

# 第一章 振动

## 1.1 简谐振动

胡克定律  $a = \frac{F}{m} = -\frac{k}{\underline{m}}x = -\underline{\omega^2}x$

可由胡克定律求弹簧劲度系数  $k$

简谐振动方程  $x = A\cos(\omega t + \varphi)$

周期  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  (角频率)

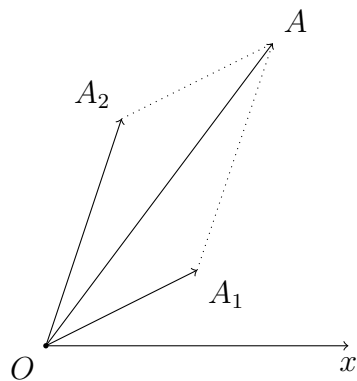
频率  $\nu = \frac{1}{T}$

相位  $\varphi = \omega t + \varphi_0$  (初相位)

总能量  $E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

### 1.1.1 同方向同频率简谐振动的合成

旋转矢量图

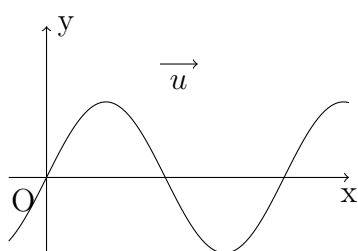
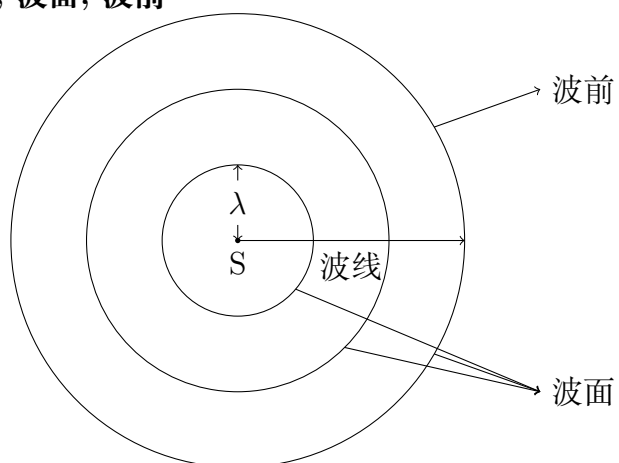


$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$$

$$\tan\varphi = \frac{A_1\sin\varphi_1 + A_2\sin\varphi_2}{A_1\cos\varphi_1 + A_2\cos\varphi_2}$$

## 第二章 波动

波线, 波面, 波前



平面简谐波波动方程  $y = A \cos \omega(t - \frac{x}{u})$

角波速  $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

相干波 频率相同, 振动方向相同, 相位差恒定的两列波

## 2.1 多普勒效应

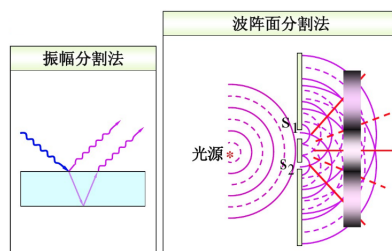
观察者面向波源以  $v_0$  运动  $\nu' = \frac{u + v_0}{u} \nu$

