

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

物理科

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：神奇的大力士 — 曲桿爬梯車與槓桿原理的
探討

關鍵詞：曲桿爬梯車、槓桿原理、摩擦力

編號：080106

學校名稱：

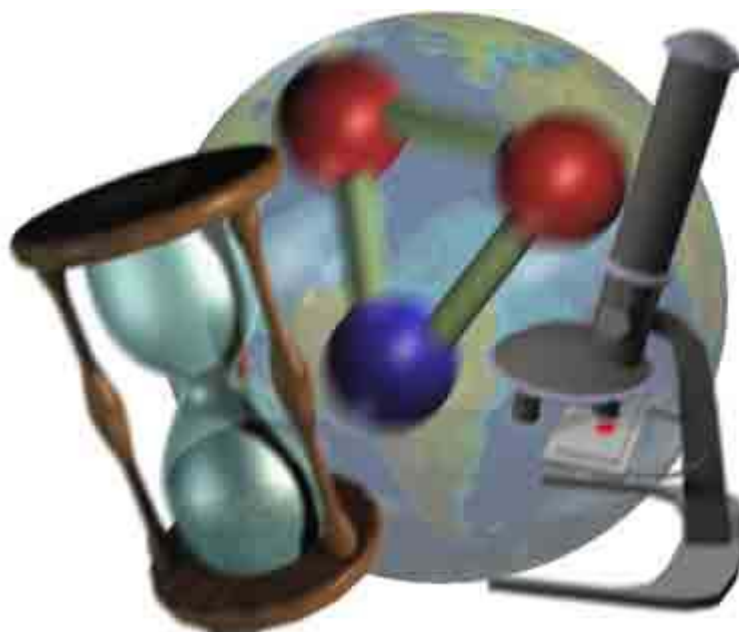
台北縣永和市秀朗國民小學

作者姓名：

林子文、張博翔、李雅婷、鍾宜倫、鍾觀羽

指導老師：

余秀琴、連瑞琦



摘要

根據民國八十三年以殘障類別言，臺閩地區 311,730 位殘障人口中，以肢體殘障者 149,372 人(其中四肢障礙者 143,525 人，軀幹障礙者 5,847 人)占 47.92 %最高。

我們學校小陳叔叔正是一位腳部不良於行的殘障人士，他上一般的樓梯時，非常不方便。於是，我們靈機一動，便想到要做一種可以爬樓梯的機器幫助小陳先生，讓小陳先生日後不會再視樓梯為無法跨越的障礙。我們試驗多種車子爬梯，最後決定採用曲桿的結構以帶動六輪爬梯，並自製活動梯試車，研究的重點包括：曲桿動力來源、齒輪數與扭力、活動階梯與坡度、車輪紋路與摩擦力、第二、三種槓桿原理的應用探討、利用零污染的太陽能與馬達，製造電能產生機械能，靠著後輪的穩定性和後作用力推動前方車體使車子爬上樓梯或在崎嶇不平的路況上行進。

為了要環保與節能，曲桿爬梯車的拼裝，採用廢棄玩具材料，及太陽能板，並且成功的爬上階梯，也讓我們瞭解到曲桿六輪爬梯車的物理現象及貢獻人類的功能。

壹、研究動機

我們會決定做這個研究主題的主要原因，是因為我們在六年級上學期康軒版第十一冊自然第四課上的是生活中的工具。在課堂上，老師告訴我們許多生活中常常應用到的工具，這些工具都是有關槓桿原理與力的應用，還有斜面原理和輪軸，發現生活中有許許多多的工具都應用槓桿、斜面、輪軸原理，使我們更加省力便利。

另一方面為了達成小陳叔叔的心願，因為他是一位殘障人士，所以我們從五年級開始搜集相關資料，計畫以兩年的時間研究。從利用槓桿原理應用到機械結構上，並在支點、施力點和抗力點間的位置作調整，以找到最適合爬梯或任何惡劣地形都可行進的創意車子。

於是我們大家腦筋一動，想到老師在上課時所說的「力學」是學習物理的基楚，也許我們可以製作一輛可以爬梯又省力的爬梯車，來幫助小陳先生減去一些麻煩，還能提供給救難團體在障礙路況上發揮救人的工具。.

貳、研究目的

- 一、利用「曲桿動力」能使車子爬上階梯。
- 二、能利用第二、三種槓桿原理了解力矩和等於零，也就是正力矩和負力矩相等，槓桿即達平衡。
- 三、了解曲桿爬梯車是可以省力又省時，又可爬高的動力車。
- 四、設計車子模型，了解齒輪之間的簡單機械原理。
- 五、了解斜面原理，斜面角度越小，斜面越長，車子越能爬梯。
- 六、了解輪胎紋路、階梯斜面長、高，車子重量與摩擦力的關係。
- 七、利用自然能源來輔助動力。
- 八、提出建設性的意見供校方參考並製作使用。
- 九、了解曲桿與槓桿原理，製造完美的爬梯車。

參、研究問題

- 一、設計並自製活動階梯。
- 二、大小不同的車輪都可以爬梯嗎？
- 三、大小齒輪轉動與個數會影響爬梯車扭力嗎？
- 四、設計自製曲桿六輪爬梯車。
- 五、曲桿爬梯車原理的探討與施力作用。
- 六、斜面角度越小越能省力嗎？
- 七、階梯斜面長、高和爬梯車重量其摩擦力的關係。
- 八、車輪紋路的摩擦力，會影響爬梯車的運動嗎？
- 九、製造實用曲桿爬梯車，曲桿結構與階梯的關係？

肆、研究設備及器材

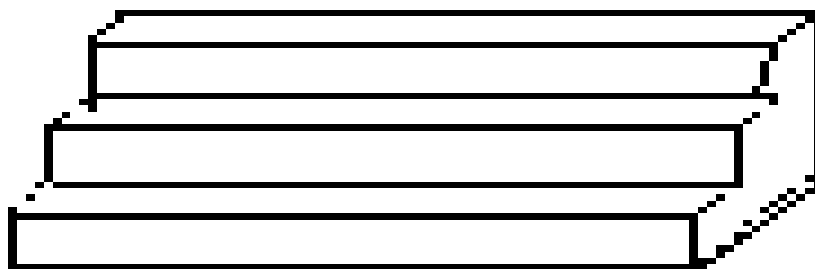
各種廢棄的玩具車：沙灘車、賽車、傳動履帶車、履帶車、長尺、捲尺、大小齒輪、樂高積木、太陽能晶片、再生厚紙板、熱熔槍、透明膠、強力膠、塑鋼土、鐵釘、鋁片、輪子、傳動帶、木板、天秤、老虎鉗、馬達、鉸槍、電池、電線、電鋸、圓規、剪刀、橡膠、螺帽。

