

## 單元主題：等加速度運動（作者：桃園市中興國中楊秉鈞老師）

## ❖ 加速度運動

## 1. 加速度概念：

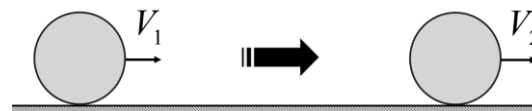
(1) 物體運動時，速度的可能性：

① 物體靜止時：\_\_\_\_\_。

② 物體等速度運動時：\_\_\_\_\_。

③ 物體變速運動時：\_\_\_\_\_。

⇒ 變速的情形：① \_\_\_\_\_、② \_\_\_\_\_、③ \_\_\_\_\_。



(2) 物體何時具有加速度：

① 加速度：描述物體運動速度\_\_\_\_\_的物理量，符號：\_\_\_\_\_。

①  $a \neq 0$ ：物體\_\_\_\_\_運動時，就具有「加速度」

⇒ 同義詞：變速運動 = \_\_\_\_\_運動

②  $a = 0$ ：物體\_\_\_\_\_及\_\_\_\_\_運動時

## 2. 加速度運動：

(1) 加速度的意義：描述物體速度變化的物理量

(2) 加速度的定義：單位時間內的\_\_\_\_\_。

① 公式：加速度 = 速度變化量與時間的比值

$$\text{加速度} = \frac{\text{速度變化量}}{\text{經過的時間}} = \frac{\quad}{\text{經過的時間}}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\quad}{\Delta t}$$

② 單位：

① \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{(\quad) \text{cm/s}}{(\quad) \text{s}} = (\quad) \text{cm/s}^2 \text{ 或公分/秒平方}$$

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{(\quad) \text{m/s}}{(\quad) \text{s}} = (\quad) \text{m/s}^2 \text{ 或公尺/秒平方}$$

$$\text{② 換算：} \quad \text{m/s}^2 \longleftrightarrow \text{cm/s}^2$$

(3) 加速度的方向：

① 方向性：加速度是向量，和\_\_\_\_\_的方向相同

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

⇒ 加速度的方向與速度的方向不一定相同

② 物體運動的快慢：不能單獨用加速度的「正、負」判斷

① 加速度與速度同方向時：物體運動\_\_\_\_\_中

② 加速度與速度反方向時：物體運動\_\_\_\_\_中

|       | 正負符號 |   |   |   |
|-------|------|---|---|---|
| a 符號  | +    | - | + | - |
| V 符號  | +    | - | - | + |
| aV 符號 |      |   |   |   |
| 說明    |      |   |   |   |

(4) 加速度運動：運動過程中，速度不相等的運動

- ① 「加速度運動」：運動過程中，加速度不相同者
- ② 「等加速度運動」：運動過程中，任一時間下加速度都相同

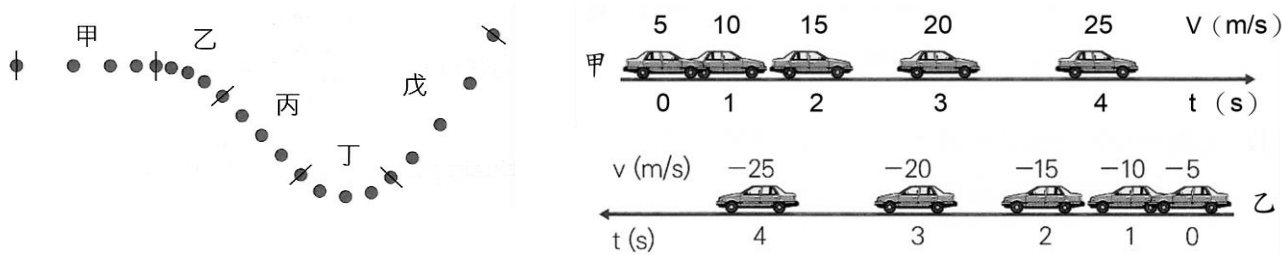
| 說明例    |    |    |    |    |    | 加速度<br>( m/s <sup>2</sup> ) | 說明 |    |
|--------|----|----|----|----|----|-----------------------------|----|----|
| 時間 sec | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  |                             | 運動 |    |
| 速度 m/s | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |                             |    |    |
| 時間 sec | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  |                             | 運動 | 運動 |
| 速度 m/s | 9  | 12 | 14 | 15 | 18 |                             |    |    |
| 時間 sec | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  |                             | 運動 |    |
| 速度 m/s | 2  | 4  | 6  | 8  | 10 |                             |    |    |
| 時間 sec | 0  | 2  | 4  | 6  | 8  |                             | 運動 |    |
| 速度 m/s | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |                             |    |    |

