

中華民國第 56 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

佳作

080832

真滴，水不漏

學校名稱：高雄市大樹區九曲國民小學

作者：	指導老師：
小六 林品妤	莊智揚
小六 林友雄	李雪菁
小六 何義翔	
小五 吳玉鳳	
小五 梁炫曦	

關鍵詞：釵磁鐵、漏水防治器、水龍頭

壹、摘要

我們為了改善學校水龍頭漏水的問題而展開一連串的觀察和研究，研究分成兩大部分一是了解學校水龍頭的使用情形與分析漏水的原因；第二是製作漏水防治器來有效減少漏水的情形發生。

研究結果發現學校水龍頭的水流量會隨著不同樓層、距離主管遠近、不同形式而有不同。我們利用自製轉角測量儀來了解同學轉動水龍頭的習慣，並製作水龍頭節水卡來減少水的浪費。在製作漏水防治器的過程中，為了提供止水皮足夠的力抵住漏水嘗試了許多材料，我們發現使用防水釵磁鐵加上塑膠螺絲、螺帽組合成可調式漏水防治器可適合不同水龍頭，測試後更確定漏水防治器可有效發揮作用。為了提高穩定性我們又採用 3D 列印的方式來製作防治器的零件，有效的增加組裝的精確度。

貳、研究動機

「水」一直是重要的資源，除了用來飲用外，日常生活中從洗滌到灌溉等許許多多的事都依賴著水。目前全世界正面臨缺水問題，根據遠見雜誌的報導，我們所居住的台灣漏水率高達 20%，更讓我們對於水資源不足的情形感到興趣。

學校是我們一天 24 小時之中很重要的活動場所，校園的各個角落裡常常可以看到水龍頭，但也經常看到正在漏水的水龍頭，如果可以了解漏水的原因進而防止情形的發生，不僅可以減少學校水費的支出也可以為我們生活的環境盡一份心力。

參、名詞解釋


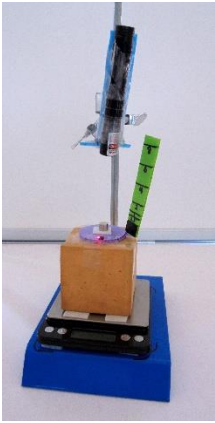
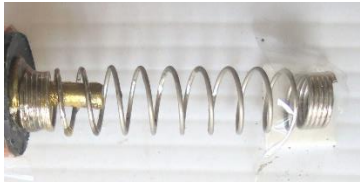
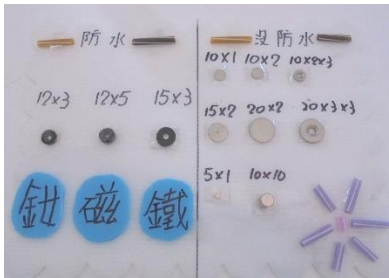




- 一、水流量：流量，指單位時間內通過特定表面的流體（液體或氣體）的量，若以體積衡量流體的量，其流量稱之為「體積流量」，本研究是以水為測量對象。
- 二、轉角：轉（Turn），是一種角的測量單位。定義為將一個圓繞一圈為一轉。常用於圓周運動的測量角度的單位。
- 三、釹磁鐵：也稱為釹鐵硼磁鐵（NdFeB magnet），是由釹、鐵、硼（Nd₂Fe₁₄B）形成的四方晶系晶體，這種磁鐵是現今磁性最強的永久磁鐵。
- 四、轉角測量儀：利用自製 360 度量角器結合指針裝置在水龍頭，用來測量轉動水龍頭角度。
- 五、互斥力測量儀：運用自製測量儀器來測量同極釹磁鐵相對時所產生的互斥力。
- 六、PLA：聚乳酸，是一種熱塑性脂肪族聚酯。生產聚乳酸所需的乳酸和丙交酯可以通過可再生資源發酵、脫水、純化後得到，所得的聚乳酸一般具有良好的機械和加工性能，而聚乳酸產品廢棄後又可以通過各種方式快速降解，因此聚乳酸被認為是一種具備良好的使用性能的綠色塑料。

肆、研究問題或目的

真滴，水不漏



伍、研究設備器材

實驗工具		盛水容器、量杯、量桶、水平儀、碼錶、捲尺、照相機			
自製實驗儀器	水龍頭轉角測量器		自製互斥力測量儀		
					
測試用材料	彈簧		釹磁鐵		
					
漏水防治器	第一代	第二代	第三代	第四代	
					

陸、研究過程與討論

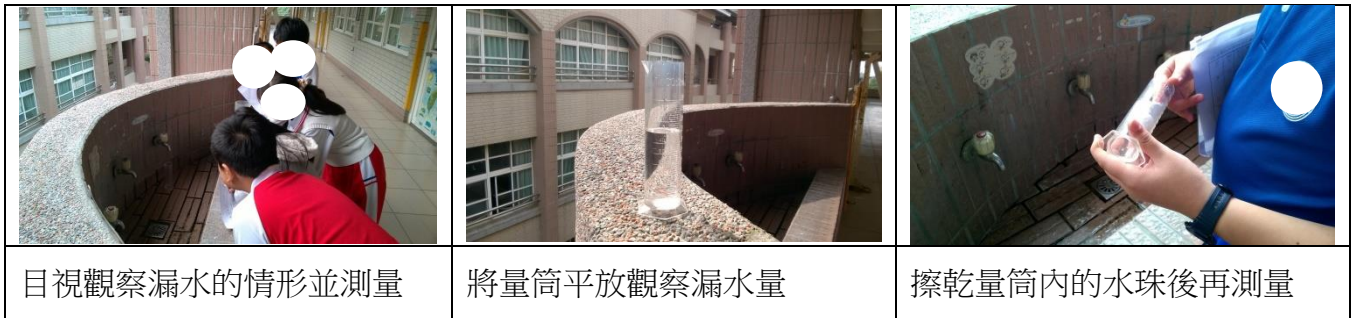
一、分析漏水原理與了解水龍頭使用習慣

(一) 了解水龍頭漏水的原因

1. 觀察過程與結果

為了知道學校水龍頭漏水的原因，我們採取校園巡查的方式來發現漏水水龍頭。先

觀察漏水時的形態，再使用量筒測量漏水量三次每次測量十分鐘；測量完後再將三次測到的水量平均後得到平均漏水量，接著把水龍頭旋緊觀察是否繼續漏水。為了確保水流量的穩定性，我們選擇中午午休時間，因為大家在教室休息，比較少人使用水龍頭的時間進行測量。

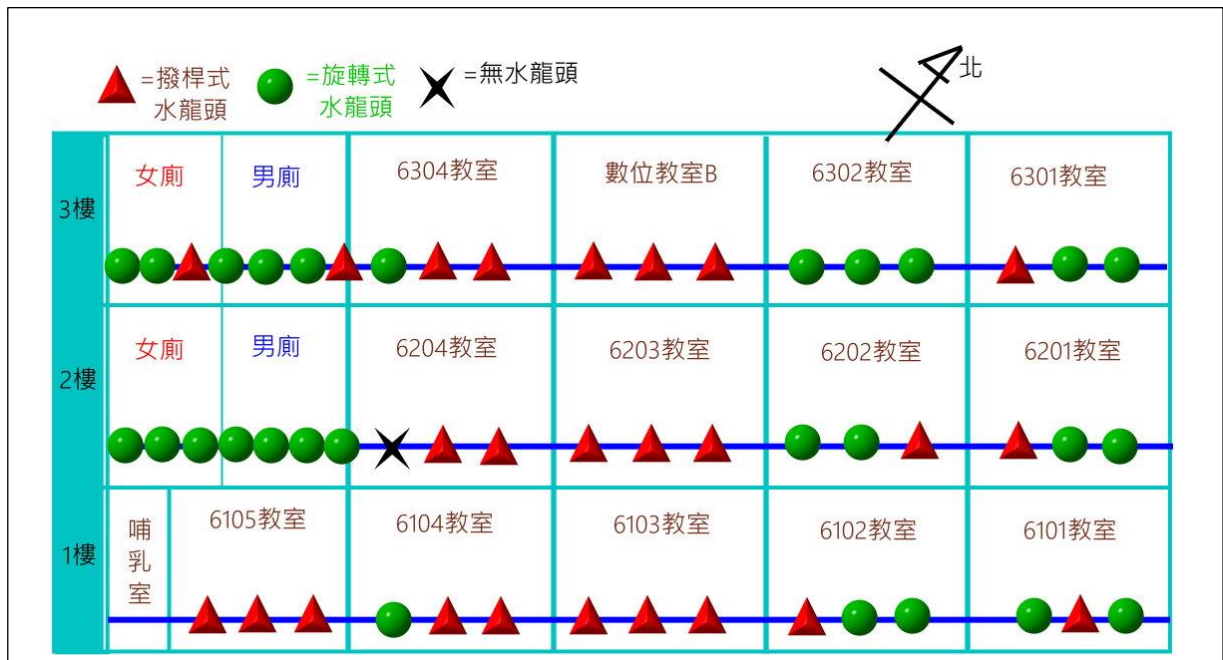


目視觀察漏水的情形並測量

將量筒平放觀察漏水量

擦乾量筒內的水珠後再測量

圖 1-1 學校北棟教室平面圖



2. 觀察的結果與討論

表 1-1 漏水觀察統計表

(漏水量為三次平均值)

水龍頭位置	平均漏水量 (ml/分)	漏水形態	旋緊後是否漏水
6302 教室右 1	6.7	一滴滴型	不漏
6103 教室左 1	17.7	條狀	不漏
北棟 2F 廁所左 1	35.0	一滴滴型	漏
北棟 2F 廁所右 1	114.0	條狀	不漏
6203 教室右 1	3.6	一滴滴型	漏

