

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國中-化學科

科 別：化學科

組 別：國中組

作品名稱：e 世代的製氧法

關 鍵 字：鹵 鹽、碘化物

編 號：030214

學校名稱：

基隆市立銘傳國民中學

作者姓名：

游崑舜、陳俊成、顏煜洋、黃智揚

指導老師：

林玉婉



e 世代的製氧法

摘要

在國二理化課本中有提及利用二氧化錳來催化分解雙氧水製氧，而我們的實驗是要利用鹵鹽來催化分解雙氧水產生氧氣。我們共設計了六個實驗，第一到第四個實驗是改變了一些因素來探討鹵鹽催化雙氧水的影響，我們分別觀察了不同鹵鹽、溫度、濃度與酸鹼度，從實驗中發現，0.25M KI(aq)較適合國中生來操作與觀察碘離子催化雙氧水反應的多樣色彩變化，且其催化速度適中。而雙氧水在高溫、酸性的溶液中的分解反應速率會更快。實驗五、六則是我們推測陽離子可能也會影響反應的速率，因此選了數種碘化物來比較，結果發現 CaI_2 的催化效果最好， AlI_3 的催化速度最差，但 AlI_3 的反應液色彩變化卻更具多樣性。

壹、研究動機

上學期曾有校內學長做過鹵鹽催化雙氧水的實驗，而在二年級的理化課時老師也講過雙氧水中放入二氧化錳可以加速氧氣的生成；最近學到如何判別陰陽離子時，我們不禁想到屬於陽離子的錳離子與屬於陰離子的鹵素離子對雙氧水分解反應的影響有何不同？在與老師討論後，決定將先前的理論化為實際的行動，所以我們以還原能力高的鹵素離子為基礎來進行研究，希望能發現不同催化分解雙氧水的方法，進一步提供國中實驗課程另一個有趣的選擇。

貳、研究目的

1. 探討溫度對雙氧水自身分解反應的影響。
2. 探討鹵鹽對雙氧水催化分解反應的影響。
3. 探討 KI 溶液濃度對雙氧水催化分解反應的影響。
4. 探討不同酸鹼度對 KI 分解雙氧水反應的影響。
5. 探討不同碘化物對雙氧水分解反應的影響。

參、研究設備及器材

器材：碼錶、側支錐形瓶、量筒、電子天平、溫度計、水槽、三角架、陶瓷纖維網、橡皮管、橡皮塞、PH 測定儀、燒杯、酒精燈、滴管、玻璃棒。

藥品： H_2O_2 (35%)、KI、KCl、KBr、NaOH、HCl、NaI、 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 、 AlI_3 、蒸餾水。

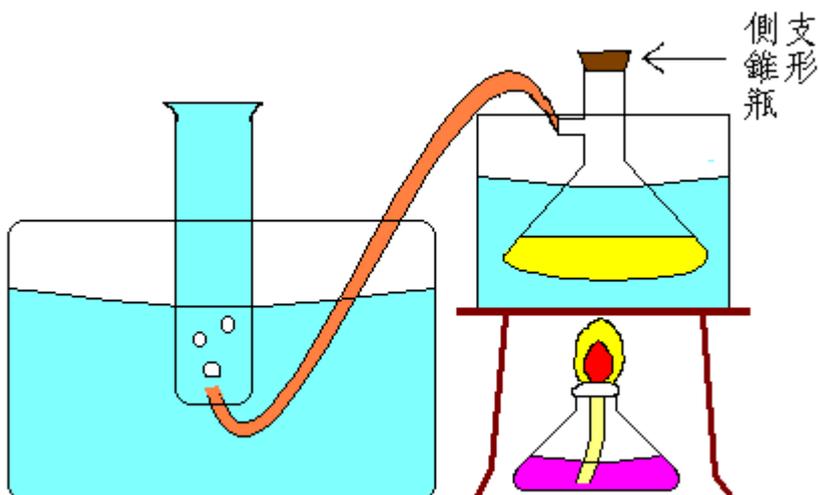
肆、實驗步驟

實驗一：溫度的影響

【目的】為了解不同溫度對雙氧水自身分解反應的影響，我們首先進行下面的實驗。

1. 取四支側支錐形瓶，分別裝入 H_2O_2 水溶液 50ml，塞上橡皮塞。

2. 燒杯裝水 300ml，加熱至沸騰，並裝好排水集氣裝置。
3. 將側支錐形瓶放入，以量筒收集氣體 10ml，用碼表測量所需時間 如下圖。
4. 當水溫降至 90、80、70 時，分別測量一次。
5. 重複步驟 3 次，求反應平均時間。



實驗二：鹵鹽的影響

【目的】為了解不同鹵鹽催化分解雙氧水能力的差異，我們設計了下面的實驗。

- 1、取 0.005 莫耳 KCl、KBr、KI 晶體各二份。
- 2、將其中一份配成 1M 溶液 5ml。
- 3、室溫中，將 35 % H_2O_2 與蒸餾水以 1 : 1 的比例配成水溶液。
- 4、取六支側支錐形瓶，分別裝入上述 H_2O_2 水溶液 50ml，再依序放入 KCl、KBr、KI 晶體及 1M KCl、KBr、KI 溶液 5ml 記錄反應時間、氧氣產生速率及顏色變化情形。
- 5、重複步驟 3 次，求平均值。

實驗三：KI 溶液濃度的影響

【目的】在實驗二中，我們發現 1M $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 影響雙氧水分解反應的能力較其他狀態鹵鹽為佳，所以我們接著設計下列實驗，觀察不同濃度的 $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 影響雙氧水分解反應速率的差異。

