

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-應用科學科

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：天降神兵—降落傘實驗

關 鍵 詞：降落傘

編 號：080820

學校名稱：

臺北市中正區國語實驗國民小學

作者姓名：

吳榮恩、范宏楷、洪國峰

指導老師：

林淑華、溫志敏



天降神兵－降落傘實驗



壹、摘要

我們爲了做出“可以在空中停留最久的降落傘”，所以實驗了好幾項有可能影響降落傘降落時間的因素。包括有：1.用什麼樣的材質來製作降落傘的傘面，才能讓降落傘飄得慢呢？2.降落傘的載重量與降落傘降落的時間有什麼樣的關係呢？3.降落傘的形狀和降落的時間有沒有關係？4.降落傘的傘面開孔會不會影響降落時間？孔的大小與降落時間有關係嗎？5.降落傘繩索的數量及長度會不會影響降落時間？6.降落傘的傘面積大小與降落時？

我們認爲降落傘除了要顧及它的飄降的情況外，還有降落地點以及降落時間的長短。經過一連串的實驗、記錄、以及討論後，我們發現降落時間的長短和降落傘本身各方面的因素最有關聯，而降落傘的材質、傘面積、形狀、傘面開孔、載重量、繩索等都與降落傘飄降時間有密切相關。

貳、研究動機

有一次，我們在電視上看到了阿兵哥跳傘，我們很好奇：爲什麼他可以降落得這麼緩慢？上自然課時，老師教過比較物體快慢的方法，我們便想用各種降落傘來試試看，比較哪一種降落傘能在空中停留最久、最慢落到地面上。所以我們就開始進行降落傘的實驗。

參、研究目的

一、探討影響降落傘降落時間的因素。

(一) 降落傘傘面用哪一種材質製作，會降落的最慢？

(二) 降落傘的載重量對降落時間是否有影響？

(三) 降落傘傘面形狀對降落時間是否有影響？

(四) 降落傘傘面有無開孔與降落時間是否有關係？

(五) 降落傘繩索對降落的時間是否有影響？

(六) 降落傘的傘面積對降落時間是否有影響？

二、設計出能降落的最穩、最慢的降落傘。

肆、研究設備及器材

(一) 工具：

- 1.剪刀一把
- 2.皮尺一捲
- 3.膠帶一捲
- 4.雙面膠一捲
- 5.泡棉雙面膠一捲

(二) 材料：

- 1.棉線一捆
- 2.垃圾袋(藍色材質較硬)卅個(中型 66 cm)
- 3.尼龍布一片
- 4.報紙二張
- 5.宣紙一張
- 6.書套兩個
- 7.玻璃紙一大張
- 8.垃圾袋(紅色材質較軟)二個
- 9.牛皮紙一張
- 10.夾鏈袋 100 個
- 11.硬幣 100 個

(三) 發射器：

- 1.竹竿一根
- 2.水火箭一個

(四) 其他：

- 1.天平秤一個
- 2.砝碼一組
- 3.顯微鏡一個
- 4.溫度計一支
- 5.指南針一個
- 6.馬錶一個
- 7.自製風速計一個
- 8.自製回收袋一個
- 9.捲尺一個

伍、研究過程與實驗結果

前置作業(一)－降落傘的原理

我們在網路上找到有關降落傘的原理：

- 1.降落傘是一片小心摺疊在一個袋子的帆布。
- 2.它接著皮帶繫在跳傘人的背部。
- 3.跳傘人跳出飛機後，得拉開一個把手，這樣降落傘才能迅速張開。
- 4.接著，空氣湧入帆布包裡，降落傘就張開了。
- 5.因為空氣阻力的關係，所以跳傘員可以緩緩的降落到地面上。

前置作業(二)－製作降落傘的基本方法

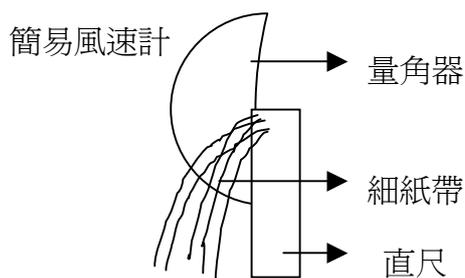
- 1.降落傘傘面製作－將塑膠袋裁剪成直徑 50 cm的圓形。
- 2.降落傘繩索－剪 60 cm棉線八條，並利用膠帶將其固定在塑膠袋傘面的圓周上。
- 3.載重物－將數十個十元硬幣泡在醋水裡加以清洗，潔淨硬幣表面，減少其表面附著物，使其每個硬幣重量相近，減少實驗誤差。
- 4.降落傘載重袋－利用膠帶將夾鏈袋黏貼在八條棉線（降落傘繩索）上，並在夾鏈袋裡放置 4 個硬幣，增加降落傘的重量。夾鏈袋最好一次用兩個重疊裝在一起，以增加其耐用度，減少與地面磨擦而破損，導致硬幣中途掉落出來！

前置作業(三)－風力的測定

1.我們用 1.直尺、2.量角器、3.寬 0.5 cm 的細紙帶 5 條、4.膠帶製作成簡易風速計(如圖)。

2.風速表

風速	強風	中風	弱風	靜風
紙帶飄揚的角度	$n > 90$ 度	$90 \text{ 度} > n > 45$ 度	$45 \text{ 度} > n > 2$ 度	$2 \text{ 度} > n$



前置作業(四)－降落傘實驗的基本步驟

- 1.做實驗的前一天，先看氣象報告，看隔天是不是一個好天氣，可以適合我們做實驗。
- 2.在實驗現場，應多準備備用降落傘，以防降落傘在實驗中受損，無法順利完成實驗。
- 3.將袋子綁在塑膠繩的一端上（充當回收袋），並從樓上垂下到一樓，以方便快速的回收降落傘。
- 4.實驗前，我們先觀察並記錄四周圍的環境（包括風向、風速、溫度、高度、天氣等）。
- 5.我們先把降落傘帶至樓上，並讓一位同學在一樓負責計時及觀察記錄降落傘飄落的情況並回收降落傘的工作，其他兩個人則在樓上拋擲降落傘。
- 6.因為每一個降落傘都要做五次以上的實驗，所以在一樓計時的人，要將降落傘放入回收袋裡，樓上的人就可以利用塑膠繩把回收袋拉回樓上，並繼續重覆實驗。
- 7.每個實驗都進行五次，測量其降落所需時間，並計算平均值。
- 8.在每次實驗結束後，小組成員開始進行討論，並把觀察到的情況寫成實驗日誌，再將我們的問題請教老師。

實驗一：哪一種材質製作的降落傘的傘面降落的最久？

方法：1.製作八個不同材質，但其它規格都相同的降落傘。(參閱附件實驗一)

2.利用這八個降落傘進行實驗並記錄。

3.第一階段的實驗，我們先開始採取“直接用手投擲降落傘”的方式，後來卻發現宣紙、牛皮紙、玻璃紙都很不容易張開，所以我們在第二階段就改採“先將降落傘傘面撐開，再用竹竿將降落傘推出去施放”。

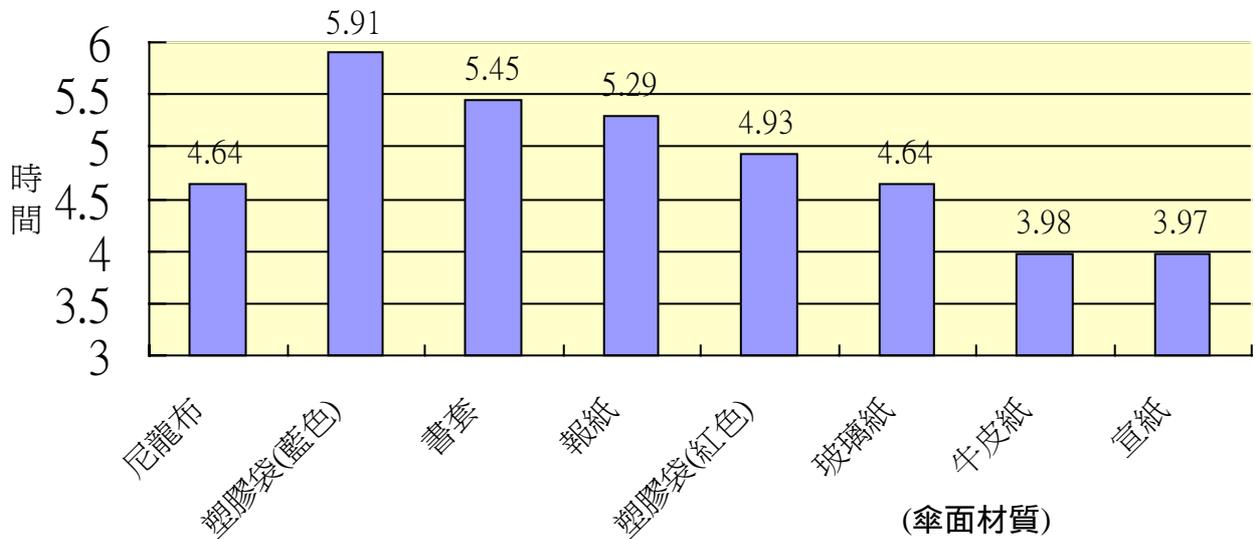
4.第一階段降落時間最長的是塑膠袋（藍色）（材質較硬），可是因傘面沒有張開而失敗的次數太高，所以在第二階段，轉換施放方法時，我們使用一樣是塑膠袋（紅色），只是材質較軟再實驗一次。

3.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

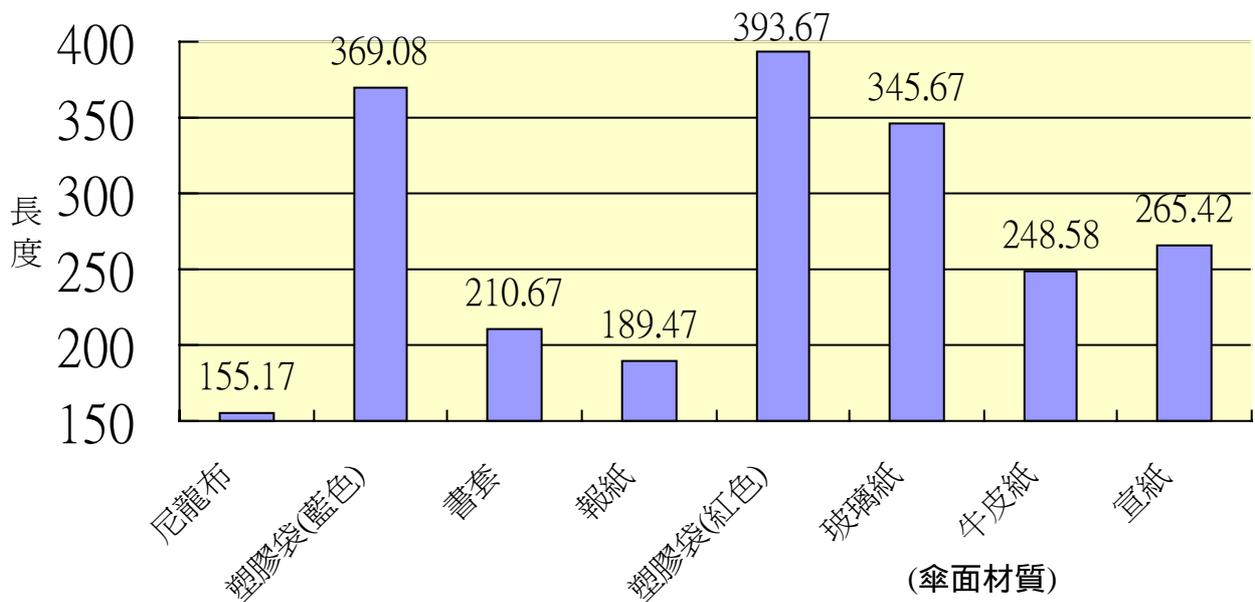
4.我們共實驗十二次，記錄降落傘的降落時間及落地時與中心點的距離。並將時間最長及最短的數據刪除，只求得較精確的平均值

