

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080822

龍貓巴士的最高境界

臺南縣永康市大橋國民小學

作者姓名：

小五 張容甄 小五 黃大宸 小五 林晉毅
小五 王羿方

指導老師：

馬淑菁 張正國

摘要

- 研究分為兩大項目 直線競速及翻滾

直線：以最短的時間跑完全程 300cm

翻滾：在 45 秒內能翻轉最多的圈數

- 製作過程中主要有兩大部分 車體結構及動力來源

車體結構：利用密集板製作車身及輪子，再配合電池、馬達提供的動力。

動力來源：提供的兩個馬達、一套齒輪、由一人負責組裝，再使用兩顆高電流的電池。

*其中以下列幾點會影響車速及翻轉的順暢、速度

輪軸長短：影響車子行走的平穩性。

輪子直徑大小：馬達轉速相同時，車輪的直徑大小會使車速有改變，分別在兩大項目中，都會受到很大的影響。

車體重量：對地面的作用力影響車子行徑的速度。

車輪使用的材質：試用各種材質，摩擦力的增減、抓地力不同，會影響跑速。

軸距長度：受限於馬達的裝置，車身板前後長度，使翻轉的直徑影響到翻轉的速度及圈數。

車蓋的材質及車蓋長度：影響翻轉時的弧度及順暢度。

一、研究動機

因為假日到同學家，看到去年同學的姊姊參加全國少年科技創作競賽製作的成品，激發我們對競速、翻滾車的興趣，希望我們能夠青出於藍，製作出更快速、翻滾更多圈的競速車。各位同學，加油！！

二、研究目的

- 以能跑的最快、翻轉圈數最多為目標

- 階段過程

(直線競速)

完成車體→增加平穩性、克服行走障礙→增快速率、測試輪子直徑大小

→調整車體配重(減輕、增加)→增加摩擦力、改變車輪材質

(翻轉競賽)

