

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 物理科

佳作

080112

表面張力的實作和探討

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小六 黃正安	指導老師： 王雅麗
---------------	--------------

關鍵詞：表面張力、滴數、液高

摘要

從小朋友愛吹肥皂水溶液泡泡來比賽誰吹的泡泡大，誰吹的泡泡久。其實吹出的泡泡是因為肥皂水的表面張力大小，使泡泡有大有小。除了吹泡泡可以比較液體的表面張力外，利用鋁環來拉高液體泡泡的高度，也是比較表面張力的方式，在研究中我做到了，很精準。

利用滴管吸取水溶液，在滴到 1mL 的量筒中，比比看，哪一種水溶液滴滿 1mL 量筒的滴數最多，滴數越多液體，表面張力越小。利用試管測量水滿時，再滴入水凸出的液高，也可以表現出表面張力，液面高度越大，表面張力越大，這種方法容易造成誤差。

我們利用連通管原理來測試試管或滴管的液高，比較表面張力的大小，再利用紅點瞄準鏡和實體顯微鏡來觀測就更準確了。

壹、研究動機

每個禮拜五，班上的同學都會和二年級的弟弟、妹妹們玩科學遊戲，科學遊戲的第一單元是「吹泡泡」。我們先準備了水晶肥皂、RO 水、水晶杯、竹筷子和吸管。首先，我們把肥皂切成一片片的細絲，然後放入裝有 RO 水的水晶杯中，在利用竹筷子攪拌，最後就利用吸管沾肥皂水吹出泡泡。在吹泡泡的過程中，發現大家吹出的泡泡都不一樣；有些很大，有些很小；有些飛很遠，有些飛很近，有些很快的破掉，怎麼會這樣呢？於是我就利用午休和假日到科學中心，瞭解為什麼肥皂水容易吹出泡泡，到底藏著什麼秘密？在老師的指導及參考文獻資料，我做了更細膩的研究。作品與教材相關性：南一四下第三單元水的流動

貳、研究目的

- 一、利用針筒吹出泡泡，想知道不同的水溶液是否會影響吹泡泡的大小。
- 二、利用鋁環拉起液體，並測量高度，想知道各種液體拉起的高度，以及不同濃度的溶液拉起高度的關係。
- 三、利用滴管滴入各種液體到 1mL 量筒中，想知道各種液體需要幾滴才能滴滿 1mL 量筒，越少滴代表表面張力越大。
- 四、想知道內徑相同外徑不同的滴管，是否會影響蒸餾水滴到 1mL 量筒中的滴數。
- 五、利用連通管原理、紅點瞄準鏡和實體顯微鏡更精確測量液體在滴管上端液面的高度；並從取樣台南溪流的水，測量溪水在連通管上鐵氟龍管液面高度，瞭解水質狀況。

參、研究器材

一、液體

(一)發泡液：依必朗沐浴精、南橋洗碗精、566 洗髮精、葵花洗髮精、仙草沐浴精

水：自來水、RO 水、蒸餾水

(二)中性水溶液：糖水（5%、10%、15%、20%）、鹽水（5%、10%、15%、20%）、肥皂水（5%、10%、15%、20%）

(三)鹼性水溶液：小蘇打水溶液（5%、10%、15%、20%）

(四)酸性水溶液：清醋

(五)其他：酒精（95%）、沙拉油、甘油

二、儀器：吹泡泡機、拉泡泡機、1mL 量筒、連通管、紅點瞄準鏡、實體顯微鏡、架子

三、容器：水晶杯、燒杯（80mL）、燒杯（200mL）、玻璃滴管、量筒、試管、廣口瓶

四、其他：玻棒、濾紙、白紙、尺、相機、方格紙、吸管、不同外徑滴管、1mL 滴定管

肆、研究過程與結果

一、活動一：吹泡泡活動

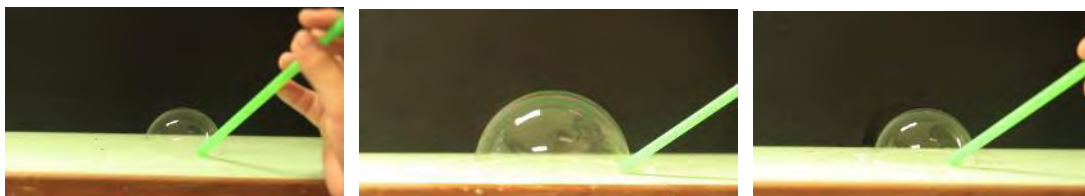
(一)實驗一：大家來吹泡泡

1、目的：從活動中比賽誰吹的泡泡最大。

2、材料：水晶肥皂、蒸餾水、吸管、水晶杯、竹筷子、鋸子

3、地點：班級教室

4、裝置：



5、發現：

(1) 每個人吹出的泡泡大小、多少、距離、維持的時間都不一樣。

(2) 在過程中也發現大家吹泡泡的方式也不一樣，如：角度不同、吹出空氣量不同。

(3) 大家在泡肥皂水的量不同，周圍會有風干擾，這樣吹出的泡泡不夠科學。



(二)實驗二：五種不同發泡溶液吹出泡泡。

1、目的：想知道市售的發泡溶液吹出泡泡的大小（直徑長）。

2、材料：發泡溶液五種（依必朗沐浴精、南橋洗碗精、566 洗髮精、美吾髮葵花、美吾髮仙草）、蒸餾水、量筒、1mL 滴定管、玻棒、水晶杯、吸管（5cm）、尺

3、裝置：



4、變因方面：

(1) 操縱變因：五種發泡液（依必朗、南橋、566、葵花、仙草）

(2) 控制變因：相同長度的吸管、相同濃度的水溶液、相同的操作者、相同的桌面

(3) 應變變因：泡泡的長度



5、操作方法：

(1) 製作五種 5%發泡水溶液（方法：取 2.5mL 的發泡液滴入 47.5mL 蒸餾水中）。

(2) 將五根吸管分別沾發泡水溶液一下。

(3) 將泡泡吹在桌面上。

(4) 測量桌上的泡泡大小（直徑長度）。

(5) 不同發泡水溶液各吹十個。

6、結果：室溫：25°C

單位：cm

誤差值：±0.3cm

品牌 \ 次數	次數										合計	平均
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
依必朗沐浴精	4.1	4.0	4.5	4.6	4.4	4.5	5.0	4.1	4.0	4.0	43.2	4.3
南橋洗碗精	7.0	7.1	7.8	7.0	7.1	7.9	7.5	7.5	7.2	7.7	73.8	7.4
566 洗髮精	8.5	8.0	8.0	8.8	8.1	8.7	8.4	8.0	8.5	8.1	83.1	8.3
葵花洗髮精	7.0	7.2	7.5	7.2	7.1	7.0	7.1	7.9	7.5	7.0	72.5	7.3
仙草洗髮精	5.3	5.5	5.4	5.8	5.9	5.5	5.9	5.7	5.8	5.6	56.4	5.6

7、發現：

- (1) 發泡液中，以 566 洗髮精做成的發泡液吹出的泡泡最大，直徑 8.3cm。
- (2) 以依必朗沐浴精吹出泡泡最小，直徑 4.3cm。
- (3) 每一種發泡液吹出的泡泡停留在桌上的時間也不同。

8、缺點：

- (1) 在過程中，每次吹出的空氣量都不同，而且吹的角度也有一點點不同。

9、改進：

- (1) 設計吹泡泡機
- (2) 將人工吹氣改為針筒壓出定量空氣。
- (3) 將吹氣孔改為四個角度 (0° 、 15° 、 30° 、 45°)
- (4) 設計製作吹泡泡模擬器，代替人工吹氣。

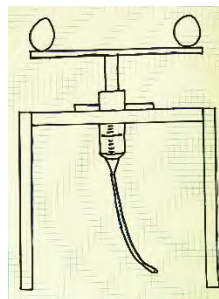
10、吹泡泡模擬器的製作與改進

- (1) 第一代吹泡泡模擬器～利用針筒固定量吹出一定大小的泡泡（螺帽的重力壓）

A. 材料：木板、針筒、小木板、PVC 軟管、大螺帽

B. 製作方法：

- a. 設計 Γ 字型支架。
- b. 把針筒放進鑽好的洞中。
- c. 設計圖如右。
- d. 利用螺帽的重力壓針筒。



C. 結果：吹的出泡泡，但軟管不固定，**支架不穩**。

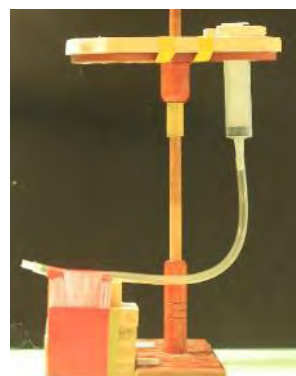
- (2) 第二代吹泡泡模擬器

A. 材料：實驗架、針筒、木板、PVC 軟管、PVC 硬管、巴沙木條

B. 製作方法：

- a. 第一代的針筒和下降器裝上。
- b. PVC 軟管固定在小木塊上。
- c. PVC 硬管插入軟管上。

C. 成品：右圖



D. 結果

- a. 成功吹出泡泡，支架穩固。
- b. 吹出泡泡的角度不太穩，無法調整角度。

(3) 第三代吹泡泡模擬器

A. 材料：實驗架(第二代吹泡泡模擬器)、大木塊、木條、PVC 硬管、木片

B. 製作方法：

- a. 在木條上畫出 0° 、 15° 、 30° 、 45° 角，並請老師挖洞，最後黏起來。
- b. 把大木塊和黏好的木條黏起來。

C. 成品：右圖

D. 結果：成功吹出泡泡，又有角度變化，

作為**實驗吹泡泡器材**。



(三)實驗三：不同品牌的發泡液，吹出泡泡的大小與停留時間

- 1、目的：想知道不同品牌的發泡液吹出泡泡的大小。
- 2、材料：市售五種發泡液（同實驗二）、吹泡泡模擬器
- 3、裝置：



4、變因方面：

- (1) 操縱變因：不同品牌的發泡液（依必朗沐浴精、南橋洗碗精、566 洗髮精、葵花洗髮精、仙草沐浴精）
- (2) 控制變因：第三代吹泡泡模擬器、使用相同的吹氣管（ 45° ）、相同的水溶液、沾相同量的發泡液、沾的時間相同、壓泡泡器的螺帽重量一樣、從相同的高度壓下、吹的氣體量是相同的
- (3) 應變變因：吹出的泡泡大小與停留時間

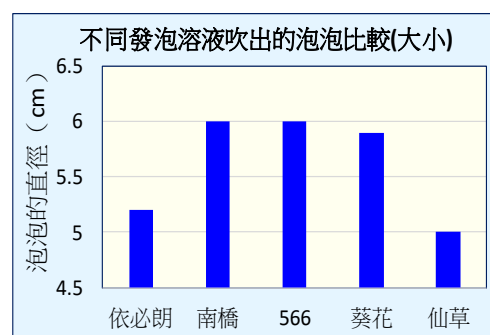
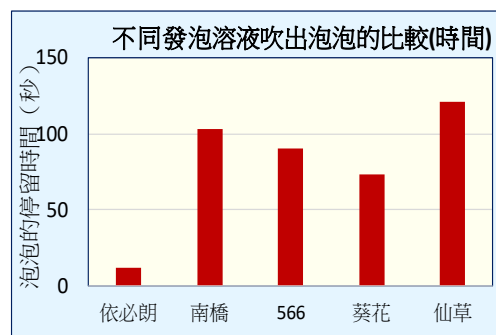
5、操作方法：

- (1) 調配不同品牌的發泡液。
- (2) 將硬管沾發泡液並裝回軟管上。
- (3) 將針筒上插削拿掉，讓螺帽壓下針筒直到底端。
- (4) 測量並記錄吹出的泡泡直徑與停留時間（不同品牌各做 5 次，求平均值）。



6、結果與比較： 單位：cm 室溫：25°C 時間 誤差值：±1 秒，直徑誤差值：±0.1cm

品牌	次數 項目	1	2	3	4	5	合計	平均
		依必朗	時間	11	13	13		
沐浴精	直徑	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	25.8	5.2
南橋	時間	104	102	100	103	104	513	103
洗碗精	直徑	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	30.0	6.0
566	時間	90	90	91	90	90	451	90
洗髮精	直徑	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	30.0	6.0
葵花	時間	74	73	73	73	72	365	73
洗髮精	直徑	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	29.5	5.9
仙草	時間	121	120	123	121	121	606	121
洗髮精	直徑	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	25.0	5.0



7、發現：

- (1) 566 洗髮精和南僑洗碗精做成的發泡液吹出的泡泡最大（直徑 6.0cm），其次是葵花洗髮精（直徑 5.9cm）
- (2) 仙草洗髮精做成的發泡液吹出的泡泡最小（直徑 5.0cm）。
- (3) 泡泡停留的時間，以仙草洗髮精發泡液最持久（121 秒），其次是南僑洗碗精（103 秒）；泡泡停留時間最短的是依必朗沐浴精，只有 12 秒。

8、想法：

- (1) 水有分自來水、RO 水、蒸餾水，而這三種水的雜質是不同的。
- (2) 如果將同樣的發泡液加入這三種水中，水裡的雜質是否會影響吹出泡泡的大小。

(四)實驗四：不同的水調配的發泡液所吹出的泡泡，大小是否相同。

1、目的：想知道相同的發泡液加入不同的水，是否會影響吹出的泡泡大小。




2、材料：自來水、RO 水、蒸餾水、吹泡泡模擬器、566 洗髮精

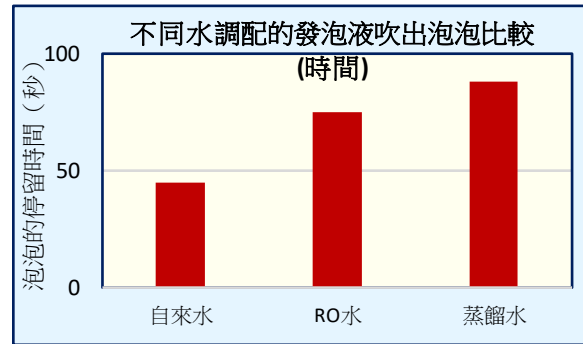
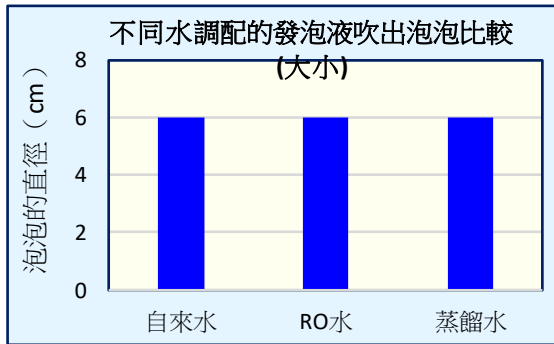
3、變因方面：

