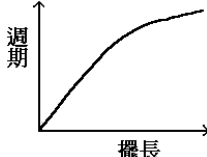
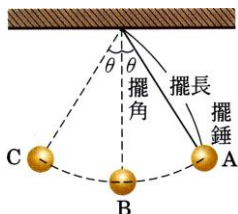
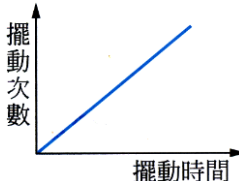
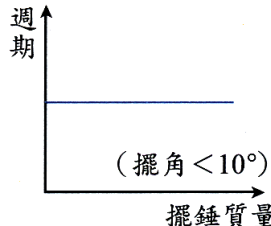
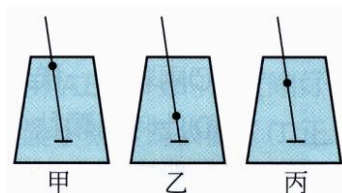
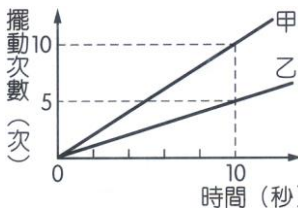
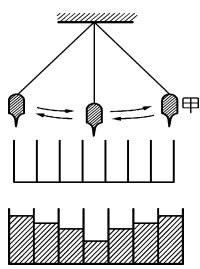


第五冊第一章_直線運動

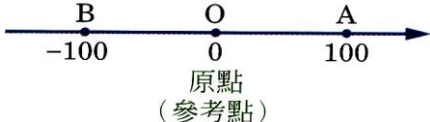
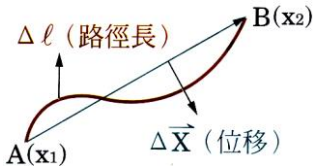
一、時間的測量：

時間測量	有規律變化或週而復始的現象，即可測量時間。 例如：月相盈虧、日晷、沙漏...等。
太陽日	太陽連續兩次出現在天空中的最高點(天頂)，所經歷的時間。
平均太陽日	一年中所有太陽日的平均值。 1 個平均太陽日 = 1 天 = 24 小時 = 1440 分 = 86400 秒 1 小時 = 60 分 = 3600 秒
秒	時間的國際標準的基本單位為『秒』。 以銨原子鐘的震盪次數作為『秒』的定義，『銨原子鐘』為目前最精測的計時工具。

二、單擺的等時性：

單擺等時性	1. 在同一地點，當單擺的擺動幅度不大時(小於 5°)，單擺每次擺動所需的時間為定值。 2. 單擺的擺動與擺錘質量無關，與擺動角度無關。只與擺長有關。 3. 單擺擺動的週期與擺長平方根成正比。 $T_1 : T_2 = \sqrt{l_1} : \sqrt{l_2}$ 或 $T_1^2 : T_2^2 = l_1 : l_2$ T_1：甲單擺的週期 l_1：甲單擺的擺長 T_2：乙單擺的週期 l_2：乙單擺的擺長  週期 擺長  擺長 擺角 擺錘			
圖形關係	 擺動次數 擺動時間	 週期 (擺角 $< 10^\circ$) 擺錘質量	 甲 乙 丙	 甲 乙 丙
說明	同一單擺，擺動次數愈多時間愈長，擺動次數(N)和所需時間(t)成正比。	單擺作小角度擺動時，擺動的週期(T)和擺錘質量(m)無關。	鞦韆擺動的週期，只和長度有關，和甲乙丙三人質量無關；乙鞦韆最長，週期最大，擺動最慢。	甲乙丙擺錘的位置決定擺長的長度，甲的擺長最長，週期最大，擺動最慢，乙的擺長最短，擺動最快。
單擺的擺動週期實例	 擺動次數 (次) 時間 (秒) <u>週期 = 擺動時間 / 擺動次數</u> 1. 如圖，甲的週期為 $10 / 10 = 1$ 秒；乙的週期為 $10 / 5 = 2$ 秒。 甲週期：乙週期 = 1 : 2 2. 甲的擺長較短，乙的擺長較長。 3. 甲擺動 50 次所需時間為 50 秒，乙擺動 50 次所需時間為 100 秒。 4. 同一時間內，甲擺動 50 次時，乙則擺動 25 次。			
		1. 單擺擺動時，兩端的速率最慢，停留時間最久，盛裝沙漏的高度最大。 2. 中央位置時，擺動的速率最大，停留時間最短，盛裝沙漏的高度最小。 3. 單擺擺動時的能量變化，在兩端時高度最大，瞬時速率最小(為 0)，因此重力位能最大，動能最小。 4. 中央位置時，高度最小，瞬時速率最大，因此動能最大，重力位能最小。 5. 高度增加時，動能減少，位能增加，力學能(動能+位能)不變。 高度漸少時，動能增加，位能減少，力學能(動能+位能)不變。		
	進行『單擺實驗』時，測得週期為 T_0，如擺錘質量及擺角不變，而增加擺長時測得週期為 T_1；如擺長及擺角不變，加重擺錘質量時測得週期為 T_2；如擺長及擺錘不變，增大擺角時測得週期為 T_3，則 $T_1 > T_0 = T_2 = T_3$			

