

# 誰最爭『氣』：製造氧氣

邵國志

屏東縣廣興國民小學總務主任

## 壹、實驗動機

在五年級上學期第三單元自然課「空氣與燃燒」的單元時，我要學生們動手製造氧氣，看到學生們認真做實驗的模樣，我就覺得好興奮，心想除了植物會行光合作用製造氧氣外，我們也可以透過不同材料的實驗來產生氧氣，對學生們而言是一種延伸學習，實驗時，我們先按照課本內容只用了雙氧水加馬鈴薯來產生氧氣，做完這個實驗後，我問學生們只有馬鈴薯可以讓雙氧水產生氧氣嗎？於是，我便找了幾位有興趣的同學共同來探究，看看要實驗哪些問題，希望實驗過程與結果，可以提供日後教師在相關教學上的延伸教材。

## 貳、實驗問題

經由我們共同探究之後，我們決定研究下列實驗問題：

- 一、催化劑的量是否會影響雙氧水產生氧氣？
- 二、雙氧水的濃度是否會影響其產生氧氣？
- 三、雙氧水的體積量是否會影響其產生氧氣？
- 四、可以使雙氧水產生氧氣的催化劑有哪些？

## 參、實驗方法與過程

### 一、實驗方法

我們的研究方法大都依據五年級上學期課程中學習的經驗：

#### （一）收集氧氣的方法

分別依照不同的實驗問題以不同濃度的雙氧水利用『排水集氣法』收集氧氣，此外除了問題四（探索可作為催化劑的東西）以外，我們皆以馬鈴薯扮演實驗的「催化劑」（課程學習經驗）。

#### （二）檢驗氧氣的方法

氧氣是無色無味的氣體，在課堂上我們已學習氧氣有助燃性，因此實驗收集的氣體皆以「點燃線香」的方式檢驗是否為氧氣。

### 二、研究過程

#### （一）實驗設計過程

依據研究目的，再參考我們已學習過的科學概念、經驗以及蒐集閱讀相關的資料，形成此實驗的概念架構圖（如圖 1），並且將整個實驗過程設計成四項實驗主題探索（如問題一~問題四）。

#### （二）實驗操作步驟

雖然依據不同實驗問題，我們設計有不同的實驗；然而一些主要的實驗步驟仍是相同的，此外為避免產生太大的實驗誤差，實驗中的每一個步驟都是由同一個人操作。於下簡介實驗的步驟：

1. 先將實驗使用的催化劑—生馬鈴薯（問題三除外）切塊再秤重（依據實驗設計），並紀錄實驗前的重量。
2. 調配雙氧水的濃度，並依據實驗設計量取適當的體積量（先紀錄好實驗前的雙氧水體積量）倒入錐形瓶中。
3. 將切塊的生馬鈴薯（或問題四的其他催化劑）放入已裝有雙氧水的錐形瓶中，再以「排水集氣法」開始進行氧氣的收集。

誰最爭『氣』：製造氧氣

- 4.紀錄收集的第一瓶氣體所需的時間，以此作為「氧氣產生速率」的依據。
- 5.用線香測試所收集的氣體是否為氧氣，並記錄觀察的結果。
- 6.測量並紀錄「不再產生氣體時的實驗時間」，以此作為「氧氣生成時間」的依據。
- 7.測量並紀錄產生氧氣的所有試管瓶數。
- 8.測量並紀錄實驗完畢後馬鈴薯的重量及雙氧水的量。

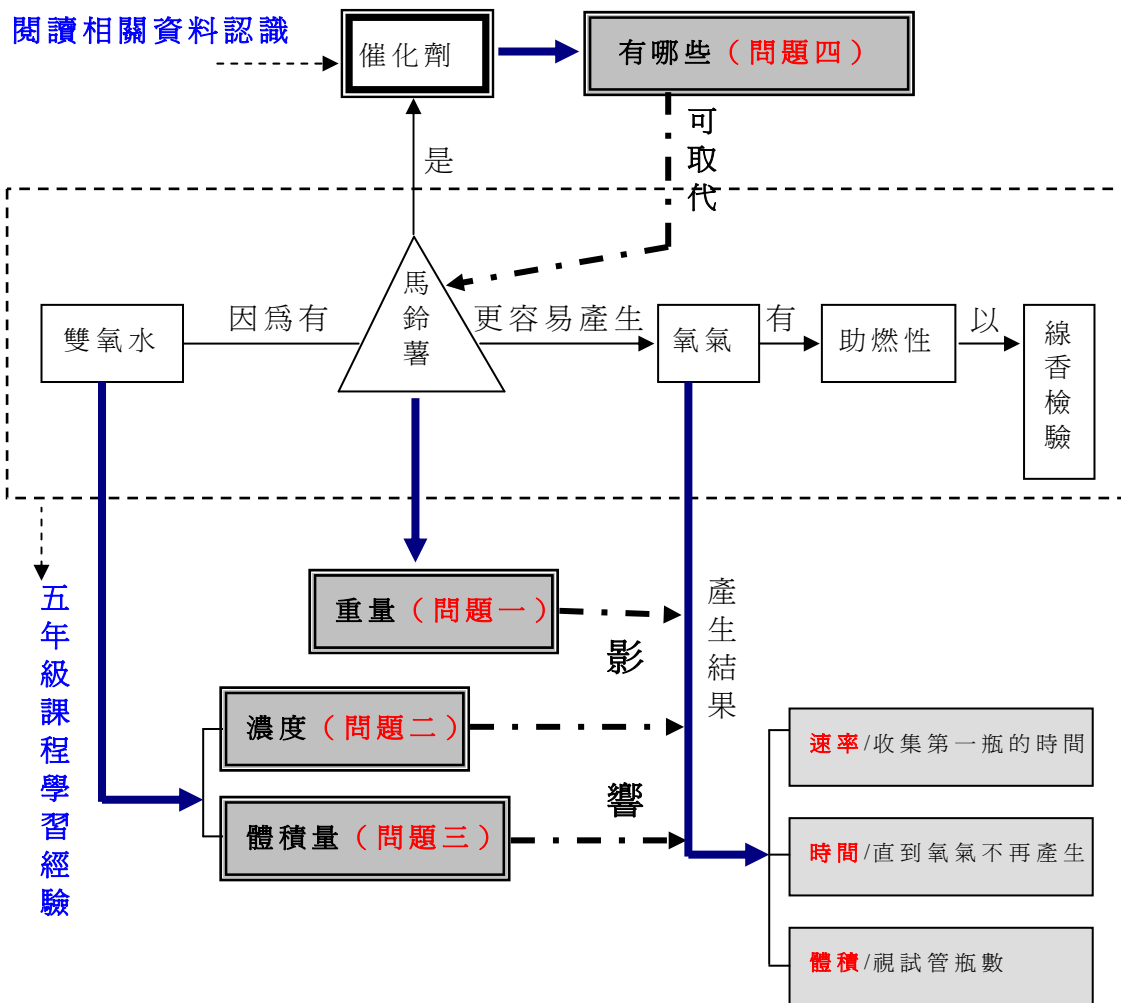


圖 1 實驗概念架構圖

## 肆、實驗結果

問題一：探討催化劑的重量是否會影響雙氧水產生氧氣？

- ◆控制變因：雙氧水的濃度及使用的體積量－取 100ml 的水，再加入 25ml 的實驗室用雙氧水（濃度 30%），均勻混合後再取 100ml 進行實驗。
- ◆操作變因：不同重量的同種催化劑－生馬鈴薯切塊；分別是 3g、6g、9g、12g。
- ◆實驗結果：
  - （一）發現使用的生馬鈴薯切塊愈多（重量愈大），收集第一瓶氧氣的時  
間就愈短，代表**氧氣產生的速率愈快**（如表 1、圖 2）。
  - （二）當不再有氧氣產生時，生馬鈴薯切塊愈多（重量在 12g 以內），產  
生氧氣的瓶數也就愈多（如表 1、圖 2）。

