

# 3-1 波的傳播

(一)波動的產生：

A.波的來源：

(1)物質的某處受到擾動時，則以擾動處為中心，將能量傳給鄰近的物質，使其依序做同樣的振動，此種現象即稱為『波動』，或簡稱為『波』。

(2)必須介質受到干擾後，才能引起波動。

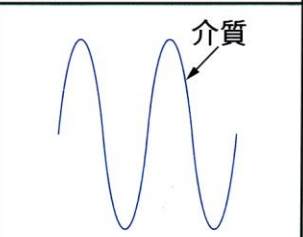
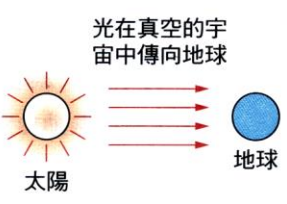

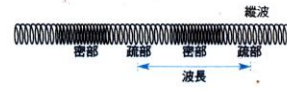
甲、傳遞波動的物質稱為介質。

乙、水波的介質是水；繩波的介質是繩子；

彈簧波的介質是彈簧；聲波的介質是空氣。

丙、波傳播的過程，只有能量前進，介質則在原地附近振動，並不隨波前進。

傳播的過程中，波只傳送能量，傳送波形，不傳送物質(介質)。

名稱	依照是否需要介質分類		依照介質的振動方向分類	
	力學波	電磁波	橫波(高低波)	縱波(疏密波)
說明	波的傳遞需要介質才能傳遞，又稱機械波	波的傳遞過程不需要任何介質即能進行	介質運動方向與波行進方向垂直	介質運動方向與波行進方向平行
舉例	繩波、聲波、彈簧波	光波	繩波	聲波
圖示				

B.波的性質：

(1)需要介質才能傳遞的波稱為力學波(機械波)；

例：繩波、聲波、水波.....等。

(2)不需介質即能傳播的波稱為非力學波(非機械波)；

例：光波、電波、磁波.....等。

(3)以不同的施力，振動同一繩子，則用力愈大，振動起伏愈大。

(此為【振幅】的概念)。

(4)以相同的力量振動繩子，如果振動的快慢不同，則發現振動愈快時，繩波的數目將愈多，而波紋也愈密。

(5)實例：

甲、雨滴落在池塘形成圓形波，以波源為起點，沿著半徑方向向四周傳播。

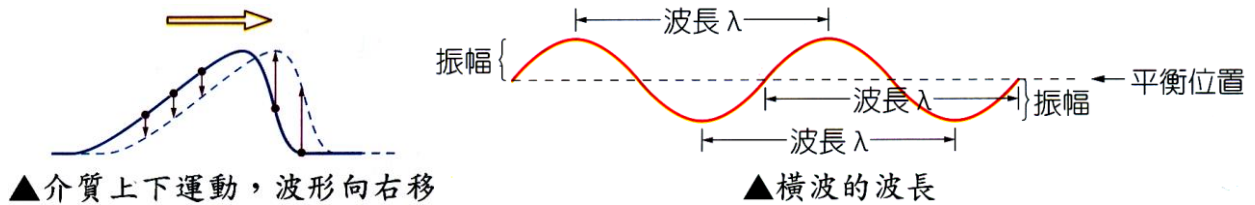
乙、下雨時，雨滴掉落水窪，會產生層層的漣漪，並漸漸向外擴散。

丙、舞臺上的綵帶舞，啦啦隊的波浪舞，彷彿不停止的波動。

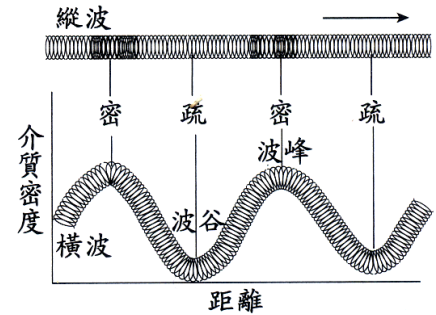
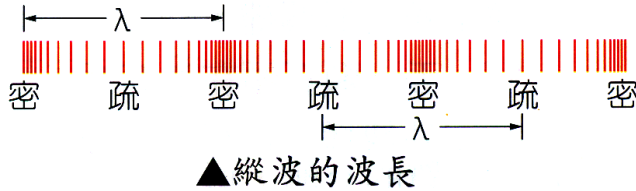
(二)波的種類及名稱介紹：

