

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

佳作

031624

有氧運動-由自製反應器探討過氧化氫分解速率

學校名稱： 高雄市立大仁國民中學

作者： 國二 朱語雯 國二 許妙如 國二 曾品霓 國二 湯鈺琪	指導老師： 鄭穎銓
---	--------------

關 鍵 詞：反應速率、雙氧水、定量式排水集氣法

摘要

- 一、利用了國中所學的原理，來製作定量式排水集氣法的儀器，用簡單的材料製作出可測量過氧化氫分解反應速率的儀器。
- 二、利用改變過氧化氫水溶液的濃度測定過氧化氫水溶液分解的反應速率並推求反應速率定律式及反應級數。
- 三、利用改變二氧化錳的量測定過氧化氫水溶液分解的反應速率，進而推得非勻相的催化反應與接觸總表面積有關。
- 四、利用改變溫度高低測定過氧化氫水溶液分解的反應速率，發現溫度越高反應速率越快，但溫度太高雙氧水分解速率變化量有緩和趨勢。

壹、研究動機

國二下的課程中，老師在講解「反應速率與化學平衡」這個單元時，曾經提到一在雙氧水(H_2O_2)分解的反應時，加入催化劑「二氧化錳(MnO_2)」後，便可使原來速度十分緩慢的反應加快進行，也就是增加它的「反應速率」，再藉由觀察反應產生的氣泡生成快慢即可得知這個實驗反應速率的快慢與否。亦可依靠氧氣難溶於水的特性，利用「排水集氣法」收集氧氣，測量它的反應速率。在課文中也提過「溫度」、「反應物濃度」、「催化劑」等等的因素，都是能夠促使反應速率的改變的原因。但是，課本上所寫的，僅僅只有用肉眼去觀察，並沒有真的去測量出精確的數值，使得我們無法確切地知道一改變雙氧水的溫度、濃度以及催化劑也就是二氧化錳的量與雙氧水分解的反應速率快慢有什麼關係。這種種的疑問，都激發了我們的好奇心，促使我們希望能夠進一步去了解這個實驗的熱忱，於是，我們便想到以「排水集氣法」這個原理，以及應用現有的器材，開始著手設計一個操作的簡易、且方便我們測量以及收集氧氣儀器。

貳、研究目的

- 一、製作方便實用的氧氣收集器。
- 二、探討雙氧水分解產生氧氣的速率和雙氧水的濃度之關係。
- 三、探討雙氧水分解產生氧氣的速率和催化劑的量之關係。
- 四、探討雙氧水分解產生氧氣的速率和溫度高低之關係。

參、研究設備及器材

- 一、實驗藥物：雙氧水、二氧化錳、蒸餾水。
- 二、實驗器材：保鮮盒（密封罐）2個、玻璃試管3支（1支用來裝二氧化錳、2支用來做隔水加熱）、50ml的玻璃針筒、塑膠針筒4支（1支用來將雙氧水注

