

嘉義縣第 53 屆國民中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：「扭」轉奇蹟—探究旋轉水上扭力車前進的奧秘

關 鍵 詞：扭力車、橡皮筋、扭力

摘要

我們在課堂上曾經做過以橡皮筋的扭力為動力的橡皮筋扭力車，但是扭力車的前進距離很短，因此想要製作出動力較強的扭力車，最後又發展成水上扭力車。剛開始每個人都提出了影響扭力車前進距離的原因。經實驗研究有了以下發現：(1)車體越輕，前進的距離越遠。(2)動力車軸位於車廂後面，重心在車廂後面時，扭力車前進的距離最遠。(3)扭力車輪子的材質是菜瓜布時，前進距離最遠，泡棉輪次之，砂紙最近。(4)扭力車的輪子直徑變大，前進距離變遠。(5)扭力車的車輪厚度(寬窄)左右各 3 個時，前進距離最遠。(6) 車廂材質不同時，扭力車前進距離以 PP 板的材質最遠，厚紙板次之，廢紙箱最近。最後的延伸實驗發現 (7)四葉螺旋葉片的水上扭力車的前進距離最遠。

壹、研究動機

四年級上學期，我們曾經做過橡皮筋扭力車，但是扭力車的前進距離很短，因此想要製作出馬力較強的扭力車。於是每個人都提出了影響扭力車前進距離的原因，有人認為要讓扭力車前進距離加遠，應該要尋找扭力較好的橡皮筋。有人提出改變車子的重心位置、扭力車的輪子直徑變大，讓扭力車的車輪厚度(寬窄)變大……等，都可能影響扭力車前進的距離。經過大家集思廣益的討論之後，問題一一呈現，於是我們結合康軒版本自然與生活科技「交通工具與能源」及「物體受力的變化」、「力的方向和大小」等單元，和老師共同討論後，就依大家所提出的問題著手進行以下的實驗。

貳、研究目的

本研究的目的是在探討扭力車運作原理及影響它前進距離之因素，我們設計各項變因，來探究如何讓扭力車能以最快的方式前進，並到達終點，並進階延伸成可以在水面上前進的旋轉水上扭力車，讓扭力車除了可以在路上行走之外，更可以在水面上移動。

- 一、尋找哪一種的橡皮筋扭力最好
- 二、探究橡皮筋的扭轉圈數與扭力的關係
- 三、設計適合的實驗方式
- 四、探究影響扭力車前進距離的因素
- 五、探究螺旋槳的葉片數與扭力車在水面上前進距離的關係

參、研究設備及器材

表 3-1 器材設備表

扭力車			
橡皮筋 1. 建美膠圈(中) 2. 建美膠圈(大) 3. 美力特大膠皮圈	有孔珠子（珠子洞要讓橡皮筋可以穿過）	一根牙籤或一小段竹筷、一根竹筷、塑膠棒。	養樂多罐（可用軟片盒或洋芋片桶、縫衣線的線軸代替）
螺絲	螺帽	2.5公分泡棉輪子	10公分小吸管
10公分硬式塑膠管小吸管	6公分粗吸管	直徑為2.5公分的海綿輪	PP板、厚紙板、廢紙箱
製作器材：直尺、剪刀、鐵絲一段、尖嘴鉗、油性簽字筆、美工刀、熱熔膠槍、膠條			
實驗器材：直尺、寶特瓶、砂紙、鋁罐、菜瓜布、厚紙板、PP板、廢紙箱、			

肆、研究過程或方法

本研究的目的是在探討扭力車前進的方式及影響它前進距離之因素，研究可分為兩階段。第一階段，我們先確認實驗會遇到的問題，並予以解決；在第二階段中，我們採取第一階段的實驗工具及方法，來完成實驗目的，圖 4-1 為本研究的流程圖。

