

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082930

水之呼吸-陸之型-扭轉旋渦

學校名稱：裕德學校財團法人新北市裕德高級中等學校

作者： 小六 邱松茂 小六 吳季翰 小六 吳承叡 小六 蔡宜潔 小六 高可芯 小六 李菲比	指導老師： 許森裕 蔡依玲
---	---------------------

關鍵詞：漩渦、虹吸、快速排水

摘要

本研究自製排水模型與設計連通管的水位觀察法，來探討水槽排水速度的影響因素，結果發現排水速度的影響主因有三：

1. 水流渦：當水槽內的水排出時，水流穩定沒有旋轉、或者破壞水流旋轉使其不產生漩渦，會加速排水的速度。
2. 空氣：當水流渦產生時會造成水槽上方的空氣往下流動，如果阻擋空氣的流動就可降低水流渦的產生，提升排水的速度。
3. 排水孔洞：排水孔洞越大，排水效果越好，但同時也更容易因為水的初始旋轉而產生水流渦，降低排水的速度。

最後，利用水流阻擋板與空氣阻擋板來破壞水流旋轉，使其無法產生水流渦，造成水管充滿水而產生虹吸現象，進而加速排水的速度。

壹、研究動機

在上自然課時，當水槽堵住時，每次都看老師先將水槽內濾網的垃圾取出，再把濾網清洗乾淨，非常的麻煩。所以我們在想如果沒有濾網應該就可以將水迅速排掉，但這樣又會讓垃圾跑進水管內堵塞水管，因此怎麼做可以不用傳統濾網又可以阻擋垃圾呢？因此展開了我們這一次的研究與設計。

從訪談與文獻中得知，水槽的排水管結構與其排水速度相關，因此，本研究小組就構思自製的排水模型，來觀察水槽的排水情形，探討水槽排水速度的影響因素，進而應用於自然教室或生活中，期待能改進水槽的排水情形。

與課程相關單元：【五年級力與運動】。

貳、研究目的

前置作業

- 一、 調查家人與同學對於水槽排水的經驗
- 二、 漩渦的理論與原理
- 三、 實驗水槽模型製作與漩渦產生器製作

課題探討

- 四、 漩渦產生時，水與空氣之前流動的關係？
- 五、 探討影響流水速度的因素
- 六、 探討讓如何讓漩渦消失的方法

應用與改進

- 七、 依照研究結果製作快速濾網
- 八、 快速濾網的改善與研究

參、研究設備及器材



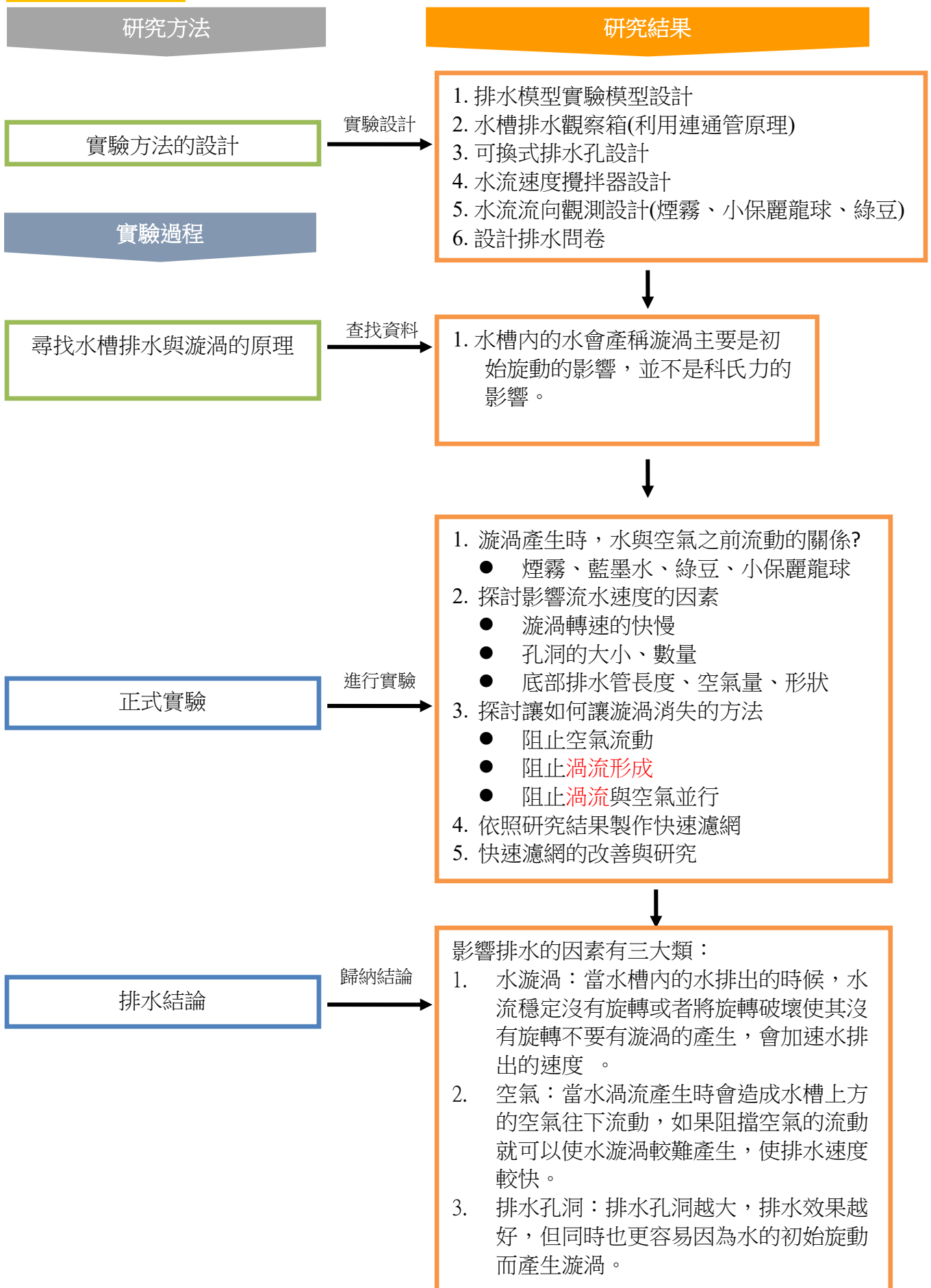
強扭力馬達、L 型鐵片、直流電源供應器、電鑽、壓克力箱、PVC 膠、壓克力片



壓克力箱、木條製作成水力循環系統

肆、研究方法與文獻探討

一、研究流程圖



二、研究方法

★「前置作業」的內容

(一)調查家人與同學對於水槽排水的經驗

1. 設計問卷調查：透過簡易的問卷調查來了解大家對於水槽排水的認知

(1). 問卷如下設計：

日常生活家中洗碗槽與洗手槽濾網問卷	
問題一：請問您家中洗碗槽與洗手槽是否有阻塞導致淹水，水排不出去的狀況？	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 沒有
問題二：請問您認為被阻塞的原因是什麼？	
問題三：請問您認為濾網會被阻塞而導致淹水嗎？	<input type="checkbox"/> 非常容易 <input type="checkbox"/> 還好 <input type="checkbox"/> 不容易
問題四：您覺得水槽排水時，有產生漩渦與無漩渦和者的排水速度比較快？	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 沒有

2. 調查結果：發出問卷 210 份，回收有效問卷 190 份

(1). **問題一**：請問家中洗碗槽與洗手槽是否有阻塞導致淹水，水排不出去的狀況？

有：190 人中的 137 人，約 72.1% 沒有：190 人中的 53 人，約 27.8%

(2). **問題二**：請問您認為被阻塞的原因是什麼？

食物(果皮、廚餘):**70** 票、油 **36** 票、頭髮 **23** 票、其他(紙、髒污)**8** 票

(3). **問題三**：請問您認為濾網會被阻塞而導致淹水嗎？

非常容易：190 人中的 109 人，約 57.3%

還好：190 人中的 42 人，約 22.1%

不容易：190 人中的 39 人，約 20.5%

(4). **問題四**：您覺得水槽排水時，有產生漩渦與無漩渦和者的排水速度比較快？

有：190 人中的 125 人，約 65.8% 沒有：210 人中的 65 人，約 34.2%

(5). 調查結果發現：

72.1%的人水槽有被食物阻塞的情況發生，而且 65.8%認為有漩渦排水快。

★調查同學對於自然教室水槽排水的經驗

針對平時我們在使用的自然教室水槽，進行了同學間的訪談與調查，發現自然教室的水槽容易被以下幾樣東西給堵住，抹布、吸管、衛生紙、木屑、紙片、綠豆...等實驗室常見的物品，除了這個原因為另一個重要的原因是水槽內的濾網，我們計算過如果沒有濾網水能通過的面積是68.17平方公分，有了濾網後水能夠通過的面積變為8.28平方公分，因為要過濾垃圾的原因，所以導致水受到濾網阻擋而排水速度下降。

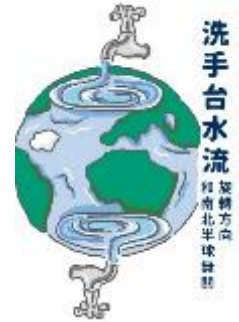


(二)文獻探討

(一)、渦旋生成原理：初始旋動

地球自轉會造成因慣性而產生的假想偏向力——科氏力。受科氏力影響，北半球的颱風、龍捲風會逆時針轉，南半球的則會順時針轉，大範圍的流體在北半球與南半球的旋轉方向是相反的。

而洗手台這種小範圍的水流，實驗證明就算所在地點一樣，轉向也會不同，由此可知距離近、出現時間短的漩渦，根本來不及受科氏力影響！反而是注水的方向——「初始旋動」影響較大。水槽放水時所引起的小型漩渦是由「初始旋動」，也就是注水方向所引起。(部分圖文來自<https://www.facebook.com/scitechvista/>)



(二)、訪談水電師傅：水槽的排水結構與排水速度

在訪談的過程中我們得排水管下面小小的彎頭都會存下一點點水在轉彎位置可以阻擋臭氣，但詢問師傅會不會讓排水速度變慢，因為多一個彎管，而師傅的回答：「當然會阿，因為多轉一個彎」。另外家裡的水槽下水管的口徑規格有30mm、40mm、50mm、75mm等，但家裡水槽通常用30mm就可以了。而水管上方的濾水孔有7.2cm、9cm、11.5cm三種尺寸，師傅說越大越不容易早成阻塞。

(三)、歷屆科展作品

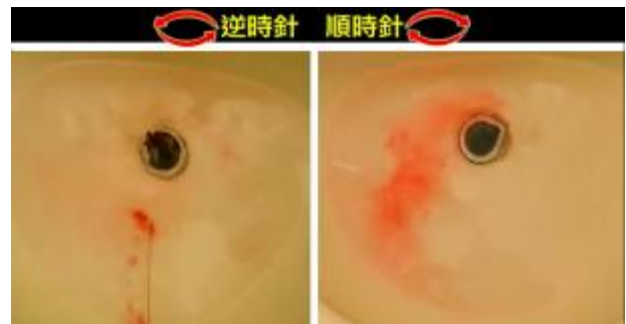
全國科展 59 屆「排好排滿—探討不同排水形式與排水速度的關係」主要是探討開口形狀、排水管不同長度、排水口不同上口大小…對於排水速度的影響，幾乎都是只有探討排水口；可惜沒有探討排水孔排水的主要原因而去加快排水速度，例如本研究中的「水流阻擋板」、「空氣阻擋板」、「排水時空氣與水之間的關係」，進而設計出排水速度最快的排水模型。

(四)、我們透過網路查詢跟水槽排水有關的相關理論與原理，發現到：

1. 流言追追追影片-南北漩渦大不同

從影片中我們得知：

- (1). 水槽內的水會產稱漩渦主要是初始旋動的影響，並不是科氏力的影響。
- (2). 科氏力是一種地球自轉而產生的假的力，隨著緯度增加而加大。



2. 維基百科-渦流

渦流是一個漩渦型的水流，海洋渦流通常是由潮汐引起的，非常小的渦流可以很容易地在浴缸或水槽排水時看到。但這些都和自然形成的渦流性質非常不同。在流體力學中，渦流存在一個在 r 趨近 0 的區域內像剛體作整體旋轉，半徑為 r_0 的渦束，通常稱為渦核。

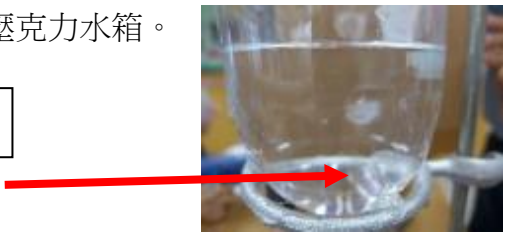
(三)實驗水槽模型製作

1. 寶特瓶法：我們以寶特瓶為模型，改變橡皮塞的孔洞大小來測試是否產生漩渦。

用鑽孔器鑽橡皮塞製作大小不同的洞	四種大小不同的孔洞	將橡皮塞塞入寶特瓶瓶口	觀察是否有漩渦產生

結果：這四種大小的洞都沒有辦法產生漩渦，我們推測以下原因，第一是初始流動的力量不夠，第二是寶特瓶太小，沒有足夠的水讓後來產生的初始漩洞力量持續下去。因此我們決定是製作一個較大的壓克力水箱。

完全沒有漩渦

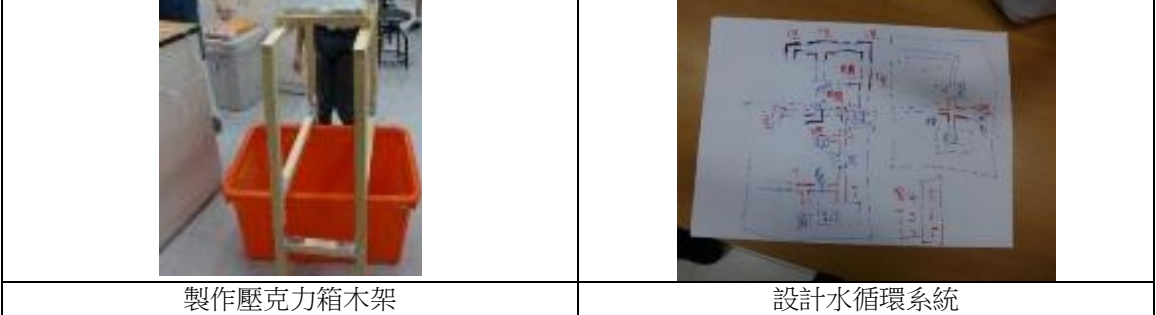


2. 壓克力箱法：

(1). 壓克力箱的初步設計：我們選用長寬高都是 25 公分的正立方體，並在側邊打洞，將水管注入水流，使其產生足夠的旋動力量，藉此來測試是否能夠產生漩渦，但使用水管加水太浪費水了，所以我們決定設計一個循環系統，讓水可以重複使用。

