

## ● 實驗數據

✓ 彈性碰撞(橡皮筋)

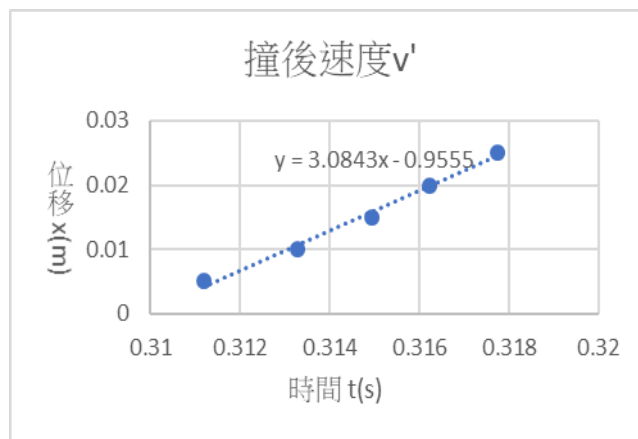
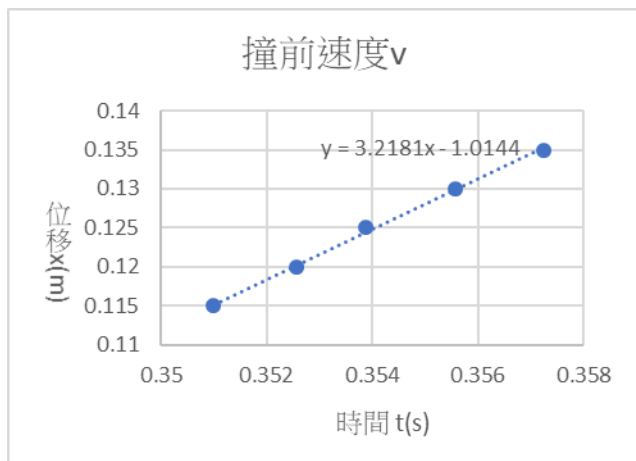
➤  $m_1 = m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.36714
車 2 $m_2$	0.36596

彈性碰撞 橡皮筋		
$m_1 = m_2$	撞前速度 $V$ (m/s)	撞後速度 $V'$ (m/s)
車 2	3.2181	0
車 1	0	3.0843
$Cr$	0.95842	

	前	後	損耗%
動量 $P$ (kg*m/s)	1.1777	1.1324	3.8
動能 $E$ (J)	1.8950	1.7463	7.8

### 1. 作圖



### 2. 分析

$$Cr = \left| \frac{V - 0}{0 - V'} \right| = \left| \frac{3.0843}{3.2181} \right| = 0.95842$$

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.36596 * 3.2181 = 1.177$$

$$\text{撞後動量 } P' = m_1 * V' = 0.36714 * 3.0843 = 1.1324$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P - P'}{P} * 100\% = 3.8\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.36596 * 3.2181^2 = 1.8950$$

$$\text{撞後動能 } E_{k'} = \frac{1}{2} * m_1 * V'^2 = \frac{1}{2} * 0.36714 * 3.0843^2 = 1.7463$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_{k'}}{E_k} * 100\% = 7.8\%$$

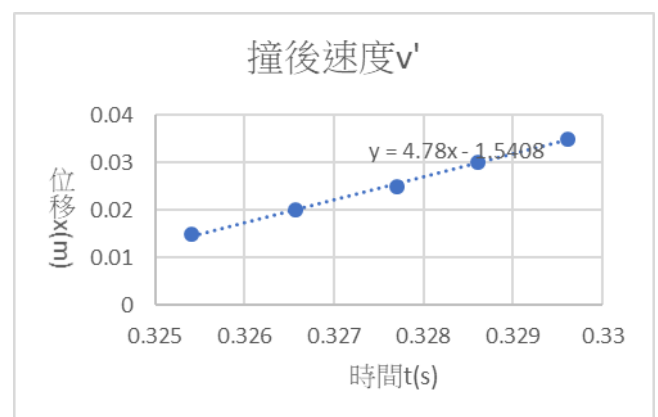
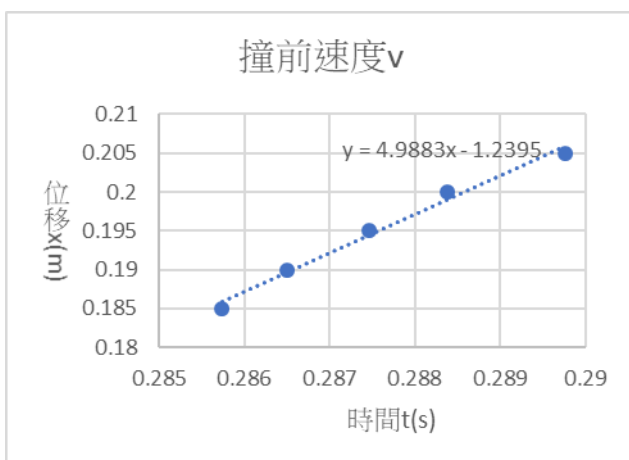
➤  $m_1 < m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.36714
車 2 $m_2$	0.42296

