

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組物理科

080102

臺北縣蘆洲市仁愛國民小學

指導老師姓名

魏慧如

林如薇

作者姓名

劉家宇

謝雨彤

陳昭伶

張文霏

林伶憶

林聖芳

降落傘歷險記

—看誰的降落傘飛得穩飛得久

壹、摘要

美國「精神號」及「機會號」降落火星表面的電視轉播過程、電視頻道所播出的降落傘小故事，都讓我們對降落傘產生了很大的興趣，再加上我們在三年級學過空氣的對流，我們就在想：降落傘上的那一個小孔是不是也跟空氣的對流有關呢？開了孔的降落傘是不是比沒有開孔的降落傘可以飛得更久、更穩定呢？於是我們以之前所學到的科學知識一步步探求影響降落傘降落的因素，也以電腦課所學到的圖表製作，將實驗數據以圖表方式呈現並進行分析。此外，我們也依據降落傘原理與實驗結果進一步進行實驗，希望能找到適合運用於緊急逃生的降落傘。

貳、研究動機

去年，美國「精神號」和「機會號」成功降落火星的畫面藉由電視衛星的轉播，全球的人類都看到了。到學校後，有個同學提到他曾在迪士尼頻道看過敘述降落傘開孔的故事：……在某次降落傘比賽中，甲爲了獲得第一名，趁大家都睡著時將上屆冠軍的降落傘剪洞，沒想到卻使他的降落傘飄得更穩，蟬連冠軍……於是我們對降落傘產生許多興趣與疑問，「爲什麼降落傘上會有一個小孔呢？」「如果沒有了小孔，精神號和機會號會怎麼樣呢？」「爲什麼訂購合作社營養早餐所送的降落傘贈品沒有開孔？」是不是還有其他的因素會影響降落傘的降落呢？在討論的過程中也讓我們想到：如果降落傘開孔真的可以使降落傘的降落更穩定，那麼是不是可以將降落傘運用於緊急逃生上呢？於是我們和老師討論之後，決定以實驗的方式來尋找降落傘上小孔對降落傘降落的影響，更希望能進一步研究出飛得穩、飛得久的降落傘。

參、研究目的

一、探討影響降落傘降落時間（飛得久）的因素

- (一) 傘面材質如何影響降落傘快慢
- (二) 面積相等的情況下，傘面形狀如何影響降落傘降落快慢
- (三) 相同形狀的情況下，傘面面積大小如何影響降落傘降落快慢
- (四) 傘面開孔大小如何影響降落傘降落快慢
- (五) 傘繩長短如何影響降落傘降落快慢
- (六) 傘繩長短如何影響降落傘降落方向
- (七) 多傘重疊（串聯）降落如何影響降落傘快慢

二、設計出能運用在緊急逃生狀況中的降落傘

肆、研究設備及器材

- 一、工具：剪刀、美工刀、圓規、針、訂書機、風向風力觀測器、長鐵夾。
- 二、材料：報紙、布、塑膠袋、硬紙板、棉線、三秒膠、熱熔膠、雙面膠、膠帶、螺絲帽、棉花、夾鏈袋、袋子、尼龍繩、寶特瓶、雨傘。
- 三、測量用具：馬錶、魯班尺、電子秤。

伍、研究過程或方法

一、實驗準備過程

(一) 降落傘的製作過程

- 1.利用尺規作圖畫出圓內接正多邊形的傘形模板，以方便裁出傘形。
- 2.量取棉線製作傘繩，利用熱熔膠結合傘繩及傘面（避免傘繩穿透）。
- 3.以棉花包住兩個螺帽（避免降落時誤傷別人），並固定在夾鏈袋中，即完成載重袋（約重 33.85 克）；用三秒膠固定懸吊載重袋的線，避免滑動。

(二) 風向風力的測定

- 1.用三年級所學製作「風向風力觀測器」。
- 2.由四位同學站於四處進、出風口，一手持風向風力觀測器，一手持旗子。
- 3.當施放者看到四處旗子皆高舉時（表示無風），即施放降落傘。

(三) 實驗前注意事項

- 1.降落傘施放方法：由於從學校中庭四樓施放，我們以長鐵夾拼接掃把柄的方式依實驗所需同時施放數個降落傘，以降低環境變因影響。
- 2.時間的測定：採用有幾個降落傘，就有幾個人、幾個馬錶的方式來測量時間。
- 3.偏移距離的測定：以所施放降落傘的傘面中心點延伸至地面的點來當作偏移距離測量的原點；以魯班尺測量傘面中心點與原點的距離，視為偏移距離。

二、實驗過程

實驗一：傘面材質如何影響降落傘降落快慢

(一) 研究過程及方法

使用布、報紙、塑膠袋三種材質製成傘面皆為邊長 24.5 公分且未開孔的正六邊形降落傘，探討傘面材質對降落傘降落速度與穩定度有何影響。



布



報紙

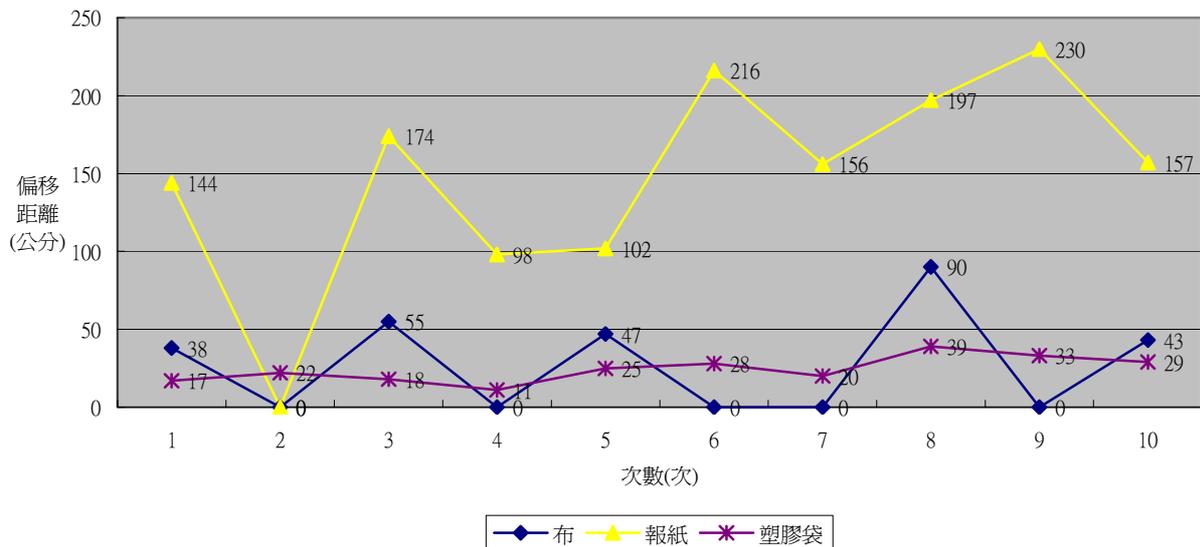
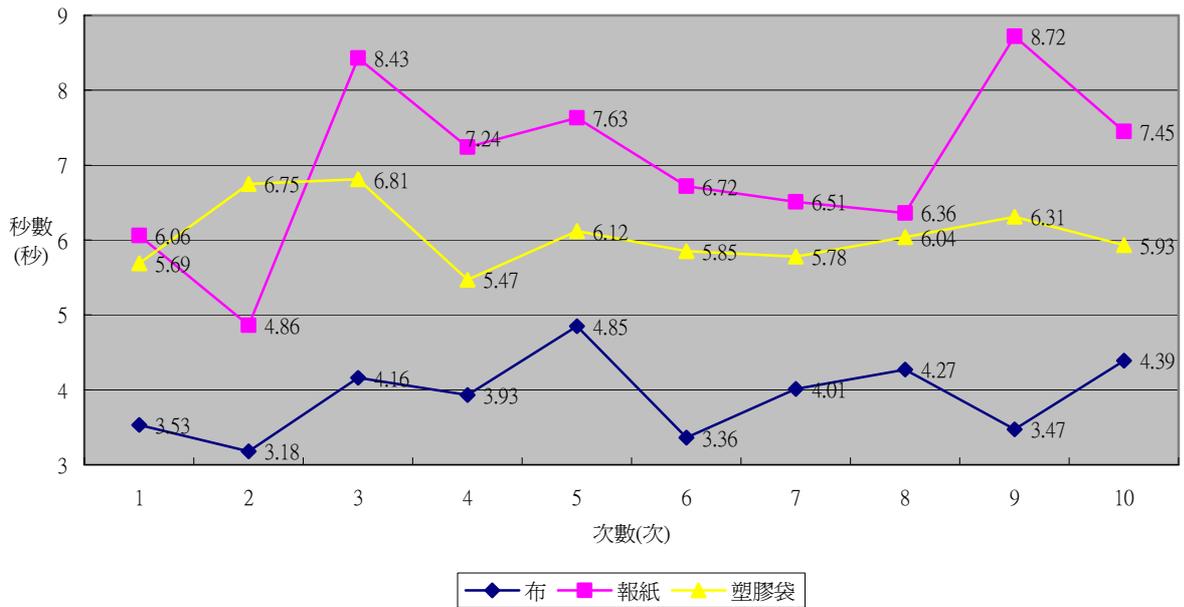


