

跳號沉浮的浮沉子

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

物體在水中的浮沉完全受制於「浮力原理」。物體的重量（或所受重力）大於浮力，物體即沉，反之則浮，而利用這一原理，在前一篇聽話的浮沉子曾介紹使用吸飲料用的吸管製作七個浮沉子，使其依序 1、2、…、6、7 下沉後，再依序 7、6、…、2、1 上浮。本篇主要介紹使用塑膠製的點滴吸管，也製作七個浮沉子，使其不僅可以依 1、2、…、6、7 的次序下沉，也可以使其跳號下沉或上浮，例如依 3、4、1、2、5、6、7 的次序下沉，再依 7、6、5、2、1、4、3 的次序上浮。這種跳號的操作法，曾經在第六屆遠哲科學趣味競賽（2000 年）試過，效果很不錯，引起許多學生的興趣，勤加以推敲，來挑戰，因此在本篇將給予詳細的介紹。

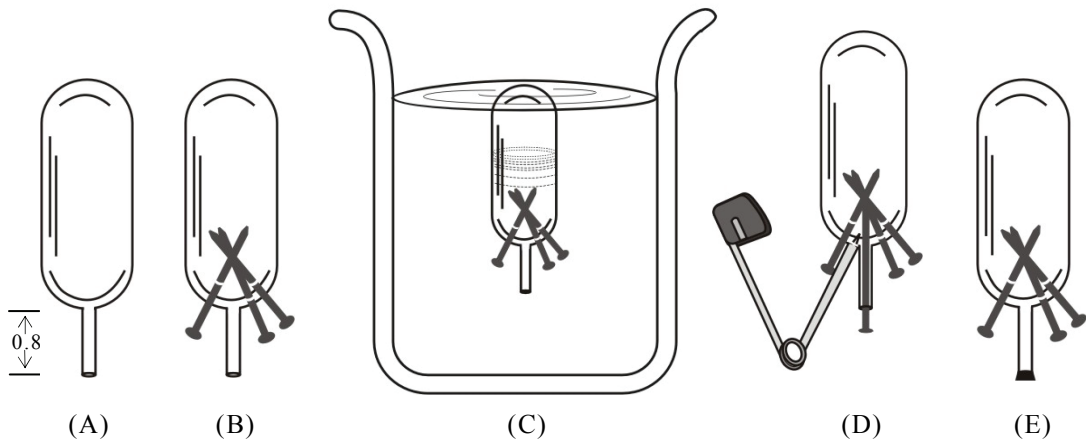
二、目的

利用塑膠點滴吸管製作浮沉子，並操作浮沉子依序以及跳號沉浮。

三、浮沉子的製法

(一) 使用點滴管

1. 取點滴吸管（塑膠製，容量 1 mL）數支。以油性色筆分別寫號碼。
2. 將吸管的細長部分剪掉，只留約 0.8 公分，如圖一(A)。
3. 從點滴吸管頭部靠近細管的地方插入銅釘（不易生鏽）3~5 支如圖(B)，即成「浮沉子」，若繪上一個娃娃臉，便成浮沉玩偶。
4. 將浮沉子置於杯內的水中，試其浮沉的程度，用手指在水中輕壓浮沉子，當手指一鬆，水即進入浮沉子，增加其質量。取出浮沉子，輕壓，水即滴出，浮沉子減重。如此反覆，調整浮沉子的沉浮程度，使其只冒出水面一點點即可，如圖(C)，即成可變重量的浮沉子。
5. 若在吸管口插入一支銅釘，封閉管口，或採用下述 6 的方法，用打火機加熱封口，而以別針在吸管頭戳一小孔（孔徑約 0.2~0.3 mm）如圖(D)，然後如同步驟 4 調整浮沉子的沉浮程度，就可由小孔的大小，控制水進出小孔的速率，進而控制浮沉子的沉浮次序。
6. 若如圖(E)，要完全封閉浮沉子，也可用打火機或蠟燭的火焰熱一下細管，至受熱部分變成透明，然後在瓶蓋上或桌上用打火機的側面壓一下，或用箝子夾緊便可完全封閉浮沉子。



