

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高中組 化學科

040201

螢光捕手

學校名稱：國立新竹女子高級中學

作者： 高二 黃上華 高二 程薇心 高二 許育淇	指導老師： 劉英玫
-----------------------------------------------	------------------

關鍵詞：反應速率、螢光劑

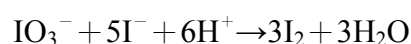
摘要

高中課本的秒錶實驗以 I_2 和澱粉產生的藍色作為反應結束的依據，但此實驗在高溫因藍色物質無法出現而難以判斷反應完成，本研究以白蘭洗衣精中的螢光劑和螢光筆中的螢光液取代高中秒錶實驗的澱粉液，螢光劑中的螢光遇到 I_2 則螢光消失，且在高溫中仍能反應，利用此特性使反應在高溫中仍能繼續進行，以螢光消失為基準從而判定反應完成。成功的改進此實驗在高溫無法判斷反應完成的缺失，並且找出各螢光劑最容易觀察之反應組合。以洗衣精中的螢光劑進行實驗溫度可達 60°C ，以螢光筆中的螢光液更可達 80°C 。

壹、研究動機

高中課本的秒錶實驗 $\text{IO}_3^- + 3\text{HSO}_3^- \rightarrow \text{I}^- + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$

當 HSO_3^- 被用完時，則 IO_3^- 與 I^- 繼續反應產生 I_2



以 I_2 和澱粉產生的藍色作為反應結束的依據，但因澱粉與 I_2 在高溫中難以反應，藍色無法顯現，溫度僅能在 $10\sim 40$ 度，而實際操作時 40 度藍色出現的時間就比 30 度還慢，顏色也較淡，可能誤導同學，使其以為高溫的反應速率比低溫還慢。又在文獻(一)中發現碘可使螢光劑的螢光消失，因此我們希望能找出辦法使本實驗在高溫中仍能照常反應，並找出最容易觀察的情況。

貳、研究目的

- 一.觀察碘讓螢光劑之螢光消失的現象
- 二.找到生活中最有效的含螢光劑物質進行實驗
- 三.觀察各種螢光劑能正常反應的最高溫度
- 四.找出各物質最易觀察的反應組合改進此實驗

參、研究設備及器材

一.設備及器材

項目	數量	項目	數量
紫外燈	1 個	溫度計	5 隻
加熱器	1 個	玻棒	5 隻
量筒	10 隻	夾子	3 隻
量瓶	8 個	燒杯	15 個
大試管	10 隻		
碼表	2 個		

二.藥品

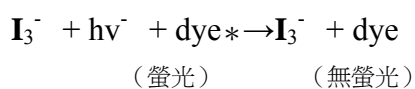
項目	
各品牌洗衣精	H ₂ SO ₄
H ₂ O ₂	蒸餾水
各色螢光筆	澱粉液
KIO ₃	維他命 C
Na ₂ S ₂ O ₅	

肆、研究過程及方法

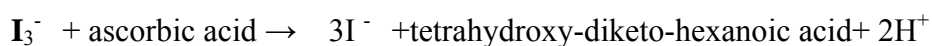
一.實驗原理

(一)實驗 I :

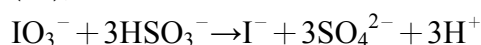
文獻中提到碘能使螢光劑的螢光消失



H₂O₂ 能與 I⁻ 作用產生 I₃⁻，使螢光消失，再加入維他命 C，螢光又出現



(二)實驗 II :

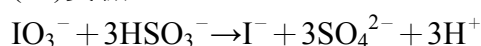


當 HSO_3^- 被用完時，則 IO_3^- 與 I^- 繼續反應產生 I_2



I_2 與澱粉反應，顏色轉為藍色，立即按下碼錶。

(三)實驗 III、IV、V



當 HSO_3^- 被用完時，則 IO_3^- 與 I^- 繼續反應產生 I_2



生成 I_2 使螢光劑之螢光隨即消失，消失瞬間即按下碼錶。

二.實驗步驟

(一)實驗 I：觀察螢光消失前後差別

A：取 KI 1.66g，加入洗衣精 5ml，加入蒸餾水配製成 100ml。

B：取維他命 C 1.76g，加入蒸餾水配成 100ml。

將 H_2O_2 數滴加入 10ml A 中，觀察其螢光消失的情形。

再滴入 B 溶液數滴，觀察其螢光顯現的情形。

(二)實驗 II：以原課本上資料實驗，進行對照

1.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 2 滴再加入澱粉液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

(3).將 A 溶液逐一稀釋成 0.02M、0.016M、0.012M、0.008M、0.004M

(4).分別取步驟(3)之溶液各 10ml，加入各 10mlB 溶液，使其在室溫 20°C 下反應，用碼錶測量溶液變成藍色所需要的時間，並紀錄之。

2.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 2 滴再加入澱粉液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

(3).將 A 溶液稀釋成 0.01M

(4).取步驟(3)溶液 10ml，在不同溫度(5°C ， 10°C ， 20°C ， 30°C)下，各分別加入同溫度(5°C ， 10°C ， 20°C ， 30°C)之 10mlB 溶液，用碼錶測量溶液變成藍色所需要的時間，並紀錄之。

(三)實驗 III：以白蘭洗衣精代替澱粉

1.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.3g 滴入 H_2SO_4 10 滴，再加入白蘭洗衣精 5ml，加入蒸餾水至 500ml

(3).將 A 溶液逐一稀釋成 0.02M、0.016M、0.012M、0.008M、0.004M

(4).分別取步驟(3)之溶液各 10ml(0.02M、0.016M、0.012M、0.008M、0.004M)，在不同溫度下(20°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C)，加入同溫度(20°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C)10mlB 溶液，用碼錶測量溶液螢光消失所需要的時間，並紀錄之。

2.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.3g 滴入 H_2SO_4 20 滴，再加入白蘭洗衣精 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.(3)(4)

3.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 10 滴，再加入白蘭洗衣精 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.(3)(4)

4.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 20 滴，再加入白蘭洗衣精 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.(3)(4)

5.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 10 滴，再加入舊白蘭洗衣精 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.(3)(4)

(四)實驗 IV：以螢光筆的螢光液代替澱粉

1.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.3g 滴入 H_2SO_4 10 滴，在四瓶量瓶中各加入(黃、綠、粉紅、紫)螢光筆之螢光液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

(3).取溶液 A 10ml，在 40°C 下加入同溫度 10mlB 溶液，用碼表測量溶液螢光消失所需要的時間，並紀錄之。

(五)實驗 V：以黃色螢光筆的螢光液代替澱粉

在實驗 IV 中發現黃色螢光液螢光最明顯，接下來以黃色螢光液代替澱粉進行實驗。

1.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.3g 滴入 H_2SO_4 10 滴，再加入黃色螢光筆之螢光液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

(3).將 A 溶液逐一稀釋成 0.02M、0.016M、0.012M、0.008M、0.004M

(4).分別取步驟(3)之溶液各 10ml(0.02M、0.016M、0.012M、0.008M、0.004M)，在不同溫度下(20°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C)，加入同溫度(20°C、30°C、40°C、50°C、60°C、70°C)10mlB 溶液，用碼表測量溶液螢光消失所需要的時間，並紀錄之。

2.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 10 滴，再加入黃色螢光筆之螢光液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.-(3)(4)

3.

