

屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：會飛的「0-1-0」—影響吸管紙環飛機飛行距離因素的探討

關 鍵 詞：吸管紙環飛機、吸管飛機

編號：

目錄

摘要	01
研究動機	01
研究目的	01
研究架構圖	02
文獻探討	02
研究設備及器材	02
研究過程或方法	03
研究結果	08
討論	27
結論	29
研究心得	30
參考資料	30

摘要

我們透過西卡紙和吸管，做出會飛的吸管紙環飛機，透過一系列的實驗設計，我們發現吸管的長度、大小紙圈的位置、大小紙圈的寬度、大小紙圈的直徑、起飛時吸管的角度的都會影響吸管紙環飛機滑翔的距離；就 20cm 長的吸管而言，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著吸管的長度的增加而增加；大小紙圈越接近，吸管紙環飛機滑翔的距離越近；在大小紙圈的寬度相差不超過 5 倍範圍內，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈直徑是小紙圈直徑的倍數增加而增加，但當大紙圈的直徑大到某個程度後，吸管紙環飛機的滑翔距離會到達極限後就降低不再增加。

壹、研究動機

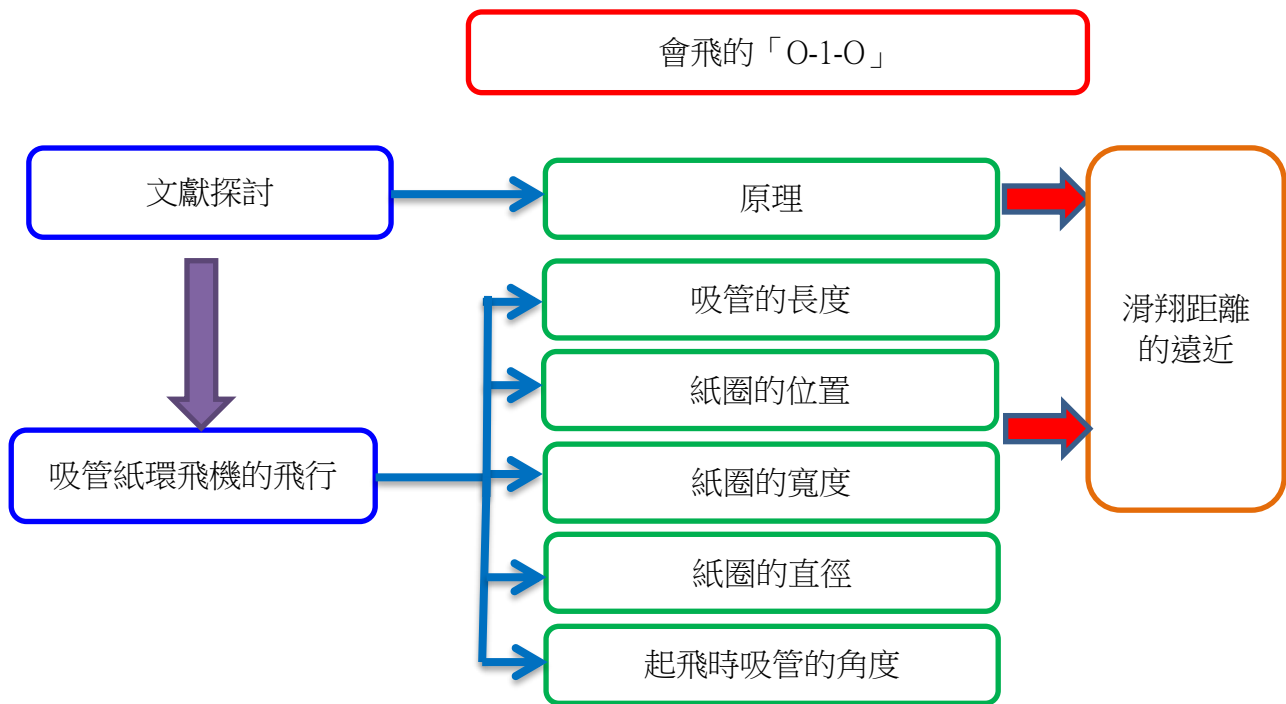
飛行是門很奇妙的學問，因為牽涉到力、氣流和飛行器的構造等因素。在這次的科展中，我們想透過紙和吸管等簡單的材料，做出一架會飛的飛行器，也就是吸管紙環飛機。讓原本是一根不起眼的吸管，藉著小小的改造，就可藉由兩個紙環的伴隨，讓它向前滑翔，首先先觀察它滑翔的狀況，並研究在製作過程中的微小差異，會如何去影響吸管紙環飛機的滑翔，並藉由發射器可讓我們做實驗時控制力道與仰角，讓結果更容易去分析比較也更精確。

貳、研究目的

我們想要探討如何組裝可以飛的比較遠的吸管紙環飛機，因此，我們想研究以下幾個項目：

- 1、吸管的長度對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。
- 2、紙圈的位置對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。
- 3、紙圈的寬度對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。
- 4、紙圈的直徑對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。
- 5、起飛時吸管的角度的對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

叁、研究架構圖








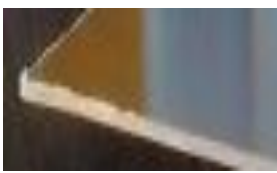














肆、文獻探討

飛機的飛行是依據「白努力定律」，也就是「流體的流速越快壓力越小，空氣有流動時，流動的部分壓力會變小，且流速越快，壓力就越小。正因空氣流動處的壓力小，所以使物體從壓力大的地方往壓力小的地方移動」；但是，吸管紙環飛機並不是飛行，而是滑翔，因為如按照「白努力定律」的話，吸管紙環飛機一離開發射處應該會和紙飛機一樣往上飄一段距離才對，可是實際卻不是這樣，吸管紙環飛機一離開發射處後就很快地往下墜，所以說「吸管紙環飛機並不是飛行，而是滑翔」，因紙環提供了下降的阻力，增加下降所需時間；因此只要吸管紙環飛機能保持姿態的平衡，就可以一邊前進一邊下降，看起來就像是在飛行。

伍、研究設備及器材

一、研究設備與器材

			
鬆緊帶	西卡紙	雙面膠帶	螺絲釘螺絲帽

			
發泡棉	厚紙板	木條與木板	迴紋針
			
吸管	剪刀	直尺	游標卡尺
			
細簽字筆	手機	激光水平儀 APP	電鑽
			
磅秤	裁紙刀	電子測距儀	寶特瓶

陸、研究過程或方法

一、前置作業








- (一) 選擇發射場地：風會影響飛機飛的距離，所以我們就必須要找一個沒風的地方，剛好，我們學校就有這種地方，那就是活動中心，但是必須把所有的門都關起來，所以我們在做實驗的時候都一直喊熱。
- (二) 決定紙圈材質：吸管紙環飛機最重要的地方就是紙圈，沒了紙圈，吸管紙環飛機就完全不會飛了，所以，決定紙圈的材質是很重要的。剛開始，我們以為用一般的 A4 紙就可以了，但是試飛了之後，我們發現，只見吸管往前衝，紙圈也變形了，所以我們最後選用一般在文具店買的到的西卡紙，飛起來很順。
- (三) 要小的紙圈還是大的紙圈在前面：根據我們實驗的結果，小的紙圈在前面會飛的比較順，所以我們最後就統一把小的紙圈放前面，大的紙圈放後面。
- (四) 設計並組裝發射台及載具。

(五) 製作各種吸管紙環飛機。

- 1、分別在吸管兩端橫切面的中心點以極細簽字筆做記號。
- 2、依實驗需求準備合適長度與寬度的紙條數條，紙條交接處需另外預留 1 cm 寬黏上雙面膠帶，再將紙條兩端黏上，做成實驗所需的紙圈。
- 3、在步驟 2 所完成紙圈的紙條交接處正中心以極細簽字筆劃一直線。
- 4、依據實驗需求各取一個大小紙圈，分別以雙面膠帶黏在步驟 1 吸管的兩端，大小紙圈的記號要對準吸管上的記號，完成吸管紙環飛機。

(六) 試射各種吸管紙環飛機。

(七) 測量發射的力量：我們在選定發射台上的發射點後，因學校的手持式彈簧秤最大只有 500g，所以我們利用寶特瓶裝水，測試鬆緊帶拉至我們設定的發射點時所需的重量，再利用磅秤測量此時裝水寶特瓶和提袋的總重量，最後測得 800g。

			
木條打洞	組裝發射台	測量刻度	完成的發射台
			
製作吸管紙環飛機	發射飛機的載台	載台與發射架的組合	測量角度
			
試射	秤重（發射力量）	測量距離	測量距離

二、實驗方法與步驟

實驗一、比較不同長度的吸管對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

- 1、把西卡紙裁成寬 2cm、長 26cm 的長紙條與寬 2cm、長 20cm 的短紙條各數條，紙條頭尾相接，紙條交接處各預留 1 cm 寬黏上雙面膠帶，再將紙條兩端黏上，

分別黏成大紙圈與小紙圈。

- 2、吸管長度分別設定為 20cm、18cm、16cm、14cm、12cm 以及 10cm，大紙圈和小紙圈貼齊吸管兩端，發射器角度初步設定在 30° 。
- 3、針對不同長度的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 4、發射吸管紙環飛機時，如紙圈掉下來或變形，就再重貼新的。
- 5、更改發射器的角度為 25° 、 20° 、 15° 、 10° 、 5° 以及 0° ，再重複做步驟 3，並將所測得的數據紀錄下來。

實驗二、比較紙圈位置對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

實驗 2-1、比較小紙圈位置的影響。

- 1、把西卡紙裁成寬 2cm、長 26cm 的長紙條與寬 2cm、長 20cm 的短紙條各數條，紙條頭尾相接，紙條交接處各預留 1 cm 寬黏上雙面膠帶，再將紙條兩端黏上，分別黏成大紙圈與小紙圈。
- 2、取 20cm 長吸管一支，大紙圈貼齊吸管一端，小紙圈的位置分別設定為內縮 0cm、2cm、4cm、6cm、8cm、10cm、12cm、14cm、16cm 以及 18cm，一直到大小紙圈相互接觸，發射器角度初步設定在 30° 。
- 3、針對不同位置小紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 4、發射吸管紙環飛機時，如紙圈掉下來或變形，就再重貼新的。
- 5、更改大紙圈的位置為內縮 0cm、2cm、4cm、6cm、8cm、10cm 以及 12cm，再重複做步驟 2 和步驟 3，並將所測得的數據紀錄下來。

