



#高三
第1章

波動·聲波

#高三
第2章

波動

題型一 波的性質與干涉

第一回

完成日期： 月 日

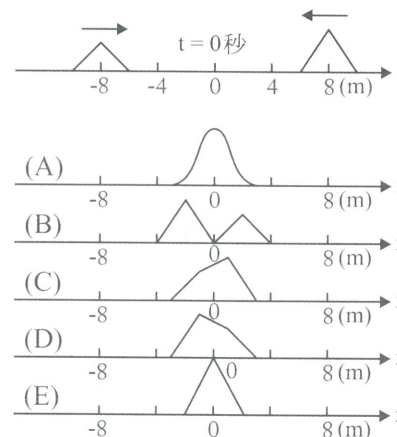
- 在真空中電磁波的速率為 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，求：
 - 在可見光譜之波長範圍(從紫光約 $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ 至紅光約為 $7 \times 10^{-7} \text{ m}$)，光波之頻率範圍為何？
 - 短波無線電(例如：FM 無線電和 VHF 電視)之頻率範圍為 1.5MHz 至 300MHz，則其對應的波長範圍為何？
 - X 光也是電磁波，其波長範圍約從 $5 \times 10^{-9} \text{ m}$ 至 $1.0 \times 10^{-11} \text{ m}$ ，求 X 光之頻率範圍為何？(1MHz = 10^6 Hz)

- 一弦長 10m，質量為 100g，兩端施以 5kgw 的拉力，並使之連續振動產生週期波，每秒振動 70 次，則此弦波的波長為多少？($g = 9.8 \text{ m/s}^2$)

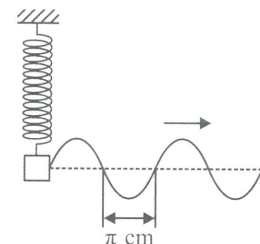
- A 波之振幅為 5 公分，B 波之振幅為 4 公分，則當兩波在一線上相向運動而重疊時，在過程中，質點振動位移不可能出現那種情況？
(A) 0 公分 (B) 3 公分 (C) 6 公分 (D) 9 公分 (E) 14 公分。

- 有一正弦波在張力一定的弦上行進，下列敘述何者錯誤？ (A)在同一介質中傳播的波，當頻率加倍後，波速亦加倍 (B)介質振動方向與波前進方向平行 (C)介質質點之振動，乃屬變加速度運動 (D)在波峰處介質振動速率最大 (E)在波谷處介質振動速率最大。

- 時間 $t = 0$ 秒時，在一條拉緊的長繩上有二個不等高的脈衝波分別向左及向右行進，如圖所示。已知繩波的波速為 10m/s，則在 $t = 0.9$ 秒時，繩波的形狀為下列何者？



- 有一均勻的彈性繩連接至懸掛於彈簧下端的物體上，當物體在鉛直向作振動時，彈性繩隨之產生連續正弦週期波，如右圖所示，若彈力常數為 3600N/m，物體質量 160 克，則正弦波的波速為多少 m/s？
(A) 1.5 (B) 2 (C) 2.5 (D) 4 (E) 5。 【衛道高中】



• 答案

1. (1) $f(\text{紫}) = 7.5 \times 10^{14}(\text{Hz})$; $f(\text{紅}) = 4.3 \times 10^{14}(\text{Hz})$ (2) $\lambda_{\text{max}} = 200(\text{米})$; $\lambda_{\text{min}} = 1(\text{米})$
 (3) $f_{\text{min}} = 6 \times 10^{16}(\text{Hz})$; $f_{\text{max}} = 3 \times 10^{19}(\text{Hz})$ 2. 1(米) 3. (E) 4. (A)(B)(D)(E) 5. (D) 6. (A)

