

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高中組 物理科

040110

水中溶氧度的探討

學校名稱：國立苑裡高級中學

作者： 高二 莊栩然 高二 吳祐全 高二 邱韻庭	指導老師： 李宗儒
---	------------------

關鍵詞：白努力定律、流體力學

高壓溶氧機

摘要

我們利用影響水中溶氧量的主要原因有：溫度、壓力及液體的亂度。因而自製一台增加壓力、減少水亂度的『高溶氧機』。

高溶氧機的製造方式，是利用抽水馬達在抽水的過程中，我們在馬達前方的水管上加裝了一支氣體流量計，利用氣體流量計的進氣口吸入少量氣體經壓力瓶的加壓及減壓閥的釋壓使氣體擴散之後，即可得直徑小於0.5 mm之細微氣泡，其氣泡相當細膩的在水中均勻擴散後使得水變成牛奶般的雪白。而加裝氣體流量計的用意除此之外，還可調整進入的氣體量，以達到最高的溶氧效果。

此高溶氧機由於摒棄傳統以空壓機打入空氣之方法，不但減少設備的佔地面積，在管理及維護上也相當的方便，且其所產生出來的微小氣泡更能均勻的分布在水中，也就因為它的氣泡非常的微小且均勻，因此使得它在水中的停滯時間長達十多分鐘以上。

壹、研究動機

前年暑假，我回爺爺奶奶家。看到他們歷經千辛萬苦養的吳郭魚，卻一一以他的白肚子跟我打招呼，一問之下才知道是因為氧氣不夠而失去了小命，爺爺只好又去添購了許多台「打水機」。我就說：「如果爺爺養少一點魚，就不會缺氧了。」但是爺爺又說：「產量減少，收入就會跟著減少，這也是沒辦法的事啊！」當時我就異想天開的說：「那你就把氧氣和水溶在一起就好了嘛！」




開學後，上生物課時，老師提到關於養殖漁塭的問題。下課時，我去問老師，有沒有可能把水和氧氣溶在一起，老師說有可能，但是需要高壓以及低溫才有辦法。我仔細想了想，發現如果以高壓把氧氣打進水裡，養殖量可以更多，成本也會比起一堆「打水機」所需的電費低，而且用「打水機」的效果也不佳。於是找了幾個同學一起討論，我把我的問題提出來，發現有幾位同學也對這方面的研究感興趣，我們組成了一個小組，並探討高溶氧機的製作，希望可以改善爺爺的問題，也幫助各個社會中辛苦努力的人民。

貳、研究目的

- 一、探討低溫時水中空氣含量是否較高
- 二、自製一台可控制壓力大小的機器，調控其內部壓力來探討壓力與溶氣量的關係
- 三、將自製的調控壓力溶氧機與一般市售的打氣機比較它們的水中氣體含量高低和體停留時間

參、實驗器材與儀器

壓力桶	一組		減壓閥	一組	
0.5P 馬力馬達	一組		碼 錶	一個	
1.5in 水管	兩條		壓力計	一個	
氣體 流量器	一個		鋸 子	一個	
硬質 膠合劑	一罐		刷 子	一隻	
直角 彎管	兩隻		活 動 板 手	一個	

<p>連接管</p>	<p>一個</p>		<p>止水帶</p>	<p>一個</p>	
<p>水桶</p>	<p>一個</p>		<p>轉接頭</p>	<p>四個</p>	

