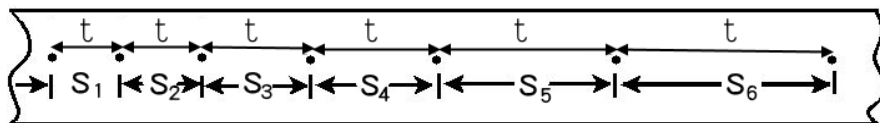


專題討論

打點計時器



(四) 打點計時器分析：



A、若 $V_0=0$ ，則

$$S_{12} = \frac{1}{2}at^2 \quad S_{13} = \frac{1}{2}a(2t)^2 = \frac{1}{2}a(4t^2) \quad S_{14} = \frac{1}{2}a(3t)^2 = \frac{1}{2}a(9t^2)$$

$$S_1 : S_2 : S_3 = S_1 : (S_{13} - S_{12}) : (S_{14} - S_{13}) \\ = \frac{1}{2}at^2 : \frac{1}{2}a(3t^2) : \frac{1}{2}a(5t^2) = 1 : 3 : 5$$

B、若 $V_0 \neq 0$ ，則

$$S_{12} = V_0t + \frac{1}{2}at^2$$

$$S_{13} = V_0(2t) + \frac{1}{2}a(2t)^2 = V_0(2t) + \frac{1}{2}a(4t^2)$$

$$S_{14} = V_0(3t) + \frac{1}{2}a(3t)^2 = V_0(3t) + \frac{1}{2}a(9t^2)$$

$$S_1 : S_2 : S_3 = S_1 : (S_{13} - S_{12}) : (S_{14} - S_{13}) \\ = (V_0t + \frac{1}{2}at^2) : [V_0t + \frac{1}{2}a(3t^2)] : [V_0t + \frac{1}{2}a(5t^2)]$$

$$S_2 - S_1 = \frac{1}{2}a(2t^2) \quad S_3 - S_2 = \frac{1}{2}a(2t^2) \quad S_4 - S_3 = \frac{1}{2}a(2t^2)$$

$$\text{即 } S_2 - S_1 = S_3 - S_2 = S_4 - S_3 = \Delta d = \frac{1}{2}a(2t^2) = at^2$$

S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4成等差數列，但不為 $1 : 3 : 5 : \dots$ 。

C、利用 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4等公差，可求出加速度 $a = \frac{S_2 - S_1}{t^2}$

D、加速度的求法：

如圖，為打點計時器記錄等加速度的數據分析：

(1) 求 S_1 的平均速度：

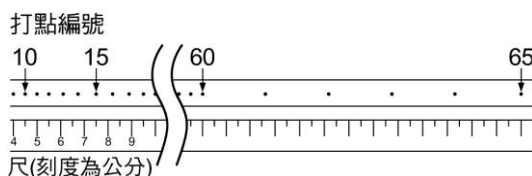
求 S_2 間的平均速度：

(2) 將平均速度轉變為時間中點的瞬時速度：

(3) 利用瞬時速度，求平均加速度： $a = \frac{S_2 - S_1}{t^2}$

範例 1 (97 指考)

在直線等加速度運動實驗中，如果打點計時器的打點頻率為 50 Hz，今取其中一段打點記錄，並將連續相鄰的點依序編號，測量編號 10~15 以及編號 60~65 的點距，如右圖。加速度的量值約為多少 cm/s^2 ？
 (A)70 (B)80 (C)90 (D)100 (E)500 cm/s^2 。

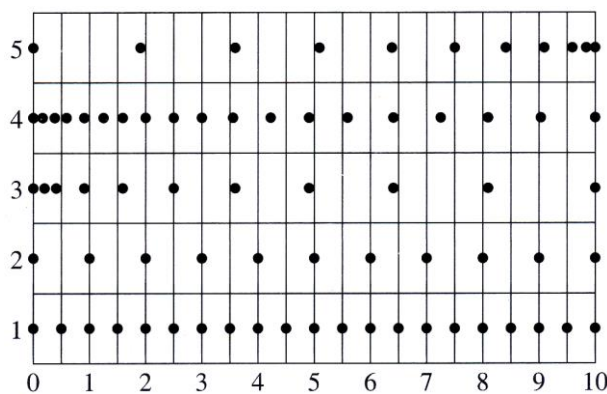


【答案】：D

範例 2 (93 指考補考)

