

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081508

「排水口」上見真章

國立花蓮師範學院附設實驗國民小學

作者姓名：

小六 李宛融 小六 楊子懿 小六 李主謙

指導老師：

李偲華 游時銘

壹、摘要

本研究是從自然與生活科技領域中「晝夜與四季」單元出發，先探討地球自轉所造成的科氏力是否對排水時的漩渦有所影響，再探討排水時的各種現象，實驗後我們有幾個重要發現：「排水口」排水時所產生的漩渦位置會因樣式的不同而有所差異，漩渦的方向也會因水槽的對稱性、水管的擺放位置而有所改變，和科氏力無關；更有趣的是，只要「排水口」上小圓洞的總面積一樣，水槽內的排水時間就會相同。自從完成本研究後，我們開始要對生活中平凡不起眼的「排水口」刮目相看了。

貳、研究動機

有天，我照常在廚房幫忙洗碗，發現水槽裡的排水口在排水時會產生漩渦，我覺得很奇怪，接著又跑到浴室裡觀察，發現洗手檯、浴缸甚至是馬桶的排水口在排水時也會產生漩渦，記得我六年級上學期時在自然與生活科技領域中學過的「晝夜與四季」單元中曾經探討過許多地球自轉所造成的現象，其中，對於水槽「排水」時是否受地球自轉的影響深感興趣，到學校找同學討論，他們也同樣充滿疑問，於是我們決定找老師一起研究這平凡不起眼卻非常奇妙的「排水口」。

參、研究目的

1. 了解不同樣式的排水口在日常生活中所扮演的不同角色。
2. 了解排水口排水時所產生的漩渦位置、方向。
3. 了解排水口排水時會影響漩渦位置及其方向的相關因素。
4. 了解排水口上的洞孔個數及大小與排水所需時間的關係。

肆、研究子題

1. 學校和家庭裡的排水口依用途的不同有哪些不同的種類？
2. 排水口排水時可以觀察到哪些現象？
3. 「科氏力」對排水時所形成的漩渦有什麼影響？
4. 不同種類的排水口排水時是否會影響其所產生的漩渦現象？
5. 注水時「水管的擺放位置」是否會影響排水口排水時所產生的漩渦方向？
6. 不對稱的水槽是否會影響排水口排水時所產生的漩渦方向？
7. 排水口上「洞」的個數是否會影響水槽內的排水時間？
8. 排水口上「洞」的個數是否會影響水管內的排水時間？
9. 排水口上「洞」的大小是否會影響水槽內的排水時間？
10. 排水口上「洞」的大小是否會影響水管內的排水時間？

伍、研究設備及器材

5800ml 礦泉水空瓶、1500ml 礦泉水空瓶 12 個、8 種不同樣式的排水口、美工刀、油土、水管、塑膠瓦楞板、直尺、飼養箱、電子秤、保麗龍球、電鑽、碼表

陸、研究方法

一、問題一：學校和家庭裡的排水口依用途的不同有哪些不同的種類？

（一）研究假設：

我們假設排水口排水時的各種現象（排水時所形成的漩渦、排水所需時間）和排水口的樣式、規格、材質、以及排水口上「洞」的個數、大小有關係，所以我們先針對生活中常可見到的排水口種類做調查。

（二）研究方法：

1. 觀察並描繪學校及家裡的排水口外型，依照其規格及所存在場所的不同予以編號及整理（如圖 1-1）。



圖 1-1：觀察學校的排水口外型，並描繪下來。

2. 記錄這些排水口所在水槽的使用情形。

（三）研究結果：

1. 依據觀察所得，我們在學校及家裡蒐集到 8 種不同形狀及規格的排水口，並將它們依序編號為 1 號-8 號。
2. 接著我們還將這些不同的排水口依其外型、材質、規格、用途、場所整理成表 1-1：

表 1-1：不同種類的排水口其樣式、材質、規格、用途說明表

編號	排水口圖樣	材質	排水口規格及外型	使用該排水口水槽的場所	該水槽的使用情形
1	圖 1-2	鐵製品	<ul style="list-style-type: none"> •圓型，片狀。 •外徑 7.2 公分，內徑（稍內凹）6.5 公分 •上有 10 個長 1.8 公分水滴狀的小洞分布在排水口周圍，中心有一個直徑 0.5 公分的小圓洞。 	教室走廊洗手檯	洗手、洗毛筆、洗水彩筆、洗抹布
				教室走廊水槽	洗拖把

2	圖 1-3-1 圖 1-3-2	鐵製 品	<ul style="list-style-type: none"> •雙層裝置，上層為圓形，片狀；下層外框為方型，內框為漏斗型。 •上層（如圖 1-2-1）直徑 7.4 公分， •下層（如圖 1-2-2）外框邊長為 8.5 公分，內框的構造複雜，其細部大小如圖所示。 	學校大型洗手檯	洗手、洗毛筆、洗水彩筆、洗抹布
				陽台地上	排除積水
3	圖 1-4-1 圖 1-4-2 圖 1-4-3	鐵塑 膠製 品	<ul style="list-style-type: none"> •三層裝置，取名為 A、B、C 部位。 •A 部位（如圖 1-3-1）直徑為 6.5 公分。 •B 部位（如圖 1-3-2）外框為方型，內框為多層次的圓形，其細部大小如圖所示。 •C 部位（如圖 1-3-3）是一個防臭裝置，底部平時因小鐵塊的重力使然，塑膠片是合著的，但如有水流入，底部便會因水的重力而開啟。其細部大小如圖所示。 	浴室地板上	部位 C 的裝置可防止水管地下的臭味經由水管飄進室內。
4	圖 1-5	鐵製 品	<ul style="list-style-type: none"> •圓柱體狀。 •外徑 7.5 公分，內徑 6.8 公分，高度 7.5 公分。 •柱體側面有 104 個小圓洞，底部有 20 個小圓洞 •柱體側面及底部的小圓洞直徑 0.5 公分 	家裡廚房水槽	洗菜、洗碗
				訓導處陽台水槽	洗碗、洗拖把
5	圖 1-6	塑膠 製品	<ul style="list-style-type: none"> •圓柱體狀 •外徑 7.7 公分，內徑 6.7 公分，高度 7.8 公分。 •柱體側面有 105 個小橢圓洞，底部有 29 個小橢圓洞。 •柱體側面小橢圓洞的長軸為 0.9 公分，短軸為 0.2 公分。 •柱體底部小橢圓洞的長軸為 0.7 公分，短軸為 0.3 公分。 	家裡廚房水槽	洗菜、洗碗
				家裡洗衣間的水槽	手洗衣服用

6	圖 1-7-1 圖 1-7-2	塑膠製品	<ul style="list-style-type: none"> •圓柱體狀。 •外徑 6.9 公分，內徑 6.5 公分，高度 7.8 公分。 •柱體側面由 2 種不同大小的長橢圓洞組成。一種是長軸為 1 公分，短軸為 0.4 公分的長橢圓洞，有 28 個；一種是長軸為 2.5 公分，短軸為 0.4 公分的長橢圓洞，有 28 個； •柱體底部的長橢圓洞長軸為 1 公分，短軸為 0.4 公分，有 18 個。 	家裡廚房水槽	洗菜、洗碗
7	圖 1-8	鐵製品	<ul style="list-style-type: none"> •如濾網，最頂端為圓形狀。 •排水口最上方的外徑為 11.2 公分，內徑為 9.8 公分，整個高度為 4.5 公分。 •濾網部分每一個小孔的大小約 0.2 公分。 	家裡廚房水槽	用來過濾菜渣，防止菜渣流進水管中造成水管的阻塞
8	圖 1-9	銅製品	<ul style="list-style-type: none"> •半圓柱體狀。 •整個排水口的高度為 8.5 公分，若安裝於地上後，高出地面的高度有 5.7 公分。 •排水口外徑為 9 公分，內徑 4.1 為公分。 •凸出地面部分有 12 條銅條狀組成，每一銅條狀間最大距離為 1 公分。 	學校各樓層露台 學校或家裡頂樓	可防止大片葉子堵住排水口而造成積水