完成車體→改變輪子直徑大小→克服翻轉障礙、更換車蓋材質→增加翻

轉圈數、縮短輪軸→調整車蓋弧度

三、研究器材、工具選擇及場地說明

基本手動工具



工具名稱、功能解說>>>

手搖鑽、鑽頭：鑽孔

防鑽板：防止使用手搖轉時桌子被鑽的坑坑洞洞。

熱熔膠槍、膠條：黏接車輪及冰棒棍密集板等。

手工鋸、鋸條：切割密集板及車輪。

尖嘴鉗：夾緊平齒輪，使之能密合。

斜口鉗：剪斷電線。

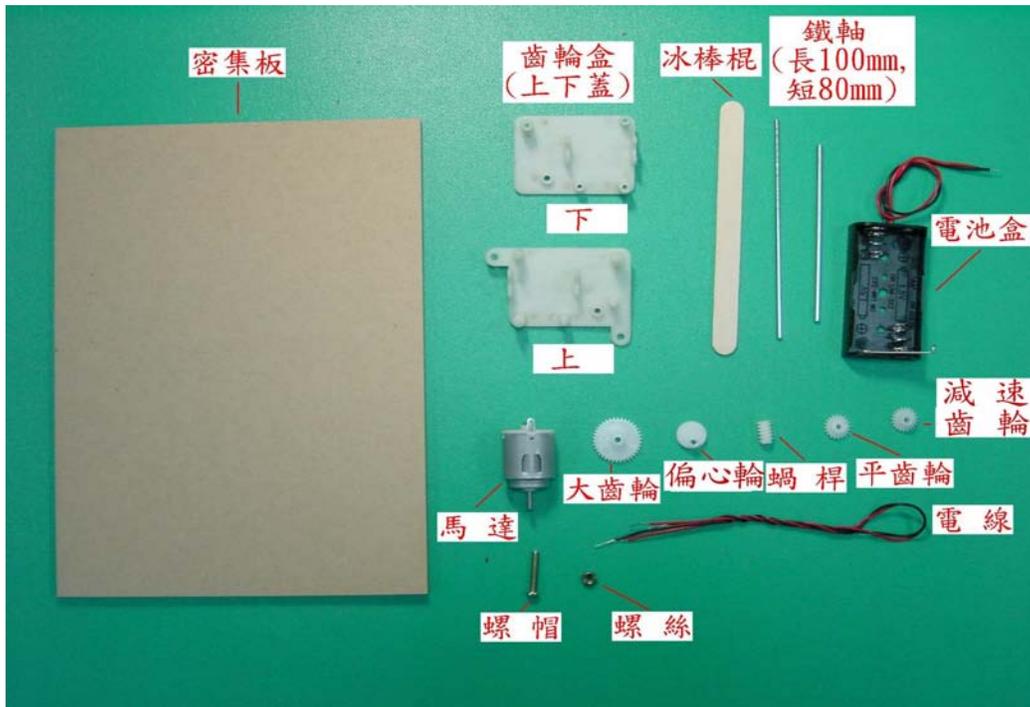
十字起子：鎖螺絲用。

砂紙：磨輪子、底盤，使外形圓滑及輕薄。

潤滑油：抹於齒輪，以便能順暢。

割圓器：畫圓用的，較方便及快速。

基本材料



材料名稱、功能解說>>>

齒輪包 (大齒輪、偏心輪、蝸桿、平齒輪、減速齒輪)：

將各種齒輪及馬達組成動力系統，馬達將齒輪帶動，使車子能行走。

鐵軸：串起齒輪，兩端接上車輪而能讓車子轉動。

電池盒：放置電池以供給電流使馬達轉動。

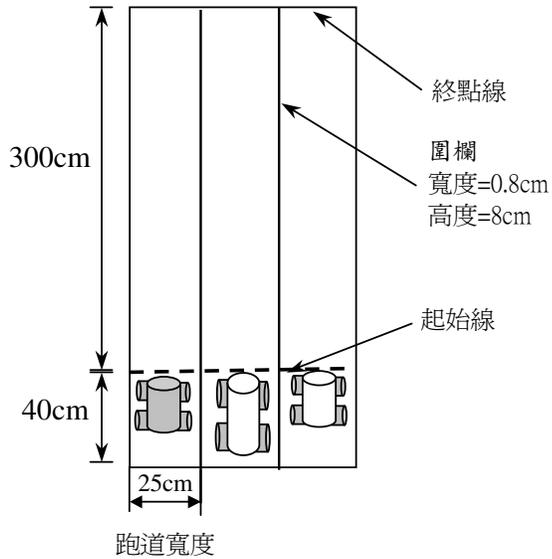
密集板：座車深及車輪的材料。

電線：將電流連線。

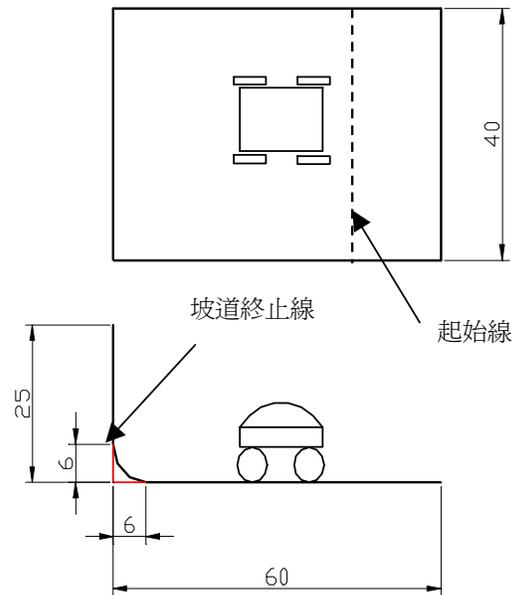
冰棒棍：是為鋁製車蓋的支撐，也可做於馬達的支撐。

螺絲、螺帽：將馬達盒固定於底盤。

場地說明及限制



龍貓巴士直線競速



翻滾賽場地

※材料工具限制

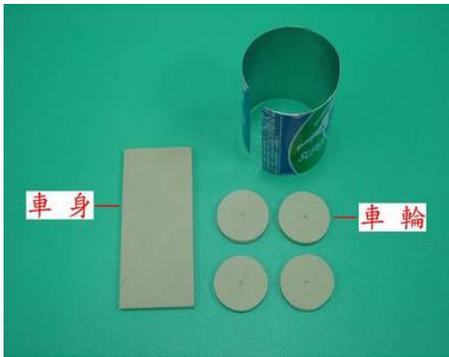
- *禁止使用電動工具（含電力電池）如：焊槍、電鑽、電鋸。
- *所用動力系統，一律要使用統一發給的材料，不得擅自改裝。
- *不得拆除減速齒輪

研究一-----利用供給的材料做出一台能行走的動力車

(一)製作方法

- 車身 (木工)製作：
 - (1) 將車身尺寸及車輪直徑畫於密集板上 (可利用割圓器輔助描繪，以求精準)，再來利用線鋸將車身、車輪一一割下來。
 - (2) 利用砂紙將外圍磨得圓滑均勻，便於行走。
 - (3) 接著將車蓋—鋁罐、塑膠板或是壓克力板，切割成矩形，並以橡皮筋及熱熔膠將它固定。
 - (4) 在車身密集板上鑽洞，將馬達以螺絲鎖於密集板的下方，並於中央再鑽一個洞，電池盒放置於鋁罐的上前方，重力才能向前傾，並將連接好的電線穿拉上來，以免輪子轉動時被捲到。
 - (5) 鋁罐本身材質易塌，利用冰棒棍的輔助支撐，將車蓋立起來。

請參見製作附圖 1 ↓

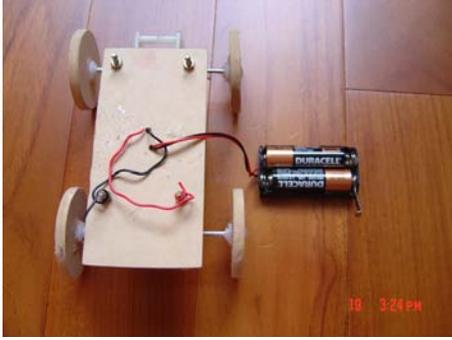


車身、車蓋、車輪尺寸標示及切割

車身：長 12cm 寬 6cm
輪子直徑：5cm



前馬達與後馬達之間有 3cm
間隔，以方便連接電線。輪軸
約 10cm 長。

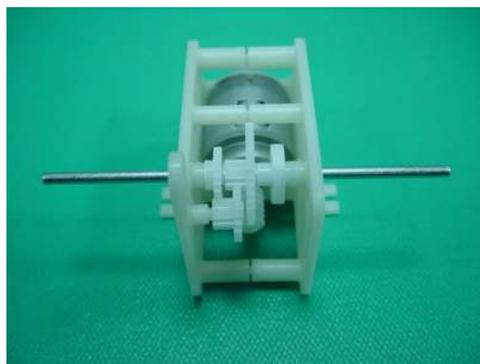
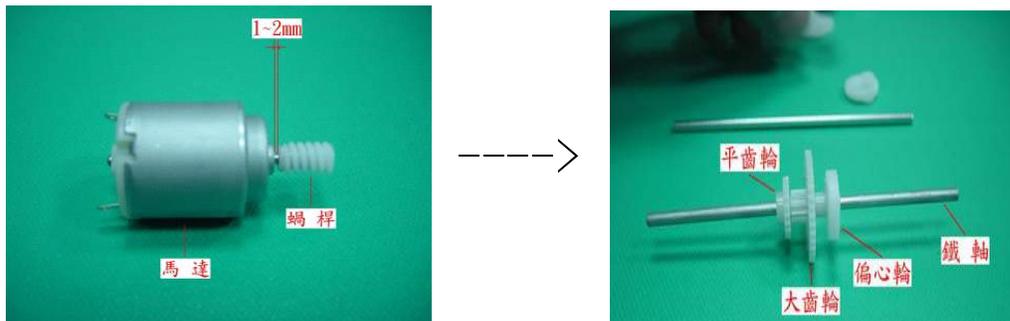