彈性碰撞 橡皮筋		
$m_1 < m_2$	撞前速度 V(m/s)	撞後速度 V' (m/s)
車 2	4.9883	0
車 1	0	4.78
Cr	0.95824	

	前	後	損耗%
動量 P(kg*m/s)	2.1099	1.75	17.1
動能 E(J)	5.2623	4.19	20.4

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$Cr = \left| \frac{V-0}{0-V'} \right| = \left| \frac{4.78}{4.9883} \right| = 0.95842$$

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.42296 * 4.9883 = 2.1099$$

$$\text{撞後動量 } P' = m_1 * V' = 0.36714 * 4.78 = 1.75$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P-P'}{P} * 100\% = 17.1\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.42296 * 4.9883^2 = 5.2623$$

$$\text{撞後動能 } E_k' = \frac{1}{2} * m_1 * V'^2 = \frac{1}{2} * 0.36714 * 4.78^2 = 4.19$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_k'}{E_k} * 100\% = 20.4\%$$

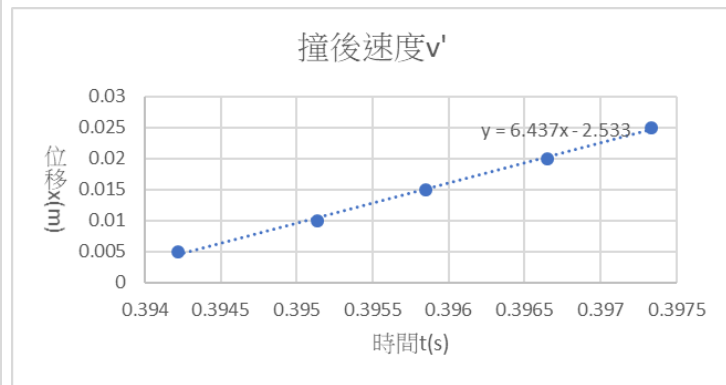
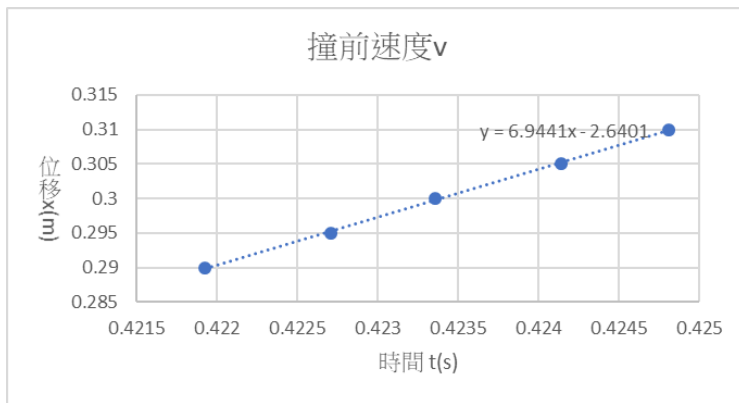
➤  $m_1 > m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.39236
車 2 $m_2$	0.36596

彈性碰撞 橡皮筋		
$m_1 > m_2$	撞前速度 V(m/s)	撞後速度 V' (m/s)
車 2	6.9441	0
車 1	0	6.437
Cr	0.9270	

	前	後	損耗%
動量 P(kg*m/s)	2.5413	2.53	0.6
動能 E(J)	8.8234	8.13	7.9

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$Cr = \left| \frac{V-0}{0-V'} \right| = \left| \frac{6.437}{6.9441} \right| = 0.9270$$

