

向風箏下口令

高小組應用科學科第三名

屏東市鶴聲國民小學

作者：許登欽、李明軒

何勇智、嚴長青

指導教師：王世充、陳伯菁

一、研究動機

暑假中我跟同學明軒到高雄，路經高雄市老人活動中心前面，九如路旁賣有五顏六色，琳瑯滿目的各式風箏。但詢問價錢和口袋所剩的錢相比，讓我尷尬不已。回到學校我跟明軒商量，我們也可以自己動手來做風箏。於是我們利用一個星期天，找來幾十張舊報紙，修修細長的竹竿當風箏骨架。但在製作過程中，我們發現老式的風箏橫竿折彎處不易膠貼，收藏也不方便。這時巧遇對自然科學頗有研究的王老師，他以探詢的口氣問：「你們知道風箏為什麼會飛，而一片落葉卻飛不起來呢？」我們當場呆了，不知如何回答。回到家百思莫解，找了所有百科全書，飛行原理。翌日，王老師開始指導我們認識風箏，進而駕駛風箏，向風箏下口令的研究。

二、研究目的

- 1.由本實驗使我們了解風箏飛行原理、橫杆強度、左右面積、前後段線長、平衡度，對風箏飛行的影響。
- 2.由於本實驗需要多位同學合作幫忙。半年來每位同學竭盡心力，集體思考、互相研究，達到集思廣益的效果。
- 3.在多次失敗中，再嘗試，使我們知道從錯誤中檢討、改良。
- 4.由風的浮力及風箏的傾斜角、斜面的應用、平衡的控制、使自製風箏有了新的「玩」法。
- 5.能把老式風箏加以改良，保有優點，達到易做易收藏，卻非常便宜。

三、研究設備及器材

- | | |
|--------------|-------------|
| 1.舊報紙數十張 | 4.自製風力計一台 |
| 2.修好的長細竹竿數十條 | 5.自製風向仰角計一台 |
| 3.媽媽縫衣服的線數捲 | 6.自製風力浮力計一台 |

- | | |
|-------------|------------|
| 7.自製彈力計一台 | 12.吸管一包 |
| 8.自製角度平衡計一台 | 13.迴紋針 3 包 |
| 9.厚紙板一張 | 14.樹脂一罐 |
| 10.鉛線 5 公尺 | 15.剪刀 |
| 11.電扇一台 | |

四、實驗過程與結果分析

(實驗一) 風箏斜面與浮力大小

先做一風力浮力計其大小型狀如圖一：

再量取兩鉛線間的距離。自製斜度風箏有 8° 、 15° 、 25° 、 35° 、 45° 、 60° 、 70° 、 80° 、 85° 。再放在風力浮力計上，量取電扇到浮力計的間距是 38 公分，電扇高度是 45 公分，看其在特強風、強風、微風、弱風中能浮起多少個迴紋針。

發現 1. 在角度 $8^\circ \sim 15^\circ$ 浮力最大。

2. 角度越大，受風面積越大。

3. $8 \sim 15$ 鐵絲承受力小。 $60^\circ - 85^\circ$ 時，鐵絲承受力大，故而浮力小。

分析 1. 傾角越大，水平推力越大， $60^\circ - 85^\circ$ 只能飛遠，不能飛高。

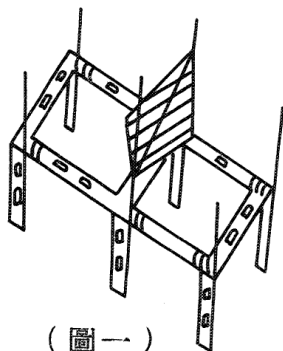
2. 傾角越小，浮力越大， $15^\circ - 8^\circ$ 的浮力最大。

(實驗二) 受力面積與左右傾角

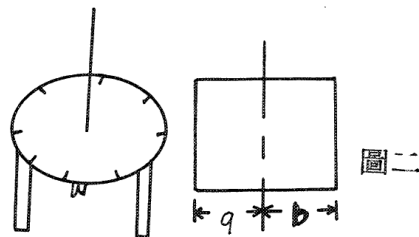
先做一個角度平衡計乙台，如圖二剪一 10 公分的正方形紙片，平衡計和電扇的距離 60 公分，電扇中心高度 41 公分。再做紙片左右寬度差 0、2、4、6、8、10、12 等七種，在風下左右搖晃夾角。

