

# 聽話的浮沉子

蕭次融 余甄紘\*

財團法人大學入學考試中心基金會

## 壹、學生實驗

### 一、前言

水棲動物浮遊或潛水自如，多令人羨慕。大小游魚悠哉悠哉，而大如潛水艇亦能浮沉，控制自如。本實驗模仿游魚與潛水艇，操控浮沉子的沉浮次序，以了解浮沉子的質量、體積與密度以及其對沉浮的關係之外，也可以用來作一個遊戲，或比賽誰的浮沉子最聽話。

### 二、目的

使用吸飲料用的塑膠吸管，製作浮沉玩偶(浮沉子)，以了解物體的浮沉與比重的關係，並藉由細心調節浮沉子的水量(即使半滴水，過猶不及)，體會要使幾個浮沉子能依序沉浮，彼此之間互相協調的重要性。

### 三、製作

#### (一) 使用吸飲料用的吸管製作聽話的七個浮沉子

1. 剪一段吸飲料用的透明吸管(約 5 公分長)，用打火機、酒精燈或蠟燭的火焰底部的外焰熱一熱(吸管靠近外焰，不需放進焰內)，使吸管稍微熔化後用箝子夾緊，以封住管口如圖一。
2. 在吸管內放入 2~4 支(視吸管的粗細與

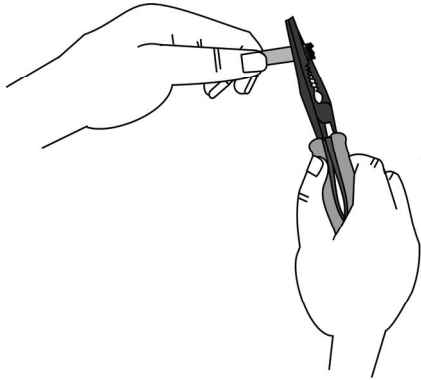
長短而定)的銅釘(不易生鏽)後，用同樣的方式封住吸管另一頭的管口。封這一個管口時，要與先前封住的管口垂直，如圖二。然後在兩端均封了口的吸管上端寫一個號碼(例如圖二的上端寫一個 2 字)，另一端用另一支銅釘扎一小孔，如圖二中吸管的末端有一小孔。

3. 若有時間就同上述製作步驟的 1 與 2，再作 7 個浮沉子(不一定要用透明吸管)，如此就共有 8 個浮沉子。將透明的一個浮沉子當作「觀察員」外，其餘 7 個浮沉子就寫下編號 1~7。若沒有時間製作可以省略，改向教師領取(見操作之二)。

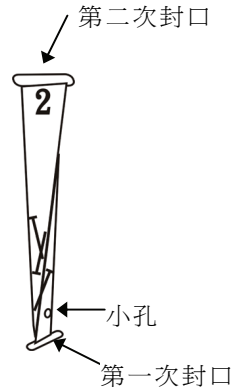
#### (二) 使用塑膠滴管製作可改變浮力的浮沉子

1. 取一支 3mL 的塑膠滴管，在離吸球附近約 7~10mm 處剪掉吸管如圖三(A)，得滴管的吸球部分，如圖(B)。
2. 在吸球內放入釣魚用的鉛子或鐵釘等重物數個後，在茶杯的水中試其浮力，如圖三的(C)。這時要注意吸球浮出水面的部分，要小於 1 公分高方可。
3. 如步驟 1 的方法，用火焰熱一熱管口，待管口的塑膠變成透明軟化後移出火焰，稍等一會兒，使管口受熱部分自動擴散均勻後，用箝子夾緊管口，即得一個完全封閉的浮沉子(簡稱大胖子)，其正面與側面如圖三之(D)。