肆、研究過程

一、探討低溫時水中空氣含量與溫度間的關係

【實驗水的前處理】

先將 20 公升的水，放入鍋中以瓦斯爐煮沸約 2 分鐘，以驅趕其內部所含的氣體及漂白水，以求實驗的精準度。

【實驗流程】

在水箱中注入煮沸的純水 2 公升，控制不同溫度，以幫浦打氣，並測量其溶氧量。我們做了下列實驗：

1、測量不同溫度下水的溶氧量

- (1)將實驗水分別冷卻至 80°C、70°C、60°C、50°C、40°C、30°C 各取 2 公升裝於燒杯中。
- (2)分別於各燒杯中以市售的打氣幫浦通入氣體各一分鐘。
- (3)取各燒杯的水測其內部溶氧量，並紀錄之。(如下表)
- (4)取實驗水 6 公升置入冰箱冷凍庫中
- (5)等實驗水的溫度分別下降至 20°C、10°C、0°C 時各取兩公升裝於燒杯中。
- (6)分別於各燒杯中以市售的打氣幫浦通入氣體各一分鐘。
- (7)取各燒杯的水測其內部溶氧量(使用溶氧度計測量)，並紀錄之。(如下表)

溫 度	水中溶氧度的測量數值及水中氣泡停留情況的觀察	
	溶氧((mg/L)	水中氣泡停留情形及時間
0°C	12.621	氣泡很大顆，約一分鐘氣泡消失
10°C	9.288	氣泡很大顆，約 24 秒氣泡消失
20°C	7.092	氣泡很大顆，約 5 秒氣泡消失
30°C	5.559	沒有氣泡
40°C	4.412	沒有氣泡
50°C	3.477	沒有氣泡
60°C	2.392	沒有氣泡
70°C	1.251	沒有氣泡
80°C	0.512	沒有氣泡

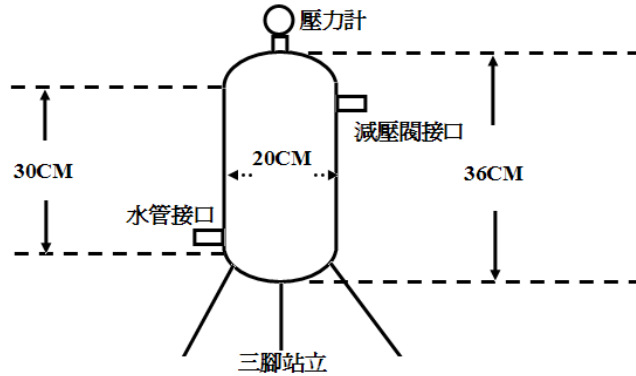
二、自製一台可控制壓力大小的機器，調控其內部壓力來探討壓力與溶氣量的關係

【實驗水的前處理】

先將 100 公升的水，放入鍋中以瓦斯爐煮沸約 2 分鐘，以驅趕其內部所含的氣體及漂白水，以求實驗的精準度。

【實驗前器具準備】

設計一壓力桶，寬 20 公分，高 36 公分，壁厚 0.3 公分的壓力瓶，如下圖一說明。並請外面鐵工廠幫我們製作。



圖一

【實驗流程】

(1) 將所準備的壓力瓶組裝如圖二



圖二

- (2) 取一水桶(120 公升裝)，於水桶內置入實驗水 100 公升。
- (3) 於壓力瓶水管接口處加裝一台 0.5 匹馬力的馬達，抽取水桶中的水。
- (4) 於馬達進水口處加裝一支氣體流量計，將空氣中氣體由此孔導入水管中。經馬達抽取的水氣體混合液倒入壓力瓶的水管接口處。
- (5) 在壓力桶上裝上一個壓力計，測量桶內之壓力。
- (6) 在壓力桶出水處裝上一台減壓閥，利用減壓閥來調整壓力瓶中壓力。
- (7) 調整氣體流量計，將其固定在

(8)調整減壓閥控制壓力瓶內的壓力分別為 1、2、3、4、5、6atm，約兩分鐘後，各取由壓力瓶中流出的樣本各兩公升，測其內部溶氧量(使用溶氧度計測量)，並觀察水中氣泡情形。紀錄如下表。