實驗 2-2、比較大紙圈位置的影響。

- 1、把西卡紙裁成寬 2cm、長 26cm 的長紙條與寬 2cm、長 20cm 的短紙條各數條，紙條頭尾相接，紙條交接處各預留 1 cm 寬黏上雙面膠帶，再將紙條兩端黏上，分別黏成大紙圈與小紙圈。
- 2、取 20cm 長吸管一支，小紙圈貼齊吸管一端，大紙圈的位置分別設定為內縮 0cm、2cm、4cm、6cm、8cm、10cm、12cm、14cm、16cm 以及 18cm，一直到大小紙圈相互接觸，發射器角度初步設定在 30° 。

- 3、針對不同位置大紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 4、發射吸管紙環飛機時，如紙圈掉下來或變形，就再重貼新的。
- 5、更改小紙圈的位置為內縮 0cm、2cm、4cm、6cm、8cm、10cm 以及 12cm，再重複做步驟 2 和步驟 3，並將所測得的數據紀錄下來。

實驗三、探討紙圈的寬度對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

實驗 3-1、大紙圈寬度固定，小紙圈寬度改變。

- 1、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 1cm 長 26cm，小紙圈寬 1cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 2、延續步驟 1，小紙圈寬度分別改成 2cm、3cm、4cm、5cm，針對不同寬度小紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 3、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 2cm 長 26cm，小紙圈寬 2cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 4、延續步驟 3，小紙圈寬度分別改成 4cm、6cm、8cm、10cm，針對不同寬度的小紙圈做發射動作，測量滑翔的距離。
- 5、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 3cm 長 26cm，小紙圈寬 3cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 6、延續步驟 5，小紙圈寬度改成 6cm、9cm、12cm、15cm，針對不同寬度小紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 7、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 4cm 長 26cm，小紙圈寬 4cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 8、延續步驟 7，小紙圈寬度改成 8cm、12cm、16cm，針對不同寬度小紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。

實驗 3-2、小紙圈寬度固定，大紙圈寬度改變。

- 1、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 1cm 長 26cm，小紙圈寬 1cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 2、延續步驟 1，大紙圈寬度分別改成 2cm、3cm、4cm、5cm，針對不同寬度大紙

圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。

- 3、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 2cm 長 26cm，小紙圈寬 2cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 4、延續步驟 3，大紙圈寬度分別改成 4cm、6cm、8cm、10cm，針對不同寬度小紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 5、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 3cm 長 26cm，小紙圈寬 3cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 6、延續步驟 5，大紙圈寬度改成 6cm、9cm、12cm、15cm，針對不同寬度大紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 7、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 4cm 長 26cm，小紙圈寬 4cm 長 20cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 8、延續步驟 7，大紙圈寬度改成 8cm、12cm、16cm，針對不同寬度大紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。

實驗四、探討紙圈的直徑對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

- 1、吸管長 20cm，大紙圈寬固定 2cm，小紙圈寬 2cm，大小紙圈分別固定在吸管兩端，發射器角度固定在 30° 。
- 2、延續步驟 1，小紙圈直徑固定為吸管橫切面直徑的 2 倍，大紙圈直徑分別改成小紙圈直徑的 1 倍、2 倍、3 倍、4 倍、5 倍和 6 倍，針對不同直徑大紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 3、延續步驟 1，小紙圈直徑固定為吸管橫切面直徑的 3 倍，大紙圈直徑分別改成小紙圈直徑的 1 倍、2 倍、3 倍和 4 倍，針對不同直徑大紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 4、延續步驟 1，小紙圈直徑固定為吸管橫切面直徑的 4 倍，大紙圈直徑分別改成小紙圈直徑的 1 倍、2 倍和 3 倍，針對不同直徑大紙圈的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。

實驗五、探討起飛時吸管的角對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

- 1、把西卡紙裁成寬 2cm、長 26cm 的長紙條與寬 2cm、長 20cm 的短紙條各數條，紙條頭尾相接，紙條交接處各預留 1 cm 寬黏上雙面膠帶，再將紙條兩端黏上，分別黏成大紙圈與小紙圈。
- 2、發射器的角度分別設定為 30°、25°、20°、15°、10°、5° 以及 0°，吸管長度為 20cm，大小紙圈分別貼齊吸管兩端。
- 3、針對不同發射角度的吸管紙環飛機做發射動作，測量滑翔的距離。
- 4、發射吸管飛機時，如紙圈掉下來或變形，就再重貼新的。
- 5、更改吸管長度為 20cm、18cm、16cm、14cm、12cm 以及 10cm，再重複做步驟 3，並將所測得的數據紀錄下來。

柒、研究結果

實驗一、比較吸管的長度對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

- 1、當角度固定在 30° 時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我

們可以發現：當角

度固定在 30° 時，以

吸管長度在 20 cm

時，吸管紙環飛機滑翔的距離最

遠，平均值達 9.0866m；吸管長度

在 18 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距

離的平均值則降為 8.182 m；一直

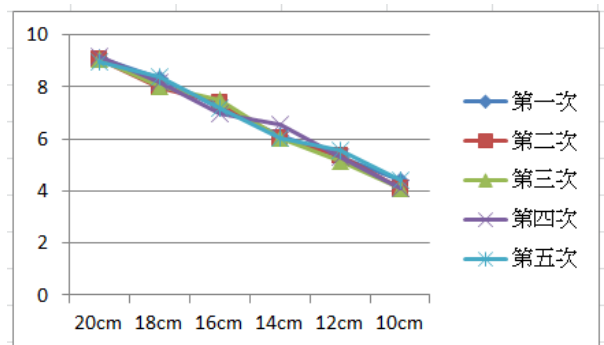
到吸管長度縮短為 10 cm 時，吸管

紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 4.2452 m；我們還發現「吸管長度每減少

2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.8294 m 至 1.0892m 之間」。

綜合上面三個圖表，我們發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	9.135	8.323	7.176	6.145	5.306	4.432
第二次	9.065	7.969	7.416	6.032	5.336	4.125
第三次	9.081	8.051	7.515	6.039	5.17	4.116
第四次	9.18	8.176	6.98	6.549	5.317	4.121
第五次	8.972	8.391	7.174	6.054	5.543	4.432
次數/長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
平均值	9.0866	8.182	7.2522	6.1638	5.3344	4.2452

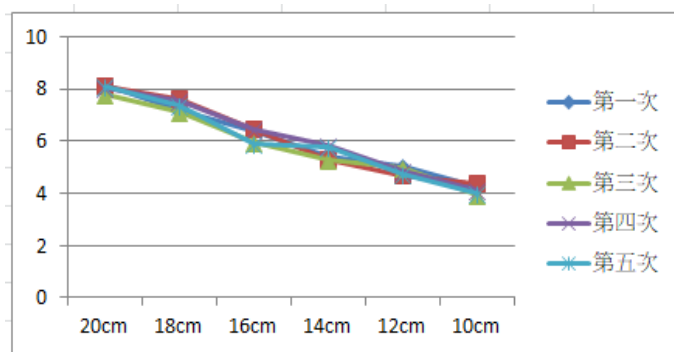


2、當角度固定在 25°時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的
圖表我們可
以發現：當
角度固定在

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	8.147	7.182	6.386	5.394	5.037	4.257
第二次	8.127	7.624	6.477	5.302	4.669	4.354
第三次	7.819	7.121	5.975	5.307	4.978	3.937
第四次	8.045	7.569	6.437	5.822	4.859	4.118
第五次	8.099	7.393	5.91	5.81	4.739	3.997
次數/吸管長度	20cm	19cm	18cm	17cm	16cm	15cm
平均	8.0474	7.3778	6.237	5.527	4.88575	4.1326

25°時，以吸管長度在 20 cm
時，吸管紙環飛機滑翔的距
離最遠，平均值達 8.0474m；
吸管長度在 18 cm時，吸管
紙環飛機滑翔距離的平均



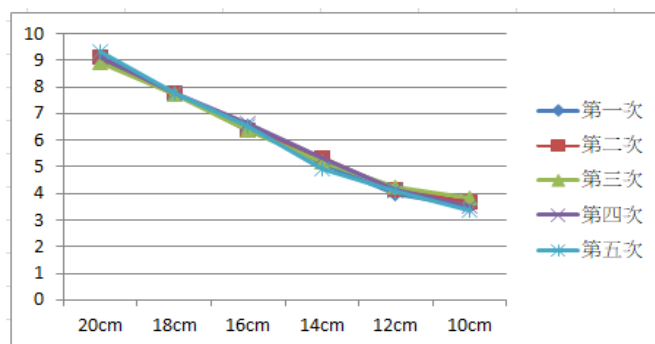
值則降為 7.3778m；一直到吸管長度縮短為 10 cm時，吸管紙環飛機滑翔距
離的平均值則降為 4.1326m；我們還發現「吸管長度每減少 2 cm，吸管紙環
飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.64125 m 至 1.1408m 之間」。綜合上面三
個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短
而縮短」。

3、當角度固定在 20°時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的
圖表我們可
以發現：當
角度固定在

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	9.015	7.739	6.537	5.116	4.006	3.538
第二次	9.115	7.766	6.354	5.358	4.147	3.657
第三次	8.927	7.717	6.375	5.175	4.265	3.824
第四次	9.116	7.756	6.637	5.334	4.147	3.537
第五次	9.317	7.765	6.547	4.897	4.065	3.371
次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
平均	9.098	7.7486	6.49	5.176	4.126	3.5854

20°時，同樣以吸管長度在 20
cm時，吸管紙環飛機滑翔的距
離最遠，平均值達 9.098m；吸
管長度在 18 cm時，吸管紙環
飛機滑翔距離的平均值則降



為 7.7486m；一直到吸管長度縮短為 10 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平

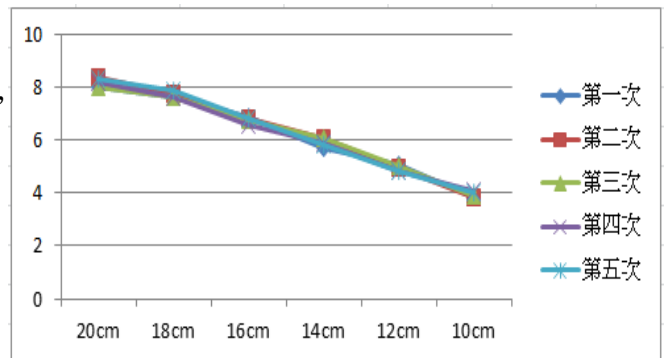
均值則降為 3.5854m；我們還發現「吸管長度每減少 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.5406m 至 1.3494m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

