於流體變形，任一光電效應可以下式做近似性的表示。

$$\tau = \frac{\eta_i}{\varepsilon_0 |\Delta\varepsilon| E^2 - (k_{11} + \frac{k_{33} - 2k_{22}}{4}) q^2}$$

其中 η_i 為黏性參數 k_{ii} 為彈性參數 $\Delta\varepsilon$ 為介電異方性 E 為外加電場強度 q 為變形的波向量(wave vector)

向列型液晶的光電現象，設液晶膜厚為 d 時，則波向量 q 可近似為 $\frac{\pi}{d}$

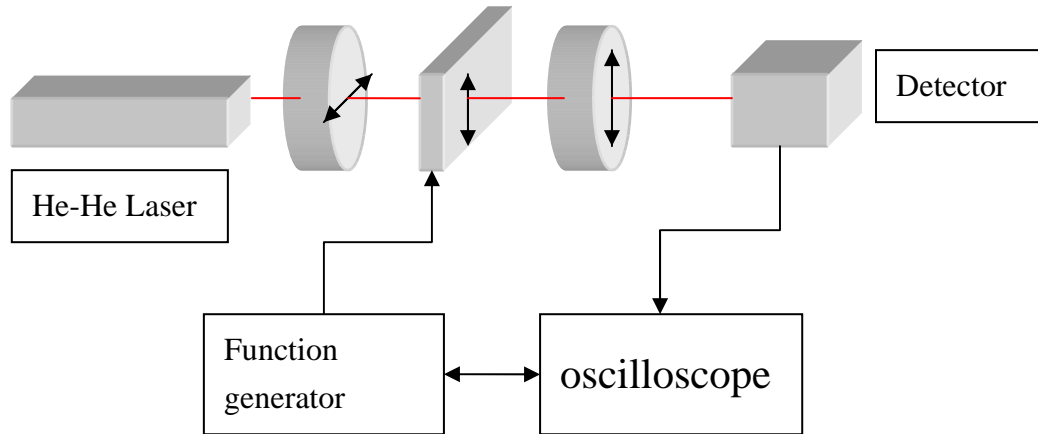
因此可以求得TN型液晶光電現象的響應時間。

$$\text{RISE TIME } \tau_r = \frac{\eta_i d^2}{\varepsilon |\Delta\varepsilon| (V_{app}^2 - (k_{11} + \frac{k_{33} - 2k_{22}}{4}) \pi^2)}$$

$$\text{FALL TIME } \tau_d = \frac{\eta_i d^2}{(k_{11} + \frac{k_{33} - 2k_{22}}{4}) \pi^2}$$

a. 實驗步驟

(1) 先將儀器做以下之配置



(2) 先由任意波形產生器輸出方波，並調整適當電壓大小。

(3) 於任意波形產生器輸出端以cable線分別接至樣品與示波器channel 1，另將光偵測器輸出接至示波器channel 2。

(4) 調整示波器外部觸發Level至可觸發區。當量測響應時間時，由任意波形產生器輸出一脈衝電壓藉以驅動樣品，同時亦送出一觸發訊號藉以啟動示波器讀取光偵測器訊號，此時可由示波器計算樣品之響應時間。響應時間包括所謂rise time (T_{ON})及fall time(T_{OFF})，其定義分別為當樣品穿透度由10%上升至90%以及由90%下降至10%所花的時間。

注：由 **Detector** 所得到的訊號為負壓，須反相。

須注意 **Laser** 的強度是否超過 **Detector** 的線性測量範圍。