

嘉義市第三十七屆中小學科學展覽

作品說明書

科別：生活與應用學科(一)

組別：國中組

作品名稱：智能省水小便斗

關鍵詞：智能、省水、小便斗

目錄

摘要.....	3
壹、研究動機.....	3
貳、研究目的.....	4
參、研究器材及設備.....	4
肆、實驗過程.....	5
伍、研究結果.....	12
陸、討論.....	15
柒、結論.....	16
捌、參考資料及其他.....	16

摘要

本研究要探討我們設計的 Arduino 程式智能控制小便斗的沖水量是否達到省水效果，並探究水量的多寡對沖水後的乾淨程度；一開始要找替代液體充當尿液的材料，為了方便後續研究可以的客觀且容易觀察沖水後尿液是否還有殘留。接著，我們發現購買的小便斗沖水結構有問題，沖水並沒有很均勻，所以我們進一步研究不同沖水結構對沖水後是否乾淨的程度作比較，探討何種沖水方式可以徹底將尿液清除乾淨又省水。

壹、研究動機

因為台灣因為山坡陡峭、雨勢集中，加上河川短促，所以大部分的雨水都迅速地流入海洋，台灣其實是缺水的國家。根據統計，一般家庭用水比例是百分之二十左右，其中位居第一的是沖馬桶。為了解決這個問題，我們和理化老師討論自然與生活科技(五)「5-1 地球上的水」單元，其實水資源是很珍貴的，於是我們設計出以實際的小便斗結合 Arduino 程式智能控制，能夠更符合實際應沖水量，依照尿的多沖的多、尿的少沖的少，減少水資源的浪費，要以實驗證實省水前提必須沖的乾淨，避免造成尿液沖不乾淨的情況。根據尿量多寡，來決定沖水量，能夠減少水資源的浪費，又能讓每一滴水都有真正發揮到。若是再加以量產，用於台灣各個場所，將會省下龐大的水量。

◎與課程相關單元：【自然與生活科技(五)】：5-1 地球上的水

圖一：台灣使用水資源比例圖



貳、研究目的

- 一、測試適合替代尿液的液體材料，便於觀察沖水後是否還有尿液殘留
- 二、比較不同沖水結構對小便斗中尿液的沖水時間
- 三、實驗液體(充當尿液)的多寡，測量使用抽水馬達抽水需要多少的時間才能徹底將小便斗沖乾淨
- 四、探究尿量與水位高度的關係
- 五、實驗沖水時間和沖水量的相對關係

參、研究器材及設備

一、實驗器材：

名稱	電子磅秤	量筒	噴霧器	吸管
照片				
名稱	軟木塞	膠帶	防水膠布	水性顏料
照片				
名稱	小便斗	熱熔膠、熱熔膠槍	焊錫槍	抽水馬達
照片				
名稱	arduino 主板	水位感測器	滴管	燒杯
照片				

二、藥品：

名稱	氫氧化鈉	酚酞指示劑	蒸餾水
照片			

肆、實驗過程

實驗一：測試適合替代尿液的液體材料



實驗二：比較不同沖水結構對小便斗中尿液的沖水時間



實驗三：比較尿量的多寡對沖水時間的影響



實驗四：測量尿量與水位高度的關係



實驗五：實驗沖水時間和沖水量的相對關係

一、實驗一：測試適合替代尿液的液體材料

(一)實驗說明：尋找替代液體充當尿液的材料，為了方便後續研究可以客觀且容易觀察沖水後尿液是否還有殘留。

(二)操作變因：以不同的液體取代尿液

(三)實驗步驟：

1.利用紅色水性顏料，來取代尿液

(1)先調配一杯紅色水性顏料

(2)使用滴管將 50 毫升的顏料均勻的滴在小便斗的同一直線上

(3)再啟動抽水馬達沖水，直到無法看見顏料為止

圖一：已調配好的紅色水性顏料



圖二、圖三：使用紅色水性顏料的實驗過程



2.使用 0.1M 的氫氧化鈉水溶液與酚酞指示劑：

使用氫氧化鈉來充當尿液，沖水後再噴酚酞指示劑檢測尿液是否殘留，利用氫氧化鈉碰到酚酞指示劑時顏色呈現「酸無鹼紅」的特性，若有殘留則呈現紅色。

- (1)調配 0.1M 的氫氧化鈉水溶液 50 毫升，使用滴管將 50 毫升的顏料均勻的滴在小便斗的同一直線上
- (2)將酚酞指示劑以噴霧器噴在小便斗表面一次
- (3)再啟動抽水馬達沖水，直到無法看見此溶液為止

