

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 理化科

031620

救命元氣．．02

私立宜寧高中(附設國中)

作者姓名：

國二 黃胤哲 國二 殷芃元

指導老師：

莊嫦娥

壹、摘要

依據我們現在所讀的國中自然與生活科技教材內容「氧氣製造及反應速率」，研發出一個緊急供給氧氣的裝置，來幫助逃生。

透過不同氧氣製造的實驗，利用排水集氣法量測產生氧氣的流量，尋找最快速產生氧氣的方法。依據實驗結果，我們發現利用雙氧水加二氧化錳做催化劑，所得氧氣的成效最好。因二氧化錳在一般家庭中不易取得，我們又從實驗中發現從冰箱中容易取得的紅蘿蔔丁做為催化劑，也可以快速的產生氧氣。

又經稀釋水質與容器材料的測試，最後我們依照上述有利條件，組裝了一個可隨身攜帶的簡易氧氣製造裝備，當緊急需要氧氣時，隨時可以派上用場。

貳、研究動機

台灣每年有許許多多的人，因火災而喪失寶貴的生命，從新聞媒體報導所播出的畫面，真是令人觸目驚心，但很多人都不是被火燒死，而是缺氧及吸入過多的一氧化碳而被噎死的。

我們想如何在氧氣不足時能緊急獲得氧氣而逃生，使得傷害降為最低呢？因此利用從課本學習的知識，如國中一上「自然與生活科技」第三章中「氧氣的製造」與二下第二章「反應速率與平衡、催化劑與反應速率關係」及第四章的「氧化還原」內容再加上國小自然科學補充教材中雙氧水加紅蘿蔔反應，與老師多次的討論，並開始著手蒐集和研讀歷屆科展、網頁及其他參考書籍有關雙氧水分解反應的資料，希望找出製造氧氣有利條件，終於找到能快速製造『救命的元氣— O_2 』的方法。

如果在我們生活週遭，能備有簡易製造氧氣的設備。當不幸遇到缺乏氧氣時，如火災或高山症，這時有了氧氣可以延長逃生的時間，而保住寶貴的生命。這是一項很有意義的研究，因此展開一連串的實驗及收集數據。

參、研究目的

- 一、尋找如何在最短時間內製造氧氣的方法。
- 二、尋找製造氧氣適當流量的有利反應條件。
- 三、找出日常生活中可替代「二氧化錳」做雙氧水製氧時之催化劑，且符合環保觀念。
- 四、設計組裝一種簡易製造氧氣的裝置，以利於隨身攜帶。

肆、研究設備及器材

一、所需器材：

名稱	規格	數量
量筒	100 毫升	1
燒杯	1000 毫升	1
廣口瓶	250 毫升	1
集氣瓶	250 毫升	2
水槽	10 公升	1
塑膠針筒	70 毫升	2
薊頭漏斗	——	1
橡皮塞	——	若干
橡皮軟管	——	2
乾電池	9V	1
導線	直徑 5mm	1m
玻璃片	8cm×8cm	2
氧氣罩	——	2
塑膠瓶	PET $\triangle_1$ 1000 毫升	2
	HDPE $\triangle_2$ 1000 毫升	2
電子秤	可測量至 0.1 克	1
計時碼表	可測量至 0.1 秒	2
廢液杯	5 公升	1

二、所需藥品：

名稱	數量
雙氧水(H ₂ O ₂)	濃度 28% 500 毫升 30 瓶
二氧化錳	450 克
新鮮紅蘿蔔	30 條
冷凍紅蘿蔔丁	5 包
洋蔥	2 粒
碘化鉀	1 克
澱粉溶液	10 毫升
沙拉脫	5 毫升
漂白水(含 H ₂ O ₂)	1 瓶
蒸餾水	10 公升
RO 水	10 公升
菠菜	200 克
線香	2 條

