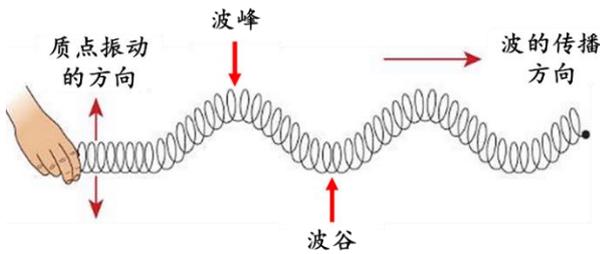


## 第 17 章：机械波

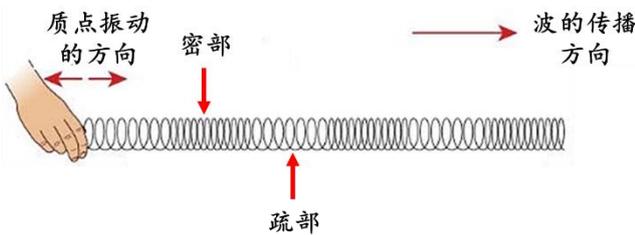
1. 机械波是机械振动在介质中的传播。当波源在介质的某处发生振动时，这种振动形式会自动地从波源通过介质向外传播。

2. 机械波的分类：

a) 横波：质点的振动方向与波的传播方向相互垂直。



b) 纵波：质点的振动方向与波的传播方向平行。



3. 波速是波在介质中传播的速度。

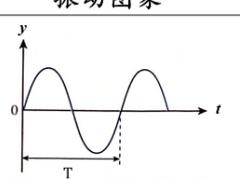
$$v = f\lambda \quad \text{单位: ms}^{-1}$$

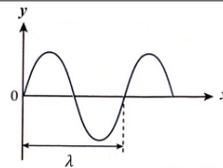
$v$  = 波速  $f$  = 频率

$\lambda$  = 波长

波速由介质决定，波的频率和周期由波源决定，波长由介质和波源共同决定。

4. 波的形象：

| 项目            | 振动图象                                                                                |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 图象            |  |
| 研究对象          | 某一振动质点                                                                              |
| 横坐标           | 表示质点振动的时间                                                                           |
| 物理意义          | 表示某个质点在各个时刻的位移                                                                      |
| 一段完整曲线占横坐标的距离 | 相邻的两个相同振动状态之间的距离表示振动周期。                                                             |

| 项目            | 波动图象                                                                                |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 图象            |  |
| 研究对象          | 介质中的各个质点                                                                            |
| 横坐标           | 表示介质中各个质点的平衡位置                                                                      |
| 物理意义          | 表示各个质点在某一时刻的位移                                                                      |
| 一段完整曲线占横坐标的距离 | 相邻的两个相同振动状态之间的距离表示波长。                                                               |

5. 简谐波方程式：

$$y = A \cos \left[ 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \right]$$

$y$  = 质点的位移

$A$  = 振幅

$t$  = 时间

$T$  = 波的周期

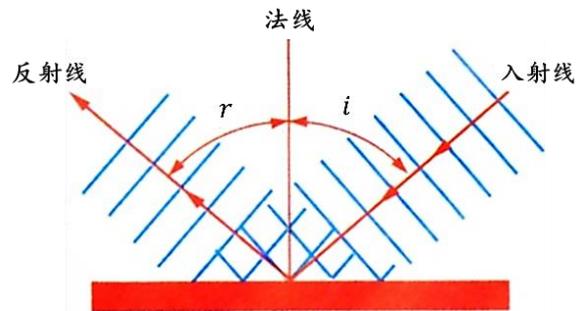
$x$  = 平衡位置的坐标

$\lambda$  = 波长

6. 当波遇到障碍物时，会返回原介质继续传播的现象，叫波的反射。反射波的振幅、波长、频率和波速都跟入射波相同。

7. 波的反射定律：

波在反射时，入射线、反射线和法线在同一平面内，入射线和反射线位于法线的两侧，反射角等于入射角。



8. 当波从一种介质进入另一种介质时，传播方向发生改变的现象，叫波的折射。折射波的振幅、波长和波速都会改变，唯独波的频率不变。

9. 波的折射定律：

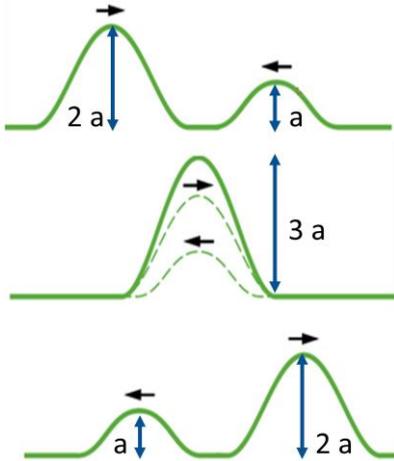
波在折射时，入射线、折射线和法线在同一平面内，入射线和折射线位于法线的两侧，

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_i}{v_r}$$

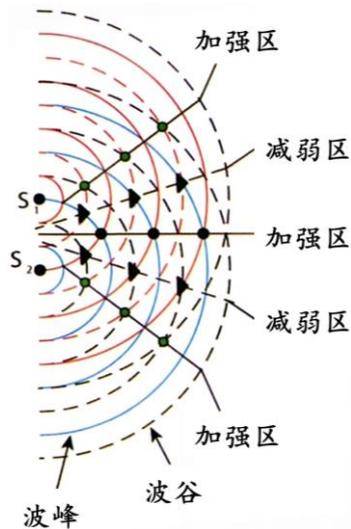
$i$  = 入射角                       $r$  = 折射角  
 $v_i$  = 入射波的波速           $v_r$  = 折射波的波速