- (1) 操縱變因：不同的水（自來水、RO 水、蒸餾水）
- (2) 控制變因：相同的發泡液（566 洗髮精）、相同比例的水溶液（5%）、相同吹泡泡模擬器、相同吹氣管（45 度）、溶液的量相同、操作方式相同
- (3) 應變變因：吹出的泡泡大小及停留時間

4、裝置與操作方法：同實驗三

5、結果與比較： 室溫：25°C 單位：cm

品牌	自來水					RO 水					蒸餾水				
項目 \ 次數	1	2	3	合計	平均	1	2	3	合計	平均	1	2	3	合計	平均
直徑	6.0	6.0	6.0	30	6.0	6.0	6.0	6.0	30	6.0	6.0	6.0	6.0	30	6.0
時間	46	46	45	137	45	75	76	76	227	75	88	88	89	265	88
照片															



6、發現：

- (1) 蒸餾水、RO 水和自來水做成的發泡液，吹出的泡泡都一樣大（6.0cm）。
- (2) 蒸餾水發泡液吹出的泡泡，停留時間最久（88 秒），自來水做成的發泡液，停留時間最短（45 秒）。

7、想法：

- (1) 記得一年級的時候，我們曾經玩過一種遊戲，就是把泡泡拉得很長。
- (2) 所以我決定要自己製作一台拉泡泡機。

二、活動二：拉泡泡活動

(一)拉泡泡機設計、製作與測試

1、第一代拉泡泡機

- (1) 材料：木板、長木板、小木片、長木片、木條、木塊、鋁條、彈簧、棉線、瓶蓋
- (2) 製作方法：
 - A. 將長木板當支架。
 - B. 把瓶蓋用棉線綁起來。
 - C. 把彈簧掛在鋁條上，把棉線綁在彈簧上。

(3) 設計與成品圖：



(4) 結果：

- A. 成功拉出穩定的泡泡，只是每次都要調整鋁條長度直到與培養皿吻合，比較不方便，固定瓶蓋只有一條線不穩定。
- B. 發現瓶蓋拉起的泡泡膜高度非常低。

2、第二代拉泡泡機

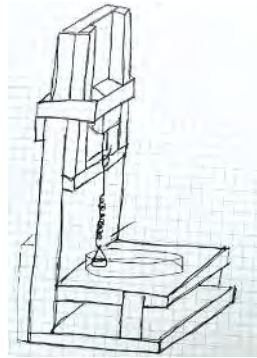
(1) 材料：木板、小木片、鋁環、細棉線

(2) 製作方法：

A. 在木板底座左右邊釘小木片。

B. 鋁環綁棉線掛彈簧。

(3) 設計圖：



(4) 結果：成功拉出泡泡，用鋁條做成拉環，比較穩定；但無法調整培養皿的高度。

3、第三代拉泡泡機

(1) 材料：大螺絲、大螺帽、大墊片、小墊片、螺帽、木板、木塊

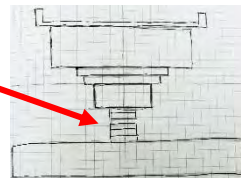
(2) 改進方法：利用螺絲協助升降

(3) 成品圖

(4) 結果：

A. 成功穩定拉出泡泡，同時也可以調整培養皿的高度。

B. 可以做為實驗操作的儀器。



(二)實驗設計：

1、實驗 1：不同濃度的發泡溶液，利用拉泡泡機，是否會影響拉出的泡泡大小。

(1) 目的：想知道不同濃度的發泡溶液，對拉出泡泡高度的影響。

(2) 材料：自製拉泡泡器、蒸餾水、566 洗髮精

(3) 變因方面：

A. 操縱變因：不同濃度的發泡液（5%、10%、15%、20%）

B. 控制變因：相同的發泡液（566 洗髮精）和拉泡泡機、溶液的量和拉的力道相同

C. 應變變因：拉出的泡泡高度

(4) 操作方法：

A. 製作不同濃度的發泡水溶液（5%、10%、15%、20%）。

B. 分別將不同濃度的發泡液水溶液倒入培養皿中。

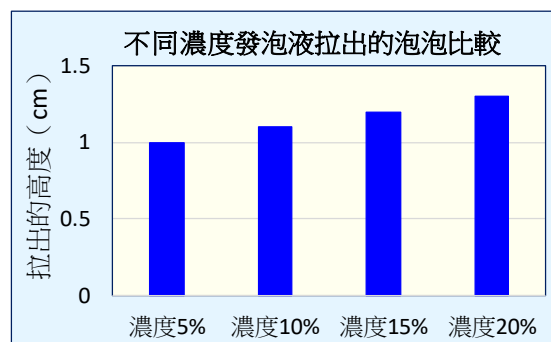
C. 將升降架調到鋁環碰到的液面。

D. 利用自製拉泡泡器拉出泡泡，再測量泡泡被拉起的高度。

(5) 結果與比較： 室溫：25°C

單位：cm 誤差值：0

濃度 次數	5%	10%	15%	20%
1	1.0	1.1	1.2	1.3
2	1.0	1.1	1.2	1.3
3	1.0	1.1	1.2	1.3
4	1.0	1.1	1.2	1.3
5	1.0	1.1	1.2	1.3
合計	5.0	5.5	6.0	6.5
平均	1.0	1.1	1.2	1.3



(6) 發現：

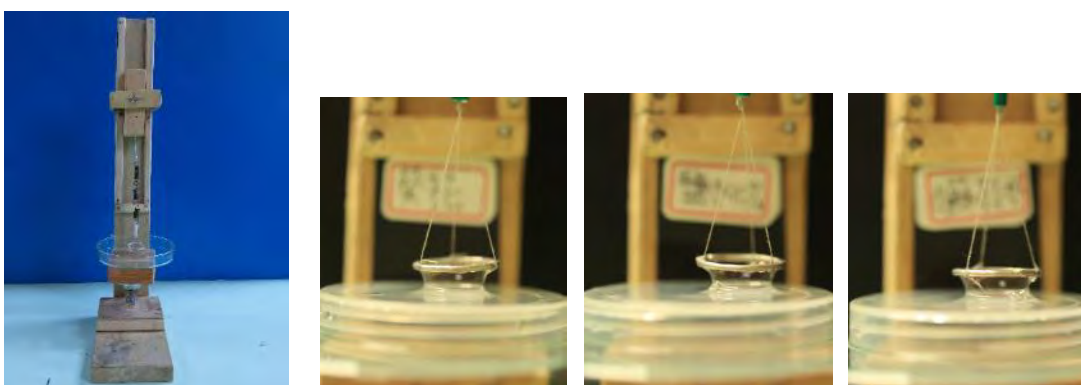
A. 發泡液濃度越高，拉出的泡泡膜越高；相反濃度越低，拉出的泡泡膜越低。

2、實驗 2：不同的液體加入發泡液後，拉出的泡泡高度會有不同嗎？

(1) 目的：想知道各種不同液體拉出的泡泡大小。

(2) 材料：自製拉泡泡機、不同的液體：發泡溶液、自來水、RO 水、蒸餾水、鹽水、糖水、甘油、酒精、小蘇打水、肥皂水、清醋

(3) 裝置：



(4) 變因方面：操縱變因：不同的液體(如材料)，其他參考實驗一。

(5) 操作方法：參考實驗一。

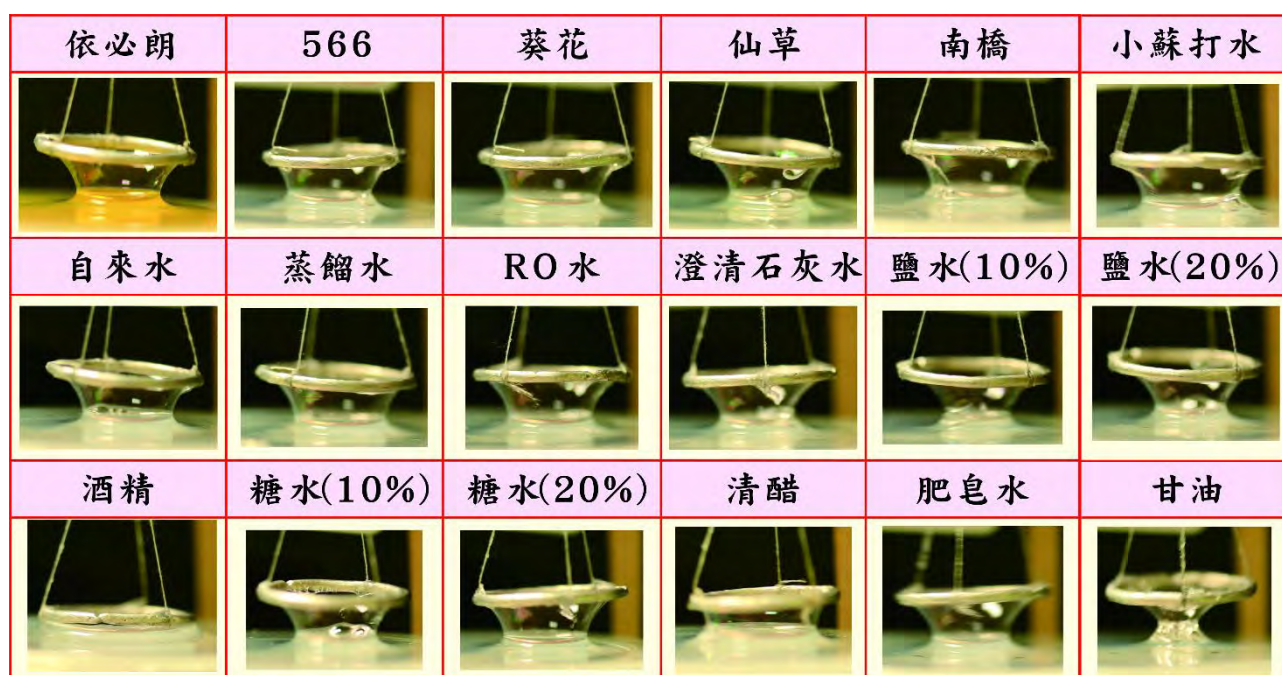
(6) 結果：室溫：25°C

單位：cm

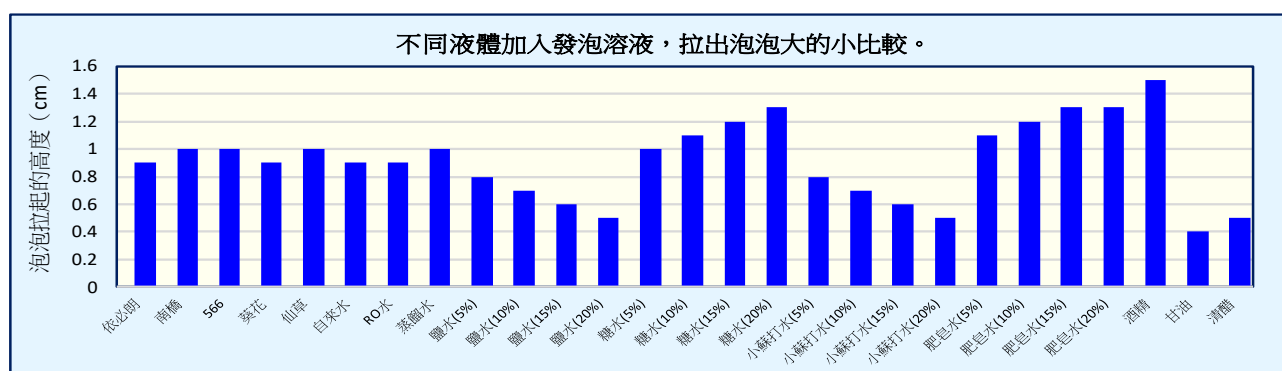
液體 高度	依必 朗	南 橋	566	葵 花	仙 草	自來 水	RO 水	蒸餾 水	鹽水 (5%)	鹽水 (10%)	鹽水 (15%)	鹽水 (20%)	糖水 (5%)	糖水 (10%)	糖水 (15%)	糖水 (20%)
1	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3
2	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3
3	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3
4	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3
5	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3
合計	4.5	5.0	5.0	4.5	5.0	4.5	4.5	5.0	4.0	3.5	3.0	2.5	5.0	5.5	6.0	6.5
平均	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0	0.8	0.7	0.6	0.5	1.0	1.1	1.2	1.3

液體 高度	小蘇打 水(5%)	小蘇打 水(10%)	小蘇打 水(15%)	小蘇打 水(20%)	肥皂 水(5%)	肥皂水 (10%)	肥皂水 (15%)	肥皂水 (20%)	酒精	甘油	清醋
1	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	0.4	0.5
2	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	0.4	0.5
3	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	0.4	0.5
4	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	0.4	0.5
5	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	0.4	0.5
合計	4.0	3.5	3.0	2.5	5.5	6.0	6.5	6.5	7.5	2.0	2.5
平均	0.8	0.7	0.6	0.5	1.1	1.2	1.3	1.3	1.5	0.4	0.5

(7) 結果照：



(8) 比較：



(9) 發現：

- 酸性水溶液做成的發泡液，被拉起的高度大約 0.5cm；市售的發泡溶液，被拉起的高度大約 1.0cm。蒸餾水發泡液被拉起泡泡高度（1.0cm）比 RO 水和自來水（0.9cm）高。
- 當肥皂水和糖水濃度越高時，做成的發泡液，被拉起的高度會越高。
- 鹽水的濃度越濃的狀況下，做成的發泡液，被拉起的泡泡高度越低。
- 小蘇打水溶液濃度越濃的狀況下，做成的發泡液，被拉起的泡泡高度越低。
- 從上面的發現中，我推測當物質和水溶解後，會破壞水本身的表面張力，有些則會增強水溶液的表面張力。

