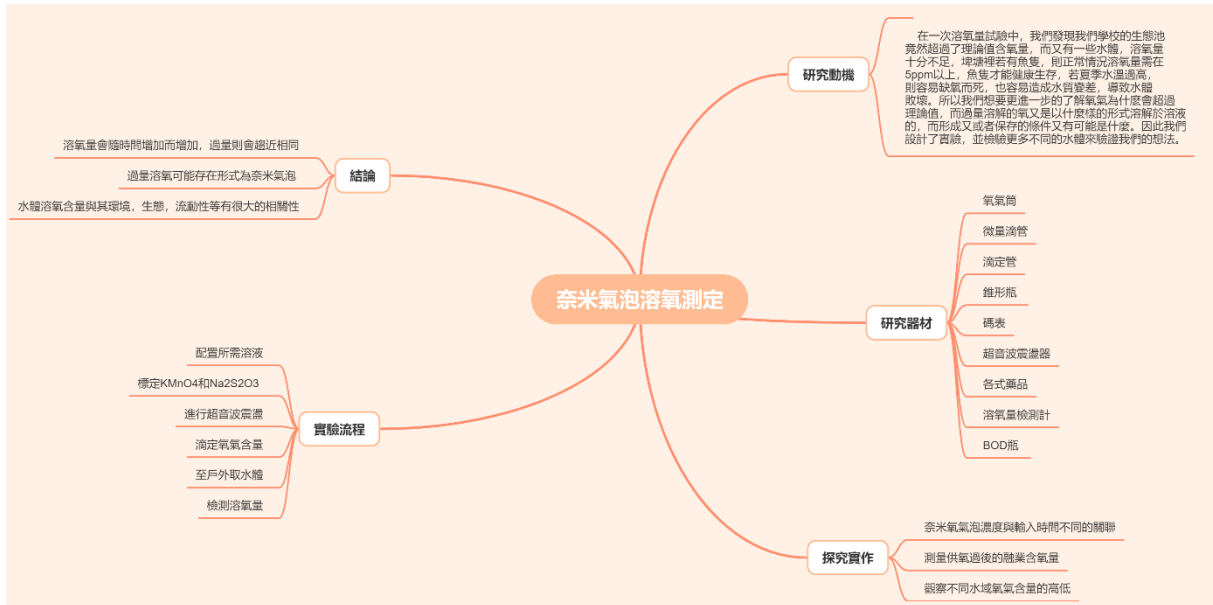


【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂作品舉例】

高中職組 成果報告表單

題目名稱：池塘的秘密—水體的有氧運動—水中溶氧量與奈米氣泡研究
摘要
<p>本研究旨在探討埤塘水質的含氧量，其是否超出定溫下的飽和溶氧量，觀察各個不同的水域溶氧量的差別，可大致看出該水域的生態形式。藉由模擬埤塘水，來避免一般水質的其他物質影響測定，我們推測埤塘裡的藻類是以奈米氣泡的形式來釋放過多的氧氣，使其達到過飽和，因此我們以超音波震盪產生奈米氣泡，改變不同的作用時間。發現當溶氧量到一定的程度以上，再繼續通入氧氣並震動所溶入的氧氣含量不會再顯著上升，而是在一定的區間內上下停滯，即奈米氣泡溶液達到該溫度下，最大的奈米氣泡含量，模擬結果顯示，若埤塘並沒有流動，是可以產生奈米氣泡來增加其氧氣含量，與後來進行的實地測試相符。而水中生產者越多，水體較為靜止，也可測出較高含氧量。</p>
探究題目與動機
<p>在一次溶氧量試驗中，我們發現我們學校的生態池竟然超過了理論值含氧量，而又有一些水體，溶氧量十分不足，埤塘裡若有魚隻，則正常情況溶氧量需在 5ppm 以上，魚隻才能健康生存，若夏季水溫過高，則容易缺氧而死，也容易造成水質變差，導致水體敗壞。所以我們想要更進一步的了解氧氣為什麼會超過理論值，而過量溶解的氧又是以什麼樣的形式溶解於溶液的，而形成又或者保存的條件又有可能是什麼。因此我們設計了實驗，並檢驗更多不同的水體來驗證我們的想法。</p>
探究目的與假設
<ol style="list-style-type: none"> 1.研究各種水體溶氧量的不同。 2.假設供氧時間越長，其溶解量越多 3.假設超過飽和的氧氣，能以奈米氣泡的形式存在水中 4. 探討水體保留過量溶氧的可能條件 5.探討不同水域氧氣含量的高低並推測其可能原因

