

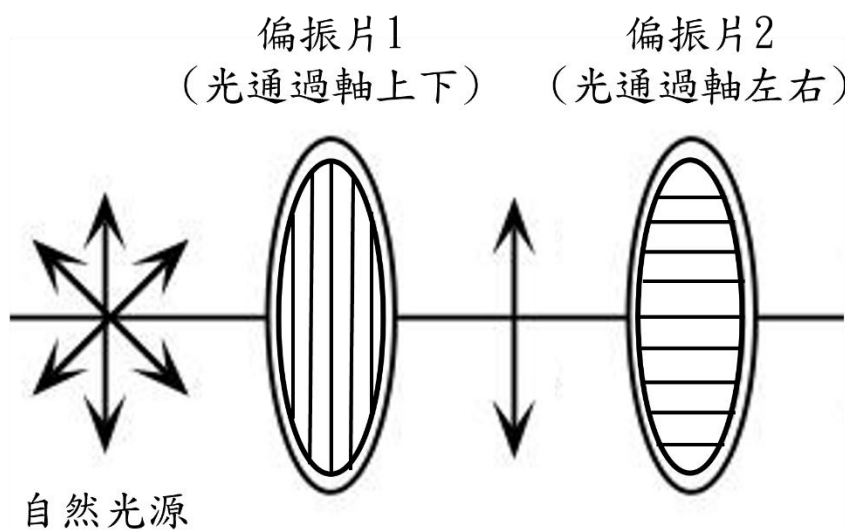
114 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
第 4 區複賽物理科實驗試題

編號： 01

一、題目：

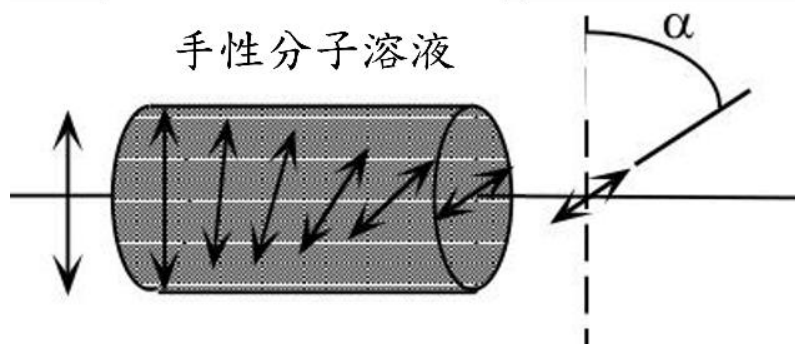
光是一種電磁波，由相互垂直震盪的電場和磁場組成，其中電場震盪的方向即為光偏振方向。通常自然光源的電場震盪方向，在垂直於光傳播方向的平面內是隨機且均勻分佈的，當光的電場振動方向侷限在一個特定的方向上時，我們就稱它為線偏振光。

偏振片是一種特殊的光學元件，它只允許某一特定電場振動方向的光穿透過去，此特定方向稱為該偏振片的光透過軸。當光通過偏振片時，只有電場振動方向平行於偏振片光透過軸的電場分量才能穿透，其餘垂直於光透過軸的電場分量都會被吸收或反射，所以我們可以利用偏振片來製造線偏振光。此外，若一道光束通過兩片光透過軸夾角為 ϕ 的偏振片，則通過兩片偏振片的光強度 $I = I_0 \cos^2 \phi$ ，下圖(一)為一自然光線通過兩片光透過軸互相垂直之偏振片示意圖，由圖可看出由於兩片偏振片光通過軸垂直，所以光電場分量都消失。



圖(一)

在具手性分子的溶液中，線偏振光的偏振方向因其手性特性會偏轉，如下圖(二)所示，此現象稱為旋光性。



圖(二)

而葡萄糖溶液為一種手性分子溶液，其旋光角 α 與濃度 m 及光程 l 呈現某種關係：

$$\alpha = A m^x l^y$$

其中， A 為比例常數（單位： $^{\circ} \cdot \text{dm}^{-1} \cdot (\text{g/mL})^{-1}$ ），

濃度 m 單位以 g/mL 表示，

光程 l 單位以 dm 表示（ $1\text{dm} = 10\text{cm}$ ）。

請利用雷射光源與兩片偏振片，觀察葡萄糖溶液的旋光性，並設計一實驗達成以下目的：

1. 驗證實驗用雷射光源（未經過偏振片）的電場震動方向是否均勻分布？請寫出理由來支持你的論點。
2. 找出旋光角 α 與濃度 m 之關係。
3. 找出旋光角 α 與光程 l 之關係。

提示：若有 n 組實驗數據 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 滿足線性關係 $y = ax + b$ ，則由線性迴歸可以得到下列公式

$$a = \frac{n \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, \quad b = \frac{\left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) \left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)}{n \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

二、實驗器材：

[請清點下列器材，如有短缺請立即報告補齊，自行準備之器材不在補發或提供之範圍內。]

名稱	規格	數量
支架	高 60cm 以上	1 座
橫桿	長 20cm 以上	2 支
直角夾	一般用	4 個
三叉夾	中型，最大使用範圍 65mm	2 支
雷射筆		1 支
厚紙板	至少 A4 大小	1 張
偏振片	大小約 $5 \times 5 \text{ cm}^2$	2 片
量角器	最小刻度 1°	2 個
直尺	測量長度至少 30cm， 最小刻度 1mm	1 支
紙杯	一般用	2 個
燒杯	500ml	2 個
量筒	100ml	2 個
塑膠滴管		1 個
電子天平	最小單位 0.1g	1 個
葡萄糖粉末	50g	1 包
膠帶	一般用	1 捲
剪刀	一般用	1 把
長尾夾	力大牌，型號 222	2 個
竹筷	一般用	1 雙
牙籤	一般用	1 支
1mm 方格紙	A4	2 張
全對數方格紙	A4	2 張
水	600ml	1 瓶
抹布		1 條
計算機	科學型計算機(考生自備)	1 台

[以上器材不一定全部需要用到。]

三、說明：

1. 請先核對試題及答案卷上編號與您的編號是否相同，若不同請立即報告。
2. 實驗報告請書寫於答案卷上(第 5~8 頁)，內容必須包含
 - (1)實驗原理
 - (2)實驗步驟(含設計圖)
 - (3)數據紀錄、分析與作圖
 - (4)實驗討論
3. 實驗操作過程之評審，主要依據實驗報告，所以務必在報告中詳細記載。
4. 實驗完畢後，請將所有器材還原，桌面收拾乾淨。
5. 注意：
 - (1)請思考雷射光照射方向，必要時需適當遮擋，不可對著人或自由照射至遠方。
 - (2)玻璃容器請務必小心使用，避免打破或摔破等狀況發生，尤其是內部盛裝液體的時候。

114 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽
第 4 區複賽物理科實驗試題 答案卷

編號： 01

編號： 01

編號： 01

編號： 01