

# 中華民國第 54 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

第三名

080803

倒亦有道

學校名稱：新北市蘆洲區仁愛國民小學

作者：  小五 蔡佳宜  小五 洪景恩  小五 王冠歲	指導老師：  陳秀蕙  張霽秀
---	-----------------------------

關鍵詞：幫浦、逆止閥、寶特瓶

# 倒亦有道

## 摘要

全校 93.05% 的同學無法將拖地水抬起倒入花台，研究各種移動水的方法後，發現利用非密閉式抽水幫浦可以解決這個困擾。

幫浦主要由 2 個逆止閥構成，我們以 PVC 水管加上逆止閥，製做出可配合水桶和花台高度、依身高訂作的各式抽水幫浦，其中以能固定在花台上的斜抽軟管幫浦最受歡迎；改用寶特瓶為原料，也能製作出抽水量大的幫浦。我們的自製幫浦比市售手動幫浦效率好很多，能將水移動到任何想流去的地方，或是抽充空氣。

實驗後發現，進水管高度短、進水口底部不可平整、活塞與外管緊密、閥門相對位置近、幫浦口徑大，抽水效率比較好。抽動的方法也會影響抽水情形，垂直抽水、抽動活塞速度快、次數多，先短距離抽 3~4 下，再長距離抽動，可使抽水效率提高。

## 壹、研究動機

由於學校規定，2 樓以上的班級需將拖完地的水(未用清潔劑)直接倒入花台，雖然花台高度只有 63 cm，但欄杆卻高達 130 cm，當我們好不容易和同學合力將水桶抬起來倒，污水不止濺到身上，還灑了滿地，接著要再把溼的地板擦乾，很不方便，這是班上最不受歡迎的打掃工作。這種可憐的情形，每天都在上演，難道，沒有別的方法可以倒水嗎？

## 貳、研究目的

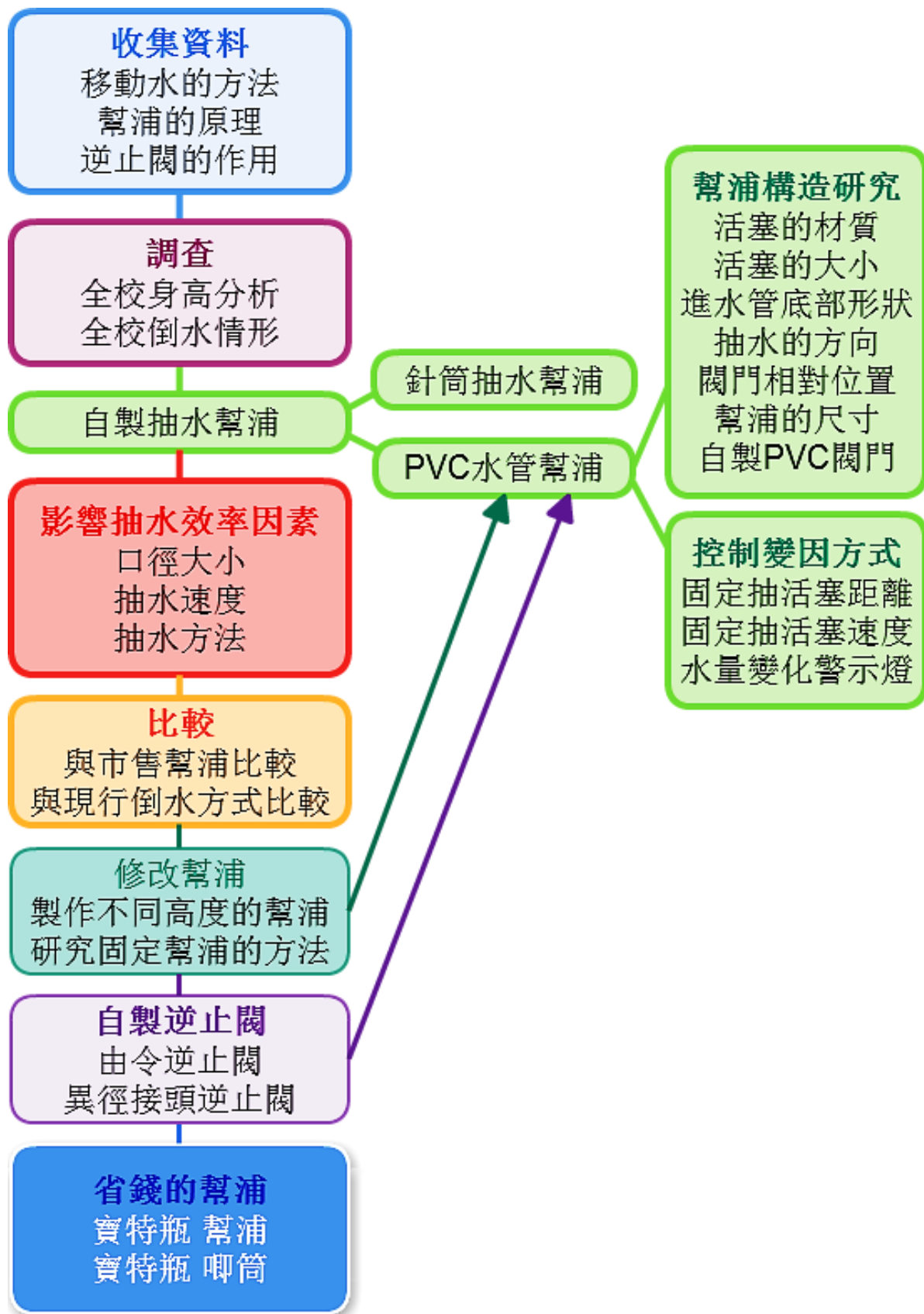
- 一、找出適合倒拖地水的方法。
- 二、自製抽水幫浦。
- 三、探討影響幫浦抽水效率的因素。
- 四、利用回收材料製作抽水幫浦。

## 參、研究設備及器材

- 一、工具：鋸子、塑管切刀、酒精燈、熱熔膠、美工刀、游標尺、鐵尺、捲尺、水桶、碼錶、3 公斤秤、7.5 公斤秤、數位相機、節拍器 APP、燒杯、量筒、滴管、大型三角板。
- 二、材料：口徑 13mm、20mm、27mm、40mm、50mm 的 PVC 管、正三通、逆止閥、給水 L、PVC 管帽，27mm 套管由令、彈珠、PVC 排水軟管、流理台三通、ST 管夾、水族用逆止閥、針筒、吸盤掛勾、防水膠、泡棉地墊、透明塑膠管、防水膠帶、黑色電工膠帶、寶特瓶、膠皮鐵絲、市售抽水器、市售抽油器、電池、電池盒、LED 小燈泡、漆包線、凡士林。