	Na ₂ S ₂ O ₃	H ₂ SO ₄	KI	NaN ₃	MnSO ₄	NaOH	(NH ₄) ₂ Fe(SO ₄) ₂ ·6H ₂ O	KMnO ₄
秤取量	2.50g	過量	15g	1.00g	36.40g	50.00g	3.93g	2.50g
溶液量	1000ml	過量	100ml	100ml	100ml	100ml	500ml	1000ml
濃度	0.01M	*	0.90M	0.13M	2.15M	42.50M	0.02M	0.01M



圖一:本次實驗心智圖

實驗流程及探究

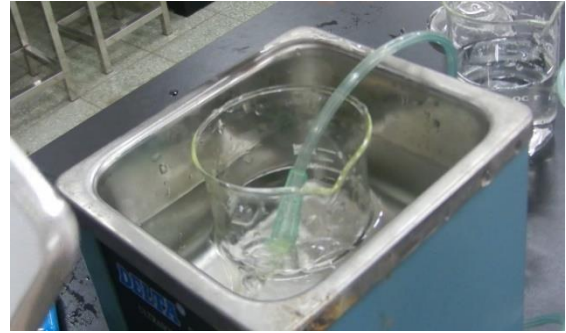
一、溶液配置

1. 為確保反應幾乎完全進行， H_2SO_4 、 KI 、 NaN_3 、 $NaOH$ 、 $MnSO_4$ 均需過量，而 $Na_2S_2O_3$ 用於滴定，故濃度必須十分準確才能減少誤差。
2. KI 、 NaN_3 、 $NaOH$ 配成同一瓶鹼性碘化物即可。
3. 用草酸亞鐵銨標定過錳酸鉀，再用確定濃度的過錳酸鉀來標定硫代硫酸鈉，如此才能確定硫代硫酸鈉的準確濃度。
4. 本次實驗流程定溫於攝氏 21 度

二、輸入奈米氣泡

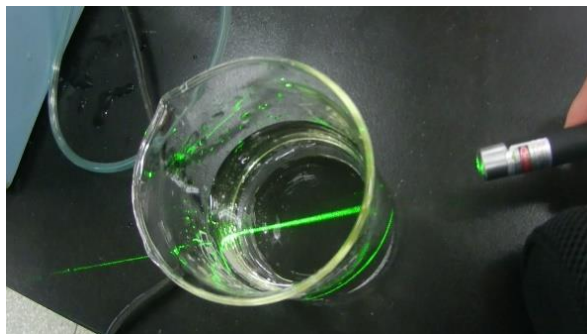
1. 將蒸餾水 200ml 倒入燒杯，將燒杯置入超音波震盪器，氧氣筒接頭接上微量滴管，旋開氧氣桶開關至固定流量。
2. 將微量滴管插入燒杯中，蓋上錶玻璃，同時開啟超音波震盪器，並按下碼錶等待五分鐘
3. 五分鐘後取樣 15ml 三瓶並換水進行下一次實驗
4. 重複以上動作完成 10 分鐘、15 分鐘、20 分鐘、25 分鐘、30 分鐘的取樣過程





三、檢測溶氧量

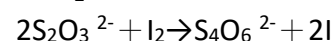
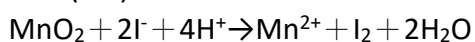
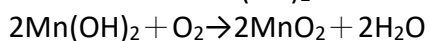
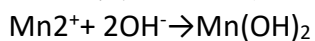
- 1.先檢測經奈米氣泡處理的水以雷射光照射，有廷得耳效應確認為奈米溶液。
- 2.取樣出的 15ml 經奈米氣泡處理的水，先加入 $MnSO_4$ 及鹼性碘化物，盡量不觸及空氣下使其反應均勻，然後靜置使黃褐色沉澱物沉降置杯底。
- 3.加入硫酸水溶液溶解沉澱物使該溶液變澄清黃褐色溶液。
- 4.倒入錐形瓶，並在滴定管中加入硫代硫酸鈉，開始滴定使溶液自深黃褐色轉至淡黃色。
- 5.加入一點點澱粉液，使其自淡黃色轉為藍黑色。
- 6.繼續滴定直到藍黑色轉為無色。



