

遙控的浮沉子

設計者/大學入學考試中心
蕭次融教授

一、目的

以簡單的器材製作浮沉子，體驗浮沉原理，探究從「寶特瓶外」手壓，以及「玻璃瓶內」遙控施壓時物體浮沉的變因，並操控浮沉子的沉浮次序。本實驗要求學生親自製作浮沉子並調整浮沉子的密度，以體會浮力原理，享受操控浮沉子的樂趣，進而比賽誰最能操縱浮沉子聽話，使其依序下沉，反序上浮。

二、原理

物體在水中，若物體的密度大於其周圍的水的密度，物體就下沉。反之，若小於水的密度，物體就不會下沉，而下沉的物體就會上浮。以此推之，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。就浮沉子而言，這兩種方式均可以做到，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沉或上浮，甚至停在水中。

「帕斯卡原理」說：「密閉流體的任一部分受壓，所受的壓力可以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外的任一地方施壓，或在玻璃瓶內以遙控的方式施壓，瓶內的浮沉子會感受到壓力。若浮沉子有小孔可讓水進出，則水會從小孔進入浮沉子內，浮沉子增加重量而往下沉；若放鬆壓力，則被壓進浮沉子內的水就會流出來，浮沉子減輕重量而浮上來。因此改變小孔的大小，控制水從小孔進出的難易與快慢，就可控制浮沉子增減重量的快慢。小孔的孔徑約在0.2~0.3mm時，

最容易控制浮沉子增減重量的速率。

若浮沉子完全密閉，水不能進出浮沉子，就不能改變其重量，但若能改變其在水中的體積，即改變其所得的浮力，也可以操縱其沉浮。例如用塑膠滴管所製成的密閉浮沉子，因塑膠的軟硬不同，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改變的快慢，用來控制其沉浮次序。

三、活動一：依序沉浮

★場地需求

沒有特別的需求，課桌椅也可以。

★使用器材

大會：吸管（吸飲料用的）10支，銅釘（6分）40支

自備：寶特瓶（透明，約600mL）、蠟燭、打火機、箔子、尺、剪刀、美工刀、簽字筆（油性）、茶杯、抹布、浮沉勾（製作方法，見附件三）

★競賽說明

（一）操作方式

於30分鐘內，在現場製作每組至多7個浮沉子（製作方法，見附件一），在其上端的兩面編寫號碼並調整好後放進透明的寶特瓶（約600mL）內，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。

1. 每隊要製作兩瓶的浮沉子，每兩人隊員一組，要合力製作一組浮沉子共用，各自操控同一個寶特瓶，使其自製的浮沉子依序沉浮。
2. 大會提供吸飲料用的吸管（內徑約0.5~0.7公分）10支及6分的銅釘40支。
3. 製作與調整時間共30分鐘。
4. 剪刀、美工刀、打火機、蠟燭（不得使用其他火源，違規者取消該隊參賽本項資格）、油性色筆、尺、寶特瓶（用油性筆，劃一中線）、抹布、「救生員（浮沉勾）」或鑷子等各隊自備。

(二) 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，例如下沉時，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，而且各浮沉子的頭部都要頂到水面，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號的浮沉子下沉的過程中，1號浮沉子要「立地」，3號以上的浮沉子要「頂天」等候。
2. 操作「下沉」時，任一浮沉子的下端過了「中線」，就「視同下沉」，若這個浮沉子不該下沉，就算這個浮沉子違規下沉。要下沉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沉的動作。
3. 操作「上浮」時，注意事項類同上述的下沉動作，亦即最後下沉的 n 號浮沉子上浮到「頂天」，裁判說「下一個」口令後， $(n-1)$ 號的浮沉子才可開始上浮的動作。在上浮的過程中， n 號要頂天， $(n-2)$ 號以下的浮沉子要立地等候。
4. 在操作「上浮」的過程中，任一浮沉子的頂端過了「中線」，就「視同上浮」，因此，若這個浮沉子不該上浮，就算其違規上浮了。
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. 操作1~5號的浮沉子時，不管下沉或上浮，均須單手操控，違者不計其成績。
7. 評分方法見後述，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，不在於浮沉子多。
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，但因其製作與調整吸水量，均需要相當多的練習才能熟練，而所需材料均很容易取得，因此各位參賽者，要在事先勤加練習製作與操控浮沉子。