氣體流量	壓力瓶內壓力	水中溶氧量	水中氣泡停留情況
10 L/min	1Atm	15.547 mg/L	水中有少許微小氣泡，2 分鐘後完全消失
10 L/min	2Atm	17.138 mg/L	水中有大量微小氣泡，5 分鐘後完全消失
10 L/min	3Atm	20.545 mg/L	水色變淡乳白色，6 分鐘後完全消失
10 L/min	4Atm	26.473 mg/L	水色變微乳白色，7.5 分鐘後完全消失
10 L/min	5Atm	38.542 mg/L	水色變牛奶般顏色，12 分鐘後完全消失
10 L/min	6Atm	34.447mg/L	水色變成乳白色，11.5 分鐘後完全消失

三、將自製的調控壓力溶氧機與一般市售的打氣機比較它們的水中氣體含量高低和氣體停留時間 [實驗前準備]

分別將自製的壓力溶氧機和市售養魚的打氣幫浦安裝好

[含氧量高低實驗]

- (1)各取實驗水作為實驗水種
- (2)分別啟動高溶氧機(壓力調為 5Atm，氣體流量為 10 L/min)和打氣幫浦。
- (3)啟動後 1 分鐘、2 分鐘、3 分鐘、4 分鐘、5 分鐘後分別收集高溶氧機減壓閥出口及打氣幫浦瓶內各 2 公升水樣。
- (4)將取得水樣測其溶氧量(使用溶氧度計測量)及水中氣泡散佈情形並紀錄之(如下表)。

時間	高 溶 氧 機		打 氣 幫 浦	
	水中溶氧量	水中氣泡情形	水中溶氧量	水中氣泡情形
1 分鐘	38.995mg/L	水色乳白，12 分鐘消失	5.563 mg/L	大氣泡，瞬間消失
2 分鐘	39.214 mg/L	水色乳白，12 分鐘消失	5.732 mg/L	大氣泡，瞬間消失
3 分鐘	39.845 mg/L	水色乳白，13 分鐘消失	5.598 mg/L	大氣泡，瞬間消失
4 分鐘	40.121 mg/L	水色乳白，13 分鐘消失	5.781 mg/L	大氣泡，瞬間消失
5 分鐘	40.356 mg/L	水色乳白，13 分鐘消失	5.586 mg/L	大氣泡，瞬間消失