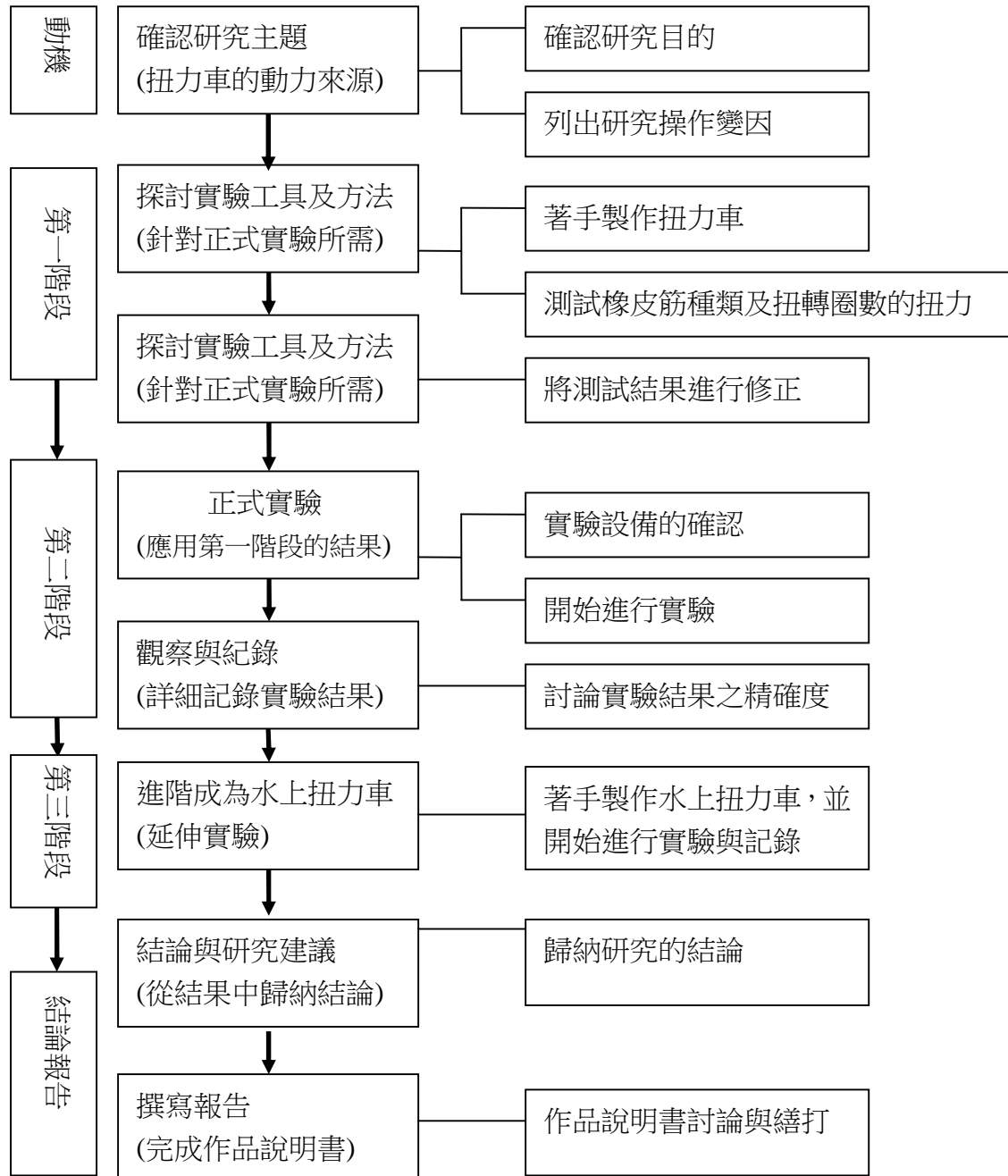


圖 4-1 研究流程圖

第一階段----實驗工具及方法

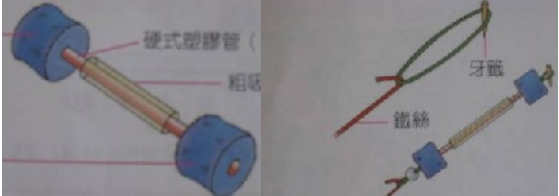
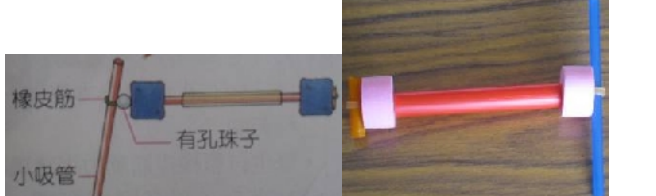



在我們生活週遭有風力、磁力、彈力、推力及扭力等……，這些施力的方式都可以使物體移動，這就叫做『力』。我們發現使用不同的力，其使用方法和效果都不一樣。本實驗所探討的是利用橡皮筋的扭轉動力作為前進動能的扭力玩具車。扭力：將物體扭緊後所釋放的力量。因此要設計一個實驗來測橡皮筋的扭力，並依照所選擇出來的橡皮筋來進行實驗。

(一) 尋找哪一種的橡皮筋扭力最好：

購買市面上的三種橡皮筋來做測試，找出扭力較好的橡皮筋。

1. 實驗步驟：測試方法是先製作車輪裝置，並將三種不同的橡皮筋穿入硬式吸管内，完成動力車軸，以進行測試。每個實驗項目原則上做5次，扣除兩次上下極端，共計3次。動力車軸旋轉30圈後，在同一起點上讓動力車軸往前移動，等到動力車軸完全靜止之後，以直尺來測量動力車軸前進的距離。

(1) 製作動力車軸的方法：如下圖步驟

		
<p>圖 4-2 前輪車輪裝置示意圖(資料來源四上康軒版自然與生活科技教師手冊 p252)</p>	<p>圖 4-3 後輪動力車軸示意圖(資料來源四上康軒版自然與生活科技教師手冊 p253)</p>	
		
<p>圖 4-4 將粗吸管套在硬式吸管上，然後在塑膠管兩端套上直徑為 2.5 公分的海綿輪，即完成簡單的车輪裝置。</p>	<p>圖 4-5 接著把長軟鐵絲的一端反摺，使其能勾住橡皮筋，把反摺的軟鐵絲當作將橡皮筋穿過硬式吸管的工具。C 將橡皮筋的一端套入牙籤，另一端勾上一段對摺的鐵絲。</p>	<p>圖 4-6 利用鐵絲讓橡皮筋穿過車輪裝置和有孔的珠子，穿出來的這一端套入塑膠棒加以固定，並拿掉鐵絲，即完成了動力車軸。</p>

2. 實驗結果：

表 4-1 橡皮筋種類與動力車軸前進距離的變化一覽表

橡皮筋種類 \ 前進的距離(公分)	第一次	第二次	第三次	平均
1.建美膠圈(中)	橡皮筋太短，不能動			
2.建美膠圈(大)	30	23.5	23.5	25.6
3.美力特大膠皮圈	14	13	12.5	13.1

