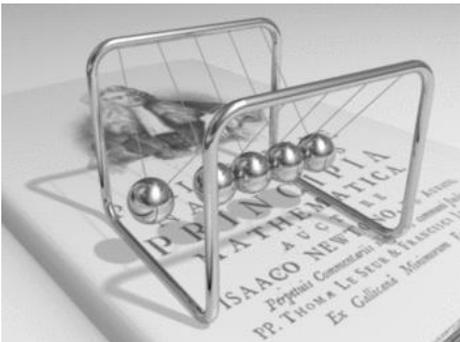


2015 年海峽兩岸教學觀摩研討會

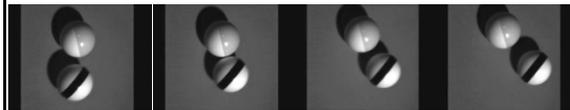
盧政良 老師教學設計

教學主題	碰撞	教學年級	高中二年級
設計者	盧政良	教學者	盧政良
教學目標	<p>1、使學生了解碰撞的定義，知道碰撞不一定需要接觸。</p> <p>2、認識碰撞的種類，能區別彈性碰撞與非彈性碰撞。</p> <p>3、使學生體會碰撞前後動量守恆而力學能未必守恆，介紹完全非彈性碰撞。</p> <p>4、使學生能熟練正向(一維)彈性碰撞的計算。</p> <p>5、能明白碰撞過程中動能與位能轉換的演化過程。</p> <p>6、介紹二維空間的碰撞</p> <p>7、培養學生能運用碰撞的概念來理解、說明生活上的一些碰撞現象，進而能對有趣的現象進行研究與探討。</p> <p>8、延伸說明碰撞應用在化學反應的動力過程與原子物理的碰撞理論。</p>		
設計理念	<p>利用實際的實驗觀察、高速攝影以及模擬軟體，讓學生由觀察、思考、判斷、分析並透過老師的引導、說明，建構碰撞的完整概念與計算能力，讓學生在接觸到數字與計算之前，先對物理情境有所認識，培養物理直覺，再加強計算能力，建立對碰撞現象判斷與預測的能力，。</p>		
教材來源	南一版高中物理		
教 學 活 動			
配合之教學目標	教學流程	教學資源	評量基準
1、使學生了解碰撞的定義，知道碰撞不一定需要接觸	<p>1. 播放生活中常見的碰撞實例，讓學生觀察碰撞的性質。</p> <p>2. 以滑車示範碰撞現象。</p> <p>3. 播放高速攝影的碰撞過程讓學生觀察碰撞過程的細節。</p>	<p>投影機、電腦 教具</p>	<p>學生問答、 學習單</p>
			

<p>2、認識碰撞的種類，能區別彈性碰撞與非彈性碰撞</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 使用橡皮球、乒乓球、網球、棒球與非彈性球示範落地後彈跳高度的不同，請學生解釋其原因。 2. 和同學討論甚麼是彈性？Elasticity? 3. 說明彈性碰撞與非彈性碰撞的定義。 	<p>教具</p>	<p>學生問答、學習單</p>
<p>3、使學生體會碰撞前後動量守恆而力學能未必守恆，介紹完全非彈性碰撞</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 詳細說明碰撞的物理觀念、公式推導與計算過程。 2. 介紹恢復係數 e、介紹完全非彈性碰撞。 	<p>投影機、電腦 黑板</p>	<p>學生問答、學習單</p>
<p>4、使學生能熟練正向(一維)彈性碰撞的計算。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推導正向(一維)彈性碰撞公式，以例題示範計算過程。 2. 以模擬軟體示範不同條件的碰撞過程，讓學生先估算預測其結果，接著立刻讓學生看到是否與其預測相符。 3. 使用牛頓擺示範碰撞實驗，讓學生提出想法。 4. 實際觀察球的碰撞，並估算此現象。 	<p>投影機、電腦 黑板、教具</p>	<p>學生問答、學習單</p>
<p>5、能明白碰撞過程中動能與位能轉換的演化過程。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 說明碰撞過程動能與位能轉換之演化過程，計算範例使學生有量化的概念 2. 說明”碰撞中點”的概念，並解釋彈性、非彈性與完全非彈性碰撞的關係。 		<p>學生問答、學習單</p>

6、介紹二維空間的碰撞

1. 說明二維空間的碰撞也是遵守動量守恆，通常分解為互相垂直的兩個方向上，各自動量守恆。
2. 二維碰撞也可分為彈性與非彈性碰撞
3. 說明一物體與另一質量相同的靜止物體，做二維彈性碰撞後，兩者以互相垂直的方向分開，播放撞球影片觀察碰撞後的軌跡。



