

嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：泡泡拼圖

關鍵詞：泡泡 蜂巢 表面張力（最多三個）

編號：

泡泡拼圖

摘要：看到二年級生活老師的泡泡秀，不但讓我們重溫舊夢，也引發了同學們研究泡泡的興趣，除了用不同的洗碗精濃度實驗泡泡壽命，還實做研究泡泡在平面上相互吸附住時所形成的形狀。在實驗的過程中，同學們除了吹出美麗的泡泡而滿心愉悅外，還學習了科學實驗的觀念與嚴謹的做法，更體會到表面張力的影響。

壹、研究動機

看到二年級生活老師的泡泡秀，滿天飛舞的小泡泡，長長的泡泡龍，尤其是那泡中泡，三層空中飛舞的泡泡，七彩變化的光影，恍如置身於夢境中，更是讓每個人都大開眼界，也引起了大家親手做做看的欲望。除了吹泡泡，更希望能找出在平面上，泡泡相互吸附住時所形成圖案與原因。

貳、研究目的

- 一、 如何吹出相同大小的泡泡。
- 二、 找出何種泡泡水能在平面上生存時間更久。
- 三、 找出以何種顏色當底色較能在相機中明顯呈現出泡泡。
- 四、 找出平面上各種泡泡相互吸附時的形狀。
- 五、 驗證不同大小的泡泡是否與之前實驗相符。

參、研究設備及器材

活動一：

A4 影印紙、尺、圓規、市售泡泡水、大吸管、小吸管、透明片、免洗杯、灌食用大針筒、碼表。

活動二：

量杯、免洗杯、筷子、清水、洗碗精、膠水、甘油、市售泡泡水、透明片、灌食用大針筒、碼表。

活動三：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、灌食用大針筒、圖畫紙、色紙。

活動四：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、灌食用大針筒、色紙、量角器。

活動五：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、灌食用大針筒、色紙、尺。

肆、研究過程及方法

研究一：如何吹出相同大小的泡泡。

起因：利用簡便容易的工具，吹出相同大小的泡泡。

方法：

1. 在一分鐘內以吸管在方形圖、圓形圖、十字圖上吹出符合直徑四公分方格的泡泡。
2. 比較泡泡的正確度與速度。
3. 反覆進行以上步驟五次。

假設：能找到合適的工具協助吹出一樣大小的泡泡。

實驗結果：

方式	4cm寬方形圖	直徑4cm圓形圖	4cm寬十字圖	20毫升針筒
第一次成功個數	1	2	3	7
第二次成功個數	2	2	2	8
第三次成功個數	1	3	2	8
第四次成功個數	3	2	3	7
第五次成功個數	2	2	2	9
第六次成功個數	2	2	3	10
第七次成功個數	1	3	2	10
第八次成功個數	3	3	3	9
第九次成功個數	2	2	3	11
第十次成功個數	3	3	2	10
平均成功數	2	2.4	2.5	8.9
說明	因為需要剛好符合四個角，難度很高，常常過大或過小，只能戳破從來。	吹時泡泡會移動，需要邊吹邊把它拉回定點，難度略高，拖太久還會破。	要成功在十字圖的正中央吹出泡泡比想像中難，而且還要拖泡泡。	除了動作不要太大力，完全不用考慮其他，百分之百成功，而且還越來越快。