- 1、配製 1M、0.5M、0.25M、0.125M 之 KI 溶液。
- 2、室溫中，將 35 % H_2O_2 與蒸餾水以 1 : 1 的比例配成水溶液。
- 3、取四支側支錐形瓶水溶液裝入上述 H_2O_2 水溶液 50ml，再依序放入 1M 0.5M 0.25M 0.125M 之 KI 溶液 5ml。
- 4、以排水集氣法收集 50ml 氣體，記錄所需時間及溫度。
- 5、重複步驟 3 次，求平均值。

實驗四：不同酸鹼度對氧氣產生速率之影響

【目的】由於雙氧水在酸性及鹼性水溶液中皆具有高氧化能力，為了解酸鹼值對 $KI_{(aq)}$ 分解雙氧水能力的影響，我們設計了下面實驗做進一步觀察。

- 1、將 35 % H_2O_2 與蒸餾水以 1 : 1 的比例配成水溶液。
- 2、以 HCl、NaOH 調整上述溶液至 PH2.5、5.5、7.5。
- 3、取上述三種不同 PH 值 H_2O_2 水溶液 50ml 於側支錐形瓶中，加入 0.25M KI 5ml，記錄氣體產生時間及溶液顏色變化。
- 4、重複步驟 3 次，求平均值。

實驗五：不同碘化物對氧氣產生速率的影響

【目的】由於 KI 所含之陽離子為 1A 族，為了解不同種類陽離子對分解雙氧水能力的影響，我們選擇了數種碘化物做觀察。

1. 取 0.00125 莫耳 KI、NaI、 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 、 AlI_3 晶體各二份。
2. 將其中一份配成 0.25M 溶液 5ml。
3. 將 35 % H_2O_2 與蒸餾水以 1 : 1 的比例配成水溶液。
4. 取側支錐形瓶分別裝入上述 H_2O_2 水溶液 50ml，再依序放入 KI、NaI、 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 、 AlI_3 晶體及 0.25M KI、NaI、 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 、 AlI_3 溶液 5ml。
6. 以排水集氣法收集氣體，記錄反應速率及溫度、顏色變化情形。
7. 重複步驟 3 次，求平均值。

實驗六：碘化物中 I^- 對氧氣產生速率的影響

【目的】由於實驗五中陽離子濃度皆為 0.25M，而 KI、NaI 的碘離子濃度雖然為 0.25M，但 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 的碘離子濃度則為 0.5M， AlI_3 則為 0.75M，所以我們接著探討碘離子的影響。

1. 取 0.00125 莫耳 KI、NaI，0.000625 莫耳 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 及 0.000417 莫耳 AlI_3 晶體各二份。
2. 將其中一份配成 5ml 溶液。
3. 將 35 % H_2O_2 與蒸餾水以 1 : 1 的比例配成水溶液。
4. 取側支錐形瓶分別裝入上述 H_2O_2 水溶液 50ml，再依序放入 KI、NaI、 MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 、 AlI_3 晶體及 0.25M KI、NaI；0.125M MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 與 0.083M AlI_3 溶液 5ml。
5. 以排水集氣法收集氣體，記錄反應速率及溫度、顏色變化情形。
6. 重複步驟 3 次，求平均值。

伍、結果與討論

(一) 溫度的影響

【結果】表一：溫度對 H₂O₂ 自身分解反應的影響 未加催化劑

溫度	100	90	80	70
第一次收集 10ml 氣體所需時間	6 秒 23	23 秒 96	51 秒 42	2 分 40 秒 30
第二次收集 10ml 氣體所需時間	5 秒 30	25 秒 07	1 分 3 秒 22	3 分 50 秒 27
第三次收集 10ml 氣體所需時間	7 秒 58	24 秒 53	53 秒 32	3 分 17 秒 08
產生 10ml 氣體平均時間	6 秒 37	24 秒 52	56 秒 32	3 分 16 秒 21

【討論】

1. 根據碰撞學說，溫度越高，具高動能的粒子數愈多，故反應愈快。
2. 由上表可知，100 時氣體產生速率最快。
3. 由於雙氧水可做氧化劑與還原劑使用，所以本反應為雙氧水的自身氧化還原反應。

(二) 鹵鹽的影響

【結果】表二：不同狀態鹵鹽對(1:1) H₂O₂ 水溶液反應速率的影響

鹵鹽狀態	KCl _(s)	KBr _(s)	KI _(s)	KCl _(aq)	KBr _(aq)	KI _(aq)
顏色變化	無	無	無 深褐 黃	無	無	無 深褐 黃 有碘液味道
氣泡產生情形	在晶體溶解處產生少量氣泡	少量氣泡	極快，冒煙且產熱	不反應	極少氣泡	快，且產熱
反應後之溫度	20	20	83.7	20	20	73.4
氧氣產生平均速率(ml/秒)	--	--	168.7	--	--	56.5

註： 1. -- 表反應太慢，無法測量。

2. 反應時室溫為 20 。

【討論】

1. 由上表可知，鹵鹽的活性 KI_(s) > KBr_(s) > KCl_(s); KI_(aq) > KBr_(aq) > KCl_(aq)，且 KI_(s) > KI_(aq); KBr_(s) > KBr_(aq); KCl_(s) > KCl_(aq)。
2. 經查資料可知：

$$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^- \quad \text{還原電位 } E^\circ = +1.36 \text{ V}$$

$$\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^- \quad E^\circ = +1.087 \text{ V}$$

$$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^- \quad E^\circ = +0.536 \text{ V}$$

$$\text{I}_3^- + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 3\text{I}^- \quad E^\circ = +0.536 \text{ V}$$

$$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} \quad E^\circ = +1.78 \text{ V}$$
 故鹵離子活性 I⁻ > Br⁻ > Cl⁻
3. 雙氧水中加入 KI_(s) 反應十分劇烈，其顏色變化有兩次，我們推測第一階段反應為 KI_(s) 溶

