

# 3 波動與聲音

## 3-1 波的傳播與特徵

## 3-2 聲音的形成

## 3-3 多變的聲音

## 3-4 聲波的傳播與應用

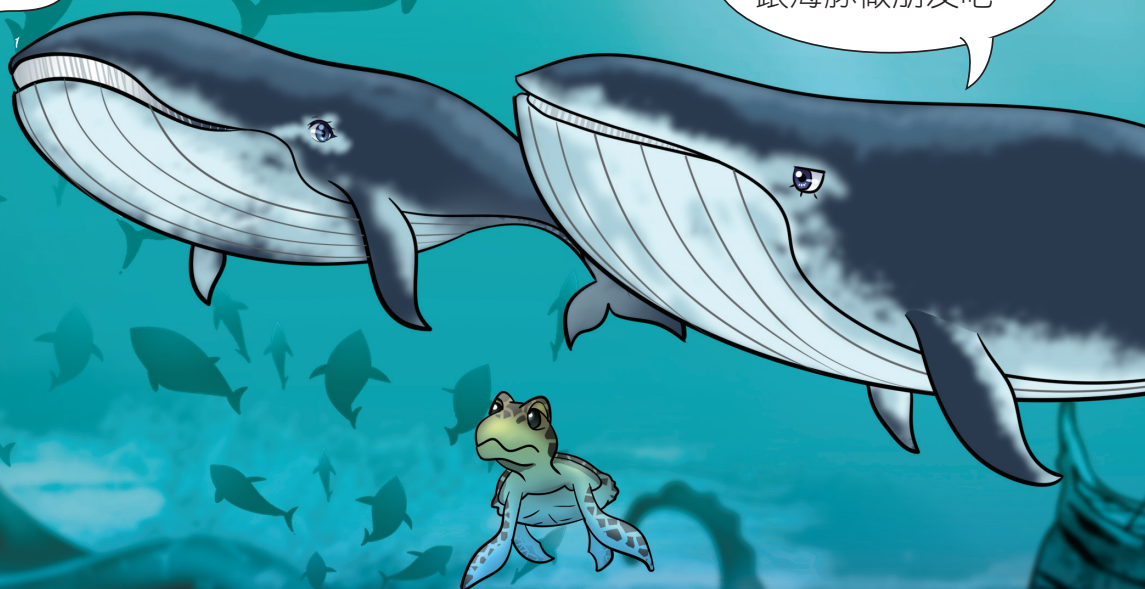
鯨魚會透過鯨歌求偶，發出穩定而持續的歌曲。生物學家曾於太平洋上發現頻率比一般鯨魚都還要高的鯨歌，並將唱出這歌曲的鯨魚命名為「52Hz」。由於同伴們都聽不懂他的鯨歌，又被稱之為「世界上最孤獨的鯨魚」。

**？探究提問** 市面上有一種用聲音來驅鼠的機器，但打開這種驅鼠器我們卻聽不到聲音，你知道這是運用什麼原理嗎？如何判斷此機器是否有用呢？




老伴，那年輕人幹嘛一直飆高音啊？


不知道，可能他想跟海豚做朋友吧。







不一為何都沒人懂我？

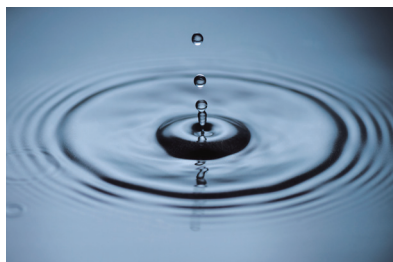


我懂我懂，班上女生也常說跟我頻率不對。

## 3-1 波的傳播與特徵

### 科學 tell me why

將一支點燃的蠟燭放在喇叭前，當喇叭發出較強的聲音時，可以看到蠟燭在搖晃，這是為什麼呢？



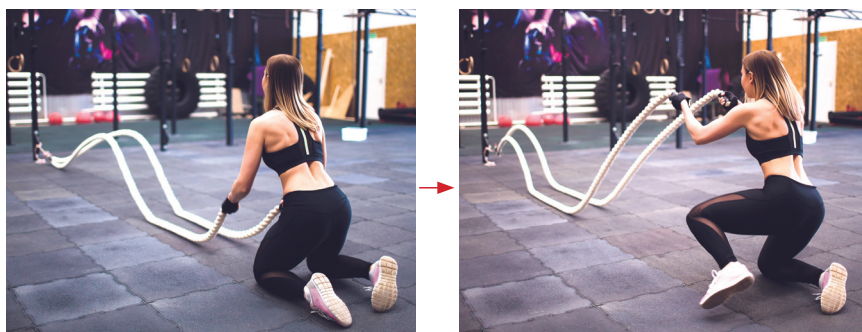
▲ 圖3-1 水面受到擾動產生水波

到河邊或湖邊戲水時，很多人會嘗試打水漂，我們可以觀察到，扁平的石頭在水面上跳動的同時，水面會被干擾，此時水除了有上下運動的情況，還會以圓形的波紋向四面八方擴展，這個現象即是水的波動（圖3-1）。

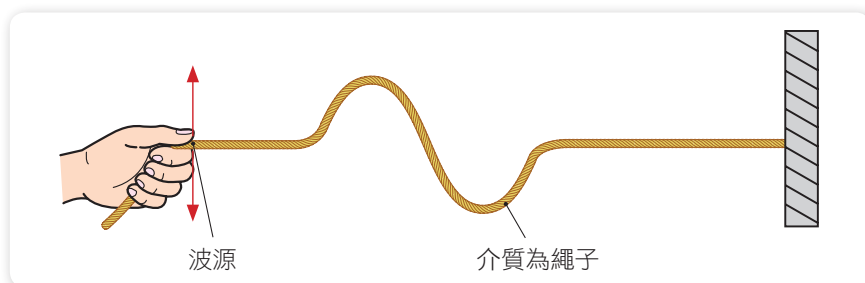
### 1 波與波動

海水、繩子或彈簧等，受到風吹和擺動等干擾影響，所產生的凸起、凹下或疏鬆緊密的部分，稱為**波**；而波向前傳遞出去的現象，稱為**波動**（圖3-2）。

造成物質擾動的來源稱為**波源**，也稱為**振源**，而傳遞波的媒介物質，則稱為**介質**（圖3-3），例如傳播水波需要水、傳播繩波需要繩子。



▲ 圖3-2 波向前傳遞產生波動



▲ 圖3-3 手持繩的一端振動產生繩波



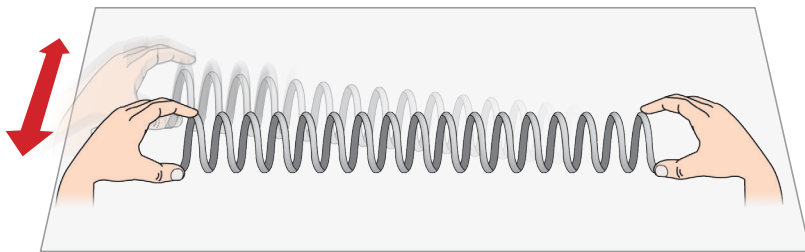
需要介質傳播的波動，稱為**力學波**，如繩波、聲波等；不需要介質也能傳播的波動，就稱為**非力學波**，如光波、無線電波或是其他的電磁波（圖3-4）。

### 探討活動

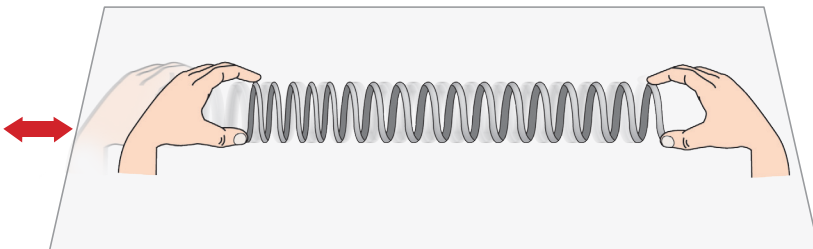
#### 3-1 彈簧波的運動情形



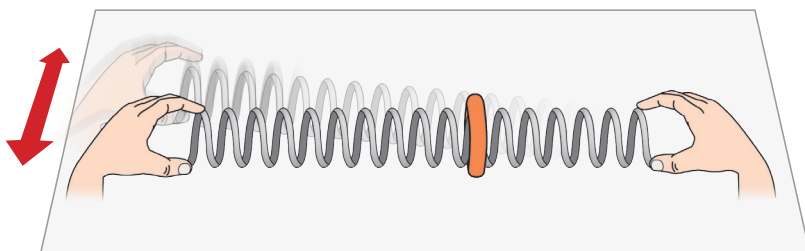
1. 將彈簧置於平滑桌面上，一手抓住彈簧的左端，右端固定不動，左端彈簧用手前後擺動一次，觀察彈簧波的運動情況及前進方向。



