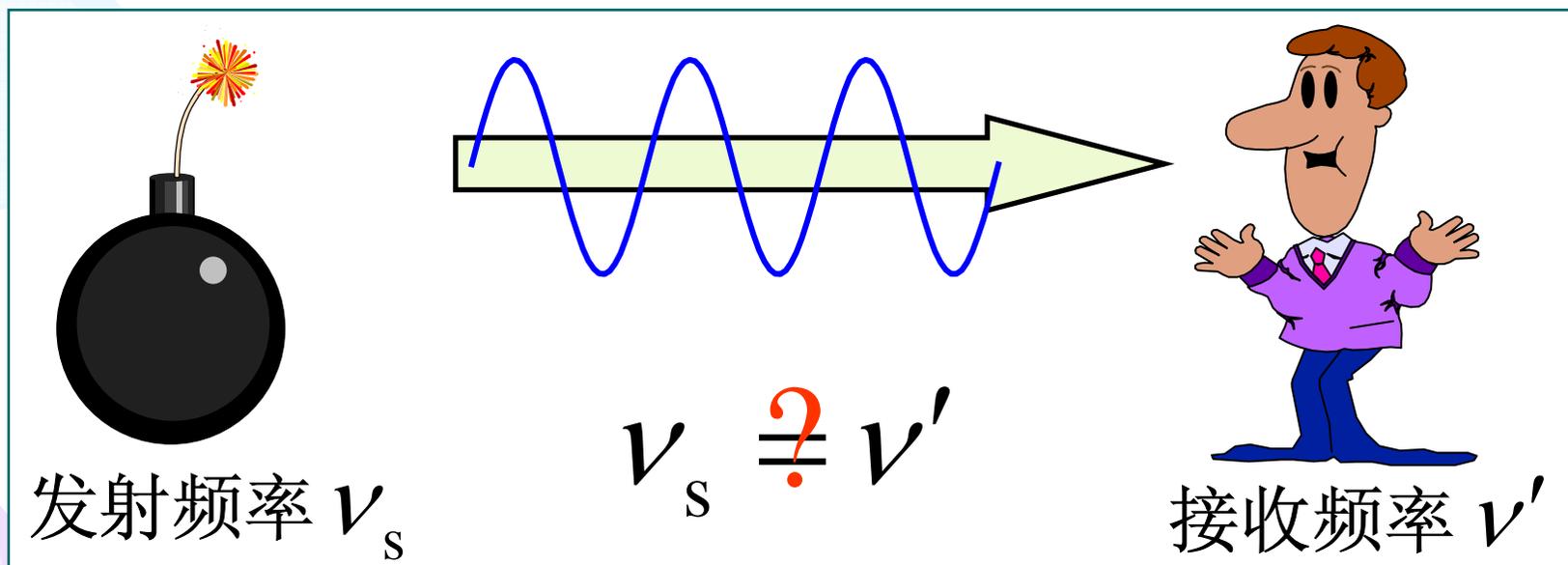


讨论

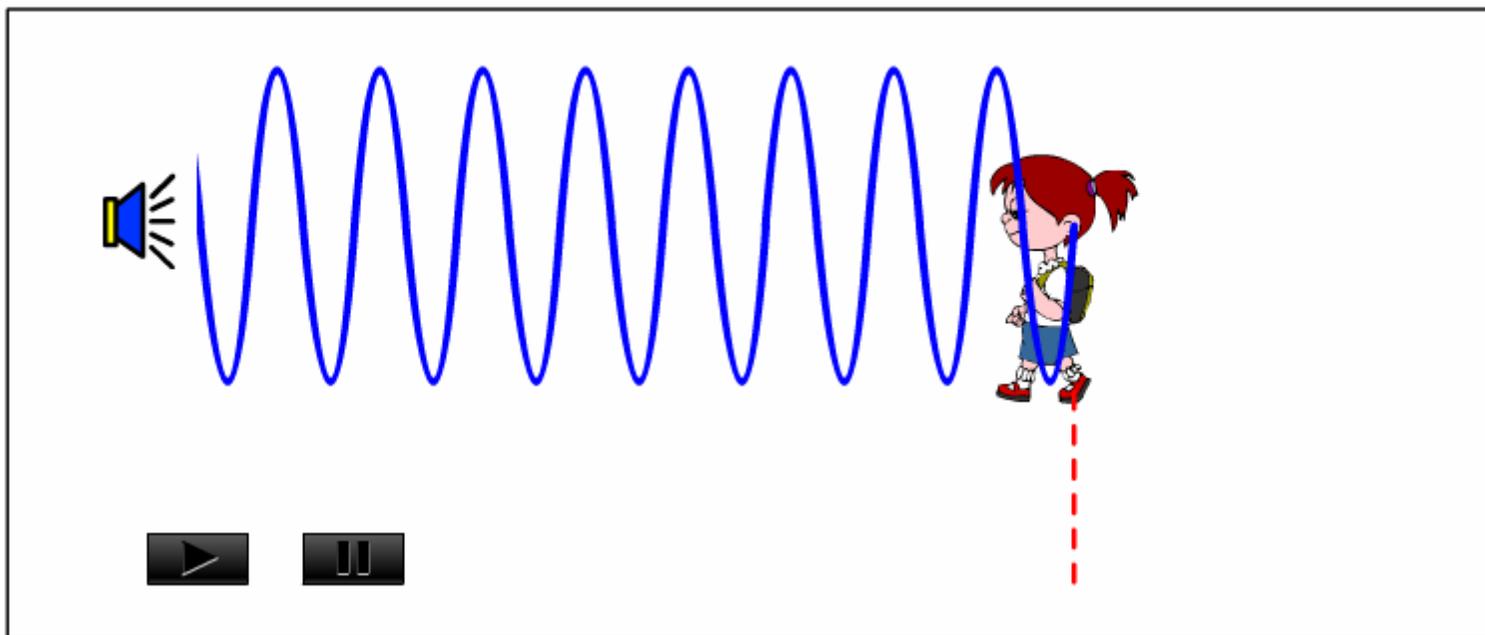
人耳听到的声音的频率与声源的频率相同吗？

接收频率——单位时间内观测者接收到的振动次数或完整波数.



只有波源与观察者相对静止时才相等.

