

屏東縣第62屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小組



作品名稱：天生我「水」必有用

關鍵詞：除濕機、水的再利用、環境（最多三個）

編號：

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

天生我「水」必有用

摘要

水是生活中必需的資源，台灣雖多雨卻是水資源缺乏的國家之一。台灣是海島型氣候潮濕，除濕機成為家庭中常見的電器用品之一。除濕機靠著捕水神功，每天產生不少的水量，這些水該如何運用呢？我們透過9種小實驗，探討水的物理性質以及化學性質，檢驗了除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水進行比較，並對於網路上幾個常聽到關於除濕機水用途的說法，依據實驗結果進行科學討論及驗證。結論是：除濕機水是中性的超軟水，水中雜質多，雖然口感好卻不適合飲用。它對於養魚和種花雖然都沒有特別傑出的貢獻，但加入少量的清潔劑卻有最好的去汙效果，相信這個研究結果對於愛護水資源算是小小的貢獻。

壹、前言

一、研究動機

我家浴室外的更衣間，總是放著一台除濕機，每天我都要幫忙從儲水盒裡倒出至少一桶以上的水，媽媽總是要我拿去沖馬桶，可是常常馬桶都是乾淨的，我覺得很浪費。「除濕機的水是怎麼來的？」「這些水乾淨嗎？」「這些水我們還可以做什麼用途呢？」這些問題，常常在我的腦中出現。雖然網路上總有一大堆的馬路消息，但真實性還是讓人存疑。生活中的問題，還是要透過科學的方法來驗證，這樣才是學以致用，而且可以不被網路消息所愚弄。關於水，從一年級開始，老師跟我們說過水的循環，到了三年級自然課(三下第三單元翰林版)更是學到水在大氣中的循環造成各種天氣現象，有趣的是除濕機可以從空氣中把水給捕捉下來，那捉下來的水跟自來水中的水有不同嗎？五年級上學期(五上第三單元康軒版)我們學到水溶液的酸鹼測定，從環境教育的知識中也學到水的酸鹼程度可以作為水質判斷的標準之一，也知道可以利用水溶液酸鹼程度的改變來使衣服和廁所洗得更乾淨，所以我們想到如果能夠將除濕機捕捉下來的水進行物理和化學性質的分析，這樣我們就能夠明確知道可以如何使用這些水，這樣對於水資源的再利用也算是有小小的貢獻。

二、研究問題及目的

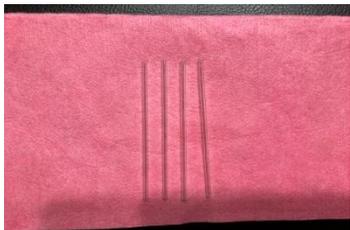
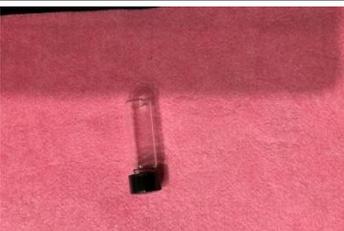
我們本次研究想要解決的問題是：

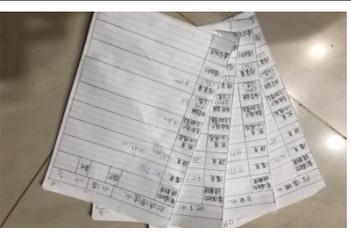
- (一) 除濕機如何從空氣中捕水？
- (二) 除濕機捕抓下來的水有什麼特質？
- (三) 我們可以如何利用除濕機中捕抓來的水？

因此本次研究的主要目的為：

- (一) 探討除濕機可以從空氣中捕水的原理。
- (二) 比較除濕機水與自來水、地下水及 RO 逆滲透水物理性及化學性特質的異同。
- (三) 透過實驗分析網路上關於除濕機水的知識，並整理出有效能運用除濕機水的方式。