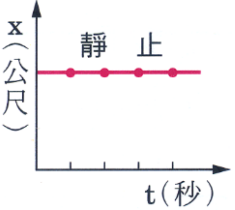
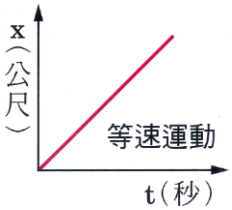
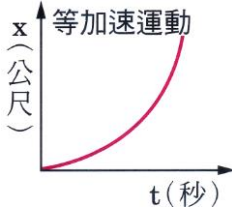
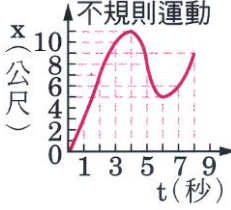
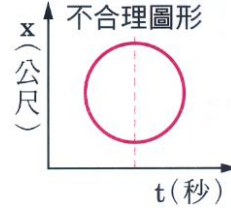
三、位置、位移和路程：

位置	表示物體相對於參考點的距離大小及方向。 需說明參考點(原點)、方向和距離。 一般以原點的右邊為正，原點的左邊為負。	
實例	A 點(+100)指 A 點在原點的右邊 100 個單位。 B 點(-100) 指 A 點在原點的左邊 100 個單位。	
位移	物體移動時，位置的變化量，即為位移。 物體由起點到終點的直線距離，為位移，有方向性，方向不同，位移不同。 為向量，有大小及方向性。 位移＝後來位置－原來位置＝ $X_2 - X_1$ 。 起點和終點若重合，則位移為零。	
路程	物體由起點到終點，所經過的實際距離，稱為路程，或是路徑長，以 $\Delta \ell$ 表示。 為純量，只有大小，無方向性。	
關係	1. 若位置皆無變化，即為靜止狀態。 2. 物體在直線上運動時，若無折返(改變方向)，則位移的大小 = 路程。 若有折返時，則位移的大小 < 路程。 3. 一般情形，路程 $\geq$ 位移。	

四、x-t 圖形包含的意義：

x-t 圖：x-t 圖為位置-時間圖，可：

- (1)直接讀出每一點的位置。
- (2)可求出兩點間的位移。 位移 = 後來位置 - 原來位置。
- (3)可求出兩點間的平均速度。 平均速度 = 位移 ÷ 時間
- (4)可求出第 t 秒時的位置。 第 t 秒位置 = 速度 × 時間 + 起點位置。

