

# 力學和運動 I

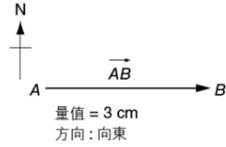
## 1 運動 I

### 1.1 時間

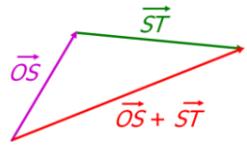
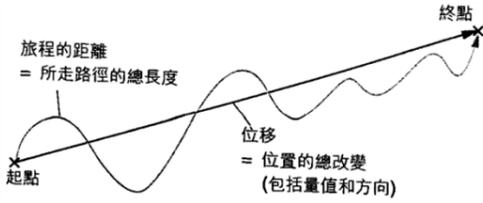
- 時間的國際單位是秒(s)。
- 人手操作的計時器(例如秒錶)，會出現反應時間所引致的誤差，使用電子計時器可以避免這種誤差。

### 1.2 距離與位移

- 長度的國際單位是米(m)。
- 標量只有量值，而矢量則須由量值及方向描述。



- 距離是標量，物體移動的距離就是它移動路徑的長度。位移是矢量，畫一矢量連接物體移動的起點和終點，該矢量便是位移。
- 矢量可以用「首尾連接法」來相加。



### 1.3 速率與速度

- 速率 = 每單位時間內移動的距離  
 平均速率 = 經過的距離 / 所需時間  
 速率是標量  
 國際單位:  $m s^{-1}$   
 其他常用單位:  $km h^{-1}$
- 瞬時速率指物體在某一瞬間的速率，可以藉量度極短時距內的平均速率估算出來。
- 速度 = 每單位時間內位移的改變  
 平均速度 = 總位移 / 所需時間  
 速度是矢量。  
 國際單位:  $m s^{-1}$   
 其他常用單位:  $km h^{-1}$
- 瞬時速度指物體在某一瞬間的速度。
- 如果物體以恆定不變的速度移動，它的運動稱為勻速運動。

### 1.4 速度改變與加速度

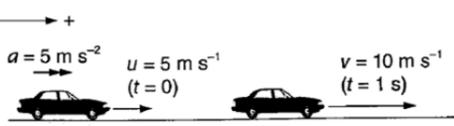
- 加速度 = 每單位時間內速度的變化

平均加速度 = 速度的總變化 / 所需時間

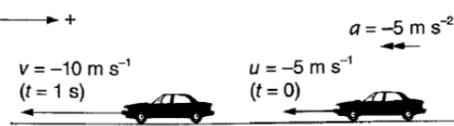
$$a = \frac{v - u}{t}$$

加速度是矢量。  
國際單位:  $m s^{-2}$

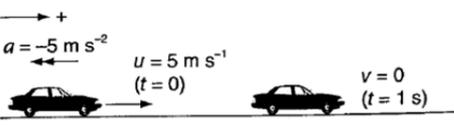
情況 1: 愈來愈快



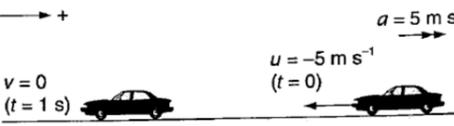
情況 2: 愈來愈快



情況 3: 愈來愈慢



情況 4: 愈來愈慢

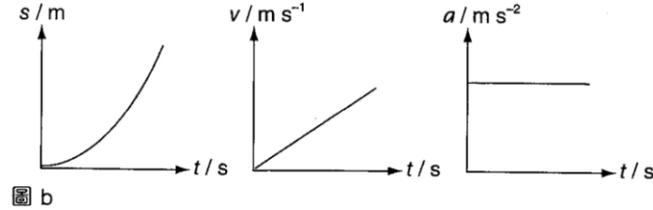
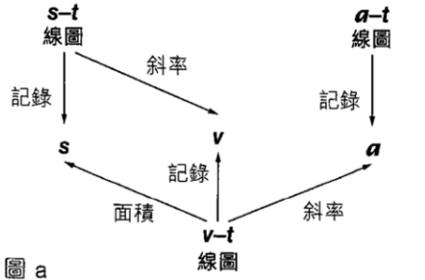


