

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告單

題目名稱:飛吧! 我的夢

一、摘要

在很多電影情節當中,都會牽扯到火箭。這個實驗就是因電影而啟發的。但是真正的航空火箭我們是不可能做出來的,那些火箭隊我們這群國中生來說太過於複雜,所以我們只能退而求其次,做水火箭是比較好的選擇。這種火箭很有趣也相對安全,對我們來說也較容易製作與實驗。

二、探究題目與動機

在暑假和課輔期間,有生涯輔導的課程,老師將我們分成兩組,一組去上課,一組看電影。而我們看的那部電影,是有關一群男生,雖然成功的路有點坎坷,但在經過不斷研發過後,他們成功的使他們自己研發的火箭送上遙遠的天空,還成功獲得了科學獎的第一名。而我們三個被他們的毅力打動了,決定也要自己研發火箭,我們決定用安全又方便的水火箭來完成我們的實驗,但是在我們實驗時,我們發現一個問題:每次我們的水量都不一樣,那到底哪一種小蘇打和檸檬酸比例是最好的,可以使火箭飛的又高又遠?

三、探究目的與假設

在經過資料的查詢過後,我們知道了各種飲料有不同的形狀,對於實驗也有不同效果,可樂是流線型的,可以最大減少風的阻力。因此,我們打算以可樂瓶作為火箭的本體。用小蘇打粉和檸檬酸作為發射燃料,我們想知道哪一種比例最好。

(一)研究目的

以下是我們的探究目的:

- 1.小蘇打粉和檸檬酸的最佳比例
- 2.是否能用其他物質替換水?有什麼差別?
- 3.是否能用其他物質替換檸檬酸?有什麼差別?
- 4.是否能用其他物質替換小蘇打粉?有什麼差別?

四、探究方法與驗證步驟

(一)探究步驟

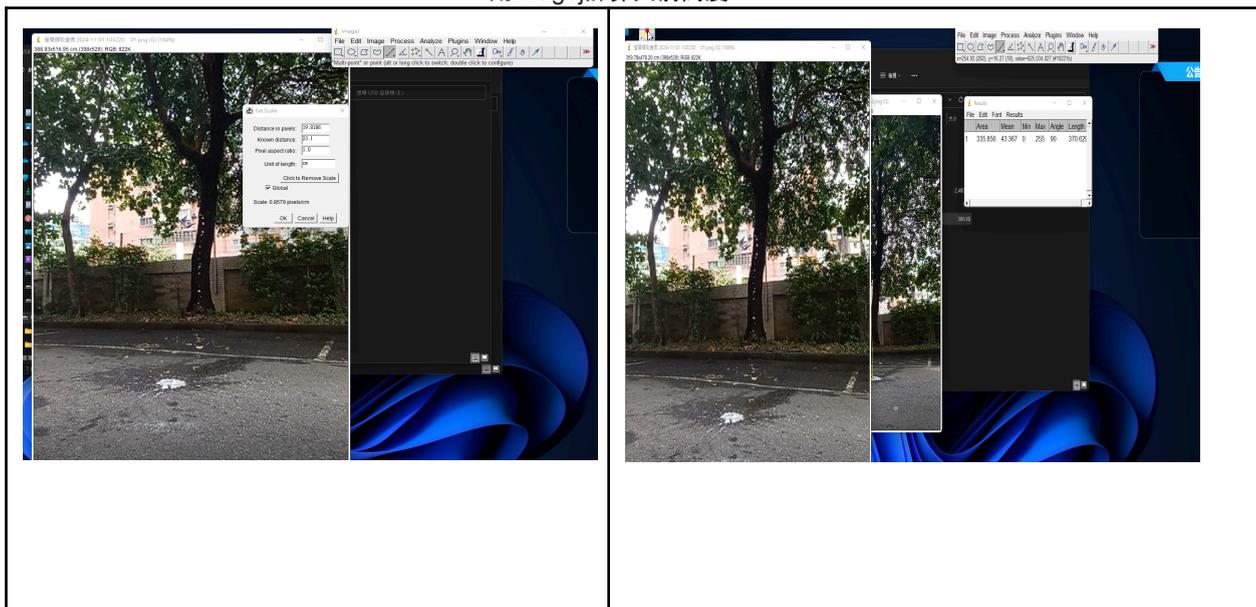
- 1.先拿一瓶可樂寶特瓶
- 2.用美工刀在壓克力板上裁切出三個火箭的機翼,並用熱熔膠黏在瓶子上。在外面纏一圈膠帶就大功告成。
- 3.測試哪種比例飛的最高
- 4.用其他弱酸性代替檸檬酸,看哪個飛的最高
- 5.用其他弱鹼性代替檸檬酸,看哪個飛的最高

