

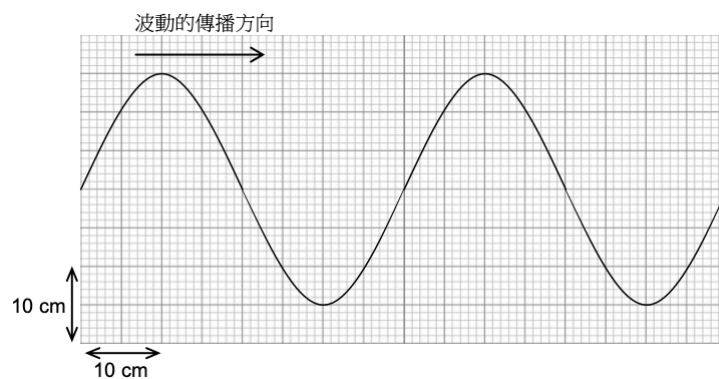
波的本質

姓名: _____

學號: _____

1 長題目

1. 一個拉緊的彈簧在一邊以 4 Hz 振動，產生向右傳播的波。下圖顯示彈簧在某時刻的形狀。

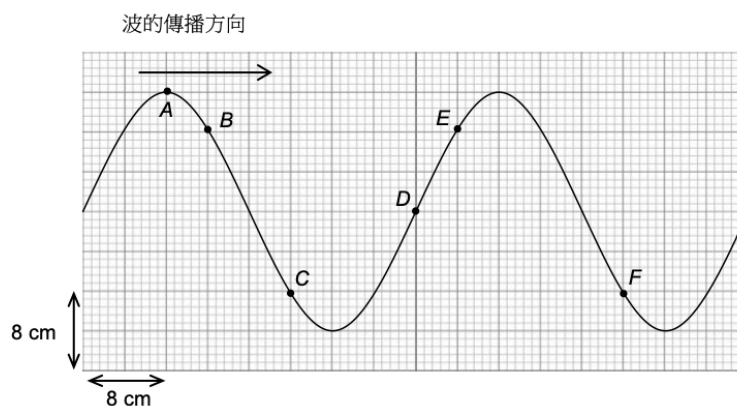


- (a) (i) 這是橫波還是縱波？ (1 分)
- (ii) 粒子的振動和波動的傳播方向有甚麼關係？ (1 分)
- (b) 找出波動的
- (i) 振幅。 (1 分)
- (ii) 波長。 (1 分)
- (iii) 週期。 (2 分)
- (iv) 速率。 (2 分)
- (c) 如果彈簧拉得更長，然後以相同的頻率振動，波動的速率、波長和週期會怎樣改變？ (3 分)

Ans:

(a) (i) 橫波	1A
(ii) 互相垂直	1A
(b) (i) 振幅 = 15 cm	1A
(ii) 波長 = 40 cm	1A
(iii) 週期 = $\frac{1}{f}$	1M
$= \frac{1}{4}$	
$= 0.25 \text{ s}$	1A
(iv) 速率 = $f \lambda$	1M
$= 4 \times 0.4$	
$= 1.6 \text{ m s}^{-1}$	1A
(c) 波速率會增加	1A
波長會增加	1A
週期會保持不變	1A

2. 一列波沿繩子從左到右傳播。下圖顯示繩子在某時刻的形狀。



- (a) 這是橫波還是縱波？指出粒子振動方向和波動傳播方向的關係。 (2 分)
- (b) (i) 求波動的波長。 (1 分)
- (ii) 求波動的振幅。 (1 分)
- (c) (i) 指出一對振動同相的粒子。 (1 分)
- (ii) 指出一對振動異相的粒子。 (1 分)
- (iii) 指出一對振動反相的粒子。 (1 分)
- (d) (i) 指出一個向上移動的粒子。 (1 分)
- (ii) 指出一個向下移動的粒子。 (1 分)
- (iii) 指出一個瞬時靜止的粒子。 (1 分)

Ans:

(a) 橫波

粒子振動的方向與波動傳播的方向互相垂直。

(b) (i) 波長 = 32 cm

(ii) 振幅 = 12 cm

(c) (i) C 和 F

(ii) (除 C 和 F 外任何一對粒子)

(iii) 下列任何一項：C 和 E、E 和 F

(d) (i) 下列任何一項：B、C、F

(ii) 下列任何一項：D、E

(iii) A

1A

1A

1A

1A

1A

1A

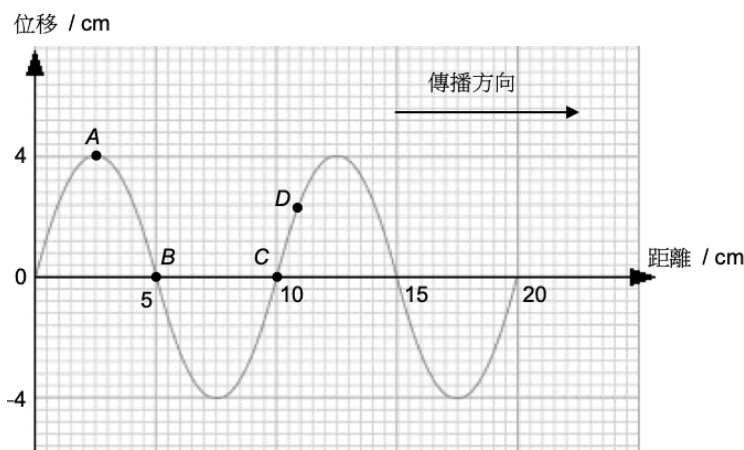
1A

1A

1A

1A

3. 一列橫波在繩子中傳播。下圖顯示 $t = 0$ 時繩子的波形。



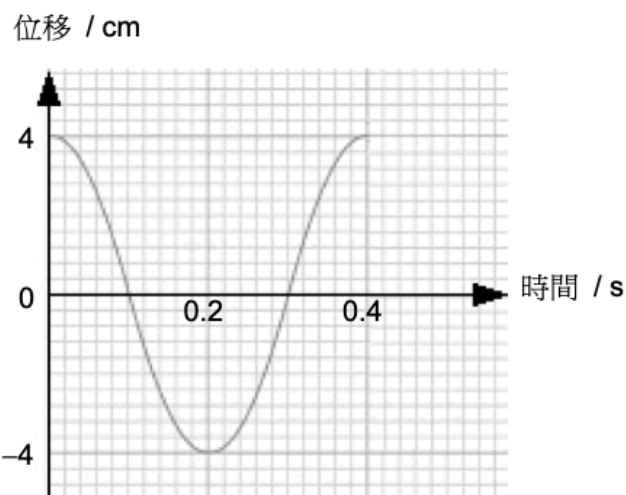
- (a) (i) 指出橫波的定義。 (1 分)
(ii) 舉出另一個橫波的例子。 (1 分)
- (b) (i) 指出波動的振幅。 (1 分)
(ii) 指出波動的波長。 (1 分)
- (c) 如果粒子 B 在 2 s 內完成 5 個振動週期，
(i) 求波動的頻率。 (1 分)
(ii) 求波動的速率。 (2 分)
- (d) 考慮圖示的一刻，對以下各項舉出一個例子。
(i) 瞬時靜止的粒子 (1 分)
(ii) 向上移動的粒子 (1 分)
(iii) 向下移動的粒子 (1 分)
- (e) 如果波動的週期是 0.4 s ，草繪粒子 A 從 $t = 0\text{ s}$ 到 $t = 0.4\text{ s}$ 的位移—時間關係線圖。 (2 分)