4、當角度固定在 15°時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我們可以發現：當角度固定在 15°時，同

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	7.998	7.637	6.854	5.726	5.082	3.854
第二次	8.349	7.732	6.834	6.072	4.978	3.834
第三次	8.022	7.625	6.772	6.085	5.027	3.879
第四次	8.182	7.607	6.589	5.907	4.802	4.082
第五次	8.307	7.859	6.802	5.824	4.804	3.989
次數/吸管長度	20cm	19cm	18cm	17cm	16cm	15cm
平均	8.1716	7.692	6.7702	5.9228	4.9386	3.9276

樣以吸管長度在 20 cm時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 8.1716m；吸管長度在 18 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為



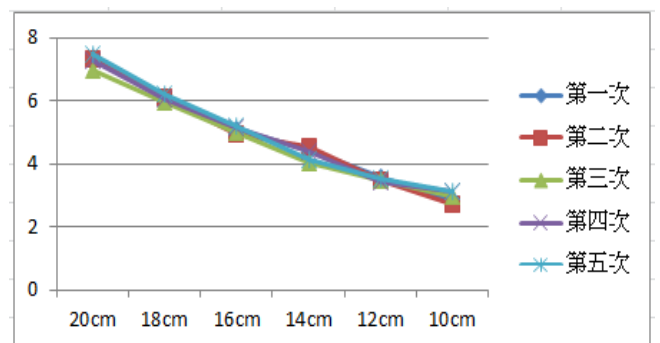
7.692m；一直到吸管長度縮短為 10 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 3.9276m；我們還發現「吸管長度每減少 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.4796 m 至 1.011m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

5、當角度固定在 10°時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我們可以發現：當角度固定在 10°時，同

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	7.382	6.115	5.12	4.463	3.567	2.834
第二次	7.343	6.113	4.934	4.559	3.502	2.732
第三次	6.975	5.976	5.01	4.04	3.489	2.989
第四次	7.277	6.047	5.138	4.398	3.426	3.119
第五次	7.483	6.232	5.222	4.149	3.549	3.105
次數/吸管長度	20cm	19cm	18cm	17cm	16cm	15cm
平均	7.292	6.0966	5.0848	4.3218	3.5066	2.9558

樣以吸管長度在 20 cm時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 7.292m；吸管長度在 18 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離



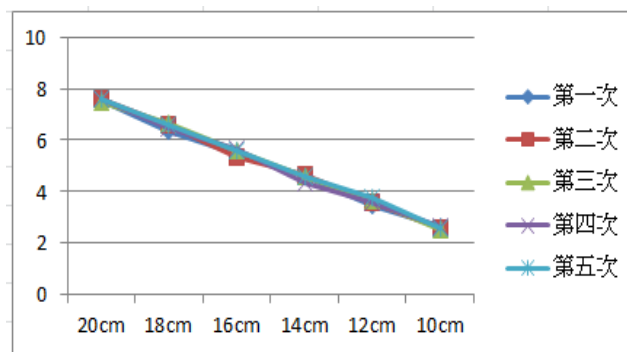
的平均值則降為 6.0966m；一直到吸管長度縮短為 10 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.9558m；我們還發現「吸管長度每減少 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.5508 m 至 1.1954m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

6、當角度固定在 5°時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我們可以發現：當角度固定在

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	7.527	6.345	5.484	4.58	3.437	2.667
第二次	7.585	6.57	5.322	4.632	3.575	2.576
第三次	7.473	6.67	5.587	4.57	3.637	2.535
第四次	7.63	6.45	5.633	4.306	3.587	2.63
第五次	7.573	6.586	5.575	4.593	3.765	2.575
次數/吸管長度	20cm	19cm	18cm	17cm	16cm	15cm
平均	7.5576	6.5242	5.5202	4.5362	3.6002	2.5966

5°時，同樣以吸管長度在 20 cm 時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 7.5576m；吸管長度在 18 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為



6.5242m；一直到吸管長度縮短為 10 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.5966m；我們還發現「吸管長度每減少 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.936 m 至 1.0334m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

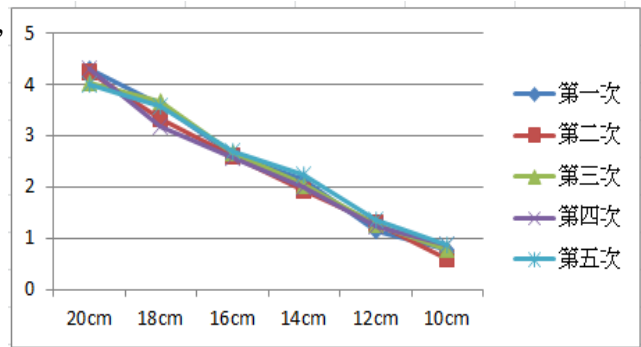
7、當角度固定在 0°時，探討吸管長度改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我們可以發現：當角度固定在 0°時，同

次數/吸管長度	20cm	18cm	16cm	14cm	12cm	10cm
第一次	4.307	3.588	2.637	2.142	1.135	0.785
第二次	4.228	3.314	2.59	1.94	1.302	0.608
第三次	4.008	3.67	2.665	2.035	1.258	0.769
第四次	4.302	3.185	2.574	1.983	1.226	0.872
第五次	3.987	3.578	2.7	2.224	1.365	0.876
次數/吸管長度	20cm	19cm	18cm	17cm	16cm	15cm
平均	4.1664	3.467	2.6332	2.0648	1.2572	0.782

樣以吸管長度在 20 cm時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 4.1664m；吸管長度在 18 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 3.467m；一直

到吸管長度縮短為 10 cm 時，
 吸管紙環飛機滑翔距離的
 平均值則降為 0.782m；我們
 還發現「吸管長度每減少 2
 cm，吸管紙環飛機滑翔距離



的平均值減少範圍在 0.4752m 至 0.8338m 之間」。綜合上面三個圖表，我們
 同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

實驗二、比較紙圈的位置對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

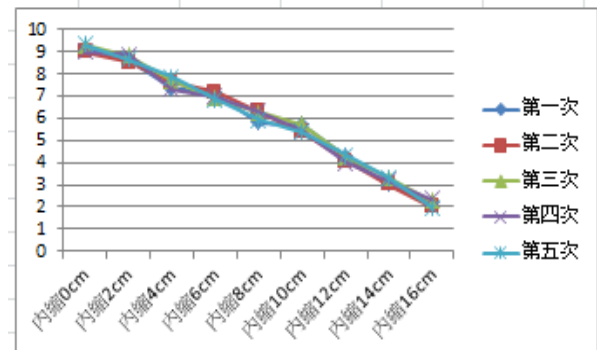
實驗 2-1、探討小紙圈位置的影響。

1、大紙圈內縮 0 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數	小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm	內縮12cm	內縮14cm	內縮16cm
第一次		9.186	8.615	7.348	7.162	5.804	5.702	4.292	3.018	2.165
第二次		9.002	8.553	7.618	7.198	6.302	5.389	4.087	3.026	2.003
第三次		9.308	8.849	7.674	6.876	6.285	5.702	4.228	3.329	2.285
第四次		8.991	8.861	7.302	6.988	6.308	5.432	3.988	3.211	2.371
第五次		9.347	8.648	7.859	6.848	5.927	5.372	4.311	3.336	1.986
平均值		9.1668	8.7052	7.5602	7.0144	6.1252	5.5194	4.1812	3.184	2.162

小結：由右邊的圖表我們可以發現：

當角度固定在 30°，大紙圈固
 定在吸管的一端時，以小紙圈
 在吸管的另一端完全沒內縮
 時，吸管紙環飛機滑翔的距離



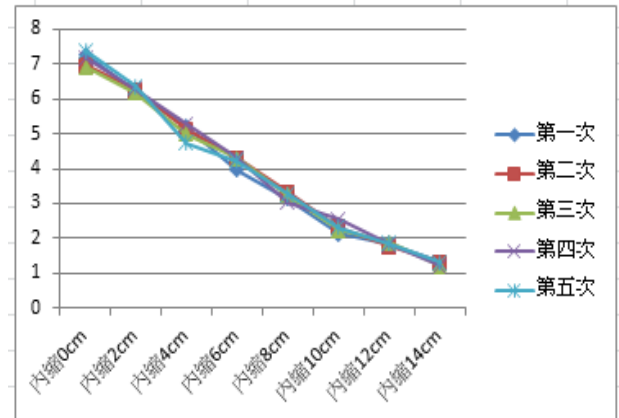
最遠，平均值達 9.1668m；其次是小紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距
 離的平均值則降為 8.7052m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管
 紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.162m；我們還發現「小紙圈每內縮 2
 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.4616m 至 1.3382m 之間」。
 綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈
 往大紙圈方向內縮而縮短」。

2、大紙圈內縮 2 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm	內縮12cm	內縮14cm
第一次	7.28	6.2	5.203	3.976	3.147	2.136	1.862	1.328
第二次	6.986	6.258	5.128	4.308	3.328	2.312	1.775	1.323
第三次	6.92	6.174	4.999	4.302	3.242	2.247	1.886	1.226
第四次	7.171	6.28	5.278	4.308	3.049	2.549	1.832	1.224
第五次	7.385	6.353	4.744	4.231	3.275	2.324	1.863	1.304
平均值	7.1484	6.253	5.0704	4.225	3.2082	2.3136	1.8436	1.281

小結:由右邊的圖表我們可以發現:

當角度固定在 30° ，大紙圈在吸管的一端內縮 2 cm 時，以小紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 7.1484m；其次



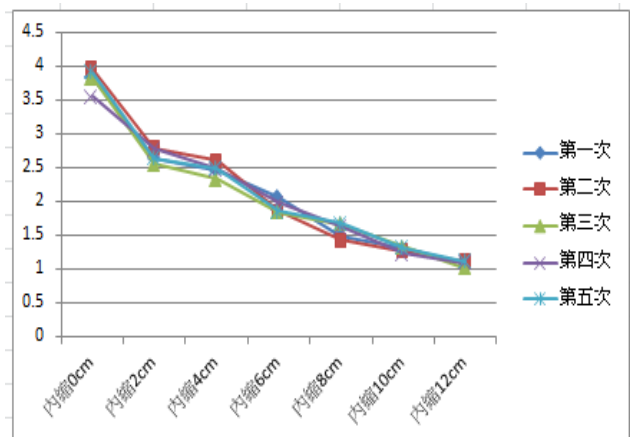
是小紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 6.253m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.281m；我們還發現「小紙圈每內縮 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.47m 至 1.1826m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向內縮而縮短」。

