

嘉義市 38 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

科別:物理科

組別:國中組

作品名稱:沿著杯壁流下---液體的附壁現象

關鍵詞:寬德效應、流體、黏滯性

編號

## 摘要

在日常生活中，液體若是接觸到物體表面，就會沿著物體的邊緣流動，像是倒水的時候等。這個現象與附壁現象、寬德效應(Coandă Effect)有關，我們改變了三項因素：物體、液體以及出水高度，並且利用生活中常用到的容器，以及液體進行探討它們與附壁現象的關係。

最後，我們發現在物體不同的變因中，如果被附壁的物體越接近圓柱，則附壁現象的情形越明顯、若被附壁的物體上有與水流方向相同的條紋，則會讓附壁現象所流過的角度略為減少一點；在不同液體的變因中，我們發現，如果附壁的液體黏稠度越高，則它所附壁的總角度則會越小、而液體的密度並不會影響附壁的情形；在出水高度不同的實驗中，我們發現，當出水高度越高時，所附壁的情形越少；在濃度不同的實驗中，我們發現若液體的黏稠度達到某一上限時，液體就會在離地面最接近的一點落下。

## 壹、研究動機

生活中常常會遇到在倒水的時候，水會沿著倒水杯子的杯壁流下，又或者在洗寶特瓶時，水不會從旁邊直接流下，而是改變路徑才流入水槽；在一次偶然中，我們在網路上看到了一部有關附壁現象的影片，在影片中，直直流下的水並非流到最近的杯子中，而是沿著保特瓶的邊緣，依附在它的表面流入較遠的杯子(見下圖)。因為受到影片的啟發，以及日常生活中常看到的「水沿著杯壁流下」的現象，我們上網搜尋了「寬德效應」，以及參考資料，根據這些資料使我們更加了解寬德效應，因此，我們想要藉由這次的研究，利用在生活中常見的容器、液體以及出水高度不同的情況下，對於附壁現象(寬德效應)的影響。



研究動機，水在遇到凸出面後，沿著容器邊緣，流入右方的杯子。

(網址 <https://www.youtube.com/watch?v=OuEgrzqueZI>)

## 貳、研究目的

- 一.探討不同容器的對附壁現象的影響
- 二.探討相同濃度不同水溶液對附壁現象的影響
- 三.探討不同出水高度對附壁現象的影響
- 四.探討不同濃度(黏稠度)的液體，觀察對附壁現象的影響

## 參、研究設備與器材



鐵架組



點滴組



各種容器



測量工具、標籤



各種溶液

## 肆、研究過程與方法

### 一、研究原理

寬德效應(附壁現象):是指流體離開原本的流動方向，隨著凸出面流動並使周圍的液體逸入此噴流中。由於流體的行徑方向改變，使得周圍產生壓力較低的區域，這個現象稱為寬德效應。生活中常見的寬德效應的例子有:倒水時，如果速度太慢，水會沿著杯壁流下等。如圖一，原本水流應該直直流入左邊杯子中，但因為碰到了寶特瓶的突出部分，因而沿著寶特瓶的邊緣流動，流入右方的杯子中。



圖一

### 二、研究裝置

如圖二，此為我們在網路上找到的一張裝置圖我們將這張圖進行改良，作為我們在這一次實驗中所使用的裝置圖。我們使用鐵架支撐整個實驗裝置，而且將供應液體的來源點滴袋掛在高處(實驗中是掛在窗戶上、圖三)，在第二項實驗中，我們把太白粉水、麵粉水、食鹽水分別到入點滴袋中。在鐵架上有扣環將鐵棒鎖在鐵架上，讓我們在實驗中可以掛上要被附壁的物體，而在第一項實驗中，就是將圓柱、寶特瓶、可樂瓶、果汁瓶以及鋁箔包分別掛在上面，進行實驗。除了掛著附壁的鐵棒之外，我們還使用了另一根鐵棒將由點滴袋連過來的水管繞幾圈，黏在上面，在整個實驗中，這跟鐵棒是完全固定不動的，在第三項實驗中，我們是調整物體所掛的鐵棒，使出水高度調整為 15、25、35 公分。



(圖片來源:google)

