

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國中-物理科

科 別：物 理 科

組 別：國 中 組

作品名稱：圓起？圓滅？ ---泡泡家族的一生

關 鍵 詞：內壓力、泡泡

編 號：030113

---

**學校名稱：**

雲林縣立斗六國民中學

**作者姓名：**

賴韋婷、林驛帆、黃淑婷

**指導老師：**

沈明昌、李景智



# 圓起？圓滅？ - 泡泡家族的一生

## 壹、摘要

利用含有「界面活性劑」洗衣粉、沐浴乳、洗髮精、洗碗精和肥皂，調配成水溶液後可降低水的表面張力而形成泡泡。當溶液溫度改變，生成泡泡的成功次數受影響，代表表面張力的大小受溫度高低影響，溶液的濃度和外在環境的度也會影響泡泡的持久度。一般而言，濃度大、溼度大皆可延長持久秒數，但在濃度方面，我們要加以考慮過飽和溶液所造成的影響。而「非表面活性物質」NaCl、NaOH 加入溶液，會使表面張力升高而無法形成泡泡。當兩個泡泡接觸時，如果兩個泡泡的內壓力差超過其相黏膜張力所能承受的範圍時，就會因相黏膜破裂而使泡泡結合。酸鹼程度的不同，對生成泡泡的高度也有影響，大致上，接近中性的溶液泡泡高度就較高。利用自己製作的內壓測定器，觀察泡泡生成時兩端水位改變後的差異，得知泡泡的內壓力大於大氣壓力，也就是產生泡泡時要提供足夠的壓力差（過量壓力）。

## 貳、研究動機：

每天，在我們的生活環境中，從早晨的盥洗，中午的餐具洗滌工作，回家後的洗澡，洗衣時間，泡泡就一直在我們的身邊。在學習理化的課程時，第一冊第六章的「液體壓力計算法」和第二冊第十章所教的「清潔劑產生泡泡的原理」更引起我們研究泡泡一切變化的動機。所以我們選擇了泡泡作為我們研究的主題。

## 參、研究目的：

- 一、探討溶液溫度變化對形成泡泡難易的關係。
- 二、探討清潔劑溶液濃度、外自環境溼度與加入食鹽、紅砂糖、甘油、果凍粉等不同的物質對形成泡泡持久度的影響。
- 三、探討加入不同溶質、不同酸鹼程度的溶液對清潔劑生成泡泡高度的影響。
- 四、探討泡泡接觸不同的物體，對泡泡的變化情形。
- 五、利用自製儀器測量泡泡的內壓，以兩個泡泡接觸探討壓力差的大小和泡泡內壓與表面張力大小的關係。

## 肆、研究設備與器材：

電子天秤、溼度計、PH 儀、攝影機、酒精燈等加熱裝置、碼錶、透明塑膠管、橡皮管、燒杯、瓦楞紙板、小鐵釘、竹筷、玻璃棒、坩鍋夾、針、滴管、燒杯、針筒、透明膠帶、滴定管、鐵架、附蓋子的塑膠桶（16 公升）、試管、洗碗精、肥皂、洗髮精、沐浴乳、洗衣粉、冰塊、食鹽、紅砂糖、甘油、果凍粉、醬油、NaCl、NaOH、乙酸、鹽酸、沙拉油、澱粉、乾燥劑。

## 伍、研究方法與過程：

### 一、【實驗一】溫度對形成泡泡難易的影響

- 步驟：1.配製重量百分濃度 20% 洗碗精、肥皂、洗髮精、沐浴乳、洗衣粉的溶液 50ml。  
2.溶液各取 10ml 於試管中分別隔水加熱使溫度為 30、50，和浸於冰水中使溫度為 10、20。  
3.分別用針頭部分沾溶液並用針筒試吹 20 次，並記錄成功次數。

### 二、【實驗二】探討清潔劑溶液濃度、溼度、溫度，與加入食鹽、紅砂糖、甘油、果凍粉等不同的物質對形成泡泡持久度的影響。

#### （一）實驗 2-1：清潔劑溶液濃度對生成泡泡持久度的影響

- 步驟：1.配置濃度分別為 5%、10%、15%、20% 的洗碗精、肥皂、洗髮精、沐浴乳、洗衣粉溶液。

- 2.使用自己設製的泡泡生成裝置，如圖（一），在生成泡泡的橡皮管口沾適量的各種清潔劑溶液。
- 3.調整裝置中滴定管流出固定 8ml 的水量以生成大小相同泡泡，以碼錶紀錄生成泡泡持續的時間。
- 4.以同種溶液重複步驟 2、步驟 3 五次，記錄結果並求其平均值。



圖（一）泡泡生成裝置

說明：注意排水 8ml，生成泡泡的體積，並非 8ml 根據波以耳定律  $P_1V_1 = P_2V_2$  (同溫下)，當泡泡的壓力增大，其體積變小，在本實驗中，因  $P_1 = 1\text{atm}$ ， $V_1 = 8\text{ml}$ ，只要  $P_2$  固定， $V_2 = \text{定值}$  8ml (因為  $P_1 = P_2$ )

(二) 實驗 (2-2): 清潔劑溶液所處環境濕度對生成泡泡持久度的影響

- 步驟：1.配製濃度分別為 15 % 的沐浴乳、洗髮精、洗碗精、洗衣粉、肥皂溶液。
- 2.使用自己設製的泡泡生成裝置，如圖（二），在生成泡泡的橡皮管口沾適量的各種清潔劑溶液並放入室溫，相對溼度固定為 30%的密閉箱。
  - 3.調整裝置中滴定管輸出固定的 8ml 的水量以生成大小相同泡泡，以馬錶紀錄生成泡泡持續的時間。
  - 4.以同種溶液重複步驟 2、步驟 3 五次，記錄結果並求其平均值。
  - 5.改變密閉箱的相對溼度為 30%、50%、65%、100%重複步驟 2、3、4。



圖（二）自製密閉箱內泡泡生成器

(三) 實驗 (2-3): 加入食鹽、紅砂糖、甘油、果凍粉等不同的物質對形成泡泡持久度的影響。

- 步驟: 1. 配製 15%、50ml 的洗衣粉、肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精溶液。  
2. 分別加入紅砂糖、食鹽、甘油和果凍粉, 攪拌並加熱至 50 使之溶解。  
3. 調整裝置中滴定管流出固定的 8ml 的水量以生成大小相同泡泡, 以馬錶紀錄生成泡泡持續的時間。

三、【實驗三】探討加入不同溶質、不同酸鹼程度的溶液對清潔劑生成泡泡高度的影響。

(一) 實驗 (3-1): 探討清潔劑溶液加入不同溶質後, 生成泡泡的高度及液 pH 值的影響。

- 步驟: 1. 配製成 5% 的肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精、洗衣粉溶液 100ml。  
2. 各取 10ml 的溶液共七杯, 分別加入醬油、NaCl、NaOH、澱粉、乙酸、沙拉油各 2g, 用玻璃棒攪拌均勻。  
3. 用 pH 儀測量各種溶液的 pH 值。  
4. 將步驟 2 的成品各取 3ml 置於試管中壓住試管口, 用力搖晃 20 下, 並觀察起泡高度。  
5. 用針筒沾溶液試吹, 觀察是否能輕易的吹出泡泡。

