

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

化學科

科別：化學科

組別：國小組

作品名稱：撼動黑夜的光芒 探討螢光棒的特異功能

關鍵詞：螢光棒、測光計

編號：080206

學校名稱：

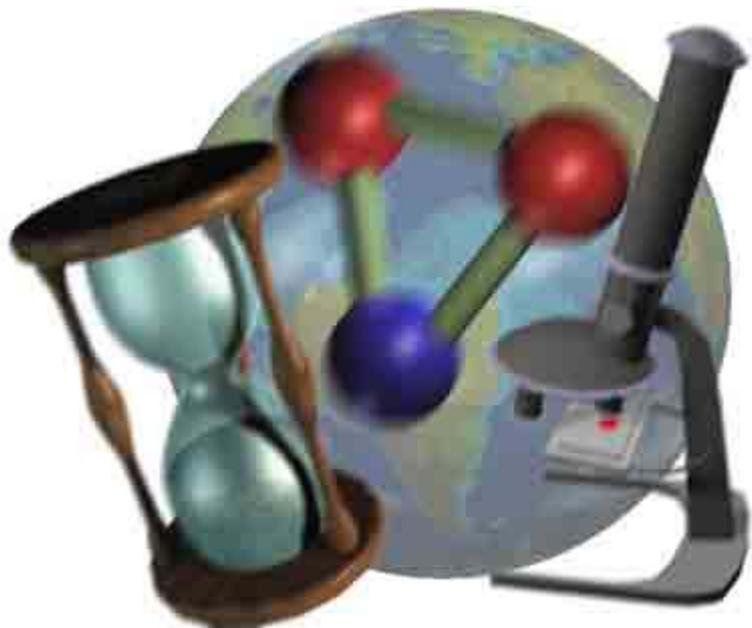
高雄市三民區獅湖國民小學

作者姓名：

劉彥伶、林貝珊、張芷菱

指導老師：

蔡玫吟、羅妍婷



## 摘要

我們看到耀眼的螢光棒，不禁想起五上自然所教的單元「光和顏色」，於是我們就去請教老師有關於螢光棒的問題，而在一連串的實驗中發現：

1. 我們發油螢光棒的物理特性可看出，會影響螢光強度的因素：直立位置、不同折點、不同折數、震動、溫度
2. 油螢光棒的化學反應可看出，會影響螢光強度的因素：A、B 溶液體積比、雙氧水和二氧化錳產生的氧氣、酸鹼溶液
3. 我們發現利用二氧化錳加雙氧水，產生氧氣，通入 B 溶液，也會增加螢光強度，可見產生螢光布一定要 AB 溶液混合

## 壹、研究動機

在今年的童軍營火晚會中，老師為了讓我們變得更顯眼，因此就發給我們每人兩支螢光棒，折一折，哇！真是漂亮，尤其是幾百支螢光棒一同在揮舞，實在像極了國慶日的煙火，之後我們就對螢光棒產生好奇，這時，讓我不禁想起五上自然所教的單元「光和顏色」，於是我們就去請教老師有關於螢光棒的問題，接著就展開了一連串的實驗。

## 貳、研究目的

- (一) 觀察螢光棒的特性。
- (二) 觀察螢光棒的物理特性。
- (三) 探討螢光棒的化學反應。
- (四) 探討螢光棒的應用。
- (五) 培養科學探究精神和方法。

## 參、研究設備器材

培養皿、溫度計、量筒、燒杯、測光計、酒精、小蘇打、醋酸、鹽酸、硫酸酮、乙醇、石灰水、雙氧水、二氧化錳、天平、

錐形瓶、滴管、電動按摩棒、電磁爐、各種顏色螢光棒。

## 肆、研究過程

### 研究（一）觀察螢光棒的特性。

#### 實驗 1：觀察螢光棒

方法：觀察六種不同顏色螢光棒彎折前後之比較

結果：

(1) 六種螢光棒彎折前之外形比較：

顏色	紅、粉紅、黃、綠、橘、透明
內部	有兩層,內層深色,外層透明無色.
形狀	長條型.環狀.心形

(2) 螢光棒彎折後之聲音：

聲音	ㄅ—ㄚ .ㄅ—ㄚ
顏色	變的比原本的還淡.

(3) 彎折前後之顏色變化：

未折前	淡紅	透明	橘	淡綠	淡黃	紅
彎折後 日光燈下:	粉紅	淡藍	橘黃	亮綠	深黃	深紅
彎折後 暗室內:	粉紫	藍紫	橘黃	亮綠	亮黃	亮紅

發現：所以我們推測螢光棒內含有玻璃管,於使用前將兩種液體隔開。



## 實驗 2：觀察螢光棒內兩種溶液的化學性質

- 方法：
- 1、將大支的螢光棒切開（註：規格為直徑 1.5cm，長 13cm 的圓柱型）
  - 2、抽出 A 溶液
  - 3、測出 pH 值
  - 4、再將裝有 B 溶液的玻璃管敲開（要小心）
  - 5、用廣用試紙測出 pH 值，並測出反應前後的溫度

結果：(1) 粗的紅色螢光棒

性質 溶液	pH 值	顏色	氣味
A	6	透明	像修正液
B	因為紅色的顏色太深，所以無法準確的測出 pH 值	透明	油漆味
A+B		螢光橘紅	

(2) 細的透明螢光棒（註：規格為直徑 0.5cm，長 20cm 的圓柱）

性質 溶液	pH 值	顏色	氣味
A	6	透明	像修正液
B	6	透明	
A+B	6	藍色	

(3) 在室溫 30 度

反應前	反應後
A 溶液 = 27 度	A 溶液+B 溶液 = 30 度
B 溶液 = 28 度	

發現：反應前的溫度比反應後的溫度低，反應前本來是 27、28 度，但混合反應後，溫度上升了二、三度。

推測：溫度越高螢光強度就越強，溫度升高的能量產生螢光。



### 實驗 3：觀察螢光棒內兩種溶液加其他物質的化學性質

方法：1、將大支的螢光棒切開

2、分別抽出 A、B 溶液並加入其它物質

(註：A 為玻璃管外溶液，B 為玻璃管內溶液)

