

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：流體虹吸橋—影響虹吸現象排水流量因素之探究

關鍵詞：____虹吸____、____流體____、____水流量____（最多三個）

編號：A2009

目錄

壹、 研究動機.....	3
貳、 研究目的與問題.....	3
參、 研究設備與器材.....	4
肆、 研究架構圖.....	5
伍、 研究方法.....	6
陸、 實驗基本假設.....	8
柒、 實驗的流程與步驟.....	10
捌、 實驗結果.....	16
玖、 討論.....	22
壹拾、 結論.....	25
壹拾壹、 參考資料.....	26

摘要:

若想將高水盆的水移動到低水盆，可以運用虹吸原理，透過水管將水盆中的水排到低處，因此本研究將設計不同的因素對於虹吸現象造成之影響。

本研究探討高、低水盆間的流量變化，首先在動、位能轉換，我們設計不同高低水盆距離以及不同水管垂直長度；再來不同虹吸管尺寸則是在固定動、位能轉換的情況下，分別測試當水管水平放置下，不同的水管的長度以及內徑大小；最後在製作不同流體的實驗中，我們分別製作粉末:水的比例，製作麵粉及太白粉水溶液，觀察這些水溶液的性質，發現濃度不同的水溶液會呈現出非牛頓流體的特性，而且流體的黏滯度也會影響虹吸現象的流量。

此次的科展研究，也讓我們更進一步以虹吸現象探討不同因素對流量阻力的效應。

壹、 研究動機

有一次，我們的組員運用虹吸原理幫家中的魚池換水，才將水管放入魚池中，還沒回過神，魚池內的水便一下子流完了，這讓人措手不及，導致魚兒們缺水，同時也失去了幾條寶貴的魚。這個經驗進一步引起我們對虹吸現象的好奇心，想更了解哪些原因會影響虹吸現象排出的水流量。於是，這一次的科展，我們想觀察與探究影響虹吸現象的變因，例如：水管長度、水盆間的高度差、水管的內徑、不同液體的黏滯度以及不同的管子擺放方式，了解這些不同變因對虹吸現象水流量的影響。查閱文獻後我們看到一篇運用虹吸管復育生態的報導^[1]，引發我們想更進一步了解虹吸現象運作的機制。

貳、 研究目的與問題

在我們國小四年級自然科學的課本有說明虹吸現象能將高處水盆的水，藉由虹吸導管將水引導到低處水盆^[2]。而我們很好奇在『動能、位能轉換』時兩水盆高低落差越大，虹吸現象越明顯嗎？本研究以水的轉移效率(水流量大小作為虹吸現象是否明顯的指標)。而兩水盆的高低落差所產生的影響，是起因於兩水盆的水面高低差異，還是與水管的垂直長度有關呢？另外探討『虹吸管尺寸』、『不同流體』對虹吸現象的影響，期待能對虹吸的機制有更一步的了解，因此本研究要探討的問題如下：

一、探討『動能、位能轉換』對虹吸現象的水流量之影響。

(一) 水盆高低差異對虹吸現象水流量的關係為何？

(二) 虹吸管垂直擺放時，水管長度對虹吸現象水流量的關係為何？

二、動能、位能轉換的能量固定下，探討『虹吸管尺寸』對虹吸現象水流量之表現影響。

(一) 虹吸管水平擺放時，水管長度對虹吸現象水流量的關係為何？

(二) 不同內徑的虹吸管其水平擺放時對虹吸現象水流量的關係為何？

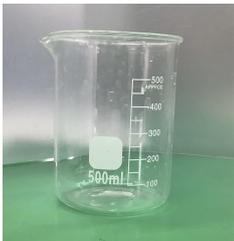
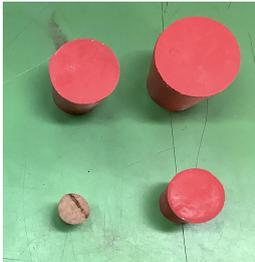
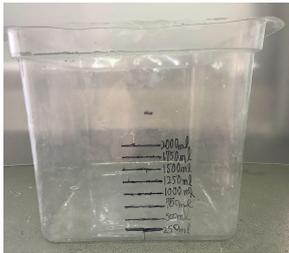
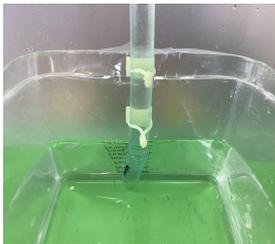
三、動能、位能轉換的能量固定下，探討『不同流體』對虹吸現象的水流量之表現影響。

(一) 牛頓流體與非牛頓流體的差異為何？

(二) 不同流體在水平虹吸管對虹吸現象水流量的關係為何？

參、 研究設備與器材

表 1

實驗器材與工具			
不同內徑和長度的軟管	燒杯	量筒	智高積木
			
不同尺寸的軟木塞	塑膠水盆(有刻度)	水管固定器	電子磅秤
			
太白粉	麵粉(小麥澱粉)	番薯粉	水
			
其他輔助工具			
泡棉膠帶	量尺	計算機	計時軟體 (ipad)
			

