

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 化學科

050210

奧妙的 BR 震盪反應

學校名稱：國立蘭陽女子高級中學

作者： 高二 林 萱 高一 陳子晏	指導老師： 陳淑玲 許義淵
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：振盪反應、反應速率、氧化還原

摘要

我們以 BR 振盪反應為這一次的研究主題，並自製振盪觀測儀器。我們利用自製振盪觀測儀器探討改變各反應物濃度與溫度對 BR 反應之影響，並比較不同濃度 BR 與 BZ 兩種振盪反應之振盪時間，我們發現兩種振盪反應的第一次振盪時間明顯較長。BR 振盪反應中碘酸鉀與雙氧水濃度愈高，振盪總時間愈大，但硫酸與丙二酸濃度愈高，振盪總時間愈小，改變錳離子濃度影響不太明顯， $[\text{KIO}_3]=0.2\text{M}$ 、 $[\text{MA}]=0.375\text{M}$ 、 $[\text{Mn}^{2+}]=0.025\text{M}$ 和 $[\text{H}_2\text{SO}_4]=0.225\text{M}$ 時會有最多的振盪次數，當改變溫度時，溫度越高，其反應速率越快，所需的時間越短，出現振盪週期越短，溫度越低出現振盪週期越長，可見溫度與反應振盪週期呈正相關。

壹、 研究動機

由於國中開始我們參與過相當多的化學實驗課，再加上我們也常常參與科教館或本縣辦理的趣味科學實驗營隊，我們在這個過程中操作相當多的化學實驗，包括藍瓶實驗、大象牙膏等，當我們在高二再次學習「化學反應速率」時，我們上網搜尋到相當多化學反應相關實驗，其中有一段變色瓶的影片，這個實驗和我以往接觸過的實驗有相同的部分，也有差異的部分，於是在課後我和朋友討論這個實驗，我們倆都覺得十分有趣，因此上網查了許多關於這個影片的資料，發現有振盪反應這個現象，其顏色會隨時間產生週期性交替變化，也能在空間上產生振盪圖形，這使我們十分好奇及覺得有趣，因而進一步探究振盪反應奧妙。

貳、 研究目的

- 一、自製振盪觀測儀器偵測 BR 振盪反應與 BZ 振盪反應之振盪次數與振盪時間。
- 二、使用自製振盪觀測儀器探討 BR 反應中反應物在不同濃度時的振盪次數與振盪時間。
- 三、使用自製振盪觀測儀器探討 BZ 反應中反應物在不同濃度時的振盪次數與振盪時間。
- 四、使用自製振盪觀測儀器探討 BR 反應中反應物在不同溫度時的波峰時間周時的與振盪。
- 五、比較改變反應物濃度時 BR 與 BZ 反應之不同處。

參、 研究設備與器材

一、 器材

燒杯	容量瓶	漏斗	試管
			
溫度計	刮勺	加熱攪拌器	滴管
			
波棒	鐵架	RGB 燈泡	手套
			

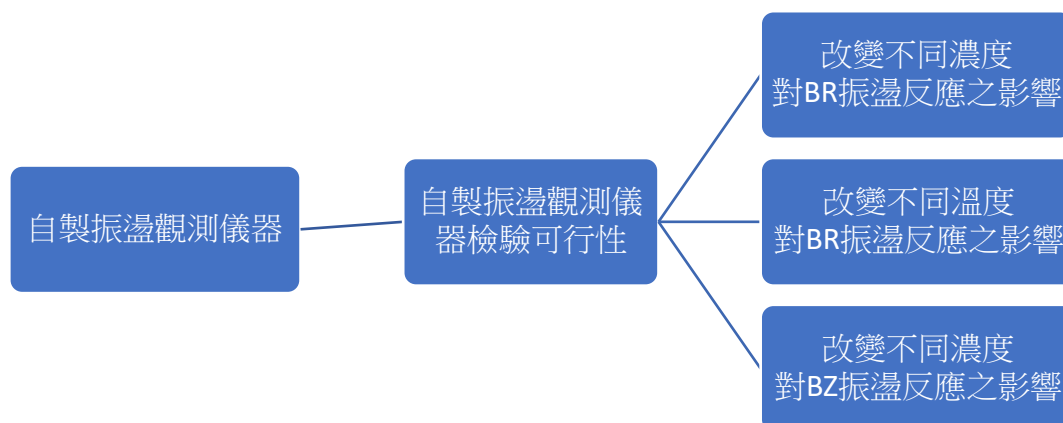
二、藥品

藥品	H ₂ O ₂	KIO ₃	H ₂ SO ₄
濃度	2.89M	0.2M	0.09M
藥品	MA(丙二酸)	MnSO ₄ 硫酸亞錳	可溶性澱粉
濃度	0.375M	0.1M	

三、配置標準溶液

- (一) [H₂O₂]=2.89M：用分度吸量管吸取剛開封的 34% H₂O₂ 25.53mL 至洗滌好的容量瓶中，加入蒸餾水至 100.0mL，製備出 2.89M 的 H₂O₂。
- (二) [KIO₃]=0.20M：取 4.28g 的 KIO₃ 至洗滌好的容量瓶中，加入蒸餾水至 100.0mL，製備出 0.20M 的 KIO₃。
- (三) [MA]=0.375M：取 3.90 g 的 MA 至洗滌好的容量瓶中將容量瓶中，加入蒸餾水至 100.0mL，製備出 0.375M 的 MA。
- (四) [MnSO₄]=0.10M：取 1.69 g 的 MnSO₄ 至洗滌好的容量瓶中，加入蒸餾水至 100.0mL，製備出 0.10M 的 MnSO₄。
- (五) [H₂SO₄]=0.09M：取 3M 的 H₂SO₄ 至洗滌好的容量瓶中，加入蒸餾水至 100.0mL，製備出 0.09M 的 H₂SO₄。

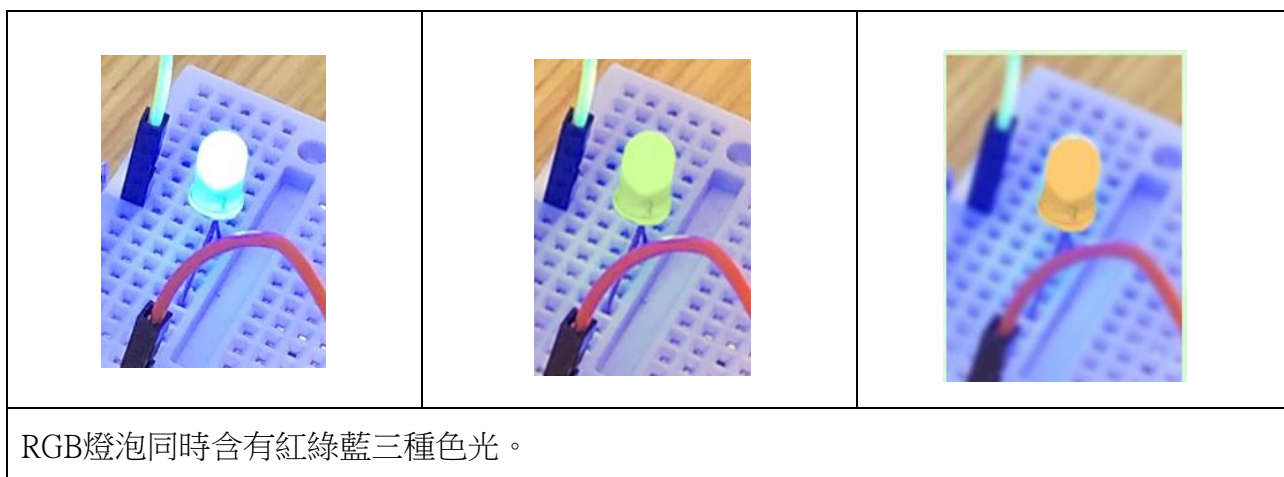
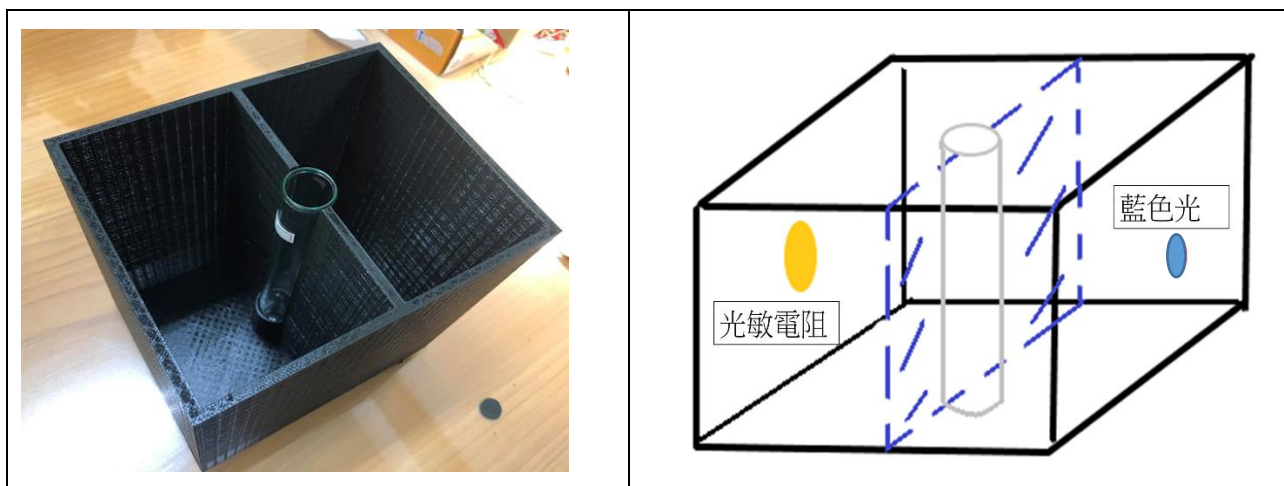
肆、研究過程或方法



一、自製儀器來觀察振盪反應

(一) BR 震盪反應的顏色變化利用肉眼觀察會有相當大的誤差，因此我們決定自製一臺能夠偵測振盪反應的儀器。

(二) 步驟：我們利用 3D 列印做一可開式黑色箱子，接著在左右側分別安裝 RGB 燈泡和光敏電阻，去偵測箱子中試管內的溶液變化，並透過 arduion 板和雲端傳送至電腦的網頁上。當光敏電阻器受到光照射的時候，它的電阻器值會降低，因光能而使其中的電子脫離原子成為自由電子，所以增加了材料的導電性。因此當光的強度很高時，電阻器值就會很低。而當單色光穿透試管照入光敏電阻時，光敏電阻感測到顏色有變化便會透過 arduion 板傳送數據至電腦上或裝置前方的顯示板，增加其可信度與可鑑度。

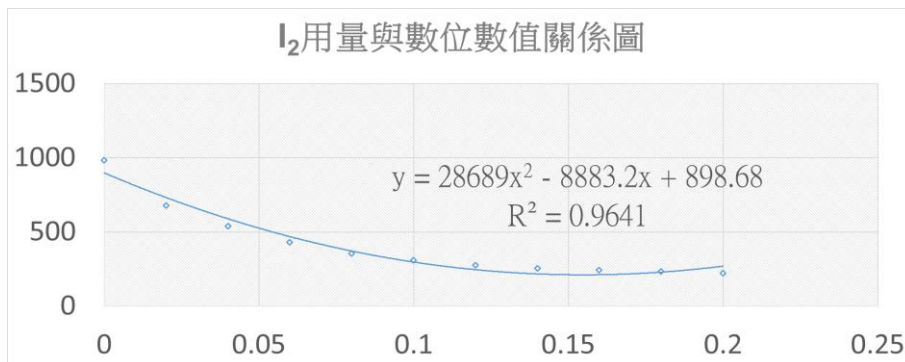


二、自製振盪觀測儀器之可行性

(一) 探討不同色光對 I₂+澱粉溶液的穿透關係：

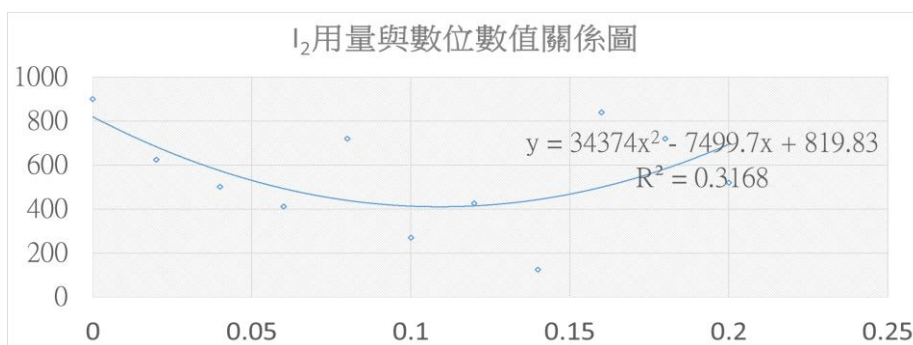
1. 探討藍光穿透 I₂+澱粉溶液與 arduino 板輸出數值的關係

I ₂ 濃度(M)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
數位數值	985	678	540	432	356	310	278	256	242	234	211



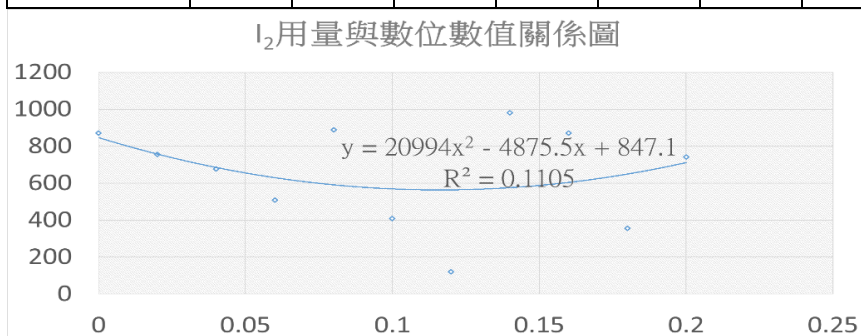
2. 探討綠光穿透 I₂+澱粉溶液與 arduino 板輸出數值的關係

I ₂ 濃度(M)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
數位數值	901	625	502	411	720	271	426	126	840	720	520



3. 探討紅光穿透 I₂+澱粉溶液與 arduino 板輸出數值的關係

I ₂ 濃度(M)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
數位數值	872	756	678	510	889	410	120	982	872	357	742



三、實驗結果我們發現：

(一) 含 I₂ 愈多數位數值越小(光敏電阻產生的電壓越大)。

1. 經數據分析藍光線性回歸關係：

$$y = 28689 I_2 \text{濃度(M)}^2 - 8883.2 I_2 \text{濃度(M)} + 898.68$$

$$R^2 = 0.9641$$

2. 經數據分析綠光線性回歸關係：

$$y = 34374 I_2 \text{濃度(M)}^2 - 7499.7 I_2 \text{濃度(M)} + 819.83$$

$$R^2 = 0.3168$$

3. 經數據分析紅光線性回歸關係：

$$y = 20994 I_2 \text{濃度(M)}^2 - 4875.5 I_2 \text{濃度(M)} + 847.1$$

$$R^2 = 0.1105$$

(二) 由不同色光之回歸曲線圖可知，藍光的數值較綠光和紅光有規律性，因次我們的自製觀測儀器使用的則為藍色色光。

四、振盪反應之說明：

振盪反應有 BL、BZ 及 BR 震盪。

(一) BL 振盪反應：利用 KIO₃、H₂O₂ 相混合，再加上 H₂SO₄ 提供酸性環境。但因無指示劑，故不易觀察。週期約八秒，持續約六分鐘。

(二) BZ 振盪反應：利用 KBrO₃、H₂SO₄ 及 CH₂(COOH)₂ 加上催化劑亞鐵靈，故呈現紅藍兩種顏色的交替變化，變色週期約一分鐘，可持續約一小時。反應結束後溶液呈透明無色。

(三) BR 振盪反應：在 BL 振盪反應再加入丙二酸及澱粉則稱為 BR 振盪反應，呈現橘→藍→無色→橘→……，週期及持續時間皆與 BL 相似。

(四) 製造 I₂：將 H₂O₂ 與 KIO₃ 在酸性條件下，會產生 I₂。



由於 BL 振盪反應無指示劑，不易觀察，因此我們主要探討的為 BR 振盪反應與 BZ 振盪反應。

伍、 研究結果

利用自製振盪觀測儀探討 BR 與 BZ 振盪反應。

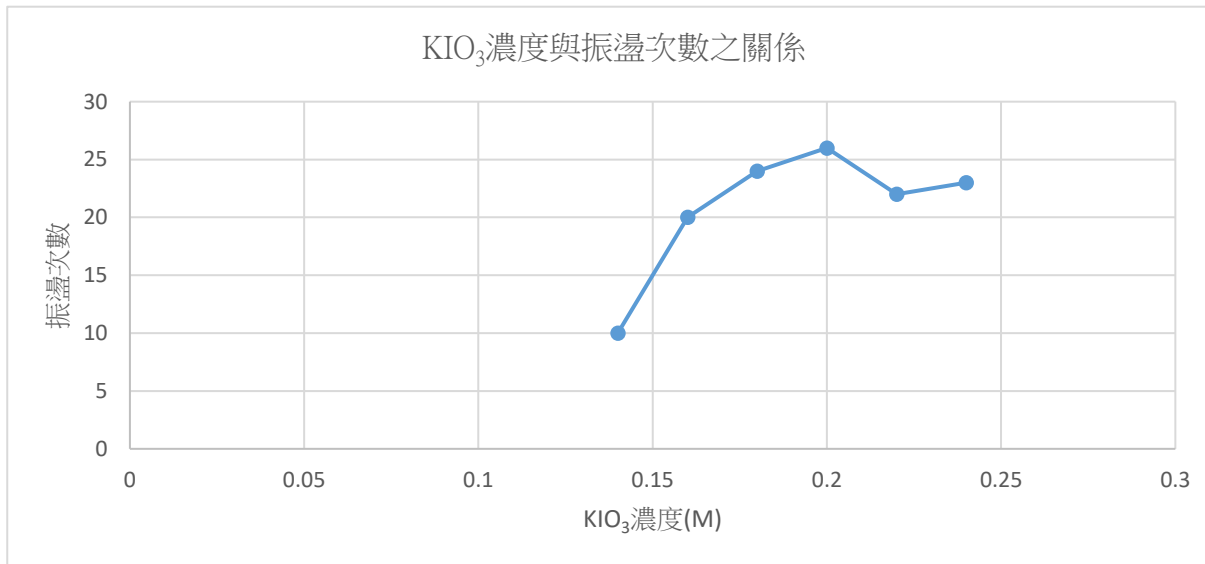
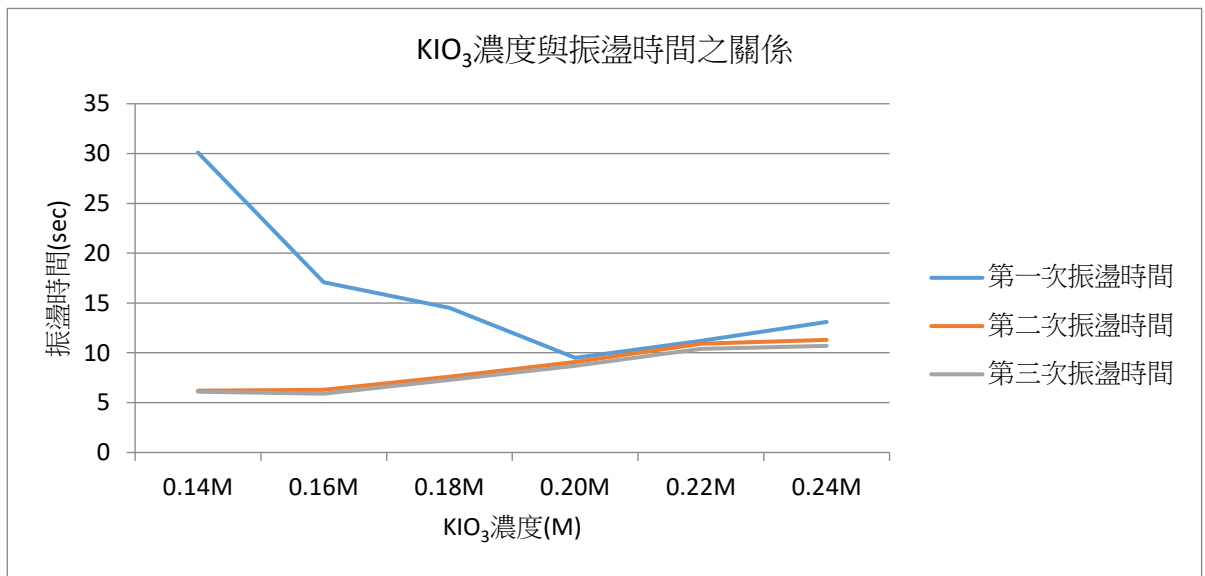
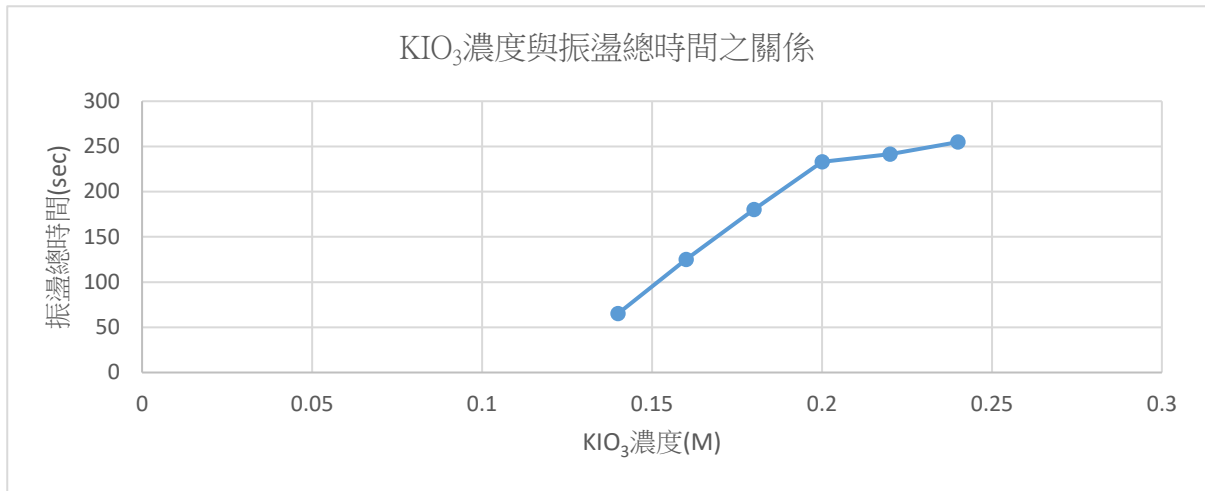
一、探討各反應物濃度及溫度對 BR 振盪反應之影響

