

嘉義縣第 55 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：泡泡研究室

關鍵詞：泡泡 蜂巢 表面張力（最多三個）

編號：

泡泡拼圖

摘要：二年級生活老師的泡泡秀，也引發了同學們研究泡泡的興趣，除了實做研究泡泡在平面上相互吸附住時所形成的形狀，還研究泡泡在動態跟立體狀態下所形成形狀的原因。而在過程中，同學們除了吹出美麗的泡泡而滿心愉悅外，還學習了科學觀念與嚴謹的做法，更親身體會到表面張力的影響。

壹、研究動機

二年級生活老師的泡泡秀，在音樂的襯托之下，滿天飛舞的小泡泡，還有長長的泡泡龍，彷彿置身在艾麗絲的夢境中，讓每個人都大開眼界，而我們除了自製泡泡水吹泡泡，欣賞泡泡外，更希望能找出泡泡在平面跟立體空間中，相互吸附住時所形成圖案與原因。

貳、研究目的

- 一、找出平面上同樣大小泡泡相互吸附時的最大與最小角度。
- 二、找出平面上不同大小泡泡相互吸附時的形狀。
- 三、測驗泡泡相互吸附時的形狀在各種震動後改變的情況。
- 四、找出能撐住多層立體泡泡的形狀。

參、研究設備及器材

活動一泡泡好朋友：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、針筒、色紙、量角器。

活動二泡泡大手牽小手：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、針筒、色紙、量角器。

活動三泡泡抱抱：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、針筒、色紙、按摩棒、肩頸按摩器。

活動四泡泡上下樓：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、針筒、色紙。

活動五泡泡金字塔：

免洗杯、自調泡泡水、數位相機、腳架、透明片、針筒、色紙。

肆、研究過程及方法

研究一：泡泡好朋友

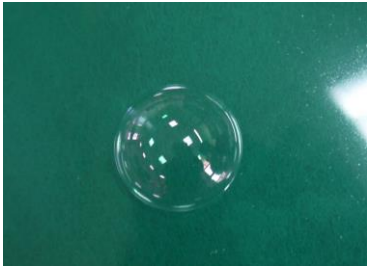
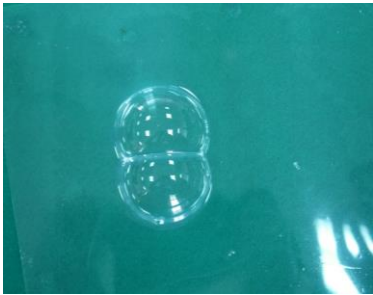
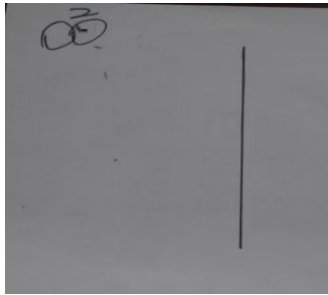
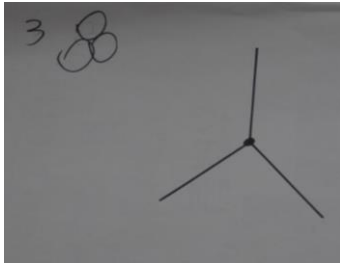
起因：找出平面上各種泡泡相互吸附時的形狀。

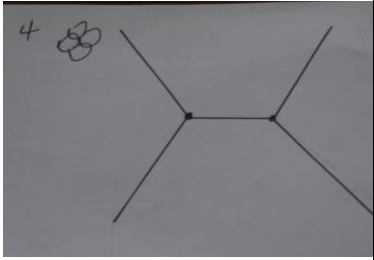
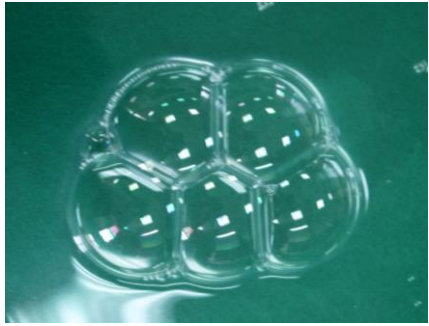
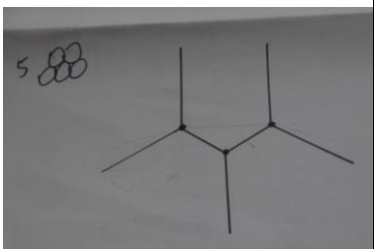
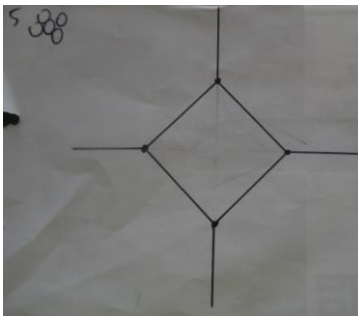
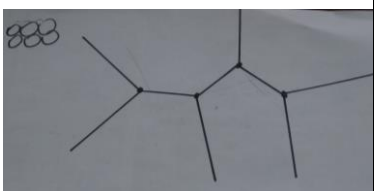
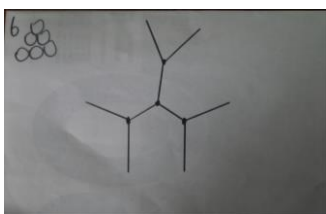
方法：