肆、研究架構圖

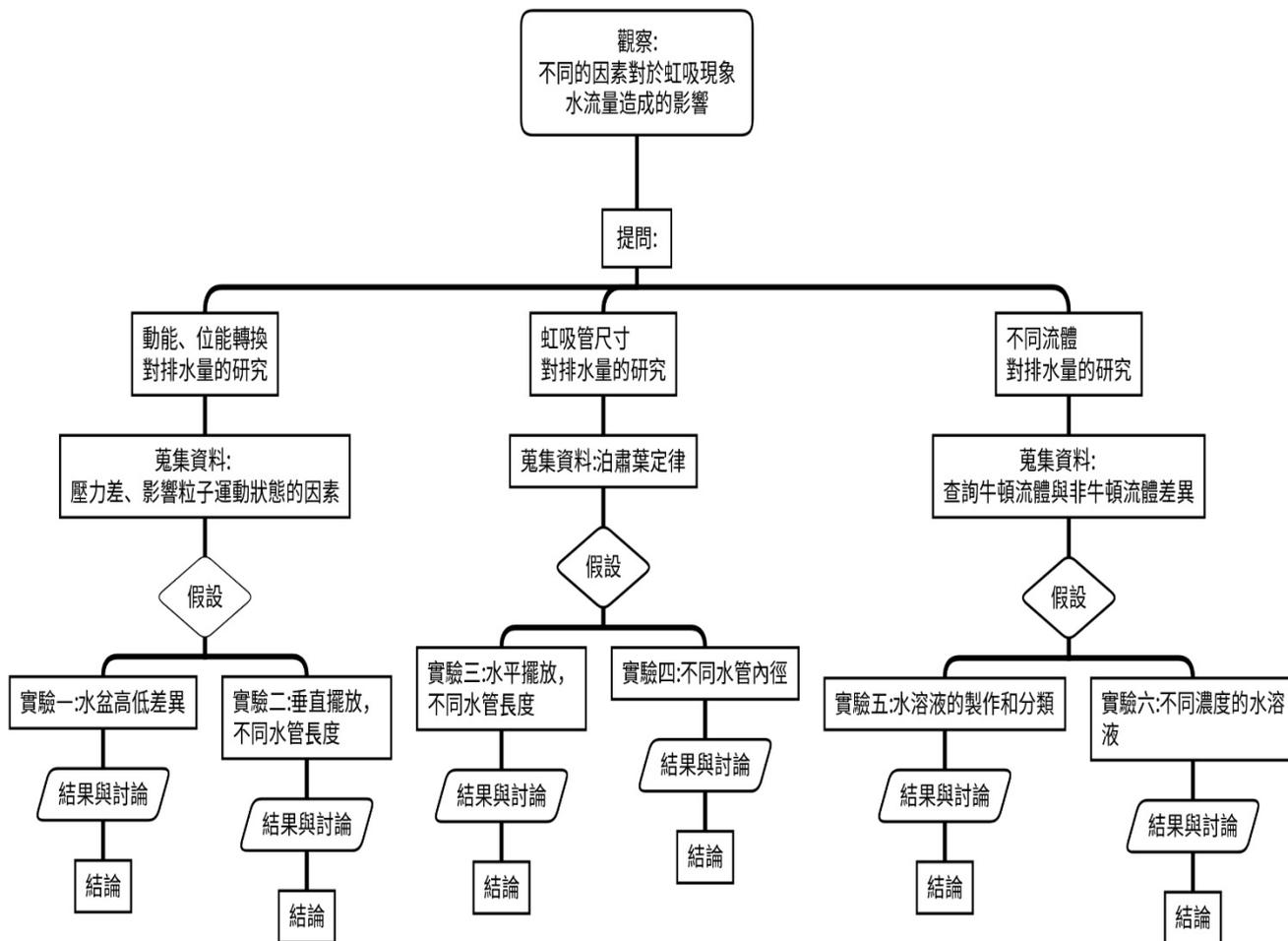


圖 1

伍、 研究方法

一、實驗一裝置如圖 2，觀察水盆高低差異對虹吸現象水流量的的關係。

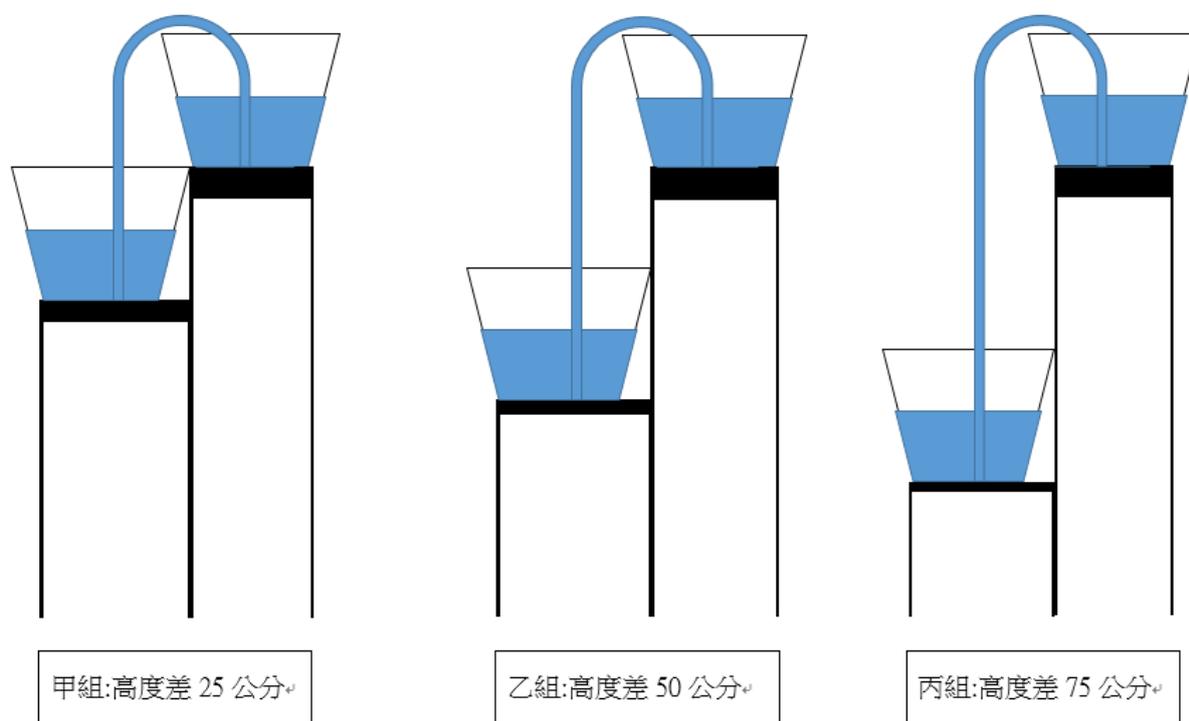


圖 2

二、實驗二裝置如圖3，觀察虹吸管垂直擺放時，水管長度對虹吸現象水流量的關係。

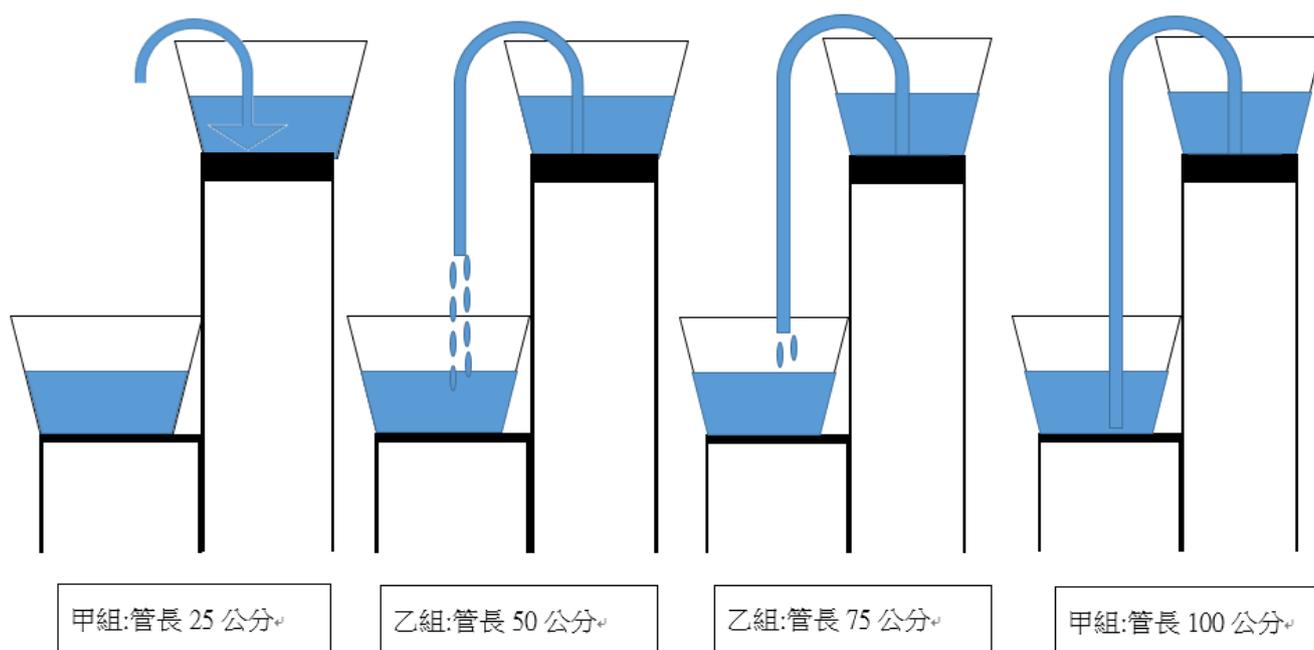


圖 3

三、實驗三裝置如圖 4，觀察虹吸管水平擺放時，水管長度對虹吸現象水流量的影響。

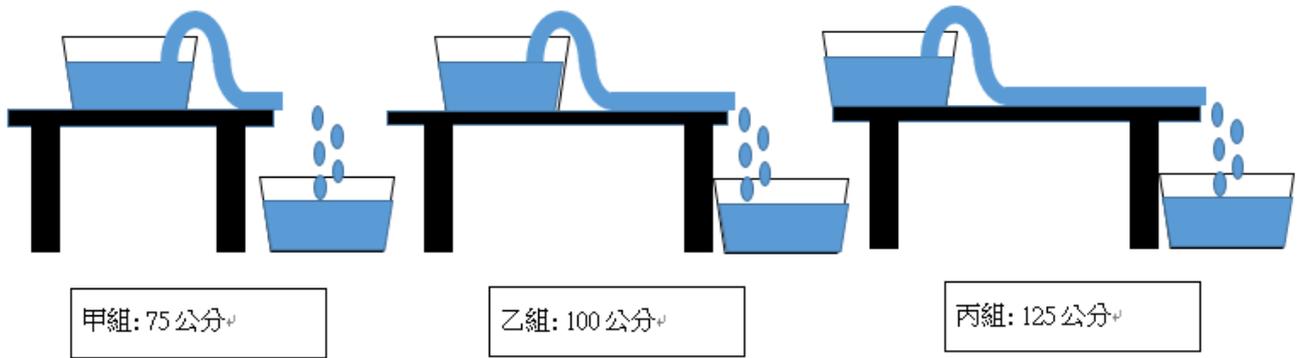


圖 4

四、實驗四裝置如圖5，觀察不同內徑的虹吸管其水平擺放時對虹吸現象水流量的關係

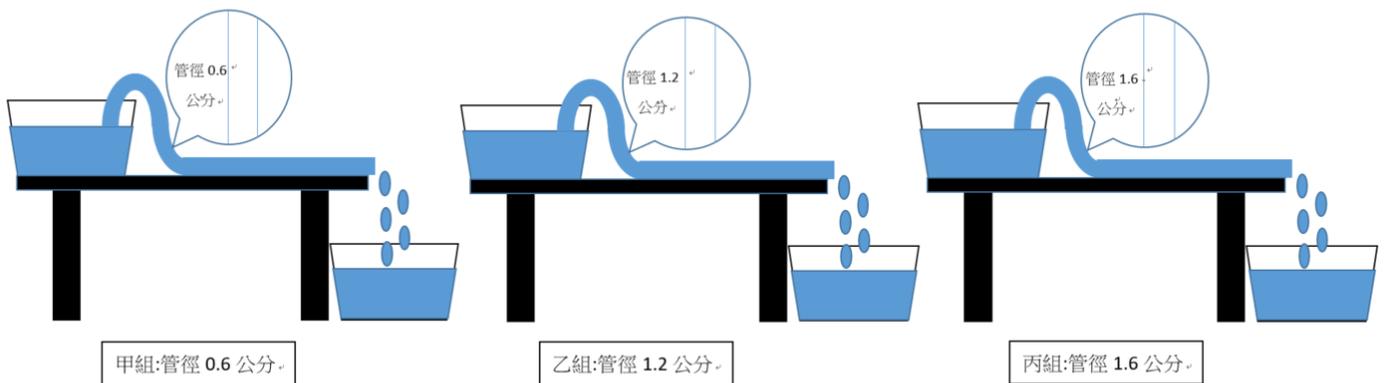


圖 5

五、實驗六裝置如圖 6，觀察不同流體在水平虹吸管對虹吸現象水流量的關係。

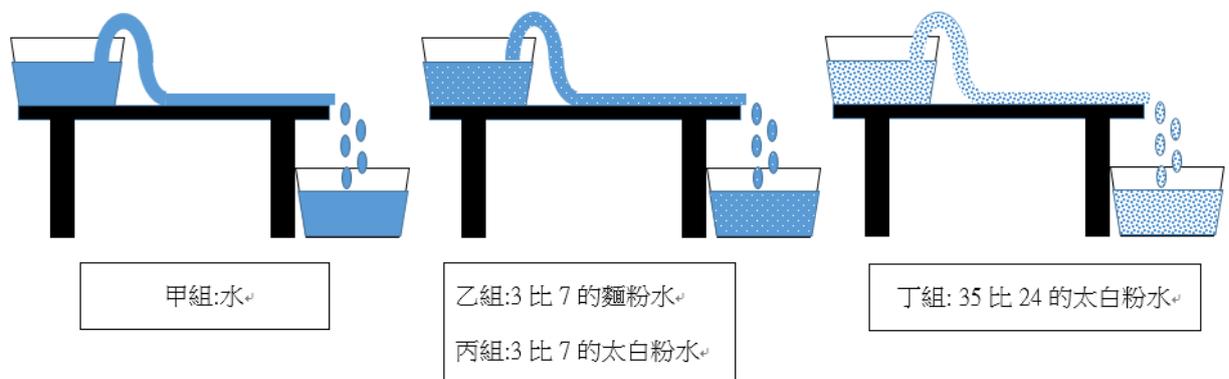


圖 6

陸、 實驗基本假設

一、壓力差與虹吸現象的關聯:

設定 $P_{左} = 1\text{atm} - \rho gh_1$ ，而 $P_{右} = 1\text{atm} - \rho gh_2$ ，

其中各項變數意義為 ρ =流體密度， g 為重力加速度，

h 為高度，當 $h_1 > h_2$ 則 $P_{左} < P_{右}$ ，由此得知當高度差越大，

壓力差也會越大，水流量變化也會越明顯，如圖7。

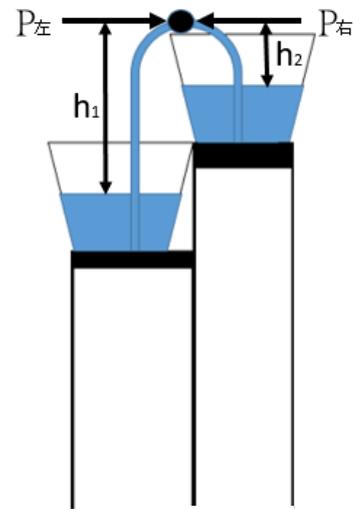


圖 7

二、由動位能轉換了解虹吸現象^[3]:

若假設一流體在流動的過程中沒有能量散失，依據能量守恆原理，其各種形式的能量總和應維持定值。因此兩端皆沒入水盆時，在不同高低水盆的高度差，管內充滿連續水柱的情況下，此時較長的直立水管，管子最高點的位置具有較高的重力位能，當其流至低處時可轉換成較多的動能，造成流速較快；而較短的直立水管，管子最高點的位置則具有較少的重力位能，當其流至低處時轉換成較少的動能，造成水流速較慢，如圖8。

