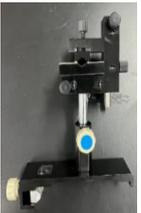
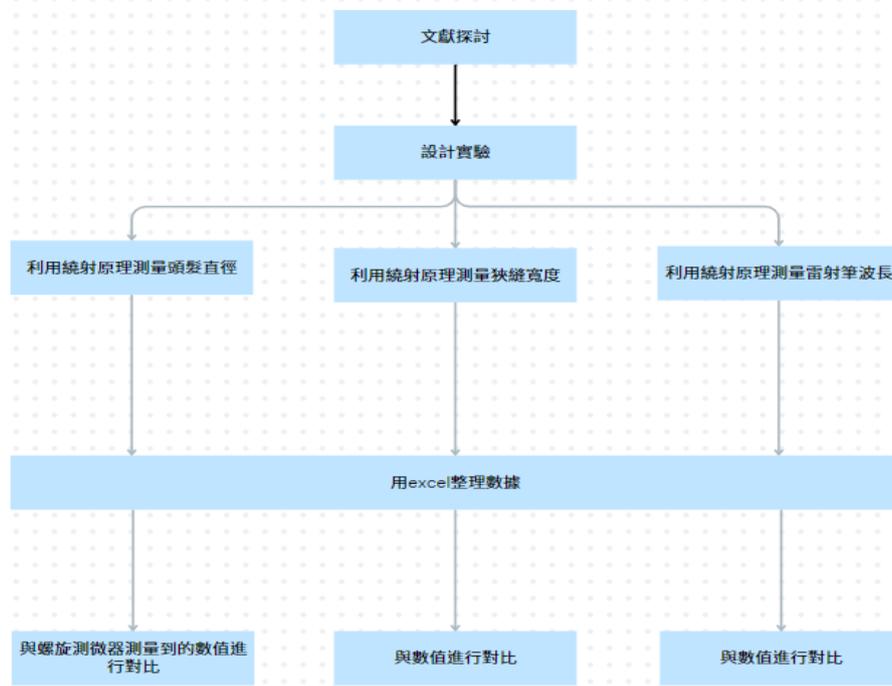


2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：光的繞射原理與應用-物品直徑測量					
一、摘要					
<p>粉筆、原子筆的直徑，使用游標尺可輕易測量，但一張紙的厚度、頭髮的直徑，該如何測量呢?網路上提供了好幾種方法:(1)螺旋測微器(2)劈形干涉(3)雷射光的繞射等。我們利用在學校實驗室可找到的器材，以(1)的方法測量頭髮直徑，再經由光的干涉現象及干涉條紋寬度，測量出紅、綠光雷射波長 λ，以繞射現象及繞射條紋寬度測量狹縫寬度，最後以(3)雷射光的繞射方法測量頭髮直徑。</p>					
二、探究題目與動機					
<p>爺爺喜歡記錄鳥類，偶爾我會跟隨他到處賞鳥，例如:黑面琵鷺、大杓鷗...等。印象比較深刻的是到雲林縣元長鄉記錄到俗稱土豆鳥的小瓣鴿，如圖(一)。除了頭上有辮子外，陽光下色彩鮮艷的羽毛真的很吸睛，為什麼會這樣呢?自主資料搜尋發現蝴蝶彩色的翅膀、日常生活中使用的鈔票防偽線、肥皂泡泡彩色薄膜以及可儲存資料的光碟片在陽光下會顯現彩色的現象是相似的。在蒐集資料以及閱讀高中物理課本波動光學章節後，得知蝴蝶的翅膀表面佈滿無數細小鱗片，層層堆疊，這類結構會使白光產生反射、干涉、繞射等光學效應，伴隨著「炫彩」特性。文中也提及可透過短波長的 X 光繞射現象測量微小的晶格間距。資料顯示人類的頭髮直徑大約是 20~50 微米，於是我們想試試利用光的繞射現象來測量頭髮直徑，是否可行?</p>	 <p>林梭/攝</p>				
三、探究目的與假設					
<p>目的:探究利用光的繞射現象測量頭髮直徑是否可行? 假設:頭髮會阻擋雷射光的前進，無法產生繞射現象</p>					
四、探究方法與驗證步驟					
一、 研究設備與器材					
螺旋側微器	狹縫	狹縫&支架	紅外線測距儀	雷射筆	雷射筆支架
					

二、研究架構



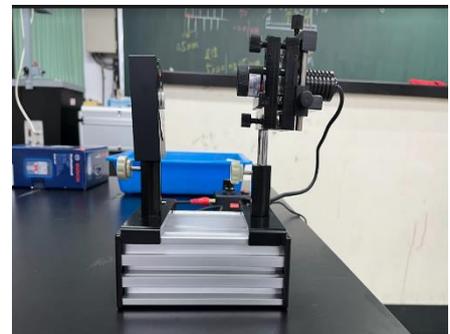
三、研究方法：

A、測量雷射筆波長

(一)概述:利用光的干涉、繞射現象測量紅、綠光雷射筆波長。

(二)實驗步驟:

- 1.實驗裝置如圖。
- 2.將屏幕與狹縫間距離固定為 L ，兩狹縫間距離為 d 。
- 3.將雷射筆固定並使雷射光穿過雙狹縫中央。
- 4.紀錄屏幕干涉條紋兩相鄰暗紋中線之間隔 Δy 。
- 5.測得數據代入公式 $\Delta y = \lambda L/d$ ，求得雷射波長。
- 6.改變兩狹縫間距離為 d ，重複 1-5 步驟。