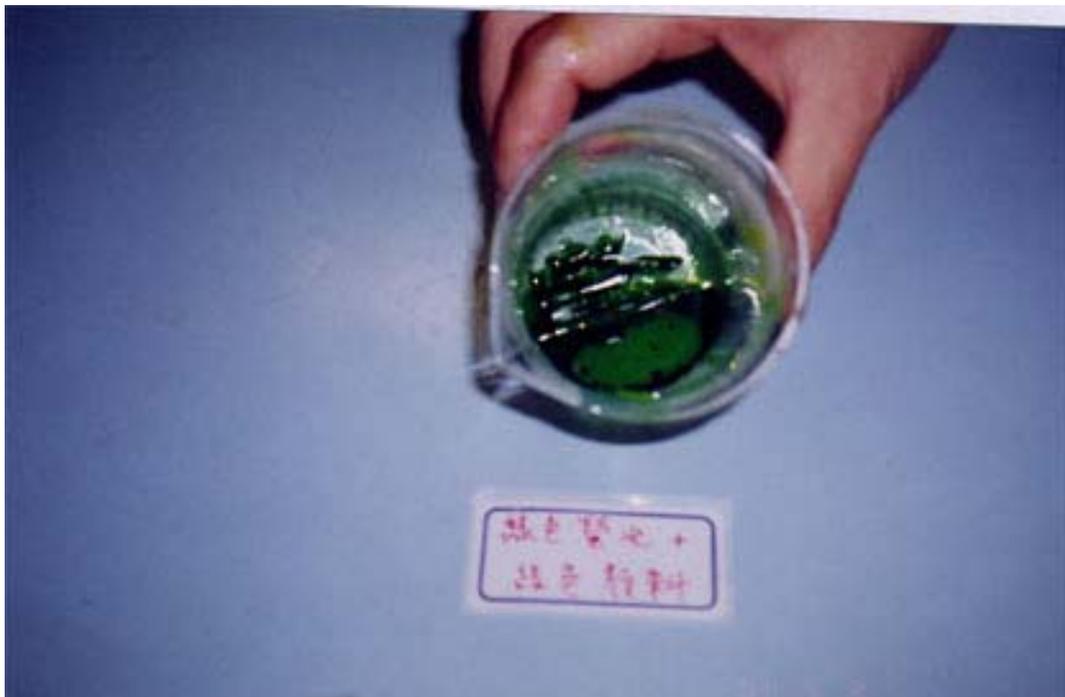
結果：

A 溶液	反應觀察	pH 值
+太白粉	A 溶液凝固，變得很黏稠，A 溶液固體化，乳白色	5.0
+鹽	A 溶液被鹽吸收	4.5
+明礬粉	A 溶液被吸收	2.5
+洗衣粉	水水的，洗衣粉較不容易 A 溶液吸收	6.0
+碳酸氫鈉(小蘇打)	水水的，呈乳白色	6.0
+硼酸	A 溶液被吸收	4.0
+二氧化錳	會馬上冒許多小氣泡，將點燃的線香放入後，用紙蓋住洞口，發現線香不但沒有熄滅，反而燃燒的更劇烈，因此我們推測 A 溶液+二氧化錳會產生氧氣	5.0
+綠色食用色素	乳白色液體浮在下面，綠色液體浮在上面	7.0
+乙醇	黏稠度較高,油油的	4.5
+藍色指示液	油狀,深綠色變成淺綠色.上曾有油脂狀飄浮物.弱酸性	4.9
+水	油狀物質沉入杯底	4.5
+碘溶液	外層有黃+綠+透明混合的液體.裡層有橘色加咖啡色混合而成的液體.	4.8
+硫酸銅	溶液是藍綠色的,不融合	4.0
+甘油	透明的,有兩層.甘油在底下,油脂漂浮物在上	4.0
+稀鹽酸	外層是透明無色的,裡層有油狀漂浮物在上	1.0

B 溶液	反應觀察	pH 值
+乙醇	完全混合,顏色沒變.	4
+硫酸銅	不融合,B 物質在上面飄,硫酸銅溶液沉在下面	4
+甘油	不完全混合,甘油在上面飄,B 溶液沉在下面	4.6
+藍色指示液	不融合,油狀(綠色液體在四週,粉紅色一塊一塊的在中間)	5.0
+碘溶液	不融合,油狀(黃加透明混合色)	4.0
+鹽酸	不互溶,鹽酸在外為兩側,B 物質在中間	1 以下

發現：

1. A 物質加二氧化錳會產生氣泡，將線香放入後，燃燒更劇烈，確定產生的氣體為氧氣，所以推測 A 物質可能具有過氧化氫的成分。而 A 物質的 pH 值是 6.0，為油狀物質，但雙氧水是水溶性物質，所以還要再做實驗來確定成分。
2. B 溶液+乙醇(中性物質)完全混合，卻不會和其他酸或鹼性物質水溶液混合，因為 A 和 B 物質都是油狀物質。



B 溶液	反應觀察	pH 值
+鹽	鹽較不會吸收 B 溶液	4.5
+明礬	明礬會吸收 B 溶液	2.0
+米酒	出現了三層，1.水 2.油狀米酒物質 3. B 溶液，所以我們推測，只有部分米酒會與 B 溶液混合	1
+洗衣粉	不會和 B 溶液溶解	10
+硼酸	B 溶液被吸收	4.5
+小蘇打	兩種物質不會相溶	7
+綠色食用顏料	B 溶液在浮上面，綠色食用顏料在下面，兩者互不相溶	7

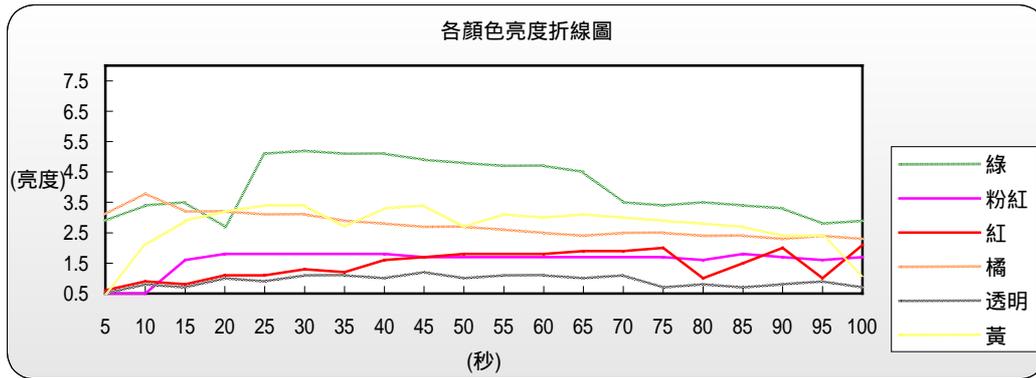
## 研究（二）觀察螢光棒的物理特性。

### 實驗 1：觀察螢光棒橫放產生螢光的情形

方法：在螢光棒 10 公分處彎折後橫放，並用測光計測出螢光強度

結果：

秒	綠	粉紅	紅	橘	透明	黃
5	2.9	0.5	0.6	3.1	0.5	0.5
10	3.4	0.5	0.9	3.8	0.8	2.1
15	3.5	1.6	0.8	3.2	0.7	2.9
20	2.7	1.8	1.1	3.2	1.0	3.2
25	5.1	1.8	1.1	3.1	0.9	3.4
30	5.2	1.8	1.3	3.1	1.1	3.4
35	5.1	1.8	1.2	2.9	1.1	2.7
40	5.1	1.8	1.6	2.8	1.0	3.3
45	4.9	1.7	1.7	2.7	1.2	3.4
50	4.8	1.7	1.8	2.7	1.0	2.7
55	4.7	1.7	1.8	2.6	1.1	3.1
60	4.7	1.7	1.8	2.5	1.1	3.0
65	4.5	1.7	1.9	2.4	1.0	3.1
70	3.5	1.7	1.9	2.5	1.1	3.0
75	3.4	1.7	2.0	2.5	0.7	2.9
80	3.5	1.6	1.0	2.4	0.8	2.8
85	3.4	1.8	1.5	2.4	0.7	2.7
90	3.3	1.7	2.0	2.3	0.8	2.4
95	2.8	1.6	1.0	2.4	0.9	2.4
100	2.9	1.7	2.1	2.3	0.7	1.1



