速效救心丸

同频率相互垂直的简谐振动合成

$$\frac{x^2}{A_1^2}+\frac{y^2}{A_2^2}-\frac{2xy}{A_1A_2}\cos(\varphi_2-\varphi_1)=\sin^2(\varphi_2-\varphi_1)$$

$\Delta\varphi=k\pi$为直线；$\Delta\varphi=(2k+1)\frac{\pi}{2}$为正椭圆；$\Delta\varphi\neq k\pi$为椭圆

多普勒效应

$$\nu_R=\frac{u\pm v_R}{u\mp v_S}\nu_S$$

接收器运动改变分子，波源运动改变分母，靠近频率总是变大，远离频率总是变小

电磁波

- $\vec{E},\vec{H}$变化同步，位相相同，有如下关系

$$\sqrt{\varepsilon}E=\sqrt{\mu}H\quad\sqrt{\varepsilon}E_m=\sqrt{\mu}H_m\quad\sqrt{\varepsilon_0}E_0=\sqrt{\mu_0}H_0$$

- $\vec{E}\perp\vec{H}\perp\vec{u}$，$\vec{E}\times\vec{H}$的方向为$\vec{u}$的方向（电磁波是横波）
- 能流密度（坡印廷矢量）

$$\vec{S}=w\vec{u}=\vec{E}\times\vec{H}$$

光强分布

双缝干涉

$$I_\theta=4I_0\cos^2\frac{\Delta\varphi}{2}=4I_0\cos^2(\frac{\pi d\sin\theta}{\lambda})$$

单缝衍射

$$I_\theta=I_0\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2,\alpha=\frac{\pi a\sin\theta}{\lambda}$$

双缝衍射

$$I_\theta = 4I_0\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2\cos^2\beta,\quad \alpha = \frac{\pi a\sin\theta}{\lambda},\quad \beta = \frac{\pi d\sin\theta}{\lambda}$$

光栅

$$I_\theta = I_0\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2\left(\frac{\sin N\beta}{\sin\beta}\right)^2,\quad \alpha = \frac{\pi a\sin\theta}{\lambda},\quad \beta = \frac{\pi d\sin\theta}{\lambda}$$

