

等加速度運動

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
1	內容摘要	標題投影片： 內容摘要	背景音樂	
2	開場白	老師影像	各位同學大家好。這個單元我們向大家介紹等加速度運動。這個單元和以前學過的運動學、牛頓力學都有關連。我們先回顧過去學過的內容。	
3	轉場投影片	標題投影片： 先備知識	背景音樂	
4	先備知識： 速度與速率的不同 等速度的意義 平均速度與瞬時速度的差別 X-t 圖的意義（五張圖形投影片）及整理	投影片	老師配合投影片內容講解	
5	轉場投影片	標題投影片： 加速度	背景音樂	
6	說明加速度： 介紹何謂加速度 說明加速度應注意事項 說明平均加速度的意義	老師影像 以下帶入投影片	復習過運動學相關知識後，我們就來看何謂加速度 （以下依老師依投影片內容講解）	
7	例題一及解： 有一部車子原來是靜止，開始啓動後在 10 秒內，其速度增加到 10m/s，則車子的平均加速度	投影片	老師配合投影片內容講解	

內容摘要

- 加速度
- 打點及X-t圖
- V-t圖
- 自由落體

先備知識 1/5

- 我們得到兩種運動快慢表示法：

$$\text{速度} = \frac{\text{位移}}{\text{時間}} \quad \text{速率} = \frac{\text{路程}}{\text{時間}}$$

- 速度是向量，包含大小及方向
速率是純量，僅有大小，沒有方向
- 速度不一定等於速率，但在國中階段，我們僅討論不折返的直線運動，故速度的大小即是速率

先備知識 2/5

- 因速度是向量，所以所謂兩個物體的**速度相等**，包含它們速度的**大小相等**，**方向也要相同**
- 如果物體的速度時時都相同，則稱物體的運動是等速度運動
- 等速度運動的兩項特性
 - 朝固定方向前進，故為直線運動
 - 在相同時間，走過相同距離

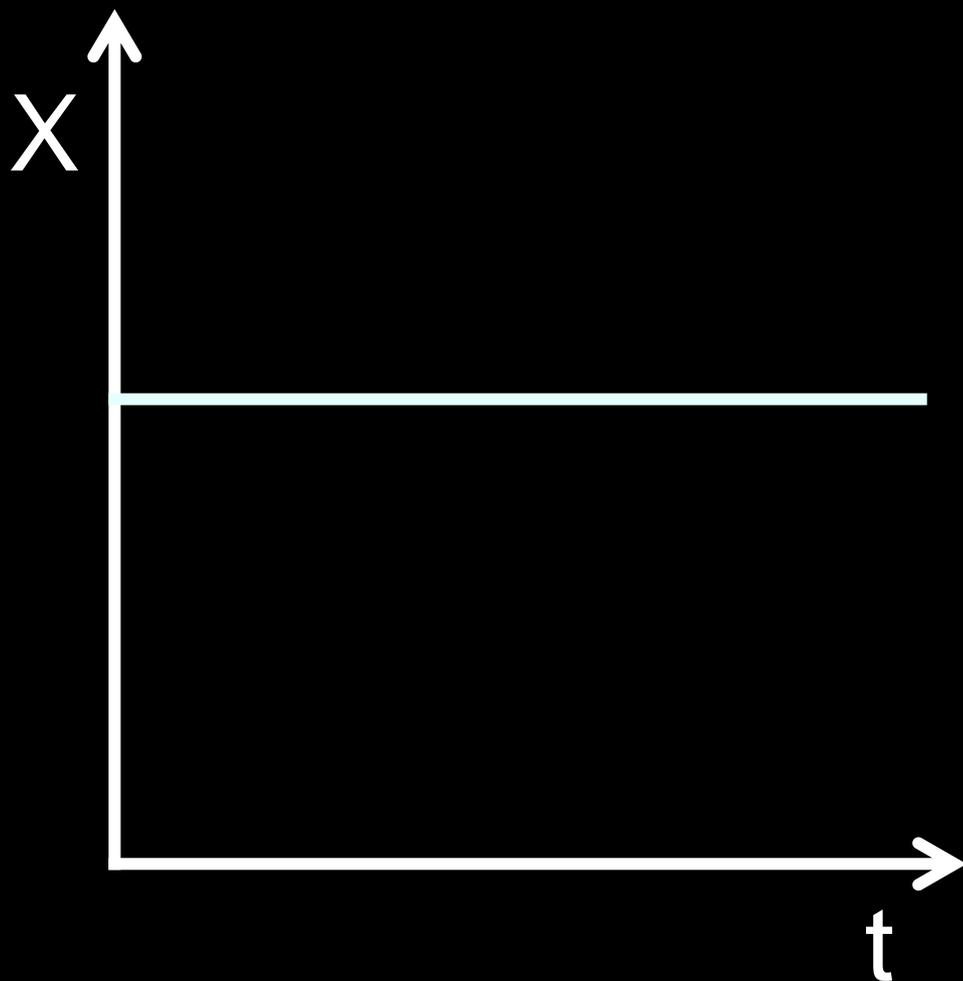
先備知識 3/5

- 平均速度是指一段時間內，物體運動快慢的情形，但不能表達某一時刻，物體運動的快慢
- 某一時刻（瞬間），物體的速度稱為瞬時速度，常簡稱為速度
- 當物體做等速度運動時，表示任何時間的瞬時速度都相同。也因此任兩點間的平均速度也等於瞬時速度

先備知識 4/5

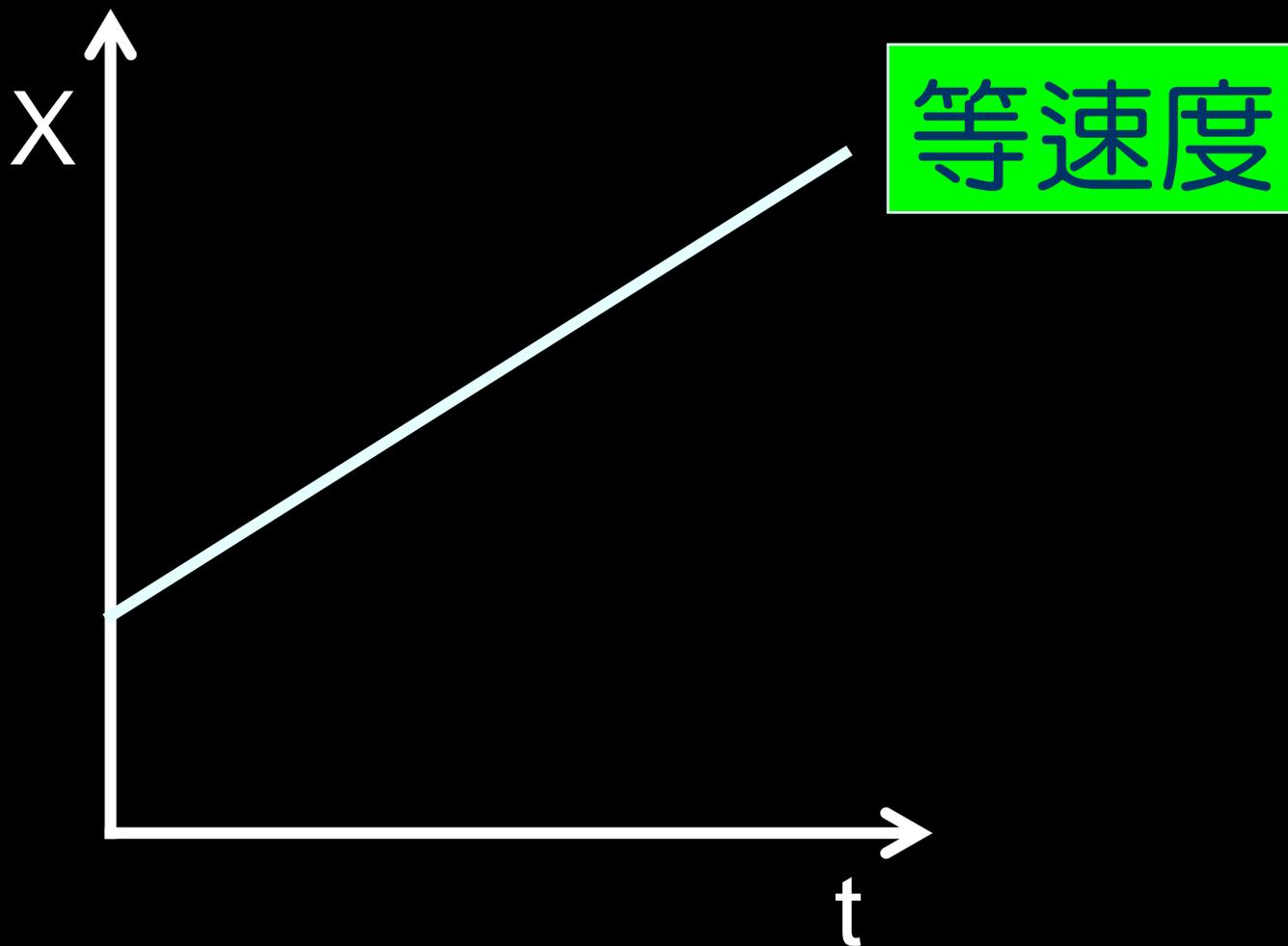
- 我們要藉圖形（X-t圖）中了解的事情有：
 - 運動狀態
 - 運動大小比較
 - 運動快慢計算