- 對於以勻加速運動的物體，如果初速度方向與加速方向相反，而加速時間足夠長，物體便會改變移動方向。

## 2 運動 II

### 2.1 直線運動線圖

- 位移-時間關係線圖(或 s-t 線圖) 記錄物體在不同時間的位移。
  - s-t 線圖的斜率 = 物體的速度
- 速度-時間關係線圖(或 v-t 線圖) 記錄物體在不同時間的速度。
  - v-t 線圖的斜率 = 物體的加速度
  - v-t 線圖下方的面積 = 物體的位移
- 加速度-時間關係線圖(或 a-t 線圖) 記錄物體在不同時間的加速度 (圖 a)。
- 勻加速度運動的運動線圖(從靜止開始) (圖 b):



5. 勻加速度運動的運動線圖(有方向改變)：

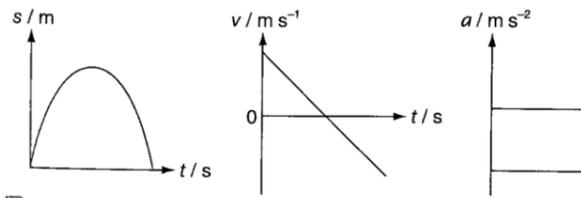


圖 c

6. 我們可以利用數據記錄器或錄像運分析軟件製作運動線圖，分析物體的運動。

## 2.2 勻加速運動的方程

1. 下列方程可用來解答勻加速運動的問題。

- $v = u + at$
- $s = \frac{1}{2}(u + v)t$
- $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
- $v^2 = u^2 + 2as$

## 2.3 自由落體的運動

- 假如沒有空氣阻力，任何物體都以勻加速度  $g$  下落。這個加速度稱為重力加速度。
- 在地球表面附近，物體在重力作用下自由下落，它的勻加速度是  $9.8 \text{ m s}^{-2}$  ( $\approx 10 \text{ m s}^{-2}$ )。

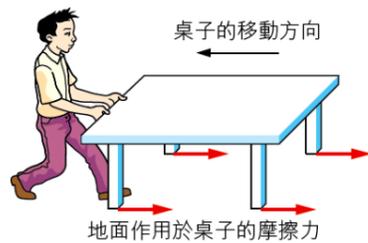
## 3 力與運動

### 3.1 力的簡介

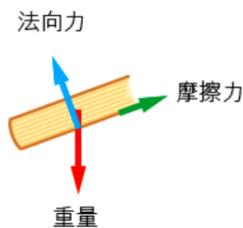
- 力是矢量，擁有量值和方向。
- 力可用彈簧秤量度，它的國際單位制單位是牛頓 (N)。
- 力可分為接觸力和非接觸力。
- 張力是在繩子內的力。它的方向取決於受力的物體。
- 法向力是物體與表面接觸時，表面作用在物體上的力，這力總與表面垂直。



- 當物體在另一個物體的表面上滑動，或有滑動傾向時，便會產生摩擦力。總是妨礙物體運動，或對抗物體運動的趨勢。



- 物體的重量是地球作用於物體的引力。
- 物體的隔離體圖顯示所有作用在物體上的力。

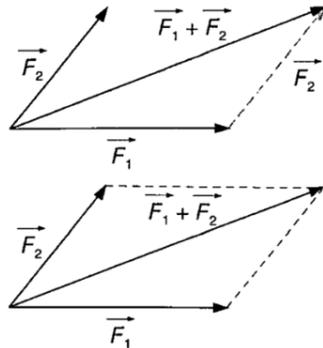


### 3.2 慣性與牛頓運動第一定律

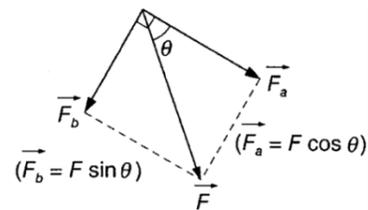
- 慣性是物體傾向保持它原來的靜止狀態或勻速真線運動狀態。
- 物體的質量是量度慣性的指標。物體的質量愈大，慣性也愈大。
- 牛頓運動第一定律：除非受到淨力或不平衡力的作用，否則所有物體會保持靜止狀態或勻速直線運動狀態。