根據觀察的結果，我們發現當水龍頭發生漏水時，大家都以為是水龍頭壞了，但卻不一定是這樣，很多時候漏水的原因是因為使用的人並沒有把水龍頭確實旋緊而造成漏水。觀察的結果中北棟 2F 廁所右邊第一個水龍頭漏水量 114 (ml/分) 和其他觀測值比較明顯大上許多，它的漏水原因是因為使用後沒有確實關緊而導致的漏水，而且這個水龍頭的位置是在學校比較偏僻的地方，如果一直都沒人發現，損失的水量將是會非常驚人的。

漏水的情形又可分為一滴滴的滴水型漏水和因為漏水量比較大成為條狀型漏水。但是水龍頭的漏水量是依不同水龍頭漏水的情形而有不同，並沒有一定的規則。不管漏水量大或是小，只要是漏水就一定會造成資源的浪費，如果一個水龍頭因為漏水但卻沒有人去注意，那麼一天、一星期甚至一個月所累積起來的量是很可觀的。

接著我們討論到，因為學校的水是由自來水管引到頂樓的水塔蓄水後再接水管分送到每一個樓層的水龍頭，那不同樓層的水龍頭水流量會不會有所不同呢？會不會對漏水的情形產生不同的影響？

(二) 了解學校不同樓層高度水流量差異。

1. 觀察過程與結果

為了瞭解學校不同樓層水龍頭水流量的差異，我們以學校北棟教室為實驗對象，每一個樓層選擇一個與主管路相近的水龍頭，將水龍頭全開轉到底後測量十秒水流量，每個水龍頭測量三次，再平均為水龍頭水流量，為了確保水流量的穩定性，我們也是選擇利用中午午休大家在教室休息比較少人使用水龍頭的時間進行測量。

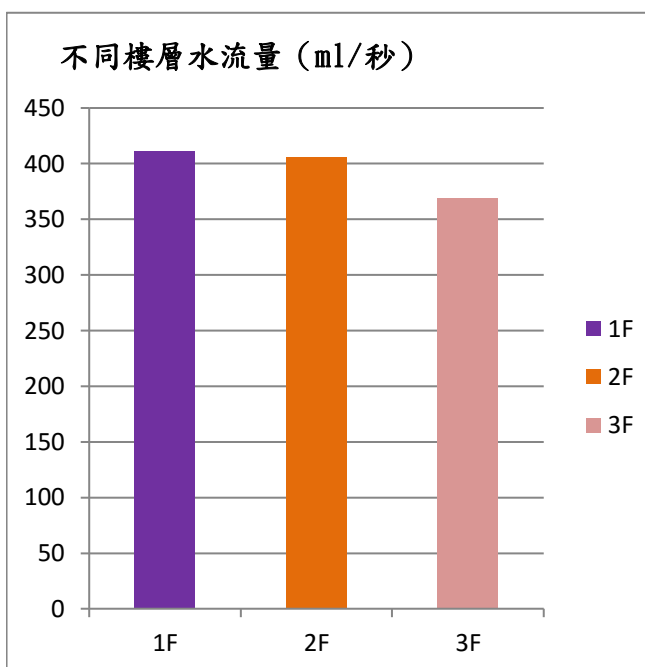
		
將水龍頭旋轉到成全開狀態	將水裝入盛水容器	利用量筒測量水量

2.觀察的結果與討論

表 2-1 不同樓層水流量測量表

不同樓層	水流量 (ml/秒)
1 樓	411.6
2 樓	405.5
3 樓	368.6

(水流量為三次平均值)



由測量結果我們發現不同樓層水流量並不相同，北棟教室以 1 樓水流量最大；2 樓次之；3 樓最小。這個結果和我們平常所知道的因為水塔放在頂樓所以水壓由低層樓向高層樓減少有相關，由此可知學校水龍頭的水流量和水壓是有相關的。

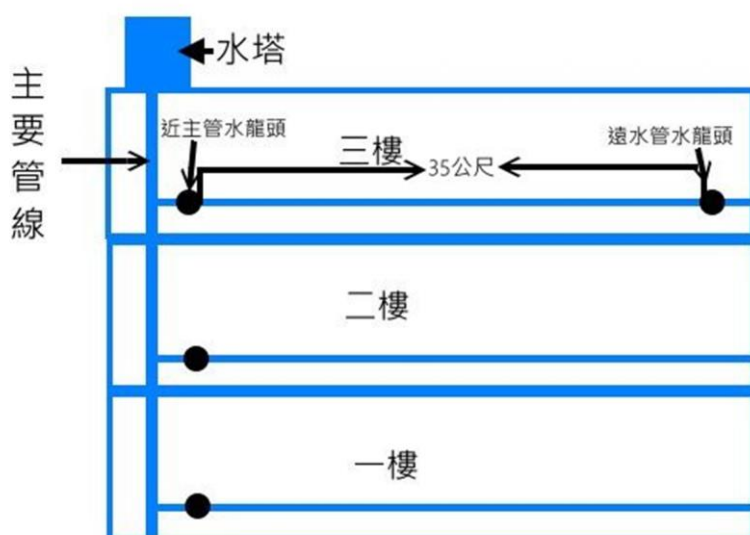
從測量的結果，我們發現不同的樓層出水量有所不同，那在同一樓層的水龍頭水流量會相同嗎？

(三) 了解學校同樓層離主管不同距離水流量的差異。

1.觀察過程

為知道同一樓層不同水龍頭水流量是否有差異，我們選擇了學校北棟教室三樓的 2 個水龍頭，分別是三樓廁所前方洗手台由左邊數過來第 3 個及 6301 教室前方洗手台中間的水龍頭作測量，2 個水龍頭相距 35 公尺，每個水龍頭測量 3 次，每次 10 秒鐘，測量完後將 3 次所得到的水流量加以平均得到平均水流量。

圖 3-1 水龍頭觀測點



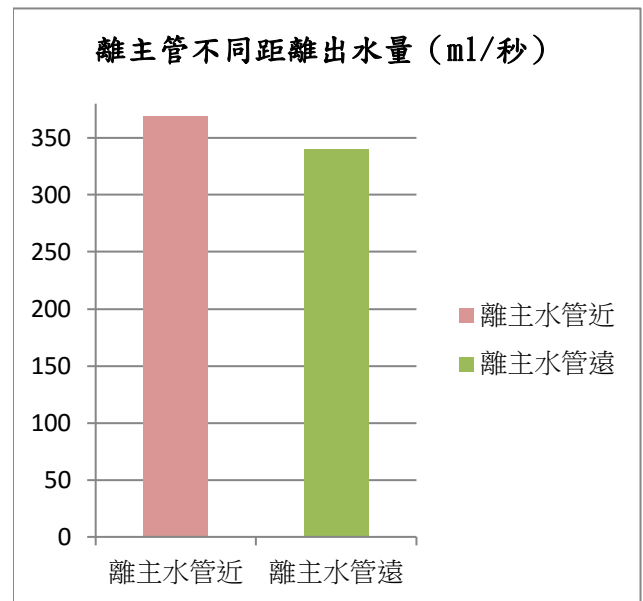
		
將水龍頭旋轉到成全開狀態	時間到後將水引 接外接容器並將水龍頭旋緊	利用量筒測量水量

(2) 觀察的結果與討論

表 3-1 離主管不同距離水流量

同樓層不同位置	水流量 (ml/秒)	備註
離主管近	368.6	3 樓廁所左 3
離主管遠	340.1	3 樓 6301 中間

(水流量為三次平均值)



經過實地測量結果，我們發現同一樓層水龍頭水流量會因為距離主管遠近不同而有不同，距離主管近的水龍頭水流量大於距離主管遠的水龍頭水流量。

在觀察測量的過程中我們發現學校的水龍頭有兩種型式，一種是旋轉式水龍頭；另一種是撥桿式水龍頭，這兩種水龍頭的水流量有差異嗎？

(四) 了解學校不同型式水龍頭流量差異。

1. 觀察過程

一個出水口只能接一個水龍頭，在無法拆換水龍頭的情形下，我們選擇了同一個洗手台相鄰的兩個不同型式的水龍頭，將水龍頭全開後每個水龍頭測量 3 次，每次 10 秒鐘，測量完後將 3 次所得到的水流量加以平均得到平均水流量，將得到的 2 個水龍頭平均水流量作比較。

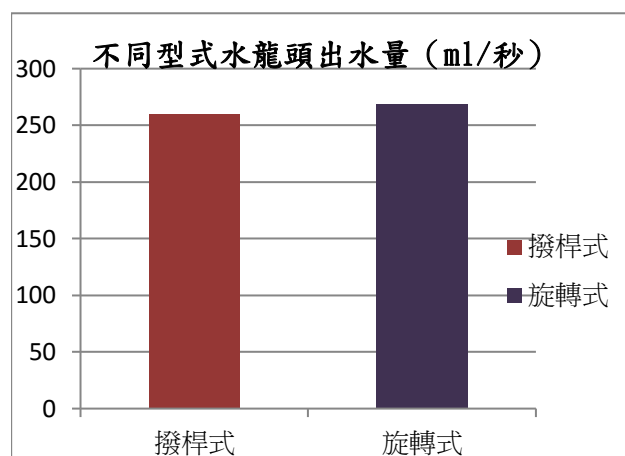


2.觀察的結果與討論

表 4-1 不同型式水龍頭水流量

不同型式水龍頭	水流量 (ml/秒)
撥桿式	260.4
旋轉式	269

(水流量為三次平均值)



根據測量的結果我們發現，不同型式水龍頭水流量有差異但不明顯，以旋轉式水龍頭水流量大於撥桿式水龍頭的水流量。雖然兩者水流量差異不是很大，但在使用上卻有明顯不同，以水龍頭全開為例，旋轉式水龍頭需將轉頭旋轉超過一圈才能到達全開的狀態，而撥桿式水龍頭則僅僅把撥桿推轉 90 度則可把水龍頭轉到全開的狀態，由此可以知道旋轉式水龍頭在水流量的控制上是比較精細的，不會一下子就把水龍頭的水流量轉到很大，對於省水的效能上來說是比較有幫助的。