發現：

顏色	最大亮度值	最小亮度值	觀察結果
綠色	5.2	2.7	剛開始由低往上升，25~40 秒之間達到最高峰，之後就漸漸下降，最高數值是 5.2。
粉紅色	1.8	0.5	變化不太大，幾乎是在 1.6~1.8 之間
橘色	3.8	2.3	一開始就達到 3.1，10 秒的時候，達到最高數值 3.8，之後就一直下降了。
紅色	2.1	0.6	一開始慢慢增加到 2.1 之後，就緩步下降
黃色	3.4	0.5	5 至 10 秒亮度急速增加
透明色	0.5	1.2	變化的程度在 0.5~1.2 之間，45 秒時達到最高數值，是所有顏色中最低的。

分析：

1. 每一顏色螢光棒在開始後 30 秒內，螢光強度都是持續增強。
2. 螢光棒橫放所產生的螢光強度，較無規則性；但整體來說，螢光強度大都會持續一段時間，有的會再增強，有些會慢慢衰退。
3. 推測：地心引力是否會造成螢光液加速混合，而增加螢光強度？

## 實驗 2：觀察螢光棒直立產生螢光的情形

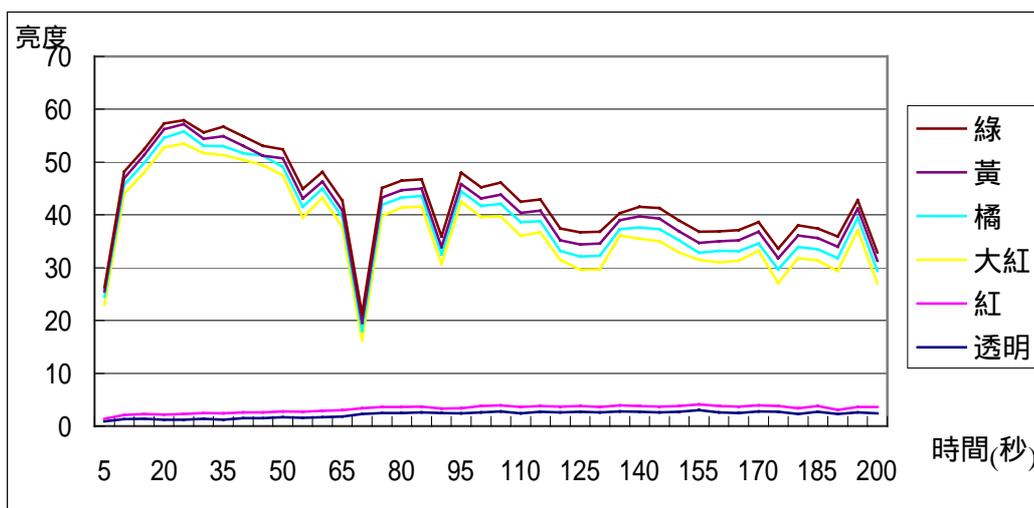
方法：1. 將螢光棒於 10 公分處彎折直立。

2. 並用測光計測出螢光強度，亮度範圍為 0~200Lux（勒克斯）。

結果：

秒數	透明	紅	大紅	橘	黃	綠
5	0.9	0.5	21.6	1.5	1.0	0.8
10	1.3	0.8	41.9	1.7	1.2	1.3
15	1.4	0.9	45.7	1.8	1.5	1.1

20	1.2	1.0	50.6	1.8	1.6	1.1
25	1.2	1.1	51.2	2.3	1.4	0.7
30	1.4	1.1	49.2	1.4	1.3	1.2
35	1.2	1.2	48.9	1.7	1.9	1.8
40	1.5	1.1	47.8	1.3	1.4	1.8
45	1.5	1.1	46.8	1.8	1,4	1.9
50	1.7	1.1	44.7	1.6	1.6	1.7
55	1.6	1.1	36.8	2.0	1.6	1.8
60	1.7	1.2	40.3	1.8	1.3	1.8
65	1.8	1.2	34.7	1.9	1.2	1.9
70	2.3	1.1	12.8	1.9	1.5	1.7
75	2.5	1.1	36.2	2.1	1.4	1.8
80	2.5	1.1	37.8	1.9	1.4	1.8
85	2.6	1.1	37.8	2.1	1.4	1.7
90	2.5	0.8	27.4	1.8	1.4	2.0
95	2.4	1.0	39.1	1.9	1.4	2.2
100	2.6	1.2	35.8	2.1	1.4	2.1
105	2.8	1.1	35.8	2.4	1.7	2.3
110	2.4	1.2	32.4	2.6	1.8	2.1
115	2.7	1.1	32.9	2.1	2.0	2.1
120	2.6	1.1	27.8	1.7	2.0	2.2
125	2.7	1.1	25.8	2.5	2.3	2.3
130	2.6	1.0	26.1	2.6	2.3	2.2
135	2.8	1.1	32.2	1.2	1.7	1.3
140	2.7	1.1	31.7	2.1	2.1	1.8
145	2.6	1.1	31.3	2.3	2.0	2.0
150	2.7	1.1	29.1	2.3	1.7	2.0
155	3.0	1.1	27.4	1.3	1.9	2.1
160	2.6	1.2	27.2	2.2	1.8	1.9
165	2.5	1.2	27.6	1.8	2.1	1.9
170	2.8	1.1	29.3	1.4	2.2	1.8
175	2.7	1.1	23.3	2.6	2.1	1.8
180	2.3	1.1	28.4	2.1	2.2	1.9
185	2.7	1.1	27.6	2.1	2.1	1.8
190	2.3	0.8	26.3	2.4	2.2	1.9
195	2.6	1.0	33.5	2.4	1.7	1.6
200	2.4	1.2	23.4	2.4	1.9	1.6



發現：

顏色	最大亮度值	最小亮度值	觀察結果
透明色	3.0	0.9	發現螢光液兩種容易混合之後，是向上反應，所以我們推測這應該是「毛細現象」所造成的。
紅色	.0.5	1.2	螢光液是向下混合，和先前所做的實驗不同，所以還需多做幾次。
大紅色	51.2	12.8	一摺之後整之充分反應，溶液是先向下再向上反應的。
橘色	2.6	1.2	發現螢光液也是向下充分反應。
黃色	2.3	0.7	往下充分反應，往上則只有一部份而已，而且反應的速度很慢。
綠色	2.3	0.7	先向下再向上反應，反應充分，幾乎整枝都反應完了。
透明色	3.0	0.5	一開始往上反應一小部分，再來就開始往下充分反應。

註：因為只有第一次所做的透明色往上反應，所以我們選擇再做一次。

分析：

1.由實驗數據來看，螢光棒直立所產生的螢光，比較具有規則性：

(1) 綠、黃、橘、大支紅色的螢光棒，在 35 秒內產生最大亮度。會在 65 - 70 秒之間，亮度會急速下降，70 秒後，玻璃管內兩種溶液再次混合，亮度再度急速上升。爾後，亮度的起伏就比較平穩，直到作用完全。

(2) 透明的螢光棒亮度不超過 3.0，紅色則不超過 1.2，亮度非常平穩的增加減少，沒有很大起伏。

(3) 螢光棒直立確實能讓 A、B 二溶液充分混合反應。

### 實驗 3：長期觀察螢光棒直立產生螢光的情形

方法：1.分別將大、小的螢光棒中間處彎折置於暗室內（直立）

2.每隔 1 小時用測光計測出亮度

3.並觀察螢光的持續性

結果：

時間	小（綠） 規格（1）	小（綠） （2）	大（綠） （1）	大（綠） （2）
開始	1.9	1.2	237	223
1 小時	2.7	2.3	83.3	81.7
2 小時	2.1	2.2	58.1	59
3 小時	1.5	1.6	24.1	23.9
4 小時	0.8	0.9	6.6	6.3
5 小時	0.2	0.2	0.7	0.6
6 小時	0	0	0.2	0.2
7 小時	0	0	0	0