3、大紙圈內縮 4 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm	內縮12cm
第一次	3.834	2.643	2.47	2.073	1.498	1.308	1.083
第二次	3.96	2.789	2.603	1.861	1.429	1.267	1.117
第三次	3.823	2.549	2.329	1.841	1.672	1.328	1.018
第四次	3.548	2.78	2.476	1.985	1.628	1.228	1.089
第五次	3.915	2.647	2.497	1.859	1.678	1.324	1.119
平均值	3.816	2.6816	2.475	1.9238	1.581	1.291	1.0852

小結:由上面兩個表我們可以發現:

當角度固定在 30° ，大紙圈在吸管的一端內縮 4 cm 時，以小紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑



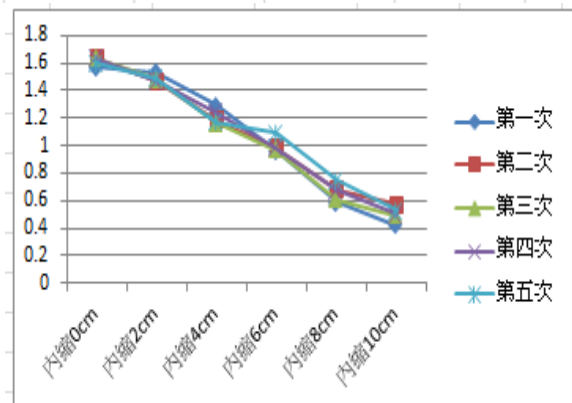
翔的距離最遠，平均值達 3.816m；其次是小紙圈內縮 2 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.6816m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.0852m；我們還發現「小紙圈每內縮 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.2058m 至 1.1344m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向內縮而縮短」。

4、大紙圈內縮 6 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm
第一次	1.57	1.53	1.296	0.962	0.59	0.423
第二次	1.634	1.467	1.188	0.982	0.68	0.57
第三次	1.637	1.482	1.164	0.97	0.61	0.494
第四次	1.636	1.467	1.245	0.982	0.67	0.498
第五次	1.597	1.491	1.173	1.094	0.743	0.531
平均值	1.6148	1.4874	1.2132	0.998	0.6586	0.5032

小結：由右邊的圖表我們可以發現：

當角度固定在 30°，大紙圈在吸管的一端內縮 6 cm時，以小紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 1.6148m；其次是小紙



圈內縮 2 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.4874m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 0.5032m；我們還發現「小紙圈每內縮 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.1274m 至 0.3394m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向內縮而縮短」。

5、大紙圈內縮 8 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

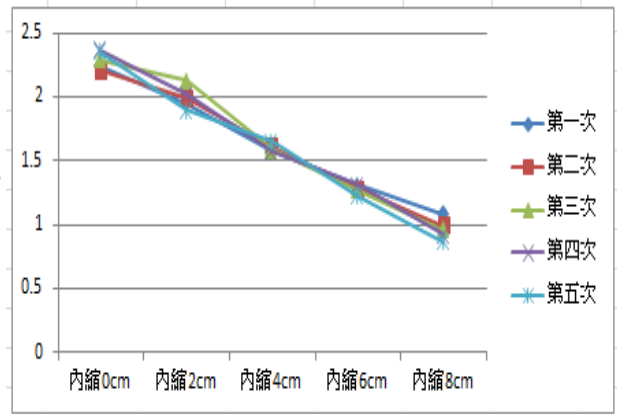
小結：由右邊的圖表

我們可以發現：

當角度固定在

次數/小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm
第一次	2.242	1.953	1.567	1.306	1.083
第二次	2.206	1.992	1.608	1.277	0.989
第三次	2.29	2.132	1.589	1.268	0.961
第四次	2.37	2.019	1.571	1.308	0.923
第五次	2.354	1.898	1.647	1.224	0.868
平均值	2.2924	2.024	1.5964	1.2766	0.9648

30°，大紙圈在吸管的一端內縮 8 cm 時，同樣以小紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 2.2924m；其次是小紙圈內縮 2 cm 時，吸管



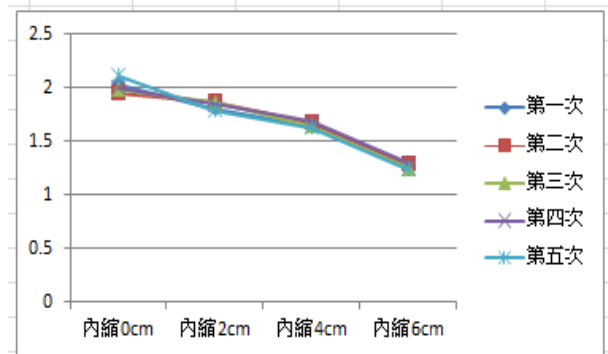
紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.024m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 0.9648m；我們還發現「小紙圈每內縮 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.2684m 至 0.4276m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向內縮而縮短」。

6、大紙圈內縮 10 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我們可以發現：當角度固定在 30°，大紙圈在吸管的一端內縮 10 cm 時，同樣以小紙圈在吸管的

次數/小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm
第一次	2.03	1.798	1.638	1.249
第二次	1.948	1.869	1.674	1.284
第三次	1.98	1.854	1.638	1.247
第四次	1.992	1.842	1.679	1.294
第五次	2.11	1.783	1.628	1.237
平均值	2.012	1.8292	1.6514	1.2622

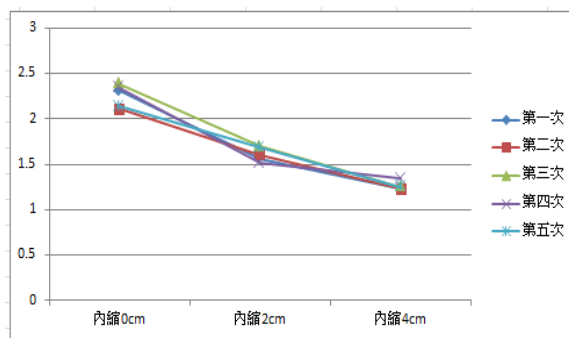
的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 2.012m；其次是小紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為



1.8292m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.2622m；我們還發現「小紙圈每內縮 2 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值減少範圍在 0.1778m 至 0.3892m 之間」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向內縮而縮短」。

7、大紙圈內縮 12 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/小圈位置	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm
第一次	2.304	1.56	1.238
第二次	2.104	1.602	1.23
第三次	2.381	1.698	1.247
第四次	2.34	1.513	1.34
第五次	2.136	1.679	1.249
平均值	2.253	1.6104	1.2608



小結：由上面的圖表我們發現：當角度固定在 30°，大紙圈在吸管的一端內縮 12 cm 時，同樣以小紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 2.253m；滑翔距離最近的是小紙圈緊貼大紙圈時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.2608m。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向內縮而縮短」。

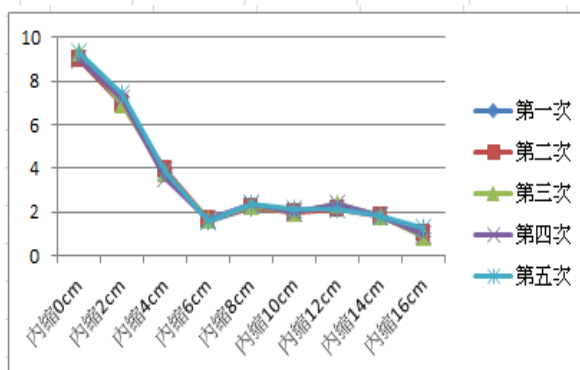
實驗 2-2、探討大紙圈位置的影響。

1、小紙圈內縮 0 cm，探討大紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/大圈位	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm	內縮12cm	內縮14cm	內縮16cm
第一次	9.186	7.28	3.834	1.57	2.242	2.03	2.304	1.847	1.028
第二次	9.002	6.986	3.96	1.634	2.206	1.948	2.104	1.838	1.024
第三次	9.308	6.92	3.823	1.637	2.29	1.98	2.381	1.86	0.864
第四次	8.991	7.171	3.548	1.636	2.37	1.992	2.34	1.82	0.982
第五次	9.347	7.385	3.915	1.597	2.354	2.11	2.136	1.84	1.279
平均值	9.1668	7.1484	3.816	1.6148	2.2924	2.012	2.253	1.841	1.0354

小結：由右邊的圖表我們可以發現：

當角度固定在 30°，小紙圈在吸管的一端內縮 0 cm 時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，



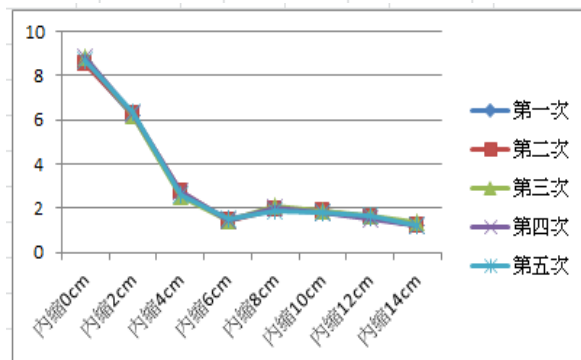
平均值為 9.1668m；其次是大紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 7.1484m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈方向的移動而降低，當大紙圈移動超過 6 cm 後，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值變化不大。

2、小紙圈內縮 2 cm，探討大紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/大圈位	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm	內縮12cm	內縮14cm
第一次	8.615	6.2	2.643	1.53	1.953	1.798	1.56	1.224
第二次	8.553	6.258	2.789	1.467	1.992	1.869	1.602	1.248
第三次	8.849	6.174	2.549	1.482	2.132	1.854	1.698	1.36
第四次	8.861	6.28	2.78	1.467	2.019	1.842	1.513	1.249
第五次	8.648	6.353	2.647	1.491	1.898	1.783	1.679	1.23
平均值	8.7052	6.253	2.6816	1.4874	1.9988	1.8292	1.6104	1.2622

小結：由右邊的圖表我們可以發現：

當角度固定在 30° ，小紙圈在吸管的一端內縮 2 cm 時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 8.7052m；其次是大紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 6.253m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈方向的移動而降低，當大紙圈移動超過 6 cm 後，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值變化不大。