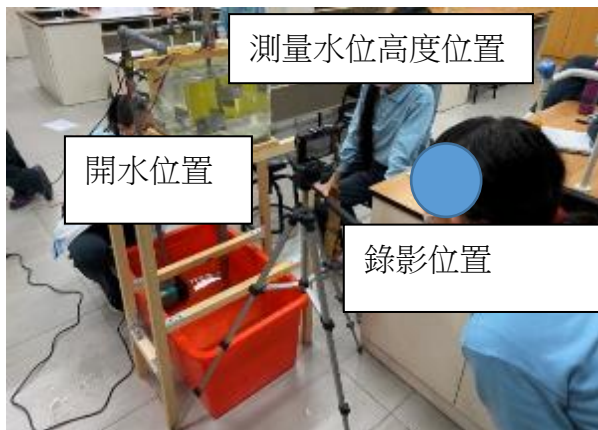
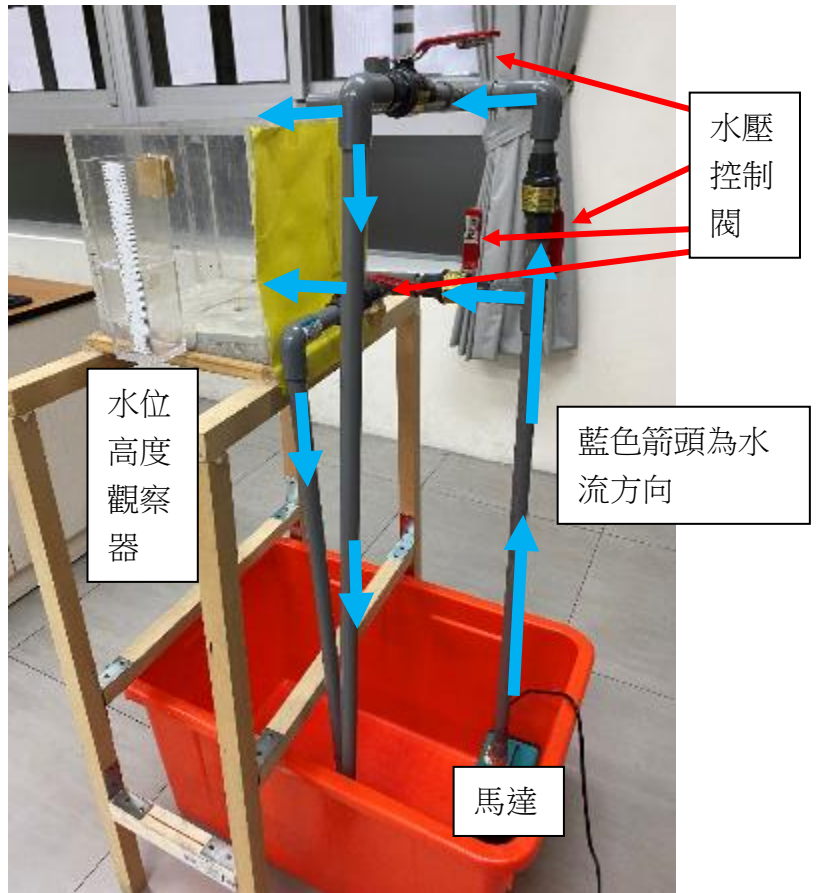
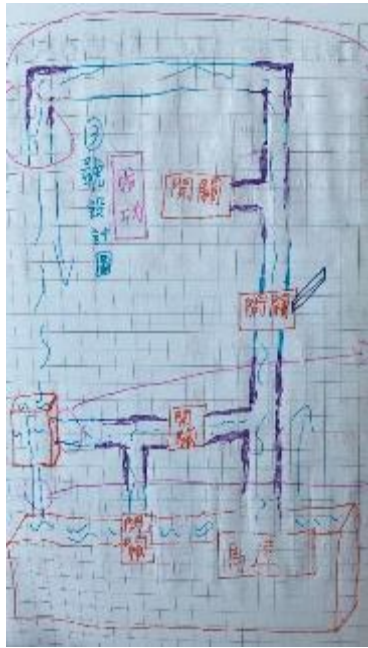


(2). 製作循環系統：



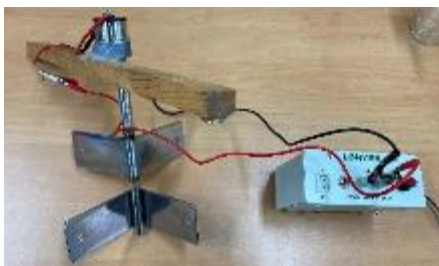
(3). 製作水位高度觀察器：利用連通管原理來觀察水位高度





(四)漩渦產生器製作

為了控制每次初始流動的力量都固定，我們用強扭力馬達、不銹鋼棍與 L 型不鏽鋼片來製作漩渦產生器。並測試漩渦產生器是否穩定



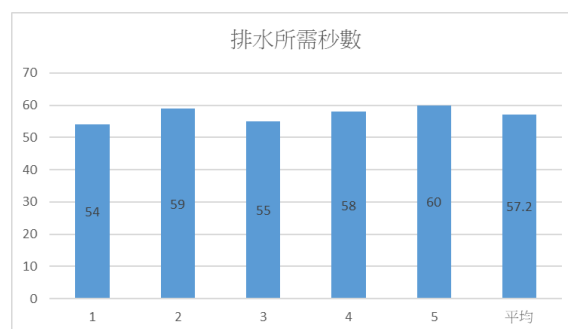
1. 測試方法：將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後將漩渦產生器以 12V 電壓打開，穩定旋轉 1 分鐘後，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。

2. 測量結果：水排完後所需的秒數

	1	2	3	4	5	平均
排水所需秒數	54	59	55	58	60	57.2



3. 小結：最快流完秒數為 54 秒，最慢秒數為 60 秒，最大誤差為 6 秒，但平均為 57 秒，所以基本上我們以誤差 6 秒內為基準值，如果誤差大於 6 秒則此次實驗就為誤差不算，我們會再重新測量。

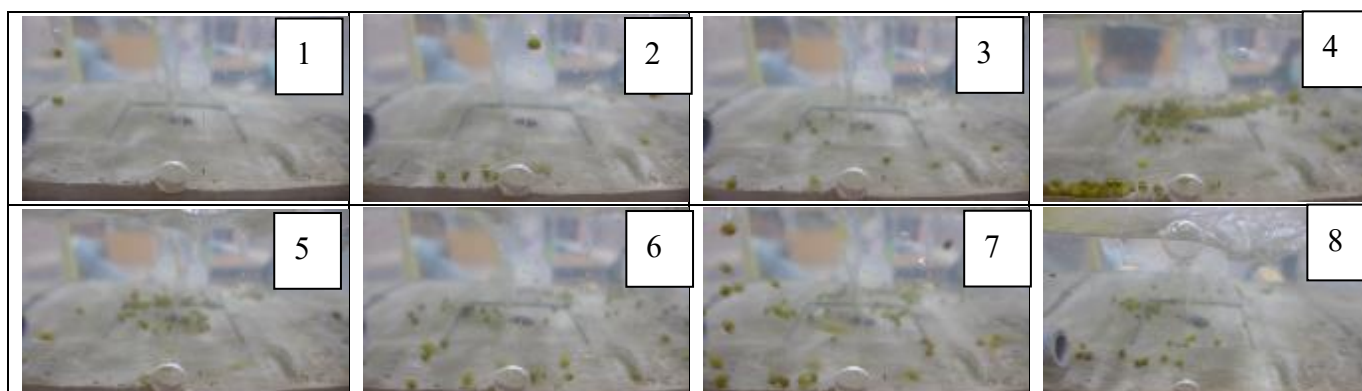


伍、研究結果與討論

★「課題探討」的內容

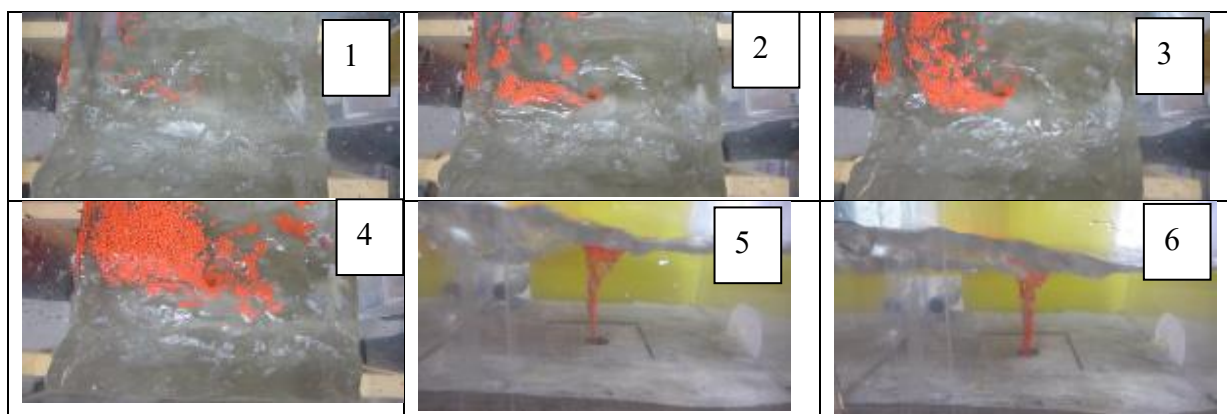
一、漩渦產生時，水與空氣之間流動的關係

實驗 1-1 利用綠豆觀察底部水流流動情況



★實驗結果：由上圖 1~8 可以發現底部的水流會由外而內螺旋式的向洞口集中，越靠近洞口的能推動的綠豆數量越多，可見流水力量越強。越外部的流水力量較弱。

實驗 1-2 利用小保麗龍球觀察水面水流流動情況



★實驗結果：我們可以藉由 5、6 這兩張圖觀察而得知水面上的小保麗龍球，會以旋轉的方式由四周圍流向中心後，直接往下流向洞口。

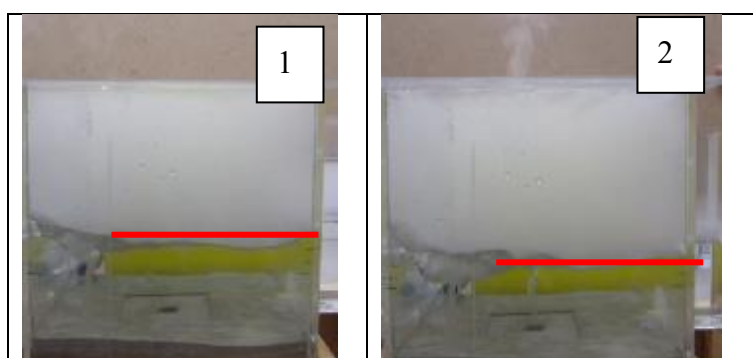
實驗 1-3 利用墨水觀察水裡的水流動情況



★實驗結果：周圍的水，會圍繞的漩渦中心旋轉，但卻不會直接被吸到漩渦中心，漩渦中心的水主要是由水面上的水往洞口流動所造成的。

實驗 1-4 利用煙霧觀察漩渦產生時空氣的流動

1. 當水持續出水時：



★實驗結果：

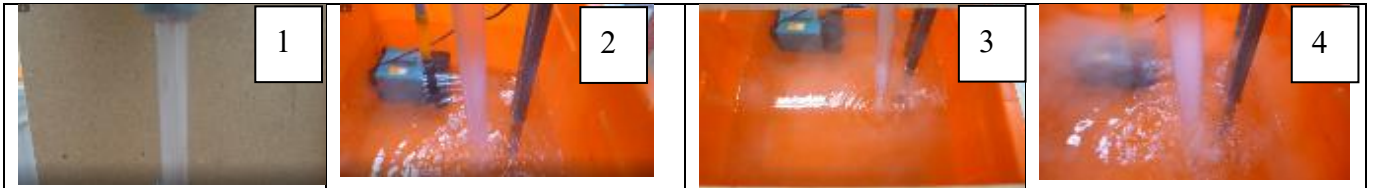
- (1). 由上圖 1 中發現，當沒有漩渦時，水流速快，水位由高慢慢變低，箱子內空間變大，空氣由外面進入箱內，因此沒有煙往上衝出來。
- (2). 由上圖 2 中發現，當有漩渦時，水流速慢，水位由低慢慢變高，箱子內空間變小，空氣由內跑出箱外，因此有煙往上衝出來。

2. 水自然流出，不連續出水：



★實驗結果：由上圖 1~4 中發現，當沒有漩渦時，水流速快，水位由高慢慢變低，箱子內空間變大，空氣由外面進入箱內，因此沒有煙往上衝出來。

實驗 1-5 水管內的空氣流動狀況



★實驗結果：由上圖 1~4 中發現，當管子內充滿水時沒有煙霧，一旦漩渦產生時，箱子內的煙霧會透過漩渦中心往下，因此發現管子內有煙霧。當漩渦產生時，水面周圍的空氣會被漩渦捲入，而由水面到漩渦到管子的路徑前進。

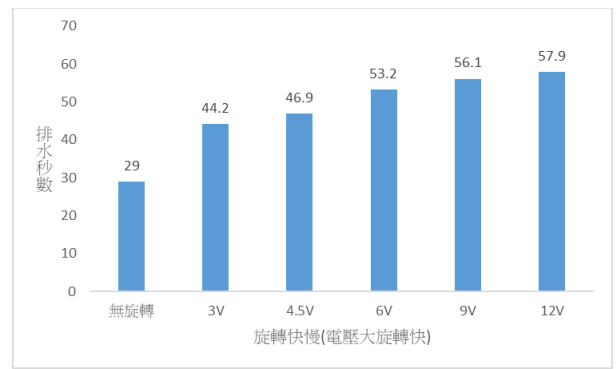
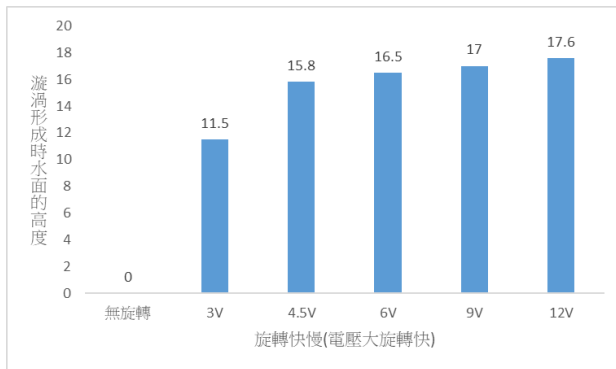
二、探討影響流水速度的因素

實驗 2-1 漩渦轉速的快慢對流水速度的影響

(一) 實驗方法：將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後將漩渦產生器以五種不同的電壓打開，分別是 0V、3V、6V、9V 與 12V 五種，穩定旋轉 1 分鐘後(我們觀測後發現啟動旋轉 30 秒後水才會趨於穩定旋轉，因此我們連續旋轉 1 分鐘讓水旋轉最穩定)，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。

(二) 實驗結果：以下紀錄為三次平均後，詳細數據請參閱實驗日誌

	無旋轉	3V	4.5V	6V	9V	12V
漩渦的形成	無	有	有	有	有	有
漩渦形成時水面的高度(公分)	無	11.5	15.8	16.5	17	17.6
排水時間(秒)	29	44.2	46.9	53.2	56.1	57.9



(三) 實驗討論：

1. 當水中沒有漩渦時排水速度最快，漩渦的轉速越快則排水所需要花的秒數就越多。
2. 當漩渦的初始旋動越大，形成漩渦實水面高度越高，表示形成漩渦的時間越短。

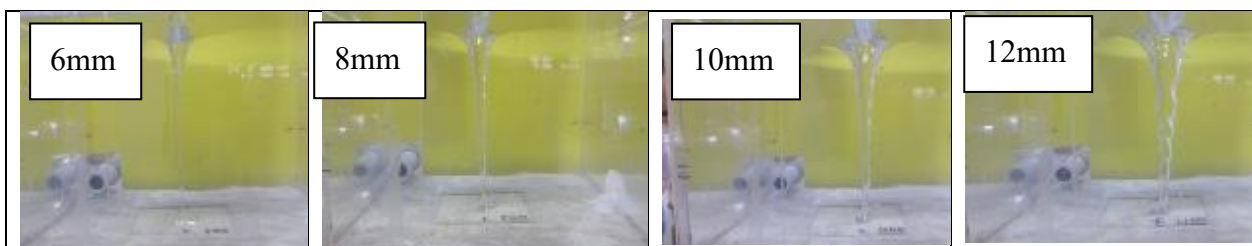
實驗 2-2 孔洞的大小對流水速度的影響

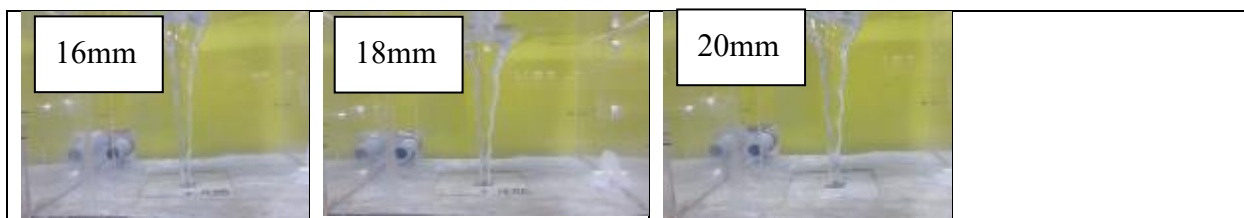
(一) 實驗方法：用壓克力製作 7 種不同大小的圓洞，如下圖，將壓克力裝在製作好的水泥模型上，就可以方便更換洞口大小，將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後以 12V 的電壓打開漩渦產生器，穩定旋轉 1 分鐘後，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。