註：1.小支螢光棒規格：直徑 0.5cm，長 20 的圓柱

2.大支螢光棒規格：直徑 1.5cm，長 13cm 圓柱

發現：

(1) 小支螢光棒在常溫下使用約 5 個多小時

(2) 大支螢光棒在常溫下使用約 6 個多小時



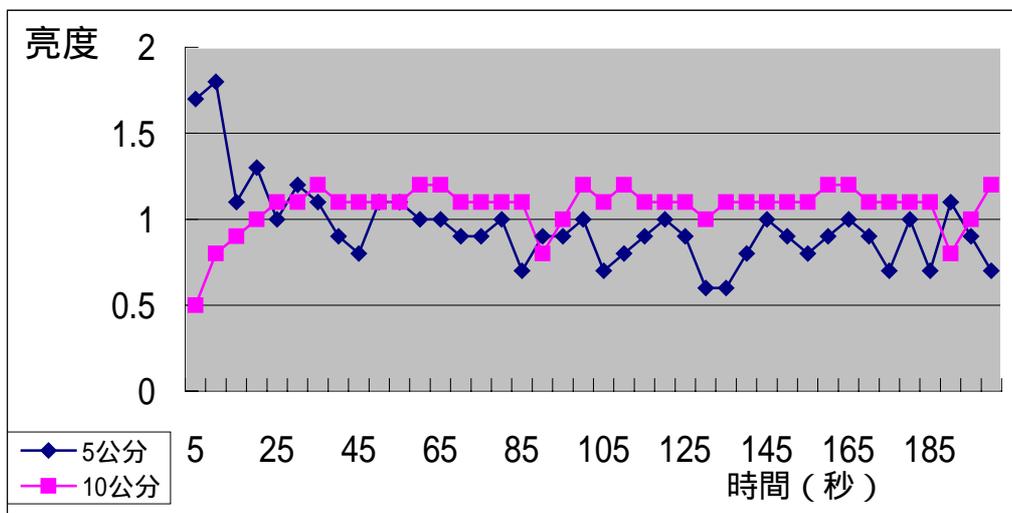
### 實驗 4：觀察螢光棒不同折點產生螢光的情形

方法：1.分別在不同紅色螢光棒的 5 公分、10 公分處摺痕

2.並用測光計每五秒測出亮度（直立）

結果：

秒	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
5cm	1.7	1.8	1.1	1.3	1.0	1.2	1.1	0.9	0.8	1.1	1.1	1.8	1.0	0.9	0.9	1.0	0.7	0.9	0.9	1.0
10cm	0.5	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	1.0	1.2
秒	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
5cm	0.7	0.8	0.9	1.0	0.9	0.6	0.6	0.8	1.0	0.9	0.8	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	0.7	1.1	0.9	0.7
10cm	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.8	1.0	1.2



發現：

1. 在 10cm 處折斷後，一開始亮度不大，漸漸增加。一直維持在 0.8~1.2 之間。
2. 在 5cm 處折斷一開始比較亮，但急速下降，一直都比較不穩定。範圍達 0.7~1.8。

推測：螢光棒摺三段之後，裡面的溶液是否會加速混合？

### 實驗 5：觀察螢光棒不同折數產生螢光的情形

方法：分別畫出螢光棒三段的距離,每五公分畫一段(5 cm、10 cm、15 cm),再把螢光棒吊在空中直立,同時分別摺下三段,並用測光計測出螢光的強度,每5秒測一次,共200秒。

結果：

秒	橘色	黃色	綠色	紅色	粉紅色	透明色
5	0.5	1.1	8.3	0.9	1.6	1.2
10	1.2	3.2	4.9	1.2	2.4	2.0
15	5.3	1.2	18.2	0.4	3.1	1.1
20	9.3	1.5	13.8	0.7	1.7	2.7
25	6.1	2.0	13.4	0.2	2.5	2.9
30	5.8	1.8	15.6	0.5	2.7	5.6
35	5.4	2.8	14.8	0.4	2.7	5.9
40	6.3	3.0	12.6	1.2	2.8	6.9
45	4.7	3.9	9.4	2.0	2.7	6.1
50	3.6	3.3	10.3	0.9	3.0	3.2
55	3.6	4.8	18.2	2.3	3.1	4.4
60	7.1	5.8	14.1	1.8	3.2	0.8
65	10.2	6.9	14.9	1.5	3.0	3.4
70	10.5	4.8	11.2	1.7	3.6	3.8
75	8.8	7.5	19.9	1.9	3.7	2.5
80	9.5	7.1	10.2	1.6	3.6	6.2
85	9.9	8.4	9.8	1.9	4.0	7.1
90	9.4	7.9	11.2	1.9	4.1	6.9
95	9.7	5.3	15.1	2.1	2.7	4.3
100	10.6	6.4	11.8	2.3	2.2	4.4
105	10.9	7.5	14.7	2.1	3.1	5.7
110	10.4	6.1	17.3	2.3	2.7	2.0
115	9.7	0.5	13.7	2.4	2.7	0.7
120	7.3	4.4	11.3	2.3	3.4	0.6
125	9.3	0.2	16.1	2.6	3.7	4.7
130	8.7	6.9	17.6	2.7	3.8	6.0
135	10.5	0.6	14.2	2.8	4.0	5.7
140	7.8	5.8	11.5	2.6	3.9	6.6
145	9.7	2.0	13.7	3.0	4.0	6.0
150	10.2	8.5	19.5	2.8	4.0	5.4

155	9.7	2.3	10.0	2.8	3.9	3.5
160	8.5	8.0	16.1	2.7	4.2	5.1
165	7.2	7.6	11.9	2.9	2.8	3.3
170	10.2	9.1	10.5	3.0	3.6	5.9
175	8.6	6.4	12.3	2.3	3.7	5.1
180	9.9	0.9	13.4	2.1	4.3	5.1
185	9.7	1.9	10.8	3.2	4.4	4.0
190	9.4	2.4	9.2	3.7	4.6	4.2
195	9.3	3.4	11.4	3.8	4.7	5.0
200	9.6	3.2	8.3	3.7	4.8	5.3

