

新北市 110 學年度中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(一)

組 別：國中

作品名稱：希羅噴泉-水撲滿屋頂灑水系統之應用

關 鍵 詞：Hero's Fountain、希羅噴泉、水撲滿（最多 3 個）

編 號：

希羅噴泉-水撲滿屋頂灑水系統之應用

摘要

本專題探討神奇的希羅噴泉現象，我們想了解噴泉到底能噴多高？噴水高度與那些變因有關？另外它可以做什麼應用？經過研究，我們發現它噴水高度隨著接盤提高，它總能到達，噴泉能到達的最大高度約等於噴水接盤的高度加上中間較高容器水面高度。研究中發現中間較高容器中的水之所以能上升，是靠噴水接盤注入的水流到最低的容器中而壓縮密閉的空氣增大壓力將水往上提升，因此噴水接盤愈高要啟動噴泉必須注入更多的水以便壓縮更小的空氣體積造成更大的壓力。另外我們構想利用希羅噴泉作為學校雨撲滿灑水系統的應用應該是可行的方案。

壹、研究動機

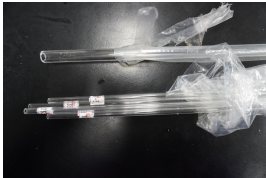
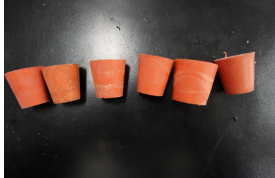
學校有許多雨撲滿，所以我們想到了一個點子，我們想要在不用抽水馬達的情況下把水從二樓抽到頂樓灑水降溫，希羅噴泉可能可以辦到。

貳、研究目的

- 一、實作出一個希羅噴泉
- 二、探討影響噴泉噴水高度及噴水量的變因
- 三、應用希羅噴泉於學校雨撲滿屋頂灑水系統

參、研究設備與器材

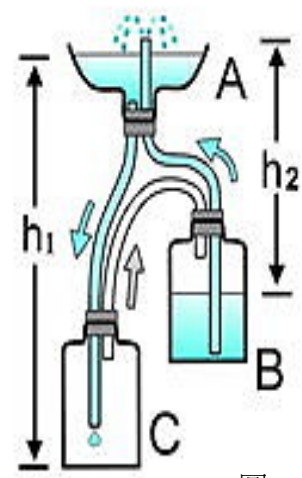
項次	名稱	項次	名稱	項次	名稱
----	----	----	----	----	----

1	電烙鐵	5	壓克力管	9	直尺
2	熱融膠	6	塑膠軟管/橡皮管	10	游標尺
3	鑽孔機	7	橡皮塞	11	鐵架/鐵夾/鐵片
4	螺絲起子	8	玻璃管	12	AB 膠
					
					
					

肆、研究過程或方法

一、文獻探討

希羅噴泉主要是利用「重力位能 (gravitational potential energy)」的差異所形成 (註：古希臘還沒有重力位能的理論)。參見圖一，A 瓶的水流到 C 瓶，高度差異為 h_1 ，而 B 瓶的水往上流到 A 瓶的高度為 h_2 ，因此只要 $h_1 > h_2$ ，則 A 瓶的水流到 C 瓶所釋放的重力位能就足以提供 B 瓶的水往上流到 A 瓶所需的能量。或者說噴泉的形成，是 A 瓶的水流到 C 瓶所釋放的重力位能，對 B 瓶的水所做的功的結果。



圖一

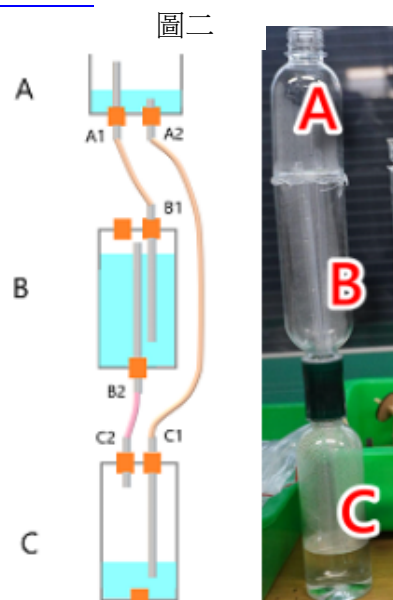
另一方面，由壓力的差異來說明；A 瓶與 C 瓶的壓力差為 $h_1 \cdot d$ （高度·水的密度），B 瓶與 A 瓶的壓力差為 $h_2 \cdot d$ ，由於 $h_1 \cdot d > h_2 \cdot d$ ，因此水會從 A 瓶流到 C 瓶，C 瓶的空氣被壓縮後，再壓迫 B 瓶的水往 A 瓶流動，而形成噴泉。這也是為什麼 C 瓶的位置如果越低， h_1 越大，噴泉就會越高的原因。

