

六、 實驗數據及分析

Part1. 完全彈性碰撞

(1). 橡皮筋

<表一> 一樣重	M1(kg)	M2 (kg)		V1(m/s)	V2(m/s)	V1'(m/s)	V2'(m/s)
				0.7498	0	0	0.7362
	0.3942	0.3896		Ek1(J)	Ek2(J)	Ek1'(J)	Ek2'(J)
				0.11081	0	0	0.10558
P(碰撞前)		P(碰撞後)		Ek(碰撞前)		Ek(碰撞後)	
0.295571		0.286824		0.11081		0.10558	
						ΔE_k 內	
						-0.00523	

<表二> 大撞小	M1(kg)	M2 (kg)		V1(m/s)	V2(m/s)	V1'(m/s)	V2'(m/s)
				1.2976	0	0.2392	0.7362
	0.50156	0.3896		Ek1(J)	Ek2(J)	Ek1'(J)	Ek2'(J)
				0.42226	0	0.01435	0.34541.
P(碰撞前)		P(碰撞後)		Ek(碰撞前)		Ek(碰撞後)	
0.650824		0.638765		0.42226		0.35976	
						ΔE_k 內	
						-0.06249	

<表三> 小撞大	M1(kg)	M2 (kg)		V1(m/s)	V2(m/s)	V1'(m/s)	V2'(m/s)
				0.8212	0	-0.0545	0.6786
	0.3942	0.51916		Ek1(J)	Ek2(J)	Ek1'(J)	Ek2'(J)
				0.13292	0	0.00059	0.11954
P(碰撞前)		P(碰撞後)		Ek(碰撞前)		Ek(碰撞後)	
0.32372		0.32082		0.13292		0.12012	
						ΔE_k 內	
						-0.0128	

(2). 磁鐵

<表四> 一樣重	M1(kg)	M2 (kg)		V1(m/s)	V2(m/s)	V1'(m/s)	V2'(m/s)
				0.817	0	0	0.7748
	0.4132	0.4103		Ek1(J)	Ek2(J)	Ek1'(J)	Ek2'(J)
				0.13790	0	0	0.12316
P(碰撞前)		P(碰撞後)		Ek(碰撞前)		Ek(碰撞後)	
0.337584		0.3179		0.13790		0.12316	
						ΔE_k 內	
						-0.01475	

Part2. 完全非彈性碰撞

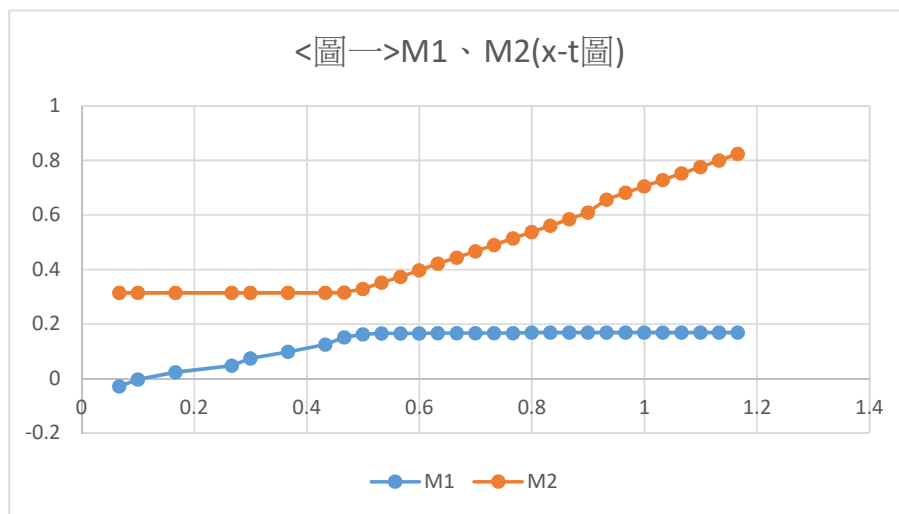
<表五> 一樣重	M1(kg)	M2 (kg)		V1 (m/s)	V2 (m/s)	Vc(m/s)	Vc'(m/s)
				0.551	0	0.2663	0.2234
	0.38944	0.39216		Ek1 (J)	Ek2 (J)	Ek _c (J)	Ek _c '(J)
				0.05912	0	0.02771	0.01950
P (碰撞前)	P (碰撞後)	Ek (碰撞前)	Ek (碰撞後)	摩擦力功 W _s	移動距離 (S)	摩擦力 f	
0.21458	0.17461	0.02771	0.01950	0.00821	0.3	0.02737	

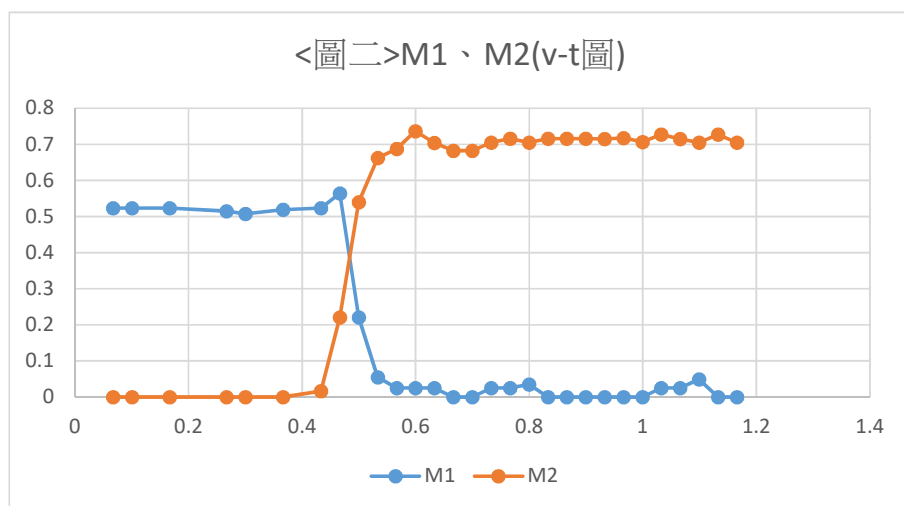
Part3. Tracker (完全彈性碰撞-磁鐵)

