

嘉義市第 37 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：物理

組 別：國小組

作品名稱：一帆風順——風帆車行走的穩定性

關鍵詞：風帆動力車、帆面、配重

編 號：

# 作品名稱

## 一帆風順——風帆車行走的穩定性

### 摘要

#### 參考單元

- 四年級上學期第四單元交通運輸工具
- 製作一部以風力為動力的風帆車

#### 設計實驗

- 探討哪些因素會影響風帆動力車的行進速度
- 以及不同配重時風帆車在颶風時的行進穩定性

#### 研究探討

- 風帆車，帆的形狀與帆的厚度是否會影響車子的行進速度

#### 研究發現1

- 菱形帆面的行進速度比其他形狀更快
- 有別於一般風帆採用三角形的理論

#### 研究發現2

- 風帆車速度要快
- 它可能與車體的重心、重量、風對車產生的力矩有關。

#### 結論

- 若要使風帆車行進速度增快，帆面面積、風帆形狀，與車子的形狀有關係；風帆桅桿要在車身中間位置，重心才會穩定。

## 壹、研究動機

全台唯一的風帆車在新竹！在自然課堂上「第四單元交通運輸工具」同學們分享到新竹體驗刺激的遊戲車~~風帆車。

我們利用環保素材、資源包改造，自製以風力為動力來源的四輪風帆車，風力是天然的接觸力，但在風阻中，所有的車子都可以平穩行駛嗎？學期結束前，老師讓我們利用環保素材做風帆車，舉行比賽，看誰的速度快，同學們玩得不亦樂乎。我們很好奇，怎樣的因素會影響風帆車的行進速度，風阻中，車子如何平穩的行駛？於是我們決定以「風帆動力車的行進穩定性」作為我們這次科學展覽的研究主題。

## 貳、研究過程

- 一  
• 利用環保素材，自製以風力為動力來源的四輪風帆車
- 二  
• 製作長165公分，寬33.5公分，高40公分的風洞
- 三  
• 探討不同風速（風速1. 風速2. 風速3.）在風洞中風速對行進速度的影響
- 四  
• 探討面積相同，形狀不同的帆面（三角形、正方形等）在風洞中行進速度的影響
- 五  
• 探討面積相同，形狀一樣，帆面厚度不一樣，在風洞中對行進速度的差異
- 六  
• 觀察風帆動力車在不同的車載重下，行進的情形
- 七  
• 觀察風帆動力車在不同載重下，行進的情形
- 八  
• 觀察風帆動力車在相同的載重不同位置下，行進的情形
- 九  
• 培養創造思考，從做中學，解決問題的科學精神和態度

## 參、研究設備及器材

### 工具

- 熱熔槍（膠）、鑷子、剪刀、雙面膠帶、透明膠帶、直尺、棉線、美工刀

### 材料

- 300c. c. 含蓋寶特瓶、吸管、長竹籤、pp 瓦楞板、鐵條、輪子、竹筷子、雙面膠帶、塑膠袋、透明膠帶

### 測試器材

- 工業電扇、碼表、捲尺、風速測速儀

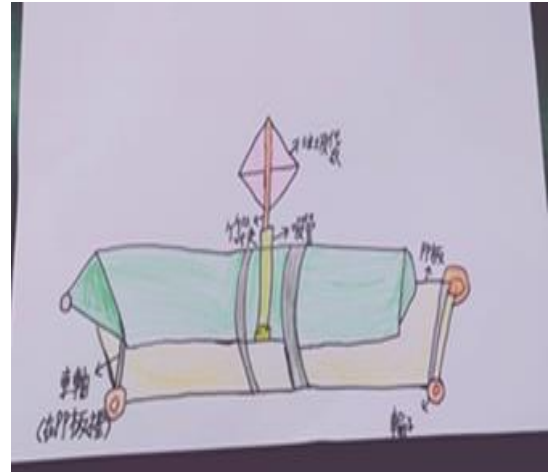
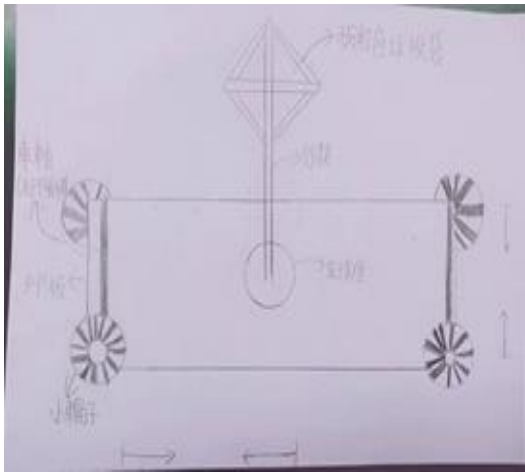
## 肆、研究過程及結果

### 動手自製風帆車及風洞

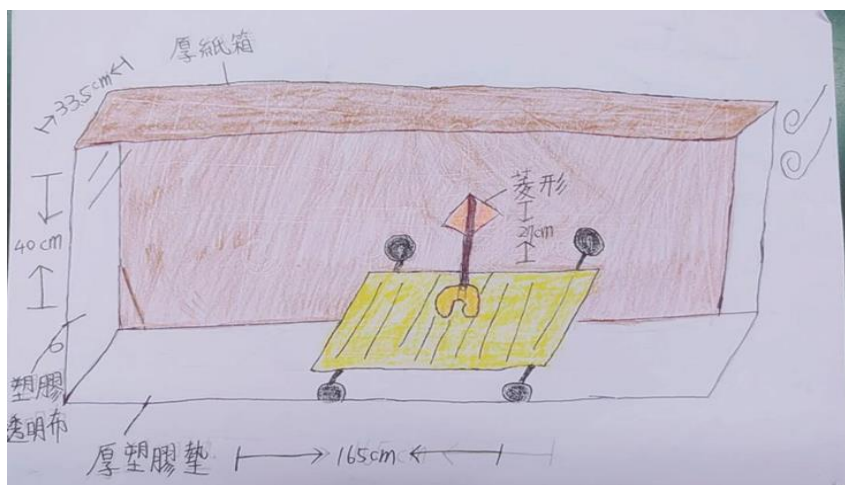
#### 一 如何製作一部以風力為動力來源的環保風帆車？

(一)製作方法與過程：

1.先畫出設計圖。(如圖一、二)



2. 車身：(一)使用 300cc 空保特瓶為材料，在瓶子上方穿孔，立一根吸管作為放置風帆桅桿的座台。(二)使用氣球座製作出車身
3. 風帆：以竹筷子為骨架先製作帆框，再依帆框尺寸，裁剪大小合適的塑膠袋黏貼作為帆面。
4. 車體：利用 PP 瓦楞板、鐵條、輪子製作出車體



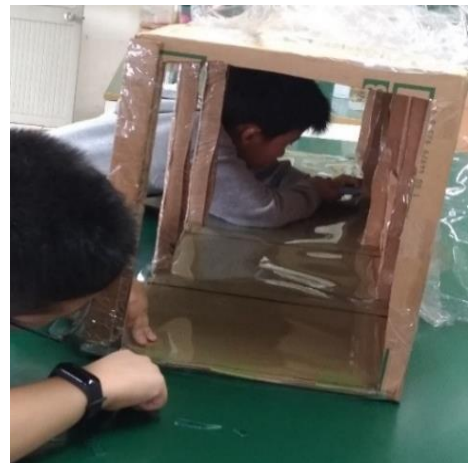
自製風洞軌道模型：

1. 軌道：利用麥當勞箱連接成 1.65m，以透明塑膠黏側邊。
2. 底部：厚的塑膠墊，提供平整軌道。
3. 動力來源：工業扇

## 二 如何製作座風動軌道？

風帆車的主要動力來源是風，而在實驗室內我們能夠方便取得穩定的風力來源就是電風扇，工業風扇的風力比家用電扇強，比較接近我們探討的颶風，但是風的方向卻是向四周擴散，這可能會造成我們在探討行進速度上的誤差，因此為了使實驗的條件客觀化，因此我們利用厚紙箱設計了風洞軌道，紙箱選擇我們嘗試了影印紙箱、厚紙箱、麥當勞薯條紙箱；最後我們選擇麥當勞紙箱，它的厚度及硬度最佳。模型如下：

