

2022 年【全國科學探究競賽 - 這樣教我就懂】

高中 (職) 組成果報告表單

題目名稱：環境順逆風對於紙飛機飛行距離的影響

一、摘要：

我們的題目為：環境順逆風對於紙飛機飛行距離的影響。(之前總以為順風會飛得更遠，但一直未得到解答，所以想藉此機會來探討)。主要實驗器材有紙飛機、自製紙飛機發射器及電扇。紙飛機透過發射器射出後，進行距離量測、記錄與分析。根據我們的實驗結果我們發現，紙飛機在逆風時的飛行距離較遠，這樣的結果與我們的研究假設不符合。我們推測有此情況發生可能的原因是因為，紙飛機在逆風時產生海豚跳，以及逆風讓紙飛機產生更大的升力，因此紙飛機在逆風時飛行的距離較遠。然而順風時，雖然電風扇會讓紙飛機飛更遠，但是紙飛機會緩緩地降落，因此距離相較之下比較近。

二、探究題目與動機

我們本次的探究題目為：環境順逆風對於紙飛機飛行距離的影響。最早的紙飛機要追溯到 1909 年，諾斯羅普使用紙飛機來做模擬測試來發現真實飛機的飛行原理，而後演變成爲孩子們的玩具。設計題目的動機是：小時候在玩紙飛機時，總會觀察風往哪吹，希望風能讓紙飛機飛得更遠。當時總理所當然地認為紙飛機要順風才能飛得遠，卻從未得到一個答案。童心未泯的我們想藉由這次機會，探討順風與逆風對於紙飛機飛行距離的影響。

三、探究目的與假設

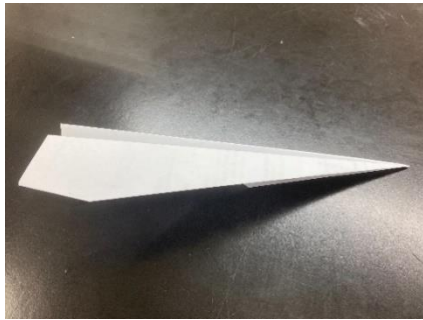
希望藉由這個實驗了解順逆風是否會影響紙飛機的飛行距離。我們的假設是：在順風的情況下，紙飛機的飛行距離較遠；逆風時距離較近。原因：我們認為順風有風的推進力，能給予紙飛機推力，因此認為順風能使紙飛機飛得更遠。

四、探究方法與驗證步驟

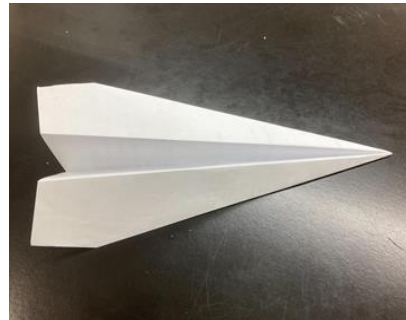
(一) 研究設計

1. 地點：生物實驗室
2. 時間：(1) 2021/11/18 (2)2021/12/1
3. 實驗器材：紙飛機 3 架、紙飛機發射器 1 座、電扇 1 臺、測距儀 1 臺、椅子 1 張、紙箱 1 個(墊高發射器)
4. 離地高度(椅子+紙箱)：0.684 公尺(圖七)
5. 椅子與電扇距離：2.481 公尺
6. 發射器拉距：20 公分(圖五)
7. 發射器角度：0 度(圖六)

註：若將紙飛機抬高角度發射，就會變成迎風與背風，而不是順風與逆風，因此選擇0度（平行發射）。



圖一 紙飛機



圖二 紙飛機

特色：嘗試多架紙飛機後，這種紙飛機可維持直線，飛行路線較穩定，也不會有機翼太寬，與紙飛機發射器不合的問題，利於我們的實驗，因此決定使用此架紙飛機。



圖三 紙飛機發射器



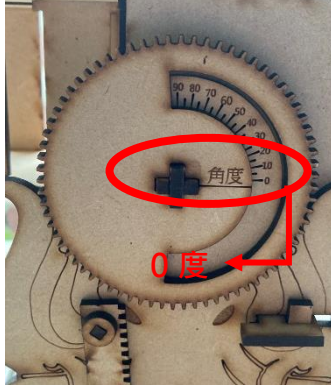
圖四 紙飛機發射器

特色：可**固定發射角度及力道**。我們認為採用人工丟擲會因為每次的角度及力道不同，造成誤差。因此選用此發射器作為紙飛機發射的工具。

控制變因		操縱變因	應變變因
實驗地點	紙飛機發射角度	順風、逆風	紙飛機的飛行距離
紙飛機發射器到地面距離	紙飛機發射器到電扇距離		
紙飛機尺寸	紙飛機造型		
紙飛機發射力道	電扇風力大小		
電扇高度			