貳、研究設備及器材

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 玻璃集水瓶(100ml)4個 | 玻璃瓶(10ml)4個 | 玻璃長條小瓶4個 |
|  |  |  |
| TDS 檢測筆 | 毛細管架2個 | 毛細管4支(2mm) |
|  |  |  |
| 燒杯數個 | 行動電子顯微鏡 | 世界水質監測日測試組 |
|  |  |  |
| pH 值試管 | DO 溶解氧瓶 | pH 試劑片 |

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| 解氧試劑片 | 試驗結果比對色卡 | 實驗紀錄表 |
|  |  |  |
| 石蕊試紙 | 洗碗精 | 玻棒 |

參、研究過程或方法

一、比較除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水物理及化學性質的異同

我們生活中有許多水，光是賣水站就有許多不同名稱的水，更不用說便利商店裡琳瑯滿目的各種飲用水，有的水還說有神奇的療效呢! H_2O 是水的組成化學式，卻有這麼多不同的名稱，所以我們要來比較幾種日常生活中常見的水和除濕機水的性質異同，這樣有助於我們幫除濕機水找到最佳的利用方式，也可以檢驗網路上關於除濕機水的種種傳言。為了達到研究的目的，我們進行以下的步驟：

(一) 從學校及家裡以乾淨牛奶瓶各蒐集2000ml 的除濕機水、地下水、自來水以及 RO 逆滲透水，並加以編號，除濕機水編號1、自來水編號2、地下水編號3以及 RO 逆滲透水編號4。取水後放置在同一地點數小時後，等水的溫度變成一樣後(25°C)，在同時同地點進行實驗。

- 1、 控制變因：溫度、實驗地點、檢測器具
- 2、 操作變因：不同的水(除濕機水1號、地下水2號、自來水3號以及 RO 逆滲透水4號。)
- 3、 應變變因：各檢測項目。

(二) 實驗測定各項性質並記錄

1、實驗一-物理性質檢測

(1) 顯微鏡下的面貌

以行動電子顯微鏡觀察4種編號的水，並拍攝下照片，以比較除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水內含物狀況的異同。



(2) 濁度檢測實驗

以100ml 的透明玻璃集水瓶並在瓶底貼上沙奇盤 (Secchi disk)，而後將4種編號的水分別倒入集水瓶中進行觀測比對，比較除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水濁度的狀況，單位是 JTU。



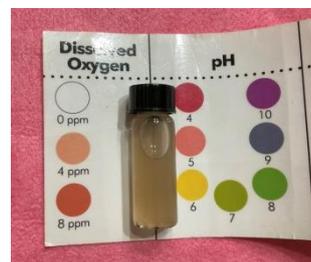
(3) 硬度檢測實驗

從4種編號的水中各取出150ml，以 TDS 檢測筆檢測除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水的硬度大小，並比對國際標準度水的硬度分級表(七彩說，2019)。



(4) 溶氧量檢測實驗

將蒐集來的4種不同水，分別裝入 DO 溶解氧瓶中，並加以編號，1號為除濕機水、2號為自來水、3號為地下水以及4號為 RO 逆滲透水，在每個瓶中放入2片 DO 檢測片，搖晃後靜置5分鐘等檢測片溶解水中，然後比對色卡，單位是 ppm(百萬分之一的濃度)。



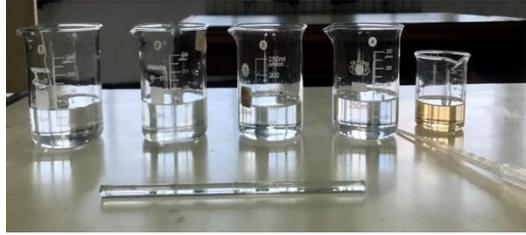
(5) 表面張力檢測實驗

將4種編號的水各取40ml，放置在毛細管架內，並同時放入毛細管（口徑外圍2mm）靜置2分鐘後測量4種水在毛細管內上升的高度，因為毛細現象與表面張力的關係，毛細管中的液體上升高度越高，則表示表面張力越大，單位 mm。



