

第二章 波動與聲音的世界

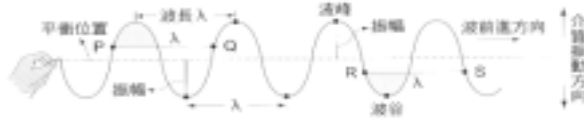
第一節 波的傳播

一、波的特性：只傳遞能量，不傳遞物質。傳遞波動的物質稱為_____。

二、波的種類

1.波依介質的振動方向可分為：

(1)橫波：介質振動方向和波前進方向_____。例如：繩波、水波。



(2)縱波：介質振動方向和波前進方向_____。例如：聲波或前後振動的彈簧波。



2.振動週期 (T): 介質做一次完整振動所需的時間，單位為秒/次。

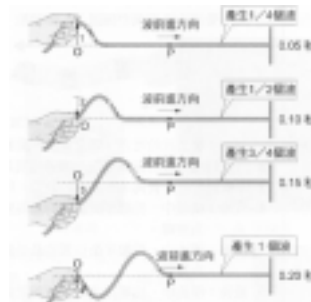
振動頻率 (f): 介質每一秒內所做完整振動的次數，單位為次/秒或 1/秒，或稱赫茲 (Hz)。

* 週期與頻率互為倒數關係，兩者相乘等於 1。即： $f = 1/T$ 或 $f \times T = 1$

3.介質做一次完整的振動，會產生一個全波，前進一個波長的距離。

例 1.根據右圖，回答下列問題：

- (1) 該波動的週期為_____秒。
- (2) 該波動的頻率為_____1/秒。
- (3) 此波動為_____波。(填橫或縱)



自我評量

() 1.阿得和阿蘭同遊醉月湖，突然一陣風吹來，將阿蘭的帽子吹到湖中央，於是阿得不斷在岸邊製造水波，想讓阿蘭的帽子慢慢漂回岸邊，請問阿得這招有用嗎？(A)有，因為水波會將帽子推到岸邊 (B)不行，因為水波無法傳遞物質 (C)有，因為水波會釋放能量給帽子，讓帽子能夠前進 (D)不行，因為水波會跟岸邊反射回來的水波抵銷。

() 2.下列有關波的敘述，哪一項是不正確的？(A)波可以傳遞能量，但不能傳遞物質 (B)波遇到不同種類的介質時，會發生反射 (C)介質會隨著波的前進而傳播出去 (D)水波是由於介質受到擾動而產生的。

3.右圖為橫波波形的圖示，請填寫各代號所代表的意義：

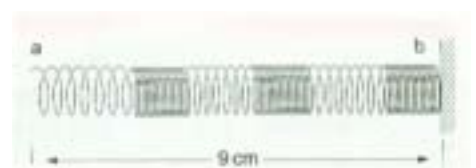
- A：_____； B：_____； C：_____；
- D：_____； E：_____



4.以手握住細繩，進行一次完整的振動需時 0.4 秒，則該細繩的振動頻率為_____赫茲。

5.一彈簧經連續壓縮後得右圖的波形，已知 a、b 間長 9 公分，波形由 a 到 b 共花了 0.6 秒，試求：

- (1) 波長 = _____cm。週期 = _____秒；頻率 = _____赫。
- (2) 此種波形稱為_____波。



第二節 聲音的傳播

一、聲音的傳播

1. 聲音的傳播必須依靠物體振動，而後依靠介質的傳遞，將能量傳播出去。（真空中無法傳聲）
2. 聲音不只在空氣中才能傳播，其他如水、金屬等也能傳播聲音。
3. 在空氣中傳聲，由於空氣分子的振動方向與聲波的前進方向互相平行，因此在空氣中傳播的聲波是_____波。

二、聲速

1. 聲音傳播的速率，稱為聲速。
2. 影響聲速的因素：
 - (1) 介質不同，聲速也不同。聲速：固體 > 液體 > 氣體
 - (2) 聲音在空氣中傳播時，溫度愈高，聲速愈快。

