

# 神奇的水力微開關

## 高小組應用科學科第二名

屏東市鶴聲國民小學

作者：呂美燕、王小蕾  
王君佐、吳明河  
指導教師：王世充、賴昭喜

### 一、研究動機：

今年暑假，我家買了水點火熱水爐，現在洗澡省事多了，放學一回家，水龍頭打開熱水就來，由於好奇，我開始著手研究，但始終找不到問題的答案。最後請教對於自然應用科學頗有研究的王老師，在他的協助引導下，我們發現水具有位能、動能、吸力及浮力，又加上我們二年級上自然課時，玩過噴水遊戲。水有這些功能，那我們是否能應用這特殊的能力，應用到日常生活中。

### 二、研究目的：

- (一)以水力代替人力。(二)當水管有大破裂及少量漏水均可警告。
- (三)使我們了解水能飲用還有內在功能。(四)能了解電線電池的運用。

### 三、研究設備器材：

- (一)三夾板3尺×5尺，亞克力2尺×1尺各一塊。
- (二)乾電池四個，電線三尺。
- (三)小燈泡三個，水管各種直徑數條。
- (四)銅片、銅線數條。

- (五)電銼鐵、鋸條、刀片。
- (六)盛水器、量杯各一個。
- (七)馬錶、公斤磅稱各一個。
- (八)快速連結劑一瓶。
- (九)U形管一個。

#### 四、研究過程及實驗結果分析：

實驗(一)：

【以一容器底部開一0.5公分直徑的孔。量取每增加定量的水。

】

時間單位：秒

孔徑：0.5公分

次數 時間 水量	時間										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
200 cc	31.36	31.59	31.42	31.42	31.95	31.50	31.65	31.48	31.80	31.56	31.57
300 cc	46.75	46.25	47.02	46.85	47.12	46.6	46.9	47.02	46.7	46.79	46.8
400 cc	59.36	60.7	61.9	59.94	60.7	59.9	61.3	60.85	61.6	61.95	60.82
500 cc	74	73	74.2	73	74.3	74.6	73.45	73.6	73.5	73.75	73.74
600 cc	82.06	82.4	82.42	83.6	82.3	83.2	82.3	82.56	82.7	81.1	82.46
700 cc	91.87	91.96	90.3	90.02	89.25	89.6	89.9	90.3	90.2	89.2	90.25

表一流量與時間關係

發現：(1)當200c.c.，時間是31.51秒，但400c.c時理應二倍時間也就是63.14秒，但實驗結果是60.82秒。

(2)每增加100c.c.水量時，理應時間差也要相同，但實際結果成爲累減的關係：

△300c.c.的時間-200c.c.的時間=15.23秒

△400c.c.的時間-300c.c.的時間=14.02秒

△500c.c.的時間-400c.c.的時間=13.02秒

△600c.c.的時間-500c.c.的時間=8.72秒

△700c.c.的時間-600c.c.的時間=7.79秒

實驗(二)： 水壓與流速關係

孔徑：0.5 公分

單位：公分

速度 容量	次序 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
200 cc	16	15	16	16	16	15	16	16	15	16	15.7
300 cc	22	22	22	22	22	22.5	22	22	22.5	22	22.1
400 cc	29	29	29	29	29	29	29.5	29	29	29	29.05
500 cc	32	31	31	32	31	32	32	31	32	32	31.6
600 cc	36	36	36	37	36	37	36	36	36	36.5	36.25
700 cc	41	40	40	40	40	41	40	40	41	42	40.5
800 cc	43.5	43	43	43	43	43	43	43.5	43	43	43.1
900 cc	46	47	47	47	47	46	47	46	47	46	46.6
1,000 cc	51	51	51	51	51	51	51.5	51	51	51	51.05

(表二) 水壓與流速

發現：

由實驗一知道同容器中容量多則水位高，水位高則水壓大。由實驗二得知水壓大則水流速度大。

實驗(三)：水壓與管截面積關係

單位：公克

管長：99.4 公分

次數 直徑	衝 擊 能 量										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
2 公分	130	130	120	150	140	130	125	130	135	130	132
1.5 公分	100	110	110	110	120	100	120	100	120	115	110.5
0.8 公分	50	45	40	45	40	45	40	45	45	40	43.5

