

宜蘭高中 98 學年度學生數理自然科學專題研究

題目：

探討泡泡的堅硬度與耐久性

指導老師：

許仁祥

學生：

李應頌

莊士寬

林穎塵

呂承勳

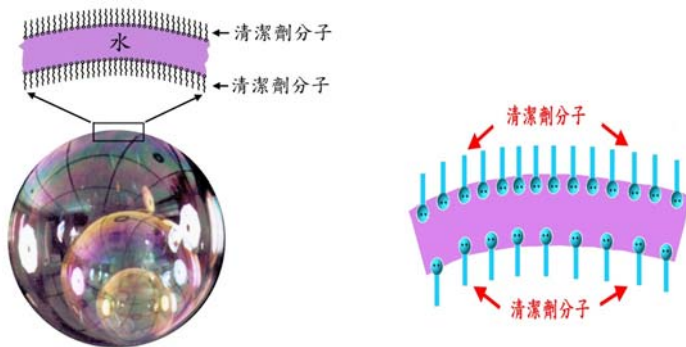
神奇の彈跳泡泡[®]

組員：李應頌、莊士寬、林穎塵、呂承勳

指導老師：許仁祥

一、原理與摘要：

洗碗精是一種界面活性劑，它的分子結構是一個長條狀，兩端的特性不同，一端喜歡水，是親水性的，另一端討厭水，是親油性的，當我們把肥皂和水混合後，喜歡水的那一端會溶在水中，討厭水的那一端，就全部聚集在水面上，只要我們一攪拌洗碗精溶液，就會把空氣送進水中，討厭水的那一端包住空氣，就形成了泡泡，我們越攪拌，越多的空氣跑進水裡，泡泡就越來越多。所以我們用吸管沾了肥皂水，吹入空氣，就會形成一個一個的泡泡。泡泡是一層薄薄的泡泡膜包著空氣所構成，當我們對著沾了泡泡水的吹管吹氣，空氣灌入吹管，就會被包在一層薄薄的泡泡膜內，而形成泡泡。那泡泡膜又是什麼呢？泡泡膜是一層薄膜，是由清潔劑分子包圍住水，所形成的一層薄膜。所以我們想試著加入塑料溶在泡泡水裡，增強清潔劑分子之間的結合力，使泡泡具有一定的韌性，足以在手套彈起，而部分靈感來自於太空泡泡。

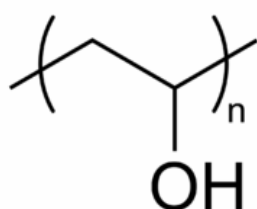


(太空泡泡)

二、實驗動機：

看到飛翔在空中的七彩泡泡，讓我們聯想到許多的童年回憶，在這泡泡飛舞夢幻的情境裡是多麼的美麗，然而泡泡一碰就破，了無新意，所以我們想嘗試做出一種泡泡可以用手使其在掌間舞動，來讓樂趣倍增，希望能做到獨一無二、充滿特色的泡泡。

◎**選擇材料**：我們試著查詢過下列塑料，聚乙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚丙烯酸、聚丁烯、聚甲醛、聚醯胺，發現大多數是有毒或是不溶於水的物質，最後我們找到了「**聚乙烯醇**」，他是可以在攝氏 80 度下的水中溶解，而且不具有毒性的塑料，十分符合我們的需求，所以我們決定選擇聚乙烯醇來當作溶於泡泡溶液中的塑料。



(聚乙烯醇PVA化學結構圖) 化學式 $(C_2H_4O)_x$

三、實驗目的：

1. 以不同比例的**洗碗精(十二苯磺酸鈉)**進行混合，探討泡泡彈跳之極限值。
2. 以不同比例的**PVA(聚乙烯醇)**進行混合，探討泡泡彈跳之極限值。
3. 加入不同比例的**鹽**，探討泡泡彈跳之極限值。
4. 加入不同比例的**糖**，探討泡泡彈跳之極限值。
5. 以不同比例的**聚炳二醇**進行混合，探討泡泡彈跳之極限值。
6. 以不同比例的**月桂苯磺酸鈉**進行混合，探討泡泡彈跳之極限值。