(二) 實驗結果：以下紀錄為三次平均後，詳細數據請參閱實驗日誌

	6mm	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm	18 mm	20 mm
漩渦形成時水面的高度 (公分)	17.4	17	17.3	17	17	17	17.6
排水時間(秒)	256	174	156	104	73	71	58



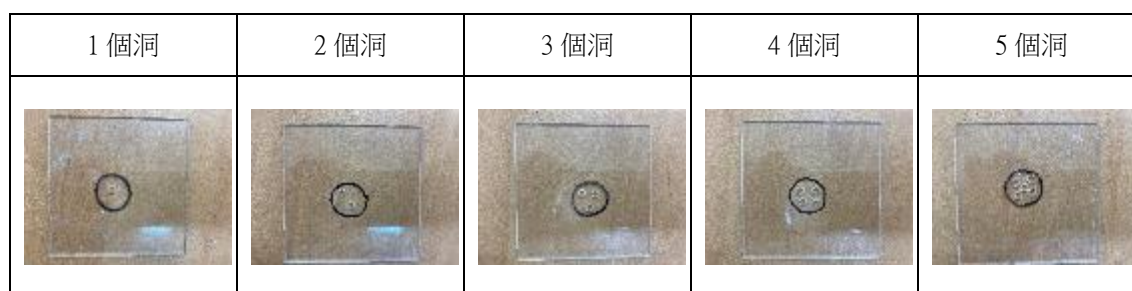


(三) 實驗討論：

1. 由上圖可知道，孔徑越大所產生的漩渦越大。
2. 孔徑越大排水的秒數越少，所以排水的速度就越快。
3. 不管孔徑大小如何，開始形成漩渦時水面高度都差不多。

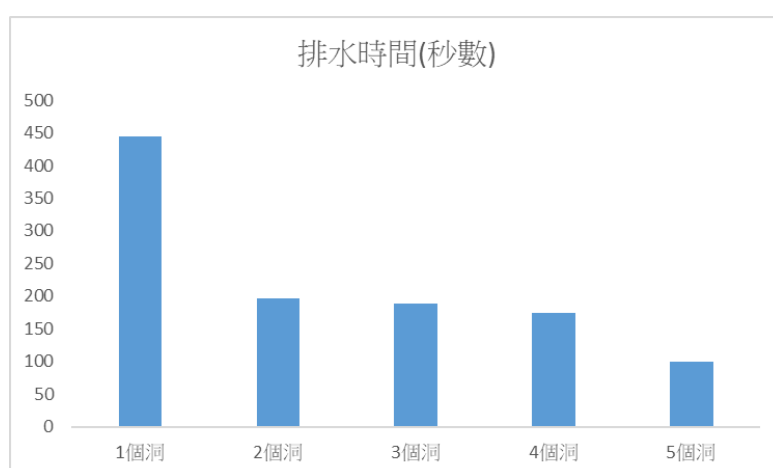
實驗 2-3 孔洞的數量對流水速度的影響

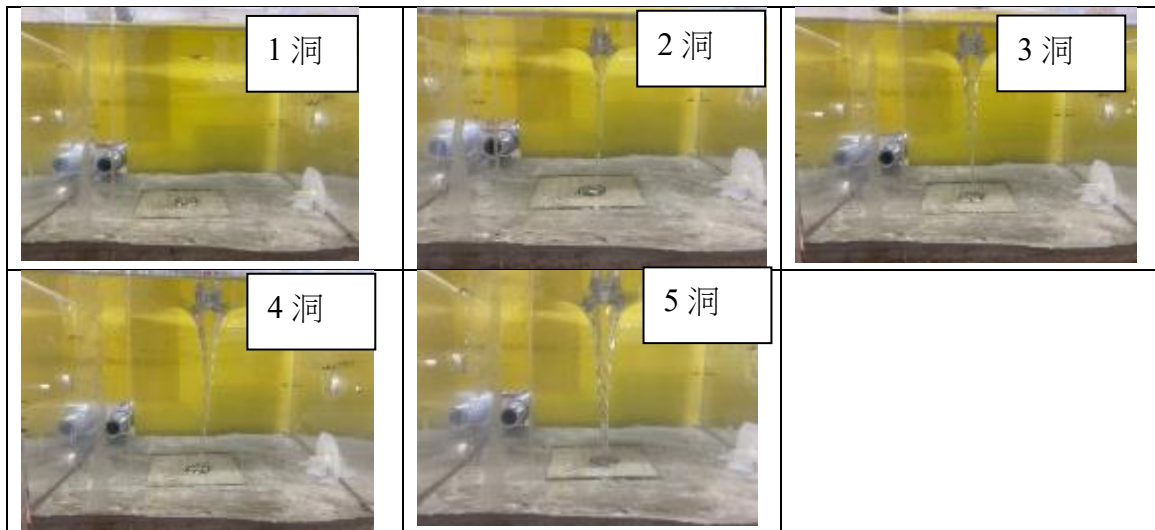
(一) 實驗方法：用壓克力製作在直徑 20mm 的圓圈內分別鑽上 4mm 的洞 1~5 個，將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後以 12V 的電壓打開漩渦產生器，穩定旋轉 1 分鐘後，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。



(二) 實驗結果：

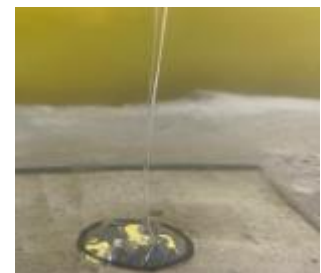
	1 個洞	2 個洞	3 個洞	4 個洞	5 個洞
排水時間(秒)	445	196	189	174	100





(三) 實驗討論：

1. 洞的數量越多排水速度越快，產生的漩渦也越大，但一個洞的因為洞太小了，沒有辦法產生漩渦。
2. 不管幾個洞，漩渦最後會越來越小，而且漩渦的產生只會與其中的一個洞連結。



實驗 2-4 底部排水管水管長度對排水速度的影響

- (一) 實驗方法：裁切 0 cm、12cm、24cm、48 cm 四種不同長度的壓克力管，壓克力管內只有空氣，將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後以 12V 的電壓打開漩渦產生器，穩定旋轉 1 分鐘後，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。

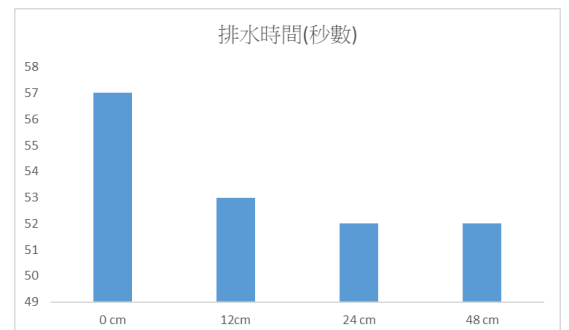


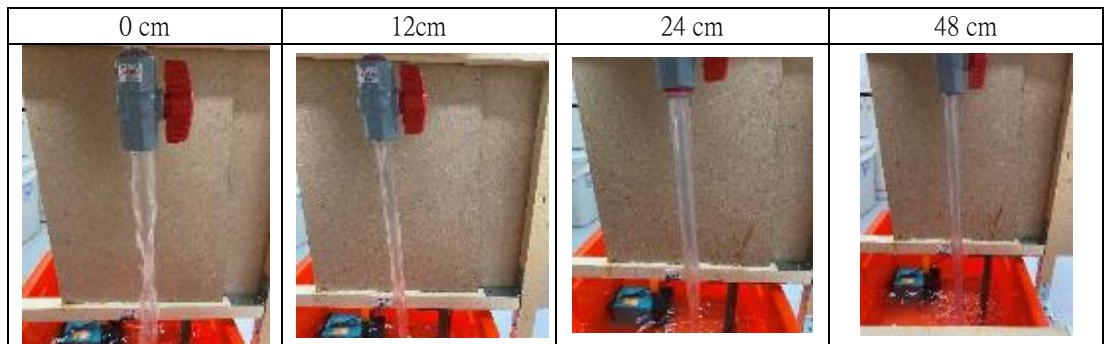
(二) 實驗結果：

	0 cm	12cm	24 cm	48 cm
排水時間(秒)	57	53	52	52

(三) 實驗討論：

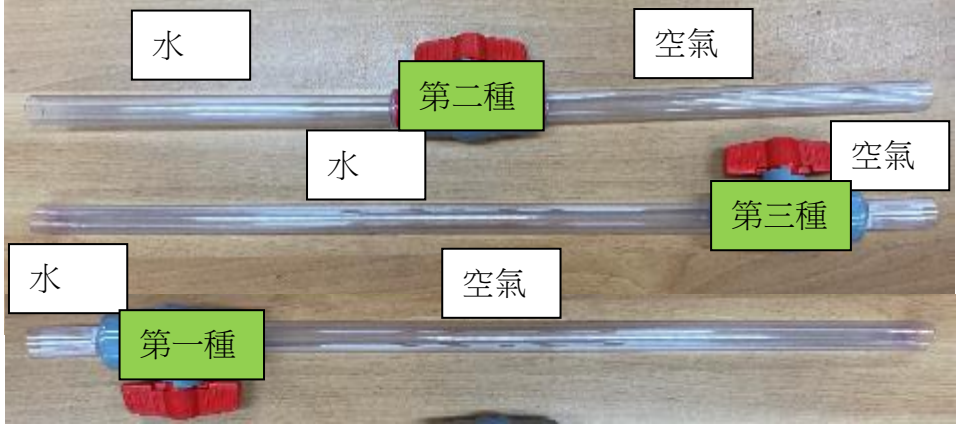
1. 當排水孔沒有管子時，排出的水呈現旋轉散開，水的流速慢，而有管子時，水被集中在管內，因此流速快。








實驗 2-5 底部排水管水管空氣量對排水速度的影響

(一) 實驗方法：準備三種水管第一種只有充滿空氣 48cm，第二種水管充滿水 24cm、充滿空氣 24cm、第三種只有充滿水 48cm。將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後以 12V 的電壓打開漩渦產生器，穩定旋轉 1 分鐘後，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。



(二) 實驗結果：

	只有空氣	一半空氣一半水	只有水
排水時間(秒)	52	52	52

只有空氣	一半空氣一半水	只有水
		

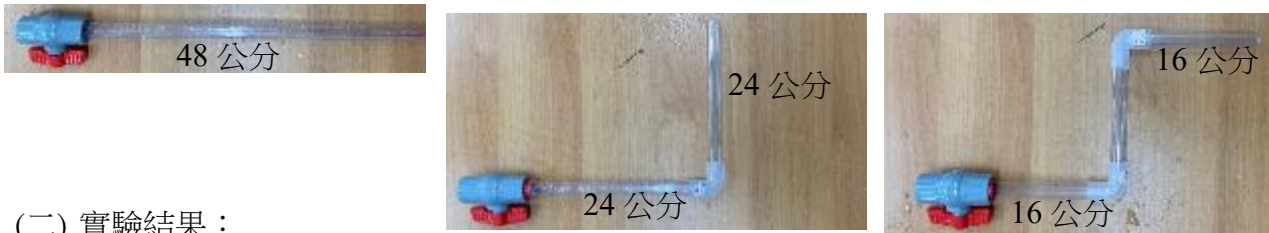
(三) 實驗討論：

1. 只要有水管，不管裡面是全部都是空氣、水或者是空氣與水各一半，我們發現排水時間都幾乎一樣，沒有影響。

實驗 2-6 底部排水管水管彎曲程度對排水速度的影響

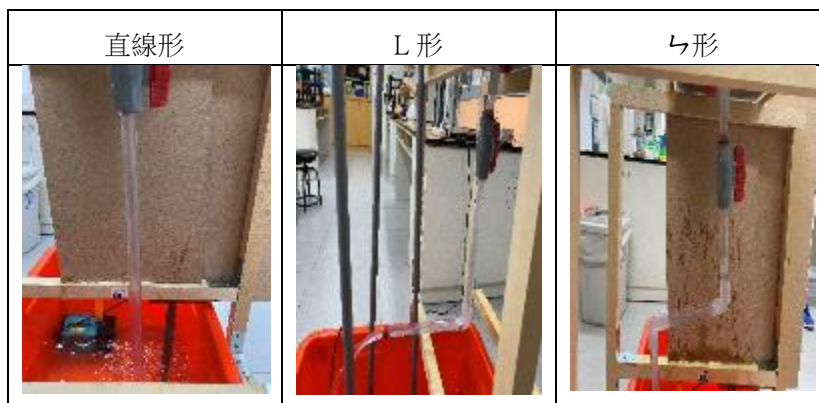
(一) 實驗方法：

1. 準備三種水管第一種直線、第二種 L 形、第三種 ㄣ 形，將水利用馬達抽到水箱內直到 18 公分高為止，然後以 12V 的電壓打開漩渦產生器，穩定旋轉 1 分鐘後，將漩渦產生器與排水開關同時拿出與開啟，測量水流完時所花的秒數。
2. 我們在利用漩渦產生器產生旋轉時，最適合的水位為 18 公分，因為當水旋轉的時候高度會變高



(二) 實驗結果：

	直線形	L 形	ㄣ 形
排水時間(秒數)	52	52	52



(三) 實驗討論：

1. 只要有水管，不管水管是什麼形狀，有沒有彎曲，我們發現排水時間都幾乎一樣，沒有影響。

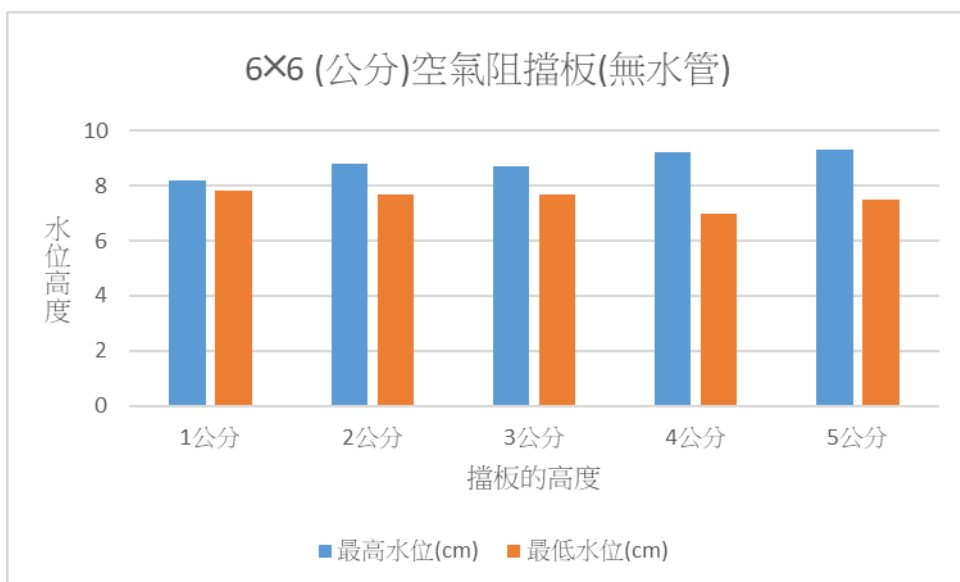
三、探討空氣流動對降低水面高度的影響

實驗 3-1 排水孔無水管阻擋板距洞口的高度降低水面的影響

(一) 實驗方法：洞口上方 1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、5 公分處裝設 6X6 (公分) 大小的空氣阻擋板，打開水流觀察最高水位與最低水位為多少？

(二) 實驗結果：

	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分
最高水位(cm)	8.2	8.8	8.7	9.2	9.3
最低水位(cm)	7.8	7.7	7.7	7	7.5