的塑膠針筒內。

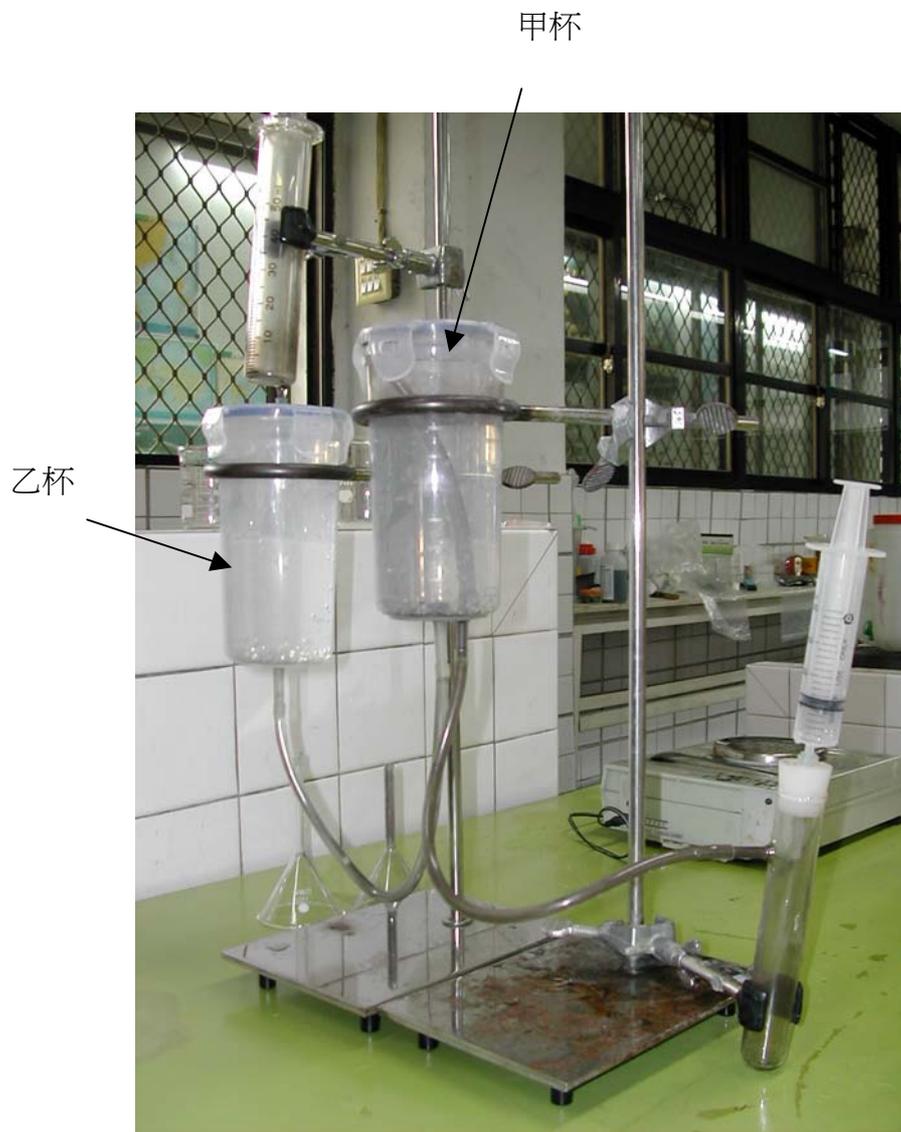
10. 將另外兩個塑膠瓶裝滿水。

(二) 第一次改良

1. 將塑膠瓶改用兩個玻璃試管代替，以塑膠管連接。
2. 拿一個合適大小的橡皮塞，用加熱的鐵釘，在橡皮塞上鑽一個與針孔蓋子相同的洞。
3. 將 2.所製作的橡皮塞代替原本的塑膠蓋，當作塑膠瓶的蓋子
4. 裝二氧化錳的塑膠瓶以錐形瓶代替。

(三) 第二次改良(正式實驗器材)

1. 到量販店買兩個透明保鮮塑膠杯。
2. 因為後來將數據作比較後，發現保鮮杯雖然仍有誤差，但誤差已較塑膠瓶和玻璃管好多了。
3. 原先裝二氧化錳的錐形瓶再以試管代替。
4. 將二氧化錳置入後，試管上方用（二）所製作的橡皮塞蓋住。
5. 過氧化氫水溶液則是用塑膠針筒放置，置於橡皮塞上（只要將針筒插入即可）。
6. 玻璃試管改以保鮮杯代替。
7. 將甲杯在底部鑽兩個洞。
8. 一個洞要和裝有二氧化錳的錐形瓶相連接，作為分解產生後氧氣的管道。
9. 另一個洞要和杯二連接。
10. 在乙杯的蓋子上方鑽一個洞，要插入 50 毫升的玻璃針筒。
11. 後發現實驗室有 100 毫升的玻璃試管，而改用之。
12. 但發現 100 毫升的重量太重，可能會影響實驗之結果。
13. 所以又改用 50 毫升的玻璃試管。



二、 利用自製儀器測雙氧水分解速率

(一) 在不同雙氧水濃度下測雙氧水分解速率

1. 實驗步驟

- (1) 將水加入保鮮盒並確定兩保鮮盒之水位同高。
- (2) 用電子天秤稱取 0.2g 二氧化錳的質量，再倒入玻璃試管中。
- (3) 以隔水加熱方式控制雙氧水及蒸餾水溫度，再以 10ml 的針筒分別量取所需雙氧水和蒸餾水的體積，再倒入 25ml 的針筒中。
- (4) 把 25ml 的針筒裝上試管上方，準備開始測雙氧水的分解速率。
- (5) 把碼錶歸零，準備至分別計時，針筒上舉每 10mL 按碼錶一次，直到針筒上舉至 50mL 停止計時。
- (6) 一人負責按碼錶，另一人壓針筒將雙氧水注入(雙氧水加入後，操作員用手壓住針筒活塞避免產生氧氣後活塞彈起)。
- (7) 觀察完之後只需清洗裝二氧化錳的玻璃試管即可再進行下一次實驗。

