



# 浮沉子 3.0

設計老師：蕭次融 老師  
吳原旭 老師  
葉士肇 老師

## 一、目的

本競賽「浮沉子 3.0」與高中物理的「探究與實作」相關，是針對「十二年國教新課綱」的〈自然科學領域課程手冊〉中高中物理的「(二)生活中的物理」課程內容的「製作潛水艇—浮力」(p.492)單元的「利用寶特瓶潛水艇模型，演示潛水艇應用浮力原理控制上浮下沉的方法」，設計了可操作且趣味性較佳的

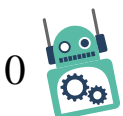
「浮沉子 3.0」。便於學生一邊操作實驗一邊紀錄探究浮沉子的下沉與上浮等等所觀察到的現象，以形成問題、尋找變因、收集資料、分析資料、解釋與推理以及歸納結論。以便提出建議，用以在活動三的創意浮沉子，創出預期的發展，參與「科學探索故事創作競賽」。

本競賽要求學生以任何材料製作浮沉子，探討在寶特瓶內的浮沉子，受瓶外的壓力沉浮的情況，探究物體的密度與比重等的影響，以及認識浮力原理(阿基米得原理)與帕斯卡原理，在操控浮沉子沉浮的應用，進而實作各種浮沉子並操控其沉浮。比賽誰最能操控浮沉子，使其聽話沉浮。本次競賽主要為分區競賽中的活動二：聽話沉浮。

## 二、原理

物體在水中，若整個物體的平均密度大於其周圍的水密度，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：

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



由上式可知要單純地改變物體的密度，而且容易了解的方法有二：一為固定  $M$ ，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，使浮沉子的密度比水的密度大或小，以及相等。若能夠如此調整浮沉子，就可操控浮沉子的下沉或上浮，以及停在水中隨心所欲。

### 三、聽話沉浮

本活動學生要在大會規定時間內使用限定的器材製作浮沉子，每隊每人皆需製作一組為 3 個浮沉子 A、B 以及 C，每隊共計 3 組 9 支浮沉子，每一組浮沉子須放至個別寶特瓶內，以手壓由瓶外改變瓶內壓力，使瓶內的浮沉子沉浮。本活動的操作相當難，要使浮沉子不按浮沉子的輕重沉浮是需要相當熟練的技巧。希望學生要了解浮沉子的沉浮原理與技巧，若遇困難就探究其因，找出問題所在，解決問題。

#### (一) 場地

沒有特別的需求，課桌椅也可以。

#### (二) 使用材料

##### 1. 大會提供每隊：

滴管 ( 3 ml 及 1ml 各 15 支 ) ; 銅釘 ( 6 分 ) 120 支

##### 2. 自備器材：

本活動競賽用的寶特瓶或塑膠瓶以及製作浮沉子所需器具完全自備。

#### (三) 製作說明

為說明方便，三個浮沉子分別以 A 與 B 以及 C 代表。比賽操作時三個浮沉子除了標明 A 與 B 以及 C 之外，需塗以三種不同顏色以利分辨。

在競賽現場製作完成三組聽話的浮沉子(一隊共 9 個浮沉子、三個寶特瓶須分別標示 1、2、3 號瓶)。在競賽開始前，要自行檢查調整好，等候比賽。

#### (四) 操作說明

1. 寶特瓶僅能使用兩條橡皮筋套在瓶身，將瓶身分為上、中、下三區，且橡皮筋須用透明膠帶固定。

2. 競賽時，學生必須依下列的項目次序逐一操作以利計點。每一學生每一項目得以操作兩次。如該項操作皆失敗，則不得點不扣分，仍可繼續操作接續項目。

3. 計點方式舉例如下：

為說明方便，三個浮沉子分別以 A 與 B 以及 C 代表。比賽操作時三個浮沉子除了標明 A 與 B 以及 C 之外，需塗以三種不同顏色以利分辨。

下降時 A 先於 B 然後 C，簡記為降 A 降 B 降 C；上升時 C 先於 B 然後 A，則記為升 C 升 B 升 A。同時上升或下降，則 A 與 B 之間以短線相連，並用 ( ) 括在一起。