四、實驗內容(4大項實驗)：

實驗一、改變洗碗精(十二苯磺酸鈉)的比例，固定為 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)：

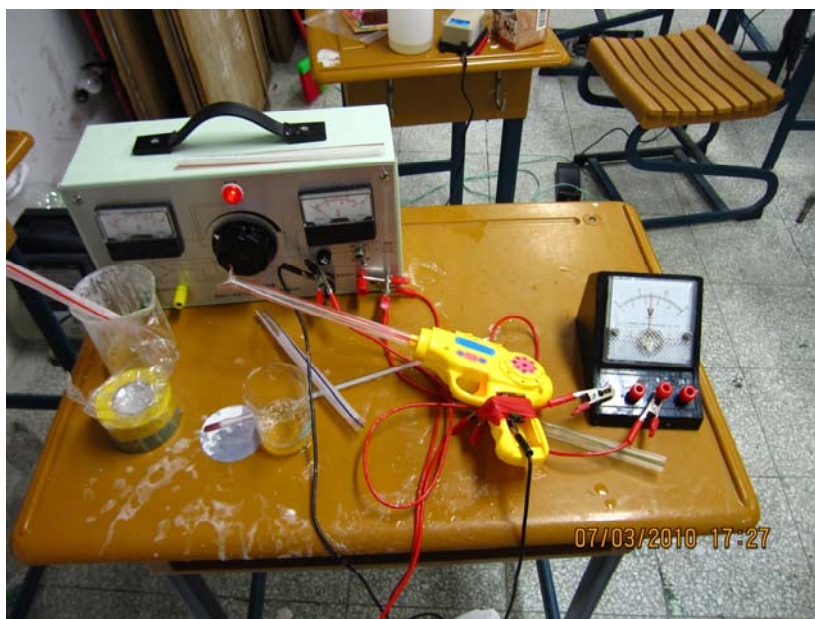
探討：找出洗碗精(十二苯磺酸鈉)用來彈泡泡次數的最佳比例

實驗 A：洗碗精(十二苯磺酸鈉)40%(體積百分濃度)

1. 調配 40% 體積百分濃度的**洗碗精**水溶液。
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40% 體積百分濃度的**洗碗精**(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。



上圖為調配 PVA 時之方法



此為吹泡泡機與固定電壓的畫面

用軍用手套觸碰彈



實驗 B：洗碗精(十二苯磺酸鈉)60%(體積百分濃度)

1. 調配 60% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 60% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

實驗 C：洗碗精(十二苯磺酸鈉)80%(體積百分濃度)

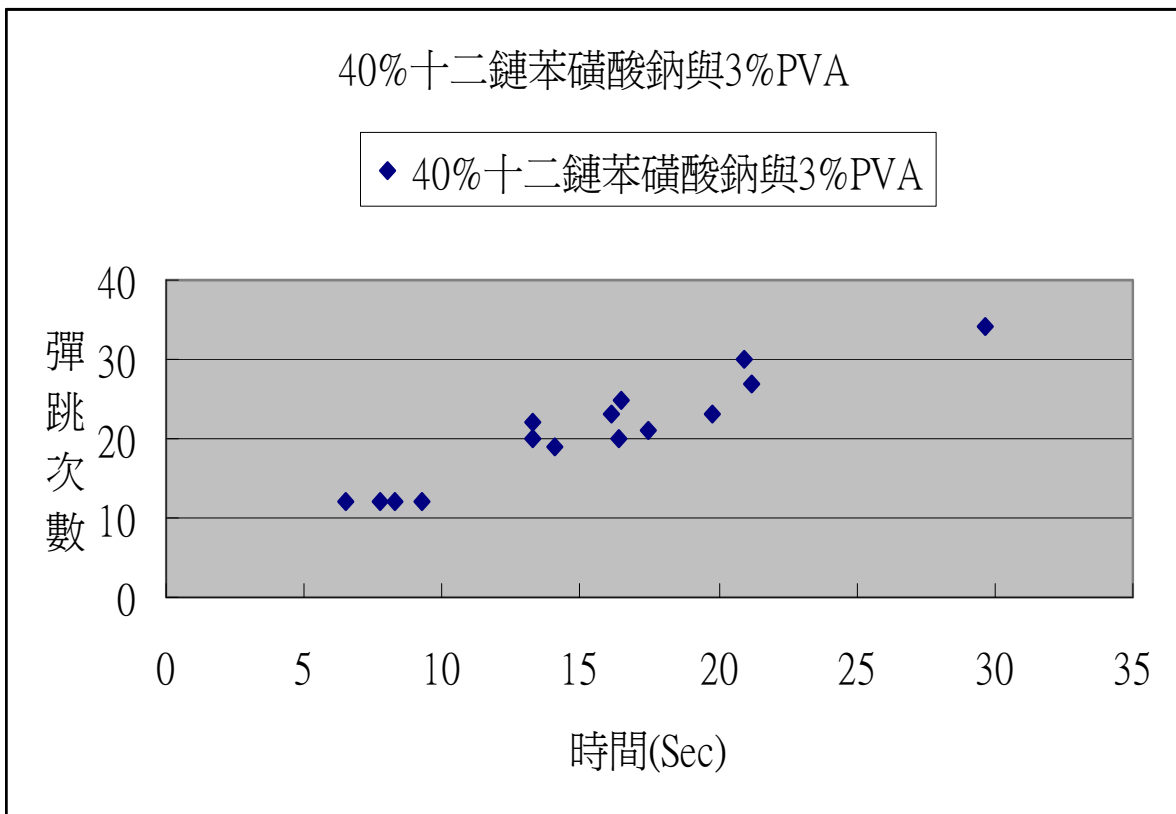
1. 調配 80% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 80% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