(6) 起泡程度檢測實驗

將4種編號的水各取100ml，放置於燒杯中，並分別加入5ml 的洗碗精，以玻璃攪拌棒分別順時針攪拌100次後，靜置5分鐘觀察記錄不同水的起泡狀況。



2、實驗二-化學性質檢測

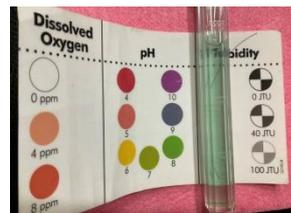
(1) 石蕊試紙酸鹼實驗檢測

將石蕊試紙放入1-4不同編號的培養皿內，用滴管取1-4編號不同的水，各在石蕊試紙上滴3滴，觀察石蕊試紙的變化，以顏色來判斷酸鹼程度。



(2) Ph 試劑片酸鹼實驗檢測

將4種編號的水各取10ml，放置 pH 值試管中，並分別放入1錠 pH 試劑片，搖晃讓它溶解後，並比對比對色卡，依不同顏色判定酸鹼程度，單位為 ph 值。



二、天生我「水」必有用-以實驗結果檢驗網路關於除濕機水的說法

(一) 除濕機的水可以喝？

學校的飲水機都要定期檢驗各種菌的含量才可以喝，我們沒有送到衛生單位檢驗，但我們初步從記錄表中比對顯微鏡下的雜質含量、水的濁度、硬度以及酸鹼值來作為第一步的判斷。

(二) 除濕機的水養魚會死掉嗎？

水中生物存活的主要條件是水中的含氧量以及酸鹼值，所以我們比對紀錄表中含氧量以及水的酸鹼值來作為判斷此項網路消息的依據。

(三) 除濕機的水拿來澆花會長得更好嗎？

影響植物生長除了水分之外還有營養成分，我們以顯微鏡下水中的物質、硬度、酸鹼度來作為此項消息評估。

(四) 除濕機水拿來拖地或洗衣服會更乾淨嗎？

1、實驗三-誰的去汙力強？

我們取4段相同大小的布，滴上2滴紅墨水，放入一之(6)的實驗所製作出的4種編號泡泡水後，各搖動10次，觀察墨漬的擴散以及布上的殘留墨漬狀況，以此來做比較4種水的去汙效果。

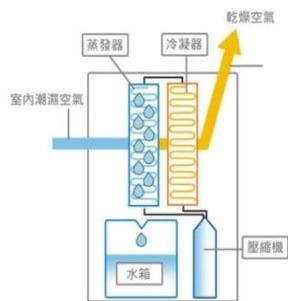


肆、研究結果

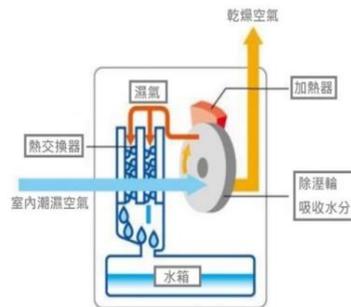
一、除濕機的補水神功-除濕機的除濕原理

我們想要了解除濕機從空氣中捕抓到的水和其他的水有什麼異同之處，就必須要先知道除濕機是運用什麼樣的原理來捕水的。管理除濕機販售的經濟部標準檢驗局（2020）資料告訴我們，台灣目前多是壓縮機式除濕機是將空氣吸入後，利用冷凍機將冷媒壓縮，將空氣冷卻、空氣中的水分被冷凝成水滴後排出機外。

另外一種除溼輪式除濕機裡頭有一個由陶瓷或沸石所製成吸水性材質的輪子，不斷的旋轉，當除濕機風扇運轉吸入潮濕空氣時，除溼輪就會利用多孔材質吸附空氣中的水氣。吸飽了空氣中的水氣，為了讓除溼輪可以持續運作，於是除溼機上的一組「加熱器」就會開始加熱，利用熱能把除溼輪中的水氣蒸發出來，這些被蒸發的水氣會被收集到水箱內；乾燥的除溼輪再繼續吸收空氣中的水分，如此不斷循環（KevinLo，2022）目前台灣不常見。