投影機、電腦
黑板

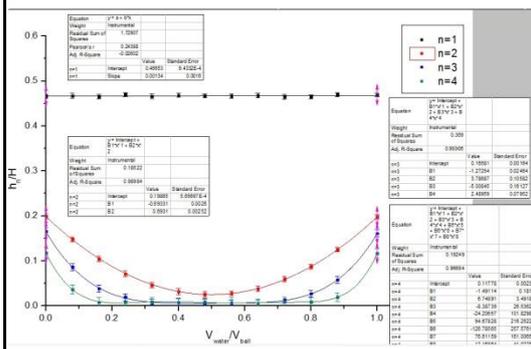
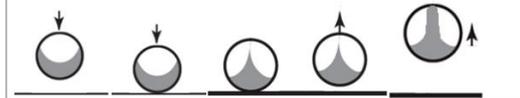
學生問答、
學習單

7、培養學生能運用碰撞的概念來理解、說明生活上的一些碰撞現象，進而能對有趣的現象進行研究與探討。

1. 討論生活中的碰撞現象。
2. 分享以前學長與碰撞有關的科展作品。
3. 跳躍的球球(2013)。



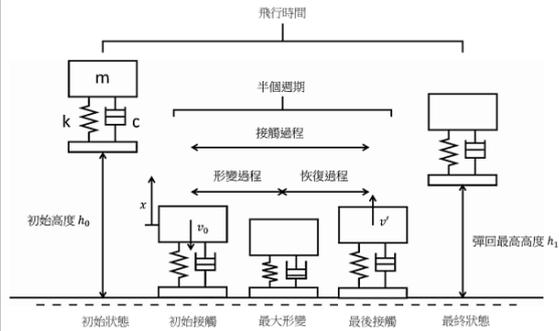
2.示意圖



投影機、電腦
黑板

學生問答

4. 鋼球在非彈性碰撞下接觸時間與碰撞聲音的研究(2014)。



圖三、兩鐵球撞擊裝置

8、延伸說明碰撞應用在化學反應的動力過程與原子物理的碰撞理論。

1. 延伸說明未來在化學反應的動力過程會以碰撞的概念來解釋其機制。
2. 原子物理的碰撞理論是研究原子結構相當重要的基礎。

投影機、電腦
黑板

學生問答

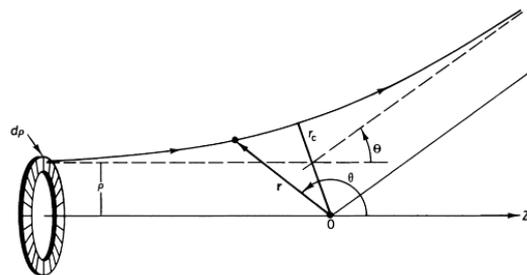


FIG. 1. A classical trajectory of a particle in a central force field; r, θ are the instantaneous coordinates of the particle, ρ is the impact parameter, r_c is the distance of closest approach, and Θ is the scattering angle.

本節結束

物理課程學習單

單元名稱： 碰撞

學校： _____ 班級： _____

姓名： _____ 時間： _____ 年 _____ 月 _____ 日 _____

問題一：請說明何謂碰撞？

答案： _____

問題二：請問碰撞有哪些種類？

答案： _____

問題三：請說明碰撞前後的動量與能量有哪些性質？

答案： _____

問題四：請寫出正向彈性碰撞的相關公式。

答案： _____

問題五：請說明碰撞過程中動能與位能轉換的演化過程。

答案： _____

我覺得這堂課最有趣的地方： _____

關於碰撞我覺得疑惑的地方： _____

我覺得這堂課最大的收穫是： _____

課文全文內容文字檔

第十章 碰撞

盧政良 老師編

說明

本章內容在九九課綱中已做修訂(節錄如下)，因此本章內容已做些許更動，但仍保留部分內容供同學自行參閱。實驗的部分，二維彈性的碰撞實驗也在新課綱中被刪除(如表三)；請注意：課綱註明了：

- 不提約化質量
- 不提恢復係數
- 二維碰撞只說明不計算
- 不討論內能

主題	主要內容	說明	備註	參考節數
七、碰撞	1.彈性碰撞	1-1 以二質點之間的碰撞說明彈性碰撞前後的動量及動能守恆。	• 不提約化質量。	4
	2.非彈性碰撞	2-1 說明一般物體的碰撞為非彈性碰撞，碰撞前後僅動量守恆。	• 不提恢復係數。 • 二維碰撞祇說明不計算。 • 不討論內能。	

