

逢甲大學 112 學年第二學期

普通物理實驗 結果報告

實驗 25 SLM-光柵繞射實驗

系級:光電一甲

姓名: 羅冠杰 D1228728

洪嘉儀 D1291989

方宇凡 D1228597

組別:B1

任課老師、助教: 馬仕信教授、莊秉翰助教

室溫:24°C

一、數據紀錄紙

物理實驗報告
日期_____室溫_____氣壓_____系級_____組別 B1 座號_____姓名_____評分_____

實驗25 SLM-光柵繞射實驗

	SLM至屏幕距離 (cm) L = 27.00 cm	SLM至屏幕距離 (cm) L = 47.00 cm
零階至一階繞射 Δy (cm) 取到小數第一位	2.25 cm	3.80 cm
繞射光角度 $\theta = \tan^{-1}(\Delta y/L)$	4.76	4.62
像素大小 $d = \lambda / \sin(\theta)$	6.406 μm	6.6 μm
理論值 像素大小 d $\lambda = 532 \text{ nm}$	6.4 μm	6.4 μm
百分誤差(%)	0.09%	3.1%



二. 數據分析

1. 透鏡上面有污漬可能會發散或匯聚光。
2. 屏幕的定位點不夠精細, 可能導致屏幕與同調光源不垂直, 造成左右兩光點距離差距過大。
3. 亮紋很大, 造成我們測量有誤差。

三. 結論

1. 使用溫和的肥皂水或柔和的拭淨布清潔。
2. 使用量角器使屏幕與同調光源垂直。
3. 多次測量取平均值。

今天的實驗是 SLM-光柵繞射實驗, 我們先利用十字校準片校正, 並微調空間光調制器上的旋鈕, 使投射在牆壁的雷射光恰好平分成四塊區域。再來, 轉動起偏片角度為 0 度, 檢偏片角度為 90 度, 關燈並記錄雷射光打在投影幕上的第一亮紋, 接著測量中央亮紋至第一亮紋的距離, 並使用公式 $\tan^{-1}(\frac{\Delta y}{L})$ 來求繞射光角度 θ , 再利用 $d = \frac{\lambda}{\sin \theta}$ 求像素大小。一開始, 我們量錯 Δy , 所以導致誤差超過 5%, 但後來我們重新量測並取平均值後, 百分誤差分別為 0.09% 和 3.1%。

四. 實驗使用公式

1. $\theta = \tan^{-1}(\frac{\Delta y}{L})$ Δy : 零階至一階繞射 / L : SLM 至屏幕距離 (cm)
2. d (像素大小) = $\frac{\lambda}{\sin \theta}$ ($\lambda = 532 \text{ mm}$, θ : 繞射光角度)
3. 百分誤差 = $\frac{|\text{實驗值} - \text{理論值}|}{\text{理論值}} \times 100\%$

五. 問題回答

Q1: 若有三道 RGB 雷射所產生的一道白色光源, 利用實驗的 SLM 架構, 屏幕距離 L 為 100 cm, 試問此白光源可產生繞射光? 若可以, 問個別的繞射角為何? Δy 為何?

$$\begin{aligned} \text{A1: } & \begin{cases} \theta = \tan^{-1}(\frac{\Delta y}{L}) \\ d \sin \theta_m = m \lambda \end{cases} & d = 6.4 \mu\text{m} \\ & \begin{cases} \lambda_r = 700 \text{ nm} \\ \lambda_g = 546 \text{ nm} \\ \lambda_b = 439 \text{ nm} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \theta_r = 6.28^\circ \\ \theta_g = 4.89^\circ \\ \theta_b = 3.93^\circ \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \Delta y_r = 11 \text{ cm} \\ \Delta y_g = 8.6 \text{ cm} \\ \Delta y_b = 6.9 \text{ cm} \end{cases} \end{aligned}$$

Q2: 改變 SLM 至觀測屏幕的距離 L , 則中央亮紋至第一亮紋的距離 Δy 及繞射角 θ 變化為何?

A2: 由實驗結果得知, 如果 L 增加, Δy 也可能增加, 因為光波需要更長的路徑來干涉和繞射, 形成亮紋。同時, 繞射角 θ 將減小, 因為增加的 L 導致 $\tan^{-1}(\frac{\Delta y}{L})$ 的值變小。