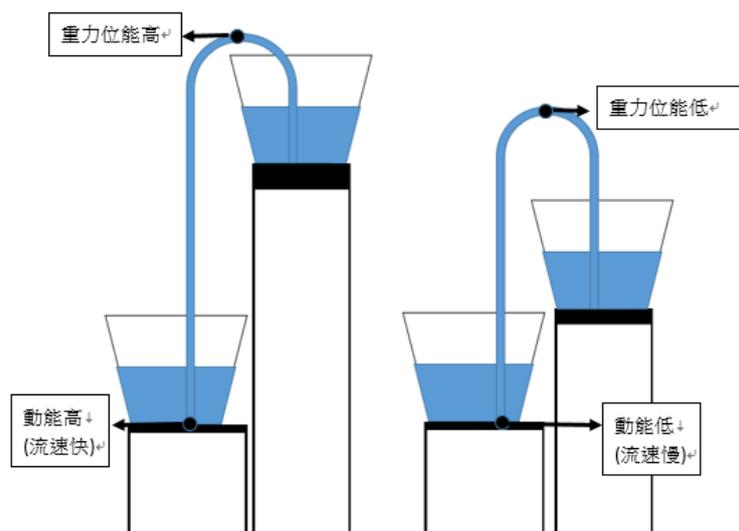


圖 8

三、泊肅葉定律^[4] (Poiseuille's law) :

當流體在管子內流動時所受到的阻力會影響流量的多寡。從圖9可以觀察當流體流動時，中間的流速(v)最快，而與管壁接觸的水流，流速最小。泊肅葉定律與管子內徑大小(r)、管子長度(L)、流體本身的黏滯係數(η)和管子流動時兩邊的壓力差(Δp = P₂ - P₁)有關，這些變因與流量的關係式如下，

$$\frac{\text{Volumn}}{t} (\text{流量}) = \frac{\Delta p \pi r^4}{8 \eta L}$$

因此管子內徑大小與水流量呈正比，管子長度與水流量呈反比，流體的黏滯係數大小也與水流量呈反比，如圖九。

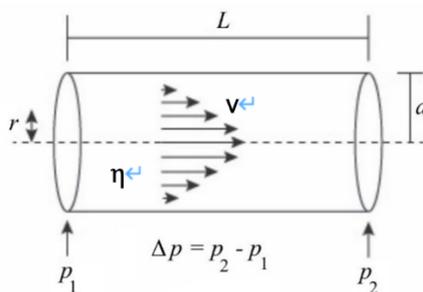
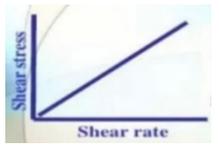
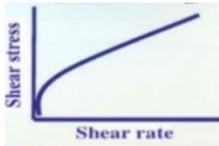
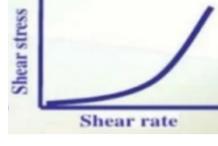
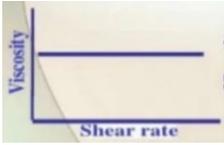
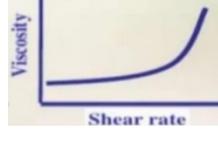


圖 9

四、水溶液:在南一五年級的自然科學課本的第三單元，水溶液中分為溶質和溶劑。溶劑是指可溶解其他物質的物質；溶質則是被溶解的物質，例如:太白粉水溶液的溶劑是水，溶質是太白粉；麵粉水溶液的的溶劑是水，溶質是麵粉。

五、流體的分類^[5] :

表 2

流體	牛頓流體	非牛頓流體假塑型	非牛頓流體膨脹型
性質	瞬間攪拌流體的速度與流體瞬間形成的阻力成正比，而且流體的黏滯度不受瞬間攪拌的速度影響。	瞬間攪拌流體的速度與流體瞬間的形成的阻力成非線性，且流體的黏滯度與瞬間攪拌的速度也是非線性。	
速度與應力變化			
速度與黏滯度變化			