(二) 實驗 (3-2): 探討各種清潔劑溶液在加入不同 pH 值的溶液後, 對生成泡泡高度的影響

- 步驟: 1. 配製 5% 的肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精、洗衣粉溶液 100ml。  
2. 各取 2ml 的溶液分別加入 pH 值 1-14 溶液各 1ml。  
3. 將步驟 2 的成品置於試管中壓住試管口, 用力搖晃 20 下, 並觀察並記錄產生泡泡的高度。

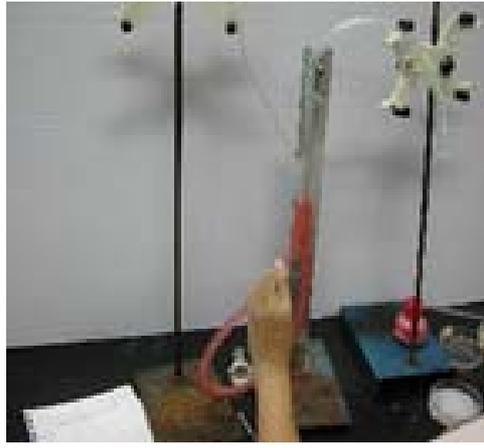
四、【實驗四】探討泡泡接觸不同的物體, 泡泡的變化情形

- 步驟: 1. 利用針筒吹泡泡, 使大小均差不多。每一次吹成時分別用竹筷、玻璃棒、吸管、坩鍋夾、針、滴管輕輕的接觸到泡泡。  
2. 利用針筒吹泡泡, 使大小均差不多。每一次吹成時, 分別用竹筷、玻璃棒、吸管、坩鍋夾、針、滴管沾水輕輕地接觸到泡泡  
3. 利用針筒吹泡泡, 使大小均差不多。每一次吹成時分別用竹筷、玻璃棒、吸管、坩鍋夾、針、滴管沾與泡泡不同種類的溶液輕輕的接觸到泡泡。  
4. 利用針筒吹泡泡, 使大小均差不多。每一次吹成時, 分別用竹筷、玻璃棒、吸管、坩鍋夾、針、滴管沾與泡泡相同種類的溶液輕輕的接觸到泡泡。  
5. 觀察每一次接觸後泡泡的變化並加以記錄。

五、【實驗五】利用自製的泡泡內壓測定器水位高度的變化來測量泡泡內部的壓力

- 步驟: 1. 配製成 5%、10%、15%、20% 肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精、洗衣粉溶液 10ml 置於培養皿。  
2. 自製測泡泡內壓器裝置如圖 (三) 圖 (四), 在其一開管口沾適量的清潔劑溶液, 另一端拉高觀察水位差並記錄。測量出的結果, 可證明氣泡內壓力大於外壓 (1atm)。  
3. 改變管口各種清潔劑溶液重複步驟 2。

圖 (三) 圖 (四) 自製測泡泡內壓器



說明：1.使用變性酒精， $h$  變大，更可以容易觀察，否則  $P$  10~20pa 不易觀察。  
2.清潔劑溶液可降低表面張力，因此測量的  $P$  皆差不多，改變溶劑的種類， $P$  將有所不同

六、【實驗六】探討以兩種不同大小、不同清潔劑溶液種類、不同濃度生成的泡泡接觸後的變化情形。

(一) 實驗 (6-1): 相同濃度、相同大小、不同種類的兩個泡泡互相接觸

步驟：1.配置成 5% 的肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精、洗衣粉溶液 10ml 置於培養皿。

2.在自己設製的泡泡生成裝置，如圖 (一)，生成泡泡的兩橡皮管口沾適量的各種清潔劑溶液。

3.調整裝置中滴定管輸出固定的 8ml 的水量以生成大小相同泡泡，觀察兩個泡泡接觸後的變化情形並紀錄。

(二) 實驗 (6-2): 相同種類、相同大小、不同濃度的兩個泡泡互相接觸

步驟：1.配置成 5%、10%、15%、20% 的肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精、洗衣粉溶液 10ml 置於培養皿。

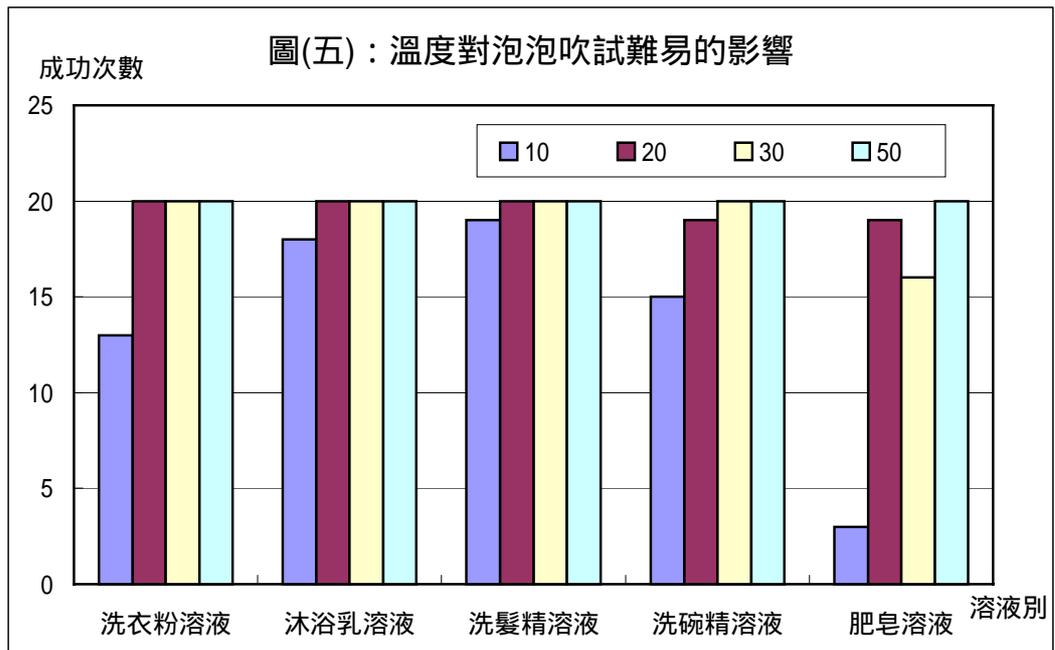
2.在自己設製的泡泡生成裝置，如圖 (一)，生成泡泡的兩橡皮管口，一管口沾適量的 5% 洗衣粉溶液；另一管口沾適量的 10% 洗衣粉溶液。