(二) 改變催化劑的量對雙氧水分解速率的影響

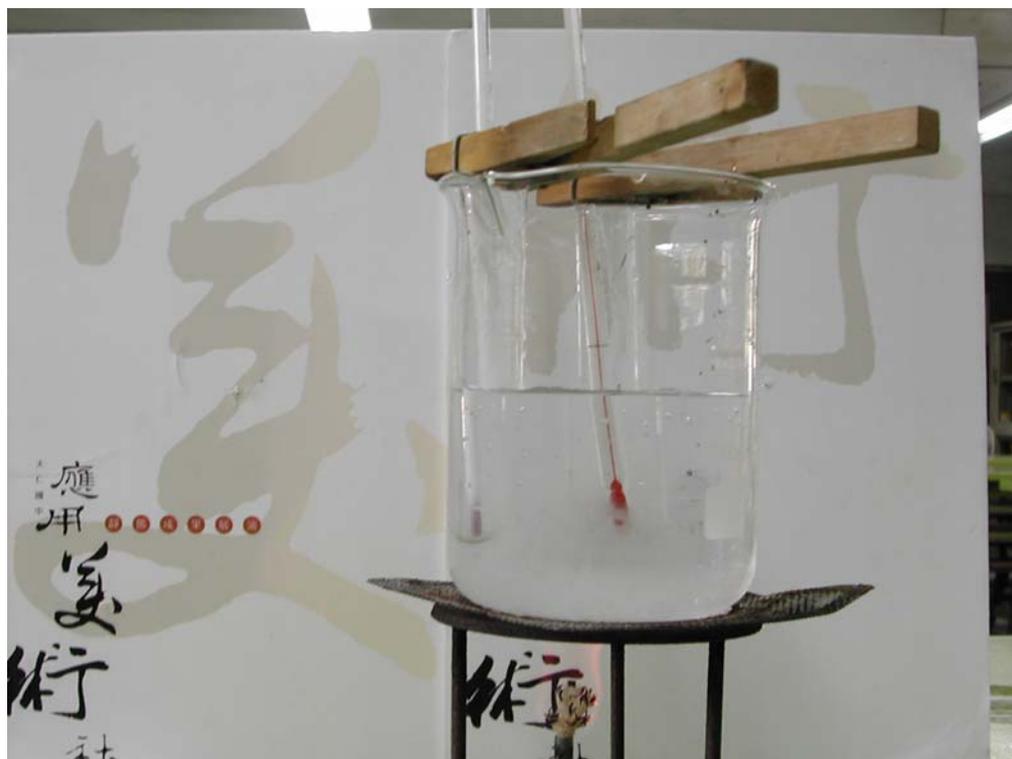
1. 實驗步驟

- (1) 爲了得到更確切的數據，我們分別稱取 0.1 以及 0.2 克的二氧化錳。
- (2) 並依照（目的二）的方法改變過氧化氫水溶液的濃度。
- (3) 再把 0.1 克以及 0.2 克的二氧化錳加入各個濃度的過氧化氫溶液中。
- (4) 依照上述實驗方法測量時間。
- (5) 將測量的結果輸入電腦，換算成時間倒數後加以整理並繪圖。

(三) 溫度改變對雙氧水分解速率的影響

1. 實驗步驟

- (1) 爲了了解溫度對反應速率的關係，我們將過氧化氫水溶液和蒸餾水同時隔水加熱（使過氧化氫水溶液不致於反應太劇烈，失去準確度）。
- (2) 嘗試控制過氧化氫水溶液及蒸餾水的溫度，加以改變。
- (3) 並依照(目的二)的方法改變過氧化氫水溶液的濃度。
- (4) 分別改變溫度 25°C、30°C、40°C、50°C、60°C。
- (5) 依照上述實驗方法測量時間。
- (6) 將測量的結果輸入電腦，換算成時間倒數後加以整理、繪圖並做比較。

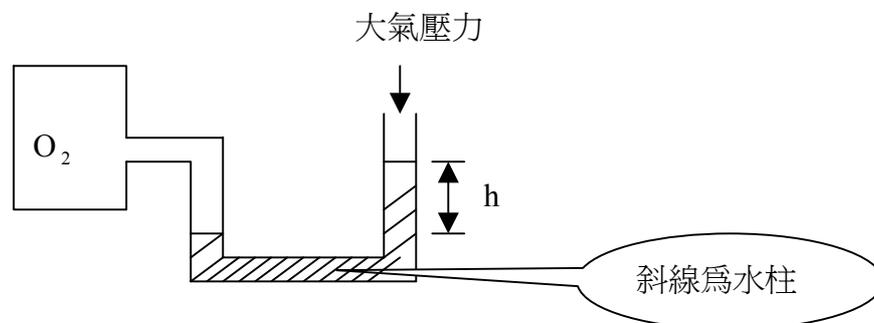


伍、研究結果

一、 實驗裝置的設計

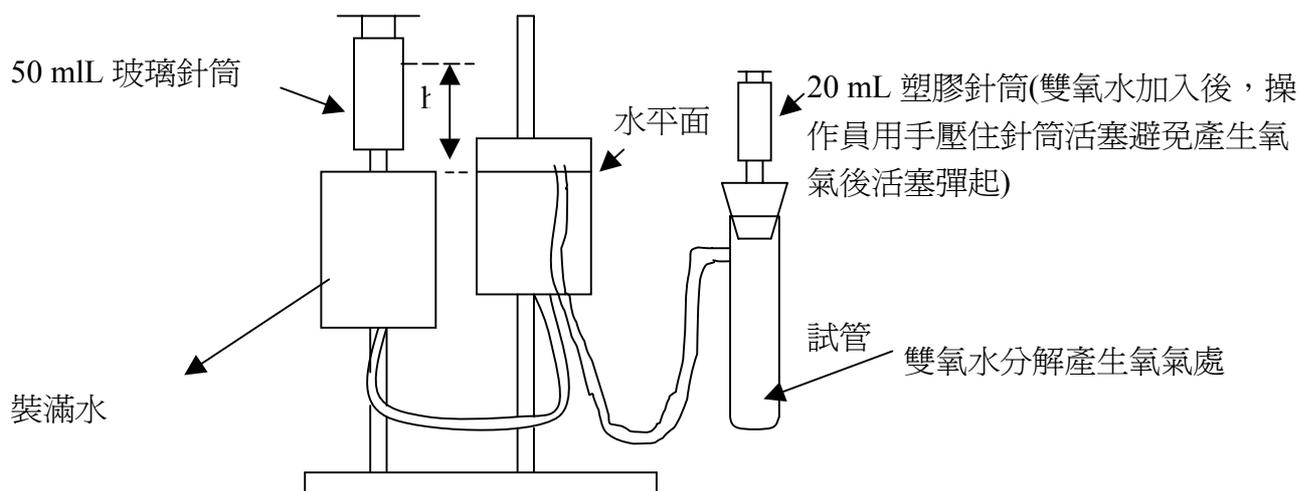
(一) 器材製作原理

1. 利用閉口式氣壓計原理(如圖一)