塑膠袋

◎偏移距離單位：「公分」

材 質	次 數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
		布	秒數	3.53	3.18	4.16	3.93	4.85	3.36	4.01	4.27
	偏移距離	38	x★	55	x★	47	x★	x★	90	x★	43
報紙	秒數	6.06	4.86	8.43	7.24	7.63	6.72	6.51	6.36	8.72	7.45
	偏移距離	144	x★	174	98	102	216	156	197	230	157
塑膠袋	秒數	5.69	6.75	6.81	5.47	6.12	5.85	5.78	6.04	6.31	5.93
	偏移距離	17	22	18	11	25	28	20	39	33	29

◎偏移距離中有「★」符號者，表示降落時傘面未張開；「x」符號代表未測量偏移距離。



(二) 小結論

雖然使用布與報紙製作的降落傘降落時間都比塑膠袋長，但是失敗次數與傘面未張開的次數都太高，所以我們決定用塑膠袋製作降落傘。

實驗二：面積相等的情況下，傘面形狀如何影響降落傘降落快慢

(一) 研究過程及方法

使用塑膠袋製作面積相等、傘面形狀分別為正三角形、正方形、正六邊形、正八邊形、圓形的降落傘，以找出最適合使用的傘面形狀。



正三角形

正方形

正六邊形

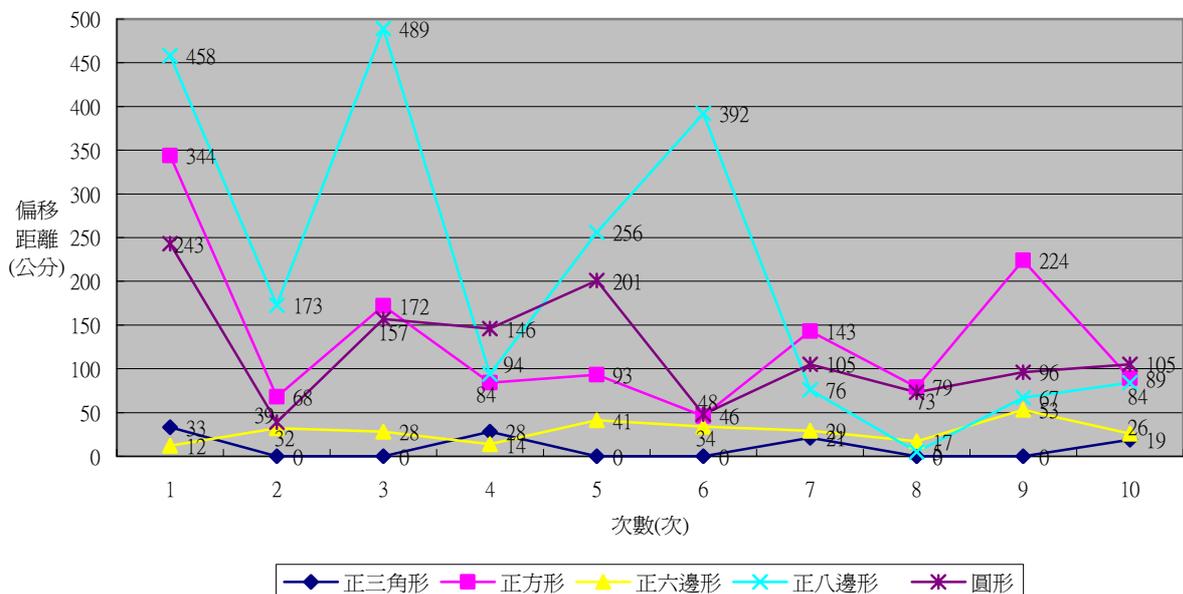
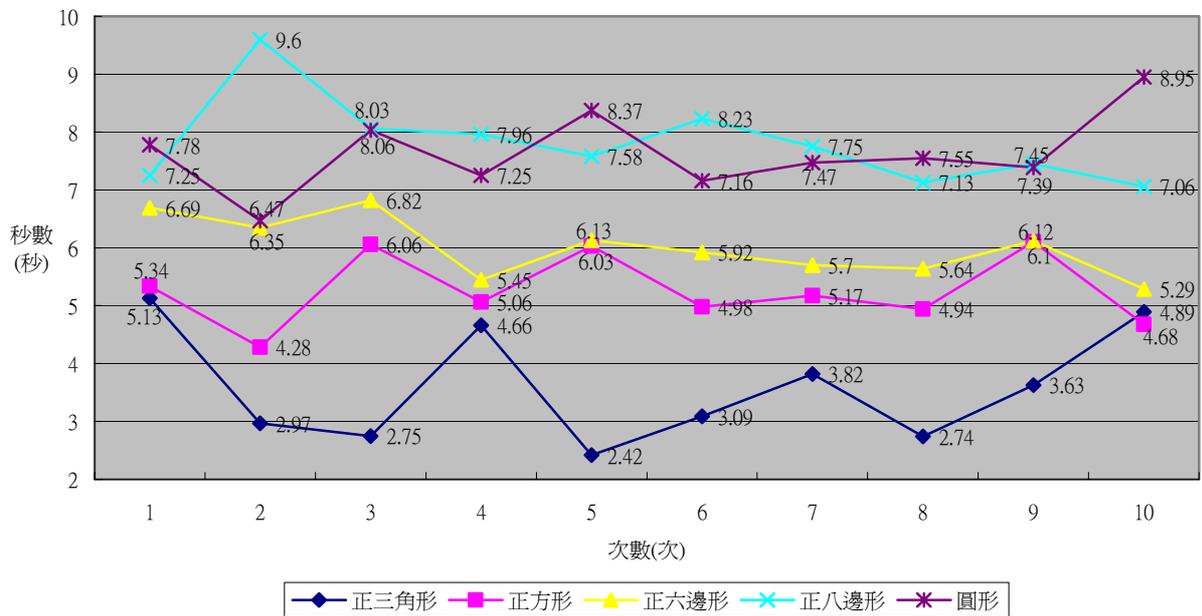
正八邊形

