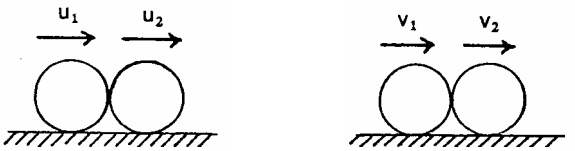
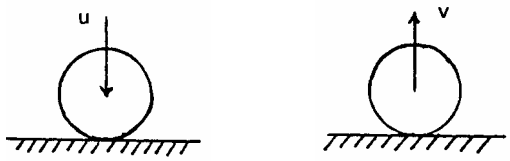
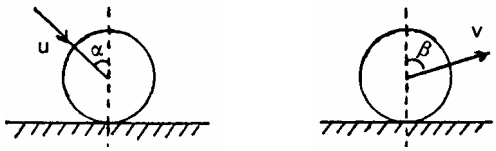
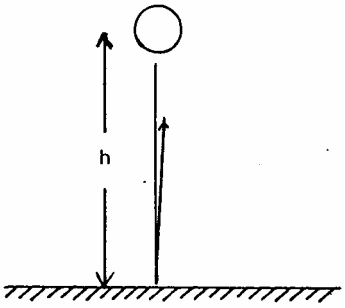
**單元 6： 碰撞**

*特定目標：*

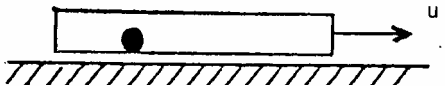
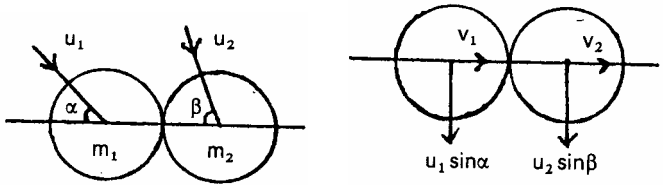
1. 辨別彈性及非彈性碰撞。
2. 理解牛頓恢復定律。
3. 應用牛頓恢復定律解有關直接及斜向碰撞問題。

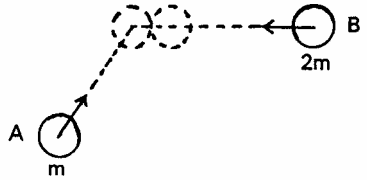
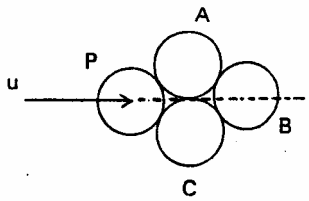
| 內容 | 時間分配 | 教學建議 |
|---|---|---|
| **6.1 衝量** | 1 | 力的衝量可定義爲力和時間的乘積。以此定義及牛頓第二定律，學生不難獲得 Ft = mv – mu 的關係及明瞭某力的衝量是相等於該力所產生的動量改變。<br><br>學生亦應認知衝力的意義，例子包括錘子的撞擊，水對平面的沖擊，子彈對目標的撞擊及球體的碰撞等。<br><br>教師應替學生復習綫動量守恆原理及提醒學生這原理一般是應用於有關碰撞或衝力的問題。以上的例子可以作爲說明，但有關衝張力的問題則無須討論。 |
| **6.2 彈性體的碰撞** | 1 | 教師應清楚解釋直接及斜向碰撞的意義，但有關問題的運算則可留至 6.3、6.4 及 6.5 節時討論。<br>  <br><br>碰撞前　　碰撞後<br><br>牛頓實驗定律 (即 $\frac{v_1-v_2}{u_1-u_2}=-e$) 應在此階段引入，正常數 e 是恢復係數或彈性係數。教師應提醒學生留意附著 e 的負號 (若定律引入爲 $\frac{v_2-v_1}{u_1-u_2}=e$ ，教師應提醒學生分子和分母內減號的次序)。 |