圖一、使用點滴吸管製作浮沉子的程序

四、浮沉子的操作

(一)依序沉浮

1. 製作好的七個浮沉子，在其適當的表面上已寫有號碼，因此要依號碼調整其浮出水面的程度（1 號較重，只露出水面一點點；7 號較輕，也只露出水面較高一點）後，放進保特瓶（約 600 mL）內，使其能依編號（1、2、3、4、5、6、7）順序下降後，再依順序（7、6、5、4、3、2、1）上升。要調好浮沉子很費力，要有耐心才會成功。
2. 操控浮沉子時，必須一個浮沉子完成動作後，才輪到下一個，例如下沉時，1 號浮沉子完全沉到瓶底，其他浮沉子全部浮在瓶子的上端，而且各浮沉子的頭部都要頂出水面，即所謂的「頂天立地」，等候教師認定 1 號浮沉子已完成動作後，說「下一個」時，才可使 2 號浮沉子開始下降的動作，而在 2 號的浮沉子下沉的過程中，1 號浮沉子要「立地」在瓶底，3 號以上的浮沉子要「頂天」，頭露出水面等候。
3. 倘若要做為競賽，要在瓶子上下的中間，用簽字筆或套一個橡皮筋做一個「中線」的記號，而在操作「下沉」的動作時，任一浮沉子的頂端過了「中線」，就「視同下沉」，這個不該下沉的浮沉子就算違規下沉了。該下沉的浮沉子過了中線後，要使其底端立在保特瓶的底部，亦即「立地」後，才算完成了下沉的動作。
4. 操作「上浮」的動作時，注意事項類同上述的下沉動作，亦即最後下沉的 7 號浮沉子浮到「頂天」，裁判說「下一個」口令後，6 號的浮沉子才可開始上浮的動作。在上浮的過程中 7 號要頂天，5 號以下的浮沉子要立地等候。
5. 已依序完成上浮動作的浮沉子，在操作其他浮沉子上浮時，因任何原因而再下降了，就視同沒有該浮沉子，而不計其績。

6. 評分方法見後：「五、教師手冊」。從評分的例子可以看出，要得點高，關鍵在於操控動作要確實。
7. 本項活動所需的浮沉子，其製作與操控均需要相當多的練習才能熟練，因此學生需要有耐心與細心，勤加練習製作與操控浮沉子。

(二)跳號沉浮

1. 預先製作好七個寫有號碼的浮沉子（注意：3 與 4 號是封口後用別針戳一小孔），放入保特瓶（約 600mL）內操作。操作分為甲與乙兩部分。

(甲)先依編號（1、2、3、4、5、6、7）順序下降後，再依順序（7、6、5、4、3、2、1）上升，。若做為競賽，則在甲項評分後，要接著操作乙項，此時不能打開瓶蓋或做任何調整。

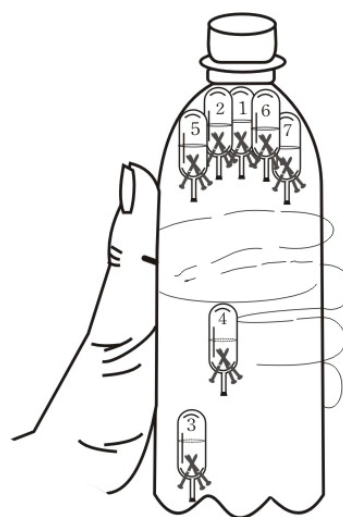
(乙)要依編號（3、4、1、2、5、6、7）下降，如圖二，再依（7、6、5、2、1、4、3）的編號上升。

2. 操控浮沉子所應注意的事項類似前述：「(一)依序沉浮」，只有在操作乙項時，要下沉的浮沉子以外的浮沉子不需全部都頂天或立地，雖可上下小幅度的浮沉，但均不得超過中線。
3. 浮沉子是否超過中線的認定如下：
 - (1)下沉時，浮沉子的最頂端，過了中線；
 - (2)上浮時，浮沉子的最下端，過了中線。
4. 評分方法見後述：「五、教師手冊」。從評分的例子可以看出，優勝的條件在於乙項的操控，要能確實完全無誤，因其

另加 8 點，是很大的鼓勵，很值得多勤加練習。

5. 操控跳號沉浮的技巧

重點在於要迅速壓放保特瓶，例如調整浮沉子時 1 與 2 號要比 3 與 4 號重，因此按照一般的情況壓保特瓶時，1 與 2 號必先於 3 與 4 號下沉。惟因 3 與 4 號是封口後只扎一小孔，進出水的速率較慢，因此要用力迅速壓放保特瓶，結果會使浮沉子內累積水。因為 3 與 4 號的小孔只有約 0.3 mm 直徑，壓保特瓶時浮沉子進水慢，而放鬆壓力時，浮沉子的出水更慢，因此浮沉子內會累積水，導致其重量會比 1 與 2 號的浮沉子還重，而先行下沉。



圖二、跳號下沉的浮沉子

(三)創意浮沉子

只要能符合依序上下即可，沒有任何限制，希望有創意的造型與創意的操作，例如使用玻璃酒瓶，而能在手不接觸瓶身

的情況下，遙控浮沉子的浮沉。本項若作為競賽項目，則其成績宜單獨計算。

貳、教師手冊

一、補充說明

本篇壹的學生實驗可以當作教材實施，活動的時間為二小時。

1. 製作跳號浮沉子，當然可以使用其他材料，如在上一篇所使用的吸飲料用的吸管，不過因製作時很難作好幾個浮沉子的大小與形狀完全一致，如此會增加控制操作的變數。依筆者的經驗，使用 1 mL 的塑膠滴管最適當。
2. 要跳號的浮沉子，其進出水的口徑要在 0.2~0.3 mm（直徑）的小孔（請見後述：「4.戳小孔的方法」），如此才能在迅速壓放保特瓶時，在每一次的壓放動作，都能使浮沉子內累積水，導致改變了整個浮沉子的重量，進而能使其改變沉浮的次序。
3. 若做為競賽項目，其評分可以採取下列的方法：