(一) 改變 KIO_3 濃度:

固定 $[\text{H}_2\text{O}_2] = 2.89\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.375\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.09\text{M}$ 、 $[\text{MnSO}_4] = 0.1\text{M}$ 之濃度，並記錄 KIO_3 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入 $[\text{H}_2\text{O}_2] = 2.89\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.375\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.09\text{M}$ 、 $[\text{MnSO}_4] = 0.1\text{M}$ 和 $[\text{KIO}_3] = 0.1\text{M}$ ，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 KIO_3 分別為 0.12M 、 0.14M 、 0.16M 、 0.18M 、 0.20M 、 0.22M 、 0.24M ，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

KIO_3 濃度 (M)	第 1 次振盪時間(sec)	第 2 次振盪時間(sec)	第3次振盪時間(sec)	振盪總時間 (sec)	振盪次數
0.10M	-	-	-	-	-
0.12M	-	-	-	-	-
0.14M	30.1	6.1	6.2	65.1	10
0.16M	17.1	5.9	6.3	124.9	20
0.18M	14.5	7.3	7.6	180.2	24
0.20M	9.5	8.7	9.1	233.1	26
0.22M	11.2	10.4	10.9	241.6	22
0.24M	13.1	10.7	11.3	254.8	23

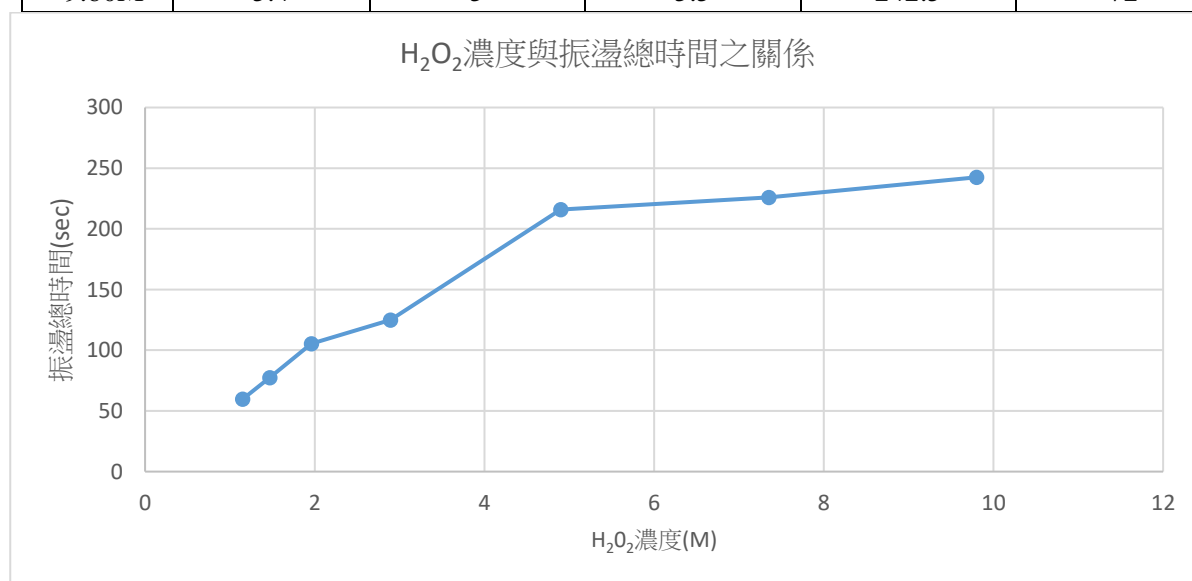


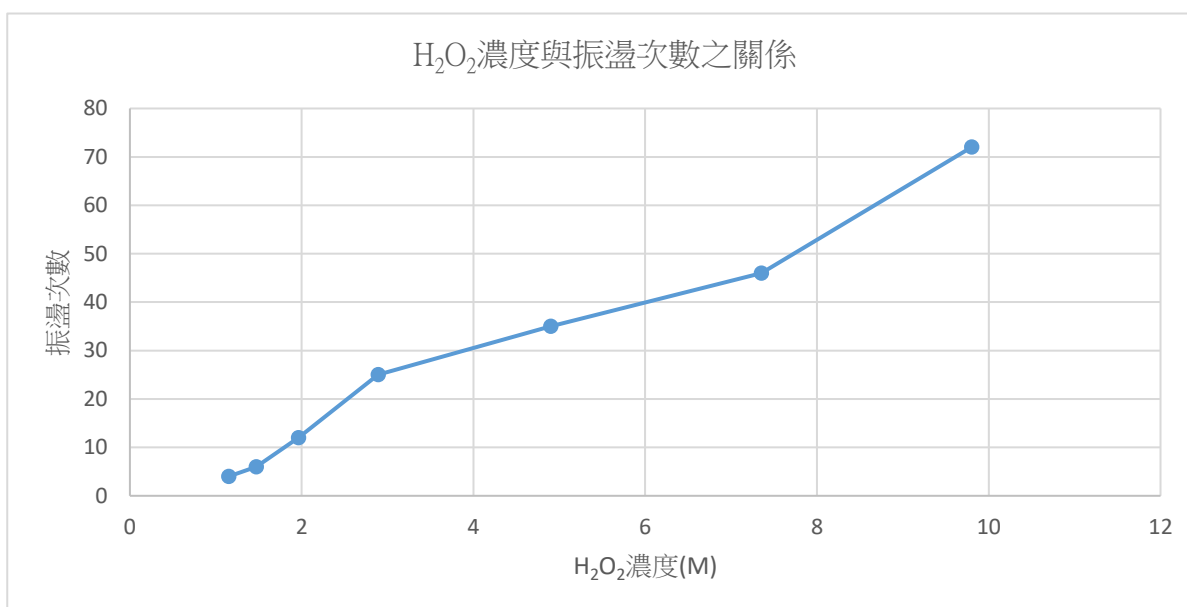
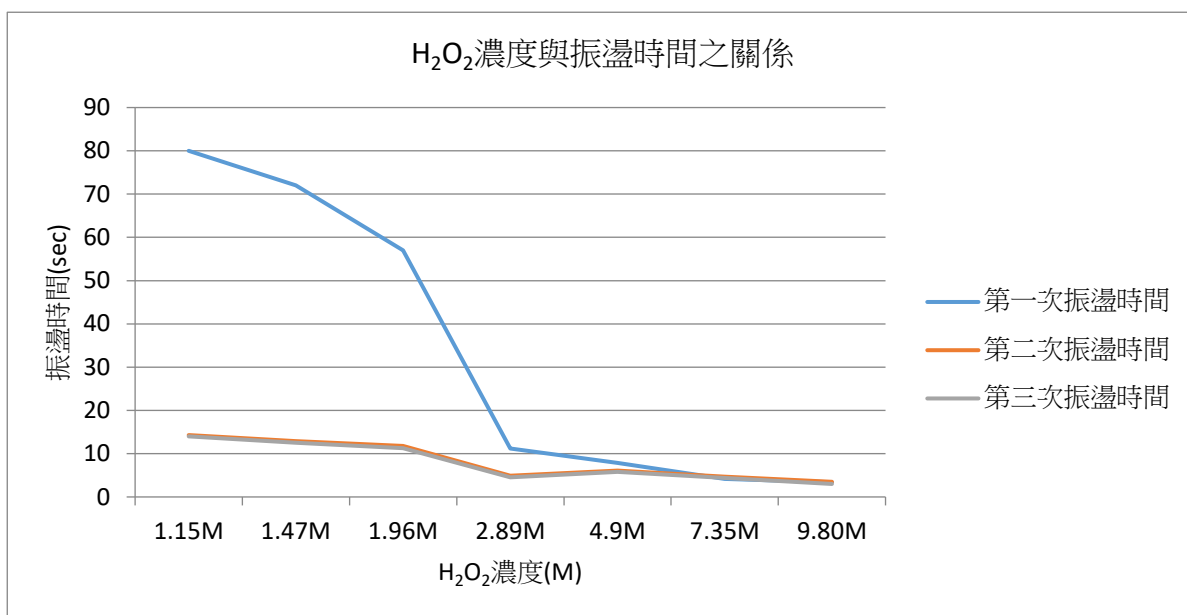
(二) 改變 H₂O₂ 濃度:

固定 [KIO₃] = 0.2M、[MA] = 0.375M、[H₂SO₄] = 0.09M、[MnSO₄] = 0.1M 之濃度，並觀察 H₂O₂ 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入 [KIO₃] = 0.2M、[MA] = 0.375M、[H₂SO₄] = 0.09M、[MnSO₄] = 0.1M 和 [H₂O₂] = 0.289M，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 H₂O₂ 分別為 0.58M、1.15M、1.47M、1.96M、4.9M、7.35M、9.80M，重複步驟 1 (將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

H ₂ O ₂ 濃度 (M)	第 1 次 振盪時間(sec)	第 2 次 振盪時間(sec)	第 3 次 振盪時間(sec)	振盪總時間 (sec)	振盪次數
0.58M	-	-	-	-	-
1.15M	80	14	14.3	59.7	4
1.47M	72	12.5	12.9	77.4	6
1.96M	57	11.3	11.8	105.5	12
2.89M	11.2	4.5	4.9	124.9	25
4.9M	7.9	5.8	6.1	215.9	35
7.35M	4.2	4.4	4.7	226.0	46
9.80M	3.4	3	3.5	242.5	72



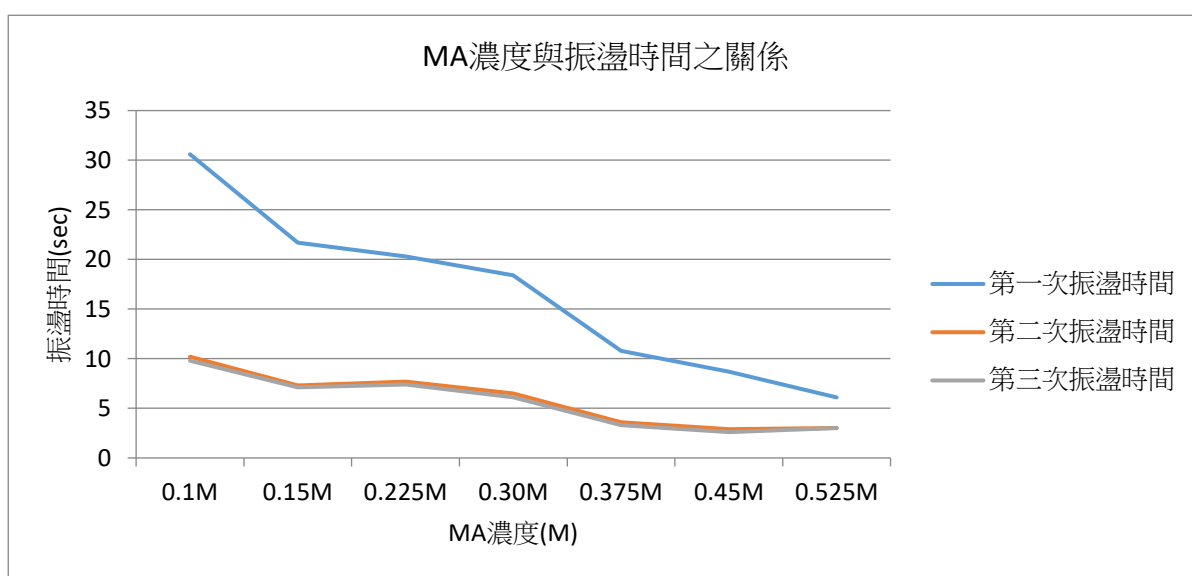
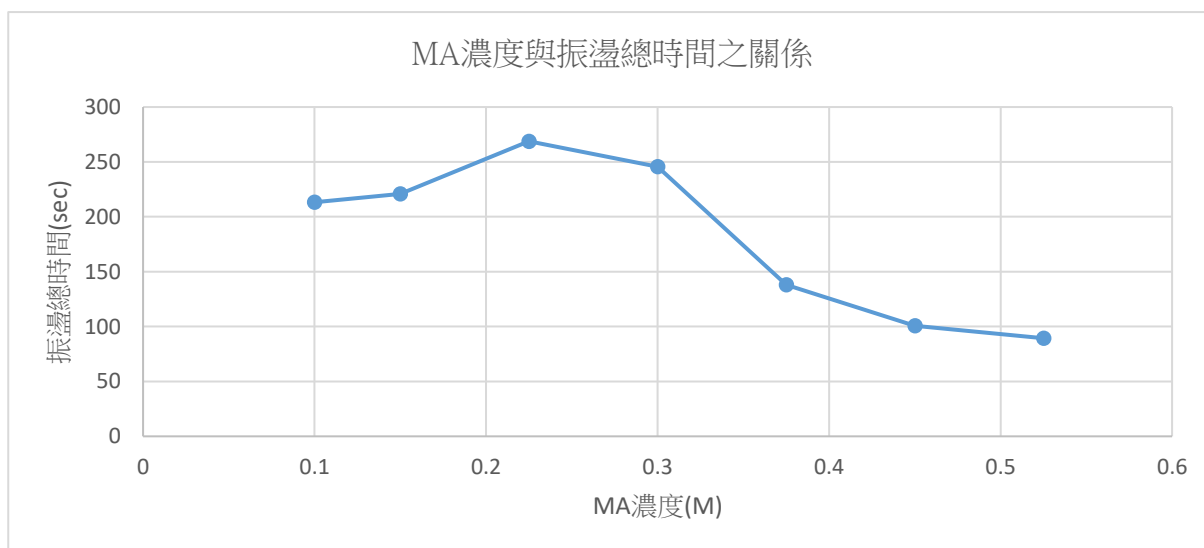


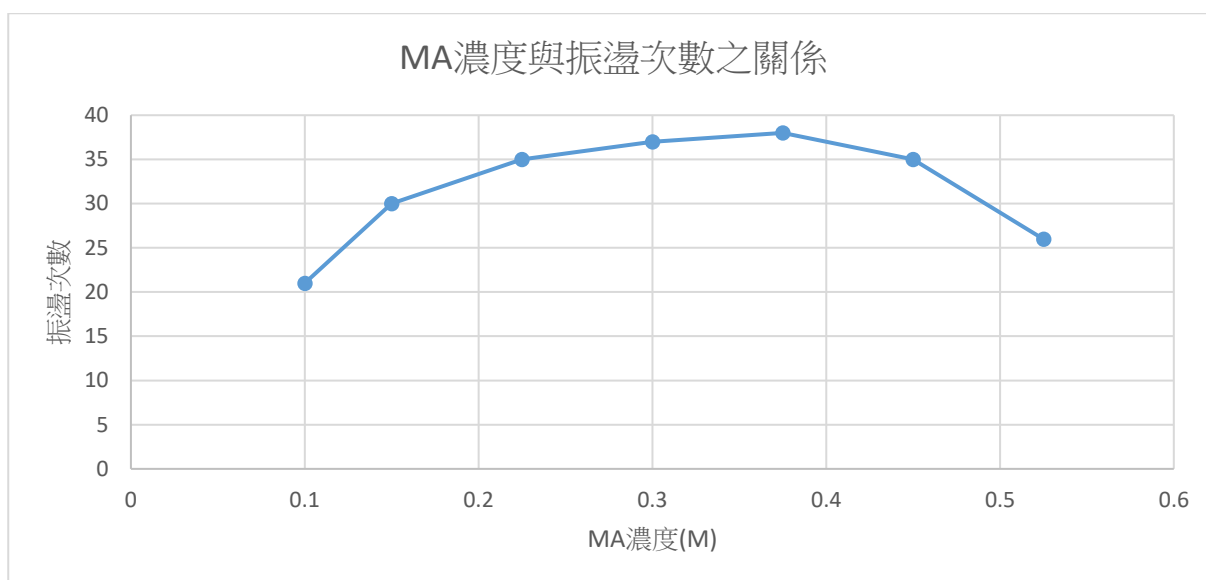
(三) 改變丙二酸(MA)濃度:

固定[KIO₃]=0.2M、[H₂O₂]=2.89M、[H₂SO₄]=0.09M、[MnSO₄]=0.1M 之濃度，並觀察 MA 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入[KIO₃]=0.2M、[H₂O₂]=0.289M、[H₂SO₄]=0.09M、[MnSO₄]=0.1M 和 [MA]=0.375M，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 H₂O₂ 分別為 0.1M、0.15M、0.225M、0.30M、0.45M、0.525M、0.6M，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

MA濃度 (M)	第 1 次振盪時間(sec)	第 2 次振盪時間(sec)	第3次振盪時間(sec)	振盪總時間 (sec)	振盪次數
0.1M	30.6	10.2	9.8	213.4	21
0.15M	21.7	7.3	7.1	220.9	30
0.225M	20.3	7.7	7.4	268.8	35
0.30M	18.4	6.5	6.1	245.7	37
0.375M	10.8	3.6	3.3	137.9	38
0.45M	8.7	2.9	2.6	100.6	35
0.525M	6.1	3	3	89.4	26
0.6M	-	-	-	-	-



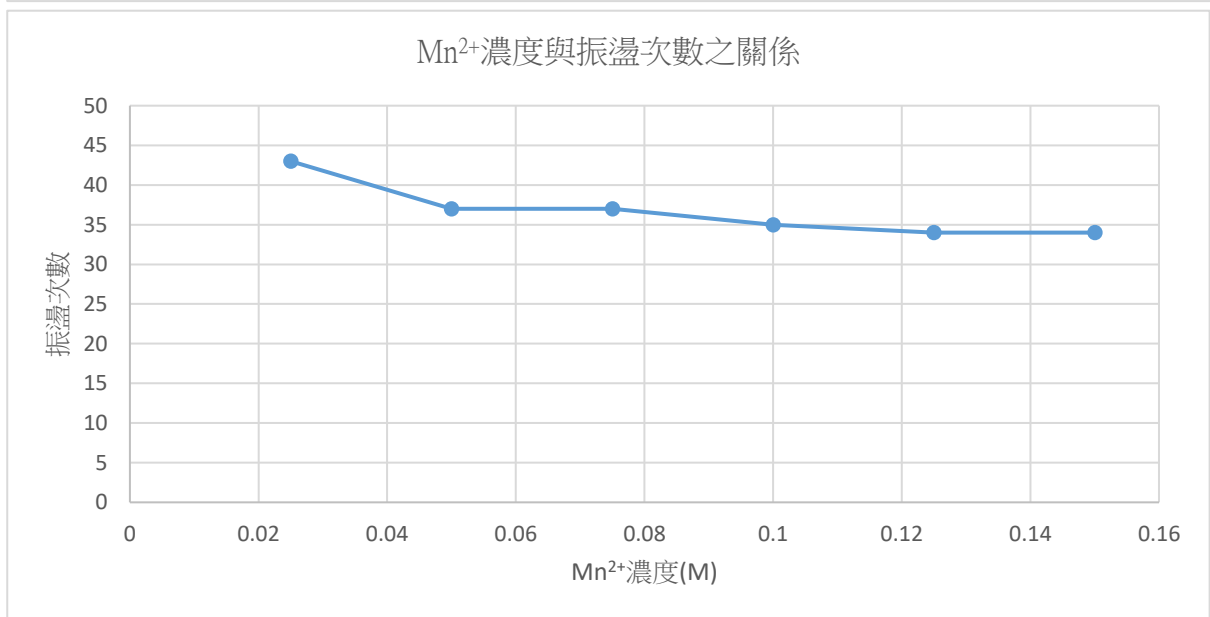
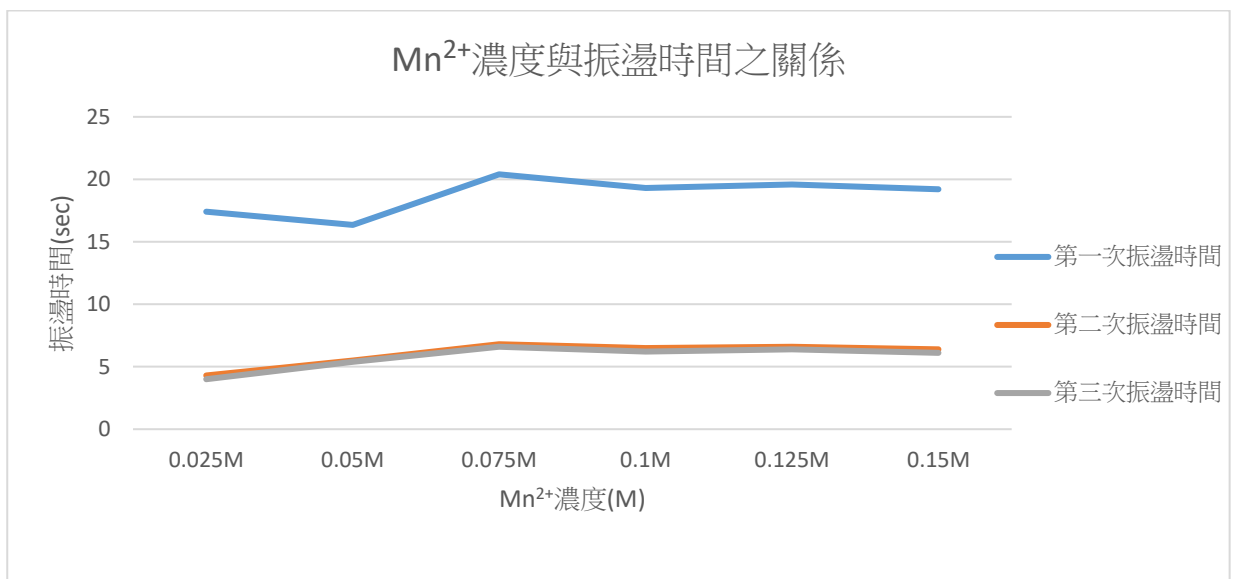
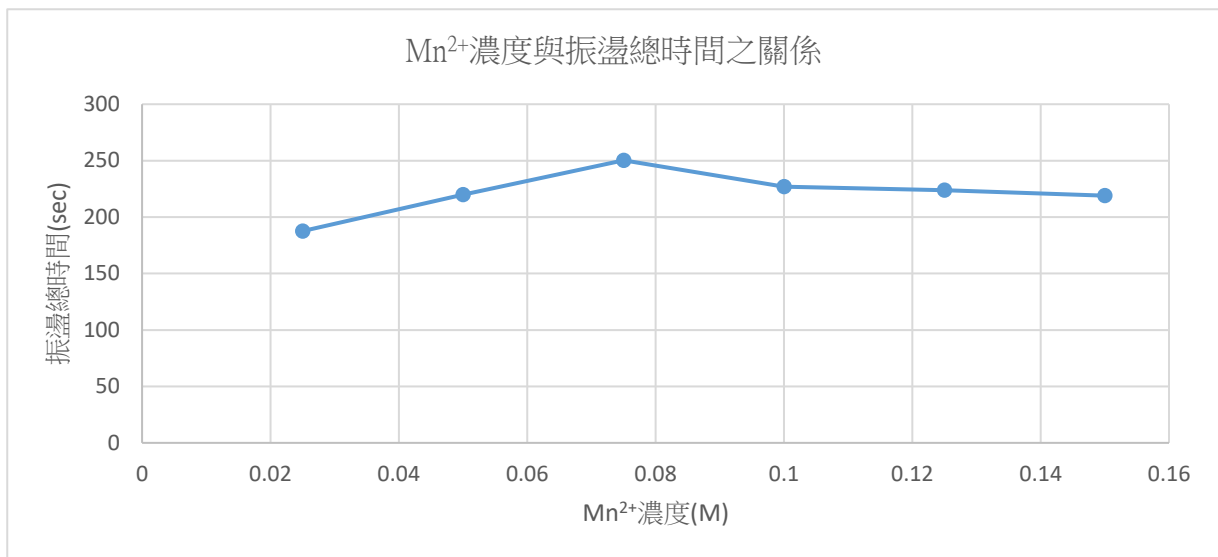


