

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 物理科

030118

光芒萬丈—探討色光的性質

學校名稱：彰化縣立員林國民中學

作者：  國二 江育哲  國二 黃梓宸  國二 洪聖祐	指導老師：  賴文振  許文鴻
---	-----------------------------

關鍵詞：光、光柵、折射率

# 光芒萬丈－探討色光的性質

## 摘要

有一個科學小遊戲，將濾油網對向光源可看到美麗的光譜。我們對此現象感到好奇。國中自然課本中有一個色光的實驗，將白光透過玻璃紙的濾光和色紙的反射，可看到不同的顏色，我們的實驗結果卻不符合課本內容。於是想用光柵片來分析色光，探討實驗的問題。我們實驗的結論如下。雷射光是單色光，其它的光源如太陽光、日光燈和 LED 燈都不是單色光。玻璃紙的濾光功效不完全。色紙反射白光的功效和角度有關。以兩條上下並行的狹縫和光柵片所產生的光譜進行混色，得到與課本相同的結果。利用光柵繞射方法，可以求出蒸餾水的折射率，對照利用入射角與折射角求折射率的傳統方法，所得到的結果相當一致。

## 壹、研究動機

有一次到某國中聽台北科技大學房漢彬教授的演講：「創意的科學」，內容是有關科學的小遊戲，其中有一個是將濾油網的細鐵絲網貼在打孔的明信片上，再將其對向光源，例如太陽、日光燈和打火機的火源等、便可以看到各種顏色的光芒，這讓我想研究如何不用三稜鏡就能製造出光譜，於是後來使用了光柵片來做為研究的材料。還有另一個原因是因為國中課本中有一個實驗：「將日光燈光源照在不同顏色的玻璃紙上產生不同顏色的色光，色光再經不同顏色的色紙反射，將會看不同顏色的色光」，在實際做過這個實驗後，發現實驗結果與課本內容並不盡然相同。於是我們想用光柵片的分光功能來分析色光，探討課本中實驗的問題。

## 貳、研究目的

- 一、研究各種光源的顏色。
- 二、研究不同顏色的玻璃紙的透射光的顏色。
- 三、研究不同顏色的色紙的反射光的顏色。
- 四、研究不同色光的混色。
- 五、研究不同色光對水的折射率。

## 參、 研究設備及器材

器材名稱	數量	器材名稱	數量	器材名稱	數量
綠光雷射筆	1	電池組	1	分光儀	1
紅光雷射筆	1	紅色玻璃紙	1	圓形折射率量角器	1
日光燈(東亞)	1	綠色玻璃紙	1	光柵片	1
日光燈(PHILIPS)	1	藍色玻璃紙	1	直尺	2
紅光 LED 燈	1	白色色紙	1	量角器	
粉紅光 LED 燈	1	紅色色紙	1	長尾夾	1
橙光 LED 燈	1	綠色色紙	1	試管夾	數個
綠光 LED 燈	1	藍色色紙	1	玻璃棒	1
藍光 LED 燈	1	筆記型電腦	1	鐵架	1
紫光 LED 燈	1	網路攝影機	1	三腳架	1
白光 LED 燈	1	數位相機	1	透明塑膠容器	1

## 肆、研究過程或方法

一、測量透明光柵片的光柵間距。

(一) 裝置如『圖 4 - 1』的實驗裝置。綠光雷射筆的綠光波長為 532nm，光柵片到螢幕(直尺)的距離為 20cm。

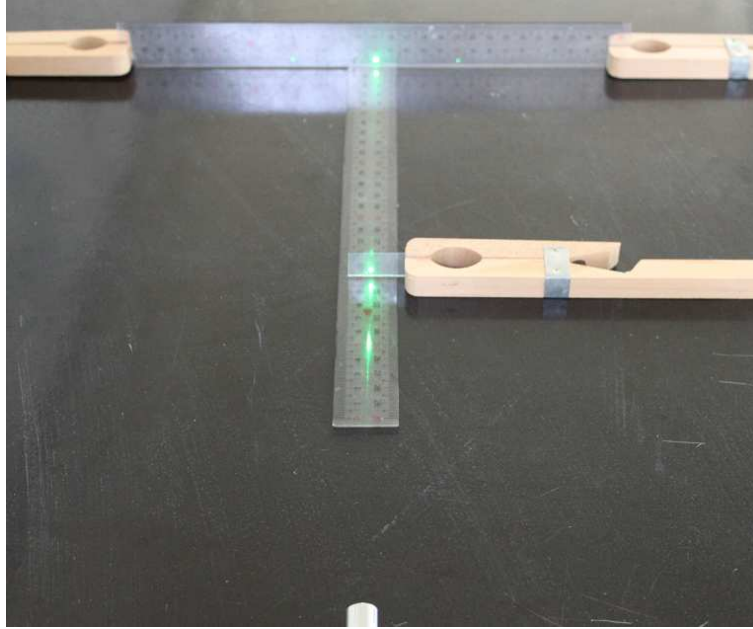


圖 4 - 1

(二) 測量綠光經光柵片繞射後在直尺上的光點間距。

(三) 利用繞射公式  $d \sin \theta = \lambda$ ， $d$  是光柵間距， $\lambda$  是綠光波長 532nm， $\theta$  是繞射角度，由公式計算出光柵間距。

## 二、研究各種光源的顏色。

(一) 製作分光儀如『圖 4 - 2』。分光儀中的光柵片到直尺的距離為 14.1cm。



圖 4 - 2

(二) 裝置如『圖 4 - 3』的實驗裝置。將不同光源放置在分光儀正前方，其中 LED 燈的光源先經過原子筆筆套，使光線成平行光線。之後光線經分光儀前的狹縫經過，平行光線由光柵片繞射，再由網路攝影機拍攝。