(三) 實驗討論：

1. 當排水孔底部沒有排水管且固定擋板大小時，排水時的最低水位都在 7~7.7 左右差異不大。
2. 實驗發現當排水孔底部沒有排水管時，水排出時呈現傘狀分布表示水的力量往四周用力，而有水管時水直接順著管子留下，且管子內會有充滿水的狀況，產生虹吸現象。

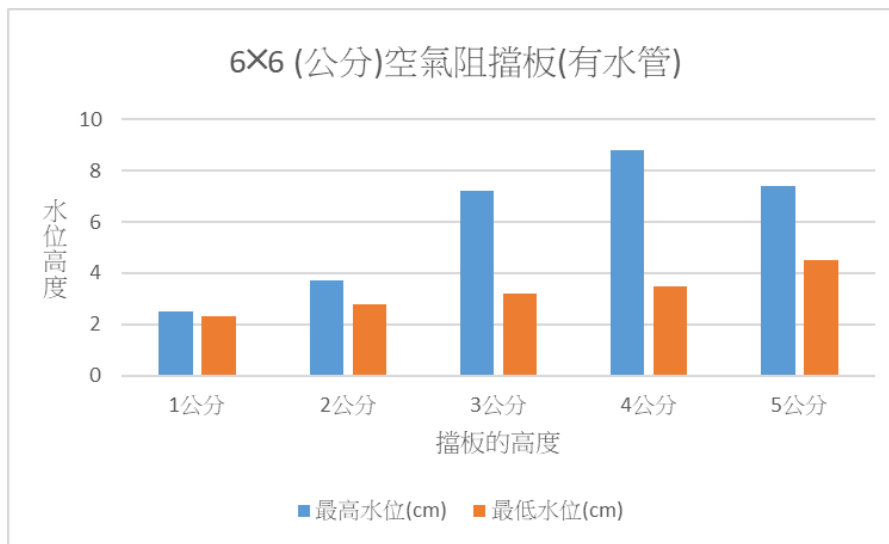


實驗 3-2 排水孔有水管阻擋板距洞口的高度降低水面的影響

(一) 實驗方法：洞口上方 1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、5 公分處裝設 6X6 (公分)大小的空氣阻擋板，打開水流觀察最高水位與最低水位。

(二) 實驗記錄：

	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分
最高水位(cm)	2.5	3.7	7.2	8.8	7.4
最低水位(cm)	2.3	2.8	3.2	3.5	4.5

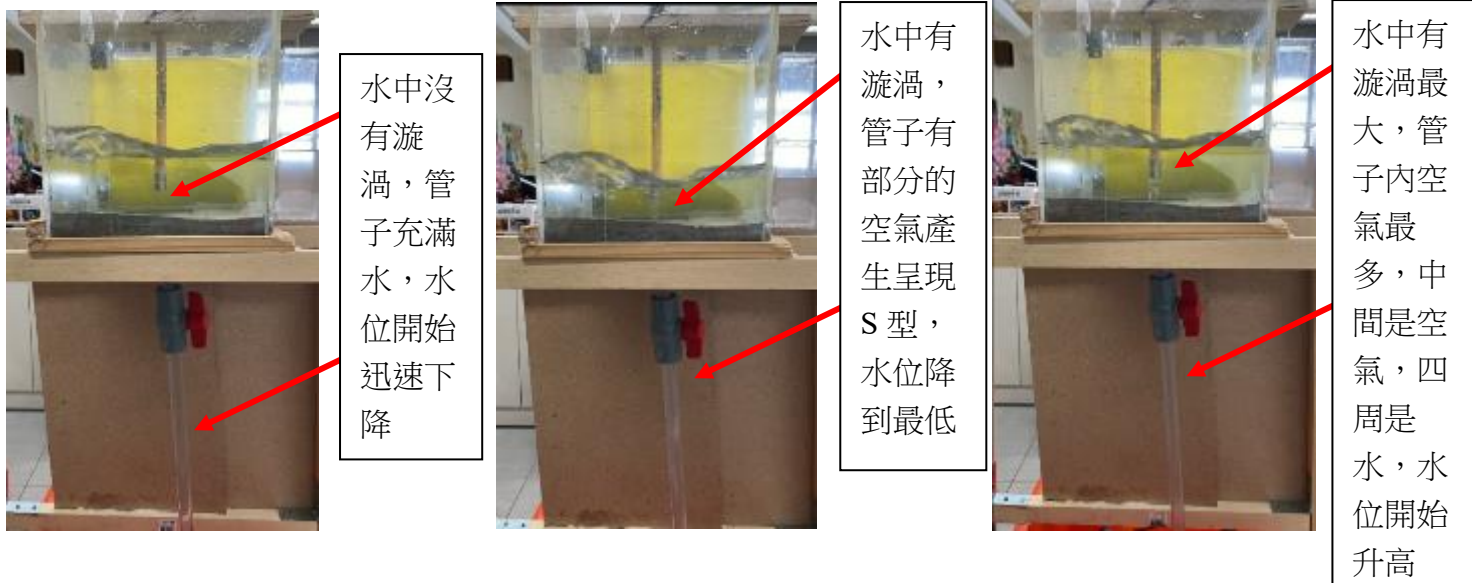


(三) 實驗討論：

1. 當排水孔有水管的時候，擋板放在 1~5 公分處都可以比沒有水管時下降要多。
2. 當擋板距離排水孔越近，則排水效果越好，水位越低。

(一) 實驗討論：

1. 當排水孔有水管的時候，擋板放在 1~5 公分處都可以比沒有水管時下降要多。
2. 當擋板距離排水孔越近，則排水效果越好，水位越低。
3. 當排水孔有水管時，我們發現到以下三種現象

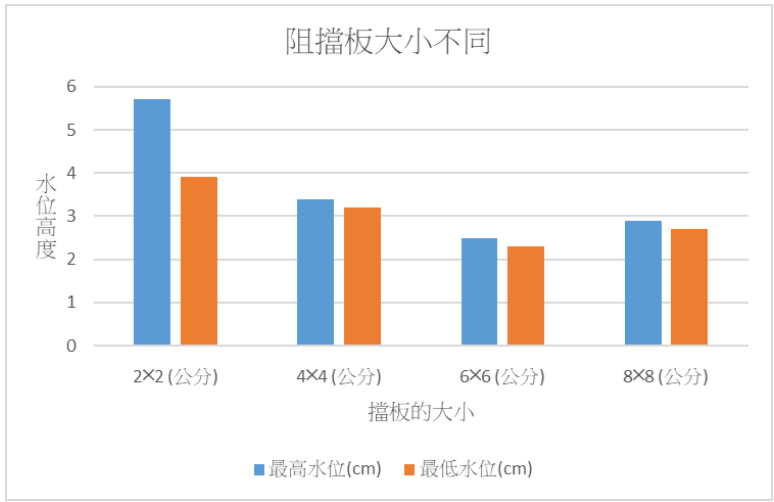


實驗 3-3 大小不同的空氣阻擋板對降低水面的影響

(一) 實驗方法：排水孔有水管，並在洞口上方 1 公分處放上放上 2X2、4X4、6X6、8X8(公分)大小的阻擋板，打開水流觀察最高水位與最低水位。

(二) 實驗結果：

	2X2 (公分)	4X4 (公分)	6X6 (公分)	8X8 (公分)
最高水位(cm)	5.7	3.4	2.5	2.9
最低水位(cm)	3.9	3.2	2.3	2.7



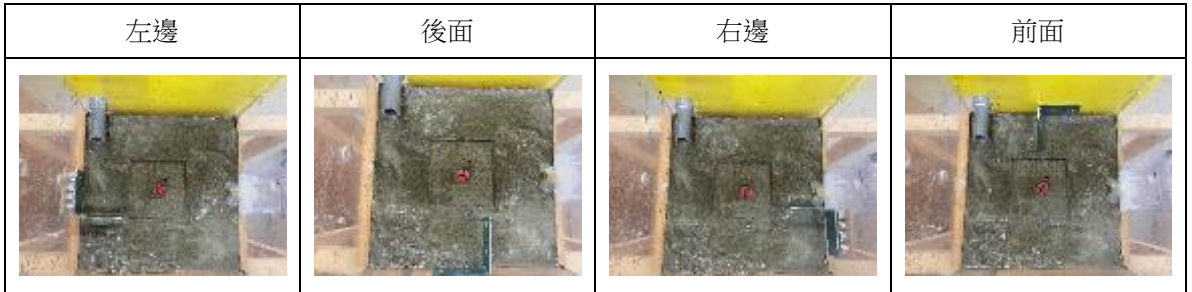
(三) 實驗討論：

1. 水孔直徑為 2 公分，而擋板大小最佳為直徑的 3 倍，以 6×6 (公分)的擋板排水效果最好。
2. 實驗觀察我們發現，當擋板大小小於漩渦時，水面上周圍的空氣依然會灌入漩渦中，因此排水效果差，而擋板大小過大時，會阻擋周圍的水流入排水孔，因此擋板大小不能太小也不能太大，以排水孔直徑的 3 倍為最佳比例。

四、探討水流動對降低水面高度的影響

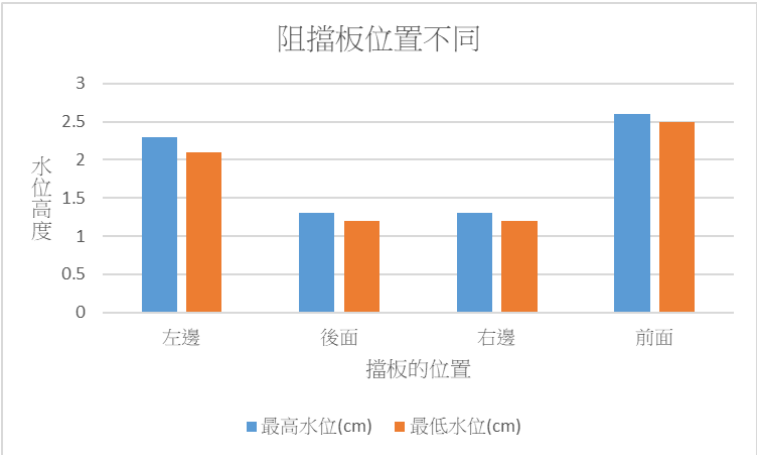
實驗 4-1 水流阻擋板位置對降低水面的影響

(一) 實驗方法：將 L 形鐵片裝在壓克力箱的前後左右處，打開水流觀察最高水位與最低水位。



(二) 實驗結果：

	左邊	後面	右邊	前面
最高水位(cm)	2.3	1.3	1.3	2.6
最低水位(cm)	2.1	1.2	1.2	2.5



(三) 實驗討論：

1. 有擋板可以阻擋水流不要繞著排水孔轉動，因此沒有產生漩渦也可以改變水流方向，讓原本繞著排水孔流動的水轉向而衝向排水孔，增加排水速度。
2. 當擋板在後面與右邊時，可以讓水流直接且迅速的衝向排水孔，排水效果較佳。



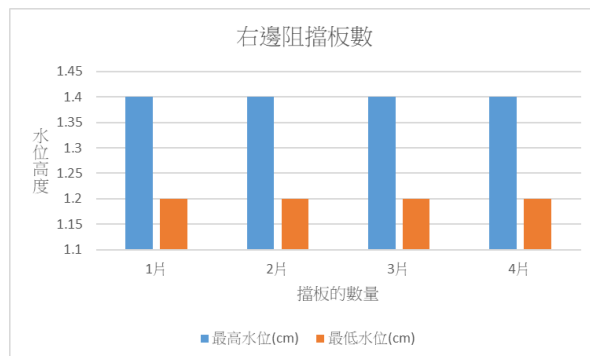
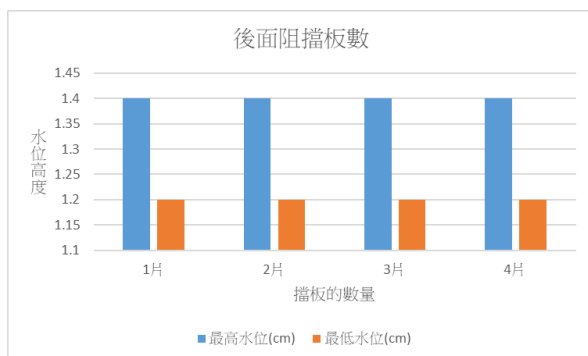
實驗 4-2 不同數量的水流阻擋板對降低水面的影響

(一) 實驗方法：將 1~4 個 L 形鐵片慢慢裝在壓克力箱的後與右處，打開水流觀察最高水位與最低水位為多少公分高？

(二) 實驗結果：

鐵片放後邊	1 片	2 片	3 片	4 片
最高水位(cm)	1.4	1.4	1.4	1.4
最低水位(cm)	1.2	1.2	1.2	1.2

鐵片放右邊	1 片	2 片	3 片	4 片
最高水位(cm)	1.4	1.4	1.4	1.4
最低水位(cm)	1.2	1.2	1.2	1.2



(三) 實驗討論：

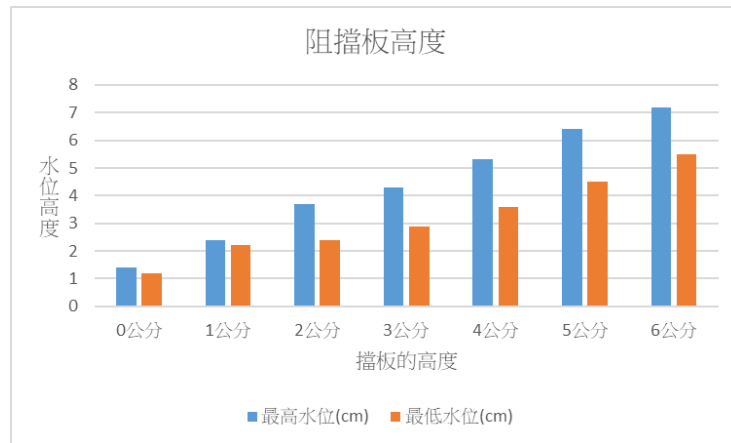
1. 不管阻擋板放在後面或右邊，增加阻擋板的數量，並不會讓排水效果增加。

實驗 4-3 水流阻擋板的高度對降低水面的影響

(一) 實驗方法：分別在後邊壓克力箱底部 0、1、2、3、4、5、6 公分處分別裝上水流擋板，打開水流觀察最高水位與最低水位。

(二) 實驗結果：

	0公分	1公分	2公分	3公分	4公分	5公分	6公分
最高水位(cm)	1.4	2.4	3.7	4.3	5.3	6.4	7.2
最低水位(cm)	1.2	2.2	2.4	2.9	3.6	4.5	5.5



(三) 實驗討論：

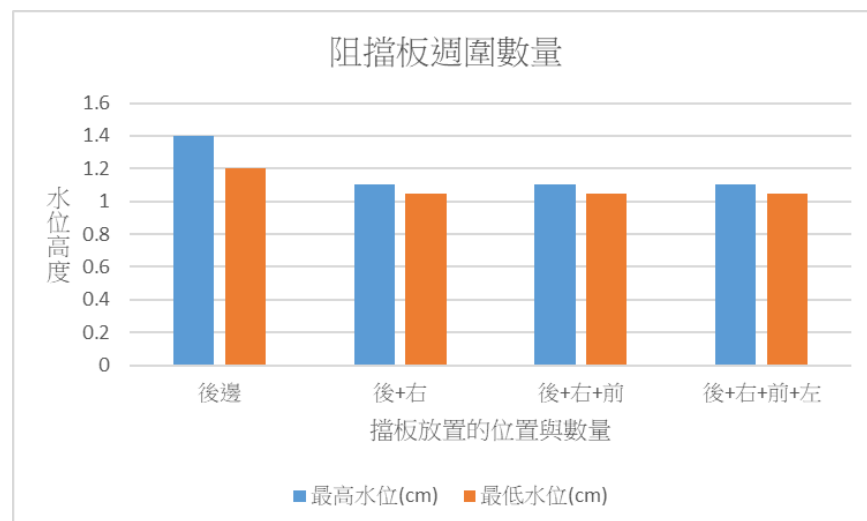
1. 當擋板在底部時效果最好，因為阻擋了底部的水呈現螺旋型流動才能夠真正的阻止漩渦的產生。