Ans:

- | | | |
|---------|---|--------------|
| (a) (i) | 橫波是振動方向與傳播方向互相垂直的波動。 | 1A |
| (ii) | 水波
(或其他合理答案) | 1A |
| (b) (i) | 振幅 = 4 cm | 1A |
| (ii) | 波長 = 10 cm | 1A |
| (c) (i) | 頻率 = $\frac{5}{2} = 2.5 \text{ Hz}$ | 1A |
| (ii) | 波速率 = $f\lambda$
= 2.5×0.1
= 0.25 m s^{-1} | 1M

1A |
| (d) (i) | A | 1A |
| (ii) | B | 1A |
| (iii) | C 或 D | 1A |

(e)



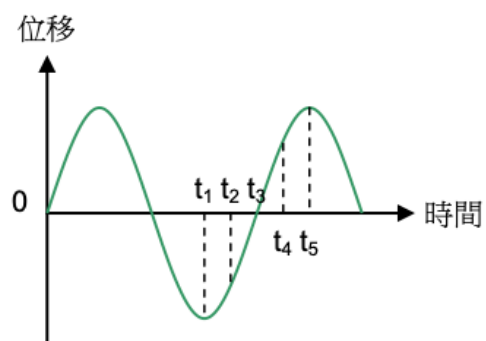
(標軸及標籤正確)

1A

(圖線正確)

1A

4. 學生將軟彈簧放在地上並把一端固定，然後抖動另一端，產生橫波。下圖顯示彈簧上一個粒子 P 的位移—時間關係線圖。



- (a) 寫出橫波的定義。 (1 分)
- (b) 描述位移—時間關係線圖和位移—距離關係線圖的分別。 (2 分)
- (c) 從 t_1 到 t_5 ，粒子 P 分別在甚麼時候到達最大和最小速率？ (2 分)
- (d) 提議怎樣量度彈簧中波的速率。 (3 分)
- (e) 指出兩個影響波速率的因素。 (2 分)

Ans:

(a) 一列橫波是粒子振動方向與波動傳播方向垂直的波動。	1A
(b) 位移—時間關係線圖顯示介質中一個粒子位移如何隨時間變化；	1A
位移—距離關係線圖顯示介質中所有粒子在某時刻的位移。	1A
(c) 粒子 P 在 t_3 達到最大速率，	1A
在 t_1 和 t_5 達到最小（零）速率。	1A
(d) 量度彈簧兩端的距離	1A
和脈衝從一端傳播到另一端的時間。	1A
波速率 = $\frac{\text{量得的距離}}{\text{量得的時間}}$	1A
(e) 彈簧的張力	1A
彈簧每單位長度的質量	1A

5. 頻率為 2 Hz 的橫波沿繩子向右傳播，圖 a 顯示 $t = 0$ 時的波形，兩個相鄰波峯之間的距離是 4 cm。波峯和波谷之間的垂直距離是 6 cm。

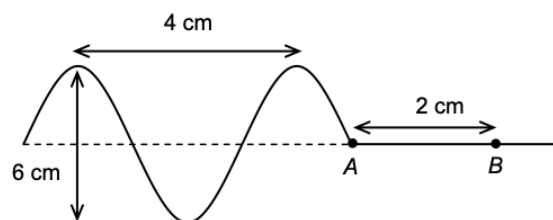


圖 a

(a) 找出波動的

(i) 振幅。

(1 分)

(ii) 週期。

(2 分)

(iii) 速率。

(2 分)

(b) A 和 B 是繩子上兩個相距 2 cm 的粒子。

(i) 在圖 b 中草繪粒子 A 從 $t = 0$ 到 $t = 1$ s 的位移—時間關係線圖。

(1 分)

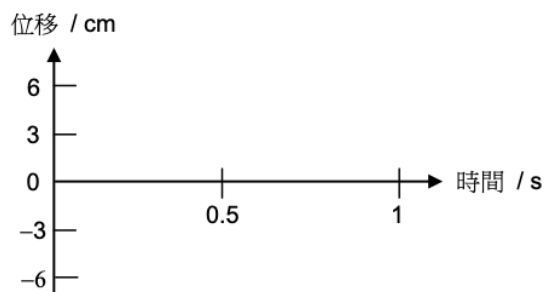


圖 b

(ii) 在圖 c 中草繪粒子 B 從 $t = 0$ 到 $t = 1$ s 的位移—時間關係線圖。

(2 分)

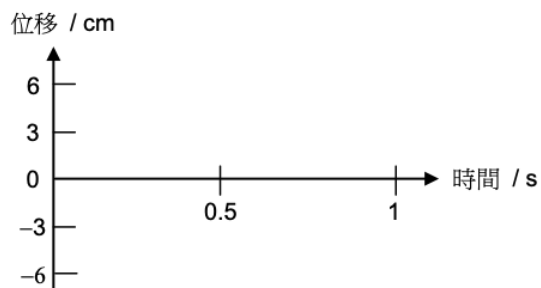


圖 c

(c) 粒子 A 和 B 的相位關係是甚麼？

(a) (i) 振幅 $= \frac{6}{2} = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$

1A

(ii) 週期 $= \frac{1}{f}$

1M

$$= \frac{1}{2}$$

$$= 0.5 \text{ s}$$

1A

(iii) 速率 $= f \lambda$

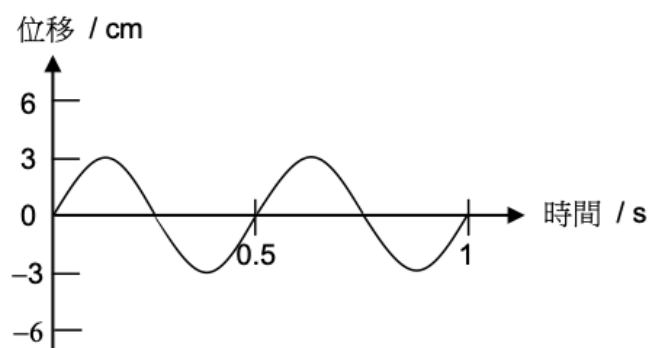
1M

$$= 2 \times 4$$

$$= 8 \text{ cm s}^{-1}$$

1A

(b) (i)