一 波源不动，观察者相对介质以速度 v_0 运动

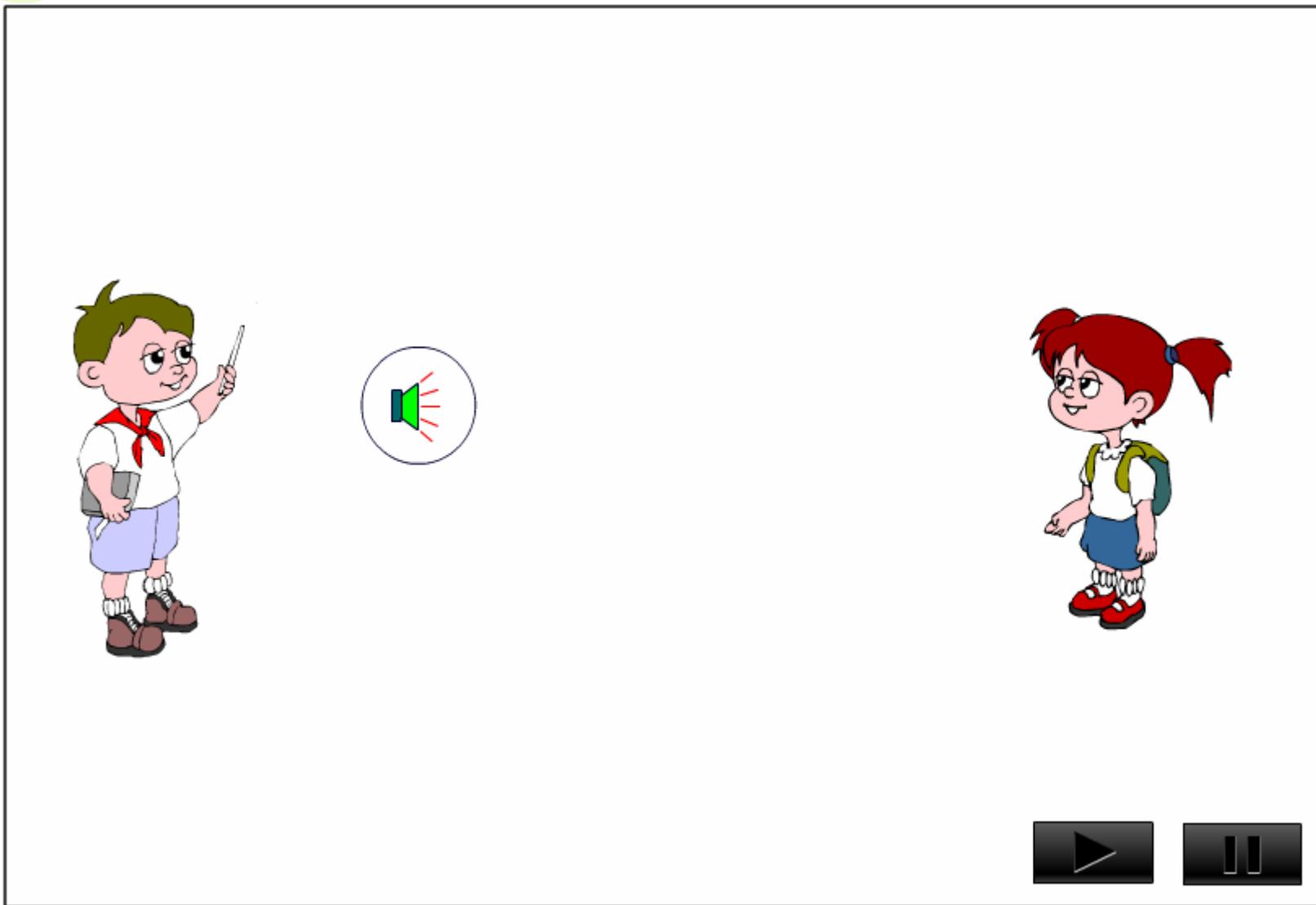


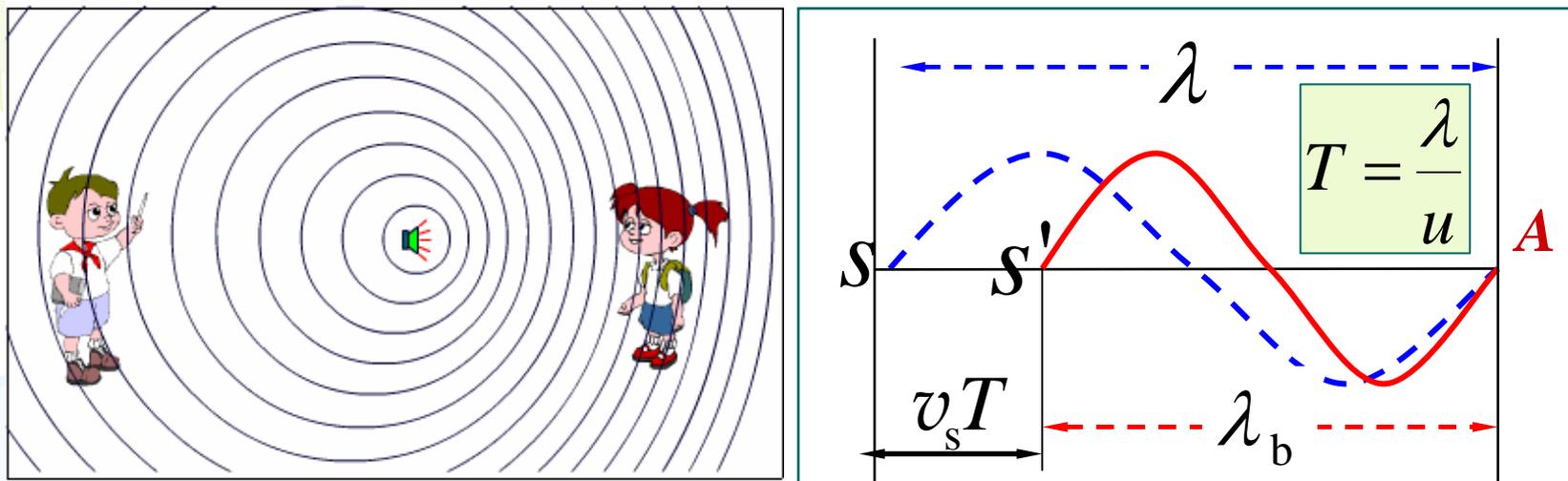
观察
者接
收的
频率

$$v' = \frac{u + v_0}{u} v \quad \text{观察者向波源运动}$$

$$v' = \frac{u - v_0}{u} v \quad \text{观察者远离波源}$$

二 观察者不动，波源相对介质以速度 v_s 运动





$$T' = \frac{\lambda - v_s T}{u} = \frac{\lambda_b}{u} \quad \nu' = \frac{1}{T'} = \frac{u}{\lambda - v_s T} = \frac{u}{u - v_s} \nu$$

观察
者接
收的
频率

$$\nu' = \frac{u}{u - v_s} \nu$$

波源向观察者运动

$$\nu' = \frac{u}{u + v_s} \nu$$

波源远离观察者

三 波源与观察者同时相对介质运动 (v_s, v_o)