(三)實驗數據

紅光雷射

狹縫至屏幕 距離 $L(\text{mm})$	雙狹縫間距 $d(\text{mm})$	相鄰兩暗紋間距 $y(\text{mm})$	$\lambda(\text{nm}) = yd/L$	平均波長 $\lambda(\text{nm})$
1008.5	0.0004	0.016	634.6	635.8
1008.5	0.0004	0.017	674.2	
1005.4	0.0002	0.031	616.6	
1005.4	0.0002	0.032	636.5	
1005.5	0.0001	0.062	616.6	
1005.5	0.0001	0.064	636.4	

綠光雷射

狹縫至屏幕 距離 L(mm)	雙狹縫間距 d(mm)	相鄰兩暗紋間距 y(mm)	$\lambda(\text{nm}) = yd/L$	平均波長 $\lambda(\text{nm})$
5211	0.0004	0.0067	514.3	511.1
5211	0.0004	0.0065	498.9	
5206	0.0002	0.014	537.8	
5206	0.0002	0.013	499.4	
5215	0.0001	0.026	498.6	
5215	0.0001	0.027	517.7	

(四)實驗數據分析

- 1.綠光雷射波長 511.1nm 比紅光雷射波長 635.8nm 短。
- 2.綠光雷射的干涉條紋間距小於紅光雷射的干涉條紋間距。
- 3.雙狹縫間距 d 與干涉條紋間距 y 成反比關係。

B、測量狹縫寬度

(一)概述:

使用測得紅、綠光雷射筆波長，利用光的繞射現象測量單狹縫寬度。

(二)實驗步驟:

- 1.將屏幕與單狹縫間距離固定為 L，單狹縫寬度為 a。
- 2.測量繞射條紋兩相鄰暗紋中線之間隔 Δy
- 3.測得數據代入公式 $\Delta y = \lambda L/a$, 求出單狹縫寬度。
- 4.改變距離屏幕與狹縫間距離 L，重複 1-3 步驟。

(三)實驗數據

紅光雷射波長 (nm)	狹縫至屏幕距離 L(mm)	中央亮紋間距 一半 y(mm)	$b(\text{mm}) = L\lambda/y$	平均單狹縫寬度 b(mm)
6.36	1002.4	0.015	0.000424951	0.00043
6.36	1002.5	0.013	0.000490377	
6.36	1005.4	0.016	0.000399584	
6.36	1005.2	0.014	0.000456576	
6.36	1001.5	0.015	0.000424569	
6.36	1001.7	0.016	0.000398113	

綠光雷射波長 (nm)	狹縫至屏幕距離 L(mm)	中央亮紋間距 一半 y(mm)	$b(\text{mm})=L\lambda/y$	平均單狹縫寬度 b(mm)
5.11	1001.4	0.012	0.00042643	0.00041
5.11	1002.1	0.011	0.000465521	
5.11	1003.4	0.014	0.000366241	
5.11	1002.3	0.013	0.000393981	
5.11	1001.2	0.014	0.000365438	
5.11	1001.7	0.011	0.000465335	

(四)實驗數據分析

1.單狹縫繞射中央亮紋的寬度約為其餘亮紋寬度的 2 倍。

C、測量頭髮直徑

(一)概述:

利用 B 的方法，測量頭髮直徑。

(二)實驗步驟:

- 1.將屏幕與狹縫間距離固定為 L，頭髮直徑為 a。
- 2.將雷射筆固定並使雷射光直射頭髮。
- 3.測量繞射條紋兩相鄰暗紋中線之間隔 Δy 。
- 4.測得數據帶入公式 $\Delta y = \lambda L/a$ ，求出頭髮直徑 a。
- 5.改變屏幕與狹縫間距離 L，重複 1-4 步驟。

(三)實驗數據

紅光雷射波長 $\lambda = 636\text{nm}$

狹縫至屏幕距離 L(mm)	相鄰兩暗紋間距 y(mm)	頭髮直徑 $d(\text{mm})=\lambda L/y$	頭髮直徑平均(mm)
1019.6	15	0.043	0.044
1023.2	14	0.046	
1012.2	16	0.040	
1024.6	15	0.043	
1005.7	13	0.049	
1016.5	14	0.046	

*螺旋側微器測量=0.040mm

綠光雷射波長 $\lambda = 511\text{nm}$

狹縫至屏幕距離 L(mm)	相鄰兩暗紋間距 y(mm)	頭髮直徑 d(mm)= $\lambda D/y$	頭髮直徑平均(mm)
2033.2	22	0.047	0.048
2012.5	26	0.048	
2003.4	25	0.051	
2021.9	27	0.047	
2021.3	29	0.044	
2025.7	26	0.049	

*螺旋側微器測量=0.040mm

(四)實驗數據分析

- 1.紅光雷射可測量出頭髮直徑約為 0.044mm。
- 2.綠光雷射可測量出頭髮直徑約為 0.048mm。
- 3.螺旋測微器測量頭髮直徑約為 0.040mm。

五、結論與生活應用

1. 利用光的繞射現象測量頭髮直徑是可行的。
2. 測量透明薄膜的厚度、測量材料折射率、測量物體表面的形狀、光學儀器的校準、太陽能發電板、生物醫學成像。

參考資料

龍騰文化。龍騰版高一、二物理課本。

大塚科技 https://www.otsuka-tw.com/technical_articles-detail/51/

科展作品集 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/senior.html#a2>