(四) 改變 MnSO_4 濃度:

固定 $[\text{KIO}_3] = 0.2\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{O}_2] = 2.89\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.09\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.375\text{M}$ 之濃度，並觀察 Mn^{2+} 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入 $[\text{KIO}_3] = 0.2\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{O}_2] = 0.289\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 0.09\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.375\text{M}$ 和 $[\text{MnSO}_4] = 0.1\text{M}$ ，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 MnSO_4 分別為 0.01M 、 0.0125M 、 0.025M 、 0.05M 、 0.075M 、 0.125M 、 0.15M ，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

Mn^{2+} 濃度 (M)	第 1 次 振盪時間(sec)	第 2 次 振盪時間(sec)	第 3 次 振盪時間(sec)	振盪總時間 (sec)	振盪次數
0.01M	-	-	-	-	-
0.0125M	-	-	-	-	-
0.025M	17.4	4.3	4	187.6	43
0.05M	16.35	5.5	5.4	219.8	37
0.075M	20.4	6.8	6.6	250.3	37
0.1M	19.3	6.5	6.2	226.9	35
0.125M	19.6	6.6	6.4	223.7	34
0.15M	19.2	6.4	6.1	218.9	34

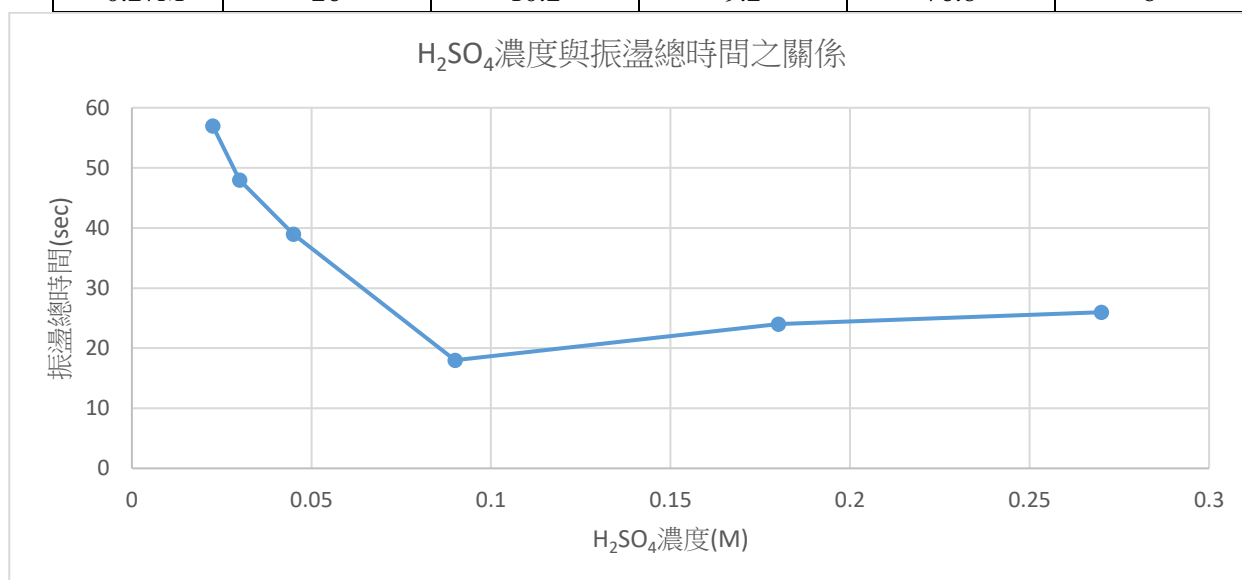


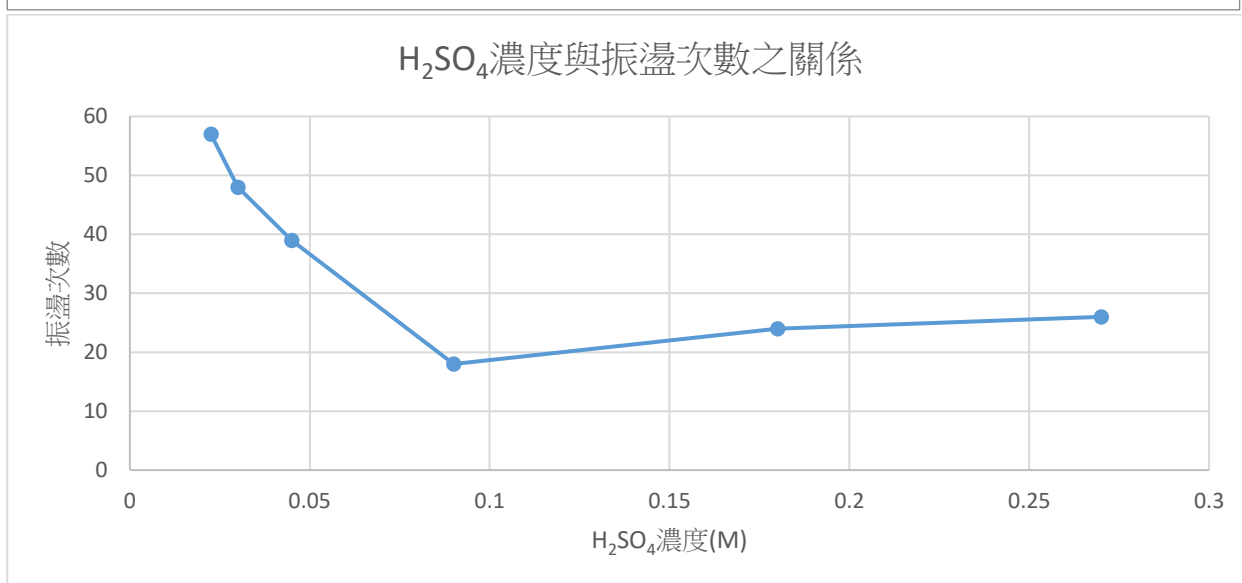
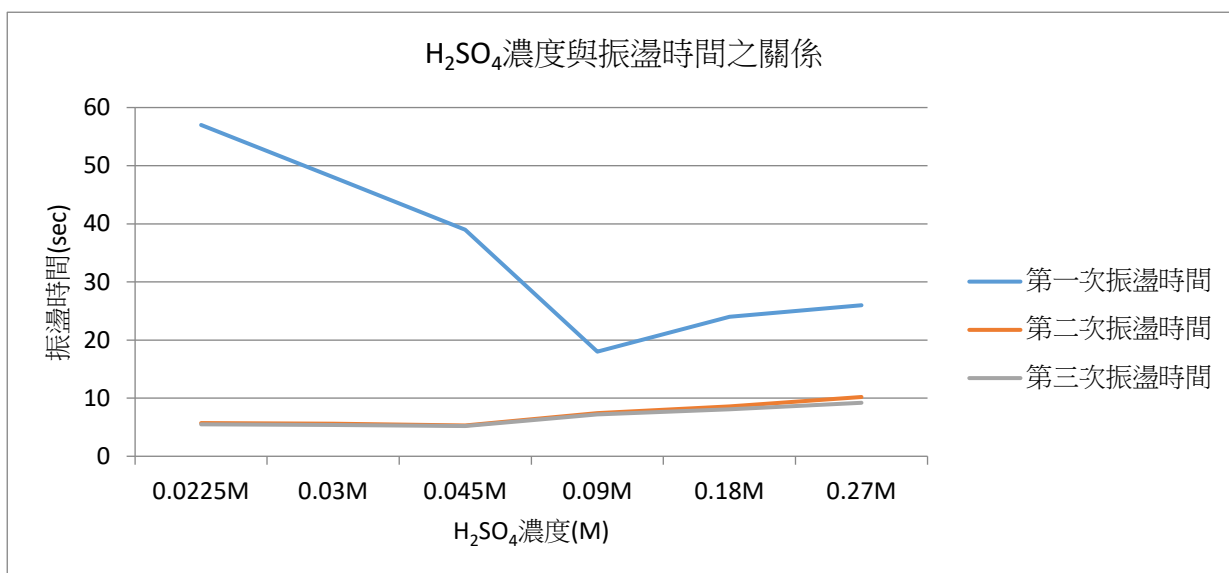
(五) 改變 H₂SO₄ 濃度:

我們想觀察酸性環境對振盪反應的影響，因此我們固定 [KIO₃] = 0.2M、[H₂O₂] = 2.89M、[MnSO₄] = 0.1M、[MA] = 0.375M 之濃度，並觀察 H₂SO₄ 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入 [KIO₃] = 0.2M、[H₂O₂] = 0.289M、[MnSO₄] = 0.1M、[MA] = 0.375M 和 [H₂SO₄] = 0.09M，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 H₂SO₄ 分別為 0.01M、0.015M、0.0225M、0.03M、0.045M、0.18M、0.27M，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

H ₂ SO ₄ 濃度 (M)	第 1 次 振盪時間(sec)	第 2 次 振盪時間(sec)	第 3 次 振盪時間(sec)	振盪總時間 (sec)	振盪次數
0.01M	-	-	-	-	-
0.015M	-	-	-	-	-
0.0225M	57	5.7	5.5	79.3	7
0.03M	48	5.6	5.4	76.4	7
0.045M	39	5.3	5.2	74.2	6
0.09M	18	7.4	7.2	86	11
0.18M	24	8.6	8.1	78.6	9
0.27M	26	10.2	9.2	76.8	8





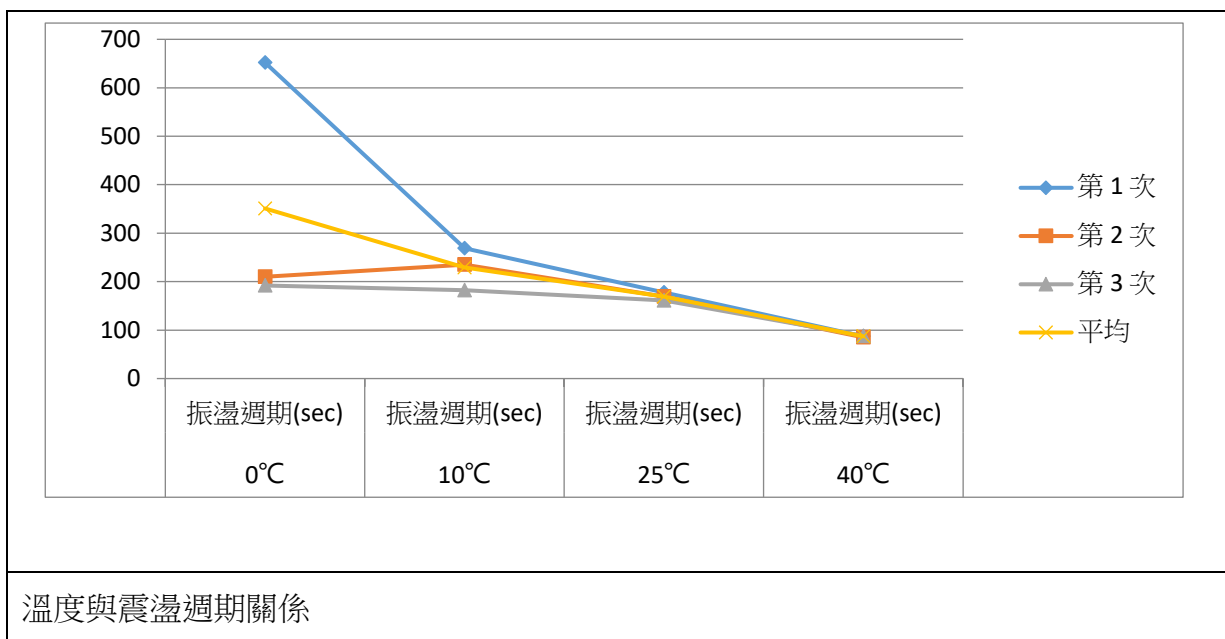
二、探討溫度對 BR 振盪反應之影響

(一) 我們想觀察溫度對振盪反應的影響，因此我們固定標準溶液

[KIO₃] = 0.2M、[H₂O₂] = 2.89M、[MnSO₄] = 0.1M、[MA] = 0.375M 之濃度，並觀察此溶液在不同溫度時對振盪反應的影響。

(二) 我們分別將溫度固定在 0°C、10°C、25°C(室溫)和 40°C，觀察並記錄其振盪現象。

溫度	振盪次數	第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均
0°C	振盪週期(sec)	652	210	192	351
10°C	振盪週期(sec)	269	235	182	229
25°C	振盪週期(sec)	178	169	161	169
40°C	振盪週期(sec)	87	85	88	87



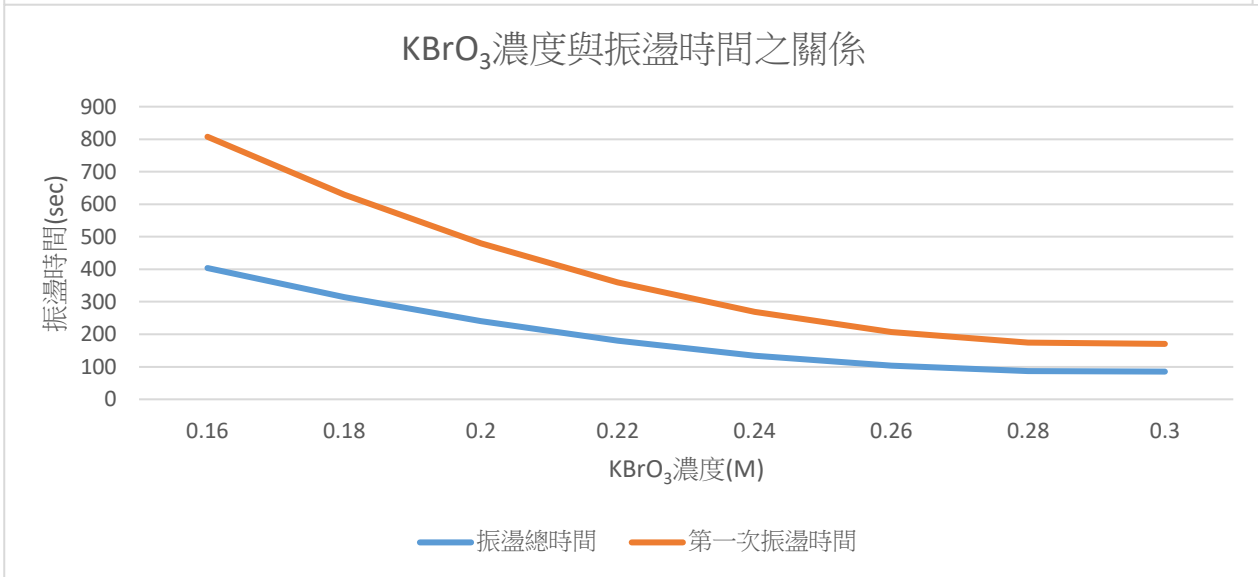
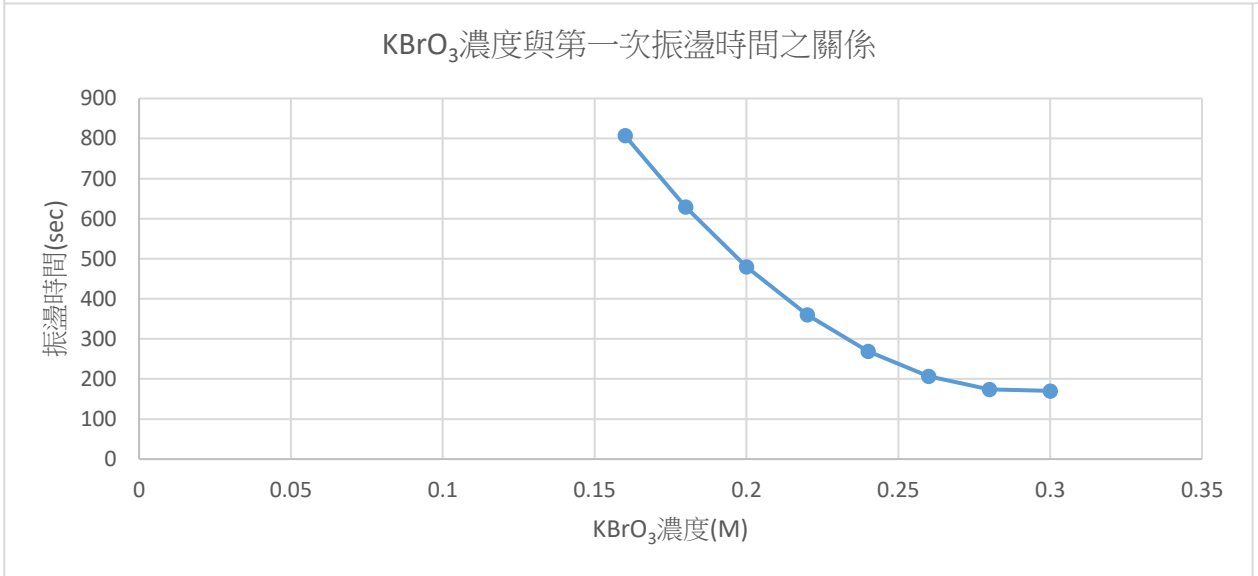
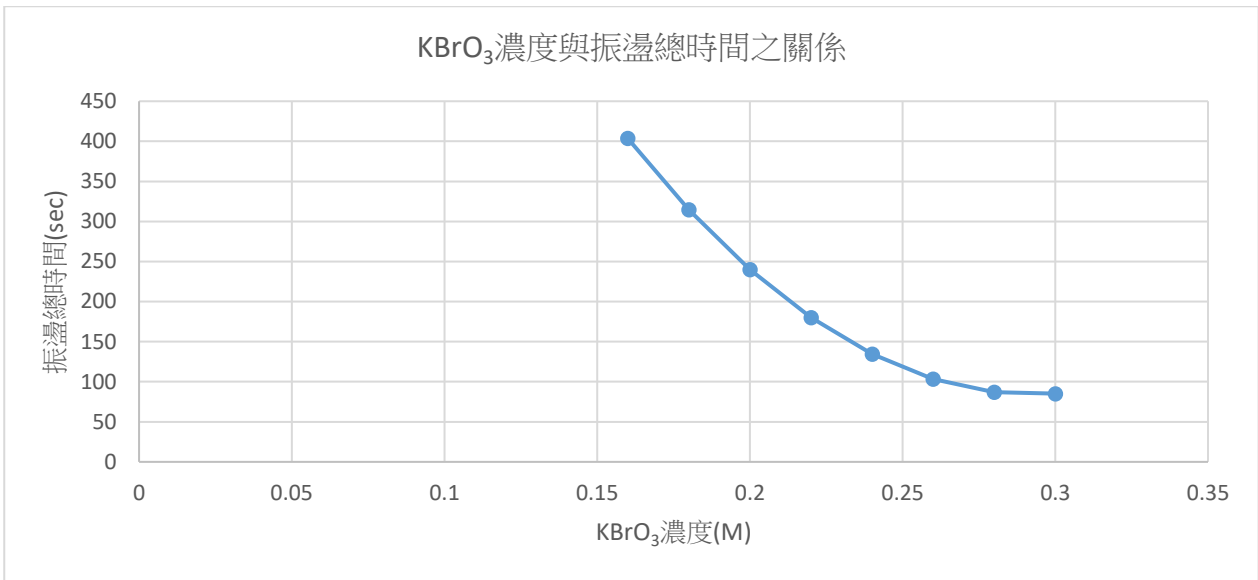
三、探討各反應物濃度對 BZ 震盪反應之影響

(一) 改變 KBrO_3 濃度：

固定 $[\text{KBrO}_3] = 0.2\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 6\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.3\text{M}$ 之濃度，並觀察 KBrO_3 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 6\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.3\text{M}$ 和 $[\text{KBrO}_3] = 0.2\text{M}$ ，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 KBrO_3 分別為 0.10M 、 0.12M 、 0.14M 、 0.16M 、 0.18M 、 0.22M 、 0.24M ，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

KBrO_3 濃度(M)	0.16M	0.18M	0.20M	0.22M	0.24M	0.26M	0.28M	0.30M
振盪總時間(sec)	403.72	314.58	239.98	179.93	134.42	103.46	87.06	85.19
第一次振盪時間	807.43	629.15	479.96	359.86	268.86	206.94	174.1	170.36