❖ 範例解說

1.一小球在水平面上移動，每隔 0.02 秒的位置變化如下左圖，則小球在甲、乙、 丙、丁、

戊過程，分別作何種運動？

- ① 甲過程：速度變\_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_⇒ 作\_\_\_\_\_運動
- ② 乙過程：速度變\_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_⇒ 作\_\_\_\_\_運動
- ③ 丙過程：速度\_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_⇒ 作\_\_\_\_\_運動
- ④ 丁過程：速率\_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_⇒ 作\_\_\_\_\_運動
- ⑤ 戊過程：速度變\_\_\_\_\_，方向\_\_\_\_\_⇒ 作\_\_\_\_\_運動。



2.甲、乙兩車在一直線上運動，其時間與速度關係如右上圖，則

- ① 觀者以\_\_\_\_\_方向為位移之正向。
- ② 填完下表：

| 車別 | 加速度算式 | 加速度<br>m/s <sup>2</sup> | 運動說明 | a 符號 | V 符號 |
|----|-------|-------------------------|------|------|------|
| 甲  |       |                         |      |      |      |
| 乙  |       |                         |      |      |      |

## ❖ 平均加速度與瞬時加速度

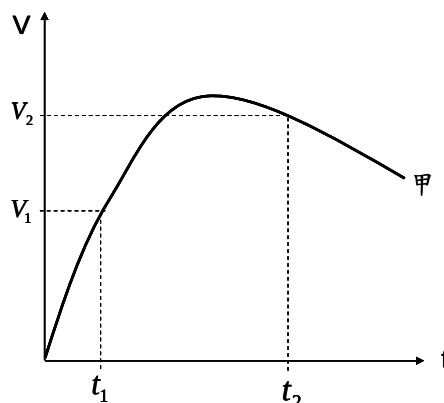
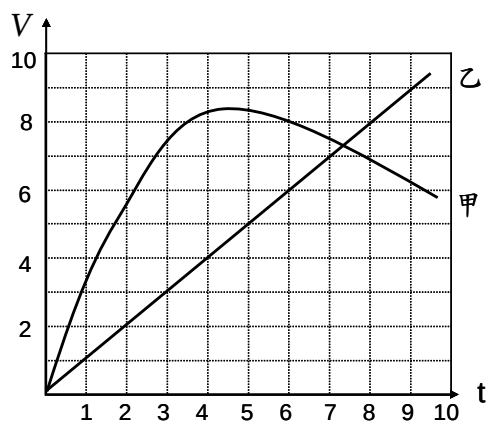
## 1. 平均加速度與瞬時加速度：

(1) 平均加速度：可表示物體在行進的過程當中的約略之加速度及方向。

① 甲曲線為\_\_\_\_\_運動：其平均加速度\_\_\_\_\_瞬時加速度。

② 乙直線為\_\_\_\_\_運動：其平均加速度\_\_\_\_\_瞬時加速度。

⇒ 當 $\Delta t$ 為一段時間時， $a$ 稱\_\_\_\_\_。



(2) 瞬時加速度：指物體在行進的過程當中任一時刻的加速度及方向。

⇒ 當 $\Delta t$ 為極小瞬間時， $a$ 稱\_\_\_\_\_。

⇒ 如何求出甲在  $t_1$  時刻下的瞬時加速度（簡稱\_\_\_\_\_）

① 當過  $t_1$  的割線，逐漸使 $\Delta t$ 極小時，丙線成為過  $t_1$  的切線。故甲在  $t_1$  時刻下的

瞬時加速度，等於\_\_\_\_\_切線的瞬時加速度。

②  $V-t$  圖任一點的\_\_\_\_\_，可表示為該時刻的\_\_\_\_\_加速度。

$$\text{割線乙 } \bar{a}_{1-2} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{切線丙 } \bar{a}_{1-t'} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t' - t_1}$$

