

題目名稱:夢想起飛—硝糖火箭

### 一、摘要

我們的實驗主要是研究如何發射火箭，並以硝糖火箭作為論述。實驗以研究火箭材料與不同燃料為主，針對火箭模型輕體化為目標，並且以搜集資料與實測飛行確立目標，運用組裝火箭與運作原理等面向。探討硝糖火箭機體優化、成本降低及低汙染回收原則等各種因素，呈現出不同特點，並且討論這些特點對於社會的利弊和關注相關的社會議題。

研究成果顯示：硝糖火箭以改變材質進行試飛，可減少成本且更將精簡模擬實際飛行，對喚起社會關注航太相關議題關注有正向幫助。

### 二、探究題目與動機

當我們看見台灣的福衛七號搭乘獵鷹重型火箭被送出天際，在那一瞬間點燃了我們對火箭滑過天際飛翔外太空的好奇心，於是我們開始著手找尋與火箭的資料，例如燃料的部分，在材料和燃料易取得的狀況下，最後我們選擇各種糖類作為我們的火箭燃料。

### 三、探究目的與假設

(一)目的：

1. 自製硝糖火箭
2. 試飛自製火箭
3. 學習與火箭相關的知識

(二)假設：

1. 糖種變因對於飛行成功與否的影響
2. 不同糖類對於火箭起飛的成功率

### 四、探究方法與驗證步驟

(一)探究方法：

以資料搜集並將火箭填充不同種類的燃料之後點火實測飛行。

經過找尋資料得知硝糖火箭燃料主要成分來自於硝酸鉀與糖類，過程中為了瞭解「糖類成分不同是否會影響火箭飛行」，於是設計實驗以白糖與黑糖為操作變因。

(二) 實驗材料：

(表1) 反應物與材料特性紀錄

名稱	化學式	物性	化性	毒性
氧化鐵	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	m.p.: 1565°C D: 5.24 g/cm <sup>3</sup>	易還原當氧化劑	無
硝酸鉀	KNO <sub>3</sub>	m.p.: 334°C D: 2.11 g/cm <sup>3</sup>	易還原當氧化劑 (尤其在酸性環境)可加熱分解	可能加劇燃燒; 吞食有害; 造成輕微皮膚刺激; 造成嚴重眼睛刺激
糖	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	m.p.: 186°C D: 1.59 g/cm <sup>3</sup>	燃燒後呈黑色	無
石膏硫酸鈣	CaSO <sub>4</sub>	m.p.: 1450°C D: 2.3 g/cm <sup>3</sup>	熔點高, 穩固	吞食可能有害; 具有吸濕性

(三) 驗證步驟：

燃料：

1. 將電子秤歸零之後，使用電子秤稱取26克硝酸鉀，將硝酸鉀倒入研鉢，使杵磨成粉狀後倒入，並稱取14克糖，依上述相同方法磨碎後混合。
2. 使用電子秤稱取0.2克氧化鐵，加入步驟1的產物，使其均勻混合。

### 燃料筒：

1. 用一張A4紙，將短邊對折，切開捲起後，放入3M透氣膠帶中空處且撐開，之後以絕緣膠帶將連接處相連接進行初步固定，再以絕緣膠帶纏繞筒壁邊緣做進一步強化。
2. 混和石膏粉與水，以石膏粉和水的比例100:80，即石膏粉重一公斤，則水的重量為0.8公斤。將燃料筒底部灌入石膏封起，靜置半小時使其硬化穩定。
3. 將開口正中間黏上引線並插入吸管以穩固燃料結構，之後灌入燃料並壓實。

### 噴嘴：

用3M透氣膠帶中間插入吸管當作模具，混和石膏粉與水之後倒入石膏灌模，靜置半小時使其硬化，將初步完成之噴嘴用砂紙磨成甜甜圈狀以符合實際燃料筒大小。

### 火箭主體：

使用一張A4紙以燃料筒為直徑捲起，並在頂端黏上錐形黏土，於底部向上量4公分黏上4片尾翼。



以上組裝步驟完成後，進行實測飛行。

實測飛行：

為了比較不同醣類對於硝糖火箭飛行軌跡之影響，本次實驗採用白糖與黑糖進行比較。

(表2)不同糖類對於飛行成功與否之影響

燃料筒	藥品	糖類	磨製程度	試射結果 (高度超過3公尺)
紙筒	硝酸鉀	黑糖	粉狀	失敗
紙筒	硝酸鉀	黑糖	粉狀	失敗
紙筒	硝酸鉀	黑糖	粉狀	失敗
紙筒	硝酸鉀	黑糖	粉狀	成功
紙筒	硝酸鉀	黑糖	粉狀	失敗
紙筒	硝酸鉀	白糖	粉狀	失敗
紙筒	硝酸鉀	白糖	粉狀	成功
紙筒	硝酸鉀	白糖	粉狀	成功
紙筒	硝酸鉀	白糖	粉狀	成功
紙筒	硝酸鉀	白糖	粉狀	成功