將電線以串聯方式，並將放到鋁罐的上前方

• 動力製作：

- (1) 組裝兩組齒輪並裝上馬達，接上電源測試前後動力系統的行走方向，可用箭頭標示前後。
- (2) 馬達使用並聯的方式連接。
- (3) 馬達內的線圈數無法更改或是自備以求比賽時供給的動力相同。

請參見以下簡易動力組裝附圖 2 ↓



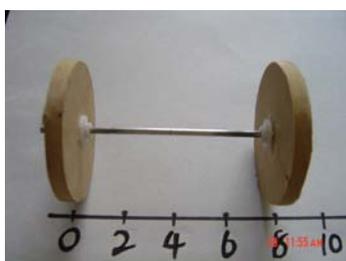
<完成圖> ↑

研究二-----克服行走上的障礙

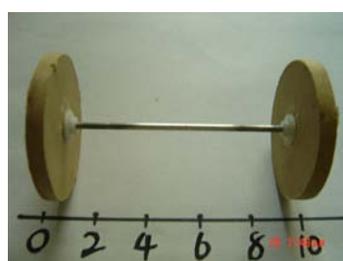
(一) 製作方法

1、利用剩下的平齒輪兩個一組將車輪夾住，固定住輪子並使輪子與輪軸成 90° ，解決車輪搖晃的問題。材料包中提供 2 種長度的輪軸，有 10cm 及 8cm 兩種，我們都使用看看，看哪一種效果比較好。至於輪子大小不均的問題，在磨輪子時，可以拿一根長軸將輪子串起來，兩個一起磨，這樣就會大小均勻。(如圖一、圖二)

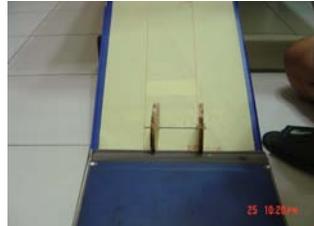
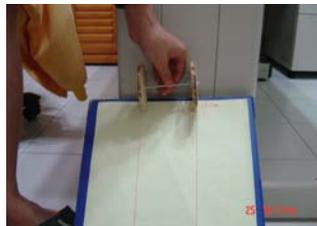
2、長軸調整輪距分別測 10cm、9cm，而短軸測 8cm、7cm，我們取其中一邊的輪子及輪軸，從斜面上滾下，在斜面上標上一條中分線，觀察長軸與短軸偏向程度大小。(如圖三~圖六)



圖一 8cm 的輪軸



圖二 10cm 的輪軸



圖三 10cm 測試 (前) 圖四 10cm 測試 (後) 圖五 8cm 測試 (前) 圖六 8cm 測試 (後)

(二) 結果

(cm)

輪距	第一次	第二次	第三次	平均
10cm	0.2	0.3	0.1	0.2
9cm	0.5	0.5	0.7	0.6
8cm	1.1	1.0	1.1	1.1
7cm	1.2	1.3	1.5	1.3

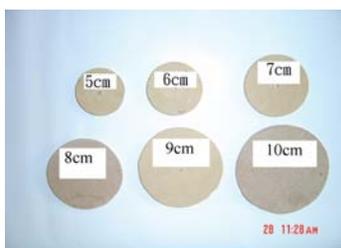
(三)問題討論

- 1、發現使用 10cm 的長軸比較平穩，偏向角度較小，與短軸比起來比較不容易偏向。
- 2、發現車子跑的速率並不快，因此我們先從改變車輪直徑的大小開始做起，測量輪子直徑與速度上有什麼差異性。

研究三-----輪子直徑與直線競速的關係

(一)製作方法

- 1、利用標準版的車體長 12cm，寬 6cm 製作。
- 2、使用 5cm、6cm、7cm、8cm、9cm 的輪子，組合 15 組車輪前後的排列，包括前後配。(如圖七)
- 3、給予相同的動力，每組輪子各跑三次，紀錄車子在 3m 內所需的時間，並取平均值，試著比較其不同直徑所行走的速率。(如圖八、圖九)



圖七 車輪直徑



圖八 8cm 配 9cm 車輪測試



圖九 9cm 車輪測試

(二)結果

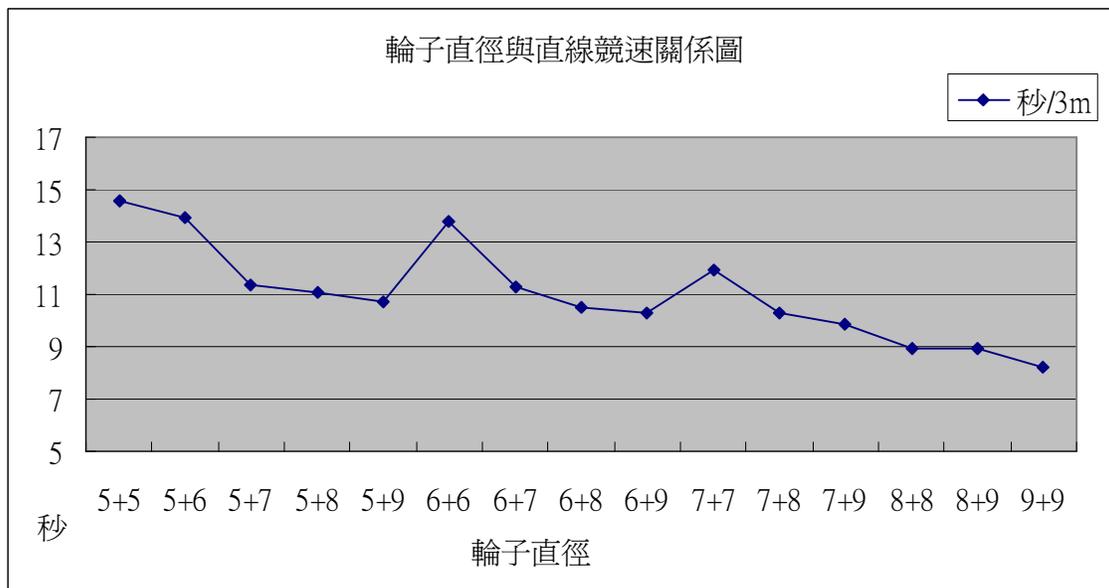
輪子直徑與直線競速的關係

(單位：秒/3m)

