

## 不同材料和不同發射角度對火箭的射程探究



學 校：北區中葡小學

研 究 員：黃杏雪、郭永年、陳振鋒、曾子璇、梁瀚予  
、林曉瑩

指 導 老 師：朱耀民

日 期：2017 年 7 月

# 目 錄

## 內容

第一章.....	3
序 言.....	3
研究動機.....	3
研究目的.....	3
研究方法與步驟.....	3
名詞界定.....	4
研究進程.....	4
第二章.....	5
文獻探討.....	5
實驗流程.....	8
研究建議.....	11
研究後感想.....	12
附錄.....	13

## 第一章

### 序 言

火箭，簡而言之就是利用作用力與反作用力來向前推的飛行器。火箭和一般飛行器最大的不同，在於她自行攜帶燃燒所需的氧氣。

水火箭和火箭最大的不同，在於其推進的媒介由高溫空氣變成水而已。在發射水火箭前會灌入空氣達一定壓力，由於高壓會自然向低壓流去，故在噴嘴被打開時，空氣自然向噴嘴流去，但由於水檔在前方，故水會被空氣推出火箭，而火箭也藉此獲得向前的速度。

是次研究希望透過資料搜集及實驗法瞭解不同材料和不同發射角度對火箭的射程探究和對於火箭射程的影響。

### 研究動機

近月來，從電視及網絡上得知我國航太工程快速發展，心中不期然湧出對火箭推進器的科學念頭，因此我們與老師商討可否以火箭為題進行探討。經過商討後決定以自製小火箭進行實驗。在初步查找的資料中，知道在火箭裡加入小蘇打和檸檬酸，並將塞子塞好，可使火箭射出去，但是，有的火箭射得很遠，有的卻射不出去，到底是什麼因素使火箭的射程有這麼大的差別呢？因此我們希望透過親自實驗進行求證。

### 研究目的

- 1.研究不同材料（小蘇打加白醋、小蘇打加檸檬酸）的組合可使火箭飛得較遠。
- 2.探討調整不同的發射角度（分為 30 度、45 度、60 度），對於火箭射程的影響。

### 研究方法與步驟

1. 網上查找、分析、整理資料及進行資料分析

2. 研究法

3. 實驗法

## 名詞界定

**重力**：使物體落回地面的力。兩物體間重力大小取決於它們之間的距離，也取決於物體的質量。距離愈大，拉在一起的力量就愈小。物體的質量愈大，重力就愈大。

**彈道飛行**：物體以一起始力向一仰角方向作用，物體受到地心引力的影響，呈拋物線方式飛行。此拋物線即為彈道。

**空氣阻力**：（英文為 air resistance）空氣阻力，物體移動穿過空氣時，空氣分子撞在物體上產生摩擦力，此種摩擦力稱之為空氣阻力。

**火箭**：或稱噴進器，是一種利用排出物質以製造反作用力而前進的載具。

**反作用力**：牛頓第三定律（Newton's third law），在經典力學裏闡明，當兩個物體相互作用時，彼此施加於對方的力，其大小相等、方向相反。力必會成雙結對地出現：其中一道力稱為「作用力」；而另一道力則稱為「反作用力」（拉丁語 *actio* 與 *reactio* 的翻譯），又稱「抗力」。

