

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：麵粉火箭飛多遠

關鍵詞：水火箭、牛頓第三運動定律、寶特瓶

編號：

摘要

本研究結果發現，自製水火箭(容量 600ml)在其他發射條件相同下，發射仰角 50 度的平均飛行距離最遠；水火箭在裝水量為本身容量的 1/6 的條件下，平均飛行距離最遠；水火箭在相同發射條件下，利用碳酸飲料(如汽水)做為噴發作用溶液，可以讓水火箭飛得更遠。除了使用水溶液之外，也能利用易於噴發的粉狀物質(如麵粉)做為噴發物質，一樣可以讓火箭飛達二十九公尺。

壹、研究動機

在參加學校辦理的暑期夏令營時，老師拿出自製的水火箭讓每一位學生練習發射，第一次發射水火箭感覺很新鮮，心裡對於在寶特瓶裡裝水，加以打氣加壓後，火箭造型的水火箭就能發射出去，感到十分有趣!因此有機會在老師的指導下，對於水火箭是如何才能發射出去的，沒裝水時射多遠？裝多少水才能飛得最遠？是不是如同學們所說，水火箭是如同曲線運動物體般，以仰角 45 度才能飛得最遠？除了裝水，是否有其他更好的溶液或是物質，也可以達到相同甚至更好的效果呢？

貳、研究目的

- 一、探討發射角度與水火箭飛行距離的關係。
- 二、探討裝水量與水火箭飛行距離的關係。
- 三、探討裝入不同溶液對水火箭飛行距離的影響。
- 四、以粉狀物質代替水，探討水火箭的飛行距離。

參、研究設備及器材

- 一、水火箭材料：機頭、機身(寶特瓶)、機翼(利用透明塑膠盒自製)、噴嘴
- 二、發射器材：發射架、打氣筒
- 三、其他相關器材：量角器、漏斗，量杯，捲尺、汽水、米酒、麵粉



四、水火箭製作過程：

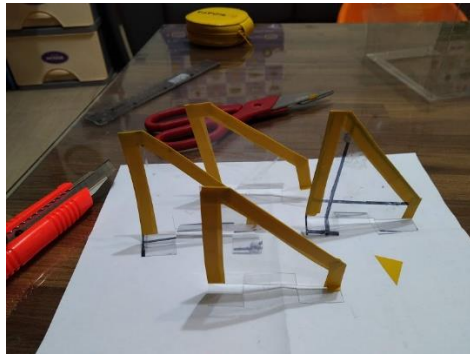
(一)首先將一個寶特瓶切成三等份，留下瓶口及中段部分。



(二)將第二個寶特瓶倒過來，將第一個的瓶口接在第二個寶特瓶的瓶底；再將第一個的中段瓶身接在第二個寶特瓶的瓶口。

(三)接上去之後，從各個方向確定整個火箭的箭身完全是直的，再以防水膠帶將接口粘緊。

(四)利用廢棄塑膠盒剪成四片相同大小的機翼，用防水膠帶將其平均分配黏貼在火箭後段。



以廢棄塑膠盒製作機翼



平均分配黏貼在火箭後段

(五)彈頭則利用紙黏土將一個大小適中的保麗龍固定於火箭上端。

肆、研究過程或方法

一、自製水火箭過程與方法

利用二個 600cc 保特瓶，一個作為水火箭的主體中段，另一個裁下瓶子上緣前段與瓶身中段，利用膠帶黏於水火箭上下，作為箭頭與箭尾，箭頭前端以保利龍球黏上少量油土。

二、探討發射角度與水火箭飛行距離的關係

在 150ml 裝水量下，以及 30psi 加壓磅數下，以仰角 15°、30°、45°、60°、75°的不同角度發射水火箭各 5 次，取飛行距離平均值，來探討水火箭發射角度與飛行距離的關係。

三、探討裝水量與水火箭飛行距離的關係

在相同 30psi 壓力磅數下，發射角度固定為 45 度，裝入 0ml、50ml、100ml、150ml、200ml、250ml、300ml、350ml、400ml、450ml 的水，各發射 5 次取飛行距離平均值，來探討不同裝水量對水火箭飛行距離的影響。