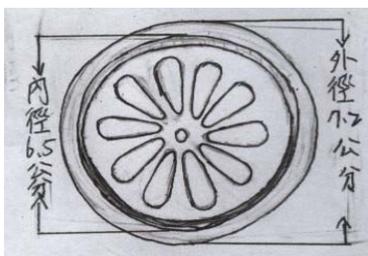


圖 1-2：1 號排水口外觀

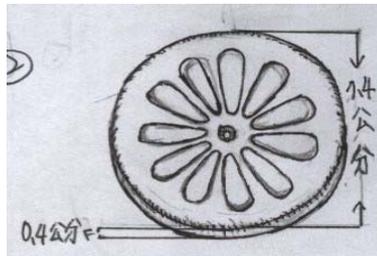


圖 1-3-1：2 號排水口上層部分

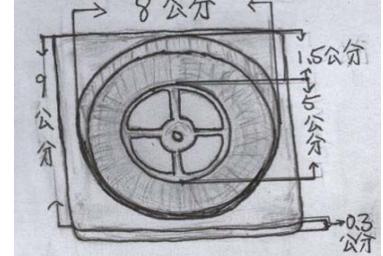


圖 1-3-2：2 號排水口下層部分

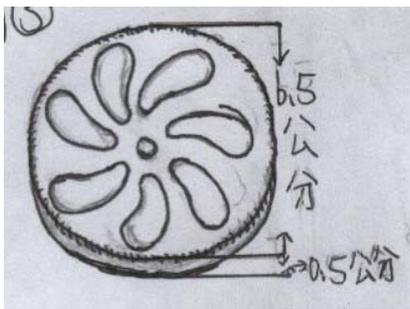


圖 1-4-1：3 號排水口 A 部分

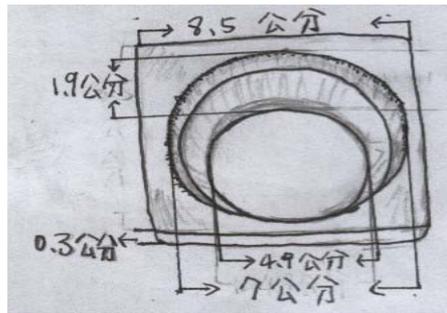


圖 1-4-2：3 號排水口 B 部分

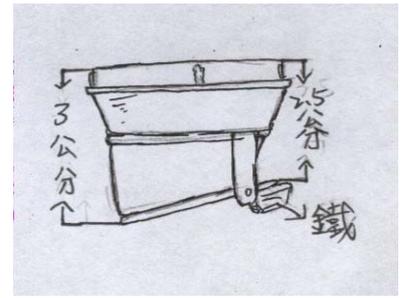


圖 1-4-3：3 號排水口 C 部分

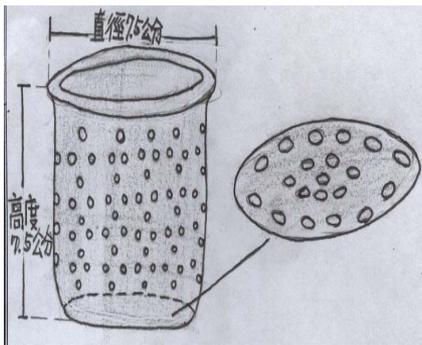


圖 1-5：4 號排水口

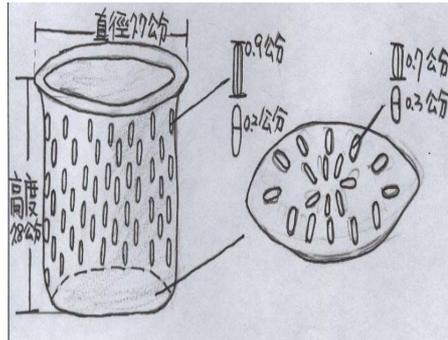


圖 1-6：5 號排水口

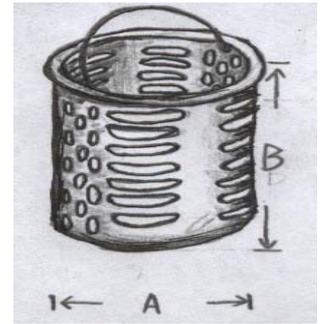


圖 1-7-1：6 號排水口柱體狀

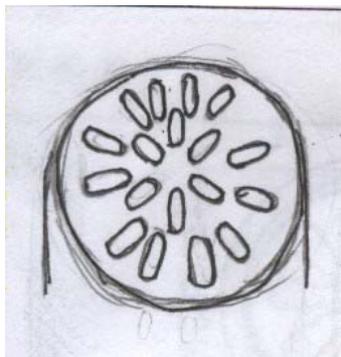


圖 1-7-2：6 號排水口底部

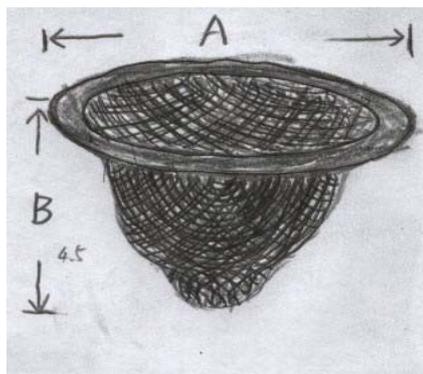


圖 1-8：7 號排水口外觀

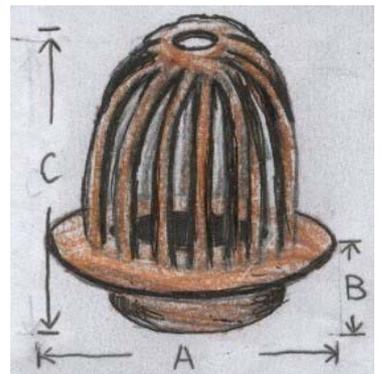


圖 1-9：8 號排水口外觀

(四) 研究發現：

1. 所觀察的 8 種排水口中，我們發現：

A. 1 號-6 號排水口可排水範圍的口徑約 6-7 公分。

B. 7 號排水口可排水範圍的口徑最大為 9.8 公分。

C. 8 號排水口突出地面的高度最高為 5.7 公分，但其可排水範圍的口徑最小為 4.1 公分。

2. 當家裡或學校水槽的用途是用來洗手、洗毛筆…時，大多使用 1、2 號排水口，因為排水口的開口比較大可讓水儘快流入排水口下的水管中。

3. 一般學校或家裡地板會使用 1、2、3 號排水口來排除地上積水，其中廁所地板大多使用 3 號排水口，因為其特殊的防臭裝置可有效預防臭味經由排水口下的水管飄進室內。

4. 2 號排水口上層可防止異物流進排水口中，移開上層就可讓大量的水經由下層排水口排出。

5. 當家裡或學校水槽的用途是用來洗碗、洗菜、洗米時，大多使用 4、5、6、7 號圓柱體狀排水口，因為柱體側面及底部的小洞可預防菜渣流入排水口下的水管中。

6. 露台或頂樓常使用 8 號排水口，因排水口的特殊高度可有效防止落葉堵住排水口而造成積水。

二、問題二：排水口排水時可以觀察到哪些現象？

(一) 研究假設：

我們假設水槽中的排水口排水時，水流不會只是單調的流出排水口，應該會有許多有趣的現象可以觀察。

(二) 研究方法：

(1) 用塞子將排水口堵住，打開學校洗手檯（如圖 2-1）水龍頭蓄水約八分滿。

(2) 在水槽中放入一顆表面上有畫箭頭的保麗龍球，以便觀察水的流動情形。

(3) 接著將塞子拔起，讓水流入排水口（如圖 2-2）中，觀察排水口排水時的情形。

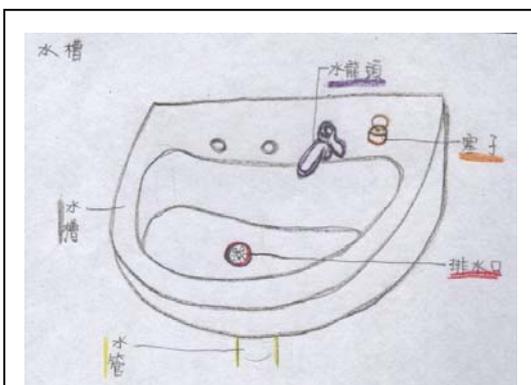


圖 2-1：學校洗手檯



圖 2-2：洗手檯中排水口的放大圖

(三) 研究結果：

- (1) 蓄水後，一拔開塞子準備開始排水時，會先冒泡泡後，水才開始流暢的從排水口排進水管中。
- (2) 藉由保麗龍球的流動，可以看見一開始水槽內上方的水並沒有產生漩渦，等到水流到約 5 公分深時，才開始產生漩渦，直到水流光為止。實驗多次後從保麗龍球上的箭頭轉動方向可以看出漩渦大部分是以順時鐘方向龍捲風狀流入排水口，極少數幾次會在水流快結束時漩渦突然以逆時鐘方向流入排水口。
- (3) 開始排水時，一開始，保麗龍球只在水面上以很緩慢的速度漂移（如圖 2-3），但當水流開始產生漩渦時，保麗龍球會慢慢的被漩渦吸引過去（如圖 2-4），接著保麗龍球會浮在漩渦的頂端隨著漩渦的速度快速轉動（如圖 2-5），直到水流光為止（如圖 2-6）。
- (4) 如果保麗龍球放入水槽中時接觸到水槽壁（如圖 2-7），就不容易被水流的漩渦吸引過去，直到水流光為止，就一直靠在水槽壁上（如圖 2-8）。