## 研究進程

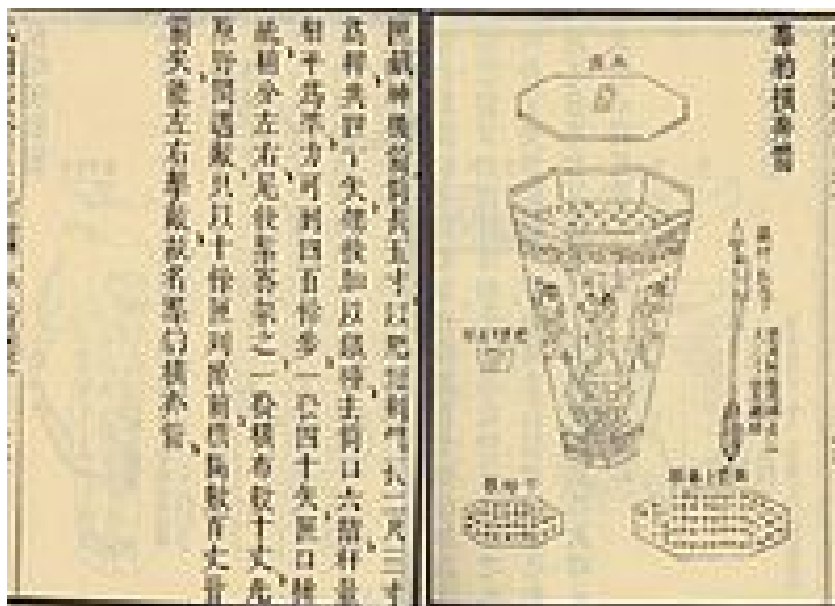
1. 2016 年 11 月擬定研究題目。
2. 2016 年 11 月至 2017 年 3 月搜集資料。
3. 2016 年 11 月至 2017 年 4 月分析、整理資料及撰寫報告。
4. 2016 年 12 月至 2017 年 4 月進行實驗及完成報告。
5. 2017 年 6 月製作成果展示會簡報及準備參與成果會。
6. 2017 年 7 月參與成果匯報會。

## 第二章

### 文獻探討

#### 1. 歷史進程

古代中國火藥的發明與使用，給火箭的問世創造了條件。北宋後期，民間流行的能升空的“流星”，已利用了火藥燃氣的反作用力。最早的火箭的記載出於中國宋代，所以中國被公認是火箭之祖，但其不一定具軍事的價值，通常只限於娛樂用途，例如放煙花。最遲到明代有軍用的火箭問世，作為武器的火箭相對大炮主要優點是發射設備輕巧，但因為精度較同期的大炮低，而沒有被廣泛應用。



18 世紀，印度在對抗英國和法國軍隊的多次戰爭中，曾大量使用火箭，獲取良好的戰果，也因此帶動歐洲火箭技術的發展。之後又發展出精密的導引與控制系統，而成為射程遠、命中率高的武器系統—飛彈。

20 世紀初，關於星際旅行的科學調查蔚然成風，這很大程度上是由諸如凡爾納、威爾斯等科幻作者的神奇想像力激發。科學界在火箭技術上的發展讓這一目標漸漸成為現實。

1903 年，高中數學老師齊奧爾科夫斯基發表了《利用反作用力設施探索宇宙空間》，這是第一部關於使用火箭進行空間旅行的嚴謹論文。火箭推進計算公式以他的名字命名，他第一個提出使用液氫和液氧作為火箭推進劑，並計算出這類火箭的最大排氣速度。他的

工作在蘇聯以外默默無聞，但是在蘇聯國內，他的工作為後續的研究實驗打下了基礎，並促成了 1924 年宇航學會（Society for Studies of Interplanetary Travel）的成立。

1912 年，埃斯諾·佩爾特裡（Robert Esnault-Pelterie）發表了關於火箭理論和星際旅行的演講。他獨立推導出了齊奧爾科夫斯基火箭推進公式，計算出了往返月球和其他行星所需基本能量，提出了使用原子能（如，鐳）進行火箭噴射驅動。

1912 年，羅伯特·戈達德，在威爾斯早期工作的啟發下，開始了一系列的火箭研究，包括固體燃料火箭需要在三個方面改進。首先，燃料應該在一個小燃燒室燃燒而不是建造整體的的推進劑容器，以承受高壓；然後，火箭可以分為多級；最後，使用拉伐爾噴管（De Laval nozzle）可以使排氣速度超過音速，他在 1914 年為這些發現申請了專利。他還獨立發展了火箭飛行數學理論。

現代火箭誕生自羅伯特·戈達德將超音速噴管（拉伐爾噴管）裝上液態燃料火箭引擎燃燒室。這種噴嘴將燃燒室中的熱氣體轉成較冷的極超音速噴射氣體，使推進力增加超過兩倍且巨幅地增加了效率；在此之前，早期的火箭因為熱能隨氣體排放被浪費掉了而相當的沒效率。在 1926 年 3 月 16 日，羅伯特·高達德於美國麻塞諸塞州奧本鎮發射了世界第一枚液態燃料火箭。