實際模型：



## 【研究一】：不同風速是否會對風帆車的行進速度造成影響？

(一)想法：

工業風扇的風力通常大於家用風扇，我們採取工業用扇來進行風速的測量，風扇分為風速1. (6m/30秒). 風速2(6.5m/30秒). 風速3(7.5m/30秒). 但我們無法知道風速1. 風速2. 風速3. 的風力有多大，所以我們以30公分長重3.9公克的名牌夾，在風洞中測得砒名牌夾被吹上揚的高度來選取適合的風速

(二)研究方法：

### 操縱變因

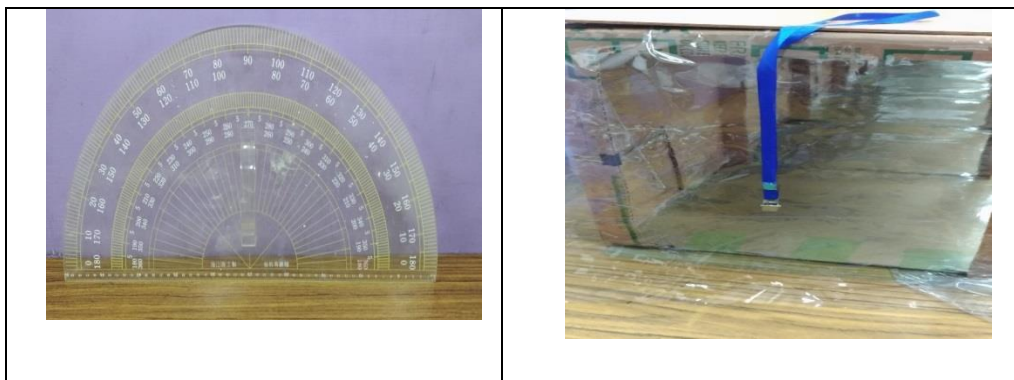
- 風速大小

### 不變變因

- 風洞的長度(全長 165cm)、風洞的寬度(設計為 33.5cm) 、
- 風洞的高度(設計為 40cm) 、名牌帶(設計為 30cm)

### 應變變因

- 名牌夾被吹起的高度



(三)實驗步驟：

步驟1.將風洞立於平整的鞋櫃上，使風扇與風洞等高，確保風洞中的風力是平行式行進

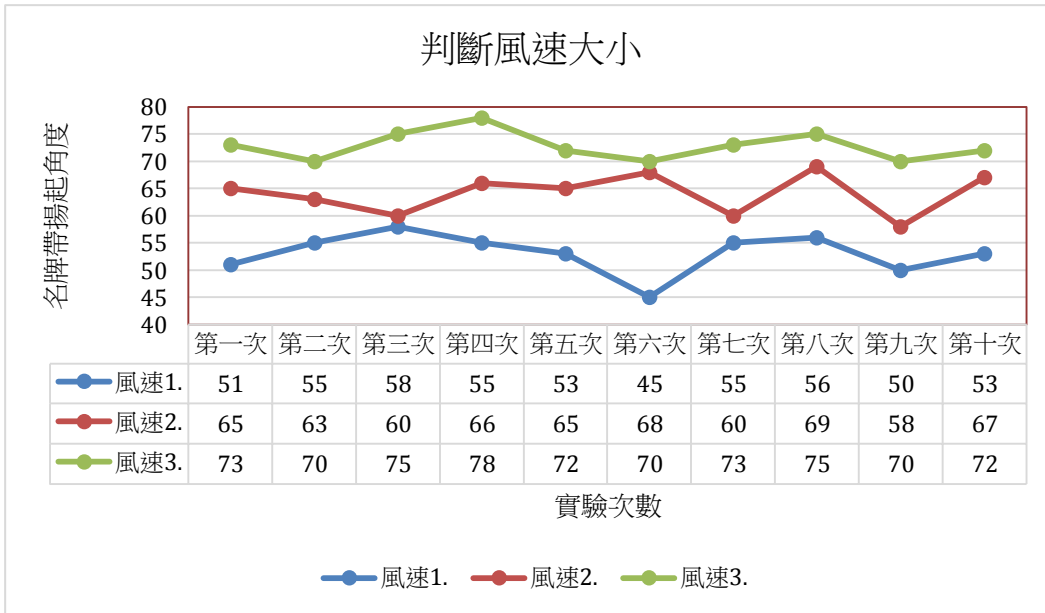
步驟2.在風洞前分別以棉線綁上同重量的名牌夾，來進行測試

步驟3.在風洞中風帆車在不同風速中的行進情形

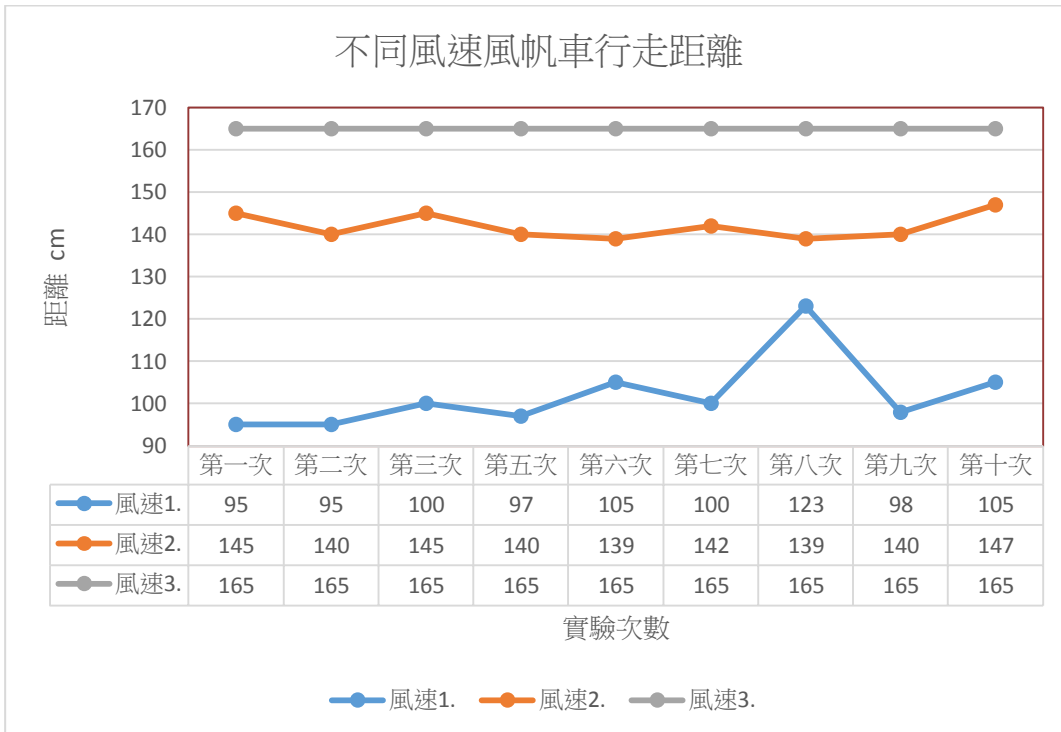


(四)實驗結果：

(一) 風速 1. 風速 2. 風速 3. 中 名牌帶被吹起的角度



(二) 風速 1. 風速 2. 風速 3. 中 風帆車在風洞中移動的距離



四、發現與討論：

**工業風扇**

- 風速 1.、風速 2.、風速 3.，
- 風力大小
- 風速 1 < 風速 2 < 風速 3.
- 名牌帶被吹起的高度更佳證實風力的大小。

**發現**


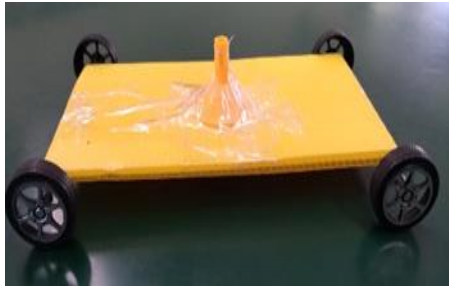
- 風帆車在風速 1.、風速 2. 時，風帆車無法跑完全程，
- 只有在風速 3. 時，
- 每次都可以跑完全程，
- 所以我們採取風速 3. 來進行之後的實驗。

## 【研究二】：不同大小的車體會影響風帆動力車的行進速度嗎？

【想法】：

我們一開始用寶特瓶當車身，PP 瓦楞板、鐵條、輪子製作出車體，結合之當作風帆車；但老師突然說風的阻力是否可以減少，當下我們改造了另一款風帆車；我們想探討不同的車體是否會影響風帆動力車的行進速度。