(三) 評分標準

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個浮沉子依序下沉，所以得5點；若是1345627則因3456均超前於2，先下降，故只能算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。

3. 每隊四人的成績加總，作為該隊活動一的成績。

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
1̇2̇5̇3̇4̇7̇6̇	5	7̇6̇5̇3̇4̇1̇2̇	5
1̇3̇4̇5̇6̇2̇7̇	3	5̇6̇7̇4̇1̇2̇3̇	3
2345671̇	1	6543217̇	1
1̇2̇3̇5̇4̇	4	4̇5̇3̇2̇1̇	4
1̇2̇3̇4̇	4	4̇3̇2̇1̇	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。

四、活動二：聽話沉浮

★場地需求

沒有特別的需求，課桌椅也可以。

★使用器材

大會：無

自備：見後面九的材料總表

★競賽說明

(一) 操作方式

1. 活動二為開放型的，因此材料自備，瓶子及浮沉子的材質、大小、形狀均不限，但瓶子必須透明玻璃製的，容積600mL以上，而浮沉子必須兩個（長度必須小於5公分，製作方法見附件一），並分別標明A與B。於比賽前預先製作完成兩組遙控式浮沉子攜至會場。在本項競賽開始前，要自行檢查並調整好，等候比賽。
2. 在比賽操作前要先宣告操作的項目以利計點，而每一項目只能有兩次的操作機會。
3. 計點方式舉例如下：為說明方便，兩個浮沉子分別以A與B代表，比賽操作時兩個浮沉子應標明A與B，並塗以不同顏色以利裁判分辨。下降時A先B後，簡記為（降）AB；上升時B先A後，則記為（升）BA。同時上升或下降則A與B間以短線相連，並用（）括在一起：
 - (1) 順向降升
例1：（降）AB 得10點(基本分)
例2：（升）BA 加10點
 - (2) 逆向降升
例3：（降）BA 加10點
例4：（升）AB 加10點
 - (3) 同時降升
例5：降（A-B） 加10點
例6：升（A-B） 加10點
 - (4) 上下交換
例7：A（升）B（降） 加10點
（註：約在同一時間，A從瓶底往上升、B從瓶頂往下降，亦即A與B，上下交換位置）
例8：A（降）B（升），例7的反向 加10點
 - (5) 等候迎送
例9：一個停在中間，另一個由底部上升至頂端 加10點

例10：一個停在中間，另一個由頂端下降至底部 加10點

註：以上例舉僅供參考，比賽時上舉的次序不拘，但要事先告訴裁判操作的項目。

(二) 補充說明

1. 玻璃瓶要用油性筆劃兩條平行的圓周，或用兩條橡皮筋套在瓶身，將瓶子分為高度幾近相等的三個區域：（上）、（中）、（下）。
2. 操作例1至例4時，要保持浮沉子一個在（上）區，一個在（下）區。
3. 例5與例6是「同時升降」，因此操作時，兩個浮沉子要一起升或降，並且在上升或下降過程中的任一時刻，兩個浮沉子的高度相差不得大於任一浮沉子的長度。
4. 例7與例8是「上下交換」，因此操作時，要兩個浮沉子一升一降，在（中）區相會後錯開，又各自繼續升降。因此在開始操作時，兩個浮沉子必須一個在頂端（頂天），另一個在底部（立地），此一狀態稱為「頂天立地」，除需要幾乎同時升降之外，亦必須在中區相會後，繼續各自上升與下降。
5. 例9與例10是「等候迎送」，因此操作時，必須將兩個浮沉子中的一個停留在（中）區等候，以迎送另一個浮沉子上浮或下沉。