A、波的種類：依照介質振動的方向來區分：

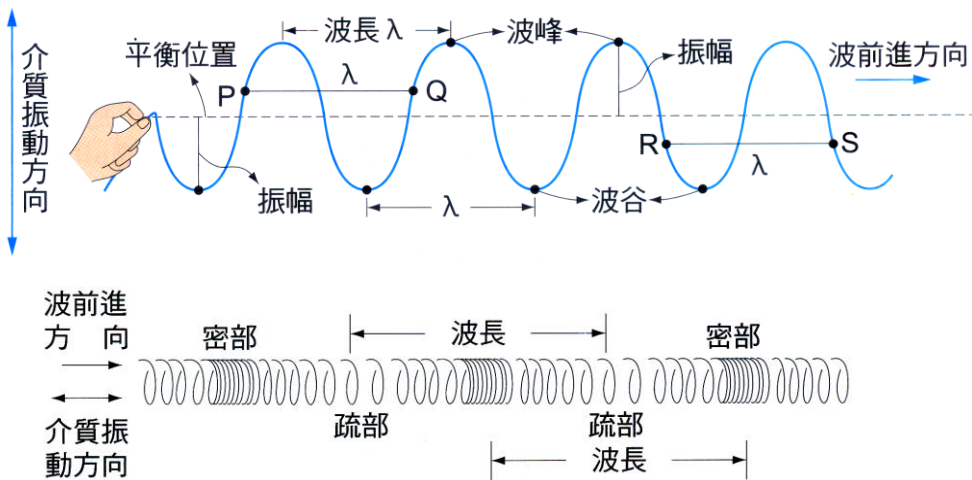
(1)橫波：介質振動方向和波前進方向垂直，稱為橫波，又稱為高低波。



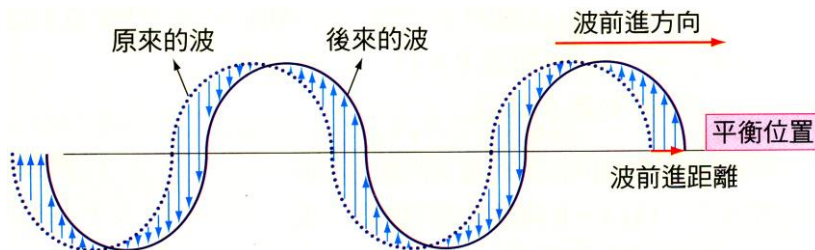
(2)縱波：介質振動方向和波前進方向平行，稱為縱波，又稱為疏密波。



B、波的各部名稱：



- (1)波峰：波的最高點。
- (2)波長：波峰和波峰間(或波谷、波谷間)距離。
- (3)波谷：波的最低點。
- (4)振幅：平衡點到波峰(或波谷)的距離。
- (5)週期：振動一次所需的時間(單位：秒)
- (6)頻率：平均每一秒鐘內所振動的次數。  
(單位為次/秒，或赫茲，簡稱為赫，記為 Hz)
- (7)振動一次產生一個波；一個波的振動過程中，介質振動 4 個振幅，而振幅代表能量。
- (8)波速：波動每一秒鐘所移動的距離。



$$\text{波速} = \frac{\text{波長}}{\text{週期}} = \text{頻率} \times \text{波長} ; v = \frac{\lambda}{T} = f \cdot \lambda$$

C、關係式：

例1.(A)光波 (B)聲波 (C)繩波 (D)電磁波 (E)水波 (F)彈簧波；請以代號回答下列問題：

- (1) 屬於力學波的是\_\_\_\_\_；
- (2) 屬於非力學波的是\_\_\_\_\_；
- (3) 可以產生橫波的是\_\_\_\_\_；
- (4) 可以產生縱波的是\_\_\_\_\_；
- (5) 需要介質存在，才能傳遞波動的是\_\_\_\_\_；
- (6) 介質能隨波前進的是\_\_\_\_\_。