圖一

氧氣的壓力=水柱 h 高度的水壓力+大氣壓力=>即 $P_{O_2} = P_{\text{水柱}} + P_{\text{大氣}}$



圖二

2. 由圖二可知在試管中產生氧氣的壓力可推動中間保鮮盒裡的水，將水推進到左邊的保鮮盒再進一步把 50 mL 玻璃針筒的活塞往上推到 50mL 刻度處即反應完成。

實驗時，當產生的氧氣把活塞推動到 50mL 時，氧氣的氣體壓力=水柱的高度差(如圖二的 h)所產生的水壓+玻璃活塞的下壓重量所產生壓力+大氣壓力

$$\Rightarrow \text{即 } P_{O_2} = P_{\text{水柱}} + P_{\text{活塞下壓力}} + P_{\text{大氣}} = \text{定值}$$

【註】玻璃活塞本身在運動時仍有動摩擦力存在，此動摩擦力為定值。

3. 當每次實驗產生氧氣推動活塞到 50mL 時，由 $PV=nRT$ 可推得當 V、T 為一定值時，P 與 n 成正比關係，即每一次實驗氧氣將活塞推動到 50mL 時

所產生的氧氣的分子數理論上為一個定值。

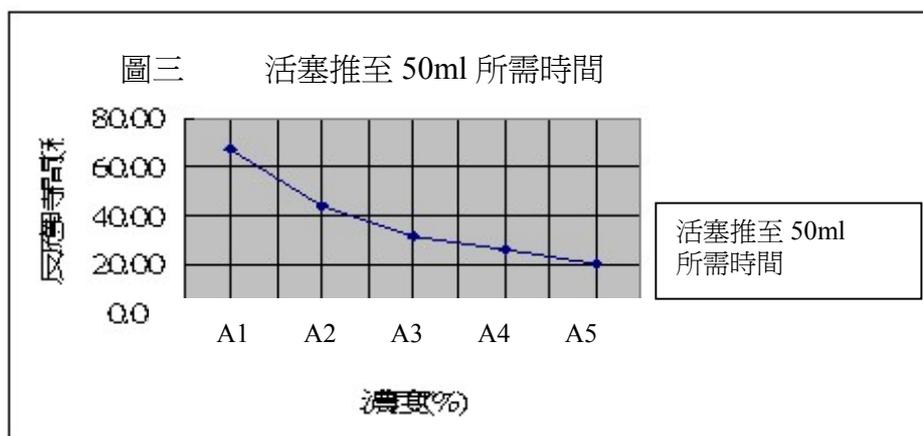
因此設計此儀器在雙氧水分解產生氧氣將活塞推到 50mL 所花的時間即可推得反應時間

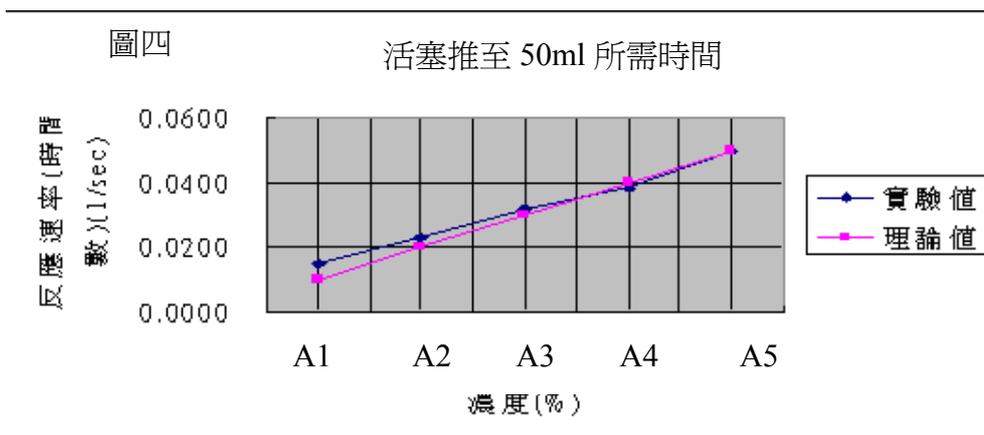
$$\Rightarrow \text{反應速率}(R) = \frac{P_{O_2}}{\Delta t} \text{ 即反應速率}(R) \propto \frac{1}{\Delta t} \text{ (反應速率與反應時間倒數成正比)}$$

表 2-1			MnO ₂ :0.2g 25°C 活塞推至 50ml 所需時間					
			實驗 1 (sec)	實驗 2 (sec)	實驗 3 (sec)	實驗 4 (sec)	平均值 (sec)	時間倒數 (反應速率)
A1	H ₂ O ₂	2ml	65.66	67.70	69.21	66.34	67.23	0.0149
	H ₂ O	8ml						
A2	H ₂ O ₂	4ml	42.44	43.25	44.40	45.07	43.79	0.0228
	H ₂ O	6ml						
A3	H ₂ O ₂	6ml	30.23	32.77	30.84	31.52	31.34	0.0319
	H ₂ O	4ml						
A4	H ₂ O ₂	8ml	27.22	24.44	26.84	24.76	25.82	0.0387
	H ₂ O	2ml						
A5	H ₂ O ₂	10ml	20.00	19.56	20.02	20.32	19.98	0.0501
	H ₂ O	0ml						