實驗結果：實驗時最好能找到適當的工具，簡單的注射針筒比起眼睛判斷，更能使我們的實驗，有完美的呈現。

研究二：誰是泡泡王者。

起因：測驗各種固定大小的泡泡水何種能在透明片平面上存在更久。

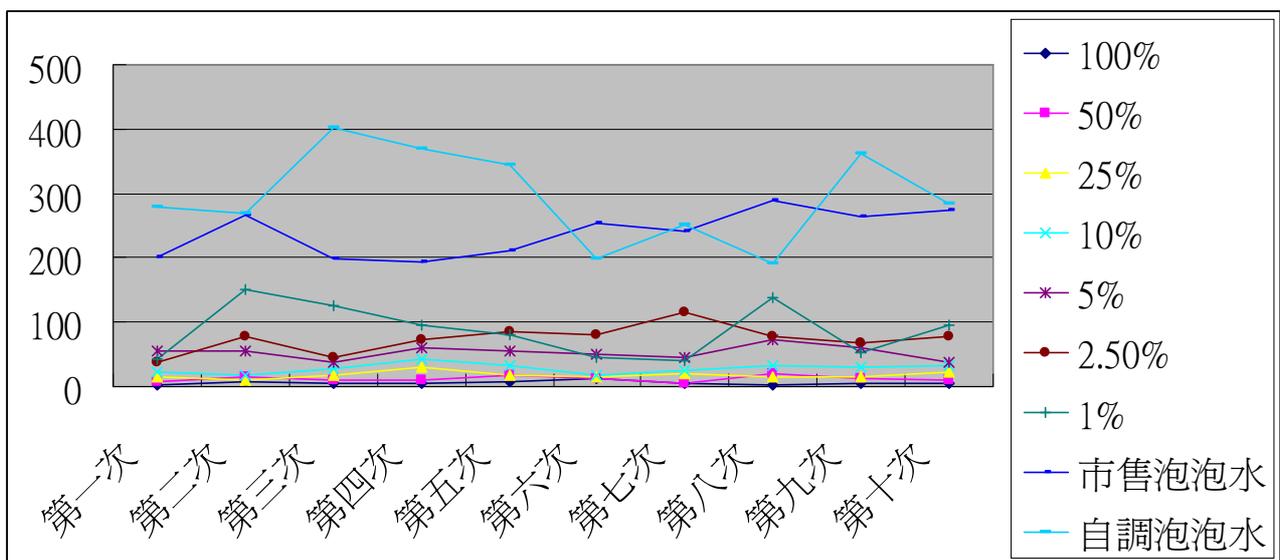
方法：

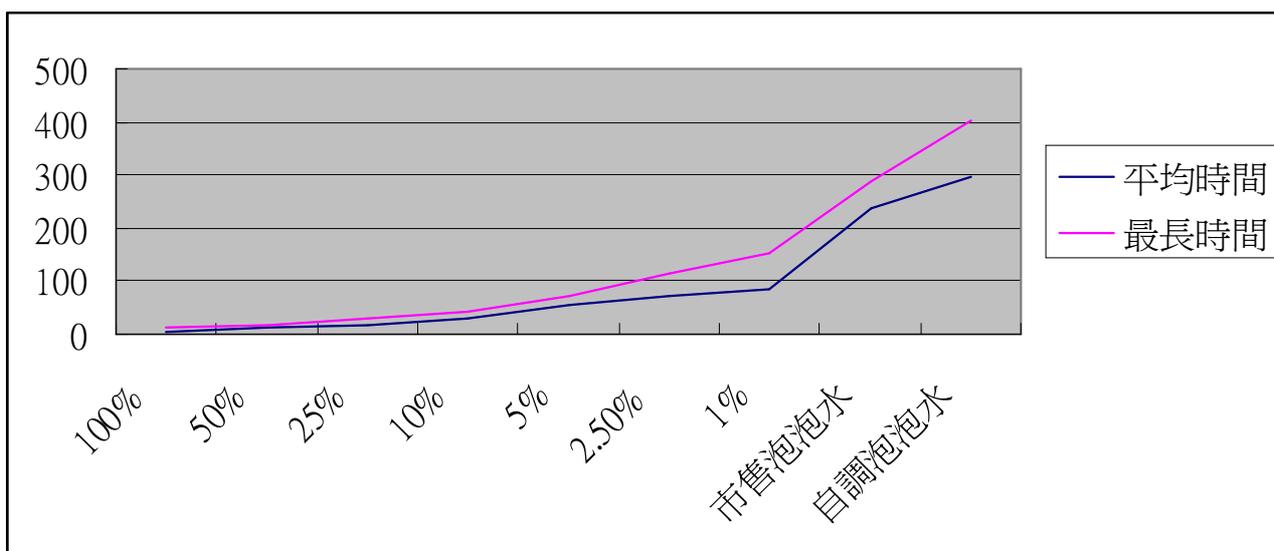
1. 以洗碗精調製出各種比例的泡泡水。
2. 在透明片上抹上當次實驗所使用的泡泡水。
3. 以針筒沾泡泡水後固定打出20ML的空氣泡泡。
4. 觀察泡泡及最長存活時間。
5. 反覆進行以上步驟十次爲止。
6. 整理記錄之後列表如下。