一. 研究方法：

寶特瓶車身	氣球座車身
	

### 操縱變因

- 寶特瓶車身、氣球座車身

### 不變變因

- 風洞的長度(全長 165cm)、
- 風洞的寬度(全長 33.5cm)
- 風洞的高度(全長 40cm)

### 應變變因

- 相同距離內，風帆車行走的時間

二. 實驗步驟：

將風洞立於平整的鞋櫃上，使風扇與風洞等高，確保風洞中的風力是平行式行進

在風洞中固定起點的距離，寶特瓶風帆車來進行測試

在風洞中固定起點的距離，氣球座風帆車來進行測試

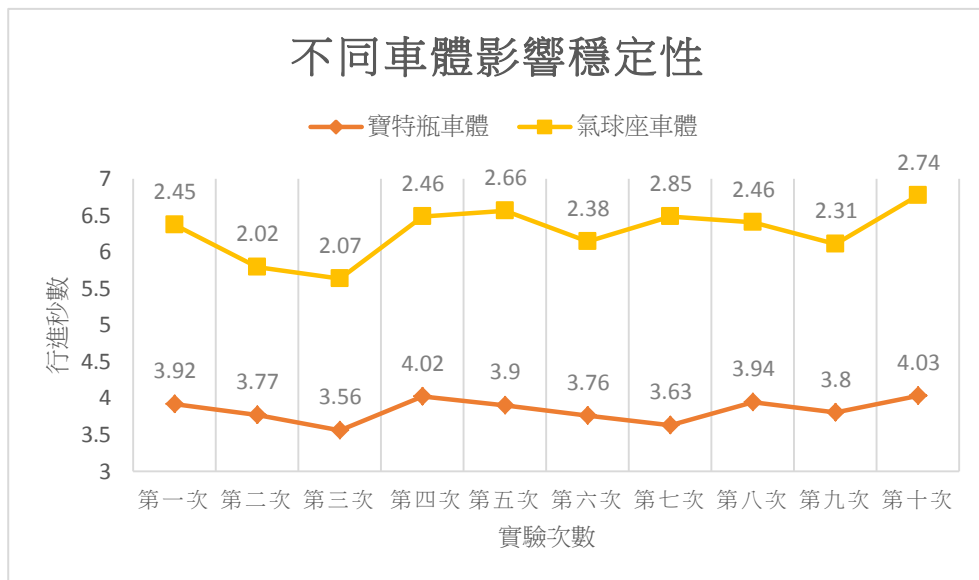
在相同的距離中，不同車體風帆車平順行走完的時間，記錄下來



### 三、實驗結果：

不同的車體 實驗次數	寶特瓶車體	氣球座車體
第一次	3" 92	2" 45
第二次	3" 77	2" 02
第三次	3" 56	2" 07
第四次	4" 02	2" 46
第五次	3" 90	2" 66
第六次	3" 76	2" 38
第七次	3" 63	2" 85
第八次	3" 94	2" 46
第九次	3" 80	2" 31
第十次	4" 03	2" 74
平均值	3" 83	2" 44

註：10 次的實驗數據，平均四捨五入至小數第二位。



### 四、發現與討論：

(一)

- 寶特瓶車身，風阻力大，一開始會有短暫停頓點，但行走過程平穩，出了風洞容易停下來，這好比休旅車，車身長所以行進速度慢且平穩。

(二)

- 氣球座車身，風阻力小，容易受風就往前衝，行走過程易稍稍離地，飛奔式的行走，出了風洞繼續前進；好比跑車，超身簡易，風阻性小，速度快。

(三)

- 氣球座雖然穩定性不比寶特瓶好，但比較附和我們這次實驗的需求。

### 【研究三】：帆面形狀會影響風帆動力車的行進速度嗎？

【想法】：為什麼一般在海面上看見的風帆多為三角形呢？帆面形狀會影響行進速度嗎？

(一)研究方法：

1. 運用我們在數學課中學過的幾何圖形面積公式，以 225 平方公分為基準，做出等面積，但不同形狀的帆。做法如下：

(1) 利用正方形面積公式：邊長 $\times$ 邊長 $=225\text{c m}^2$ ，邊長 15 cm，做出的風帆進行測試。

(2) 利用菱形面積公式：橫向對角線為 21.2 cm，直向對角線上 21.5 cm，做出的風帆進行測試。

(3) 利用三角形面積公式：底 $\times$ 高 $\div 2=225\text{c m}^2$ ，以底 20 cm，高 22.5 cm，做出等腰三角形的雙側風帆，做出的風帆進行測試

#### 操縱變因

- 風帆的形狀

正方形	菱形	三角形
		

#### 不變變因

- 風洞的大小(全長 165cm)、
- 風速的大小(風速 3)
- 帆面外的桅桿長度皆保持相同

#### 應變變因

- 相同距離內，風帆車行走的時間

二、實驗步驟：

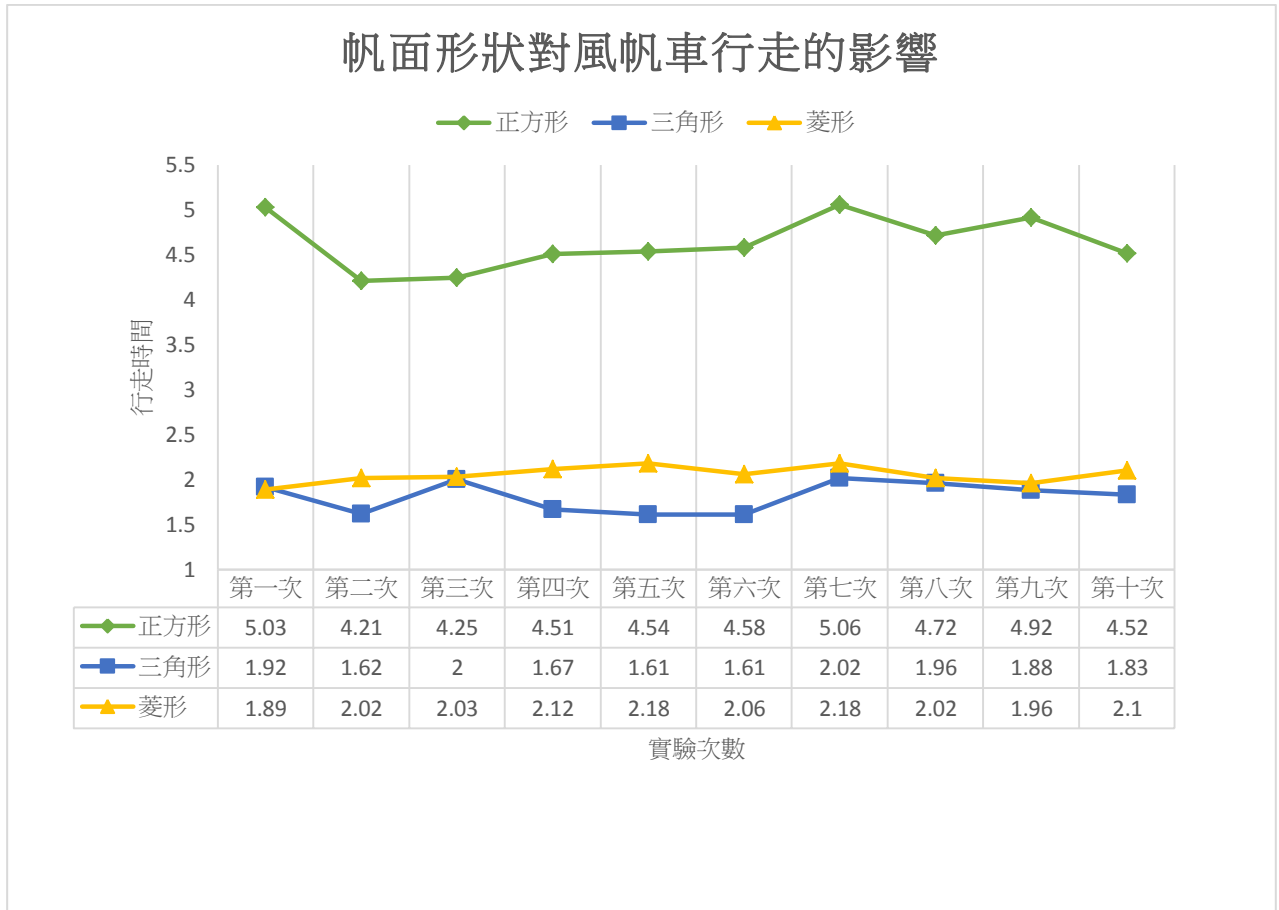
1. 將製作好的正方形風帆、菱形風帆、三角形風帆，進行測試

2. 風帆動力車的車身、車體配重、車輪大小與材質、行進距離、風帆的材質、風帆面積皆保持相同。

3. 我們用膠帶固定帆面，使帆面固定不因風向而偏轉

4. 每個實驗測試十次，觀察並記錄行進時間

### 三、實驗結果：



### 四. 發現與討論：

- (一)