結果：

不同材質降落平均時間長條圖



不同材質降落點的平均距離的長條圖



1. 材質不同時，降落傘降落的時間由長至短依序排列：

塑膠袋（藍色）（材質較硬） > 書套 > 報紙 > 塑膠袋（紅色）（材質較軟）

> 玻璃紙 > 尼龍布 > 牛皮紙 > 宣紙

2. 降落傘傘面以塑膠袋(藍色)(材質較硬)為材料，可以讓降落傘在空中停留最久。

研究討論：

- 1.做完實驗，我們發現，垃圾袋的傘面最容易張開，但是報紙就比較沒辦法完全張開，但是如果報紙能順利完全張開傘面的話，卻可以降落得比垃圾袋更穩。
- 2.尼龍布傘面也無法像垃圾袋一樣容易完全張開，而且因為重量重，所以在降落時，整個降落傘會亂飄，因此使降落時間變長。
- 3.我們很好奇：報紙如果完全張開傘面時，為什麼可以降落得比垃圾袋更穩？我們於是借了一台顯微鏡，利用顯微鏡觀察報紙及垃圾袋後，我們發現：報紙上面有許多小孔，而垃圾袋表面則非常平滑，所以我們推想：降落傘傘面的小孔可能也會影響降落傘的降落情形，所以我們在預定的實驗裡，再加了一個傘面有孔與沒孔的降落時間比較。
- 4.在這次的實驗中，我們的材質共分三大類，分別為：
 - (1)塑膠袋類—包括塑膠袋 a（材質較硬）、塑膠袋 b（材質較軟）、玻璃紙、書套
 - (2)紙類—報紙、宣紙、牛皮紙
 - (3)布類—尼龍布我們發現整體而言，塑膠袋類表現得最好，在空中飄浮最久、也最穩定；其次是尼龍布；最後則是紙類。我們推論其原因，發現：牛皮紙因為裡層多了一層膠膜，所以不透氣，因此整個降落的情況很不穩定。而塑膠袋類可能因為分子間隙較大，無形中有許多氣孔（和報紙的情況很類似），因此可以降落得較理想！
- 5.第一階段實驗中，我們發覺塑膠袋的失敗機率很高，因為傘面較不容易張開，所以後來在第二階段中，我們改採“用竹竿將降落傘推出去”的方式，果然減少了

塑膠袋傘面張不開的問題。

- 6.在“降落傘飄落的地點與中心點的距離”記錄中，我們發覺距離數據有大有小，變化都非常大且混亂，缺乏較具體的規則。然而在這樣的情況下，我們還是發覺兩種軟硬度材質的塑膠袋，其落點距離都是最遠的。經過大家現場觀察及事後討論，我們推論：因為塑膠袋飄降的情況最好，所以其落點距離才會顯得最遙遠，因此我們更確認在這幾件材質裡，”以用塑膠袋來當傘面材質“可以讓降落傘飄降的情況最好！所以我們決定用塑膠袋來做傘面。
- 7.我們覺得降落傘每次在飄落的時候，其飄落情形都不大相同，因此我們決定在下一個實驗裡，將飄落情形也記錄下來！

實驗二：降落傘的載重量與降落時間的關係

方法：1.製作五個規格相同的降落傘，只是在它們的夾鏈袋裡，置放不同數量的 10 元硬幣。

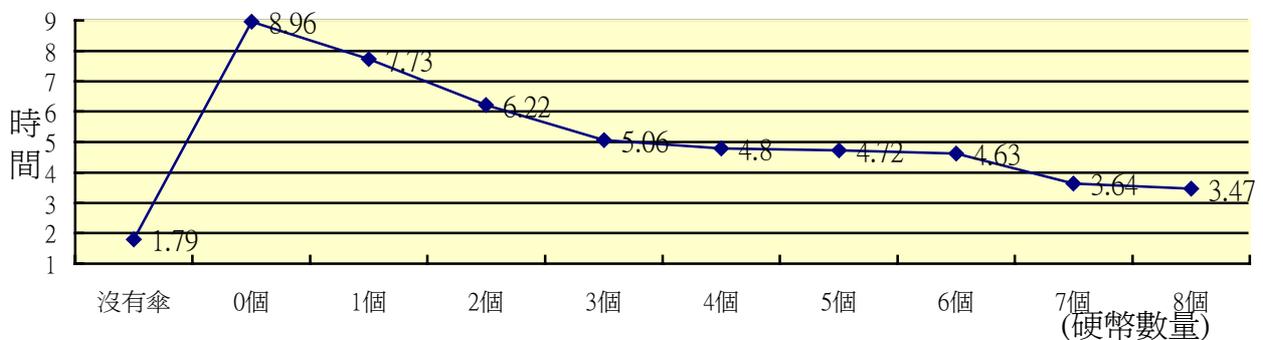
2.為了充份比較載重量對降落傘降落情況的影響，我們再加做了一個沒有降落傘，只有夾鏈袋裡放入兩個硬幣的降落實驗，並與這些不同載重量的降落傘的降落時間一起進行討論。

3.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

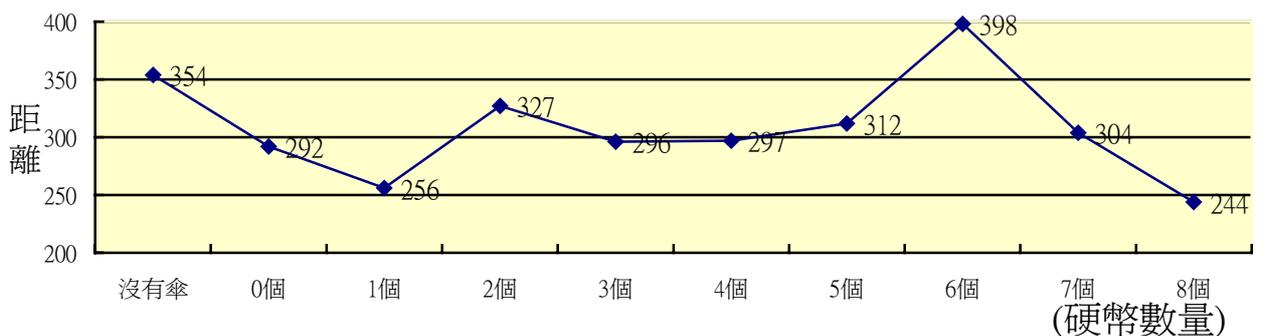
4.我們共實驗十二次，記錄降落傘的降落時間及落地時與中心點的距離。並將時間最長及最短的數據刪除，只求得較精確的平均值

結果：

各種載重量降落平均時間折線圖



各種載重量的降落距離平均數折線圖



- 1.降落傘降落的時間與載重量成反比的曲線，也就是載重量愈輕，降落傘降落的時間就愈長。
- 2.不過，當載重量越重時，降落傘降落的越穩。
- 3.載重量的變化與降落地點的遠近沒有明顯的關係。

研究討論：

- 1.我們依據數據推論載重量愈重（硬幣愈多），降落時間愈短。
- 2.載重量越重，降落的越穩，我們推想可能是因為它不容易被風吹走，所以降落的較穩。
- 3.所以我們希望能在降落時間較長與降落情況較穩定中，取得平衡點，因此經過大家的討論後，我們認為傘面積為直徑 50 公分的圓形時，載重量為 4 個硬幣(29.8 公克)較為適宜。
- 4.所以我們決定接下來的實驗中載重量也都用 4 個硬幣(29.8g)來進行。
- 5.經由這兩次的實驗，我們發覺時間的數據差距都不致太大，因此我們決定將實驗次數改為五次，如果發現差異過大的數據時，便在記錄上以紅色標明，並不列入平均計算，以使求得的平均數更為準確！
- 6.差異過大數據的定義：經過大家討論後，我們決定先算出整組數據的平均（暫時平均），再找出與平均數（暫時平均）差距 1 秒以上的數據，即捨棄不用！
- 7.經由第一實驗（材質）與第二實驗（載重量）中，我們發覺落點距離的記錄很不容易找出它的規律性，數據顯示落點距離與我們欲實驗的變因關聯性較少，因此我們決定在接下來的實驗中，不再記錄落點距離。

8.至於飄落情況的記錄，我們發覺太過於主觀，每個同學觀察到的感覺與敘述都有些微差異，不符合我們要的科學精神，所以我們也決定不再記錄飄落情況。

實驗三：降落傘形狀與降落時間的關係

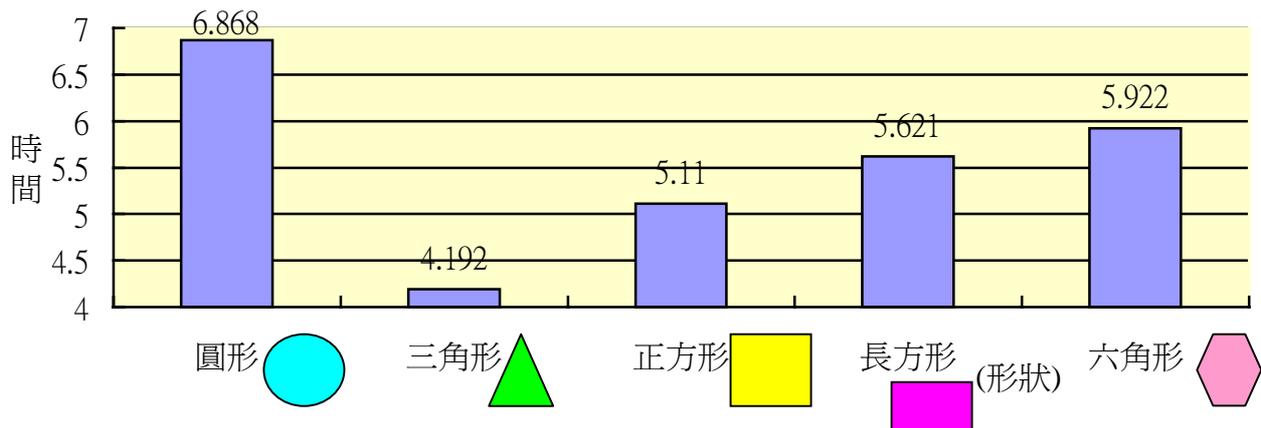
方法：1.製作五個規格都相同的降落傘，只是他們的降落傘傘面形狀分別為圓形、三角形、正方形、長方形、六角形，為了讓實驗能更準確，所以儘可能讓每種傘面形狀的傘面積都相近。不過，為了配合不同的形狀，我們必須連棉線繩索一起改變。變動方式如下：圓形和長方形—8條；六角形—6條；正方形—4條；三角形—3條。