圖 4 - 3

(三) 光源有太陽光、日光燈(東亞 FL10D 晝光色)、日光燈(PHILIPS LIEFMAX TDL)、紅光 LED 燈、粉紅光 LED 燈、橙光 LED 燈、綠光 LED 燈、藍光 LED 燈、紫光 LED 燈、白光 LED 燈。各種 LED 燈如『圖 4 - 4』所示。



圖 4 - 4

(四) 從網路攝影機拍攝的照片，得到相同顏色的色光在左右兩邊的距離。利用繞射公式  $d \sin \theta = \lambda$ ， $d$  是光柵間距， $\theta$  是繞射角度， $\lambda$  是色光的波長，由公式計算出色光所對應的波長。

三、研究不同顏色的玻璃紙的透射光的顏色。

(一) 實驗裝置如『二、研究各種光源的顏色』的實驗。本實驗所使用的不同顏色的玻璃紙如『圖 4 - 5』。



圖 4 - 5

(二) 以白光 LED 燈為光源，在光源與分光儀的狹縫之間分別放置紅色、綠色和藍色玻璃紙。由網路攝影機拍攝經分光儀分光的光譜。

(三) 從照片上的圖像，得知相同顏色的色光在左右兩邊的距離。利用繞射公式  $d \sin \theta = \lambda$ ， $d$  是光柵間距， $\theta$  是繞射角度， $\lambda$  是色光的波長，由公式計算出色光所對應的波長。

#### 四、研究不同顏色的色紙的反射光的顏色。

- (一) 實驗裝置如『圖 4 - 6』，在黑暗中使用白光 LED 燈，光源先經過原子筆筆套，使光線成水平光線。光源照射色紙，光源方向與色紙分別夾角 30、60 和 90 度，再用照相機在色紙的正上方，拍攝色紙的反射光。

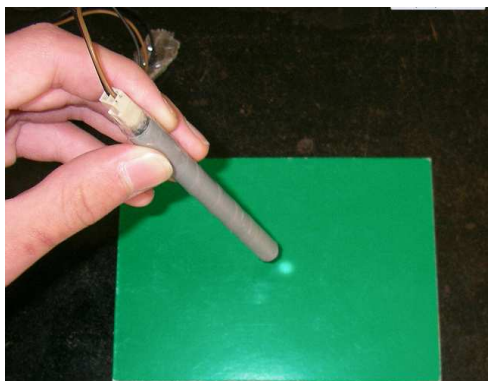


圖 4 - 6

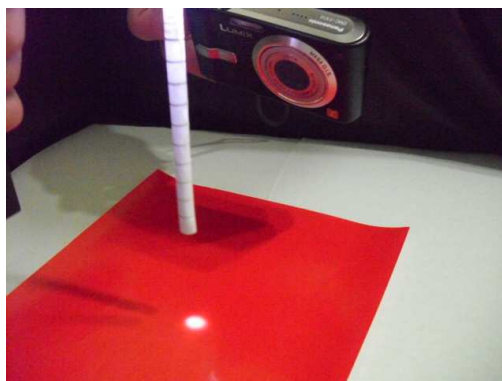


圖 4 - 7

- (二) 將上個步驟的色紙分別為白色、紅色、綠色和藍色。本實驗所使用不同顏色的色紙如『圖 4 - 8』。

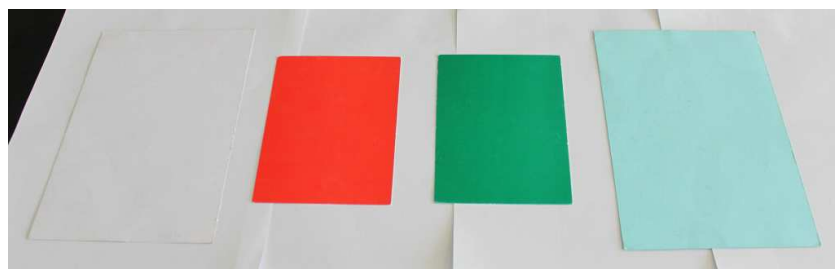


圖 4 - 8

- (三) 實驗裝置如『圖 4 - 7』，在黑暗中使用白光 LED 燈，光源先經過原子筆筆套，使光線與色紙互相垂直。相機鏡頭方向與色紙分別夾角 30、60 和 90 度，用照相機直接拍下色紙的反射光。
- (四) 將上個步驟的色紙分別為白色、紅色、綠色和藍色。本實驗所使用不同顏色的色紙如『圖 4 - 8』。

#### 五、研究不同色光的混色。

- (一) 原先分光儀的狹縫只有一條，現在將狹縫增為上下並行兩條，兩條之間距離 1cm。以太陽光為光源，太陽光經過狹縫再由光柵片繞射成為上下並行的兩道光譜，利用上下兩道光譜的不同色光進行混色。
- (二) 改變狹縫與光柵片距離，可將兩道光譜的位置移動，便可進行各種色光的混色。