表 1 不同重量的催化劑對雙氧水產生氧氣的影響表

生馬鈴薯切塊（催化劑）加入已調配濃度的雙氧水								
紀錄項目	M (g)	S (ml)	M (g)	S (ml)	M (g)	S (ml)	M (g)	S (ml)
實驗前	3	100	6	100	9	100	12	100
實驗後	3	98	6	98	9	90	12	90
實驗變化	0	2	0	2	0	10	0	10
第一瓶氧氣的 時間/秒 (氧氣產生的 速率)	219		140		91		52	
收集氧氣的瓶 數	1.00		2.50		3.67		6.50	

註：M 代表催化劑－馬鈴薯的重量（g）；S 代表雙氧水的體積量（ml）

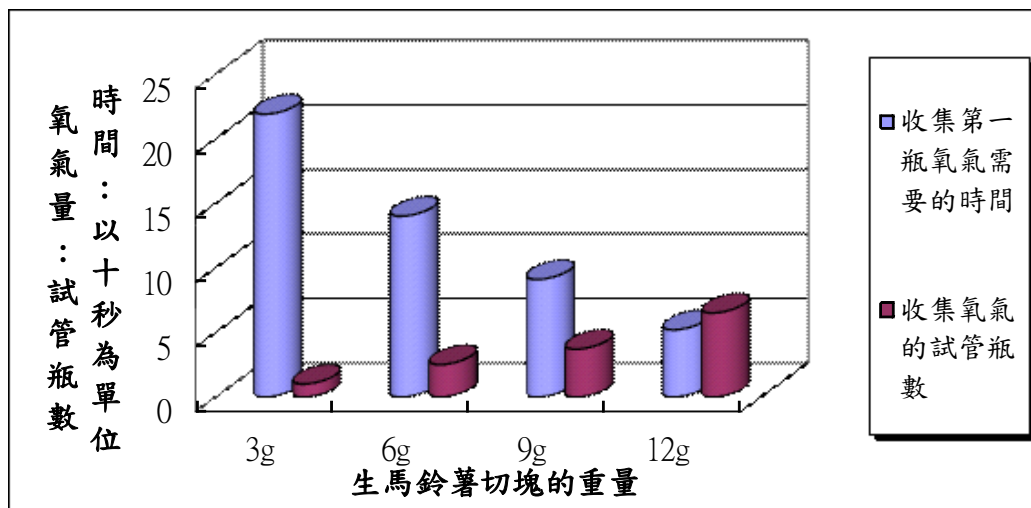


圖 2 不同重量的馬鈴薯對雙氧水產生氧氣的比較圖

(三) 在實驗前、後，馬鈴薯的重量都沒有改變，但是雙氧水有改變，表示氧氣的產生消耗了部分的雙氧水卻沒有消耗到馬鈴薯；此外越多的馬鈴薯，消耗掉的雙氧水也越多（如表 1、圖 3）。

(四) 收集的氣體是「氧氣」，因為經線香檢驗都可使線香燃燒更旺。

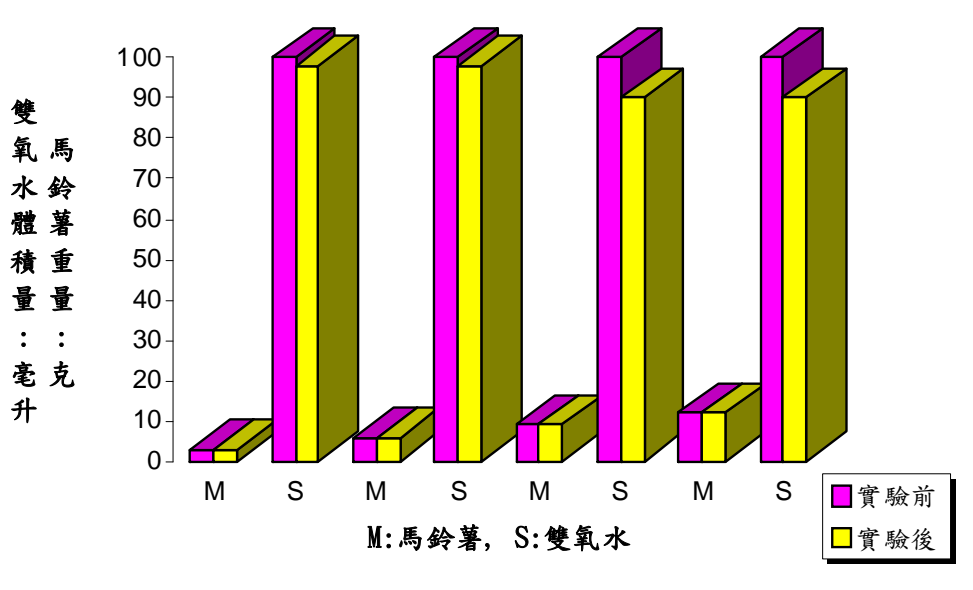


圖 3 (問題一) 實驗前、後馬鈴薯重量與雙氧水體積量的比較圖

### 問題二：探討雙氧水的濃度是否會影響氧氣的產生？

- ◆控制變因：相同重量的同種催化劑－6g 生馬鈴薯切塊。
- ◆操作變因：不同濃度的雙氧水，濃度的設定請參見表 2。

表 2 不同濃度的雙氧水調配設定表

	濃度一	濃度二	濃度三	濃度四
水 (ml)	100	100	100	100
雙氧水 (ml)	25	50	75	100
皆均勻混合後再取 1 0 0 m l 進行實驗				

註：雙氧水皆為「實驗室用雙氧水」，濃度為 30%

#### ◆實驗結果：

- (一) 以不同濃度的雙氧水進行實驗，發現雙氧水的濃度愈濃，收集第一瓶氧氣的時間愈短，氧氣產生的速率愈快（如表 3 及圖 4）。
- (二) 我們設定的濃度並未使實驗結果產生的氧氣量呈現很大的差異趨勢，僅能發現雙氧水的濃度愈小（濃度一），產生的氧氣量愈少；此外，濃度在 50/100~100/100（雙氧水/水）所產生的氧氣量非常接近（如表 3 及圖 4）。
- (三) 綜合（一）、（二）的結果，此實驗設定的雙氧水濃度僅能明顯改變雙氧水產生氧氣的速率，卻很難影響氧氣的產生量；經由我們的討論結果，可能因為設定的雙氧水濃度之變化不夠大。
- (四) 所收集的氣體經線香測試後，都可使線香燃燒更旺，因此判斷，所收集到的氣體是「氧氣」。