(二)

(三)

(四)

(五)
- 經過測試結果，我們發現帆面形狀不同的確會影響行進速度。菱形風帆所花的時間最平均，行進速度落差不大，但是在新竹風帆車上看到的風帆多為三角形帆，和我們實驗的結果不吻合。
  - 我們上網查資料也發現舊式的帆船通常為四角帆，但航行時較不易控制方向，近年來通常利用三角帆，但我們實驗下來卻是菱形為優。
  - 帆面上是由骨架做成的，風接觸到帆面不但有接觸面積產生的風阻，也要考慮風在骨架上切過得截切風面問題。
  - 一般風帆以三角形為優，但我們測試的數據顯示菱形較佳，我們探討的原因有兩個 因為氣球座的風阻小又輕巧，相同面積下，菱形帆面受風接觸面積較三角形平穩。
  - 菱形的重量也較三角形重，因為固架上多了一支，所以穩定性及速度上比較優勢，三角形在風切上容易被影響，在行走上容易造成偏轉，甚至造成偏轉而傾倒。

## 【研究四】：帆面厚度(重量)會影響風帆動力車的行進速度嗎？





【想法】：上個實驗中我們的結論跟一般所見的不同？所以帆面厚度會影響行進速度嗎？

(一)研究方法：

以實驗中最佳的帆面~菱形，作不同層的包裝，在進行測試

操縱變因

- 菱形帆面厚度

二層	四層	六層	八層
			

不變變因

- 風洞的大小(全長 165cm)、
- 風速的大小(風速3)
- 風帆的形狀(菱形)
- 帆面外的桅桿長度皆保持相同

應變變因

- 相同距離內，風帆車行走的時間

二、實驗步驟：

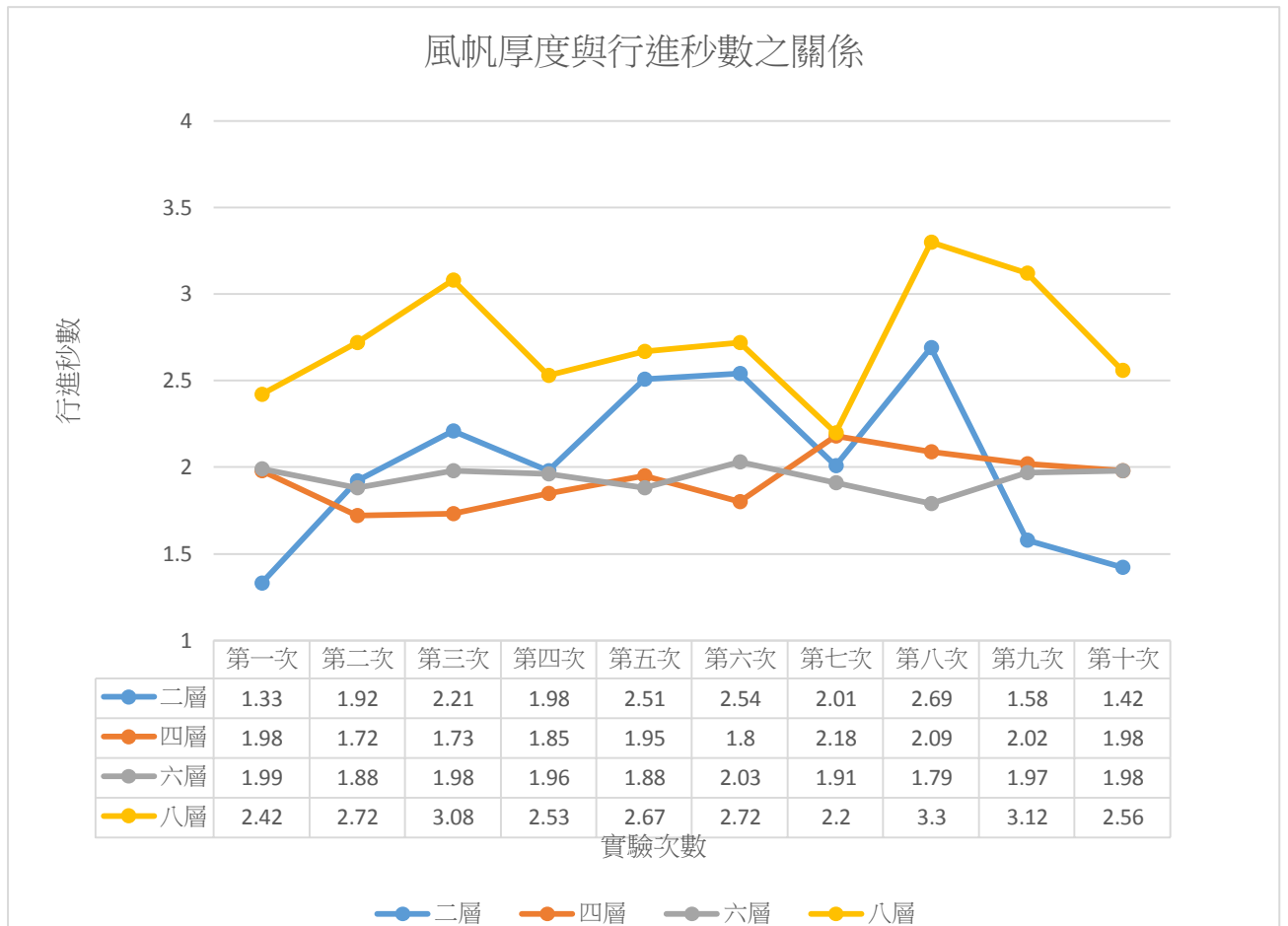
1.將製作好不同厚度的菱形風帆，秤一下重量，隨著厚度不一樣，重量一定也會不一樣，記錄下來再進行測

2. 風帆動力車的車身、車體配重、車輪大小與材質、行進距離、風帆的材質、風帆面積、皆保持相同。

3.我們用膠帶固定帆面，使帆面固定不因風向而偏轉。

4. 每個實驗測試十次，觀察並記錄行進時間

### 三. 實驗結果:



### 四、發現與討論：

#### 只包裹兩層風帆

- 進行測試時，穩定性及差，風帆容易偏轉且暴衝

#### 包裹四層及六層

- 進行測試時，穩定性頗佳，可以平穩的通過風洞

#### 包裹八層

- 進行測試時，風帆稍重，車體容易撞上風洞而停止

#### 總結

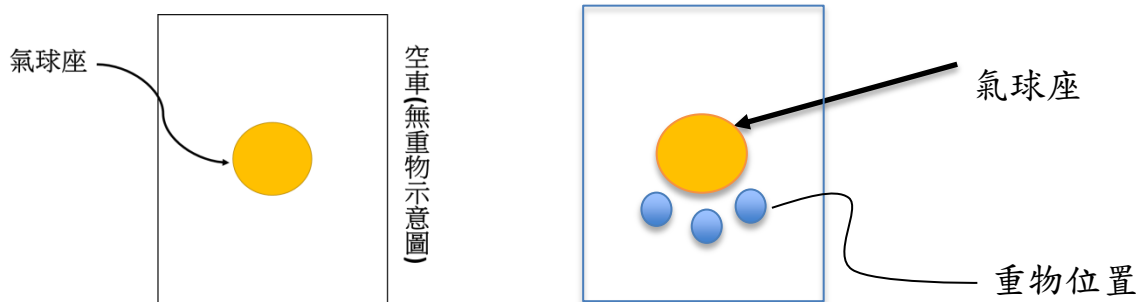
- 因為我們選擇的車體，簡易而輕巧，風阻性小，所以風帆的形狀、大小、厚薄，很明顯會影響車子行走的時間及穩定性。

