

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

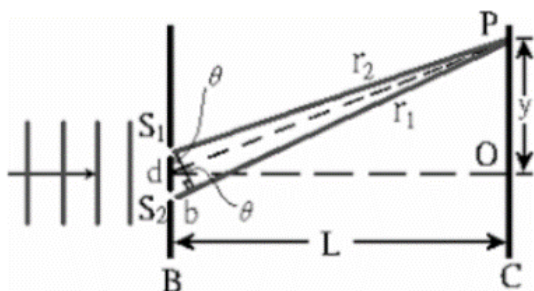
題目名稱： 拆解看不見的美-光譜
一、摘要
想要長時間打遊戲的我們，意識到藍光可能會傷害眼睛，對如何避免藍光傷害展開一番探究。我們重新學習雙狹縫干涉及光譜原理，製作手機光譜儀，分析 LCD 液晶與 OLED 有機發光二極體螢幕發現，比起 LCD 螢幕，OLED 含有較少的 415 nm~460 nm 高能量藍光波段，但最好的護眼模式，當然還是自己適度調整螢幕亮度與合適的使用時間。
二、探究題目與動機
考完大考、買了新筆電準備長時間打 game 的我們，突然想起藍光傷眼的報導！七嘴八舌開始討論起，心中的疑惑也萌芽產生：「新筆電螢幕藍光還是傷眼嗎？」「保護眼睛要戴墨鏡還是濾藍光眼鏡？」「有需要調整成螢幕夜間模式嗎？」「那又該怎樣檢視有害的藍光波段呢？」「所有的藍光波段都過濾掉不是會有色偏嗎？」為了解答心中的疑惑，我們重新學習雙狹縫干涉及光譜原理，並從生活中取得 CD 片做成的光柵，製作光譜儀分析電腦螢幕藍光的組成。
三、探究目的與假設
常被耳提面命不要盯 3C 產品過久，普遍是認為 415 nm~460 nm 的高能量藍光對『人眼』的危害大，我們查詢品牌得知，新舊筆電螢幕分別為 LCD 液晶與 OLED 有機發光二極體螢幕，舊筆電 LCD 液晶螢幕因為無法自發光，需要額外外加 LED 作為背光源，新筆電以 OLED 有機發光二極體自發光光源，是否如查詢到的文獻資料 OLED 的藍光波長較小，比起 LCD 螢幕更護眼？能否自製光譜儀，快速分辨螢幕是否含傷眼的高能量藍光呢？因此我們研究的目的如下： 1. 以生活中取得 CD 片做成的光柵確立使用公式。(高中僅學過雙狹縫干涉公式 $d\sin\theta=n\lambda$ ，是否能否用於多狹縫的 CD 片光柵。) 2. 以 CD 片光柵作為紙板手機光譜儀的狹縫，分析線光譜(如氫原子光譜)，確認手機光譜儀的準確性，並應用於分析生活中電漿球、延長線開關光源的氣體成分。 3. 利用手機光譜儀拍攝 LCD 與 OLED 電腦螢幕，並比較濾藍光產品的效果。
四、探究方法與驗證步驟

基礎知識-觀察現象+演繹論證

➤ 推導雙狹縫干涉公式 $d\sin\theta=n\lambda$

我們就有操作同心圓投影片來模擬波的疊加，找出影響干涉條紋寬度的成因，我們發現狹縫間距小、波長越長越長、光的屏幕距離越遠，條紋會越寬，但我們只知道正相關和負相關，而不知道是否有等於，所以我們去進行了實驗。

用雷射光照射 CD 光柵時，在距 CD 光柵 r 的屏幕上出現光點(我們使用的是牆壁)。量取 r 與 $n = 1$ 的第一主極大到中央亮紋距離，由 $\tan\theta = \Delta y / r$ ， $d\sin\theta=n\lambda$ 算出 CD 槽距 d ，配合手機輔助計算，我們從已知波長 $=632.8 \text{ nm}$ 的氦氖雷射光，測量出 CD-R 的槽距 $d = 1.51\mu\text{m}$ (理論值為 $1.60\mu\text{m}$)



圖一、雙狹縫干涉公式的演繹 $d\sin\theta = n\lambda$

圖二、實驗設計

扎根技能-製作光譜儀+分析光譜

➤ 用已知氦氖雷射光波長 λ 實驗得出 CD 槽距 d 值，進而推算出未知波長 λ

	屏幕距離 $r(\text{cm})$	條紋寬度 $\Delta y(\text{cm})$	$\tan\theta$ $=\Delta y/r$	$\theta(\text{rad})=$ $\tan^{-1}(\Delta y/r)$	$\theta(^{\circ})$	$\sin\theta$	第一亮紋 $n=1$ $d\sin\theta=n\lambda=\lambda(\text{nm})$
氦氖雷射光	6.5	3.0	0.461	0.432	24.775°	0.419	632.8
紅光雷射光	6.5	3.2	0.492	0.457	26.197°	0.441	705.60