(三) 評分標準

1. 計點的方式如前述，每一項目成功得10點。
2. 操作活動二時，玻璃瓶子要放在桌上，不可手扶瓶子，要以遙控的方式操控浮沉子下沉或上浮。
3. 評等
 - (1) 活動一：四個人的得點相加，按得點總和高低排序後，依六等第計分法（見表二）計分，得成績x。
 - (2) 活動二：將四個人的得點相加，按得點的總和高低排序，然後依六等第計分法計分，得成績y。
 - (3) 名次
 - ✎活動一的成績（x）加上活動二的成績（y）後得z。
 - ✎依z的高低排序後，再以六等第計分法（見表二）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二得分高者獲得，若活動二的分數再相同時以抽籤決定單項競賽優勝獎。

- ✎ 本項競賽：「遙控的浮沉子」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。
- ✎ 六等第記分法如表二：

表二：六等第記分法

名次	一	二	三	四	五	六
隊數	1	3	6	10	15	其它
得分	30	21	15	12	9	6

五、活動三：創意浮沉子

★競賽說明

只要能符合以遙控的方式操控透明玻璃瓶內的浮沉子下沉與上浮即可，沒有任何限制。歡迎有創意的造型與創意的操作，例如美麗的舞女跳華爾滋。

活動三的評分方式，依整體創意50%、功能30%、美觀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。

活動三單獨計績，與活動一、二的成績無關。

六、競賽時間

- (一) 製作時間（含競賽說明）：30分鐘
- (二) 評審時間（含評分說明）：25分鐘

七、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二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，另予頒發數名創意獎。

八、給評分者的建議

(一) 檢查事項

1. 活動一：
 - (1) 寶特瓶用簽字筆或橡皮圈劃有中線；
 - (2) 每一個浮沉子頂上雙面均寫編號；
 - (3) 製作浮沉子時，只可以用打火機或蠟燭。
2. 活動二：
 - (1) 玻璃瓶上有明顯的記號，將瓶子分成上、中、下等三區域；
 - (2) 兩個浮沉子分別寫有A與B，並塗以不同的顏色。
3. 檢查未通過者，取消該項目參賽資格。

(二) 學生操作

1. 比賽活動一時：
 - (1) 寶特瓶可放在桌上，或手拿瓶子，懸空操控均可，但1~5 號浮沉子的下沉上浮必須單手操作。
 - (2) 注意每一操作必須確實，亦即遵守「頂天立地」，學生完成一個動作後必須喊口令「下一個」，學生才可啟動下一個動作。
2. 比賽活動二時：
 - (1) 玻璃瓶子必須置於桌上，在操作過程中的任一時刻，手均不得觸及瓶子。
 - (2) 學生必須先宣告做何操作，才可開始動作，而且每一項操作只能做兩次，若失敗，該項沒有成績但還可繼續作另項操作。