## ❖ 等加速度運動

## 1. 等加速度運動：

(1) 意義：運動過程中，加速度\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_始終維持一定的運動

① 運動軌跡\_\_\_\_\_是直線軌跡。

❶ 自由落體

❷ 由斜面下滑或上升

❸ 平拋、斜拋、上拋

② 各時間區段，平均加速度\_\_\_\_\_瞬時加速度，處處相等

(2) 數據特徵：在相等時間間隔下

① 相鄰間距形成的數列，是一個\_\_\_\_\_數列。

② 速度數列，是一個\_\_\_\_\_數列。

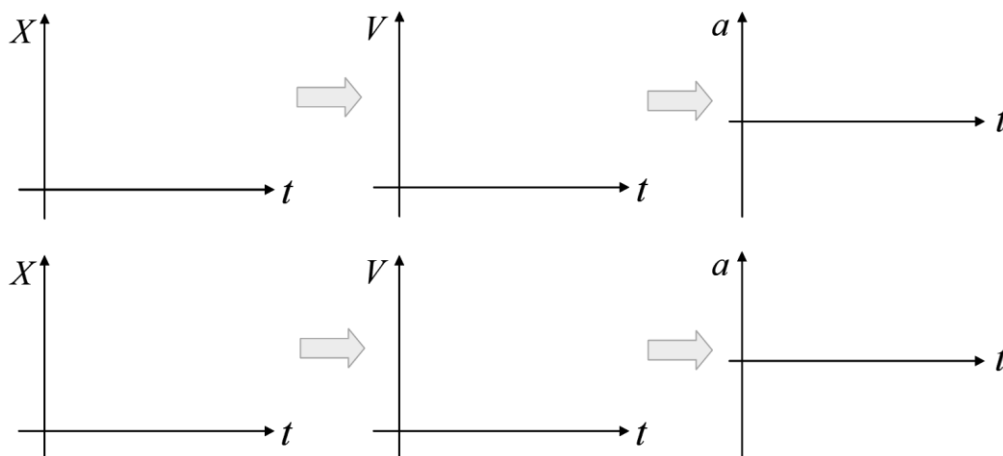
|    |   |   |   |   |    |    |   |
|----|---|---|---|---|----|----|---|
| 位置 | 0 | 1 | 4 | 9 | 16 | 25 |   |
| 時間 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6 |

|    |   |   |   |   |   |    |   |
|----|---|---|---|---|---|----|---|
| 速度 | 0 | 2 | 4 | 6 |   | 10 |   |
| 時間 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | 6 |