四、實驗考量與反應式

1.亞硝酸鹽會氧化溶氧測定過程中所加入的碘離子，生成碘與一氧化氮，而一氧化氮再與空氣中的氧作用生成亞硝酸鹽，此循環性干擾可在原有試劑中加入疊氮化鈉與亞硝酸鹽反應而去除。

2.本次實驗反應式



3.一莫耳氧分子消耗四莫耳硫代硫酸鈉

若氧含量為 Xppm，則氧的分子數為 $(X*V(\text{水體}))/32000:V(\text{滴定量})*0.01(M)=1:4$

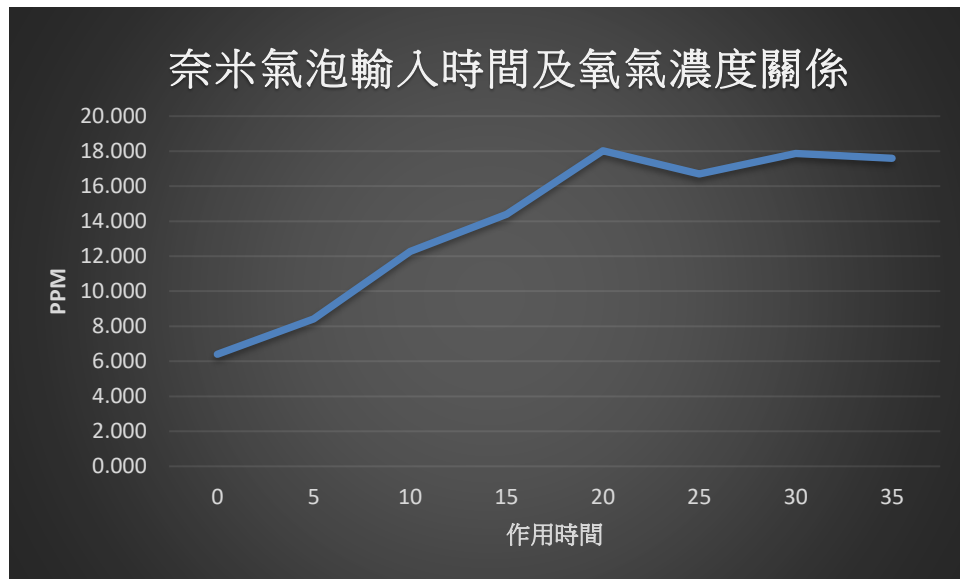
$$X=80*V(\text{滴定})/V(\text{水體})$$

4.實驗結果數據

時間 數據	0 分鐘	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘	25 分鐘	30 分鐘	35 分鐘
Na ₂ S ₂ O ₃ 平均用量	1.20ml	1.58ml	2.30ml	2.70ml	3.38ml	3.13ml	3.35ml	3.30ml
V(滴定)/ V(水體)	0.080ml	0.105ml	0.153ml	0.180ml	0.225ml	0.209ml	0.223ml	0.220ml
O ₂ ppm	6.400	8.427	12.267	14.400	18.027	16.693	17.867	17.600

表二:實驗數據整理

2.走勢圖



3.定溫下飽和溶氧量

溫度	19°C	20°C	21°C	22°C	23°C
溶解度 ppm	9.01	8.84	8.68	8.53	8.38

所以大約經過 5 分鐘就達飽和，而超過部分就以奈米氣泡形式釋放，當奈米氣泡達到某一程度就差不多不會再增加溶氧量。

六、檢測水體

1. 挑選水域:生態埤塘、稻田、流動生態池、靜止生態池

利用 BOD 瓶採取水樣，取適量至小燒杯中

2. 前面利用化學方法檢測，是為了以滴定直接求得較為準確的數值，不過後來實體檢測，為避免水中其他化學物質干擾，以溶氧量檢測計直接測定得到的結果

	生態埤塘	稻米水田	流動生態池	靜止生態池
編號	65	66	64	61
含氧量(ppm)	8.65	6.52	8.9	9.51
溫度(°C)	23.0	21.8	21.4	19.9
飽和溶氧量 (ppm)	8.38	8.56	8.62	8.86