結果 A：洗碗精(十二苯磺酸鈉)40%(體積百分濃度)

使用體積百分濃度 **40%**的十二苯磺酸鈉水溶液(洗碗精加水)與重量百分濃度 3%的 PVA(聚乙烯醇)1 比 1 混合，結果如下

(次數右邊為第幾次實驗，下面為手彈泡泡之次數)

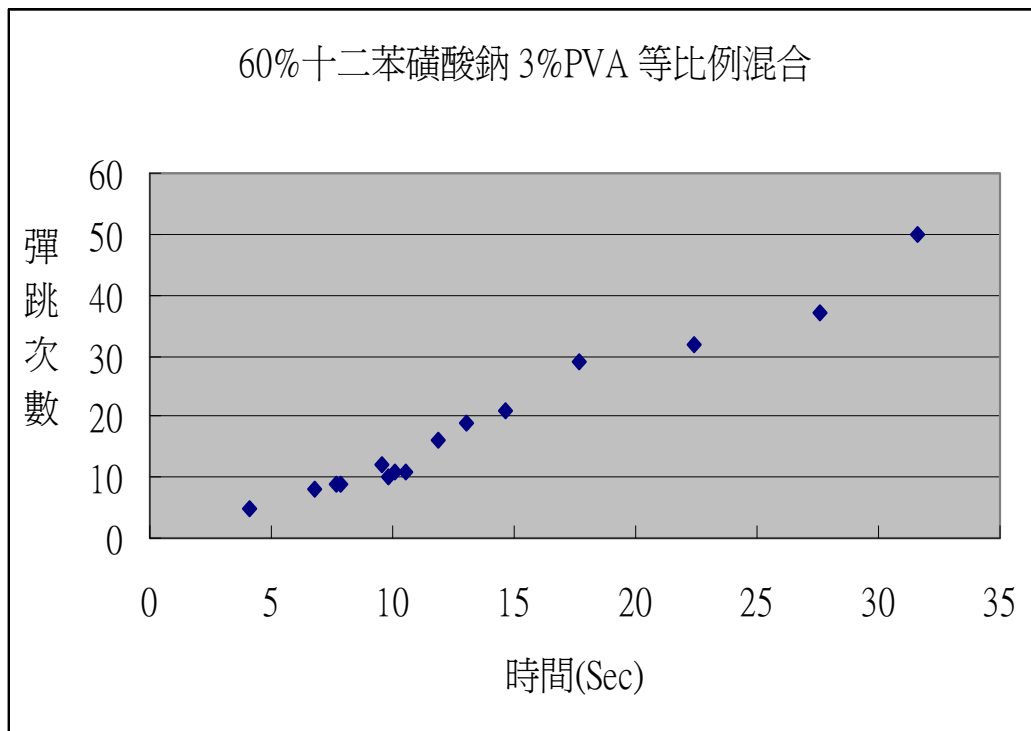
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	25	23	12	21	20	27	12	30	20	23
時間	16.44	16.15	8.24	17.48	16.41	21.17	9.28	20.97	13.24	19.73
次數	11	12	13	14	15					
	22	19	34	12	12					
時間	13.24	14.05	29.64	7.74	6.50					



結果 B：洗碗精(十二苯磺酸鈉)60%(體積百分濃度)