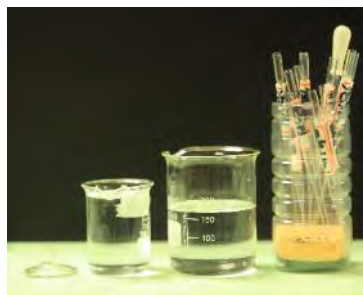
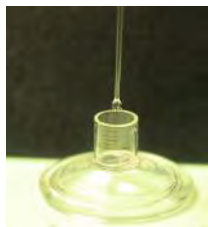
三、活動三：滴定實驗

(一)實驗一：標準滴管測定

1、目的：透過多次滴管實驗操作，測量滴管 1ml 的滴滿的滴數。

2、材料：1ml 量筒、1~20 號的滴管、蒸餾水

3、裝置：



4、變因方面：

(1) 操縱變因：不同的滴管

(2) 控制變因：相同量筒、相同蒸餾水、滴的方式相同、操作的方法與人相同

(3) 應變變因：滴滿 1ml 量筒的滴數

5、操作方法：

(1) 取一個玻璃製 10mL 的量筒，利用鋸子鋸到 1mL。

(2) 拿取 20 根全新滴管，分別貼上標籤。

(3) 將一號滴管吸取蒸餾水，並滴入 1ml 量筒中，直到滴滿不會溢出。

(4) 將 20 根滴管依造編號各做五次。

(5) 從 20 根滴管操作實驗中，選取一致性結果的滴管，作為滴定溶液的實驗材料。

6、結果： 室溫：25°C

單位:滴

誤差值：±0.7cm

滴管 次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	45	46	47	47	46	48	46	46	47	47	46	48	44	44	45	45	48	47	44	48
2	46	46	45	46	47	47	45	45	48	46	45	47	46	45	46	46	47	46	45	47
3	47	47	46	47	46	48	46	46	46	48	46	46	46	46	44	45	48	48	46	48
4	47	46	47	46	46	48	47	47	47	47	45	47	47	44	46	44	46	47	44	48
5	46	46	46	47	45	47	45	45	48	47	45	46	44	45	45	46	47	48	45	47
合計	231	231	231	233	230	238	229	229	236	235	227	234	227	224	226	226	236	236	224	238
平均	46	46	46	47	46	48	46	46	47	47	45	47	45	45	45	45	47	47	45	48

● 選擇 1、2、3、5、7、8 號的滴管，做為下面實驗的器材。

(二)實驗二：不同的液體會不會影響滴滿 1ml 量筒的滴數

1、目的

- (1) 從操作中，想知道不同的液體，滴滿 1ml 量筒的數量是否會不同。
- (2) 從實驗結果中，知道不同液體與蒸餾水滴滿 1mL 的差異性。

2、材料：1ml 量筒、玻璃滴管、液體參考活動二（實驗 2）

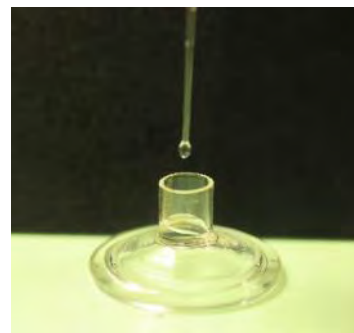
3、裝置：

4、變因方面：同實驗一，

- (1) 操縱變因：不同的液體（參考活動二實驗 2）

5、操作方法：

- (1) 調製並準備 20 種不同的水溶液。
- (2) 利用滴管吸取溶液，並一滴一滴滴入 1ml 量筒中，直到滴滿不會溢出來。
- (3) 數數看共滴了幾滴。
- (4) 每一種溶液分別做五次。



6、結果：室溫：25°C

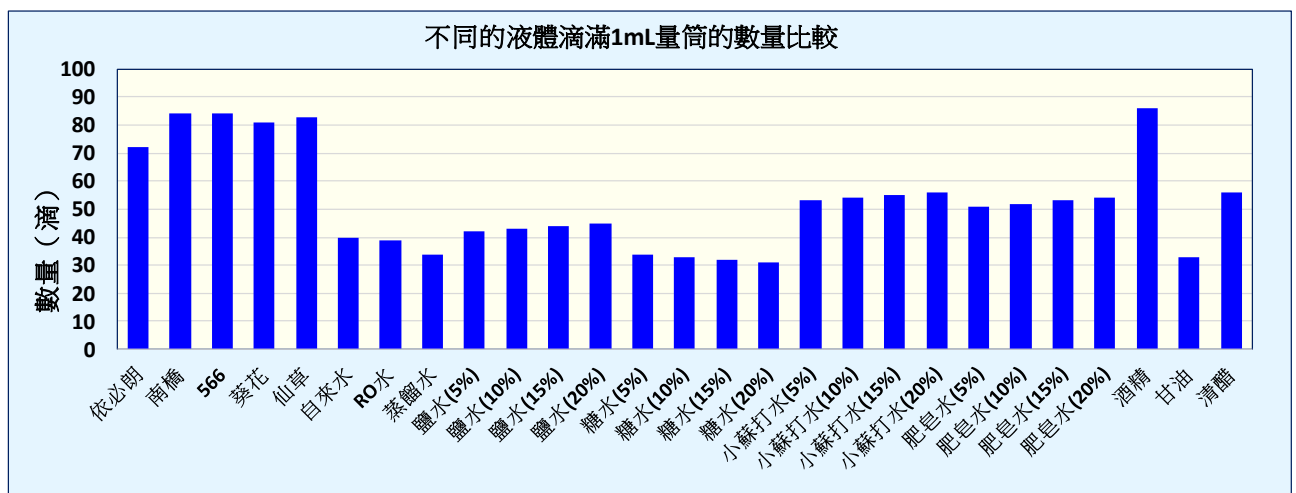
單位：滴

誤差值：0

液體 高度	依必 朗	南 橋	566	葵 花	仙 草	自來 水	RO 水	蒸餾 水	鹽水 (5%)	鹽水 (10%)	鹽水 (15%)	鹽水 (20%)	糖水 (5%)	糖水 (10%)	糖水 (15%)	糖水 (20%)
1	72	84	84	81	83	40	39	34	42	43	44	45	34	33	32	31
2	72	84	84	81	83	40	39	34	42	43	44	45	34	33	32	31
3	72	84	84	81	83	40	39	34	42	43	44	45	34	33	32	31
4	72	84	84	81	83	40	39	34	42	43	44	45	34	33	32	31
5	72	84	84	81	83	40	39	34	42	43	44	45	34	33	32	31
合計	360	420	420	405	415	200	195	170	210	215	220	225	170	165	160	155
平均	72	84	84	81	83	40	39	34	42	43	44	45	34	33	32	31

液體 次數	小蘇打 水(5%)	小蘇打 水(10%)	小蘇打 水(15%)	小蘇打 水(20%)	肥皂水 (5%)	肥皂水 (10%)	肥皂水 (15%)	肥皂水 (20%)	酒精	甘油	清醋
1	53	54	55	56	51	52	53	54	86	33	56
2	53	54	55	56	51	52	53	54	86	33	56
3	53	54	55	56	51	52	53	54	86	33	56
4	53	54	55	56	51	52	53	54	86	33	56
5	53	54	55	56	51	52	53	54	86	33	56
合計	265	270	275	280	255	260	265	270	430	165	280
平均	53	54	55	56	51	52	53	54	86	33	56

7、比較：



(三)實驗三：當滴管內徑相同，外徑不同時，滴滿 1ml 量筒，是否會影響滴的數量。

1、目的：想知道內徑相同外徑不相同的滴管，是否會影響滴的數量。

2、設計不同口徑的管子

(1) 探討：我們找不到內徑一樣，外徑不一樣的管子。

(2) 方法：老師討論後，決定要在塑膠滴管管口黏上膠帶，並且分別捲 0、3、6、9、12、15、18、21 圈，製作出相同內徑，不同外徑的滴管。

(3) 製作方法：

A. 準備 8 根滴管。

B. 在乳帽上寫上編號 0、3、6、9、12、15、18、21

C. 在滴管前端做記號。

D. 將膠帶捲在管上，分別捲 0、3、6、9、12、15、18、21 圈

E. 完成內徑相同外徑不同的滴管。

3、材料：自製滴管、1ml 量筒、水晶杯、蒸餾水

4、裝置：



5、變因方面：同實驗一：操縱變因改為：不同大小的外徑滴管

6、操作方法：

(1) 測量 1ml 蒸餾水並用滴管吸起。

(2) 將蒸餾水一滴一滴的滴出來，並數數看滴完的數量。

(3) 每一種都重複 10 次

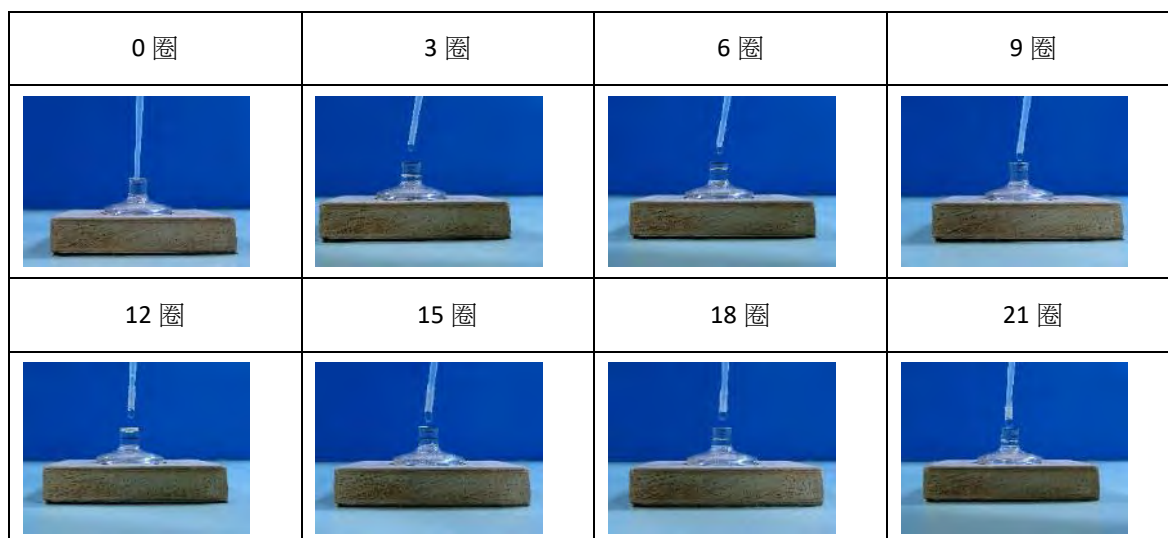


7、結果： 室溫：25°C

單位:滴

圈數 次數	0圈	3圈	6圈	9圈	12圈	15圈	18圈	21圈
1	17	16	15	14	13	12	11	10
2	17	16	15	14	13	12	11	10
3	17	16	15	14	13	12	11	10
4	17	16	15	14	13	12	11	10
5	17	16	15	14	13	12	11	10
合計	85	80	75	70	65	60	55	50
平均	17	16	15	14	13	12	11	10

8、比較

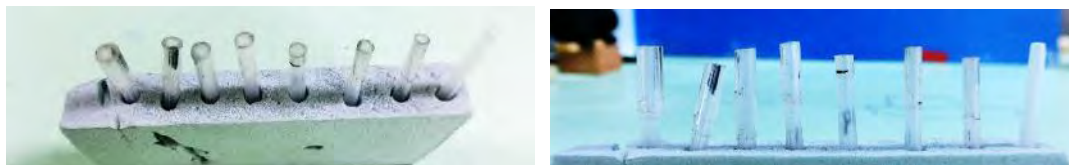


9、發現：

- (1) 當滴管的外徑越大，滴出 1ml 蒸餾水的滴數越少。
- (2) 從實驗當中，我們發現當滴管的外徑越大時，滴下的水滴愈大。

10、探討：

在前面的實驗中，我們發現不同溶液，利用滴管滴下的體積不一樣，而外徑不同內徑相同的滴管，滴下的溶液體積也不同。



四、活動四：液面高度的測量實驗

(一)實驗一：不同液體滴滿相同試管的高度會不會一樣

- 1、目的：透過試管滴滿實驗，想知道不同液體在試管滴滿的高度是否相同。
- 2、材料：試管 20 支、不同的液體(同活動二實驗二)、滴管、方格紙
- 3、裝置：

依必朗	566	葵花	仙草	南橋	自來水	蒸餾水	RO 水	澄清石灰水
鹽水(20%)	糖水(20%)	米醋	甘油	酒精	清醋	小蘇打水	金桔汁	肥皂水

4、變因方面：同活動二實驗二

5、操作方法：

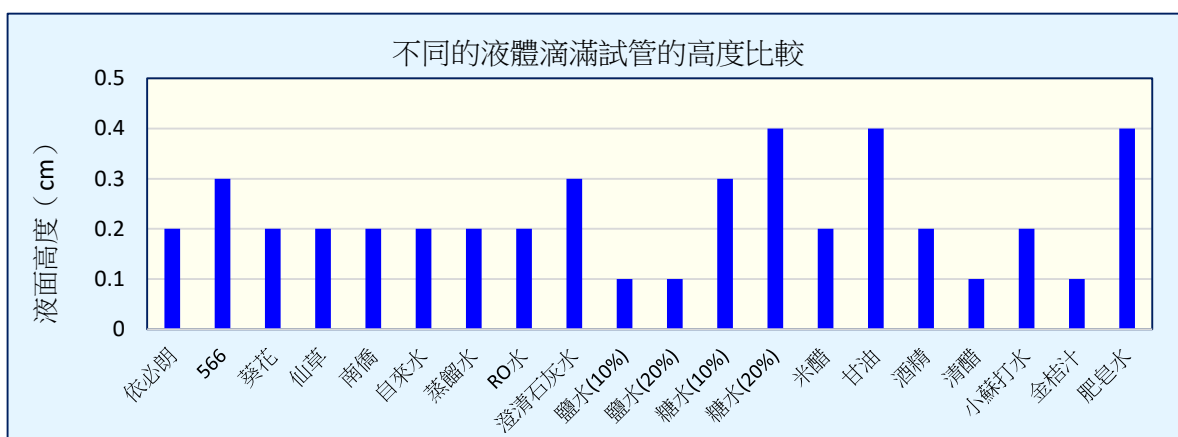
- (1) 準備不同的液體 20 種。
- (2) 將液體利用滴管滴入試管中，直到不會溢出。
- (3) 在試管後面貼上方格紙，以方便觀測量液體的高度。
- (4) 畫出液體高度的形狀並拍照。