圖三、實驗數據

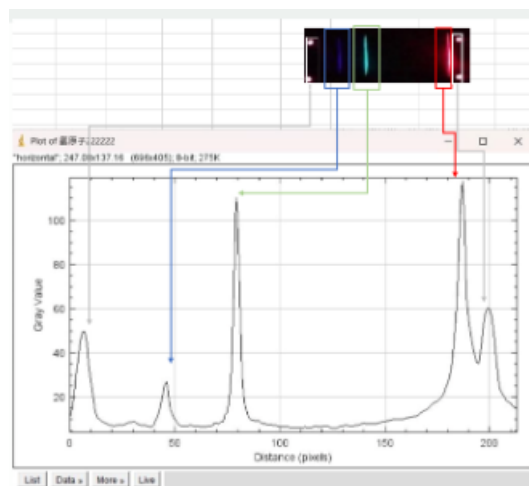
➤ 驗證氫原子光譜，求 Rydberg 常數 R_H

選用生活易取得、光譜波長已知的省電燈泡作為校正用光源。以 Image J 軟體開啟光譜照片，以 excel 作線性差值法求出定位點 P1、P2 的波長。

驗證 R_H 常數：利用校正過定位點 P1、P2 的光譜儀，拍攝氫原子光譜並計算波長，進一步驗證芮得柏常數 R_H 。



圖四、拍攝氫原子光譜

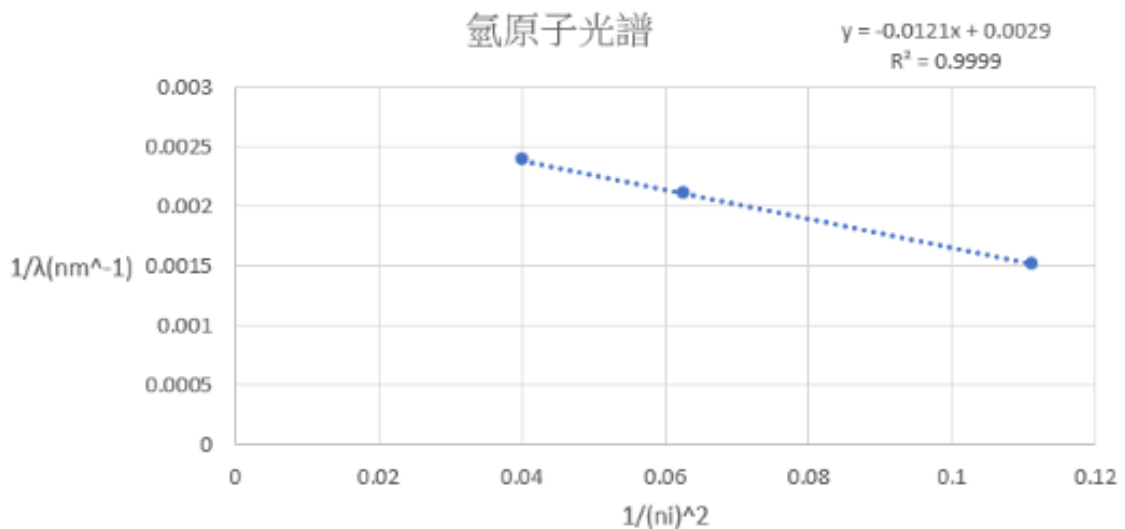


圖五、氫原子光譜圖

	pixels	差值	標準	nm	差值	校正後實際波長(nm)	$1/\lambda(\text{nm}^{-1})$	ni	$1/(\text{ni})^2$	$1/\lambda(\text{nm}^{-1})$	
P1對應像素	7		P1波長	353							
P2對應像素	199		P2波長	676							
		192			323						
藍線對應像素	46		藍線波長	434		藍線波長	419	0.002388862	5	0.04	0.002388862
青線對應像素	79		青線波長	486		青線波長	474	0.002109148	4	0.0625	0.002109148
紅線對應像素	187		紅線波長	656		紅線波長	656	0.001524826	3	0.111111111	0.001524826

