

碰——瞬間撞擊

高小組物理科第三名

台北縣興南國民小學

作者：林心蕾、周邨佳

李康慶、劉家駿

指導教師：李湘雲、張政義

一、研究動機

六年上學期，自然第五單元是討論「四輪車與小山坡」老師指導我們實驗時，我們這組的李康慶發問：「四輪車由小山坡滑下撞擊到方木塊，我們能不能知道它的撞擊力有多大？」

我也問老師：「是不是有什麼方法可以減少撞擊的力量？」

在老師的解說和指導之下，我們一起開始做瞬間撞擊力的研究。

二、研究目的

- (一)想了解撞擊力的大小及受那些因素的影響。
- (二)想解決課本上「小木塊」偏斜，無法正確觀察撞擊情形的缺點。
- (三)進而由此培養科學的態度及鍛練科學方法的運用。

三、研究器材和設備

四輪車、長方木板、方木塊、天平、螺帽、尺、①號測定器、②號測定器、③號測定器、測力架、海綿、保利龍、瓦楞紙、彈簧、塑膠片、橡皮筋等。

四、研究過程和方法

問題一、我們能測定撞擊力嗎？

問題研究→上課時，我們用斜面板及小鐵車（教具）來實驗，發現方木塊雖然會被推離原位，但撞擊力到底有多大，仍不能由方木塊被撞離的距離測定力的大小，並且方木塊被撞離的距離又會發生偏斜的現象，使我們無法準確的測量和觀察。

因此，我們又用圓柱積木排成□□□△▽◇不同形狀的圖形觀察積木倒的位置，方向和個數，觀察那一種形狀倒的最多，倒的位置結果：

表一 坡度20°，距離60cm，觀察圓柱倒的個數

傾倒次數 (個) 形狀	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
□	5	5	6	6	8	2	7	6	8	8	6.1
□	5	3	3	4	7	5	3	5	7	4	4.6
△	5	5	5	4	6	8	6	6	7	7	5.9
▽	7	5	8	5	5	6	7	7	7	7	6.4
◇	7	7	8	7	7	4	6	5	7	5	6.3
□	8	6	7	5	4	7	6	5	8	6	6.2

1. 由表一可以看出▽倒的個數最多，□最少。
2. 由積木倒的位置可以看出撞擊力的位置及大小，但仍無法知道撞擊力有多大。

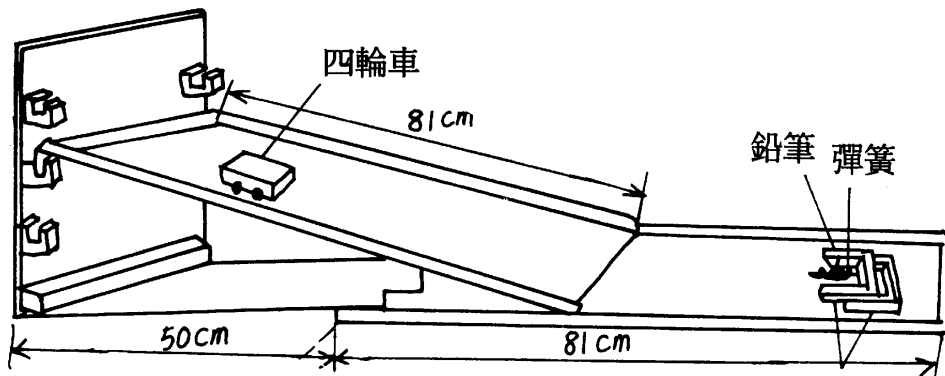
分析→

1. 我們認為▽因接受撞擊的面較廣，所以平均倒的個數最多。
2. 撞擊時，有時因方向偏斜，所以不易以撞擊的個數判斷力的大

小。因此，我們利用彈簧的彈力做了以下的研究。

研究一、設計1號測定器

圖三，一號測定器



- 方法：1. 我們收集底面81cm，斜面81cm的木板和高32cm的木架、木條和彈簧等器材，製定一號測定器。
2. 在□形架的中間立一枝鉛筆，四輪車由斜坡滑下時，撞擊木架，推動鉛筆，就在方眼紙上留下線條，以便觀察計算。