• 解答

$$1. (1) f = \frac{v}{\lambda} \begin{cases} \text{紫光頻率} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = 0.75 \times 10^{15} = 7.5 \times 10^{14} \\ \text{紅光頻率} = \frac{3 \times 10^8}{7 \times 10^{-7}} = 0.43 \times 10^{15} = 4.3 \times 10^{14} \end{cases}$$

可見光頻率介於紫光頻率與紅光頻率間

$$(2) \lambda = \frac{v}{f} \begin{cases} 1.5\text{MHz} \rightarrow \lambda_{\text{max}} = \frac{3 \times 10^8}{1.5 \times 10^6} = 200(\text{m}) \\ 300\text{MHz} \rightarrow \lambda_{\text{min}} = \frac{3 \times 10^8}{300 \times 10^6} = 1(\text{m}) \end{cases}$$

$$(3) f = \frac{v}{\lambda} \begin{cases} f_{\text{min}} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{16} \\ f_{\text{max}} = \frac{3 \times 10^8}{1 \times 10^{-11}} = 3 \times 10^{19} \end{cases}$$

* 稍微注意一下三種常見電磁波的波長，電磁波的波速皆為 $3 \times 10^8 \text{m/s}$

$$2. v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{5 \times 9.8(\text{N})}{\frac{0.1}{10}(\text{kg/m})}} = 70$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{70}{70} = 1(\text{m})$$

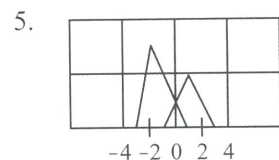
3. 由波的重疊原理，質點振動位移為最大為 $5 + 4 = 9(\text{cm})$

4. (A)同一介質中，波速不變

(B)繩波為橫波，振動方向垂直波前進方向

(C)波經過時介質中質點在鉛直方向做簡諧運動

(D)(E)由(C)，在波峰、波谷處為端點， $v = 0$ ， a 最大



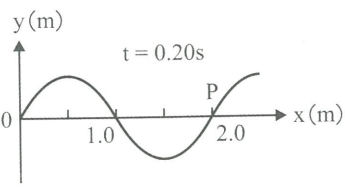
疊合後為(D)圖

$$6. v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\textcircled{1} T = 2\pi \sqrt{\frac{0.16}{3600}} = 2\pi \times \frac{0.4}{60}$$

$$\textcircled{2} v = \frac{2\pi}{2\pi \times \frac{0.4}{60}} = 150(\text{cm/s}) = 1.5(\text{m/s})$$

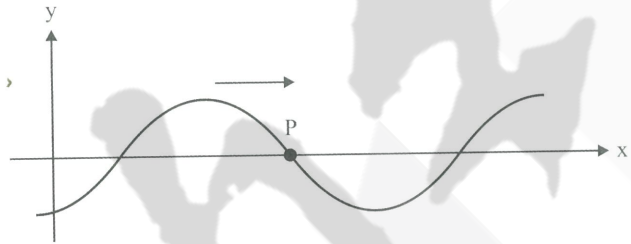
7. 一列週期性繩波以 5.0m/s 之速度，沿 $-x$ 方向傳播時，以致質輕細繩沿著 y 方向振動。若以 y 代表細繩偏離平衡位置的位移，則在 $t = 0.20\text{s}$ 時，繩上各點的位移，如右圖所示，則在 $x = 2.0\text{m}$ 處以 P 點的位移 y 隨時間 t 的變化關係，以下列何圖所示較為正確？



【104 年指考】

- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

8. 一彈性繩上的小振幅週期波由左向右方傳播，某一瞬間其振動位移 y 與位置 x 的關係如右圖所示，繩上質點 P 恰在 x 軸上，則質點 P 在這一瞬間的運動方向最接近下列何者？ (A) \uparrow 向上 (B) \downarrow 向下 (C) \leftarrow 向左 (D) \rightarrow 向右 (E) 沒有確定的方向，因其速度為零。

