

彈不回來的四輪車— 用新設計實驗車探討碰撞問題

高小組物理科第三名

高雄市光華國民小學

作者：周虹妙、梁懷文、林奕呈、林鈺偉
指導教師：王毅勤、許淑貞

一、研究動機

在自然科學“四輪車與小山坡”單元裡，我們知道車子在下坡路段由於車速快煞車失靈，往往造成車禍主要原因；近來我們又常在報紙上看到砂石車肇禍死傷慘重的消息，令人怵目驚心，為什麼砂石車會成為車禍的“第一殺手”呢？這個問題使我們聯想到車子行進速度和車子碰撞……等一連串問題，引起我們研究興趣。

二、研究目的

1. 探討影響車子速度原因。
2. 研究影響木塊被推動的距離的原因。
3. 研究車子碰撞的能量損耗情形。

三、研究器材

1. 特製四輪車：自己設計製造，長 28 公分，寬 23 公分，高 27 公分，重 1200 克，前有緩衝板，以方便碰撞實驗進行。車上有 4 根固定柱子，柱上附有掛勾，使車子可依固定式和振動式兩種方式加掛質量—以螺帽代替。
2. 斜面板：玻璃板長 123 公分，寬 42 公分，附有軌道。
3. 木塊 300 克砝碼，螺帽每個 20 克，馬錶、布尺、橡皮筋。

四、研究過程

這輛實驗車，可用兩種不同方式加掛質量。一為固定式置放方法，把螺帽套在車上筆桿上固定不動。一為振動式懸掛方式把螺帽用橡皮筋綁緊掛在車上木柱上的掛勾上。我們先利用固定式置放螺帽進行基本研究，以確實這實驗車是否具有以往四輪車的功能，接著再分別以固定式和振動式兩種方式相互比較進行進一

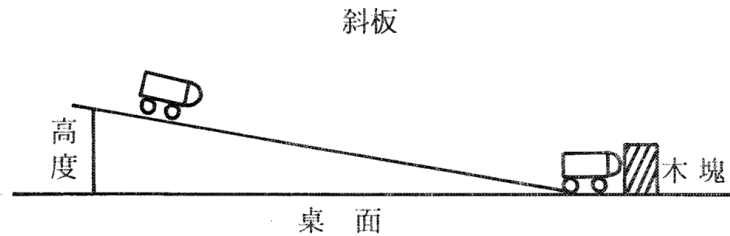
步主題研究，深入探討碰撞問題。

△實驗注意事項：

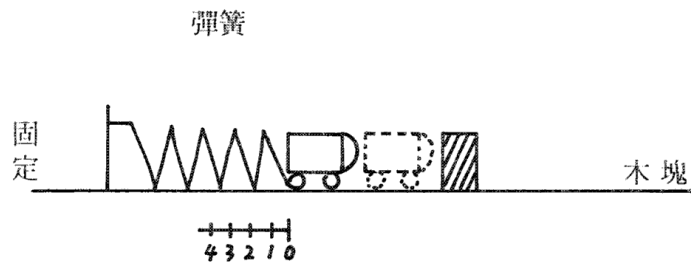
1. 實驗數值都是做五次或十次，以求平均值，較為客觀正確。
2. 車子行進或碰撞均走直線，方木塊必須正撞，否則均不予測量。

△實驗器材裝置：

A. 斜面板裝置：



B. 彈簧推動器裝置：



基本研究：

研究一、斜面板的高度會影響木塊被推動的距離嗎！

方法：①車子另加 16 個螺帽重 320g 固定在筆桿上總重 1520g。

②車子滑行斜板距離為 123 公分。

③固定斜板長 123 公分，依次改變斜板高度為 4.8 公分，7.2 公分，9.6 公分。

④記錄车子在斜板滑行時間，計算车子在斜板上滑行的平均速度。

⑤木塊置於斜板末端，距離一個車身長，车子由斜板下滑後，撞擊木塊，推動一段距離後停住，記錄木塊被推動之距離。

結果：

斜板高度	車子滑行平均速度(公分/秒)	木塊被推動距離(公分)
4.8 公分	36.1	6.9
7.2 公分	49.0	23.9
9.6 公分	57.5	36.2

發現：斜面板高度愈大车子在斜板上滑行速度愈快，木塊被推動距離愈

遠。

結論：坡度愈陡，下滑速度愈快，車子愈難刹住。

研究二、車子的質量會影響木塊被推動距離嗎？

方法：①斜面高度（4.8公分）斜面長度（123公分）木塊重（300g）固定不變，而將車上分別截重16個螺帽（320g），32個螺帽（640g），48個螺帽（960g）以改變車子的質量，螺帽加以固定平均分配在車子上8根筆桿上。