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.36596 * 6.9441 = 2.5413$$

$$\text{撞後動量 } P' = m_1 * V' = 0.39236 * 6.437 = 2.53$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P-P'}{P} * 100\% = 0.6\%$$

$$\text{撞前動能 } Ek = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.36596 * 6.944^2 = 8.8234$$

$$\text{撞後動能 } Ek' = \frac{1}{2} * m_1 * V'^2 = \frac{1}{2} * 0.39236 * 6.437^2 = 8.13$$

$$\text{動能損耗} = \frac{Ek-Ek'}{Ek} * 100\% = 7.9\%$$

✓ 彈性碰撞(磁鐵)

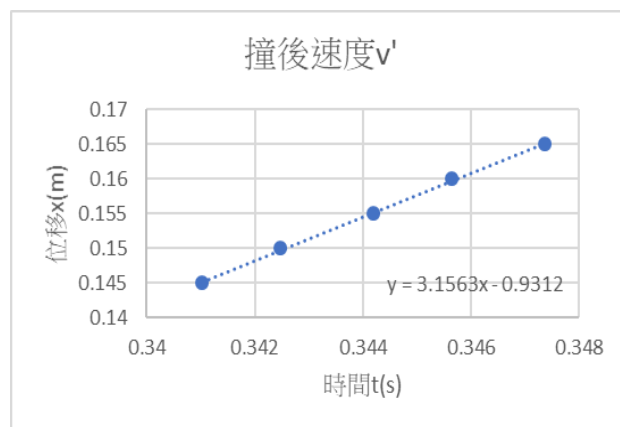
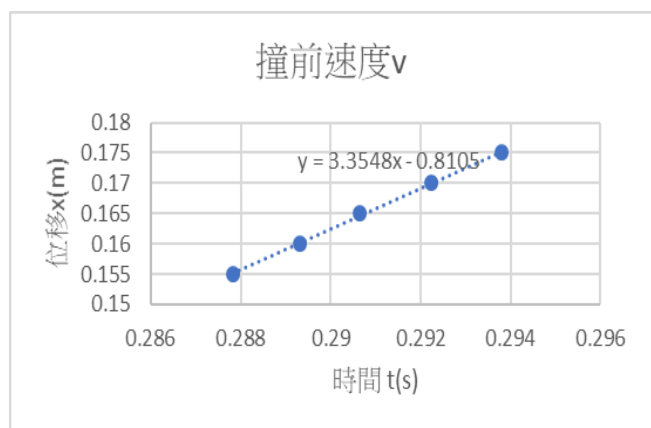
➤  $m_1=m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.36714
車 2 $m_2$	0.36596

彈性碰撞 磁鐵		
$m_1=m_2$	撞前速度 V(m/s)	撞後速度 V' (m/s)
車 2	3.3548	0
車 1	0	3.1563
Cr	0.9408	

	前	後	損耗%
動量 P(kg*m/s)	1.2277	1.1570	5.8
動能 E(J)	2.0594	1.8230	11.5

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$Cr = \left| \frac{V-0}{0-V'} \right| = \left| \frac{3.1563}{3.3548} \right| = 0.9408$$

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.36596 * 3.3548 = 1.2277$$

$$\text{撞後動量 } P' = m_1 * V' = 0.36714 * 3.1563 = 1.1570$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P-P'}{P} * 100\% = 5.8\%$$

$$\text{撞前動能 } Ek = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.36596 * 3.3548^2 = 2.0594$$

$$\text{撞後動能 } Ek' = \frac{1}{2} * m_1 * V'^2 = \frac{1}{2} * 0.36714 * 3.1563^2 = 1.8230$$

