中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組　物理科

第三名

080112

亮不亮？有關係！_自製紫外線觀測器研究

學校名稱：臺北市北投區明德國民小學

作者：	指導老師：
小六 孫懿威	楊世昌
小六 蕭亦容	吳柏菱
小六 陳家蒂	
小六 陳熙	
小五 侯承慧	

關鍵詞：太陽光電板、紫外線、螢光

摘　要

本研究是運用生活中具有螢光反應的物品作爲工具，發展出簡易的紫外線檢測方法。實驗發現，有一些螢光物質會因爲紫外線波長範圍不同而出現不同的螢光反應。接著，我們發展出利用太陽光電板測量螢光強度的方法，並探討影響螢光亮度及太陽光電板發電的因素。經測試後發現，螢光的強度、顏色會影響太陽光電板的發電量，螢光溶液的濃度和紫外線強度也會使螢光亮度改變。最後，根據螢光溶液在不同透光條件下的電流差異，可用於檢測生活中不同光源內是否含有紫外線。

壹、 研究動機

在六年級自然及社會課中都有提到，因人類所造成的汙染越來越多，使臭氧層破洞也漸漸變大，導致十分危險的紫外線大量照射到地面。除此之外，日常生活中所使用的燈具，雖然大部分是眼睛看得見的光，但是每一種燈發光的原理不同，發出的光線除了可見光外，也許會有含有對人體有害的紫外線。例如，六年級上學期自然課所介紹的 LED 燈，它是利用半導體來發光，與我們一般生活中所使用的鎢絲燈泡及日光燈不同。如果生活中的燈含有紫外線的成分，在長期使用下，即使量很少也可能會對身體造成危害。因此，我們決定找出較爲簡單又快速有效的方法，不使用市售的紫外線偵測儀器就能測量生活上所使用的光源是否含有紫外線。

貳、 研究目的

一. 觀察生活中各種螢光物質的螢光反應

二. 發展可靠的螢光強度測量技術

三. 探討螢光物質的發光原理及影響因素

四. 利用螢光溶液檢測燈光中是否含有紫外線

參、 文獻探討

一、 紫外線和可見光一樣都是「電磁波」中的一部分，一般簡寫成 UV（ultraviolet）。人類眼睛看到的可見光只是電磁波中的一小部分，但是卻占了太陽輻射能量中的主要部分，而紫外線波段的能量還不到可見光的十分之一。 波長在可見光的紫光之外，並小於 400 奈米的就是紫外線。可分爲波段 320 ~ 400 奈米範圍的 UVA，280 ~ 320 奈米的 UVB，及 200 ~ 280 奈米的 UVC。紫外線的波長，越短越不容易穿透物質，但因能量較高，所以危險性也較大。

二、 一般情況下想要測量紫外線，都必須使用儀器。例如：紫外線功率計、紫外線計量卡或紫外線強度計，紫外線強度計的用法是：將置於頂部的傳感器對準太陽光並按下開關， UV 偵測計的顯示屏上就會指示實時的紫外線強度等級。在第 47 屆全國中小學科展作品專輯的「驚光失色」，此作品利用維他命 B2，在照射紫外線後，維他命 B2 顏色會變淡，以此現象做爲觀測紫外線的方法，但此方法必須經過較長的時間，才可得知結果，因而影響實際的應用。

三、 螢光就是一種在吸收光的能量後自己發出可見光的現象，一旦停止射光，發光現象也會立即消失。螢光在生活中的應用有：增白、驗鈔、醫療、照明以及最常使用的螢光筆，有些螢光劑能夠吸收日光中不可見的紫外線，接著重新發射放出可見的光，衣物上使用螢光劑就是利用吸收紫外線放出白光，使衣服看起來更白。

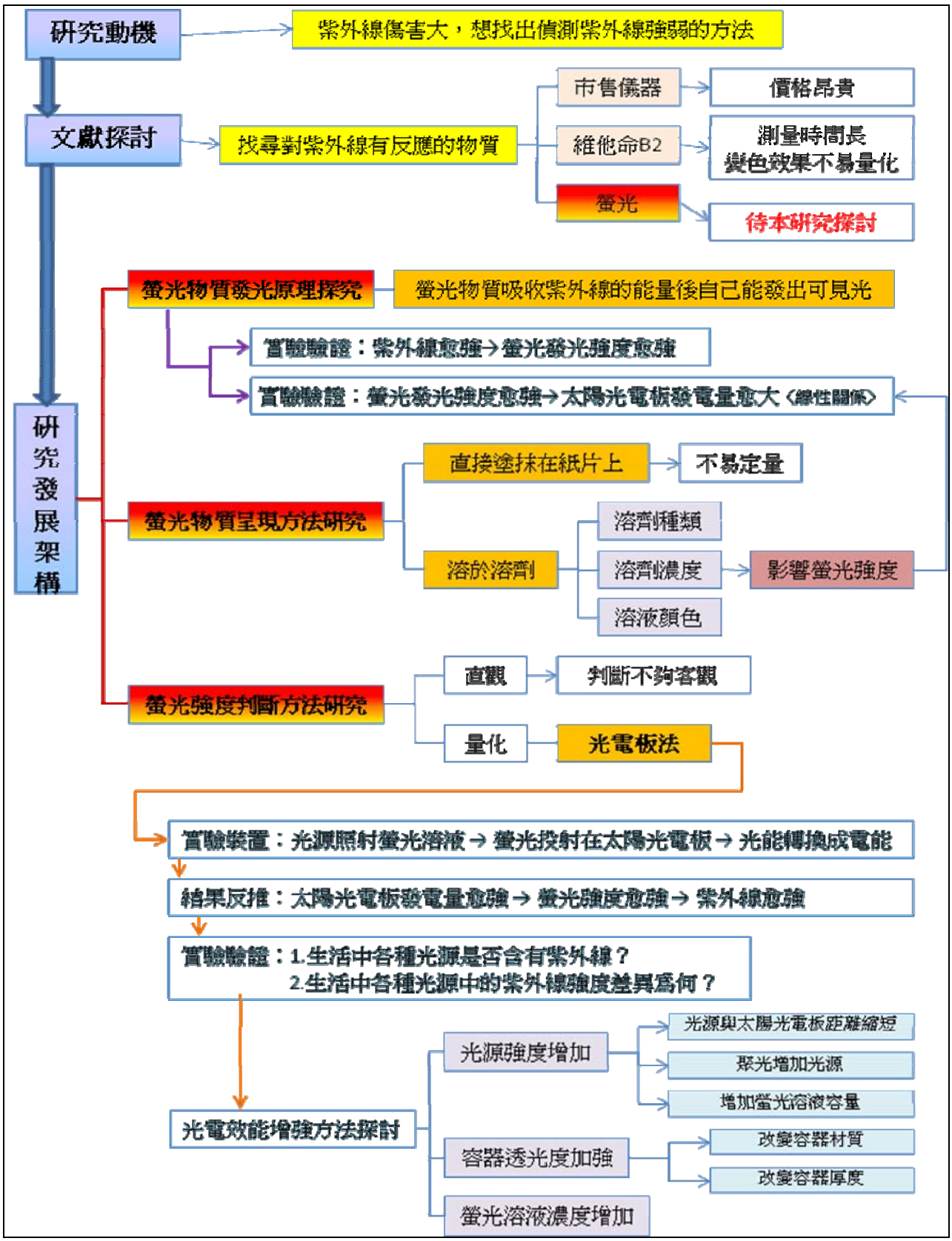
肆、 研究器材

觀測螢光器材 螢光觀察箱、三用電錶、UV 功率計、照度計、鐵架、電阻、隔熱紙、光電板。	**燈具類** UVA、UVB、UVC 燈管、日光燈管、各式手電筒、各種瓦數鎢絲燈、省電燈泡。
螢光物質類 通寧汽水、各色的螢光顏料、螢光棒、螢光筆、便利貼、標籤、色鉛筆及蠟筆。	**螢光物質溶解器材類** 20ml 玻璃瓶、手套、甲醇、丙酮、量筒、燒杯、滴管。

伍、 研究過程與結果

一、 完整的思考內涵與研究架構如下圖一：

二、 各項實驗設計與結果發現則依序呈現在下頁：

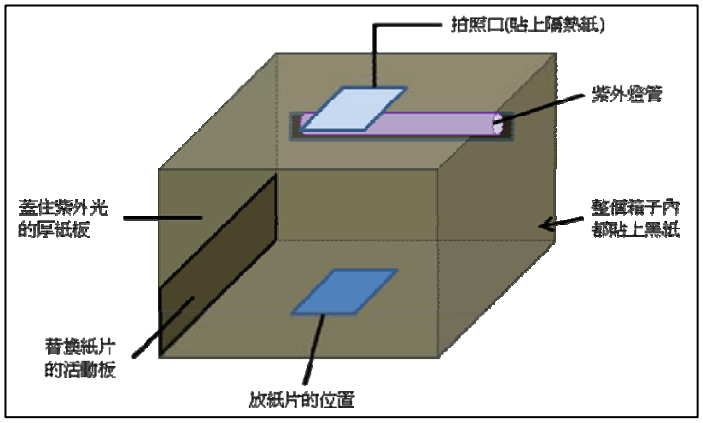


圖一　研究架構圖

實驗一 探討各種螢光筆在螢光燈下的螢光反應

（一）步驟：

1. 將各種螢光筆塗在邊長 2 ㎝正方形的紙上後放入觀察箱中觀察。
2. 實驗觀察箱的設計圖如右圖二，箱子上方的有一開口作爲觀察、拍照之用，並在側邊留一開口作爲替換紙片之用，燈座下方以一片木板固定避免滑落。



圖二　實驗觀察箱

（二）結果：如表一。

表一　各種螢光筆在螢光燈下的螢光反應比較表

編　號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
原來顏色		青綠	綠	黃	綠	黃	桃紅	水藍	淺橘	淺橘	淺綠
螢光現象	顏色	綠	黃綠	淺綠	淺綠	綠	桃紅	無	橘	黃	淺綠
	亮度	中	弱	弱	弱	強	弱	無	中	中	弱

