

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081529

廚房發現氧氣罩---兼談自製簡易測量氣體生成
反應速率裝置

學校名稱：澎湖縣馬公市中興國民小學

作者： 小五 夏若堯 小五 楊乃諳 小五 葉致宏 小五 莊喬安 小五 林沛儀 小五 陳柏宏	指導老師： 高玉玲、紀宗秀
---	------------------

關鍵詞：呼吸量、氧氣濃度、二氧化碳濃度

廚房發現氧氣罩

---兼談自製簡易測量氣體生成反應速率裝置

摘要

本研究在探討火災發生時，利用常見及多種澎湖當地的季節性食材、簡易容具及雙氧水，來製作逃生用氧氣罩的可能性。在探討食材催化雙氧水產生氧氣的實驗過程中，需要自製簡易測量裝置來測量無色氣體生成反應速率，可以提升測量的精確度，以此裝置在眾多食材中探究出地瓜催化生成氧氣的速率最快。

製作氧氣罩方面，自製了「密封袋氧氣罩」及「洗衣精空瓶氧氣罩」。因為須討論到氧氣濃度過高過低及二氧化碳濃度太高問題，因此各有其特殊的使用方法，來調節適宜呼吸的氧氣及二氧化碳濃度。

壹、研究動機

若堯提到昨天的火災新聞：「老師，火災好恐怖，因為火災失去生命的情景，令人怵目驚心」，喬安接著又說：「新聞說，火場喪生的主要原因是氧氣不足，如果我們能夠在火場中自製氧氣，就可以爭取逃生的時間」。乃諳與沛儀私語了一下，說：「有沒有什麼方法，可以在短時間內做出氧氣面罩，讓我們有更充裕的時間逃出火場呢?」。

「嗯，沒錯」。老師說：「製作氧氣的方法非常簡單只要用雙氧水加入蔬果、肉類就可以了，但是你們還有沒有想到用這樣製作逃生用的氧氣，有沒有其他問題呢?」，柏宏說：「我們可以用醫藥箱裡的雙氧水來製作氧氣，但是不知道產生的氧氣夠不夠用。」，若堯也說：「有很多蔬菜水果，能夠刺激雙氧水產生氧氣的速度應該都不一樣，如果不能夠很快地產生氧氣，也不能當做氧氣罩使用。」，致宏說：「而且氧氣我們又看不到，怎麼測量呢?」。老師說：「你們都想的很周到，除了哪一種蔬果及肉類，能夠催化雙氧水產生氧氣的速率最快問題之外，如何能精準的測量無色氣體的生成速率，也是要去研究的問題」。

我們對於利用食物來刺激雙氧水產生氧氣，進而製作氧氣面罩，覺得相當好奇！因此我們就開始動手研究、、、哇！沒想到地瓜一路衝下去，產生氧氣的速率相當快，真是神奇。

貳、研究目的

若能夠在火場中自製氧氣，則可以爭取逃生時間。而國小實驗常見的自製氧氣方法為紅蘿蔔加入雙氧水，紅蘿蔔雖是家中常備的食材，但是在火災發生時現場不一定有，因此是否有其他可替代食材來自製氧氣，是本研究的目的之一。

收集氧氣的常用方式為排水集氣法，但是集氣瓶上的刻度沒有佈滿瓶身，難以讀取刻度，而且瓶身容易傾斜，讀取精確刻度更為不易，因此必須另外設計一個測量氣體生成速率的裝置，因此我們的研究目的如下：

- 一、如何製作簡易實驗裝置測量氣體體積生成速率?
- 二、找出生活中食材，何種對於雙氧水製氧的催化最為迅速?
- 三、如何自製氧氣面罩?
 - (一) 如何在短時間內製作可利用的氧氣罩?
 - (二) 如何正確使用氧氣面罩及氧氣的耐用時間?

參、研究設備及器材

表 3-1 實驗設備及器材

器材名稱	數量	器材名稱	數量
錐形瓶	1 個	瓶塞	1 只
玻璃棒	2 枝	洗碗精	1 瓶
滴管	1 枝	1/4 吋 pv 塑膠水管	500 公分

馬錶	1 只	膠材布尺 150 公分	3 條
雙氧水(3%, 60 cc)	數瓶	紅色染劑	1 瓶
二氧化錳	1 瓶	量筒	1 個
大燒杯	2 個	各種食物	20g
水果刀	1 把	砧板	1 塊
搗碎皿	1 個	密封袋	1 個
培養皿	1 個	水性筆	1 枝

肆、研究過程

一、名詞定義

- (一) 雙氧水：家庭常備藥用雙氧水的濃度 3%，容量為 60 cc。
- (二) 呼吸量：人體外呼吸所呼出與吸入的量，兩者的量約略相等 500ml。本實驗中便於計算
假設每次呼出的量與吸入的量均為固定值 500ml。
- (三) 氧氣濃度：氧氣濃度太高或太低都會對人體有傷害。
1. 氧氣濃度上限：40~60%的氧氣濃度為醫療用，若不在 40%以上的氧氣濃度待太久則不會有影響。因此這裡的臨界值上限設為 60%。
 2. 氧氣濃度低至 17%，肌肉功能會減退。在 10~14%氧氣濃度時，人仍有意識，但顯現錯誤判斷力。在 6~8%氧氣濃度時，呼吸停止，將在 6~8 分鐘內發生窒息死亡。因此下限以 17%為臨界值。
- (四) 二氧化碳濃度：二氧化碳濃度太高會對人體有傷害。
1. 二氧化碳是人體代謝的產物，一般成人於辦公室中的二氧化碳排量為每次吐氣約為 25ml，基於計算方便假設每次吐氣二氧化碳固定值 25ml。
 2. 健康的成人長時間處於二氧化碳濃度 1.5%的空氣中會造成輕微的代謝壓力；如果二氧化碳的濃度高達 7~10%，人體便會在幾分鐘內失去知覺。因此這裡臨界值上限設為 7%。

二、製作簡易實驗裝置測量氣體體積生成速率

(一) 試誤過程

表 4-1 製作測量裝置之試誤過程

實驗設計	結果與討論	結果
1. 排水集氣法 想法來源：教科書 原理：利用氧氣不溶於水的原理， 可以收集氧氣。 步驟：以紅蘿蔔為催化劑，加入	優點： (1) 收集氧氣 缺點： (1) 收集氣體的瓶身沒有刻度。 (2) 改成有刻度的錐形瓶時，因下列	失敗

<p>3%雙氧水 60 cc。</p> 	<p>兩因素而不能使用：</p> <p>①瓶身易傾斜。</p> <p>②瓶身未標示刻度的地方不能夠測量氧氣量。</p> <p>(3) 僅能用收集滿一瓶的速率作為測量反應速率的方法，若想測量每分鐘生成量則有困難。</p>	
<p>2. 泡沫傳情(化學霜淇淋)</p> <p>想法來源：科學小遊戲</p> <p>原理：泡泡包覆氧氣，泡泡越來越多。</p> <p>步驟：量筒內 3%雙氧水 60cc，加入洗碗精，加入紅蘿蔔催化。</p> 	<p>優點：</p> <p>(1) 氣泡包覆氧氣，可以看見泡泡在量筒上升，且量筒旁有刻度，可以知道上升狀況並測量速率。</p> <p>缺點：</p> <p>(1) 泡泡在量筒內的高度並非水平，很難讀出刻度。</p> <p>(2) 量筒太小，泡泡最後會流出量筒外。</p>	失敗
<p>3. 泡沫傳情(化學霜淇淋)--改良(一)</p> <p>想法來源：科學小遊戲</p> <p>原理：泡泡包覆氧氣，泡泡越來越多。</p> <p>步驟：將 0.5 吋水管貼上布尺，接上塞蓋。將量筒加上雙氧水、洗碗精及紅蘿蔔之後蓋上接管塞蓋。</p> 	<p>優點：</p> <p>(1) 水管旁邊有刻度，看氣泡的最前端的刻度加上碼錶計時，可以讀出氧氣的生成速率。</p> <p>缺點：</p> <p>(1) 量筒有出水口裂嘴，塞進瓶蓋時不能完全密封，氣泡會跑出去。因此水管內的氣泡沒有很多。</p> <p>(2) 以分鐘計時，若氣泡生成高度仍在量筒內，泡泡高度仍非水平，無法讀取精確刻度。</p>	失敗
<p>4. 泡沫傳情(化學霜淇淋)--改良(二)</p> <p>想法來源：科學小遊戲</p> <p>原理：泡泡包覆氧氣，泡泡越來越多。</p> <p>步驟：將 0.5 吋水管貼上布尺，接上塞蓋。將量筒加上雙氧水</p> 	<p>優點：</p> <p>(1) 黏土讓泡泡不漏出，以免影響精確測量。</p> <p>缺點：</p> <p>(1) 發現管內泡泡經過五分鐘左右就會破滅，以致無法精確測量。</p> <p>(2) 若讀取刻度時，氣泡高度若</p>	失敗

<p>水 、洗碗精及紅蘿蔔之後蓋上接管塞蓋。 並用黏土將量筒的出水口裂嘴塞住，不讓泡泡跑出。</p>	<p>在量筒內且位於無刻度位置時，讀取更為困難。</p>	
<p>5. 自製測量工具 想法來源：乃諳與致宏在清洗透明水管時因為有幾段水在管內，用吹氣方式將管內水吹出，引發聯想：「若能夠用氣體產生的氣壓推動管內的水，加上布尺的刻度，就可以精確測量」。</p> <p>原 理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動水段。</p> <p>步 驟：將 0.5 吋寬水管貼上布尺，接上塞蓋，並在管內留有四公分左右的水段。將量筒加上雙氧水紅蘿蔔之後蓋上接管的塞蓋。並用黏土將量筒的出水口裂嘴塞住，不讓氣體跑出。</p> 	<p>優點： (1) 沒有泡泡破裂影響測量的缺點。 (2) 雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動水段，再加上旁的布尺刻度可以正確測量產生氧氣的速度。</p> <p>缺點： (1) 以黏土塞住量筒的出水口裂嘴時，因為黏土沾濕不能夠完全封住，仍有氣體溢出，影響測量。 (2) 標示無色透明的水段刻度時，有困難。建議以有色染劑代替。</p>	<p>失敗</p>
<p>6. 自製測量工具---改良（一） 想法來源：同上 原 理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動水段。 步 驟：將 0.5 吋水管貼上布尺，接上塞蓋，並在管內注入四公分左右的紅色墨水。以錐形瓶代替量筒放入雙氧水及紅蘿蔔之後蓋上接管塞蓋。</p> 	<p>優點： (1) 以錐形瓶代替量筒，就沒有氣體溢出影響測量的問題了。 (2) 以紅色顏料代替，可以有助於測量刻度的判斷與標示。</p> <p>缺點： (1) 0.5 吋的水管太寬，甚至還沒實驗前，角度不對時，水段就會散開，影響實驗。</p>	<p>失敗</p>
<p>7. 自製測量工具---改良（二） 想法來源：同上</p>	<p>優點： (1) 改為 1/4 水管後，不會有散開問</p>	