輪子組合 直徑 (前+後)	第一次	第二次	第三次	平均
5cm+5cm	14" 85	14" 64	14" 21	14" 57
5cm+6cm	13" 75	14" 23	13" 72	13" 90
5cm+7cm	11" 21	11" 40	11" 52	11" 38
5cm+8cm	10" 91	10" 98	11" 32	11" 07
5cm+9cm	10" 45	10" 37	11" 39	10" 74
6cm+6cm	13" 72	13" 95	13" 67	13" 78
6cm+7cm	11" 14	11" 41	11" 34	11" 30
6cm+8cm	10" 34	10" 65	10" 44	10" 48
6cm+9cm	9" 95	10" 41	10" 50	10" 29
7cm+7cm	11" 90	11" 41	12" 56	11" 96
7cm+8cm	10" 35	10" 33	10" 19	10" 29
7cm+9cm	9" 93	9" 75	9" 88	9" 85
8cm+8cm	9" 69	8" 50	8" 52	8" 90

8cm+9cm	9" 31	8" 50	8" 94	8" 92
9cm+9cm	8" 19	7" 96	8" 38	8" 18

輪子直徑與直線競速的關係折線圖：



(三)實驗結果討論

由上述數據結果得知，使用 9cm 的車輪能得到最快的速率，馬達轉速一定時，輪胎與輪軸轉速比相同，車輪的直徑越大，軸轉一圈能行走的距離就會更大，而從實驗看來，前後使用不同的輪子大小並不能改變太大的速率，行走時是由直徑大的輪子帶動，所以前小後大的組合，直徑小的輪子只能增加阻力而不能增加行走速率。

研究四----車子的配重與行走速率的關係

改變了輪子的大小後，時間上的差距確實地減少了許多，接著我們希望能在重量上的改變，看是否能夠再更進一步的縮短時間。

(一)製作方法

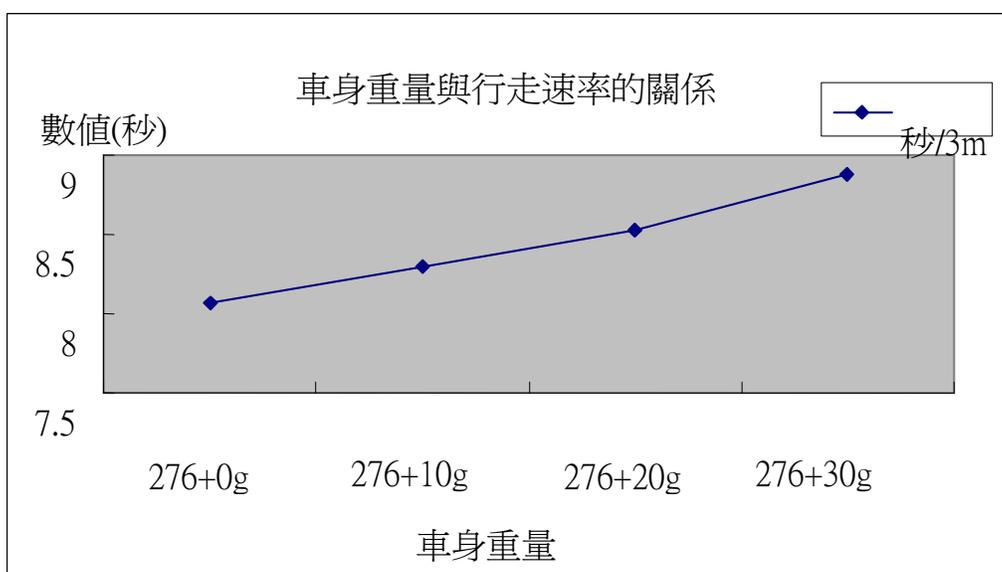
- 1、使用的車輪前後直徑均為 9cm。
- 2、使用密集板，密集板（包括電池、馬達、車輪等）共重 276g。
- 3、重量測試：每次實驗往上加砝碼 10g，加重至 30g，共實驗 4 次。
- 4、每次實驗共測量三次，紀錄結果並取平均值。

(二) 結果

密集板車身加重的行走速率 (單位：秒/3m)

重量 (克)	第一次	第二次	第三次	平均
密集板 276 (+0)	8" 16	7" 97	8" 09	8" 07
密集板 276+10 (+10)	8" 35	8" 27	8" 29	8" 30
密集板 276+20 (+20)	8" 51	8" 50	8" 57	8" 53
密集板 276+30 (+30)	8" 84	8" 94	8" 87	8" 88

車身重量與速率的折線圖：



(三) 問題討論

實驗結果發現，增加車重行車速率會越來越慢，那相對的如果減輕重量，行車速率是否會有改善？

(四) 製作方法

- 1、密集板無法在輕的情況下，我們將冰棒棍代替密集板，架起馬達，以達到減輕車重的效果。
- 2、冰棒棍（包括電池、馬達、車輪等）共重 256g，比密集板的車體減少了 20g。

- 3、重量測試：每次實驗往上加砝碼 10g，加重至 30g，共實驗 4 次。
 4、每次實驗共測量三次，紀錄結果並取平均值。(如圖十、圖十一)