表 3 同重量的催化劑對不同濃度的雙氧水產生氧氣的影響表

生馬鈴薯切塊（催化劑）加入已調配濃度的雙氧水								
紀錄項目	M (g)	S (ml) 25/100	M (g)	S (ml) 50/100	M (g)	S (ml) 75/100	M (g)	S (ml) 100/100
實驗前	6	100	6	100	6	100	6	100
實驗後	6	98	6	93	6	93	6	93
實驗變化	0	2	0	7	0	7	0	7
第一瓶氧氣的 時間/秒 (氧氣產生的 速率)	140		129		95		75	
收集氧氣的瓶 數	2.50		2.75		2.75		2.75	

註：M 代表催化劑－馬鈴薯的重量 (g)

S 代表各濃度 (30% 雙氧水/水) 雙氧水的體積量 (ml)

- (五) 在實驗前、後，馬鈴薯的重量都沒有改變，但雙氧水卻有改變（如表 3 及圖 5），由此可再次地驗證（問題一）的發現（如圖 3）－「產生氧氣」的實驗僅會消耗雙氧水的量（使實驗後的雙氧水變少），並不會消耗掉馬鈴薯的量。
- (六) 此外從表三中還可發現，當「消耗的雙氧水量」相同時，雖然氧氣產生的速率不同，但是其「產生的氧氣量也相同」；這是個有趣又令人驚奇的發現，似乎代表著「雙氧水的消耗量」與「生產的氧氣量」有很密切的關係。