資料來源：<http://scigame.ntcu.edu.tw/water/water-030.html>

二、實作出一個希羅噴泉

（一）利用寶特瓶製作出簡易噴泉並了解原理

1. 右圖二中的 B 與 C 都是整支寶特瓶，以接合管銜接，A 只取用寶特瓶的底部（切掉頭部）。
2. B 與 C 之間的接合管套入壓克力切割的圓板固定，再以電鑽在圓板中央挖 2 個洞，以便插入塑膠管。其配置如右圖。然後以熱熔膠將塑膠管與圓板之間的縫隙密封，不能漏氣。



3. A 與 B 底部對底部以熱熔膠接合，再以電焊槍挖出 2 個洞以便插入塑膠管如右圖。

三、探討影響噴泉噴水高度及噴水量的變因

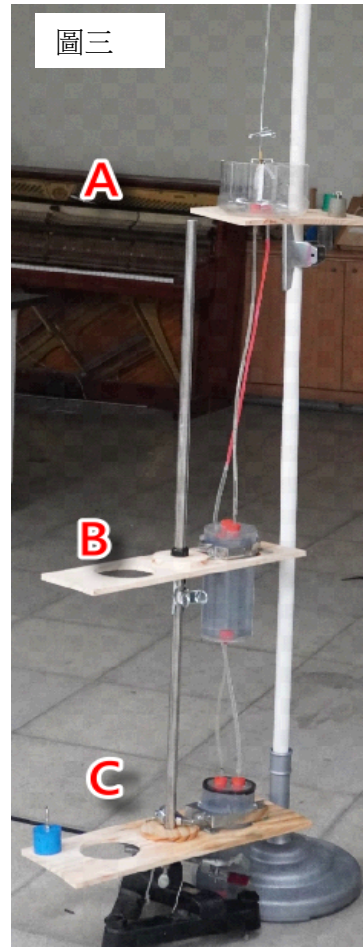
(一) 了解原理後做出放大版噴泉如右圖三。

(二) 為了測量噴水最大高度特別在 A1 管加上三岔管，並接上加長管 A12，當要測量最大高度時以管夾夾住 A11，即可讀出 A12 水柱上升最大高度。

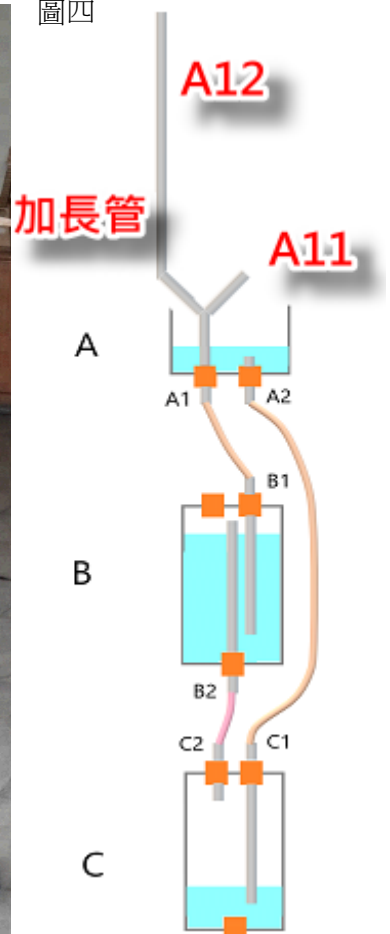
(三) C 固定不動，B、C 間距調整為 10 公分，改變 A 的高度：

1. 測量噴水最大高度。
2. 測量噴出 10 公分 B 管的水量需多少時間

(四) 增加 B、C 間距，改變 A 的高度重複步驟(二)