例2.甲乙丙三個不同波動，若波長比=1：2：3，波速比=3：2：1，則：

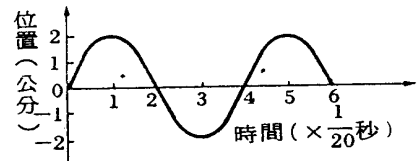
- (1) 頻率比為\_\_\_\_\_；
- (2) 週期比為\_\_\_\_\_。

例3.一橫波頻率為 300 赫，若相鄰的波峰、波谷距離為 5 公尺，則：

- (1) 此波的週期為\_\_\_\_\_；
- (2) 此波的波速為\_\_\_\_\_。

例4.某波動的波速以 10 米/秒前進，波上某點的介質振動情形如圖所示，則：

- (1) 此波動的振幅為\_\_\_\_\_。
- (2) 此波動的週期為\_\_\_\_\_。
- (3) 此波動的頻率為\_\_\_\_\_。
- (4) 此波動的波長為\_\_\_\_\_。



例5.某波源的頻率為 2 赫茲，此波於 5 秒內進行了 100 公尺，則：

- (1) 此波源的波速為\_\_\_\_\_米/秒。
- (2) 此波的波長為\_\_\_\_\_公尺。
- (3) 此波的週期為\_\_\_\_\_秒/次。

例6.波速  $3 \times 10^8$  公尺/秒的波稱為電磁波，而廣播電臺發出的無限電波屬於電磁波的一種，頻率為 1200 仟赫，則此電磁波的波長為\_\_\_\_\_公尺。

例7.有一水波相鄰的波峰、波谷距離 3 公尺，且每秒有 4 個水波撞擊岸邊，則：

- (1)此波的波速為\_\_\_\_\_米/秒。
- (2)若波源與岸邊距離 120 公尺，則水波由波源傳至岸邊共需\_\_\_\_\_秒。

例8.一彈簧波經連續壓縮及拉長後，得到如圖之波形，若 ab 間長度 9cm，週期為 2 秒/次，則：

- (1)此波的波長為\_\_\_\_\_。
- (2)此波的波速為\_\_\_\_\_。
- (3)若將此波波長加倍，則波速為\_\_\_\_\_，
- (4)週期為\_\_\_\_\_，頻率為\_\_\_\_\_。



例9.某繩波每分鐘振動 600 次，請回答下列問題：

- (1)振動頻率為\_\_\_\_\_赫；週期為\_\_\_\_\_秒。
- (2)介質上的某點由最高點移至最低點需費時\_\_\_\_\_秒；
- (3)介質上的某點在 5 秒內通過的全波數為\_\_\_\_\_個；
- (4)介質上的某點在 10 秒內經歷了\_\_\_\_\_個振幅。

一、選擇題：

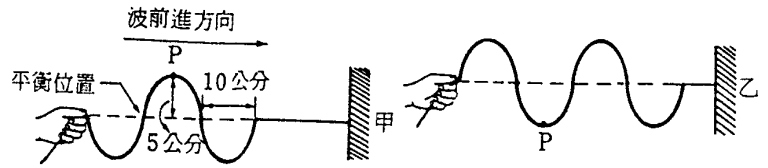
- ( ) 1.一繩波由甲處傳遞至乙處，它傳遞了什麼？  
(A)質量 (B)密度 (C)能量 (D)波源。
- ( ) 2.一條小船在靜止的水面上，當一陣風吹起了層層漣漪時，小船將  
(A)在原處作一次的上下振動 (B)在原處作連續的振動 (C)隨水波前進 (D)直接沉至水底。
- ( ) 3.下列的各種波動，何者不需介質的傳送？  
(A)水波 (B)繩波 (C)聲波 (D)光波。
- ( ) 4.下列那一種運動，不能使船前進？  
(A)洋流 (B)風 (C)海浪 (D)划槳。
- ( ) 5.觀察繩波的現象，何者可以說明波在前進時，攜帶有能量？  
(A)發現波峰、波谷是依序相連的 (B)發現波的振動器頻率一定時，產生的波長也一定  
(C)看見介質分子在垂直方向上下振動 (D)看見介質分子在水平方向前後振動。
- ( ) 6.下列敘述何者錯誤？  
(A)產生一次振動，介質將移動 4 個振幅 (B)振動體每振動半次，便產生一個向前的波動  
(C)所謂一次振動，是指振動體循相同路徑往返運動一次 (D)彈簧振動週期和振幅大小無關。