戰後，火箭被用做研究高海拔環境，無線電遙測溫度及氣壓、偵測宇宙射線及其它研究。這些研究在馮·布朗及其它人之下持續進行。

## 2. 火箭飛行的原理：

火箭為什麼可以飛行呢？這就像如果我們把充氣的氣球突然放掉，那麼氣球會一面噴出裡面的氣體，一面飛走。這看起來好像是某種力量在對氣球作用，事實上這個力量並不是來自外界的推力或拉力，而是由氣球本身所噴出的氣體的反作用力，而產生的力量。

火箭和充氣的氣球一樣，並非藉助外來的力量，而是靠火箭本身排出一股熱氣流，這些氣體以高速噴出，所產生的反作用力，推動它向反方向前進。

### 3. 火箭的速度與用途

火箭有以下的特點：

- (1) 噴嘴排出燃料廢氣，廢氣給火箭一個推力，就會使火箭飛行，不需要外界壓力強行介入。
- (2) 火箭在大氣層以內或以外飛行都能暢行無阻。

火箭為了要離開大氣層，利用瞬間加速掙脫地球的引力，再加上燃料的幫忙，火箭就能穿出大氣層。科學家為了要讓火箭減輕發射重量，把火箭分成好幾節，每一節都裝有燃料，每燒完一節就把那一節丟掉，這樣火箭就能有效率的加速飛行了。

火箭推進是一種精密的結構，它的原理主要是力學、熱力學，以及其它有關科學之運用，諸如電學等。火箭跟一般的飛機主要的不同點在於：飛機只能在大氣層內飛翔，但是火箭可以在外太空工作，因為它不需要利用外界空氣便能夠燃燒推進。