電鈴計時器可以間隔相等的時間間距在紙帶上打點，小華將紙帶固定在滑車上，利用紙帶記錄滑車的位置，並將五次實驗的紙帶依實驗 1~5 編號整理如右圖。下列有關這五個實驗的敘述哪些正確？(多選)

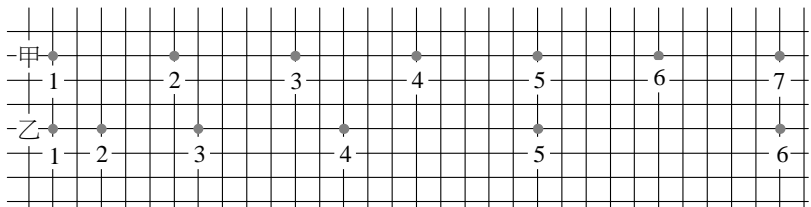
(A)實驗 1 滑車速度為實驗 2 的兩倍 (B)實驗 4 滑車加速度為實驗 3 的兩倍 (C)實驗 3 與 5 滑車加速度大小相等，方向相反 (D)若紙帶上記錄的黑點愈大，則實驗結果愈精確 (E)若實驗 2 滑車速度為 0.1 公尺/秒，則實驗 3 滑車加速度為 0.2 公尺/秒²。



【答案】：CE

範例 3 (99 指考)

實驗時以電鈴計時器記錄物體運動過程的軌跡點。經過一段時間之後，甲實驗的物體維持等速運動，乙實驗的物體則維持等加速運動。圖中甲、乙為兩實驗經一段時間之後，每隔 1 秒所記錄的某一段軌跡點。



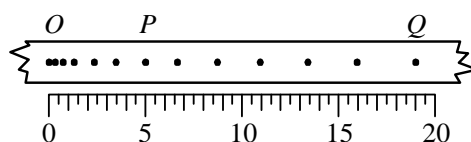
若將軌跡點的順序編號註記於該點下方，則下列敘述哪幾項正確？(提示：注意圖中甲之第 5、7 兩點至第 1 點之距離分別與乙之第 5、6 兩點至第 1 點之距離相同)(多選)

(A)乙實驗於第 1 軌跡點時的瞬時速率為零 (B)乙實驗於第 1 軌跡點時的瞬時速率大於零 (C)甲、乙實驗於第 3 軌跡點時的瞬時速率相等 (D)甲、乙實驗於第 5 軌跡點時的瞬時速率相等 (E)甲、乙實驗的瞬時速率相等時是在第 4 與第 5 點之間。

【答案】：BC

範例 4

某人作「直線等加速運動」實驗時，利用滑車拉動紙帶經過電鈴計時器，取紙帶其中一部分進行分析，如右圖，已知電鈴計時器頻率為 60 赫，尺的刻度單位為公分，則下列敘述何者正確？

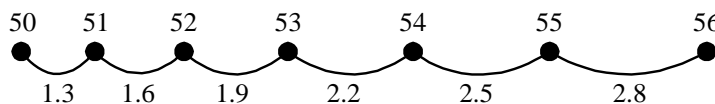


- (A) O、P 點之間的平均速度大小為 60 公分/秒 (B) P 點的速率約為 95 公分/秒
 (C) P、Q 點之間的平均速度大小為 190 公分/秒 (D) 加速度數值約為 90 公分/秒²
 (E) 若減少斜面的傾斜角，重作一次實驗，則紀錄紙帶上的打點數目會增加。

【答案】：BE

範例 5

在測定加速度之實驗中，用紙帶經計時打點。今拉動紙帶，5 秒得 51 個點，其中第 50 點至第 56 點之記錄如右圖，其每點距離以公分表示，則

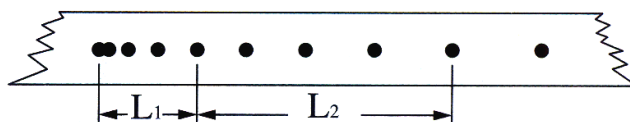


- (A) 計時器的打擊週期為 2 秒 (B) 點 50 至 56 的平均速度為零 (C) 點 50 至 56 的平均加速度為 20 公分/秒² (D) 點 50 的瞬時速度為 11.5 公分/秒 (E) 這段運動為變速運動。

【答案】：DE

範例 6

在一次加速度測量實驗中，滑車拉動紙帶經過電鈴計時器時，在 T 秒鐘內得出 N 個點之紙帶紀錄。若紙帶上的最初一部分，如右圖，請回答下列問題：



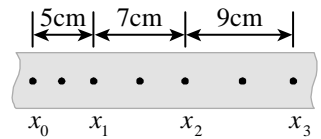
- (1) 紙帶上每 5「滴答」的時間間隔為_____秒鐘。
 (2) 依右圖所標示的距離資料，推論此實驗測得之平均加速度為_____。