(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.3g 滴入 H_2SO_4 20 滴，再加入黃色螢光筆之螢光液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.-(3)(4)

4.

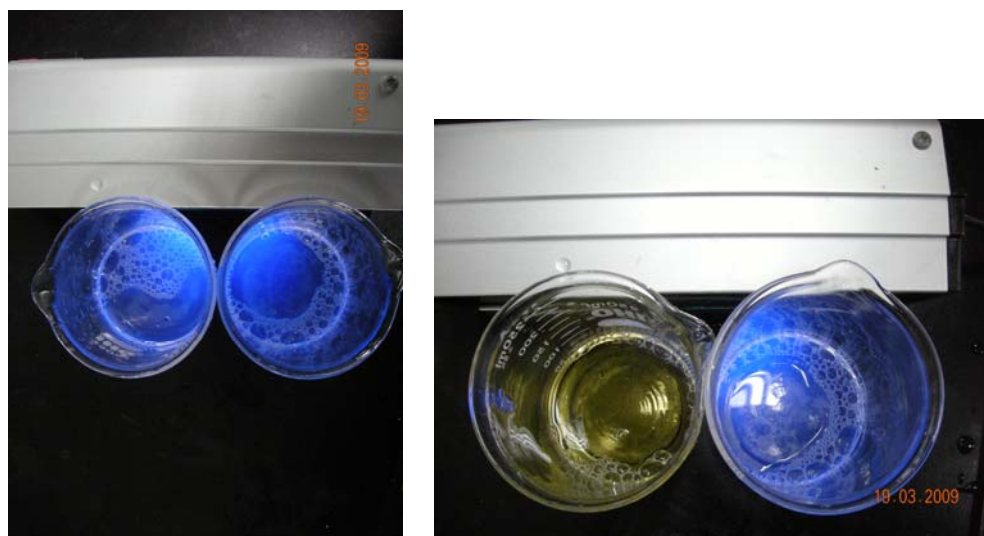
(1).A 溶液：取 KIO_3 4.3g 加入蒸餾水至 1L

(2).B 溶液：取 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 0.19g 滴入 H_2SO_4 20 滴，再加入黃色螢光筆之螢光液 5ml，加入蒸餾水至 500ml

實驗步驟同 1.-(3)(4)

伍. 研究結果

一. 實驗 I：觀察螢光消失前後差別

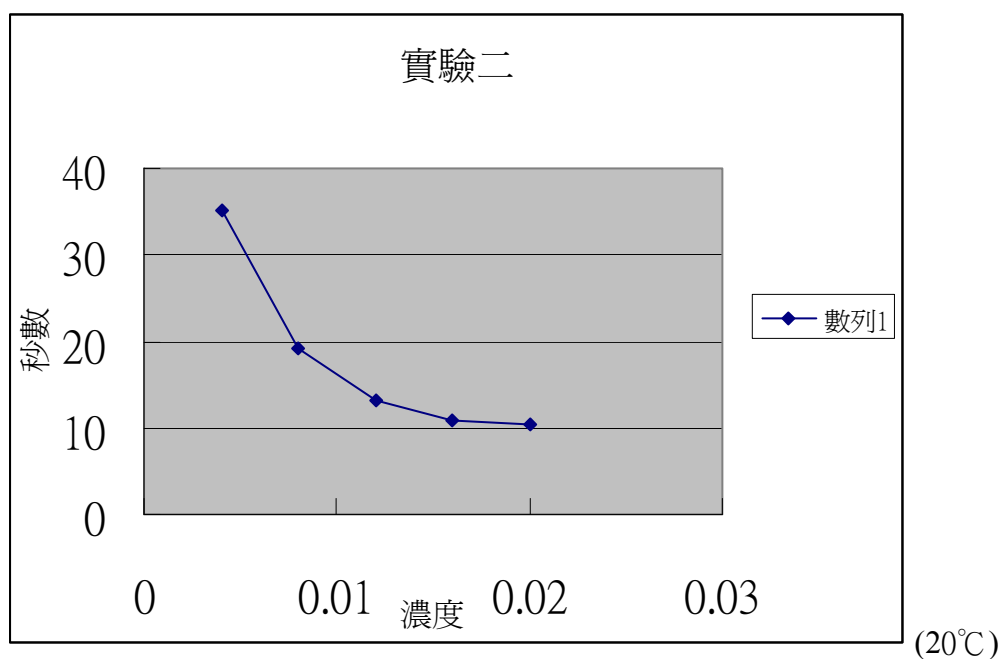


左圖為 $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 和洗衣精在長波紫外光照射下螢光顯現的情形。
右圖左杯為左圖溶液滴入 $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ 螢光消失的情形

二. 實驗 II：以原課本上資料實驗，進行對照

1.