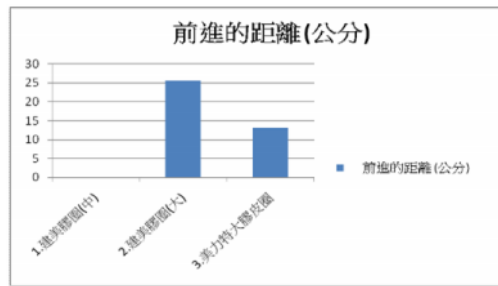


圖 4-6 橡皮筋種類與動力車軸前進距離的關係圖

3. 實驗討論：(1) 由圖4-6發現：動力車軸前進的距離，建美膠圈(大) > 美力特大膠皮圈 > 建美膠圈(中)，比較後發現建美膠圈(大)的扭力最好。

(2) 美力特大膠皮圈只能轉 10 圈，否則橡皮筋會變成整團，不利於實驗。

4 結論：建美膠圈(大)的扭力最好，所以採用建美膠圈(大)來進行下一個實驗。

(二) 橡皮筋扭轉的圈數對動力車軸的前進距離造成的影響。

1. 實驗步驟：動力車軸旋轉30圈後，在同一起點上讓動力車軸往前移動，等到動力車軸完全靜止之後，以直尺來測量動力車軸前進的距離。每個實驗項目原則上做5次，扣除兩次上下極端，共計3次。做完旋轉30圈的實驗之後，將橡皮筋換掉，再進行旋轉50圈的實驗，以確保橡皮筋不會因為彈性疲乏，而影響實驗的結果。之後再依序進行旋轉100圈及150圈的實驗。

2. 實驗結果：

表 4-2 橡皮筋旋轉圈數與動力車軸前進距離的變化一覽表

前進的距離(公分) 旋轉的圈數	第一次	第二次	第三次	平均
旋轉30圈	13	13.5	16.5	14.3
旋轉50圈	53	88	56	49
旋轉100圈	276	190	208	224
旋轉150圈	動力車軸無法前進，因為它會在地面上旋轉			

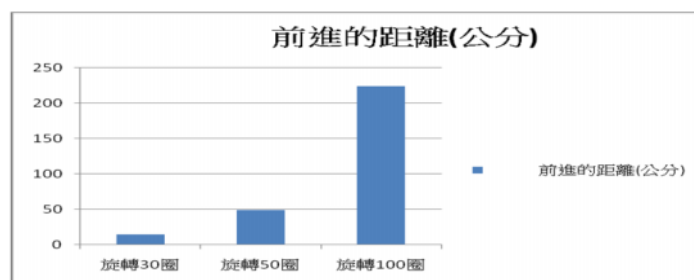


圖 4-7 橡皮筋旋轉的圈數與動力車軸前進距離的關係圖

3. 研究討論：(1) 由圖4-7發現：動力車軸前進的距離，旋轉100圈 > 旋轉50圈 > 旋轉30圈 > 150圈，旋轉100圈時，動力車軸所前進的距離最遠。

(2) 旋轉 150 圈時，動力車軸無法前進，因為它會在地面上旋轉。

4 結論：採用建美膠圈(大)，並旋轉 100 圈來進行下一個實驗。完成動力車軸的測試之後，接著來製作扭力車。

(三)製作扭力車

一、探討扭力車運作原理

- 1.扭力車機構原理：扭力車本體架構主要是由車廂和一組車輪裝置及一組動力車軸所組成。其主要是橡皮筋的扭轉動力作為前進動能。裝橡皮筋的動力車軸放在前輪就是前輪驅動，放在後輪就是後輪驅動。扭力車是利用橡皮筋的扭轉動力作為前進動能的玩具車。

扭力車原理:橡皮筋有彈性，橡皮筋扭緊後，想恢復原狀。因此，把扭力車放在地上時，橡皮筋恢復原狀的力量帶動扭力車，所以扭力車就會移動了。把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥著旋轉棒，繞圈直到將橡皮筋繞緊了，雙手一起將扭力車放在地面上，就可以看見扭力車往前滾動，十分有趣。

2製作扭力車方法：

在首次動手製作扭力車前，先觀看網路上的影片及構造圖，依照其外型及製作原理，開始製作扭力車。做法如下：

- (1)先製作車廂
- (2)再製作 2 組車輪裝置，接著將其中一組改裝成為動力車軸。
- (3)再使用雙面膠將前輪車輪裝置及後輪動力車軸分別固定在車廂上，即完成扭力車。



圖 4-8 扭力車

3製作扭力車的注意事項

- (1)硬式橡膠管與車輪之間須緊密黏合，確實固定好，以免做完後車輪很容易脫落。
 - (2)扭力車廂底面的寬小於輪軸的寬度，才不會卡住。
 - (3)旋轉棒有平衡的功能，若是使用短吸管或是短於輪子直徑的塑膠棒，則內部橡皮筋會迴轉，輪子就無法前進，輪子會空轉。
 - (4)位於車軸與旋轉棒之間的珠子的作用是降低旋轉棒與車軸間的摩擦力，使扭力車可以在橡皮筋的扭轉力帶動下往前跑。也就是說，如果沒有這顆珠子，扭力車就會不管橡皮筋扭多緊，它都無法前進。
4. 完成第一台扭力車之後，觀察出影響扭力車前進距離的因素。
- (1)扭力車往前轉動時，對車體重量對扭力車的前進距離造成影響。
 - (2)扭力車往前轉動時，重心位置對扭力車的前進距離造成影響。
 - (3). 扭力車往前轉動時，輪子的材質對扭力車的前進距離造成影響。
 - (4). 扭力車往前轉動時，輪子的直徑大小對扭力車的前進距離造成影響。
 - (5). 扭力車往前轉動時，輪子的厚度(寬窄)大小對扭力車的前進距離造成影響。