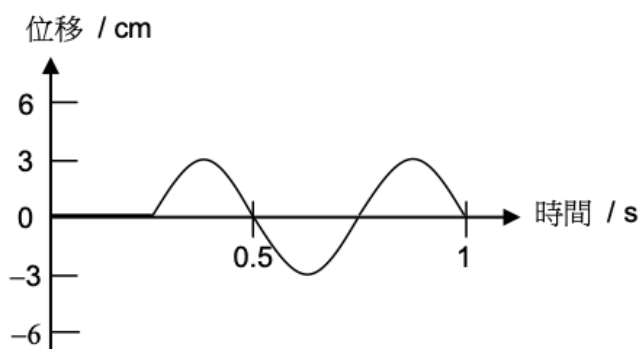
(形狀、週期和振幅正確)

1A

(位移在 $t = 0$ 從零增加)

1A

(ii)



(0.25 s 前位移等於 0)

1A

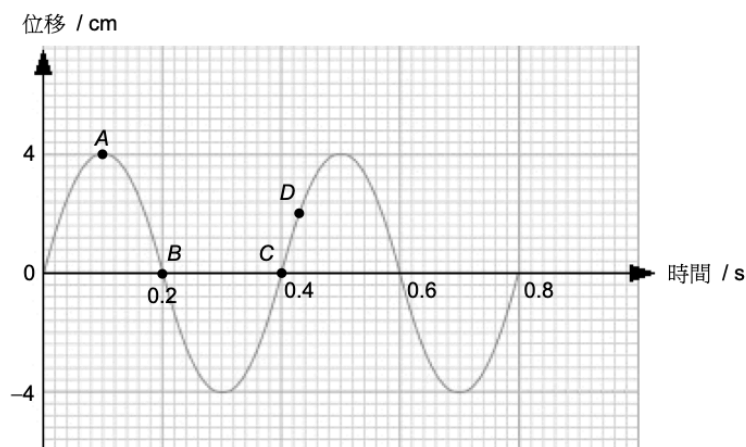
(0.25 s 後圖線正確)

1A

(c) 異相 (反相)

1A

6. 一列橫向行波在繩子上產生。下圖顯示位於 $x = 0$ 的粒子 P 的運動。在 $t = 0$ 時，位移為零而最接近 P 的粒子與 P 相距 5 cm。



- (a) 解釋甚麼是橫波，並在上述的波以外舉一個例子。 (2 分)
- (b) 找出波動的以下特性：
- (i) 振幅 (1 分)
 - (ii) 週期 (1 分)
 - (iii) 頻率 (1 分)
 - (iv) 波長 (1 分)
 - (v) 速率 (2 分)
- (c) 在 A、B、C、D 哪個時刻中，粒子
- (i) 瞬間靜止？ (1 分)
 - (ii) 正向上移動？ (1 分)
 - (iii) 正向下移動？ (1 分)
- (d) 草繪繩子在 $t = 0.1$ s 時由 $x = 0$ 到 $x = 10$ cm 的位移—距離關係線圖。 (2 分)

Ans:

(a) 橫波是振動與傳播方向垂直的波動。

1A

例子：水波

1A

(或其他合理答案)

(b) (i) 振幅 = 4 cm

1A

(ii) 週期 = 0.4 s

1A

(iii) 頻率 = $\frac{1}{0.4} = 2.5 \text{ Hz}$

1A

(i) 波長 = $2 \times 5 = 10 \text{ cm}$

1A

(ii) 波速率 = $f\lambda$

1M

$$= 2.5 \times 0.1$$

$$= 0.25 \text{ m s}^{-1}$$

1A

(c) (i) A

1A

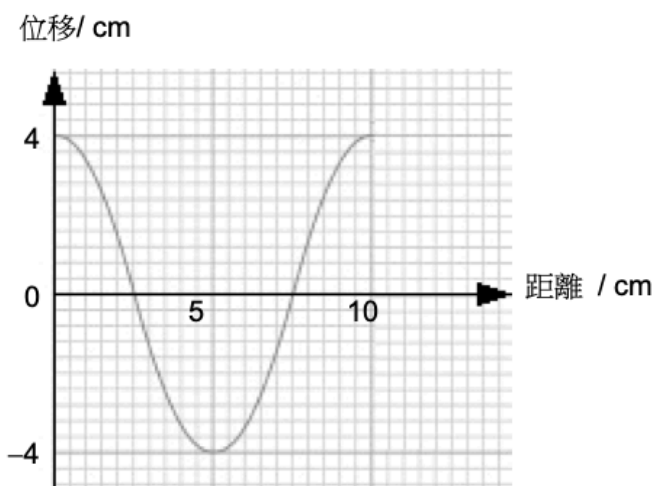
(ii) C 或 D

1A

(iii) B

1A

(d)



(標軸及標籤正確)

1A

(圖線正確)

1A

7. 以下顯示行波上某粒子在 $t = 0$ 和 $t = 0.3 \text{ s}$ 時的位移—距離關係線圖。

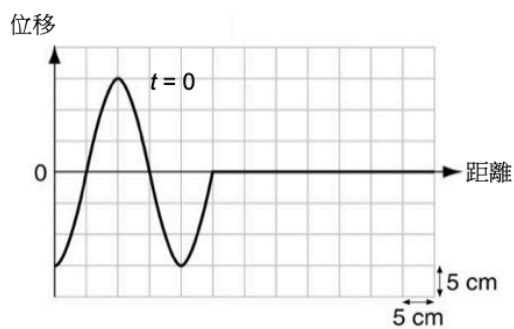


圖 a

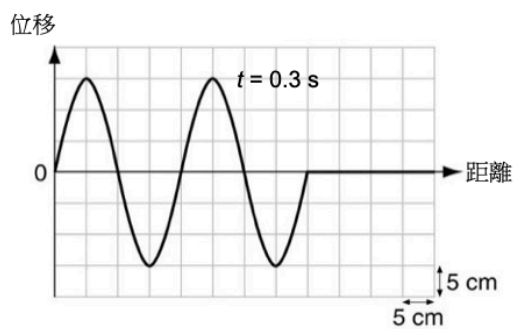


圖 b

(a) 找出行波的以下特性：

- | | |
|----------|-------|
| (i) 振幅 | (1 分) |
| (ii) 波長 | (1 分) |
| (iii) 速率 | (2 分) |
| (iv) 頻率 | (2 分) |
| (v) 週期 | (2 分) |

(b) 在圖 b 上繪畫波在 $t = 0.5 \text{ s}$ 時的位移—距離關係線圖。(2 分)

Ans:

(a) (i) 振幅 = 15 cm = 0.15 m

1A

(ii) 波長 = 20 cm = 0.2 m

1A

(iii) 速率 = $\frac{d}{t}$

1M

$$= \frac{3 \times 0.05}{0.3}$$

$$= 0.5 \text{ m s}^{-1}$$

1A

(iv) 根據 $v = f\lambda$,

1M

$$\text{頻率} = \frac{v}{\lambda} = \frac{0.5}{0.2} = 2.5 \text{ Hz}$$

1A

(v) 週期 = $\frac{1}{f}$

1M

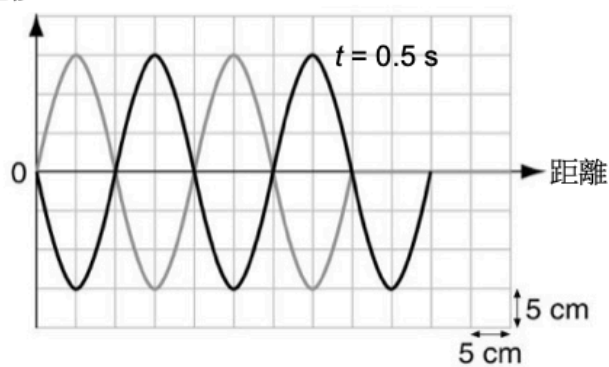
$$= \frac{1}{2.5}$$

$$= 0.4 \text{ s}$$

1A

(b)

位移



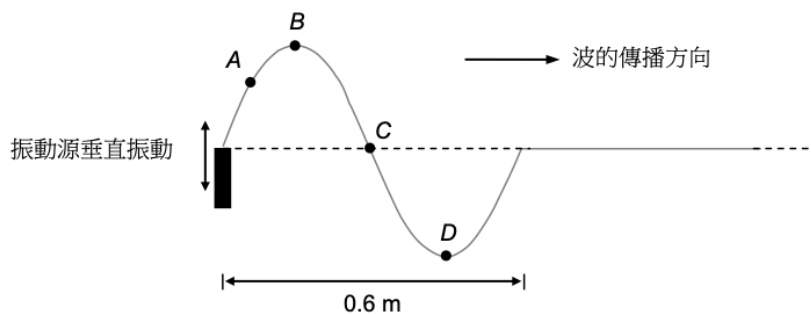
(波形的數目正確)

1A

(全部正確)

1A

8. 振動源垂直振動，在繩子上產生波動。下圖顯示繩子於 $t = 0$ 時的狀態。每個粒子完成一次完整振動需時 0.25 s 。



- (a) 繩子上產生的是橫波還是縱波？ (2 分)
- (b) 求波的速率。 (2 分)
- (c) 在圖示的一刻，指出
- (i) 一個向上移動的粒子。 (2 分)
 - (ii) 一個向下移動的粒子。 (2 分)
 - (iii) 一個瞬時靜止的粒子。 (2 分)
- (d) 草繪繩子在 0.125 s 後的狀態，並標示粒子 A、B、C、D 的位置。 (2 分)
- (e) 草繪粒子 D 從 $t = 0$ 到 $t = 0.25$ 的位移—時間關係線圖。 (2 分)

Ans:

(a) 橫波

1A

(b) 波速率 = $f\lambda$

1M

$$= \frac{1}{0.25} \times 0.6$$

$$= 2.4 \text{ m s}^{-1}$$

1A

(c) (i) C

1A

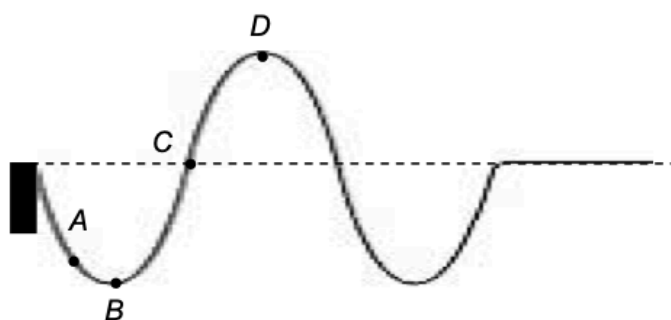
(ii) A

1A

(iii) B 或 D

1A

(d)



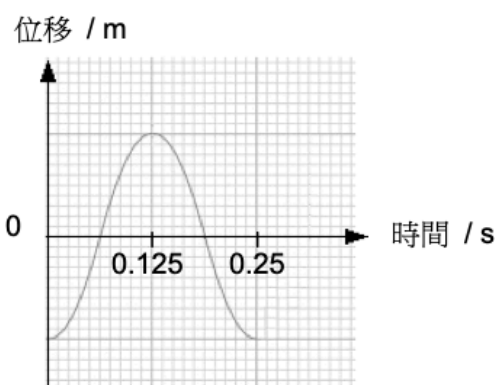
(形狀正確)

1A

(粒子的位置正確)

1A

(e)



(標軸及標籤正確)

1A

(圖線正確)

1A

9. 將橫波模型（圖 a）安裝在高映機上，讓模型轉動，屏幕上便會出現一系列向右傳播的橫波。假設某粒子在 5 秒內「上下振動」了 10 次。

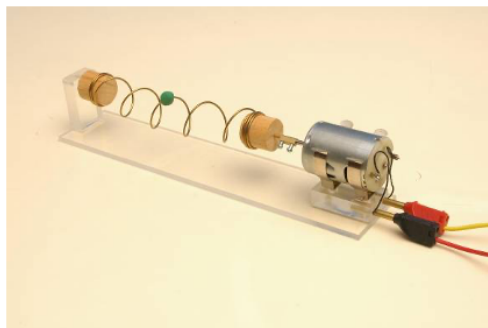


圖 a

- (a) 橫波是甚麼？ (1 分)
- (b) 圖 b 顯示「波」在 $t = 0$ 時的位移—距離關係線圖。

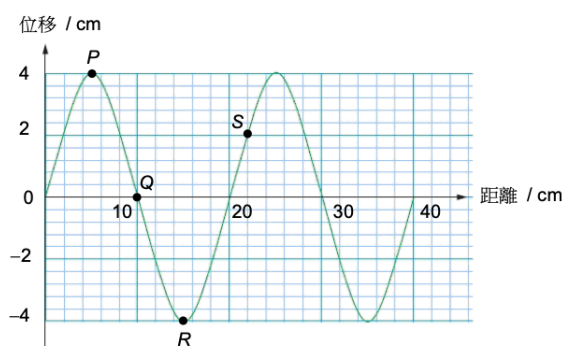


圖 b

- (i) 求「波」的振幅。 (1 分)
- (ii) 求「波」的波長。 (1 分)
- (c) 描述粒子 P 、 Q 、 R 和 S 在 $t = 0$ 時的運動。 (4 分)
- (d) (i) 求「波」的速率。 (2 分)
- (ii) 求「波」傳播 80 cm 所需的時間。 (2 分)
- (e) 草繪粒子 Q 從 $t = 0$ 到 $t = 0.5$ s 的位移—時間關係線圖。 (2 分)
- (f) 如果「波」的頻率增加，它的波長和波速率會怎樣改變？這與在彈簧上傳播的真實橫波有甚麼不同？ (2 分)

