

一、目的

本活動藉由簡單的液壓原理，來達到不同的目的，期盼參與的民眾在輕鬆有趣的情境中學習，並在學習中注入遊戲的童心。還記得前幾年某位貧窮家庭裡的小孩，利用回收來的物件，結合針筒，做出一台可動的液壓手臂，作者想藉由趣味的活動，讓參與的民眾，可以體會到液壓的各種可能性。

二、實驗器材

活動一		活動二		活動三	
品項	數量	品項	數量	品項	數量
針筒(無針頭)	8 個	液壓升降台	2 個	液壓手臂	1 個
軟水管	4 條	水	1 杯	液壓娃娃機	1 個
水	1 杯			水	1 杯
果糖	1 杯				
甘油	1 杯				
玉米澱粉水溶液	1 杯				

三、活動過程

(一)活動一(針鋒相對)

步驟一:桌上擺八隻針筒，兩兩以軟水管連接，內裝著四種不同的液體。

步驟二:分別嘗試推針筒，感受一下四種液體所產生的阻抗。

步驟三:能回答出造成最多阻抗的液體是何種。

步驟四:過關蓋章

(二)活動二(扶搖直上)

步驟一:桌上擺兩個平台，一台是由木質冰棒棍組成，一台是由 3D 列印產出的 PLA 材質平台。

步驟二:分別嘗試推針筒，感受一下兩種平台能承受的重量。

步驟三:能回答出承受最多重量的平台是何種。

步驟四:過關蓋章

(三)活動三(一臂之力)

步驟一:桌上擺一台市售的液壓手臂，嘗試推針筒，了解平台的操作模式。

步驟二:分別嘗試推針筒，將桌上的積木堆疊起來。

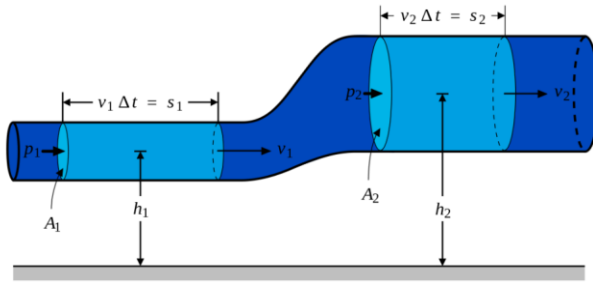
步驟三:若能順利將積木疊起來，可以操作一次夾娃娃機夾扭蛋抽獎品。

步驟四:根據抽到的扭蛋，發給得獎的參與民眾。

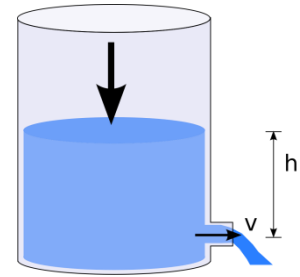
四、原理探討

我們於本實驗中平台針筒內使用的是流體，因一個穩定流動的流體其直線流向的所有點上，各種形式的流體機械能總和必定相同。也就是說，動能，位能，與內能的總和保持不變。但如果任何的流體速度增加，會使得動態壓力和單位體積動能的增加，而在同時會導致其靜態壓力，單位體積流體的位能、內能等三者總和的減少。

$$\text{公式可表示為：} \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + p = \text{constant}$$



圖一、流體受力產生白努利現象



圖二、流體受力流出容器示意圖

如果白努利定律要成立，其實還有四個重要的條件：

- (1) 定常流動（或稱穩定流，Steady flow）：在流動系統中，流體在任何一點之性質不隨時間改變。
- (2) 不可壓縮流（Incompressible flow）：密度為常數，在流體為氣體適用於馬赫數(v 速度/ c 音速)小於 0.3 的情況。
- (3) 無摩擦流（Frictionless flow）：摩擦效應可忽略，忽略黏滯性效應。
- (4) 流體沿著流線流動（Flow along a streamline）：流體元素（element）沿著流線而流動，流線間彼此是不相交的。

我們在本實驗中選用的液體為水、豐年果糖、甘油與玉米澱粉水溶液，其中只有水屬於無摩擦且不可壓縮流，會比較符合白努利原理，做為對照組；而豐年果糖、甘油跟玉米澱粉水溶液皆具有黏滯性效應，推測應該會增加載重，是為實驗組；由於流體的黏度會因為受到的壓力或速度而變化，壓力越大，黏度會增加，甚至像非牛頓流體會成為暫時性的固體，但也因此黏度過大不易流動會導致難以填充進針筒中。我們希望能藉由本活動，讓學生知道不同流體在白努利原理運用上的差異。