2. 同上，改變對彈簧的運動方式，手持彈簧左端，向用另一手固定的右端，左右推動一次，觀察彈簧波的運動情況及前進方向。



3. 在彈簧上的任意點，套上圓形髮圈，彈簧右端固定不動，左端用手連續前後擺動，觀察彈簧波通過髮圈的情形，並注意髮圈是否會隨波動前進。



▲ 圖3-4 利用無線電波傳輸數據的Wi-Fi路由器



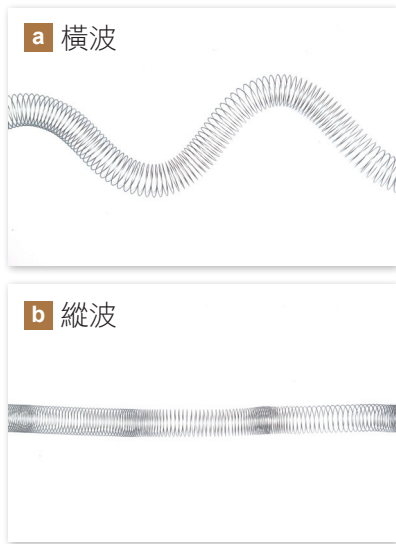


圖3-5 波形示意圖

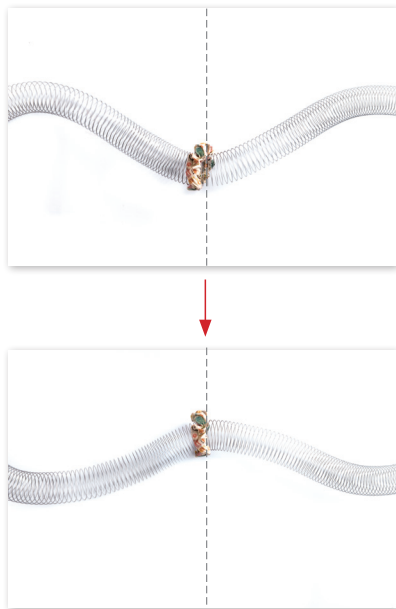


圖3-6 髮圈不會隨波動前進

探討活動3-1中，手擺動彈簧一次，就產生一個彈簧波，穩定的沿著彈簧前進，彈簧波的前進方向就是波的傳遞方向。彈簧振動方向與波前進方向互相垂直，產生了高低起伏的波形，這樣的波稱為**橫波**或**高低波**（圖3-5a）；若改為前後推動，此時彈簧振動方向與波前進方向互相平行，產生疏密相間的波形，則稱為**縱波**或**疏密波**（圖3-5b）。當彈簧波通過髮圈時，髮圈只是在原處來回擺動，可知介質並不會隨著波動前進（圖3-6）。

波傳遞的快慢程度稱為**波速**，在同一種均勻介質中，波速為定值，假設波由左端開始傳遞到某一點（圖3-7），波移動的距離為 $L$ ，波傳遞的時間為 $t$ ，則波速 $v$ 可以表示為式3-1，單位為公尺／秒（m/s）或公分／秒（cm/s）。

$$\text{波速 (v)} = \frac{\text{波傳遞的距離 (L) (length)}}{\text{波傳遞的時間 (t) (time)}} \quad (\text{式3-1})$$

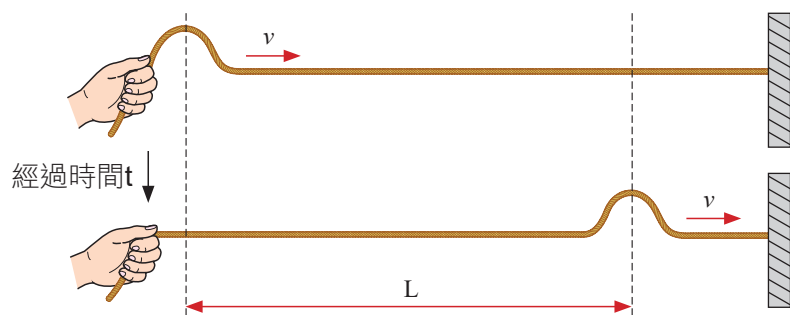


圖3-7 波的傳遞示意圖

### 隨堂筆記

試整理橫波與縱波的特性。

	波形	介質振動方向	實例
橫波			
縱波			

## 2 週期波的特徵

取一條繩子進行規律的擺動，可以產生彼此相連且有規律性的重複波形，穩定的向外傳播，這種連續又有規律性的波，稱為**週期波**

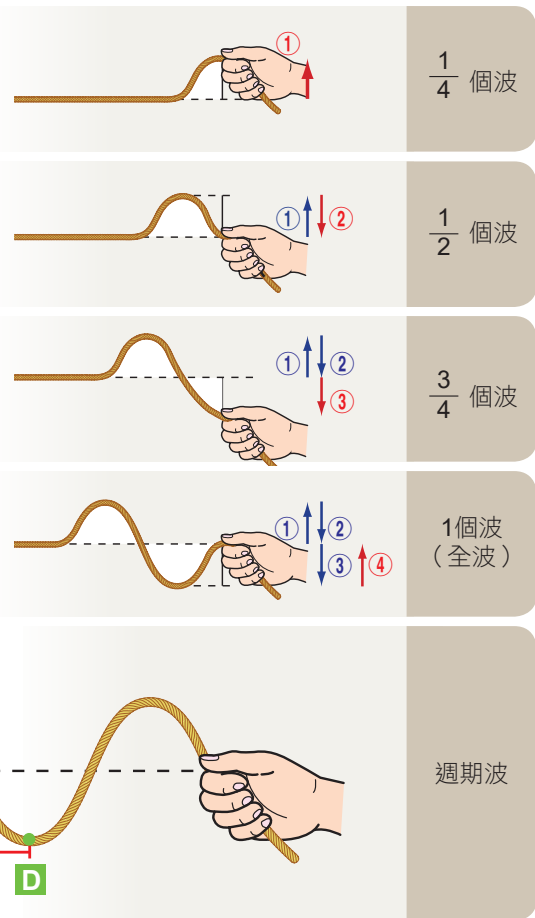
5 (圖3-8)。

振源每振動一次，就產生一個**全波**。在橫波的波形中，最高點稱為**波峰**(A、C點)，最低點稱為**波谷**(B、D點)；一個全波的長度稱為**波長**( $\overline{AC}$ )，以 $\lambda$ (讀音為lambda)表示，

10 也等於相鄰兩波峰或相鄰兩波谷間的長度。

當波通過介質上某一點，使其由平衡位置偏移到波峰或到波谷的垂直距離，稱為**振幅**( $\overline{AA'}$ )。一個全波通過繩上任一點的過程中，

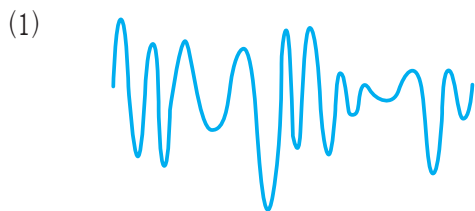
15 介質經過4個振幅的振動，而手擺動的力量大小會影響振幅的大小。



▲ 圖3-8 週期波的產生過程及特徵

### 例題 3-1

下圖何者為週期波，並簡述你的判斷原因為何。



答：\_\_\_\_\_

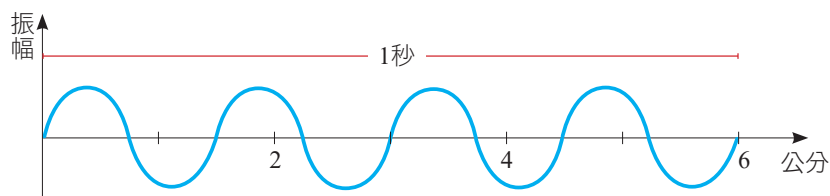


**週期**為手擺動一次產生一個全波所需的時間，也就是繩子上的任意一點，做一次完整來回振動所需的時間，週期以 $T$ 來表示，常用單位為秒(s)。隨著手擺動快慢不同，單位時間內產生的繩波數目就不同，在一秒內所產生的波數目，稱為波的**頻率**，以 $f$ 來表示，常用單位為次/秒，亦可寫為1/秒(1/s)或**赫茲**(Hz，簡稱赫)。