6、結果：室溫：25°C

單位：cm

品牌	依必朗	566	葵花	仙草	南橋	自來水	蒸餾水	RO 水	澄清石灰水	鹽水 (10%)
高度	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1
品牌	鹽水 (20%)	糖水 (10%)	糖水 (20%)	米醋	甘油	酒精	清醋	小蘇打水	金桔汁	肥皂水
高度	0.1	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4

7、比較：



8、討論：

- (1) 發泡溶液的高度大約在 0.2~0.3cm 之間，其中以肥皂水 0.4cm 高度最高，其次 566 洗髮精 (0.3cm) 發泡溶液。
- (2) 溶液的高度大約在 0.1~0.4cm，差距較大；其中以糖水 20% 的 0.4cm 最高，而鹽水 20%、10% 為 0.1cm 最低。
- (3) 在鹼性及酸性溶液中，則可以發現清醋、金桔汁溶液在 0.1~0.2cm 高度較低；而鹼性溶液小蘇打水、澄清石灰水在 0.2~0.3cm，相較酸性溶液高度較高。
- (4) 其他的溶液高度在 0.2~0.3cm 之間，只有甘油(0.4cm)高度最高。

(二)實驗二：紅點瞄準鏡觀測不同液體在試管中的高度

當不同液體在試管中滴滿後，我透過肉眼平視直接觀察液面高度時，雖然我十分細心地觀測，但仍然擔心會有誤差。剛好爸爸有一個很特別的工具---紅點瞄準鏡觀測器，可以更精準地讀取數據。

1、目的：

- (1) 利用連通管原理，觀測不同液體液面高度的關係。
- (2) 利用連通管原理，減少在直接滴定過程中產生誤差，影響液面的高度。
- (3) 透過紅點瞄準鏡的照射，準確讀取液面高度。

2、材料：紅點瞄準鏡，其他同實驗一。

3、裝置：



連通管支架

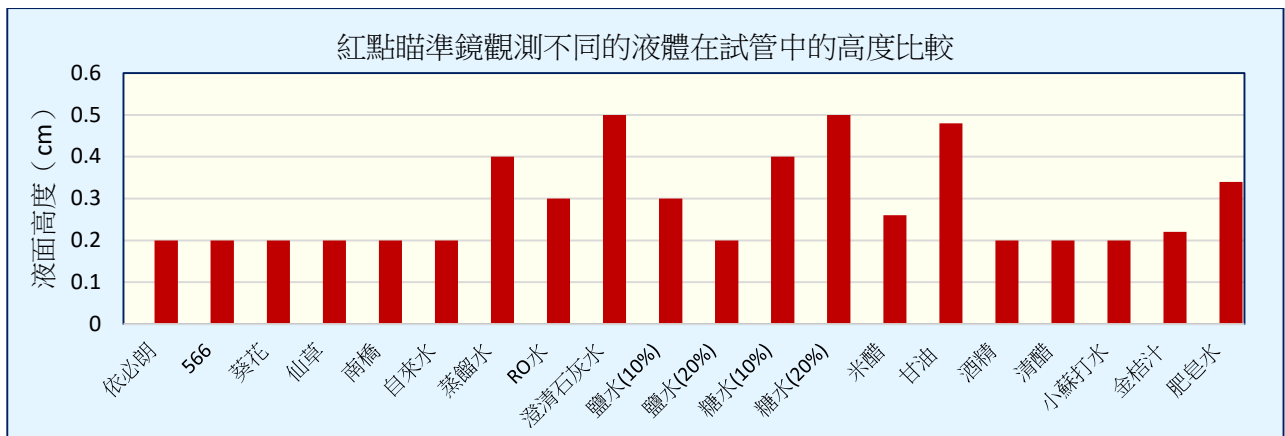
4、操作方法：同實驗一，測量高度時以紅點瞄準鏡觀測。

5、實驗結果與比較：室溫：25°C

單位：cm

誤差值：0

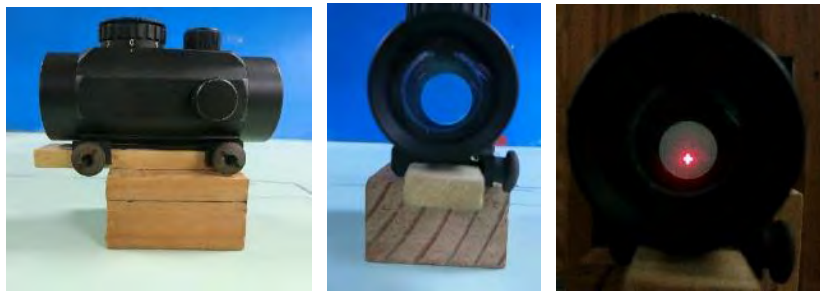
液體 次數	依 必 朗	566	葵 花	仙 草	南 橋	自 來 水	蒸 餾 水	RO 水	澄 清 石 灰 水	鹽 水 (10%)	鹽 水 (20%)	糖 水 (10%)	糖 水 (20%)	米 醋	甘 油	酒 精	清 醋	小 蘇 打 水	金 桔 汁	肥 皂 水	
1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4
2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3
4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.6	0.3	0.2	0.4	0.5	0.2	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4
5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
合計	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	2.2	1.5	2.5	1.5	1.0	2.0	2.5	1.3	2.4	1.2	1.1	1.0	1.1	1.7	
平均	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3



6、發現：20%糖水、甘油的液面高度都比蒸餾水高。

南橋	自來水	蒸餾水	RO水	鹽水(10%)	鹽水(20%)	糖水(10%)	糖水(20%)	甘油	酒精	清醋	肥皂水

紅點瞄準鏡



(三)實驗三：連通管原理測量不同外徑的管子和液面高度關係

當我將液體滴入試管中，利用紅點瞄準鏡觀測液面高度時，雖然可以比較精確地讀取數據，可是受到人為滴定的影響會比較多；因此我決定利用四年級學過的連通管原理來做改進。

1、目的：

- (1) 利用連通管原理，觀測相同內徑不同外徑的管子和水液面高度的關係。
- (2) 利用連通管原理，減少在直接滴定過程中產生誤差，影響液面的高度。

2、材料：自製連通管、不同外徑的管子（3、6、9、12、15、18、21 圈）、蒸餾水、紅點瞄準鏡、實體顯微鏡、架子

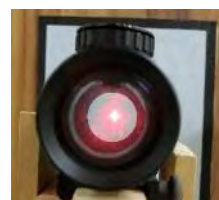
3、裝置：



4、變因方面：(參考活動三實驗三) 操縱變因：不同外徑的管子

5、操作方法：

- (1) 將不同外徑的管子插入連通管中。
- (2) 將蒸餾水倒入連通管中，直到水跑到不同外徑的管子中。
- (3) 利用滴管滴入蒸餾水到連通管中，直到不同外徑的管子中的水快溢出來。
- (4) 調整紅點瞄準鏡的高度，直到紅點瞄準液面頂端。
- (5) 讀取紅點打到方格紙上的高度。

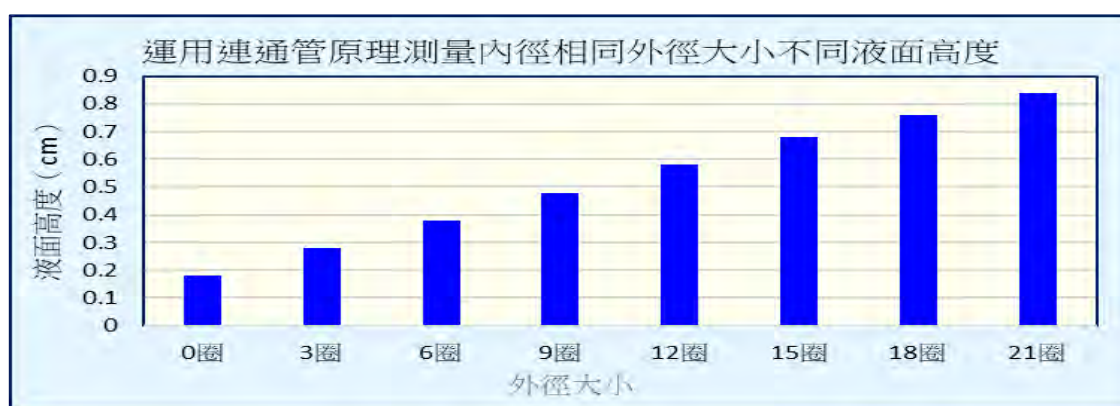










6、結果： 室溫：25℃

單位：cm

外徑	0 圈	3 圈	6 圈	9 圈	12 圈	15 圈	18 圈	21 圈
1	0.20	0.30	0.30	0.40	0.60	0.70	0.80	0.80
2	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.70	0.80
3	0.15	0.30	0.40	0.50	0.50	0.70	0.80	0.80
4	0.20	0.20	0.40	0.50	0.60	0.60	0.80	0.90
5	0.15	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.70	0.90
合計	0.90	1.40	1.90	2.40	2.90	3.40	3.80	4.20
平均	0.18	0.28	0.38	0.48	0.58	0.68	0.76	0.84

7、比較：



0cm	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm	18cm	21cm
							

8、發現：當管子的外徑越大時，蒸餾水液面高度越高。

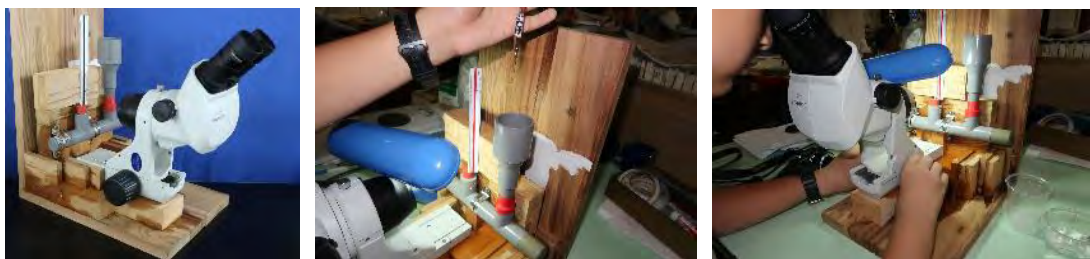
(四)實驗四：實體顯微鏡觀測液面高度

為了更精確觀測液面高度刻度，我在指導老師的引導下與爸爸的協助下，決定利用實體顯微鏡當做觀測儀器，自製連通管的管子改為鐵氟龍材質的管子，並使用更小單位的刻度尺。

1、目的：運用實體顯微鏡放大原理，配合連通管原理更精確觀測不同液面高度。

2、材料：鐵氟龍管 9 支、不同的液體(同活動三實驗二)、標準滴管、實體顯微鏡、標準比例尺（最小單位：0.05cm）、自製連通管

3、裝置：



4、變因方面：(參考活動三實驗二) 操縱變因：不同液體

5、操作方法：(參考活動四實驗三)

(1) 實體顯微鏡觀測

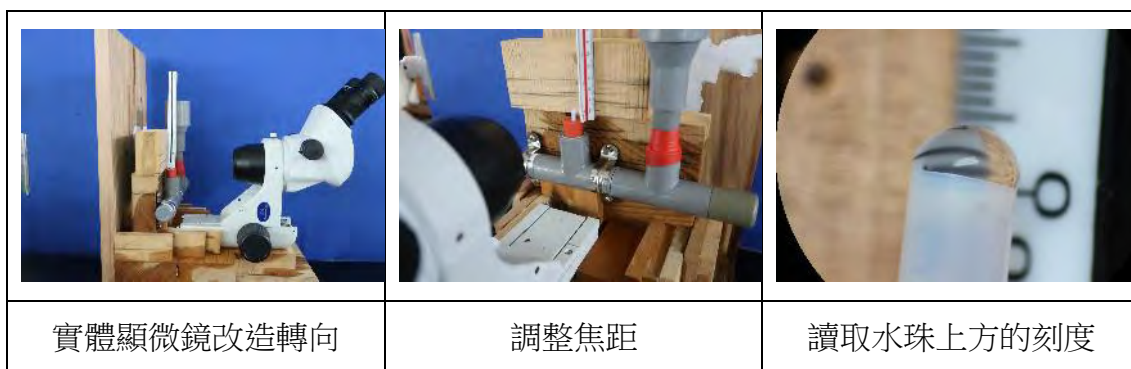
A. 改裝實體顯微鏡。

B. 將連通管上橡皮塞的管子改為鐵氟龍材質。

C. 將實體顯微鏡改造轉向，作為觀測液面高度儀器。

D. 調整實體顯微鏡與連通管上管子水珠的焦距。

E. 讀取水珠上方的刻度（每格 0.05cm）。

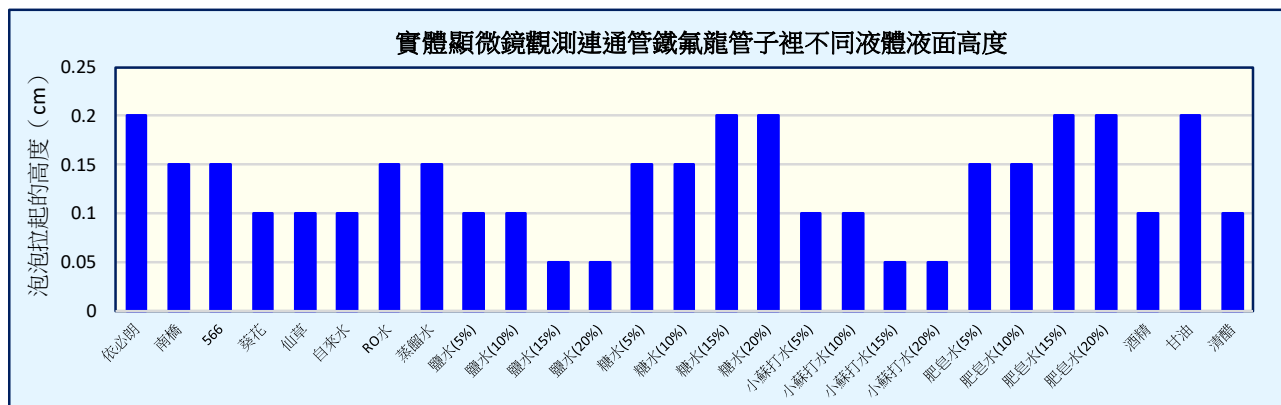


6、結果： 室溫：25°C 單位 cm 誤差值：0

液體 高度	依必 朗	南橋 566	葵 花	仙 草	自來 水	RO 水	蒸餾 水	鹽水 (5%)	鹽水 (10%)	鹽水 (15%)	鹽水 (20%)	糖水 (5%)	糖水 (10%)	糖水 (15%)	糖水 (20%)	
1	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20
2	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20
3	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20
4	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20
5	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20
合計	1.00	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.75	0.75	0.50	0.50	0.25	0.25	0.75	0.75	1.00	1.00
平均	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20