圖五 發射器拉距
(飛機尾端對齊 20 公分)



圖六 發射器角度固定



圖七 墊高發射器
(椅子+紙箱)固定

(二) 實驗步驟

1. 關上門窗，製造無風環境。
2. 擺放發射器於椅子上，使發射器與電扇高度平行。
3. 固定椅子與電扇的距離(2.481 公尺)。
4. 使電扇風向與發射器同方向(順風)。
5. 固定發射器角度與拉距。
6. 開啟電扇，轉至風速中等。
7. 射出紙飛機。
8. 測量紙飛機飛行距離(椅子至紙飛機尾端)。
9. 重複操作步驟 5 至 8，共測 10 次。
10. 使電扇風向與發射器反方向(逆風)。
11. 同步驟 1 至 9。

(三) 實驗記錄

1. 數據

	11/18					12/1				
順風	4.96	6.27	4.26	3.96	3.82	4.58	3.36	3.09	3.25	4.40
逆風	4.98	4.97	5.80	4.88	5.52	5.28	6.22	4.43	4.05	6.31

拉距 20 cm.
電扇 ~ 發射器 2.481 m
發射器 ~ 地面 0.684 m
中國

圖八 手寫數據

註：此圖為實驗當下所記錄的數據結果。

飛行距離 (m)												
次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	最佳估計值
順風	4.76	6.27	4.26	3.96	3.82	4.58	3.36	3.09	3.25	4.4	4.175	4.18
逆風	4.98	4.97	5.8	4.88	5.52	5.28	6.22	4.43	4.05	6.31	5.244	5.24

	A 類 不確定度	B 類 不確定度	標準 不確定度	保留兩位 有效	測量結果 (m)
順風	0.2948	0.0029	0.2948	0.3000	4.18±0.30
逆風	0.2319	0.0029	0.2319	0.2400	5.24±0.24

圖九 數據表格

註：此圖為我們整理手寫數據，使用 Excel 進行平均/最佳估計值/不確定度/最終測量結果的分析。A 類不確定度：儀器誤差、B 類不確定度：人為誤差。
 透過以上可以發現，逆風的飛行距離 (5.24±0.24 公尺) 比起順風的飛行距離 (4.18±0.30 公尺) 來得遠。

2. 圖表



圖十 結果圖表

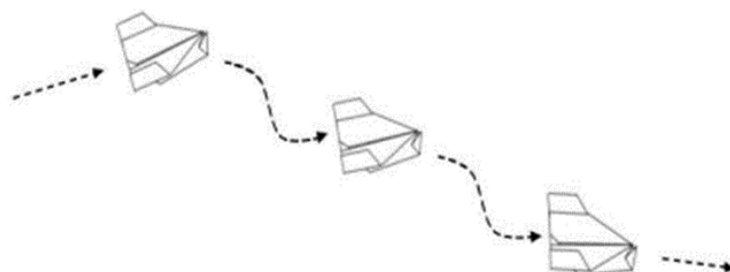
註：圖表顯示，逆風的飛行距離比順風遠 (逆風的點相較於順風的點高)，透過此圖也可以發現，誤差值範圍都較小，因此我們認為本次實驗可信度高。