(二) 實驗設備

1. 小蘇打粉、檸檬酸、醋、可樂、檸檬汁、亞硝酸鹽水溶液、肥皂、牙膏、牛奶、洗衣粉
2. 塑膠瓶子、壓克力板、矽膠活塞、熱熔膠、美工刀
3. 電子天平、手機與手機架
4. 吸管、膠帶、打火機

我們在停車場架設基地台後，請一個人拿手機錄影下來。之後再用imagej與tracker分析高度以及運動軌跡。

用imagej計算火箭高度

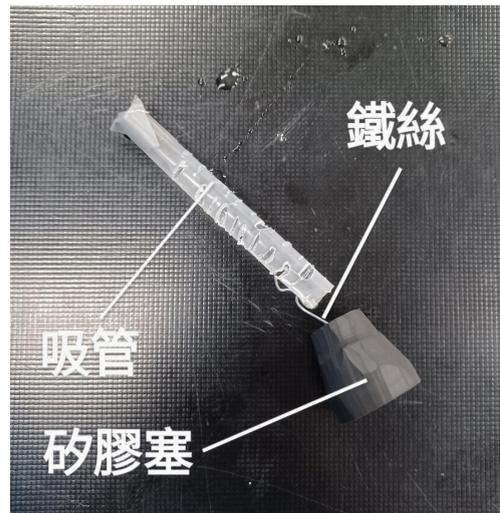


(三) 實驗步驟與過程

實驗方法：

先在瓶子中加入100ml的水，加入10克的檸檬酸（檸檬酸在30度時，溶解度約為60g/100g水），攪拌至完全溶解。用打火機將美工刀加熱後在吸管上戳洞，並裝入對應比例克數的小蘇打粉。把手機架設好並開始錄影，將裝了小蘇打粉的吸管丟入檸檬酸水溶液中，迅速塞上矽膠塞後，用力搖晃瓶子讓小蘇打粉更好的反應，不久裡面的二氧化碳會噴湧而出，使火箭飛起來。理論上這樣可以飛得很高，但是試飛過後，我們發現，將裝了小蘇打粉的吸管丟入以及塞上矽膠塞的動作要在2秒左右完成，對我們來說太困難，而且矽膠塞，無法塞得很緊，沖力不強。所以我們也改良了，用鐵絲把吸管與矽膠塞串起來，這樣我們就有充足的時間將矽膠塞塞得更緊，火箭也可以飛到2米高了。

改良過後的裝置



步驟一：小蘇打粉和檸檬酸的反應

小蘇打粉(NaHCO_3)和檸檬酸($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)是我們周邊常見的物品，當他們兩個加在一起時，就可以在水中反應可產生連續且綿密的氣泡，這個氣泡，就是在各大汽水裡會出現的二氧化碳。我們將檸檬酸與小蘇打粉合在一起後，在瓶中的二氧化碳會不斷累積，而當瓶內的二氧化碳過多時，我們的矽膠活塞就會因為壓力過大而被沖開，同時二氧化碳也會從瓶中噴出，讓火箭有推力，才可以飛起來！