圖二:實驗裝置圖

### 三、研究方法

在實驗過程中，我們比較附壁現象情形的值為液體所流過物體的總角度以及原本沒有附壁現象時水所落下的點(物體最右端的點)與附壁現象後，水落下的點的水平距離。

#### (一)、不同物體對附壁現象角度與距離之影響

- 1、收集生活中常用到的容器：鋁罐(圓柱)、寶特瓶(有紋路)、可樂瓶(外寬內窄)、果汁瓶(接近四方體)、鋁箔包(四方體)。
- 2、將物體依序至於鐵架，以水流沖擊(出水高度 15 公分)，測量水流的總角度與物體最右端點的距離差。

#### (二)、不同液體對附壁現象角度與距離之影響

- 1、使用生活中常用到的液體(相同濃度不同的水溶液)：食鹽水、麵粉水、太白粉水、純水。
- 2、將圓柱依序至於鐵架，以不同溶液沖擊(濃度 5%、出水高度 15 公分)，測量水流的總角度與物體最右端點的距離。

#### (三)、不同出水高度對附壁現象角度與距離之影響

- 1、將物體依序至於鐵架，以水流沖擊(出水高度分別為 15、25、35 公分)，測量水流的總角度與物體最右端點的距離。

#### (四)、不同濃度(黏稠度)的液體對附壁現象角度與距離之影響

- 1、我們選用生活中常用到的洗碗精代表不同濃度(黏稠度)的液體進行實驗，並且將洗碗精與水互相混和，調製成 100%、70%、40%的洗碗精溶液進行實驗。

## 伍、研究結果及討論

### 一、水對不同物體附壁現象之角度與距離的影響

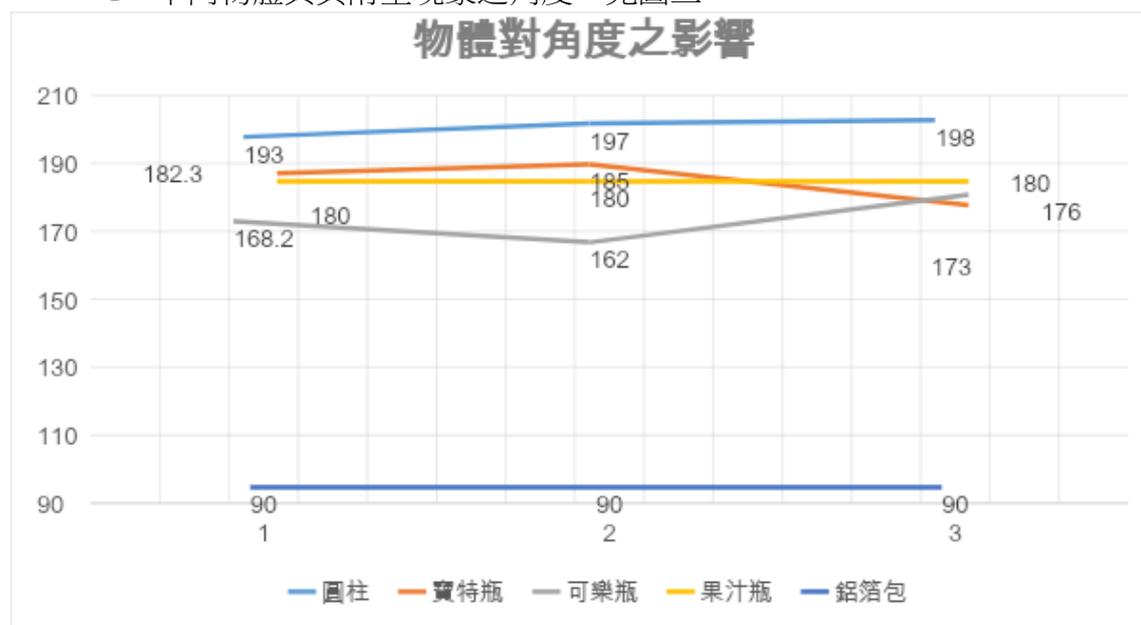
#### (一)、實驗結果，見表一

被附壁的物體	半徑 (cm)	次數	角度	距離 (cm)	平均角度	平均距離	備註
圓柱	3.00	一	193.0	3.50	196.00	3.71	些許 S 型的流向
		二	197.0	3.80			
		三	198.0	3.82			
寶特瓶	3.25	一	182.3	3.86	180.10	3.38	分流二條
		二	185.0	3.20			
		三	173.0	3.07			
可樂瓶	3.23	一	168.2	3.27	168.73	3.44	分流多條 S 型
		二	162	3.50			
		三	176	3.55			
果汁瓶	3.76	一	180	7.30	180.00	7.30	附壁兩個面
		二	180	7.30			
		三	180	7.30			
鋁箔包	10*6.5	一	90	0	90.0	0.00	不形成附壁現象
		二	90	0			
		三	90	0			