2.利用這五個降落傘進行實驗，並觀察及記錄。

3.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

結果：

傘面不同形狀的降落平均時間長條圖



1.降落傘傘面形狀不同時，降落傘降落的時間由長至短依序排列：

圓形 > 六角形 > 長方形 > 正方形 > 三角形

2.降落情況較穩定的是：圓形、六角形和長方形。

研究討論：

- 1.我們依據數據推論：當降落傘傘面為圓形時，其降落時間最長。
- 2.降落時間最短的是三角形，我們推論：因為三角形的傘面不容易產生弧面，不容易捉住空氣，所以無法使降落傘在空中停留久一些。
- 3.六角形較接近圓形，所以其降落時間也比其它形狀（長方形、正方形、三角形）長。
- 4.愈接近圓形（角愈多），降落時間愈長。
- 5.我們這次實驗的地點是在室內，但是，我們之前也曾在室外（台北市建國中學）做過同樣的實驗，卻發現：長方形的傘面降落的時間比圓形傘面長。我們推論應該是因為室外風力較大、室內靜風的緣故。
- 6.我們在網路上找到的資料發現：在翡翠灣的降落傘傘面通常是長方形的，可是傘兵卻不用長方形，而用圓形。根據我們根據前後兩次（室外與室內）實驗的推論：翡翠灣的降落傘，通常是給遊客、或初學者玩的，他們比較不熟悉降落傘，所以需要降落速度較慢的降落傘，才能有時間控制，而在室外實驗時，傘面以長方形的降落時間最長；傘兵就不一樣了，傘兵用降落傘時，通常是在作戰，所以降落速度要快，和我們在室外實驗時的結果相同：長方形的傘面比圓形傘面降落時間更長。
- 7.不過，我們也有想過：為什麼不用六角形的傘面呢？我們推想：六角形的降落傘，有六個角，所以成本會比較高，製造也較不方便。但圓形很好製造，成本也很低，所以是普通人常用的降落傘。

實驗四：傘面開孔與降落時間的測試

實驗四-1 傘面開孔與不開孔的降落時間比較

方法：1.製作兩個規格都相同的降落傘，只是一個在傘面中心剪下直徑 1 cm的圓形洞；

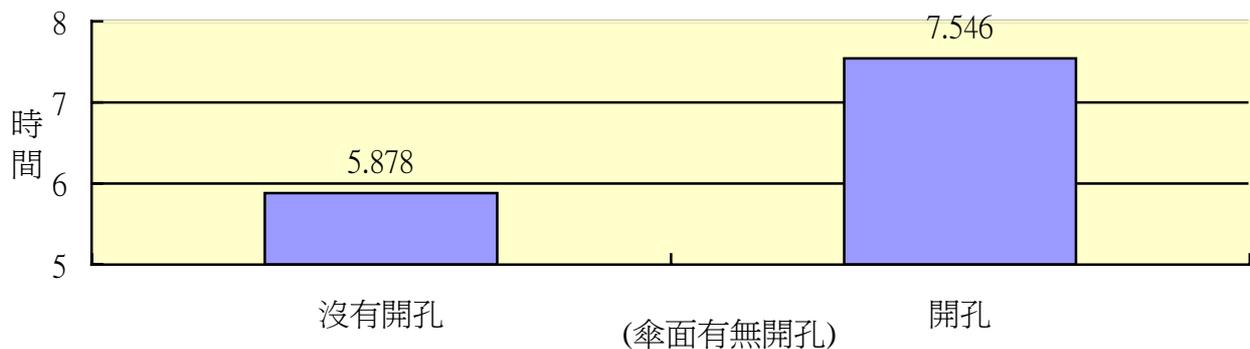
另一個則保持不變。

2.利用這二個降落傘進行實驗，並觀察及記錄。

3.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

結果：

開孔與否的降落時間平均時間長條圖



1.有開孔的降落傘傘面比沒有開孔的傘面，降落的時間更長。

2.當降落傘傘面有開孔時，降落傘會降落的更穩。

研究討論：

1.我們依據數據可以推論：降落傘傘面有洞會比無洞的降落傘，飄得更久、更穩。

2.我們原先以為降落傘傘面積愈大時，因為可以包住更多的空氣，所以會有更大的

飄浮力，但後來實驗後卻發現：雖然有開孔的降落傘面積較小，但降落速度反而

比較慢，這是為什麼呢？有同學說：沒有開孔的降落傘降落時飄的很不穩，所以

我們推想：降落時，空氣不斷灌入降落傘的傘面中，但是灌太多也會產生亂流，

使降落傘不平穩，而且使得降落速度更快。但是有孔的降落傘就不一樣了，多餘的空氣可以由那個孔流出去，讓降落傘很穩，降落速度也會較慢。

實驗四-2 傘面開孔大小的降落時間比較

方法：1.製作四個規格都相同的降落傘，只是其在傘面中心剪下的圓形洞大小都不一樣，

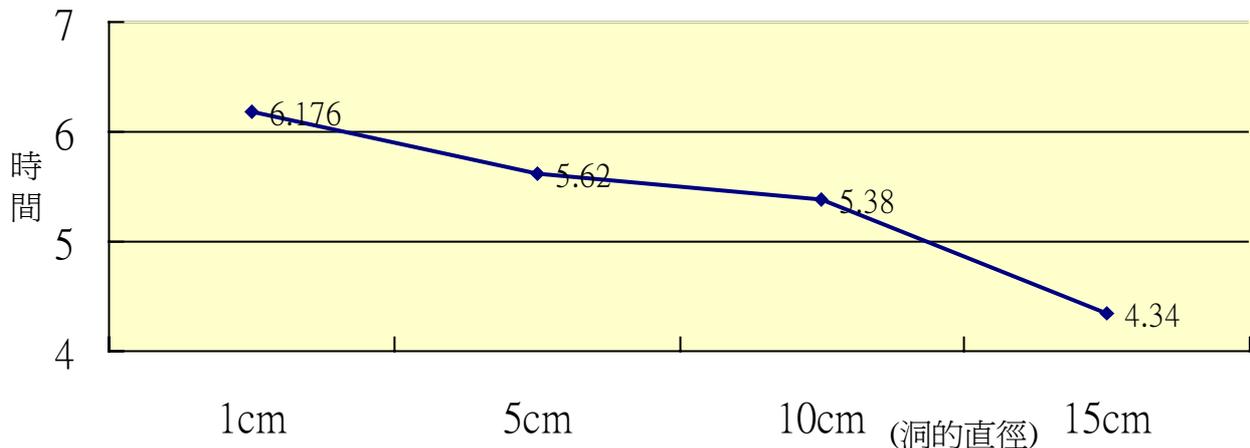
分別為直徑 1 cm、5 cm、10 cm、15 cm。

2.利用這四個降落傘進行實驗，並觀察及記錄。

3.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

結果：

開洞大小與降落平均時間的關係折線圖



1.降落傘傘面開孔大小不同時，降落傘降落的時間由長至短依序排列：

直徑 1 cm > 直徑 5 cm > 直徑 10 cm > 直徑 15 cm

2.當洞愈大時，降落傘降落的時間也愈不穩，有時快、有時慢，時間數據差異性較

大；而當洞較小時，反而每次實驗的降落時間都較相近。

研究討論：

- 1.洞的大小和降落速度有關嗎？當然有，洞越大，降落時間越短；洞越小，降落時間越長。
- 2.按照上面的推論來看：在傘面開個直徑 5 cm的洞時，應該會比直徑 10 cm的降落時間更長，但在第一次計算平均時，卻出現不是這樣的結果，這是我們始終覺得很疑惑的地方，老師建議我們：有些實驗的數據受到其它外力影響，導致結果產生誤差，因此我們可以將不適當的數據刪除後，再予以平均，這樣或許較能找出實驗真正的結果。
- 3.因此，我們經過同學與老師相互討論後，決定將與平均值差距 1 秒以上的數據予以刪除，再將其它數據平均，果然得到較有規律的結果。
- 4.由這裡的實驗，我們也發現：其實我們也可以多做幾次實驗，取得更多的實驗數據，這樣不但可以讓我們的實驗結果更準確；同時也可確認是否只是因為受到當時環境條件的突然的些微變化而影響，還是真的還有些其它我們尚未發現的原因。