<p>原 理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動水段。</p> <p>步 驟：將 0.5 吋改成 1/4 吋水管並貼上布尺，接上塞蓋，並在管內注入四公分左右的紅色墨水。以錐形瓶放入雙氧水紅蘿蔔之後蓋上接管塞蓋。</p>	<p>題，甚至實驗中也不會被氣壓沖散。</p> <p>缺點： (1) 注入的 60cc 的雙氧水，產生的氧氣太多，會將紅色墨水推出管外，影響測量。</p>	<p>失敗</p>
<p>8. 自製測量工具---改良（三）</p> <p>想法來源：同上</p> <p>原 理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動水段。</p> <p>步 驟：將 1/4 吋水管貼上布尺，接上塞蓋，並在管內注入四公分左右的紅色墨水。以錐形瓶代替量筒放入雙氧水及紅蘿蔔之後蓋上接管塞蓋。</p> <p>。將 60cc 改為 10cc。</p> 	<p>缺點： (1) 10 cc 的雙氧水產生的氧氣，對於 500 公分的水管，仍然太多。仍會將紅色墨水推出管外，影響到氧氣生成速率的測量。 (2) 布尺距離瓶塞太接近，會不好操作。</p>	<p>失敗</p>
<p>9. 自製測量工具---改良（四）</p> <p>想法來源：同上</p> <p>原 理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動水段。</p> <p>步 驟： (1) 將 10 cc 改為 5cc (2) 重做一條布尺，留 30cm 空白水管，易於操作。</p> 		<p>成功</p>

三、生活中的食材哪些對於雙氧水製氧的催化最為迅速?

- (一) 以碼錶計時，每分鐘紀錄刻度變化。
- (二) 呼應實驗氧氣罩主題，不宜在火場太久，所以紀錄前二十分鐘的氧氣生成反應速率。
- (三) 所分析食材以常見及澎湖特產的蔬果肉類來做分析。
- (四) 受限於時間考量以及不影響正常的教學的基礎下，每種食材重複實驗三次。
- (五) 每種食材均取定量 20g，搗碎處理後參與反應。並準備 3% 雙氧水 5 cc 加入參與反應。為了讓學生瞭解「限量試劑」的意義，當紅色水段不再往前移動，也就是不再反應時，再多加入 3 cc 雙氧水時發現可以繼續反應，經過多次實驗，讓學生了解 20g 的食材可

以讓 5 cc 的雙氧水完全反應，老師這時向同學解釋實驗中 5 cc 的雙氧水就是**限量試劑**。

(六) 實驗時準備 3% 雙氧水 5 cc 加入參與反應，但家用醫藥箱內的雙氧水容量為 60 cc，以製作氧氣面罩時的實際狀況而言，需將實驗數據乘上 12 倍。並且經由同學的測量，管內十四公分等於 2.5 cc 所產生的氧氣體積。於實驗日誌上的紀錄與電腦 Excel 換算過程如下列兩表對照所示。表 5-2 為原始手寫資料，表 5-3 為換算後的資料。茲以地瓜為例：

表 4-2 地瓜原始手寫資料

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
水管長度cm	281.4	332.1	350	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
水管長度cm	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1	350.1

表 4-3 地瓜 Excel 轉換資料

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣體積 ml	603	711.64	750	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣體積 ml	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21	750.21

以上述兩表而言，表 4-2 第一個數字為實驗器材所直接讀出的數據，代表一分鐘後紅色水段所跑出的水管長度 281.4 公分，換算成氧氣體積則 $281.4 \div 14 \times 2.5 \times 12 = 603$ cc，因為管內十四公分等於 2.5 cc 所產生的氧氣體積，而實驗所用限量試劑雙氧水 5 cc，需要 $\times 12$ 倍成為家用常備雙氧水 60 cc。本文所用的數據均為電腦調整後的數據。

(七) 其分析表如下列所示：

1. 蔬果類

蔬果類實驗共做了 33 種蔬果，而催化生成氧氣前五名中，將 60cc 的雙氧水催化，約可以產生 750ml 的氧氣，其前六分鐘的反應如下表所示，其中以地瓜最為快速。

表 4-4 蔬果類反應速率前五名

	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘	6 分鐘
地瓜	603ml	711.6ml	750ml	750.2ml	750.2ml	750.2ml
玉米	552.6ml	700.1ml	727.9ml	750ml	750.2ml	750.2ml
萵菜花	607.8ml	679.1ml	707.6ml	739.3ml	743.6ml	750ml
紅蘿蔔	381.4ml	524.8ml	590.4ml	639.6ml	664.5ml	678.2ml
薑	264.9ml	406.1ml	509.6ml	581.1ml	626.1ml	658.1ml

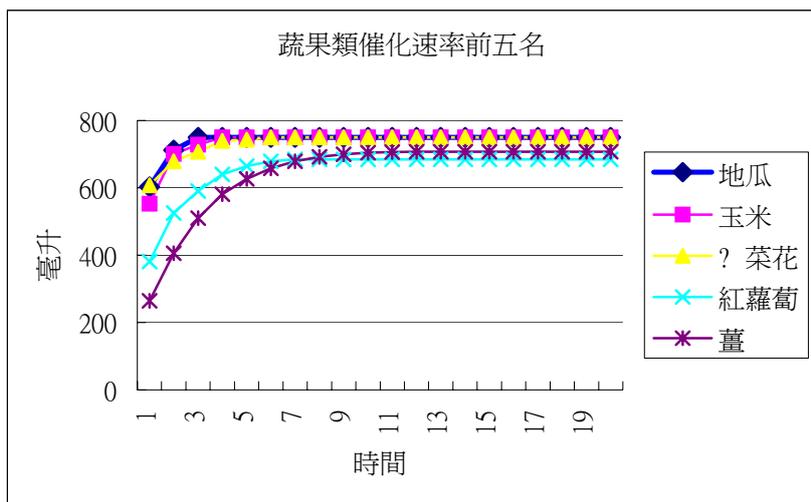


圖 4-1 蔬果類反應速率前五名統計圖

多種食材中，實驗的反應前五名如上表所示，其餘蔬果類共作了 33 種，礙於字數限制，僅摘列如下：

(1) 紅蘿蔔

表 4-5 紅蘿蔔反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	382.7	524.8	590.6	639.9	669.6	678.9	680.1	680.1	680.1	680.1
氧氣實驗二 (ml)	380.4	525	590.4	639.6	659.6	677.8	688.9	688.9	688.9	688.9
氧氣實驗三 (ml)	381.2	524.6	590.1	639.4	664.3	678	684.2	684.2	684.2	684.2
實驗平均	381.4	524.8	590.4	639.6	664.5	678.2	684.4	684.4	684.4	684.4
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1	680.1
氧氣實驗二 (ml)	688.9	688.9	688.9	688.9	688.9	688.9	688.9	688.9	688.9	688.9
氧氣實驗三 (ml)	684.2	684.2	684.2	684.2	684.2	684.2	684.2	684.2	684.2	684.2
實驗平均	684.4	684.4	684.4	684.4	684.4	684.4	684.4	684.4	684.4	684.4

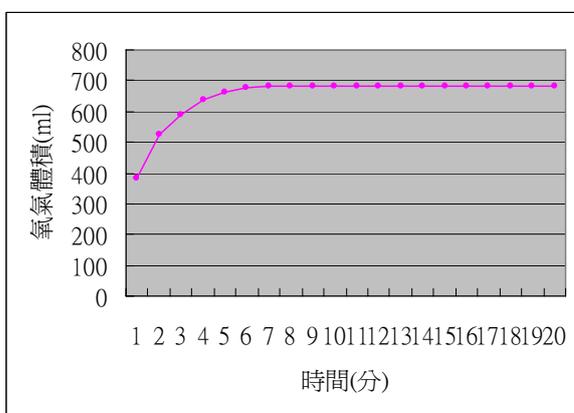


圖 4-2 紅蘿蔔反應速率統計圖

(2) 小黃瓜

表 4-6 小黃瓜反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	210.2	314.8	383.4	423.4	454.9	473.8	487.7	501	514.5	526.9
氧氣實驗二 (ml)	212.8	319.1	380.8	418.9	453.2	475.5	495	501	519.6	530.8
氧氣實驗三 (ml)	211.7	317.1	381.6	421.1	453.6	477.4	490.9	508.9	516.6	528.4
實驗平均	211.5	316.9	381.9	421.1	453.9	475.5	491.1	503.6	516.9	528.6
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	548.8	555	560.4	567.6	572.4	582.6	583.1	583.7	587.4	587.4
氧氣實驗二 (ml)	553.1	555.4	559.5	564.6	576.4	577.9	586.9	587.6	591.4	597.9
氧氣實驗三 (ml)	550.5	554.8	559.5	565.7	574.3	579.9	584.6	585.2	591.4	592.7
實驗平均	550.7	555	559.7	565.9	574.3	580.1	584.8	585.4	589.3	592.5

