

反氣泡

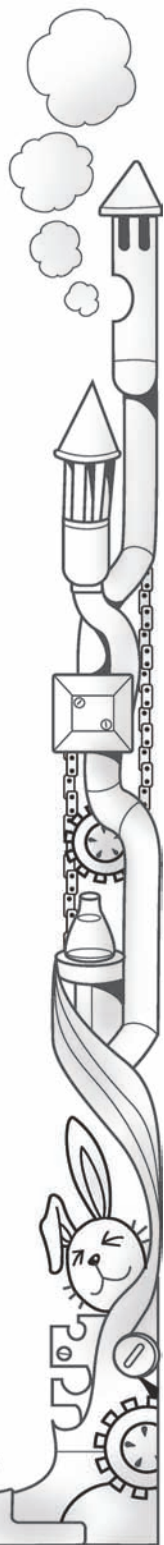
羅芳晁 老師

一. 目的

相信大家吹過肥皂泡，當這些肥皂泡飄入空氣中時，有些會上升；另一些則會下降。其上升與下降的原因為何？我們若能了解其原理並控制他們升降的變因，則這種變因的操控技術便可以成為趣味科玩的競賽項目。

二. 原理

空氣中的氣泡把它戳破時，可以看到液滴掉落地面，那是因為一般的氣泡壁是液體形成的薄膜，膜的內外都是空氣。只要它所受的浮力大於氣泡的重力，則氣泡可以在空氣中向上飄，反之則向下降落。若氣泡形成於液體內，它也可以因浮力與重力的淨值為浮力或重力而上升或下降嗎？當然可以。一般水中常見的氣泡之四周都是液體，泡內則全都是氣體，它不但戳不破而且受到的淨力為浮力，所以只升不降，上升時體積還會逐漸增大呢。如果讓氣泡包裹著密度大於水的液體放入水中，則這個氣泡便有可能因重力大於浮力而只降不升或重力小於浮力而只升不降。這種薄膜為氣體且內部包液體的氣泡與常見內包氣體外面是液體薄膜的氣泡不同，它只能存在於液體內，我們稱之為反氣泡 (Antibubbles)。



我們如果把濃度適當的界面活性劑 (Surfactant) 液體滴進清水中，常可看到反氣泡的形成。其原因要從界面活性劑分子特性談起，一個界面活性劑的分子有兩端，分別以頭尾稱之，頭的部份是遇到水時，會往水那邊靠過去的有極性之「親水基」(Hydrophilic group)，如： COO^- ； SO_3^- ； SO_4^- ； $(\text{OC}_2\text{H}_4)_n$ ； R_3N^+ 等，尾的部份則是一條長長不喜歡水而比較喜歡油的非極性之「疏水基」(Hydrophobic group)，如親油性的碳氫化合物就是。因此界面活性劑既是喜歡油性也喜歡水性，所以是一種兩性分子。

人類最早使用的界面活性劑俗稱肥皂，其化學簡式為 RCOOM (R：長鏈烷基，M：鹼鹽)。當界面活性劑液體滴入水面的瞬間，由於水的表面張力作用，液體就好像我們跳彈簧床一樣，會被向上反彈一微小高度而不立即與水分子結合，所以當它再度落下時會將介於兩者間的空氣層擠入水中，形成了包著界面活性劑溶液的反氣泡，順序如(圖一)之(a)、(b)、(c)所示。



(圖一)

三. 競賽方式

現場30分鐘的製作時間內，依照活動一、活動二的競賽說明完成競賽製作準備。

活動一：誰的泡泡最持久

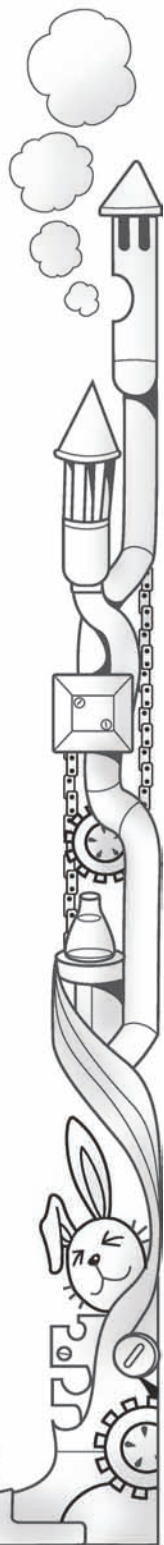
★ 競賽製作

(一)使用材料

1. 大會提供：深度30~40公分的圓柱形透明容器（玻璃或塑膠缸）每組兩個、充分供應清水、現場隨機選用四種食用色素、20mL塑膠擠瓶四個。
2. 自備：練習用透明容器（玻璃或塑膠缸）、配好適當濃度並保持原顏色的無毒界面活性劑液體若干、有助於提高競賽效果之無毒填充液體（種類不拘）、試管、燒杯、比重計、攪棒、廚房紙巾等。

