

110 學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽臺灣省第 4 區複賽

物理科實驗試題第二題

編號： 備用

一、題目：

請利用下列清單中所提供的實驗器材設計實驗以探討下列問題：

- (1) 將雷射筆所發出之雷射光照射在鋼尺不同位置上，請問鋼尺不同位置反射的雷射光有何特徵？請畫出你的實驗架設圖。
- (2) 請利用問題(1)的結果去估計雷射光的波長。
- (3) 將雷射光垂直照射在漆包線上，請描述雷射光經過漆包線後的光線分布有何特徵？
- (4) 請利用問題(3)的結果去估計漆包線的線徑。

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。]

名稱	規格	數量
雷射筆		1 支
鋼尺		1 支
漆包線		1 條
捲尺	測量長度至少 100cm，最小刻度 1mm	1 卷
PP 板	約 A4 大小	1 片
免洗筷		2 雙
橡皮筋		10 條
美工刀		1 支
透明膠帶	寬約 1cm	1 卷
方格紙	A4，最小刻度 1mm	3 張
支架	高 30cm 以上， 附直角夾 2 個 及長約 20cm 之橫桿 2 支	1 座
計算器	科學型計算機(考生自備)	1 台

[以上器材不一定全部用到]

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 2~4 頁)，內容必須包含
 - (1) 實驗步驟(含設計圖)
 - (2) 數據紀錄、分析與作圖
 - (3) 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。

物理科實驗試題第二題參考解

四、實驗設計

(一) 雷射光波長量測

利用鋼尺的刻度作為狹縫，將雷射光以小角度俯角入射桌面鋼尺最小刻度的部分，經鋼尺反射的光線在遠處屏幕上呈現多狹縫干涉條紋，藉由多狹縫干涉主要亮紋間距與雷射光入射角度的關係測量雷射光波長。

多狹縫干涉呈現主要亮紋的條件為

$$m\lambda = b\sin\theta \cong b \frac{y_{m\text{主要亮紋}}}{L} \quad m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$y_{m\text{主要亮紋}} = m \frac{L\lambda}{b} \quad m=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

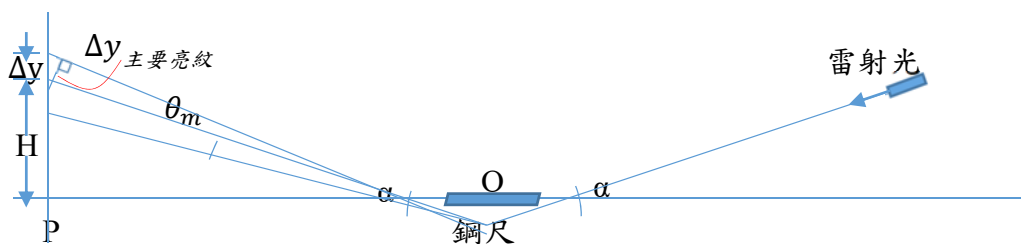
其中 b 為相鄰兩狹縫的間距

θ_m 為第 m 條主要亮紋之出射光與中央亮紋出射光的夾角

$y_{m\text{主要亮紋}}$ 是第 m 條主要亮紋與中央亮紋的距離

所以

$$\Delta y_{\text{主要亮紋}} = \frac{L\lambda}{b} \quad \Delta y_{\text{主要亮紋}} \text{ 為主要亮紋間距}$$



如上圖所示，雷射光以俯角 α 入射鋼尺最小刻度 ($a=0.5\text{mm}$) 區域，其等效狹縫間距

$$b = a\sin\alpha \quad (a \text{ 為鋼尺最小刻度間距})$$

$$\Delta y \cdot \cos\alpha = \Delta y_{\text{主要亮紋}} = \frac{L\lambda}{a\sin\alpha}$$

$$\lambda = \frac{\Delta y a \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{L} \quad \text{即為所求}$$

(二) 漆包線線徑量測

將雷射光水平照射鉛直的漆包線，則在遠處的屏幕會產生繞射現象，其繞射條紋與單狹縫（縫寬與線徑相同）相同，以此關係求漆包線線徑。

其中央亮紋寬度

$$D = 2 \frac{L\lambda}{d}$$

其中 d 為漆包線直徑

L 為細線到屏幕的距離

D 為中央亮紋寬度

$$d = \frac{2L\lambda}{D} \quad \text{即為所求}$$

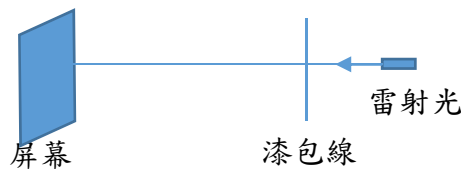
五、實驗步驟

(一) 雷射光波長量測

1. 利用二支竹筷及橡皮筋，將雷射筆固定於支架上，使雷射光的出射光俯角 α 可調。
2. 將鋼尺置於桌面，使雷射光打在鋼尺最小刻度 (0.5mm) 區域，並使刻線方向與入射光垂直。
3. 調小 α 角，使經鋼尺反射光線在遠處屏幕呈現干涉條紋。
4. 在屏幕固定一張方格紙，直接標記讀取亮紋間距 Δy ，及中央亮紋離桌面高度 H 。
5. 量測屏幕 (P) 與雷射光在鋼尺的反射點 (O) 的距離 L ($L = \overline{PO}$)。
6. $\lambda = \frac{\Delta y \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{L}$ 即為所求。

(二) 漆包線線徑量測

1. 調整竹筷使雷射光水平射出。
2. 將漆包線兩端固定於支架的上下橫桿，使漆包線成鉛直狀態。並使雷射光打在漆包線，成像在屏幕 (P)，如圖所示。



3. 測量屏幕中央亮紋寬度 D ，屏幕至漆包線的距離 L 。
4. 由雷射光波長 λ ，漆包線線徑 $d = \frac{2L\lambda}{D}$ 即為所求。

三、數據分析

(一) 雷射光波長量測

$$H = 10.65 \text{ cm}$$

$$L = 60.62 \text{ cm}$$

$$\Delta y = \frac{0.90}{2} = 0.45 \text{ (cm)}$$

$$a = 0.05 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{\Delta y \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{L} = 632.5 \text{ nm}$$

(二) 漆包線線徑量測

$$D = 0.65 \text{ cm}$$

$$L = 59.60 \text{ cm}$$

$$\lambda = 632.5 \text{ nm}$$

$$d = \frac{2L\lambda}{D} = 0.116 \text{ mm}$$