就在這個實驗的結果中，讓我們更想要了解當旋轉水龍頭不同角度的時候，水龍頭水流量的差異情形又是如何呢？

(五) 了解不同水龍頭開關角度的流量差異。

1.觀察過程

為了瞭解不同水龍頭轉頭角度水流量的差異，我們製作了一個水龍頭轉角測量器用來測量轉頭角度，將水龍頭轉到不同角度後測量 3 次，每次 10 秒鐘，測量完後將 3 次所得到的水流量加以平均得到平均水流量，為了確保水流量的穩定性，我們也是選擇利用中午午休大家在教室休息比較少人使用水龍頭的時間進行測量。

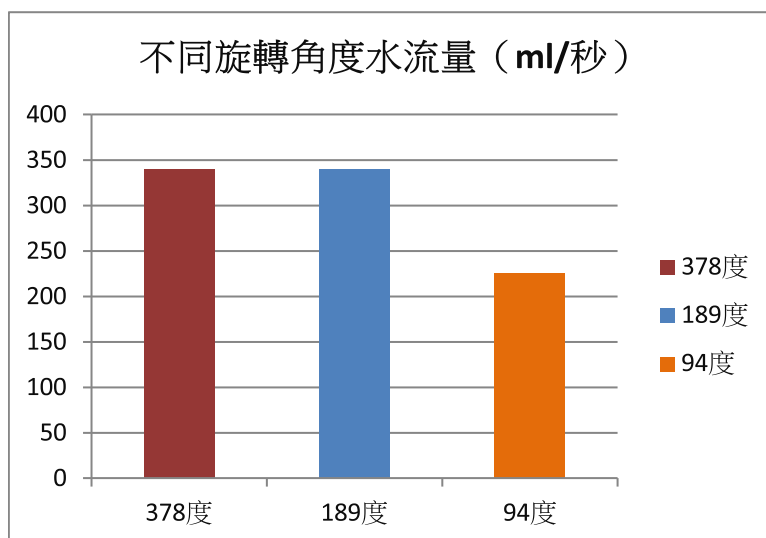
		
安裝角度測量器並確定水平	安裝指針於水龍頭轉頭上	依不同轉頭角度測量水流量

2.觀察的結果與討論

表 5-1 不同旋轉角度水流量

不同旋轉角度	水流量 (ml/秒)	備註
378 度	340.1	全開
189 度	339.2	旋轉 1/2
94 度	225.2	旋轉 1/4

(水流量為三次平均值)



根據測量的結果，我們發現水龍頭的水流量和旋轉角度不是等成比例的關係，但是水流量會隨著轉頭旋轉角度變大而放大的，這和水龍頭內部的構造有關，水龍頭的轉頭是控制內部旋牙螺絲的轉動情形，並不是直接控制水龍頭出水口徑的大小，但是可以確定的是，當水龍頭內的旋牙螺絲愈往上旋，出水口的口徑就愈大，那水流量就變愈大。



圖-5-1 水龍頭內部構造圖

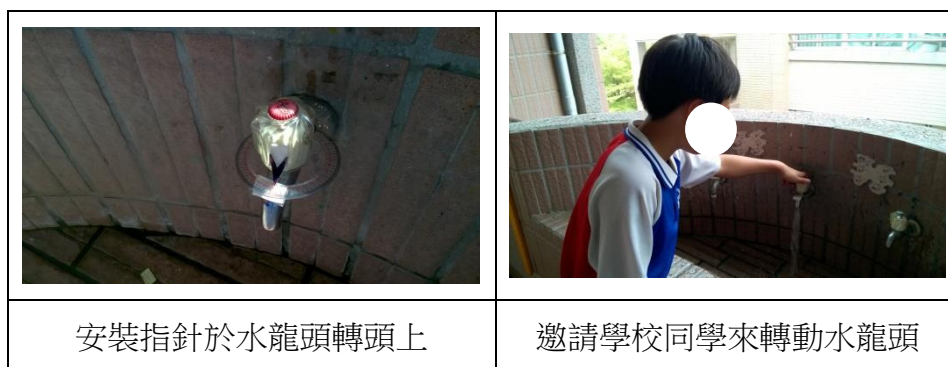
另外，我們也發現學校的旋轉式水龍頭轉到 1/2 圈時水流量和全開時相差不大，但是我們觀察學校同學使用水龍頭時如果要較大的水量通常會把水龍頭轉到全開，這樣不僅會增加水龍頭關閉的時間，增加不必要的水資源浪費，過度旋轉水龍頭也會增加水龍頭的耗損，我們應該要推廣有效的旋轉水龍頭的觀念。

那學校的同學有一到六年級，性別有男生與女生，每個旋轉水龍頭的情形都是一樣的嗎？

(六) 了解不同年級學生旋轉水龍頭角度差異。

1. 實驗過程

為了了解學校同學轉動水龍頭的情形，我們邀請一~六年級各 5 位同學來測量水龍頭轉動的角度，請他們每一個人依自己平時使用水龍頭的習慣來轉動水龍頭，由我們來紀錄每個人轉動的角度並紀錄起來。



2. 實驗結果與討論

表 6-1 各學級同學旋轉水龍頭角度紀錄表

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
年級	一	一	一	一	一	二	二	二	二	二
性別	女	女	女	男	男	女	女	男	男	男
旋轉角度	30°	30°	20°	30°	80°	40°	20°	20°	35°	40°

編號	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
年級	三	三	三	三	三	四	四	四	四	四
性別	男	女	女	男	男	女	女	女	男	男
旋轉角度	28°	22°	20°	47°	43°	95°	59°	50°	72°	72°

編號	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
年級	五	五	五	五	五	六	六	六	六	六
性別	男	男	女	女	女	女	女	女	男	男
旋轉角度	85°	70°	135°	105°	40°	80°	55°	55°	50°	65°

旋轉角度	人數
0-10	0
11-20	3
21-30	3
31-40	3
41-50	0
51-60	0
61-70	0
71-80	1
81-90	0
91-100	0
101-110	0
111-120	0
121-130	0
131-140	0

旋轉角度	人數
0-10	0
11-20	1
21-30	2
31-40	0
41-50	3
51-60	1
61-70	0
71-80	2
81-90	0
91-100	1
101-110	0
111-120	0
121-130	0
131-140	0

旋轉角度	人數
0-10	0
11-20	0
21-30	0
31-40	1
41-50	1
51-60	2
61-70	2
71-80	1
81-90	1
91-100	0
101-110	1
111-120	0
121-130	0
131-140	1

由紀錄的內容我們發現，普遍來說高年級的同學旋轉水龍頭的角度比中低年級的同學大一些，但也不是絕對的，這可能因為在使用水龍頭時候的習慣不同而導致每個人旋轉角度不同。

在表 6-1 中我們看到旋轉角度最小為 20° ；最大為 135° ，水龍頭轉動角度影響水流量的大小，通常同學們開水龍頭的目的主要在於清洗手上的髒污或是上完廁所後的簡單沖洗，如果旋轉角度太大水龍頭流出的水超出可清洗的量太多，反而是一種無形的浪費，建議學校在宣導節約水資源的時候也要有建議洗水量例如在水龍頭上標示旋轉角度的警示，讓同學在使用水龍頭時有參考的依據不要有過度轉動水龍頭浪費水的情形。

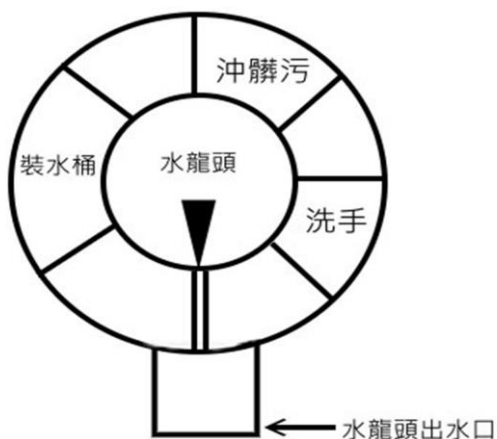
(七) 製作水龍頭節水卡

1. 設計概念

在表 6-1 中我們看到旋轉角度最小為 20° ；最大為 135° ，水龍頭轉動角度影響水

流量的大小，通常同學們開水龍頭的目的是在於清洗手上的髒污或是上完廁所後的簡單沖洗，如果旋轉角度太大水龍頭流出的水超出可清洗的量太多，反而是一種無形的浪費，如果能在水龍頭上標示旋轉角度的警示，讓同學在使用水龍頭時有參考的依據不要有過度轉動水龍頭浪費水的情形。

圖 7-1 指針式水龍頭指示圖



2. 製作過程

為了能大量製作和降低成本，我們先用手繪的方式在紙張上畫出節水卡並標上建議的旋轉水龍頭角度後，利用影印機大量印製。為了讓節水卡有防水的功能，我們將印製好的節水卡先裁成圓形，再用護貝膠膜護貝後裁剪成適合放置於水龍頭上的大小就可放置在校園的水龍頭上了，安裝完成後就向學校的同學介紹如何使用節水卡，讓大家都加入節水的行列。

<p>手繪水龍頭節水卡</p>	<p>手繪版和影印版 一起護貝</p>	<p>裁剪成適合水龍頭的大小</p>

	
<p>安置節水卡在水龍頭</p>	<p>向學校同學解說節水卡使用方式</p>

二、製作漏水防治器

(一) 第一、二代漏水防治器製作

積少成多；聚沙成塔，在水資源愈來愈短缺的情況下，如果能減少一分水的損失，就能留一分水可用，就在這個想法下，讓我想製作一個漏水防治器，在水龍頭壞掉或用水人沒有關好的情況下把水留住。

1.設計概念

如何把水留住呢？我們決定從水龍頭出口下手，因為所有的水都必須由出口流出，漏水也是由出口流出，如果能在出口安裝一個防治器讓不應該漏出的水保留在水龍頭裡就能有效的減少水的損失。