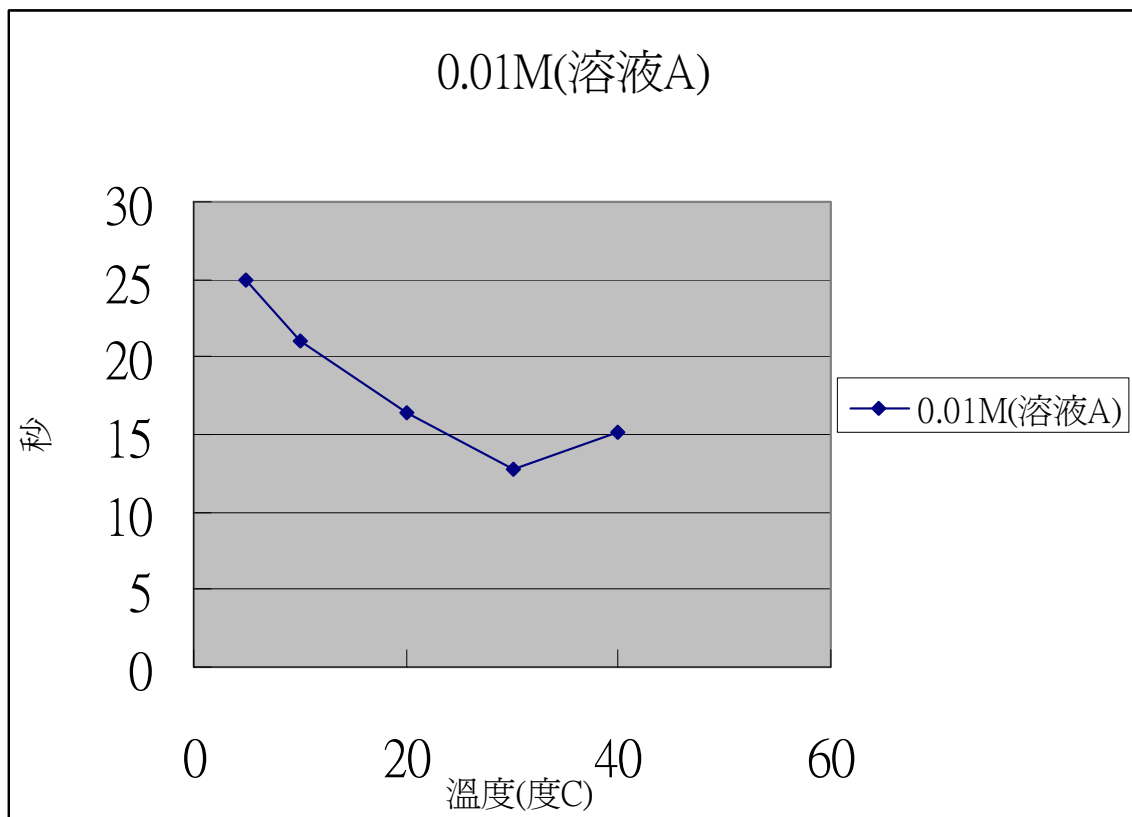
A 溶液濃度	反應時間(S)		平均值(S)
0.02M	10.40	10.20	10.3
0.016M	10.68	11.02	10.85
0.012M	13.01	13.27	13.14
0.008M	19.29	19.21	19.25
0.004M	35.22	34.94	35.08



2.

溫度	反應時間(S)		平均值(S)
5°C	24.87	25.01	24.94
10°C	20.52	21.42	20.97
20°C	16.95	15.99	16.47
30°C	13.48	12.11	12.795
40°C	14.99	15.41	15.2

(A 溶液濃度 0.01M)



在 30°C 以上不遵守<溫度越高，反應時間越短>的原則

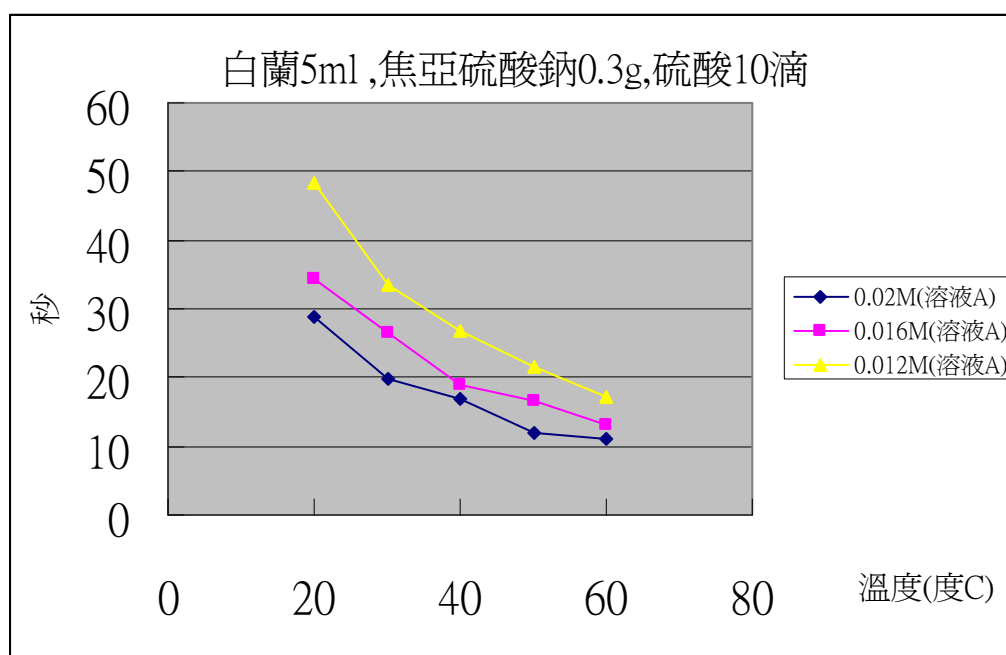
三.實驗 III：以白蘭洗衣精代替澱粉

(一)

白蘭洗衣精（新） 焦亞硫酸鈉 0.3g 硫酸 10 滴 500ml 白蘭 5ml

0.02M(溶液 A)				0.016M(溶液 A)		
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	27.36	30.02	28.69	34.94	33.92	34.43
30°C	17.84	21.74	19.79	25.20	27.98	26.59
40°C	15.56	18.41	16.985	18.71	19.12	18.915
50°C	12.02	12.08	12.05	16.35	16.79	16.57
60°C	10.63	11.77	11.2	12.16	14.09	13.125
70°C	X	X	X	X	X	X

0.012M(溶液 A)			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	45.45	51.43	48.44
30°C	30.39	36.52	33.455
40°C	23.74	29.57	26.655
50°C	19.70	23.52	21.61
60°C	17.11	17.11	17.11
70°C	X	X	X