液體 高度	小蘇打 水(5%)	小蘇打 水(10%)	小蘇打 水(15%)	小蘇打 水(20%)	肥皂水 (5%)	肥皂水 (10%)	肥皂水 (15%)	肥皂水 (20%)	酒精	甘油	清醋
1	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10
2	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10
3	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10
4	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10
5	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10
合計	0.50	0.50	0.25	0.25	0.75	0.75	1.00	1.00	0.50	1.00	0.50
平均	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10

(五)比較：



(六)發現：

- 1、依必朗沐浴精、15%和20%糖水、15%和20%肥皂水、甘油液面高度都比蒸餾水高。



五、活動五：台南市境內三條溪流的水質液面高度測量

經過上面的實驗後，我發現液體的濃度、種類、水質等都會影響液體滴滿試管的高度，我想如果利用設計的連通管測定器，再配合改造的**實體顯微鏡**觀測台南市溪流的液面高度，應該可以瞭解它們之間的水質關係。

(一)目的：

- 1、利用自製連通管測定器，觀測不同溪流中水的高度。
- 2、從測量的結果，瞭解三條溪流的水質狀況。

(二)材料：

- 1、取水用具：水桶、空罐、繩子
- 2、實驗材料：三條溪流各八個位置的水（曾文溪、鹽水溪、二仁溪）、連通管測定器、滴定滴管、支架、實體顯微鏡

(三)變因方面：

- 1、操縱變因：三種溪水不同位置的水
- 2、控制變因：相同的連通管、相同滴管、實體顯微鏡、操作方法與操作的人相同
- 3、應變變因：液面高度的不同

(四)採集溪水：

- 1、首先我和老師討論選擇哪幾條溪流取樣，以及取樣的地點。
- 2、請爸爸帶我到這三條溪流的 24 個地點（每條溪流選取八個位置），各取一瓶水。
- 3、三條溪流取樣的位置為：



		
曾文溪：西港大橋下	鹽水溪：永安橋下	二仁溪：南雄橋下
		
曾文溪：玉峰大橋	鹽水溪：開運橋	二仁溪：二層橋

(五)實測：

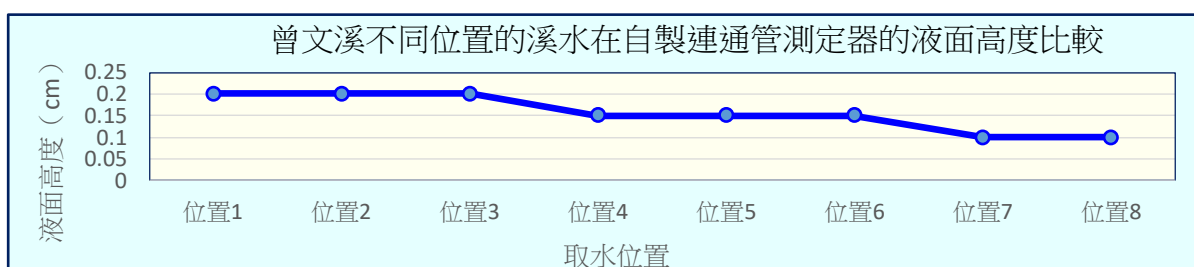
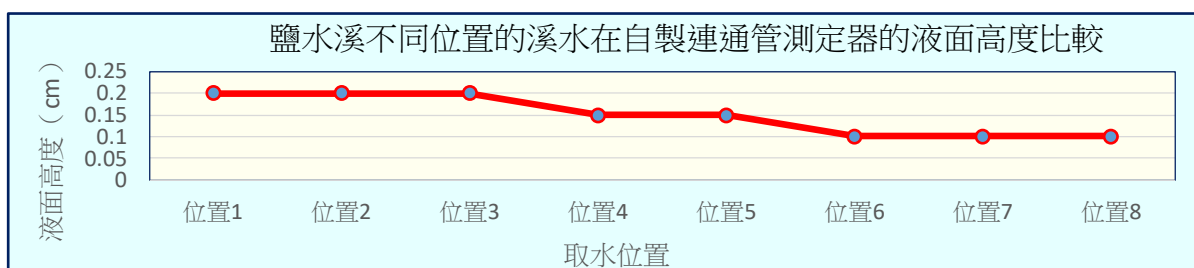
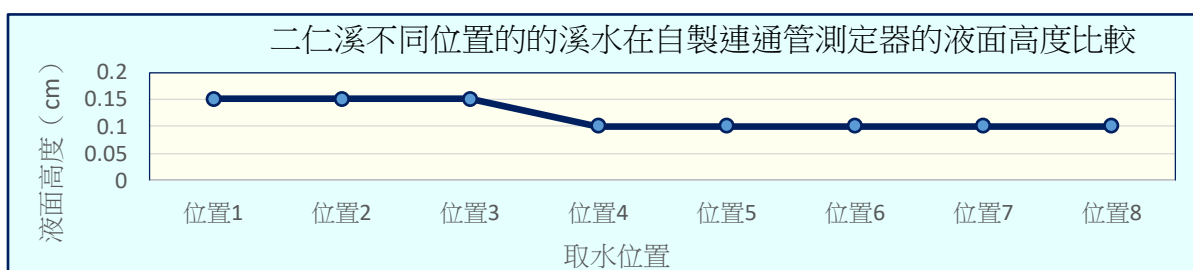
- 1、將取樣的水倒入連通管測定器中，再利用滴管慢慢滴入連通管中，直到快溢出來。
- 2、將實體顯微鏡觀測器調整到溪水液面頂端，調整焦距。
- 3、讀取標準比例尺刻度並記錄。
- 4、分別觀測三條溪流取樣的 24 瓶水。
- 5、每一個位置的水各觀測五次，取平均值。

(六)結果： 室溫：25°C 單位：cm

- 由上游到下游出海口，編號依序為 1~8

位置 次數	位置 1	位置 2	位置 3	位置 4	位置 5	位置 6	位置 7	位置 8
二仁溪	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
鹽水溪	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
曾文溪	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10

(七)比較：



(八)發現：

- 1、不同溪水水質的液面高度真的會有不同。
- 2、從結果發現，曾文溪在測定器的液面高度最高，二仁溪在測定器的液面高度最低。
- 3、三條溪流的溪水在測定器液面高度，越往下游在測定器液面高度越低。

伍、討論

- 一、我從吹泡泡的活動中，發現用人吹的泡泡大小不一，每次吹進去的空氣也無法控制；因此我設計利用注射筒、螺帽的重力來吹泡泡，製作出來的吹泡泡機器，吹的泡泡空氣量可以控制，也可以固定吹泡泡的角度。
- 二、我也設計製作拉泡泡機，利用鋁環拉起發泡液，來知道各種液體拉起泡泡膜的高度。
- 三、我在拉泡泡機和吹泡泡模擬器方面，需要加入發泡液才可以實驗，於是我自製 1mL 量筒，利用標準滴管滴入各種液體到 1mL 量筒中，瞭解不同液體滴滿 1mL 滴數變化。
- 四、在測試吹泡泡、拉泡泡和滴定實驗過程中，會造成些許的誤差，因此我進一步自製了連通管來觀測液體的液面高度。一開始我使用紅點瞄準鏡來觀測，可以清楚看見液面高度；但是放大功能並不理想，於是在爸爸的協助下，改造了實體顯微鏡來觀測液體的液面高度，也將後面的方格紙刻度，改為一格 0.05cm 的標準尺，可以更清楚讀取更小的刻度，使實驗誤差值變得更小。
- 五、從拉泡泡的實驗中，可以發現不同濃度的發泡液、不同的液體配置的發泡液、不同濃度的鹽水、糖水製成的發泡液，被拉起的高度是不同的。這也代表著這些液體的表面張力是不同，其中最特別的是糖水濃度越濃被拉起的高度越高；鹽水濃度越濃，反而被拉起的高度變低了。還有酸性溶液被拉起的高度也很低。
- 六、我製作 1mL 的量筒，以蒸餾水滴滿的滴數（滴滿時是 34 滴）為基準，並測量不同液體在 1mL 量筒中滴滿的滴數，來瞭解不同液體的表面張力，結果發現酸性溶液、自來水、RO 水、鹽水、酒精和各種發泡液的滴數都比蒸餾水多，其中發泡液幾乎都超過 60 滴；酒精也是超過 60 滴；其他都比蒸餾水少。
- 七、當使用內徑相同外徑不同的滴管時，會不會影響滴的數量呢？這也是我在實驗時，所關心的項目，所以我試著找這樣的材料，可是都找不到，最後想了好久，發現可以利

用透明膠帶包住滴管，這樣外徑就會不同。

八、利用不同外徑相同內徑的滴管進行滴定實驗時，發現外徑越大滴滿 1mL 的數量越少，好奇怪喔？不是內徑相同嗎？我仔細觀察，發現當滴管吸水時，水除了被吸在內徑外，還會一些附著在外徑上，當我們滴下水時，它的一滴水就比其外徑小的多。

九、液面高度的實驗中，我將不同液體、不同濃度的肥皂水滴滿試管，觀測它們的液高，結果發現酸性溶液的液面高度還是比蒸餾水低。糖水的液面高度還是比較高。肥皂水的濃度越高，液面高度也越高，代表它的表面張力比較大。另外溫度的高低也會影響表面張力。

十、我從吹泡泡、拉泡泡、液面滴定實驗及液面高度實驗中，發現利用不同的方法測量出來的液體表面張力結果相似；測定液面高度時，從利用試管、滴管到最後鐵氟龍材質管子，發現液體對管子的附著力越小，不同液面高度的差異性也就越明顯。

十一、為了減少滴定時的誤差，我利用簡單的連通管原理所做出來的器材，能精確簡單測量液體的高度；在台南市三條溪流（曾文溪、鹽水溪、二仁溪）取水，進行水質的液體表面張力測量，結果發現三條溪水中、下游的表面張力都比 RO 水低，所以這條溪的溪水是不從隨意取用。

陸、結論

一、利用針筒吹出泡泡原來因施力的大小不易控制，導致吹出泡泡的大小不穩定。經過三代吹泡泡模擬氣得改進，利用螺帽重力壓和設計的改進，能成功的吹出穩定的泡泡，也使測出的表面張力穩定下來，而做出各種吹泡泡表面張力的比較。

二、拉出溶液泡泡的實作中，因為設計的儀器精準，使不同濃度的發泡液拉出的泡泡有穩定性，足以做比較各種水溶液拉出的高度，也可以利用自製拉泡泡機細膩的、慢慢的、精準的拉高，而從拉高的長度，比較出水溶液的表面張力大小。拉得越高液體代表表面張力越大。

三、測量各種水溶液 1mL 的滴數，因為 1mL 的量筒不易取得，所以在老師指導下，利用 10mL 量筒改造，成功的做出 1mL 量筒。這個量筒在測量滴滿 1mL 水溶液的量是容易而準確。從實作中知道，用同一支滴管滴滿 1mL 的滴數溶液是不同的，如果滴滿

1mL，滴數越多表示該溶液表面張力越小，滴數越少，溶液表面張力越大。

四、從實作中知道滴管的內徑相同外徑不同時，滴 1ml 蒸餾水的滴數不同，外徑越小滴滿 1mL 滴數越大，液體外面張力越小；也就是蒸餾水在這樣的滴管中表面張力比較小。

五、利用連通管原理來測液體表面張力，最大優點，滴管或管中水面的水是從連接的管中流過去的，所以當水慢慢增加時，不容易流出來或濺出來，所以當水快滿、將滿的同時，可以測出液面高度，再利用實體顯微鏡觀測就更準確了。

六、利用測液體表面張力的方法，也可用來測定使用水和喝的水來的清潔度。

柒、參考資料

化學課程教學編輯委員會（1996）。化學。台北：辛文京開發出版。

魏明通（2006）。普通化學。台北：五南。

林文雄譯（2006）。化學（Nivaldo J. Tro 著）。台北：培生出版。

陶雨台譯（1976）。大學普通化學（Keenan.Wood.Kleinfelter 著）。台北：曉園出版。

林孟好、郭曉芮（2008）。臺灣國際科展 2008 年物理與太空科學第一名。表面張力測量新方法-連通管原理的再應用。

【評語】 080112

設計各種測量表面張力的方法，並利用紅點瞄準鏡和實體顯微鏡觀測，測量滴管的液高等，測量液滴的表面張力的大小，實驗精心設計製作極具創意。動手能力極強，內容豐富，結合物理知識，測量表面張力大小。並量測溪流上中下流水質的表面張力，提供水質的潔淨度，能應用在日常生活中現象，探討其原因。設計量測表面張力方法，具教學功能。

壹 研究動機

每個禮拜五，班上的同學都會和二年級的弟弟、妹妹們玩科學遊戲，科學遊戲的第一單元是「吹泡泡」。我們先準備了水晶肥皂、RO水、水晶杯、竹筷子和吸管。首先，我們把肥皂切成一片片的細絲，然後放入裝有RO水的水晶杯中，在利用竹筷子攪拌，最後就利用吸管沾肥皂水吹出泡泡。在吹泡泡的過程中，發現大家吹出的泡泡都不一樣；有些很大，有些很小；有些飛很遠，有些飛很近，有些很快的破掉，怎麼會這樣呢？於是我就利用午休和假日到科學中心，瞭解為什麼肥皂水容易可以吹出泡泡，而且到底藏著什麼秘密？在老師的指導及參考文獻資料，我做了更細膩的研究。 作品與教材相關性：南一四下第三單元水的流動