圓形

◎偏移距離單位：「公分」

形狀	次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
	正三角形	秒數	5.13	2.97	2.75	4.66	2.42	3.09	3.82	2.74	3.63
	偏移距離	33	×★	×★	28	×★	×★	21	×★	×★	19
正方形	秒數	5.34	4.28	6.06	5.06	6.03	4.98	5.17	4.94	6.10	4.68
	偏移距離	344	68	172	84	93	46	143	79	224	89
正六邊形	秒數	6.69	6.35	6.82	5.45	6.13	5.92	5.70	5.64	6.12	5.29
	偏移距離	12	32	28	14	41	34	29	17	53	26
正八邊形	秒數	7.25	9.60	8.06	7.96	7.58	8.23	7.75	7.13	7.45	7.06
	偏移距離	458	173	489	94	256	392	76	5	67	84
圓形	秒數	7.78	6.47	8.03	7.25	8.37	7.16	7.47	7.55	7.39	8.95
	偏移距離	243	39	157	146	201	48	105	73	96	105

◎偏移距離中有「★」符號者，表示降落時傘面未張開；「×」符號代表未測量偏移距離。



(二) 小結論

降落傘形狀對降落時間的影響不大，只有正三角形傘面不容易張開，幾乎都是垂直掉落。但是傘面形狀對偏移距離的影響較大，以正六邊形較為穩定。

實驗三：相同形狀的情況下，傘面面積大小如何影響降落傘降落快慢

(一) 研究過程及方法

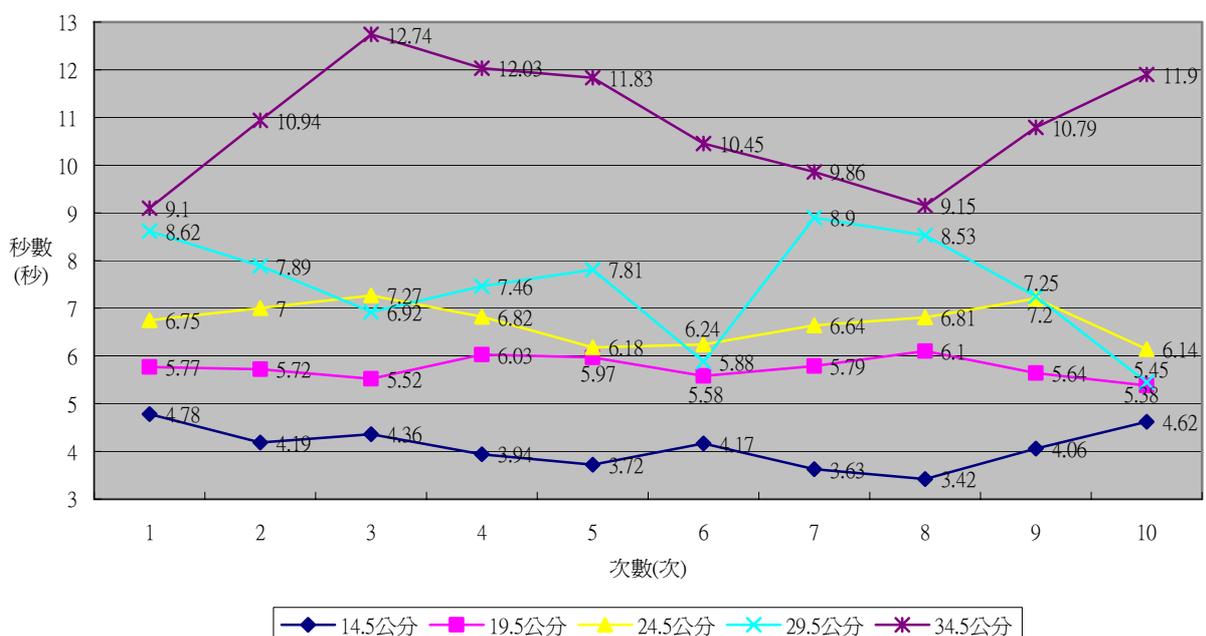
分別以邊長為 14.5 公分、19.5 公分、24.5 公分、29.5 公分、34.5 公分的正六邊形進行實驗三，探討傘面面積大小對降落傘降落速度與穩定度快慢有何影響。

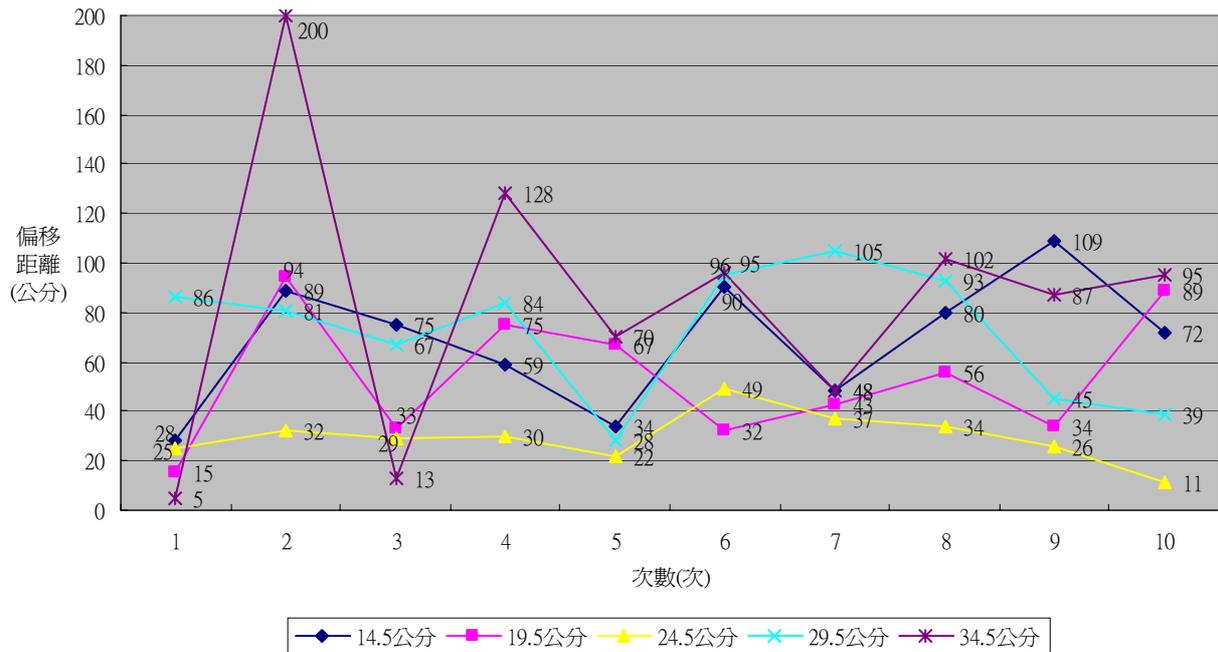


邊長 14.5 公分 邊長 19.5 公分 邊長 24.5 公分 邊長 29.5 公分 邊長 34.5 公分

◎偏移距離單位：「公分」

邊長	次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
		秒數	4.78	4.19	4.36	3.94	3.72	4.17	3.63	3.42	4.06
14.5 公分	偏移距離	28	89	75	59	34	90	48	80	109	72
19.5 公分	秒數	5.77	5.72	5.52	6.03	5.97	5.58	5.79	6.10	5.64	5.38
	偏移距離	15	94	33	75	67	32	43	56	34	89
24.5 公分	秒數	6.75	7.00	7.27	6.82	6.18	6.24	6.64	6.81	7.20	6.14
	偏移距離	25	32	29	30	22	49	37	34	26	11
29.5 公分	秒數	8.62	7.89	6.92	7.46	7.81	5.88	8.90	8.53	7.25	5.45
	偏移距離	86	81	67	84	28	95	105	93	45	39
34.5 公分	秒數	9.10	10.94	12.74	12.03	11.83	10.45	9.86	9.15	10.79	11.90
	偏移距離	5	200	13	128	70	96	48	102	87	95