假設：洗碗精濃度越高越能存活較久，自製泡泡水也能存活較久。

實驗結果：(取樣十次，單位用秒計算)

泡泡水種類	100%	50%	25%	10%	5%	2.5%	1%	市售泡泡水	自調泡泡水
第一次	3	7	15	22	55	37	43	200	280
第二次	7	15	10	18	56	77	152	266	270
第三次	4	10	18	28	38	45	125	198	401
第四次	5	10	29	43	60	74	96	194	370
第五次	7	18	18	32	56	85	80	211	345
第六次	12	12	16	17	50	81	44	253	199
第七次	5	6	20	25	46	116	39	240	251
第八次	3	19	15	33	73	79	139	290	190
第九次	4	12	16	29	60	68	53	264	361
第十次	5	10	22	32	37	79	96	273	283
平均時間	5.5	11.9	17.9	27.9	53.1	74.1	86.7	238.9	295
最長時間	12	19	29	43	73	116	152	290	401





實驗結果：濃度越高的洗碗精反而不能讓泡泡存活更久；而加入甘油與膠水後，泡泡存活的時間大增，甚至還贏過買來的泡泡水，讓實驗更順利。

研究三：我要看清你。

起因：測驗以何種顏色當底色較能在相機中明顯呈現出泡泡。

方法：

1. 調配出自製泡泡水。
2. 在透明片上抹上均勻的泡泡水。
3. 吹出三個相互吸附的20ml泡泡。
4. 架上相機腳架。
5. 放入色紙於透明片下並拍照。
6. 反覆進行以上步驟直至所有色紙都拍過為止。

假設：能從各種色紙中，挑選出適合當實驗底色的色紙。

實驗結果：記錄列表如下。

顏色	粉橘	粉紅	淺綠
拍照成果			
討論	顏色太淡太亮，看不清楚。	顏色太淡太亮，看不清楚。	顏色略亮，看不清楚。
評比	差：0票	差：0票	還好：1票

顏色	深綠	米黃	咖啡
拍照 成果			
討論	顏色較重，透明泡泡觀察較容易分辨。	顏色略亮，看不清楚。	顏色較重，透明泡泡觀察較容易分辨。
評比	好：5 票	還好：2 票	好：5 票
顏色	深藍	水藍	藍
拍照 成果			
討論	顏色亮，底色清楚。	顏色太淡太亮，看不清楚。	顏色略亮，看不清楚。
評比	好：4 票	還好：1 票	還好：2 票
顏色	白	紅	黑
拍照 成果			
討論	白色太淡太亮，看不清楚。	紅色在照片中顏色變亮，看不清楚。	黑色在照片中變成灰色，顏色變亮，看不清楚。
評比	差：0 票	還好：3 票	還好：3 票

實驗結果：以色紙當底色用相機拍照，讓學生投票哪色較能呈現泡泡的形狀，發現以深色系當底色，尤其是深綠色，更能讓泡泡清楚呈現。

研究四：泡泡拼圖。

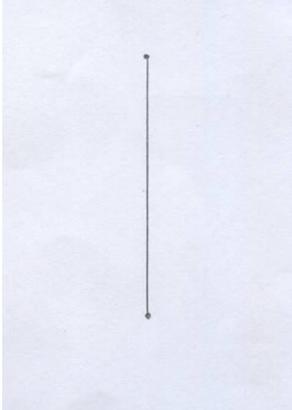
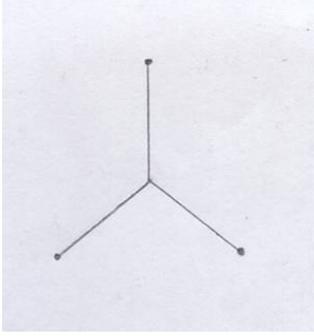
起因：找出平面上各種泡泡相互吸附時的形狀。