$$V = 331 + 0.6t$$
 （V：聲速 m/s；t = 溫度）
 - (3) 聲音在空氣中傳播時，順風、濕度大，則聲速快。

自我評量

- () 1. 英雄取一音叉，以小槌用力敲擊後聽到嗡嗡聲，隨後立刻用手按住音叉的兩股，則音叉的聲音如何變化？(A) 愈來愈大 (B) 愈來愈小 (C) 忽大忽小 (D) 沒有聲音
- () 2. 承上題，取一大燒杯裝水 8 分滿，將敲擊過的音叉迅速接觸水面，如右圖所示，其結果如何？(A) 水被吸光了 (B) 水流來流去 (C) 水花四散飛濺 (D) 水面靜止無波
- () 3. 由(1)(2)題的實驗可知，音叉發聲的必要條件為何？(A) 迅速的振動 (B) 靜止不動 (C) 時而振動，時而不振動 (D) 動與不動都會發出聲音。
- () 4. 手拿小槌輕敲音叉時，音叉產生振動而發出聲音，假設音叉每秒振動 600 次，則當聲音傳到人的耳朵時，耳膜振動的頻率為多少赫茲？(A) 1200 (B) 600 (C) 300 (D) 150
- () 5. 甲的聲音大而音調低，乙的聲音小而音調高，兩人同時同地向著對街的丙喊話，誰的聲音會先傳到丙處？(A) 甲 (B) 乙 (C) 同時到達 (D) 資料不足，無法判斷
- () 6. 有一架戰機向一處地面目標投擲炸彈，炸彈擊中目標後。假設當時地面無風，則爆炸聲最先傳到下列何處？(A) 離目標 400 公尺處的真空研究室內 (B) 在目標 500 公尺處的飛行員 (C) 離目標 500 公尺處洞穴內的戰士 (D) 離目標 550 公尺處的地面上居民
7. 恰恰在相距 340 公尺的山頭上，對另一個山頭喊叫，估計他的聲音傳到另一個山頭大約要_____秒。（假設當時的氣溫為 15）
8. 在某個夜晚，致遠看到閃電後，經過 5 秒鐘才聽到雷聲，若當時的氣溫為 20，則打雷的地點距離致遠_____公尺。
9. 如右圖，取一電鈴置於鐘罩內，並接通一抽氣機，通電後可聽到鈴聲。試回答下列問題：
 - (1) 若將空氣由抽氣機完全抽出，則聲音如何改變？_____
 - (A) 變強 (B) 消失 (C) 減弱 (D) 不變
 - (2) 若將空氣再充入鐘罩內，則聲音如何改變？_____
 - (A) 恢復原來的大小 (B) 比原來更大聲 (C) 聲音消失
 - (3) 由以上可知，要聽到聲音，除了物體做振動外，還需要依賴_____的傳播。
 - (4) 以此實驗推想，在沒有空氣的月球上，兩人面對面開口說話，會如何？_____
 - (A) 可聽到聲音 (B) 講小聲時聽不到，講很大聲時可聽見 (C) 完全聽不見



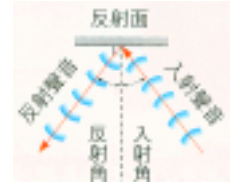
第三節 空谷回聲

一、聲音的反射：聲音傳播至物體表面時，除了少部分聲音被吸收外，大部分聲音會反射回來，反射回來的聲音，稱為_____。

1. 聲音碰到較硬的表面時，才容易發生反射。窗簾、呢絨布幔、衣物等會吸收聲音，不容易發生反射。
2. 原聲與回聲至少要相隔 0.1 秒以上，人耳才能辨別出來。也就是說，發聲體與反射面必須距離 17 公尺以上，人耳才能分辨原聲或回聲。

二、反射定律：

1. 入射線、反射線和法線在同一平面上，且入射線和反射線分別在法線的兩側。
2. 入射角等於反射角。



三、避免回聲干擾的方法

1. 在牆壁四周掛窗簾或呢絨布幔，可以吸收聲音，防止聲音的反射。
2. 裝吸音板（或隔音板）。
3. 設計音樂廳時，採用傾斜的天花板及不對稱的牆，減低回聲的干擾。

四、回聲的應用：聲納

例：聲音在海水中的傳播速率約為每秒 1520 公尺，在海面某處聲納傳送聲音至海底後又反射回來，總共花了 5 秒鐘，此處海洋深度約為多少公尺？

自我評量

- () 1. 下列何種現象和聲音的反射無關？(A)用手張在耳後，較能聽清楚遠處的講話聲 (B)若用力撥動吉他的絃線，則聲音會比較大聲 (C)在操場喊叫時，可聽到回聲 (D)用傳聲筒講話，可傳的較遠。
- () 2. 同一個老師，在教室內上課的聲音聽起來比較大聲，若到操場上上課則聲音就變小了許多，這主要是因為：(A)在教室上課，同學比較安靜 (B)在教室上課，老師比較有精神 (C)在操場上課有回聲干擾 (D)在教室上課，回聲與原聲重疊。