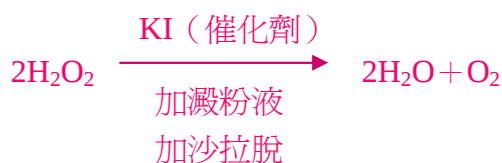
伍、研究方法

一、如何在最短時間內製造氧氣：

(一) 利用二氧化錳為催化劑：



(二) 利用碘化鉀為催化劑：



(三) 電解法收集：



二、各種濃度 H_2O_2 的調配方法

(一) 濃度「3%」 H_2O_2 的調配：

取 28% H_2O_2 10.7 毫升 加蒸餾水稀釋成 100 毫升的溶液。

(二) 濃度「5%」 H_2O_2 的調配：

取 28% H_2O_2 17.9 毫升，加蒸餾水稀釋成 100 毫升的溶液。

(三) 濃度「7%」 H_2O_2 的調配：

取 28% H_2O_2 25.0 毫升，加蒸餾水稀釋成 100 毫升的溶液。

(四) 濃度「9%」 H_2O_2 的調配：

取 28% H_2O_2 32.0 毫升，加蒸餾水稀釋成 100 毫升的溶液。

(五) 濃度「12%」 H_2O_2 的調配：

取 28% H_2O_2 42.9 毫升，加蒸餾水稀釋成 100 毫升的溶液。

(六) 濃度「14%」 H_2O_2 的調配：

取 28% H_2O_2 50.0 毫升，加蒸餾水稀釋成 100 毫升的溶液。

三、氧氣流量的測量方法

(一) 利用排水集氣法，如圖(一)所示。

(二) 將 70 毫升塑膠針筒裝滿水，放置於裝滿水的水槽中，將氧氣輸入此針筒，用碼表計時，直到氧氣裝滿 70 毫升的針筒，即水中開始冒出氧氣泡所需的時間，即可算出氧氣每秒鐘流量。



圖（一）排水集氣法

陸、研究結果與討論

一、比較製造氧氣的方法中，何者速率最快，又簡便？

(一) 實驗一：雙氧水(H_2O_2) + 二氧化錳(MnO_2)

1. 步驟：

- (1) 以電子秤秤取二氧化錳（1 克）為催化劑，放入錐形瓶中。
- (2) 集氣瓶裝滿水倒置水槽內，將橡皮管置入瓶中。
- (3) 配置雙氧水（9% H_2O_2 100 毫升），倒入錐形瓶中，以橡皮塞蓋住瓶口，以排水集氣法收及氧氣，裝置如圖(二)所示，並開始計時。



圖（二）製造氧氣的裝置

2. 結果：集滿一瓶 250 毫升氧氣需 72.5 秒，平均流量約為 3.5 毫升/秒。

(二) 實驗二：雙氧水(H_2O_2) + 碘化鉀(KI)

1. 步驟：

- (1) 取一只 100 毫升量筒內加入沙拉脫、及雙氧水（9% H_2O_2 5 毫升）混合均勻。
- (2) 以電子秤取碘化鉀（0.1 克）為催化劑，加入量筒中，觀察氧氣的產生，裝置如圖(三)所示。
- (3) 再加入澱粉液，觀察其變化。