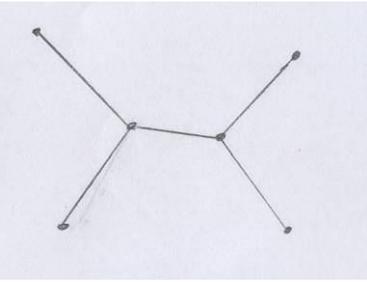
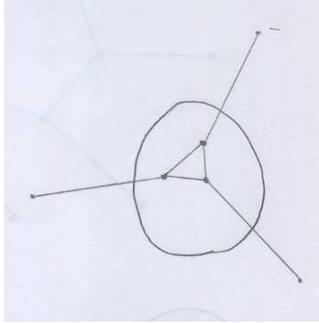
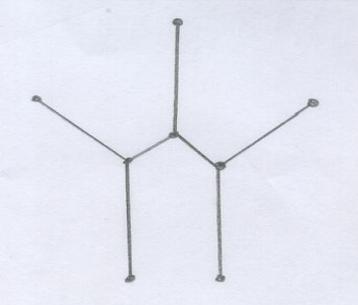
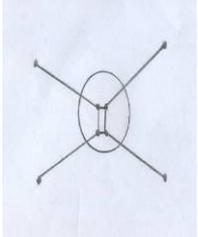
方法：

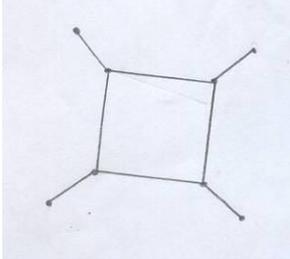
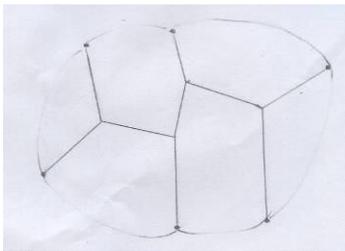
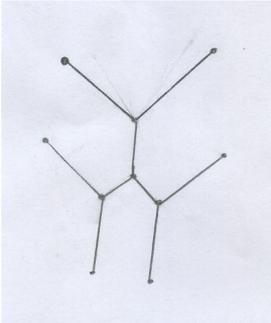
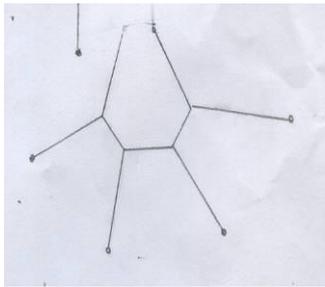
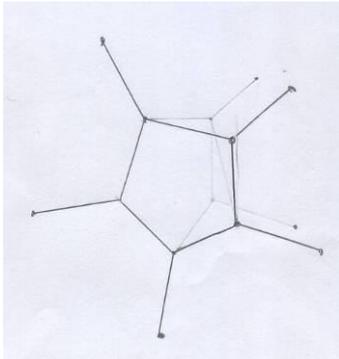
1. 調配出自製泡泡水。
2. 在透明片上抹上均勻的泡泡水。
3. 吹出20ml的泡泡。
4. 讓泡泡進行吸附。
5. 使用腳架拍照並將泡泡之間的膜描繪出來。
6. 逐次增加泡泡數量並量角度。