實驗五：降落傘繩索與降落時間的測試

實驗五-1 降落傘繩索數量對降落時間的影響

方法：1.剪下 60 cm 的棉線 34 條，分成 4 條、6 條、8 條、16 條等四組。

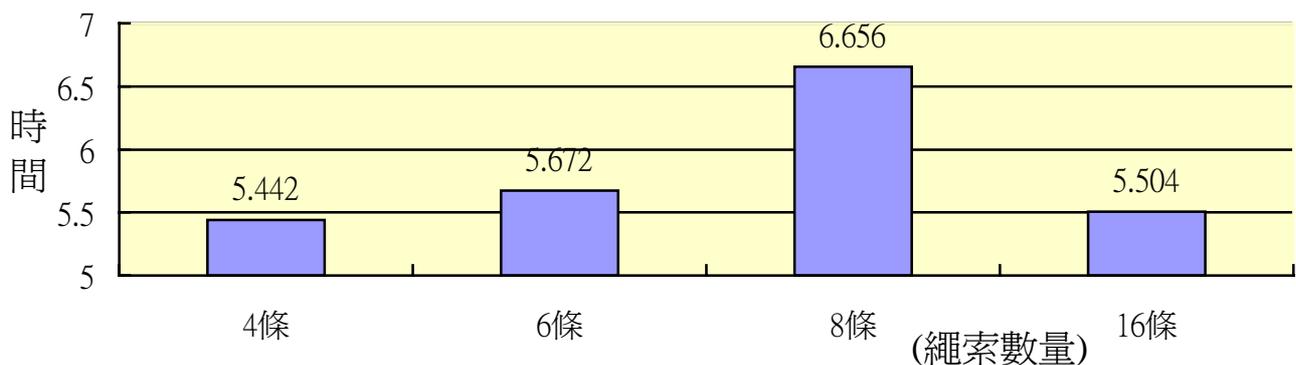
2.利用這四組棉線分別製作成其他規格都相同的降落傘

3.以這四個降落傘進行實驗，並記錄其降落時間。

4.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

結果：

降落傘繩索數量不同時，降落平均時間長條圖



1.降落時間由最長到最短依序排列為：8 條線 > 6 條線 > 16 條線 > 4 條線

2.由實驗結果可知：在這四種降落傘裡，8 條繩索的降落傘可以讓降落傘在空中停留較長的時間，過多(16 條)或太少(6 條、4 條)都縮短降落傘降落的時間。

3.繩索數愈多的話，降落失敗率也會減低；繩索數愈少，降落傘愈容易降落失敗。

研究討論：

1.我們發現 4 條線及 6 條線的降落傘很容易張開，但是傘面所包住的空氣卻很容易外漏，所以降落速度很快。

2.八條線的降落傘，非常穩，降落時間慢。

3.十六條線的降落傘，因為太多線了，會纏在一起，所以傘面不容易張開，降落速度也較快。

實驗五-2 降落傘繩索長度對降落時間的影響

方法：1.剪下 50 cm、60 cm、70 cm、80 cm長度的棉線各 8 條。

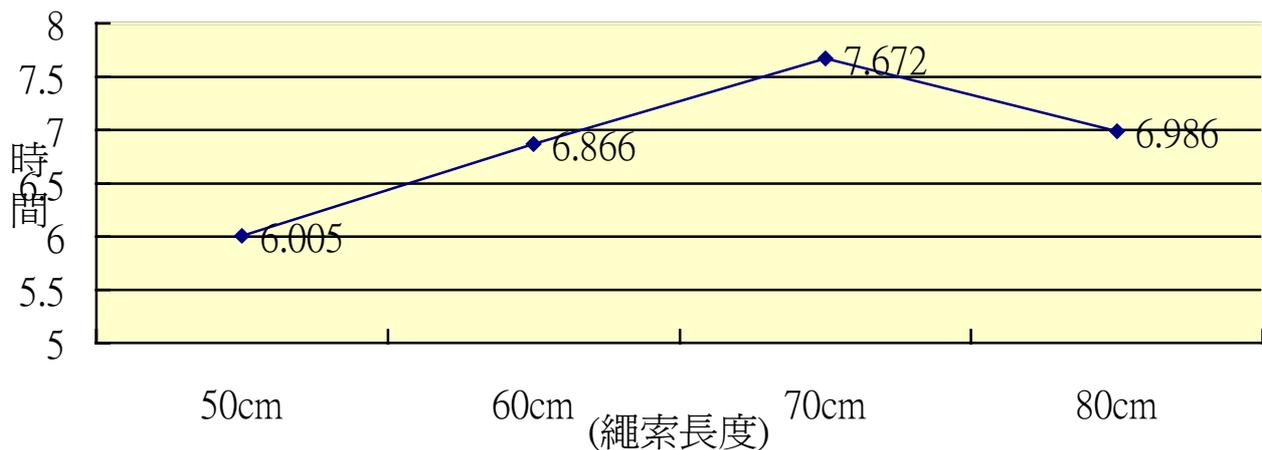
2.利用這四組棉線分別製作成其他規格都相同的降落傘。

3.以這四個降落傘進行實驗，並記錄其降落時間。

4.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

結果：

降落傘繩索長度與降落平均時間關係的折線圖



1.不同的降落傘繩索長度，其降落時間的長短依序為：

70 cm > 80 cm > 60 cm > 50 cm

2.繩索長度必須要適中（約略是 70 cm），太長或太短，都會減少降落傘的降落時間

研究討論：

- 1.五十公分的線太短，使傘面中不能全部裝滿空氣。
- 2.六十公分的線剛好，降落時間也很久。
- 3.七十公分就更好了，降落時間可以變得很長。以後我們製作降落傘時，應該都要改成七十分分較好。
- 4.不過，因為六、七兩個實驗是在同一天進行的，所以下個實驗（第七實驗），我們仍然維持六十公分的繩索長度。

實驗六：降落傘的傘面積與降落時間的關係

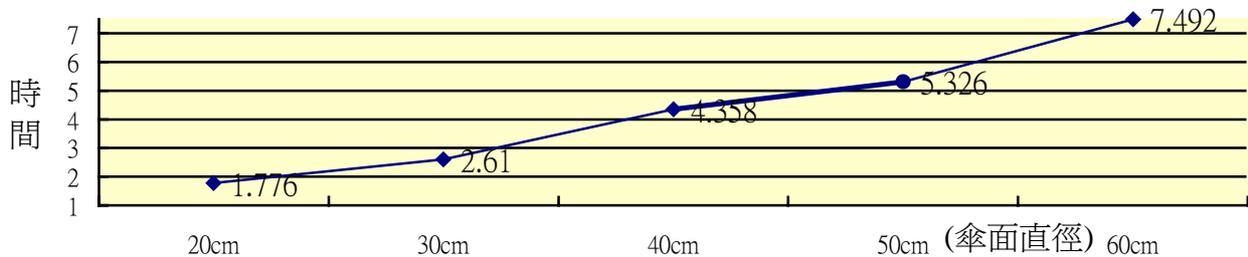
方法：1.製作五個規格都相同的降落傘，只是他們的圓形降落傘傘面直徑分別為 20cm、30cm、40cm、50cm、60cm。

2.利用這五個降落傘進行實驗，並觀察及記錄。

3.環境條件：我們在室內、靜風、高度 9.54 公尺(三樓)的狀態下進行實驗。

結果：

傘面積直徑大小與降落平均時間的折線圖



1.傘面積不同時，降落傘降落的時間由長至短依序排列：

直徑 60 cm > 直徑 50 cm > 直徑 40 cm > 直徑 30 cm > 直徑 20 cm

2.當傘面積愈大時，降落傘降落時間愈長。

3.當傘面積愈大時，降落傘降落失敗的機率也較少。

研究討論：

1.傘面面積越大，雖然可以降落速度較慢，但風的阻力也會越大，結合之前所做的傘面開孔實驗的經驗，我們認為可能降落傘需要開孔，也要看傘的面積，來定洞的大小、和開孔的位置。

2.傘面積越小，可以降落較快。但在我們查的資料裡，發現：普通的降落傘中，如果以長方形的傘面形狀來說：其長寬一定都有超過 1 公尺。

陸、討論

1.我們在實驗中，試用過許多拋擲方式：

- a.直接用手輕放；
- b.將降落傘傘面捆成一束後，用力拋擲出去；
- c.利用水火箭將降落傘發射出去；
- d.用拉炮的力量，將降落傘噴射出去；
- e.利用竹槍將降落傘射出去；
- f.直接將橡皮筋用膠帶黏在降落傘傘面上，再把橡皮筋射出去；
- g.用竹竿把降落傘伸到半空中，再輕輕放下來；
- h.小蘇打粉加醋後，利用其產生的氣體將降落傘彈射出去；
- i.利用香檳汽水開瓶時的噴射力，將降落傘射出去

不過，大部份的方法都不大實用，後來我們覺得(b.)將降落傘傘面捆成一束後，用力拋擲出去，最為方便好用！

然而，在剛開始，如果塑膠袋傘面不易張開時，最好是能用(g.)竹竿推出去，才不致造成傘面張不開的失敗情況！

2.我們曾在室內及室外做過降落傘實驗，發現室內的效果較好，降落傘降落得較穩

定，室外受到太多的風力影響，整個實驗的效果常會受到干擾。

3.輔助傘應該會讓降落傘飄降得更慢，但因為我們在進行這項實驗之初，發現我們

的輔助傘很不容易張開，致使輔助傘的功能都沒有發揮出來！因此我們這次便沒有進行輔助傘的研究了！

- 4.在進行開孔實驗時，我們並未測試開孔的位置及數量是否也會影響降落傘的降落時間，如果有機會再研究的話，希望我們能夠找出答案！
- 5.在降落傘形狀部份，因為有許多俱樂部的降落傘都是長方形的，所以我們覺得長方形的降落傘也很值得研究！我們希望能針對長方形的長寬比例進行測試，找出較適合的降落傘形狀。
- 6.我們的研究限制：因為我們要避免風力對降落傘的影響，所以我們將實驗都改在室內進行，但這不大符合實際降落傘真實的情況！而且我們很難在四周都空曠的場所進行實驗，只能在有挑高中庭的場合實驗，其氣流的變化情況也會有誤差，因此我們希望將來如果有機會，我們可以排除萬難，克服各種限制，研發出“飄浮時間最慢、落點最準確、降落情況最穩定”的理想降落傘。