柒、 實驗的流程與步驟

一、實驗一：水盆的高低差異對虹吸現象水流量的關係為何？

*控制變因:水管長度(143cm)、水管管子直徑(1.2cm)、相同吸水量(1250ml)、水盆大小

*操縱變因:水盆相差距離:25cm、50cm、75cm

*應變變因:水流量的變化

(一) 實驗步驟：

1. 在桌面上放置一個水盆，稱為高水盆；在椅子上也放置一個水盆，稱為低水盆。
2. 使用量筒裝水分別以每250ml 畫一刻度在高水位水盆上註記，最高位置於2000ml。
3. 找尋適當的高度差(25cm)，一端可以接觸高水盆的盆底，另一端可以接觸低水盆的盆底,在此水管中裝滿水，兩端用軟木塞壓住,使其不漏水。
4. 先拔開高水位的軟木塞,再將低水位的軟木塞拔開後，並開始計時。
5. 計算高水盆的水經虹吸現象而水面從2000ml 刻度處降至750ml 刻度處所花費的時間，重複進行三次實驗,實驗數據紀錄於表一。(水面若低於750ml，管子內容易因吸入空氣而形成不連續水柱)
6. 將高水盆放上智高積木(一個智高積木高度為25公分)，使高低水盆落差加大，另以兩種高度差(分別為50cm 和75cm),重複進行三次實驗,實驗數據同樣紀錄於表4和圖16。

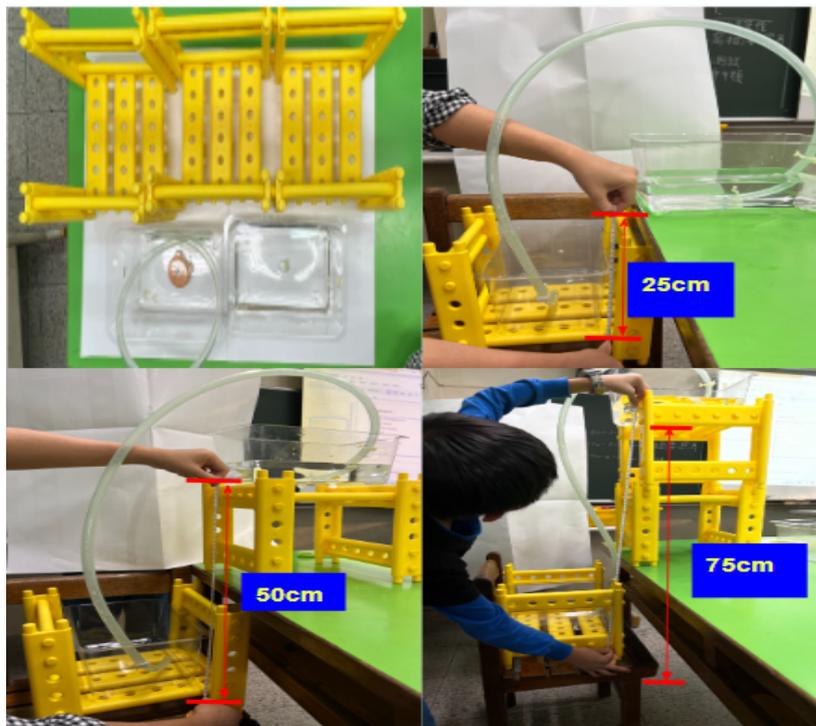


圖 10

六、實驗二：虹吸管垂直擺放，水管長度對虹吸現象水流量的關係為何？

*控制變因：兩水盆的高度差(25cm)、相同吸水量(1250ml)、水管管子直徑(直徑1.2cm)

*操縱變因：水管長度(25cm、50cm、75cm、100cm)

*應變變因：水流量的變化

(一) 實驗步驟：

1. 在桌面上放置一個水盆，稱為高水盆；在椅子上也放置一個水盆，稱為低水盆。
2. 使用量筒分別以每 250ml 畫一刻度在高水位水盆上註記，最高位置於 2000ml。
3. 找尋適當的水管(50cm)，一端可以接觸高水盆的盆底，同樣以虹吸現象將水吸至低水盆，水流的過程中會有一段路徑離開水管，以自由落體的方式落入低水盆,在此水管中裝滿水，兩端用軟木塞壓住,使其不漏水。
4. 一端放入高水盆中(接觸盆底),另一端放入低水盆,先拔開高水位的軟木塞,再將低水位的軟木塞拔開後，並開始計時。
5. 計算高水盆的水經虹吸現象而水面從 2000ml 刻度處降至 750ml 刻度處所花費的時間(水面若低於 750ml，管內容易因吸入空氣而形成不連續水柱)，重複進行三次實驗,實驗數據紀錄於表二。
6. 另以兩條內徑相同,且虹吸管最高點固定的情況下，分別以長度 25cm、75cm、100cm 實驗，運用虹吸現象將水吸至低水盆,重複進行三次實驗,實驗數據同樣紀錄於表 5 和圖 17。

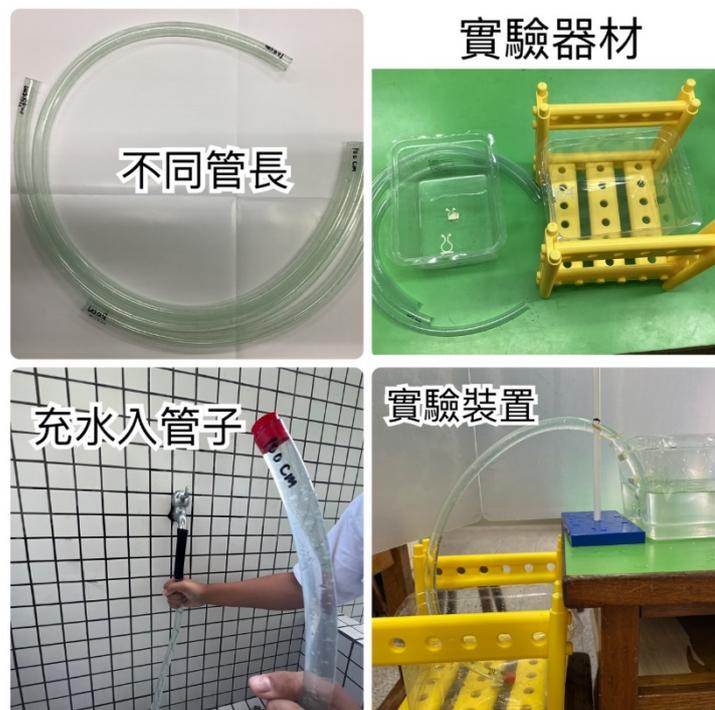


圖 11

七、實驗三：虹吸管水平擺放時，水管長度對虹吸現象水流量的關係為何？

*控制變因：兩水盆的高度差(25cm)、相同吸水量(1250ml)、水管管子直徑(直徑1.2cm)

*操縱變因：水管長度(75cm、100cm、125cm)

*應變變因：水流量的變化

(一) 實驗步驟：

1. 在桌面上放置一個水盆，稱為高水盆；在椅子上也放置一個水盆，稱為低水盆。
2. 使用量筒分別以每 250ml 畫一刻度在高水位水盆上註記，最高位置於 2000ml。
3. 找尋適當的水管(125cm)，一端可以接觸高水盆的盆底，以水平方式擺放，另一端可延伸至桌邊，在此水管中裝滿水，兩端用軟木塞壓住，使其不漏水。
4. 一端放入高水盆中(接觸盆底),另一端延伸至桌邊(開口於低水盆上方),先拔開高水位的軟木塞,再將低的軟木塞拔開後，並開始計時。
5. 計算高水盆的水經虹吸現象而水面從 2000ml 刻度處降至 750ml 刻度處所花費的時間(水面若低於 750ml，管內容易因吸入空氣而形成不連續水柱)，重複進行三次實驗,實驗數據紀錄於表二。
6. 另以兩條內徑相同，但長度較端的水管為 100cm、125cm，一端可接觸高水盆的盆底，一端可延伸至桌邊，以虹吸現象將水吸至低水盆,實驗數據紀錄於表 6 和圖 18。