$$\text{動能損耗} = \frac{Ek-Ek'}{Ek} * 100\% = 11.5\%$$

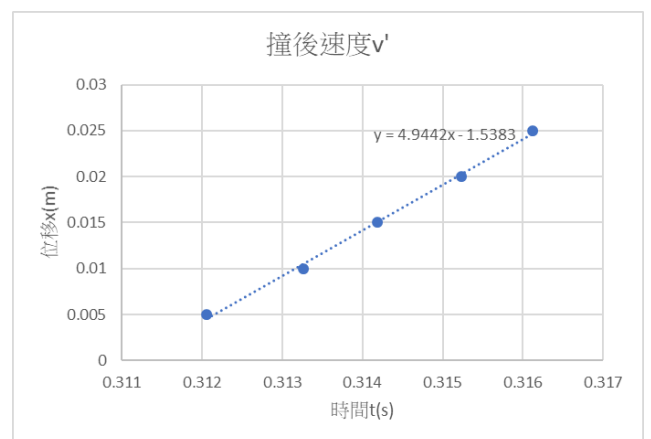
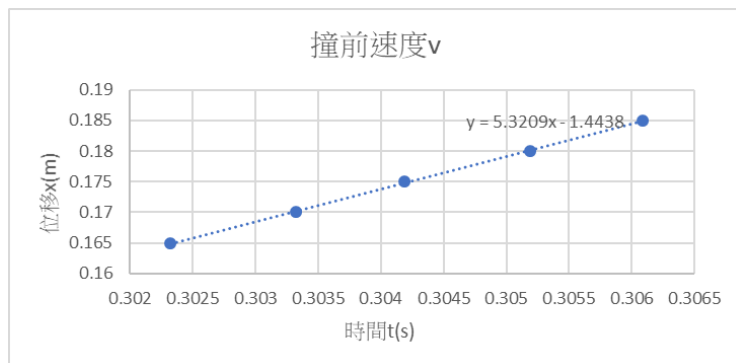
➤  $m_1 < m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.36714
車 2 $m_2$	0.42296

彈性碰撞 磁鐵		
$m_1 < m_2$	撞前速度 $V$ (m/s)	撞後速度 $V'$ (m/s)
車 2	5.3209	0
車 1	0	4.9442
Cr	0.9292	

	前	後	損耗%
動量 $P$ (kg*m/s)	2.2505	1.8152	19.3
動能 $E$ (J)	5.9874	4.4874	25.1

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$C_r = \left| \frac{V-0}{0-V'} \right| = \left| \frac{4.9442}{5.3209} \right| = 0.9292$$

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.42296 * 5.3209 = 2.2505$$

$$\text{撞後動量 } P' = m_1 * V' = 0.36714 * 4.9442 = 1.8152$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P-P'}{P} * 100\% = 19.3\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.4226 * 5.3209^2 = 5.9874$$

$$\text{撞後動能 } E_k' = \frac{1}{2} * m_1 * V'^2 = \frac{1}{2} * 0.36714 * 4.9442^2 = 4.4874$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_k'}{E_k} * 100\% = 25.1\%$$

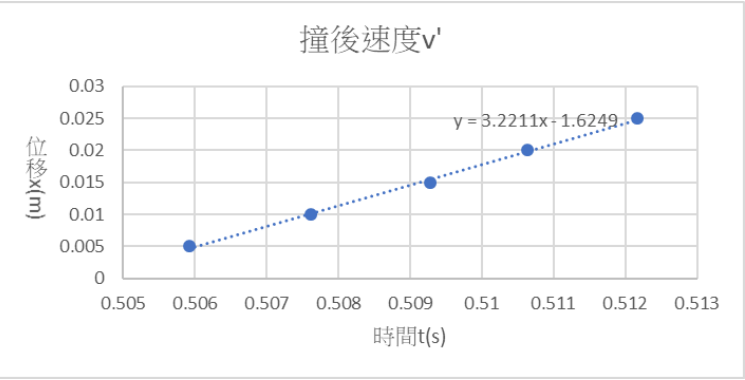
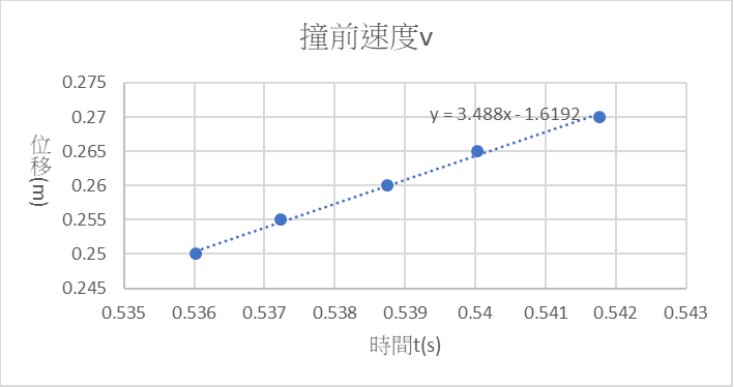
➤  $m_1 > m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.39236
車 2 $m_2$	0.36596