圖四：滴氫氧化鈉的過程



圖五：噴酚酞指示劑



圖六：沖水過程



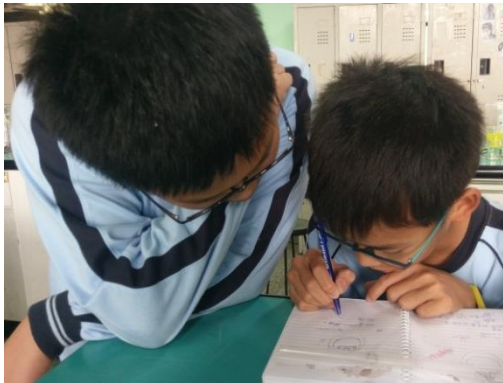
二、實驗二：比較不同沖水結構對小便斗中殘留尿液的沖水時間

(一)實驗說明:我們使用原本購買的小便斗,裡面有 9 孔沖水結構,另外我們自製的 5 孔、7 孔吸管沖水結構來進行沖水實驗

圖七：小便斗原沖水結構(9 孔)



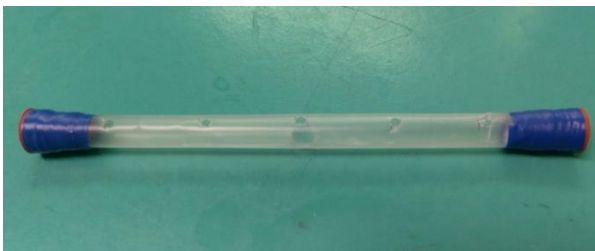
圖八：討論如何製作吸管



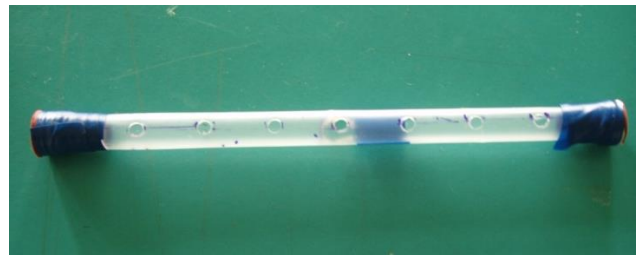
圖九：製作吸管



圖十：五孔吸管



圖十一：七孔吸管



(二)操作變因：使用不同的沖水結構對沖水的效果

(三)實驗步驟

1.使用原小便斗(9孔)的沖水結構

- (1)將 0.1M 的氫氧化鈉溶液 50 毫升均勻滴在同一條直線
- (2)將酚酞指示劑以噴霧器噴在小便斗表面一次
- (3)再啟動抽水馬達沖水，直到無法看見此溶液為止
- (4)計算所需時間

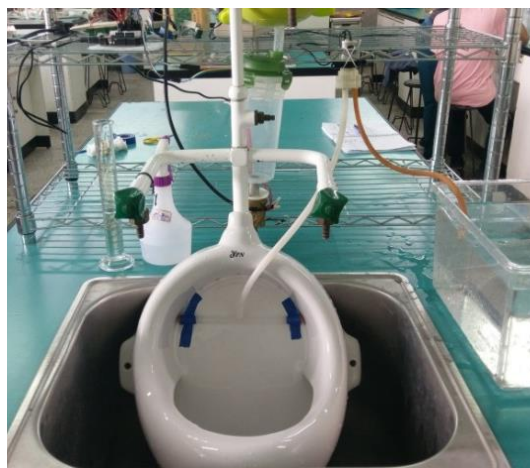
圖十二：原小便斗(9孔)，並連接抽水馬達沖水



2.使用五孔吸管

- (1)將 5 孔吸管黏在小便斗上，並連接抽水馬達
- (2)將 0.1M 的氫氧化鈉溶液 50 毫升均勻滴在同一條直線
- (3)將酚酞指示劑以噴霧器噴在小便斗表面一次
- (4)再啟動抽水馬達沖水，直到無法看見此溶液為止
- (5)計算所需時間