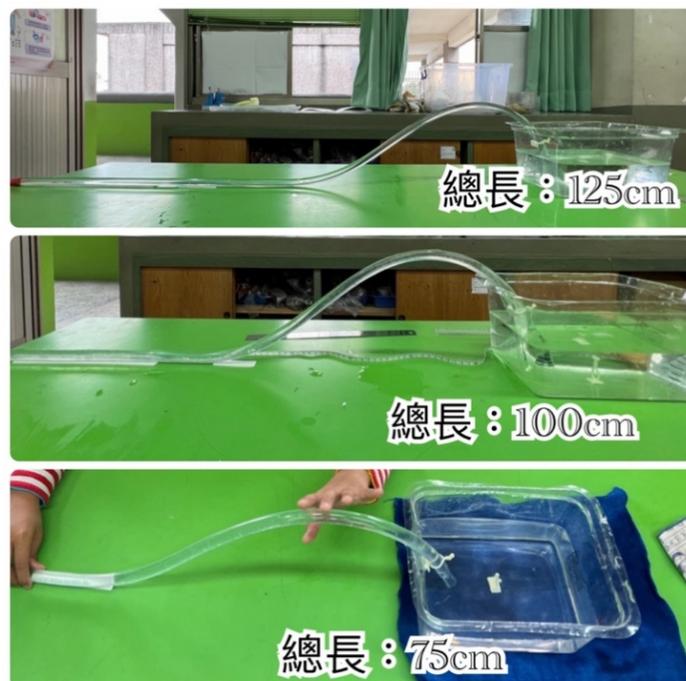


圖 12

八、實驗四：水平的虹吸管其不同內徑對虹吸現象水流量的關係為何？

*控制變因：兩水盆的高度差(25cm)、相同吸水量(1250ml)、水管長度(144cm)

*操縱變因：水管管子直徑(0.6cm, 1.2cm, 1.6cm)

*應變變因：水流量的變化

(一) 實驗步驟：

1. 在桌面上放置一個水盆，稱為高水盆；在椅子上也放置一個水盆，稱為低水盆。
2. 使用量桶分別以每 250ml 畫一刻度在高水位水盆上註記，最高位置於 2000ml。
3. 找尋適當的水管管徑(1.6cm)，一端可以接觸高水盆的盆底，以水平方式擺放，另一端可延伸至桌邊，在此水管中裝滿水，兩端用軟木塞壓住,使其不漏水且方便在洗手台裝水。
4. 一端放入高水盆中(接觸盆底),另一端延伸於桌邊(開口於低水盆上方),先拔開高水位的軟木塞,再將低水位的軟木塞拔開後，並開始計時。
5. 計算高水盆的水經虹吸現象而水面從 2000ml 刻度處降至 750ml 刻度處所花費的時間(水面若低於 750ml，管內越容易因吸入空氣而形成不連續水柱)，重複進行三次實驗,實驗數據紀錄於表五。
6. 另以兩種水管管徑長(0.6cm 和 1.2cm)，一端可接觸高水盆的盆底，一端可延伸至桌邊，以虹吸現象將水吸至低水盆,實驗數據紀錄於表 7 和圖 19。

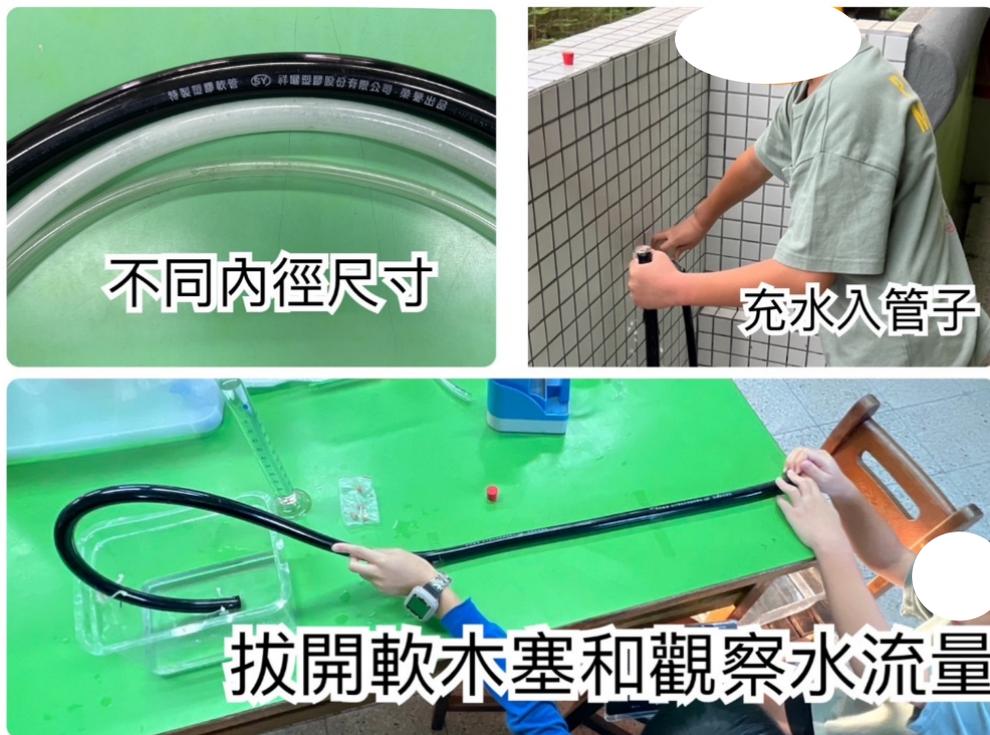


圖 13

九、實驗五：使用不同粉末製作非牛頓流體

(一) 實驗步驟：

1. 先選擇適合做成非牛頓流體的粉類以及比例做測試。
2. 使用三種不同粉末，分別為麵粉、太白粉以及番薯粉。
3. 以 2 種不同的重量比例（粉末: 水）調製粉漿。

表 3

粉末: 水 (重量比)	粉末	水
5:3	50(公克)	30(公克)
5:4	50(公克)	40(公克)

4. 水溫為常溫，大約攪拌 45 下，觀察粉漿狀態，並記錄於表 8:

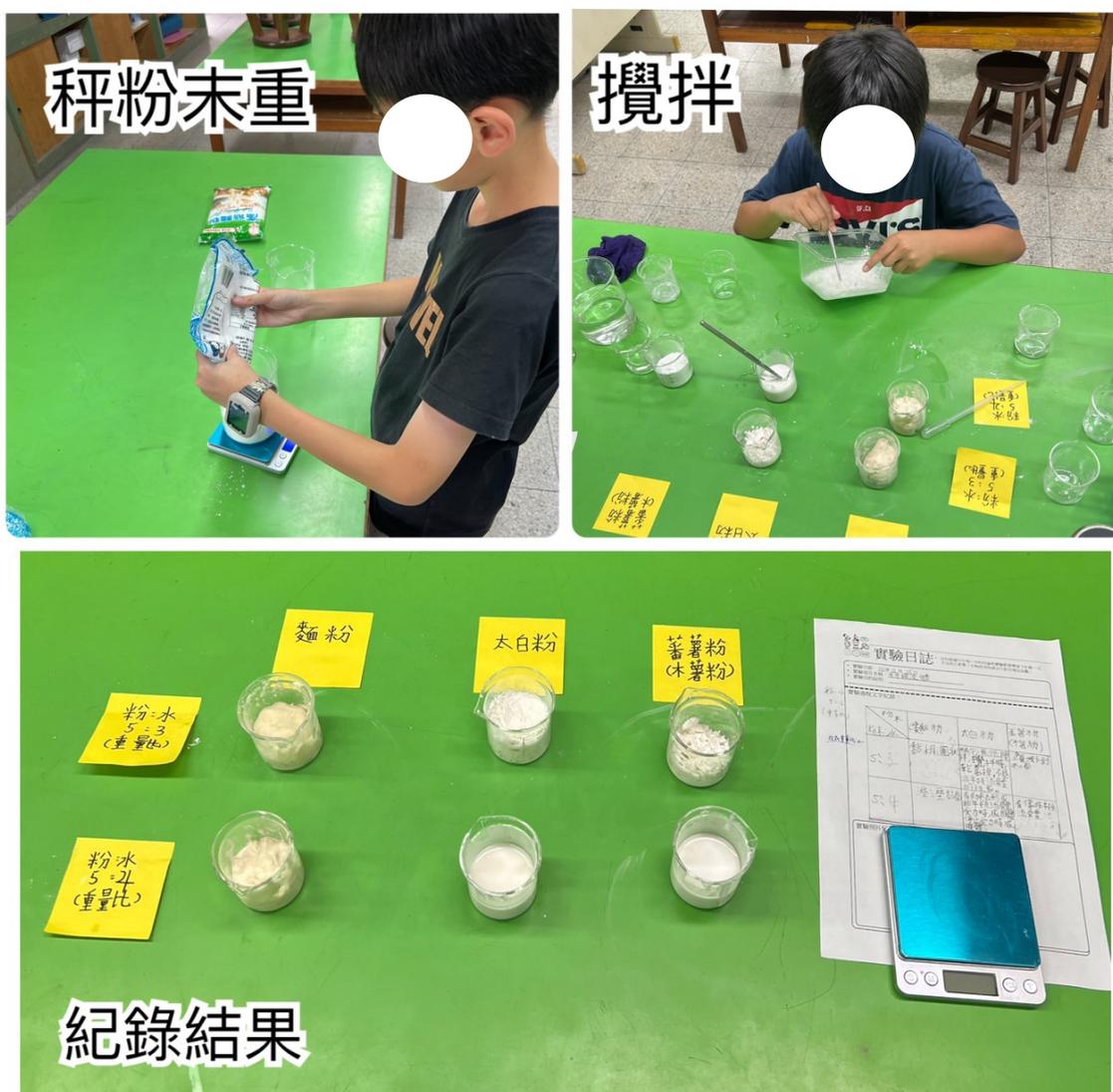


圖 14

十、實驗六：不同黏滯度液體在水平虹吸管對虹吸現象水流量的關係為何？

*控制變因：兩水盆的高度差(25cm)、相同吸水量(100ml)、(管子的高低落差)

