

# 中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 物理科

080111

那些年，我們一起玩的 勺叉 勺叉車

學校名稱：桃園縣桃園市中山國民小學

作者：	指導老師：
小六 林政維	施柏源
小六 趙斌全	林秋應
小六 李蕙伶	
小六 邱宥淇	
小六 江佳蔚	
小六 呂嘉馨	

關鍵詞：流線型、空氣動力學、摩擦力

## 摘要

在路上我們不難發現，汽車的外型構造幾乎都是採用流線型的設計。我們不禁好奇，汽車為何大部分都採用流線型的設計呢？而輪子的多寡與大小是否會影響車子的行進速度呢？因此，本研究製作了各種流線型車體與各種變因的模型車子，來進行一連串的實驗與比較，探討車子與行進速度的關係。

## 壹、研究動機

每天上學爸爸開車載我去學校，在路上，我發現到汽車採用的車型大部分為流線型車體。不禁令我好奇，為何汽車要採用流線型車體？而在自然課「摩擦力」的探討裡，我們知道摩擦力會影響物體的運動，例如阻止物體運動或者改變物體的運動方向。老師說摩擦力會為生活帶來不少正面的或者負面的影響，因此我們了解不少減少摩擦力的方法，包含加潤滑油、以滾動摩擦代替滑動摩擦、使用氣墊、採用流線型的設計等。

而令我好奇的是，空氣中真的有摩擦力嗎？街道上看見的車子幾乎都是流線型的形狀，與空氣的摩擦力真的有關係嗎？如果車子變成其他的形狀，會不會改變車子的速度呢？而車子輪胎的大小與數量是否影響摩擦力因而改變車子的速度呢？所以我們和老師討論後，決定根據摩擦力的概念，來進行實驗，藉由自製車體的實驗，希望能了解各種車體行進的快慢。

## 貳、研究目的

- 一、 探討車子**有效面積**與行進距離的關係
  - (一) 比較不同**表面形狀**的車子行進之快慢
  - (二) 比較不同**高度**的車子行進之快慢
  - (三) 比較車體**表面光滑與粗糙**的車子行進之快慢
- 二、 探討車子**輪胎**與行進距離的關係
  - (一) 比較不同**輪胎大小**的車子行進之快慢
  - (二) 比較不同**輪胎數量**的車子行進之快慢
  - (三) 比較不同**輪胎表面胎紋**的車子行進之快慢
- 三、 探討不同**重心**的車子與行進距離的關係

### 參、研究設備及器材















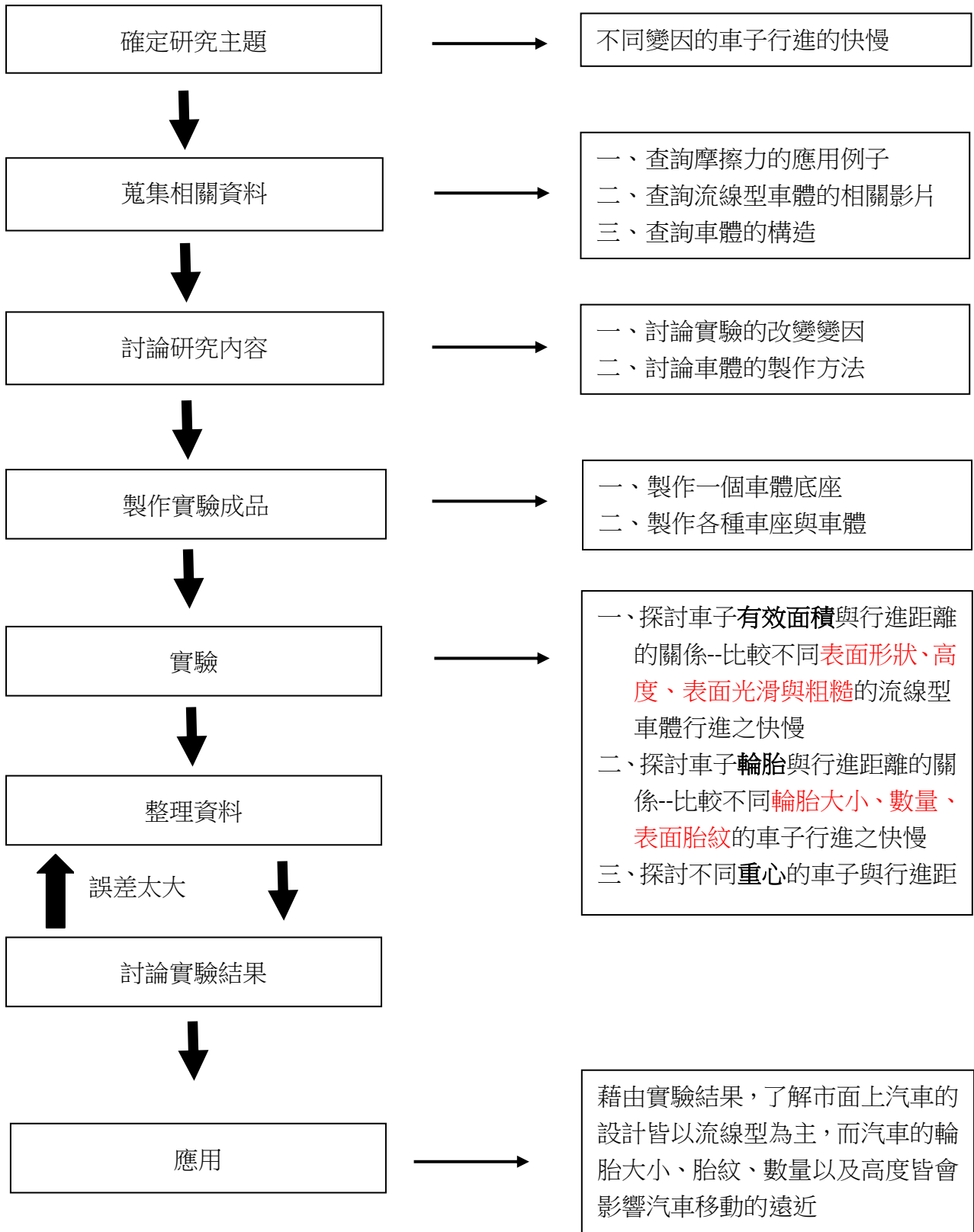
			
巴爾沙木	吸管	圓木	寶特瓶蓋
			
厚紙板	瓦楞板	保利龍膠	瞬間強力接著劑
			
尺	珍珠板	美工刀	切割墊
			
圖釘	膠帶		

圖 1

# 肆、研究過程或方法

## 一、研究流程



## 二、理論依據:空氣動力學

- (一) 流線型車是指利用**空氣動力學**原理降低空氣阻力，將車身曲線設計得光滑、圓潤及流暢，可以改變或引導氣流，使迎面空氣很容易的通過車身，達到減少空氣阻力的目的。
- (二) 流線型車身不但能降低空氣阻力，也有助於提升速度、節省能源、行駛穩定、降低風切聲，也可以增加外表美觀，越來越多汽車採用流線型車身設計，如圖 2 所示。



圖 2

## 三、車體的製作

- (一) 車體底座的製作，如圖 3 所示。

### 1. 準備好材料

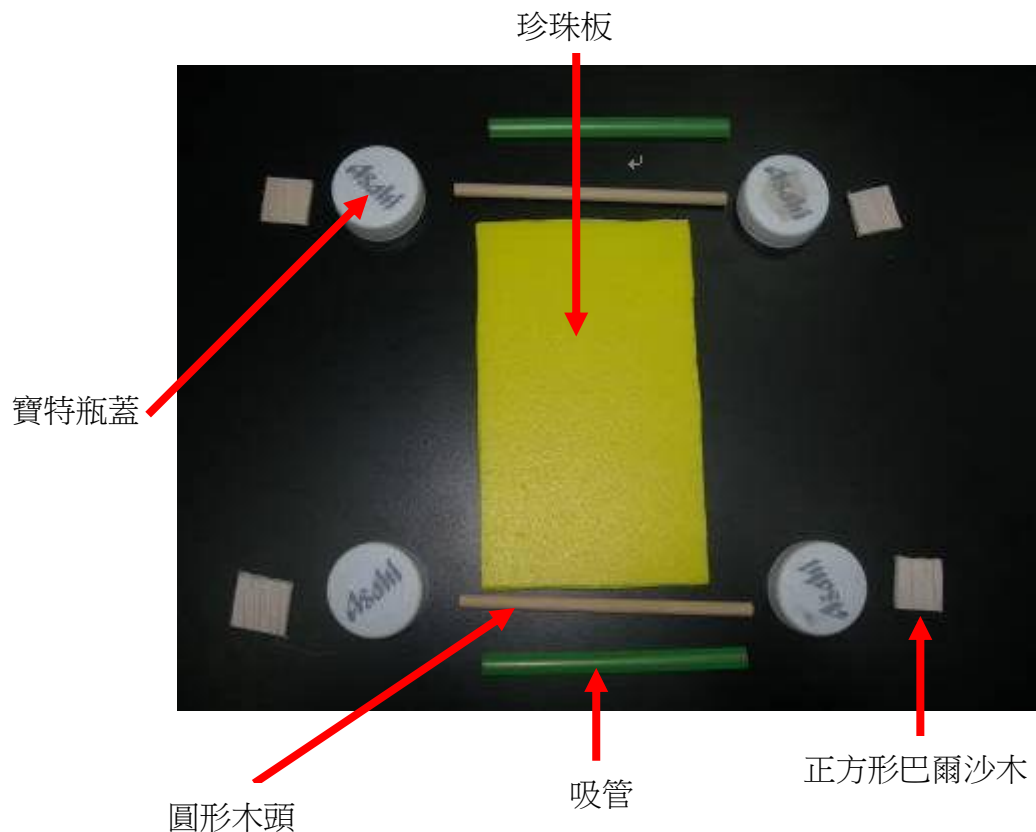




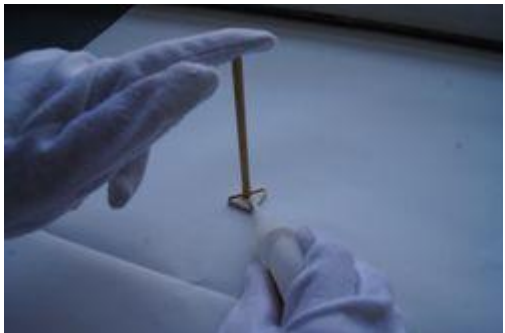
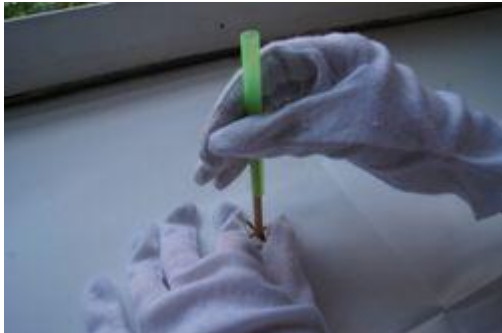


圖 3

2. 製作步驟，如圖 4 所示。

<p>1.</p> 	<p>2.</p> 
<p>在 1.8x1.8cm 的正方形巴爾沙木上打上” X” 記號</p>	<p>同以上步驟完成四片，作為車體輪軸的固定板</p>
<p>3.</p> 	<p>4.</p> 
<p>用圖釘在固定板上刺一個洞</p>	<p>固定板上的洞口大小與圓木的直徑一樣大</p>
<p>5.</p> 	<p>6.</p> 
<p>使用瞬間強力接著劑(瞬間膠)將圓木與固定板黏起來</p>	<p>將吸管套進圓木</p>