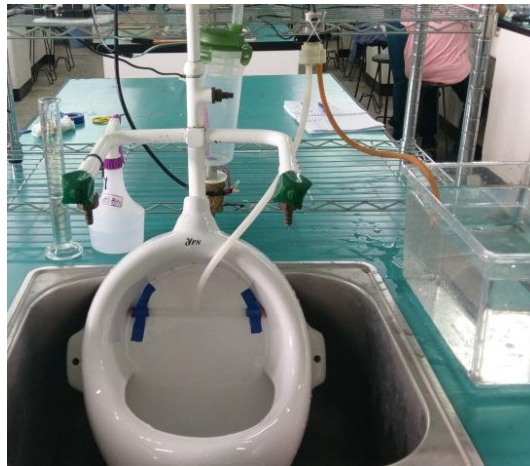
圖十三：5 孔吸管黏在小便斗上，並連接抽水馬達



3.使用 7 孔吸管

- (1)依相同方法，將 7 孔吸管黏在小便斗上，並連接抽水馬達
- (2)將 0.1M 的氫氧化鈉溶液 50 毫升均勻滴在同一條直線
- (3)將酚酞指示劑以噴霧器噴在小便斗表面一次
- (4)再啟動抽水馬達沖水，直到無法看見此溶液為止
- (5)計算所需時間

圖十四：7 孔吸管黏在小便斗上，並連接抽水馬達



(四)預計結果：7 孔吸管好於 5 孔吸管好於原小便斗的沖水結構

三、實驗三：比較尿量的多寡對沖水時間的影響

- (一)實驗說明：我們以下不同量的 0.1M 氫氧化鈉溶液均勻滴在小便斗同一直線上，分別以 50 毫升為單位，從 50、100、150、200、250…以此類推直到 800 毫升，並測量不同尿量的多寡所需的沖水時間。
- 在實驗二的結果發現以 5 孔的沖水效果最好，因此後續實驗都以 5 孔吸管當作實驗小便斗的沖水裝置

(二)操作變因：使用不同量的尿液，依序測量沖乾淨所需的時間

(三)實驗步驟

- 1.使用 5 孔吸管進行此實驗
- 2.將 0.1M 的氫氧化鈉溶液 50 毫升均勻滴在同一條直線
- 3.將酚酞指示劑以噴霧器噴在小便斗表面一次
- 4.以相同實驗步驟，實驗 100、150…毫升的 0.1M 的氫氧化鈉溶液，測量沖水時間
- 5.測量至找出沖水時間所需的關係

(四)預計結果：當尿量增加，沖水量隨之增加。當沖水量到一個最高點時，則不再上升

四、實驗四：測量尿量與水位高度的關係

(一)實驗說明：測量尿液在杯中的水位高度，再將此數據寫入程式中，當水位感測器測量到尿液的高度時，程式即可依照此數據計算杯中多少公分的尿液需要多少的沖水時間

(二)操作變因：改變尿液的量

(三)實驗步驟

- 1.使用水當作尿液，倒入尿液收集瓶
- 2.將 50 毫升的水倒入尿液收集瓶中，測量其水位高度
- 3.以相同實驗步驟，依序實驗 100、150、200…毫升的水的水位高度