水盆大小、水管長度(100cm)、水管管子直徑(1.2cm)

*操縱變因：液體黏滯度(水、麵粉水溶液)、太白粉水溶液)

*應變變因：水流量的變化

(一) 實驗步驟：

1. 在桌面上放置一個水盆，稱為高水盆；在椅子上也放置一個量筒，稱為低水盆。
2. 使用管長為 100cm 的水管，一端接觸高水盆的盆底，另一端接觸低水盆頂端,在此水管中裝滿不同流體，先以水實驗,兩端用軟木塞壓住,使其不漏出。
3. 一端放入高水盆中(接觸盆底), 以水平方式擺放，另一端可延伸至桌邊，在此水管中裝滿水，先拔開高水位的軟木塞,再將低水位的軟木塞拔開後，並開始計時。
4. 計算低水盆的水經虹吸現象，水面從 0ml 刻度處上升至 100ml 刻度處所花費的時間，重複進行三次實驗。
5. 另以三種不同液體(3:7 麵粉水、3:7 太白粉水、35:24 太白粉水)，重複進行 2~5 步驟，重複進行三次實驗,實驗數據同樣紀錄於表 9 和圖 21。



圖 15

捌、 實驗結果

一、實驗一、探究水盆高低差異對虹吸現象水流量的影響

由實驗得知，甲組高度差25cm 水流量是122.43ml，乙組次高50cm 水流量是166.67 ml，丙組高度差75cm 水流量是202.27ml。

表 4

水盆高度差(cm)	甲組：25	乙組：50	丙組：75
平均流量(ml/s)	122.43	166.67	202.27

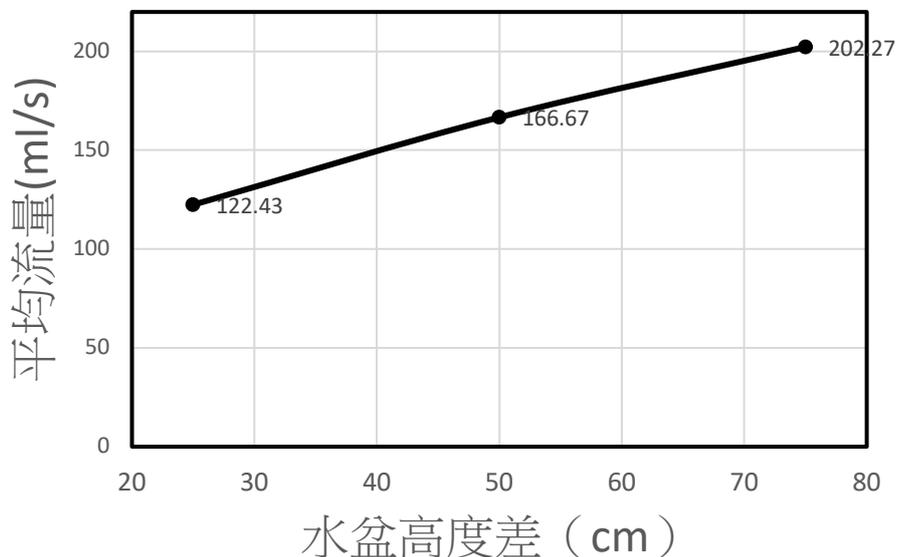


圖 16

(一) 小結:

1. 由實驗結果水盆高度差距越大，平均水流量越多。
2. 實驗結果與原先假設不同，可能是因為高度差距越大，虹吸管頂端處壓力差越大，便能更快的將水運輸下去。
3. 我們發現當兩水盆高度差改變時，水管的最高點位置也會隨之改變。高度差越大，水管頂端位置越高，位能越高，當水流到最低點時轉換後的動能越大，速度越快。這與我們在五年級自然課本中的動能、位能轉換原理結果相符合。
4. 我們發現當水為從 2000 毫升降至 750 毫升之後，水管內部會有空氣跑進去虹吸管子內，使管內水柱不連續，虹吸現象中斷。

二、實驗二、虹吸管垂直擺放，水管長度對虹吸現象水流量的影響

由實驗得知，甲組水管垂直長度最短是25cm 虹吸現象無法運作；乙組是50cm，平均水流量是53.26ml/s；丙組高度差60cm，平均水流量是80.96ml/s；丁組高度差100cm，平均水流量是96.53 ml/s。

表 5

水管長度(cm)	甲組：25	乙組：50	丙組：75	丁組：100
平均流量(ml/s)	虹吸現象無法運作，水會逆流回高水盆。	53.26	80.96	96.53

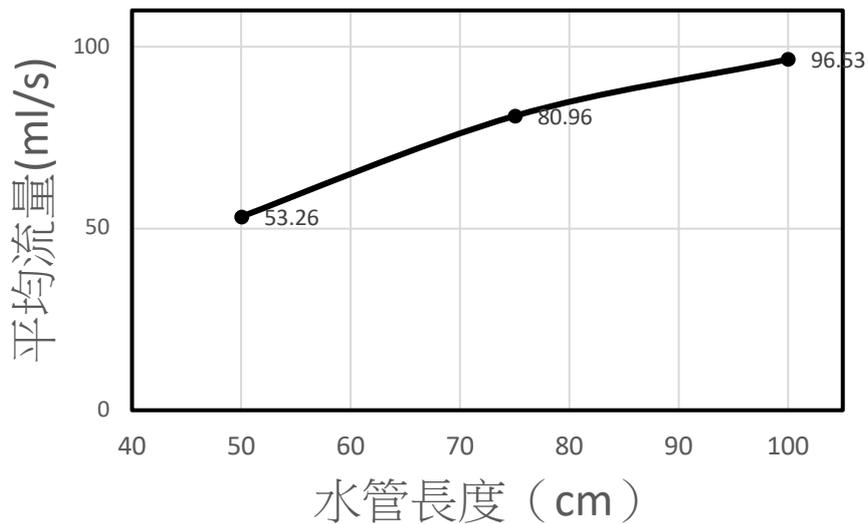


圖 17

(一) 小結:

1. 甲組的虹吸裝置其出水口高於入水口，此時虹吸現象無法運作，水會逆流回高水盆。
2. 從實驗結果可以得知，丁組的虹吸管垂直長度越長，在固定排水量(1250ml)，所花時間最少，利用虹吸現象而吸水排出的效率最高，平均流量最多。
3. 實驗結果與原先假設不同，我們原先認為水盆的高低落差相同，排水量會相同，不過藉由實驗結果得知，水盆的高低落差相同，不過如果水管的垂直長度不同，也會影響虹吸管的平均水流量。

三、實驗三、探究虹吸管水平擺放時，水管長度對虹吸現象水流量的影響

由實驗得知，甲組水管長度是75cm，水流量是50.55ml/s；乙組水管長度是100cm，水流量是41.32 ml/s；丙組水管長度是125cm，水流量是39.74 ml/s。