表一、99 課綱內容

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
七、碰撞 1.彈性碰撞 2.非彈性碰撞	八、碰撞 1.彈性碰撞 2.非彈性碰撞	一、原 95 課綱之「定義恢復係數但不做複雜計算」改為「不提恢復係數」。
		二、原 95 課綱之「二維碰撞部分以作圖法簡要說明」改為「二維碰撞只說明不計算」。

表二、99 課綱與 95 課綱之差異

修訂後內涵	修訂前內涵	說明
【實驗活動部分】	【實驗活動部分】	
一、測量與誤差 二、靜力平衡 三、自由落體與物體在斜面上的運動 四、牛頓第二運動定律	一、數據處理 二、靜力平衡 三、自由落體與物體在斜面上的運動 四、牛頓第二運動定律 五、二維空間的碰撞 六、金屬的比熱 七、波以耳定律 附錄、三用電錶的使用	一、95 課綱之實驗一「數據處理」改為「測量與誤差」。 二、95 課綱之實驗五二維空間的碰撞及實驗七波以耳定律刪除。 三、95 課綱之實驗六金屬的比熱及附錄、三用電錶的使用移至高三選修物理。

表三、99 課綱實驗部分與 95 課綱之差異

※二維彈性的碰撞實驗在新課綱中已被刪除!

※依據課綱「備註」欄提及二維碰撞「只說明不計算」。然而 103 指考多選題第 23 題(見章末**試題觀摩**)實有超出課綱的疑慮，建議同學儘可能還是多了解相關的概念與原理。