肆、研究過程或方法



## 一、找出適合倒拖地水的方法

### (一) 比較各種移動水的方法

經過(表 1)的比較，發現非密閉式抽水幫浦，不需特定容器，就能將水由低處抽起，藉由出水軟管流到任意高度，水桶就可以放在地面不必抬高，最適合用來解決把拖地水倒入較高花台的困擾。

表 1：比較移動水的方法

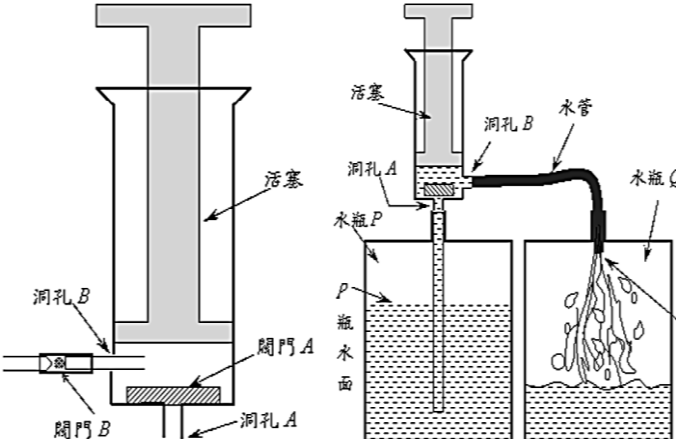
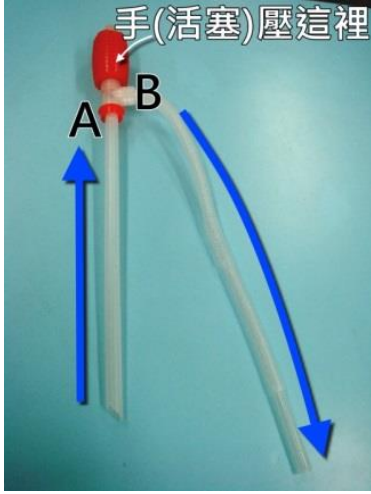
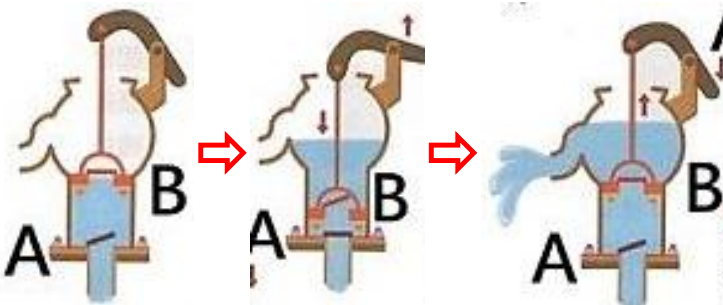

種類	照片	水移動方式	動力	應用情形	可行性
抽水幫浦 (非密閉式)		水由低到高、 可隨出水軟管 流到任意高度	持續抽動 (左抽油器) 持續按壓 (中小幫浦) 上下打水 (右唧筒)	可將水 由低處 抽到高 處的花 台內	佳
抽水幫浦 (密閉式)		左圖：打氣進 密閉容器，將 水壓出瓶外  右圖：將氣抽 出密閉容器， 引水進瓶內	持續抽動	需將花 台或水 桶變成 密閉空 間才能 抽水	困難
虹吸 (參考資料三)		從高到低	流到 2 桶 水面同高 為止	污水需 抬到比 花台高 的地方 才能出 水	困難
壓瓶		從低到高	持續按壓	按壓一 次的出 水量太 少	低
阿基米德 取水器		從低到高	持續轉動	想移水到 高處，需 將取水器 體積加 長，所需 空間太大	低

### (二) 幫浦構造

- 根據參考資料(參考資料一、二)，幫浦主要由 1 個活塞及 2 個閥門構成(表 2)，閥門 A 可讓水單向流入，閥門 B 可讓水單向流出，抽水情形就如(表 2 遠哲科學競賽針筒幫浦)，這種閥門稱為逆止閥，在玩具水槍、抽水馬達、唧筒、抽油器中都有逆止閥。



表 2：比較幫浦的構造

2011 遠哲科學競賽針筒幫浦	市售幫浦
 <p>(圖的來源：參考資料一)</p> <p>針筒幫浦有一個進水的部位（洞孔 A）和一個出水部位（洞孔 B），在洞孔 A 處搭配一閥門 A；洞孔 B 處設計一閥門 B。</p> <p>當<b>活塞上拉</b>時，空間變大，管內氣壓變小，外面的大氣壓力把水壓入，閥門 A 會被向上推送而開啟洞孔 A，閥門 B 中的鋼珠會向右側移動而關閉洞孔 B。</p> <p><b>活塞下壓</b>時，則閥門 A 會被向下推送而關閉洞孔 A，閥門 B 中的鋼珠會向左側移動而開啟洞孔 B。</p> <p>如此操作可將水不斷地由洞孔 A 吸入，再由洞孔 B 排出。</p>	 <p>手就是活塞，壓住紅色部位，放手時(等於活塞抽起)，空間變大，管內氣壓變小，外面的大氣壓力把水壓入，打開閥門 A，水流入紅色部分；閥門 B 被氣壓向內推而閉合。</p> <p>手再度壓住紅色部位，閥門 A 被向下推而關閉，閥門 B 被推開，水就流出去。</p>
傳統唧筒	自製幫浦
 <p><b>抽起活塞</b>時，空間變大，管內氣壓變小，外面的大氣壓力把水壓入，閥門 A 會被向上推送而開啟，水流入筒內；閥門 B 被氣壓向內推而閉合。</p> <p><b>活塞壓下</b>時，閥門 A 會被向下推送而關閉，閥門 B 打開讓水上升至活塞上方。</p> <p>活塞上升，閥門 B 緊閉，水從出水口排出。</p>	 <p><b>抽起活塞</b>時，空間變大，管內氣壓變小，外面的大氣壓力把水壓入，閥門 A 會被向上推送而開啟，水流入管內；閥門 B 被氣壓向內推而閉合。</p> <p><b>活塞壓下</b>時，閥門 A 會被向下推送而關閉，閥門 B 被推開，水就流出去。</p>

2. **逆止閥的原理**：其作用在防止管路中的流體倒流，是一種方向控制閥。以水管來說就是進水後水不會回流。我們買的是內部有彈簧的水管逆止閥，它是利用彈簧及閥瓣，當水的重量大於彈簧所承受的重量時，水就可以順利過了。沒有水時彈簧又會自己回彈。(也叫做：止逆閥、止回閥)