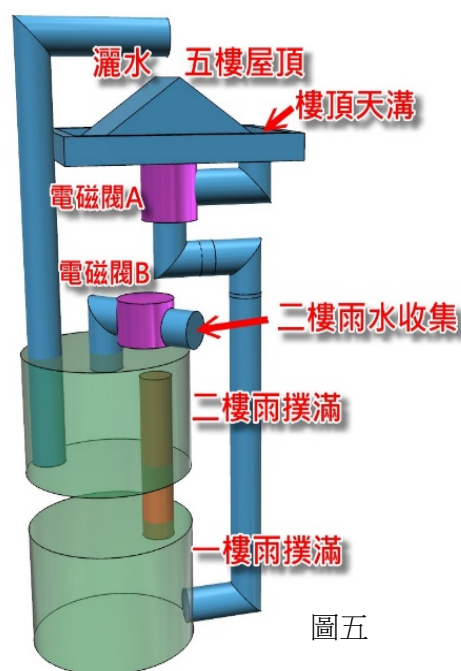


圖四



四、應用希羅噴泉於學校雨撲滿屋頂灑水系統

- (一) 雨撲滿分置於一樓及二樓。
- (二) 二樓以上的雨水收集於二樓雨撲滿。
- (三) 收集雨水時電磁閥 A 為關閉，電磁閥 B 為開啟。
- (四) 啟動灑水時電磁閥 A 為開啟，電磁閥 B 為關閉。



伍、研究結果

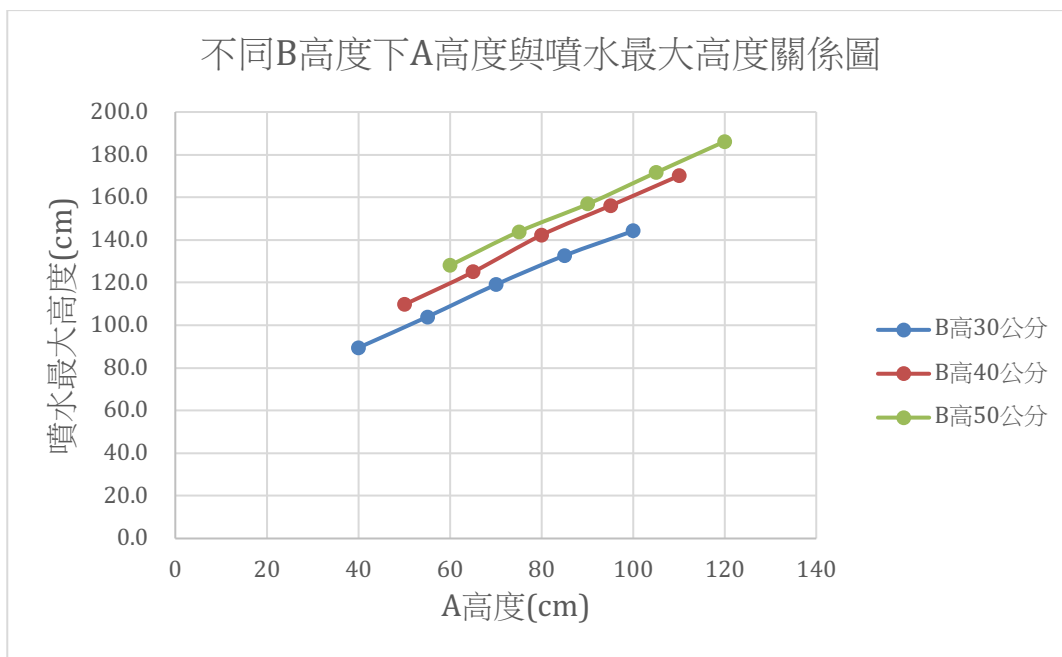
一、影響噴泉噴水高度的變因

1. 數據表一

B 高度(cm)	A 高度(cm)	噴水最大高度 (cm)
30	40	89.5
30	55	103.9
30	70	119.0
30	85	132.7
30	100	144.2
40	50	109.7
40	65	124.9
40	80	142.3
40	95	156.0
40	110	170.1
50	60	128.0
50	75	143.8
50	90	156.8
50	105	171.6