(二) 小結論

邊長 24.5 公分的降落傘，測得的降落時間和偏移距離差異小，降落時穩定，因此將以塑膠袋為材質、傘面形狀為正六邊形、邊長 24.5 公分的降落傘，繼續進行實驗四。

實驗四：傘面開孔大小如何影響降落傘降落快慢

(一) 研究過程及方法

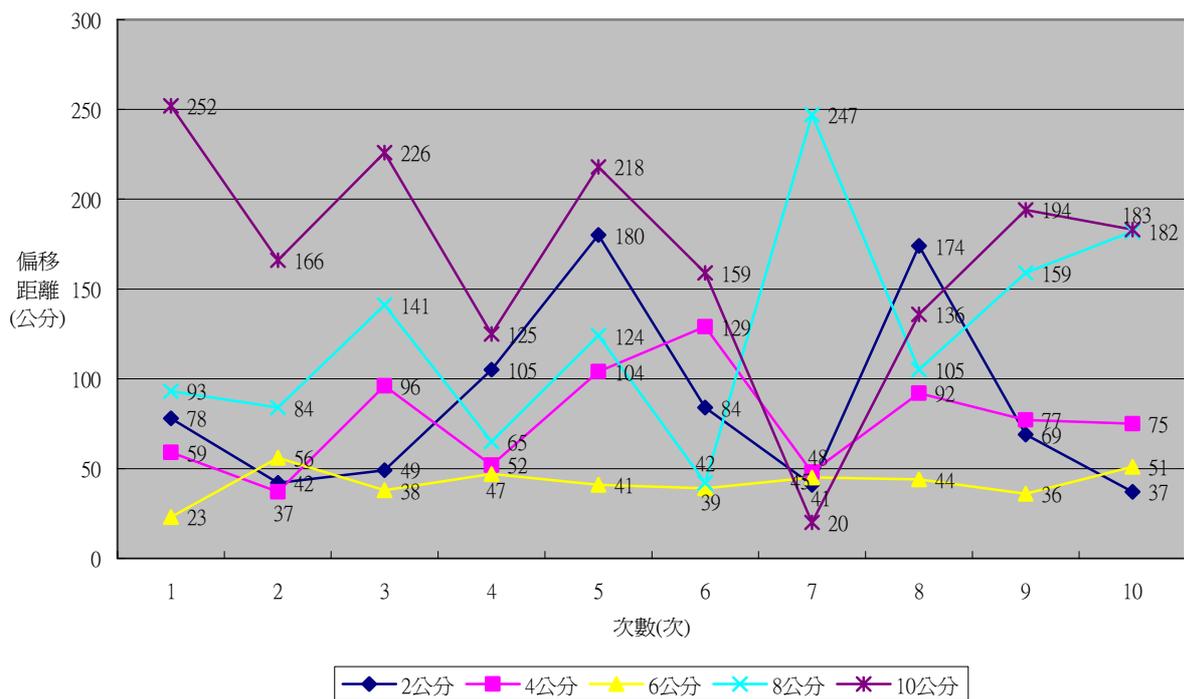
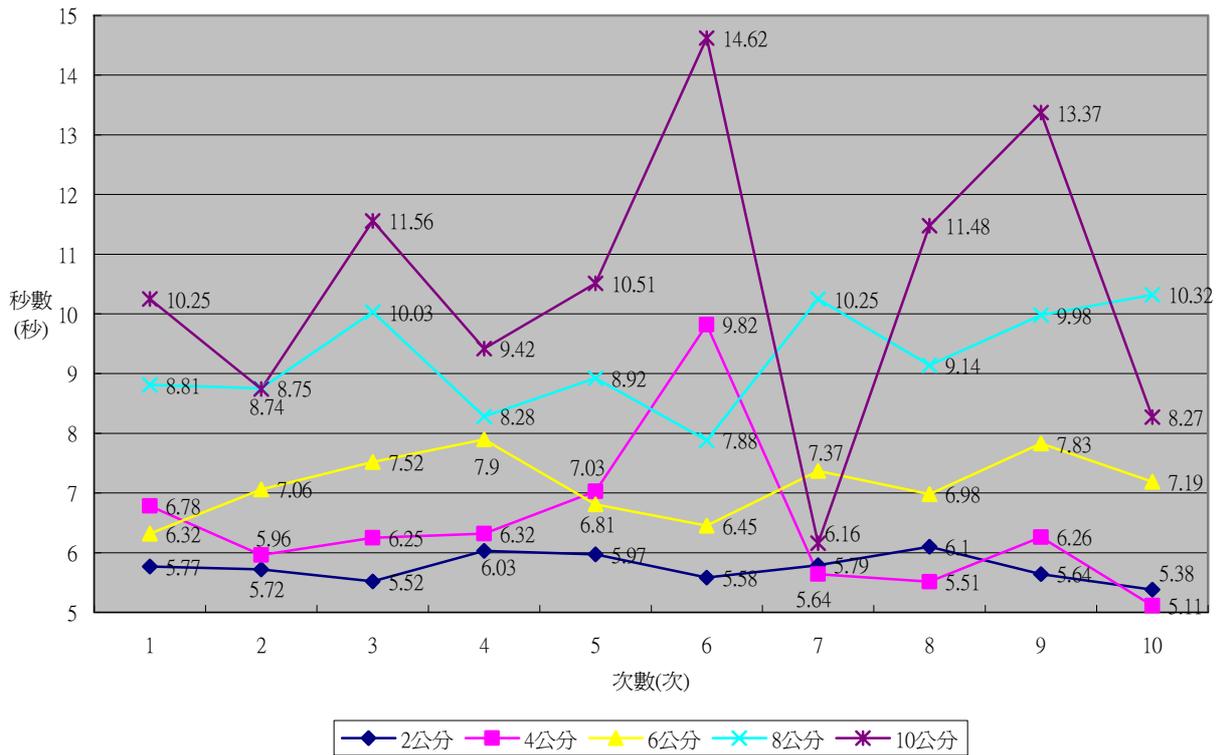
將塑膠袋分別以直徑 2 公分、4 公分、6 公分、8 公分、10 公分於傘面正中央開圓形小孔，進行實驗，探討傘面開孔大小對降落傘降落速度與穩定度快慢有何影響。