步驟二：小蘇打粉和檸檬酸的最佳比例

我們用電子天平測量後，分別挑選了幾個小蘇打和檸檬酸比例來進行實驗，分別是：1:1、1:2、1:3、2:1、2:3、3:1、3:2、4:1、4:5、1:10等10個不同的比例。接著，我們按照上面的步驟，每一種比例試飛三次，將實驗結果平均過後，再進行比較，看看這些高度與比例之間有什麼關係。

表1 各比例所飛行的高度

高度\ 次數	1:1	1:2	1:3	2:1	2:3	3:1	3:2	4:1	4:5	1:10
1次	155.6	177.2	197.8	169.0	192.5	79.3	117.3	79.0	99.6	336.0
2次	152.4	174.9	200.0	165.5	199.6	74.1	117.4	78.2	102.5	335.7
3次	153.7	170.5	199.3	166.3	199.4	69.6	118.5	74.0	102.3	330.6
平均	153.9	174.2	199.0	167.0	197.2	74.3	117.4	77.1	101.5	334.1



圖1 1:10比例

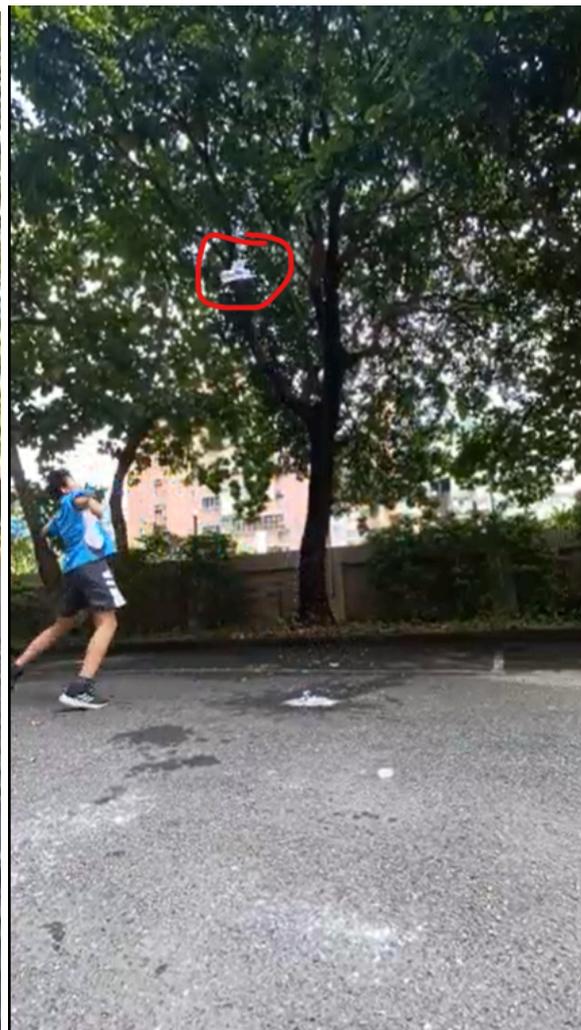


圖2 1:3比例

由上述表格可以知道飛行高度比較是:3:1<4:1<4:5<3:2<1:1<2:1<1:2<2:3<1:3<1:10
在這些數據當中以1:10比例平均高度最高, 在這個比例當中, 加入了10g的檸檬酸與100g
的小蘇打粉, 由此可見, 小蘇打粉的多寡才是飛行高度的重要關鍵。而且也能發現, 小蘇
打粉的量要大於檸檬酸的量, 才能飛得比較高。

步驟三: 是否能用其他物質替換檸檬酸水? 有什麼差別?