(3) 常見關係圖：

① X-t 圖：\_\_\_\_\_。 ② V-t 圖：\_\_\_\_\_。 ③ a-t 圖：\_\_\_\_\_。

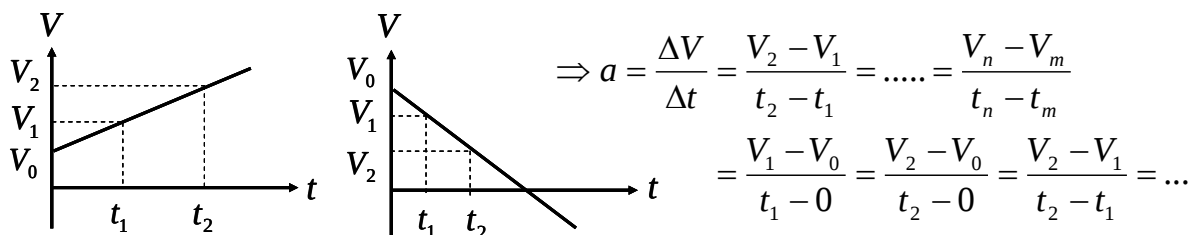


❖ 由 V-t 圖求加速度

1. 由 V-t 圖求加速度：

(1) 等加速度運動的平均加速度\_\_\_\_\_瞬時加速度，處處相等

① 斜直線向右斜，a 為\_\_\_\_\_。 ② 斜直線向左斜，a 為\_\_\_\_\_。

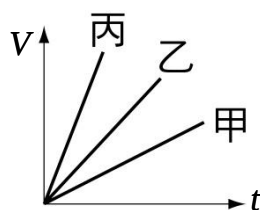


(2) V-t 圖切線斜率討論：

① 向圖形任一點做\_\_\_\_\_，其斜率可判斷\_\_\_\_\_。

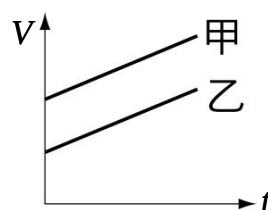
② 越接近速度軸 V 的切線，其加速度大小越\_\_\_\_\_。

⇒ 斜率若相同，其加速度大小相同



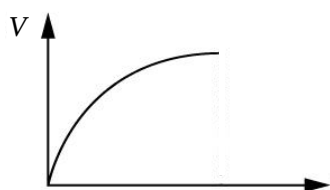
① 三物體均作等加速度運動

② 加速度：\_\_\_\_\_。



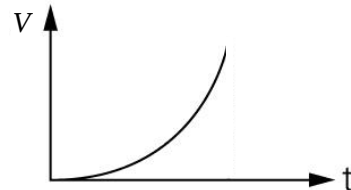
① 二物體均作等加速度運動

② 加速度：\_\_\_\_\_。



① 此物體為加速度運動

② 加速度大小：\_\_\_\_\_。



① 此物體為加速度運動

② 加速度大小：\_\_\_\_\_。

## ❖ 範例解說

1. ( ) 向東沿直線作等加速度運動的某物體，其速度與時間的關係如附表，則物體的加速

度為何？

- (A) 向東  $3\text{m/s}^2$  (B) 向西  $3\text{m/s}^2$   
(C) 向北  $3\text{m/s}^2$  (D) 向南  $3\text{m/s}^2$ 。

| 時間 (s)   | 0  | 1 | 2 | 3 |
|----------|----|---|---|---|
| 速度 (m/s) | 10 | 7 | 4 | 1 |

2. 在南北向的直線公路上，一貨車加速向北方行駛，於 10 秒內其速度由 18 公里 / 小時增至 36 公里 / 小時，則該平均加速度\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。

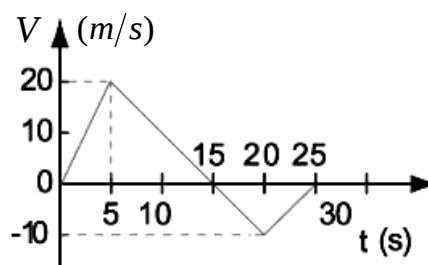
3. 附表是一物體做直線運動的時間與位置紀錄表：試問此物體在 0~5 秒內的運動情形為何？

\_\_\_\_\_運動。

| 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 |

4. 圖為物體直線運動時的  $v-t$  圖。則：

- ① 0~5 秒的平均加速度\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。  
② 10~15 秒的平均加速度\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。  
③ 20~25 秒的平均加速度\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。  
④ 0~25 秒的位移\_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。



5. 一車由靜止開始作等加速度運動，4 秒後之速度為  $40\text{m/s}$ ，則：【請用圖解法解題】

- ① 則此車之加速度\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$       ② 4 秒內所行之距離\_\_\_\_\_  $\text{m}$ 。

6. 某物體作等加速度運動，以  $50\text{m/s}$  速度進行，欲在  $250\text{m}$  內停止，則：

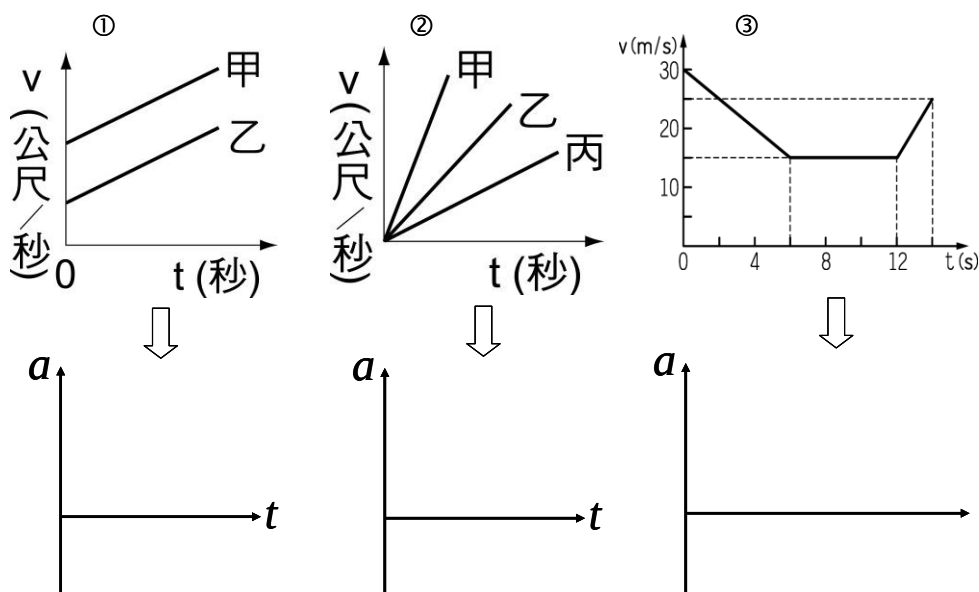
- ① 至停止需時\_\_\_\_\_秒。      ② 加速度\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。 【請用圖解法解題】