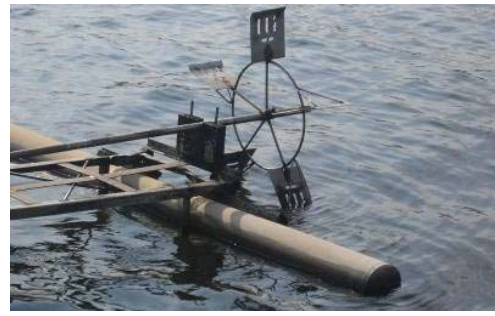
原來清澈的水



高溶氧機 3Atm 時的水



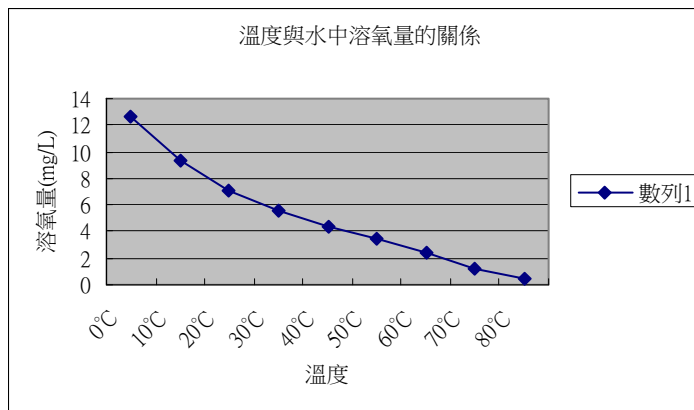
魚塢中水車的打氣方式



水車靜止時的構造方式

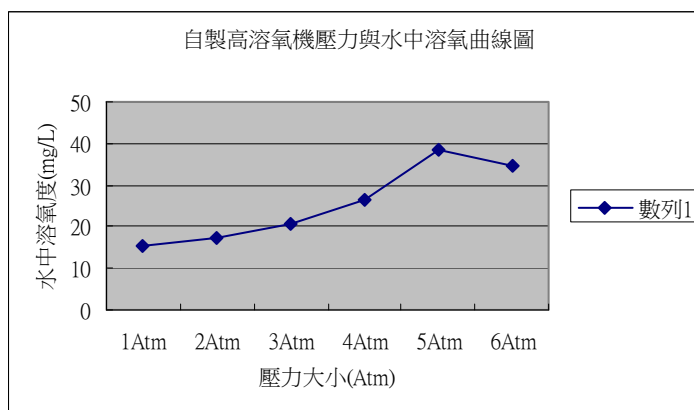
伍、數據整理與分析

1、在探討 1Atm 下水中空氣含量與溫度間的關係實驗中我們發現數據的關係曲線圖如下：

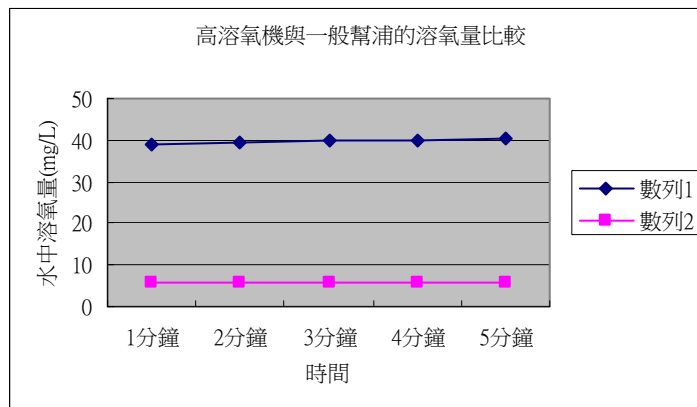


其實當我們在做這個實驗時，非常害怕會不真實，因為會影響水中溶氧度的因素太多了，所以我們盡量利用短時間內(使其外在因素盡可能一樣)完成此實驗，且又害怕取水的位置不一樣時，測水中溶氧量也會有影響，所以我們再取水時儘可能在同一個位置取水樣。

2、在自製可控制壓力大小的高溶氧機實驗當中，我們發現了當時我們操作的溫度為室溫，但因為壓力的改變，即將氣體及水的混合體控制在密閉內時，其水中溶氧度瞬間變化很大。以下是壓力大小與水中溶氧度的關係圖形。



- 3、在自製可調控壓力高溶氧機與一般市售的打氣幫浦比較實驗中，我們發現：自製高溶氧機它的水中溶氧度會隨著運轉時間的加長，而使得水中溶氧度會有些微的提升，但是市售的打氣幫浦卻沒有這個現象，且當它們的操作條件都一樣時，彼此間的溶氧度差很多，其關係圖如下。紅色數列 1 是市售打氣幫浦的曲線，藍色數列 2 為高溶氧機的曲線。



陸、討論

- 1、溫度對水質監測來說是非常重要的。因為由實驗中我們得知溫度的變化將影響水中溶氧量，如此的話當水生植物行光合作用時或者水中微生物對於毒性廢棄物、寄生蟲、病害等的敏感性，都需要水中溶氧度高一點才能完成。而熱污染，一般都是指工廠排放的高溫廢水所造成，不但造成水體溫度的改變並將對水生系統的平衡造成威脅。

飽和溶氧值是水質的重要測量指標。一般說來，低溫的水比高溫的水有較高的溶氧量，舉例來說：若水中溫度為 30°C 時，水中所測得的溶氧值為 5.559mg/L；但是當水溫為 10°C 時，所測得的溶氧值約為 9.288mg/L。