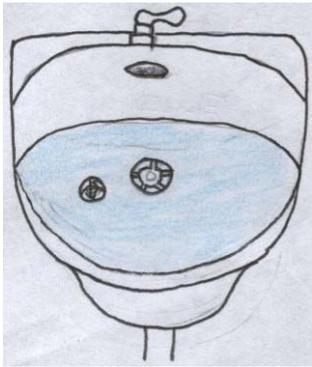


圖 2-3：一開始排水時，保麗龍球只在水面上以很緩慢的速度漂移。

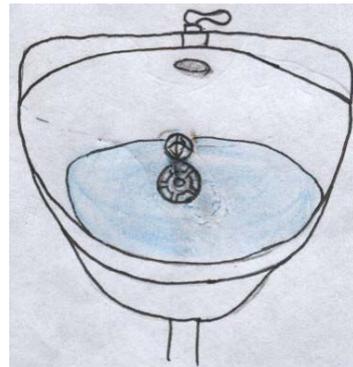


圖 2-4：當水流開始產生漩渦時，保麗龍球會慢慢的被漩渦吸引過去。

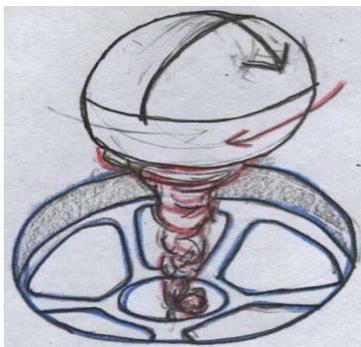


圖 2-5：保麗龍球浮在漩渦的頂端隨著漩渦的速度快速順時鐘轉動。

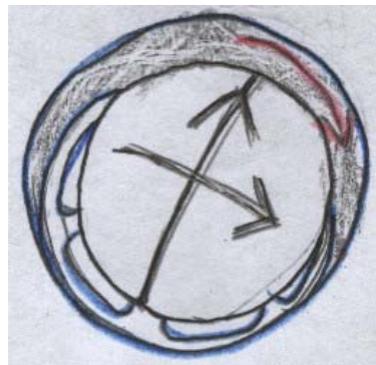


圖 2-6：保麗龍球會浮在漩渦的頂端隨著漩渦的速度快速轉動，直到水流光，卡在排水口。

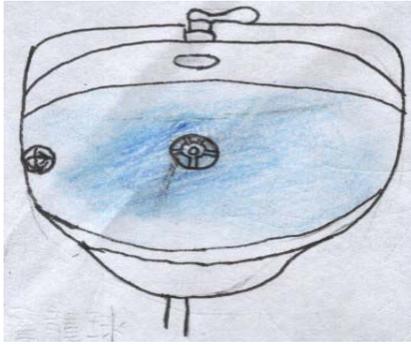


圖 2-7：保麗龍球放入水槽中時接觸到水槽壁。

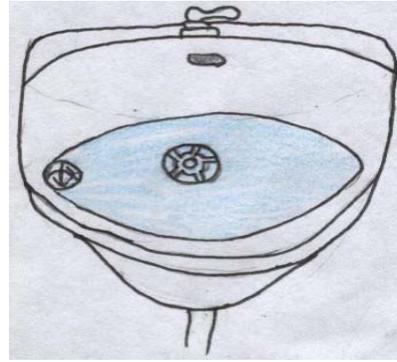


圖 2-8：直到水流光為止，就一直靠在水槽壁上。

(四) 研究發現：

- (1) 一拔開塞子開始排水時，從排水口中會先冒一會兒泡泡，水才流暢的從排水口排到水管中，我們推論這些泡泡是空氣經由水管，穿過排水口，進到水槽中的證據。
- (2) 從俯瞰的角度觀察洗手檯排水情形，並非一開始就可以觀察到漩渦的產生，必須等到水量流至約 5 公分深才可清晰的看見漩渦旋轉的方向。
- (3) 從保麗龍球上箭頭的轉動方向可以知道大部份漩渦呈順時鐘方向轉動，而保麗龍球會浮在漩渦的頂端快速轉動。
- (4) 從保麗龍球的漂移中，可以知道水槽中的水排出排水口時，水槽上方的水幾乎不太流動，等到保麗龍球被漩渦吸引過去後，由保麗龍球的轉動可以得知漩渦的轉動速度相當快。

三、問題三：「科氏力」對排水時所形成的漩渦有什麼影響？

(一) 研究假設：

我們假設水槽排水時形成的漩渦會受地球上自轉的力（科氏力）所影響。

(二) 研究方法：

在網路、圖書館等管道研讀「與排水時所形成的漩渦」的相關資料

(二) 研究結果：

1. 我們在幾本書籍或網站中，找到有提及「與排水時所形成的漩渦」的相關資料，依書籍或網路名稱、作者、出版社及內容整理如下：

A. 書籍部份-

書籍名稱	作者/主編	出版社	頁數	內容
發明原理 活學活用	陳建羽 主編	台灣實業 文化出版社	98-101	放掉滿缸的洗澡水時，總會在排水口看見，水的漩渦呈逆時鐘方向旋轉，如果刻意用手以順時鐘方向把水轉了幾下，它只會越轉越慢，過不了多久，又會沿著逆時鐘方向轉了！這種現象的確是受了地球自轉的影響(這種力叫做「科氏力」)！

物理學 飛行馬戲	Jearl Walker 原著	凡異出版社	136	「科氏力」對排水時漩渦旋轉方向的影響一般是看不出來的。除非人們使用特別設計的浴盆，並且放水時格外小心。否則水面上的氣流、房間溫度的變化……因素都會掩蓋科氏力的作用。
-------------	--------------------	-------	-----	--

B. 網路部分-

網站名稱	網址	內容
科學小芽子	http://www.bud.org.tw/answer/0001/000128.htm	地球的自轉形成地表上的科氏力作用，使得北半球的漩渦呈逆時鐘方向旋轉。
台灣師大物理系 物理教學/示範實驗室 教室	http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=2777&forum=34&11	臉盆內排水時的水流方向不一定是呈順時鐘或逆時鐘方向。若臉盆形狀特殊、不對稱或傾斜，則可能會導致不同結果。因為對於臉盆而言，『科氏力』的影響往往小於真正容器外型所造成的影響。

2. 我們在幾本書籍或網站中，找到和「科氏力」有關的資料，經過閱讀及理解後整理如下：

(1) 什麼是科氏力？

- A. 科氏力是因地球自轉，而對地表附近的運動（如風、飛彈、海流等等）所造成的一種偏向力。這種偏向力在西元 1835 年，由法國的 G. C. Coriolis 首先以數學方法成功地解釋，所以我們把它稱為「科氏力」（Coriolis Force）或是「科里奧利力」。
- B. 「科氏力」是因地球各部的線性速率不同，而造成氣流偏向的力。在地球自轉軸上方（北半球上空）看地球，地球是逆時鐘轉動的。地球轉一圈則赤道、北回歸線、南回歸線，會跟著各轉一圈（角速度相同，即一天皆轉 360 度），地球各部同轉一圈時，在赤道附近的人會轉最大圈，而愈往南（或北），雖同轉一圈，但卻較小圈，故在赤道的線性速率最大，愈往南（或北）其線性速率愈小。

C. 如同離心力一樣，科氏力其實是一種「假想力」。因為地球在自轉，是一個非慣性系統；但是待在地球上的人，以為自己是身處於慣性系統（沒感覺地球在轉動）。因此，當從外太空看來是一個直線運動的物體，在地球上的人看來，會受到「科氏力」影響而轉彎；北半球會向前進方向的右側彎曲，在南半球則會向前進方向的左側彎曲。假設有一顆砲彈從北極點發射出去，如果地球不會自轉，那麼砲彈的飛行軌跡，從空中鳥瞰，應該是一直線。（如圖 3-1）但是，事實上地球會自轉，因此，隨著地球的自轉，砲彈在空中飛行

的軌跡，如果站在北極點看過去，是不斷偏右的（如圖 3-2）這就是科氏力的原理。

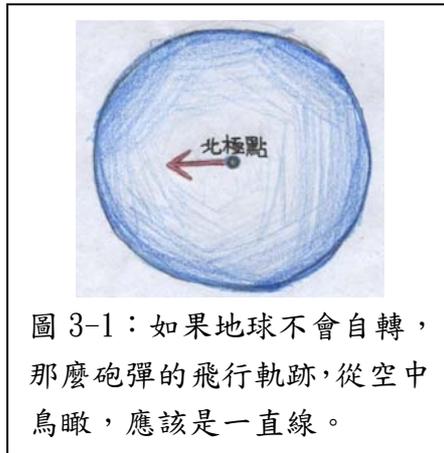


圖 3-1：如果地球不會自轉，那麼砲彈的飛行軌跡，從空中鳥瞰，應該是一直線。

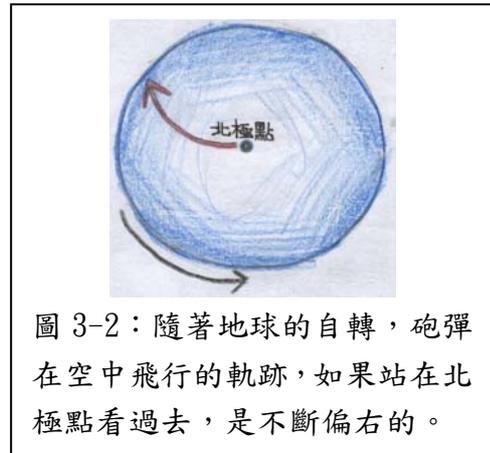


圖 3-2：隨著地球的自轉，砲彈在空中飛行的軌跡，如果站在北極點看過去，是不斷偏右的。

(2) 科氏力還能影響什麼呢？

以下是因為地球大氣氣流與海洋受到科氏力的影響最明顯而造成的現象。

- A. 颱風的旋轉方向在北半球是逆時鐘、在南半球是順時鐘。
- B. 北半球有東北信風帶，到了南半球變成東南信風帶。
- C. 台灣附近的黑潮是向北流。

(三) 研究發現：

- (1) 排水時，漩渦的方向怎麼轉，有些書籍或網站認為和「科氏力」有絕對的關係，有些書籍或網站則認為應該不能歸因到科氏力上面，或許比較要注意的是去看水槽的幾何形狀跟水面上的氣流、房間溫度的變化、水龍頭的位置……，科氏力的影響只是小小的一部分，甚至可以忽略的，因為水槽的水流速度所對應到的科氏加速度，或許還沒大到可以主宰水流的方向。
- (2) 科氏力的大小，隨緯度而不同，在南北兩極最大，緯度愈低愈小，在赤道上為零。同時，這種偏向力，在北半球偏右，在南半球偏左。

(四) 研究討論：

- 1. 在「發明原理活學活用」一書以及「科學小芽子」網站中提到，水槽排水時所產生的漩渦方向會受科氏力的影響呈逆時鐘方向，但實驗二中的水槽排水實驗，其漩渦卻呈順時鐘方向，結果卻和資料內容相反。
- 2. 水槽裡排水口排水時的漩渦方向會受「科氏力」的影響多，還是受外在的環境(如水槽的形狀、排水口的形狀……)影響多呢？因為在書籍及網站中找不到一致的答案，接下來我們決定自己設計實驗來驗證看看。



透明水槽的設計-1

從問題三的研究中，我們對於「漩渦怎麼轉，應不應該歸因到科氏力上」產生懷疑，因此接下來的實驗，我們設計許多變因，想從實驗中了解哪些變因會影響排水時所產生的漩渦方向。

因為學校的水槽側面及底部是不透明的，所以使得實驗的觀察不太方便，而且為了讓水資源可以重複利用，也希望這樣的實驗不會讓異物流入水管中造成水管的阻塞，所以我們試了各種方法希望能自己製作出一個透明的水槽，最後我們團隊一致認為有三種自製的水槽和生活中的水槽最相像(如圖 3-3、圖 3-4、圖 3-5)，其製作方式及優缺點分析如下所示：

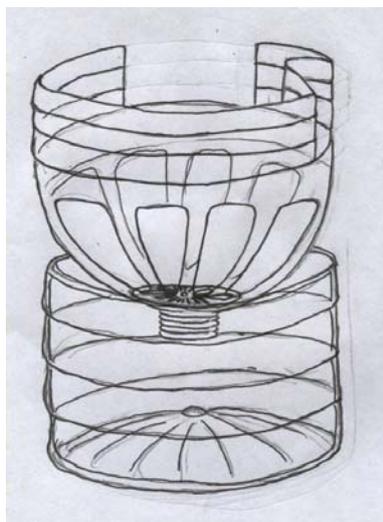


圖 3-3：用礦泉水瓶自製的透明水槽

•製作方式

1. 用美工刀將 5800ml 的礦泉水瓶切割成 1：2 的比例。
2. 將瓶口部分 (1/3 瓶身) 倒放在另 2/3 瓶身上方，就完成自製的透明水槽 (如圖 3-3)。
3. 安裝排水口測試自製透明水槽的排水情形。