解伴隨催化分解 H_2O_2 之反應，此反應過程強烈放熱，故加速分解反應之進行。其反應式為：
 $2\text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{e}^-$ ，

$2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ ，故溶液顏色由無色變成深褐色，並可觀察到 I_2 及 O_2 的產生。接著溶液顏色由深褐變黃，顯示其正在進行 $\text{I}^- + \text{I}_2 \rightarrow \text{I}_3^-$ 的反應。

- 雙氧水中加入 KCl 與 KBr 時，無論其狀態為何，反應皆十分緩慢，我們除了觀察到錐形瓶底部產生少量小氣泡外，橡皮管中並無氣泡冒出，所以無法測量氣體產生速率。
- 由於 $\text{KI}_{(s)}$ 的反應十分劇烈，產生之氣體與高溫反應液易由橡皮管大量衝出，造成危險，較不適合一般國中生實驗課之操作，而 $\text{KI}_{(aq)}$ 的反應則溫和許多，所以我們接著探討不同濃度 $\text{KI}_{(aq)}$ 對 H_2O_2 分解反應的影響。
- 上述各反應所產生的氣體，我們皆以燃燒的線香作檢驗，證實其為氧氣。

(三) KI 溶液濃度的影響

【結果】表三：不同 KI 濃度對 (1:1) H_2O_2 水溶液反應速率的影響

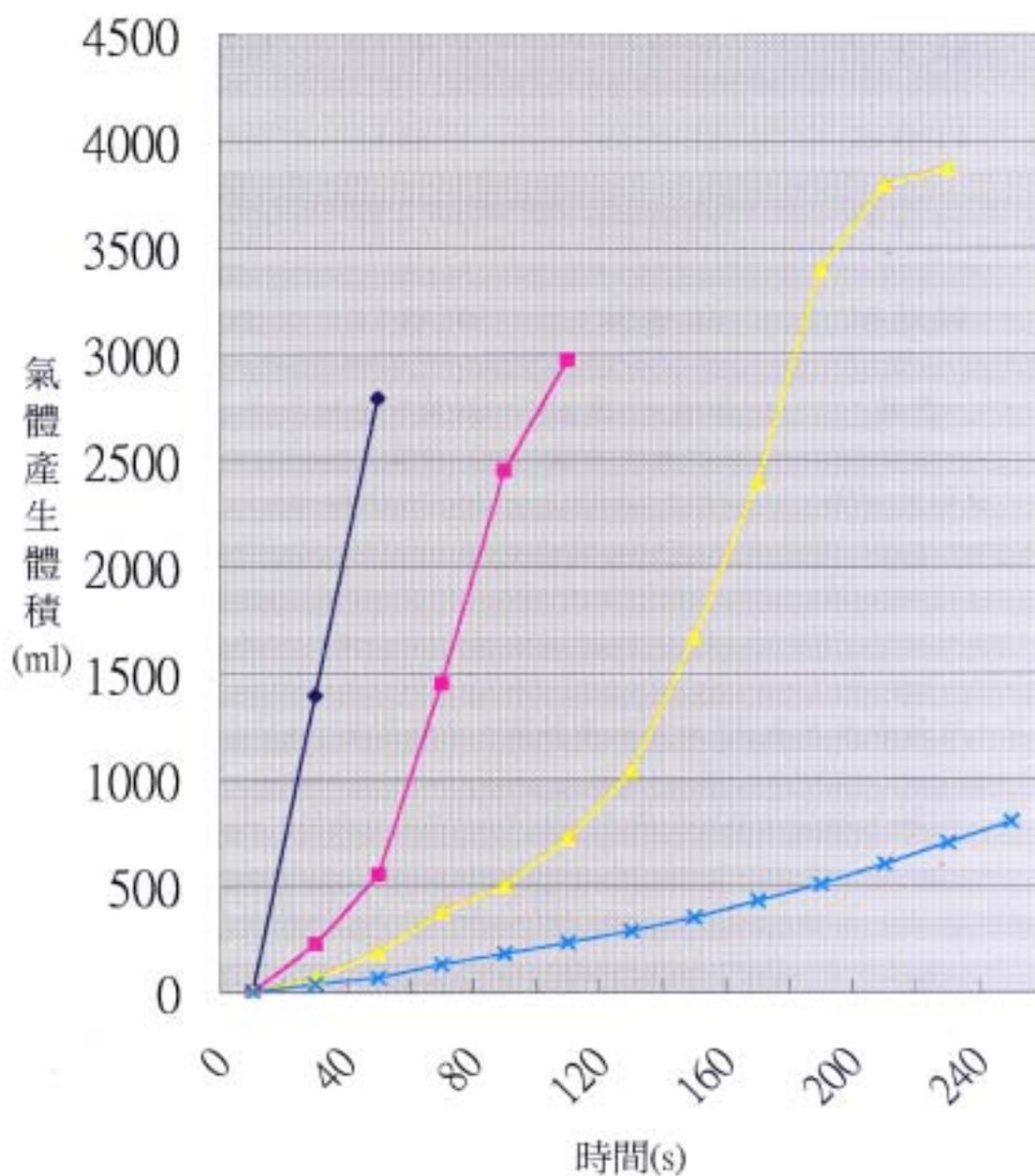
KI 溶液	1M	0.5M	0.25M	0.125M
第一次產生 50ml O_2 所需時間	2 秒 76	8 秒 52	19 秒 72	30 秒 52
第二次產生 50ml O_2 所需時間	4 秒 07	7 秒 65	17 秒 91	28 秒 43
第三次產生 50ml O_2 所需時間	1 秒 88	9 秒 03	20 秒 72	32 秒 06
產生 50ml O_2 平均時間	2 秒 90	8 秒 40	19 秒 45	30 秒 34
反應後溫度	75.5	74	74	73
顏色變化	無 深褐 紅 橙	無 深褐 紅 橙 金黃	無 深褐 紅 橙 金黃	無 深褐 紅 橙 金黃 淺 黃

