

嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：55

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：空中騎士—寶特瓶環飛行研究

關 鍵 詞：飛行 機翼升力 陀螺效應

編 號：A-112

摘要

人類對飛行一直以來都懷抱有憧憬與理想，為實現飛行圓夢，在科學上費盡心力研究，並從自然界尋求飛行的各種理論和可能性。但一定得如同鳥類般有翅膀才會飛嗎？

本實驗的主角『寶特瓶環』，本身是一件非常輕的物體，除了在一開始使用手的力量給他一個飛行動力之後，它又將如何能夠持續的往前飛行至更遠的地方？去研究並討論哪些因素會是影響『寶特瓶環』飛行距離的關鍵。

它的飛行如何克服空氣阻力的情況下能安定的飛行，決定了飛行的距離。因此，要在前端增加重量，再加上旋轉的力量，可使飛行方向穩定，同時減少空氣的阻力而有較遠的飛行距離。反之當寶特瓶環長度太短時，可能因為本身重量太輕而無法克服空氣阻力而飛得較近提前落地

壹、研究動機

本學期初在進行社團活動的科學實驗時，發現到小朋友對於飛行類的題材都有相當濃厚的學習興趣，其科學實驗用的『寶特瓶』是生活中常見且容易取得的材料。從這些飛行試驗中也能融入飛行原理及對科學相關其他原理的介紹認識與探求，也因此催生出『寶特瓶環』的題材並以『空中騎士』命名之。



本次實驗進行飛行距離測量並記錄實驗結果。

貳、研究目的

- 一、熟煉製作「空中騎士」的方法。
- 二、探討影響空中騎士操作成功的關鍵因素。(從寶特瓶長度、膠帶圈數及不同口徑等因素。)
- 三、解析「空中騎士」所利用的科學原理。
- 四、尋求改良「空中騎士」的其他方式。

參、研究設備及器材

寶特瓶 (500cc、1500cc、2000cc 數個)、透明膠帶、黑色奇異筆、美工刀、剪刀、直尺、皮尺、單眼相機。

肆、研究過程與結果

A、實驗研究變因：

- 一、『寶特瓶環』的剪裁長度：**7cm、10cm、13cm**
- 二、『寶特瓶環』的口徑(cc)：**500cc、1500cc、2000cc**
- 三、『寶特瓶環』上的膠帶纏繞圈數：**5圈、8圈、11圈**

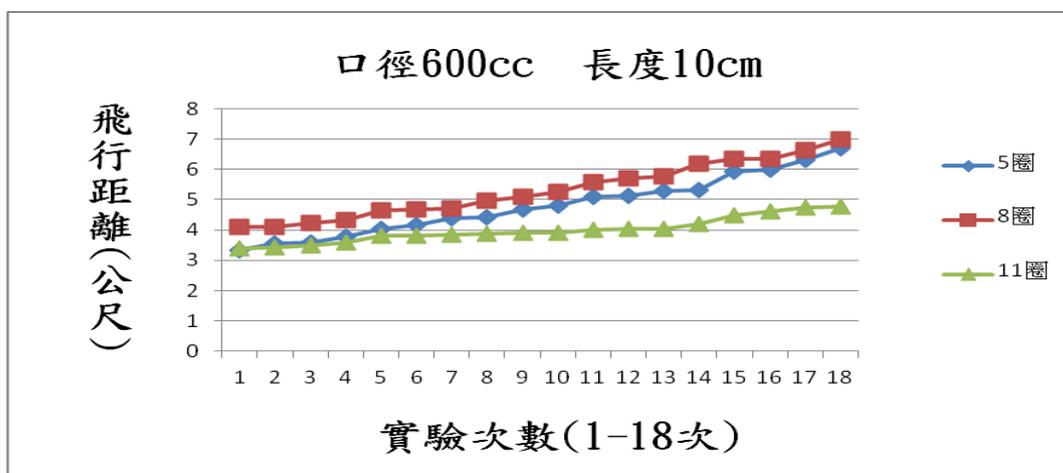
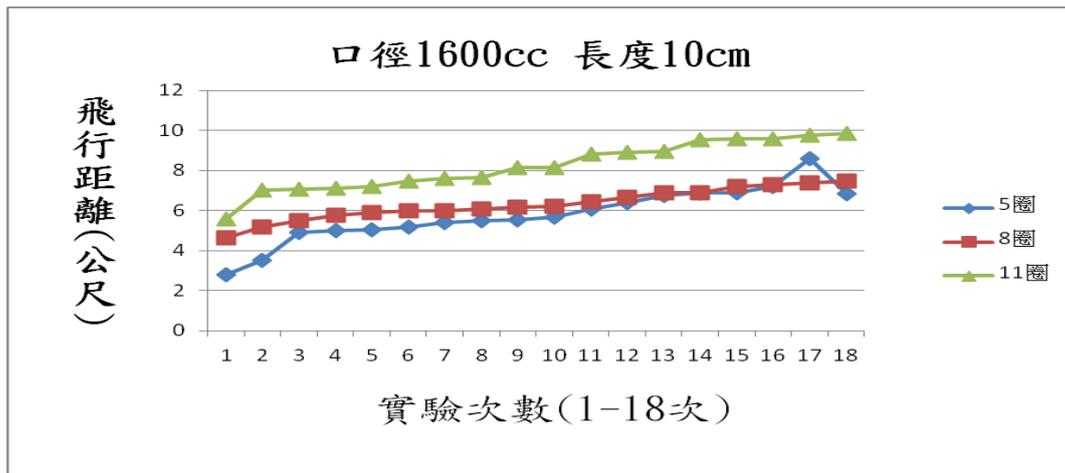
B、每次測量的次數：**20次**