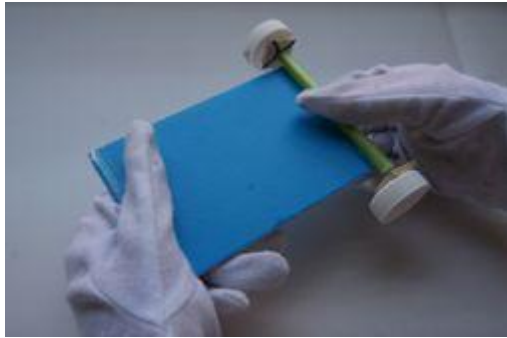
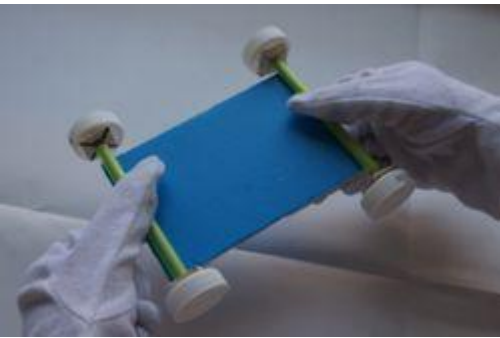
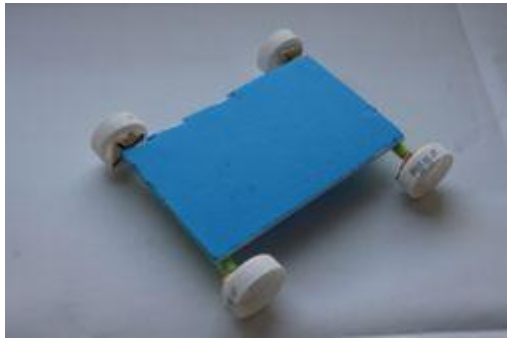
<p>7.</p> 	<p>8.</p> 
<p>在圓木的另一端完成固定板的接合</p>	<p>使用保麗龍膠把固定板與車體的輪子(礦泉水瓶蓋)黏起來，兩端都要黏，完成兩組車軸</p>
<p>9.</p> 	<p>10.</p> 
<p>在巴爾沙木兩端塗上保麗龍膠</p>	<p>完成第一組車軸的接合</p>
<p>11.</p> 	<p>12.</p> 
<p>完成第二組車軸的接合</p>	<p>車體底座完成</p>

圖 4

(二) 各種車體外型的製作

1. 製作過程，如圖 5 所示。




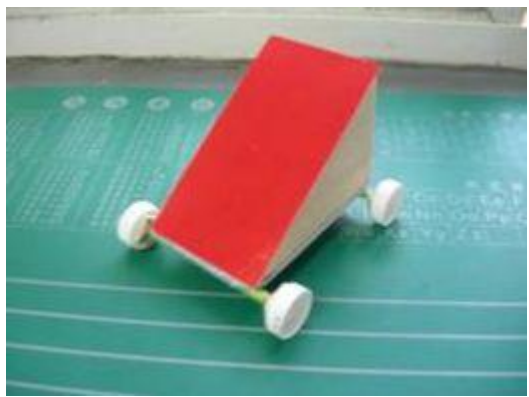

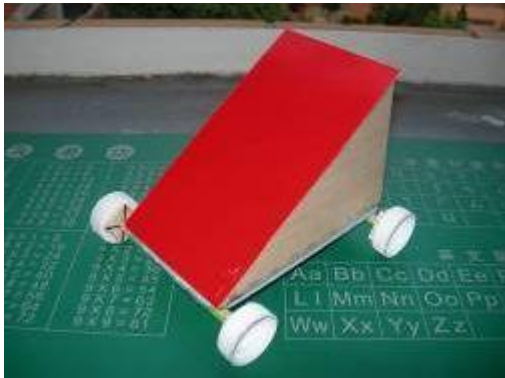



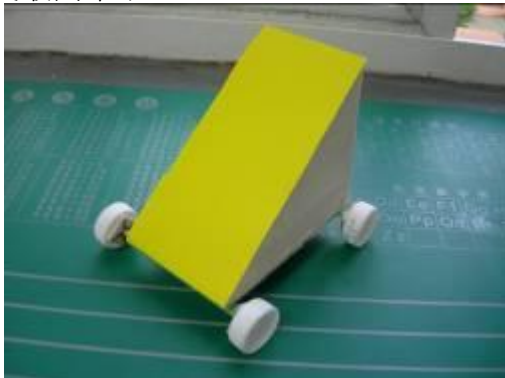
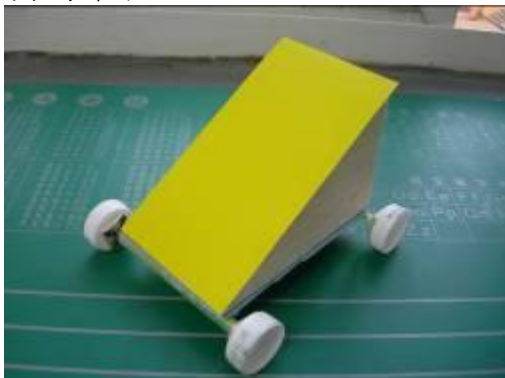
<p>(1) 準備巴爾沙木</p> 	<p>(2) 用瞬間膠黏貼巴爾沙木</p> 
<p>(3) 將車體外形與車體底座用保麗龍膠黏起來</p> 	<p>(4) 用保麗龍膠黏貼有色紙卡於車體上</p> 
<p>(5) 將油土搓成圓形</p> 	<p>(6) 將每個實驗的每台車子用油土配重，使同實驗的車子重量相同</p> 

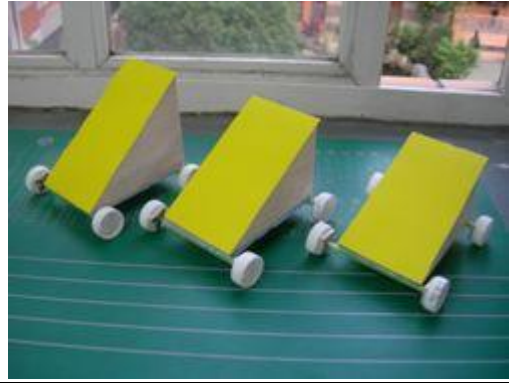
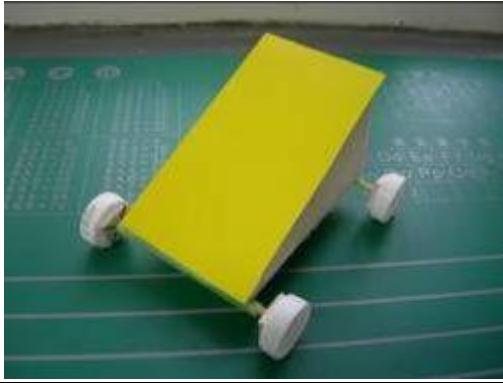
圖 5



2. 各種實驗車體外型，如圖 6 所示

不同表面形狀的車子	
直線型車體 	流線型車體 
長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:26g 表面材質:紅色紙卡 側面與底部材質:巴爾沙木	長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:26g 表面材質:紅色紙卡 側面與底部材質:巴爾沙木
波浪型車體 	
長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:26g 表面材質:紅色紙卡 側面與底部材質:巴爾沙木	不同表面形狀的三種車子
不同高度的車子	
高度最高車子 	高度中等車子 
長:12cm 寬:8cm 高:10cm 重量:26g 表面材質:黃色紙卡 側面與底部材質:巴爾沙木	長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:26g 表面材質:黃色紙卡 側面與底部材質:巴爾沙木

高度最低車子

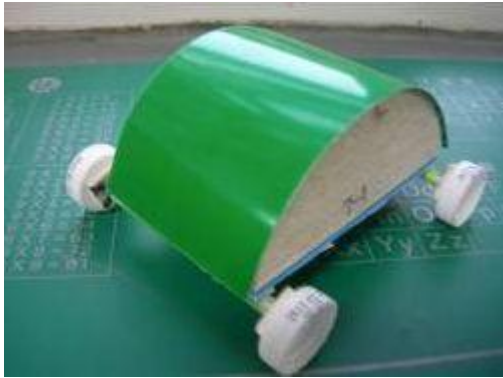


長:12cm 寬:8cm 高:6cm 重量:26g  
表面材質:黃色紙卡  
側面與底部材質:巴爾沙木

不同高度的三種車子

車體表面光滑與粗糙的車子

車體表面沒貼魔鬼氈



車體表面有貼魔鬼氈



長:19cm 寬:8cm 高:4.7cm 重量:25g  
表面材質:綠色紙卡  
側面與底部材質:巴爾沙木

長:19cm 寬:8cm 高:4.7cm 重量:25g  
表面材質:綠色紙卡  
側面與底部材質:巴爾沙木

不同輪胎大小的車子

大輪車



中輪車



長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:33g  
輪胎(寶特瓶)直徑:4.7cm

長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:33g  
輪胎(寶特瓶)直徑:3.3cm

小輪車



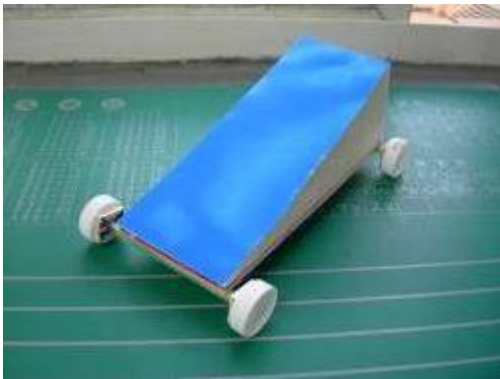
長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:33g  
輪胎(寶特瓶)直徑:2.8cm



不同輪胎大小的三種車子

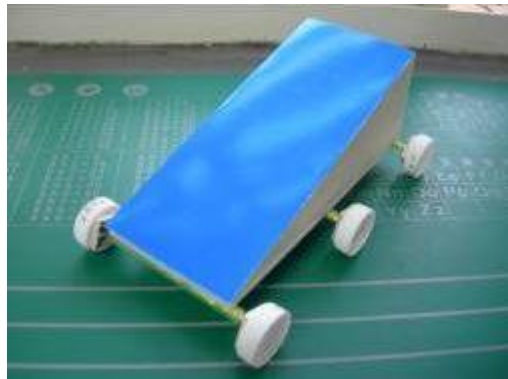
不同輪胎數量的車子

四輪車



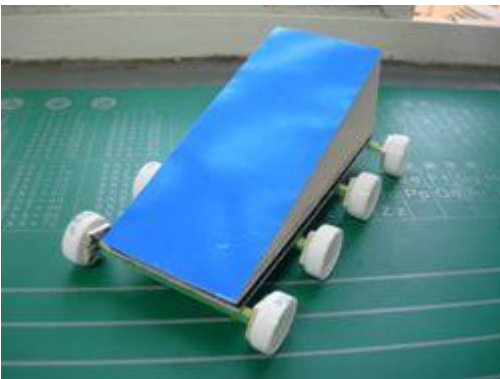
長:19cm 寬:8cm 高:6cm 重量:45g  
表面材質:藍色紙卡 直徑 2.8cm 輪胎數:4  
側面與底部材質:巴爾沙木

六輪車

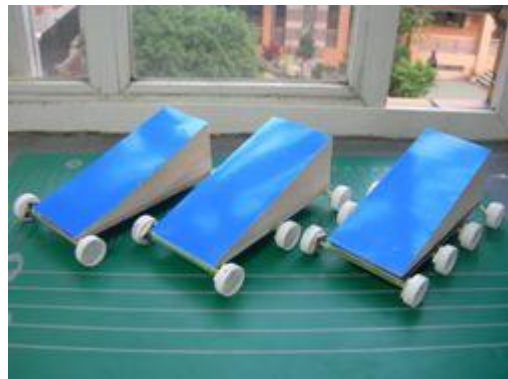


長:19cm 寬:8cm 高:6cm 重量:45g  
表面材質:藍色紙卡 直徑 2.8cm 輪胎數:6  
側面與底部材質:巴爾沙木

八輪車



長:19cm 寬:8cm 高:6cm 重量:45g  
表面材質:藍色紙卡 直徑 2.8cm 輪胎數:8  
側面與底部材質:巴爾沙木



不同輪胎數量的三種車子

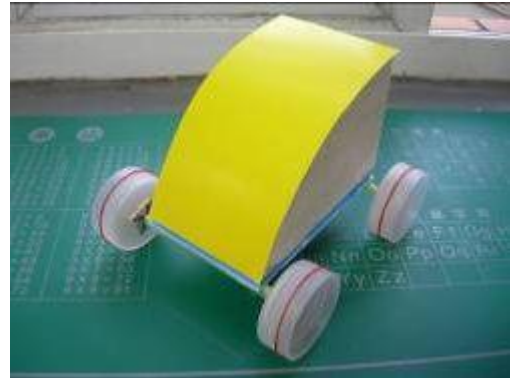
不同輪胎表面胎紋的車子

沒綁橡皮筋



長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:43g  
表面材質:黃色紙卡  
輪胎(寶特瓶)直徑:4.8cm