10. 波的叠加:

两列波相遇时能够保持各自的运动状态继续传播, 在它们重叠的区域里, 质点的位移等于这两列波单独传播时引起的位移的矢量和。

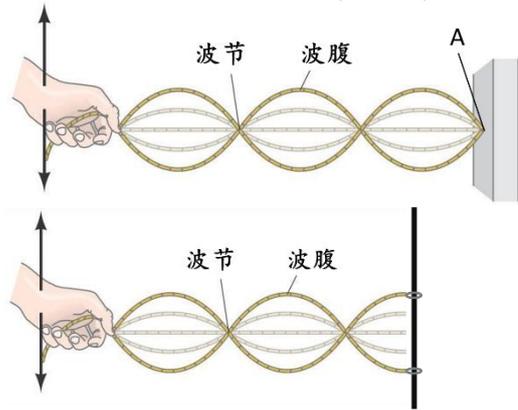


11. 频率相同的两列波叠加, 使某些区域的振动加强, 某些区域的振动减弱, 而且振动加强的区域和振动减弱的区域相互隔开, 这种现象叫做波的干涉。



12. 波在传播的途中遇到障碍物时, 会发生反射, 反射波和入射波相互叠加后形成了驻波。

Prepared by: Mr. Ong Choong Min

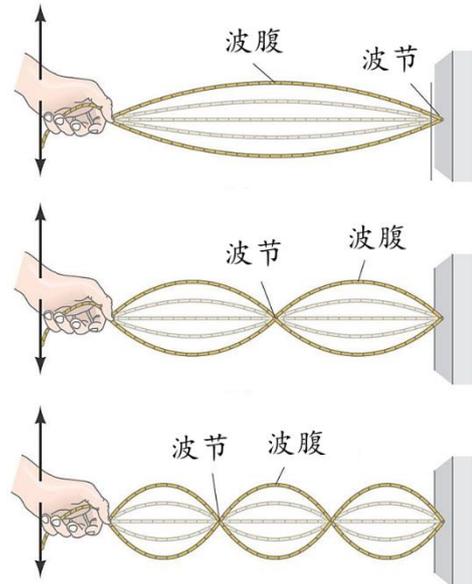


13. 弦的发声原理:

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2L} \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$f$  = 频率                       $v$  = 弦绳上的波速  
 $L$  = 弦绳的长度             $T$  = 弦线的张力  
 $\mu$  = 弦线单位长度的质量

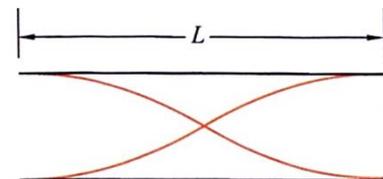


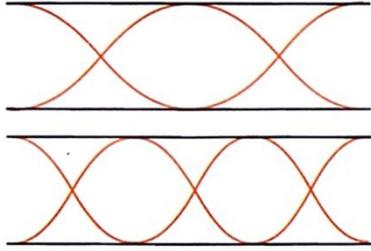
14. 管的发声原理:

a) 开管的发音频率

$$f_n = n \cdot \frac{v}{2L} \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

$f$  = 频率                       $v$  = 声音的传播速度  
 $L$  = 管的长度



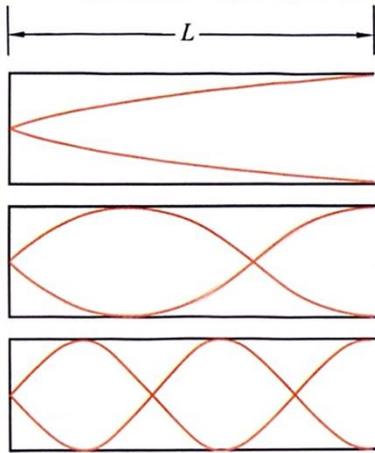


b) 闭管的发音频率

$$f_n = n \cdot \frac{v}{4L} \quad n = 1, 3, 5 \dots$$

$f$  = 频率                       $v$  = 声音的传播速度

$L$  = 管的长度



15. 波绕过障碍物并继续传播的现象叫作波的衍射。衍射波的波长、频率和波速都跟入射波相同，但振幅减弱。



16. 当波源与观察者有相对运动时，观察者接收到的频率和波源的振动频率不同。此现象称为多普勒效应。

$$f_o = \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} f_s$$

$f_o$  = 观察者接收到的频率

$f_s$  = 波源的振动频率

$v$  = 波的传播速度

Prepared by: *Mr. Ong Choong Min*

$v_o$  = 观察者移动的速度

(+观察者靠近波源, -观察者远离波源)

$v_s$  = 波源移动的速度

(-波源靠近观察者, +波源远离观察者)