光栅方程

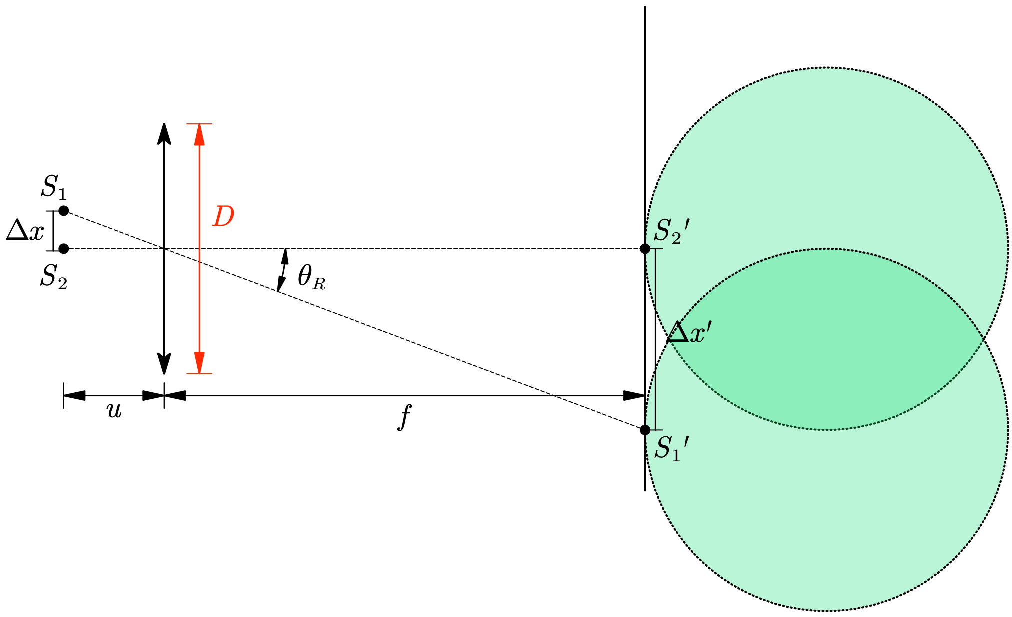
平行光入射角为i，入射介质为n_1，出射介质为n_2，亮纹条件为

$$n_2 d\sin\theta - n_1 d\sin i = \pm k\lambda,\quad k = 0, 1, \cdots, max$$

X射线衍射——布拉格公式

$$\delta = AC + CB = 2d\sin\varphi = k\lambda,\quad k = 1, 2, \cdots$$

光学仪器分辨率

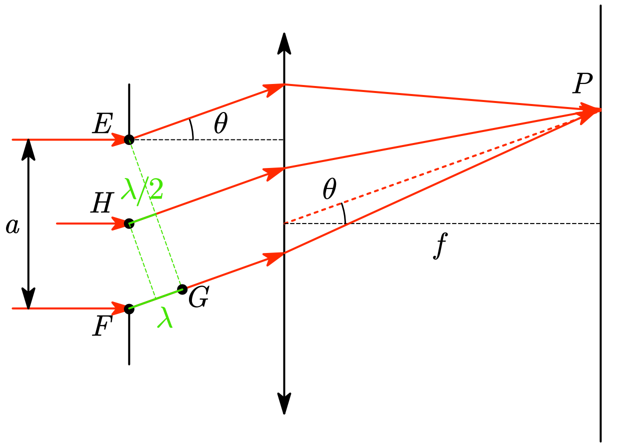


$$\frac{1}{\theta_R} = \frac{D}{1.22\lambda}$$

最小分辨角

$$\theta_R = \frac{\Delta x}{u} = \frac{\Delta x'}{f}$$

惠更斯——菲涅尔原理



设HP光程为r_0，则坐标为x处的波源的光程为

$$r = r_0 - x\sin\theta$$

其在P处引起的振动为

$$\mathrm{d}y = c'\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{r_0 - x\sin\theta}{\lambda})\mathrm{d}x$$

在EF上积分得P处合振动

$$\int_{-a/2}^{a/2} c'\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{r_0 - x\sin\theta}{\lambda})\mathrm{d}x = c'a\frac{\sin\alpha}{\alpha}\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{r_0}{\lambda})$$

即

$$E = E_0\frac{\sin\alpha}{\alpha}$$

马吕斯定律

$$A_t = A_0\cos\alpha,\quad I_t = I_0\cos^2\alpha$$

对于自然光，在经过一次偏振片后强度减半$I_t = I_0/2$

布儒斯特定律

当$i = i_0$时，反射光为**完全偏振光**，振动**垂直入射面**，i_0称为起偏角；折射光为部分偏振光
此时，入射角和反射角满足

$$i_0 + \gamma = \frac{\pi}{2}$$

双折射晶体

- o光振动方向**垂直**o光主平面；e光振动方向**平行**e光主平面

- 正晶体中$v_o \leq v_e, n_o \geq n_e$；负晶体中$v_o \geq v_e, n_o \leq n_e$

偏振光的检验

利用一块偏振片和一块1/4波片检验偏振光

光	通过转动的偏振片	先通过1/4波片，再通过转动的偏振片
自然光	光强不变	光强不变
部分偏振光	光强变，无消光	光强变，无消光
线偏振光	光强变，有消光	-
圆偏振光	光强不变	光强变，有消光
椭圆偏振光	光强变，无消光	光强变，有消光

黑体辐射定律

斯特藩—玻尔兹曼定律

绝对黑体表面的辐出度与热力学温度的四次方成正比

$$M_0(T) = \int_0^\infty M_\lambda(T)\mathrm{d}\lambda = \sigma T^4$$

> 斯特藩—玻尔兹曼常量$\sigma = 5.670 \times 10^{-8} W/(m^2 \cdot K^4)$

维恩位移定律

绝对黑体的温度增高时，对应于单色辐出度峰值的波长向短波方向移动

$$\lambda_m T = b$$

> 峰值波长λ_m，常量$b = 2.898 \times 10^{-3} m \cdot K$

康普顿效应

$$\Delta\lambda = \lambda_C(1 - \cos\varphi) = 2\lambda_C \sin^2\frac{\varphi}{2}$$