● 順向降升

- 例 1:降 A 降 B 降 C.....得 1 點  
例 2:升 C 升 B 升 A.....得 1 點

● 逆向降升

- 例 3.1：降 B 降 C 降 A.....得 1 點  
例 3.2：升 A 升 C 升 B.....得 1 點  
例 4.1：降 B 降 A 降 C.....得 1 點  
例 4.2：升 C 升 A 升 B.....得 1 點  
※操作 4.2 之後要取出浮沉子 C。[請自備浮沉勾，隊伍時間不暫停]

● 同時降升

- 例 5：降(A - B).....得 1 點  
例 6：升(A - B).....得 1 點

● 上下交換

- 例 7：升 A 降 B.....得 1 點  
(註：約在同一時間，A 從瓶底往上升、B 從瓶頂往下降，約略在中區相遇，亦即 A 與 B，上下交換位置)  
例 8：降 A 升 B，是例 7 的反向操作.....得 1 點

● 等候迎送

- 例 9，A 停 B 升：A 停在中區，B 由瓶底上升至頂天.....得 1 點  
例 10，A 停 B 降：A 停在中區，B 由頂天下降至瓶底立地.....得 1 點

● 催眠氣功

- 例 11，催眠：  
首先 AB 兩個浮沉子都在瓶子的上端頂天，然後手壓瓶子，使 A 下降到瓶底立地睡覺，而 B 仍然頂天，且手離開瓶子後，睡眠的浮沉子要能立地約 3 秒鐘以上始算成功。這項操作好像催眠了浮沉子睡覺。.....得 1 點

- 例 12，氣功：  
接續前例 11 的動作，使瓶底立地睡眠的浮沉子一躍而上升。這項操作好像給浮沉子施了氣功，叫醒浮沉子上升。.....得 1 點

註：1.以上例舉的次序必須遵守，如未依大會規定之順序操作者，所執行的操作皆不列入成績計算。(例：不能先操作例 9，再回去操作例 5)

2. 浮沉子競賽項目僅上述 12 項，成功操作全項目共得 14 點計點。

## (五) 補充說明

1. 寶特瓶需使用兩條橡皮筋套在瓶身後，並用透明膠帶固定，如此將瓶子分為三個區域：(上)、(中)、(下)。
2. 操作例1至例 4.2的6種時，三個浮沉子的起始位置必須在大會規定的區間內，如：下降期間需頂天，或上升期間需立地；而在操作的過程中，浮沉子容許小幅度上下移動，除了主要操作之浮沉子可過(中)區線，其他浮沉子皆不得觸碰(中)區線。
3. 例 5 與例 6 是「同時升降」，因此操作時，兩個浮沉子必須一起下降或上升，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個浮沉子的長度。無論下沉或上升時，以任一個浮沉子的上端與另一個浮沉子的下端為判別的依據。
4. 例 7 與例 8 是「上下交換」，因此操作前，兩個浮沉子需有一個在瓶底立地準備上升，另一個在頂上(頂天)準備下降，在操作過程中，兩個浮沉子需在(中)區相會後，各自繼續上升至頂天與下降至立地。
5. 例 9 與例 10 是「等候迎送」，因此操作前，必須將兩個浮沉子中的一個先停留在(中)區等候，以迎送另一個立地在瓶底的浮沉子上浮至頂天，或頂天的浮沉子下沉至瓶底立地。
6. 各隊比賽結束，學生要取出瓶內的全部浮沉子，放置在評審桌邊水桶，以免他人借用。
7. 以上所述例 1 至例 4.2 的6種操作，須使用相同的三個浮沉子；而例 5 至例 12 的8種操作，均須使用同一個瓶子及相同的兩個浮沉子。競賽過程中，唯有依序操作完成例 4.2 後，可以開蓋取出一個浮沉子外，在例 1 至例 10 的操作期間，均不得鬆開瓶蓋。另，操作例 11 之前，得以鬆開瓶蓋調整瓶內壓力，**但不得取出浮沉子**。