X-t圖看運動種類

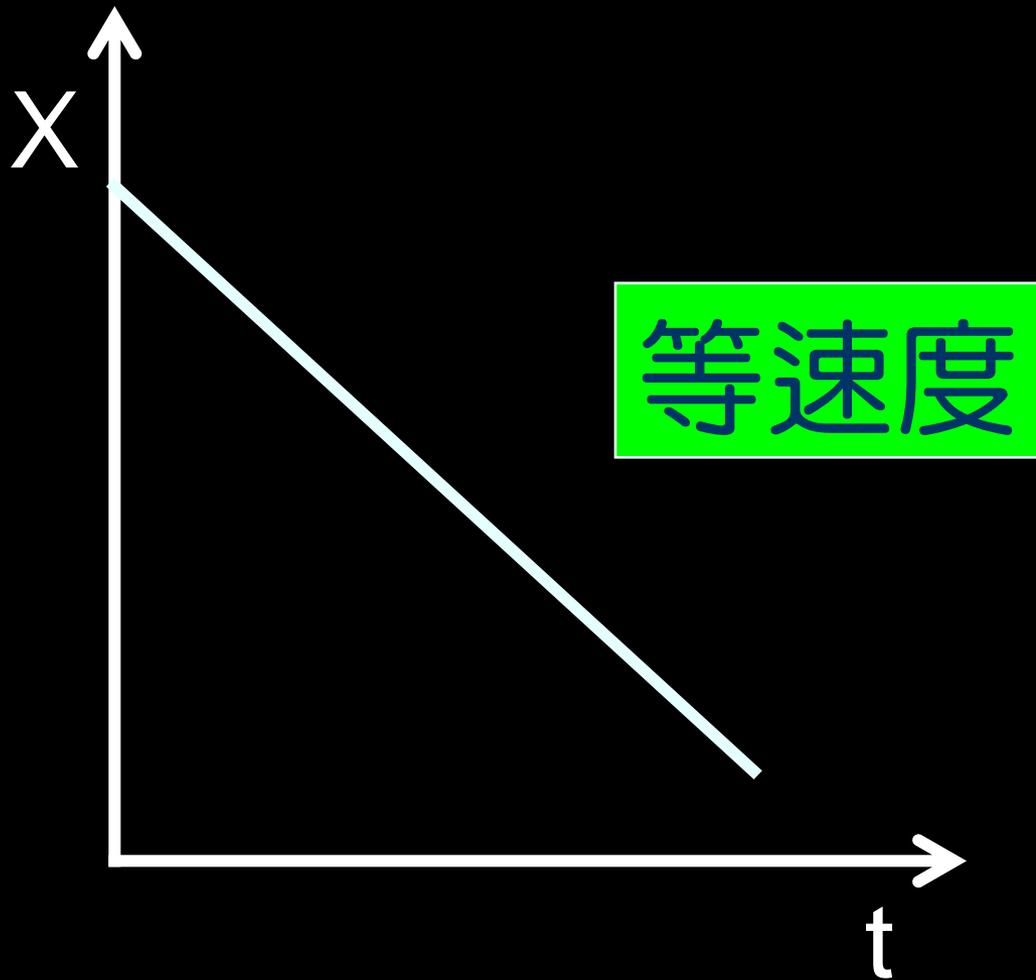


靜止

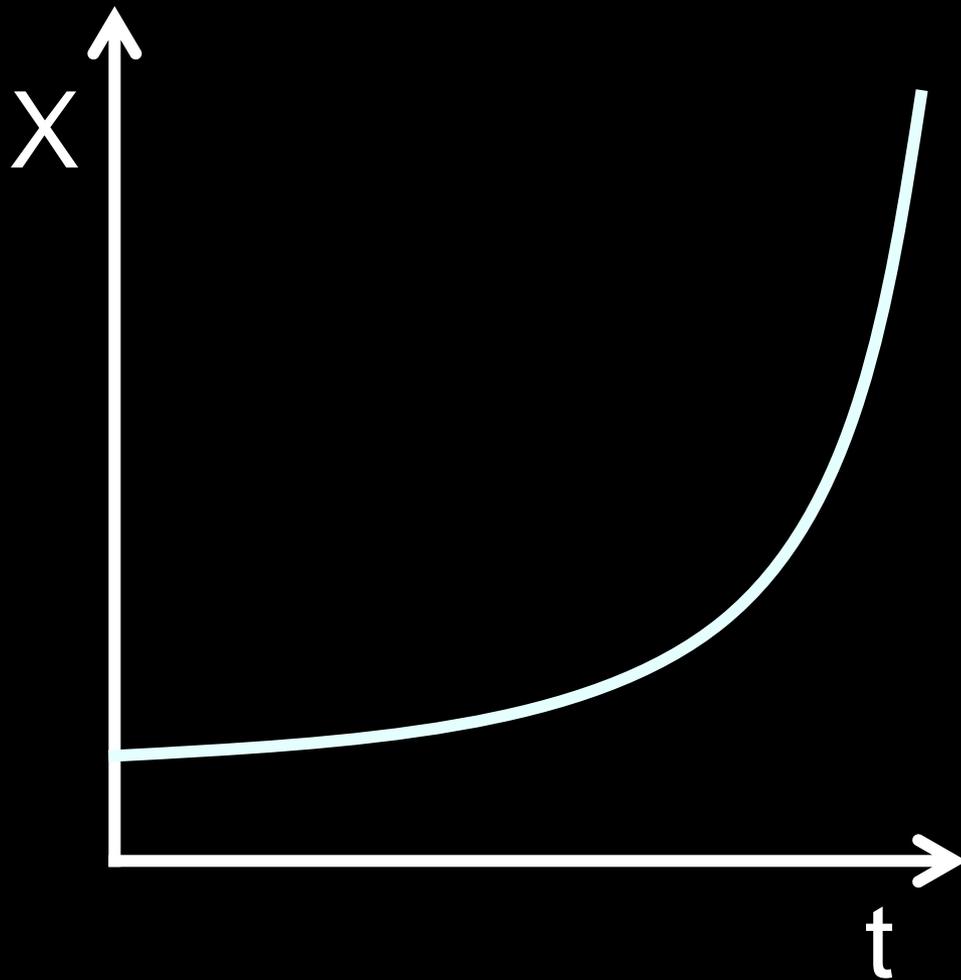
X-t圖看運動種類



X-t圖看運動種類

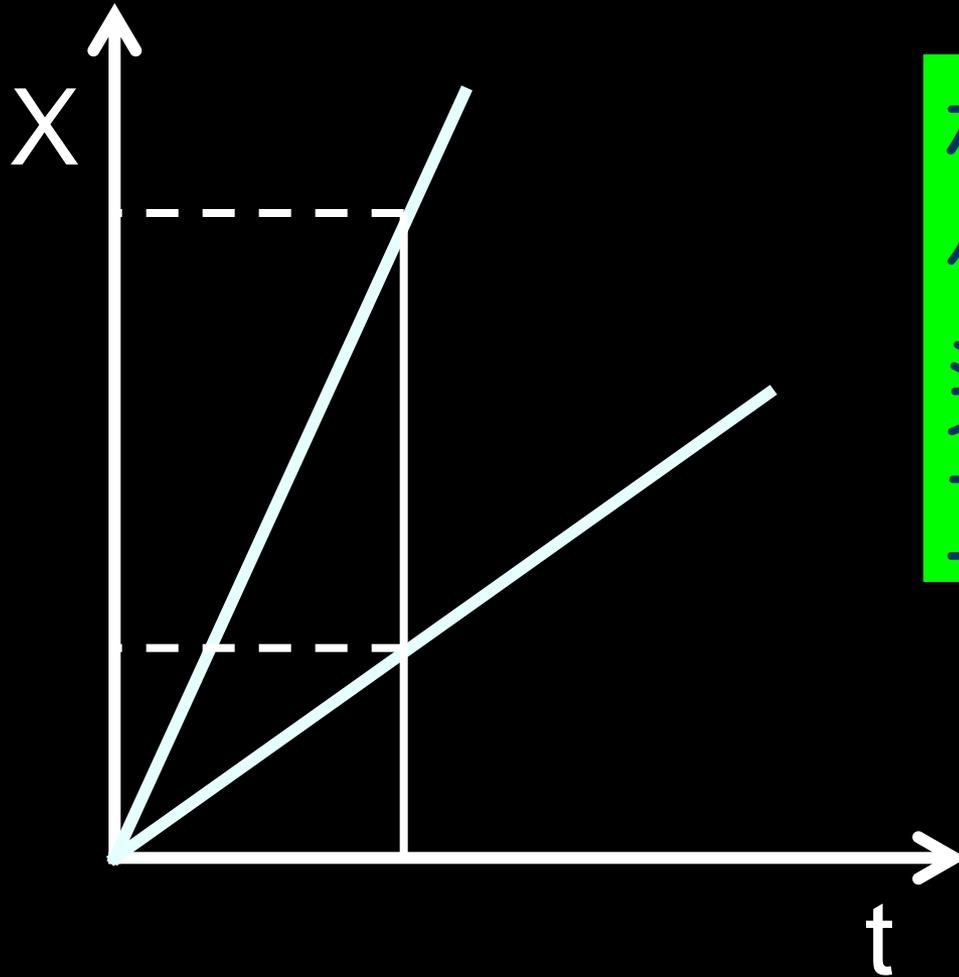


X-t圖看運動種類



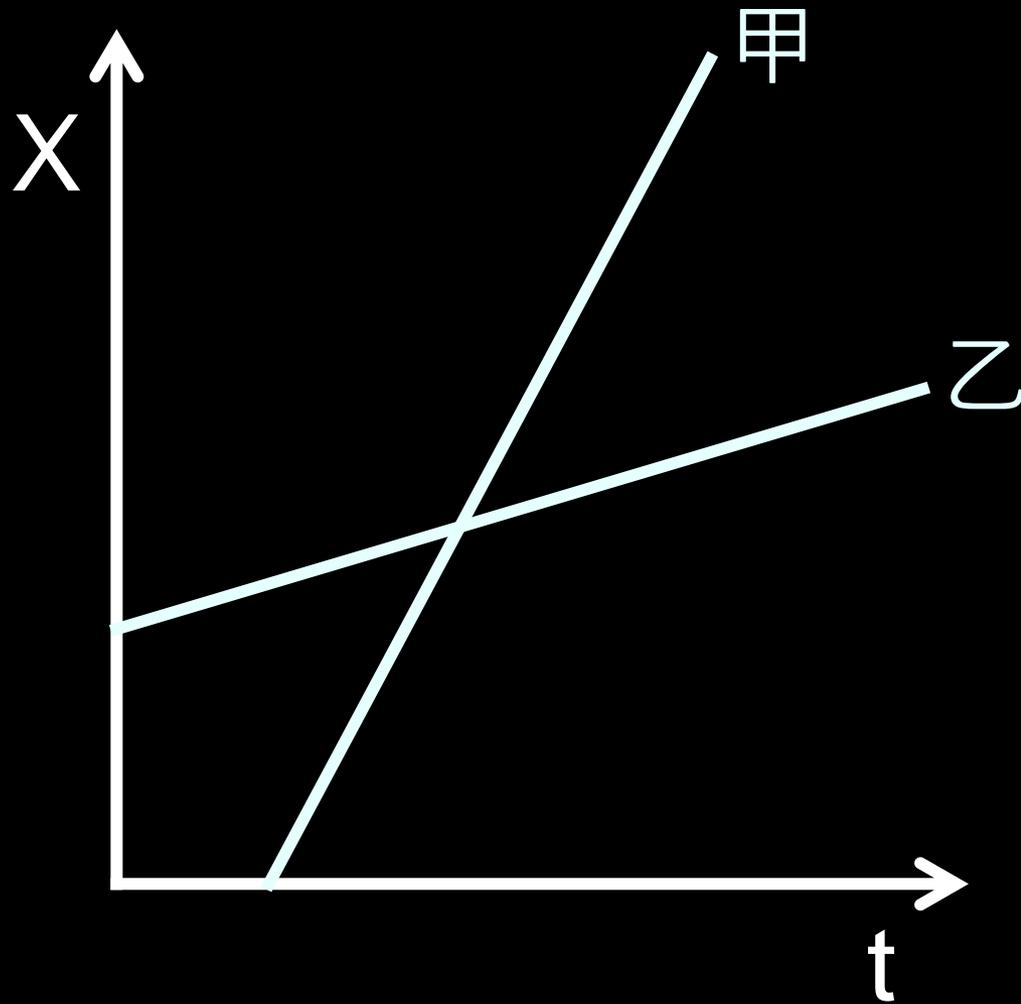
非等速度

X-t圖比較速度大小



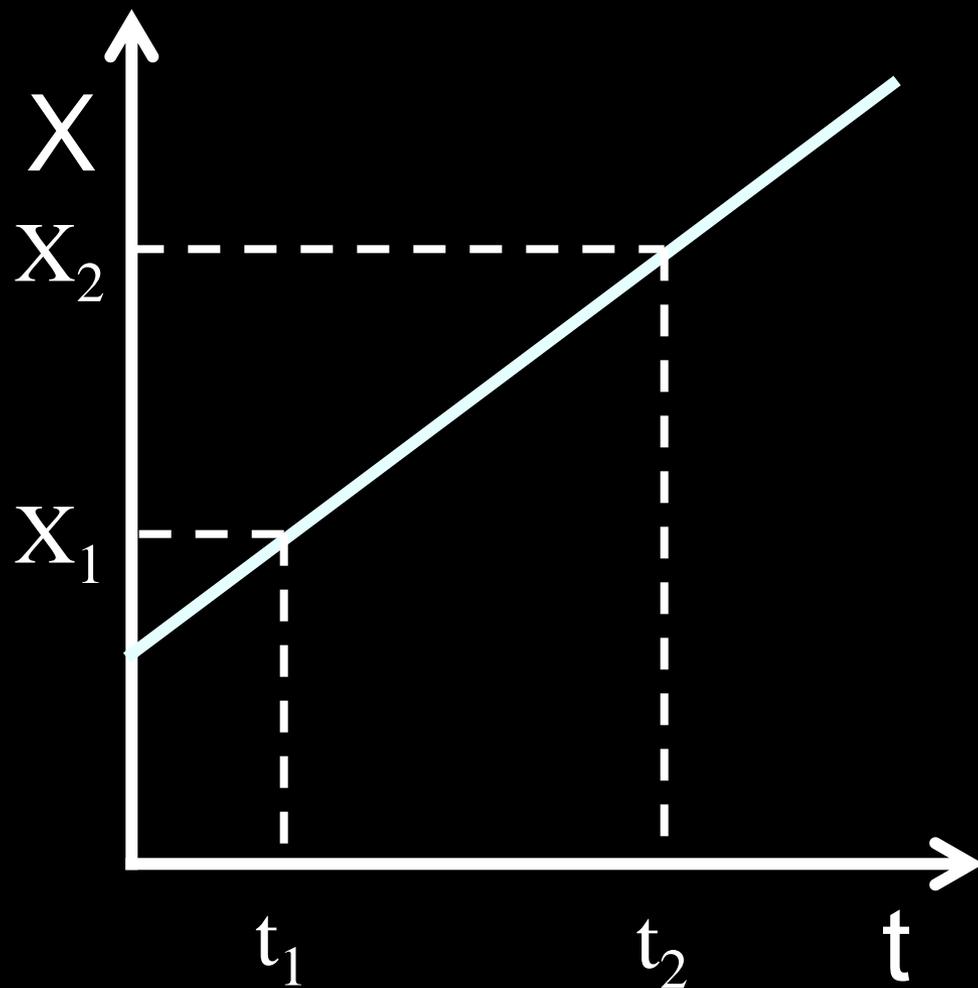
相同時間
位移較大者
速度較快
直線較陡

X-t圖比較速度大小



甲直線比較陡（斜）
速度較快

X-t圖計算平均速度

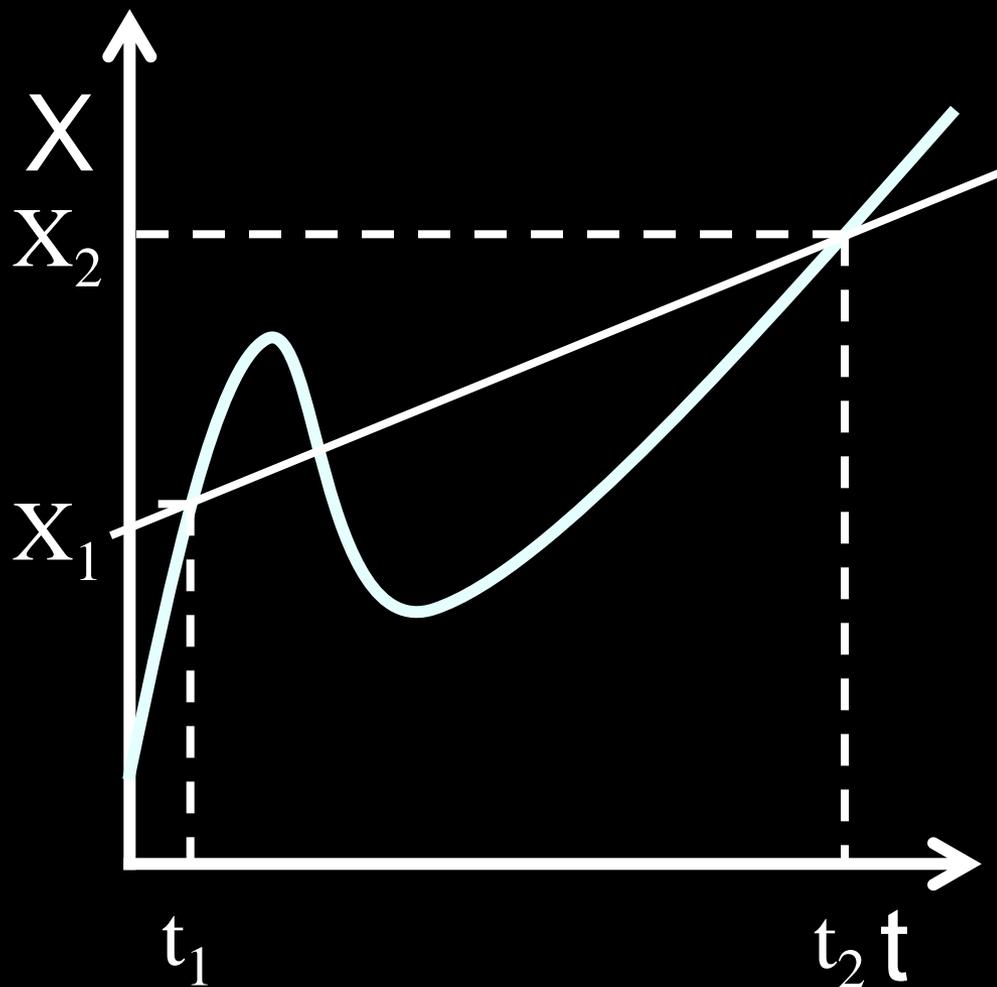


代入公式

$$\bar{V} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$$

即得

X-t圖計算平均速度

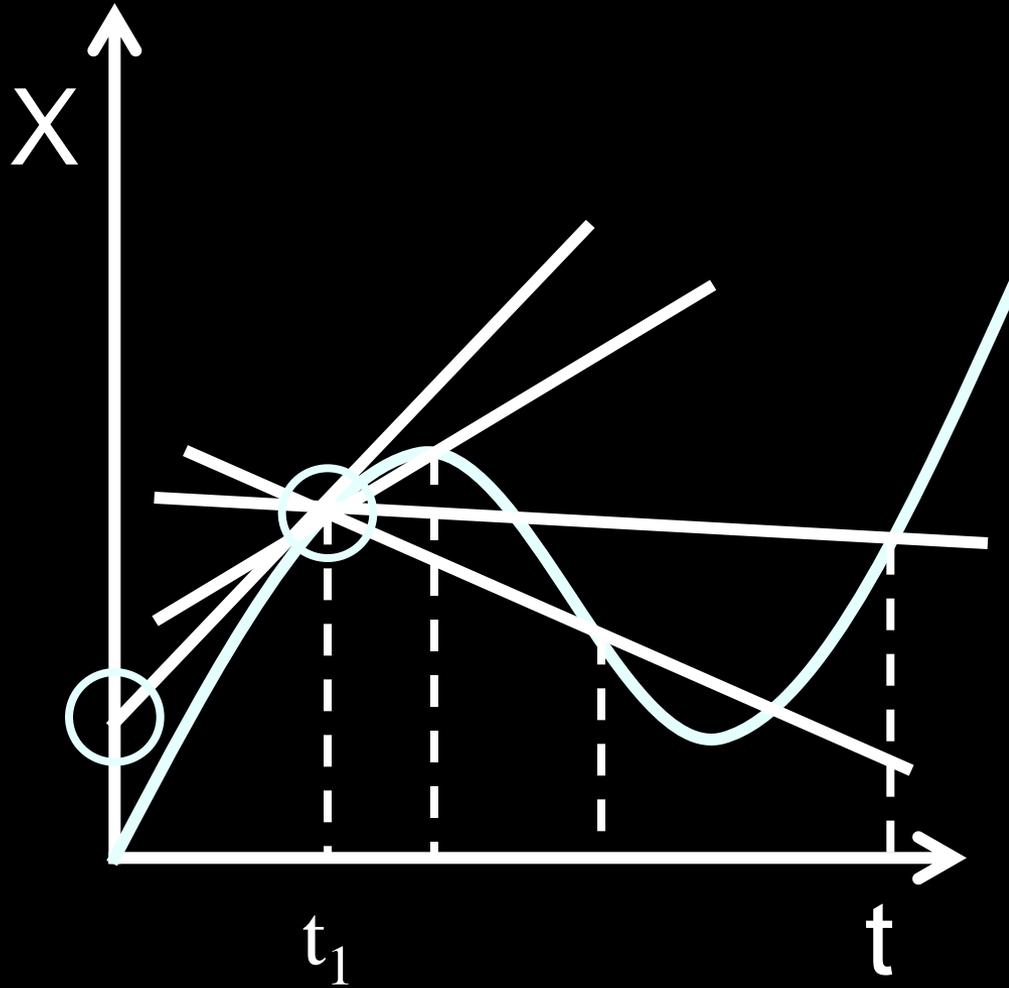


非等速度運動的平均速度求法相同。找到兩個點，代入公式

$$\bar{V} = \frac{X_2 - X_1}{t_2 - t_1}$$

即可得

X-t圖計算瞬時速度



切線代表的速度即是瞬時速度，但國中時我們仍要找到兩個點，代入平均速度公式才能計算

先備知識 5/5

- 前面作圖的意義就是：
兩點決定一條直線
X-t圖中，一條直線代表一種速度
- 由以上可知：
X-t圖中，僅一條直線者作等速度運動
直線愈斜，代表速度愈大

加速度

加速度

- 物體有加速度，表示物體的速度會改變，可能是大小改變，可能是方向改變，或者兩者都改變。
- 由於速度是向量，所以加速度（速度改變）也是向量

加速度考慮因素

- 甲車由0加速到時速100公里，需時5秒，乙車由0加速到時速100公里，需時7秒，哪部車加速快？ **甲**
- 丙車在6秒內可由靜止加速到10公尺/秒，丁車在6秒內可由靜止加速到15公尺/秒，哪部車加速快？ **丁**
- A車可在5秒內，由靜止加速到時速60公里，B車可在10秒內，由靜止加速到時速80公里，請問哪部車的加速性能較好？

A

平均加速度

- 由前面的討論，我們了解：加速度的大小，是經歷時間與速度變化量的比值：

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

相同時間，速度變化愈多，加速愈快
相同速度變化，時間愈短，加速愈快

- 由於是計算物體在一段時間內加速度，這個比值實際上是**平均加速度**

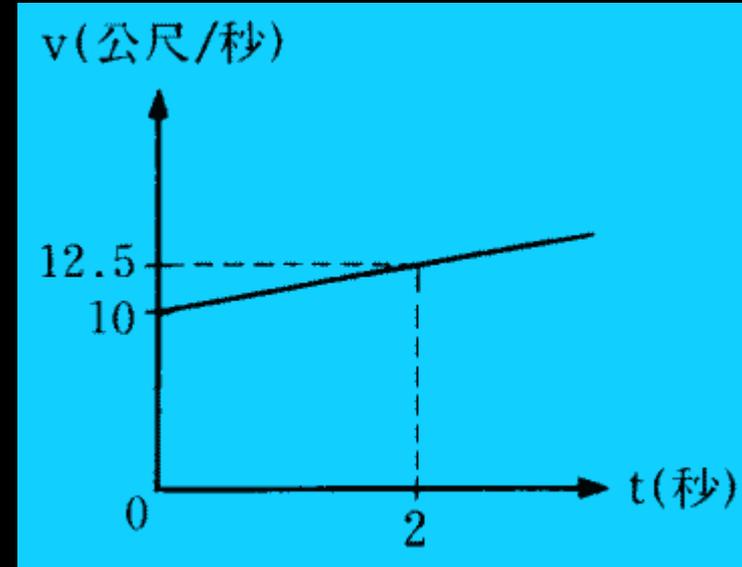
例題一（原國編版習題）

- 有一部車子原來是靜止，開始啟動後在10秒內，其速度增加到10m/s，則車子的平均加速度是_____m/s²

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{10 - 0} = 1 \quad (m/s^2)$$

類題一之一

● 有部車子在筆直公路上行駛，開始計時的時候車子的瞬間速度是10公尺/秒，2秒後車子的瞬時速度是12.5公尺/秒，其車速與時間的關係如右圖所示，試問車子的平均加速度是多少？



類題一之一答案

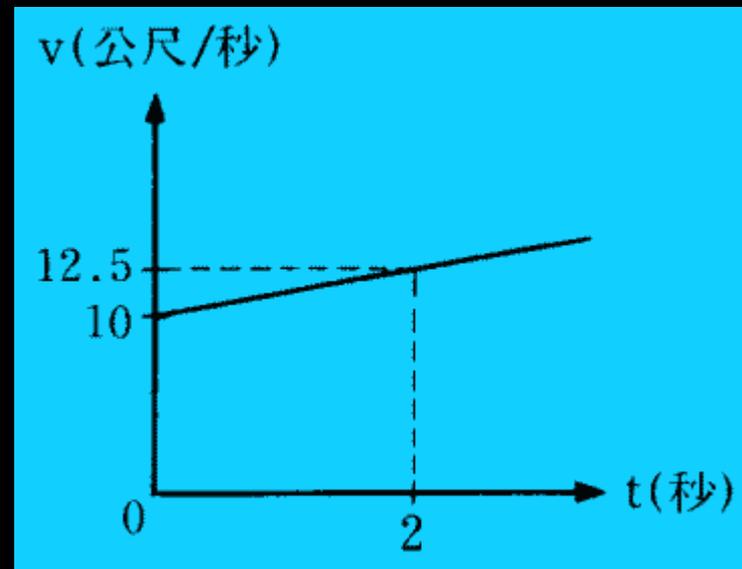
車子的初速度 $V_1 = 10 \text{ m/s}$

末速度 $V_2 = 12.5 \text{ m/s}$

時間間隔 $t_2 - t_1 = 2 \text{ s}$

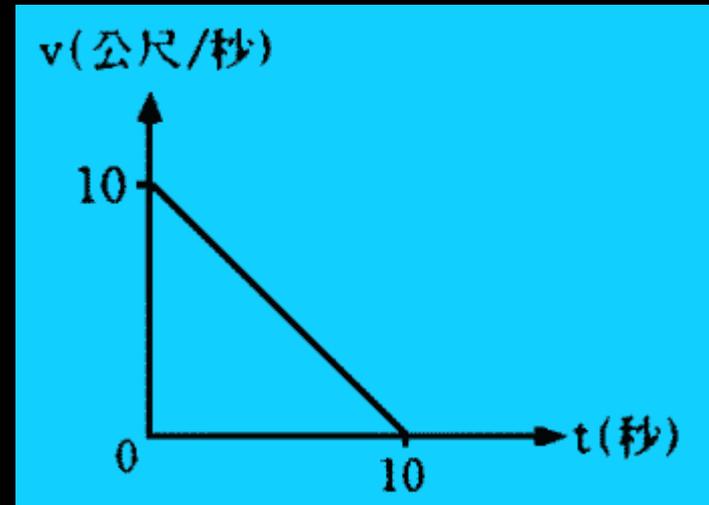
所以車子的平均加速度

$$\begin{aligned} &= \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{12.5 \text{ m/s} - 10 \text{ m/s}}{2 \text{ s}} \\ &= 1.25 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$



類題一之二

- 有部車子在筆直公路上行駛，速度是10公尺/秒，想要在10秒內停止，其車速與時間的關係如右圖所示，則其平均加速度是多少？



類題一之二答案

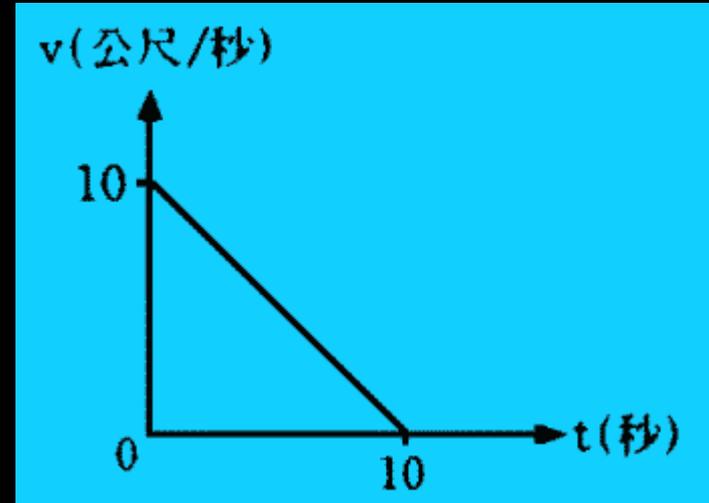
車子的初速度 $V_1 = 10m/s$

末速度 $V_2 = 0m/s$

時間間隔 $t_2 - t_1 = 10s$

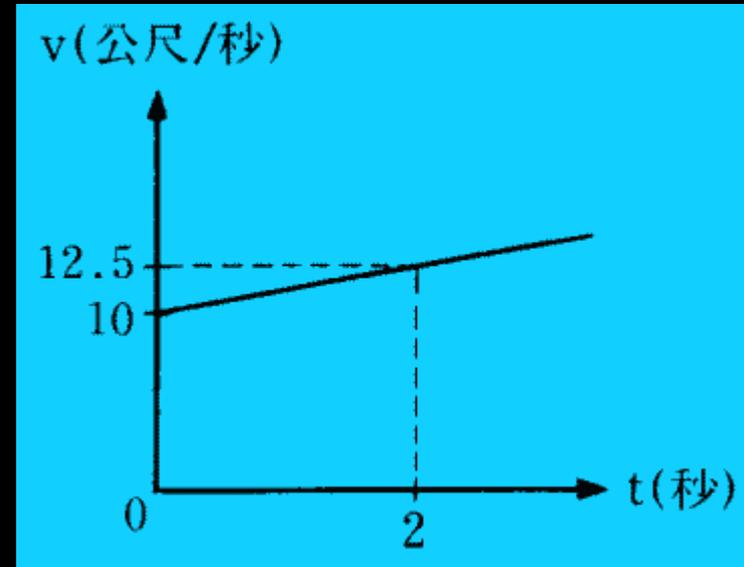
所以車子的平均加速度

$$\begin{aligned} &= \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} \\ &= \frac{0m/s - 10m/s}{10s} \\ &= -1m/s^2 \end{aligned}$$