C、實驗前準備：準備各種長度、口徑及圈數的數個『寶特瓶環』。

※由於每個人的力道與丟擲的方式有所不同，為了排除這些因素所導致的誤差項太大，所以在實驗時，全部由同一位小朋友以固定姿勢丟擲。並在投擲時給予寶特瓶環施予適當的旋轉力量。

* 《D-1》、實驗數據：『寶特瓶環』-口徑大小實驗(m)

口徑：600cc；長度：10cm				口徑：1600cc；長度：10cm			
次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11	次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11
1	3.32	4.1	3.39	1	2.8	4.62	5.6
2	3.55	4.11	3.44	2	3.51	5.17	7
3	3.6	4.23	3.48	3	4.92	5.5	7.05
4	3.79	4.33	3.6	4	4.99	5.75	7.1
5	4.02	4.64	3.8	5	5.06	5.92	7.2
6	4.17	4.67	3.8	6	5.19	5.97	7.45
7	4.39	4.71	3.85	7	5.41	6	7.61
8	4.42	4.96	3.88	8	5.51	6.06	7.63
9	4.68	5.09	3.89	9	5.52	6.16	8.13
10	4.79	5.26	3.91	10	5.68	6.22	8.16
11	5.09	5.58	4	11	6.08	6.45	8.82
12	5.12	5.7	4.02	12	6.41	6.64	8.9
13	5.28	5.78	4.03	13	6.77	6.89	8.97
14	5.31	6.17	4.18	14	6.9	6.9	9.55
15	5.92	6.34	4.49	15	6.9	7.21	9.6
16	5.99	6.35	4.6	16	7.18	7.31	9.6
17	6.31	6.62	4.75	17	8.59	7.4	9.75
18	6.71	6.98	4.77	18	6.85	7.46	9.86
19	3.11	3.95	2.82	19	2.65	4.2	5.3
20	7.33	7.49	6.06	20	9.15	7.81	10.66

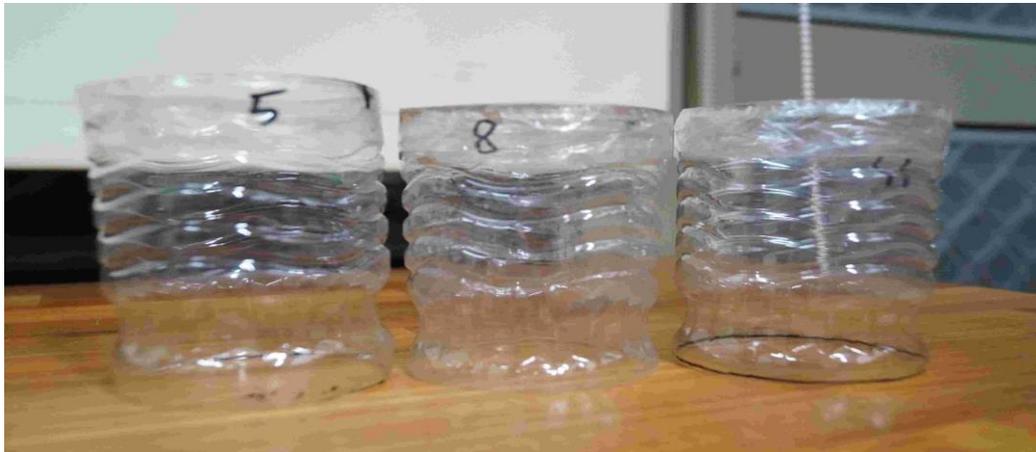


圈數/平均距離(m)	口徑 1600cc	口徑 600cc
5 圈	4.935	4.430555556
8 圈	5.412222222	4.618888889
11 圈	7.673333333	4.138888889