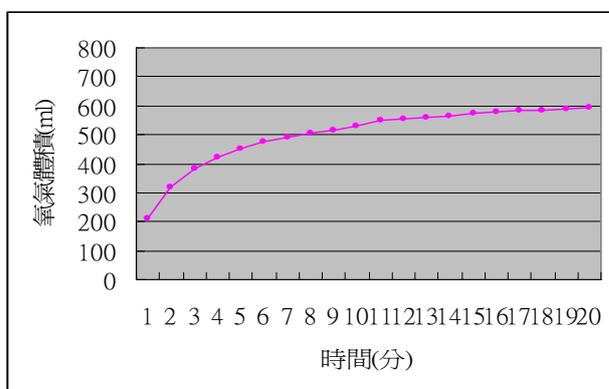


圖 4-3 小黃瓜反應速率統計圖

(3) 小蕃茄

表 4-7 小蕃茄反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	23.79	30.64	46.93	53.14	71.14	73.29	79.71	86.79	88.29	95.57
氧氣實驗二 (ml)	25.5	35.79	42.64	57.43	63	68.57	76.29	84.43	97.71	102.9
氧氣實驗三 (ml)	24	32.57	44.14	54.64	66.43	70.29	77.36	82.07	92.36	98.57
實驗平均	24.43	33	44.57	55.07	66.86	70.71	77.79	84.43	92.79	99
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	104.1	113.4	120.9	129	133.5	139.5	145.5	151.9	154.9	159
氧氣實驗二 (ml)	105.4	108.6	113.1	123	131.4	137.8	141.6	146.1	150.9	154.3
氧氣實驗三 (ml)	104.1	110.4	116.4	125.4	131.8	138	142.9	150	152.6	156
實驗平均	104.6	110.8	116.8	125.8	132.2	138.4	143.4	149.4	152.8	156.4

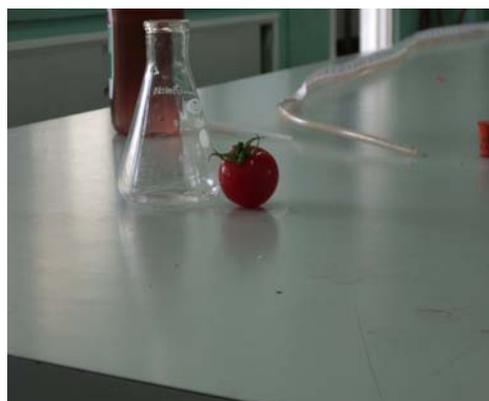
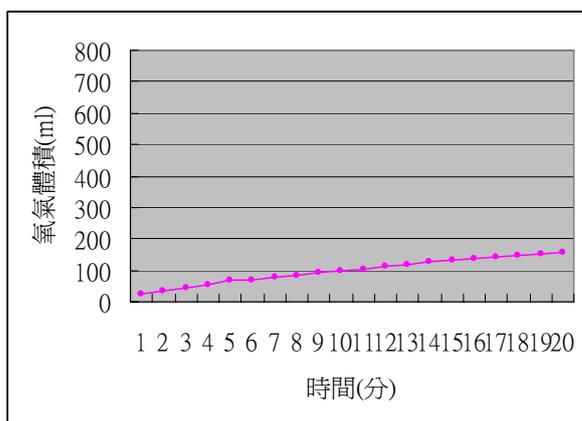


圖 4-4 小蕃茄反應速率

(4) 澎湖絲瓜 (澎湖特產)

表 4-8 澎湖絲瓜反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	302.8	337.1	481.3	572.4	579.2	591.6	594.9	603.2	603.4	625.9
氧氣實驗二 (ml)	300.9	348.4	476.4	559.7	582.4	588.9	600.2	606	616.1	617.6
氧氣實驗三 (ml)	301.5	342.4	478.5	565.7	580.5	589.9	597.2	604.3	609.4	621.4
實驗平均	301.7	342.6	478.7	565.9	580.7	590.1	597.4	604.5	609.6	621.6
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	631.3	638.4	640.1	640.1	640.1	640.1	640.1	640.1	640.1	640.1
氧氣實驗二 (ml)	634.9	636.9	637.3	637.3	637.3	637.3	637.3	637.3	637.3	637.3
氧氣實驗三 (ml)	632.8	637.3	638.4	638.4	638.4	638.4	638.4	638.4	638.4	638.4
實驗平均	633	637.5	638.6	638.6	638.6	638.6	638.6	638.6	638.6	638.6

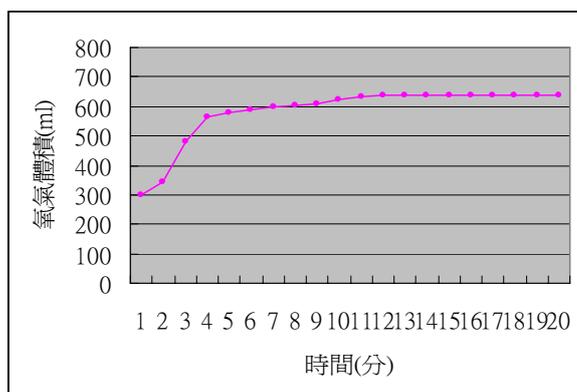


圖 4-5 澎湖絲瓜反應速率統計圖

(5) 薑

表 4-9 薑反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	277.7	406.3	506.8	581.4	626.4	659.1	678.2	691.5	699.9	704.1
氧氣實驗二 (ml)	252.2	406.1	512.6	581.1	626.1	657.2	679.7	691.7	698.8	704.4
氧氣實驗三 (ml)	264.6	405.9	509.4	580.9	625.9	657.9	678.6	691.3	699	703.9
實驗平均	264.9	406.1	509.6	581.1	626.1	658.1	678.9	691.5	699.2	704.1

時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	706.3	707.6	707.6	707.6	707.6	707.6	707.6	707.6	707.6	707.6
氧氣實驗二 (ml)	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9
氧氣實驗三 (ml)	706.3	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9	706.9
實驗平均	706.5	707.1	707.1	707.1	707.1	707.1	707.1	707.1	707.1	707.1

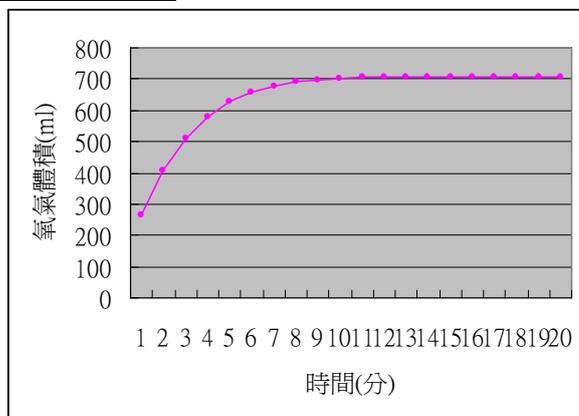


圖 4-6 薑反應速率統計圖

(6) 菲菜花

表 4-10 菲菜花反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	602.6	685.5	709.7	738.4	744.9	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8
氧氣實驗二 (ml)	613.2	672.9	705.6	740.4	742.5	747.4	747.9	747.9	747.9	747.9
氧氣實驗三 (ml)	607.5	678.9	707.4	739.1	743.4	749.8	750	750	750	750
實驗平均	607.8	679.1	707.6	739.3	743.6	750	750.2	750.2	750.2	750.2
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8	752.8
氧氣實驗二 (ml)	747.9	747.9	747.9	747.9	747.9	747.9	747.9	747.9	747.9	747.9
氧氣實驗三 (ml)	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
實驗平均	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2

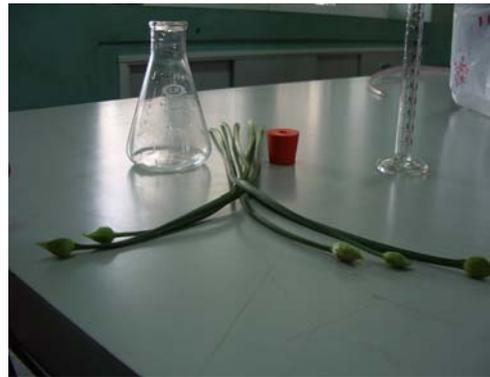
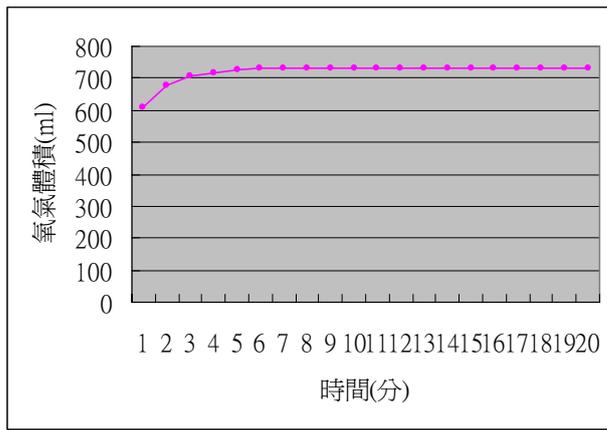


圖 4-7 菲菜花反應速率統計圖

(7) 楊梅 (澎湖特產)

表 4-11 楊梅反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	156.6	252.4	321.4	359.8	388.9	407.4	419.1	430.3	462.4	472.7
氧氣實驗二 (ml)	165.9	251.4	325.1	360.6	386.6	405.6	418.9	429.2	459.2	472.1
氧氣實驗三 (ml)	149.4	251.6	322.9	360.2	389.4	406.5	418.7	430.1	460.5	471.4
實驗平均	157.3	251.8	323.1	360.2	388.3	406.5	418.9	429.9	460.7	472.1
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	481.3	505.1	516.2	518.1	520.1	540	540	540	540	540
氧氣實驗二 (ml)	480.4	507.2	514.7	519.2	522.4	536.1	536.1	536.1	536.1	536.1
氧氣實驗三 (ml)	480.2	505.5	515.1	519.6	520.9	538.1	538.1	538.1	538.1	538.1
實驗平均	480.6	505.9	515.4	519	521.1	538.1	538.1	538.1	538.1	538.1