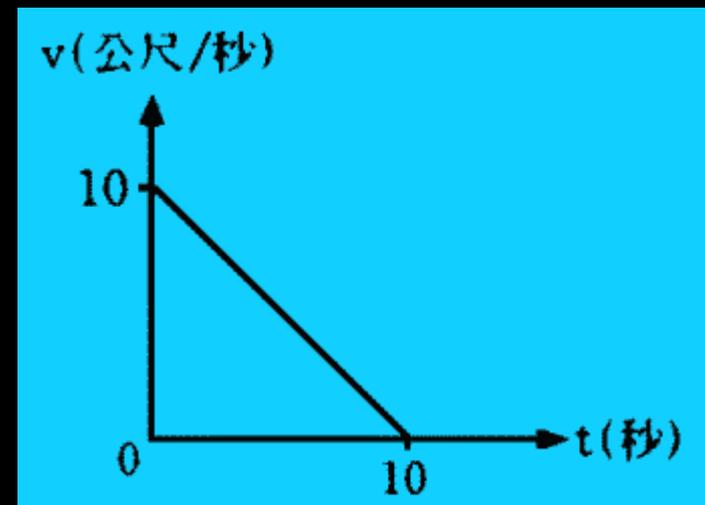


加速度與速度為正值

- 類題一之一的加速度為正值 (1.25m/s^2)，表示加速度和速度同方向，速度會愈來愈快



- 類題一之二的加速度為負值 (-1m/s^2)，表示加速度和速度反方向，速度會愈來愈慢



正負號的意義

- 加速度是正值，
表示加速度和速度同方向，
速度會愈來愈快
加速度是負值，
表示加速度和速度反方向，
速度會愈來愈慢
- 國中沒討論的是：
加速度方向和速度方向垂直，
會改變速度方向，如向心力、水平拋射

加速度相等

- 甲車在6秒內可由靜止加速到10公尺/秒，乙車在6秒內可由靜止加速到15公尺/秒，兩車加速度是否相同？ **不同**
- 丙車在5秒內加速到向西時速60公里，丁車在5秒內加速到向東時速60公里，兩車加速度是否相同？ **不同**
- **和速度一樣，兩個加速度相等，必須大小相同，方向也相同**

等加速度運動

- 如果物體運動時，加速度保持不變，則稱物體做等加速度運動
- 等速度運動一定是直線運動，但等加速度不一定是直線運動，如水平拋射

等加速度與瞬時加速度

- 瞬時加速度指的是某一時刻的加速度
- 任何時刻的瞬時加速度都一樣，就是等加速度運動，當然其中任意時間的平均加速度也會等於瞬時加速度

打點及X-t圖

打點圖

- 和速度一樣，我們可以由打點計時器的記錄，了解物體的運動狀態，必要時可以做計算



紙帶運動方向



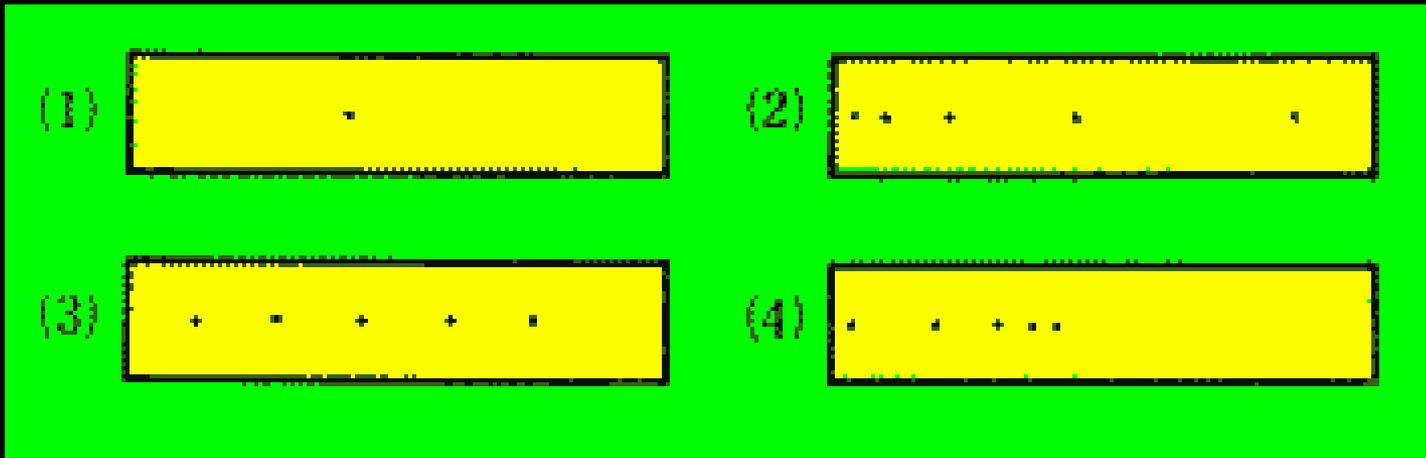
愈來愈快



愈來愈慢

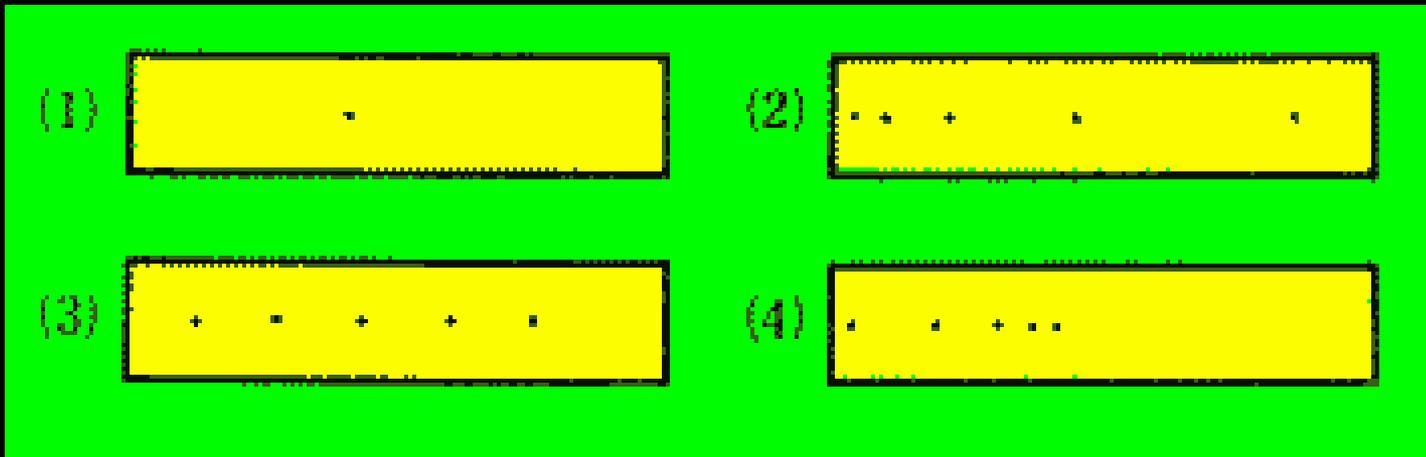
例題二（原國編版習題） 1/2

- 下圖是同一打點計時器在物體拉動紙帶時在紙帶上所打的點，請根據下圖回答下列問題：（物體將紙帶由左向右拉動）。



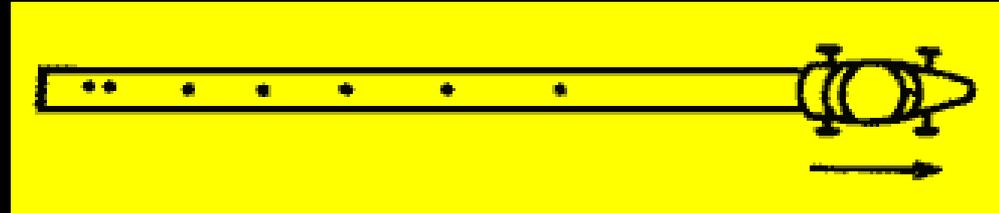
例題二（原國編版習題） 2/2

- 哪種情況表示物體是靜止不動？
- 哪種情況表示物體做等速運動？
- 哪種情況表示物體愈來愈快？
- 哪種情況表示物體愈來愈慢？
- 哪種情況表示加速度的值最大？



類題二（89年省聯）

● 小華以打點計時器記錄玩具車直線前進的運動。紙帶紀錄如右圖。下列何者為玩具車速度的狀況



- A. 速度愈來愈慢
- B. 速度愈來愈快
- C. 等速度運動
- D. 靜止

點與點的距離愈來愈近，
表示速度愈來愈慢，
故答案選B。

X-t關係求加速度

- 我們不用運動學公式，僅從平均速度中求加速度
- 以原國編版習題為例：

s (m)	0	1	2	3	4	5
t (s)	0	2	4	6	8	10

0~2秒、2~4秒、4~6秒、...的平均速度都是0.5m/s，故無加速度

例題三（89年台北推甄）

- 下表是一物體做直線運動時的時間與位置紀錄表，試問此物體在0~5.0秒內的運動情形如何？

時間（秒）	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
位置（公尺）	0.0	6.0	11.0	15.0	18.0	20.0

- A. 等速度運動
- B. 等加速度運動
- C. 此物體之速率愈來愈大
- D. 此物體之加速度愈來愈小

例題三解 1/2

- 0~1秒位移6公尺，
- 1~2秒位移5公尺，
- 2~3秒位移4公尺，

.....

可見不是做等速度運動，同時速度愈來愈慢。選項A、C皆錯誤。

時間（秒）	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
位置（公尺）	0.0	6.0	11.0	15.0	18.0	20.0

例題三解 2/2

● 0~1秒平均速度：6 m/s

1~2秒平均速度：5 m/s

2~3秒平均速度：4 m/s

可觀察出在相同的時間間隔（1秒），速度變化皆相同（-1m/s），故為等加速度運動，

答案選B。

● 平均加速度：

$$\bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{5 - 6}{1} = -1 \text{ m/s}^2$$

類題三之一

- 某車以負等加速度減速，其位置與時間關係如下表，請問其加速度為若干？

t (秒)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
S (公尺)	0.38	0.72	1.02	1.28	1.50	1.68

類題三之一答案

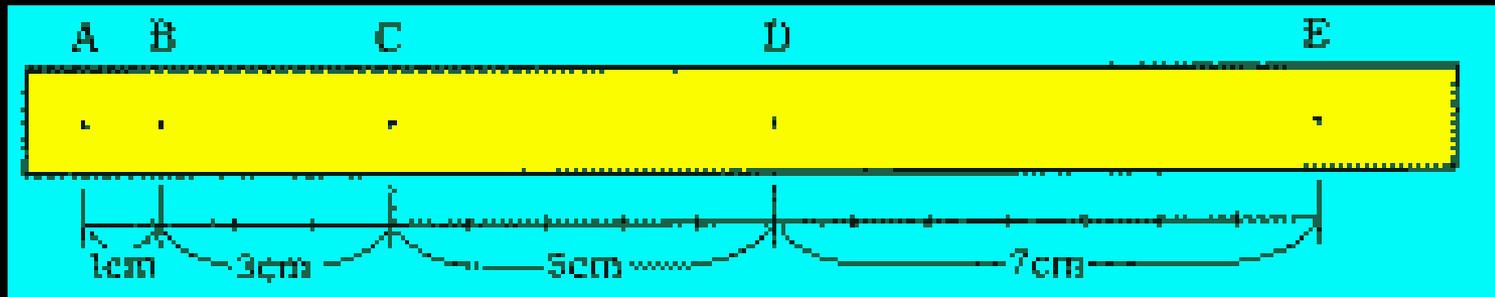
$$0.0 \sim 0.1 \text{秒平均速度 } V_1 = \frac{0.72 - 0.38}{0.1 - 0} \\ = 3.4 \quad (\text{m/s})$$

$$0.1 \sim 0.2 \text{秒平均速度 } V_2 = \frac{1.02 - 0.72}{0.2 - 0.1} \\ = 3.0 \quad (\text{m/s})$$

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{3.0 - 3.4}{0.1} = -4 \quad (\text{m/s}^2)$$

類題三之二（原國編版習題改寫）

- 某物體做加速度運動，其運動的軌跡由打點計時器在物體後面所拉的紙帶所留的點，分布情形如下圖所示（兩點間的時間間隔為 $1/20$ 秒），試求其加速度：



類題三之二答案

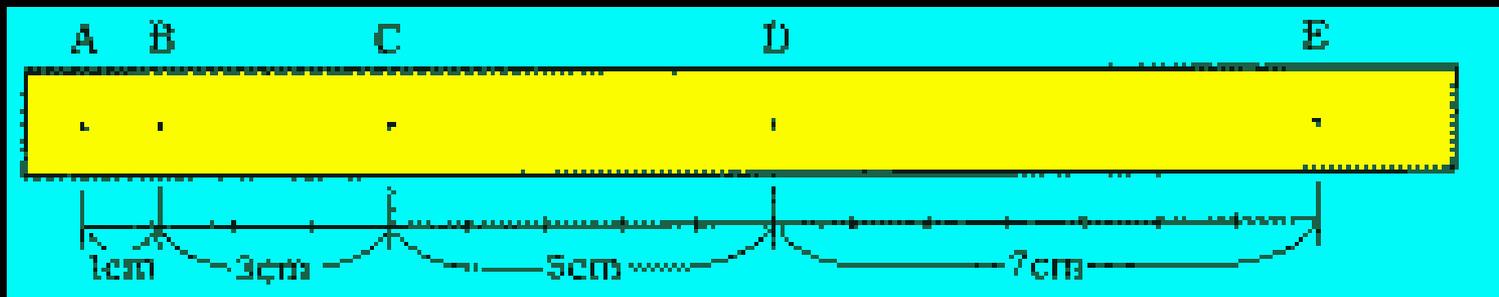
● A~B平均速度： $1 / (1/20) = 20 \text{ cm/s}$

B~C平均速度： $3 / (1/20) = 60 \text{ cm/s}$

代入公式得：

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{60 - 20}{\frac{1}{20}} = 40 \times 20$$

$$= 800 \text{ (cm/s}^2\text{)} = 8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

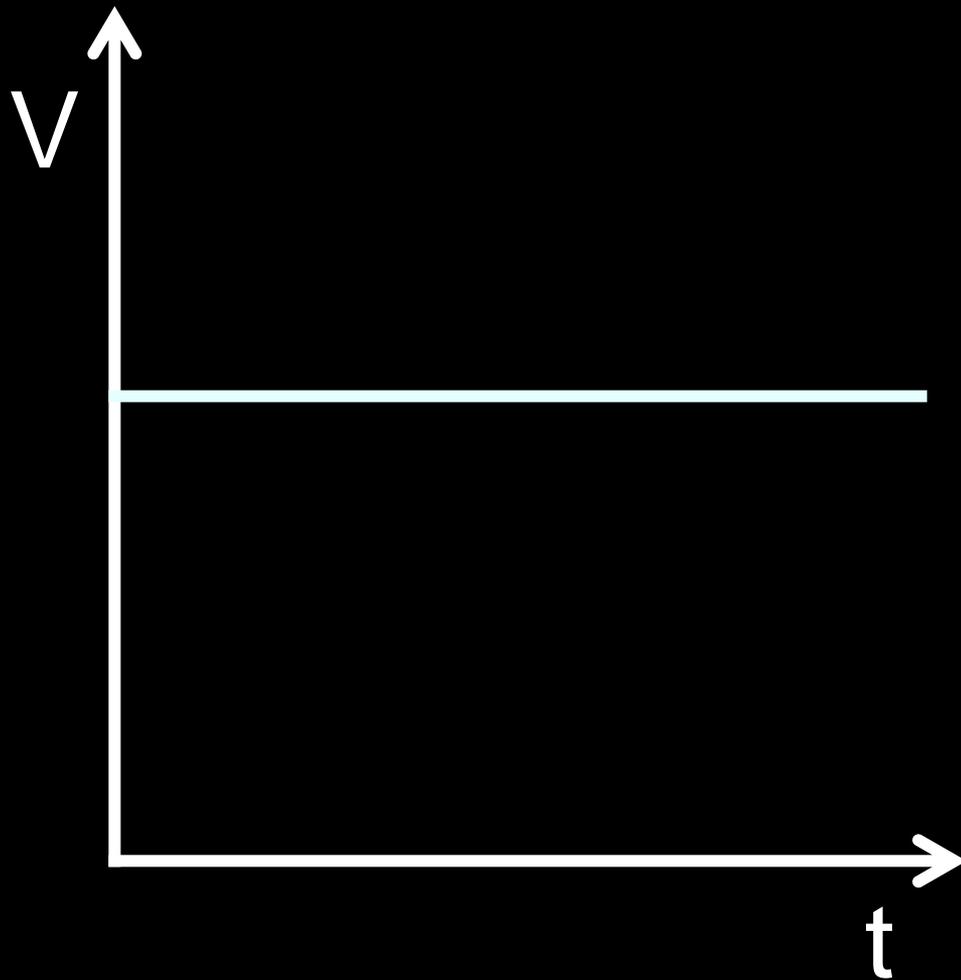


V-t圖

V-t圖

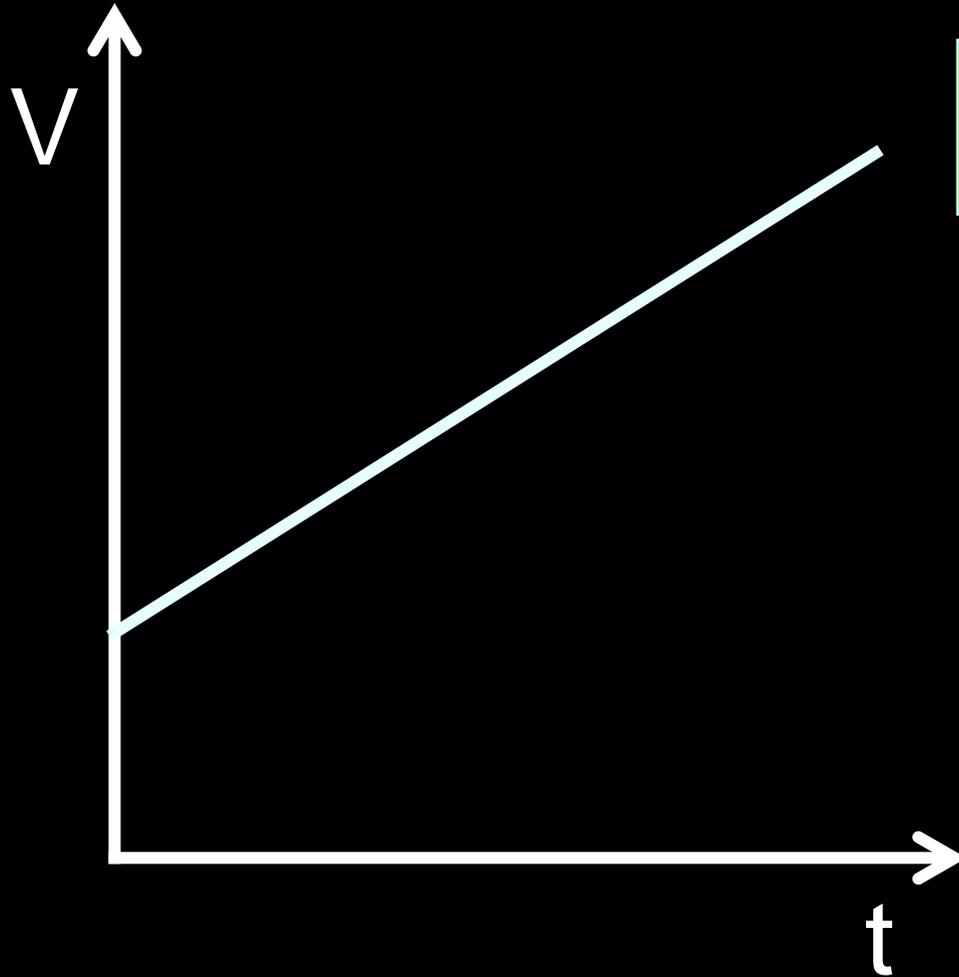
- 除了打點計時器的點分配圖外，我們也可畫出物體速度與時間（V-t）圖，來幫助我們分析了解物體的運動方式
- 我們要藉圖形中了解的事情有：
 - 運動狀態
 - 加速度大小比較
 - 加速度及位移計算