圖 1：PVC 水管逆止閥

3. 逆止閥的型式很多，像(表 2)裡的 A、B 閥門及(圖 1)的 PVC 水管逆止閥都長得不一樣，只要能使流體單向流動即可。

### (三) 全校倒水情形調查

1. 我們每個年級抽 2 班，找每班身高最高的前 10 名，共計 120 名，協助調查倒水情形。加上健康中心的全校身高資料，得到以下結果(表 3)：

表 3：全校各年級平均身高及倒拖地水情形

年級	教室樓層	身高 (cm)	加上鞋高約 3 cm	倒水方式	時間 (秒)	發現
六	2~4 樓	148.64	151.64	1~2 個人抬起來倒	15.01	1. 穿鞋身高約 156 cm 以上的可以順利自己抬水倒 2. 污水會灑到地面、噴到身上
五	3~4 樓	142.83	145.83	2 個人抬起來倒	18.84	1. 20 人中只有 2 位身高約 155 cm 可以獨自抬起水桶倒水 2. 污水會灑到地面、噴到身上
四	4 樓	136.44	139.44	1 個人用杓子倒水	89.22	污水會灑到地面
三	3 樓	131.03	134.03	1 個人用杓子倒水	100.77	污水會灑到地面
二	2 樓	124.16	127.16	1 個人用杓子倒水	168.59	污水會灑到地面
一	1 樓	118.73	121.73	2 個人倒入花圃	49.83	提水時，污水會灑到地面

生日	年齡	Ghd	DeskID	身高	體重	性別
002/1/8	10.5	124.9	145	144.6	50	體重
02/1/18	10.5	124.9	145	142.2	41.4	體重
02/1/22	10.5	124.9	140	140.8	43.5	體重
003/3/6	10.5	124.9	140	138.8	41.4	體重
03/3/23	10.5	124.9	150	148.4	46.6	體重
03/4/11	10	124.9	145	143.1	37.5	體重
03/5/15	10	124.9	145	142.2	40.5	體重
03/5/29	10	124.9	155	155.7	63.3	體重
03/6/20	10	124.9	135	134.7	39.8	體重
03/6/23	10	124.9	155	155.3	56.1	體重
01/7/03	11.5	129.6	140	140.8	35.4	體重
01/1/15	11.5	129.6	140	139.2	35.4	體重
003/4/2	11	129.6	160	158.8	60.9	體重
02/7/11	11	129.6	150	149.8	49.7	體重
		129.6	145	142.6	31.7	體重



分析全校資料

先倒入杓子

再倒入花台

130 cm 不夠高

140 cm 不夠高



三年級 150 cm 力氣還不夠大

2 人才抬起來

155cm 很吃力

160cm 抬起來倒水沒有問題

172 cm 很輕鬆

2. 調查結果發現，能 1 個人順利倒拖地水的穿鞋身高約 155~156 cm，所以**身高 153 cm 以上的人，穿上鞋子以後變成 156 cm，應該能順利倒水**。從健康中心的全校身高資料來分析發現(表 4)：**全校身高 153 cm 以上的人只佔 6.95%，多數集中在六年級，等於有 93.05%的人**

無法抬起拖地水倒入花台，只好找人一起倒，或用杓子舀水來倒，而且不論能不能抬水倒，都有污水灑地或噴到身上的困擾。

表 4：各年級身高超過 153 公分的人數

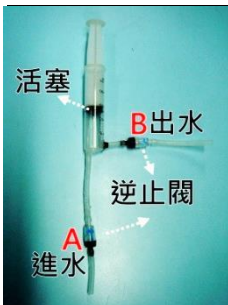
年級	153 cm 以上的人數	佔全校比例	改善倒水情形需求
1	0	151 ÷ 2174 = 6.95%	93.05%需要改善倒水現況
2	0		
3	0		
4	5		
5	25		
6	121		

## 二、自製抽水幫浦

### 實驗 1 ▶ 試做針筒抽水幫浦

- 方法：利用針筒做為活塞，外接兩個水族箱用的逆止閥，做成小型抽水幫浦。

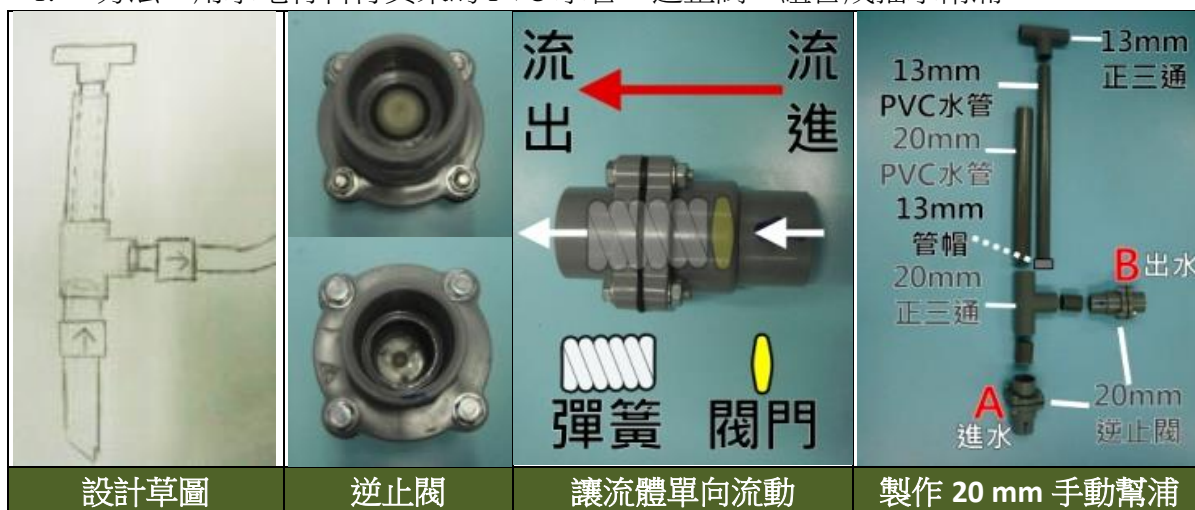
表 5：針筒抽水幫浦閥門接法比較

	NO	1	2	3	4	5	6	7
	改變閥門	AB 閥門正常	A 閥門反接	B 閥門反接	AB 閥門反接	A 閥門不裝	B 閥門不裝	AB 閥門不裝
結果	可以抽水	無法抽水	無法抽水	無法抽水	無法抽水	無法抽水	無法抽水	