(三) 節省時間：一半隊伍可以在另一半隊伍正在製作活動一的浮沉子時，先行比賽活動二。

九、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，因此要事先勤加演練。製作與操作方法，請參考附件一、二、三以及第十三屆（2007年）的「遠哲科學趣味競賽」分區競賽手冊。
- (三)活動一的七個浮沉子，頂上兩面均須有編號，違者會被取消參賽資格。
- (四)調整活動一的浮沉子沉浮次序很費時，因此在現場一組兩人共同製作了4個浮沉子後，建議留一人製作5、6、7號的三個浮沉子，另一人開始調整浮沉子的沉浮次序。
- (五)活動二的製作時，為了瓶蓋與塑膠軟管的密封，必要時可用熱熔膠使其完全密封，如此比較容易遙控浮沉子的沉浮。
- (六)活動二的兩個浮沉子，水的進出孔較大的一個為A，其密度較大，水的進出孔較小（孔徑在0.2~0.3mm）的一個為B，調整浮沉子內的水量，使其密度稍小於A，如此才可使輕壓瓶子時，A先於B下沉，輕放手壓時，B會先於A上浮。
- (七)活動二的操作，兩個浮沉子要先在寶特瓶內操作，完全滿意後才放入玻璃瓶。
- (八)活動二的裝置，因必須事先（可能好幾天前就開始）製作，因此時間一久，瓶內的水可能會有氣泡或長霉菌，而影響浮沉子的沉浮。因此建議使用煮開過的熱水倒入玻璃瓶後蓋緊蓋子，等其冷到室溫，才放入浮沉子。
- (九)活動二的操作要點在於手指覆蓋或放開針筒上的小洞，要配合活塞的壓放，才能控制進出浮沉子的水量，進而掌控浮沉子的沉浮。
- (十)兩個浮沉子，除了要用油性筆標記A與B之外，兩個浮沉子要著不同的顏色，以利分辨。

十、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。

十一、材料總表

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	40支	
	寶特瓶（透明）	約600mL	2支	自備
	茶杯（透明）	約250mL	2個	
	簽字筆	油性	2支	
	剪刀		1把	
	美工刀		1把	
	蠟燭		4支	
	打火機		1個	
	箝子		2把	
浮沉勾	見附件三	2支		
活動二	遙控浮沉子	見附件二	2套	自備

十二、時間總計

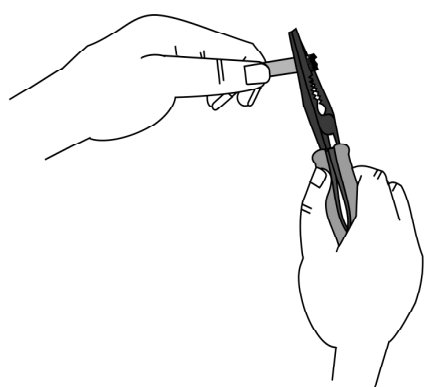
- (一) 本項競賽時間：共計55分鐘
- (二) 製作時間（含說明及領取材料）18隊共為30分鐘
- (三) 評審時間：18隊共25分鐘
 - 附件一、浮沉子的製作與操作
 - 附件二、遙控浮沉子的製作與操作
 - 附件三、浮沉勾的製作

附件一、浮沉子的製作與操作

(浮沉子) 浮沉玩偶的種類很多，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

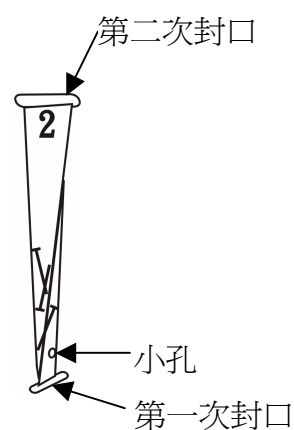
1. 剪一段吸飲料用的吸管（約 5 公分長），用打火機、酒精燈或蠟燭火焰底部的外焰熱一熱（吸管靠近外焰，不可放進焰內），使吸管稍微熔化後用箝子夾緊，以封住管口如圖一，或放在瓶蓋上，用打火機或剪刀等的邊緣壓扁管口，使其密封，如圖二。
2. 在吸管內放入 2~4 支（視吸管的粗細與長短而定）的銅釘（不易生鏽）後，用同樣的方式封住吸管另一頭的管口。封這一個管口時，要與先前封住的管口垂直，如圖三。然後在兩端均封了口的吸管上端寫一個號碼（例如圖三的上端寫一個 2 字），另一端用另一支銅釘扎一小孔，如圖三中吸管的下端有一小孔。
3. 同上述製作步驟 1 與 2 的方式，製作一組 7 個浮沉子。在 7 個浮沉子的上端兩面都分別寫編號 1~7。



