

# 小 泡 泡 大 學 問

## 高小組應用科學科第一名

高雄縣鳳西國民小學

作 者：李信元、蕭力崢、王君毓、黃正中

指導教師：王世充、黃憲寬

### 一、研究動機

去年參加卅二屆全國科展回來，順道參觀了台中自然科學博物館。其中一項最令我讚嘆不已的是，各種幾何形狀的立體圖形，放置泡沫水中，當馬達以繩子從中吊起，晶瑩剔透的彩色世界，尤其在特別安排的燈光下，更顯得如幻繽紛。我和正中端詳好久，滿腦中充滿了為什麼？它和六年級數學課程的角柱、角錐有關嗎？它跟泡沫液的黏性、表面張力有關？於是王老師建議不妨拿來做今年科學展覽的素材，我和幾位科學研究的小朋友開始著手研究。

### 二、研究目的

- (一)了解各種立體形狀的體積計算方法
- (二)泡泡形成膜的原理
- (三)泡泡的形成和速度的關係
- (四)了解文氏管原理的應用

### 三、研究器材及設備






- (一)泡沫溶液
- (二)馬錶
- (三)泡泡直徑測量儀、投影比較器一組
- (四)文氏同心管一組
- (五)高度規

### 四、研究過程

- (一)〈研究一〉為什麼拉出的泡泡都是圓球形
- 〈實驗一〉製作各種形狀的拉環

<表一>各種形狀拉環泡泡形成

發現：任何形狀拉泡過程均不盡相同，但最後縮口時，由於空氣是成袋狀進入的，剛開始時，有點振盪及波動，最後都成圓球形。

拉環形式					
泡泡形狀	○	○	○	○	○
過程形狀	長筒形	長方柱形 尾部成圓形	長方柱形 尾部成圓形	梯形柱 尾部成圓形	三角柱 尾部成球形

<實驗二>相同體積各種立方體表面積的比較




我們以一直徑20公分的圓球做基準。再製造正方形、長方形、梯形，再以圓球內的沙，倒入其他形狀內，使其各形狀內的體積都相同。再量取以上各形體的表面積如下：

形體	體積	表面積	大小順序
圓形	4187cm <sup>3</sup>	1256cm <sup>2</sup>	1
正方體	4187cm <sup>3</sup>	1559cm <sup>2</sup>	2
長方體	4187cm <sup>3</sup>	1691cm <sup>2</sup>	3
梯形體	4187cm <sup>3</sup>	2371cm <sup>2</sup>	4

發現：同體積時其表面積比較，圓球形最小，依次正方體、長方體、梯形體。

<表二>同體積各形體面積比較

<實驗三>什麼形狀其表面張力、內聚力、大氣壓力才會平衡

種類	滴落情形	說明
沙拉油		由於黏性強，尾部拉長
泡沫水		落地之前成圓球形
清水		落地之前成圓球形

<方法一>各種液體的滴落實驗

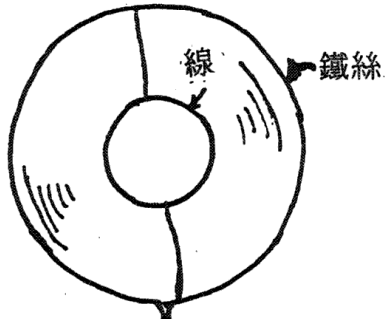
- 發現：
- 液體滴落時，前端成圓形，尾端成尖狀。
  - 自由落到某距離時沙拉油、清水、泡沫水都成圓球形。
  - 沙拉油滴落其尾部拉長，可能由於黏性較強。

<表三>各類液體的成型

<方法二>表面張力實驗

我們以圓形拉環，中間放一線，浸泡於水中，再把中間膜戳破。

<圖一>表面張力圖

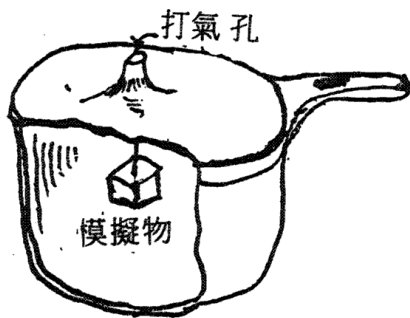


- 發現：1. 戳破後的線被旁邊四周的膜拉伸為圓形，證明膜內有張力。  
2. 當張力大於內聚力時，則泡泡破裂。

<方法三>大氣壓力模擬器試驗

我們先將快鍋當成大氣壓，把軟性的麵粉置於其中，用打氣筒把氣打入其中。

<圖二>大氣壓模擬器



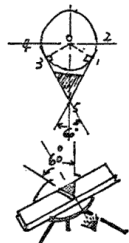
- 發現：1. 放在快鍋內的軟性模擬物由四方體，變成接近圓形。  
2. 空氣壓力是可以把不規則形狀塑成規則，均勻的形體。