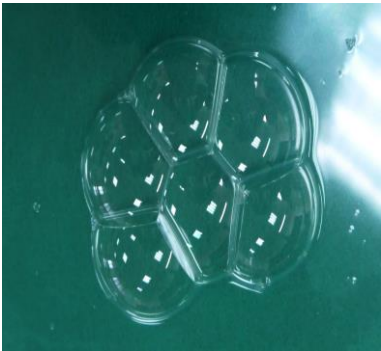
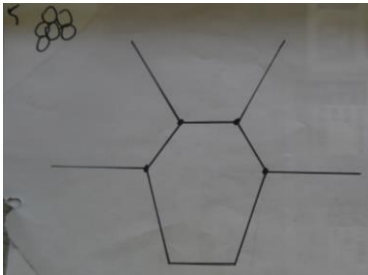
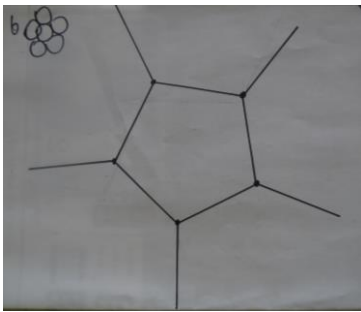
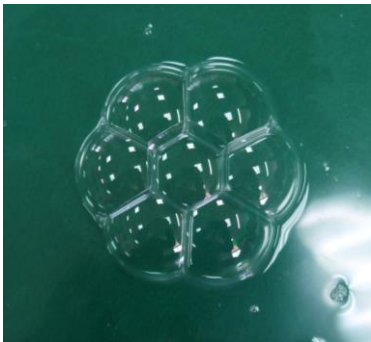
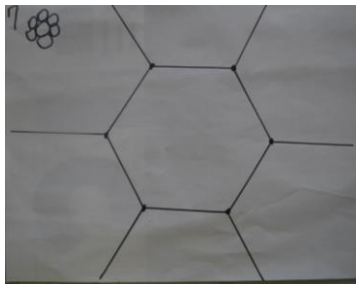
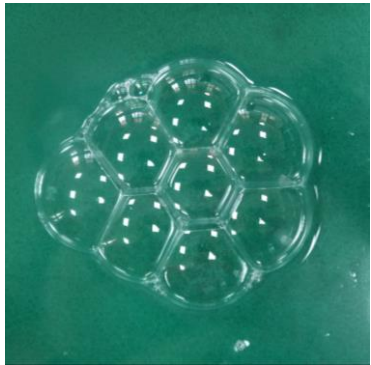
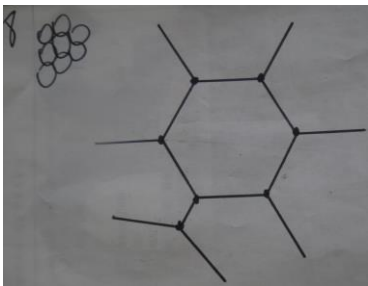
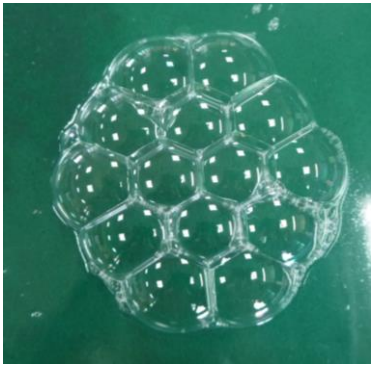
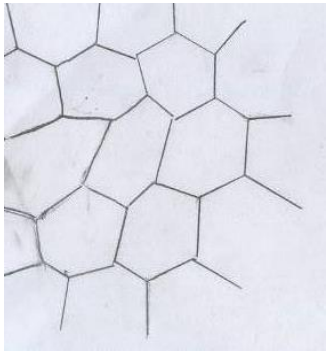
1. 調配出自製泡泡水。
2. 在透明片上抹上均勻的泡泡水。
3. 吹出10ml的泡泡。
4. 讓泡泡進行吸附。
5. 使用腳架拍照並將泡泡之間的膜描繪出來。
6. 逐次增加泡泡數量並量角度。

