中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　物理科

佳作

080110

累死人抽水機~吸管抽水機之探討

學校名稱：嘉義縣朴子市朴子國民小學

作者：	指導老師：
小五 梁軒綾	黃佳慧
小五 彭靖珺	葉明宗
小五 吳子維	
小五 方湛然	

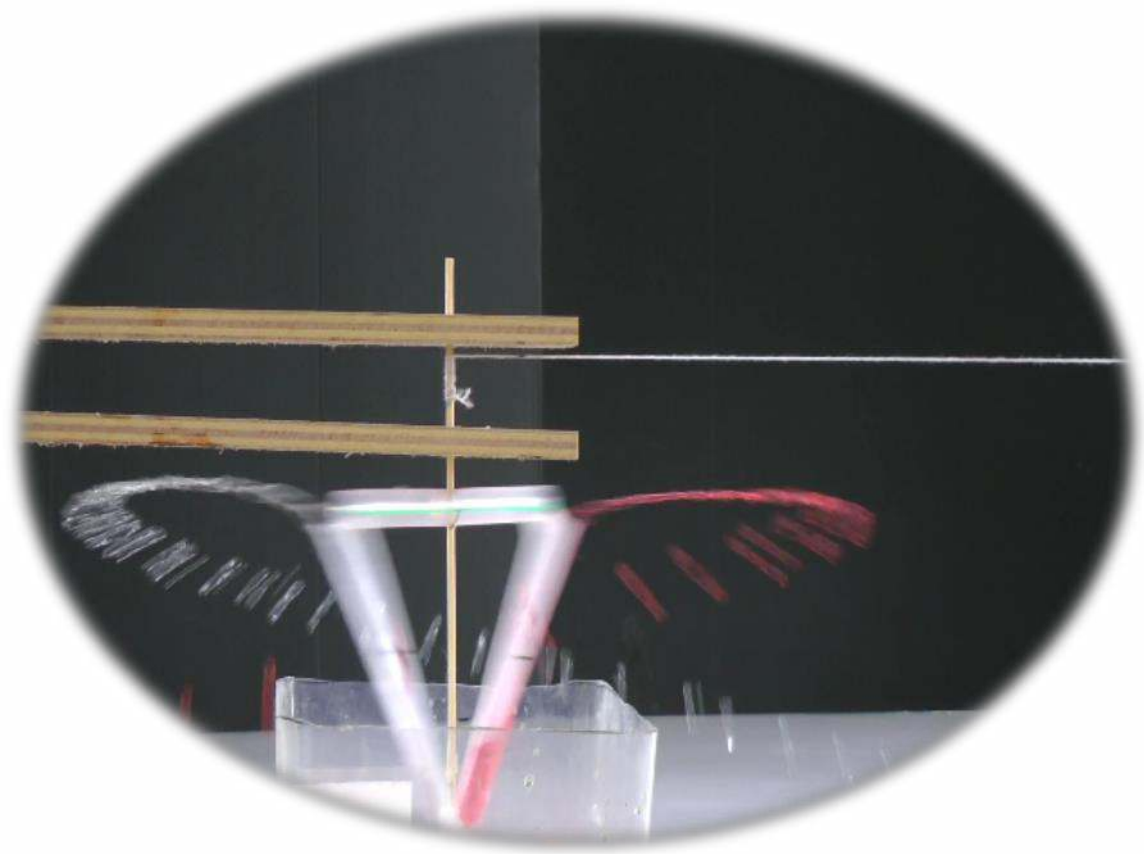
關鍵詞：慣性、白努力定律、轉速

摘要

只要輕輕地轉動竹籤，水就能從吸管口噴出，「吸管抽水機」是甚麼原因讓他能輕易的抽出盆子裡的水？這一切實在太神奇了。

實驗結果，我們發現吸管抽水機能抽出水的最大因素是「轉速」。「轉速」愈快，抽水機抽出水的速度越快，噴灑的範圍越大，但出水的角度不受影響。而吸管抽水的兩腰「粗細」、「角度」及「長度」的不同，會直接影響到吸管抽水機的「轉速」，而造成噴水的速度、噴灑範圍的不同。

而抽水機的「轉速」，會使抽水機產生一股「離心力」，使得吸管壁內的水往外甩出；同時吸管抽水機轉動時，也造成吸管口的壓力減弱，促使下方壓力大的水被擠壓從吸管口噴出，而這種現象就是所謂的「白努力定律」。

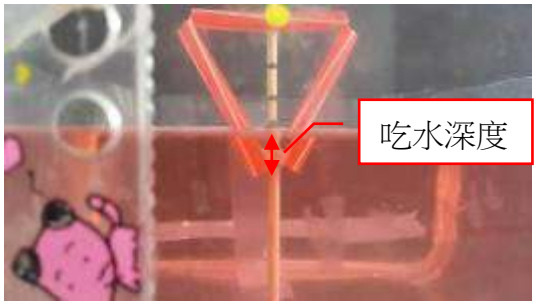
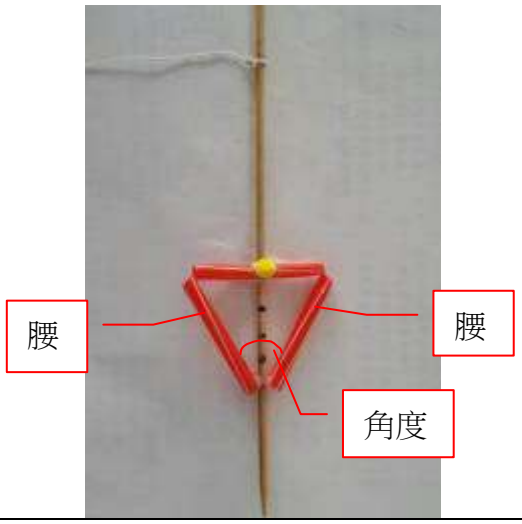


壹、研究動機

我們上閱讀課的時後，看到一本科學實驗書「阿亮老師的科學宅即變」。書裡面介紹一個自製抽水機的實驗，它不用用到電，只需動動手就可以抽出盆子裡的水，我們很好奇便一起動手做做看。但是，大家都覺得很好奇，是甚麼原因讓吸管能抽出水呢？因此就展開了以下的實驗。

貳、研究目的

一、探討吸管抽水機的「轉速」及「吃水深度」對抽水狀態的影響。
二、探討吸管抽水機兩腰的「角度」、「粗細」及「長度」對抽水狀態的影響。
三、探討不同形狀的吸管抽水機對抽水狀態的影響。
四、探討吸管抽水機能抽水的原因。

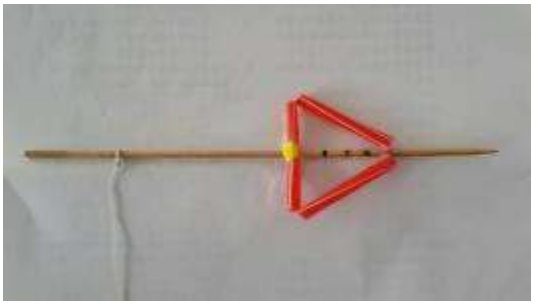
	
吸管抽水機「吃水深度」定義	吸管抽水機的名詞解釋

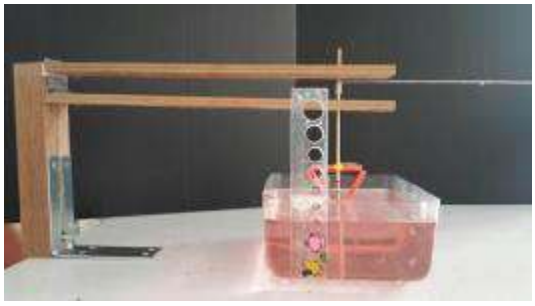
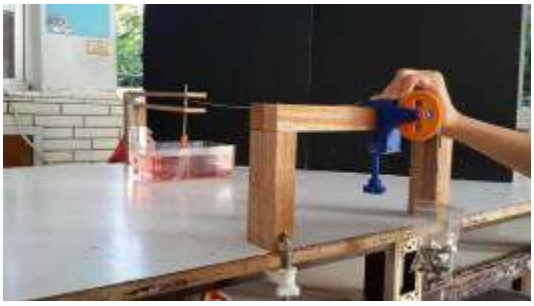
參、研究設備及器材

吸管抽水機：粗、中、細吸管、竹籤、熱熔膠槍、直尺、剪刀、圖釘、量角器

轉速控制器：水盆、砝碼、迴紋針、定滑輪、C 型夾、自製木頭固定架、小型門鈕、寶特瓶、橡皮筋、長木條

噴發情形紀錄器材：DV 攝影機、「會聲會影」軟體、「KMPLAYER」軟體、黑色屏幕、長皮尺、短直尺

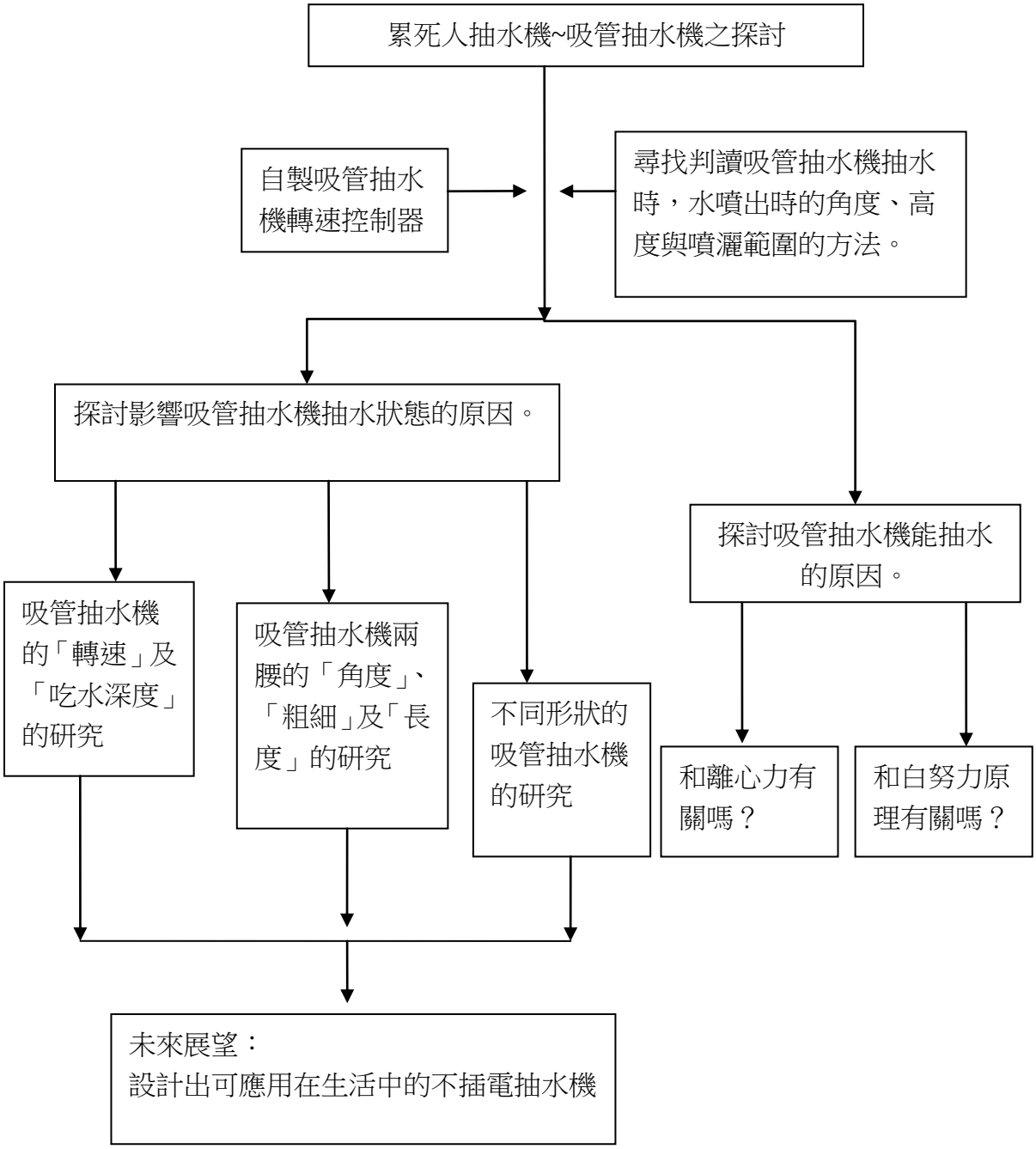
	
自製吸管抽水機	吸管抽水機

	
吸管抽水機固定架	轉速控制器

實驗裝置全圖

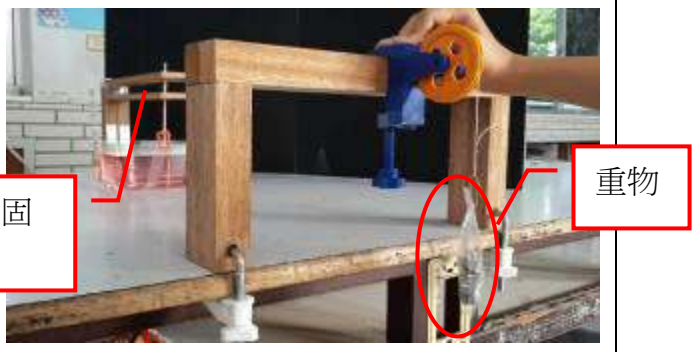
肆、研究架構與方法

一、研究架構



二、自製三角抽水機轉速控制器

歷程	實驗設計	遭遇問題
第一代轉速控制器	「手搖鑽」轉速控制器 1. 將做好的吸管抽水機，裝設在手搖鑽的鑽頭上。 2. 用手旋轉握把，使抽水機轉動。 	1. 不能控制轉速。
第二代轉速控制器	「橡皮筋彈力」轉速控制器 1.利用保特瓶做出一個彈力轉速控制器，利用橡皮筋彈力轉動吸管抽水器。 	1. 不能控制轉速。 2. 橡皮筋會彈性疲乏。 3. 很難轉動。 4. 轉動時間不長。

第三代轉速控制器	「定滑輪」轉速控制器 1．放開重物，抽水器便能穩定旋轉，成功噴出水柱。  	1. 穩定性佳。 2. 轉動速度可以控制。

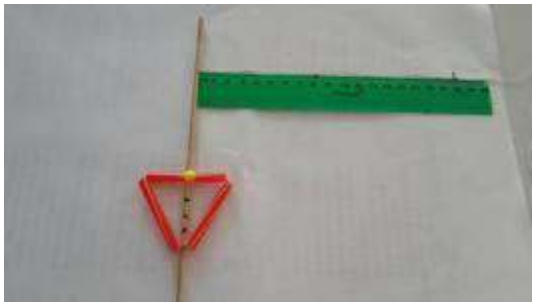
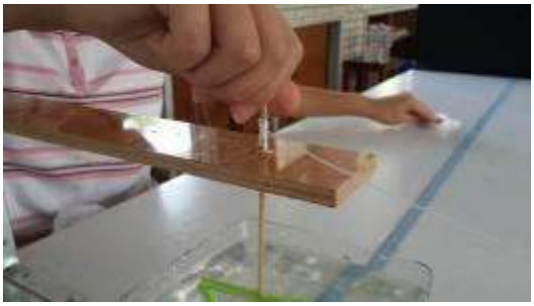
※轉速控制器速率計算