(6). 扭力車往前轉動時，車廂的材質對扭力車的前進距離造成影響。

根據觀察提出影響扭力車前進距離的因素，而設計出六項實驗。在磨石子的地面上進行實驗，以直尺來紀錄出扭力車的前進距離。

第二階段-----進行六項實驗了解如何讓扭力車前進距離最遠

實驗一：車體重量對扭力車前進距離有何影響？

一、實驗方法：我們將車體重量調整為甲：沒有加螺絲、乙：加 1 個螺絲、丙：加 2 個螺絲、丁：加 3 個螺絲，讓扭力車往前移動，用直尺測出移動的距離。

二、實驗過程：

1. 調整車體重量增加為甲：沒有加螺絲、乙：加 1 個螺絲、丙：加 2 個螺絲、丁：加 3 個螺絲。
2. 把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥著旋轉棒，繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到扭力車完全靜止之後，使用直尺測量扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目原則上做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。



三、實驗結果：

表 4-3 車體重量增加與扭力車前進距離的變化一覽表

前進的距離(公分)	第一次	第二次	第三次	平均
車體增加重量				
甲：沒有加螺絲	148	163	140	150
乙：加 1 個螺絲	87	54	78	73
丙：加 2 個螺絲	43	30	33	35.3
丁：加 3 個螺絲	17	17	16	16.7

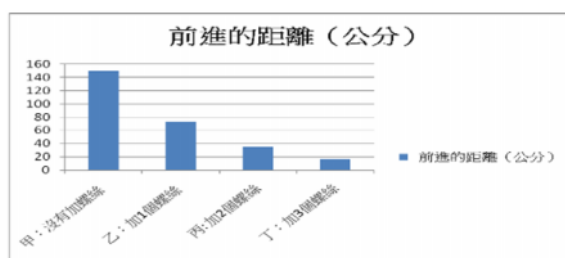


圖 4-12 車體重量增加與扭力車前進距離的關係圖

四、實驗討論

從實驗的討論中，我們得出以下發現。

1. 由圖 4-12 發現：扭力車前進的距離，甲：沒有加螺絲〉乙：加 1 個螺絲〉丙：加 2 個螺絲〉丁：加 3 個螺絲
2. 車體重量增加，前進的距離越短。
3. 扭力車往前移動時，車廂裡裝的東西越輕，扭力車可以前進的距離越遠。

五、結論：車體沒有加螺絲時，車體最輕，到達終點時間的距離最遠，也就是說，車體越輕，前進的距離越遠。

實驗二：重心位置對扭力車前進距離有何影響？

一、 實驗方法：我們將螺絲黏在扭力車的車體的三個不同的位置，讓扭力車往前移動，用直尺測出扭力車停止運動時，所前進的距離。

二、 實驗過程：

1. 在扭力車的車廂上調整螺絲的位置。螺絲放在甲：車廂的前面，螺絲放在乙：車廂的中間，螺絲放在丙：車廂的後面
2. 把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥著旋轉棒，繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到扭力車完全靜止之後，使用直尺測量扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目原則上做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。



圖 4-13 甲：螺絲放在車廂的前面(重心在前)



圖 4-14 乙：螺絲放在車廂的中間(重心在中間)



圖 4-15 丙：螺絲放在車廂的後面(重心在後面)

三、 結果：

表 4-4 重心位置與扭力車前進距離的變化一覽表

螺絲在車廂的位置	前進的距離(公分)			
	第一次	第二次	第三次	平均
甲：螺絲放在車廂的前面	15	16	14	15
乙：螺絲放在車廂的中間	20	22	16	19
丙：螺絲放在車廂的後面	36	36	34	35

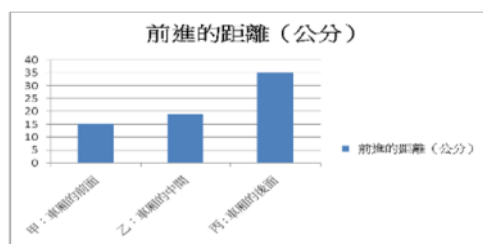


圖 4-16 重心位置與扭力車前進距離的關係圖

四、實驗討論：

1. 由圖 4-16 發現：扭力車前進的距離，甲：螺絲放在車廂的後面〉乙：螺絲放在車廂的中間〉丙：螺絲放在車廂的前面
2. 把螺絲放在車廂的最前面，重心在前面時，扭力車的前進距離最近。
3. 後輪動力車軸位於車廂的後面，重心在後面時，扭力車前進的距離最遠。