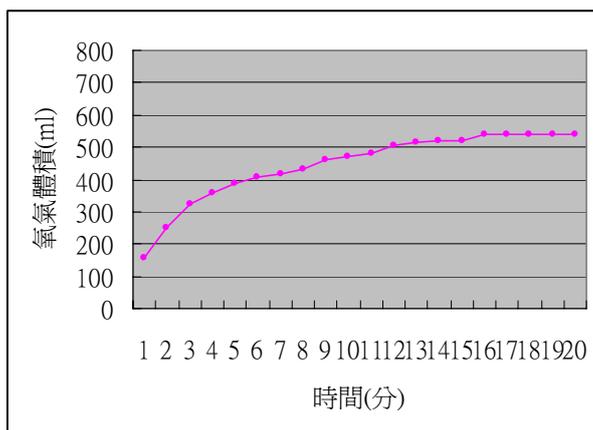


圖 4-8 楊梅反應速率統計圖

(8) 番石榴

表 4-12 番石榴反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	64.71	138.9	213.2	273.4	336	367.9	400.5	451.1	468.4	490.3
氧氣實驗二 (ml)	65.36	137.8	215.1	273.2	309.6	366	412.3	449.6	469.9	490.9

氧氣實驗三 (ml)	64.71	138	213.9	273	322.5	366.6	406.1	450	468.9	490.3
實驗平均	64.93	138.2	214.1	273.2	322.7	366.9	406.3	450.2	469.1	490.5
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	509.1	523.1	539.4	553.7	562.3	572.4	582.4	589.5	598.9	603.2
氧氣實驗二 (ml)	506.8	525	540	552.2	563.8	574.7	582.6	589.3	601.7	610.7
氧氣實驗三 (ml)	507.6	523.7	539.4	552.6	562.7	573.2	582.2	589.1	600	606.6
實驗平均	507.9	523.9	539.6	552.9	562.9	573.4	582.4	589.3	600.2	606.9

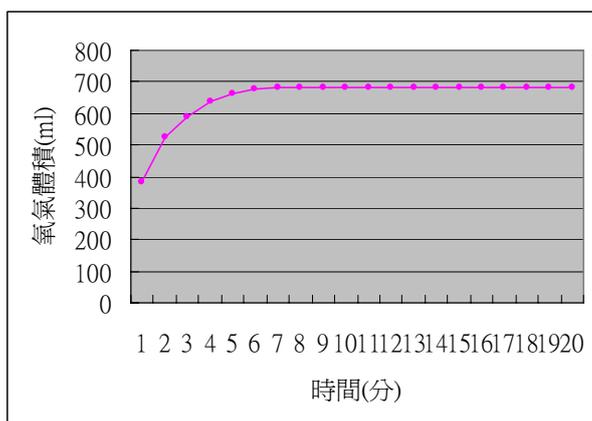


圖 4-9 番石榴反應速率統計圖

(9) 草莓

①失敗-原因是操作時不小心將手握住錐形瓶，然後放開。造成瓶內氣體溫度差異，而有倒退情況。

表 4-13 草莓反應速率（失敗）

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣體積 ml	23.571	18.429	21.43	21.43	21.429	21.429	21.429	21.429	21.429	21.429
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣體積 ml	21.429	21.429	21.43	21.43	21.429	21.429	21.429	21.429	21.429	21.429

② 成功

表 4-14 草莓反應速率（成功）

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	16.71	17.36	21	21	21	21	21	21	21	21
氧氣實驗二 (ml)	13.5	19.71	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07
氧氣實驗三 (ml)	14.79	18.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21
實驗平均	15	18.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43

時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
氧氣實驗二 (ml)	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07	22.07
氧氣實驗三 (ml)	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21	21.21
實驗平均	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43	21.43

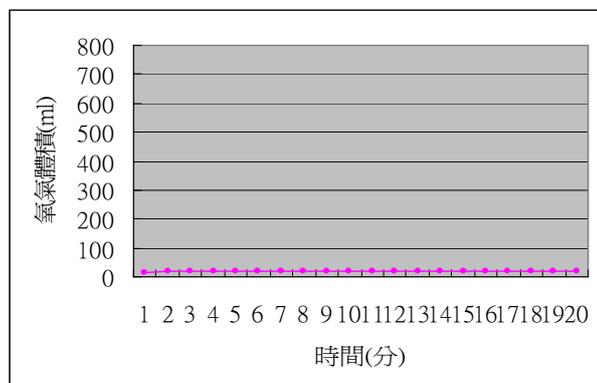


圖 4-10 草莓反應速率統計圖

(10) 地瓜

表 4-15 地瓜反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	603.4	709.7	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9
氧氣實驗二 (ml)	602.8	713.8	746.4	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8
氧氣實驗三 (ml)	602.8	711.4	749.8	750	750	750	750	750	750	750
實驗平均	603	711.6	750	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9	753.9
氧氣實驗二 (ml)	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8	746.8
氧氣實驗三 (ml)	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
實驗平均	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2

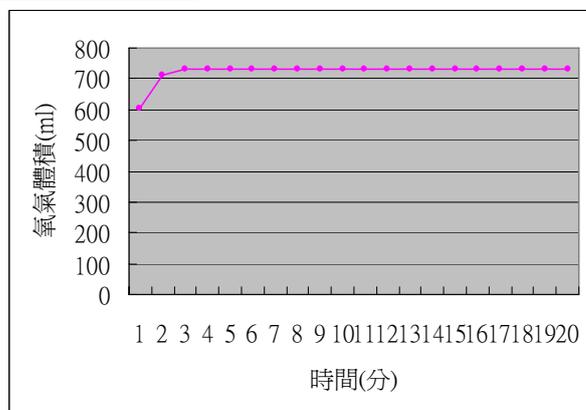


圖 4-11 地瓜反應速率統計圖

(11) 玉米

表 4-16 玉米反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	552	700.5	727.5	750.4	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9
氧氣實驗二 (ml)	553.5	699.9	728.6	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8
氧氣實驗三 (ml)	552.4	699.9	727.7	749.8	750	750	750	750	750	750
實驗平均	552.6	700.1	727.9	750	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9	750.9
氧氣實驗二 (ml)	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8	749.8
氧氣實驗三 (ml)	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
實驗平均	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2

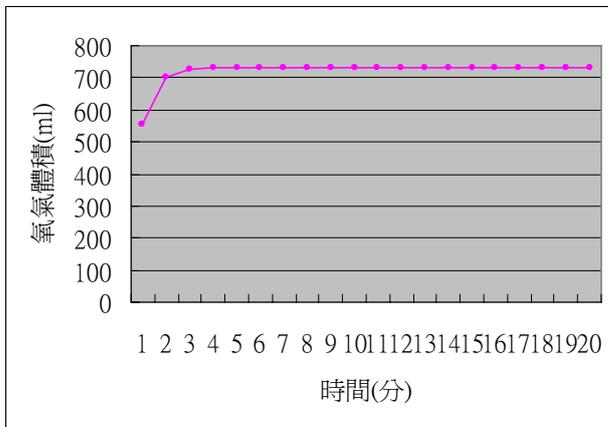


圖 4-12 玉米反應速率統計圖

2. 海鮮類與肉類

此類的催化速率會比較慢，需要到9分鐘之後才有第一個食物完全催化，海鮮類與肉類催化生成氧氣前五名，其資料如下表所示：

表 4-17 海鮮類與肉類前五名反應速率

		9 分鐘	10 分中	11 分鐘	12 分鐘	13 分鐘	14 分鐘	15 分鐘	
鹹魚	……	750.2ml	750.2 ml	……					
喜香魚	……	750 ml	750 ml	750.2 ml	750.2 ml	750.2 ml	750.2 ml	750.2 ml	……
五花肉	……	733.5 ml	743.6 ml	745.7 ml	747.4 ml	748.5 ml	749.1 ml	750 ml	……
肥豬肉	……	705.2 ml	711 ml	714.2 ml	716.1 ml	717 ml	717.9 ml	718.3 ml	……
雞肉	……	696.6 ml	701.8 ml	705.6 ml	708.4 ml	710.8 ml	712.9 ml	714.9 ml	……

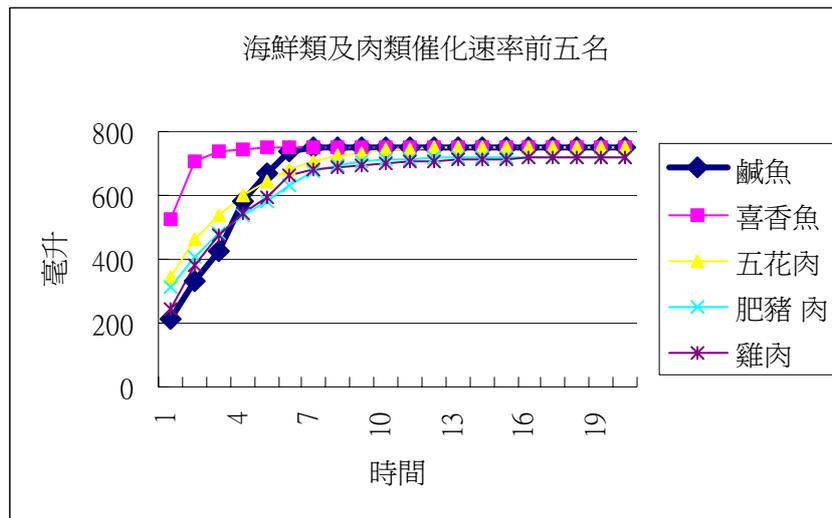


圖 4-13 海鮮類與肉類反應速率前五名統計圖

因為海鮮類及肉類的成本較高，僅將營養午餐的食材，留下少部分作為實驗用。共有 9 項食物作為實驗，其詳細的實驗內容如下所示：

(1) 豬肉

① 五花肉 (肥肉與瘦肉)

表 4-18 五花肉反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	345.4	459.9	539.1	599.6	644.6	682.5	708	726.2	733.1	745.3
氧氣實驗二 (ml)	344.8	459.6	536.8	600.2	644.8	682.3	709.5	725.6	734.1	742.1
氧氣實驗三 (ml)	344.8	459.4	537.6	599.6	644.4	682.1	708.4	725.6	733.3	743.4
實驗平均	345	459.6	537.9	599.8	644.6	682.3	708.6	725.8	733.5	743.6
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	747	747.2	749.1	749.1	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2
氧氣實驗二 (ml)	744.6	747.9	748.1	749.4	750	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4
氧氣實驗三 (ml)	745.5	747.2	748.3	748.9	749.8	750	750	750	750	750
實驗平均	745.7	747.4	748.5	749.1	750	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2