五、實驗五：討論沖水時間和沖水量的相對關係

(一)實驗說明：使用抽水馬達，測量不同時間下的沖水量關係

(二)操作變因：改變不同的沖水時間

(三)實驗步驟

- 1.使用抽水馬達，並利用碼表計時，這些時間是沖小便斗將模擬尿液沖乾淨的時間
- 2.測量抽水 5 秒的抽水水量
- 3.再測量抽水 6 秒、7 秒的抽水水量

伍、研究結果

一、實驗一：測試適合替代尿液的液體材料

(一)紅色水性顏料因為水溶性很好，當滴在小便斗上面時，大約 3 秒，這些紅色水性顏料就幾乎全部流走了，我們都還來不及使用沖水馬達沖水，因此也無法去測量沖水時間。

(二)使用 0.1M 的氫氧化鈉水溶液與酚酞指示劑的結果，產生的紅色液體不會立即流走，便於後續沖水實驗

(三)經實驗發現，使用紅色水性顏料的缺點

1. 紅色水性顏料因為水溶性很好，當滴在小便斗上面時，大約 3 秒，這些紅色水性顏料就幾乎全部流走了，因此也無法去測量沖水時間。
2. 顏色過淡，不容易觀察；若調成較濃的溶液，又容易產生顆粒，不利於實驗。

1.調配水性顏料水溶液	2.將 50 毫升的顏料均勻的滴在小便斗的同一直線上	3.不到 3 秒，紅色水性顏料就幾乎全部流走了
		
4.將 50 毫升 0.1M 的氫氧化鈉水溶液均勻的滴在小便斗的同一直線上	5.以噴霧器將酚酞指示劑噴向小便斗	6.產生的紅色液體不會立即流走，便於後續沖水實驗
		

二、實驗二：比較不同沖水結構對小便斗中殘留尿液的沖水時間

(一)經實驗發現，使用我們自製的吸管(5孔與7孔)，皆比原小便斗的沖水效果更好，沖水時間更少，沖得更乾淨。推測5孔吸管因水壓較大，故沖水效果比較好，實驗結果如下表。

表一：使用不同開孔沖水結構對小便斗中尿液的沖水時間結果

沖水結構	原小便斗	7孔吸管	5孔吸管
沖水時間(秒)	13-15	6	5

(二)結論

在實驗二的結果發現以**5孔的沖水效果最好**，在考慮沖淨效果除了開孔數與開孔位置外，還要考慮到水壓的問題，可能因為5孔比7孔的孔數少，水沖出來的壓力較大，反而清潔效果較好，因此後續實驗都以**5孔吸管當作實驗小便斗的沖水裝置**。