圖 1-1 第 1-2 代漏水防治器概念圖

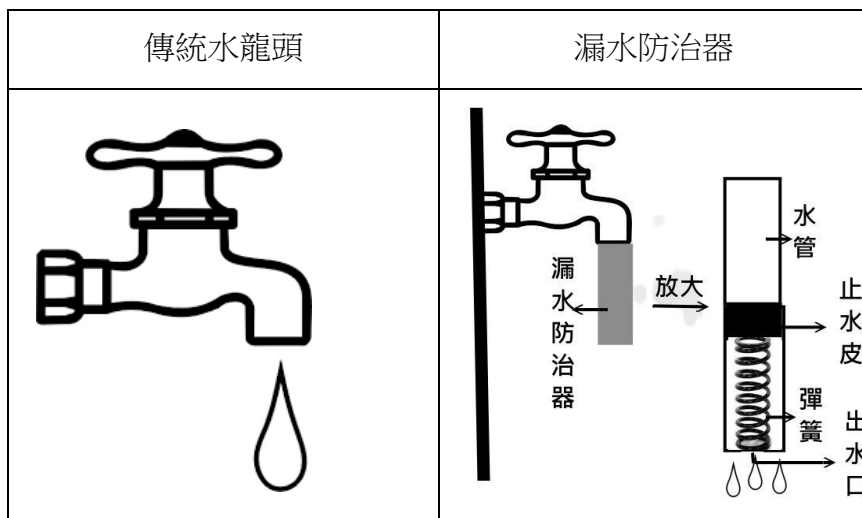
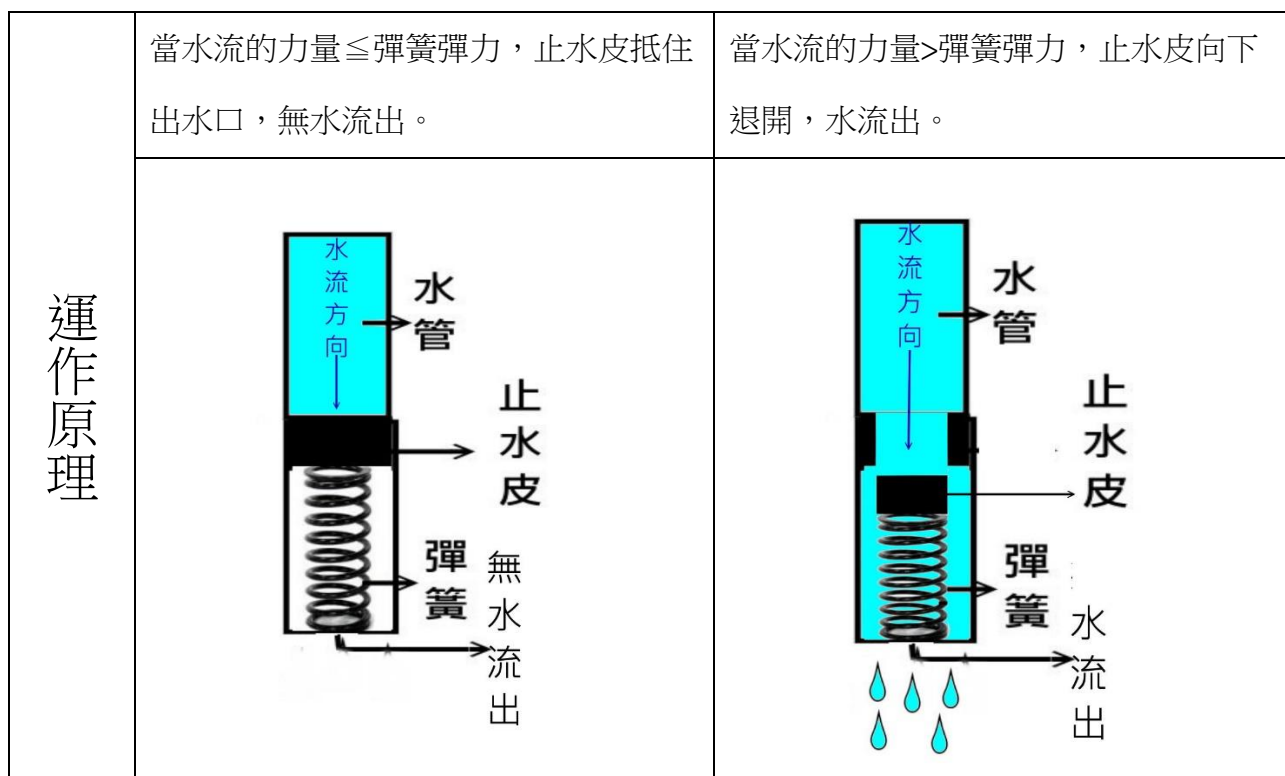


圖 2-1 第 1-2 代漏水防治器運作方式圖



2. 製作過程

我們找到學校的附近的五金行在水電用品區找尋材料，使用了 4 分透明水管（軟）、止水皮、銅柱、彈簧、塑膠出水孔套、塑膠套筒、螺絲來製作漏水防治器。

至學校附近五金行尋找材料	討論製作流程	製作防治器
第一代漏水防治器	修正第一代漏水防治器問題	完成第二代防治器

3. 測試結果

最先，我們使用透明水管在水管中加上止水皮和彈簧希望利用彈簧的力量在水龍頭

有漏水的時候利用止水皮把漏水止住，就在這樣的想法下我們完成了第一代的漏水防治器，但是使用起來我們發現因為水管密合度不佳常常在關閉水龍頭後無法復位與出水口密合，失去原來應有的止水功能。

我們開始思考改善的方法，第二代漏水防治器將原來的透明水管截去一段換上一般的塑膠水管，因為水管是筆直的所以止水皮比較容易在水龍頭關上後復位達到止水的效果。實地使用後發現當水龍頭打開後水可順利將防治器內的止水皮推開將水送出，把水龍頭關緊後可觀察到和水龍頭銜接的透明水管內的水還是保留在管內出並沒有漏出，另一項收獲是，我們把為漏水防治器的出水口改為分散的小孔，不需要太大的水量就可以形成噴射水柱，除了增加沖洗的效能之外也可減少水的使用達到節約用水的功能。

接著我們試著測試防治器的抗漏水功能，根據觀測學校同學轉動水龍頭角度的結果最小角度為 20° ，我們決定選擇小於 20° 作為測試漏水防治器的上限角度，從 0° 開始以每 5° 為間隔作為測試的依據，測試的結果到了 15° 時第二代的漏水防治器就無法有效的把水止住。

原因在於防治器內的彈簧無法抵抗水的推力，詢問製作彈簧的工廠老闆表示一般都是由顧客提供彈簧所需要的材質和圈數資料來製作，而且一次需要大量訂購，無法少量製作。

		
0° 時管內無水。	10° 時管內有水，但出水口無水溢出。	15° 時管內有水，出水口有水溢出。

4.問題與討論

因為無法取得所想要的彈簧，我們決定從其他的方法來解決問題，大家都記得在上

自然課的時候，課本學到關於磁鐵異極相吸；同極同斥的原理，我們決定用運用這個特性來改良水龍頭止水器，為了提供足夠的止水力我們選擇了磁力較強的釹鐵硼磁鐵。

(二) 不同距離釹磁鐵互斥力差異

1 實驗過程

我們請老師協助在購物網站買了 5 mmX1mm、10mmX1mm、10mmX2mm、15mmX2mm、20mmX2mm、10mmX10mm、10mmX2mmX3mm(孔)、20mmX3mmX3mm(孔)共 8 種一般釹磁鐵及 12mmX3mm (孔)、12mmX5mm (孔)、15mmX3mm (孔) 3 種防水釹磁鐵並利用自製的互斥力測量儀依照 0.5cm、1cm、2cm、4cm、6cm、8cm 的距離來測量互斥力，每個距離測量三次，再將三次測量到的結果平均得到平均互斥力。

