

# 針筒幫浦

鄭瑋凌、羅芳晁

## 一、目的：

用針筒製作抽水幫浦，可了解其機械原理，是藉由幫浦內體積之改變、造成氣體壓力的變化，以達到抽水的目的。此外我們也可用打氣加壓的方式將水擠出，達到另類的『抽水』效果。

## 二、原理：

如圖 1 所示，針筒幫浦有一個進水孔：洞孔  $A$ ，和一個出水孔：洞孔  $B$ ，藉由閥門的設計，當壓下針筒活塞時，水擠壓閥門  $A$  堵住洞孔  $A$ ，閥門  $B$  則會被水推開，故水只能從洞孔  $B$  流出。反之，當上拉針筒活塞時，閥門  $A$  會被往上吸而開啟洞孔  $A$ ，閥門  $B$  則會被吸入而關閉洞孔  $B$ ，此時水只從洞孔  $A$  流入。（裝置圖僅供參考，洞孔位置、閥門設計方式可自行設計。）

使用針筒幫浦抽水時裝置如圖 2，將洞孔  $A$  接到水瓶  $P$  內，若上拉針筒活塞，使封閉的針筒內氣體體積增加，則由波以耳定律知筒內氣體壓力會減少，故水瓶  $P$  與針筒內之氣體壓力差會向上將水擠到針筒內。當針筒吸滿水後，向下推動針筒活塞，筒內的水會擠壓閥門而封閉洞孔  $A$ ，打開洞孔  $B$ ，則水便會由洞孔  $B$  流出來。

另一種抽水方式如圖 3 所示。將針筒抽水裝置的洞孔  $B$  接在水瓶  $R$  的打氣孔內，藉著活塞的抽壓作用，把氣體壓入瓶內，即可使  $R$  瓶內的水被壓入  $S$  瓶內，而進行抽水作用。

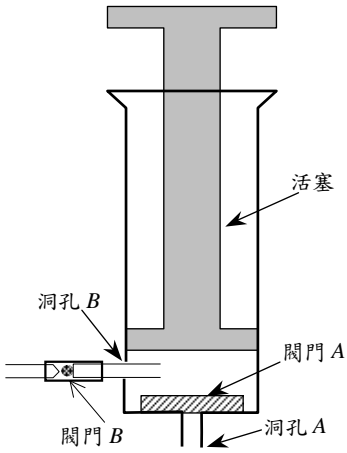


圖 1

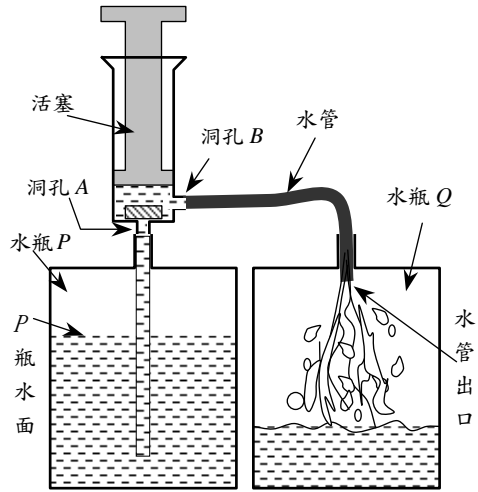


圖 2 (閥門 B 並未顯示)

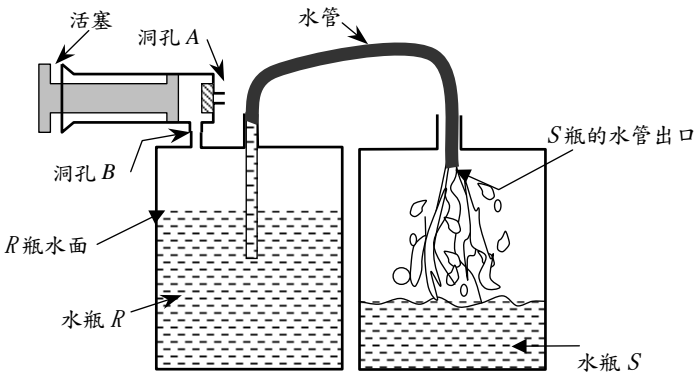


圖 3 (閥門 B 並未顯示)

### 三、活動一：傳統抽水機

#### (一)場地需求

桌子。電源（電子秤用）。

#### (二)使用器材

1. 大會器材：

每隊：針筒（20mL）4支。共用：電子秤（可稱10kgw）。

2. 自備器材：

每隊：乾淨的5000mL寶特瓶（直徑約14~17cm，高約32cm）含蓋與提把共4瓶。氣球棒，水管，抹布數條，膠帶，黏著劑，工具，閥門材料，漏斗（倒水用）…等。

以上活動一、活動二共用。

#### (三)製作說明

各參賽隊伍於規定時間內（參考五、競賽時間），現場製妥4個針筒幫浦，並將事先備妥的空保特瓶 $P$ 在現場裝水（水量上限5000毫升），再把另一空保特瓶 $Q$ ，全部一起帶到競賽區供活動一使用。製作時還請注意下列事項：