編　號		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
原來顏色		淺藍	藍紫	橘	淺黃	桃紅	亮橘	桃紅	綠	橘	亮黃
螢光現象	顏色	無	無	皮膚	綠	粉紅	皮膚	紅	淺綠	淺橘	淺綠
	亮度	無	無	弱	弱	中	中	中	中	中	強

（三）發現：根據實驗的結果，以黃色螢光筆的螢光效果最好，如：編號 5 及 20 號螢光筆的亮度最強，而藍和紫色螢光筆色塊則沒有反應，如：編號 7、11 及 12 號螢光筆都沒有螢光反應。

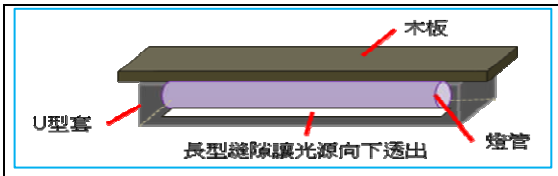
（四）討論：有些螢光筆的螢光有很好螢光效果，爲了找出更多螢光效果好的物質，我們將蒐集更多在生活中具有螢光現象的螢光物質，進行後續實驗。

實驗二 探討各種螢光物質在紙片上的螢光反應

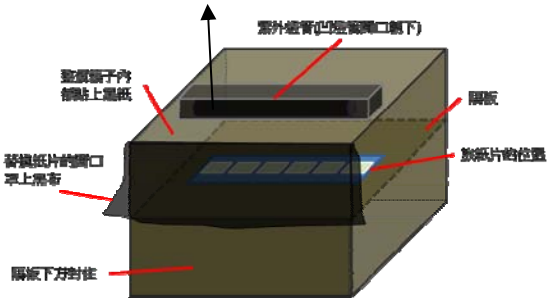
（一）步驟： 1. 根據實驗一的經驗，我們將觀測箱作了一些修正，燈管外以 U 型燈套罩住，並在中間留了一條寬 0.5 公分的細縫以防止紫外光外散，燈座下以一片木板固定避免掉落〈如圖三及圖六〉。

2. 爲了縮短燈光和紙片的距離，紙片是放置在箱子中間的觀測板上。箱子前方留有觀測口，方便我們觀察及更換紙片〈如圖四及圖六〉。

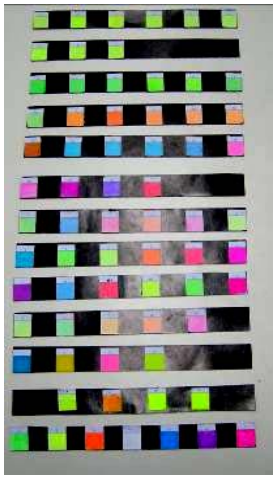
3. 螢光物質是塗抹在 2x2 ㎝ 正方形色塊上，每 6 張色塊貼在一條黑紙條上，方便比較〈如圖五〉。



圖三 觀察箱設計圖燈罩外觀



圖四 觀察箱設計圖燈罩外觀



圖五 所有測試紙片

圖六 實際照光觀測情形

（二）結果：將所有螢光物質依性質不同做分類，共 7 大類，螢光反應結果如下表二。

表二 各種螢光筆在螢光燈下的螢光反應比較表

第 1 類：螢光筆 (編號 1～31)

編 號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
原來顏色		黃	黃	黃	黃	黃	黃	黃	黃	黃	綠	綠
螢光現象	顏色	綠	黃綠	黃綠	黃綠	綠	黃綠	黃綠	綠	黃綠	淺綠	淺綠
	亮度	弱	強	強	強	弱	強	中	強	弱	弱	弱
編 號		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
原來顏色		綠	綠	綠	綠	綠	橘	橘	橘	橘	橘	橘
螢光現象	顏色	黃綠	黃綠	綠	綠	綠	皮膚	橘	淺橘	皮膚	皮膚	橘
	亮度	中	強	中	弱	強	中	中	中	中	中	弱
編 號		23	24	25	26	27	28	29	30	31		
原來顏色		藍	藍	藍	藍	粉紅	粉紅	紫紅	紫	橘紅		
螢光現象	顏色	無	無	無	無	粉紅	粉紫	無	無	橘紅		
	亮度	無	無	無	無	弱	弱	無	無	強		

註：22 號照片顏色拍攝效果失真

第 2 類：色鉛筆 (編號 32~37)

編 號		32	33	34	35	36	37
原來顏色		綠	藍	紅	橘	粉紅	黃
螢光現象	顏色	綠	無	粉紅	橘	粉紅	黃
	亮度	中	無	強	強	中	中

第 3 類： 蠟筆 (編號 38~42)

38	39	40	41	42
黃	綠	橘	橘紅	粉紅
綠	綠	皮膚	橘	粉紅
中	弱	強	強	中

第 4 類：擦擦筆 (編號 43~49)

編 號		43	44	45	46	47	48	49
原來顏色		綠	黃	橘	白	藍	紫	粉紅
螢光現象	顏色	綠	黃	橘	深灰	黑	深紫	橘紅
	亮度	中	中	強	弱	無	弱	中

第 5 類：便利貼 (編號 50~53)

50	51	52	53
藍	橘黃	粉紅	綠
無	橘	紅	綠
無	中	中	強

註:編號 50 及 51 照片顏色失真。

第 6 類：螢光顏料 (編號 54~57)

編 號		54	55	.56	57
原來顏色		橘	黃	黃	黃
螢光現象	顏色	橘	淺黃	黃綠	黃綠
	亮度	中	中	強	強

第 7 類：標籤 (編號 58~65)

58	59	60	61	62	63	64	65
深藍	綠	黃	橘	皮膚	粉紅	紫	藍
無	綠	淺綠	橘	紅	粉紅	無	無
無	中	弱	中	弱	中	無	無

註：編號 54 照片顏色失真

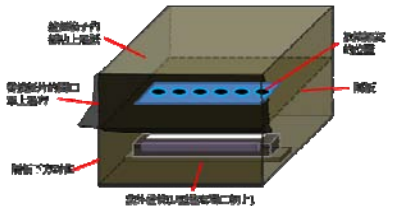
（三）發現：

1. 綜合七組的 65 個標籤，可以發現黃色系和綠色系的螢光反應較強，橘色系中只有少數幾個有較強的螢光反應，藍色系的紙片全都沒有螢光。
2. 大多數螢光物質原本顏色和螢光反應後的顏色色系大致相同，只有擦擦筆的螢光物質在照光後會產生色系上的變化，例如：編號 46 的顏色從白色變深灰色。
3. 大多數的螢光物質照光後會變亮或是不變，但是只有標籤編號 62 號顏色反而變暗。

實驗三 探討各種螢光溶液在螢光燈下的發光顏色及亮度

（一）步驟：

1. 設計觀察箱：在紙箱中間加裝隔板並挖出六個洞，作爲放置溶液之用，螢光燈管則放入觀測箱下方，使螢光燈發出的光源由下方往上照射螢光溶液，觀察方向是與光線垂直，使觀測時不會直視紫外線〈如圖七〉。
2. 實驗步驟：(1)分別將各種螢光物質溶入 10 cc甲醇後倒入玻璃瓶內保存。
   (2)依序將不同螢光溶劑，6 個一組放入螢光觀察箱中觀察〈如上圖八〉。



〈圖七〉螢光溶液觀察箱設計圖

〈圖八〉螢光溶液實際觀測情形

（二）結果：將所有螢光溶液依性質不同做分類，共 4 大類，螢光反應結果如下表三。

表三　各種螢光溶液在螢光燈下的螢光反應比較表

第 1 類：螢光筆 (編號 1～31)

編 號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
原來顏色		透明	透明	透明	透明	透明	透明	淺綠	透明	淺綠	淺綠	淺綠	透明	透明	透明	透明	透明
螢光現象	顏色	無	淺紫	淺藍	淺藍	藍	淺紫	綠	淺藍	綠	淺綠	綠	淺藍	淺紫	淺藍	無	藍
	亮度	無	中	強	強	無	中	無	中	弱	弱	弱	中	中	中	無	強
編 號		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	17及19照片失真
原來顏色		淺橘	透明	淺橘	淺橘	淺橘	粉紅	淺藍	透明	透明	淺藍	粉紅	粉紅	粉紅	透明	粉紅	
螢光現象	顏色	橘	粉紅	淺橘	黃	黃	淺紫	無	無	無	無	橘	淺橘	橘	無	橘	
	亮度	弱	弱	弱	弱	弱	強	無	無	無	無	弱	弱	弱	無	中	

第 2 類：螢光棒 (編號 32～36)

編 號		32	33	34	35	36
原來顏色		黃	淺綠	黃	紅	透明
螢光現象	顏色	黃	淺綠	黃	紅	淺藍
	亮度	中	強	中	弱	強

第 3 類：通寧汽水(編號 37)

37
透明
淺藍
強

第 4 類：螢光顏料(編號 38～41)

38	39	40	41
黃	橘	黃	黃
黃	橘	黃綠	黃綠
強	強	強	強

（三）發現：

1. 由上表可以看出，編號 3、4、16、22、33 及 36～41 號溶液的螢光最亮；而編號 1、15、23～26 及 30 號溶液則無任何螢光反應。
2. 某些原來是黃、綠色的螢光筆，浸泡甲醇後溶液後呈現透明；但其他物質溶液的顏色和原來差別不大。

（四）討論：

1. 16 及 22 號螢光筆塗在紙片上螢光反應很弱，但溶解成溶液後不僅螢光顏色由綠色、橘色變成藍色、淺紫色，強度也增強了許多，而這兩種物質都是屬於可擦拭螢光筆，可見這類筆使用的螢光物質與一般的螢光筆不同。