3.調整裝置中滴定管輸出固定的 8ml 的水量以生成大小相同泡泡，觀察兩個泡泡接觸後的變化情形並紀錄。

4.改變兩橡皮管口不同濃度洗衣粉溶液重複步驟 2、步驟 3。

5.以肥皂、沐浴乳、洗髮精、洗碗精溶液複步驟 2、步驟 3、步驟 4。

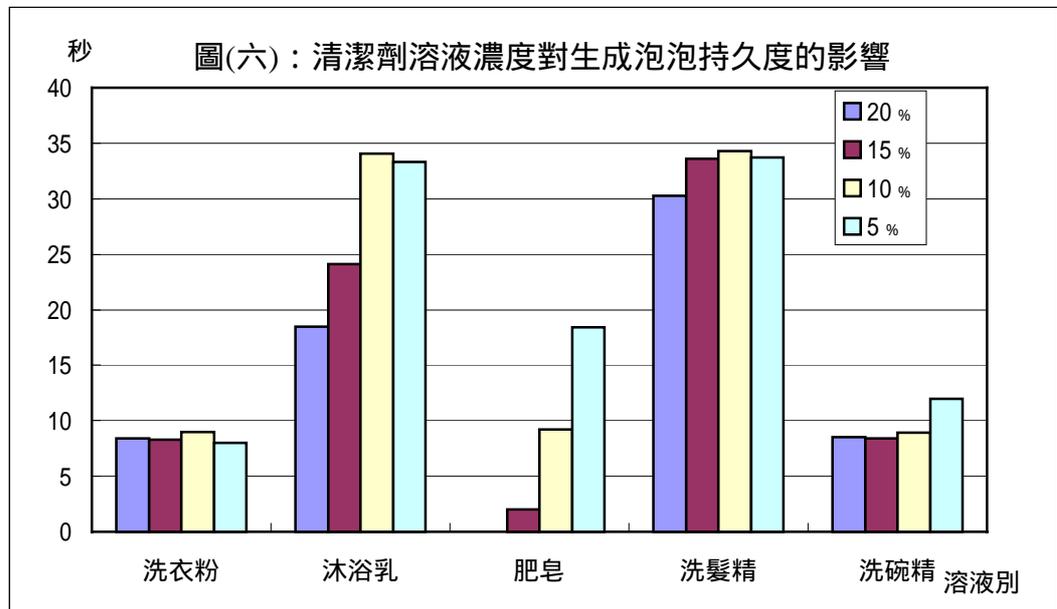
陸、研究結果  
一、【實驗一】



說明：資料來源如附件表一。

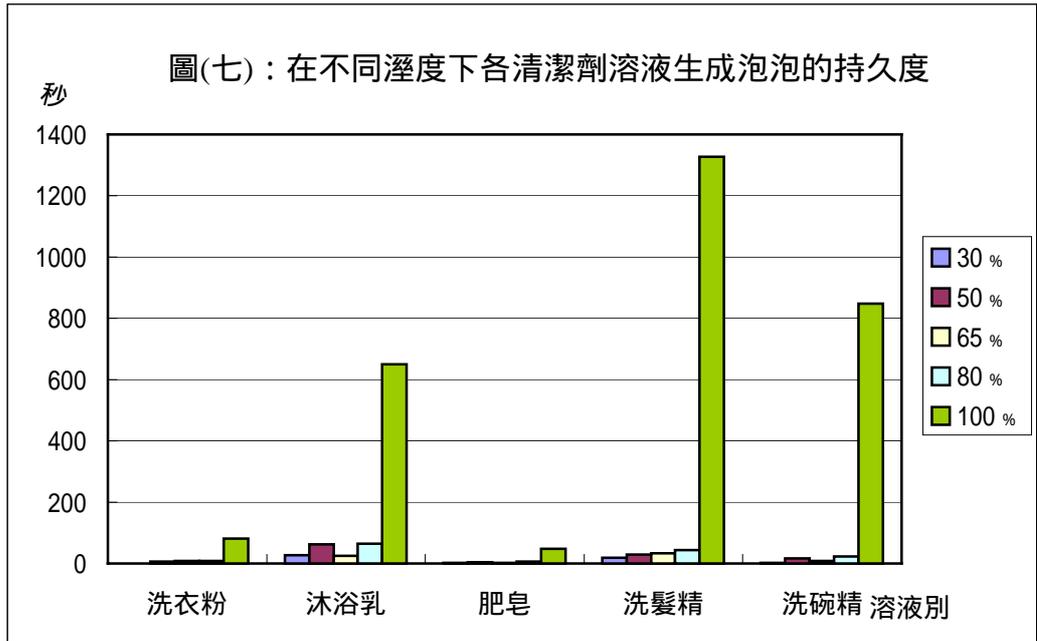
二、【實驗二】探討清潔劑溶液濃度、外在溼度、加入食鹽、紅砂糖、甘油、果凍粉等不同的物質

(一) 實驗 (2-1)



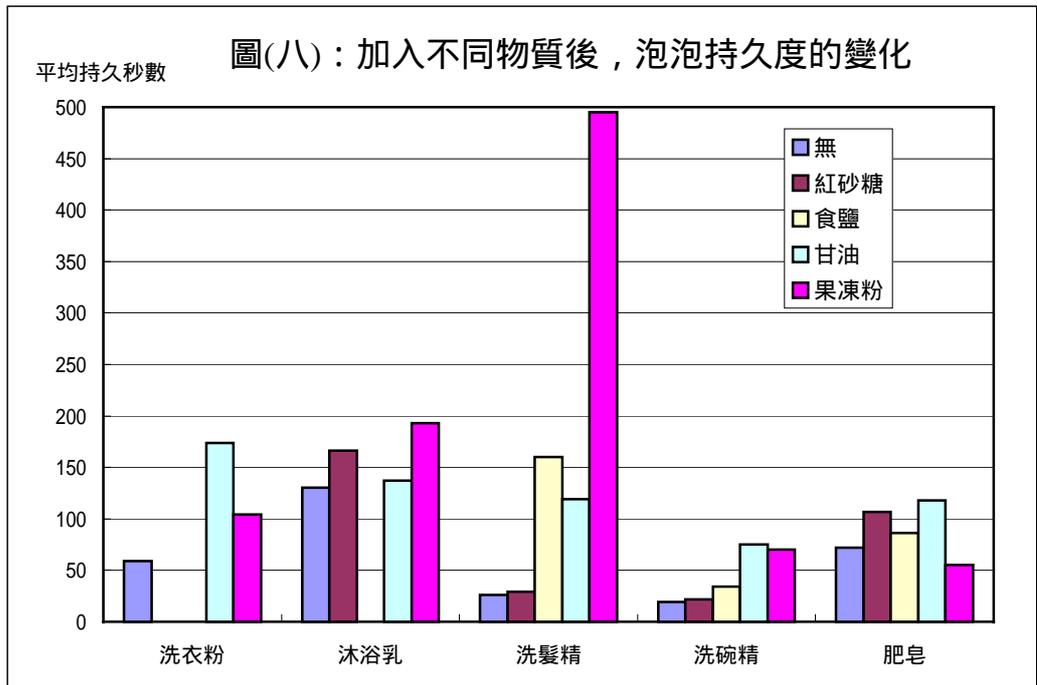
說明：資料來源如附件表二。

(二) 實驗 (2-2)