六、研究不同色光對水的折射率。

- (一) 裝置如『圖 4-9』的實驗裝置，在圓形折射率量角器中加入蒸餾水到一半的高度。在雷射光源前放圓柱形玻璃棒，使直線光束變成扇形擴散的平面光束。

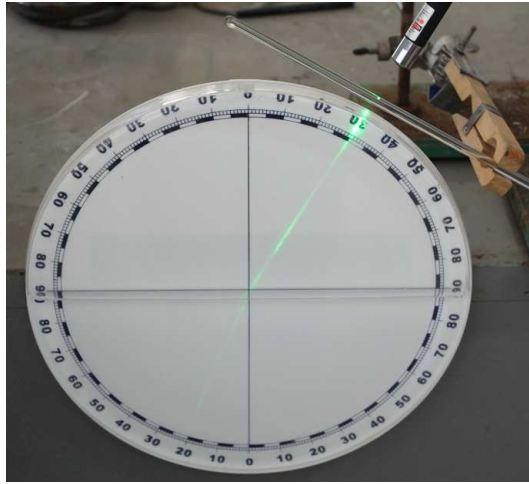


圖 4-9

- (二) 以紅光雷射為光源，分別以入射角 10、20、30、40、50、60、70 和 80 度，由空氣射入蒸餾水中，測量各個入射角所對應的折射角。由折射定律  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ ， $n_1$  為空氣中的折射率，其值為 1， $n_2$  為蒸餾水的折射率， $\theta_1$  為入射角， $\theta_2$  為折射角，計算各角度所得的折射率，再求平均值。
- (三) 同上個步驟，將光源改為綠光雷射。
- (四) 裝置如『圖 4-10』實驗裝置，將光柵片用長尾夾夾住後放在透明塑膠容器內，在容器內加入蒸餾水，使得光柵片一部分在蒸餾水中，一部分在空氣中，其中光柵片與螢幕(直尺)距離為 7cm。在雷射光源前放圓柱形玻璃棒，使直線光束變成垂直桌面的扇形擴散的平面光束。

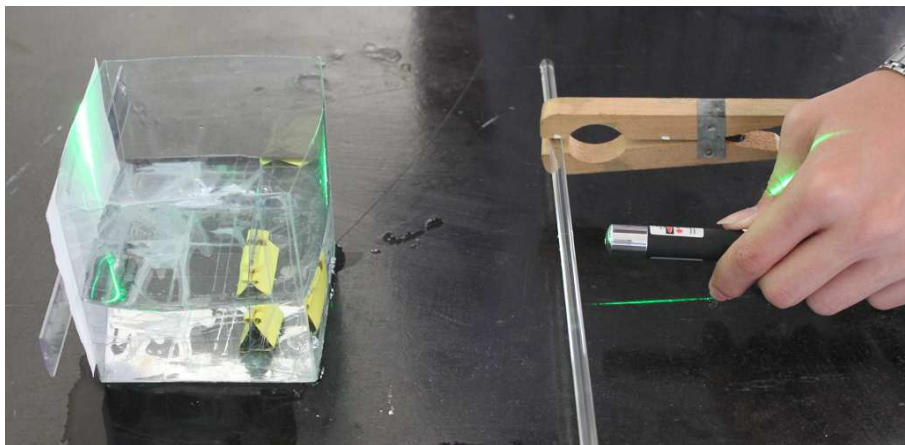


圖 4-10



(五) 以綠光雷射為光源，垂直的平面光束一部分經空氣中的光柵片繞射，一部分經水中的光柵片繞射，成像在螢幕上。測量螢幕上光條的位置，如『圖 4 - 1 1』所示。

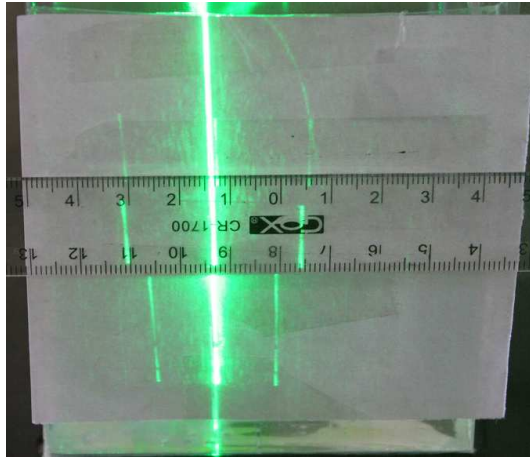


圖 4 - 1 1

(六) 同上個步驟，將光源改為紅光雷射。

(七) 利用折射率的定義  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$ ， $n_1$  為空氣中的折射率，其值為 1， $n_2$  為蒸餾水的折射率， $v_1$  為光在空氣中的速度， $v_2$  為光在蒸餾水中的速度。再利用波速公式  $v = f\lambda$ ，因為光的頻率在空氣中和蒸餾水中是固定不變，因此波速與波長成正比。由以上的推論可得到  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 。利用繞射公式  $d \sin \theta = \lambda$ ，分析不同色光在蒸餾水中和空氣中所對應的波長，再計算不同色光在蒸餾水中的折射率。