7.一物體作等加速度運動，在 6 秒內行經相距 210 m 之 A、B 兩點，到達 B 點的速度為 50

m/s，則：【請用圖解法解題】

① 物體行經 A 點的速度為多少？\_\_\_\_\_m/s。 ② 加速度為\_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>

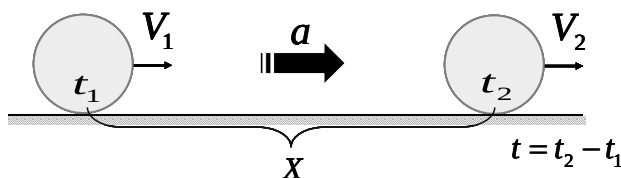
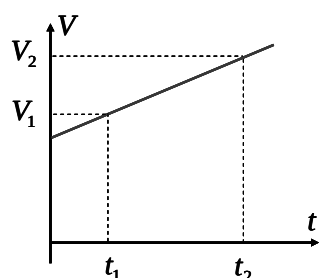
8.將下列的 v-t 圖，轉換成其對應的 a-t 圖：



❖ 等加速度運動—常用公式推導

1.等加速度運動—常用公式推導：

(1) 運動過程圖示及符號說明：任取過程中一段時間  $t$



$V_1$ : 初速  
 $V_2$ : 末速  
 $a$ : 平均加速度  
 $X$ : 位移  
 $\bar{V}$ : 平均速度  
 $t$ : 時間(sec)

(2) 推導過程：

① 公式一：由定義而來

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

② 公式二：由定義而來

$$V_2 = V_1 + at$$

③ 公式三：由 V-t 圖下面積而來

$$X = V_1 t + \frac{1}{2} at^2$$

④ 公式四：由 V-t 圖下面積而來

$$V_2^2 = V_1^2 + 2aX$$

28理化課堂講義（自然五）

⑤ 公式五：平均速度

$$\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

⑥ 公式六：平均速度併入 V-t 圖下面積而來

$$X = \bar{V} \times t$$

2. 等加速度運動公式：

|                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| (1) $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ | (4) $V_2^2 = V_1^2 + 2aX$           |
| (2) $V_2 = V_1 + at$                | (5) $\bar{V} = \frac{V_1 + V_2}{2}$ |
| (3) $X = V_1t + \frac{1}{2}at^2$    | (6) $X = \bar{V}t$                  |

❖ 範例解說－公式法

1. 一車由靜止開始作等加速度運動，4 秒後之速度為 40 m/s，則：

- ① 則此車之加速度\_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>      ② 4 秒內所行之距離\_\_\_\_\_m。

2. 某物體作等加速度運動，以 50 m/s 速度進行，欲在 250 m 內停止，則：

- ① 至停止需時\_\_\_\_\_秒。      ② 加速度\_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>。

3. 一物體作等加速度運動，在 6 秒內行經相距 210 m 之 A、B 兩點，到達 B 點的速度為 50

m/s，則： ① 物體行經 A 點的速度為多少？\_\_\_\_\_m/s。      ② 加速度為\_\_\_\_\_m/s<sup>2</sup>。

4. 一物體以加速度 10 m/s<sup>2</sup>，由靜止而開始運動：

- ① 5 秒內共行\_\_\_\_\_公尺。      ② 第 5 秒末的速度\_\_\_\_\_m/s。  
 ③ 0 至 5 秒的平均速度\_\_\_\_\_m/s。

5. 一列火車正以每小時 72 公里的速度行駛，緊急煞車後尚須滑行 100 公尺，此火車須\_\_\_\_\_秒才能停止。

## ❖ 打點計時器

## 1. 打點計時器：

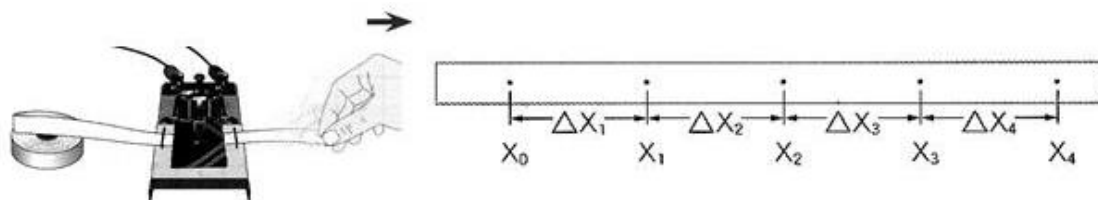
(1) 用途：將拖曳紙帶的運動體通過打點計時器，藉分析受打印複寫的紙帶以了解物體的