- ( ) 7. 有關波的敘述，下列何者正確？  
 (A) 波可以傳送介質 (B) 波必需靠介質才能傳播 (C) 波可以傳播能量 (D) 波所具有的能量和波長有關。
- ( ) 8. 當懸掛在彈簧下端的砝碼開始上下振動，一直到振動停止，觀察其振幅逐減變小，則每完成一次振動的週期是  
 (A) 逐減變大 (B) 逐漸變小 (C) 不變 (D) 沒有規律。
- ( ) 9. 下列何者不是機械波？  
 (A) 繩波 (B) 聲波 (C) 水波 (D) 光波。
- ( ) 10. 若使一繩上的波動之週期加倍，則：  
 (甲) 波速不變 (乙) 波速減半 (丙) 頻率減半，波長加倍 (丁) 波長不變；以上正確的是  
 (A) 甲丙 (B) 乙丁 (C) 甲丁 (D) 甲丙丁。
- ( ) 11. 以大小不同的力對繩作連續的振動，則的波速  
 (A) 作用力大的波速大 (B) 作用力小的波速大 (C) 振動快的波速大 (D) 保持不變。
- ( ) 12. 觀察海邊的波浪，發現每 5 分鐘有 15 個波浪到達岸邊，若海浪的波速為 1.5 米/秒，則海浪的平均波長為  
 (A) 30 米 (B) 4.5 米 (C) 0.5 米 (D) 9 米。
- ( ) 13. 有關彈簧圈的振動，下列何者正確？  
 (A) 彈簧圈的振動必為橫波 (B) 彈簧圈的振動必為縱波 (C) 彈簧圈的振動可能為橫波，也可能為縱波 (D) 彈簧圈無法產生振動。
- ( ) 14. 波動的振幅取決於該波振動的  
 (A) 週期 (B) 頻率 (C) 能量 (D) 速率。
- ( ) 15. 相同頻率不同振幅，振動同一條繩子，所得波動不變的是  
 (甲) 週期 (乙) 波長 (丙) 波速；  
 (A) 甲 (B) 乙丙 (C) 甲乙丙 (D) 甲丙。
- ( ) 16. 設一彈簧在 5 秒鐘振動 20 次，其週期為  
 (A) 20 (B) 4 (C) 0.25 (D) 0.05 秒/次。
- ( ) 17. 有關於波動的敘述，下列何者有錯誤？  
 (A) 同一介質有相同的傳波速度 (B) 波速的大小等於波長除以週期 (C) 相鄰的波峰和波谷的距離，稱為一個波長 (D) 疏密波是一種縱波。
- ( ) 18. 波速相同的甲乙兩波動，波長比為 3 : 1，則其頻率比為  
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 3 (C) 3 : 1 (D) 9 : 1。
- ( ) 19. 相同質料的細繩上有甲乙兩波動，若兩者振幅比 1 : 2，則甲乙波速比為  
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 2 (C) 2 : 1 (D) 以上情況皆有可能。
- ( ) 20. 波長相等的兩波，其週期比為 4 : 1，則兩波的波速比為  
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 4 (C) 4 : 1 (D) 2 : 1。
- ( ) 21. 若波速為 350 米/秒，週期為 0.05 秒/次，則期波長為  
 (A) 70 (B) 700 (C) 1.75 (D) 17.5 米。
- ( ) 22. 有一波動的頻率為  $f$ ，週期為  $T$ ，波速為  $v$ ，則  $f$ 、 $T$ 、 $v$  三者的關係為何？  
 (A)  $T=f=v$  (B)  $T \cdot f=v$  (C)  $T+f=v$  (D)  $T \cdot f=1$ 。