圖一 壓縮式除濕機原理



圖二 除溼輪式除濕機原理

二、除濕機水、地下水、自來水以及 RO 逆滲透水物理性質比較

(一) 行動電子顯微鏡下的面貌比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | | |
| | | | |
| 有明顯的條狀棉絮雜質，還有顆粒較大的雜物。★ | 幾乎看不到雜質，水中氣泡明顯。★★★★ | 發現很長類似蟲的物體，下圖線狀物會動。★★ | 幾乎沒有任何雜質，蓋玻片壓出漂亮的水紋。★★★★★ |

註：★數量越多表示雜質越少。

結果顯示，雜質量比較：除濕機水 > 地下水 > 自來水 > RO 逆滲透水。

(二) 沙棋盤濁度檢測比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 40JTU | 0JTU | 40JTU | 0JTU |
| 能見度較其他三種差 | 清澈 | 濁度僅次於編號1 | 清澈 |
| ★ | ★★★★ | ★★ | ★★★★★ |

註：★數量越多表示越清澈。

結果顯示，濁度比較：除濕機水>地下水>自來水>RO 逆滲透水，和顯微鏡下的結果相同。

(三) 硬度檢測比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 9ppm | 242ppm | 386ppm | 154ppm |
| 硬度最小(超軟水) | 硬度次之(微硬水) | 硬度最高(硬水) | 硬度第三 (微硬水偏軟) |
| ★ | ★★★★ | ★★★★★ | ★★ |

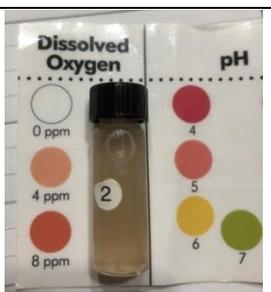
註：★數量越多表示水的硬度越高。

結果顯示，硬度比較：地下水>自來水>RO 逆滲透水>除濕機水。

| 国际标准度 (PPM) | 德国度 (dH) | 硬度 |
|-------------|----------|-----|
| 0-70 | 0-4 | 非常软 |
| 70-150 | 4-8 | 软 |
| 150-250 | 8-15 | 微硬 |
| 250-320 | 15-30 | 中度硬 |
| 320-420 | 30-40 | 硬 |
| 420 以上 | 40 以上 | 非常硬 |

國際標準比對表(2019)

(四) 溶氧量檢測比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|--|--|---|--|
|  |  |  |  |
| 4ppm | >4ppm | 4ppm | >4ppm |
| 養魚溶氧量臨界點 ★ | 溶氧量高於養魚界點 ★★ | 養魚溶氧量臨界點 ★ | 溶氧量高於養魚界點 ★★ |

註：★數量越多表示水的溶氧量越高。

結果顯示，自來水溶氧量比較：地下水>RO 逆滲透水>除濕機水。

(五) 表面張力比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 9.2mm | 7.4mm | 9mm | 6mm |
| 表面張力最大 | 表面張力第三 | 表面張力第二 | 表面張力最小 |

| | | | |
|------|----|-----|---|
| ★★★★ | ★★ | ★★★ | ★ |
|------|----|-----|---|

註：★數量越多表示水的表面張力越大。

結果顯示，表面張力比較：除濕機水>地下水>自來水>RO 逆滲透水。

(六) 起泡程度比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 泡沫多，細 ★★★★ | 泡沫較少一些，細 ★★ | 泡沫少，粗 ★ | 泡沫多，細 ★★★★ |