				
1. x-t 圖為水平線時，代表位置皆無變化，此時為靜止狀態。 2. 靜止狀態時，速度=0，速率=0。	1. x-t 圖為斜直線。 2. 直線向上傾斜，速度為正值。 3. 直線向下傾斜，速度為負值。 4. 愈陡的直線代表速度愈大。	1. x-t 圖為拋物線。 2. 拋物線開口向上增加時，速度為正值。 3. 拋物線開口向下增加時，速度為負值。	1. x-t 圖無特定的數學關係。 2. 圖形的彎曲頂點代表折返，即運動方向改變。 3. 如圖為第 4 秒及第 6 秒時折返。	1. 非運動圖形，同一時間內，不可能在不位置。 2. 相同的時間 t 所對應的 x 座標，不能有 2 個以上的交點。

五、速度和速率：

速度	1. 平均速度 = 位移 ÷ 時間 平均速率 = 路徑長 ÷ 時間。 2. 速度包含運動的方向及快慢；數值的大小代表運動快慢，數值的正負表示運動方向。 3. 等速度運動時，速度的快慢及方向皆為定值，因此必為直線運動，且為等速率運動。 4. 兩物體運動的快慢相同，但是方向不同，則速率相同，速度不同。 5. 生活上的交通速限，或是汽機車的速度表，皆是指瞬時速率，和運動方向無關。 6. 物體作直線運動，若方向不變時，平均速度 = 平均速率； 若方向有改變時，則平均速度 $\leq$ 平均速率。 7. 等速度運動時，平均速度 = 平均速率 = 瞬時速度 = 瞬時速率。 8. 等速率運動，可能為直線，但不一定是直線，例如：時針、分針、秒針。
----	--

