第十章 波动

横波 (在固体中传播)

纵波 (在固、液、气体中传播)

波长: λ

周期: T

频率: *v*

波速: u

$$u=rac{\lambda}{T}$$

$$u = \lambda \nu$$

波线、波面(同向波)、波前(波阵面)、球面波、平面波

平面简谐波:

(假设初相为零)

$$y_p = Acos\omega(t-rac{x}{u})$$

$$y = Acos2\pi(rac{t}{T} - rac{x}{\lambda})$$

$$y = Acos(\omega t - kx)$$

(左加右减) (区分振动方程和波动方程)

含初相位:

$$y = Acos[\omega(t-rac{x-x_0}{u})+\phi]$$

相位差:

$$\Delta \phi = rac{2\pi}{\lambda} \Delta x$$

 $(\Delta x$ 为波程差)

行波相速:

$$u=\lambda
u =rac{2\pi
u}{rac{2\pi}{\lambda}}=rac{\omega}{k}$$

波动能量:

总能量:

$$dW=(
ho dV)A^2\omega^2 sin^2\omega(t-rac{x}{u})$$

(当势能零点选在平衡位置,动能势能时时相等)

能量密度:

$$w=rac{dW}{dV}=
ho A^2\omega^2 sin^2\omega(t-rac{x}{u})$$

平均能量密度:

$$ar{w}=rac{1}{2}
ho A^2\omega^2$$

在平衡位置处,动能和势能都达到最大值

(注意区分波动和简谐运动)

能流:

$$P = \omega u S$$

平均能流: (单位: 瓦特 W)

$$ar{P}=ar{w}uS$$

能流密度(波的强度):

$$I=rac{ar{P}}{S}=ar{w}u=rac{1}{2}
ho A^2\omega^2 u$$

惠更斯原理

波的衍射

波的叠加原理:

- 1. 几列波相遇后,仍保持原特征不变,并按照原来的方向进行
- 2. 相遇区任一点的位移,为各列波单独存在时该点所引起的矢量和(波的传播是独立进行的)

波的干涉:

相干波

相干波源

驻波:

定义:

驻波方程:

$$y=2Acos2\pirac{x}{\lambda}cos2\pi
u t$$

波节

波腹

多普勒效应:

1.波源不动,观察者相对介质速度 v_0

接近波源:

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

远离波源则反之(+变-)

2.观察者不动,波源相对介质速度 v_0 (v_0 小于波速)

接近观察者:

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

远离观察者则反之(-变+)

3.两者同时运动

$$u' = rac{u \pm v_0}{u \mp v_s}
u$$

冲击波(激波)、声爆(声震)、艏波、切连科夫辐射

平面电磁波

电磁波传播速度:

$$u=rac{1}{\sqrt{arepsilon\mu}}$$

电场强度:

$$E=E_0cos\omega(t-rac{x}{u})=E_0cos(\omega t-kx)$$

磁场强度:

$$H=H_0 cos \omega (t-rac{x}{u})=H_0 cos (\omega t-kx)$$

能量密度:

$$oldsymbol{S} = oldsymbol{E} imes oldsymbol{H}$$

能量密度平均值:

$$ar{S}=rac{1}{2}E_0H_0$$