3. 一架直昇機墜毀於水庫內，打撈公司根據失事地點在水面上以聲納探測墜毀直昇機深度。根據右表（聲音於 20 時在不同物質中傳播的速率）計算直昇機所在的深度為_____公尺。

物質	傳播速率 (m/s)
空氣	343
水	1463
鐵	5032

4. 傳聲介質及其特性會影響聲音傳播的快慢，已知聲音在 0 空氣中傳播速率為 331m/s，溫度每增加 1 ，其速率增加 0.6m/s。曉妍想測量位於住家附近一枯井的深度，她在井口向內大喊，經過 0.2 秒後聽到回聲，若當時井中氣溫維持在 15 ，則曉妍測得的枯井深度為_____公尺。

5. 如右圖，將塑膠管接觸硬紙板，鬧鐘置於一塑膠管前，另外放置三支塑膠管，編號為甲、乙、丙，則：



- (1) 由鬧鐘發出的滴答聲，在哪一支塑膠管聽得最清楚？_____
 - (2) 能由另一支塑膠管聽到滴答聲是聲音的_____現象。
6. 龐德在兩峭壁之間鳴槍，經過 1.5 秒後聽到第一聲回聲，再經過 1 秒又聽到第二聲回聲，則兩峭壁間的距離為_____公尺。（聲速 = 340m/s）

第四節 多變的聲音

一、影響聲音多變的因素：音調、響度、音色。

1. 音調：聲音的高低，與發聲體振動的快慢（即_____高低）有關。

(1) 發聲體每秒振動的次數愈多，振動頻率愈高，所發出的聲音音調愈高。

(2) 一般而言，男人的音調較女人低。

(3) 對於相同材質的物質而言，通常愈薄、愈短、愈緊、愈細的物體，振動時的音調較高。

2. 響度：聲音的大小，與振動的幅度（即_____大小）有關。

(1) 科學上採用_____（dB）為聲音強度的單位，每增加 10 分貝，聲音的強度增為 10 倍。

(2) 人耳所能聽見的最小聲音強度訂為 0 分貝。

3. 音色（音品）：發音體的發音特性，決定於該發音體其聲波的波形。

(1) 音叉振動只發出單一頻率，波形最單純，常作為調音的工具。

二、共振：兩個相同_____的發音體，一個振動時，另一個也會隨之振動而發出聲音，這種現象稱為共振，又稱為共鳴。

三、超聲波（超音波）：振動頻率超過 20000 赫的聲波。

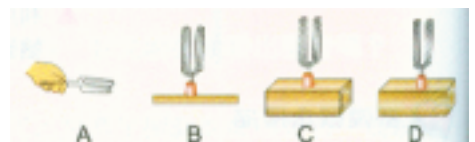
1. 人耳所能聽到的聲音，頻率範圍為 20~20000 赫之間。頻率太低或太高的聲音，人耳聽不到。

2. 應用：

自我評量

- () 1. 甲、乙兩名學生先後敲擊同一支音叉，甲輕敲，乙重擊，則：(A)乙敲擊時，音調較高 (B)乙敲，聲速較快 (C)甲、乙響度相同 (D)乙敲擊時，聲音可傳得較遠。
- () 2. 醫師利用聽診器診斷病情，主要是聽診器能保持何種要素，而將體內的聲音傳送出來？(A)音色 (B)音調 (C)聲速 (D)響度。
- () 3. 蝙蝠飛行時，利用聲波判斷方向，為什麼我們聽不到牠所發出的聲音？(A)聲速太快 (B)振幅太大 (C)頻率太高 (D)波形較複雜。
- () 4. 根據經驗，將熱水沖入熱水瓶中時，所發出聲音的音調如何變化？(A)愈來愈低 (B)愈來愈高 (C)忽高忽低 (D)保持不變。
- () 5. 聆聽 CD 的播放，可分辨出不同樂器的聲音，主要是因為不同的樂器有著：(A)不同的音調 (B)不同的音色 (C)不同的響度 (D)不同的演奏方式。
- () 6. 三個人操場上談話，小燕聲音尖又高，阿亮聲音宏亮大聲，陶子說話快又急，這些聲音在空氣中傳播開來，何者傳生最快？(A)小燕 (B)阿亮 (C)陶子 (D)三人一樣快。

