

多普勒效应的物理机制分析小结

	观察者动	波源动	观察者动 波源动	结 论
关系式	$\frac{v_r}{v_s} = \frac{u + u_r}{u}$	$\frac{v_r}{v_s} = \frac{u}{u - u_s}$	$\frac{v_r}{v_s} = \frac{u + u_r}{u - u_s}$	波源与 观察者
本 质	波数增 减	波长压 拉	波数增 减 波长压 拉	接近 $v_r > v_s$ 远离 $v_r < v_s$

[例]: 一警笛发射频率为 1500Hz 的声波, 并以 22m/s 的速度向某方向运动, 一人以 6m/s 的速度跟踪其后, 求: 该人听到的警笛发声的频率及在警笛后方空气中声波的波长。

已知: $\nu_s = 1500\text{Hz}$, $u = 330\text{m/s}$ $u_s = -22\text{m/s}$, $u_r = 6\text{m/s}$,

解: $\nu_r = \frac{u + u_r}{u - u_s} \nu_s = \frac{330 + 6}{330 + 22} \times 1500 = 1432\text{Hz}$

警笛后方空气中声波的频率为 ν_ω , 相应的波长为 λ'

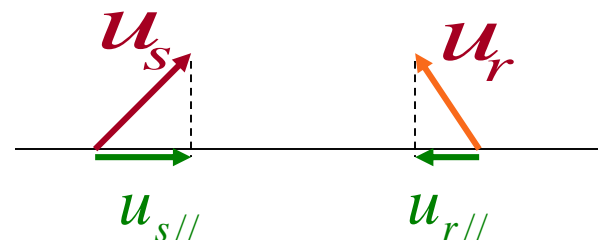
$$\left. \begin{aligned} \nu_\omega &= \frac{u}{u - u_s} \nu_s \\ \lambda' &= \frac{u}{\nu_\omega} \end{aligned} \right\} \lambda' = \frac{u - u_s}{\nu_s} = \frac{330 + 22}{1500} = 0.235\text{m}$$



多普勒测速仪测速

$$\nu_r = \left(\frac{u + u_r}{u - u_s} \right) \nu_s$$

讨论：1. 波源和接收器不在同一直线上运动



$$\nu_r = \left(\frac{u + u_{r//}}{u - u_{s//}} \right) \nu_s$$

∴ 垂直于连线方向的分量
是不产生多普勒效应的

2. 电磁波的多普勒效应（须考虑相对论效应）

当波源和观察者在一条直线上时,有:

$$\nu_r = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} \nu_s$$

其中 v 为波源和接收器之间的相对运动速度

彼此靠近时, v 取正值 彼此远离时, v 取负值

[例]: 钾光谱中一对吸收线K线和H线, 在地面实验室中是出现在波长 $395nm$ 附近, 而来自牧夫星座中的一个星云的光中, 却在波长 $447nm$ 处观测到这两条谱线。试问该星云正以多大的速度离开我们?

分析: $395nm \rightarrow 447nm$ —— **谱线红移** (多普勒效应)

解:
$$v_r = \sqrt{\frac{c + v}{c - v}} v_s$$

$$v_s = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = 395nm$$

$$v_r = \frac{c}{\lambda'}$$

$$\lambda' = 447nm$$

$$v = -0.123c$$

"-"表示该云离我们而去。

—— **星系退行 (宇宙膨胀)**