## 伍、研究結果

一、測量透明光柵片的光柵間距。

(一) 在直尺上測得左、中和右的光點位置，其數據如『表 5-1』。

(二) 實驗計算結果可得光柵間距為 2216.67nm。

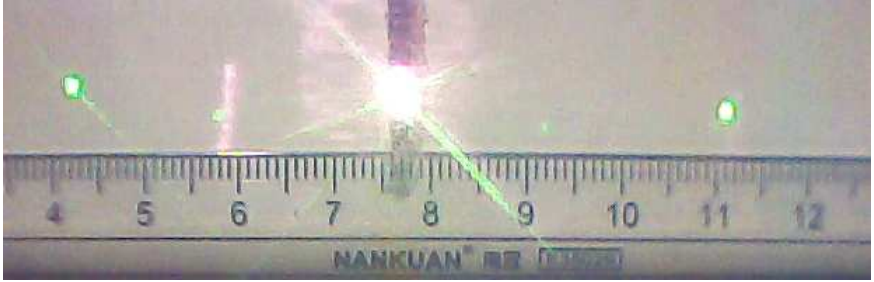
表 5-1 測量透明光柵片的光柵間距數據表

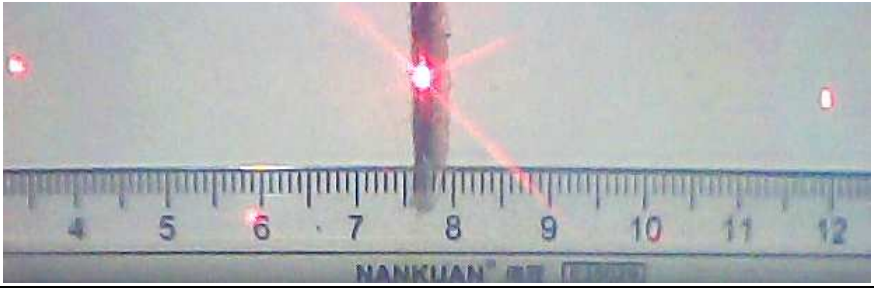
實驗次數	第一次	第二次	第三次
中央光點的位置(cm)	15.00	15.00	15.00
右邊光點的位置(cm)	9.90	10.10	10.00
左邊光點的位置(cm)	20.10	20.00	20.15
兩光點的距離(cm)	5.10	4.95	5.08
兩光點的平均距離(cm)	5.04		
$\sin \theta$	$\sin \theta = \frac{5.04}{\sqrt{20^2 + 5.04^2}} = 0.24$		
光柵間距(nm)	$d = \frac{\lambda}{\sin \theta} = \frac{532}{0.24} = 2216.67$		

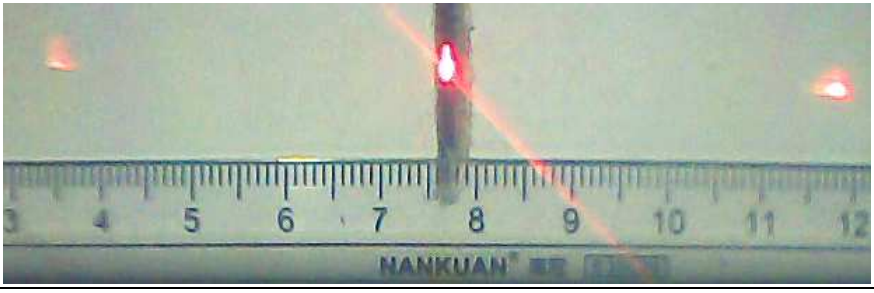
二、研究各種光源的顏色。

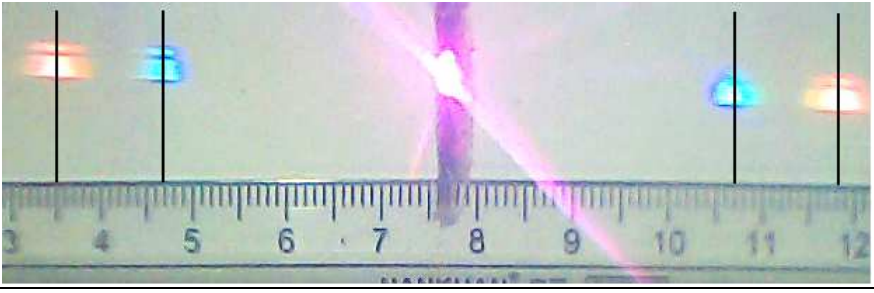
(一) 各種光源的光譜圖像及計算色光所對應的波長資料如『表 5-2』。


表 5-2 不同光源的光譜資料表


光源	綠光雷射
光譜圖	
兩光點間距(cm)	$(11.10 - 4.21) / 2 = 3.45$
綠光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{3.45}{\sqrt{14.1^2 + 3.45^2}} = 526.83$
誤差(%)	$\frac{526.33 - 532}{532} = -0.97\%$


光源	紅光雷射
光譜圖	
兩光點間距(cm)	$(11.92 - 4.29) / 2 = 4.29$
紅光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{4.29}{\sqrt{14.1^2 + 4.29^2}} = 645.23$


光源	紅光 LED 燈
光譜圖	
兩光點間距(cm)	$(11.82 - 3.55) / 2 = 4.14$
紅光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{4.14}{\sqrt{14.1^2 + 4.14^2}} = 624.49$


光源	粉紅光 LED 燈
光譜圖	
紅光兩光點間距(cm)	$(11.85 - 3.50) / 2 = 4.18$
紅光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{4.18}{\sqrt{14.1^2 + 4.18^2}} = 630.03$
藍光兩光點間距(cm)	$(10.70 - 4.69) / 2 = 3.01$
藍光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{3.01}{\sqrt{14.1^2 + 3.01^2}} = 462.78$

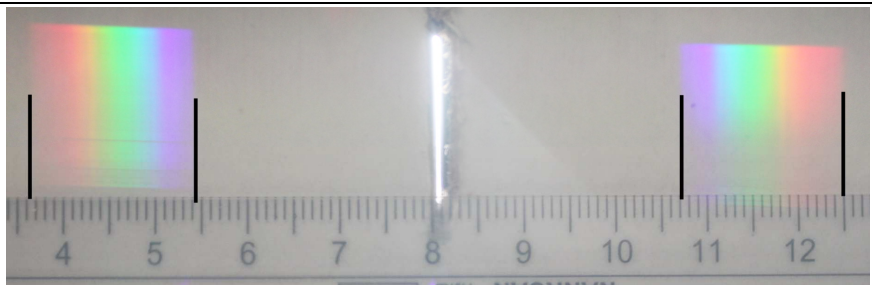
光源	橙光 LED 燈
光譜圖	
橙光兩光點間距(cm)	$(11.51 - 3.79) / 2 = 3.86$
橙光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{3.86}{\sqrt{14.1^2 + 3.86^2}} = 585.30$

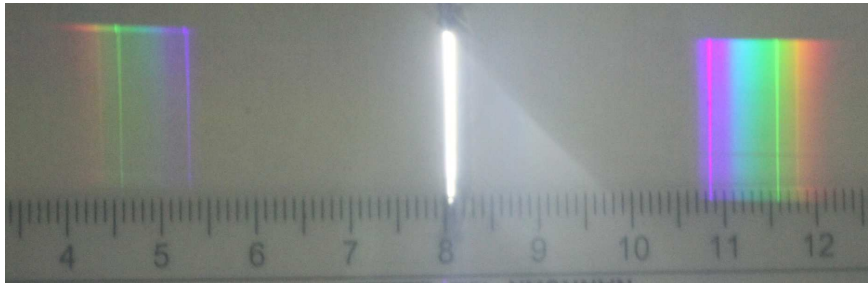
光源	綠光 LED 燈
光譜圖	
外側兩光點間距(cm)	$(11.75 - 3.73) / 2 = 4.01$
外側色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{4.01}{\sqrt{14.1^2 + 4.01^2}} = 606.34$
內側兩光點間距(cm)	$(10.77 - 4.55) / 2 = 3.11$
內側色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{3.11}{\sqrt{14.1^2 + 3.11^2}} = 477.45$