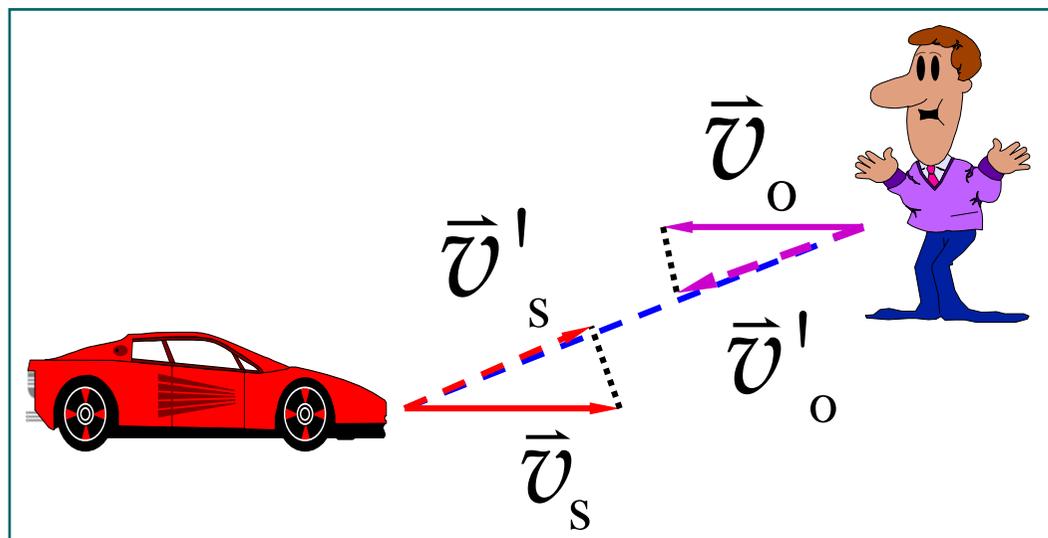
$$v' = \frac{u \pm v_o}{u \mp v_s} v$$

v_o 观察者向波源运动 + , 远离 - .

v_s 波源向观察者运动 - , 远离 + .

若波源与观察者不沿二者连线运动

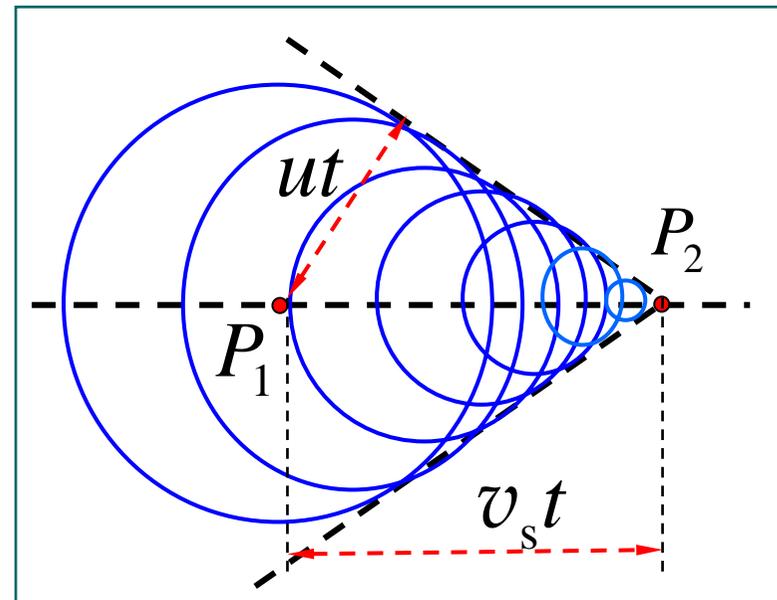
$$v' = \frac{u \pm v'_o}{u \mp v'_s} v$$



当 $v_s \gg u$ 时，所有波前将聚集在一个圆锥面上，波的能量高度集中形成**冲击波**或**激波**，如核爆炸、超音速飞行等。

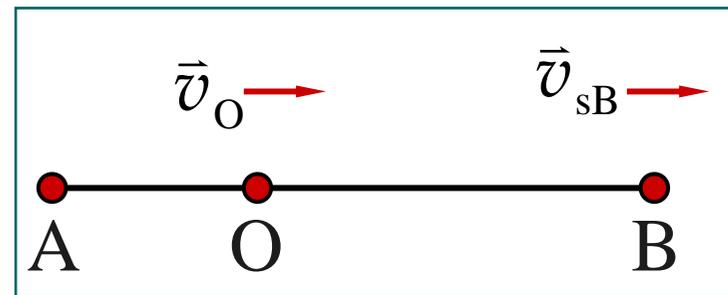
多普勒效应的应用

- 1) 交通上测量车速；
- 2) 医学上用于测量血流速度；
- 3) 天文学家利用电磁波红移说明大爆炸理论；
- 4) 用于贵重物品、机密室的防盗系统；
- 5) 卫星跟踪系统等。