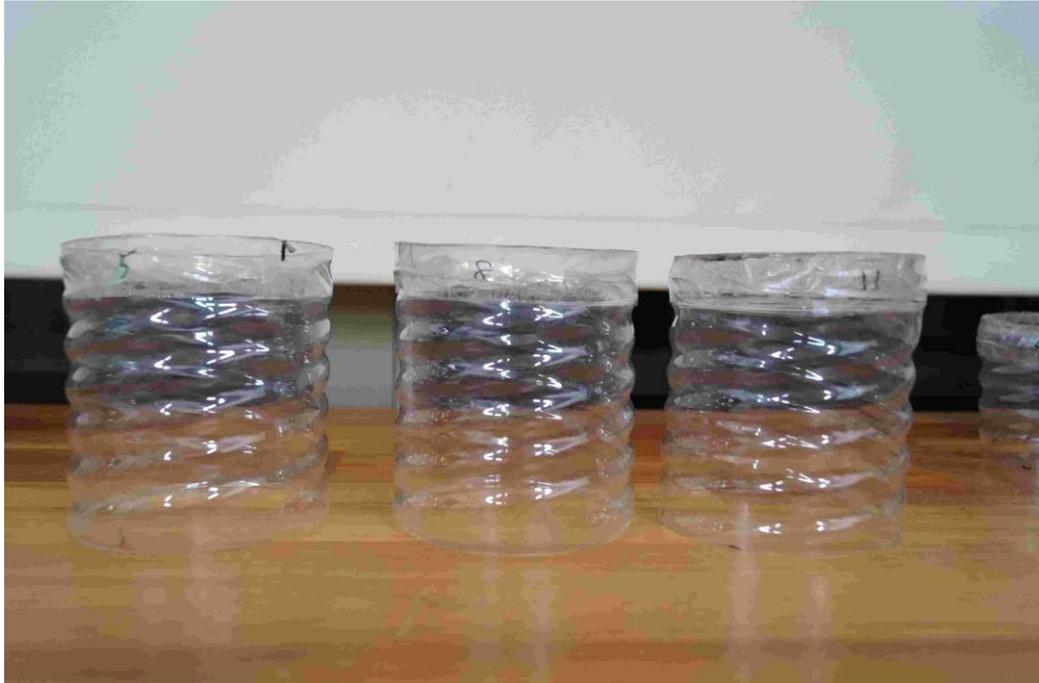
《D-1》實驗討論：

1. D-1 實驗設定長度固定(10 公分)、圈數條件相同下，不同口徑條件下的實驗，得出的結果如上列的表格及圖表。(實驗數據中並未統計最大及最小值)

2. 從口徑 1600cc 的實驗結果顯示：圈數越多，飛行距離的確較遠。
3. 從口徑 600cc 的實驗結果顯示：圈數越多，飛行距離反而並未更遠。
4. 從圈數/平均距離表所呈現的結果顯示：
 - (1) 口徑 1600cc 及 600cc 前兩項的實驗結果都呈現出圈數越多則飛行距離越遠的結果，且口徑較大(1600cc)之飛行距離較口徑。
 - (2) 口徑 600cc 的第三項實驗探尋其可能因素為膠帶重量超過寶特瓶環所能承受之重量，導致結果出現不同。



