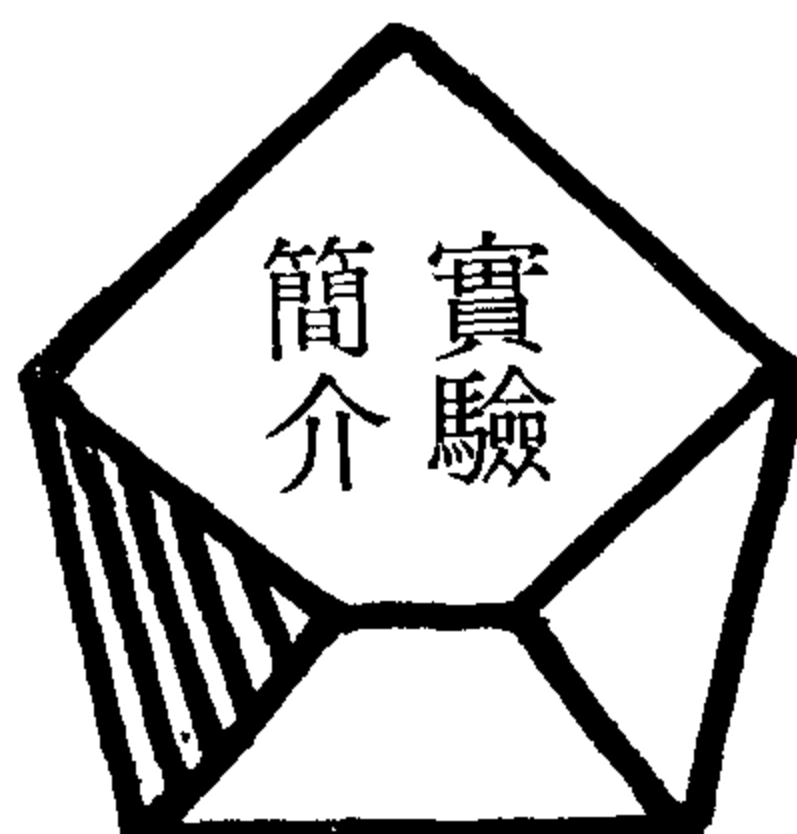


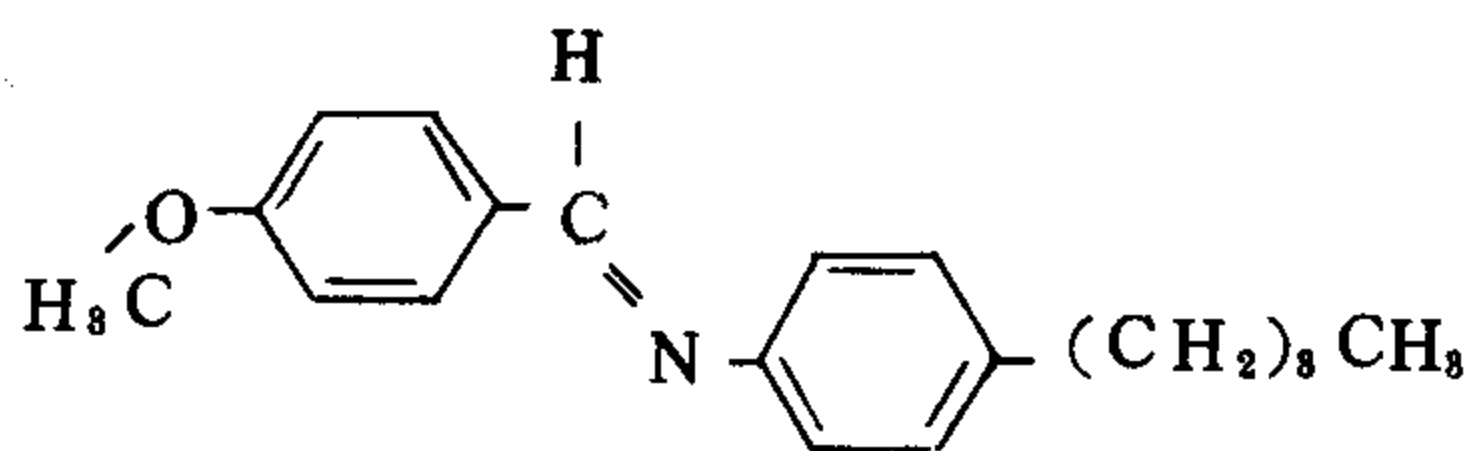
包大衛教授指導



首先，讓我們瞭解什麼是液態晶體，再逐個介紹有關液態晶體的實驗。

液態晶體，顧名思義是介於液體與固體之間的Phase多半為有機物質，而液態晶體又可分為Thermotropic Liquid Crystal和Lyotropic Liquid Crystal兩種。前者為控制物質的溫度，後者則為控制物質的濃度，以達到液態晶體的phase，這實驗中完全以Thermotropic L.C.作實驗，因此，只介紹前者。

液態晶體的分子為多桿狀(如圖一)，主要結構多為數個苯分子連結再於兩端接上長短不一的carbon chain例如MBBA (P-methoxybenzylidene-p'-n-butylaniline)的結構為