伍、研究過程

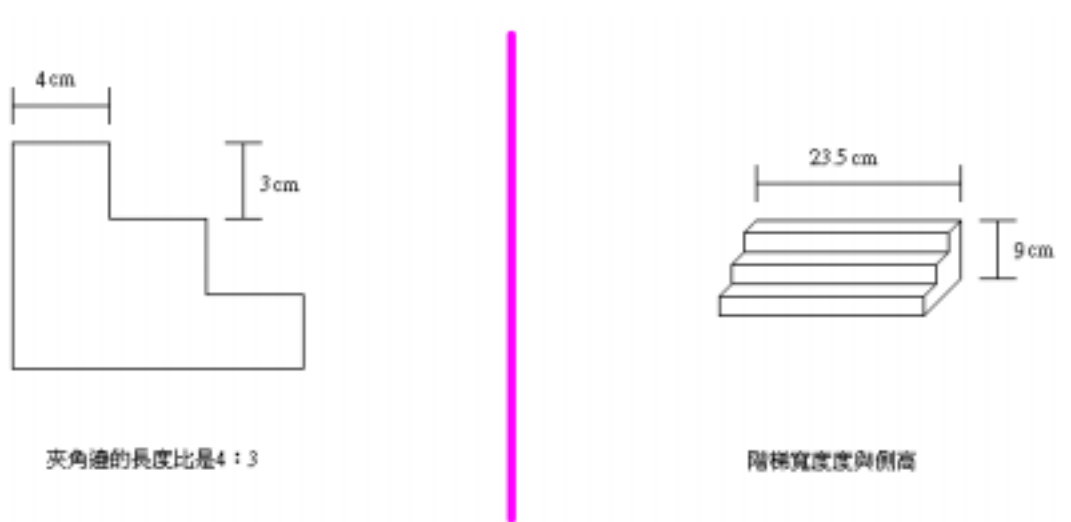
問題一：設計並自製活動階梯。

方法〈一〉：

1. 準備厚 1 公分的木板、螺絲釘、長尺、電鋸。
2. 第一次我們製作底與高 2 比 1 的樓梯，第二次製作兩種不同的樓梯，一種每階樓梯底和的高長度比為 1：3，高度為 2 公分，底長度為 6 公分。另一種想以畢氏定理算出底與高長度比為 4：3，高度為 3 公分，長度為 4 公分。
3. 第三次製作活動階梯可以隨時變化底與高的長度，夾角兩邊接觸的螺絲釘可以活動，並且可以隨時調整斜面長度。
4. 依校園每階梯高為 12 公分，底為 24 公分。



圖一之〈一〉校園第一次底與高長度比 2：1，樓梯模型圖初稿



圖一之〈二〉第二次底與高比 4 : 3，樓梯模型圖

		
圖一之〈三〉第三次活動樓梯模型側面圖	圖一之〈四〉第三次活動樓梯模型正面圖	圖一之〈五〉第三次活動樓梯模型變化圖

結果分析：

最初我們嘗試自己裝釘底與高為 2 : 1 三階樓梯，並以玩具車試爬，但因為在現實生活中 1 : 1 的樓梯斜面短角度高，機器車子十分難爬。所以我們改用 1 : 3 及利用畢氏定理 4 : 3 的底與高，猜測它可能適合傳動履帶爬樓梯車作實驗，但固定這樣的樓梯無法適合每一種爬梯車，因此又再討論設計並製作可活動變化的階梯並實驗。上圖是此三種樓梯的設計圖。

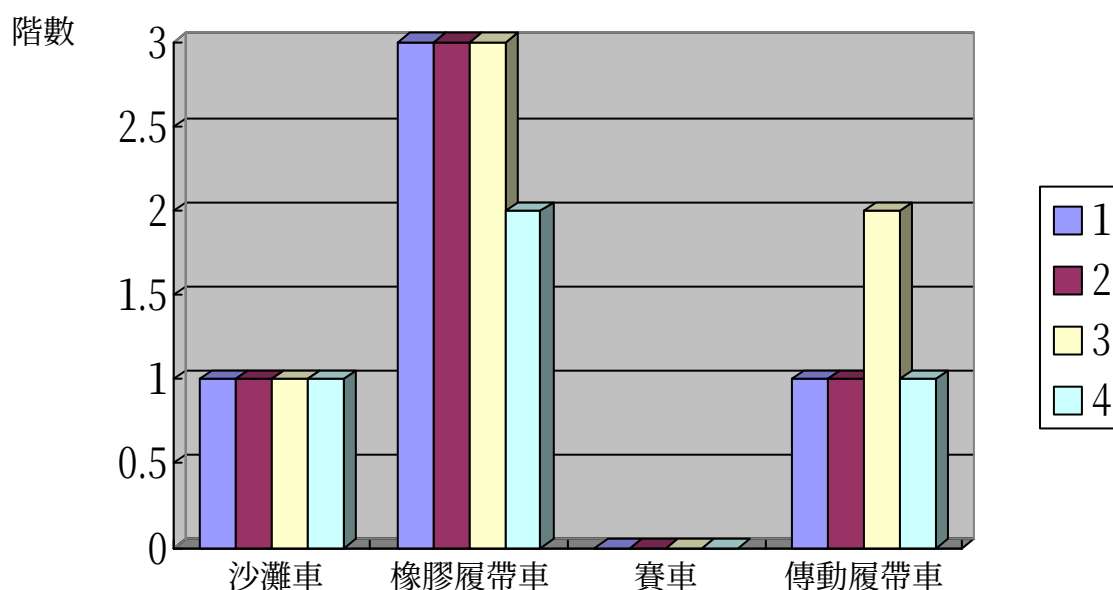
問題二：大小不同的車輪都可以爬梯嗎？

方法（一）：

1. 準備直徑 10 公分的沙灘車、直徑 6.5 公分的橡膠履帶車、直徑 4 公分的賽車及直徑 1.5 公分的傳動履帶車。
2. 以自製活動梯為實驗工具，第一階高 1.5 公分，底 7 公分；第二階高 2.5 公分，底 6 公分；第三階高 2 公分，底 12 公分。
3. 利用 500 瓦白熾燈照在車頂的太陽能版上。
4. 觀察爬上階梯數有多少，並選出對照組以便改造拼裝。

表二之（一）：不同車輪爬梯階數的比較

次數 \ 車輪直徑 階數	沙灘車 10 公分	橡膠履帶車 6.5 公分	賽車 4 公分	傳動履帶車 1.5 公分
1	1	2	0	1
2	1	3	0	1
3	1	3	0	2
4	1	3	0	1



圖二之（一）：四種不同大小車輪爬梯階數的比較

結果分析：

從四種不同大小的車輪試車發現，能夠爬上三階的是有橡膠履帶的車輪。沙灘車輪子雖大但紋路為 V 字形，無法抓緊樓梯。賽車輪子太薄，且抓著力不夠，因此無法上樓梯。傳動履帶車雖可上樓梯，但階梯的底太短，角度太高，當車子接觸到第三階會因重心不穩而向後翻覆。因此我們選擇輪子直徑為 6.5 公分的橡膠履帶車為對照組。