圖一、使用箝子製作浮沉子



圖二、用打火機壓扁(封住)管口



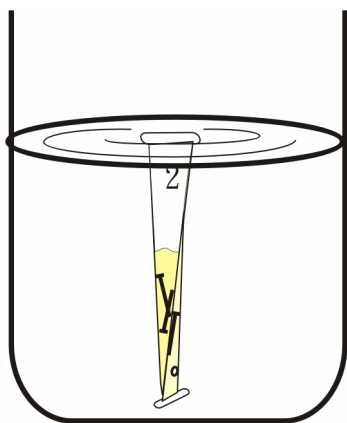
圖三、吸管的兩次封口互相垂直

(二) 觀察浮沉子的沉浮

1. 將製作好的浮沉子，放入茶杯內的水中（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. 調整好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，重新在杯中調整浮沉子內的水量，很可能只差一滴或半滴水而已。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。
4. 若成功了，就注意觀察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？

(三) 操控浮沉子依序沉浮

1. 將編號1與2的浮沉子，同前述步驟1~3的方法調整，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？
2. 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，並反序浮上來。若成功了，就用同樣的方法調節4~7號的浮沉子，在茶杯內調整其浮沉程度適當後，才放入寶特瓶內，試試其是否依序下沉，反序上浮，以挑戰聽話的七個浮沉子，如圖五。



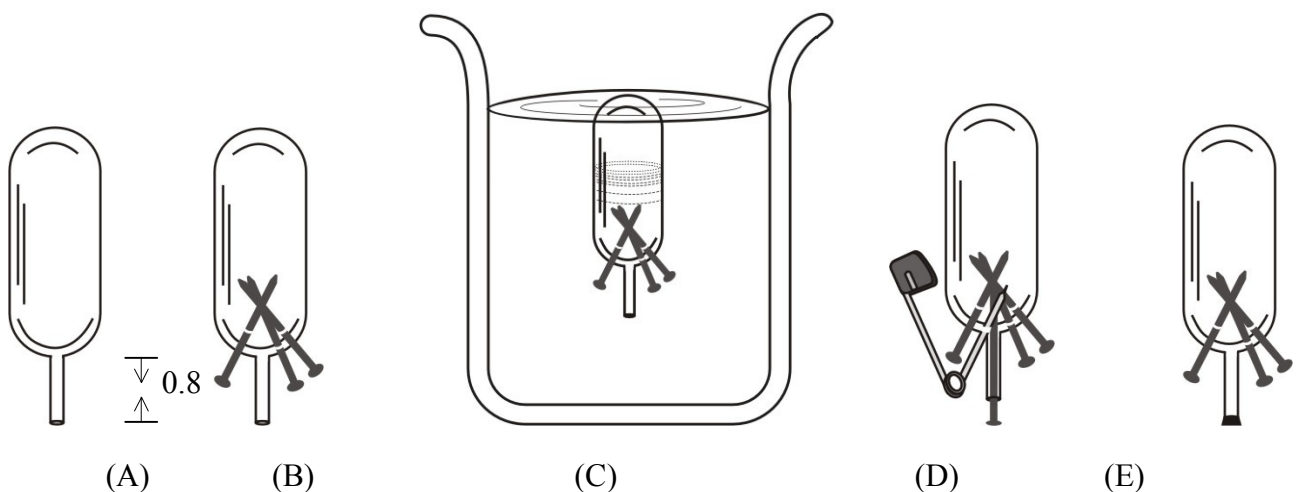
圖四、浮沉子的頂端，只露出水面一點點



圖五、操控浮沉子的方式

(四)使用點滴吸管製作可變序沉浮的浮沉子

1. 取點滴吸管（塑膠製，容量1mL）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，如圖六(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支如圖六(B)，即成「浮沉子」。
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，調整浮沉子的浮沉程度，使其只露出水面一點點即可，如圖六(C)，即成為可變質量的浮沉子。
5. 若在吸管口插入一支銅釘，封閉管口，或採用下述步驟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0.2~0.3mm）如圖六(D)，然後如同步驟4調整浮沉子的浮沉程度，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. 若要完全封閉浮沉子，如圖六(E)，則用打火機或蠟燭的火焰熱一下細管口，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。