•優點：

水槽的底部可置換成不同的排水口。

•缺點

測試後，發現礦泉水瓶的塑膠質地太軟，一旦盛水或實驗多次後，礦泉水瓶就容易變形，會影響排水口排水時漩渦的旋轉方向，造成實驗結果的不準確。



圖 3-4：用飼養箱自製的透明水槽

•製作方式

1. 將塑膠瓦楞板裁成適當大小卡在飼養箱的中段，用油土填補塑膠瓦楞板和飼養箱間的縫隙，在塑膠瓦楞板中央挖一個圓洞以便安裝不同的排水口，就完成自製的透明水槽 (如圖 3-4)。
2. 安裝排水口測試自製水槽的排水情形。

•優點：

水槽的底部可置換成不同的排水口。

•缺點

1. 測試後，發現塑膠瓦楞板和飼養箱間仍有縫隙，會讓水流失。但若用油土補得很密，水又因沒有空氣對流效應無法流出。
2. 塑膠瓦楞板質地太軟，一旦盛水後，瓦楞板就變形，會影響排水口排水時漩渦的旋轉方向，造成實驗結果的不準確。

透明水槽的設計-2



圖 3-5：在飼養箱的底部用電鑽鑽洞。

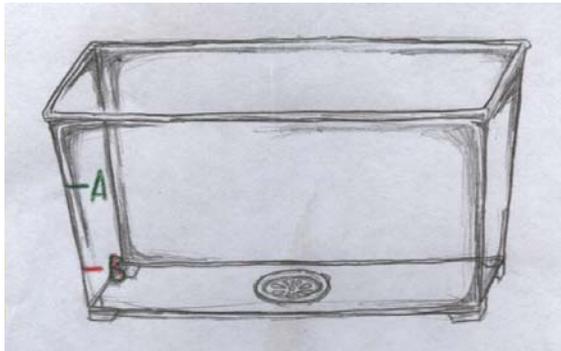


圖 3-6：用飼養箱自製的第二代透明水槽

•製作方式

1. 直接在飼養箱的底部用電鑽（如圖 3-5）鑽出和排水口的直徑一樣大小的圓洞，安裝上所需的排水口，再用油土固定，就完成自製的透明水槽（如圖 3-6）。

2. 測試自製水槽的排水情形。

•優點：

1. 水槽底部可置換成不同的排水口。
2. 飼養箱的塑膠質地非常堅固，實驗多次也不會造成水槽的變形。

•缺點

1. 飼養箱的塑膠質地非常堅固，不容易鑽孔，使用電鑽鑽孔要很小心。
2. 因飼養箱的底部很平整，所以水無法完全流光，會殘留一些水在水槽內。

•改良方式

在飼養箱的水槽壁邊作一個 3500ml 水量的刻度線 A，再作一個 500ml 水量的刻度線 B，此後實驗時，只要水從刻度 A 流到刻度 B，就代表水的流出量為 3000ml。

自製的透明水槽經測試使用後，發現第三種透明水槽（如圖 3-5）不僅可以在水槽底部置換不同的排水口又可防範實驗多次後造成水槽的變形，使得實驗結果不正確，是自製水槽中比較理想的水槽，因此以下都以此水槽進行實驗。

四、問題四：不同種類的排水口排水時會影響其所產生的漩渦現象嗎？

（一）研究假設：

我們假設不同樣式的排水口，其所形成的漩渦個數、深度、情形也不相同。

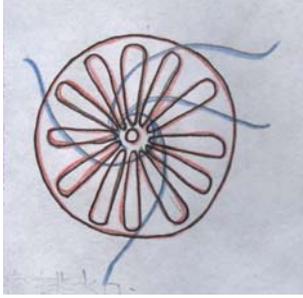
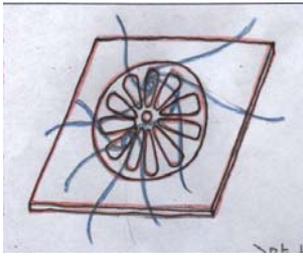
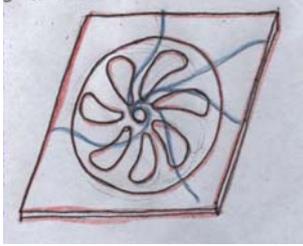
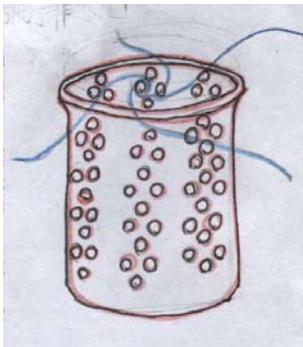
（二）研究方法：

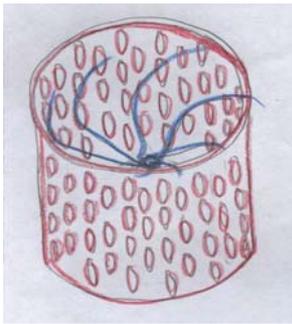
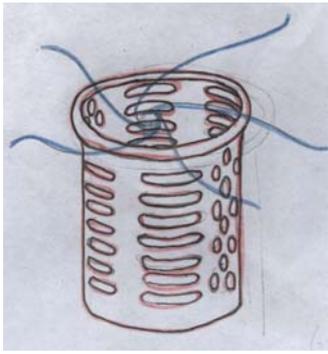
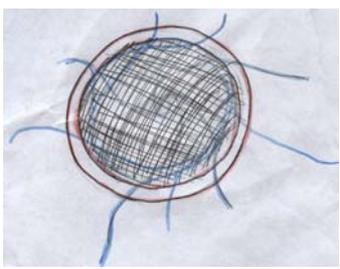
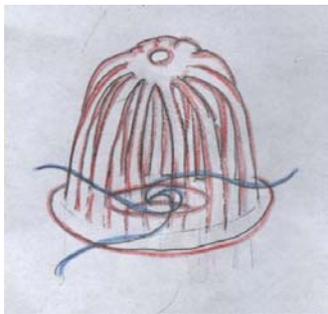
1. 在自製透明水槽的底部安裝 1 號排水口，用一透明蓋子堵住出水口，倒入 1500ml 的水後，移走透明蓋子觀察並記錄排水口排水時是否產生漩渦。
2. 接著將 1 號排水口置換成 2 號、3 號、4 號、5 號、6 號、7 號、8 號排水口，重複上述步驟、觀察及記錄。

（三）研究結果：

1-8 號排水口排水時所產生的漩渦情形如表 4-1 所示：

表 4-1：排水口的樣式與排水時產生漩渦的位置、方向關係表

編號	排水口排水時所產生的漩渦情形				排水口排水圖
	是否產生漩渦	漩渦個數	漩渦的生成位置	情形描述	
1	是	1	距排水口 2 公分處	一開始排水時會先冒泡泡，漩渦很明顯，大部分漩渦呈逆時鐘方向轉動，漩渦頂部的直徑很大。	
2	是	2	距排水口 2 公分處	一開始排水時會先冒泡泡，2 個漩渦不是很明顯，會相互干擾。大部分漩渦呈逆時鐘方向轉動。其中一個漩渦的產生應受上層排水口的影響，另一個漩渦的產生應受下層排水口的影響。	
3	是	1	距排水口 2 公分處	一開始排水時會先冒泡泡，產生的漩渦大部分呈逆時鐘方向，漩渦的直徑比 1 號排水口小。	
4	是	1	圓柱體狀排水口頂部	一開始排水時會先冒泡泡，水流到圓柱體狀排水口頂部時便開始產生漩渦，直到水流光為止，漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣。產生的漩渦大部分呈逆時鐘方向。	

5	是	1	圓柱體狀排水口頂部	一開始排水時會先冒泡泡，水流到圓柱體狀排水口頂部時便開始產生漩渦，直到水流光為止，漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣。產生的漩渦大部分呈逆時鐘方向。	
6	是	1	圓柱體狀排水口頂部	一開始排水時會先冒泡泡，水流到圓柱體狀排水口頂部時便開始產生漩渦，直到水流光為止，漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣。產生的漩渦大部分呈逆時鐘方向。	
7	否	0		水流沿著排水口頂部流入，沒有明顯的漩渦。	
8	是	1	排水口下端柱體中	水流進到排水口下端空心柱體部分才會形成漩渦。因空心柱體的口徑很小，所以漩渦的直徑很小，但卻非常顯而易見。產生的漩渦大部分呈逆時鐘方向。	

(四) 研究發現：

1. 1-3 號排水口排水時，水流流到排水口上方 2 公分處就會形成漩渦。其中，1 號排水口所形成的漩渦比較大而明顯，比較容易觀察。而 2 號排水口很特別，因有上下兩層排水口的設計所以會形成 2 個漩渦。
2. 4-6 號排水口排水時，水流流到排水口頂才會產生明顯的漩渦，漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣。
3. 7 號排水口排水時，沒有明顯的產生漩渦，水流只順著排水口邊緣流出。
4. 8 號排水口排水時，漩渦生成於排水口下端空心柱體部分，因空心柱體的口徑很小，所以漩渦的直徑很小，但卻非常顯而易見。



在實驗四中，我們得知 1 號的排水口排水時所產生的漩渦最大，也最顯而易見，因此接下來的研究是探討注水時「水管的擺放位置」、水槽的對稱性……，是否對排水時所產生的漩渦方向有影響，為了方便觀察這些變因對漩渦的影響，都將以 1 號排水口當作自製透明水槽底部的排水口。

五、問題五：注水時「水管的擺放位置」是否會影響排水口排水時所產生的漩渦方向？

（一）研究假設：

我們假設注水時水管在水槽邊的擺放方向，會影響排水口排水時所產生的漩渦方向。

（二）研究方法：

- (1) 將一條透明水管的一端接在水龍頭，另一端擺放在自製水槽的邊緣上。
- (3) 調整水管的擺放位置，使得水流因水管擺放位置的不同而改變注水方向。
- (4) 觀察排水口排水時所產生的漩渦方向。