在現代多次實戰中，火箭展現出野戰機動性、射程遠、射速快、火力強、高震撼力與高命中率等特性，奠定其在軍事武器發展史上的地位。

現代火箭可用作快速遠距離運送工具，如作為探空、空間站的運載工具，以及其他飛行器的助推器等。

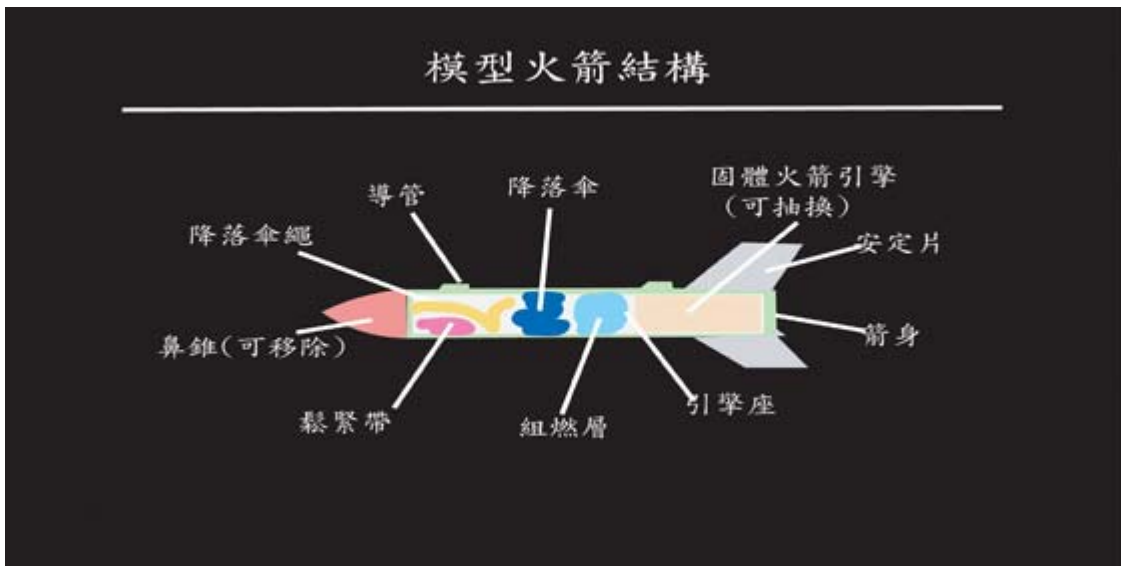
### 4. 基本構造

#### 火箭的結構

火箭是由主體外殼、動力引擎和噴嘴組成。

火箭主體外殼是支撐與承受整個火箭重量的骨架。動力引擎是火箭運載的動力來源。噴嘴或尾翼能使火箭乖乖的按照我們設定的方向飛行。

## 模型火箭結構





### 5. 酸鹼火箭的原理：

1. 溶於水中之『小蘇打』和『檸檬酸』，會發生酸鹼中和形成水與二氧化碳。

3. 小蘇打因酸鹼中和產生大量二氧化碳(CO<sub>2</sub>)氣體。

4. 大量二氧化碳(CO<sub>2</sub>)使得火箭內部壓力極大以至於產生噴發。

### 實驗流程

#### 1. 準備物料：

檸檬酸、小蘇打、白醋、水、湯匙、量角器、火箭、空塑膠瓶、雙面膠紙、透明膠紙、間尺、剪刀、量杯、瓦楞紙等。





## 2. 實驗步驟：

### 實驗一：探究不同材料組合下火箭的射程

- (1)用現購火箭，先在火箭內注入份量為 100 毫升水和 3 膠茶匙檸檬酸混合液。
- (2)再放小蘇打在火箭的底部，在火箭邊緣刪除多餘的小蘇打粉，使小蘇打填補了火箭底部空間。
- (3)快速放置火箭在仰角 30 度的地面上。
- (4)測量火箭的射程。
- (5)重覆步驟(1)至(4)，並計算火箭的平均射程。
- (6)用現購火箭，在火箭內放入 30 毫升白醋。
- (7)重覆步驟(2)至(4)，並計算火箭的平均射程。

### 實驗二：探究



不同仰角



下火箭

的射程

- (1)用現購火箭，先在火箭內注入份量為 100 毫升水和 3 膠茶匙檸檬酸混合液。
- (2)再放小蘇打在火箭的底部，在火箭邊緣刪除多餘的小蘇打粉，使小蘇打填補了火箭底部空間。
- (3)快速放置火箭在 30 度仰角的發射台上。

(4)測量火箭的射程。

(5)重覆步驟(1)至(4)。

(6)把發射台仰角分別改為 45 度和 60 度，重覆以上步驟。

### 3.實驗數據：

表 1 不同材料組合下火箭的射程(仰角 30 度)

實驗次數 材料組合	火箭射程			平均
	第一次	第二次	第三次	
小蘇打加白醋	245 cm	233 cm	263 cm	247.0 cm
小蘇打加檸檬酸	232 cm	241 cm	238 cm	237.0 cm

表 2 不同仰角下火箭的射程(小蘇打加檸檬酸)

實驗次數 發射角度	火箭射程			平均
	第一次	第二次	第三次	
30 度	237 cm	248 cm	233 cm	239.3cm
45 度	236 cm	252 cm	239 cm	242.3cm
60 度	192 cm	185 cm	211 cm	196.0cm

### 4.實驗結論：

A.實驗中不同的材料組合對於發射距離的遠近差距不大，但以小蘇打加白醋的效果較好（射程較遠）。

B.仰角會影響火箭的射程，以仰角 45 度的射程最遠。

## 5. 實驗總結：

在本次的實驗中，最主要的成分混合物質是：小蘇打粉及白醋／檸檬酸。當該兩種物質互相混合，並且加入水後，會產生大量的氣體。這個過程稱為「酸鹼中和反應」。製造出來的二氧化碳，可做為水火箭升空的動力來源。

在簡易水火箭的製作也是有相當大的限制，例如：酸性溶液不能太酸，不然會腐蝕空塑膠瓶或其他塑膠材料、要注意水火箭射過程中所放出的溶液，有可能成酸或鹼性，潑到我們身體造成傷害。

酸和鹼無論強弱都具有腐蝕性，但當兩者加在一起的時候卻不會產生更危險的物質。因為氫離子和氫氧根離子加在一起時只會產生水。

通過今次研究，明白到任何實驗都要有無限創意、想像力。而設計、製造絕不是一件簡單的事。不過，那些不怕學習又努力地完成他們的夢想的人，將體驗到難以形容的個人滿足。

## 研究建議

- 雖然是「酸鹼混合火箭」，但是不是所有的酸性水溶液與鹼性水溶液反應都適合做這個實驗呢？
- 除了用醋或檸檬酸加小蘇打粉混合作為推進的動力外，還有其他的方法嗎？
- 如果要使火箭成功射出，需要提高酸鹼溶液的濃度嗎？