- 討論：
  - 逆止閥方向相反、不裝逆止閥，都無法抽水。
  - 小型針筒抽水幫浦，可以順利抽水。

### 實驗 2 ▶ 試做 PVC 水管抽水幫浦

- 方法：用水電材料行買來的 PVC 水管、逆止閥，組合成抽水幫浦。



- 討論：









- (1) 原本 PVC 管帽與管子空隙太大，用膠帶纏繞管帽後活塞與外管較緊密，組合完成的 PVC 水管抽水幫浦可以抽水。
- (2) 有沒有更適合使用的活塞材質呢？

### 實驗 3 ▶ 活塞材質對抽水幫浦的影響

1. 方法：利用膠帶、橡膠軟墊、保麗龍、塑膠瓦楞板、泡棉地墊、PVC 管帽來製作活塞，活塞直徑與外管內徑一樣大，套入抽水幫浦中，空抽幫浦，比較活塞差異。

表 6：活塞材質比較結果

種類	膠帶	橡膠軟墊	保麗龍	塑膠瓦楞板	泡棉地墊	PVC 管帽
照片						
結果	可以隨意加大或縮小，抽動次數增加，膠帶會滑動	黏不牢，抽水後易脫落	黏不牢，抽水後易脫落	黏不牢，抽水後易脫落	抽動次數增加，未脫落。	需加上膠帶調整緊密度，但抽動次數增加，膠帶會滑動。




2. 討論：

- (1) 活塞緊密時，空抽幫浦時會產生類似豬叫的「嘎嘎」聲，活塞不緊密或脫落時，就沒有聲音。
- (2) 回收的泡棉地墊適合作為活塞材質，省錢又好用。

### 實驗 4 ▶ 進水管底部形狀對抽水幫浦的影響

1. 方法：將進水管底部做成不同形狀，觀察抽水情形。

表 7：進水管底部形狀對抽水的影響

種類	平的	斜的	切 2 個大三角形
照片			
結果	很容易貼在水桶底部，無法抽水。	有時會貼在水桶底部，無法抽水。	完全不會與水桶底部密合，可順利抽水

2. 討論：

- (1) 進水管底部不可以和水桶底部貼在一起，會影響抽水，所以後來幫浦進水管底部，都切成 2 個三角形。
- (2) 3 種進水管都無法讓水桶內的水抽完，我們另外切了較小的三角形，可以讓剩水變少，但仍無法完全抽乾。
- (3) 實際倒拖地水時，桶內會有沙子，若有餘水在桶內，反而方便將沙子一起倒掉。

### 實驗 5 ▶ 活塞的緊密度對抽水幫浦的影響

1. 方法：利用泡棉地墊自製不同大小的泡棉活塞，固定抽動距離 15 cm，以速度 120 抽 10 下，各做 5 次將數據平均，來比較差異。

- (1) 固定距離的方法：我們希望能固定抽動 15 cm 的距離，來比較抽水效率。利用教室內的物品設計出以下裝置。

- (2) **固定速度的方法**：音樂課時，老師會用節拍器教我們打拍子，調到數字 96 時，等於每分鐘拍 96 下的速度。我們下載了**節拍器 APP**，調整數字到 120，就是 1 分鐘 120 下，等於每秒 2 下。按照拍子固定抽 10 下就等於花了 5 秒的時間。



表 8：活塞大小對抽水效率的影響

種類	A	B	C	D
活塞大小	直徑比外管內徑小 2 mm	直徑與外管內徑一樣大	直徑與外管外徑一樣大	直徑比外管外徑大 2 mm
水量 ml	抽不出水	612.4	736.6	塞不進管中

2. 討論：

- (1) 原本活塞 C、D 無法塞入管中，在**活塞外圈塗上凡士林**，活塞 C 就順利塞入，也增加了抽動時的流暢性。
- (2) 活塞與外管緊密，空抽幫浦時會產生類似豬叫的「嘎嘎」聲。
- (3) 活塞與外管的緊密程度，會影響抽水效率，**活塞直徑與外管外徑一樣大時，效率最好**。
- (4) 固定距離與速度後，比較抽水過程，剛開始抽動活塞的 3~4 下，抽出的是幫浦管內的空氣，過後才有水流出。

**實驗 6** ▶ 抽的方向對抽水幫浦的影響

1. 方法：改變幫浦抽動的方向，固定抽動固定距離 15cm、以速度 120 抽 10 下，各做 5 次，觀察抽水情形。

表 9：抽水方向對抽水效率的影響

種類	垂直抽水	橫向抽水_1	橫向抽水_2
抽水情形			
平均水量 ml	740.8	582.4	571.2
結果	正常抽水	抽出的水有些會從外管流出來	

2. 討論：2 種橫向抽水都會有水從外管漏出來，所以**垂直抽水的效率較好**。

### 實驗 7 ▶ 閥門的位置對抽水幫浦的影響

1. 方法：改變 A、B 閥門的相對位置，固定抽動固定距離 15cm、以速度 120 抽 10 下，各做 5 次，觀察抽水情形。



表 10：閥門位置對抽水效率的影響

NO		1	2	3	4
照片					
方式		A、B 閥門接近	A 閥門往下移	B 閥門往外移	AB 閥門皆移遠
水量 ml	X	762.2	725.4	717.8	664.4
管內餘水量 ml	Y	208.2	248.2	250.6	306.8
抽水總量 ml	Z = X+Y	970.4	973.6	968.4	971.2

### 2. 討論：

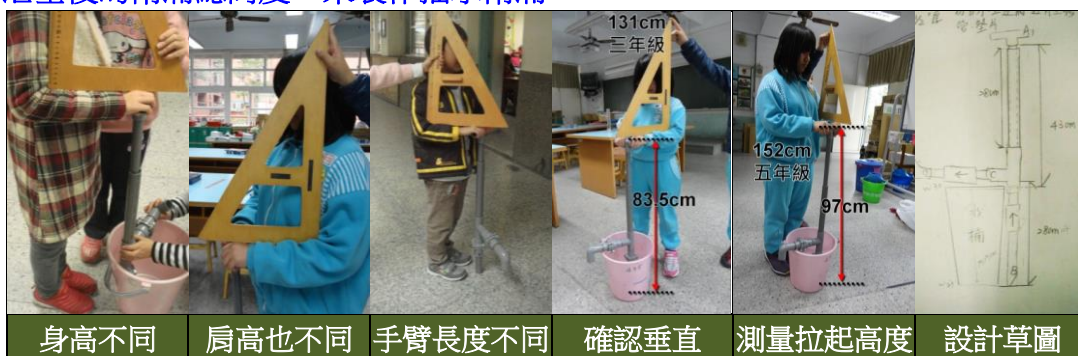
- (1) 改變閥門的相對位置，會影響管內餘水量，對抽水總量沒有明顯影響。
- (2) A、B 閥門接近時，管內餘水量最少，實際流出管外的水比較多，抽水效率較好。