<研究二>泡泡接觸到液面是半圓球形嗎？

把預先拉出的泡泡先量取直徑，再放入液面上，量取其左右、上下寬高。

項目 \ 次別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	
原直徑	6	7	6.5	8	4.5	6	7	6	8	6	6.5	
置液面後	左右寬	7.5	8.9	8.2	10	5.5	7.6	9	7.5	10.1	7.5	8.18
	上下高	3.8	4.4	4.1	5.1	2.8	3.85	4.4	3.8	5.0	3.85	4.11

<表五>改良後泡泡直徑比賽 (單位：公分)



<圖三>60度三角板測量器



<圖四>投影比較法

發現：所量取的尺寸較原來直接測量法更加精確。

<研究三> 兩泡泡互吸時，中間圓形面和泡泡

預先拉好兩個不同直徑的泡泡，量好直徑後，再讓它們結合在一起，量取其中間圓形的直徑。

次別 類別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
大直徑	6.5	9.5	7.5	8	11	12	12	11.5	11	13	10.2
小直徑	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
中間圓直徑	4.4	4.5	4.4	4.4	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.5

次別 類別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
大直徑	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
小直徑	6	5	4	4.5	6	5.5	6	5.5	5	6	5.4
中間圓直徑	7	4.7	6.8	5.3	7	6.4	7	6.4	6.8	7	6.3

<表六> 兩泡泡的中間面與兩泡直徑的關係 (單位：公分)

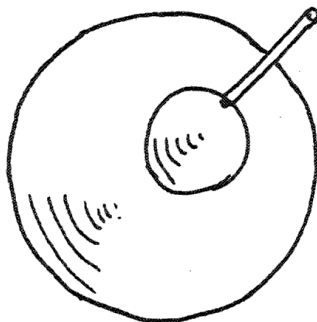
發現①當大圓直徑越大時其中間直徑越大。

②當大圓大到無窮大(即平面)中間直徑是半圓。

③中間面直徑大小公式  $2 \times (\sqrt[3]{\text{小半徑}^3 \times 2} - \frac{\text{小半徑}}{\text{大半徑}})$