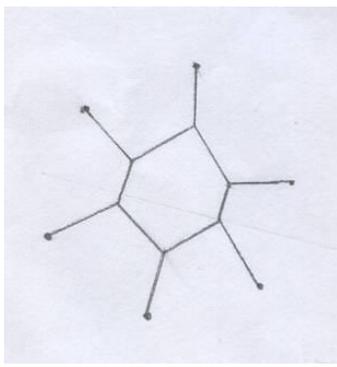
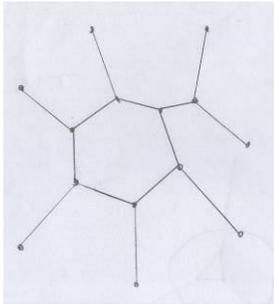
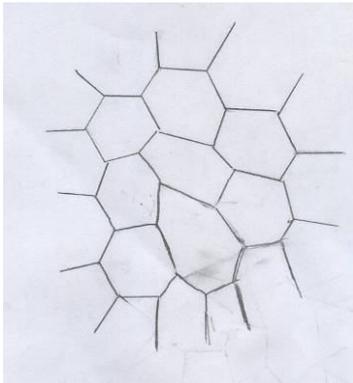
假設：泡泡彼此之間會相互吸附，吸附時有所規律。

實驗結果：

編號	泡泡數量	照片圖形	泡膜間的手繪圖形	說明
A	1		無	單一泡泡的泡膜只有自己，沒有跟任何泡泡接觸。
B	2			兩個泡泡的連接處是一直線。角度是180度。
C	3			三個泡泡剛好成爲一個平分成三等分的圖形。每個角都是120度。

D	4			<p>四個泡泡連接的圖形很像地下道，很像兩個圖C連接起來。每個角都是120度。</p>
E	4			<p>當第四個泡泡剛好吹在三個泡泡的上方時，會變成像金字塔的立體圖。每個角都是120度。</p>
F	5			<p>第五個泡泡連在第四個泡泡上。每個角都是120度。</p>
G	5			<p>這跟圖E一樣，當第五個泡泡剛好吹在四個泡泡的上方時，會變成像金字塔的立體圖。每個角都是120度。但這個圖型保持不久，很快會沉到下面去，變成圖H。</p>

H	5			<p>這個圖自然情況不會出現，是由圖 G 變成的，每個角都是 90 度。</p>
I	6			<p>由六個泡泡排列成接近長方形。每個角都接近 120 度。</p>
J	6			<p>由六個泡泡緊密排列而成的大三角形。每個角都是 120 度。</p>
K	6			<p>由六個泡泡排列而成。中間泡泡受擠壓，角度接近 120 度。</p>
L	6			<p>由圖 K 故意牽引使中間的泡泡變成正五邊形。中間 108 度，外面 126 度</p>

M	7			七個泡泡自然形成的圖形，中間泡泡變成正六角形，整體變成大六角形。每個角都是120度。
N	8			在七個泡泡旁在加一個泡泡。每個角都很接近120度。
O	9			很多泡泡組合而成，角度都很接近120度。

實驗結果：超過兩顆以上的泡泡彼此吸附時，泡泡膜之間的夾角都會非常接近120度，漸漸形成接近六角形，除非刻意牽引或設計，如圖H在我們刻意吹泡泡在四顆的正上方讓他沉下去形成正方形、圖L的六顆泡泡刻意牽引讓它形成正五邊形。

研究五：放大縮小一不一樣？

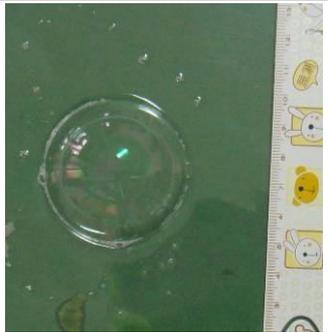
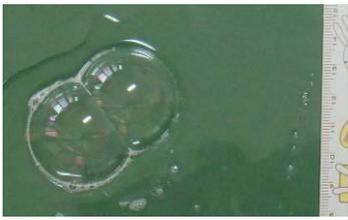
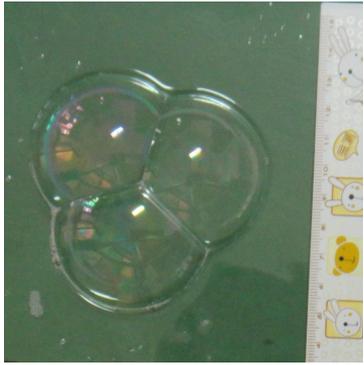
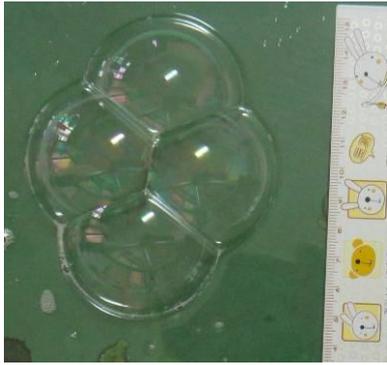
起因：驗證不同大小的泡泡是否與之前實驗相符。