【答案】：ABC

類題

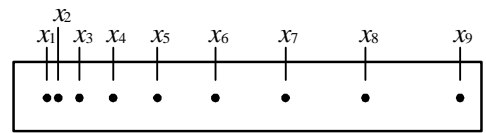
打點計時器

類1. 茹茹利用紙帶與打點計時器測定滑車加速度的實驗中，計時器振動的頻率為 20 次/秒，紙帶數據如右圖，則：



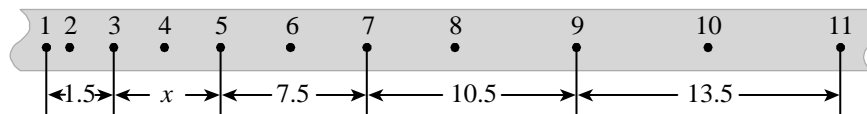
- (1) 滑車之加速度 = _____ 公分/秒²；
 (2) 在 x_2 的位置，滑車的速率 = _____ 公分/秒。
 (3) 在 x_0 的位置，滑車的速率 = _____ 公分/秒。

類2. 測量斜面上運動物體的加速度，可將物體與紙帶相黏並用電鈴計時器測量物體對時間(t)的位置(x)；假設電鈴計時器的打點週期 $\Delta t = 0.1$ 秒，所記錄的紙帶如右圖。經測量，各點的位置如下表，則物體運動的加速度量值為 _____ 公尺/秒²。



位置	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
單位(公分)	0	1.9	6.2	12.9	22.0	33.5	47.4	63.7	82.4

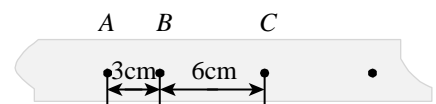
類3. 某生作「直線等加速實驗」，自靜止起拉動紙條通過電鈴型計時器，在 5 秒內紙帶上有 51 個痕點，今力學滑車拉動紙帶，分析紙帶上痕點如下圖，則：



(單位：公分)

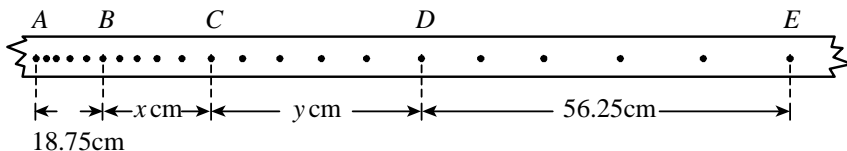
- (1) 滑車之加速度為 _____ 公分/秒²。
 (2) 圖中 x 的值為 _____ 公分。
 (3) 圖中第 9 痕點的瞬時速度大小為 _____ 公分/秒。
 (4) 圖中第 11 痕點的瞬時速度大小為 _____ 公分/秒。

類4. 小新作「直線等加速實驗」，電鈴計時器的振動頻率為 20 赫茲，滑車作等加速運動時，如圖為紙帶上打點的部分記錄，則：



- (1) 圖中相鄰二點間的時距為 _____ 秒；
 (2) 滑車的加速度為 _____ 公尺/秒²；
 (3) 滑車在 A 點的瞬時速度為 _____ 公分/秒。

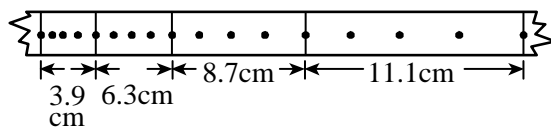
類5. 凱凱進行「斜面上運動」的實驗，利用臺車拉動紙帶經過電鈴計時器打點，平均每5秒鐘打101個點。若紙帶其中一部分如右圖，請回答下列問題：



- (1) 實驗過程中，凱凱不小心打翻飲料，使得B、C間和C、D間距離的測量結果被汙損。若 $\overline{BC} = x$ 公分、 $\overline{CD} = y$ 公分，請幫忙還原(x,y)值應為_____。
- (2) 紙帶上每6個點痕的時間間隔為_____秒。
- (3) 由圖上所標示資料，可得物體加速度為_____公尺/秒²。
- (4) 物體在A點的瞬時速度大小為_____公尺/秒。