五、結論：後輪動力車軸位於車廂後面，重心在車廂後面時，扭力車到達終點的距離最遠。

實驗三：扭力車輪子的材質對扭力車前進距離有何影響？

一、實驗方法：我們將菜瓜布、橡皮、毛巾布料等不同材質黏在扭力車的輪子上，讓扭力車往前移動，用直尺測出移動的距離。

二、實驗過程：

- 1 製作不同材質的車輪 甲：菜瓜布 乙：砂紙 丙：標準(泡棉輪子)
- 2 把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥著竹筷（長的那根），繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到扭力車完全靜止之後，使用直尺測量扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目原則上做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。



圖 4-17 甲:菜瓜布

圖 4-18 乙:砂紙

圖 4-19 丙:標準

三、結果：

表 4-5 輪子的材質與扭力車前進距離的變化一覽表

前進的距離（公分）	第一次	第二次	第三次	平均
輪子的材質				
甲:菜瓜布	197	116	124	145.6
乙:砂紙	73	76	105	84.6
丙:標準(泡棉輪子)	114	124	164	134

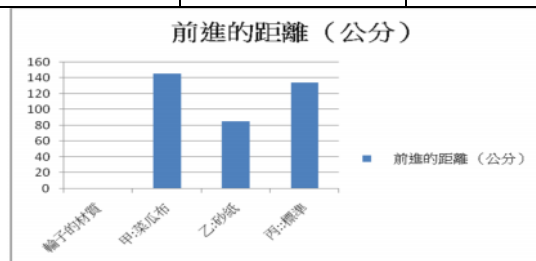


圖 4-20 輪子的材質與扭力車前進距離的關係圖

四、實驗討論：

從實驗的討論中，我們得出以下結論。

- (一) 由圖 4-20 發現：扭力車前進的距離，甲：菜瓜布 > 乙：標準(泡棉輪子) > 丙：砂紙。
- (二) 橡皮筋動力車輪子的材質不同時，前進距離也不同。菜瓜布材質的輪子讓扭力車的前進距離最遠。
- (三) 砂紙材質的輪子讓扭力車的前進距離最近。

五、結論：

扭力車輪子的材質不同時，則扭力車前進距離不同，菜瓜布最遠，海綿輪子次之，砂紙最近。

實驗四：輪子的直徑大小對扭力車前進距離有何影響？

一、實驗方法：我們調整扭力車輪子為不同直徑，讓扭力車往前移動，用直尺測出移動的距離。

二、實驗過程：

1. 將扭力車的輪子換成直徑不同的幾種。直徑 2.5 公分的海綿輪、直徑 4.4 公分圓輪（小）、直徑 5.3 公分有齒狀的輪子（小）、直徑 6.5 公分有齒狀的輪子（大）、光碟片的輪子。
2. 把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥著長吸管旋轉棒，繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到扭力車完全靜止之後，使用直尺測量扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目原則上做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。

			
直徑：2.5 公分	直徑：4.4 公分	直徑：5.3 公分	直徑：6.5 公分
圖 4-21：海綿輪	圖 4-22：有齒狀的輪子（小）	圖 4-23 丙：有齒狀的輪子（中）	圖 4-24 丁：有齒狀的輪子（大）

三、結果：

表 4-6 輪子的直徑與扭力車前進距離的變化一覽表

輪子的直徑(公分)	前進的距離 (公分)			
	第一次	第二次	第三次	平均
直徑2.5公分的海綿輪	73	76	105	84.6
直徑4.4公分圓輪（小）	118	138	141	132.3
直徑 6.5 公分有齒狀的輪子（大）	344	299	262	301.6
直徑 5.3 公分有齒狀的輪子（中）	140	145.5	124.5	136.6

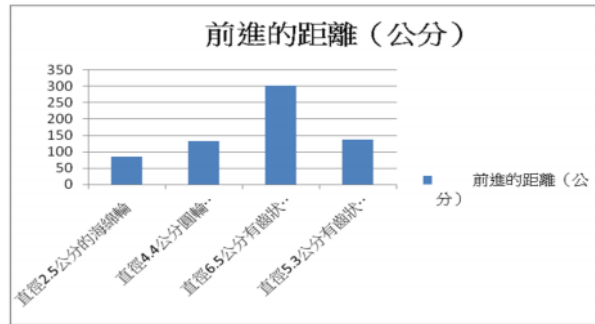


圖 4-25 輪子直徑與扭力車前進距離的關係圖

四、實驗討論：從實驗的討論中，我們得出以下結論。

- (一) 由圖 4-25 發現：扭力車前進的距離，直徑 6.5 公分的輪子 > 直徑 5.3 公分的輪子 > 直徑 4.4 公分的輪子 > 直徑 2.5 公分的輪子
- (二) 直徑 5.3 公分的輪子與直徑 4.4 公分的輪子的扭力車前近距離差距不大，但是直徑 6.5 公分的輪子的扭力車前進距離加大很多。
- (三) 因此實驗結果是輪子的直徑越長，跑的距離越遠。

五、結論

輪子的直徑越長，扭力車跑的距離越遠。

研究五：車輪的厚度(寬窄)對扭力車前進距離的影響

一、實驗方法：我們在硬式的輪軸上左右各加裝一個直徑為 2.5 公分的海綿輪，旋轉橡皮筋 50 圈之後，讓扭力車往前移動，用直尺測出扭力車移動的距離。

二、實驗過程：

1. 在硬式的輪軸上左右各加裝一個直徑為 2.5 公分的海綿輪。
2. 把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥著竹筷（長的那根），繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到扭力車完全靜止之後，使用直尺測量扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。