說明：資料來源如附件表三。

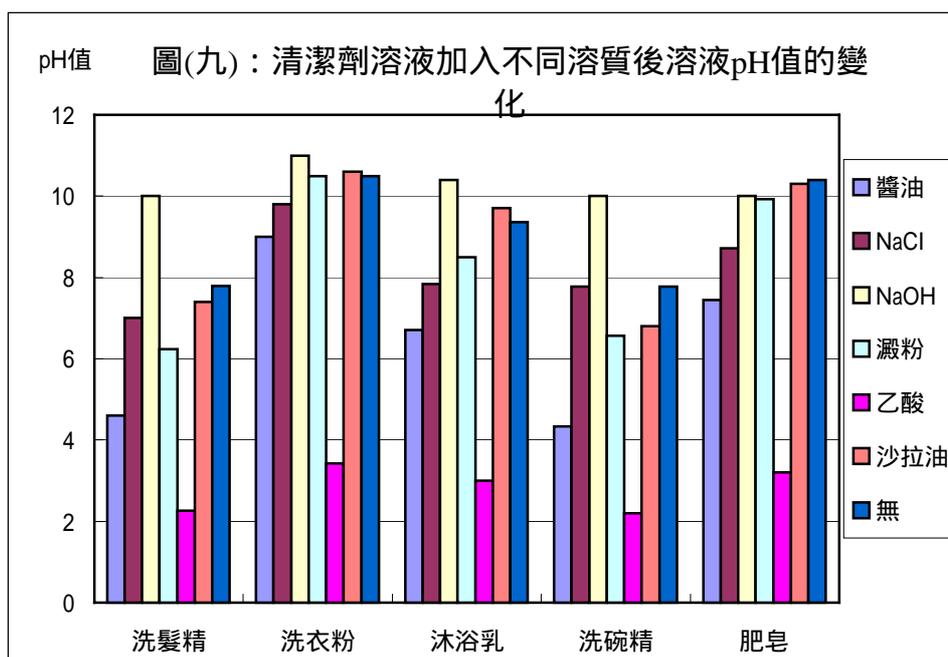
(三) 實驗 (2-3)



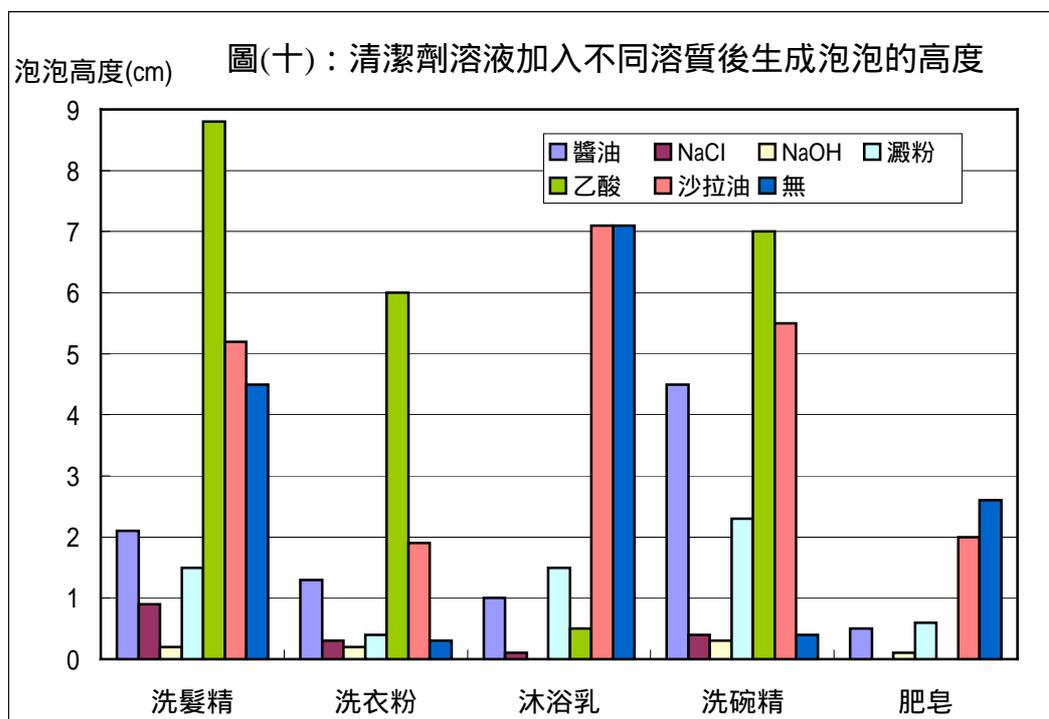
說明：資料來源如附件表四。

### 三、【實驗三】

#### (一) 實驗 (3-1)

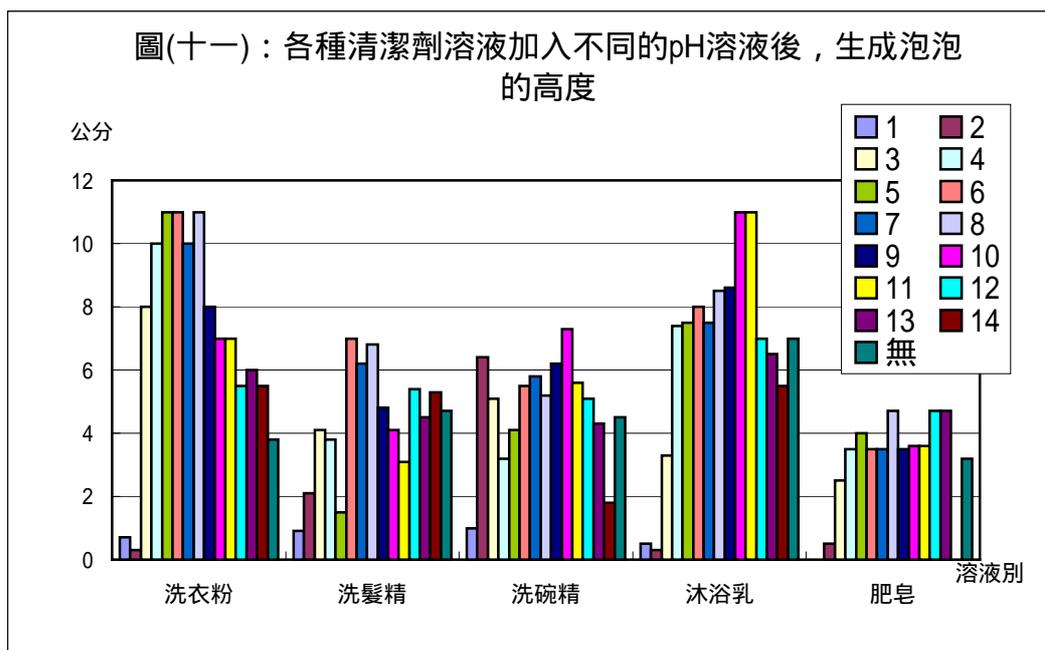


說明：資料來源如附件表五。



說明：資料來源如附件表五。

(二) 實驗 (3-2)