發現：折成三段的螢光棒在反應後，產生的亮度比只折一段的螢光棒的亮度還要高，因為 A、B 溶液充分反應，證明了將螢光棒折成三折後，會加速裡面液體的混合。

### 實驗 6：觀察振動對螢光棒產生螢光的影響

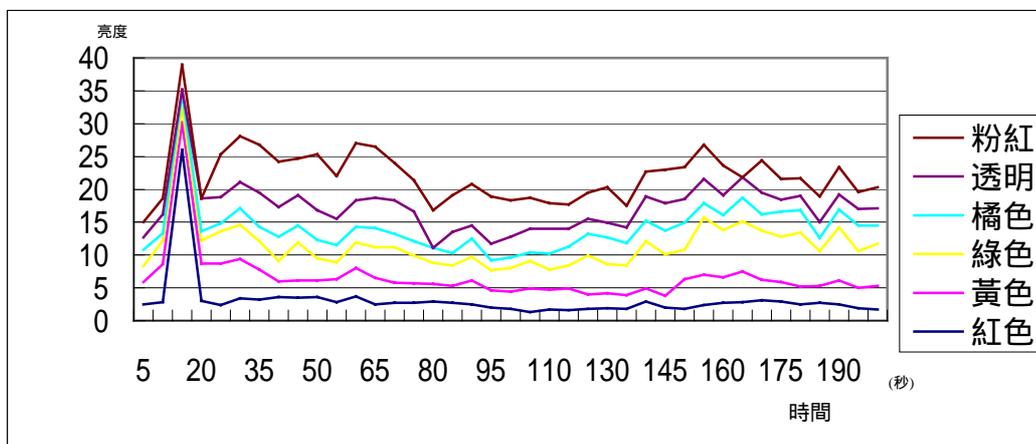
方法：

- 1.將六種不同顏色的螢光棒依次直立的黏在電動按摩棒上。
- 2.將按摩棒直立，震動強度轉至強，並用測光計測亮度，觀察兩百秒，每五秒紀錄一次。

結果如下：

	紅色	黃色	綠色	橘色	透明	粉紅
5	2.5	3.4	2.4	2.5	1.9	2.3
10	2.8	5.8	3.6	1.1	2.9	2.4
15	26	4.2	2.3	2.1	0.6	3.8
20	3.0	5.7	3.5	1.4	5.0	5.2
25	2.4	6.3	4.9	1.2	4.0	6.5
30	3.4	6.0	5.2	2.5	4.0	7.0
35	3.2	4.6	4.3	2.2	5.2	7.3
40	3.6	2.4	3.1	3.7	4.5	6.9
45	3.5	2.6	5.8	2.6	4.6	5.6
50	3.6	2.5	3.4	2.8	4.5	8.5
55	2.8	3.5	2.6	2.6	4.0	6.5
60	3.7	4.3	3.9	2.4	4.0	8.7

65	2.5	4.0	4.7	2.9	4.6	7.8
70	2.7	3.1	5.4	2.0	5.1	5.7
75	2.7	3.0	4.2	2.2	4.5	4.8
80	2.9	2.7	3.2	2.3	..8	5.7
85	2.7	2.6	3.1	1.9	3.2	5.6
90	2.5	3.6	3.6	2.8	2.0	6.3
95	2.0	2.6	3.1	1.5	2.5	7.2
100	1.8	2.6	3.6	1.6	3.2	5.5
105	1.3	3.6	4.2	1.3	3.6	4.7
110	1.7	3.0	3.1	2.4	3.8	3.9
120	1.6	3.3	3.5	2.9	2.7	3.7
125	1.8	2.2	5.9	3.3	2.3	4.0
130	1.9	2.3	4.4	4.1	2.2	5.4
135	1.8	2.1	4.5	3.4	2.4	3.3
140	2.9	2.0	7.2	3.1	3.7	3.8
145	2.0	1.8	6.3	3.6	4.2	5.1
150	1.8	4.5	4.5	4.1	3.6	4.9
155	2.4	4.6	8.7	2.2	3.7	5.2
160	2.7	3.9	7.2	2.3	3.0	4.5
165	2.8	4.7	7.6	3.6	3.1	5.5.
170	3.1	3.1	7.5	2.5	3.3	4.9
175	2.9	3.0	6.9	3.8	1.8	3.2
180	2.5	2.7	8.2	3.4	2.2	2.7
185	2.7	2.6	5.3	2	2.4	3.9
190	2.5	3.6	8.1	2.7	2.3	4.2
195	1.9	3.1	5.6	3.9	2.5	2.6
200	1.7	3.6	6.4	2.8	2.6	3.2



結果:

1. 震動會加速螢光液體充分混合反應,強度更亮。
2. 完全反應,但中間部分最亮。

### 實驗 7：觀察溫度對螢光棒產生螢光的影響

方法：1.將大支螢光棒直立放置在不同水溫裡 3 分鐘

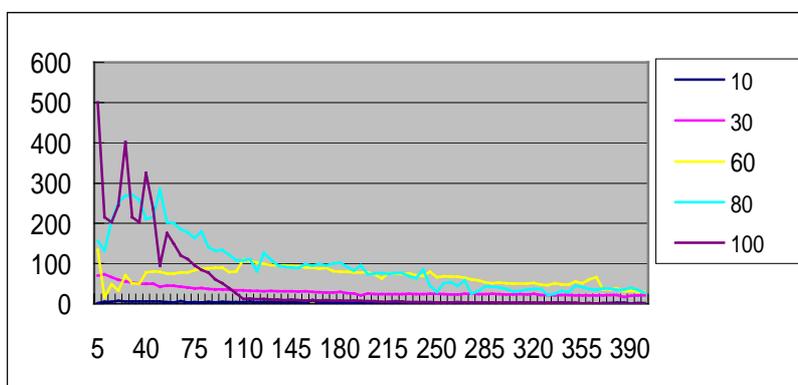
2.3 分鐘後在水中彎折，觀察 400 秒，並用測光計測出亮度

結果：

溫度 秒數	10	30	60	80	100
5	1.8	70.1	133.6	156.2	501
10	4.5	72.8	15.2	131.4	215
15	5.0	65.4	48.0	205.0	202
20	6.9	59.3	32.8	252.0	245
25	5.7	55.2	70.3	269.0	402
30	5.7	52.3	50.7	271.0	215
35	5.7	50.0	48.8	259.0	202
40	5.7	49.0	77.7	210.0	325
45	5.6	50.1	80.2	215.0	236
50	5.5	41.9	79.3	285.0	194
55	4.0	45.1	74.8	202.0	175
60	3.2	44.6	74.2	200.0	149
65	6.5	42.2	77.4	185.0	120
70	3.3	40.3	78.0	176.5	111
75	3.8	38.2	83.5	163.4	95
80	3.4	38.7	87.0	179.5	84
85	4.7	36.5	88.1	140.0	77
90	3.1	35.8	89.0	131.2	60
95	4.4	36.0	89.7	132.9	51
100	4.1	34.8	78.1	121.3	39
105	4.0	33.5	80.0	107.6	25
110	4.1	33.1	108.5	108.0	12
115	5.7	31.7	106.4	110.2	13
120	3.0	31.5	101.8	80.5	11
125	4.4	31.2	98.8	125.9	12

130	4.9	31.4	95.6	109.2	10
135	4.0	30.6	95.4	95.2	10
140	3.7	31.2	95.2	91.5	9
145	5.0	30.8	93.6	90.2	10
150	3.7	30.3	92.5	88.7	9
155	2.5	30.8	89.8	98.2	8
160	8.5	29.0	89.2	94.3	9
165	3.1	28.8	87.5	98.2	8
170	2.9	28.0	88.8	95.5	9
175	2.1	27.4	81.2	100.0	7
180	2.1	29.7	79.4	101.2	8
185	2.2	25.8	79.3	92.3	7
190	1.9	25.5	77.4	82.3	8
195	3.4	20.3	78.0	95.4	7
200	2.1	25.0	77.6	72.9	6
205	2.9	23.8	72.8	75.4	6
210	3.0	23.7	62.5	76.2	5
215	3.1	24.0	75.4	74.0	5
220	1.8	23.8	74.2	76.4	6
225	5.1	23.4	73.9	76.4	5
230	0.7	24.2	75.2	67.9	4
235	1.8	23.9	70.5	63.2	4
240	2.0	24.1	69.0	85.2	4
245	1.3	24.2	79.2	44.5	4
250	1.7	24.3	65.8	29.1	3
255	1.8	23.8	68.4	50.4	3
260	2.1	23.3	67.7	53.2	3
265	1.7	23.3	67.6	44.4	4
270	1.8	24.6	64.4	57.5	3
275	1.1	24.5	60.2	24.2	3
280	1.2	24.1	57.5	32.0	3
285	1.8	23.9	53.2	42.6	3
290	1.6	24.5	50.4	41.7	3
295	1.7	23.5	52.1	40.8	2
300	1.5	23.0	51.0	36.2	3
305	1.6	23.2	50.2	30.1	2
310	2.3	23.4	49.8	31.4	2