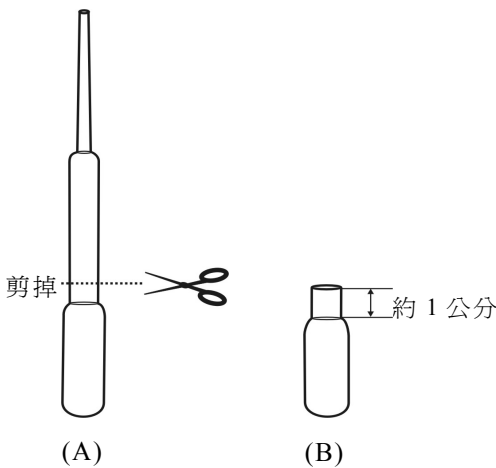
\* 為本文通訊作者



圖一、吸管受熱軟化後用箝子夾封

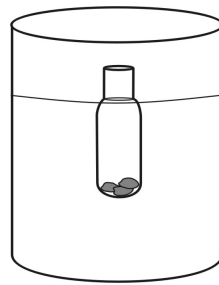


圖二、吸管的兩次封口互相垂直

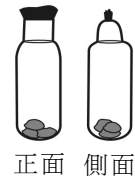


(A) 剪掉滴管，  
留下吸球

(B) 滴管部分只  
留約 1 公分



(C) 吸球置入重物後，測  
其浮出水面的程度



(D) 成品大胖子的  
正、側面

圖三、製作可改變體積的浮沉子

#### 四、操作

##### (一) 觀察浮沉子的沉浮

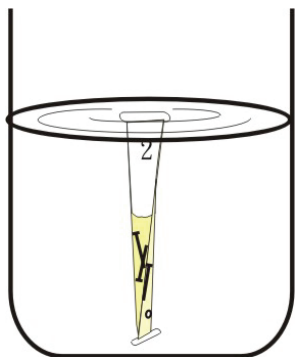
1. 將自己做的那一個透明的浮沉子或向教師領取一個透明的浮沉子，放入茶杯內的水中（注意看浮沉子的末端，有一個小孔的要朝下），用手指壓扁浮沉子的中腹部位後，在水中放開手指，浮沉子就會吸進一點水。
2. 要細心調整浮沉子內的水量，當手指放

開後，浮沉子必須只浮出水面一點點如圖四，如果不是這樣就要重覆步驟 1。

3. 調整好的浮沉子放入寶特瓶（瓶內裝水 9.5 分滿），蓋緊瓶蓋後，用手掌輕壓瓶子，浮沉子是否會沉下瓶底？放鬆壓力，浮沉子是否會浮上來？若不是，就必須取出浮沉子，重新在杯子調整浮沉子內的水量，可能只差一滴或半滴水。調好後再放入茶杯內，看看其浮沉情況

適當，才可放入寶特瓶內再試。

4. 若成功了，就注意觀察這個透明的浮沉子在沉浮的過程中，浮沉子內的水面是否上升或下降，其水面高低相差如何？

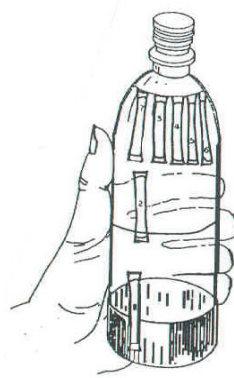


圖四、浮沉子的頂端，只露出水面一點點

## (二) 操控浮沉子依序沉浮

1. 將這一個透明的浮沉子當作「觀察員」，另外用自己先前製作的浮沉子或向教師領取 3 個浮沉子，用油性簽字筆寫上編號 1 至 3。
2. 將編號 1 與 2 的浮沉子，同前述方法調整，放入寶特瓶內，當手掌壓寶特瓶時，是否 1 號會先下沉，之後 2 號才開始下沉？放鬆手壓時，2 號會先於 1 號浮上來（這時候暫不管觀察員的浮沉次序）。
3. 同樣方法調整浮沉子 3 號後，放入寶特瓶內，試一試 3 個浮沉子是否會依序下沉，並依序浮上來。若成功了，再向教師領取編號 4 與 5 的兩個浮沉子，在茶杯內調整其浮沉程度適當後，才放入寶特瓶內，試試其是否依序沉浮。成功了，就請教師指導，學生必須自己動手