研究二、1號測定器的試用

方法：我們改變①坡度②距離③質量，用1號測定器來測試撞擊力的大小，觀察並記錄鉛筆畫出的長度距離。

結果：我們的①號測定器可以使用，並能比較木塊被撞擊的大小，但仍有下面的缺點：

1. 改變坡度方面

- (1) 四輪車在斜面板上滑行方向會偏斜，坡度愈高，偏斜的愈厲害。
- (2) □形木架代替方木塊只能固定畫出一定範圍的撞擊長度，

表二

次數 長度 距離	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
20°	0.3	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	0.4	0.5	0.3
25°	0.5	0.5	0.7	0.5	0.6	0.5	0.2	0.5	0.3	0.4	0.5

30°	0.7	0.4	0	1	0.4	0.9	0.6	0.9	0.4	0.8	0.7
35°	0.5	0.7	0.3	0.9	0.3	0.5	0.9	0.5	1	1	0.7
40°	1.4	1.2	1.3	0.9	0.9	1.1	1.1	1	1	0.9	1.08

並且發現坡度愈高撞擊力愈大， \square 形木架反而影響（阻擋）了撞擊力。

2. 改變距離方面 坡度20°

(1) 四輪車在斜面板滑行容易偏斜。

(2) 滑行距離愈遠，撞擊力愈大，但仍不能正確測出撞擊力的大小。

次數 長度 距離	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平 均
	20	0.4	1.2	0.2	1.2	0.5	0.8	0.6	1	1	1
30	0.8	0.8	0.7	0.8	0.6	0.8	0.5	0.8	1	1	0.8
40	1.3	1.1	0.9	1.4	1.5	1	0.9	1.6	1	1.4	1.2
50	1.3	0.9	1.3	1.3	1.2	1.5	1.6	1.1	1.4	1.4	1.6
60	2.1	1.2	1.2	2.1	1.5	1.6	1	1.4	1.5	1.5	1.6

3. 改變質量（增加螺帽個數）方面

(1) 空車撞擊力最小

(2) 螺帽20個時撞擊力最大，螺帽25、30個時因太重會常翻車。

(3) 彈簧是壓簧不能伸長拉力。

問題研究→1. 要改進四輪車滑行時的偏斜，並改用彈簧受力伸長的原
理，來測試撞擊力，以改進 \square 形木架因固定而阻擋撞擊
的缺點。

2. 要怎樣才能測出撞擊力的大小呢？

次數 長度 螺帽	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平 均
0	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.4	0.6	0.9	1.1	0.6	0.7
5	1.7	0.9	1.2	1.3	1.3	1.5	1.2	1	1	1	1.2
10	2	1.3	1.2	1.9	1.9	2	1.9	2	2.1	2	1.8
15	1.9	1.7	1.4	1.1	1.6	1.8	2.2	1.4	1.8	1.9	1.7
20	2.4	2.4	2.4	2	1.9	2.2	2.4	1.9	2.5	2.9	2.3
25	2.4	2.2	2.5	2.1	2.5	2.4	2	2	2	2.5	2.2
30	2.5	2	2.3	2.5	1.5	2.3	2.4	2	1.8	2.4	2.2