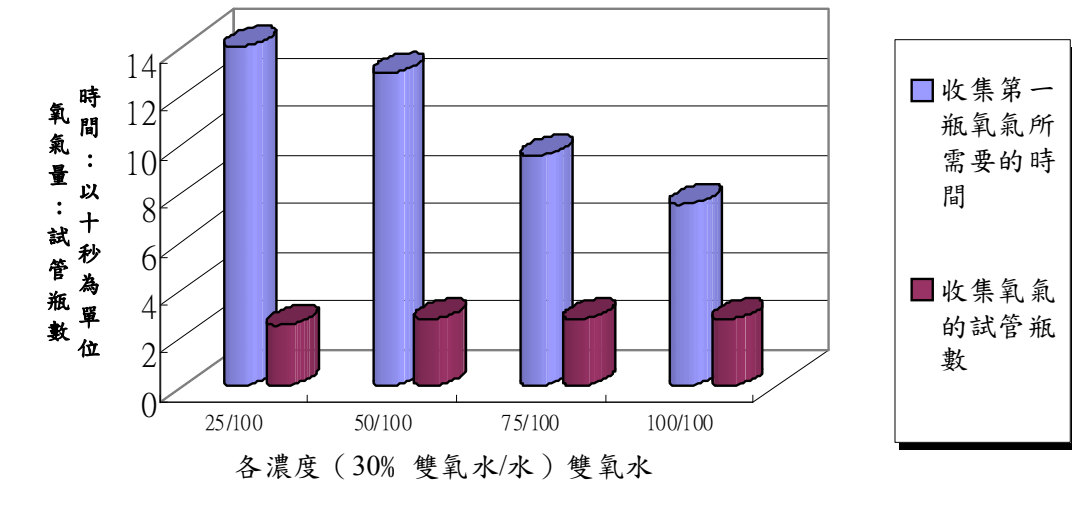


圖 4 不同濃度的雙氧水在等重的馬鈴薯下產生氧氣的比較圖

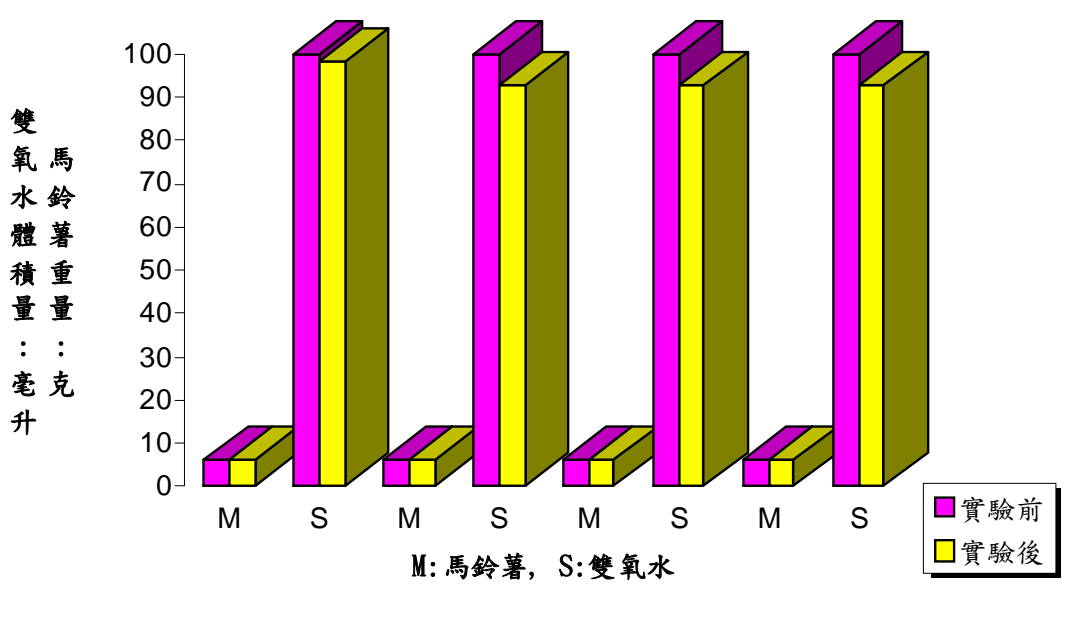


圖 5 (問題二) 實驗前、後馬鈴薯重量與雙氧水體積量的比較圖



**問題三：探討不同體積量但相同濃度的雙氧水是否會影響氧氣的產生？**

◆控制變因：

- (一) 相同重量的同種催化劑－6g 生馬鈴薯切塊。
- (二) 相同濃度的雙氧水：由 100ml 的水加 25ml 的雙氧水（濃度 30%）均勻混合而成。

◆操作變因：不同體積量的雙氧水，分別是 -50ml、100ml、150ml、200ml。

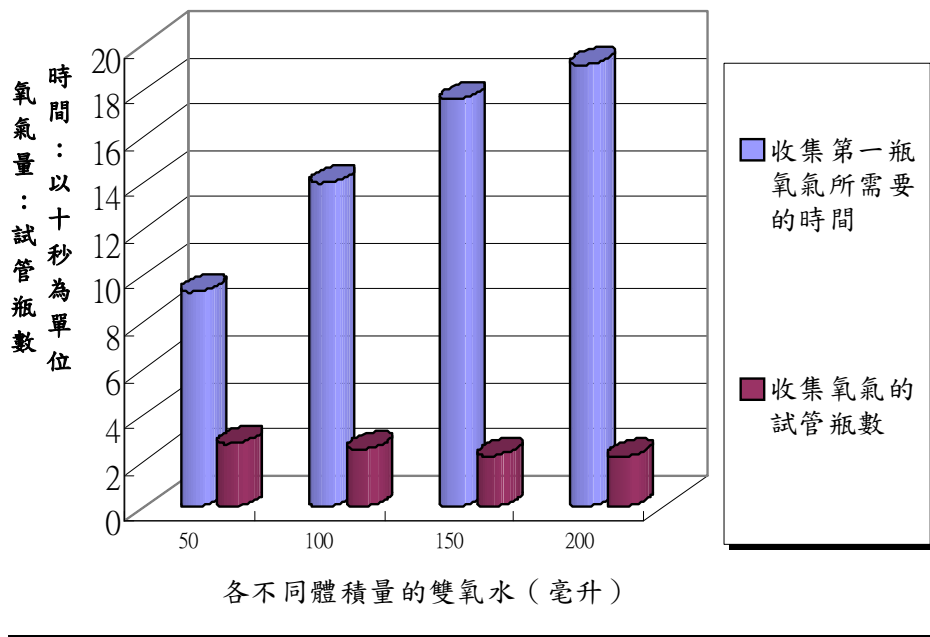
◆實驗結果：

- (一) 以相同濃度不同體積量的雙氧水進行實驗時，發現當所使用的雙氧水愈多時，產生第一瓶氧氣所需的時間也就愈長（代表氧氣產生的速率愈慢）（如表 4 及圖 6）。
- (二) 當不再產生氣體時，雙氧水的體積量愈多，所產生的氧氣量就愈少（如表 4 及圖 6）。

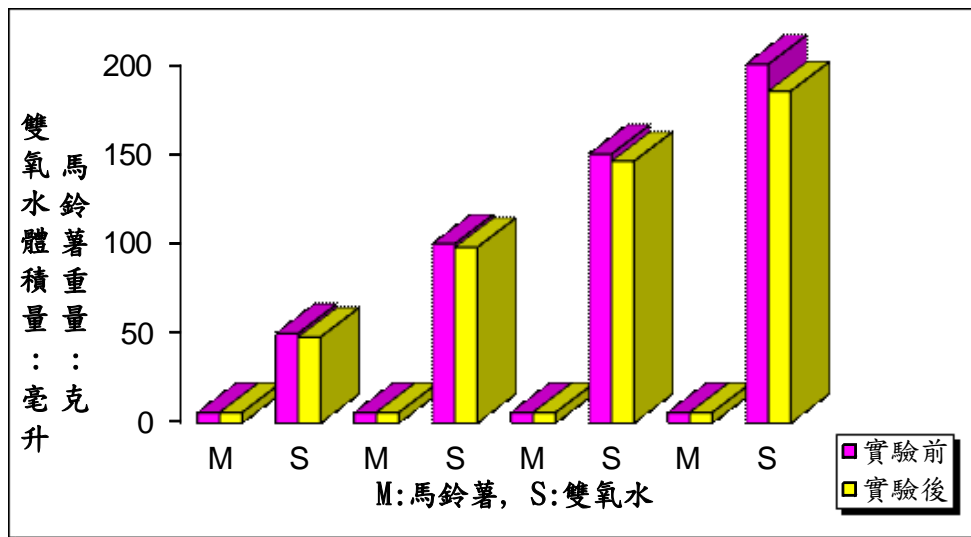
表 4 同重量的催化劑對不同體積量的雙氧水產生氧氣的影響表

生馬鈴薯切塊（催化劑）加入已調配濃度的雙氧水								
紀錄項目	M (g)	S (ml)	M (g)	S (ml)	M (g)	S (ml)	M (g)	S (ml)
實驗前	6	50	6	100	6	150	6	200
實驗後	6	48	6	98	6	146	6	185
實驗變化	0	2	0	2	0	4	0	15
第一瓶氧氣的時 間/秒 (氧氣產生的速 率)	93		140		176		191	
收集氧氣的瓶數	2.75		2.50		2.22		2.16	

註：M 代表催化劑－馬鈴薯的重量（g）；S 代表雙氧水的體積量（ml）



- (三) 收集的氣體是「氧氣」，因為經線香檢驗都可使線香燃燒更旺。
- (四) 在實驗前後，馬鈴薯的重量都沒有改變，但雙氧水卻有改變（如表 4 及圖 7），此實驗結果也與（問題一）及（問題二）相同。



問題四：尋找可以取代馬鈴薯使雙氧水產生氧氣的催化劑？

- ◆控制變因：雙氧水的濃度及使用的體積量－取 100ml 的水，再加入 25ml 的實驗室用雙氧水（濃度 30% ），均勻混合後再取 100 ml 進行實驗。
- ◆操作變因：各 3g 不同種類的「假定的催化劑」－指暫時假定可取代馬鈴薯使雙氧水產生氧氣的催化劑；這些「假定的催化劑」多是家裡常見且順應實驗時適逢季節性的東西，再經由我們的分類（如圖 8）所共同討論挑選。

