



浮沉子穿環

李敏淑 老師、蕭次融 教授

浮沉子或與其相關的名詞，在網路上可以找到許多資料，但多用於教學或遊戲。至於將浮沉子用於競賽的項目，則無論中外只有遠哲科學教育基金會，首創於1995年的第一屆遠哲科學趣味競賽，以「浮沉玩偶」為主題。之後也比賽多次，每次都所有創新，請見參考文獻。本屆的「創意浮沉子」有異於去年的競賽者有二：(一)活動一的「依序沉浮」競賽中的浮沉子改為封閉式的而且個數同樣沒有上限。對於未依序沉浮或中途故障的浮沉子，同樣加了罰則。(二)活動二則改為浮沉子穿環，要求同一個浮沉子連續穿過方向相差180度的兩個圓環。如此的創新項目，不僅可以增加競賽的鑑別度，更增加了操作浮沉子的趣味性。

【目的】

本活動要求學生以簡單的器材製作浮沉子，親自製作質量不同的浮沉子以體驗浮力原理，探究從「寶特瓶外」施壓寶特瓶時，瓶內物體沉浮的變因，並操控浮沉子的沉浮次序以及浮沉子穿環的技巧，享受操控浮沉子沉浮以及浮沉方向的樂趣。進而比賽如何操控寶特瓶的施壓最能使浮沉子如意沉浮，例如使其依序下降、反序上升以及穿圓環等等動作。

【原理】

物體在水中，若其密度大於其周圍的水密度，物體就會下降。反之，若小於水的密度，物體就不會下降，而沉下的物體就會上升。若兩者的密度相等，物體就會停在水中。物體的密度(D)與質量(M)以及體積(V)的關係，可以用式子表示如下：

$$D = \frac{M}{V}$$

由上式可知要改變物體的密度有兩種方式：一為固定M，改變V；另一為固定V，改變M。就本活動所討論的浮沉子而言，這兩種方式都可以做到，均可以使浮沉子的密度比水的密度大或小，甚至相等。若能夠如此調整就可操控浮沉子的下降或上升，甚至停在水中。

「帕斯卡原理」說：「密閉流體的任一部分受壓，所受的壓力會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，在瓶外的任一地方施壓，瓶內的浮沉子均會感受到壓力。若浮沉子有小孔可讓水進出，則水會從小孔進入

浮沉子內，浮沉子增加質量因此密度變大而往下降；若放鬆壓力，則被壓進浮沉子內的水就會流出來，浮沉子減輕質量而浮上來。本競賽活動二「浮沉子穿環」所用的浮沉子利用此原理，藉由水進出浮沉子的量控制浮沉子的浮沉以及轉動以便穿環。

若浮沉子完全密閉，水就不能進出浮沉子，不能改變其質量，但若能改變其在水中的體積，就可如阿基米得原理所說，物體在水中所減輕的重量（亦即浮力）等於該物體所排開的同體積的水重，因此可以改變其所得的浮力，亦即施壓時體積變小，浮力變小而下降；反之減壓時體積會恢復脹大，如此改變手壓就可以操縱其沉浮。例如用塑膠滴管所製成的密閉浮沉子，因塑膠的軟硬不同以及施壓的不同，浮沉子受壓改變體積的程度以及快慢的速率不同，就可以因其在水中所得浮力的改變，用來控制其沉浮次序。本競賽的活動一「封閉式的浮沉子」就是利用此原理。

【活動一 封閉浮沉子依序沉浮】

(一)場地

每一競賽場地約(1m×1m)，並配置課桌椅或與其相當的桌子，共3套，但若活動一與活動二同時進行評審，則共需6套。

(二)使用器材

1. 大會提供

吸管（吸飲料用的，內徑約 0.5~0.7 cm，長約 20 cm管壁材質愈軟愈佳）10支，銅釘（5分或6分）80支（剩餘的銅釘，請交還大會）

2. 學生自備

寶特瓶（無色透明，約 500~700 mL至少3個）、打火機、蠟燭、蠟燭墊（不得使用其他火源，違者取消該隊參賽本項資格）、鉗子、尺、剪刀、美工刀、簽字筆（油性）、橡皮筋、透明膠帶、透明容器（調整浮沉子用，例如燒杯、塑膠杯、剪掉上半部的寶特瓶等等）、抹布、浮沉勾（見附件三 P.28）