研究三：測力架的設計和測試

方法：1. 我們取五種彈簧（拉簧），掛在測力架上，彈簧下吊50、150、200、250、300、350、400、450、500公克的砝碼，測量彈簧改變的長度。

2. 比較五種彈簧原來直徑、長度的不同。

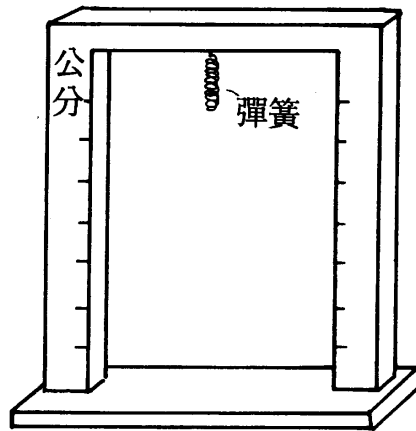
結果：1. 長度相同。

2. 拉簧直徑不同，①>②>③>④>⑤。

彈簧直徑，長度比較
表五

編號 比較	①	②	③	④	⑤
直徑	0.9	0.7	0.6	0.5	0.3
長	14	14	14	14	14

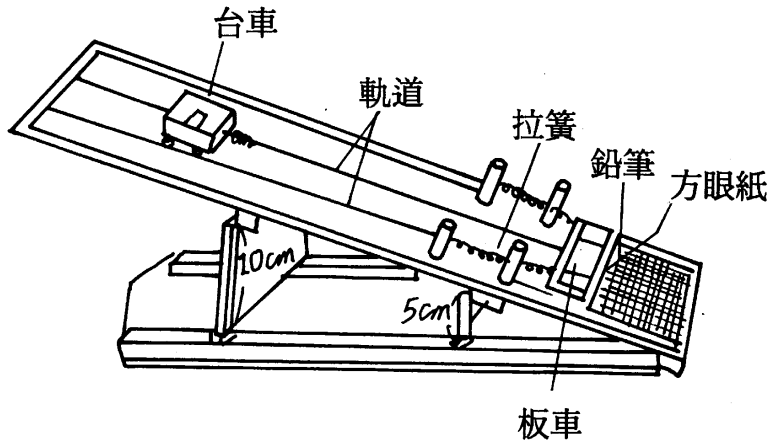
圖四 測力架



3. 在相同的重量中彈簧伸長的長度不同。

4. 以③號長度改變最大⑤號最小。

研究四：設計②號測定器（如下）



五種彈簧在不同重量下，拉長的長度記錄表六

編號 重量	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號
50 g	0 cm	0 cm	0.5 cm	0 cm	0 cm
100g	0 cm	0 cm	4 cm	0 cm	0.1 cm
150g	1.2 cm	0 cm	9 cm	0.1 cm	0.5 cm
200g	1.4 cm	0.2 cm	11 cm	0.5 cm	0.9 cm
250g	2.6 cm	0.3 cm	16 cm	3 cm	1.3 cm
300g	3.7 cm	1 cm	19 cm	4.5 cm	1.8 cm
350g	5 cm	2.5 cm	24.5 cm	6.5 cm	2.2 cm
400g	6 cm	45 cm	27 cm	8 cm	2.6 cm
450g	7.7 cm	7 cm	30.5 cm	9.5 cm	3.2 cm
500g	9 cm	8 cm	36 cm	11.5 cm	4 cm

問題二：距離改變對撞擊力的影響怎樣？

研究五：改變距離的實驗

方法：1.我們用②號測定器測試。

2.將台車放在距離10、20、30、40、50、60公分的斜坡滑下。

3.坡度：20°

台車重1140克

改變距離（公分）

表七

次數 長度 距離	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平 均
	10	3	2.7	2.9	2.5	2.9	2.4	2.8	2.8	2.8	3.1
20	4	4.1	4	3.9	4.3	4.1	4.1	4.1	3.6	4.1	4.03
30	5.3	5.4	5.2	5.3	5.2	5.2	5.3	5.1	5.3	5.2	5.25
40	6.3	6.5	5.8	6.5	6	6.8	6.8	6	6	6.2	6.29
50	5.5	5.7	6.6	6.4	6.9	6.8	6.6	6.4	6.3	6	6.32
60	7	7.5	6	7.2	7.5	7.2	7.3	7.3	7.5	7.5	7.2

平均距離（公分）換算重量（克）

表八

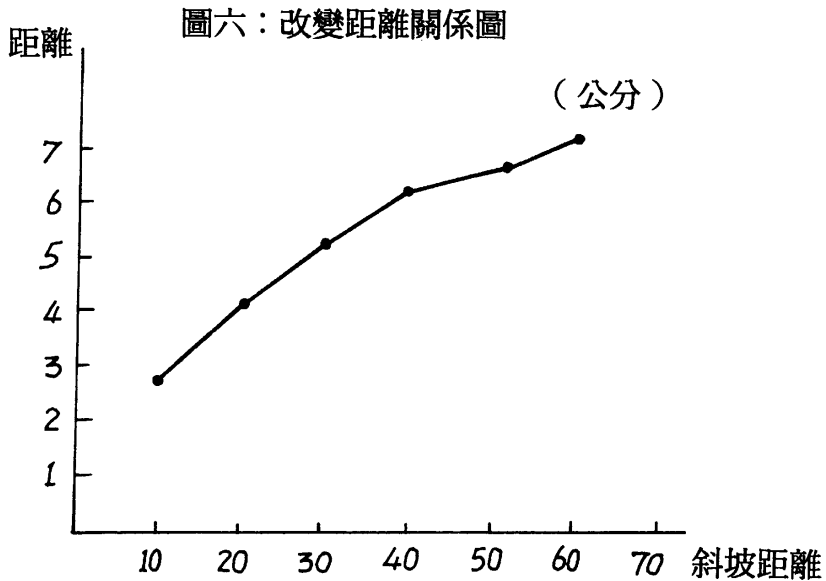
滑行距離	10公分	20公分	30公分	40公分	50公分	60公分
平均長度	2.79	4.63	5.25	6.27	6.32	7.2
重量（克）	325	375	400	450	450	460

