

氣火箭

蔡正立 蕭次融

氣火箭與水火箭在網上可以找到很多資料，但火箭本體都用寶特瓶（500 mL 以上，未有使用 100 mL 的瓶子）。本活動因必須在室內比賽，禁止使用水，故選擇了不需用水的氣火箭，並刻意使用 100 mL 的多多瓶（俗稱的養樂多瓶），口徑大且嘴唇薄。其理在於一則沒有市售現成的發射裝置，二則如此可以期望參賽者發揮創意，克服動力小（氣與水的密度相差很大，其反作用力也差很大）以及嘴唇薄導致與橡皮的接觸面小，可得到的摩擦力也小（多多瓶口唇約 1 mm，寶特瓶約 15 mm）所造成的不耐壓等等問題。

一、目的

本活動利用簡單的器材製作氣火箭。活動一，比賽射準；活動二，比賽射遠。

二、原理

氣火箭可以飛行的原因，正如同充氣的氣球。充滿了氣的氣球如果將其開口突然放開，氣球會噴出球內加了壓的氣體而飛走。氣球能飛走的力量來自氣體噴出的反作用力，這就是氣球能飛走的動力。

使用與打氣筒相連的橡皮塞，塞緊多多瓶就可以形成一個密閉系統。由於打氣可使密閉系統內（多多瓶內的空氣）的壓力增大，但當該壓力超過橡皮塞與多多瓶口接合處可承受的壓力時，橡皮塞就會彈出，而瓶內的空氣突然噴出，藉此向後噴出的氣流所獲得的反作用力，多多瓶就會被射出，宛如火箭。

三、器材

(一)活動一

1. 大會提供

製作氣火箭零件三套（見材料總表）。

2. 學生自備

多多瓶（容積 100mL，瓶口內徑 23mm，符合 9 號橡皮塞）、剪刀、美工刀、直尺、雙面膠帶、單面膠帶、簽字筆以及製作鼻錐、穩定翼、尾翼等所需的紙張或泡棉薄板。

(二)活動二

完全由學生自備，可加裝鼻錐、穩定翼、尾翼等，瓶內並可放置固形物（例如乾冰，但禁止液體），火箭本體必須多多瓶，可以數個相連，只要瓶口能與 9 號塞子相容就可以（如活動一的塞子，材質不限），但必須事先製好作品帶到大會比賽。

四、製作

氣火箭與水火箭的製作，網路上有許多資料可以參考。在此只說明使用本活動大會所提供的零件以組裝氣火箭的方式。

1. 利用大會提供的氣火箭零件，組成氣火箭的發射裝置如圖 1。
2. 橡皮塞有兩個小孔，用硬塑膠管貫穿其中的一個小孔。
3. 將塑膠軟管的一端套在硬塑膠管上，另一端接連打氣筒
4. 橡皮塞的另一個孔，用筷子插進去（不需要貫穿橡皮塞），如圖 1 與照片 1。這樣就完成氣火箭的發射裝置，套上一個多多瓶就成為氣火箭。

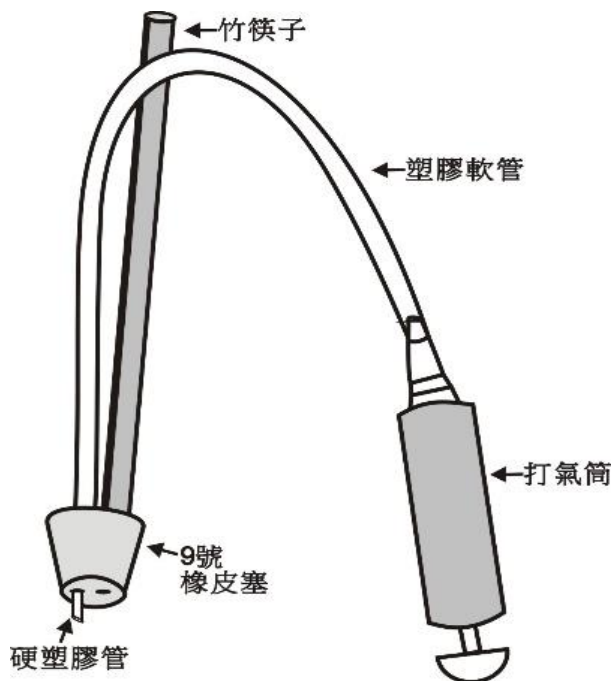


圖 1 氣火箭的發射裝置

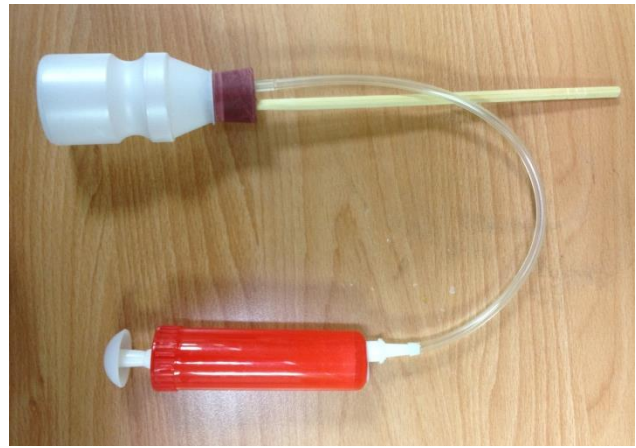


照片 1 氣火箭的發射裝置現品

5. 至於多多瓶上要加裝鼻錐或尾翼如照片 2，是完全開放的，學生可不加裝任何東西也可以。
6. 照片 3 是活動一，射準用的，確實使用大會提供的零件組裝成的氣火箭。
7. 照片 4 是可用在活動二，射遠的氣火箭，使用矽膠塞與較大的打氣筒。
8. 照片 5 演示發射氣火箭時，一人打氣，一人持竹筷子用以定向的發射準備。