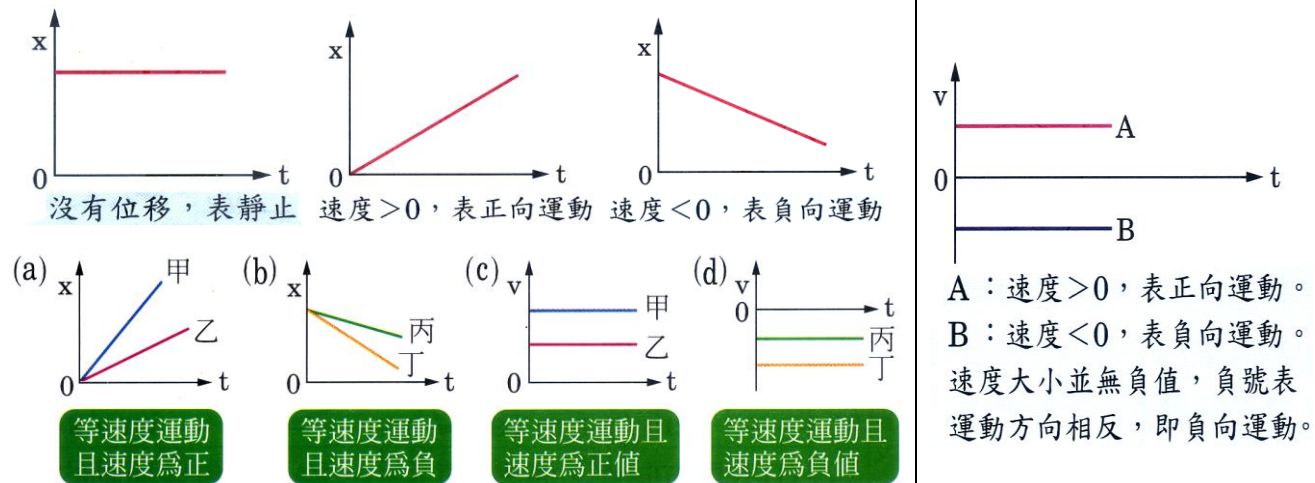
六、等速度運動：

觀念

1. 物體作等速度運動時，任一時刻的瞬時速度都相等，且：
 $\text{瞬時速度} = \text{平均速度} = \text{瞬時速率} = \text{平均速率}$ 。
2. 等速度運動因為進行方向始終不變，因此必為直線運動。
3. 等速度運動因為運動快慢(速率)始終不變，因此必為等速率運動。
4. 等速度運動一定是等速率運動，但是等速率運動不一定是等速度運動。
5. 等速度運動時，必定位移＝路徑長。
6. $\text{平均速度} = \text{位移} \div \text{時間}$ $\text{平均速率} = \text{路徑長} \div \text{時間}$ 。
7. 等速度運動的 $x-t$ 圖，為斜直線，一條直線代表一個速度，愈陡的速度愈大，往上速度為正，往下速度為負。
8. 等速度運動的 $v-t$ 圖圖形為水平直線，亦即速度為定值。

等速運動軌跡

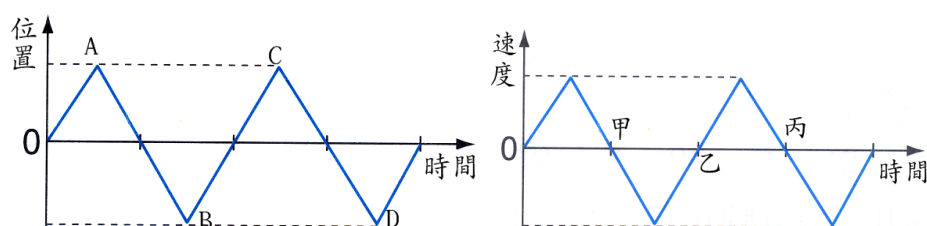
圖形



$v-t$ 圖：

- (1) 可直接讀出每一點的瞬時速度。
- (2) 可直接求面積，算出一段時間的位移： $v-t$ 圖圖形下的面積，代表位移。
- (3) 可利用求出的位移，算出平均速度： $\text{平均速度} = \text{位移} \div \text{時間}$
 可利用求出的位移，算出平均速率： $\text{平均速率} = \text{路徑長} \div \text{時間}$
- (4) 可求出平均加速度： $\text{加速度} = \text{速度變化} \div \text{時間}$
- (5) 速度(速率)的單位為 m/s 、 cm/s ；或是時速為 km/hr 。

時間	$\Delta t = 10\text{秒}$			
運動情形				
速度	$50/10 = 5\text{m/s}$	$-50/10 = -5\text{m/s}$	$10/10 = 1\text{m/s}$	$20/10 = 2\text{m/s}$
速率	$v = 5\text{m/s}$			