50	120	186.2
----	-----	-------

2. 關係圖一



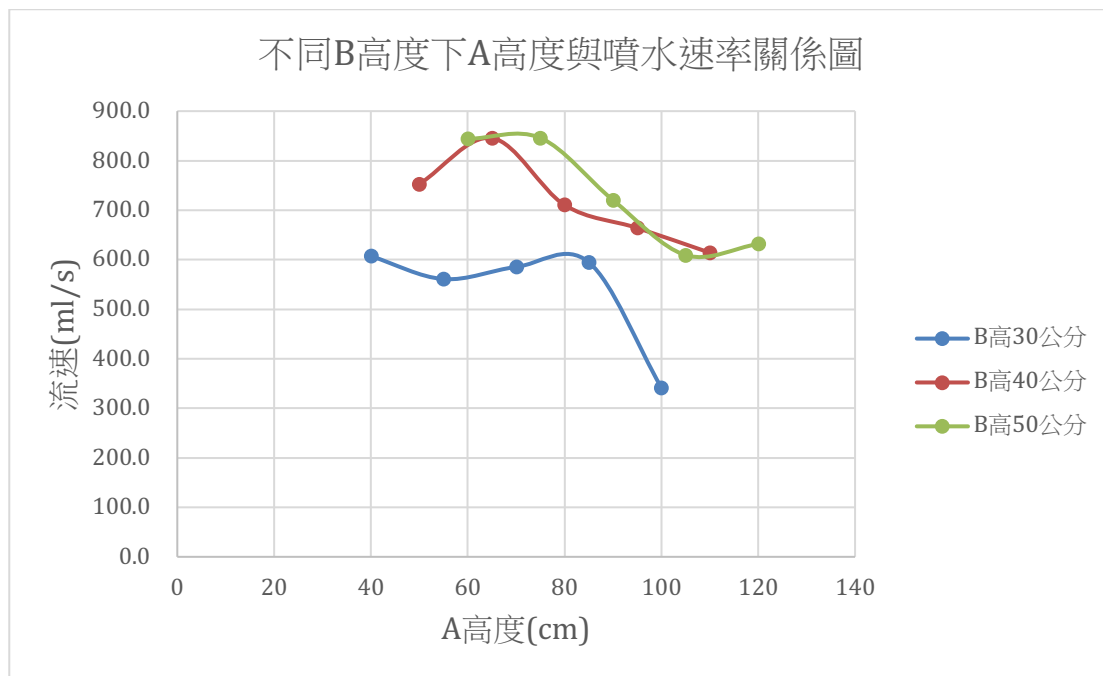
二、影響噴泉噴水量的變因

1. 數據表二

B 高度(cm)	A 高度(cm)	噴水速率 (ml/s)
30	40	607.1
30	55	560.9
30	70	585.3
30	85	594.8
30	100	341.5
40	50	752.8
40	65	845.6
40	80	710.4
40	95	664.1
40	110	614.2
50	60	844.0
50	75	845.8
50	90	720.3
50	105	609.3