開孔直徑 2 公分 開孔直徑 4 公分 開孔直徑 6 公分 開孔直徑 8 公分 開孔直徑 10 公分

◎偏移距離單位：「公分」

開孔直徑	次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
	2 公分	秒數	5.77	5.72	5.52	6.03	5.97	5.58	5.79	6.10	5.64
2 公分	偏移距離	78	42	49	105	180	84	41	174	69	37
	4 公分	秒數	6.78	5.96	6.25	6.32	7.03	9.82	5.64	5.51	6.26
4 公分	偏移距離	59	37	96	52	104	129	48	92	77	75
	6 公分	秒數	6.32	7.06	7.52	7.90	6.81	6.45	7.37	6.98	7.83
6 公分	偏移距離	23	56	38	47	41	39	45	44	36	51
	8 公分	秒數	8.81	8.75	10.03	8.28	8.92	7.88	10.25	9.14	9.98
8 公分	偏移距離	93	84	141	65	124	42	247	105	159	182
	10 公分	秒數	10.25	8.74	11.56	9.42	10.51	14.62	6.16	11.48	13.37
10 公分	偏移距離	252	166	226	125	218	159	20	136	194	183



(二) 小結論

雖然開孔直徑 10 公分的降落傘降落時間最長，但是時間數據差異大，且降落時有晃動現象，以致於每次測得的偏移距離較大。開孔直徑 6 公分的降落傘降落時間差異較小，所測得的偏移距離也較小，所以降落最穩定。

實驗五：傘繩長短如何影響降落傘降落快慢

(一) 研究過程及方法

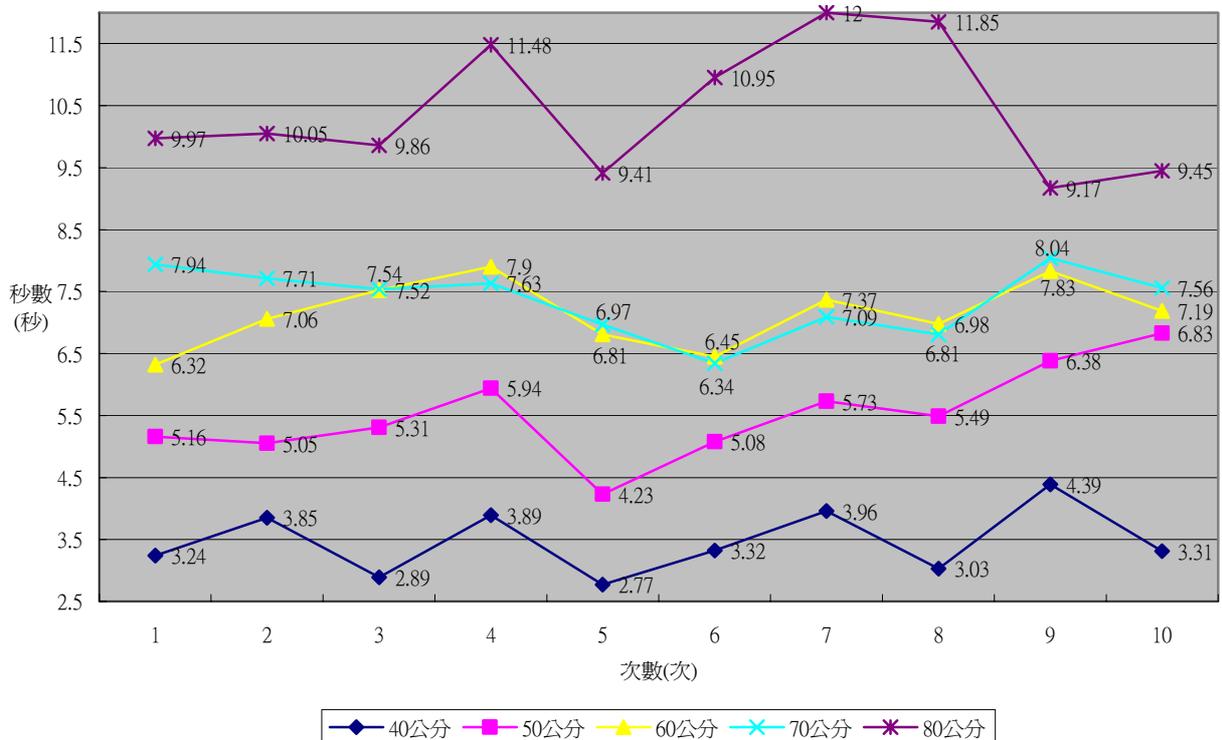
分別以傘繩長 40 公分、50 公分、60 公分、70 公分、80 公分的降落傘進行實驗。

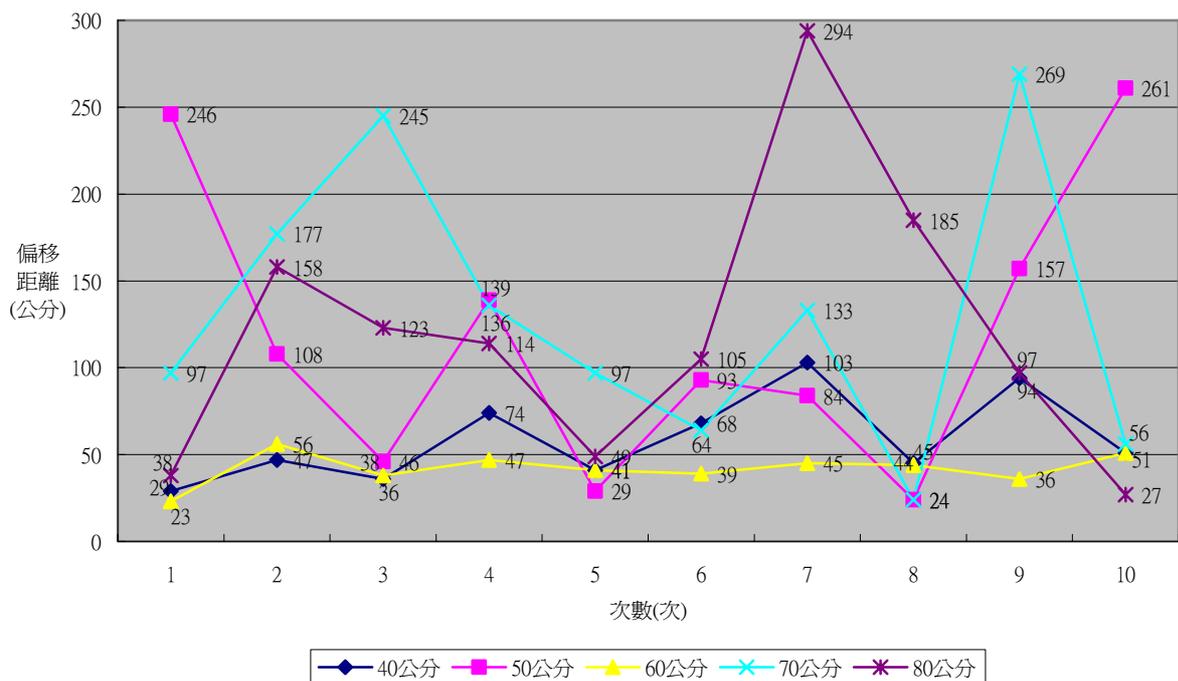


傘繩長 40 公分 傘繩長 50 公分 傘繩長 60 公分 傘繩長 70 公分 傘繩長 80 公分

◎偏移距離單位：「公分」

傘繩	次數	次									
		一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
40 公分	秒數	3.24	3.85	2.89	3.89	2.77	3.32	3.96	3.03	4.39	3.31
	偏移距離	29	47	36	74	41	68	103	45	94	51
50 公分	秒數	5.16	5.05	5.31	5.94	4.23	5.08	5.73	5.49	6.38	6.83
	偏移距離	246	108	46	139	29	93	84	24	157	261
60 公分	秒數	6.32	7.06	7.52	7.90	6.81	6.45	7.37	6.98	7.83	7.19
	偏移距離	23	56	38	47	41	39	45	44	36	51
70 公分	秒數	7.94	7.71	7.54	7.63	6.97	6.34	7.09	6.81	8.04	7.56
	偏移距離	97	177	245	136	97	64	133	24	269	56
80 公分	秒數	9.97	10.05	9.86	11.48	9.41	10.95	12.00	11.85	9.17	9.45
	偏移距離	38	158	123	114	49	105	294	185	97	27