液態晶體的分子排列主要可分為三種



圖一



圖二

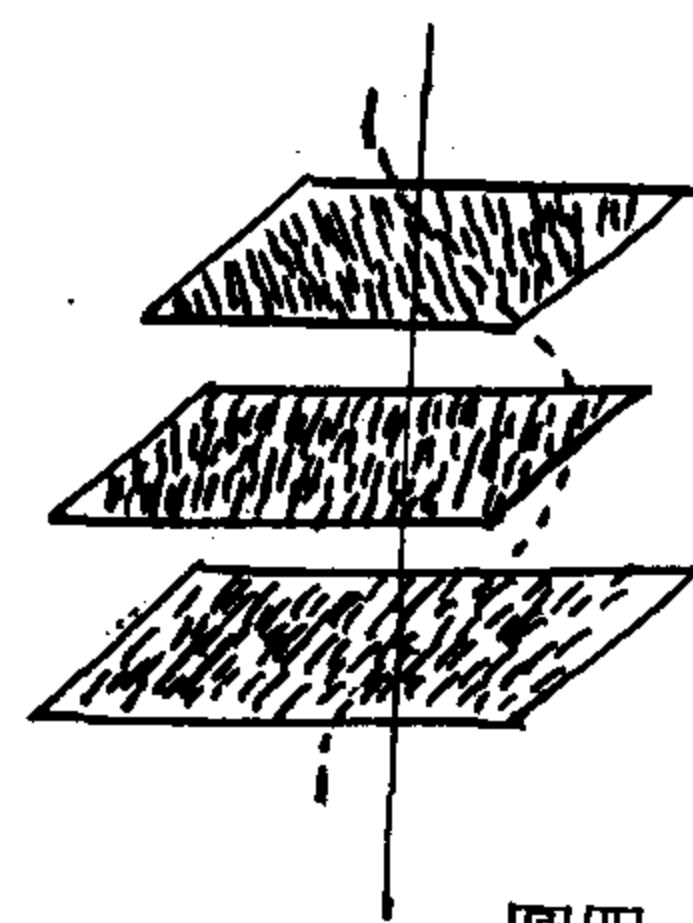
(1) Smectic Liquid Crystal: 分子長軸成平行排列且成層層平面狀(如圖二)。

(2) Nematic Liquid Crystal: 分子長軸成平行排列，但不成平面狀(如圖三)。

(3) Cholesteric Liquid Crystal: 分子長軸成螺旋狀排列，可大致解釋為無數平面密集而成，每一個平面皆類似於一個nematic的排列，而不同平面密集而成，每一平面皆類似於一個nematic的排列而不同平面分子長軸方向不同，如此使分子長軸成螺旋狀繞轉(如圖四)。