註：★數量越多表示水的起泡程度越細多。

結果顯示，起泡量比較：除濕機水>RO 逆滲透水>自來水>地下水。

三、除濕機水、地下水、自來水以及 RO 逆滲透水化學性質比較

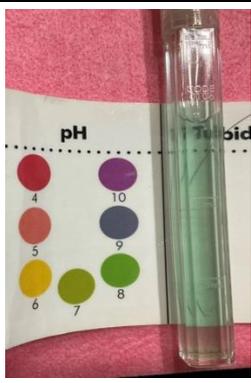
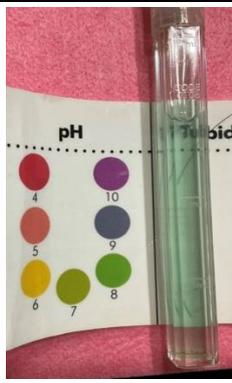
(一) 石蕊試紙檢測比較

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 不變色 | 紅色試紙微變藍 | 紅色試紙微變藍 | 不變色 |
| 中性 ★ | 偏鹼 ★★ | 偏鹼 ★★★ | 中性 ★ |

註：★數量越多表示水的 PH 值越高。

結果顯示，PH 值比較：地下水>自來水>除濕機水/RO 逆滲透水。

(二) PH 檢測片酸鹼測定比較

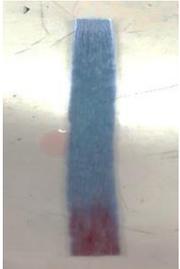
| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| 7 | 8~9 | 8 | 7~8 |
| 中性 | 偏鹼 | 偏鹼 | 偏中性 |
| ★ | ★★★★ | ★★ | ★ |

註：★數量越多表示水的 PH 值越高。

結果顯示，PH 值比較：自來水 > 地下水 > RO 逆滲透水 > 除濕機水。

和石蕊試紙顏色的改變略有不同，但除濕機水二種方式均是中性。

四、天生我水必有用-誰的去汙力強?

| 編號1：除濕機水 | 編號2：自來水 | 編號3：地下水 | 編號4：RO 逆滲透水 |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
| 1.墨漬快速水中擴散 | 1.墨漬水中擴散次之 | 1.墨漬擴散慢 | 1.墨漬擴散最慢 |

| | | | |
|-----------|------------|----------|-----------|
| 2.布條殘留最少墨 | 2.布條殘留墨第三少 | 2.布條殘留最多 | 2.布條殘留第二少 |
|-----------|------------|----------|-----------|

註：1.布條進入水中不動。2.布條在水中擺動10次之後取出。

伍、討論

為了達到研究目的，我們透過了8個小實驗比較了除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水的物理性質以及化學性質，也透過第9個實驗比較四種水的去汙效果，根據實驗的結果進行以下的討論。

一、除濕機的補水神功--冷凝熱蒸萬無一失

甘特寓言（2005）冰涼的腳這個故事中告訴我們，空氣中有一些水份叫做溼氣，如果空氣中的水分太多，空氣就會變得濕黏。另外又提到當潮溼的空氣冷到它的結露點以下，水分子群會自己形成液態水滴，又叫做凝結現象。我們台灣目前使用的除濕機就是為了排除空氣中的水氣而使用，運用的原理就是水的凝結現象。但是這樣的機器原理需要靠「冷」來凝結水滴，如果空氣本身就很低溫，那除濕效果就會大幅下降，甚至太冷的時候冷凝器還會結霜無法運作，所以現在的除濕機大多數都有自動除霜功能。低溫除濕效果不彰，是凝結原理的缺點。

所以低溫地區的日本，又設計出一種除濕輪式的除濕機，他不是運用凝結原理，而是運用水加熱蒸發的原理將除濕輪中的水蒸出來。除溼輪式除濕機因為使用加熱器，會造成室內溫度上升約 3°C ~ 5°C，冬天的時候是很好用的機器，去除濕氣之餘，還可以加熱房間空氣，充當暖氣之用；但在夏天氣溫較高時使用，室內會變成烤箱，較為不適(KevinLo, 2022)。因此我們可以知道，冷凝和熱蒸式除濕機補水神功的原理，二者可以補足彼此的缺點，如何運用，就要看所在地區的氣候狀況，這就是所謂的適材適用吧！