( )23. 有關波的敘述，下列何者錯誤？

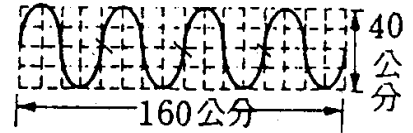
- (A) 聲波是縱波，在空氣中傳播受溫度的影響 (B) 縱波是疏密波，傳播一定要靠介質傳遞 (C) x 光是電磁波，為橫波 (D) 同一介質中，波長如果愈長，波速愈大。

( )24. 如圖，橫波依箭頭方向前進，最初的波形如甲圖，經 5 秒後，波形如乙圖，則下列敘述何者錯誤？



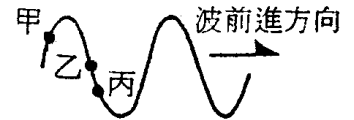
- (A) 波長為 20 公分 (B) 週期為 10 秒 (C) 波速為 50cm/sec (D) 振幅為 5cm。

( )25. 某繩波的波形如圖，由圖可知該波的振幅與波長分別為  
(A) 40cm, 20cm (B) 20cm, 40cm (C) 40cm, 40cm (D) 20cm, 20cm。

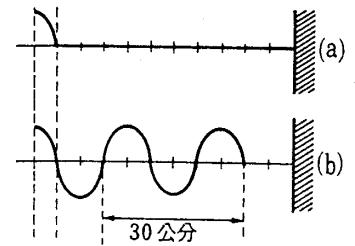


( )26. 一條細繩一端繫於牆上，另外一端小明用手握住上下振動，使細繩產生連續波，發現 P、Q 兩點間相距 3 個波長，若振動週期增為 2 倍，則 PQ 間相距若干波長？  
(A) 1.5 (B) 3 (C) 4 (D) 6 個。

( )27. 如圖為連續向右前進的週期波，甲乙丙三點瞬間運動方向為  
(A) 甲向上，乙向下，丙向下 (B) 甲向下，乙向上，丙向上  
(C) 甲向下，乙不動，丙向上 (D) 甲向上，乙不動，丙向下。



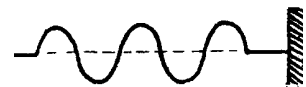
( )28. 一波形如 a 圖，穩定向前傳送經 0.1 秒後，形成如圖 b，可知此週期波的  
(A) 波速為 300 公分/秒 (B) 波長為 15cm (C) 週期為 0.05 秒 (D) 頻率 10 赫。



( )29. 聲速為 340 米/秒，波長為 2 米，則頻率為  
(A) 680 (B) 170 (C) 0.006 (D) 340 次/秒。

( )30. 某廣播電臺的電磁波波長 600 公尺，已知波速為  $3 \times 10^8$  公尺/秒，那麼電磁波頻率為  
(A)  $2 \times 10^{15}$  (B)  $2 \times 10^4$  (C)  $5.0 \times 10^7$  (D)  $5.0 \times 10^5$  赫茲。

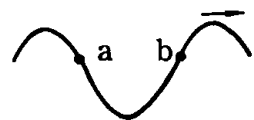
( )31. 某繩波在 5 秒內傳播的波形如圖，繩波週期為  
(A) 1 秒 (B) 2 秒 (C) 3 秒 (D) 5 秒。



( )32. 實驗觀測水波速率為 0.5 公尺/秒，量度其相鄰波峰間距離為 2.0 公分，則此水波之週期為若干？  
(A) 4 (B) 25 (C) 4 (D) 0.04 秒/次。

( )33. 設波速為 350 公尺/秒，週期為 0.005 秒/次之波，則波長為  
(A) 70 公尺 (B) 700 公尺 (C) 1.75 公尺 (D) 17.5 公尺。