註：反應時室溫為 23 。

【討論】

- $\text{KI}_{(aq)}$ 濃度越高 H_2O_2 分解產生氧氣速率越快，此點符合碰撞學說所言，濃度越高，具有有效碰撞之粒子數越多，故反應越快。
- $\text{KI}_{(aq)}$ 濃度愈低，反應後反應液顏色愈淺，這是由於溶液中 I_3^- 濃度較低而引起的顏色差異。
- 為符合一般國中生實驗的速度，在不同濃度中，以 0.25M $\text{KI}_{(aq)}$ 與雙氧水的反應時間較合適一般國中生收集與觀察，其氧氣產生體積與時間之關係如圖一。

◆ 1M ■ 0.5M ▲ 0.25M × 0.125M



圖一：不同KI濃度對[1:1]雙氧水反應速率的影響

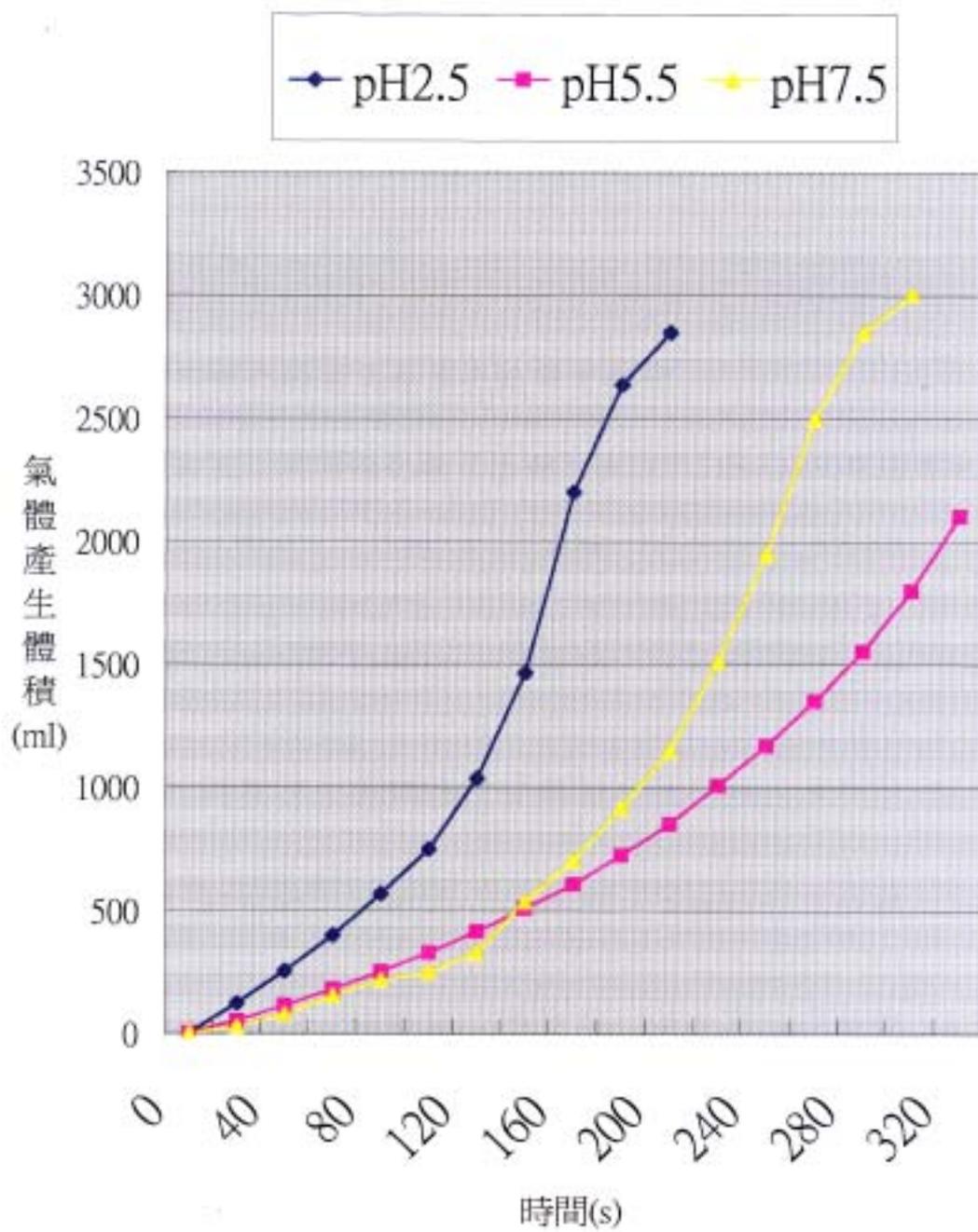
(四) 不同酸鹼度對氧氣產生速率之影響

【結果】表四：酸鹼度對(1:1) H₂O₂水溶液反應速率之影響

PH 值	2.5	5.5	7.5
第一次收集 50ml 氣體 所需時間	13 秒 28	20 秒 56	24 秒 83
第二次收集 50ml 氣體 所需時間	12 秒 73	21 秒 22	26 秒 14
第三次收集 50ml 氣體 所需時間	11 秒 19	20 秒 64	25 秒 84
收集 50ml 氣體 平均時間	12 秒 50	20 秒 81	25 秒 60
顏色變化	無色 黃褐 金 黃	無色 黃褐 金 黃 無色	無色
溫度變化	20 75	20 73	20 72