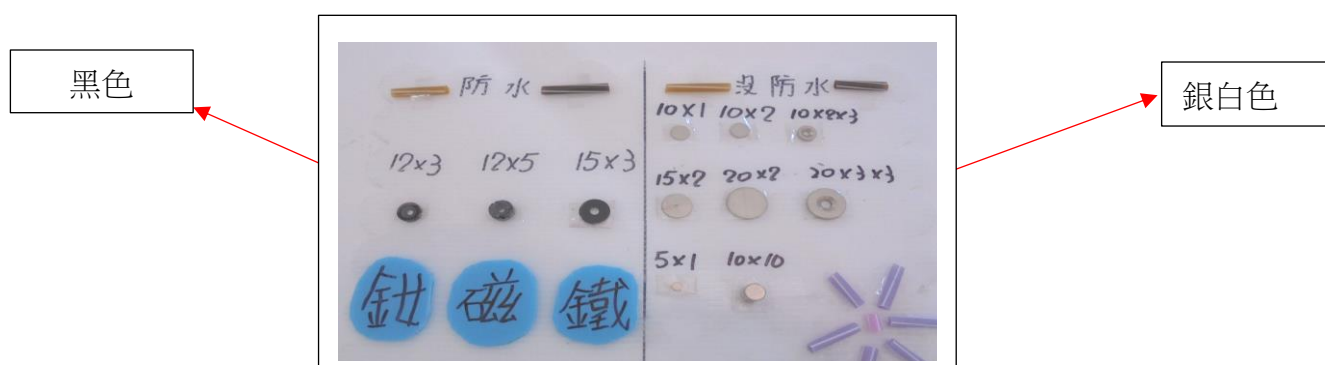
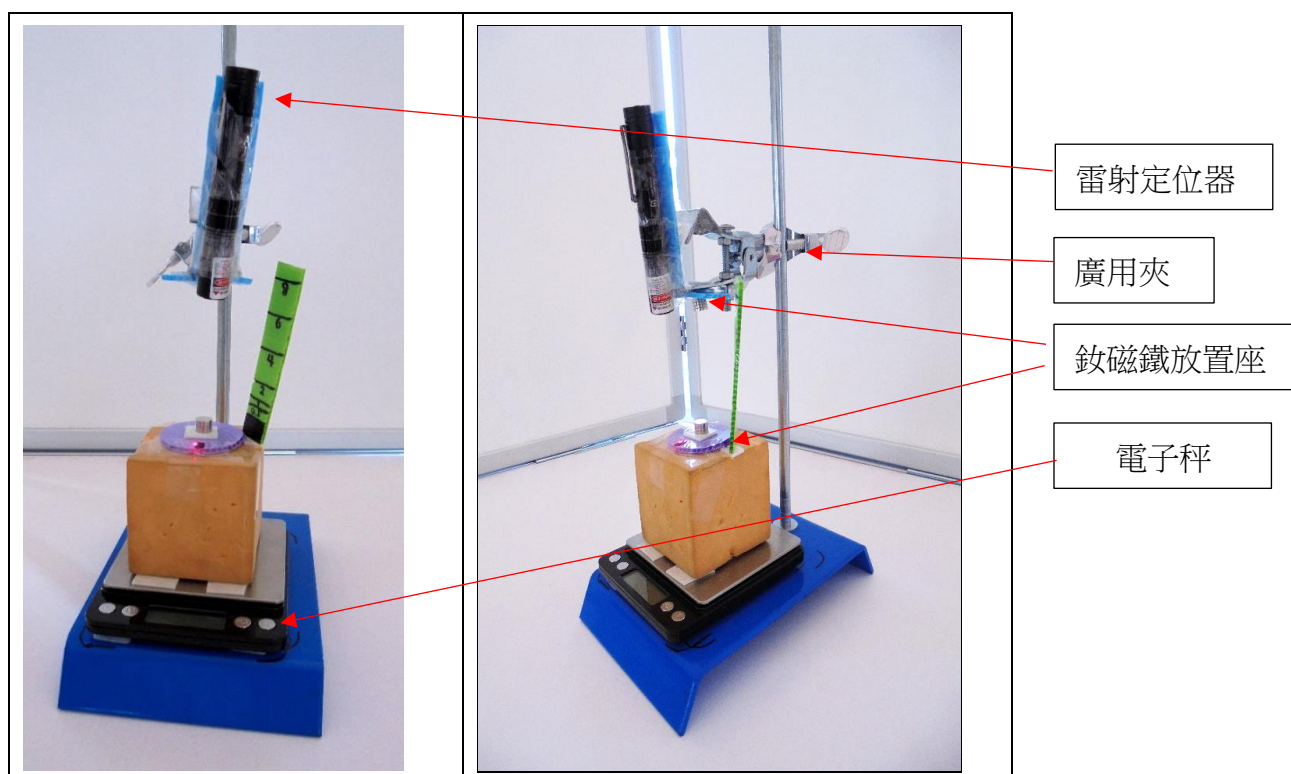


圖 2-1 自製互斥力測量儀解說圖





油性筆標示磁鐵放置平台位置

用雙面膠將平台與電子秤接合

安裝磁鐵對準板

標示磁鐵測量距離

標示對準點

將測量結果用電腦計算平均值

2 實驗結果與討論

表 2-1 一般釹磁鐵互斥力測量統計表

釹磁鐵型號 互斥力 (g) 測量距離	上方	上方	上方	上方	上方	上方	上方	上方	上方
	5mmx1mm	10mmx1mm	10mmx2mm	15mmx2mm	20mmx2mm	10mmx10mm	10mmX3mm (孔)	20mmX3mm (孔)	20mmX3mm (孔)
	下方	下方	下方	下方	下方	下方	下方	下方	下方
	5mmx1mm	10mmx1mm	10mmx2mm	15mmx2mm	20mmx2mm	10mmx10mm	10mmX3mm (孔)	20mmX3mm (孔)	20mmX3mm (孔)
2cm	0.00	0.36	4.12	20.19	45.47	12.46	23.09	137.19	
4cm	0.00	0.12	0.20	1.12	4.37	2.15	1.11	11.92	
6cm	0.00	0.00	0.03	0.35	1.74	1.98	0.15	0.27	
8cm	0.00	0.00	0.00	0.12	0.56	0.31	0.04	0.74	

(互斥力為三次平均值)

圖 2-2 釹磁鐵互斥力測量統計圖

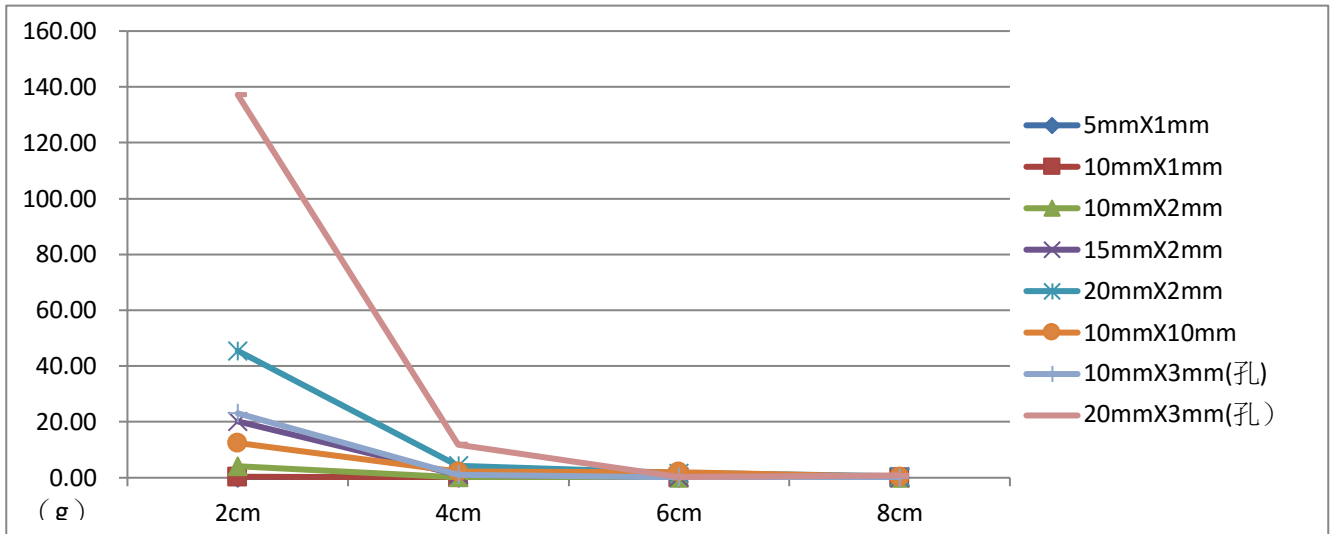
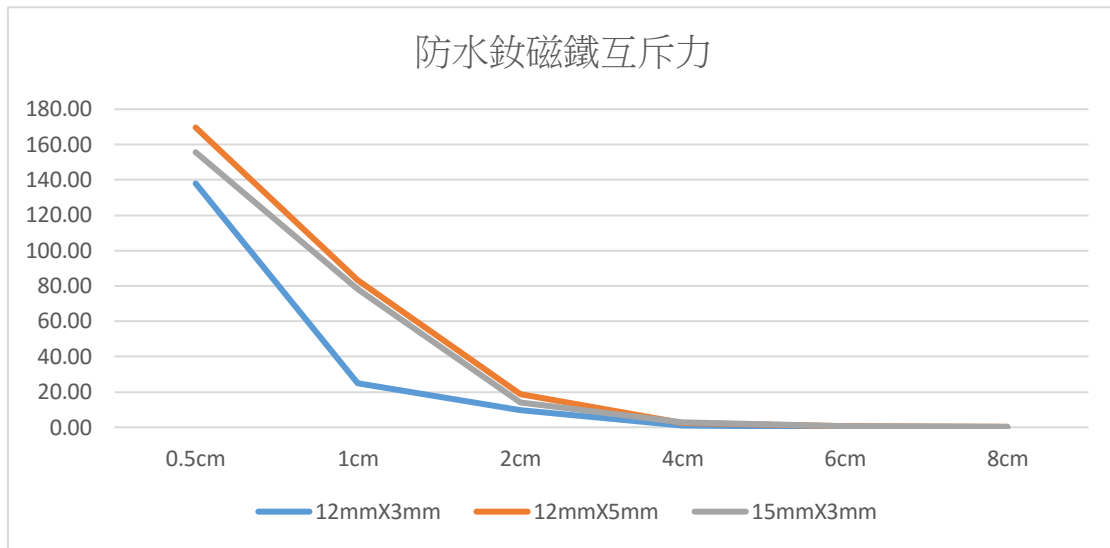


表 2-2 防水釹磁鐵互斥力測量統計表

釹磁鐵型號 互斥力 (g) 測量距離	上方：12mmX3mm(孔)	上方：12mmX5mm(孔)	上方：15mmX3mm (孔)
	下方：12mmX3mm(孔)	下方：12mmX5mm(孔)	下方：15mmX3mm (孔)
0.5cm	138.00	169.67	155.67
1cm	25.00	83.33	78.00
2cm	9.82	18.87	14.13
4cm	1.15	2.52	2.66
6cm	0.22	0.65	0.67
8cm	0.00	0.22	0.27

(互斥力為三次平均值)

