

「碰」一行車安全的變因

高小組物理科第二名

宜蘭縣立光復國民小學

作者：李純青、倪婉雯

指導教師：黃麗惠、陳純美

一、研究動機

正是個又冷又濕的冬季，冷風颼颼、細雨綿綿、路上濕漉漉，睡眠似未醒，擔任這星期本校交通服務隊隊長真衰。哨子拼命吹有些車輛就是煞不住也許路太潮濕，也許校旁高架橋斜坡太大駕駛車速太快，也許重貨車為何要載那麼重，也許是路面太滑，太多的也許使得本校交通服務隊服務擔重又危險。本班服務隊集中腦力如何解決，於是產生研究動機。我們在上自然課第八單元『四輪車與小山坡』中得知物體重量體積、斜度、速度、對衝撞力與煞車的影響，但我們擔任交通服務隊經驗上告知我們不只課本這些，還有一些變因可導致更大交通事故，我們要深入研究才能解決本校交通安全問題。終於我們在老師指導下研究『行車安全的變因』。

二、研究目的

- (一)研究同載重車輛，在不同速度下，車輛的煞車距離以及撞擊的承受力之變化。
- (二)研究同載重車輛，在不同路面斜度下，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化。
- (三)研究同坡度路況，在不同載重下，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化。
- (四)研究同載重車輛，在不同路面滑度，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化。
- (五)研究同載重車輛，在不同路面阻抗下，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化。
- (六)研究同載重車輛，在不同材質阻擋下，車輛撞擊該材質時，該材質撞擊的承受力之變化。

三、研究設備器材

模型玩具車輛一台、小木塊分別250克一塊、50克五塊、10元硬幣40個、凹形鐵槽、轉速器一只、彈簧秤一只、小吸鐵一塊、日光燈蓋一座、量角器一支、橡皮筋、長木板一片、塑膠板一片、電線、彈簧片、瓦楞紙板一片、木條數支、固定夾、圖釘、膠帶、鐵片、鐵釘、電熱膠、牙籤、小馬達。

四、研究過程和方法

發現問題問題一、

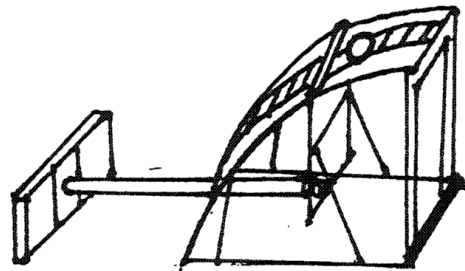
如果相同載重車輛，在不同速度下，車輛的煞車距離以及撞擊的承受力之變化，會有何差別呢？

求證方法解析：

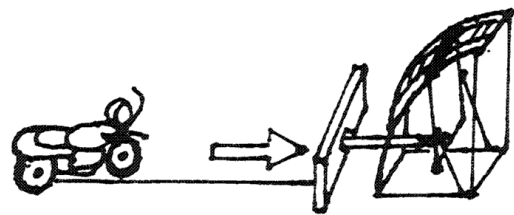
要求得車輛速度快慢與撞擊力、煞車距離，必先測量速度快慢撞擊物體後，物體承受的力量就是撞擊力，撞擊物體後有阻力，該物體移動的距離就是它的煞車距離，而該物體的阻力就是它的煞車阻力。

實驗(-)

首先需製做簡易撞擊力測量器，將微秤改良以彈簧、鐵片、磁鐵、牙籤、木板、木塊等器材製做成簡易撞擊力測量器，來求得精確的撞擊力數據做比對。如左圖：簡易撞擊力測量器圖解。

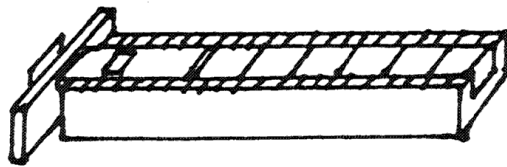


再將玩具機車分三種不同衝速撞擊測量器面板，計錄面板磁鐵指針停留位置是多少？（不同衝速是將玩具機車每拉一次車輪轉速會增快一倍，前進速度就加快，每種拉四次取平均值，



以求得較精確數據。) 測試模型機車距離被撞測量器60公分。如上圖圖解：

自製推移力模擬測量器（測試煞車距離），以凹形鐵槽，250克、50克等木塊五塊，木片面板、自製成推移力模擬測量器，如下圖解：



依次將玩具機車分三種不同衝速撞擊推移力模擬測量器面板，計錄凹形鐵槽內置放250克木塊移動的距離。測試模型機車距離被撞測量器60公分。如下圖圖解：



模型實驗機車

推移力模擬器

實驗(-)數據收集：

撞量 擊記 力錄	速度次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	拉一次	1.5格	1.5格	1.5格	1.0格	1.4格
	拉二次	2.0格	2.5格	2.5格	3.0格	2.5格
	拉三次	2.5格	3.0格	3.5格	3.0格	3.0格