## 研究後感想

**郭永年：**我們做了這次實驗，讓我明白到酸和鹼的化學作用威力有多大，也讓我明白到它們之間的比例重要性，達到一定比例火箭便會飛得很遠!

**黃杏雪：**我們做這次實驗，利用不同的斜台(角度不同)，測試了不同角度後火箭的飛行距離。同時這教了我們做甚麼事情都不要輕易放棄要多嘗試。

**曾子璇：**我們進行了不同角度的發射台實驗，我覺得白醋加小蘇打粉的發射力量大些，很多同學實驗時都發射得很遠。

**梁瀚予：**我們做了多次的實驗，知道了白醋比檸檬酸加小蘇打粉的發射較遠，我覺得很神奇啊!

**陳振鋒：**我覺得很刺激。因為白醋或檸檬酸加小蘇打粉會產生化學作用，火箭就能發射升空呀!

**林曉瑩：**這次做的實驗，我覺得神奇又驚訝!同時我學到了很多關於科普的知識呀。

**全體研究員：**我們學會從網上查找資料，將資料分析和處理，最後完成這份報告。從這次研究的進程中，我們組員之間的關係也變得密切了，雖然在查找資料及進行實驗時遇到一些困難，但經過大家的努力和師生共同面對，最終問題都一一解決了，我們明白到團結才會事成的道理，也學會了尊重別人意見的重要!

本實驗驗證運用小蘇打、檸檬酸和白醋結合產生二氧化碳氣體，製作出許多有趣的玩具，從探究原理到製作應用的過程，同學們發揮團隊合作的精神，不斷修正和創新，研究結果亦可應用到相關的設計。

從這次實驗過程中，我們發現小蘇打是一種妙用無窮的粉末，而食用檸檬酸和白醋也是一種可以食用且無毒害的酸性物品，這些物質都是既便宜又容易購買得到的物品。經過這次的實驗研究，我們發現生活週遭許多隨手可得的物品，能做出許多有趣的科學遊戲或玩具，不但可以環保，又能從實驗過程中，學習到科學研究的觀念、技能與態度。

## 附錄

### 文獻參考

1. 《科學發展》2004年6月，378期，42~51頁
2. 何夏枝等編撰（2009）。酸與鹼。國民小學自然與生活科技，第7冊，22-41頁。台南：南一書局。
3. <http://tamweb.tam.gov.tw/v3/TW/show.asp?XH04>
4. <http://www.chiculture.net/0818/html/0818c11.html>
5. [https://www.ied.edu.hk/apfslt/v6\\_issue1/chengtsoi/chengtsoi3.htm](https://www.ied.edu.hk/apfslt/v6_issue1/chengtsoi/chengtsoi3.htm)
6. [http://202.43.195.111/search/srpcache?p=%E5%B0%8F%E8%98%87%E6%89%93%E7%81%AB%E7%AE%AD&fr=yfp-search-sb&ei=UTF-8&u=http://cc.bingj.com/cache.aspx?q=%E5%B0%8F%E8%98%87%E6%89%93%E7%81%AB%E7%AE%AD&d=4646679552461082&mk=zh-HK&setlang=zh-HK&w=it9mQL\\_JWm1BEOsMW4gZJNmNr-yOJ41\\_&icp=1&intl=hk&sig=q94kKP9xPgvthlUKUAZHCw--](http://202.43.195.111/search/srpcache?p=%E5%B0%8F%E8%98%87%E6%89%93%E7%81%AB%E7%AE%AD&fr=yfp-search-sb&ei=UTF-8&u=http://cc.bingj.com/cache.aspx?q=%E5%B0%8F%E8%98%87%E6%89%93%E7%81%AB%E7%AE%AD&d=4646679552461082&mk=zh-HK&setlang=zh-HK&w=it9mQL_JWm1BEOsMW4gZJNmNr-yOJ41_&icp=1&intl=hk&sig=q94kKP9xPgvthlUKUAZHCw--)
7. [http://www.bud.org.tw/newgame/newgame\\_039.htm](http://www.bud.org.tw/newgame/newgame_039.htm)
8. <https://hk.video.search.yahoo.com/search/video?fr=yfp-search-sb&p=%E5%B0%8F%E8%98%87%E6%89%93%E7%81%AB%E7%AE%AD#id=1&vid=5f9c2ee93bc5216582fb867890804a48&action=click>
9. <https://zh.wikipedia.org/zh-hk/%E7%81%AB%E7%AE%AD>