表一: 不同物體對附壁現象之角度與距離

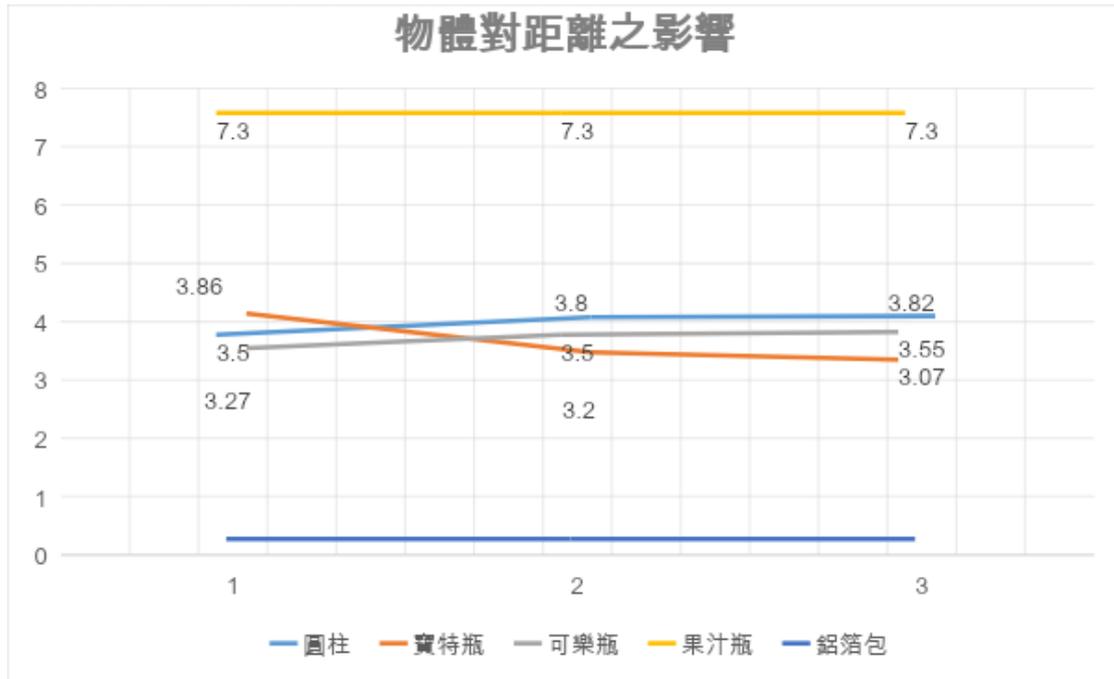
#### (二)、數據分析

##### 1、不同物體與其附壁現象之角度，見圖三



圖三: 物體與其附壁現象之角度

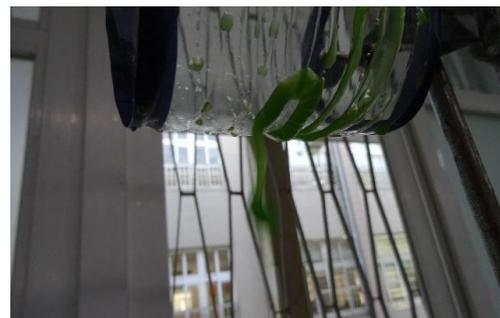
2、不同物體的附壁現象之距離影響，見圖四



圖四: 物體與其附壁現象之距離



圖五: 水在鋁箔包上附壁現象



圖六: 水在寶特瓶上附壁情形



圖七: 水在果汁瓶附壁情形



圖八: 水在寶特瓶附壁情形

圖五無附壁現象，圖六有些許附壁現象，圖七與圖八可看出水在兩容器上皆有產生迴圈(S形)。

## 二、相同濃度不同黏稠度的液體對附壁現象之角度與距離的影響

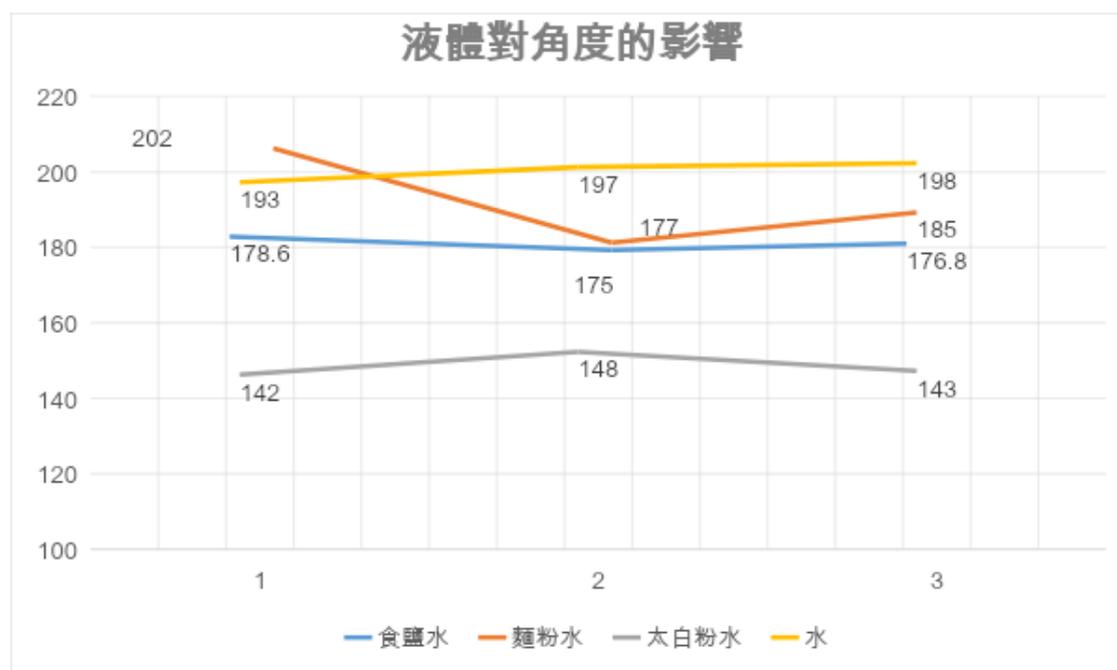
(一)、實驗結果，見表二

附壁的液體	濃度	實驗次數	角度	距離	平均角度	平均距離	備註
食鹽	5%	一	178.6	2.65	176.80	2.53	
		二	175.0	2.41			
		三	176.8	2.52			
麵粉	5%	一	202.0	4.30	188.00	3.49	無法溶解在水中，且距離不穩 只有一條流向
		二	177.0	2.70			
		三	185.0	3.47			
太白粉	5%	一	142.0	1.16	144.33	1.22	黏稠度較高附壁角度較小
		二	148.0	1.27			
		三	143.0	1.24			
水		一	193.0	3.50	196.00	3.71	些許 S 型的流向
		二	197.0	3.80			
		三	198.0	3.82			