柒、結論：

1.塑膠袋（藍色）（材質較硬）>書套>報紙>塑膠袋（紅色）（材質較軟）

>玻璃紙>尼龍布>牛皮紙>宣紙

塑膠袋降落的最慢，所以傘面材質以塑膠袋較適宜。

2.載重量越重，降落速度越快；載重量越輕，降落速度越慢。

載重量越重，降落傘降落越穩；載重量越輕，降落傘降落越不穩。

3.相同面積但不同形狀的降落傘，降落速度不同。

室內：圓形>六角形>長方形>正方形>三角形

4.傘面開孔，降落速度越慢；傘面不開孔，降落速度越快。

傘面開孔，降落越穩；傘面不開孔，降落越不穩。

開孔越大，降落速度越快；開孔越小，降落速度越慢。

5.繩索數量約略以 8 條較為適宜，它的降落時間最長，繩索太多或太少都會縮短降落時

間繩索長度約略以 70 cm 最適宜，它的降落時間最長，長度太長或太短都會縮短降落時

間

6.傘面積越大，降落速度越慢；傘面積越小，降落速度越慢。

傘面積越大，風阻也越大；傘面積越小，風阻也越小。

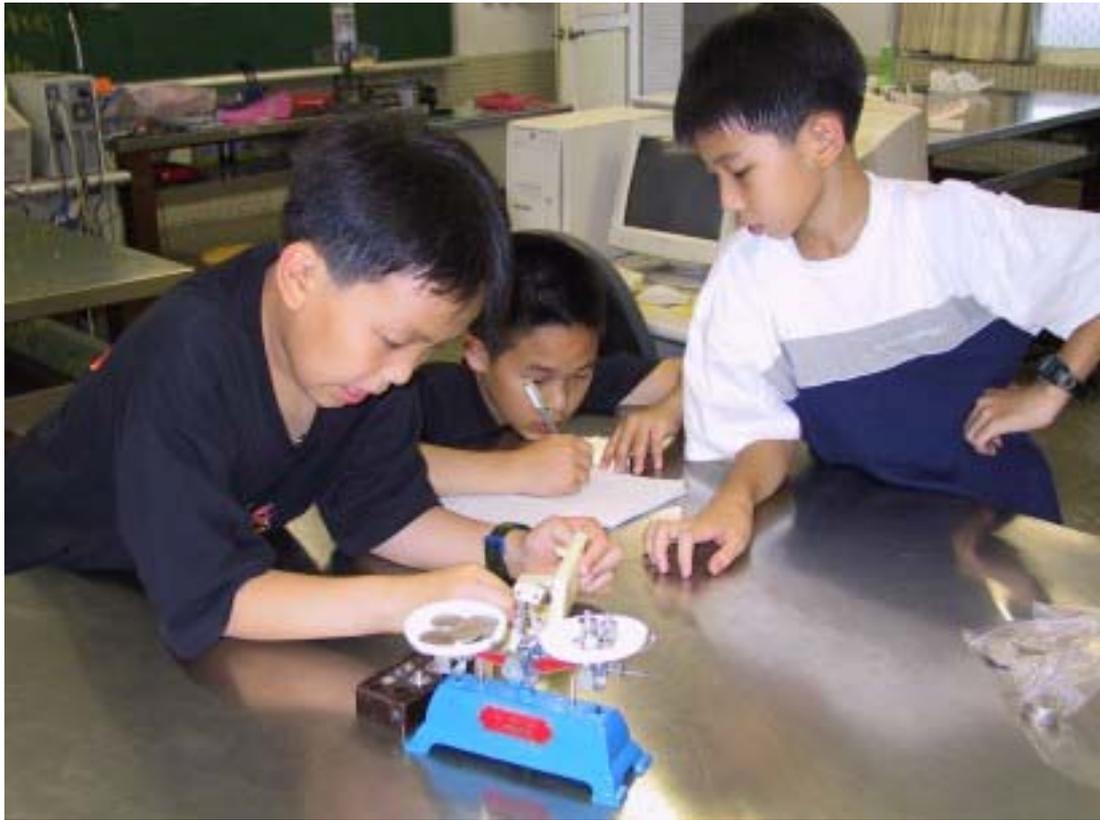
8.綜合以上各點，我們認為降落時間可以最長的降落傘，應該如下表規格，另外，如果可以的話，室內的降落時間會比室外更長也更穩。

降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：2826 cm ² (直徑 60 cm) (愈大愈好)
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：50.32 g
		載重量與傘面積的比值：0.0178060 g /cm ²		
	繩索	數量：8 條	長度：70 cm	
拋擲方式	用竿子把降落傘推出去			

捌、參考資料及其他

網路資源：

- 1.降落傘加水比賽 <http://www.nhps.tp.edu.tw>
- 2.降落傘比賽 <http://hacup.tecom.ntu.edu.tw>
- 3.降落傘原理 <http://www.hisport.net.tw>
- 4.創意降落傘比賽 <http://webclass.ncu.edu.tw>
- 5.遠哲科學競賽－天降神兵 <http://www.ytlee.org.tw>
- 6.各種降落傘製作 <http://www.sonking.com.tw>



看我們秤硬幣的重量，秤得多專心啊！



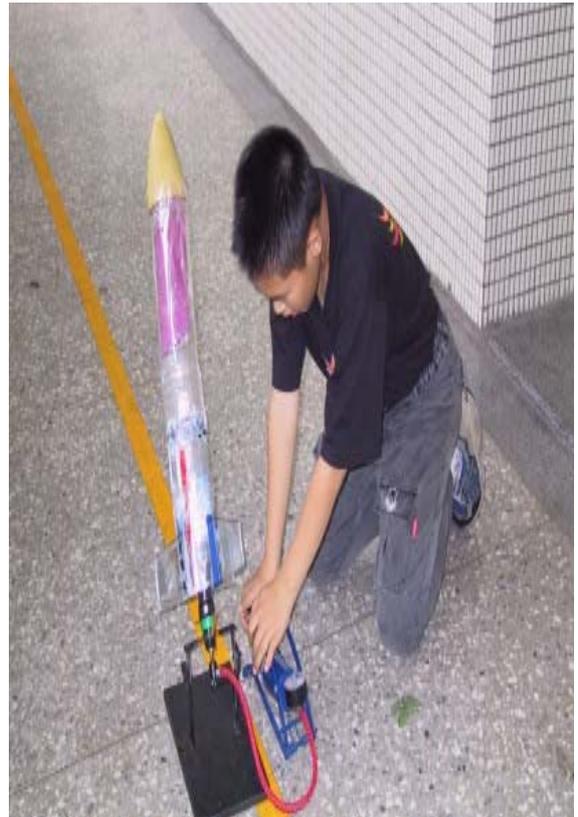
趕快把時間記錄下來！



看到沒？降落傘飄下來了！



我數一二二，你們就開始放降落傘唷！



用水火箭來試射看看，可惜成效並不好！



這就是我們的回收袋，很炫吧！

天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(一) 哪一種材質製作的傘面降落時間最久？

1/3

環境條件	實驗時間	下午二時卅分 下午四時					
	實驗地點	市立師院松苑 (室內)	高度	三樓 (約 9.54 公尺)			
	氣候	天氣	晴	溫度	30		
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風		
降落傘資料	傘面	材質：見控制變因 a	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)			
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：見控制變因 b			
		載重量與傘面積的比值：0.0151847g/cm ²					
	繩索	數量：8 條		長度：60 cm			
拋擲方式	直接用手拋擲出去						
控制變因	a	主要控制的變因	材質	尼龍布	塑膠袋 (藍色) (材質較硬)	書套	報紙
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	55.1 g	41.6 g	51.3 g	48.2 g

降落的時間記錄 (單位：時間 - 秒；距離 - 公分)

(各組時間最大與最小的數據都以紅色標示，並且不列入計算平均)

降落傘材質	尼龍布		塑膠袋 (藍色)		書套		報紙	
	時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離
第一次	4.07	98	6.61	90	5.64	62	5.00	100
第二次	5.34	302	6.58	681	5.78	350	5.12	184
第三次	4.02	56	5.31	317	6.00	151	5.13	142
第四次	4.76	95	5.71	421	5.37	36	5.89	43.1
第五次	4.63	111	5.50	150	5.07	186	4.89	201.5
第六次	4.75	169	6.71	527	5.32	159	5.19	8
第七次	4.63	106	5.19	194	5.96	378	5.20	82
第八次	5.31	147	5.94	558	6.40	543	5.20	117
第九次	4.44	129	6.07	458	4.62	247	6.07	452
第十次	4.19	390	6.04	596	5.64	206	6.07	538
第十一次	5.69	191	5.94	131	5.08	126	5.19	330
第十二次	4.28	68	5.42	306	4.00	84	4.50	76
平均	4.64	155.17	5.91	369.08	5.45	210.67	5.29	189.47
距離超過 5m 的次數	0		4		1		1	
失敗次數	0		8		1		1	

失敗原因：

	尼龍布	塑膠袋(藍色)	書套	報紙
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。				
2 傘面沒張開。		5	1	1
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)		3		
4 降落傘繩索纏在一起。				
5 風太大，把降落傘吹走。				
6 降落時間相差太遠。(超過一秒)				1

天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(一) 哪一種材質製作的傘面降落時間最久？

2/3

環境條件	實驗時間	下午二時卅分 下午四時					
	實驗地點	市立師院松苑 (室內)	高度	三樓 (約 9.54 公尺)			
	氣候	天氣	晴	溫度	35		
		風向	無	風速	強風；中風；弱風； 靜風		
降落傘資料	傘面	材質：見控制變因 a	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)			
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：見控制變因 b			
		載重量與傘面積的比值：0.0151847g/cm ²					
	繩索	數量：8 條		長度：60 cm			
拋擲方式	用竹竿推出去						
控制變因	a	主要控制的變因	材質	塑膠袋 (紅色) (材質較軟)	玻璃紙	牛皮紙	宣紙
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	41.2 g	43.7 g	56.2 g	48.8 g

降落的時間記錄 (單位：時間 - 秒；距離 - 公分)

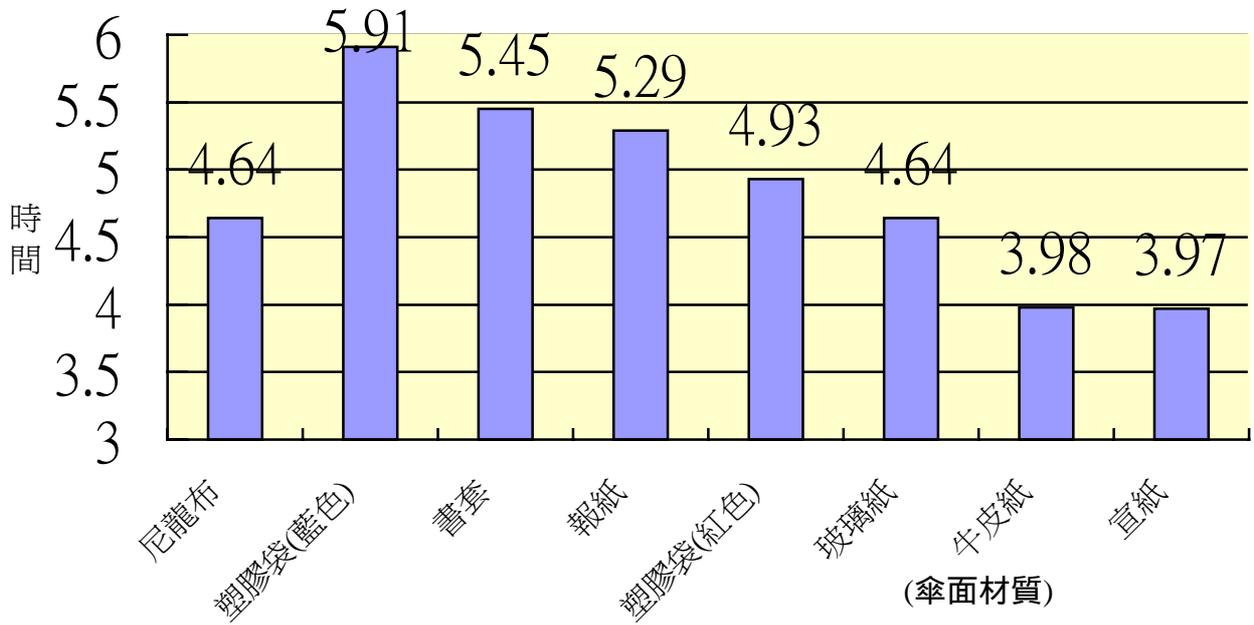
(各組時間最大與最小的數據都以紅色標示，並且不列入計算平均)

降落傘材質	塑膠袋(紅色)		玻璃紙		牛皮紙		宣紙	
	時間	距離	時間	距離	時間	距離	時間	距離
第一次	6.45	214	5.44	424	6.32	443	4.16	580
第二次	4.95	690	6.00	323	4.41	467	4.38	235
第三次	4.36	175	4.82	20	4.50	110	4.22	240
第四次	4.62	371	4.79	780	3.92	146	3.72	327
第五次	5.11	650	4.64	650	3.52	122	4.43	120
第六次	5.29	732	4.8	110	3.71	290	4.00	500
第七次	4.80	383	3.91	155	3.59	320	4.18	282
第八次	5.52	120	3.97	361	3.98	205	3.80	213
第九次	4.42	334	4.01	267	4.21	142	3.28	145
第十次	4.82	280	4.64	282	3.34	70	3.09	30
第十一次	5.01	425	4.70	400	3.95	347	4.21	186
第十二次	4.89	350	4.58	376	3.98	321	3.73	327
平均	4.93	393.67	4.64	345.67	3.98	248.58	3.97	265.42
距離超過 5m 的次數	3		2		0		1	
失敗次數	2		3		1		1	