實驗四 探討各種螢光物質在不同波長的紫外線燈光下的反應

（一）步驟： 同實驗二

（二）結果：將所有螢光物質依性質不同做分類，共 7 大類，螢光反應結果如下表四。

表四　各種螢光物質在不同波長的紫外線燈光下的反應比較表

第 1 類：螢光筆 (編號 1～31)

編號		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
螢光顏色		綠	黃綠	黃綠	黃綠	綠	黃綠	黃綠	綠	黃綠	淺綠	淺綠	黃綠	黃綠	黃綠	淺綠
亮度	UVA	弱	強	強	強	弱	強	中	強	弱	弱	弱	強	強	中	弱
	UVB	中	強	中	中	弱	中	中	弱	弱	弱	弱	強	強	弱	中
	UVC	中	強	強	強	弱	中	強	中	中	中	弱	強	強	弱	中

編號	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
螢光顏色	淺綠	皮膚	橘	淺橘	皮膚	皮膚	橘	無	無	無	無	粉紅	粉紫	無	無	橘紅
UVA	強	中	中	中	中	中	弱	無	無	無	無	弱	弱	無	無	強
UVB	中	中	中	中	中	中	弱	無	無	無	無	弱	弱	無	無	強
UVC	中	中	中	中	中	中	弱	無	無	無	無	弱	弱	無	無	強

第 2 類：色鉛筆 (編號 32~37)

編號		32	33	34	35	36	37
螢光顏色		綠	無	粉紅	橘	粉紅	黃
亮度	UVA	中	無	強	強	中	中
	UVB	中	無	強	強	弱	中
	UVC	中	無	強	強	中	中

第 3 類： 蠟筆 (編號 38~42)

38	39	40	41	42
綠	綠	皮膚	橘	粉紅
中	中	強	強	強
弱	中	強	強	強
弱	中	強	強	強

第 4 類：擦擦筆 (編號 43~49)

編號		43	44	45	46	47	48	49
螢光顏色		綠	黃	橘	深灰	黑	深紫	橘紅
亮度	UVA	中	中	強	弱	無	弱	中
	UVB	弱	中	強	弱	無	中	中
	UVC	弱	弱	中	弱	無	中	中

第 5 類：便利貼 (編號 50~53)

50	51	52	53
無	橘	紅	綠
無	中	中	強
無	弱	弱	中
無	弱	弱	中

第 6 類：螢光顏料 (編號 54~57)

第 7 類：標籤 (編號 58~65)

編號		54	55	.56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
螢光顏色		橘	淺黃	黃綠	黃綠	無	綠	淺綠	橘	紅	粉紅	無	無
亮度	UVA	中	中	強	強	無	中	強	強	弱	中	無	無
	UVB	中	中	強	強	無	中	強	強	弱	中	無	無
	UVC	中	中	強	強	無	中	中	強	弱	中	無	無

（三）發現：螢光紙片在以 UVA、UVB 及 UVC 燈光照射下顏色沒有大的變化，只有 46 號 (白色擦擦筆)在 UVA 燈下是深灰色，但是 UVB 和 UVC 則變成淺橘色。

（四）討論：觀察時發現許多紙片在 UVB 及 C 燈下的顏色，比放在 UVA 燈的時候來的淺，我們討論後認爲，UVB、C 光含有較多的白光，因此，看起來亮度會受可見光的影響而讓人認爲比較亮，顏色也就感覺變淺了。這是人類眼睛視覺造成的一種錯覺，可能很難以避免，所以我們決定以後不用紙片的方式來進行後續實驗。

實驗五 探討各種螢光溶液在不同波長的紫外線燈光下的反應

（一）步驟：同實驗三

（二）結果：將所有螢光溶液依性質不同做分類，共 4 大類，螢光反應結果如下表五。

表五　各種螢光溶液在不同波長紫外線燈下的螢光反應比較表

第 1 類：螢光筆 (編號 1～31)

編 號		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
螢光顏色		無	淺紫	淺藍	淺藍	綠	淺紫	無	淺藍	綠	淺綠	綠	淺藍	淺紫	淺藍	無	藍
亮度	UVA	無	中	強	強	無	中	無	中	弱	弱	弱	中	強	強	無	強
	UVB	無	弱	中	中	無	中	弱	中	無	弱	無	中	中	中	無	中
	UVC	無	弱	弱	弱	無	弱	無	弱	無	無	弱	弱	弱	弱	無	弱
顏色變化		無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無	無
編號		17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	
螢光顏色		橘	粉紅	無	黃	黃	紫	無	無	無	無	橘	淺橘	橘	無	橘	
亮度	UVA	弱	中	無	中	中	中	無	無	無	無	弱	中	弱	無	弱	
	UVB	弱	弱	無	中	中	中	無	無	無	無	弱	弱	弱	無	中	
	UVC	弱	弱	無	弱	弱	弱	無	無	無	無	弱	弱	中	無	中	
顏色變化		無	無	無	無	無		無	無	無	無		無	無	無		

第 2 類：螢光棒 (編號 32～36)

編 號		32	33	34	35	36
螢光顏色		黃	淺綠	黃	紅	淺藍
亮度	UVA	強	強	中	強	中
	UVB	強	中	中	中	中
	UVC	中	中	中	中	弱
顏色變化		無	無	無	無	無

第 3 類：通寧汽水(編號 37)

37
淺藍
強
中
中
無

第 4 類：螢光顏料(編號 38～41)

38	39	40	41
黃	橘	黃綠	黃綠
強	強	強	強
中	中	中	中
中	中	中	中
無	無	無	無

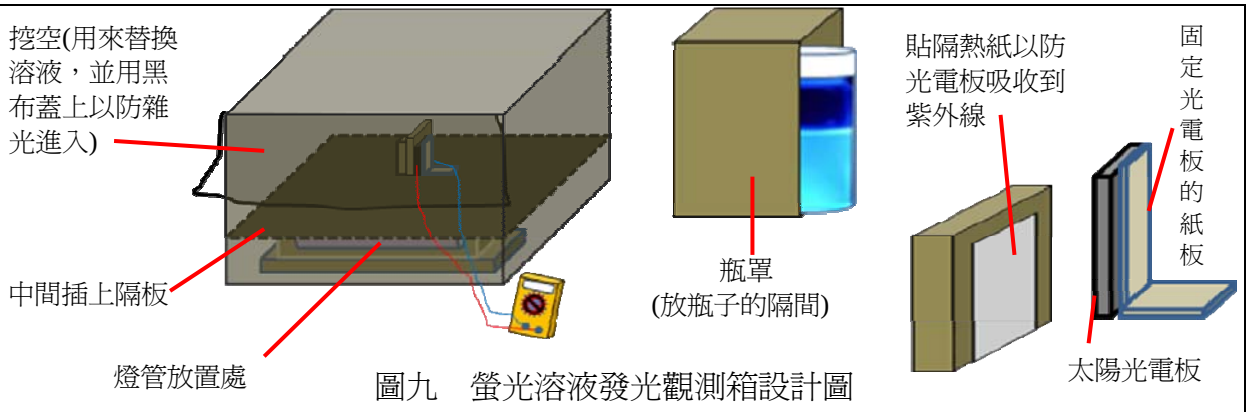
（三）發現：

1. 比較所有觀察的螢光溶液後，大多數在樣品螢光顏色除了變得較淺外，沒有特別的變化，但亮度則是照 UVA 會最亮，而在 UVB、C 燈下亮度則較暗。

2. 有三個溶液在不同 UV 燈照射下螢光現象出現變化，如 22 號溶液吸收 UVA 和 B 發出淺紫色螢光，但在 UV C 下發出粉紅色螢光，27 和 31 號溶液在 UVA 下發出橘色螢光，但在 UVB、C 下卻都是粉紅色。

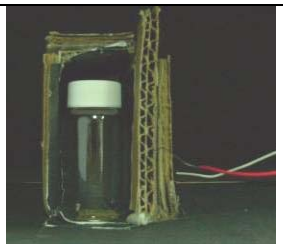
實驗六 設計新的螢光觀察方法

（一） **步驟：**在前面的實驗中是以目測方式觀測螢光現象，這樣容易受人為因素影響，不符合科學研究強調的『客觀』原則，為了改善這個缺點，我們參考了 47 屆全國科學展覽作品「你有多『混』，我知道」中所使用的的『光電池法』，在他們的研究中，透過光照射水溶液，並使用太陽能光電板來測量透光度，可以很客觀判斷出水的混濁情形。應用相似的原理，我們設計了一個觀測箱〈如圖九〉，以光電板來測量螢光溶液的發光情形，觀察箱的構造及使用方法說明如下：



圖九　螢光溶液發光觀測箱設計圖

UVA 燈管放置在下方，螢光由下往上照射螢光物質。



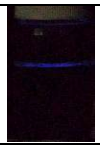
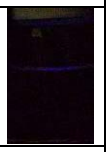
光電板放置在樣品側邊，與入射光線垂直的位置，樣品加上保護套隔絕光害

樣品容器和光電板間放入隔絕紫外光的隔熱紙，以隔絕照射光的干擾，提高數據準確性。

觀測時用黑布阻擋光害，使用三用電表測出光電板電流。

（二）**結果：**我們由實驗三所測試的溶液中，挑選了螢光效果不同的九個樣品，做為這一次的測試對象，結果如下表六：(單位：微安培/μA)

表六　各種螢光溶液的光電轉換反應比較表

溶液編號	甲醇	1	2	3	4	5	6	7	8	9
螢光現象										
光電板電流	2.2	10.6	5.7	2.3	9.9	5.5	2.5	10.1	5.6	2.5
螢光強度	無	強	中	無	強	中	無	強	中	無

（三）**發現：**比較上表各瓶的數據發現，無螢光的溶液及甲醇電流很小，只有 2.3 μA 左右，而較亮的溶液電流也較大(約 5.6 μA)，最亮的溶液則大幅增加到約 10 μA，螢光亮度差異與電流數據是一致的，這說明利用光電法來測量螢光亮度是可行的。