圖 2-3 防水釹磁鐵互斥力測量統計圖



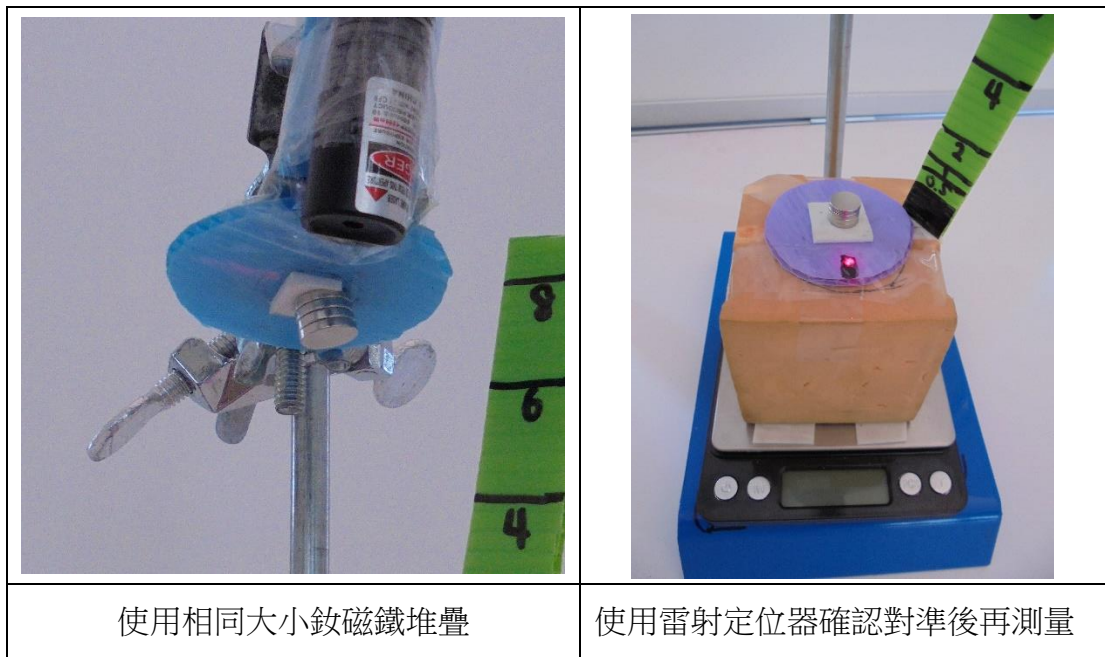
根據測量的結果我們發現除了 5mmx1mm 的釹磁鐵無法測量出互斥力之外，除他的釹磁鐵的互斥力都是隨著距離縮短而增加，特別量當磁鐵的中心有鑽孔時互斥力就明顯提昇。一般釹磁鐵的磁力強，當距離縮短到 2cm 以下的時候會因為為距離太近所產生的互斥太強而影響磁鐵固定板的穩定，甚至磁鐵翻落碎裂而無法測量。而防水的釹磁鐵互斥力測量的結果比一般釹磁鐵所測量到的互斥小，當距離下降到 0.5cm 時還是可以測量互斥力，我們推測這是因為防水釹鐵磁的外層又鍍上一層防水樹脂的關係而影響了它的磁力，這樣的結果可以作為我們在製作漏水防治器時的參考。

接著，我們也想知道當相同大小但不同厚度釹磁鐵的組合在一起時互斥力的是如何的呢？

(三) 了解不同厚度釹磁鐵互斥力差異

1. 實驗過程

我們準備的釹磁鐵是 10mmX1mm 一般釹磁鐵及 12mmX3mm 防水釹磁鐵，用堆疊的方式組合成不同厚度的釹磁鐵來觀察互斥力的大小，測量前先將互斥力測量儀歸零，每一個組合測量三次後得到平均互斥力。



2.實驗結果與討論 表 3-1 一般釵磁鐵堆疊互斥力測量表 (互斥力為三次平均)

釵磁鐵數量 互斥力 (g)	上：3 個	上：4 個	上：5 個	上：6 個	上：7 個	上：8 個	上：9 個
	下：3 個	下：4 個	下：5 個	下：6 個	下：7 個	下：8 個	下：9 個
測量距離							
2cm	3.68	6.11	7.32	10.82	12.68	13.93	32.49
4cm	0.44	0.78	1.35	1.65	2.29	2.13	2.50
6cm	0.19	0.26	0.30	0.51	0.49	0.69	1.01
8cm	0.00	0.08	0.10	0.18	0.17	0.26	0.35

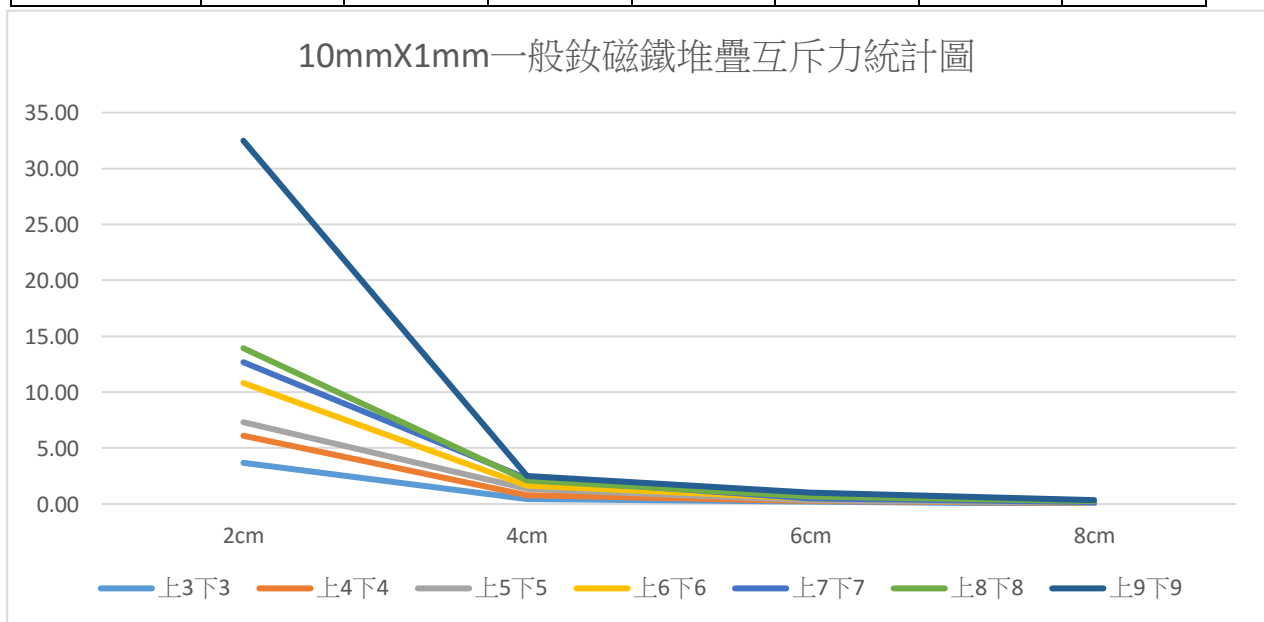


表 3-2 防水釹磁鐵互斥力測量表（互斥力為三次平均）

釹磁鐵數量 互斥力 (g) 測量距離	上：2 個	上：3 個	上：4 個	上：5 個
	下：2 個	下：3 個	下：4 個	下：5 個
2cm	20.53	33.11	39.03	53.85
4cm	2.94	5.06	8.52	10.67
6cm	0.86	1.63	2.54	3.03
8cm	0.28	0.72	1.13	1.29

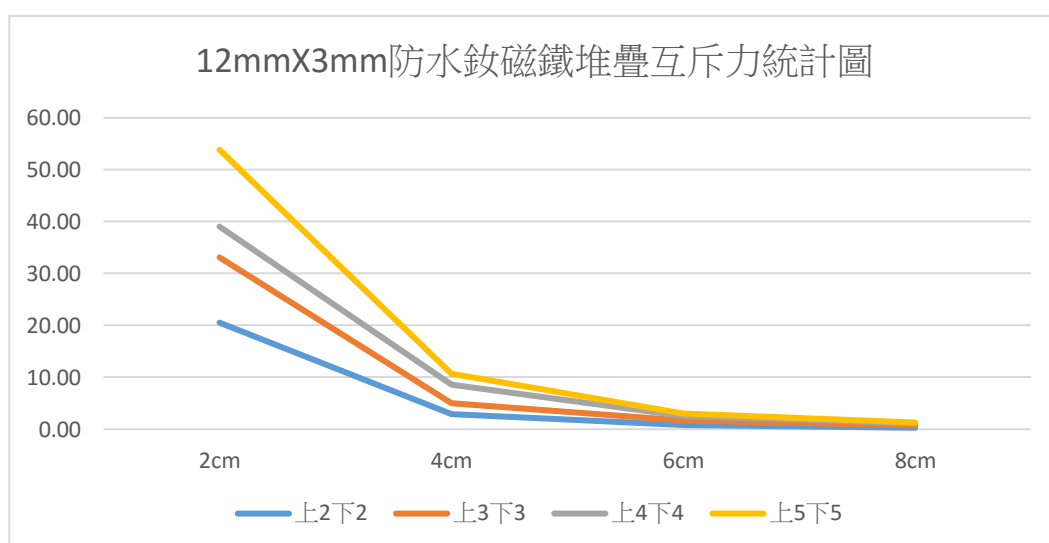


圖 3-2 防水釹磁鐵堆疊互斥力統計圖

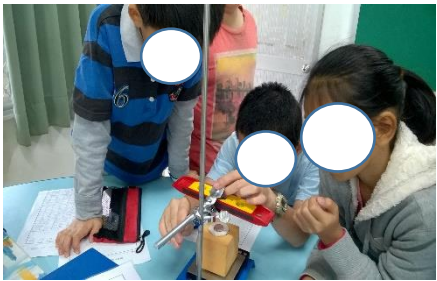


根據測量的結果，我們發現釹磁鐵的互斥力還是隨著距離的縮短而增加，而且是隨著堆疊的釹磁鐵數量增加而增加的，不過比較特別是我們把堆疊磁鐵所測量的資料和單一相同厚度釹磁鐵所測量到的互斥力作比較時，發現兩種形式釹磁鐵所測量到的互斥力不相同，我們推測用堆疊的方式是一個接一接的方式組成，組成後的外觀不像單一個磁鐵外觀平滑和完整所以測量的結果和單一磁鐵是有差異的。

（四）不同相對面積釹磁鐵互斥力有差異

1. 實驗過程

為了知道不同相對面積釹磁鐵互斥力的差異情形，我們選擇了 10mmx2mm 磁鐵作為測量基礎並選用相同厚度但不同面積大小的磁鐵來作配對組合，固定測量距離為 4cm 並