1.我們在轉速控制器的前端棉繩 18 cm處做一個記號。

2.使用前小心的將棉繩旋轉纏繞在抽水器竹籤上，共繞了 15 圈。

3.將抽水器轉動情形利用 DV 錄影，並用「會聲會影」影片剪輯軟體計算出抽水器轉動時間。

4.將轉動圈數除以轉動時間，計算出抽水器轉動的平均轉速。

	
轉速控制器的前端棉繩 18 cm處做記號	棉繩旋轉纏繞 15 圈在抽水機竹籤上

DV 錄影抽水器轉動情形	「會聲會影」影片剪輯軟體

二、判讀吸管抽水機抽水時，水噴出時的角度、噴灑範圍與水量的方法。

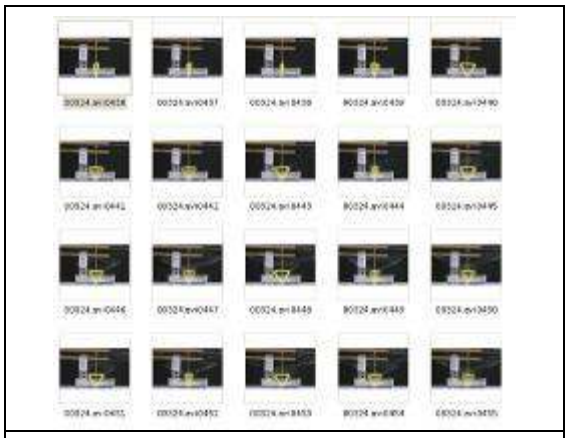
※水噴出角度判讀：

1.利用 DV 錄影機紀錄水從抽水機噴出的軌跡。

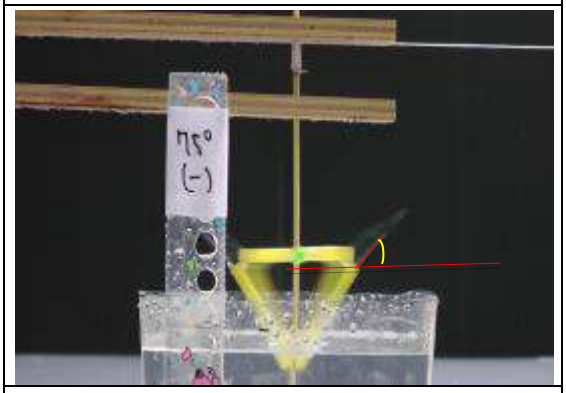
2.用 KMPlayer 軟體擷取影片，讓水噴發情形影片格放顯示。

3.利用量角器量測水噴發時的角度。

kMplayer 軟體擷取影片



水噴發情形影片格放



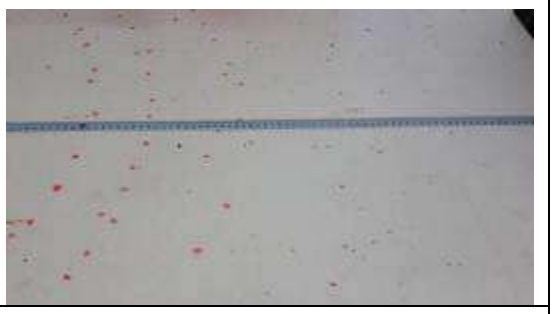
擷取影片中第一張水噴發照片
利用量角器量測水噴發時的角度

※水噴灑範圍判讀：

1.將長皮尺的 0cm 貼在吸管抽水機竹籤下方。

2.待水噴發後，觀察水滴灑落最遠處，以此距離當作水噴灑的最大範圍。

長皮尺 0cm 貼在吸管抽水機竹籤下方

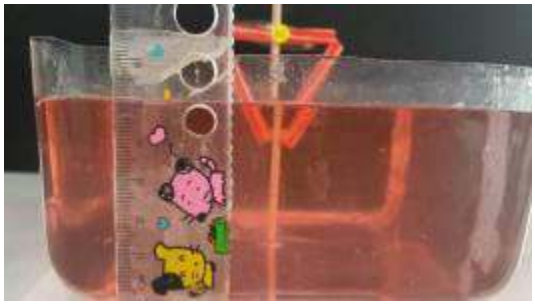


水灑落最遠處就是水噴灑的最大範圍

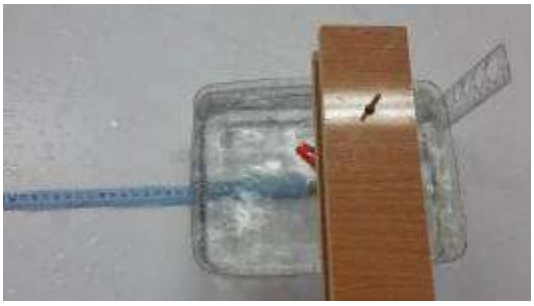
※水噴灑水量判讀：

1.將長尺貼在透明水盆外

2.測量實驗前、後水盆水量變化。



長尺貼在透明水盆外



長尺貼在透明水盆外

伍、研究過程和結果

研究一 ：探討不同轉速的吸管抽水機抽水狀態的影響。

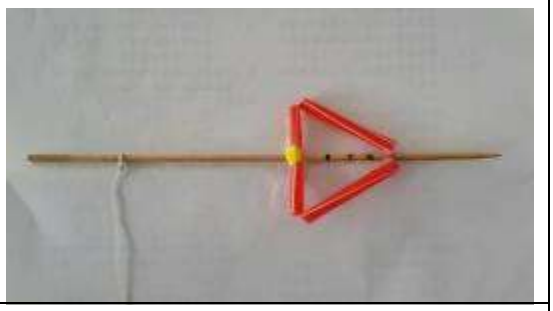
【方法】:

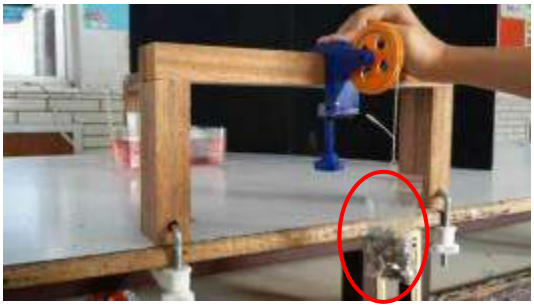
1.製作一個邊長 5 cm的正三角形吸管抽水機。

2.將抽水機裝在轉速控制器上，分別掛上重物（5 顆、10 顆、15 顆砝碼）拉動抽水機，使抽水機轉速為轉速 1、轉速 2、轉速 3。

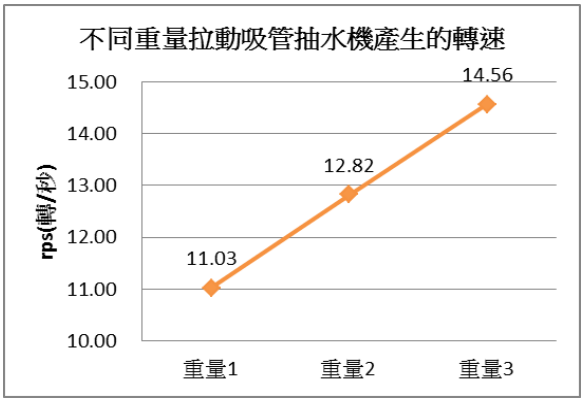
3.利用 DV 錄影和影像軟體處理畫面，判讀上述 3 個轉速對抽水狀態（水噴出時的角度、噴灑範圍與水量）的影響。

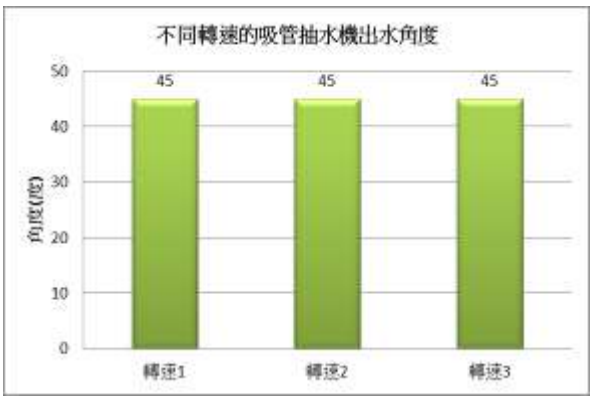
4.依照上述步驟，操作三次，取其平均值紀錄。

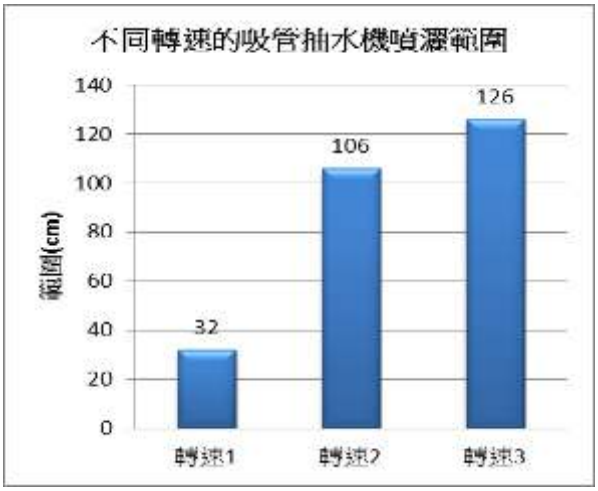
	
製作吸管抽水機	邊長 5 cm的 正三角形吸管抽水機

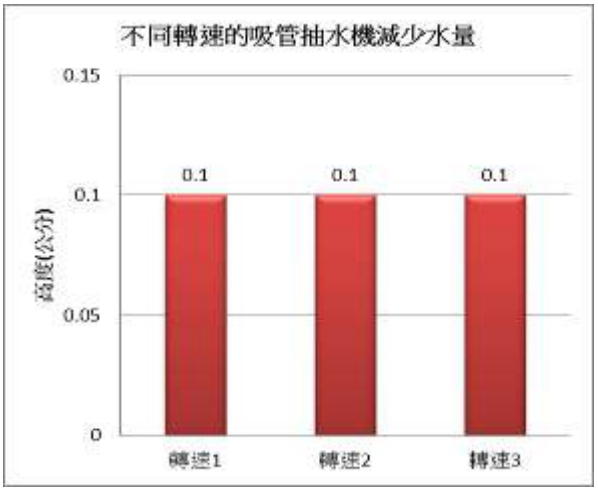
	
仔細纏繞棉繩	改變拉動重量，使抽水機轉速改變

【結果】

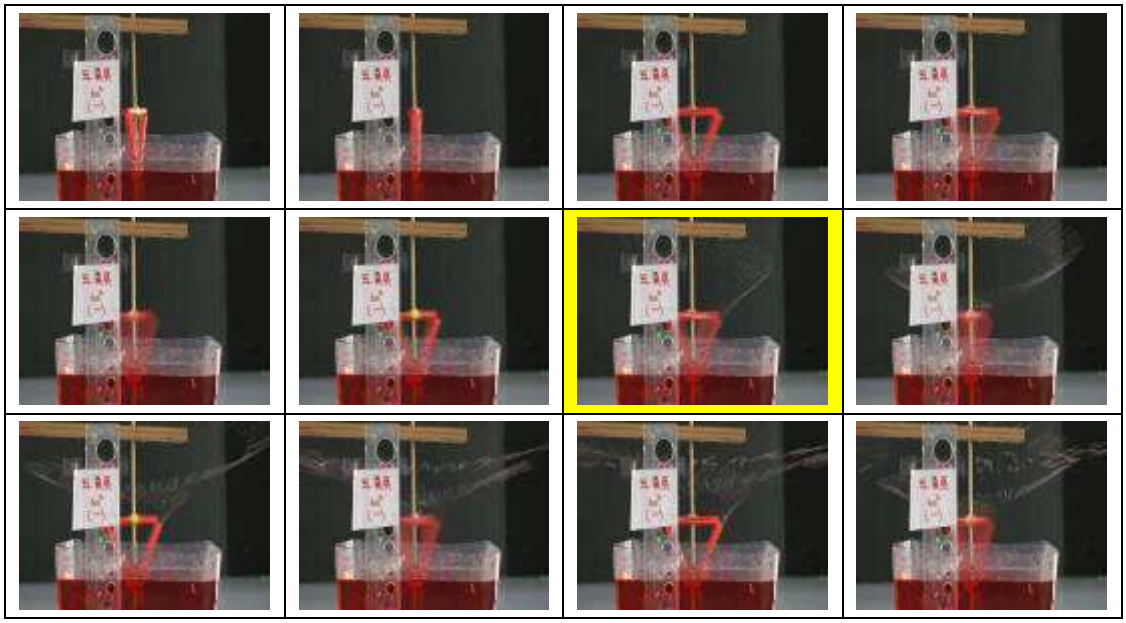




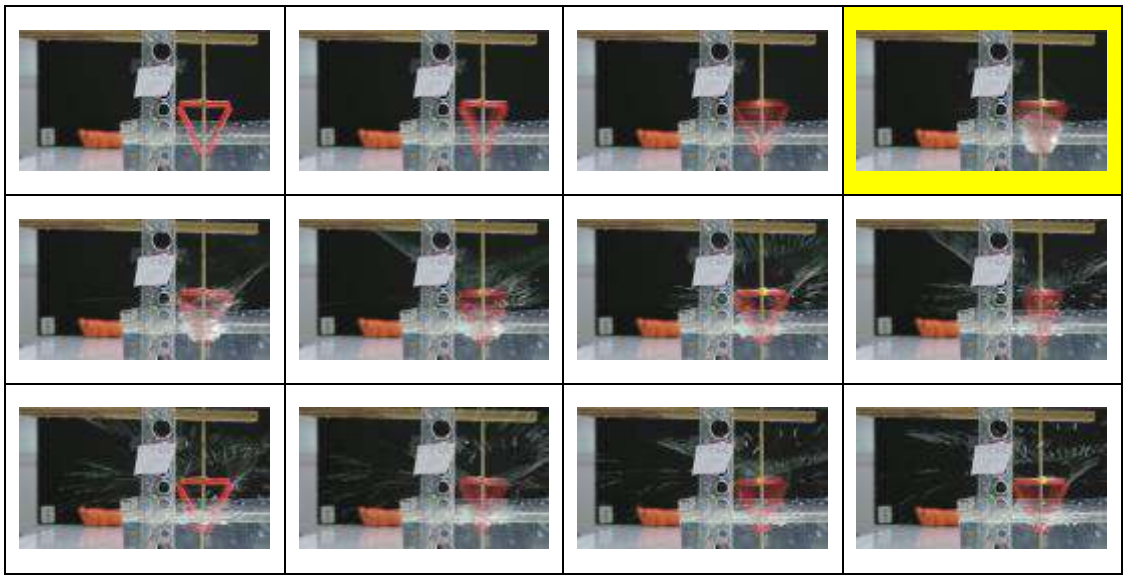




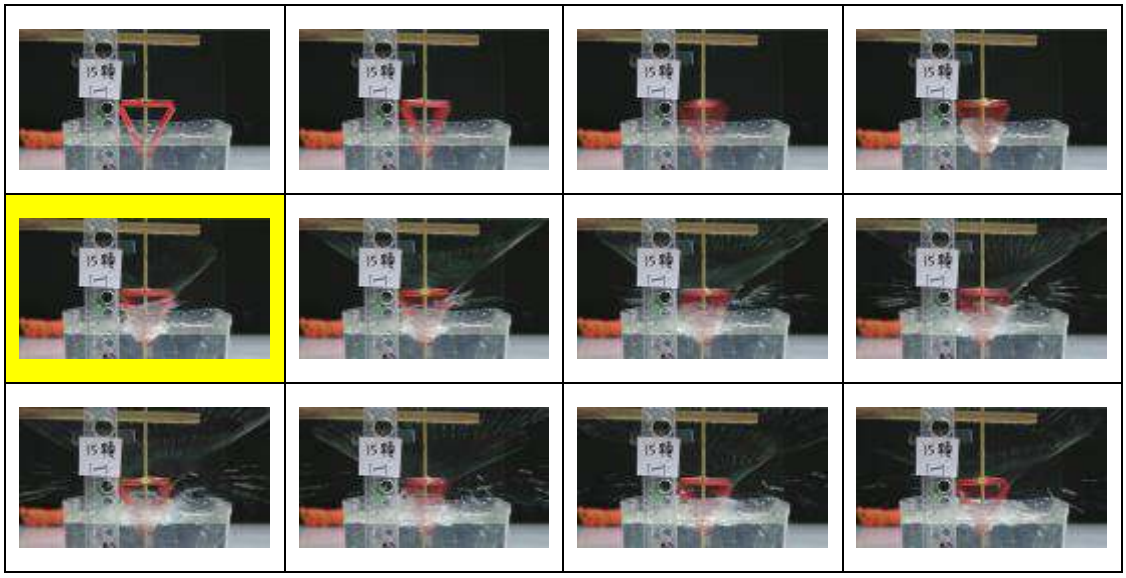
轉速 1 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



轉速 2 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



轉速 3 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



【我們的發現】

1.拉動抽水機的重物越重，抽水機的轉速越快。

2.轉速愈快的抽水機抽出水的時間越早，但出水角度都一樣。

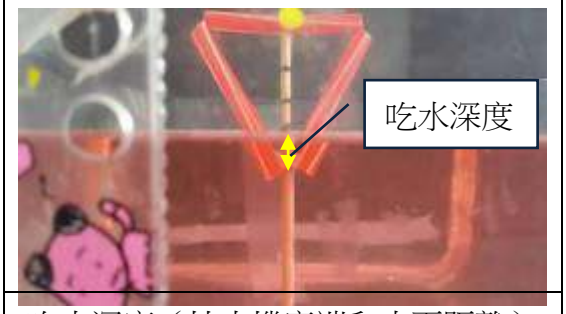
3.轉速太快，水噴灑範圍大，但水除了從吸管口噴發，還會從底部將水攪出，容易影響水噴灑範圍的判讀。因此接下來的實驗，我們都使用轉速 2 來控制吸管抽水機的轉動。