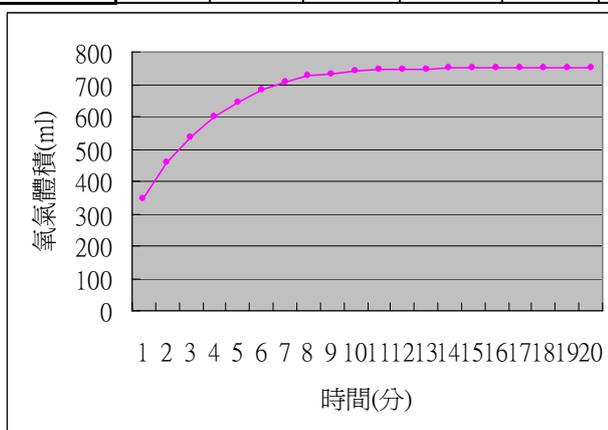


圖 4-14 五花肉反應速率統計圖

②肥豬肉

表 4-19 肥豬肉反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	309	408.2	479.1	535.3	579.9	628.9	674.1	695.6	705.2	705.2
氧氣實驗二 (ml)	310.9	409.3	478.1	535.5	580.9	630	673.9	693.6	705.4	717
氧氣實驗三 (ml)	309.6	408.4	478.3	535.1	580.1	629.1	673.7	694.3	705	710.8
實驗平均	309.9	408.6	478.5	535.3	580.3	629.4	673.9	694.5	705.2	711
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	713.8	716.8	717	717.6	718.5	718.7	718.9	719.1	719.4	719.8
氧氣實驗二 (ml)	714.9	715.7	717.2	718.3	718.3	718.9	719.6	719.8	720	720
氧氣實驗三 (ml)	714	715.9	716.8	717.6	718.1	718.5	718.9	719.1	719.4	719.6
實驗平均	714.2	716.1	717	717.9	718.3	718.7	719.1	719.4	719.6	719.8

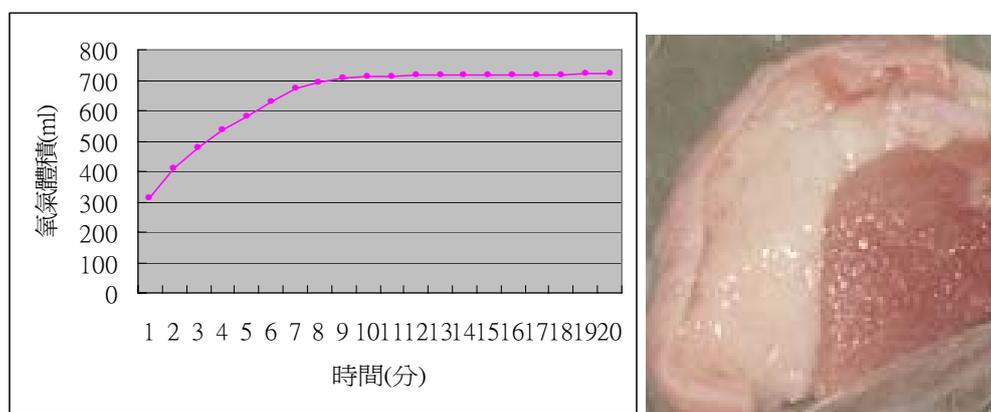


圖 4-15 肥豬肉反應速率統計圖

(2) 雞肉

表 4-20 雞肉反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	243	380.6	474.6	545.6	597	659.1	678.6	689.8	696.6	702
氧氣實驗二 (ml)	244.9	380.4	480	544.5	596.4	660.6	678.4	688.3	696.9	701.8
氧氣實驗三 (ml)	243.6	380.1	477	544.7	596.4	659.6	678.2	688.7	696.4	701.6
實驗平均	243.9	380.4	477.2	544.9	596.6	659.8	678.4	688.9	696.6	701.8
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	706.1	707.4	711	712.7	714.9	716.8	718.1	719.1	720	720.9
氧氣實驗二 (ml)	705.4	709.7	710.8	713.4	715.1	716.6	718.3	719.4	720.2	721.1

氧氣實驗三 (ml)	705.4	708.2	710.6	712.7	714.6	716.4	717.9	718.9	719.8	720.6
實驗平均	705.6	708.4	710.8	712.9	714.9	716.6	718.1	719.1	720	720.9

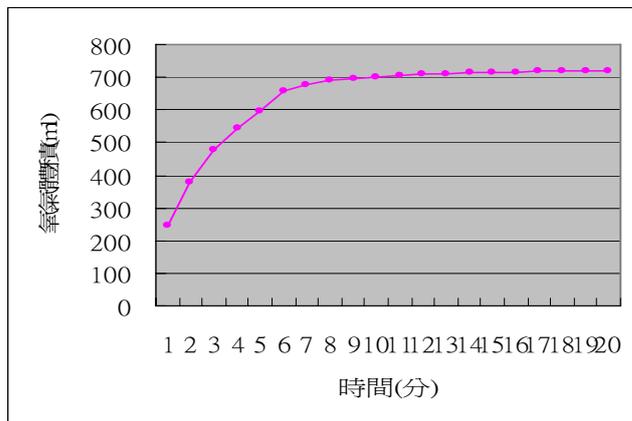


圖 4-16 雞肉反應速率統計圖

(3) 花枝

表 4-21 花枝反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
氧氣實驗二 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
氧氣實驗三 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
實驗平均	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
氧氣實驗二 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
氧氣實驗三 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
實驗平均	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

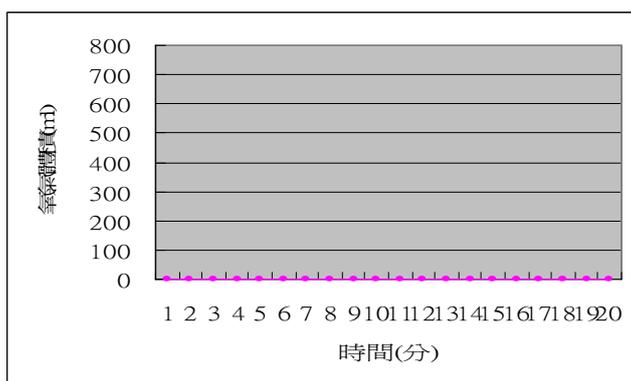


圖 4-17 花枝反應速率統計圖

(4) 蝦泥

表 4-22 蝦泥反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	36	37.5	44.36	51.64	59.14	66.21	72.64	78	84.64	89.14

氧氣實驗二 (ml)	35.36	37.29	44.57	52.29	59.79	66.43	72.86	78.64	84.86	86.79
氧氣實驗三 (ml)	35.36	37.07	44.14	51.64	59.14	66	72.43	78	84.43	87.64
實驗平均	35.57	37.29	44.36	51.86	59.36	66.21	72.64	78.21	84.64	87.86
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	91.93	96	99.21	104.1	105.2	106.9	109.9	111.6	112.9	114.2
氧氣實驗二 (ml)	92.57	94.93	96.43	102.2	103.3	106.3	107.6	109.7	111.9	113.6
氧氣實驗三 (ml)	91.93	95.14	97.5	102.9	103.9	106.3	108.4	110.4	112.1	113.6
實驗平均	92.14	95.36	97.71	103.1	104.1	106.5	108.6	110.6	112.3	113.8

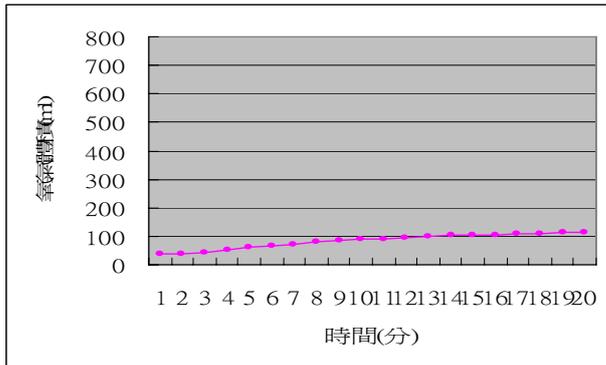


圖 4-18 蝦泥反應速率統計圖

(5) 喜香魚

表 4-23 喜香魚反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	526.3	712.9	737.4	744.9	747	748.1	748.3	748.7	749.1	749.1
氧氣實驗二 (ml)	526.9	695.1	738.4	745.1	748.5	750.4	751.1	751.1	751.1	751.1
氧氣實驗三 (ml)	526.3	703.7	737.6	744.6	747.4	748.9	749.4	749.6	749.8	749.8
實驗平均	526.5	703.9	737.8	744.9	747.6	749.1	749.6	749.8	750	750
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	749.1	749.1	749.1	749.1	749.1	749.1	749.1	749.1	749.1	749.1
氧氣實驗二 (ml)	751.5	751.5	751.5	751.5	751.5	751.5	751.5	751.5	751.5	751.5
氧氣實驗三 (ml)	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
實驗平均	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2

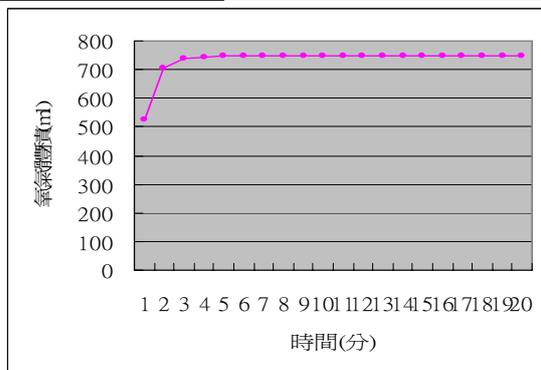


圖 4-19 喜香魚反應速率統計圖

(6) 鹹魚

表 4-24 鹹魚反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	208.9	324	425.6	581.4	666.9	739.9	748.1	748.3	750.4	750.4
氧氣實驗二 (ml)	210.4	334.9	430.5	576.9	670.9	735.4	747.9	748.1	750.2	750.2
氧氣實驗三 (ml)	209.4	329.1	427.7	578.8	668.6	737.4	747.6	747.9	750	750
實驗平均	209.6	329.4	427.9	579	668.8	737.6	747.9	748.1	750.2	750.2
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4	750.4
氧氣實驗二 (ml)	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2
氧氣實驗三 (ml)	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
實驗平均	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2	750.2