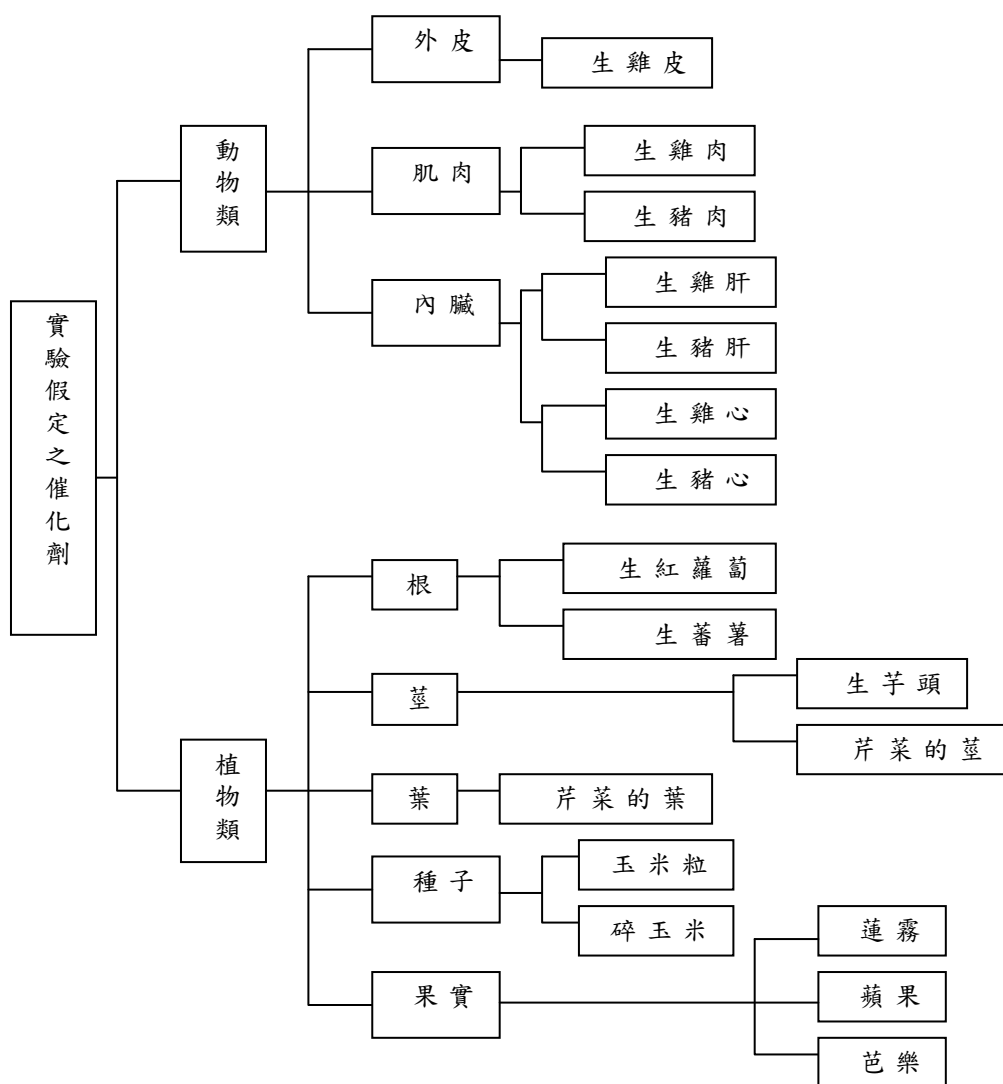


圖 8 實驗假定之催化劑分類圖

◆ 實驗結果：

(一) 在實驗中所使用的各種催化劑，除了蓮霧及蘋果無法使雙氧水產生氣體外，其餘的皆可產生氣體（如圖 9）；此外將所產生的氣體一一以線香測試，都可使線香燃燒更旺盛，由此可知，所產生的氣體是氧氣（如表 5）。

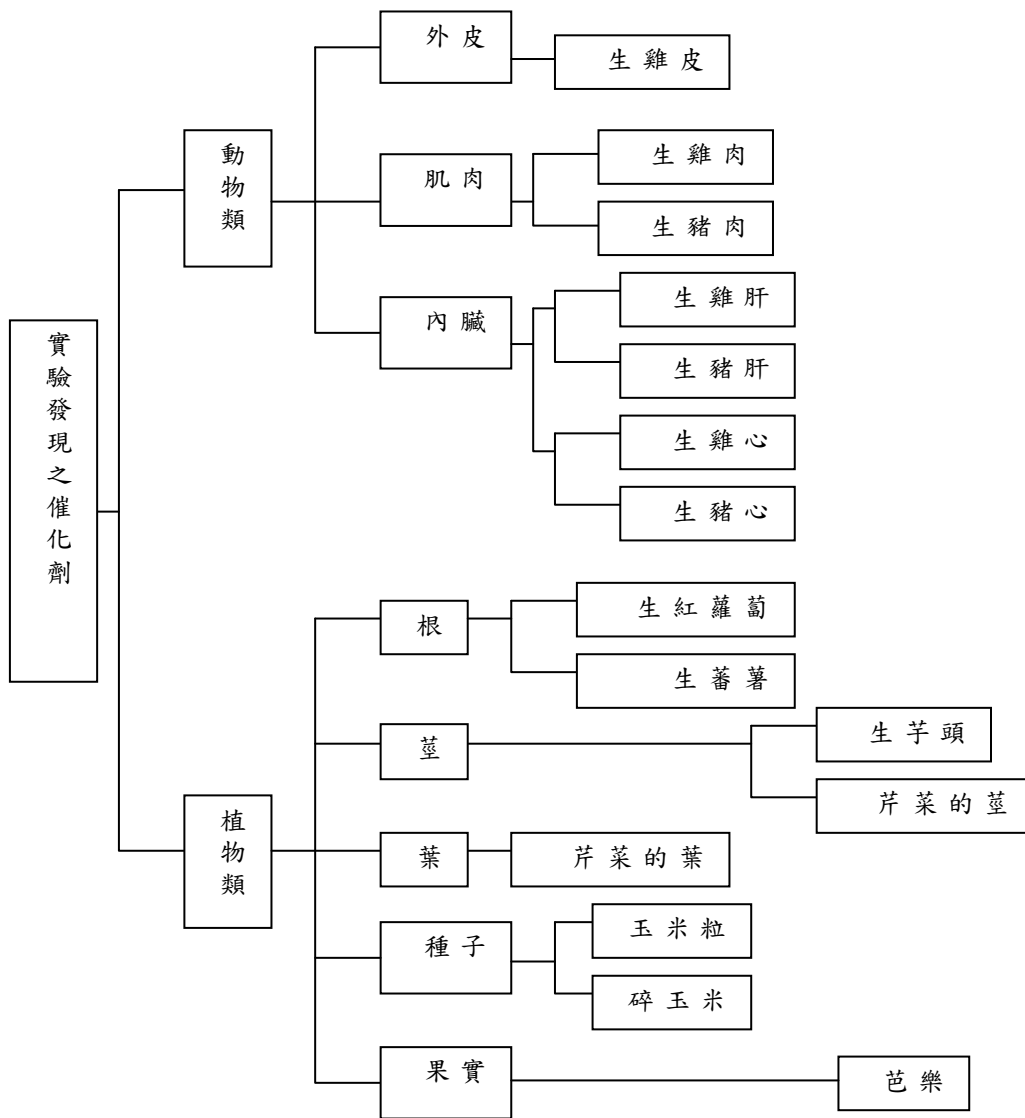


圖 9 實驗發現之催化劑分類圖

表 5：實驗假定之催化劑對雙氧水產生氧氣之影響表

各種假定之催化劑（3g）加入已調配濃度的 100ml 雙氧水				
假定之催化劑種類		線香燃燒狀況	收集第一瓶氣體的時間（秒） /氣體產生的速率	收集氣體的試管瓶數
動物類	豬肉	燃燒更旺盛	62	1.67
	豬肝	有火花產生	6	12.00
	豬心	有火花產生	17	33.50
	雞皮	燃燒更旺盛	80	2.67
	雞肉	燃燒更旺盛	220	1.00
	雞肝	有火花產生	10	10.33
	雞心	有火花產生	17	49.00
植物類	芹菜葉子	有火花產生	72	9.00
	芹菜的莖	有火花產生	51	31.33
	蓮霧	沒有氣體產生		
	碎玉米	燃燒更旺盛	51	5.00
	玉米粒	燃燒更旺盛	163	1.00
	蘋果	沒有氣體產生		
	芭樂	燃燒更旺盛	126	1.33
	紅蘿蔔	燃燒更旺盛	79	3.50
	芋頭	燃燒更旺盛	114	4.00
	番薯	燃燒更旺盛	201	1.00