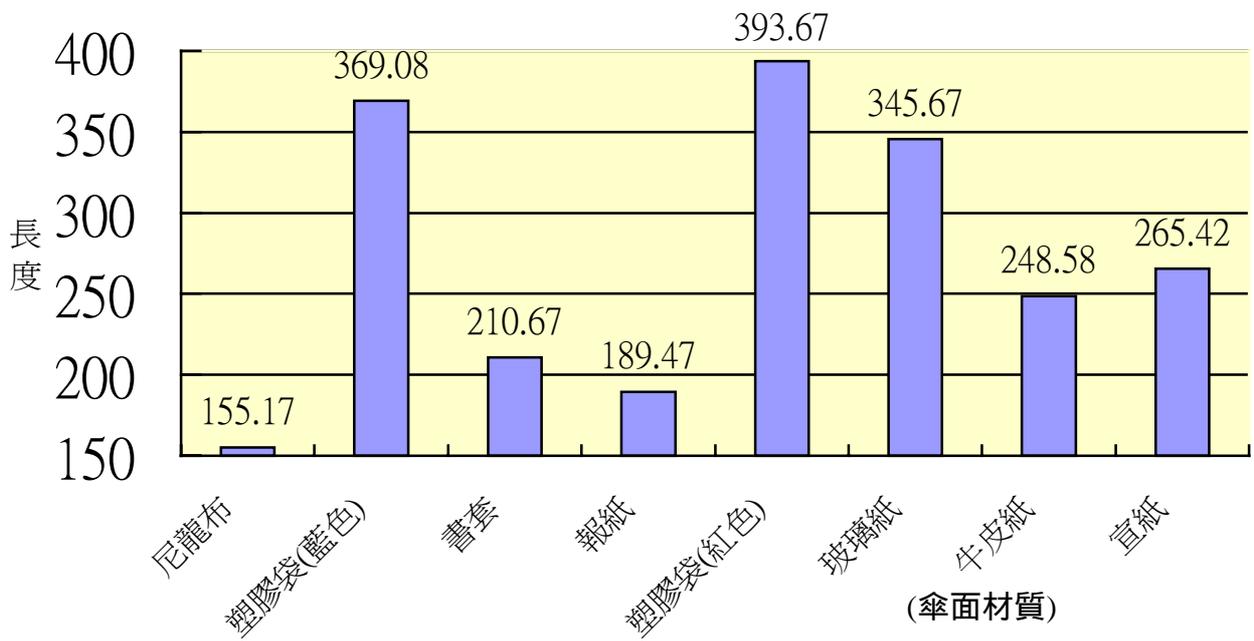
失敗原因：

	塑膠袋(紅色)	玻璃紙	牛皮紙	宣紙
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。				
2 傘面沒張開。	1	1		1
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)。	1	1		
4 降落傘繩索纏在一起。		1	1	
5 風太大，把降落傘吹走。				
6 降落時間相差太遠。				

不同材質降落平均時間長條圖



不同材質降落點的平均距離的長條圖



天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(二) 降落傘的載重量與降落時間的關係

1/5

環境條件	實驗時間	上午九時 中午十二時			
	實驗地點	市立師院松苑(室內)	高度	三樓(9.54公尺)	
	氣候	天氣	晴天	溫度	32
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)	
	重量	載重量：見控制變因 a		降落傘全部重量：見控制變因 b	
		載重量與傘面積的比值：見控制變因 c			
	繩索	數量：8 條	長度：60 cm		
拋擲方式	用竹竿推出去				
控制變因	a 主要控制的變因	載重量	無降落傘，只 10 元硬幣 2 個	降落傘及 10 元硬幣 0 個	降落傘及 10 元硬幣 1 個
	b 隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	14.9 g	0 g	7.2 g
	c	載重量與傘面積的比值	沒有	0 g / cm	0.003669 g / cm

降落的時間記錄(單位：時間 - 秒；距離 - 公分)

(各組時間最大與最小的數據都以紅色標示，並且不列入計算平均)

降落傘	無降落傘，只 10 元硬幣 2 個		降落傘及 10 元硬幣 0 個		降落傘及 10 元硬幣 1 個		
第一次	1.97	149	旋轉落下	9.33 645	緩慢降落	6.32 414	慢慢降落
第二次	2.13	730	旋轉落下	8.42 34	S 形降落	9.50 293	搖擺降落
第三次	1.52	1040	直直落下	9.55 406	S 形降落	8.20 175	搖擺降落
第四次	1.92	89	旋轉落下	7.96 86	斜線降落	9.77 186	S 形降落
第五次	1.62	155	旋轉落下	9.87 525	慢慢降落	7.42 199	S 形降落
第六次	1.55	233	直直落下	9.42 168	慢慢降落	7.57 164	垂直降落
第七次	1.10	249	落下彈跳	7.80 171	S 形降落	7.65 577	斜線降落
第八次	2.20	235	旋轉落下	8.44 427	慢慢降落	8.63 139	S 形降落
第九次	2.51	130	旋轉落下	8.46 75	垂直降落	7.66 436	垂直降落
第十次	1.21	150	落下彈跳	8.22 326	慢慢降落	7.22 152	S 形降落
第十一次	1.38	142	落下彈跳	11.68 159	垂直降落	5.76 157	搖擺降落
第十二次	2.34	940	旋轉落下	10.81 480	慢慢降落	7.52 174	垂直降落
平均	1.80	354		9.05 292		7.77 256	
距離超過 5m	2		2		1		
失敗次數	0		2		2		

失敗原因：

	無降落傘，只 10 元硬幣 2 個	降落傘及 10 元硬幣 0 個	降落傘及 10 元硬幣 1 個
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。			
2 傘面沒張開。		1	1
3 降落地點失誤(飄到別層樓或是樹上)。		1	1
4 降落傘繩索纏在一起。			
5 風太大，把降落傘吹走。			
6 降落誤差時間太大。			

天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(二) 降落傘的載重量與降落時間的關係

2/5

環境條件	實驗時間	上午九時 中午十二時			
	實驗地點	市立師院松苑(室內)	高度	三樓(9.54公尺)	
	氣候	天氣	晴天	溫度	32
風向		無	風速	強風；中風；弱風；靜風	
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)	
	重量	載重量：見控制變因 a		降落傘全部重量：見控制變因 b	
		載重量與傘面積的比值：見控制變因 c			
	繩索	數量：8 條		長度：60 cm	
拋擲方式	用竹竿推出去				
控制變因	a 主要控制的變因	載重量	降落傘及 10 元硬幣 2 個	降落傘及 10 元硬幣 3 個	降落傘及 10 元硬幣 4 個
			14.9 g	22.1 g	29.8 g
	b 隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	15.5 g	22.8 g	30.6 g
c	載重量與傘面積的比值	0.007592 g/cm	0.011261 g/cm	0.015184g/cm	

降落的時間記錄(單位：時間 - 秒；距離 - 公分)

(各組時間最大與最小的數據都以紅色標示，並且不列入計算平均)

降落傘	降落傘及 10 元硬幣 2 個		降落傘及 10 元硬幣 3 個		降落傘及 10 元硬幣 4 個				
第一次	5.52	500	搖擺降落	5.18	260	螺旋降落	4.70	338	垂直降落
第二次	5.64	105	S 形降落	4.77	30	搖擺不定	5.04	424	螺旋降落
第三次	6.68	345	垂直降落	5.04	281	旋轉降落	5.06	449	螺旋降落
第四次	6.87	270	降落時不穩	4.45	414	搖擺降落	4.20	327	垂直降落
第五次	6.48	265	傘面張得很快	5.91	690	S 形降落	5.02	278	搖擺降落
第六次	6.74	583	降落得不穩	5.10	9	垂直降落	5.16	172	螺旋降落
第七次	6.37	175	斜線降落	4.17	245	垂直降落	4.50	550	搖擺降落
第八次	6.17	290	垂直降落	5.23	417	螺旋降落	4.14	400	垂直降落
第九次	6.60	494	搖擺降落	5.45	440	S 形降落	4.78	155	穩定螺旋降落
第十次	5.45	354	S 形降落	5.31	450	S 形降落	5.16	140	垂直降落
第十一次	4.14	194	直線降落	4.85	50	搖擺降落	4.83	301	垂直降落
第十二次	5.87	349	搖擺降落	5.20	268	S 形降落	5.03	30	螺旋降落
平均	6.15	327		5.06	296		4.83	297	
距離超過 5m	1		1		1				
失敗次數	3		1		1				

失敗原因：

	降落傘及 10 元硬幣 2 個	降落傘及 10 元硬幣 3 個	降落傘及 10 元硬幣 4 個
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。			
2 傘面沒張開。	1		
3 降落地點失誤(飄到別層樓或是樹上)。	1		1
4 降落傘繩索纏在一起。	1	1	
5 風太大，把降落傘吹走。			
6 降落誤差時間太大。			

天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(二) 降落傘的載重量與降落時間的關係

3/5

環境條件	實驗時間	上午九時 中午十二時				
	實驗地點	市立師院松苑(室內)	高度	三樓(9.54公尺)		
	氣候	天氣	晴天	溫度	32	
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風	
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)		
	重量	載重量：見控制變因 a		降落傘全部重量：見控制變因 b		
		載重量與傘面積的比值：見控制變因 c				
	繩索	數量：8 條		長度：60 cm		
拋擲方式	用竹竿推出去					
控制變因	a	主要控制的變因	載重量	降落傘及 10 元硬幣 5 個	降落傘及 10 元硬幣 6 個	降落傘及 10 元硬幣 7 個
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	37.2 g	44.8 g	52.1 g
	c		載重量與傘面積的比值	37.9 g	45.4 g	52.8 g
				0.018955 g/cm	0.022828 g/cm	0.026547 g/cm

降落的時間記錄(單位：時間 - 秒；距離 - 公分)

(各組時間最大與最小的數據都以紅色標示，並且不列入計算平均)

降落傘	降落傘及 10 元硬幣 5 個		降落傘及 10 元硬幣 6 個		降落傘及 10 元硬幣 7 個	
第一次	4.41	446	螺旋降落	4.22 480	螺旋降落	4.24 570 垂直降落
第二次	4.35	70	垂直降落	4.70 145	螺旋降落	4.12 323 垂直降落
第三次	5.00	509	S 形降落	4.72 628	垂直降落	3.36 340 先搖擺，後穩定
第四次	5.02	386	垂直降落	4.58 120	傘面很快張開	4.82 314 傘面很快張開
第五次	4.61	482	垂直降落	5.14 545	S 形降落	3.49 235 垂直降落
第六次	4.83	76	搖擺不定	5.31 458	S 形降落	3.68 627 垂直降落
第七次	4.82	338	螺旋降落	4.29 424	搖擺降落	4.00 300 螺旋降落
第八次	5.06	539	S 形降落	4.23 312	傘面很快張開	3.14 95 搖擺降落
第九次	4.45	112	垂直降落	4.02 530	搖擺的弧度很大	3.37 150 垂直降落
第十次	4.69	72	螺旋降落	4.73 336	傘面很快張開	3.21 95 小幅度的搖擺
第十一次	4.86	213	S 形降落	3.61 402	搖擺的弧度很大	3.52 120 傘面張得很快
第十二次	4.56	504	搖擺降落	5.02 393	S 形降落	3.94 475 傘面張得很快
平均	4.73	312		4.57 398		3.69 304
距離超過 5m	3		3		2	
失敗次數	0		1		5	