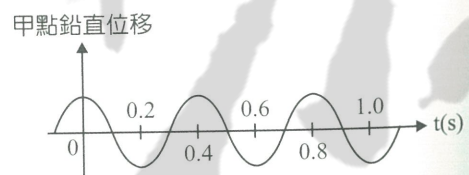


【102 年指考】

9. 地震時會同時產生 P 波與 S 波，P 波是縱波其波速約為 9000m/s，S 波是橫波其波速約為 5000m/s。一觀測站在某次大地震中測得 P 波抵達後的 12 秒 S 波也抵達，若這兩種波沿著同一直線路徑由震源傳到觀測站，則震源與觀測站的距離約為多少公里？ (A) 8 (B) 60 (C) 90 (D) 135 (E) 255。

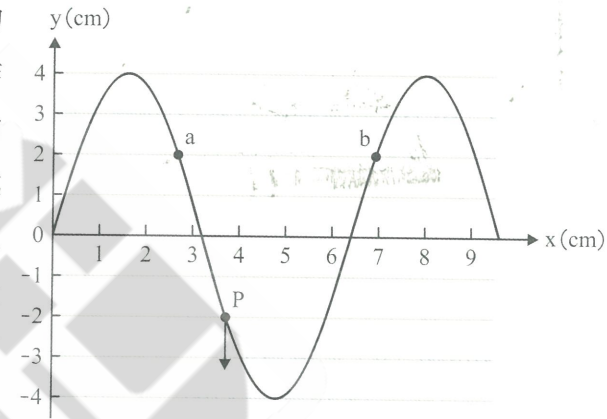
【105 年指考】

10. 某生觀測拉緊的水平細繩上行進波的傳播，發現繩上相距 1.5cm 的甲、乙兩點，其鉛直位移之和恆為零，而甲點鉛直位移隨時間 t 的變化如右圖所示。試問下列何者可能是此繩波的波速？ (A) 12cm/s (B) 7.5cm/s (C) 5.0cm/s (D) 4.5cm/s (E) 3.0cm/s。



【105 年學測】

11. 一細繩上出現沿水平方向行進的週期性橫波，以致繩上各點均作簡諧振動，在某時刻其中一段的波形如右圖所示， x 與 y 分別代表繩上各點(間稱質點)的水平位置坐標與垂直位置坐標，已知此時質點 P 的速度方向為垂直向下，高度低於其平衡位置。當波繼續行進，質點 P 位於最低點時，下列敘述何者正確？ (A) 質點 a 的 $y < 0$ (B) 質點 a 的 $y = 0$ (C) 質點 b 的 $y < 0$ (D) 質點 b 的 $y = 0$ (E) 質點 a 到達最高點。



【108 年指考】

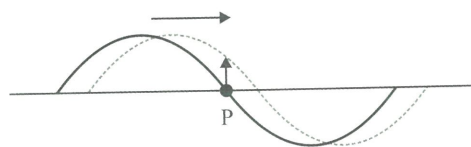
● 答案

7. (C) 8. (A) 9. (D) 10. (B) 11. (A)

● 解答

7. $\lambda = 2, v = 5, f = 2.5 \Rightarrow T = 0.4s$
向 $-x$ $\therefore P$ 0.2(s) 位移 = 0, 之後為正

8. 判斷振動方向：畫下一瞬間波形圖

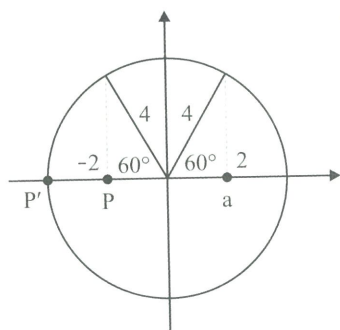


9. 令距離 $l_m \Rightarrow \frac{l}{5000} - \frac{l}{9000} = 12$
 $l = 135000m = 135km$

10. (1) 由圖看出 $T = 0.4(s)$

(2) 且甲、乙兩點距離 $1.5 = (n + \frac{1}{2})\lambda, n = 0, 1, 2, 3, \dots$, 故 $\lambda = \frac{1.5}{n + \frac{1}{2}}$

11.