使用體積百分濃度 **60%**的十二苯磺酸鈉水溶液(洗碗精加水)與重量百分濃度 3%的 PVA(聚乙烯醇)1 比 1 混合，結果如下

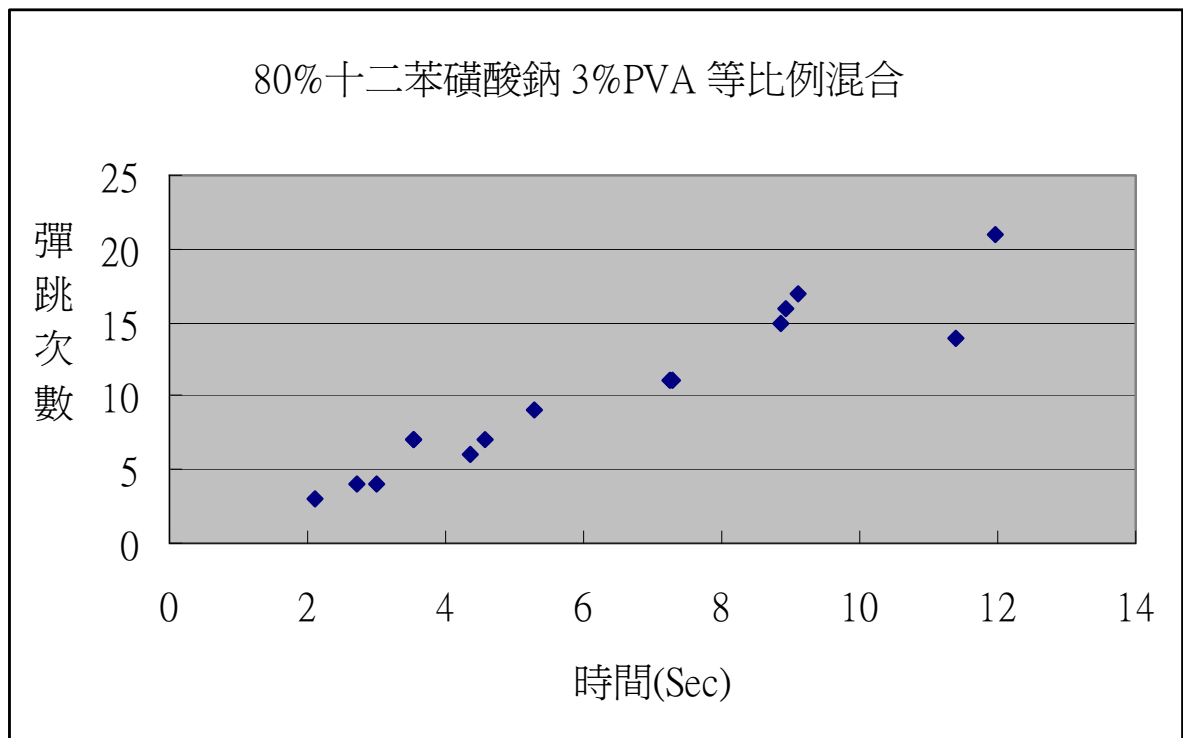
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	32	29	16	50	12	10	9	11	8	11
時間	22.37	17.67	11.84	31.59	9.56	9.78	7.89	10.56	6.77	10.11
次數	11	12	13	14	15					
	37	19	9	21	5					
時間	27.55	13	7.65	14.67	4.12					



結果 C：洗碗精(十二苯磺酸鈉)80%(體積百分濃度)

使用體積百分濃度 **80%**的十二苯磺酸鈉水溶液(洗碗精加水)與重量百分濃度 3%的 PVA(聚乙烯醇)1 比 1 混合，結果如下

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	9	4	21	11	7	14	7	4	7
時間	7.29	5.28	2.71	11.98	7.25	3.53	11.38	4.56	3.00	3.52
次數	11	12	13	14	15					
	6	15	16	17	3					
時間	4.36	8.85	8.94	9.11	2.12					



結論：

實驗 A、實驗 B、實驗 C 相比，明顯看出實驗 A 的效果較為出色

實驗 A 集中於 20~30 之間，實驗 B 集中於 10~20 之間，實驗 C 則極為不穩定，但始終效果沒有實驗 A 來的好，所以下列其於實驗一率使用 **40%**體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)

實驗二、改變 PVA(聚乙烯醇)的濃度，固定為 40% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)

探討：找出 PVA(聚乙烯醇)用來彈泡泡次數的最佳濃度

實驗 A：3% 重量百分濃度的 PVA+40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液

1. 調配 40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

實驗 B：7% 重量百分濃度的 PVA+40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液

1. 調配 40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。
2. 調配 7% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 7%。
3. 把 7% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