運動狀況。

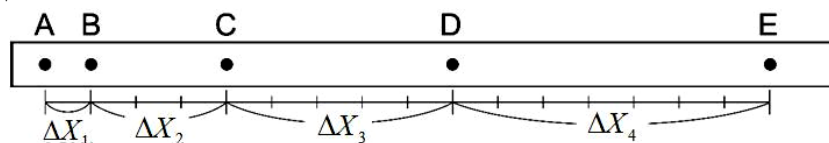
(2) 打點器頻率：頻率固定，若打點的頻率為  $f$  赫

① 每秒在紙帶打出\_\_\_\_\_個點。 ② 相鄰兩點之間歷經的時間：\_\_\_\_\_秒。

$$\Rightarrow \text{頻率 } f = \frac{\text{次數}}{\text{秒數}} \quad \text{週期 } T = \frac{\text{秒數}}{\text{次數}} \quad \Rightarrow \quad Tf = 1$$



(3) 紙帶分析：



① 只有一個點：物體\_\_\_\_\_。 ② 點距相等：物體作\_\_\_\_\_運動。

③ 點距不相等：物體作\_\_\_\_\_運動。

① 點距數列漸增加  $\Rightarrow$  \_\_\_\_\_運動。 ② 點距數列漸減少  $\Rightarrow$  \_\_\_\_\_運動。

③ 點距數列為\_\_\_\_\_時，為等加速度運動，並有如下關係：

(a) 點距數列  $\Delta X_1$ 、 $\Delta X_2$ 、 $\Delta X_3 \dots$  成等差  $\Rightarrow$  公差 = \_\_\_\_\_。

(b) 速度數列  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3 \dots$  成等差  $\Rightarrow$  公差 = \_\_\_\_\_。

(c) 平均速度數列  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3 \dots$  成等差  $\Rightarrow$  公差 = \_\_\_\_\_。

## ❖ 範例解說

1. 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，(紙帶由左向右拉動) 則：

① 何者表示物體是靜止不動？\_\_\_\_\_。

② 何者表示物體做等速運動？\_\_\_\_\_。

③ 等速運動中以何者運動快？\_\_\_\_\_。

④ 何者表示物體愈來愈慢？\_\_\_\_\_。

⑤ 何者表示物體愈來愈快？\_\_\_\_\_。

⑥ 何者表示加速度的值最大？\_\_\_\_\_。

甲： 

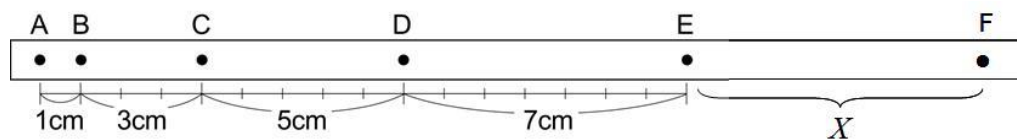
乙： 

丙： 

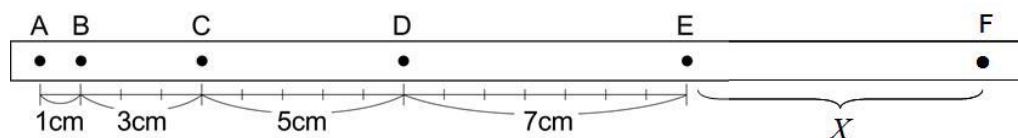
丁： 

戊： 

2. 某物體其運動的軌跡由打點計時器在物體後面所拉的紙帶上所留的點，如附圖，每兩點間的時間間隔為  $1/20$  秒，試求：



- ① 此物體作\_\_\_\_\_運動，紙帶中的  $X$  值 = \_\_\_\_\_cm。  
 ② 加速度值為多少？\_\_\_\_\_  $m/s^2$ 。
3. 某物體其運動的軌跡由打點計時器在物體後面所拉的紙帶上所留的點，如附圖，每兩點間的時間間隔為  $1/20$  秒，試求：



- ① AB 間的平均速度是\_\_\_\_\_  $m/s$ 。      ② BC 間的平均速度是\_\_\_\_\_  $m/s$ 。  
 ③ 加速度值為多少？\_\_\_\_\_  $m/s^2$ 。      ④ EF 間的平均速度是\_\_\_\_\_  $m/s$ 。