★ 競賽說明

1. 在現場每人均用大會提供的塑膠擠瓶裝入自備的界面活性劑液體（須經裁判檢視才准予使用），並用大會現場提供的食用色素（取用量自行控制）著色混合後備用。
2. 競賽時，一組四人均須使用自己的塑膠擠瓶，每人不同顏色的色素，否則不予計點。
3. 擠瓶之出口大小及形狀可自行改變。
4. 競賽開始，一組四人依序輪流上場，用擠瓶



擠壓液滴製造反氣泡到成功爲止，不得換手，四人共用一個裝水容器，中途不得換水，全組計時共4分鐘，時間結束，未賽完部分不予計點。

5. 時間結束必須協助將容器內的水倒掉，並用紙巾把內部擦乾，未依規定者，每件扣競賽分數2點。
6. 裝水容器內允許填充自備無毒的填充劑（須經裁判檢視才准予使用）。
7. 反氣泡自水面形成後開始計時，一直到其向下降（上升者不予計時）並碰撞缸底破碎爲止爲氣泡的最耐久時間，時間與計點方式如下表所示：

時間	50秒 以上	40~49 秒	30~39 秒	20~29 秒	10~19 秒	有反氣泡 ~9秒
計點	30點	21點	15點	10點	6點	3點

8. 一次有兩個以上氣泡形成時，以第一個氣泡作爲競賽氣泡計點。
9. 四人分別依上表計點，其點數總和爲該隊之本項成績。

活動二：粒粒珍珠落玉盤

★ 競賽製作

（一）使用材料

1. 大會提供：深度30~40公分左右的透明容器（玻璃或塑膠缸）兩個、清水、隨機選用四種食用色素。

2. 自備器材：自行配好適當濃度並保持原顏色的無毒界面活性劑液體備用（數量、種類不拘）、自選眼藥水瓶、塑膠擠瓶或滴管備用（可事先裝入自選界面活性劑液體，數量不拘）、試管、燒杯、比重計、攪棒、廚房紙巾等。

★ 競賽說明

1. 在現場每人均用自備擠瓶裝入自備的界面活性劑液體（須經裁判檢視才准予使用），但在界面活性劑液體內須加入大會現場隨機所提供的食用色素（每人一種顏色）備用。
2. 競賽時，一組四人均須使用自己的塑膠擠瓶，不得共用，競賽中亦不得交換或更換新瓶，否則不予計點。
3. 擠瓶之出口大小及形狀可自行設計。
4. 競賽開始，一組四人依序循環上場，每人每次只有一次擠壓液滴製造反氣泡的機會，連擠兩次以上者，所有氣泡不予計點。四人共用一個裝水容器，中途不得換水，全組計時共4分鐘，時間結束競賽完成，未賽完部分不予計點。
5. 時間結束必須協助將容器內的水倒掉，並用紙巾把內部擦乾，未依規定者，每件扣競賽分數2點。
6. 比賽時，整組在規定時間內製造下降（上升者不計入）之反氣泡的總數量，依下表計點做為該隊之本項成績。

數量	12個 以上	10~11 個	8~9個	5~7個	2~4個	1個
計點	120點	84點	60點	40點	24點	12點

活動三：創意反氣泡

★ 競賽製作

凡能產生反氣泡者皆可，但應注意安全性的設計，否則不予計分。

★ 評分標準

以下各項取0~6點的範圍給點數，滿點數為30點，但需具備反氣泡特性。

1. 設計的創意性。
2. 設計的完美性。
3. 設計的趣味性。
4. 設計的實用性。
5. 設計的安全性。

四. 材料總表

★ 大會提供

1. 深度30~40公分左右的圓柱形透明容器（塑膠或玻璃缸）若干個。
2. 清水。
3. 至少6種不同顏色的食用色素。
4. 廚房用紙巾。

★ 自備器材

1. 自行配好適當濃度並保持原顏色的無毒界面活性劑液體備用（數量、種類不拘）。
2. 自選眼藥水瓶、塑膠擠瓶或滴管備用（可事先裝入自選界面活性劑液體，數量不拘）。
3. 可自備有助於提高競賽效果之無毒填充液體（種類不拘，但須經裁判檢視才准予使用）
4. 試管、燒杯、比重計、攪棒、廚房紙巾等。

五. 時間

1. 製作時間（含競賽說明）：30分鐘
2. 評審時間（含評分說明）：40分鐘

六. 總評分

1. 活動一、二分別排序以六等第計分後，兩部分的分數相加即為本項目成績。
2. 最高分者若不只一隊則以活動一成績較佳者為第一名，可獲『反氣泡創意』單項冠軍。