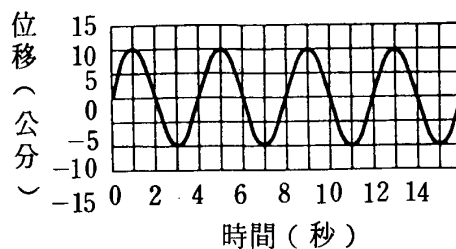
( )34. 如右圖中，一向右傳遞的波動，正通過 a、b 兩點，則此兩點運動方向為  
(A) a、b 都向上 (B) a、b 都向下 (C) a 向上，b 向下 (D) a 向下，b 向上。



- ( )35. 將一個拉緊的長彈簧，一端固定，另一端則繫在一個振動體上，隨之做左右的往復運動；若該振動體每分鐘振動 90 次，在彈簧上所生波的波長為 20 公分，則在彈簧上波傳遞的速率為多少公分/秒？  
 (A)1800 (B)110 (C)45 (D)30 公分/秒。

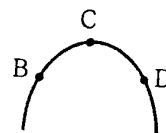
- ( )36. 下列有關力學波的敘述，何者正確？  
 (A)波可同時傳送能量與物質 (B) 力學波必須靠物質的擾動而傳播 (C)繩波的傳播速度，不因介質弛張程度不同而改變 (D)波速一定時，頻率愈小，波長愈短。

- ( )37. 如圖的波以 10 公尺/秒的速率傳播，下列敘述何者錯誤？  
 (A)波的頻率為 8 (1/秒) (B)振幅為 10 公分 (C)週期為 4 秒 (D) 波長為 40 公尺。



- ( )38. 將一個拉緊的長彈簧，一端固定，另一端則繫在一個振動體上，隨之作左右的往復運動，若該振動體每分鐘振動 72 次，在彈簧上所生波的波長為 15 公分，則此彈簧波的波速為多少公分/秒？  
 (A)10 (B)18 (C)30 (D)108 公分/秒。

- ( )39. 如圖，波動於 B 點的運動方向為  
 (A)↑ (B)↓ (C)→ (D)←。



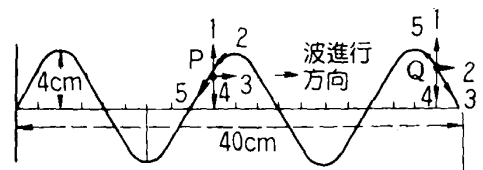
- ( )40. 承上題，圖中 D 點的運動方向為  
 (A)↑ (B)↓ (C)→ (D)←。

## 二、填充題：

- 傳遞波動的物質，稱為\_\_\_\_\_，例如水分子。
- 波在傳播時，僅在傳播\_\_\_\_\_，並不傳送\_\_\_\_\_；介質必需具有\_\_\_\_\_，才能在外力擾動之後，恢復到原來的平衡位置。
- 波的傳遞，需要靠介質的振動才能達成的波動，稱為\_\_\_\_\_波，請舉一例說明：\_\_\_\_\_。
- 投石頭於平靜水面產生環狀波紋向外擴散，靜止在湖面上的樹葉是否隨波逐流？\_\_\_\_\_。
- 和介質振動方向平行的波動，稱為\_\_\_\_\_；和介質振動方向垂直的波動，稱為\_\_\_\_\_。
- 在水面上靜止的小葉片，被傳來的水波頂起來，可以顯示：波是攜帶\_\_\_\_\_在運動。
- 振動體每振動一次，產生\_\_\_\_\_個全波，所行的距離相當於\_\_\_\_\_個波長。
- 在空氣中傳聲的聲波是屬於\_\_\_\_\_波，水波是屬於\_\_\_\_\_波，繩波是屬於\_\_\_\_\_波。
- 某波動起波器在 3 秒內產生 12 個全波，則其波長為\_\_\_\_\_，頻率為\_\_\_\_\_。
- 疏密波傳播時，在密部的中點，介質的密度最\_\_\_\_\_，在疏部的中點，介質的密度最\_\_\_\_\_。
- 手指觸動水面，若每兩秒觸動一次，則水波槽中每分鐘將產生\_\_\_\_\_個波，有\_\_\_\_\_個波峰，\_\_\_\_\_個波谷。
- 某起波器每 5 秒鐘產生 4 個全波，則其週期為\_\_\_\_\_，頻率為\_\_\_\_\_，若波長為 10 米，則波速為\_\_\_\_\_。

