

人工噴漆-白努力定律的應用

摘要

白努力定律是指流體的流速越快壓力越小，可以應用在噴霧器上。查閱資料只知簡易噴霧器二根吸管夾角略小於直角，實測約 80° 效果比較好；吸水管不應比吹氣管粗；吹氣端離水面應小於 8.8~9.0 cm，不然沒法吸到水。全部過程用人工吹氣，沒有用打氣筒或空壓機，也沒有測氣壓或流速。

壹、研究動機

學校老師教我們白努力定律是指流體的流速越快壓力越小，所以在河裡：岸邊因為摩擦力水流慢，河中心水流快，所以掉到河裡的東西會往河中心漂；老師又帶我們玩科學遊戲：用吸管把杯子裡面的水吹出成水霧；又把杯子裡的球吹到另一個杯子裡。結果發現很難控制：一下可以吹出來，一下又吹不出來，老師又帶我們上網找到手動的噴霧器-古時候噴 DDT 殺蟲劑的器具（如圖 1-1），可惜買不到。老師說，我們可以研究看看，要怎樣才能比較有效的吹出水霧。

貳、研究目的

製做簡單的效果比較好的吹霧器（二根吸管夾角幾度效果最好）。

參、研究設備及器材

表一：研究設備及器材

器材	數量	規格及備註
水杯	1	
吸管	2+2	粗細各 2
量角器	1	
紅藍墨水	若干	染色用
白紙	若干	看噴霧效果
膠帶	1 捲	固定吸管用

肆、研究過程或方法

一、吹水霧：

1. 水杯盛水，吸管垂直插在杯中水裡，用另一根吸管靠近吸管口水平吹氣（如圖 1-2），看能否吹出水霧。

- 2.試用不同粗細的吸管，看怎樣的吸管效果比較好。結果用養樂多的細吸管或普通喝果汁的吸管都可以，但是粗的吸管氣一下用完，水也噴得快；粗的在上面吹細的吸水是可以吹出水霧，但粗的吸水細的吹氣沒法吹出水霧。
- 3.調整吸管的位置和角度，看怎樣的位置和角度，效果會比較好。二根吸管夾角 $>90^\circ$ ，容易把氣吹進吸管裡，變成吹泡泡，接近 90° 容易吹出水霧；吸水的吸管末端靠近吹氣的吸管中央容易吹出水霧。

二、製做噴霧器（吹霧器）

- 1.由吹水霧的經驗得知：二根吸管夾角 $>90^\circ$ ，容易把氣吹進吸管裡，變成吹泡泡；查到的資料也說夾角略小於直角。想辦法固定吸管的夾角和位置
- 2.吸水的吸管最多可以多長，還能把水吸上來？