圖六、使用點滴吸管製作浮沉子的程序

(五) 使用吸飲珍珠奶茶用的粗吸管製作可變序浮沉的浮沉子

1. 製作方法類似前述「(一)使用吸飲料用的吸管製作浮沉子」，不過因管口較大，必須使用箝子才容易成功。最好點選下面的網址，可以看到製作與操控變序沉浮的浮沉子說明。
<http://summer.ntua.edu.tw/~s9525309/sc2.wmv>

(六) 依序沉浮的操作

1. 製作好的七個浮沉子（在其適當的表面已寫有號碼），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，放進寶特瓶（約600mL）內，使其能依編號（1、2、3、4、5、6、7）順序下降後，再反序（7、6、5、4、3、2、1）上升。
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，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，要在瓶子中下的中間，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，任一浮沉子的下端過了「中線」，就「視同下沉」，這個不該下沉的浮沉子就算違規下沉了。要下沉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。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。

二、補充說明

(一) 本來好好的浮沉子，為什麼現在不聽話了？

很可能是因為吸管(浮沉子)內的水位太低。在這種情況下，若壓放寶特瓶的力道太大，就會導致浮沉子內的空氣，以氣泡的方式跑出來，如此水就會進入浮沉子，浮沉子的密度變大就會沉在瓶底，即使放鬆手壓的壓力，浮沉子也不再浮起來。另外，吸管放在寶特瓶內太久了會長霉，而瓶內的水溫改變，也會影響浮沉子的沉浮。

(二) 要如何才能將沉在瓶底的浮沉子拿出來？

使用「救生員」把寶特瓶內的水倒出來，當然可以拿出浮沉子，但這樣不僅浪費水，也不方便。最好的方法是用「救生員(浮沉勾)」如附件三，將浮沉子套鉤上來。

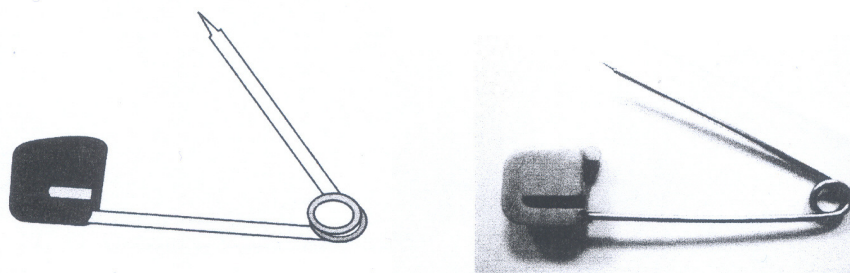
附件二、遙控浮沉子的製作與操作

一、浮沉子的製作

浮沉子的製作請參考附件一，可以用吸管飲料用的吸管或塑膠滴管（1mL，化學實驗用，或在西藥房可以買得到），不過要兩個浮沉子能順序與反序沉浮，必須要其中的一個進出水的孔徑約在0.2~0.3mm，才能使兩個浮沉子的進出水速率造成有所差異，以便控制其沉浮。至於如何扎小孔徑在0.2~0.3mm，請見下述。

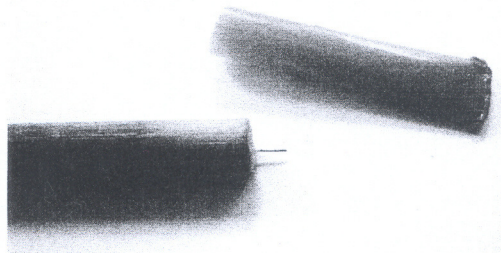
二、扎小孔的方法

（一）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。這種扎法須要一點技巧與練習，因此最好先將針頭用銼刀磨一下如圖一與照片一。