（四）**討論：**這次的實驗說明了太陽光電板可應用在螢光測量上，為了更進深入了解這種方法，並進一步瞭解太陽能光電板特性，我們進一步做了更多實驗。

實驗六延伸實驗：探討紫外光強度對螢光亮度的影響

（一）步驟：利用鐵架調整燈管高度，以改變燈管與溶液距離，並分別測量燈管在不同距離對螢光溶液發光影響。

（二）結果：紫外光強度對螢光亮度影響效果如下表七。

表七　紫外光強度對螢光亮度影響效果比較表

離地距離 cm		3	4	5	6	7
產生電流 μA	一	11.1	12.1	12.9	14.3	15.3
	二	11.5	12.6	13.6	15.0	16.1
	三	12.1	13.2	14.4	16.4	17.0
	平均	11.5	12.6	13.6	15.2	16.1

（三）發現：螢光燈管離溶液愈近，越多紫外線通過螢光溶液，所以螢光強度也愈強。

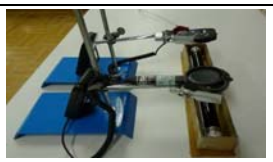
實驗七 探討紫外線對螢光溶液發光的影響

（一）步驟：1.利用汽車隔熱紙隔絕紫外線製作觀測箱測量溶液螢光現象，如下列圖十說明。

2.將隔熱紙去除，重複觀測步驟，並進行比較。

使用紙板製作鏤空的燈罩。

利用照度計(左)和紫外線功率計(右)測量燈管照度和 UV 強度



將 UV 功率計及照度計固定在燈管上方。

在燈罩上方分別貼 1 及 2 層隔熱紙，以隔絕 UV。

圖十　自製可調整隔熱紙層數的螢光溶液觀測箱

（二）結果： 1.隔熱紙阻擋紫外線效果比較如下表八。

表八　隔熱紙阻擋紫外線效果比較表

測量方式	無隔熱紙	一層隔熱紙	二層隔熱紙
照　度 (LUX)	034	003	002
UV　強度 (W/cm^2)	367	001	000

2.隔熱紙對螢光溶液亮度與光電反應影響的比較如下表九。

表九　隔熱紙對螢光溶液亮度與光電反應影響比較表　〈電流單位：μA〉

螢光現象＼溶液 處理方式＼種類	空　瓶	甲　醇	水	螢光筆溶液	螢光棒溶液	通寧汽水
無隔熱紙	2.6	0.7	0.8	12.9	7.2	11.3
一層隔熱紙	1.5	0.4	0.5	0.9	0.7	0.6
兩層隔熱紙	0.7	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3

（三）發現：1.將兩層隔熱紙覆蓋在 UV 燈上可有效隔絕紫外線，紫外線強度由 367 W/cm^2 降至 0 W/cm^2。

2.無隔熱紙情況下，螢光溶液發出很強的螢光，太陽光電板的電流也明顯較大，而當紫外線被隔熱紙隔離後，螢光溶液變得相當暗，測得的電流也明顯小很多。

實驗八 探討螢光物質溶在不同溶劑中的螢光反應

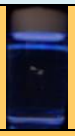
（一）步驟：1.準備 6 枝全新的黃色螢光筆，將它們分別浸泡在純水、甲醇、乙醇、乙二醇、異丙醇及丙酮中 30 秒後取出。

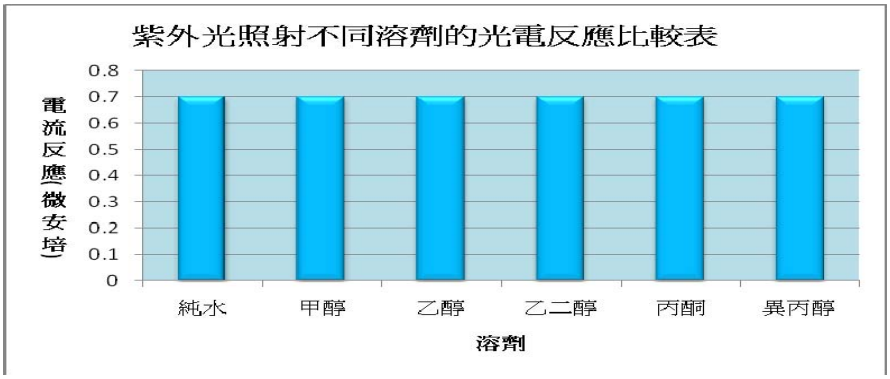
2.分別將 6 瓶用不同溶劑溶解螢光物質的溶液，放入觀測器中測量螢光反應。

3.反覆測試 5 次，記錄光電板電流數值，並計算平均。

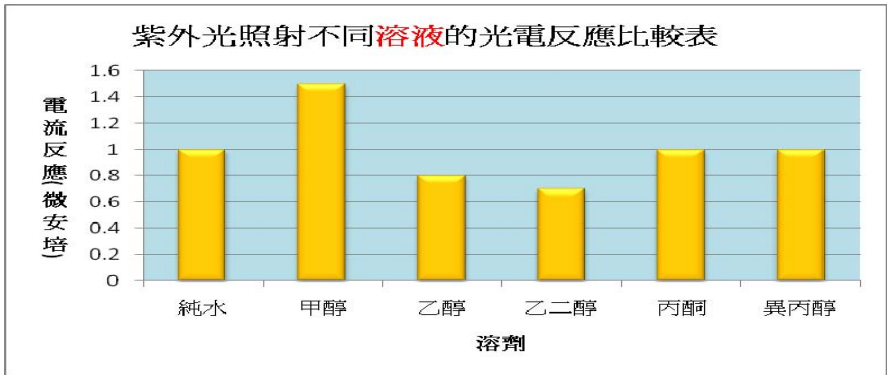
（二）結果：六瓶溶液的螢光反應結果如下表十，將各種溶劑溶解螢光物質前後的光電反應數據平均值繪成長條圖進行比較，結果如圖十二和圖十三。

表十　螢光物質溶在不同溶劑中的螢光反應比較表　電流單位：μA

溶劑種類	純水	甲醇	乙醇	乙二醇	丙酮	異丙醇
純溶劑						
平均電流	**0.7**	**0.7**	**0.7**	**0.7**	**0.7**	**0.7**
浸泡螢光物質的溶液						
平均電流	**1**	**1.5**	**0.8**	**0.7**	**1**	**1**



圖十一　紫外光照射不同溶劑的光電反應比較表

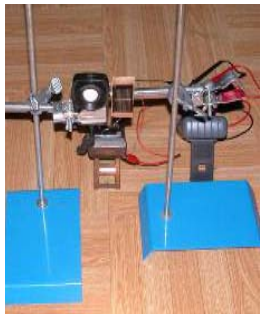
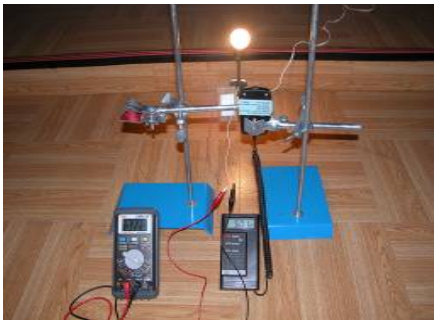


圖十二　紫外光照射不同溶液的光電反應比較表

（二）發現：由上面的圖表資料顯示，甲醇能溶解出最多的的螢光物質，而乙醇及乙二醇幾乎無法溶出螢光物質，所測得的電流和純溶劑相同都約爲 0.7μA。由於甲醇的效果較佳，所以在本研究中，主要是以甲醇作爲製作螢光溶液的溶劑。

實驗九 探討不同照度對太陽光電板發電電流大小的影響

（一）步驟：說明如下圖十三 。

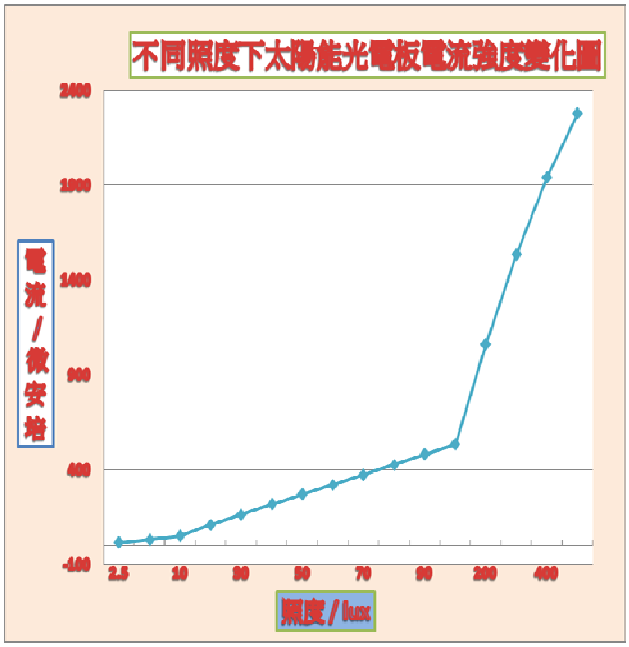
1.將照度計和太陽光電板固定在鐵架上。	2.打開光源，以照度計測量太陽能板擺放位置的光線照度，並利用三用電表測量太陽光電板的電流。	3.調整並測量儀器和燈泡之間的距離。
		