【討論】

1. 在不同酸鹼度 H₂O₂ 水溶液中，酸性水溶液使 O₂ 產生速率較快，且由於 H₂O₂ ⇌ H⁺ + HO₂⁻，K_a = 2.4×10⁻¹²，故 H₂O₂ 水溶液呈酸性，有助於 KI 催化分解 H₂O₂ 之發生(圖二)。
2. 在酸性溶液中，發生的反應如下：2I⁻ + H₂O₂ + 2H⁺ → I₂ + 2H₂O。
3. 在 PH5.5 水溶液中，溶液顏色最後由金黃色變無色，我們推測這是發生了下列反應所致：
I₃⁻(aq) + 2e⁻ → 3I⁻(aq)。
4. 在 pH7.5 水溶液中，反應液顏色並無變化，經查閱資料，得知在鹼性溶液中，易有如下反應發生：3I₂ + 6OH⁻ → 5I⁻ + IO₃⁻ + 3H₂O，所以我們推測這可能是反應液顏色沒有明顯變化的原因之一。
5. 由圖二可看出，pH7.5 水溶液的反應速率在 140 秒後開始高於 pH5.5 之反應液，由於我們是以 NaOH 調整溶液 pH 值，所以推測溶液中的陽離子可能對 H₂O₂ 的催化反應亦有影響，所以我們接著探討不同陽離子的效應。



圖二：不同酸鹼度對氧氣產生速率的影響

(五) 不同碘化物對氧氣產生速率之影響

【結果】表五：不同碘化物 晶體 對(1:1)H₂O₂反應速率之影響

碘化物種類	NaI _(s)	KI _(s)	MgI _{2(s)}	CaI _{2(s)}	BaI _{2(s)}	AlI _{3(s)}
晶體顏色	白色	白色	深褐色	深褐色	黃色	深褐色
第一次收集50ml 氣體所需時間	31 秒 01	18 秒 69	7 秒 05	6 秒 01	7 秒 00	1 分 24 秒 96
第二次收集50ml 氣體所需時間	26 秒 98	20 秒 01	5 秒 34	4 秒 27	6 秒 91	2 分 15 秒 33
第三次收集50ml 氣體所需時間	27 秒 95	16 秒 96	6 秒 30	5 秒 63	7 秒 18	2 分 31 秒 02
產生 50ml 氣體平均時間	28 秒 91	18 秒 21	6 秒 23	5 秒 30	7 秒 09	2 分 04 秒 31
反應液顏色變化	無 黃褐 黃 淺 黃	無 深褐 紅橙 金黃	無 深褐 深黃 黃	無 淡黃 白 淡 黃	無 深褐 橘黃 黃	無 深褐 深黃
反應後的溫度	79	78	75	74	80	65

