

momentum = mass × velocity p = mv	p	kg m s ⁻¹	動量
Principal of conservation of momentum 動量守恒原理 total momentum of the objects before collision/explosion = total momentum of the objects after collision/explosion			
impulse = change of momentum	p	kg <u>ms</u> ⁻¹	衝量
force = $\frac{\text{change of momentum}}{\text{time}}$	F	N	
Centripetal <u>acceleration</u> $a = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$	a	rad s ⁻²	向心加速
Universal gravitational force $F = \frac{GMm}{r^2}$	F	N	萬有引力

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。

撞擊力

撞擊時間

$F_t = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_i}{\Delta t}$

衝量 = 動量變化
- 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 動量守恒

- 動量守恒定律：
若沒有淨外力作用在系統上，系統的總動量守恒。
對於包含兩個物體的系統，
 $m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B$
- | | 總動量守恒？ | 總動能守恒 |
|-------|--------|----------|
| 彈性碰撞 | ✓ | ✓ |
| 非彈性碰撞 | ✓ | x |
| 爆發性分散 | ✓ | x |
- 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恒定律。

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 and 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。

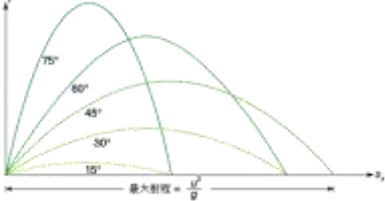
6.2 一般拋體運動

- 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 t₀ 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

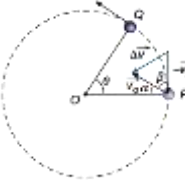
- 對於勻速圓周運動，週期 T 和線速率 v 的關係是：

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

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 **$a = r\omega^2$**



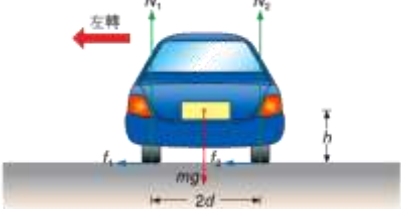
7.2 勻速圓周運動和向心力

- 向心力 = 質量 x 向心加速度 (即 **$F = \frac{mv^2}{r}$** 或 **F = mrω²**)
- 向心力總是指向圓心，及不對物體作功。



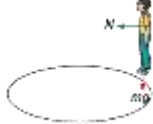
- 對於一輛在平路轉彎的汽車，提供向心力的最大摩擦力是： **$f_{\text{max}} = \mu N = \frac{mv^2}{r}$**
其中 μ 是一個常數，稱為摩擦係數，數值視乎兩個接觸面的本質；N 是兩個接觸面之間的法向反作用力。
- 對於在平路轉彎的汽車，作用於內輪胎及外輪胎的法向反作用力 N₁ 和 N₂ 是

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



- 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力係數 μ_{min} 是：
 $\mu_{\text{min}} = \frac{gr}{v^2}$

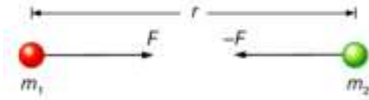
8 引力

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 m₁ 和 m₂ 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 x 10⁻¹¹ N m² kg⁻²。



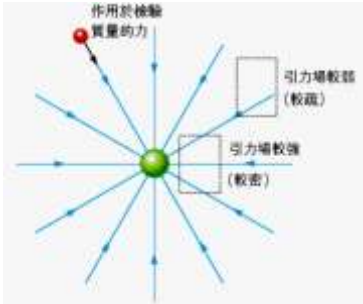
- 牛頓萬有引力定律可以應用於球對稱的物體。這些物體可視為粒子。
- 重力加速度 g 的理論值由此得出

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

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。



- 場力線的方向顯示一個檢驗質量所受引力的方向，場力線的密度顯示場的強度。
- 在某一點的引力場強度定義為：
引力場強度 = 引力 / 質量 (即 **$g = \frac{F}{m}$**)
- 重力加速度 g 的值會隨地球的緯度而改變。在與地球表面相距 h 的高度，引力場強度 g 是：

$$g = \frac{GM_E}{(R_E + h)^2}$$

應考心得

1. 力與動量

- 當計算合力時，必須要找出與運動方向平衡的力 (可使用 sinθ 或 cosθ)
- 當計算力矩時，力必須要與軸成直角
- 黃金方程：F = ma；F 是「剩力」。此外，
 $F = \frac{\Delta mv}{t} = \frac{mv - mu}{t}$ ，兩個力的意義是不同的。
- 在力－時間 F－t 圖裡，線下的面積 = Δmv = 衝量 = 動量的改變。
- 當物體受到碰撞後，要注意撞後的方向和正負號。
- 動量守恒定律：所有物體的總動量在碰撞前（分解前）= 碰撞後（分解後）的總動量。
- 動量保持守恒，除非受到外力。只有**彈性**碰撞，能量才守恒。其他碰撞：非彈性碰撞（有能量損失）、完全非彈性碰撞（兩者在碰撞後緊靠在一起）

2. 拋體運動、圓周運動及引力

- 在拋體運動中，橫向運動速度保持不變（沒有空氣阻力）、縱向運動是自由落體；兩者皆有**相同時間**值。
- 在圓周運動中，要找出導致能令物體進行圓周運動的「向心力」。方程： $F = \frac{mv^2}{r}$ 、F = mω²r、v = ωr、 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ 。
- 在垂直的圓週運動中，要找出哪一個力可以令到重不會掉下來。繩子的張力必須分拆為垂直和橫向。
- 引力：請參考天文學。