實驗 C：10% 重量百分濃度的 PVA+40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液

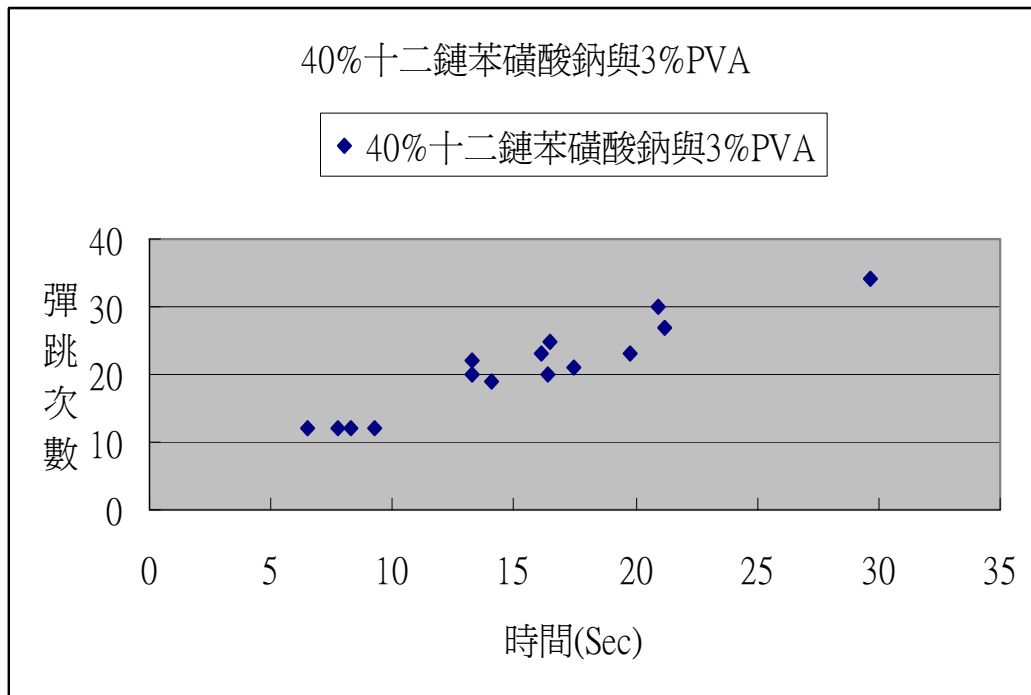
1. 調配 40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。
2. 調配 10% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 10%。
3. 把 10% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

結果 A：

使用體積百分濃度 40%的十二苯磺酸鈉水溶液(洗碗精加水)與重量百分濃度 3% 的 PVA(聚乙烯醇)1 比 1 混合，結果如下

(次數右邊為第幾次實驗，下面為手彈泡泡之次數，用軍用手套觸碰彈)

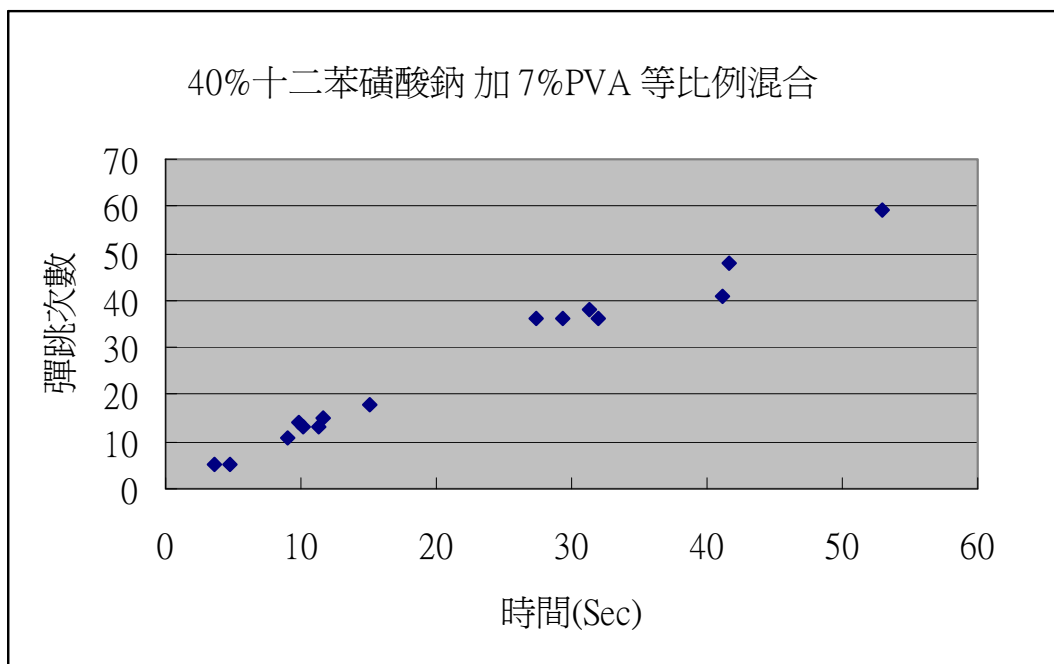
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	25	23	12	21	20	27	12	30	20	23
時間	16.44	16.15	8.24	17.48	16.41	21.17	9.28	20.97	13.24	19.73
次數	11	12	13	14	15					
	22	19	34	12	12					
時間	13.24	14.05	29.64	7.74	6.50					