(三)競賽說明

1. 操作方式

- (1) 在現場製作每組 n 個浮沉子（ n 必須大於等於 4，製作方法，見附件一。所有附件均為參考資料，比賽時，以競賽手冊本文為準）。浮沉子上端的兩面均須編寫號碼。
- (2) 隊要製作 3 組浮沉子，隊員可以合力製作 3 組浮沉子，但比賽時，必須各自操控一個寶特瓶（寶特瓶不能相互借用）。寶特瓶必須要用橡皮筋套在瓶身的中段，並用透明膠帶固定或用油性簽字筆劃一圈，作為「中線」中線的位置由參賽者自行決定。

- (3) 隊員必須各自調整浮沉子，使其能依編號 (1、2、3、...、n) 順序下降後，再依順序 (n、...、3、2、1) 上升。
- (4) 製作與調整浮沉子的時間共 30 分鐘。
- (5) 比賽評分後參賽者要取出所有的浮沉子受檢，浮沉子內含有水的，每一個扣 2 點。

2. 注意事項

- (1) 操控浮沉子時，必須一個浮沉子完成動作後，才輪到下一個，例如下降時，1 號浮沉子完全沉到瓶底，其他浮沉子全部浮在瓶內的上端，而且每一個浮沉子的頭部都要頂到或頂出水面，即所謂的「頂天立地」，等候裁判認定 1 號浮沉子已完成動作後，說「下一個」口令時，才可使 2 號浮沉子開始下降，而在 2 號的浮沉子下降的過程中，1 號浮沉子要「立地」，3 號以上的浮沉子要「頂天」等候。
- (2) 操作「下降」時，任一浮沉子的下端過了「中線」，就「視同下降」，若該浮沉子不該下降而下降，就算違規下降。要下降的浮沉子過了中線後，要使其底端立在寶特瓶的底部，亦即「立地」後，才可以視為完成了下降的動作。
- (3) 操作「上升」時，注意事項類同上述的下降動作，亦即最後下降的 n 號浮沉子上升到「頂天」，裁判說「下一個」口令後，(n - 1) 號的浮沉子才可開始上升的動作。在上升的過程中，n 號要頂天，(n - 2) 號以下的浮沉子均要立地等候。
- (4) 在操作「上升」的過程中，任一浮沉子的頂端過了「中線」，就「視同上升」，因此，若該浮沉子不該上升而上升，就算違規上升。
- (5) 已依序完成上升動作的浮沉子，在操作其他浮沉子上升時，因任何原因而再下降，就視同違規。
- (6) 操作 1 ~ 4 號的浮沉子時，不管下降或上升，均須單手操控 (單手壓放寶特瓶)，違者不計雙手壓放寶特瓶的該項 (指那一個正在下降或上升的浮沉子) 成績。操作時寶特瓶可放在桌上或用另外一手抓住瓶蓋部份或托住瓶底但不可以壓瓶子。
- (7) (活動一) 每人的操作時間共 100 秒。
- (8) 本項活動所需的浮沉子，雖然必須在現場指定的時間內製作，但因其製作與編序使其能依序浮沉，均需要相當多的練習才能熟練，而所需材料均很容易取得，因此建議各位參賽者，要事先勤加練習製作與操控浮沉子，才易得好成績。

3. 評分標準

- (1) 任何依序下降或上升的每一個浮沉子，成功者各得 1 點；未依序下降或上升的浮沉子，亦即下降時超前或落後，上升時落後或超前，則視同違規，而每一違規扣 2 點。
- (2) 例如表1中的例 1，下降的順序是 1253476，則因 5 號與 7 號的浮沉子超前下降，就視為違規，因此只剩下12346號（表1中數字的頂上有一黑點的記號）的 5 個浮沉子依序下降，所以得 5 點，但 5 號與 7 號的浮沉子，因違規各扣2點，如此（5 - 4），結果只得 1 點；若是如例2，下降的順序是 1324567 則因 134567 號的浮沉子均為順號下沉，可得 6 點，但 2 號落後下降，扣 2 點，結果6 - 2得 4 點；若是如例 3 的順序 2135476，則只能得4點，但要扣違規的 146 的 3 個浮沉子，結果4 - 6得負 2 點。同理，上升時也以類似的方式計點，示例如表一。
- (3) 由以上所舉例子，可知要得到好成績不在於多，但要確實。在此，確實包含兩個項目：一為製作，另一為編序號。若浮沉子頂端沒封好漏氣，則寶特瓶一壓，浮沉子就沉下去，再也浮不上來，如此不僅影響其他浮沉子的下降次序，更會影響上升的次序，導致負點，成為害群之馬。
- (4) 凡是放進寶特瓶內的浮沉子，比賽一開始均算數，參賽者不得要求放棄，不繼續比賽（即使明知會得負點）。
- (5) 操作 1~4 號的浮沉子，必須單手壓放寶特瓶，違者該號浮沉子不計績，也不扣點，例如操作 4 號浮沉子下降時用雙手壓寶特瓶，則該 4 號的下降不計績，但可以繼續用雙手壓寶特瓶，5 號以上的浮沉子均可計績。操作上升時亦同。
- (6) 每隊三人的成績加總（正點與負點均要算），作為該隊活動一的成績。