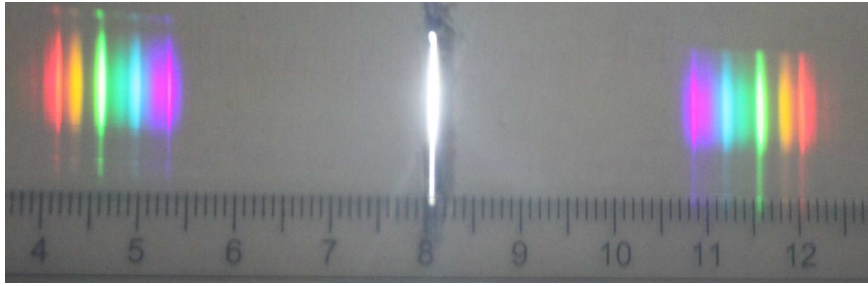
光源	藍光 LED 燈
光譜圖	
藍光兩光點間距(cm)	$(10.71 - 4.70) / 2 = 3.01$
藍色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{3.01}{\sqrt{14.1^2 + 3.01^2}} = 462.78$

光源	紫光 LED 燈
光譜圖	
紫光兩光點間距(cm)	$(10.31 - 5.11) / 2 = 2.60$
紫色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{2.60}{\sqrt{14.1^2 + 2.60^2}} = 401.98$

光源	白光 LED 燈
光譜圖	
外側兩光點間距(cm)	$(12.11 - 3.40) / 2 = 4.36$
外側色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{4.36}{\sqrt{14.1^2 + 4.36^2}} = 654.85$
內側兩光點間距(cm)	$(10.49 - 4.92) / 2 = 2.79$
內側色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{2.79}{\sqrt{14.1^2 + 2.79^2}} = 430.28$

光源	太陽光
光譜圖	
外側兩光點間距(cm)	$(12.49 - 3.62) / 2 = 4.44$
外側色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{4.44}{\sqrt{14.1^2 + 4.36^2}} = 665.79$
內側兩光點間距(cm)	$(10.71 - 5.43) / 2 = 2.64$
內側色光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta = 2216.67 \times \frac{2.64}{\sqrt{14.1^2 + 2.79^2}} = 407.95$



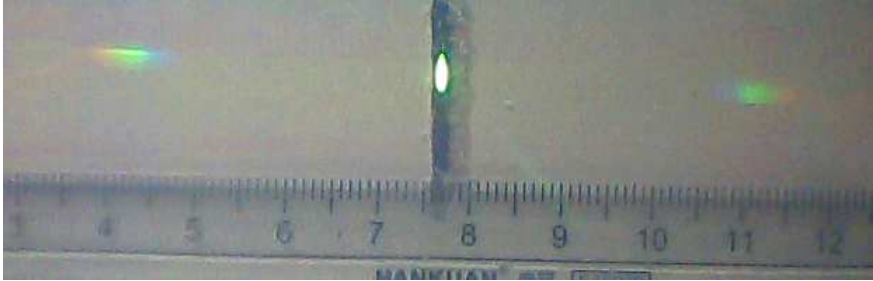

光源	日光燈(東亞 FL10D 晝光色)
光譜圖	
	在藍光和綠光中在亮紋

光源	日光燈(PHILIPS LIEFMAX TDL)
光譜圖	
	光譜是條狀的亮紋

三、研究不同顏色的玻璃紙的透射光的顏色。

(一) 各種光源的經不同顏色玻璃紙後的光譜資料如『表 5-3』。

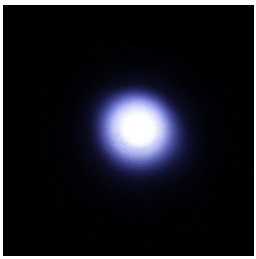


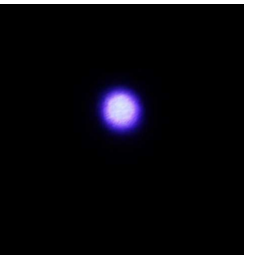


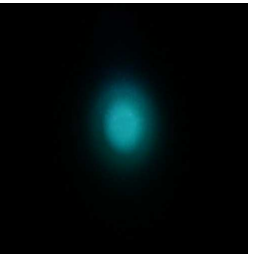
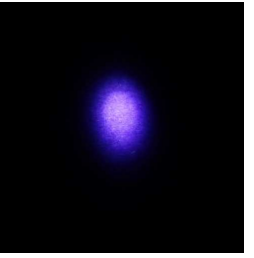