圖 4-26 車輪的寬度示意圖(左右各 1 個海綿輪)

三、結果：

表 4-7 輪子的直徑與扭力車前進距離的變化一覽表

前進的距離 (公分)	第一次	第二次	第三次	平均
海綿輪的數量 (個)				
甲：左右各 1 個海綿輪	13	13.5	21.5	16
乙：左右各 2 個海綿輪	15.5	11	10	12.16
丙：左右各 3 個海綿輪	24	36.5	30.5	30.3

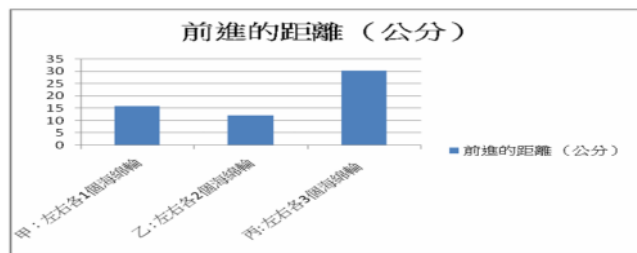


圖 4-27 海綿輪數量對前進距離的影響

四、實驗討論：

- 1.由圖 4-27 發現：扭力車前進的距離，丙：左右各 3 個海綿輪 > 甲：左右各 1 個海綿輪 > 乙：左右各 2 個海綿輪
- 2.車輪的寬度的確會對扭力車的前進距離造成一定程度的影響。
- 3.實驗結果發現扭力車左右各裝 3 個海綿輪的寬度，會讓扭力車前進的距離最遠。

五、結論：扭力車左右各裝 3 個海綿輪的寬度，會讓扭力車前進的距離最遠。

實驗六：車廂的材質對橡皮筋動力車的前進距離造成影響。

一、 實驗方法：把車廂材質分別改成厚紙板、PP 板、廢紙箱三種不同的材質來進行實驗，了解不同的車廂材質是否對前進的距離造成影響。

二、實驗過程：

1. 把車廂材質分別改成厚紙板、PP 板、廢紙箱三種不同的材質來進行實驗。
2. 把扭力車拿在手上，一隻手的食指撥長吸管旋轉棒，繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到扭力車完全靜止之後，使用直尺測量扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。

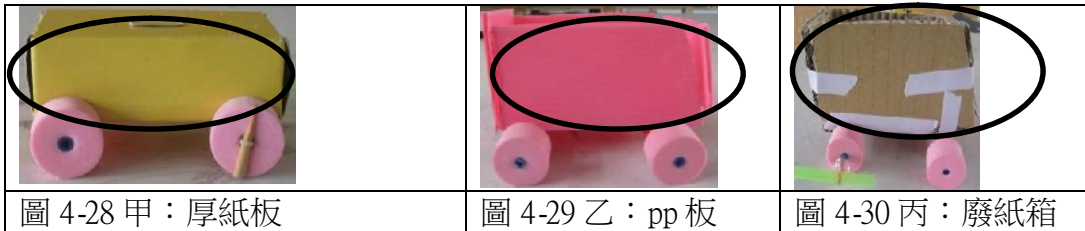


圖 4-28 甲：厚紙板

圖 4-29 乙：pp 板

圖 4-30 丙：廢紙箱

三、實驗結果

表 4-7 輪子的直徑與扭力車前進距離的變化一覽表

前進的距離 (公分)	第一次	第二次	第三次	平均
不同的紙箱材質				
甲：厚紙板	35	48	43	42
乙：pp 板	73	87	79	79
丙：廢紙箱	27	23	28	26

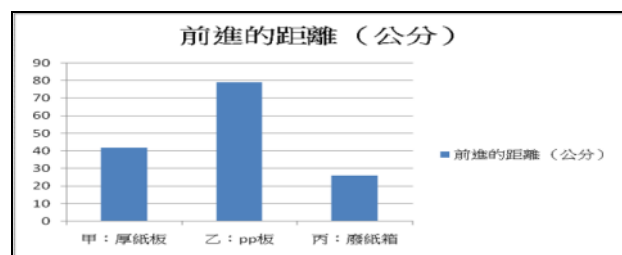


圖 4-32 車廂材質與扭力車前進距離的關係圖

四、實驗討論：

從實驗的討論中，我們得出以下結論。

- (一) 橡皮筋動力車的車廂材質不同時，則橡皮筋動力車前進距離，PP 板的材質最遠，厚紙板次之，廢紙箱最近。
- (二) PP 板因為最輕又比較好黏，比較可以固定起來。
- (三) 厚紙板次之是因為雖然比膠可以黏好，但因為不好固定。

(四)廢紙箱離起跑點最近，因為車廂所用的材質比較重。

(五)車廂的厚度愈薄、材質愈輕，則前進距離越遠。

(六)所以用最輕最薄的材質會讓扭力車跑比較快。

五、結論：扭力車的車廂材質不同時，則 PP 板材質的扭力車前進距離最遠。

第三階段----進行六項扭力車的實驗之後，延伸出在水上移動的旋轉水上扭力車。

一、水上腳踏車的起源與造型的文獻探討

		
第一輛水用腳踏車是在 1899 年改造的, 前叉控制兩個滑水版 後輪驅動螺旋槳	單人水上腳踏車	雙人水上腳踏車
圖片來源： http://www.wretch.cc/blog/chiefly/2929574	圖片來源： http://www.taiwansport.com/boat/speedboat/index.htm	



