



北京化工大学
BEIJING UNIVERSITY OF CHEMICAL TECHNOLOGY

《普通物理》课程思政案例

多普勒效应

主要内容

01 机械波的多普勒效应

02 电磁波的多普勒效应

03 多普勒效应的应用

04 小 结

靠近时，鸣声尖锐，频率高；
远离时，鸣声低沉，频率低。

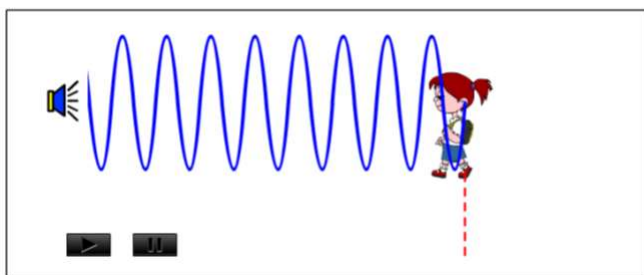


为什么火车远离和靠近时，听到的声音会不一样呢？

01 机械波的多普勒效应

多普勒效应：由于波源和观察者之间有相对运动，使观察者感觉到频率变化的现象。

(1) 波源静止，接收器以速度 v_0 相对于媒质运动



ν 波源频率
 ν' 接收频率
 ν_b 波的频率

➤ 观测者向波源运动

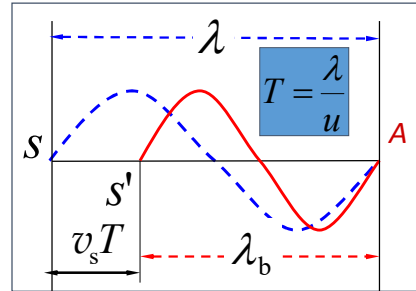
$$\nu' = \frac{u + v_0}{\lambda_b} = \frac{u + v_0}{u} \nu$$

➤ 观测者远离波源运动

$$\nu' = \frac{u - v_0}{\lambda_b} = \frac{u - v_0}{u} \nu$$

01 机械波的多普勒效应

(2) 接收器静止，波源以速度 v_s 相对介质运动



➤ 波源**向**观察者运动 $v' = \frac{1}{T'} = \frac{u}{u - v_s} \nu$

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

➤ 波源**背离**观察者运动 $v' = \frac{1}{T'} = \frac{u}{u + v_s} \nu$

01 机械波的多普勒效应

(3) 波源与观察者同时相对介质运动 (v_s, v_o)

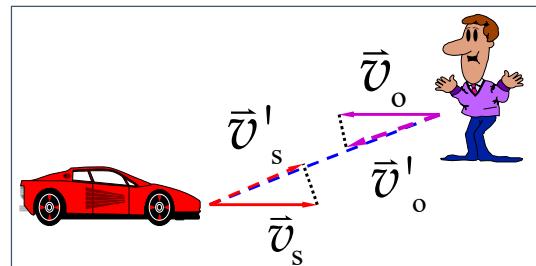
$$v' = \frac{u \pm v_o}{u \mp v_s} \nu$$

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

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



02 电磁波的多普勒效应

考虑相对论时空变换，当波源和接收器在以 V 相对运动时：

$$\nu' = \sqrt{\frac{c+V}{c-V}} \nu$$

▶波源与观测者相互靠近， V 取正值 $\nu' > \nu$ 蓝移

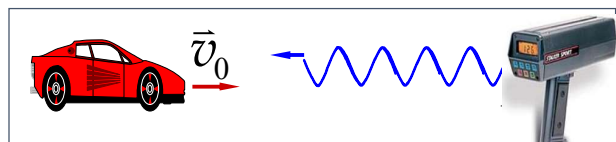
▶波源与观测者相互远离， V 取负值 $\nu' < \nu$ 红移

电磁波“红移现象”是证明宇宙在膨胀的一个有力证据

03 多普勒效应的应用

例 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 $u = 330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ，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 $v_0 = v_s = \frac{\nu'' - \nu}{\nu'' + \nu} u = 56.8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

03 多普勒效应的应用

雷达测速仪



彩色多普勒超声诊断系统



竞相发展的全球卫星导航系统



美国GPS



俄罗斯GLONASS



中国北斗



欧盟伽利略



中国的未来，需要我们不断开拓创新，努力进取、追求卓越！

04 小结

重要知识点：

➤ 机械波的多普勒效应

$$v' = \frac{u \pm v_0}{u \mp v_s} v$$

➤ 电磁波的多普勒效应

$$v' = \sqrt{\frac{c+V}{c-V}} v$$

1、通过这节课的学习，你有哪些感触和收获？

2、先谈谈你对北斗人精神的理解和感悟，再谈谈你对我国目前科技发展状况及未来发展趋势的看法。

谢 谢 大 家！