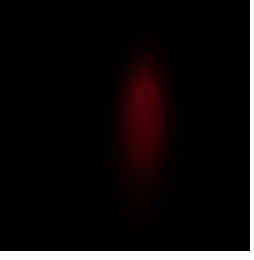

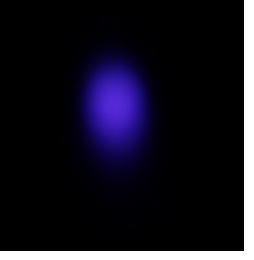
表 5-3 光源經玻璃紙透射的光譜資料表

光源	白光 LED 燈-----沒有玻璃紙
光譜圖	 <p>A photograph showing the spectrum of white light without any glass paper. A vertical slit of light is positioned at approximately 8 cm on a ruler. The light is dispersed into a continuous spectrum of colors: violet, blue, green, yellow, orange, and red. The spectrum is visible on both sides of the slit.</p>
光源	白光 LED 燈-----紅色玻璃紙
光譜圖	 <p>A photograph showing the spectrum of white light after passing through red glass paper. The spectrum is significantly reduced, showing only a narrow band of red light centered around the 8 cm mark on the ruler.</p>
光源	白光 LED 燈-----綠色玻璃紙
光譜圖	 <p>A photograph showing the spectrum of white light after passing through green glass paper. The spectrum is significantly reduced, showing only a narrow band of green light centered around the 8 cm mark on the ruler.</p>
光源	白光 LED 燈-----藍色玻璃紙
光譜圖	 <p>A photograph showing the spectrum of white light after passing through blue glass paper. The spectrum is significantly reduced, showing only a narrow band of blue light centered around the 8 cm mark on the ruler.</p>

四、研究不同顏色的色紙的反射光的顏色。

(一) 操作光源方向與色紙分別夾角 30、60 和 90 度，拍攝不同色紙的反射光，實驗結果如『表 5-4』。











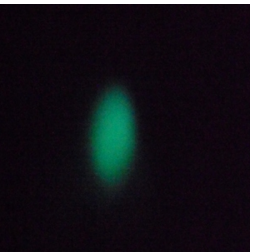
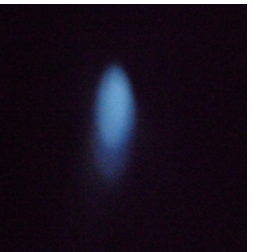
表 5-4 操作光源角度經色紙反射的資料表