圖（三）製造氧氣的裝置（觀察法）

2.結果：加入催化劑碘化鉀，經過十秒後，可以很明顯的看到氣泡產生，以線香測試知其為氧氣，再加入澱粉液則呈現葡萄藍紫色的氣泡。

（三）實驗三：電解法製造氧氣

1.步驟：

(1)取 1000 毫升燒杯，裝入蒸餾水，並加入少許氯化鈉增加導電度。

(2)取兩支 70 毫升塑膠注射筒，上端以橡皮套套住。然後裝滿步驟(1)的溶液，並以橡皮筋塞住（橡皮塞插入一根針，做為電極），裝置如圖（四）所示。

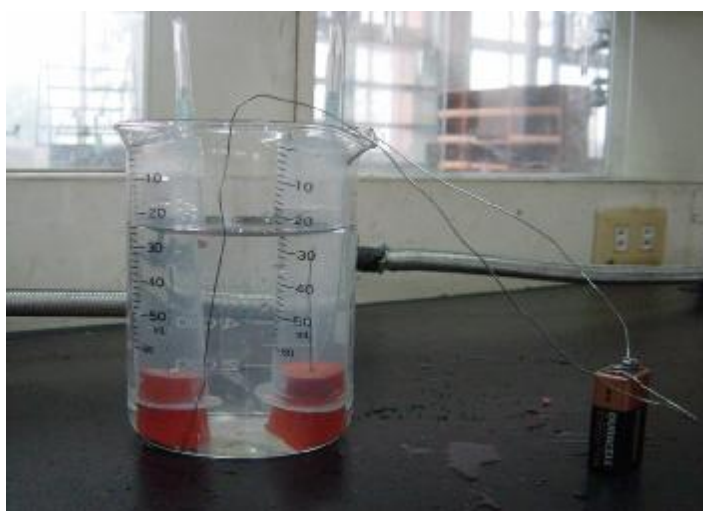
(3)將注射筒夾於鐵架上，電極接於電源(9V)，進行電解。

2.結果：經過五分鐘後，開始產生氣體，電解十分鐘後，可在陽極收集到 2 毫升氧氣。

（四）討論：比較圖（二）、圖（三）

、圖（四）製造氧氣的方法中，以雙氧水加二氧化錳當催化劑，製造氧氣的速度最快，也最簡便。

以此方法改良如圖（一）的裝置來找出製造氧氣最適宜的流量，與最有利的反應條件。



圖（四）水的簡易電解裝置

二、比較不同濃度的雙氧水對反應速率的影響

(一)原理：當反應物的濃度愈大，參與碰撞的粒子愈多，提高碰撞機會，反應速率會隨碰撞機會增大而變快。

(二)步驟：爲了瞭解濃度改變對反應速率有何影響，因此分別取 3%、5%、7%、9%、12%、14% 的雙氧水溶液各 100 毫升，加入 1 克的二氧化錳當催化劑，如圖（一）裝置，以排水集氣法收集氧氣，測量其流量（以第一分鐘時間測量，以後流量測量，皆依此條件），實驗結果如表（一）所示。

表（一）各種濃度雙氧水產生氧氣的流量

（1 克 MnO_2 ）

項目 \ 濃度	3%			5%			7%		
	2.2	2.3	2.3	2.6	2.7	2.7	3.0	3.1	3.1
流量（毫升/秒）	2.2	2.3	2.3	2.6	2.7	2.7	3.0	3.1	3.1
平均流量（毫升/秒）	2.3			2.7			3.1		
項目 \ 濃度	9%			12%			14%		
	3.5	3.6	3.5	4.5	4.5	4.6	5.2	5.3	5.3
流量（毫升/秒）	3.5	3.6	3.5	4.5	4.5	4.6	5.2	5.3	5.3
平均流量（毫升/秒）	3.5			4.5			5.3		

(三) 結果：由表（一）資料，當雙氧水的濃度愈高，其產生氧氣的流量也愈大，以 1 克二氧化錳當催化劑，分解濃度 14% 的 H_2O_2 100 毫升，就可得到流量 5.3 毫升/秒的氧氣，此流量已達到正常人在靜止狀態下的維生氧量。（正常人維生氧量依各種狀況約爲 5~12 毫升/秒）。