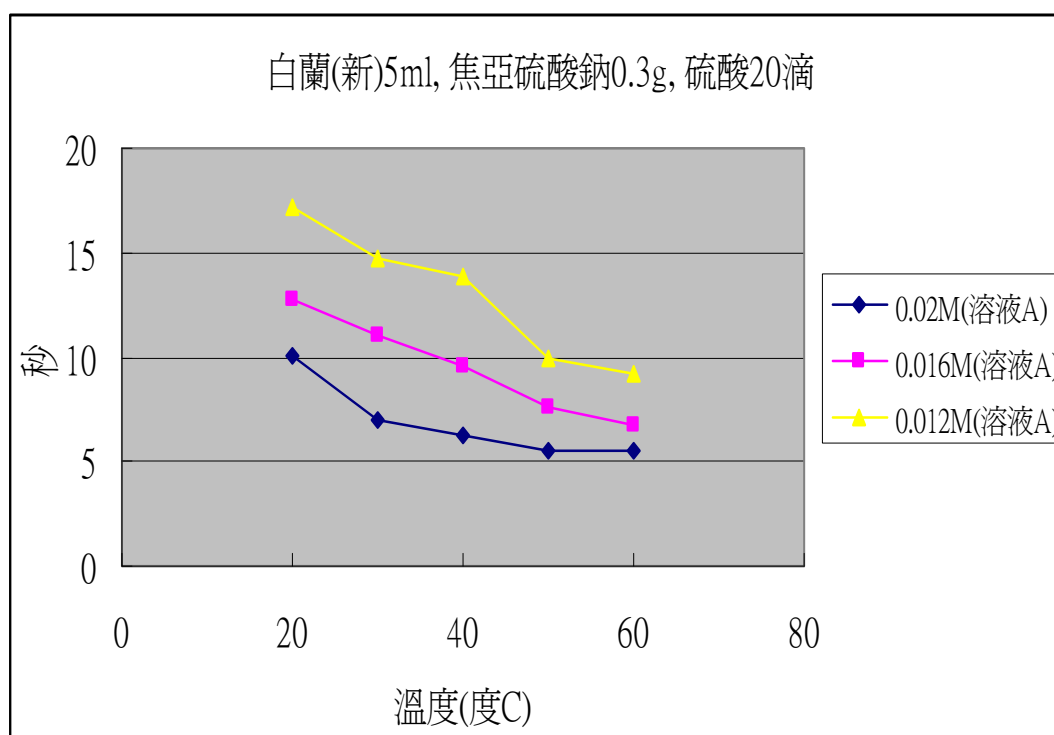


(二)

白蘭洗衣精(新) 焦亞硫酸鈉 0.3g 硫酸 20 滴 500ml 白蘭 5ml

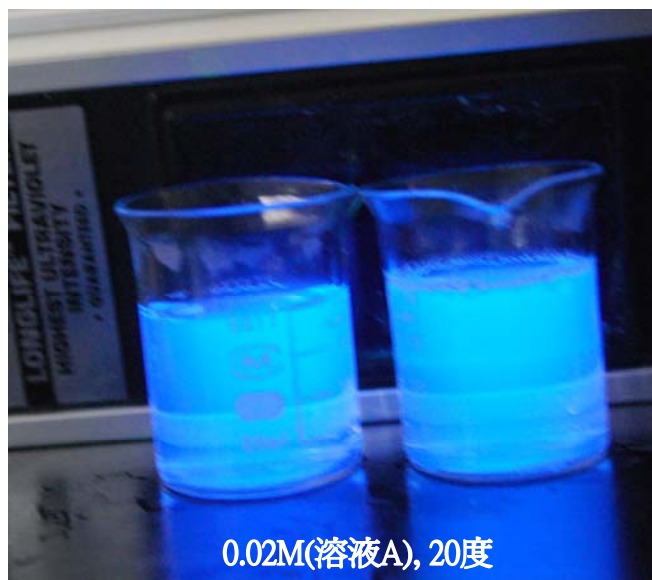
0.02M(溶液 A)				0.016M(溶液 A)		
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	9.66	10.55	10.105	13.03	12.42	12.725
30°C	6.94	7.04	6.99	11.09	10.98	11.035
40°C	6.09	6.48	6.285	9.50	9.67	9.585
50°C	5.30	5.70	5.5	7.24	8.01	7.625
60°C	5.43	5.61	5.52	6.88	6.53	6.705
70°C	X	X	X	6.38	X	X

0.012M(溶液 A)			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	16.64	17.67	17.155
30°C	14.45	15.00	14.725
40°C	14.00	13.68	13.840
50°C	9.49	10.32	9.905
60°C	9.15	9.33	9.240
70°C	X	X	X



(三)

白蘭洗衣精（新）焦亞硫酸鈉 0.19g 硫酸 10 滴 500ml 白蘭 5ml
到 20 幾度就看不太出螢光消失，效果不佳

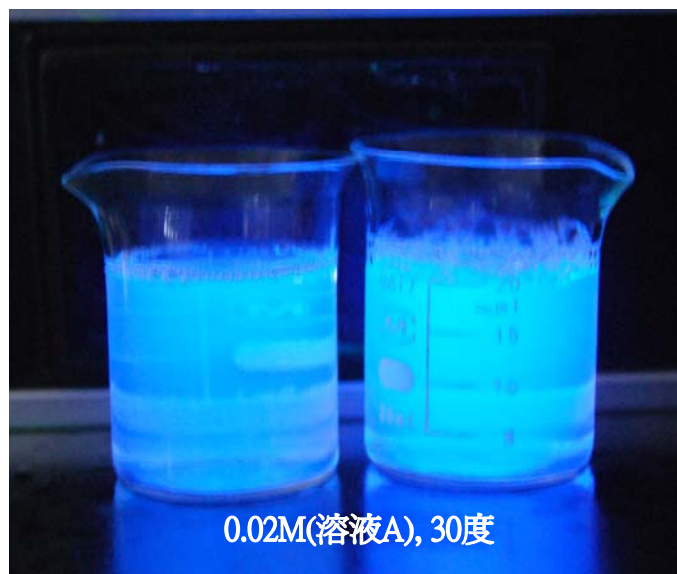


(四)

白蘭洗衣精（新）焦亞硫酸鈉 0.19g 硫酸 20 滴 500ml 白蘭 5ml

A10			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	13.65	13.77	13.71
30°C	X	X	X