在飛完過後, 我們開始好奇: 有沒有其他物質可以代替檸檬酸呢? 所以我們設計了以下實
驗。使用其他酸性的物質和小蘇打粉, 用1:10的最佳比例加入, 其餘的所有步驟都相同,
看飛行的高度會什麼差異。我們使用的液體有: 醋、可樂、檸檬汁、亞硝酸鹽水溶液, 均為
弱酸, 看哪個會飛的較高, 再與檸檬酸比較。

表2 各酸性液體所飛行的高度

次數/液體	醋	可樂	檸檬汁	亞硝酸鹽水溶液
第一次	15.6	0	0	0
第二次	16.9	0	0	0
第三次	16.3	0	0	0
平均	16.3	0	0	0



圖3 醋

由上述表中可以發現是醋飛的高度最高，但可樂、檸檬汁、亞硝酸鹽水溶液的飛行高度為0。

步驟四:是否能用其他物質替換小蘇打和檸檬酸?有什麼差別?

由上述實驗表格可以得知檸檬酸也可以被其他弱酸性的物質所代替，那小蘇打粉是否也能被其他鹼性物質代替呢?所以我們設計了以下實驗。使用檸檬酸和鹼性物質，同樣以1:10的最佳比例加入，其餘的所有步驟都相同，看飛行的高度會什麼差異。我們使用的液體有:肥皂粉末、牙膏、牛奶、洗衣粉，均為弱鹼，看哪個會飛的較高。

表3 各鹼性液體所飛行的高度

次數/液體	肥皂粉末	牙膏	牛奶	洗衣粉
第一次	0	0	0	0
第二次	0	0	0	0
第三次	0	0	0	0
平均	0	0	0	0

由上述表中可以發現弱鹼性的物質均不能和檸檬酸反應。

五、原理解釋

1.小蘇打粉和檸檬酸反應的原因

小蘇打粉(NaHCO_3)和檸檬酸($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)是我們周邊常見的物品, 當他們兩個加在一起時, 就可以在水中反應可產生連續且綿密的氣泡(CO_2), 反應式如下:



(檸檬酸水溶液+小蘇打水溶液)→(檸檬酸三鈉水溶液+二氧化碳+水)

而當累積在瓶中的二氧化碳過多時, 就會從我們的自製活塞中噴出, 讓火箭飛起來!

2.為什麼一點點檸檬酸可以反應很多小蘇打?

檸檬酸本身的能量很強, 如果要讓他完全反應需要更多小蘇打粉, 比例大約是1:9能完全反應。

3.為什麼可樂不能與小蘇打反應?

可樂是酸性是因為在製作過程中加入了二氧化碳, 而其二氧化碳溶於水過後便會呈酸性, pH 值在4-5。可樂本身只是水+色素+糖而已, 在二氧化碳散去後就不是酸性了。

4.為什麼醋能夠與小蘇打粉反應, 檸檬汁和亞硝酸鹽水溶液卻不行?

醋在製作過程有經過發酵, 而發酵時, 會產生大量酸性物質; 檸檬汁因為有加糖與其他添加劑, 也會導致酸性削減; 亞硝酸鹽水溶液則是不能與小蘇打粉反應。

5.為什麼上面的鹼性物質不能與檸檬酸反應?

第一, 檸檬酸的化學式為 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, 它是很穩定的物質, 而上面我們所使用的材料性質也很穩定, 不易反應。其次, 上面的鹼性物質裡面的內容物沒辦法與檸檬酸反應結合出二氧化碳。

六、實驗結論

1.檸檬酸和小蘇打粉最佳比例為1:10

2.小蘇打粉的多寡是決定飛行高度的關鍵。

3.小蘇打粉加的量要比檸檬酸的量要多, 才能飛的最高。

4.如果要替代檸檬酸, 以醋表現最好, 因為酸度足夠, 也相對容易取得。缺點是飛的高度與檸檬酸相差很大

5.小蘇打粉無法用其他鹼性物質替代, 原因是鹼性物質裡面的內容物均沒辦法與檸檬酸結合出二氧化碳。

參考資料

發現可樂瓶造型的秘密, 來自人間福報

檸檬酸, 來自維基百科

碳酸氫鈉, 來自維基百科