結果 B：

使用體積百分濃度 40%的十二苯磺酸鈉水溶液(洗碗精加水)與重量百分濃度 7%

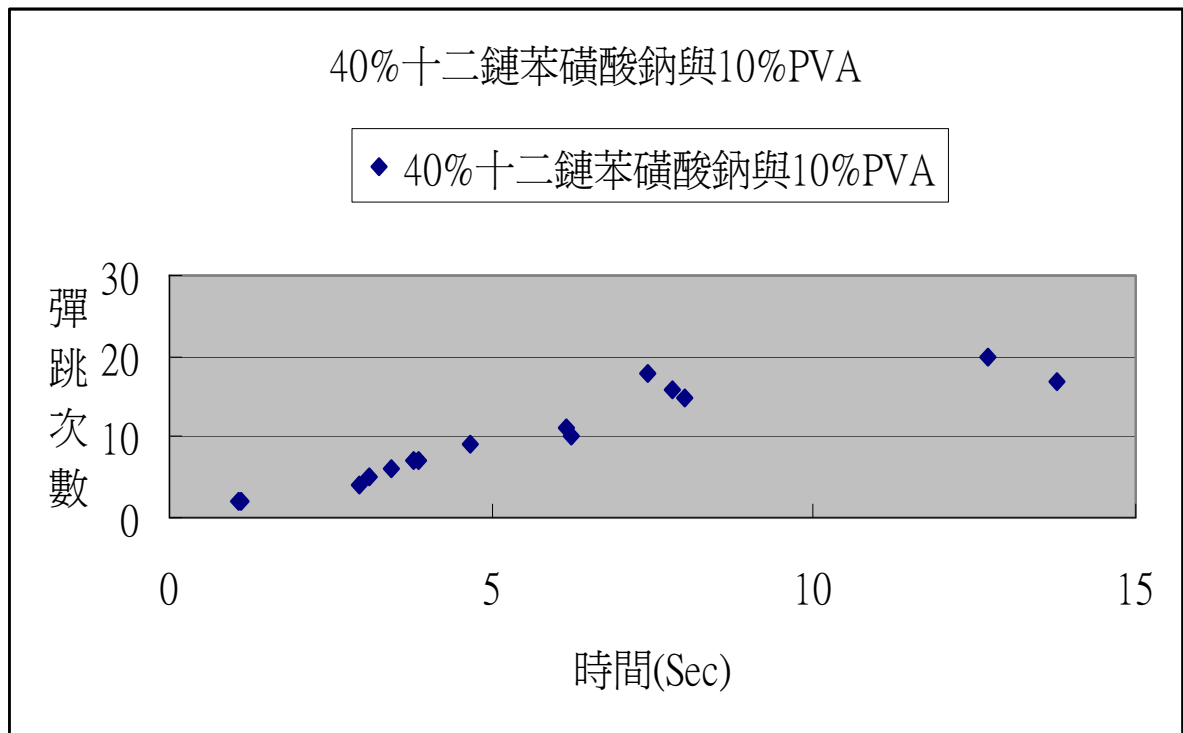
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
次數	36	15	14	5	13	11	36	59	18	36
時間	29.3	11.6	9.88	4.77	10.15	8.95	27.42	52.89	15.15	32.04
	11	12	13	14	15					
次數	48	5	38	41	13					
時間	41.6	3.65	31.33	41.14	11.28					



結果 C：

使用體積百分濃度 40% 的十二苯磺酸鈉水溶液(洗碗精加水)與重量百分濃度 10%

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	18	10	9	15	20	7	2	5	17	11
時間	7.42	6.23	4.67	7.99	12.70	3.87	1.12	3.10	13.78	6.15
次數	11	12	13	14	15					
	4	16	6	2	7					
時間	2.93	7.81	3.43	1.09	3.79					



結論：

實驗 A、實驗 B、實驗 C 比較，實驗 A 保持著 20~30 次的穩定狀態。實驗 B 呈現出兩個較密集的區塊，分別是 5~15 次和 35~40 次，較不穩定。實驗 C 全部數據皆低於 20 次密集區塊再 0~10 次之間。依結果來看，我們決定選擇較穩定且次數中上的 B(3%PVA)來繼續進行實驗

圖為 10%PVA 溶液，呈現淡黃狀，味道極為嗆鼻



實驗三、加入鹽、糖，到 3%重量百分濃度 PVA(聚乙烯醇)與 40%體積百分濃度的十二苯磺酸鈉的混合液裡。

實驗 A：40%十二苯磺酸鈉溶液(17.3%糖水溶液代替水)3%PVA 等比例混合

1. 調配 40%體積百分濃度的洗碗精水溶液。(17.3%糖水溶液代替水)
2. 調配 3%重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3%重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40%體積百分濃度的含砂糖洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