## 【研究五】：以車體重心為主，不同的載重量會影響風帆動力車行進穩定性嗎？

【想法】：一般小客車及貨車都會標示「限乘幾人」或「貨物的限重」，重量越重，車子的穩定性一定越穩嗎？




(一) 研究方法：

1. 重量對於一輛車操控的好壞相當重要，一般車子一定會又「限承幾人」或「貨物的限重」。
2. 把測試的重物以**集中重物**及**分散重物**來討論。
3. 首先我們先探討重物集中的實驗，集中在車子的重心位置。
4. 我們為了找出車子載重的極限值，以重量 20g、40g、80g……不同來進行測試。
5. 我們希望模擬車子的座位表，來作以下探討。



### 操縱變因

- 以車身的重心為主，不同的重量對車子行進的穩定性。(砝碼、油土、水重)

砝碼	油土	水重
		

### 不變變因

- 風洞的大小(全長 165cm)、
- 風速的大小(風速3)
- 風帆的形狀(菱形)
- 帆面外的桅桿長度皆保持相同
- 車體總重量95.2g(氣球座+訂書針盒+車底重=空寶特瓶+車底重)

### 應變變因

- 相同距離內，風帆車行走偏離中心點的角度

## 二. 實驗步驟A：

1. 以車子重心為主，在車體上分別以砝碼，油土為載重物，砝碼及油土的位置需靠近車子的重心

2. 風帆車上載重量由0公克、20公克、40公克……..的不同砝碼進行測試，通過風洞軌道時，偏離中心點角度、行走的距離及行走的距離。

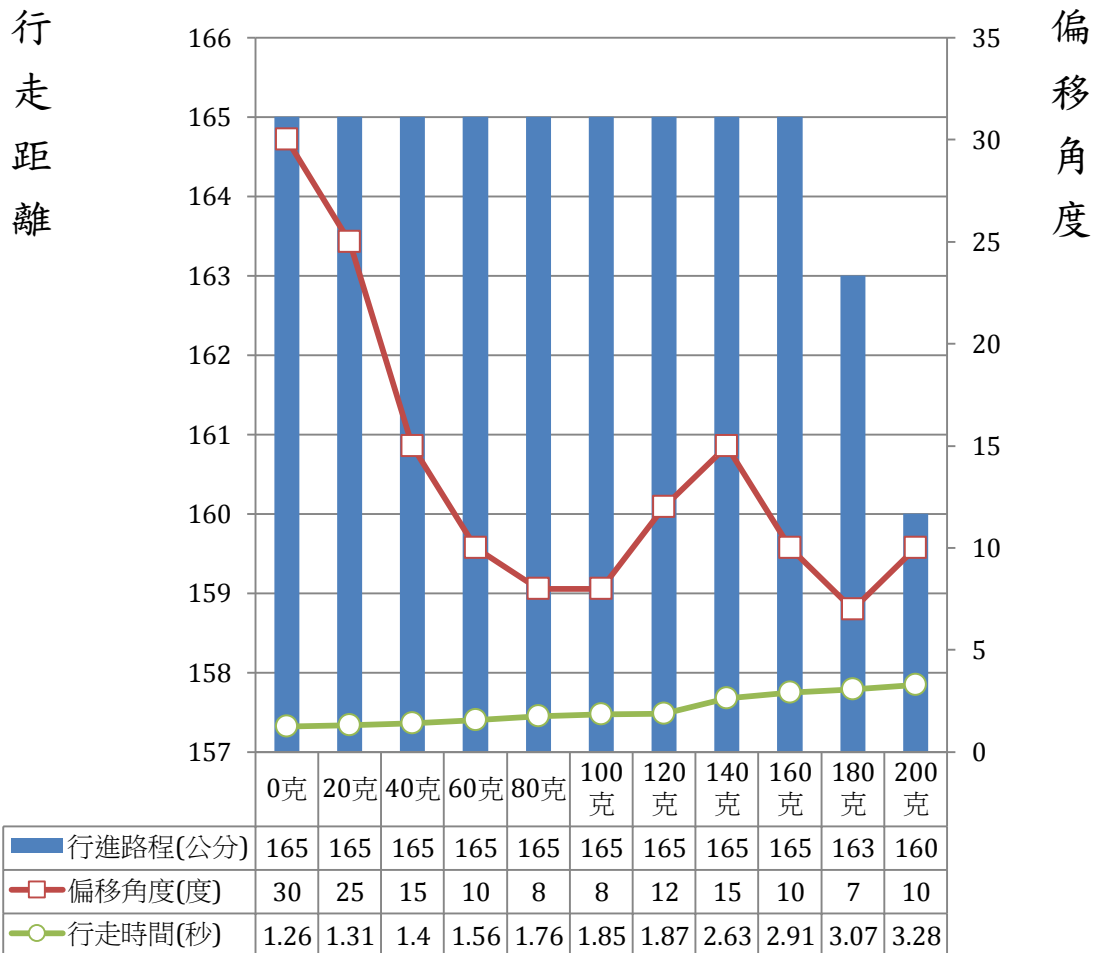
3. 風帆車上載重量由0公克、20公克、40公克……..的不同油土進行測試，通過風洞軌道時，偏離中心點角度、行走的距離及行走的距離。

4. 風帆車上利用寶特瓶載重量由0公克、20公克、40公克……..的不同油土進行測試，通過風洞軌道時，偏離中心點角度、行走的距離及行走的距離。

5. 測出風帆車的載重量之極限值，並觀察其行走的距離及偏移的角度

### 三、實驗結果 與討論

#### 重量不同的砝碼對風帆車的影響



風帆車(氣球座)總重  
 65.2g+30g 橡皮擦=95.2g  
 風帆車載重量  $0g \leq X < 180g$ ，  
 均可行走完軌道 165 公分的風洞砝  
 碼重達 180g 時，無法走完全程 載重  
 極限 220g 時，只走 20 公分

風帆車載重量在 80g、100g、200g  
 時，偏移角度最小，風帆車的平穩性  
 最佳。偏移角度小過輕時，風帆車行  
 走易暴衝擊偏轉，過重風帆車在起點  
 時會有些許停頓。

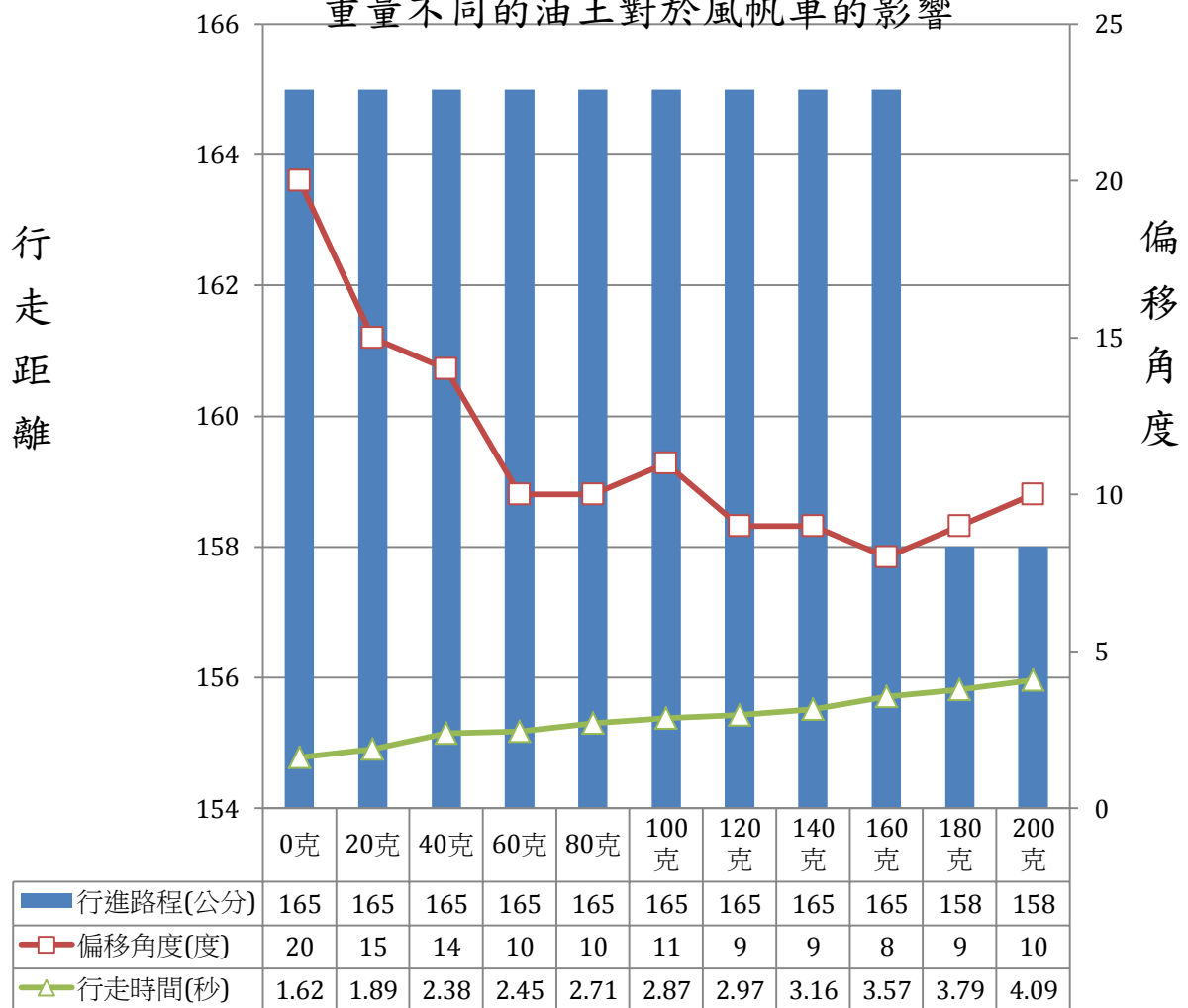
#### 載重量(砝碼)