說明：1.資料來源如附件表六。  
2.1~14 分別代表 pH 值。

四、【實驗四】

表一：不同物體對泡泡的影響。

	洗衣粉	沐浴乳	洗髮精	洗碗精	肥皂水
竹筷					
玻棒					
吸管					
坩鍋夾					
針					
滴管					

說明：“ ”代表泡泡不破；“ ”代表泡泡破掉

表二：不同物體沾水觸碰泡泡後泡泡的變化。

	洗衣粉	沐浴乳	洗髮精	洗碗精	肥皂水
竹筷沾水					
玻棒沾水					
吸管沾水					
坩鍋夾沾水					
針沾水					
滴管沾水					

說明：“ ”代表泡泡不破；“ ”代表泡泡破掉

表三：不同物體沾不同溶液觸碰泡泡後泡泡的變化。

(1) 洗衣粉溶液泡泡

	沐浴乳溶液	洗髮精溶液	洗碗精溶液	肥皂溶液
竹筷沾不同溶液				
玻璃棒沾不同溶液				
吸管沾不同溶液				
坩鍋夾沾不同溶液				
針沾不同溶液				
滴管沾不同溶液				

說明：“ ”代表泡泡不破

(2) 沐浴乳溶液泡泡

	洗衣粉溶液	洗髮精溶液	洗碗精溶液	肥皂溶液
竹筷沾不同溶液				
玻璃棒沾不同溶液				
吸管沾不同溶液				
坩鍋夾沾不同溶液				
針沾不同溶液				
滴管沾不同溶液				

說明：“ ”代表泡泡不破

(3) 洗髮精溶液泡泡

	洗衣粉溶液	沐浴乳溶液	洗碗精溶液	肥皂溶液
竹筷沾不同溶液				
玻璃棒沾不同溶液				
吸管沾不同溶液				
坩鍋夾沾不同溶液				
針沾不同溶液				
滴管沾不同溶液				

說明：“ ”代表泡泡不破

(4) 洗碗精溶液泡泡

	洗衣粉溶液	沐浴乳溶液	洗髮精溶液	肥皂溶液
竹筷沾不同溶液				
玻璃棒沾不同溶液				
吸管沾不同溶液				
坩鍋夾沾不同溶液				
針沾不同溶液				
滴管沾不同溶液				

說明：“ ”代表泡泡不破

(5) 肥皂溶液泡泡

	洗衣粉溶液	沐浴乳溶液	洗髮精溶液	洗碗精溶液
竹筷沾不同溶液				
玻璃棒沾不同溶液				
吸管沾不同溶液				
坩鍋夾沾不同溶液				
針沾不同溶液				
滴管沾不同溶液				

說明：“ ”代表泡泡不破

表四：不同物體沾同種溶液觸碰泡泡後泡泡的變化

	洗衣粉溶液	沐浴乳溶液	洗髮精溶液	洗碗精溶液	肥皂溶液
竹筷沾同種溶液					
玻璃棒沾同種溶液					
吸管沾同種溶液					
坩鍋夾沾同種溶液					
針沾同種溶液					
滴管沾同種溶液					

說明：“ ”代表泡泡不破

五、【實驗五】

表五：不同濃度與種類泡泡與外在環境的壓力差 外壓：1030gw/cm<sup>2</sup> 溫度：32

濃度	溶液 壓力差	洗衣粉	沐浴乳	洗髮精	洗碗精	肥皂
	20 %	高度差 (公分)	0.2	0.15	0.1	0.1
換算後 (gw/cm <sup>2</sup> )		0.2	0.15	0.1	0.1	0
15 %	高度差 (公分)	0.3	0.1	0.25	0.21	0.2
	換算後 (gw/cm <sup>2</sup> )	0.3	0.1	0.25	0.21	0.2
10 %	高度差 (公分)	0.05	0.075	0.05	0.15	0.25
	換算後 (gw/cm <sup>2</sup> )	0.05	0.075	0.05	0.15	0.25
5 %	高度差 (公分)	0.1	0.16	0.17	0.2	0.14
	換算後 (gw/cm <sup>2</sup> )	0.1	0.16	0.17	0.2	0.14

六、【實驗六】探討以兩種不同大小、不同清潔劑溶液種類、不同濃度生成的泡泡接觸後的變化情形。

(一) 實驗(6-1) 實驗(6-2):

表六：相同大小、不同濃度、不同種類的兩個泡泡互相接觸

		5%					10%					15%					20%				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5%	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	3	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-
	4	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
10%	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
	4	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	5	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15%	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
	4	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	5	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
20%	1	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	3	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-
	5																				

說明：“1”：洗衣乳 “2”：洗髮精 “3”：沐浴乳 “4”：洗碗精 “5”：肥皂  
 “+”：結合 “-”：相黏 “ ”：接觸後即破掉

## 柒、討論

- 一、在本實驗中，各種溶液攪拌後，都會產生泡泡。而且攪拌的時間愈長，泡泡也相對的產生愈多。經過我們的探討，我們知道，洗衣粉、沐浴乳、洗髮精、洗碗精和肥皂大都含有「界面活性劑」。它是個長條狀，一頭喜歡水；一頭討厭水，當界面活性劑和水混合經過攪拌後，空氣就會進入水中。這時界面活性劑討厭水的一端會包住空氣，形成泡泡空氣進入的愈多，泡泡也就越多。
- 二、泡泡試吹方面，我們曾考慮直接用吸管吹，但是發現每次所吹入的氣體量和速率無法控制，所以又用過針筒試吹，雖然氣體量固定了，但速率卻不一。所以變成如今用排水集氣法的原理，與滴定管和水的組合，設計出「集水排氣」的方法，能利用定量的水，排出錐形瓶內定量的氣體，利用滴定管的開關，控制水的流速，使每次吹近泡泡中的氣體，都是一樣多的，如此，便能維持變因。
- 三、注意：排水 8ml，生成泡泡的體積，並非 8ml 根據波以耳定律  $P_1V_1 = P_2V_2$  (同溫下)，當泡泡的壓力增大，其體積變小，在本實驗中，因  $P_1 = 1\text{atm}$ ， $V_1 = 8\text{ml}$ ，只要  $P_2$  固定， $V_2 = \text{定值 } 8\text{ml}$  (因為  $P_1 > P_2$ )
- 四、圖(五)所展示的實驗結果，使我們了解：在 10 時，洗衣粉溶液的 20 次試吹中只有 13 次成功，沐浴乳成功了 18 次，洗髮精成功了 19 次，洗碗精只有 15 次，而肥皂僅

有 3 次；但當溶液呈現在 50 時，卻能輕易的成功 20 次，代表溶液的溫度對泡泡生成的難易有深遠的影響。而在使溫度變化方面，使溶液呈 10 和 20 時，我們曾採取將溶液加冰塊的方式，但是如果直接在溶液裡添加冰塊的話，當溫度上升時，冰塊化成水，和在溶液中會使濃度減少，使得變因不固定，且會影響其結果。所以後來我們不採取直接加冰塊的方法，而是利用以隔水加熱的原理，創造用「隔水加冰」的方式。在一個大燒杯裡面添加冰水，然後將裝了溶液的小燒杯置於冰水中，切記不要讓冰水進到燒杯裡，等到溫度下降到 10 和 20 時就可以了。而其他如 30 和 50 時只要用酒精燈加熱就可以了。