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			三個泡泡剛好成為一個平分成三等分的圖形。每個角都是120度。

D	4			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。
E	5			第五個泡泡連在第四個泡泡上。每個角都是120度。
F	5			這個圖自然情況不會出現，是由圖D變成的，每個角都是90度。
G	6			由六個泡泡排列成接近長方形。每個角都接近120度。
H	6			由六個泡泡緊密排列而成的大三角形。每個角都是120度。

I	6			由六個泡泡排列而成。中間泡泡受擠壓，角度接近120度。
J	6			由圖 I 故意牽引使中間的泡泡變成正五邊形。中間108度，外面126度
K	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。
L	8			在七個泡泡旁在加一個泡泡。每個角都很接近120度。
M	14			很多泡泡組合而成，角度都很接近120度。

超過大量的泡泡彼此吸附時，相鄰的兩個泡泡中間會有一條線，相鄰的三個泡泡會有一個點，泡泡之間形成的形狀就像一個個的蜂巢，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 F 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 J 的六顆泡泡刻意牽引讓它形成正五邊形。

研究二：泡泡大手牽小手

起因：找出平面上各種大小泡泡相互吸附時的最大與最小角度。

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1ml的泡泡與各種尺寸的大泡泡。
4. 讓大小泡泡進行吸附。
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，吸附時的最大與最小角度有所限制。

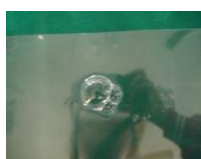
實驗結果：

最大角度：兩個小泡泡為1ml時，大泡泡的容量如下

大泡泡容量	1ml	5 ml	1 0 ml	2 0 ml	5 0 ml	非常大
大泡泡角度	120度	135度	140度	150度	155度	175度
大泡泡角度	120度	132度	142度	148度	154度	178度
大泡泡角度	120度	130度	140度	150度	155度	175度
大泡泡角度	120度	135度	144度	150度	154度	174度
大泡泡角度	120度	132度	140度	148度	154度	175度
平均角度	120度	132.8度	141.2度	149.2度	154.4度	175.4度

最小角度：一個小泡泡為1ml時，兩個大泡泡的容量如下

小泡泡容量	1ml	5 ml	1 0 ml	2 0 ml	5 0 ml
小泡泡角度	120度	115度	110度	105度	102度
小泡泡角度	120度	116度	112度	107度	102度
小泡泡角度	120度	115度	111度	106度	100度
小泡泡角度	120度	115度	110度	106度	101度
小泡泡角度	120度	116度	111度	105度	101度
平均角度	120度	115.4度	110.8度	105.8度	101度



當大小泡泡彼此聚合在一起時，角度變化較多元，但是最大角度不會超過180度，最小角度我們只能測到約100度。

研究三：泡泡抱抱

起因：平面上各種泡泡相互吸附時的形狀在各種震動後會有所改變。

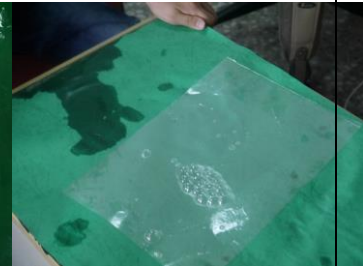
方法：

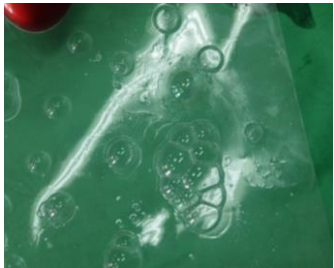
1. 調配出自製泡泡水。
2. 在透明片上抹上均勻的泡泡水。
3. 吹出各種大小不一的泡泡。
4. 讓泡泡進行各種形狀吸附。
5. 利用各種震動與位移方式，經過20秒，觀察泡泡吸附情況。
6. 使用腳架拍照將泡泡之間的吸附情況。