表一：依序沉浮的計點方式舉例

例	下降		上升	
	次序	得點	次序	得點
1	$\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{7}\overset{\bullet}{6}$	$5 - 4 = 1$	$\overset{\bullet}{7}\overset{\bullet}{6}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{2}$	$5 - 4 = 1$
2	$\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{6}\overset{\bullet}{7}$	$6 - 2 = 4$	$\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{6}\overset{\bullet}{7}\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{3}$	$4 - 6 = -2$
3	$\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{7}\overset{\bullet}{6}$	$4 - 6 = -2$	$\overset{\bullet}{6}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{7}$	$4 - 6 = -2$
4	$\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{4}$	$4 - 2 = 2$	$\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{5}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{1}$	$4 - 2 = 2$
5	$\overset{\bullet}{1}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{4}$	$4 - 0 = 4$	$\overset{\bullet}{4}\overset{\bullet}{3}\overset{\bullet}{2}\overset{\bullet}{1}$	$4 - 0 = 4$

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，表示該浮沉子下降或上升成功，可各得 1 點。沒有標小點的為違規超前或落後下降，以及超前或落後上升的浮沉子，各扣 2 點。

【活動二：沉浮子穿環】

(一)場地

每一競賽場地約(1mX1m)，並配置課桌椅或與其相當的桌子，共3套，但若活動一與活動二同時進行評審，則共需6套。

(二)器材

1. 大會提供

無

2. 參賽者自備

見器材總表

(三)競賽說明

操作方式與得點

1. 活動二的浮沉子，其製作無任何限制，因此材料自備。浮沉子的長度與形狀均不限，但不能使用市售現成的，而且使用的寶特瓶必須無色透明，約500 ~ 700 mL(高低不限)的塑膠瓶。製作方法見附件一，於比賽前預先製作三組浮沉子穿環的裝置(製作方法見附件二)攜至會場。在本項競賽開始前，要自行檢查並調整好，等候比賽。
2. 本比賽隊員三人各自操控其各自的浮沉子穿圓環裝置。
3. 浮沉子穿環一半時，必須停住在圓環中，讓評審認可後才可以繼續操作。操控浮沉子下沉穿環或上升穿環時均可用雙手但不能擋住評審的視線，否則不予評分。
4. 下沉穿過 U 環(亦即上環 upper ring)後，任何時刻浮沉子的末端不能上升超過 U 環，超越者即使已下沉穿過 U 環成功也不算數，必須重新下沉穿越 U 環。
5. 下沉穿 U 環成功者，必須接續穿過 L 環(亦即下環 lower ring)後，才算下沉穿過兩環成功，可得兩點。
6. 然後，設法使浮沉子上升先穿過 L 環後，接續使其穿越 U 環；同樣上升時穿過 L 環的浮沉子，在任何時刻其頂端不能再低於 L 環，違者必須重來。
7. 上升連續成功穿過兩環者得 2 點。
8. 下沉穿兩環以及連續上升兩環者可得共 4 點外，還可再挑戰下沉穿環與上升穿環的動作，如此重複操控至時限到。操作規則與得點同前述。
9. 若時限到時，已穿過一個環者可得 1 點，只有這種情形可得 1 點，沒有其他可得 1 點的情況。
10. 比賽時，U 環與 L 環均要面對評審，不能被手掌擋住其視線，否則不予評分。
11. 每人的操作時間共100秒。

12. 比賽時限到後，參賽者要取出支架受檢，U 環與 L 環的方向要相差約180度，並且其任何一處均不能大於 2 cm(用五元銅幣檢驗)。環的任何一處能讓五元銅幣通過者，總得點減半計算。