若手擺動得愈慢，週期愈大，頻率就愈小；反之，若擺動加快，則週期減小，頻率增加(圖3-9)。由週期 $T$ 與頻率 $f$ 的意義，可以發現兩者互為倒數(式3-2)。

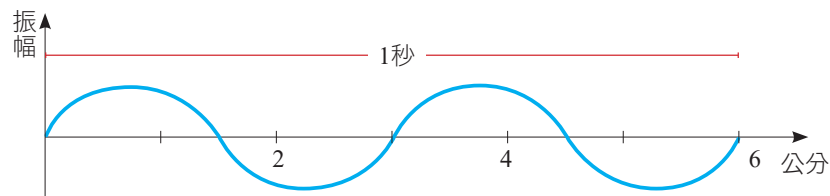
$$\text{頻率} = \frac{1}{\text{週期}} \quad \text{即} \quad f = \frac{1}{T} \quad (\text{式3-2})$$

**a** 1秒產生4個波



頻率  $f = 4$  (Hz)      週期  $T = 1/4$  (s)

**b** 1秒產生2個波



頻率  $f = 2$  (Hz)      週期  $T = 1/2$  (s)

▲ 圖3-9 同一繩子可產生不同的波

波長為2公分的週期波，波源每秒振動3次，則1秒鐘後，此波動傳遞了6公分，波速為6公分／秒（圖3-10）。

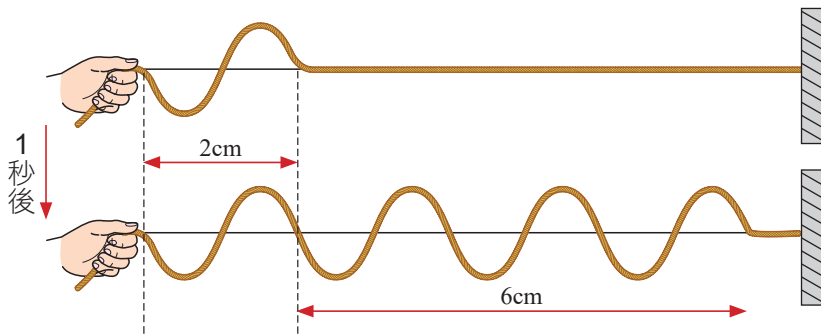


圖3-10 波長2cm的週期波經1秒鐘後的振動情形

由上述的例子可以知道，一週期波的波長為 $\lambda$ ，頻率為 $f$ ，則1秒後，此波傳遞的距離為 $f \times \lambda$ ，所以波速 $v$ 可以表示為以下的關係式：

$$\begin{aligned} \text{波速} &= \text{頻率} \times \text{波長} \\ v &= f \times \lambda \end{aligned} \quad (\text{式3-3})$$

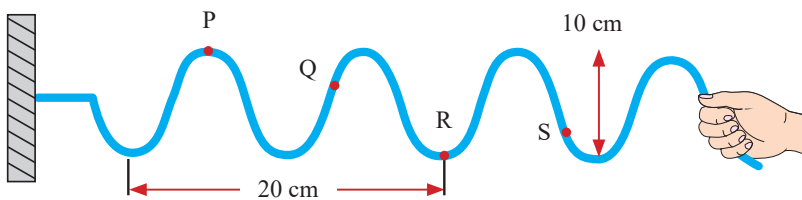
### 隨堂筆記

試著整理同一繩子產生的波動，其波長、頻率和週期的關係。

波長	頻率	週期
長		
短		

### 例題 3-2

波源規律持續振動2秒，產生的週期波波形如圖所示，試回答下列問題。



(1) 圖中的介質P、Q、R、S四點，下一瞬間的振動方向分別為何？

P：\_\_\_\_\_、Q：\_\_\_\_\_、R：\_\_\_\_\_、S：\_\_\_\_\_

(2) 根據圖中數據，完成下面表格（包括數字及單位）。

振幅	波長	頻率	週期	波速



## 3-2 聲音的形成

### 科學 tell me why

轟隆巨響的雷聲，有時會讓汽車防盜器發出警示聲，而我們放鞭炮時，偶爾也會造成汽車防盜器大響，這兩者有什麼關連性呢？



聲音幾乎無時無刻都圍繞在我們的周遭，每天會聽到各種不同的聲音，例如：鐘聲、喇叭聲和交談聲等。聲音是如何產生的呢？讓我們透過實驗來了解吧。

### 實驗 3-1

## 聲音是如何產生的？



### 目的

藉由觀察聲帶的振動、橡皮筋與音叉發出聲音的過程，了解聲音的產生原理。

### 器材

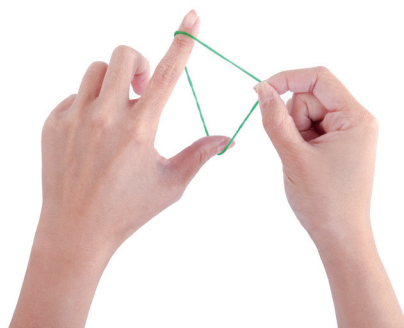
- ① 橡皮筋1條
- ② 音叉1支
- ③ 橡皮槌1根
- ④ 水槽1個

### 步驟

- 1 將手指輕放在喉嚨上，發出「啊——」的聲音，比較發聲前後手指感受有什麼差異。



- 2 用手撐開橡皮筋並彈撥一下，觀察橡皮筋的運動情況，再聆聽橡皮筋發出的聲音。



- 3 用橡皮槌敲擊音叉，並記錄音叉有什麼變化，將音叉靠近耳朵，聆聽是否發出聲音。



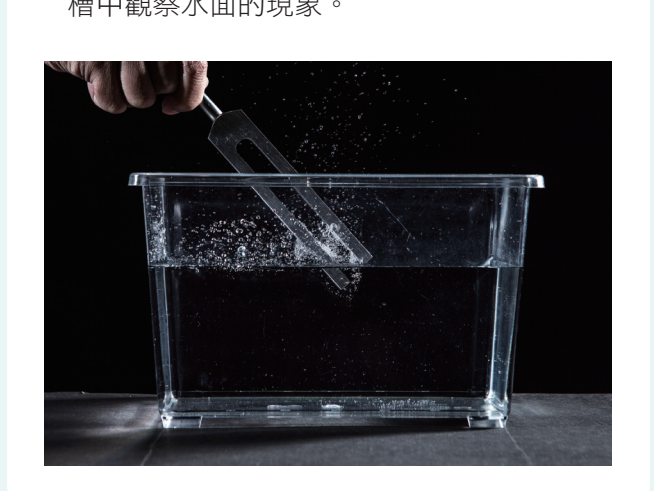
- 4 敲擊音叉後，用手握緊音叉的金屬部分，記錄音叉振動和聲音的變化情形。



- 5 將未敲擊的音叉放入水槽，觀察水面的現象。



- 6 敲擊音叉3～5次後，迅速將金屬部分放入水槽中觀察水面的現象。



### 問題與討論

1. 當發出「啊——」的聲音，手指有什麼感受？
2. 橡皮筋在什麼情況下會發出聲音？
3. 音叉發出聲音時，金屬部分有什麼現象產生？
4. 音叉在敲擊前後，握著音叉的手有什麼不同的感受？
5. 根據本實驗的設計，試推測聲音是如何產生的？