- 2、其實很多人都認為打氣是可以增加”水中溶氧量”，這想法不僅普遍存在於一般民眾，連一些老師都是這麼認為的。沒錯！在水的容氧量低於該水的飽和溶解度之前，打氣確實是可以增加水中溶氧量，可是當水達到飽和溶氧量的時候，並不會因為打氣的關係而再繼續增加溶氧量。經我們尋找了一些資料後我們得知影響水中溶氧量的重點有以下幾點，那就是：溫度、壓力及液體的亂度，當水的溫度越低而氣壓越高的時候，氣體對水的溶解度則越能提升。而液體的亂度越大溶解在液體中的氣體蒸散到空氣中的速度則越快因而降低水中溶氧量，也就是說當我們打氣的時候，水中的溶氧會蒸散到空氣中因而使的水中溶氧量變小。

基於此，我們就設計了一台減少水的亂度(在密閉系統內)又可增加水中壓力的高溶氧機。在機器上的設計，我們利用了一般市面上的減壓閥來控制壓力瓶內的壓力，為了讓水的亂度變小，我們又利用了氣體流量計作為氣體進入的唯一入口。如此一來，氣體及水都在管內即在高壓平內，當入水量增加，出水量減少時，壓力瓶內的水壓就會升高，再加上壓力瓶內是水與空氣的均勻攪拌混合，其情況又與深海中有很大的壓力卻沒有增加水中溶氧度是不同的。

- 3、我們在實驗中看到的油高溶氧機出來的水，它是深乳白色的水。主要是因為在機器設計上我們將氣體流入管內是在經過馬達之前就利用水流速來拖動氣體進入管內，此時氣體與水在經過馬達的攪拌及高壓平內壓力的壓縮後，氣體分子就變為及小顆的氣泡(比可樂內的氣泡還小)，因而提升了它在水中的滯留度，使得水中溶氧量比當時氣溫下飽和溶氧量還高出數倍，這是我們當初設計此機器時所沒有想到的，如今意外發現更使我們組員興奮。

柒、結論

高溶氧機的製造方式，係利用抽水馬達在抽水的過程中，我們在馬達前方的水管上加裝了一支氣體流量計，利用氣體流量計的進氣口吸入少量氣體經加壓及減壓擴散之後，即可得直徑小於0.5 mm之細微氣泡，其氣泡相當細膩的在水中均勻擴散後使得水變成牛奶般的雪白。而加裝氣體流量計的用意除此之外，還可調整進入的氣體量，以達到最高的溶氧效果。

此高溶氧機由於摒棄傳統以空壓機打入空氣之方法，不但減少設備的佔地面積，在管理及維護上也相當的方便，且其所產生出來的微小氣泡更能均勻的分布在水中，也就因為它的氣泡非常的微小且均勻，因此使得它在水中的停滯時間長達十多分鐘以上。

總而言之，高溶氧機的優點有：

- 一、省電省金錢：傳統打水車三分地需就用到四台打水車，而高溶氧機只要一台就搞定它。
- 二、水中溶氧大大提高：養殖池溶氧量增加一倍，與打水車相較溶氧量增加約 100%~200%。
- 三、節省能源：超級微小氣泡，在池底多停留 20min，可增長溶氧時間，節省大量電費。
- 四、安全可靠：以水的流速吸入空氣，所以壓力不會超過最大出水壓力，沒有爆裂的危險。
- 五、增加漁獲量：適合魚蝦養殖的底棲息性，避免害菌滋生、活化水資源、減少魚蝦得病率、大大降低魚蝦之死亡率，因而提高漁民的漁獲量。

捌、參考資料及其他

- 一、圖解水處理技術，栗田工業株式會社，世茂，出版日期：2009-10-28
- 二、流體力學概論，蔡豐欽，新文京，出版日期：2006-12-31
- 三、物理(上)，王亞偉、楊雄生、邵醒凌/編著，五南，出版日期：2001-09-21

【評語】 040110

自行建置儀器裝置來驗證水中溶氧度會隨氣壓升高而升高的想法，並探索實際的應用價值。若能對其中的物理進行探索並據以提升其應用的可行性，將會更好。