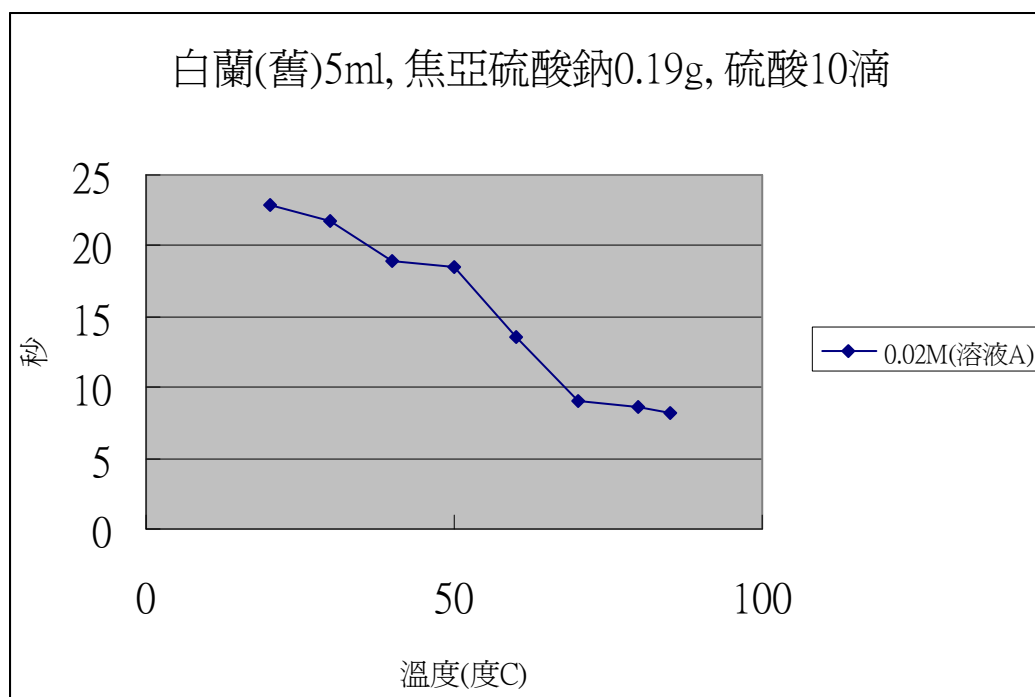
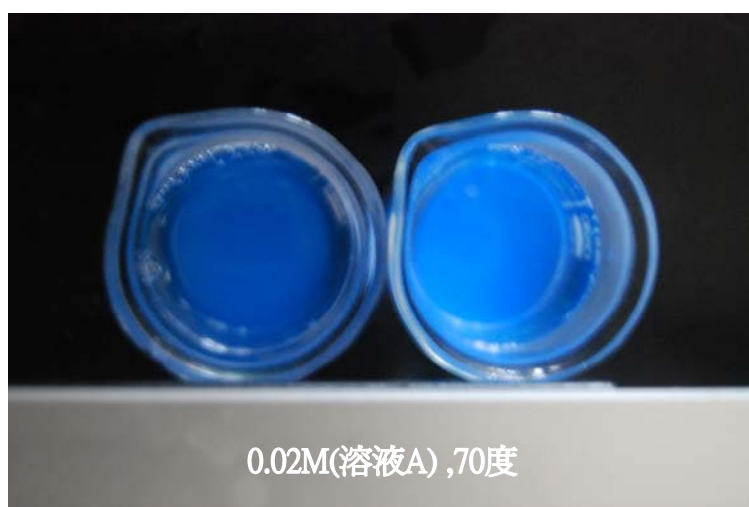
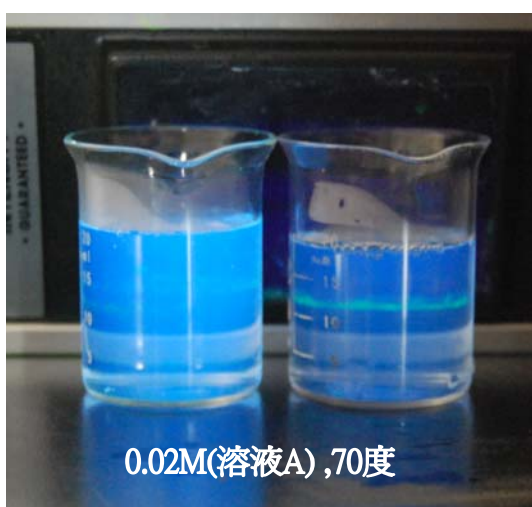
到 30 幾度就看不太出螢光消失，效果不佳



(五)

白蘭洗衣精(舊) 焦亞硫酸鈉 0.19g 硫酸 10 滴 500ml 白蘭 5ml

0.02M(溶液 A)			
溫度	第一次實驗結果(S)	第二次實驗結果(S)	平均值(S)
20°C	21.49	24.18	22.835
30°C	19.70	23.67	21.685
40°C	16.08	21.90	18.990
50°C	15.41	21.59	18.500
60°C	13.87	13.31	13.590
70°C	09.20	08.78	8.990
80°C	09.67	07.56	8.615
85°C	08.73	07.67	8.200



四.實驗 IV：以螢光筆的螢光液代替澱粉

(一) 綠色螢光液

(右下角為螢光消失前，左上角為消失後)

→從 20 度~40 度
無法辨別螢光是否消失

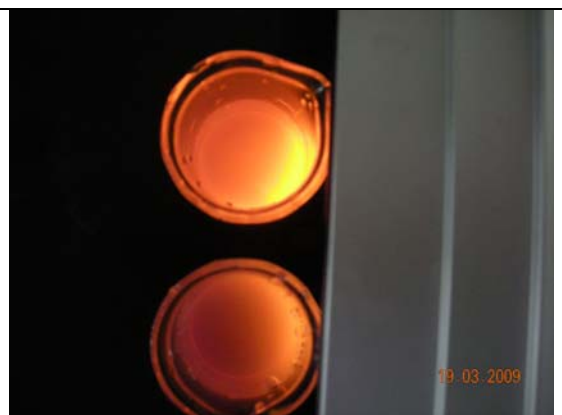
【X】



(二) 粉紅色螢光液

(上面為螢光消失前，下面為消失後)

【OK】



(三) 黃色螢光液

(上面為螢光消失前，下面為消失後)

【OK】螢光消失最明顯

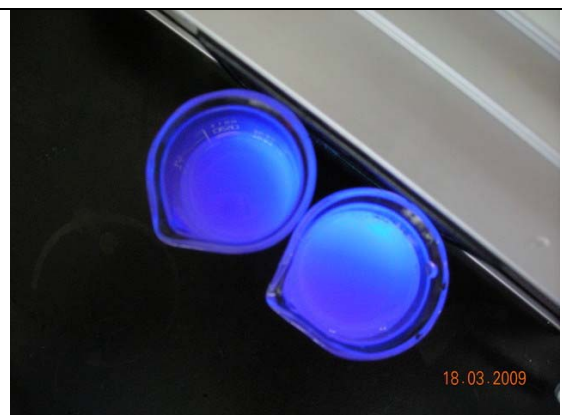


(四) 紫色螢光液

(右下角為螢光消失前，左上角為消失後)