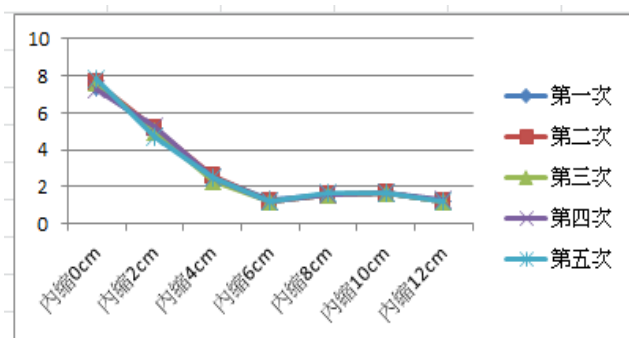


3、小紙圈內縮 4 cm，探討大紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/大圈位	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm	內縮12cm
第一次	7.348	5.203	2.47	1.296	1.567	1.638	1.238
第二次	7.618	5.128	2.603	1.188	1.608	1.674	1.23
第三次	7.674	4.999	2.329	1.164	1.589	1.638	1.247
第四次	7.302	5.278	2.476	1.245	1.571	1.679	1.34
第五次	7.859	4.744	2.497	1.173	1.647	1.628	1.249
平均值	7.5602	5.0704	2.475	1.2132	1.5964	1.6514	1.2608

小結：由右邊的圖表我們發現：當

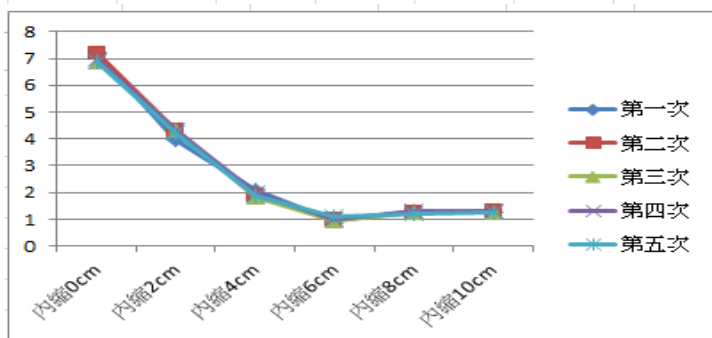
角度固定在 30° ，小紙圈在吸管的一端內縮 0 cm 時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 7.5602m；其次是大紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 5.0704m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈的移動而降低，當大紙圈移動超過 6 cm 後，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值變化不大。



4、小紙圈內縮 6 cm，探討大紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

小結：由右邊的圖表我們發現：當角度固定在 30°，小紙圈在吸管的一端內縮 0 cm 時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 7.0144m；其次是大紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 4.225m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈的移動而降低，當大紙圈移動超過 6 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值變化不大

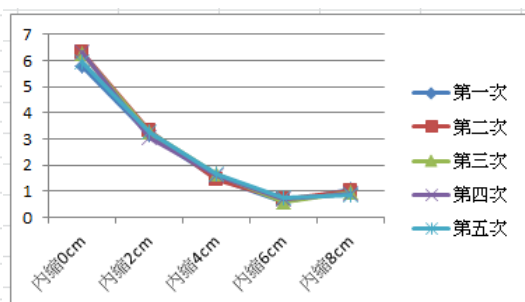
次數/大圈位	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm	內縮10cm
第一次	7.162	3.976	2.073	0.962	1.306	1.249
第二次	7.198	4.308	1.861	0.982	1.277	1.284
第三次	6.876	4.302	1.841	0.97	1.268	1.247
第四次	6.988	4.308	1.985	0.982	1.308	1.294
第五次	6.848	4.231	1.859	1.094	1.224	1.237
平均值	7.0144	4.225	1.9238	0.998	1.2766	1.2622



機滑翔距離的平均值則降為 4.225m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈的移動而降低，當大紙圈移動超過 6 cm，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值變化不大

5、小紙圈內縮 8 cm，探討大紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

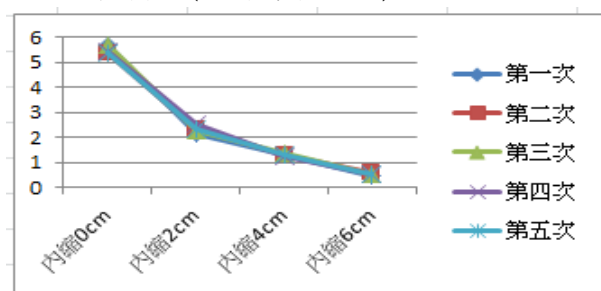
次數/大圈位	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm	內縮8cm
第一次	5.804	3.147	1.498	0.59	1.083
第二次	6.302	3.328	1.429	0.68	0.989
第三次	6.285	3.242	1.672	0.61	0.961
第四次	6.308	3.049	1.628	0.67	0.923
第五次	5.927	3.275	1.678	0.743	0.868
平均值	6.1252	3.2082	1.581	0.6586	0.9648



小結：由上面的圖表我們可以發現：當角度固定在 30°，小紙圈在吸管的一端內縮 0 cm 時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值為 6.1252m；其次是大紙圈內縮 2 cm 時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 3.2082m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈的移動而降低

6、小紙圈內縮 10 cm，探討大紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

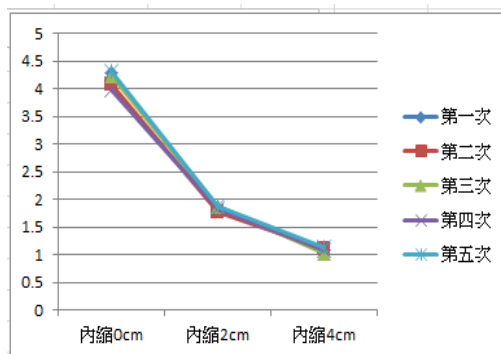
次數/大圈位	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm	內縮6cm
第一次	5.702	2.136	1.308	0.423
第二次	5.389	2.312	1.267	0.57
第三次	5.702	2.247	1.328	0.494
第四次	5.432	2.549	1.228	0.498
第五次	5.372	2.324	1.324	0.531
平均值	5.5194	2.3136	1.291	0.5032



小結：由上面的圖表我們發現：當角度固定在 30°，小紙圈在吸管的一端內縮 0 cm時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮，吸管紙環飛機滑翔距離的距離最遠，平均值為 5.5194m；其次是大紙圈內縮 2 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.3136m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈的移動而降低

7、大紙圈內縮 12 cm，探討小紙圈位置改變的影響。(距離單位：m)

次數/大圈內	內縮0cm	內縮2cm	內縮4cm
第一次	4.292	1.862	1.083
第二次	4.087	1.775	1.117
第三次	4.228	1.886	1.018
第四次	3.988	1.832	1.089
第五次	4.311	1.863	1.119
平均值	4.1812	1.8436	1.0852



小結：由上面的圖表我們發現：當角度固定在 30°，小紙圈在吸管的一端內縮 0 cm時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔距離的距離最遠，平均值為 4.1812m；其次是大紙圈內縮 2 cm時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.8436m；滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈的移動而急速降低。

實驗三、比較紙圈的寬度對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

實驗 3-1、大紙圈寬度固定，探討小紙圈寬度改變的影響。

1、大紙圈寬固定 1cm

小結：由右邊的圖

表，我們可以發

現，小紙圈寬度

和大紙圈寬度一樣時，吸

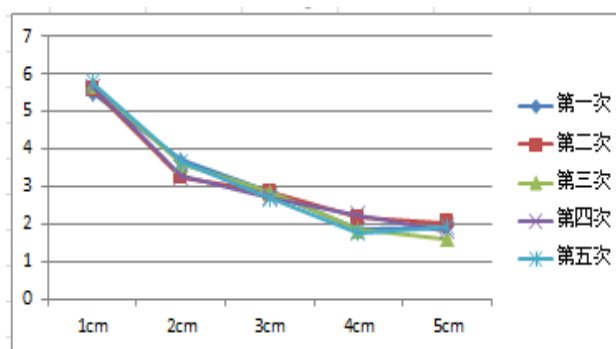
管紙環飛機滑翔的距離

最遠；吸管紙環飛機滑翔

的距離會隨著小紙圈寬

度是大紙圈寬度的倍數

次數/小圈寬度	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
第一次	5.49	3.702	2.871	1.849	1.949
第二次	5.599	3.268	2.867	2.177	2.057
第三次	5.715	3.611	2.869	1.865	1.628
第四次	5.668	3.297	2.731	2.262	1.828
第五次	5.78	3.644	2.712	1.771	1.947
平均	5.6504	3.5044	2.81	1.9848	1.8818



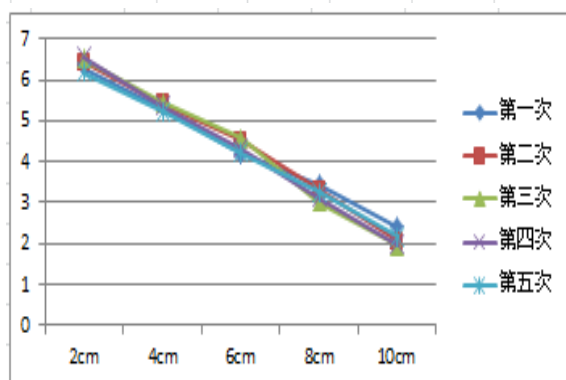
增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短

2、大紙圈寬固定 2cm

小結：由右表和圖，我們可以發現，小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著小紙圈寬度是大紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

次數小圈寬度	2cm	4cm	6cm	8cm	10cm
第一次	6.282	5.312	4.199	3.45	2.412
第二次	6.425	5.412	4.515	3.316	2.054
第三次	6.511	5.459	4.581	3.003	1.948
第四次	6.569	5.364	4.314	3.121	1.975
第五次	6.184	5.241	4.216	3.257	2.162

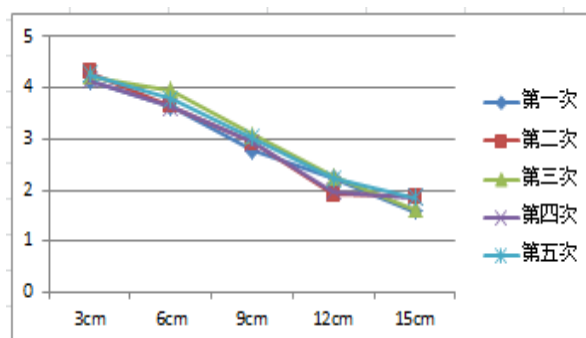
次數小圈寬度	2cm	4cm	6cm	8cm	10cm
平均	6.3942	5.3576	4.365	3.2294	2.1102