$P \rightarrow P'$ 最低點時，參考圓逆時針轉 60° ，則 a 亦轉 60° ，
參考圓上之對應點達第二象限 \Rightarrow 位移 < 0

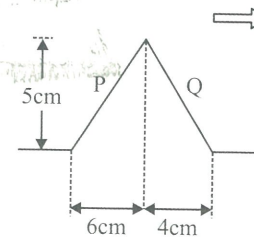
第三回

完成日期： 月 日

12. (1) 於一理想彈簧上產生一波形如右圖之脈動，(進行方向向右)，若波速為 12 厘米/秒，則 P 點之瞬時速度為

(A) 5cm/sec 向上 (B) 5cm/sec 向下 (C) 10cm/sec 向上
(D) 10cm/sec 向下 (E) 15cm/sec 向下。

(2) Q 點之瞬時速度為 (A) 15cm/sec 向上 (B) 15cm/sec 向下
(C) 10cm/sec 向下 (D) 10cm/sec 向上 (E) 5cm/sec 向上。



13. 長度相等之 AB 兩繩長度均為 L，但繩密度分別為 μ 與 4μ ，今將兩繩串聯並固定之，若於 P 點以棒輕擊之產生橫波，則：

(1) AB 兩繩之張力比為 _____。
(2) AB 兩繩之波速比為 _____。
(3) AB 兩繩之反射波首次相遇處距 P 點之距離為 _____。



14. 一彈簧的質量為 1.0 仟克，長為 5.0 米，若將其一端固定，且在另一端施一水平拉力 10 牛頓時，其長度變為 10 米，同時在此施力端以 2 次/秒之頻率振動之，求：

(1) 波速為若干米/秒？
(2) 波長為若干米？
(3) 若拉力增為 20 牛頓，且頻率相同，則波速為何？



15. 一弦上 A、B 兩點相距 60cm，一正弦週期波波由 A 向 B 前進，當 A 為波谷時，B 恰為振動向上的平衡點，若波速 4.8m/s，則振動頻率可能是下列哪一個？

(A) 4Hz (B) 8Hz (C) 10Hz (D) 14Hz (E) 20Hz。

【成功高中】



• 答案

12. (1) (D) (2) (A) 13. (1) 1 : 1 (2) 2 : 1 (3) $\frac{L}{2}$ 14. (1) 10m/s (2) 5m (3) $10\sqrt{3}$ m/s 15. (D)

• 解答

12. (1) $u = m \times v = \frac{5}{6} \times 12 = 10$

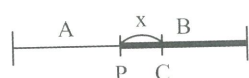
下一瞬間圖，知 P 點瞬時速度向下

(2) $u = m \times v = \frac{5}{4} \times 12 = 15$

同理知 Q 瞬時速度向上

13. (1) 兩繩串聯固定 \Rightarrow 張力比 1 : 1

(2) $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ $V_A : V_B = \sqrt{\frac{1}{\mu}} : \sqrt{\frac{1}{4\mu}} = 2 : 1$

(3)  在 A 中波傳遞較快，故假設相遇之點 C 在 B 上
向左、向右的波反射後到 C 點的時間相同

$$\frac{2L}{2V} + \frac{x}{V} = \frac{2L-x}{V} \Rightarrow \frac{L+x}{V} = \frac{2L-x}{V} \Rightarrow x = \frac{L}{2}$$

14. 由 $F = kx \Rightarrow k = 2(\text{N/m})$

(1) $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{10}{1}} = 10\text{m/s}$

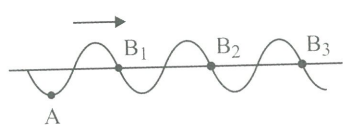
(2) $v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{2} = 5\text{m}$

(3) ① $F = kx \Rightarrow 20 = 2 \times x, x = 10$

則 $\ell = \ell_0 + x = 10 + 5 = 15$

② $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{20}{15}} = 10\sqrt{3}$

15.