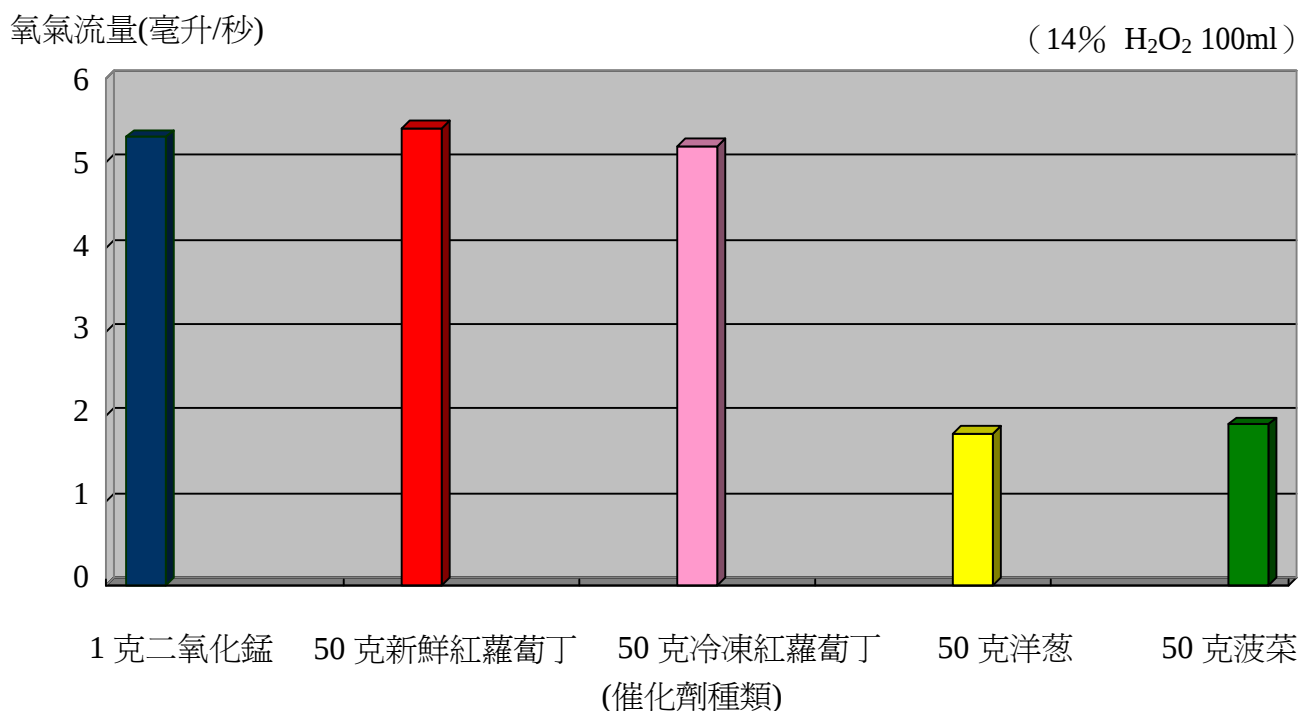
(四) 討論：可否從日常生活中找出其他催化劑來替代二氧化錳？我們決定由具環保概念的食物中尋找。

三、比較不同催化劑對反應速率的影響

(一)目的：為瞭解不同種類催化劑對反應速率影響，我們做了以下實驗。

(二)步驟：

- 1.分別秤取新鮮紅蘿蔔、冷凍紅蘿蔔、洋蔥、菠菜各 50 克，切成丁狀(約 5mm)分別置入反應瓶中。
- 2.以定量的雙氧水（14% H_2O_2 100 毫升），依序加入反應瓶中，如圖（一）裝置，以排水集氣法收集氧氣，測量其流量（以第一分鐘時間測量），實驗結果如圖（五）所示。