撞擬 擊器 力測 推試 移記 模錄	速度次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	拉一次	5.0cm	5.5cm	4.0cm	5.0cm	4.9cm
	拉二次	6.5cm	6.5cm	7.5cm	7.0cm	6.9cm
	拉三次	8.5cm	9.0cm	8.5cm	8.0cm	8.5cm

實驗(-)結果：

當實驗車輛拉的次數較少車速較慢，它的撞擊力就較小。拉的次數較多車速較快，它的撞擊力就較大。求證所得撞擊力與車輛速度成漸增當實驗車輛拉的次數較少車速較慢，它的推移力就較小。拉的次數較多車速較快，它的推移力就較大。求證所得，推移力（煞車距離）與車輛速度成漸增。

發現問題問題二、

如果相同載重車輛，在不同路面斜度下，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化，會有何差別呢？

求證方法解析：

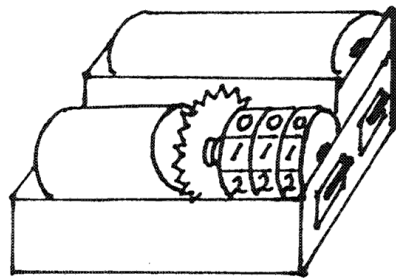
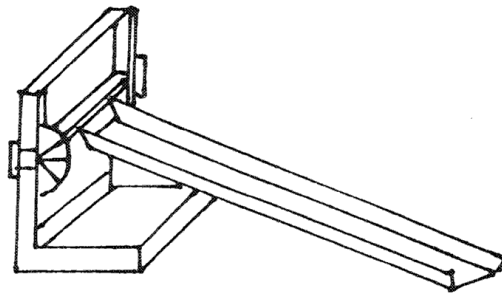
要求得道路斜度對車輛速度快慢與撞擊力、煞車距離的影響，必先以道路斜坡角度的大小與車輛同重量時，下滑撞擊力與推移力來比對數據的大小與車輛同重量時，下滑撞擊力與推移力來比對數據分析。

實驗(二)

1. 先以長日光燈殼蓋、固定夾、螺旋木桿、量角器，來做成可調式坡度模擬器來求得精確的斜坡角度與速度、撞擊力、推移力（煞車阻力）數據做比

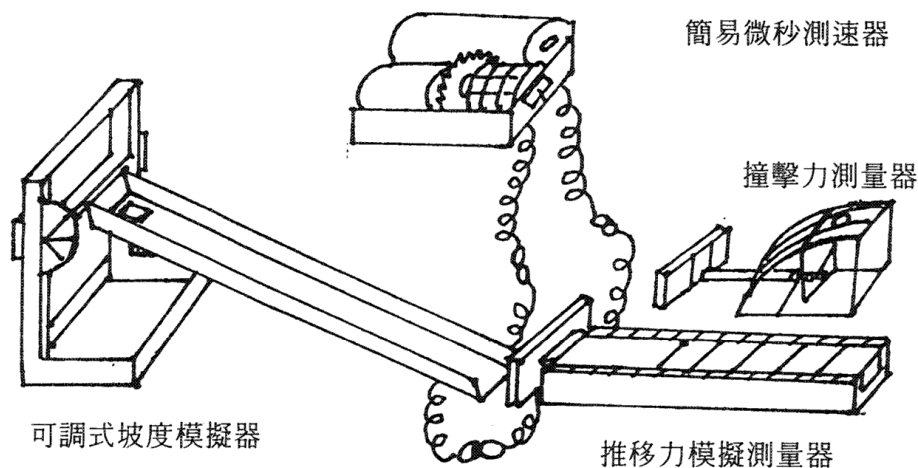
對，可模擬各種不同斜坡角度。
如左圖：本組自製可調式坡度模器。

2. 測試物體重重力加速度在短短125公分的測試道，都在一、二秒鐘。要分出每秒鐘下的數據，必須有更精密的測試器具，經老師指導再三研究製作，以我們自然電路課程所學加以應用，並利用微動開關、微馬達、錄音機轉速器、並聯起動回路，組成精密的微秒計速器，可微測百分之一秒的實驗速度比值圖解。