→從 20 度~40 度
無法辨別螢光是否消失

【X】



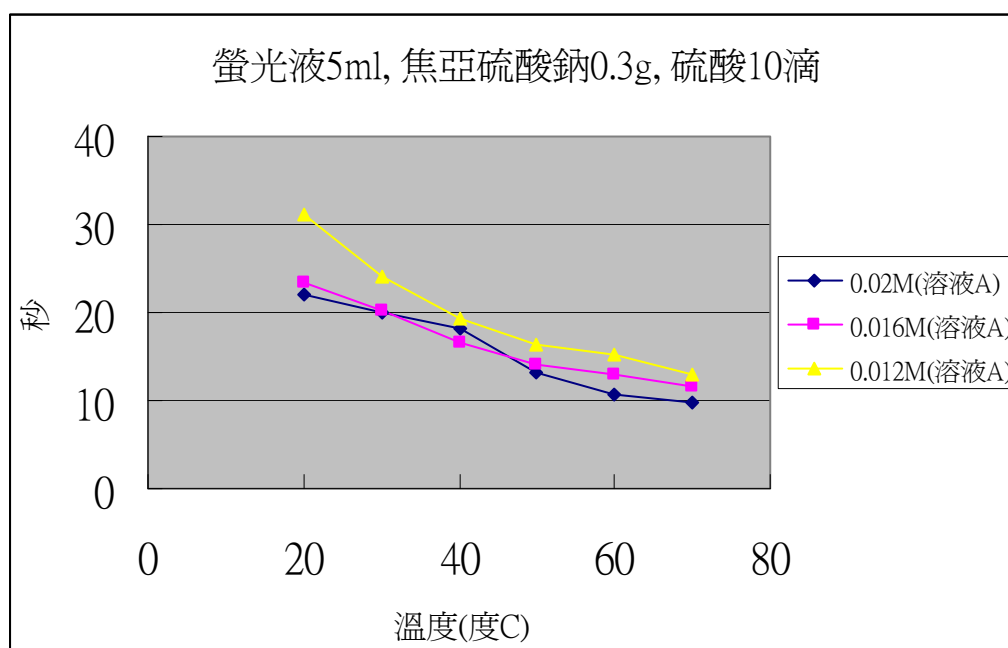
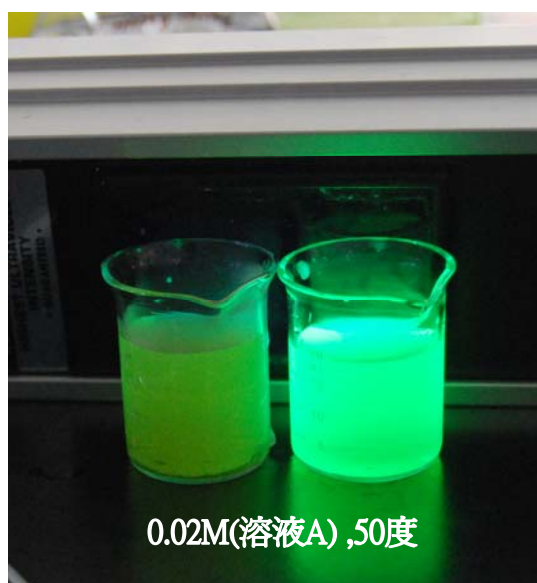
五.實驗 V：以黃色螢光筆的螢光液代替澱粉

(一)

<黃色螢光液> 0.3g 焦亞硫酸鈉 10 滴硫酸 5ml 螢光液

0.02M(溶液 A)				0.016M(溶液 A)		
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	19.95	24.21	22.08	23.59	23.31	23.45
30°C	17.13	23.06	20.095	19.20	21.26	20.23
40°C	14.75	21.66	18.205	16.66	16.39	16.525
50°C	11.60	14.81	13.205	15.22	13.02	14.12
60°C	10.52	10.62	10.57	13.40	12.66	13.03
70°C	10.80	08.77	9.785	12.70	10.44	11.57
80°C	X	X	X	X	X	X

0.012M(溶液 A)			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	31.07	31.03	31.05
30°C	23.09	25.24	24.165
40°C	18.35	20.34	19.345
50°C	16.50	16.14	16.32
60°C	15.29	15.24	15.265
70°C	12.50	13.22	12.86
80°C	X	X	X

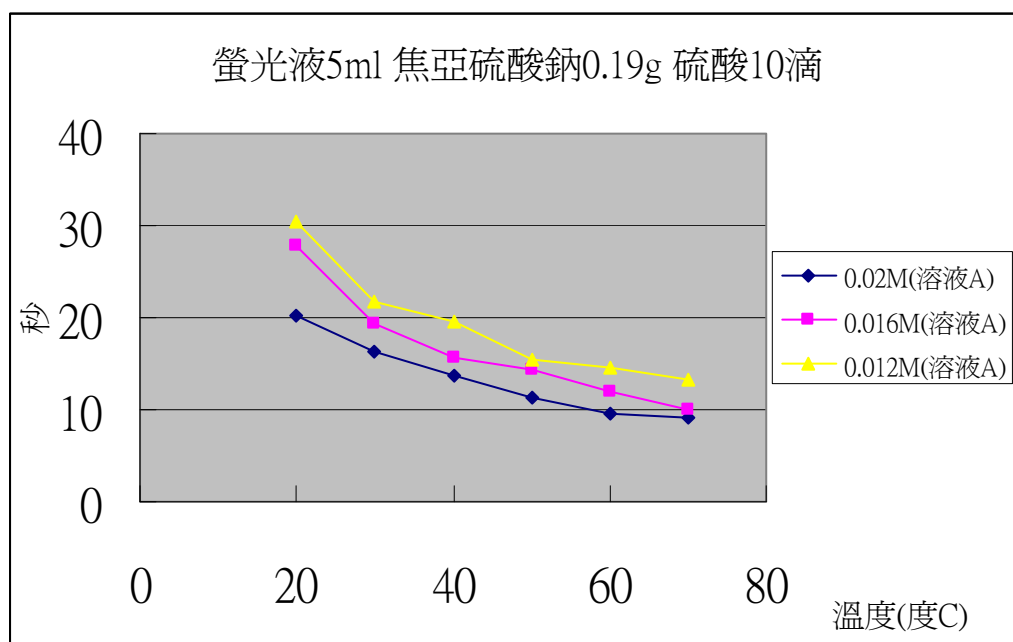
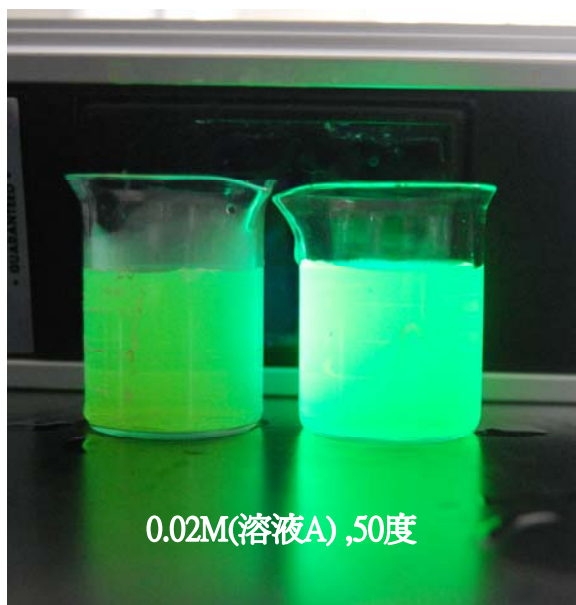


(二)

<黃色螢光液> 0.19g 焦亞硫酸鈉 10 滴硫酸 5ml 螢光液

0.02M(溶液 A)				0.016M(溶液 A)		
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	20.87	19.61	20.24	28.16	27.32	27.74
30°C	16.55	15.97	16.26	19.85	18.72	19.285
40°C	14.81	12.73	13.77	15.75	15.61	15.68
50°C	12.24	10.31	11.275	14.27	14.59	14.43
60°C	09.31	09.87	9.59	12.84	11.24	12.04
70°C	09.51	08.76	9.135	10.75	09.17	9.96
80°C	X	X	X	X	X	X