二、水的現形記

你會怎麼形容水呢？我們運用科學的角度來討論水，因為想要知道除濕機水的用途，而我們人類用水重視水質，所以我們使用安全性高又適合小朋友操作的國際水質檢測組合(濁度、溶氧量、酸鹼度)，又因為清潔劑是運用破壞水的表面張力而快速帶走髒污，所以我們又加測了表面張力這個項目；另外，水的硬度也就是水中礦物質的含量，會影響清潔的效果及水的口感，所以又增加了硬度項目，並用水的起泡程度來再次檢驗水的硬度結果。經過各項實驗，

我們將除濕機水、自來水、地下水以及 RO 逆滲透水各項實驗結果整理如下表：

| | 除濕機水 | 自來水 | 地下水 | RO 逆滲透水 |
|------|---------|---------|--------|---------|
| 顯微鏡下 | 雜質多 | 只有很少量雜質 | 有微生物 | 幾乎沒有雜質 |
| 濁度 | 濁度最高 | 清澈 | 濁度次之 | 最清澈 |
| 硬度 | 超軟水 | 中硬水 | 硬水 | 軟水 |
| 溶氧量 | 4ppm | >4ppm | 4ppm | >4ppm |
| 表面張力 | 9.2mm | 7.4mm | 9mm | 6mm |
| 起泡程度 | 泡沫最多，細 | 泡沫較少，細 | 泡沫少，粗 | 泡沫多，細 |
| 酸鹼度 | 中性 | 偏鹼 | 偏鹼 | 偏中性 |
| 去汙力 | 布條殘留最少墨 | 布條殘留墨稍多 | 布條殘留最多 | 布條殘留第二少 |

註：■ 表示數值越低 ■ 表示數值越高

三、天生我「水」必有用-考驗除濕機水的網路傳聞

網路上有不少關於除濕機水的傳聞，經過上面的實驗我們來一一討論。

(一) 除濕機的水可以喝？

根據我們的實驗結果，雖然除濕機的水是中性，硬度又比 RO 逆滲透的水小，飲用起來的口感應該會很好才是，但是因為雜質太多，我們在顯微鏡下看到許多棉絮等等的雜物，所以雖然口感應該是好的，卻不適合飲用喔！

(二) 除濕機的水養魚會死掉嗎？

水中生物存活的主要條件是水中的含氧量以及酸鹼值，溶氧是指溶於水中氧的含量，一般水中適合魚類生長溶氧需要3.0ppm 以上(青潭水資源保護區公告，2014)，根據我們的實驗結果除濕機水的溶氧量在3ppm 的臨界點上，而又是中性水，以科學數據來說除濕機水是可以養魚的，但要注意溫度的控制，因為當溫度升高溶氧量就會降低，又因為除濕機水是超軟水，這樣魚也會缺少礦物質等，所以雖然除濕機水可以養魚，卻不健康。

(三) 除濕機的水拿來澆花會長得更好嗎？

影響植物生長除了水分之外還有營養成分，顯微鏡下除濕機水中有許多雜質，水的硬度

小，是中性水，所以除濕機水澆花，只是提供單純水份，並沒有其他養分可以供植物長得更好，中性水也無法改變土壤的酸鹼，所以除濕機水澆花，只能使花正常生長，不會長得更好。

（四）除濕機水拿來拖地或洗衣服會更乾淨嗎？

上學期的自然課我們學到清潔廁所或遇到頑強污垢的時候，可以運用酸鹼中和的原理來清潔，但除濕機水是中性水，所以並沒有加強去污這個優勢。不過因為除濕機水是超軟水，軟水可使肥皂水起較多泡沫，因為不同於硬水，軟水中肥皂分子不易丟棄鈉離子而去和鈣鎂離子結合(蔡伯緣等，未知)，所以用較少的肥皂就能達到清潔效果。因此除濕機水雖然表面張力較大一點，但配合清潔劑，超軟水容易起泡，運用清潔劑破壞水的表面張力，讓洗劑能夠迅速進入衣服纖維，進而帶走髒污。根據我們實際上的實驗也可證明除濕機水是4種水中去汙效果最好的，而地下水則是最差的。不過因為它的雜質較多，怕雜質會殘留在衣服上，所以並不適合洗衣服，但是刷地板、馬桶等等搭配少量清潔劑，效果卻是最好的。而若我們能常常清潔除濕機的儲水箱以及濾網，也可以降低雜質的量，如此一來，除濕機的水用來洗襪子和鞋子也會是不錯的用法。