發現 1. 左右寬度差越多，偏向角越大。

2. 兩片較短部分相又配合，偏差角越大。



(圖一)



圖二

(實驗三) 角度與穩定度

使用器材與實驗二相同，但紙片折成 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 85° 、 105°

、 135° 、 150° 、 165° 、 180° 等，如圖三距離 57.5 公分，中心高度 41 公分。發現角度越小，穩定度越好。 180° 時穩定度最差。

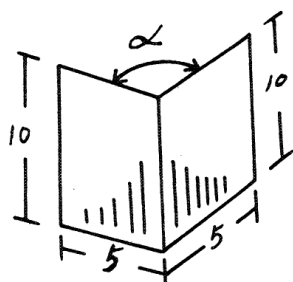
(實驗四) 風力與主繩的仰度

首先設計一風力仰角器 (圖四) 模型 (圖五)

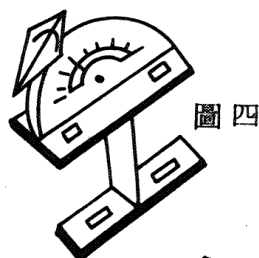
風箏綁在主軸的線 12 公分，變化 a、b 的長度，是否影響仰角。

發現 1. 當 $a=2.2\sim 3.5$ 公分， $b=9.8\sim 8.5$ 公分時，飛行仰角最佳。

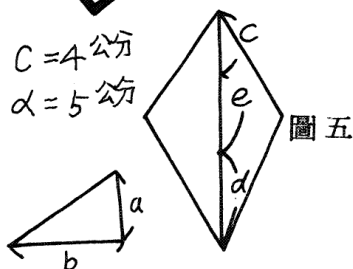
2. $a=0$ 或 $b=7$ 時，根本飛不起來。



(圖三)



圖四



圖五

(實驗五) 主軸綁繩位置對仰角的影響

$A + B + C = 19$ 公分，控制 A、C 的長，在最佳飛行仰角中，a、b 的變化。(如圖六)

發現 1. 主軸的綁點和 a、b 的長度有關。

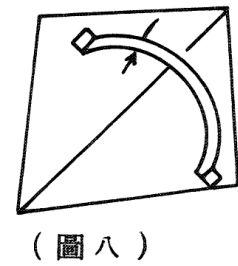
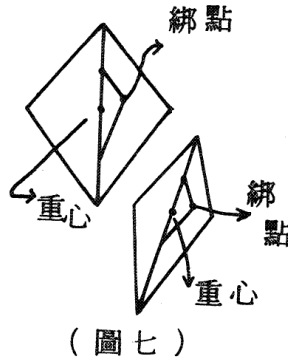
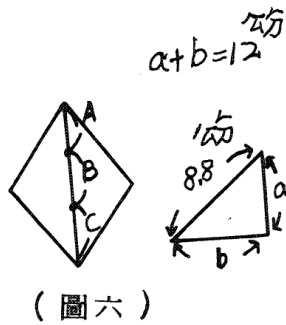
2. 發現綁點在風箏重心上方，這時風箏飛行仰角最佳。如 (圖七)