註：灰色底塊代表可明顯幫助雙氧水產生氧氣的催化劑

- (二) 由(表 5)可明顯發現，動物類的催化劑產生氧氣的速度明顯比植物性的催化劑快許多，產生的氧氣量也比較多；此外我們挑選的動物類皆可以當作幫助雙氧水產生氧氣的催化劑，這之中尤以內臟類的催化劑最易加速氧氣的產生。
- (三) 植物類的催化劑對雙氧水產生氧氣的幫助雖然較不明顯，但是大部分仍可作為「催化劑」，其中以芹菜的莖以及碎玉米表現較佳。
- (四) 同樣是玉米，但是玉米粒和碎玉米對雙氧水產生氧氣的幫助不同，由表五中可發現碎玉米明顯比玉米粒更適合扮演「催化劑」；這

點不禁讓我們聯想到自然課本中還有特別提到實驗時須先將生馬鈴薯切丁才能幫助實驗，由此可知：「**催化劑的大小塊應該也會影響雙氧水產生氧氣**」。

(五) 將所有實驗發現的催化劑參與實驗的結果繪製成圖（如圖 10），以呈現其幫助雙氧水產生氧氣的表現趨勢，提供給以後學習到此相關實驗的同學作參考；此外還可發現有的催化劑能非常快速使雙氧水產生氧氣（圖中藍色部分），有的則能更增加產生的氧氣量（圖中紅色部分）。

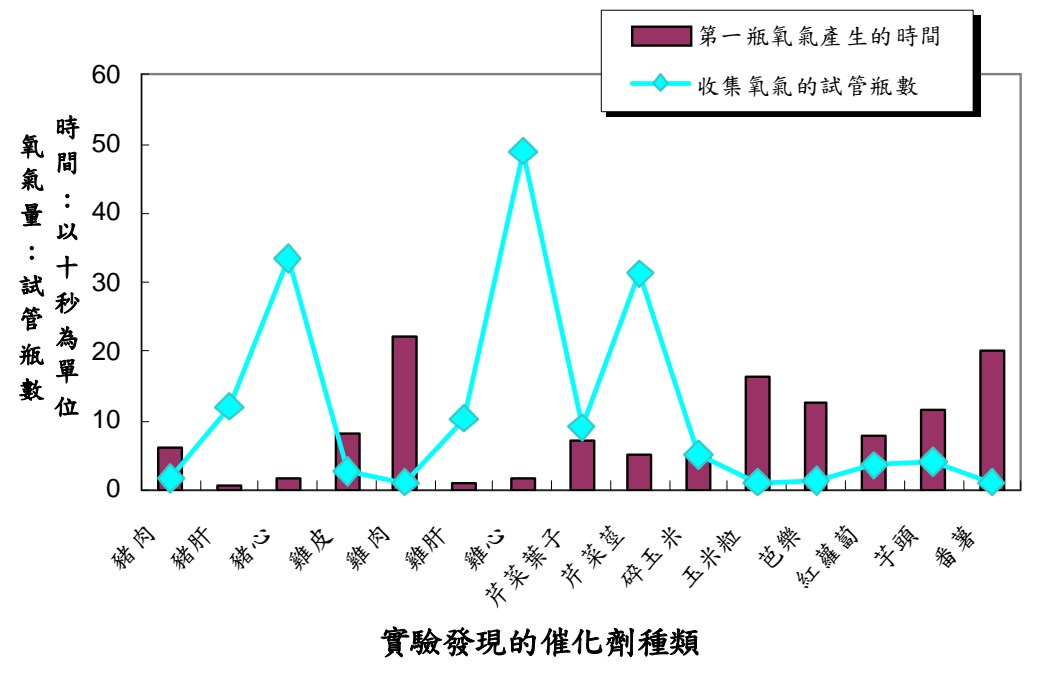


圖 10 實驗發現之催化劑（各 3g）影響雙氧水產生氧氣之比較圖

(六) 由表六中可明顯發現「動物類」的催化劑會使雙氧水消耗掉的體積量比「植物類」的催化劑多；此外較明顯幫助雙氧水產生氧氣的催化劑會使雙氧水消耗掉更多（如表 6 中灰色底塊及圖 11）。

表 6 實驗前、後各種催化劑重量及雙氧水體積量的變化表

催化劑種類		催化劑實驗前 重量 (g)	催化劑實驗後 重量 (g)	雙氧水實驗前 的量 (ml)	雙氧水實驗後 的量 (ml)
動物類	豬肉	3	3	100	75
	豬肝	3	3	100	70
	豬心	3	3	100	80
	雞皮	3	3	100	87
	雞肉	3	3	100	86
	雞肝	3	3	100	50
	雞心	3	3	100	75
植物類	芹菜葉子	3	3	100	90
	芹菜的莖	3	3	100	90
	※蓮霧	3	3	100	100
	碎玉米	3	3	100	91
	玉米粒	3	3	100	91
	※蘋果	3	3	100	100
	芭樂	3	3	100	93
	紅蘿蔔	3	3	100	92
	芋頭	3	3	100	92
	蕃薯	3	3	100	95

註：灰色底塊代表可明顯幫助雙氧水產生氧氣的催化劑；※代表「非催化劑」，無法幫助雙氧水產生氧氣也未能使雙氧水消耗掉

(七) 與之前的研究結果相同，實驗前、後各催化劑的重量並沒有變化，僅雙氧水的量有變化（如表 6），因此我們特將各催化劑影響雙氧水體積消耗的變化繪製成圖以便討論（如圖 11）。