製作兩個，編號 6 與 7 的浮沉子，以挑戰聽話的七個浮沉子如圖五



圖五、操控浮沉子的方式

## (三) 浮沉子本身改變體積而沉浮

1. 若能操控七個浮沉子，依編號序沉浮，成功者就向教師領取一個大胖子（能改變體積的浮沉子）。
2. 將大胖子直接放入寶特瓶，蓋好瓶蓋後輕壓寶特瓶，看大胖子是否瘦身而下沉，倘若不會下沉，則慢慢增大手壓至下沉。
3. 仔細觀察大胖子如何下沉？體積變小瘦身後下沉，為什麼？慢慢減輕手壓，看大胖子如何脹大體積而浮上。

## 貳、教師手冊

### 一、補充說明

本篇壹的學生實驗可當作教材實施，活動的時間為二小時。

1. 倘若時間有限，教師可以事先做好透明的浮沉子（觀察員），分發給學生，每人一個以便學生親自調節浮沉子內的水量，以及觀察浮沉子沉浮時浮沉子內

水面的上升與下降，體會浮沉子因水進入而增重下沉，又因排出水（浮沉子內水面下降）而減重上浮。

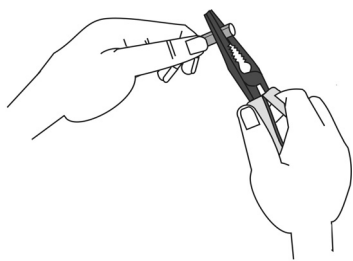
2. 透明的浮沉子，其作法如下：與學生實驗的製作(一)使用吸飲料用的吸管一樣，不過要使用透明的吸管，而且教師必需製作相當多的浮沉子，才夠分發給學生，因此要使用箝子比較方便。使用箝子不僅製作速率較快，可製作幾近相同的浮沉子，而且漂亮，其作法如圖六。要注意在圖六(B)吸管軟化後，箝子先夾住吸管，同時將手指移靠箝子，利用大姆指或食指為支點，將管口已軟化的部分抽進箝子的牙齒內，夾緊箝子。如此操作不僅動作較快，而且可避免已軟化的管口因時間的拖延而硬化。也要注意第二次封口時要與第一次已封了的管口互為垂直，這樣封口的浮沉子不僅較為美觀，並可使調整浮沉子的水量較易操作（浮沉子的中腹部分較易壓放）。

3. 調整浮沉子的水量時，教師可在旁協助，但絕不可越俎代庖代為調整。第一個浮沉子（觀察員）必須要求學生親自動手調整，而且放入寶特瓶後，只能用單手壓放寶特瓶使浮沉子沉浮，不然往下的活動就會有困難。

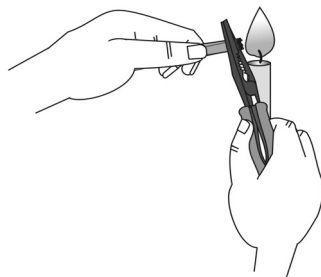
4. 能單手控制觀察員沉浮成功的學生才給 1、2、3 編號的浮沉子。

5. 能操控浮沉子 1、2、3 號依序成功的學生，就給 4 與 5 號的浮沉子，並在黑板劃「正」字，記錄已成功的人數。學生好勝，喜歡挑戰，「輸人不輸陣」，學生彼此間會觀摩學習，成果不錯。

