

如何正確測出斜面上 滑行動物的瞬間碰撞力

高小組物理科第二名

台北市立西門國小

作者：施孟甫 等七人

指導教師：翁阿火、郭瓊珍

一、研究動機

在六上自然科學第五單元「四輪車與小山坡」上課中，我們用學校現有的教具操作，以阻擋物被推動的距離來測量四輪車從斜面上滑下的碰撞力。但是發現下列困難：四輪車滑行易歪斜不易正撞阻擋物；四輪車易撞壞；阻擋物易撞歪或翻轉；斜度大時，四輪車先撞地再撞阻擋物；斜面板厚度影響四輪車順暢滑到平面……等，使我們難以正確測出四輪車自斜面上滑下的碰撞力。所以老師鼓勵我們動腦改進現有的教具，動手製作一個可以解決困難並正確測量斜面上滑行動物的碰撞力之實驗器具，於是我們展開一連串忙碌又有趣的科學實驗活動。

二、研究目的

- (一)怎樣設計一個可以正確測出車子瞬間碰撞力的實驗器具？
- (二)如何用自製的實驗器具，來測量斜面上滑行動物在各種情況下的瞬間碰撞力？

三、研究設備器材

- (一)凹槽雙軌斜面板
- (二)瞬間碰撞力測量器
- (三)瞬間碰撞力記錄器
- (四)軌道
- (五)斜度調整器
- (六)雙軌六輪車（即滑行動物）

(七)工具箱(彈簧、螺帽、鐵鎚、鑿刀、鐵鉗……)

四、研究過程

(一)着手設計製作實驗器具並加以試驗改良：

- 1.第一號實驗器。
- 2.第二號實驗器。
- 3.第三號第一代。
- 4.第三號第二代。
- 5.第三號第三代。
- 6.第三號第四代。

(二)運用自製實驗器具，解決研究問題：

- 1.問題一：滑行物在不同斜度的斜面上，瞬間碰撞力會怎樣變化？

(1)方法：滑行物放在斜面距離 30 公分處，分別自斜度 10° ， 20° ， 30° ， 40° ， 50° ， 60° ， 70° ， 80° ， 90° 滑下。用彈簧 A 40，A 80，B 40，B 80 分別測量彈簧被擠壓的長度，將五次測量加以平均，畫成圖表。(版面所限，圖略)

(註：A、B 的內徑同是 0.5 公分，鋼絲粗細分別是 0.04 公分、0.05 公分。40，80 表示彈簧圈數，80 圈用兩條 40 圈彈簧並聯而成。)

(2)結果：

- ㄅ. 斜度：斜度愈大，彈簧被擠壓的長度愈長，即瞬間碰撞力愈大；斜度愈小，彈簧被擠壓的長度愈短，即瞬間碰撞力愈小。斜度 80° ， 90° ，滑行物會懸空落下。
- ㄆ. 鋼絲粗細：彈簧鋼絲粗者 (B 是 0.05 公分)，彈簧被擠壓的長度較短；彈簧鋼絲細者 (A 是 0.04 公分)，彈簧被擠壓的長度較長，碰撞力較大時，易超過彈簧最大壓縮。
- ㄇ. 彈簧圈數：彈簧圈數少者，彈簧被擠壓的長度較長；彈

簧圈數多者，彈簧被擠壓的長度較短。

七. 採用彈簧代號 B 40 (內徑 0.5 公分，鋼絲粗細 0.05 公分 40 圈)較合適，因為彈簧拆換容易，適用範圍較廣，實驗準確。

2.問題二：滑行者在不同斜面距離的斜面上，瞬間碰撞力會怎樣變化？

(1)方法：滑行者放在斜度 30° 的斜面上，分別自斜面距離 10，20，30，40，50，60，70，80 公分處滑下，用彈簧 B 40 測量彈簧被擠壓的長度五次，平均後畫成圖表。
(略)

(2)結果：

ㄅ. 斜面距離：斜面距離愈長，彈簧被擠壓的長度愈長，即瞬間碰撞力愈大；斜面距離愈短，彈簧被擠壓的長度愈短，即瞬間碰撞力愈小。

ㄆ. 自滑行者起點每增加 10 公分，彈簧被擠壓的長度也增加約 0.5 公分。

3.問題三：斜面上滑行者質量不同時，瞬間碰撞力會怎樣變化？

(1)方法：滑行者放在斜度 30° ，斜面距離 30 公分斜面上，滑行者分別加裝 0，4，8，12，16，20 個螺帽滑下。用彈簧 A 40，A 80，B 40，B 80 分別測量彈簧被擠壓的長度，將五次測量加以平均，畫出圖表。(圖略)

(2)結果：

ㄅ. 滑行者質量：滑行者質量愈大，彈簧被擠壓的長度愈長，即瞬間碰撞力愈大，滑行者質量愈小，彈簧被擠壓的長度愈短，即瞬間碰撞力愈小。

ㄆ. 鋼絲粗細：彈簧鋼絲粗者，彈簧被擠壓的長度較短，彈簧鋼絲細者，彈簧被擠壓的長度較長，碰撞力較大時，也易超過彈簧最大壓縮長度。

ㄏ. 彈簧圈數：彈簧圈數少者，彈簧被擠壓的長度較長；彈簧圈數多者，彈簧被擠壓的長度較短。

4.問題四：滑行物在粗滑不同的軌道斜面上，瞬間碰撞力會怎樣變化？

(1)方法：滑行物在斜度 10° ，斜面距離 60 公分斜面上，分別自軌道刻痕數 0，18，36 條軌道滑下，用彈簧 B 40 測量彈簧被擠壓的長度五次，平均後畫成圖表。（圖略）