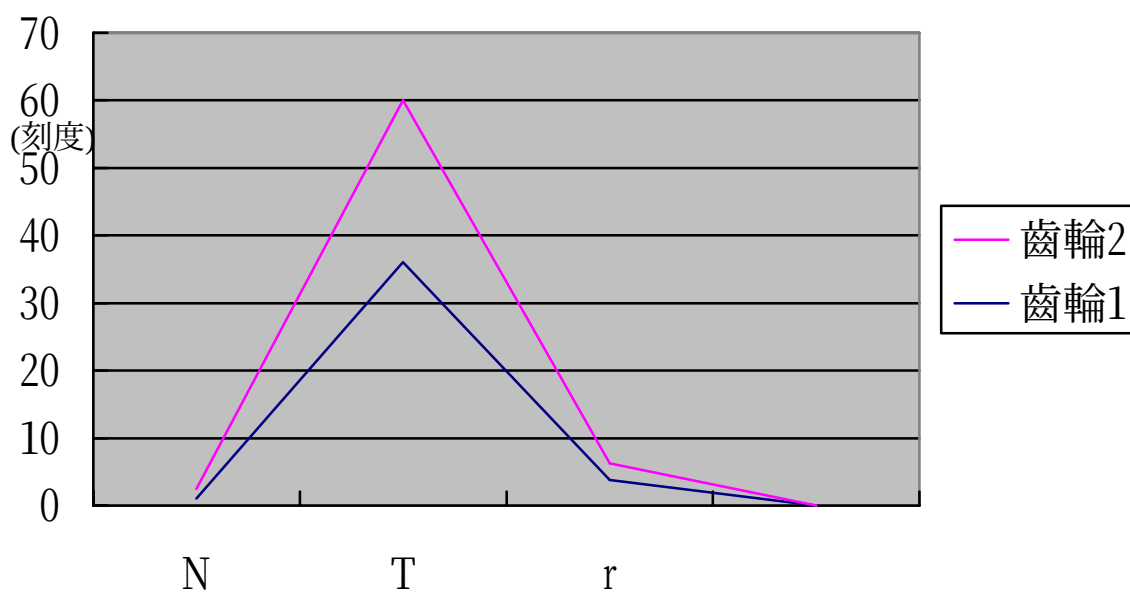
問題三：大小齒輪轉動會影響爬梯車扭力嗎？

方法（一）：

1. 原理：應用槓桿原理大小齒輪轉動次數、齒數、半徑與用力的關係。
2. 利用公式 $N_{大}/N_{小}=T_{小}/T_{大}=r_{小}/r_{大}=F_{大}/F_{小}$ 。
3. 算出搜集來的各種齒輪與用力的關係。

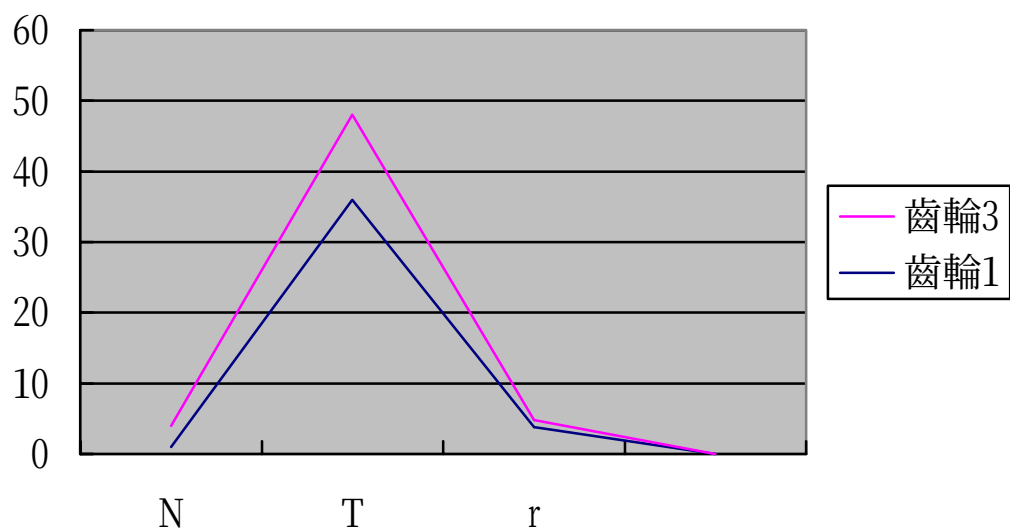
表三之（一）各種齒輪與用力關係表

項目 種類		齒輪轉動的 次數(N)	齒數(T)	半徑(r)公分	用力(F)
A	齒輪 1	1	36	3.8	少
	齒輪 2	1.5	24	2.5	多
B	齒輪 1	1	36	3.8	少
	齒輪 3	3	12	1	多
C	齒輪 2	1	24	2.5	少
	齒輪 3	2	12	1	多



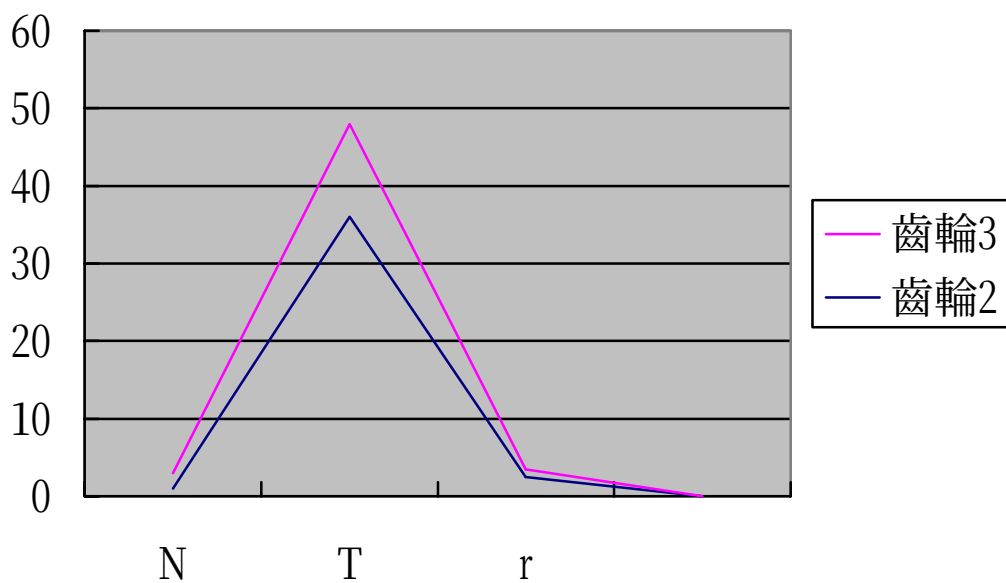
圖一：A 種類齒輪的比較圖

刻度



圖二：B 種類齒輪比較圖

刻度



圖三：C 種類齒輪比較圖

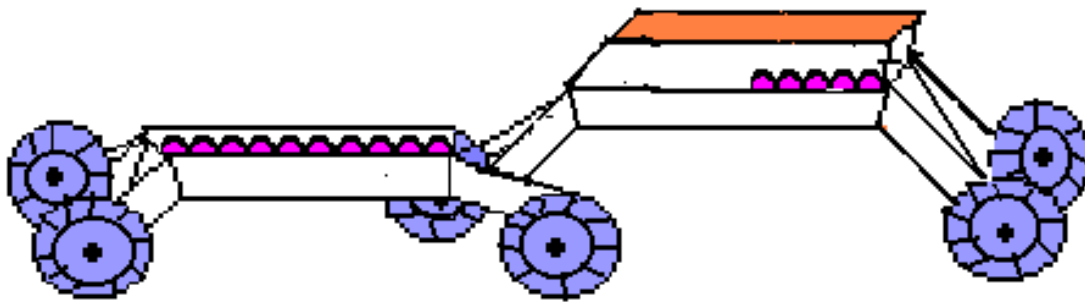
結果分析：

由以上實驗以及圖表數據內容顯示，齒輪越大就會越省力，而齒輪越小就越費力，齒數及半徑越多或越大的齒輪的用力程度就越少。我們發現齒輪越小便越省時，而齒輪越大就越省力。由統計圖表發現，黑色的齒輪都比較大，也比較省力，同理齒輪個數越多扭力越強但較費時。