V-t圖看運動種類



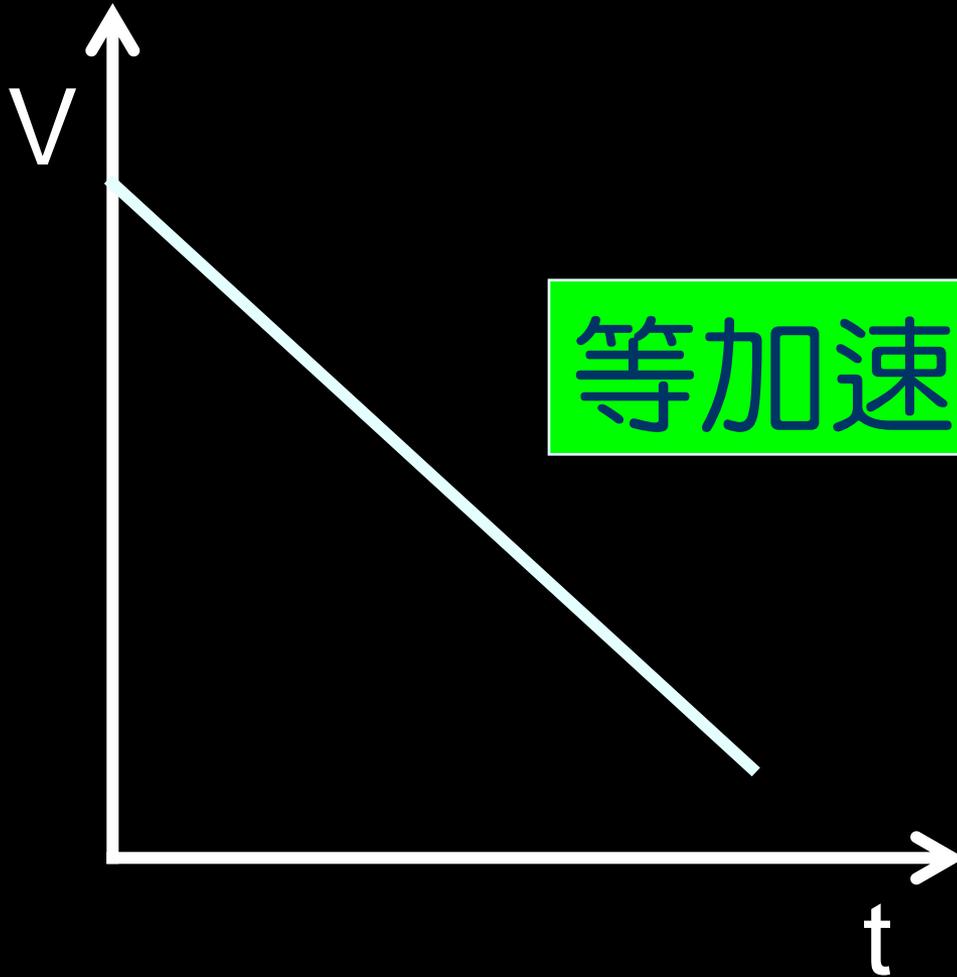
等速度

V-t圖看運動種類

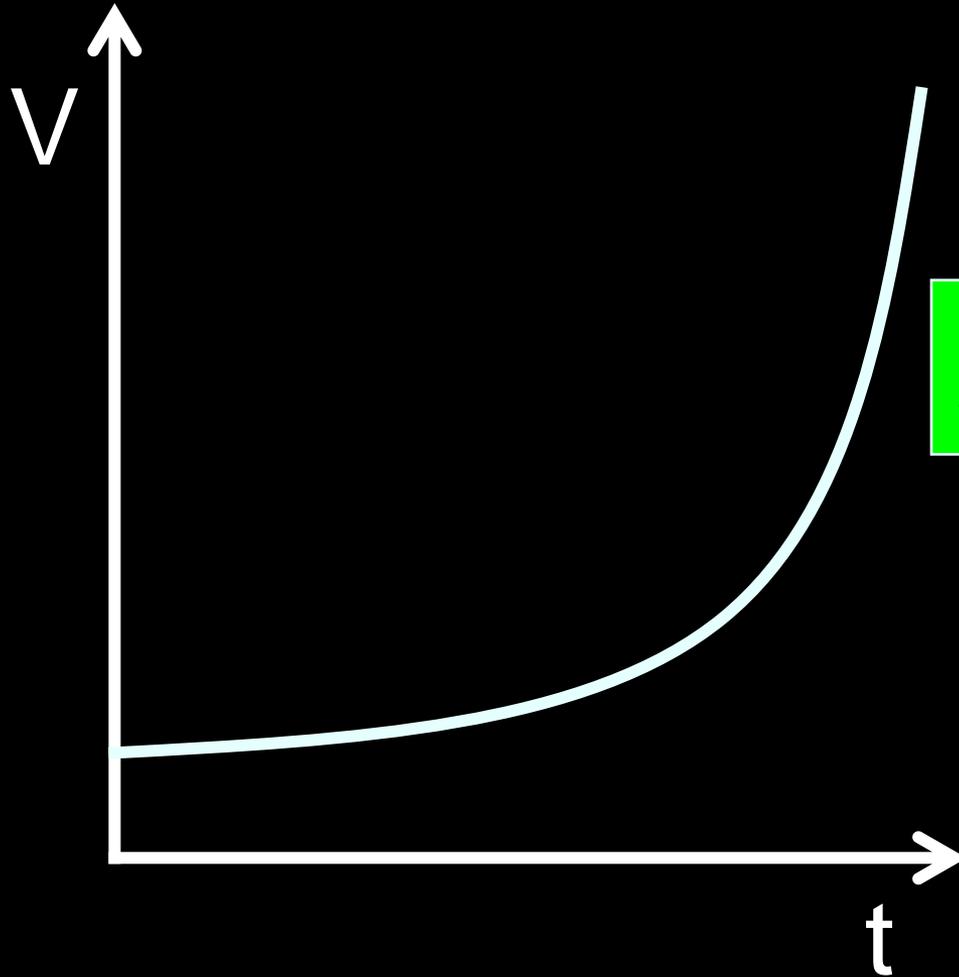


等加速度

V-t圖看運動種類

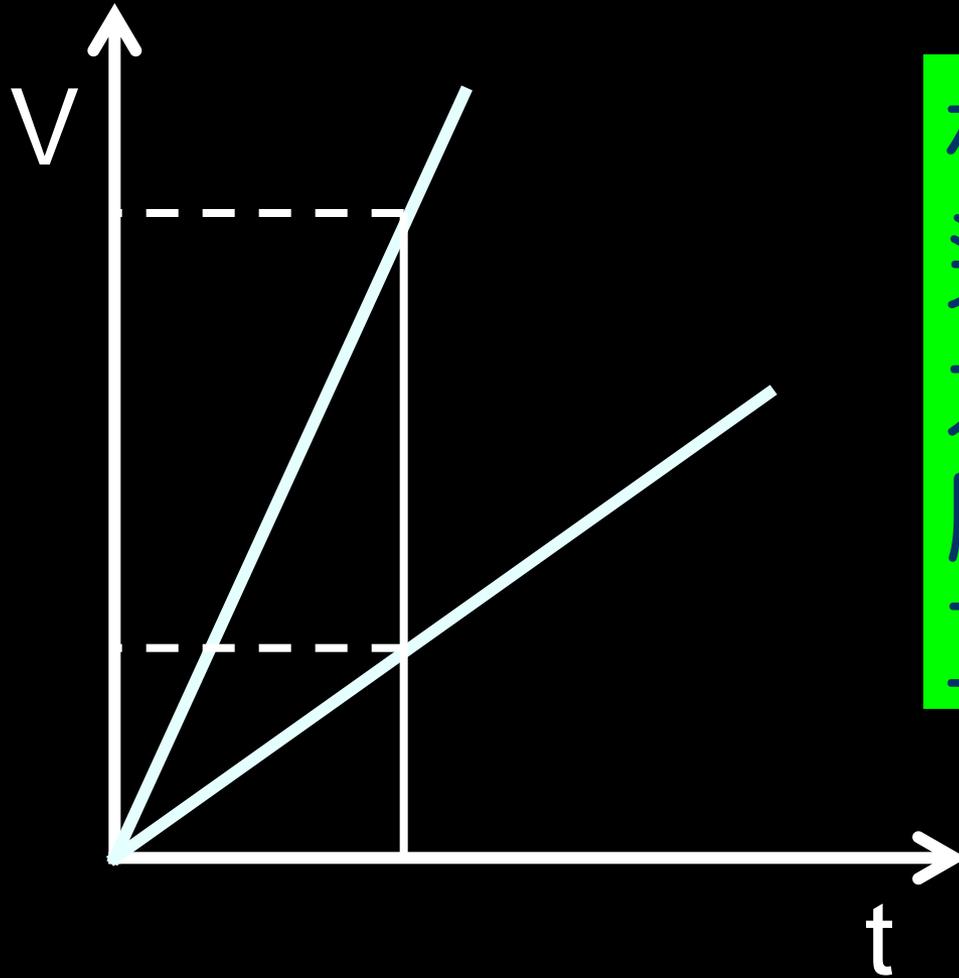


V-t圖看運動種類



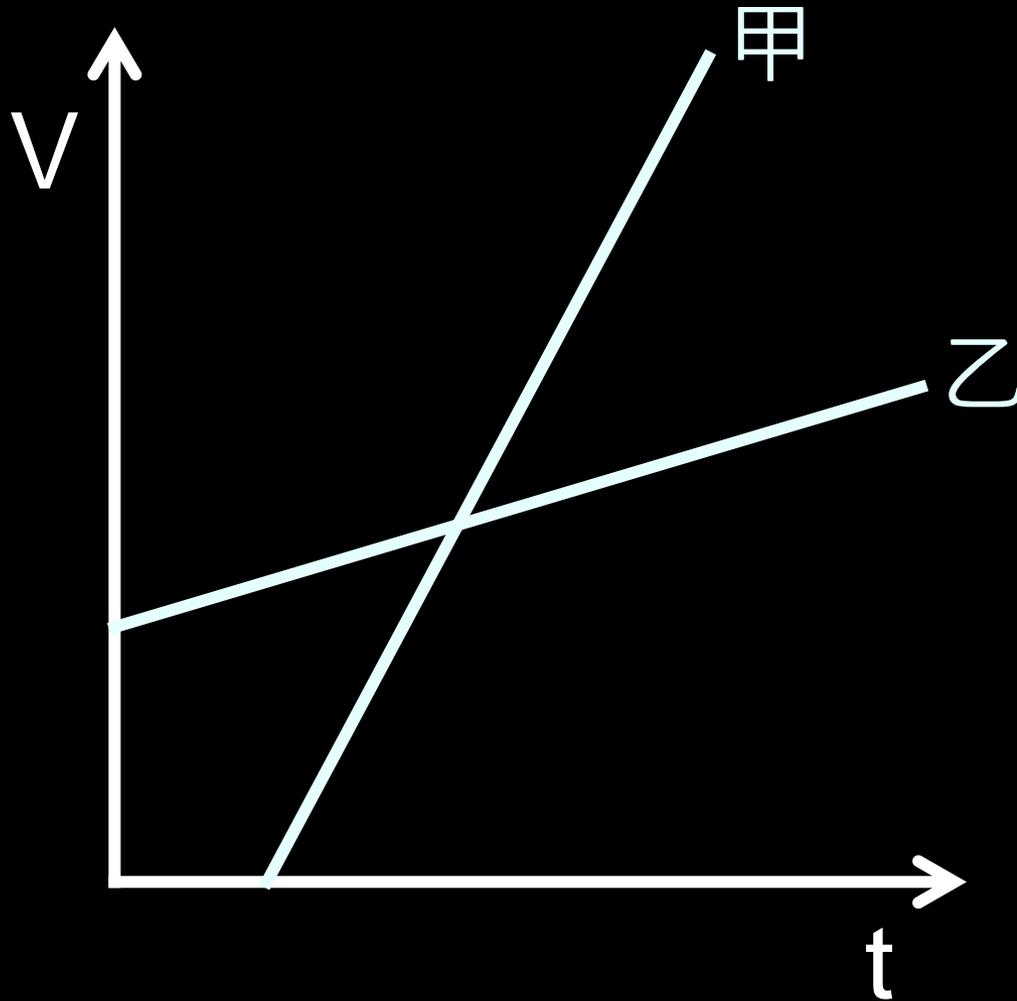
非等加速度

V-t圖比較加速度大小



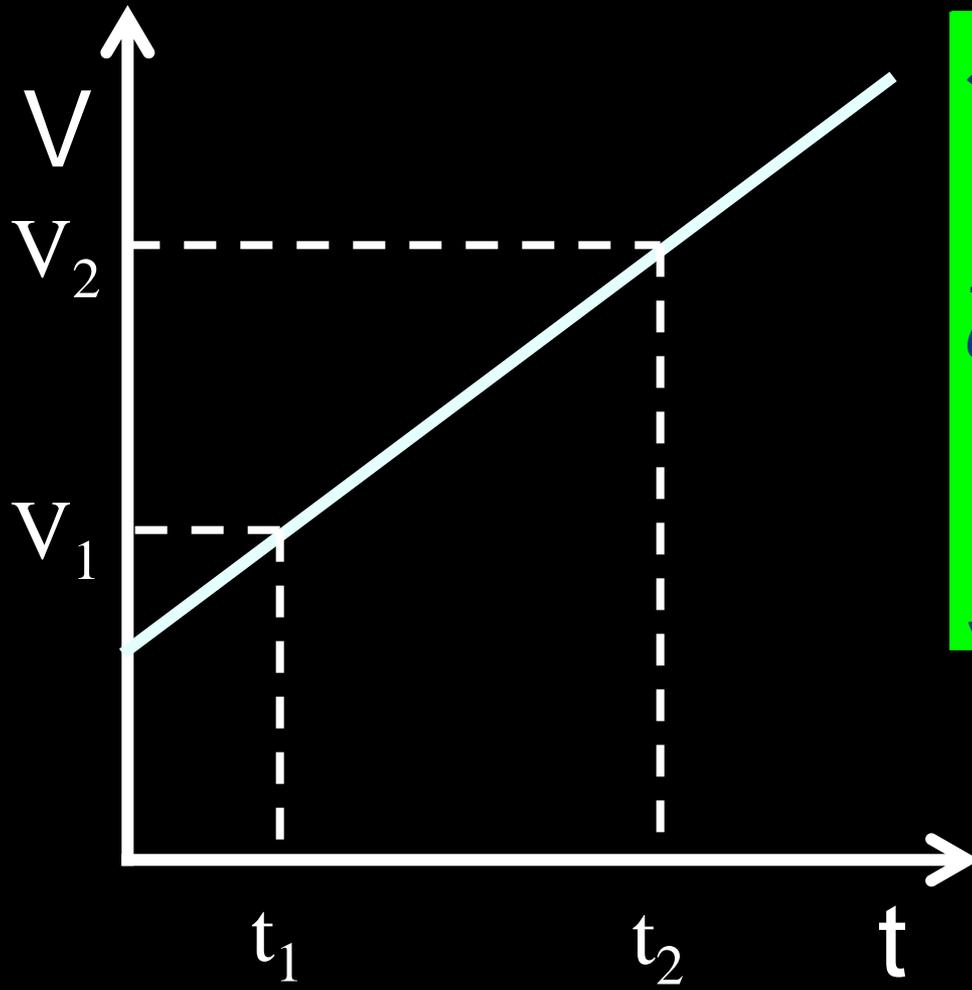
相同時間，
速度改變較
大者，加速
度較大，而
直線較陡

V-t圖比較加速度大小



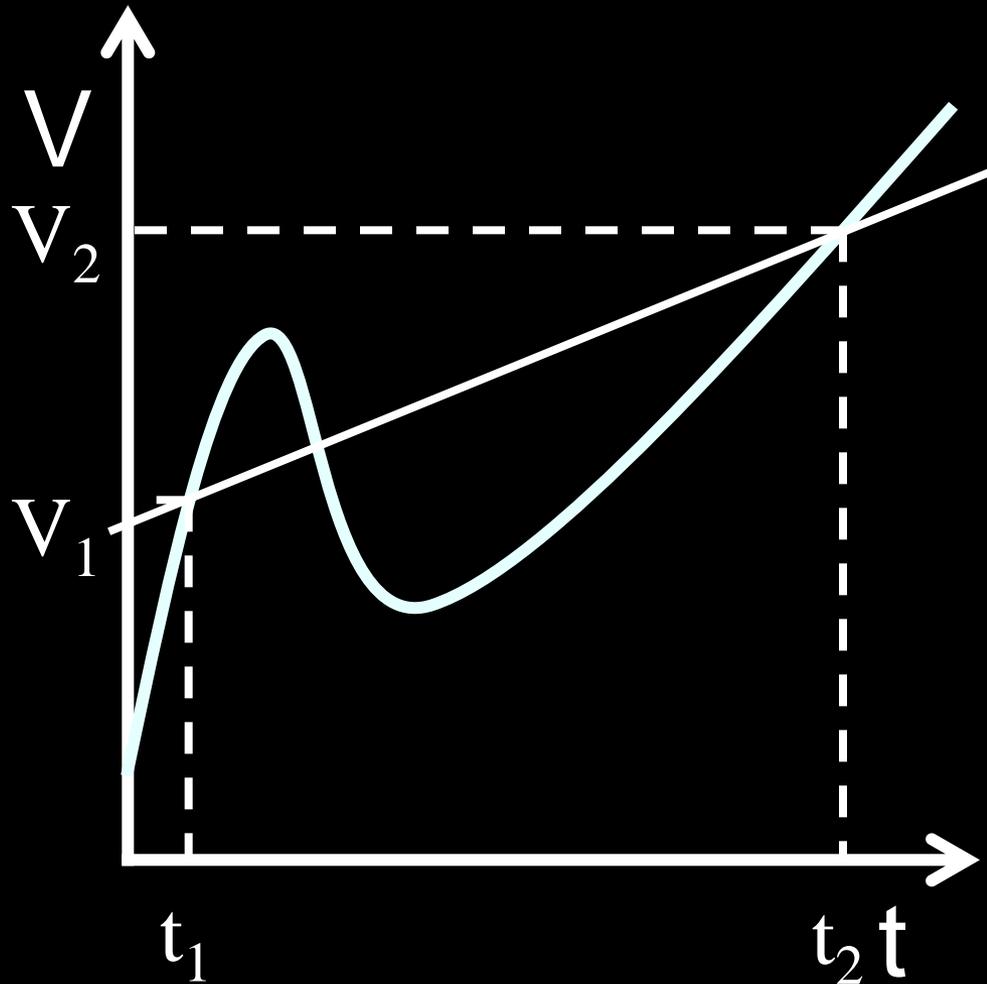
甲直線比較陡（斜）
加速度較大

V-t圖計算平均加速度



代入公式 [速
差
]，
$$\bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$
 點
即得

V-t圖計算平均速度

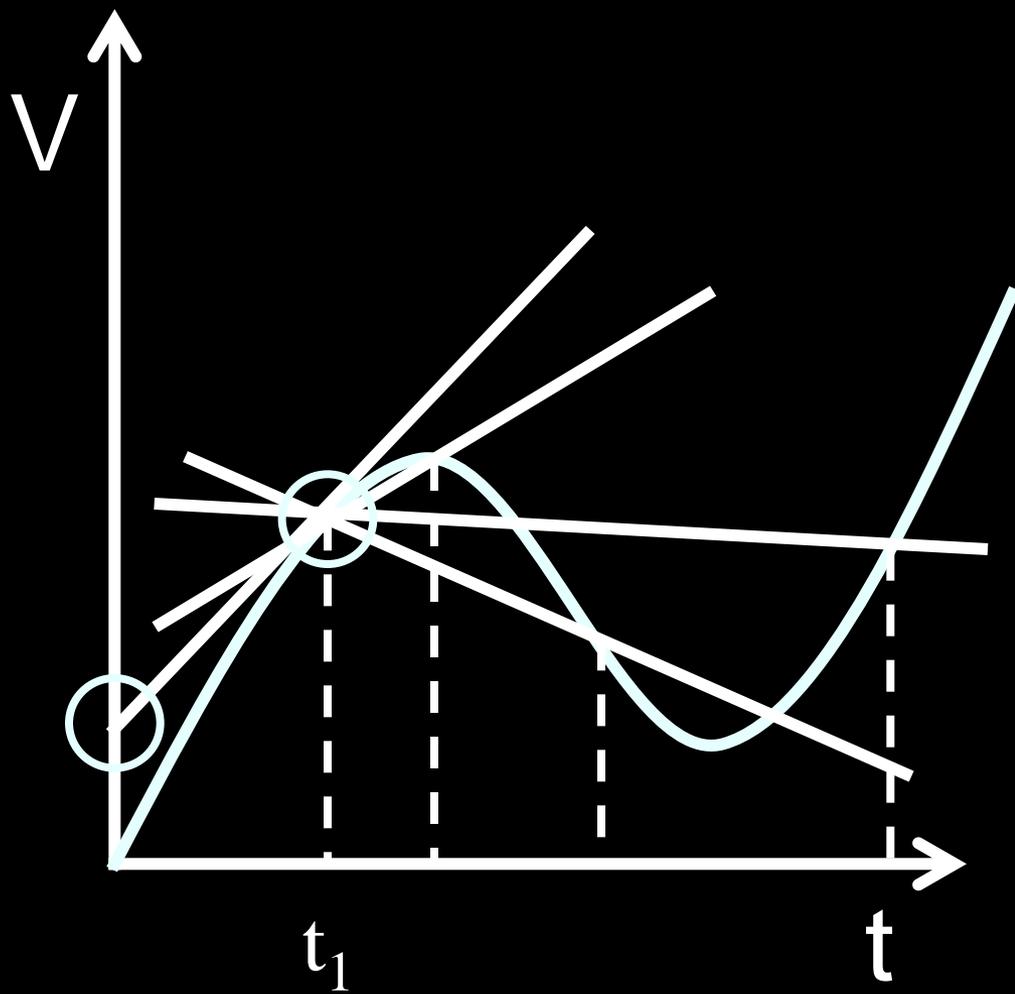


非等加速度運動的平均速度求法相同。找到兩個點，代入公式

$$\bar{a} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

即可得

V-t圖計算瞬時加速度

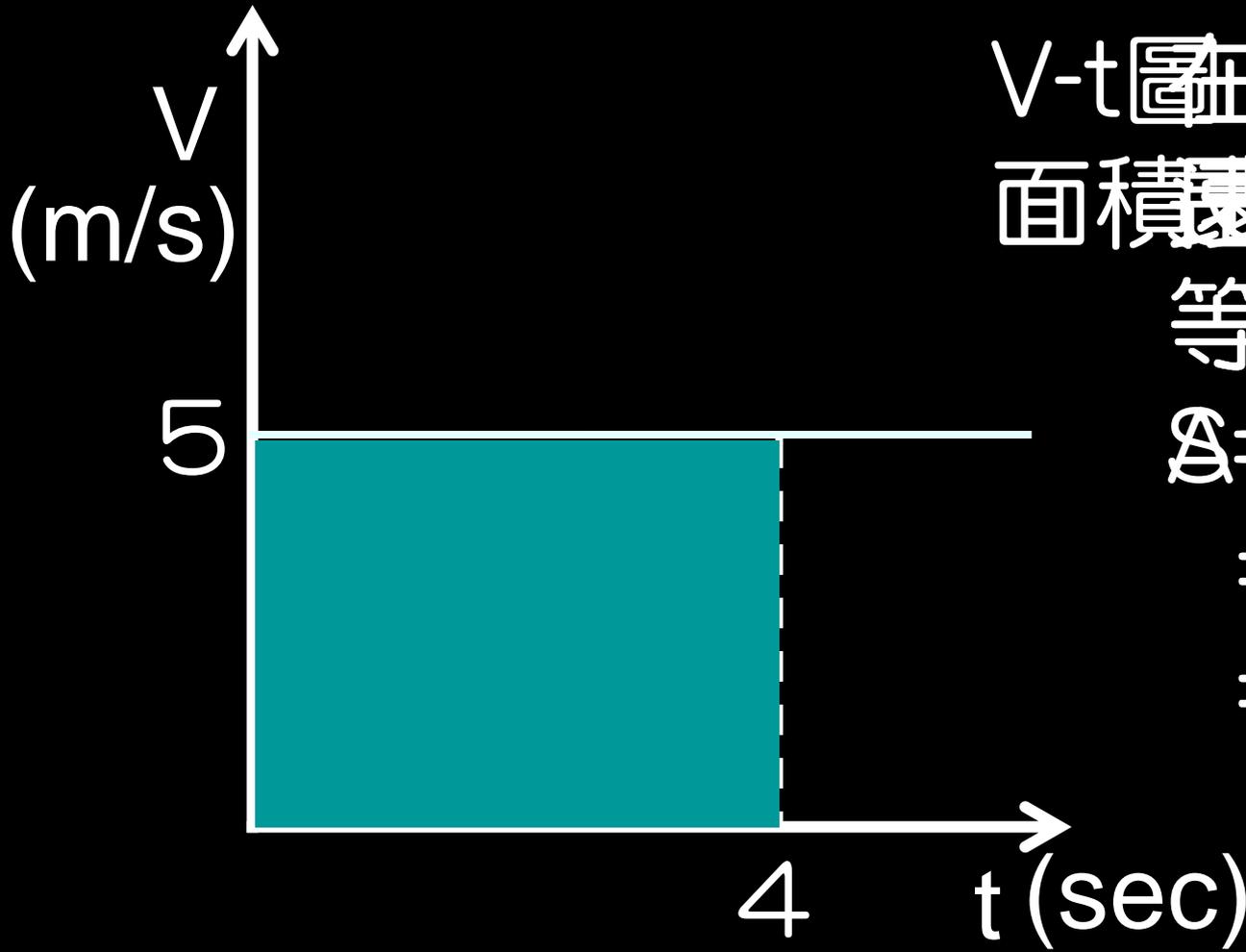


切線代表的
加速度即是
瞬時加速度
但國中時我
們仍要找到
兩個點，代
入平均加速
度公式

V-t圖計算平均加速度

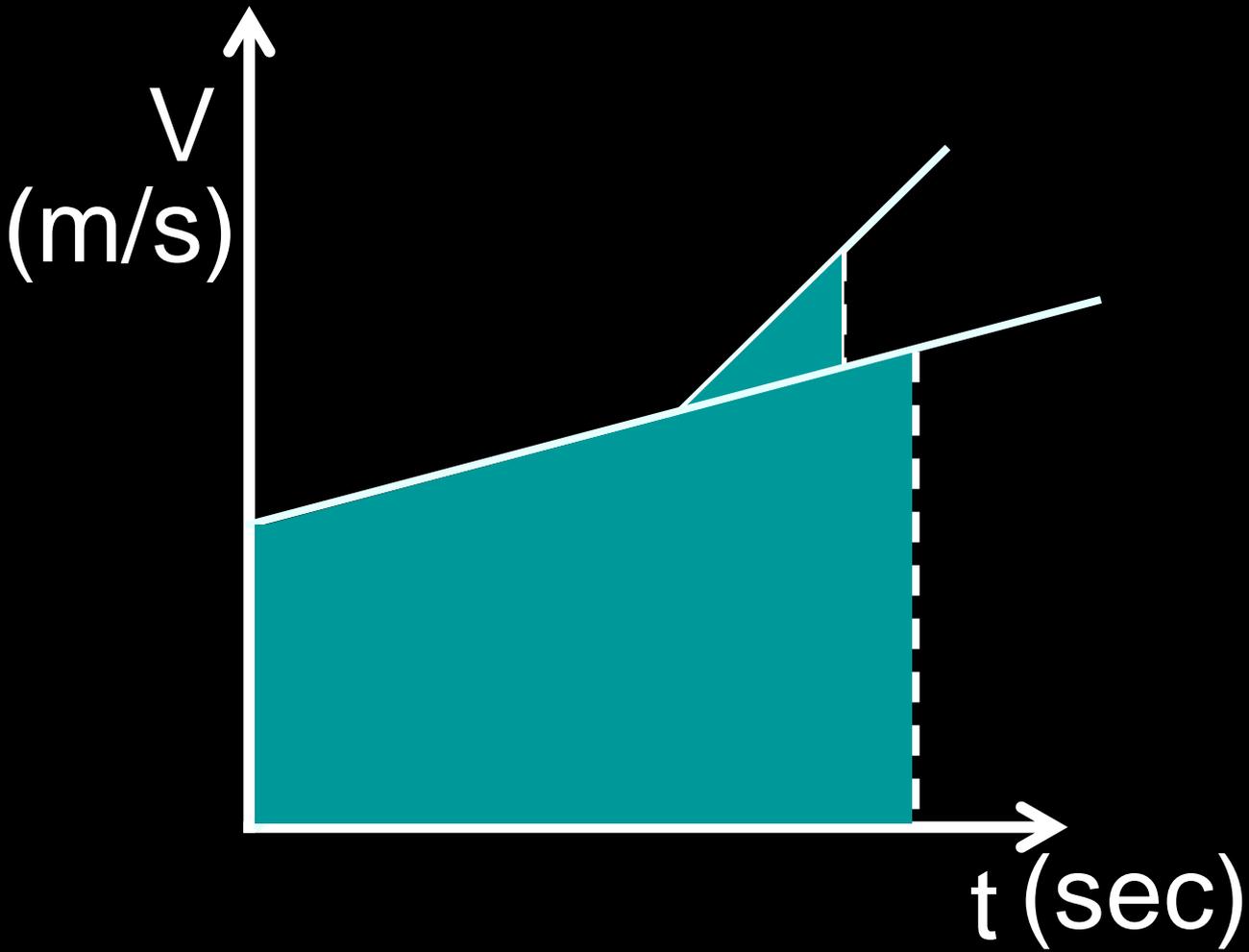
- 前面作圖的意義就是：
兩點決定一條直線
V-t圖中，一條直線代表一個加速度
- 由前面討論可知：
V-t圖中，僅一條直線者作等加速度運動
直線愈斜，代表加速度愈大

V-t圖求位移



V-t圖在物理上
面積代表這段時間
等於面積

$$\begin{aligned} S &= v \times t \\ &= 5 \times 4 \\ &= 20 \text{ m} \end{aligned}$$



解題法

● V-t圖，

直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$)

面積代表位移

● 計算公式： $V = V_0 + at$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

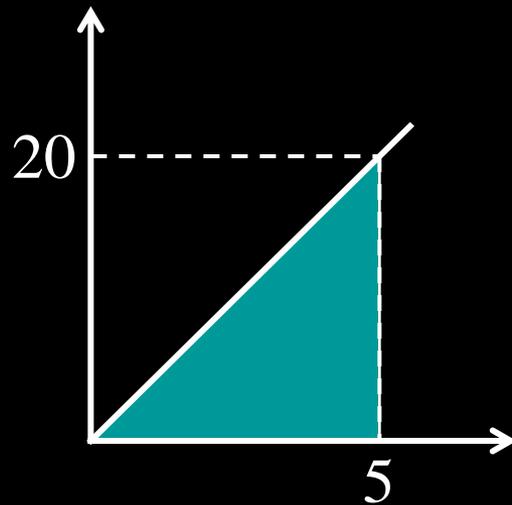
$$V^2 = V_0^2 + 2aS$$

$$S = \frac{V_0 + V}{2} \times t$$

例題四（87年南區五專）

- 某車自靜止加速至20公尺/秒，共費時5秒鐘。假設加速過程為等加速度運動，則在加速過程中，該車行駛的距離是多少公尺？

- A. 100公尺
- B. 20公尺
- C. 40公尺
- D. 50公尺



V-t圖面積代表位移，依題意為左圖之三角形，所以位移 $=\frac{(20 \times 5)}{2} = 50$ 故答案選D。

類題四（85年中五專）