（三）研究結果：

1. 當水管的一端接在水龍頭，另一端擺放在自製水槽邊，但管口傾向左方時，排水口排水時所產生的漩渦是逆時鐘方向（如圖 5-1）。

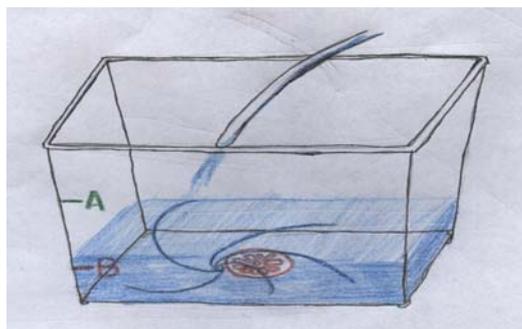


圖 5-1：當水管管口傾向左方，漩渦呈逆時鐘方向。

2. 當水管的一端接在水龍頭，另一端擺放在自製水槽邊，但管口傾向右方時，排水口排水時所產生的漩渦是順時鐘方向（如圖 5-2）。

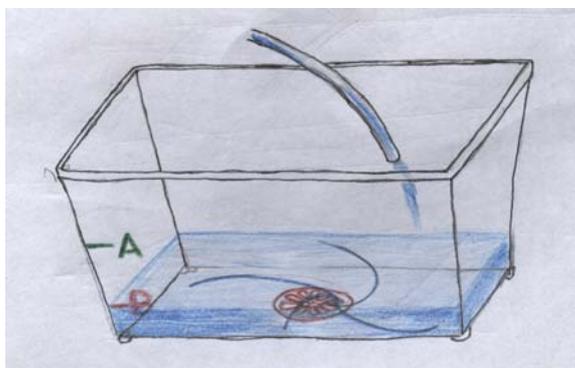


圖 5-2：當水管管口傾向右方，漩渦呈順時鐘方向。

（四）研究發現：

注水時「水管的擺放位置」會影響排水口排水時所產生的漩渦方向；當水管的管

口傾向左方時，排水口排水時所產生的漩渦是逆時鐘方向。當水管的管口傾向右方時，排水口排水時所產生的漩渦是順時鐘方向。

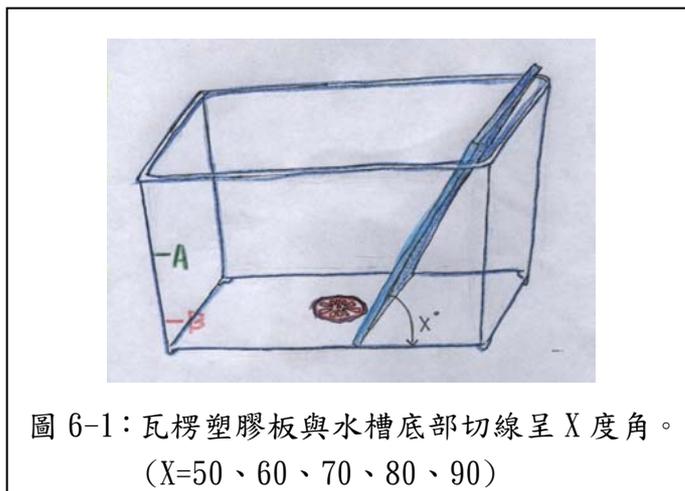
六、問題六：「不對稱的水槽」是否會影響排水口排水時所產生的漩渦方向？

(一) 研究假設：

我們假設水槽的對稱性會影響排水口排水時所產生的漩渦方向。

(二) 研究方法：

1. 在自製水槽中，與水槽底部切線的 50 度、60 度、70 度、80 度、90 度處放置一塊瓦楞塑膠板(如圖 6-1)。



2. 在水槽中注水 3500 公升，到水槽壁邊的刻度 A，觀察水流到刻度 B，水的流出量為 3000ml 時，排水口排水時所產生的漩渦方向，實驗步驟重複操作十次，並記錄其結果。

(三) 研究結果：

當瓦楞塑膠板與水槽底部的切線成 50 度、60 度、70 度、80 度、90 度角時，在十次的實驗中排水口排水時所產生的漩渦方向如表 6-1 所示：

表 6-1：瓦楞塑膠板與水槽底部切線的夾角與漩渦方向關係表

角度	漩轉方向	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
50 度	⌚						✓					1
	⌚	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	9
60 度	⌚		✓		✓			✓				3
	⌚	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	7
70 度	⌚	✓		✓	✓			✓				4
	⌚		✓			✓	✓		✓	✓	✓	6
80 度	⌚		✓	✓	✓		✓	✓		✓		6
	⌚	✓				✓			✓		✓	4
90 度	⌚			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		7
	⌚	✓	✓								✓	3

說明：符號「⌚」表示順時鐘方向，符號「⌚」表示逆時鐘方向。

(四) 研究發現：

1. 當瓦楞塑膠板與水槽底部切線的角度愈大時，排水口排水時所產生的漩渦呈順時鐘方向的次數就愈多。
2. 實驗中發現「不對稱的水槽」的確會影響排水口排水時所產生的漩渦方向。這個發現可解釋實驗二的結果，因為實驗二所採用的水槽並非前後對稱（如圖 6-2 及圖 6-3），所以水槽排水時所形成的漩渦才會呈順時鐘方向。

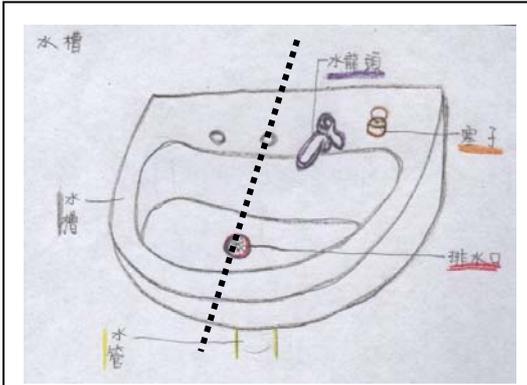


圖 6-2：學校洗手檯

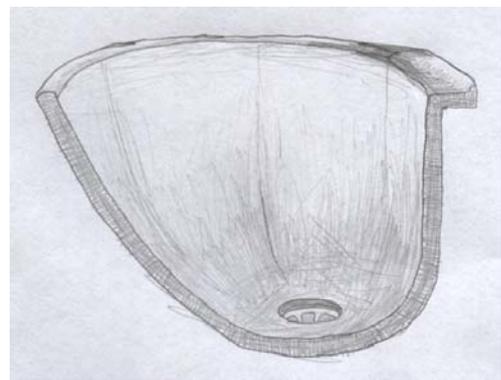


圖 6-3：學校洗手檯剖面



從實驗二中，我們發現當水從排水口排出時會先冒一會兒泡泡，水才能從排水口順利排出去。因此我們懷疑排水口上各種形狀的洞可能和排水時的流速和流暢有關。接下來，我們將針對我們的懷疑進行以下的實驗設計。

七、問題七：排水口上「洞」的個數是否會影響水槽內的排水時間？

(一) 研究假設：

所以我們假設排水口上的「洞」越多，水槽內的排水時間會越少。

(二) 研究方法：

1. 在自製水槽的底部安裝 1 號排水口，用油土將 1 號排水口上的 10 個洞封起來，依序露出 1-10 個洞（如圖 7-1）。
2. 水槽底部用一蓋子堵住出水口，再將整個水槽置於一木頭架子上（如圖 7-2）。
3. 在水槽中注水到刻度 A 後，移走蓋子，觀察水流至刻度 B 時所需的時間。
4. 不同洞孔數的排水口各做五次實驗，再計算其排水時所需的平均時間。

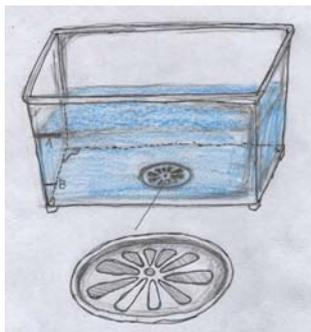


圖 7-1：用油土將 1 號排水口上的 8 洞封起來，露出 2 個洞。

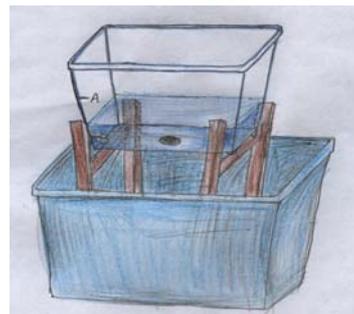


圖 7-2：將整個水槽置於一木頭架子上，觀察水從刻度 A 流至刻度 B 時所需的時間。

(三) 研究結果：

表 7-1：瓶底洞孔的個數與水槽內排水所需時間關係表

洞的個數	情形描述	實驗次數					平均時間
		1	2	3	4	5	
1	離排水口約 4 公分高時形成漩渦。	40 秒 42	40 秒 58	40 秒 57	40 秒 55	40 秒 50	40 秒 52
2	離排水口約 4 公分高時形成漩渦，排水口排水時，2 條小水柱會匯集成大水柱。	19 秒 87	19 秒 75	19 秒 81	19 秒 82	19 秒 87	19 秒 82
3	離排水口約 4 公分高時形成漩渦，排水口排水時，3 條小水柱會匯集成大水柱。	13 秒 40	13 秒 30	13 秒 38	13 秒 37	13 秒 38	13 秒 37
4	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦，排水口排水時，4 條小水柱會匯集成大水柱。	9 秒 62	9 秒 66	9 秒 64	9 秒 67	9 秒 57	9 秒 63
5	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦，排水口排水時，5 條小水柱會匯集成大水柱。	7 秒 45	7 秒 45	7 秒 43	7 秒 40	7 秒 32	7 秒 41
6	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦，排水口排水時，6 條小水柱會匯集成大水柱。	6 秒 39	6 秒 35	6 秒 37	6 秒 33	6 秒 28	6 秒 34
7	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦，排水口排水時，7 條小水柱會匯集成大水柱。	5 秒 39	5 秒 37	5 秒 40	5 秒 42	5 秒 39	5 秒 39
8	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦，排水口排水時，8 條小水柱會匯集成大水柱。	4 秒 61	4 秒 51	4 秒 54	4 秒 55	4 秒 53	4 秒 55
9	離排水口 2 公分高時形成漩渦，排水口排水時，9 條小水柱會匯集成大水柱。	4 秒 06	4 秒 11	4 秒 09	4 秒 09	4 秒 11	4 秒 09
10	離排水口 2 公分高時形成漩渦，排水口排水時，10 條小水柱會匯集成大水柱。	3 秒 65	3 秒 67	3 秒 66	3 秒 60	3 秒 67	3 秒 65