B 高度(cm)	A 高度(cm)	噴水速率 (ml/s)
50	120	631.8

2. 關係圖二



三、應用希羅噴泉於學校雨撲滿屋頂灑水系統

- (一) 設計模型示意圖如圖六
- (二) 實際測試二樓的水的確可上升到四樓。



圖六



一樓空的容器高度定為 0



二樓 4 公尺高容器裝滿水



四樓 13 公尺高噴水接盤



全景圖



開始注水啟動，一樓容器已注水 1/3 桶。



2 樓的水已達 3 樓



4 樓噴泉開始



4 樓持續噴泉



4 樓噴泉流到 1 樓了

陸、討論

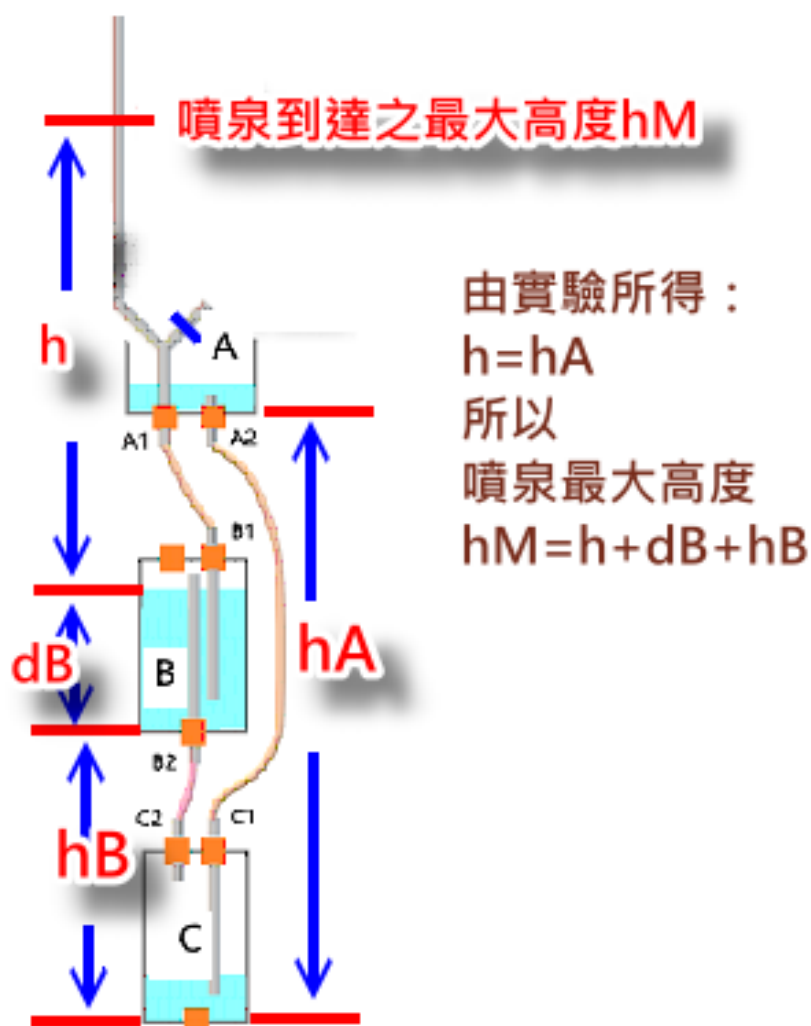
一、A 管多高，水就可以噴多高？由關係圖一中可看出噴水高度與 A 高度成正相關，

另將資料表一噴水最大高度換算成由 B 液面算起如下表，可發現 B 液面到噴水最

大高度距離幾乎等於 A 高度，因此不管 A 管多高水就能上升多高。

B 高度(cm)	A 高度 (cm)	噴水最大高 度(cm)	B 液面到噴水 最大高度距離 (cm)
30	40	89.5	41.5
30	55	103.9	55.9
30	70	119.0	71.0
30	85	132.7	84.7
30	100	144.2	96.2
40	50	109.7	51.7
40	65	124.9	66.9
40	80	142.3	84.3
40	95	156.0	98.0
40	110	170.1	112.1
50	60	128.0	60.0
50	75	143.8	75.8
50	90	156.8	88.8
50	105	171.6	103.6
50	120	186.2	118.2

圖七



- 二、在實作放大版希羅噴泉時遭遇最大困難為容器密封性，因為要把 2 樓的水送到 4 樓約有 9 公尺高，將近 1 大氣壓，容器中的空氣必須被壓縮產生約 2 大氣壓的壓力，這時候本來以為密封沒問題的，通通漏氣了，因此必須更高強度密封。另外要啟動噴泉必須注入更多的水，幾乎是 1 樓容器的一半，而且注水會隨著壓力愈來愈大而愈慢，因此在實際應用上必須借助水塔的水來輔助注水。

柒、結論

- 一、由討論一可知噴泉能到達的最大高度約等於噴水接盤的高度加上中間較高容器水面高度，因此不管噴水接盤多高噴泉總能到達。
- 二、由關係圖二可知中間容器 B 離地面高一些而噴水接盤低一些噴水速率愈快。

三、應用希羅噴泉於學校雨撲滿屋頂灑水系統具可行性，但若噴泉高度愈高啟動愈困難，需要注水量及注水壓力愈大，最多能噴出的水量也愈少，其價值就愈低了。

捌、參考資料及其他方法

一、科學遊戲實驗(<http://scigame.ntcu.edu.tw/water/water-030.html>)