實驗 B：40% 十二苯磺酸鈉溶液(17.3% 食鹽水溶液代替水)3%PVA 等比例混合

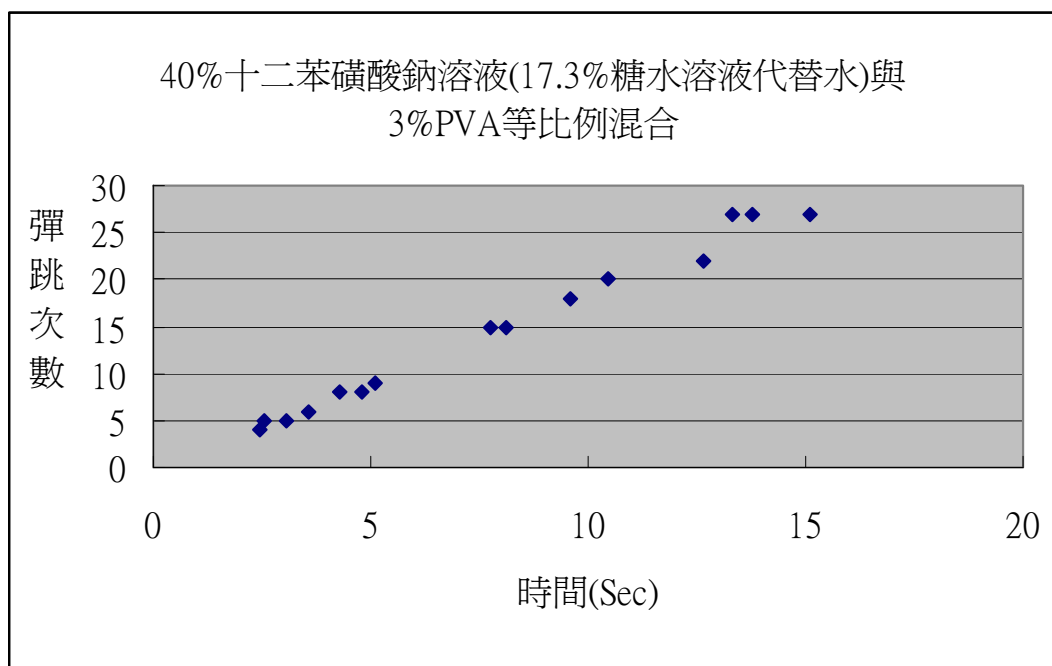
1. 調配 40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。(17.3% 鹽水溶液代替水)
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40% 體積百分濃度的含食鹽洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

實驗 C：40% 十二苯磺酸鈉溶液(1% 食鹽水溶液代替水)與 3%PVA 等比例混合

1. 調配 40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。(1% 食鹽水溶液代替水)
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 40% 體積百分濃度的含食鹽洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

結果 A：40% 十二苯磺酸鈉溶液(17.3% 糖水溶液代替水)3%PVA 等比例混合

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
次數	27	5	27	5	9	18	4	15	22	8
時間	13.75	2.53	13.32	3.04	5.09	9.60	2.47	7.75	12.64	4.79
+	11	12	13	14	15					
次數	8	20	27	6	15					
時間	4.31	10.45	15.09	3.59	8.09					