光源 角度	白色紙	紅色紙	綠色紙	藍色紙
90 度				
60 度				
30 度				



(二) 操作相機鏡頭方向與色紙分別夾角 30、60 和 90 度，拍攝不同色紙的反射光，實驗結果如『表 5-5』。

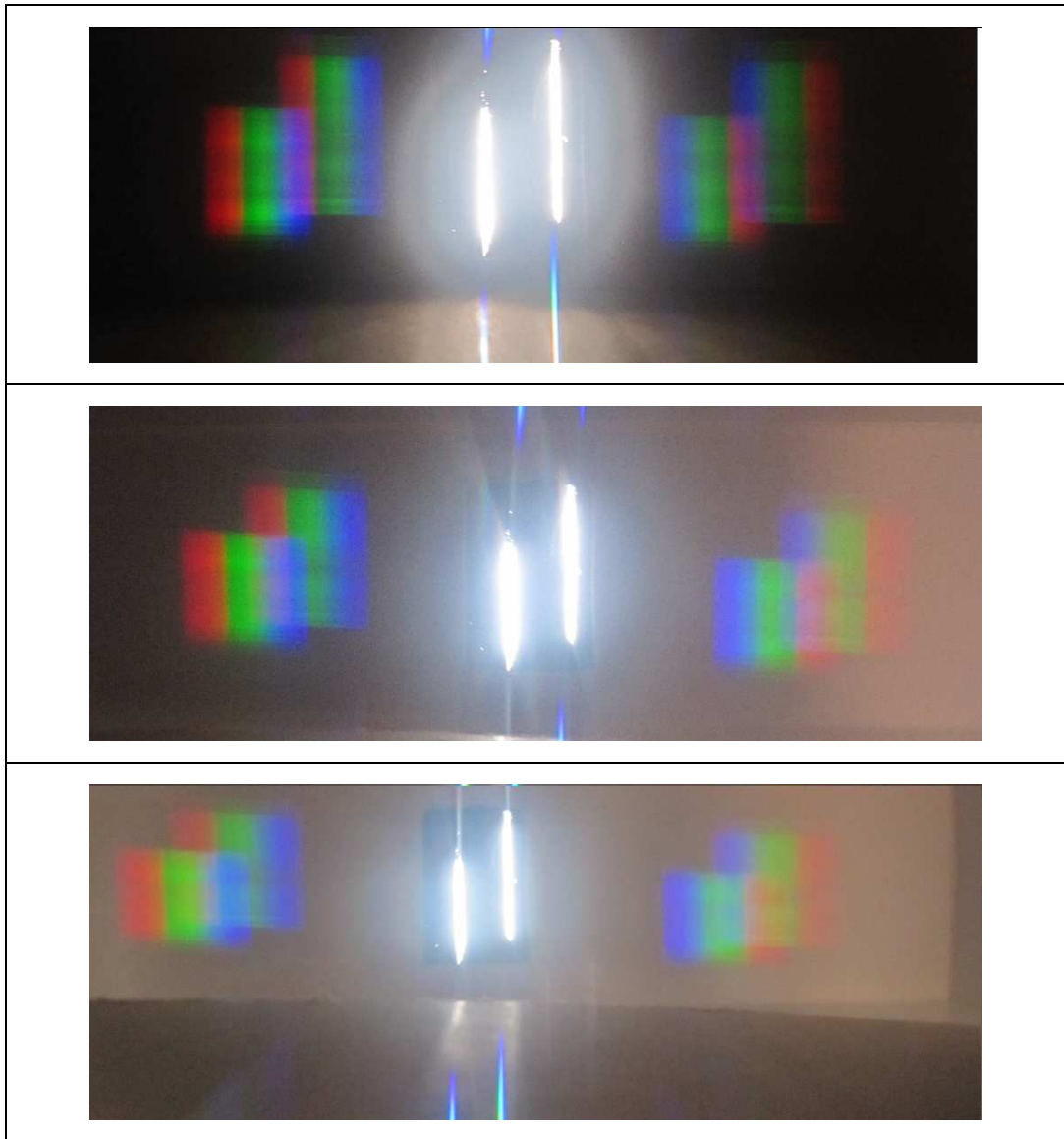
表 5-5 操作相機鏡頭角度拍攝色紙反射的資料表

光源 角度	白色紙	紅色紙	綠色紙	藍色紙
90 度				
60 度				
30 度				

五、研究不同色光的混色。

(一) 經過混色後，可以看出藍混紅呈洋紅色、藍混綠呈青色和紅混綠呈黃色。實驗結果如『表5—6』。

表5—6 不同色光的混色的資料表



六、研究不同色光對水的折射率。

- (一) 由圓形折射率量角器所測量出紅光和綠光在蒸餾水中的折射率，其實驗數據如『表 5—7』。紅光在蒸餾水的平均折射率為 1.28；綠光在蒸餾水的平均折射率為 1.34。
- (二) 利用光柵片應用繞射公式所測量出紅光和綠光在蒸餾水中的折射率，其實驗數據如『表 5—8』。綠光在蒸餾水的平均折射率為 1.23；紅光在蒸餾水的平均折射率為 1.35。
- (三) 利用圓形折射率量角器和光柵片所測量的折射率，兩者所得的結果相當接近。

表 5—7 圓形折射率量角器測量出色光折射率資料表

紅光雷射光								
入射角(度)	10	20	30	40	50	60	70	80
折射角(度)	8.0	15.5	22.5	30.0	36.5	42.0	47.0	51.0
折射率	1.25	1.28	1.31	1.29	1.29	1.29	1.28	1.27
平均折射率	1.28							

綠光雷射光								
入射角(度)	10	20	30	40	50	60	70	80
折射角(度)	7.5	14.5	21.0	29.0	35.0	41.0	44.5	50.5
折射率	1.33	1.37	1.40	1.33	1.34	1.32	1.34	1.28
平均折射率	1.34							

表 5-8 光柵片測量色光折射率資料表

光源：紅色雷射光	空氣中	蒸餾水中
中央光點的位置(cm)	8.00	8.00
右邊光點的位置(cm)	5.75	6.20
左邊光點的位置(cm)	10.25	9.80
兩光點的距離(cm)	2.25	1.80
雷射光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta$ $= 2216.67 \times \frac{2.25}{\sqrt{7.00^2 + 2.25^2}}$ $= 678.32$	$\lambda = d \sin \theta$ $= 2216.67 \times \frac{1.80}{\sqrt{7.00^2 + 1.80^2}}$ $= 552.04$
折射率	$n = \frac{\lambda_{\text{空氣}}}{\lambda_{\text{蒸餾水}}} = \frac{678.32}{552.04} = 1.23$	

光源：綠色雷射光	空氣中	蒸餾水中
中央光點的位置(cm)	8.00	8.00
右邊光點的位置(cm)	6.15	6.65
左邊光點的位置(cm)	9.85	9.35
兩光點的距離(cm)	1.85	1.35
雷射光波長(nm)	$\lambda = d \sin \theta$ $= 2216.67 \times \frac{1.85}{\sqrt{7.00^2 + 1.85^2}}$ $= 566.39$	$\lambda = d \sin \theta$ $= 2216.67 \times \frac{1.35}{\sqrt{7.00^2 + 1.35^2}}$ $= 419.77$
折射率	$n = \frac{\lambda_{\text{空氣}}}{\lambda_{\text{蒸餾水}}} = \frac{566.39}{419.77} = 1.35$	

## 陸、討論

### 一、測量透明光柵片的光柵間距。

(一) 實驗所用的光柵片是老師從網路上拿到的試用品，我們並不知道它的光柵間距，所以我們利用繞射的方法，由已知波長的綠色雷射光，測量光柵間距。

### 二、研究各種光源的顏色。

(一) 我們利用光柵片，自製分光儀。從分光儀觀察各種光源，發現肉眼看見的色光，有時與數位相機拍攝的結果有所不同。例如，光源是白光 LED 燈，肉眼可以看到清晰的光譜，但數位相機拍攝的結果是模糊的影像。我們認為這是光源經分光儀產生光譜比周遭的光線強，我們的肉眼可以調整瞳孔大小，再加上視神經的作用，最後由大腦判定出清晰的圖像；但是數位相機對於光線強弱相差太大的圖像，無法同時拍攝出清晰的照片。

(二) 我們觀察不同光源的光譜，發現雷射光是單色光，其它的光源都不是單色光。不同顏色的 LED 燈光源並不是單色光，透過分光儀由肉眼都可看到不同色光的光譜，例如紅光 LED 燈光譜有各種色光，但是紅光的強度比較強。太陽光的光譜是各種顏色都有的連續光譜。日光燈(東亞 FL10D 晝光色)的光譜包括各種色光，其中在藍光和綠光中在亮紋出現；日光燈(PHILIPS LIEFMAX TDL)的光譜是不連續的各種色光亮紋。我們推論不同品牌日光燈的螢光物質不相同，日光燈(PHILIPS LIEFMAX TDL)的螢光物質在吸收汞蒸氣的紫外光後，只發射出的某幾種特定頻率的色光，而日光燈(東亞 FL10D 晝光色)則是發射出的各種頻率的色光，而且存在某種螢光物質特別容易發出綠光和藍光。

### 三、研究不同顏色的玻璃紙的透射光的顏色。

(一) 本實驗發現白光的 LED 燈光經不同顏色玻璃紙產生的透射光，並不像課本所講的情況，透射光是顏色單一顏色的色光。我們從實驗上看出，經過紅色玻璃紙的透射光，經分光儀分光後，從肉眼可到各種色光，只是紅光比較明顯而已；從數位相機拍攝的結果，主要是紅色。同樣的情況，對於經過綠色和藍色玻璃紙的透射光，經分光儀後依然有其它色光存在。我們認為這個實驗結果指出玻璃紙並不能完美地濾掉其它的色光。