註：反應時室溫為 23 。

【結果】表六：不同碘化物 溶液 對(1:1)H₂O₂反應速率之影響

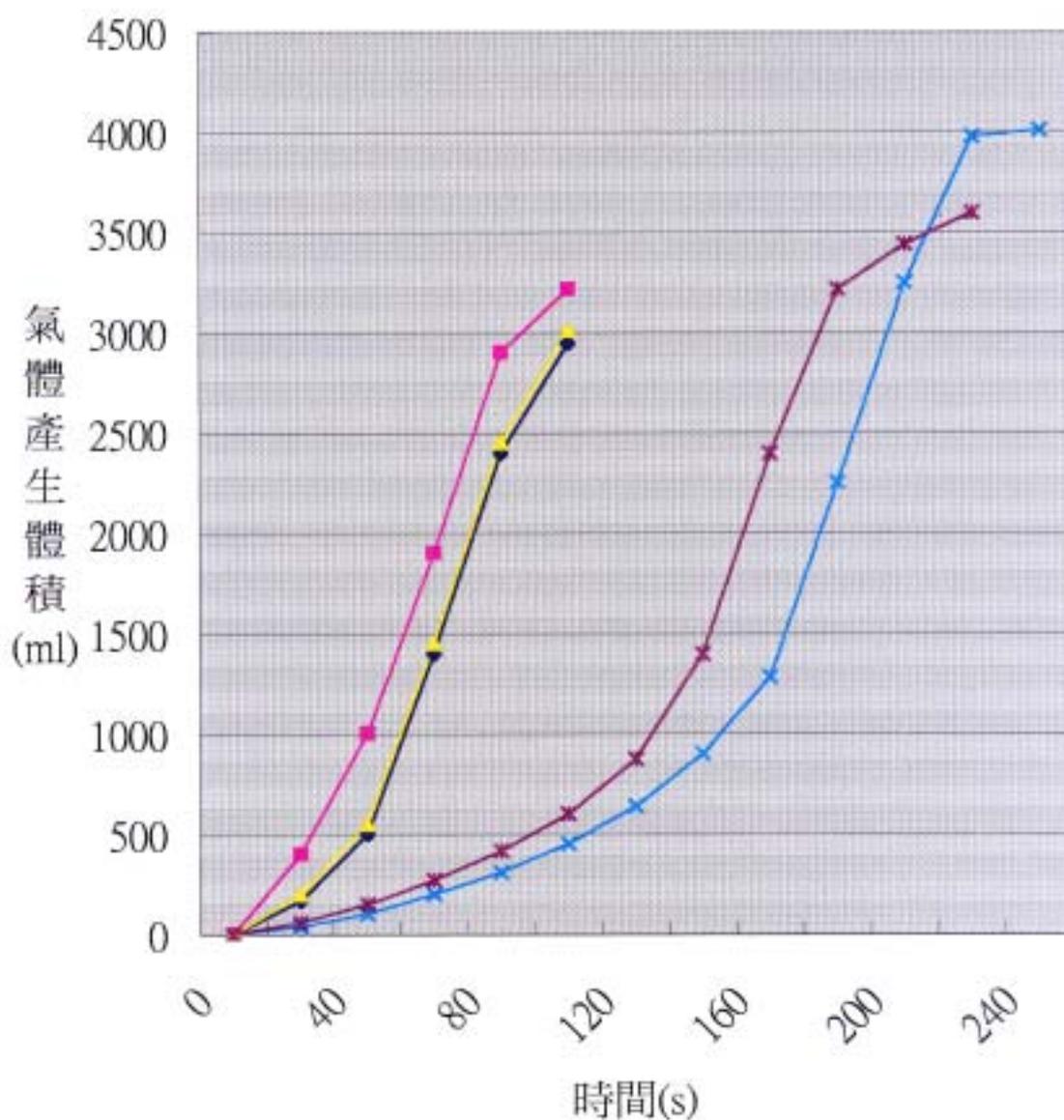
碘化物	NaI _(aq)	KI _(aq)	MgI _{2(aq)}	CaI _{2(aq)}	BaI _{2(aq)}	AlI _{3(aq)}
溶液顏色	無色	無色	深褐色	黃色	乳黃色	深褐色
第一次收集50ml 氣體所需時間	30 秒 58	20 秒 04	12 秒 30	10 秒 11	13 秒 99	51 秒 01
第二次收集50ml 氣體所需時間	26 秒 23	16 秒 94	10 秒 95	9 秒 12	17 秒 96	57 秒 77
第三次收集50ml 氣體所需時間	23 秒 10	15 秒 89	10 秒 08	8 秒 67	19 秒 32	50 秒 43
產生 50ml 氣體平均時間	27 秒 91	17 秒 87	11 秒 33	9 秒 30	17 秒 09	53 秒 21
反應液顏色變化	無 黃褐 黃 淺 黃	無 深褐 紅橙 黃	無 深褐 深黃 黃	無 黃褐 白 淡 黃	無 深褐 橘黃 黃	無 深褐 深黃
反應後的溫度	74.5	74.5	75	74.5	78	64

註：反應時室溫為 23 。

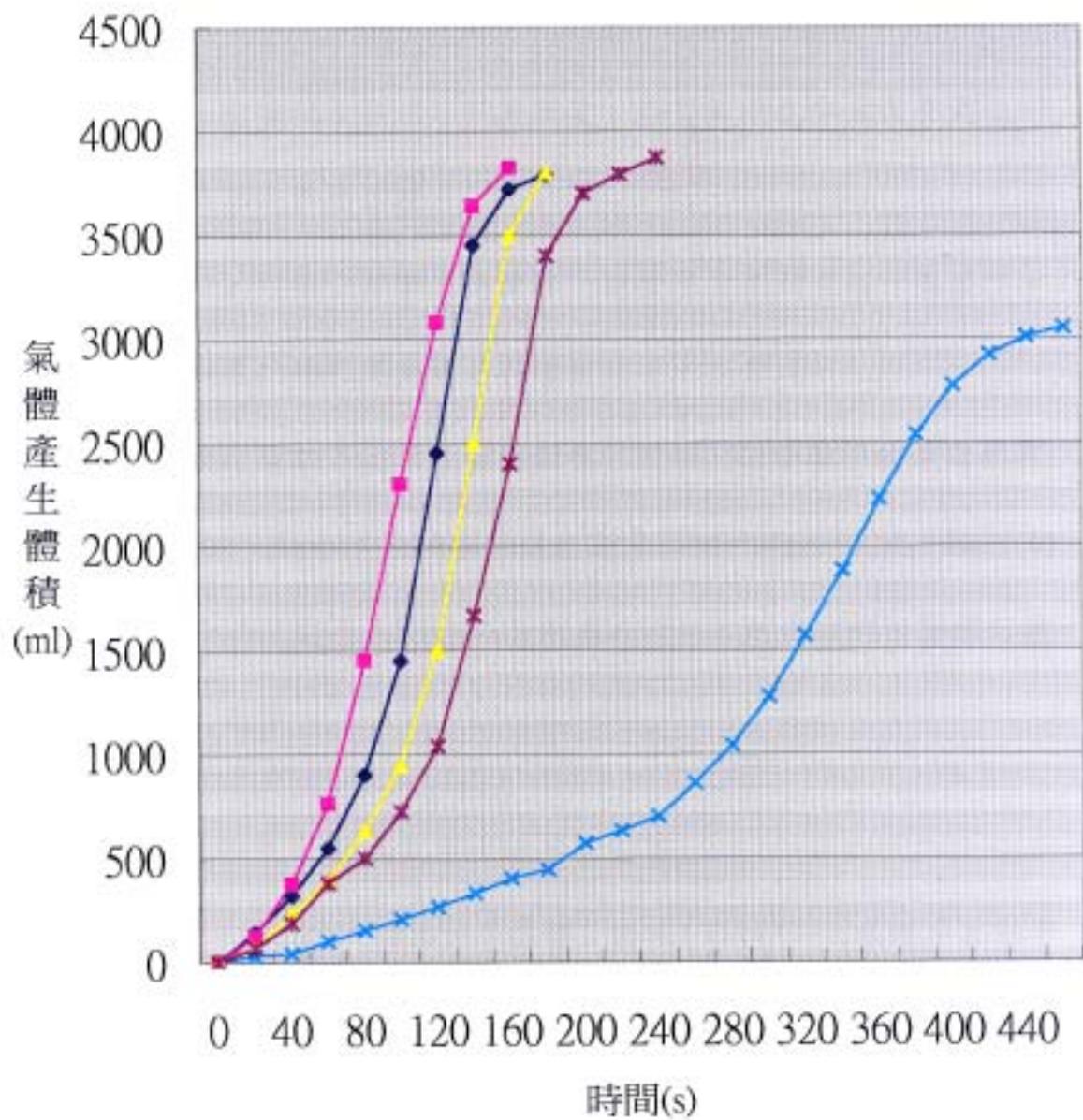
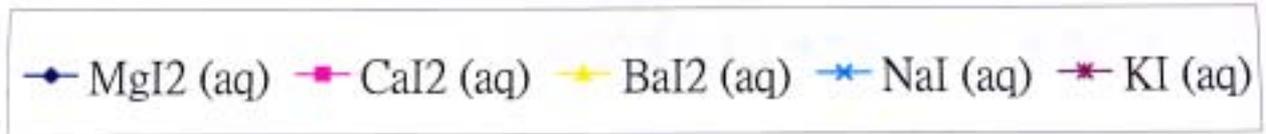
【討論】