二、 利用自製儀器測雙氧水分解速率

(一) 實驗數據





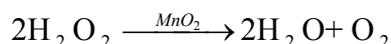
(二) 分析

1. 影響化學反應速率的因素有物質本性、濃度與接觸面積、溫度、催化劑，本次實驗控制實驗溫度為 25°C 及催化劑為 0.2gMnO₂，只改變濃度。藉此探討濃度對雙氧水分解速率的影響，進一步推導出過氧化氫分解的反應級數。
2. 配製雙氧水濃度方法(依下列比例，配製不同濃度之溶液)

	A1	A2	A3	A4	A5
35%雙氧水(mL)	2	4	6	8	10
蒸餾水(mL)	8	6	4	2	0
各溶液濃度	$\frac{2}{10} \times 35\%$	$\frac{4}{10} \times 35\%$	$\frac{6}{10} \times 35\%$	$\frac{8}{10} \times 35\%$	35%

由表可知此濃度改變成倍數成長即 A2/A1=2，A3/A1=4.....A5/A1=5

3. 雙氧水以二氧化錳為催化劑分解為水及氧反應方程式如下



由此反應方程式可推知，反應速率(r) = $\frac{-\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} = k[\text{H}_2\text{O}_2]^m$ ，m 為反

應級數，k 為反應速率常數。由實驗數據瞭解，A1 雙氧水的濃度為 $\frac{2}{10} \times 35$

% = 7%，A2 雙氧水的濃度為 $\frac{4}{10} \times 35\% = 14\%$ ，A3 雙氧水的濃度為 $\frac{6}{10} \times 35$

% = 21%，A4 雙氧水的濃度為 $\frac{8}{10} \times 35\% = 28\%$ ，A5 雙氧水的濃度為 35%，

從圖表得知濃度變為兩倍，產生氧氣到 50mL 所需的時間也大約為 1/2 倍，若換算成時間倒數(即反應速率)，可推得當雙氧水濃度變為兩倍時，反應速

率大約亦變為兩倍。即

反應速率(r)與雙氧水濃度成正比關係可推得 $m=1$

$$\Rightarrow \text{反應速率}(r) = \frac{-\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \frac{P_{O_2}}{\Delta t} = k[H_2O_2] \dots (\text{式 1-1})$$

\Rightarrow 為一級反應

三、 改變催化劑的量對雙氧水分解速率的影響

(一) 實驗數據

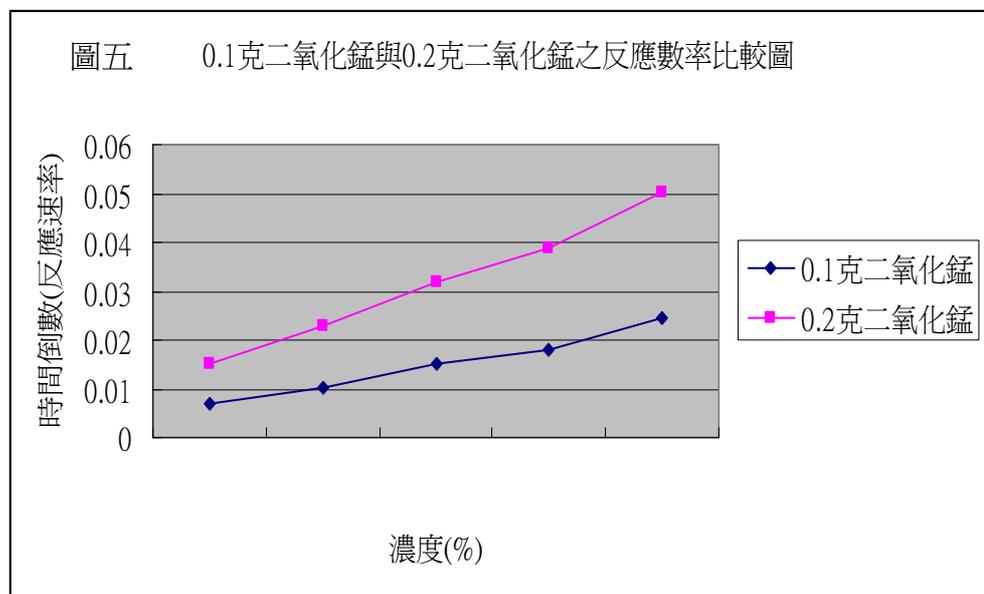
(表 3-1) $MnO_2:0.1g$ $25^\circ C$ 活塞推至 50ml							
			實驗 1 (sec)	實驗 2 (sec)	實驗 3 (sec)	平均值 (sec)	時間倒數 (反應速率)
A1	H_2O_2	2ml	146.31	143.17	147.72	145.73	0.0069
	H_2O	8ml					
A2	H_2O_2	4ml	94.32	94.22	99.56	96.03	0.0104
	H_2O	6ml					
A3	H_2O_2	6ml	63.65	66.52	65.40	65.19	0.0153
	H_2O	4ml					
A4	H_2O_2	8ml	55.93	55.24	55.76	55.64	0.0180
	H_2O	2ml					
A5	H_2O_2	10ml	39.10	42.50	40.25	40.62	0.0246
	H_2O	0ml					

(二) 分析

- 此次實驗是改變催化劑的量，將催化劑的量減半，以 $0.1g MnO_2$ 探討在不同濃度之下之雙氧水分解速率。進一步探討二氧化錳 $0.2g$ 與二氧化錳 $0.1g$ 反應速率的比較，分析結果如下表：