(四) 研究發現：

1. 當排水口上的洞為 1-3 個洞時，離排水口 4 公分高時形成漩渦；當排水口上的洞為 4-8 個洞時，離排水口 3.5 公分高時形成漩渦；當排水口上的洞為 9-10 個洞時，離排水口 2 公分高時形成漩渦；排水口上的洞越多，排水時形成的漩渦距離排水口的高度也就越低，漩渦頂部的面積也越大。

2. 排水口排水時所形成的漩渦雖然會忽左忽右的改變位置，但漩渦的中心會維持在所有裸露洞孔的中央位置；若是洞孔的數量為偶數，漩渦的中心會維持在所有裸露洞孔鐵片的中央位置；若是洞孔的數量為奇數，漩渦的中心會維持在所有裸露洞孔最中間的洞上。
3. 從瓶底流出來的小水柱最後會匯集成一條大水柱，這是因為水和水之間的吸力所影響的。但越是往下水柱就越細，我們推論這是因為在水流的整個長度上，流速（每秒鐘流過橫截面的立方米數）是保持不變的，而水在下落時速度不斷增加，因此若要流速不變，越往下水柱的橫截面就應該越小。
4. 排水口上的洞越多，水槽內排水時所需的平均時間就越少。其中，1 個洞的排水口排水需時 40 秒 52，2 個洞的排水口排水需時 19 秒 62，兩者相差 20 秒 9；3 個洞的排水口排水需時 13 秒 37，和 2 個洞的排水時間相差 6 秒 25；4 個洞的排水口排水需時 9 秒 63，和 3 個洞的排水時間相差 3 秒 74；5 個洞的排水口排水需時 7 秒 41，和 4 個洞的排水時間相差 2 秒 22；6 個洞的排水口排水需時 6 秒 34，和 5 個洞的排水時間相差 1 秒 07；之後 7、8、9、10 個洞的排水時間都差距在 1 秒左右。

八、問題八：排水口上「洞」的個數是否會影響水管內的排水時間？

(一) 研究假設：

因為一般排水口上都有很多「洞」，所以我們假設排水口上的「洞」越多，水管內的排水時間會越少。

(二) 研究方法：

1. 在自製水槽內的底部安裝 1 號排水口，以礦泉水瓶口銜接一內徑 2.5 公分的水管，並以油土固定於自製水槽底部的排水口下。
2. 用油土將 1 號排水口上的 10 個洞封起來，依序露出 1-10 個洞，將整個水槽置於一木頭架子上，在水管底部用手堵住出水口。
3. 注水到刻度 A 後，將手移開，觀察水流至刻度 B 時所需的時間。(如圖 8-1)。
4. 不同洞孔數的排水口各做五次實驗，再計算其水管內排水時所需的平均時間。

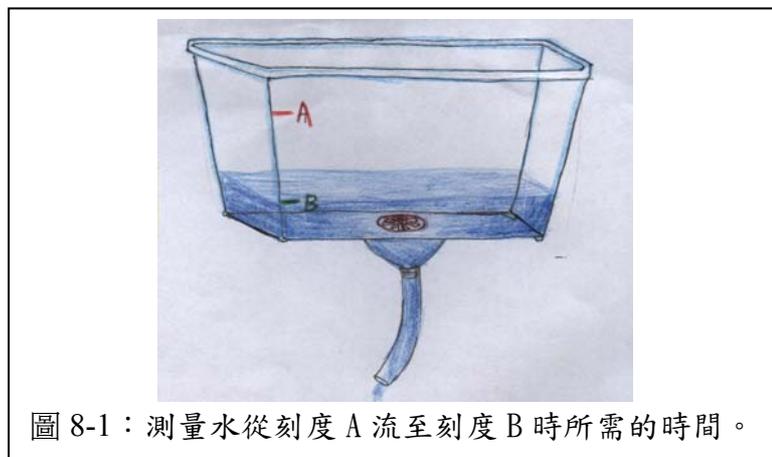


圖 8-1：測量水從刻度 A 流至刻度 B 時所需的時間。

(三) 研究結果：

表 8-1：瓶底洞孔的個數與水管內排水所需時間關係表

洞的個數	洞的總面積 (cm ²)	情形描述	實驗次數					平均時間
			1	2	3	4	5	
1	1.1	離排水口約 4 公分高時形成漩渦。	16 秒 16	15 秒 98	16 秒 16	15 秒 98	16 秒 05	16 秒 07
2	2.2	離排水口約 4 公分高時形成漩渦。	7 秒 68	7 秒 68	7 秒 67	7 秒 56	7 秒 57	7 秒 63
3	3.3	離排水口約 4 公分高時形成漩渦。	5 秒 81	5 秒 83	5 秒 86	5 秒 84	5 秒 86	5 秒 84
4	4.4	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦。	4 秒 75	4 秒 79	4 秒 70	4 秒 69	4 秒 71	4 秒 73
5	5.5	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦。	3 秒 98	3 秒 97	3 秒 96	4 秒 04	3 秒 98	3 秒 99
6	6.6	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦。	3 秒 85	3 秒 85	3 秒 84	3 秒 87	3 秒 83	3 秒 85
7	7.7	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦。	3 秒 77	3 秒 75	3 秒 73	3 秒 77	3 秒 73	3 秒 75
8	8.8	離排水口 3.5 公分高時形成漩渦。	3 秒 63	3 秒 65	3 秒 66	3 秒 67	3 秒 66	3 秒 65
9	9.9	離排水口 2 公分高時形成漩渦。	3 秒 57	3 秒 54	3 秒 55	3 秒 56	3 秒 56	3 秒 56
10	11	離排水口 2 公分高時形成漩渦。	3 秒 46	3 秒 47	3 秒 45	3 秒 47	3 秒 45	3 秒 46

(四) 研究發現：

1. 當水槽內的水流至刻度 B(水量為 500ml)時，水管內會發出「ㄎㄨ~」的聲音，水流即以非常快速的方式流光。
2. 排水口上的洞越多，水管內排水時所需的平均時間就越少。其中，1 個洞的排水口排水需時 16 秒 07，2 個洞的排水口排水需時 7 秒 63，兩者相差 8 秒 44；3 個洞的排水口排水需時 5 秒 64，和 2 個洞的排水時間相差 1 秒 99；之後 4、5、6、7、8、9、10 個洞的排水時間也都差距在 1 秒內。
3. 當排水口的洞數 ≥ 2 個時，水流至排水口下方與水管的連接器時，水柱會以雙螺旋狀的方式流出水管。

九、問題九：排水口上「洞」的大小是否會影響水槽內的排水時間？

(一) 研究假設：

我們假設排水口上的「洞」越大，水槽內的排水時間會越少。

(二) 研究方法：

1. 用電鑽將一壓克力板裁切成八個直徑 8 公分的圓形，在這些圓形的壓克力板中央依序用電鑽鑽出 0.4 公分、0.6 公分、0.8 公分、1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、6 公分的圓洞，編號為 1—8 號。
2. 在自製水槽的底部分別安裝 1-8 號排水孔，並在水槽用一蓋子堵住出水口，再將整個水槽置於一木頭架子上。
3. 在水槽中注水到刻度 A 後，移走蓋子，觀察水流至刻度 B 時所需的時間。(如圖 9-1)
4. 不同編號的排水口各做五次實驗，再計算其排水時所需的平均時間。

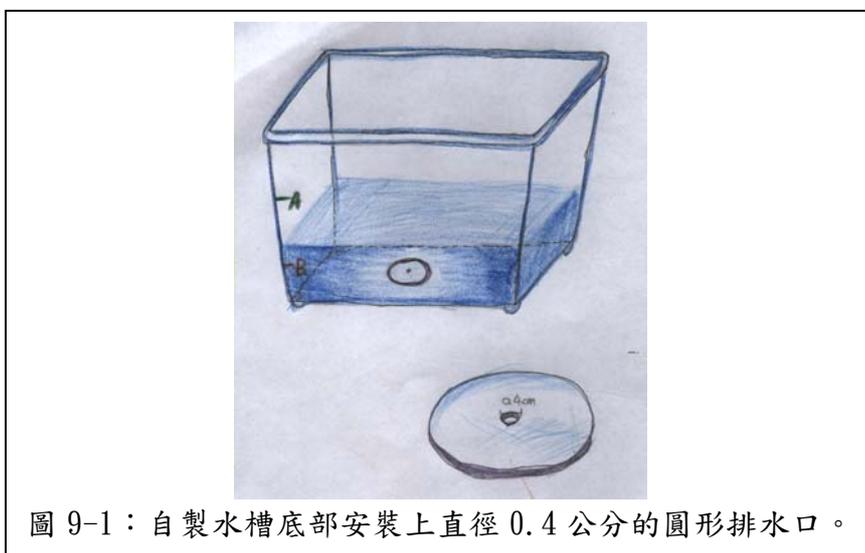


圖 9-1：自製水槽底部安裝上直徑 0.4 公分的圓形排水口。

(三) 研究結果：

表 9-1：排水口洞的直徑大小與排水所需時間關係表

編號	洞孔直徑 (cm)	洞的總面積 (cm ²)	水瓶排水時情形描述	實驗次數					平均時間
				1	2	3	4	5	
1	0.4	0.13	離排水口約 7 公分高時形成漩渦。	6 分 49 秒 81	6 分 48 秒 57	6 分 50 秒 23	6 分 51 秒 42	6 分 50 秒 31	6 分 50 秒 04
2	0.6	0.28	離排水口約 5.5 公分高時形成漩渦。	3 分 35 秒 19	3 分 37 秒 92	3 分 36 秒 46	3 分 36 秒 83	3 分 37 秒 41	3 分 36 秒 76
3	0.8	0.50	離排水口約 3 公分高時形成漩渦。	1 分 35 秒 25	1 分 34 秒 86	1 分 33 秒 59	1 分 35 秒 16	1 分 34 秒 50	1 分 34 秒 47
4	1	0.79	離排水口約 3 公分高時形成漩渦。	48 秒 59	49 秒 65	49 秒 92	48 秒 37	48 秒 81	49 秒 07
5	2	3.15	離排水口約 2 公分高時形成漩渦。	16 秒 45	16 秒 46	16 秒 47	16 秒 35	16 秒 46	16 秒 44
6	3	7.07	離排水口約 2 公分高時形成漩渦。	7 秒 89	7 秒 96	7 秒 90	7 秒 92	7 秒 94	7 秒 92
7	4	12.57	離排水口約 1.5 公分高時形成漩渦。	4 秒 60	4 秒 66	4 秒 63	4 秒 60	4 秒 66	4 秒 63
8	6	28.28	離排水口 1 公分高時形成漩渦。	2 秒 06	2 秒 10	2 秒 03	2 秒 05	2 秒 06	2 秒 06