1. 由上表可知，同為 0.25M 之陽離子活性： $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ ；且催化效果以晶體直接加入較佳。
2. 由表五可知，同族碘化物晶體有相似的催化速率（圖三），而其晶體與溶液顏色變化多端，我們推測，碘化物晶體與溶液的顏色應是碘離子影響的結果，並非來自陽離子本身。
3. 在表六中， $\text{BaI}_{2(\text{aq})}$ 與 $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 的初期催化速率相似，但以 $\text{BaI}_{2(\text{aq})}$ 反應液放熱較多，故在圖四中可見在反應 80 秒後 $\text{BaI}_{2(\text{aq})}$ 的催化速率漸高於 $\text{KI}_{(\text{aq})}$ 。而 $\text{AlI}_{3(\text{s})}$ 的催化速率反而比 $\text{AlI}_{3(\text{aq})}$ 的催化速率慢許多，這是因為 $\text{AlI}_{3(\text{s})}$ 不易快速溶於雙氧水中，因而影響催化效果。
4. 本實驗中碘化物溶液需新鮮配置，若置於空氣中太久易氧化，使溶液顏色發生改變。
5. 實驗時的室溫會影響反應速率，故室溫宜控制在同一溫度下。
6. 溶液顏色的變化是碘離子影響所致，一如前述。
7. 本實驗中陽離子的濃度皆控制在 0.25M，但碘離子的濃度則有所不同： KI 、 NaI 的碘離子濃度為 0.25M， MgI_2 、 CaI_2 、 BaI_2 的碘離子濃度則為 0.5M， AlI_3 則為 0.75M，所以我們接著探討碘離子的影響。

—●— MgI₂ (s) —■— CaI₂ (s) —▲— BaI₂ (s) —×— NaI (s) —*— KI (s)



圖三：不同碘化物[晶體]對[1:1]雙氧水反應速率的影響



圖四：不同碘化物[溶液]對[1:1]雙氧水反應速率的影響

(六) 碘化物中 I⁻ 對氧氣產生速率的影響

【結果】表七：0.25M 碘離子 晶體 對(1 : 1) H₂O₂ 反應速率之影響

碘化物	NaI _(s)	KI _(s)	MgI _{2(s)}	CaI _{2(s)}	BaI _{2(s)}	AlI _{3(s)}
晶體顏色	白色	白色	深褐色	深褐色	黃色	深褐色
第一次收集 50ml 氣體 所需時間	31 秒 01	18 秒 69	10 秒 02	9 秒 05	24 秒 66	1 分 58 秒 36
第二次收集 50ml 氣體 所需時間	26 秒 98	20 秒 01	12 秒 98	10 秒 65	24 秒 10	1 分 20 秒 32
第三次收集 50ml 氣體 所需時間	27 秒 95	16 秒 96	13 秒 52	10 秒 98	24 秒 14	1 分 50 秒 87
產生 50ml 氣體平均時間	28 秒 91	18 秒 21	12 秒 52	10 秒 18	24 秒 30	1 分 43 秒 85
反應液顏色 變化	無 黃褐 黃 淺 黃	無 深褐 紅橙 黃	無 深褐 深黃 黃	無 淡黃 白	無 深褐 橘黃 黃	無 深褐 深黃
反應後的溫度	76	77	74	76	75	45