貳 研究目的

- 一、利用針筒吹出泡泡，想知道不同的水是否會影響吹泡泡的大小，泡泡越大影響越小。
- 二、利用鉛環拉起液體，並測量高度，想知道各種液體拉起的高度，以及不同濃度的溶液拉起高度的關係。
- 三、利用滴管滴入各種液體到1mL量筒中，想知道各種液體需要幾滴才能滴滿1mL量筒，越少滴代表表面張力越大。
- 四、想知道內徑相同外徑不同的滴管，是否會影響蒸餾水滴滿1mL量筒中的滴數。
- 五、利用連通管原理、紅點瞄準鏡和實體顯微鏡更精確測量各種液體高度；並從取樣台南溪流的水，測量溪水在連通管上鐵氟龍管液面高度，瞭解水質狀況。


參 研究器材

- 一、液體
(一)發泡液：依必朗沐浴精、南橋洗碗精、566洗髮精、葵花洗髮精、仙草沐浴精
水：自來水、RO水、蒸餾水
(二)中性水溶液：糖水、鹽水、肥皂水（分別5%、10%、15%、20%）
(三)鹼性水溶液：小蘇打水溶液（5%、10%、15%、20%）
(四)酸性水溶液：清醋
(五)其他：酒精（95%）、甘油
- 二、儀器：吹泡泡機、拉泡泡機、1mL量筒、連通管、紅點瞄準鏡、實體顯微鏡、架子
- 三、容器：水晶杯、燒杯（80mL）、燒杯（200mL）、玻璃滴管、量筒、試管、1mL滴定管、不同外徑滴管
- 四、其他：玻棒、濾紙、白紙、尺、相機、方格紙、吸管

肆 研究過程與結果

活動一 吹泡泡活動

實驗一：大家來吹泡泡

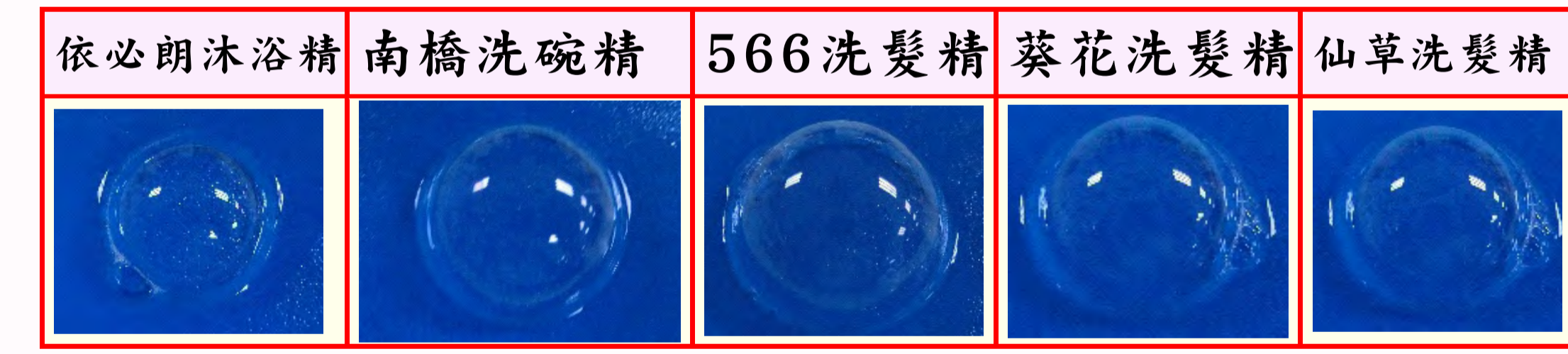
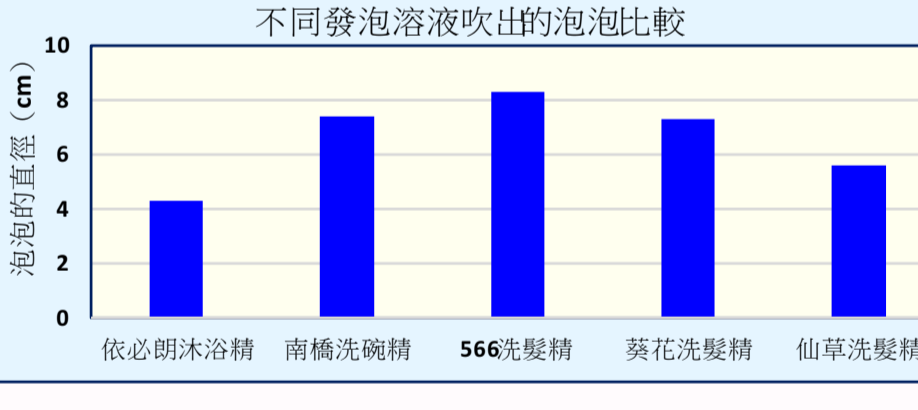
- 1、目的：從活動中比賽誰吹的泡泡最大。
- 2、材料：水晶肥皂、蒸餾水、吸管、水晶杯、竹筷子、鋸子
- 3、地點：班級教室
- 4、結果：
- 5、發現：
 - (1) 每個人吹出的泡泡大小、多少、距離、維持的時間都不一樣。
 - (2) 過程中也發現大家吹泡泡的方式也不一樣，如：角度不同、吹出空氣量不同。
 - (3) 大家在泡肥皂水的量不同，周圍會有風干擾，這樣吹出的泡泡不夠科學。

實驗二：五種不同發泡溶液吹出泡泡

- 1、目的：想知道市售的發泡溶液吹出泡泡的長度。
- 2、裝置與操作：

3、結果：室溫：25°C 單位：cm

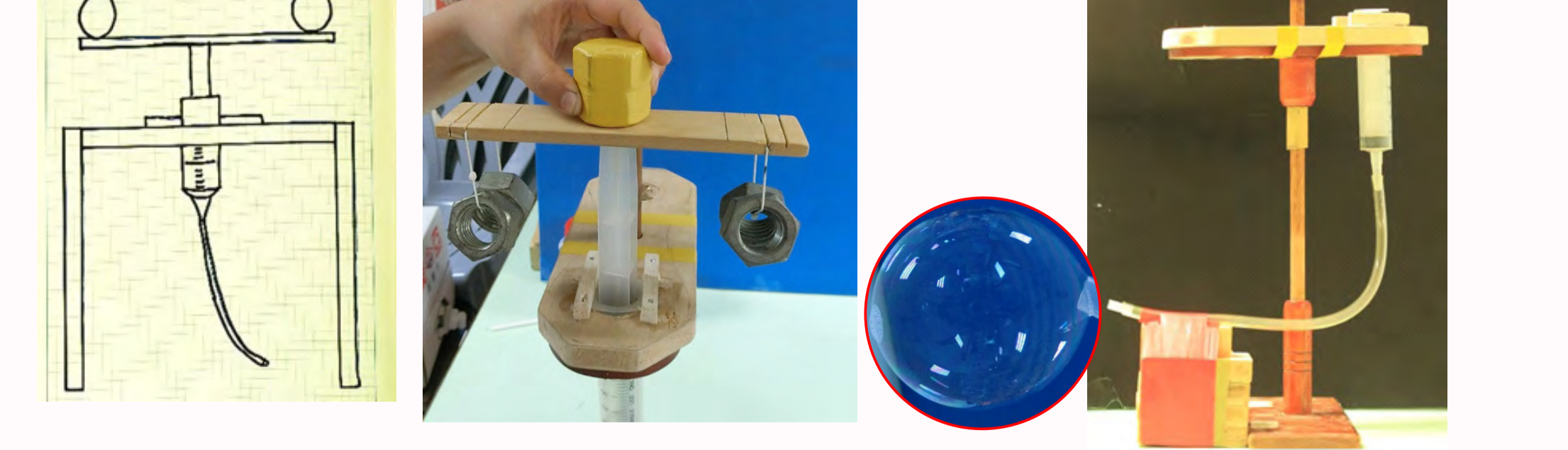
品牌	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
依必朗沐浴精	4.1	4.0	4.5	4.6	4.4	4.5	5.0	4.1	4.0	4.0	43.2	4.3
南橋洗碗精	7.0	7.1	7.8	7.0	7.1	7.9	7.5	7.5	7.2	7.7	73.8	7.4
566洗髮精	8.5	8.0	8.0	8.8	8.1	8.7	8.4	8.0	8.5	8.1	83.1	8.3
葵花洗髮精	7.0	7.2	7.5	7.2	7.1	7.0	7.1	7.9	7.5	7.0	72.5	7.3
仙草洗髮精	5.3	5.5	5.4	5.8	5.9	5.5	5.9	5.7	5.8	5.6	56.4	5.6



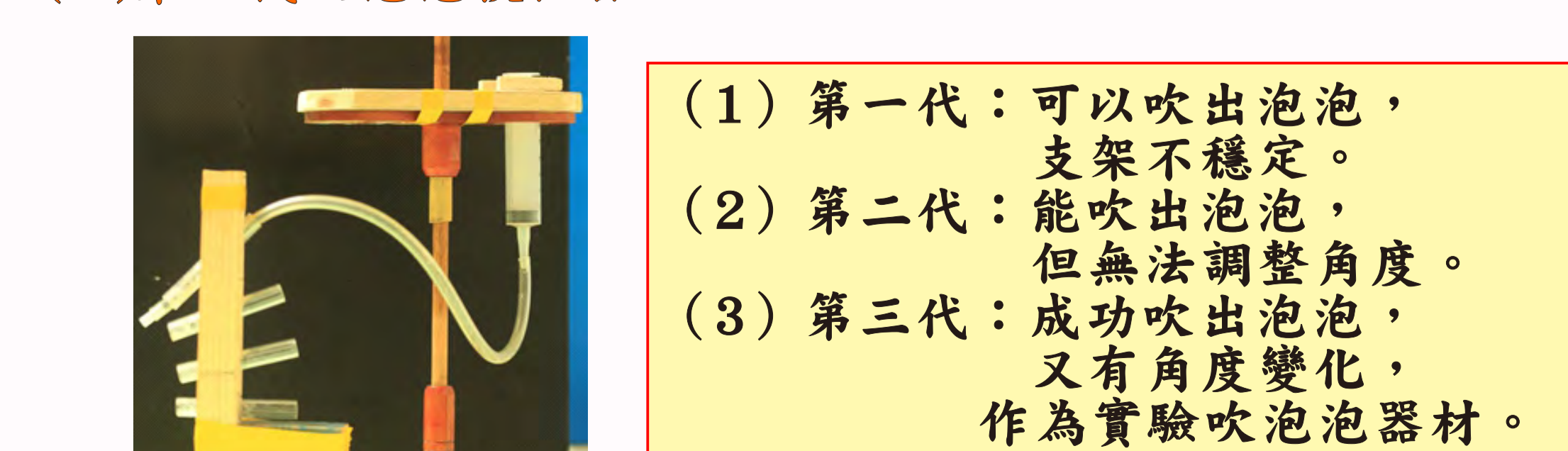
- 4、討論：
 - (1) 發泡液中，以566洗髮精做成的發泡液吹出的泡泡最大，直徑8.3cm。
 - (2) 以依必朗沐浴精吹出泡泡最小，直徑4.3cm。
 - (3) 每一種發泡液吹出的泡泡停留在桌上的時間也不同。
- 5、改進：
 - (1) 設計吹泡泡機
 - (2) 將人工吹氣改為針筒吹氣
 - (3) 將吹氣孔改為四個角度（0° .15° .30° .45°）
 - (4) 設計製作吹泡泡模擬器，代替人工吹氣。

二、吹泡泡模擬器的製作與改進

(一)第一代吹泡泡模擬器



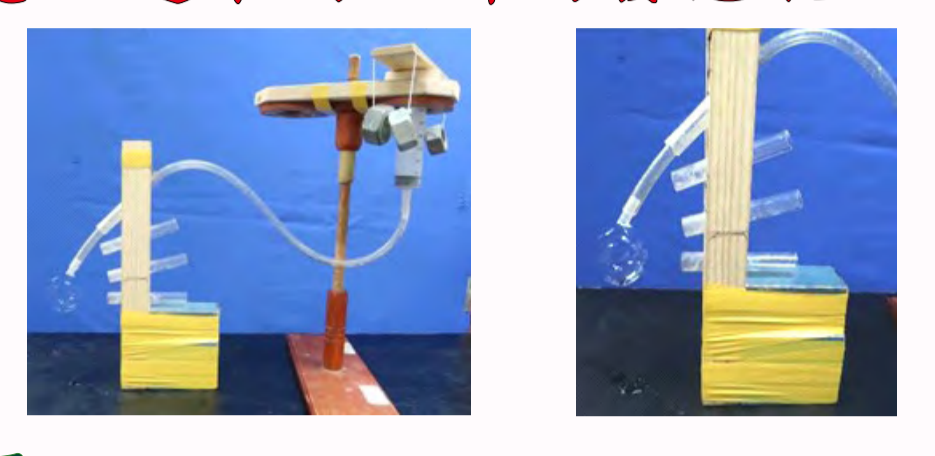
(二)第二代吹泡泡模擬器

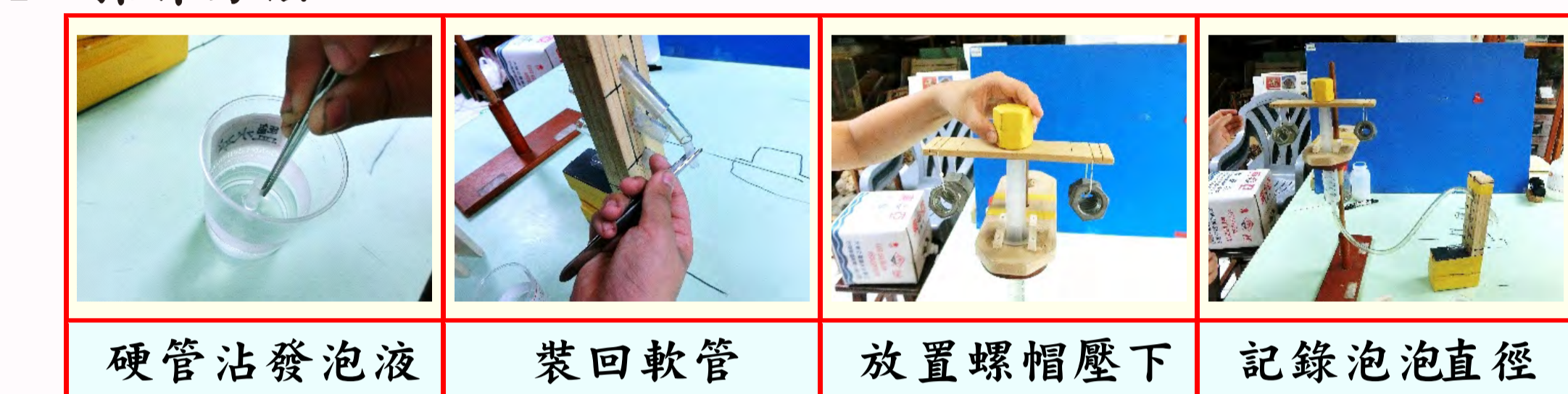


(三)第三代吹泡泡模擬器

- (1) 第一代：可以吹出泡泡，支架不穩定。
- (2) 第二代：能吹出泡泡，但無法調整角度。
- (3) 第三代：成功吹出泡泡，又有角度變化，作為實驗吹泡泡器材。