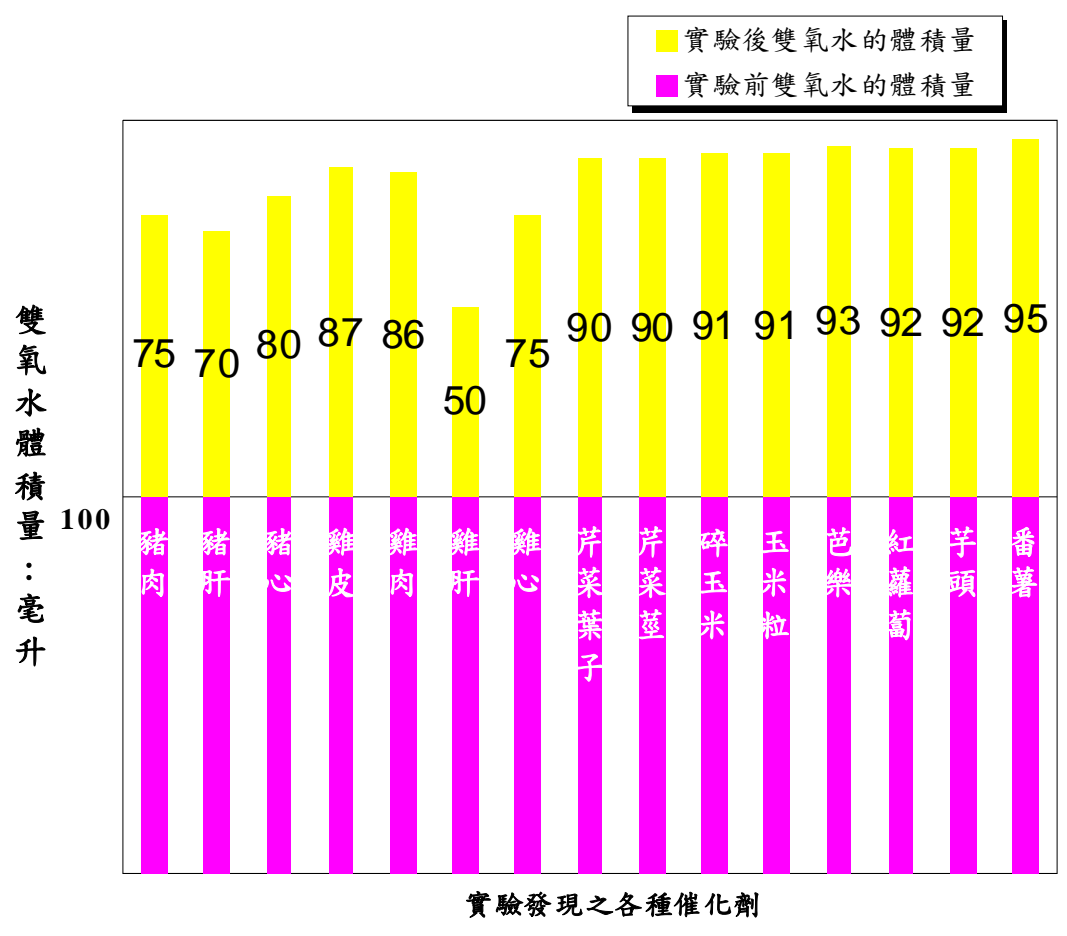


圖 11 各催化劑影響雙氧水體積消耗的比較圖

註：實驗前各組雙氧水皆為 100ml；黃色方塊上的數字代表實驗後剩下的雙氧水體積量

- (八) 由圖 11 中的趨勢可更明顯發現：動物類的催化劑比較會使雙氧水消耗更多以產生氧氣，尤其是動物的內臟；而植物類的催化劑使雙氧水消耗的量則相差不大（包含之前實驗使用的馬鈴薯）。
- (九) 為能更深入探討「催化劑」對雙氧水產生氧氣的影響，特將（問題四）中較有明顯幫助製氧的催化劑歸類出，並綜合「氧氣產生速率」、「氧氣產生量」及「使雙氧水消耗量」三項影響情形作比較與分析（如圖 12）。



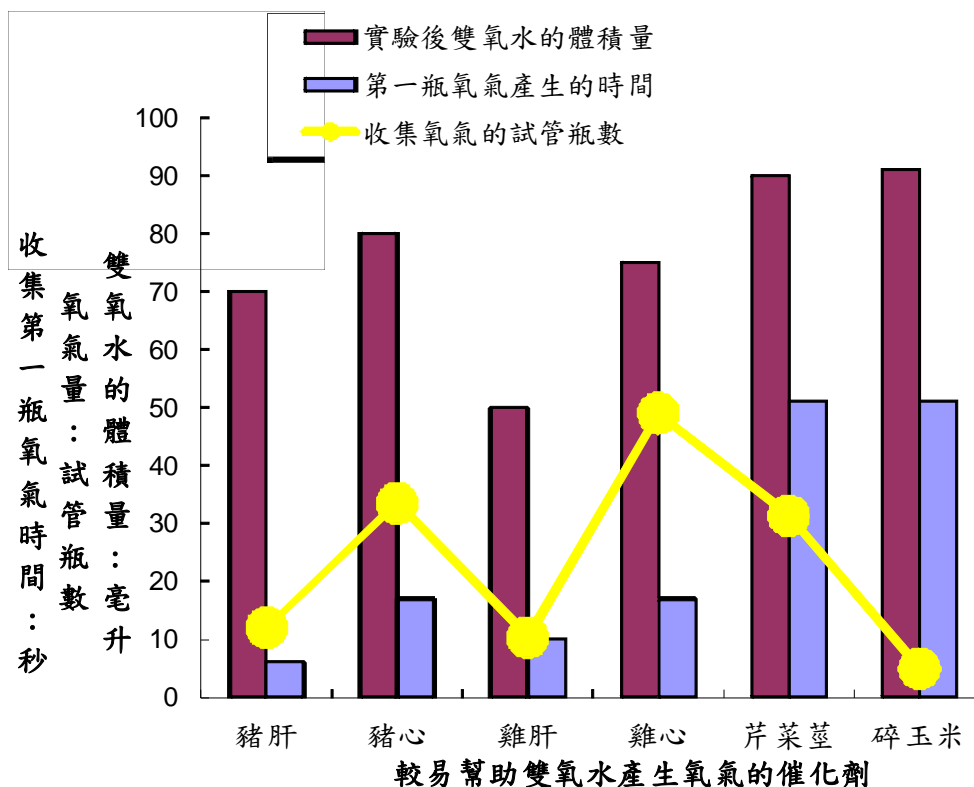


圖 12 較易幫助雙氧水產生氧氣的「催化劑」比較圖

◆ 未來進行相關實驗時可參考：

- (一) 豬肝及雞肝最能加速雙氧水產生氧氣，其中豬肝能幫助產生較多的氧氣，而且不會像雞肝消耗掉很多的雙氧水。
- (二) 碎玉米和芹菜的莖幫助雙氧水產生氧氣的速率一樣，且消耗掉雙氧水的量也相近，其中芹菜的莖能幫助產生的氧氣更多。
- (三) 豬心和雞心幫助雙氧水產生氧氣的速率僅比豬肝及雞肝慢一些，消耗掉雙氧水的量比較少，但卻能使雙氧水產生非常多的氧氣；因此在上自然課時若以少許的豬心和雞心扮演催化劑，不但可節省很多時間，不會太消耗雙氧水，又可製造出很多氧氣，真是一舉三得。

## 伍、討論

在我們的實驗架構中，（問題一）到（問題三）彼此有關聯且環環相扣，並影響我們設計（問題四）的實驗；此外在我們綜合比較各實驗結果時，除了再複習課程中學過的科學概念以外，陸續蒐集的相關資料也提供了很大的幫助，讓我們的實驗更加豐富且踏實。以下便呈現幾項我們共同討論的實驗發現要點：

### 一、催化劑的重量或外形的大小會影響雙氧水產生氧氣

上自然課「收集氧氣」的實驗時，每當氧氣停止產生，再抓一把馬鈴薯切塊丟進錐形瓶中，搖一搖，氧氣便又再度產生了。因此，「催化劑」的重量變化一成了我們的第一個實驗設計；只是沒想到在（問題四）的實驗結果中，我們卻意外發現，原來催化劑的外形大、小塊也對氧氣產生的實驗有所影響。