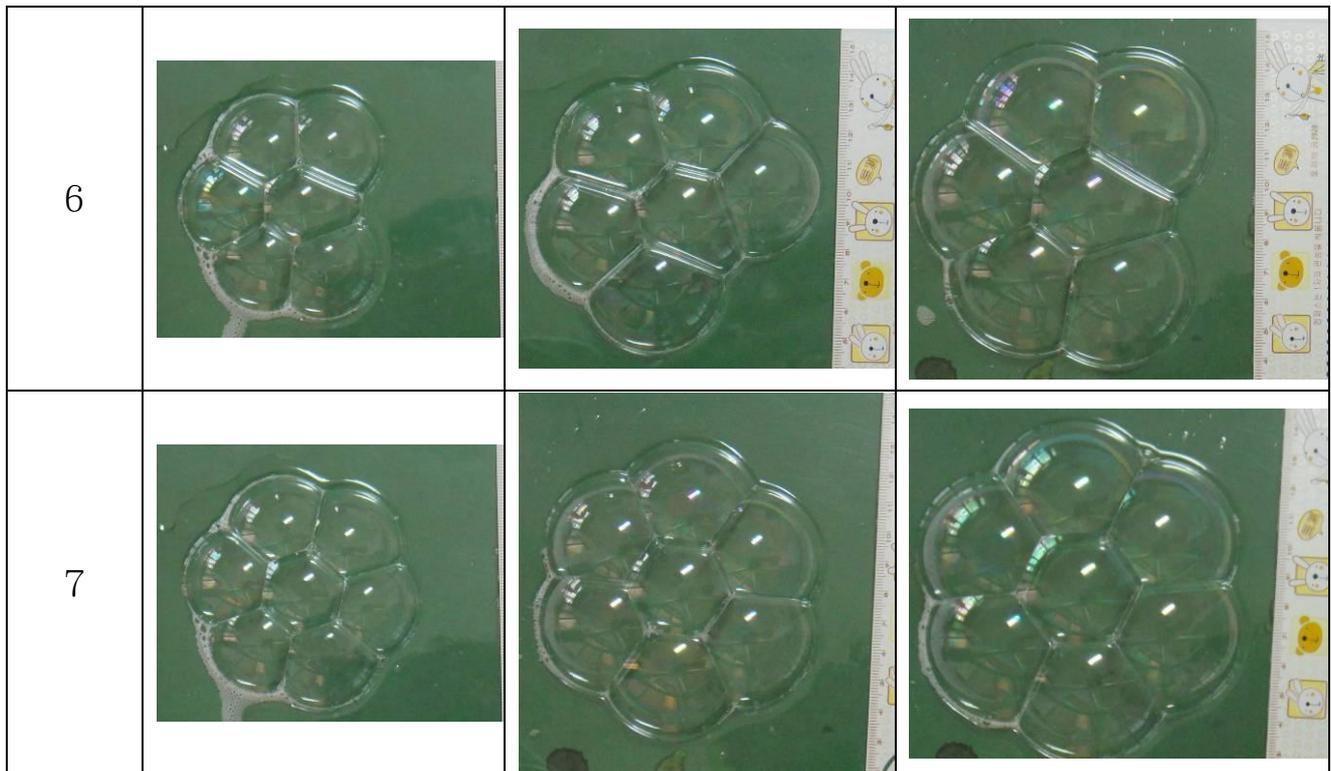
方法：

1. 調配出自製泡泡水。
2. 在透明片上抹上均勻的泡泡水。
3. 吹出10ml、20ml、30ml的泡泡。
4. 讓泡泡進行吸附。
5. 比對是否與之前的泡泡吸附情況相同。