3. 上項測試器材自製完成，將實驗同重模型車輛，置放於坡度模擬器頂端，斜坡下置放撞擊力測量器測量。並以 5° 10° 15° 20° 等坡度每種坡度撞四次記錄撞擊力刻度並取均值。斜坡下後再置放推移力模擬測量器，並將微秒測速器的微動開關接於推移力測量器的被撞擊點，以 5° 10° 15° 20° 等坡度每種坡度撞四次記錄推移器推移距離、以及微秒測速器的轉速並取均值。

自製實驗器材配備圖解



實驗(二)數據收集：(載重10元硬幣20個)

坡度次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
5度	0.5格	0.2格	0格	0.5格	0.3格
10度	2.0格	2.0格	2.5格	2.5格	3.5格
15度	6.0格	6.5格	6.0格	7.0格	6.4格
20度	7.5格	8.0格	8.0格	7.0格	7.6格

撞測
擊力數
測據
量器

坡度次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
5度	1.0cm	1.0cm	0.5cm	0cm	0.6cm
10度	11.0cm	11.5cm	12.0cm	11.0cm	11.3cm
15度	12.0cm	11.0cm	11.0cm	13.0cm	11.8cm
20度	13.5cm	14.5cm	14.5cm	13.5cm	14.0cm

推測
移力數
測據
量器

微轉 秒速 測值 速器	坡度次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	5度	780 轉	753 轉	821 轉	856 轉	678 轉
	10度	252 轉	262 轉	240 轉	244 轉	250 轉
	15度	205 轉	209 轉	195 轉	207 轉	204 轉
	20度	149 轉	135 轉	118 轉	106 轉	127 轉

實驗(二)結果：在斜坡測試環境

當實驗坡度角度小時車速較慢，它的撞擊力就較小，推移距離較短，煞車距離亦較短。當實驗坡度角度大時車速較快，它的撞擊力就較大，推移距離較長，煞車距離亦較長。求證所得，道路坡度與車輛速度、撞擊力、煞車距離成漸增。

發現問題問題三、

如果同坡度路況，在不同載重下，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化，在下斜坡狀況下，它們關係會如何？

求證方法解析：

要求得車輛載重與速度快慢、撞擊力、煞車距離，必先測量不同載重車輛它的靜態下滑速度以及下滑撞擊力、下滑推移力（煞車距離）。觀察該車輛不同載重同斜面下滑撞擊力與下滑速度是否有所不同，並且在推移力（它的煞車阻力）大小變化數據。

實驗(三)

首先實驗斜面載重撞擊力、將四種不同重量硬幣分別10元10個一堆、10元20個一堆、10元30個一堆、10元40個一堆器，分別置放在模型玩具車輛。並將該實驗體置於坡度模擬器頂端以坡度10度、斜面長125分往下滑，撞擊斜坡下測量器。查看撞擊力測量器刻度值磁鐵停留在那一刻度。每種載重測四次取平均值記錄分再來實驗不同載重車輛的推移阻力（煞車距離）以及不同載重的速度。將玩具模型車放上四種硬幣重量實驗同上，斜坡下置放推移力模擬測量並連上微秒測速器電路接頭。實驗同上看推移的距離幾公分格並記錄微秒測速器轉速。

實驗(三)數據收集：載重硬幣10元10個、20個、30個、40個

撞測 擊量 力記 測錄 量 器	載重次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	10個重	1.5格	1.5格	1.0格	1.5格	1.4格
	20個重	2.0格	2.5格	2.0格	2.0格	2.1格
	30個重	3.5格	2.5格	3.0格	3.0格	3.0格
	40個重	4.5格	3.5格	3.5格	4.0格	3.9格

推推 移移 力記 測錄 量 器	載重次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	10個重	9.0cm	8.0cm	7.0cm	8.0cm	8.0cm
	20個重	11.0cm	10.5cm	10.5cm	9.5cm	10.4cm
	30個重	11.5cm	12.5cm	13.5cm	13.0cm	12.6cm
	40個重	14.5cm	13.5cm	13.5cm	14.0cm	13.9cm

微秒 測速 器轉 速	載重次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	10個重	350 轉	368 轉	389 轉	342 轉	362 轉
	20個重	320 轉	335 轉	305 轉	313 轉	318 轉
	30個重	264 轉	275 轉	302 轉	258 轉	275 轉
	40個重	258 轉	268 轉	239 轉	146 轉	253 轉