結果：1.我們發見距離會影響撞擊力的大小。

2.距離10公分撞擊力最小，約325克

3.距離60公分時撞擊力最大，約460克。

4.距離愈遠，撞擊力愈大，在作圖上有點呈拋物線。



問題三：車子重量改變對撞擊力的影響怎樣？

研究六：改變質量的實驗

- 方法：1. 我們用②號測定器實驗，並用研究五的方法使它畫出線條來測定。
2. 放50、100、150、200、250、300、350、400、450、500克的膠泥在台車上來撞擊。
3. 坡度 10° ，距離60公分。
4. 質量：空車重1140克每次增加50克。

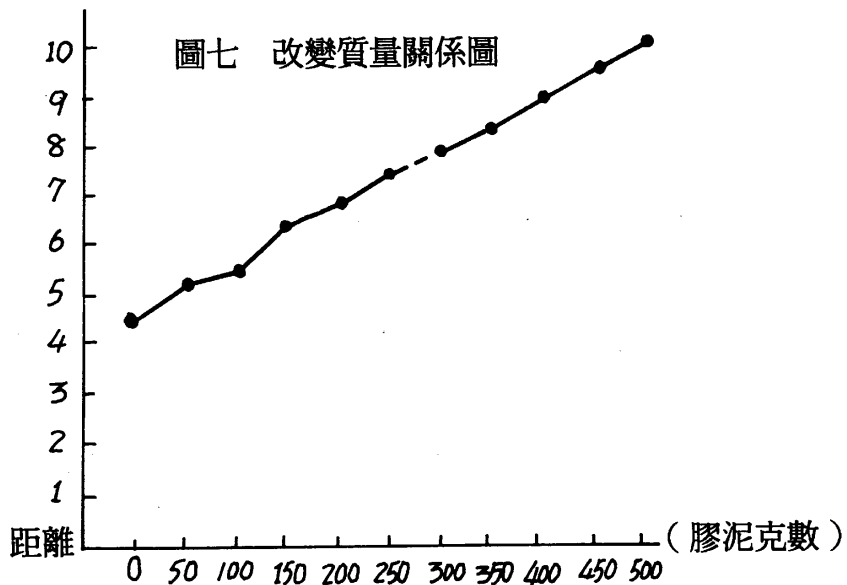
表十 平均距離換算重量

車子質量	空車	+ 50	+ 100	+ 150	+ 200	+ 250	+ 300	+ 350	+ 400	+ 450	+ 500
		g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
平均長度	4.5	5.1	5.6	6.3	6.7	7.2	7.7	8.2	8.9	9.5	9.9
	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m	c/m
重 量	360	400	425	445	450	460	500	520	540	560	570

表九、改變質量

次數 長度 質量	次數										平 均
	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	
0	4.5	4.5	4.4	4.5	4.6	4.4	4.3	4.4	4.4	4.9	4.49
50	4.7	4.8	5.8	5	5.1	5.8	5.4	4.6	5	5.1	5.13
100	5.5	5.4	5	5.4	5.6	5.6	5.6	5.65	5.8	5.7	5.53
150	6.1	6.2	6.2	6.2	6.1	6.3	6.45	6.1	6.2	6.4	6.23
200	6.6	6.8	6.7	6.5	6.6	6.7	6.65	6.9	6.6	6.9	6.7
250	7	7.1	7.3	7.4	7.15	7.15	7.2	7.2	7.4	7.3	7.22
300	7.5	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.8	7.7	7.67
350	8.2	8.1	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2	8.2	8.5	8	8.22
400	8.8	8.8	8.9	9	9	9	8.75	9	9	8.9	8.92
450	9.3	9.6	9.4	9.4	9.4	9.5	9.4	9.35	10	9.5	9.49
500	10	9.9	9.9	10	10.2	9	9.8	10	9.7	10.1	9.86

- 結果：1. 車身愈重，撞擊力愈大，彈簧拉伸愈長，平均長度愈長，如500克時長9.86克。
2. 每增加50克彈簧伸長約增加0.5~0.6公分。
3. 撞擊力最高是質量500克時重570克。



研究七：改變坡度的實驗

方法：1.用②號測定器實驗。

2.坡度： 5° 、 10° 、 15° 、 20° 、 25° 、 30° 、 35° 、 40°

。

3.距離60公分

表十二、平均距離換算重量

坡 度	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°
平均長度	1.2	4.2	4.6	10.7	15.1	21.1	21.5
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
重 量	300	400	410	580	685	795	840