假設：泡泡彼此之間會相互吸附，吸附時有所規律，不因大小而改變。

實驗結果：

泡泡數量	10毫升	20毫升	30毫升
1			
2			
3			
4			
5			



實驗結果：不管當泡泡擴大或縮小時，泡泡形狀均大致相同。

伍、研究結果

研究一：如何吹出相同大小的泡泡。

實驗結果：簡單的注射針筒比起眼睛判斷，更能使我們的實驗，有完美的呈現。

研究二：何種泡泡水能在平面上更有生命力。。

實驗結果：濃度越高的洗碗精不能讓泡泡存活更久，而加入甘油與膠水後，泡泡活力大增，甚至還贏過買來的泡泡水，讓實驗更順利。

研究三：何種顏色當底色較能在相機中明顯呈現出泡泡。

實驗結果：使用了各種色紙當底色，用相機拍照，讓學生投票哪色較能呈現泡泡的形狀，最後發現以深色系當底色拍照時，較能清楚呈現泡泡的形狀，尤其是深綠色，更能讓泡泡清楚呈現。

研究四：找出平面上各種泡泡相互吸附時的形狀。

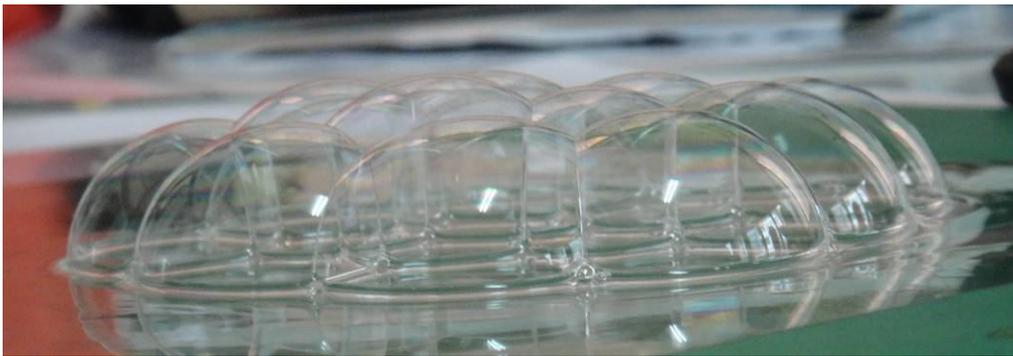
實驗結果：超過兩顆以上的泡泡彼此吸附時，泡泡膜之間的夾角都會非常接近120度，漸漸形成接近六角形，除非刻意牽引或設計，如圖H在我們刻意吹泡泡在四顆的正上方讓他沉下去形成正方形、圖L的六顆泡泡刻意牽引讓它形成正五邊形。

研究五：驗證不同大小的泡泡是否與之前實驗相符。

實驗結果：不管當泡泡擴大或縮小時，泡泡形狀均大致相同。

陸、討論

- 一、想吹出一樣大的泡泡，難度比想像中難許多，常常都差一點點，難以成功，而直徑4cm的半圓形約為20毫升，所以我們以上面四種來作為比較速度與正確度。
- 二、在大家實驗一時努力吹出符合圖上的泡泡時，護士阿姨伸出援手，贊助我們注射針筒一個，使我們的實驗，有更完美的呈現。
- 三、實驗二的泡泡生命力實驗，發現同一時驗泡泡壽命越來越長，原來是透明片的潮濕情況不同，為使實驗更正確，我們只得重做，並在吹泡泡前，使用該實驗所要用的泡泡水，先行均勻噴灑在透明片上，然後才開始吹泡泡。
- 四、透平片上只要略有刮痕，就較容易破，使實驗不準，所以要注意換新透明片。
- 五、濃度超過太高的洗碗精，反而難以保持泡泡的形狀，而我們自製泡泡水，是用洗碗精：膠水：水：甘油=4:1:4:1製作出來的。
- 六、透明片一定要保持乾淨，在同學沒先洗手不小心摸過的區域，泡泡也破得特別快，實驗還因此重作。
- 七、曾嘗試以水彩顏料增加泡泡的顏色，雖略有效果，但因太容易破無法成形而放棄。
- 八、在觀察泡泡時，因為泡泡是透明的，很容易看不清，如果能灌煙進去，應該可以更容易觀察，只是我們沒有想出好方法。
- 九、為了更清楚拍出透明泡泡，我們使用了各種色紙當底色，最後發現以深色系當底色拍照時，最能清楚呈現泡泡的形狀，尤其是深綠色，更能讓泡泡清楚呈現。
- 十、量泡泡間的角度打敗了大家，因為往往邊量邊破，所以最後用數位相機所拍的照片在電腦螢幕上直接量。
- 十一、許多泡泡彼此吸附住時，泡泡膜之間的夾角都會非常接近120度，中央的形體會很自然而然接近正六角形的形狀。
- 十二、泡泡群中越是接近中央的泡泡，從上往下看面積卻的確比外圍的略小，但從側面看時卻發現高度也較高，似乎中間的泡泡壓力較大，被擠高了。