且上下對調交換各測量三次後得到平均的互斥力。再進行各組的比較。

		
將不同大小釵磁鐵黏於測量儀上下的位置。	將測量結果登記在研究日誌上	將測量結果輸入在電腦中計算

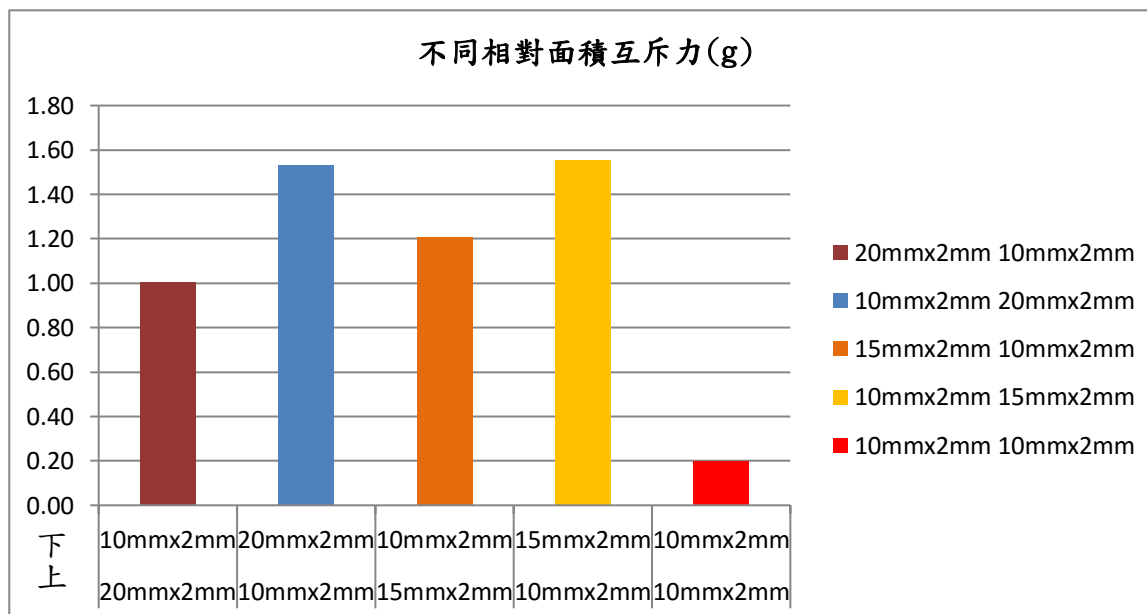
2.觀察的結果與討論

表 4-1 不同相對面積釵磁鐵互斥力統計表

磁鐵尺寸(上)	20mmx2mm	10mmx2mm	15mmx2mm	10mmx2mm	10mmx2mm
磁鐵尺寸(下)	10mmx2mm	20mmx2mm	10mmx2mm	15mmx2mm	10mmx2mm
互斥力(g)	1.01	1.53	1.21	1.55	0.20

(互斥力為三次平均值)

圖 4-1 不同相對面積釵磁鐵互斥力統計圖



由測量的結果我們發現當兩個不同大小釵磁鐵同極相對時，相同厚度的條件下面積較小的釵磁鐵在上方時，測量到的互斥力較面積大的釵磁鐵大。如果我們要用不同大小的釵磁鐵來取代原來節水器裡面彈簧的功能，如果想要得比較大的作用力就要選擇大面積的磁鐵作為固定邊；較小的磁鐵作為活動邊。

(五) 改良漏水防治器

為了解決第二代漏水防治器沒有辦法找到適合的彈簧也沒有辦法自己調整彈力，所以我們想用釹磁鐵來取代彈簧，並且它設計成可調整磁鐵間的距離利用互斥力的改變來適用不同水龍頭。

1. 設計概念

圖 5-1 漏水防治器設計概念圖

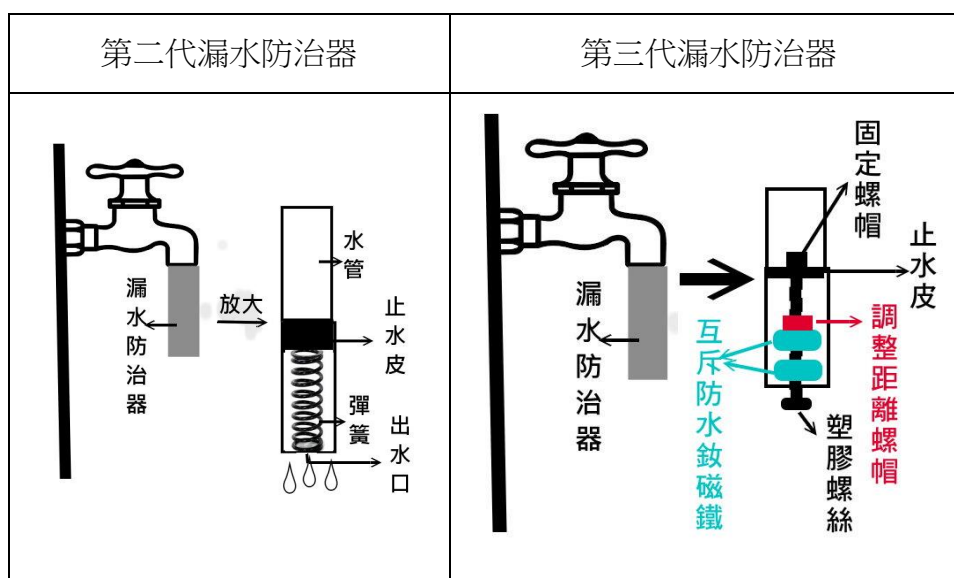




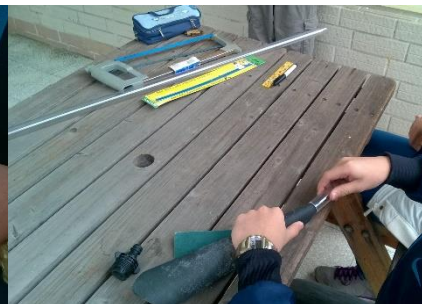



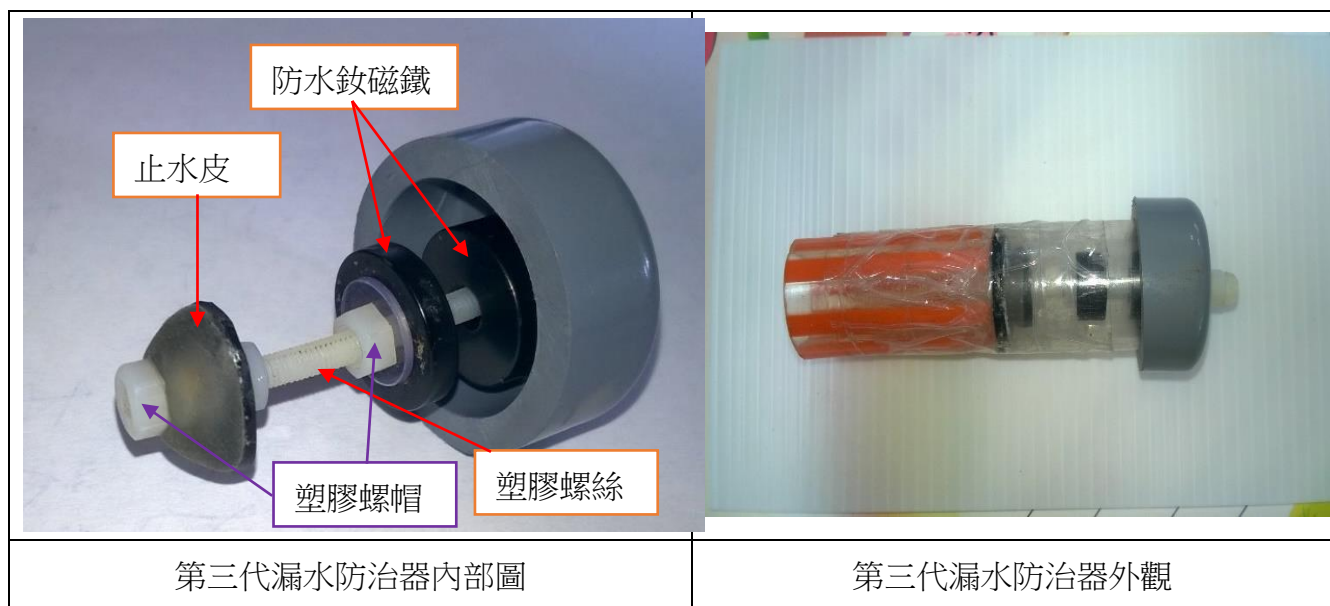
圖 5-2 第三代漏水防治器運作方式

運作方式	<p>釹磁鐵互斥力 \geq 水流的力時， 止水皮抵住出水口</p>	<p>水流力量 $>$ 釹磁鐵互斥力時，止 水皮後退，水從出水口流出。</p>

2.製作過程

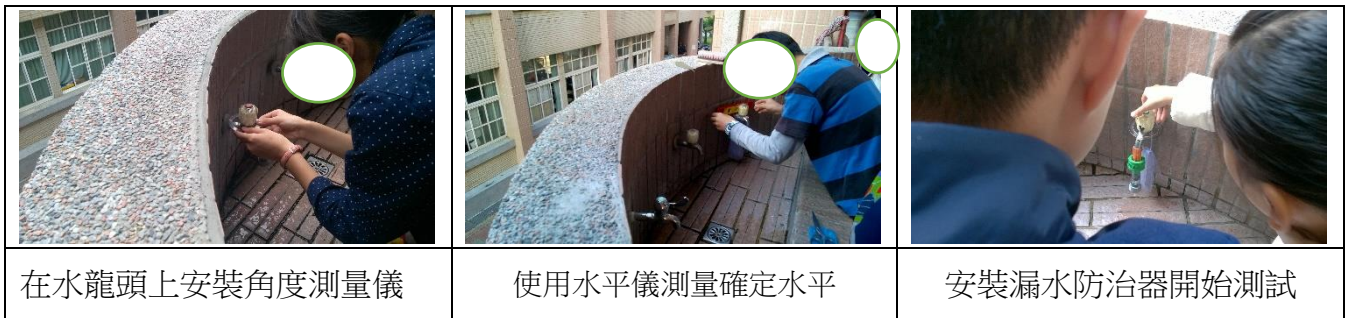
為了可以觀察到新設計的裝置運作的情形，我們使用了 4 分透明的塑膠管將它裁成 3 公分長，因為必須長時間在水中使用又要避免磁鐵的磁力受到干擾，為了不要阻擋到出水口所以漏水防治器的材料我們選擇了 12mmx3mm 防水釵磁鐵作為提供止水皮推力的來源，用 5 公分長的 M3 膠塑螺絲作為漏水防治器內部串接止水皮、釵磁鐵的軸心，使用 M3 塑膠螺帽用來固定止水皮前端及作用調整防水釵磁鐵距離的調節器，再用塑膠華司來作為穩定防治器的零件。