● 一物體由靜止作等加速度運動，最初2秒走了10公尺，若全部行程為250公尺，問要走完全程還需幾秒？

- A. 8
- B. 10
- C. 12
- D. 15

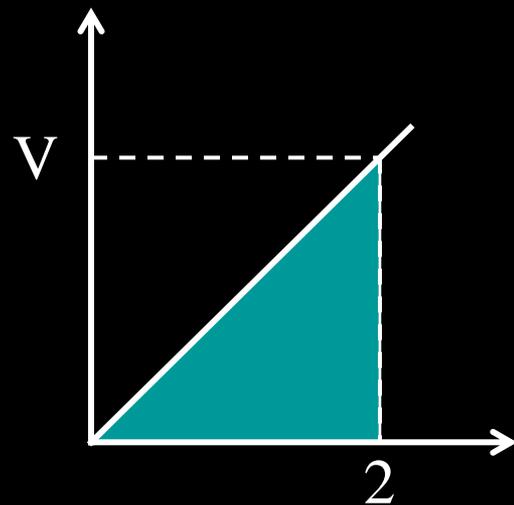
類題四答案 1/2

依題意，面積是位移。

$$\text{故 } \frac{2 \times V}{2} = 10 \quad V = 10 \quad (m/s)$$

由此可知加速度

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{2 - 0} = 5 \quad (m/s^2)$$



類題四答案 2/2

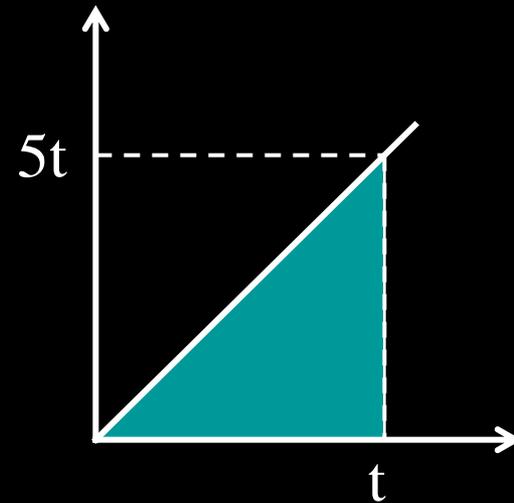
設 t 秒走完全程，當時速度為 V

依加速度定義， V 可寫作 at

前面已求出 $a=5$,

$$\text{故 } \frac{5t \times t}{2} = 250 \quad 5t^2 = 500 \quad (s)$$

由此可知時間為 $10 \quad (s)$

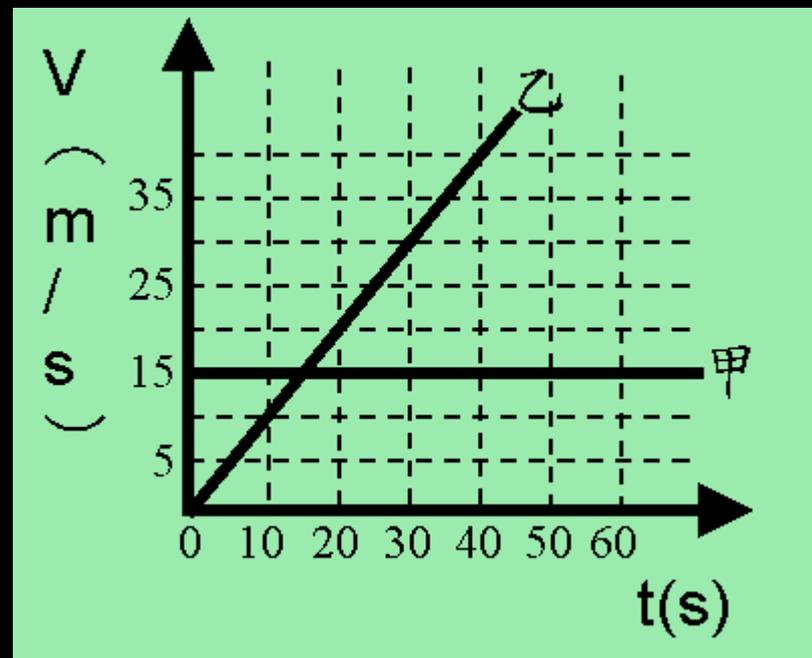


共需十秒，已用2秒，還需8秒，故答案選A。

例題五 (84年中五專)

● 甲為公路上違規者，乙為靜止警車，乙見甲通過，開始追趕，兩車速度對時間關係圖如右圖。則乙車在第幾秒可追上甲車？

- A. 15
- B. 20
- C. 30
- D. 40



例題五解 1/2

- 追上是「位置」相同，但因出發點相同，故可用位移計算。
- V-t圖面積代表位移，設t秒時相遇，甲的面積很簡單，為15t；乙的面積為三角形，其加速度可求出為：

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{10 - 0} = 1 \quad (m/s^2)$$

我們可直接設 $V=at$ ，但我們都暫時不利用這個技巧

例題五解 1/2

● 設相遇時，乙車速度為 V

$$\text{乙車加速度} : 1 = \frac{V - 0}{t - 0} \quad V = t$$

相遇時，位移（面積）相同

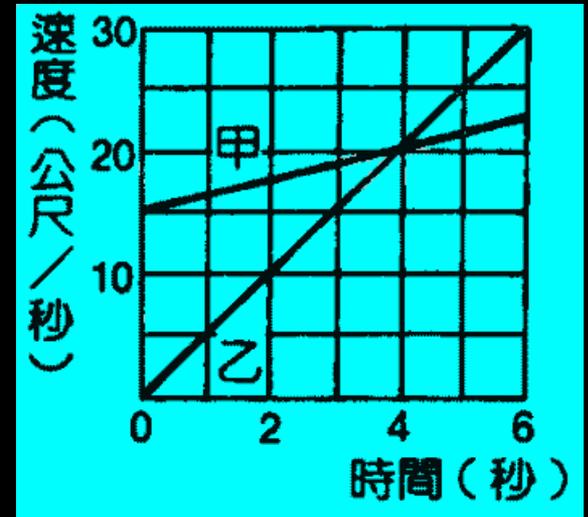
$$\frac{V \times t}{2} = 15t \quad \frac{V}{2} = 15 \quad \frac{t}{2} = 15$$

$$t = 30 \quad (\text{sec})$$

● 故答案選C。

類題五（82年台北）

在平直的公路上有一汽車超速，靜止的警車開始追趕，兩車速度對時間的變化如右圖。下列敘述何者正確？



- A. 甲為警車，乙為超速車
- B. 警車在第4秒時追到超速車
- C. 在0到4秒之間甲車所走的距離較長
- D. 甲車加速度越來越大

（請算出何時追到超速車）

類題五答案 1/3

- 警車原為靜止，故應為乙車，選項A錯誤。
- V-t圖直線代表加速度，圖示皆為等加速度運動，選項D錯誤。
- V-t圖面積代表位移，0~4秒，甲底下面積較大，故位移較大。故答案選C。
- 何時追上呢？
由圖可知：
甲車加速度為 2.5 m/s^2 ，
乙車加速度為 5 m/s^2 ，
以下不用任何技巧求出相遇時間

