

彰化縣 114 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：（由承辦單位編列）

組別：

☒ 國小組

☐ 數學類

☐ 國中組

☒ 自然、科技類

☐ 人文社會類

作品名稱：「吸」望升空—自製吸管火箭與飛行距離之研究

◎封面切勿出現校名、作者、校長及指導者姓名，違者不予收件。

第一階段 研究訓練階段（由教師撰寫，不含於 30 頁中）

一、近二年學校獨立研究課程之規劃

本校近兩年針對中高年級資優生，以及對獨立研究有興趣的普通班學生，規劃了一系列「獨立研究」課程與指導模式，期望透過多元主題與研究方法訓練，培養學生自主探究與團體合作的能力。在課程設計上，除中年級學生透過實驗操作初探研究樂趣、高年級學生組隊進行主題深耕與競賽準備外，亦提供團體課程與個別指導並行的方式，協助學生在研究歷程中獲得專業的引導與支持。

（一）課程實施特色與流程：

1. 對象與時間安排：

（1）中年級（三、四年級）：

提供自然、人文、數學等主題的研究基礎課程。透過歷屆優秀作品的案例分析與實務操作，讓三年級初學者感受研究的樂趣、掌握基本研究方法；四年級則逐步熟悉研究流程，為未來參與獨立研究競賽奠基。

（2）高年級（五、六年級）：

結合興趣專長，採混齡分組進行獨立研究主題探究。此階段學生將參與團體課程以培養合作能力，同時進行個別研究指導，以完成獨立研究作品並參加彰化縣獨立研究競賽。

2. 教學與指導模式：

（1）團體課程(Group Work)：

利用「外加式課程」進行。課程旨在透過小組活動、實境操作與討論交流，培養學生的研究方法、合作能力與問題解決能力。此方式可激勵組間良性競爭，提高學習動機。

(2)個別指導(Individual Mentoring)：

根據每組學生的研究進度與個人特質，提供一對一或小組預約指導時間。指導教師將就研究主題、方法與報告撰寫等方面，給予具體建議與回饋，確保每位學生都能在研究歷程中獲得適切支援。

3. 成果展現與競賽：

(1)於校內舉辦獨立研究發表會，提供學生展現研究初探成果的舞台，藉此肯定其投入與成長。

(2)配合彰化縣獨立研究競賽時程，規劃有興趣參加比賽的學生組隊參賽，讓學生透過正式競賽平台磨練研究實力、深化學術素養。

(二)課程規劃表

年級	課程定位與內容	實施方式	成果展現
三年級	研究初階訓練：自然、人文、數學主題探索	外加式課程 操作實務	校內發表會
四年級	進階研究方法學習： 強化研究流程與技能	團體課程與 個別指導	校內發表會
五年級	主題深化與組隊： 依興趣專長分組研究	團體課程(合作 訓練)個別指導	縣級獨立研究競賽
六年級	成果展現與競賽準備： 參賽及專業指導	團體課程(分享 經驗)個別指導	縣級獨立研究競賽

透過上述課程規劃、實施流程與多層次的指導模式，本校期望建立一個兼具創新、探索、協同與競賽平台的學習環境，使學生在獨立研究過程中展現潛能、拓展視野、奠定研究素養的堅實基礎。

二、學校如何提供該生獨立研究訓練

為協助學生從初階研究素養的培養到實際競賽舞台的展現，我們以多層次、多元化的方式設計並推行獨立研究訓練計畫，使學生能在合適的環境中逐步成長與發展。

＊訓練實施特色：

1. 課程內容設計與資源整合：

自中年級(約三年級起)即開始為學生建立研究素養，透過整合資優班教師、跨領域教師及家長資源，提供多元化的閱讀材料和充實課程，引導學生初步接觸並理解研究方法。以此基礎上，每學年會定期舉辦校內獨立研究發表會，為學生提供展示研究成果的公開平台，並借此激發其學習動機與創新思維。進入高年級階段(四、五、六年級)後，學校更配合彰化縣獨立研究競賽的時程，鼓勵學生依興趣組隊參賽，讓他們在更廣闊的舞台中實踐所學，將研究主題與社會脈動相連結，使獨立研究的進行更貼近生活實務，進而培養出能夠融會貫通、解決問題的未來人才。