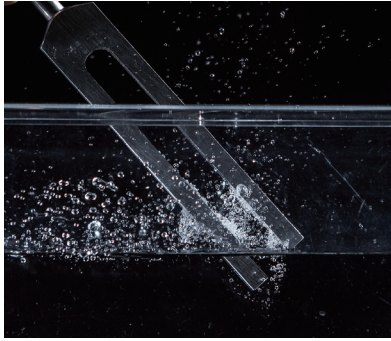
### ? 探究提問

將單手快速左右擺動，是否會發出聲音？試推論其原因。

相關實驗重點，請見 P112







▲ 圖3-11 振動的音叉使水面濺起水花



▲ 圖3-12 敲擊鼓面時，振動會使鼓面上的水飛濺

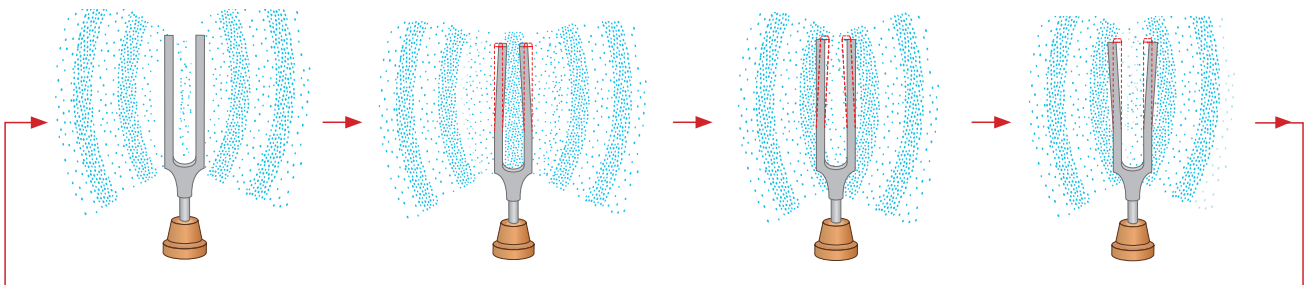
## 1 聲音的產生

由實驗3-1發現，當發出聲音時，用手輕觸喉嚨能感覺到振動；撥彈橡皮筋時，橡皮筋會來回振動發出聲音；小槌敲擊音叉後，則發出嗡嗡聲，若迅速將音叉接觸水面，可看見水面濺起水花（圖3-11）；若用手握住音叉，嗡嗡的聲音也隨之消失。由此可知，聲音的來源是物體快速振動所造成的，而發聲的物體則稱為**聲源**。

各式各樣的樂器發聲也是一樣的原理，鋼琴、吉他聲音為弦的振動；薩克斯風是利用簧片的振動；敲鑼與打鼓的聲音，分別是利用鑼面和鼓面的振動（圖3-12）。

## 2 聲音的傳播與介質

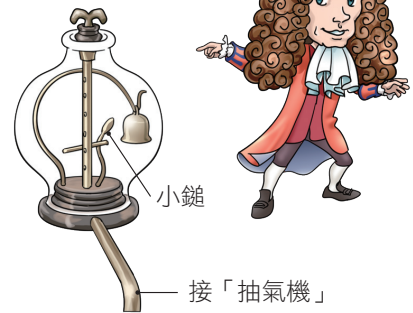
聲音在空氣中是如何傳播呢？以敲打音叉為例，振動中的音叉會擾動周圍的空氣，使空氣產生疏密變化，並向外傳播出去（圖3-13）。聲波在空氣中傳遞時，空氣的振動方向和波的傳遞方向是平行的，為一種縱波。日常生活中能夠聽見各種聲音，大多是經由空氣幫助傳聲，也能經由液體和固體來傳播。



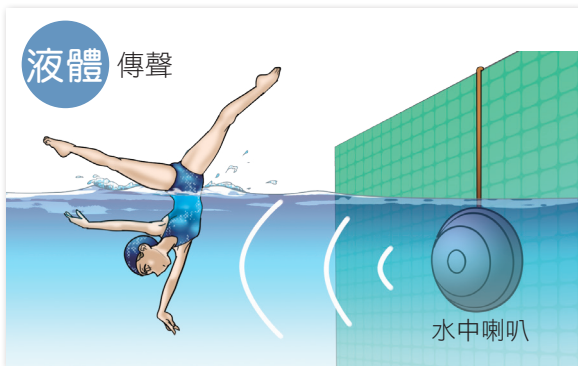
▲ 圖3-13 敲擊後的音叉，會擾動空氣，使得聲音能以疏密相間的縱波形式傳遞出去（虛線為音叉前一刻的位置）

十七世紀英國科學家波以耳（Robert Boyle，1627～1691），在一個密閉玻璃罩內放入鈴鐺（圖3-14），並用小鎚持續敲擊鈴鐺發聲，接著用抽氣機把空氣慢慢抽出，發現鈴鐺聲漸弱直到消失，證實聲音需透過介質才能傳播出去。水上芭蕾舞的舞者，當他們在水面下時，可聽著水中喇叭的音樂聲而能整齊表演，表示聲音可經由液體傳播（圖3-15）。隔壁鄰居以鐵鎚敲打牆壁時，我們能夠清楚地聽見敲擊聲，表示聲音也可經由固體傳播（圖3-16）。

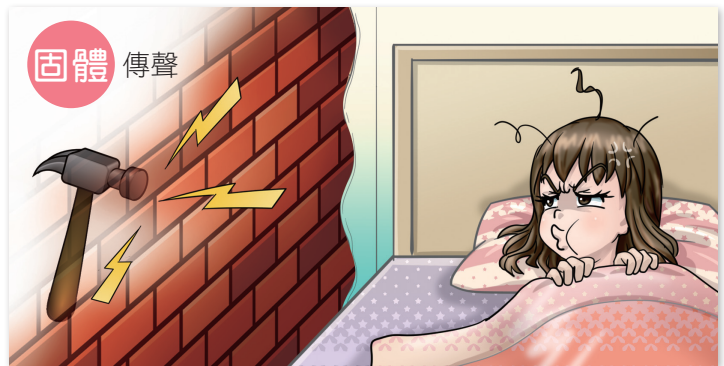
氣體 傳聲



▲ 圖3-14 波以耳的抽氣實驗裝置



▲ 圖3-15 水上芭蕾舞者能在水中聽見音樂聲



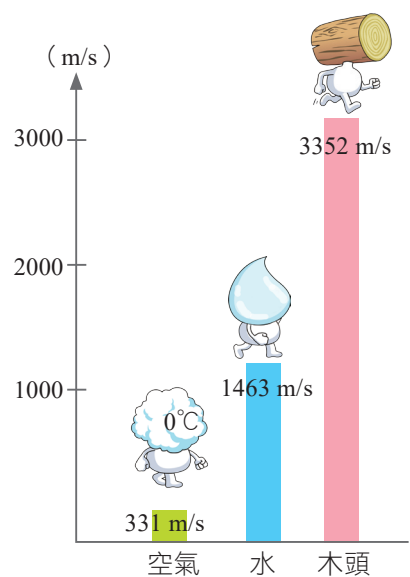
▲ 圖3-16 鐵槌敲擊聲，可經由牆壁傳遞過來

### 10 3 聲波速率

**聲速**指的是聲波傳播的速率，與介質種類和狀態有關，一般而言，聲音在固體中傳播速率最快，在液體中次之，在氣體中最慢（圖3-17）。

空氣中的聲速，會因空氣的溫度、密度等狀態改變而有所差異，但與發音體本身振動的快慢無關。

溫度是影響空氣中聲速的最主要因素，在一般乾燥無風、溫度 $0^{\circ}\text{C}$ 的空氣中，聲速約為331公尺／秒，空氣溫度每上升 $1^{\circ}\text{C}$ ，聲速就增加0.6公尺／秒，表示氣溫愈高，聲速也愈快。



▲ 圖3-17 聲音在不同介質的傳播速率



## 3-3 多變的聲音

### 科學 tell me why

阿翰有天沒有交作業，老師打電話告訴媽媽，媽媽氣得衝到阿翰房間準備開罵，阿翰光聽聲音就知道大難臨頭了！但阿翰如何光聽聲音就知道媽媽在生氣？



▲ 圖3-18 排笛



▲ 圖3-19 直笛

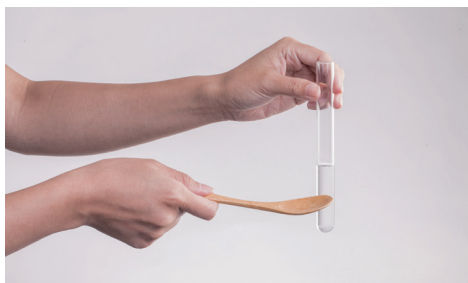
排笛是一種由長短不同的木管或竹管連接起來，將一端封閉，另一端用口吹奏的樂器，每一個管可以吹出不同的聲音（圖3-18）。直笛則是用手按住不同位置 and 不同數目的孔，用吹氣的方式演奏出音樂（圖3-19）。生活中每一種樂器所發出的聲音都各有特色，為何這些樂器能有如此多變的聲音呢？