0.012M(溶液 A)			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	31.71	29.32	30.515
30°C	20.50	22.87	21.685
40°C	19.88	19.29	19.585
50°C	15.14	15.59	15.365
60°C	14.24	15.02	14.63
70°C	13.06	13.41	13.235
80°C	X	X	X

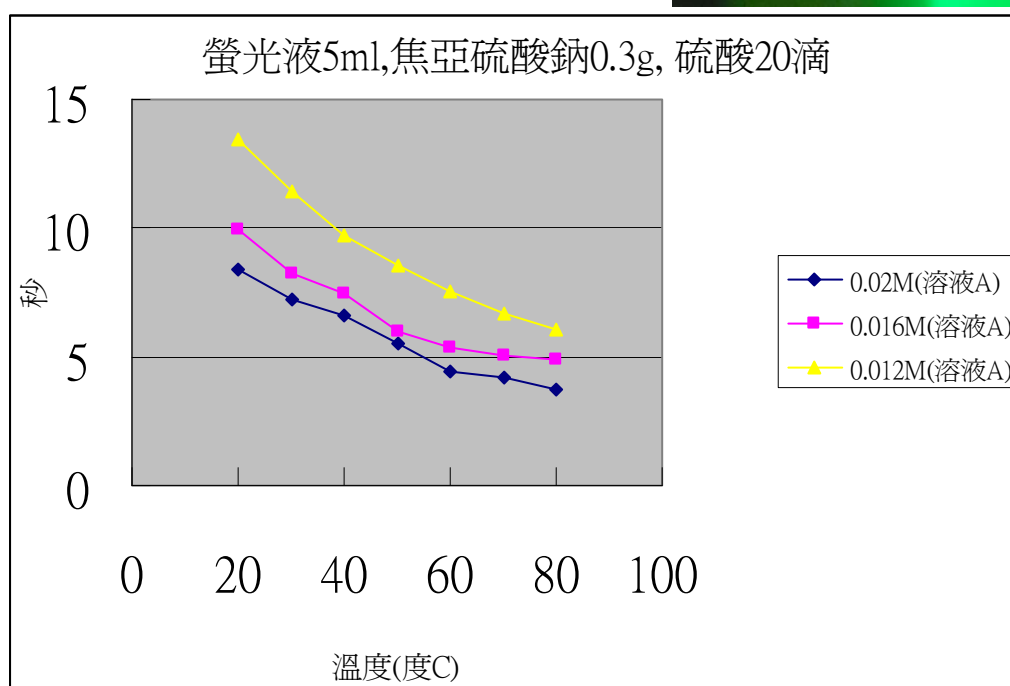
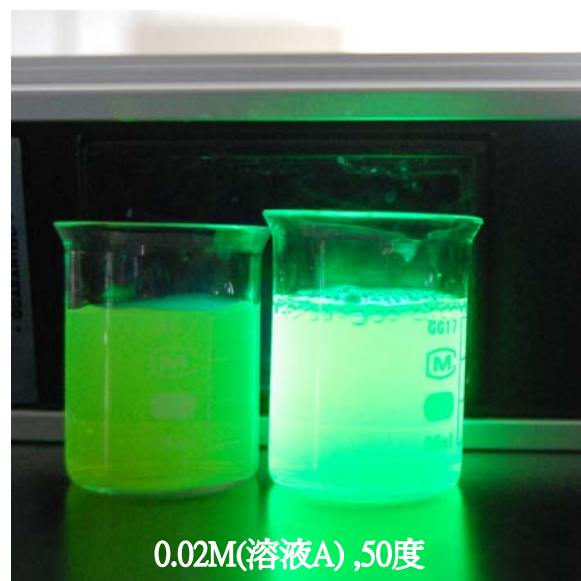


(三)

<黃色螢光液> 0.3g 焦亞硫酸鈉 20 滴硫酸 5ml 螢光液

0.02M(溶液 A)				0.016M(溶液 A)		
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	8.74	8.05	8.395	10.19	9.63	9.91
30°C	7.41	7.09	7.25	8.32	8.20	8.26
40°C	6.65	6.54	6.595	7.49	7.37	7.43
50°C	5.23	5.77	5.5	5.91	6.09	6
60°C	4.22	4.62	4.42	5.13	5.64	5.385
70°C	4.19	4.28	4.235	4.95	5.21	5.08
80°C	3.51	4.02	3.765	4.98	4.80	4.89

0.012M(溶液 A)			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	13.59	13.24	13.415
30°C	11.36	11.53	11.445
40°C	9.73	9.73	9.73
50°C	8.06	9.07	8.565
60°C	7.77	7.38	7.575
70°C	6.49	6.84	6.665
80°C	6.49	5.63	6.06

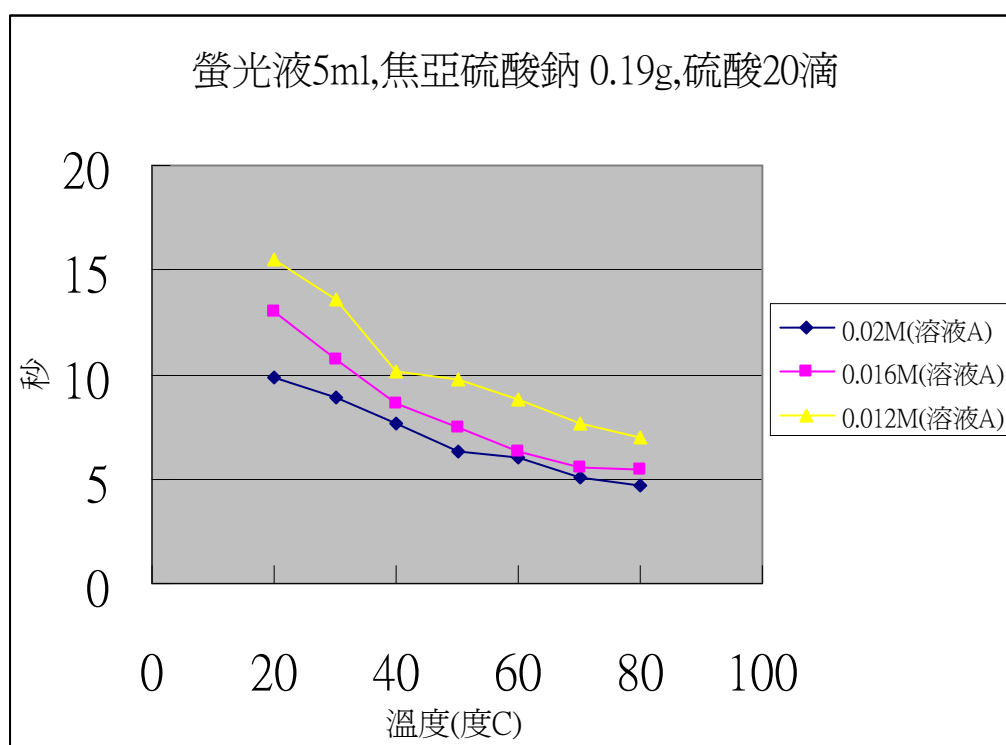
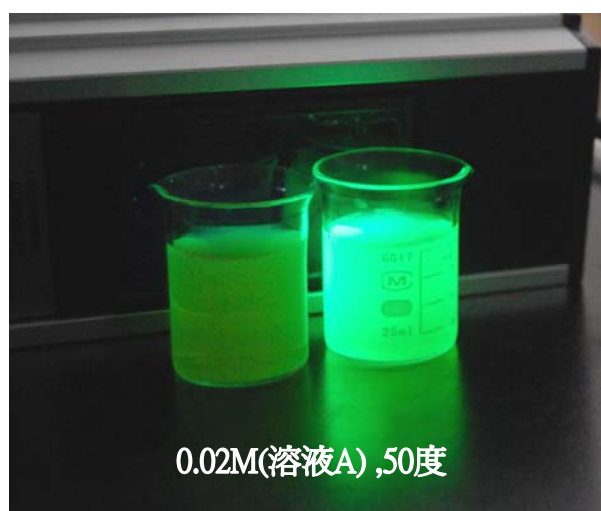