圖十 冰棒棍車體測試
不加重（前）



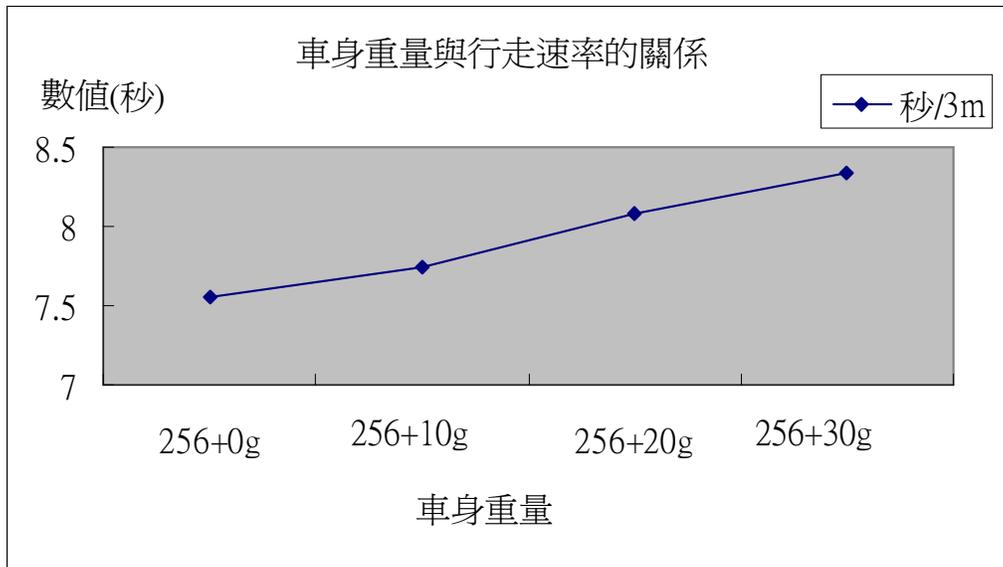
圖十一 冰棒棍車體測試
不加重（中）

(五)結果

冰棒棍車身加重的行走速率 (單位：秒/3m)

重量 (克)	第一次	第二次	第三次	平均
冰棒棍 256 (+ 0)	7" 49	7" 61	7" 57	7" 56
冰棒棍 256+10 (+10)	7" 71	7" 77	7" 73	7" 74
冰棒棍 256+20 (+20)	8" 19	7" 93	8" 13	8" 08
冰棒棍 256+30 (+30)	8" 38	8" 31	8" 33	8" 34

車身重量與速率的折線圖：



(六)實驗結果討論

原本增加車重的目的，是為了怕車身過輕、車子壓在地面的作用力太小，造成車輪抓地力不足，容易造成空轉的現象，所以加砝碼用來增加車子與地板的作用力。但實驗結果顯示，增加作用力並不能使車子行走更快，減輕了車身的重量後，車子反而行走更快，由此可知，車身的重量只要達某一定值，也就是車輪不空轉時的重量此時速度最快，再增加車重則車速反而會變慢

研究五----輪子外圍所包的材質與競速的關係

在車重無法再減輕的情況下，我們接下來決定改變車輪外圍所包的材質，找出能使車子跑的最快的材質。

(一)製作方法

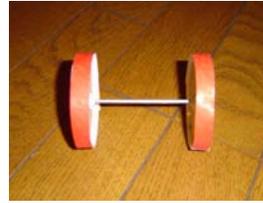
- 1、依據研究三實驗出來的結果，採用前後輪直徑皆 9cm 的車輪，改變輪胎外圍所包的材質，並測量其結果。
- 2、車體使用以冰棒棍為車身的車子，不用密集板也不加砝碼。(見研究四)
- 3、使用材質：(如圖十二~圖十五)
 - 第一次---不做任何改變
 - 第二次---砂紙
 - 第三次---在外圍上一層薄薄的熱熔膠
 - 第四次---桌墊
 - 第五次---使用桌球拍正面的黏板，將有顆粒狀的黏片朝外。
- 4、每次實驗共測量三次，紀錄結果並取平均值，再比較其差異性。



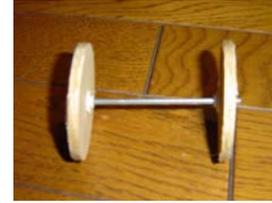
圖十二 砂紙
(二)結果



圖十三 桌墊



圖十四 桌球拍反面

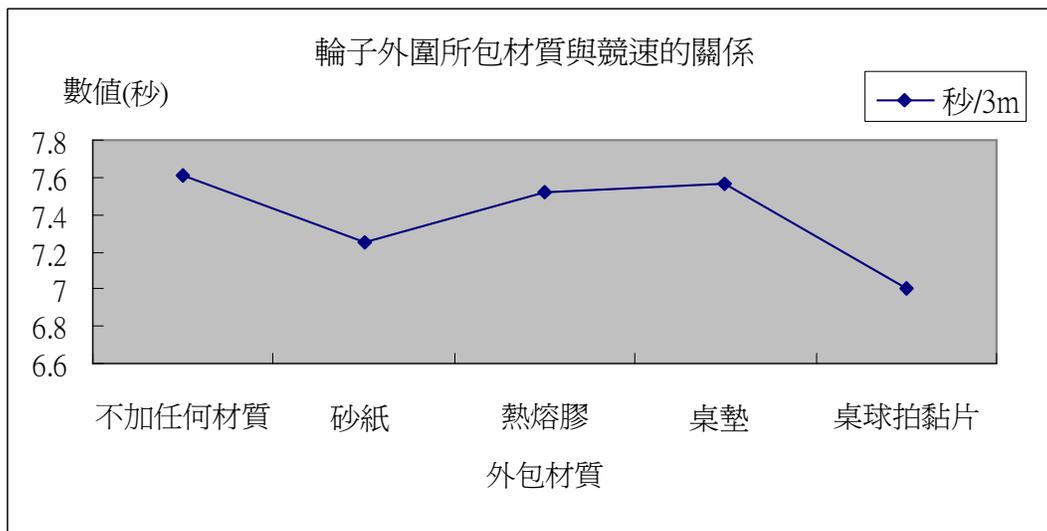


圖十五 熱熔膠

輪子外圍所包的材質與競速的關係 (單位：秒/3m)