### ❖ 自由落體

#### 1. 自由落體：

(1) 物體只受\_\_\_\_\_作用下，由高處自由下落的運動

(2) 運動特性：

① 屬於\_\_\_\_\_運動。

② 自然限制：

① 初速 = \_\_\_\_\_。(\_\_\_\_\_)

② 加速度為定值，方向恆\_\_\_\_\_。(\_\_\_\_\_)

③ 加速度  $a$ ：稱為\_\_\_\_\_，符號：\_\_\_\_\_。

①  $g$  值與物體輕重無關，但隨地點而不同

⇒  $g$  值比較：在兩極 > 赤道；在平地 > 在高山

②  $g$  值：可知自由落體每秒速度變化量約為\_\_\_\_\_  $m/s$

$$a = g = 980 \frac{cm}{s^2} = 9.8 \frac{m}{s^2} \approx 10 \frac{m}{s^2}$$

(3) 自由落體實驗：錢幣與羽毛於同高度自由下落

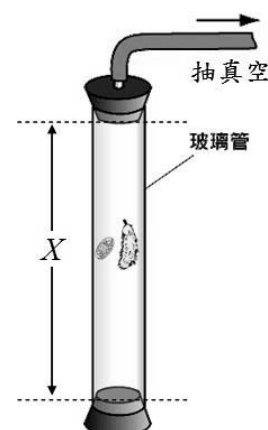
① 玻璃管內，二者一起自由下落，\_\_\_\_\_最後落下。

⇒ 因其所受\_\_\_\_\_較大

② 管內抽真空，二者一起自由下落，何者先下落？\_\_\_\_\_。

① 二者的落地時間  $t$ ：\_\_\_\_\_。

② 二者的落地速度  $V_2$ ：\_\_\_\_\_。



③ 二者的加速度  $a$ ：\_\_\_\_\_。

⇒ 與物體的輕重\_\_\_\_\_。

## 2.自由落體公式：

$$\begin{aligned} (1) \quad a &= \frac{\Delta V}{\Delta t} \\ (2) \quad V_2 &= V_1 + at \\ (3) \quad X &= V_1 t + \frac{1}{2} at^2 \\ (4) \quad V_2^2 &= V_1^2 + 2aX \\ (5) \quad \bar{V} &= \frac{V_1 + V_2}{2} \\ (6) \quad X &= \bar{V}t \end{aligned}$$

等加速度運動

$$\begin{aligned} V_1 &= 0 \\ a &= g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (1) \quad g &= \frac{\Delta V}{\Delta t} \\ (2) \quad V_2 &= gt \\ (3) \quad X &= \frac{1}{2} gt^2 \\ (4) \quad V_2^2 &= 2gX \\ (5) \quad \bar{V} &= \frac{V_2}{2} \\ (6) \quad X &= \bar{V}t \end{aligned}$$

自由落體運動

### ❖ 範例解說

1. 將一小球鉛直上拋，忽略空氣阻力的作用，達到最高點時，繼而鉛直下墜至原處。則：

① 上拋至最高點時：

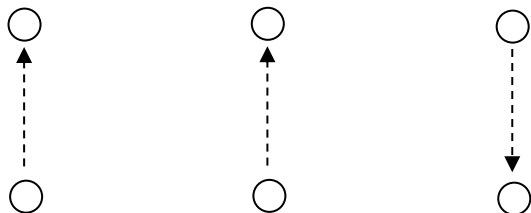
❶ 所受加速度的大小 = \_\_\_\_\_。 ❷ 加速度的方向向 \_\_\_\_\_。

❸ 最高點時的速度 = \_\_\_\_\_。

② 上拋過程：

❶ 所受加速度的大小 = \_\_\_\_\_。 ❷ 加速度的方向向 \_\_\_\_\_。

❸ 速度的方向向 \_\_\_\_\_。 ❹ 位移的方向向 \_\_\_\_\_。



③ 下落過程：

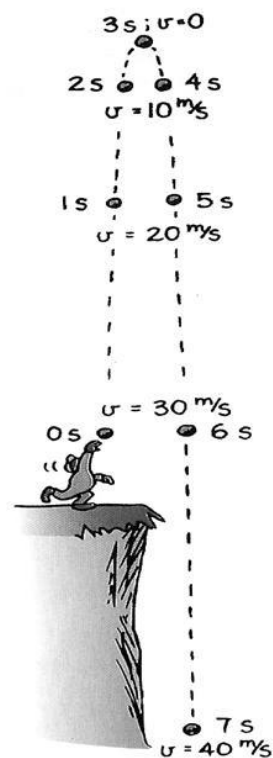
❶ 所受加速度的大小 = \_\_\_\_\_。 ❷ 加速度的方向向 \_\_\_\_\_。