圖十三 調整光源照度與測量光電板發電量流程解說圖

（二）結果：不同照度下太陽光電板電流強度測量結果如下表十一，並將數據繪製成折線圖〈如圖十四〉，進行比較分析。

表十一 不同照度下太陽光電板電流強度測量記錄表

照度 <lux>	光電板電流 〈μA〉 一	二	三	平均	電流差距 <μA>
500	2300.0	2250.0	2280.0	2276.6	
400	1940.0	1920.0	1970.0	1943.3	333.3
300	1540.0	1520.0	1540.0	1533.3	410.0
200	1060.0	1050.0	1070.0	1060.0	473.3
100	510.0	530.0	560.0	533.3	526.7
90	470.0	480.0	490.0	480.0	53.3
80	420.0	430.0	430.0	426.6	53.4
70	370.0	370.0	380.0	373.3	53.3
60	320.0	320.0	320.0	320.0	53.3
50	270.0	270.0	270.0	270.0	50.0
40	220.0	210.0	220.0	216.6	53.4
30	170.0	160.0	160.0	163.3	53.3
20	110.0	110.0	110.0	110.0	53.3
10	50.0	50.0	50.0	50.0	60.0
5	30.0	30.0	30.0	30.0	20.0
2.5	15.6	15.6	15.7	15.6	14.4



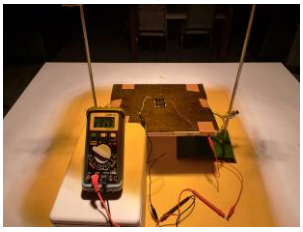
圖十四 不同照度下太陽光電板電流強度變化折線圖

（三）發現：照射的光越強，太陽光電板產生的電流也會越強。照度大時，太陽光電板產生電流的差距比較沒有規律性；而照度變小(200 lux 以下)，電流的差距變得有規律，照度每減少 10 lux，所測得電流也會減少約 50 μA。

（四）討論：由實驗結果可知，太陽光電板產生的電流會受光線照度的不同而產生變化，所以如果測到的螢光溶液的電流越強，就代表螢光溶液發出的光越強，也就是說紫外線的強度越強。

實驗十　探討不同顏色光源對太陽光電板發電電流大小的影響

（一）步驟：說明如下圖十五　。

			
1.以鐵架固定玻璃板，並鋪上玻璃紙。	2.調整方平面高度使得照度固定 3300 lux	3.將光電板接上 300 歐姆電阻，並以三用電表測量電流。	4.改變玻璃紙顏色，並重複步驟 1~3。

圖十五　調整不同顏色光源後測量太陽能板電流方法解說圖

（二）結果：不同顏色光源下太陽光電板電流強度測量結果如下表十二。

表十二　不同顏色光源下太陽光電板電流強度測量結果記錄表

光的顏色	紅色	黃色	綠色	藍色	紫色
上下距離 (cm)	14	53	51	29	6
電流 (mA)	3.59	3.39	3.42	3.48	3.46

（三）發現：各色玻璃紙在照光之後所產生的電流，波長最長的紅光在同樣照度下能使得太陽光電板產生的電流最大，不同顏色光產生的電流大小的順序爲：
紅光 ＞ 藍光 ＞ 紫光 ＞ 綠光 ＞ 黃光。

（四）討論：經過測試後，可證明就算是相同照度，但如果光的顏色不同，照射光電板上產生的電流也有差異。根據文獻資料，光電板是利用吸收光的能量而轉換成電的一種工具，實驗結果說明，光電板吸收紅色光後能轉換成最多的電子，因此產生電流也最大。根據實驗結果，進行後續實驗時，須選擇相同顏色的螢光染料進行比較。

實驗十一 探討不同濃度螢光劑對螢光強度的影響

（一）步驟：1. 將螢光棒中的染料取出後，溶入 80 ml 丙酮中。

2. 以滴管吸取 1ml 步驟 1 配製的螢光染料溶液，並加入丙酮稀釋到 20 ml，測量螢光溶液發光情形。

3. 每次增加 1 ml 螢光染料體積至 10 ml，並加丙酮稀釋相同體積。

4. 改以通寧汽水進行實驗，但是增加濃度範圍。

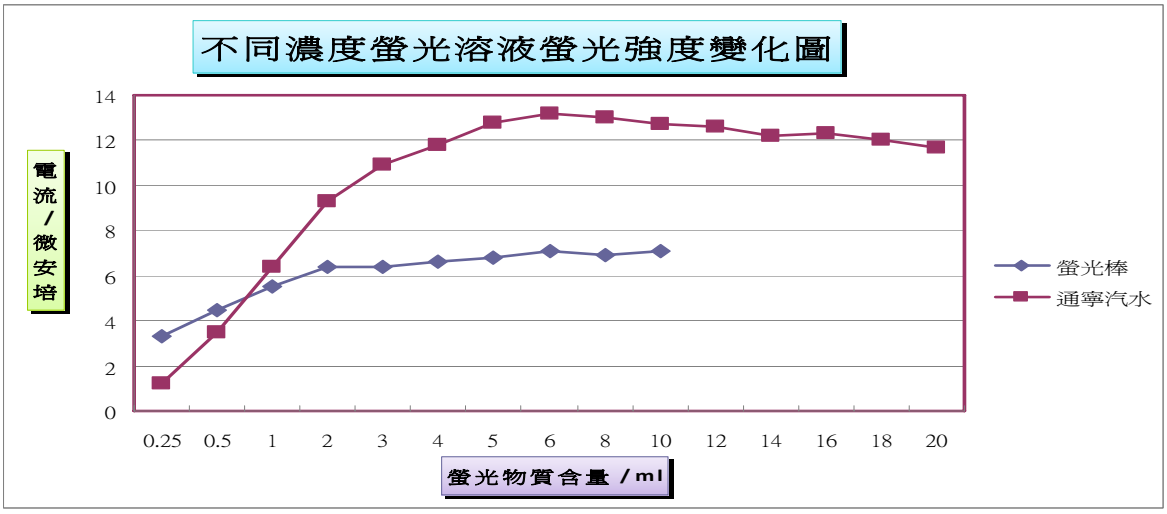
（二）結果：不同濃度螢光劑的螢光強度測量結果如下表十三與表十四。並將數據繪製成折線圖〈如圖十六〉，進行比較分析。

表十三　不同濃度螢光劑〈螢光棒溶液〉的螢光強度測量記錄表

溶液中螢光棒染料含量		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
電流 (μA)	一	3.3	4.5	5.5	6.3	6.5	6.6	7.0	7.3	7.1	7.2
	二	3.5	4.6	5.5	6.3	6.3	6.6	6.8	7.0	6.8	7.1
	三	3.3	4.6	5.6	6.6	6.4	6.7	6.8	7.0	7.0	7.1
	平均	3.3	4.6	5.5	6.4	6.4	6.6	6.8	7.1	6.9	7.1

表十四　不同濃度螢光劑〈通寧汽水〉的螢光強度測量記錄表

溶液中通寧汽水含量		0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
電流 (μA)	一	1.2	3.5	6.5	9.3	10.8	11.9	12.9	13.2	13.2	12.7	12.7	12.1	12.2	12.0	11.7
	二	1.2	3.6	6.4	9.3	11.0	11.8	12.8	13.2	13.0	12.8	12.7	12.3	12.3	12.0	11.8
	三	1.2	3.4	6.5	9.4	11.0	11.8	12.9	13.2	12.8	12.6	12.4	12.2	12.3	12.0	11.6
	平均	1.2	3.5	6.4	9.3	10.9	11.8	12.8	13.2	13	12.7	12.6	12.2	12.3	12.0	11.7



圖十六　不同濃度螢光溶液的螢光強度變化折線圖

（三）發現：不管是螢光棒或是通寧汽水溶液，螢光強度隨著濃度增加而變大，但是到達一定的濃度後螢光亮度不再增強。

（四）討論：螢光溶液裡的螢光劑含量太少時，螢光亮度會減弱，而在一定的濃度時，達到電流會飽和，這是因爲當濃度高時，UV 光無法穿透，只有容器下方的螢光物質可吸收到紫外線，形成下面亮上面暗的現象，因此導致偵測的電流反而有一點減小。

實驗十二 應用螢光溶液測量燈光中的紫外線

（一）步驟：1.在觀測箱放溶液的位置下方貼上隔熱紙隔絕 UV。

2.由實驗三的樣品中挑選出 10 種不同的螢光溶液，依照實驗六的方法測量電流。

3.將透光度相近的溶液，分別依有螢光及無螢光反應的方式分組。

4.將放置溶液洞口下方隔熱紙移除，重複步驟 1 及 2。

（二）結果：1.不同螢光溶液在無 UV 時的螢光強度測量結果如下表十五〈電流單位：μA〉。

表十五　不同螢光溶液在無 UV 時的螢光強度測量結果記錄表

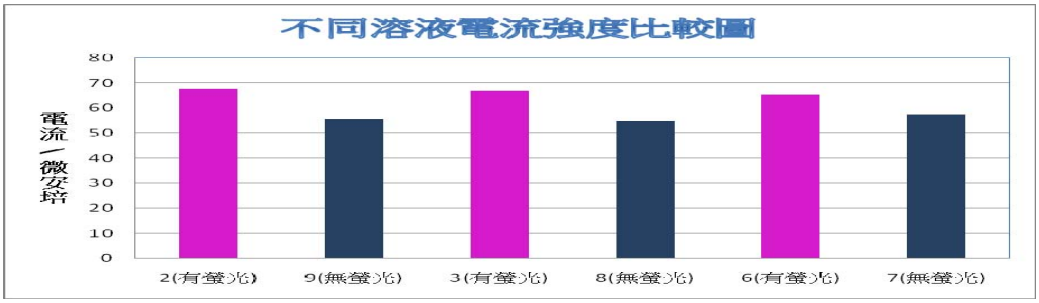
次數 \ 編號	1	2	3	4	5
1	10.9	10.2	10.3	10.5	10.3
2	11.5	10.0	10.8	10.4	10.0
3	11.4	10.3	10.8	10.8	9.9
4	11.6	10.5	10.8	11.0	10.7
5	11.5	10.3	10.6	10.7	10.7
平均	11.3	10.2	10.6	10.6	10.3

次數 \ 編號	6	7.	8.	9.	10.
1	10.5	10.5	10.3	10.1	10.0
2	10.2	10.3	10.4	9.6	10.4
3	10.2	10.3	11.2	10.7	10.9
4	10.0	10.5	11.1	10.5	10.8
5	10.3	10.7	10.9	11.0	10.9
平均	10.2	10.4	10.7	10.3	10.6