就行走時間而言，載重物越重所花費  
 的時間越多。

風帆車上砝碼載重為 80g、100g、200g  
 風帆車行走的速度，時間，平穩性及偏  
 移角度的差異性最小。因載重達 200g，風帆  
 車沒走走完；所以我們針對載重在 200g 以  
 內，不同位置在探究之。



重量不同的油土對於風帆車的影響



風帆車(氣球座)總重  
 65.2g+30g 橡皮擦=95.2g  
 風帆車載重量  $0g \leq X \leq 160g$ ，  
 均可行走完軌道 165 公分的風洞；  
 油土重超過 160g 時，無法走完全程  
 載重極限 220g 時，只走 13 公分

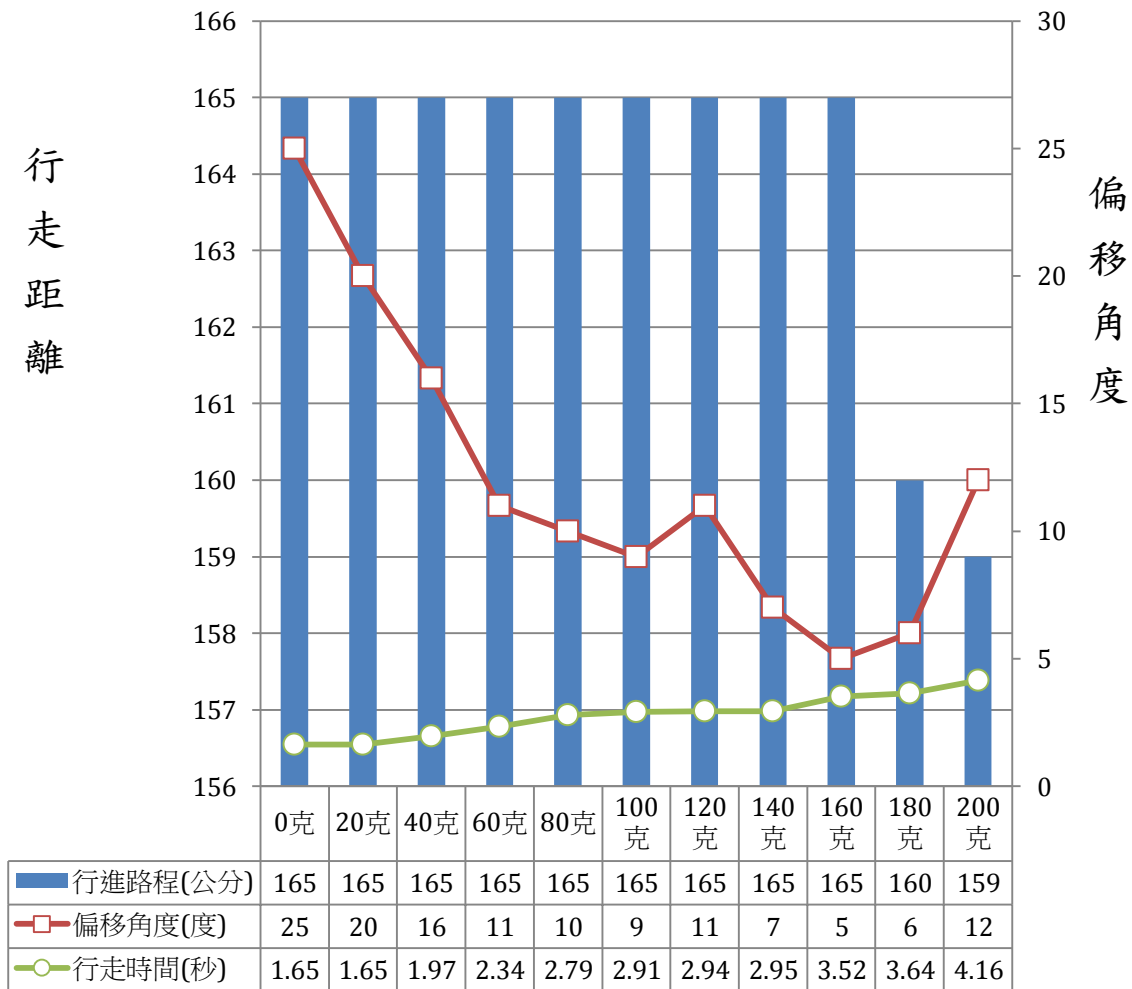
風帆車載重量在 60g~160g 時，偏移  
 角度都不大，風帆車的平穩性也不  
 錯。重量一樣，但油土的體積大於  
 砝碼，所以載重量越重偏移角度變  
 化性不大。

載重量(油土)

油土形狀為圓柱形，我們選擇將油  
 土立著擺而不橫著擺，橫著擺油土  
 易滾動，立著擺與砝碼擺放樣式一  
 樣，實驗上誤差因素可減少。

風帆車上油土載重為 60g、80g、  
 120g~160g 風帆車行走的速度，時間，平  
 穩性及偏移角度的差異性最小。因載重達  
 180g，風帆車沒走走完；所以我們近而縮  
 小範圍針對載重在 180g 以內，不同位置在  
 探究之。

## 重量不同的水對於風帆車的影響



風帆車(寶特瓶)總重 95.2g  
 風帆車載重量  $0g \leq X \leq 200g$ ，  
 均可行走完軌道 165 公分的風洞；  
 水重超過 160g 時，無法走完全程  
 載重極限 220g 時，只走 3 公分

風帆車載重量在 60g~100g 時，偏移角度都不大，風帆車的平穩性也不錯。重量一樣，但水為液體，在瓶子內會因行走而產生晃動，液體的晃動容易使車子被牽制而行走上有停頓點。