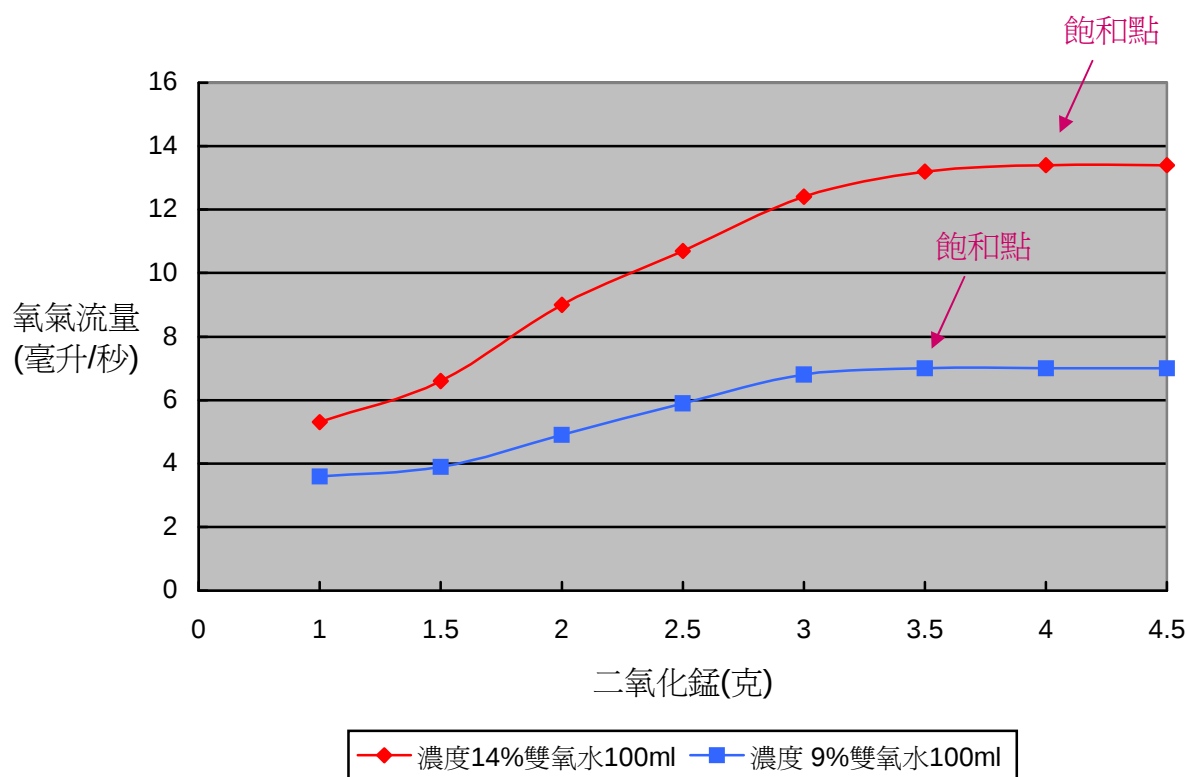
圖（五）各種催化劑對氧氣流量及穩定流量反應時間

(三)結果：由圖（五）顯示，發現以新鮮紅蘿蔔丁、冷凍紅蘿蔔丁及二氧化錳，其產生氧氣效果較好。

四、催化劑劑量的改變對反應速率的影響

(一)目的：爲了瞭解不等劑量的催化劑，對定量的雙氧水分解成氧氣的流量有何影響，因此做了以下實驗。

(二)步驟：取濃度 9% 及 14% 的雙氧水 100 毫升，分別加入 1 克、1.5 克、2 克、2.5 克、3 克、3.5 克、4 克、4.5 克的二氧化錳，由排水集氣法測量氧氣流量(以第一分鐘時間測量)，結果如圖（六）所示。