2.不同螢光溶液在照 UV 時的螢光強度比較如下表十六和圖十七。

表十六　不同螢光溶液在照 UV 時的螢光強度測量結果記錄表〈電流單位：μA〉

次數 \ 組別	第一組		第二組		第三組	
	2(有螢光)	9(無螢光)	3(有螢光)	8(無螢光)	6(有螢光)	7(無螢光)
一	66.5	56.3	66.5	54.3	64.0	58.7
二	68.1	56.6	67.0	55.4	66.3	56.3
三	67.8	57.8	67.1	54.0	66.6	56.9
四	67.8	56.4	67.5	54.0	64.4	58.3
五	67.0	58.4	66.2	56.0	66.1	57.2
平均	**67.4**	**55.5**	**66.8**	**54.9**	**65.5**	**57.5**



圖十七　不同螢光溶液在照 UV 時的螢光強度比較直條圖

（三）發現：1.各溶液的數據都很相近，表示溶液的透光度相似，但是爲了得到準確的結果，溶液透光度很相近的又分爲三組進行下面實驗，分別是編號 2 及 9，編號 3 及 8 和編號 6 及 7。

2.在前一個實驗中，本來同一組兩瓶溶液的電流幾乎相同，但在移除隔熱紙後，有螢光的電流明顯大於無螢光。根據實驗七，螢光物質發光是因爲吸收了 UV，因此，如果光源中含有 UV，會使螢光物質發出螢光，因而使同一組兩瓶溶液中有螢光物質的那一瓶更亮，因此，三組溶液有螢光劑的溶液亮度都明顯大於無螢光的樣品，可見，日光燈中應該含有紫外線。

（四）討論：根據實驗結果，我們以後可以運用兩瓶溶液在不同光源下時的電流差異來判斷紫外線的強弱，有螢光的溶液電流如果比無螢光的溶液高越多，紫外線越強，同樣道理，如果二者電流差異很小時，則燈光中應該是只有可見光。

實驗十三 應用螢光溶液測量法檢測生活中燈具是否會有紫外線

（一）步驟：我們利用前一個實驗發展的測量方式，挑選了兩組效果最佳的螢光溶液，測試燈光中是否含有 UV，爲了使檢測的條件一致，測量時，燈源與溶液的距離都固定爲 5 cm。

（二）結果：各種燈具的紫外線偵測結果如下表十七。

表十七　應用螢光溶液測量法檢測生活中燈具是否含紫外線測量記錄表〈電流單位：μA〉

電流 燈泡種類 / 組別		40W 燈泡	10W 燈泡	黃光省電燈泡	白光省電燈泡	高瓦數 LED
A 組 螢光筆溶液	有螢光	723	239	380	264	64
	無螢光	787	213	336	252	61
B 組 通寧汽水	有螢光	643	198	331	243	62
	無螢光	703	215	294	237	71

電流 燈泡種類 / 組別		低瓦數 LED	UVA 燈管	UVC 燈管	捕蚊燈管	10W 日光燈管
A 組 螢光筆溶液	有螢光	17	15	10	21	62
	無螢光	15	3	9	8	53
B 組 通寧汽水	有螢光	16	12	9	24	59
	無螢光	14	2	8	7	45

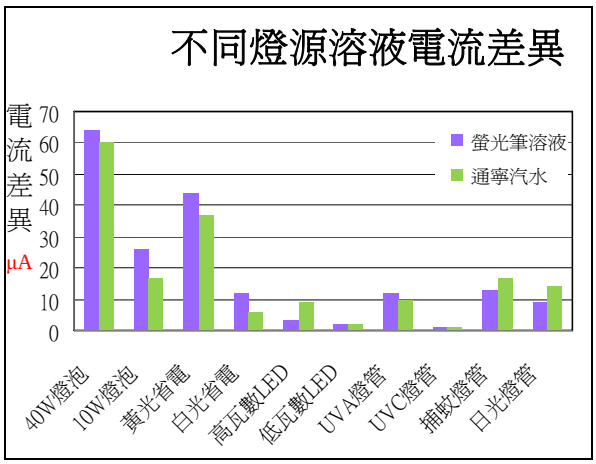
（二）發現：根據表十六的測量結果進行比較分析，計算出各種燈泡在有螢光和無螢光時的電流變化比率來研判紫外線強度，然後再和市售紫外線強度計的測量結果進行比較驗證如下表十八，並將各比較數據繪製呈長條圖〈如圖十八、十九、二十〉。

表十八　應用螢光溶液測量法檢測生活中燈具是否含紫外線偵測量結果比較表

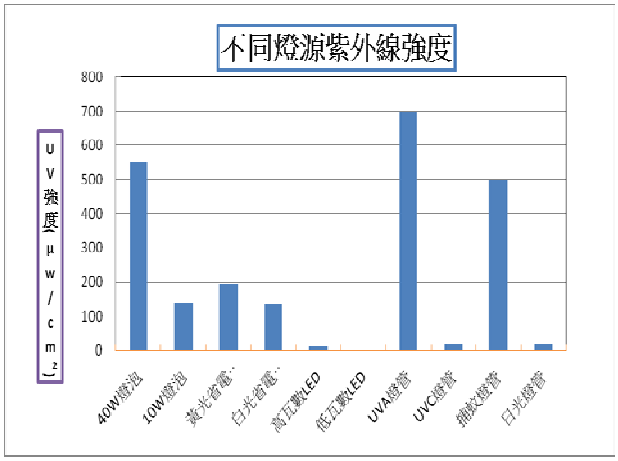
結果 燈泡 / 組別		40W 燈泡	10W 燈泡	黃光省電燈泡	白光省電燈泡	高瓦數 LED	低瓦數 LED	UVA 燈管	UVC 燈管	捕蚊燈管	日光燈管
A 組	電流差	-64	26	44	12	3	2	12	1	13	9
	變化率%	8.1	12.2	13	4.7	4.9	13.3	400	11.1	163	16.9
B 組	電流差	-60	-17	37	6	-9	2	10	1	17	14
	變化率%	8.5	7.9	12.5	2.5	12.6	14.2	500	12.5	243	31.1
紫外線功率		550	140	195	136	12	1	700	20	500	18

註：　1. 變化比率＝電流差異/無螢光溶液電流。

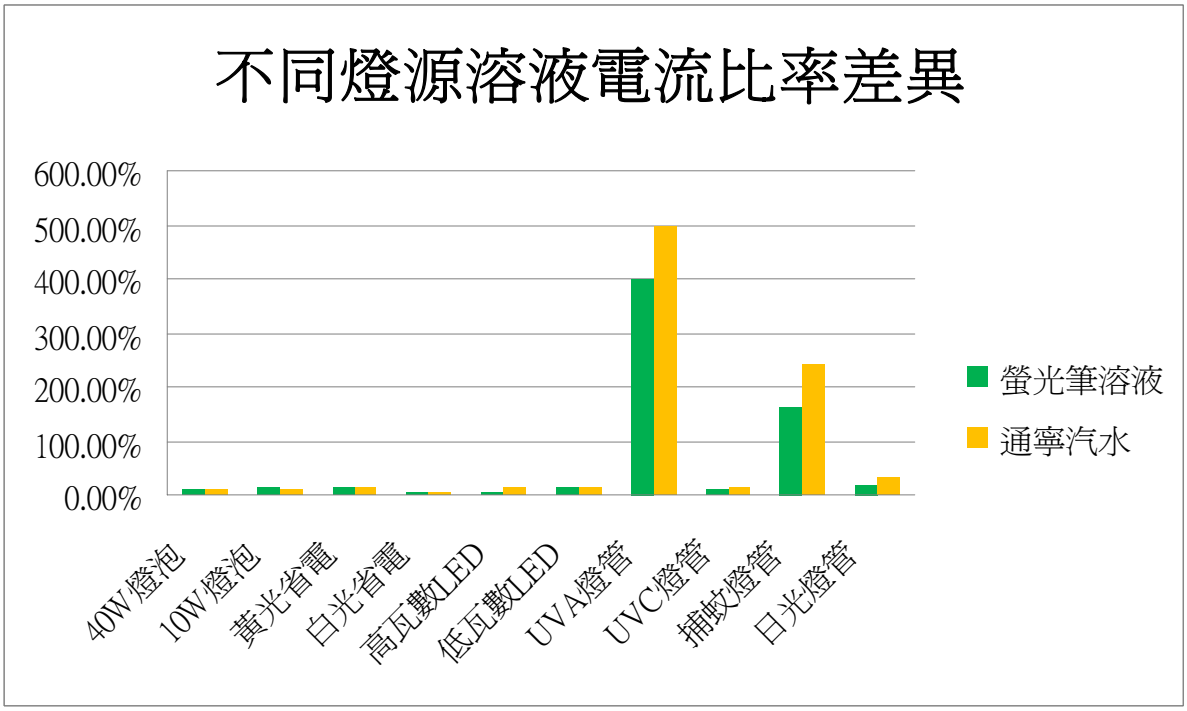
2. 紫外線功率是利用市售的儀器測量的數值（單位：$\mu w/cm^2$）。



圖十八　不同燈源的螢光溶液電流差異直條圖



圖十九　不同燈源的紫外線強度比較直條圖



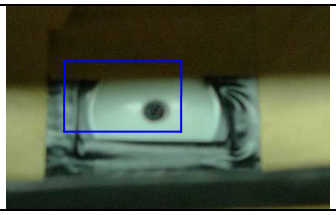
圖二十　不同燈源的溶液電流變化比率比較直條圖

（四）討論： 1. 燈光中含有的 UV 越強，測試溶液的電流數據差距越大，反之，差異則越小，例如：利用我們的方法，利用 UVA 燈照射後溶液 A 和 B，發出的光產生電流分別由 2 和 3 μA 增加至 12 和 15 μA，因吸收紫外線發出螢光使電流增加幅度達 400%以上；捕蚊燈也有相同現象，螢光造成的電流增加可達 160%以上，使用市售紫外線功率計測量 UVA 及捕蚊燈管，紫外線強度分別高達 700 和 500 μw/cm^2，我們方法與儀器測量結果非常一致。但以 LED 手電筒照射溶液，電流增加幅度很小，用儀器測量也得到相同結果。