3. 綁好後，把風箏提離地面，風箏左右要平衡，尾部要微向下垂。

(實驗六) 橫杆強度和主繩仰度

以實驗四的器材，但改變橫竿的寬度和材質，是否影響飛行仰度。如圖八其紙的寬度 0.3、0.7、1、1.5、2 公分。

1. 遇特強風 0.7 和 1 公分寬的紙飛行仰度最佳，當風力強時，必須有適當的強度，否則受力面積減小，浮力也減小。



(實驗七) 大家一起來放風箏

用報紙半張來做風箏，而主軸及橫竿用竹子修細長而成，如圖九

發現 1. 由一人拉線端，一人抓風箏，距離 10~20，迎著風跑，較易飛行。

2. 成堆風箏難收藏。

(實驗八) 傳統風箏和改良風箏的比較在製作風箏中，發現傳統風箏不易收藏，於是我們參考市面風箏，而改良。兩者比較：

1. 傳統風箏不易膠合，收藏。

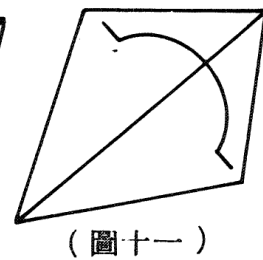
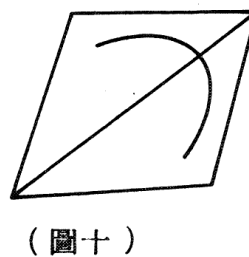
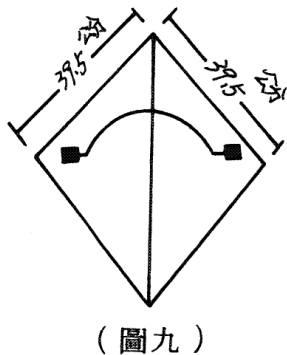
2. 改良風箏在橫竿兩端做一牛皮口口袋，用完後，橫竿可卸下收藏。

(實驗九) 有尾翼的風箏能增加平衡嗎？

我們假想風箏有一尾翼如圖十二當風箏傾斜，可用尾翼克服。

發現 1. 設計長 20 公分，太重。

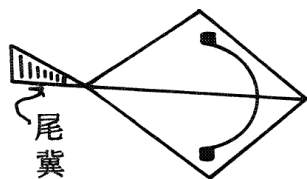
2. 長十公分，因與主體垂直度不易保持且易受側風向的影響，造成風箏旋轉。



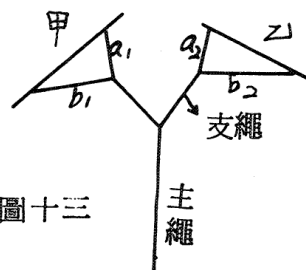
(實驗十) 一線雙箏

由實驗二與實驗六風箏受力面積及橫竿強度不同，造成風箏傾斜，只要傾角足夠，便可在一線上放雙箏。

(作法一) 橫竿強度差與偏向



圖十二



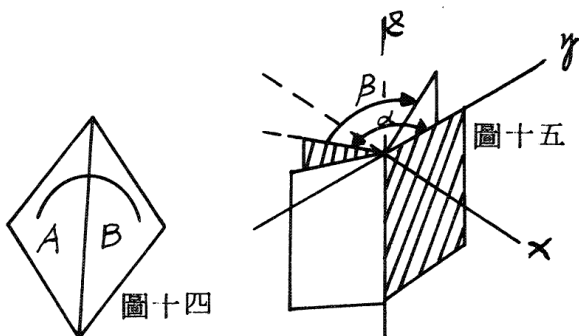
圖十三

把橫竿與主軸的交叉點為中心點，左右兩邊修成粗細不同如圖十四，則B面橫竿較細，易折曲，受力面積減少，A面則反之，當風壓P相同則風壓 $P_A > P_B$ ，如圖十五，此時風箏向左偏斜，反之相同。

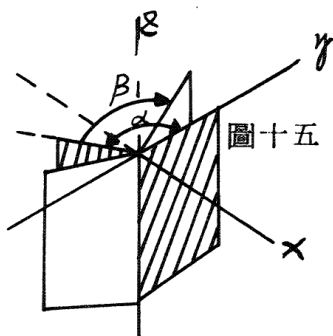
發現1.竹片修完橫竿後，平衡不良。

2.加以配重則主軸及橫竿交疊處，難以貼黏。且作用無法明顯。

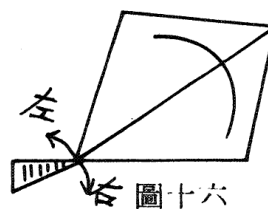
(作法二) 加一偏斜尾翼與偏向如同划船，舵偏向則船身自偏向的原理。如圖十六當尾翼向右邊，風箏則向左偏斜。



圖十四



圖十五



圖十六

發現1.當尾翼受風，雖然可修正風箏方向，但同時產成一個力距，此力距使風箏旋轉。

(作法三) 左右面積改變與偏向

依據實驗二減少主軸兩邊受力面積如圖十七。d 的長度為 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10。以自製風向計及角度計測量。

