

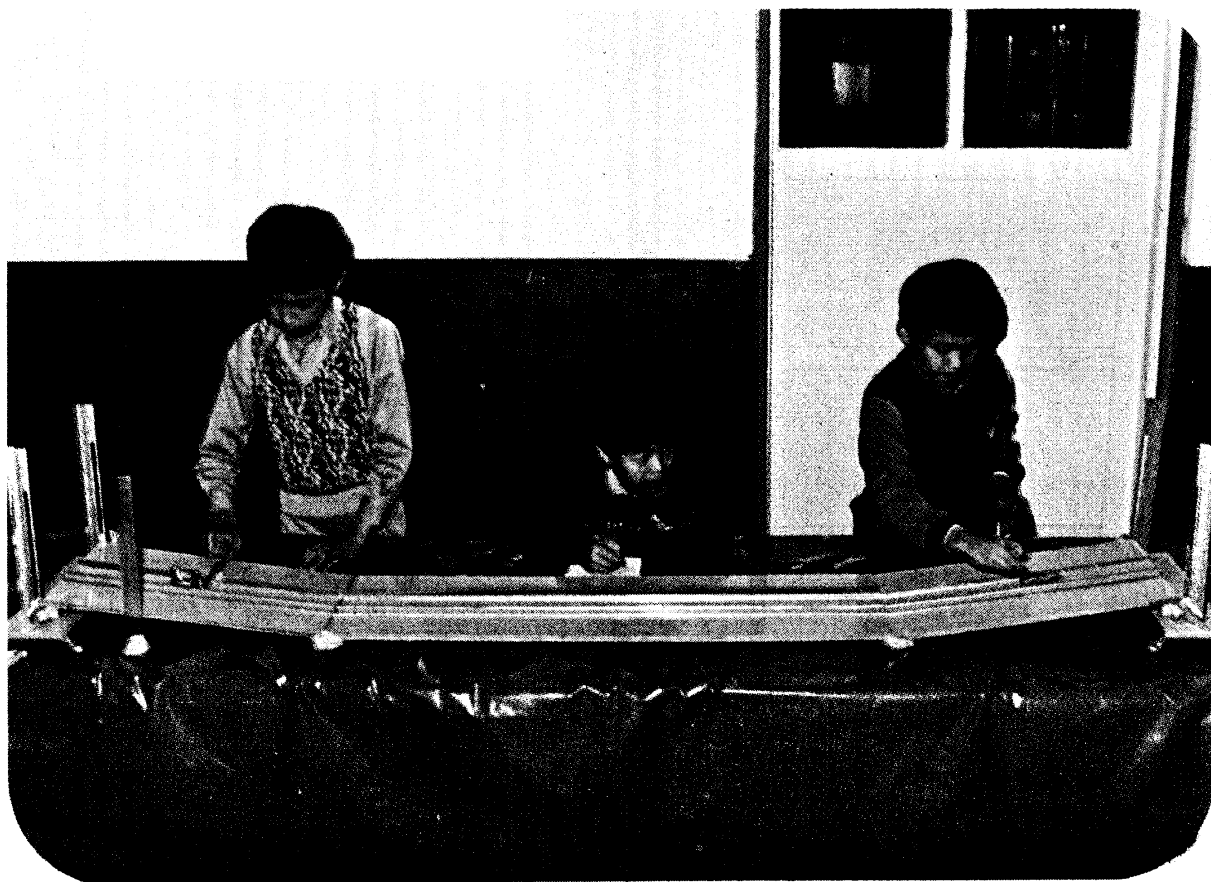
碰！看誰贏（影響物體碰撞反應的變因）

高小組物理第三名

屏東縣仁愛國民小學

作者：黃俊銘等六名

指導老師：劉吉媛、黃秀蓮



壹、研究動機

民國六十七年十月十五日天氣晴

難得一個星期日，爸爸把辦公室的工作全部攔下，全家到高雄喝小阿姨的喜酒。下午到大統百貨公司買媽媽的衣料，妹妹的洋娃娃以及我的火柴盒小汽車。害得負責付帳的爸爸差點兒就「發財」了。