(四) 研究發現：

1. 圓形排水口的直徑越小，水槽內排水時形成的漩渦距離排水口也越高；其中直徑 0.4 公分排水口，排水時形成的漩渦距離排水口的高度為 7 公分；直徑 6 公分排水口，排水時形成的漩渦距離排水口的高度為 1 公分。
2. 水槽內排水時形成漩渦的位置雖然會都在圓形排水口的中央。
3. 圓形排水口的直徑越大，水槽內排水的平均時間越少；其中直徑 0.4 公分排水口，水槽內排水所需的平均時間最多，為 6 分 50 秒 04；直徑 6 公分排水口，水槽內排水所需的平均時間最少，為 2 秒 06。

十、問題十：排水口上「洞」的大小是否會影響水管內的排水時間？

(一) 研究假設：

我們假設排水口上的「洞」越大，水管內的排水時間會越少。

(二) 研究方法：

1. 用電鑽將一壓克力板裁切成八個直徑 8 公分的圓形，在這些圓形的壓克力板中央依序用電鑽鑽出 0.4 公分、0.6 公分、0.8 公分、1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、6 公分的圓洞，編號為 1—8 號。
2. 在自製水槽的底部分別安裝 1-8 號排水孔，以礦泉水瓶口銜接一內徑 2.5 公分的水管，並以油土固定於自製水槽底部的排水口下(如圖 10-1)，將整個水槽置於一木頭架子上。
3. 水管底部用手堵住出水口，在水槽中注水到刻度 A 後，把手移開，觀察水流至刻度 B 時所需的時間。
4. 不同編號的排水口各做五次實驗，再計算其排水時所需的平均時間。

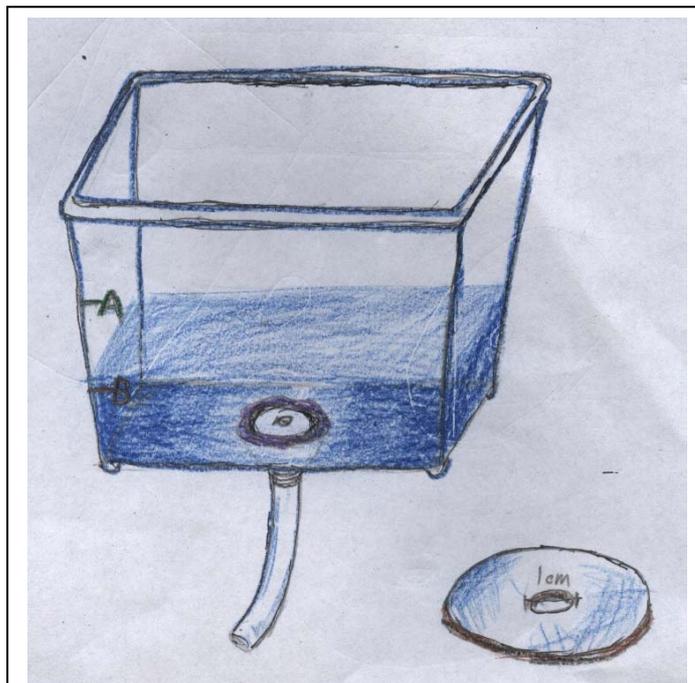


圖 10-1：自製水槽底部安裝上直徑 1 公分的圓形排水口，並在排水口下接上透明水管。

(三) 研究結果：

表 10-1：排水口洞孔直徑大小與排水所需時間關係表

編號	洞孔直徑 (公分)	排水時 情形描述	瓶子排完水所需的時間(秒)					平均 時間
			1	2	3	4	5	
1	0.4	離排水口約 7 公分高 時形成漩渦。	6 分 50 秒 33	6 分 50 秒 55	6 分 51 秒 84	6 分 52 秒 23	6 分 50 秒 73	6 分 51 秒 13
2	0.6	離排水口約 5.5 公分 高時形成漩渦。	3 分 35 秒 64	3 分 34 秒 27	3 分 35 秒 62	3 分 34 秒 83	3 分 34 秒 58	3 分 34 秒 99
3	0.8	離排水口約 3 公分高 時形成漩渦。	1 分 33 秒 41	1 分 32 秒 15	1 分 33 秒 59	1 分 32 秒 74	1 分 33 秒 61	1 分 33 秒 10
4	1.0	離排水口約 3 公分高 時形成漩渦。	48 秒 56	48 秒 63	48 秒 60	48 秒 57	48 秒 61	48 秒 59
5	2.0	離排水口約 2 公分高 時形成漩渦。	5 秒 65	5 秒 64	5 秒 62	5 秒 67	5 秒 66	5 秒 65
6	3.0	離排水口約 2 公分高 時形成漩渦。	3 秒 61	3 秒 60	3 秒 61	3 秒 63	3 秒 63	3 秒 62
7	4.0	離排水口約 1.5 公分 高時形成漩渦。	3 秒 37	3 秒 31	3 秒 38	3 秒 32	3 秒 33	3 秒 34
8	6.0	離排水口 1 公分高時 形成漩渦。	3 秒 12	3 秒 14	3 秒 13	3 秒 09	3 秒 12	3 秒 12

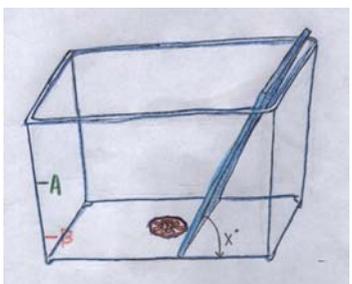
(四) 研究發現：

1. 當排水口的直徑 ≥ 2 公分，水槽內的水流至刻度 B(水量為 500ml)時，水管內會發出「ㄎㄨ~」的聲音，水流即以非常快速的方式流光。
2. 圓形排水口的直徑越大，水管內排水的平均時間越少；其中直徑 0.4 公分排水口，水槽內排水所需的平均時間最多，為 6 分 51 秒 13；直徑 6 公分排水口，水槽內排水所需的平均時間最少，為 3 秒 12。

捌、結論

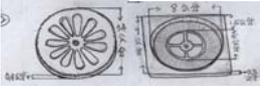
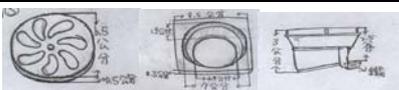
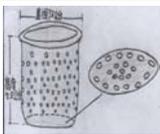
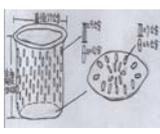
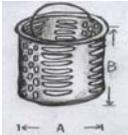
一、重要發現：

1. 綜合實驗三、六中得知，排水時所形成的漩渦方向受地球自轉(科氏力)的影響較小，反而受「水槽的對稱性」的影響較大，其關係如下表所示：

	<p>設塑膠瓦楞板與水槽底部的切線角度為 X 度時，十次的排水實驗中，漩渦方向成順時鐘的次數有 Y 次。</p> <p>當 $X=50$ (度) 時，Y 為 1 (次)。</p> <p>當 $X=60$ (度) 時，Y 為 3 (次)。</p> <p>當 $X=70$ (度) 時，Y 為 4 (次)。</p> <p>當 $X=80$ (度) 時，Y 為 6 (次)。</p> <p>當 $X=90$ (度) 時，Y 為 7 (次)。</p>
---	---

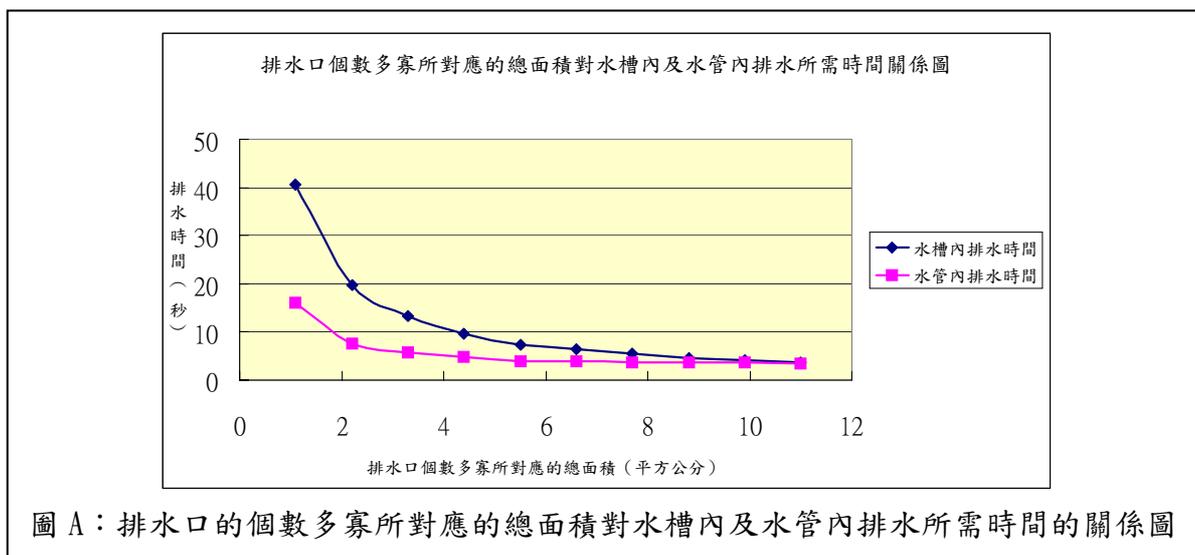
2. 綜合實驗七、八、九、十中得知，排水口上「洞」的個數越多，直徑越大時，水瓶內的水及排水口下的水管排水所需時間就越少。但當「洞」的個數 ≥ 5 個或直徑 ≥ 6 公分時，排水口下的水管排水時間就趨於一個穩定值。
3. 綜合實驗一、二、四中得知，不同樣式的排水口，其用途及排水時所產生的漩渦位置、個數不盡相同，其關係如下表所示：