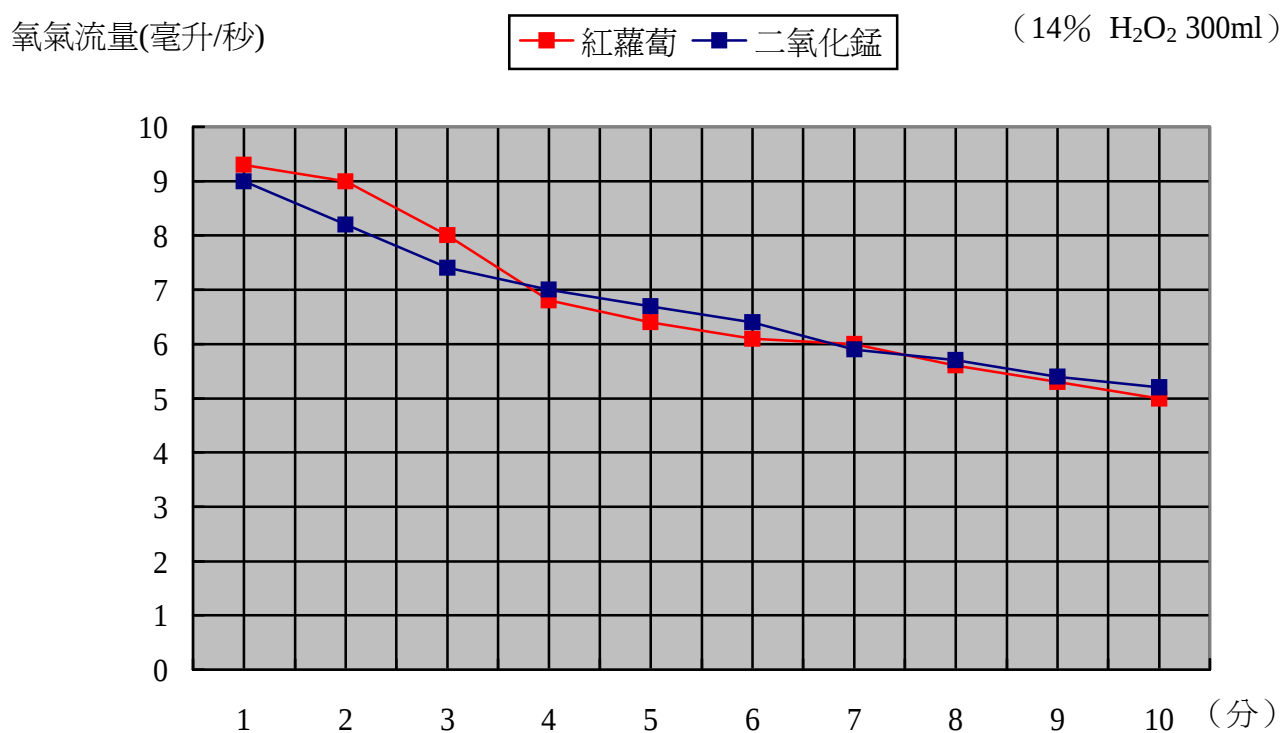
圖（六）氧氣流量與二氧化錳劑量關係

(三)結果：依圖（六）顯示二氧化錳的劑量愈大，分解成氧氣的流量也愈大。

(四)討論：我們從圖中發現當催化劑量加到某一定量後，會呈現飽和狀態，此時二氧化錳劑量再增加，也不會提高氧氣的流量。

五、氧氣流量與反應時間關係的探討

- (一) 目的：爲了瞭解經過不同的反應時間所產生氧氣流量的關係，因此做了以下實驗。
- (二) 步驟：取 14% H_2O_2 300ml 分別加入 100 克紅蘿蔔丁及 2 克二氧化錳等催化劑，利用排水集氣法（每隔一分鐘）測量所產生氧氣流量，結果如圖（七）所示。
- (三) 結果：由圖（七）顯示二氧化錳 2 克與紅蘿蔔丁 100 克爲催化劑所產生氧氣流量非常接近。



圖（七）氧氣流量與反應時間關係

六、稀釋用水對雙氧水分解成氧氣反應速率的影響

在實驗中，將買回來的雙氧水以自來水稀釋後裝入寶特瓶中，幾天後要使用時發現整瓶已鼓起，我們懷疑是不是水的關係？因此我們做了以下實驗，以自來水、RO 逆滲透水及蒸餾水稀釋雙氧水，分別配製不同濃度(%)的雙氧水於透明寶特瓶中，置於陰暗的地方，間隔 20 天及 30 天，再由排水集氣法測氧氣的流量，結果如表（二）、（三）所示。

表（二）不同水質對氧氣流量反應時間對照表 (9% H_2O_2 100ml+1 克 MnO_2)

項 目 \ 不同水質 靜置時間	自來水				RO 水				蒸餾水			
	20 天		30 天		20 天		30 天		20 天		30 天	
流量（毫升/秒）	0.5	0.6	~0	~0	2.2	2.3	2.0	2.1	2.2	2.2	2.1	2.0
平均流量（毫升/秒）	0.6		~0		2.3		2.1		2.2		2.1	

表（三）不同水質對氧氣流量及反應時間對照表 (5% H_2O_2 100ml+1 克 MnO_2)

項 目 \ 不同水質 靜置時間	自來水				RO 水				蒸餾水			
	20 天		30 天		20 天		30 天		20 天		30 天	
流量（毫升/秒）	0.3	0.4	~0	~0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.9	1.9	1.8	1.8
平均流量（毫升/秒）	0.4		~0		1.9		1.8		1.9		1.8	

由表（二）表（三）資料可知，用自來水稀釋雙氧水最不穩定，RO 逆滲透水與蒸餾水呈現較穩定狀態。而由圖（六）資料可看出 9% H_2O_2 100 毫升以蒸餾水稀釋加 1 克二氧化錳當催化劑，氧氣流量為 3.5 毫升/秒，而由表（二）得知經 20 天後，氧氣流量變為 2.2 毫升/秒，可見雙氧水已部份分解，到 30 天時氧氣的流量只剩 2.1 毫升/秒，幾乎已分解 40%。