②記錄車子在斜板上滑行時間和木塊被推動距離。

結果：

車子質量	車子滑行平均速度(公分/秒)	木塊被推動距離(公分)
加16個螺帽	36.1	6.9
32個螺帽	36.3	7.6
48個螺帽	36.4	9.6

發現：①車子質量改變對車子的速度影響不大。

②車子質量愈大，方木塊被推動距離較遠。

結論：車子質量愈大，越難停住。

研究三、方木塊愈重，被推動的距離愈近嗎？

方法：①斜面高度（4.8公分），斜面長度（123公分），車子質量（1520g）固定不變，而將木塊分別加重500g、1000g的砝碼重。

②測量木塊被推動距離。

結果：

方木塊的質量(g)	木塊被推動距離(公分)
300g	6.9
800g	2.3
1300g	1.2

發現：方木塊愈重，被車子推動距離愈小。

結論：木塊愈重，阻力愈大，越容易把車子擋住。

做完以上斜面裝置實驗後，我們發覺到車子經過斜面長距離滑行後，才碰撞木塊較易發生撞擊角度的偏差，而且長距離滑行難免因面跟輪軸等摩擦損耗車子能量也不易控制，所以我們改用彈簧推動器裝置來研究。

研究四、彈簧壓縮量會影響車速和方木塊被推動距離嗎？

方法：①車子質量為1520g。

②先在車子自由前進不撞擊木塊的情況下，測量車子出發到停止的距離和時間，計算車子平均速度。

③再把木塊置放離車子一個車身長測量木塊被推動距離。

結果：

彈簧壓縮量	車子平均速度(公分/秒)	木塊被推動距離(公分)
2cm	30.7	3.1
3cm	46.2	11.9
4cm	64.2	18.1

發現：彈簧壓縮量愈大，車子速度愈快，方木塊被推動距離愈遠。

研究五、用彈簧推動器車子質量會影響方木塊被推動的距離嗎？

方法：①改變車子質量分別載重 16 個、32 個、48 個螺帽固定在筆桿上來實驗。

②測量方木塊被推動距離。

結果：

彈簧壓縮量	項目		車子平均速度(公分/秒)			木塊被推動距離(公分)		
	車子質量		16 個重	32 個重	48 個重	16 個重	32 個重	48 個重
2cm			30.7	26.4	21.1	3.1	3.6	4.2
3cm			46.2	37.1	31.2	11.9	12.9	15.4
4cm			64.2	49.2	42.7	18.1	20.1	25.3

發現：彈簧壓縮量固定時，車子質量愈大，木塊被推動的距離愈遠，但車速卻因車子質量大反而減慢。

結果：在斜面板裝置實驗中，車速不因車子質量改變有明顯變化。在彈簧推動器實驗中，車子質量愈大，車速卻愈慢。

研究六、用彈簧推動器時，木塊愈重，被推動的距離愈近嗎？

方法：①木塊分別加重為 800g、1300g。

②車子重 1520g。

③測量木塊被推動距離。

結果：

彈簧壓縮量	項目			
	推動距離 m	300g	800g	1300g
4cm		18.1	7.7	5.4

發現：木塊愈重被推動距離愈近。

基本研究結果和討論：

- ①增加斜板高度，或彈簧壓縮量，可以使車速變快。
- ②在斜面板上車子質量大小對車速影響不大，使用彈簧推動器時車子質量愈大，車速反而減慢。
- ③在斜面板和彈簧推動器實驗中車子質量愈大，車子越難停，煞車距離也愈長。
- ④砂石車載重愈重，當車速愈快時，愈難煞住，是肇禍主因。
- ⑤木塊愈重阻力愈大，越容易把車子擋住，所以在路邊築有水泥矮牆或安全島設計，萬一汽車不幸撞上，可以避免發生危險。

主題研究：

前面基本研究顯示這輛實驗車以固定式加掛螺帽質量時，與以往四輪車有一致的結果。如果我們將固定式置放方式改為振動懸掛方式，以碰撞木塊來做實驗，這種振動式懸掛螺帽方式是否會損耗車子較大能量呢？因此我們進一步又做了以下實驗。

研究一、車子載重物品固定或振動會影響車速和方木塊被推動距離嗎？

(1)斜板裝置：

方法：①將車子固定 16 個螺帽拆除，而改為把 16 個、32 個、48 個螺帽用一條橡皮筋各綁 1 個、2 個、3 個後懸掛在掛勾上。斜面高度（4.8 公分）斜面長度（123 公分）方木塊質量 300g，車子質量為 1200g 均固定不變。

②測量在斜板上滑行時間和木塊被推動距離。

③觀察螺帽振動情形。

結果：

項目 車子 形式	車子 質量			木塊被推動距離(公分)			螺帽振動情形
	16 個	32 個	48 個	16 個	32 個	48 個	
固定式	36.1	36.3	36.4	6.9	7.6	9.6	固定不動
振動式	30.9	31.2	31.4	5.0	7.0	8.4	搖晃不定