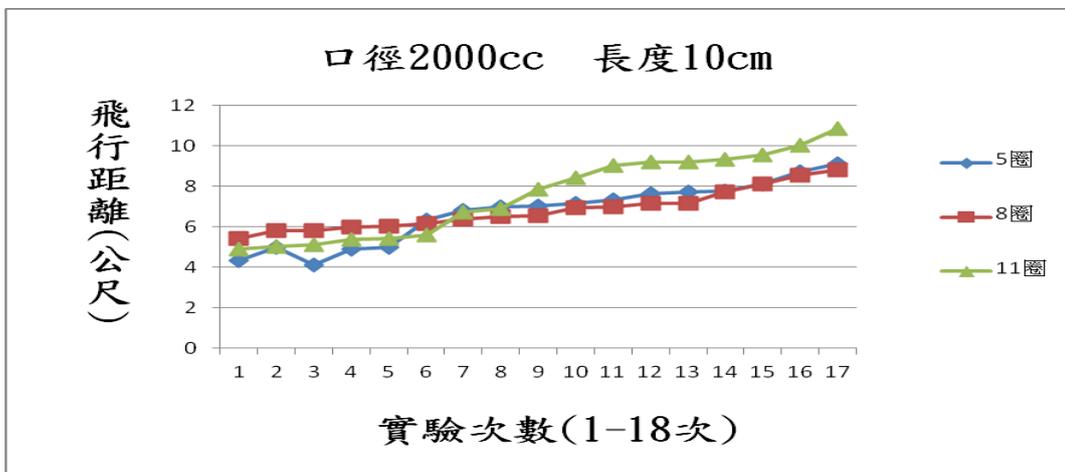
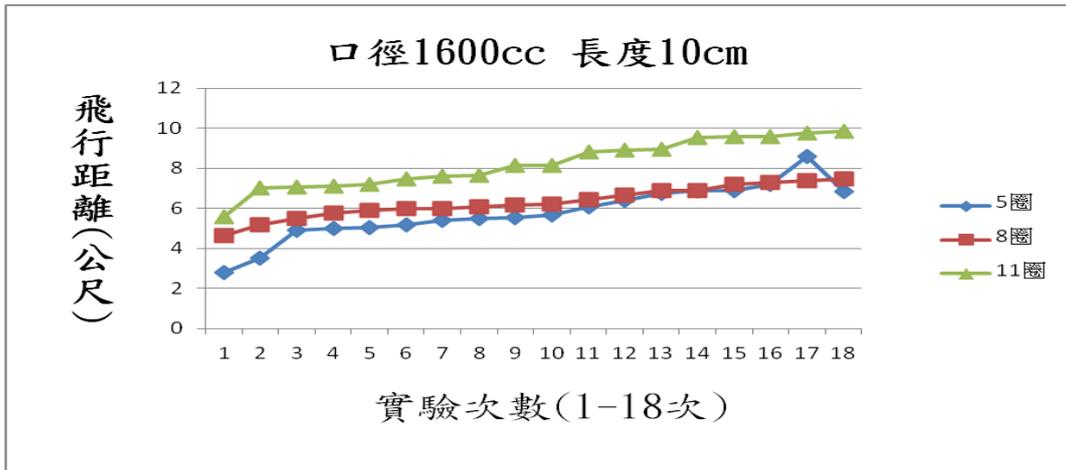
寶特瓶環：口徑均為 600cc，長度 10 公分，由左至右分別為膠帶圈：5 圈、8 圈、10 圈。



寶特瓶環：口徑均為 1000cc，長度 10 公分，由左
至右分別為膠帶圈：5 圈、8 圈、10 圈。

* 《D-2》、實驗數據：『寶特瓶環』-口徑大小實驗(m)

口徑：1600cc；長度： <u>10cm</u>				口徑：2000cc；長度： <u>10cm</u>			
次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11	次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11
1	2.8	4.62	5.6	1	4.33	5.41	4.91
2	3.51	5.17	7	2	4.98	5.79	5.04
3	4.92	5.5	7.05	3	4.1	5.82	5.1
4	4.99	5.75	7.1	4	4.89	5.97	5.37
5	5.06	5.92	7.2	5	4.98	6.03	5.41
6	5.19	5.97	7.45	6	6.32	6.14	5.58
7	5.41	6	7.61	7	6.83	6.36	6.71
8	5.51	6.06	7.63	8	6.98	6.51	6.9
9	5.52	6.16	8.13	9	7.04	6.53	7.85
10	5.68	6.22	8.16	10	7.15	6.94	8.43
11	6.08	6.45	8.82	11	7.32	6.98	9.04
12	6.41	6.64	8.9	12	7.62	7.14	9.21
13	6.77	6.89	8.97	13	7.72	7.18	9.22
14	6.9	6.9	9.55	14	7.75	7.72	9.35
15	6.9	7.21	9.6	15	8.12	8.13	9.56
16	7.18	7.31	9.6	16	8.71	8.55	10.02
17	8.59	7.4	9.75	17	9.12	8.8	10.84
18	6.85	7.46	9.86	18	9.4	9.12	10.95
19	2.65	4.2	5.3	19	3.95	5.34	4.62
20	9.15	7.81	10.66	20	10.92	9.82	11.21