波源面向观察者以  $v_s$  运动  $\nu' = \frac{u}{u - v_s} \nu$

不要在波动方程图上看相位

## 第三章 光学

制造相干波：振幅分割法，波阵面分割法



**折射率  $n$**  光从真空中射入其他介质降速程度  $v = \frac{c}{n}$

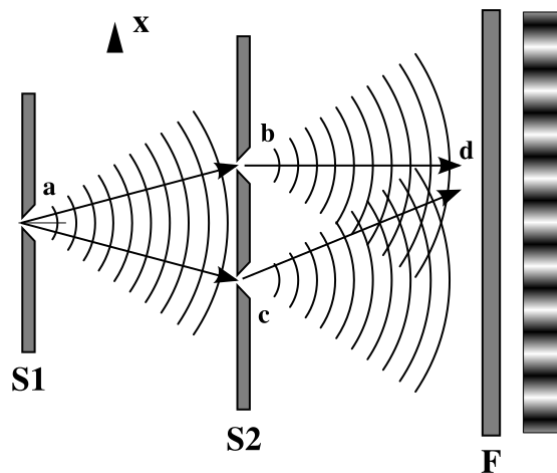
**光程  $nL$** ,  $L = k\lambda$

**光程差  $\Delta = \frac{\Delta\varphi}{2\pi} \times \lambda$**

**半波损失** 光从**光速大**射向**光速小**时产生的**折射光**损失半个波长, **劳埃德镜**发现

## 3.1 干涉

### 3.1.1 杨氏双缝干涉

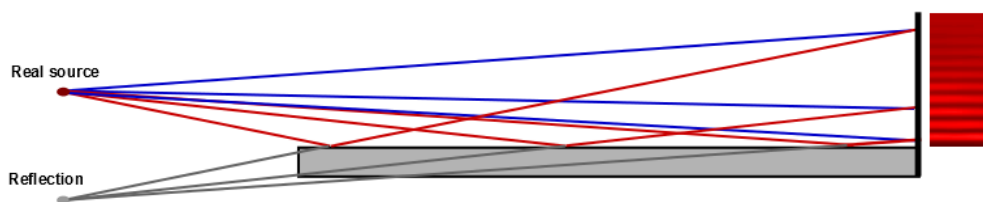


$d'$  双缝到屏幕的距离,  $d$  双缝距离,  $d' \gg d$

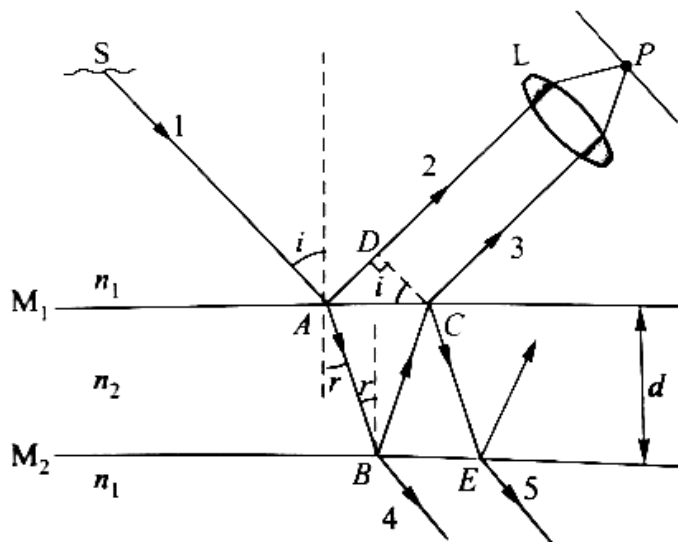
明条纹位置  $x = \pm k \frac{d'}{d} \lambda$

暗条纹位置  $x = \pm (2k + 1) \frac{d'}{d} \lambda$

### 3.1.2 劳埃德镜



## 3.1.3 薄膜干涉



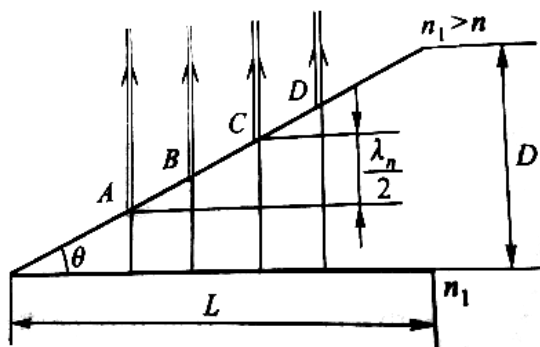
$AB$  距离  $d\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i}$

折射率与角度关系  $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$

利用降低反射光增加透射光 (能量守恒)

注意双倍举例!

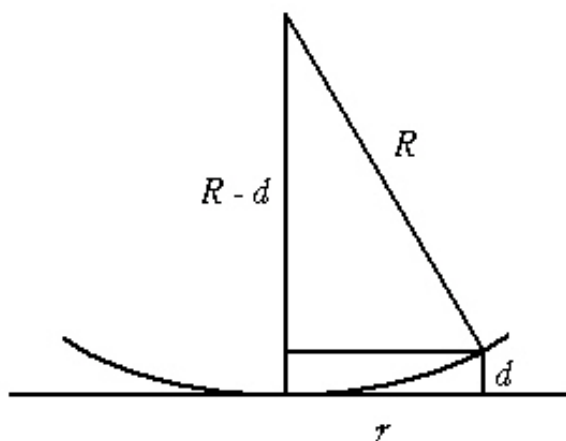
## 3.1.4 劈尖



两条明纹厚度差  $\frac{\lambda}{2}$

计算条纹数时别忘了第 0 个 (P115 例 1 后一页)

### 3.1.5 牛顿环



(带半波损失)