1. 幫浦操作過程規定只能藉由拉壓針筒活塞來控制閥門的開關。比賽時，手只能碰觸針筒和其活塞，不得碰觸瓶子。
2. 兩個閥門製作的方式不限（參考附件一），但需自製，不得整組使用市售成品。
3. 閥門應在競賽製作時間內現場組裝。
4. 寶特瓶身不可破壞。
5. 每個幫浦抽水到 $Q$ 瓶均應使用水管連接，比賽時每條水管需能固定在 $Q$ 瓶上，固定裝置須牢靠但易裝卸，且出水口在瓶內，出水口之水平高度應高於 $P$ 瓶內的水面。

#### (四) 競賽說明

##### 1. 流程

- (1) 競賽前由裁判使用電子秤，先測量  $Q$  瓶的重量為  $M$ 。
- (2) 記錄好  $M$  後，在裁判同意下，各隊 4 位參賽人即可立即分別將其幫浦的抽水孔插入  $P$  瓶；而出水管全都連接到  $Q$  瓶口內固定好。
- (3) 競賽開始時，在裁判號令下，計時 30 秒內，參賽者個別操作其幫浦將  $P$  瓶內的水抽至  $Q$  瓶中。
- (4) 計時結束，參賽者應立即停止抽水動作，接著測量  $Q$  瓶的總重量為  $M_2$ 。
- (5) 最後，用公式  $V = M_2 - M$  計算抽水量（記錄時以 100 公克計，100 公克以下尾數無條件捨去），為本活動得分。

##### 2. 競賽注意事項

- (1) 比賽時間終了，參賽者須立刻停止動作，否則得分扣 50 分。
- (2) 操作途中若寶特瓶翻倒使水漏出，則該隊立刻停止比賽，其抽水量成績仍以公式  $V = M_2 - M$  計算，但得分扣 60 分。
- (3) 若操作針筒幫浦時會漏水、或從縫隙噴水，則該針筒應遵從裁判指示立即停止操作（不遵守指示者，取消參賽資格），但同隊其餘針筒仍可繼續進行比賽。一個針筒漏水，本項活動得分扣 1 分。
- (4) 只能使用大會指定的水源，不可添加其他物質增加重量。針筒活塞不可另外塗抹潤滑油等物質。
- (5) 比賽前針筒和閥門應擦乾以免誤判為漏水。

#### (五) 評分標準

得分 =  $V$  - 扣分。

## (六)計分方式

按評分標準之得分計算式，依高低排序後，再以六等第計分法（表一）計分，得  $x$  分。

表一 六等第計分法

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

## 四、活動二：打氣式抽水機

### (一)場地需求

桌子。電源（電子秤用）。

### (二)使用器材

同活動一。

### (三)製作說明

各參賽隊伍於規定時間內（參考五、競賽時間），於現場製妥 4 個針筒幫浦（與活動一共用），另外也要把事先備妥的空保特瓶  $R$  裝水（水量上限 5000 毫升）及在瓶蓋上打洞（洞數不限），再把另一空保特瓶  $S$ ，全部一起帶到競賽區供活動二使用。製作時還請注意下列事項：

1. 幫浦操作過程規定只能藉由拉壓針筒活塞來控制閥門的開關。比賽時，手只能碰觸針筒和其活塞，不得碰觸瓶子。
2. 兩個閥門製作的方式不限（參考附件一），但需自製，不得整組使用市售成品。
3. 閥門應在競賽製作時間內現場組裝。

4. 寶特瓶身不可破壞或擠壓變形。
5.  $R$ 瓶抽水到  $S$ 瓶應使用水管連接，並將出水口固定在在  $S$ 瓶內，出水口之水平高度應高於  $R$ 瓶內的水面。
6.  $R$ 瓶蓋應在現場打洞不可事先加工，但可多準備幾個瓶蓋備用。

#### (四) 競賽說明

##### 1. 流程

- (1) 競賽前由裁判使用電子秤，測量  $S$ 瓶的重量為  $W_0$ 。
- (2) 記錄好  $W_0$ 後，在裁判同意下，各隊 4 位參賽者即可立即分別將其幫浦的打氣孔接上  $R$ 瓶蓋（或於製作時間內將裝置連接好）； $R$ 瓶蓋出水管固定在  $S$ 瓶口，固定裝置須牢靠但易裝卸，其水管出口必須高於在  $R$ 瓶內的水面。
- (3) 競賽開始時，在裁判號令下，計時 2 分鐘內，參賽者利用針筒幫浦將  $R$ 瓶內的水用打氣加壓的方式抽至  $S$ 瓶中。
- (4) 計時結束，參賽者應立即停止抽水動作，接著測量  $S$ 瓶的重量為  $W_1$ 。
- (5) 最後，用公式  $V = W_1 - W_0$  計算抽水量（記錄時以 100 公克計，100 公克以下尾數無條件捨去），為本活動得分。