發現1.風力強，偏向大，風力弱，偏向小。

2. d 在 3~5 之間最佳。

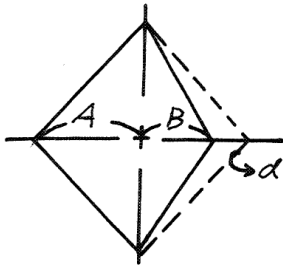
3. 右左風箏 L 的長度要長。如圖十八

(實驗十一) 風箏疊羅漢

從實驗四 a、b 長會有不同仰角，我們可使其疊羅漢。如圖十九

發現1.甲風箏 a 最短，丙風箏 a 最長。

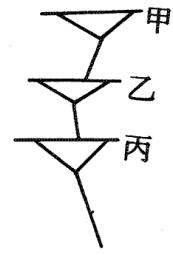
2. 三隻風箏一起飛行，浮、拉力大，要用有韌性的線。



圖十七



圖十八



圖十九

(實驗十二) 風箏旋轉

風箏是否能給不同的受力面積使其向左、向右旋轉。如圖二十、二十一。

說明1.在A端固定一塑膠片，左右釘一孔，使控制繩穿過。

2.右控制線拉線，左邊受力面積大，風箏向右旋轉。

發現1.一、二點距離大，旋轉得快，距離小，旋轉得慢。

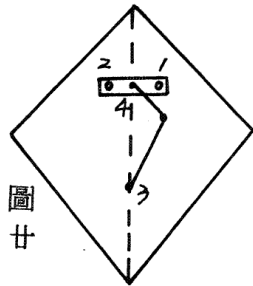
2.線會繞在一起，無法解決。

(實驗十三) 風箏點頭

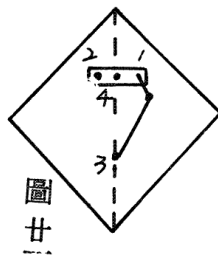
利用風箏仰角和飛機機翼的原理，造成風阻。

(作法一) 風流阻板式

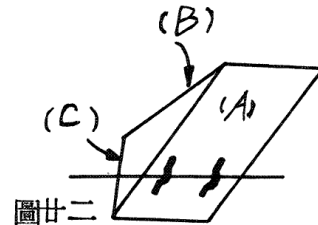
在風箏下方加裝一風流阻板如圖二十二



圖廿



圖廿一



圖廿二

說明1.風箏飛行時，A面受風壓作用，使B貼於風箏面，形成渦狀氣流，使風箏下俯，風流阻板也滑下，風從C面流過，風箏上揚。

發現1.風流阻板不易在風力大小間平衡，於是屢次失敗。

(作法二) 四連桿機構式

利用a、b線造成不同仰角，使其點頭。

說明：由第一控制線下拉，主軸由1變為2，放時復原。

發現：可一次放多隻風箏可滑式綁點易下滑，風箏向後翻滾。

(作法二改善) 圖二十四可滑式綁點設固定點。

(實驗十四) 風箏揮手道再見

我們試著以尾部為中心作左右傾角如圖二十五

(作法一) 風輪式尾翼偏向

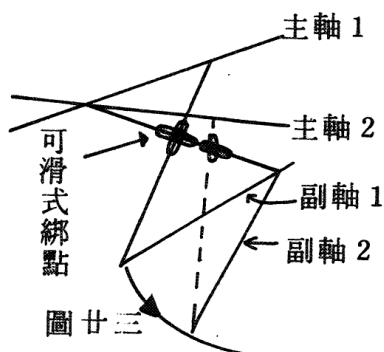
說明：以風輪受風轉動，且在風輪軸加凸輪，控制尾翼偏。

發現：風輪用厚紙板太重，其他強度不足，配重也困難。

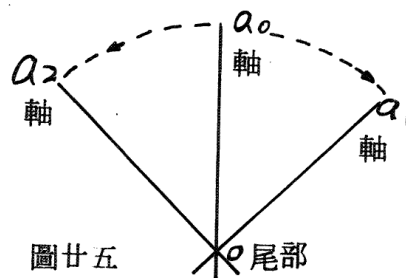
(作法二) 手控腹翼式 (圖廿七)