類題五答案 2/3

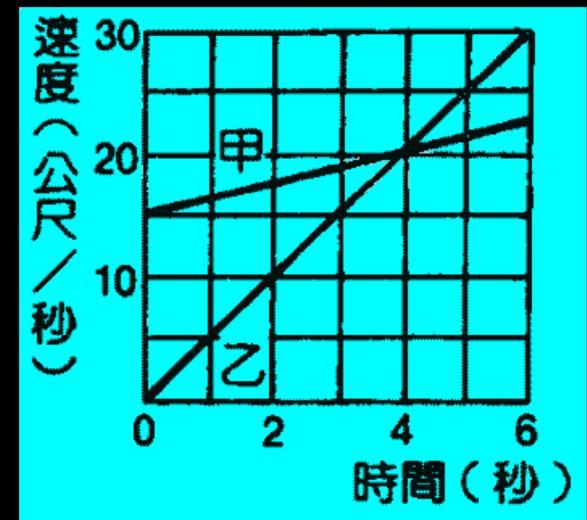
● 設 t 秒時相遇，相遇時甲車車速 V_a ，乙車車速 V_b 。

$$\text{甲加速度} : 2.5 = \frac{V_a - 10}{t - 0};$$

$$V_a = 2.5t + 10$$

$$\text{乙加速度} : 5 = \frac{V_b - 0}{t - 0};$$

$$V_b = 5t$$



相遇時位置相同，因同地出發，故位移相同

類題五答案 3/3

$$\text{甲是梯形} : \frac{10 + V_a}{2} \times t ;$$

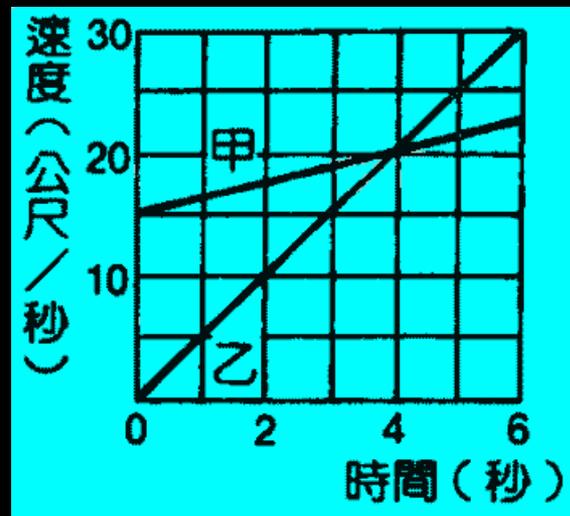
$$\text{乙是三角形} : \frac{t \times V_b}{2} ;$$

$$\frac{10 + V_a}{2} \times t = \frac{t \times V_b}{2}$$

$$10 + 2.5t + 10 = 5t$$

$$2.5t = 20$$

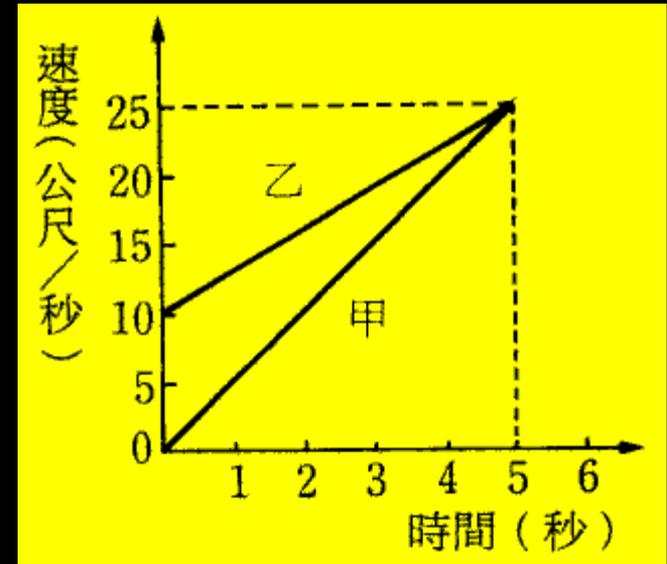
$$t = 8 \quad (\text{sec})$$



例題六（85年省聯）

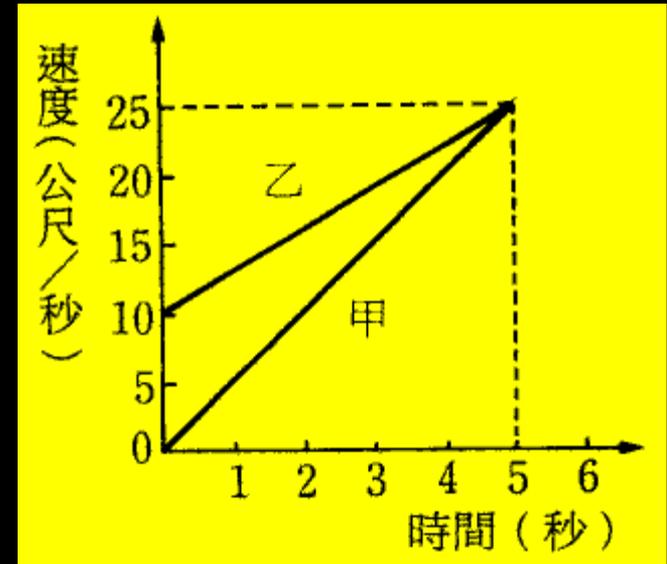
● 甲、乙兩車沿一定方向前進。右圖為兩車的速度與時間的關係圖，下列敘述何者正確？

- A. 乙車的加速度比甲車大
- B. 前五秒內，甲車所走的距離比乙車大
- C. 甲、乙兩車皆作等速度運動
- D. 乙車的初速比甲車大



例題六解

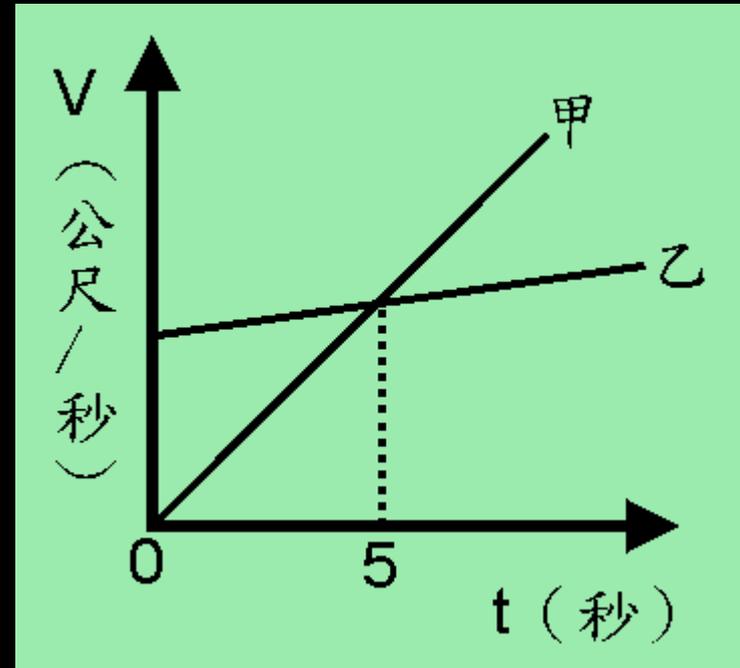
- V-t圖面積代表位移，前五秒甲所圍面積較小，位移較小，選項B錯誤。
- V-t圖直線代表加速度，故兩者都作等加速度運動，選項C錯誤；甲直線比較斜，代表加速度比較大，選項A錯誤。
- 乙車初速為10 m/s，甲車為0，乙車初速大，故答案選D。



類題六（87年中五專）

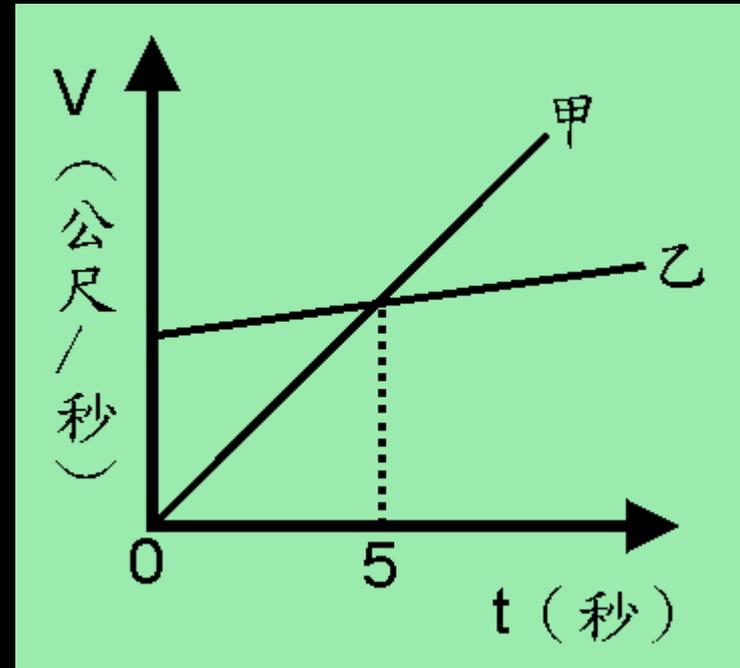
● 甲、乙兩車做同向直線運動，其V-t圖如右圖所示。下列敘述何者**錯誤**？

- A. t=0至t=5秒間，甲、乙車皆作等加速度運動
- B. t=0至t=5秒間，甲車的加速度較乙車大
- C. 在t=5秒時，兩車速度相同
- D. 自t=0至t=5秒間，兩車各自的位置變化相等



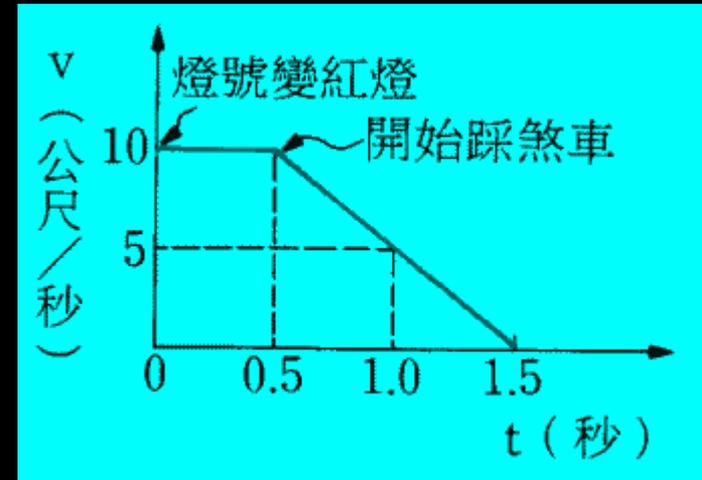
類題六答案

- V-t圖直線代表加速度，直線愈斜，加速度愈大，故甲、乙皆作等加速度運動，甲車加速度較大。故選項A、B敘述皆正確。
- 5秒時，兩車在V-t圖上同一點，所以速度相同，選項C敘述正確。
- V-t圖面積代表位移，0~5秒，乙圍的面積較大，位移較大，故答案選D。



例題七（88年台北） 1/2

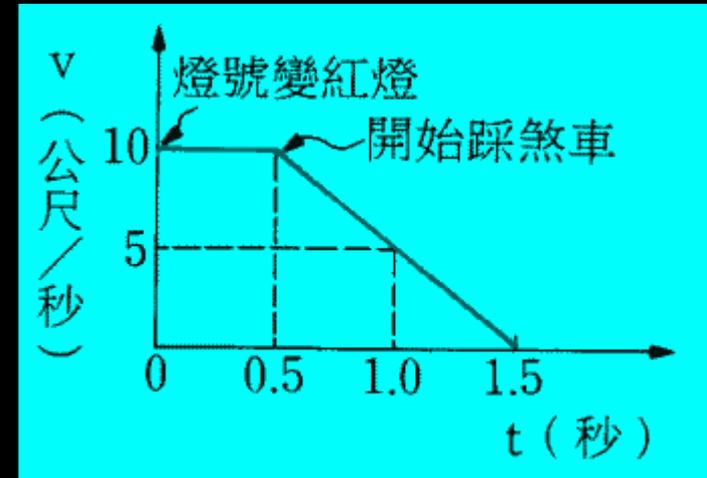
● 汽車在公路上以10公尺/秒的速率直線前進，駕駛發現前方路口燈號轉為紅燈，經0.5秒的反應時間後開始踩煞車，汽車車速（ V ）隨時間（ t ）變化關係如右圖，下列敘述何者正確？



例題七 (88年台北) 2/2

下列敘述何者正確？

- A. 在0.5秒的反應時間內，車子前進了10公尺
- B. 從開始煞車到停止，車子滑行的距離為5公尺
- C. 從開始到煞車後1秒鐘，車速為5公尺/秒
- D. 從燈號轉為紅燈起到汽車完全靜止，車子共前進了15公尺



例題七解

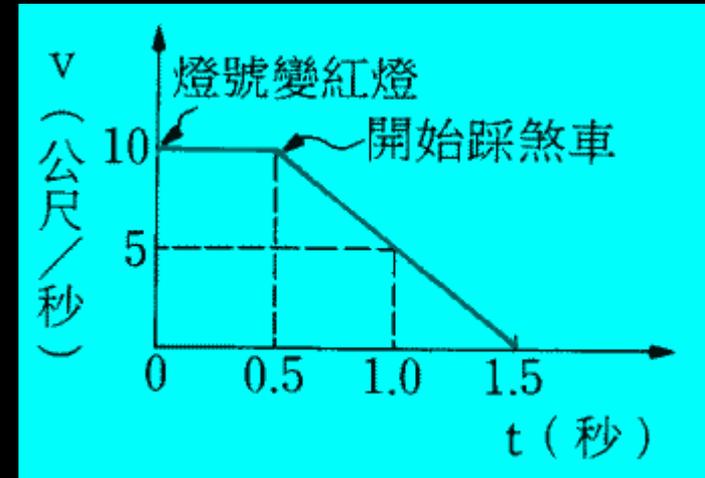
● V-t圖面積代表位移，故
反應時間位移 10×0.5
=5公尺

煞車到停止位移

$$(1.5-0.5) \times 10/2 = 5 \text{公尺}$$

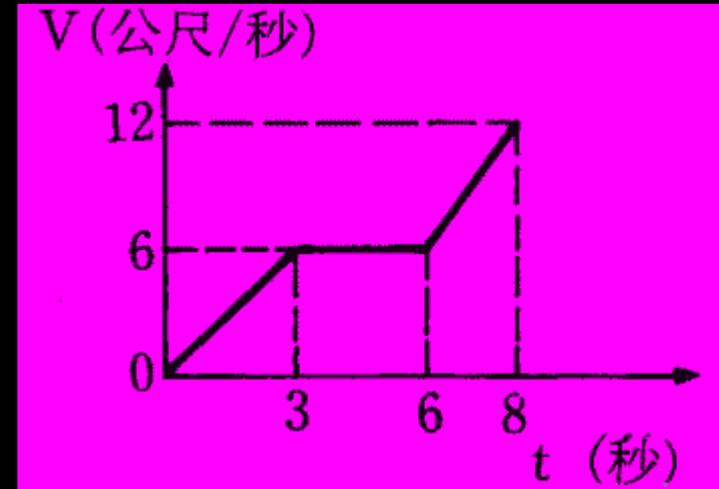
合計10公尺，選項A、D敘述錯誤，選項B
正確

● 圖示煞車後一秒鐘，車速已為零，選項C錯
誤。故答案選B。



類題七 (86年北五專)

● 右圖為物體做直線運動時，記錄所得的V-t圖。下列敘述何者錯誤？



A. 前3秒的平均加速度為
2公尺/秒²

B. 第3秒到第6秒物體靜止

C. 第6秒到第8秒物體前進了18公尺

D. 第0秒到第8秒的平均加速度為1.5公尺/秒²

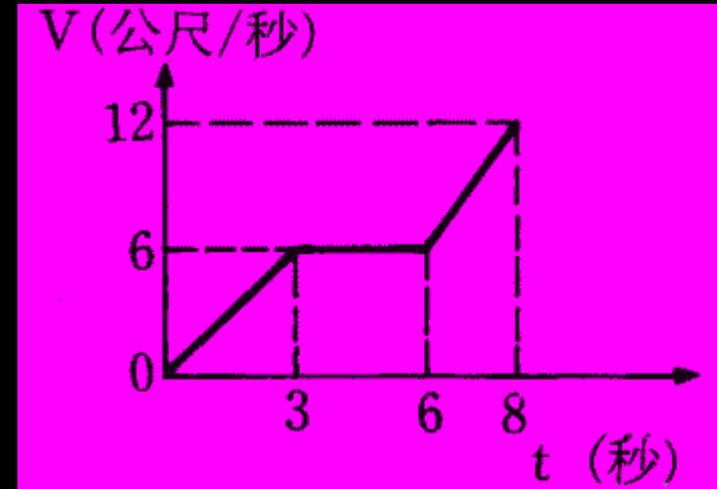
類題七答案

● 平均加速度公式為 $a = \Delta V / \Delta t$ ，故前3秒平均加速度為 $(6-0) / 3 = 2 \text{ m/s}^2$ ，選項A敘述正確。

● V-t圖面積代表位移，6~8秒位移 $(6+12) \times 2 / 2 = 18$ 公尺，選項C敘述正確。

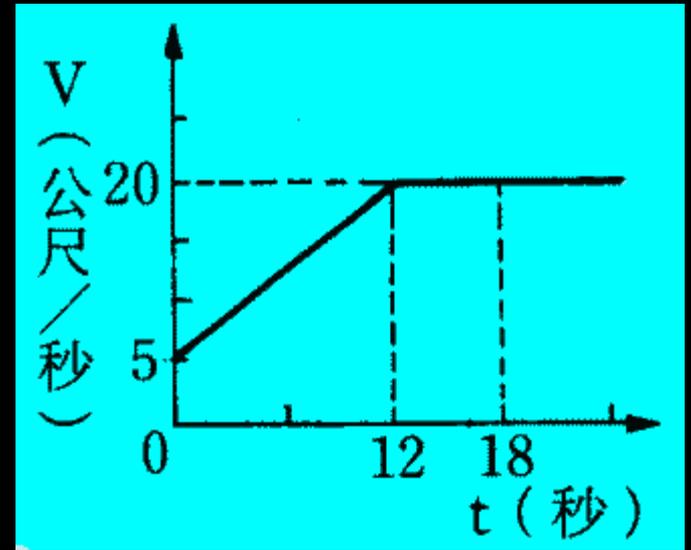
● 0~8秒平均加速度 $a = (12-0) / 8 = 12/8 = 1.5 \text{ m/s}^2$

● 3~6秒為等速度運動，故答案選B。



例題八 (85年台北)

在平直的公路上行進的汽車，其V-t圖如右圖所示，則下列敘述何者正確？



A. 0至12秒內汽車所走的距離、速度、加速度都愈來愈大

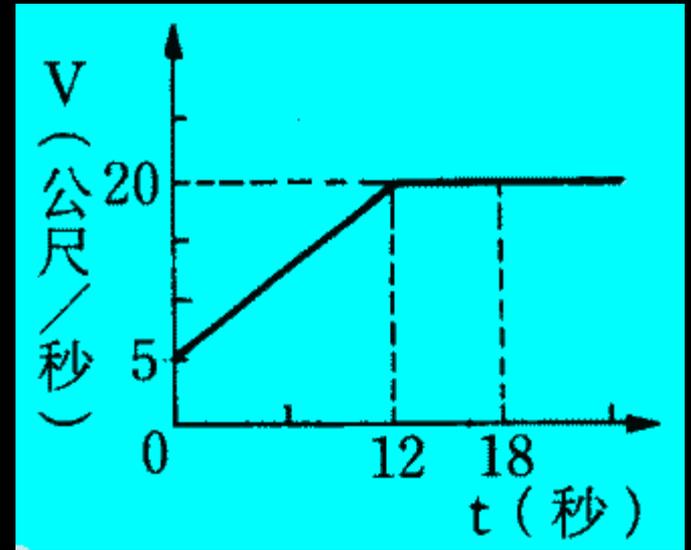
B. 12至18秒內汽車作等加速度運動

C. 0至12秒內汽車的平均加速度為 1.5 公尺/秒²

D. 0至18秒內汽車的平均速度 15 公尺/秒

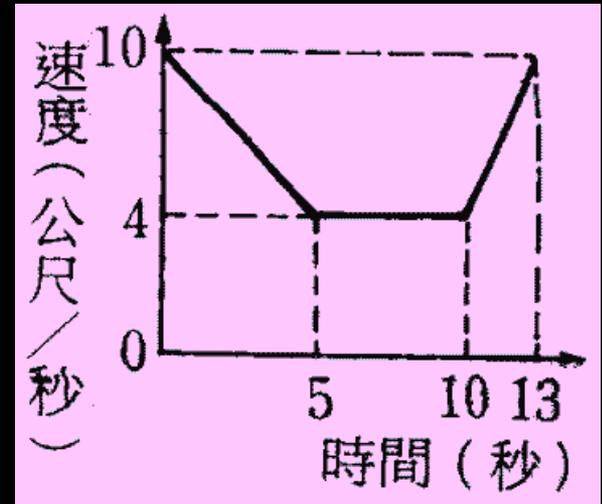
例題八解

- 0~12秒作等加速度運動，位移、速度都增加，但加速度不變，選項A敘述錯誤
- 12~18秒作等速度運動，選項B敘述錯誤。
- 0~12秒的平均加速度代入公式 $a=\Delta V/\Delta t$ ，為 $(20-5)/12=1.25$
- V-t圖面積代表位移，0~18秒位移為 $150+120=270$ 公尺，故平均速度= $270/18=15$ m/s，故答案選D。



類題八 (84年台北)