### 探討活動

#### 3-2 聲音比一比



1. 手持木頭湯匙，使用不同力量敲打試管，聽聽看試管發出的聲音。



2. 將三根試管裝入不同的水量，分別對三根試管的管口邊緣輕輕吹氣，聽聽看試管內空氣發出的聲音。



### 想一想

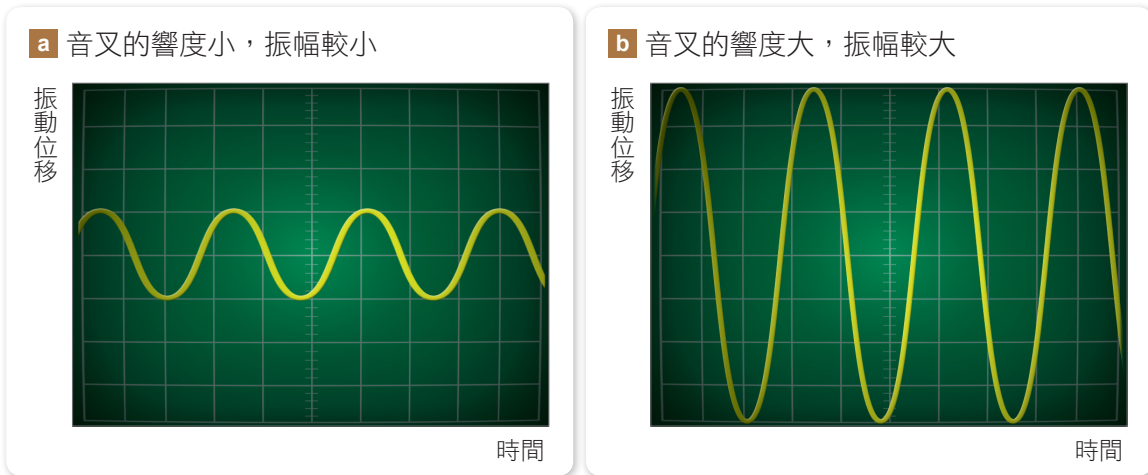
1. 以不同的力量用湯匙敲打試管，請問聲音有何不同？
2. 對水位高低不同的試管吹氣，請問聲音有何不同？

## 1 聲音三要素

### 響度與振幅

在探討活動3-2中，如果湯匙敲打試管的力量較大，聲音就會比較大聲，聲音的大小稱為**響度**（或**音量**）。

- 5 若用不同的力道敲擊音叉，透過麥克風收集聲音並利用示波器將音波轉換為橫波圖示，當敲擊力量小，音量較小時，波形振幅較小；當敲擊力量大，音量較大時，波形振幅則比較大（圖3-20）。由此可知，聲波振幅與聲音的大小有關。在生活中，通常用**分貝**（dB）作為比較聲音大小的單位。
- 10



▲ 圖3-20 不同響度的聲波，在示波器上呈現的波形（兩圖刻度大小相同）

### 補充資料

#### 分貝

分貝指的是聲音強度的單位，也就是響度大小的單位，以 deci-Bel (dB) 來表示。「分」(deci-) 指十分之一，而「貝」則是紀念發明家亞歷山大·格拉漢姆·貝爾(Alexander G. Bell, 1847 ~ 1922)。通常一般人的耳朵能聽見的範圍在 0 ~ 140 dB之間，0分貝是正常耳朵所能聽見的最小音量，分貝數愈大，代表音量愈大，每增加10分貝，強度增加10倍；增加20分貝，則強度增加100倍。

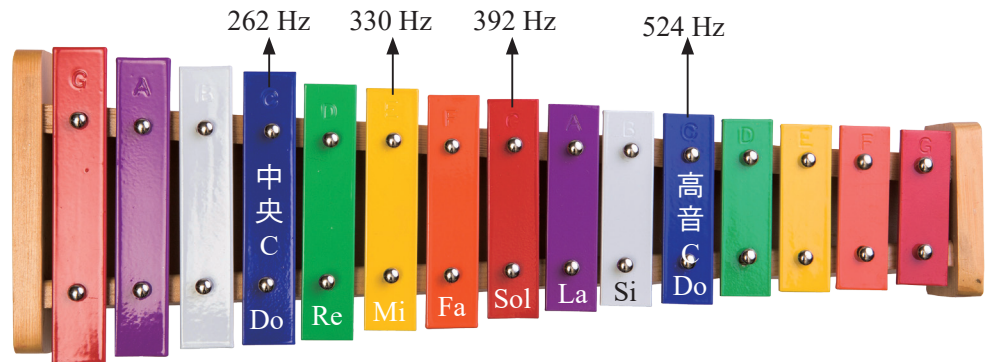


## 音調與頻率

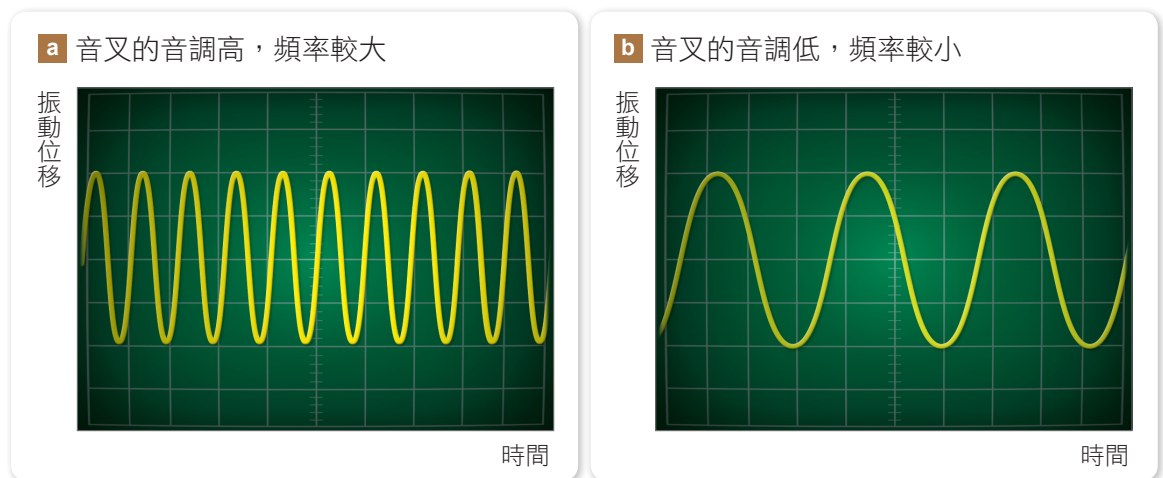
在探討活動3-2中發現，對著裝較少水的試管口吹氣，發出的音調比較低；反之，較多水的試管，發出的音調較高。因此，調整空氣柱的長度，便可發出高低不同的聲音，而聲音的高低稱為**音調**。

5 一般而言，發音體愈短、愈細、愈緊和愈薄時，所發出聲音的音調愈高（圖3-21）。其他像在彈奏烏克麗麗時，調整弦的鬆緊和按壓位置，即可發出不同音階的聲音。

敲擊兩個頻率不同的音叉，音調較高的音叉，在示波器所顯現出的波形振動頻率較高；音調較低的音叉，振動頻率則較低（圖 10 3-22）。人類聲音的頻率，一般大約在90赫到560赫之間，由於聲帶天生的差異性，通常女生的音調較男生來得高。