2. 別化教學與多元引導策略：

在獨立研究教學方面，深刻考量學生的個別差異，針對不同學習特質的學生，設計出不同程度的研究任務。指導過程中，若遇到研究能力較佳的學生，教師傾向採用較低結構的引導方式，給予其更多彈性與自主空間，鼓勵發揮創意與自我探索；而對於需要更多協助的學生，則採取高度結構性的引導策略，提供明確的研究步驟與參考方向，使學生在明確的學習軌道上降低挫折感，同時提升其自信與學習動機。透過此種差異化指導模式，學生得以在適合自己的研究挑戰中成長，並逐步培養獨立探究的能力。

3. 學習環境與資源支持：

教學環境注重提供多元而完善的學習環境，包括軟硬體資源、人力支援及心理氛圍的營造。硬體資源方面，學校備有電腦教室、資優班與圖書館，提供豐富的書籍與歷屆研究作品，便利學生查詢與參考；人力資源部分，由行政人員與班級導師共同支持研究相關的行政事務與課程安排，形成穩固的協作網絡，協助學生有序而高效地進行研究活動；而在心理環境方面，教師尊重學生的興趣，採分組研討方式鼓勵討論交流，並給予充分的發揮空間，進而塑造出舒適、支持性的研究氛圍，使學生能在愉悅而具啟發性的環境中穩健成長、拓展研究視野。

4. 評量與回饋機制：

課程設計評量與回饋機制，於每學年舉辦校內獨立研究發表會，為學生提供公開展示研究成果的平台。透過檔案評量、學生自我評量或教師觀察與質性描述等多元評量方式，學生得以清楚掌握自身的研究能力與特質。

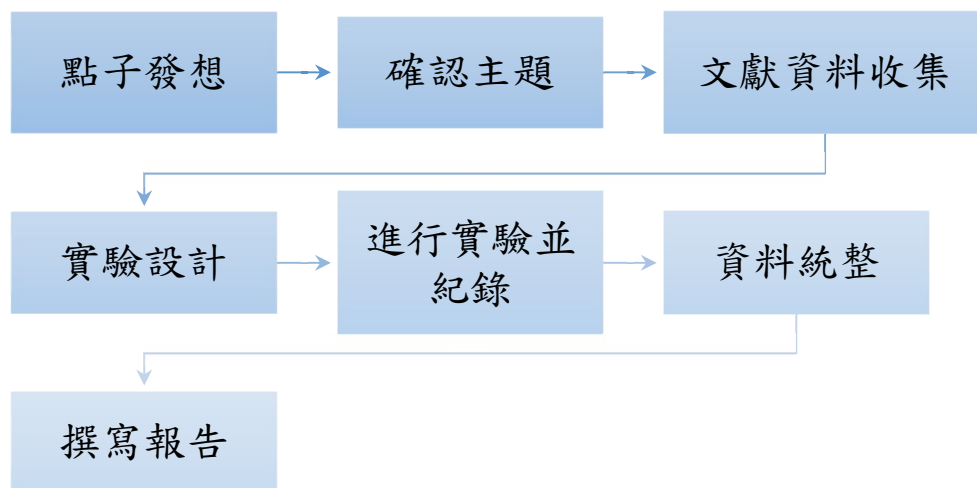
第二階段 獨立研究階段（由學生撰寫）

壹、研究動機

最近，我們在網路上發現一些關於吸管火箭的實驗，有各種不同的形式，需要的材料不多而且市面上容易買到，也有很多不同的造型，讓我們很好奇成品，所以我們就決定要做一個屬於我們自己的吸管火箭的實驗了。

貳、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

（一）擬定正式計畫：



（二）研究問題：

1. 不同吸管長度對於火箭發射後飛行距離的影響。
2. 不同形狀的火箭頭對於火箭發射後飛行距離的影響。

（三）工作進度表：

工作\週次	點子發想、確認主題	文獻資料蒐集	實驗設計	進行實驗	資料整理	撰寫報告
1~3 週	✓					
4~5 週		✓				
6~7 週			✓			

8~10 週			✓			
11~13 週				✓	✓	
14~16 週					✓	✓

參.彙整相關文獻:

一、吸管火箭的主要原理

吸管火箭的原理是基於牛頓第三運動定律，即「作用力與反作用力」。當空氣從較小的吸管噴出時，產生了向前的推力，而這個推力是空氣高速噴出後對吸管火箭產生的反作用力。吸管火箭後方的針筒會將高壓空氣排出，這個向後的氣流是推動火箭的動力來源。而向後的氣流產生了向前的「反作用力」，使吸管火箭向前飛行。為了產生足夠的氣壓推力，需要將空氣快速、集中地噴出增加壓力，空氣增加了吸管內部的壓力，創造了與外界的壓力差。

二、影響飛行的物理因素

除了作用力與反作用力提供動力外，還有幾個因素會影響吸管火箭的飛行表現：

1. 空氣壓力：發射時產生的空氣壓力越大，向後噴出的氣流速度越快，產生的推力也就越大，火箭飛得越遠。
2. 空氣動力學：火箭頭部形狀越尖、表面越光滑，飛行時受到的空氣阻力就越小，有助於飛得更遠。
3. 動量守恆定律及牛頓第三運動定律（即作用力與反作用力大小相同，但方向相反）。其實吸管火箭之所以能夠發射出去，是因為針筒擠壓，使得內壓力升高，這些高壓空氣會迅速從針筒的開口噴出，從而推動吸管火箭向前飛行。吸管發射的力度和速度會受氣體的壓力影響，壓力越大，推力越大。

三、設計與結構的差異：

1. 火箭的質量

較輕的火箭在同樣的推力下能獲得更快的速度，通常飛得更遠；較重的火箭需要更大的推力才能飛行，所以會需要更多的推力才能飛到一樣的距離。

2. 發射條件的差異

(1)發射角度

在無風的理想情況下，45 度角發射通常能達到最遠的水平射程。垂直（90 度）：發射會飛得最高，但水平距離最短。

(2)風力與風向

順風發射時，風力會幫助火箭飛行更遠；逆風發射時，風阻會大大增加，會縮短射程，甚至影響飛行方向。

(3)發射環境

在室內與室外發射的表現也不同，室內沒有風的干擾，更容易實現穩定的直線飛行。

總結來說，一個設計流線型、重心適中的吸管火箭，在無風環境下以 45 度角發射，距離是最好的。

肆. 資料分析：

一、【實驗一：吸管的長度不同，對於火箭飛行距離的影響。】

1. 器材準備：

剪刀 1 把、透明膠帶 1 個、
3 個 65ML 塑膠針筒、
10 支相同口徑吸管（0.8cm
口徑，6 支使用、4 支備
用）、
捲尺 1 個、鐵尺 1 把。



可開式紙盒 1 個，當作發射台，可以依照發射角度傾斜固定。



2. 實驗說明與步驟:

我們選擇用 65 ML 塑膠針筒當作噴射推進器，在針筒前端裝上不同長度的吸管，固定吸管口徑均 0.8 CM，粗細剛好可以套上。

(1)操作變因：三種吸管長度分別為 5cm、10cm、15cm 。

控制變因：①發射角度 45 度。②發射測試地點固定，均在教室內空地，無風力因素影響下進行。③相同發射人員(推進力量相近)。

不同長度吸管	實驗準備照片
針筒推進器＋ 5cm 長度吸管	
針筒推進器＋10cm 長度吸管	
針筒推進器＋15cm 長度吸管	

(2) 實驗步驟：

1. 裁剪所需長度的吸管。



2. 架設發射台。
用量角器量好 45 度角
並作固定。



3. 拉好捲尺，在預計
飛行的直線路徑上放
置於正確位置。



4. 將吸管裝上針筒推進器。(吸管頂端用膠帶黏起封口，避免氣流外洩。)