三、實驗三：比較尿量的多寡對沖水時間的影響

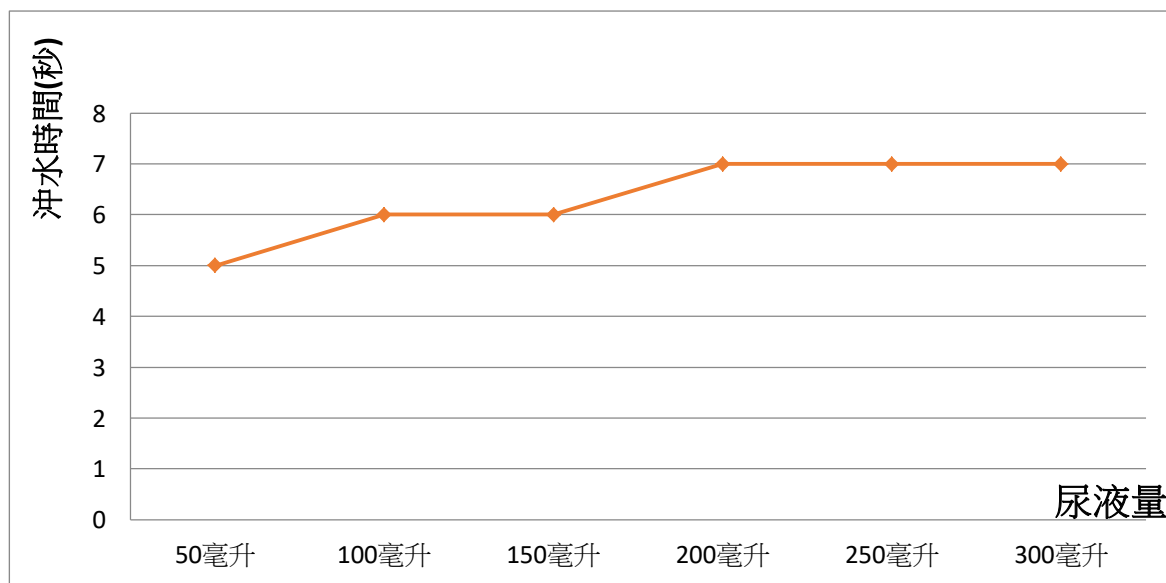
(一)實驗結果發現，在尿量50~200mL之間，尿量越多，沖水時間越久。

(二)不過當尿量持續增加到200mL之後，後面就算尿量再增加，沖水時間也不再上升，最大量就是7秒就可以沖乾淨。

表二：尿量的多寡對沖水時間的影響折線圖

尿量(毫升)	50	100	150	200	250	300
沖水時間(秒)	5	6	6	7	7	7

圖一：尿量的多寡對沖水時間的影響折線圖



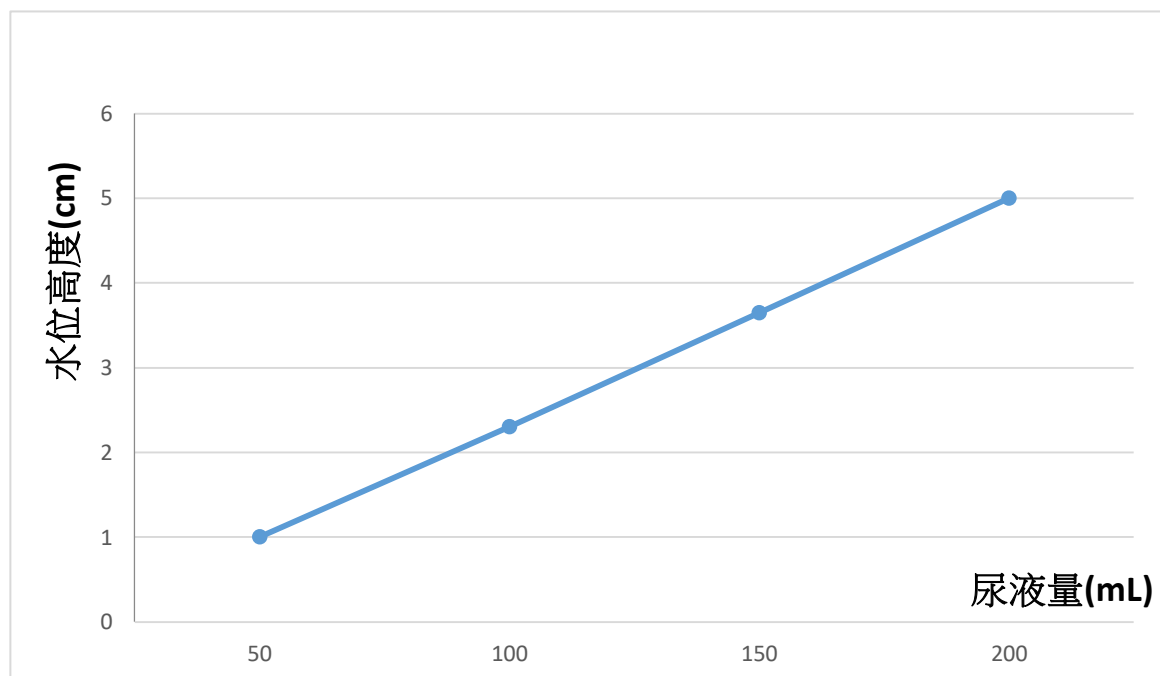
四、實驗四：測量尿量與水位高度的關係

- (一) 由實驗結果發現，尿量與水位高度有正相關。
- (二) 此實驗數據可以讓水位感測器偵測到水位高度後，我們再將此數據寫入 Arduino 程式，使其判斷幾公分高的水位代表多少毫升的尿量，再依照實驗三的結果，看要讓抽水馬達沖幾秒的水能將尿液沖乾淨。