(二) 小結論

在縮短或增長傘繩的情況下，降落時間沒有太大差距，但是傘繩長短會對偏移距離造成影響。我們推論傘繩至少要長於外接圓直徑，但不宜過長。

實驗六：傘繩長短如何影響降落傘降落方向

(一) 研究過程及方法

根據實驗五的結果：傘繩越短降落時間越短，於是我們以 10 公分逐次縮短 1 條、2 條、3 條傘繩以探討傘繩長短如何影響降落傘降落方向。在縮短的傘繩作記號使其位於傘面的同一側。



縮短 1 條傘繩



縮短 2 條傘繩

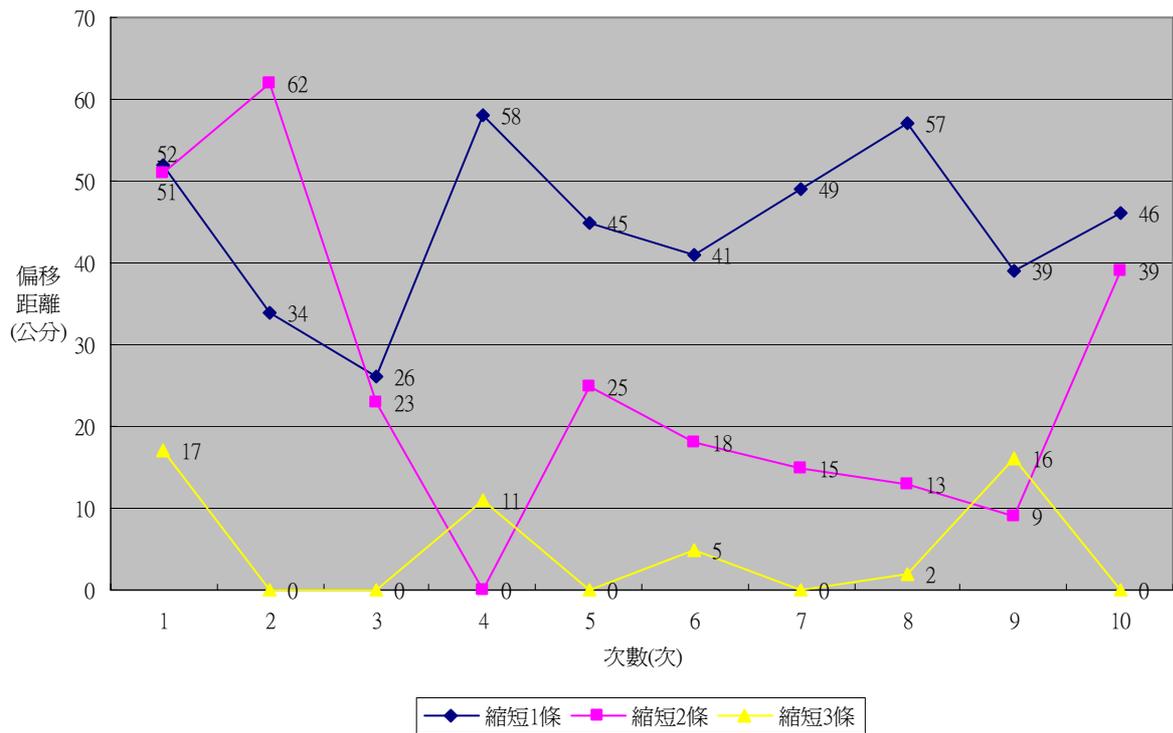
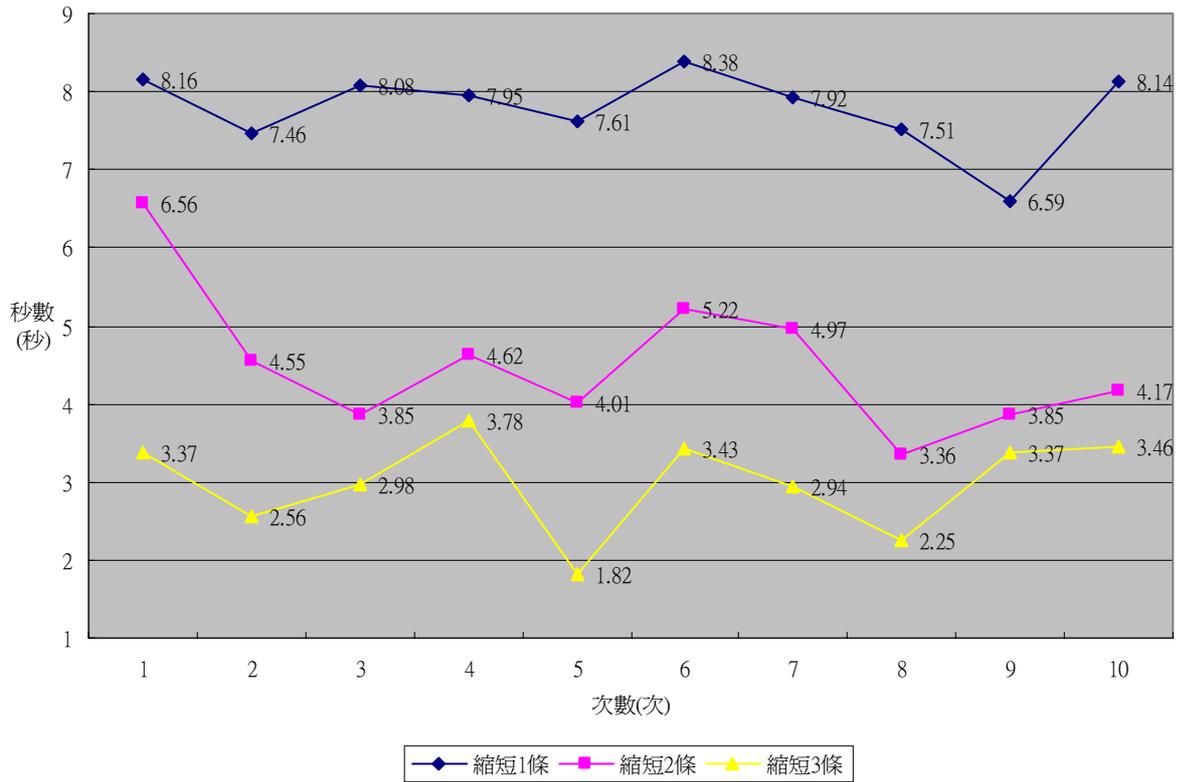


縮短 3 條傘繩

◎偏移距離單位：「公分」

傘繩	次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
		縮短 1 條	秒數	8.16	7.46	8.08	7.95	7.61	8.38	7.92	7.51
	偏移距離	52	34	26	58	45	41	49	57	39	46
縮短 2 條	秒數	6.56	4.55	3.85	4.62	4.01	5.22	4.97	3.36	3.85	4.17
	偏移距離	51	62	23	x★	25	18	15	13	9	39
縮短 3 條	秒數	3.37	2.56	2.98	3.78	1.82	3.43	2.94	2.25	3.37	3.46
	偏移距離	17	x★	x★	11	x★	5	x★	2	16	x★