表二: 相同濃度不同黏稠度液體對附壁現象之角度與距離

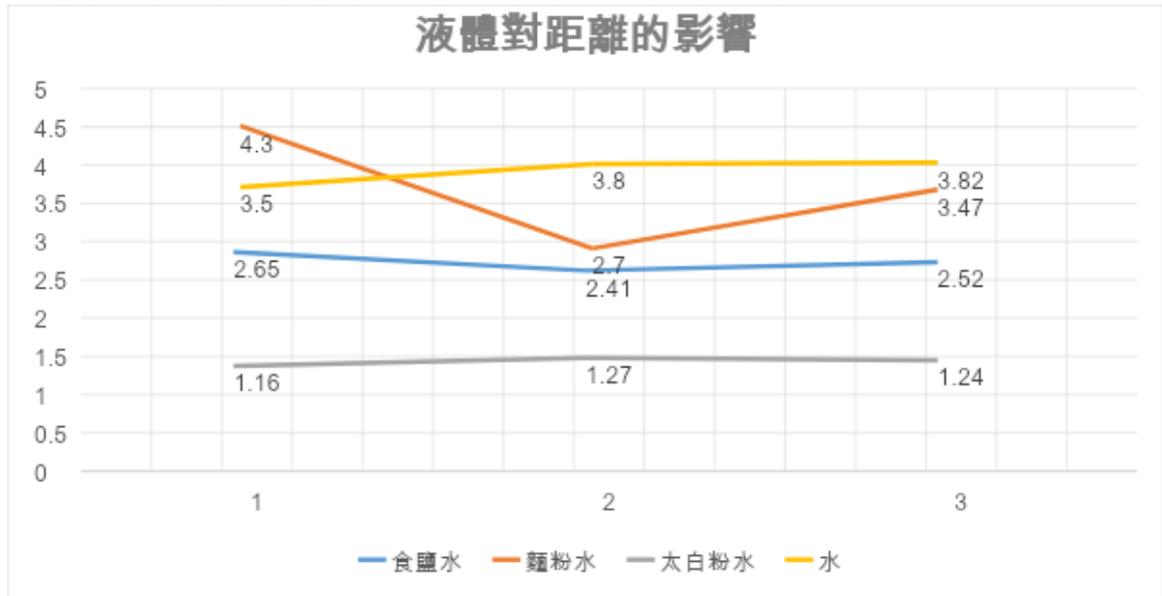
(二)、數據分析

1、相同濃度不同黏稠度液體對附壁現象之角度，見圖九



圖九: 相同濃度不同黏稠度液體對附壁現象之角度

2、相同濃度不同黏稠度液體對附壁現象之距離，見圖十



圖十: 相同濃度不同黏稠度液體對附壁現象之距離



圖十一: 麵粉水在圓柱上附壁的情形



圖十二: 食鹽水在圓柱上附壁的情形



圖十三: 太白粉水在圓柱上附壁的情形

### 三、水在不同出水高度對附壁現象之角度與距離的影響

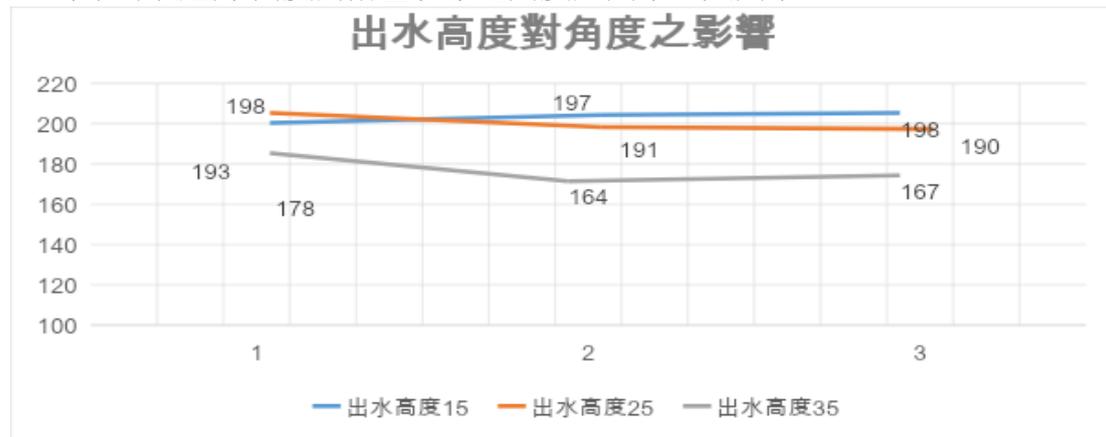
(一)實驗結果，見表三

高度 (cm)	實驗次數	角度	距離	平均角度	平均距離	備註
15	一	193.0	3.50	196.00	3.71	些許 S 形
	二	197.0	3.80			
	三	198.0	3.82			
25	一	198.0	3.75	193.00	3.65	些許 S 形
	二	191.0	3.70			
	三	190.0	3.49			
35	一	178.0	2.95	169.67	2.51	些許 S 形
	二	164.0	2.19			
	三	161.0	2.40			