【評等】

- (一)活動一：三個人的得點（包括正點與負點）相加，按得點總和高低排序後，依六等第計分法計分，得成績 x 。
- (二)活動二：三個人的得點相加，按得點的總和高低排序後，依六等第計分法計分，得成績 y 。
- (三)名次
1. 活動一的成績 (x) 加上活動二的成績 (y) 得 z 。
 2. 依 z 的高低排序後，再以六等第計分法計分與名次，分數最高的隊伍頒發單項競賽優勝獎。若分數相同時以活動一得分高者獲得，若活動一的分數再相同時以活動一的任一參賽者的原始得點最高者為單項競賽優勝獎。
 3. 本項競賽的得分與大會的另外三項競賽成績相加後，依成績高低排序，總成績高者，依序頒發大會獎，總成績相同時，依競賽手冊中各競賽項目的排序一一參酌，以其得分作為評比的標準。

【活動三：穿環浮沉子】

(一)競賽說明

1. 只要能符合以手壓寶特瓶的方式操控瓶內浮沉子的下降與上升均能穿環即可，沒有任何限制。歡迎有創意的造型與創意的操作，例如美麗的舞女邊跳華爾滋邊穿環、操控二個或以上的浮沉子依序沉浮穿環、或瓶內支柱有三個或以上的環等等創意作品。
2. 要繳創意作品書面報告（包括文字、圖或照片，至多A4紙兩頁）
3. 活動三的評分方式，依整體創意40%、功能20%、美觀20%、書面報告20%等特色評分，得分最高的隊伍，頒發創意獎。此項評分獨立計算，不列入總成績內。
4. 活動三單獨計績，與活動一、二的成績無關。

(二)競賽時間

- 製作時間（活動一，含競賽說明）：30分鐘
- 評審時間（包括活動一與活動二，含競賽說明）：40分鐘

【總評分】

活動一與活動二，分別排序，以六等第計分後，兩部份的分數相加即為本項目成績。最高分者若不只一隊則以活動一成績較佳者為第一名，可獲單項冠軍。活動三，創意競賽成績不併入大會獎計分，獨立頒發獎狀。

【給評分者的建議】

(一) 檢查事項

1.(活動一)

- (1) 寶特瓶用橡皮筋圈一條中線（要檢查是否用透明膠帶固定），將瓶子分為上下大致相等的兩區域。
- (2) 每一個浮沉子是否都在適當位置的雙面寫編號。
- (3) 製作浮沉子時，只可以用打火機或蠟燭。
- (4) 評分後要競賽者自行取出所有的浮沉子受檢，任何浮沉子內含有水者，每一個扣 2 點，並回收所有的浮沉子。

2.(活動二)

比賽評分後，競賽者要自行取出瓶內支架受檢，U 環與 L 環的方向相差約180度，而且兩環的任一處，都不得讓五元銅幣通過，違者其總得點減半計算。

(二) 競賽者操作

1.比賽(活動一)時

- (1) 寶特瓶可放在桌上，或手拿瓶子的瓶蓋部份，使瓶子懸空，或用手掌托瓶底另一手操控均可，但要注意在操控1~4 號浮沉子的下降與上升時，必須單手壓放寶特瓶。
- (2) 注意每一操作必須確實，亦即遵守「頂天立地」，競賽者完成一個動作後必須喊口令「下一個」，競賽者才可以啟動下一個動作。
- (3) 比賽一開始，就不能打開瓶蓋取出浮沉子，因此損壞的浮沉子，沉在瓶底，無論在操作下降或上升時，均視同違規，每一次均各扣2點。
- (4) 例如下降時浮沉子的次序為1365，則1,3,6(或5)號的浮沉子各得1點，共3點，但5號的落後(或6號的超前)要扣2點之外，又因缺(或沉在瓶底的)2與4號的浮沉子，都要各扣2點，因此其得點為 $3+(-2 \times 2)=-1$ 點。

2.比賽(活動二)時

- (1) 瓶子可置於桌上，可以雙手壓放寶特瓶，但不能擋住評審的視線。
- (2) 必須要求競賽者評分後取出支架受檢，U 環與 L 環的任一處均不能讓五元硬幣通過，違者得分減半。