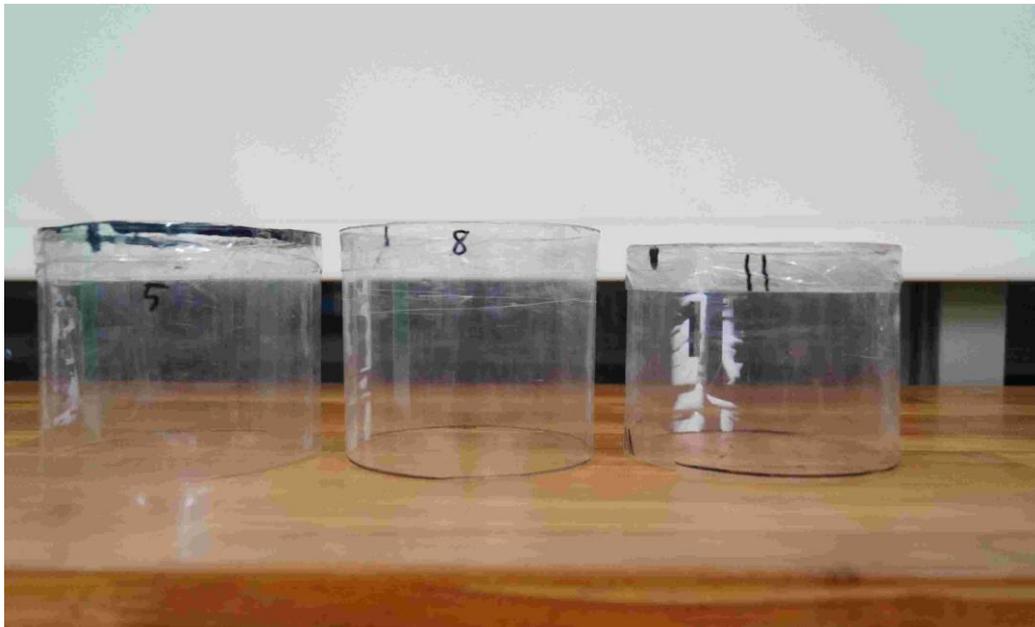
圈數/平均距離(m)	口徑 1600cc	口徑 2000cc
5 圈	4.935	6.853333333
8 圈	5.412222222	6.951111111
11 圈	7.673333333	7.749444444

《D-2》『寶特瓶環』-口徑大小實驗討論：

1. D-2 實驗設定長度固定(10 公分)、圈數條件相同下，不同口徑條件下

的實驗，得出的結果如上列的表格及圖表。(實驗數據中並未統計最大及最小值)

2. 從口徑 1600cc 的實驗結果顯示：圈數越多，飛行距離的確較遠。
3. 從口徑 2000cc 的實驗結果顯示：圈數越多，飛行距離的確較遠，且平均飛行距離均較前項更遠。
4. 在 2000cc 口徑實驗過程中，5 圈受風力影響次數有 6 次 (9.12/10.92/9.40/4.33/8.12/8.71)，而 8 圈受風力影響次數有 3 次 (6.03/6.36/8.55)。



寶特瓶環：口徑為 2000cc，長度 10 公分，膠帶圈數由左至右為 5 圈、8 圈及 10 圈。

* 《D-1》 & 《D-2》『寶特瓶環』-口徑大小實驗討論：

圈數/平均距離(m)	口徑 600cc	口徑 1600cc	口徑 2000cc
5 圈	4.430555556	4.935	6.853333333
8 圈	4.618888889	5.412222222	6.951111111
11 圈	4.138888889	7.673333333	7.749444444

1. 從上表所呈現的結果顯示：

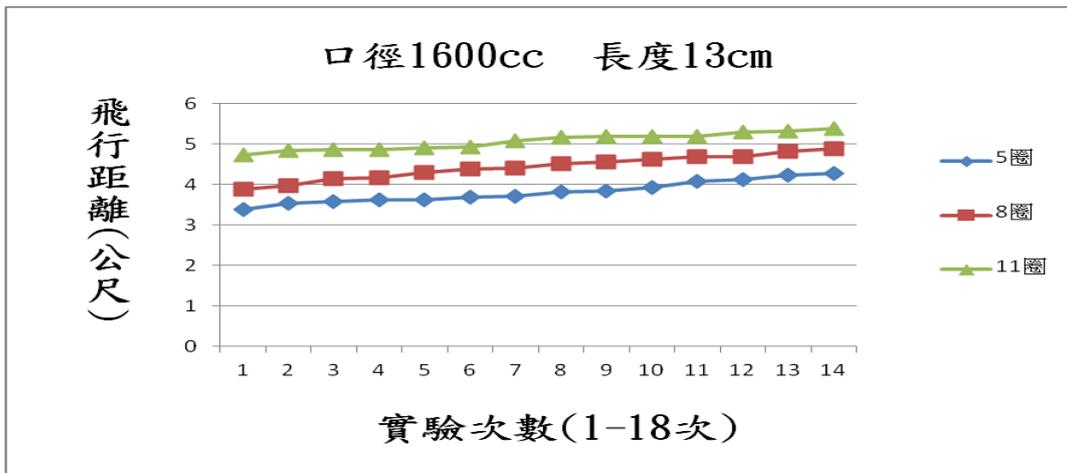
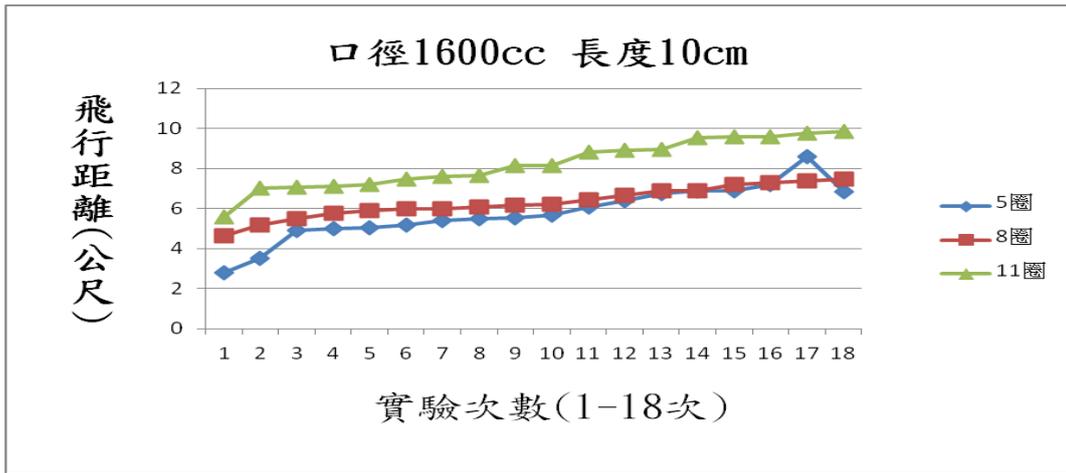
- (1)口徑 1600cc 及 600cc 前兩項的實驗結果都呈現出圈數越多則飛行距離越遠的結果，且口徑較大(1600cc)之飛行距離較口徑。
- (2)口徑 600cc 的第三項實驗探尋其可能因素為膠帶重量超過寶特瓶環所能承受之重量，導致結果出現不同。
- (3) 在 2000cc 口徑實驗過程中，5 圈受風力影響次數有 6 次，而 8 圈受風力影響次數有 3 次。而風力因素則於之後討論。