彈性碰撞 磁鐵		
$m_1 > m_2$	撞前速度 V(m/s)	撞後速度 V' (m/s)
車 2	3.488	0
車 1	0	3.2211
$C_r$	0.9235	

	前	後	損耗%
動量 P(kg*m/s)	1.2765	1.2638	1.0
動能 E(J)	2.2262	2.0355	8.6

## 1. 作圖



# 2. 分析

$$C_T = \left| \frac{V - 0}{0 - V'} \right| = \left| \frac{3.2211}{3.488} \right| = 0.9235$$

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.36596 * 3.488 = 1.2765$$

$$\text{撞後動量 } P' = m_1 * V' = 0.39236 * 3.2211 = 1.2638$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P - P'}{P} * 100\% = 1.0\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.36596 * 3.488^2 = 2.2262$$

$$\text{撞後動能 } E_k' = \frac{1}{2} * m_1 * V'^2 = \frac{1}{2} * 0.39236 * 3.2211^2 = 2.0355$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_k'}{E_k} * 100\% = 8.6\%$$

✓ 完全非彈性碰撞(黏土)

➤ m1=m2

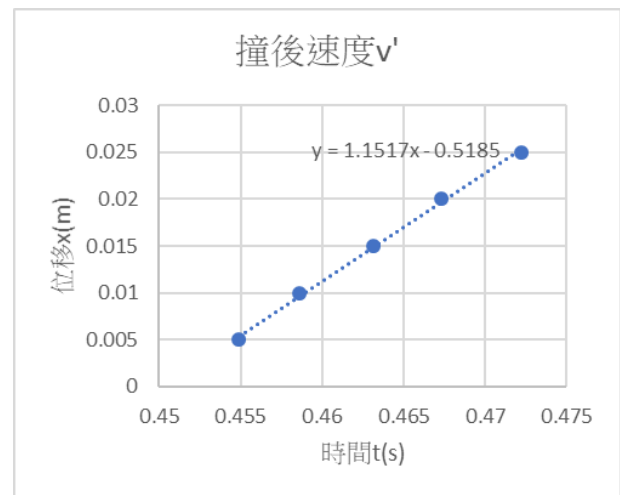
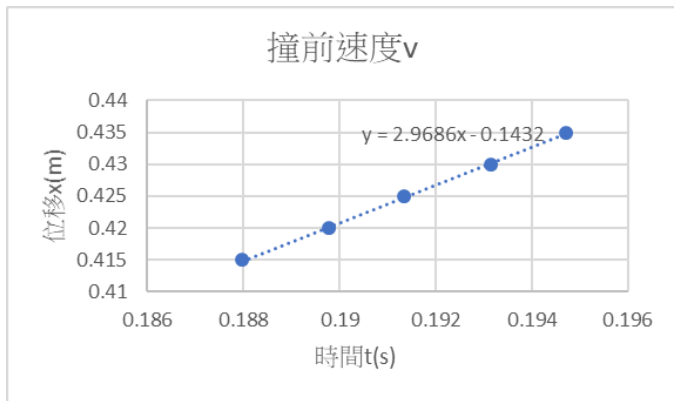
質量(kg)	
車 1 m1	0.36714
車 2 m2	0.36596

完全非彈性碰撞 黏土		
m1=m2	撞前速度 V(m/s)	撞後速度 V' (m/s)
車 2	2.9686	1.1517
車 1	0	1.1517



	前	後	損耗%
動量 P(kg*m/s)	1.0864	0.8443	22.3
動能 E(J)	1.6125	0.4862	69.8

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.36596 * 2.9686 = 1.0864$$

$$\text{撞後動量 } P' = (m_1 + m_2) * V' = (0.36714 + 0.36596) * 1.1517 = 0.8443$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P - P'}{P} * 100\% = 22.3\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.36596 * 2.9386^2 = 1.6125$$

$$\text{撞後動能 } E_k' = \frac{1}{2} * (m_1 + m_2) * V'^2 = \frac{1}{2} * (0.36714 + 0.36595) * 1.1517^2 = 0.4862$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_k'}{E_k} * 100\% = 69.8\%$$