(三)節省時間：活動一與活動二的評審可同時進行，但場地與配置均要加倍(共6套)。

【給競賽者的建議】

- (一) 請參考「給評分者的建議」，確實做到符合各檢查項目以及操作時應注意事項。
- (二) (活動一)與(活動二)的器材均容易取得(若無法取得，請洽遠哲科學教育基金會，電話2363-3118#14)，因此要事先勤加演練。製作與操作方法，請參考附件一、二、三。
- (三) (活動一)的 n 個浮沉子，要在適當位置的兩面均寫編號，違者會被取消參賽資格。
- (四) 編寫(活動一)的沉浮次序(編號)很費時，因此要事前勤加練習。
- (五) 切記：比賽一開始，就不能打開瓶蓋，沉在瓶底的浮沉子就取不出來，在操作下降或上升時，每一個浮沉子均會遭扣2點，因此製作與調整浮沉子均要確實，以免成為害群之馬。
- (六) (活動一)的浮沉子內不能有水，評分後要取出受檢，違者每一個浮沉子扣 2 點。
- (七) (活動二)的裝置，因必須事先製作，因此時間一久，瓶內的水可能會有氣泡或長霉菌，會影響浮沉子的沉浮。因此建議使用煮開過的熱水，等稍冷後倒入寶特瓶並蓋好瓶蓋(不要太緊)，等其冷到室溫，才放入浮沉子調整其沉浮。
- (八) 兩個環，U 環與 L 環的方向相差約180度，而且兩環的任一處均不能讓五元硬幣通過，違者其總得點減半。

【參考文獻】

1. 蕭次融，「浮沉潛艦」，在〈動手玩科學2〉，pp.10~17，遠哲科學教育基金會，台北，2002年9月。
2. 蕭次融，「聽話的浮沉子」在〈第十三屆遠哲科學趣味競賽〉分區手冊，pp.17~34，2007年7月。
3. 蕭次融、余甄紘，「聽話的浮沉子」pp.31~35，307期，2008年4月；「跳號沉浮的浮沉子」pp.35~39，308期，2008年5月，科學教育月刊，台灣師範大學。
4. 李敏淑、蕭次融，「創意浮沉子」在〈2013年遠哲科學趣味競賽〉分區手冊，pp.17~34，2013年。

【器材總表】

名稱	品名	規格	數量	備註
活動一	吸管		10支	大會發給
	銅釘	6分長	80支	
	寶特瓶（無色透明）	約	3支	自備
	茶杯或燒杯（透明）	500~700mL	3個	
	簽字筆	約250mL	2支	
	剪刀	油性	1把	
	美工刀		1把	
	蠟燭		3支	
	蠟燭墊		3個	
	打火機		1個	
	鉗子		3把	
	橡皮筋		10條	
	膠帶		1個	
	浮沉勾	透明	3支	
抹布	見附件三	1條		
活動二	浮沉子穿環裝置	見附件二	3套	

【時間總計】

- (一)本項競賽時間：共計70分鐘
- (二)製作時間（含說明及領取材料）18隊共30分鐘
- (三)評審時間：18隊共40分鐘

【附件】

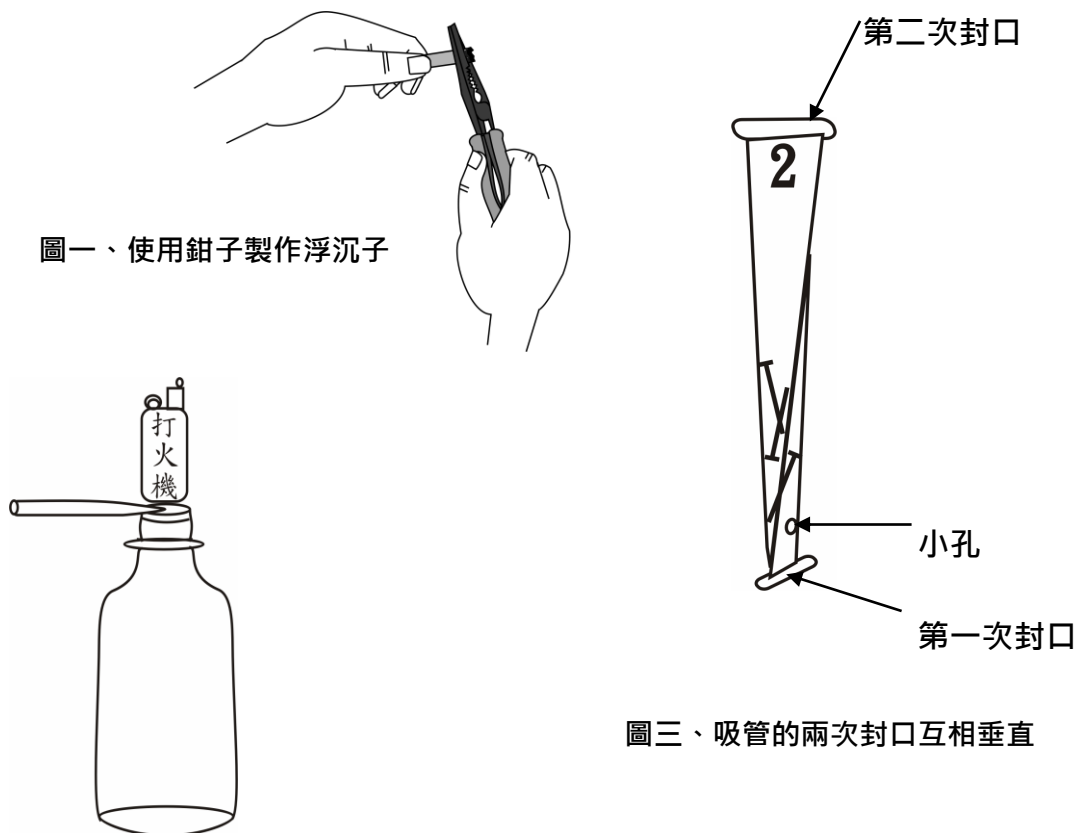
- 附件一、浮沉子的製作與操作
- 附件二、浮沉子穿環裝置的製作與操作
- 附件三、浮沉勾的製作