2. 總結上表的數據(扣除 600cc 11 圈數據)可以顯示出：

- (1)當口徑固定時，實驗呈現圈數越多則平均飛行距離越遠的結果。
- (2)當圈數固定時，實驗呈現口徑越大則飛行平均距離越遠的結果。

《E-1》、實驗數據：『寶特瓶環』-長度大小實驗(m)

口徑：1600cc；長度：10cm				口徑：1600cc；長度：13cm			
次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11	次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11
1	2.8	4.62	5.6	1	4.83	3.62	4.94
2	3.51	5.17	7	2	3.38	4.68	4.73
3	4.92	5.5	7.05	3	3.32	4.82	5.69
4	4.99	5.75	7.1	4	4.71	4.29	5.39
5	5.06	5.92	7.2	5	4.29	4.56	4.42
6	5.19	5.97	7.45	6	3.62	5.15	5.19
7	5.41	6	7.61	7	3.57	4.93	5.42
8	5.51	6.06	7.63	8	3.54	4.89	4.91
9	5.52	6.16	8.13	9	4.08	4.62	5.49
10	5.68	6.22	8.16	10	3.63	5.11	5.20
11	6.08	6.45	8.82	11	3.68	3.97	5.20
12	6.41	6.64	8.9	12	4.44	4.89	6.40
13	6.77	6.89	8.97	13	3.92	4.68	5.18
14	6.9	6.9	9.55	14	4.12	4.38	5.63
15	6.9	7.21	9.6	15	3.84	4.15	5.09
16	7.18	7.31	9.6	16	4.75	3.88	4.84
17	8.59	7.4	9.75	17	4.24	4.40	4.86
18	6.85	7.46	9.86	18	4.28	5.02	4.86
19	2.65	4.2	5.3	19	3.72	4.16	5.33
20	9.15	7.81	10.66	20	3.83	4.51	5.31