實驗(三)結果：

當實驗車輛載重不同，它以靜態置於斜坡頂點往下滑的速度、推移力、撞擊力都會發生變化。由實驗數據可知撞擊力、車速、推移力與車子載重在下斜坡是成漸增。

發現問題問題四、

如果相同載重車輛，在不同路面滑度下，車輛的煞車距離以及速度、撞

擊的承受力之變化，會有何差別呢？

求證方法解析：

車子行駛有它的抓地力，就是車輛輪胎與路面磨擦的力量，又稱為物質磨擦係數。路面材質磨擦係數不同，就會引關係到車子的抓地力。實驗材質抓地力（磨擦力）的不同來比對它的撞擊力速度、推移力。

實驗(四)

首先需製做不同材質的模擬路面，裁剪長125公分寬5公分的瓦楞紙板、沙紙板片、透明膠帶、以及原有日光燈蓋的薄鐵片，共四種材質做成四種不同材質的模擬路面。每種路面材質試驗四次取平均值，將測試數據收集、記錄、分析比對。

實驗(四)數據收集：（載重10元硬幣20個）

撞測 擊量 力記 測錄 量 器	材質次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	瓦楞板	1.0格	0.5格	1.0格	1.0格	0.9格
	沙紙板	1.0格	1.0格	1.5格	1.0格	1.1格
	膠帶	3.0格	2.5格	6.5格	3.0格	3.0格
	薄鐵板	2.0格	2.5格	2.0格	2.0格	2.1格

推推 移移 力記 測錄 量 器	材質次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	瓦楞板	5.0cm	3.0cm	3.5cm	4.0cm	3.9cm
	沙紙板	3.5cm	4.0cm	5.0cm	4.5cm	4.3cm
	膠帶	11.0cm	10.5cm	11.5cm	12.0cm	11.3cm
	薄鐵板	10.5cm	9.5cm	10.0cm	9.5cm	9.9cm

微 秒 測 速 器 轉 速	材質次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	瓦楞板	365 轉	337 轉	357 轉	348 轉	352 轉
	沙紙板	365 轉	358 轉	379 轉	395 轉	374 轉
	膠帶	310 轉	278 轉	256 轉	274 轉	280 轉
	薄鐵板	325 轉	317 轉	295 轉	306 轉	311 轉

實驗(四)結果：

當模型車在不同材質的模擬路基測試，結果下滑在透明膠帶的模擬路基，測速器轉速最少速度最快，而撞擊力、推移距離亦最大。相反下滑在瓦楞紙板的模擬路基，測速器轉速最多速度最慢，而撞擊力、推移距離亦最小。所

以車輛行駛路基狀況是安全的絕對變因。

發現問題問題五、

如果同載重車輛，在不同路面阻抗下，車輛的煞車距離以及速度、撞擊的承受力之變化，它們相互關係如何？

求證方法解析：

首先須測同路面材質與同載重車子在無路面任何阻抗下它的車速、撞擊力、推移力。再將該模擬路面依次加上阻抗材質，觀察每次不同阻抗材質，觀察每次不同阻抗路面下滑的速度、撞擊力、推移力變化。

實驗(五)

首先實驗置放模型玩具車輛置於坡度模擬器頂端以坡度10度、斜面長125公分往下滑，撞擊斜坡下撞擊力測量器、推移力模擬測量器，並連上微秒測速器電路接頭。實驗同上察看推移的距離幾公分格並記錄微秒測速器轉速數字。再來將牙籤在125公分長模擬路面，以每20公分黏一支牙籤（共6支）同上測試下滑四次取平均值。再來以每15公分黏一支牙籤（共8支）同上測試下滑四次取平均值。其次每10公分（共12支）、5公分（共25支）逐項實驗將所得數據加以比對。

實驗(五)數據收集：125公分模擬路面阻抗牙籤數目載重40個10元

撞擊力數據測量器	阻抗次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	6支	3.5格	3.0格	3.0格	3.5格	3.3格
	8支	2.0格	2.5格	2.0格	2.5格	2.3格
	12支	1.5格	1.5格	1.5格	1.5格	1.5格
	25支	1.0格	0.5格	0.5格	0.5格	0.5格