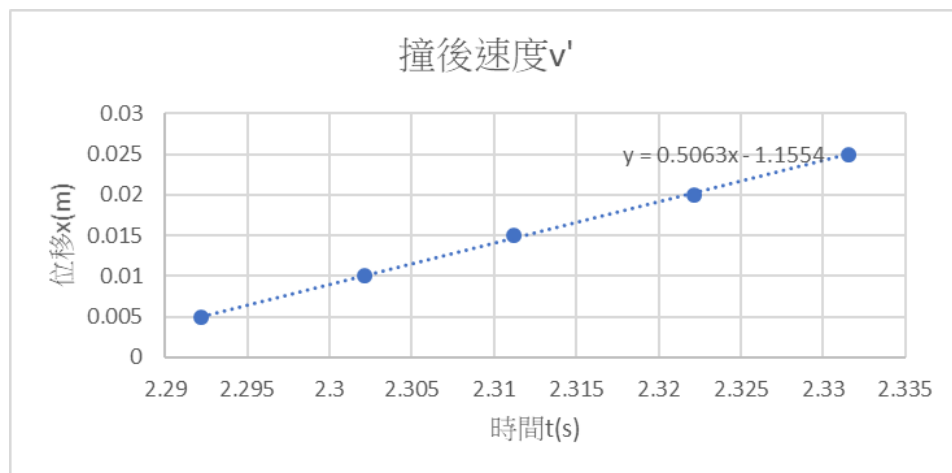
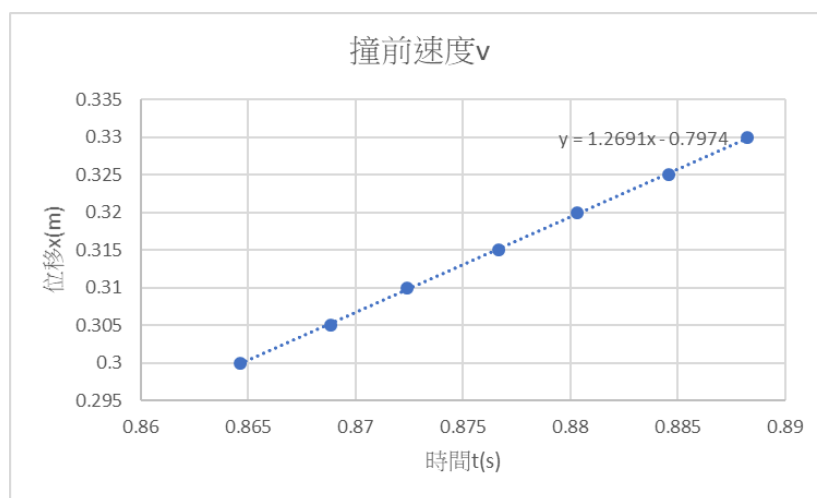
➤  $m_1 < m_2$

質量(kg)	
車 1 m1	0.36714
車 2 m2	0.42296

完全非彈性碰撞 黏土		
$m_1 < m_2$	撞前速度 $V$ (m/s)	撞後速度 $V'$ (m/s)
車 2	1.2691	0.5063
車 1	0	0.5063

	前	後	損耗%
動量 $P$ (kg*m/s)	0.5368	0.4000	25.5
動能 $E$ (J)	0.3406	0.1013	70.3

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.42296 * 1.2691 = 0.5386$$

$$\text{撞後動量 } P' = (m_1 + m_2) * V' = (0.36714 + 0.42296) * 0.5063 = 0.4000$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P - P'}{P} * 100\% = 25.5\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.42296 * 1.2691^2 = 0.3406$$

$$\text{撞後動能 } E_k' = \frac{1}{2} * (m_1 + m_2) * V'^2 = \frac{1}{2} * (0.36714 + 0.42296) * 0.5063^2 = 0.1013$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_k'}{E_k} * 100\% = 70.3\%$$