##### 2. 競賽注意事項

除了不可擠壓  $R$ 瓶身以外，其餘規定同活動一。

#### (六) 評分標準

得分 =  $V$  - 扣分。

#### (七) 計分方式

按評分標準之得分計算式，依高低排序後，再以六等第計分法（同表一）計分，得  $y$  分。

## 五、競賽時間

(一)製作時間：16 隊共用 20 分鐘的時間完成下列製作。

1. 每隊在現場共製作 1~4 個針筒幫浦，同時用於活動一和活動二。
2. 將自備的 4 瓶寶特瓶分為  $P$ 、 $Q$ 、 $R$ 、 $S$  (請事先用油性筆寫或貼防水標籤記號)。其中  $P$  瓶裝水(水量上限 5000 毫升)、 $Q$  瓶為空瓶，供活動一使用。活動二則使用裝水的  $R$  瓶(水量上限 5000 毫升)和空瓶  $S$ 、其中  $R$  的瓶蓋規定在現場鑽洞(洞數不限)。

(二)評審時間：

活動一與活動二，同時分組進行，時間共 50 分鐘。

(三)注意：本項活動必須在 70 分鐘內完成。

## 六、總成績

將所有隊伍之活動一與活動二的成績，分別以六等第計分得  $X$  與  $Y$  後， $X$  與  $Y$  相加即得  $Z$ ，按  $Z$  的高低排序，再依六等第計分法計分所得名次即為本項目成績。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。

## 七、活動三：創意競賽

### (一)競賽說明

製作方式、材料不限，但需利用體積變化以改變壓力來達到抽水之目的。

### (二)評分標準

創意 30%、功能(實用、美觀、趣味、製作精細度) 40%、文案 30%，總分最高者頒發創意獎。此項評分獨立計算，不列入總成績內。

### (三)說明書

文字 200 字以內，並文字、解說圖與照片以兩張 A4 紙內完成。說明書包括設計原理、功能與特點（包括創意），於報到時一併繳交。

### 八、器材總表

活動項目	品名	規格	數量
活動一與 活動二 大會提供 器材	針筒	(20mL)	4 支
活動一與 活動二 建議自備 器材	寶特瓶	乾淨的 5000mL (直徑約 14~17cm，高約 32cm) 含蓋與提把	4 瓶
	氣球棒	不拘	數條
	水管	不拘	數條
	抹布	不拘	數條
	膠帶	一般型式	數個
	黏著劑	不拘	數個
	閥門材料	各式	數個
漏斗	(一般方便倒水用即可)	一個	

◎大會共用器材：電子秤(可秤 10kgw)。材料採購請參考附件二。

## 九、給評分及參賽者者的建議

### (一)給評分者的建議：

1. 現場可準備大垃圾桶裝水，每隊裝水時使用同樣的 5000 毫升容器。又每個評分區可準備大水盆以防範寶特瓶翻倒。
2. 競賽場地可不用桌子，可在地板進行活動。
3. 比賽進行中，若參賽者需要，裁判需幫忙扶住瓶口。
4. 參賽者製作幫浦閥門時，需注意並確認是當場製作、組裝，無整組使用市售成品。

### (二)給參賽者的建議：

1. 針筒製作時，各零件連接的緊密度很重要，務必多加嘗試各種材料、連接方式。
2. 活動二中  $R$  瓶的密閉效果也很重要。打洞時要慢慢擴大，以免影響密閉效果。
3. 可用三通管（或多通管）連接水管。在五金百貨行或水族用品店可購得。

## 附件一：閥門 B 的參考製作方式

(一)材料：

1. 適當厚度的硬塑膠管（例如：原子筆管）兩段。
2. 可與硬塑膠管緊密連接的水管一段。
3. 閥門材料：BB 彈一顆或軟墊片。

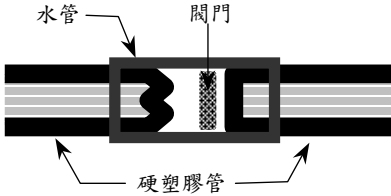


圖 4

(二)作法：參考圖 4

1. 其中一段塑膠管的一端使其平整。
2. 另一段塑膠管的一端使其凹凸不平。
3. 用適當的水管連接兩段硬塑膠管，將閥門 夾在兩塑膠管中間。
4. 調整兩塑膠管的距離。

## 附件二：備註(特殊器材採購地點或其他需要告知之事項)

1. 採購材料時請選用不附針頭的針筒。
2. 針筒的頭（圖一中的孔洞 A）要能與汽球棒和 2 分水管緊密結合。