Ans:

(a) 橫波是振動方向與傳播方向垂直的波動。

1A

(b) (i) 振幅 = 4 cm

1A

(ii) 波長 = 20 cm

1A

(c) 粒子 *P* 瞬時靜止

1A

粒子 *Q* 正向下移動

1A

粒子 *R* 瞬時靜止

1A

粒子 *S* 正向下移動

1A

(d) (i) 波速率 = $f\lambda$

1M

$$= \frac{10}{5} \times 20$$

$$= 40 \text{ cm s}^{-1}$$

1A

(ii) 所需時間 = $\frac{\text{傳播距離}}{\text{波速率}}$

1M

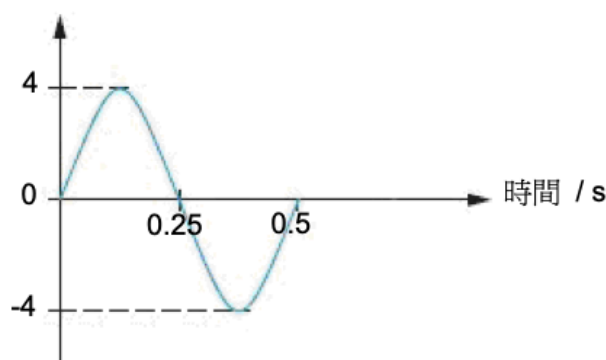
$$= \frac{80}{40}$$

$$= 2 \text{ s}$$

1A

(e)

位移 / cm



(標軸及標籤正確)

1A

(圖線正確)

1A

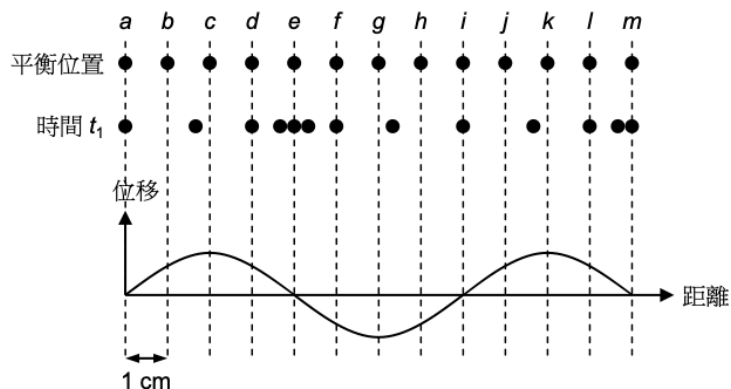
(f) 當「波」的頻率增加，波長會保持不變，而波速率會增加；

1A

如果是彈簧上傳播的橫波，波速率會保持不變，而波長會減少。

1A

10. 下圖顯示縱波的粒子在時間 t_1 的位置和平衡位置。波動時間 t_1 的位移—距離關係線圖亦如下所示，取向右為正。

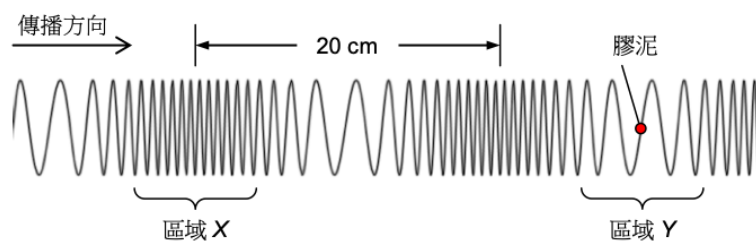


- (a) 從上圖中，可知在某時間位移為零的粒子有甚麼特性？ (2 分)
- (b) 哪些粒子的振動有以下關係？各舉出一對粒子作例子。 (1 分)
- (i) 同相 (1 分)
 - (ii) 異相 (1 分)
 - (iii) 反相 (1 分)
- (c) (i) 指出粒子的波長。 (1 分)
- (ii) 指出粒子的振幅。 (1 分)
- (d) 波動的頻率是 3 Hz。求
- (i) 粒子振動的週期。 (2 分)
 - (ii) 波動的速率。 (2 分)

Ans:

題 解	分 數
(a) 它們抑或是在密部中心， 抑或是在疏部中心。	1A 1A
(b) (i) a 和 i / b 和 j / c 和 k / d 和 l / e 和 m	1A
(ii) (除了以上外任何一對)	1A
(iii) a 和 e / b 和 f / c 和 g / d 和 h / e 和 i / f 和 j / g 和 k / h 和 l / i 和 m / a 和 m	1A
(c) (i) 8 cm	1A
(ii) 1 cm	1A
(d) (i) 週期 $= \frac{1}{f}$	1M
$= \frac{1}{3} = 0.333 \text{ s}$	1A
(ii) 波速率 $= f\lambda$	1M
$= 3 \times 8 = 24 \text{ cm s}^{-1}$	1A

11. 一塊膠泥貼在軟彈簧上，而軟彈簧從左邊持續推拉，使波動產生。

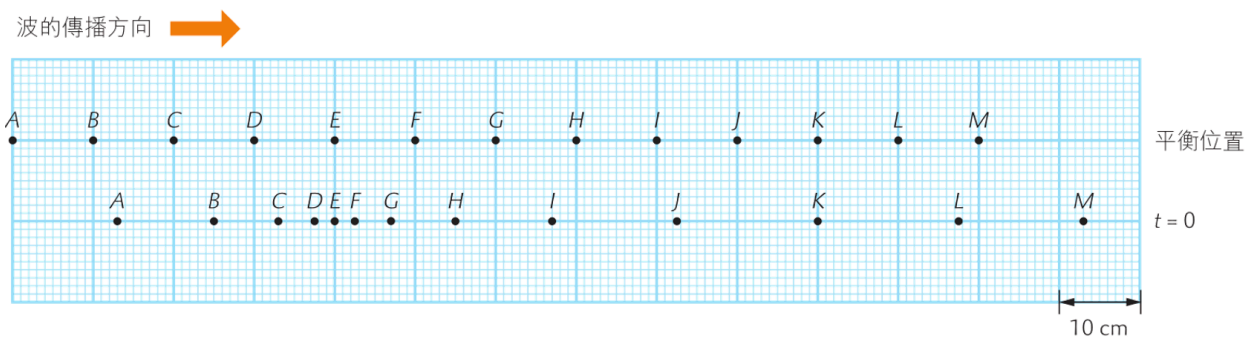


- (a) 指出
- (i) 所產生波動的種類。 (1 分)
 - (ii) 區域 X 和 Y 的名字。 (2 分)
- (b) 指出膠泥在圖示一刻的運動方向。 (1 分)
- (c) (i) 指出波動的波長。 (1 分)
- (ii) 計算區域 X 和 Y 中心之間的距離。 (2 分)
- (d) (i) 波動的頻率和膠泥振動的頻率有甚麼關係？ (1 分)
- (ii) 如果膠泥振動的頻率是 0.5 Hz，求波的速率。 (2 分)