### 實驗 9 ▶ 找出適合的抽水幫浦尺寸

我們希望同學能輕鬆將水抽入花台，所以製作抽水幫浦時，需考慮使用者的身高及如何將幫浦固定在水桶內。高年級的平均身高為 146.93 cm，加上鞋子的平均高度約 3 cm，實際操作幫浦的高度約為 150 cm。

我們從高年級找來 20 位穿鞋身高 150 cm 的人，以「閉眼」來做抽幫浦測試，發現多數人的姿勢如下面圖片，手臂上抬到 90 度的人最多，我們用此時手心到地面的距離，做為製作幫浦拉起活塞後的高度。

測量 20 位 150 cm 同學手臂抬到 90 度的高度，平均後得到 96.2 cm，我們決定先以 96 cm 為拉出活塞後的幫浦總高度，來製作抽水幫浦。





### 三、探討影響幫浦抽水效率的因素

#### 實驗 10 ▶ 製作不同口徑的幫浦

- 方法：以 96 cm 為拉出活塞後的幫浦總高度，分別製作外管口徑 20 mm、27 mm、40 mm、50 mm 的幫浦。

拉高時 96cm

進水

出水

A 27cm 與水桶同高

桶內 27cm

桶外 28cm

設計抽水幫浦下方尺寸與水桶同高，能直接靠在水桶上垂直站好

左邊口徑 50 mm 幫浦，看起來像大炮，抽水效率驚人

- 討論：口徑 40 mm 以上重量超過 1.4 kgw(表 11)，對中低年級的小朋友來說太重了。

表 11：不同口徑幫浦的重量

口徑(mm)	重量(gw)
20	700
27	820
40	1400
50	1570

#### 實驗 11 ▶ 比較不同口徑的幫浦的抽水效率

- 方法：固定抽動固定距離 15 cm、以速度 120 抽 10 下(等於花了 5 秒)，各做 5 次後將數據平均，比較不同口徑幫浦的抽水量。

表 12：不同口徑幫浦的抽水比較

幫浦口徑 mm	抽出水量 ml	管內餘水 ml	總抽出水量 ml	每秒抽出水量 ml/sec
	X	Y	Z = X+Y	Z / T
20	260.8	133.0	393.8	78.76
27	740.6	208.4	949.0	189.80
40	1010.4	592.4	1602.8	320.56
50	2620.6	815.6	3436.2	687.24



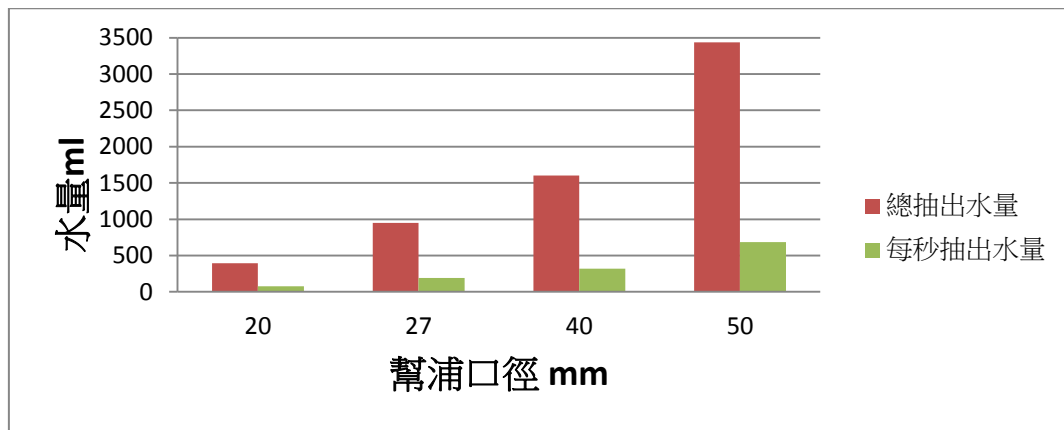


圖 2：不同口徑幫浦的抽水量

2. 討論：

- (1) 幫浦口徑越大總抽出水量越多，效率越好。
- (2) 口徑大的幫浦留在管內需另外倒出的水較多，加上幫浦的重量，要倒出時需要花比較大的力氣，以 50 mm 幫浦為例，淨重 1570 gw + 815.6 gw = 2385.6 gw，抬起來較吃力，假如需要抽大量的水時，仍可考慮用這樣的大口徑來抽水，像是下雨淹水時。
- (3) 考量抽水效率及管內餘水處理，口徑 27 mm 的幫浦 (淨重 820 gw+管內餘水 208.4 gw = 1028.4 gw)較適合同學使用。
- (4) 口徑 27 mm 製作費和 20 mm 差不多，但抽水量多了 1 倍以上；口徑 40 mm 和 50 mm 的製作費是 27 mm 的 2 倍以上，重量又太重，所以口徑 27 mm 比較適合用來製作抽水幫浦。
- (5) 其實我們的幫浦，不只可以拿來解決倒拖地水的困擾，接上長水管，可以將水移動到任何想流去的地方。例如：將充氣泳池的水抽出、把浴缸的水抽去沖馬桶。或是用來抽充空氣，例如：幫氣球充氣、媽媽換季收棉被時把袋內空氣抽空。

**實驗 12** ▶ 用 27mm 幫浦模擬抽拖地水到花台，抽到抽不出水為止。

1. 方法：以 5 年級各班拖地水的平均水量 6000ml，做為模擬水量，用 27mm 幫浦試抽，以速度 120 固定每次抽動 15 cm，將桶內的水抽到抽不出水為止，共做 5 次後平均數據，觀察抽水情形。

表 13：口徑 27 mm 幫浦 模擬抽拖地水

抽出水量 ml	管內餘水 ml	總抽出水量 ml	桶內餘水量 ml	灑出來的水量 ml	時間 sec	每秒抽出水量 ml/sec
X	Y	Z = X + Y			T	Z / T
5224.6	125.2	5349.8	640.8	9.4	35.58	150.36

2. 討論：

- (1) 從錄影發現，抽到出現「水和空氣的冒泡聲」時，流出水量變很少，水位下降速度變慢；繼續抽下去，直到抽不出水時，約多花了 9 秒，這中間的流水量很少，使整體抽水效率變差，而且桶內仍有餘水。
- (2) 假如聽到冒泡聲就停止抽水，能不能提高抽水效率，減少時間的浪費？