例1 A、B 为两个汽笛，其频率皆为50Hz，A 静止，B 以60m/s 的速率向右运动. 在两个汽笛之间有一观察者O，以30m/s 的速度也向右运动. 已知空气中的声速为330m/s，求：

- 1) 观察者听到来自A 的频率
- 2) 观察者听到来自B 的频率
- 3) 观察者听到的拍频



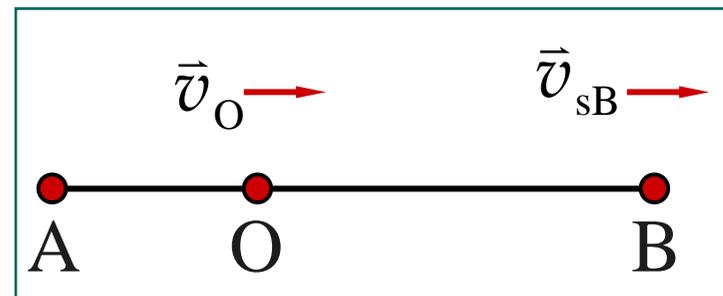
1) **解** $u = 330 \text{ m/s}$, $v_{sA} = 0$, $v_{sB} = 60 \text{ m/s}$

$$v' = \frac{u \pm v_o}{u \mp v_s} v \quad v' = \frac{330-30}{330} \times 500\text{Hz} = 454.5 \text{ Hz}$$

例1 A、B 为两个汽笛，其频率皆为50Hz，A 静止，B 以60m/s 的速率向右运动. 在两个汽笛之间有一观察者O，以30m/s 的速度也向右运动. 已知空气中的声速为330m/s，求：

2) 观察者听到来自B 的频率

3) 观察者听到的拍频



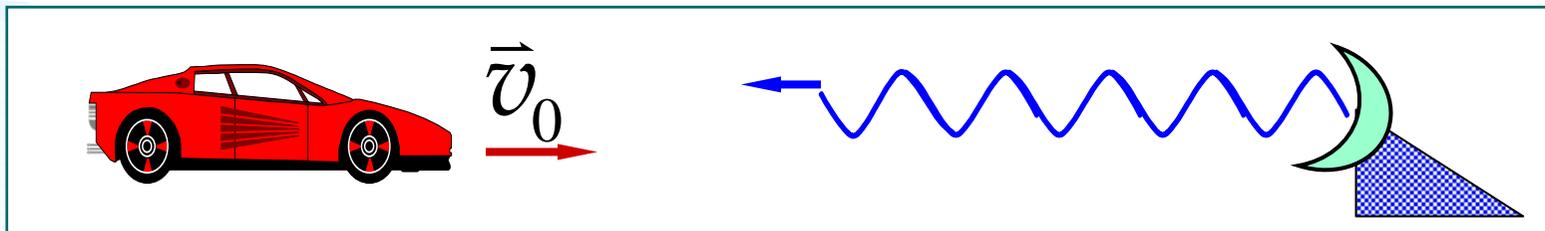
解 2)
$$\nu'' = \frac{330 + 30}{330 + 60} \times 500 \text{ Hz} = 461.5 \text{ Hz}$$

3) 观察者听到的拍频

$$\Delta \nu = |\nu' - \nu''| = 7 \text{ Hz}$$

15 - 8 多普勒效应

例2 利用多普勒效应监测车速，固定波源发出频率为 $\nu = 100\text{kHz}$ 的超声波，当汽车向波源行驶时，与波源安装在一起的接收器接收到从汽车反射回来的波的频率为 $\nu'' = 110\text{kHz}$. 已知空气中的声速为 $u = 330\text{ms}^{-1}$ ，求车速 .



解 1) 车为接收器
$$\nu' = \frac{u + v_0}{u} \nu$$

2) 车为波源
$$\nu'' = \frac{u}{u - v_s} \nu' = \frac{v_0 + u}{u - v_s} \nu$$

车速
$$v_0 = v_s = \frac{\nu'' - \nu}{\nu'' + \nu} u = 56.8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$