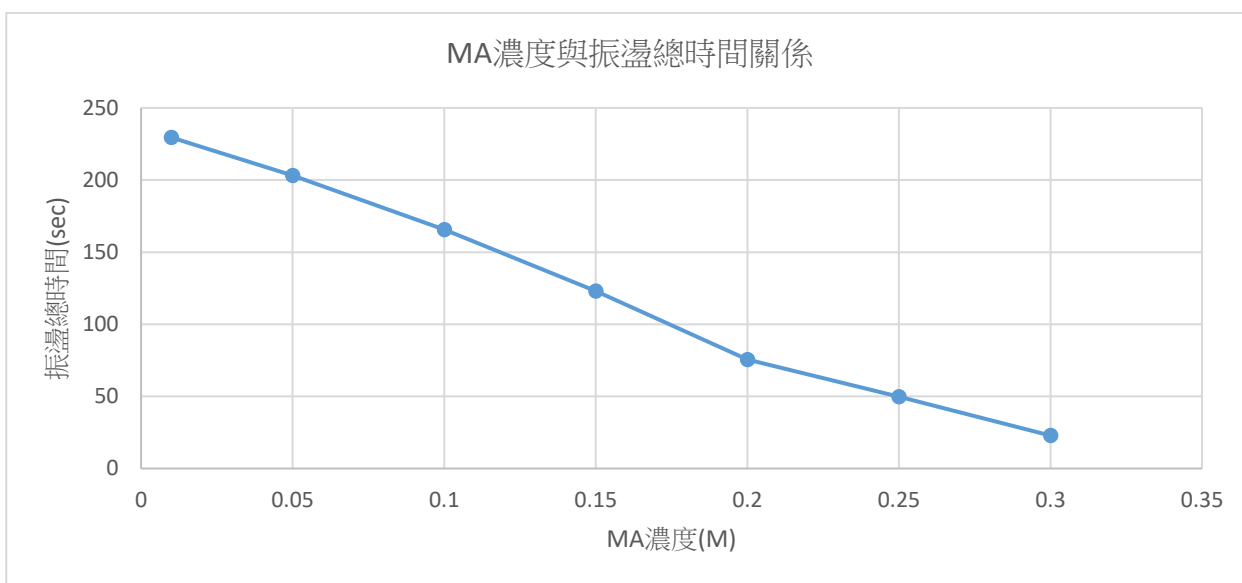


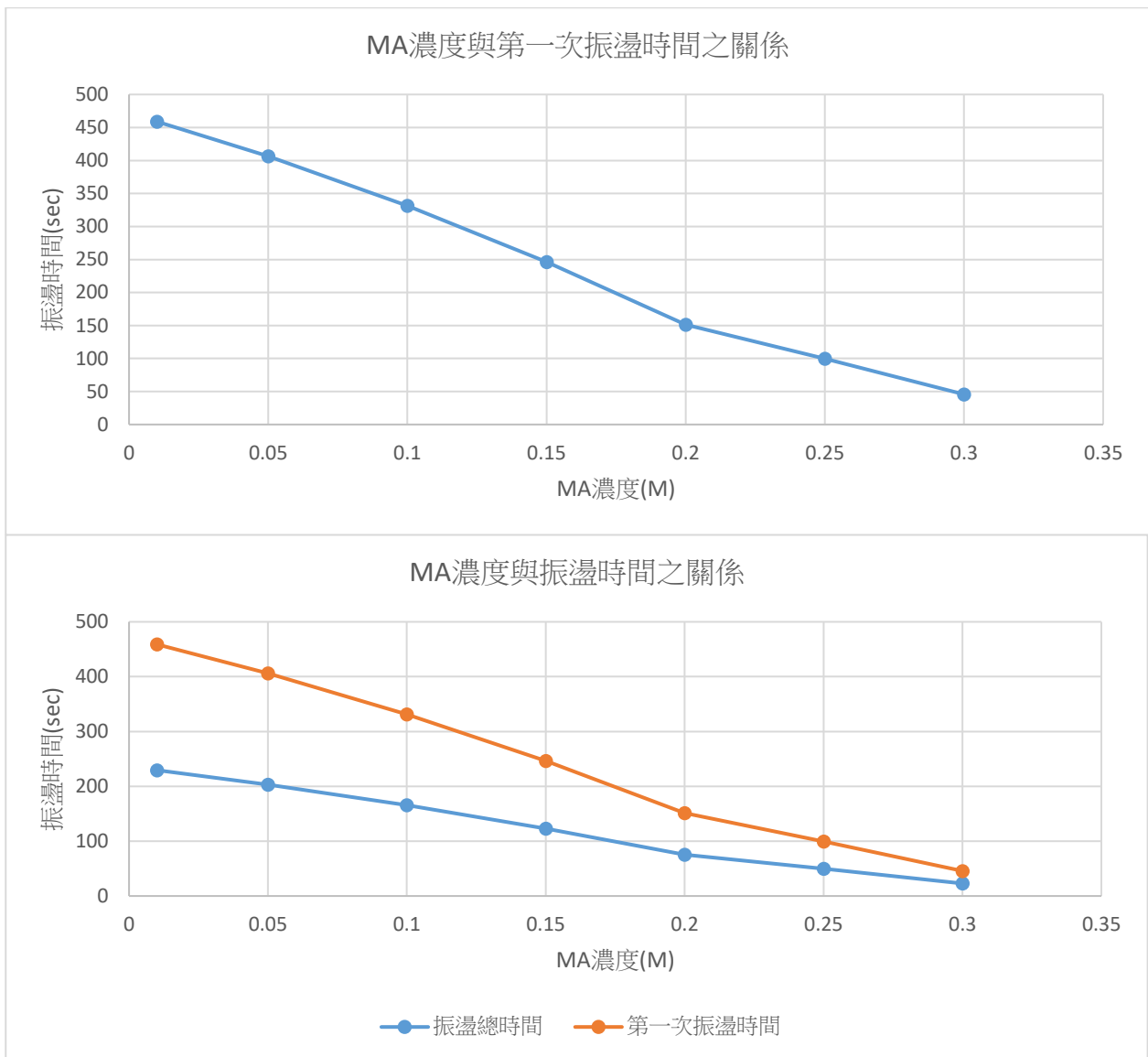
(二) 改變 MA 濃度：

固定 $[\text{KBrO}_3] = 0.2\text{M}$ 、 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 6\text{M}$ 、 $[\text{MA}] = 0.3\text{M}$ 之濃度，並觀察 MA 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入 $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 6\text{M}$ 、 $[\text{KBrO}_3] = 0.2\text{M}$ 和 $[\text{MA}] = 0.3\text{M}$ ，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 MA 分別為 0.01M、0.015M、0.1M、0.15M、0.2M、0.225M、0.35M，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

MA 濃度(M)	0.01M	0.05M	0.1M	0.15M	0.2M	0.25M	0.3M	0.35M
振盪總時間(sec)	229.5	203.16	165.69	123.14	75.54	49.8	22.86	-
第一次振盪時間	458.99	406.33	331.37	246.29	151.07	99.7	45.72	-



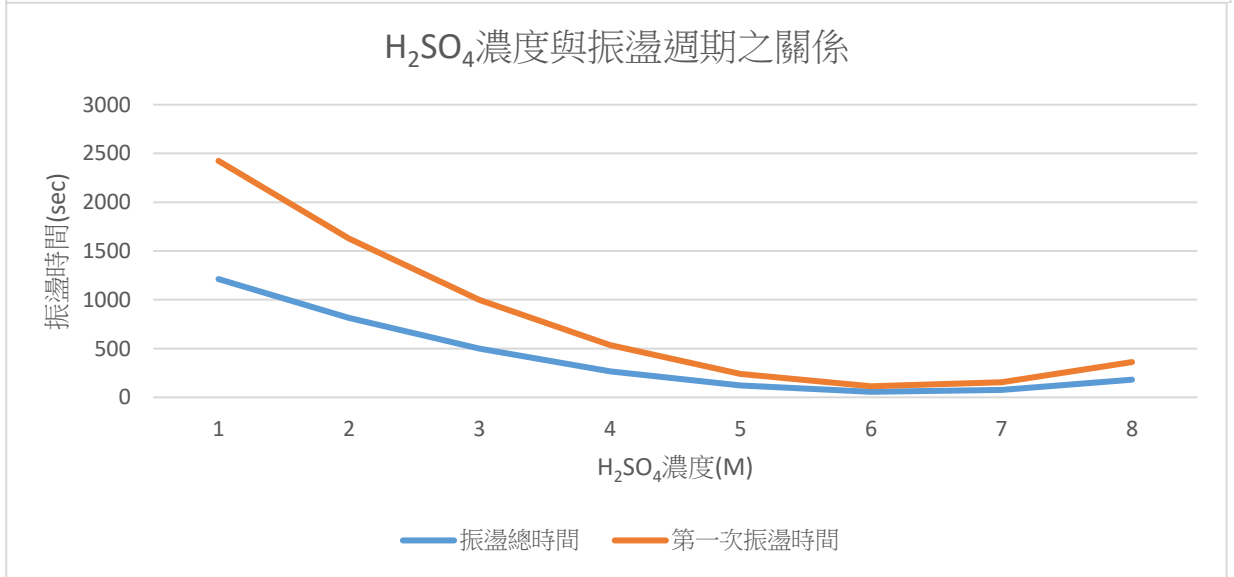
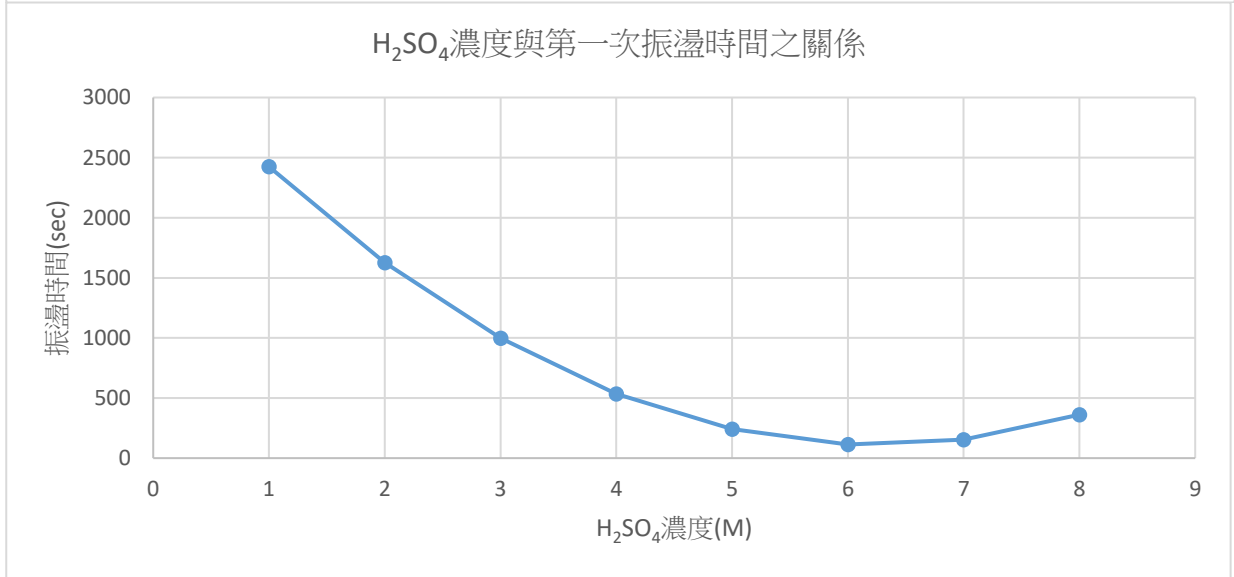
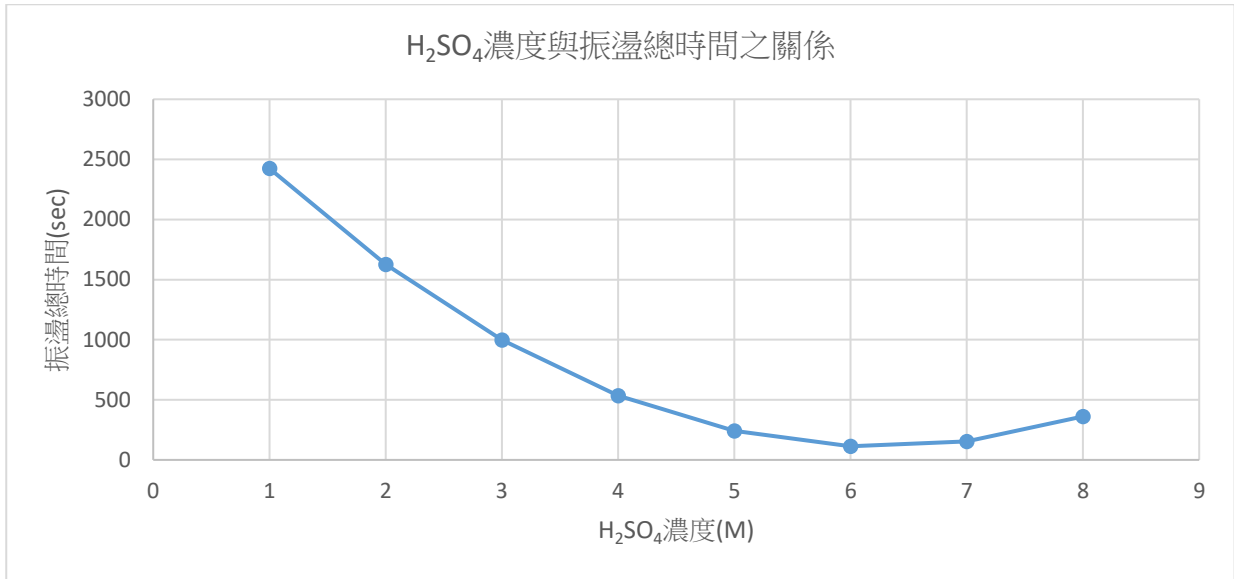


(三) 改變 H₂SO₄ 濃度：

固定[KBrO₃] = 0.2M、[H₂SO₄] = 6M、[MA] = 0.3M 之濃度，並觀察 H₂SO₄ 在不同濃度時對振盪反應的影響。

1. 在試管中倒入[MA] = 0.3M、[KBrO₃] = 0.2M 和 [H₂SO₄] = 6M，放入自製觀測裝置中記錄其數據。
2. 接著改變試管中的 H₂SO₄ 分別為 0.01M、0.015M、0.0225M、0.03M、0.45M、0.09M、0.18M、0.27M，重複步驟 1(將待測溶液放入自製觀測裝置中觀察其數值並記錄)。

H ₂ SO ₄ 濃度(M)	1M	2M	3M	4M	5M	6M	7M	8M
振盪總時間(sec)	1212.23	813.55	498.66	267.57	120.27	56.72	77.5	181.13
第一次振盪時間	2424.45	1627.09	997.32	535.13	240.53	113.52	154.09	362.25



陸、 討論

- 一、利用 I_2 +澱粉溶液和 arduion 板輸出數值的實驗證實出我們的自製觀測儀器是可行的，並可利用本裝置推算出其數值等資料。且因為 I_2 +澱粉溶液顏色為藍黑色，故使用藍色光。
- 二、因為雙氧水易變質，故在調配雙氧水時必須確保他是全新且剛開封的。
- 三、BR 振盪反應：
 - (一) 碘酸鉀濃度低於 0.12M 後我們便觀測不到振盪現象(無藍色)，因此我們認為是碘分子的濃度太低，因而無法和可溶性澱粉產生藍黑色的錯合物。
 - (二) 碘酸鉀的濃度越高，總振盪時間越長。
 - (三) 雙氧水在濃度為 2.89M 以下振盪總時間隨濃度越高而增加的現象較濃度為 2.89M 以上來的明顯。
 - (四) 雙氧水的濃度越高總振盪時間會隨之增長。
 - (五) 丙二酸在濃度在 0.3M 以下的振盪總時間會隨著濃度增加而漸增，但當濃度大於 0.3M 後振盪總時間則會隨著濃度增加而漸減。
 - (六) 錳離子在濃度在 0.075M 以下的振盪總時間會隨著濃度增加而漸增，但當濃度大於 0.75M 後振盪總時間則會隨著濃度增加而漸減。
 - (七) 錳離子濃度低於 0.0125M 後我們便觀測不到振盪現象，因此我們認為是反應太慢而導致觀測不到振盪現象。
 - (八) 硫酸濃度低於 0.0225M 時偵測不到振盪現象。
 - (九) 硫酸濃度為 0.0225M 時，大約 55~60 秒才會出現振盪現象。
 - (十) 當溫度越低時，其振盪週期越大，振盪頻率越小，故溫度與反應速率呈正相關。
 - (十一) 當溫度越高時，其反應速率越快，所需的時間越短。
 - (十二) 溫度越高出現震盪週期越短，溫度越低出現震盪週期越長，可見溫度與反應震盪週期呈正相關。
- 四、我們發現 BZ 振盪反應的振盪次數為 3 到 5 次，因此我們決定取第一次、第二次與的三次的振盪時間來探討 BR 與 BZ 振盪反應。

五、BZ 振盪反應：

(一) 丙二酸濃度在 0.35M 以下時其振盪總時間會隨著濃度增加而漸減，

(二) 當丙二酸濃度在 0.35M 以上時其振盪總時間是測不到的。

六、我們發現第一次出現震盪週期的時間都遠小於第二次，可見本實驗的振盪時間及週期都需要經歷第一次後才會出現明顯的穩定。

柒、 結論

一、透過 I+澱粉溶液之濃度變化與 arduion 板輸出數值的實驗，因而證實出我們的自製觀察儀器擁有可行性，並可利用本裝置觀察出本實驗的顏色變化並計算其數值等資料。

二、改變反應物濃度時對 BR 振盪反應振盪時間之影響：

第一次振盪時間明顯較其他次的振盪時間來得長。

(一) 碘酸鉀、雙氧水、丙二酸、錳離子與硫酸的第一次振盪時間明顯較長。

(二) 碘酸鉀、雙氧水、丙二酸、錳離子與硫酸的第二次振盪時間與第三次振盪時間大約相同。

(三) 碘酸鉀、雙氧水、丙二酸、錳離子與硫酸濃度越高，第一次振盪時間會有變小的趨勢。

三、改變反應物濃度時對 BR 振盪反應振盪總時間之影響：

碘酸鉀與雙氧水濃度與振盪總時間呈正相關，硫酸與丙二酸則是呈負相關。

(一) 碘酸鉀與雙氧水濃度愈高，振盪總時間愈大。

(二) 硫酸與丙二酸濃度愈高，振盪總時間愈小。

(三) 改變錳離子濃度對振盪總時間的影響不太明顯。

四、改變反應物濃度時對 BR 振盪反應振盪次數之影響：

雙氧水濃度與振盪次數呈正相關。

(一) 碘酸鉀濃度為 0.2M、丙二酸濃度為 0.375M、錳離子濃度為 0.025M 和硫酸濃度為 0.225M 時會有最多的振盪次數。

(二) 雙氧水濃度愈高，其振盪次數愈多。

五、改變反應時的溫度對 BR 振盪反應之影響：

溫度越高，反應速率越快。

- (一) 當溫度越低時，其振盪週期越大，振盪頻率越小，這可以應證溫度與反應速率的關係。
- (二) 當溫度越高時，其反應速率越快，所需的時間越短。
- (三) 溫度越高出現振盪週期越短，溫度越低出現振盪週期越長，可見溫度與反應振盪週期呈正相關。

六、改變反應物濃度時對 BZ 振盪反應之影響：

反應物濃度愈高，振盪總時間愈短。

- (一) 溴酸鉀、硫酸、丙二酸的濃度越大，振盪總時間就越小。
- (二) 溴酸鉀的濃度越高總振盪時間會隨之下降。
- (三) 硫酸濃度對振盪總時間的影響最大。
- (四) 硫酸濃度在 1M~6M 時，我們觀測到振盪總時間是下降的，但當硫酸濃度超過 6M 後我們便觀測到振盪總時間是增加的。
- (五) 丙二酸濃度對振盪總時間的影響最小。

七、比較 BR 振盪反應與 BZ 振盪反應

- (一) 因為 BR 與 BZ 振盪反應之反應物相同的為硫酸和丙二酸，因此我們做了兩種反應物的比較。

1. 當改變硫酸濃度時：

(1) 振盪總時間：

在 BR 振盪反應中，硫酸濃度高於 0.0225M，振盪總時間有增也有減。

在 BZ 振盪反應中，硫酸濃度對振盪總時間的影響最大。

(2) 第一次振盪時間：

在 BR 振盪反應和 BZ 振盪反應中，我們發現第一次振盪時間都會遠高於其它次的振盪時間，而我們推測其原因是因為剛開始反應時，各反應物尚未完全反應，因此振盪時間增長。

2. 當改變丙二酸濃度：

(1) 振盪總時間：

在 BR 振盪反應中，丙二酸濃度越高，振盪總時間會逐漸增長接著有漸短的現象。

在 BZ 振盪反應中，丙二酸濃度對振盪總時間的影響最小。

(2) 第一次振盪時間：

在 BR 振盪反應和 BZ 振盪反應中，當濃度越高時，第一次振盪時間會下降。第一次振盪時間遠高於其它次振盪時間，其原因是因為剛開始反應時，各反應物尚未完全反應，因此振盪時間增長。

捌、參考資料及文獻

一、國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系。色彩變變變。

<http://scigame.ntcu.edu.tw/chemistry/chemistry-013.html>

二、陳亞拿、游茜雯、翁梓樺(2007)；中華民國第四十七屆中小學科展高中組化學科---當我們倒在一起—BR 震盪反應的探討。

三、張繁可、盧奕帆(2008)；台灣 2008 年國際科學展覽會---醇醇欲動的震盪反應。

【評語】 050210

以自製振盪觀測儀器來探討 BR 振盪反應為。觀察改變各反應物濃度與溫度對 BR 反應之影響，並比較不同濃度 BR 與 BZ 兩種振盪反應之振盪時間。實驗數據豐富，可看出團隊的用心。然振盪反應是一已被研究很久的動力學反應機制，雖然反應步驟複雜，仍可利用已知的公式來解釋振盪的基本原理，並展示振盪的具體表徵，更能突顯自製振盪觀測儀器的價值。

摘要

我們以BR振盪反應為這一次的研究主題，並自製振盪觀測儀器。利用自製振盪觀測儀器探討改變各反應物濃度與溫度對BR反應之影響，並比較不同濃度對BR與BZ兩種振盪反應之振盪時間，我們發現兩種振盪反應的第一次振盪時間明顯較長。BR振盪反應中碘酸鉀與雙氧水濃度愈高，振盪總時間愈大，但硫酸與丙二酸濃度愈高，振盪總時間愈小，改變錳離子濃度影響不太明顯，當 $[KIO_3]=0.2M$ 、 $[MA]=0.375M$ 、 $[Mn^{2+}]=0.025M$ 和 $[H_2SO_4]=0.225M$ 時會有最多的振盪次數，而改變溫度時，溫度越高，其反應速率越快，所需的時間越短，出現振盪週期越短，溫度越低出現振盪週期越長，可見溫度與反應振盪週期呈正相關。

研究動機

由於國中開始我們參與過相當多的化學實驗課，再加上我們也常常參與科教館或本縣辦理的趣味科學實驗營隊，其中有一段變色瓶的影片，這個實驗和我以往接觸過的實驗有相同的部分，也有差異的部分，於是在課後我和朋友討論這個實驗，我們倆都覺得十分有趣，因此上網查了許多關於這個影片的資料，發現有振盪反應這個現象，其顏色會隨時間產生週期性交替變化，也能在空間上產生振盪圖形，這使我們十分好奇及覺得有趣，因而進一步探究振盪反應奧妙。