其中康普顿波长

$$\lambda_C = \frac{h}{m_0 c} = 2.43 \times 10^{-12} m$$

德布罗意波长

低速情况

$$\lambda=\frac{h}{p}=\frac{h}{m_0v}=\frac{h}{\sqrt{2m_0E_k}}$$

高速情况

$$\lambda=\frac{h}{m_0v}\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

电场U加速的电子

$$\lambda=\frac{1.225}{\sqrt{U}}(nm)$$

不确定关系

$$\Delta E\Delta t=\Delta x\cdot\Delta p_x\geq\hbar/2$$

薛定谔方程

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t}=\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2+V\right]\psi$$

一维无限深势阱

$$\varphi(x)=\sqrt{\frac{2}{a}}\sin(\frac{n\pi}{a}x)\quad(0<x<a)$$

势阱宽度为半波长的整数倍

$$\lambda=2a/n,\quad a=n\frac{\lambda}{2}$$

径向概率密度与角向概率密度

$$\mathrm{d}P=|\Psi_{n,l,m}(r,\theta,\varphi)|^2\mathrm{dV}=|rR_{n,l}(r)|^2\mathrm{d}r\cdot|Y_{l,m}(\theta,\varphi)|^2\sin\theta\mathrm{d}\theta\mathrm{d}\varphi$$

其中，$|rR_{n,l}(r)|^2$为径向概率密度，$|Y_{l,m}(\theta,\varphi)|^2$为角向概率密度
径向概率密度要乘r!

四个量子数

- 主量子数：$n=1,2,3,...$——能量量子化

$$E_n=\frac{E_1}{n^2}$$

- 角量子数：$l=0,1,2,\ldots,n-1$——角动量量子化

$$L=\sqrt{l(l+1)}\hbar$$

- 轨道磁量子数：$m_l=0,\pm1,\pm2,\ldots,\pm l$——角动量空间量子化
  角动量在z轴上的投影为L_z

$$L_z=m\hbar$$

- 自旋磁量子数：$m_s=\pm\frac{1}{2}$——自旋

$$L_s=\sqrt{s(s+1)}\hbar$$

徐光宪定则

原子系统处于正常状态时，每个电子趋向占有最低的能级
能级的高低由$(n+0.7l)$决定

半导体

N型半导体

电子导电为主
四价元素掺入少量五价元素时形成

如**硅掺入磷杂质**，磷原子在硅中**导带底附近**形成局部能级（称为**施主能级**）

一般温度下，杂质的价电子很容易被激发跃迁至导带，成为导电电子，使导带中的电子浓度大大增加。半导体成为以电子导电为主的n型半导体。

P型半导体

空穴导电为主
四价元素掺入少量三价元素时形成

如**硅掺入硼杂质**，硼原子在硅中**满带顶附近**形成局部能级（称为**受主能级**）

一般温度下满带中的电子很容易被激发跃迁至杂质能级上，满带中的空穴也将因此而大大增加，而成为多数载流子。从而半导体成为空穴导电为主的P型半导体。

P-N结

$P \to N$为正向，正向导电反向不导电

结合能

形成原子${}_Z^AX$的质量亏损为

$$\begin{aligned}\Delta m &= (Zm_p + (A-Z)m_n) - m_X \\ &= Zm_H + (A-Z)m_n - M\end{aligned}$$

释放的能量为

$$\Delta E = (Zm_H + (A-Z)m_n - M) \times 931.5MeV$$

其中M为原子质量，m_X为原子核质量，质量以u为单位

放射性衰变定律

平均寿命

$$\overline{T} = \frac{1}{\lambda}$$

放射性活度$A = \lambda N$

$$A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 (\frac{1}{2})^{t/\tau}$$