表 A：不同樣式的排水口，其用途及排水時所產生的漩渦位置、個數關係表

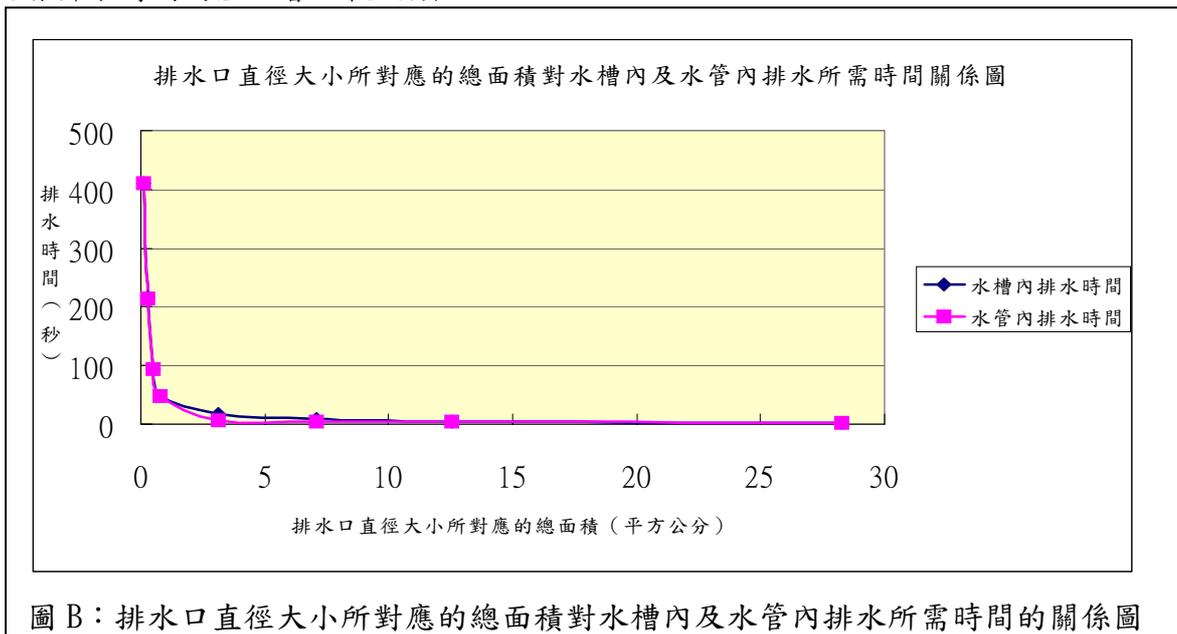
編號	排水口形狀	樣式	場所	形成漩渦情形		
				個數	位置	說明
1	片狀		地大板型上水槽	1	距排水口 2 公分處	漩渦頂部的直徑很大
2				2		2 個漩渦會相互干擾。
3				1		漩渦直徑比 1 號排水口小
4	圓柱體		廚房水槽	1	排水口頂部	漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣
5				1		漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣
6				1		漩渦直徑大小和排水口柱體大小一樣

7				0		
8	半圓柱體狀		露台	1	排水口下端柱體中	漩渦的直徑很小，但卻非常顯而易見。

3. 在「排水口個數多寡所對應的總面積對水槽內及水管內排水所需時間的關係圖」(如圖 A) 中，發現排水口洞的個數一樣多時，自製水槽的下方加了水管，排水所需時間起先會大幅漸少，但到洞的個數 ≥ 7 個時，就差距不太了。我們推測這是因為水囤積在水管中時，水和水的吸附力以及水槽和水管間的截面積差形成壓力，使得水的流速加快。



4. 在「排水口直徑大小所對應的總面積對水槽內及水管內排水所需時間的關係圖」(如圖 B) 中，發現排水口洞的大小一樣大時，自製水槽的下方加了水管，排水所需時間會比較快，但差距不大。不過排水口總面積 ≥ 1.1 平方公分時，兩者排水時間的差距會比較明顯。



5. 水槽內的排水時間和排水口上「洞」的總面積有關。不論排水口上「洞」的個數和直徑大小如何，只要「洞」的總面積一樣，水槽內的排水時間也一樣。因此我們大膽推論，一般排水口上，有許多小洞而非一個大洞的設計，只是要預防異物流入排水口中。
6. 水槽裡的排水口排水時和大氣壓力、重力……有關，水面承受的大氣壓力藉由水分子的傳導，把水排入水管中。而生活中也有許多像排水口一樣，應用到大氣壓力差的例子，如吸管的使用，用吸管喝飲料時，需要先用嘴將吸管内部的空氣抽走，然後液面承受的大氣壓力藉由水分子的傳導，把液柱壓入吸管中，我們才能順利地喝到飲料。還有家中常用來掛東西的「吸盤」，也是運用大氣壓力的原理；將吸盤壓上光滑的壁面，把內部的空氣擠壓出來後，內部的壓力小於外界的大氣壓力，大氣壓力就會把它牢牢壓住。

二、研究限制：

在「物理學飛行馬戲」一書中讀到排水時所形成的漩渦也和「水面上的氣流」、「室內溫度的變化」……有關，但限於研究時間、場地的限制，希望以後再繼續加以探討。

三、未來展望

透過實驗過程，我們得知排水口上「洞」的大小及個數不同，功能就不同，因此我們突發奇想，希望設計幾種特殊的水槽或排水口：

1. 雙層水槽：

水槽下層有許多不同大小及個數的「洞」的排水口，如排水口 A、B、C，水槽上層有一個可以旋轉的大孔（和牙籤罐相似）。藉由上層的轉動，可以依用途選擇用哪一種排水口。例如要預防異物排入排水口中，就可以選擇個數比較多但直徑比較小的「洞」的排水口（如圖 B 所示）；要排除大量的水時，就可以選擇直徑比較大的「洞」的排水口（如圖 C 所示）。可惜限於時間上的限制，希望以後再繼續加以研究。



圖 B：預防異物排入排水口中，就選擇個數比較多但直徑比較小的「洞」的排水口。

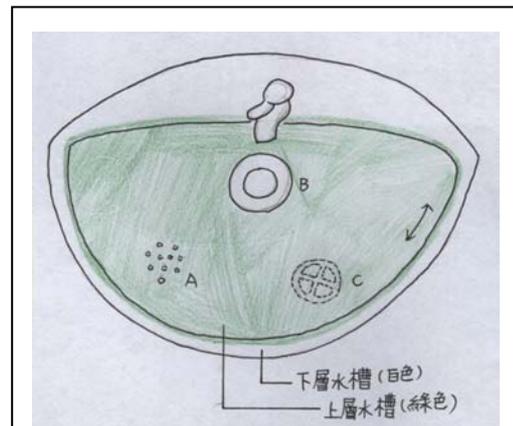
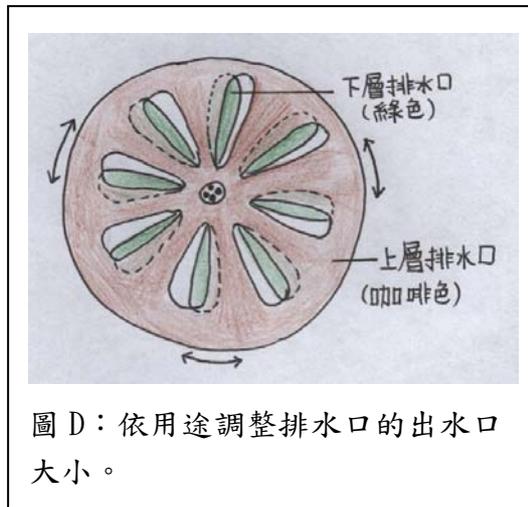


圖 C：排除大量的水時，就選擇直徑比較大的「洞」的排水口。

2. 雙層排水口：

水槽中的排水口有雙層設計，兩層排水口中心用螺絲固定，但兩層又可以逆時鐘或順時鐘旋轉，這樣就可以依用途調整排水口的出水口大小，如痲子粉罐的設計（如圖 D）。



3. 特殊功能水槽：

在排水口周圍加裝短纖毛，排水時形成的漩渦會帶動纖毛搖動，將水槽裡的異物(如毛髮)纏繞在纖毛上，預防異物流入排水口中。排水口上也可以結合導流板裝置，使排水的速度加快。

玖、參考文獻

一、書籍部份

1. 國編版自然與生活科技領域第十一冊第五單元「晝夜與四季」。
2. 發明原理活學活用 陳建羽主編 台灣實業文化出版社
3. 物理學飛行馬戲 Jearl Walker 原著 凡異出版社

二、網站部分

1. 科學小芽子 <http://www.bud.org.tw/answer/0001/000128.htm>
2. 台灣師大物理系 物理教學/示範實驗教室
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/phpBB/viewtopic.php?topic=2777&forum=34&11>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

第三名

081508

「排水口」上見真章

國立花蓮師範學院附設實驗國民小學

評語：

本作品研究不同樣式的排水孔，排水時所產生的漩渦對排水快慢的影響，並探討科氏力對排水時漩渦形成的影響，本作品無論是研究方法，解決問題之能力及學術性均為相當難得的佳作。