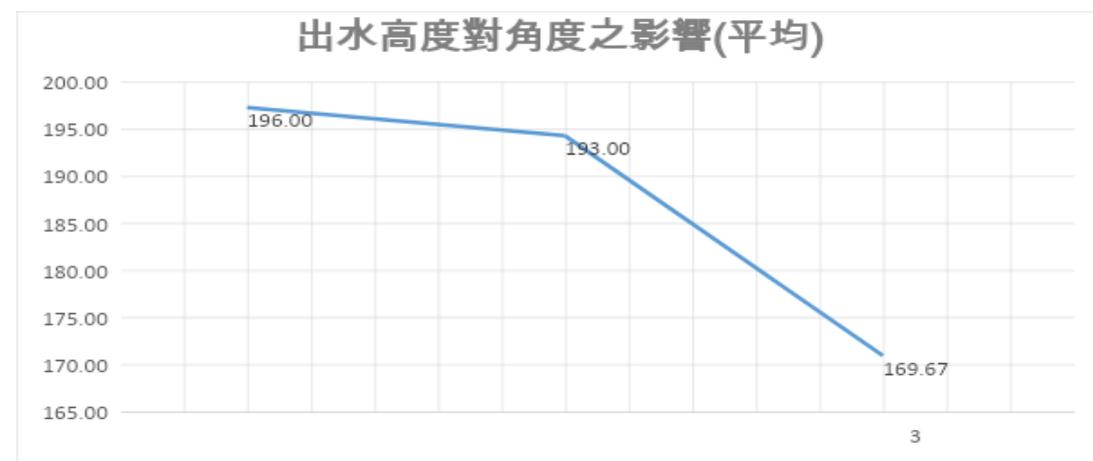
表三: 水在不同出水高度對附壁現象之角度與距離

(二)數據分析

1、水在不同出水高度對附壁現象之角度如圖十四與圖十五

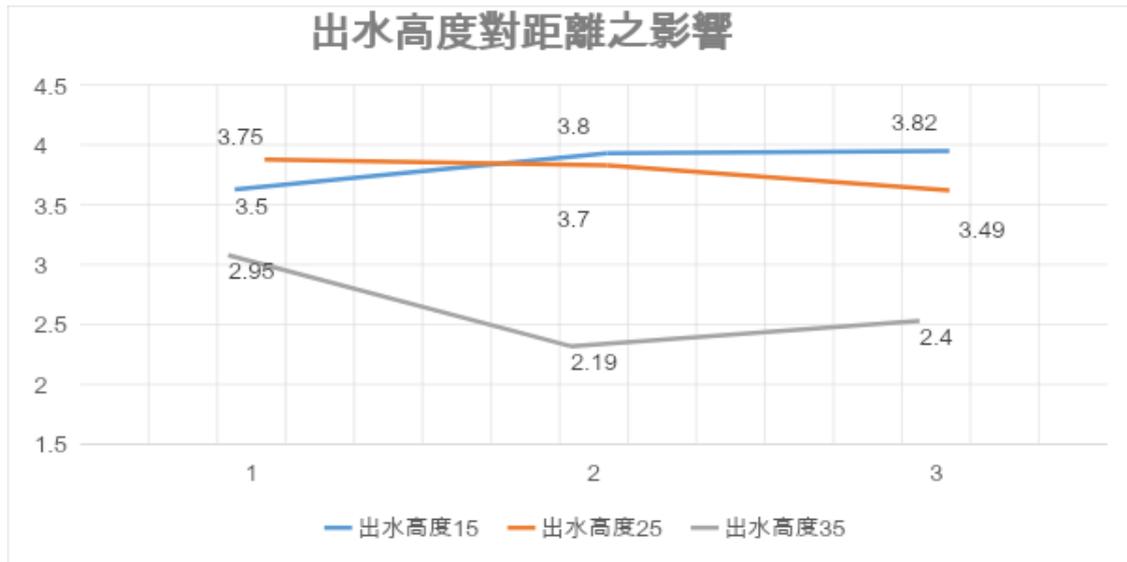


圖十四水在不同出水高度對附壁現象之角度

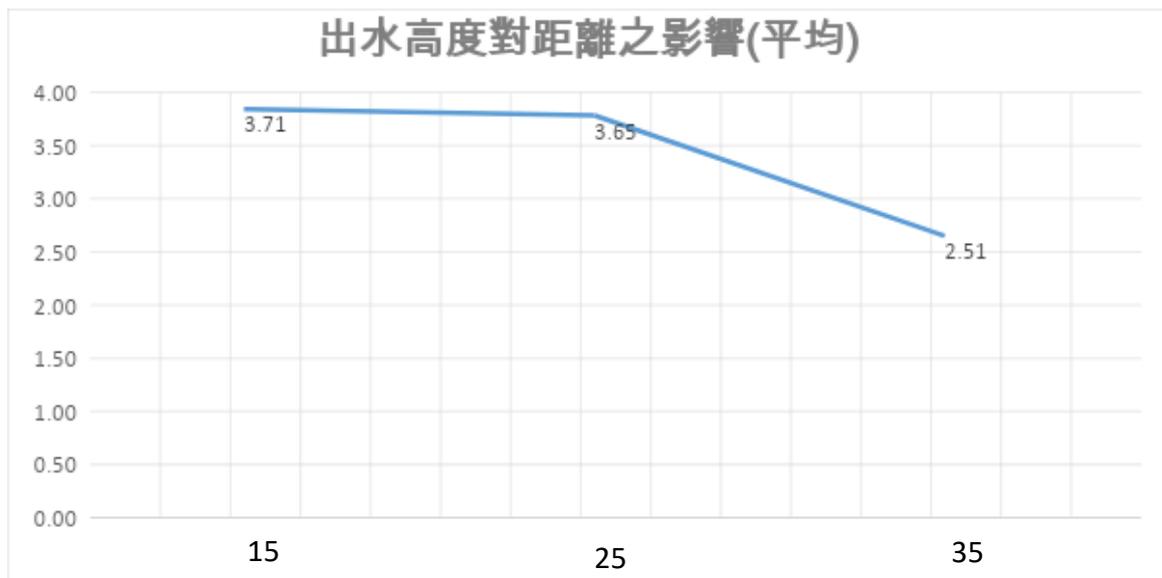


圖十五水在不同出水高度對附壁現象之平均角度

2、水在不同出水高度對附壁現象之距離，見圖十六與圖十七



圖十六:水在不同出水高度對附壁現象之距離



圖十七:水在不同出水高度對附壁現象之平均距離



圖十八:水在圓柱上附壁的情形

#### 四、不同濃度（黏稠度）的液體對附壁現象角度與距離之影響

在洗碗精的實驗中，我們發現在任何濃度的洗碗精中，無論重哪一個點開始接觸物體，洗碗精永遠都會在離地面最近的點落下。