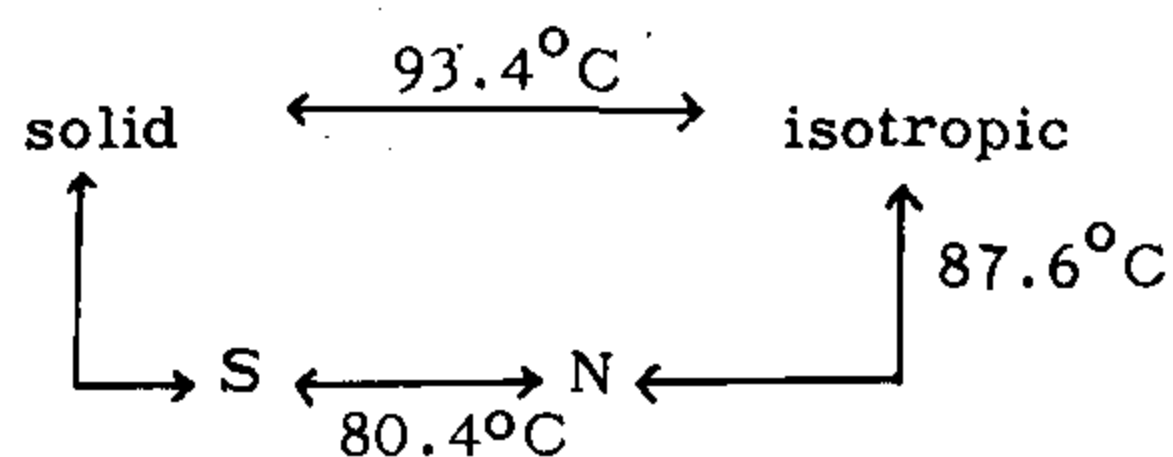


圖三

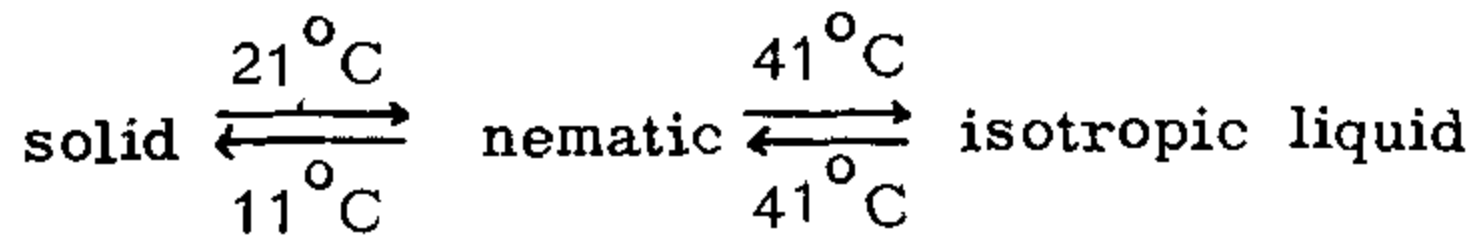


圖四

控制物質的溫度即可控制物質於不同的phase例如EEB (ethyl-p-ethoxybenzal-p-aminobenzoate)



又如本實驗中最利於應用的MBBA 在室溫即為 Nematic phase



由於液態晶體的分子為桿狀，而其排列又有特殊的方向，因此產生雙折射現象。沿著分子長軸方向的電磁波傳播速率與垂直分子長軸方向的電磁波傳播率不一樣，因此有不同的折射率，也就是說有不同的介電常數 ϵ ，通常定義沿長軸方向的介電常數為 ϵ_{11} ，垂直長軸方向為 ϵ_{\perp} 。

現在讓我們來看看這三個實驗：

一、X-ray Study of the Nematic Liquid Crystal

由於大部分的液態晶體在室溫時為固體，因此需要控制溫度，使溫度達到 Liquid Crystal phase 的溫度才能進行實驗，因此這個實驗分為兩組，一組作溫度控制儀器，另一組則作液態晶體的 x-ray diffraction pattern