實驗三：不同品牌的發泡液，吹出泡泡的大小與停留時間

- 1、目的：想知道不同品牌的發泡液吹出泡泡的大小與停留時間。
- 2、裝置：
- 3、變因方面：
 - (1) 操縱變因：不同品牌的發泡液（依必朗沐浴精、南橋洗碗精、566洗髮精、葵花洗髮精、仙草沐浴精）
 - (2) 控制變因：第三代吹泡泡模擬器、使用相同的吹氣管（45°）、相同的水溶液、沾相同量的發泡液、沾的時間相同、壓泡泡器的螺帽重量一樣、從相同的高度壓下、吹的氣體量是相同的
 - (3) 應變變因：吹出的泡泡大小與停留時間
- 4、操作方法



5、結果與比較：單位：cm 室溫：25°C 時間 誤差值：±1秒，直徑誤差值：±0.1cm

品牌	次數	1	2	3	4	5	合計	平均
依必朗沐浴精	時間	11	13	13	11	11	59	12
沐浴精	直徑	5.2	5.2	5.2	5.1	5.1	25.8	5.2
南橋	時間	104	102	100	103	104	513	103
洗碗精	直徑	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	30.0	6.0
566	時間	90	90	91	90	90	451	90
洗髮精	直徑	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	30.0	6.0
葵花	時間	74	73	73	73	72	365	73
洗髮精	直徑	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9	29.5	5.9
仙草	時間	121	120	123	121	121	606	121
洗髮精	直徑	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	25.0	5.0



- 6、發現：
 - (1) 566洗髮精和南橋洗碗精做成的發泡液吹出的泡泡最大（直徑6.0cm），其次是葵花洗髮精（直徑5.9cm）
 - (2) 仙草洗髮精做成的發泡液吹出的泡泡最小（直徑5.0cm）。
 - (3) 泡泡停留時間，以仙草洗髮精發泡液最持久（121秒），其次是南橋洗碗精（103秒）；泡泡停留時間最短的是依必朗沐浴精，只有12秒。
- 7、想法：
 - (1) 水有分自來水、RO水、蒸餾水，這三種水的雜質是不同的。
 - (2) 如果將同樣的發泡液加入這三種水中，水裡的雜質是否會影響吹出泡泡的大小。

實驗四：不同的水調配的發泡液所吹出的泡泡，大小是否相同。

- 1、目的：想知道相同的發泡液加入不同的水，是否會影響吹出的泡泡大小。
- 2、結果：室溫：25°C 單位：cm

水	自來水					RO水					蒸餾水					
	次數	1	2	3	合計	平均	1	2	3	合計	平均	1	2	3	合計	平均
直徑	6.0	6.0	6.0	30	6.0	6.0	6.0	6.0	30	6.0	6.0	6.0	30	6.0	6.0	6.0
時間	46	46	45	137	45	75	76	76	227	75	88	88	89	265	88	

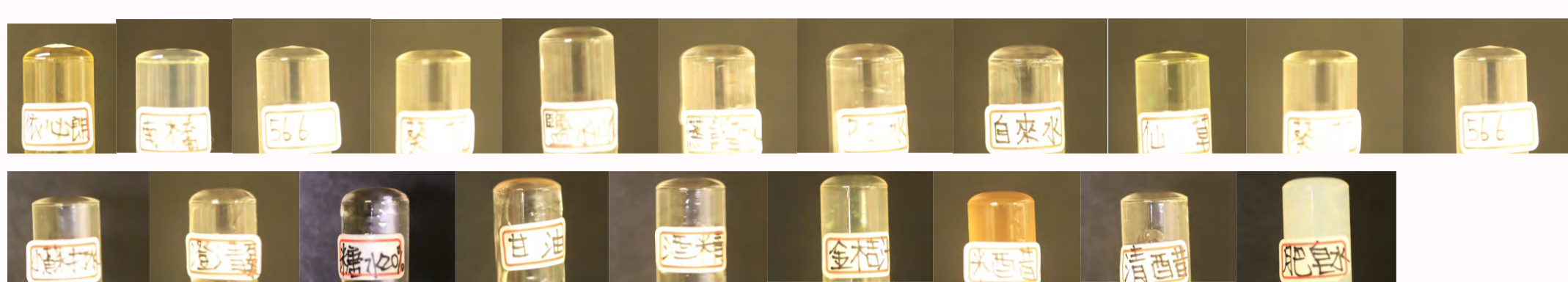


- 3、發現：
 - (1) 蒸餾水、RO水和自來水做成的發泡液，吹出的泡泡都一樣大（6.0cm）。
 - (2) 蒸餾水發泡液吹出的泡泡，停留時間最久（88秒），自來水做成的發泡液，停留時間最短（45秒）。
- 4、想法：
 - (1) 記得一年級的時候，我們曾經玩過一種遊戲，就是把泡泡拉得很長。
 - (2) 所以我決定要自己製作一台拉泡泡機。

活動四 液面高度的測量實驗

實驗一：不同液體滴滿相同試管的高度會不會一樣

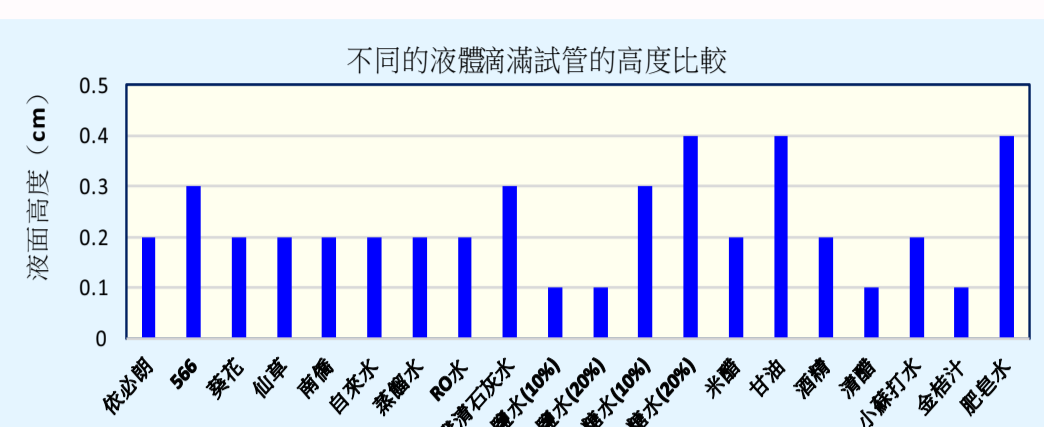
- 目的：透過試管滴滿實驗，想知道不同液體在試管滴滿的高度是否相同。
- 裝置：



3、結果：室溫：25°C 單位：cm

4、比較：

品牌	依必明	566	葵花	仙草	南橋	自來水	蒸餾水	RO水	澄清石灰水	鹽水(10%)	鹽水(20%)	糖水(10%)	糖水(20%)	米醋	甘油	酒精	清醋	小蘇打水	金桔汁	肥皂水
高度	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.1	0.4



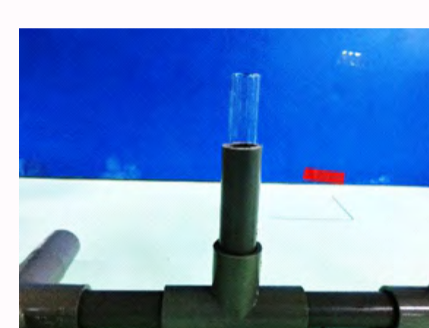
5、發現：溶液的高度大約在0.1-0.4cm，差距較大；其中以糖水、甘油20%的0.4cm最高，而鹽水20%、10%為0.1cm最低。

實驗二：紅點瞄準鏡觀測不同液體在試管中的高度

透過肉眼平視直接觀察試管液面高度時，誤差較高。剛好爸爸有一個紅點瞄準鏡觀測器，可以更精準地讀取數據。

1、目的：

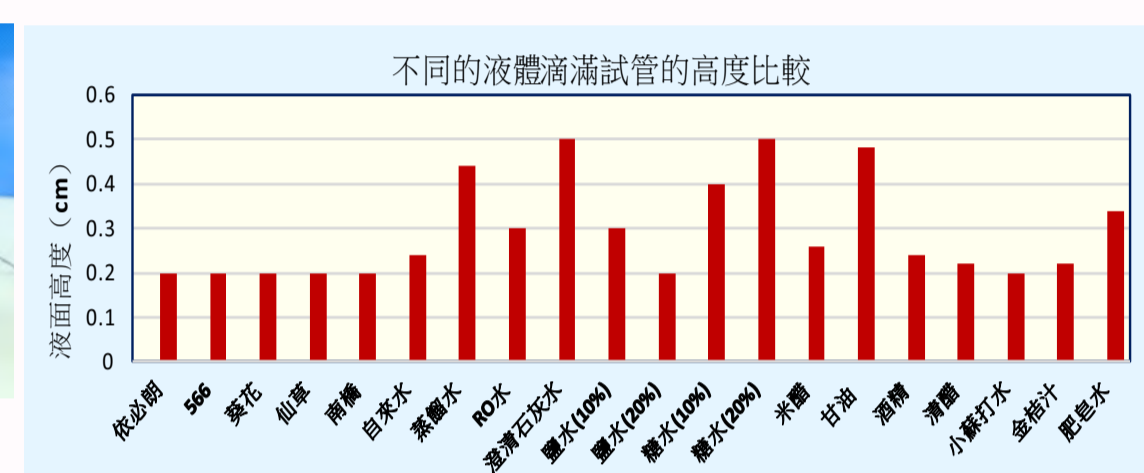
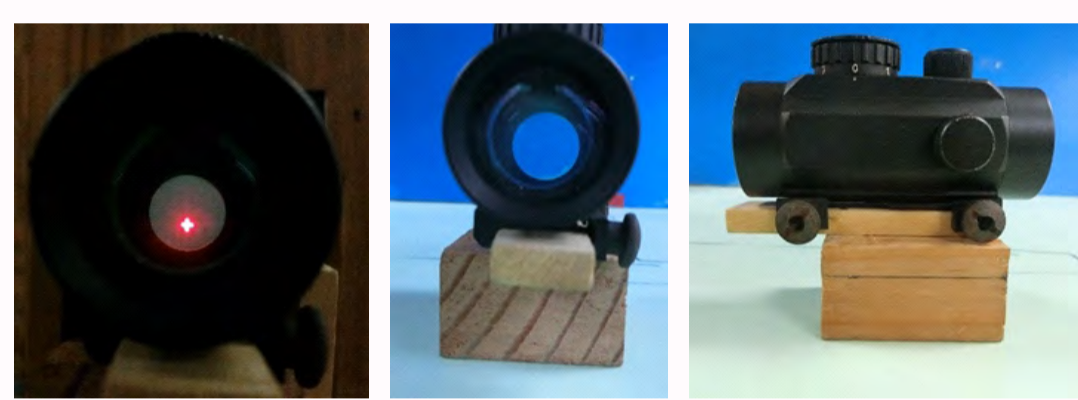
- 利用連通管原理，觀測不同液體液面的高度。
- 利用連通管原理，減少在直接測定過程中產生誤差，影響液面的高度。
- 透過紅點瞄準鏡的照射，準確讀取液面高度。



2、實驗結果：室溫：25°C 單位：cm 誤差值：0

連通管支架

液體次數	依必明	566	葵花	仙草	南橋	自來水	蒸餾水	RO水	澄清石灰水	鹽水(10%)	鹽水(20%)	糖水(10%)	糖水(20%)	米醋	甘油	酒精	清醋	小蘇打水	金桔汁	肥皂水
平均	0.2	0.20	0.20	0.20	0.2	0.3	0.4	0.3	0.5	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3



3、發現：20%糖水、甘油、澄清石灰水的液面高度都比蒸餾水高。

實驗三：連通管原理測量不同外徑的管子和液面高度關係

1、目的：

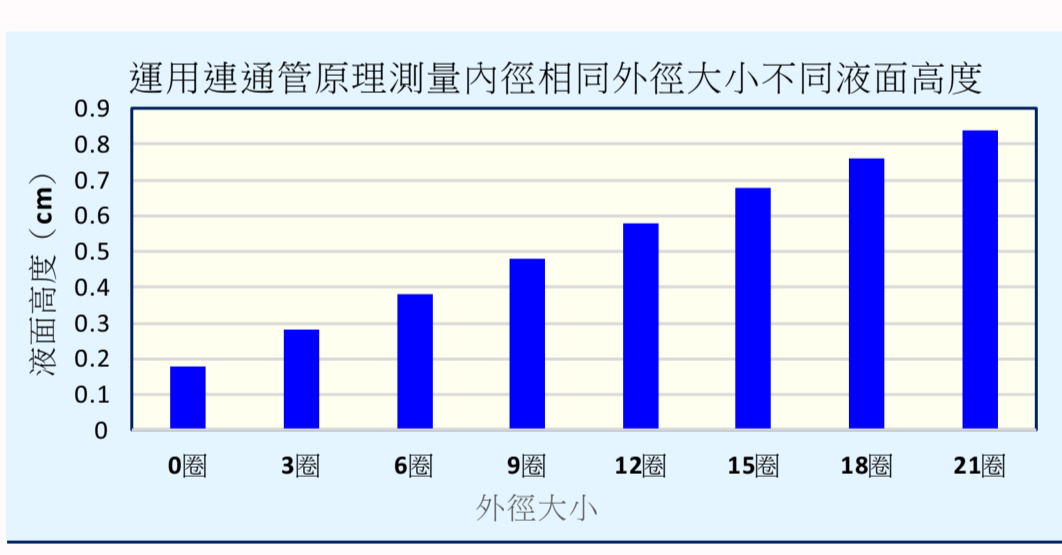
- 利用連通管原理，觀測相同內徑不同外徑的管子和水液面高度的關係。
- 利用連通管原理，減少在直接測定過程中產生誤差，影響液面的高度。