四、探討裝入不同液體對水火箭飛行距離的影響

根據牛頓第三運動定律（Newton's third law of motion）表明，當兩個物體交互作用時，彼此施加於對方的力，其大小相等、方向相反(維基百科)。因此當水火箭內的物質被空氣向後噴發，則提供水火箭往前的動力，因此本實驗在相同 30psi 壓力磅數下，發射角度固定為 45 度，以本身含有氣體的碳酸飲料，以及含有酒精的水溶液，來代替水

做為噴發物質，探討對水火箭的飛行距離是否有差異。

五、探討發射水火箭是否可以用固態物質代替水。

以麵粉代替水，探討水火箭是否可以利用固態物質來做為噴發物質，提供水火箭前進的反作用力。

伍、研究結果

一、為了解發射角度與水火箭飛行距離的關係，在相同100ml裝水量及30psi加壓下，以五種不同角度各發射5次。

(一)實驗結果：

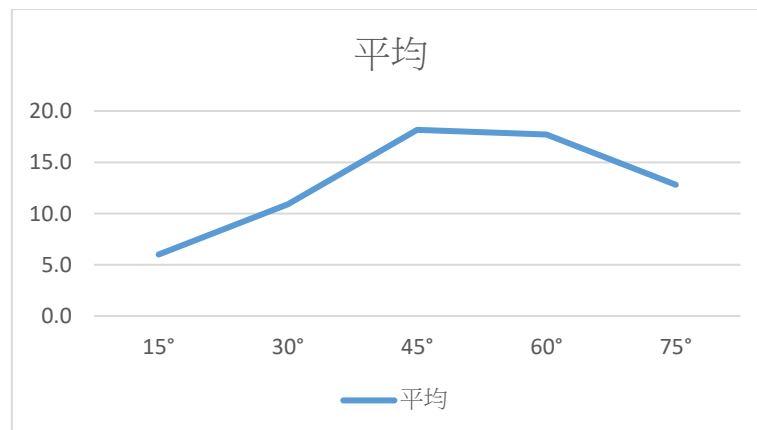
表一：發射角度與水火箭飛行距離的關係

單位:公尺

角度 次數	15°	30°	45°	60°	75°
1	5.5	11.3	19.1	18.7	12.3
2	6.1	12.3	17.2	17.3	13.4
3	5.7	10.4	16.9	18.2	12.7
4	5.9	10.9	18.9	16.7	11.9
5	6.6	9.5	18.7	17.8	13.6
平均	6.0	10.9	18.2	17.7	12.8

將表一平均數值以折線圖呈現，結果如下：

圖一：發射角度與水火箭飛行距離關係折線圖



(二)實驗討論：

- 1.根據實驗結果顯示，水火箭在相同裝水量與打氣壓力下，以發射角度 45° 的 5 次平均飛行距離為最遠。
- 2.水火箭的平均飛行距離，在發射仰角 75° 比仰角 15° 遠，在發射仰角 60° 比仰角 30° 遠，結果與拋物體運動在初速相同時，仰角 75° 與仰角 15° 兩角互餘，射程相同原則不符合。
- 3.是否水火箭真的在發射角度 45° 的飛行距離為最遠？觀察折線圖後，因此我們在相同控制條件下，以發射角度 50° 求 5 次平均飛行距離平均值。