Ans:

題 解	分 數
(a) (i) 縱波	1A
(ii) 區域 X：密部	1A
區域 Y：疏部	1A
(b) 向左	1A
(c) (i) 20 cm	1A
(ii) 距離 $= 1\frac{1}{2}\lambda$	1M
$= 1\frac{1}{2} \times 20$	
$= 30 \text{ cm}$	1A
(d) (i) 它們是相同的	1A
(ii) $v = f\lambda$	1M
$= 0.5 \times 0.2$	
$= 0.1 \text{ m s}^{-1}$	1A

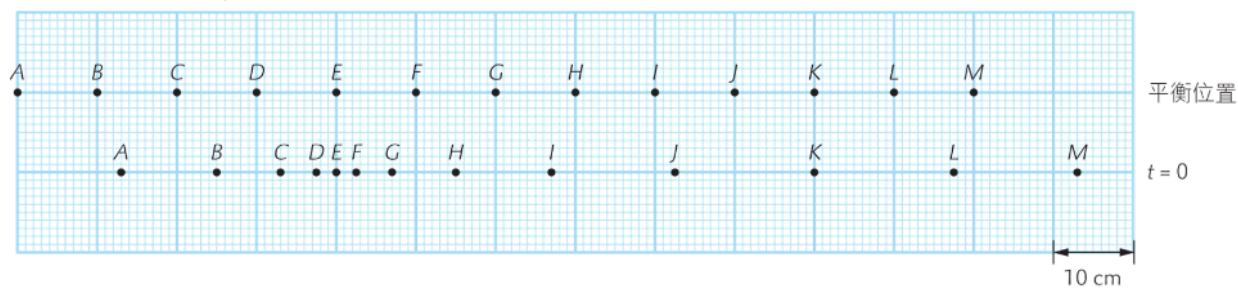
12. 如圖所示，一列縱波從左至右以 0.3 m s^{-1} 的速率傳播，通過質點 A 至 M ，在 $t = 0 \text{ s}$ 的情況。取向右的位移為正。



- (a) 求波的週期，並草繪質點 B 、 E 、 H 、 K 的 $s-t$ 線圖。

Solution:

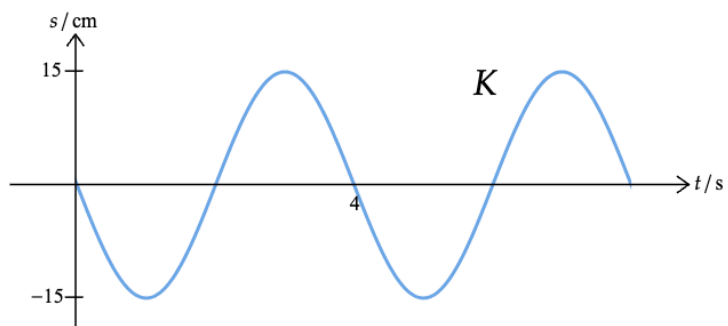
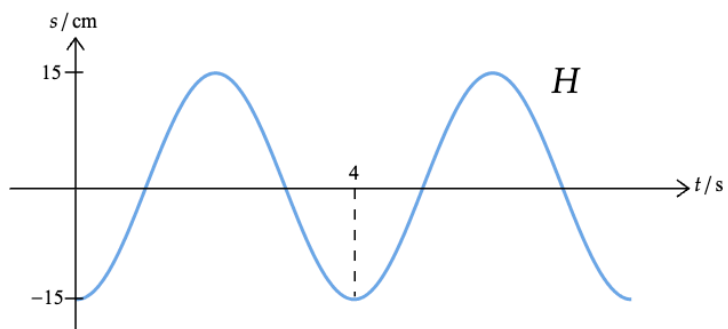
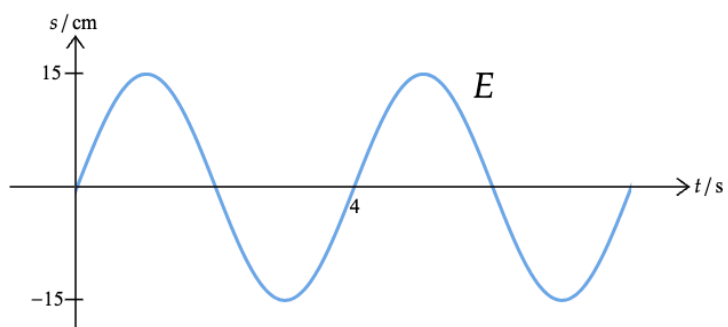
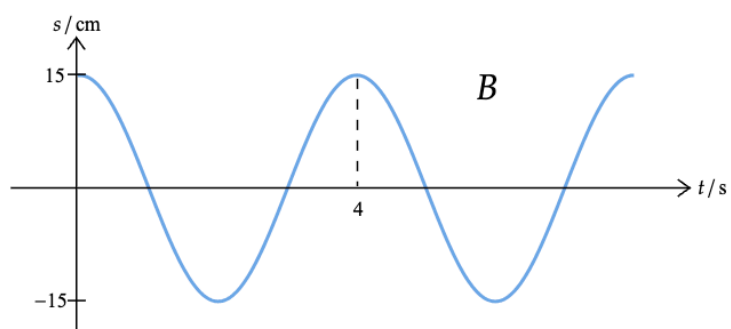
- (b) 如果這個縱波是從右至左以 0.6 m s^{-1} 的速率傳播，波長不變。求波的週期，並草繪質點 B 、 E 、 H 、 K 的 $s-t$ 線圖。