### 3.3 力的合成與分解

- 兩個或多個力相加而得的合力，可用「首尾連接法」或力的平行四邊形法則求得：



- 力可以分解成分量：

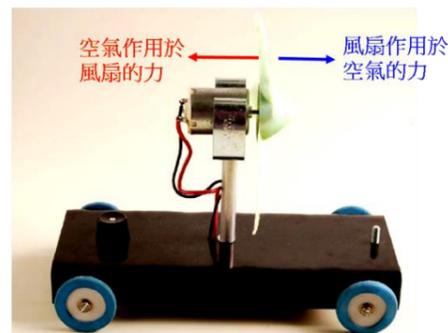


### 3.4 淨力與運動：牛頓運動第二定律

- 牛頓運動第二定律：物體的加速度與作用於物體的淨力成正比，與物體的質量成反比；加速度的方向與淨力的方向相同。即  $F = ma$
- 重量  $W$  隨量度的地方而改變。  
 $W = mg$
- 物體在流體(氣體或液體)中運動時會產生流體摩擦力。空氣阻力便是一個例子。物體的重量被流體摩擦力抵銷時，便會到達終端速率。

### 3.5 作用力與反作用力：牛頓運動第三定律

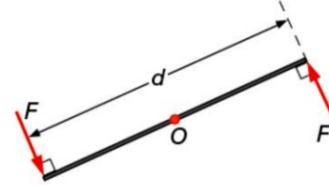
- 牛頓運動第三定律：對每一個作用力，都有一個量值相等，方向相反的反作用力。而物體相互作用時，作用力和反作用力同時出現，但分別作用於不同的物體。



- 力必定成對地出現，若 A 對 B 施加一個力(作用力)，B 也會對 A 施加量值相同，但方向相反的力。
- 作用力—反作用力對有以下性質：
  - 分別作用於兩個互相作用的物體
  - 量值相同
  - 方向相反

### 3.6 力的轉動效應

- 力對於某一點(支點)的轉動效應由力矩或轉矩來量度。  
力對某一點的力矩(轉矩) = 力 x 力至該點的垂直距離 ( $\tau = F \times d$ )
- 力偶由兩個量值相等但方向相反的力組成。  
力偶的合轉矩 = 力 x 兩個力之間的垂直距離



- 力偶的合力是零，合轉矩則不是零。
- 淨轉矩 = 順時針合轉矩 - 逆時針合轉矩
- 所有剛體都有某個固定點，稱為重心，其重量好像作用於這點。

## 4 功、能量和功率

### 4.1 功與能量

F // s (圖 a)	功 = Fs
F 與 s 成某角度 $\theta$ (圖 b)	功 = Fs cos $\theta$
F $\perp$ s	功 = 0

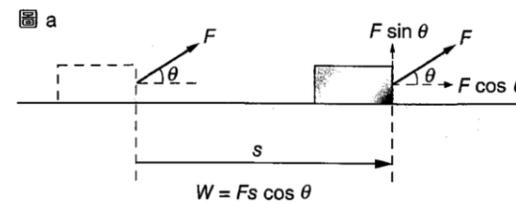
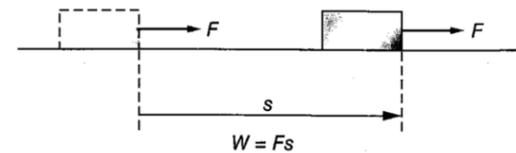


圖 b

- 功的國際單位制單位是焦耳(J) 或牛頓米(N m)。在 1 N 力作用下，物體沿力的方向移動 1 m，便做了 1 J 的功。
- 機械能有三種形式：
  - 動能(KE) — 運動物體所具有的能量。
  - 重力勢能(PE) — 物體有垂直位移時，它的重力勢能會改變。
  - 彈性勢能 — 彈性物體被拉伸、壓縮或扭曲時具有的能量。
- 所做的功 = 轉移的能量

### 4.2 動能與勢能

- 動能  $KE = \frac{1}{2}mv^2$
- 重力勢能  $PE = mgh$

### 4.3 能量的轉變

- 能量守恆定律：能量可以從一種形式轉變為另一種形式，但能量既不可能創造出來，也不可能被毀滅。

### 4.4 功率

- 功率 = 能量轉移 / 所用的時間 或 功率 = 所做的功 / 所用的時間 (即  $P = \frac{W}{t}$ )
- 對於移動中的物體，功率 = 力 x 速率 ( $P = Fv$ )
- 功率的國際單位制單位是 W (瓦特) 或  $J s^{-1}$ 。