表三：尿量與水位高度的關係

尿量(毫升)	50	100	150	200
水位高度(公分)	1	2.3	3.65	5

圖二：尿量與水位高度的關係



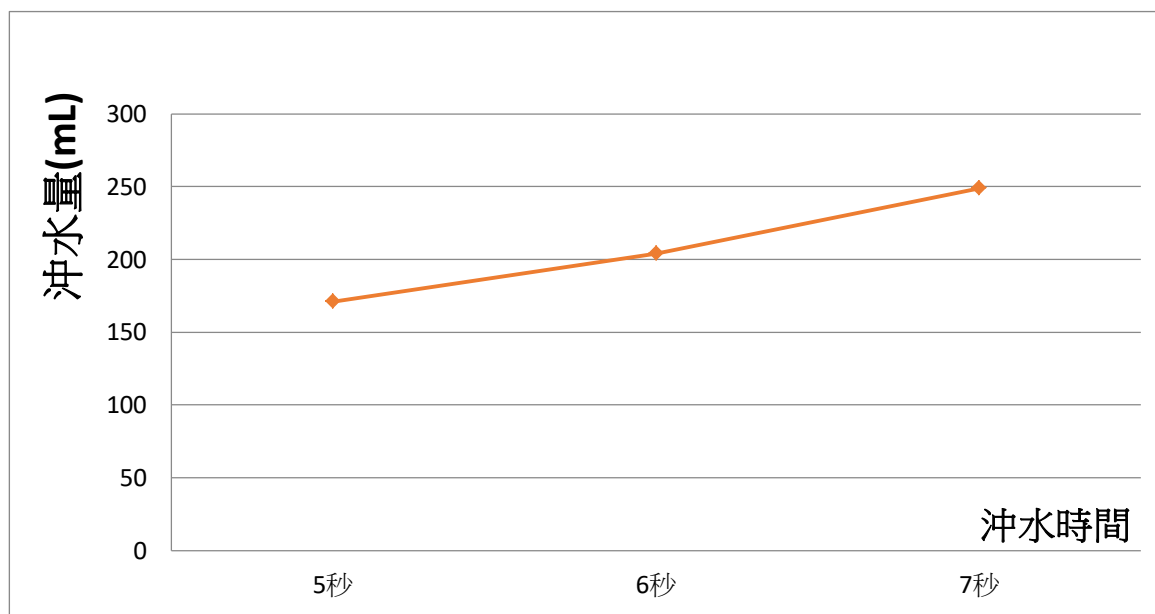
五、實驗五：討論沖水時間和沖水量的相對關係

- (一) 由實驗結果發現，沖水時間和沖水量有正相關。
- (二) 我們想知道由我們的抽水馬達進行將尿液沖乾淨會使用掉多少水，我們將實驗中可以將 50mL 到 200mL 以上尿液沖乾淨的時間為 5~7 秒，實驗結果為 171~249mL 的水量。
- (三) 也就是說每一次小便斗沖水最多只要約 250mL 即可沖乾淨，比我們外面市售的省水小便斗一次沖水 1200mL 還要更省水。

表四：沖水時間和沖水量的相對關係

沖水時間(秒)	5	6	7
沖水量(毫升)	171	204	249

圖三：沖水時間和沖水量的相對關係



陸、討論

一、紅色水性顏料、0.1M 氫氧化鈉溶液與酚酞指示劑的殘留程度比較

(一)使用紅色水性顏料的優、缺點

使用紅色水性顏料，雖然成本低，但是紅色水性顏料因為水溶性很好，當滴在小便斗上面時，大約 3 秒，這些紅色水性顏料就幾乎全部流走了，我們都還來不及使用沖水馬達沖水，因此也無法去測量沖水時間。而且紅色顏料顏色過淡，不容易觀察；若調成較濃的溶液，又容易產生顆粒，不利於實驗。

(二)使用 0.1M 的氫氧化鈉水溶液與的優、缺點：

使用 0.1M 的氫氧化鈉水溶液與酚酞指示劑的結果，產生的紅色液體不會立即流走，便於後續沖水實驗；但相對的，成本會高於使用紅色水性顏料

(三)於是我們使用 0.1M 的氫氧化鈉水溶液與酚酞指示劑來進行之後的實驗

二、沖水構造對沖水程度的效果影響

(一)經實驗發現，使用我們自製的吸管(5 孔與 7 孔)，皆比原小便斗的沖水效果更好，沖水時間更少，沖得更乾淨。推測 5 孔吸管因水壓較大，故沖水效果比較好。

(二)結論

在實驗二的結果發現以 **5 孔的沖水效果最好**，在考慮沖淨效果除了開孔數與開孔位置外，還要考慮到水壓的問題，可能因為 5 孔比 7 孔的孔數少，水沖出來的壓力較大，反而清潔效果較好，因此後續實驗都以 **5 孔吸管當作實驗小便斗的沖水裝置**。

