

# 第一章 声音和耳

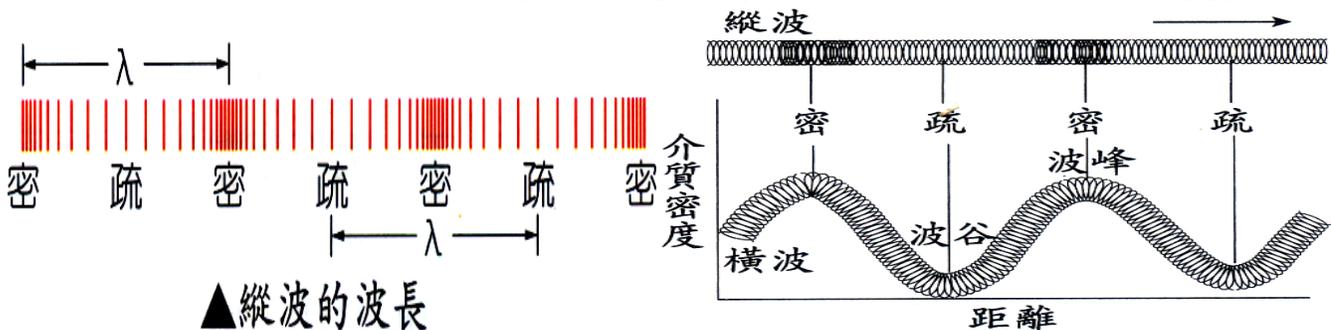
## 波动的产生

- 物质的某处受到扰动时，则以**扰动处为中心**，将**能量**传给邻近的物质，使其依序做同样的振动，此种现象即称为波动，或简称为波
- 必须介质受到干扰後，才能引起波动
  - **传递波动的物质称为介质**
  - 例如：绳波的介质是绳子，弹簧波的介质是弹簧；声波的介质是空气
- 波传播的过程，只有能量前进，介质则在原地附近振动，并不随波前进
- 传播的过程中，**波只传送能量，传送波形，不传送物质(介质)**

	依照是否需要介質分類		依照介質的振動方向分類	
名稱	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				

## 波的种类

- 依照介质振动的方向来区分
  - 横波：介质振动方向和波前进方向垂直，称为**横波**，又称为**高低波**
  - 纵波：介质振动方向和波前进方向平行，称为**纵波**，又称为**疏密波**



## 产生声波的条件

- 物体必需迅速的振动，才能发出声音
- 必须有介质存在，才能传播声音
- 当喇叭发出声音，其振动面向右边运动，它会带动右侧临近的空气粒子向右运动，这些粒子聚集变疏密



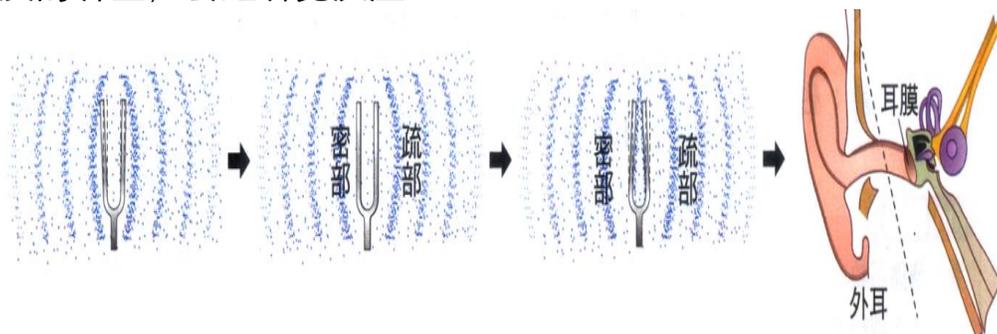
## 传播声音的介质

- 传播声音的物质称为介质；一般声音是以空气为传播介质，因此声波为一种力学波
- 声波的前进方向和空气分子的振动方向相平行，因此声波是一种纵波
- 声波需介质才能传播，因此声波是一种力学波。
- 月球上没有空气，太空人在月球上无法直接透过空气说话，因此月球被称为死寂的星球
- 传播声音的介质可以是固体(钢铁、木头)、液体(水)、气体(空气)
- 传声速率的快慢：固体 > 液体 > 气体



## 听觉的产生

- 小槌敲击音叉，使音叉快速振动，压缩周围的空气，于是周围的空气便以同频率做疏密相间的振动，此震波传至耳朵，使耳膜随之振动，再经内耳将声波转成电波，传至大脑的听区，引起听觉反应