溫度控制儀器主要為 electronic 方面的 theory 與 technique 設計如何加熱液態晶體，如何控制使溫度保持穩定，有了溫度控制才能作有關液態晶體分子排列情形隨溫度變化的實驗。

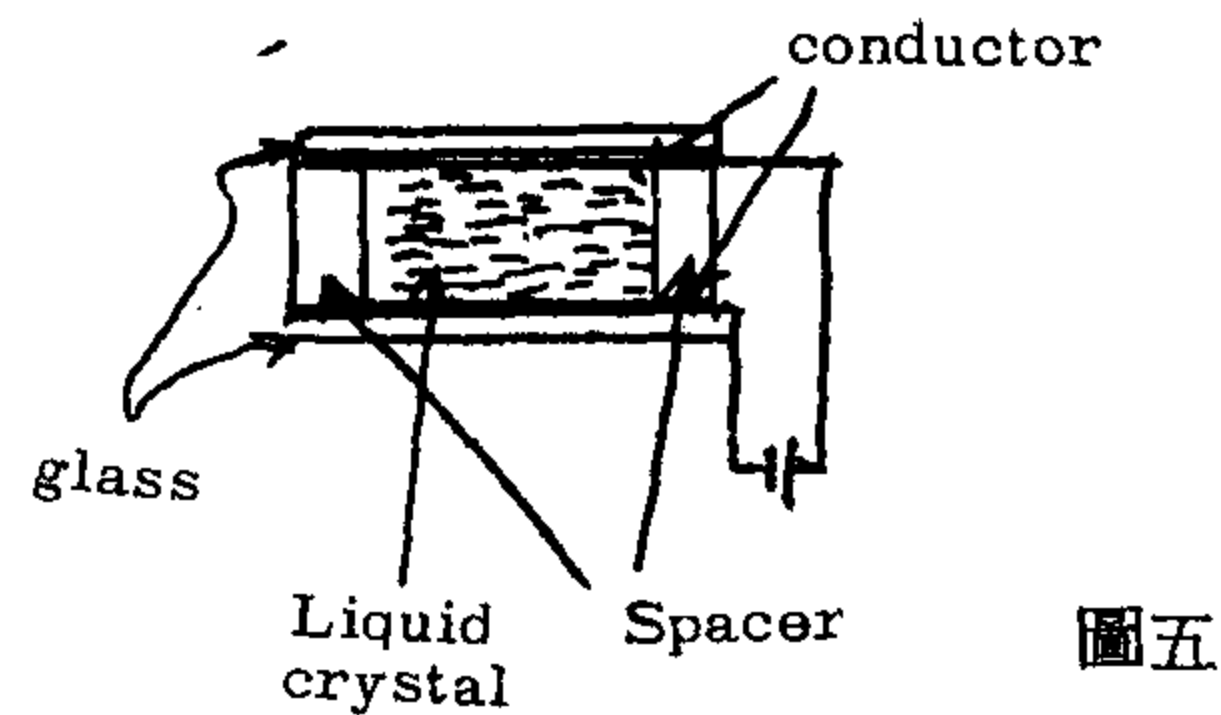
直接作 x-ray diffraction pattern 的這組，則首先利用室溫 nematic liquid crystal ~ MBBA 作實驗，待溫度控制儀器作好之後，再用其它非室溫液態晶體作實驗。首先將液態晶體直接由 x-ray 照射，得 diffraction pattern，由此 pattern 分析得液態晶體的分子長度及寬度，其次將液態晶體置於磁場中，由 x-ray 照射，得 diffraction pattern，分析液態晶體分子在磁場中排列情形與磁場強度的關係，最後的設想是在液態晶體分子中，加入其它有機分子，設法將液態晶體當成溶劑，而使溶於其中的溶質也能成規則排列，當然這須由這溶劑與溶質混合體的 x-ray diffraction pattern 上來分析。