▲ 圖3-21 鐵琴琴鍵愈短，音調愈高

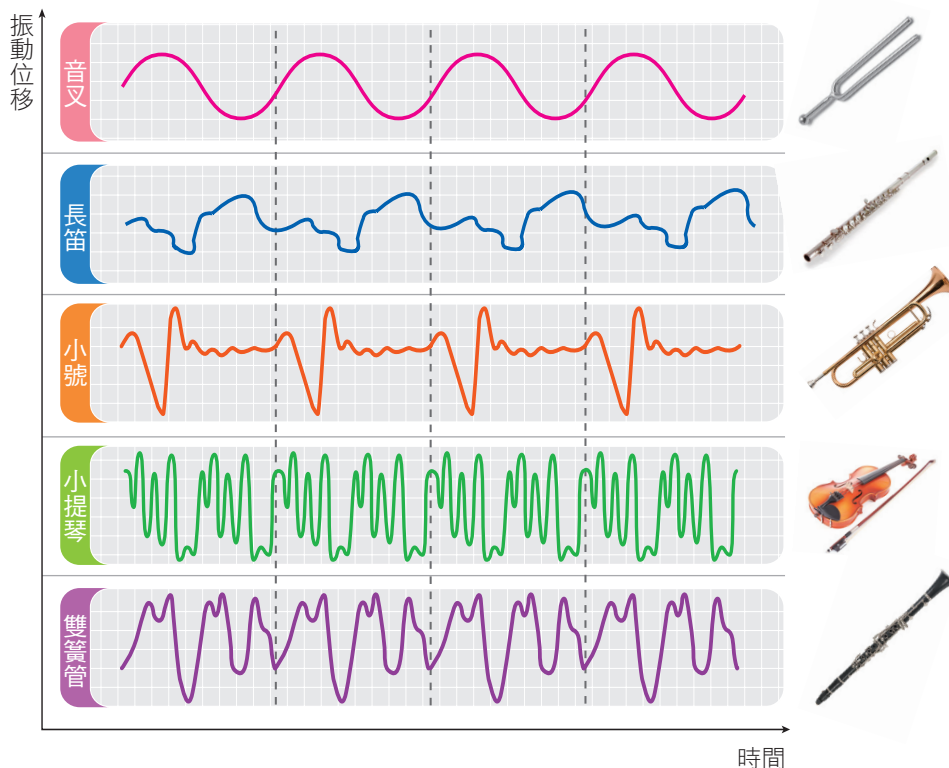


▲ 圖3-22 不同音調的聲波，在示波器上所呈現的波形（兩圖刻度大小相同）



## 音色與波形

- 歌唱節目上常會聽到電子琴的配樂，有的歌手會使用鋼琴自彈自唱，耳朵可以明確分辨這兩種不同的琴聲，這是因為不同的發音體有它獨特的發音特性，稱為**音色**。音色決定於聲音的波形（圖3-23）。



▲ 圖3-23 不同樂器所發出的聲音經示波器轉換出的波形

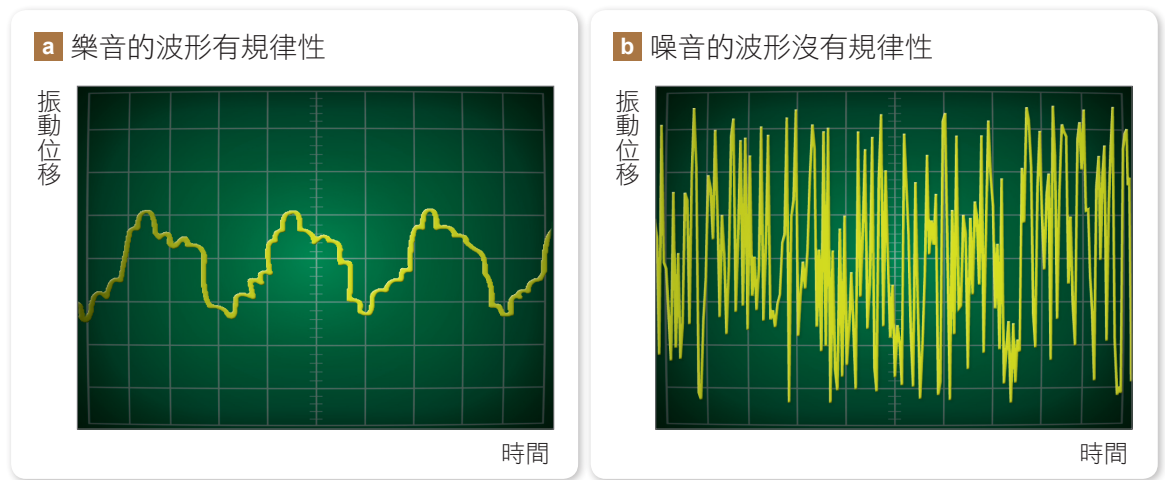
### 例題 3-3

有關樂器演奏時，所聽到的聲音敘述如下，請勾選正確選項。

1. 樂器發出的聲音愈大者，其傳播的速率愈快 是 否
2. 樂器發出的頻率較大者，其聲音聽起來音調比較高 是 否
3. 能區分各種樂器的聲音，原因為它們的音色不同 是 否
4. 樂器引起空氣的振動愈大者，代表響度愈大 是 否

## 2 噪音的影響

優美動聽、令人感到愉悅的聲音，稱為**樂音**；吵雜刺耳、令人不舒服的聲音，則稱為**噪音**。是什麼因素造成聲音有如此的差異呢？聽起來和諧的樂音，其波形具有一定的規律性，而噪音的波形則沒有規律性（圖3-24）。此外，若音量過大，超過了人耳所能承受的範圍，也算是噪音。



▲ 圖3-24 樂音與噪音的波形



生活中，噪音的來源有很多，例如：交通噪音、營建噪音和商業活動噪音等。處於70分貝的環境下，會覺得心情煩躁、無法專心，並會影響學習，若長期在85分貝以上的環境下，可能會使聽力受損，產生重聽。

政府現已制定噪音管制法與社會秩序維護法來保障環境品質，並有各種防制噪音的設施，在法令規範及管制稽查以外，需要我們一起來維護環境，不做噪音的製造者，才是根本的辦法。

## 3-4 聲波的傳播與應用

### 科學 tell me why

為什麼遠處傳來雷聲通常不是一聲巨響，而是轟隆隆的連續聲響？



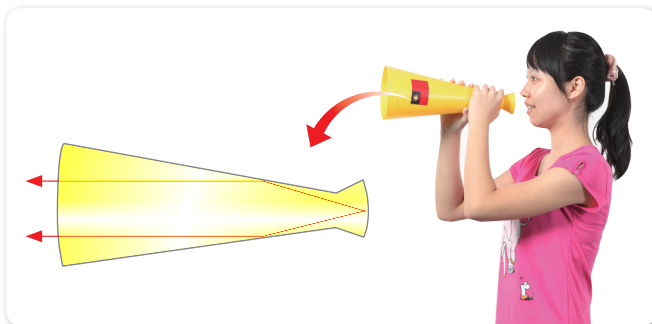
5 在空曠的大禮堂聽演說時，人耳聽到的聲音可能會混雜不清楚，這是因為聲波經過一段較長的距離後，被遠處的牆壁反射回來，回聲又比原聲較延遲，使得陸續發出的原聲和回聲相混合所造成。

### 1 聲波反射與回聲

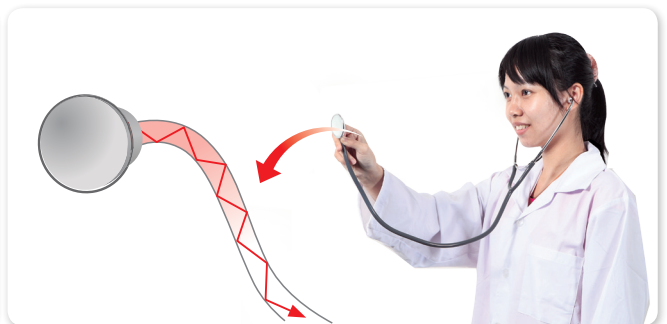
波傳遞遇到障礙物返回原介質的現象，稱為反射，聲波也有這樣的現象，反射回來的聲波，則稱為**回聲**。在山谷中大喊會有陣陣回聲，即是聲音遇到遠近不同的山壁而反射回來。

10 平時生活並不容易聽到回聲，其中一個原因是讓聲音反射的障礙物離我們太近，原聲與回聲的間隔時間太短，人耳無法分辨；另外則是因為生活周遭有太多的物質可以吸收聲音。當聲音碰到光滑、堅硬的物體表面，如水泥牆，較容易發生反射；反之，柔軟的表面則容易吸收聲音。在生活中，有不少聲

15 音反射的應用物品，例如：傳聲筒可將聲波反射集中朝同一方向傳播，使遠方的人容易聽見（圖3-25）。醫生使用的聽診器，是讓聲波在細管內不斷反射，避免聲波散失，也防止周圍的聲音干擾聽覺（圖3-26）。