研究目的

- 一、自製振盪觀測儀器偵測BR振盪反應與BZ振盪反應之振盪次數與振盪時間。
- 二、使用自製振盪觀測儀器，探討BR反應中反應物在不同濃度時的振盪次數與振盪時間。
- 三、使用自製振盪觀測儀器，探討BZ反應中反應物在不同濃度時的振盪次數與振盪時間。
- 四、使用自製振盪觀測儀器，探討BR反應中反應物在不同溫度時的波峰時間與振盪週期。
- 五、比較改變反應物濃度時BR與BZ反應之不同處。

自製振盪觀測儀器檢驗可行性

自製振盪觀測儀器

自製振盪觀測儀器檢驗可行性

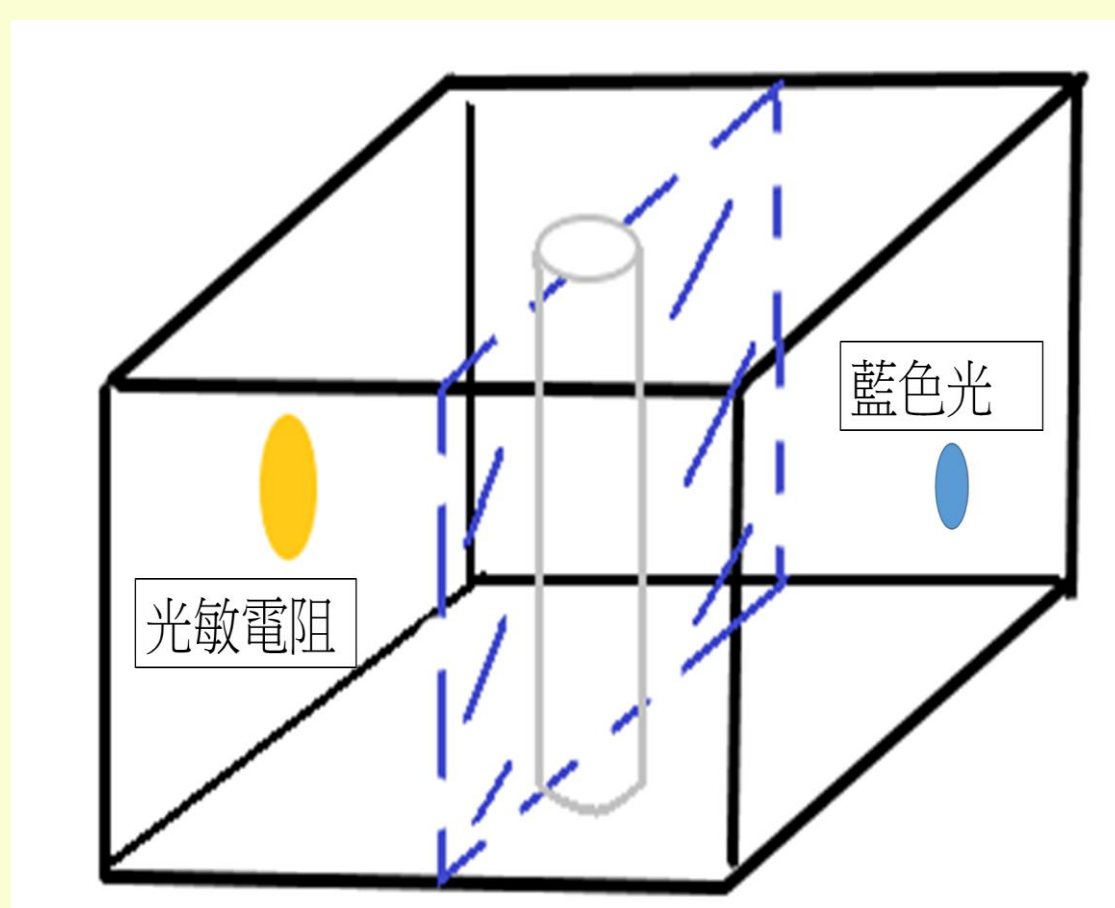
改變不同濃度對BR振盪反應之影響

改變不同溫度對BR振盪反應之影響

改變不同濃度對BZ振盪反應之影響

一、自製儀器來觀察振盪反應

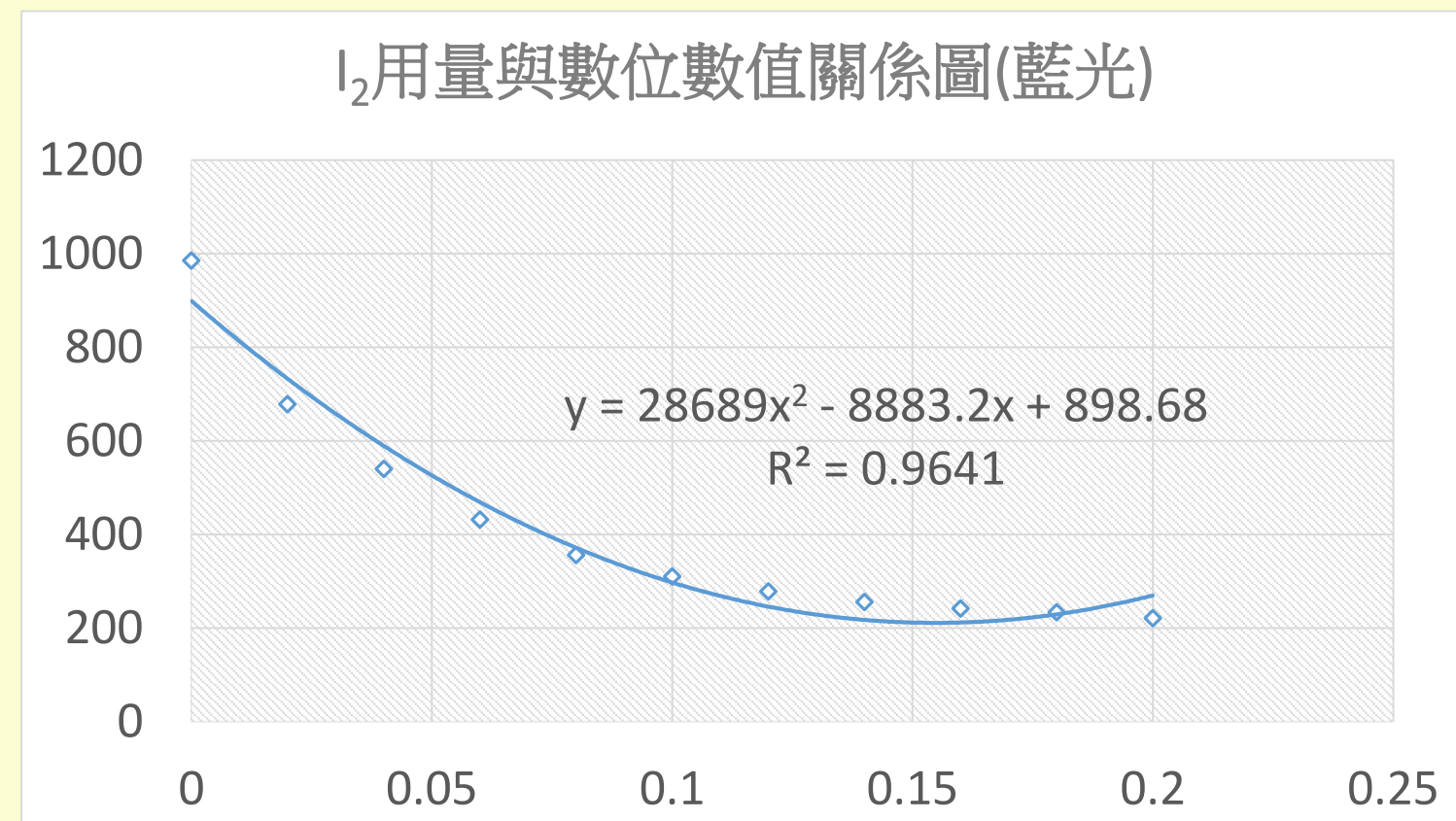
- (一)BR振盪反應的顏色變化利用肉眼觀察會有相當大的誤差，因此我們決定自製一臺能夠偵測振盪反應的儀器。
- (二)步驟：我們利用3D列印做一可開式黑色箱子，接著在左右側分別安裝RGB燈泡(有三種色光：紅、綠、藍)和光敏電阻，去偵測箱子中試管內的溶液變化，並透過arduion板和雲端傳送至電腦的網頁上。
- (三)說明：當光敏電阻器受到光照射的時候，它的電阻器值會降低，因光能而使其中的電子脫離原子成為自由電子，所以增加了材料的導電性。因此當光的強度很高時，電阻器值就會很低。而當單色光穿透試管照入光敏電阻時，光敏電阻感測到顏色有變化便會透過arduion板傳送數據至電腦上或裝置前方的顯示板，增加其可信度與可鑑度。



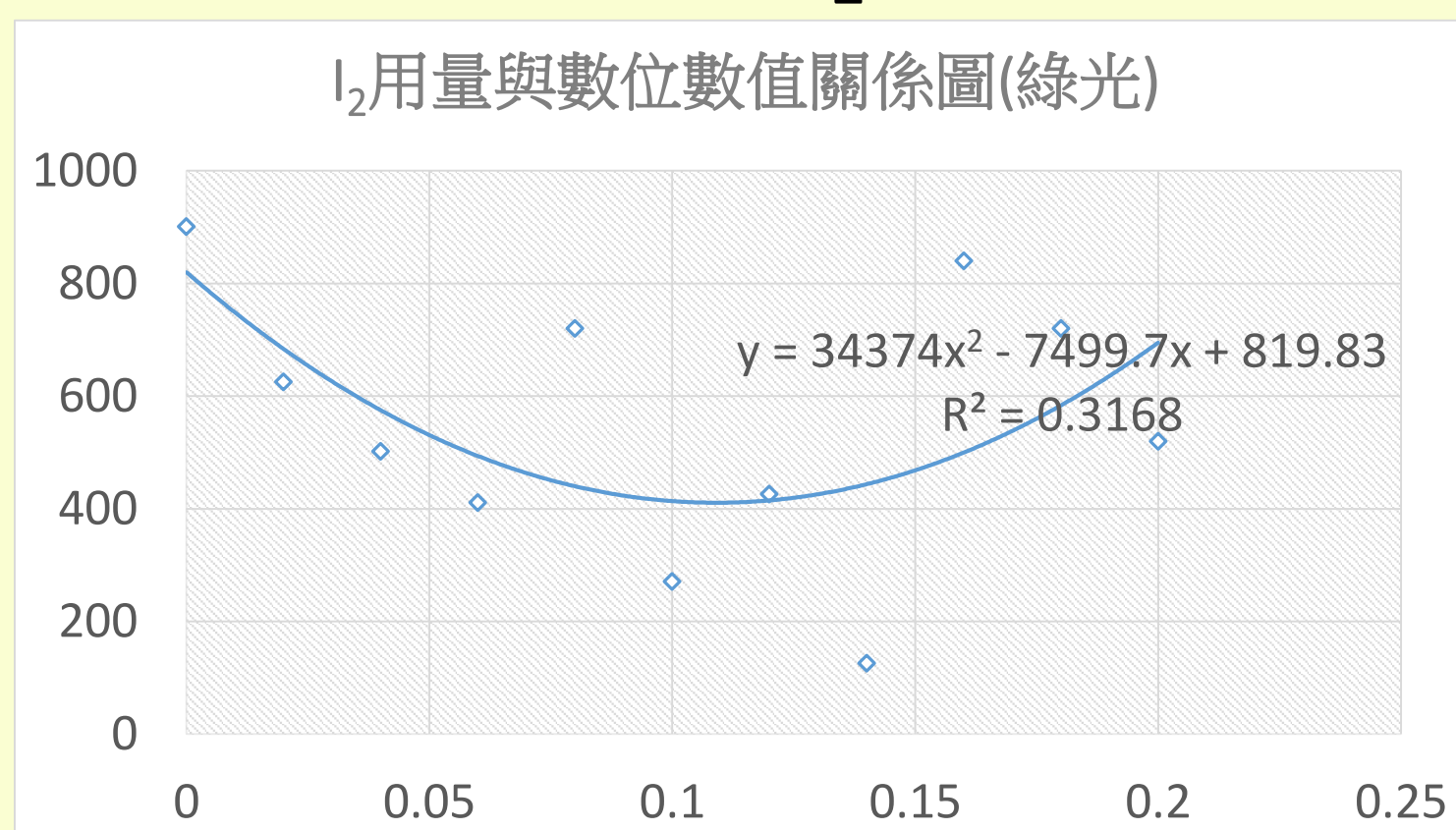
二、自製振盪觀測儀器之可行性

(一)探討不同色光對 I_2 +澱粉溶液的穿透關係：

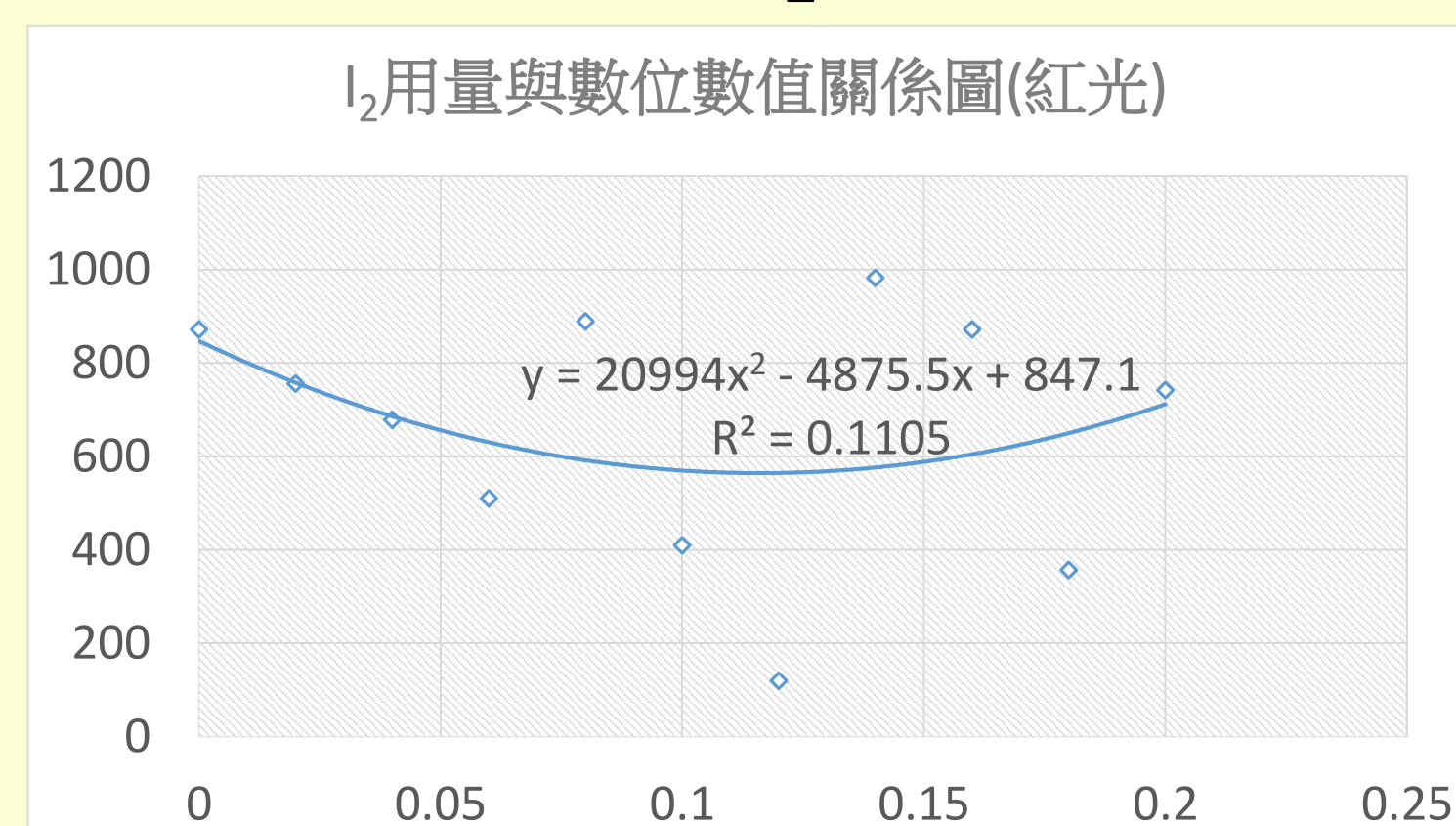
1.藍光穿透 I_2 +澱粉溶液



2.綠光穿透 I_2 +澱粉溶液



3.紅光穿透 I_2 +澱粉溶液



三、實驗結果我們發現：

- (一)含 I_2 愈多數位數值越小(光敏電阻產生的電壓越大)。
- (二)由不同色光之回歸曲線圖可知，藍光的數值較紅光與綠光有規律性，故我們的自製觀測儀器使用藍色色光。

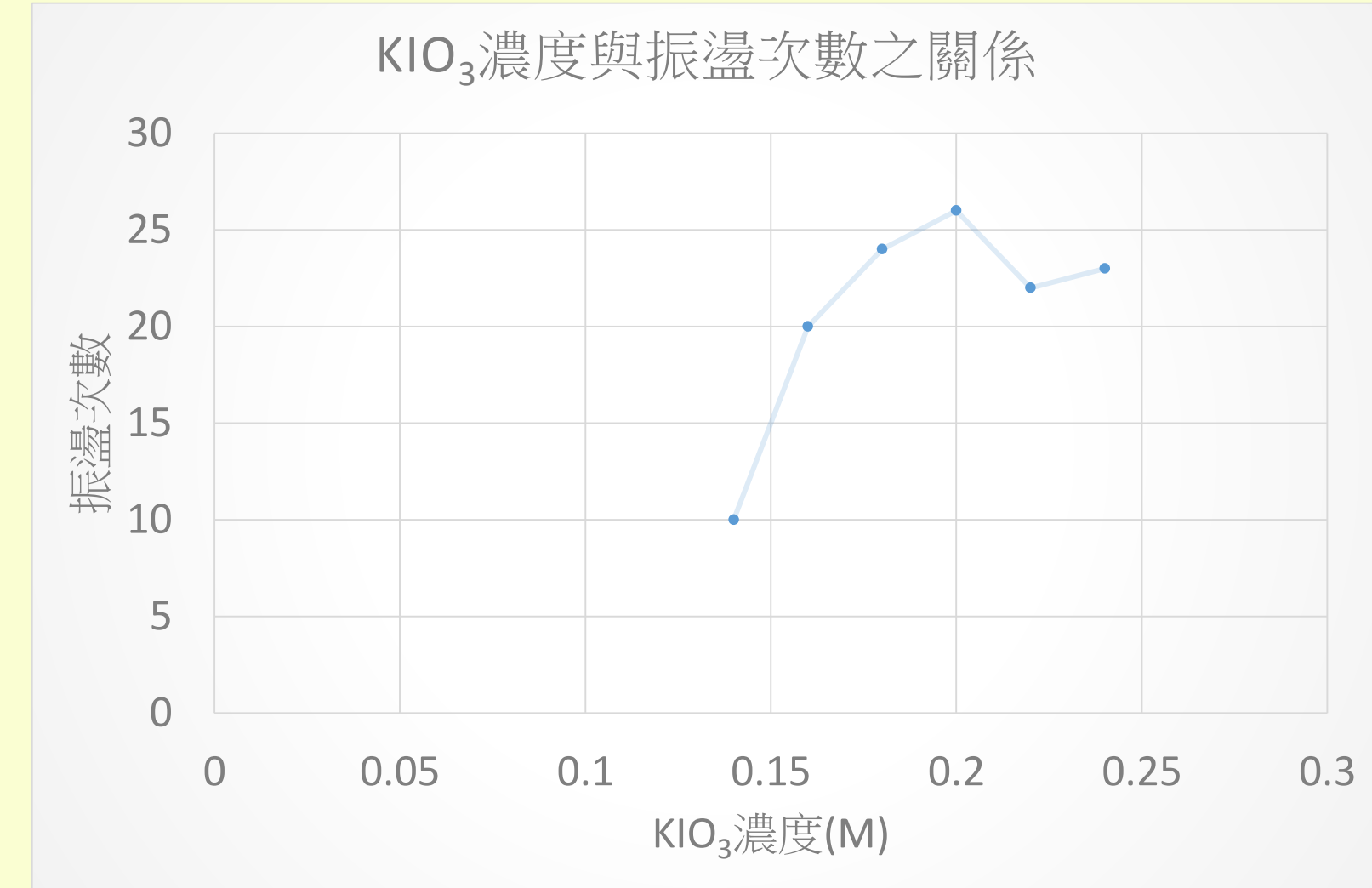
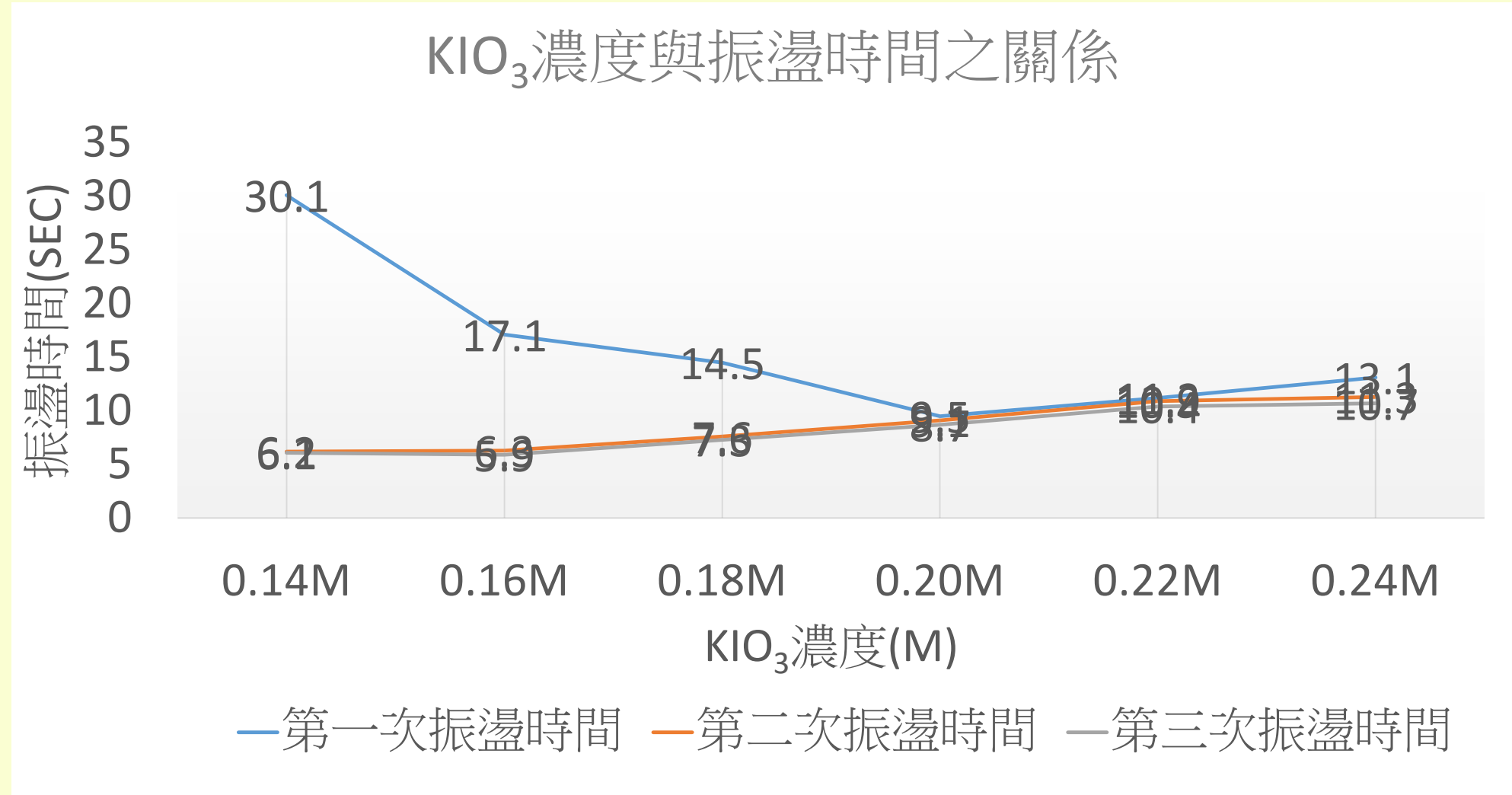
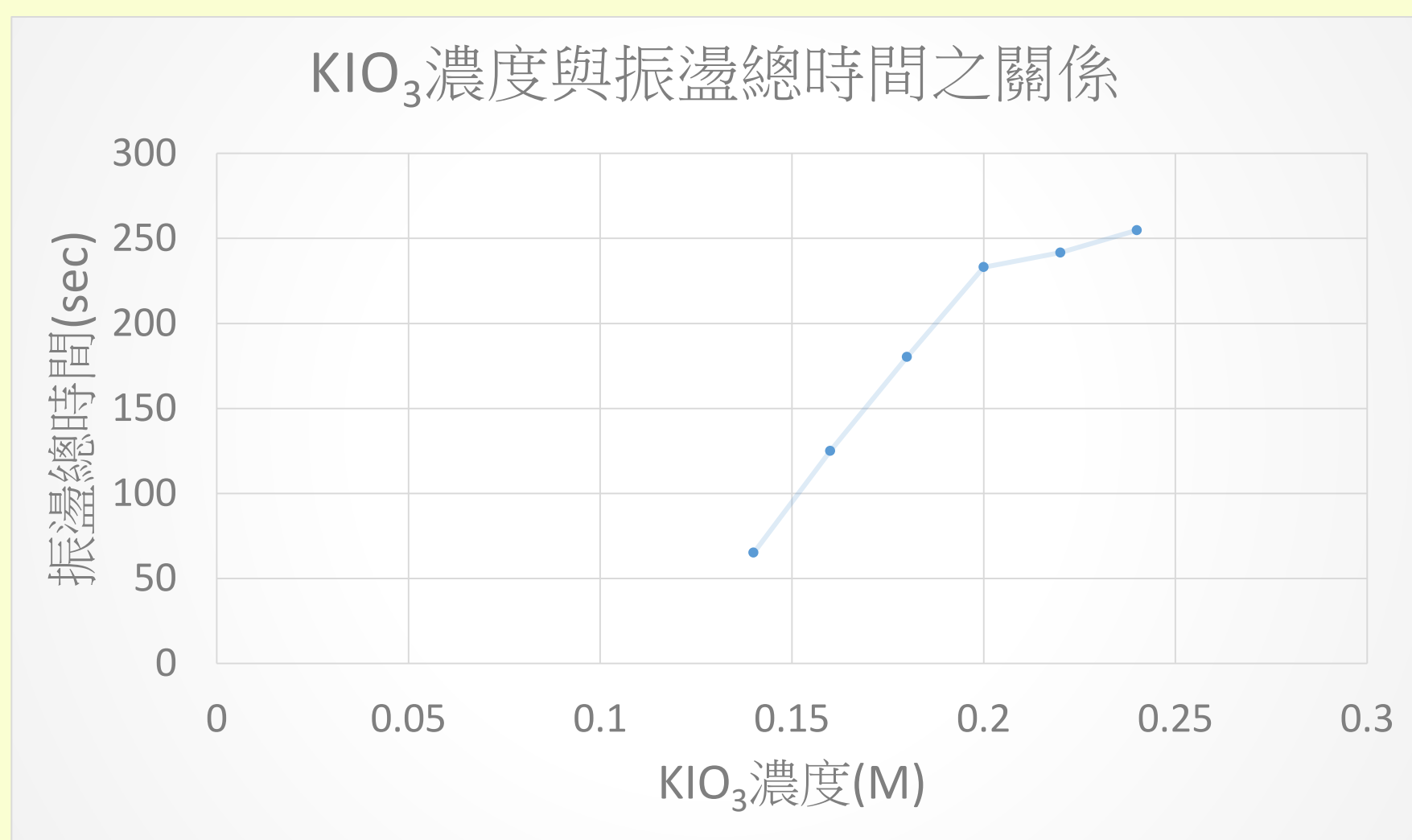
振盪反應之說明