研究二：探討吸管抽水機吃水的深度對抽水狀態的影響。

【方法】

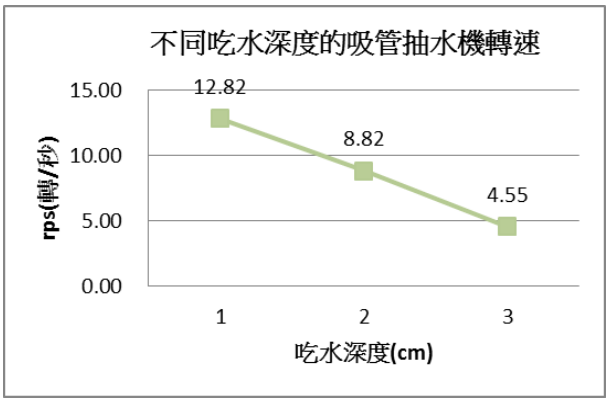
1.取一正三角形吸管抽水機，調整抽水機底端和水面的距離，分別為 1 cm、２cm、３cm、4 cm。

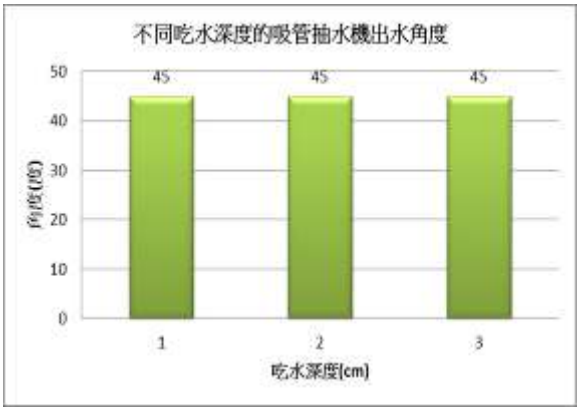
2.同上述實驗方法，固定砝碼重量（10 顆砝碼），紀錄抽水情形。

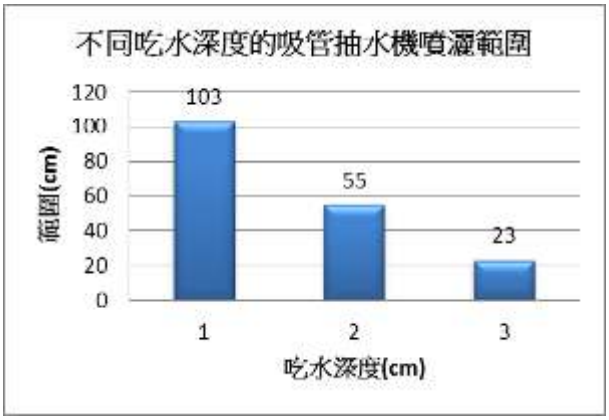


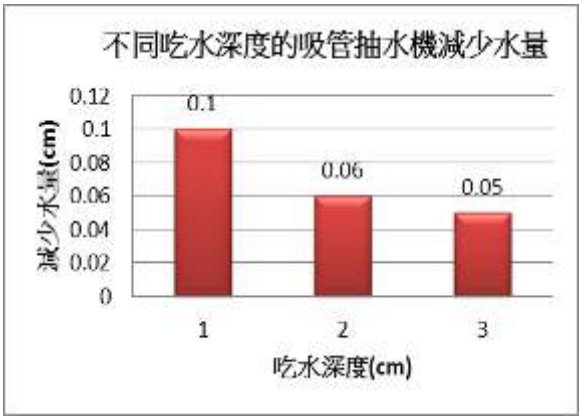
吃水深度（抽水機底端和水面距離）

【結果】

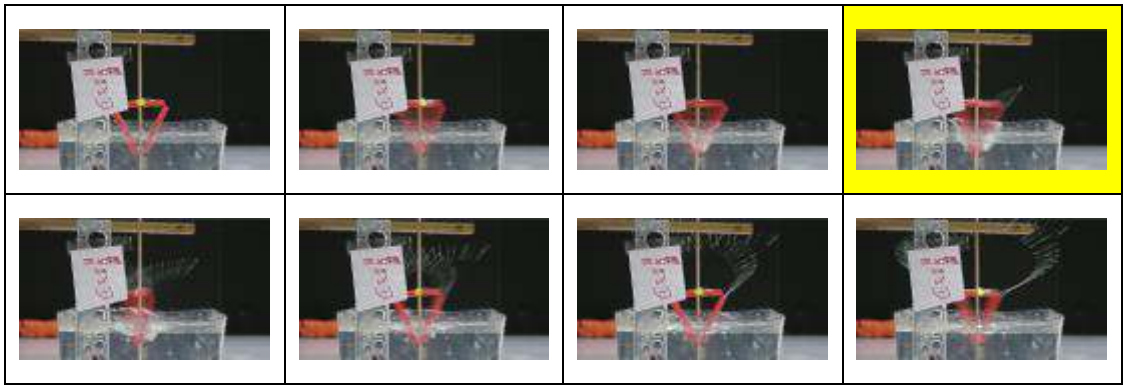




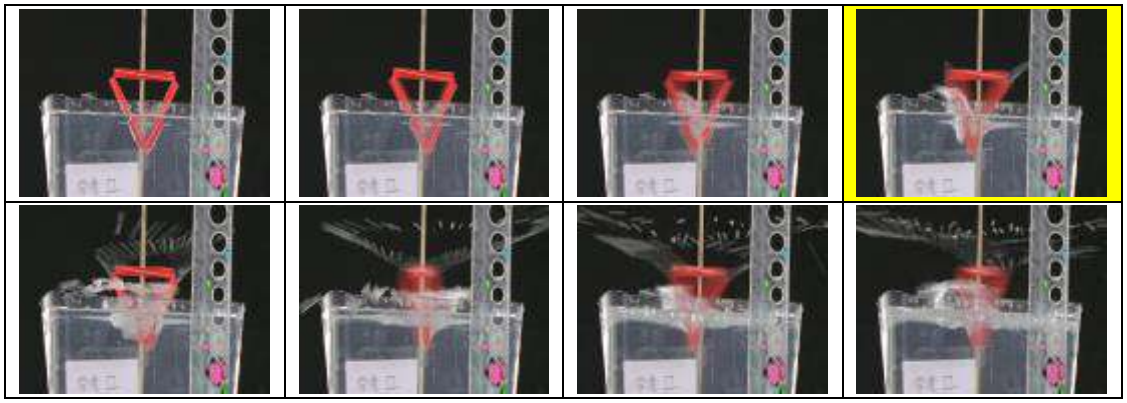




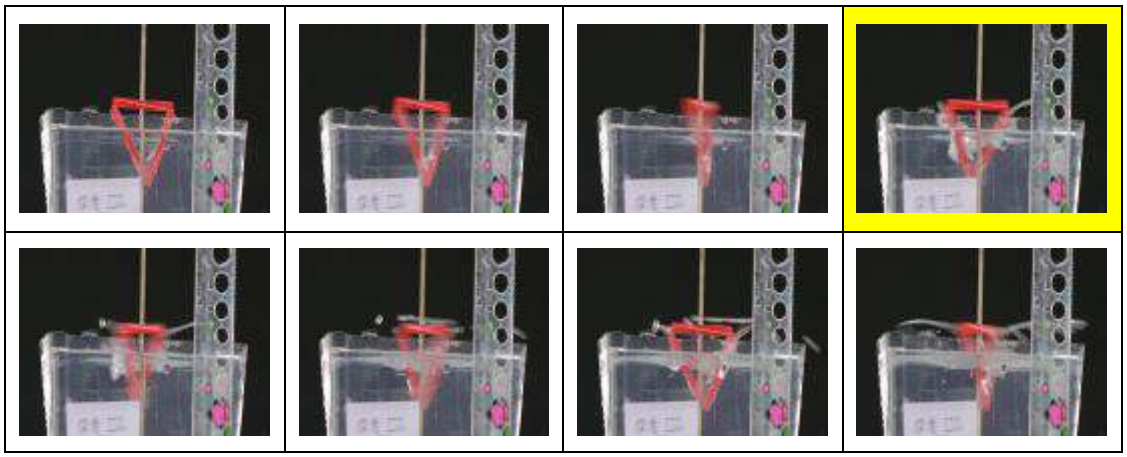
水深 1 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



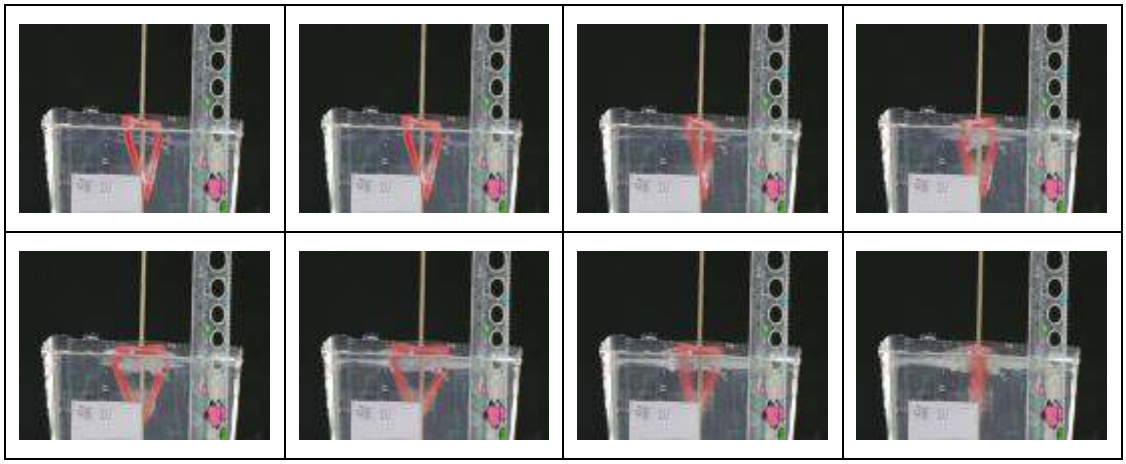
水深 2 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



水深 3 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



水深 4 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



【我們的發現】

1.吃水深度 4cm 的吸管抽水機轉速最慢，水完全沒被抽出。

2.吃水深度 1cm 的吸管抽水機轉速最快，水噴灑範圍最遠。

3.吸管抽水機吃水深度越深，轉動時間越長，平均轉速越小，噴灑範圍越小，減少水量越少

4.吸管抽水機吃水深度不同，但出水角度都是 45 度。

研究三：探討不同角度的吸管抽水機對抽水狀態的影響。

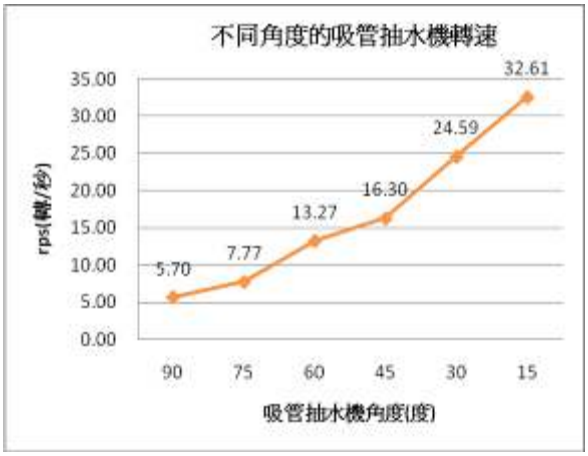
【方法】

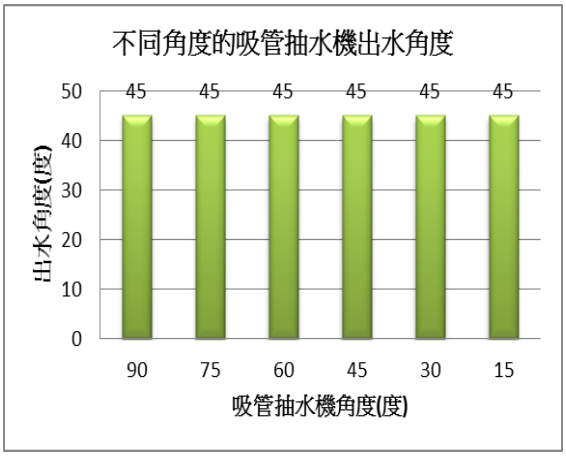
1.製作兩腰長度為 5 公分夾角為 15 度、30 度、45 度、60 度、75 度、90 度的等腰三角抽水機。

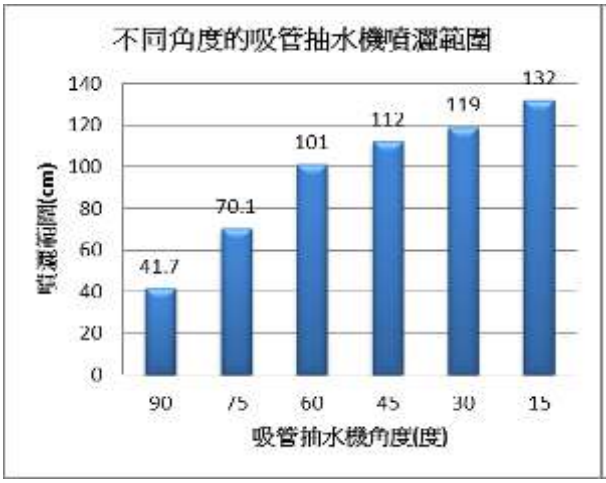
2.同(研究一)實驗方法固定砝碼重量，紀錄抽水情形。

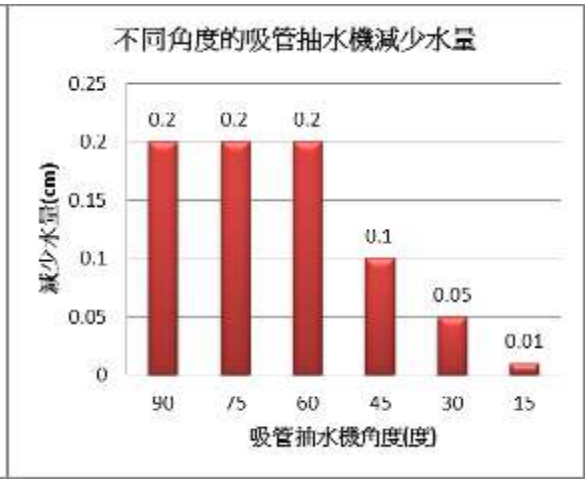
不同夾角的抽水機

【結果】

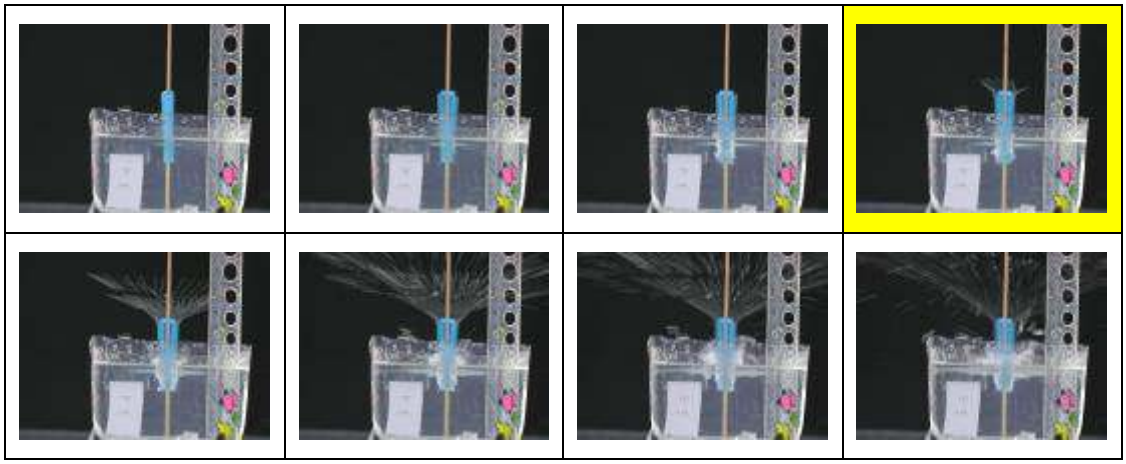




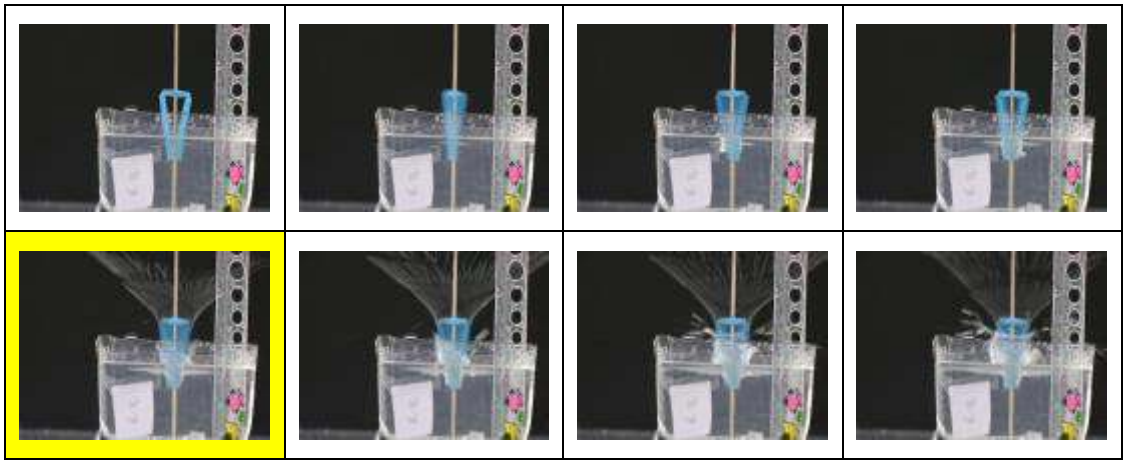




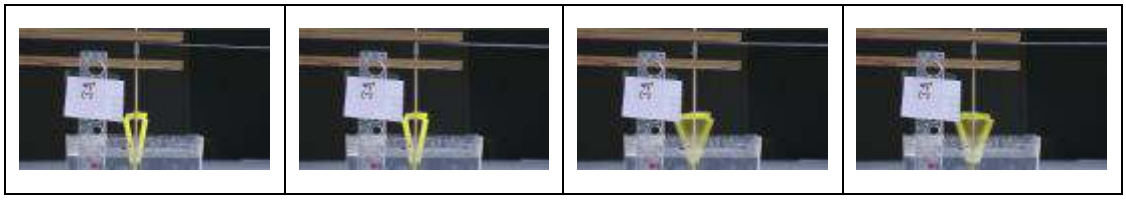
15 度角吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）