圖六、氫原子光譜的實驗數據

理論值(m^{-1})	RH=	1.09737E+07		
斜率= $-RH(\text{m}^{-1})$	RH=	1.21000E+07	誤差百分比 error%	10.3%
截距= $RH/4(\text{m}^{-1})$	RH=	1.16000E+07		5.7%



圖七、氫原子光譜作圖

解決問題-活用公式+拍攝進化

➤ 使用雷射光測量教室牆高

	θ (Deg)	(nm)	n	r(cm)	Δy (cm)
r=16cm	27.112	632.8	1	16.0	8.2
磁磚	27.112	632.8	1	37.0	19.0
牆壁高	27.112	632.8	1	12*38=456.0	350.536
	實驗測量	AR Measure App	人工測量	精密儀器(最精確)	
測量高度(cm)	350.5	344.0	385.0	381.3	
相對誤差	8.0%	9.7%	-0.9%	測量值(最穩)	

圖八、牆高實驗數據

➤ 電漿球/延長線開關氣體成分光譜分析

- 1.由於電漿球為弱光光源，拍攝時應將近光孔靠近光源
- 2.Image J 軟體開啟光譜照片，以 excel 作數據處理，求得各色光波長
- 3.經過比對我們推測裡面的主要成分是氖氣、氬氣、氦氣



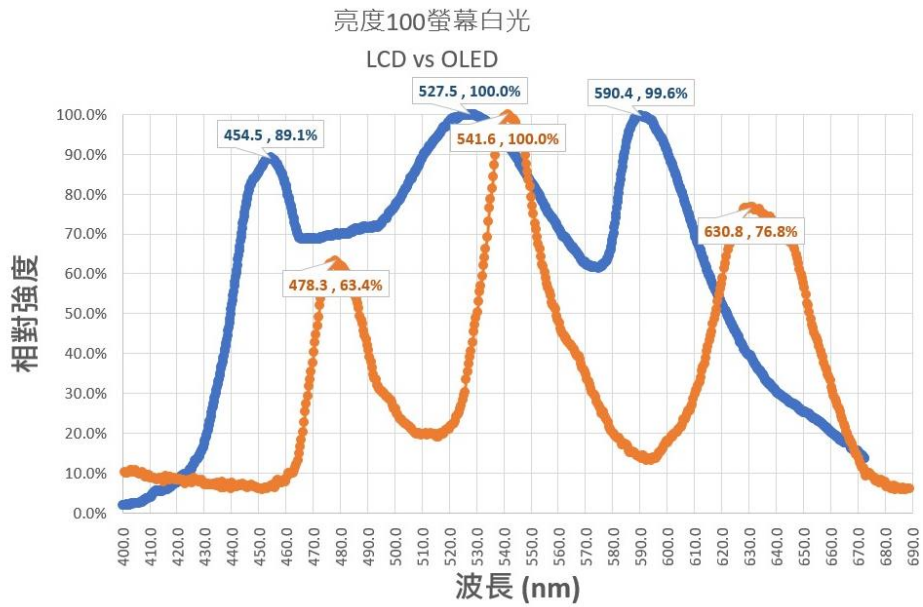
圖九、電漿球拍攝

	pixels	差值	標準	nm	差值	校正後實際波長(nm)
P1對應像素	10		P1波長	353		
P2對應像素	203		P2波長	676		
		193			323	
藍線對應像素	72		藍線波長			藍線波長 457
青線對應像素	87		青線波長			青線波長 482
橘線對應像素	146		橘線波長			橘線波長 581
紅線對應像素	180		紅線波長			紅線波長 638