二、Optical Devices

這是有關應用方面的實驗，最近已有以液態晶體顯示數字的手錶問世，這個實驗即是設法製作一個類似於此的數字顯示表。

主要原理為將一成規則排列的液態晶體（多數為 Nematic L.C. 置於兩片玻璃之間，而兩片玻璃皆各自鍍上一層金屬薄膜，構成兩片導體（如圖五）再加上直流電壓，未加電壓時，液態晶體呈透明狀，加上電壓達一定大小時（如 MBBA 為 10~100

V），液態晶體即呈混濁狀 (turbulent) 並散射光線，這種現象稱為 dynamic scattering mode，利用這個效應，改變金屬薄膜的形狀為數字的形狀，則加上電壓之後即能顯示出數字。



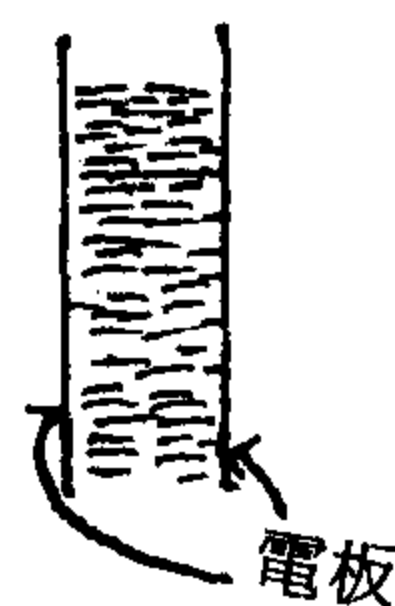
圖五

這個實驗需要較好的技術，鍍金屬薄膜時至少須有一片為透明，在金屬薄膜的邊緣要鍍上較厚的電極以便連接導線，spacer 與 glass 之間要密接，而置於兩片玻璃之間的液態晶體須要規則的 nematic type 的排列，最後則是試驗所加電壓與 dynamic scattering 的關係，決定應用多大電壓，再決定金屬薄膜的形狀以顯示數字。

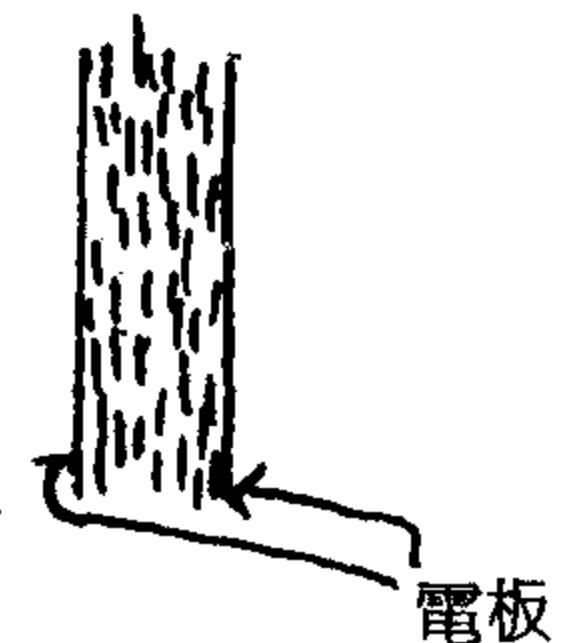
三、Magnetic field effects--dielectric constant

前面已提過，液態晶體具有 ϵ_{11} 及 ϵ_{\perp} ，在這個實驗中即是利用磁場能使液態晶體排列整齊的效用來測量 ϵ_{11} 及 ϵ_{\perp} 。

由兩片金屬板製成一個電容器，首先量得此電容器的電容 c ，然後將此電容器中間填以液態晶體，再將此電容器置於磁場中，使與磁力線成一預定角度，電容器中的液態晶體分子即受磁場影響而排列整齊，固定長軸於某一特定方向，比如說垂直於兩片電板（如圖六）量得此時的電容 c' 根據 $c' = \epsilon c$ 即可算得 ϵ_{11} ，改變電容器與磁力線的角度，使液態晶體分子的排列成平行於兩片電板（如圖七）再量得電容 c'' 由 $c'' = \epsilon_{\perp} c$ ，即可算出 ϵ_{\perp} 。



圖六



圖七