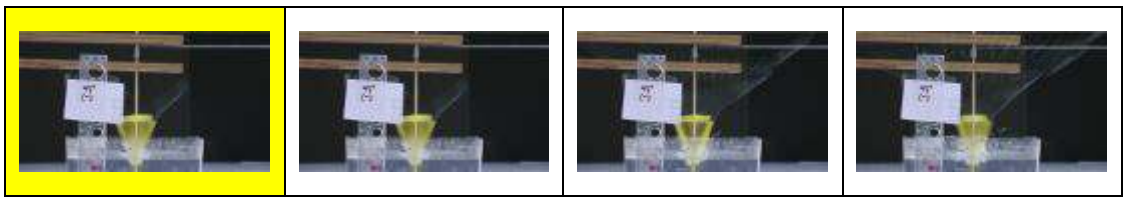


30 度角吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）

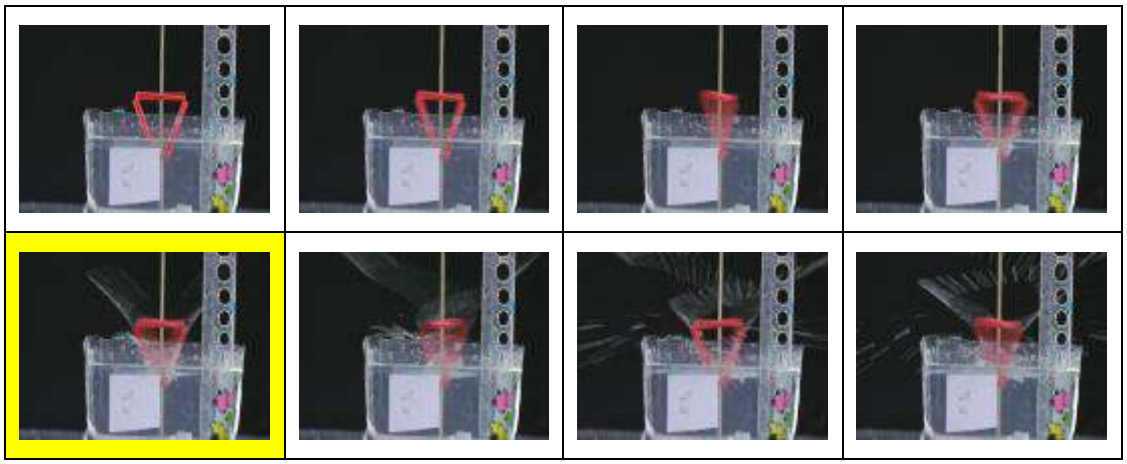


45 度角吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）

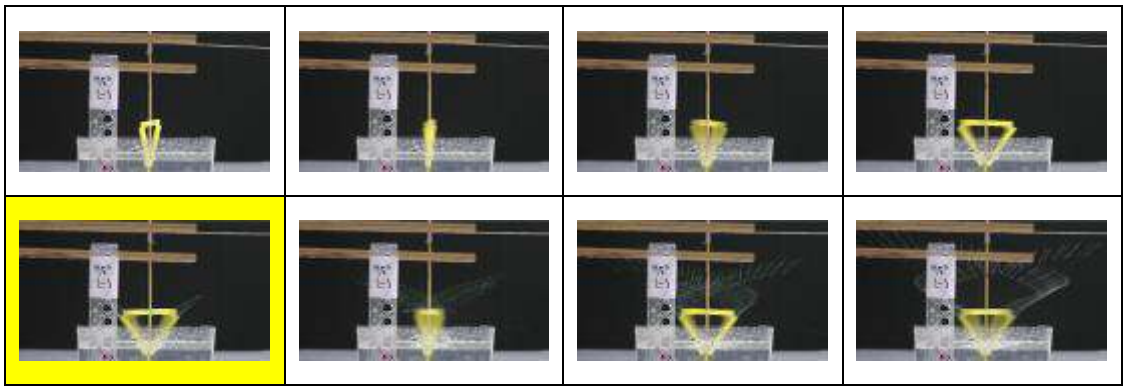




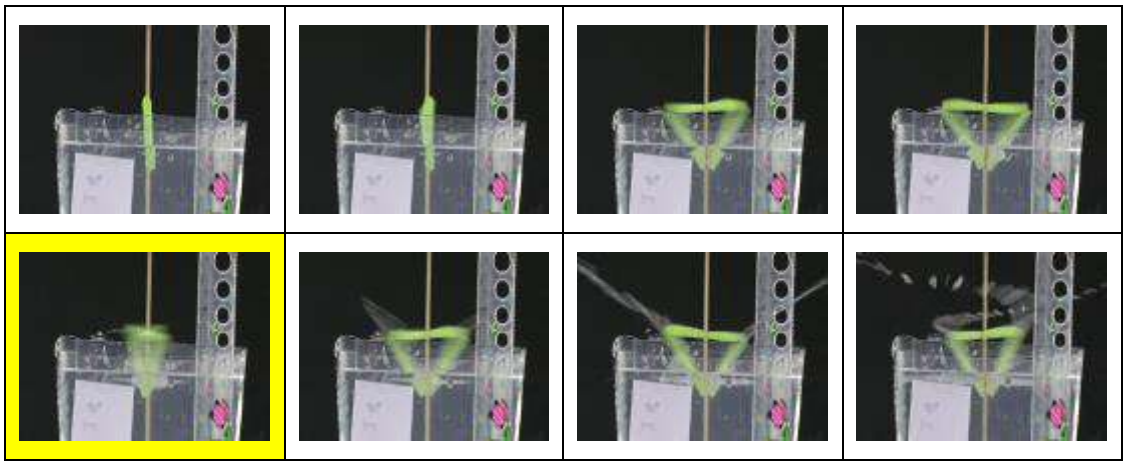
60 度角吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



75 度角吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



90 度角吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



【我們的發現】

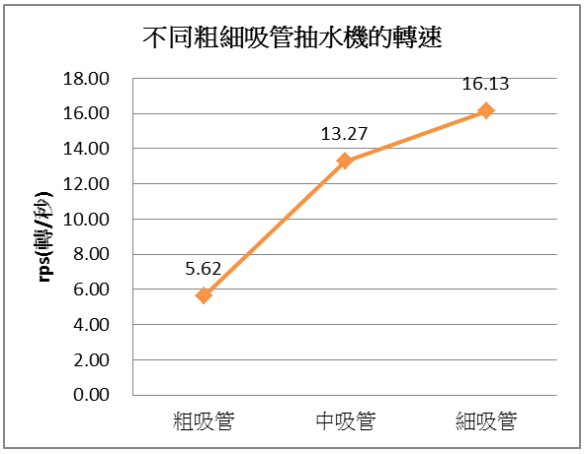
1.吸管抽水機夾角角度越小轉動速度越快。
2.不同夾角的吸管抽水機，出水角度都是 45 度。
3 夾角角度越小噴灑範圍越廣，但減少的水量較少。
4.夾角 60 度的吸管抽水機噴出的水量剛好是分界點，夾角角度再增大，也沒有辦法再噴出更多水量。
5.夾角 15 度的吸管抽水機噴出的水量少，可能因轉速很快，所以水噴得很遠。
6.不同夾角吸管抽水機抽出水的時間大致一樣。

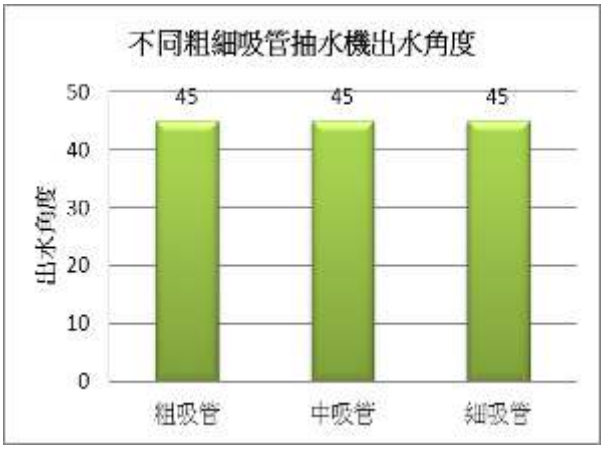
研究四：探討不同粗細的吸管抽水機對抽水狀態的影響。

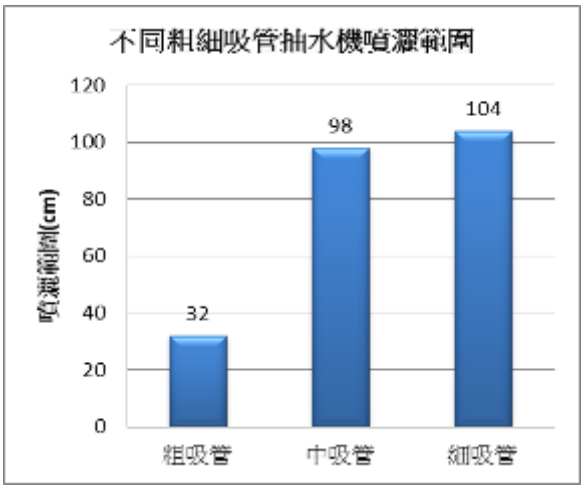
【方法】
1.製作三組不同粗細但等長的吸管抽水機。
2.固定砝碼重量 ，同上述實驗觀察紀錄。

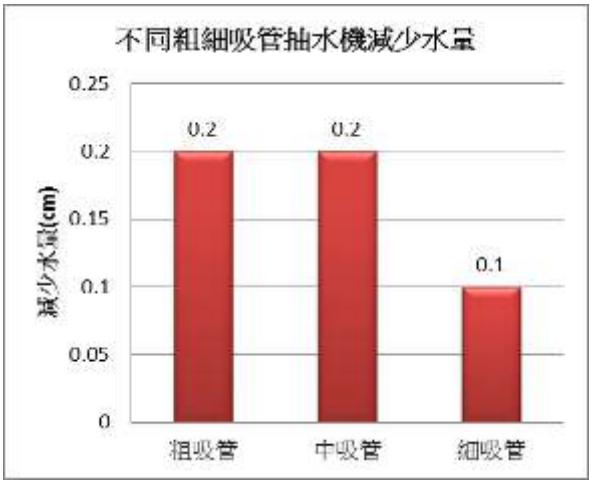
不同粗細的吸管抽水機

【結果】

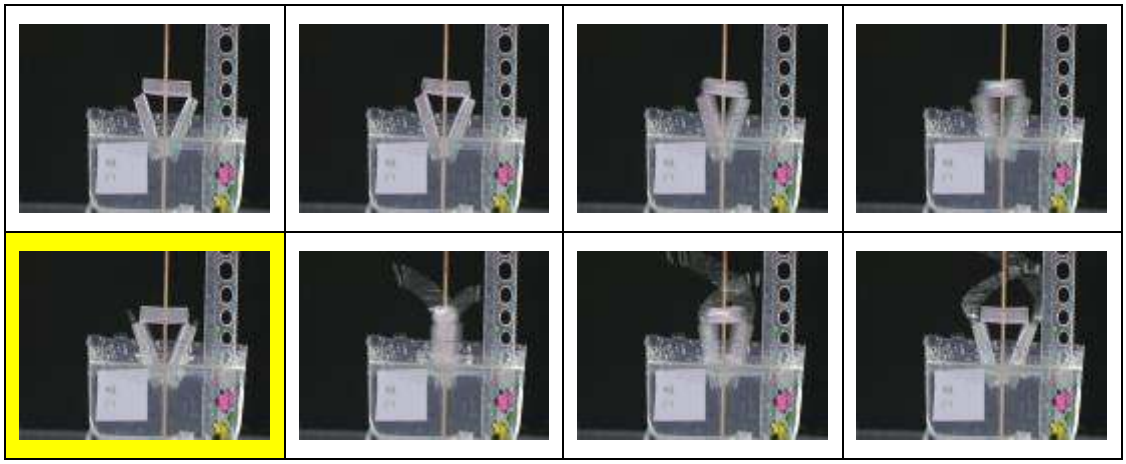




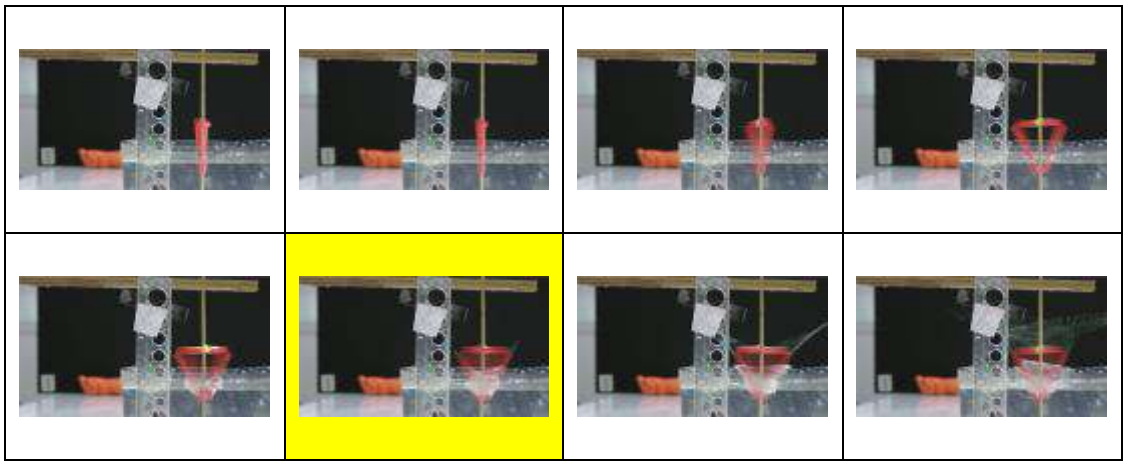




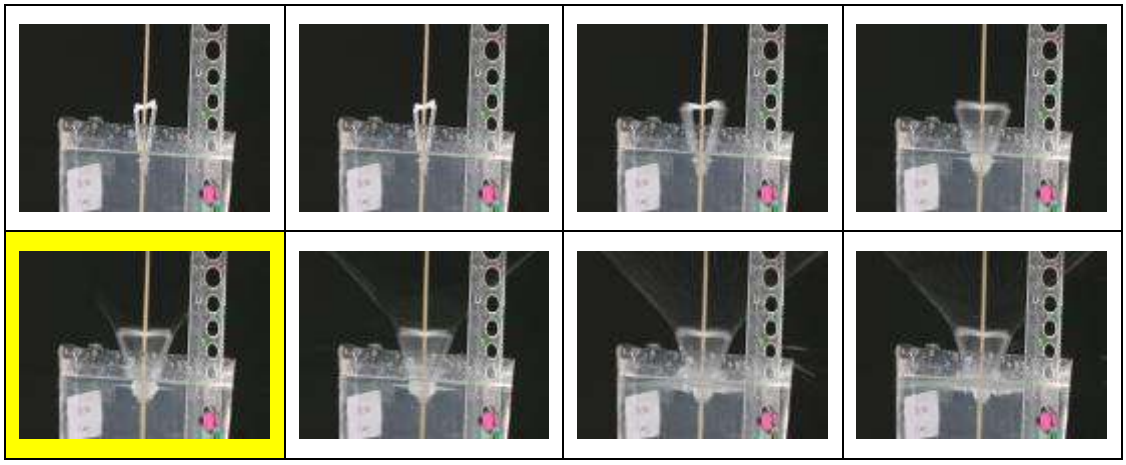
粗吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



中吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



細吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



【我們的發現】

1.越細的吸管抽水器，轉動速度越快，噴灑範圍大，但減少的水量少。

2.每種抽水器的出水角度都是 45 度。

研究五：探討不同長度的吸管抽水機對抽水狀態的影響。

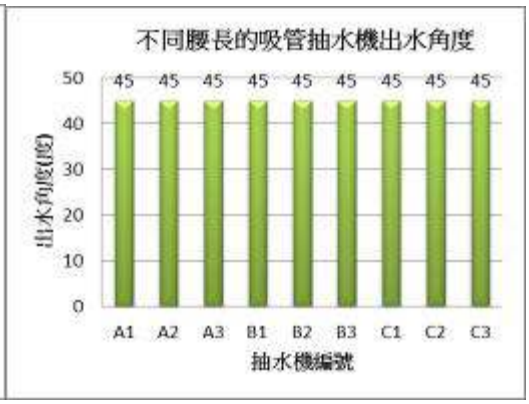
【方法】

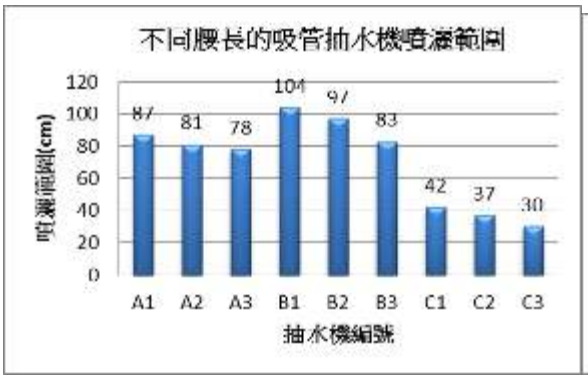
1.取三種粗細的吸管分別製作三組抽水器，邊長分別為 5 cm、8 cm、11 cm的正三角形。

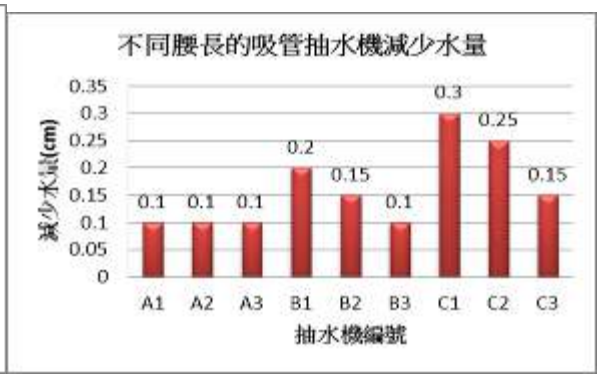
2.固定砝碼重量 ，同上述實驗觀察紀錄抽水情形。

A1 A2 A3	B1 B2 B3	C1 C2 C3
細吸管	中吸管	粗吸管

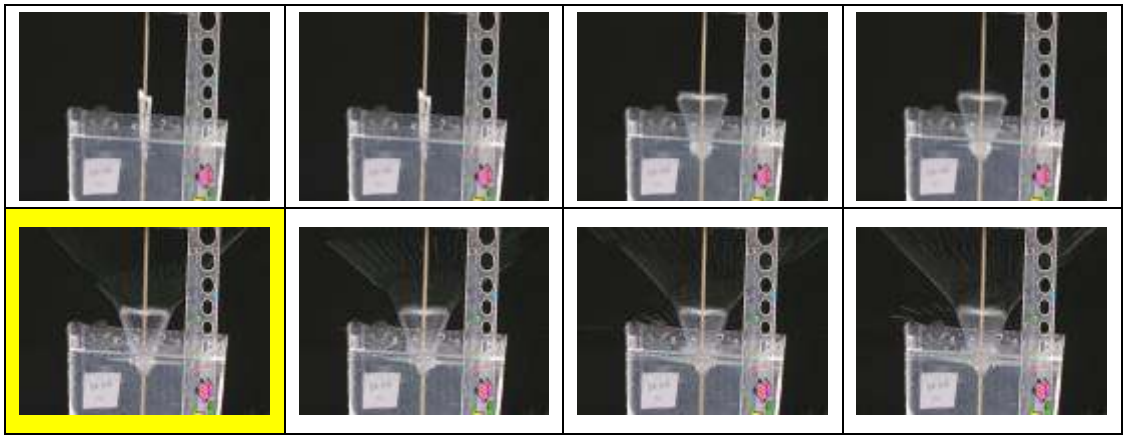
【結果】



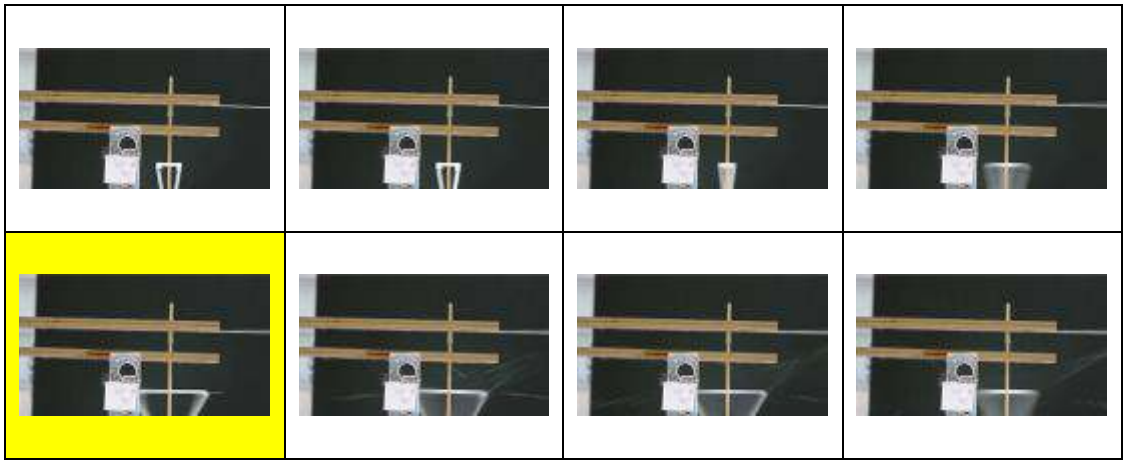




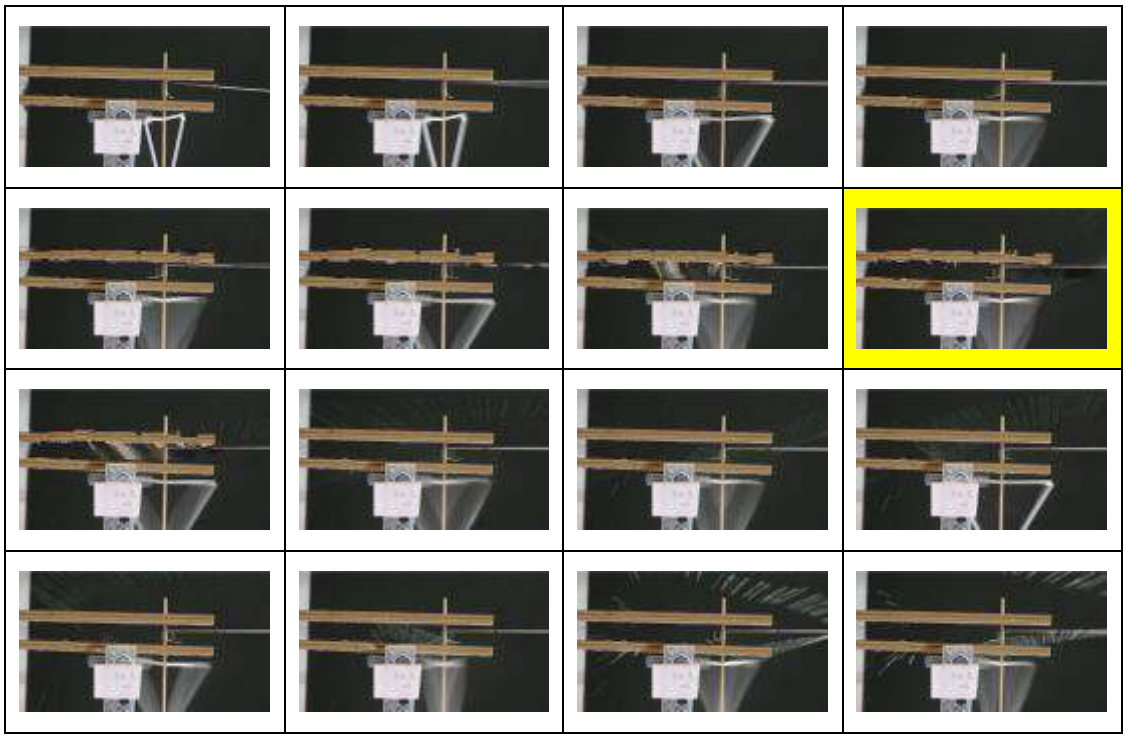
細吸管邊長 5 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



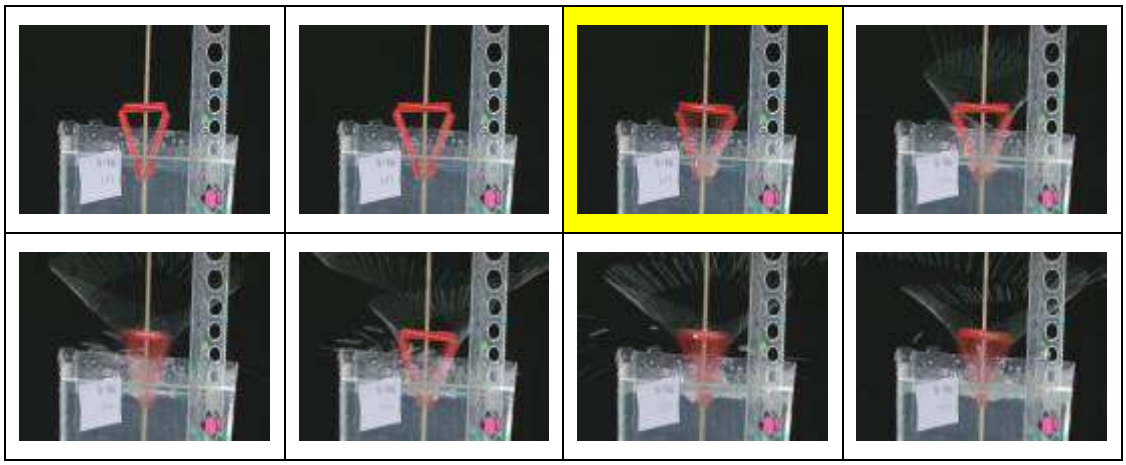
細吸管邊長 8 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



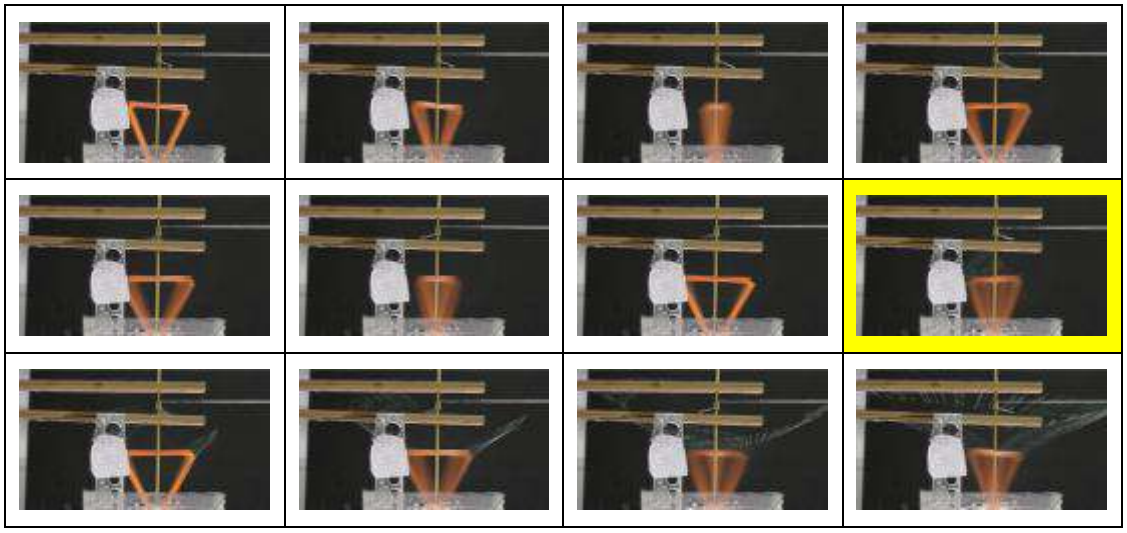
細吸管邊長 11 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



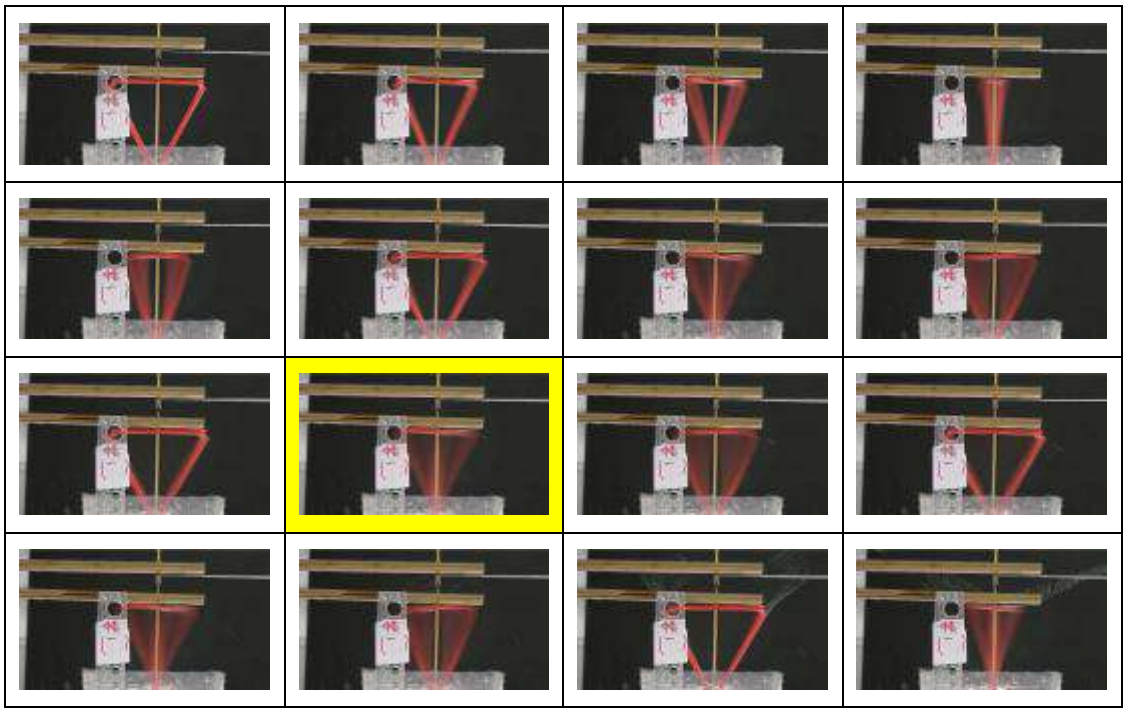
中吸管邊長 5 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