2. 在各種燈光中，不論是傳統鎢絲燈泡、省電燈泡、LED 燈或是日光燈，兩種方法都顯示這些燈光中均含有部分紫外線。

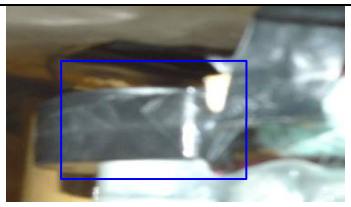
實驗十四　探討玻璃能吸收多少紫外線

（三）步驟：在市展中，評審們提醒我們『玻璃會吸收 UV』，於是我們便設計下列裝置〈如圖二十一〉，分別用 UV 功率計和太陽光電板測量玻璃瓶造成的紫外線損耗。



1.在觀測箱內分別放入玻璃瓶並在下方挖洞使 UV 能夠穿透

2.將 UV 功率計以及太陽光電板分別固定在鐵架上並放入觀測口中



3.將儀器固定在玻璃瓶的正下方

圖二十一　測量玻璃瓶對紫外線穿透影響實驗流程圖

（四）結果：1.玻璃瓶對紫外線穿透影響偵測結果如下表十九。

表十九 玻璃瓶對紫外線穿透影響結果記錄表

測試項目	玻璃瓶 (厚 0.1cm)			
測試燈具	UVA		UVB	
測量方法	方法一	方法二	方法一	方法二
未加玻璃	422	80.9	280	86.0
加玻璃	336	76.7	240	79.6
耗損率<%>	20	5	14	7

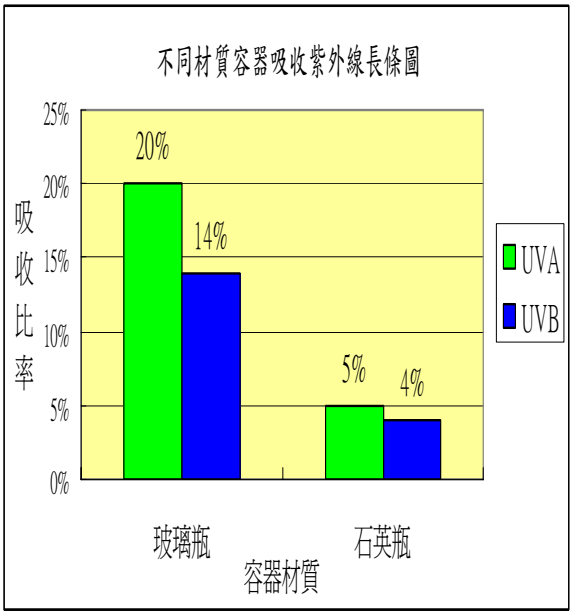
註：測試方法一：UV 功率計〈$\mu w/cm^2$〉
測試方法二：太陽光電板〈μA〉

2.接著我們測試了石英容器，結果如下表二十。

表二十 石英容器對紫外線穿透影響結果記錄表

測試項目	石英瓶 (厚 0.3cm)			
測試燈具	UVA		UVB	
測量方法	方法一	方法二	方法一	方法二
未加玻璃	422	80.9	280	86
加玻璃	401	77.3	270	81
耗損率<%>	5	4	4	6

備註：石英容器是向大學實驗室借用作爲比較之用



圖二十二 不同材質容器吸收紫外線長條圖

3.接著我們將兩種容器耗損紫外線的功率繪製成長條圖進行比較，如右上圖二十二。

（三）發現：1.石英的吸收的紫外線較少（<6%），但由於它的價格昂貴，我們負擔不起，因此不使用石英瓶進行實驗。

2.經由次實驗證明玻璃會吸收 UV，且對短波長的 UVB 的吸收比 UVA 還多。

（四）討論：根據表十九，兩種測量方法得到數據有明顯差異，由於光電板可吸收不同波長的光，但因 UV 燈中也會發出小部分可見光，且這部分受到玻璃影響很小，這可能是使光電板的測出損耗小的數據的原因，由於我們主要是探討 UV 的耗損功率，因此後續測試以 UV 功率計作爲測量工具。

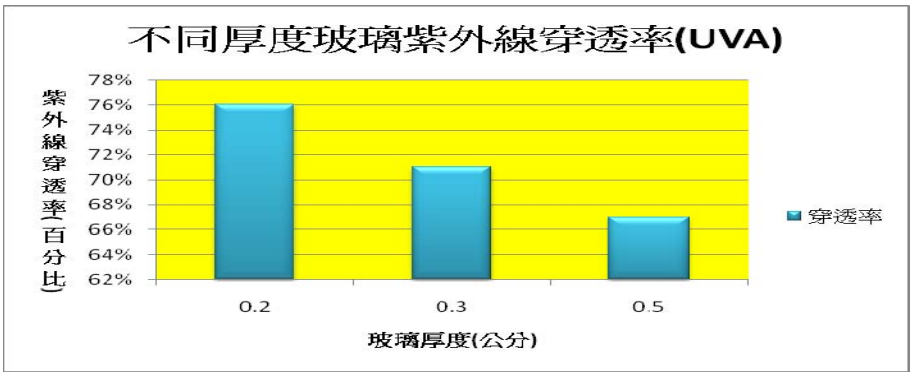
實驗十五　探討不同厚度玻璃對紫外線穿透率的影響

（一）步驟：參考實驗十三的器材及實驗步驟，將原本置放螢光溶液瓶子的洞口改放成玻璃片，然後將紫外線功率計放到洞口下方，測量 UV 受不同厚度玻璃影響情形。

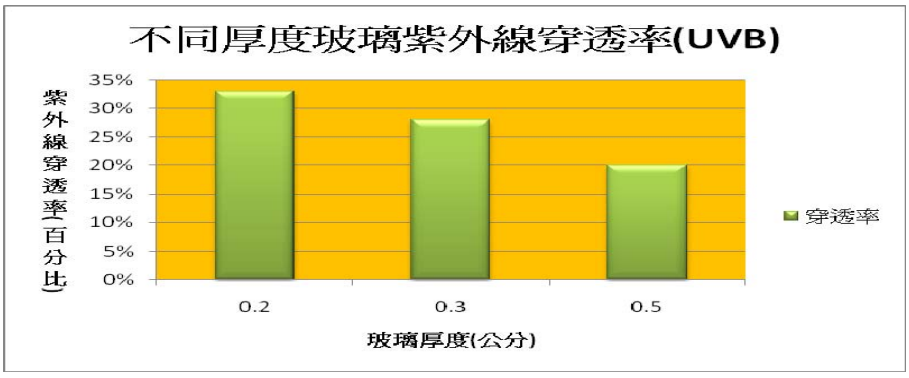
（二）結果：不同厚度玻璃對紫外線穿透率的測量結果如下表二十一，並分別將各種厚度玻璃的穿透率繪製成長條圖進行比較分析，如圖二十三和二十四。

表二十一　不同厚度玻璃對紫外線穿透率的影響結果比較表

玻璃厚度〈cm〉		0.2	0.3	0.5
UVA	UV 功率	475	443	418
	穿透率<%>	76	71	67
UVB	UV 功率	140	117	81
	穿透率<%>	33	28	20
註：未加玻璃時的 UV 強度 ： UVA：623；UVB：424〈功率單位：$\mu W/cm^2$〉				



圖二十三　不同厚度玻璃對 UVA 穿透率的影響比較直條圖



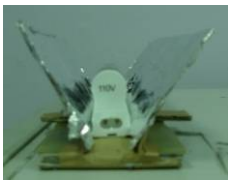
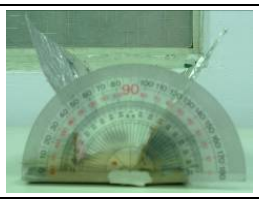
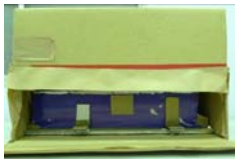
圖二十四　不同厚度玻璃對 UVB 穿透率的影響比較直條圖

（三）發現：1. 玻璃越厚，紫外線的穿透率就越低，其中以 UVA 進行實驗時，最厚 0.5cm 的玻璃穿透率比 0.2cm 少了 9 %，以 UVB 照射則減少更多，達到 13%。

2. 波長越長的 UV，通過玻璃的量就越多，以較短波長的 UVB 照射玻璃，穿透率只剩下 20～33%。

實驗十六　探討增加燈具光源強度的方法

（一）步驟：利用反光燈罩來增加光源強度，並將結果應用在改進原有 UV 偵測器，希望能更提升偵測靈敏度。詳細器材設計如下圖二十五。

				
1.將紙板貼上鋁箔紙，製作成反光燈罩。	2.將燈罩固定在紫外光燈兩邊，使燈罩與水平的夾角分別調整至 0、30、60、90 及 120 度。		3.利用紫外線功率計測量各個角度的 UV 強度。	4.將最佳的聚光方法應用於原有的 UV 偵測器中。

圖二十五　製作反光燈罩及調整反光角度操作流程圖

（二）結果：1.各種角度反光燈罩對紫外線光源強度影響的測量結果如下表二十二。

表二十二　各種角度反光燈罩對紫外線光源強度影響的測量結果記錄表

燈罩角度 / 測量儀器	0	30	60	90	120
UV 功率 ($\mu W/cm^2$)	612	1183	1397	1444	1236
UV 率增加比率（%）		93%	128%	136%	102%