7. 櫻木取 A、B、C、D 四支音叉做實驗，回答下列問題：



- (1) 以相同大小的力分別敲 A、B、C 三支音叉，則以_____音叉的聲音最響亮。
 - (2) 取橡皮槌用力敲擊 A 音叉後，立刻用手按住音叉的兩股，則 A 音叉能不能繼續發聲？答：_____。
 - (3) C、D 兩音叉下方的木箱，稱為_____。
 - (4) 若敲擊 C 音叉數次後，以手按住，卻發現 D 音叉未經敲擊竟能自行發聲，此種現象稱為_____。要發生此種現象的條件是 C、D 兩音叉的_____應相同。
8. 有甲、乙、丙三音叉，今用木槌敲擊使它們發出聲音。若測得甲音叉發出的聲音為 120Hz，70 分貝；乙音叉發出的聲音為 300Hz，40 分貝；丙音叉發出的聲音為 500Hz，60 分貝。則：
- (1) 聽起來音調最高的是_____音叉。
 - (2) 聽起來聲音最大聲的是_____音叉。

第五節 揮別噪音

一、噪音

- 1.聽起來另人感覺到不舒服的聲音，稱為_____。一般而言，70 分貝以上的聲音，稱為噪音。
- 2.成因：發音體因不規則振動所發出的聲音。
- 3.長期處於 70 至 80 分貝以上的噪音環境中，會使人的精神緊張，內分泌失調，對人體的心理及生理都會造成不良的影響。
- 4.120 分貝以上的音量會引起耳痛，使聽力受損。

二、噪音的防制

自我評量

- () 1.長期處於噪音的環境下，其結果是：(A)使生活更添情趣 (B)使人的精神緊張及煩躁 (C)增加熱鬧的氣氛 (D)習慣就好，沒有危害。
- () 2.政府部門中，負責噪音防制與取締的是哪一個單位？(A)環保局 (B)警察局 (C)衛生局 (D)消防局。
- () 3.有關噪音的防制，下列敘述何者正確？(A)聲音的頻率超過 70 赫，稱為噪音 (B)用耳機聽隨身聽就不會造成聽力受損 (C)自己不製造噪音，也不姑息噪音製造者 (D)塞車嚴重時，應大鳴喇叭以疏導交通。
- () 4.右圖是某個波在示波器上顯示的波形，請問它是屬於樂音或噪音？(A)噪音，因為它顯得不規則 (B)樂音，因為它顯得有週期性 (C)噪音，因為它顯得大小聲不定 (D)它是樂音，也是噪音。
- 
- () 5.某些路段的道路兩旁架有吸音板，其主要目的是(A)它們能反射聲音 (B)它們能吸收聲音，減少干擾附近居家的安寧 (C)居家隱蔽及美觀 (D)預防行車的刺眼光炫。
- () 6.右圖所示的標誌，主要是為了減少哪一種公害？(A)垃圾污染 (B)噪音污染 (C)空氣污染 (D)輻射污染。
- 
- () 7.若有三個頻率比為 34 : 73 : 228 的音同時演奏出來，你想它們聽起來會感覺很和諧嗎？(A)會，它會呈整數比 (B)不會，它們的比不是簡單整數比 (C)因人而異 (D)它們是噪音。
- () 8.下列哪一種頻率的聲波不可能對人類生活的環境造成噪音污染？(A)30000 赫 (B)5000 赫 (C)600 赫 (D)80 赫。
- () 9.下列敘述何者錯誤？(A)優美的交響樂，如果播放得很大聲，也不算是噪音 (B)長期生活在噪音的環境裡，對人的生理與心理都會造成不良的影響 (C)改善噪音環境，除了靠政府法令規範與管制稽查之外，也需要民眾的配合 (D)嚴重的噪音，會傷害我們的聽覺，也是屬於環境污染的一種。
- () 10.音量約為 125 分貝的音樂播放時，一般人的感覺如何？(A)非常有趣 (B)聽起來很好聽(C)會使人煩躁不安 (D)絕不會對人體造成傷害。
- () 11.時鐘的滴答聲音量為 20 分貝，叫賣擴音器音量為 70 分貝，則叫賣聲擴音器的音量是時鐘滴答聲音量的多少倍？(A)50 倍 (B)90 倍 (C)1400 倍 (D)100000 倍。