

波的傳播

一、波的性質：

1. 物質受擾動時，使相鄰物質跟著被擾動，而將擾動傳播出去，但物質本身不會被傳走。(擾動：能量)
2. 波的形成： $\left\{ \begin{array}{l} \text{擾動源 (波源)} \\ \text{將能量傳遞出去} \end{array} \right.$
3. 傳遞波的物質稱為「介質」，必須要有彈性。如水、空氣、彈簧...
4. 波的分類：依波動過程是否需要介質分成兩類 $\left\{ \begin{array}{l} \text{有介質者} \rightarrow \text{力學波 (機械波)} \\ \text{無介質者} \rightarrow \text{非力學波 (電磁波)} \end{array} \right.$
5. 波的形式：依介質振動方向與波的前進方式分成兩類 $\left\{ \begin{array}{l} \text{兩者相互垂直} \rightarrow \text{高低波 (橫波)，如水波、繩波、光波...} \\ \text{兩者相互平行} \rightarrow \text{疏密波 (縱波)，如聲波、彈簧波...} \end{array} \right.$

波的特性

一、波的結構與性質：

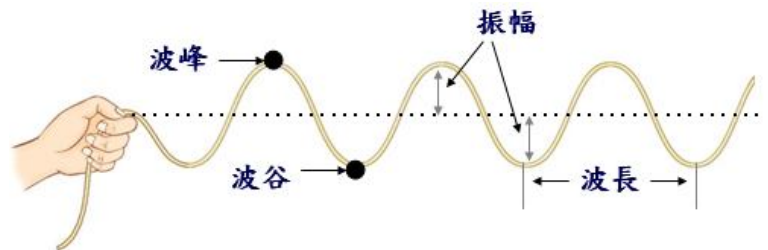
1. **波峰**：距離平衡位置的最高點。(疏密波的密部)
2. **波谷**：距離平衡位置的最低點。(疏密波的疏部)
3. **振幅**：波峰或波谷到靜止平衡點間的距離。(波的能量)
4. **波長 (λ)**：一個波的長度。(相鄰兩波峰或兩波谷間的距離)
5. **週期 (T)**：形成一個波的時間，單位為秒。 $\Rightarrow f \times T = 1$
6. **頻率 (f)**：一秒內形成波的數量。
 - a. 單位為赫 (Hz)，1 赫 = 每秒振動 1 次，或寫成 1 次 / 秒。
7. **波速 (v)**：波形移動的快慢， $v = \frac{\text{位移}}{t} = \frac{\lambda}{T} = f \times \lambda$
 - a. 影響因素：介質種類、介質狀態，與頻率、週期無關。
 - i. 介質的種類：如聲音在空氣中 < 水中。
 - ii. 介質的狀態：如聲音在空氣中傳播，高溫 > 低溫。
 - b. 同一介質中，**波速都相同**。當頻率改變時，波長改變，波速不變。

☆ 一個完整的振動：一個全波/介質經過四個振幅/一個波長/一個週期。

☆ 縱波的情況：縱波會引起介質的前後振動，而形成疏密相間的波形。因此，縱波以相鄰密部中點或相鄰疏部中點間的距離為波長，而其他特性則均與橫波類似。

二、連續週期波：

1. 波源有規則的輸出能量，介質不斷地有規則的振動。
2. 當波前進時，繩上原本靜止的點，會隨著波的通過而上下振動。



聲音

一、聲音的產生：

1. 發聲體快速振動 \Rightarrow 振動 f = 聲波 f 。
2. 必須有介質 \Rightarrow 波以耳實驗證明空氣為介質 \Rightarrow 聲波為**力學波**，介質（固、液、氣皆可）。

二、聲音的傳遞：

1. 聲波的介質可為**固、液、氣**。
2. 在空氣中為疏密波（縱波）。
3. 不同介質的聲速不同。**固 $>$ 液 $>$ 氣**。
4. 影響因素：介質的種類、狀態、密度、溫度及溼度等。

三、聲音傳播的速率：

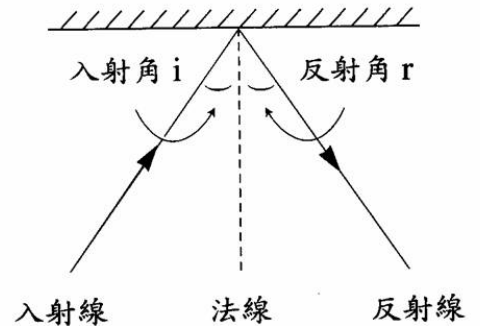
1. 聲速與空氣的溫度、濕度、風向有關。
 - a. 在 0°C 、乾燥無風時， $v=331\text{m/s}$ 。
溫度每升高 1°C ，聲速增加 $0.6\text{ m/s}\Rightarrow$ 聲速 **$v=331+0.6t$**
 - b. 濕度 \uparrow ，聲速 \uparrow 。
 - c. 順風 $>$ 無風 $>$ 逆風。
2. 在同一介質下，聲速都相等，與說話的快慢、聲音高低、大小聲無關。