推移力數據測量器	阻抗次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	6支	10.0cm	9.5cm	10.0cm	9.5cm	9.8cm
	8支	8.0cm	8.5cm	7.5cm	9.0cm	8.3cm
	12支	5.5cm	6.0cm	6.5cm	7.0cm	6.3cm
	25支	2.5cm	3.0cm	4.0cm	3.5cm	3.3cm

微秒測速器轉數	阻抗次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	6支	346 轉	321 轉	342 轉	324 轉	333 轉
	8支	350 轉	361 轉	352 轉	340 轉	351 轉
	12支	461 轉	453 轉	445 轉	427 轉	447 轉
	25支	558 轉	590 轉	582 轉	613 轉	586 轉

實驗(五)結果：

由本項實驗可知撞擊力、車速、推移力與路面阻抗是成遞減。

發現問題問題六、

如果同載重車輛，在不同材質阻擋下，車輛撞擊該材質時，該材質撞擊的承受力之變化，它們相互關係如何？

求證方法解析：

各材質密度都有所不同，承受撞擊力各有變化。選擇密度差別較大的材質來試驗撞擊後的力量作比對分析。

實驗(六)

首先實驗置放模型玩具車輛置於坡度模擬器頂端以坡度25度、斜面長125公分往下滑，撞擊斜坡下撞擊力測量器、觀察在無任何材質阻擋下，撞擊力測量器磁鐵滑幾格記錄。再來選被撞材質密度不同四種，分別為木塊、保麗龍、海綿、氣泡墊，各以長15公分、寬10公分、厚2公分、分別黏貼於撞擊力測量器板面。同上項實驗每種撞擊四次記錄磁鐵停留刻度取平均值。

實驗(六)數據收集：模擬撞擊四種不同密度材質

撞擊數 測量器 測	材質次	第一次	第二次	第三次	第四次	平均數
	木塊	2.5格	2.5格	3.0格	3.5格	2.9格
	保麗龍	8.5格	8.0格	9.0格	8.0格	8.4格
	海綿	6.0格	6.0格	5.5格	6.0格	6.9格
	氣泡墊	7.0格	8.0格	8.5格	7.5格	7.8格

實驗(六)結果：

當實驗車輛載重相同，它以靜態置於斜坡頂點往下滑的撞擊力都會因遭受撞擊物體材質密度不同而發生變化。當密度越大越堅硬時如木塊，撞擊力測量器刻度移動小，駕駛員承受的反作用力就大會導致傷亡。撞擊到密度較小較鬆材質，該材質會吸收撞擊力，做為緩衝，撞擊力測量器磁鐵移動的刻度就大。由本項實驗可知承受撞擊力與被撞材質密度是成遞增。材質密度越大越堅硬反作用力量就較大，應證俗話：『踢到鐵板』不會說：『踢到海綿』。

五、討 論

在經歷一個多月艱辛嘗試，我們與師長們共同的來研究，感謝衆多老師的指導無論在實驗內容的收集分析、實驗器材的研發，電路上遭遇的困難，與多數老師請教幫忙，讓我們的意念能夠發揮。

師長所訓示我們：科學在實驗上不能主觀，不能預設狀況，不能導果爲因。實驗就是我們事先不曉得任何結果，大家不預設任何立場，如此不會在實驗中起爭執。經過多次的合作實驗，大家共同的心得是：任何學理沒有『絕對』。也許經過時空轉換會被推翻，實驗就是最好的原動力。

六、結 論

實驗(一)求證所得，撞擊力與車輛速度成遞增。

實驗(二)求證所得，坡度與車輛速度、撞擊力、煞車距離成遞增。

實驗(三)撞擊力、車速、推移力與車子載重在下斜坡是成遞減。

實驗(四)不同材質的模擬路基測試，結果路面材質磨擦力與速度、撞擊力、推移距離成遞減磨擦力越小越平滑加速越快。

實驗(五)由實驗撞擊力、車速、推移力與路面阻抗是成遞減。

實驗(六)由實驗可知承受撞擊力與被撞材質密度是成遞增。

七、參考資料

- 1.國民小學自然六上
- 2.中華兒童百科全書
- 3.兒童疑問小百科

評 語

本作品是觀測車輛撞擊力與車速及路況的關係。其中之以牙籤數形成路面之阻抗，以一受力板承受撞擊力後推動拉桿，使樞接之拉桿旋動推桿，推移設在圓弧刻度表之磁鐵，顯示出撞力大小之設計均具有創意。實驗能充分掌握變因，考慮周詳。作品之設計優良，亦可當作教具使用。