◎ 偏移距離中有「★」符號者，表示降落時傘面未張開；「x」符號代表未測量偏移距離。



(二) 小結論

進行實驗前，我們預期降落傘會偏向傘繩縮短的那邊，然而實驗結果發現降落傘的偏移方向會和縮短傘繩的方向相反。

實驗七：多傘重疊（串聯）降落如何影響降落傘降落快慢

(一) 研究過程及方法

我們使用 2 個正六邊形降落傘，製作出傘面間距 30 公分的串聯式降落傘。



多傘同線串聯

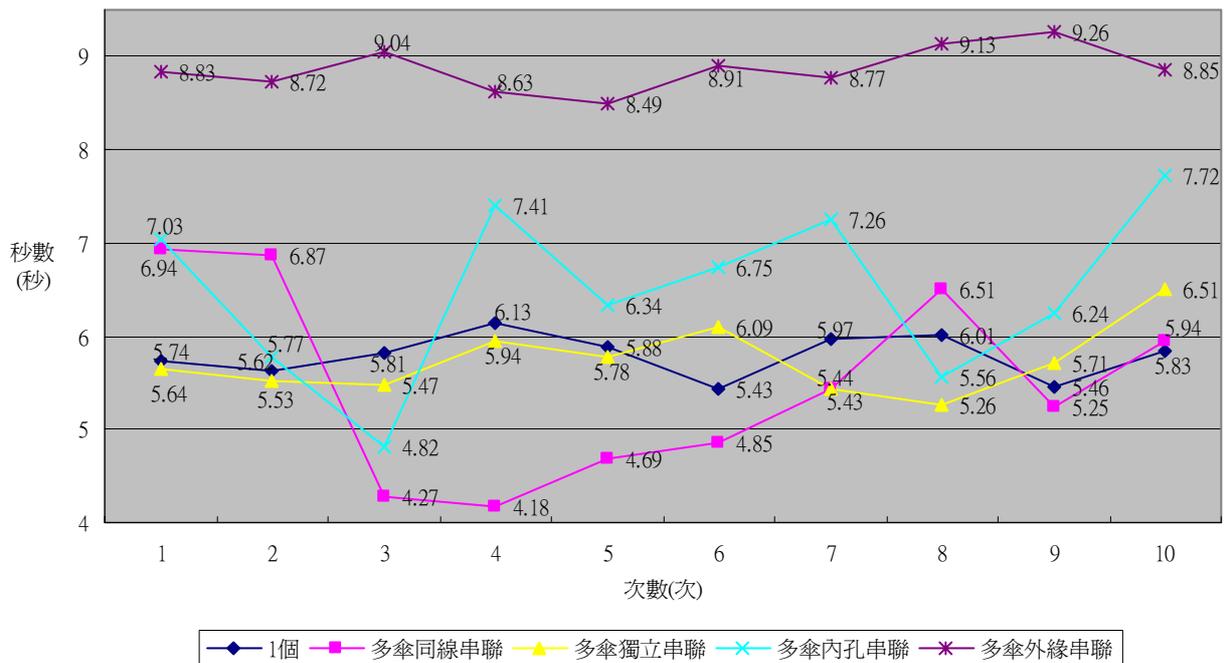
多傘獨立串聯

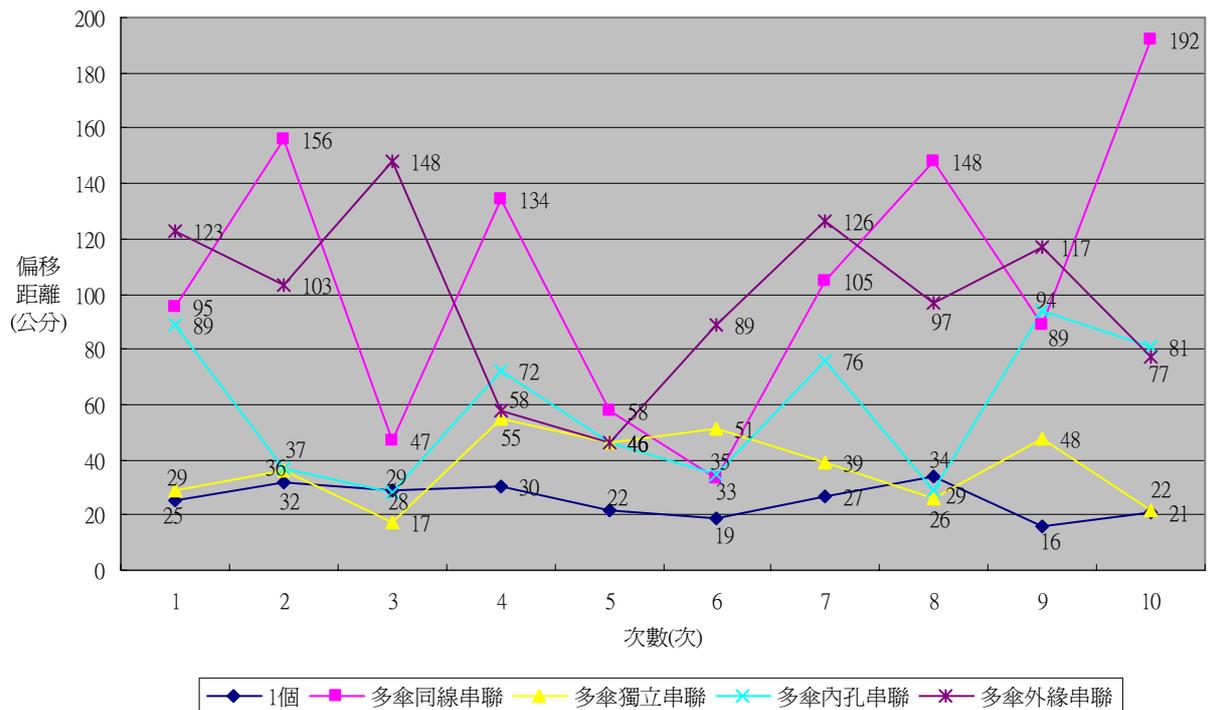
多傘內孔串聯

多傘外緣串聯

◎偏移距離單位：「公分」

個數	次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十
		秒數	5.74	5.62	5.81	6.13	5.88	5.43	5.97	6.01	5.46
1 個	偏移距離	25	32	29	30	22	19	27	34	16	21
	秒數	6.94	6.87	4.27	4.18	4.69	4.85	5.43	6.51	5.25	5.94
多傘同線串聯	偏移距離	95	156	47	134	58	33	105	148	89	192
	秒數	5.64	5.53	5.47	5.94	5.78	6.09	5.44	5.26	5.71	6.51
多傘獨立串聯	偏移距離	29	36	17	55	46	51	39	26	48	22
	秒數	7.03	5.77	4.82	7.41	6.34	6.75	7.26	5.56	6.24	7.72
多傘內孔串聯	偏移距離	89	37	28	72	46	35	76	29	94	81
	秒數	8.83	8.72	9.04	8.63	8.49	8.91	8.77	9.13	9.26	8.85
多傘外緣串聯	偏移距離	123	103	148	58	46	89	126	97	117	77





(二) 小結論

我們用四種方式去探討多傘串聯的實用性，希望可以找到適合用於緊急逃生的串聯式降落傘，透過實驗發現多傘串聯會因為傘面不易張開以及傘繩容易打結等原因，減低降落傘降落的穩定性。(在我們的實驗中沒有探討並聯式的降落傘，是因為並聯式的降落傘所需要的傘面空間較大，不適合運用在緊急逃生)。