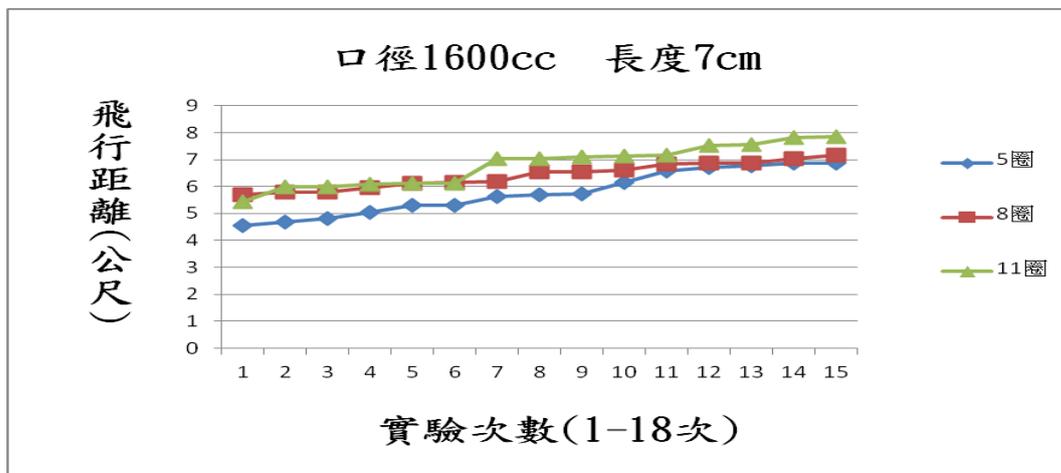
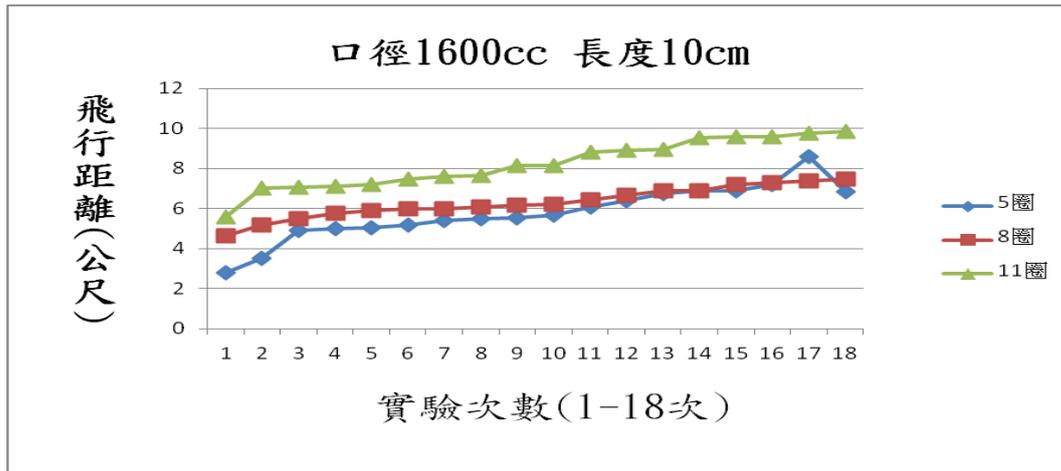
圈數/平均距離(m)	長度 10cm	長度 13cm
5 圈	4.935	4.013333333
8 圈	5.412222222	4.557777778
11 圈	7.673333333	5.191111111



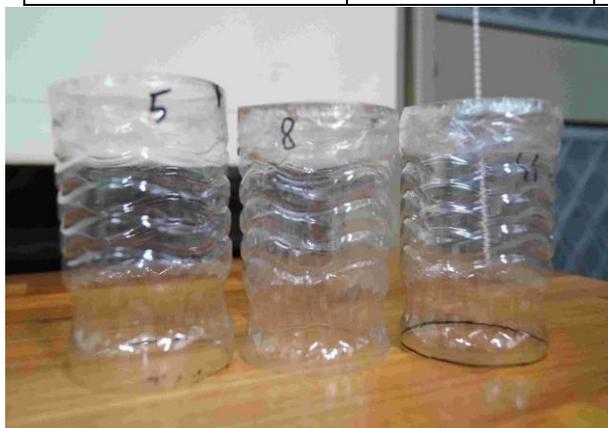
寶特瓶環：口徑為 1600cc，長度 13 公分，膠帶圈數由左至右為 5 圈、8 圈及 10 圈。

《E-2》、實驗數據：『寶特瓶環』-長度大小實驗(m)

口徑：1600cc；長度：10cm				口徑：1600cc；長度：7cm			
次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11	次數	圈數 5	圈數 8	圈數 11
1	2.8	4.62	5.6	1	4.54	5.69	5.45
2	3.51	5.17	7	2	4.67	5.78	6
3	4.92	5.5	7.05	3	4.82	5.8	6
4	4.99	5.75	7.1	4	5.03	5.96	6.1
5	5.06	5.92	7.2	5	5.32	6.11	6.12
6	5.19	5.97	7.45	6	5.32	6.15	6.13
7	5.41	6	7.61	7	5.64	6.18	7.03
8	5.51	6.06	7.63	8	5.69	6.53	7.05
9	5.52	6.16	8.13	9	5.73	6.55	7.11
10	5.68	6.22	8.16	10	6.16	6.62	7.13
11	6.08	6.45	8.82	11	6.59	6.84	7.18
12	6.41	6.64	8.9	12	6.71	6.86	7.52
13	6.77	6.89	8.97	13	6.76	6.88	7.56
14	6.9	6.9	9.55	14	6.87	7.02	7.82
15	6.9	7.21	9.6	15	6.88	7.15	7.84
16	7.18	7.31	9.6	16	8.17	7.22	8.19
17	8.59	7.4	9.75	17	8.17	7.28	8.95
18	6.85	7.46	9.86	18	8.18	7.42	9.12
19	2.65	4.2	5.3	19	4.53	5.07	5.44
20	9.15	7.81	10.66	20	8.98	7.69	9.6