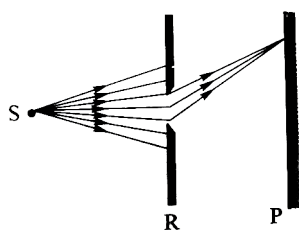
**明环**  $r = \sqrt{(k - \frac{1}{2})R\lambda}, r \in 1, 2, \dots$

**暗环**  $r = \sqrt{kR\lambda}, r \in 0, 1, 2, \dots$

## 3.2 衍射

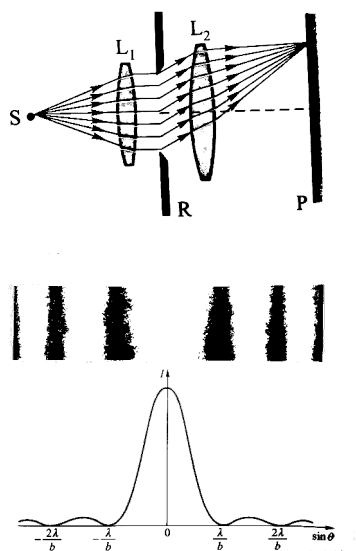
波在遇到比尺寸波长大的不多的障碍物时就不遵循直线传播

### 3.2.1 菲涅耳衍射





## 3.2.2 夫琅禾费衍射



$\theta$  偏折角度

$b$  缝宽

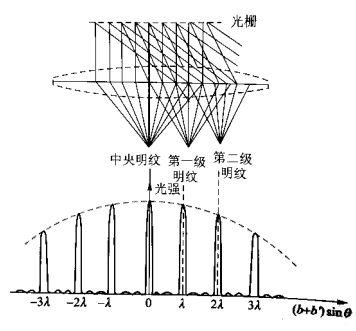
暗纹  $b \sin \theta = \pm 2k \frac{\lambda}{2}, k \in 1, 2, \dots$

明纹  $b \sin \theta = \pm (2k + 1) \frac{\lambda}{2}, k \in 0, 1, 2, \dots$

暗纹间距  $\Delta x = \frac{\lambda f}{b}$

中央明纹  $\frac{2\lambda f}{b}$

## 3.2.3 衍射光栅



$b$  缝距

$b'$  缝宽

**明纹**  $\sin \theta = \frac{k\lambda}{b+b'}$

**缺级**  $\frac{b+b'}{b}$  级

## 第四章 气体动理论

**理想气体** 温度不太低, 压强不太大

**平衡态** 气体的物态产量不随时间变化

**理想气体物态方程**  $pV = \nu RT$ ,  $R = N_A k$ , 玻耳兹曼常数  $k = 1.38 \times 10^{-23} J \cdot K^{-1}$

**分子自由度**  $i$



## 第五章 热力学基础

**热力学第一定律**  $Q = \Delta E + W$ ,  $Q$ : 系统从外界吸收的能量,  $E$ : 系统内能,

$W$ : 系统对外界做功

$V_1 \rightarrow V_2$  **系统对外界做功**  $W = \int_{V_1}^{V_2} p dV$

$$\Delta E = \nu C_V \Delta T$$

### 5.1 等容过程

**摩尔定容热容**  $C_{V,m} = \frac{i}{2}R$

$$\Delta Q = \Delta E = \nu C_V \Delta T$$

### 5.2 等压过程

**摩尔定压热容**  $C_{p,m} = (\frac{i}{2} + 1)R$

$$\Delta Q = \nu C_p \Delta T$$

### 5.3 等温过程

$$pV = \nu RT \Rightarrow Q_T = W_T = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \nu RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

## 5.4 绝热过程

- $pV^\gamma$  为常量
- $TV^{\gamma-1}$  为常量
- $p^{\gamma-1}T^{-\gamma}$  为常量
- 泊松比:  $\gamma = \frac{i+2}{i}$

## 5.5 热机和制冷剂

**热机**  $p-V$  正循环, 热效率  $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ ,  $Q_1$  为吸热量,  $Q_2$  为放热量

**制冷机**  $p-V$  逆循环, 制冷系数  $e = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$ ,  $Q_2$  为吸热量,  $Q_1$  为放热量

## 5.6 卡诺循环

两个等温过程, 两个绝热过程

**卡诺热机效率**  $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

**卡诺制冷机制冷效率**  $e = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$

# 索引

波面, 3

波前, 3

波线, 3

多普勒效应, 4

胡克定律, 1

简谐振动方程, 1

频率, 1

相位, 1

周期, 1

总能量, 1