圖十、電漿球實驗數據

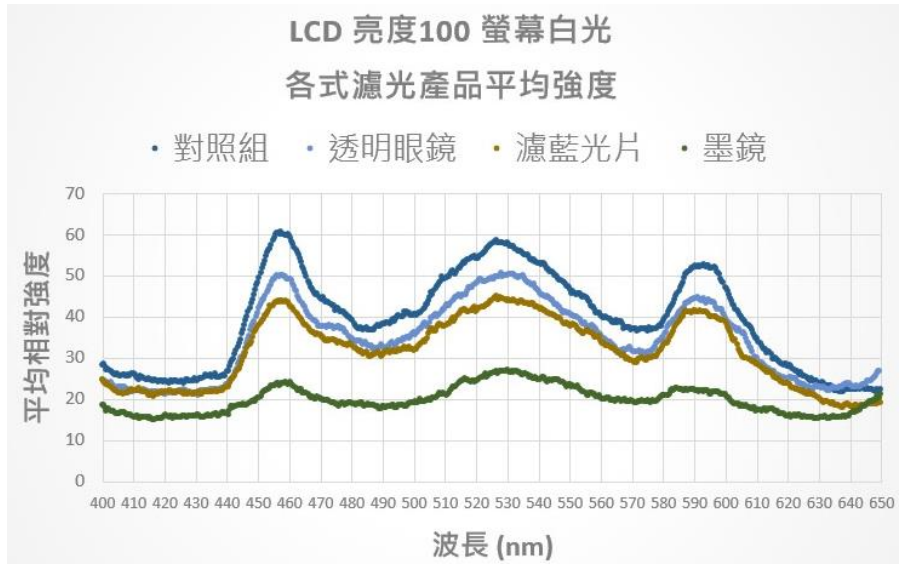
生活情境-規劃實驗+情境探索

➤ 分析濾電腦螢幕藍光波段

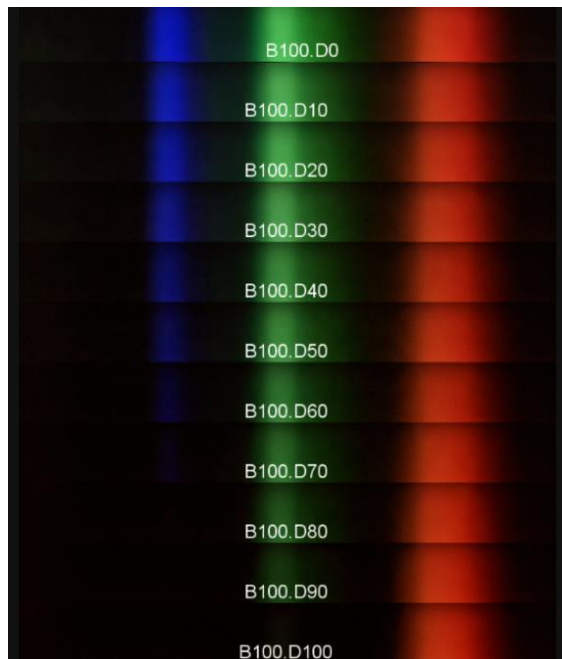


電腦螢幕種類	LCD	OLED
605 nm < 波長 ≤ 700 nm 紅光佔全部光譜強度比例	15%	36%
500 nm < 波長 ≤ 560 nm 綠光佔全部光譜強度比例	33%	31%
400 nm < 波長 ≤ 500 nm 藍光佔全部光譜強度比例	30%	21%
400 nm < 波長 ≤ 460 nm 高能量藍光佔全部藍光強度比例	43%	23%
400 nm < 波長 ≤ 460 nm 高能量藍光佔全部光譜強度比例	13%	5%

➤ 探討各種濾藍光產品對 LCD 螢幕白光的影響



➤ 探討夜間模式調整是否有用



五、結論與生活應用

結論:

- (1)文獻調查高能量光 (普遍認為 415nm~460nm 對「人眼」的危害最大)
- (2) LCD 螢幕(無法自發光，一般需要用 LED 當背板) 藍光強度最高落在約 460 nm。
- (3) OLED 螢幕 藍光強度最高落在約 480 nm
- (4) 415nm~460nm 區間的藍光比例 OLED 螢幕小於 LCD 螢幕。
- (5) 經過眼鏡或濾藍光片的測試，電腦螢幕光源經過物體後透光率皆會下降，造成其中藍光的比例會因此減少。但測試過多品牌的透明眼鏡，不能確定是濾藍光功能本來就相對有限、或是擁有者不清楚眼鏡是否具有濾藍光效果或是鍍膜隨著時間經過消磨，與一般的透明眼鏡比較高能量藍光下降強度，有時多有時少。因此在不確定濾藍光的功能時，還是建議直接調整為適當、不過亮的螢幕亮度，達到減少高能量藍光的對眼傷害。
- (6)使用 OLED 螢幕可降低藍光造成對眼睛的傷害高強度的夜間模式 D 濾藍光的效果最明顯，但是視覺上的色偏很嚴重。
- (7)最好的護眼模式，還是適當的螢幕亮度、定時休息對眼睛的保護最實在。

未來展望:

在建立手機光譜儀的分析技術後，我們還持續想要調查更多新穎的螢幕，如量子電視的螢幕，還有不同的濾藍光技術(如鍍膜式/吸收式)對光譜、整體色度表現的影響。

參考資料

- 1.三民書局，探究實作-秘密藏在光譜裡。
2. 早安健康，疫情期間直盯電視看，眼睛好疲勞？ https://www.edh.tw/media_article/973