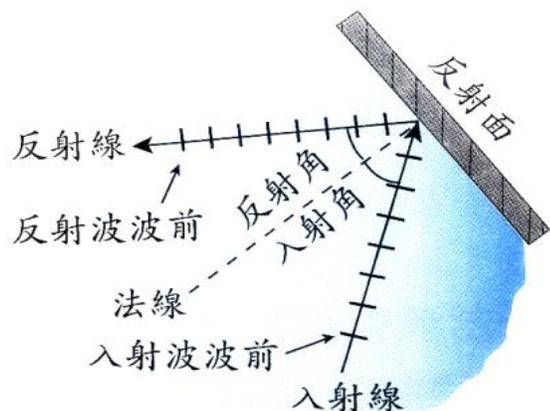


## 影响声音传播速率的因素

- 空气温度：温度愈高，传声速率愈大
  - 温度为 15 度时，声音传播的速度是 340m/s
  - 温度为 20 度时，声音传播的速度是 343m/s
- 湿度愈大，传声速率愈快
- 风速：顺风时速率比逆风时速率快
- 空气愈稀薄，声速会愈慢，在真空中，声音无法传播
- 相同的介质条件时，声速会相同，和声音的高低音或大小声(振幅)无关

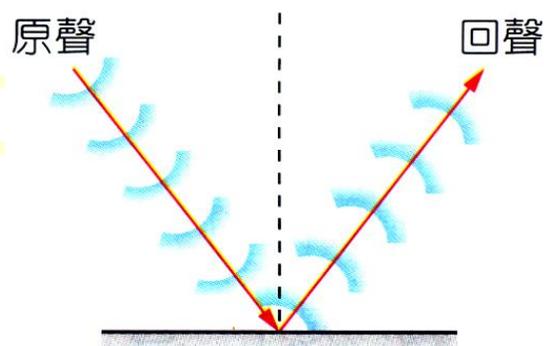
## 声波的反射

- 原因：声波遇到**障碍物**，折返回介质的现象
- 反射：遵从反射定律：
  - 入射线、法线、反射线在同一平面上
  - 入射角 = 反射角
- 反射面吸收部分能量，且声波传播後的面积增大，故反射波的**振幅变小**



## 回声

- 声波遇到障碍物被反射回来的声音，称为**回声**
- 讲话时，因两端墙壁甚为接近，而声速又快，使得回声和原声重合，因此声音将会增强，在室内讲话便比较响亮
- 在大礼堂或大厅中演说时，声波要经过一段较长的距离才遇到另一墙壁反射回来，所以回声较原声迟，陆续发出的原声和回声相混，听起来觉得混杂不清
- 坚硬、光滑的表面利于反射；粗糙、柔软的表面，助于声波的吸收
- 原声与回声二者至少须相隔 0.1 秒，耳朵才能辨别出来，因此在室温下室内长度要在 **17 公尺**之内，才有声音增强的效果
- 回声的性质：**回声的频率、波速、波长、周期都不变**，但传播时因能量的消耗，故**振幅会变得较小**



▲聲波的反射

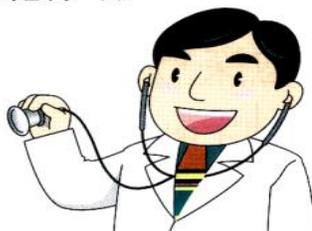
## 回声的应用

- 波的反射现象，传声筒、传声管、喇叭等可以使声波集中而传至远处
- 利用声波的反射测量距离，若声速为  $v$ ，声音发出到回来的时间为  $t$ ，声源与障碍物距离为  $S$ ，声波共传播  $2S$  的距离
- 由  $vt = 2s \therefore s = \frac{1}{2}vt$

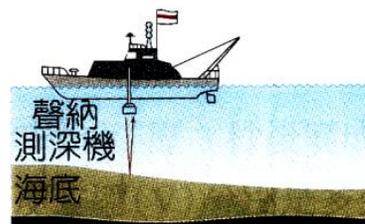
### ① 大聲公



### ② 聽診器



### ③ 聲納測深機



## 回声的害处及防治

- 回声的害处：若反射障碍物距离大於 17 公尺以上，则回声较原声迟，陆续发生的原声和回声相混，听起来觉得混杂不清，因此大礼堂或大厅中应设法避免回声
- 避免回声的方法：
  - 在四周墙壁挂呢绒布幔
  - 装吸音板
  - 使周围凹凸不平
- 利用倾斜的天花板及不对称的墙

## 乐音的三要素

- 响度和振幅
  - 声音的强弱程度，称为响度
  - 振幅愈大，所表现的响度便愈大
  - 发音体的振幅愈大，对空气扰动所形成的疏密波的空气压力变化就愈大，所入耳膜所引起的振动就愈强烈，因此听起来就愈大声
  - 响度的单位通常为分贝，每增加 10 个分贝，声音的强度便增强为 10 倍
  - 0 分贝是人耳能接受的最低能量，并不是能量等於 0
  - 一般认为 80 分贝以上的声响对身体健康有害
- 声音的响度和距离远近有关