表(三)直徑大小與衝擊能量的關係

發現：

表(三)中2公分衝擊能量是132公克，而直徑1.5公分與0.8公分衝擊能量各為110.5公克，43.5公克，故直徑愈大，其能量愈大。

【利用固定的管長，固定的高度但不同管徑所做的實驗。】

實驗(四)： 水位能實驗

【利用不同的管徑，不同的高度測驗其位能。】

磅數 直徑	高度：公分									
	50	50	60	65	70	75	80	85	90	95
2 公分	105	118	125	135	150	170	200	250	320	400
1.5 公分	65	70	78	85	100	120	160	190	240	320
0.8 公分	35	37	40	45	52	60	70	78	90	110

表(四) 水位能測驗表

發現一：直徑愈大、高度愈高其位能愈大。

發現二：高度相同、其磅數差亦應相同。但實驗結果成累增。

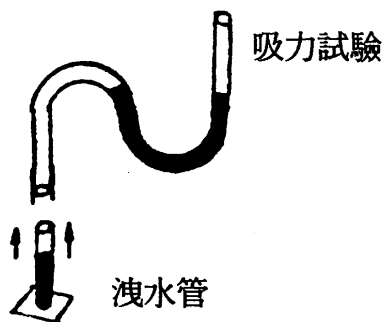
(由重力加速度的關係)

實驗(五)：水的吸力知多少

首先做一U型彎管，於U型管後加一洩水管放掉洩水後看其剩水量。

洩水量	10	20	30	40	50	60	70	80
剩水量	沒動	15	11	7	吸乾	吸乾	吸乾	吸乾

表(五) 吸力試驗表



發現：水除了具有衝擊力，更具有導引功能即吸力。

實驗(六)：各種管徑的吸力

因為閥片開關的重量，使配合的管件必須有足夠的吸力，其閥片才有動作。其配合如下：

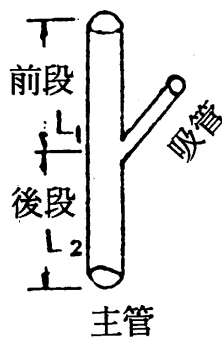
單位：公厘

種類 直徑	號碼	1	2	3	4	5	6	7
	外徑	6.5	8.5	11	13	18.5	23.5	32
內徑		4.5	6.5	9	11	15	18	26

表(六)各種管件種類號碼

主管	4	4	5	5	6	6	6	7
吸管	1	2	1	2	1	2	3	3
亮不亮	×	×	×	×	×	×	✓	✓

表(七)主、吸管與燈亮的關係



註：1當主管6#，吸管3#時其閥片重0.5公克。

2當主管7#，吸管3#時其閥片重0.5+3=3.5公克。

發現：

1. 前六項的管徑組合，發現水位高度 $L^1$ ， $L^2$ 一樣。
2. 主管越小、位能小，則燈不亮。
3. 當主管6#，吸管3#時燈亮，但由於與綠燈接觸點過輕，綠

燈成閃爍。

4. 針對2點缺失，接點加重，閥片至3.5公克，綠燈全亮。

5. 配重加重主管7 # 及吸管3 # 即吸力增強，燈亮。

實驗(七)：主管前後段長與吸力的關係

由前述前後主管具有增加流速功能及增加引導功能，故以前、後段作一實驗。

主管前段	110	110	110	110	110	70	80	90	100	110
主管後段	70	80	90	100	110	110	110	110	110	100
亮不亮	×	×	×	×	✓	×	×	×	×	✓