<研究四> 內泡為何被擠出或同化

預先拉好一大泡，置於座上，取一沾沫的吸管，插入泡泡中，再另吹內泡，迅速把吸管抽出。



<圖八> 內外泡示意圖

發現1. 內泡又很快的被擠出來

2. 但有些泡泡被同化，即內泡被排擠之前，被大泡拉伸，成為大泡泡的膜，大泡本身這時強烈的爆破聲及振盪。

<實驗一>

觀察項目	情形
顏色變化	由藍而黃、淡黃、白色、些微黑薄
從那裡破	先由頂端薄化
同化	內外泡管口對準抽出即可
排擠出	內泡其他地方對準外泡即排出

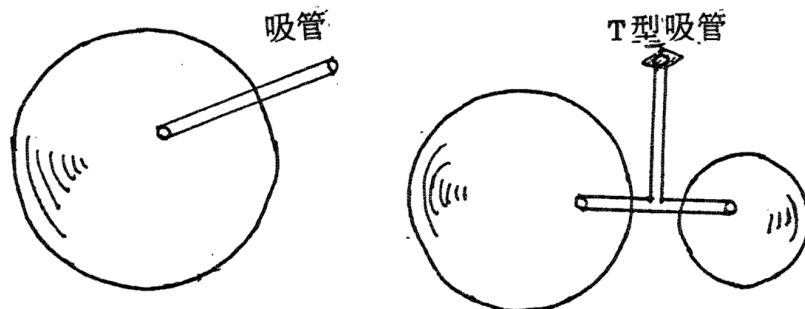
<表七>內外泡觀察變化

發現1. 泡泡顏色越深，其泡泡韌性越佳。

2. 泡泡由頂端先薄化，內泡的管口對準外泡口即同化。

<實驗二> 泡泡內壓比大氣壓力大嗎。

我們以吸管插進泡泡內，再把吸管內的膜吸掉，是否泡泡內的氣體會排掉。



<圖九>大小泡氣功比較

發現1. 任何直徑的泡泡插入吸管都不會有漏氣現象。

2. 以T型管插入兩泡中均不產生對流，證明兩泡氣壓一樣。

<研究五> 如何切割大泡泡為小泡泡

<實驗一> 同表積其容積比較

<表九> 表面積體積比較

類別	表面積	體積
甲	480cm <sup>2</sup>	800cm <sup>3</sup>
乙	200cm <sup>2</sup>	276cm <sup>3</sup>
丙	280cm <sup>2</sup>	386cm <sup>3</sup>

發現：同一表面積時，甲容積比乙加丙的容積還要大。

<實驗二> 切割大泡泡

我們知道大泡分割為小泡時，表面積增加了，其增加的量大於伸長量時，必須破裂。



<圖十一>切割大泡泡

發現1. 在操作時不可太快。 2. 不可有風吹動，否則難完成。

<研究六>各種正方體的點線面。

<實驗一>

形體				
膜型				

<表十一>各種形體的泡沫膜型

發現1. 許多形狀湊在一起即產生面與面膜與膜之間的牽扯。

2. 如果面與面又形成小封閉線其相互拉伸的形狀更為漂亮。

<實驗二>各種立體的點線面

項目	錐形	柱形				柱形			
	三角錐	四角錐	五角錐	六角錐	三角柱	四角柱	五角柱	六角柱	
原來	封閉面數	4	5	6	7	5	6	7	8
	邊數	6	8	10	12	9	12	15	18
	頂點數	4	5	6	7	6	8	10	12
浸泡	面數	6	9	12	15	9	13	16	19
	邊數	4	7	10	13	7	12	15	18
後	共線面	共點	共1面	共2面	共3面	共線	共面	共面	共面

<表十二>各種立體浸泡後的點線面

發現1. 角柱浸泡後

共線時 面數 = 底面邊數 × 3

共面時 面數 = 底面邊數 × 3 + 1

共線時 邊數 = 底面邊數 × 2 + 1

共面時 邊數 = 底面邊數 × 3

2. 角錐浸泡後

共點及共面面數 = (底面邊數 - 1) × 3

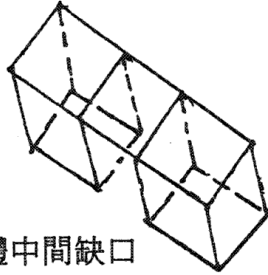
共點時 邊數 = 頂點數

共面時 邊數 = 底面邊數 × 3 - 5

<研究七> 正方形體聯結證明泡泡形成原理

<實驗一> 二個正方體中間帶缺口

由於吸管端易被泡沫封死，我們知道泡膜要成型，必須成封閉性，於是在兩正方體間作一缺口。

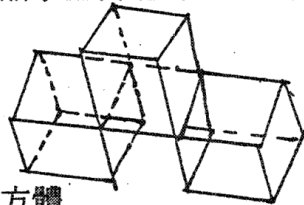


兩正方體中間缺口

發現：1. 由於中間有缺口，造成中間有大氣壓力，且不能成膜。

2. 左右兩邊的正方體則可以成四角形中間面成膜。

<實驗二> 三個成品字且獨立的正立方體



品字正方體

發現：三個獨立品字的正方體都成正確的泡膜型。

<研究八> 如何拉出懷中泡

<實驗一> 不同工具直徑須要不同的速度嗎？

我們先釘好50cm距離的支架，當起點及終點。而另一人在旁邊計時

次別 直徑	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
3	0.20	0.18	0.19	0.17	0.19	0.20	0.20	0.21	0.24	0.20	0.194
5	0.21	0.25	0.2	0.27	0.28	0.27	0.23	0.32	0.27	0.24	0.254
6	0.27	0.31	0.28	0.27	0.30	0.30	0.31	0.36	0.34	0.30	0.304
7	0.38	0.38	0.37	0.41	0.34	0.40	0.43	9.32	0.33	0.35	0.371
8	0.53	0.47	0.51	0.50	0.44	0.47	0.48	0.41	0.49	0.48	0.478
9	0.44	0.48	0.50	0.51	0.59	0.62	0.52	0.57	0.65	0.56	0.544
11	0.47	0.57	0.51	0.57	0.57	0.65	0.71	0.75	0.57	0.60	0.597
11.5	0.79	0.71	0.54	0.60	0.63	0.59	0.63	0.65	0.56	0.60	0.630
12	0.67	0.73	0.60	0.70	0.60	0.58	0.63	0.74	0.72	0.70	0.700
14.5	0.64	0.64	0.65	0.80	0.86	0.95	0.82	0.87	0.90	0.92	0.920