結果：1.我們發現坡度 5° 時平均距離最小是1.18公分，約300克

2.坡度 40° 時平均距離最大是22.22公分，約840克。

3.坡度愈高，撞擊的平均長度愈長。

問題五：撞擊和被撞擊物所受的撞擊力都一樣嗎？

研究八：測定車和板車撞擊的實驗

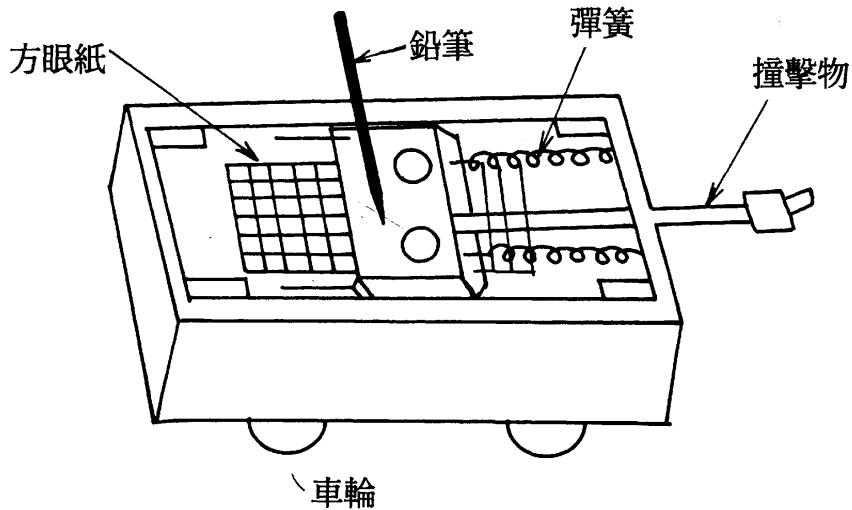
方法：1.我們在台車上裝置和板車上④號一樣的彈簧，稱為測定車。

2.台車上的彈簧長度6公分，板車彈簧長度12公分。

3.測定車和板車撞擊時，觀察方眼紙所畫出的長度，比較撞擊的力量。

4.坡度 10° ，距離60公分。

圖九、測定車



- 結果：1. 板車撞擊長度比台車要大。
2. 台車彈簧比板車彈簧短所撞擊的線短。

車別	台車	板車
平均長度	2.13cm	4.85cm
受撞擊力	300 g	375 g

問題六：撞擊力會受質料的影響嗎？

研究九

- 方法：1. 準備海綿、膠泥、瓦楞紙、厚紙板、彈簧、膠塑片、橡皮擦、保利龍貼在板車受撞擊的地方。
2. 各種物質長4公分，寬2公分、厚1公分。
3. 坡度 10° ，距離60公分。

結果：海棉的撞擊力最小。

表十六 平均距離（公分）換算重量（克）


距離 重量	海綿	膠泥	瓦楞紙	厚紙板	彈簧	塑膠塊	橡皮擦	保利龍
平均長度	3.42	4.13	3.84	4.17	4.19	3.86	3.82	4.1
重量(克)	275	310	300	320	322	318	302	315


問題七：撞擊力和坡度，距離及速度的關係怎樣？

研究十：斜面坡度不同對距離、時間和速度的關係。

方法：1. 我們用六尺長的鋁製鐵軌，做成三種不同弧形的高速公路。
2. 車子由最高處下滑，觀察撞擊的情形，並記錄所費的時間。

距離 形狀	次數	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	平均
		直形	長度	8	13.3	11.6	12.2	10.7	12.5	6.5	4.1	5.1
	時間	1.4	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.3	1.3	1.5	1.5	1.43
凹形	長度	14.2	14.2	14.5	14.5	14.4	14	14	12.6	14	14.4	14.08
	時間	1.2	1.2	1.1	1.5	1.3	1.3	1.1	1.2	1.2	1.3	1.24
凸形	長度	1.1	2.5	2.5	2.7	2.2	1	2	1.5	1	0.6	1.7
	時間	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	2	2.1	1.8	1.7	1.8	1.88