由表2可得知使用經由實驗結果得知：

白糖火箭的平均成功率大於黑糖火箭→比較白糖與黑糖的成分後，推論應為糖類加工製作工續影響純化程度，進而影響燃料反應速率。白糖相較於黑糖精緻程度高、雜質低，對燃料燃燒影響程度不大。

白糖：

白糖含95%以上的蔗糖結晶體，是經過精煉及漂白而製成，台灣大多採用膜過濾和離子交換技術精煉蔗糖，因此純度會遠高於黑糖。



黑糖：

黑糖含有超過90%的碳水化合物，主要成分是蔗糖，含量在76.55-89.48%之間；其次是還原糖，占3.69-10.8%；水分占1.5-15.8%；礦物質占大約3%

(四)實驗原理：

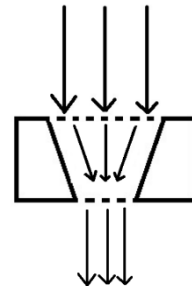
1. 燃料原理：

硝糖，是為名稱縮寫，意指硝酸鹽類混合加上糖。(本次使用燃料為硝酸鉀)

主要反應式為： $24\text{KNO}_3(\text{S})+5\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{S})\rightarrow 18\text{CO}_2(\text{g})+30\text{H}_2\text{O}(\text{g})+12\text{N}_2(\text{g})+12\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s})$

2. 噴嘴原理：

其中所產生的大量氣體噴出，再藉由噴嘴錐形向內凹陷以加壓、增加推力，達成最小所需反作用力之後就可以飛上天，在結構上使用噴嘴進行氣體加壓，增加單位面積氣體排放量，原則採用開口大至小改變氣壓，以達到提升火箭最大推力之目的



另外，燃燒時不一定會完全燃燒，可能會產生C、CO等未完全反應的產物，因此略有毒性，燃放時建議避免吸入過量煙霧，如不慎吸入過多，應當儘量使中毒者安靜休息，使下額向上抬高，保持呼吸順暢。

五、結論

在生活情境中時常可以聽到火箭二字，當我們查詢火箭相關資料時，發現火箭所帶來的效益是遠超出我們想像，我們決定以實際製作火箭引發大眾對於相關領域的了解與認識，火箭模型為源頭模擬實際可行飛行火箭，於是選用混合式硝糖火箭作為模板，實驗數次得出最適合的火箭配置，以飛行時間延長與高度提升為目的，打造輕型火箭作為實驗主軸。

實驗我們得出結論：

1. 糖類成分差異確實會影響火箭飛行，純化程度越高有助於燃放速率提升。
2. 燃料磨成粉狀後增加表面積，將會提升反應速率幫助火箭飛行推力更集中。
3. 濕度與天候將會影響火箭飛行。推論糖類會將空氣中水分吸收，進而影響燃料燃放速率。
4. 噴嘴開口大小也可能影響燃料燃放速率，開口需適當避免反應過程中噴嘴脫落。
5. 風向與強度影響火箭飛行方向，為有效實驗在無風廣場進行試飛。
6. 火箭燃料筒需固定確實，維持飛行時火箭整體平衡性與重心位置。

過程中的飛行情況不如預期般順利，得排除天候、濕度、燃料比例等可控因素干擾，終於找出根本上構造的問題加以處理。接下來得調整修正火箭成品一致性，將誤導因子的比例逐步下降，使得實驗達到樣本準確性的提升，以利後續研究探討相關作業的結論。

## 參考資料

### 硝糖火箭製造

<https://www.youtube.com/watch?v=TuU6ENthebl>

### 新竹市立建功高中《自製固態火箭》

<https://sites.google.com/site/rocketcksh/>

### Homemade Sugar Rocket

<http://makezine.com/projects/make-35/homemade-sugar-rocket/>

### 黑糖成分

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B4%85%E7%B3%96>

### 白糖成分

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%99%BD%E7%B3%96>