315	2.1	22.8	49.9	35.0	2
320	1.9	24.4	51.2	36.4	2
325	1.7	21.2	46.6	36.4	2
330	1.9	21.1	46.2	21.3	2
335	2.2	20.9	50.4	24.5	2
340	2.1	21.7	47.2	31.6	2
345	1.5	21.4	47.4	29.6	2
350	1.8	20.7	54.8	44.0	2
355	0.4	20.6	51.1	41.2	1
360	1.6	20.4	60.4	36.4	1
365	0.3	20.7	65.8	33.9	1
370	1.6	20.8	35.5	38.2	0
375	1.3	21.4	35.3	37.0	0
380	2.3	21.5	38.2	34.2	0
385	2.1	16.9	31.2	35.2	0
390	0.8	19.6	31.8	39.6	0
395	1.7	20.6	30.5	34.3	0
400	1.9	20.4	29.7	27.0	0



發現：

- 1.溫度愈高所產生的亮度愈強，但亮度持續的時間愈短。
- 2.溫度愈低所產生的亮度愈低，但亮度持續時間愈久。

## 實驗八：降溫能使螢光強度持續嗎？

方法：

1. 將一支大支螢光棒從中間彎折之後直立靜置 30 分鐘。
2. 30 分後放置零下 3 度冰水中一小時。
3. 一小時後取出，並直立放置用測光計測出亮度之變化及持續性。

結果：

時間 螢光棒	開始	半小 時	1.5 小 時	2 小 時	3 小 時	4 小 時	5 小 時	6 小 時	7 小 時	8 小 時	9 小 時
正常	237	83.3	58.1	24.1	16.6	7.1	2.7	1.2	0	0	0
置於冰 水中	230	82	8.3	44	42.7	30.3	21.6	10.7	4.3	0.6	0

發現：降溫確實可使螢光亮度延續。尤其當螢光棒發亮後，欲使其亮度終止，可將它放置於低溫中，需要時再拿出使用延續亮度。



### 研究 (三) 探討螢光棒的化學反應

#### 實驗一：觀察 A 和 B 溶液體積比對螢光棒產生螢光的影響

方法：1.將大支的螢光棒切開（註：規格直徑 1.5cm，長 13cm 的圓柱）  
2.抽出 A、B 兩溶液，以不同體積比混合，觀察其螢光亮度，並用測光計測出亮度。

結果：

二溶液 體積比 A:B 時間(秒)	原來			二溶液 體積比 A:B 時間(秒)	原來		
	1:2	1:1	2:1		1:2	1:1	2:1
5	42.3	2.4	121.9	105	16.2	3.9	27.7
10	41.4	2.8	112.3	110	16.0	3.9	25.0
15	36.6	3.9	101.9	115	15.6	4.0	25.0
20	37.5	4.3	93.8	120	15.4	4.2	21.0
25	37.8	4.6	33.4	125	15.0	4.3	24.6
30	37.0	5.0	70.2	130	14.8	4.2	23.5
35	37.7	5.3	64.4	135	14.5	4.4	22.3
40	39.8	4.8	59.0	140	14.2	4.3	22.4
45	36.8	4.7	55.1	145	14.0	4.2	21.9
50	25.3	4.9	52.2	150	13.7	4.2	22.5
55	24.4	5.0	48.5	155	13.5	4.0	21.9
60	22.9	4.0	46.2	160	13.4	4.2	20.7
65	21.9	4.9	42.1	165	13.3	4.8	20.3
70	21	5.0	40.2	170	13.0	5.4	20.2
75	19.9	5.2	38.4	175	12.6	5.7	19.7
80	19	4.3	35.7	180	12.7	5.8	19.4
85	18.5	3.3	33.6	185	12.3	6.0	19.0
90	17.6	3.6	31.2	190	12.5	6.1	18.7
95	16.6	3.7	30.3	195	12.1	6.3	18.5
100	16.4	4.0	28.6	200	12.0	6.5	18.2

比例 A : B	原來(1:2)	1 : 1	2 : 1
時間 開始	42.3	2.4	121.9
1 小時	4.1	2.1	3.9
2 小時	3.3	1.6	2.0
3 小時	3.2	0.2	0.2
4 小時	2.8	0	0
5 小時	2.4	0	0
6 小時	1.6	0	0
7 小時	0.6	0	0
8 小時	0	0	0

發現：

1. A、B 二溶液原本體積比為 1 : 2。
2. A 溶液體積比原來增加一倍，亮度比原本的增加，但亮度的持續性減少。
3. B 溶液體積比減少一半亮度減弱，持續性也減半。

## 實驗二：觀察雙氧水加二氧化錳對 AB 溶液產生螢光的影響

方法:1.將大支的螢光棒切開（註：規格直徑 1.5cm，長 13cm 的圓柱）

2.抽出 A.B 兩溶液,再加入 2g 二氧化錳，即不同量的雙氧水混合,觀察其螢光亮度，並用測光計測出亮度。

3.並測出反應前後溫度。

結果（1）：

A + B	+ 2g 二氧化錳 + 10ml 雙氧水	+ 2g 二氧化錳 + 20ml 雙氧水	+2g 二氧化錳 + 30ml 雙氧水	+2g 二氧化錳 + 40ml 雙氧水
5	2.2	5.9	13.8	61.0
10	4.1	10.5	14.5	117.7
15	1.9	10.5	22.1	121.1
20	2.4	14.3	30.5	125.5
25	2.2	17.3	62.6	129.8
30	1.2	21.3	97.0	132.3
35	2.3	16.0	99.4	136.8
40	3.6	9.4	70.0	141.4
45	4.5	7.2	25.0	141.0
50	6.6	9.1	9.4	147.2
55	7.1	5.4	7.1	150.0
60	7.4	3.5	4.8	149.2
65	7.6	2.7	3.6	154.8
70	7.4	3.6	2.7	147.2
75	7.6	5.0	2.4	159.1
80	7.0	5.3	2.4	160.0
85	7.5	5.2	4.4	167.6
90	7.8	4.4	4.6	175.4
95	7.4	3.2	4.7	166.6
100	7.1	3.3	4.5	109.0
105	7.2	3.0	3.9	128.4
110	7.4	2.5	4.1	64.4
115	7.2	1.8	3.9	22.6
120	7.0	1.2	3.9	12.3
125	7.0	1.1	4.0	26.6
130	6.7	5.0	3.9	36.1
135	6.9	0.8	3.8	36.8
140	6.8	0.7	3.7	30.7
145	6.7	0.7	3.6	28.0
150	6.6	0.7	3.5	26.2