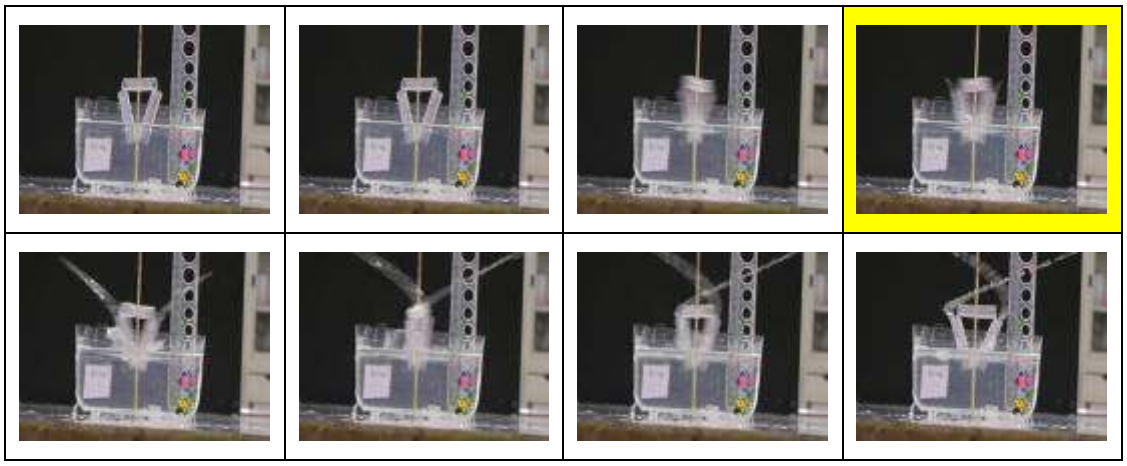
中吸管邊長 8 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



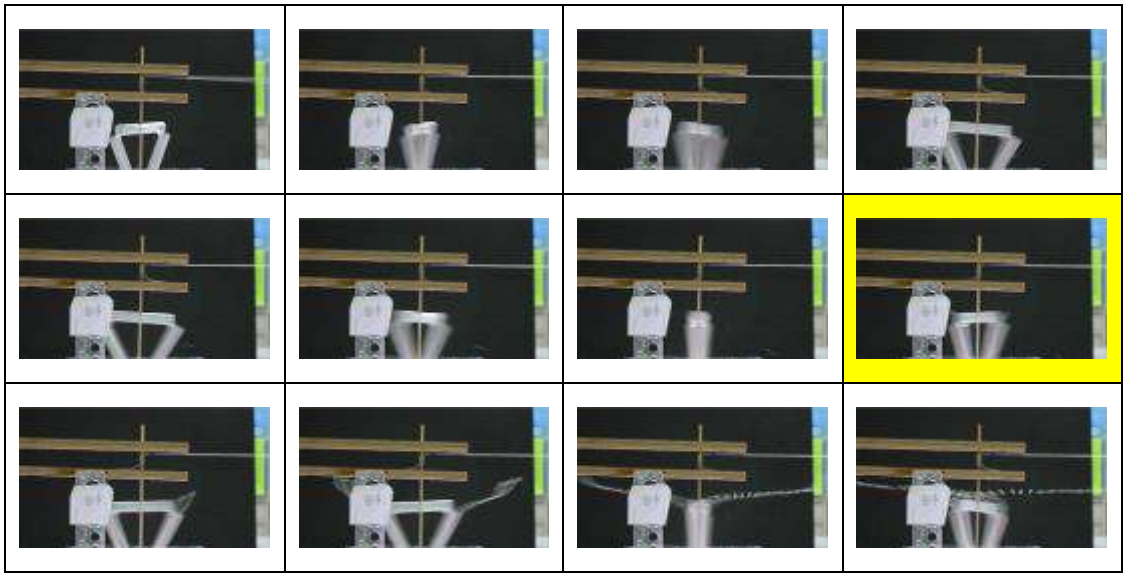
中吸管邊長 11 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



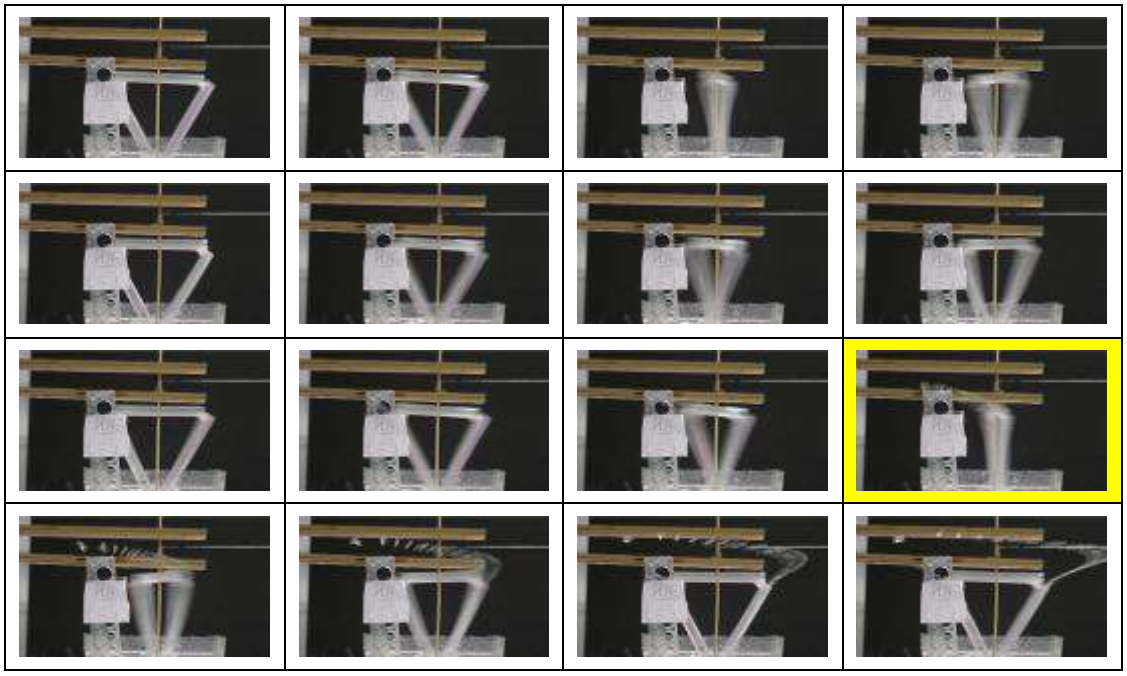
粗吸管邊長 5 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



粗吸管邊長 8 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



粗吸管邊長 11 cm吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



【我們的發現】

1.腰長愈長的抽水機，轉速愈慢，噴灑範圍愈小。

2.腰長愈長的抽水機，開始抽出水的時間愈晚。

3.不同長度的抽水機，出水角度都一樣。

研究六：探討不同形狀的吸管抽水機對抽水狀態的影響。

※只有正三角形的吸管抽水器才能抽出水嗎？因此我們又將吸管折成不同形狀的抽水器來實驗。

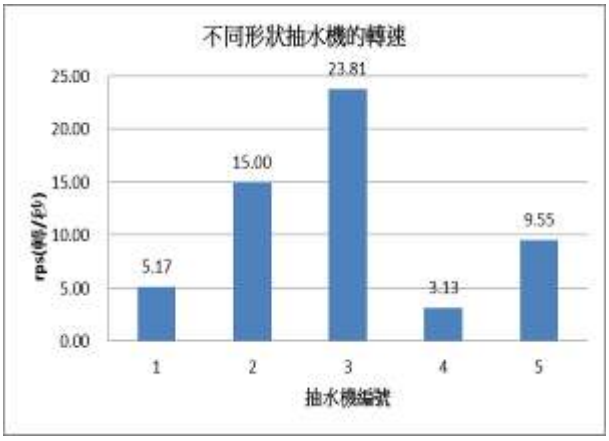
不同形狀抽水機

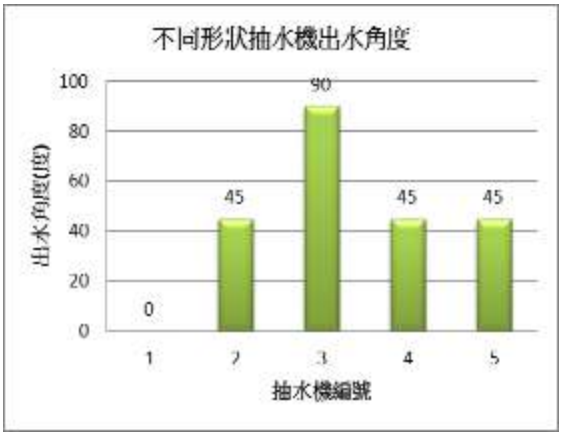
【方法】

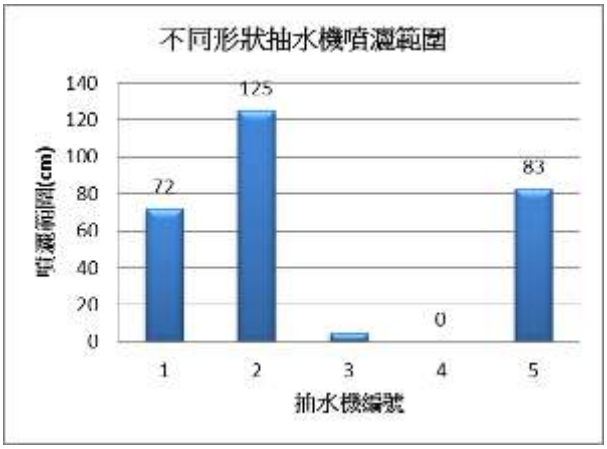
1.取數枝吸管製成右圖六種不同形狀的抽水機。

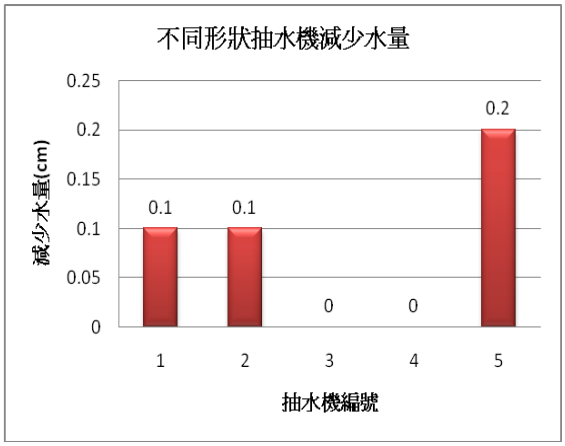
2.固定砝碼重量 ，同上述實驗觀察紀錄抽水情形。

【結果】

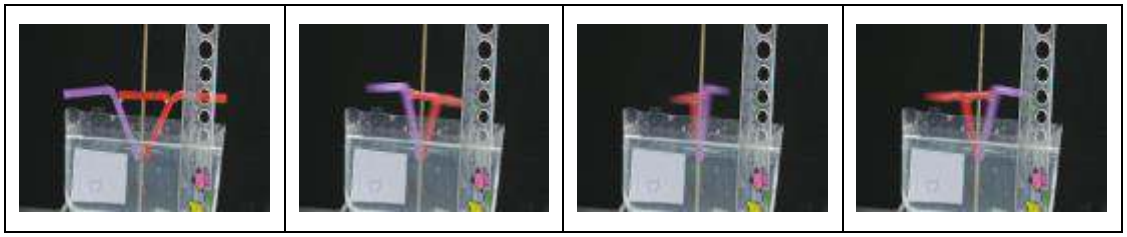


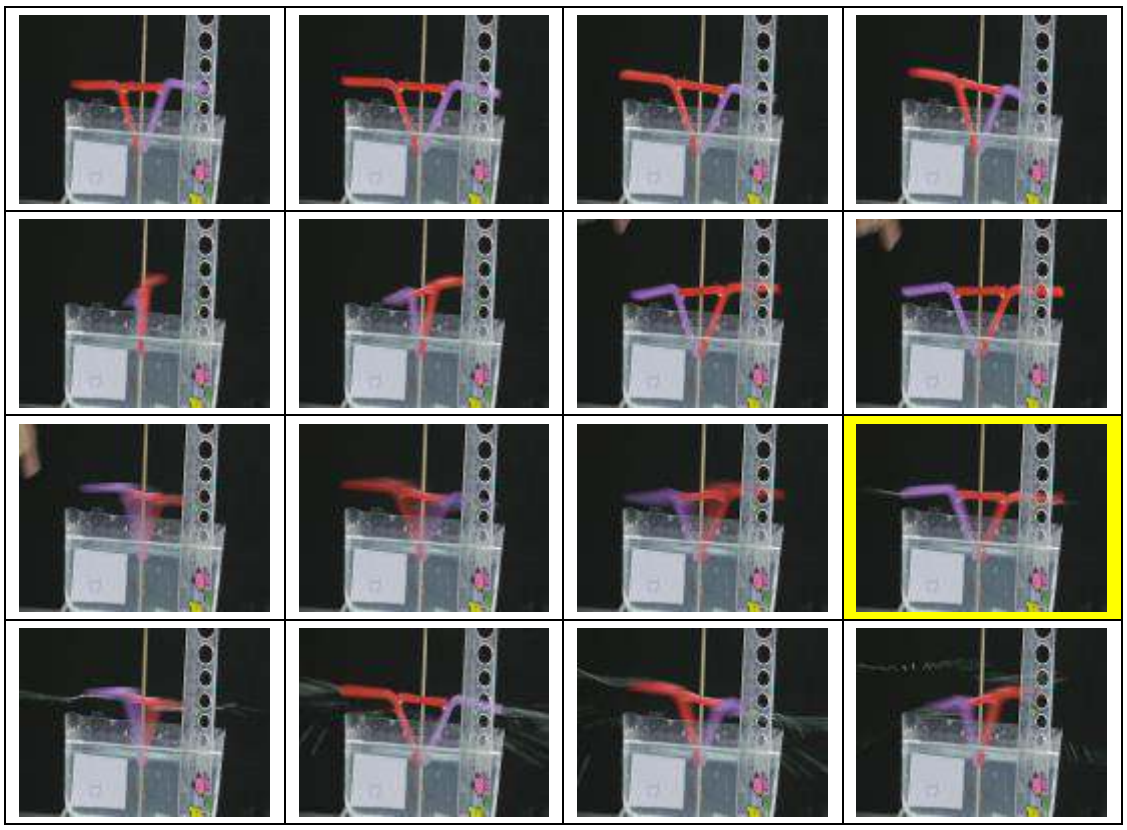




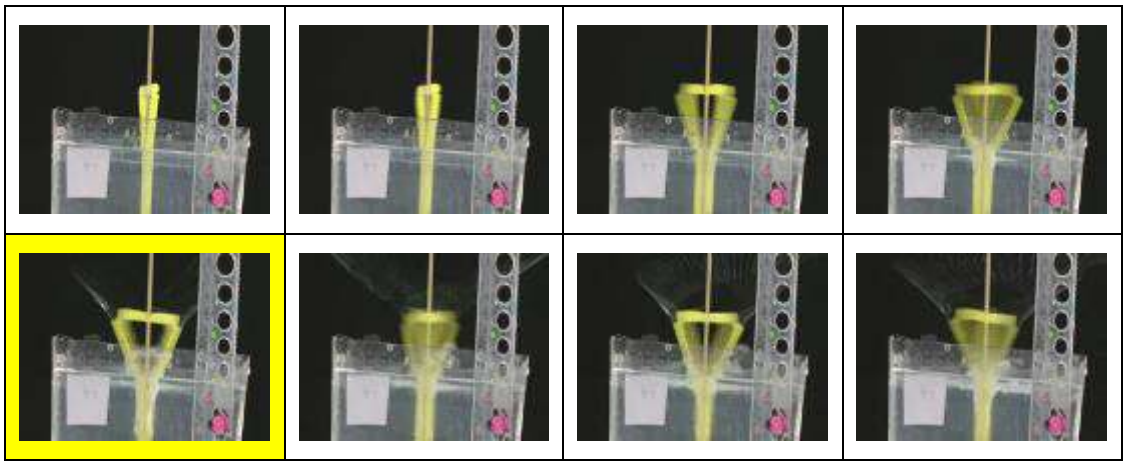


形狀 1 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）

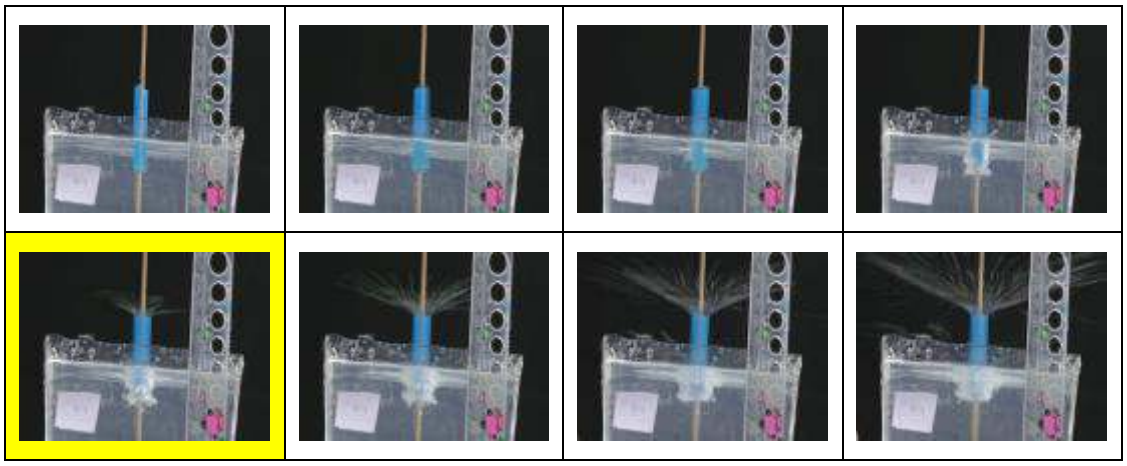




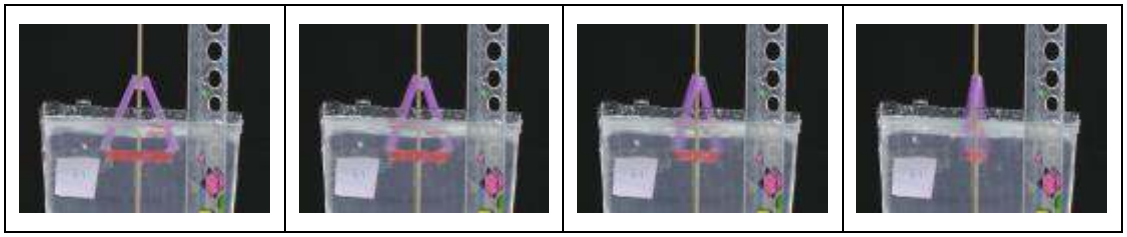
形狀 2 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