綁 1 條橡皮筋



長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:43g  
表面材質:黃色紙卡  
輪胎(寶特瓶)直徑:4.8cm

綁 2 條橡皮筋



長:12cm 寬:8cm 高:8cm 重量:43g  
輪胎(寶特瓶)直徑:4.8cm

不同重心的車子

找重心方法:

1. 用棉線將車子其中一輪綁緊，使車子懸掛在空中。



2. 找出棉線與地面垂直的線，並在車子底部用直尺畫出該直線



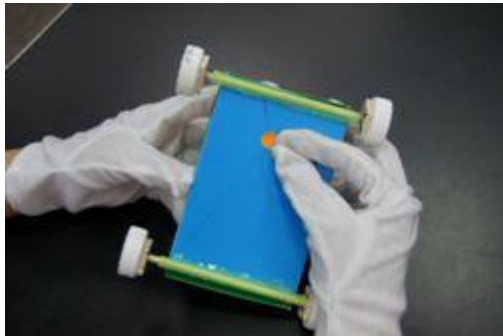
3. 使用棉線綁住另一輪，找出另一條與地面垂直的線，並用黑筆畫起來



4. 在交叉線的位置畫一個點

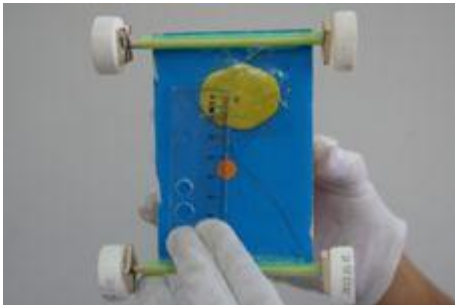


5. 在交叉點用圓形貼紙貼住，表示該點為車子的重心



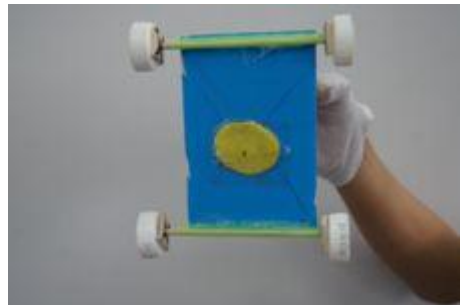
重心在**後**的車子

(油土黏貼在距離原重心 3.7cm 處)



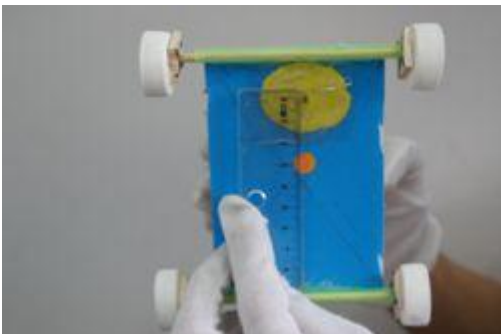
重心在**中間**

(油土黏貼在距離原重心 0cm 處)



重心在**前**的車子

(油土黏貼在距離原重心 3cm)



長:19cm 寬:8cm 高:6cm 重量:29g

表面材質:紅色紙卡

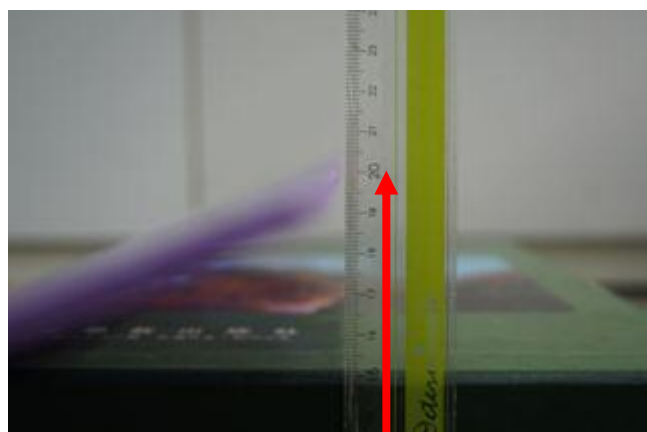
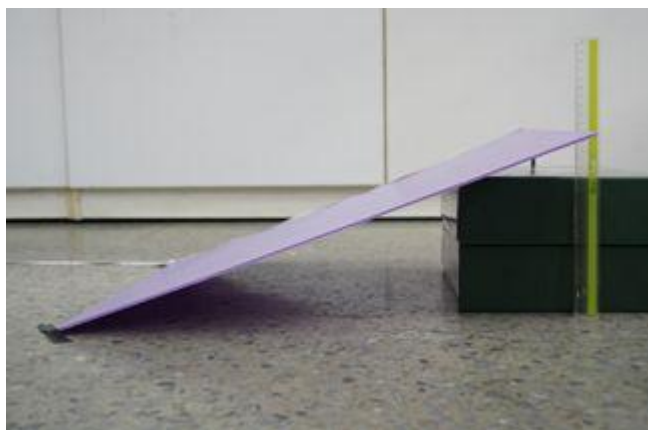
側面與底部材質:巴爾沙木

油土 5g

圖 6

(三) 車體滑行跑道設計，如圖 7 所示

1. 拿瓦楞板當作車子跑道，並用厚重盒子墊在瓦楞板下面
2. 將直尺貼在盒子旁，並量 20cm 作為跑道的高度
3. 用黑色膠帶固定住瓦楞板，使它不會左右移動
4. 將捲尺擺在瓦楞板邊緣，拉直後用黑色膠帶固定好



高 20cm



圖 7

#### 四、實驗

##### (一)、探討車子有效面積與行進距離的關係

1. 比較不同**表面形狀**的車子行進之快慢，如圖 8 所示

(1) 本實驗製作了三種不同表面形狀的車子進行實驗

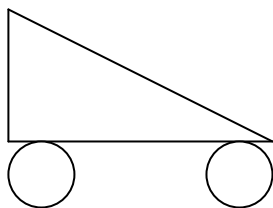
(2) 改變變因:**表面形狀**

(3) 保持不變的變因:車體高度、車體重量、車體材質、車體滑行的出發點等等。

(4) 定義:

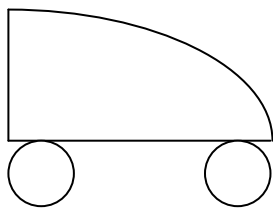
直線型車子:直線型車子的外殼呈直線上升的模樣，側面觀察它為直角三角形。

簡圖如下:

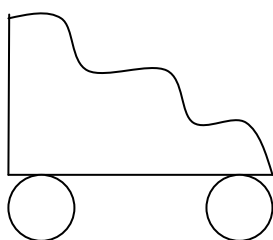


流線型車子:流線型車子是參考鳥類與魚類造型所設計的車子，它的形狀為圓弧狀。

簡圖如下



波浪型車子:波浪型車子的外觀呈現像海上的波浪一樣。簡圖如下:



##### 【實驗步驟】

- (1) 將瓦楞板墊高，與地面的高度為 20cm，當作車子的跑道
- (2) 把直線型車子放置於瓦楞板跑道上，並在出發點上標上記號，作為之後各種車體的出發位置
- (3) 調整好車子輪軸後，迅速將手舉高，讓車體自行滑行
- (4) 待車子靜止不動後，在車體後輪位置用粉筆標上記號
- (5) 重複第(3)、(4)的步驟，連續做 10 次
- (6) 用量尺將每次的滑行距離測量出來
- (7) 用紙筆記錄每次的滑行距離，將最大值與最小值刪除。
- (8) 將流線型車子、波浪型車子重複第(3)至第(7)步驟，並完成表格記錄結果