(二) 從實驗的結果可看出玻璃紙的濾光功能是有限的，所以有關國中理化課本的色光實驗，利用不同顏色玻璃紙的濾光獲得單色光的效果是很有限，因此實驗結果並不能呈現課本所提到的效果。

### 四、研究不同顏色的色紙的反射光的顏色。

(一) 我們在實驗中，發現白光的 LED 燈光經不同顏色色紙產生的反射光，因為反射光亮度太小，透過分光儀後肉眼尚可看得到光譜，但是數位照機所拍的照片是模糊。

- (二) 我們將實驗改成不經過分光儀，而直接由數位相機拍攝反射光。實驗過程發現當白光 LED 燈光的光束與色紙的夾角不同時，反射光的顏色竟不一樣。結果顯示，當白光光束與色紙夾角是 90 度時，不管色紙的顏色為何，反射光呈現是白色光；當夾角變小時，反射光的顏色愈接近色紙的顏色。對於這個現象，我們推論這是因為色紙不能完美地吸收其它色光，而只有反射色紙顏色的色光。當光束與色紙夾角是 90 度時，白光經色紙反射後各種色光都有，因此各種色光混合成白光；夾角變小時，因為反射光以同色紙的顏色的色光為主，其它的色光比較弱，因此反射光的顏色愈接近色紙的顏色。
- (三) 我們將實驗改成相機鏡頭方向與色紙分別夾角 30、60 和 90 度，用照相機直接拍下色紙的反射光。得到的實驗結果與上個討論是相同的，我們認為原因也是相同的。
- (四) 從實驗的結果可看出色紙的並不能完美地反射出單色光，因此有關國中理化課本の色光實驗，所得到的實驗結果並不能呈現課本所提到的效果。若要改善實驗的結果，可以改變入射光源方向與色紙的角度，使得兩者的夾角愈小愈好。

#### 五、研究不同色光的混色。

- (一) 我們本來設計利用控制兩條狹縫之間的距離，後來發現要移動兩條上下並行的狹縫並不容易。後來想到控制狹縫與光柵片的距離，改變狹縫與光柵片的距離，可以改變上下兩道光譜的位置，進行不同色光的混合。
- (二) 從實驗的結果可以看出藍混紅呈洋紅色、藍混綠呈青色和紅混綠呈黃色，與課本所提到的結果是一定的。

#### 六、不同色光對水的折射率。

- (一) 實驗過程中，我們利用光柵片製作分光儀，用來判定光源是否為單色光。此外，我們也思考光柵片是否有其它的用途。後來我們想到可以利用光柵片測量蒸餾水的折射率，而這個方法與傳統上利用入射角和折射角的方式不同。
- (二) 實驗結果可看出，利用傳統的方法與光柵繞射方法，都可以求出蒸餾水的折射率，而且兩種方法的結果相當一致。
- (三) 實驗中我們發現紅光與綠光對蒸餾水的折射率並不一樣，綠光的折射率大於紅光的折射。國中自然課本中提到不同的色光對三稜鏡(玻璃材質)因折射率不同而有色散現象。我可以推論若將三稜鏡的材質改為水，也會有色散現象。
- (四) 由實驗結果可知，紅光在水中的波長變 552.04nm，這是空氣中綠光的波長；綠光在水中的波長變 419.77nm，這是空氣中藍紫光的波長。我們自行做了以下的實驗，將頭放在水槽中以裸眼看紅光和綠光雷射經白色色紙反射的光線，得到的實驗結果是紅光和綠光，顏色並沒有改變。因此我們推論我們人類對顏色的判別是根據色光頻率而不是波長。
- (五) 本來我們想要做白光的 LED 燈光的各種色光的折射率，但是因為光束太弱而不容易觀測。

(六) 我們認為這個實驗方法，可以應用於判定一個溶液的上下層是否均勻分布，若是溶液分布不均勻，則雷射光經光柵片後，左右光條不會是二條平行的線段。

## 柒、 結論

本實驗主要是探討色光的特性，實驗的結論如下。雷射光是單色光，其它的光源如太陽光、日光燈和 LED 燈都不是單色光。玻璃紙的濾光功效並無法達到百分百。色紙反射白光的功效，與入射光源方向和色紙的角度有關，而且也與觀察者的視線和色紙的角度有關，當兩者的夾角愈小愈容易呈現色紙的顏色。以兩條上下並行的狹縫和光柵片所產生的光譜進行混色，得到與課本相同的結果。利用光柵繞射方法，可以求出蒸餾水的折射率，對照利用入射角與折射角求折射率的傳統方法，所得到的結果相當一致。

## 捌、參考資料及其他

- 一、史家瑩(2010)。**國中自然與生活科技(第三冊)**。台南市：翰林出版有事業有限公司。
- 二、李冠卿(1988)。**近代光學**。臺北市：聯經出版事業公司。
- 三、維基百科(無日期)。**司乃耳定律**。2010年5月10日，取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%96%AF%E6%B6%85%E5%B0%94%E5%AE%9A%E5%BE%8B>。
- 四、維基百科(無日期)。**光譜**。2010年5月10日，取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E8%AD%9C>。
- 五、中華民國第四十五屆中小學科學展覽會參展作品專輯(無日期)。**數位影像分析可見光光譜**。2010年11月10日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/45/senior/0401/040107.pdf>。
- 六、中華民國第四十八屆中小學科學展覽會參展作品專輯(無日期)。**察「焰」觀「色」-以自製分光儀檢視焰色實驗**。2010年11月10日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/48/senior/040807.pdf>。
- 七、中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯(無日期)。**明察秋毫——利用繞射現象測量頭髮直徑**。2010年11月10日，取自：<http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/d/1/030105.pdf>。



## 【評語】 030118

利用各式的實驗方法及手段來了解光的性質，並利用 DIY 的方式自製實驗器材，值得稱許，如果能將科學問題定義得更清楚，將實驗目的的價值闡述得更明確，將會更好。