2011 宜蘭國際童玩藝術節創意環保水上腳踏車亮相。是採用兩人協力的腳踏車與大量的保特瓶去改裝而成的。圖片來源：<http://www.youtube.com/watch?v=9NvWUQ1IQDI> (you tube)

的影片擷取圖片

二、目的：分別利用動力車軸及水做為水上扭力車的動力，測量在一定時間內水上扭力車前進的距離。

三、原理：利用橡皮筋將扭力位能轉換為動能，驅動螺旋槳打水使水上扭力車前進。

四、水上扭力車的製作方法：

扭力車在水上前進的祕密：

秘密一：製作扭力車的材質要能防水。

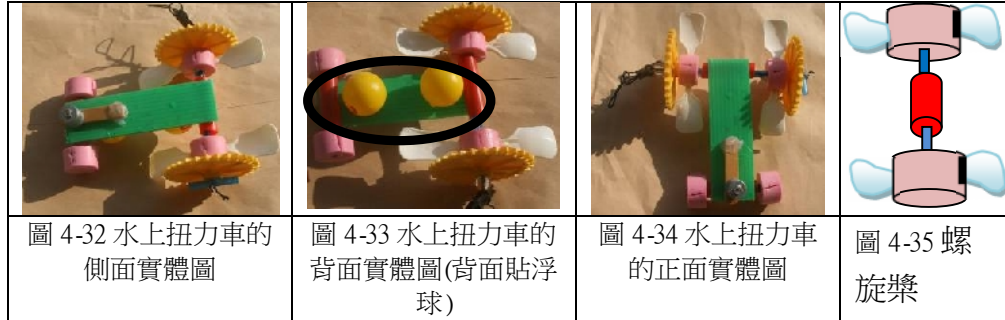
秘密二：扭力車能浮在水面上，要使用幫助漂浮的浮板、pp 板、寶特瓶、泡棉、空心塑膠球等材質來當車體。

秘密三：幫助打水的動力車軸。水上扭力車的後輪動力車軸在轉動時，輪子上的螺旋槳就會把水撥開，讓扭力車在水上前進。

水上扭力車製作步驟：

1. 使用 pp 板來連接動力車軸與車軸，並在 pp 板的下方以熱熔膠黏貼上塑膠球當作浮力的來源，並放入水中進行測試。
2. 將 2 根布丁湯匙剪短，當作螺旋槳。

3. 在 2.5 公分的泡棉輪上進行對角的切割，但切割深度不宜太深，只要可以將布丁湯匙插入縫中作槳葉即可。
4. 將布丁湯匙插入 2.5 公分的泡棉輪切割點上，並以熱熔膠黏貼在泡棉輪上，加以固定。



生活中的應用，游泳時使用浮板，也可以增加浮力，讓人比較容易浮起來。如果扭力車沒裝浮板，車子的重量會大於水的浮力，就會沉到水裡。浮板的密度比水小，加了浮板以後浮力增加了，車子就浮起來了。

實驗七：扭力車加裝螺旋槳後，螺旋槳葉數對水上扭力車移動距離的影響

一、實驗方法：扭力車加裝螺旋槳後，將扭力車的動力軸轉動 30 圈之後，將扭力車放入實驗場地內，測量扭力車前進的距離。

二、實驗過程：

1. 實驗場地：一水道長 120 公分，寬約 50 公分、深約 30 公分。自水道一側量起約 30 公分畫一起跑線(起點)；水道邊每隔 10 公分劃記一條線。以利測量水上扭力車在水面上前進的距離。
2. 把水上扭力車拿在手上，一隻手的食指撥長吸管旋轉棒，繞圈 100 圈之後，雙手一起將扭力車放在地面上，讓扭力車從起點的位置往移動。
3. 等到水上扭力車完全靜止之後，使用直尺測量水上扭力車所前進的距離。
4. 重複步驟，每個實驗項目做 5 次，扣除兩次上下極端，共得三次數據。

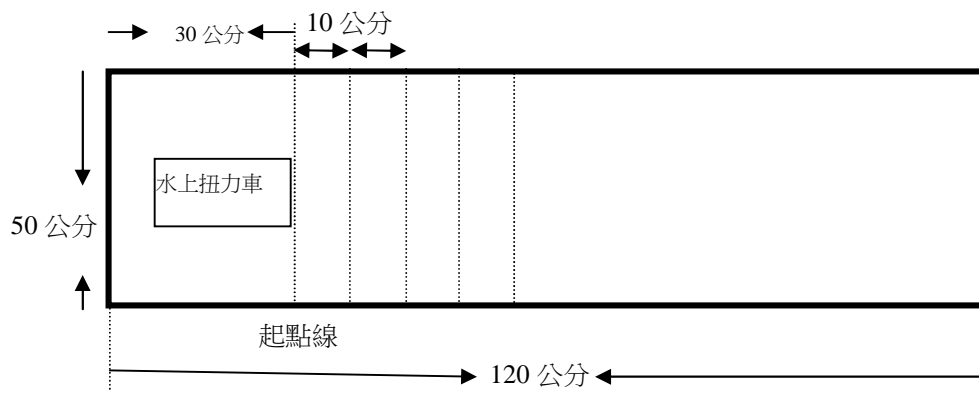


圖 4-36 實驗場地

三、實驗結果：

表 4-8 螺旋葉片數與水上扭力車前進距離的變化一覽表

前進的距離 (公分)	第一次	第二次	第三次	平均
不同的螺旋葉片數				
甲：二葉螺旋葉片	21	16	17	18
乙：三葉螺旋葉片	22	16	16	18
丙：四葉螺旋葉片	55	45	47	49