在返回屏東的路上親眼目睹了一件可怕的车禍，使我終生難忘。我們的車子以平穩的速度行駛，迎面來了一位「閃電騎士」

好像在表演飛車特技；突然一輛大貨車從叉路口衝出，只聽到「砰」的一聲。說時遲那時快，爸爸猛踩煞車，妹妹嚇得大叫；總算沒有造成連環車禍。可是眼前已是血肉模糊，腦漿四溢。「閃電騎士」沒戴安全帽當場死亡。

本來是「美麗的星期天」，却變成「恐怖假期」。爸爸的話使我終生難忘：開車一定要小心，寧可慢些不可超速。但是我覺得奇怪？為什麼摩托車被撞得稀爛，而貨車僅是車頭受損而已？明天上自然課時一定要記得請教老師。

貳、研究過程

我們收集了各式各樣的火柴盒小汽車，互相衝撞，看誰的車子不易翻覆。因為每次用力不同，所以無法比較。我去請教老師，如何才能控制小汽車的快慢呢？

老師說：你們都有溜滑梯的經驗吧！從愈高的地方滑下來，可以衝得遠。而且如果你每次從固定點滑下來，衝的位置都差不多。我們先給小汽車設計一個簡單的滑梯。

一、實驗

問題：用什麼方法才能控制小汽車的快慢呢？

方法(一)給汽車設計簡單的滑梯。

實驗室桌上，剛好有個空水槽，和一塊長木板。老師順手把水槽倒扣在桌上，把長木板一端架在水槽邊上，成爲一個簡單的斜坡。如果起跑點固定，汽車在平面桌上所走的距離也相同。

小汽車從固定斜坡上下來，在平面上滑行的距離 單位：公分

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
一個水槽	40	42	41	39	40	43	38	42	42	43	41

我把水槽增加，疊得高高的。木板架在上面，斜坡更陡。

小汽車從固定點下來，隨著斜坡增高，滑行距離愈遠。

△：表示汽車翻車 單位：公分

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
一個水槽	40	42	41	39	40	43	38	42	42	43	41
二個水槽	68	66	68	67	65	66	68	67	65	66	67
三個水槽	82	81	86	85	84	80	86	84	83	81	84
四個水槽	92	95	96	△	94	△	93	△	96	95	95

※我發現：斜坡愈陡，汽車滑行的距離愈遠。但斜坡太陡容易翻車。

問題：汽車滑行的較遠，是否表示速度較快呢？

方法(二)我選 60 公分做為平面上的固定距離，利用碼錶計時。

當汽車從斜坡下來時，按下碼錶：走到 60 公分看看花了多少時間。(利用水槽來控制斜坡，水槽愈多表示斜坡愈陡。

單位：秒

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	
水 槽 數	二	2.7	3.2	3.5	2.8	2.7	3	3.6	3	3.3	3.3	3.2
	三	2.1	2	2	1.9	1.9	1.5	2	2.1	2.4	1.9	2
	四	1.5	1.5	1.7	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5	1.7	1.7	1.5

※我發現：斜坡愈陡，時間愈短。表示斜坡愈陡，汽車的速度愈快。從這一個實驗中我學會了控制汽車速度的方法。使我信心大增，設計了下面一連串的實驗。

上面的實驗中不能很精確地調整斜坡高，而且小汽車從斜坡上滑下來，有時不循直線進行。影響實驗的可靠性。我們和老師

一起研究、設計器材，經過多次的嘗試錯誤與改進，我們設計出的器材可以隨意調整斜坡的高度。爲了使汽車沿直線進行，我們設計了軌道。

二、實驗

問題：正在行駛中的車子，撞上靜止的車子，結果如何？

- ①當兩車質量相同時。
- ②當兩車質量不同時，質量重的撞質量輕的。
- ③當兩車質量不同時，質量輕的撞質量重的。

方法(一)用天平稱火柴盒小汽車的質量。測出紅車和橙色車都是46克。讓紅車從斜坡固定點(25公分)滑下，撞擊橙車。記錄橙車被撞退了多少公分。斜坡從五公分升高到十公分。