說明：1 線下拉，腹翼受風，帶動風箏向左，拉 2 線向右。

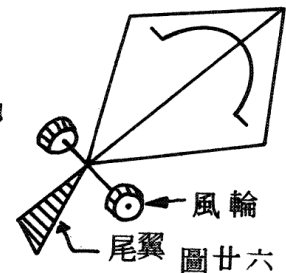
發現：須要配重，而且線要繞經中心軸，否則控制時風箏會傾斜。



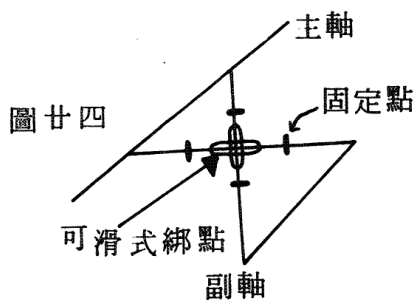
圖廿三



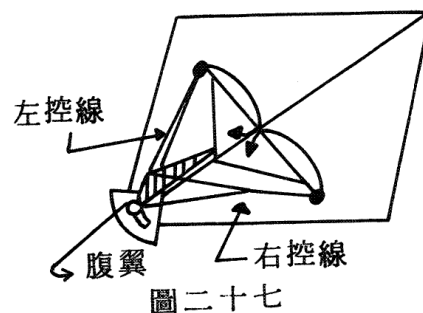
圖廿五



圖廿六



圖廿四



圖二十七

五、研究與討論

1. 由實驗一使我們知道風箏浮力大小與風箏傾角有關，因角度越小，水平浮力越大，推力越小，摩擦力也小。所以能吊越多的迴紋針。
2. 由實驗二知道風箏左右面積不同，會造成不同傾角，面積差越大，傾角越大，面積差越小則越小。
3. 由實驗三知道風箏夾角大時，穩定度不好，夾角小穩定度較佳。但夾角小浮力也減少，在夾角與浮力之間，要做適當的選擇。
4. 由實驗四知道知道 a、b 長度是控制風箏仰角的控因。
5. 由實驗五知道風箏前，後段長度也是影響仰度的因素。

- 6.由實驗六知道橫竿強度與風力大小，對風箏的仰度有關，強風用強的橫竿，微風用較弱的橫竿。
- 7.由實驗七知道放風箏須留一段 15 至 20 公尺長的線，以利迎風放箏。
- 8.由實驗八知道改良後的風箏易折易藏。
- 9.由實驗九知道低空亂流多，尾翼受側面風力，易使風箏不平衡或旋轉。
- 10.由實驗十知道一線雙箏第三種設計，面積小的一面要加以配重平衡。再者是支段風箏的主繩不可太短，否則容易繞在一起，最好是在 2 公尺至 3 公尺。
- 11.由實驗十一知道改變 a、b 之長度，得到不同的仰度，但第二隻綁在第一隻的主軸上要選定適當的平衡點。上方的風箏的浮力將使下方風箏仰度略為改變。
- 12.由實驗十二知道改變主軸的偏心量，亦即改變左右面積差，可使風箏旋轉。但由於旋轉，二條控制線和一條主線會互相纏繞的問題，還有待我們解決。
- 13.由實驗十三（作法一）利用風流阻板式由於風箏面受到風壓後，風箏面成中間凸，兩邊斜。其效果不佳。（作法二）利用四連桿機構較佳，但四邊要加固定點。
- 14.由實驗十四（作法一）風輪式尾翼重量太重，風箏飛行不良傳動的設計較困難。（作法二）腹翼式的左右側傾角的控制需拉緊後迅速放鬆。再拉另一條線，方能達到搖頭效果。

六、結論

- 1.此次研究能針對風箏的結構作一分析，使我們充分了解影響風箏飛行的各種因素。
- 2.探討風箏飛行的基本原理如垂直浮力、水平力、穩定度。
- 3.能自製各種測量儀器，更方便所有的資料數據化。
- 4.此次研究更使我們確定走出書本，大自然到處是科學。
- 5.在研究與創新須要一些基本的結構原理，使我們在研究與改良之餘得到寶貴的知識。

七、參考資料

- 1.光復科學圖鑑第九冊。 72~98頁。
- 2.國民小學自然課本第五冊。

評語

這個作品包括一連串的實驗，是由許多小題目組成的，作者自己設計測量儀器，並安排「點頭」、「搖頭」等動作，相當有創造力，作者對於文獻之利用亦佳，亦從此學到不少課外之知識。然而，這個題目涉及力學，對國小學生還是太難了些，因此，在所作的一連串實驗中，都只能淺試輒止，未能再稍深入介紹些基本原理，是美中不足的地方。在實驗的安排和實務上，已可看出作者已經相當契合科學的態度和精神，對作者而言，應該是很好的科學教育；而此作品亦為優秀之科展作品。