▲ 圖3-25 傳聲筒的傳聲原理



▲ 圖3-26 聲音會在聽診器內多次反射



▲ 圖3-27 高雄 衛武營音樂廳後方的弧形牆面可反射樂音至觀眾席



▲ 圖3-28 孕婦產檢時會以超音波來檢查胎兒的狀態



▲ 圖3-29 超音波清洗機可以將眼鏡縫隙中難以清潔的污垢震出

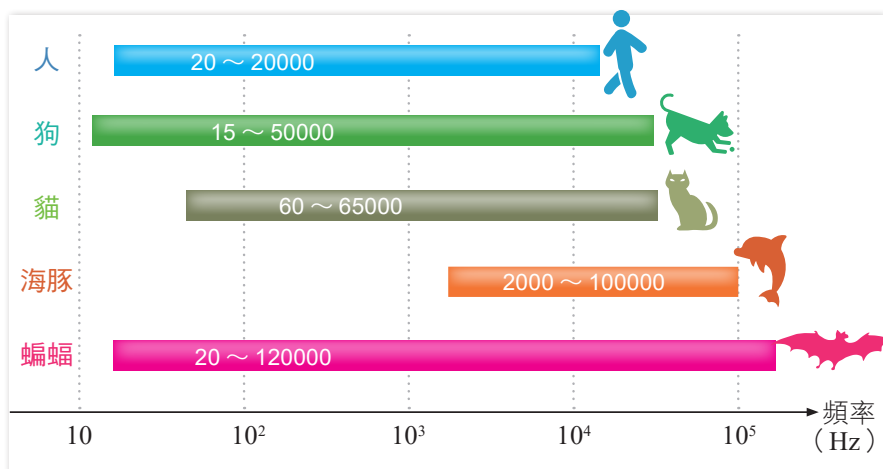
音樂廳或大禮堂必須是安靜的環境，才能讓各種表演活動順利進行。因此，在設計上除了要降低回聲的干擾，同時也要能讓聲音傳到遠方的觀眾席，通常在舞臺後方或上方常會安裝反射牆面，讓樂音可以傳遞到每個觀眾耳裡（圖3-27）。此外，在牆壁的設計則有凹凸不平、各式各樣的稜角與不對稱天花板來隔音，音樂廳內部也會加裝布幔與吸音板，降低室內其他不相關的聲音，也能減少聲波反射的干擾。

## 2 超聲波的應用

10 一般人所能聽到的聲音頻率範圍，大約在20~20000赫之間，這範圍以外的聲音，人耳聽不見。頻率超過20000赫的聲音稱為**超聲波**，也就是日常生活中所說的**超音波**。但不論是一般聲波或超聲波，在相同介質中傳遞時，速率都是一樣的。

15 超聲波應用相當廣泛，例如：在船艦聲納測量海底地形或魚群距離、探測地底石油礦藏、孕婦超音波體檢檢查胎兒（圖3-28）、清洗物品污垢等（圖3-29）。

20 不同動物可聽到聲音的頻率範圍並不相同，如海豚和蝙蝠等動物，可以藉由發出及接收超聲波與同類溝通、辨別方向和覓食（圖3-30）。



▲ 圖3-30 不同動物可聽到聲音的頻率範圍





## 理化 In my life

從小爸爸就是我的偶像，他的倒車技術真的不是蓋的！



- ① 倒車雷達的設計，是應用了聲波的何種原理呢？
- ② 現在的汽車大部分都有加裝倒車雷達，但還是常有倒車時出現撞擊事故，因為倒車雷達有死角，無法完整的偵測車後所有區域，請問可以如何改善死角的問題呢？

### 例題 3-4

敲擊音叉產生的聲波，若遇到障礙物發生反射，回到原本的空氣中，試問聲波的哪一項特性會發生改變？

- (A) 振幅大小                      (B) 頻率大小  
(C) 波速大小                      (D) 波長大小

## 波的傳播與特徵

· 波與波動：擾動在空間上傳播的一種現象。

有無介質

**力學波** 需要介質傳播的波



繩波：繩子



聲波：空氣

**非力學波** 不需介質傳播的波



光波



無線電波

介質  
傳遞波的媒介



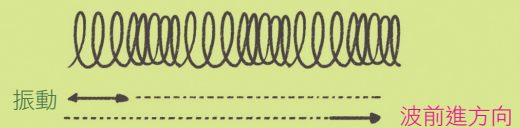
波源（振源）  
造成物質擾動的  
來源

振動、  
前進方向

**橫波（高低波）**



**縱波（疏密波）**



· 波速：波傳遞的快慢程度

$$= \frac{\text{波傳遞的距離}}{\text{波傳遞的時間}}$$

$$= \frac{\lambda}{T} = f \times \lambda$$

週期(T)

互為倒數

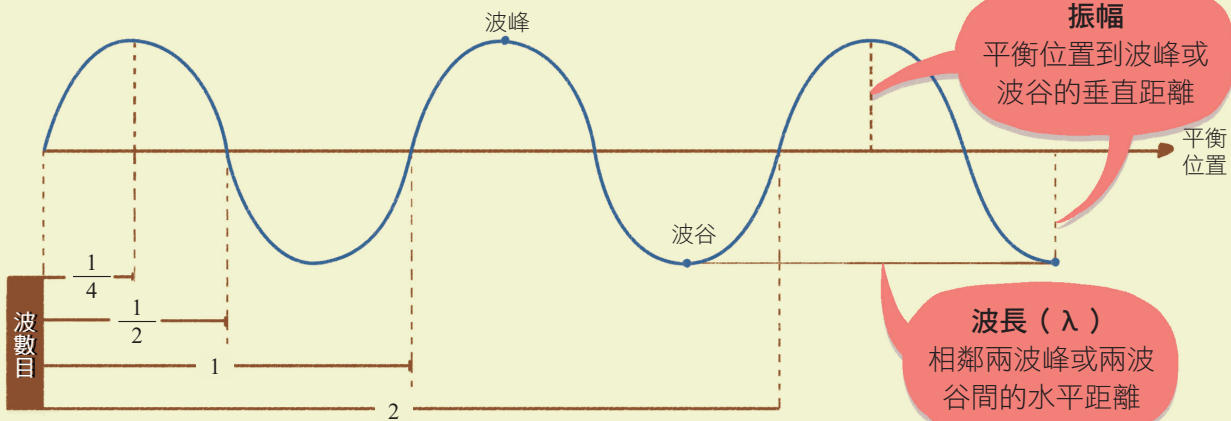
頻率(f)

產生一個全波所需的時間

一秒內所產生的波的數目

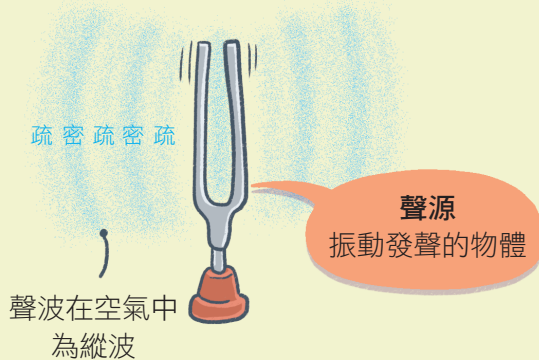
單位：秒 (s)

單位：1/秒 (1/s)、赫茲 (Hz)



## 聲音的形成

· 聲音：由物體振動所造成。



· 聲速與介質種類與狀態有關

氣體 < 液體 < 固體



溫度為影響空氣中聲速的主要因素

## 多變的聲音

· 聲音三要素

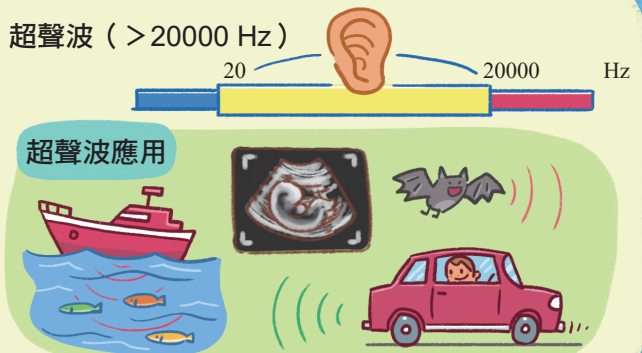
<p><b>響度</b> 振幅不同</p> <p>單位：分貝 (dB)</p>	<p><b>音調</b> 頻率不同</p> <p>單位：赫 (Hz)</p>	<p><b>音色</b> 波形不同</p>
<p><b>樂音</b> 波形規律，令人悅耳的聲音</p>	<p><b>噪音</b> 波形不規律，音量過大的聲音</p>	

## 聲波的傳播與應用

· 聲波反射 (回聲)：遇到障礙物返回原介質。



· 超聲波 (> 20000 Hz)





## 醫生的笛子

相信大家都有這樣的經驗，感冒生病時，醫生通常會使用聽診器幫你聽聽看身體的狀況。醫生進行「聽診」的行為早已有之，古代醫生就會把耳朵貼近病人身體，聽身體發出的呼吸喘息聲、心跳聲、或異常雜音等，來判斷病情。