問題四：設計並自製曲桿六輪爬梯車

方法（一）：

1. 準備六個直徑 6.5 公分的輪子，套上寬 1 公分的橡膠履帶。
2. 馬達 A、B 兩個、齒輪共 16 個、太陽能板 3 伏特。
3. 馬達 A 與光電板為後曲桿，齒輪箱裡齒輪有 5 個，B 馬達在前曲桿，齒輪箱裡齒輪有 10 個，且沒有裝光電板，曲桿輪軸再加上齒輪 1 個。
4. 線路裝配正電是紅色，負電是黑色，兩馬達接線相反，六輪車才能同方向前進。



圖四之（一）曲桿六輪車模型圖。



說明：利用兩台四輪履帶車拼裝成六輪曲桿爬梯車並加上太陽能馬達與晶片利用第二、三種槓桿原理使車爬梯。

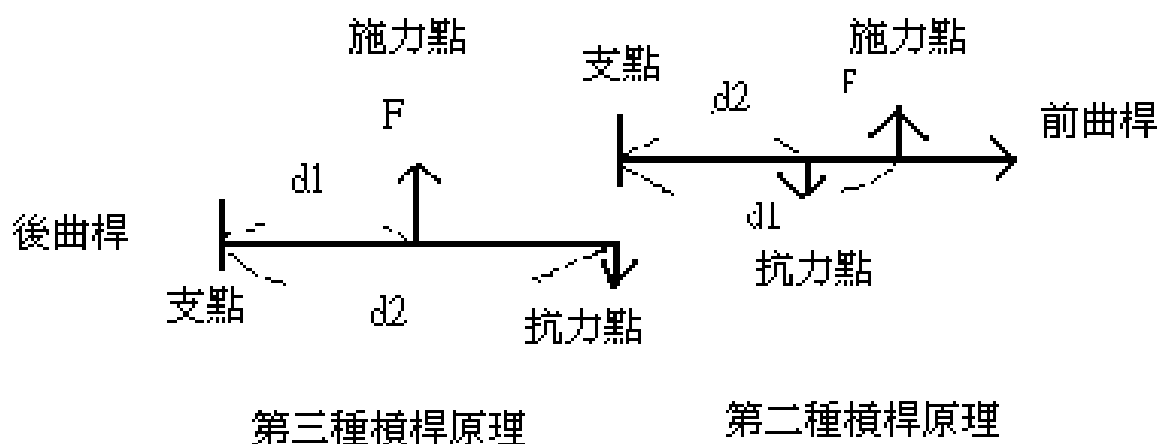
結果分析：

由於問題二試車爬梯，發現橡膠履帶抓著力與爬梯穩定性強，並且齒輪越多，扭力也越強，所以兩台履帶橡膠銜接成六輪曲桿爬梯車，中間兩輪裝輪軸可彎曲提高放下，使之爬梯時，按階梯高度爬上。

問題五：曲桿爬梯車原理的探討與施力。

方法（一）：

- 1.前曲桿利用第二種槓桿原理， $F \times d_1 = W \times d_2$ 力矩 = FW
- 2.支點在與後曲桿銜接處，抗力點、施力點並算出施多少力才能平衡。
- 3.後曲桿利用第三種槓桿原理
- 4.找出支點、抗力點、施力點並算出施多少力才能平衡。



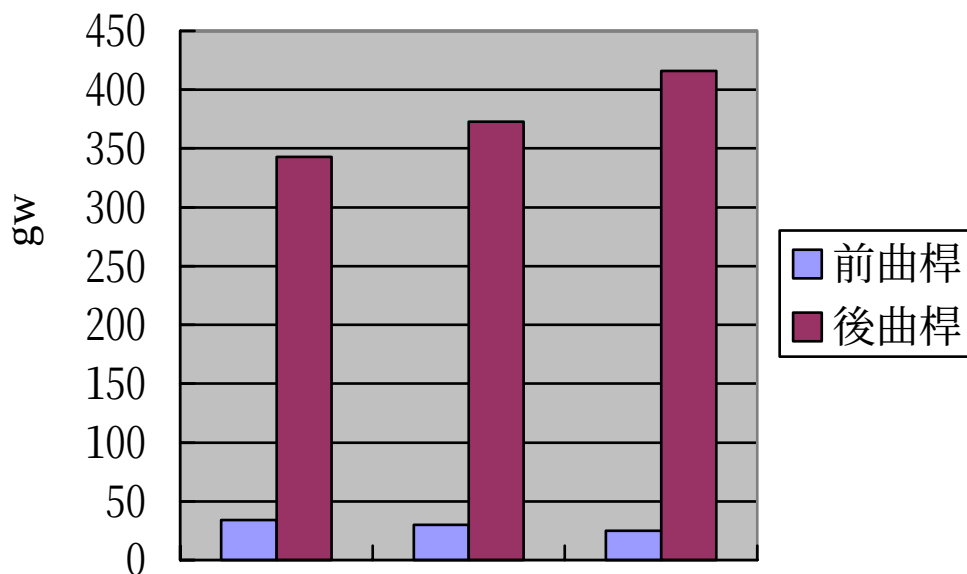
圖五之（一）模擬曲桿六輪車的力圖。

表五之（一）前曲桿施力點在右其施力臂、抗力臂的距離比較。

抗力點 W	施力臂 d1	抗力臂 d2	施力點 F	功能
75g	11cm	5cm	34gw	車子重量相等時，施力臂或抗力臂越短，所施之力越小。
75g	10cm	4cm	30gw	
75g	9cm	3cm	25gw	

表五之（二）後曲桿施力點在中間其施力臂、抗力臂的距離比較。

抗力點 W	施力臂 d1	抗力臂 d2	施力點 F	功能
160g	7cm	15cm	343gw	後曲桿車子重量相等時，施力臂或抗力臂越小，所施的力越大。
160g	6cm	14cm	373gw	
160g	5cm	13cm	416gw	



圖五之（二）前曲桿與後曲桿施力關係圖

結果分析：

前曲桿合乎第二種槓桿省力費時，後曲桿合乎第三種槓桿費力省時，兩者合併，六輪曲桿車爬梯時，既可省力又可省時。

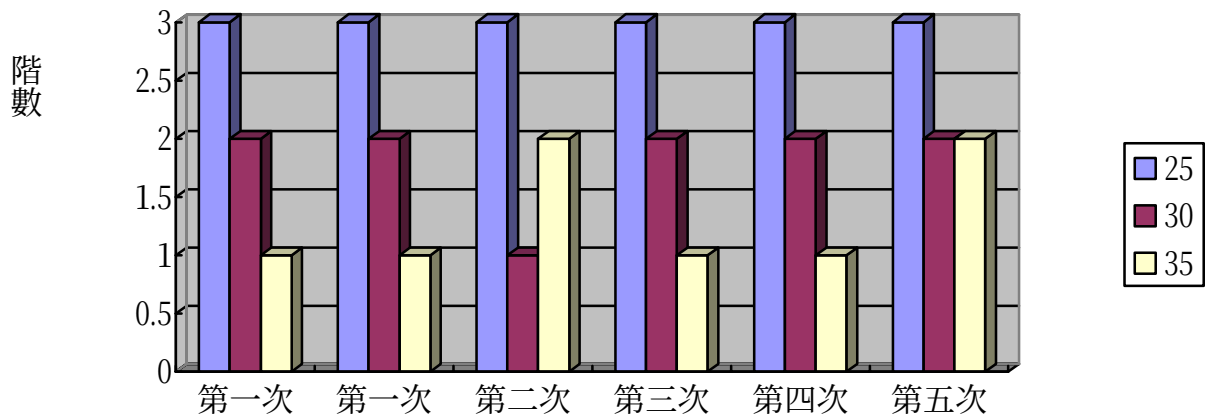
問題六：斜面角度越小越能省力嗎？

方法（一）：利用斜面原理

1. 模擬校園階梯以三階活動階梯調至斜面底 30 公分，斜面高分別為 12 公分、15 公分、18 公分，斜面底與斜面長用量角器量出來角分別是 25 度 30 度、35 度。
2. 利用斜面原理將曲桿六輪車的兩端當成人的腳膝蓋關節，把力量推向前曲桿使車前進。