3.分析比對

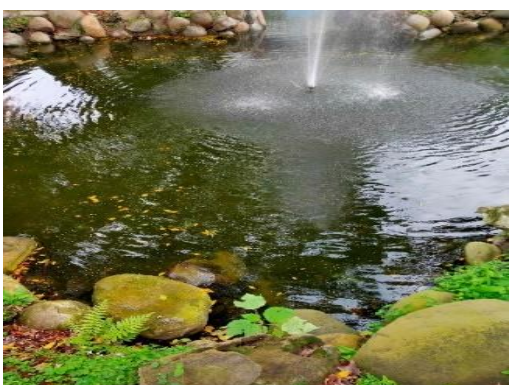
含氧量：靜止生態池 > 流動生態池 > 生態埤塘 > 稻米水田



圖十七:61 靜止生態池



圖十八:66 稻田



圖十八:64 流動生態池



圖十八:65 生態埤塘

結論及推廣

1. 在實驗當中，水溶液超過飽和溶氧量又能觀測到廷得耳效應，可能是因為氧氣可以在過量溶解之後，形成奈米氧氣泡的膠體溶液。而此溶液濃度與氧氣供給時間呈正相關，但在20~30分鐘後達其上限，綜合以上實驗結果顯示，利用奈米氣泡技術，能增加一定程度的溶氧量，若藻類在水中行光合作用，則可以利用奈米氣泡的形式保存在水中。。
2. 我們常見的埤塘或河川優養化，是因為養分過多且水體不流動導致表層藻類大量繁殖，遮蔽了陽光而導致底下藻類缺光而死，而分解藻類遺體的過程又造成水體缺氧，進而循環惡化水質，能妥善利用奈米氣泡，則可在避免干擾生態的情形下，幫助水體得到足夠的氧氣。
3. 對應靜止生態池，雖然稻米水田的水體也為靜止，但是因為該水域如水草、藻類等生產者較其他三者少出太多，而且水中的小生物可能也會耗氧，如我們在採集瓶中觀測到水蚤，推測其也為使溶氧降低的原因之一。生態池的含氧量較高，行光合作用釋放出來的氧氣多寡，與水中生物的耗氧量等因素，推測將最直接影響到水體的溶氧量。
4. 由先前實驗得知，過量溶解的氧氣是以奈米氣泡的形式存在於溶液中，而我們推測其不太穩定，所以水體較為平靜，無太大擾動，才比較有可能保留過量溶氧。將實驗二檢測結果中的靜止與流動生態池相比較，雖然環境大致相同，但可能因為前者水體較為靜止，不容易因流動而散失。
5. 對魚塢而言，因為需要大規模養殖，因為單位面積的魚隻太多，且缺乏足夠的生產者，往往造成含氧量不足，現今多利用水車，不過由於水車會受深度或是溫度影響，且效率會隨濃度增高而降低，這項技術則能用來增加奈米氣泡在水中的含量，使水體保持在5ppm以上，因此若於魚塢利用奈米氣泡技術增加溶氧量，則可得到較高的成效。

參考資料

教育百科 國家教育研究院辭書 檢索日期：2021年2月14日

<https://reurl.cc/MZXEBv>

台灣地區淡水域湖泊、野塘資源現況調查及保育研究規劃 檢索日期：2021年2月13日

<https://conservation.forest.gov.tw/File.aspx?fno=63317>

環保署水中生化需氧量檢測方法 檢索日期：2021年2月3日

<https://www.epa.gov.tw/niea/1DE7C315036837B8>

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 檢索日期：2021年2月1日

www.etop.org.tw

農業科技決策資訊平台 檢索日期：2021年1月31日

<https://agritech-foresight.atri.org.tw/article/contents/3415>

水中溶氧檢測法 碘定量法 檢索日期：2021年2月16日

<https://www.epa.gov.tw/DisplayFile.aspx?FileID=6A0B4A4B7A6C984E>

養殖水域之水溫與溶氧監測—水產試驗所 檢索日期:2021年2月16日

<https://pse.is/3c4cj7>