(四) 實驗分析

1. 透過實驗數據，順風時紙飛機的飛行距離為 4.18 公尺，逆風時的飛行距離為 5.24 公尺，因此我們的研究假設不成立，推論有此情況發生可能是因升力造成。

2. 藉由本次實驗，我們還發現紙飛機有海豚跳的現象，推論有此情況發生，可能與逆風有關。

海豚跳：英文稱 Bounced Landing，意指在有風的環境下，飛機以階梯的形勢下降飛行，風從反方向吹向飛機，會造成阻力，在空中停滯後，再繼續飛行。

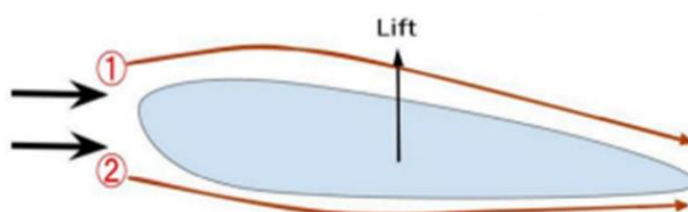


圖十一 海豚跳示意圖

3. 白努力定律。

流體會從流速慢(壓力大)到流速快(壓力小)的地方。因為機翼的上緣突起較長，下緣較平和短，兩邊氣流需同時達到另一邊，上方的氣流會因距離較長而流得較快，而下方會因距離較短而流得較慢，因此上方壓力小，下方壓力大，壓力大的下方可以支撐飛機的重量，自然會有個向上的升力，飛機便飛起來了。

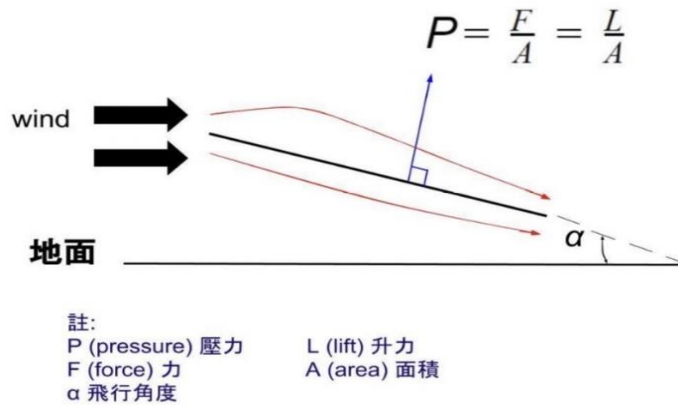
4. 從圖十二與圖十三比較：紙飛機版本與一般飛機差異在於機身大小。飛機機身大，兩條紅線長度差距大；紙飛機的機身小，兩條紅線長度差距小，關鍵在於：紙飛機機身小，所以小小的差距就能使它飛起來。



圖十二 飛機白努力定律示意圖

紅線 1 流速大、壓力小

紅線 2 流速小、壓力大



圖十三 紙飛機白努力定律示意圖

五、結論與生活運用

(一) 結論

分析以上，我們推論逆風時，紙飛機愈接近電扇風力愈強，可能會給予更大的升力，當上方流速快壓力小、下方流速慢壓力大，來支撐紙飛機重量並且有升力向上，讓紙飛機在空中滑翔而飛得更遠。由此可知紙飛機在順逆風飛行距離的遠近與升力有關。

(二) 生活運用

紙飛機能夠飛得更遠，滿足小時候無法達成的夢想。

參考資料

1. 洋基小子(2009年11月9日)。紙飛機的飛行原理。取自
<https://blog.xuite.net/john87319/blog/28308726?fbclid=IwAR0e29soPLRK3UBdhVPDFnhMsgz4Ax5qWLXCpK6LNvm-JbXyoioRqbcSodQ>
2. 100學年度臺中市國民中小學科學展覽會國小組物理科(2011)。搞什麼飛機?。取自
https://sgc34.files.wordpress.com/2020/11/3-e9878de5bf83e4bd8de7bdacefb9ae6909ee4bb80e9babce9a39be6a99f.pdf?fbclid=IwAR0ZpKRraom5XUYosVkPMCODsUYRmlKS066NMsCaAAEK1gVQSQ-EKESu_eI
3. 飛行員夢工廠 Flight Training Taiwan (2021年1月9日)。培訓機師小知識 - 你知道什麼是海豚跳嗎?。取自
<https://ftw001.pixnet.net/blog/post/435665903-%E9%A3%9B%E8%A1%8C%E8%A8%93%E7%B7%B4%E5%AE%89%E5%85%A8%E5%AE%A3%E5%B0%8E---%E5%A6%82%E4%BD%95%E9%81%BF%E5%85%8D%E6%B5%B7%E8%B1%9A%E8%B7%B3>