表六之（一）：曲桿六輪車爬梯斜面的角度與上階的測試

曲桿 角度	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次
25 度	3	3	3	3	3
30 度	2	2	1	2	2
35 度	1	1	2	1	2



圖六之（一）曲桿六輪爬梯車上階梯數統計圖

結果分析：

斜面的角度越小（即斜面越緩）越費力，角度越大越爬不上去所以斜面的角度越小越能省力，曲桿履帶車輪就好像手臂一樣可攀爬，可以替代人力。既省力又省時。

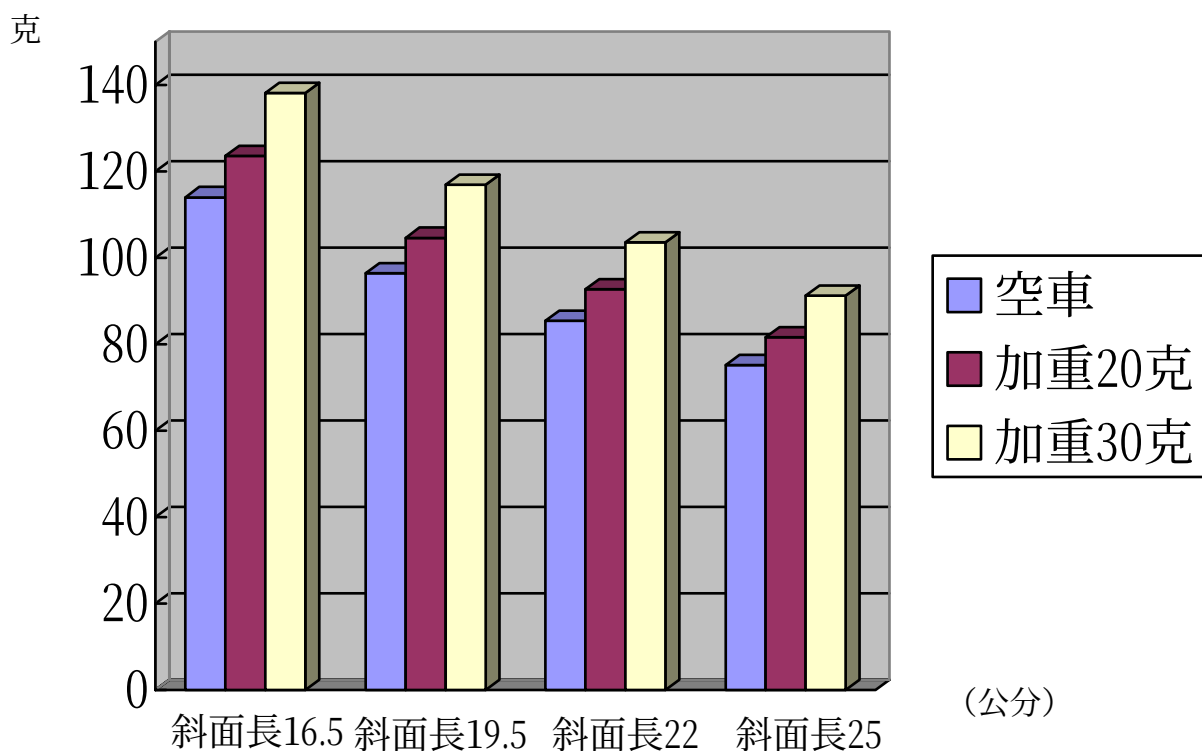
問題七：階梯斜面長、高和爬梯車重量其最大靜摩擦力的關係。

方法〈一〉：

1. 在天秤上秤出曲桿六輪爬梯車的重量為 235 克。
2. 將車體分別加重 20 克、30 克時，在同一高度 8 公分長活動梯使成為斜面長 16.5 公分〈底 12 公分〉、斜面長 19.5 公分〈底 15 公分〉、斜面長 22 公分〈底 18 公分〉及斜面長 25 公分〈底 20 公分〉。
3. 求最大靜摩擦力＝斜面高/斜面長×物重〈W〉

表七之〈一〉階梯高同為 8 公分時，六輪車加重後最大靜摩擦力

最大靜 車載重量	斜面長	A	B	C	D
		底 12 公分 斜面長 16.5 公分	底 15 公分 斜面長 19.5 公分	底 18 公分 斜面長 22 公分	底 20 公分 斜面長 25 公分
空車	235 克	114 克	96.4 克	85.4 克	75.2 克
加重 20 克	255 克	123.6 克	104.6 克	92.7 克	81.6 克
加重 30 克	285 克	138.1 克	116.9 克	103.6 克	91.2 克



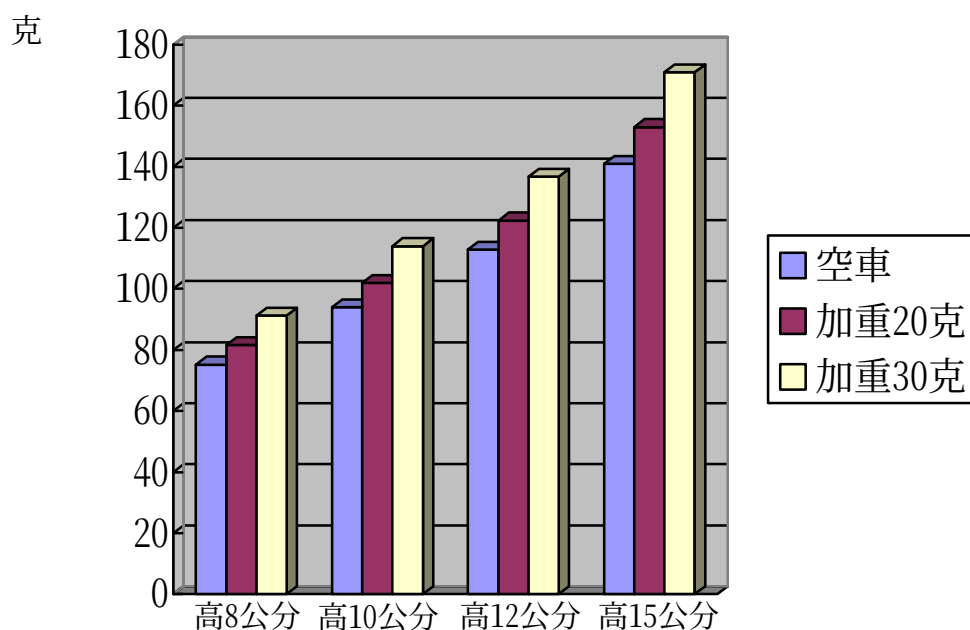
圖七之〈一〉階梯高同為 8 公分時，六輪車加重後最大靜摩擦力之比較圖。

方法〈二〉：

1. 調整活動樓梯使其斜面長相同為 25 公分，變化其高分別為 8 公分、10 公分、12 公分及 15 公分。
2. 加重 20 克、30 克時，求最大靜摩擦力。