(表 3-2) $25^\circ C$ 活塞推至 50ml $MnO_2:0.1g$ 與 $MnO_2:0.2g$ 之反應速率比較		
	$MnO_2:0.1g$ 時間倒數 (反應速率)	$MnO_2:0.2g$ 時間倒數 (反應速率)

A1	H ₂ O ₂	2ml	0.0069	0.0149
	H ₂ O	8ml		
A2	H ₂ O ₂	4ml	0.0104	0.0228
	H ₂ O	6ml		
A3	H ₂ O ₂	6ml	0.0153	0.0319
	H ₂ O	4ml		
A4	H ₂ O ₂	8ml	0.0180	0.0387
	H ₂ O	2ml		
A5	H ₂ O ₂	10ml	0.0246	0.0501
	H ₂ O	0ml		



2. 由圖表得知，二氧化錳的量減為一半(0.1 克)反應速率(時間倒數)亦大約減為一半。雙氧水在此反應當中為液體，二氧化錳為固體，因此此為非勻相催化反應。由文獻得知，非勻相催化反應中，反應速率和反應物的濃度關係不大，而與接觸面積關係較大。非勻相反應發生於相之介面，故使用 0.2 克的二氧化錳比 0.1 克二氧化錳與雙氧水反應時接觸的總面積大兩倍，增加了有效碰撞的機會，使反應速率也變為原來兩倍，因此推得反應速率(r)與催化劑(二氧化錳)質量大小成正比關係

$$\Rightarrow \text{反應速率}(r) \propto M \quad (M: \text{為二氧化錳的質量}) \cdots (\text{式 } 2-1)$$

3. 綜合(式 1-1)與(式 2-1)可重新整理出雙氧水的反應速率定律式為

$$\text{反應速率}(r) = \frac{-\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = k[H_2O_2] \times M \quad (\text{式 } 2-2) \quad (M: \text{為二氧化錳的質量})$$

四、 改變溫度對雙氧水分解速率的影響

(一) 實驗數據分析

(表 4-1)在不同溫度下之將活塞推至 50ml 所需時間數據(MnO₂)

			25°C (sec)	30°C (sec)	40°C (sec)	50°C (sec)	60°C (sec)
A1	H ₂ O ₂	2ml	67.23	31.10	21.57	19.53	17.47
	H ₂ O	8ml					
A2	H ₂ O ₂	4ml	43.79	27.17	16.3	16.20	16.77
	H ₂ O	6ml					
A3	H ₂ O ₂	6ml	31.34	23.27	15.40	13.74	13.97
	H ₂ O	4ml					
A4	H ₂ O ₂	8ml	25.82	18.5	13.15	12.31	10.40
	H ₂ O:	2ml					
A5	H ₂ O ₂	10ml	19.98	16.0	12.97	12.08	8.76
	H ₂ O	0ml					

(表 4-2)在不同溫度下之將活塞推至 50ml 之時間倒數
(反應速率)(MnO₂ 0.2g)

			25°C (1/sec)	30°C (1/sec)	40°C (1/sec)	50°C (1/sec)	60°C (1/sec)
A1	H ₂ O ₂	2ml	0.0149	0.0322	0.0464	0.0512	0.0572
	H ₂ O	8ml					
A2	H ₂ O ₂	4ml	0.0228	0.0368	0.0613	0.0617	0.0596
	H ₂ O	6ml					
A3	H ₂ O ₂	6ml	0.0319	0.0430	0.0649	0.0728	0.0716
	H ₂ O	4ml					
A4	H ₂ O ₂	8ml	0.0387	0.0538	0.0761	0.0812	0.0962
	H ₂ O:	2ml					
A5	H ₂ O ₂	10ml	0.0501	0.0623	0.0771	0.0828	0.1142
	H ₂ O	0ml					

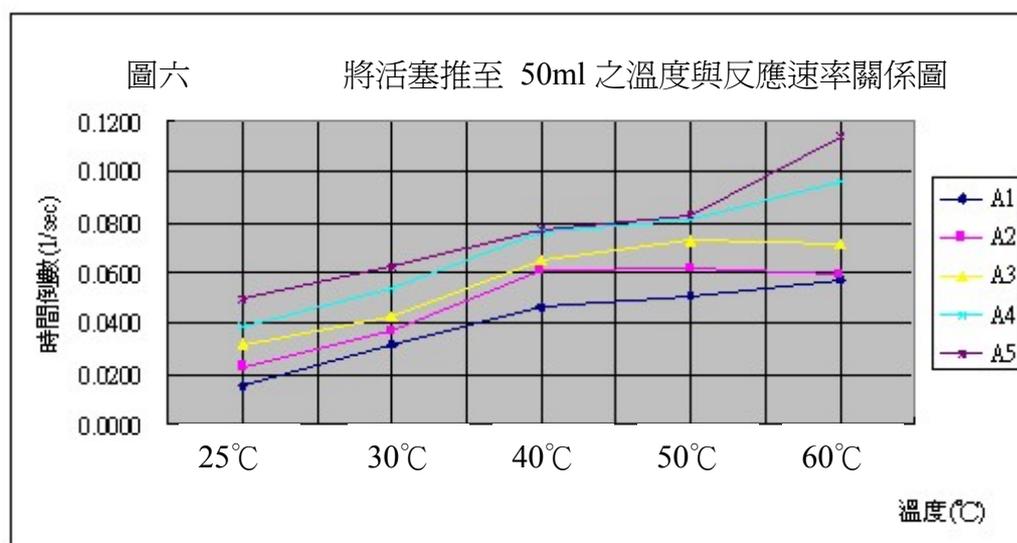
(二) 分析

1. 此研究是探討在控制催化劑量之下，在不同溫度下用自製的儀器來測量雙氧水的分解速率，並推得溫度變化量與反應速率之間的關係。
由上圖各溫度交叉分析圖表知，溫度越高反應速率越快。
2. 根據文獻顯示，理論值溫度每上升 10°C 反應速率會變為兩倍，關係式如下：