假設：泡泡不停的震動後，不管原本分布形狀為何，最後相互吸附情況有所規律。

實驗結果：

原本形狀 振動方式	三角形	環形	菱形
按摩棒	三角形	圓形	菱形
肩頸按摩器	三角形	圓形	菱形
不停敲桌子	三角形	圓形	菱形

前後搖動	三角形	菱形	菱形
			
旋轉	三角形	圓形	菱形
			

原本形狀 振動方式	一直線	隨意分布
		
按摩棒	一直線	菱形
		
肩頸按摩器	一直線	菱形
		

不停敲桌子 	一直線 	菱形 
前後搖動 	一直線 	菱形 
旋轉 	一直線 	圓形 

泡泡除了環形和隨意分布在實驗時，會集中外，其餘在震動下，大多能保持原來的形狀，泡泡間的吸附力很大。

研究四：泡泡上下樓

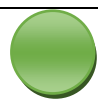
起因：找出能撐住立體泡泡的形狀。

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10ml的泡泡。
4. 讓泡泡進行吸附。
5. 排出各種形狀。
6. 在上方放上一顆泡泡觀察期是否能維持在第二層。
7. 使用腳架拍照並將泡泡之間的膜描繪出來。

假設：泡泡能撐住上方泡泡，撐住時有所規律。

實驗結果：

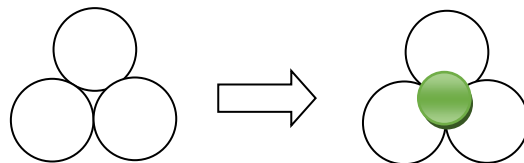


代表不會沉

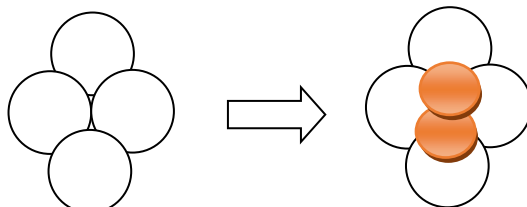


代表會沉

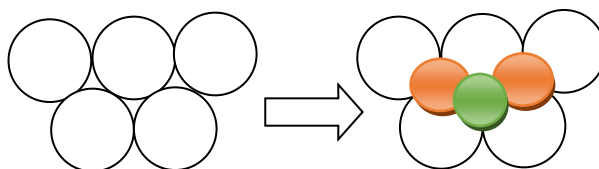
底層為三顆泡泡



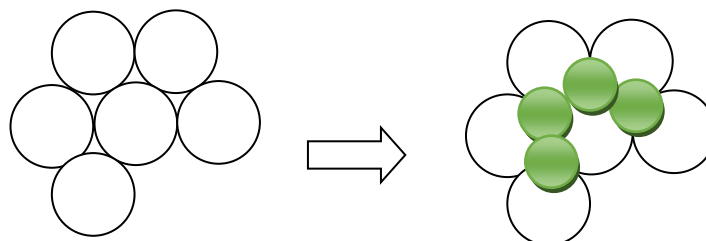
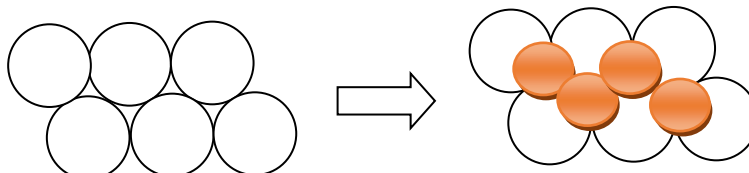
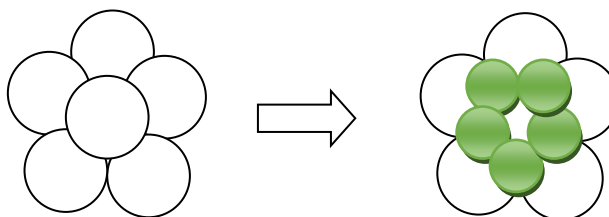
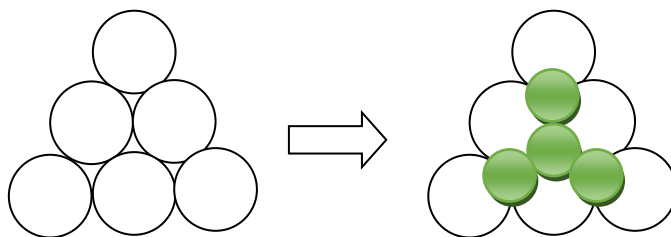
底層為四顆泡泡