使用材質	第一次	第二次	第三次	平均
不加任何材質	7" 52	7" 66	7" 64	7" 61
砂紙	7" 13	7" 29	7" 34	7" 25
熱熔膠	7" 64	7" 52	7" 40	7" 52
桌墊	7" 33	7" 80	7" 59	7" 57
桌球拍黏片	7" 01	6" 91	7" 07	7" 00

輪子外圍所包的材質與競速的關係折線圖：



(三)實驗結果討論

由上述實驗結果得知，測試不同的材質會有不同的摩擦力，影響車速，使用桌球拍的黏片行走上的速率最快，因為當輪子給了地面摩擦力，讓輪子抓地力大，較不會打滑，更能夠行走，比最初不做任何改變的輪胎速率更快。

研究五----翻轉圈數很少如何增加？

(一)問題討論

在比賽時除了直線競速還有翻轉競賽，在我們製作的過程中有幾個問題，使翻轉時不順利：

- 1、翻轉時使用鋁罐當車蓋很容易塌陷，要如何改善呢？
- 2、翻一圈時的時間很長，所以在 45 秒內翻的圈數有限。
- 3、在翻轉時，下來後會有偏向的問題，怎麼辦？

研究六----輪子直徑大小對翻轉圈數的影響

我們決定從輪子的直徑大小著手，試著改變輪子的大小，看看是否對翻轉的圈數有所差別？

(一)製作方法

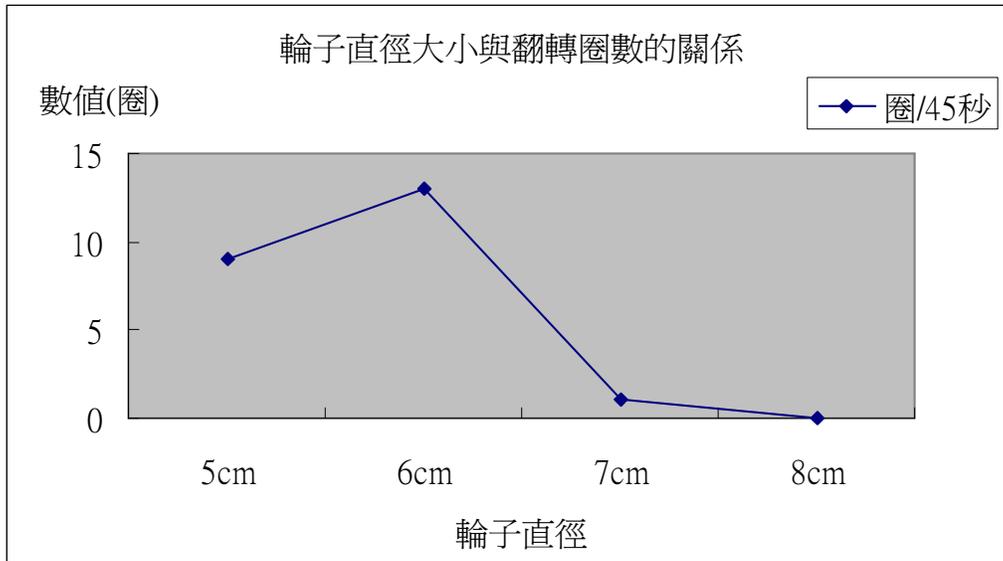
- 1、固定標準的底盤，長 12cm 寬 6cm，使用鋁罐當車蓋。
- 2、輪子的直徑大小分別為 5cm、6cm、7cm、8cm，前後輪均固定為一樣的大小。
- 3、依照以上的方法測量翻轉圈數並紀錄結果，求平均值。

(二)結果

輪子直徑大小與翻轉圈數的關係 (單位：圈/45 秒)

輪子直徑	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
5cm	8	8	11	10	9
6cm	13	13	14	12	13
7cm	1	1	1	1	1
8cm	0	0	0	0	0

輪子大小與翻轉圈數關係折線圖：



(三) 實驗結果討論

輪子越大，翻轉時行走距離越長，而輪子越小翻的越快，但行走越慢。由實驗發現，5cm 的輪子翻轉雖然快，但走的很慢，在有限時間內無法翻出理想圈數，而 6cm 為最適當的直徑大小。

研究七----不同的車蓋材質對翻轉圈數的影響

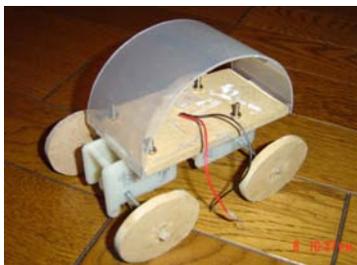
在翻轉時發現，使用鋁罐的車蓋，雖然本身有以冰棒棍來固定、支撐住，但翻的次數多，就會塌陷的情形發生，我們希望能在隨手可得的材料中找到，方便使用、又能讓車蓋維持一定弧度的車蓋，才不會在翻轉中，會因車蓋變形的問題，而翻出跑道。

(一) 製作方法

- 1、固定標準的底盤，長 12cm 寬 6cm，而輪子的直徑大小是 6cm。
- 2、尋找三種材質不一樣的車蓋（如圖十六～圖十八）
 - 第一輛---鋁罐，再以冰棒棍做車蓋的支撐，用熱熔膠固定。
 - 第二輛---利用普通的空白燒錄 CD 盒的盒子，切割成一片矩形塑膠蓋。
 - 第三輛---一般材質稍微軟一點的塑膠罐，例如：塑膠糖果罐、桶裝的塑膠餅乾盒等。
- 3、塑膠的車蓋，以橡皮筋將車蓋套住。
- 4、依照以上的方法測量翻轉圈數並紀錄結果，求平均值。