次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	單位：公分
		五	六	七	八	九	十						
斜坡高度 (公分)	五	42	42	37	33	38	36	31	34	31	37	37	
	六	53	47	54	48	52	52	38	46	48	45	48	
	七	52	63	50	58	54	54	64	56	67	56	57	
	八	76	63	79	66	67	63	76	67	64	64	69	
	九	80	71	81	72	71	68	74	72	70	73	73	
	十	85	82	86	88	94	93	83	95	89	86	88	

※我發現：斜坡愈陡，靜止的一車會被撞退得愈遠。

方法(二)用天平測量出藍色大車55克，黃色小車29克。令藍車從斜坡下來，撞擊靜止的黃車。記錄黃車被撞退了多少公分。

△：表示出軌 單位：公分

次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
斜坡高度 (公分)	五	32	31	29	31	28	29	32	28	33	31	30
	六	42	46	48	38	39	42	42	48	47	48	44
	七	55	51	51	50	53	54	53	53	57	54	53
	八	60	60	60	65	62	61	60	60	60	59	61
	九	79	83	77	73	73	81	72	73	75	76	76
	十	90	△	△	87	△	△	87	△	△	88	88

※我發現：藍車會把黃車撞退。斜坡愈陡，黃車退得愈多。如果斜坡太陡，藍車和黃車會兩敗俱傷。都會出軌或翻車。

方法(三)令黃色小車從斜坡下來，撞擊藍車，記錄藍車被撞擊的距離。

△表示出軌 單位：公分

次數		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
斜坡高度 (公分)	五	8	9	7	10	8	8	12	7	6	8	9
	六	10	18	10	7	9	13	16	17	13	17	13
	七	16	16	17	17	13	21	13	20	18	16	16
	八	17	22	19	△	18	22	△	19	20	16	19
	九	23	28	28	17	△	24	20	21	△	△	23
	十	26	27	26	△	25	△	△	25	△	27	25

假使您駕駛小轎車，想要以速度快取勝，去撞擊一部「噸位重」的卡車，只有自討苦吃。因為從上面的實驗記錄，
 ※我發現：雖然速度快可以把對方撞退較遠，可是自己（小車）翻車或出軌的機會就增加。

前面的實驗都是一車有速度，一車靜止。我問老師：我們來試試兩車都有速度的碰撞，好嗎？老師反問我：你如何設計兩車都有速度，而且又能隨意控制兩車速度的實驗方法呢？這個問題已經難不倒我了。我們再設計一個可以任意調節高度的斜坡，如此一來就可以兩車都可任意控制速度。

三、實驗

問題：如果兩車都有速度，而且兩車速度相同，會怎麼樣呢？

①當質量相同，兩車速度也相同時。

②質量不相同，兩車速度相同時。

方法(一)紅車、橙車質量都是 46 克。速度也相同時，兩車相撞後，紅橙兩車都會退後。記錄退後的距離。

次數		紅 ¹ 橙		紅 ² 橙		紅 ³ 橙		紅 ⁴ 橙		紅 ⁵ 橙		紅 ⁶ 橙		平均	
斜坡高度 (公分)	六	4	4	3.5	3	4	4	4	3	6	6	5	6	4.4	4.2
	七	9	8	8	9	7	8	7	9	9	8	7	5	7.8	8
	八	8	7	8	8	8	9	10	8	8	7	8	10	8.3	8.1
	九	9	9	9	12	9	9	10	11	14	11	11	10	10.3	10.3
	十	11	13	9	11	13	8	12	10	12	12	14	11	12	11

※我發現：質量相同的兩輛車子，以相同的速度相撞後，兩車被撞退的一樣遠。（我們從關係曲線圖上發現，二條曲線幾乎是重疊的。）兩車的肇事地點恰好在平面板的中央。換句話說：兩車質量相同，速度相同，受到相同的傷害。

