

【我的紙飛機會轉彎】

校名：華山國小

指導老師：黃蕙琳

一、科學原理：

飛機在飛行時，因為機翼下流體與機翼間的相對流速比機翼上的較慢，流過機翼上方的空氣，在相同時間內會經過較長的路徑，因此流速需要比較大，才可與機翼下方的空氣在機翼後方重新會合。也就是說：

機翼上方的空氣→流速快、壓力小

機翼下方的空氣→流速慢、壓力大

因為機翼下流體的壓力比機翼上大，才把飛機托住不下降。紙飛機也是這個原理。不過，紙飛機能不能飛得好，牽涉到很多複雜的流體力學：

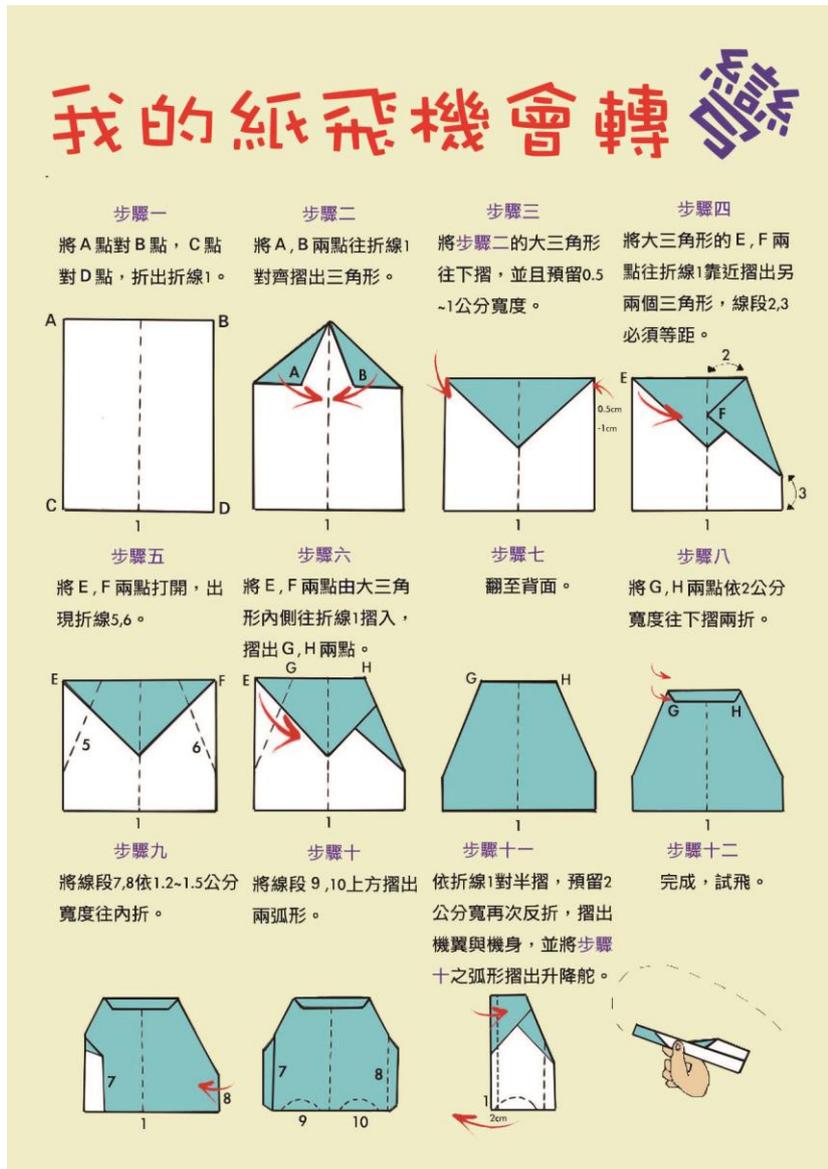
1. **升力**：升力會把紙飛機往上抬，由於前進，在主翼上產生向上的力。
2. **重力**：就是紙飛機本身的重量，重力會將紙飛機往下拉，因此紙飛機要選擇材質較輕的紙張。
3. **推力**：推力就是用手擲出的力量，推力可以讓紙飛機前進，紙飛機藉著推力就可以飛行了。
4. **阻力**：空氣對飛行的紙飛機會產生阻力與摩擦力，要讓紙飛機在空中飛行得久，必須降低飛行的阻力。為增進飛行效率，讓紙飛機在空氣中滑翔更久，就必須減低任何形成阻力的可能性，做成紙飛機之後，最好用膠帶把紙飛機上紙張有重疊的部位貼緊。
5. **機翼與空氣的接觸方式**：機翼遇到強風就會產生升力，飛舞在空中，小朋友最喜歡放的風箏，便是一個好例子。風箏如果和風向成直角，只會被風往後推動，但若與風成一適當的角度，便會不斷地往上升。紙飛機的機翼與氣流保持某一傾斜角度時，會較水平時產生更大的升力，這種機翼的傾斜角度稱為仰角。