表(八) 主管前、後段吸力的關係

發現：長度前段長110公分，後段長110公分時燈亮。

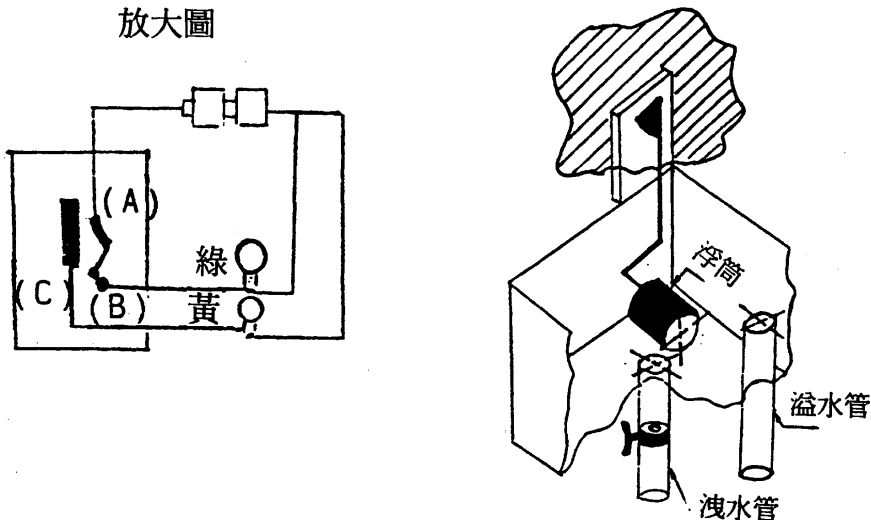
分析：1. 前段可增加水流的重力加速度。

2. 後段可增加水流的吸力，才有足夠吸力帶動閥片。

實驗(八)：微量漏水試驗

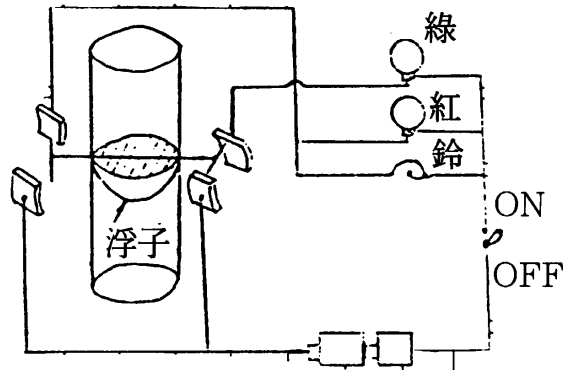
由於前述閥片功能僅於大量洩水，如微量時就無法偵測。於是利用水面浮筒帶動微開關，使黃燈亮。當水量超過警戒線時由溢水管，將多餘的水流出，保持黃燈亮。待微量漏水消除後，自動歸回綠燈。其構圖如下：