表七之〈二〉：階梯底長相同時，高度不同，加重後最大靜摩擦力。

斜面板 最大靜 車載重量 摩擦力	斜面長			
	A	B	C	D
	高 8 公分 底 20 公分	高 10 公分 底 22 公分	高 12 公分 底 21 公分	高 15 公分 底 19 公分
空車	235 克	75.2 克	94 克	112.8 克
加重 20 克	255 克	81.6 克	102 克	122.4 克
加重 30 克	285 克	91.2 克	114 克	136.8 克



圖七之〈二〉統計圖斜面長相等，高不同時，加重後最大靜摩擦力之比較圖。

結果分析：

曲桿六輪車在同為 8 公分高的階梯上爬斜面越長其最大靜摩擦力越小，重量越重其最大靜摩擦力越大。斜面長相等時，階梯越高，其最大靜摩擦力越大，重量越重其最大靜摩擦力也越大。

問題八：車輪紋路摩擦力會影響爬梯車的運動嗎？

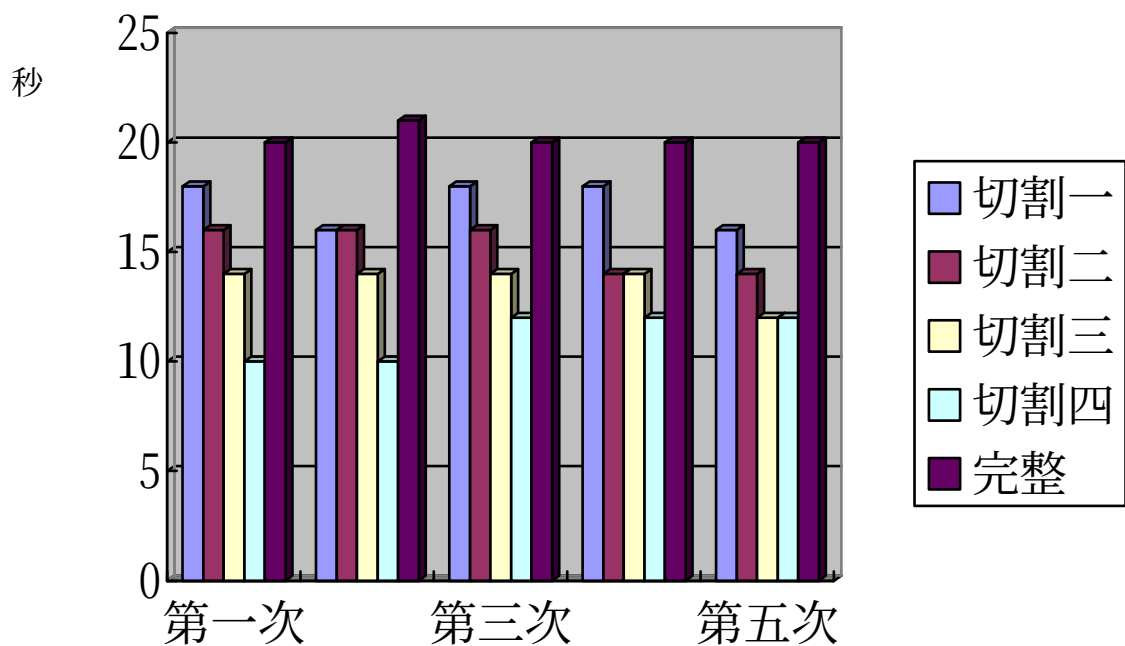
方法（一）：

1. 橡膠材質不變，每間隔一切掉一個，使其接觸面而減少。
2. 依相同方法每間隔一個切掉二個、三個、四個，使其接觸面越來越少。
3. 以高 8 公分底 20 公分的三階階梯實驗並紀錄爬上階梯的階數。
4. 室內以 500 瓦白熾燈照在曲桿爬梯車的 3 伏特光電板上。

表八之（一）：不同紋路的輪胎爬梯階數與時間

階數 時間 次數	紋路	切割一	切割二	切割三	切割四	完整
第一次		3 階/18 秒	3 階/16 秒	3 階/14 秒	2 階/10 秒	3 階/20 秒
第二次		2 階/16 秒	3 階/16 秒	3 階/14 秒	2 階/10 秒	3 階/21 秒
第三次		3 階/18 秒	3 階/16 秒	3 階/14 秒	3 階/12 秒	3 階/20 秒
第四次		3 階/18 秒	2 階/14 秒	3 階/14 秒	3 階/12 秒	3 階/20 秒

第五次	2 階/16 秒	2 階/14 秒	2 階/12 秒	3 階/12 秒	3 階/20 秒
平均	3 階/18 秒	3 階/16 秒	3 階/14 秒	3 階/12 秒	3 階/20 秒



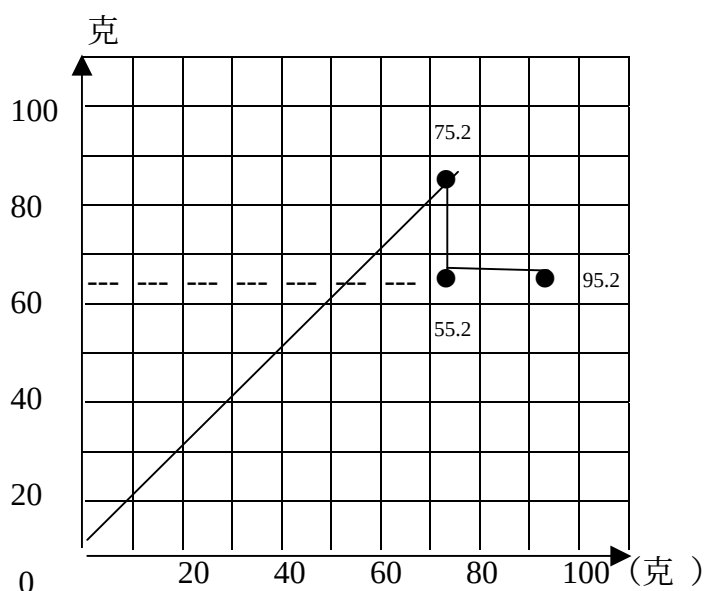
圖八之（一）：不同紋路輪胎爬梯階數與時間比較圖。

方法（二）：

1. 高 8 公分底 20 公分，斜面長度 25 公分的三種重量 235 克、255 克、285 克時（根據問題七），其最大靜摩擦力點分別為 75.2 克、81.6 克、91.2 克。
2. 設計 1 公分方格紙畫出最大靜摩擦力點，並從上面的數據算出動摩擦力，使物體開始啟動需多少的力。

表八之（二）：曲桿六輪爬梯車摩擦力與外力。

斜 面 長 摩 擦 外 力 重 量	斜面長 25 公分 階梯高 8 公分		
	外力 gw	摩擦力 gw	靜摩擦力
235 克	95.2 克	55.2 克	75.2 克
255 克	101.6 克	61.6 克	81.6 克
285 克	111.2 克	71.2 克	91.2 克