**實驗 13** ▶ 用 27mm 幫浦模擬抽拖地水到花台，抽到聽見水和空氣混合的冒泡聲就停止。

1. 方法：水桶內裝 6000 ml 的水，用 27mm 幫浦抽水，以速度 120 固定每次抽動 15 cm，抽到聽見水和空氣混合的冒泡聲就停止，共做 5 次後平均數據，觀察抽水情形。

表 14：口徑 27 mm 幫浦 模擬抽拖地水 停止抽動時間不同之比較

實驗序	抽出水量 ml	管內餘水 ml	總抽出水量 ml	桶內餘水量 ml	灑出來 的水量 ml	時間 sec	每秒 抽出水量 ml/sec
	X	Y	Z = X+Y			T	Z / T
實驗 12	5224.6	125.2	5349.8	640.8	9.4	35.58	150.36
實驗 13	4886.8	176.4	5063.2	930.2	6.6	26.14	193.70

2. 討論：

- (1) 聽到冒泡聲就停止抽水，抽出的水量比**實驗 12**少 337.8 ml，但時間少花 9.44 秒，反而使抽水效率大大提高。
- (2) 桶內餘水量增加為 930.2 ml，加上水桶的重量，倒餘水時，雙手總負重約為 1570 gw，對中高年級同學來說，這樣抬起將餘水倒乾已不吃力。提早停止抽水只是想知道抽水效率，實際應用時，還是可以像**實驗 12**一樣多抽幾下，減少餘水，這樣倒餘水會更輕鬆。
- (3) 我們對於「聽到冒泡聲就停止抽水」的時間掌握，希望能更精準，於是用 930 ml 做為桶內剩下的水量，[應用五年級學過的「水溶液的導電性」](#)（翰林版五下第三單元），[嘗試設計出「水位下降就滅燈」的裝置](#)，試抽的結果，與**實驗 13**的很接近。接下來的實驗，就用這樣的裝置來做為抽完水的標準。



**實驗 14** ▶ 比較 27 mm 幫浦在不同速度下的抽水效率

1. 方法：水桶內裝 6000 ml 的水，抽動固定距離 15 cm，以速度 120、180 來抽水，抽到燈滅後停止，各做 5 次後平均數據，觀察抽水情形。



表 15：27 mm 幫浦在不同速度下的抽水量

速度	抽出水量 ml	管內餘水 ml	總抽出水量 ml	桶內餘水 量 ml	灑出來 的水量 ml	滅燈 時間 sec	每秒抽出 水量 ml/sec
	X	Y	Z = X+Y			T	Z / T
120	4886.8	176.4	5063.2	930.2	6.6	26.14	193.70
180	4876.6	184.8	5061.4	931.4	7.2	17.94	282.13

2. 討論：速度較快，抽動次數變多，提高了抽水效率，約 18 秒就可以抽出大多數的水。

**實驗 15** ▶ 比較 27mm 幫浦與市售幫浦的抽水效率

1. 方法：水桶內裝 6000 ml 的水，不固定抽水速率，以競賽方式抽水，抽到燈滅就停止，各做 5 次後平均數據，比較不同幫浦的抽水效率。

表 16：27mm 幫浦與市售幫浦的抽水量

幫浦 類型	照片	淨重 (gw)	總抽出 水量 ml	滅燈 時間 sec	每秒抽 出水量 ml/sec	抽水情形說明
27 mm		820	5123.2	14.97	342.23	激烈抽動，水面嚴重晃動，使燈滅時間延後，增加抽出水量。 持續抽，可抽到桶內剩約 242 ml
市售幫浦_小		80	5030.4	188.53	26.68	水面平靜，持續抽，可抽到水桶內剩約 57 ml
市售幫浦_大		450	4910.8	35.76	137.33	水面平靜，持續抽，可抽到水桶內剩約 196 ml

2. 討論：

- (1) 自製 27 mm 幫浦比較重一些，但抽水效率比市售幫浦好很多。
- (2) 市售幫浦可以將水桶內的水抽得比較乾淨，但仍有餘水；自製幫浦抽完的餘水較多，實際倒拖把水時，餘水可以順便將水桶裡的沙子一起倒乾淨，反而是一個優點。
- (3) 目前的自製幫浦是以穿鞋身高 150 cm 來製做，掃地時間拿到中低年級各班試用，發現穿鞋身高 140 cm~155 cm 都適用。我們以穿鞋身高 120 cm 的人為標準，修改抽活塞的長度，製作符合低年級使用的 27 mm 抽水幫浦。





### 實驗 16 ▶ 觀察自製幫浦抽水情形

1. 方法：將外管改成透明 PVC 管，觀察抽水情形。



2. 討論：

- (1) 抽動距離會改變活塞與水之間空氣柱的長短，影響抽水效率。
- (2) 錄影發現，每次抽水約抽 3~4 下後，才有水流出。我們嘗試不同的抽水方式，發現先短距離抽 4 下，接著用長距離抽，果然縮短了空氣柱，使長抽時的管內水量變多。用這種方式實際抽拖地水，平均只要 13.78 秒，比實驗 15 還快約 1 秒，原來抽水的技巧也會影響抽水效率。

### 實驗 17 ▶ 27mm 幫浦與現行倒水方式比較

1. 方法：

- (1) 在午休時間，請 5 年級 13 個班將走廊的拖地水留著，由我們將水倒入花台。
- (2) 每桶拖地水調整水量到約 6000 ml 的高度。
- (3) 找 3 位穿鞋身高 150 cm 體型類似的五年級女生來倒拖地水，一位用自製幫浦、一位用杓子、一位直接抬水倒，測量全部倒完的時間。
- (4) 重覆(2)，再找 1 組女生、2 組男生來倒拖地水，測量並觀察倒水情形。



表 17：27mm 幫浦與現行倒水方式比較

倒水方式	時間 sec	優點	缺點
直接抬水桶倒水	20.24	節省時間	1. 抬起水桶很費力 2. 灑出很多水、地面潮溼，要再把地擦乾 3. 污水會濺到身上
用杓子倒水	91.77	較不費力	太費時，仍會有水灑到地上
自製幫浦抽水 +倒管內餘水 +倒桶內餘水	25.67	1. 不費力 2. 水不易灑在地面、也不會濺在身上 3. 使倒水變有趣	步驟比直接抬水倒多