參、結論

根據我們的實驗結果及討論，可以得到以下結論：

- 一、除濕機運用水的遇冷凝結及遇熱蒸發原理，在不同的氣候環境中發揮捕水神功。
- 二、水的含雜質量以除濕機最高，RO 逆滲透水最少。
- 三、水的濁度以除濕機水濁度最高，RO 逆滲透水最低。
- 四、水的硬度以地下水最高，除濕機水最低。
- 五、水的溶氧量以地下水和自來水較高，RO 逆滲透水和除濕機水較低。
- 六、水的表面張力以除濕機水最高，RO 逆滲透水最低。
- 七、水的起泡量以除濕機水最多，地下水最少。
- 八、酸鹼值以自來水最高，除濕機水最低。
- 九、除濕機水是一種中性的超軟水，接近於 RO 逆滲透的純水，溶氧量較低，雜質濁度較高。
- 十、除濕機水硬度又比 RO 逆滲透的水小，飲用起來的口感應很好，但雜質太多，雖然口感應該是好的，卻不適合飲用。

- 十一、除濕機的水是可以養魚的，但溶氧量沒有其他水來得高，而又是純水缺礦物質等，所以除濕機水可以養魚，卻不健康。
- 十二、除濕機水澆花，只是提供單純水份，並沒有其他養分可以供植物長得更好。
- 十三、除濕機水是中性水，所以並沒有加強去污這個優勢。但配合清潔劑，除濕機水是4種水中去汙效果最好的。
- 十四、除濕機水因為雜質多不適合洗衣服，但是刷地板、馬桶等等搭配少量清潔劑，效果卻是最好的。
- 十五、若常常清潔除濕機的儲水箱以及濾網，除濕機水很適合用來洗襪子和鞋子。

肆、參考資料及其他

KevinLo (2022)。「壓縮機式除濕機」「除溼輪式除濕機」差在哪？除濕原理、優缺點分析!

取自 <https://www.stockfeel.com.tw/%E9%99%A4%E6%BF%95%E6%A9%9F-%E6%8E%A8%E8%96%A6-%E5%A3%93%E7%B8%AE%E6%A9%9F-%E9%99%A4%E6%BF%95%E8%BC%AA-%E4%B8%8B%E9%9B%A8-a%E5%BC%8F-b%E5%BC%8F/>

七彩說 (2019)。關於水的硬度和軟化。取自 <https://kknews.cc/zh-hk/news/6avm5bm.html>

甘特·鮑利 (2005)。甘特寓言-冰涼的腳。信誼基金會/遠哲科學教育基金會，台北。

表面張力實驗-嚇跑胡椒粉的神奇魔術手。取自 <https://angelsfunparadise.com/fun-science-2/>

新店溪青潭水質水量保護區促進水源保育宣導部落格(2014)。簡易水質檢測教學。取自 <https://werc2647.pixnet.net/blog/post/195360511-%e5%b0%8f%e7%9f%a5%e8%ad%98%ef%bc%8d%e7%b0%a1%e6%98%93%e6%b0%b4%e8%b3%aa%e6%aa%a2%e6%b8%ac%e6%95%99%e5%ad%b8>。

經濟部標準檢驗局(2020)。除濕機運作原理。取自 <https://www.bsmi.gov.tw/wSite/ct?xItem=36886&ct Node=8746&mp=5>。

蔡伯緣、張培霖、黃奕璋 (未知)。軟水與硬水的差別與探討。國立桃園農工。