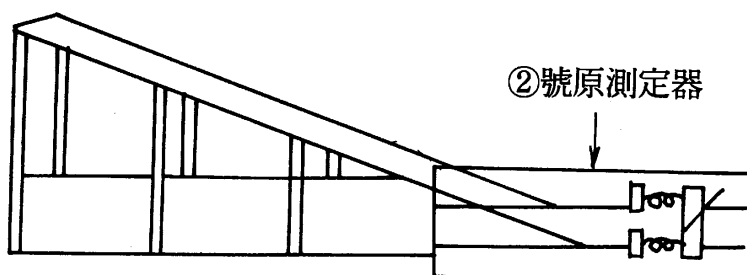
結果：1. 鐵軌呈“”形時，撞擊長度最長費時最短。

2. 鐵軌呈“”形時，撞擊長度最短費時最長。

3. 凹形撞擊時的速度最快，凸形撞擊時的速度最慢。

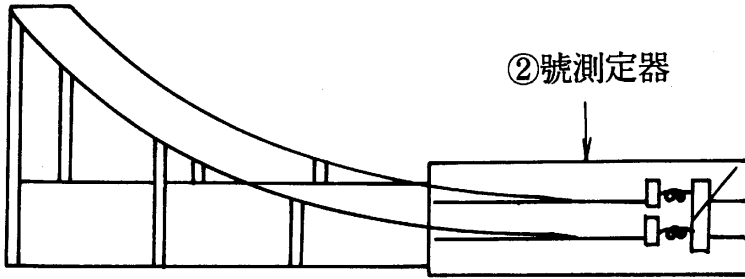
圖十二

直的鐵軌（長199.8公分）



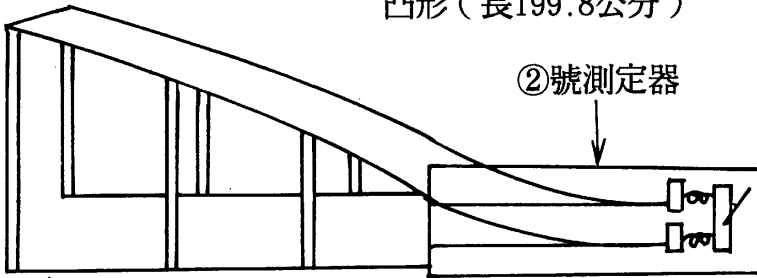
圖十三

弧形（長199.8公分）



圖十四

凸形（長199.8公分）



五、討論

1. 在實驗中我們考慮到板車本身也具有重量，它的重量是否會影響撞擊力的大小，很值得我們懷疑。
因此，我們用滑輪及重物（砝碼）來測試，拉動板車須力多少，經測試約須325 g 之力量，因此我們認為我們所有的實驗研究中的撞擊力除了考慮「摩擦力」外，尚須加325 g 的力才比較正確。
2. 我們在實驗中又發現凹形軌道，台車速度最快，有不斷增加的情形，令我們想到馬路上車道的設計，應該避免這種坡度的設計，以免車速不斷增加，導至不易控制車體，造成巨大車禍。因此，我們建議，應多用直的斜道 \ 以便控制車速。
至於凸形軌道雖然車速最慢，但我們認為視線不良，是一種不良的設計，應該避免。

六、結論

1. 坡度愈高，距離愈遠，質量愈重，撞擊力愈大。
2. 圓柱積木的實驗，只能知道被撞擊的位置，不能知道力的大小。
3. 我們設計②號測定器和測力架能知道撞擊力的大小。
4. 撞擊物和被撞擊物所受的撞擊力不一樣。
5. 撞擊力會受到物質的影響，海綿的撞擊力最小。
6. 斜面坡度不同，撞擊力也不同，凹形斜坡撞擊力最大時間最少，速度最快，凸形斜坡撞擊力最小費時最長，速度最快。
7. 我們由研究中，歸納出減少撞擊力的一些因素：
 - ①距離愈近，撞擊力愈小。
 - ②坡度愈小，撞擊力愈小。
 - ③質量愈小，撞擊力愈小。
 - ④斜坡質料愈粗糙撞擊力小。
 - ⑤路面呈凸形，撞擊力最小。
 - ⑥行車時速度愈小，撞擊力也愈小。
 - ⑦能保持適當的行車距離，撞擊力愈小。

七、參考資料

1. 六年上學期自然課本（國立編譯館）
2. 自然科學圖說第十一冊（翰林出版社 楊平世著）
3. 科學圖書館二十二冊（圖文出版社 郭震唐著）

評語

從學校課堂的學習中發現問題，以較精確的改進儀器對實驗所牽涉的問題，作廣泛的探討，考慮頗完整。