155	6.4	0.6	3.3	24.1
160	6.2	0.6	3.2	19.8
165	6.0	0.5	3.3	18.0
170	5.9	0.4	3.1	15.0
175	5.8	0.5	3.3	12.7
180	5.7	0.5	2.2	11.0
185	5.5	0.6	2.1	10.5
190	5.6	0.5	2.2	9.5
195	5.4	0.6	2.2	8.4
200	5.3	0.5	2.2	7.2
205	5.2	0.6	2.2	6.8
210	5.2	0.5	2.1	7.6
215	5.3	0.5	2.0	8.1
220	5.2	0.4	2.0	8.4
225	5.0	0.4	1.9	9.8
230	4.9	0.4	1.8	10.0
235	4.7	0.4	1.9	9.2
240	4.7	0.3	1.8	8.7
245	4.7	0.4	1.7	8.4
250	4.6	0.4	1.9	8.0
255	4.5	0.4	1.5	5.6
260	4.5	0.4	1.4	6.3
265	4.4	0.5	1.3	5.2
270	4.4	0.4	1.3	5.1
275	4.5	0.4	1.2	4.9
280	4.4	0.3	0.7	4.7
285	4.3	0.4	0.7	4.4
290	4.3	0.4	0.6	4.0
295	4.4	0.4	0.7	4.0
300	4.4	0.4	0.5	3.8

結果 (2)

A+B	+2g 二氧化錳 + 10ml 雙氧水	+2g 二氧化錳 + 20ml 雙氧水	+2g 二氧化錳 + 30ml 雙氧水	+2g 二氧化錳 + 40ml 雙氧水
開始	89	89	89	89
結束	50	63	70	91

- 發現：1.二氧化錳加雙氧水為一放熱反應。雙氧水溶液愈多，溫度上升的愈高。  
 2.雙氧水溶液加的愈多，螢光強度愈強；因為螢光強度在瞬間激發，所以螢光的持續性縮短許多。

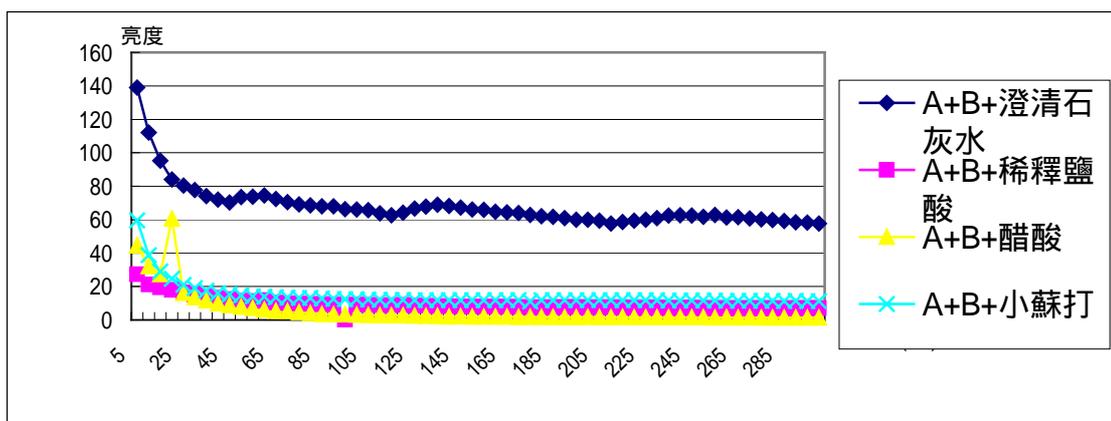
### 實驗三：觀察酸鹼溶液對 AB 混合溶液產生螢光的影響

- 方法:1.將大支的螢光棒切開（註：規格直徑 1.5cm，長 13cm 的圓柱）  
 2.抽出 A.B 兩溶液,再加入不同的酸鹼溶液混合,觀察其螢光亮度,並用測光計測出亮度。

結果：

溶液 秒	A+B+澄清石灰水	A+B+稀釋鹽酸	A+B+醋酸	A+B+小蘇打
5	139	27.3	44.4	59.6
10	112.1	21.2	32	38.7
15	95.3	19.5	27.3	29.0
20	84.1	18	60.6	24.7
25	80.3	16.5	16	21.0
30	77.8	15.1	13.6	19.0
35	74.1	14.2	11.6	17.5
40	72	13.1	10.0	16.0
45	70.3	12.4	8.8	15.3
50	73.6	11.4	7.8	14.7
55	73.7	11.2	7.1	14.2
60	74.4	11.8	6.1	13.9
65	72.3	10.3	5.4	13.6
70	70.5	10.0	5.1	13.3
75	69.1	9.8	4.5	13.2
80	68.5	9.5	4.0	13.1
85	67.9	9.4	3.5	12.7
90	67.9	9.3	3.3	12.6
95	66.2	0.2	3.3	12.5
100	66	9.1	3.1	12.4
105	65.7	9	2.9	12.2
110	63.8	8.8	2.7	12.1
115	62.7	8.7	2.7	12.1
120	64.2	8.9	2.7	12.0
125	66.6	8.5	2.5	11.9
130	67.8	8.4	2.3	11.9

135	68.9	8.3	2.3	11.8
140	68.1	8.2	2	11.9
145	67.2	8	2.1	11.9
150	66	7.9	2	11.8
155	65.9	7.8	1.9	11.9
160	64.8	7.8	1.9	11.9
165	64.3	7.8	1.9	11.9
170	63.9	7.7	1.8	11.9
175	62.8	7.6	1.8	11.0
180	62	7.5	1.8	11.8
185	61.6	7.5	1.7	11.8
190	61	7.6	1.6	11.9
195	60	7.7	1.6	11.9
200	60	7.5	1.7	11.9
205	59.4	7.5	1.6	11.8
210	57.6	7.5	1.6	11.9
215	58.6	7.3	1.7	11.9
220	59.3	7.1	1.6	11.8
225	59.9	7	1.5	11.8
230	61	7.2	1.6	11.8
235	62.4	7	1.5	11.7
240	62.7	7.1	1.5	11.7
245	62.4	7.2	1.5	11.6
250	61.7	6.8	1.5	11.7
255	62.9	6.7	1.4	11.6
260	61.2	6.6	1.5	11.5
265	61.4	6.9	1.4	11.5
270	60.8	6.9	1.5	11.5
275	60.2	6.9	1.4	11.4
280	59.7	6.9	1.3	11.4
285	59.2	6.9	1.3	11.3
290	58.5	6.9	1.3	11.4
295	58.3	7	1.3	11.3
300	57.7	7	1.3	11.3



發現：1.A、B 二溶液一般加入酸鹼溶液後，會減弱亮度。若加入有增強亮度的，亦屬個別成分與 AB 溶液反應，激發它的亮度。

### 實驗十二：觀察氧氣對 AB 混合溶液產生螢光的影響

方法:1.將大支的螢光棒切開（註：規格直徑 1.5cm，長 13cm 的圓柱）

2.抽出 A.B 兩溶液,再加入 2g 二氧化錳 + 10ml 雙氧水，產生的氧氣混合，觀察其螢光亮度，並用測光計測出亮度。

結果：

溶液 秒	氧氣通入 B 溶液	氧氣通入 A + B 溶液	氧氣通入 A 溶液
5	59.6	117.0	0
10	38.7	132.0	0
15	29.0	115.4	0
20	24.7	101.6	0
25	21.0	81.0	0
30	19.0	80.9	0
35	17.5	52.1	0
40	16.0	44.3	0
45	15.3	36.1	0
50	14.7	29.7	0
55	14.2	28.7	0
60	13.9	26.0	0
65	13.6	25.1	0
70	13.3	20.6	0
75	13.2	25.4	0