【附件一、浮沉子的製作與操作】

浮沉子的種類很多，作法亦多。以下僅舉簡便的例子供作參考：

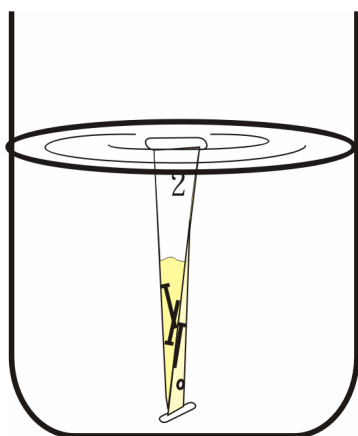
(一)使用吸飲料用的吸管製作浮沉子

1. 剪一段吸飲料用的吸管（約 5 公分長），用打火機、酒精燈或蠟燭火焰底部的外焰熱一熱（吸管靠近外焰，不可放進焰內），使吸管稍微熔化後用鉗子夾緊，以封住管口如圖一，或放在瓶蓋上，用打火機或剪刀等的邊緣壓扁管口，使其密封，如圖二。
2. 在吸管内放入 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，最好要與先前封住的管口垂直，如圖三。然後在兩端均封了口的吸管上端寫一個號碼（例如圖三的上端寫一個 2 字）就成為封閉浮沉子(活動一使用)，若在浮沉子末端用另一支銅釘扎一小孔，如圖三中吸管的末端有一小孔就成為開口式浮沉子(活動二使用)。
3. 同上述製作步驟 1 與 2 的方式，製作一組 n 個浮沉子，並在浮沉子的上端兩面都分別寫編號 $1 \sim n$ 。

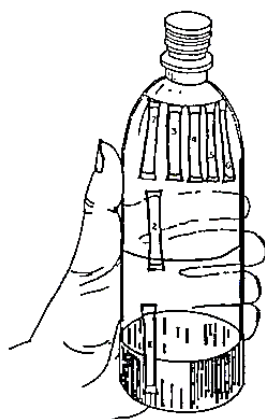


(二)觀察浮沉子的沉浮

1. 將製作好的浮沉子，放入透明茶杯的水中（注意看浮沉子的末端，有一小孔的那一端要在下面），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，浮沉子必須只露出水面一點點如圖四，如果不是這樣就要重覆步驟1。
3. 至於封閉浮沉子，製作 n 個先放入圖四的杯子檢驗是否只浮出水面一點點後放進寶特瓶，試其浮沉情形，注意觀察，取出浮沉子擦乾後編號，編好號碼的浮沉子放入寶特瓶（瓶內裝水約9.5分滿），蓋緊瓶蓋後，用手掌輕壓瓶子，試試浮沉子是否會依序沉下瓶底？放鬆壓力，浮沉子是否會依序浮上來？若不是，就必須取出浮沉子，重新編號。然後再放入茶杯內，確定其浮沉情況適當後，才可放入瓶內再試，如圖五。