## 2. 討論：

- (1) 用「27 mm 幫浦抽水+倒餘水」比起「用杓子倒水」要省時方便許多，也改善水灑地面的情形。
- (2) 用「27 mm 幫浦抽水+倒餘水」比起「直接抬水桶倒水」只多了約 5 秒，步驟較多，但幫浦抽水比較省力，而且大大改善水灑一地及噴到身上的情形。
- (3) 試抽後訪問，五年級選擇直接倒水或幫浦抽水的人各佔一半，沒有人想用杓子。
- (4) 試抽同學使用後，希望我們能固定抽水幫浦，會更方便操作，真是寶貴的意見!
- (5) 手動式幫浦雖然方便，但如果能夠利用像腳踏車或好神拖的省力齒輪，來帶動幫浦的活塞往復抽動，會不會更好用呢？這是我們很感興趣的研究方向。

## 實驗 18 ► 找出適合固定幫浦的方法

### 1. 方法一：把水管固定在欄杆上



### 2. 方法二：把幫浦固定在花台上，改成斜抽，以降低抽動高度



表 18：27 mm 幫浦直抽與斜抽的比較

幫浦類型	總抽出水量 ml	滅燈時間 sec	每秒抽出水量 ml/sec	 ↑進水管變短
直抽	5123.2	14.97	342.23	
斜抽	4785.4	15.54	307.94	
斜抽(進水管變短)	5026.8	15.89	316.35	

3. 討論：

- (1) 從(表 17)可以看出，斜抽的出水量較少，桶內餘水較多，這是因為下面的進水管變長，一停止抽水，管內的水會全部流回桶內，增加桶內餘水量。
- (2) 改將逆止閥放下面，讓進水管變短，雖然使管內餘水量增加，但減少桶內餘水量，讓接下來倒桶內的水時，比較輕鬆。
- (3) **斜抽管**實際使用時，都要先拿起來插入水桶，再重新固定到花台上，很不方便。我們將**下方進水管改成軟管**(表 19)，並**加上軟墊邊緣幫助幫浦固定在花台**，**同學使用起來更方便**。

表 19：斜抽軟管幫浦使用說明



**實驗 18** ▶ 嘗試替抽水幫浦自製閥門

1. 自製由令逆止閥

(1) 方法：仿照**實驗 16**的逆止閥，將彈珠放入由令中，剛好可塞住管子，加入一圈透明塑膠管防止彈珠滑出管子，製成逆止閥，組成抽水幫浦，觀察抽水情形。

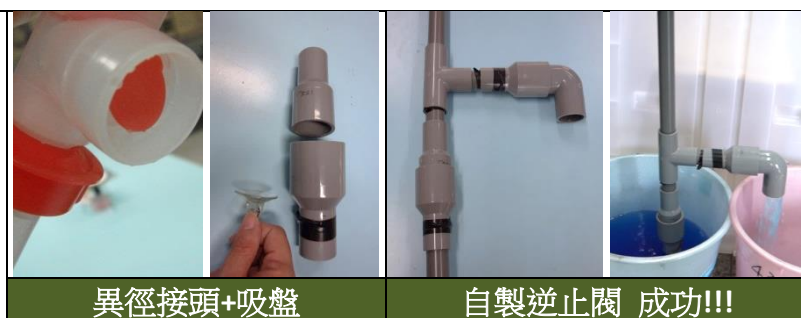
(2) 結果：**嘗試許多次都抽不出水**，加上由令價格比逆止閥貴，還不如用現成的逆止閥



2. 自製異徑接頭逆止閥

1. 方法：仿照市售幫浦，利用異徑接頭和吸盤，製成逆止閥，組成抽水幫浦，觀察抽水情形。

2. 結果：**可以順利抽水**，但效率比市售逆止閥稍差。

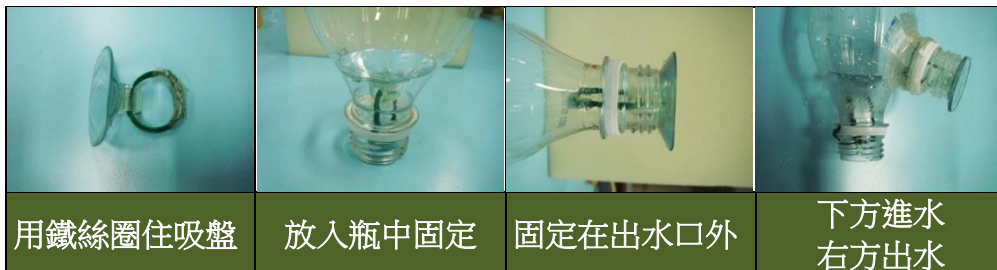


#### 四、利用回收材料製作抽水幫浦

##### 實驗 19 ▶ 利用寶特瓶做成幫浦

1. **寶特瓶幫浦**：使用回收的寶特瓶、水管、吸盤來製作幫浦。

(1) **自製逆止閥**：用吸盤及鐵絲做成逆止閥，一個固定在瓶口外，一個固定在瓶口內，做成一進一出的逆止閥。



(2) **強化出水口的接頭**：接頭部分都切成瓣狀，強化密合度。



(3) **製作活塞**：將符合活塞大小的寶特瓶，接上 PVC 管帽及水管，做成活塞。活塞尺寸需配合不同寶特瓶來製作(表 20)。

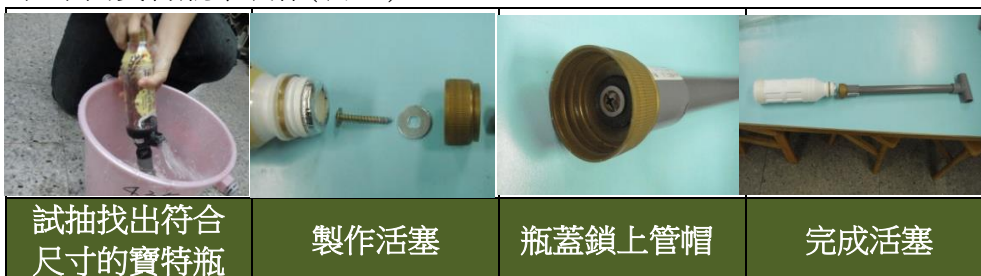


表 20：寶特瓶幫浦活塞尺寸說明

型式 1	型式 2	型式 3	外管 1	外管 2
活塞口徑比外管外徑小 1mm，塞入時夠緊密，也能順利抽水。	寶特瓶活塞較小時，需將口徑加大，比外管外徑小 1mm 時，塞入時夠緊密，也能順利抽水。	外管不平整時，活塞口徑需和外管最窄處相同，塞入時夠緊密，也能順利抽水。	寶特瓶如上圖時，可將較窄處剪掉，連接起來可做成外管，搭配型式 1~3 的活塞，做成幫浦	這樣的曲線瓶，無法製作出適合的活塞，不能用來做寶特瓶幫浦的外管。