圖一與照片一、針頭磨成凸狀的別針

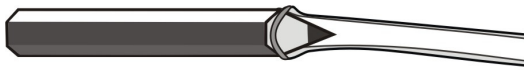
（二）使用鍼灸的30G號針，或用吉他的E弦（最細的弦），斜斜地將弦剪一段就成為針，並將其插入一小段的竹筷作為柄即可（如照片二）



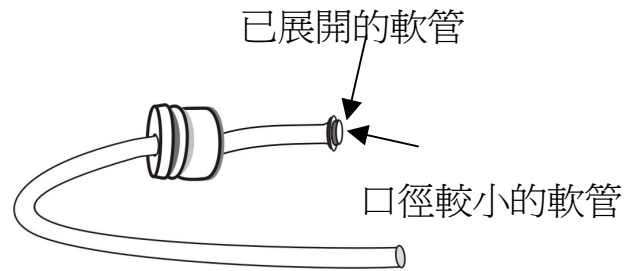
照片二、以竹筷作柄的針頭

三、遙控器的製作

- (一)用小火熱一熱塑膠軟管口，趁熱用削好的鉛筆插入軟管口，如圖二。等軟管冷後抽出鉛筆並塞進一小段口徑較小的軟管，如圖三。
- (二)瓶蓋打一小洞，使軟管恰好能穿過，如圖三，然後拉至瓶蓋底。