實驗 4-4 水流阻擋板放職位置多寡對降低水面的影響

(一) 實驗方法：將水流擋板放置底部 0 公分處，在左邊、左+後、左+後+右、左+後+右+前，四種狀況下裝設水流擋板，打開水流觀察最高水位與最低水位。

(二) 實驗結果：

	後邊	後+右	後+右+前	後+右+前+左
最高水位(cm)	1.4	1.1	1.1	1.1
最低水位(cm)	1.2	1.05	1.05	1.05



(三) 實驗討論：

1. 雖然阻擋板放在四周的數量越多水位降低與升高的水位越多，但是差距並不大，所以只要一個擋板就可以有不錯的效果了。

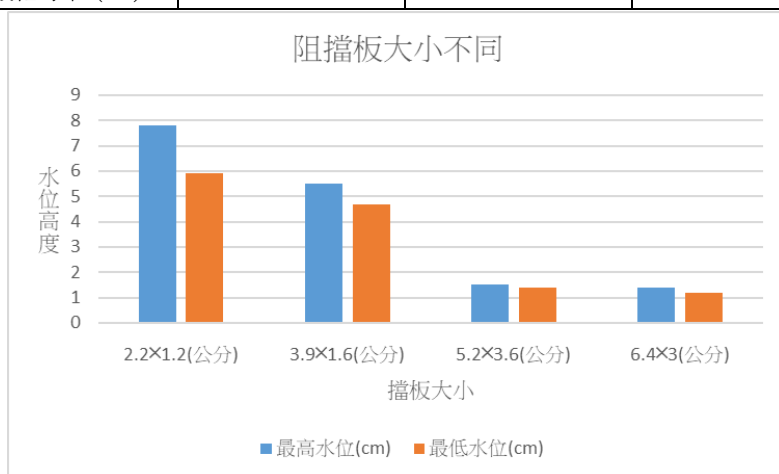
實驗 4-5 水流阻擋板的大小對降低水面的影響

(一) 實驗方法：分別在後邊裝設四種不同大小的水流擋板，打開水流觀察最高水位與最低水位為多少？



(二) 實驗記錄：

	2.2×1.2(公分)	3.9×1.6(公分)	5.2×3.6(公分)	6.4×3(公分)
最高水位(cm)	7.8	5.5	1.5	1.4
最低水位(cm)	5.9	4.7	1.4	1.2



(三) 實驗討論：

1. 阻擋板越大則阻止的水流效果越好，因此水位下降越多，效果越好。

伍、探討空氣流動與水流動同時對降低水面高度的影響

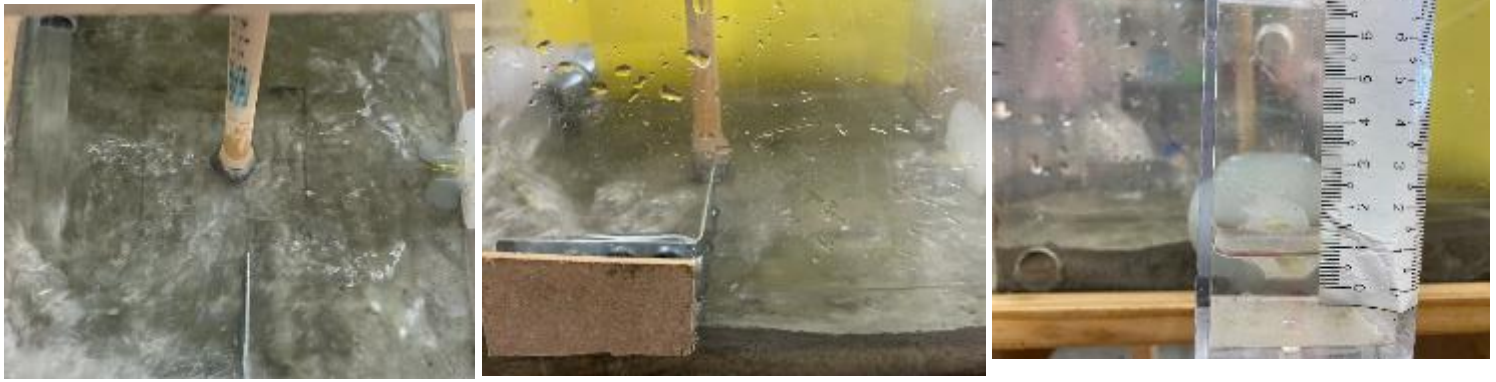
實驗 4-5 空氣與水流動同時對降低水面的影響

(一) 實驗方法：使用 6×6 (公分) 大小的空氣阻擋板，放置洞口上方 1 公分處，另外使用 1 片 L 形鐵片 6.4×3(公分) 水流擋板，放置在後面距離底部 0 公分處，打開水流觀察最高水位與最低水位。



(二) 實驗記錄：

	1	2	3	4	5	平均
最高水位(cm)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
最低水位(cm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7



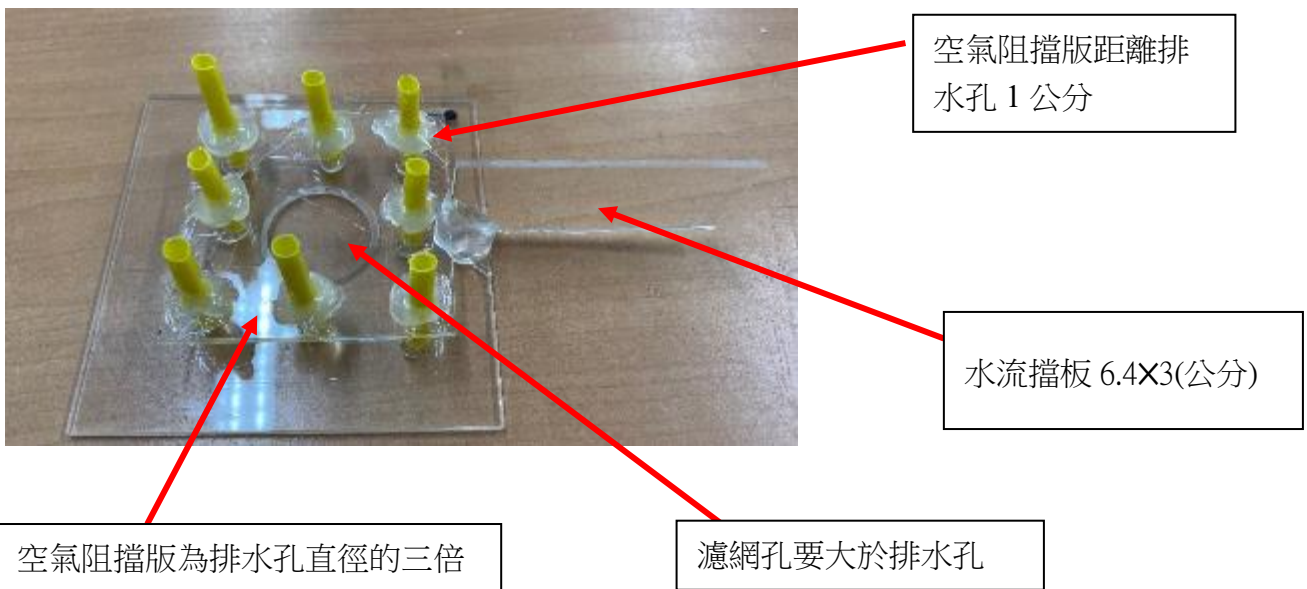
(三) 實驗結果與討論：

1. 當空氣阻擋板與水流擋板一起使用時效果超好，水位最低只有 0.7 公分，最高也才 1 公分而已，排水效果極佳。

★「應用與改進」的內容

六、依據研究結果製作快速濾網

根據研究四~研究六的所有漩渦與排水速度結果，我們製作一個可以快速排水的濾網，而這個快速濾網有以下條件，第一:濾網的孔洞一定要至少等於或大於排水孔，第二使用此濾網的排水孔需要有排水管的環境下，第三空氣阻擋版大小為排水孔直徑的 3 倍，並放置在於排水孔上方 1 公分處為最佳，第三水流擋板放置位置為水槽四邊的其中一邊中間，並放置底部，數量 1 片即可，大小至少為 6.4X3(公分)左右。設計如下：

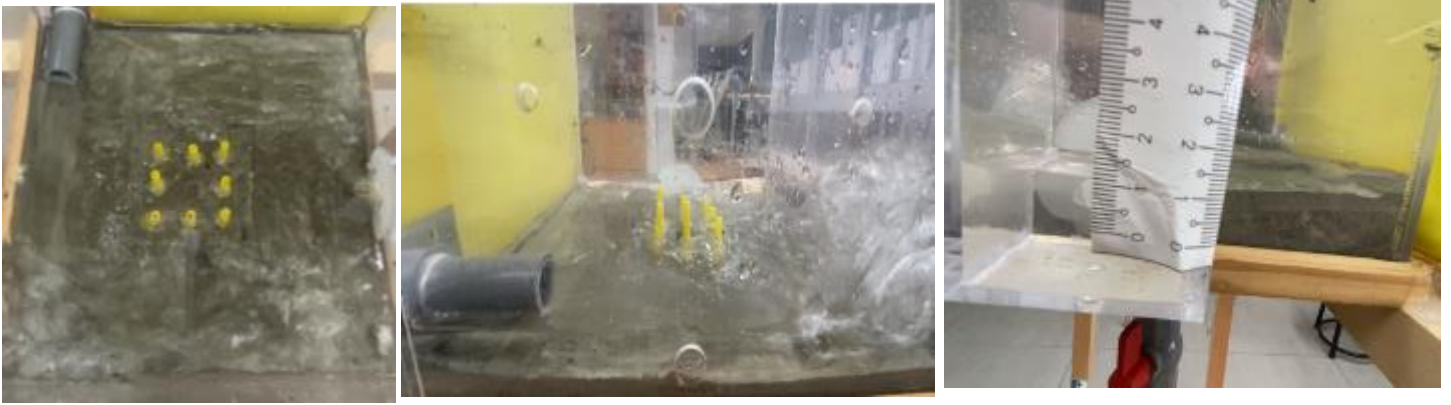


實驗 6-1 測試排水效果

(一) 實驗方法：使用自製快速排水的濾網，打開水流觀察最高水位與最低水位。

(二) 實驗結果：

	1	2	3	4	5	平均
最高水位(cm)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
最低水位(cm)	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1



(三) 實驗討論：

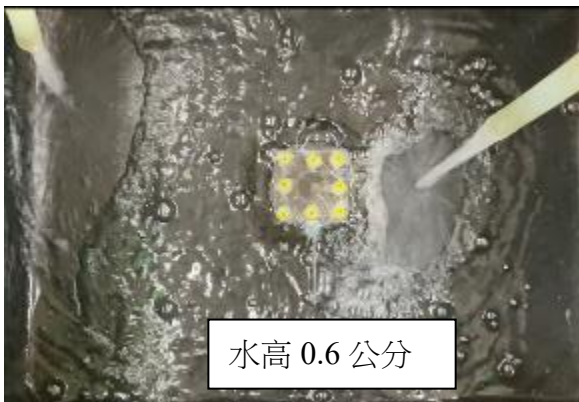
實測效果很好，最低水位可以到 1.1 左右，最高也才 1.2，排水效果穩定。

實驗 6-2 實際水槽測量

(一) 實驗方法：將自製快速排水的濾網，放在自然教室水槽中，打開水龍頭水觀察排水效果，並將衛生紙、吸管、瓶蓋等物質丟入水槽內，實測是否會堵住。

(二) 實驗結果：

1. 自製排水濾網排水效果：不管有沒有丟物品，水的高度都沒有超過 1 公分，排水效果超好。



2. 學校原本的過濾網：



3. 關水 1 分鐘後狀況



(三) 實驗討論：

1. 自製快速排水濾網遇到問題：

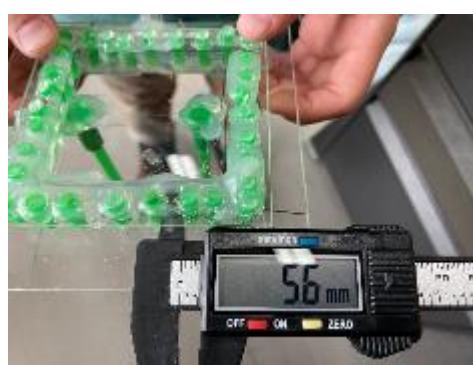
- (1). 吸管間距太寬：原本吸管是為了讓空氣阻擋版可以固定在排水孔上方 1 公分處，但吸管與吸管之間間距太寬了，導致會讓葉子或比較小的物體會跑入排水管內。
- (2). 自製排水濾網會移動，導致露出排水孔，導致水槽內物品會不小心跑到排水孔內。



七、快速濾網的改善與研究

實驗 7-1 快速濾網的改善

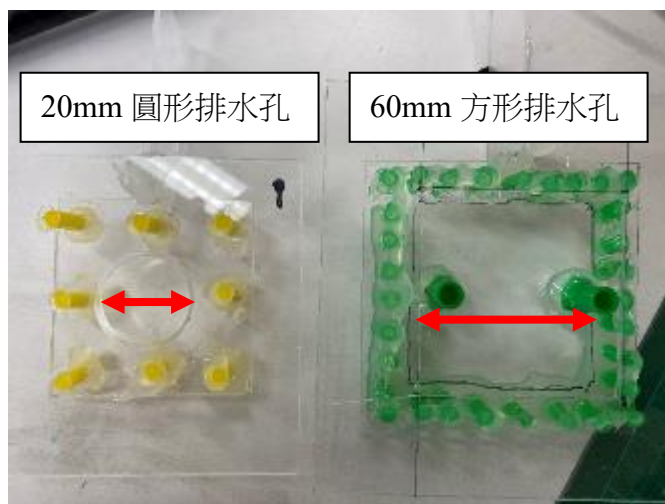
- (一) 原本的吸管間距最大為 19.6mm，調整以後，最大的間距為 5.6mm，縮小了 14mm，大大的阻止了異物進入排水管的機率。



(二) 濾網會移動的問題：在底部黏上兩個孔，將氣球塑膠棍插上去，藉由塑膠棍可以卡住排水孔，就不會讓濾網移動了。



(三) 擴大排水孔大小：將原本只有 20mm 圓形的排水孔，擴大為 60mm 方形的排水孔，這樣可以讓各種不同大小的排水孔都可以使用我們的快速排水器。



實驗 7-2 測試改善後濾網在排水孔 20mm 的排水效果

(一) 實驗方法：將改善過後的自製快速排水的濾網，放在自製水槽中，打開水龍頭水觀察水位高低，並將衛生紙、吸管、瓶蓋等物質丟入水槽內，實測水位高低。



(二) 實驗結果：

只有水時	1	2	3	4	5	平均
最高水位(cm)	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.62
最低水位(cm)	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.56