(4) **組合試抽**：固定抽動 15cm，以速度 120 抽動 10 下，將結果與實驗 11 比較。



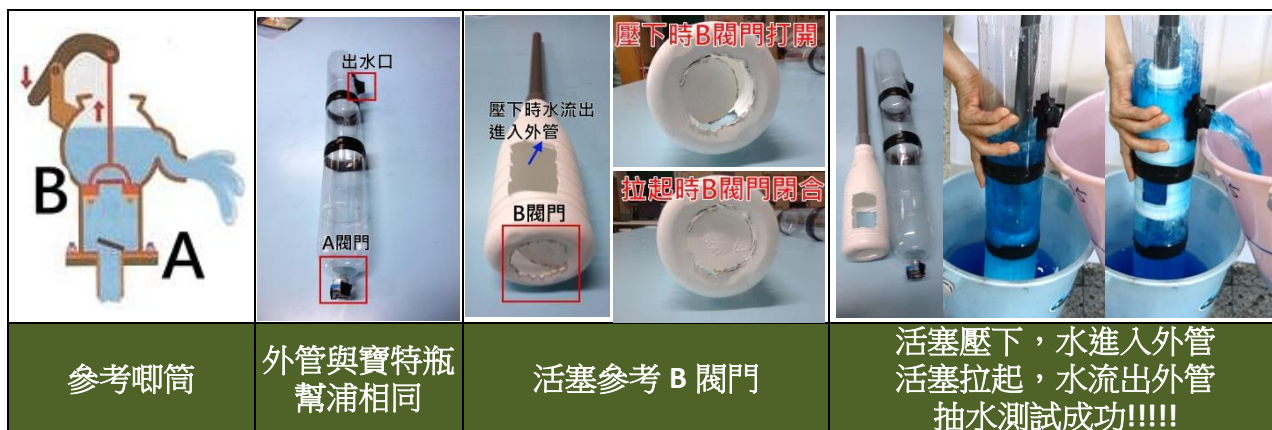
將外管接長

外管與活塞

活塞放入管中

抽水測試成功!!

2. **寶特瓶唧筒**：使用回收的寶特瓶、水管、吸盤來製作唧筒式幫浦。



參考唧筒

外管與寶特瓶幫浦相同

活塞參考 B 閥門

活塞壓下，水進入外管  
活塞拉起，水流出外管  
抽水測試成功!!!!

表 21：寶特瓶幫浦第三代與實驗 11 抽水量比較

幫浦類型	重量 gw	抽出水量 ml	管內餘水 ml	總抽出水量 ml	每秒抽出水量 ml/ 5sec
		X	Y	Z = X+Y	Z / 5
20 mm	700	260.8	133.0	393.8	78.76
27 mm	820	740.6	208.4	949.0	189.80
寶特瓶唧筒(65 mm)	260	780.6	660.2	1440.8	288.16
40 mm	1400	1010.4	592.4	1602.8	320.56
寶特瓶幫浦(65 mm)	330	2850.2	0	2850.2	570.04
50 mm	1570	2620.6	815.6	3436.2	687.24

表 22：各種幫浦的造價

自製幫浦 種類	總價 (元)	活塞				幫浦主體				
		小正三通 (活塞把手)	PVC 內管	活塞/ 管帽	防水膠 膠帶	PVC 外管	閥門 2 個	大正三通/ 流理台三通	L 彎管	進水軟管 或 PVC
寶特瓶唧筒	35	10	7	5	5	0	8	0	0	0
寶特瓶幫浦	59	10	7	5	5	0	16	0	8	8
20mm 自製逆止閥	122	10	5	0	0.1	9	71	12	15	
20 mm	151	10	5	0	0.1	9	100	12	15	
27 mm	145	12	7	0	0.1	11	80	20	15	
斜抽管	180	12	6	0	0.1	22	80	45	15	
斜抽軟管	211	12	6	0	0.5	12	80	45	15	40
40 mm	323	20	8	0	0.1	15	240	15	25	
50 mm	394	15	11	0	0.1	18	300	20	30	



(5) 討論：

- (1) **寶特瓶幫浦**製作逆止閥、連接出水口需要技巧；雖然有些水會從接縫處流出來，抽動時向下壓較花力氣，但**重量輕、抽水效率極佳，是值得推廣的省錢幫浦。**
- (2) 寶特瓶唧筒製作較容易，但活塞上拉時要承受水的重量，變得很費力，讓抽水速度變慢，使抽水效率變差，管內餘水也較多。

## 伍、結論

- 一、幫浦能在不密閉的情形下，將水移到高處，幫 93.05%的同學解決拖地水倒水問題。
- 二、自製幫浦方便又省力、並能有效減少水灑地面、噴到身上的情況。
- 三、空抽幫浦時產生類似豬叫的「嘎嘎」聲，就可確認幫浦製作成功。
- 四、提高幫浦抽水效率的方法：
  - (一)進水管高度較短。
  - (二)進水口底部不可平整。
  - (三)活塞與外管緊密。
  - (四)閥門相對位置接近。
  - (五)垂直抽水。
  - (六)幫浦口徑越大。
  - (七)抽動活塞時，先以短距離抽 3~4 下，再以長距離抽動。
  - (八)抽動活塞的速度快、次數多。
- 五、自製幫浦抽完仍有餘水，方便將水桶裡的沙子一起倒乾淨。
- 六、自製幫浦可配合身高、花台量身訂製適合尺寸，例如本校廣受好評的斜抽軟管。
- 七、寶特瓶幫浦抽水效率極佳，重量又輕，是值得推廣的省錢幫浦。
- 八、我們的幫浦，不只可以拿來抽拖地水，接上長水管，可以將水移動到任何想流去的地方，或是用來抽充空氣。

## 陸、參考資料

- 一、遠哲科學競賽之針筒幫浦大破解，趙彥翔、張博閔、高郁晴，國立華僑高中  
[www.shs.edu.tw/works/essay/2012/03/2012032316024453.pdf](http://www.shs.edu.tw/works/essay/2012/03/2012032316024453.pdf)
- 二、揚水裝置之研究，翁偉信、許展耀、張銘軒，南榮技術學院。  
<http://www.njme.nju.edu.tw/njme/學生園地/專題報告書/95/013-揚水裝置之研究.pdf>
- 三、翰林版自然與生活科技四下第三單元，3-3 虹吸現象
- 四、翰林版自然與生活科技五下第二單元，2-3 水溶液的導電性

## 【評語】 080803

本作品設計利用非密閉式抽水幫浦，以手動方式及簡單的 PVC 水管、逆止閥，製作出可配合水桶和花台高度之各式手動抽水幫浦，並試驗探討進水管高度、底部平整度、閥門相對位置及幫浦口徑大小對抽水效率的影響，作品具相當高的實用價值。