5. 在紙盒上切一個小凹槽，可以卡進針筒推進器，將針筒固定在發射台上，方便固定位置發射。



6. 進行發射!一人當發射員，另兩位組員觀察火箭第一個落點，紀錄下起點到落點間的距離，就是火箭飛行距離。

7. 將三種長度的吸管火箭一一進行測試噴射，記錄下 10 次成功飛行的結果，最後取其平均值。



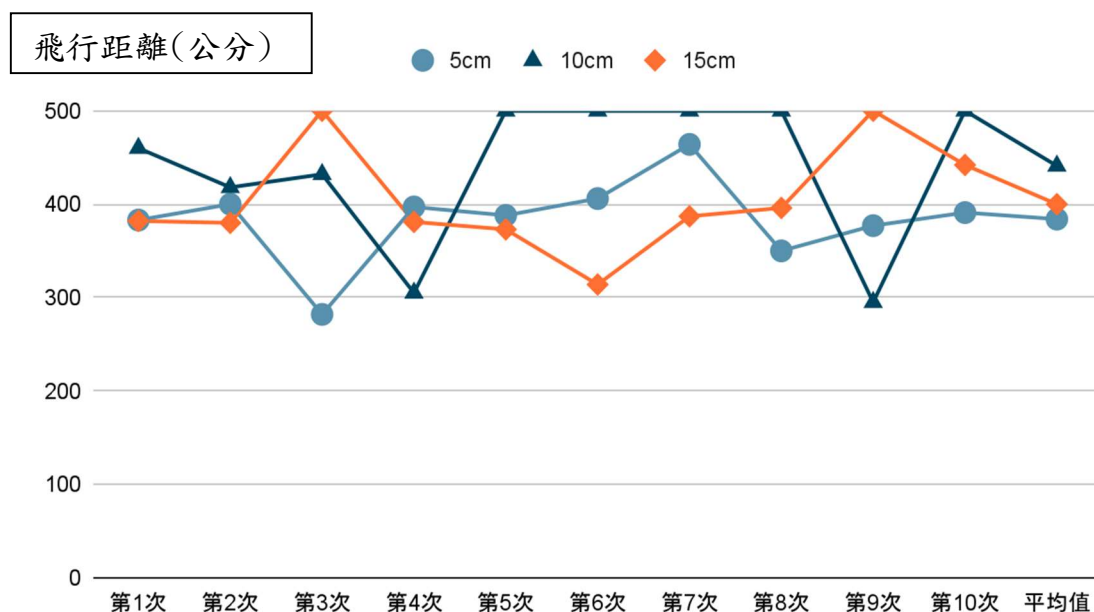
3. 不同吸管長度火箭的飛行距離紀錄：

火箭 長度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平 均 值
5cm	383	400	282	397	388	406	464	350	377	391	384
10cm	460	418	432	305	500	500	500	500	295	500	441
15cm	328	380	500	381	373	314	387	396	500	442	400

◎觀察發現：由上表可知，10cm 吸管火箭的飛行距離為最遠。因為吸管太短常常會中途左右亂飄，偏離測量航道太遠；而吸管太長則會太重，發射後拋物線不長，有時很快就向下落地了。因此介於中間的 10cm 是最好的。

*備註：因室內空間限制，500cm 是測量長度最遠處，因此我們將

500cm 設成最大上限值，若飛行落點超過者以 500cm 紀錄。



(二) 實驗二:不同形狀的火箭頭，對於火箭飛行距離的影響。

1. 器材準備:

輕黏土 1 包，剪刀 1 把、透明膠帶 1 個、1 個 65ML 塑膠針筒、3 支同口徑 10cm 吸管、捲尺 1 個、鐵尺 1 把，自製紙盒發射台一個。

2. 實驗說明與步驟:

從實驗一中得知 10cm 的吸管長度飛行距離最遠最佳，於是我們在 65ML 針筒推進器前端裝上長度 10cm 的吸管，吸管口徑均為 0.8 CM，而吸管頂端用輕黏土包上不同形狀的火箭頭。

(1)操作變因：三種吸管火箭頭分別為平頭、尖頭、圓頭。

控制變因：發射角度 45 度，吸管長度皆為 10cm、發射測試地點固定，均在教室內空地，減少風力因素影響、固定同一位發射人員(推進力量相近)

(2)實驗步驟:

1. 裁剪需要的吸管 3 支。



2. 使用輕黏土，包上吸管前端，製作尖頭、圓頭、平頭的吸管火箭



3. 架設發射台。

用量角器量好 45 度角
並作固定。



4. 拉好捲尺，在預計飛行的直線路徑上放置於正確測量位置。



5. 將針筒固定在發射台上，準備發射！



6. 一人當發射員，另兩位組員觀察火箭第一個落點，紀錄下起點到落點間的距離，就是火箭飛行距離。

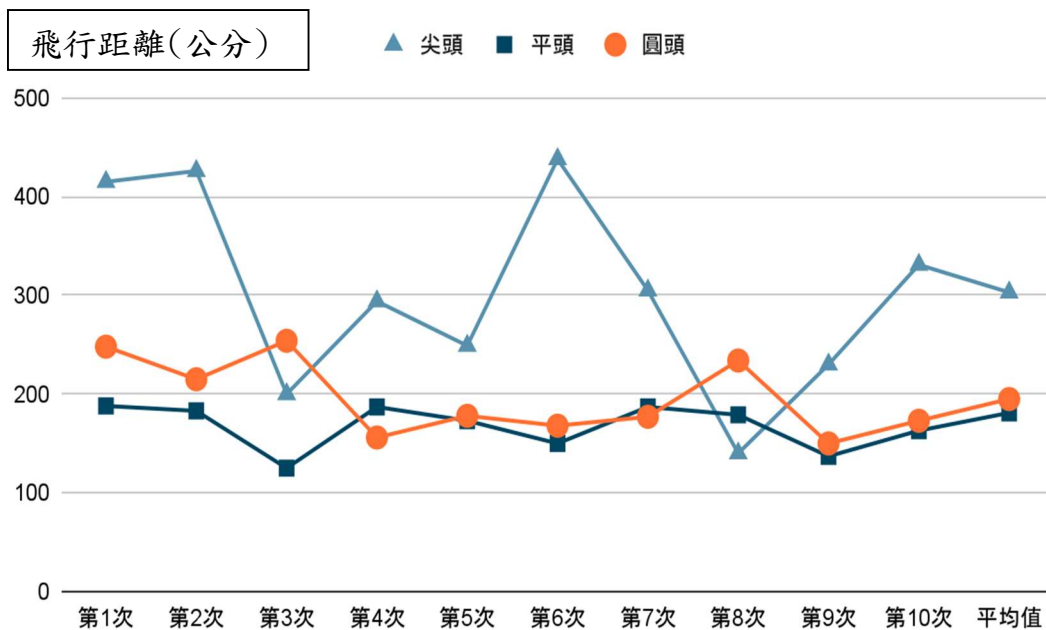
7. 將三種不同形狀火箭頭的火箭分別進行噴射，記錄下 10 次成功飛行的結果，最後取其平均值。



4. 實驗結果紀錄：

火箭頭	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	第 6 次	第 7 次	第 8 次	第 9 次	第 10 次	平均值 CM
尖頭	415	426	200	294	249	438	305	140	230	331	302.8
平頭	188	183	125	187	173	150	187	179	137	163	180.9
圓頭	248	215	254	156	178	168	177	234	150	173	195.3

從數據中可知「尖頭的火箭」飛得最遠，可能是因為尖頭有流線型的形狀，至於平頭和圓頭則是因為空氣阻力太多而飛不太起來，發射後常常很快墜落地面。



伍. 研究結果與討論：

一. 結果

1. 【實驗一】以中等長度 10 公分吸管有最遠飛行距離，而【實驗二】的結果，是以「尖頭造型」為飛行最遠的火箭!尖頭流線型原理是利用流體力學，使物體（如汽車、火車、飛機）在移動時，能引導空氣平順地沿著光滑表面流過，減少摩擦和壓力阻力。
2. 綜合兩個實驗，我們可以證實空氣阻力和重量的影響因素是顯著的，因此兩項都兼顧的組合是「10 公分吸管 + 尖頭火箭」頭，可以把空氣阻力和重量的干擾縮到最小，成為飛行距離最遠的火箭! 。