$$\frac{R_2}{R_1} = 2^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \quad (R_2 : \text{為溫度高的反應速率}、R_1 : \text{為溫度低的反應速率})$$

t_2 : 高溫度數、 t_1 : 低溫度數)

但在下圖六中發現溫度越高反應速率雖然變快，但 40°C 之後變化率有緩和趨勢，且 A1、A2、A3、A4、A5 分別為在不同濃度的雙氧水產生氧氣 50ml 時溫度與反應速率關係圖中得知超過 40°C 後，雙氧水濃度越低的溫度升高其反應速率變化率越小，探究其原因，可能是因為雙氧水本身會自行分解，當我們在燒杯中隔水加熱時，**雙氧水已自行分解導致濃度降低**。因此溫度越高雖使反應速率變快但雙氧水已被分解的量增加導致濃度降低使反應速率又變慢，以致於 40°C 後溫度升高反應速率變化率緩和之緣故。再者濃度較低的 A1 與 A2 因為本身調配時雙氧水的量比較少，加熱再分解之後過氧化氫的量更少導致溫度超過 40°C 後反應速率變化不明顯的緣故。



陸、討論

- 一、為了利用「排水集氣法」收集氧氣，且在實驗過後能夠方便用線香檢驗分解後的氣體是否為氧氣，所以製作了一個能夠符合排水集氣法的實驗器材。在

製作的過程中，也有過失敗、有過改良，我們改良的原因大多是因為器材會漏氣，進而影響了實驗的測量結果，而現在的器材經過我們的檢驗後，發現還算準確，也沒有漏氣的問題。

二、 探討單位體積內氧氣產生的速率和雙氧水的濃度之關係

二下的課程教到『反應物的濃度會影響反應速率』，課本只大概寫到濃度越大反應速率越快。我們卻不了解改變濃度和反應速率有何切確關係。所以我們決定將過氧化氫水溶液（重量百分濃度 35%）加入蒸餾水稀釋，並測量其反應速率的不同，加以比較，藉以了解濃度對反應速率的影響。首先，我們是將過氧化氫水溶液固定為 10 ml，已加入蒸餾水之多寡表示濃度。後卻發現，這樣必須考慮到溶液體積所造成的影響。於是，我們找尋相關資料，在經過多次的討論我們發現固定溶液體積為 10 ml 似乎是最好的實驗方式。於是我們分別以過氧化氫水溶液 10 ml、過氧化氫水溶液 8 ml+蒸餾水 2 ml、過氧化氫水溶液 6 ml+蒸餾水 4 ml、過氧化氫水溶液 4 ml+蒸餾水 6 ml、過氧化氫水溶液 2 ml+蒸餾水 8 ml，做以改變濃度。

三、 探討單位體積內氧氣產生的速率和催化劑的量之關係

我們先從 0.1 克的二氧化錳加入 2ml 過氧化氫加上 8ml 蒸餾水水溶液開始實驗，一開始的實驗速率真的很慢，有時候都要等好久，不過越到後面，二氧化錳的量加到 0.2 克時，反應的速率似乎以倍數在成長，使得我們好幾次因為來不及計時，而失敗了不少次，特別是在 0.2 克二氧化錳加入 10ml 的未稀釋過氧化氫這個實驗時，可真是難為了那位負責計時的同學呢！

四、 催化劑的比較與選用

當我們要開始著手進行這個實驗時，我們有去參考各版本的課本，而每一個版本的課本在進行這個分解反應實驗時，都是用二氧化錳加入雙氧水當作催化劑，這引發了我們的疑問—只有二氧化錳可以當作催化劑嗎？我們開始從網路上查詢資料，得知二氧化錳、鐵離子、碘化鉀、豬肝、紅蘿蔔…等物質都可當作分解雙氧水的催化劑。於是，為了實驗可以定量控制催化劑的量，因此我們選用二氧化錳與碘化鉀當作催化劑，由自製反應器開始測試其反應速率。

當我們用碘化鉀當作催化劑進行實驗時，發現其反應速率太快又不比二氧化錳來得穩定。在這個實驗裡，雙氧水與碘化鉀都是無色，理論上，反應後的顏色應該也是無色的，但我們實驗結果的顏色卻是棕色，之後我們查尋文獻得知，雙氧水用碘離子催化的分解反應（碘離子可促使反應進行），會迅速地釋放出氧氣，其中的一些碘離子會被氧化成碘分子，然後再與碘離子作用生成棕色的三碘離子，於是我們認為「碘化鉀不僅是催化劑，同時也是反應物」。