照片 2 加裝了鼻錐與尾翼



照片 3 射準用氣火箭



照片 4 射遠用氣火箭（使用矽膠塞）



照片 5 二人合作，準備發射

五、競賽說明

(一)活動一 射準

1. 學生於限定的 20 分鐘內，每人使用大會所提供的氣火箭零件與自備的多多瓶（還沒有做任何加工）的製作三組氣火箭，等候比賽。沒有完成三組的隊伍，不得參與比賽。
2. 比賽時必須隊員三人合作，一人打氣、一人持多多瓶口下的發射臺（竹筷子）定向、一人準備檢回氣火箭（若著地時，多多瓶損壞，可以現場修補，但不能替換新的氣火箭）。

3. 學生在發射氣火箭所扮演的角色，三人輪流，氣火箭三組也要輪流使用，除非損壞。
4. 發射時，氣火箭的最前端不得超過發射線。
5. 每一隊的發射次數共 6 次，但操作發射的時間，總共 120 秒。
6. 在限時內發射的氣火箭均視為有效發射，可以計績。
7. 靶位離發射線 3 公尺，靶中心離地 2 公尺，靶寬為 0.6 公尺的正方形，內隔成九孔格。
8. 如何得點，請見評分標準。

(二)活動二 射遠

1. 學生於事先製作氣火箭，器材不限但要類似活動一的多多瓶氣火箭，尤其發射臺（竹筷子）必須手持，不得使用坊間成品，惟橡皮塞得改用矽膠塞或其他材質的瓶塞，打氣筒亦可改用其他成品（例如球類用手推或腳踏打氣筒、車胎用手推或腳踏打氣筒，但不可用電動的）。學生每人製作一套氣火箭（每隊至少三套）帶來大會等候比賽。
2. 比賽操作前，氣火箭整套必須接受檢查，不符合規定者取消參賽資格。
3. 比賽時與活動一相同，必須隊員三人合作，一人打氣、一人持多多瓶口下的發射臺（竹筷子），一人準備檢回氣火箭。在比賽過程中，損壞的氣火箭可用新品替換。
4. 學生發射氣火箭所扮演的角色，三人輪流，氣火箭也要輪流使用，除非損壞。
5. 發射時，氣火箭的最前端不得超過發射線。
6. 每一隊的發射次數共 6 次，但操作發射的時間，總共 120 秒。
7. 在限時內發射的氣火箭均視為有效發射，可以計績。
8. 發射範圍限定在約 30 度角內（詳見場地的圖 3），超出該範圍者為無效發射，不計績。
9. 射程以多多瓶第一次著地點為準，計績以 0.5 公尺為間隔（但得點不同，見圖 3），射程小於 4 公尺者不計績。
10. 如何評分，請見評分標準。

六、評分標準

(一)活動一 射準

1. 穿過靶子方格的發射得該格的點數，多多瓶的任一部分碰觸分隔線而穿過方格，得穿過方格的點數。若碰觸分隔線但未穿過方格，則得較低一格的點數，碰到靶子的外框而掉落，得 1 點。其他情況的發射均為 0 點。
2. 合計 3 人的得點，加總排序後按六等第計分法計分，得 x 分。

3. 穿過靶子的每一方格，得點如圖 2：

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 3 | 2 |
| 3 | 6 | 3 |
| 2 | 3 | 2 |

圖 2 射準得點圖示

(二)活動二 射遠

1. 射程大於 4 公尺（含）且在得點範圍內的發射均為有效發射，可得標示的點數。
2. 多多瓶的任一部分著地時碰觸計分線，當作越線計點。若碰觸到角度的拉線，也視為有效發射，可以計績。
3. 超過 8 公尺者以最高的點數計（25 點）。
4. 合計 3 人的得點，加總排序後按六等第計分法計分，得 y 分。
5. 計點方式如圖 3：