註：反應時室溫為 23 。

【結果】表八：0.25M 碘離子 溶液 對(1 : 1) H₂O₂ 反應速率之影響

碘化物	NaI _(aq)	KI _(aq)	MgI _{2(aq)}	CaI _{2(aq)}	BaI _{2(aq)}	AlI _{3(aq)}
溶液顏色	無色	無色	深褐色	黃色	乳黃色	深褐色
第一次收集 50ml 氣體 所需時間	30 秒 58	20 秒 04	23 秒 97	13 秒 32	21 秒 51	2 分 30 秒 70
第二次收集 50ml 氣體 所需時間	26 秒 23	16 秒 94	20 秒 13	15 秒 50	23 秒 57	2 分 43 秒 12
第三次收集 50ml 氣體 所需時間	23 秒 10	15 秒 89	20 秒 95	13 秒 30	21 秒 16	2 分 37 秒 66
產生 50ml 氣體平均時間	27 秒 91	17 秒 87	21 秒 72	14 秒 04	22 秒 24	2 分 37 秒 48
反應液顏色 變化	無 黃褐 黃 淺 黃	無 深褐 紅橙 黃	無 深褐 深黃 黃	無 淡黃 白	無 深褐 橘黃 黃	無 深褐 深黃
反應後的溫度	76	74.5	75	76	75	38

註：反應時室溫為 23 。

【討論】

1. 由上表可知，在同為 0.25M 之碘離子影響下，碘化物的催化效果仍以 CaI_2 較佳，而反應速率最慢者仍為 AlI_3 。
2. 比較表五、表七可見， $\text{MgI}_2(\text{s})$ 、 $\text{CaI}_2(\text{s})$ 隨著濃度減半，產生 50mL 氧氣所需時間亦隨之加倍，顯見濃度對反應速率的影響。而 $\text{BaI}_2(\text{s})$ 的反應速率變化最為顯著，濃度減半後，產生 50mL 氧氣所需時間增為 3 倍，我們推測這應是 0.25M $\text{BaI}_2(\text{s})$ 溶解同時伴隨催化分解 H_2O_2 的反應，此反應強烈放熱，致使表四中 $\text{BaI}_2(\text{s})$ 之反應液溫度高達 80℃，而加速 H_2O_2 分解反應的進行。但在 $\text{BaI}_2(\text{s})$ 濃度減半後，此效應減低，故氧氣產生速率變慢較多。
3. 比較表六、表八，碘化物溶液濃度對反應速率的影響亦明顯可見，而 $\text{AlI}_3(\text{aq})$ 之催化速率受濃度減為 1/3 影響，反應速率亦減為 1/3 左右，但在 $\text{AlI}_3(\text{s})$ 的反應中此現象較不明顯，這是因為 $\text{AlI}_3(\text{s})$ 不易快速溶於雙氧水中，因而影響實驗結果。
4. 整體而言，2A 族碘化物晶體的催化效果優於 1A 與 3A 族碘化物晶體。

陸、結論

1. 不同鹵鹽對 H_2O_2 分解反應之速率比較如下：
 $\text{KI}(\text{s}) > \text{KBr}(\text{s}) > \text{KCl}(\text{s})$ ； $\text{KI}(\text{aq}) > \text{KBr}(\text{aq}) > \text{KCl}(\text{aq})$ ； $\text{KI}(\text{s}) > \text{KI}(\text{aq})$ ，而以 0.25M $\text{KI}(\text{aq})$ 之催化分解速率較適宜一般國中生操作與觀察，安全性也較佳。
2. 在不同酸鹼度 H_2O_2 溶液中會有不同結果，酸性水溶液中 O_2 產生速率較快。
3. 同濃度陽離子對 H_2O_2 分解反應之影響如下： $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Ba}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Al}^{3+}$ ；且催化效果以晶體直接加入較佳。
4. 碘化物的催化效果以 CaI_2 最佳，而反應速率最慢者為 AlI_3 。
5. I 在本實驗中呈現多樣化的色彩，實有千面人的變化，其反應計有： $\text{KI} = \text{K}^+ + \text{I}^-$ ； $2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{e}^-$ ； $\text{I}^- + \text{I}_2 = \text{I}_3^-$ ； $\text{I}_3^- + 2\text{e}^- = 3\text{I}^-$ 。
6. 碘化物對 H_2O_2 水溶液的分解反應過程皆強烈放熱，平均溫度上升至約 75℃ 左右，一般國中生在操作時需注意錐形瓶的拿取，避免燙傷。
7. 雙氧水的分解反應受到雙氧水濃度、碘化物種類與濃度、酸鹼度及溫度等因素影響。
8. 綜合上述實驗結果，我們建議教師可選擇不同碘化物與 H_2O_2 水溶液反應，使學生了解雙氧水催化分解反應的多樣性，並能同時觀察碘離子色彩的多變性，對展現化學反應的多樣性變化，實為一深具教育性的選擇。

柒、未來展望

在實驗過程中，我們發現 AlI_3 的催化過程很特別，它的反應除了很慢之外，顏色變化也比其他種類的碘化物豐富很多，氧氣產生速度變化也有兩次高峰期，但是因為它的反應實在太慢了，一次就要花掉整節科研課，而我們並沒有如此充裕的時間來將這個部分完全做完，所以這次只好很遺憾的把這個實驗的部分去除掉，希望我們能有延續這個實驗的機會。

捌、參考資料

1. 分析化學基本原理，賀孝雍、陶雨台譯。曉園出版社。
2. 國際科學展覽活動優勝作品專輯，民國 88 年，國立臺灣科學教育館彙編。
3. 新世紀的蓓蕾，基隆市政府出版。