甲、依序沉浮

- (1) 任何依序下降或上升的每一個浮沉子，各得 1 點，而未依序下降或上升的浮沉子，亦即下降時超前，上升時落後，則視同沒有該浮沉子的存在，故不計其成績。
- (2) 例如下降的順序是 1253476，則因 5 號與 7 號的浮沉子超前下降，就視同沒有了 5 號與 7 號的浮沉子，因此只剩下 12346 號的 5 個浮沉子

可以計績，所以得 5 點；若是 1345627 則同理只能算 127 號的 3 個浮沉子，所以只能得 3 點；若是 2345671，則只能得 1 點。同理，上升時也以類似的方式計點，示例如表一。

表一：依序沉浮的計點方式舉例

下降		上升	
次序	得點	次序	得點
i ² 5 ³ 4 ⁷ 6	5	7 ⁶ 5 ³ 4 ¹ 2	5
i ³ 456 ² 7	3	56 ⁷ 4 ¹ 2 ³	3
234567 ¹	1	654321 ⁷	1
i ² 3 ⁵ 4	4	4 ⁵ 3 ² 1	4
i ² 3 ⁴	4	4 ³ 2 ¹	4

註：表中次序欄的數字表示浮沉子的編號，數字上標有一小點的，表示該浮沉子可以計點。

乙、跳號沉浮

- (1) 計點的方式與依序沉浮的方式相同之外，若下降次序完全正確時，加 8 點；若不完全正確，但 3 與 4 的浮沉子依序比 1 號的浮沉子先下沉，則加 4 點。類似下降的計分法，上升次序完全正確，亦即依 7652143，次序上升，加 8 點；4 與 3 號依序最後上升加 4 點。計績的方式，示例如表二。
- (2) 操作時，保特瓶可放在桌上，或手拿瓶子，懸空操控均可。

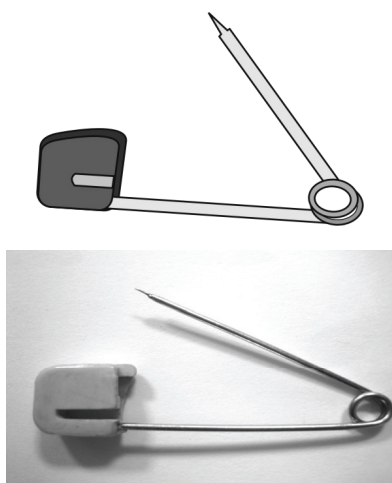
表二：跳號沉浮的計點方式舉例

下降		上升	
次序	得點	次序	得點
3̇4̇1̇2̇5̇6̇7̇	7+8	3̇4̇1̇2̇5̇6̇7̇	7+8
3̇4̇1̇2̇7̇5̇6̇	6+4	3̇4̇1̇2̇7̇5̇6̇	6+4
3̇1̇4̇2̇5̇6̇7̇	6	3̇1̇4̇2̇5̇6̇7̇	6
1̇3̇4̇5̇6̇2̇7̇	4	1̇3̇4̇5̇6̇2̇7̇	4
123̇4̇5̇6̇7̇	5	123̇4̇5̇6̇7̇	5

註：表中次序欄的數字表示浮沉子的編號，數字上標有一小點的，表示該浮沉子可以計點。

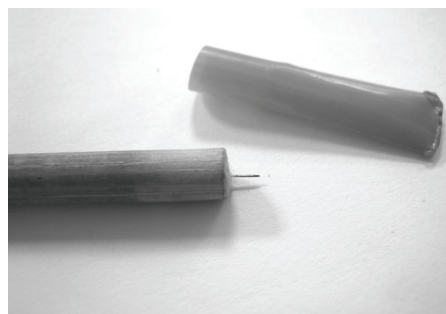
4. 扎小孔的方法

(1) 扎小孔時，可以用小別針或縫衣針線用的針，但只能扎入針頭尖尖的一小部分。若針頭全部扎入，則孔就太大了。這種扎法需要一點技巧與練習，因此最好先將針頭用銼刀磨一下如圖三與照片一。



圖三與照片一、針頭磨成凸狀的別針

(2) 使用鍼灸的 30 G 號針，或用吉他的 E 弦（最細的弦），斜斜地將弦剪一段就成為針，並將其插入一小段的竹筷作為柄即可（如照片二）。



照片二、以竹筷作柄的針頭

5. 本篇的創意在於跳號的沉浮。有關浮沉子的文獻雖然很多，但從未有過跳號浮沉的論述。另一項創作是可以用於作為競賽的計點方式。

二、參考資料

- 「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 年）。
 蕭次融，「浮沉潛艦」，在「動手玩科學 2」 pp.9~17，遠哲科學教育基金會，台北（2002 年）。
 蕭次融 余甄紘，「聽話的浮沉子」，本刊 307 期。