而由表（一）資料可看出 5% H_2O_2 100 毫升以蒸餾水稀釋加 1 克二氧化錳當催化劑，氧氣流量為 2.7 毫升/秒，再由表（三）得知 30 天後的氧氣流量為 1.8 毫升/秒，分解情形較為穩定，約為 30%。

由結果發現經過 30 天後，用自來水稀釋雙氧水，幾乎已完全分解，因此不宜使用自來水做為稀釋用水，建議採用 RO 逆滲透水及蒸餾水。

七、容器材質對雙氧水分解成氧氣反應速率的影響

我們從裝雙氧水容器發現容器都是深暗色，因此我們也懷疑塑膠容器材質是不是也會影響雙氧水的分解，因此將不同的雙氧水以 RO 逆滲透水，稀釋成不同濃度的雙氧水，分別裝入透明寶特瓶（PET $\triangle$ ）及裝清潔劑有顏色不透光塑膠瓶（HDPE $\triangle$ ），和裝含氧氣漂白水的不透光(較厚)塑膠瓶（HDPE $\triangle$ ），置於陰暗處(浴室角落)間隔 20 天、30 天。再實驗氧氣的製造，由排水集氣法測量氧氣的流量，結果如表(四)、表(五)所示。

(表四)不同容器對氧氣的流量反應時間對照表

(9% H_2O_2 100ml + 1 克 MnO_2)

項 目 \ 不同容器 靜置時間	透明寶特瓶 (PET $\triangle$)				不透光塑膠瓶 (HDPE $\triangle$)				裝含氧漂白水不透光 塑膠瓶 (HDPE $\triangle$)			
	20 天		30 天		20 天		30 天		20 天		30 天	
流量 (毫升/秒)	2.2	2.3	2.0	2.1	3.5	3.4	3.3	3.3	3.5	3.5	3.4	3.4
平均流量 (毫升/秒)	2.3		2.1		3.5		3.3		3.5		3.4	

(表五)不同容器對氧氣流量反應時間對照表

(5% H_2O_2 100ml + 1 克 MnO_2)

項 目 \ 不同容器 靜置時間	透明寶特瓶 (PET△)				不透光塑膠瓶 (HDPE△)			
	20 天		30 天		20 天		30 天	
流量 (毫升/秒)	1.9	1.8	1.8	1.7	2.6	2.5	2.4	2.5
平均流量 (毫升/秒)	1.9		1.8		2.6		2.5	
項 目 \ 不同容器 靜置時間	裝含氧漂白水不透光塑膠瓶 (HDPE△)				市售含氧漂白水 (HDPE△塑膠瓶裝)			
	20 天		30 天		八個月 (2004.08.12 製造)			
流量 (毫升/秒)	2.7	2.6	2.6	2.6	2.5		2.5	
平均流量 (毫升/秒)	2.7		2.6		2.5			

由表（四）資料得知，以透明保特瓶儲存雙氧水較不穩定，容易分解，雖然同樣是HDPE△不透光回收瓶，卻以裝含氧漂白水的回收瓶，儲存的雙氧水較穩定，雖已儲存30天，還能有2.6毫升/秒的流量，為原來流量的96%。

又由表（五）資料顯示，市售含氧漂白水（約含5% H_2O_2 ）為2004年8月12日製造，距今2005年4月22日止已儲存八個月，而其流量2.5毫升/秒亦達原氧氣流量93%。

八、簡易製造氧氣的裝置

由表（四）、表（五）的資料顯示，裝含漂白水的回收瓶，能儲存雙氧水呈穩定狀態。經探討發現其構造多一層不透光特殊材質，適合儲存雙氧水，是隨手可得的好容器。將此回收容器瓶結合橡皮塞、玻璃管、橡皮管及氧氣罩（可以用保特瓶上端剪下DIY），裝置如（圖八）所示。