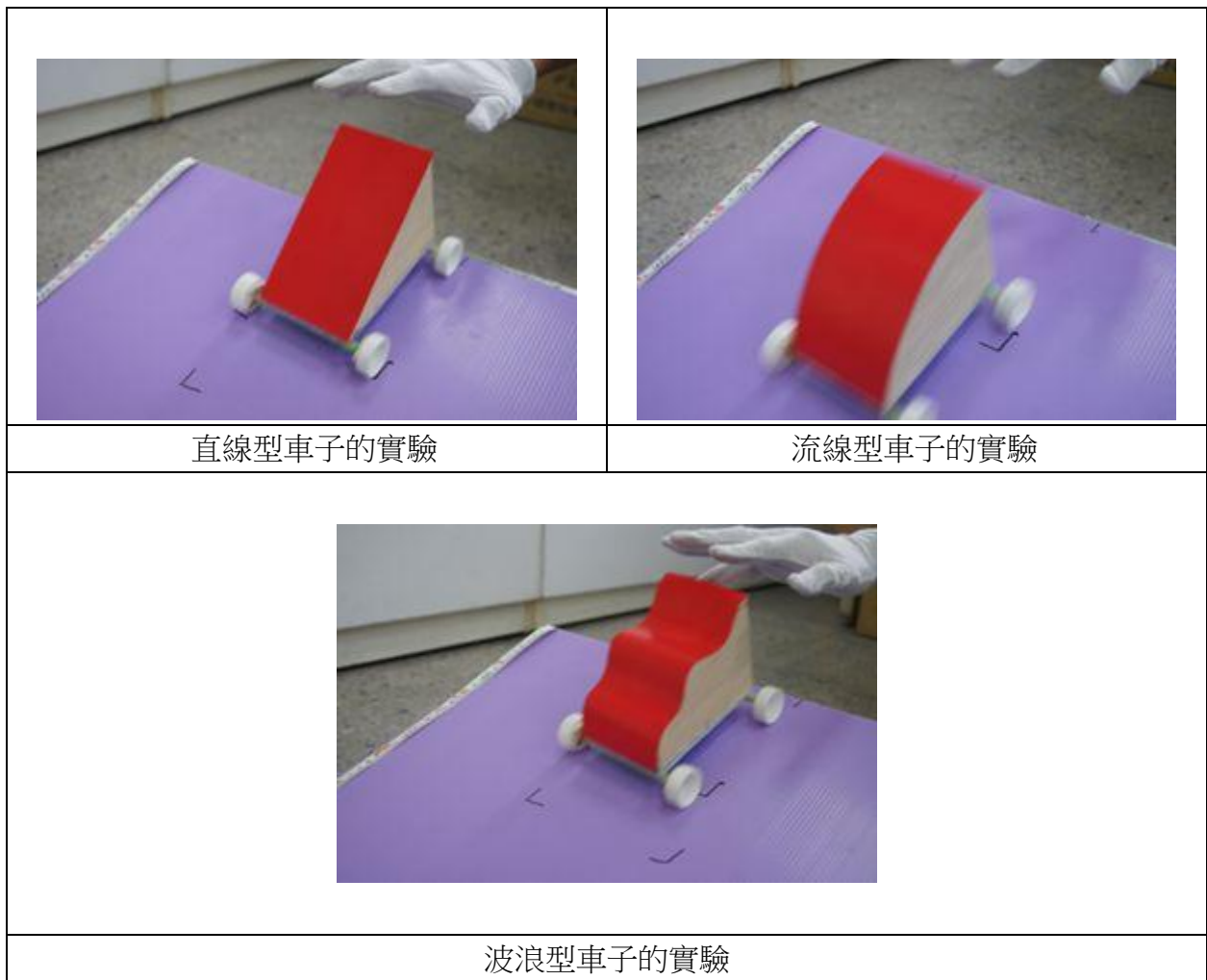


圖 8

【結果】

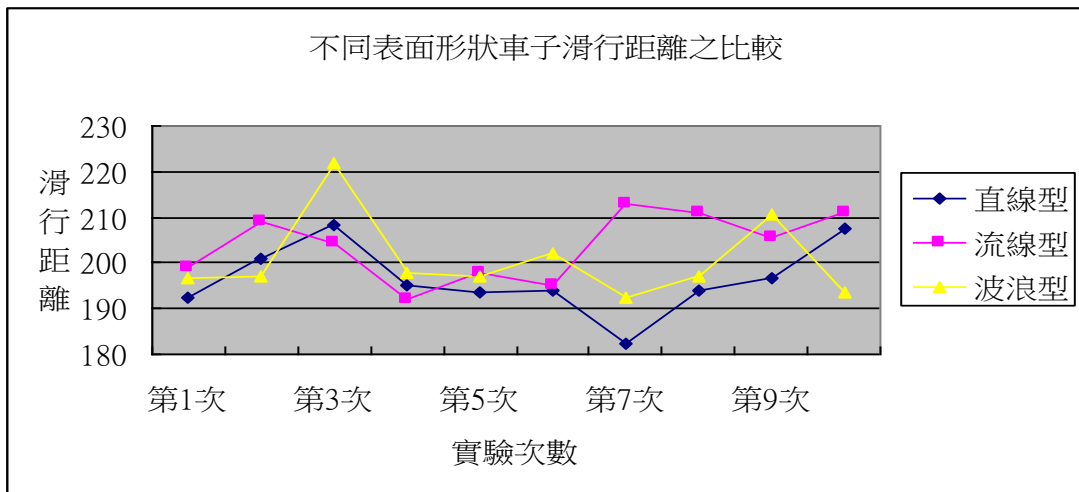
表 1

實驗	直線型	流線型	波浪型
第 1 次	192.50	199.00	196.50
第 2 次	201.00	209.00	197.00
第 3 次	208.20	204.40	222.00
第 4 次	195.00	192.00	197.70
第 5 次	193.50	197.90	197.00
第 6 次	194.00	195.00	202.00
第 7 次	182.50	213.00	192.50
第 8 次	194.10	211.00	197.10
第 9 次	196.50	205.50	210.50
第 10 次	207.60	211.00	193.50
平均	196.78	204.10	198.91

單位:公分

紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均





【發現】(1) 直線型車子滑行的平均距離最短、波浪型車子次長、流線型車子最長  
 (2) 流線型車子的有效積較小，所以滑行最遠；直線型車子的有效積較大，受風阻較大，所以滑行最近。

2. 比較不同高度的車子行進的快慢，如圖 9 所示

- (1) 這實驗製作了三種不同高度的直線型車體，在控制好各種變因之後，測量每台車在瓦楞板跑道上滑行的距離，並且記錄下來。
- (2) 改變變因:直線型車體的高度
- (3) 保持不變的變因:車體的重量、車體的材質、車體滑行的出發點等等。
- (4) 實驗步驟如同實驗 1(p.14)

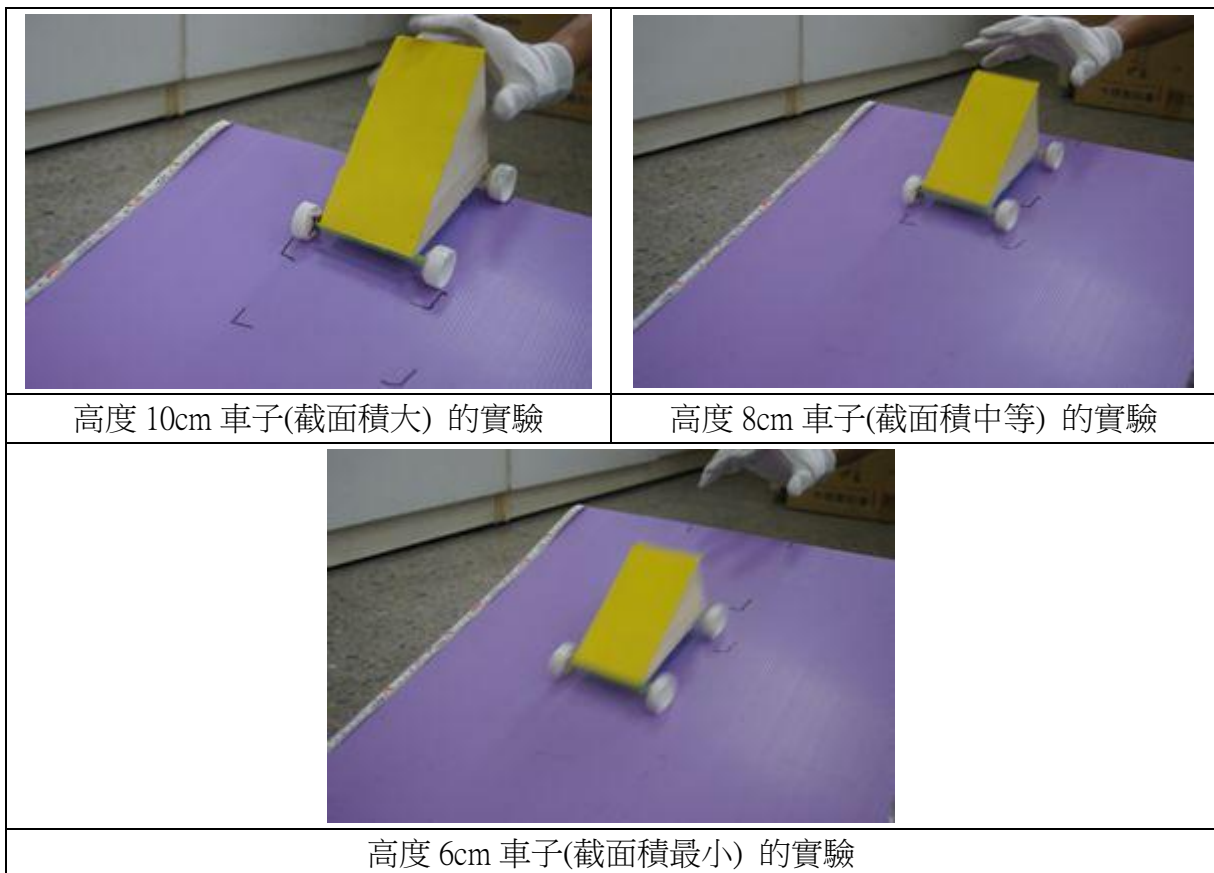


圖 9

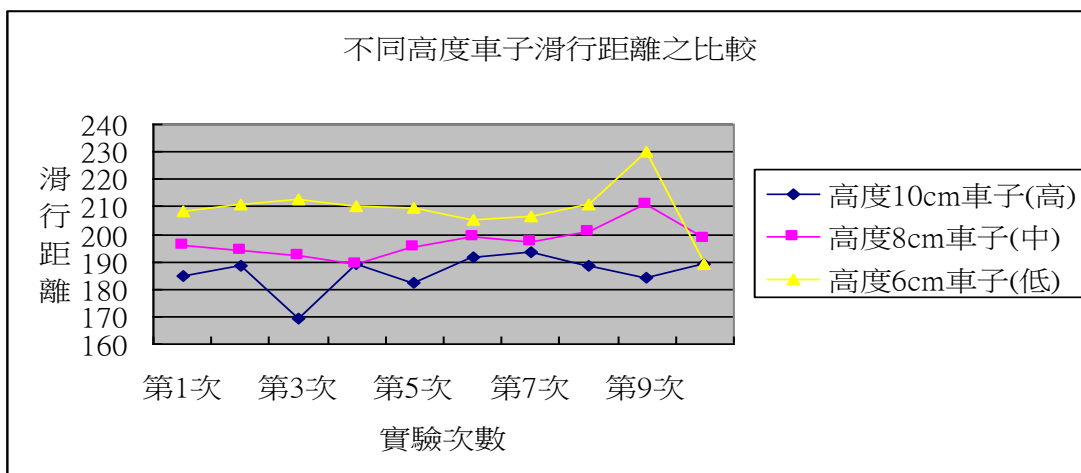
【結果】

表 2

實驗	高度 10cm 車子(高)	高度 8cm 車子(中)	高度 6cm 車子(低)
第 1 次	184.60	196.20	208.40
第 2 次	188.50	194.30	211.10
第 3 次	169.30	192.10	213.00
第 4 次	189.20	189.30	210.00
第 5 次	182.50	195.40	209.40
第 6 次	191.40	199.30	205.40
第 7 次	193.20	197.30	206.60
第 8 次	188.80	201.20	211.00
第 9 次	184.00	211.00	230.00
第 10 次	189.20	198.20	189.20
平均	185.95	197.98	209.33

單位:公分

紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均



- 【發現】
- (1) 高度 10cm 車子滑行的平均距離最短、高度 8cm 車子次長、高度 6cm 車子最長
  - (2) 迎風面的有效面積越大，受風阻力越大，因而滑行較近，相反的，迎風面的有效面積越小，受風阻力越小，滑行的較遠。

3. 比較車體表面光滑與粗糙的車子行進之快慢，如圖 10 所示

- (1) 此實驗我們探討車體表面光滑與粗糙，是否會影響車體行進的快慢，因而設計了兩種不同表面的車體。
- (2) 改變變因: 表面光滑與粗糙
- (3) 保持不變的變因: 車體重量、車體材質、車體滑行的出發點等等。
- (4) 實驗步驟如同實驗 1(p.14)

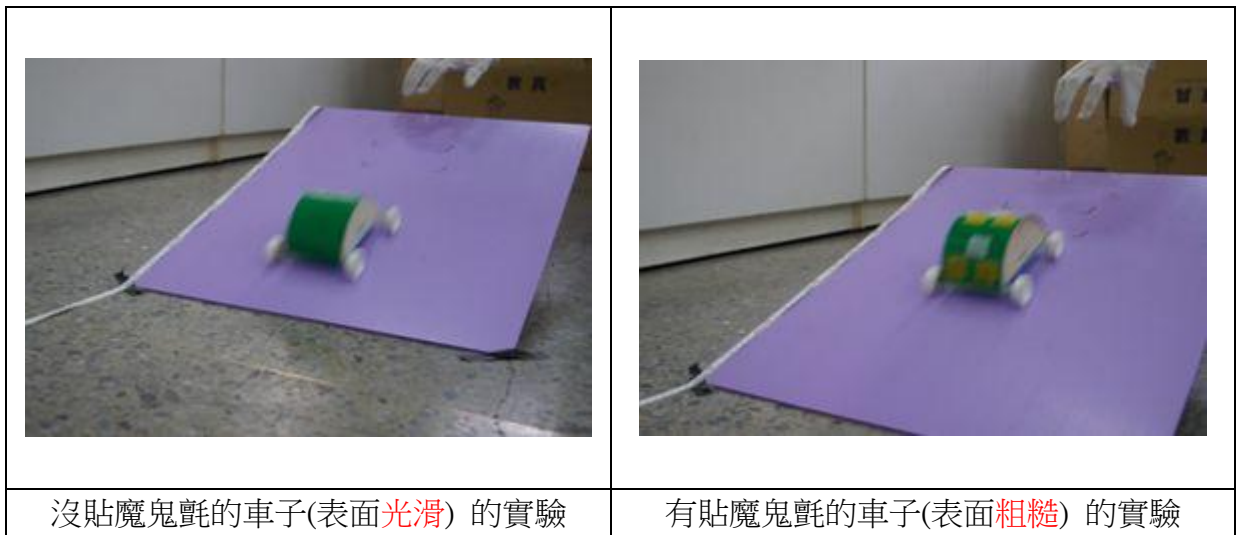


圖 10

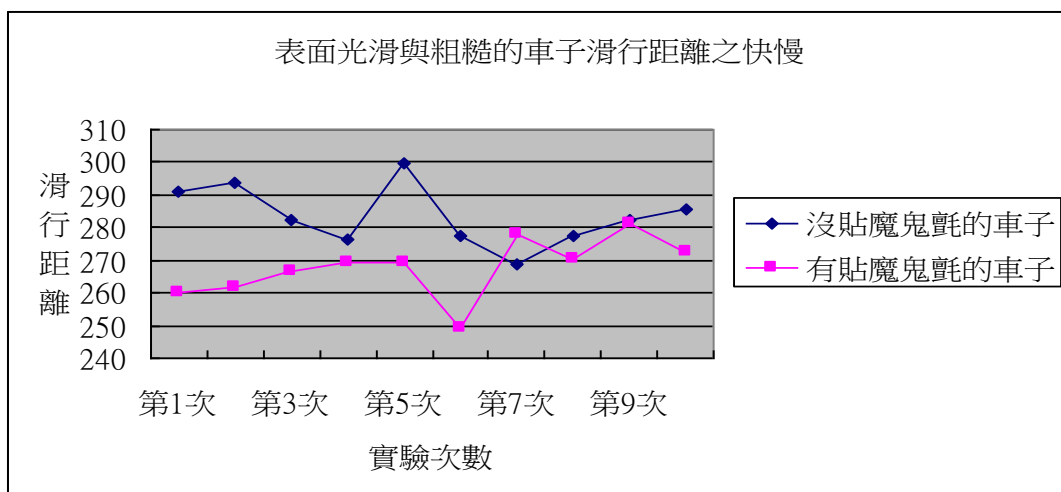
【結果】

表 3

實驗	沒貼魔鬼氈的車子	有貼魔鬼氈的車子
第 1 次	290.90	260.00
第 2 次	293.80	261.50
第 3 次	282.10	266.40
第 4 次	276.60	269.30
第 5 次	299.50	269.10
第 6 次	277.40	249.00
第 7 次	268.50	277.80
第 8 次	277.40	270.20
第 9 次	282.30	281.00
第 10 次	285.70	272.50
平均	283.42	267.68

