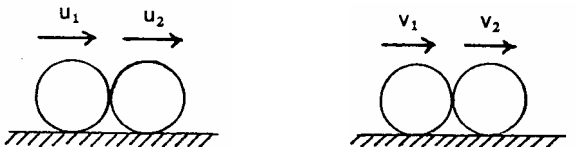
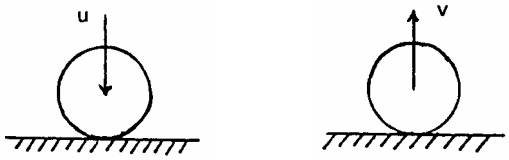
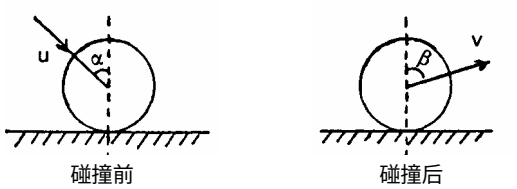
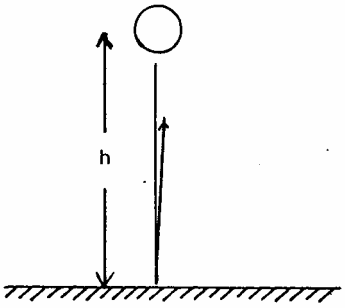
单元 6： 碰撞

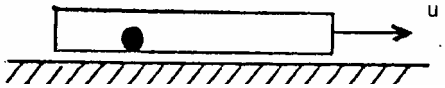
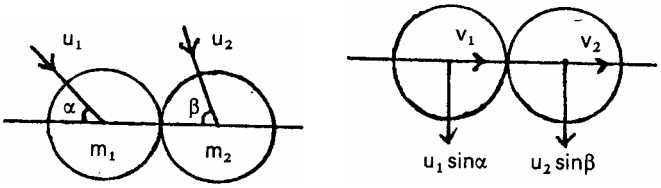
特定目标：

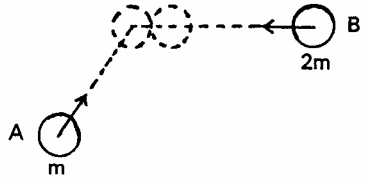
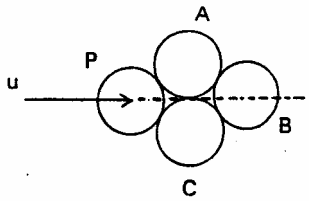
1. 辨别弹性及非弹性碰撞。
2. 理解牛顿恢复定律。
3. 应用牛顿恢复定律解有关直接及斜向碰撞问题。

内 容	时 间 分 配	教 学 建 议
6.1 冲量	1	力的冲量可定义为力和时间的乘积。以此定义及牛顿第二定律，学生不难获得 Ft = mv – mu 的关系及明了某力的冲量是相等于该力所产生的动量改变。 学生亦应认知冲力的意义，例子包括锤子的撞击，水对平面的冲击，子弹对目标的撞击及球体的碰撞等。 教师应替学生复习线动量守恒原理及提醒学生这原理一般是应用于有关碰撞或冲力的问题。以上的例子可以作为说明，但有关冲张力的问题则无须讨论。
6.2 弹性体的碰撞	1	教师应清楚解释直接及斜向碰撞的意义，但有关问题的运算则可留至 6.3、6.4 及 6.5 节时讨论。  碰撞前　　碰撞后 牛顿实验定律（即 $\frac{v_1-v_2}{u_1-u_2}=-e$）应在此阶段引入，正常数 e 是恢复系数或弹性系数。教师应提醒学生留意附着 e 的负号（若定律引入为 $\frac{v_2-v_1}{u_1-u_2}=e$，教师应提醒学生分子和分母内减号的次序)。