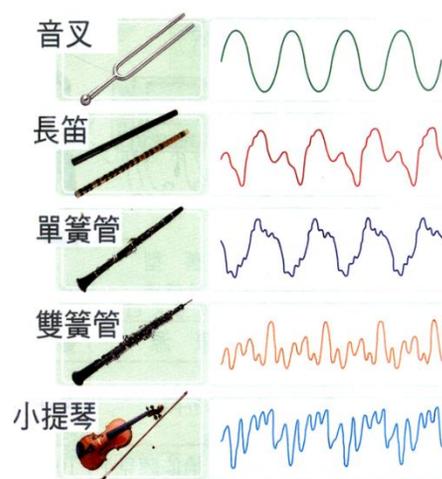


## 音调和频率

- 声音的高低称为音调，音调决定於发音体的振动频率，单位为赫(简称为 Hz)
- 发音体每秒的振动频率愈大，发音的音调随之愈高
- 振动频率 = 每秒钟振动的次数
- 人类声带的发音频率约 80 ~ 1000 赫之间；其中男生的声音频率约 80 ~ 200 赫；女生的声音频率约 250 ~ 600 赫，所以一般女生的声音频率比男生还高
- 弦乐器的弦愈细、愈短、愈紧，则发出的音调愈高
- 吹奏乐器(管乐器)的管愈短、或金属簧片愈短、愈薄，所发出的音调愈高

## 音品(音色)和波形:

- 发音体所具有的**发音特色**，称为音色，可以由此分辨不同乐器或人的声音
- 音色由声音的波形决定，又称为音品
- 音色为各种乐器独特具有的发音特性，为辨别乐器种类的依据
- 音叉为最单纯的波形，振动时仅发出单一的频率，因此通常为调音的工具
- 虽然没有看到人，但是由於音色不同，仍然可以分辨不同人的声音



## 噪音

- 让人感觉不舒服的声音
  - 建筑噪音
  - 交通噪音
  - 工业噪音
  - 家庭噪音
  - 社会噪音
- 噪音进入人耳的过程，包括发生、传播和接受，要减弱噪音，要对应三条路径

## 耳的构造

### • 外耳

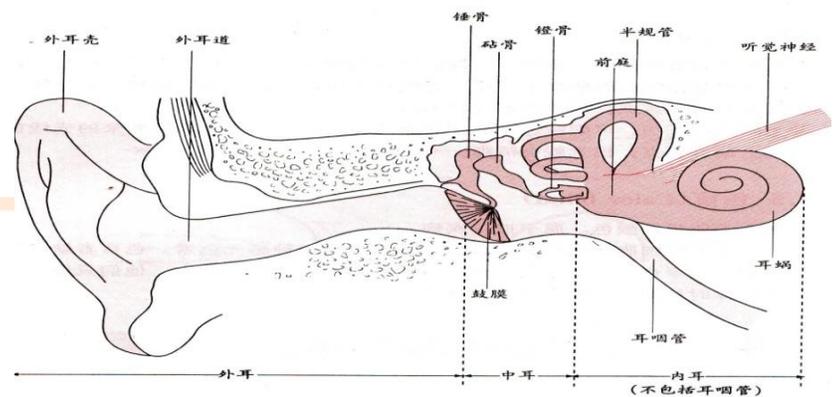
- 外耳壳：由软骨和皮肤组成
- 外耳道：分泌耳蜡：防止尘埃或外来物伤害鼓膜或耳道

### • 中耳

- 听小骨：锤骨、砧骨和镫骨
- 鼓膜：一层薄膜，与锤骨相连，砧骨居中，镫骨在卵圆窗上
- 中耳腔：经欧氏管与咽喉相通
- 欧氏管：维持鼓膜内外大气压力的平衡，使鼓膜发生共振现象

### • 内耳

- 半规管（三个）：帮助平衡身体
- 前庭：帮助平衡身体
- 耳蜗：与听觉有关，内含淋巴液，有听觉细胞，其神经纤维汇集成听神经再分布至大脑



## 咽鼓管

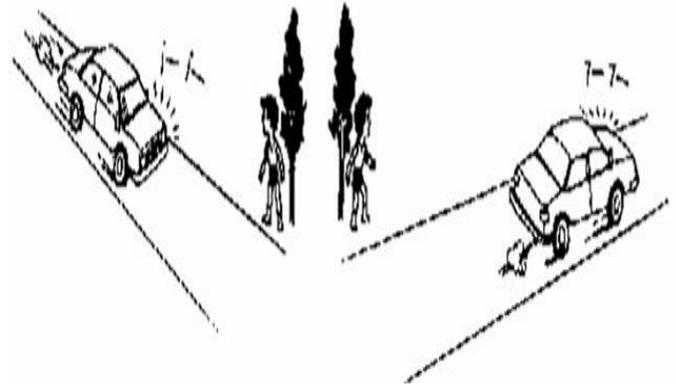
- 连通鼓室和咽部，使鼓膜内外空气压力保持平衡，使鼓膜正常振动

## 前庭和半规管

- 位觉感受器，若过于敏感会容易晕车和晕船

## 双耳效应

- 单靠一只耳能听到声音，但是无法确定声源的方向
- 要确定声源的方位，需要使用两只耳



SJUEC.COM