實驗結果如下表：

表二：發射角度 50° 的水火箭飛行距離

單位:公尺

次數	一	二	三	四	五	平均
距離	24.7	22.4	23.6	22.9	24.6	23.6

根據表二結果，水火箭在發射角度 50° 比 45° 時的平均飛行距離更遠，結果與拋物體運動在初速相同時，以仰角 45° 運動者為最遠原則不符合。

二、在 45° 發射角度及 30psi 壓力下，探討不同裝水量對水火箭飛行距離的影響。

(一)實驗結果：

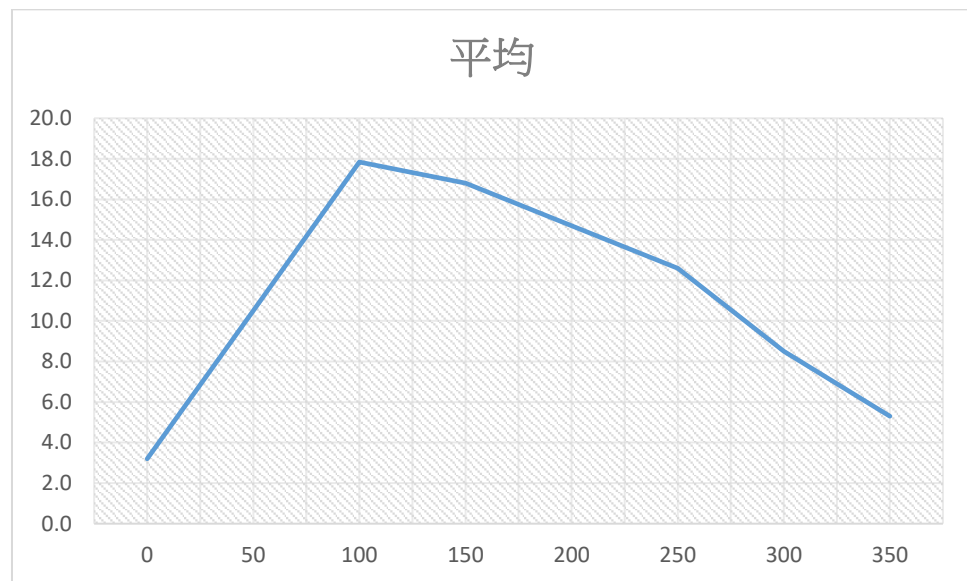
表三：裝水量對水火箭飛行距離的影響

單位:公尺

裝水量 (ml) 次數	0	50	100	150	200	250	300	350
1	2.8	10.2	19.1	16.6	13.9	12.7	8.6	4.6
2	3.4	11.6	17.3	16.9	14.6	11.6	8.0	5.1
3	2.9	10.9	17.1	17.3	13.7	12.5	9.3	6.2
4	3.3	9.6	16.8	16.3	15.9	13.9	7.8	4.8

5	3.6	10.3	18.9	17.1	15.4	12.4	8.9	5.6
平均	3.2	10.5	17.8	16.8	14.7	12.6	8.5	5.3

圖二：裝水量與水火箭飛行距離關係折線圖



(二)實驗討論：

- 1.在沒有裝水的狀況下，當水火箭發射時，瓶中的壓縮空氣噴出的作用力，提供水火箭前進平均 3.0 公尺的反作用力。
- 2.水火箭在裝水後，可以提升飛行的距離，但裝愈多水，整體重量愈重，飛行距離愈短。
- 3.依據實驗結果顯示，自製水火箭(容量 600ml)在相同發射角度及打氣壓力下，以裝入 100ml 水的平均飛行距離最遠。

三、在30psi壓力下，發射角度45度，分別裝入碳酸汽水、米酒100ml各發射5次，探討對水火箭的飛行距離是否有差異。

(一)實驗結果：

表四：水火箭裝入碳酸汽水、米酒後噴發的飛行距離

單位:公尺

液體 次數	汽水	米酒
1	20.4	17.4

2	19.3	18.1
3	18.4	17.1
4	18.6	16.9
5	18.2	16.6
平均	19.0	17.2

(二)實驗討論：

在相同發射條件下，依據實驗結果表三與表四進行比較。

1.裝汽水水火箭平均飛行距離 19.0 公尺，裝水水火箭平均距離 17.8 公尺，所以使用汽水作為水火箭的噴發物質可以飛得更遠，增加大約 7%的飛行距離。

2.裝米酒水火箭平均飛行距離 17.2 公尺，裝水水火箭平均距離 17.8 公尺，使用米酒作為噴發物物質的水火箭沒有飛得比較遠。

四、在火箭中裝入100g的麵粉，打氣加壓30psi，發射仰角45度，共發射5次以取平均飛行距離。

(一)實驗結果：

表五：麵粉火箭(打氣 30psi)飛行距離

單位：公尺

次數	一	二	三	四	五	平均
距離	12.6	13.2	12.1	11.8	12.9	12.5

(二)實驗討論：

在相同發射條件下，依據上表與表三實驗結果進行比較，結果發現裝入 100g 麵粉的火箭的平均飛行距離(12.5m)，大約為裝入 200ml 水的水火箭平均飛行距離 (14.7m)的 85%。