三、尿量的多寡對沖水時間的影響

(一)實驗結果發現，在尿量 50~200mL 之間，尿量越多，沖水時間越久。

(二)不過當尿量持續增加到 200mL 之後，後面就算尿量再增加，沖水時間也不再上升，最大量就是 7 秒就可以沖乾淨。

四、測量尿量與水位高度

(一)由實驗結果發現，尿量與水位高度有正相關。

(二)此實驗數據可以讓水位感測器偵測到水位高度後，我們再將此數據寫入 Arduino 程式，使其判斷幾公分高的水位代表多少毫升的尿量，再依照實驗三的結果，看要讓抽水馬達沖幾秒的水能將尿液沖乾淨。

五、探討沖水時間和沖水量的相對關係

- (一) 由實驗結果發現，沖水時間和沖水量有正相關。
- (二) 我們想知道由我們的抽水馬達進行將尿液沖乾淨會使用掉多少水，我們將實驗中可以將 50mL 到 200mL 以上尿液沖乾淨的時間為 5~7 秒，實驗結果為 171~249mL 的水量。
- (三) 也就是說每一次小便斗沖水最多只要約 250mL 即可沖乾淨，比我們外面市售的省水小便斗一次沖水 1200mL 還要更省水。

六、比較市售常見的幾款小便斗，若是傳統小便斗每次沖水會 6~9 公升，一般省水小便斗 1.2~3 公升，我們研究的 arduino 智能省水小便斗則可更省水，只要 0.17~0.3 公升。

七、我們的智能省水小便斗能夠更符合實際應沖水量，依照尿的多沖的多、尿的少沖的少，減少水資源的浪費，要以實驗證實省水前提必須沖的乾淨，避免造成尿液沖不乾淨的情況。

小便斗沖水量的比較

款式	傳統小便斗	一般省水小便斗	我們的 Arduino 省水小便斗
使用水量	6~9 公升	1.2~3 公升	0.17~0.3 公升

七、將此實驗之實驗數據輸入至 arduino 程式主板，接上電路板，即可運作

圖一：arduino 主程式



柒、結論

- 一、台灣的水資源非常珍貴，我們希望經由這次的實驗可以改良小便斗，能夠節省水資源避免不必要的浪費。於是我們設計出以實際的小便斗結合 Arduino 程式智能控制，能夠更符合實際應沖水量，依照尿的多沖的多、尿的少沖的少，減少水資源的浪費，要以實驗證實省水前提必須沖的乾淨，避免造成尿液沖不乾淨的情況。
- 二、發現透過我們改造小便斗的沖水開孔結構，以及一系列實驗結果，發現可以在最多大約 300 毫升的情況下就可以把人類最大尿液量沖乾淨，比起市售省水小便斗的 1.2 公升的水量還省更多水。
- 三、未來若應用在實際的場所，以一座小便斗一天使用 30 次計算，有 10-12 座的小便斗，一年可省下 124830 公升的水量，實際應用的話，便可省下目前使用量的 3/4 水。
- 四、本實驗室根據尿量多寡，來決定沖水量，能夠減少水資源的浪費，又能讓每一滴水都有真正發揮到。若是再加以量產，用於台灣各個場所，將會省下龐大的水量。

捌、參考資料及其他

1. 台灣宅修隊•小便斗自動沖水器•台灣：台灣宅修隊•網址
<http://www.17ihome.com.tw>
2. 台灣的水資源•台灣使用水資源比例圖•台灣：我要讀地理•網址
http://www.tlsh.tp.edu.tw/~t127/water_resources/water04.htm
3. 中時電子報•一天排尿幾次才正常？醫：過多過少都不好•台灣：中時電子報•取自
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20170629005349-260418>