- 十三、超過兩顆以上的泡泡彼此吸附時，泡泡膜之間的夾角都會非常接近120度，漸漸形成接近六角形，除非刻意牽引或設計，如實驗四的圖G在我們刻意吹泡泡在四顆的正上方讓他沉下去形成正方形，成為圖H；圖K的六顆泡泡刻意牽引讓它形成正五邊形，成為圖L。
- 十四、台中教育大學科學遊戲實驗室上面說明泡泡在平面時會形成最短路徑，所以許多地下道採用實驗三圖四這種設計，連接四個路口以減少資源浪費，所以我們也把泡泡之間的膜畫出來。
- 十五、因為泡泡在超過七顆後所形成的圖形大同小異，所以我們紀錄暫時做到八顆。

- 十六、 我們這次只單純做到平面泡泡，在實驗三的四顆泡泡時，如果第四顆泡泡在三顆泡泡的上方，可以形成有趣的上半圓形下三角錐的特殊形狀，如果能擴大成爲立體泡泡拼圖，應該會有更特別的形狀，這是很好的研究題目，值得我們繼續研究。
- 十七、 所有的泡泡體積都相同，那如果大小不同的泡泡會如何吸附呢？這似乎也是一個好問題，也值得我們繼續研究。
- 十八、 當泡泡擴大爲原來三倍時，泡泡形狀均未變形，之所以沒有更大的倍率是因爲針筒只有60毫升，很難打入更多空氣。
- 十九、 泡泡彼此之間的吸附力，讓我們發現小泡泡也是有大道理，只是我們能不能發現。

柒、結論

在本實驗中，我們得到了以下幾個結論，第一，實驗的測量工具最好能找到正確量化的工具來協助，而不要單純用眼睛看。第二，不需要花錢買現成的泡泡水，只要利用一些日常生活用品就能簡單製造出效果更好的泡泡水。第三，隨著科技的進步，學會並善用工具，如數位相機，也是很重要的。第四、想拍出透明的泡泡，底色爲深色系較明顯，淺色系容易反光，更不能打閃光燈。第五，在平面上泡泡會自然彼此吸附在一起，超過兩顆以上就會並漸漸形成接近120度的夾角，所以當一群泡泡在一起時，便會成爲一堆像蜂巢一樣六角形的聚集。泡泡即使變大或縮小，彼此吸附的形狀也不會改變。美麗又好玩的泡泡，其中也有大道理呢。

捌、參考資料及其他

科學遊戲實驗室。台中教育大學。民99年4月，取自：<http://scigame.ntcu.edu.tw/index.html>

湯梅英（民102）。生活二下第二單元吹泡泡。臺南市：南一。

DIY彈力泡泡！中天新聞。民101年12月17日，取自：<http://www.youtube.com/watch?v=-IpOexmjvos>

蜂巢。維基百科。取自：<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%9C%82%E5%B7%A2>

自製泡泡水。電波幻想。民99年5月30日，取自：

<http://radio-idea.blogspot.com/2010/05/bubble-water-diy.html>