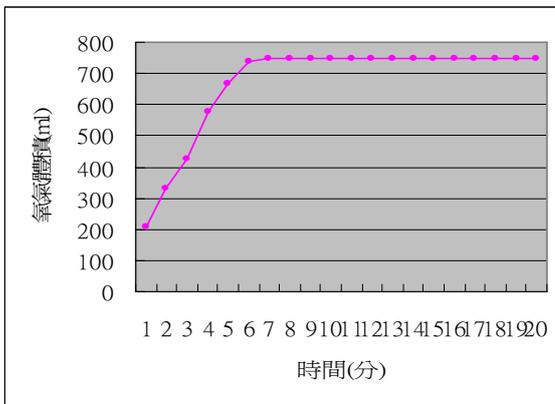


圖 4-20 鹹魚反應速率統計圖

(7) 澎湖小管

表 4-25 澎湖小管反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	18.43	21.86	27.64	30.43	37.71	61.29	63.21	66.86	74.14	79.5
氧氣實驗二 (ml)	17.79	22.93	26.57	32.79	37.07	61.93	62.14	67.07	72.64	79.29
氧氣實驗三 (ml)	17.79	22.07	26.79	31.29	37.07	61.29	62.36	66.64	73.07	79.07
實驗平均	18	22.29	27	31.5	37.29	61.5	62.57	66.86	73.29	79.29
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	84.64	89.14	100.5	105.4	112.1	118.1	125.6	128.8	136.1	139.5
氧氣實驗二 (ml)	86.14	94.93	96.86	106.1	112.3	118.3	123.2	130.7	134.6	142.3
氧氣實驗三 (ml)	85.07	91.71	98.36	105.4	111.9	117.9	124.1	129.4	135	140.6
實驗平均	85.29	91.93	98.57	105.6	112.1	118.1	124.3	129.6	135.2	140.8

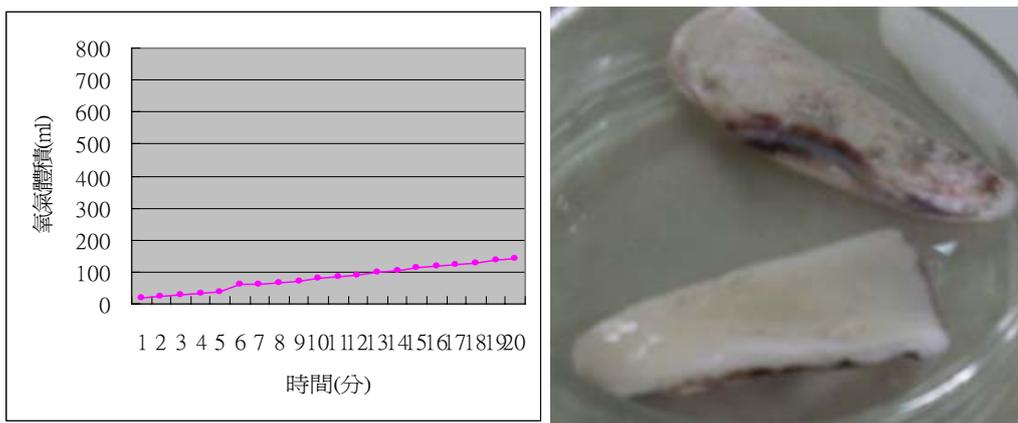


圖 4-21 澎湖小管反應速率統計圖

(8) 牛肉

表 4-26 牛肉反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	130.9	222	325.5	423.4	507.6	562.1	602.8	642	667.7	679.7
氧氣實驗二 (ml)	128.6	227.8	322.7	426.6	504	566.6	613.7	640.5	661.1	685.5
氧氣實驗三 (ml)	132	219	326.8	421.7	509.4	559.7	597.2	642.6	670.9	676.7
實驗平均	129.6	224.8	324	424.9	505.7	564.2	608.1	641.1	664.3	682.5
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十
氧氣實驗一 (ml)	698.4	705.2	711.6	718.3	725.1	725.1	725.1	725.1	725.1	725.1
氧氣實驗二 (ml)	696.4	706.1	711.2	717.9	725.1	725.1	725.1	725.1	725.1	725.1
氧氣實驗三 (ml)	325.5	707.6	711.4	718.1	725.8	725.8	725.8	725.8	725.8	725.8
實驗平均	696.6	706.3	711.4	718.1	725.4	725.4	725.4	725.4	725.4	725.4

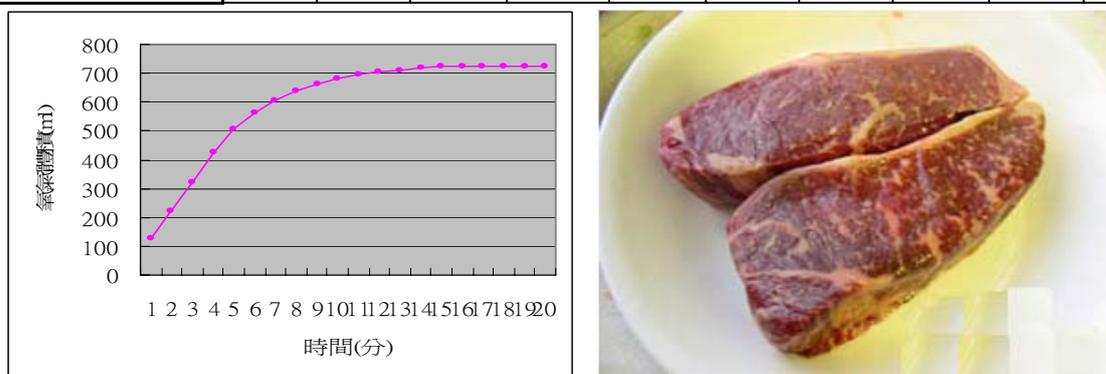


圖 4-22 牛肉反應速率統計圖

(9) 紅魚

表 4-27 紅魚反應速率

時間(分)	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
氧氣實驗一 (ml)	108.4	190.7	258.4	314.8	381.6	413.1	451.9	478.1	493.1	522.9
氧氣實驗二 (ml)	112.9	191.4	256.9	318.9	382.7	411.2	451.7	480.9	493.3	523.1
氧氣實驗三 (ml)	110.4	190.7	257.4	316.5	381.9	411.9	451.5	479.1	492.9	522.6
實驗平均	110.6	190.9	257.6	316.7	382.1	412.1	451.7	479.4	493.1	522.9
時間(分)	十一	十二	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十

氧氣實驗一 (ml)	536.4	549.2	557.6	571.1	581.4	626.4	611.4	618.4	621.6	629.6
氧氣實驗二 (ml)	539.1	551.6	565.1	570	594	587.6	615	616.9	627.4	626.8
氧氣實驗三 (ml)	537.4	550.1	561	570.2	587.4	606.6	612.9	617.4	624.2	627.9
實驗平均	537.6	550.3	561.2	570.4	587.6	606.9	613.1	617.6	624.4	628.1

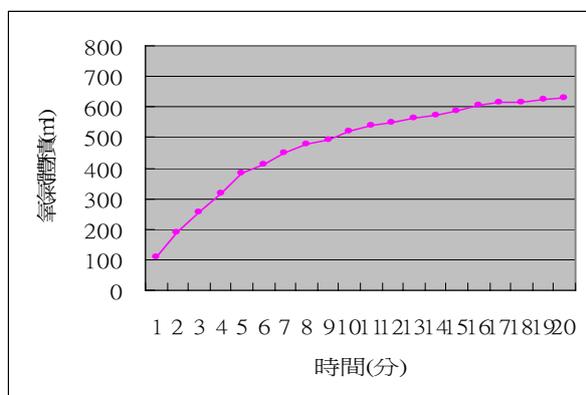


圖 4-23 紅魚反應速率統計圖

四、自製簡易氧氣罩及使用方式

討論自製兩種氧氣罩：密封袋氧氣罩及洗衣精空瓶氧氣罩

(一) 密封袋氧氣罩

將家庭常備濃度為 3% 藥用雙氧水 60 cc 倒入密封袋 (26.8 公分×27.9 公分，大 size) 中，並將食材放入袋中，將袋口打開緊密罩住口鼻呼吸。其使用如下圖所示：



圖 4-24 密封袋氧氣罩及其使用方式

沛儀看到我們把袋口罩住口鼻呼吸，就問起老師說：「老師，這樣的氧氣罩最後會不會沒有氧氣呢？」，柏宏搶著說「雙氧水催化產生的氧氣的量固定，當然會用完啊！但是老師，這樣的氧氣罩可以用多久呢？」，乃諳也說「我爸爸跟我們講過，氧氣濃度太低，就會昏迷，不用等到氧氣用完呢！」。「沒有錯！」老師說：「其實我們有了這個氧氣罩，我們還要算出可以用多久，這樣才能有心理準備，要在多久時間逃出火場，我們可以去圖書館及網路上找點資料，包括濃度太濃，太淡都會對人體有傷害，還有我們每分鐘需要多少氧氣，呼吸的量是多少等等」。

1. 計算氧氣濃度

經過同學蒐集資料如下面所示（以下是以 70 公斤的成人來計算）：

- (1) 空氣中的氧氣成分占 21%，也就是 100ml 的空氣中，有 21ml 的氧氣。
- (2) 每分鐘呼吸十次，每分鐘用去 250ml 的氧氣，也就是每次用去 25ml 的氧氣。
- (3) 氧濃度低至 17%，肌肉功能會減退。在 10~14% 氧氣濃度時，人仍有意識，但顯現錯誤判斷力。在 6~8% 氧氣濃度時，呼吸停止，將在 6~8 分鐘內發生窒息死亡。因此下限以 17% 為臨界值。
- (4) 40~60% 的氧氣濃度為醫療用，若不在 40% 以上的氧氣濃度太久則不會有影響。因此上限臨界值設為 60%。
- (5) 每次呼出的量與吸入的量均約略為 500ml，計算方便假設每次呼出的量與吸入的量均為固定值 500ml。
- (6) 藥用雙氧水小瓶 60cc，3% 約可以產生 750 ml 的氧氣。
- (7) 呼吸前，袋中約有 500ml 的空氣（有氧氣 21%，105ml），加上雙氧水產生的氧氣 750ml，所以袋內共有氣體 500+750=1250ml，共有氧氣 855ml。
- (8) 呼吸濃度變化結果如下表所示：