内 容	时 间 分 配	教 学 建 议
		教师应与学生讨论不同弹性体有不同的 e 值，特别地，e = 0 的弹性体称为完全非弹性，而 e = 1 则称为完全弹性。其它弹性体的 e 值是 0 < e < 1。 学生应知道在完全弹性碰撞中，动能是守恒的，但在完全非弹性碰撞中，碰撞的两个物体在碰撞后将会黏合一起及以一共同速度前进，而介乎这两个极端例子的碰撞就是非完全弹性碰撞。
6.3 直接碰撞	4	教师应强调除非碰撞是完全弹性碰撞，否则动能是不守恒的。引导学生推出下式更可进一步引证此一事实。 $$\begin{pmatrix}\text{動能因直接}\\\text{碰撞的損耗}\end{pmatrix}=\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2)^2(1-e^2)$$ 很明显，若 e = 1，动能的损耗为零。教师无须鼓励学生背诵上式，然而应鼓励他们在有需要时自己推导。实际上，在很多情况下，直接求碰撞后的物体速度并不困难，由此，碰撞后的动能损耗亦不难从碰撞前后的动能差中求得。 教师应给予学生不同类型的例子，使他们熟习计算技巧。典型的例子包括求碰撞后物体的速度，因碰撞而损耗的动能，因碰撞而从一个球体传至另一个球体的动量等。
6.4 光滑球体与光滑平面的碰撞	3	教师应提醒学生牛顿实验定律是仍然有效的，在此情况下，学生应不难获得公式 $\frac{v}{u}=-e$，其中 u 及 v 分别是球体在碰撞前后的速度（见下图)。  碰撞前　　碰撞后

内 容	时 间 分 配	教 学 建 议
		若碰撞不是与撞击面垂直，如下图：  碰撞前　　碰撞后 则应分别考虑球体运动的水平和垂直分量，而牛顿赏验定律可化为 $\frac{v\cos\beta}{u\cos\alpha}=e$ 。 教师应强调若球体及平面都是光滑的，则球体速度的水平分量在碰撞后是不变的，即 $u\sin\alpha=v\sin\beta$ 应提供学生一些例子，如找出将球体释放的一刻至它最后停正反弹所需的时间。  教师应与学生讨论不固定平面的情况，基本上，可以利用相似于两球直接碰撞的方法去解决这类问题。 例子如探究一颗小珠在一条光滑而封闭的小宜管中的运动，而该小管则以速度 u 在平滑的枱面上移动，可介绍予学生。

内 容	时 间 分 配	教 学 建 议
		
6.5　　斜向碰撞	6	对于解有关斜向碰撞问题，教师应指示学生可将速度分解成分量及沿着两球体的中心连线应用牛顿实验定律。 教师亦应提醒学生，若两个球体是光滑的，则两球体垂直于中心连线的速度分量在碰撞后是不变的。  碰撞前　　碰撞后 $\frac{v_2-v_1}{u_2\cos\beta-u_1\cos\alpha}=-e$ $m_1u_1\cos\alpha+m_2u_2\cos\beta=m_1v_1+m_2v_2$ 以下的情况应作讨论： (1)　$m_1=m_2$ (2)　$m_1=m_2$ and $e=1$ (3)　$u_2=0$ 在此阶段，学生应能得出以下结果： $\begin{pmatrix}\text{動能}\\\text{損耗}\end{pmatrix}=\frac{1}{2}\cdot\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}(u_1-u_2)^2(1-e^2)$ 特别情况如 $m_1=m_2$、$e_1=e_2$、$u_1=u_2$ 及 $\alpha=\beta$ 应作讨论。

内 容	时 间 分 配	教 学 建 议
		应提供学生例子。 *例一* 如图，B 在碰撞后静止不动。若 A 的动能在碰撞前后不变，求 e 值。  此例的另一个可能问题是若 $e=\frac{2}{3}$，求 A 的动能增益对 B 的原本动能的比例。 *例二* 在图中，所有球体都是相同的。 A、B 和 C 是静止的及 P 对称地以速度 u 撞向 A 和 C 。若对所有的碰撞 $e=\frac{1}{2}$，求 B 碰撞后的速度。  对能力不太高的学生，教师可着他们在计算 B 的速度前先求出 A 和 C 的速度，并假设 B 不存在。
	15	