- 五、在圖(六)中發現，各種不同濃度和不同種類的清潔劑，其泡泡的持久度也略有不同，而持久度和濃度與蒸發量也不成比例，並不是說濃度愈高泡泡愈持久、濃度愈高蒸發量愈少、愈容易破的泡泡蒸發量愈高。而且有時濃度太高，也不易形成泡泡，所以在高濃度泡泡的持久，我們考慮到飽和溶液的問題。而在所有泡泡的持久度的結果方面，我們認為泡泡表面液體的蒸發只是附加因素，不是主因。我們覺得如果泡泡生成在有風的環境中，持久度也會受影響，例如可能因風速太大而使泡泡招致破滅，所以必須控制在一個無風的環境中，其結果才足以採信。
- 六、在實驗三的進行時，我們曾遇上許多困難：臺灣的夏日普遍溼度在六、七十以上所以在本實驗中，如何降低溼度及控制溼度便是個很重要的課題，剛開始，我們想利用氯化亞鈷來降低溼度，但效果並不明顯。後來我們嘗試用氫氧化鈉，但其降低溼度速率緩慢，且氫氧化鈉的需要量大，所以我們並未採用。最後，我們使用一般市售的衣櫥除濕劑，發現效果最好，決定選用除濕劑來進行本實驗，且當除濕劑放入桶中後，感覺其上方式熱熱的，說明除濕劑除濕時是一種放熱行為。
- 七、從圖(七)知道，在溼度高的時候，泡泡較持久且不易破滅；溼度低的時候，泡泡不易持久且容易破滅；在溼度低於日常環境溼度時，泡泡常會再初生成時即破滅，說明外在環境的溼度對泡泡的持久度有深遠的影響。
- 七、自圖(八)結果呈現，加入了食鹽、紅砂糖、甘油和果膠粉後，大部分能使泡泡更加持久，但沐浴乳加食鹽後已凝結成果凍狀；而洗衣粉加食鹽和紅砂糖後則不能產生泡泡。而在溶液上升至 50 後，必須馬上進行實驗，否則經過一段時間後加了果凍粉的溶液會形成果凍狀，無法進行實驗。
- 八、由圖(九)可清楚的知道，當各種溶液加入了 NaOH 後 PH 值會劇烈升高，而加了乙酸後反而會使其 pH 值劇烈下降，所以 NaOH 為強鹼性，乙酸為酸性。
- 九、探討圖(十)後發現，當溶液添加了 NaCl、NaOH 後，無論對泡泡的高度或泡泡的產生，都降低了效果，泡泡的高度減少了，泡泡生成的困難度都增加了；而添加了澱粉、沙拉油後，不僅產生泡泡的機會增多了，且泡泡的高度也相對的上升。而在本實驗中，為由添加溶質的清潔劑只用於對照，因為在一般市面上的清潔劑中可能會添加有「發泡劑」，使得在測量泡泡的高度時，泡泡的真正產生量受到影響。而加入各溶質後的溶液，也有不同的變化。產生些許小塊狀的有：沐浴乳加 NaCl。產生整杯結成塊狀的有：肥皂水加 NaOH、肥皂水加 NaCl、沐浴乳加 NaOH。溶液呈稠狀的有：肥皂水加澱粉、肥皂水加沙拉油。而當各溶質加入溶液後，必須在溶質完全混合或溶解後立即進行試吹，否則，溶液產生變化後，可能無法進行試吹。例如肥皂水加 NaOH、肥皂水加 NaCl、沐浴乳加 NaOH，都會慢慢凝成塊狀，所以必須在第一時間內實驗完畢，其結果才可靠。
- 十、操作實驗三時，pH1 至 pH6 的溶液為稀 HCl，pH7 為清水，pH8 到 pH14 為 NaOH，而由圖(十一)，也發現：同是溶液，但加入清水後溶液濃度減少，泡泡也因此增加，說明濃度較小，產生的泡泡較多。加入同樣的 pH 溶液時各溶液間的泡泡高度卻未成規則變化；而同種溶液加入不同的 pH 溶液，也未呈規則變化，所以影響並不固定。

- 十一、由表 1 至表 4 清楚的發現，不同物體接觸到泡泡時，泡泡產生的變化：不論何種物體，只要沾有溶液或水，觸碰到泡泡後，大都不會使泡泡破滅。
- 十二、在測量泡泡的內壓時我們遇到了比操作其他實驗時更多的困難與問題，也自製了許多測量內壓的儀器。我們曾用小塑膠管製造出測量泡泡內壓的儀器，但因為水位改變不明顯以及水位頂端在使用不同力氣吹泡泡時因承受不同壓力而導致水位的異常變化，嚴重影響了實驗結果因而放棄這個儀器。而自製的第二個儀器，是以 U 形管來製作，但也因水位改變不明顯而放棄。最後一個自製儀器，是三個自製儀器裡誤差最小的一個，以塑膠管裝紅墨水，拉高其中一端而使水位上升，並讓泡泡生成至最大，再以放大鏡觀看並測量兩邊的水位差，加以換算，即是結果。但泡泡因持久度不一，有的泡泡在很短的時間內就會破滅，使得實驗無法順利進行，所以我們在操作熟練後，才進行實驗。在調配 20 % 的肥皂溶液時，肥皂無法徹底溶解，溶液呈現濃稠及半硬狀態，無法生成泡泡，所以從表(五)得知壓力測量結果為 0。
- 十三、在操作實驗五的過程中，我們發現幾乎全部的清潔劑溶液都可以吹出泡泡，只有 20 % 的肥皂水因濃度太高而不能吹出泡泡。經由表(六)我們也發現：15 % 的肥皂泡泡和 10 % 的肥皂泡泡只要一接觸便破滅；15 % 的各種清潔溶液互相接觸都相黏，並不會結合；同濃度同種類的清潔溶液泡泡相互接觸，結合的機率並不大，僅有洗衣粉溶液的泡泡會結合，其他清潔劑溶液的泡泡並不會結合。由此實驗的結果，我們得知：泡泡相黏的次數幾乎比結合的次數多上 6 倍。在各種類清潔劑溶液的泡泡接觸中，洗衣粉及洗髮精結合的次數明顯的較少；5 % 的清潔劑溶液泡泡與其他濃度各種清潔劑溶液泡泡的接觸結合次數為 21 次，10 % 的次數為 15 次，15 % 的次數為 14 次，20 % 的次數為 11 次由此得知泡泡互相接觸會結合和濃度有關。我們也從實驗過程中發現：水量一直增加，泡泡不可能無限增大，到某個範圍時泡泡的體積就因肥皂膜和橡皮管間形成封閉而不再變化