二、實驗器材：

A4 尺寸影印紙(或 B5)

三、製作過程與遊戲方式：

1. 以 A4 尺寸影印紙(或 B5 尺寸)，依下圖步驟摺出平頭紙飛機：



2. 根據紙飛機迴旋飛行原理，為了要讓紙飛機能夠迴轉飛回，需要在機翼尾端摺出升降舵。

3. 成品如下圖：



4. 摺出成品後，務必調整機身：

①機身務必筆直

②機翼水平或上反角 0~15 度左右對稱

③左垂直翼(平直)與機翼垂直, 右垂直翼(平直)右偏 5~15 度, 有右旋飛行現象；若是左偏 5~15 度，則左旋飛行。

④升降舵上揚 8~15 度

4. 投擲方式：握持機身 3 公分處，投擲角向上 10~30 度直線運動推擲，配合左右垂直翼及升降舵的角度微調，以達水平輕擲、左右迴旋的飛行體驗。

四、 延伸實驗：

1. 改變紙張質料、紙飛機的重心、調整機翼左右對稱、飛機結構、機翼尾端弧角、機翼面積、飛機的重量、投擲角度、投擲力量，都會影響紙飛機在空中迴旋的時間，有興趣的話，可進一步研究。

五、 注意事項：

1. 丟擲迴旋飛機屬於技術性技巧，不是使用蠻力亂丟就可以的，必須調整投射角度與尾翼才能做到最好的飛行，光是用力亂丟不但飛不好，還很容易受傷喔！
2. 如果沒有影印紙，避免使用太輕的紙張（例如報紙），因為紙飛機機身重量太輕，飛行時不容易保持穩定。
3. 自行設計紙飛機時，除了對稱平衡之外，飛機的重心儘量保持在中央略靠近頭部的地方，飛行效果會比較好。測量紙飛機的重心，可以將紙飛機懸空放在食指或中指，移動紙飛機直到能夠平衡，這時手指的位置就是紙飛機的重心位置。

六、 參考資料來源：

1. 紙飛機的飛行原理

<https://blog.xuite.net/john87319/blog/28308726>

2. youtube 影片：《科學偵探團》蘇老師迴旋飛機製作教學

<https://www.youtube.com/watch?v=uaOmC5OjH3k>

3. youtube 影片：山豐國小迴旋紙飛機教學

<https://www.youtube.com/watch?v=RuPE7wL7pbk>

4. 童年的紙飛機——控制飛行之因素

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2009/03/2009033119442033.pdf>

5. 我的飛機會轉彎～紙飛機迴旋飛行之探究～

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=9479&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=9769>

6. NTCU 科學遊戲 Lab：酷炫紙飛機

<http://scigame.ntcu.edu.tw/paper/paper-008.html>