- (一)BL 振盪反應：利用 KIO_3 、 H_2O_2 相混合，再加上 H_2SO_4 提供酸性環境。但因無指示劑，故不易觀察。週期約八秒，持續約六分鐘。
- (二)BZ 振盪反應：利用 $KBrO_3$ 、 H_2SO_4 及 $CH_2(COOH)_2$ 加上催化劑亞鐵靈，故呈現紅藍兩種顏色的交替變化，變色週期約一分鐘，可持續約一小時。反應結束後溶液呈透明無色。
- (三)BR 振盪反應：在 BL 振盪反應再加入丙二酸及澱粉則稱為 BR 振盪反應，呈現橘→藍→無色→橘→……，週期及持續時間皆與 BL 相似。

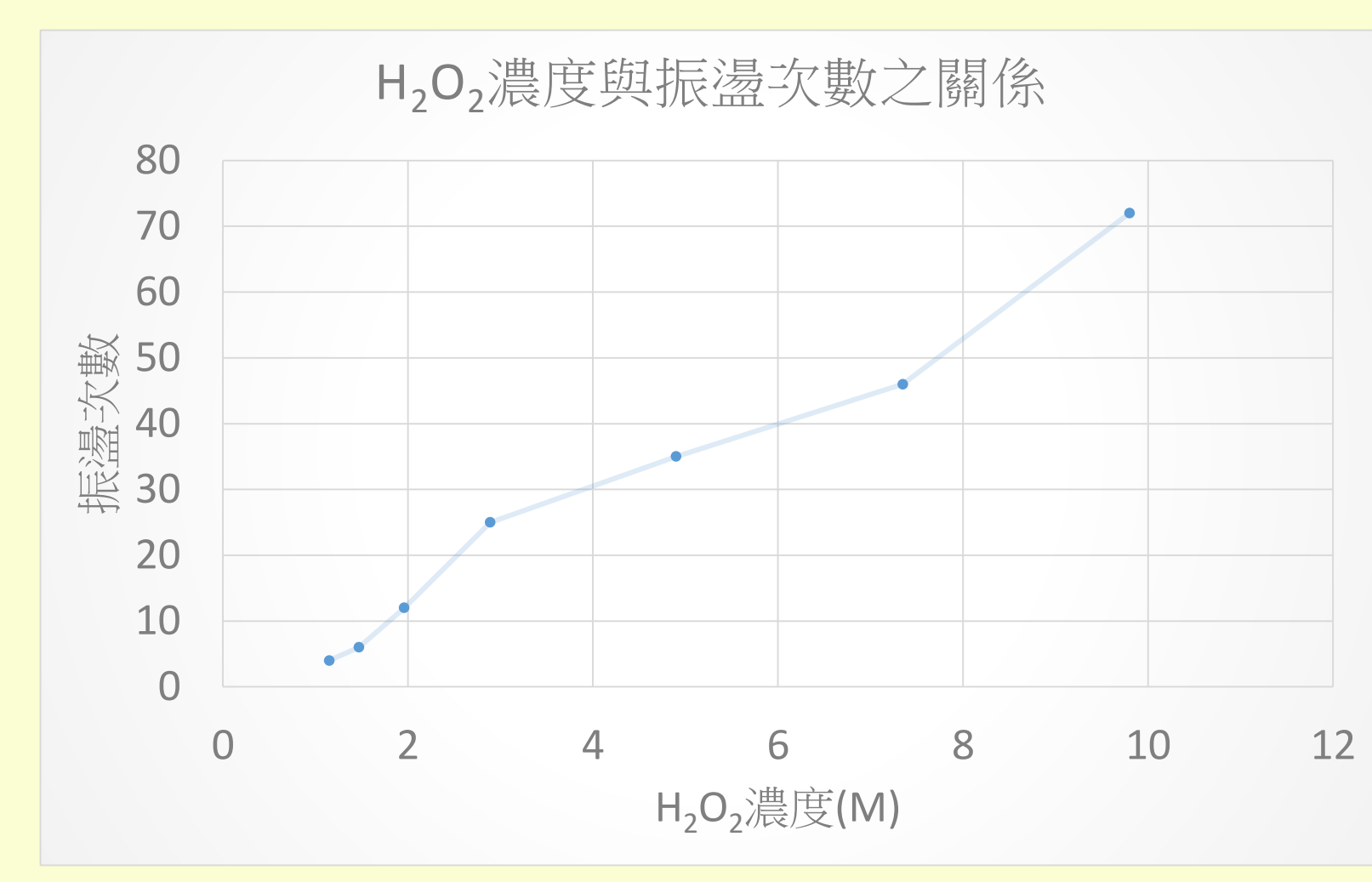
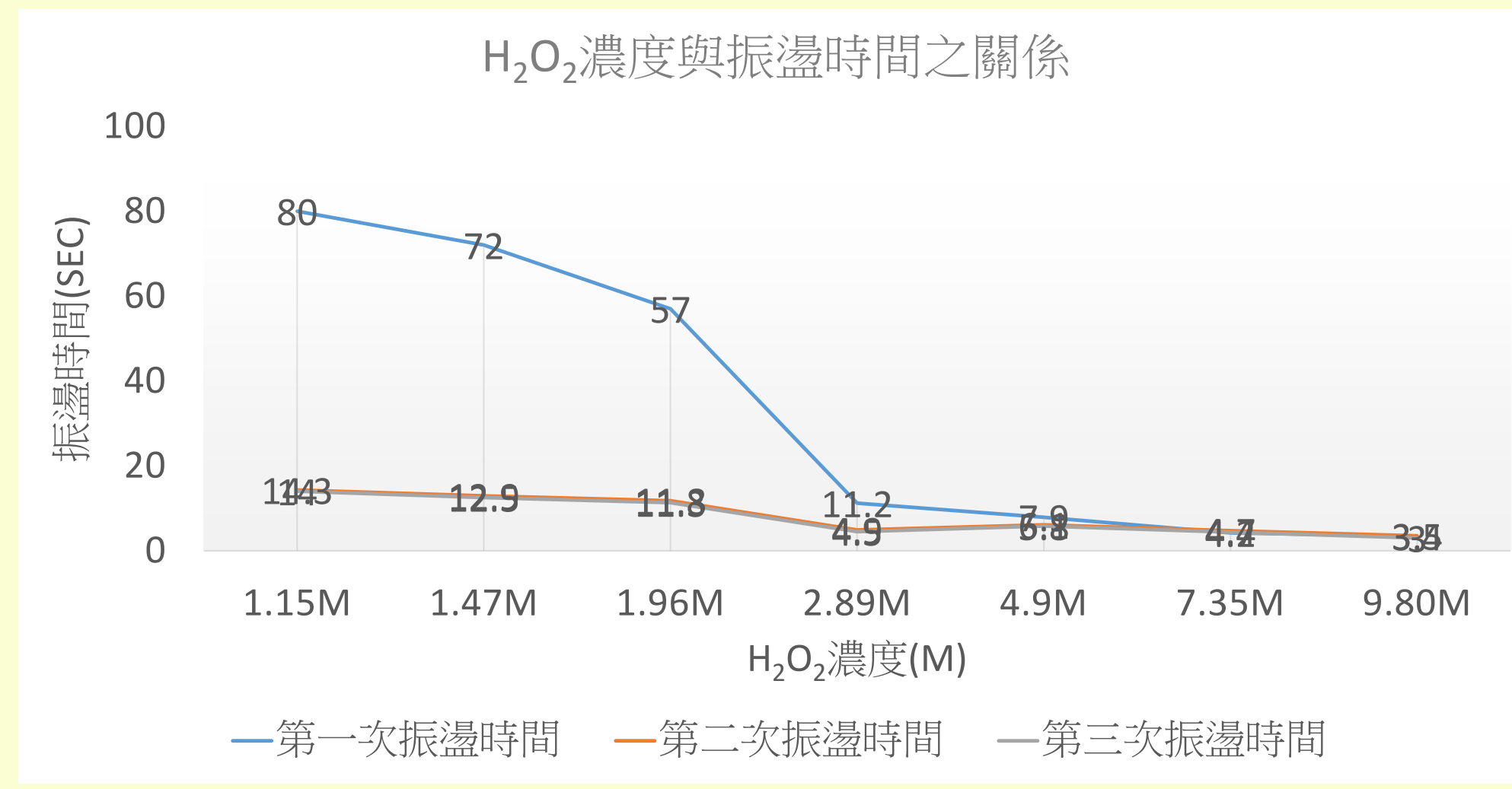
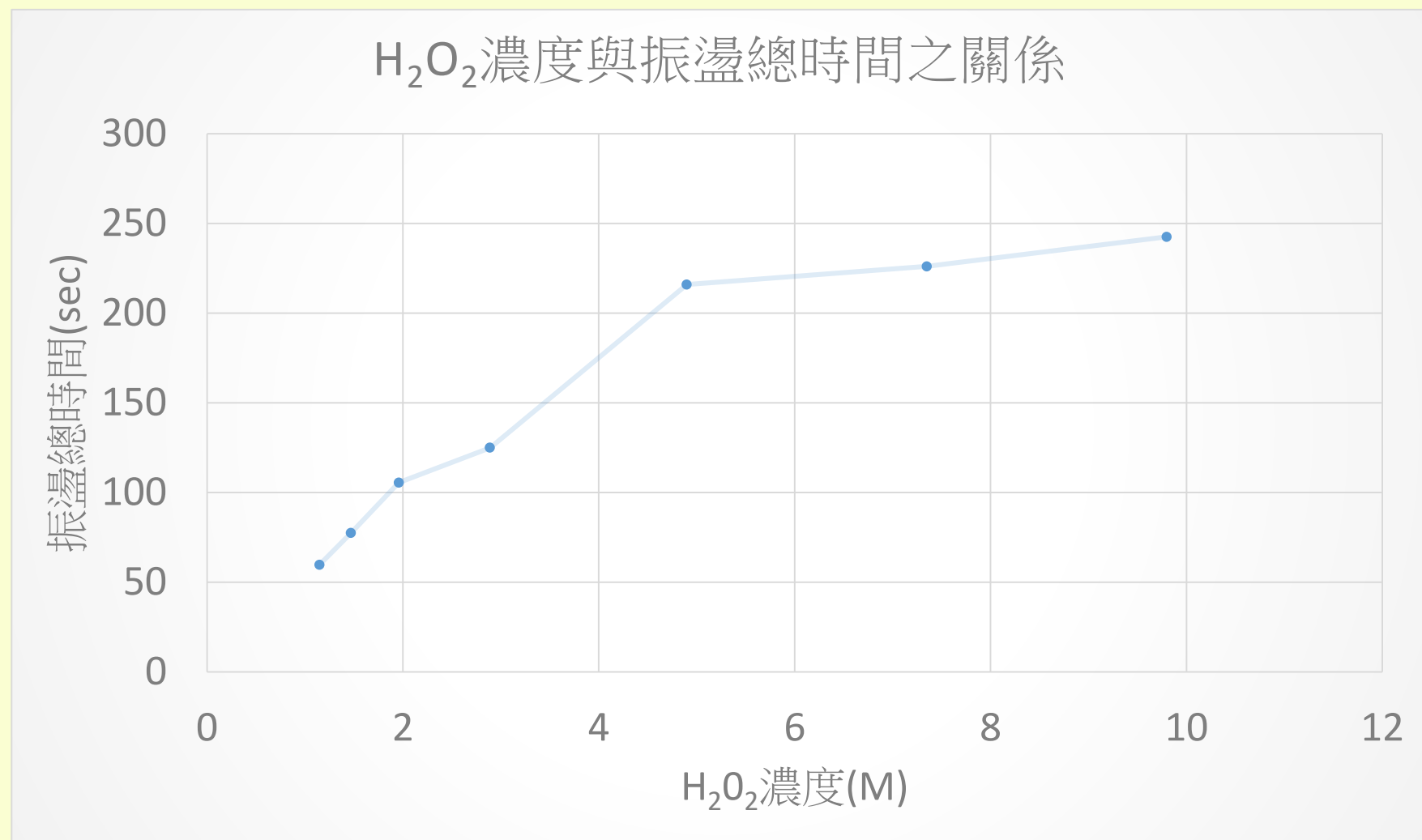
研究結果