圖二、擴大塑膠軟管口



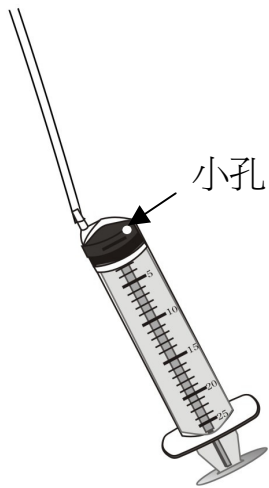
圖三、軟管穿過瓶蓋

- (三)針筒（50mL）上打一小孔，然後將軟管套上針筒，如圖四，就完成遙控器。

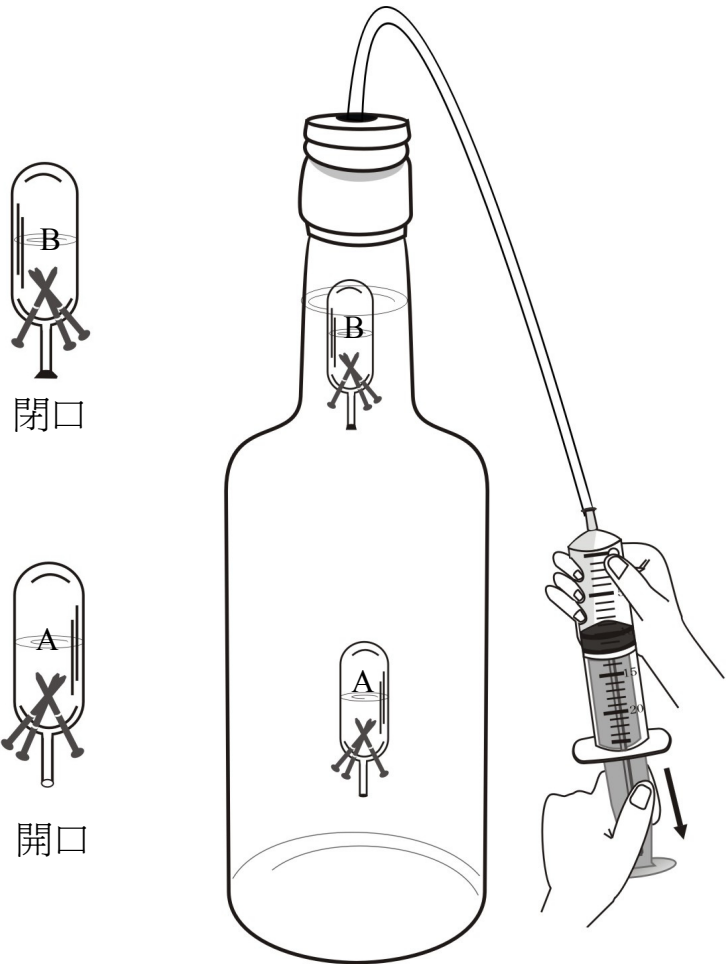
四、浮沉子沉浮的遙控操作

- (一)在杯中調整兩個浮沉子（假設A開口，B閉口而扎有小孔，如圖五中的A與B）的重量，使開口的浮沉子A比浮沉子B稍重，亦即B比A露出水面多一點。
- (二)將兩個浮沉子放在寶特瓶內，試試是否「聽話」沉浮，若未盡聽話，就取出再在杯子調整後放入寶特瓶再試。完全能聽話沉浮後，就用浮沉勾從寶特瓶輕輕取出浮沉子，再放入玻璃瓶內。
- (三)針筒的活塞拉至針筒的一半，用手指按住針筒上的小孔後，輕壓活塞，則見浮沉子A先行下沉，再多壓一下活塞，浮沉子B也隨壓下沉。
- (四)移開按住針筒上小孔的手指一點點（短短一瞬間）隨即再按住，則可控制瓶內的壓力，也就可操控只讓一個浮沉子上浮，另一個仍沉在瓶底。

(五) 迅速拉壓活塞，配合按住小孔手指的按住與鬆開，就不僅可控制瓶內的壓力，也可操控進出浮沉子內的水量，如此就可隨意操控浮沉子的沉浮。



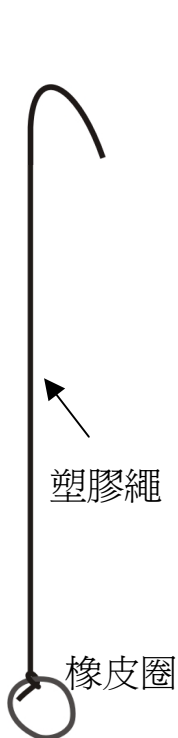
圖四、針筒上扎小孔



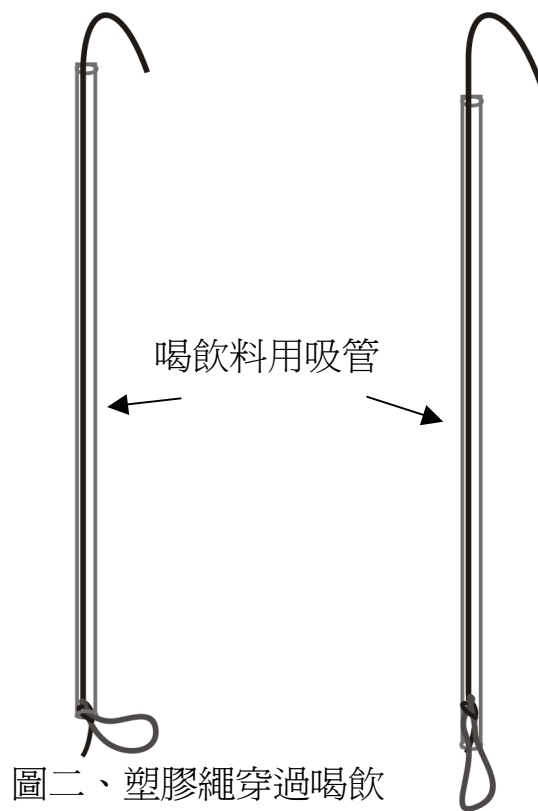
圖五、遙控操作浮沉子沉浮

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，以套上躺於瓶底的浮沉子。
6. 將浮沉勾伸入寶特瓶內，橡皮圈套住了浮沉子後，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（請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，另一手的手指拉緊塑膠繩以束緊浮沉子