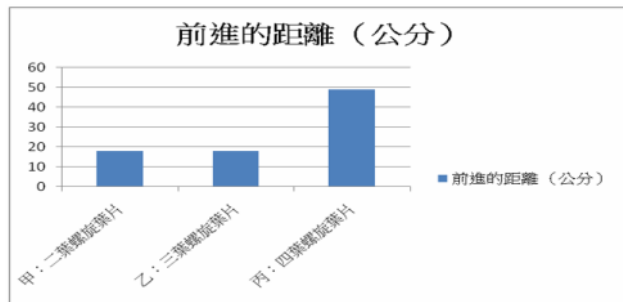
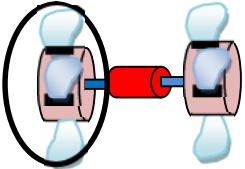
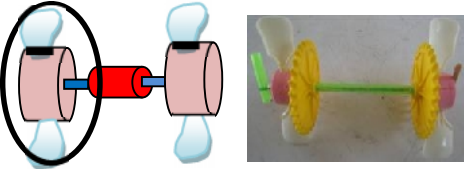
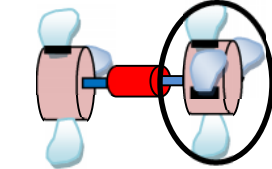


圖4-32螺旋葉片數與水上扭力車前進距離的關係圖

四、實驗討論：

1. 當螺旋槳在水中旋轉時，就產生推力，利用水的反作用力推水上扭力車前進。
2. 由圖 4-32 發現：扭力車前進的距離，甲：二葉螺旋葉片和乙：三葉螺旋葉片無明顯差異，丙：四葉螺旋葉片的扭力車前進距離最遠。
3. 四葉螺旋葉片的螺旋槳，在水中推進效果好，水上扭力車的前進距離最遠。

		
圖4-38三葉螺旋葉片	圖4-39二葉螺旋葉片	圖4-39四葉螺旋葉片
量角器量測各120 度	量角器量測各180 度	量角器量測各90 度

五、結論：

二葉螺旋葉片的螺旋槳，在水中推進效果好，水上扭力車的前進距離最遠。

伍、 結論

一、結論

從實驗的討論中，我們得出以下結論。

(一)車體越輕，前進的距離越遠。

(二)動力車軸位於車廂後面，重心在車廂後面時，扭力車到達終點的距離最遠。

(三) 扭力車輪子的材質是菜瓜布時，前進距離最遠，泡棉輪次之，砂紙最近。

(四) 扭力車的輪子直徑變大，前進距離變遠。

(五) 扭力車的車輪厚度(寬窄)左右各 3 個時，前進距離最遠。

(六) 扭力車的車廂材質不同時，則扭力車前進距離以 PP 板的材質最遠，厚紙板次之，廢紙箱最近。

(七) 最後又發展成水上扭力車，實驗發現四葉螺旋葉片，則前進速度較快。

二、建議

(一) 可以針對水上扭力車動力來源做進一步的研究，來了解前後協力車式的雙動力方式與左右並行的雙動力方式是否有差別。

(二) 以協力車式的動力來源來探討，兩個動力來源的距離遠近是否對水上扭力車的運動情形造成影響。

(三) 以左右並行的雙動力方式來源來探討，兩個動力來源的間距遠近是否對水上扭力車的運動情形造成影響。

(四) 特別要注意的是，發現橡皮筋變鬆弛，則須更換相同粗細新的橡皮筋，雖然麻煩，但是有相同的扭力，才能確保實驗的動力來源是相同的。

(五) 可以設計一個保險桿，放開時，水上扭力車就可以自行啟動。

(六) 另外是在水上扭力車上可以設計有舵，才可以控制方向。

(七) 螺旋槳葉片形狀、大小對水上扭力車前進距離的影響。

(八) 螺旋槳長度、傾斜角度對水上扭力車前進距離的影響。

三、心得與感想

原本是製作一個簡單的會動的玩具，沒想到經由大家的討論，發現了許多有趣的問題，並透過大家的討論以及實驗驗證，進而解決了問題。進階發展成可以在水面上移動的水上扭力車。過程中，我才發覺這是一樣很困難的工作，我們不僅每天中午來做這一樣實驗，還要將實驗的結果進行討論並完成書面報告，真的很辛苦。但其實在這個過程中我們學習到很多知識，好棒，而我們也完成了最酷的「水上扭力車」。透過實驗過程，我們得到許多知識，並與課本中的知識相互驗證，真是收穫不少。

陸、參考資料及其他

一、嘉義市第 27 屆中小學科學展覽會。作品名稱：神奇的橡皮筋動力車

二、中華民國第四十七屆中小學科學展覽會作品說明書

哆啦 A 夢的時光機-雙翼反轉直升機

三、中華民國第五十二屆中小學科學展覽會作品說明書

前進吧!橡皮筋動力輪船