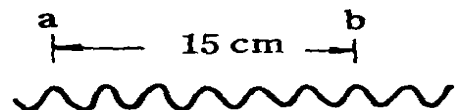
13. 一振動體每分鐘振動 1200 次，其週期為\_\_\_\_\_秒/次，頻率為\_\_\_\_\_次/秒。
14. 下列何者的波動主要是橫波？  
 (A)光波 (B)前後振動的彈簧波 (C)一石頭掉入水中產生的波紋 (D)上下擺動的繩所造成的波動。\_\_\_\_\_。
15. 某繩波的波源每分鐘振動 600 次，試求：  
 (1)振動的頻率為\_\_\_\_\_；振動的週期為\_\_\_\_\_；  
 (2)介質上某一點由最高點振動至最低點所需要的時間為\_\_\_\_\_；  
 (3)介質上的某一點在 5 秒鐘內，通過波的數目共有\_\_\_\_\_個。
16. 在一深淺相同的水槽裡，以每秒 5 次的速率打擊水面，測得水波傳播的速率為 30 公分/秒，今改變起波的速度為每秒 10 次，則波速應為\_\_\_\_\_公分/秒。
17. 聲波在空氣中的速度為 360 米/秒，人的耳多可聽到的波長範圍為 18 公尺至  $1.8 \times 10^{-3}$  公尺，則：  
 (1) 人所能聽到的頻率的最小值為\_\_\_\_\_赫。  
 (2) 人所能聽到的頻率的最大值為\_\_\_\_\_赫。
18. 一人在水池中央拍打水面每秒 5 次，產生的圓形波的波長為 2 公尺，請回答下列問題：  
 (1) 此波動的波速為\_\_\_\_\_米/秒。  
 (2) 經 10 秒後若有反射波回到原拍打處，則岸邊離原拍打處\_\_\_\_\_公尺。
19. 水面上有一週期波，其波速為 10cm/s，波長為 2cm，請回答下列問題：  
 (1) 此波的頻率為\_\_\_\_\_赫。  
 (2) 若岸邊離波源距離 2.2 公尺，則波動開始後經\_\_\_\_\_秒，見到反射波回到原來的波源處。
20. 石頭投入距池邊 6m 的水面，產生週期 0.4 秒，波長 24cm 的水波，則水波傳到池邊需\_\_\_\_\_秒。

21. 如右圖，波速 160cm/sec 的波向右傳播：



- (1) 此波的頻率為若干？\_\_\_\_\_赫茲。  
 (2) P 點的下一個運動方向為\_\_\_\_\_，  
 (3) Q 點的下一個運動方向為\_\_\_\_\_。(從 1-5 中選填)

22. 右圖為水面上週期波某一瞬間的波形。某生量得一波峰由 a 傳到 b 需時 2.5 秒鐘，則：

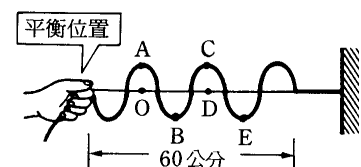


- (1) 此水波的傳播速度為\_\_\_\_\_cm/s。  
 (2) 此水波的頻率為\_\_\_\_\_次/秒。

23. 某振動波源在 2 分鐘內，共經歷了 4800 個振幅的距離，且波形前進了 720 公分，則：

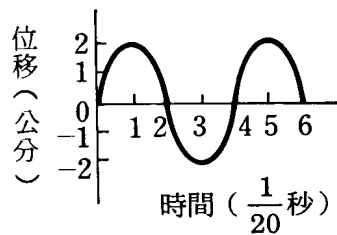
- (1) 此振動波的週期為\_\_\_\_\_秒/次；頻率為\_\_\_\_\_次/秒；  
 (2) 此波動的波速為\_\_\_\_\_公尺/秒；波長為\_\_\_\_\_公分。