## (六) 評分標準

1. 成功一例即得 1 點，如操作失敗，則不給點也不扣點。
2. 每一例子只能操作兩次，且操作順序須依大會規定之排序完成，如未依順序完成者，所執行的操作皆不列入成績計算。
3. 操作過程可依個人習慣，將瓶子放在桌上或用手扶瓶子的底部，以手壓瓶身的方式，操控瓶內的浮沉子下沉或上浮。
4. 可使用單手或雙手操控浮沉子，但僅能一人操作，且須注意操作過程不得擋住裁判視線。
5. 每位隊員均需使用自己的浮沉子瓶上場參賽，不得頂替或借用他人的浮沉子，違規者成績以0分計算。
6. 該隊所製作浮沉子的數量需依大會規定，需3組共9支，每缺少一支浮沉子，則扣六等第分數 3分。

#### 四、評等

1. 將每個人的得點相加，按得點的總和高低排序，然後依六等第計分法計分。
2. 若遇總得點相同，則以操作時間完成較短者為優勝

表二：六等第計分法

名次	一	二	三	四	五	六
隊數	1	2	3	4	5	其它
得分	30	21	15	12	9	6

#### 五、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): 8 分鐘

每隊 3 人的評審時間共 8 分鐘，學生要自行控制進度。

時間截止時便停止評分，未完成操作之項目則不予計分。

#### 六、給評分者的建議

##### (一) 檢查事項

- 1.檢查：(1)寶特瓶上須有兩條用橡皮筋固定的圓周線，將瓶子分成上、中、下三個區域，並須使用透明膠帶固定。  
(2)三個浮沉子分別寫 A 與 B 以及 C，並塗以三種不同的顏色，以利辨識。每隊需有 3 瓶 3 組，共計 9 隻浮沉子。
- 2.上場評審前，若檢查未通過者，該隊可使用自己的評審時間 8 分鐘進行調整。

##### (二) 學生操作

- 1.比賽時：
  - (1)注意每一操作必須確實遵守「頂天立地」，學生完成一項動作後要等候評審喊口令「下一個」，學生才可啟動下一個動作。
  - (2)操作過程中，寶特瓶可放在桌上或用任一手托住瓶子底部，另一手壓瓶子。
  - (3) 競賽過程中，唯有依序操作完成例 4.2 後，可以開蓋取出一個浮沉子外，在例 1 至例 10 的連續操作期間均不得鬆開瓶蓋。另，操作例 11 之前，得以鬆開瓶蓋調整瓶內壓力，但不得取出浮沉子。
  - (4)學生必須依照所列項目依序操作，而且每一項操作只能做兩次。若操作失敗，該項不得點不扣分，仍可繼續操作後續各項目。



## 七、給競賽者的建議

- (一) 請參考「評分者的建議事項」，確實做到符合各檢查項目以及操作時應注意事項。
- (二) 三個浮沉子，除了要用油性筆標記 A 與 B 以及 C 之外，要塗以三種不同的顏色，以利分辨。
- (三) 要確實做到「頂天立地」的操作，否則評審將不予給分。
- (四) 操作時僅能單人操作，其他人不能協助。
- (五) 每位隊員均需使用自己的浮沉子瓶上場參賽，不得頂替或借用他人的浮沉子，違規者成績以 0 分計算。
- (六) 每隊所製作浮沉子的數量需依大會規定，需 3 組 9 支，每缺少一支浮沉子，則扣六等第分數 3 分

## 八、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 26 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，台灣師範大學科教中心。