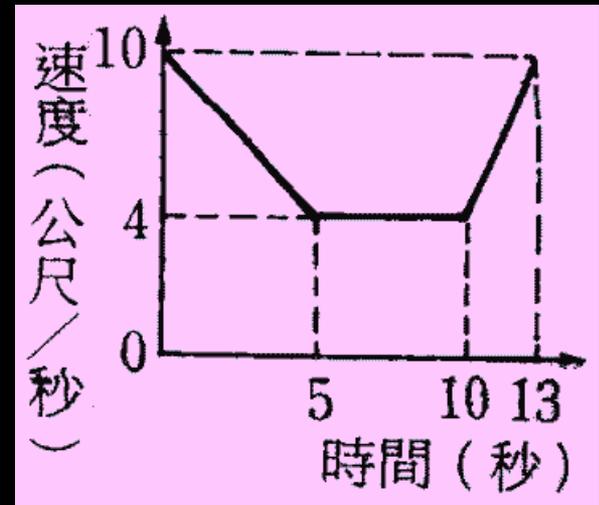
● 大華開車接近巷子口，踩剎車減速5秒後，輕踩油門繼續向前行駛，汽車速度對時間的關係，如右圖，則汽車在：



- A. 5到10秒之間，是靜止
- B. 0到10秒之間，平均速度是5.5公尺/秒
- C. 0到5秒之間，平均加速度是2公尺/秒²
- D. 第12秒末，瞬時速率為6公尺/秒

類題八答案 1/2

- 0~10秒間，前5秒為加速度減速，後5秒為等速，選項A敘述錯誤。
- 0~5秒平均加速度代入公式 $a = \Delta V / \Delta t = (4 - 10) / 5 = -1.2 \text{ m/s}^2$ ，選項C錯誤。



類題八答案 2/2

10~13秒作等速度運動，任兩點加速度相同，故得：

$$\frac{(10-4)}{(13-10)} = \frac{(V-4)}{(12-10)}$$

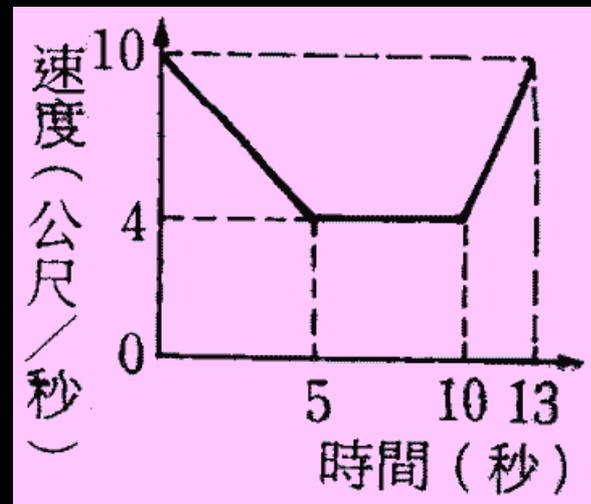
$V=8 \text{ m/s}$ ，選項D錯誤。

平均速度是位移/時間，V-t圖面積代表位移。

0~10秒位移為：

$(10+4) \times 5/2 + 5 \times 4 = 35 + 20 = 55 \text{ m}$ ，平均速度為 $55/10 = 1.5 \text{ m/s}$ ，選項B正確，故

答案選B。



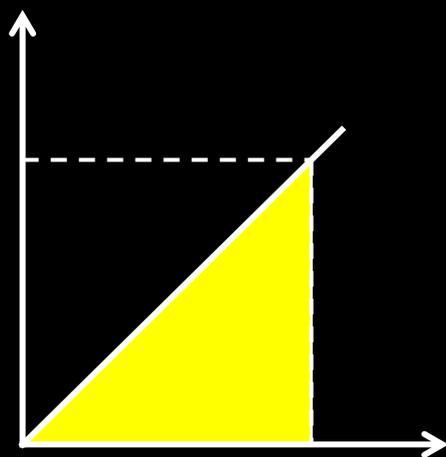
自由落體

自由落體

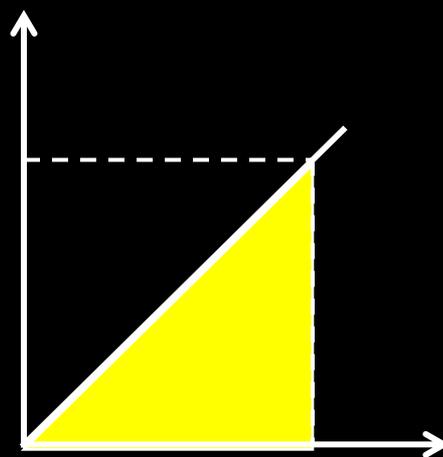
- 自由落體是指由空中「自由」落下的物體
- 自由落體僅受地心引力作用，而初速為零，如手握球球後，向下放開手，讓球落下，球就是自由落體
- 自由落體運動是初速為零的等加速度運動，加速度為**向下 9.8m/s^2**

自由落體比較

- 質量5公斤的銅球，和質量20公斤的鐵球，由相同高度自由落下，則那個球先著地？



5公斤

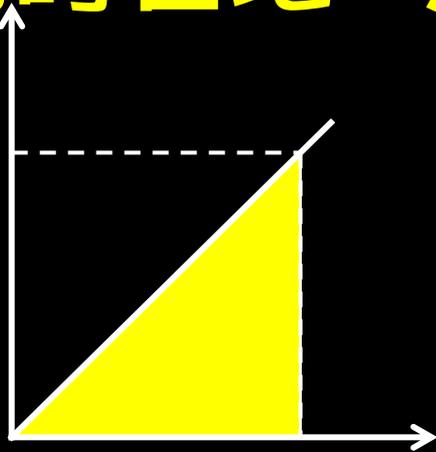


20公斤

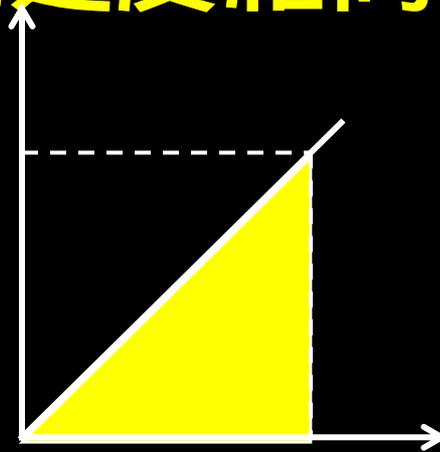
自由落體比較結果

- 由兩個三角形全等可以看出：
兩自由落體落下時，
相同時間瞬時速度相同，位移相同
自相同高度落下，

同時著地，落地速度相同



5公斤



20公斤

傳說與現實

- 傳說伽利略在比薩斜塔，自由落下重量不等的鐵球，證明兩者同時著地，而非重的先落下
- 現實情況下，兩自由落體常不會同時著地，這是因為有空氣阻力的關係。許多情形，較輕者受阻力影響較大，故較晚著地

重點整理

重點整理 1/4

- 速度改變（大小或方向）表示有加速度，平均加速度公式為：

$$\bar{a} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

- 加速度是向量，加速度相等，必須是大小、方向都相等。

重點整理 2/4

- 加速度與速度同方向為正值，
速度會增加；
加速度與速度反方向為負值，
速度會減少；
加速度與速度同方向垂直，
會改變運動方向；

重點整理 3/4

● V-t圖的直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$)
直線愈斜，代表加速度愈大。

● V-t圖的面積代表位移

● 公式： $V = V_0 + at$

$$S = V_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$V^2 = V_0^2 + 2aS$$

$$S = \frac{V_0 + V}{2} \times t$$

重點整理 4/4

- 自由落體是初速為零的等加速度運動。
- 不等重的物體自同一高度自由落下，如不考慮空氣阻力，同時著地，著地速度相同

精選作業

作業一（88年師大附中）

- 某汽車製造商宣稱他們所生產的汽車性能絕佳，可在6秒內速度由0加速至時速90公里（90km/hr），則此汽車的平均加速度為 m/s²
（註：答案請用最簡分數）

作業一答案

● 平均加速度 $a = \Delta V / \Delta t$

● 要注意單位：

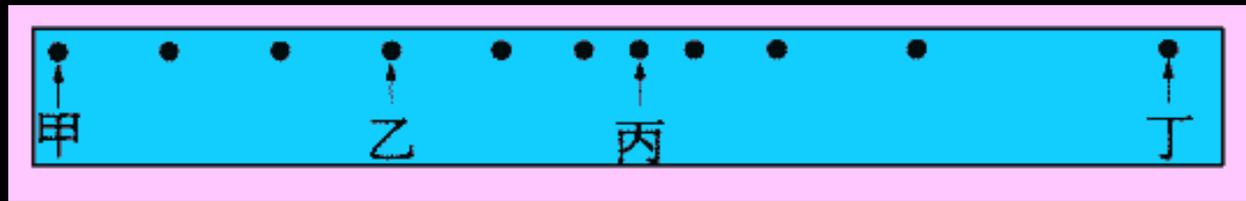
$$90 \text{ km/hr} = (90 \times 1000) / (1 \times 60 \times 60) \text{ m/s} \\ = 25 \text{ m/s}$$

● 代入公式得：

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{25 - 0}{6 - 0} = \frac{25}{6} \quad (m/s^2)$$

作業二（89年高雄之一）

- 有一部滴水頻率固定的砂石車，在路面留下的水滴痕跡如下的示意圖。下列有關該車運動的敘述，何者錯誤？



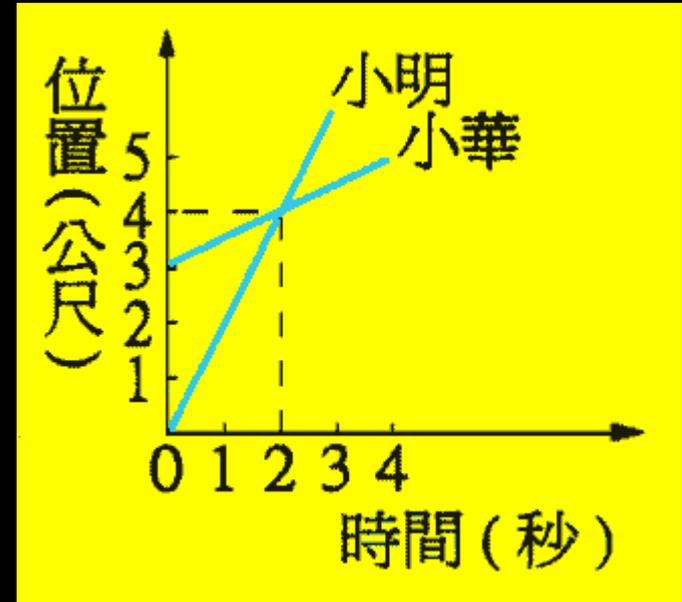
- A. 甲乙間作等速度運動
- B. 乙丙間作加速度運動
- C. 丙丁間作加速度運動
- D. 丙丁間的加速度比乙丙間的小

作業二答案

- 甲乙之間，水滴間隔相同，表示相同時間，走過一樣距離，即速度相同，選項A正確。
- 同理，丙丁間間隔變大，速度增加；乙丙間間隔變小，速度變小；選項B、C敘述皆正確。
- 丙丁間在相同時間，距離變化較大，表示加速度較大，選項D敘述錯誤，故答案選D。

作業三（89年北聯）

● 小明、小華兩人騎車直線前進。其位置和時間的關係如右圖，下列敘述何者正確？



A. 小華2秒內的位移大小為4公尺

B. 小華的加速度為零

C. 1秒時小華的瞬時速度較小明快

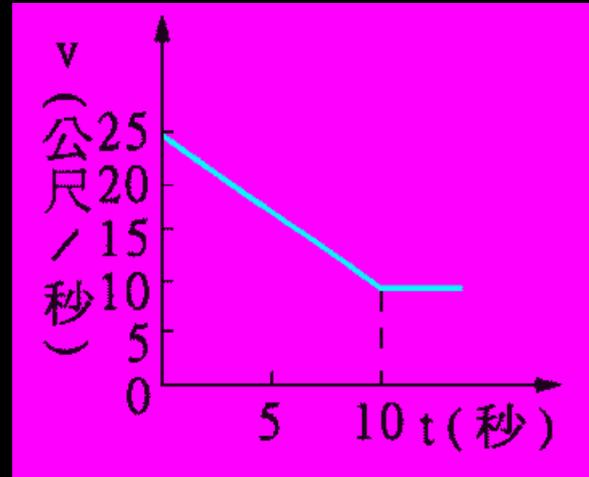
D. 小明的加速度大小為 2m/s^2

作業三答案

- 小華0秒位置在3，3秒位置在4，位移僅1公尺，選項A錯誤。
- X-t圖中直線代表速度，一條直線表等速度運動，直線愈斜，速度愈大，故小明速度大於小華，選項C、D錯誤，而小明、小華都作等速度運動，選項B正確。故
答案選B。

作業四（89年中五專）

- 有部車子在筆直的公路上行駛，速度 25m/s ，欲在10秒內將車速降為 10m/s ，車速與時速關係如右圖所示。在此時間間隔內，車子平均加速度應為多少？



- A. 1.5m/s^2
- B. -1.5m/s^2
- C. 2.5m/s^2
- D. -2.5m/s^2

作業四答案

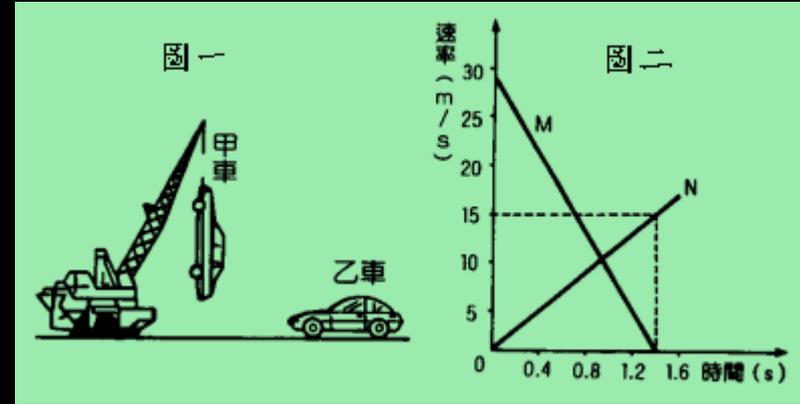
- 平均加速度公式： $a = \Delta V / \Delta t$ ，
數據代入公式得：

$$\begin{aligned} a &= \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10 - 25}{10 - 0} \\ &= \frac{-15}{10} = -1.5 \quad (m/s^2) \end{aligned}$$

- 故答案選B。

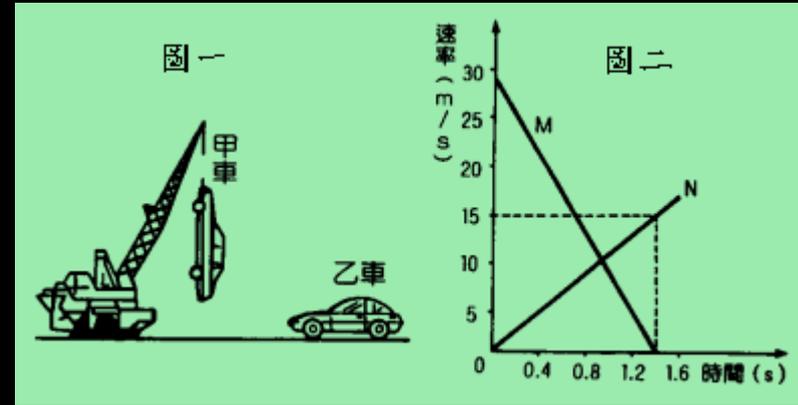
作業五（89年高雄之二） 1/2

- 電視廣告中，有一甲車從高空自由落下，同時在地面急馳的乙車開始緊急煞車，如右圖一。當甲車著地瞬間，乙車也恰好停在落地點前。右圖二為兩汽車速率變化關係，小英依此作出結論：
- (1) 關係圖中直線M代表甲車，N代表乙車
 - (2) 直線M的加速度比N小



作業五（89年高雄之二） 1/2

甲車從高空自由落下，
乙車由急駛緊急煞車，
右圖二為兩汽車速率變化關係，
小英依此作出
結論：



- (1)關係圖中直線M代表甲車，N代表乙車
- (2)直線M的加速度比N小

- 兩結論均正確
- 兩結論均錯誤
- 結論(1)正確，(2)錯誤
- 結論(1)錯誤，(2)正確

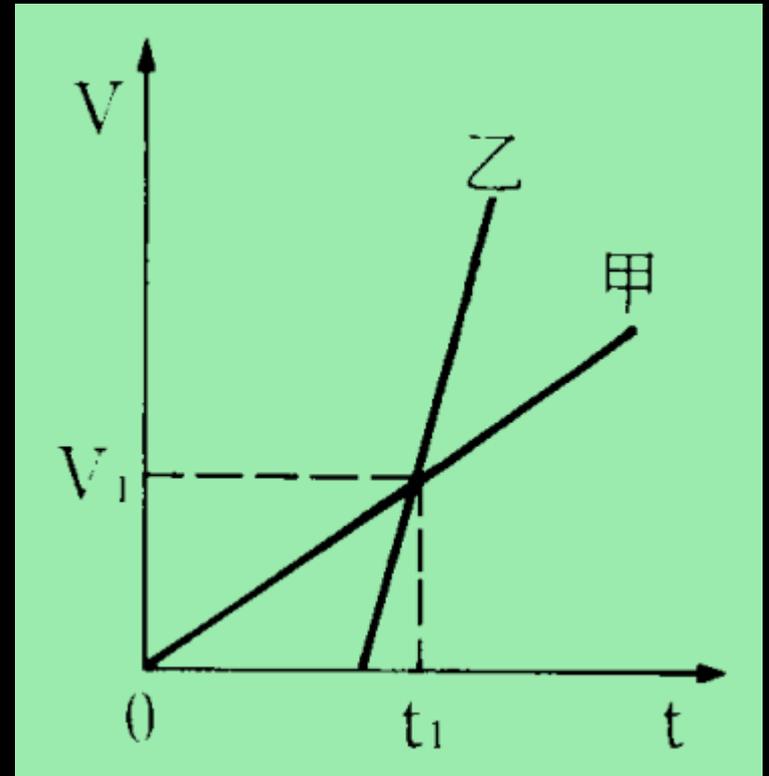
作業五答案

- 甲車自由落下，速度愈來愈快；乙車煞車，速度愈來愈慢，所以關係圖中直線N代表甲車，M代表乙車，結論(1)錯誤。
- V-t圖直線代表加速度，直線愈斜，加速度愈大，直線M較斜，所以加速度較大。或者看在相同時間內，直線M速度變化較多，也可推知加速度較大。
- 綜合以上所述，故**答案選B**。

作業六（83年北五專）

● 甲、乙兩車做直線運動，其速度對時間的關係如右圖所示。則下列敘述，何者正確？

- A. 當兩車皆在行進時，甲車的加速度比乙車大
- B. 乙車的初速度比甲車大
- C. 甲、乙兩車在時間 t_1 時相遇
- D. 在時間 t_1 內，甲車所行的距離比乙車大



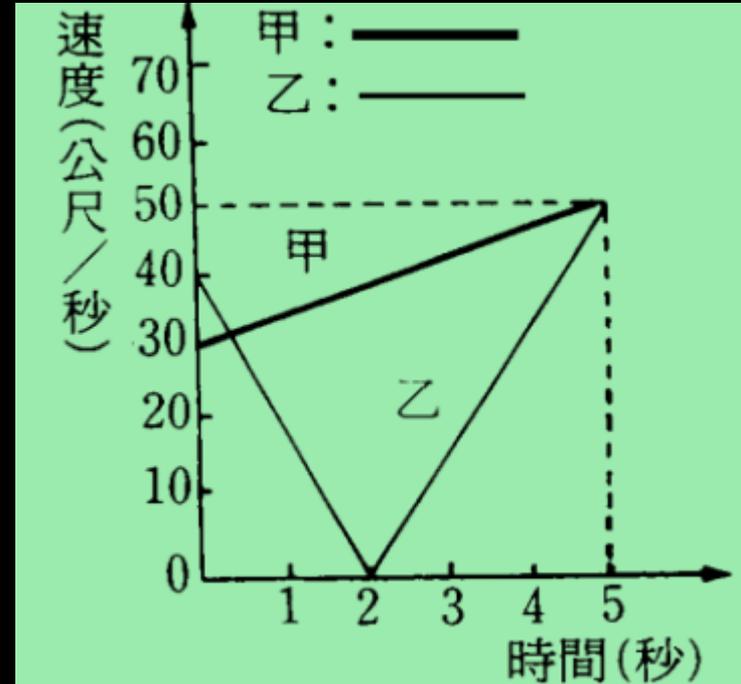
作業六答案

- V-t圖直線代表加速度，直線愈斜，加速度愈大，直線乙較斜，加速度較大，選項A敘述錯誤。
- 由圖可知：甲、乙初速皆為0，選項B錯誤
- t_1 秒時，甲、乙速度相同，但位置不相同。因為V-t圖面積代表位移， t_1 秒時甲所圍面積較大，位移較多，甲、乙應由同地出發，因此位置不同。所以選項C錯誤，選項D正確，故答案選D。