		
裁切透明水管	製作出水孔	手工磨製專用止水皮
		
細磨出水孔套方便與透明管接合	細磨透明管使它平整	安裝防水釵磁鐵製作調整標記



3.漏水防治器測試

我們選擇了學校北棟教室二樓 6102 教室右邊第一個水龍頭測試，如果可以順利完成就再找尋學校其他水龍頭來作測試。



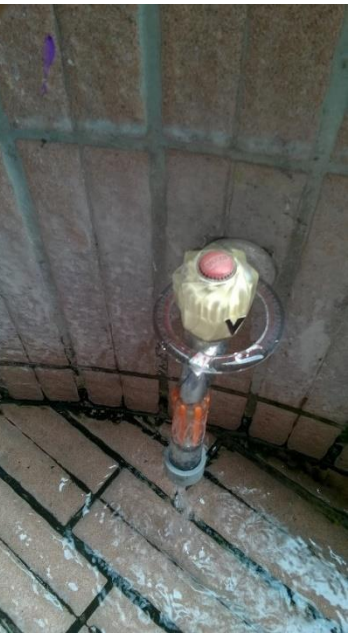


4.測試結果

因為一般釹磁鐵及防水釹磁鐵都能測量到 2 公分的互斥力，所以我們以 2 公分作為一開始測試的磁鐵距離，並希望能突破第二代漏水防治器在 15 度時無法止住漏水的紀錄。

測試的結果發現以我們現有的防水釹磁鐵在相距 2 公分的情形下都沒辦法有效的把水止住，把距離縮短到 1 公分還是無法成功，最後我們把距離調整到 0.5 公分再測試發現釹磁鐵的互斥力發生作用，我們可以控制 6102 教室右邊的第一個水龍頭在轉動到超過 20° 的時候才出水，而且可以依照測試的結果調整距離螺帽來進行距離的微調。

接著我們又測試了 6201 教室前左邊第 1 個水龍頭及 6302 教室前第 2 個水龍頭也得到同樣的效果，我們可以確定第三代漏水防治器已經可以達到我們當初所設定的需求。

		
<p>角度0°時水龍頭無水流出</p>	<p>角度到達20°時出水口無水流出</p>	<p>超過20°後出水孔水流出</p>

5.第四代漏水防治器

第三代漏水防治器雖然可以依照個別水龍頭來調整鈹鐵磁距離，產生不同互斥力來適用不同水龍頭。但是在調整時需要將出水孔套解開，但是出水孔套和透明水管之間沒有螺牙設計，所以每次解開套回去之後無法確定是否套回固定深度，而影響使用的便利性，上課的時候有聽過老師介紹有關 3D 列印的訊息，我們在網路上發現有專門為顧戶需求製作的 3D 列印工廠，於是請老師幫忙安排 3D 列工廠參訪行程。

在參訪的過程中，工廠老板表示可以依我們需要的尺寸與規格用 3D 列印的方式將成品製作出來，而且原料是使用 PLA，這是一種可自然分解的材料，對環境的傷害小於一般常見的塑膠材料。於是我們請老板依照第三代漏水防治器的大小並在出水孔套和透明水管接合處設計螺紋方便調整使用。

		
<p>原有出水孔套無螺牙設計</p>	<p>參訪 3D 列印工廠</p>	<p>以 3D 列印螺牙方便組裝</p>



第四代漏水防治器外觀

第四代漏水防治器內部構造

表 5-1 各代漏水防治器比較

第幾代	第一代	第二代	第三代	第四代
使用材料	4分透明水管 (軟)、止水皮、 銅柱、彈簧、塑 膠出水孔套筒、 螺絲。	4分透明水管 (軟)、塑膠水管 (硬)、止水皮、 銅柱、彈簧、塑 膠出水孔套筒、 螺絲。	4分透明水管 (軟)、透明水管 (硬)、止水皮、 互斥鈹磁鐵、塑 膠出水孔套筒、 塑膠螺絲、塑膠 螺帽。	4分透明水管 (軟)、PLA3D列 印套管、互斥鈹 磁鐵、塑膠螺 絲、塑膠螺帽。
測試情形	水管密合度不佳 常常在關閉水龍 頭後無法復位與 出水口密合，失 去原來應有的止 水功能。	水龍頭轉動超過 20° 時，防治器內 的彈簧無法抵抗 水流的力量，彈 簧無法自行調整 彈力。	可依不同水龍頭 各別調整互斥 力，但出水孔套 無螺牙設計，無 法確認每次套入 深度是否相同。	保有第三代可調 整特性又可精準 接合每個零件， 準確度高。

圖 5-3 第 2~4 代漏水防治器外觀圖



柒、結論

一、分析漏水原因與了解水龍頭使用習慣

(一) 水龍頭漏水的原因不是單一的

根據我們的觀察水龍頭漏水的原因可分為：水龍頭自身的故障及人為操作沒有轉緊，而漏水的情形可分為一滴滴的滴水型漏水和因為漏水量比較大成為條狀型漏水，而漏水量則依不同水龍頭漏水的情形而有不同並沒有有一定的規則。

(二) 學校不同樓層高度水流量有差異

我們以學校北棟教室洗手台水龍頭為觀察對象，發現知道不同樓層水流量並不相同，北棟教室以 1 樓水流量最大；2 樓次之；3 樓最小。這個結果和我們平常所知道的因為水塔放在頂樓所以水壓由低層樓向高層樓減少相關。

(三) 學校同樓層離主管不同距離水流量有差異

同一樓層水龍頭水流量會因為距離主管遠近不同而有不同，距離主管近的水龍頭水流量大於距離主管遠的水龍頭水流量。

(四) 學校不同型式水龍頭全開時水流量差異不大

學校北棟教室的水龍頭有兩種型式，一種是旋轉式水龍頭；另一種是撥桿式水

龍頭，不同型式水龍頭水流量有差異，但不明顯。旋轉式水龍頭在轉動上需要旋轉的角度大於撥桿式水龍頭，所以在水流量的控制上是比較精細的。

(五) 水龍頭開關角度愈大則流量愈大，但和轉動角度沒有等比例關係

水龍頭的水流量和旋轉角度不是成等比例的關係，但是水流量是隨著轉頭旋轉角度變大而放大的，這和水龍頭內部的構造有關。

(六) 不同年級學生旋轉水龍頭角度有差異

普遍來說高年級的同學旋轉水龍頭的角度比中低年級的同學大一些，但又不是絕對的，這可能因為在使用水龍頭時候的習慣不同而導致每個人旋轉角度不同，觀測結果旋轉角度最小為 20° ；最大為 135° 。

(七) 我們依水龍頭水流量的實驗配合觀察同學轉動水龍頭的習慣製作水龍頭節水卡有效減少水的浪費與水龍頭的耗損。

二、製作漏水防治器

(一) 第一代、第二代漏水防治器使用彈簧彈力來止水，因彈簧無法少量客製取得無法有效防止漏水。

(二) 不同距離釹磁鐵互斥力有差異

我們發現除了 5mmx1mm 的釹磁鐵無法測量出互斥力之外，其他的釹磁鐵的互斥力都是隨著距離縮短而增加，特別是當磁鐵的中心有鑽孔時互斥力就明顯提昇，但是防水的釹磁鐵互斥力測量的結果卻比一般釹磁鐵所測量到的結果小。

(三) 不同厚度的釹磁鐵互斥力有差異

我們使用 10mmX1mm 一般釹磁鐵及 12mmX3mm 防水釹磁鐵用堆疊的方式組合成不同厚度的釹磁鐵來觀察互斥力的大小，互斥力隨著堆疊的磁鐵的數量增加而增加。

(四) 不同相對面積釹磁鐵互斥力有差異

我們發現當兩個不同大小釹磁鐵同極相對時，相同厚度的條件下面積較小的釹磁鐵在上方時測量到的互斥力較面積大的釹磁鐵大。

(五) 第三代漏水防治器能節水，可依不同水龍頭作調整，運用 3D 列印製作的第

四代漏水防治器設計有螺牙，使得接合更緊密精確，材料使用 PLA 減少對於環境破壞。

捌、參考文獻

維基百科 (2015)。鈹磁鐵。取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%87%B9%E7%A3%81%E9%90%B5>。

標彥廷、羅士杰、林品妤 (2015)。滴水不漏。高雄市 104 年度國民小學學生獨立研究作品集，79-84。

李雅筑 (2015)。全球缺水危機延燒 節水蔚為風潮。遠見雜誌，346。取自

http://www.gvm.com.tw/Boardcontent_27434_3.html。

【評語】 080832

研究主題的構想是為了解決校園節水的問題，檢討現有裝置的缺點，進而設計出可能的方案，並逐項測試以達到最佳的效果。設計出的裝置雖運用簡單的原理，但成效顯著，可進一步模組化，以推廣應用。