2.用反光燈罩加強光源對螢光溶液產生的光電反應影響結果如下表二十三。

表二十三 用反光燈罩加強日光燈光源強度對螢光溶液產生的光電反應影響結果比較表

溶液種類	有螢光反應溶液的電流值	無螢光反應溶液的電流值	電流差異
不使用反光燈罩	40.7	38.4	2.3
使用 90 度的反光燈罩	84.0	75.0	9.0
電流值增加率(%)	106	95	291

（三）發現：1.由表二十二可知，使用聚光板可以提升 UV 強度，尤其是當兩塊板子與燈座成 90 度角時，聚光效果明顯最好，可以增加 UV 強度達到 136 %。

2.在使用燈罩的情況下，可以大幅度的提升溶液的螢光強度，使得兩瓶溶液的電流差異提升了接近 3 倍。

陸、 討論

一. 在實驗時，發現每一個人對顏色的感覺不同，造成了對顏色的描述有差異，因此組員之間常因顏色判斷產生爭議。此外，很多白紙也會產生螢光反應，也會干擾色塊的觀察，並進而影響亮度的判斷，使得觀測結果易受人爲影響而產生不客觀現象，爲解決這個問題，我們是透過討論方式取得一致的共識，希望能夠因此減少人爲的偏差，但這樣方式也會耗費相當多的時間，所以，我們不建議使用以塗抹在紙片上的方式來進行螢光實驗。

二. 爲何幾乎所有螢光溶液在照射 UVA 燈會發出較亮的螢光呢？我們所觀察的物品全都是來自於生活中的螢光產品，有些文獻資料報導一些店家會使用螢光燈（主要的光是 UVA），讓具有螢光特性的產品展現出其特點，因此，這些物質應該比較容易吸收長波長的 UVA，對較短波長的 UVB 及 C 的吸收可能較少，因而造成了在 UVB 及 C 燈下螢光亮度就較弱。而市面上也有一些只對特定波長的紫外線有反應的產品，像是有一種螢光油墨在紫外光照射下，能發出可見光，並可依照射光源波長的不同，分爲短波紫外線螢光油墨(利用波長 254 nm 的 UVC 照射)和長波紫外線螢光油墨(利用波長 365 nm 的 UVA 照射)。

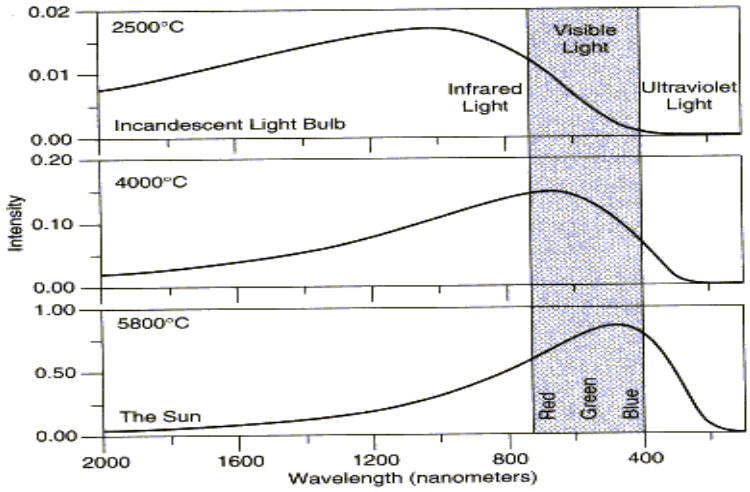
三. 以液體方式觀察螢光現象，確實改進了塗抹在紙上不易觀察的缺點，但仍舊有一些因人爲因素產生的問題需進一步尋求改進，例如，眼睛常誤以爲淺色系的顏色很亮，暗色系的顏色就較暗。因此，我們常將黃或橘顏色的螢光認爲比藍紫色亮，但事實上可能相反。而實際以光電板測量螢光亮度就是爲了爲解決這個問題。

四. 編號 22、 27 及 31 的溶液在不同波長紫外線照射下，會發出不同螢光，因此可作爲辨別燈光中是否含有不同波長紫外線的好方法。22 號因爲在 UVA、UVB 燈下是淺紫色，在 UVC 下卻是粉紅色，當 22 號出現粉紅色時就代表光源中有可能會有 UVC。同樣的，27 和 31 號也可以利用這種方式分辨是燈中是否含有 UVA、UVB 或 UVC。

溶液	純甲醇	螢光筆溶液
在 UVA 燈下		
未加裝隔熱紙	34.4 μA	33.7 μA
有加裝隔熱紙	4.5 μA	5.5 μA

五. 在開始進行實驗六自製螢光觀測箱設計時，有部分實驗數據和我們的觀察有有出入，例如，螢光較弱的溶液所測量出的電流大小竟然比沒有螢光反應的甲醇還小，爲了解釋這個現象，我們查詢了相關資料說：「太陽電池是以半導體製作的元件，其發電原理是使太陽光射照在光電板上，讓半導體材料吸收 200 ~2400 奈米波長的太陽光，產生電子及電洞對。紫外線的波長是 200～400 奈米，所以，太陽能板可不僅會吸收可見光，也會吸收紫外線，爲了避免 UV 對實驗的干擾，我們將可隔絕紫外線的汽車隔熱紙放到太陽能板前，這樣測得的數據就變的合理正確了。

六. 根據實驗十二的結果，如果以市售的 UV 測量器檢測，傳統的鎢絲燈光中有很大比例的 UV，但是以我們的方法測量卻得到不同的結果，兩瓶溶液的差異並不大，表示 UV 強度應該不高，根據我們的實驗，UV 會使螢光溶液出現藍紫色，但鎢絲燈照射溶液後卻是透明的，爲了解釋這個疑問，我們查詢師大物理系『物理教學示範實驗教室』網站中的資料中提到，傳統的燈泡是利用加熱鎢絲至很高的溫度後來放出光線，當溫度不高時，放出的光線以紅外線爲主，當溫度升高至 4000 ℃以上時，才會有輻射少部分 UV。但由於鎢的熔點爲 3410 ℃，所以燈泡輻射出的光線 UV 應該是很少，但是我們沒有更好的儀器來檢測，也需要更進一步找更多的資料才能知道傳統燈泡是否會含有紫外線。



七. 每種燈的照度都不同，可見光強所測出電流也跟著變大，兩瓶螢光溶液的差距也會變大；相反的，如果可見光少，電流變小而差異也變小，但差距小並不代表就是紫外線較少。因此，在判斷 UV 強弱時，不可以只看兩瓶溶液差距大小，並且要同時考量變化量。我們目前的檢測方法只是初步結果，未來還要找到更多好的螢光材料，並且改進測量方式及數據處理方法，以使我們辛苦發展的方法更具實用性。

柒、 結論

經過這一年多來反覆不斷的實驗，雖然玩樂的時間都被佔去了，但是我們卻學習到許多關於紫外線、螢光及太陽光電板的知識，像是我們以前完全不知道某些螢光物品會吸收紫外線而發光、影響太陽光電板發電的因素、如何自製螢光觀測箱、使用三用電表、照度計、紫外線偵測計……等，過程雖然辛苦，但仔細想想我們卻得到了許多知識，在這漫長的時間裡，我們得到了以下的結論：黃色螢光筆的螢光反應最強，而藍、紫色的螢光筆最弱。

一、 生活中的螢光物質中，以黃、綠色螢光物質的螢光反應最強，而藍色系則都無螢光。

二、 螢光物質顏色在可見光和螢光燈下沒有很大變化，但白色擦擦筆卻從白色變深灰色，是比較特別的例子。

三、 將黃、綠色的螢光筆心溶解的溶液呈透明無色，但在螢光燈下下會呈現藍紫色。

四、 螢光紙片和溶液在 UVA、B 及 C 燈光照射下的螢光顏色沒有大的變化，但是溶液的編號 22、27 及 31 號，在不同波段的紫外線下發的螢光有不同的顏色變化。

五、 以光電板放入自行設計的觀測箱上，可以準確測量出溶液螢光的強弱。

六、 以甲醇作爲溶劑可以溶出較多的螢光物質。

七、 以汽車隔熱紙隔絕 UV 可證明螢光物質的螢光是吸收紫外線所而放光產生的結果。

八、 光電板產生的電流隨著光的強弱有規律的變化。

九、 光的顏色會影響太陽光電板產生的發電，照射紅色光可使光電板產生最大的電流。

十、 濃度增加會螢光強度也會增強，但到一定程度便飽和不再增加。

十一、 透過測量有螢光和無螢光溶液的電流大小，可以作爲檢測燈光中是否含有紫外線的一種新的方法。

十二、 玻璃會吸收紫外線，且玻璃的厚度越厚，UV 的穿透率也就越低，且波長越長的 UV，穿透率也越高。

十三、 可以利用聚光的方式來增加光源強度，改進自製紫外線觀測器，以提升測量的靈敏性。

捌、 參考資料

1. 科學月刊：1973 年 9 月 45 期：光的化學效應；取自：http://203.68.20.65/science/content/1973/00090045/0016.htm

2. 柯宇謙、李家瑋、陳均豪、劉柏岑、黃暘喻、李承芳；第 47 屆全國中小學科展第一名優勝作品專輯「驚光失色」

3. 維基百科：螢光；取自：http://zh.wikipedia.org/w/index.php

4. 維基百科：紫外線；取自：http://zh.wikipedia.org/w/index.php

5. 國立台灣師範大學物理系：物理教學示範實驗教室網站：生活中的物理：日光燈的物理；取自：http://www.phy.ntnu.edu.tw/moodle/mod/resource/view.php

6. 國立台灣師範大學物理系：物理教學示範實驗教室網站：生活中的物理；取自：http://www.phy.ntnu.edu.tw/moodle/mod/resource/view.php

7. 國立台灣師範大學物理系：物理教學示範實驗教室網站：物理問題討論區；取自：http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.phpm

【評語】080112

題材切民生問題，實驗過程嚴謹完整，唯在探究問題的方法步驟上可再簡化精進，以改進實驗結果的準確性，例如考慮直接使用太陽能板配合隔熱紙來探討問題。