## 捌、結論

- 一、知道，泡泡產生的原因是因為清潔劑在水中造成水的表面張力比原來的小許多，因此這些清潔劑溶液能夠從水面被拉起來形成薄膜，進而形成泡泡。所以由結果一可清楚的發現當溶液的溫度愈低，泡泡的成功次數愈少，也就是「溶液的溫度愈低，其表面張力愈大」，而且可以了解表面張力的大小：肥皂 > 洗衣粉 > 洗碗精 > 沐浴乳 > 洗髮精。
- 二、環境溼度高時，空氣中的水分子數量多，當泡泡生成時，泡泡內的水分子和環境中的水分子能夠相制衡，所以能夠存活的較久；在外在環境溼度低時，空氣中的水分子數量少，當泡泡生成時，泡泡中的水分子會受到外在環境的吸引而蒸發到空氣中，使得泡泡失去了支撐力，泡泡便破滅了。
- 三、加入食鹽、紅砂糖、甘油和果膠粉後，大都能使泡泡更加持久，是因為當泡泡形成後表面的水分或液體會逐漸蒸發，而這些液體蒸發完後泡泡就會破滅。加入食鹽等物質後則可以延緩水分的蒸發，因而增加持久性。
- 四、添加了 NaCl、NaOH、澱粉、沙拉油、醬油、乙酸後讓泡泡的高度或泡泡產生的機會受影響是因為 NaOH、NaCl 稱為非表面活性物質，在溶液中這些分子常把水分子拉向溶液內部（因為同是極性分子和離子的關係），所以加入此類溶質表面張力會升高，造成泡泡的高度降低，生成泡泡的機會減少。而乙酸在加入清潔劑中即成為表面活性劑。它們由於都是由一端親水的基團（OH 或 COOH）和一端疏水的基團所組成，故親水基團受到水分子巷內的吸引力，而另一端的疏水基團卻受到水分子給予的向外的力，這兩個力的合力比水分子單獨受到下方水分子的吸引力要弱，故表面張力減弱，因而使泡泡的高度升高，泡泡生成機會增加。

- 五、乾燥的物體，觸碰到泡泡後，大部分因接觸面積的水分被吸走，也沒有其他水分補足因而導致破滅；反之，沾有其他溶液或水，因接觸面積的水分能及時補足，所以大部分不會破滅，少部份因泡泡表面水分的拉力太小，被其他溶液或水拉走，因而破滅。
- 六、泡泡相互接觸會結合和其泡泡的濃度與壓力有關，同濃度的清潔劑溶液泡泡與其他濃度各種清潔劑溶液的泡泡接觸，清潔劑溶液濃度越高，表面張力越不易被破壞，所以結合次數也就越來越少；而兩個接觸泡泡的壓力相差太大，超過其相黏膜張力所能承受的範圍，相黏膜集會破掉，而泡泡也因此結合；但也有可能跟清潔劑本身的性質有關。
- 七、內壓的測量結果發現，內壓和溶液濃度沒有太大的關聯，也沒有規則性可言，我們認為這現象與原來清潔劑的特有性質有關，才造成如此的結果。而也從攝影機的結果顯示同種類的大小泡泡相黏時，相黏膜凹向大泡泡，表示小泡泡的內壓力大於大泡泡。
- 八、由附件表(五)得知一個問題：為什麼泡泡高度有 1 或 2 公分而不能吹出泡泡？這是因為 NaCl、NaOH 都含有  $\text{Na}^+$ ，而溶液中大都也含有  $\text{Na}^+$ ，造成兩者互相排斥，而吹泡泡時所供給的能量無法克服因添加了 NaCl、NaOH 而造成的更大表面張力，所以無法形成泡泡。反之，劇烈搖晃時提供了較多的能量，所以可克服表面張力而產生泡泡，只是高度較低而已。

#### 玖、參考資料及其他

- 一、國立編譯館（民國 90 年）理化課本第二冊。台北：國立編譯館。
- 二、小牛頓科學漫畫 9 科學的奧秘 牛頓出版股份有限公司。
- 三、365 個簡單有趣的科學遊戲 方智出版社。
- 四、<http://www.ch.ntu.edu.tw/~byjin/Bubble/science>。

## 附件

表一：溫度對泡泡吹試難易的影響

單位：次數

溫度別 \ 溶液種類	洗衣粉溶液	沐浴乳溶液	洗髮精溶液	洗碗精溶液	肥皂溶液
10°C	13	18	19	15	3
20°C	20	20	20	19	19
30°C	20	20	20	20	16
50°C	20	20	20	20	20

表二：清潔劑溶液濃度對生成泡泡持久度的影響

單位：秒

濃度 \ 溶液種類	洗衣粉	沐浴乳	肥皂	洗髮精	洗碗精
20%	8.4	18.5	0	30.3	8.5
15%	8.3	24.1	2.0	33.6	8.4
10%	9.0	34.1	9.2	34.3	8.9
5%	8.0	33.3	18.4	33.7	12.0

說明：8ml 水量大小的泡泡、溼度 65.5%、溫度 32.5°C

表三：清潔劑溶液在不同溼度環境對生成泡泡持久度的影響

單位：秒

溼度 \ 溶液種類	洗衣粉	沐浴乳	肥皂	洗髮精	洗碗精
30%	0.84	26.6	1.8	19.1	1.4
50%	7.0	63.5	5.0	28.5	17.7
65%	8.3	24.1	2.0	33.6	8.4
80%	8.7	65.0	6.4	43.2	22.4
100%	80.3	650.8	46.9	1326.3	847.3

說明：8ml 水量大小的泡泡、濃度 15%、溫度 32.5°C

表四：加入食鹽、紅砂糖、甘油、果凍粉等不同的物質對形成泡泡持久度的影響

單位：秒

物質別 \ 溶液種類	洗衣粉	沐浴乳	洗髮精	洗碗精	肥皂
無	59	130	26	19	72
紅砂糖	0	166	29	22	107
食鹽	0	0	160	34	86
甘油	174	137	119	75	118
果凍粉	104	193	495	70	55