方法(二)藍車、黃車質量不同，當兩車速度相同時，碰撞後會怎麼樣？下表記錄藍車、黃車被撞退的距離。

次數	藍 ¹ 黃		藍 ² 黃		藍 ³ 黃		藍 ⁴ 黃		藍 ⁵ 黃		藍 ⁶ 黃		平均		
	藍	黃	藍	黃	藍	黃	藍	黃	藍	黃	藍	黃	藍	黃	
斜坡高度(公分)	六	0	6	0	6	0	8	0	7	0	7	0	6	0	6.6
	七	0	△	0	10	0	8	0	9	0	△	0	8	0	8.7
	八	0	8	0	△	0	△	0	10	0	△	0	12	0	10
	九	0	11	0	13	0	△	0	△	0	13	0	12	0	12
	十	0	13	0	14	0	10	0	15	0	△	0	△	0	13

※我發現：碰撞後藍車穩如泰山。

黃車被撞退的距離，隨斜坡增加，而愈退愈遠。

從曲線圖中只能畫出黃車被撞退的曲線。

四、實驗

問題：兩車都有速度，而且當速度不同時，碰撞後會如何？

①當兩車質量相同時。

②當兩車質量不同時。

方法(一)紅、橙兩車質量相同。令紅車的斜坡由五公分漸升到九公分。橙車斜坡固定在六公分。兩車碰撞後，都會退後。下表記錄紅、橙兩車退後的距離。

次數	紅 ¹ 橙		紅 ² 橙		紅 ³ 橙		紅 ⁴ 橙		紅 ⁵ 橙		紅 ⁶ 橙		平均		
	紅	橙	紅	橙	紅	橙	紅	橙	紅	橙	紅	橙	紅	橙	
斜坡高度(公分)	五	5	5	6	5	9	5	9	5	9	5	7	5	7.3	5
	六	6	8	8	9	3	3	2	7	7	7	7	7	5.5	7
	七	6	10	3	13	5	9	4	17	4	12	5	9	4.5	12
	八	4	16	3	14	3	10	3	13	5	14	6	11	4	13
	九	1	17	1	16	2	16	4	15	2	22	3	15	2.1	17

※我發現：紅車開始時速度慢，而橙車速度快，所以肇事地點接近紅車。紅車速度漸漸加快，超過橙車後，肇事地點漸向橙車方面移動。紅車隨斜坡增高而後退距離縮短。橙車後退距離隨紅車速度快而後退得更遠。

方法(二)藍、黃兩車質量不同，先固定黃車的坡度（六公分），藍車斜坡高度由五公分漸升到九公分。實驗後固定藍車的坡度，變化黃車的坡度（速度）。下表記錄藍、黃兩車後退的距離。

△：表示出軌 單位：公分

次數	藍 ¹ 黃		藍 ² 黃		藍 ³ 黃		藍 ⁴ 黃		藍 ⁵ 黃		藍 ⁶ 黃		平均		
藍車斜坡高度（公分）	五	0	3	0	3	0	3	0	4	0	2	0	4	0	3
	六	0	7	0	8	0	5	0	5	0	7	0	8	0	6.5
	七	0	8	0	10	0	8	0	8	0	9	0	10	0	8
	八	0	10	0	10	0	8	0	9	0	10	0	11	0	10
	九	0	△	0	13	0	11	0	△	0	12	0	14	0	12
黃車斜坡高度（公分）	五	0	6	0	7	0	6	0	6	0	5	0	7	0	6
	六	0	7	0	6	0	5	0	8	0	6	0	7	0	6.5
	七	0	4	0	6	0	5	0	4	0	5	0	5	0	5.5
	八	0	5	0	6	0	△	0	6	0	4	0	5	0	5
	九	0	5	0	3	0	4	0	△	0	△	0	4	0	4

※我發現：起初藍車速度慢，所以肇事地點接近藍車。隨著藍車速度增加，肇事地點漸向黃車方面移動。藍車因質量大，碰撞後穩如泰山，黃車愈退愈遠。

當黃車變化速度時，肇事地點漸向藍車方面移。黃車雖然速

度增加，仍無法撞退藍車。只能使自己退後距離減少些。

從上面的各項實驗，我發現：影響碰撞的結果是速度和質量。我突然想到每次在公園玩彈珠時，如果鄰居哥哥拿出他的「王」（大顆彈珠）跟我比，我總是落得慘敗。是否也和質量有關？或者因為他力氣大的關係？