失敗原因：

	降落傘及 10 元硬幣 5 個	降落傘及 10 元硬幣 6 個	降落傘及 10 元硬幣 7 個
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。			5
2 傘面沒張開。			
3 降落地點失誤(飄到別層樓或是樹上)		1	
4 降落傘繩索纏在一起。			
5 風太大，把降落傘吹走。			
6 降落誤差時間太大。			

天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(二) 降落傘的載重量與降落時間的關係

4/5

環境條件	實驗時間	上午九時 中午十二時				
	實驗地點	市立師院松苑(室內)	高度	三樓(9.54公尺)		
	氣候	天氣	晴天	溫度	32	
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風	
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)		
	重量	載重量：見控制變因 a		降落傘全部重量：見控制變因 b		
		載重量與傘面積的比值：見控制變因 c				
	繩索	數量：8 條		長度：60 cm		
	拋擲方式	用竹竿推出去				
控制變因	a	主要控制的變因	載重量	降落傘及 10 元硬幣 8 個		
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	60.9 g		
	c		載重量與傘面積的比值	0.030670 g/cm		

降落的時間記錄(單位：時間 - 秒；距離 - 公分)

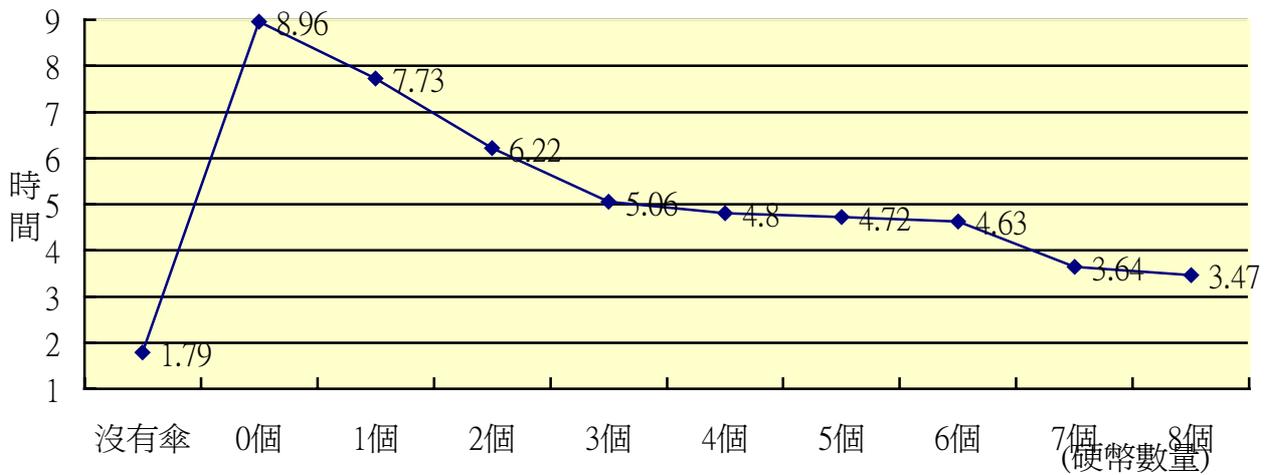
(各組時間最大與最小的數據都以紅色標示，並且不列入計算平均)

降落傘	降落傘及 10 元硬幣 8 個						
第一次	3.82	450	亂搖擺				
第二次	2.98	145	S 形降落				
第三次	3.97	160	降落時旋轉				
第四次	3.66	448	垂直降落				
第五次	3.85	60	搖擺不定				
第六次	3.91	150	搖擺不定				
第七次	3.52	231	S 形降落				
第八次	2.73	150	搖擺不定				
第九次	3.18	116	旋轉降落				
第十次	2.67	325	亂搖擺				
第十一次	3.49	244	S 形降落				
第十二次	3.89	450	向左下方飄降				
平均	3.50	244					
距離超過 5m	0						
失敗次數	3						

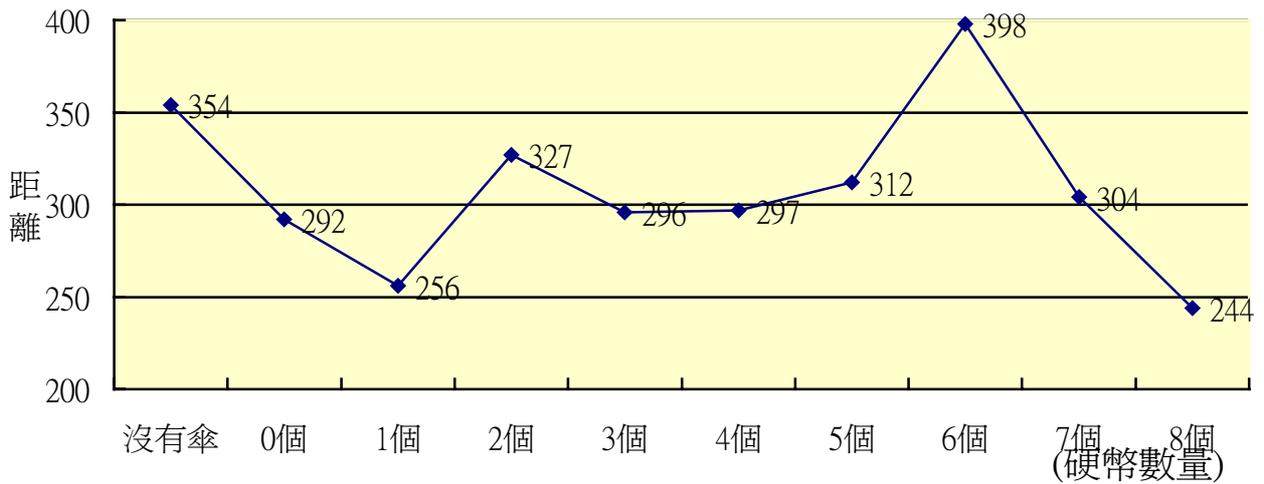
失敗原因：

	降落傘及 10 元硬幣 8 個		
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。	1		
2 傘面沒張開。			
3 降落地點失誤(飄到別層樓或是樹上)。	2		
4 降落傘繩索纏在一起。			
5 風太大，把降落傘吹走。			
6 降落誤差時間太大。			

各種載重量降落平均時間折線圖



各種載重量的降落距離平均數折線圖



天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(三) 降落傘形狀與降落時間的關係？

環境條件	實驗時間	下午一時 下午三時					
	實驗地點	市立師院松苑 (室內)	高度	三樓 (約 9.54 公尺)			
	氣候	天氣	晴天	溫度	28		
風向		無	風速	強風；中風；弱風；靜風			
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：見控制變因	傘面積：約略 1962 cm ²			
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：約略 41g			
		載重量與傘面積的比值：約略 0.015g /cm ²					
	繩索	數量：隨傘面形狀更動		長度：60 cm			
拋擲方式	直接用手拋擲出去						
控制變因	主要控制的變因	傘面形狀及面積	圓形 	三角形 	正方形 	長寬比約 2:3 長方形 	正六邊形 
			直徑 50 cm 1962.5 cm ²	高 58 底 67.7 1963.3 cm ²	邊長 44.3 cm 1962.49 cm ²	長 54.5 寬 36 1962 cm ²	邊長 22.5 1964.7 cm ²

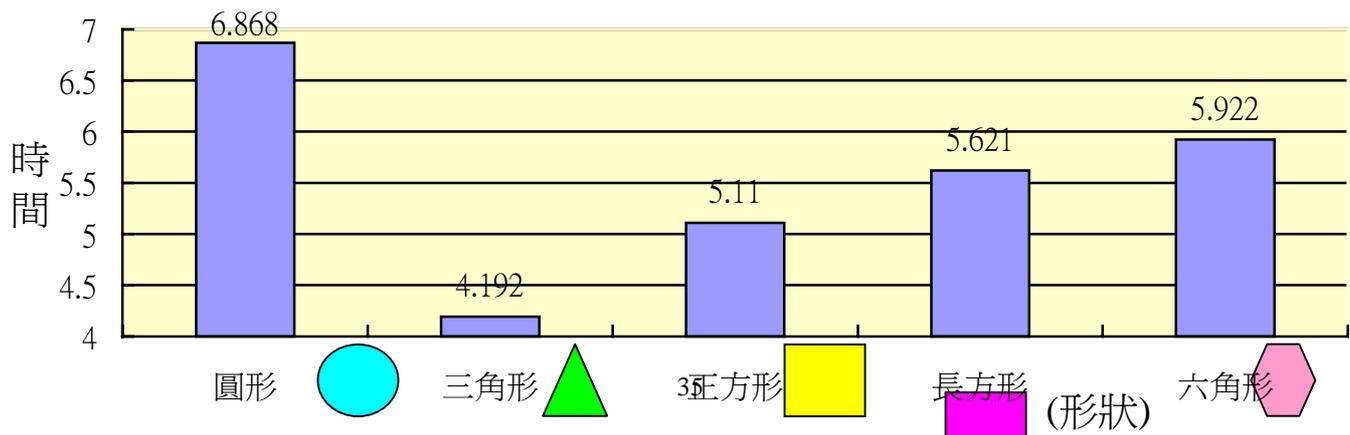
降落的時間記錄 (單位：秒)

降落傘	圓形	三角形	正方形	長方形	六角形
第一次	7.19	3.76	5.44	6.58	6.37
第二次	6.56	4.43	4.90	5.692	6.12
第三次	6.47	4.56	4.95	5.193	5.44
第四次	7.00	3.46	4.57	4.884	5.56
第五次	7.12	4.75	5.69	5.755	6.12
平均	6.868	4.192	5.11	5.621	5.922
失敗次數	2	5	2	6	1

失敗原因：

	圓形	三角形	正方形	長方形	六角形
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。	1	2	1	1	
2 傘面沒張開。		2	1	4	1
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)。	1				1
4 降落傘繩索纏在一起。		1		1	
5 風太大，把降落傘吹走。					