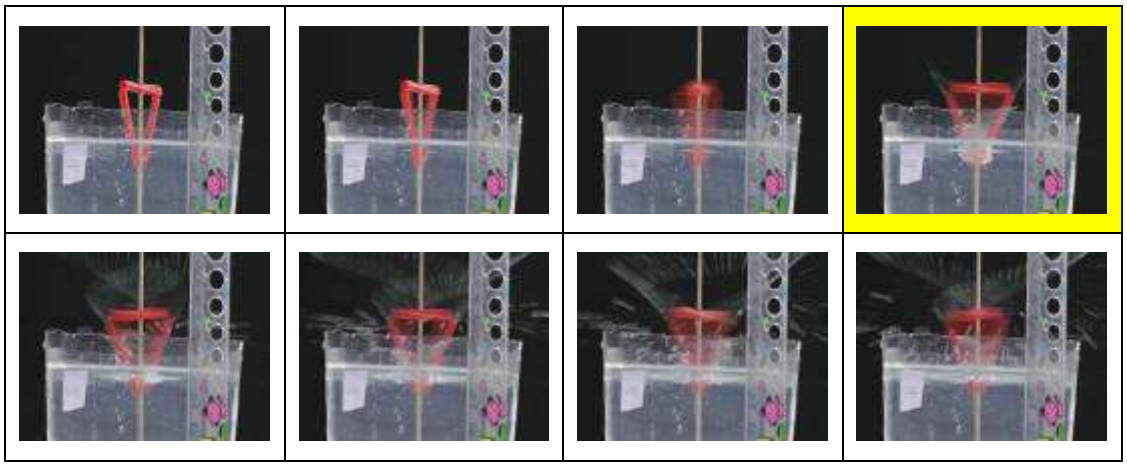
形狀 3 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



形狀 4 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



形狀 5 吸管抽水機轉動抽水情形（黃色框圖代表抽水機開始抽出水）



【我們的發現】

1.形狀 1 的出水口是水平的，因此出水角度是 0 度，形狀 3 的出水角度是 90 度，其餘的抽水機出水角度皆是 45 度。

2.形狀 2 的抽水器和形狀 5 的抽水器外型相似，但形狀 2 的底部垂直插入水中，所以抽水器轉動速度比形狀 5 快，且不會將盆中水攪出。

3.形狀 3 轉速最快，噴出的水柱都集中往上噴發。

4.形狀 4 抽水機轉速最慢，且無法抽出水。

5.形狀 2 和形狀 5 的出水時間最快。

研究七：探討吸管抽水機能抽水的原因

一、水往低處流，是甚麼力量把盆子裡的水帶到吸管中，並讓吸管中的水噴發出來呢? 所以我們設計以下實驗來加以驗證。

二、從我們找到的文獻資料中，我們推斷吸管抽水機能抽水的原因可能和離心力與白努力原理有關，所以我們設計兩個實驗來加以驗證。

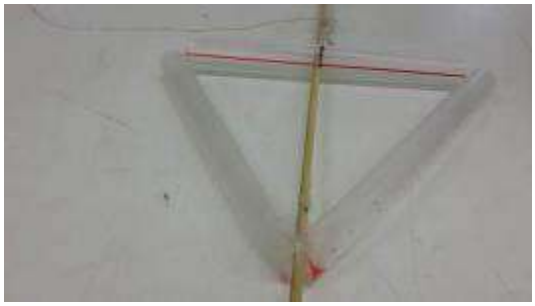
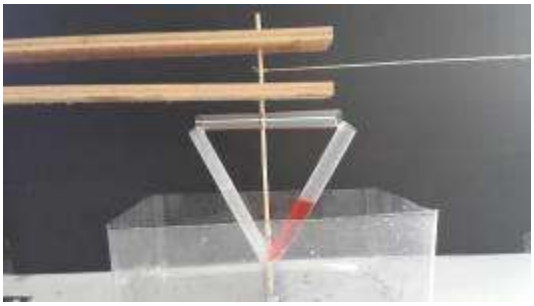
實驗一：吸管抽水機能抽水的原因和離心力有關嗎？

【方法】

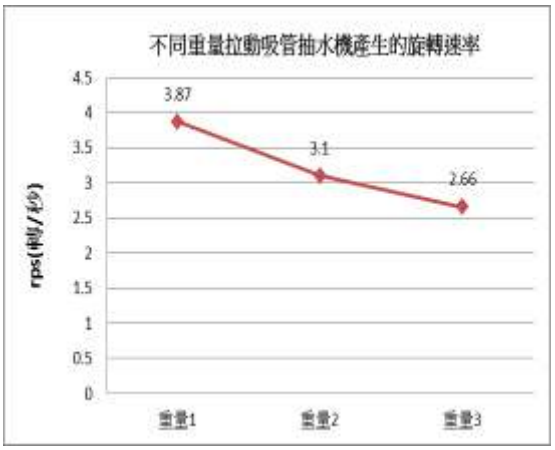
1.取三枝等長吸管，其中兩支吸管的底部用火加熱後封住，將三隻吸管組合成下圖。

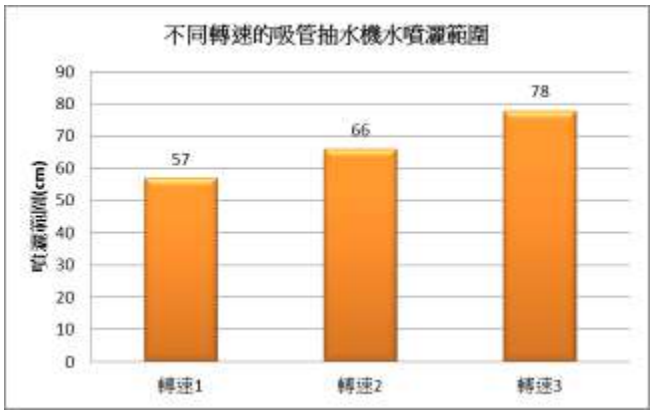
2.將抽水機裝在轉速控制器上，並將抽水機的兩側分別滴入 7 ㎝長的紅色墨水與清水。

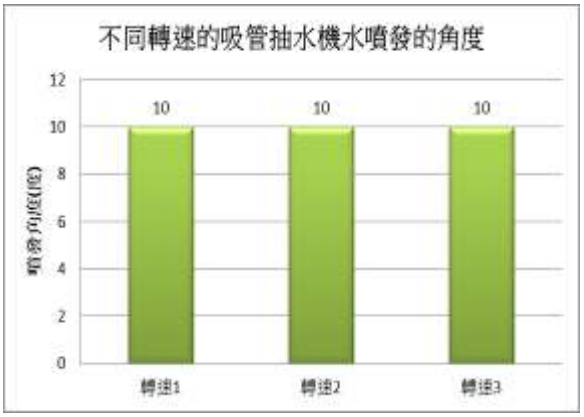
3.分別用轉速 1、轉速 2、轉速 3 轉動抽水機。
4.利用 DV 錄影和影像軟體處理畫面，判讀上述 3 個轉速對抽水機轉動的影響。

