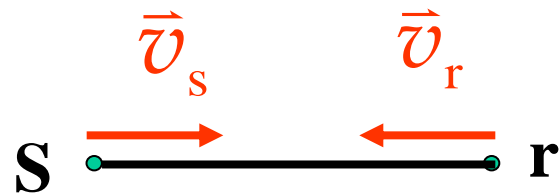


§ 5.5 多普勒效应

当波源S和接收器r有相对运动时，接收器所测得的频率 ν_r 不等于波源振动频率 ν_s 的现象。

机械波的多普勒效应



- 参考系：媒质
- 符号规定：S和r相互靠近时 v_s, v_r 为正
- ν_s ：波源振动频率， ν ：波的频率， ν_r ：接收频率

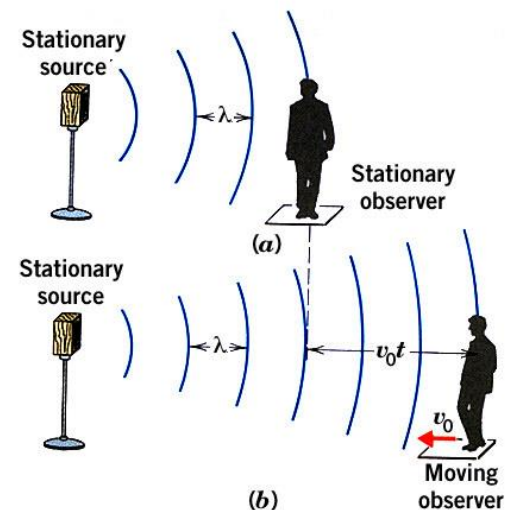
1. 波源和接收器都静止 ($v_s=0, v_r=0$)

$$\nu_r = \nu = \nu_s$$

2. 波源静止，接收器运动($v_s=0$)

相当于波通过接收器的总距离为 $u + v_r$
单位时间接收到完整波的个数

$$\nu_r = \frac{u + v_r}{\lambda} = \frac{u + v_r}{u} \nu_s$$

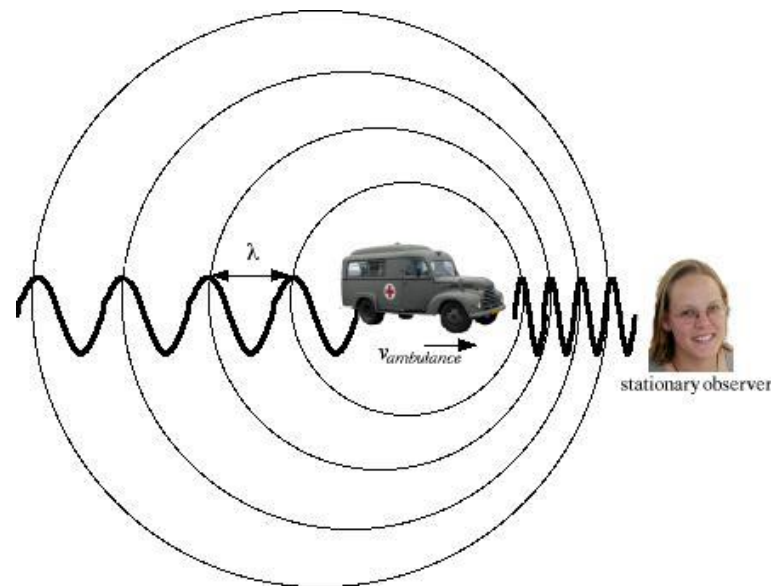


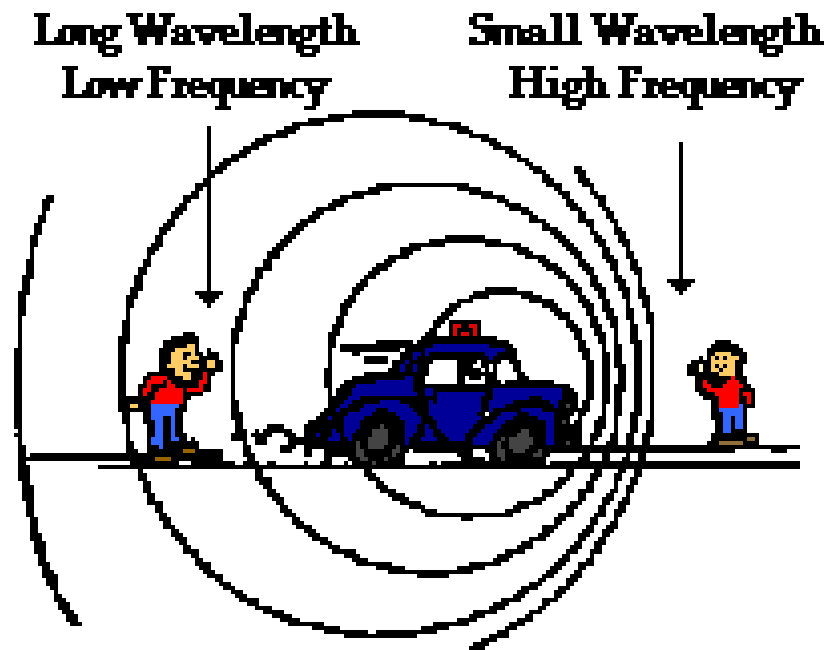
Copyright John Wiley & Sons

3. 波源运动，接收器静止($v_r=0$)
相当于波通过接收器所在处的波的
波长比原来缩短了 $v_s T = v_s / \nu_s$

$$\lambda = \frac{u - v_s}{\nu_s}$$

$$\nu_r = \frac{u}{\lambda} = \frac{u}{u - v_s} \nu_s$$





The Doppler Effect for a moving sound source

$$v_r = \frac{u}{\lambda} = \frac{u}{u + v_s} v_s \quad v_r = \frac{u}{\lambda} = \frac{u}{u - v_s} v_s$$

4. 波源和接收器皆运动

$$v_r = \frac{u + v_r}{u - v_s} v_s$$

➤若S和 r 的运动不在二者连线上

$$v_r = \frac{u + v_r \cos \theta_r}{u - v_s \cos \theta_s} v_s$$

➤有纵向多普勒效应；无横向多普勒效应(不考虑相对论效应)

[例题5-13]火车以20m/s的速度行驶，若机车汽笛的频率为500Hz，问：（1）一静止观察者在机车前和机车后所听到的声音频率各为多少？（2）设另有一列火车上有乘客，当该列火车以10m/s的速度驶近或驶离第一列火车，乘客听到的声音频率各为多少？（已知空气中声波的速率为340m/s。

解：

$$\nu_{\text{前}} = \frac{u}{u - v_s} \nu = \frac{340 \times 500}{340 - 20} = 531 \text{Hz}$$

$$\nu_{\text{后}} = \frac{u}{u + v_s} \nu = \frac{340 \times 500}{340 + 20} = 472 \text{Hz}$$

$$\nu' = \frac{u \pm v_r}{u \mp v_s} \nu$$

$$\nu'_{\text{近}} = \frac{u + v_r}{u - v_s} \nu = \frac{340 + 10}{340 - 20} \times 500 = 547 \text{ Hz}$$

$$\nu'_{\text{远}} = \frac{u - v_r}{u + v_s} \nu = \frac{340 - 10}{340 + 20} \times 500 = 458 \text{ Hz}$$