(2)彈簧推動器裝置：

方法：①車上螺帽懸掛方式如斜板裝置，方木塊質量 300g，車子質量為 1200g 均固定不變。

②彈簧壓縮量為 4 公分。

③車子平均速度和木塊被推動距離的測量方法如基本研究四、

結果：

形式	項目 車子 質量	車子平均速度(公分/秒)			木塊被推動距離(公分)			螺帽振動情形
		16 個	32 個	48 個	16 個	32 個	48 個	
固定式		64.2	49.7	42.7	18.1	20.1	25.3	固定不動
振動式		42.8	36.9	35.3	16.1	16.7	23.5	懸掛 16 個時振動最大， 依次減少。

發 現：①螺帽放置會振動比螺帽固定時，車速明顯減少方木塊被推動的距離較近。

②當用一條橡皮筋綁 2 個或 3 個螺帽時，振動程度較弱。

③用橡皮筋綁住螺帽，當車子行走時螺帽搖晃不定，尤其撞擊木塊時更厲害。

結 論：車子在行進時載重物品如果搖晃或振動會消耗車子的能量。

研究二、探討車子撞擊牆壁後發生變化。

方 法：①在車子前端 50 公分處，放置一重箱，用力重重壓住箱子使箱子固定不動。

②彈簧壓縮量為 4 公分。

③螺帽放置方式，一為螺帽固定套在車上原子筆桿上，另一用一條橡皮筋綁住螺帽掛在車子掛勾上。

④測量車子碰撞重箱後，車子反彈的距離。

結 果：

車 子 質 量	項目 車子 反彈距離	固 定 式	懸 掛 式
		加掛 16 個螺帽	50 公分
加掛 32 個螺帽	50 公分	0.8 公分	
加掛 48 個螺帽	12 公分	0.3 公分	

發 現：螺帽固定放置時，車子撞擊重箱時，反彈距離大。螺帽用懸掛式掛在掛勾上，車子撞擊重箱，螺帽振動激烈，此時車子幾乎不反彈，或反彈距離小。




推 測：車子撞擊後，懸掛式的螺帽激烈振動，使得一部份的動能轉換成熱能，逸失在空氣中，損耗車子行走的功能。

研究三、測量橡皮筋的彈性

方 法：①選用甲、乙二條橡皮筋，分別測出橡皮筋的彈性。

②砝碼為 20g 掛勾式。

結 果：

方式	橡皮筋 增長量 (cm)	砝碼					結 果
		40g	60g	80g	100g	120g	
一條橡皮筋		0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	20g/0.5cm
二條橡皮筋(並聯)		0.25	0.5	0.75	1.0	1.25	20g/0.25cm
三條橡皮筋(串聯)		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	20g/1cm

發 現：二條橡皮筋並聯時比一條橡皮筋彈性較強。

二條橡皮筋串聯時比一條橡皮筋彈性較弱。

研究四、橡皮筋彈性大小會影響車子碰撞牆壁反彈距離嗎？

方 法：①在車子前端 50 公尺處，放置一重箱，並重壓使其固定不動。




②車子加掛 16 個螺帽，懸掛方式分別為（並聯），串聯掛在掛勾上。

③彈簧在壓縮量為 4 cm。

④測量車子反彈距離。

⑤觀察螺帽振動情形。

結果：

橡皮筋綁螺帽方式	車 子 反 彈 距 離	螺 帽 振 動 情 形
 (一條)	2.7 公分	振 動 較 小
 (並聯)	5.2 公分	振 動 最 小
 (串聯)	0.4 公分	振 動 激 烈

(用短條橡皮筋)

發現：橡皮筋串聯螺帽懸掛時螺帽振動愈激烈，反彈距離最小。

五、結果和討論

1. 無論在斜面板或使用彈簧推動器時，車上載重物固定放置比懸掛振動式放置，車速較大，木塊被推動的距離遠些。
2. 橡皮筋串聯螺帽比橡皮筋並聯螺帽較容易振動，撞擊後，反彈距離較小。
3. 車子碰撞牆壁若內裝物振動式比固定式車子反彈距離明顯變小。

六、結論

1. 車子載振動式懸掛物撞擊木塊，螺帽振動愈厲害，損耗車子能量愈大，撞牆時，現象尤其明顯。
2. 車子以振動式懸掛螺帽時，橡皮筋並聯，彈性較強，或同一條橡皮筋懸掛

- 多個螺帽振動較小，與固定式結果比較，影響車子反彈距離較小。
3. 載重物要綁牢固，減少其振動所消耗的能量，車速也不會受影響。
 4. 車內非固定物體振動時，會吸收能量造成傷害，所以乘客乘車要綁安全帶，避免受傷。

七、參考資料

1. “力與運動” 國立編譯館國小自然科學第九冊第五單元。
2. “四輪車與小山坡” 國立編譯館國小自然科學第十一冊第八單元。
3. “四輪車與小山坡” 光華國小，75 年高雄市科展物理高小組第一名。
4. “直線運動、力與運動、功與能” 國立編譯國中理化，第三冊第 11 ~ 13 章，民國 81。

評語

本實驗利用彈簧懸掛重物以震動吸收能量使車速減少。構想具有創意與意義，可惜變因之掌握稍有瑕疵，不很確實。若能再繼續進行使結果更為完整，則可成為不錯的研究。