二、分析

1. 火箭飛行距離受兩大因素共同影響：
 - (1)主體長度（影響重量與穩定性）
 - (2)火箭頭形狀（空氣阻力的影響）
2. 最理想組合為：「10 公分吸管+尖頭火箭頭」，這個組合能同時有適當重量、穩定性以及最低空氣阻力。
3. 實驗中可能的誤差來源：
 - (1)推力來源由人手操作針筒，力量無法保持完全一致。
 - (2)發射台角度雖設定為 45 度，但每次放置可能略有偏差。
 - (3)飛行距離測量由肉眼目視，觀察火箭落點時會有所偏差。

三、討論

1. 我們在進行【實驗一】前曾經考慮使用 5 公分以下的吸管，但因為吸管長度太短，所以沒有重心，就會亂飛，經過反覆測試後，我們就選擇使用 5cm、10cm 和 15cm 來進行實驗。
 2. 在進行實驗二前，我們想使用粗布紋水彩紙做出火箭頭，但因為重量太重，飛行軌道歪斜不穩定，所以後來想出使用輕黏土來做火箭頭。因為輕黏土乾掉後會變硬，能堵住吸管口前端，重量又不會太重，能為火箭增加重心，於是後來進行實驗二時決定使用輕黏土來製作火箭頭。
 3. 我們為甚麼不加尾翼呢？
 - (1)尾翼的影響大過長度與火箭頭形狀本身的差異會讓研究無法確定飛得遠是來自長度差異、火箭頭形狀，還是尾翼造成的。
 - (2)尾翼本身又有太多變因，例如；大小、角度、數量（2、3、4 片）、材質（紙、塑膠）、黏貼位置高低。若未控制好，反而可能造成比火箭頭形狀更大的誤差。
- 所以，綜合上述原因的考量，為了使研究變因單純化，我們選擇不加入任何尾翼來進行實驗。

四、未來建議:

1. 這次的吸管火箭真是方便又有趣，我們覺得還可以更換不同的吸管材質來試試看，例如可以用紙吸管來做，而火箭頭則可以用保麗龍或薄一點的紙來製作看看。

2. 可以幫吸管火箭和針筒發射器做些美化，例如:畫上自己喜歡的圖案、貼上喜歡的貼紙、做上喜歡的造型，不僅讓吸管火箭更好看，也可以區別大家的火箭，更可以快速找到自己的火箭在哪裡。

陸、評鑑與檢討：上述每一階段的省思與收穫

一、主題發想.擬定研究計畫:

這個主題讓我們想了很久，原本做的題目是自製揚聲器，但製作出來的成品揚聲效果不太理想，所以我們就把題目換成吸管火箭了。接著我們又在擬定研究計畫困住，因為我們不知道如何打出流程圖，幸好最後老師教我們打出流程圖，我們也因此順利化解困難。

二、實驗進行和資料分析:

在實驗進行時，我們一直在鬥嘴，雖然我們很認真在做研究，但因為戶外和走廊會有風力影響，而教室的障礙物較多，火箭又一直亂飄，所以經常測不到落點，但因為有老師指導，加上我們分工合作，所以我們還是有驚無險地做完了。

三、資料文獻整理和報告統整:

最後的資料整理和報告統整，我們差點做不完，因為我們都找不到文獻資料，而且實驗照片也很少，所以我們就很難完成資料統整，還好經由老師的提醒和指導，我們逐一練習拍照和紀錄，讓報告可以繼續進行，但我們又被排版的問題困住，後來在老師的教導下，我們成功解決了排版的問題，並順利的完成資料文獻整理和報告統整。

這次的實驗全部做完後，我們覺得很有成就感，也讓我們有實踐手工創作的機會，更讓我們的打字速度變快和文書編輯能力進步，真是一舉數得，獲益良多！

柒、參考資料：

<https://kknews.cc/zh-tw/science/4lnm6lv.html> 每日頭條：用吸管可以做火箭？試試吧！

<https://reurl.cc/xKa1Qe> 2020 台灣科普環島列車-空氣火箭

<https://www.jjp.com.tw/news/Detail/NEWS01/F24123100010ef8/?page=1> 日本新幹線車頭為何都尖尖的？