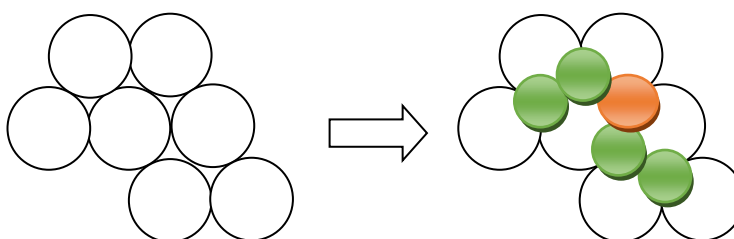
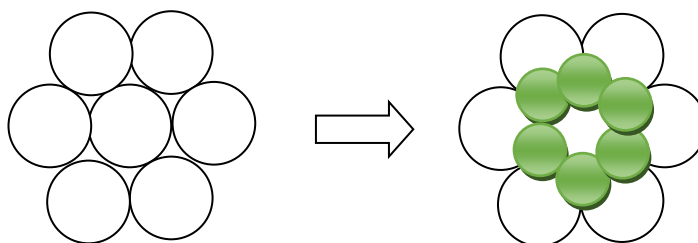
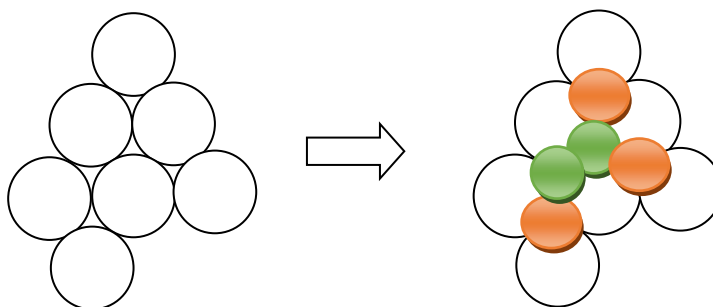
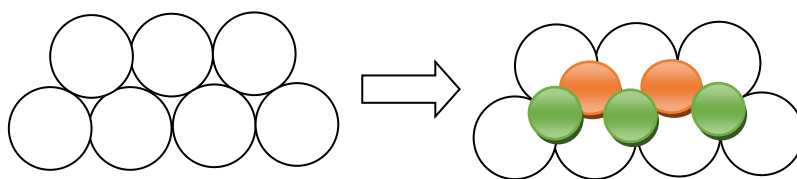
底層為五顆泡泡



底層為六顆泡泡



底層為七顆泡泡



第二層的泡泡在底層超過5個後，往往需要較密集的形狀才能停在2樓，底層形狀三角形時，能以最少顆並給中間的泡泡較大的支撐力而不沉下去。

研究五：泡泡金字塔

起因：三角形泡泡能撐住上層立體泡泡的形狀。

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10ml的泡泡。
4. 讓泡泡進行吸附排出正三角形。
5. 在泡泡空隙上方填入泡泡觀察其是否能維持在上層。
6. 反覆以上動作直到泡泡金字塔垮掉。

假設：三角形泡泡能依序撐住上方泡泡。

實驗結果：

	正上方往下看	側面
兩層樓		
三層樓		
四層樓		



底層為三角形時，能使泡泡成功的往上疊而不會沉下去，但越多層底部就變形越嚴重，最後底層非常接近圓形，菱形也有同樣效果，但是121菱形除外。

伍、研究結果

研究一：找出平面上各種泡泡相互吸附時的形狀。

實驗結果：超過三個泡泡彼此吸附時，相鄰的兩個泡泡中間會有一條線，相鄰的三個泡泡會有一個點，泡泡之間形成的形狀就像一個個的蜂巢，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 F 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。

