

distance	d	m	距離
displacement	s	m	位移
time	t	s	時間
velocity	v	m s ⁻¹	速度
initial velocity	u		初速
final velocity	v		末速
average speed = $\frac{\text{distance}}{\text{time}}$	velocity = $\frac{\text{displacement}}{\text{time}}$	$\text{instantaneous speed} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$	
平均速率	速度	瞬時速度	
acceleration $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	a	m s ⁻²	加速度
equations of motion $v = u + at$ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $v^2 = u^2 + 2as$			運動方程式
gravitational field strength	g	10 m s ⁻²	重力場強度
Weight $W = mg$	W	N	重量
Force	F	N	力
Pressure = $\frac{\text{Force}}{\text{Area}}$ $P = \frac{F}{A}$	P	N m ⁻¹	壓強
Tension	T	N	張力
Newton's second Law $F = ma$			牛頓第二定律
force = mass × acceleration $F = ma$	F	N	力
friction	f	N	摩擦力
moment, $L = F \times d$	L	Nm	力矩
mechanical energy	E	J	機械能
kinetic energy $KE = \frac{1}{2}mv^2$	KE	J	動能
potential energy $PE = mgh$	PE	J	位能
work done = force × distance $W = F \times s$	WD	J	功
Principal of conservation of energy 能量守恒原理			
Energy can be changed from one form to another, but it cannot be created or destroyed.			
efficiency = $\frac{\text{Useful Output Energy}}{\text{Total Input Energy}} \times 100\%$	η	%	效率
power = $\frac{\text{energy}}{\text{time}}$ $P = \frac{E}{t}$ or $P = Fv$	P	W	功率

力學和運動 I

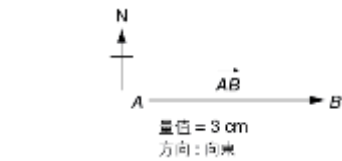
1 運動 I

1.1 時間

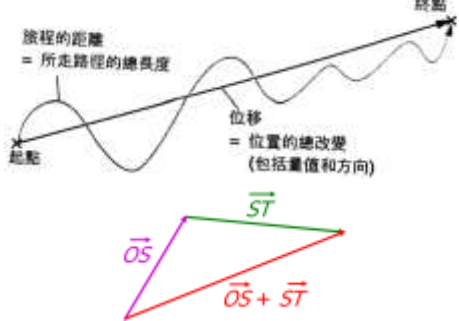
- 時間的國際單位是秒(s) 。
- 人手操作的計時器(例如秒錶)，會出現反應時間所引致的誤差，使用電子計時器可以避免這種誤差。