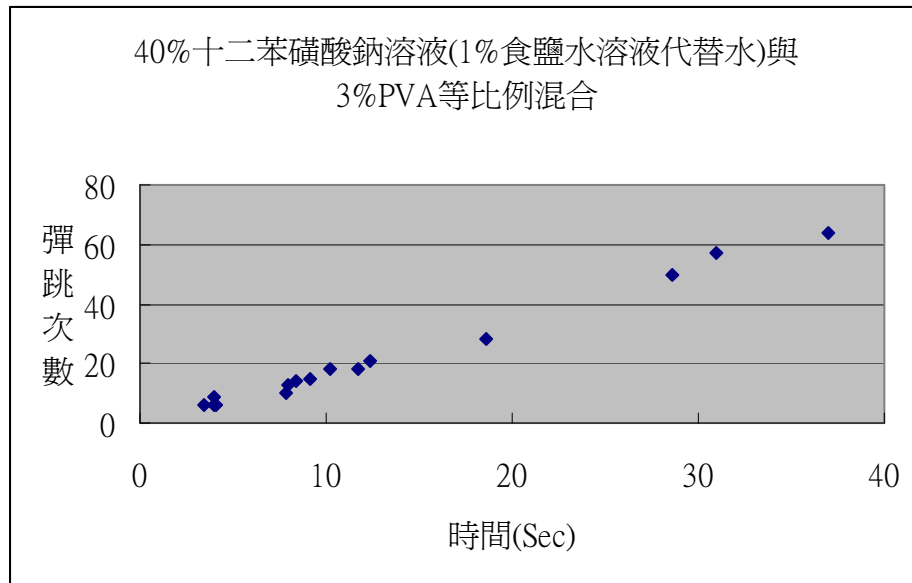


結果 B： 40% 十二苯磺酸鈉溶液(17.3% 食鹽水溶液代替水)3%PVA 等比例混合

溶解效果不佳，泡泡溶液無明顯起泡現象，吹不出完整泡泡，於是我們決定降低濃度繼續實驗。

結果 C： 40% 十二苯磺酸鈉溶液(1% 食鹽水溶液代替水)與 3%PVA 等比例混合

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
次數	6	28	21	6	13	18	10	18	50	6
時間	3.95	18.63	12.36	4.06	7.98	11.68	7.89	10.26	28.56	3.49
	11	12	13	14	15					
次數	15	9	57	14	64					
時間	9.19	4	30.94	8.39	37.01					



結論：

根據實驗 A 的圖表來看，彈跳次數的分布區域可分為兩個部份，第一部分多集中在 5~10 次之間，而第二部分屬於較鬆散的區塊，彈跳次數介於 15~30 次之間。實驗 C，彈跳次數密集集中在 10~20 次之間，所以我們認為實驗 C 的穩定彈跳次數較實驗 A 來的穩定。

實驗四、改變調配成份，使用聚丙二醇、月桂苯磺酸鈉，來配成溶液

實驗 A: 使用聚丙二醇代替原本的聚乙烯醇

1. 調配 40% 體積百分濃度的洗碗精水溶液。
2. 調配 1 比 1 體積百分濃度的聚丙二醇與甘油混合溶液。(使用甘油而不與水混合是因為聚丙二醇高分子，不溶於水)
3. 把聚丙二醇與甘油混合溶液與 40% 體積百分濃度的洗碗精(十二苯磺酸鈉)等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

實驗 B：使用月桂苯磺酸鈉代替十二苯磺酸鈉

1. 調配 1 比 1 重量百分濃度的月桂苯磺酸鈉水溶液。
2. 調配 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)溶液，再加熱使聚乙烯醇溶解時，有部分水量蒸發，加熱完畢後再把水補足自 3%。
3. 把 3% 重量百分濃度的 PVA(聚乙烯醇)與 50% 重量百分濃度的月桂苯磺酸鈉溶液等體積混合，攪拌均勻，維持為室溫之下。
4. 使用市售泡泡機，固定在 2.5V 的狀態下，使其吹力穩定，吹出泡泡。
5. 手帶軍用手套並輕彈泡泡。
6. 詳細觀察狀況和紀錄結果。

結果 A：使用聚丙二醇代替原本的聚乙烯醇

1. 機器幾乎吹不出來，需要使用嘴微條力道才能吹出泡泡。
2. 吹出後存在時間極短，完全沒辦法碰觸。
3. 推測是洗碗精用量不夠的關係(因為不易起泡)
4. 把洗碗精改成 80% 在做一次上述實驗。
5. 結果大略相同，再度推測或許是溶解聚丙二醇時的甘油干擾的緣故。

結果 B：使用月桂苯磺酸鈉代替十二苯磺酸鈉

1. 吹出來時泡泡量極多，但略小且易破裂。
2. 泡泡容易嗆鼻，不適合玩樂。
3. 破裂方式怪異，由冒出些許小洞洞後開始破裂，一般是粉塵狀散裂。
4. 泡泡碰觸的地方非常滑。(在一定點吹泡泡，沾一次後吹完，地板就出現濕滑的感覺了，可能是帶水量較多的關係。)
5. 推測與十二苯磺酸鈉這麼大不相同的原因是因為屬於合成清潔劑的緣故。(十二苯磺酸鈉為天然清潔劑)



上圖為沾一次的泡泡量。

五、檢討、未來展望、參考資料：

檢討、未來展望：

1. 整個實驗中最大的隱憂或許是手碰泡泡時出的力道以及頻率，但目前找不到能夠做這種定力的裝置，頻率我們以節拍器來固定，未來期待能達成力道之固定。
2. 在糖與鹽的部份做的較為快速，沒有在更深入、仔細往下研究
3. 使用聚丙二醇時，沒有單獨提出甘油來使用，希望能有時間嘗試看看。
4. 或許能找出更多種清潔劑(界面活性劑)與類似聚乙稀醇的材質，來嘗試更多、比較更多種情況。

參考資料：

<http://www.microsofttranslator.com/BV.aspx?ref=IE8Activity&a=http%3A%2F%2Fweb.kyoto-inet.or.jp%2Fpeople%2Febisan%2Fhazumu.htm>
<http://blowbubble.blogspot.com/>
<http://bigkitty.pixnet.net/blog/post/5270453>