3、大紙圈寬固定 3cm

次數小圈寬度	4cm	8cm	12cm	16cm
第一次	4.001	3.007	2.594	1.305
第二次	4.017	3.097	2.571	1.349
第三次	3.992	2.97	2.449	1.207
第四次	4.126	3.19	2.674	1.34
第五次	4.027	3.071	2.369	1.352

次數小圈寬度	2cm	4cm	6cm	8cm
平均	4.0326	3.067	2.5314	1.3106

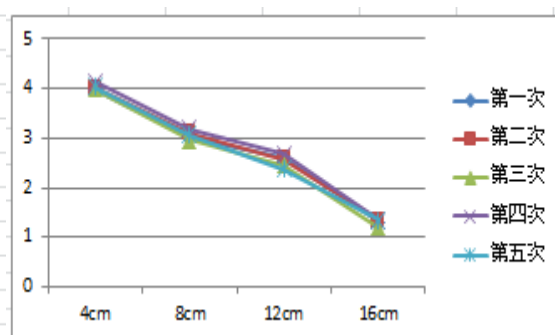


小結：由上表和圖，我們可以發現，小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著小紙圈寬度是大紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

4、大紙圈寬固定 4cm

次數小圈寬度	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm
第一次	4.125	3.624	2.772	2.244	1.592
第二次	4.305	3.641	2.918	1.918	1.872
第三次	4.231	3.95	3.08	2.258	1.628
第四次	4.155	3.632	2.917	1.97	1.856
第五次	4.261	3.774	3.012	2.225	1.856

次數小圈寬度	2cm	4cm	6cm	8cm	10cm
平均	4.2154	3.7242	2.9398	2.123	1.7608

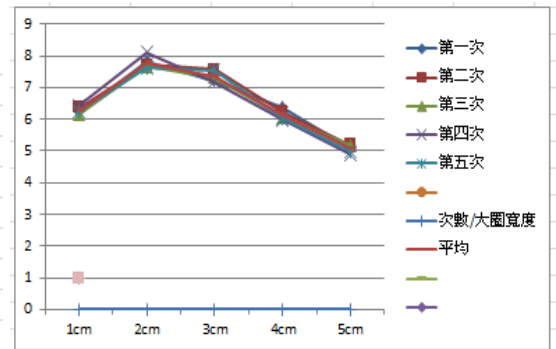


小結：由上表和圖，我們可以發現，小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著小紙圈寬度是大紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

實驗 3-2、小紙圈寬度固定，探討大紙圈寬度改變的影響。

1、小紙圈寬固定 1cm

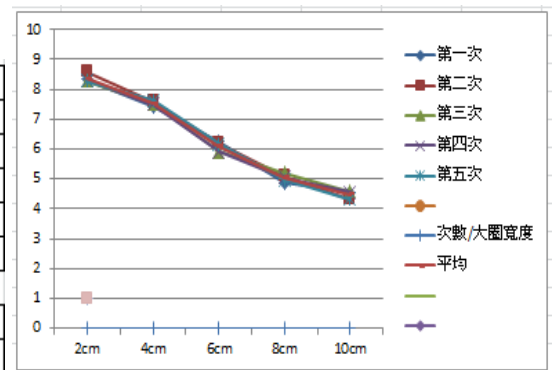
次數\大圈寬度	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
第一次	6.224	7.822	7.224	6.37	5.103
第二次	6.375	7.714	7.582	6.235	5.206
第三次	6.152	7.663	7.32	6.074	5.183
第四次	6.445	8.113	7.178	5.967	4.891
第五次	6.246	7.629	7.539	6.012	4.997
次數\大圈寬度	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
平均	6.2884	7.7882	7.3686	6.1316	5.076



小結：由上表和圖，我們可以發現，大紙圈寬度是小紙圈寬度的兩倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；當大紙圈寬度超過 2cm 後，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈寬度是小紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

2、小紙圈寬固定 2cm

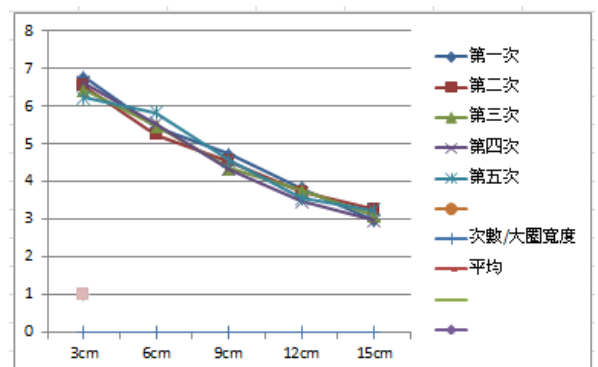
次數\大圈寬度	2cm	4cm	6cm	8cm	10cm
第一次	8.347	7.411	6.254	4.856	4.564
第二次	8.593	7.61	6.198	5.116	4.328
第三次	8.294	7.533	5.911	5.205	4.581
第四次	8.322	7.502	5.911	5.046	4.568
第五次	8.286	7.627	6.177	4.985	4.329
次數\大圈寬度	1cm	2cm	3cm	4cm	5cm
平均	8.3684	7.5366	6.0902	5.0416	4.474



小結：由上表和圖，我們可以發現，小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈寬度是小紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

3、小紙圈寬固定 3cm

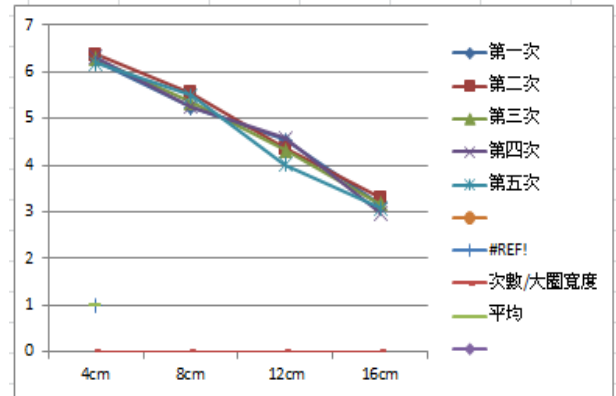
次數\大圈寬度	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm
第一次	6.768	5.432	4.732	3.829	2.972
第二次	6.538	5.256	4.549	3.731	3.269
第三次	6.429	5.485	4.356	3.761	3.098
第四次	6.629	5.546	4.329	3.472	2.989
第五次	6.237	5.837	4.567	3.567	3.24
次數\大圈寬度	3cm	6cm	9cm	12cm	15cm
平均	6.5202	5.5112	4.5066	3.672	3.1136



小結：由上表和圖，我們可以發現，小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈寬度是小紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

4、小紙圈寬固定 4cm

次數	大圈寬度	4cm	8cm	12cm	16cm
第一次		6.236	5.231	4.549	3.176
第二次		6.373	5.546	4.356	3.292
第三次		6.275	5.345	4.329	3.165
第四次		6.307	5.256	4.567	2.975
第五次		6.18	5.485	4.011	3.079
次數	大圈寬度	4cm	8cm	12cm	16cm
平均		6.2742	5.3726	4.3624	3.1374

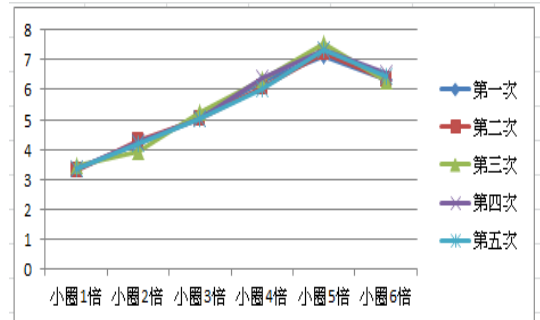


小結：由上表和圖，我們可以發現，小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈寬度是小紙圈寬度的倍數增加而降低。大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。

實驗四、探討紙圈的直徑對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

1、小紙圈直徑取吸管橫切面直徑的 2 倍，探討大紙圈直徑改變的影響

次數	小圈倍數	小圈1倍	小圈2倍	小圈3倍	小圈4倍	小圈5倍	小圈6倍
第一次		3.372	4.191	5.105	6.3	7.126	6.365
第二次		3.286	4.322	5.04	6.076	7.235	6.327
第三次		3.469	3.909	5.242	6.364	7.554	6.263
第四次		3.342	4.222	5.052	6.373	7.326	6.542
第五次		3.337	4.183	5.021	6.002	7.329	6.428
平均值		3.3612	4.1654	5.092	6.223	7.314	6.385

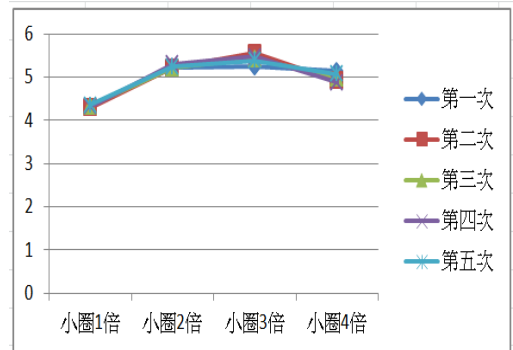


小結：由上表和圖，我們可以發現，在小紙圈直徑取吸管橫切面直徑的 2 倍前提下，當大小紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈直徑是小紙圈直徑的倍數增加而增加；在大紙圈直徑是小紙圈直徑的 5 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，但當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 6 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離反而比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 5 倍時還要近。基本上當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 5 倍範圍內，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的

距離會越遠。

2、小紙圈直徑取吸管橫切面直徑的 3 倍，探討大紙圈直徑改變的影響。

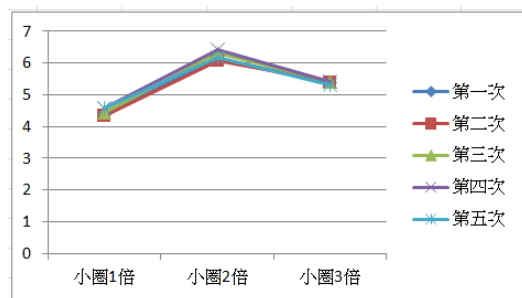
次數/小圈倍數	小圈1倍	小圈2倍	小圈3倍	小圈4倍
第一次	4.332	5.232	5.247	5.141
第二次	4.297	5.216	5.56	4.912
第三次	4.326	5.22	5.426	4.982
第四次	4.311	5.306	5.481	4.883
第五次	4.36	5.237	5.39	5.078
平均值	4.3252	5.2422	5.4208	4.9992