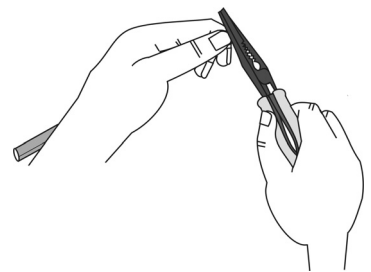
6. 浮沉子 4 與 5 號又能操控成功的學生，就個別指導讓學生自己做浮沉子 6 與 7 號，通常人數不多，成功的學生會很有興趣挑戰更高的。曾有國二的學生挑戰成功 10 個浮沉子，筆者曾演示 15 個浮沉子，不過操控 12 號以上的浮沉子，就必須用雙手壓放寶特瓶才能操控浮沉子依序沉浮。



(A) 箝子輕夾吸管，露出約 2mm



(B) 管口靠近外焰底部，一邊旋轉吸管，使吸管受熱均勻軟化



(C) 箝子夾緊軟化後的管口

圖六、使用箝子製作浮沉子

7. 在兩個小時的活動時間，能做到 7 號的浮沉子，而且操控依序沉浮成功的通常在一個班裡 35 人中很少超過 5 人，即使在自然科教師工作坊，能成功的也不會超過 10%，成功的就送一個大胖子（因其瘦身下沉而得此名）。
8. 大胖子的浮沉是因為受壓而瘦身，減小體積的結果就減小了浮力而下沉。
9. 在本活動要學生了解物體的浮沉是要其與其週遭的液體的密度相比，大即沉，小即浮，而密度(D)又與物體的質量(M)與體積(V)相關，亦即  $D=M/V$ 。浮沉子依序而沉是因為浮沉子內進水增大了質量 M 亦即增大了密度而下沉，而大胖子的下沉是因為減小了體積 V，亦即增大了密度（也可說減小了浮力，導致重力大於浮力）而下沉。
10. 其實物體在水中的浮沉完全受制於「浮力原理」。物體的重量（重力）大於浮力，物體即沉，反之則浮。
11. 浮力的大小如「阿基米德原理」所述，等於物體所排開的液重。如果能夠改變寶特瓶內物體的重量或其在液中的體積（浮力），即可操控物體的沉浮。
12. 水中的壓力，如「巴斯卡原理」所說：「密閉流體的任一部分受壓，則其壓力可傳至流體的每一部分，大小不變。」因此在裝滿水的密閉寶特瓶的瓶外施壓，則瓶內的「玩偶」同感受壓。若為封閉型玩偶（學生謔稱其為大胖子），則如「波以耳定理」所說，玩偶內的空氣受壓，「玩偶縮小體積」，其所得浮力即減，因此玩偶下沉。
13. 若將此浮沉子視為玩具，確屬趣味玩具，但也可當作教具，以說明巴斯卡（Pascal）原理、阿基米德(Archimedes)原理，用以解釋密閉容器內的壓力與物體的浮沉。因其構造簡單，易於製作，且具多項變化，甚具思考性，探討其浮沉過程，激發學生自行設計的慾望，有助於學生了解物體的浮沉以及變因的控制，提高其對科學的興趣，故也可認為是一種益智玩具與教具。
14. 張富雄在其「浮沉子－有趣的科學實驗」的一篇文章中，除了討論浮沉子的浮沉原理外，並延伸使其能在波以耳定律的理論計算，討論水深的水壓與浮力的關係。
15. 本篇的創意在於使用筊子製作浮沉子，如此可複製幾乎完全相同的浮沉子，使其不僅易於調整浮沉子的密度（浮沉子內的水量），而且可以微調，進而使其易於依序沉浮，可用於競賽。另一創意是用塑膠滴管製作可以改變體積的浮沉子亦即大胖子，用於說明  $D=M/V$ ，固定 M 改變 V，也可改變物體的密度。

## 二、參考資料

- 蕭次融等，「浮沉玩偶」，在「動手玩科學」，4 頁，遠哲科學教育基金會，台北（1999）
- 蕭次融，「浮沉潛艦」，在「遠哲科學趣味競賽」，競賽手冊 PP.9-18，遠哲科學教育基金會，台北（2000）
- 張富雄，「浮沉子－有趣的科學實驗」，科學教育月刊，137 期（1991）