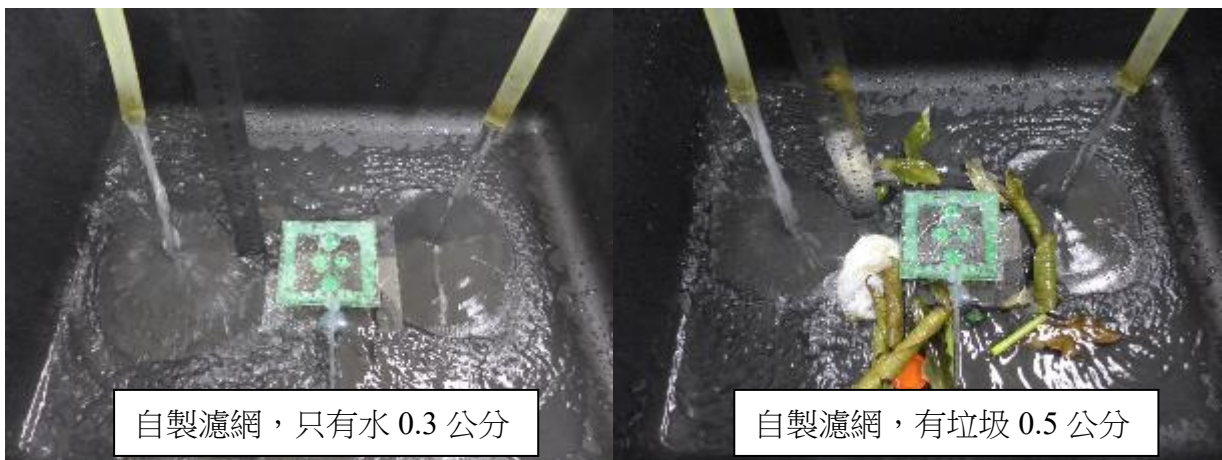
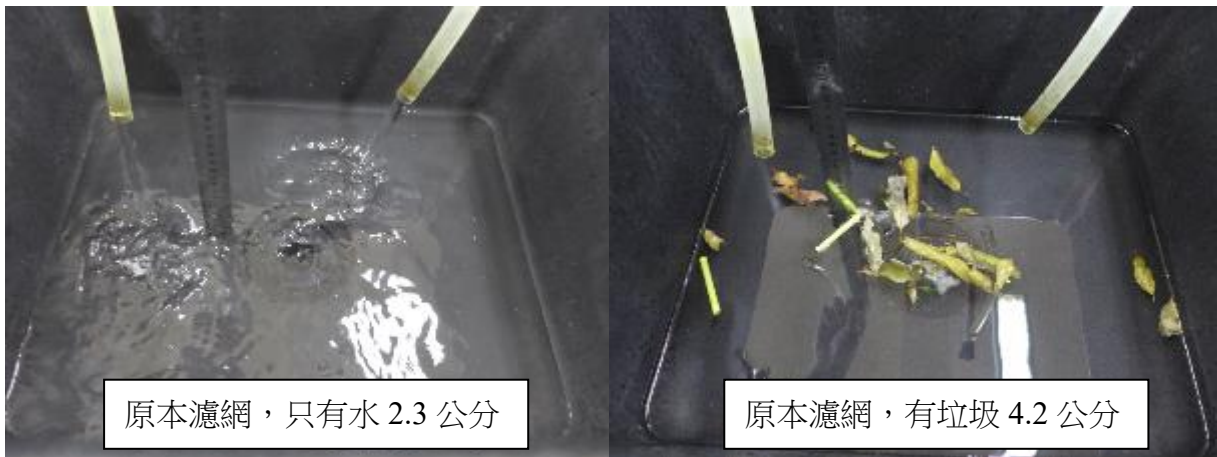
有垃圾時	1	2	3	4	5	平均
最高水位(cm)	1	0.8	0.9	0.8	0.7	0.84
最低水位(cm)	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7

(三) 實驗討論：不管是只有水或者是有丟垃圾，我們自製的濾網排水效果都超好的。

實驗 7-3 測試改善後濾網在自然教室排水孔的排水效果

(一) 實驗方法：將改善過後的自製快速排水的濾網，放在自然教室的水槽中，打開水龍頭用鐵尺測量水位高度，並將衛生紙、吸管、瓶蓋等物質丟入水槽內，實測水位高度。

(二) 實驗結果：

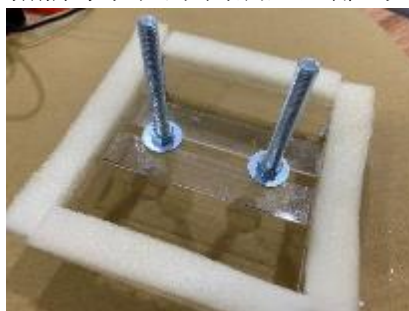


(三) 實驗討論：不管是只有水或者是有丟垃圾，我們自製的濾網排水效果都比原本學校的濾網效果還要好。

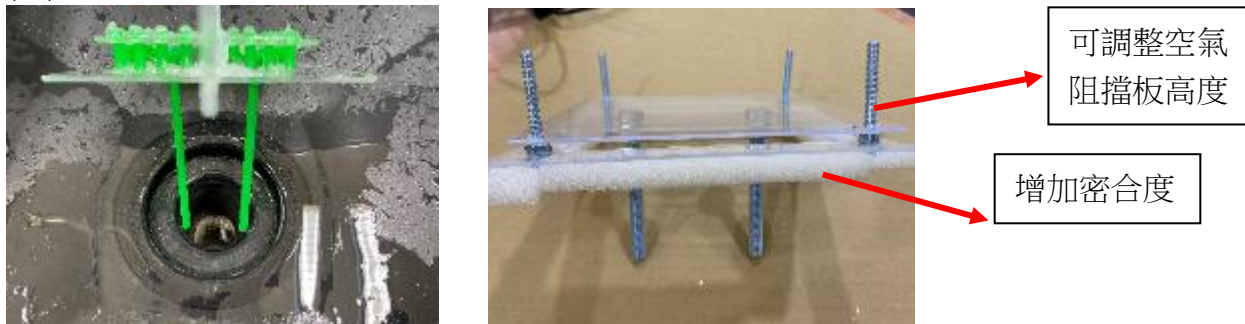
八、快速濾網精進與實際在家實用效果

實驗 8-1 快速濾網的精進

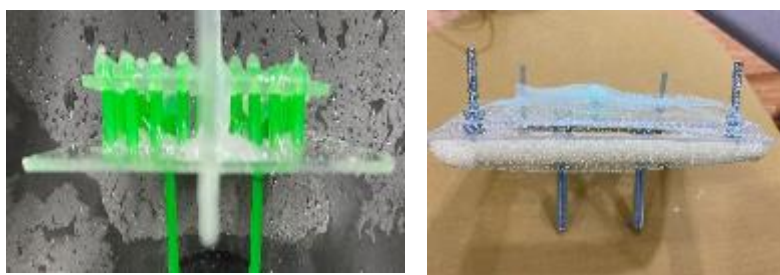
(一) 原本固定的塑膠棍換上可以依照排水孔大小而調整距離的金屬螺絲。



(二) 改良可調整高度的空氣阻擋版與加強排水器密合度。



(三) 將原本過濾的塑膠棍改成套上濾網



實驗 8-2 在家測試改善後濾網的排水效果

(一) 實驗方法：將改善過後的自製快速排水的濾網，放在家中水槽中，並倒入家中使用後的菜渣或廚餘，實測排水效果。

(二) 實驗結果：

	測試者一號	測試者二號	測試者三號	測試者四號
家中原本濾水網	 小淹水 水高 0.5 公分	 大淹水 水高 2.1 公分	 中淹水 水高 1.3 公分	 大淹水 水高 2.3 公分
自製快速濾水網	 無淹水 水高 0 公分	 無淹水 水高 0 公分	 小淹水 水高 0.3 公分	 無淹水 水高 0 公分
家中排水管類型	 直線型	 直線型	 S 型	 直線型
排水孔直徑	8 公分	直徑 8 公分	直徑 11 公分	直徑 6 公分
水管長度	32 公分	28 公分	61.5 公分	40 公分

(三) 實驗討論：

- (1). 我們最後做的這一個快速排水器，可以裝在每個家裡不同的水槽，不管排水孔直徑幾公分的，因為可以調整螺絲的關係，所以都適合。
- (2). 排水狀況都優於原本的家中的排水孔，觀察發現因為我們的排水器可以把廚餘擋在外面，不會將排水孔塞住，而家裡原本的濾水網會因為廚餘塞到孔洞內而造成水槽淹水。
- (3). 大部分水槽內的排水管試直線型的，少部分是 S 型，實測後發現我們的排水器也適用不同不同的排水管。

陸、討論

1. 研究一與二得知：

- (1). 有 72% 的人家中洗碗槽與洗手槽有阻塞導致淹水的經驗，大部分是因為食物(果皮與廚餘)導致。
- (2). 有 57.3% 的人認為濾網會被阻塞而導致淹水，65.8% 的人認為水槽排水時，有產生漩渦排水速度比較快。
- (3). 觀察自然教室的濾網後發現如果沒有濾網水能通過的面積是 68.17 平方公分，有了濾網後水能夠通過的面積變為 8.28 平方公分，因為要過濾垃圾的原因，所以導致水受到濾網阻擋而排水速度下降。
- (4). 水槽內的水會產稱漩渦主要是初始旋轉的影響，並不是科氏力的影響。

2. 由研究四得知：

- (1). 底部的水流會由外而內螺旋式的向洞口集中，越靠近洞口的能推動的綠豆數量越多，可見流水力量越強，外部的流水力量較弱。
- (2). 水面上小保麗龍球，會以旋轉的方式由四周圍流向中心後，直接往下流向洞口。
- (3). 周圍的水，會圍繞的漩渦中心旋轉，但卻不會直接被吸到漩渦中心，漩渦中心的水主要是由水面上水往洞口流動所造成的。
- (4). 當水自然流出沒有連續出水時，沒有漩渦或漩渦較小時，水流速快，水位由高慢慢變低，箱子內空間變大，空氣由外面進入箱內，因此沒有煙往上衝出來。
- (5). 水管內的空氣流動狀況，當管子內充滿水時沒有煙霧，一旦漩渦產生時，箱子內的煙霧會透過漩渦中心往下，因此發現管子內有煙霧。

3. 由研究五得知：

- (1). 當水中沒有漩渦時，排水速度最快，漩渦的轉速越快則排水所需要花的秒數就越多。
- (2). 漩渦初始旋轉越快越大，形成漩渦時水面高度越高，則表示形成漩渦的時間越短。
- (3). 排水孔孔徑越大所產生的漩渦越大，排水的秒數越少，排水的速度就越快。
- (4). 排水孔洞的數量越多排水速度越快，產生的漩渦也越大

- (5). 當排水孔沒有管子時，排出的水呈現旋轉散開，水的流速慢，而有管子時，水被集中在管內，因此流速快。
- (6). 只要有水管，不管裡面是全部都是空氣、水或者是空氣與水各一半，我們發現排水時間都幾乎一樣，沒有影響。
- (7). 只要有水管，不管水管是什麼形狀，有沒有彎曲，我們發現排水時間都幾乎一樣，沒有影響。

4. 由研究六得知：

- (1). 當排水孔上方有空氣阻擋板時，**擋板距離排水孔 1 公分時，排水效果最好**，水位最低。
- (2). 水孔直徑為 2 公分，而擋板大小最佳為直徑的 3 倍，以 **6×6 (公分)的擋板排水效果最好**。
- (3). 有擋板可以阻擋水流不要繞著排水孔轉動，因此沒有產生漩渦也可以改變水流方向，讓原本繞著排水孔流動的水轉向而衝向排水孔，增加排水速度。
- (4). 不管水流阻擋板放在後面或右邊，增加阻擋板的數量，並不會讓排水效果增加。
- (5). 當水流擋板在底部時效果最好，因為**阻擋了底部的水呈現螺旋型流動才能夠真正的阻止漩渦的產生。**
- (6). 雖然水流阻擋板放在四周的數量越多水位降低與升高的水位越多，但是差距並不大，所以只要一個擋板就可以有不錯的效果了。
- (7). **水流阻擋板越大**則阻止的水流效果越好，因此水位下降越多，**效果越好**。

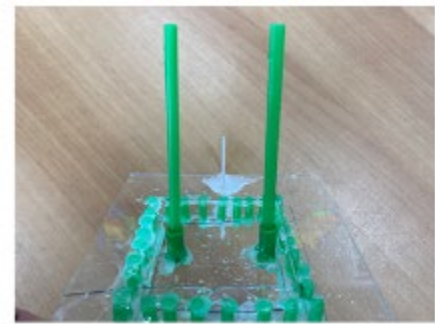
5. 由研究七~八得知：

- (1). 依照研究結果設計出的第一代自製快速濾水網，在自製的水槽實測之後，**最高水位為 1.2 公分，最低水位為 1.1 公分**，排水效果佳。



- (2). 將自製快速濾水網在自然教室水槽實測後，只有水的情況下**最低水位為 0.6 公分，比原本濾網 2.2 公分要好**，如果在有垃圾的情況下，最低水位為 0.6 公分，比原本濾網 4.5 公分要好。

- (3). 改善第一代自製快速濾水網的問題，如: 吸管間距太寬、自製排水濾網會移動。



- (4). 第二代自製快速濾水網如右。

- (5). 將第二代自製快速濾水網在自然教室水槽實測後，只有水的情況下最低水位為 0.56 公分，比原本濾網 2.3 公分要好，如果在有垃圾的情況下，最低水位為 0.5 公分，比原本濾網 4.2 公分要好。

柒、結論

一、根據研究觀察讓水槽流速變慢有兩個主要因素：

(一) 水槽濾水網：因為要過濾垃圾的關係，所以會阻擋水的流動，有濾水網水能夠通過的面積為 8.28 平方公分，如果沒有濾網水能通過的面積是 68.17 平方公分，沒有濾水網可以讓水流通過的面積增加 8.2 倍左右。

(二) 水流渦：當水從水龍頭流出的時候，因為水不是從出水口正上方流出，所以水會產生旋轉的流動因此會產生漩渦，而漩渦的產生會讓水槽上方空氣跑入出水口與內部水管，因此讓水流空間變少，排水速度變慢。



二、解決流速變慢，讓流速增加的方法：

(一) 增大排水孔大小：我們為了加快水流流動，將濾網拿掉，改由外圍設計柵欄的部分來解決過濾垃圾的問題。

(二) 設立水流阻擋版：阻擋水流渦流動，改變水流方向。



原本的水流繞著出水口旋轉，可是如果我們放置了水流阻擋版後，大部分的水流會被引導至出水口，雖然水流還是有些許旋轉，但已經大大的改變了水流的旋轉。因此導致進入排水管中的空氣減少，增加排水速度。

(三) 設立空氣阻擋板：阻擋空氣進入排水管，減少漩渦的產生我們利用煙霧發現了當形成水流渦時，上方空氣會透過漩渦往下流動，因此我們設立空氣阻擋板阻止空氣往下流動，減少漩渦的產生。



(四) 產生虹吸現象：當我們設立水流與空氣阻擋板後會大大的減少水流渦的產生，使排水管内空氣的產生，而使排水管是充滿水的狀態，因此產生虹吸作用，加快排水。



設立水流與空氣阻擋板因此沒有水流渦產生，導致水管內充滿水，產生虹吸現象

捌、參考文獻資料

- 一、龍頭防漏水槽防堵 廚房五金保養妙招 <https://kknews.cc/home/p4zjqye.html>
檢索日期:109.10.5
- 二、高雄市第 44 屆中小學科學展覽會 水中龍捲風－流體的各種有趣現象
- 三、中華民國第 52 屆中小學科學展覽會 “漩”機妙算
- 四、金門地區第 56 屆中小學科學展覽會 水的方向，由誰決定
- 五、中華民國第 59 屆中小學科學展覽會
- 六、維基百科 渦流 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%A6%E6%B5%81>
檢索日期:109.10.5

【評語】 082930

本研究的構想來自於觀察生活中常見的水槽堵塞的問題，藉由觀察水槽渦流現象了解渦流流動原理，製作可用於防止水槽阻塞的器具，達到最快排水及避免堵塞的效果，是一個從生活情境中發現問題的作品，符合科學探究精神，建議應將高低水位的定義說清楚，這也會和放流的時間有很大的關聯性，另外，報告的撰寫，數據的整理也要注意！

作品簡報

水之呼吸-陸之型

扭轉旋渦



組別：國小組

科別：生活與應用科學科(二)