①第一口氣往內吸氣

表 4-28 第一口氣往內吸氣之氧氣濃度變化

呼吸次數	吸氣前	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二	
總氣體 ml	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
內含氧氣 ml	855	830	805	780	755	730	705	680	655	630	605	580	555	
濃度百分比%	68.4	66.4	64.4	62.4	60.4	58.4	56.4	54.4	52.4	50.4	48.4	46.4	44.4	
呼吸次數	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	二十一	二十二	二十三	二十四	二十五	二十六
總氣體 ml	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250	1250
內含氧氣 ml	530	505	480	455	430	405	380	355	330	305	280	255	230	205
濃度百分比%	42.4	40.4	38.4	36.4	34.4	32.4	30.4	28.4	26.4	24.4	22.4	20.4	18.4	16.4

不造成人體傷害的氧氣濃度範圍是介於 17% 與 60% 之間，但是一到四次氧氣濃度高於 60%。濃度太高，此方法失敗。

②改第一口氣為往內吐氣

因此袋內總氣體有 1250ml 加上吐出的 500ml 共 1750ml，氧氣由原本的 855ml，加上吐出氣體中的氧氣有 80ml（ $500 \times 21\% - 25$ ）共有 935ml

表 4-29 第一口氣往內吐氣之氧氣濃度變化

呼吸次數	吐氣前	吐氣	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	十一	十二
總氣體 ml	1250	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
內含氧氣 ml	855	935	910	885	860	835	810	785	760	735	710	685	660	635
濃度百分比%	68.4	53.42	52	50.57	49.14	47.71	46.29	44.86	43.43	42	40.57	39.14	37.71	36.29
呼吸次數	十三	十四	十五	十六	十七	十八	十九	二十	二十一	二十二	二十三	二十四	二十五	二十六
總氣體 ml	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
內含氧氣 ml	610	585	560	535	510	485	460	435	410	385	360	335	310	285
濃度百分比%	34.85	33.43	32	30.57	29.14	27.71	26.29	24.86	23.43	22	20.57	19.14	17.71	16.29

第一次到第二十五次的濃度均介於 17%與 60%之間，氧氣濃度適合。

2. 考量二氧化碳濃度太高問題

柏宏想到電影湯姆漢克斯主演「阿波羅 13 號」，裡面有個片段是太空艙內的氧氣雖然夠，但是卻有二氧化碳濃度太高的問題。老師說：「我們可以問問大學的教授，從網路上看看呼吸學的專家，有禮貌的寫信過去，我想他們會很熱心為我們解決這小問題的」。

幾天之後，若堯高興地說：「台北醫學大學呼吸治療系邊苗瑛教授，及蘇千玲教授都有回信，他們均認為這樣的裝置，會有二氧化碳太高的問題。」，「嗯」，老師說：「那我們就要再把二氧化碳的因素考慮進去，大家一塊兒蒐集資料，然後再一起討論吧！」。

大家把二氧化碳的影響要點，歸納如下：

- (1) 空氣的成分二氧化碳約為 1%。
- (2) 一般成人於辦公室中的二氧化碳排量為每次吐氣為 25ml 左右，基於計算方便假設**每次吐氣二氧化碳固定值 25ml**。
- (3) 成人長時間處於二氧化碳濃度 1.5%的空氣中會造成輕微的代謝壓力；如果二氧化碳的濃度高達 7~10%，人體便會在幾分鐘內失去知覺，吸入太多二氧化碳也會造成血液酸、鹼的平衡改變，使骨質密度降低、鈣質流失，因此**二氧化碳上限設為 7%**。
- (4) 接續上列第一口氣往內吐氣實驗，吐氣前因為有袋中原本有 1250ml 空氣（500ml 自然空氣加上 750ml 氧氣），裡面約有 5ml 的二氧化碳（500ml×1%），其濃度變化如下表：

表 4-30 二氧化碳濃度變化

呼吸次數	吐氣前	吐氣	1	2	3	4	5	6	7
總氣體 ml	1250	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750	1750
二氧化碳 ml	5	30	55	80	105	130	155	180	205
二氧化碳濃度百分比%	0.4	1.71	3.14	4.57	6	7.42	8.85	10.2	11.71

若考慮二氧化碳濃度進去，則會有濃度太濃問題，約在**第四次**就已經有濃度超過 7%，不適合呼吸使用。

- (5) 綜合以上所述，「密封袋氧氣罩」為：

- ① 應用廚房常用密封袋，加入 60 cc 雙氧水及易催化食材。
- ② 第一口向內吐氣，之後循環呼吸，就不會有氧氣濃度太高問題。
- ③ 但在**第四口**的時候，因為二氧化碳濃度太高，而不能再使用。
- ④ 可以重新填充，爭取火場逃生時間。

- (二) 改良氧氣面罩---洗衣精空瓶氧氣罩

參考消防局給我們的氧氣面罩，以洗衣精空瓶，放入大量的雙氧水，及大量的食物，可以產生大量的氧氣，然後將紙杯去底，當氧氣面罩，可以減少外面濃煙吸入。

市面上的氧氣面罩，會有幾個小空洞，讓呼出的氣體，可以由洞口跑出，引此，我們類比這個裝置，呼吸時可以將氣體網向瓶內吐氣，但是可以將頭抬高一點，有點空隙讓二氧化碳氣體跑出，可以減少二氧化碳堆積，一方面可以將氣體吐入，可以減少氧氣的高濃度。因為屬於開放式的氧氣罩，因此難以計算其氧氣濃度變化。其製作過程如下表所示：



圖 4-25 醫療用氧氣罩

表 4-31 洗衣精空瓶氧氣罩製作過程

<p>一、紙杯去底</p>		<p>二、套入洗衣瓶口</p>	
<p>三、完成</p>		<p>四、杯水去底也可以</p>	
<p>五、可以口鼻放入杯口。</p>		<p>六、也可以用嘴吸氣， 用鼻呼氣</p>	

1. 用法：

- (1) 可以將口鼻放入杯口呼吸；也可以用將鼻子露出杯外，以口吸氣，以鼻吐氣。
- (2) 呼吸時可以將氣體向瓶內吐氣，但是可以將頭抬高一點，有點空隙讓二氧化碳氣體跑出，可以減少二氧化碳堆積，一方面可以將氣體吐入，可以減少氧氣的高濃度。
- (3) 此裝置雖然使用的功能性強，但便利性卻不及密封袋氧氣罩。

伍、研究結果

一、自製氣體生成反應速率實驗裝置

在試驗的過程中嘗試到很多的挫折，由教科書上的排水集氣法到科學遊戲泡沫傳情，最後由同學無意間發現的氣壓推動水段的現象，經過八次失敗後，在第九次成功完成自製測量工具，

(一) 原理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動管內水段。

(二) 步驟：

1. 將 1/4 吋水管貼上 600 公分布尺，接上塞蓋，布尺與塞蓋距離 30cm。
2. 並在管內留有四公分左右的紅墨水。
3. 將錐形瓶倒入上雙氧水紅蘿蔔（或其他欲測量的食材），之後蓋上接管塞蓋。
4. 裝入 5cc 的雙氧水，產生的氧氣，會產生氣壓推動水段。5cc 的雙氧水為「限量試劑」，因實際家庭常備雙氧水為 60 cc，需將實驗數據乘上 12 倍。
5. 以分鐘計時，以水性筆於布尺旁畫記，紀錄刻度。
6. 需換算。經由同學的測量，管內十四公分等於 2.5 cc，以 Excell 換算較為方便。



圖 5-1 自製氣體生成反應速率實驗裝置圖

二、找出生活中對於雙氧水製氧的催化最為迅速的食物

(一) 蔬果類催化速率前五名

1. 蔬果類

蔬果類實驗共做了 33 種蔬果。將 60cc 的雙氧水催化，約可以產生 750ml 的氧氣，其前

六分鐘的反應如下表所示，地瓜在第二分鐘的時候，就已經很接近完全催化的 750ml 了。

表 5-1 蔬果類反應速率前五名

	1 分鐘	2 分鐘	3 分鐘	4 分鐘	5 分鐘	6 分鐘
地瓜	603ml	711.6ml	750ml	750.2ml	750.2ml	750.2ml
玉米	552.6ml	700.1ml	727.9ml	750ml	750.2ml	750.2ml
萼菜花	607.8ml	679.1ml	707.6ml	739.3ml	743.6ml	750ml
紅蘿蔔	381.4ml	524.8ml	590.4ml	639.6ml	664.5ml	678.2ml
薑	264.9ml	406.1ml	509.6ml	581.1ml	626.1ml	658.1ml

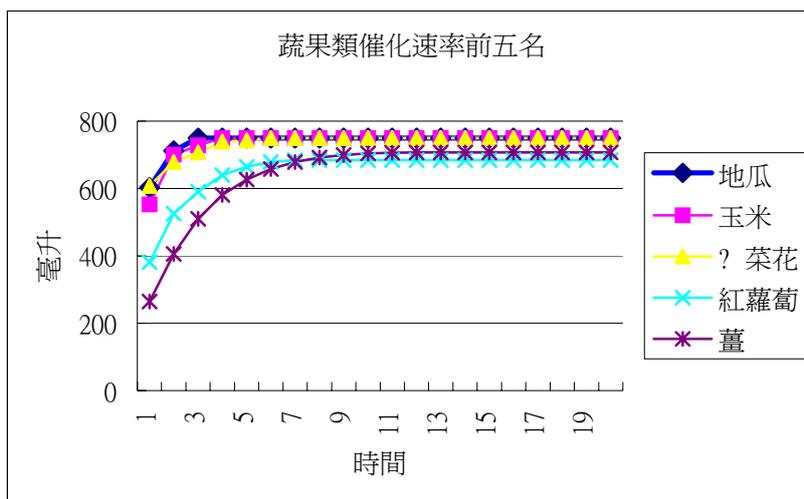


圖 5-2 蔬果類反應速率前五名統計圖

(二) 海鮮類與肉類催化速率前五名

此類的催化速率會比較慢，需要到 9 分鐘之後才有第一個食物完全催化，其催化速率前五名資料如下表所示：

表 5-2 海鮮類與肉類反應前五名

		9 分鐘	10 分中	11 分鐘	12 分鐘	13 分鐘	14 分鐘	15 分鐘	
鹹魚	……	750.2ml	750.2 ml	……					
喜香魚	……	750 ml	750 ml	750.2 ml	750.2 ml	750.2 ml	750.2 ml	750.2 ml	……
五花肉	……	733.5 ml	743.6 ml	745.7 ml	747.4 ml	748.5 ml	749.1 ml	750 ml	……
肥豬肉	……	705.2 ml	711 ml	714.2 ml	716.1 ml	717 ml	717.9 ml	718.3 ml	……
雞肉	……	696.6 ml	701.8 ml	705.6 ml	708.4 ml	710.8 ml	712.9 ml	714.9 ml	……