本章內容

10-1 一維空間的碰撞

10-2 二維空間的碰撞

10 碰撞問題基本概念

1. **碰撞**：一系統內的物體之間有力的交互作用，而產生運動狀態的變化。如：撞球、打棒球、子彈發射槍身的後座力...等。

※以整個系統來考慮，所受到的總外力為零，故系統的總動量守恆

2. **碰撞問題**：

- 碰撞期間
- 碰撞後

(1) **碰撞期間**：作用力變化突然，運動相當複雜，但可以能量觀點來分析其過程較為單純。

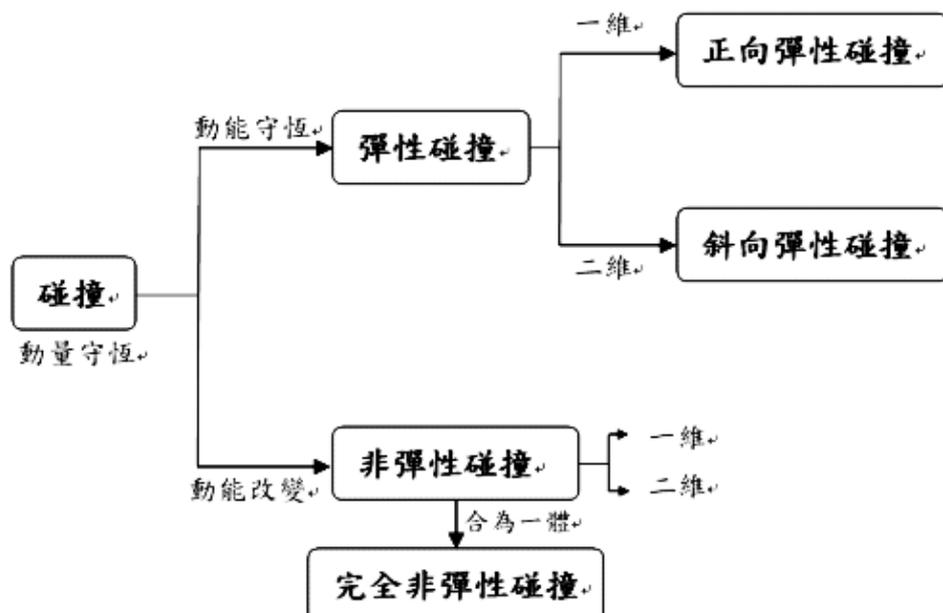
(2) **碰撞後**：碰撞前後可以動量守恆定律與功能定理來分析。

3. 由於碰撞是在極短時間內發生，故不論系統是否受外力作用，均可視為動量守恆。

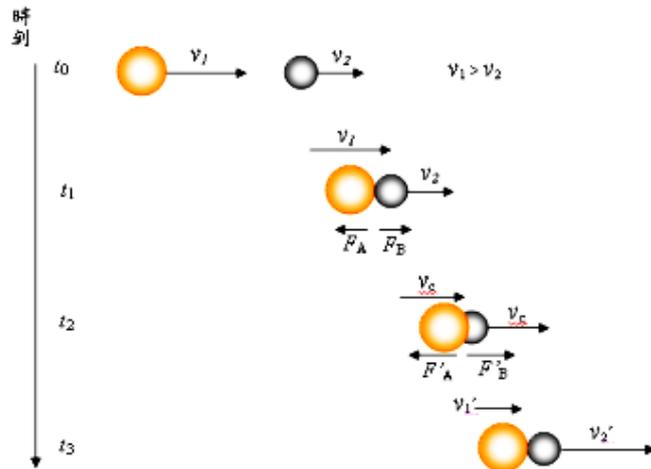
4. 以碰撞前後的能量變化來討論可分為：

(1) **完全彈性碰撞**：碰撞前後力學能不變，總力學能守恆，通常簡稱**彈性碰撞**。

(2) **非彈性碰撞**：碰撞前後力學能不相等，即有非保守力作功，力學能改變。



10-1 一維空間的碰撞



說明：

- (1) t_0 時：A 和 B 兩物體的速度分別為 v_A 及 v_B ，發生碰撞的條件是 $v_A > v_B$ 。
- (2) t_1 時：兩物體開始接觸，此後兩者產生互相作用力。
碰撞初期，兩者間的距離逐漸縮短，A 物體速度漸減，B 物體速度漸增。
- (3) t_2 時：兩物體的速度相等，其速度等於系統的質心速度。
此時兩者間相距最近，物體的變形程度最大。
後來，A 物體持續減速，B 物體繼續加速，兩者間距離漸增。
- (4) t_3 時：兩物體分離，碰撞結束，兩物體的速度各為 v'_A 及 v'_B 。
- (5) 整個碰撞過程中，系統皆未受到外力作用，所以系統總動量在每一時刻皆相等。

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v_C = m_A v'_A + m_B v'_B$$

(6) 就能量而言：

① 從碰撞開始到兩者間距離最近(碰撞中點)時：

F_A 作負功， F_B 作正功，但 $v_A > v_B$ ，所以在相同時間內 A 的位移量比 B 大，所以負功的絕對值比正功大，故內力對系統所作的總功為負值；依功能定律可知這段時間內系統的總動能是減少的，其減少量則轉變為物體變形而儲存成位能。

② 從兩者間距離最近(碰撞中點)至碰撞結束：

因 $v_A < v_B$ ，所以在相同時間內 A 的位移量比 B 小，故內力對系統所作的

總功為正值；依功能定律可知這段時間內系統的總動能是增加的，其增加量則是位能的釋放。

③就整個碰撞的過程而言：

起初系統的總動能漸減，當兩者最接近時，其總動能最小，後來總動能漸增。

④碰撞結束後：

系統總動能回復為碰撞前的原值者，稱為**彈性碰撞**；

不能回復為碰撞前的原值者，稱為**非彈性碰撞**；

如果兩物體在碰撞後，合為一體運動者，稱為**完全非彈性碰撞**。

1. 彈性碰撞：

(1)條件：兩物體碰撞前、後之系統**總動量**及**總動能**皆守恆。

(2)兩物體在碰撞前互相接近的速率等於碰撞後兩者之分離速率，即其恢復係數 $e = 1$

$$\text{※ 恢復係數 } e = \frac{v_2' - v_1'}{v_1 - v_2} \quad \left(\frac{\text{分離速率}}{\text{接近速率}} \right) \quad (\text{僅供參考，課綱:不提恢復係數})$$

2. 一維空間的彈性碰撞：(正向彈性碰撞)

(1)同時滿足**動量**守恆及**動能**守恆

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad \dots\dots\dots (a)$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1'^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2'^2 \quad \dots\dots\dots (b)$$

$$\text{由}(b) \Rightarrow m_1 (v_1^2 - v_1'^2) = m_2 (v_2'^2 - v_2^2) \quad \dots\dots\dots (c)$$

$$\text{由}(a) \Rightarrow m_1 (v_1 - v_1') = m_2 (v_2' - v_2) \quad \dots\dots\dots (d)$$

$$(c)/(d) \text{ 得 } v_1 + v_1' = v_2' + v_2$$

$$\boxed{\therefore v_1 - v_2 = v_2' - v_1'} \Rightarrow \text{接近的速率等於分離速率(即其恢復係數 } e = 1)$$

(僅供參考，課綱:不提恢復係數)

(2)碰撞後速率：要熟記！！

$$\begin{cases} v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_2 \\ v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_2 \end{cases}$$