(2)結果：

ㄅ. 軌道愈光滑，彈簧被擠壓的長度愈長，即瞬間碰撞力愈大。

ㄆ. 軌道愈粗糙，摩擦力愈大，影響滑行速度，減小其瞬間碰撞力。

5.問題五：斜面上不同位置的滑行物，滑行相等距離，瞬間碰撞力會一樣嗎？

(1)方法：滑行物放在斜度 30° 斜面上，分別自ㄅ點（30 公分），ㄆ點（50 公分），ㄇ點（70 公分，滑行 30 公分碰撞測量器五次，平均後畫成圖表。（圖略）

(2)結果：斜度相同，滑行相等距離，斜面位置不同的滑行物，其瞬間碰撞力一樣。

五、討 論

(一)原來我們把滑行物滑下碰撞測量器的力稱為「瞬間衝力」，後來老師請教物理專家，覺得會和物理學的真正「衝力」混淆，所以改用「瞬間碰撞力」名稱，表示滑行物自斜面上滑下時，瞬間碰撞的力量。

(二)我們本來用三組內徑相同，鋼絲粗細不同的彈簧做實驗，結果最粗的 C 80 無法套進測量器的螺絲長釘，只好只做 A、B 兩種粗細的彈簧。

(三)因為一再拆裝測量器，使得螺絲釘孔變大，無法鎖緊測量器，最後改用較長螺絲釘鎖上，總算使測量器牢固不搖動了。

(四)記錄器一直是我們最頭痛的問題。為了控制變因，確保記錄的筆頭抵住記錄紙，每次都要用鐵鎚敲 n 次，還有記錄紙要常擦，常

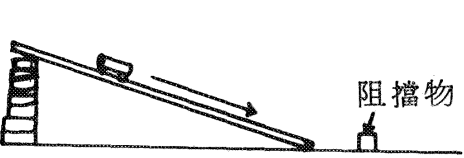
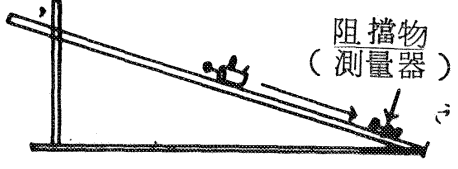
換，不太方便。本想改用捲軸式，可是必須在木塊中鑿刻細溝，技術不易，以後繼續改進。

- (五) 做軌道粗滑實驗時，原用六組不同粗滑的軌道，發現刻痕數差距少，滑行距離太短，其瞬間碰撞力差異極小，故改成三組，並加長其滑行距離。
- (六) 當斜度愈大，斜面距離愈長時，滑行物離平面愈近，速度就會加快，老師說跟加速度有關係，我們很想進一步把實驗的結果和物理的理論配合，對斜面上的物體運動學習深入些。

六、結 論

- (一) 斜度愈大，斜面距離愈長，滑行動物質量愈大，軌道愈光滑，滑行動物在斜面上，其瞬間碰撞力愈大。
- (二) 斜度相同，滑行距離相等，斜面位置不同的滑行動物，其瞬間碰撞力都一樣。
- (三) 斜度相同，斜面距離每增加 10 公分，彈簧被擠壓的長度也增加約 0.5 公分，即增加的碰撞力約相等。
- (四) 彈簧鋼絲較粗，圈數較多者強度大，較不容易被壓縮。
- (五) 軌道愈粗糙，摩擦力愈大，影響滑行速度，減少其瞬間碰撞力。
- (六) 在實驗中發現用內徑 0.5 公分，鋼絲粗細 0.05 公分的彈簧 40 圈，適用範圍廣，且拆換容易，實驗準確。
- (七) 根據上列實驗結果，證明我們自製的實驗器具及操作方法是可改進本單元現有教具的缺點。

下表是兩種實驗器具的比較：

種類 項目	學校現有教具	我們自製實驗器具
操作方法	 <p>四輪車自斜面滑下，再經</p>	 <p>滑行動物循軌道滑下，在斜</p>

		一個車身距的平面後，碰撞阻擋物，量取阻擋物被推動的距離，即碰撞力。	面上即碰撞阻擋物（測量器），碰撞同時自動記錄彈簧被擠壓的長度，即瞬間碰撞力。
優	ㄅ.	斜度太大，車子自斜面滑下，先撞地，抵消車子部分碰撞力。	滑行者直接在斜面上碰撞，不會抵消部分碰撞力。
	ㄆ.	斜面板沒有軌道，車子易滑歪，以致阻擋物易撞歪或翻轉。	斜面板有雙軌，滑行者不會歪斜。阻擋物固定在斜面板上，確保滑行者正撞，減少誤差。
缺點	ㄏ.	車子自斜面滑下至平面，受斜面板厚度影響，滑行者不順。	滑行者直接在斜面上碰撞，不受斜面板厚度影響。
	ㄏ.	斜面板斜度、粗滑等變因不易操縱。	斜度調整器可自 10° 調整至 90° （間隔 10° ）；軌道可抽出更換，操作容易，且按比例改變，能做斜面上多種實驗。

七、參考資料

- (一) 國小自然科學課本，第十一冊，國立編譯館。
- (二) 改變歷史的人，王士新著，常春樹出版社。
- (三) 學生科學辭典，光復書局。
- (四) 給你一把鑰匙，梁實秋等著，正中書局。

評語

思考周密，有創意，概念正確，數據嚴謹，系統完整性較佳，反應靈敏，宜加誤差概念。