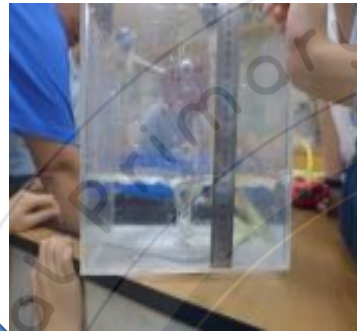
編號：082930

前言：研究動機與目的

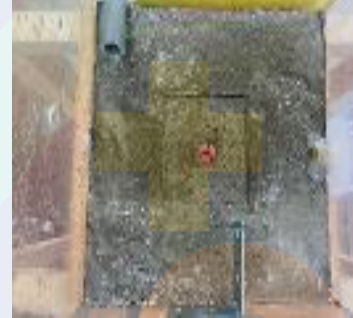
實驗室濾網



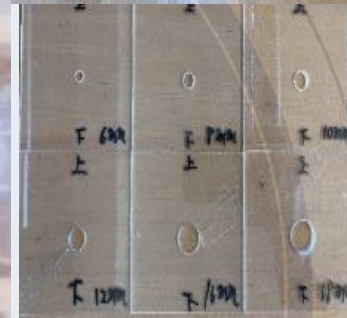
堵住了



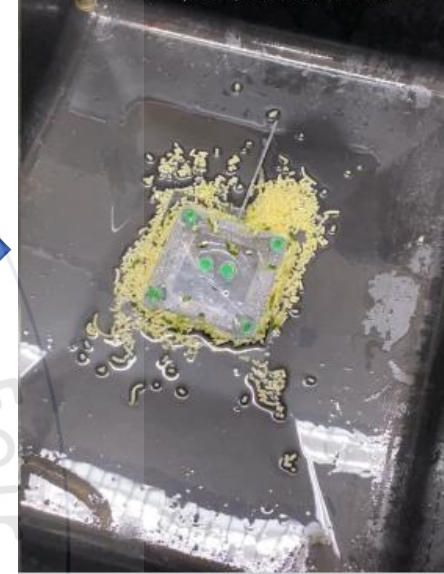
器材



實驗方法



自製濾網



排水順暢

實驗目的：

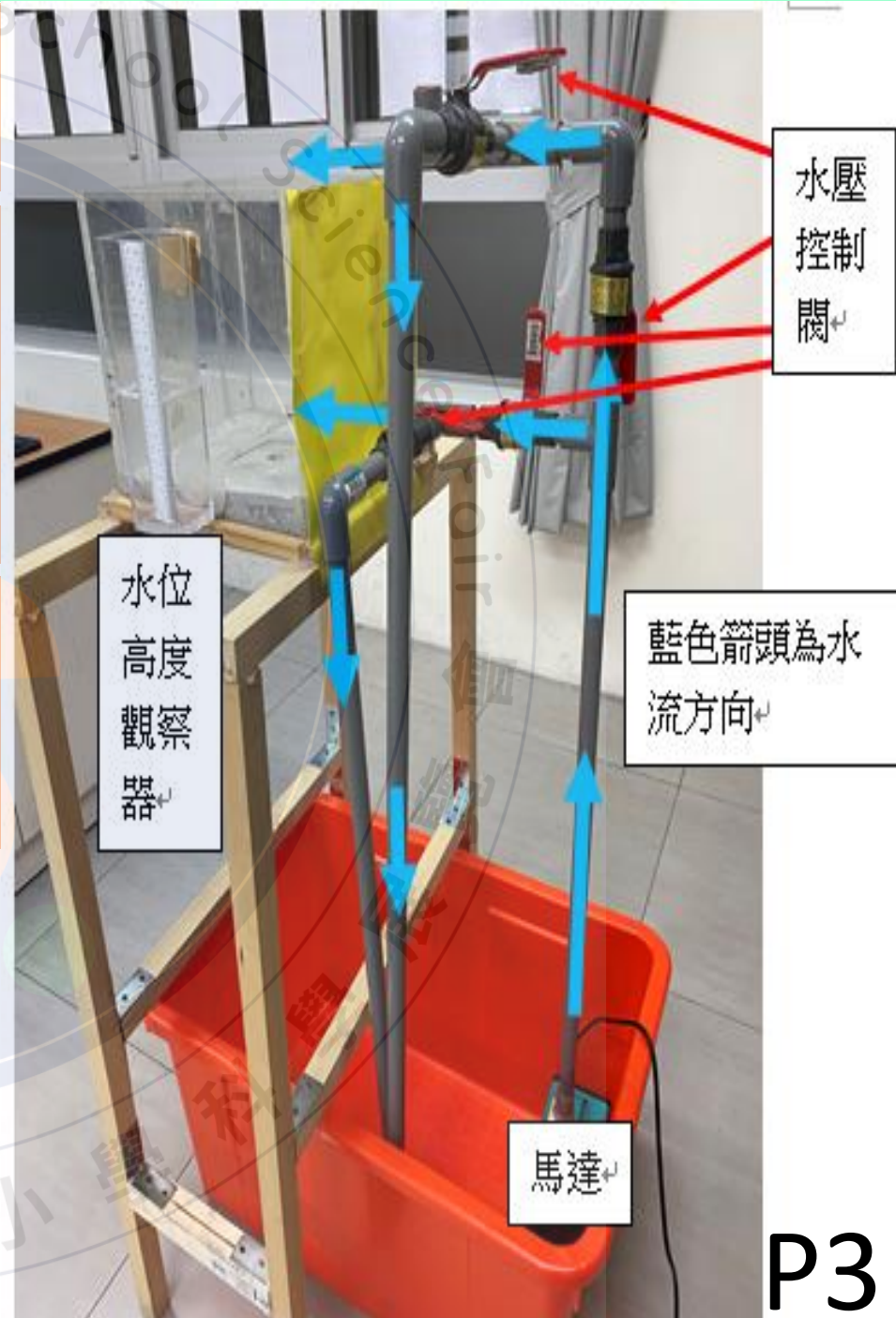
1. 探討水槽排水速度的影響因素
2. 應用於自然教室或生活中
3. 改進水槽的排水情形

研究方法

一、問卷調查法：調查影響水槽排水原因

二、實驗水槽的製作與排水的觀測：
寶特瓶法、壓克力箱法、煙霧法
(目的在於探討排水速度影響的因素)

三、自製快速排水器及其應用
(目的在於改進空氣流動與漩渦的效應)