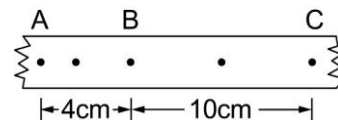
類6. 質點作等加速運動之紙帶紀錄如右圖，若打點計時器的週期為1/12秒，則此物體的加速度大約為多少公分/秒²？

- (A)1.6 (B)5.6 (C)10.6 (D)15.6 (E)21.6。



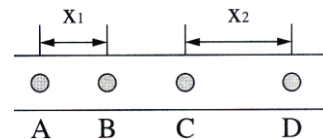
類7. 測定一滑車作等加速度直線運動的實驗，得到紙帶上的點痕如右圖，若電鈴計時器的振動頻率為20 Hz，則：

- (1) 滑車的加速度量值為多少 m/s²？
(A)2 (B)4 (C)6 (D)8 (E)10 m/s²。
- (2) 紙帶上B點的瞬時速度為多少 cm/s？
(A)40 (B)70 (C)90 (D)120 (E)140 cm/s。



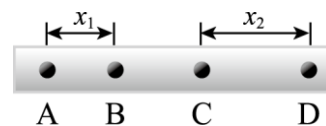
類8. 琳琳利用紙帶打點的方法，分析滑車的等加速度時，已知紙帶x上的打點如右圖。若相鄰兩點的時距為t，則滑車的加速度為：

- (A) $\frac{x_2 - x_1}{2t^2}$ (B) $\frac{x_2 - x_1}{3t^2}$ (C) $\frac{x_2 - x_1}{4t^2}$ (D) $\frac{2(x_2 - x_1)}{t^2}$ (E) $\frac{3(x_2 - x_1)}{t^2}$ 。



類9. 作「物體沿斜面下滑」實驗時，滑車拉動紙帶經過電鈴計時器，得部分紙帶上打點結果如圖，若相鄰兩點間的時間間隔為0.1秒， $x_1 = 4.0$ cm、 $x_2 = 16.0$ cm，則下列敘述哪些正確？(多選)

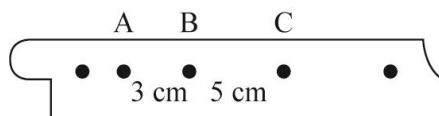
- (A) B、C之間的距離為10.0 cm (B) B點的瞬時速率為0.7 m/s (C) 滑車的加速度為6.0 m/s² (D) A點的瞬時速率為0 (E) A至D的平均速率為1.0 m/s。



綜合練習

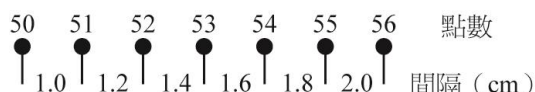
打點計時器

1. 電鈴計時器的振動頻率為 10 滴答/秒，滑車作等加速運動時，電鈴計時器在紙帶上打點的部分紀錄如圖，則滑車的平均加速度量值為



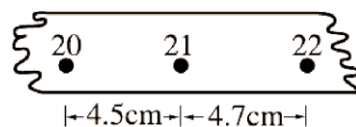
- (A) 3 公尺/秒² (B) 5 公尺/秒² (C) 30 公尺/秒²
(D) 20 公尺/秒² (E) 2 公尺/秒²。

2. 在測定加速度實驗中，用紙帶經計時器打點，今拉動紙帶，5 秒鐘得 101 個點，其中第 50 個點至 56 個點的紀錄如右圖，其長度單位為公分，則其加速度大小為多少公分/秒²？



- (A) 60 (B) 70 (C) 80 (D) 90 (E) 100。

3. 某打點計時器 10 秒中可以打出 101 個點，其中第 20~22 個點的紙條記錄如右圖，已知此打點計時器記錄的是一個等加速運動，請問下列哪些正確？(多選)



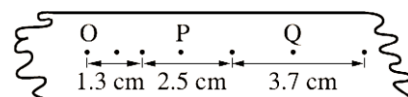
- (A) 此打點計時器的頻率為 20 赫茲 (B) 第 20~22 個點間的平均速度為 44 公分/秒
(C) 此等加速運動的加速度為 20 公分/秒² (D) 第 21 個點時的瞬時速度為 46 公分/秒
(E) 第 20 點時的瞬時速度為 42 公分/秒。

- 【題組】在測量加速度的實驗中，利用滑車拉動紙帶經計時器打點，5 秒鐘得 51 個點，其中部分紙帶記錄如右圖，其長度單位為公分，A 點並非啟動點，請回答下列兩題：