圖十六 鋁罐車蓋



圖十七 CD盒塑膠車蓋



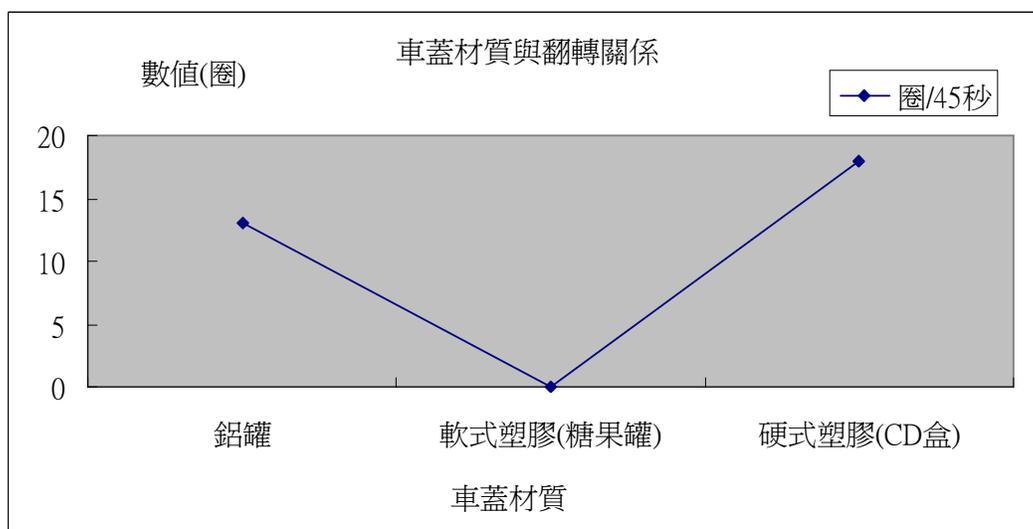
圖十八 糖果罐塑膠車蓋

(二)結果

車蓋材質對翻轉的關係 (單位：圈/45秒)

車蓋材質	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
鋁罐	15	13	13	12	13
軟式塑膠罐 (塑膠糖果罐)	0	0	0	0	0
硬式塑膠 (CD盒)	16	16	19	19	18

車蓋材質與翻轉圈數的關係折線圖：



(三)實驗結果討論

鋁罐質地過軟且彈性較差，使翻轉時車蓋凹陷造成翻車，塑膠車蓋比較不會有此問題產生。CD 盒塑膠蓋軟硬適中，且彈性佳，軟式塑膠蓋則較軟，彈性差。實驗結果得知，硬式塑膠車蓋翻轉圈數最多，推測原因，硬式塑膠車蓋與地面接觸時會將受力均勻分配到車蓋，使車體翻轉時不易翻倒，且因彈性佳，不會因車蓋落地時翻不過去，而軟式塑膠蓋會因為彈性不夠，當車蓋著地時，翻不過去。

研究八----軸距長短對翻轉圈數的影響

最原始的軸距 10cm，在翻轉一圈時所需的時間太長了，決定改變輪軸的長度，看在哪種情況下能夠改善這個問題。

(一)製作方法

1、將密集板分成三種情況：(如圖十九~圖二十二)

第一輛---不做更改，長 12cm 寬 6cm，而馬達軸距為 10cm。

第二輛---同上之長寬相同，但將馬達軸距完全靠攏，縮小軸距為 8cm。

第三輛---密集板長 7cm 寬 8cm，將馬達並排得到軸距 5.3cm。

2、所用的輪子為先前使用的 6cm，及使用硬式塑膠做為車蓋。

3、依照以上的方法測量翻轉圈數並紀錄結果，求平均值。



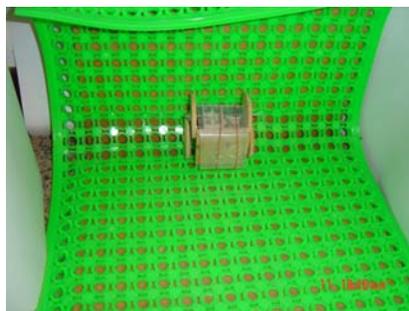
圖十九 軸距 8cm 測試 (前)



圖二十 軸距 8cm 測試 (中)



圖二十一 軸距 5.3cm 測試 (前)



圖二十二 軸距 5.3cm 測試 (中)

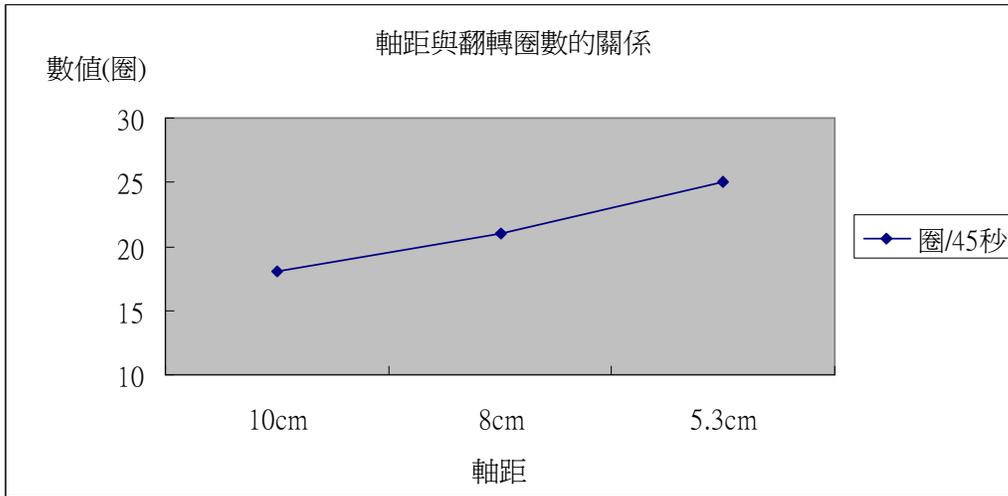
(二)結果

軸距與翻轉圈數的關係

(單位：圈/45 秒)