$x-t$ 折返的判斷：
 圖形的轉折點，代表方向改變。
 如圖中的 ABCD，為折返點。

$v-t$ 圖折返的判斷：
 圖形和時間軸的交點，代表方向改變。
 如圖中的甲乙丙，為折返點。

	1. 物體作等速度運動。 2. 起點在 10 公尺處，第 2 秒位置在 20 公尺處。 3. 2 秒內位移 = $20 - 10 = 10$ 公尺 4. 平均速度 = 位移 / 時間 = $(20 - 10) / 10 = 1 \text{ m/s}$。 5. 第 t 秒位置 = 速度 × 時間 + 起點 $x = t + 10$。
	1. 甲車起點在 原點，乙車起點在 10 公尺處，乙車在甲車前方 10 公尺。 2. 第 5 秒時，甲乙兩車相遇在 20 公尺處，距離乙兩車出發點 10 公尺。 3. 甲、乙皆作等速度運動，甲車速度比乙車速度大。(愈陡的速度愈大) 4. 甲車平均速度 = $(20 - 0) / 5 = 20 / 5 = 4 \text{ m/s}$ 乙車平均速度 = $(20 - 10) / 5 = 10 / 5 = 2 \text{ m/s}$ 5. 甲車第 t 秒的位置： $x = 4t + 0 \rightarrow x = 4t$ 乙車第 t 秒的位置： $x = 2t + 10$
	1. 0~5 秒，物體等速度運動，速度 = $(100 - 0) / 5 = 20 \text{ m/s}$。 2. 全程共停了 2 次，在 5~6 秒及 9~11 秒，物體為靜止，速度為 0。 3. 6~9 秒物體等速度運動，速度 = $(160 - 100) / (9 - 6) = 60 / 3 = 20 \text{ m/s}$。 4. 11~16 秒物體等速度運動， 速度 = $(0 - 160) / (16 - 11) = -160 / 5 = -32 \text{ m/s}$。 5. 0~16 秒的總位移 = 0，總路徑長 = $160 + 160 = 320$ 公尺。 6. 全程的平均速度 = 0 m/s；平均速率 = $320 / 16 = 20 \text{ m/s}$。 7. 第 11 秒後，物體開始改變運動方向，逐漸向出發點靠近。

七、等加速度運動：

加速度	1. 物體的運動過程，若運動的速度不是定值，則必有加速度存在。 2. 單位時間內的速度變化，稱為加速度。 3. 加速度包含加速或減速的現象；加速度愈大，物體的速度不一定愈快。 4. 加速度改變時，物體運動的方向不一定改變。 5. 等加速度運動的軌跡可能為直線(如：自由落體)，或是拋物線(如：水平拋射、斜向拋射)。 6. 平均加速度 = $\frac{\text{速度變化}}{\text{時間}}$ $a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t}$ 7. 加速度(a)的方向和速度變化(ΔV)同方向，和作用力(F)同方向。									
公式	$v = v_0 + at$ $x = \frac{(V_0 + V)}{2} t$ $x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ $v^2 = v_0^2 + 2ax$ V：末速度 vo：初速度 a：加速度 x：位移 t：經過時間									
圖形	<table><tr><th colspan="3">x－t 圖、v－t 圖及 a－t 圖</th></tr><tr><td>加速度為正值</td><td> a > 0 的運動軌跡： 起點 </td><td></td></tr><tr><td>加速度為負值</td><td> a < 0 的運動軌跡： 起點 </td><td></td></tr></table>	x－t 圖、v－t 圖及 a－t 圖			加速度為 正值	a > 0 的運動軌跡： 起點		加速度為 負值	a < 0 的運動軌跡： 起點	
x－t 圖、v－t 圖及 a－t 圖										
加速度為 正值	a > 0 的運動軌跡： 起點									
加速度為 負值	a < 0 的運動軌跡： 起點									

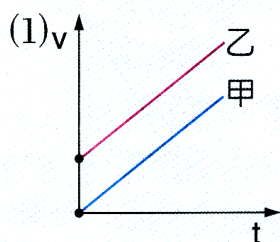
圖形	說明
	1. 時間軸上、下代表運動方向 2. 甲向正方向運動、乙向負方向運動 3. 甲、乙均為水平直線，代表等速度運動
	1. $v > 0$ 、 $a > 0$ ，速度與加速度方向相同 2. 速度逐漸增加，且單位時間內的速度變化量相等，為等加速度運動 3. 與時間軸所圍成的圖形面積代表正位移
	1. $v > 0$ 、 $a < 0$ ，速度與加速度方向相反 2. 速度逐漸減少，且單位時間內的速度變化量相等，為等加速度運動 3. 與時間軸所圍成的圖形面積代表正位移
	1. 與時間軸交點代表在此時運動方向改變，如：鉛直上拋運動 2. 單位時間內的速度變化量相等，為等加速度運動 3. 在時間軸上方面積代表正位移，在時間軸下方面積代表負位移
	1. $v < 0$ 、 $a < 0$ ，速度與加速度方向相同 2. 速度逐漸增加，且單位時間內的速度變化量相等，為等加速度運動 3. 與時間軸所圍成的圖形面積代表負位移
	1. $v < 0$ 、 $a > 0$ ，速度與加速度方向相反 2. 速度逐漸減少，且單位時間內的速度變化量相等，為等加速度運動 3. 與時間軸所圍成的圖形面積代表負位移
	1. $v > 0$ 、 $a > 0$ ，速度與加速度方向相同 2. 速度逐漸增加，但單位時間內的速度變化量不相等，為變加速度運動
	1. 甲、乙均為等加速度運動 2. 加速度： $a_{甲} > a_{乙}$ 3. 相同時間內，甲的位移 $>$ 乙的位移