放大圖



## 五、預期效果架構草圖

利用水的位能、動能切換開關如圖：



ㄎ.當水靜止時閥片如圖綠燈亮。

ㄨ.當水產生流動時，帶動閥門紅燈亮，警鈴。

ㄐ.水流停止時，閥門自動恢復原狀，綠燈再亮。

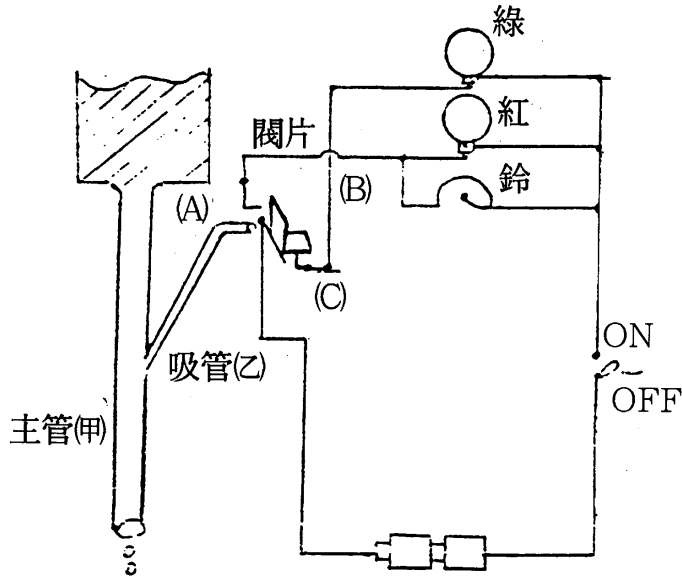
實驗缺失：

1. 轉動軸重於浮子，平衡不良。
2. 管內壁與轉軸接觸接觸部分不易密封，密封則夾太牢，不易轉動。
3. 接觸點的封密性、滑動性有待解決。

## 六、改善方案：

(一)神奇水力開關

利用水的吸力切換開關如下圖所示：

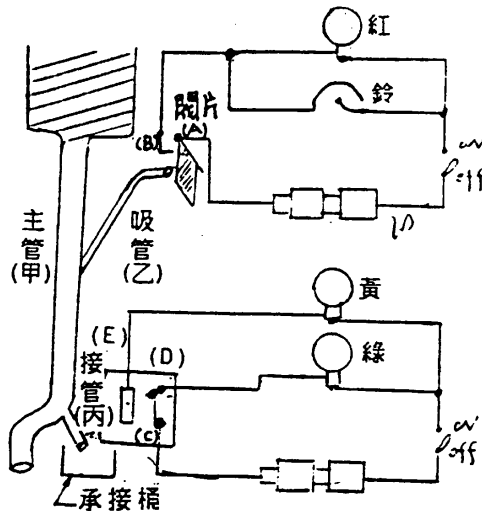


當水容器的水流動，由上述產生吸力，甲管內的水使乙管內產生吸力，吸近B銅片，使A、B通電，紅燈亮、警鈴響。

當容器水停止時，吸力放則B銅片復原，而接觸C銅片，BC通電，綠燈亮。

(二)神奇水力微開關

1. 針對改善方案(一)神奇水力開關的優缺點，做一全盤性功能測試結果，發現改善方案(一)僅限於大量洩水時，故要偵測微量漏水時，必須填裝一浮筒微開關。
2. 針對改善方案(一)的閥片重量及L型閥片加以改善。其詳圖如下：





當水微量從主管甲漏時，由接管丙接到承接桶，再由浮力，帶動浮筒，使接點C、E通電則黃燈亮。當承接桶內的水達到定量時，多餘的水由溢水管流出，黃燈保持亮。

當大量洩水時吸管乙產生吸力帶動閥片使A、B通電，則紅燈亮，警鈴響。

### (三)改善方案(一)(二)的比較

1. 改善方案(二)即使少量的漏水也能警告。方案(一)則否。
2. 方案(一)的閥片是採用L型，較重，易產生接觸不良現象。
3. 方案(二)由於閥片較輕，所須的吸力、水位能也較小，故可縮短主管前、後段長度節省材料。
4. 故基於以上種種優缺點，故本實驗採用方案(二)即神奇水力微開關。

## 七、研究與討論

1. 由實驗(一)發現水位的增加，流洩的時間成累減，可知水壓相對的增加。
2. 由實驗(二)得知水壓的增加，水的流速也相對的增加。
3. 由實驗(三)、(四)得知，要得到足夠的水壓力有二途徑：其一：提高水的高度。其二：增大其容器連接管徑。但由於本試驗之高度限制，故只改變其管徑一途。
4. 由實驗(五)中得知，有足夠水位壓力，沒有引導之功能仍不足帶動閥片。亦即當我們把L<sup>2</sup>去掉不用時，其水位能在突然間失去方向性，而不能集中，而無法帶動閥片。
5. 由實驗(五)得知，到底L<sup>2</sup>的吸力即引導方向的力有多少呢？由於少量的水及真空吸力而使外面空氣補充原理而使U型管內的水吸乾。
6. 由於閥片的重量，要有足夠的吸力，方能閥片動作。由實驗(六)各種管徑吸力大小得知。為配合不同重量的閥片，需要不同的吸力及水位能。

7. 爲了減少設計上的材料浪費，我們研究如何以最節省的主管前、後段長度，而有相同的吸動閥片效果，於是我們再次做了實驗(八)。
8. 由於設計神奇開關上，只能大量洩水時產生警告，爲彌補設計上唯一的缺陷，我們同學又想到微量漏水時亦有警告。於是我們加上浮筒式黃燈警示。
9. 在試驗(八)時原設計是浮筒之浮力帶動洩水管，使水位保持定狀。但多次試驗及密接洩水管閥門密封性不良，於是改良爲定量溢水管及洩水閥，在構造上更簡單及有效。
10. 爲防止接水過少或過多，在主管後段，設一彎道而接水管設接於彎道底部。

## 八、結論

1. 該水力開關係利用水吸力原理，不和水、閥水直接觸可減設備負擔。
2. 可避免觸電危險。
3. 藉此使我們了解水的位能、動能、吸力及電源開關方面的知能。
4. 電鈴和紅燈不可串聯，要並聯，兩者同時才有動作。
5. 利用水的浮力，也可以觸動開關。
6. 此實驗利用暑假經過多次失敗、改善，使我們在不斷的改善中、研究中，使實驗更趨完美。

## 九、參考資料

1. 光復利學圖鑑第10冊
2. 國民小學自然課本第三冊。
3. 小牛頓雜誌。(科學遊戲第38頁)

## 評語

本作品屬於水力與電路系統整合實驗分析問題。逐步瞭解水的位能、動能、電力開關的特性，知能不斷的改善實驗設備，充分顯示作者相當富創造力及解決問題之能力。