在打氣的過程中，發現裝麵粉的火箭可以加壓至 40psi 也不會漏氣，因此我們試著將火箭裝入麵粉 100g 打氣加壓至 40psi，以仰角 50 度，再發射 5 次求平均飛行距離。

(一)實驗結果：

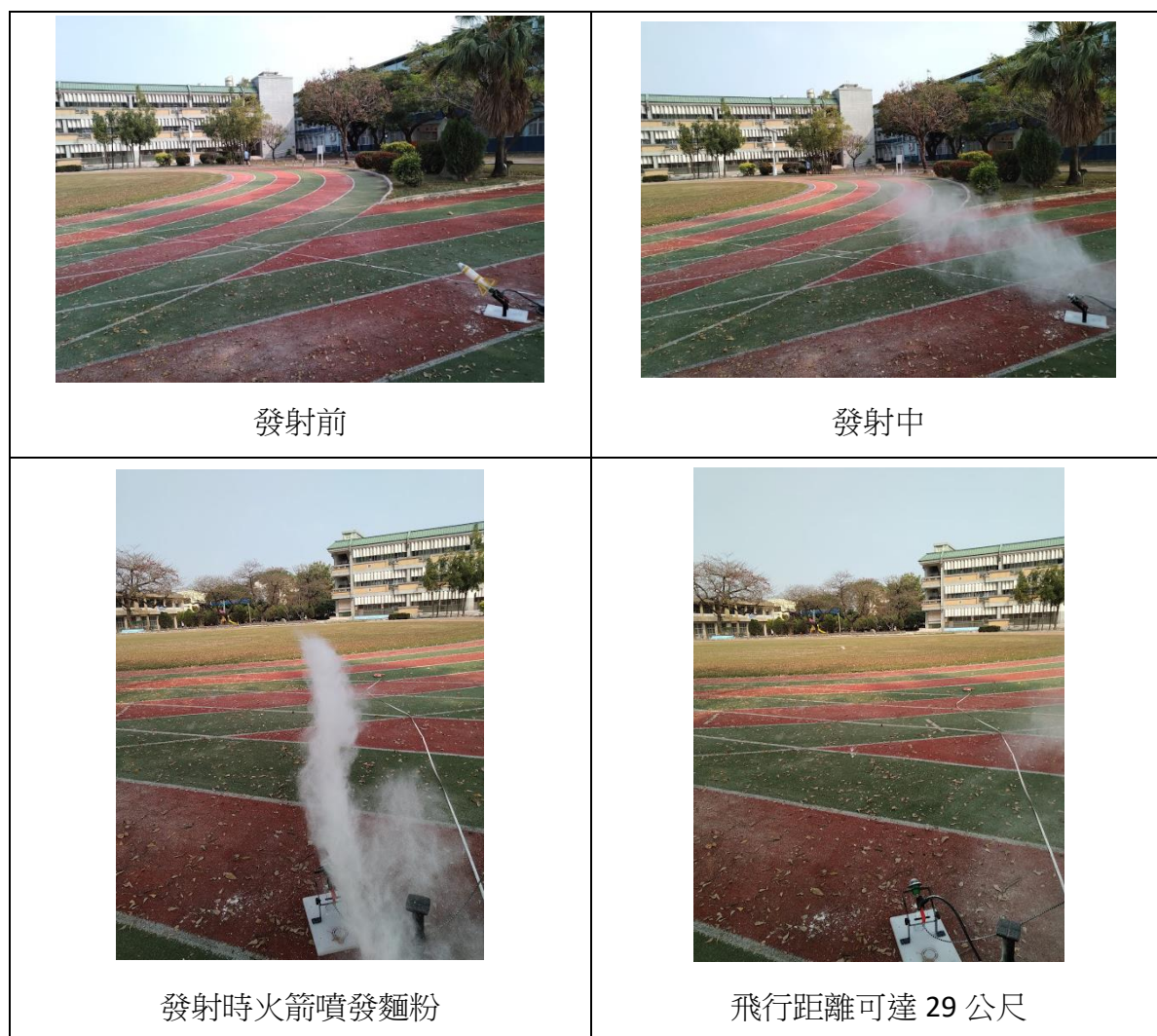
表六：麵粉火箭(打氣 40psi)飛行距離

單位：公尺

次數	一	二	三	四	五	平均
距離	29.6	31.9	28.7	28.3	29.4	29.6

(二)實驗討論：

麵粉火箭的 5 次平均飛行距離可達 29.6 公尺，顯示除了液態溶液以外，也可以以固態粉狀物質如麵粉，來做為火箭噴發的作用劑，而且效果良好。



陸、討論

一、水火箭運動的原理乃依據牛頓第三運動定律「作用力與反作用力」，當瓶身的壓力將瓶內的水推積而出時，水也會給瓶身一個反作用力，來提供水火箭的推力。而

「作用力與反作用力」有下列幾項關係：

(一)兩力同時出現，同時消失。

(二)兩力作用於同一直線上，方向相反。

(三)兩力大小相等，但作用於不同物體上，無法抵消。

因此水噴發的作用力，其反作用力就是水火箭前進的動力，兩者力量相等。

二、根據壓力公式：壓力(P)=力量(A)/接觸面積(F)，因此影響水火箭的飛行距離的另一個因素，與打入空氣的壓力磅數為正相關，打入空氣壓力愈大，發射時水火箭發射的初速愈快，水火箭的飛行距離愈遠。在幾次試驗中發現，實驗所使用的發射器及噴嘴在瓶內氣壓若超過50psi，水火箭噴頭便會有漏氣及漏水現象，而影響實驗準確性，因此實驗控制加壓磅數設定為30psi。由於瓶身強度的關係，以及發射器材優劣，會限制打入空氣磅數，故無法一直加壓，創造更遠的飛行記錄。

三、製作水火箭時，加入油土讓水火箭重心靠近箭頭處，以利水火箭在飛行時保持箭體直線飛行的平穩性，加上圓錐形造型彈頭設計，可減少空氣阻力不利最大飛行距離的影響。

四、在水火箭加上尾翼的目的，除了可以增加水火箭在飛行過程的平穩性，也能提供水火箭在空中滑翔的空氣浮力，增加飛行距離。