傘面不同形狀的降落平均時間長條圖



天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(四) 傘面開孔與降落時間的測試？

(四-1)傘面開孔與不開孔的降落時間比較

環境條件	實驗時間	上午九時 中午十二時			
	實驗地點	市立師院松苑 (室內)	高度	三樓 (約 9.54 公尺)	
	氣候	天氣	晴天	溫度	26
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：見控制變因 b	
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：見控制變因 c	
		載重量與傘面積的比值：見控制變因 d			
	繩索	數量：8 條		長度：60 cm	
	拋擲方式	直接用手拋擲出去			
洞的資料	洞面積：0.785 cm ² (直徑 1 公分)	洞數量：1 個洞	洞形狀：圓形		
控制變因	a	主要控制的變因	傘面開孔與否	沒有開孔	開孔
	b	隨控制變因而改變的資料	傘面積	1962.5 cm ²	1961.715 cm ²
	c		降落傘全部重量	40.29 g	40 g
	d		載重量與傘面積的比值	0.0151847 g/cm ²	0.0151907 g/cm ²

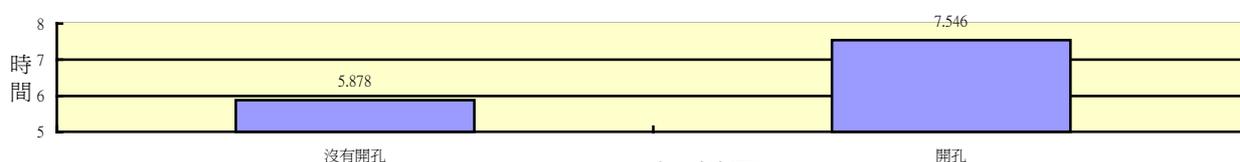
降落的時間記錄 (單位：秒)

降落傘	沒有開孔	開孔
第一次	6.19	7.50
第二次	6.32	7.07
第三次	5.43	7.00
第四次	5.34	8.58
第五次	6.11	7.58
平均	5.878	7.546
失敗次數	1	0

失敗原因：

	沒有開孔	開孔
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。		
2 傘面沒張開。	1	
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)。		
4 降落傘繩索纏在一起。		
5 風太大，把降落傘吹走。		

開孔與否的降落時間平均時間長條圖



天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(四) 傘面開孔與降落時間的測試？

(四-2)傘面開孔與不開孔的降落時間比較

環境條件	實驗時間	上午九時 中午十二時			
	實驗地點	市立師院松苑 (室內)	高度	三樓 (約 9.54 公尺)	
	氣候	天氣	晴天	溫度	26
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：見控制變因 b	
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：見控制變因 c	
		載重量與傘面積的比值：見控制變因 d			
	繩索	數量：8 條	長度：60 cm		
	拋擲方式	直接用手拋擲出去			
洞的資料	洞面積：0.785 cm ² (直徑 1 公分)	洞數量：1 個洞	洞形狀：圓形		
控制變因	a	主要控制的變因	傘面開孔與否	沒有開孔	開孔
	b	隨控制變因而改變的資料	傘面積	1962.5 cm ²	1961.715 cm ²
	c		降落傘全部重量	40.29 g	40 g
	d		載重量與傘面積的比值	0.0151847 g/cm ²	0.0151907 g/cm ²

降落的時間記錄 (單位：秒)

降落傘	沒有開孔	開孔
第一次	6.19	7.50
第二次	6.32	7.07
第三次	5.43	7.00
第四次	5.34	8.58
第五次	6.11	7.58
平均	5.878	7.546
失敗次數	1	0

失敗原因：

	沒有開孔	開孔
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。		
2 傘面沒張開。	1	
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)		
4 降落傘繩索纏在一起。		
5 風太大，把降落傘吹走。		

開孔與否的降落時間平均時間長條圖



天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(五) 降落傘繩索與降落時間的關係

(五-1) 降落傘繩索數量與降落時間的關係

環境條件	實驗時間	上午九點 中午十二點					
	實驗地點	市立師院松苑(室內)	高度	三樓(約 9.54 公尺)			
	氣候	天氣	晴天		溫度	26	
		風向	無		風速	強風；中風；弱風；靜風	
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)			
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：見控制變因 b			
		載重量與傘面積的比值：0.015g/cm ²					
	繩索	數量：見控制變因 a		長度：60 cm			
拋擲方式	直接用手拋擲出去						
控制變因	a	主要控制的變因	繩索數量	4 條	6 條	8 條	16 條
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	37.3g	37.7g	41.29g	42g

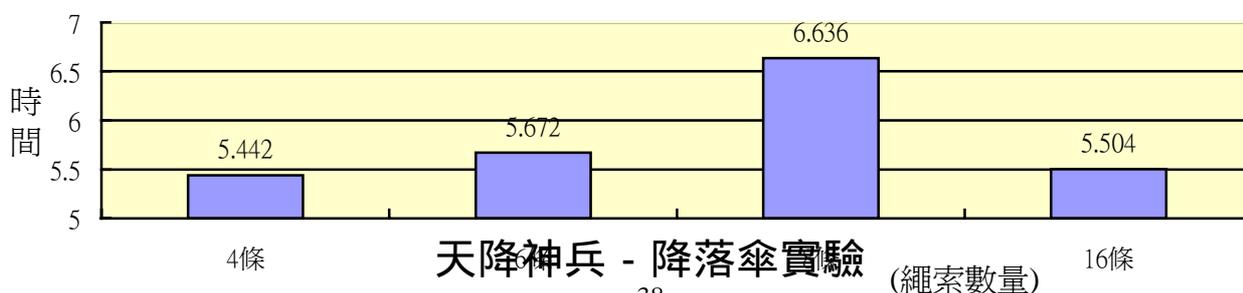
降落的時間記錄 (單位：秒)

降落傘	4 條	6 條	8 條	16 條
第一次	5.69	6.21	7.60	5.00
第二次	5.25	5.20	6.38	5.93
第三次	5.71	5.37	6.67	5.42
第四次	5.44	5.89	6.26	5.71
第五次	5.12	5.69	6.27	5.46
平均	5.442	5.672	6.636	5.504
失敗次數	6	3	3	2

失敗原因：

	4 條	6 條	8 條	16 條
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。	2	1		
2 傘面沒張開。	3		1	1
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)。		1		
4 降落傘繩索纏在一起。	1	1	1	1
5 風太大，把降落傘吹走。				

降落傘繩索數量不同時，降落平均時間長條圖



實驗(五) 降落傘繩索與降落時間的測試？

(五-2)降落傘繩索長度與降落時間的關係

環境條件	實驗時間	上午十時卅分 中午十二點					
	實驗地點	市立師院松苑(室內)	高度	三樓(約 9.54 公尺)			
	氣候	天氣	晴天	溫度	25		
		風向	無	風速	強風；中風；弱風；靜風		
降落傘資料	傘面	材質：塑膠袋	形狀：圓形	傘面積：1962.5 cm ² (直徑 50 cm)			
	重量	載重量：硬幣 4 個(約 29.8g)		降落傘全部重量：見控制變因 b			
		載重量與傘面積的比值：0.015g /cm ²					
	繩索	數量	8 條	長度	見控制變因 a		
拋擲方式	直接用手拋擲出去						
控制變因	a	主要控制的變因	繩索長度	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	41.02g	41.29g	41.53g	42.04g

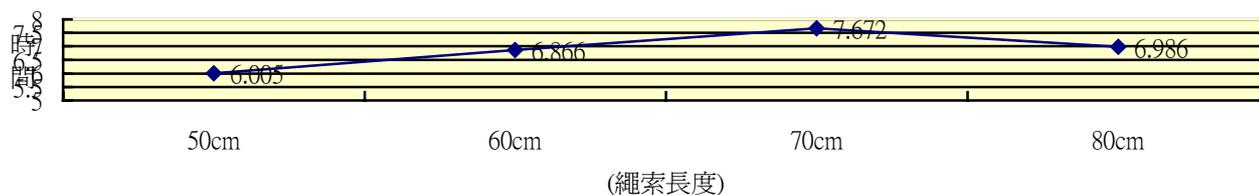
降落的時間記錄(單位：秒)(與平均降落時間差距 1 秒的數據以紅色標示，並捨棄不用)

降落傘	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
第一次	6.37	7.70	7.19	7.08
第二次	3.19	6.95	8.13	6.97
第三次	5.46	6.67	7.67	6.83
第四次	6.01	6.42	7.94	7.13
第五次	6.18	6.59	7.43	6.92
平均	5.442	6.866	7.672	6.986
修正後平均	6.005	6.866	7.672	6.986
失敗次數	7	1	2	2

失敗原因：

	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm
1 夾鏈袋破掉，硬幣掉出來。	1		1	
2 傘面沒張開。	3	1		1
3 降落地點失誤(飄到別層樓或是樹上)。				
4 降落傘繩索纏在一起。	3		1	1
5 風太大，把降落傘吹走。				

降落傘繩索長度與降落平均時間關係的折線圖



天降神兵 - 降落傘實驗

實驗(六) 降落傘的傘面積與降落時間的關係

環境條件	實驗時間	下午一時 下午三時						
	實驗地點	市立師院松院 (室內)	高度	三樓 (約 9.54 公尺)				
	氣候	天氣	晴天		溫度	26		
		風向	無		風速	強風 ; 中風 ; 弱風 ; 靜風		
降落傘資料	傘面	材質 : 塑膠袋	形狀 : 圓形	傘面積 : 見控制變因 a				
	重量	載重量 : 硬幣 4 個 (約 29.8g)		降落傘全部重量 : 見控制變因 b				
		載重量與傘面積的比值 : 見控制變因 c						
	繩索	數量 : 8 條		長度 : 60 cm				
拋擲方式	直接用手拋擲出去							
控制變因	a	主要控制的變因	傘面積	直徑 20 cm (314 cm ²)	直徑 30 cm (706.5 cm ²)	直徑 40 cm (1256 cm ²)	直徑 50 cm (1962.5 cm ²)	直徑 60 cm (2826 cm ²)
	b	隨控制變因而改變的資料	降落傘全部重量	35 g	35.8 g	37.1 g	41.29 g	50.32 g
	c		載重量與傘面積的比值	0.094904g/cm ²	0.42179g/cm ²	0.023726g/cm ²	0.015184g/cm ²	0.010544g/cm ²

降落的時間記錄 (單位 : 秒)

降落傘	直徑 20 cm	直徑 30 cm	直徑 40 cm	直徑 50 cm	直徑 60 cm
第一次	1.81	2.87	3.96	4.95	8.09
第二次	1.62	2.62	4.50	5.06	7.58
第三次	1.25	2.68	4.12	5.25	7.19
第四次	2.00	2.32	4.96	5.81	6.73
第五次	2.20	2.56	4.25	5.56	7.87
平均	1.776	2.61	4.358	5.326	7.492
失敗次數	1	1	3	0	0

失敗原因 :

	直徑 20 cm	直徑 30 cm	直徑 40 cm	直徑 50 cm	直徑 60 cm
1 夾鏈袋破掉, 硬幣掉出來。					
2 傘面沒張開。	1	1	1		
3 降落地點失誤 (飄到別層樓或是樹上)。			1		
4 降落傘繩索纏在一起。			1		
5 風太大, 把降落傘吹走。					

傘面積直徑大小與降落平均時間的折線圖