波的反射

一、當波遇到障礙物，會返回到原來介質，稱為反射，必遵守反射定律。

★ 二、反射定律：

1. 入射線、反射線在法線的兩側，三者均
在同一平面上。
2. 反射角 = 入射角。
3. 入射線：代表入射波的前進方向。
法線：與障礙物相垂直。
反射線：代表反射波的前進方向。



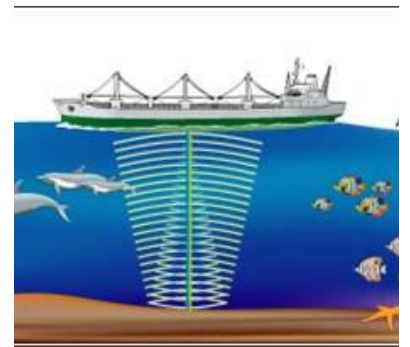
三、回聲（回音）：

1. 聲波遇到障礙物時會發生反射現象（遵守反射定律），形成回聲。
2. 當聲音的間隔超過 0.1 秒，人類才能分辨出回聲。
15°C，發音體與反射面相距 17m 以上，聲音來回超過 0.1s，可以
聽到回聲。
3. 頻率、週期、波速、波長都不變。
4. 能量 & 振幅會變小，所以會變小聲。

四、回聲的應用：

1. 傳聲筒
2. 聲納：可探測海底深度或魚群、潛艦的位置。
 - a. 若海深為 h ，海水的傳聲速率為 v ，聲波由發

$$\text{出至傳回的時間為 } t, \text{ 則 } h = \frac{v \times t}{2}$$



五、如何避免回聲：

1. 四周掛布幔。
2. 裝吸音板。
3. 牆壁凹凸不平、不對稱。
4. 天花板傾斜、不對稱。

多變的聲音

一、樂音：規則振動所發出的聲音，讓人聽起來覺得悅耳的聲音

二、聲音三要素：

1. **響度** (振幅)：聲音的大小，表示能量大小。
 - a. 單位：**分貝** (dB)。分貝+10，強度 $\times 10$ 。
 - b. 應用：聽診器。
2. **音調** (f)：聲音的高低，表示聲音的振動頻率。
 - a. 物體**薄、短、細**或拉得越**緊**，則振動頻率越快，音調較高。
 - b. 單位：**赫茲** (Hz)
 - c. 一般而言，女生的音調 $>$ 男生的音調。
3. **音色** (音品、波形)：波形的不同，為發音的特色。
 - a. 不同發音體有不同的音色。
大部分聲音都是由幾種頻率和不同響度的聲音混合而成的，而這些頻率與響度不同的波所合成的聲波，其波形各不相同。
 - b. 由於音色，可以聽出樂器的聲音，平常交談也很容易聽出是誰在說話。

三、樂器的聲音是由數種不同頻率的聲音所組成的，頻率最低者稱為基音，其餘為泛音。

四、共鳴 (共振)：

1. 一個物體發出聲音，傳到另一個具有相同頻率的物體，使之振動發聲，稱為共鳴。
2. 條件：兩物體頻率相同。
3. 應用：樂器加裝**共鳴箱**來增強響度、調音師以音叉調音。

五、超聲波：頻率 $> 20000\text{Hz}$ 的聲音，又叫超音波。

1. 頻率高、波長短，方向性佳，人的耳朵無法聽見。(人耳可以聽到的聲音頻率範圍：約在 $20\sim 20000$ 赫)
2. 應用：**聲納**測出海底深度或魚群、潛艦的位置、機密機械的洗滌、身體檢查、蝙蝠利用超聲波感覺四周環境與分辨方向...

六、噪音：

1. 振動頻率不固定，令人感覺不舒服的聲音。
2. 如汽機車引擎、喇叭聲，營建工地施工、集會遊行使用擴音器等

3. 影響：干擾日常生活，對人類的心理和生理都有不良影響。
4. 防制：
 - a. 加強噪音的監測、執行管制法令
 - b. 使用吸音材料
 - c. 車輛加裝消音器
 - d. 長期在此環境下者，要使用耳塞或耳罩保護耳朵。