❸ 速度的方向向 \_\_\_\_\_。 ❹ 位移的方向向 \_\_\_\_\_。

④ 若使物體作平拋、斜拋運動：

❶ 所受加速度的大小 = \_\_\_\_\_。 ❷ 加速度的方向向 \_\_\_\_\_。

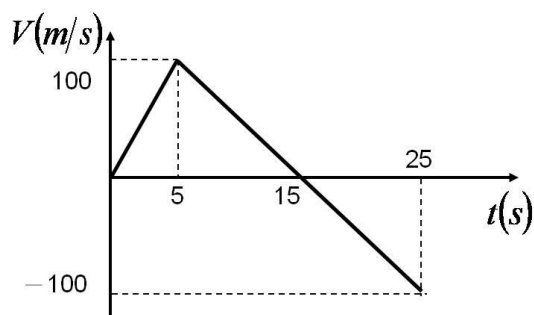
❸ 速度的方向向 \_\_\_\_\_。 ❹ 位移的方向向 \_\_\_\_\_。



[觀念物理 1]

2. 火箭試射失敗，將記錄器傳回的訊號，轉換成速度時間圖如下：

- ① 剛開始火箭加速的過程中，每秒的速度變化量相同？\_\_\_\_\_。每秒的位移相同？\_\_\_\_\_。
- ② 火箭發射\_\_\_\_\_秒升到最高點，高度\_\_\_\_\_m。
- ③ 火箭上升到最高點的過程中，每秒的速度變化量相同？\_\_\_\_\_。每秒的位移相同？\_\_\_\_\_。
- ④ 火箭發射後的第 10 秒是上升或降落或靜止？\_\_\_\_\_。
- ⑤ 第 25 秒時火箭位置在何處？\_\_\_\_\_。



3. 100 克的鐵球自 78.4 公尺高自由下落，不計空氣阻力，則：

- ① 需\_\_\_\_\_秒著地，落地時間與物體大小、質量有關？\_\_\_\_\_。
- ② 落地瞬間的速度\_\_\_\_\_m/s。
- ③ 下落第 1 秒末，速度\_\_\_\_\_m/s。
- ④ 下落第 3 秒末，速度\_\_\_\_\_m/s。
- ⑤ 下落過程的平均速度\_\_\_\_\_m/s。
- ⑥ 下落的過程中，速度是愈來愈快嗎？\_\_\_\_\_。

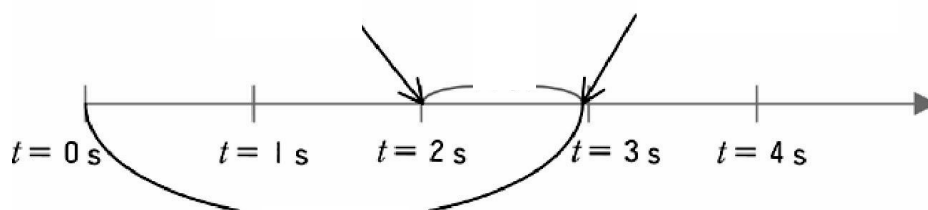
4. 一物體作自由落體運動，則：

- ① 第 1 秒末、第 2 秒末、第 3 秒末的速度比為何？\_\_\_\_\_。

- ② 第 1 秒末、第 2 秒末、第 3 秒末落下的距離比為何？\_\_\_\_\_。
- ③ 第 1 秒內、第 2 秒內、第 3 秒內落下的距離比為何？\_\_\_\_\_。

◎ 附註：「時間區段」的名詞區分

- ❶ 「三秒內」    ❷ 「第三秒初」    ❸ 「第三秒末」    ❹ 「第三秒」    ❺ 「第三秒內」



5. 在一高塔塔頂，以 9.8 公尺/秒的初速度向下拋出一石子，經 4 秒後，其速度之大小為何？  
\_\_\_\_\_m/s。

6. 由地面以 39.2 m/s 速度垂直上拋一球，幾秒可達最高點？\_\_\_\_\_秒。



課程結束.....