（圖八）製造氧氣的裝置



柒、結論

經過一連串的實驗與討論，我們得到下列幾點結論：

- 一、以雙氧水加催化劑二氧化錳或紅蘿蔔丁能快速分解產生氧氣。
- 二、以濃度 14% 雙氧水 300 毫升加入 2 克二氧化錳或 100 克紅蘿蔔丁能產生 5~10 毫升/秒的氧氣流量，且能維持約 10 分鐘時間，已達到一般正常人維生的氧氣量。
- 三、以 RO 水或蒸餾水用來稀釋雙氧水穩定性最佳。
- 四、以裝含氧漂白水不透光回收塑膠瓶（HDPE Δ_2 ）來裝盛調配完成的雙氧水溶液穩定性最好。

綜合以上有利條件，能在短時間內供給氧氣，必須平常就準備以 RO 逆滲透水配置 14% H_2O_2 300 毫升，裝入含氧漂白水不透光回收瓶（HDPE Δ_2 ）中，並標示名稱、濃度及日期，瓶子旁綁著小瓶子內裝 2 克二氧化錳，儲存在浴室角落，無光線照射的位置，當不幸缺氧時（遇到火災或高山症），馬上可取儲存的雙氧水加入二氧化錳，如圖（九）裝置，帶上氧氣罩（完成動作所需時間約 15 秒），需不時搖動塑膠瓶，就可以得到 5~10 毫升/秒流量的氧氣，維持約 10 分鐘，足夠延長逃生的時間，以保住寶貴生命。

如二氧化錳不易取得，可用冰箱的冷凍紅蘿蔔丁，取一碗（約 100 克）當催化劑，亦可得到上述的氧氣量，維持 10 分鐘以上。且紅蘿蔔不會污染環境，非常符合環保觀念。

由表（五）資料顯示，市售含氧漂白水，儲存 8 個月後產生氧氣流量還能維持原來的 93%。但為了確保足夠的氧氣流量，建議當超過三個月時，可考慮重新配置雙氧水，舊雙氧水可當含氧漂白水，用來漂白衣服，也不會造成浪費。



圖（九）簡易可攜帶氧氣製造裝置

捌、參考資料

1. 尤丁玫等，「國中自然與生活科技第二冊」，第二版，台北縣，康軒文教，2004 年。
第九章，圖的妙用。(P149~P170。)
2. 尤丁玫等，「國中自然與生活科技第四冊」，第二版，台北縣，康軒文教，2005 年。
第二章，酸、鹼、鹽，單元 2-1 認識電解質。(P30~P32。)
第三章，反應速率與平衡，單元 3-1 反應速率。(P58~P64。)
第四章，有機化合物，單元 4-3 有機聚合物。(P81)
3. 祁明輝等，「國中選修理化第三冊」，第二版，台北市，國立編譯館，2000 年。
第九章，溶液與化學反應。(P2~P27)
4. 祁明輝等，「國中選修理化第四冊」，第二版，台北市，國立編譯館，2001 年。
第十三章，氧化還原與燃燒。(P28~P43)
5. 楊永華，「普通化學實驗(1)」，初版，台北市，東大圖書，2001 年。
實驗四：產氧之證明—泡沫傳情。(P21~P73)
實驗五：氧—排水集氣法。(P24~P76)
實驗八：氫—水的電解。(P103~P104)
6. 郭重吉等，「國中自然與生活科技第一冊」第二版，台南市，南一書局，2005 年。
第三章，孕育生命的搖籃---空氣，單元 3-2-2 氧氣(P52~53)
7. 胡慕美，「醫學生理學」第二版，台北市，合記圖書，1989 年，P643。
8. 林正常，「運動生理週訊」<http://140.123.226.100/> January.07.2000 年
9. 劉榕芝等，「二氧化錳催化角色的探討」，全國中小學科展國中組化學科(第三名)，2001
10. 王思鈞等，「環保有氧運動---神奇催化劑」，全國中小學科展國中組化學科(佳作)，2002

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國中組 理化科

031620

救命元氣．．02

私立宜寧高中(附設國中)

評語：

構創簡易器用想法好，唯仍存危險於使用不慎時，易取材構作其反應的思考範圍可再加實，以增實用。