小結：由上表和圖，我們可以發現，在小紙圈直徑取吸管橫切面直徑的 3 倍前提下，當大小紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近；吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈直徑是小紙圈直徑的倍數增加而增加；在大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，但當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 4 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離反而比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍時還要近，甚至比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 2 倍時還要近。基本上當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍範圍內，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越遠。

3、小紙圈直徑取吸管剖面圓周長的 4 倍，探討大紙圈直徑改變的影響

次數/小圈倍數	小圈1倍	小圈2倍	小圈3倍
第一次	4.442	6.123	5.385
第二次	4.329	6.067	5.393
第三次	4.436	6.302	5.406
第四次	4.565	6.427	5.409
第五次	4.564	6.172	5.301
平均值	4.4672	6.2182	5.3788

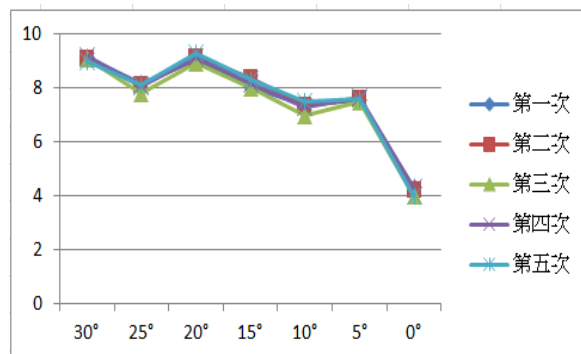


小結：由右邊表和圖，我們可以發現，在小紙圈直徑取吸管橫切面直徑的 4 倍前提下，當大小紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近；大紙圈直徑是小紙圈直徑的 2 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離會比 1 倍時遠；在大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離，吸管紙圈飛機滑翔的距離反而比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 2 倍時還近。

實驗五、探討起飛時吸管的角對吸管紙環飛機滑翔距離的影響。

1、吸管長 20cm。

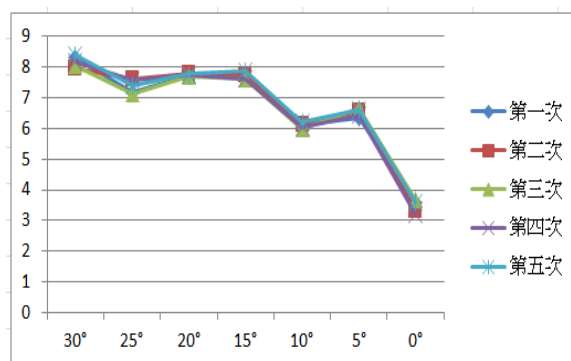
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
第一次	9.135	8.147	9.015	7.998	7.382	7.527	4.307
第二次	9.065	8.127	9.115	8.349	7.343	7.585	4.228
第三次	9.081	7.819	8.927	8.022	6.975	7.473	4.008
第四次	9.18	8.045	9.116	8.182	7.277	7.63	4.302
第五次	8.972	8.099	9.317	8.307	7.483	7.573	3.987
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
平均值	9.0866	8.0474	9.098	8.1716	7.292	7.5576	4.1664



小結：由上面圖表我們可以發現：當吸管長度固定在 20 cm時，起飛時吸管的角以在 20°角時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 9.098m；其次是在 30°角時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值也有 9.0866m，兩者差距約 0.011m，可說是相當的接近；一直到 0°角時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 4.1664m。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「起飛時吸管的角大於 15°角，吸管紙環飛機滑翔的距離都還蠻遠的，但一低於 15°角吸管紙環飛機滑翔距離便開始下降，低於 5°角吸管紙環飛機滑翔距離便急速減少」。

2、吸管長 18cm。

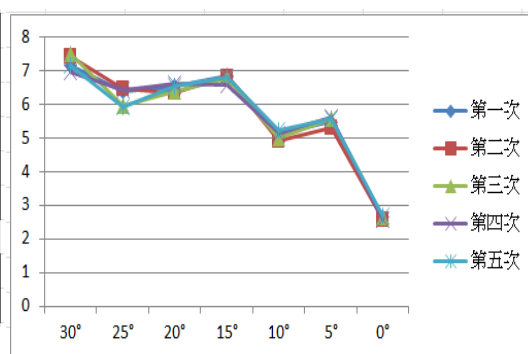
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
第一次	8.323	7.182	7.739	7.637	6.115	6.345	3.588
第二次	7.969	7.624	7.766	7.732	6.113	6.57	3.314
第三次	8.051	7.121	7.717	7.625	5.976	6.67	3.67
第四次	8.176	7.569	7.756	7.607	6.047	6.45	3.185
第五次	8.391	7.393	7.765	7.859	6.232	6.586	3.578
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
平均值	8.182	7.3778	7.7486	7.692	6.0966	6.5242	3.467



小結：由上面兩個表我們可以發現：當吸管長度固定在 18 cm時，起飛時吸管的角以在 30°角時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 8.182m；一直到 0°角時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 3.467m。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「起飛時吸管的角大於 15°角，吸管紙環飛機滑翔的距離都還蠻遠的，但一低於 15°角吸管紙環飛機滑翔距離便開始下降，低於 5°角吸管紙環飛機滑翔距離便急速減少」。

3、吸管長 16cm。

次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
第一次	7.176	6.386	6.537	6.854	5.12	5.484	2.637
第二次	7.416	6.477	6.354	6.834	4.934	5.322	2.59
第三次	7.515	5.975	6.375	6.772	5.01	5.587	2.665
第四次	6.98	6.437	6.637	6.589	5.138	5.633	2.574
第五次	7.174	5.91	6.547	6.802	5.222	5.575	2.7
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
平均值	7.2522	6.237	6.49	6.7702	5.0848	5.5202	2.6332



小結：由上面兩個表我們可以發現：當

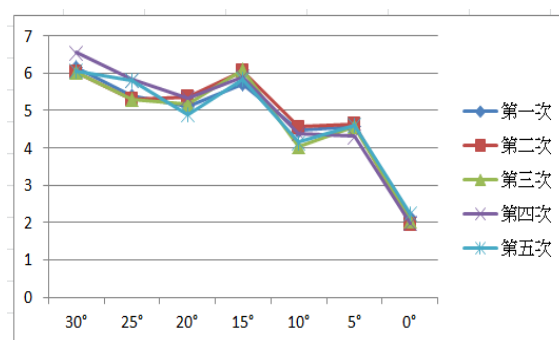
吸管長度固定在 16 cm 時，起飛時吸管的角度的以在 30° 角時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 7.2522m；一直到 0° 角時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.6332m；我們還發現「從 30° 角到 15° 角，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值至少還有 6m 以上，甚至到 5° 角時吸管紙環飛機滑翔距離的平均值都還有 5m 以上」。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「起飛時吸管的角度的大於 15° 角，吸管紙環飛機滑翔的距離都還蠻遠的，但一低於 15° 角吸管紙環飛機滑翔距離便開始下降，低於 5° 角吸管紙環飛機滑翔距離便急速減少」

4、吸管長 14cm。

小結：由上面兩個表我們可以

次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
第一次	6.145	5.394	5.116	5.726	4.463	4.58	2.142
第二次	6.032	5.302	5.358	6.072	4.559	4.632	1.94
第三次	6.039	5.307	5.175	6.085	4.04	4.57	2.035
第四次	6.549	5.822	5.334	5.907	4.398	4.306	1.983
第五次	6.054	5.81	4.897	5.824	4.149	4.593	2.224
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
平均值	6.1638	5.527	5.176	5.9228	4.3218	4.5362	2.0648

發現：當吸管長度固定在 14 cm 時，起飛時吸管的角度的以在 30° 角時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 6.1638m；一直到 0° 角時，吸



管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 2.0648m。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「起飛時吸管的角度的大於 15° 角，吸管紙環飛機滑翔的距離都還蠻遠的，但一低於 15° 角吸管紙環飛機滑翔距離便開始下降，

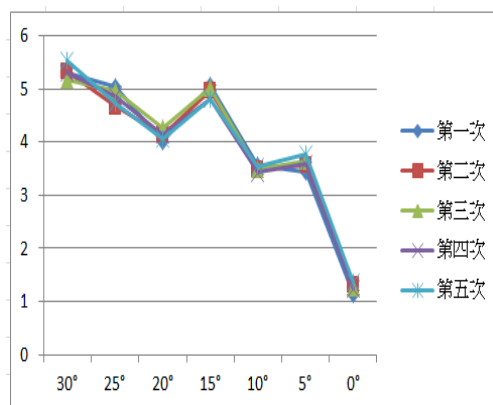
低於 5°角吸管紙環飛機滑翔距離便急速減少」。

5、吸管長 12cm。

小結：由上面兩個表我們發現：當

次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
第一次	5.306	5.037	4.006	5.082	3.567	3.437	1.135
第二次	5.336	4.669	4.147	4.978	3.502	3.575	1.302
第三次	5.17	4.978	4.265	5.027	3.489	3.637	1.258
第四次	5.317	4.859	4.147	4.802	3.426	3.587	1.226
第五次	5.543	4.739	4.065	4.804	3.549	3.765	1.365
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
平均值	5.3344	4.8564	4.126	4.9386	3.5066	3.6002	1.2572

吸管長度固定在 12 cm時，起飛時吸管的角以在 30°角時吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 5.3344m；一直到 0°角時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 1.2572m。綜合上面三個



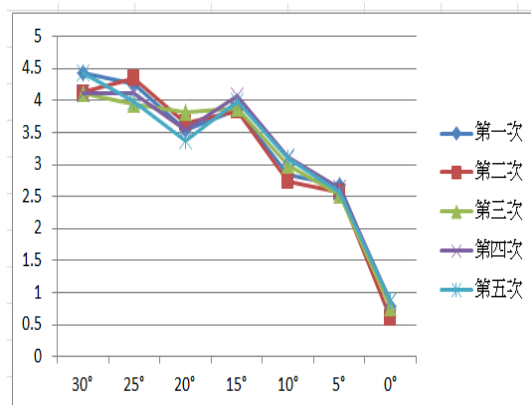
圖表，我們同樣發現「起飛時吸管的角大於 15°角，吸管紙環飛機滑翔的距離都還蠻遠的，但一低於 15°角吸管紙環飛機滑翔距離便開始下降，低於 5°角吸管紙環飛機滑翔距離便急速減少」。