圖八之（二）：曲桿爬梯車的外力和摩擦力關係圖。

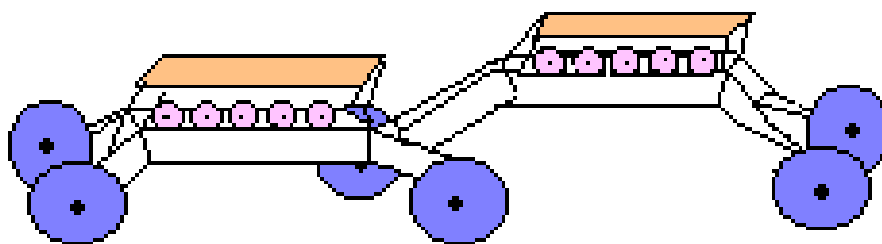
結果分析：

輪胎紋路在木板的階梯上爬梯速度慢，並且以完整的橡膠履帶最慢，但可以爬上三階，若材質粗最大靜摩擦力就越大，間隔四的紋路行進較快但爬梯時的抓著力較差，爬梯車以安全穩定較好，所以馬力不可太強，衝的太快。動摩擦力是車子在運動中，接觸面所產生的摩擦力，經畫過關係圖得到的結果發現，外力比摩擦力大，欲始曲桿六輪車啟動，其外力至少與靜摩擦力相同。

問題九：製造實用曲桿爬梯車，曲桿結構與階梯的關係。

方法（一）：

1. 原理：利用曲桿原理（第二種槓桿原理與第三種槓桿原理綜合）。
2. 公式： $F \times d_1 = W \times d_2$
3. 準備履帶輪子 6 個（直徑 4 公分）、曲桿 2 組、齒輪 20 個（每一個曲桿有 10 個齒輪）、太陽能晶片 4 片、腳開關 1 個、馬達 2 個和電線數條等。
4. 對照組曲桿車前曲桿車長 15 公分〈施力臂〉，後曲桿車長 15 公分〈抗力臂〉，馬達兩個。
5. 在活動梯作五次實驗，每次階梯高度增加二公分，並以八公分高的施力為對照組，找出進行中的支點並觀察爬梯時施力臂與抗力臂長短。
6. 中間銜接處打三個軸心讓前曲桿可依階梯高度調整。



圖九之（一）：利用曲桿原理的爬梯車

表九之（一）：重量與施力相同時在不同高度的階梯曲桿車力矩的變化

階梯高度	前車第二種槓桿 後車第三種槓桿 $F \times d1 = W \times d2$	施力臂 d1	抗力臂 d2	施力點 F	爬梯階數
8 公分	前曲桿車	7.5 公分	5 公分	50 克	3
	後曲桿車	7.5 公分	15 公分	320 克	
10 公分	前曲桿車	12.5 公分	8.3 公分	50 克	3
	後曲桿車	5 公分	10 公分	320 克	
12 公分	前曲桿車	15 公分	10 公分	50 克	2
	後曲桿車	3.75 公分	7.5 公分	320 克	

結果分析：

以對照組曲桿六輪車作實驗，階梯高 8 公分 10 公分的階梯都可以順利爬上三階，高 12 公分的階梯會卡到中間，所以在同樣重量與施力下，它的施力臂與抗力臂前曲桿車會逐漸增加，後曲桿車會逐漸減少。隨著階梯的高低而調整抗力臂的長度使其支點的位置也會隨著移動，中間支點處打三個軸洞以便調整。

陸、研究結果

- 一、最初我們嘗試自己裝釘底與高為 2：1 三階樓梯，並以玩具車試爬。以三階活動梯作為實驗的工具，活動階梯可以變化各種不同高度的階梯，使用起來非常方便，不必再製作太多種固定的階梯模型。
- 二、從四種不同大小的車輪試車發現，能夠爬上三階的是有橡膠履帶的車輪。沙灘車輪子雖大但紋路為 V 字形，無法抓緊樓梯。賽車輪子太薄，且抓著力不夠，因此無法上樓梯。傳動履帶車雖可上樓梯，但階梯的底太短，角度太高，當車子接觸到第三階會因重心不穩而向後翻覆。因此我們選擇輪子直徑為 6.5 公分的橡膠履帶車為對照組。
- 三、齒輪越大就會越省力，而齒輪越小就越費力，齒數及半徑越多或越大的齒輪的用力程度就越少。我們發現齒輪越小便越省時，齒輪越大就越省力，齒輪個數越多，扭力就越強。

- 四、由於問題二試車爬梯，發現橡膠履帶抓著力與爬梯穩定性強，所以兩台履帶橡膠銜接成六輪曲桿爬梯車，中間兩輪裝輪軸可彎曲提高放下，使之爬梯時，按階梯高度爬上。
- 五、前曲桿合乎第二種槓桿省力費時，後曲桿合乎第三種槓桿費力省時，了解力矩和等於零，也就是正力矩和負力矩相等，槓桿即達平衡。兩者合併，六輪曲桿車爬梯時，既可省力又可省時，並且可以在不同地形上行進。
- 六、斜面的角度越小（即斜面越緩）越費力，角度越大越爬不上去所以斜面的角度越小越能省力，曲桿履帶車輪就好像手臂一樣可攀爬，可以替代人力。既省力又省時。
- 七、曲桿六輪車在同為 8 公分高的階梯上爬斜面越長其最大靜摩擦力越小，重量越重其最大靜摩擦力越大。斜面長相等時，階梯越高，其最大靜摩擦力越大，重量越重其最大靜摩擦力也越大。
- 八、輪胎紋路在木板的階梯上爬梯速度慢，並且以完整的橡膠履帶最慢，但可以爬上三階，若材質粗最大靜摩擦力就越大，間隔四的齒輪行進較快但爬梯時的抓著力較差，爬梯車以安全穩定較好，所以馬力不可太強，衝的太快。動摩擦力是車子在運動中，接觸面所產生的摩擦力，經畫過關係圖得到的結果發現，外力比摩擦力大，欲始曲桿六輪車啟動，其外力至少與靜摩擦力相同。
- 九、以對照組曲桿六輪車作實驗，階梯高 8 公分 10 公分的階梯都可以順利爬上三階，高 12 公分及 15 公分的階梯會卡到中間，所以它的抗力臂應再往後移 1 公分到 2 公分。隨著階梯的高低而調整抗力臂的長度。而其支點的位置也會隨著移動。

柒、討論與結論

- 一、為了室內實驗方便，因此製作活動樓梯。可隨著調整高低、形狀。形成不同的樓梯模型。依據斜面原理可算出物體行進中的最大靜摩擦力、動摩擦力及外力。其功能能使爬梯車做多次的實驗，得到更準確的數據以便拼裝改造成車體的結構，實用在日常生活的樓梯中。
- 二、利用第二、三種的槓桿原理，應用到曲桿結構的爬梯車。採用兩台四輪車結合銜接成六輪曲桿車，既省時又省力。也可以隨著階梯的高低調整其支點、施力點及抗力點。並發現抗力臂的長短和階梯的關係密切。
- 三、在實驗中發現爬梯車最重要的是穩定性及安全性。若使用馬力太大的傳統電池，衝力太大，可能造成翻車。所以，我們選擇穩定性及安全性較強的太陽能晶片，一方面方便隨時在陽光底下便能操作，另一方面達到環保及節約能源的目的。
- 四、從實驗中得知齒輪越大或個數越多則越省力，扭力也越大。前曲桿所用的齒輪為後曲桿的兩倍，加上 3 伏特的太陽能電力就可以順利爬上階梯。
- 五、曲桿六輪車後曲桿的支點在後輪，施力點在馬達處〈重心〉，抗力點在中輪，前曲桿的支點在中輪施力點在馬達前方，抗力點在馬達後方。了解力矩和等於零，也就是正力矩和負力矩相等，槓桿即達平衡，加上後作用力使前輪往陡峭的階梯壁上攀爬，非常有趣！
- 六、選擇有履帶的輪子是為了了解車子爬梯時的抓著力及摩擦力。發現沒有履帶的沙灘車連高 1 公分的階梯上不去。從實驗中發現，階梯斜面長度越長，摩擦力越小。可是越高或越重，摩擦力就越大。動摩擦力比靜摩擦力小，外力比動摩擦力大。
- 七、從問題九得知曲桿六輪車的抗力臂一定要比階梯的高度長 $>$ 或 $= 1/2$ 。所以在結構上可按照比例製造更適合一般樓梯的高度。讓手持重物及殘障人士有個代步的工具。