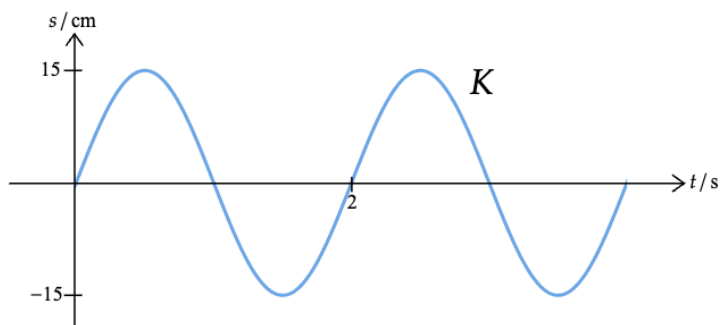
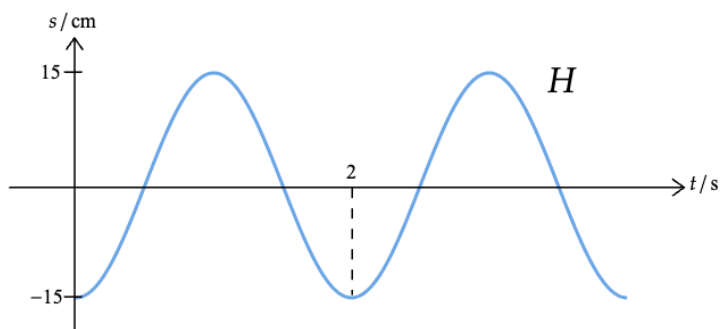
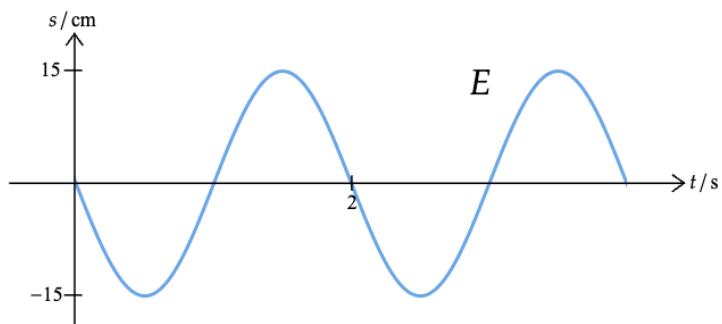
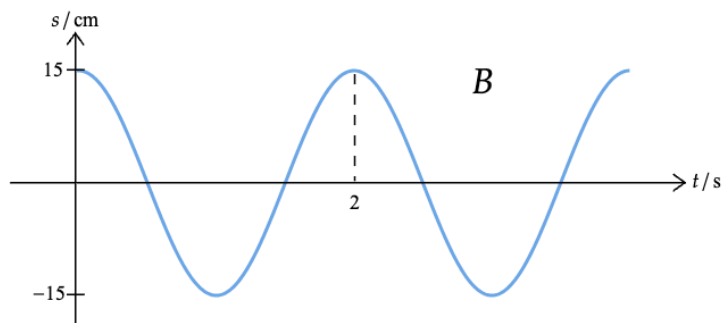
Solution:

Ans:

(a)



(b)

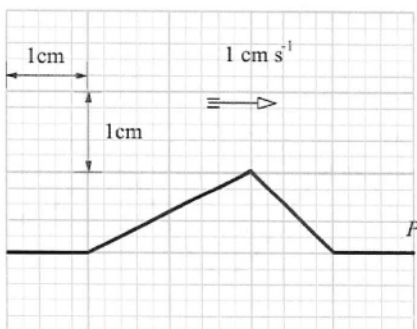


2 多項選擇題

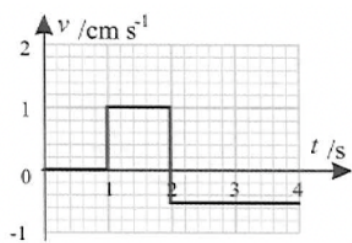
1. 下列有關在繩子中傳播的波的敘述，哪項是不正確的？

- A. 波由振動源產生。
- B. 每個粒子都圍繞各自的平衡位置振動。
- C. 粒子的位移到達最大值時，能量為零。
- D. 能量會在相鄰粒子之間傳遞。

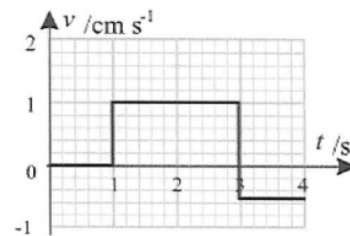
2. 一個脈衝以 1 cm s^{-1} 的速率沿繩子向右傳播。 P 是繩子上的一點。在 $t = 0$ 時， P 與脈衝相距 1 cm 。



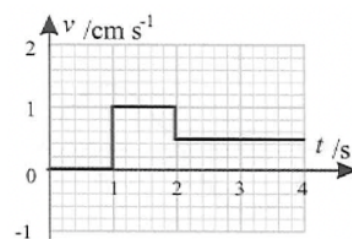
A.



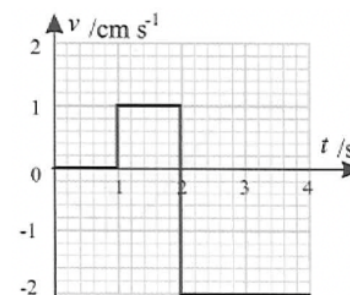
B.



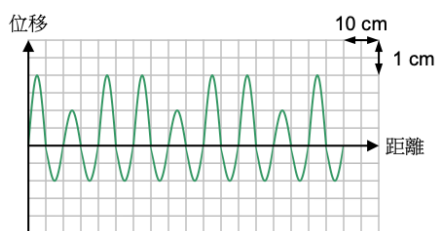
C.



D.



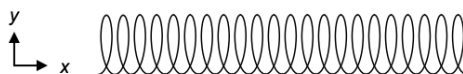
3. 以下顯示一列波在某時刻的位移—距離關係線圖。波的速率是 0.5 m s^{-1} 。



以下哪些敘述是正確的？

- A. 波的振幅是 1.5 cm 。
- B. 波的波長是 10 cm 。
- C. 波的週期是 0.6 s 。
- D. 以上都不是

4. 下圖顯示一個拉長了的軟彈簧。

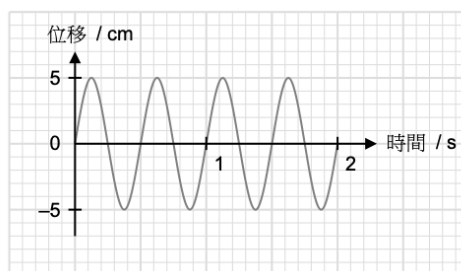


下列哪些敘述是正確的？

- (1) 如果一列縱波沿彈簧傳播，彈簧圈會沿方向 x 振動。
- (2) 如果一列橫波沿彈簧傳播，能量會沿方向 x 傳播。
- (3) 一個振動源可同時產生橫波和縱波。

- A. 只有 (1) 和 (2)
- B. 只有 (1) 和 (3)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1), (2) 和 (3)