一、探討各反應物濃度及溫度對BR振盪反應之影響

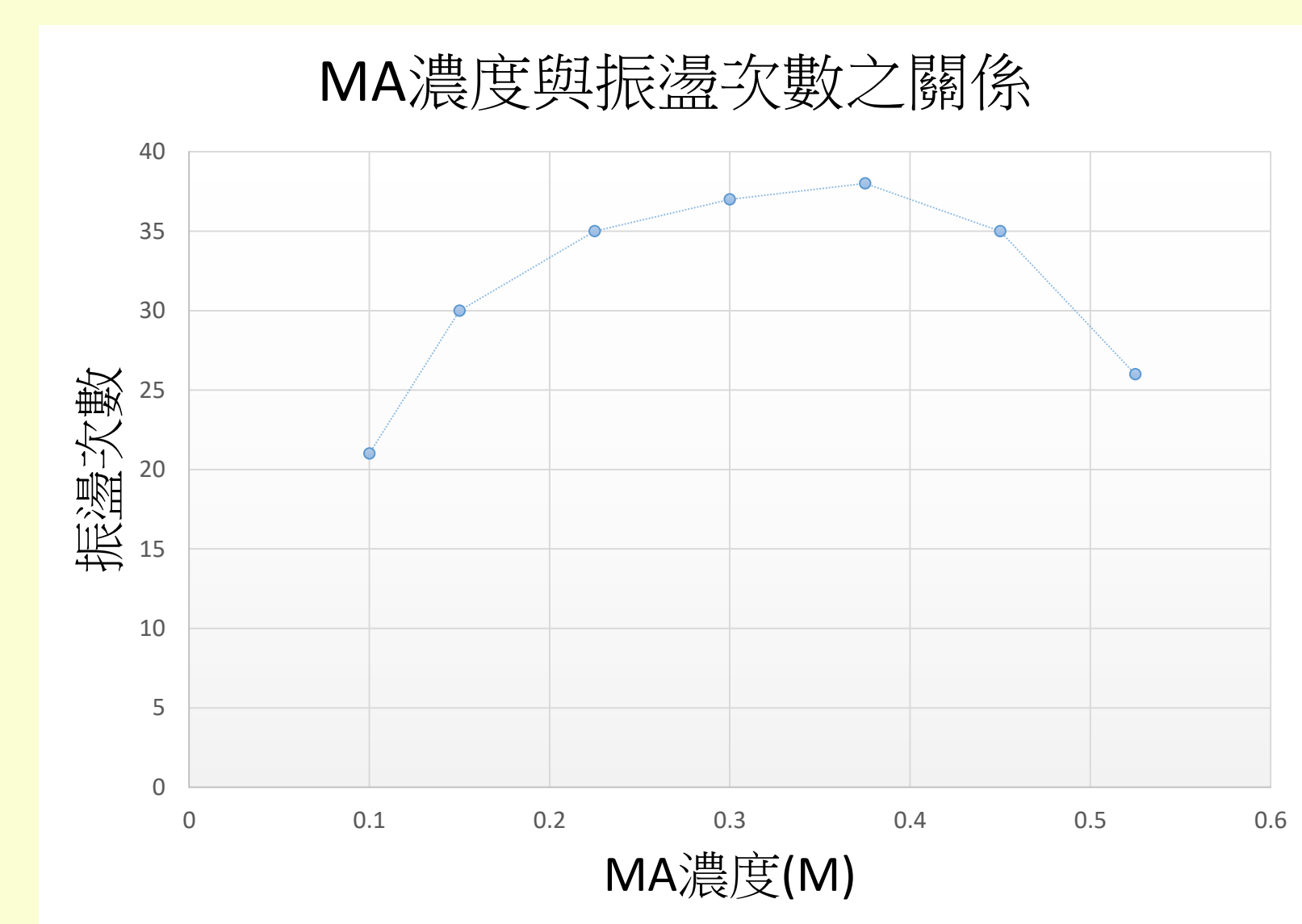
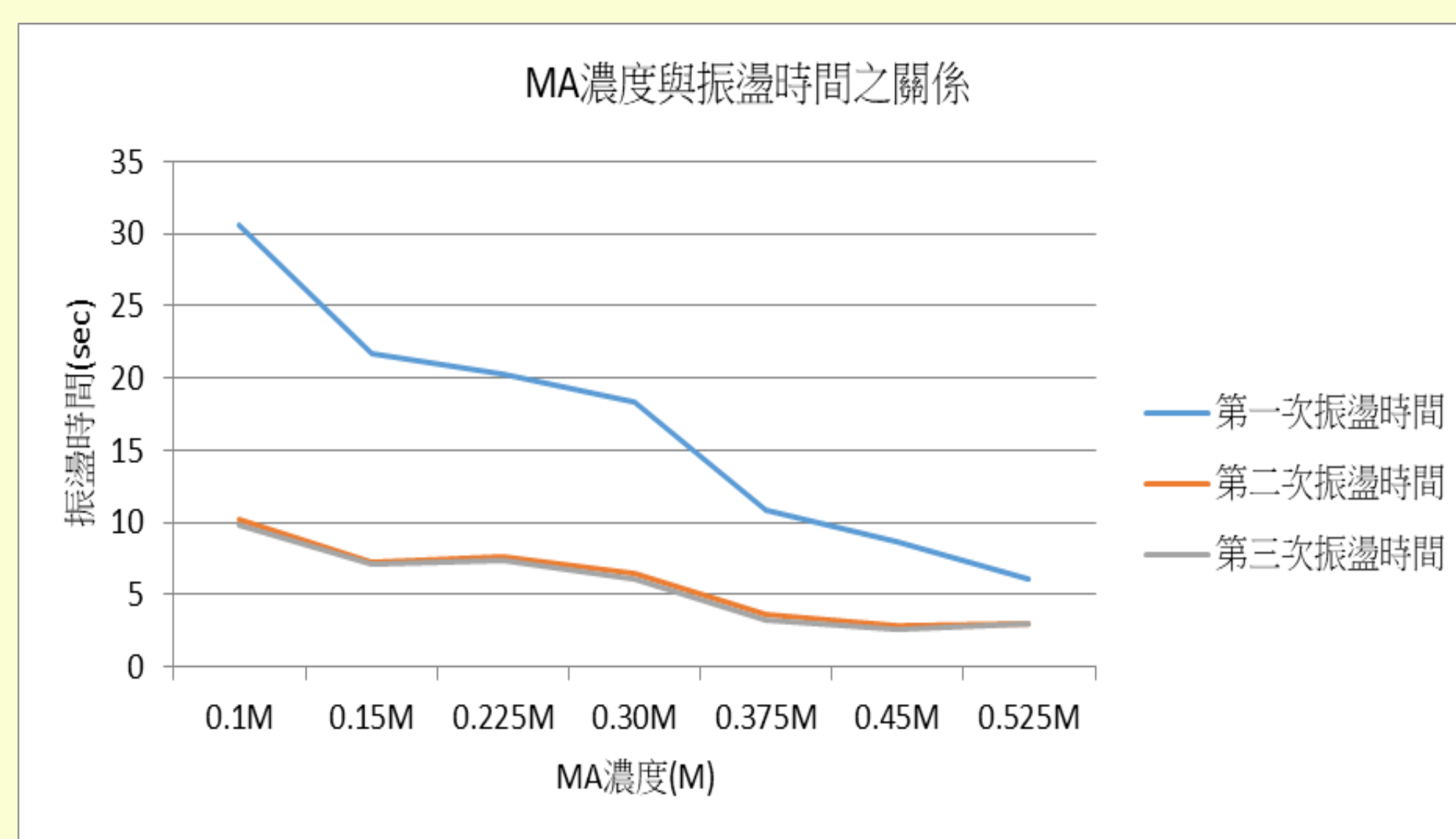
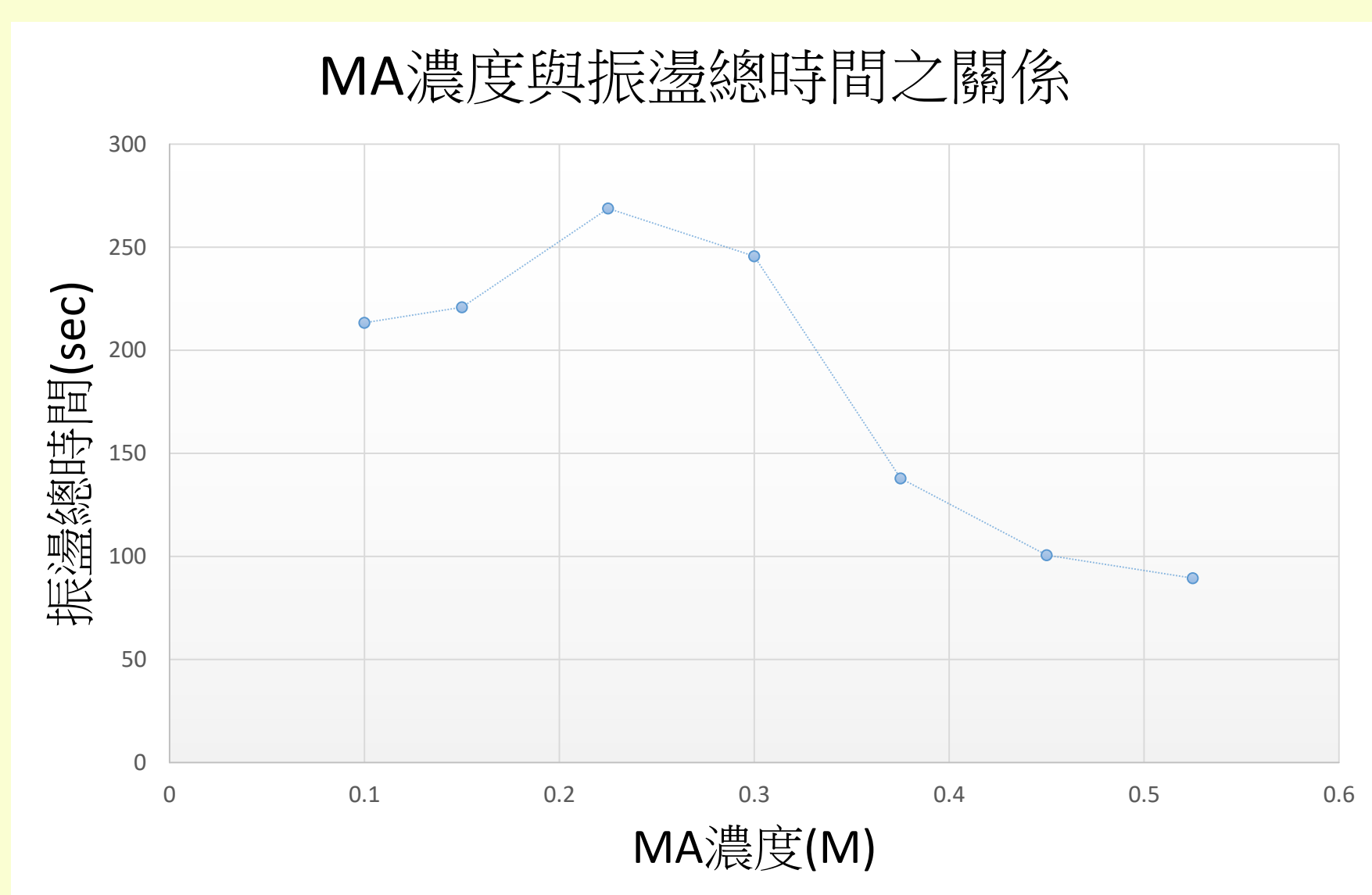
(一) 改變KIO₃濃度：



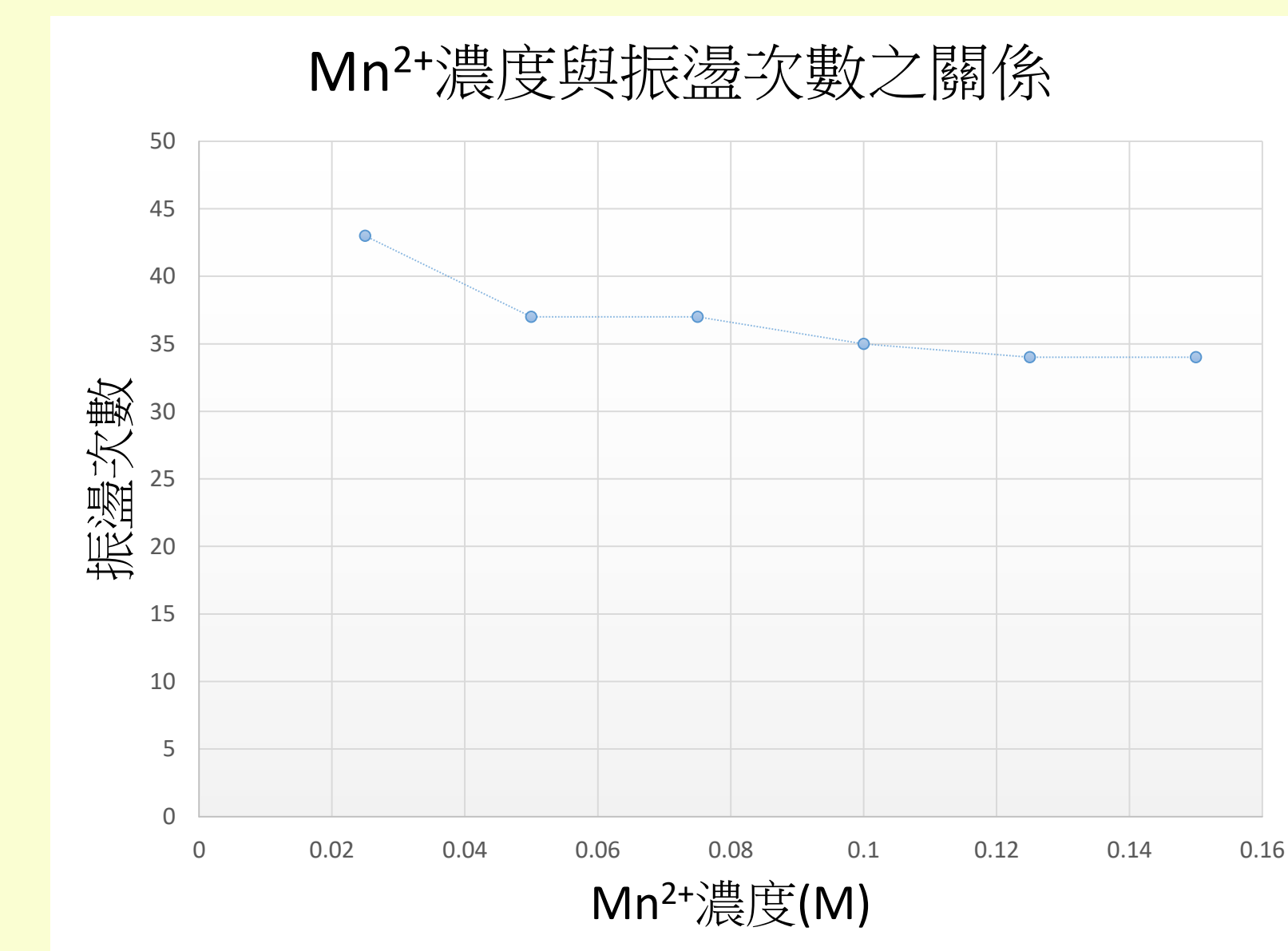
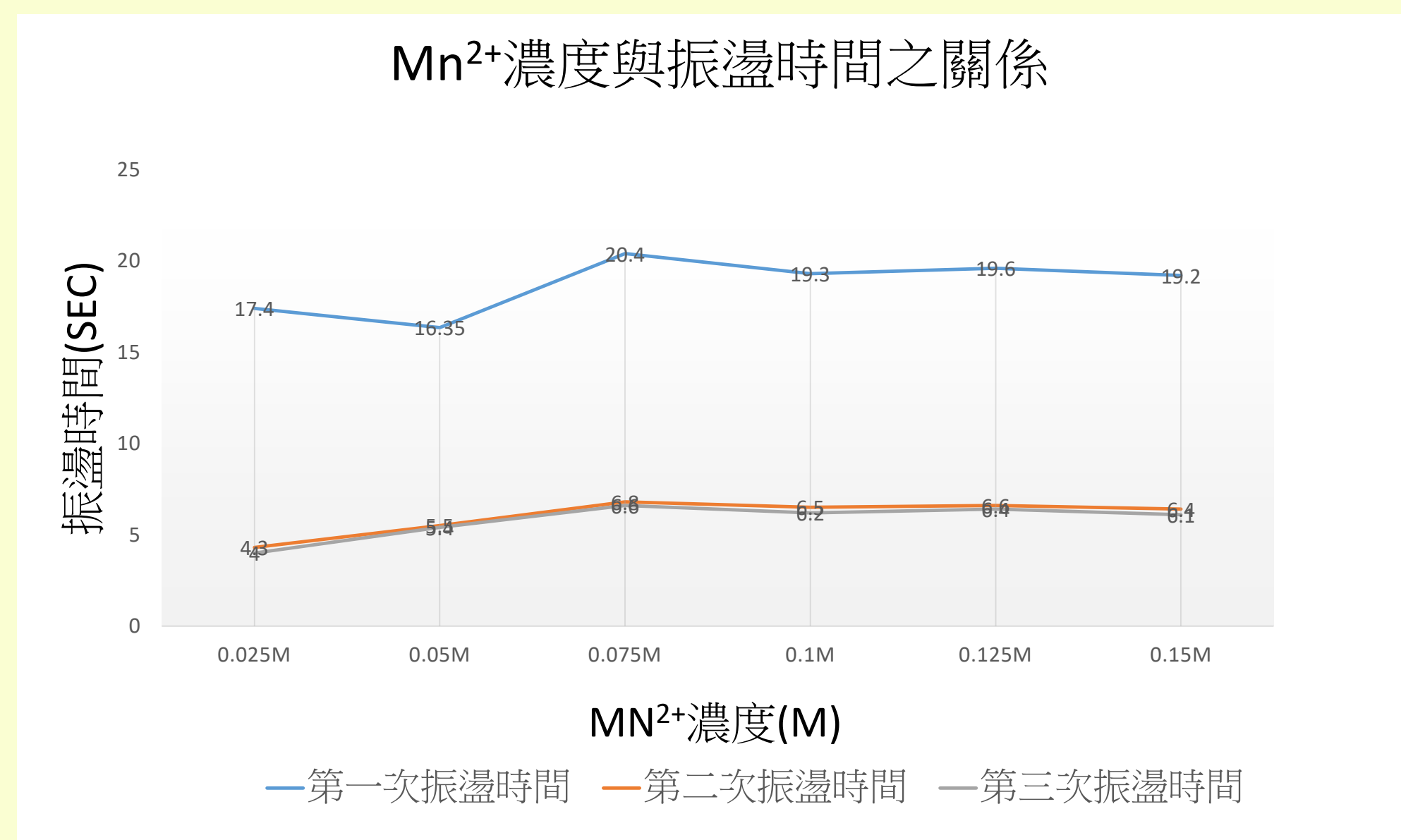
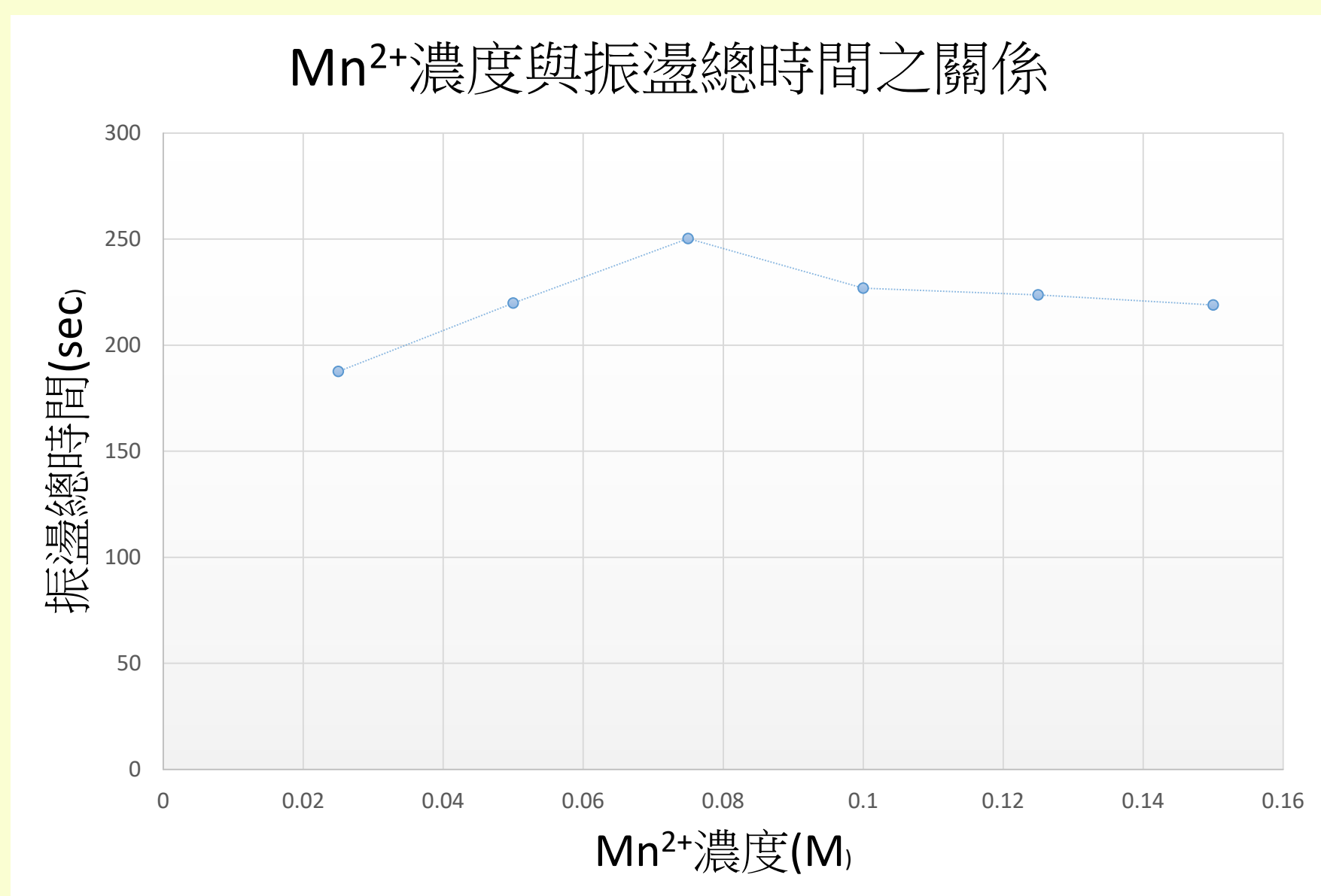
(二) 改變H₂O₂濃度：