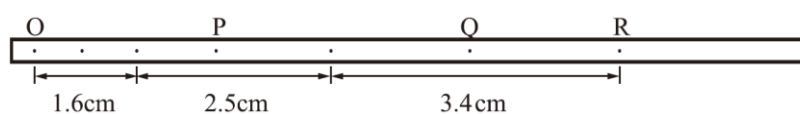
4. 計時器打 C 點瞬間，滑車的速度大小為
(A) 25 (B) 27.5 (C) 35 (D) 37.5 (E) 45 公分/秒。
5. 計時器打 A 點瞬間，滑車的速度大小為
(A) 25 (B) 27.5 (C) 35 (D) 37.5 (E) 45 公分/秒。

6. 做「物體在斜面上的運動」實驗時，用力學臺車拉動紙帶經過電鈴計時器，已測得電鈴計時器頻率為 20 赫茲，若紙帶其中一部分如右圖，則下列敘述，哪些正確？(多選)



- (A) P 點的速度為 25 公分/秒 (B) Q 點的速度為 74 公分/秒 (C) 加速度為 120 公分/秒²
(D) O 點的速度為 7 公分/秒 (E) 若今天將斜面的角度加大，會因為打點過於密集，以至於不易計算數據。

7. 作「物體沿斜面下滑」實驗時，利用臺車拉動紙帶，經打點計時器打點，平均每 5



- 秒內打 100 個點，若紙帶其中一部分，如上圖，下列敘述哪些正確？(多選)
(A) P 點的速度為 25 公分/秒 (B) Q 點的速度為 34 公分/秒 (C) 加速度為 90 公分/秒²
(D) R 點的速度為 43 公分/秒 (E) O 點的速度為 14 公分/秒。

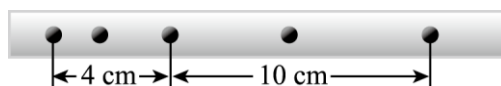
8. 用電鈴計時器，拉動通過計時器的紙帶以分析物體運動速度和加速度的實驗中，可以分析的運動為何？(多選)

- (A) 速度恆為正值，加速度亦為正值的運動 (B) 速度恆為負值，加速度亦為負值的運動
 (C) 速度由正值變負值，加速度為負值的運動 (D) 速度由負值變正值，加速度為正值的運動
 (E) 速度恆為正值，加速度由負值變正值的運動。

9. 在「直線運動定律」實驗中：①斜面實驗臺的斜角，②打點計時器振動的頻率，③滑車與實驗臺間及紙帶與打點計時器間的摩擦，④滑車的質量等因素，何者不會影響最後算出的加速度大小？

- (A) ②④ (B) ①④ (C) ③④ (D) ②③ (E) ①②。

10. 某滑車作等加速直線運動的實驗，得到紙帶上的點痕如右圖，若電鈴計時器的振動頻率為 30 Hz，則滑車的加速度大小為多少？



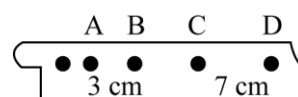
- (A) 9.5 m/s^2 (B) 10 m/s^2 (C) 13.5 m/s^2 (D) 27 m/s^2 (E) 54 m/s^2 。

11. 當紙帶以等速度通過電鈴計時器，紙帶左方為起始點，而紙帶上打點紀錄的分布如右圖，若打點計時器的位移愈來愈小，下列敘述敘述何者正確？



- (A) 電鈴計時器的頻率固定不變 (B) 電鈴計時器的頻率逐漸變高 (C) 電鈴計時器的頻率逐漸變低 (D) 電鈴計時器的頻率忽高忽低 (E) 此圖與電鈴計時器的頻率無關。

12. 電鈴計時器的振動頻率為 10 滴答/秒，滑車作等加速運動時，電鈴計時器在紙帶上打點的部分紀錄如右圖，則滑車的平均加速度量值為



- (A) 3 (B) 5 (C) 30 (D) $\frac{4}{3}$ (E) 2 公尺/秒²。

專題(2)_打點計時器_標準答案：

類題：

1.(1)200, (2)80 2.2.4 3.(1)75, (2)4.5, (3)60, (4)75 4.(1)0.05, (2)12, (3)30
 5.(1)(31.25, 43.75), (2)0.25, (3)2, (4)0.5 6.E 7.(1)C, (2)B 8.D 9.ABCE

二、綜合練習：

1.E 2.C 3.CD 4.D 5.B 6.ACD 7.ABC 8.ABE 9.A 10.C 11.B 12.E