### 載重量 (水)

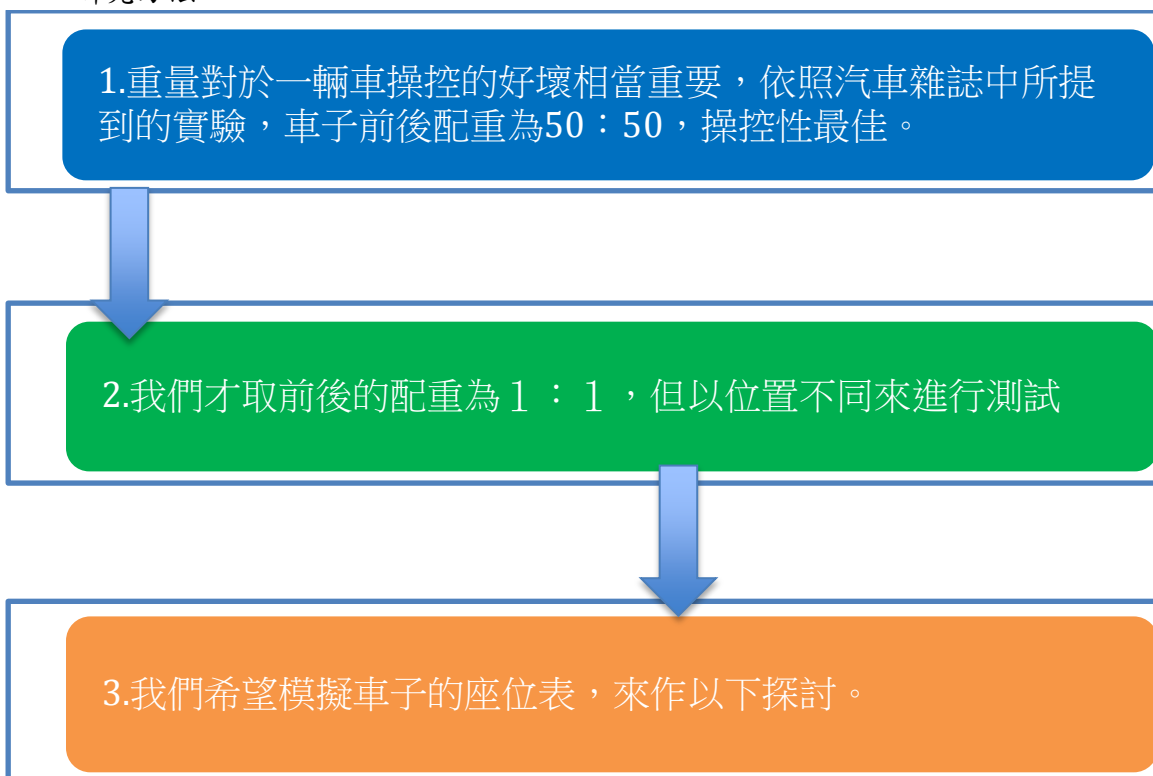
水為液體，我們無法使其直立擺放在氣球座車體上，所以我們採用空寶特瓶當車體。

風帆車上水載重為 60g~100g 風帆車行走的速度，時間，平穩性及偏移角度的差異性最小。因載重為液體時，水在瓶內晃動容易影響風帆車行進；水越重誤差值越大，實驗後發現水+寶特瓶其變因過多。不適合探究六。

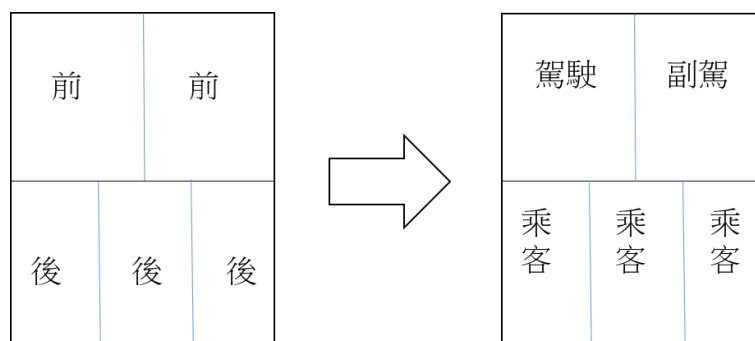
## 【研究六】：重量相同、位置不同會影響風帆動力車的行進穩定性嗎？

【想法】：行駛在高架橋上，經常思考車內乘客乘坐之位置是否因為不同而影響車體行進的穩定性，同理安全座椅的擺放，是否有一個最佳、最安全位置。

### 一、研究方法：



### 車內乘坐簡易圖



### 操縱變因

- 重量相同、位置不同

### 不變變因

- 風洞的大小(全長 165cm)、
- 風速的大小(風速 3)
- 風帆的形狀(菱形)
- 帆面外的桅桿長度皆保持相同

## 應變變因

- 相同距離內，風帆車行走偏離中心點的角度



## 二、 實驗步驟 A：

1. 以不載重的風帆空車進行測試，花了1.55秒通過風動軌道，偏離中心點角度為34度。

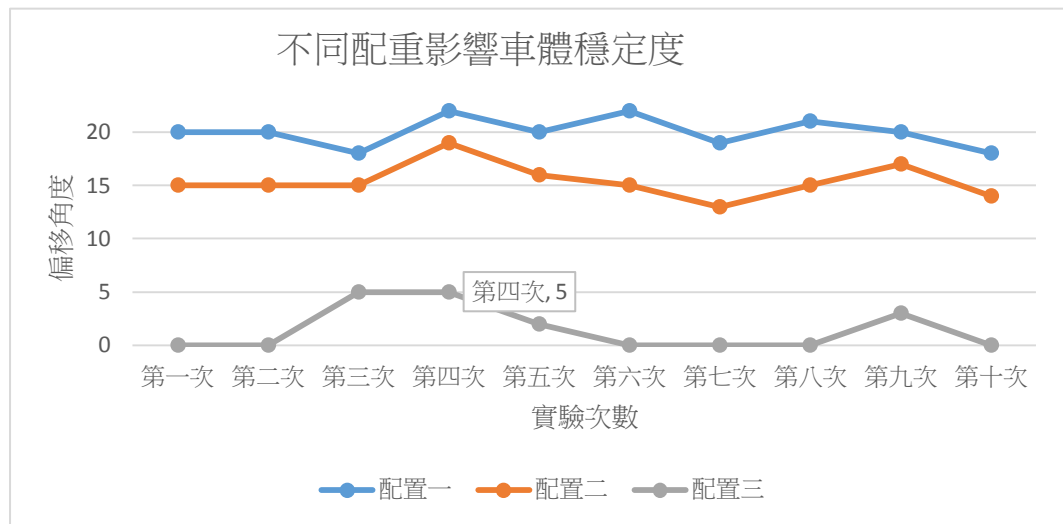
2. 前後配重各為20公克的砝碼，前後配重為1:1。

3. 左前座位置(駕駛座)固定不變，後座位置(乘客)分別以左後、中後、右後來進行討論。



### 三、實驗結果 與討論

位置配備圖 偏離中心 點角度	配置一	配置二	配置三
第一次	20	15	0
第二次	20	15	0
第三次	18	15	2
第四次	22	19	3
第五次	20	16	2
第六次	22	15	0
第七次	19	13	0
第八次	21	15	0
第九次	20	17	3
第十次	18	14	0
平均值	20	15.4	0.5



#### 配置三.

乘客坐在司機斜後方，呈現對角，車子行走時，穩定性就高，偏移角度小

#### 配置二.

乘客坐在後座中重量有稍許分散開，車子行走時，還是出現偏移中心的現象

#### 配置一.

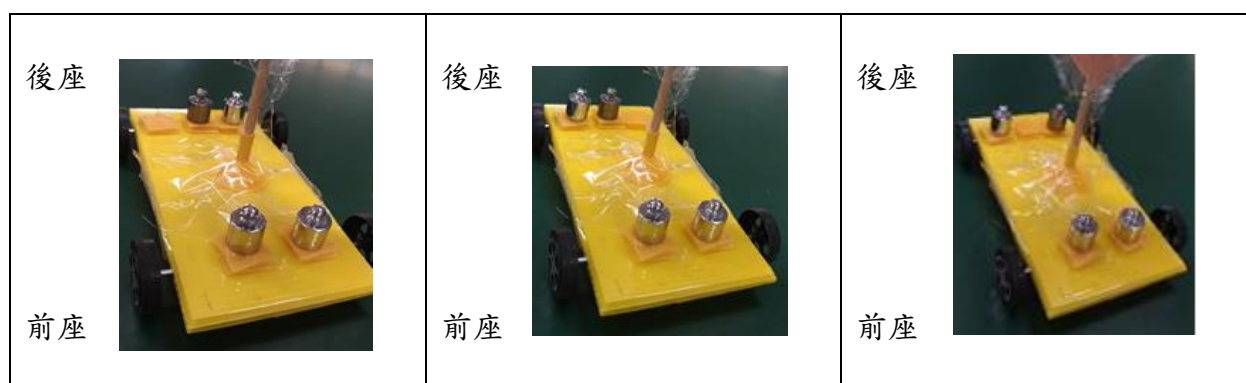
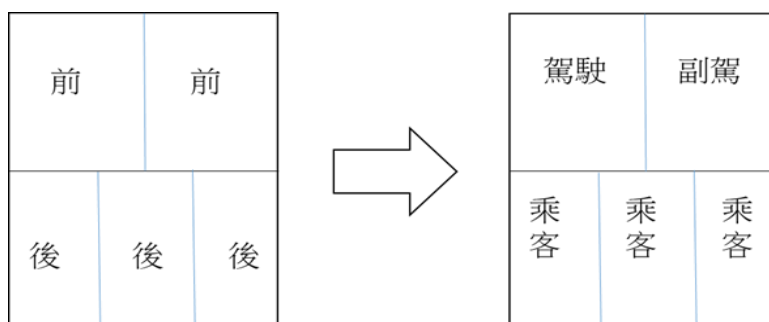
乘客坐在司機後重量集中在一方，車子行走時，偏轉角度就很大