① $\overline{AB} = (\frac{3}{4} + n)\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{60}{\frac{3}{4} + n}$ ，其中 $n = 0, 1, 2, \dots$

② $v = f \times \lambda \Rightarrow f = \frac{480}{(\frac{3}{4} + n)} = 6 + 8n = 6, 14, 22, \dots$

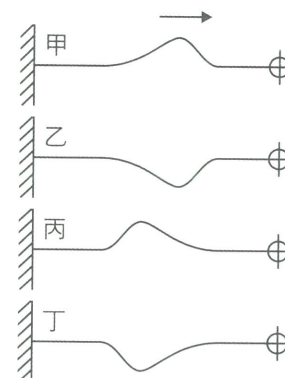
題型二 波的反射、透射與駐波

第一回

完成日期： 月 日

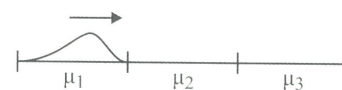
1. 由一彈性繩之一端送一脈動，脈動在連結點的反射波，波形與入射波比較是上下顛倒且波幅減小，則透射波與反射波比較時 (A) 反射波的波速較小 (B) 透射波的波速較小 (C) 同一時刻，透射波離連結點較近 (D) 透射波的波幅較小 (E) 透射波的波長較長。

2. 一弦左端固定，右端可自由上下滑動。在 $t = 0$ ，一波向右行進如(甲)圖所示。則 $t > 0$ 以後，由於波在兩端點的反射，下列(乙)、(丙)及(丁)各波形首次出現的先後順序為 (A) (乙)(丙)(丁) (B) (乙)(丁)(丙) (C) (丙)(乙)(丁) (D) (丙)(丁)(乙) (E) (丁)(乙)(丙)。



3. 當波由重繩傳至輕繩時，反射脈動和透射脈動與入射脈動比較：(甲) 波形兩者皆不顛倒 (乙) 透射脈動波速不變 (丙) 反射脈動振幅變小 (丁) 反射脈動的波形左右不變。上列四個敘述那些正確？ (A) (乙)(丙) (B) (甲)(丙)(丁) (C) (乙)(丁) (D) (甲)(丙) (E) (甲)(丁)。

4. 右圖：假設所觀察到的第一個反射脈動波沿繩折回時有一向下之位移，而第二個反射脈動波則有一向上之位移，若原繩子與繩子右方延長各部分的單位長度內質量分別是 μ_1, μ_2, μ_3 ，則可能 (A) $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3$ (B) $\mu_2 > \mu_1 > \mu_3$ (C) $\mu_2 > \mu_3 > \mu_1$ (D) $\mu_1 > \mu_3 > \mu_1$ (E) $\mu_3 > \mu_2 > \mu_1$ 。



5. 下列有關波的敘述那些是正確？ (A) 波需介質方能傳播 (B) 繩波在自由端之反射可用牛頓第一定律來說明 (C) 繩波在固定端之反射可用牛頓第三定律來說明 (D) 不論繩之密度，波在不同繩中傳播時，入射波與透射波形不會互為顛倒 (E) 直線波碰到障礙物時，有可能變為圓形波。

6. 甲、乙兩等長之彈性繩連在一起，令一脈動自甲進入乙，測得通過甲繩歷時 5 秒，通過乙繩歷時 3 秒，則：(1) 脈動在甲、乙兩繩之速率比為何？
(2) 其波長之比若干？
(3) 反射脈動與透射之質點位移方向是否相同？

7. 一繩一端固定，另一端以 10Hz 的頻率振動，恰可產生駐波，若相鄰兩節點間距離為 10cm，則波速為何？如果繩長 1 公尺，質量 2 公斤，則繩張力是多少？