表 6

水管長度(cm)	甲組：75	乙組：100	丙組：125
平均流量(ml/s)	50.55	41.32	39.74

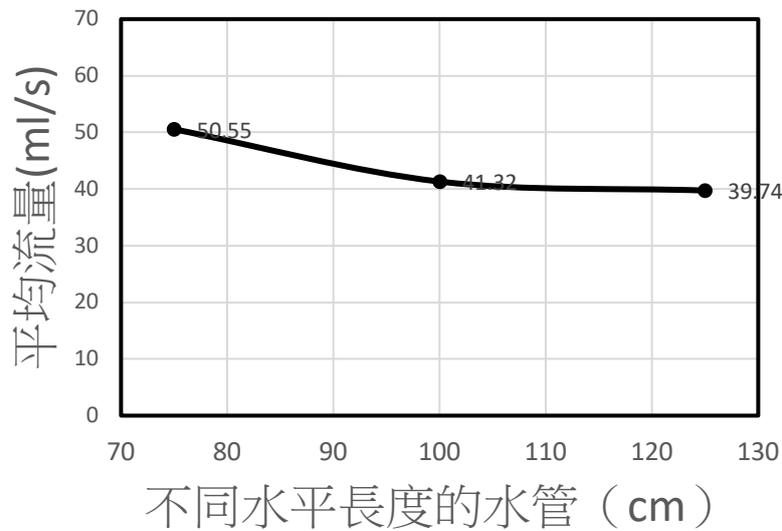


圖 18

(一) 小結：

1. 由實驗結果得知，平放在桌面的水管，其水平長度越短，平均流量越大。
2. 實驗結果與原先假設不同，我們一開始以為此結果會和實驗二相同，也就是水管長度與平均流量會呈現正相關。
3. 我們認為流體在水平放置的水管裡，因為重力和桌面的支撐力互相抵銷，此時流體會顯著受到水管內壁摩擦力的影響，因此水管越長，摩擦力影響的時間就越長，平均流量會越小。
4. 根據泊肅葉定律 (Poiseuille's law)，管子長度越長，所受的水流阻力大，因此平均流量小。

四、實驗四、探究「水平」的虹吸管其不同內徑對虹吸現象水流量的影響

由實驗得知，不同管徑下水流量的平均值，甲組管子直徑0.6cm 水流量是5.97ml/s，乙組管子直徑1.2cm 水流量是30.11 ml/s，丙組管子直徑1.6cm 水流量是60.47 ml/s。

表 7

管子直徑(cm)	甲組：0.6	乙組：1.2	丙組：1.6
平均流量(ml/s)	5.97	30.11	60.47

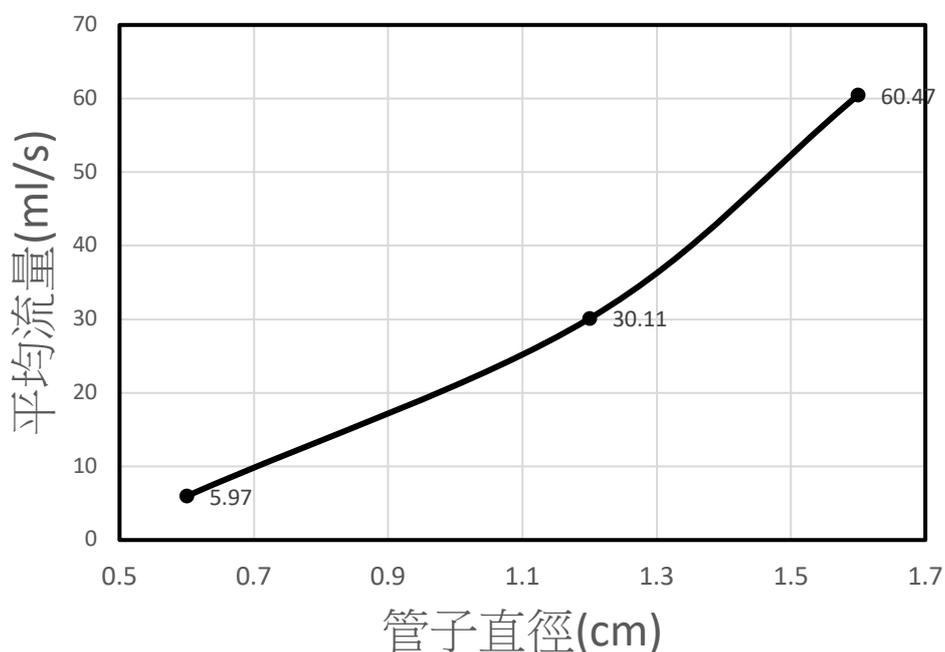


圖 19

(一) 小結：

1. 從實驗結果得知，當水平放置時，可以明顯看出甲組的平均流量最少，而且水管尺寸和平均水流量呈正相關，也就是當管子直徑小，虹吸現象平均流量越小。
2. 而根據泊肅葉定律（Poiseuille's law），管子直徑較小，所受的水流阻力大，因此平均流量小。

五、實驗五、探究牛頓流體與非牛頓流體的差異

由實驗得知，以不同粉末調製非牛頓流體，粉末:水的重量比例分別是5:3和5:4，將粉末和水均勻混合後，觀察結果如下：

表 8

粉末:水 (重量比)	麵粉水溶液	太白粉水溶液	蕃薯粉水溶液
5:3	變成黏稠的糰狀物，無流體現象，施力大小不改變狀態。	水太少無法攪拌均勻，攪拌時會乾裂。	水太少，下層粉末吸不到水無法攪拌均勻。
5:4	變成黏稠的糰狀物，施力大小不改變狀態。	施力使用棒子快速攪拌會感覺攪拌棒快要斷掉了！停止攪拌後，太白粉水溶液又呈現液體的狀態。	快速攪拌時，可以明顯感受流體抵抗的力量變大，成固體；停止受力，蕃薯粉水溶液又呈現液體的狀態。

(一) 小結：

1. 5:3 和 5:4 的麵粉水溶液以及 5:3 的太白粉水溶液以及 5:3 的蕃薯粉水溶液均勻攪拌後，皆呈現黏稠的糰狀物或是因為水分不足無法均勻攪拌。
2. 5:4 的太白粉水溶液和 5:4 的蕃薯粉水溶液，當快速攪拌時，可以明顯感受流體瞬間抵抗的力量變大好幾倍，如圖 20 所示，查詢文獻得知，因此我們推測 5:4 的太白粉水溶液和 5:4 的蕃薯粉水溶液具有非牛頓流體膨脹型的現象（shear thickening）。

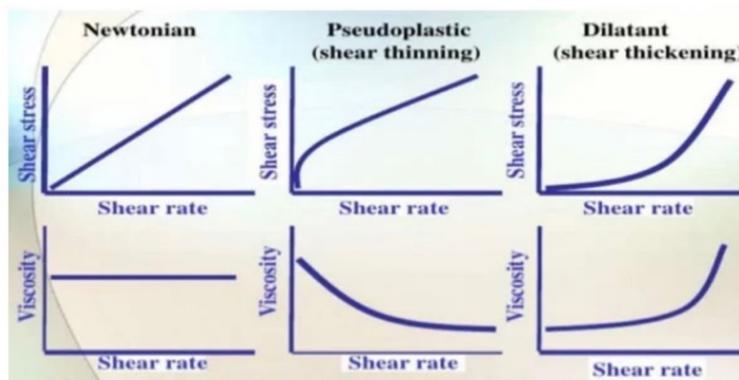


圖 20

實驗六、探究不同黏滯度流體在水平虹吸管對虹吸現象水流量的影響

由實驗得知，甲組的流體是水，平均流量是64.10ml/s；乙組是3:7麵粉水溶液，平均流量是32.15ml/s；丙組是3:7太白粉水溶液，平均流量是30.40ml/s，丁組是35:24太白粉水溶液，平均流量是2.46 ml/s。

表 9

流體	甲組：水	乙組：麵粉水 (粉末：水=3:7)	丙組：太白粉水 (粉末：水=3:7)	丁組：太白粉水 (粉末：水=35:24)
平均流量(ml/s)	64.10	32.15	30.40	2.46