(四)

<黃色螢光液> 0.19g 焦亞硫酸鈉 20 滴硫酸 5ml 螢光液

0.02M(溶液 A)				0.016M(溶液 A)		
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	10.26	9.38	9.82	13.36	12.64	13
30°C	8.66	9.20	8.93	10.88	10.49	10.685
40°C	7.28	7.95	7.615	8.02	9.24	8.63
50°C	6.46	6.13	6.295	7.41	7.44	7.425
60°C	5.59	6.42	6.005	6.10	6.57	6.335
70°C	5.32	4.77	5.045	5.55	5.46	5.505
80°C	4.50	4.88	4.69	5.58	5.41	5.495

0.012M(溶液 A)			
溫度	第一次(S)	第二次(S)	平均值(S)
20°C	15.15	15.76	15.455
30°C	13.54	13.59	13.565
40°C	9.77	10.47	10.12
50°C	10.41	9.16	9.785
60°C	8.67	8.95	8.81
70°C	7.57	7.68	7.625
80°C	6.60	7.42	7.01



陸、討論

(一)

在原先的秒錶實驗中，是以澱粉遇到碘的變色作為反應結束的依據。然而在高溫時（約 40°C）將無法憑藉此反應的變色判定反應是否結束，這是因為 I₂ 與澱粉在高溫中生成的錯合物不穩定所導致

(二)

本研究以洗衣精和螢光筆為螢光劑來源，過程中發現白蘭洗衣精的螢光比其他牌子明顯很多，其中 2006 年出產的白蘭洗衣精與 2006 年後出產的螢光顏色不同，可能因為螢光劑成份不同，舊白蘭洗衣精所能反應的最高溫度達 85 度，變色也較明顯，不過已停產。新白蘭洗衣精效果較沒那麼好，但反應的最高溫度達 60 度，比原課本中實驗高了 20~30 度。

螢光筆反應最高溫度為 70~80 度，螢光消失時變化明顯易觀察，是優良的選擇。

(三)

以新白蘭洗衣精為澱粉代替品，焦亞硫酸鈉為 0.19g 時，螢光無消失無法觀察。焦亞硫酸鈉為 0.3g，硫酸 10 滴時，觀察效果最佳。硫酸 20 滴時，反應速率過快，導致觀察困難。溶液 A 濃度為 0.016M 和 0.012M 時，觀察最易，數據準確。

以螢光筆為澱粉替代品，焦亞硫酸鈉 0.3g 及 0.19g，皆易觀察。硫酸為 20 滴時，變色瞬間較其他明顯，實驗數據較精準。硫酸為 10 滴時，溶液 A 濃度以 0.012M 效果最佳。

(四)

實用性而言，原課本中以澱粉做實驗，實驗溫度無法太高，而以螢光劑做實驗，溫度遠高過澱粉，成功達到改進此實驗的目的。洗衣精為市面上易購得之物品，取用方便，螢光筆成本較洗衣精高，但實驗效果比洗衣精好，螢光消失比洗衣精明顯。

(五)

原實驗優缺點

A 優點

1. I₂ 遇到澱粉會形成藍色物質，顏色變化明顯且容易分辨。
2. 低溫時反應快速，易於觀察。

B 缺點

1. 升高溫度，藍色物質會越來越淡，終致沒有顏色變化
2. 在 40°C 以上時無法以藍色物質消失作為反應結束根據

新實驗優缺點

白蘭洗衣精

A 優點

1. 高溫時仍可藉螢光消失來判定反應完成
2. 高溫時,反應遵守<溫度越高,反應時間越短>的原則,不會有異常現象發生
3. 成本低,易取得

B 缺點

1. 高溫時螢光退色較不明顯

螢光液

A 優點

1. 高溫時仍可藉螢光消失來判定反應完成
2. 高溫時,反應遵守<溫度越高,反應時間越短>的原則,不會有異常現象發生
3. 高溫時螢光退色仍明顯
4. 生活用品易取得

B 缺點

1. 成本較高
2. 藥品放置過久會變質,螢光不明顯,需當天配置

柒、結論

(一)

新實驗以螢光液和白蘭洗衣精代替澱粉,在高溫時,反應時間不出現異常,仍能藉螢光消失來判斷反應完成,大大改進了原實驗的缺點。

(二)

以澱粉實驗所能反應的最高溫為 40°C,新白蘭洗衣精為 60°C,舊白蘭洗衣精為 85°C,螢光液為 80°C。

(三)

新實驗反應最易觀察組合為下列三種

第一種:

新白蘭洗衣精

溶液 A 濃度為 0.016M 或 0.012M

溶液 B 0.3g Na₂S₂O₅ + H₂SO₄ 10 滴 +洗衣精 5ml (500ml)

第二種:

螢光液

溶液 A 濃度為 0.016M 或 0.012M

溶液 B 0.3g Na₂S₂O₅ + H₂SO₄ 20 滴 +螢光液 5ml (500ml)

第三種:

螢光液

溶液 A 濃度為 0.02M

溶液 B 0.19g Na₂S₂O₅ + H₂SO₄ 10 滴 +螢光液 5ml (500ml)

(四)

新實驗已經解決原實驗在高溫時不能進行的缺失,因此希望能參考列入教科書中。

捌、參考資料及其他

(一)Weinberg,R.B. J.Chem.Edu,2007,84,797-800

(二)高中化學課本第二冊 6-3, 高中化學實驗課本第二冊實驗十

【評語】 040201

實驗方法的縝密度需加強，以取得更有說服力的數據，有助
參選作品品質提升。