作業七（80年南五專）

如右點所示，為甲、乙兩車的速度—時間關係圖，則在0秒到5秒甲車所走的距離比乙車大多少公尺？

- A. 50
- B. 85
- C. 135
- D. 200



作業七答案

● V-t圖面積代表位移。

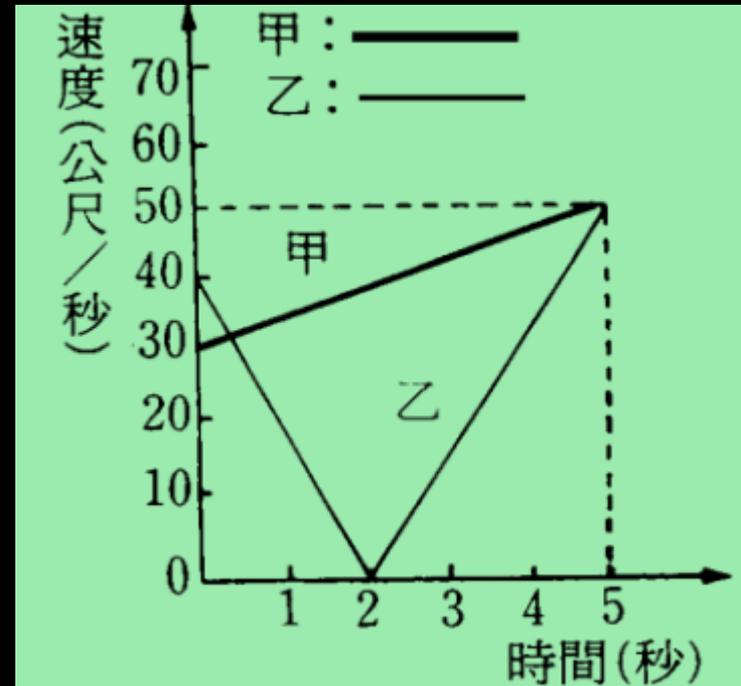
● 甲面積為梯形，為：

$$\frac{(30 + 50) \times 5}{2} = 200 \quad (m)$$

● 乙面積為兩個三角形，
為：

$$\frac{2 \times 40}{2} + \frac{3 \times 50}{2} = 115 \quad (m)$$

● 兩者相差 $200 - 115 = 85M$ ，故答案選B。



作業八（83年中五專）

● 某一靜止物體在水平桌面上受力後，作等加速度直線運動，已知在起動後10秒末的瞬間，到達來到距出發點100公尺處，則再經過10秒後，此物體應到達距出發點多少公尺處？

- A. 200
- B. 300
- C. 400
- D. 500

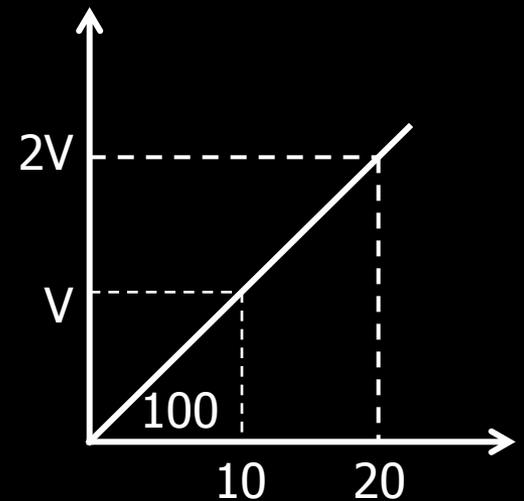
作業八答案

● 我們可以算出10秒時速度、加速度，再來算20秒時的位移。也可以用V-t圖面積為位移直接算。

● 設10秒速度為 V ，因等加速度，故20秒速度為 $2V$ ，而
 $(10 \times V) / 2 = 100 = 5V$ ，如右圖所示。故20秒位移為：

$$(20 \times 2V) / 2 = 20V = 4 \times 5V \\ = 4 \times 100 = 400,$$

故答案選C。



作業九（78年北五專）

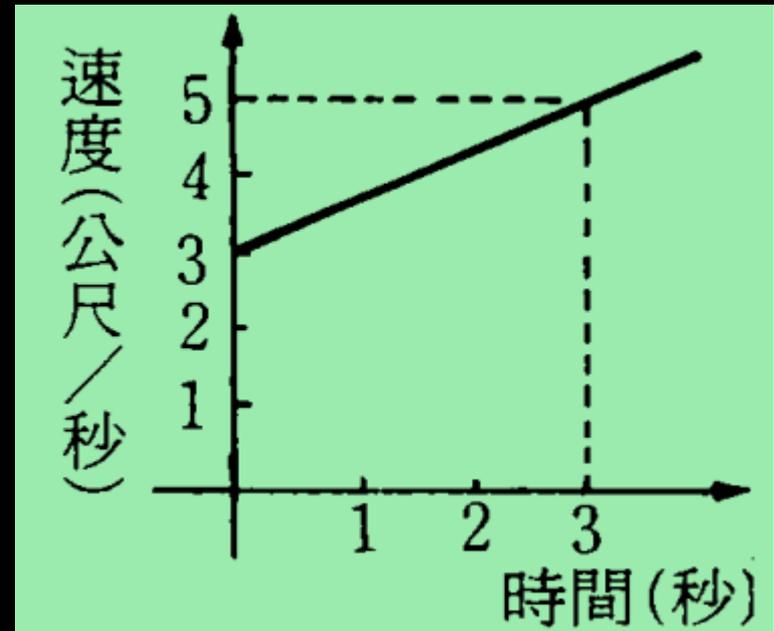
● 右圖為某物體作直線等加速度運動時速度與時間的關係，下列敘述何者正確？

A. 物體從靜止狀態開始運動

B. 物體加速度大小為
 1.67 公尺/秒²

C. 物體在前三秒的位移為12公尺

D. 物體在前3秒內的平均速度為0.67公尺/秒



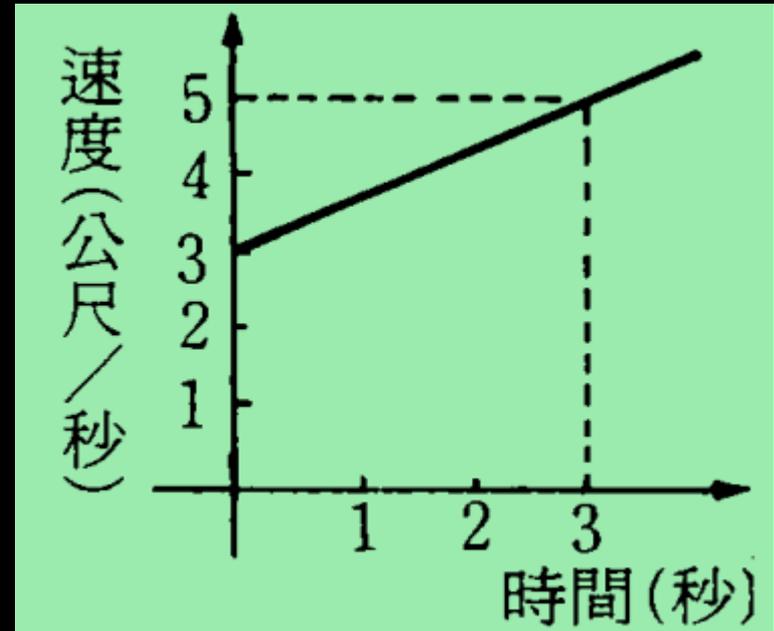
作業九答案 1/2

● 由圖可知，初速為 3m/s ，選項A敘述錯誤。

● V-t圖直線代表加速度，兩點決定一直線，找到兩個點代入公式 $a = \Delta V / \Delta t$ 可得：

$$a = \frac{5 - 3}{3 - 0} = 0.67 \quad (m / s^2)$$

選項B敘述錯誤。



作業九答案 2/2

● V-t圖面積代表位移。

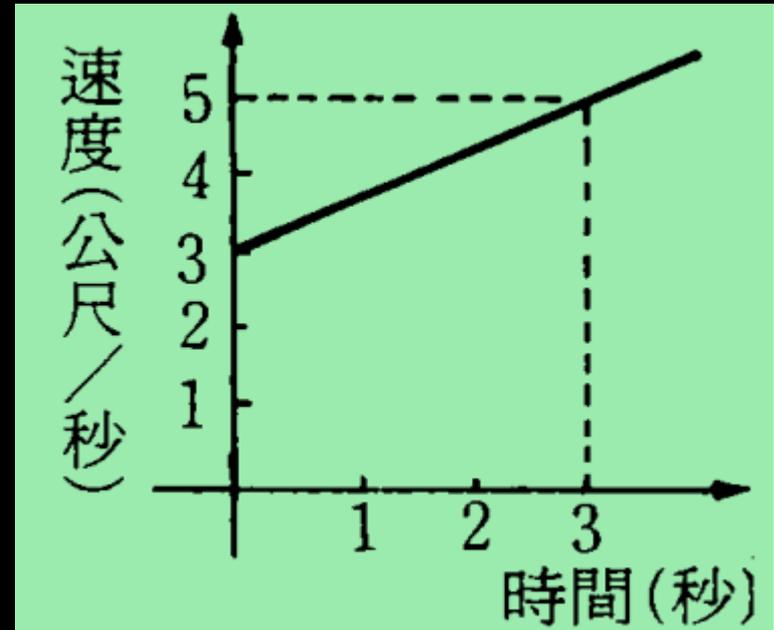
故0~3秒位移為：

$$S = \frac{(3+5) \times 3}{2} = 12 \quad (m)$$

選項C正確。

● 平均速度為位移/時間，
即 $12/3=4m/s$ ，選項D錯誤。

● 綜合以上所述，故**答案選C**。



作業十（82年省聯）

● 在一高塔上，有一300公克重的鋼珠，由塔頂自由落到地面需要2秒。今在施工時，一個30公斤重的滑輪不慎由塔頂掉下來，估計到達地面所需的時間約為

A. 0.02秒

B. 0.2秒

C. 2秒

D. 遠多於4秒

作業十答案

- 不同物體自由由同一高度落下（不計空氣阻力）時，不論重量，所費時間相同（同時著地），著地時瞬時速度相同（加速度相同），所以30公斤的滑輪費時與300公克的鋼珠相同，故答案選C。

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
	是_____m/s ²			
8	類題一之一及答案： 有部車子在筆直公路上行駛，開始計時的時候車子的瞬間速度是 10 公尺/秒，2 秒後車子的瞬時速度是 12.5 公尺/秒，其車速與時間的關係如右圖所示，試問車子的平均加速度是多少？	投影片	背景音樂	
9	類題一之二及答案： 有部車子在筆直公路上行駛，速度是 10 公尺/秒，想要在 10 秒內停止，其車速與時間的關係如右圖所示，則其平均加速度是多少？	投影片	背景音樂	
10	說明加速度為正值或負值的意義： 以類題答案說明 文字整理加速度正負值的意義	投影片	老師配合投影片內容講解	
11	說明等加速度： 說明加速度是向量，必須大小和方向皆相等才是相等 說明何謂等速度運動	投影片	老師配合投影片內容講解	
12	說明瞬時速度和平均加速度	投影片	老師配合投影片內容講解	
13	轉場投影片	標題投影片： 打點及 X-t 圖	背景音樂	
14	說明打點計時器的圖形	老師影像	在處理加速度問題時，除了前面的代入定義之外，我們還會運用到其它的條件，例如 X-t 圖，或是牛頓力學。現在我們來看看關於打點	

順序	內容	影部	聲部	時間
		以下帶入投影片	計時器和 X-t 圖。 (以下依老師依投影片內容講解)	
15	<p>例題二及答案：</p> <p>下圖是同一打點計時器在物體拉動紙帶時在紙帶上所打的點，請根據下圖回答下列問題：(物體將紙帶由左向右拉動)。</p> <p>(圖略)</p> <p>種情況表示物體是靜止不動？</p> <p>哪種情況表示物體做等速運動？</p> <p>哪種情況表示物體愈來愈快？</p> <p>哪種情況表示物體愈來愈慢？</p> <p>哪種情況表示加速度的值最大？</p>	投影片	老師配合投影片內容講解	
16	<p>類題二及答案：</p> <p>小華以打點計時器記錄玩具車直線前進的運動。紙帶紀錄如右圖。下列何者為玩具車速度的狀況</p> <p>A.速度愈來愈慢</p> <p>B.速度愈來愈快</p> <p>C.等速度運動</p> <p>D.靜止</p>	投影片	背景音樂	
17	說明如何由 X-t 圖求加速度	投影片	老師配合投影片內容講解	
18	<p>例題三及解：</p> <p>下表是一物體做直線運動時的時間與位置紀錄表，試問此物體在 0~5.0 秒內的運動情形如何？</p>	投影片	老師配合投影片內容講解	

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
	(表格略) A.等速度運動 B.等加速度運動 C.此物體之速率愈來愈大 D.此物體之加速度愈來愈小			
19	類題三之一及答案： 某車以負等加速度減速，其位置與時間關係如下表，請問其加速度為若干？ (表格略)	投影片	背景音樂	
20	類題三之二及答案： 某物體做加速度運動，其運動的軌跡由打點計時器在物體後面所拉的紙帶所留的點，分布情形如下圖所示(兩點間的時間間隔為 1/20 秒)，試求其加速度	投影片	背景音樂	
21	轉場投影片	標題投影片： V-t 圖	背景音樂	
22	說明 V-t 圖： 說明 V-t 圖的意義及應可看出的物理量 V-t 圖形意義的投影片(共九張) 文字整理 V-t 圖如何求平均加速度	老師影像 以下帶入投影片	在加速度的學習中，V-t 圖是個很重要的觀念，我們現在就來學習。 (以下依老師依投影片內容講解)	
23	說明 V-t 圖面積代表位移	投影片	老師配合投影片內容講解	
24	說明解題方法： 用 V-t 圖 代入公式	投影片	老師配合投影片內容講解	
25	例題四及解： 某車自靜止加速至 20 公尺/秒，共費時 5	投影片	老師配合投影片內容講解	

順序	內容	影部	聲部	時間
	秒鐘。假設加速過程為等加速度運動，則在加速過程中，該車行駛的距離是多少公尺？ A. 100 公尺 B. 20 公尺 C. 40 公尺 D. 50 公尺			
26	類題四及答案： 一物體由靜止作等加速度運動，最初 2 秒走了 10 公尺，若全部行程為 250 公尺，問要走完全程還需幾秒？ A. 8 B. 10 C. 12 D. 15	投影片	背景音樂	
27	例題五及解： 甲為公路上違規者，乙為靜止警車，乙見甲通過，開始追趕，兩車速度對時間關係圖如右圖。則乙車在第幾秒可追上甲車？ A. 15 B. 20 C. 30 D. 40	投影片	老師配合投影片內容講解	
28	類題五及答案： 在平直的公路上有一汽車超速，靜止的警車開始追趕，兩車速度對時間的變化如右圖。下列敘述何者正確？ A. 甲為警車，乙為超速車 B. 警車在第 4 秒時追到超速車 C. 在 0 到 4 秒之間甲車所走的距離較長 D. 甲車加速度越來越大	投影片	背景音樂	

順序	內 容	影 部	聲 部	時 間
	(請算出何時追到超速車)			
29	<p>例題六及解：</p> <p>甲、乙兩車沿一定方向前進。右圖為兩車的速度與時間的關係圖，下列敘述何者正確？</p> <p>A.乙車的加速度比甲車大</p> <p>B.前五秒內，甲車所走的距離比乙車大</p> <p>C.甲、乙兩車皆作等速度運動</p> <p>D.乙車的初速比甲車大</p>	投影片	老師配合投影片內容講解	
30	<p>類題六及答案：</p> <p>甲、乙兩車做同向直線運動，其 V-t 圖如右圖所示。下列敘述何者錯誤？</p> <p>A. t=0 至 t=5 秒間，甲、乙車皆作等加速度運動</p> <p>B. t=0 至 t=5 秒間，甲車的加速度較乙車大</p> <p>C. 在 t=5 秒時，兩車速度相同</p> <p>D. 自 t=0 至 t=5 秒間，兩車各自的位置變化相等</p>	投影片	背景音樂	
31	<p>例題七及解：</p> <p>汽車在公路上以 10 公尺/秒的速率直線前進，駕駛發現前方路口燈號轉為紅燈，經 0.5 秒的反應時間後開始踩煞車，汽車車速 (V) 隨時間 (t) 變化關係如右圖，下列敘述何者正確？</p> <p>A.在 0.5 秒的反應時間內，車子前進了 10 公尺</p> <p>B.從開始煞車到停止，車子滑行的距離為 5 公尺</p> <p>C.從開始到煞車後 1 秒鐘，車速為 5 公尺/秒</p> <p>D.從燈號轉為紅燈起到汽車完</p>	投影片	老師配合投影片內容講解	

順序	內容	影部	聲部	時間
	全靜止，車子共前進了 15 公尺			
32	類題七及答案： 右圖為物體做直線運動時，記錄所得的 V-t 圖。下列敘述何者錯誤？ A.前 3 秒的平均加速度為 2 公尺/秒 ² B.第 3 秒到第 6 秒物體靜止 C.第 6 秒到第 8 秒物體前進了 18 公尺 D.第 0 秒到第 8 秒的平均加速度為 1.5 公尺/秒 ²	投影片	背景音樂	
33	例題八及解： 在平直的公路上行進的汽車，其 V-t 圖如右圖所示，則下列敘述何者正確？ A.0 至 12 秒內汽車所走的距離、速度、加速度都愈來愈大 B.12 至 18 秒內汽車作等加速度運動 C.0 至 12 秒內汽車的平均加速度為 1.5 公尺/秒 ² D.0 至 18 秒內汽車的平均速度 15 公尺/秒	投影片	老師配合投影片內容講解	
34	類題八及答案： 大華開車接近巷子口，踩剎車減速 5 秒後，輕踩油門繼續向前行駛，汽車速度對時間的關係，如右圖，則汽車在： A.5 到 10 秒之間，是靜止 B.0 到 10 秒之間，平均速度是 5.5 公尺/秒 C.0 到 5 秒之間，平均加速度是 2 公尺/秒 ² D.第 12 秒末，瞬時速率為 6 公尺/秒	投影片	背景音樂	

順序	內容	影部	聲部	時間
35	轉場投影片	標題投影片： 自由落體	背景音樂	
36	說明自由落體： 何謂自由落體及其加速度 顯示不等重自由落體的 V-t 圖 整理兩自由落體的比較 說明現實的情況	老師影像 以下帶入投影片	還有一種重要的等加速度運動－「自由落體」。什麼叫自由落體呢？ (以下依老師依投影片內容講解)	
37	重點整理一： 速度改變（大小或方向）表示有加速度， 平均加速度公式為：(公式略) 加速度是向量，加速度相等，必須是大小、方向都相等。	老師影像	以上就是對等速度運動的介紹。現在讓我們來回顧我們學習的重點。 (以下依老師依投影片內容講解)	
38	重點整理二： 加速度與速度同方向為正值，速度會增加； 加速度與速度反方向為負值，速度會減少； 加速度與速度同方向垂直，會改變運動方向；	投影片	老師配合投影片內容講解	
39	重點整理三： V-t 圖的直線代表加速度 ($a = \Delta V / \Delta t$) 直線愈斜，代表加速度愈大。 V-t 圖的面積代表位移 公式：(略)	投影片	老師配合投影片內容講解	
40	重點整理四： 自由落體是初速為零的等加速度運動。	投影片	老師配合投影片內容講解	

順序	內容	影部	聲部	時間
	不等重的物體自同一高度自由落下， 如不考慮空氣阻力， 同時著地，著地速度相同			
41	結語	老師影像	以上就是對等速度運動的介紹。希望同學學習愉快。	

精選作業已直接製作於投影片檔中