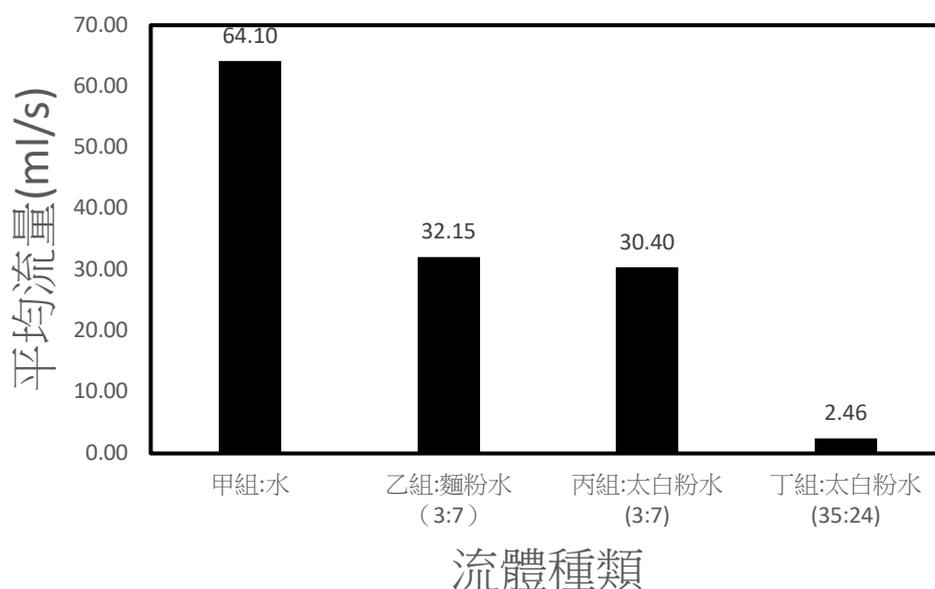


圖 21

(一) 小結：

1. 從甲組、乙組、丙組和丁組實驗中得知，甲組平均流量最大，丁組流量最小。
2. 甲組的水、乙組 3:7 的麵粉水和丙組 3:7 的太白粉水攪拌時，不具有當攪拌速度越快，流體抵抗的力量瞬間變大好幾倍的感覺，我們推測乙、丙組水溶液沒有非牛頓流體膨脹型的現象。
3. 而丁組 35:24 太白粉水溶液，在攪拌時具有當攪拌速度越快，流體抵抗的力量瞬間變大好幾倍的感覺，從現象推測丁組水溶液具有非牛頓流體膨脹型的現象。
4. 而根據泊肅葉定律 (Poiseuille's law)，水平放置的管子內裝入的流體黏滯度越小，阻力也較小因此平均流量越大；反之，流體黏滯度越大，阻力越明顯，平均流量越小。對照實驗結果，甲組水的流量最大，黏滯度最小，阻力最小；而丁組的流量最小，黏滯度最大，阻力較大。

玖、 討論

1. 在虹吸管實驗中，高水位水盆中的水會全部吸完嗎?會遇到哪些問題呢?
當水面降到很接近管子的入水口，空氣跑進管子內，中斷虹吸現象，高水位的水無法全部流光。
2. 水的轉移效率高代表甚麼意思呢?
定量的水經由虹吸管從高水盆轉移到低水盆時所需要花的時間越少，流量越大，效率越高，單位是每秒所流過的容量(ml/s)。
3. 兩水盆的高低落差所產生的影響，是起因於兩水盆的水面高低差異，還是與水管的垂直長度有關呢?
情況一:固定兩水盆的高低落差，不同長度的水管，其水管的垂直長度不同，水管垂直長度越長，流量越大。
情況二:當水管兩端皆須沒入水中時，兩水盆的高低落差，此變因等同討論水管的垂直長度，此時兩者視同一種變因。
也就是當水管兩端皆沒入盆中，高度差越大，水管垂直長度越長，水流量越大；而高度差越小，水管垂直長度越短。
4. 依據實驗數據，在同樣的虹吸現象條件下，不同長度的水平水管，何者的水流量較大?
水平長度越短的水管，水流量較大，且水平擺放時，重力和桌子的支撐力互相抵銷，受到管內壁的摩擦力時間越長，也就是水平長度越長水流量越小。而且我們發現與實驗二垂直擺放時結果相反，垂直擺放的管子，出水口位置越低，動能越大，因此水管越長，水流量越大。
5. 水管長度的比例，正好與水流量呈反比嗎?
根據泊肅葉定律，長度為2倍的水管，水流量會正好為1/2倍，從我們得到的實驗三有呈現兩者負相關的趨勢，水管長度越長，水流量便會越小，不過比值並沒有完美的吻合是1/2倍，因我們認為此實驗仍存在實驗誤差。

6. 依據實驗數據，在同樣的虹吸現象條件下，不同內徑大小的水管，何者的水流量較大？
水管內徑越大，水流量越大，可能是因為水管內徑越小，同一時間能通過的水分子越少，反之，水管的內徑會影響整條水管的寬度，管子越寬，同一時間能流的水越多。這個現象和泊肅葉定律吻合，水管的半徑越大，水流量也越大。
7. 水管內徑的比例，正好與水流量呈正比嗎？
從我們實驗結果，水管內徑沒有和水流量成正比，但是我們的實驗結果水管內徑和水流量有呈現正相關的關係，也就是水管內徑越大，水流量也越大。
8. 如果希望降低水管的水流阻力，要選擇哪種型態的水管較佳？
綜合實驗三、實驗四的討論，當水管是水平擺放時，使用水平長度越短、管徑較大的水管，最能有效降低水流阻力。
9. 將水管水平擺放和垂直擺放對虹吸現象的影響有哪些差異？
在實驗二，當管子垂直擺放時，水從高水盆流入低水盆的過程主要受到重力影響，因此在動能和位能互相轉換後，出水口位置越低，管子越長，水流量越大。而水平擺放的這段管子，受到的重力與桌面的支撐力會互相抵銷，因此水管越長，受到管內摩擦力影響的時間越久，水流量越小。
10. 在實驗六的太白粉水溶液是牛頓流體還是非牛頓流體？
我們認為太白粉水溶液有沒有非牛頓的效應和比例(濃度)有關，3:7的太白粉水溶液，其濃度較低，攪拌時並不具有當攪拌速度越快，流體抵抗的力量瞬間變大好幾倍的感覺，而35:24的太白粉水溶液攪拌越快速時，流體抵抗的力量瞬間變大許多，很難攪拌。因此我們推測35:24的太白粉水溶液具有非牛頓流體膨脹型的現象。
同理，粉:水比例是3:7的麵粉水溶液，在攪拌時並不具有當攪拌速度越快，流體抵抗的力量瞬間變大好幾倍的感覺，因此我們推測濃度低的麵粉水溶液無法出現非牛頓流體膨脹型的現象。
11. 在實驗五時，麵粉:水比例是5:4和5:3，混合後的結果都呈現糰狀，如何調整麵粉水溶液來測試水流量的變化？
我們發現粉:水的濃度高時，麵粉加水混合會成糰狀為固體，因此降低濃度讓麵粉加水形成液體，觀察麵粉水在虹吸現象的排水效率，再來我們也可以進一步了解濃度低麵粉水溶液是否具有非牛頓流體的特性。

12. 本實驗有哪些實驗誤差呢?

- (1) 在虹吸管實驗中，一開始用手堵住水管兩端，但都會漏水，以致實驗不精準，於是我們使用軟木塞將兩端水管口塞住，再計時開始時，同時將軟木塞拔出。
- (2) 我們在換水過程，有時會因為把低水盆的水倒回高水盆，在倒水的過程可能會有小水滴噴濺出來，導致高水盆的水量沒有到2000毫升的刻度，因此我們會再加水至刻度處，以固定每一次實驗的吸水量。
- (3) 我們在實驗一開始沒有攪拌用粉末混合水製成的水溶液，例如:太白粉水溶液和麵粉水溶液，以致於粉末水溶液的下層受到上層擠壓而變成固態，導致無法形成虹吸現象。因此在水管裝滿太白粉水溶液、計時者預備、器具架設好前，都需要有人不斷攪拌，防止粉末沉澱。

壹拾、 結論

1. 水盆垂直高度差距越大，水管頂端的壓力差也越大，平均水流量越多。
2. 高度差固定的情況下，水管總長度越長(也是水管的垂直長度)，水流量越大。
3. 在固定動、位能轉換，水管水平放置時，水管水平長度越短，水流量越大，阻力也較小。
4. 水管水平放置時，水管尺寸和平均水流量呈正相關，也就是當管子內徑的直徑越小，平均流量越小，阻力也越大。
5. 當非牛頓流體膨脹型快速攪拌時，可以明顯感受流體抵抗的力量變大，成固體；停止受力，蕃薯粉水溶液又呈現液體的狀態。
6. 液體的黏滯性越小，水流阻力小，水流量越大；黏滯性越大，水流阻力大，水流量越小。

壹拾壹、參考資料

- [1] 鄭雅云 (2022年05月09日) · 把水找回來 「虹吸管」現身布袋廢鹽田 復育濕地打造候鳥棲地 · 環境資訊中心 · 取自 <https://e-info.org.tw/node/233995>
- [2] 陳秋民主編 · 國民小學自然科學4下(2023) · 翰林出版。
- [3] 盧秀琴主編 · 國民小學自然科學5上(2023) · 南一出版。
- [4] OpenStax (2016), College Physics, OpenStax CNX
- [5] Better Performance through Rheology · Chemical Dynamics, LLC · <https://chemicaldynamics.net/2019/09/18/better-performance-through-rheology/>