圈數/平均距離(m)	長度 10cm	長度 7cm
5 圈	4.935	6.180555556
8 圈	5.412222222	6.557777778
11 圈	7.673333333	7.127777778



寶特瓶環：口徑為
1600cc，長度 7 公分，膠
帶圈數由左至右為 5 圈、8
圈及 10 圈。

* 《E-1》 & 《E-2》『寶特瓶環』-長度實驗討論：

圈數/平均距離(m)	長度 7cm	長度 10cm	長度 13cm
5 圈	6.180555556	4.935	6.853333333
8 圈	6.557777778	5.412222222	6.951111111
11 圈	7.127777778	7.673333333	7.749444444

1. 從上表所呈現的結果顯示：

- (1) 當長度固定時，三組實驗結果均呈現當圈數越多則平均飛行距離越遠。
- (2) 當圈數固定時，則長度 7 到 10 公分平均飛行距離減少，10 到 13 公分平均飛行距離增加。

伍、實驗結論、相關理論及延伸討論：

(一)實驗討論：

1. 從 D1、D2 實驗所呈現的結果顯示：(扣除 600cc 11 圈數據)可以顯示出：

(1)當口徑固定時，實驗呈現圈數越多則平均飛行距離越遠的結果。

(2)當圈數固定時，實驗呈現口徑越大則飛行平均距離越遠的結果。

2. 從 E1、E2 實驗所呈現的結果顯示：

(1)當長度固定時，三組實驗結果均呈現當圈數越多則平均飛行距離越遠。

(2)當圈數固定時，則長度 7 到 10 公分平均飛行距離減少，10 到 13 公分平均飛行距離增加。

(二)實驗結論：

寶特瓶環的飛行在於如何克服空氣阻力的情況下能安定的飛行，決定了飛行的距離。因此，要在前端增加重量，再加上旋轉的力量，可使飛行方向穩定，同時減少空氣的阻力而有較遠的飛行距離。反之當寶特瓶環長度太短時，可能因為本身重量太輕而無法克服空氣阻力而飛得較近提前落地。

(三)相關理論：

其中包含的原理包括了陀螺效應 (gyroscopic effect) 以及機翼升力 (flat plate lift) 的現象：

(1) 陀螺效應使得寶特瓶環因為旋轉而保持穩定。

(2) 而纏繞膠帶所形成的厚度，如同飛機機翼的效果而給予寶特瓶環足夠

的升力飛行於空中。

(四)延伸討論：

本次實驗中提出以下延伸討論部分：

(1)討論膠帶一圈 多少重量？

礙於實驗方法，只能從圈數去改變變因。但是實際上，是重量的增加影響了實驗的結果，而且不同口徑的寶特瓶環一圈長度並不一樣，所以一圈增加的重量各有所不同，故補充了重量對實驗的影響或在每個有圈數改變的實驗中，加入圈數的總重量數據。

(2) 製作寶特瓶環可能失敗的因素，和小技巧。

製作寶特瓶環時，首先用奇異筆把長度規畫出來，在用美工刀沿著線作切割，在切割時，因為寶特瓶身光滑的緣故，在使用美工刀切割時很容易滑進畫線處，而導致製作失敗。

此時可以藉由一個小技巧去克服。在切割時，可以順著線的外側一小距離處作切割，避免切割到實驗操作所規定的長度。割完一圈後，在使用剪刀做修剪，此時的微調就不容易滑進規定長度內。如此一來，就大大的提升製作的成功性。



實驗過程：將瓶環投出，並給予瓶環施予適當的旋轉。



實驗過程：到瓶環落點定位，協助測量，並紀錄實驗數據。

陸、參考資料：

- 基本飛行原理

<http://iedaniel.pixnet.net/blog/post/26627133%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E9%A3%9B%E8%A1%8C%E5%8E%9F%E7%90%86>

- 飛行－維基百科

<http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%A3%9B%E8%A1%8C>

- 各種飛行器原理－維基百科

<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%90%84%E7%A8%AE%E9%A3%9B%E8%A1%8C%E5%99%A8%E5%8E%9F%E7%90%86>

- 中村寬治著。飛機的構造與飛行原理 圖解版。台北：晨星出版。

- 科學遊戲實驗室－飛行高手

<http://scigame.ntcu.edu.tw/bottle/bottle-005.html>