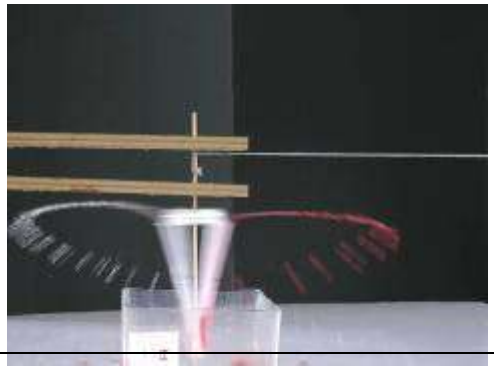
	
吸管的底部用火加熱後封住	兩端裝入各 7 cm的水

【結果】



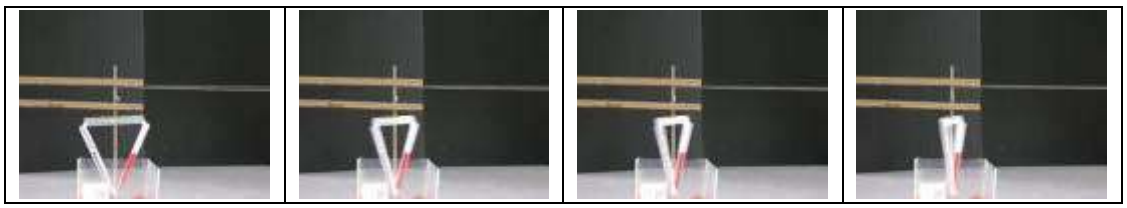


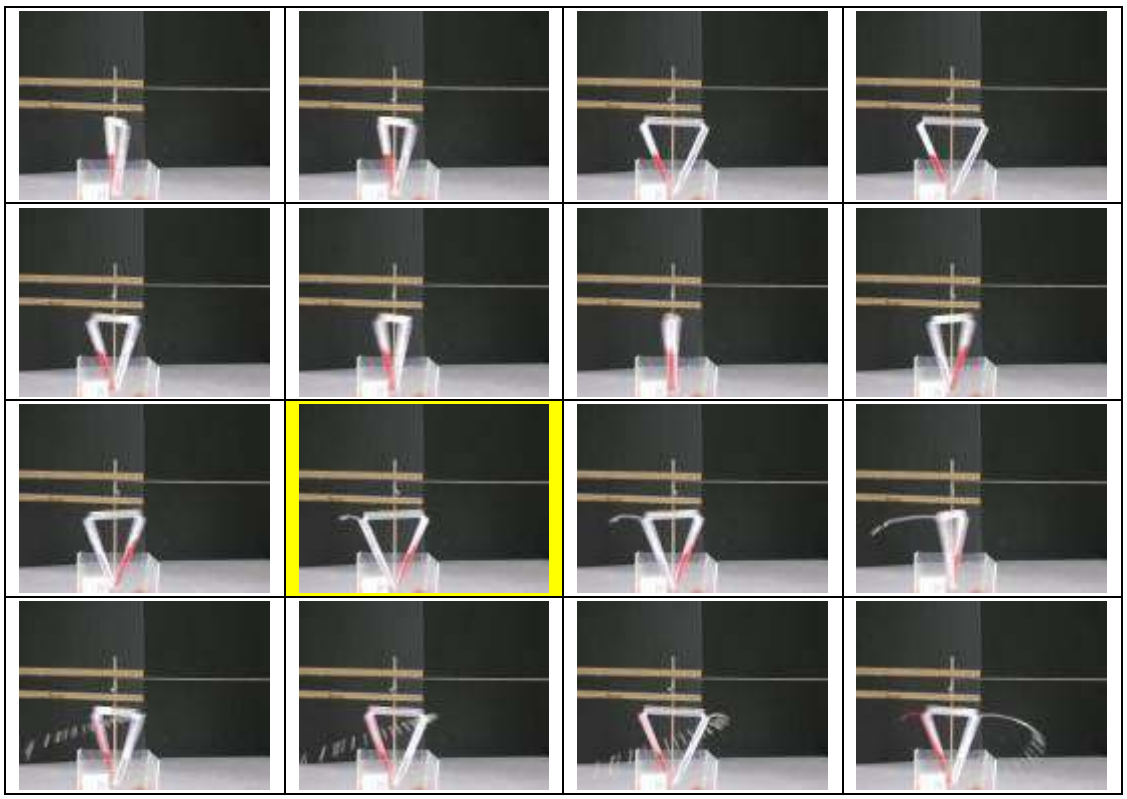




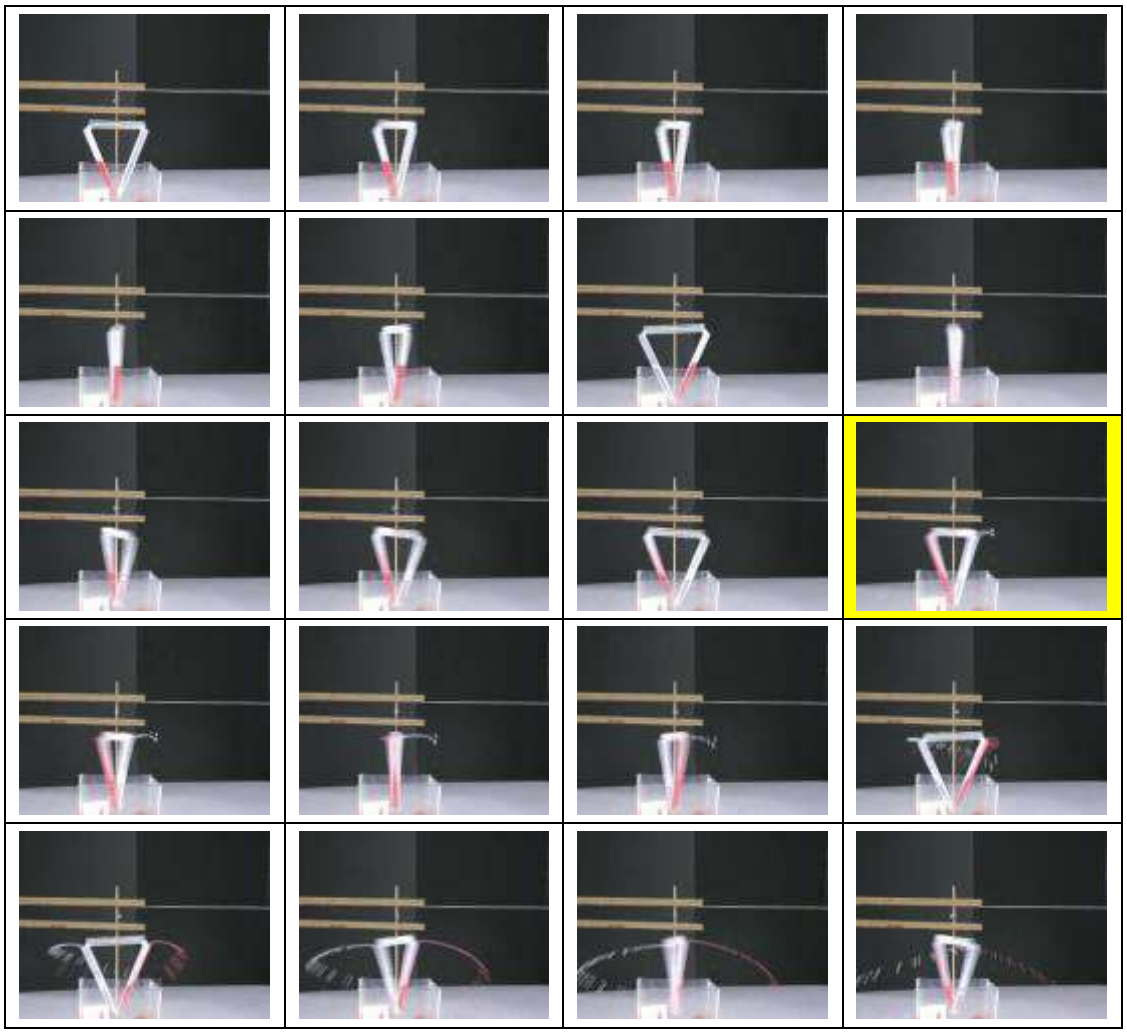
抽水機的水柱被甩出

轉速 1 吸管噴水情形（黃色框圖代表吸管開始噴水）

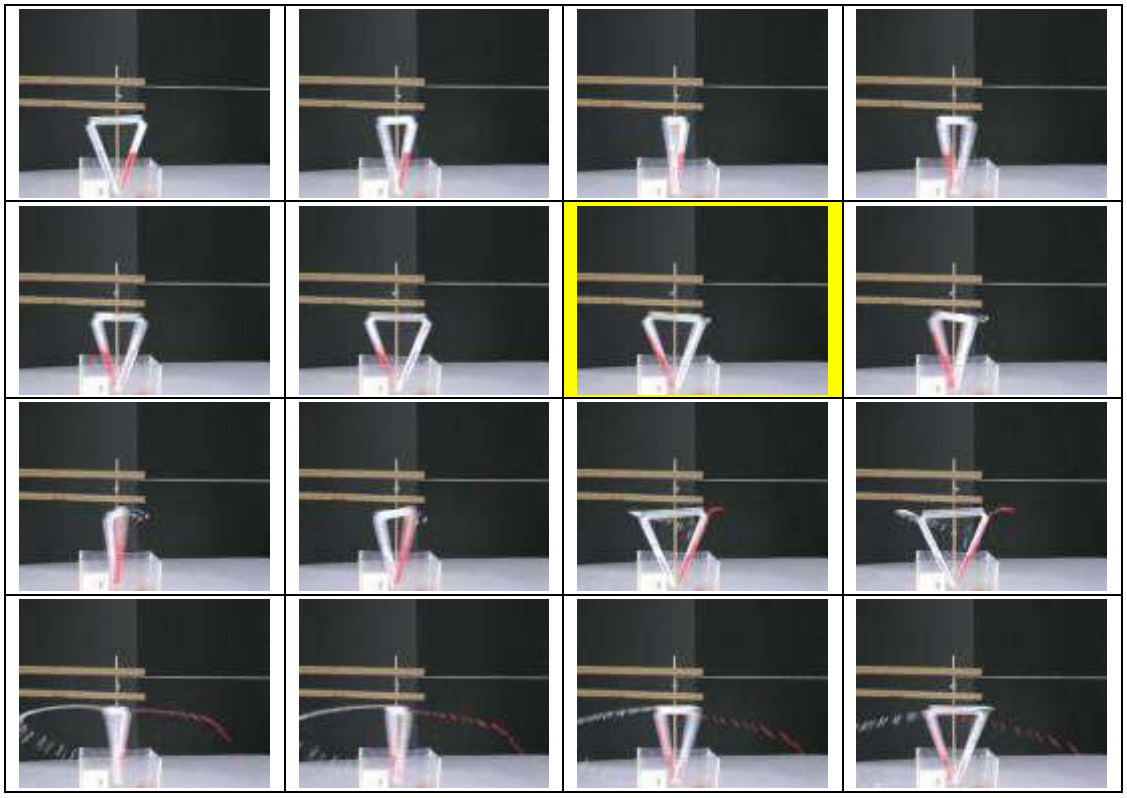




轉速 2 吸管噴水情形（黃色框圖代表吸管開始噴水）



轉速 3 吸管噴水情形（黃色框圖代表吸管開始噴水）



【我們的發現】

1.轉速越快，吸管內的水噴灑範圍愈大。

2.觀察各轉速格放的圖，我們發現，轉速愈快，則管內的水愈早被甩出。

3.吸管旋轉是一種圓周運動，而吸管中的水因慣性的原因被甩出來。

實驗二：吸管抽水機能抽水的原因和白努力原理有關嗎？

為了觀察水在吸管內移動的情形，因此，我們將吸管抽水機改裝成如左圖。

改裝後的吸管抽水機

實驗二之 1：探討抽水機的轉速和吸管內水柱移動的關係？

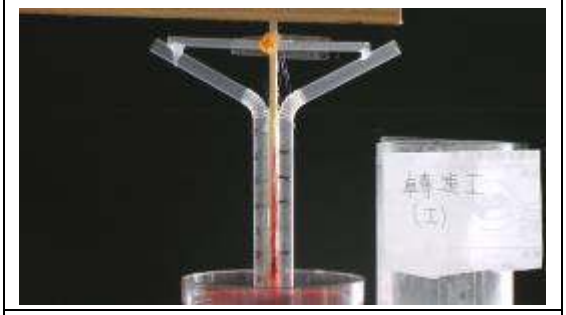
【方法】

1.將吸管抽水機的底部插入水中一公分。

2.控制吸管抽水機的為轉速 1~7。

3.同上述實驗步驟，每種轉速實驗三次。

4.觀察吸管內水柱的移動情形與抽水機轉動速度的關係。

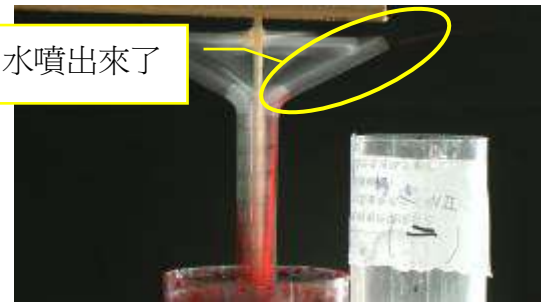


吸管抽水機底部插入水中 2 ㎝

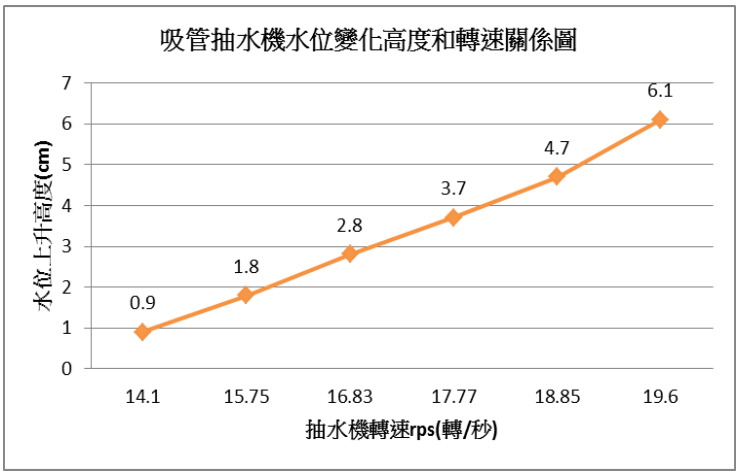
【結果】

轉速 1（14.1 轉/秒） 吸管裡水位高度變化	轉速 2（15.75 轉/秒） 吸管裡水位高度變化	轉速 3（16.83 轉/秒） 吸管裡水位高度變化

轉速 4（17.77 轉/秒） 吸管裡水位高度變化	轉速 5（18.85 轉/秒） 吸管裡水位高度變化	轉速 6（19.60 轉/秒） 吸管裡水位高度變化



轉速 7（20.61 轉/秒）
吸管裡水位高度變化（水噴出來了）



【我們的發現】

1.當吸管抽水器轉速愈快，吸管內的水位高度變化越大。

2.當轉速 7 時，我們發現吸管抽水機的出水口有水柱噴出。

3.我們可從「吸管抽水機水位變化高度和轉速關係圖」推論抽水機的轉速和吸管內水位高度變化成正比。

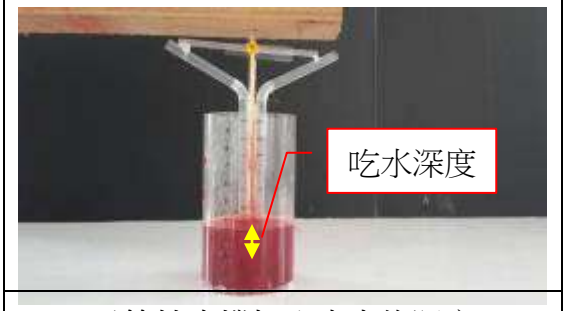
4.從蒐集的資料中，我們知道，當吸管抽水器在快速旋轉時，上方的空氣壓力會減弱，此時水面的大氣壓力相較之下是大的，因此水面上的大氣壓力會將水下壓，水就被擠入吸管中；而此種現象就被稱為「白努力現象」。

實驗二之 2：探討吸管抽水機插入水中的深度和吸管內水柱移動的關係

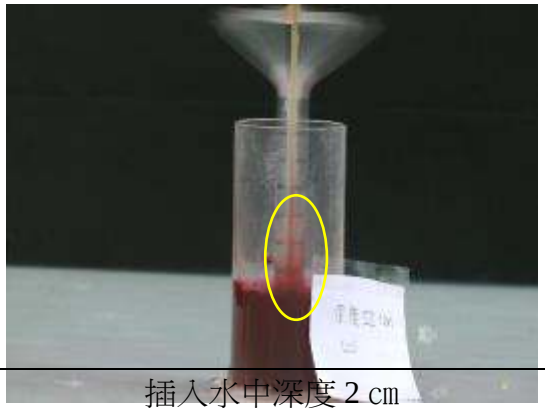
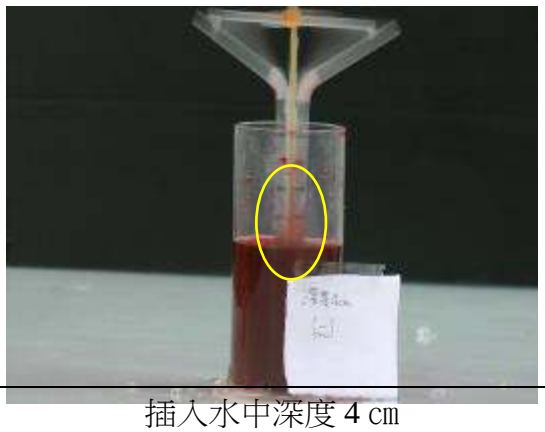
【方法】

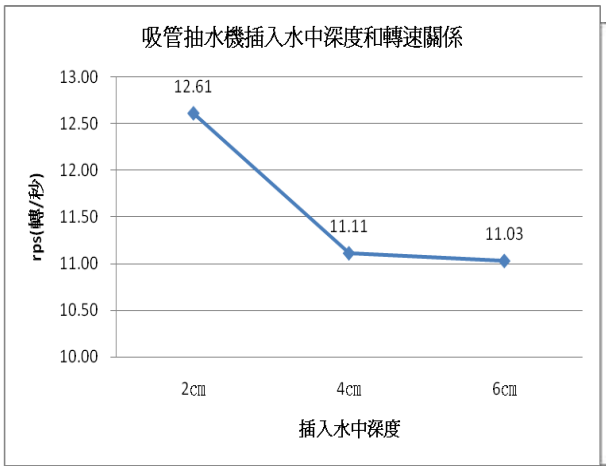
1. 同時驗 2-1，但轉速固定，改變吸管抽水機底部插入水中的深度為 2cm、4cm、6cm。

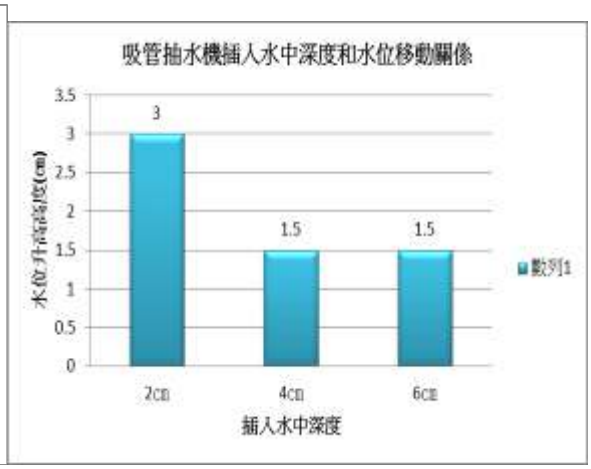
【結果】



吸管抽水機插入水中的深度

插入水中深度 2 cm 未轉動吸管裡水位高度	 插入水中深度 2 cm 轉動後吸管裡水位高度變化
插入水中深度 4 cm 未轉動吸管裡水位高度	 插入水中深度 4 cm 轉動後吸管裡水位高度變化
插入水中深度 6 cm 未轉動吸管裡水位高度	插入水中深度 6 cm 轉動後吸管裡水位高度變化





【我們的發現】

1.吸管插入水中 2 cm轉速很快，吸管插入水中 4 cm、6 cm時，轉速很相近。

2.吸管插入水中 2 cm轉動時，水位上升高度最大；吸管插入水中 4 cm、6 cm時，水位上升高度相近。

3.綜合實驗二之 1、實驗二之 2，我們發現，吸管插入水中的深度和吸管內的水位移動高度無直接相關，反而和轉速有關，抽水機轉速越快，吸管內水位上升越高。

陸、討論

一、吸管抽水機旋轉是一種圓周運動，而吸管中的水因慣性的原因被甩出來。從資料中，我們得知這種現象是「離心力」。

二、吸管抽水機的水柱高度會因轉速的快慢而改變，轉速愈快，水柱高度變化愈大。從蒐集的資料中，我們推測，當吸管抽水器在快速旋轉時，上方吸管口的空氣壓力會減弱，此時水面的大氣壓力相較之下是大的，因此水面上的大氣壓力會將水下壓，水就被擠入吸管中。而這種壓力差的現象稱之為「白努力定律」。

三、吸管抽水機兩腰長度不同，但抽出水的時間差不多，我們推測應該是我們使用的吸管長度相差不夠大。

四、資料中說明垂直的吸管是抽不出水的，但我們的實驗卻能抽出水，我們想應該是我們的直立抽水機在旋轉時，因為會晃動，所以仍有一些離心力存在，而轉動的速度快所以白努力定律也存在，水中的水就被擠壓噴發出。

五、我們希望在日後能製作出放大版的吸管抽水機，吸管抽水機的轉動結合風力或是太陽能，我們只要將此抽水機裝在屋外空地上的集雨盆中，只要有風來帶動抽水機，就能輕鬆地將集雨盆中的水噴發出來，澆灌廣場上的植物，變成一個環保又節能的綠能抽水機。

柒、結論

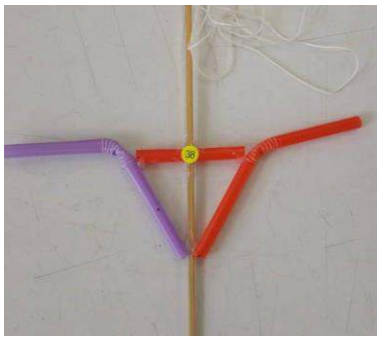
一、吸管抽水機的「轉速」越快，越容易抽出水來，但轉速太快，有可能在旋轉時打出水盆裡的水，而不是從吸管口噴出的。

二、吸管抽水機「吃水深度」太深使得轉速變太慢，因此可能會抽不出水來。

三、吸管抽水機的「兩腰夾角角度」會影響轉速，夾角越大轉速越慢。

四、吸管抽水機的「兩腰長度」愈長，轉速愈慢，但因實驗時，我們所使用的長度差距沒有很大，因此，抽出的水量沒有差很多。

五、倒三角形的吸管抽水機放在水中的深度不能太深，否則吸管抽水機轉動會受阻，水也無法抽出;若將抽水機的形狀改成「長腳抽水機」(下圖)就能解決轉速受阻，抽不出水的問題了，若再加上「兩耳抽水機」，就能改變出水的角度了。

		
倒三角形抽水機	長腳抽水機	兩耳抽水機

六、我們發現，吸管抽水機除了倒三角形的造型外，也有好幾種形狀可以順利噴發出水。

七、吸管抽水機能抽出水的最大關鍵是「轉速」，轉速越大，抽出的水量越多，噴灑的範圍越廣。

八、從研究七的實驗結果，我們可以歸納出吸管抽水器能將水抽出的兩大力量---離心力與白努力定律。

捌、參考資料

一、亮傑（2014）。阿亮老師的科學宅即變。台北市：康軒文化

二、林玟君等 4 人（2004）。轉不轉不一樣。中華民國第 44 屆中小學科展。

三、林昱甫等 3 人（2004）。Ready set go！轉，轉，轉。中華民國第 44 屆中小學科展。

四、陳薇恒等 4 人（2008）。會來回轉動的竹蜻蜓。中華民國第 48 屆中小學科展。

五、吸管幫浦。http://scigame.ntcu.edu.tw/water/water-016.html

【評語】080110

實驗有趣生動，講解完整確實，如能將抽水機的概念轉變成撒水器，更能符合研究主題。