軸距 (cm)	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
10 cm	16	19	19	18	18
8 cm	20	23	21	19	21
5.3cm	24	25	26	23	25

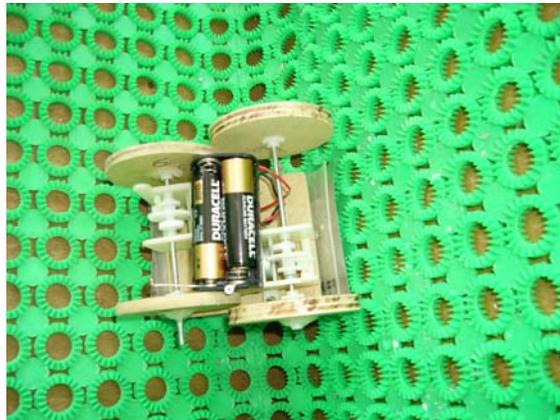
軸距與翻轉圈數的關係折線圖



(三)實驗結果討論

由上述結果得知，軸距越小翻轉一圈的圓周長越短，故所需的時間越短，因此在有限的時間內，輪距越小翻轉的圈數就可以越多。

我們利用縮短車身長度來達到效果，先將馬達都靠攏，軸距縮短 2cm，此時翻轉的圈數確實增加了，接著我們想如何才能將車身長度再縮短於是我們想到一種創新的方法就是將馬達並排的方式如圖二十三，因為並排後車子的重心扔在車身的中心線上，不影響車身平衡問題，此時我們得到了最小軸距為 5.3cm 是實驗中最好的結果。



圖二十三 軸距 5.3cm

研究九----車蓋的弧度對翻轉圈數的影響

(一) 製作方法

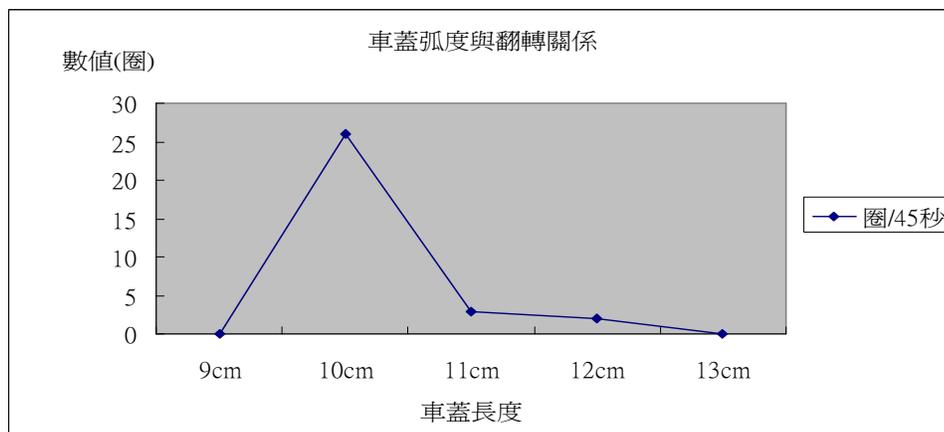
- 1、延續研究八，使用長 7cm 寬 8cm 密集板，車輪 6cm。
- 2、車蓋上標出 9、10、11、12、13cm，在密集板各兩端以小螺絲釘固定住，並紀錄其結果，求平均值。

(二) 結果

車蓋弧度與翻轉的關係 (單位：圈/45 秒)

車蓋長度 (cm)	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
9 cm	0	0	0	0	0
10 cm	26	27	25	25	26
11 cm	2	4	1	3	3
12 cm	3	1	2	1	2
13 cm	0	0	0	0	0

車蓋弧度與翻轉圈數折線



(三) 實驗結果討論

- 1、車蓋長度越短，翻轉所需距離越短，圈數越多。
- 2、車蓋長度超過 12.5cm 以上，重心就會落在底面積內，使車體無法翻轉，而綜合以上結果，以 10cm 為車蓋的長度最為合適。

五、結果討論

根據以上的實驗結果做一個綜合討論。

1. 在製作上的細節及技術〈如：用砂紙將輪子磨圓〉，會影響行走時的速度。輪子大小要一致，行走時才不會偏離跑道。
2. 以平齒輪壓平輪子，使輪與輪軸呈 90° ，讓行走能沿直線進行，比較不會偏離軌道。
5. 摩擦力是影響車速重要的原因之一，我們先用原始底盤做實驗，以砝碼增加車身對地面的正向力（摩擦力），當摩擦力到達一個定值時，輪子不會空轉，速度最快，若超過這個值，增加車重只會使阻力變大，減緩行進速度；根據實驗結果，在不加任何砝碼的情況下，車身重量已足以讓輪子不會空轉，所以不必增加摩擦力。

六、結論

大會提供模式只是一種參考，對於車體的行走及翻轉，我們擁有強烈的好奇心，希望能創新紀錄，因此發展以上步驟的研究實驗。在整個實驗中，因為材料及規格有限制，能改變的因素不多，但還是可以從最基本的地方著手。

1. 在製作時的一些技術及動作都會影響到結果，我們要很精緻、準確的動手，才能減少車子前進時偏離跑道、齒輪無法轉動等情形的發生。
2. 要有創新的構想：
 - (1) 在競速時：利用冰棒棍代替密集板使車重減到最輕，以獲得最佳的前進速率。
 - (2) 在翻轉時：我們利用馬達並排的方式使車身長縮到最短，如此可以獲得最佳的翻轉圈數。

參考資料

- Power Tech 2004 全國少年科際創作競賽國小組

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 生活與應用科學科

080822

龍貓巴士的最高境界

臺南縣永康市大橋國民小學

評語：

利用假日到同學家看到去年同學的姐姐參加全國少年科技創作競賽作成品，邀發對「競速、翻滾車」的興趣。青出於藍。

結果發現：摩擦力是影響車速重要原因，過程認真。目的明確。