| 內容 | 時間分配 | 教學建議 |
|---|---|---|
| | | 教師應與學生討論不同彈性體有不同的 e 值，特別地，e = 0 的彈性體稱爲完全非彈性，而 e = 1 則稱爲完全彈性。其他彈性體的 e 值是 0 < e < 1。<br><br>學生應知道在完全彈性碰撞中，動能是守恆的，但在完全非彈性碰撞中，碰撞的兩個物體在碰撞後將會黏合一起及以一共同速度前進，而介乎這兩個極端例子的碰撞就是非完全彈性碰撞。 |
| **6.3 直接碰撞** | 4 | 教師應強調除非碰撞是完全彈性碰撞，否則動能是不守恆的。引導學生推出下式更可進一步引證此一事實。<br>$\begin{pmatrix}\text{動能因直接}\\\text{碰撞的損耗}\end{pmatrix}=\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2)^2(1-e^2)$<br><br>很明顯，若 e = 1，動能的損耗爲零。教師無須鼓勵學生背誦上式，然而應鼓勵他們在有需要時自己推導。實際上，在很多情況下，直接求碰撞後的物體速度並不困難，由此，碰撞後的動能損耗亦不難從碰撞前後的動能差中求得。<br><br>教師應給予學生不同類型的例子，使他們熟習計算技巧。典型的例子包括求碰撞後物體的速度，因碰撞而損耗的動能，因碰撞而從一個球體傳至另一個球體的動量等。 |
| **6.4 光滑球體與光滑平面的碰撞** | 3 | 教師應提醒學生牛頓實驗定律是仍然有效的，在此情況下，學生應不難獲得公式 $\frac{v}{u}=-e$ ，其中 $u$ 及 $v$ 分別是球體在碰撞前後的速度 (見下圖)。<br>  <br><br>碰撞前　　碰撞後 |

| 內容 | 時間分配 | 教學建議 |
|---|---|---|
| | | 若碰撞不是與撞擊面垂直，如下圖：<br>  <br><br>碰撞前　　碰撞後<br>則應分別考慮球體運動的水平和垂直分量，而牛頓實驗定律可化爲 $\frac{v\cos\beta}{u\cos\alpha}=e$ 。<br>教師應強調若球體及平面都是光滑的，則球體速度的水平分量在碰撞後是不變的，即 $u\sin\alpha=v\sin\beta$<br>應提供學生一些例子，如找出將球體釋放的一刻至它最後停正反彈所需的時間。<br>  <br><br>教師應與學生討論不固定平面的情況，基本上，可以利用相似於兩球直接碰撞的方法去解決這類問題。<br>例子如探究一顆小珠在一條光滑而封閉的小宜管中的運動，而該小管則以速度 u 在平滑的枱面上移動，可介紹予學生。 |



| 內容 | 時間分配 | 教學建議 |
|---|---|---|
| **6.5　斜向碰撞** | 6 |  <br><br>對於解有關斜向碰撞問題，教師應指示學生可將速度分解成分量及沿著兩球體的中心連綫應用牛頓實驗定律。<br>教師亦應提醒學生，若兩個球體是光滑的，則兩球體垂直於中心連綫的速度分量在碰撞後是不變的。<br>  <br><br>碰撞前　　碰撞後<br>$\frac{v_2-v_1}{u_2\cos\beta-u_1\cos\alpha}=-e$<br>$m_1u_1\cos\alpha+m_2u_2\cos\beta=m_1v_1+m_2v_2$<br>以下的情況應作討論：<br>(1)　$m_1=m_2$<br>(2)　$m_1=m_2$ and $e=1$<br>(3)　$u_2=0$<br>在此階段，學生應能得出以下結果：<br>$\begin{pmatrix}\text{動能}\\\text{損耗}\end{pmatrix}=\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2)^2(1-e^2)$<br>特別情況如 $m_1=m_2$、$e_1=e_2$、$u_1=u_2$ 及 $\alpha=\beta$ 應作討論。 |

| 內容 | 時間分配 | 教學建議 |
|---|---|---|
| | | 應提供學生例子。<br><br>*例一*<br>如圖，B 在碰撞後靜止不動。若 A 的動能在碰撞前後不變，求 e 值。<br>  <br><br>此例的另一個可能問題是若 $e=\frac{2}{3}$，求 A 的動能增益對 B 的原本動能的比例。<br><br>*例二*<br>在圖中，所有球體都是相同的。 A、B 和 C 是靜止的及 P 對稱地以速度 u 撞向 A 和 C 。若對所有的碰撞 $e=\frac{1}{2}$，求 B 碰撞後的速度。<br>  <br><br>對能力不太高的學生，教師可著他們在計算 B 的速度前先求出 A 和 C 的速度，並假設 B 不存在。 |
| | 15 | |