80	13.1	25.2	0
85	12.7	24.8	0
90	12.6	23.2	0
95	12.5	22.4	0
100	12.4	23.1	0
105	12.1	22.3	0
110	12.1	22.2	0
115	12.0	20.2	0
120	11.9	19.1	0
125	11.9	18.2	0
130	11.8	17.3	0
135	11.9	16.5	0
140	11.9	15.9	0
145	11.9	15	0
150	11.8	14.3	0
155	11.9	13.6	0
160	11.9	13.0	0
165	11.9	12.5	0
170	11.9	12	0
175	11.0	11.4	0
180	11.8	10.9	0
185	11.8	10.3	0
190	11.9	10.0	0
195	11.9	9.5	0
200	11.8	9.1	0

發現：

- 1.我們利用二氧化錳加雙氧水，產生氧氣，通入 A、B 混合液，發現會增強螢光強度。
- 2.我們發現利用二氧化錳加雙氧水，產生氧氣，通入 B 溶液，也會增強螢光強度，可見產生螢光不一定要 AB 溶液混合。
3. 二氧化錳加雙氧水，會產生大量的氧氣，但是反應作用完之後，因為壓力關係，造成燒杯內的溶液倒流，所以可以改進將雙氧水的濃度降低，增加雙氧水反應的體積，就可以使反應持續比較久，而不會大量作用完。

## 研究（四）探討螢光棒的應用

### 實驗一 自製簡易螢光盒

方法：1.取甲乙兩個底片盒。

2.甲盒裡放入螢光棒之 B 溶液。

3.乙盒裡則放入 1g 二氧化錳。

4.並在甲、乙兩盒蓋上挖洞用軟管連接。

5.並在乙盒底插入裝有雙氧水 15 毫升溶液的注射針筒，推擠針筒觀察反應現象。

結果：乙盒產生氧氣通入甲盒使 B 溶液產生螢光反應。

### 實驗二 自製螢光噴泉

裝置如圖（二）



## 伍、研究結果

- 1.反應前的溫度比反應後的溫度低，反應前本來是 27、28 度，但混合反應後，溫度上升了二、三度。
- 2.A 物質加二氧化錳會產生氣泡，將線香放入後，燃燒更劇烈，確定產生的氣體為氧氣
- 3.B 溶液+乙醇(中性物質)完全混合，卻不會和其他酸或鹼性物質水溶液混合，因為 A 和 B 物質都是油狀物質。
- 4.螢光棒橫放所產生的螢光強度，較無規則性；但整體來說，螢光強度大都會持續一段時間，有的會再增強，有些會慢慢衰退。
- 5.由實驗數據來看，螢光棒直立所產生的螢光，比較具有規則性。

- 6.小支螢光棒在常溫下使用約 5 個多小時，大支螢光棒在常溫下使用約 6 個多小時。
- 7.在 10cm 處折斷後，一開始亮度不大，漸漸增加。一直維持在 0.8~1.2 之間。
- 8.在 5cm 處折斷一開始比較亮，但急速下降，一直都比較不穩定。範圍達 0.7~1.8。
- 9.折成三段的螢光棒在反應後，產生的亮度比只折一段的螢光棒的亮度還要高，因為 A、B 溶液充分反應，證明了將螢光棒折成三折後，會加速裡面液體的混合。
- 10.震動會加速螢光液體充分混合反應,強度更亮。
- 11.溫度愈高所產生的亮度愈強，但亮度持續的時間愈短。
- 12.溫度愈低所產生的亮度愈低，但亮度持續時間愈久。
- 13.A 溶液體積比原來增加一倍，亮度比原本的增加。
- 14.二氧化錳加雙氧水為一放熱反應。雙氧水溶液愈多，溫度上升的愈高。
- 15.雙氧水溶液加的愈多，螢光強度愈強；因為螢光強度在瞬間激發，所以螢光的持續性縮短許多。
- 16.我們利用二氧化錳加雙氧水，產生氧氣，通入 A、B 混合液，發現會增強螢光強度。
- 17.二氧化錳加雙氧水，會產生大量的氧氣，但是反應作用完之後，因為壓力關係，造成燒杯內的溶液倒流，所以可以改進將雙氧水的濃度降低，增加雙氧水反應的體積，就可以使反應持續比較久，而不會大量作用完。
- 18.降溫確實可使螢光亮度延續。尤其當螢光棒發亮後，欲使其亮度終止，可將它放置於低溫中，需要時再拿出使用延續亮度。
- 19.A、B 二溶液一般加入酸鹼溶液後，會減弱亮度。若加入有增強亮度的，亦屬個別成分與 AB 溶液反應，激發它的亮度。

## 陸、討論

- 1.折成三段的螢光棒在反應後，產生的亮度比只折一段的螢光棒的亮度還要高，因為 A、B 溶液充分反應，證明了將螢光棒折成三折後，會加速裡面液體的混合。
- 2.二氧化錳加雙氧水，會產生大量的氧氣，但是反應作用完之後，因為壓力關係，造成燒杯內的溶液倒流，所以可以改進將雙氧水的濃度降低，增加雙氧水反應的體積，就可以使反應持續比較久，而不會大量作用完。
4. 這次實驗雖然可確定 A 溶液含有雙氧水之成份，但美中不足的是透過各種實驗想找出 A、B 兩溶液之成份，始終無法如願希望日後能收集更多資料再做深入探討。

## 柒、結論

1. 由螢光棒的物理特性可看出，會影響螢光強度的因素：直立位置、不同折點、不同折數、震動、溫度。
2. 由螢光棒的化學反應可看出，會影響螢光強度的因素：A、B 溶液體積比、雙氧水和二氧化錳產生的氧氣、鹼性溶液。
3. 我們發現利用二氧化錳加雙氧水，產生氧氣，通入 B 溶液，也會增強螢光強度，可見產生螢光不一定要 AB 溶液混合。

## 捌、參考資料

1. 何謂「螢光棒」<http://sts.ntptc.edu.tw/stsroot/question/answer2/1060503001.htm>
2. 方金祥 (1998)。微型化學實驗之設計與製作《發明創新、專利與學術論著得獎作品集》。高雄復文圖書出版社印行，高雄市。
3. 中華民國第四十屆中小學科學展覽會優勝作品專輯。

## 玖、附件

### 心得感想

做完了這項研究，使我們對螢光棒有更深入的了解，以前，我們只知道螢光棒折一折會發亮，卻不知道發亮的原因，但是經由我們向老師的詢問、實際動手操作實驗之後，發現原來螢光棒也有很多奧妙之處，值得我們去研究，現在我們不僅對「螢光」很了解，甚至還會自製簡易的螢光物品，這讓我們深深的體會到，其實在生活中有很多我們平常沒注意到的事物，只要我們仔細的觀察，就可以發現其中的奧妙，是不是呢？

並且謝謝高師大化學系方金祥教授熱心指導，讓我們獲益匪淺。

## 評語

- 一、研究主題與教材具有密切相關，延伸所學之化學概念，探討生活中有趣之事物對激發學生之科學興趣具相當良好效果。
- 二、實驗探究歷程頗符合科學精神，對於相關因素均能有系統地逐一觀察，記錄與解釋。
- 三、整體表達十分生動，頗能掌握研究要旨，對有關問題應答條理井然。
- 四、研究日誌及詳細記錄照片未能攜至參展現場，若加改善應會更臻理想。