捌、參考資料

作者	書名	出版社	出版年份	出版地
郭治 方單群	動手動腦學物理（一）力學	兼兼出版社	1991 年 2 月	台北市
Dr. 毛	運動機械學—摩擦力	http://www.erobot.com.tw	2000 年	台北市
楊明輝	大眾科學實驗	祥新出版社	1986 年 12 月 27 日	台北市
鄭文弘	科學圖書館	圖文出版社	1985 年 6 月	台北市
鄒紀萬	科學才藝教室 10	時報文化	1987 年 4 月 15 日	台北市
Dr. 毛	機器人	http://www.erobot.com.tw	2001 年 4 月 30 日	機器人學院
Dr. 毛	爬樓梯機器人	http://www.erobot.com.tw	2001 年 4 月 30 日	機器人學院
Dr. 毛	槓桿原理	http://www.erobot.com.tw	2000 年	機器人學院
Dr. 毛	最小的步行機器人	http://www.erobot.com.tw	2000 年	機器人學院
美國太 空總署	錄影帶~LIVE FROM...OTHER WORLDS	THE PLANETARY SOCIETY	1994 年 1 月 26 日	NASA

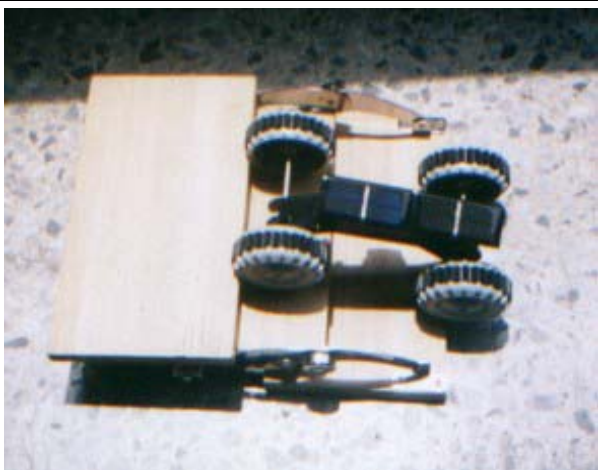
玖、附錄神奇大力士爬梯車的活動照片



時間：90/9/27 地點：117 教室
說明：我們正在討論哪幾種車輪可以攀爬上梯



時間：90/10/15 地點：地下室
說明：我們正在製作活動爬梯，磨木板。



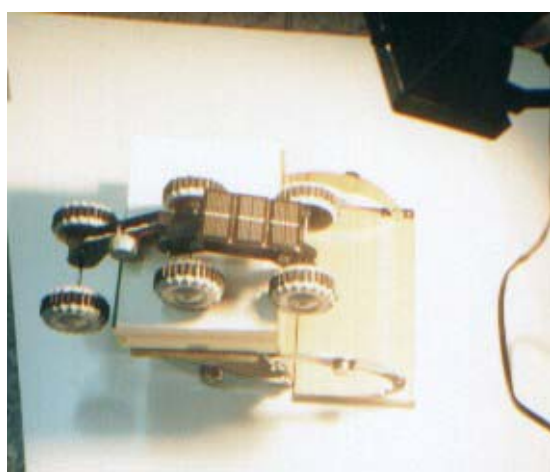
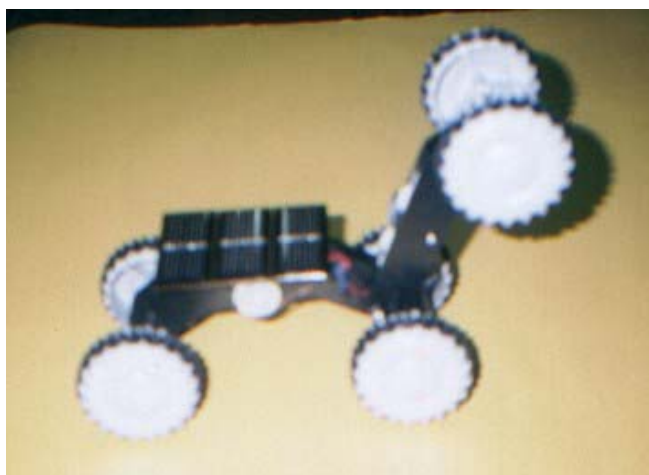
時間：91/11/14 地點：117 教室
說明：四輪履帶車帶動爬梯，可以考慮。

時間：91/11/16 地點：117 教室
說明：以傳動履帶車試爬，履帶有抓著力。



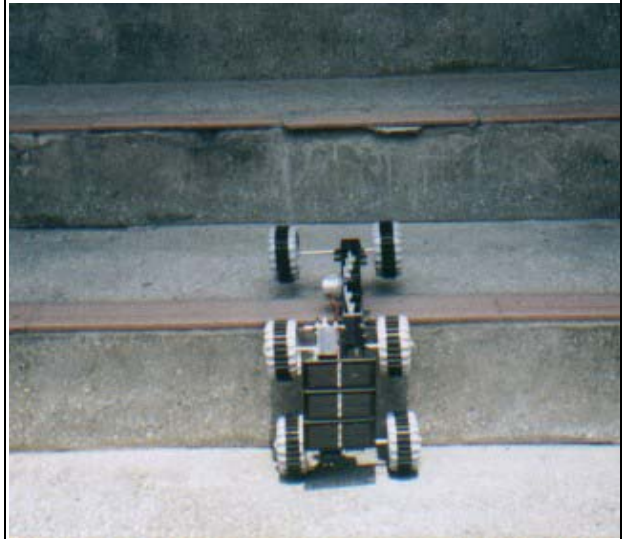
時間：91/11/16 地點：地下室
說明：我們以大輪子的沙灘車試爬階梯，雖高度只有二公分也爬不上去。

時間：91/11/20 地點：117 教室
說明：為了想知道齒輪大小與個數對扭力的關係以智高玩具模型實驗。



時間：91/12/15 地點：117 教室
說明：我們把兩台四輪履帶車改裝成六輪曲桿爬梯車，並採用環保電池太陽能晶片。

時間：91/12/25 地點：117 教室
說明：我們正在用照燈試車，活動梯一階高 10 公分，曲桿車爬上去了。



時間：92/3/15 地點：教室外
說明：在自然陽光下曲桿車也能爬上階梯。

時間：92/3/15 地點：校園階梯
說明：在校園階梯試車調整支點與力矩。



時間：92/3/15 地點：校園階梯
說明：校園樓梯實驗，曲桿車的抗力臂要加長。

時間：92/3/28 地點：117 教室走廊
說明：以樓梯模型，讓六輪曲桿車再爬看看。

評語

這是一個值得鼓勵的設計，結合了太陽能的幫助，在實用上，設計了一個體貼又環保的曲桿車。在問答時，大家都十分驕傲自己的設計，同時曲桿車的操作也十分平順，這兩點是最可喜及鼓勵的。