24. 右圖係連續週期波介質中某一點的位置坐標與時間的關係圖，則該波的振幅為\_\_\_\_\_cm，週期為\_\_\_\_\_秒。



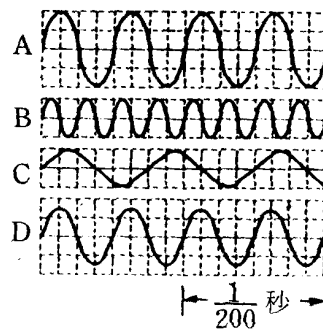


25. 某生將彈簧一端固定，手持另一端左右甩動，每秒甩動 5 次，在某一瞬間的波形如下，請回答下列問題：



- (1) 波長為\_\_\_\_\_公分，頻率為\_\_\_\_\_赫茲，週期為\_\_\_\_\_秒，波速為\_\_\_\_\_公分/秒。
- (2) 一個週期後，介質 A 的位置在那裏？  
(A)A (B)C (C)D (D)E。\_\_\_\_\_。
- (3) 若甩動的頻率加倍，則圖中 A、C 兩點相距\_\_\_\_\_個波長。

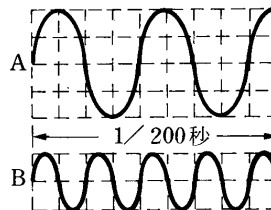
26. 如圖所示為同一介質上，同一時間內傳播的 A、B、C、D 四種波形，圖中每一小方格的邊長為 1 公尺，試回答下列問題：



- (1) 頻率最高者為\_\_\_\_\_；振幅最大者為\_\_\_\_\_；波長最大者為\_\_\_\_\_；波速最快者為\_\_\_\_\_。
- (2) 頻率相同而振幅不同者為\_\_\_\_\_；振幅相同而頻率不同者為\_\_\_\_\_。A 振幅為\_\_\_\_\_公尺；B 波長為\_\_\_\_\_公尺；
- (3) C 波速為\_\_\_\_\_米/秒；D 頻率為\_\_\_\_\_1/秒。

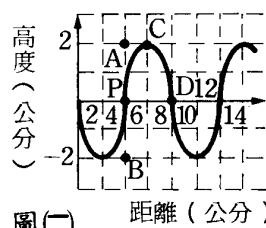
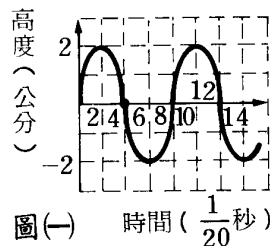
27. 如圖為同一時間內傳播的 A、B 兩波形，請根據圖形回答下列問題：

- (1) 兩波的波長比為\_\_\_\_\_；
- (2) 二波的波速比為\_\_\_\_\_。
- (3) 二波的振幅比為\_\_\_\_\_。
- (4) 若每一小方格長 2cm，則 A 波的波速為\_\_\_\_\_公分/秒。



28. 有一橫波，某介質上某固定點振動時的位置與時間的關係如圖(一)，其連續週期波如圖(二)，回答下列問題：

- (1) 由圖(一)可得知下列何者？  
(A)振幅 (B)週期 (C)波長。\_\_\_\_\_。
- (2) 由圖(二)可得知下列何者？  
(A)振幅 (B)週期 (C)波長。\_\_\_\_\_。
- (3) 波的振幅\_\_\_\_\_公分，週期\_\_\_\_\_秒，波長\_\_\_\_\_公分，波速\_\_\_\_\_公分/秒。



29. 右圖為向右傳播的週期性繩波。1/400 秒後，波形由(甲)變成(乙)，已知 PQ=2cm，RS=5cm，試回答下列問題：

- (1) 繩波波長\_\_\_\_\_cm，振幅為\_\_\_\_\_cm。
- (2) 繩波最小頻率為\_\_\_\_\_次/秒，最小波速為\_\_\_\_\_cm/sec。