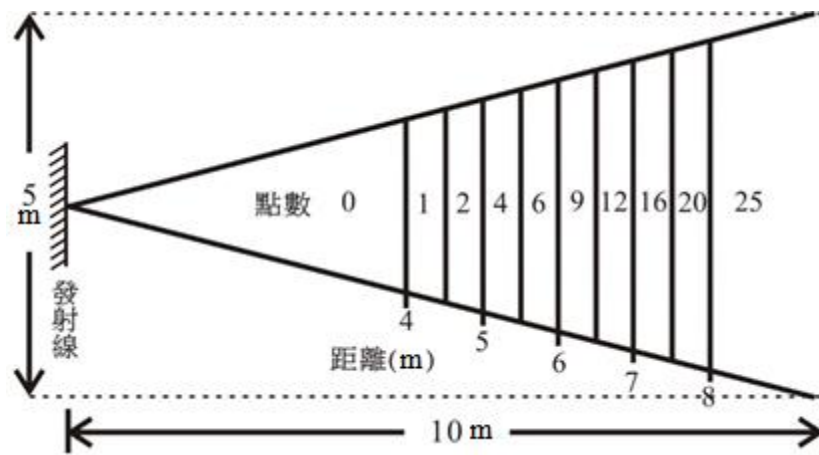


圖 3 射遠得點圖示

七、場地

(一)活動一 射準

1. 在室內，靶的位置離發射線 3 公尺，每邊長 60 公分的正方形靶子（靶中心離地 2 公尺）。
2. 靶子的正方形內每隔 20 公分縱橫各綁兩條線，將正方形隔成九宮格。

(二)活動二 射遠

在室內，從發射點拉夾角為約 30 度的兩條線，並從 4 公尺至 8 公尺，每隔 0.5 公尺拉一條直線（注意：不是弧線。）

八、總成績

每隊的得分 $x+y$ 後得 z ，依 z 的高低排序並再按六等第計分法計分與評等第。

九、活動三、創意競賽

1. 具備類似活動一或活動二的多多瓶氣火箭的架構或功用均可。
2. 要以多多瓶為火箭本體的材料，幾個瓶子相連，加鼻錐、穩定翼、尾翼等，並可著色美觀。
3. 要繳作品書面報告（包括文字、圖、照片等，限在 A4 紙兩頁內呈現）。
4. 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。此項評分獨立計績，不列入總成績內。

十、競賽時間

(一)製作時間（含競賽說明）：20 分鐘

(二)評審時間（含評分說明）：40 分鐘

十一、總評分

1. 活動一與活動二，分別以得點高低排序後以六等第計分，最後將兩部份的分數相加，再次依六等第計分法計分，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。
2. 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。

十二、材料總表

| 名稱 | 品名 | 規格 | 數量 | 備註 |
|-----|-----------|--------------------|-----|------|
| 活動一 | 打孔橡皮塞 | 9 號 | 3 個 | 大會提供 |
| | 玩具打氣筒 | | 3 個 | |
| | 塑膠軟管 | 內徑 5 mm 長 30 cm | 3 條 | |
| | 塑膠硬管 | 外徑 5 mm 長 5 cm | 3 支 | |
| | 竹筷 | | 3 支 | |
| | 見手冊內的器材說明 | | | 學生自備 |
| 活動二 | 見手冊內的器材說明 | | | 學生自備 |

十三、時間總計

(一)本項競賽時間：共 60 分鐘

(二)製作時間（含說明及領取材料）共 20 分鐘

(三)評審時間：18 隊共 40 分鐘

十四、評審注意事項

1. 本項活動全程必須在 70 分鐘完成（包括換場）。
2. 比賽過程中，氣火箭損壞時：
 - (1)活動一：可以修補，但不可替換，若有一個不堪使用，則以剩下的兩個比賽，但人員要按照原來的輪番輪流發射，如此類推至一個也沒剩，就停止比賽。
 - (2)活動二：可以修補也可以替換新品。
3. 氣火箭在限時內一旦發射，均視為有效發射，可以計績。
4. 比賽時，人員所扮演的角色以及氣火箭必須輪流，人員不可連續操作同一操作，也不可以連續使用同一套氣火箭，除非活動一，因損壞只剩下最後的一個。
5. 不管活動一或活動二的氣火箭均允許加工加重，但活動一的瓶塞與打氣筒必須使用大會所提供的，目的在於公平競爭；活動二的瓶塞與打氣筒則不受限（但必須手推或腳踏的，不能使用電動的），目的在於鼓勵參賽者發揮有創意的設計以及尋找最適合的材料。

十五、給參賽者的建議

1. 詳閱競賽手冊，尤其評分與評審注意事項。
2. 氣火箭射出的動力來自多多瓶內加了壓的空氣，因此整個系統的氣密性以及瓶塞的耐壓性（瓶口與橡皮塞間的摩擦力）是關鍵。
3. 在射準比賽，尖尖的鼻錐與尾翼對定向與穿格會有幫助，但效果不明顯。
4. 在射遠比賽，除了會影響動力的氣密性與耐壓性之外，以鼻錐減小空氣阻力，穩定翼與尾翼有助於定向飛行，整個氣火箭的質量以及其分布，均會影響氣火箭的射遠，但整個射程不遠（受動力所限），效果也不很明顯。
5. 多多瓶是養樂多瓶的總稱，市售養樂多飲料品牌多種，其所用的瓶子材質也不同，有的瓶口易裂不耐壓，因此參賽者應多試用不同品牌的多多瓶。
6. 若找不到製作氣火箭的材料，請洽遠哲科學教育基金會，電話：(02)2363-3118。