說明：8ml 的水量、濃度 15%、溼度 65.5%、溫度 32.5°C

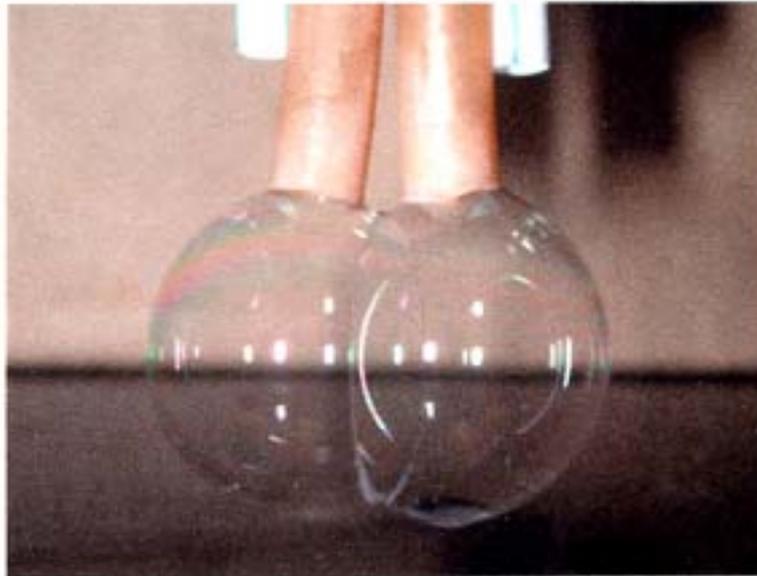
表五：清潔劑溶液加入不同溶質後生成的泡泡與溶質以及溶液 pH 值的關係

溶質種類	項目別	洗髮精	洗衣粉	沐浴乳	洗碗精	肥皂
醬油	pH 值	4.6	9	6.7	4.34	7.44
	泡泡高度(cm)	2.1	1.3	1.0	4.5	0.5
	能否吹出泡泡	能	能	不能	能	不能
NaCl	pH 值	7.0	9.8	7.84	7.77	8.71
	泡泡高度(cm)	0.9	0.3	0.1	0.4	0
	能否吹出泡泡	不能	不能	不能	不能	不能
NaOH	pH 值	10	11.0	10.4	10	10
	泡泡高度(cm)	0.2	0.2	0	0.3	0.1
	能否吹出泡泡	不能	不能	不能	不能	不能
澱粉	pH 值	6.24	10.5	8.5	6.57	9.93
	泡泡高度(cm)	1.5	0.4	1.5	2.3	0.6
	能否吹出泡泡	能	能	能	能	不能
乙酸	pH 值	2.26	3.43	3.0	2.2	3.2
	泡泡高度(cm)	8.8	6	0.5	7	0
	能否吹出泡泡	能	能	不能	能	不能
沙拉油	pH 值	7.4	10.6	9.7	6.8	10.3
	泡泡高度(cm)	5.2	1.9	7.1	5.5	2
	能否吹出泡泡	能	能	能	能	不能
無	pH 值	7.79	10.5	9.36	7.78	10.4
	泡泡高度(cm)	4.5	0.3	7.1	0.4	2.6
	能否吹出泡泡	能	能	能	能	能

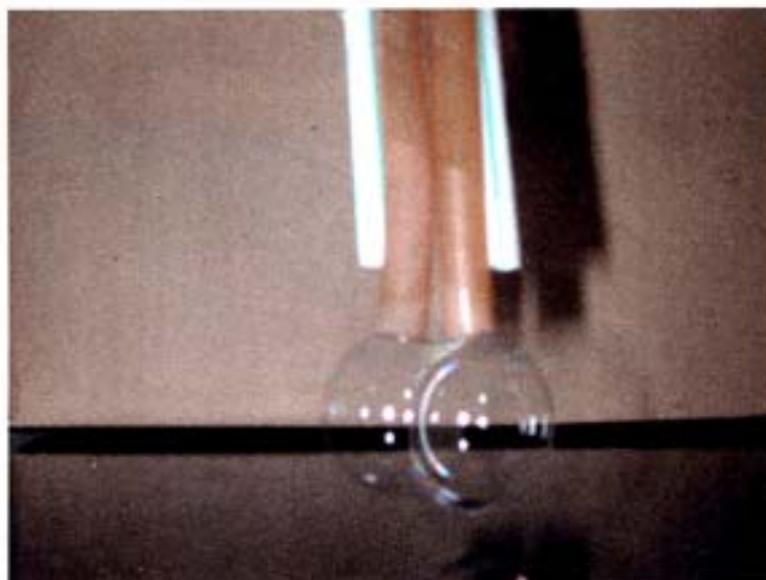
表六：各種清潔劑溶液加入不同的 pH 值溶液後，生成泡泡的高度與 pH 值的關係

單位：公分

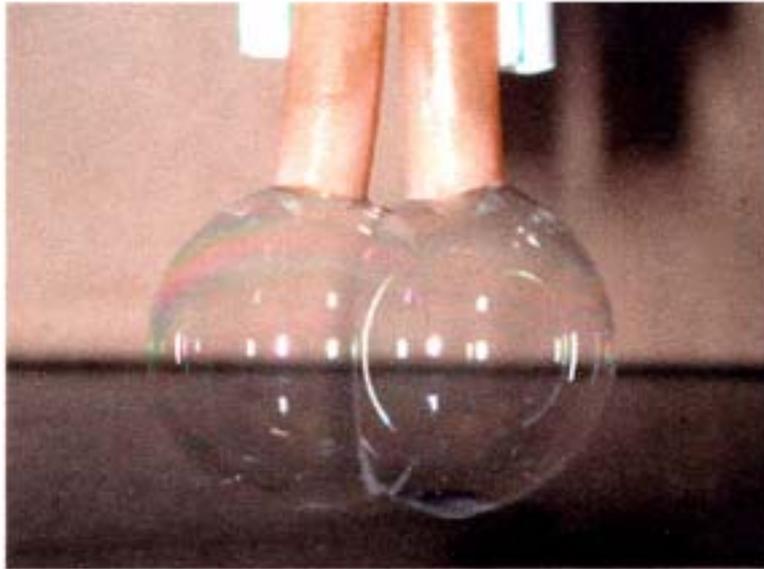
清潔劑種類	洗衣粉	洗髮精	洗碗精	沐浴乳	肥皂
pH 值 1	0.7	0.9	1.0	0.5	0
2	0.3	2.1	6.4	0.3	0.5
3	8.0	4.1	5.1	3.3	2.5
4	10.0	3.8	3.2	7.4	3.5
5	11.0	1.5	4.1	7.5	4.0
6	11.0	7.0	5.5	8.0	3.5
7	10.0	6.2	5.8	7.5	3.5
8	11.0	6.8	5.2	8.5	4.7
9	8.0	4.8	6.2	8.6	3.5
10	7.0	4.1	7.3	11.0	3.6
11	7.0	3.1	5.6	11.0	3.6
12	5.5	5.4	5.1	7.0	4.7
13	6.0	4.5	4.3	6.5	4.7
14	5.5	5.3	1.8	5.5	0
無	3.8	4.7	4.5	7.0	3.2



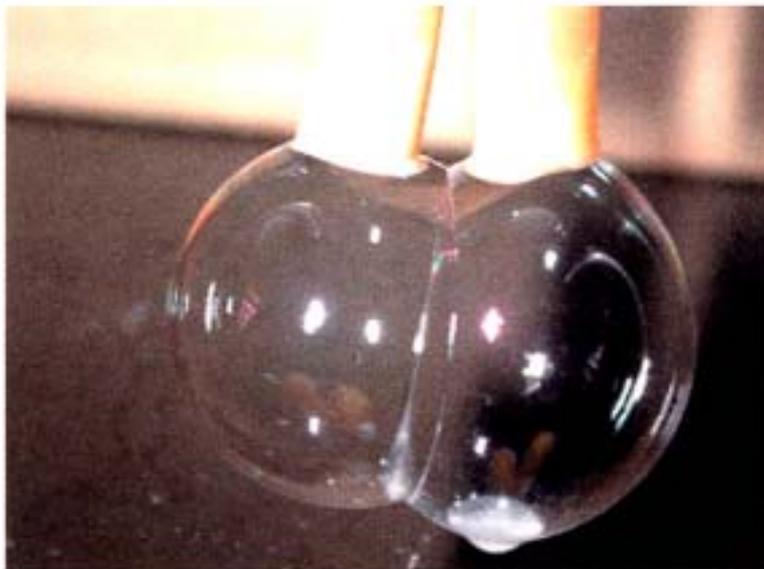
濃度 5%、大小相同、不同種類（左為洗髮精、右為  
洗碗精）溶液相黏情況



濃度 15%、大小相同、不同種類（左為洗髮精、右  
為洗碗精）溶液相黏情況



濃度 5%、大小相同、不同種類（左為沐浴乳、右為  
洗碗精）溶液相黏情況



濃度 15%、大小相同、不同種類（左為沐浴乳、右  
為洗碗精）溶液相黏情況