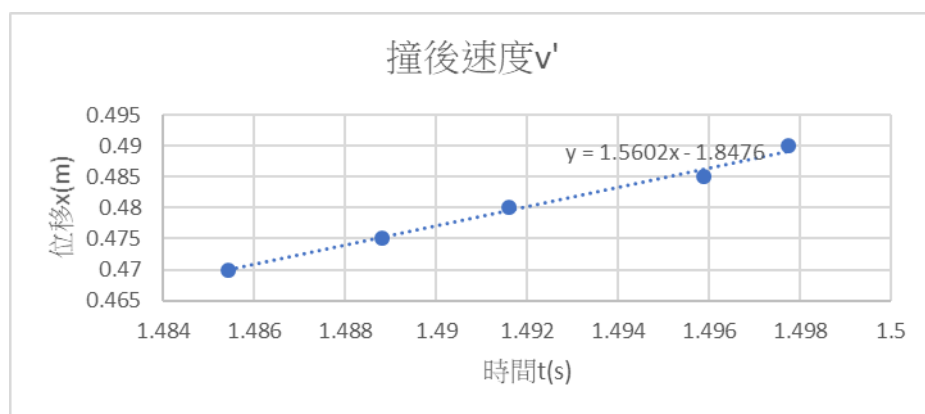
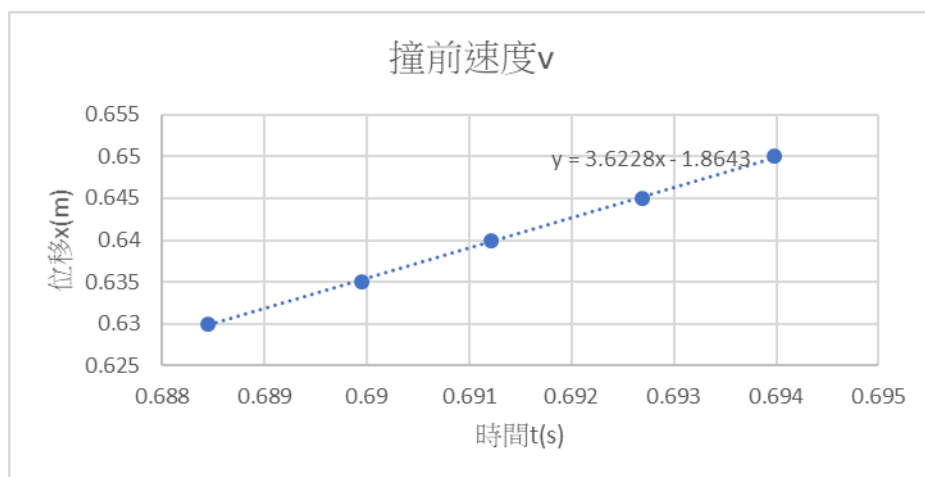
➤  $m_1 > m_2$

質量(kg)	
車 1 $m_1$	0.39236
車 2 $m_2$	0.36596

完全非彈性碰撞 黏土		
$m_1 > m_2$	撞前速度 $V$ (m/s)	撞後速度 $V'$ (m/s)
車 2	3.6228	1.5602
車 1	0	1.5602

	前	後	損耗%
動量 $P$ (kg*m/s)	1.3258	1.1831	10.8
動能 $E$ (J)	2.4016	0.9230	61.6

## 1. 作圖



## 2. 分析

$$\text{撞前動量 } P = m_2 * V = 0.36596 * 3.6228 = 1.3258$$

$$\text{撞後動量 } P' = (m_1 + m_2) * V' = (0.39236 + 0.36596) * 1.5602 = 1.1831$$

$$\text{動量損耗} = \frac{P - P'}{P} * 100\% = 10.8\%$$

$$\text{撞前動能 } E_k = \frac{1}{2} * m_2 * V^2 = \frac{1}{2} * 0.36596 * 3.6228^2 = 2.4016$$

$$\text{撞後動能 } E_k' = \frac{1}{2} * (m_1 + m_2) * V'^2 = \frac{1}{2} * (0.39236 + 0.36595) * 1.1831^2 = 0.9230$$

$$\text{動能損耗} = \frac{E_k - E_k'}{E_k} * 100\% = 61.6\%$$

## ● 結果與討論

誤差來源：

設備系統誤差：軌道非光滑具有摩擦力且具有摩擦力、電子秤精確度

人為系統誤差：沒抓住碰撞後的滑車會增加一些震盪的速度數值

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

## ● 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 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。

## ● 心得與建議

覺得最近和普物實驗室相剋，arduino 數值出不來，瘋狂 data overflow，花了一個小時在處理這個東西，最後直接去併別組。建議學校施捨經費更新儀器☹