單位:公分

紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均



- 【發現】 (1) 沒貼魔鬼氈的車子滑行的平均距離最長；有貼魔鬼氈的車子滑行的平均距離最短
- (2) 沒貼魔鬼氈的車子，表面較光滑，滑行距離較遠;有貼魔鬼氈車子，表面較粗糙，滑行距離較近。

(二) 探討車子**輪胎**與行進距離的關係

1. 比較不同**輪胎大小**的車子行進的快慢，如圖 11 所示

- (1) 本實驗製作了三種不同輪胎大小的模型車體，分別是大輪車、中輪車、小輪車，在控制好變因之後，觀察三種車子滑行的距離並且記錄
- (2) 改變變因:輪胎大小
- (3) 保持不變的變因:車體重量、車體材質、車體滑行的出發點等等。
- (4) 實驗步驟如同實驗 1(p.14)

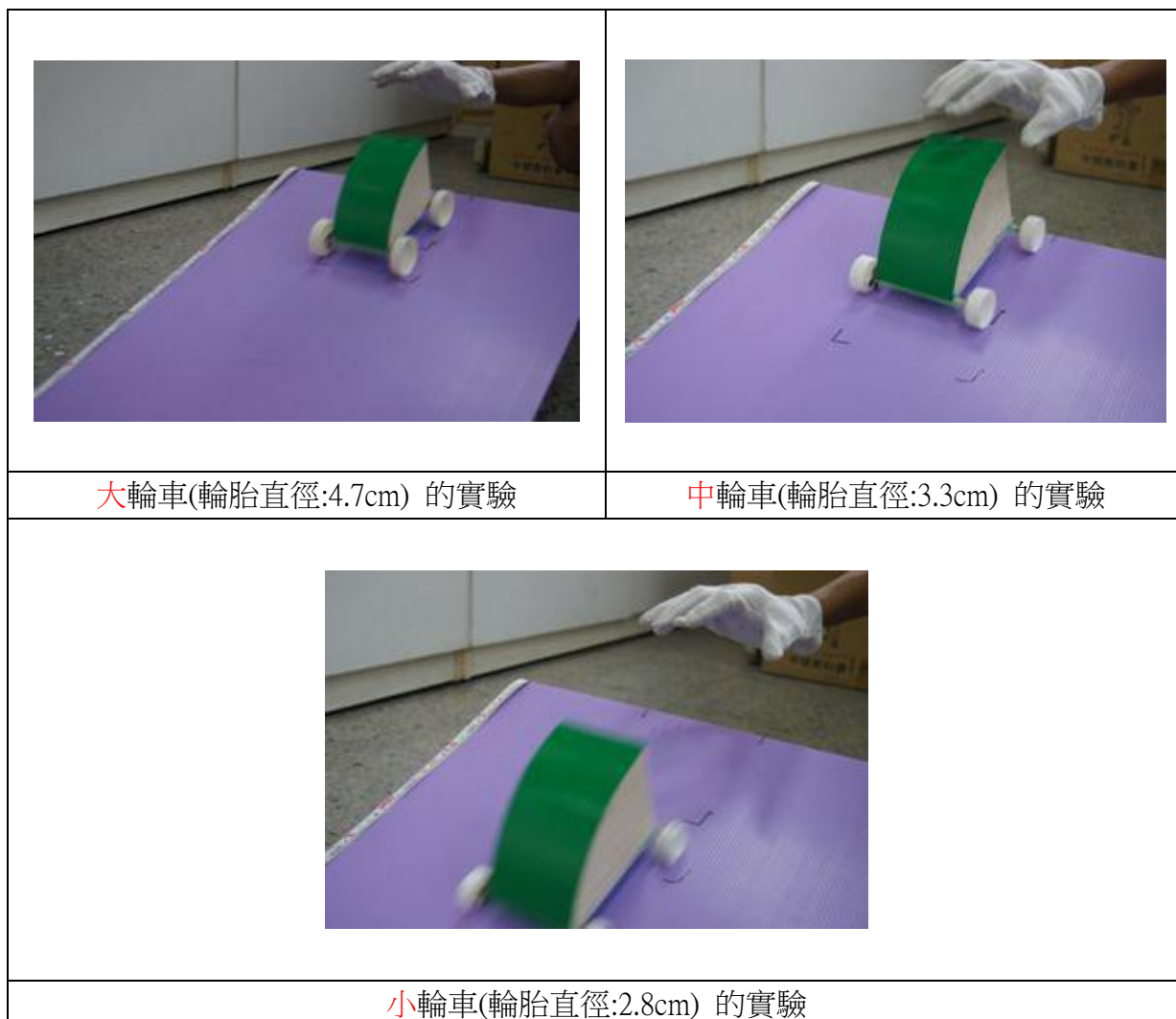


圖 11

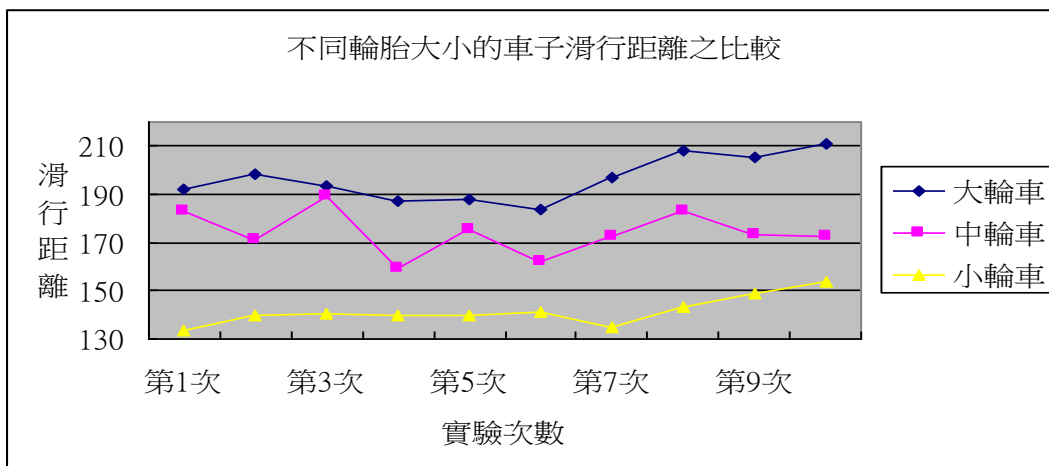
【結果】

表 4

實驗	大輪車	中輪車	小輪車
第 1 次	192.00	183.00	133.50
第 2 次	198.50	171.50	139.50
第 3 次	193.50	189.20	140.50
第 4 次	187.50	159.00	140.00
第 5 次	188.00	175.30	140.00
第 6 次	183.50	162.00	141.50
第 7 次	197.00	172.50	135.00
第 8 次	208.00	183.00	143.00
第 9 次	205.50	173.00	149.00
第 10 次	211.00	172.50	154.00
平均	196.25	174.10	141.06

單位:公分

紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均

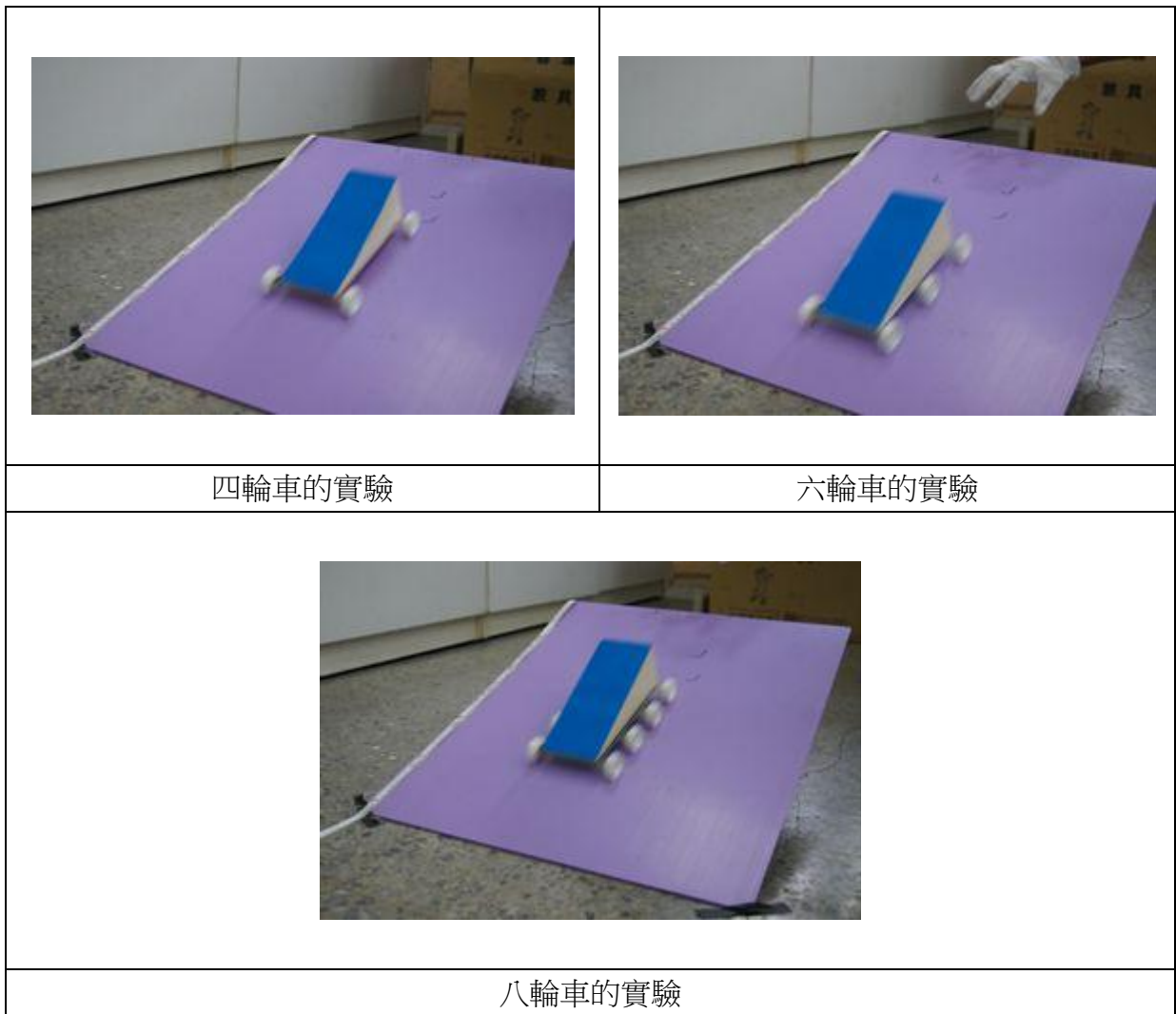


【發現】(1) 小輪車滑行的平均距離最短、中輪車次長、大輪車最長

(2) 我們認為跟車體輪子愈小，車輪圓周長較短，轉的圈數較多，摩擦力因而增加，所以滑行比較近；車體輪子愈大，車輪圓周長較長，轉的圈數較少，摩擦力因而減少，所以跑得比較快。