陸、研究結果

從上述七個實驗我們發現：使用塑膠袋為材質、傘面形狀為邊長 24.5 公分的正六邊形、開孔直徑 6 公分、傘繩至少要長於外接圓直徑的降落傘降落最為穩定。若以縮短傘繩控制方向，以縮短 1 條效果最佳，且縮短後的傘繩長仍應長於外接圓直徑最好。由多傘串聯的實驗中我們得知，多傘外緣串聯的降落傘在降落時間和偏移距離上都較為穩定，若能針對傘繩長度的問題加以改良，則將更適合應用於緊急逃生的使用上。

柒、討論

一、傘面材質如何影響降落傘降落快慢

- (一) 報紙較沒辦法完全張開；塑膠袋最容易張開；布多半因為無法張開而垂直掉下。
- (二) 以布與報紙為材質時，易受外界環境的影響，而增加實驗的困難度。

二、面積相等的情況下，傘面形狀如何影響降落傘降落快慢

- (一) 形狀對降落時間影響不大，所測得的秒數都不會有太大差距。
- (二) 傘面形狀對偏移距離的影響甚多，以正六邊形的偏移距離較為穩定。

三、相同形狀（正六邊形）下，傘面面積大小如何影響降落傘降落快慢

- (一) 邊長 14.5 公分的降落傘，降落時間過短，應是載重物過重的關係。
- (二) 邊長 24.5 公分與邊長 19.5 公分的降落傘，降落時間相近，以前者偏移距離較小。
- (三) 邊長 34.5 公分的降落傘能在空中停留較久，但是偏移距離差距大，較不穩定。

四、傘面開孔大小如何影響降落傘降落快慢

- (一) 降落傘開孔大小會影響降落傘降落的速度快慢，且開孔越大，降落時間越長。
- (二) 開孔直徑越大的降落傘降落時間不穩定。

五、傘繩長短如何影響降落傘降落快慢

- (一) 傘繩越短，降落時間越短，且傘面會有晃動的情況，因此偏移距離較大。
- (二) 傘繩越長，降落時間越長，傘面呈現穩定狀態。

六、傘繩長短如何影響降落傘降落方向

- (一) 降落傘的偏移方向會和縮短傘繩的方向相反。
- (二) 傘繩縮短 1 條時，較能判斷偏移方向，傘繩縮短 3 條時，傘繩長短不一使得傘面是否能完全張開顯得非常不穩定，因此較難判斷降落傘的偏移方向。

七、多傘重疊（串聯）降落如何影響降落傘快慢

- (一) 多傘同線串聯時易有傘繩糾結的情況，使降落時間與偏移距離的穩定性大為降低。
- (二) 多傘獨立串聯、多傘內孔串聯皆因為下方的傘面受到上方的傘面拉扯而不易張開，導致降落時間與偏移距離大受影響。
- (三) 多傘外緣串聯的降落時間是最長的，但是因為傘繩長度沒有超過外接圓直徑，因此造成偏移距離有不穩定的情況出現。

捌、結論

- 一、降落時間：報紙 > 塑膠袋 > 布；以塑膠袋最為穩定。
- 二、傘面形狀對偏移距離的影響就較大，以六邊形最為穩定。
- 三、傘面面積越大，降落時間越長，但是偏移距離不穩定；面積越小，降落時間都偏短。
- 四、傘面開孔，降落速度越慢、降落越穩；開孔越大，降落速度越慢。
- 五、由實驗我們推論：傘繩至少要長於外接圓直徑，但不宜過長。
- 六、縮短傘繩的確能控制偏移方向，以縮短 1 條的效果最佳。
- 七、原初是希望透過探討串聯式的降落傘而找到讓降落時間增長、穩定度增高的方法，使降落傘能當作緊急逃生用具，但實驗後發現，多傘串聯的降落傘所面對到的變因過多，所以在本實驗中，多傘串聯的降落傘是尚未完全成功的。

玖、參考資料

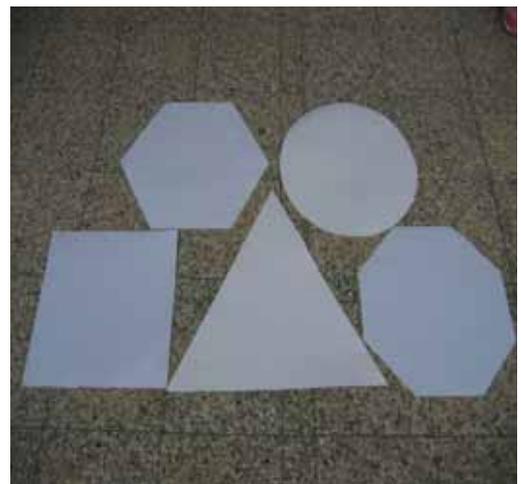
- 一、孫述慶編著（民 80）。生活中的物理。台北市：青少年百科叢書。
- 二、十萬個為什麼第一輯（民 80）。台北市：國際學社。
- 三、尼爾·雅得禮(Neil Ardley)撰文（民 81）。進入科學世界的圖畫書—空氣。(高明美等譯) 台北市：上誼文化實業有限公司。

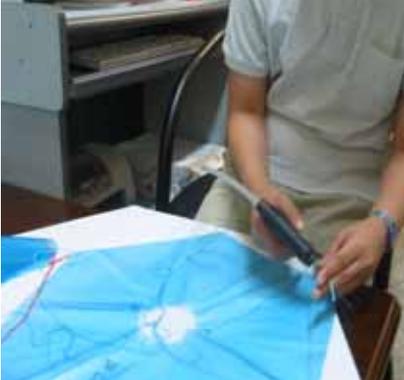
附件一

「傘」亮亮全紀錄



* 跟著我們的步驟，就可以完成美麗的模板了！





*瞧！我們的降落傘就是這樣子做成的喔！



*快！趁沒風時趕快施放。
*好！沒問題，我們來計時。





* 你看！降落傘降落的樣子真美！
 * 對啊！
 量好偏移距離就大功告成了呢！



傘傘發光 突發奇想



常常在電影中看見主角撐著一支雨傘從高樓跳下的畫面，總覺得很誇張，不過雖然覺得誇張，但是說真的，也曾希望自己能像帥帥的主角一樣，自由自在的在空中翱翔，或是撐著一把傘一躍而下時就可以順利到達自己想要去的地方，所以在我們製作降落傘的過程中我們一直在思考如果將雨傘拿來當作逃生的工具，是不是也可行呢？於是我們便著手進行實驗。

我們先以雨傘綁保特瓶（一條傘繩）的方式試驗，發現雨傘傘面雖有支架支撐，卻因為一條傘繩的緣故，使得雨傘容易失去重心，因此常常「翻傘」。於是我們以降落傘的製作方式，將傘繩綁於八邊形傘面的八個頂點，由於普通雨傘的傘面對角線大約長 90 公分，因此我們使用 100 公分的傘繩，並逐漸在寶特瓶中加入水，進行重量測試。結果發現：從學校四樓施放如此大型的降落傘，高度太低，因此降落傘總是很快的就掉到地面上了（每次約 2~3 秒），而且偏移距離都非常大，偏移的方向也都不固定。

因為以雨傘當作降落傘逃生時，所必須考慮的變因太多，所以以雨傘做為逃生工具是不可行、有危險性的。

評語

080102 國小組物理科

降落傘歷險記

1. 研究向度多，但控制與操縱變因，選擇上有些不適當。
2. 天候的影響較難控制。
3. 研究精神態度佳。