6、吸管長 10cm。

小結：由上面兩個表我們

次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
第一次	4.432	4.257	3.538	3.854	2.834	2.667	0.785
第二次	4.125	4.354	3.657	3.834	2.732	2.576	0.608
第三次	4.116	3.937	3.824	3.879	2.989	2.535	0.769
第四次	4.121	4.118	3.537	4.082	3.119	2.63	0.872
第五次	4.432	3.997	3.371	3.989	3.105	2.575	0.876
次數/吸管角度	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
平均值	4.2452	4.1326	3.5854	3.9276	2.9558	2.5966	0.782

可以發現：當吸管長度固定在 10 cm時，起飛時吸管的角以在 30°角時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，平均值達 4.2452m；一直到 0°角時，吸管紙環飛機滑翔距離的平均值則降為 0.782m。綜合上面三個圖表，我們同樣發現「起飛時吸



管紙環飛機滑翔距離便急速減少」。

管的角度大於 15° 角，吸管紙環飛機滑翔的距離都還蠻遠的，但一低於 15° 角吸管紙環飛機滑翔距離便開始下降，低於 5° 角吸管紙環飛機滑翔距離便急速減少」。

捌、討論

在這次的實驗研究中，因外面買到的吸管最長也只有 20cm，所以在這樣的限制下，我們發現吸管紙環飛機的滑翔距離會受到吸管長度的影響，在 0° 角到 30° 角的範圍內，吸管長度越接近 20cm，滑翔的距離越長；反之則滑翔距離越短，因此，我們認為「在吸管長 20cm 的範圍內，吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的縮短而縮短」。

大小紙圈位置對吸管紙環飛機的滑翔距離也有影響，首先，當大紙圈位置固定時，以小紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙圈飛機滑翔的距離最遠，然而隨著小紙圈往大紙圈方向移動，吸管紙環飛機的滑翔距離也隨之減少，一直到大小紙圈接觸在一起時，吸管紙環飛機的滑翔距離最近，因此，我們認為「在吸管長 20cm 的範圍內，吸管紙環飛機滑翔的距離隨著小紙圈往大紙圈方向的移動而縮短」，也就是「大小紙圈越接近，吸管紙環飛機的滑翔距離越近；相反地，大小紙圈相距越遠，吸管紙環飛機的滑翔距離越遠」。另外，如果在小紙圈位置固定時，以大紙圈在吸管的另一端完全沒內縮時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠，而且在小紙圈往大紙圈方向移動 6cm 的範圍內，滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈方向的移動而急速降低，但當大紙圈往小紙圈方向移動超過 6 cm 後，吸管紙圈飛機滑翔距離的平均值變化不大。

至於紙圈的寬度對吸管紙環飛機滑翔距離的影響，因為我們買到的吸管長為 20cm，所以大小紙圈的寬度總和不能超過 20cm，在這樣的限制下，首先，當大紙圈寬度固定，只改變小紙圈寬度時，我們討論出「小紙圈的寬度不超過大紙圈寬度的 5 倍範圍內」設計實驗，在這樣的前提下，我們發現小紙圈寬度和大紙圈寬度一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；在「小紙圈的寬度不超過大紙圈寬度的 5 倍範圍內」，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著小紙圈寬度是大紙圈寬度的倍數增加而降低；大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。其次，當小紙圈寬度固定，只改變大紙圈寬度時，同樣在「大紙圈的寬度不超過小紙圈寬度的 5 倍範圍內」的前提下，大紙圈寬度是小紙圈寬度的兩倍時，吸管紙環飛機滑翔

的距離最遠；在「大紙圈的寬度不超過小紙圈寬度的 5 倍範圍內」，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈寬度是小紙圈寬度的倍數增加而降低；而且，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。但是當大小紙圈都只有 1 cm 寬時，吸管紙環飛機滑翔的距離有時反而會比在 2 倍時低，我們推測可能是「1 cm 寬的紙圈太細了，進而影響到吸管紙環飛機的滑翔」。

在探討紙圈的直徑對吸管紙環飛機滑翔距離的影響時，因為我們在文具店買到的西卡紙長為 39.3cm，寬為 27.2cm，所以大紙圈的直徑最大不能超過 39.3cm，又因為圓周比和圓的直徑比是一樣的，在這樣的限制下，首先，當小紙圈直徑大小固定，只改變大紙圈直徑大小時，我們討論出「小紙圈直徑從吸管剖面圓周長的 2 倍起算」，「大紙圈的直徑不超過小紙圈直徑的 6 倍範圍內」設計實驗。在這樣的前提下，我們發現當小紙圈固定為吸管剖面圓周長的 2 倍時，當小紙圈直徑和大紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近，在大紙圈直徑是小紙圈直徑的 5 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；在「大紙圈的直徑不超過小紙圈直徑的 5 倍範圍內」，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈直徑是小紙圈直徑的倍數增加而增加；但當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 6 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離反而比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 5 倍時還要近。基本上當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 5 倍範圍內，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越遠。同樣地，當小紙圈固定為吸管剖面圓周長的 3 倍時，當小紙圈直徑和大紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近，在大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離最遠；在「大紙圈的直徑不超過小紙圈直徑的 3 倍範圍內」，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈直徑是小紙圈直徑的倍數增加而增加；但當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 4 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離反而比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍時還要近。基本上當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍範圍內，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越遠。當小紙圈固定為吸管剖面圓周長的 4 倍時，當小紙圈直徑和大紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近，在大紙圈直徑是小紙圈直徑的 2 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離會比是一倍時遠；但當大紙圈直徑是小紙圈直徑的 3 倍時，吸管紙環飛機滑翔的距離反而比大紙圈直徑是小紙圈直徑的 2 倍時還要近。經由前面的討論，我們有發現到當大紙圈的直徑大到某個程度後，吸管紙環飛機的滑翔距離會到達

極限後就減少不再增加，而這個「極限值」根據前面三個實驗的推測，大約是在吸管直徑的十倍大，也就是說，當大紙圈的直徑是吸管直徑的十倍時，此時吸管紙環飛機的滑翔距離最遠。

在探討起飛時吸管的角對吸管紙圈飛機滑翔距離的影響時，我們發現，在 0° 角至 30° 角的範圍內，以起飛時吸管的角在 30° 角時滑翔的距離最遠，而起飛時吸管的角在 15° 角至 30° 角之間時，在相同吸管長度的前提下，吸管紙環飛機滑翔的距離差異不大，一旦起飛時吸管的角低於 15° 角時，吸管紙環飛機滑翔的距離會降低許多，一直到 0° 角至 5° 角的範圍內，此階段的吸管紙環飛機滑翔的距離會急速下降。

玖、結論

- 1、在吸管長 20cm 的範圍內，吸管紙環飛機滑翔的距離隨著吸管的長度的增加而增加，反之則滑翔距離越短，吸管長度越接近 20cm，滑翔的距離越長。
- 2、當大紙圈位置固定時，在吸管長 20cm 的範圍內，大小紙圈越接近，吸管紙環飛機的滑翔距離越近；相反地，大小紙圈相距越遠，吸管紙環飛機的滑翔距離越遠。
- 3、當小紙圈往大紙圈方向移動 6cm 的範圍內，吸管紙環飛機滑翔距離隨著大紙圈往小紙圈方向的移動而急速降低，當大紙圈往小紙圈方向移動超過 6 cm 後，吸管紙圈飛機滑翔距離的平均值變化不大。
- 4、小紙圈的寬度不超過大紙圈寬度的 5 倍範圍內，吸管紙環飛機滑翔滑翔的距離會隨著小紙圈寬度是大紙圈寬度的倍數增加而降低；大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。
- 5、大紙圈的寬度不超過小紙圈寬度的 5 倍範圍內，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈寬度是小紙圈寬度的倍數增加而降低；而且，大小紙圈的寬度差越大，吸管紙環飛機滑翔的距離會越短。當紙圈寬度在 1cm 時會影響吸管紙環飛機滑翔的距離。
- 6、當小紙圈直徑和大紙圈直徑一樣時，吸管紙環飛機滑翔的距離最近，吸管紙環飛機滑翔的距離會隨著大紙圈直徑是小紙圈直徑的倍數增加而增加；但當大紙圈的直徑大到某個程度後，吸管紙環飛機的滑翔距離會到達極限後就反轉，而這個「極限值」大約是在吸管直徑的十倍大，也就是說，當大紙圈的直徑是吸管直徑的十倍時，此時吸管紙環飛機的滑翔

距離最遠。

7、在 0° 角至 30° 角的範圍內，以起飛時吸管的角度在 30° 角時滑翔的距離最遠，而起飛時吸管的角度在 15° 角至 30° 角之間時，在相同吸管長度的前提下，吸管紙環飛機滑翔的距離差異不大，一旦起飛時吸管的角度低於 15° 角時，吸管紙環飛機滑翔的距離會降低許多，一直到 0° 角至 5° 角的範圍內，此階段的吸管紙環飛機滑翔的距離會急速下降。

拾、研究心得

「在一定的動力推進下瞭解影響吸管紙環飛機滑翔距離的原因有哪些」是我們這組研究的主要目的，經由不斷的反覆測試，我們知道吸管的長短、紙圈的大小、紙圈的位置以及發射架的角度，都會影響吸管紙環飛機滑翔的距離，知道了吸管紙環飛機的結構是會影響滑翔效能。相信我們一般看到的飛機一定有仔細考慮形狀結構，達到最佳的能源使用效率。在指導老師的帶領下，全體組員經由思考、討論、設計、裁切與製作，以及反覆數百次的測試，一步一步記錄下數據，最後將數據整理，以電腦繪出折線圖，比較在不同設計結構下滑翔距離的遠近，也知道了什麼樣的結構可以達到最長的滑翔距離。過程雖然繁複、辛苦，但我們學到了科學實驗的精神與目的，這是我們第一次但意義重大的科學實驗，它告訴了我們創意思考、培養耐心與團隊合作的重要，我們將再接再厲學習與創作更多的科學實驗，效法科學家的精神，讓自己成為有用的人。

拾壹、參考資料

1. 紙環飛行器・取自 http://science.hsjh.chc.edu.tw/upload_works/106/ce0104ea5442845228ad1936347047ca.pdf
2. 科普 N 課堂 | 你沒見過的怪怪飛行器・取自 <https://kknews.cc/zh-tw/design/21865pe.html>
3. 台中市省三國小飛行課程・取自 <https://sites.google.com/site/ssesfly/ke-cheng-she-ji-yu-yun-yong/huan-zhuang-fei-xing-qi>
4. 國立台中教育大學科學教育與應用學系 科學遊戲實驗室-怪怪飛行器・取自 <http://scigame.ntcu.edu.tw/air/air-006.html>