2. 比較不同輪胎數量的車子行進的快慢，如圖 12 所示

- (1) 此實驗我們以不同數量的車子做滑行距離的比較，探討輪胎數量愈多，是否滑行的距離愈遠?因此設計了三種不同的車子，分別為四輪、六輪、八輪
- (2) 改變變因:輪胎數量
- (3) 保持不變的變因: 車體重量、車體材質、車體滑行的出發點等等。
- (4) 實驗步驟如同實驗 1(p.14)



四輪車的實驗

六輪車的實驗

八輪車的實驗

圖 12

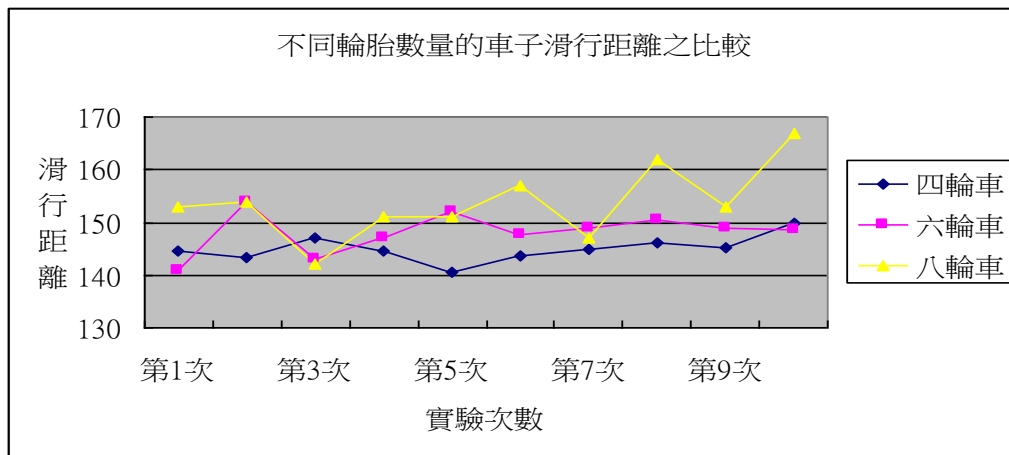
【結果】

表 5

實驗	四輪車	六輪車	八輪車
第 1 次	144.50	141.00	153.00
第 2 次	143.20	154.00	154.00
第 3 次	147.00	143.00	142.00
第 4 次	144.50	147.00	151.00
第 5 次	140.50	152.00	151.00
第 6 次	143.50	147.60	157.00
第 7 次	145.00	149.00	147.00
第 8 次	146.00	150.40	162.00
第 9 次	145.20	148.90	153.00
第 10 次	149.70	148.70	167.00
平均	145.18	148.33	153.50

單位:公分

紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均



【發現】(1) 四輪車滑行的平均距離最短、六輪車次長、八輪車最長

(2) 車輪數量愈多，抓地力較好，車子滑行的距離愈遠；相反的，車輪數量愈少，抓地力較差，車子滑行的距離愈近。

3. 比較不同輪胎表面胎紋的車子行進之快慢，如圖 13 所示

(1) 此實驗我們製作了一台車子，第一次實驗的輪胎沒有綁橡皮筋，第二次實驗輪胎綁了一條橡皮筋，第三次實驗輪胎綁了兩條橡皮筋，藉以比較車子滑行的遠近，進而探討摩擦力的關係。

(2) 改變變因: 輪胎表面胎紋

(3) 保持不變的變因: 車體重量、車體材質、車體滑行的出發點、相同的車體底座等等。

(4) 實驗步驟如同實驗 1(p.14)

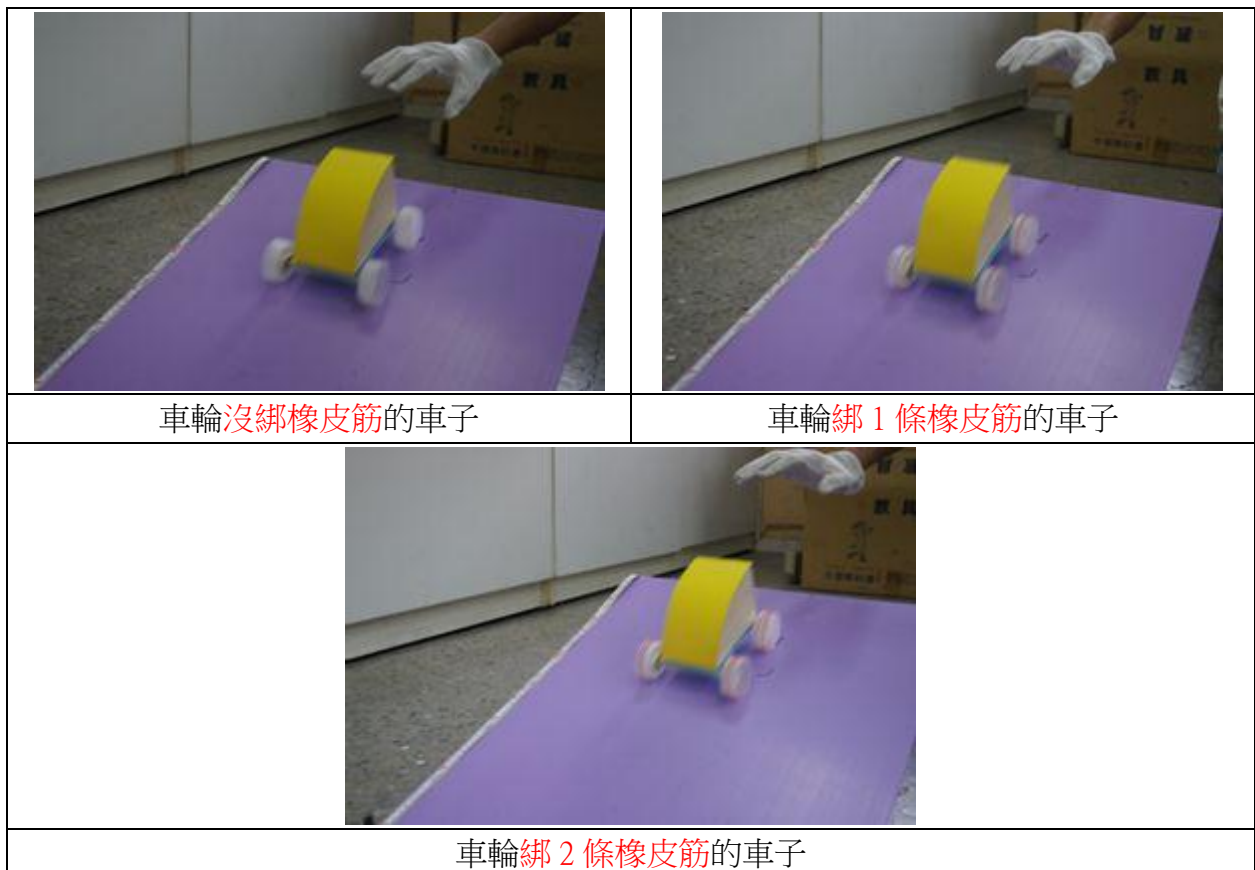


圖 13

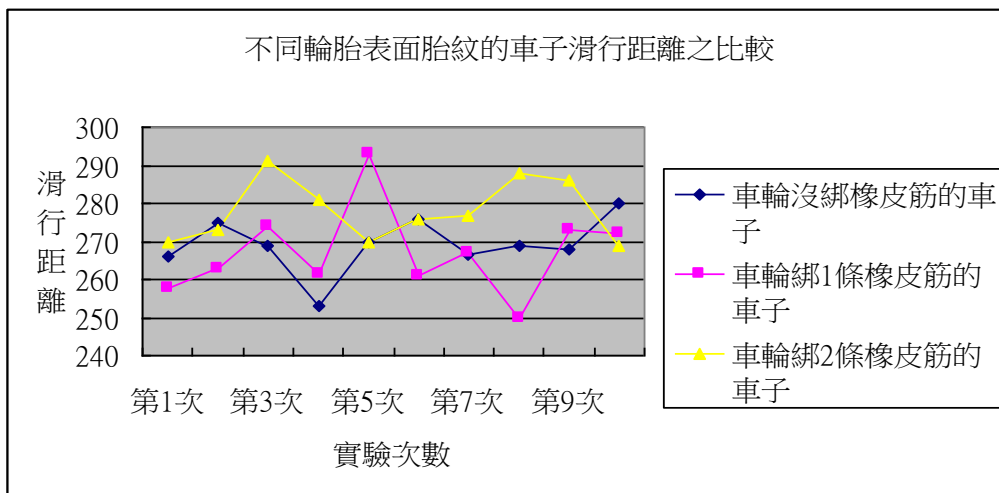
【結果】

表 6

實驗	車輪沒綁橡皮筋的車子	車輪綁 1 條橡皮筋的車子	車輪綁 2 條橡皮筋的車子
第 1 次	266.00	257.50	270.00
第 2 次	275.00	263.00	273.00
第 3 次	268.70	274.00	291.00
第 4 次	253.00	261.50	281.00
第 5 次	270.00	293.00	270.00
第 6 次	276.00	261.00	275.60
第 7 次	266.50	267.00	276.80
第 8 次	269.00	249.80	288.00
第 9 次	268.00	273.00	286.00
第 10 次	280.00	272.00	269.00
平均	269.90	266.10	277.50

單位:公分

紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均



【發現】(1) 車輪綁 1 條橡皮筋的車子滑行的平均距離最短；車輪綁 2 條橡皮筋的車子滑行的平均距離最長。

(2) 綁兩條橡皮筋的車子，穩定性較高；綁一條橡皮筋的車子，穩定性較低，所以滑行的較近。

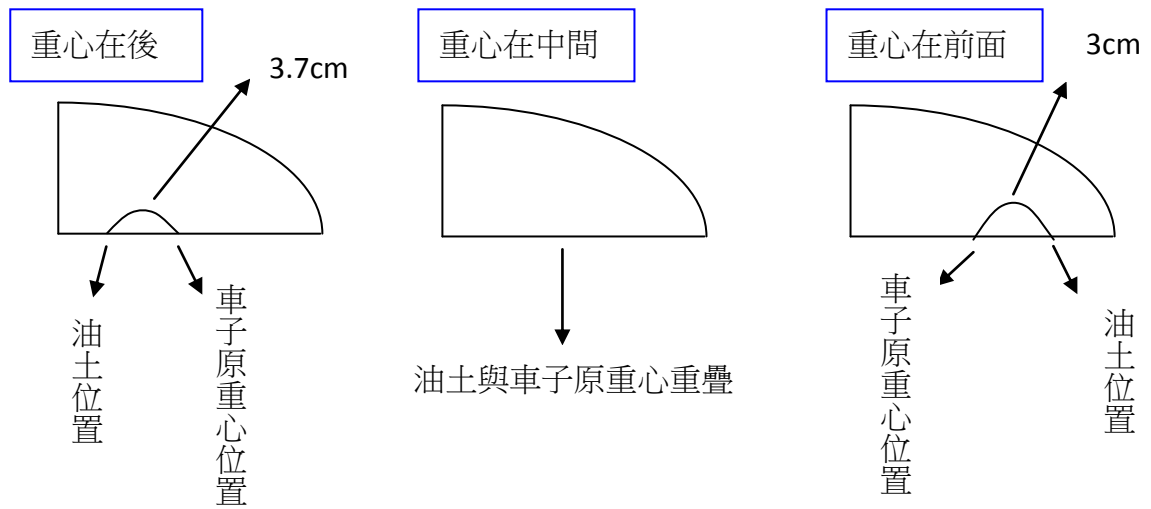
(三) 比較不同距離重心的位置的車子滑行距離之比較，如圖 14 所示

1. 此實驗我們設計了三種重心位置不同的車子，重心分別在車體的前方、中間、後方，探討重心的不同，車子滑行的遠近是否有影響？
2. 改變變因:距離重心的位置
3. 保持不變的變因: 車體重量、車體材質、車體滑行的出發點等等。