實驗步驟 B：

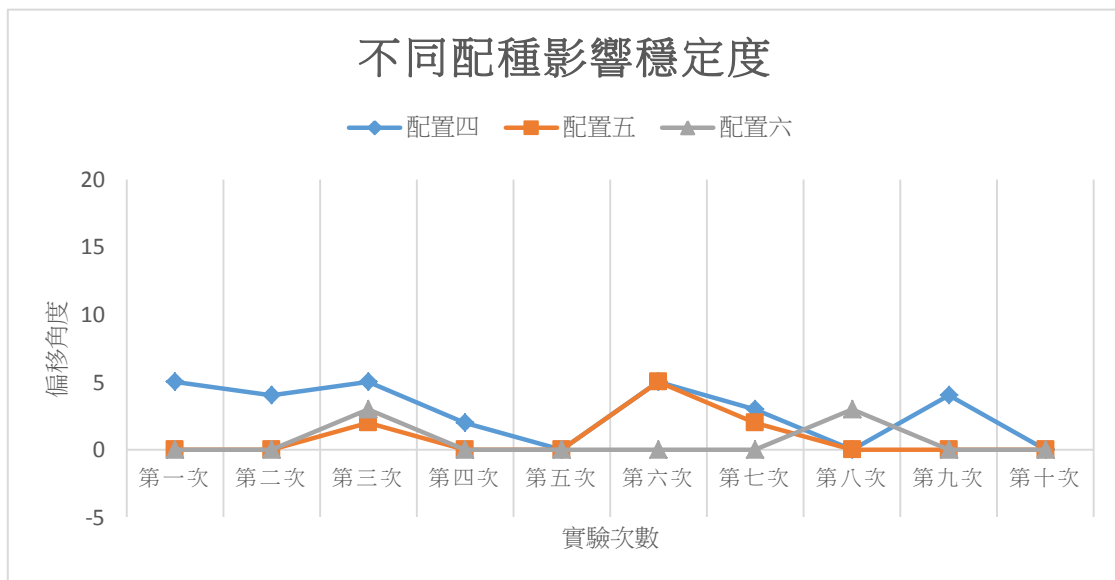
1. 以不載重的風帆空車進行測試，花了2.16秒通過風動軌道，偏離中心點角度為34度。

2. 前後配重各為40公克的砝碼，前後配重為1:1。

3. 左前座位置(駕駛座)及右前座(副駕駛座)固定不變，後座位置(乘客)分別以「左後+中後」、「中後+右後」、「左後+右後」來進行討論。



位置 配備圖 偏離中心 點角度	配置四	配置五	配置六
第一次	5	0	0
第二次	4	0	0
第三次	5	2	3
第四次	2	0	0
第五次	0	0	0
第六次	5	5	0
第七次	3	2	0
第八次	0	0	3
第九次	4	0	0
第十次	0	0	0
平均值	2.8	0.9	0.6



#### 配置六

前面重量集中，後面重量分散對車子達成平衡風帆船行走時最平穩。

#### 配置五

配置四級配置五的位置分配只是左右不同，但實驗下來配置四偏移次數較配置五多，值得討論

#### 配置四

前後比例1:1，重量加重時，車子的穩定性更加，偏移中心點的角度變小

## 伍、 結論

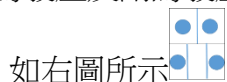
- 一、 我們發現，工業風扇的風力雖大於一般家用電扇，在開關同時還是有些許風力旋轉上動力的落差，我們設計了風洞軌道就是要減少風力上的誤差。
- 二、 我們發現，PPT 版製作的風帆車，車體輕巧，行進的穩定性小，但車體上受限於風阻的因素相對比寶特瓶風帆車少，實驗上比要附和「一帆風順」。
- 三、 風帆車能夠前進，主要的動力來源來自於風力，「牛頓第三運動定律」(作用力與反作用力定律)，作用力與反作用力兩力大小相等、方向相反、兩力分別作用在不同物體上。因此當電風扇的風吹向帆時，帆也會給風一個反作用力，使車可以前進，此時風帆車上的帆就是一個使車前進的最重要因素。帆的形狀與面積皆與所造成的反作用力有密切的關聯，當面積愈大所遭受的會愈多，而能使車子產生更多前進的動力。
- 四、 經過觀察，大部分的風帆都是呈現三角形，因此我們想了解不同形狀的帆是否對應風的反作用力有所差異，為了單純化條件，將面積固定，探討形狀所造成的差異，並進一步討論風帆位置對於前進。
- 五、 因為我們的車身選擇 PPT 版，輪子大小也固定，所以進行帆面測試時，發現菱形帆面反而最適合，帆面的對角線垂直，帆面給予風面的反作用力比較均勻，可以平順地通過風洞軌道；三角形帆面，容易往左邊偏移，卡在風洞軌道內；正方形帆面在開始起步時，會有小的停頓點。
- 六、 在風帆車行進的過程裡，風帆形狀、大小一定會影響；那風帆的厚度呢？我們不改變風帆的材質，單以其厚度進行探討，發現帆面裹四層及六層的效果最佳。通過風洞軌道較順利，帆面包裹兩層時，風帆車行時過程容易偏移甚至出現迴轉；包裹八層的帆面，因為我們風帆車體輕巧，所以會出現頭重腳輕的現象，因為我們風帆車體輕巧，所以會出現頭重腳輕的現象，行走過程會有停頓點。
- 七、 對於輕巧的車體而言，載重可以增加它的穩定性，但載重物體要接近於車體重心，行走穩定性高。我們利用不同材質的載重物來探究之；
- 八、 車體上在上相同重量的油土、砝碼、水重時，砝碼及油土雖然重量一樣，油土的體積大於砝碼的體積，載重行走時，兩者差異性不大，但載重極限，砝碼載重極限為 220g，油土載重極限為 200g。應該是油土體積佔用空間較多，風阻力大車子不易前進。
- 九、 寶特瓶裝水是個對照組，在風帆車行走時，我們觀察到水會在寶特瓶內晃動，以至於車子行進容易產生走走停停的現象但偏移角度卻不大。於是我們想探究載重物在車體上不同位置是否會影響車子行進的平穩性。



十、汽車雜誌上有提過，前後車做重量為 1:1 最平穩，所以我們模擬汽車內的位置來探討，當搭乘計程車時，乘客坐在司機的右後方是最平穩的，如右圖所示。



十一、當駕駛座及副駕駛座都有人時，在後座的乘客分別坐於後座兩邊最平穩，



十二、在這次的探究活動中，我們利用水上活動常見的「自然」動力風帆，進行不同條件的討論，試著改良風帆與結合車輛，希望能藉由這個室內風帆車的小小設計雛形，提供未來研究者一個節約能源的新想法。

十三、未來展望上，除了帆面的形狀與重心距車體的距離之外，帆面的質量、帆與車的質量比、迎面的角度、甚至逆風情況的探討都還能夠進一步探究。期待有朝一日，風帆自然動力車，在有風的環境下能夠環保前行，而無風或是風力不足的條件下，甚至能夠探討結合燃料能源的可能性，真正實際應用於日常生活，成為新一代的動力車，達成陸上行舟的夢想。

## 陸、參考資料

1. 自然與生活科技(牛頓版)第六冊第三單元「力與運動」。牛頓教科書。
  2. file:///C:/Users/user/Desktop/簡易的風洞製作.pdf
3. 網路資料：
  - ① 風帆車(無日期)。國立大里高中生活科技網。2006年9月15日，取自 [http://mail.dali.tcc.edu.tw/~tech/activities/act4\\_3.html](http://mail.dali.tcc.edu.tw/~tech/activities/act4_3.html)
  - ② 第 42 屆全國中小學科學展覽優勝作品專輯(無日期)。國立台灣科學教育館。2006年9月15日。取自 <http://www.ntsec.gov.tw/activity/race-1.asp>
  - ③ 第 52 屆全國中小學科學展覽優勝作品專輯(無日期)。國立台灣科學教育館。那些年，我們一起玩的 ㄅㄨ ㄅㄨ 車