圖四、浮沉子的頂端，只露出水面一點點



圖五、操控浮沉子的方式

【附件二、浮沉子穿環裝置的製作與操作】

一、目的

用生活週邊的器材，製做一個「浮沉子穿環」的裝置以供競賽之用。

二、器材

咖啡棒(或竹筷、吸管)、鋁線(直徑1mm)或銅線(直徑 0.6 mm)、塑膠繩(綁生日蛋糕盒的)、吸管(喝飲料用的)、銅釘(5 or 6 分)、剪刀、米達尺、油性筆、寶特瓶

三、製作

1. 剪一段約 12 cm的鋁線或銅線，繞在簽字筆的筆套口，如圖 1。
2. 用咖啡棒或筷子作為支柱，將圖1的鋁環綁緊在支柱上，共兩個: U 環與 L 環。
3. 為了支柱在瓶中不搖晃，在支柱末端要製作底架，在支柱的頂端要製作 T 環以便頂注瓶蓋，如此就完成支架，如圖2。
4. 小心地將支架放進寶特瓶，並調整底架與鋁環，蓋好瓶蓋，試試支架是否不搖晃後裝至室溫的冷開水到瓶頸。
5. 製作一個短小浮沉子，並調整其浮力後放入寶特瓶，就完成浮沉子穿環的裝置，如圖3。