(公分)

(秒)

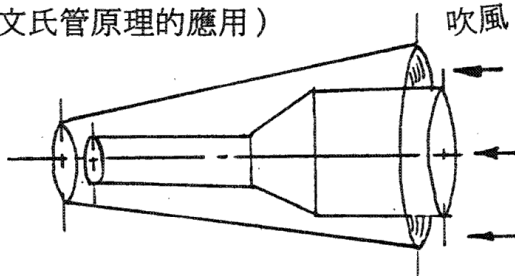
<表十七> 不同工具直徑形成泡泡時間

發現1.大直徑工具形成泡泡時間較長，反之小直徑，時間較短。

2.形成泡泡的時間有少許的彈性，即最慢的速度可拉出最大的泡泡。

### <實驗二>懷中泡

(文氏管原理的應用)



發現1.小直徑管長不能超過大直徑長。

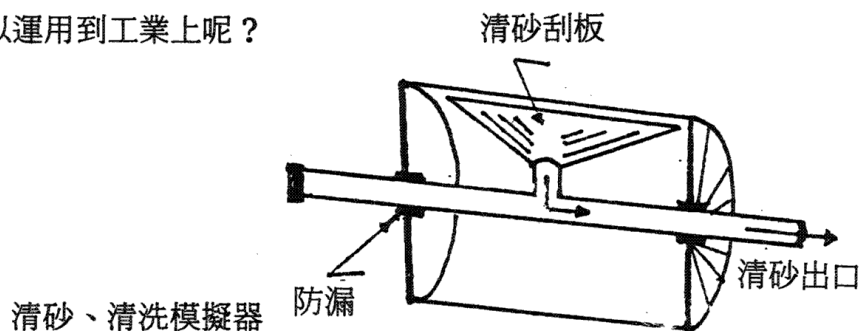
2.大直徑管徑必須要有難度，否則泡沫往上爬。

3.由於漏斗式接小直徑產生高壓高速。

4.小直徑的漏斗必須有一小段柱銜接。否則不易產生高壓。

### <研究九>泡泡的應用

我們在操作時，發現泡沫的附著力良好，且物品放在其中具有清洗、洗沙的功能，是不是可以運用到工業上呢？



發現1.安裝模擬器要注意有一些傾斜角，使砂粒容易流出。

2.爲了方便工件容易取出，應設有物品的裝卸口。

3.運轉速度不可太快，否則易把消砂板破壞。

## 五、研究與討論

(一)幾何立體形狀內要形成幾何泡泡，受其點線面的影響。

(二)大泡泡須要慢速，小泡須要快速。

(三)泡泡的成型是受到大氣壓力及泡沫本身的相互張力影響。

(四)泡沫的附著力也可以運用在工業上，作清砂、清洗、清毛邊的工作。

## 六、結論

(一)研究上爲克服量具上的缺陷，我們發明60°三角測量法及投影比較法，使實驗上



正確。

(二)在每一研究主題中，都有許多實驗未做驗證，加強研究的可靠性。

(三)感謝高雄縣大寮鄉加基機械公司洪總經理提供寶貴意見，更提供學生實地參觀。

## 七、參考書

- 1.數學課本第11冊角柱、角錐
- 2.有趣的物理世界，國家出版社
- 3.國語自然課本
- 4.科學寶庫、國語週刊雜誌社

## 評語

這是一個頗具趣味性的作品，以小學生的觀點來探討泡泡形成的原理，進而觀察到許多泡膜形成的現象，在研究過程中，製作了各種幾形狀的拉環，來觀察泡泡形成之過程與形狀，將鐵絲繞成各種立體封密幾，來觀察泡膜形成之面數與共面情形，以及應用文氏管原理，來產生大泡泡中包含小泡泡。對於泡泡的一些現象，如表面張力，兩個泡泡相合時中間的圓面、泡泡內部壓力，及泡沫液之附著力等，做了相當仔細的觀測，並從實驗中了解如何做正確的量測，各項實驗紀錄齊全，研究態度非常難得，也有很生動的表達能力，確是一個很好的作品。