「結果與討論」一、排水的觀測

1. 利用綠豆、小保麗龍、墨水、煙霧法等方式，觀察排水產生漩渦時，水與空氣之間的流動關係

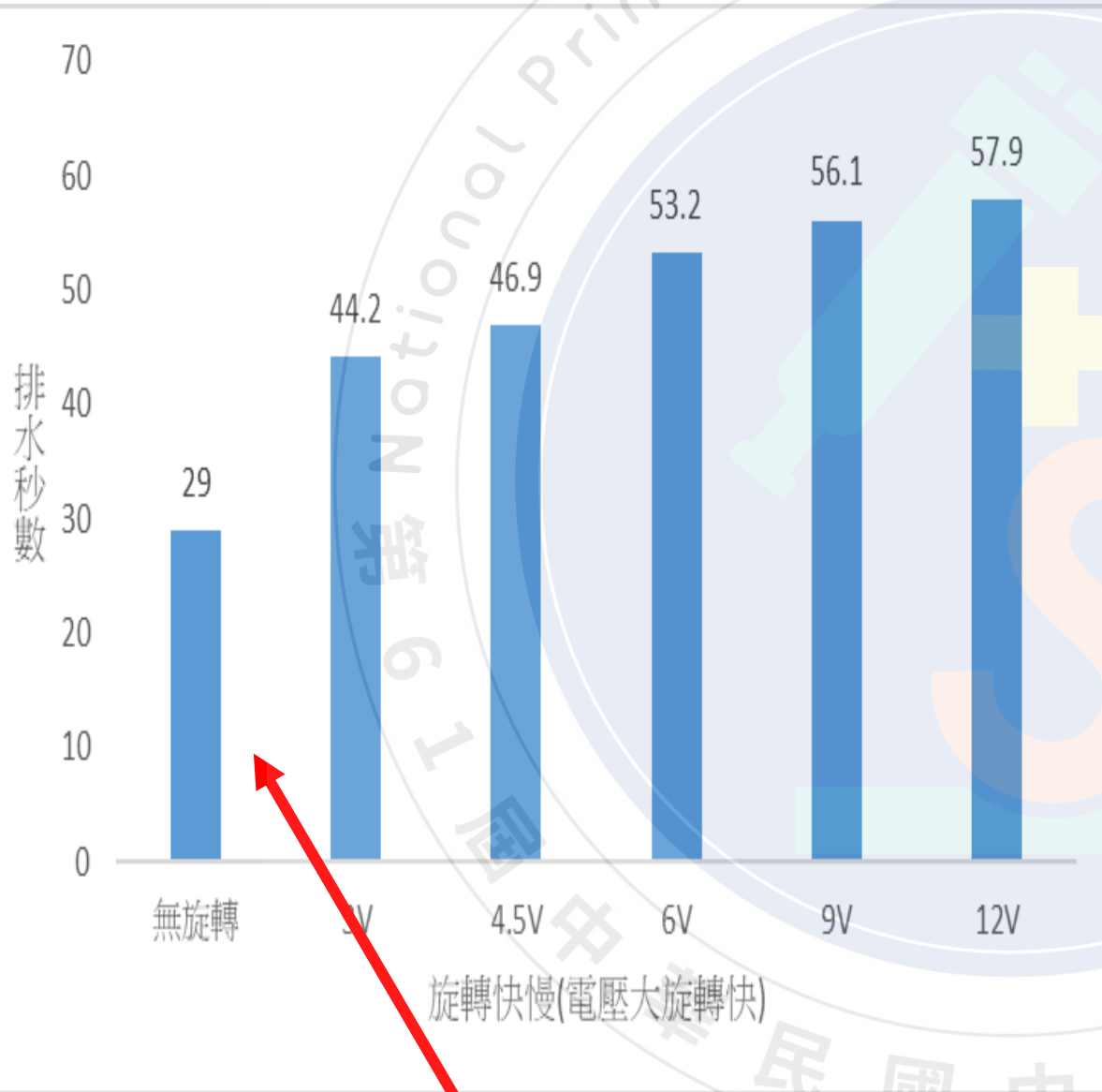


箱內空氣由上
往下流動

水流會以旋轉的方式，由四周的水，慢慢地往中心流動

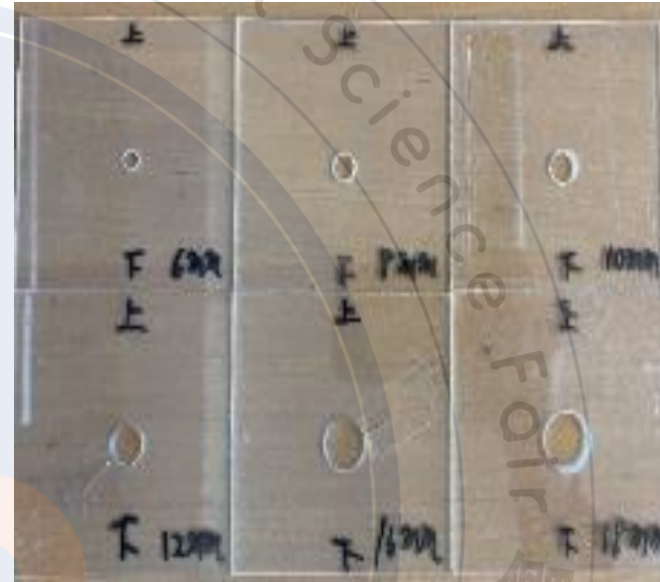
「結果與討論」二、影響排水速度的因素

1. 漩渦



沒有漩渦時，排水速度越快

2. 排水孔大小



洞孔越大，排水速度越快

3. 排水孔洞數量

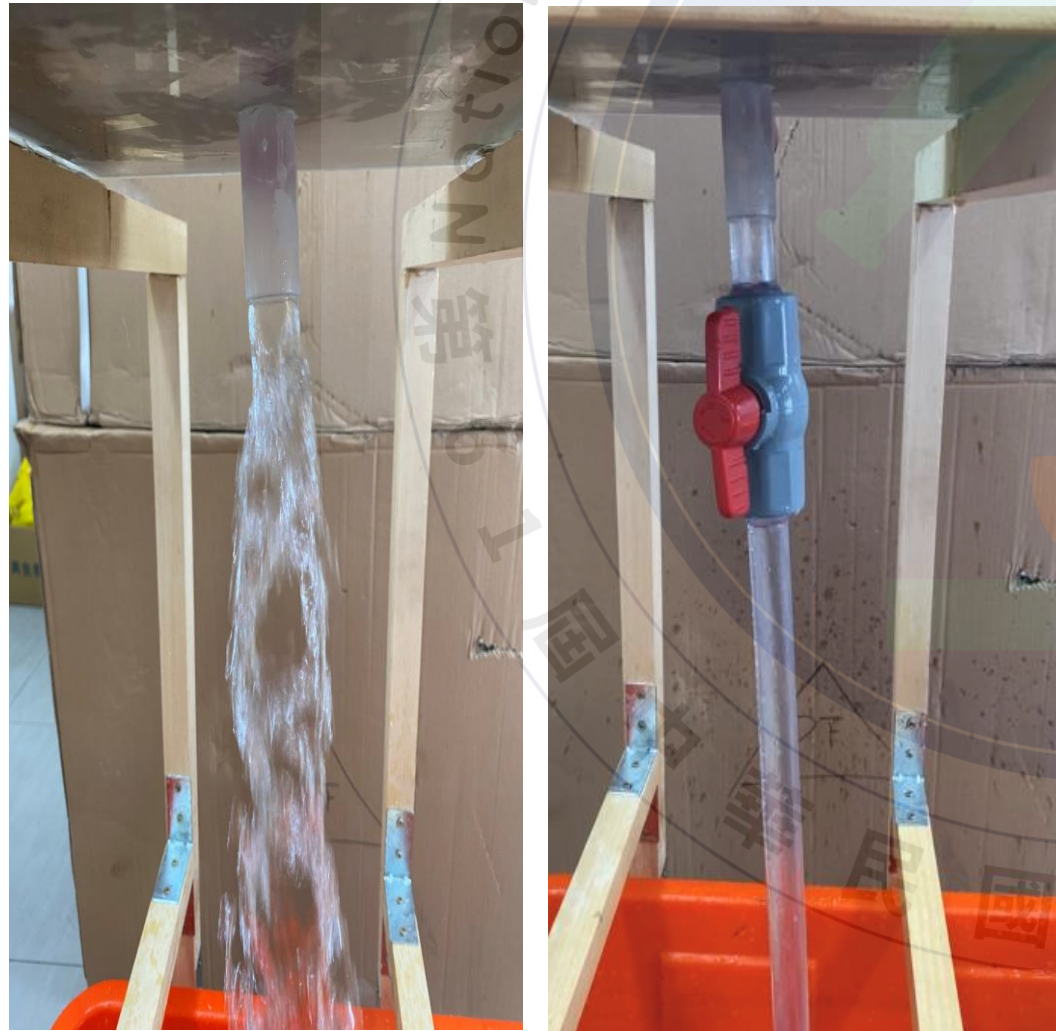


洞的數量越多，排水速度越快

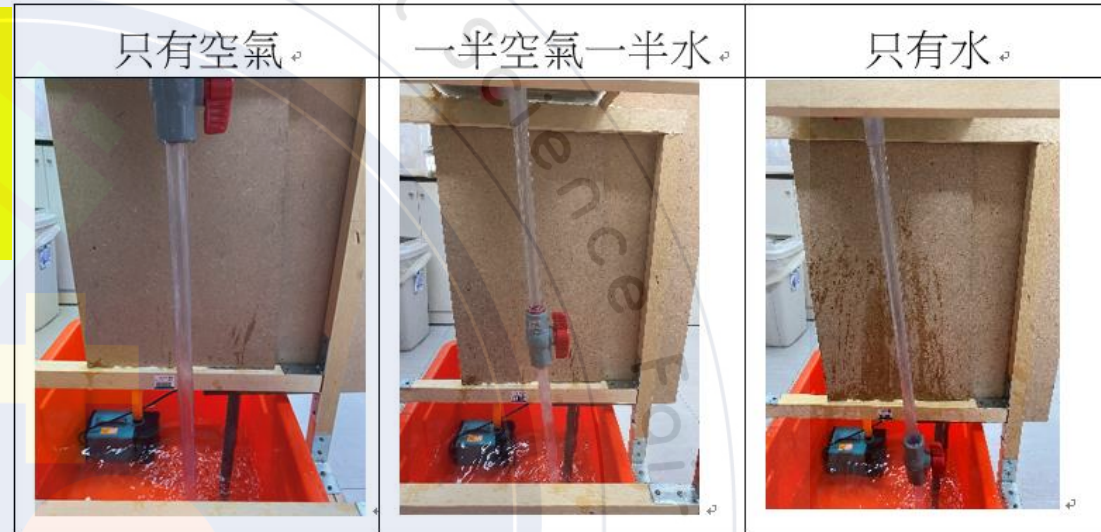
「結果與討論」二、影響排水速度的因素

4.水管的有無

排水孔底部沒有管子時，排水的流速慢，而有管子時，水被集中在管內，因此流速快



5.排水管內的空氣



排水管水管內空氣量不影響排水速度

6.排水管水管形狀

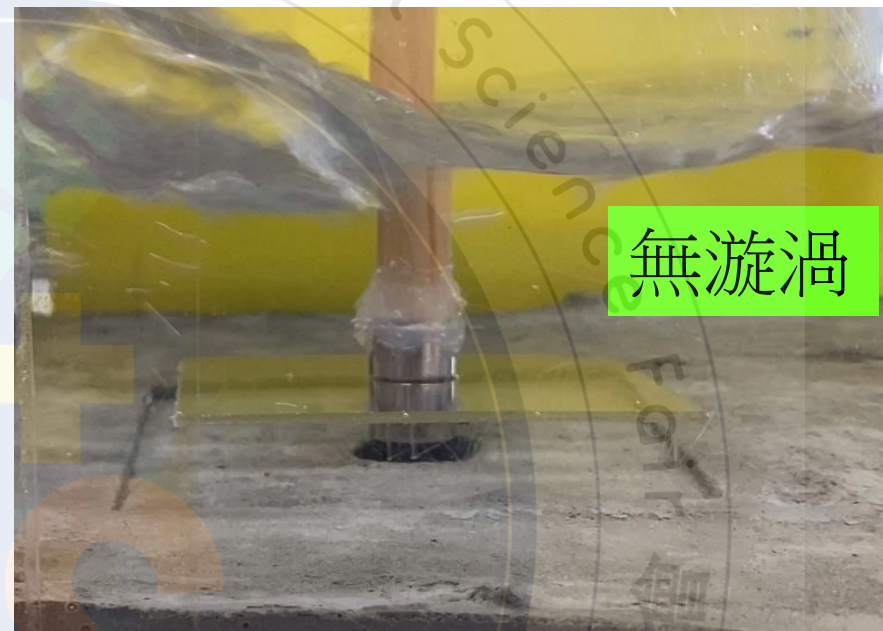


排水管水管形狀不影響排水速度

「結果與討論」三、自製快速排水器

1. 阻止空氣流動

空氣阻擋板距離排水孔越近，則排水效果越好



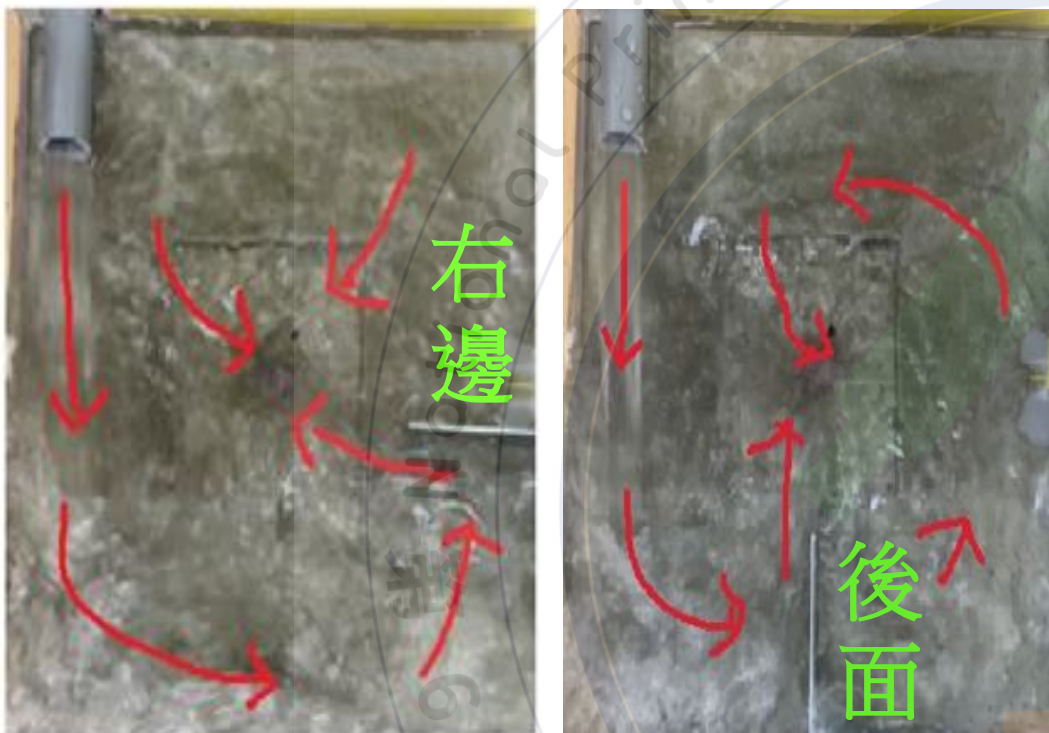
2. 空氣阻擋板的配置條件

以排水孔直徑3倍長為最佳

	2×2(cm)	4×4 (cm)	6×6 (cm)	8×8 (cm)
最高水位(cm)	5.7	3.4	2.5	2.9
最低水位(cm)	3.9	3.2	2.3	2.7

「結果與討論」三、自製快速排水器

1. 阻止水漩渦產生

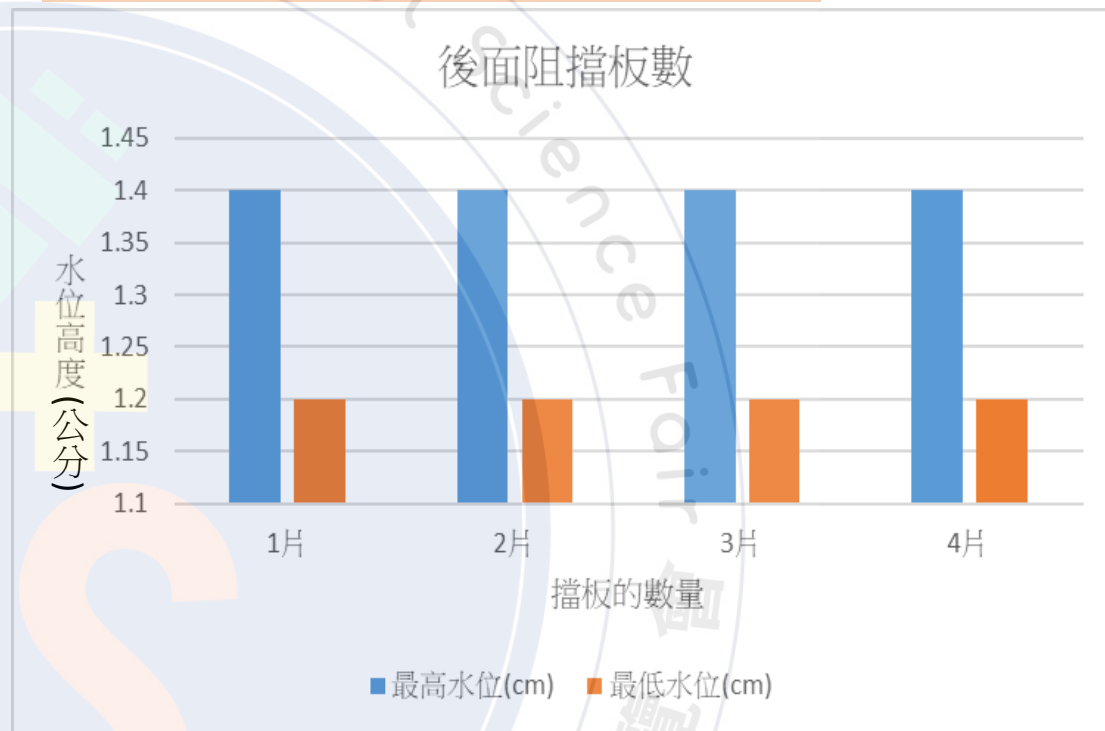


水流檔板位置在右邊與後面時，排水速度越快

水流檔板放在底部時，排水速度越快

水流檔板越大，排水速度越快

2. 水流檔板的配置條件

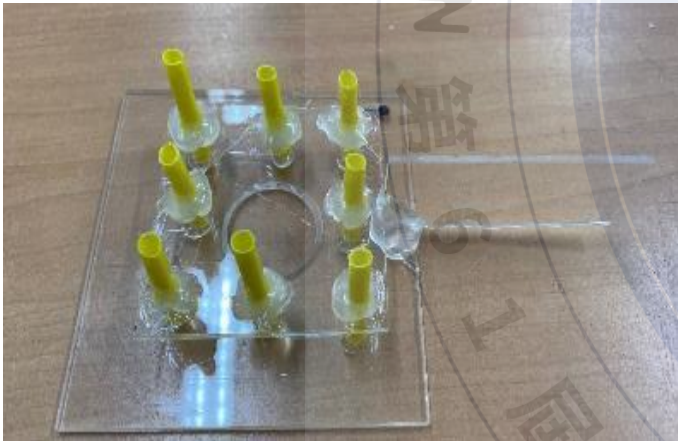


水流檔板數量不會影響排水速度

「應用」四、自製快速排水器的改良

一、自製條件：

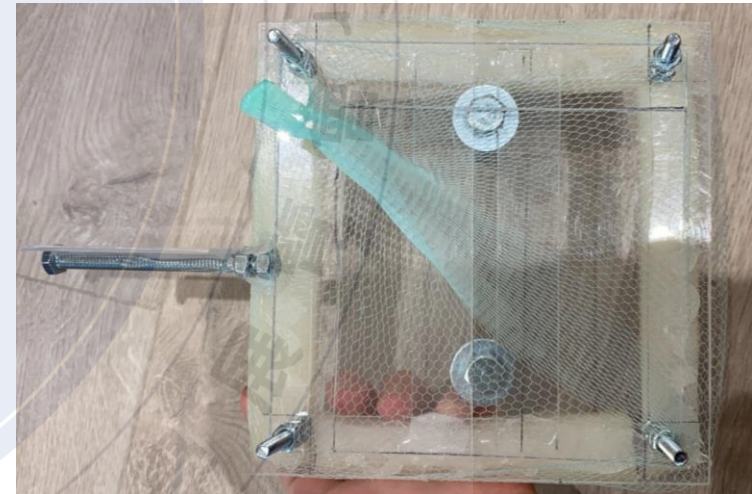
- 1、濾網的孔洞一定要至少等於或大於排水孔。
- 2、空氣阻擋板大小為排水孔直徑的3倍，並放置在於排水孔上方1公分處。
- 3、水流擋板放置位置為水槽四邊的其中一邊中間，並放置底部，數量1片即可，大小至少為6.4×3(公分)



第一代
簡易型



第二代
可固定於水槽



第三代
堅固並可依水
槽大小而調整

「應用」五、自製快速排水器的實測

原本的濾網

自製的濾網

水高2.3公分

水高0.3公分

把兩個水龍頭的水全部打開，測量排水效果

水高4.2公分

水高0.5公分

把兩個水龍頭的水全部打開，並丟入物品，測量排水效果

水高2.1公分

水高0公分

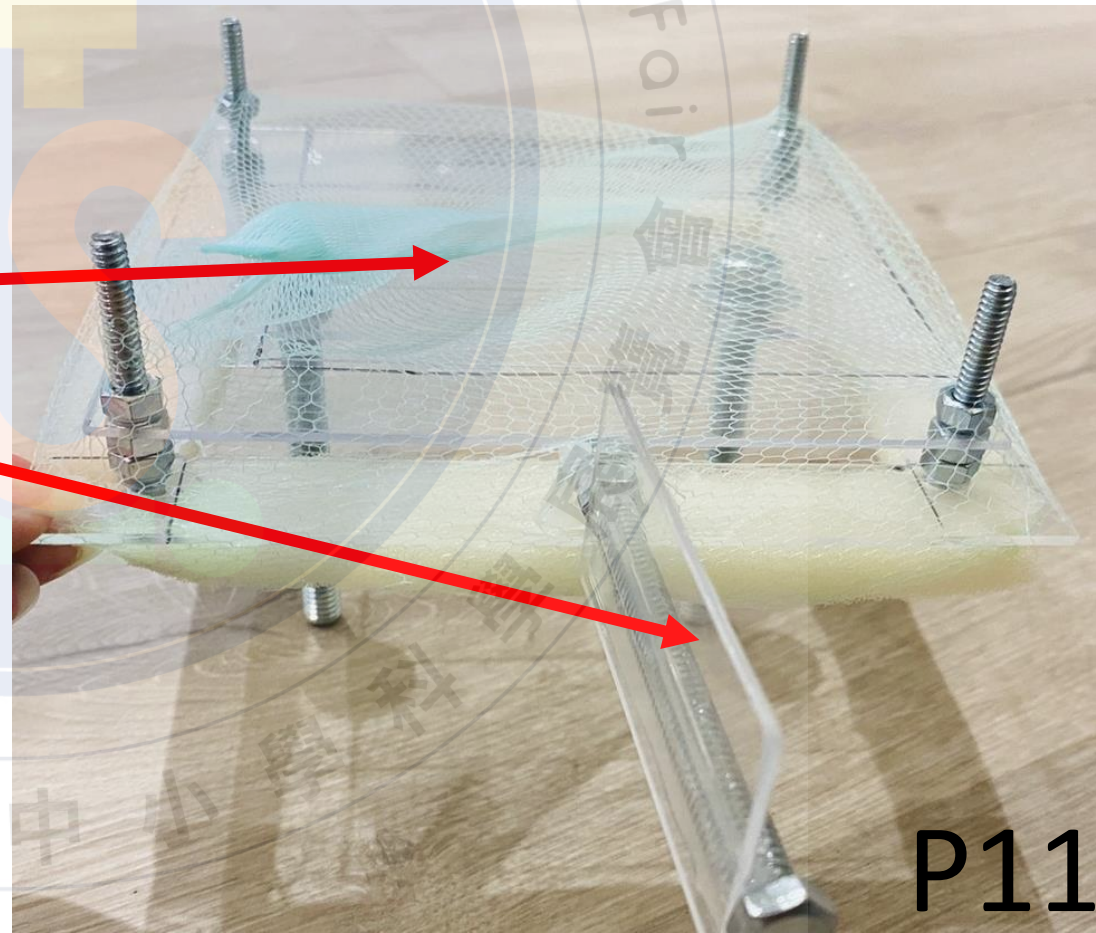
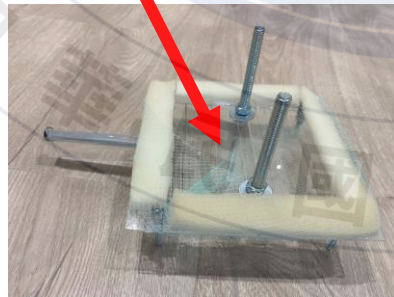
把我們自製的排水器拿到家中實測

結論

- 一. 根據研究觀察讓水槽流速變慢有兩個主要因素：
- 1 水槽濾水網：如果沒有濾水網可以讓水流通過的面積增加8.2倍左右。
 - 2 水漩渦：漩渦的產生會讓水槽上方空氣跑入出水口與內部水管，因此讓水流空間變少，排水速度變慢。

二. 解決流速變慢，讓流速增加的方法：

- 1 設立空氣阻擋板
- 2 設立水流阻擋板
- 3 增大排水孔大小
- 4 產生虹吸現象



參考資料

一、龍頭防漏水槽防堵 廚房五金保養妙招

<https://kknews.cc/home/p4zjqye.html>

檢索日期:109.10.5

二、高雄市第44屆中小學科學展覽會 水中龍捲風—流體的各種有趣現象

三、中華民國第52屆中小學科學展覽會 “漩”機妙算

四、金門地區第56屆中小學科學展覽會 水的方向，由誰決定

五、中華民國第59屆中小學科學展覽會

六、維基百科 渦流

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%A6%E6%B5%81>

檢索日期:109.10.5

謝謝各位評審的聆聽...