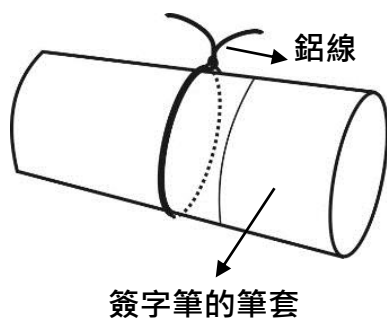


圖 1 圓環的製作

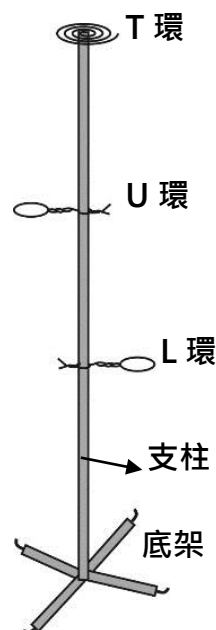


圖 2 支架的製作

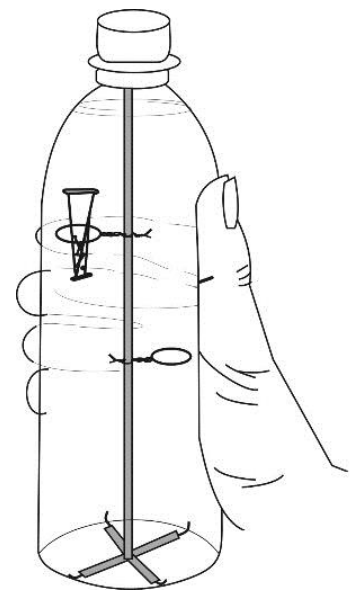


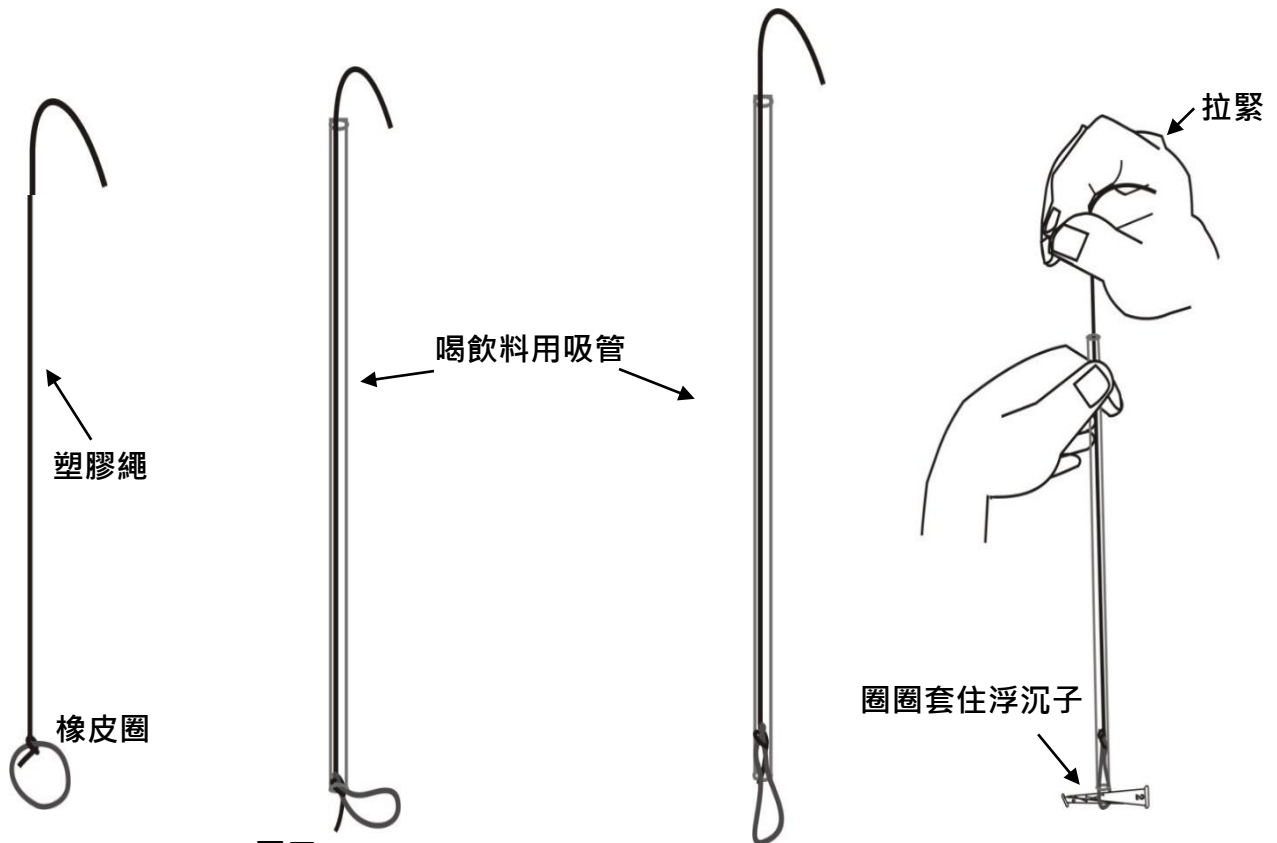
圖 3 浮沉子穿環的裝置

四、操作

1. 單手拿浮沉子穿環裝置的寶特瓶腹部，U 環與 L 環均要朝外，面對評審。
2. 要浮沉子下降穿環時，先調整浮沉子的位置，必要時，傾斜寶特瓶使浮沉子位在 U 環正頂上，然後輕壓瓶子讓浮沉子穿過 U 環，並維持手壓，控制浮沉子不上下搖晃浮沉。
3. 雙眼盯注浮沉子，再傾斜瓶子使浮沉子移到 L 環頂上後，再輕壓瓶子，浮沉子就可下降穿過 L 環。
4. 要上升穿環時，也要先調整浮沉子的位置，使其在 L 環的正下方後，輕放手壓使浮沉子上升穿過 L 環，維持手壓不讓浮沉子上下搖晃浮沉太多。
5. 再調整浮沉子的位子，使其在 U 環的正下方後放開手壓，浮沉子就穿過 U 環，完成了下降與上升穿環的動作一輪回。
6. 注意：在這一輪回的過程中，均要單手壓放寶特瓶，至於因手酸，是可以換手，但要維持浮沉子不上下浮沉太多。若換手過程中，浮沉子上下搖晃太多而違規，就被視為該次穿環成功不算數。

【附件三、浮沉勾的製作】

1. 取一條塑膠繩子，約33公分長。
2. 在繩子的一端綁一個小橡皮圈，如圖一。
3. 繩子的另一端穿過喝飲料用的吸管，如圖二，就完成了一個浮沉勾。
4. 要取出沉在瓶底的浮沉子，要先使橡皮圈與吸管成為約直角，比較容易從上套住沉在瓶底而直立的浮沉子，如圖二，
5. 若要取出平躺於瓶底的浮沉子，就要調整浮沉勾的橡皮圈，使其幾乎平行於吸管如圖三，如此比較容易橫移橡皮圈，以套上躺在瓶底的浮沉子。
6. 將浮沉勾伸入寶特瓶內，橡皮圈套住了浮沉子後，用一手的大姆指與食指抓住吸管的頂端，另一手的大姆指與食指拉緊塑膠繩(見圖四的左右手指架勢)，使圈圈套緊浮沉子，就可以將沉在瓶底的浮沉子勾上來。



圖一：
塑膠繩子的一端綁住
一個小橡皮圈

圖二：
塑膠繩穿過喝飲料用
的吸管，橡皮圈與吸
管成直角

圖三：
橡皮圈與吸管平行

圖四：
手指抓住吸管的頂端，
另一手的2手指拉緊塑
膠繩以束緊浮沉子