八、自由落體：

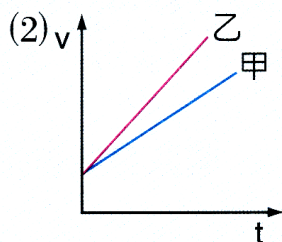
定義	物體由靜止開始，自空中自由落下，不考慮空氣阻力時，物體受重力，做等加速度運動。	
條件	初速度為零；加速度為定值($=9.8 \text{ m/s}^2$)；作直線運動。	
公式	$v=gt$ $h=\frac{1}{2}gt^2$ $v^2=2gh$ v =物體第 t 秒的末速 $g=9.8 \text{ m/s}^2$ h =物體落下的高度	
特性及觀念	1. 自由落體和物體的質量無關，無論質量大小，相同高度處，落下時間皆相同；且落地的瞬間速率皆相同。 2. 高度愈大，落下所需時間愈長；著地的瞬時速度愈大，代表由愈高處落下。 3. 落下過程的瞬時速度比： 第 1 秒末速度：第 2 秒末速度 $=1:2$ 落下距離比： 1 秒內位移：2 秒內位移 $=1^2:2^2=1:4$	

靜止	等速度運動		等加速度運動	

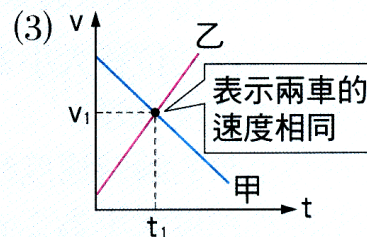
兩個物體做直線運動



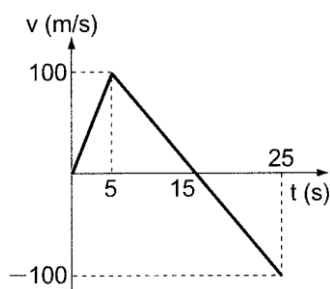
甲 // 乙，表示兩者加速度相同，但初速度不同。
(初速度 $v_{乙} > v_{甲}$)



甲、乙初速度相同
(均不為零)，但
加速度 $a_{乙} > a_{甲}$ 。



甲車在減速 (a 為負)，
乙車在加速 (a 為正)。



- 如圖，為火箭的運動情形；0~5 秒內，為火箭動力加速，使速度增加，做等加速度運動。
- 0~5 秒內的加速度 $a = (100 - 0) / 5 = 20 \text{ m/s}^2$ ；
- 5 秒後，燃料用盡，火箭受重力作用減速，5~15 秒內火箭仍向上運動。
- 15 秒後火箭改變方向，以等減速度由靜止自由落下。
- 第 15 秒瞬間火箭在最高點，此時火箭飛行最大高度(0~15 秒內圖形面積)：
 $\Delta H = (15 \times 100) / 2 = 750$ 公尺。
- 5 秒以後火箭的加速度：
 $g = (0 - 100) / (15 - 5) = -100 / 10 = -10 \text{ m/s}^2$ 。
- 第 25 秒瞬間火箭距地高度為 250 公尺
 $(25 - 15) \times 100 / 2 = 500$ 公尺 $750 - 500 = 250$ 公尺