4. 實驗步驟如同實驗 1(p.14)

5. 車體簡圖如下:



<p>重心在後的车子(油土距離原重心 3.7cm)</p>	<p>重心在中間的车子(油土距離原重心 0cm)</p>
<p>重心在前的车子(油土距離原重心 3cm)</p>	<p>實驗</p>

圖 14

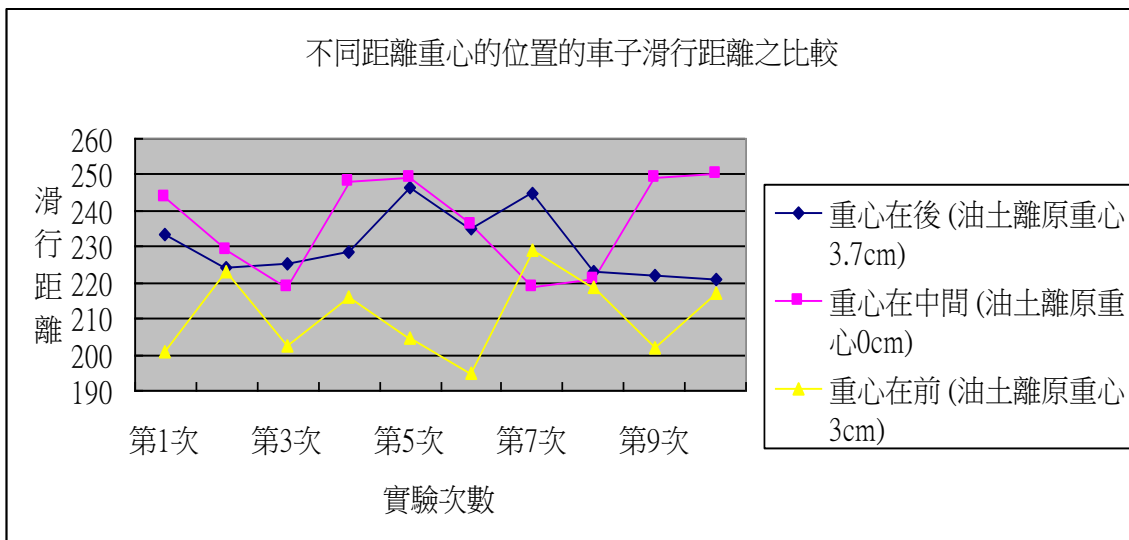
【結果】

表 7

實驗	重心在後 (油土離原重心 3.7cm)	重心在中間 (油土離原重心 0cm)	重心在前 (油土離原重心 3cm)
第 1 次	233.20	243.90	200.90
第 2 次	224.20	228.80	222.90
第 3 次	225.50	218.90	202.60
第 4 次	228.50	248.00	216.00
第 5 次	246.70	249.00	204.80
第 6 次	235.00	236.00	195.00
第 7 次	245.00	218.7.0	229.10
第 8 次	222.90	221.00	219.00
第 9 次	221.80	248.9.0	202.1.0
第 10 次	221.00	250.00	217.10
平均	229.51	236.81	210.68

單位:公分

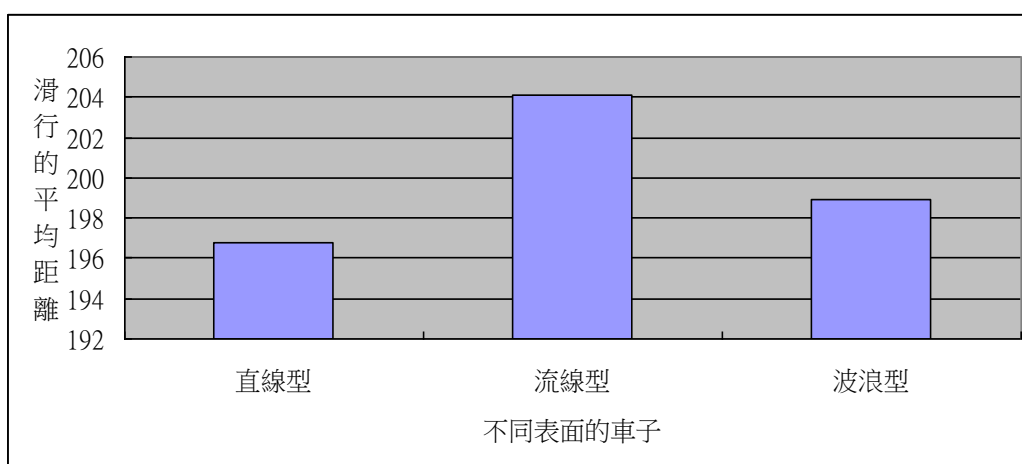
紅字表示數值最大與最小必須扣除，以減少誤差，取八次算平均



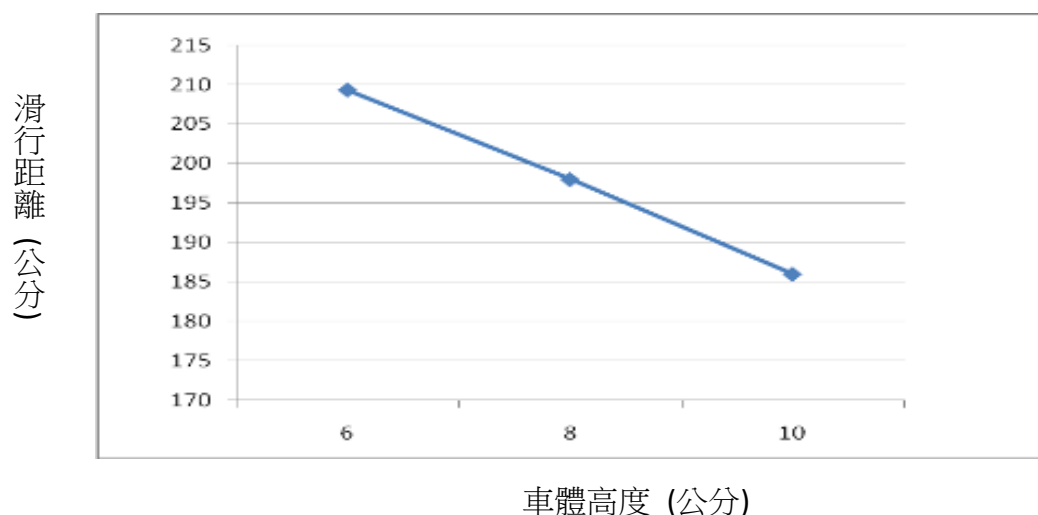
- 【發現】 (1) 油土擺在距離重心後方 3.7cm 處的車子滑行的平均距離比較短；油土擺在原重心處的車子滑行的平均距離比較長
- (2) 下坡時，物品擺在車子重心的地方，可滑行的距離最遠。

## 伍、研究結果

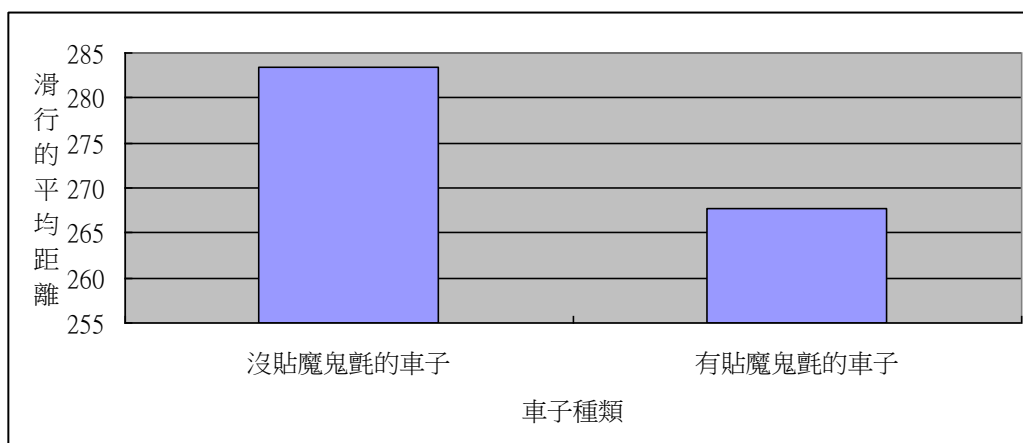
- 一、(一) 直線型車子滑行的平均距離為 196.78cm、波浪型車子為 204.1cm、流線型車子為 198.91cm。
- (二) 流線型車子因為表面是流線型，滑行的距離最遠；波浪型車子受到較多空氣阻力，所以比流線型車子慢；直線型車子表面不是流線型的設計，故最慢。
- (三) 根據實驗的結果，我們可以推論，流線型車體的**有效面積**較小受空氣阻力也比較少，因而滑行的比較遠；而波浪型車滑行的距離比流線型車近是因為車體的有效面積較大。而直線型車體滑行距離最短，可見**流線型車體比直線型車體滑行較遠**。



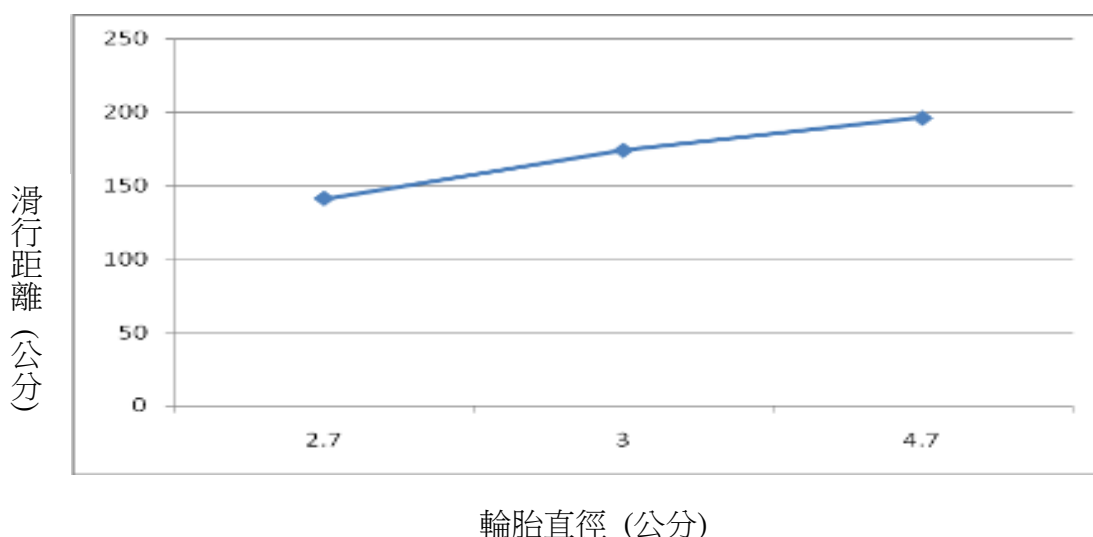
- 二、(一) 高度為 10cm 的車子滑行的平均距離為 185.95cm；高度為 8cm 的車子滑行的距離為 197.98cm；高度為 6cm 的車子滑行的距離為 209.33cm
- (二) 車體高度愈高，車體的有效面積較大，受空氣阻力較多，所以滑行越近；相反的，有效面積愈小，車體阻力愈少，所以滑行越遠。
- (三) 根據實驗的結果，我們可以推論，車體的高度愈高，有效面積愈大，空氣的阻力較多，所以車子滑行的距離較近。換言之，在同重量的情況之下，**直線型車體的高低(車體的有效面積)亦是影響車子行進的遠近的變因之一**。
- (四) 車體高度與滑行距離近似負相關。



