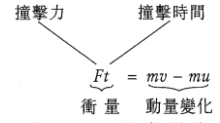


力和運動 II

5 動量

5.1 動量與動量變化

- 動量 = 質量 x 速度 ($p = mv$)
動量是矢量，單位是 $N s$ 或 $kg m s^{-1}$ 。



- 若過程中動量變化相同，那麼撞擊時間愈長，撞擊力就愈小。

5.2 動量守恆

- 動量守恆定律：
若沒有淨外力作用在系統上，系統的總動量守恆。
對於包含兩個物體的系統，

$$m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B$$

	總動量守恆?	總動能守恆
彈性碰撞	✓	✓
非彈性碰撞	✓	✗
爆發性分散	✓	✗

- 解決有關平面上碰撞的問題時，可將碰撞物體的動量分解成兩個互相垂直的分量，每個方向都遵守動量守恆定律。

6 拋體運動

6.1 平拋運動

- 物體擲出後在半空自由移動，會作拋體運動，它的路徑稱為軌道。
- 拋體的水平與垂直運動互相獨立。



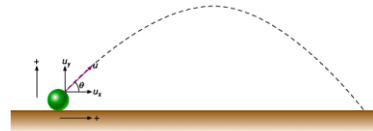
- 拋體受重力影響下墜，作勻加速垂直運動。

6.2 一般拋體運動

- 以斜角投擲物體時，物體的軌道方程是

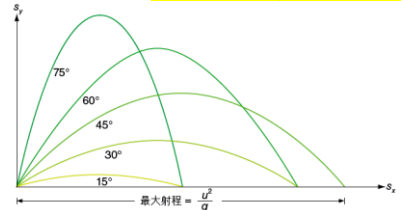
$$S_y = (\tan\theta)S_x - \frac{g}{2u^2 \cos^2\theta} S_x^2$$

- 根據上述方程，軌道是一條拋物線。



- 軌道具有以下特性：
 - 路徑是對稱的；
 - 向上與向下的飛行時間相同；
 - 在同一高度的向上和向下運動，飛行速度的量值(速率)相同。

- 軌道的射程 $S_x = \frac{2u^2 \sin\theta \cos\theta}{g} = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$



- 如果拋體在同一高度開始和結束運動，它的飛行時間 t_0 可根據以下方程得到：

$$t_0 = \frac{2u \sin\theta}{g}$$

- 拋體的最大高度 $H = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$

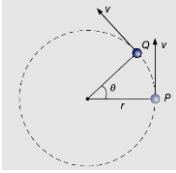
7 勻速圓周運動

7.1 圓周運動的簡介

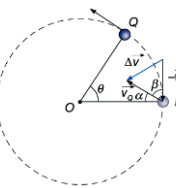
- 對於勻速圓周運動，週期 T 和線速率 v 的關係是：

$$T = \frac{2\pi r}{v}$$

其中 r 是圓形路徑的半徑。

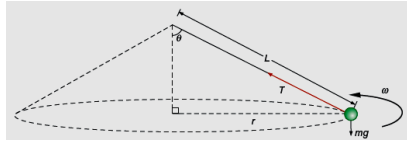


- 角位移是物體由原來位置移到新位置時，連接物體和圓心的半徑所掃出的角度，以弧度為單位。它的方向垂直於旋轉平面。
- 角速度 = 角位移 / 時間 (即 $\omega = \frac{\theta}{t}$)
它的單位是 $rad s^{-1}$ ，而方向垂直於旋轉平面。
- 線速率和角速率的關係是： $v = r\omega$
- 向心加速度指向圓心，可表達為： $a = \frac{v^2}{r}$ 或 $a = r\omega^2$



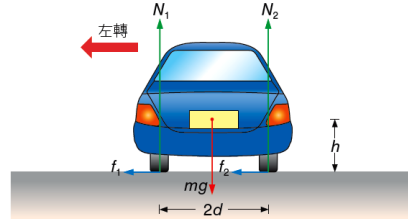
7.2 勻速圓周運動和向心力

- 向心力 = 質量 x 向心加速度 (即 $F = \frac{mv^2}{r}$ 或 $F = mr\omega^2$)
- 向心力總是指向圓心，及不對物體作功。



- 對於一輛在平路轉彎的汽車，提供向心力的最大摩擦力是： $f_{max} = \mu N = \frac{mv^2}{r}$
其中 μ 是一個常數，稱為摩擦係數，數值視乎兩個接觸面的本質； N 是兩個接觸面之間的法向反作用力。
- 對於在平路轉彎的汽車，作用於內輪胎及外輪胎的法向反作用力 N_1 和 N_2 是

$$N_1 = \frac{1}{2} m \left(g - \frac{v^2 h}{rd} \right) \quad N_2 = \frac{1}{2} m \left(g + \frac{v^2 h}{rd} \right)$$



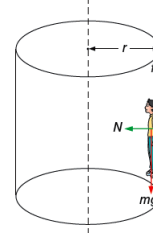
- 汽車在傾斜的路面轉彎時，它的理想傾斜角度可用以下式求得：

$$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$$

這關係式亦適用於計算飛機轉彎時所需的傾斜角度。

- 在「旋轉箱」中，內壁作用於乘客的法向反作用力 N 提供了向心力。

$$N = \frac{mv^2}{r}$$



- 要避免乘客在「旋轉箱」中下墜，讓乘客停留在原來位置所需的最小摩擦係數 μ_{min} 是：
 $\mu_{min} = \frac{gr}{v^2}$

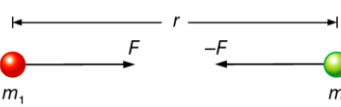
8 引力

8.1 牛頓萬有引力定律

- 宇宙間所有粒子都受引力互相吸引。
- 對於兩個質量為 m_1 和 m_2 且相距 r 的粒子，根據牛頓萬有引力定律，兩者之間的引力 F 是：

$$F = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

其中 G 是萬有引力常數。 G 的標準值是 $6.67 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$ 。



- 牛頓萬有引力定律可以應用於球對稱的物體。這些物體可視為粒子。
- 重力加速度 g 的理論值由此得出

$$G = \frac{GM_E}{r^2}$$

其中 M_E 是地球質量， r 是物體和地球中心的距離。

8.2 引力場

- 一個物體會在它周圍建立引力場。
- 場力線是用來表達引力場的方向和強度的。場力線必定於有質量的物體上終結，並反向延伸至無限遠。