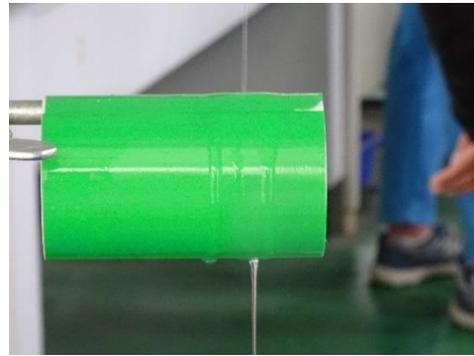
圖十九:100%洗碗精在圓柱上附壁情形



圖二十: 70%洗碗精在圓柱上附壁情形



圖二十一: 40%洗碗精在圓柱上附壁情形



圖二十二: 洗碗精在圓柱附壁相當穩定的情形

## 陸、討論

### 一、不同物體對附壁現象角度與距離之影響研究討論

- (一)、根據實驗結果，發現圓柱被水附壁的角度最大，四角柱形狀的果汁瓶(四角有弧度)恰好附壁兩個面，而四角柱的鋁箔包(無弧度)不形成附壁現象，我們發現若被附壁的物體越接近圓柱，則所造成的附壁現象越明顯。
- (二)、觀察圓柱與寶特瓶的數據，我們發現若表面物體有橫向條紋會使水的附壁現象略微減少一些附壁角度，但並不會造成太大的影響
- (三)、在實驗過程中，我們發現水在物體上如果有附壁現象，則水會在即將離開物體時前繞一個小迴圈(先往前流，接著繞回，最後才落下)，而這個現象以可樂瓶和果汁瓶上面最明顯，因為可樂瓶的表面是外寬內窄。