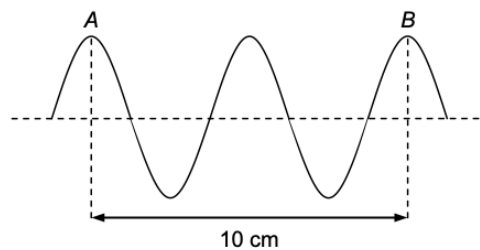
5. 一列正弦波以速率 1.5 m s^{-1} 在一介質內傳播，頻率和振幅分別為 2 Hz 和 5 cm 。



下列哪些是介質中粒子可能的速率？

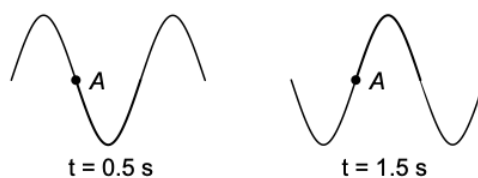
- (1) 0
 - (2) 0.4 m s^{-1}
 - (3) 1.5 m s^{-1}
- A. 只有 (1)
- B. 只有 (1) 和 (2)
- C. 只有 (2) 和 (3)
- D. (1), (2) 和 (3)

6. 下圖顯示一列橫向行波。如果處於 A 的波峯傳播到 B 需時 3 s ，波的速率和頻率是多少？



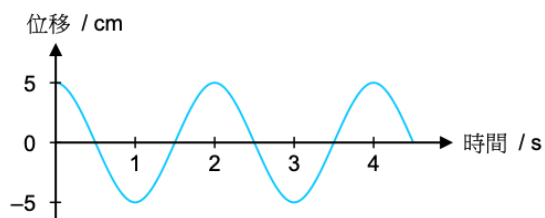
- | | 速率 / m s^{-1} | 頻率 / Hz |
|----|------------------------|------------------|
| A. | 0.0167 | 0.333 |
| B. | 0.0167 | 0.0167 |
| C. | 0.0333 | 0.667 |
| D. | 0.0333 | 0.0166 |

7. 下圖顯示一系列行波在 $t = 0.5 \text{ s}$ 和 $t = 1.5 \text{ s}$ 時的波形。



求這個波的最低頻率。

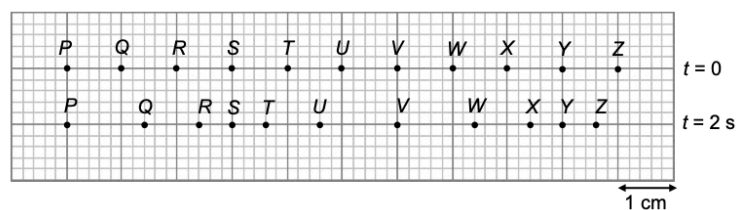
- A. 0.25 Hz
 B. 0.5 Hz
 C. 0.75 Hz
 D. 1 Hz
8. 一列橫波以 2 m s^{-1} 從 P 傳播到 Q ，下圖顯示粒子 Q 的位移—時間關係線圖。



如果 P 和 Q 之間的距離是 3 m ，下列哪項正確地描述粒子 P 在 $t = 2 \text{ s}$ 時的狀態？

- | | 位移 | 運動 |
|----|-----------------|------|
| A. | 0 | 向上移動 |
| B. | 0 | 向下移動 |
| C. | 5 cm | 靜止 |
| D. | -5 cm | 靜止 |

9. 下圖顯示一列縱波。



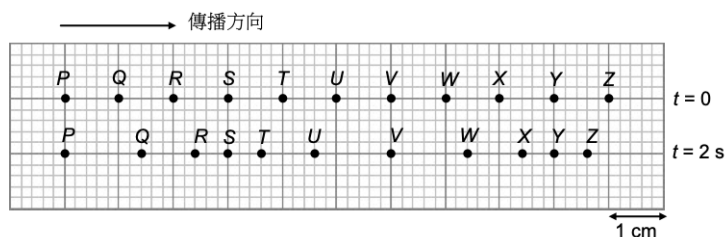
下列哪對粒子的振動反相？

- A. P 和 V
- B. S 和 Y
- C. R 和 T
- D. V 和 Y

10. 下列哪項有關縱波的敘述是不正確的？

- A. 所有聲波都是縱波。
- B. 處於密部中心的粒子是瞬間靜止的。
- C. 所有粒子都帶有能量。
- D. 粒子沿波的傳播方向振動。

11. 以下顯示一列縱波。



在 $t = 2 \text{ s}$ 時， Q 和 Y 分別往哪個方向運動？

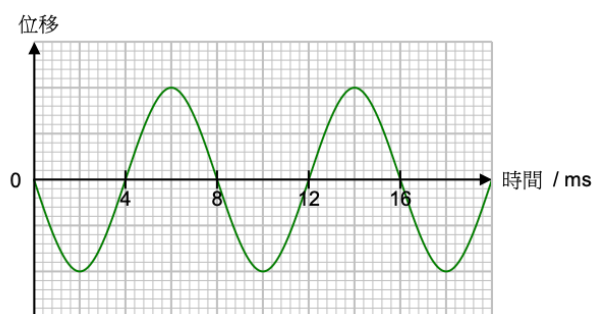
- | | Q | Y |
|----|----------|----------|
| A. | 往左 | 往左 |
| B. | 往左 | 往右 |
| C. | 往右 | 往左 |
| D. | 往右 | 往右 |

12. 如圖所示，一支 659 Hz 的音叉敲擊後發出聲波。已知聲音在空氣中的波長是 330 m s^{-1} 。



兩個相鄰密部之間的距離是多少？

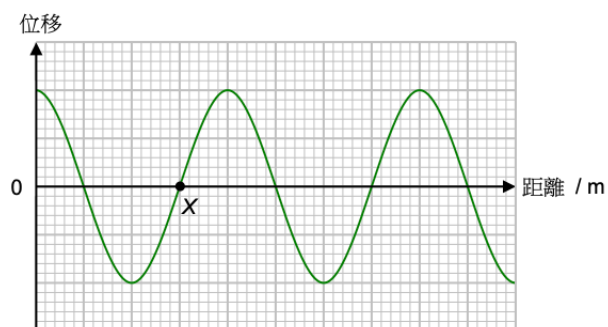
- A. 0.25 m
 B. 0.50 m
 C. 0.75 m
 D. 1.00 m
13. 一列縱波以速率 3000 m s^{-1} 在某介質中傳播。以下顯示介質中一個粒子的位移—時間關係線圖，取波的傳播方向為正。



粒子在甚麼時間處於疏部中心？

- A. $t = 4 \text{ ms}$
 B. $t = 6 \text{ ms}$
 C. $t = 8 \text{ ms}$
 D. $t = 10 \text{ ms}$

14. 以下顯示一列向右傳播縱波的位移—距離關係線圖，取向右為正。



下列哪項有關 X 的敘述是不正確的？

- A. X 正處於疏部中心。
- B. X 正處於平衡位置。
- C. X 正在向右移動。
- D. X 正處於最高速率。