M1 : 0.4132kg, M2 : 0.4103kg

表七	碰撞前			碰撞後		
	平均速度 (m/s)	動量	動能	平均速度 (m/s)	動量	動能
M1	0.5249	0.2169	0.05692	0.012163	0.0050	3.057*10 ⁻⁵
M2	0.0023	0.0010	1.12*10 ⁻⁶	0.709598	0.2911	0.1033

表八			
碰撞前		碰撞後	
總動量	總動能	總動量	總動能
0.21784	0.05692	0.29617	0.10333





七、 結果與討論

1. 動量變化

每組數據動量變動百分比%，皆以 $\frac{P_{末} - P_{初}}{P_{初}} * 100\%$ 計算

Part1. 完全彈性碰撞

(1). 橡皮筋

一樣重：-2.96%

大撞小：-1.85%

小撞大：-0.90%

(2). 磁鐵

一樣重：-5.83%

Part2. 完全非彈性碰撞

一樣重：-18.63%

分析：

- A. 比較磁鐵與橡皮筋兩者質量「一樣重」的數據，發現磁鐵誤差較高。原因推測為實驗時兩磁鐵碰撞時同極沒有完全對準，便會產生部分的異性相吸，抵銷蓋有的排斥力，造成動量損失較多。
- B. 可發現誤差皆為負值，其原因為滑車與軌道的磨擦力作負功，因此動能減少，換言之總動量亦減少。

2. 動能變化

每組數據動量變動百分比%，皆以 $\frac{E_{k末} - E_{k初}}{E_{k初}} * 100\%$ 計算

Part1. 完全彈性碰撞

(1). 橡皮筋

一樣重：-4.72%

大撞小：-14.80%

小撞大：-9.63%

(2). 磁鐵

一樣重：-10.69%

Part2. 完全非彈性碰撞

一樣重：-29.63%

分析：

- A. 比較磁鐵與橡皮筋兩者質量「一樣重」的數據，發現磁鐵誤差較高。原因推測為實驗時兩磁鐵碰撞時同極沒有完全對準，便會產生部分的異性相吸，抵銷蓋有的排斥力，造成動量損失較多。
- B. 可發現誤差皆為負值，其原因為滑車與軌道的磨擦力作負功，因此動能減少。
- C. 完全非彈性碰撞時，黏土與針之間具有摩擦力，在摩擦期間所造成的能量損失以熱能散去，因此造成量損失較多。

3. Tracker 分析

(1). 動量變化 = 35.96% (以 $\frac{P_{末}-P_{初}}{P_{初}} * 100\%$ 計算)

(2). 動能變化 = 81.54% (以 $\frac{E_{k末}-E_{k初}}{E_{k初}} * 100\%$ 計算)

(3). 以圖一、圖二來看，明顯看出此為質量兩箱等物體碰撞之運動。說明了此次操作應該是沒問題，然而卻發現動量、動能均明顯增加。推測其原因為當錄影時鏡頭略斜且靠 M2 較近，因此在真實 V1 和 V2 相同情況下，觀測到的 V2 會大 V1，造成碰撞後的動能、動量明顯增加。

4. 誤差來源：

設備系統誤差：軌道非光滑，具有摩擦力、電子秤、光電計時器量測的精確度

人為系統誤差：相機，未架設在 M1、M2 中間

環境系統誤差：非真空，仍會有風阻影響滑車、同學在旁走動遭程的空氣擾動影響實驗數據

八、 問題與討論

1. 在碰撞過程中，空氣層的黏滯摩擦對動量守恆的結論有何影響？

Ans：因有摩擦力作負功，因此動能減少，換言之總動量亦減少

2. 以橡皮繩或磁鐵做彈性碰撞，兩者的結果是否相同？那一種較準確？請說明原因。

Ans：橡皮筋，因為從數據來看橡皮筋動能損失較少。其原因為磁鐵同時具吸引力與排斥力，若實驗時兩磁鐵碰撞時同極沒有完全對準，便會產生部分的異性相吸，抵銷蓋有的排斥力，造成動量、動能損失。

3. 假定我們可以放置少許火藥在滑車緩衝彈簧前檔上，並且使它在碰撞的瞬間爆炸而將兩個滑車推離開，那麼動量仍能守恆嗎？動能是否守恆？請說明原因。

Ans：動量會守恆，因為爆炸屬於內力。動能不會守恆，因為此非完全彈性碰撞，爆炸額外造成的力造成額外加速度，使得總動能增加。

4. 時間間隔之準確性對「牛頓運動定律」的實驗是非常重要的，本實驗卻未強調要先作時間校正，為什麼？

Ans：因為光電計時器、Tracker 會自動計算時間、速度 V ，我們不必再考慮時間問題。探討動量、動能變化百分比時只需末速、初速，在計算過程中便會把時間因次消除。

九、 心得

這次是第二次操作滑車相關實驗相比上次做到七點，這次實驗是做最快的一次，終於如願在三點半前離開實驗室，相信這是學生、助教、講師，共同的喜悅。

十、 參考資料

清大普物實驗室：<http://www.phys.nthu.edu.tw/~gplab/exp006.html>