19世紀的歐洲，當時的醫生只能緊緊貼在患者的胸部或背部，聽肺部和心臟的異常聲音。醫療用的聽診器是法國巴黎內克爾總醫院，雷奈克醫生（René-Théophile-Hyacinthe Laennec，1781～1826）於西元1816年所發明。他提倡用來診斷各種胸部疾病，被譽為「胸腔醫學之父」，也是第一位描述支氣管擴張和肝硬化的醫生。根據他的發明，將聽到的聲音分類肺病，如肺炎，支氣管擴張及氣胸等。

雷奈克醫生說：「當時我去為一名年輕的女患者看病，她正因心臟病的症狀而受苦。由於她的身材體形，我用手敲診對於病情診斷沒有助益，而貼耳於其胸口進行診斷，又不被風俗允許。」



▲用自製聽診器為孩童看診的雷奈克醫生

雷奈克醫生想起，他曾經看見幾個孩子在修繕房屋的木材堆上玩耍，其中有一個孩子用一顆大釘敲擊一根木料的一端，並叫其它的孩子用耳朵貼在木料的另一端來聽聲音，孩子們高興地喊說「聽見了！」。想到這裡，雷奈克醫生馬上將一張厚紙緊緊捲成圓柱體，一端靠在病人的心臟，耳朵則靠在紙捲另一端上，果然他發現能以一種獨特的方式，感知心臟更清晰的跳動聲音。



▲第一代聽診器



之後雷奈克醫生找人製作了一根長約30公分的杉木，將中間挖空成管狀，為了便於攜帶，他把這根管子分成兩截，有螺紋可以旋轉連接，並取名「聽診器」(Stethoscope)。Stethoscope源自希臘文的胸腔(stetho)和檢查(scope)兩個字。因聽診器樣子像笛子，所以又被稱為

「醫生的笛子」。後來，因為效果良好，很快的也受到其他醫生採用。

時至今日，在各種醫療工具當中，聽診器依舊被廣泛使用，且用途多元、價格低廉，能讓醫生迅速查出身體早期疾病徵兆，對於人類是一項很重要的發明。

請同學們依上述內容，回答下列問題：

- ( ) 1. 雷奈克醫生利用捲成實心圓柱體的紙，來聽病人的心臟跳動聲。請問這表示聲音可以在哪一種物質狀態中傳播？
- (A) 固態  
(B) 氣態  
(C) 液態  
(D) 真空
- ( ) 2. 雷奈克醫生利用中空管狀的杉木，來清楚的聽到心跳聲，請問聲音在中空的圓管中傳遞，不易向外擴散，主要是利用了聲音的何種原理？
- (A) 發聲體的振動  
(B) 將聲波的縱波轉為橫波  
(C) 聲音在中空管中傳遞時，響度會愈來愈大  
(D) 聲音會被中空管壁反射
3. 微弱的心跳聲在導管內傳遞時，若要使聲音不向外擴散，也不被外界聲音干擾，請問導管要如何設計才能有比較好的傳聲效果？

.....

.....

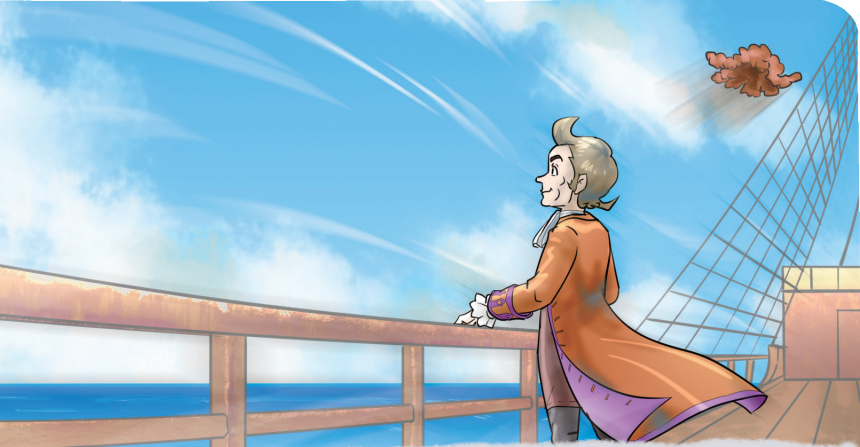
.....

.....

.....



波以耳  
Robert Boyle



### 關於

📅 1627~1691

🏠 出生：愛爾蘭曼斯特

📍 經歷：牛津大學成立實驗室，進行大量的物理及化學實驗，促使「英國皇家學會」成立。

成就：

- 《關於空氣彈性及其物理力學的新實驗》一書中，說明了空氣的各項性質
- 《懷疑的化學家》一書中，批判亞里斯多德等著名哲學家的三元素、四元素說



#### 波以耳——遊歷歐洲中

11月，1640年

跟著老師出國學習這麼多年，終於能到義大利一睹伽利略的實驗了！

👍 讚 🗨 留言 ➡ 分享



#### 波以耳——覺得充實

7月，1655年

重溫兒時的偶像——伽利略的名著《關於兩大世界體系的對話》，依舊是令人讚嘆啊！

👍 讚 🗨 留言 ➡ 分享



#### 波以耳——覺得感恩

9月，1660年

若沒有@虎克和你們的相助，我想我不會發現聲音需要藉由空氣才能傳播！

當時格理克所展示的馬德堡半球實驗中的真空幫浦，操作非常複雜，波以耳想加以改良它，並進行氣體相關的研究……



於是……

誠徵助手

擅長儀器製作與操作，待優！

by Boyle



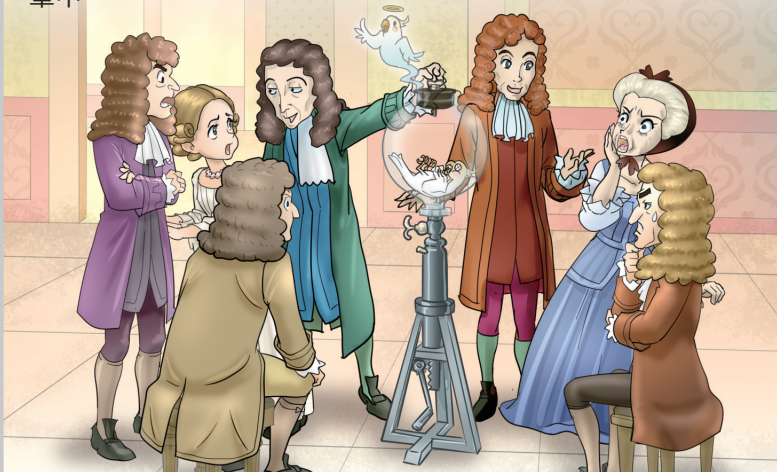


波以耳與虎克的第一次相遇。

Hi! Mr. Boyle. I'm Robert Hooke.

Amazing! My first name is also Robert, I'm Robert Boyle. It is my pleasure to meet you.

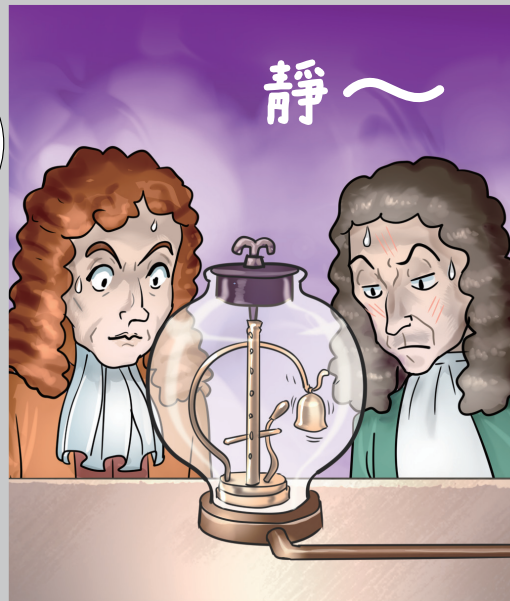
波以耳有了虎克幫忙之後如虎添翼，兩人大大改良了前人所製造的真空抽氣機，為了展示實驗成果居然還將小動物放入玻璃罩中。



為了瞭解稀薄空氣的性質，他們做了許多不同的實驗，測定空氣對不同物質如何產生影響。

還有什麼可以拿來作測試呢？

哎呀！還有聲音啊！我們來試試把鬧鈴放入儀器中吧！



虎克！我們有重大的發現了！

這真的太奇妙了！這樣居然聽不到聲音！



經過各種測試後，將實驗結果詳細記載在《關於空氣彈性及其物理力學的新實驗》一書中。