研究二：找出平面上各種大小泡泡相互吸附時的形狀。

實驗結果：當大小泡泡彼此聚合在一起時，角度變化較多元，但是最大角度不會超過180度，最小角度我們只能測到約100度。

研究三：平面上各種泡泡相互吸附時的形狀在各種震動後會有所改變。

實驗結果：泡泡除了環形、一直線和隨意分布在實驗時，會集中外，其餘在震動下，大多能保持原來的形狀，泡泡間的吸附力很大。

研究四：找出能撐住立體泡泡的形狀。

實驗結果：第二層的泡泡在底層超過5個後，往往需要較中間的位置才能停在2樓，但如果底層形狀是三角形時，能以最少顆數給中間的泡泡支撐力而不沉下去。

研究五：找出能撐住多層立體金字塔泡泡的形狀。

實驗結果：底層為三角形時，能使泡泡成功的往上疊而不會沉下去，但越多層底部就變形越嚴重，最後底層非常接近圓形，菱形也有同樣效果，但是121菱形除外。

陸、討論

- 一、為了能盡快進入實驗，我們使用的泡泡水為網路所提供的配方：水80ml、洗碗精80ml、洗髮精40ml、甘油20、膠水20ml。
- 二、護士阿姨贊助我們各種大小的注射針筒讓我們輕鬆解決吹出相同泡泡的問題，並讓我們的實驗，有更完美數據的呈現。
- 三、透平片上只要略有刮痕，就較容易破，使實驗不準，所以每次實驗都得換新透明片，消耗量驚人，後來有同學提出可用玻璃取代的好主意，但因實驗已經告一個段落，有待下次測試。
- 四、因為針筒最大只有50ML，所以研究二受到針筒的限制而無法有更大的數據。
- 五、泡泡的壽命對我們的實驗有很大的影響，我們的泡泡壽命約5分鐘，所以有些實驗不得不縮小，還要相機隨時待命，如果能找到不會破的泡泡，一定能發展出更多新奇有趣的實驗。
- 六、超過三個泡泡彼此吸附時，相鄰的兩個泡泡中間會有一條線，相鄰的三個泡泡會有一個點，所以我們也以此把泡泡之間的形狀簡單利用點和線紀錄下來。
- 七、因為泡泡在超過七顆後所形成的圖形大同小異，所以我們紀錄到八顆。
- 八、我們利用數位相機將泡泡所形成的形狀拍攝下來，然後電腦螢幕上放大直接量泡泡間的角度。
- 九、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、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，如實驗一的圖D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F；圖I的六顆泡泡刻意牽引讓它形成正五邊形，成為圖J。
- 十一、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。
- 十二、當大小泡泡彼此聚合在一起時，角度變化較多元，但是最大角度不會超過180度，最小角度我們只能測到約100度，如果有更好的設計，應該能更小。
- 十三、同學利用啤酒瓶製造出角度超過120度的泡泡，但因為不是泡泡與泡泡之間的關係，所以我們沒有加進實驗中，不過下次有機會可以做看看各種特殊角度的泡泡。
- 十四、原本研究四的泡泡是統一大小的，但是沒想到在震動時發現常會莫名其妙同時破掉一堆，使實驗無法進行，最後只好改成大小不一的泡泡組合，泡泡間的吸附力很大，不容易改變形狀。
- 十五、因震動而使泡泡同時破掉，是很有趣的情況，但是我們沒有辦法找到正確的頻率。
- 十六、研究四泡泡上下樓實驗中，我們本來以為正六角形的蜂巢組和最穩固，可以提供足夠的支撐力，沒想到反而容易沉下去。

- 十七、研究四泡泡上下樓實驗中，我們不斷測試安全不沉下去的地方，發現下層的泡泡至少要有兩圈才一定有足夠的支撐力。
- 十八、底層是三角形時，能以最少泡泡給予中間的泡泡支撐力而不沉下去，而且還能持續蓋上去，完全出乎大家的意料之外，多反而不一定安全。
- 十九、研究五泡泡金字塔實驗中，我們藉由實驗四的結論，來蓋泡泡金字塔，曾經成功蓋到了六樓，但越多層底部就變形越嚴重，想向七樓挑戰時，頻頻因為泡泡破掉或變形而重來，最後不得不放棄。
- 二十、同學對於平面上的泡泡容量與直徑很有興趣，因為泡泡並不是完整的半圓形，中央較低，不知由小變大後有沒有規律，但因為和金字塔實驗相關性較低，所以有待下次再討論。

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，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。第三，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，便會成為一堆像蜂巢一樣六角形的聚集。第四，超過三個泡泡彼此吸附時，相鄰的兩個泡泡中間會有一條線，相鄰的三個泡泡會有一個點，泡泡即使變大或縮小，彼此吸附的形狀也不會改變。第五，各種震動使泡泡吸附時形狀會很接近箏形。第六，底層是三角形時能提供較大的支撐力，形成泡泡金字塔。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>

泡泡拼圖。嘉義縣第53屆國民中小學科學展覽會作品。民102年4月，取自：

http://science.cyc.edu.tw/upfile/science102/work_files/12550071506427.pdf