### 二、不同液體對附壁現象角度與距離之影響研究討論

比較所有附壁的液體(水、食鹽水、麵粉水、太白粉水)，黏稠度

太白粉水>食鹽水>麵粉水(不會溶解)=水，由「實驗分析」中的折線圖得知，太白粉水在圓柱上所造成的附壁現象無論是角度或者是距離皆為較小的，而麵粉水因為無法完全溶解在水中所以流的角度不固定，最後是水以及麵粉水流過的角度最大，在這次的實驗中，我們發現，黏稠度越大的液體，在物體上若形成附壁現象，則它所流過的總角度以及落下的距離，都會較小。

### 三、不同出水高度對附壁現象角度與距離之影響研究討論

在實驗中，我們已出水高度 15 公分、25 公分、35 公分進行，在表格中，我們發現，出水高度 35 公分的角度以及距離都明顯低於 15 公分以及 25 公分的數值，而將數據打入折線圖時，發現從 15 到 25 到 35 公分的數據 呈現由多到少，其中 15 公分到 25 公分的角度差為 3 度、距離差為 0.06 公分，然而，25 公分到 35 公分的角度差為 23.33 度、距離差為 1.14。在出水高度的實驗中，我們得出的結論是:若出水高度離物體表面的距離越大，則附壁現象的附壁角度以及落下的距離差會越小。

### 四、不同濃度（黏稠度）的液體對附壁現象角度與距離之影響

在洗碗精不同濃度的實驗中，我們推論:只要液體的黏稠度到達某一個極限，液體就會在最接近地面的一點落下，因此洗碗精的流向相對穩定，關於這項假設，麵粉水也有時候會形成。

## 柒、結論

- 一、由實驗一不同物體對附壁現象之角度與距離的影響發現
  - (一)、若被附壁的物體越接近圓柱，則所造成的附壁現象越明顯。
  - (二)、若表面物體有與水流方向相同的條紋，會使水的附壁現象略微減少一些附壁角度，但不會造成太大的影響。
  - (三)、水在物體上如果有附壁現象，則水會在即將離開物體時前繞一個小迴圈，  
先往前流，接著繞回，最後才落下，主要不規則的容器面上面最明顯
- 二、由實驗二相同濃度不同黏稠度的液體對附壁現象之角度與距離的影響發現黏稠度越大的液體，在物體上若形成附壁現象，則它所流過的總角度以及落下的距離，都會較小。
- 三、由實驗三不同出水高度對附壁現象之角度與距離的影響發現若出水高度離物體表面的距離越大，則附壁現象的附壁角度以及落下的距離差會越小。
- 四、由實驗四不同濃度(黏稠度)的液體對附壁現象角度與距離發現只要液體的黏稠度到達某一個極限，無論流體從哪一點開始附壁物體，液體必定會在最接近地面的一點落下

## 捌、參考資料及其他

- 一、行{倒水}窮處  
<http://sciexplore2016.colife.org.tw/%5CUpload%5C%E8%A1%8C%E5%80%92%E6%B0%B4%E7%AA%AE%E8%99%95-5d1602ba-06b7-4ee9-812d-d9d53d336e2f.pdf>
- 二、杯壁下流—水沿容器壁下流之探討  
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2012/04/2012040214583809.pdf>
- 三、氣缸周圍的液體射流線圈  
<https://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.122.184501>
- 四、做出完美茶壺---康達效應  
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/03/2015033109130097.pdf>
- 五、第 50 屆中小學科學展覽會 國中組 物理科 流倒退嚕---研究水的附壁現象  
<https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/030111.pdf>
- 六、跟著鄭大師玩科學 康達效應  
<https://www.masters.tw/102731/%E5%BA%B7%E9%81%94%E6%95%88%E6%87%89%E8%BB%8A>
- 七、水會流到哪個杯子  
<https://www.youtube.com/watch?v=OuEgrzqueZI>