圖 1-1 DDT 噴霧器

圖片下載自網路賣場

<http://goods.ruten.com.tw/item/show?2130>

5158699076

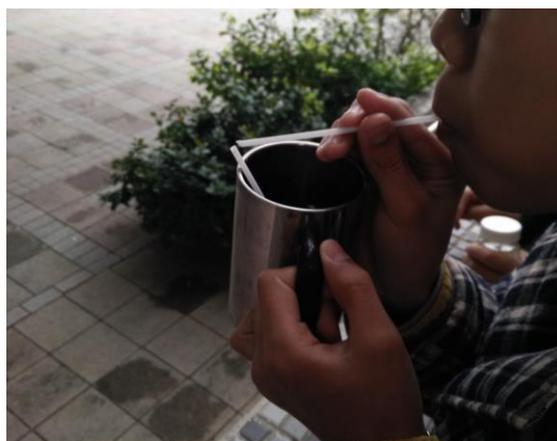


圖 1-2 吹水霧（2016/3/9）



圖 1-3 簡易噴霧器

（圖片下載自維基百科）

伍、研究結果

一、如圖 2-1 吸水端應靠近吹氣端的中央：

因為用吸管吹氣，吸管壁有磨擦力，所以靠近周圍的空氣流速小，吸管中央的空氣流速大。實測結果是：越靠近中央噴霧的效果越好。

二、如圖 2-2 吸水端最多離水面 8.8~9.0 公分

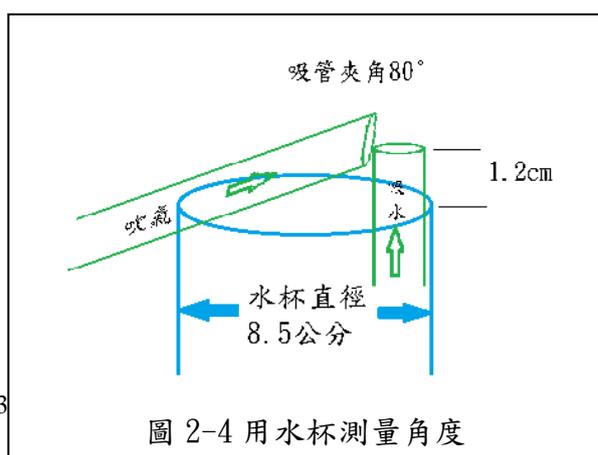
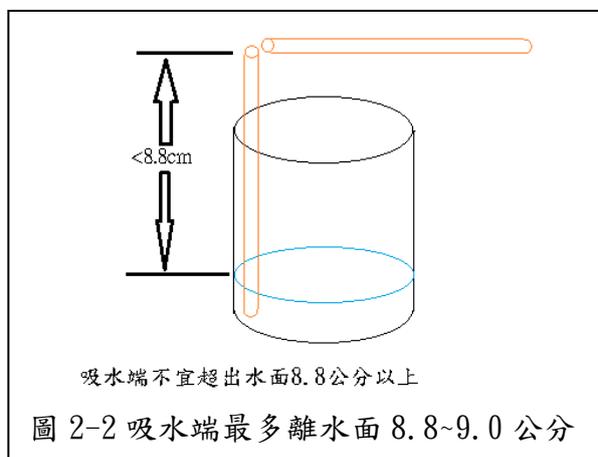
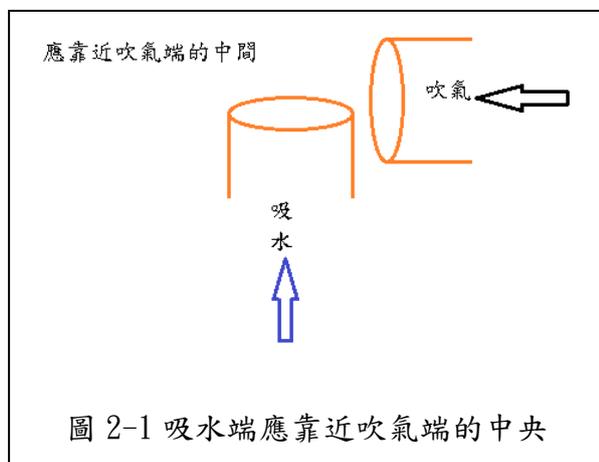
直徑 0.6 cm 的吸管約可離水面 8.8 cm，直徑 0.35 cm 的吸管約可離水面 9.0 cm，吹氣都用直徑 0.6 cm 的吸管；吸水管和吹氣管都用直徑 0.35 cm 的吸管約可離水面 8.0 cm；吸水管用直徑 0.6 cm 的吸管，吹氣管用直徑 0.35 cm 的吸管則沒法吹出水霧。

三、如圖 2-3 夾角大約 80° 效果比較好

實驗結果夾角大於 90° 吸管會發出聲音，而且吸上來的水會倒衝回去或有氣泡；夾角小於 70° 很難噴出水霧。

四、如圖 2-4 用水杯測量角度：

預先把吸管剪成 8.8cm，量好夾角 80° ，測得吸水管突出杯緣 1.2 cm，水杯直徑為 8.5 cm。吸管之直徑為 0.6 cm，二根吸管的直徑即為 1.2 cm，可以另外用吸管和膠固定。



陸、討論

一、水杯如果傾斜，水可能會流出來；但是如果是吸水的吸管傾斜結果會怎樣？

固定吸管的夾角噴霧時，有時水平噴（噴牆壁），有時向上（噴天花板）或向下噴（噴車頂），所以吸管傾斜是正常的。只要吸水管的吸水端保持在水中，都能正常噴水霧，而且吸水管傾斜，使氣端，都能正常噴水霧，而且吸水管傾斜，使吹氣端和水面的垂直距離減少，更容易吹出水霧。

二、吹水霧有何實用價值？

當年的手動噴殺蟲劑的工具已經很難找到，大量的噴霧工作當然會使用機械來實施，但是小量又精緻的工作，可以考慮用吹水霧的方法，比如做美勞：可以噴水彩做畫。

值得注意的是：為了安全起見，殺蟲劑或油漆不應用口吹噴霧。

柒、結論

原來科學可以很好玩，原本以為是肺活量小才吹不出水霧，原來是沒對好位置和角度。不得老師常說：科學一定要精準，誤差很小。

捌、參考資料及其他

1. 簡易噴霧器，以大吸管固定兩隻小吸管使之夾角略小於直角，因從吸管吹出之氣體流速較快，壓力較一大氣壓力為低，因此能夠將水經由下端吸管中吸起，並於開口處加速破碎成霧滴，模型製作用噴槍以及工業用噴漆噴槍多為此種設計。如圖 1-3。（取自維基百科，網址為：<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%AF%E5%8A%AA%E5%88%A9%E5%AE%9A%E5%BE%8B#.E5.8F.AF.E5.A3.93.E7.B8.AE.E6.B5.81.E9.AB.94.E7.9A.84.E4.BC.AF.E5.8A.AA.E5.88.A9.E5.AE.9A.E5.BE.8B>）

2. 白努力定律

原表達形式[編輯]

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh + p = \text{constant}$$

其中：

v = 流體速度

g = 重力加速度（地球表面的值為 9.81 m s^{-2} ）

h = 流體處於的高度（從某參考點計）

p = 流體所受的壓力強度

$\rho =$ 流體質量密度

constant = 常數

定理假設[編輯]

使用白努利定律必須符合以下假設，方可使用；如沒完全符合以下假設，所求的解也是近似值。

- [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。
- [不可壓縮流](#)（Incompressible flow）：密度為常數，在流體為氣體適用於馬赫數 M 小於 0.3 的情況。
- 無摩擦流（Frictionsless flow）：摩擦效應可忽略，忽略黏滯性效應。
- 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。

（取自維基百科，網址為：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BC%AF%E5%8A%AA%E5%88%A9%E5%AE%9A%E5%BE%8B>）