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

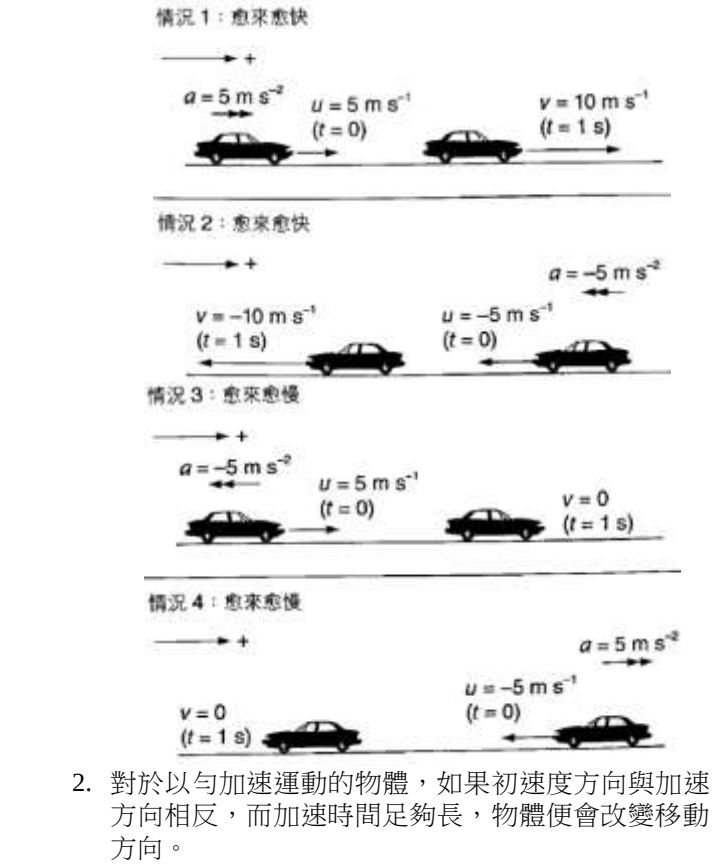
- 加速度 = 每單位時間內速度的變化

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

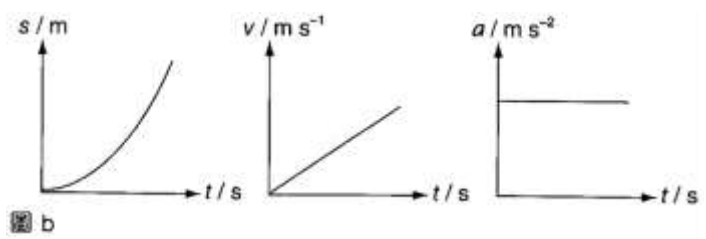
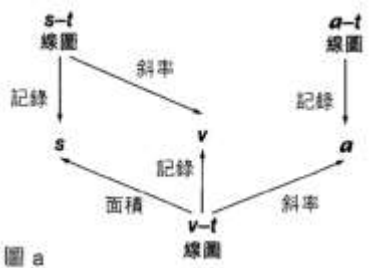


- 對於以勻加速運動的物體，如果初速度方向與加速方向相反，而加速時間足夠長，物體便會改變移動方向。

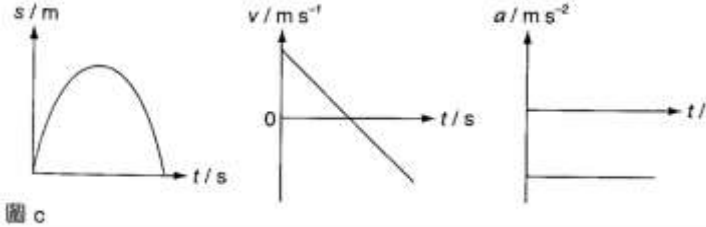
2 運動 II

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)：



- 勻加速度運動的運動線圖(有方向改變)：



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

1. 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。
2. 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 $9.8 \text{ m s}^{-2} (\approx 10 \text{ m s}^{-2})$ 。

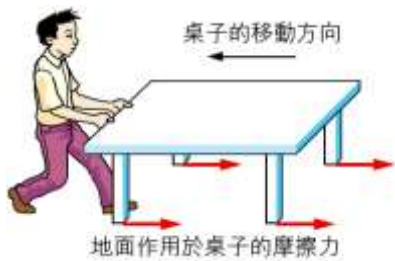
3 力與運動

3.1 力的簡介

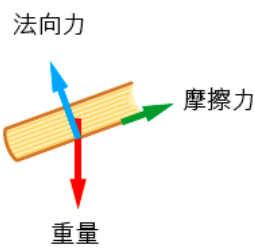
1. 力是矢量，擁有量值和方向。
2. 力可用彈簧秤量度，它的國際單位制單位是牛頓 (N)。
3. 力可分為接觸力和非接觸力。
4. 張力是在繩子內的力。它的方向取決於受力的物體。
5. 法向力是物體與表面接觸時，表面作用在物體上的力，這力總與表面垂直。



6. 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。



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

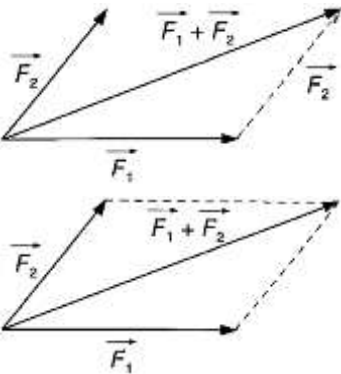


3.2 慣性與牛頓運動第一定律

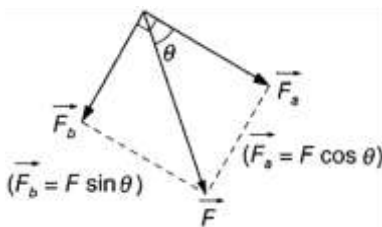
1. 慣性是物體傾向保持它原來的靜止狀態或勻速真線運動狀態。
2. 物體的質量是量度慣性的指標。物體的質量愈大，慣性也愈大。
3. 牛頓運動第一定律：除非受到淨力或不平衡力的作用，否則所有物體會保持靜止狀態或勻速直線運動狀態。

3.3 力的合成與分解

1. 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：



2. 力可以分解成分量：

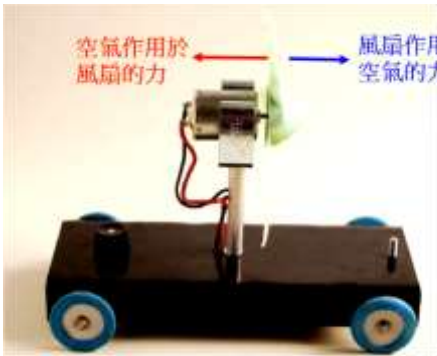


3.4 淨力與運動：牛頓運動第二定律

1. 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 $F = ma$
2. 重量 W 隨量度的地方而改變。 $W = mg$
3. 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