五、實驗

我們收集各式的彈珠和鋼珠。用天平量出質量。

方法(一)①平面軌道上放七顆彈珠，以斜坡上的彈珠個數做變因。

觀察彈珠被撞後滾動之距離和個數。

②斜坡由三公分漸增到 5.5 公分。（超過 5.5 公分 彈珠會出軌）

△：表示出軌 單位：公分

彈珠數	個數 1 距離		個數 2 距離		個數 3 距離		個數 4 距離		個數 5 距離		個數 6 距離		個數 7 距離		平均	
	個數	距離	個數	距離	個數	距離	個數	距離	個數	距離	個數	距離	個數	距離		
斜坡高度 (公分)	3	1	43	2	43	3	43	4	46	5	48	6	46	7	46	45
	3.5	1	46	2	51	3	52	4	52	5	51	6	53	7	54	52
	4	1	56	2	60	3	57	4	60	5	57	6	60	7	60	59
	4.5	1	64	2	63	3	66	4	64	5	67	6	65	7	67	65
	5	1	66	2	67	3	70	4	76	5	73	6	74	7	75	71
	5.5	1	71	2	76	3	81	4	81	5	79	6	△	7	△	78
	6	1	83	2	83	3	84	4	82	5	△	6	△	7	△	83

※我發現：彈珠真好玩。被碰撞彈出的個數和碰撞個數相同。滾出的距離隨斜坡增高，而滾出愈遠。斜坡到 5.5 公分以上後有時會出軌。

方法(二)拿質量不同的珠子去碰撞平面上的標準型彈珠。

種類	彈珠標準型	彩色彈珠	小鋼珠	中鋼珠	無色彈珠	綠色彈珠
質量	5.5克	15.5克	5.6克	21.8克	18.7克	20.7克
彈出個數	1	3	1	4	3	4

※我發現：同樣用一顆珠（放在斜坡上）撞擊後，彈出個數不同，與質量有密切的關係。（三倍的質量碰撞後，彈出三顆）

方法(三)收集彈珠、乒乓球、硬塑膠球、海綿球、皮球等，按照上面的方法來試試看。下表記錄被彈出的個數。

斜坡上個數 質料	一	二	三	四	五	六	七
彈珠	1	2	3	4	5	6	7
乒乓球	1	2	3	4	5	6	7
硬塑膠球	1	2	3	4	5	6	7
海綿球	0	1	1	1	1	1	1
皮球	0	1	1	1	1	1	1

※我發現：被彈出的個數與球類的實心、空心無關。却與質料有密切的關係。即：彈珠、乒乓球、硬塑膠球的質料是堅硬的，所彈出個數與碰撞個數相同。但是海綿球、皮球質料柔軟，所彈出的個數比碰撞個數少。

叁、我們的發現

我們發現影響碰撞的因素是質量與速度。當

- 1 質量、速度都相同時，兩車碰撞後退後距離相同。
- 2 質量、速度都不同時，質量輕的總是退得遠。肇事地點總是接近速度慢的。

3. 質量相同，速度不同時，汽車速度慢的退得遠。

彈珠是：速度慢的彈出距離不遠。

4. 質量不同，速度相同時，汽車質量輕的退得遠。

彈珠是：質量輕的彈出個數比較少。

5. (1) 質料堅硬的球，質量相同時，所彈出的個數與碰撞個數相同。

(2) 質料堅硬的球，質量不同時，所彈出個數的總質量與碰撞個數的總質量相同。

6. 海綿球、皮球質料柔軟，所彈出個數的總質量比碰撞個數的總質量少。因為碰撞時，有一些力量被海綿球、皮球的柔軟性消耗了，才會產生這種情形。

「閃電騎士」的機車因質量輕，與大貨車相撞，當然要吃虧了。而且騎機車的人，必需戴安全帽，才能避免或減輕碰撞後的傷害。