- 三、 (一) 沒貼魔鬼氈的車子滑行的平均距離為 283.42cm；有貼魔鬼氈的車子滑行的平均距離為 267.68cm
- (二) 沒貼魔鬼氈的車子，滑行距離較遠;有貼魔鬼氈車子，滑行距離較近。
- (三) 由此實驗推論，有貼魔鬼氈的車子，表面比較粗糙，滑行時空氣摩擦力較大，阻力增大，因而降低行駛速度；相反的，沒貼魔鬼氈的車子，表面較光滑，空氣摩擦力較低，可以行駛較遠。因此我們得知**流線型車體表面用的越光滑，車體可以行進較遠。**

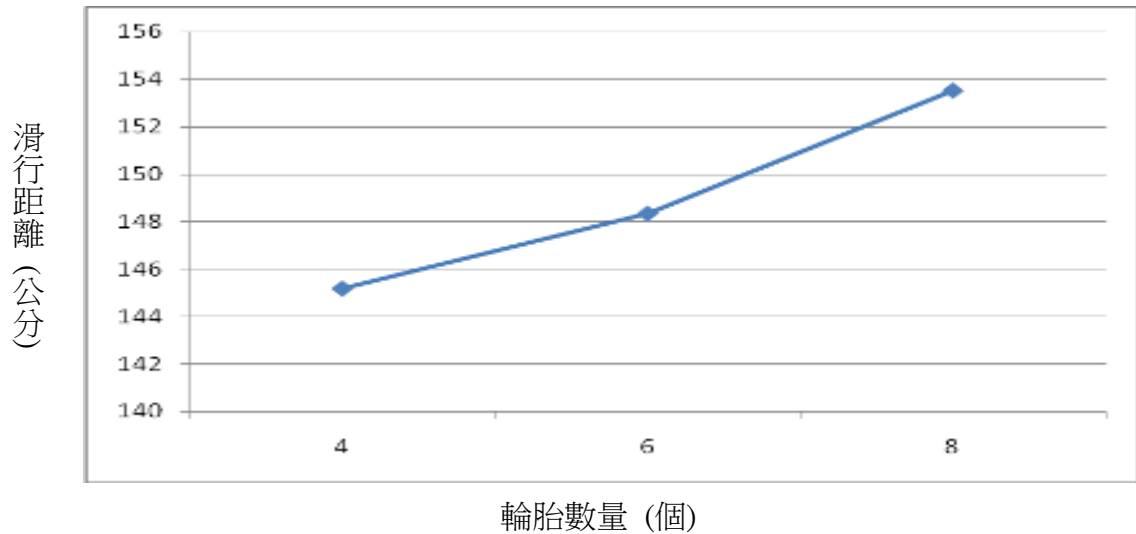


- 四、 (一) 大輪車滑行的平均距離為 196.25cm、中輪車為 174.10cm、小輪車為 141.06cm
- (二) 車體輪子越小，車輪圓周長較短，須轉較多圈數，摩擦力因而增加，所以跑比較慢；車體輪子越大，車輪圓周長較長，須轉較少圈數，所以跑比較快。
- (三) 我們可以推論為何在控制好其他變因之後，**大輪的車子可以滑行較遠，小輪的車子滑行較近。**
- (四) 輪胎直徑與滑行距離近似正相關。

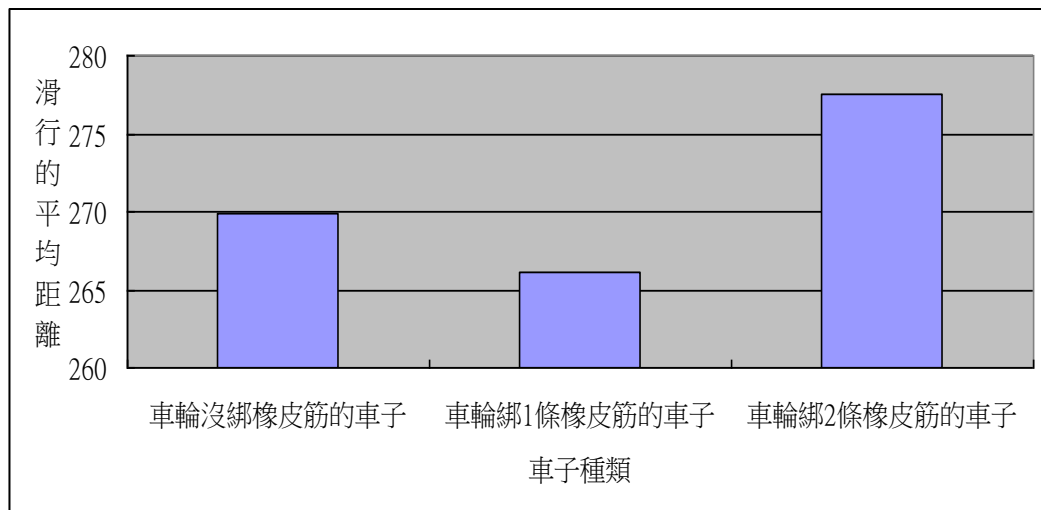


- 五、 (一) 4 輪車滑行的平均距離為 145.18cm、6 輪車為 148.33cm、8 輪車為 153.50cm
- (二) 車子輪子數量較多，抓地力較好，車子滑行的距離越遠；反之，車子輪子數量較少，抓地力較差，車子滑行的距離愈短。
- (三) 在控制好各種變因之後，我們得知，**增加輪子的數量可以增加車子的速度。**

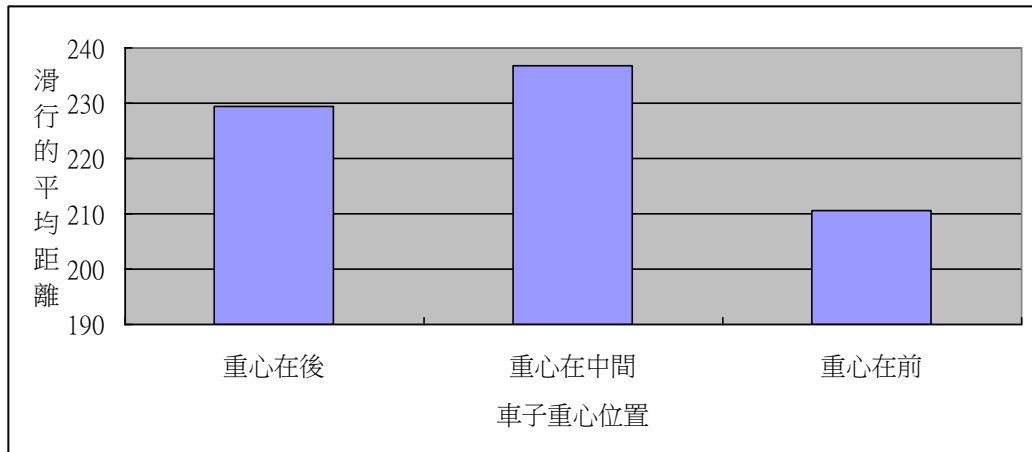
(四) 輪胎數量與滑行距離近似正相關。



- 六、 (一) 輪胎沒綁橡皮筋的車子滑行的平均距離為 269.90cm；綁一條橡皮筋的車子為 266.10cm；綁兩條橡皮筋為 277.50cm
- (二) 兩條橡皮筋的車子，穩定性較高；一條橡皮筋的車子，穩定性較低，所以跑比較慢。
- (三) 輪胎的胎紋決定了車子的速度，因為胎紋會增加與地面的摩擦力，使得車子能夠在適當的時候煞車，不致於發生危險。太光滑的輪胎摩擦力較少，容易打滑，比較危險。



- 七、 (一) 重心在後的車子滑行的平均距離為 229.51cm；重心在中間的車子為 236.81cm；重心在前的車子為 210.68cm
- (二) 油土的放置位置越靠近重心，滑行距離越遠；油土擺在不是車子重心的地方，滑行的距離較近。
- (三) 一般而言，車子的重心偏向中間，因此我們得知將物品擺在車子裡的前端或者後端，車子下坡的速度較慢。所以我們推論，下坡的時候，物品盡量擺前方或者後方較安全。



## 陸、討論

- 一、了解為何流線型車體和直線型車體的表面形狀會影響車子前進的遠近:  
 車體的表面之所以會影響車子的前進速度是由於車體的迎風面(有效面積)而阻礙滑行的距離產生空氣的摩擦力。而本實驗在控制好各種變因之下，就單純流線型與直線型車體的比較不難發現，趨於流線型的車子跑比較快，這就是為什麼市面上的車子以流線型居多。
- 二、了解不同高度的直線型車體影響車體行進的原因:  
 一個相對於一個流體運動的車體受到阻力。這個阻力與它的運動方向相反。在層流的情況下這個阻力與它的速度成比例，在亂流中這個阻力與它的速度的平方成比例。因此，在車體行進的同時，會有種空氣的阻力影響車子的前進。本實驗發現高度較高的車體，其車體的有效面積較大，所受阻力也較大，所以滑行較近。而高度較低的車體由於有效面積較小阻力較少，所以滑行較遠。所以賽車的車體高度是愈低愈好。
- 三、車子輪胎愈大、愈多，是否可以增加行駛距離:  
 根據我們的實驗，車子輪胎愈大、數量愈多，行駛距離較遠。是否因而可以降低車子燃料。如果可以，市面上的車子輪胎愈大、數量愈多。這樣可能可以降低燃料成本，減少空氣汙染。
- 四、能理解街上的汽車都是流線型的設計之原因:  
 由種種實驗顯示，流線型車體在行進的過程中比直線型來的遠，我們可以大膽假設，如果不同汽車用同樣的能源，則流線型車體跑得距離應該能更遠。這是根據空氣動力學的理論，流線型車是指利用空氣動力學原理降低空氣阻力，將車身曲線設計得光滑、圓潤及流暢，以改變或引導氣流，使迎面空氣很容易地通過車身，達到減少空氣阻力的目的。然而，如果能再更進一步討論，則可在模型汽車上加裝馬達，或者其他能源，做進一步的實驗，使得實驗更豐富，結論更完整。

## 柒、結論

- 一、車體的有效面積越小，滑行越遠。
- 二、車子的輪胎越大、數量越多、胎紋越多，滑行越遠。
- 三、物品離種心的位置越近，所滑行的距離越遠。
- 四、車體的有效面積越小、輪胎越大、數量越多、胎紋越多、物物品離種心的位置越近所滑行的距離越遠。

## 捌、展望與建議

- 一、綜合以上實驗，我們可根據行駛較遠的車子實驗，建議市面汽車廠商研發無燃料的情形之下能滑行較遠的車子，這樣一來，車子在行駛時可因為滑行距離較遠而降低燃料成本。
- 二、有興趣繼續研究的朋友，以後能考慮使用標準化的設計方式，減少實驗的誤差。
- 三、能考量現實汽車的其他因素  
此實驗的車子重量皆是相同的，主要原因是要比較車型(流線型與直線型)對空氣摩擦力的影響，如果想要探討更多關於汽車行進的遠近、快慢、甚至是節省能源，則可以進一步討論汽車的構造、車身的光滑程度能源的運用等等。

## 玖、參考資料及其他

- 一、國小自然與生活科技 5 下牛頓文教事業股份有限公司  
130~135 頁 98 年。
- 二、陳卓撰文(民 85):中國孩子的科學圖書館:力與運動圖文出版  
事業股份有限公司
- 三、黃宗賢等，神奇的摩擦力，台南市立崇明國民中學九十一年度校內科展特優作品
- 四、梁清傑等，它抓得住我--鞋底紋路與摩擦力之探討，雲林縣國民中小學第四十八屆  
科學展覽國中組佳作。
- 五、流線型--維基百科，  
<http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E6%B5%81%E7%BA%BF%E5%9E%8B>。
- 六、空氣動力學—維基百科，  
<http://zh.wikipedia.org/zh-hant/%E7%A9%BA%E6%B0%94%E5%8A%A8%E5%8A%9B%E5%AD%A6>

## 【評語】 080111

1. 數據的分析或取得，若能更具體，會使此研究更具完整性。
2. 車子的各項變因皆能進行探討，但如能有系統化的討論將會更佳。
3. 建議增加創意巧思部分。