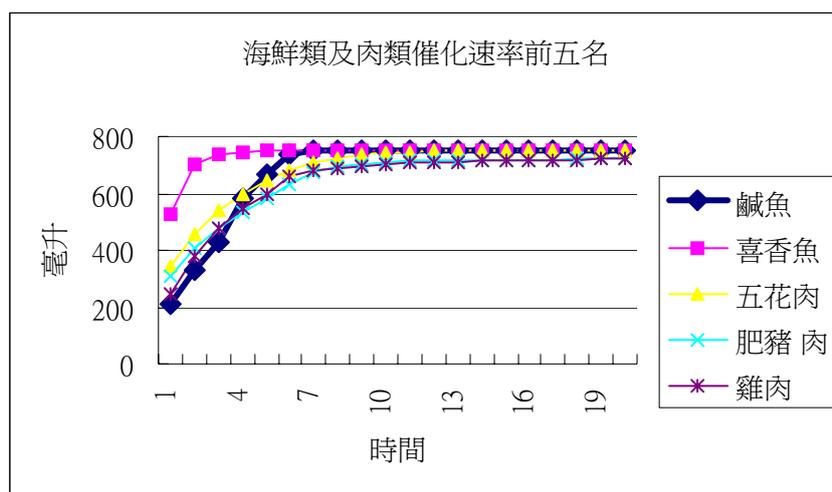


圖 5-3 海鮮肉類反應速率前五名統計圖

三、正確使用氧氣面罩及氧氣的耐用時間

需要考慮到氧氣的適宜濃度限於 60%~17%，二氧化碳濃度需低於 7%。

(一) 密封袋氧氣罩

1. 裝置：應用廚房常用密封袋，加入 60 cc 雙氧水及易催化食材，將密封袋的開口封住口鼻。
2. 用法：
 - ①第一口向內吐氣，之後循環呼吸，就不會有氧氣濃度太高問題。
 - ②耐用時間：在第四口氣的時候，因為二氧化碳濃度太高，而不能再使用。
 - ③可以重新填充，爭取火場逃生時間。

(二) 洗衣精空瓶氧氣罩

1. 裝置：將洗衣精家庭號空瓶，放入大量的雙氧水，及大量的催化食物，可以產生大量的氧氣，然後將紙杯去底，套住瓶口，當氧氣面罩。
2. 用法：
 - ①可以將口鼻放入杯口呼吸，也可以用將鼻子露出杯外，以口吸氣，以鼻吐氣。
 - ②呼吸時可以將氣體向瓶內吐氣，但是可以將頭抬高一點，有點空隙讓二氧化碳氣體跑出，可以減少二氧化碳堆積，一方面可以將氣體吐入，減少氧氣的高濃度。
 - ③耐用時間：此裝置耐用時間較長，但便利性卻不及密封袋氧氣罩。

陸、討論

一、自製氧氣罩的耐用時間

科學營會中指導的老師說可以將雙氧水加入食物所產生的氧氣充當氧氣罩，網路上也常有資訊說明雙氧水製造氧氣可供逃生。似乎均提供民眾一個錯誤的預期概念——家庭用雙氧水製造的氧氣可以有很長的耐用時間以供逃生，但是事實並非如此。雙氧水雖會產生氧氣，但是網路上所描述並沒有考量到氧氣與二氧化碳適合人體濃度的面向，而對氧氣罩的耐用時間有錯誤預期，於此加以討論。

密封袋中加入雙氧水加入食物催化產生氧氣當氧氣罩其使用方式可分為僅供空氣吸取以及循環呼吸：

(一) 僅提供空氣（僅吸氣）

原本密封袋中有 500 cc 的自然空氣（內有 $500 \times 21\% = 105$ cc 氧氣），加上所製造的 750cc 氧氣共有 1250 cc 空氣。而袋中的空氣若僅提供吸氣使用，人體每次呼吸需要 500 cc 的空氣，其使用情況及濃度變化如下表所示：

表 6-1 僅提供吸氣時的濃度變化

呼吸次數	吸第一口之前濃度	吸第二口之前濃度	吸第三口之前濃度
總氣體 ml	1250	750	250
內含氧氣 ml	855	513	171
濃度百分比%	68.4%	68.4%	68.4%

此三次氧氣濃度均高於 60%，並不適合作為呼吸用氧氣。因此需要將空氣吐入袋內循環呼吸使用。

（二）循環呼吸

如本研究所實驗的研究結果顯示，用環保密封袋中加入 60cc，3% 的雙氧水與適量的食物產生的氧氣，考量到氧氣濃度太高太低，與二氧化碳濃度太高之後，以向袋內吐氣的循環呼吸方式，僅能提供呼吸到**第四口氣**，之後必須要重新填裝。耐用時間不如預期所想像。

二、自製氧氣罩的實用性

本研究中所用的密封袋（26.8 公分×27.9 公分，大 size），雖為大尺寸，但是仍不及家用小型垃圾袋的五分之一。研究中之所以用小袋子的原因是要突顯自製氧氣的效果，以實際的數據來說明自製氧氣罩。研究結果顯示除了讓大家了解氧氣罩的使用時間很短之外，但仍有其實用性。若只是用密封袋裝自然空氣，裡面約略只有 750 cc 空氣，僅能提供吸取，不能再吐入。而加入了雙氧水與食物之後可以循環呼吸到第四口氣，若憋氣慢慢使用仍可以提供逃生氧氣，爭取時間。

柒、結論

一、自製氣體生成反應速率實驗裝置：

（一）原理：雙氧水催化時所產生的氧氣氣壓，利用氣壓推動管內水段。

（二）步驟：

1. 將 1/4 吋水管貼上 600 公分布尺，接上塞蓋，布尺與塞蓋距離 30cm。
2. 並在管內留有四公分左右的紅墨水。
3. 將錐形瓶倒入上雙氧水及紅蘿蔔（或其他欲測量的食材），之後蓋上接管塞蓋。
4. 裝入 5cc 的雙氧水，產生的氧氣，會產生氣壓推動水段。5cc 的雙氧水為「限量試劑」，因實際家庭常備雙氧水為 60 cc，需將實驗數據乘上 12 倍。
5. 以分鐘計時，以水性筆於布尺旁畫記，紀錄刻度。
6. 需換算。經由同學的測量，管內十四公分等於 2.5 cc，以 Excell 換算較為方便。

二、找出生活中對於雙氧水製氧的催化最為迅速的食物：

(一) 蔬果類催化速率前五名依序為：地瓜、玉米、萼菜花、紅蘿蔔、薑。

將 60cc 的雙氧水催化，約可以產生 750ml 的氧氣，其中以地瓜最為快速，第三分鐘時就已經很接近完全催化。

(二) 海鮮類與肉類催化速率前五名依序為：鹹魚、喜香魚、五花肉、肥豬肉、雞肉。

因為海鮮類的成本高，僅將營養午餐的食材，留下少部分作為實驗用。共有 9 項食物作為實驗。此類的催化速率會比較慢，需要到 9 分鐘之後才有第一個鹹魚完全催化。

三、正確使用氧氣面罩及氧氣的耐用時間

需要考慮到氧氣的適宜濃度界於 60%~17%，二氧化碳濃度需低於 7%。

(一) 密封袋氧氣罩

1. 裝置：將廚房常用密封袋（26.8 公分×27.9 公分，大 size），加入 3% 雙氧水 60 cc 及易催化食材，將密封袋的開口封住口鼻。

2. 用法：

①第一口向內吐氣，之後循環呼吸，就不會有氧氣濃度太高問題。

②耐用時間：在第四口氣的時候，因為二氧化碳濃度太高，而不能再使用。

③可以重新填充，爭取火場逃生時間。

(二) 洗衣精空瓶氧氣罩

1. 裝置：將洗衣精家庭號空瓶，放入大量的雙氧水，及大量的催化食物，可以產生大量的氧氣，然後將紙杯去底，套住瓶口，當氧氣面罩。

2. 用法：

①可以將口鼻放入杯口呼吸，也可以用將鼻子露出杯外，以口吸氣，以鼻吐氣。

②呼吸時可以將氣體向瓶內吐氣，但是可以將頭抬高一點，有點空隙讓二氧化碳氣體跑出，可以減少二氧化碳堆積，一方面可以將氣體吐入，減少氧氣的高濃度。

③耐用時間：此裝置耐用時間較長，但便利性卻不及密封袋氧氣罩。

捌、參考資料

火災預防與安全措施。網路資源。取自：

http://www.cib.gov.tw/crime/Crime_Book_Content.aspx?chapter_id=0000001&rule_id=00000

泡沫傳情。網路資源。取自：http://content.edu.tw/senior/chemistry/tp_sc/movie/1-14.htm

南一書局（民 95）。珍惜生命。綜合活動四下（24-40 頁）。台南市：南一書局企業股份有限公司。

教育部（民 95）。防災小高手。台北市：教育部。

翰林出版（民 95）。防火小尖兵。健康與體育四下（96-99 頁）。台南市：翰林出版社股份有限公司。

評 語

081529 廚房發現氧氣罩---兼談自製簡易測量氣體
生成反應速率裝置

討論緊急時製備氧氣最佳之材料，地瓜、玉米…與
60ml H_2O_2 產生 750ml O_2 之速率與製造簡易氧氣罩及討
論這樣的氧體積下耐用次數免於中毒，惜只有 4 口氣
之時間逃離現場似乎太短。