2、裝置：



3、結果：室溫：25°C 單位：cm

圓數	0圓	3圓	6圓	9圓	12圓	15圓	18圓	21圓
1	0.20	0.30	0.30	0.40	0.60	0.70	0.80	0.80
2	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.70	0.80
3	0.15	0.30	0.40	0.50	0.50	0.70	0.80	0.80
4	0.20	0.20	0.40	0.50	0.60	0.60	0.80	0.90
5	0.15	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.70	0.90
合計	0.90	1.40	1.90	2.40	2.90	3.40	3.80	4.20
平均	0.18	0.28	0.38	0.48	0.58	0.68	0.76	0.84



4、發現：當管子的外徑越大時，蒸餾水液面高度越高。

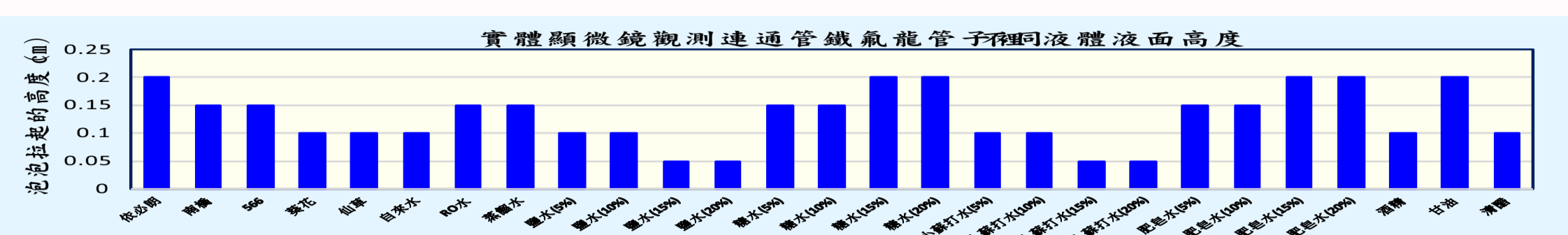
實驗四：實體顯微鏡觀測液體高度

利用實體顯微鏡當做觀測儀器，自製連通管的管子改為鐵氟龍材質的管子，並使用更小單位的刻度尺。

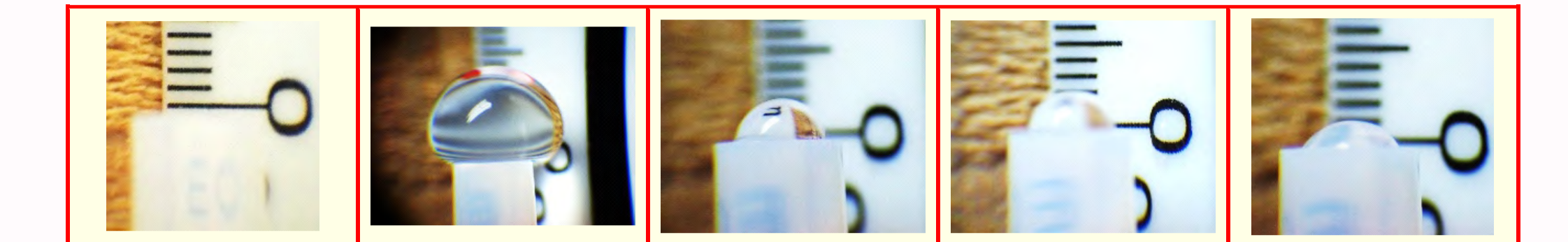
- 目的：運用實體顯微鏡放大原理，配合連通管原理更精確觀測不同液面高度。
- 裝置、操作、結果與比較： 室溫：25°C 單位cm



液體品牌	依必明	566	葵花	仙草	自來水	RO水	蒸餾水	鹽水(5%)	鹽水(10%)	鹽水(15%)	鹽水(20%)	糖水(5%)	糖水(10%)	糖水(15%)	糖水(20%)	小蘇打水	小蘇打水(10%)	小蘇打水(15%)	小蘇打水(20%)	肥皂水(5%)	肥皂水(10%)	肥皂水(15%)	肥皂水(20%)	酒精	甘油	清醋	
平均高度	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.05	0.05	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.10



3、發現：依必明沐浴精、15%和20%糖水、15%和20%肥皂水、甘油液面高度都比蒸餾水高



活動五 台南市境內三條溪流的水質液面高度測量

我利用連通管測定器，再配合改造的實體顯微鏡觀測台南市溪流的液面高度，應該可以瞭解它們之間的水質關係。

(一)目的：

- 利用自製連通管測定器，觀測不同溪流中水的高度。
- 從測量的結果，瞭解三條溪流的水質狀況。

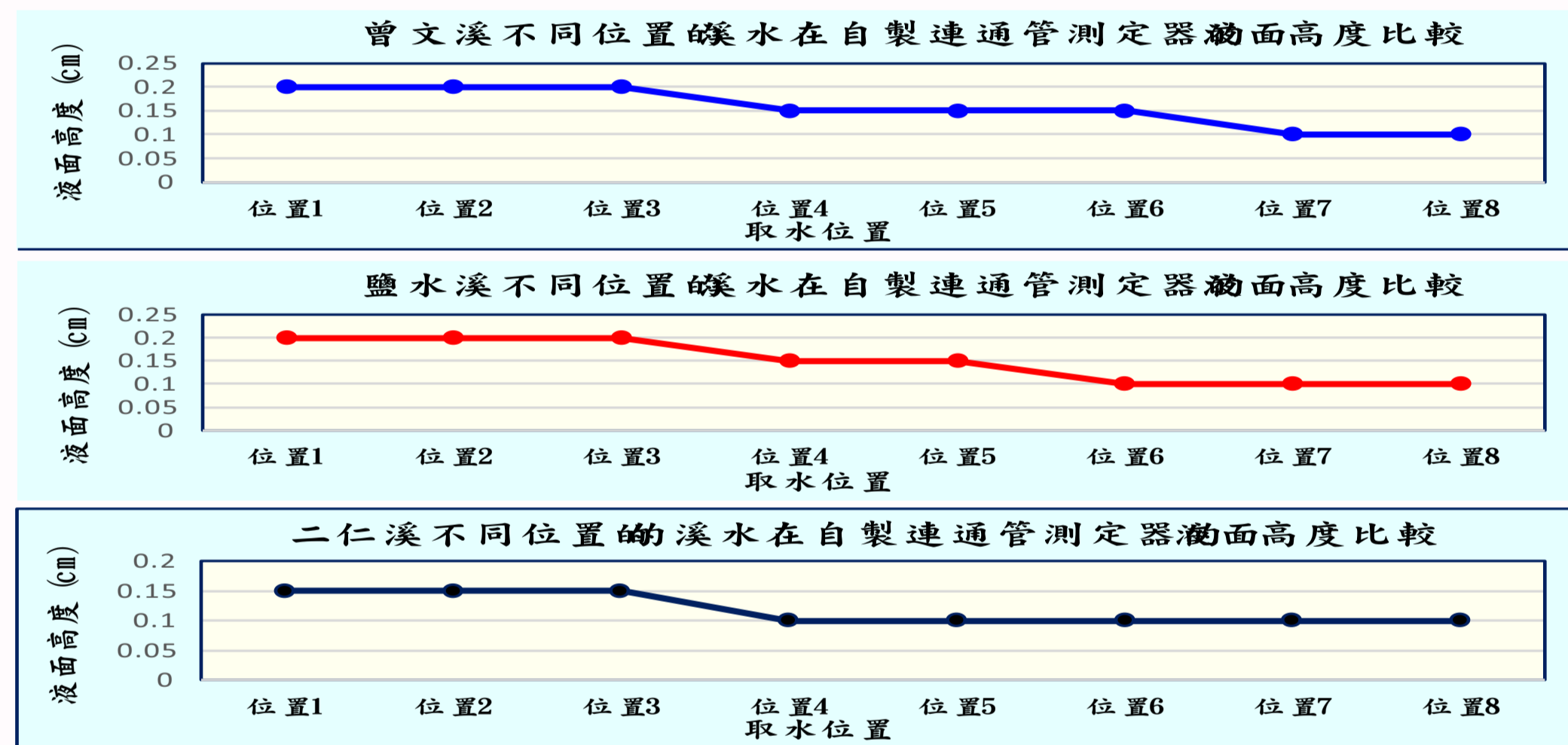
(二)三條溪水取樣的位置：



(三)結果：(由上游到下游出口，編號依序為1-8) 室溫：25°C 單位：cm

溪水	位置1	位置2	位置3	位置4	位置5	位置6	位置7	位置8
曾文溪	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10
鹽水溪	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
二仁溪	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(四)比較：



(五)發現：

- 不同溪水水質的液面高度真的會有不同。
- 從觀測結果發現，曾文溪的液面高度最高，二仁溪的液面高度最低。
- 三條溪流的溪水液面高度，越往下游液面高度越低。

伍 討 論

- 用人吹的泡泡大小不一，每次吹進去的空氣也無法控制；因此我利用注射筒、螺帽的重力來吹泡泡，吹的泡泡空氣量可以控制，我也設計製作拉泡泡機，利用鋁環拉起發泡液，來知道各種液體拉起泡泡膜的高度。
- 我自製1mL量筒，利用標準滴管滴入各種液體到1mL量筒中，瞭解不同液體滴滿1mL滴數變化。
- 在測試吹泡泡、拉泡泡和滴管實驗過程中，會造成些許的誤差，因此我進一步自製了連通管來觀測液體的液面高度。一開始我使用紅點瞄準鏡來觀測，可以清楚看見液面高度；但是放大功能並不理想，於是在爸爸的協助下，改造了實體顯微鏡來觀測液體的液面高度，也將後方格紙刻度，改為一格0.05cm的標準尺，可以更清楚讀取更小的刻度，使實驗誤差值變得更小。
- 從拉泡泡的實驗中，可以發現不同濃度的發泡液、不同的液體配置的發泡液、不同濃度的鹽水、糖水製成的發泡液，被拉起的高度是不同的。這也代表著這些液體的表面張力是不同，其中最特別的是糖水濃度越濃被拉起的高度越高；鹽水濃度越濃，反而被拉起的高度變低了。還有酸性溶液被拉起的高度也很低。
- 我製作1mL的量筒，以蒸餾水滴滿的滴數(滴滿時是34滴)為基準，並測量不同液體在1mL量筒中滴滿的滴數，來瞭解不同液體的表面張力，結果發現酸性溶液、自來水、RO水、鹽水、酒精和各種發泡液的滴數都比蒸餾水多，其中發泡液幾乎都超過60滴；酒精也是超過60滴；其他都比蒸餾水少。
- 當使用內徑相同外徑不同的滴管時，會不會影響滴的數量呢？這也是我在實驗時，所關心的項目，所以我試著找這樣的材料，可是都找不到，最後想了很久，發現可以利用透明膠帶包住滴管，這樣外徑就會不同。
- 利用不同外徑相同內徑的滴管進行滴管實驗時，發現外徑越大滴滿的數量越少，好奇怪喔？不是內徑相同嗎？我仔細觀察，發現當滴管吸水時，水除了被吸在內徑外，還會一些附著在外徑上，當我們滴下水時，它的一滴水就比其外徑小的多。
- 我從吹泡泡、拉泡泡、液面滴管實驗及液面高度實驗中，發現利用不同的方法測量出來的液體表面張力結果相似；測定液面高度時，從利用試管、滴管到最後鐵氟龍材質管子，發現液體對管子的附著力越小，不同液面高度的差異性也就越明顯。
- 為了減少滴定的誤差，我利用簡單的連通管原理所做出的器材，能精確簡單測量液體的高度；在台南市三條溪流(曾文溪、鹽水溪、二仁溪)取水，進行水質的液體表面張力測量，結果發現三條溪水中、下游的表面張力都比RO水低，所以這條溪的溪水是不從隨意取用。

陸 結 論

- 利用針筒吹出泡泡原來因施力的大小不易控制，導致吹出泡泡的大小不穩定。經過三代吹泡泡模擬器的改進，利用螺帽重力壓和設計的改進，能成功的吹出穩定的泡泡，也使測出的表面張力穩定下來，而做出各種吹泡泡表面張力的比較。
- 拉出溶液泡泡的實作中，因為設計的儀器精準，使不同濃度的發泡液拉出的泡泡有穩定性，足以做比較各種水溶液拉出的高度，可以利用自製拉泡泡機細膩的、慢慢的、精準的拉高，而從拉高的長度，比較出水溶液的表面張力大小。拉得越高液體代表表面張力越大。
- 測量各種水溶液1mL的滴數，可是1mL的量筒不易取得，所以在老師指導下，利用10mL量筒改造，成功的做出1mL量筒。這個量筒在測量滴滿1mL水溶液的滴數是容易而準確。從實作中知道，用同一支滴管滴滿1mL的滴數溶液是不同的，如果滴1mL，滴數越多表示該溶液表面張力越小，滴數越少，溶液表面張力越大。
- 從實作中知道滴管的內徑相同外徑不同時，滴1mL蒸餾水的滴數不同，外徑越小滴滿1mL滴數越大，液體表面張力越小；也就是蒸餾水在這樣的滴管中表面張力比較小。
- 利用連通管原理來測液體表面張力，最大優點，滴管或管中水面的水是從連接的管中流過去的，所以當水慢慢增加時，不容易流出來或濺出來，所以當水快滿、將滿的同時，可以測出液面高度，在利用實體顯微鏡測試就更準確了。
- 利用測量液體表面張力的方法，也可用來測定使用水和喝的水來測水的清潔度。