五、根據實驗(三)結果顯示，以汽水代替水做為噴發物質，可以增少7%的飛行距離，推論原因為碳酸汽水中含有二氧化碳氣體，加入汽水並立即加壓至30psi後，瓶中壓力會稍微增加，水火箭在發射瞬間的水柱噴發也較為激烈，所以利用碳酸汽水、氣泡水等液態物質在加壓空氣的作用下，可產生水火箭更佳的噴發作用力，可以讓水火箭飛得更遠。

六、根據實驗(四)結果顯示，粉狀麵粉的特性是分子小容易噴發，使用水火箭(容積600ml)在打氣加壓40psi、發射仰角50度的相同條件下，利用麵粉(100g)來作為噴發作用力的物質，其5次平均飛行距離接近30公尺之遠，因此我們可知利用固態物質在瓶內氣體加壓下，也能產生水火箭噴飛的作用力，水火箭依牛頓第三運動定律(作用力與反作用力)的反作用力提供飛行的動能。另外，麵粉火箭在發射後，麵粉噴發出來產生的煙霧效果，有如真正的火箭發射升空般華麗。

柒、結論

一、水火箭在發射仰角50度，其他條件相同下，平均飛行距離最遠。

二、以自製水火箭(瓶身容量600ml)，在裝水量100ml下的平均飛行距離最遠，最佳裝水

量為水火箭總容量的1/6。

三、在相同條件下，水火箭利用碳酸飲料做為噴發物質，可以飛得更遠。

四、除了水溶液之外，也能利用粉狀物質如麵粉做為噴發劑，飛行距離可達二十九公尺。

捌、參考資料及其他

一、維基百科

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%9B%E9%A1%BF%E7%AC%AC%E4%B8%89%E8%BF%90%E5%8A%A8%E5%AE%9A%E5%BE%8B>

二、科學遊戲實驗室

<http://scigame.ntcu.edu.tw/air/air-008.html>

三、水火箭材料包

<http://www.wsdiiy.com.tw/content.php?cn=item&cid=17>

四、水火箭製作

<http://blog.ilc.edu.tw/blog/index.php?op=printView&articleId=712058&blogId=35360>