五、 探討單位體積內氧氣產生的速率和溫度高低之關係

一開始，我們只把蒸餾水直接置於酒精燈上加熱，加熱到需要的溫度，再加入雙氧水，而雙氧水只有在做濃度是純雙氧水時才隔水加熱，後來發現不把雙氧水加熱就置入蒸餾水中會使蒸餾水的溫度降低，使氧氣的產生速率誤差更大，所以，後來我們把雙氧水及蒸餾水個別置入 2 個試管內，以試管夾夾住，同時架在大燒杯上隔水加熱，使雙氧水及蒸餾水加熱至一樣的溫度，於每做一次後再確定 1 次溫度，約每做 2 次需再加熱 1 次，比較的溫度分別有 25 度、30 度、40 度、50 度、60 度，來比較溫度高低與氧氣產生數率的關係，發現溫度越高氧氣產生的速度越快。

六、 器材的改良

-與 42 屆全國科展化學類研究主題-（氧樂多）的比較

1、自製儀器的檢驗方法比較

在雙氧水分解反應後，我們都用了線香檢驗是否為氧氣。但他們的儀器是要在分解後將羊奶瓶翻轉，再將點燃的線香插入氧氣瓶中檢驗；而我們的儀器比他們方便多了！既不用翻轉，且不論雙氧水分解中或分解後，只需將收集氧氣的瓶蓋掀開即可馬上檢驗，更不用擔心收集來的氧氣會隨著時間的流逝而悄悄溜走，因為我們的儀器設計的既不漏水，更不會漏氣！

2、量取催化劑方法的比較

他們所使用秤取催化劑的工具是「天平」，而我們所使用的是「電子天平」！用電子天平量取催化劑的質量較為準確，連小數點以下兩位的質量都量取的到，因此測量誤差會比一般天平的誤差小！

3、過氧化氫水溶液

他們所取用過氧化氫水溶液的濃度是 30% ，但我所取用過氧化氫水溶液的濃度是 35% ，所以在數據上，會呈現不同的結果。

4、溫度對分解速率影響的比較

他們在〈實驗五〉裡的討論最後一句寫：「由此可知溫度越高，過氧化氫水溶液分解所需之時間就越短。」在我們的實驗裡，溫度越高，分解速率確實有明顯的增快，但經由圖表可知，其分解速率並不成正比關係。我們去想過其最大的原因可能是因為「在加溫時，雙氧水亦同時自行分解」，也就是說，加熱後的雙氧水，雖然溫度升高，但其實它已改變原本的濃度，而且濃度比原來的濃度來得低一點。

柒、 結論

一、 雖然我們能運用的器材少之又少，製作儀器的過程也困難重重，不過，經過這一連串的實驗，證明了本實驗儀器所運用的「排水集氣法」理論製作的儀器，再我們多次的改良、測試之後，正式使用的儀器跟一開始製作的儀器比

起來操作更簡易、測量出的數據也變得更準確了，或許它沒有辦法測量出十分精確的結果，但所測出來的數值已有一定的準確性存在卻是事實。

- 二、此排水集氣法之儀器製作，利用了國中所學的原理，如閉口式壓力計、排水集氣法、帕斯卡原理，能把我們目前所學的知識應用在器材的製作上。
- 三、在氣體的測量實驗上是最困難的，因為需考慮裝置會不會漏氣、裝置會不會因氣體壓力膨脹而造成我們測量誤差，因此在我們選用器材時一再改良，儘可能找比較堅硬的物質來當作我們儀器的材料，盡量讓誤差降到最低。
- 四、在此次實驗，我們用到課本一開始所教的減少誤差的測量方式，因此我們每次實驗都做五次如果五次相差不大就取五次之平均值，若是有某一兩次有較大的誤差(人爲操作時的誤差)，我們會使用去掉最高跟最低的數據再取三次數據平均值以增加我們的準確度。
- 五、影響反應速率的因素有本性、溫度、濃度、催化劑及接觸面積，本次研究做了溫度、濃度、催化劑及接觸面積對反應速率的影響，其中改變濃度與催化劑測出來之數據與理論值差異不大是此次實驗較成功之處，但是改變溫度後所得到的反應速率，與實際值有較大的差異。因為雙氧水分本會自行分解，溫度越高自行分解速率會越快，導致加熱時雙氧水濃度可能已經發生改變，造成實驗誤差。若進一步改進的話，需找其他的替代實驗，不會因爲一開始溫度升高就自行分解的反應物，再以恆溫的控制箱來恆溫，相信做出來的實驗結果會比較準確。

捌、參考資料及其他

- 一、吳銘鎮、華神通(民85)。神通化學實驗總覽。台北市：建宏出版社。
- 二、郭重吉(民94)。國中國二自然與生活科技課本。台南市：南一書局企業股份有限公司。
- 三、Raymond Chang(民92)。普通化學。臺北市：普林斯頓國際有限公司。
- 四、蔡皓羽、謝伊婷、蒙惠玲、劉家慈(民91)。養樂多—雙氧水的研究及新反應器的研製。民94年11月05日，取自：
<http://www.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/d/2/030219.pdf>
- 五、張兆綸、王鵬懿、王菁漢(民91)。揭開催化劑的面紗—由過氧化氫分解製養反應談起。民94年11月05日，取自：
<http://www.ntsec.gov.tw/activity/race-1/42/pdf/d/2/030220.pdf>

評 語

031624 有氧運動-由自製反應器探討過氧化氫分解率

本作品自製反應器探討過氧化氫分解速率，本作品之反應器操作容易，實驗結果再現性高，且與理論結果相近。過氧化氫分解速率作品，往年已有相似作品。本作品結果相當好，創新性可再加強。