- （一）由（問題一）的實驗結果，我們發現催化劑越多（重量越重）不但可加速雙氧水產生氧氣、增加產生的氧氣量，更會消耗掉較多的雙氧水；因此依據此實驗經驗，在（問題四）中探討各種可取代馬鈴薯的催化劑，我們了解到必須控制好各假定催化劑的重量，方能嚴謹比較其對雙氧水產生氧氣的影響。
- （二）在（問題四）中發現等重且同來源（生玉米）的催化劑之大小塊（玉米粒及碎玉米-將玉米粒壓碎）對產生氧氣的實驗結果有所差異；越小塊的催化劑（因為等重-故我們看到的量比較多塊）越能提高氧氣的產生速率及氧氣量，而奇特的是兩者皆使消耗掉的雙氧水量相同。

### 二、雙氧水的改變會影響自身產生氧氣

即使受到同種類又等重的催化劑幫助，只要改變雙氧水的濃度（問題二）或雙氧水的體積量（問題三），實驗結果也會有所不同。

- （一）於（問題二）實驗中，以實驗室用濃度 30% 的雙氧水調配四組不同濃度的雙氧水，因此這四組雙氧水的濃度皆小於 30%；不知是否因為濃度過小的原因，導致實驗產生的氧氣量相差不大，僅能發

現濃度最小的雙氧水產生的氧氣最少，些微證實雙氧水的濃度可影響自身產生氧氣；不過實驗中較明顯的是濃度大小可關係到產生氧氣的速率，濃度越大的雙氧水要產生氧氣的速率也就越快。

- (二) 雙氧水的體積量也會影響其產生氧氣，雙氧水越多，產生氧氣的速率不但越慢，且氧氣量也越少，這點就非常值得討論。根據參考資料的介紹：「**催化劑可以加速雙氧水產生氧氣**」，我們推論—當提供的「催化劑」一樣時（等重的生馬鈴薯切塊），表示其對雙氧水的『幫助力量』一樣大，而越多雙氧水，應該需要的『幫助力量』會越大，因此當『幫助力量』不夠時，就會降低其氧氣的產生，也減緩氧氣產生的速率。

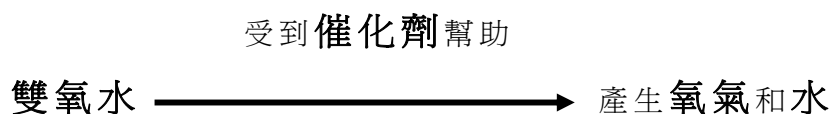
### 三、氧氣的產生是來自消耗掉的雙氧水

- (一) 到底什麼是「催化劑」？從很多資料的介紹，我們認識了「催化劑」這個名詞，以及它的定義；再加上我們的實驗結果：「任何一個實驗階段皆可發現催化劑在實驗前、後重量不會改變，表示實驗未能消耗掉催化劑」—形成我們的想法：「**催化劑是種本身無法產生氧氣但卻能幫助雙氧水加快產生氧氣的東西，它可稱為酶、或稱為催化酵素**」。
- (二) 氧氣皆來自雙氧水，因此當實驗結束時，氧氣產生了，相對的雙氧水也會變少；從（問題一）到（問題四）的實驗結果發現—實驗前、後雙氧水皆會變少就可證實；此外在（問題四）中的蓮霧和蘋果皆未能使雙氧水產生氧氣，而實驗後雙氧水絲毫未減，由此更可印證「氧氣的產生是來自消耗掉的雙氧水」。

### 四、消耗掉的雙氧水只能產生氧氣嗎？

在（問題二）的結果中，我們察覺到「雙氧水的消耗量」與「產生的氧氣量」有關，而檢視（問題三）的結果，卻發現 200ml 的雙氧水比 150ml 消耗量大，但氧氣的產生量並沒有增加很多；因此我們判斷雙氧水消耗的部分除了轉變成氧氣以外，應該還製造出其他東西。但是就我們的『觀察』，並沒有看到別的「東西」出現，因此推斷另一種從雙氧水中產生的「東西」可能是種無色無味的液體，與實驗剩下的雙氧水混合一起。

將上述的實驗推論形成實驗中「產生氧氣」的式子為：



#### 五、各種催化劑對雙氧水產生氧氣的幫助效益不同

在（問題四）的實驗結果中可明顯發現，各種催化劑對雙氧水產生氧氣的幫助不同，有的可緩和氧氣的產生，有的則加速氧氣產生速率，也有的竟可讓雙氧水產生非常多的氧氣。像動物類的催化劑不但能加速氧氣的產生、增加產生的氧氣量，且消耗掉的雙氧水也最多，其中尤以動物的內臟最為明顯。另外讓我們覺得很驕傲的是，一般的參考資料僅會提到馬鈴薯、豬肝或二氧化錳是可促使雙氧水產生氧氣的催化劑，但在此實驗下，我們可以提供更多好用的催化劑給以後要進行此實驗的人參考，像是有效率亦快速的雞心與豬心；還有植物類中的芹菜莖也算是蠻不錯的催化劑。

## 陸、結論

此實驗最主要是五年級上學期第三單元「空氣與燃燒」（康軒版）實驗的延伸教材，目的只是想了解究竟是「誰」產生了「氧氣」，在產生氧氣的過程中，又有哪些是影響此實驗的主要原因？經過我們的實驗與討論，發現催化劑的種類、重量或多少、外形大小以及雙氧水的濃度、體積量都可以是影響氧氣產生的因素；因此在此特將我們最有價值的兩項實驗發現呈述於下，希望對未來相關的學習有所幫助：

#### 一、量取雙氧水產生氧氣應要注意

- （一）斟酌實驗需求，適時增加或減少雙氧水的濃度，通常小於 30% 以內的濃度（將 30% 的雙氧水再加水調配）都不會使實驗過於激烈，比較安全；但獲得的氧氣量及產生氧氣的速率就會有限制。
- （二）控制好雙氧水的濃度後，不需要加入太多的雙氧水以免浪費資源；因為在我們的實驗下，其實不改變催化劑，即使加再多的雙氧水也不會提高產生氧氣的效率。

## 二、要挑選適合實驗問題之催化劑

- (一) 隨手可得的日常食物大都可當使雙氧水產生氧氣的催化劑，我們的實驗結果就可呈現一個「催化劑的清單」供君挑選。
- (二) 不同的催化劑效益不同，爲了實驗安全，使用馬鈴薯可緩和進行收集氧氣的實驗」；但是若受時間限制及實驗需要，雞心與豬心就能幫助產生氧氣的實驗「快又有效率」喔！

不過，結束這個實驗後，我們肯定可以告訴大家：誰在生『氣』－原來是**雙氧水**本身在生（氧）氣，不過這可得靠「催化劑」的幫忙，才能快快爭『氣』，越生越多『氣』喔！

## 參考文獻

台大化學系：<http://www.chemedu.ch.ntu.edu.tw/questions/answer72.htm>

教授的實驗教室：<http://sci.ntptc.edu.tw/15.htm>

pengo 的化學實驗網頁：<http://lib2.ltsh.ilc.edu.tw/physics/>