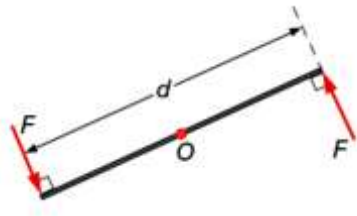
1. 牛頓運動第三定律：對每一個作用力，都有一個量值相等，方向相反的反作用力。而物體相互作用時，作用力和反作用力同時出現，但分別作用於不同的物體。



2. 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。
3. 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

1. 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 ($\tau = F \times d$)
2. 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



3. 力偶的合力是零，合轉矩則不是零。
4. **淨轉矩 = 順時針合轉矩 - 逆時針合轉矩**
5. 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 θ (圖 b)	功 = Fs cos θ
F $\perp$ s	功 = 0

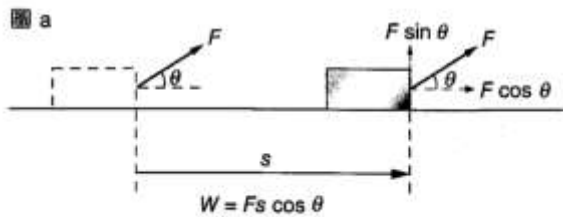
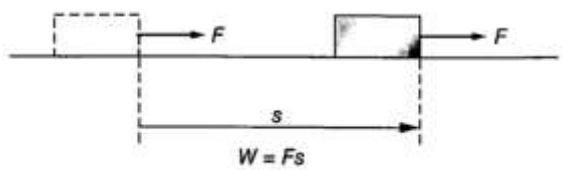


圖 b

1. 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。
2. 機械能有三種形式：
- 動能(KE) — 運動物體所具有的能量。
 - 重力势能(PE) — 物體有垂直位移時，它的重力势能會改變。
 - 彈性势能 — 彈性物體被拉伸、壓縮或扭曲時具有的能量。
3. 所做的功 = 轉移的能量

4.2 動能與勢能

1. **動能 $KE = \frac{1}{2}mv^2$**
2. **重力势能 $PE = mgh$**

4.3 能量的轉變

1. 能量守恒定律：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

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

應考小貼士

1. 運動學

- (a) 當物體處於自由落體運動時，其加速度 = $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ (向地下，不論物體正在向上抑或向下

運動)，除非受到外力或撞擊。DSE 題目要求 $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ 。

- (b) 要記著 $v = u + at$, $v^2 = u^2 + 2as$, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ；物體的 u, v, s, t 是獨立於其質量 m。在運算時一定要有正負號。
- (c) 在自由落體運動中，無論物體的運動方是向上或向下，其加速度是重力加速度 g (只要物體沒有外力)；當物體被拋到最高點時，其速度 = 0 (物體將改變運動方向)
- (d) 多加留意 **運動—時間** 關係線圖，一定要留心縱軸和橫軸是什麼。
- (e) 在 **s—t** 圖，線的斜率 = 速度；曲線代表有加速度 (減速)。
- (f) 在 **v—t** 圖裡，
- (i) 斜率代表加速度；正數代表加速，負數代表減速或向相反方向加速
- (g) 面積代表位移；在時間軸以上的代表正位移，以下代表負位移
- (h) 記緊填寫單位

2. 力與運動

- (a) 「慣性」能解釋許多現象。慣性會令物體保持原有的運動方向和速率。
- (b) 摩擦力擁有最大值，達到此數值前，摩擦力會等於施力，相反方向。在處理斜台時，小心摩擦力的方向。
- (c) 作用力和反作用的方向是相反，量值相同，但不一定是「一對」。在通常情況下，橫向的情況，它們是一對；垂直的情況下，它們通常不是一對。
- (d) 在垂直運動時，一定要考慮物體的「重量」。
- (e) 當你置身於一運動中的升降機中，請嘗試去幻想和感受一下你自己的重量。直升機的升力 $F = W + ma$ 或 $F - W = ma$

3. 能量與效率

- (a) 功(能量)最原本的方程 $W = Fs$ (定義)
- (b) 能量守恒定律:物體的總能量 $E =$ 動能 KE + 位能 PE + 功(損失) W
- (c) 速度越快，動能越大 ($KE = \frac{1}{2}mv^2$)；距離(地面)越高，勢能越大 ($PE = mgh$)
- (d) 要知道功率 P、能量 E 和功 W 的分別
- (e) 效率 $\eta = \frac{\text{有效能量}}{\text{總輸入能量}} \times 100\%$ (或有效功率)