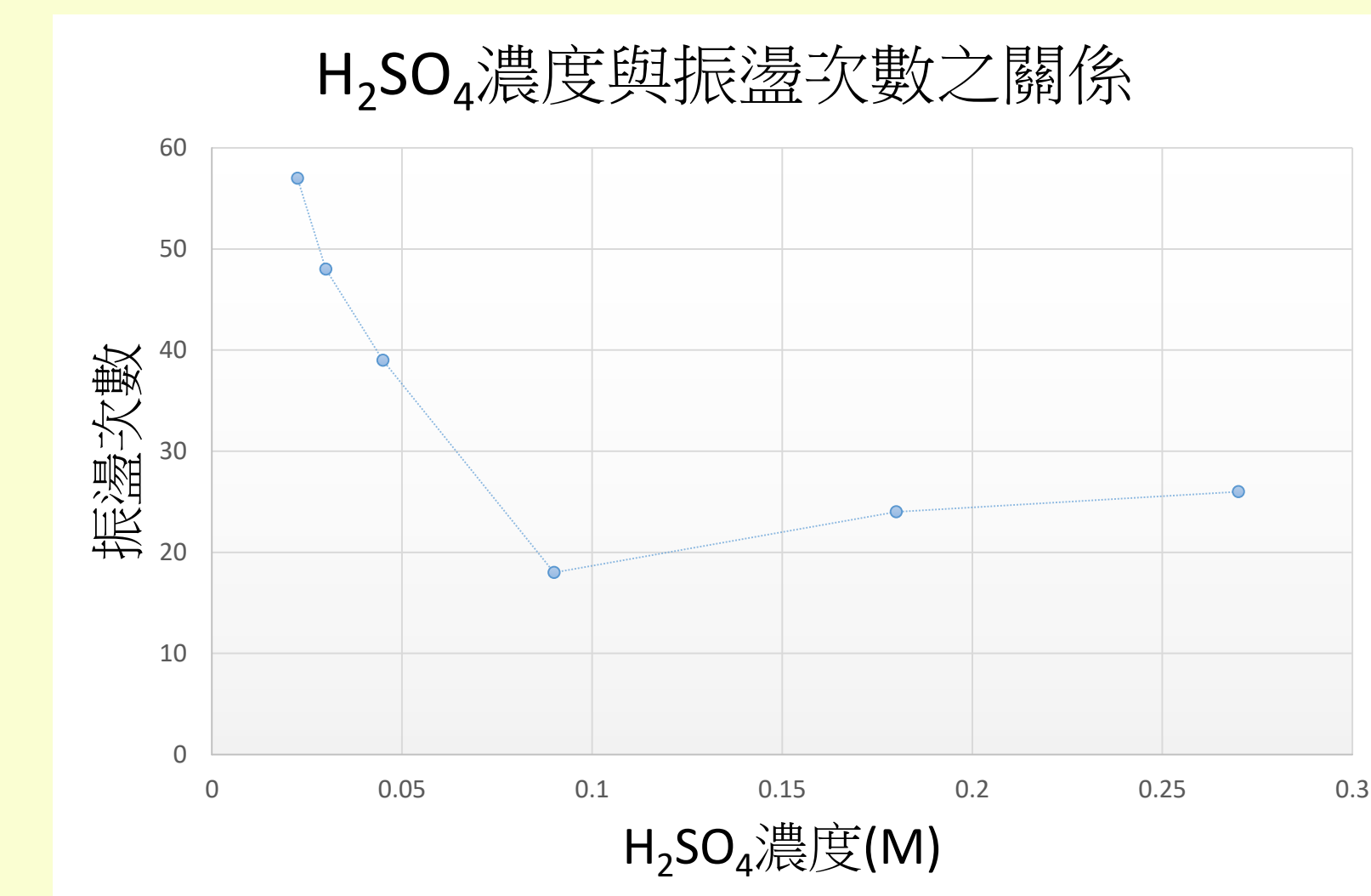
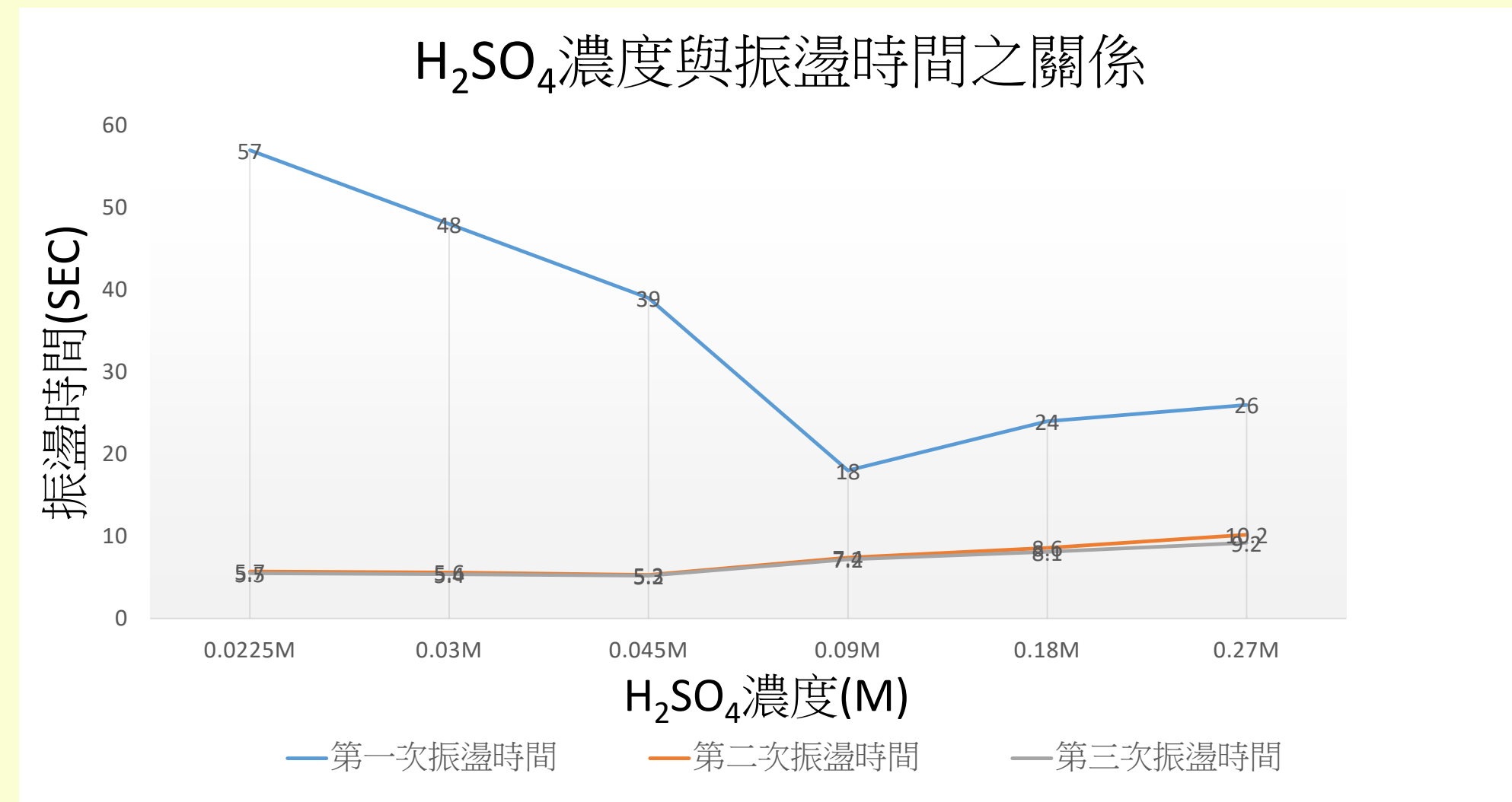
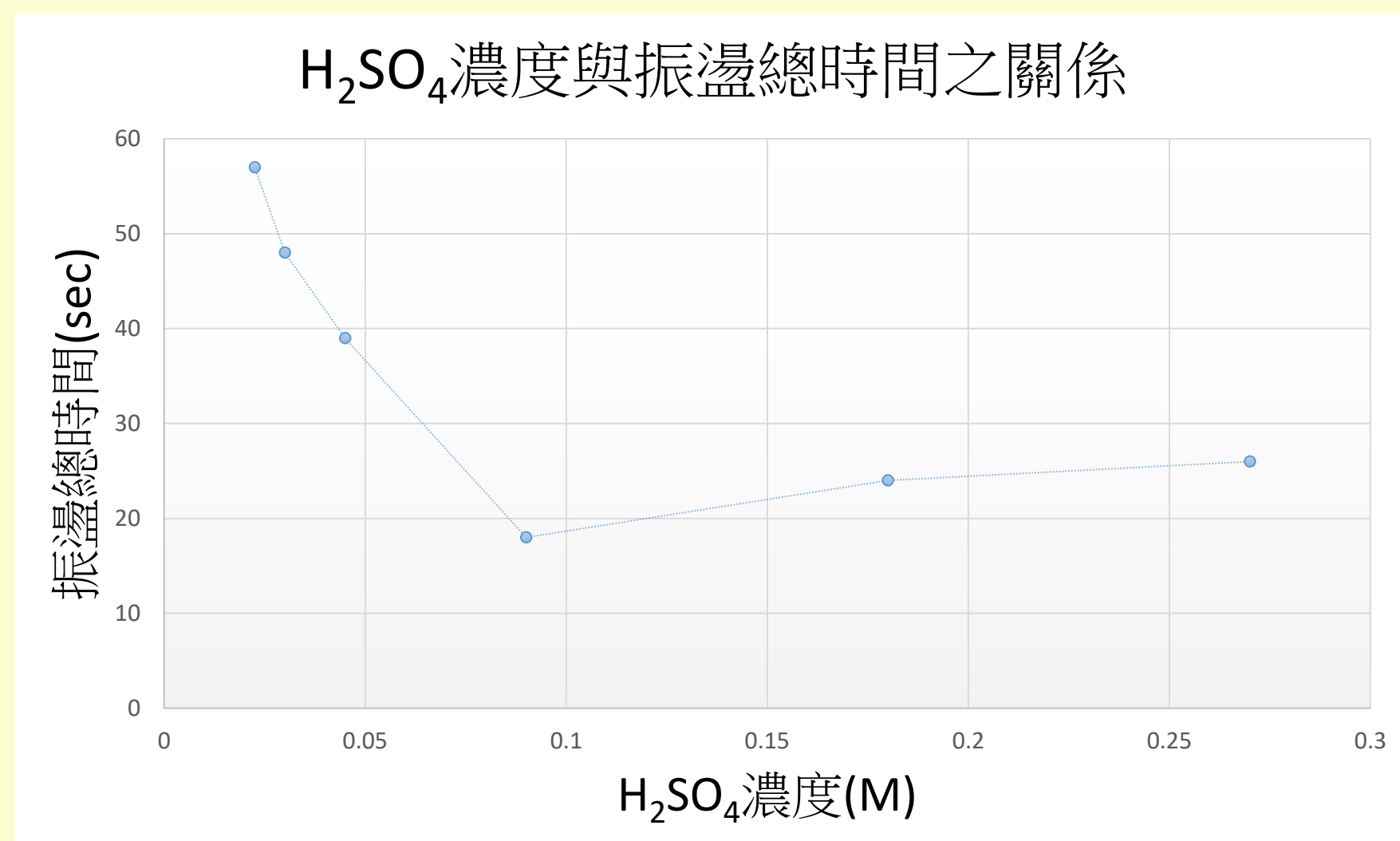
(三) 改變丙二酸(MA)濃度：



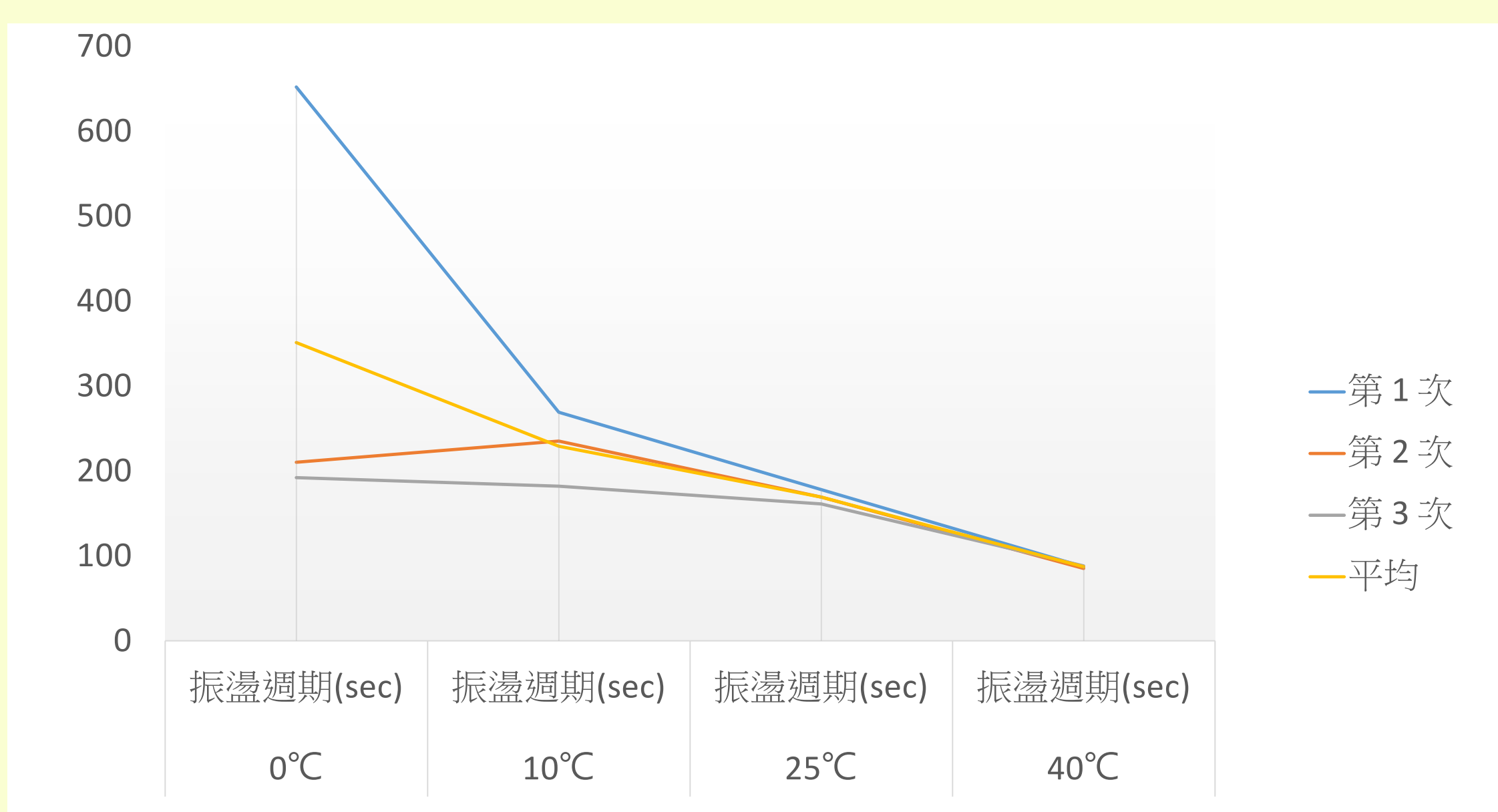
(四) 改變MnSO₄濃度：



(五) 改變H₂SO₄濃度：

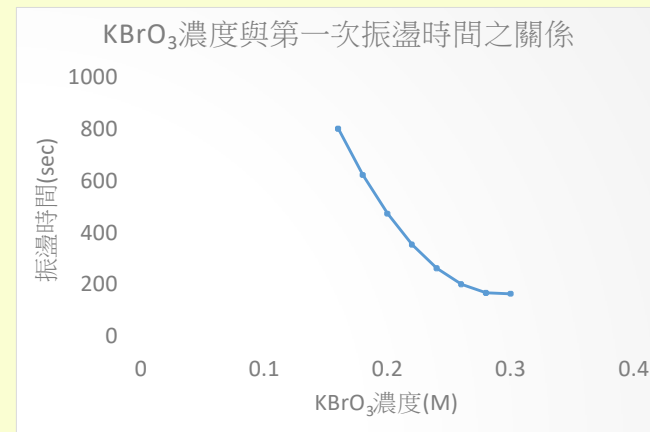
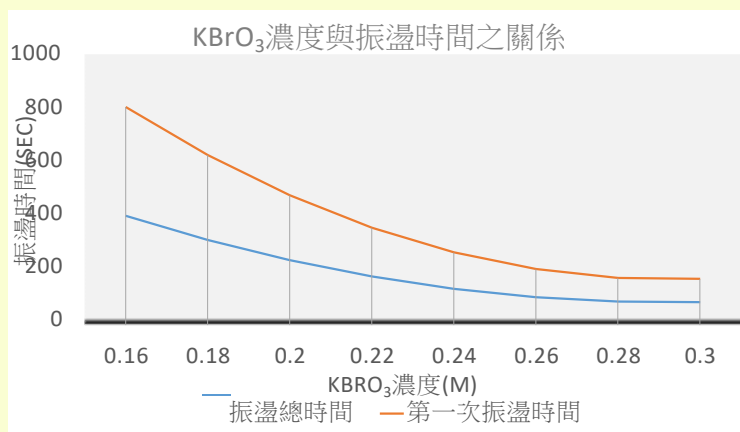
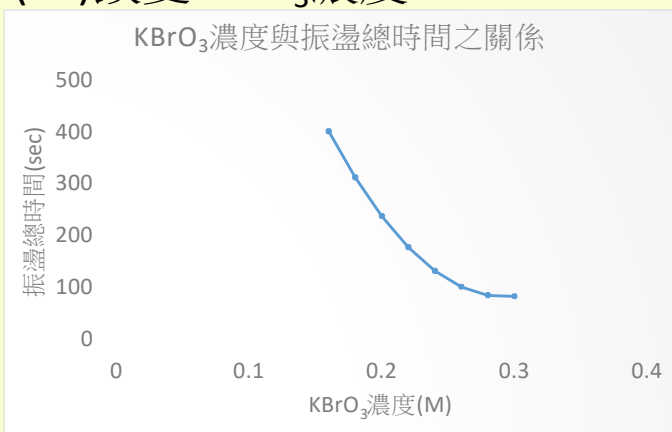


二、探討溫度對BR振盪反應之影響

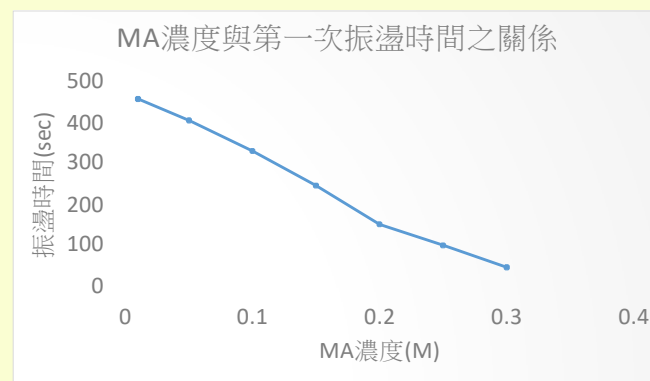
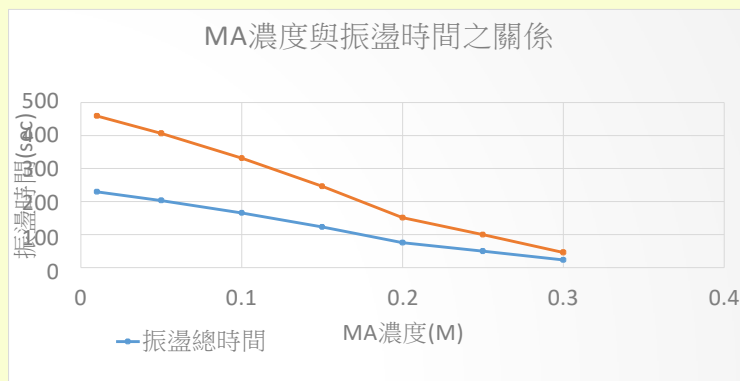
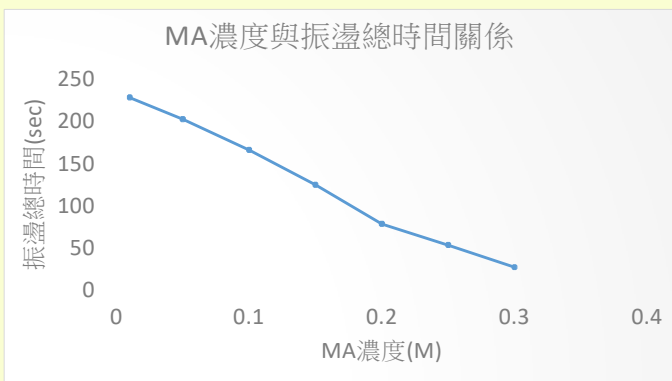


三、探討各反應物濃度對BZ振盪反應之影響

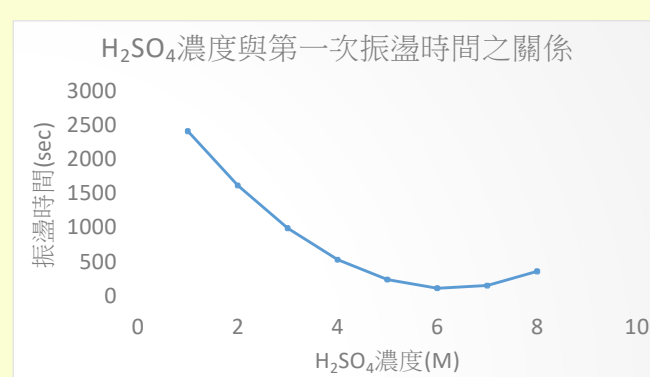
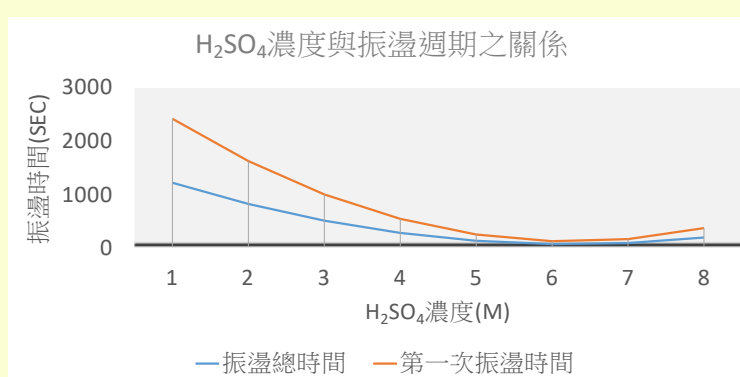
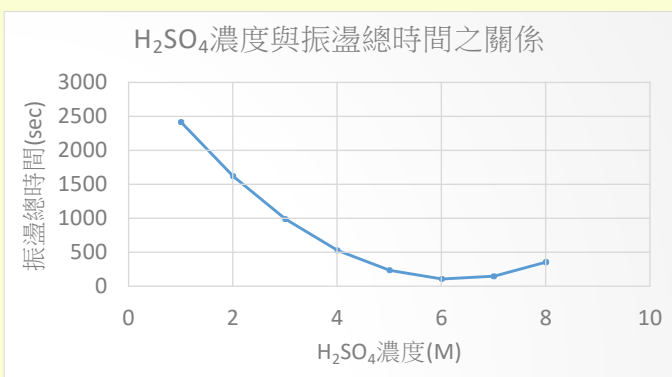
(一)改變KBrO₃濃度：



(二)改變MA濃度：



(三)改變H₂SO₄濃度：



討論

- 一、利用I₂+澱粉溶液和數位數值的實驗證實出我們的自製觀測儀器是可行的。
- 二、因雙氧水易變質，故在調配雙氧水時必須確保他是全新且剛開封的。
- 三、我們發現BZ反應振盪次數為3~5次，至少有3次，故我們取前三次的振盪時間來探討BR與BZ振盪反應。
- 四、我們發現BR和BZ反應的第一次出現振盪週期的時間都遠小於第二次，可見本實驗的振盪時間及週期都需要經歷第一次後才會出現明顯的穩定。

結論

- 一、透過I₂+澱粉溶液之濃度變化與數位數值的實驗，因而證實出我們的自製觀察儀器擁有可行性，並可利用本裝置觀察出本實驗的顏色變化並計算其數值等資料。
- 二、改變反應物濃度時對BR振盪反應振盪時間之影響：
 - (一)KIO₃、H₂O₂、MA、Mn²⁺與H₂SO₄第一次振盪時間明顯較長，第二、三次振盪時間大約相同。
 - (二)KIO₃、H₂O₂、MA、Mn²⁺與H₂SO₄濃度越高，第一次振盪時間會有變小的趨勢。
- 三、改變反應物濃度對BR振盪反應振盪總時間之影響：
 - (一) KIO₃與H₂SO₄濃度愈高，振盪總時間愈大。H₂SO₄與MA則相反。
 - (二) 改變Mn²⁺濃度對振盪總時間的影響不太明顯。
- 四、改變反應物濃度時對BR振盪反應振盪次數之影響：
 - (一)[KIO₃]=0.2M、[MA]=0.375M、[Mn²⁺]=0.025M和[H₂SO₄]=0.225M時會有最多的振盪次數。
 - (二) H₂O₂濃度愈高，其振盪次數愈多。
- 五、改變反應時的溫度對BR振盪反應之影響：
 - (一)當溫度越高時，其振盪週期越小，振盪頻率越大，這可以應證溫度與反應速率的關係。
- 六、改變反應物濃度時對BZ振盪反應之影響：
 - (一)KBrO₃、H₂SO₄、MA的濃度越大，振盪總時間就越小。
 - (二)H₂SO₄濃度對振盪總時間的影響最大。
 - (三)[H₂SO₄]=1M~6M時，我們觀測到振盪總時間是下降的，但當[H₂SO₄] > 6M後振盪總時間是增加的。
 - (四)MA濃度對振盪總時間的影響最小。
- 七、比較BR振盪反應與BZ振盪反應
 - (一)BR與BZ振盪反應之反應物相同的為硫酸和丙二酸，因此我們做了兩種反應物的比較。
 - 1.振盪總時間：
 - (1)在BR振盪反應中，硫酸濃度高於0.0225M，振盪總時間有增也有減。
 - (2)在BZ振盪反應中，硫酸濃度對振盪總時間的影響最大。
 - (3)在BR振盪反應中，丙二酸濃度越高，振盪總時間會逐漸增長接著有漸短的現象。
 - (4)在BZ振盪反應中，丙二酸濃度對振盪總時間的影響最小。
 - 2.第一次振盪時間：
 - (1) 在BR振盪反應和BZ振盪反應中，我們發現第一次振盪時間都會遠高於其它次的振盪時間，而我們推測其原因是因為剛開始反應時，各反應物尚未完全反應，因此振盪時間增長。

參考資料

- 一、國立台中教育大學 NTCU科學教育與應用學系。色彩變變變。
- 二、陳亞拿、游茜雯、翁梓樺(2007)；中華民國第四十七屆中小學科展高中組化學科---當我們倒在一起—BR 振盪反應的探討。
- 三、張繁可、盧奕帆(2008)；台灣 2008 年國際科學展覽會---醇醇欲動的振盪反應。