

速效救心丸

麦克斯韦方程组

积分形式

$$\oiint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = \sum_{S \text{ 内}} q$$

$$\oiint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\oint_L \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \iint_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

$$\oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{L \text{ 内}} I + \iint_S \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \cdot d\vec{S}$$

微分形式

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

同频率相互垂直的简谐振动合成

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

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

李萨如图

$$\frac{N_x}{N_y} = \frac{\omega_y}{\omega_x}$$

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

$$\sqrt{\epsilon} E = \sqrt{\mu} H \quad \sqrt{\epsilon} E_m = \sqrt{\mu} H_m \quad \sqrt{\epsilon_0} E_0 = \sqrt{\mu_0} H_0$$

- $\vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{u}$, $\vec{E} \times \vec{H}$ 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

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

单缝衍射

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

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

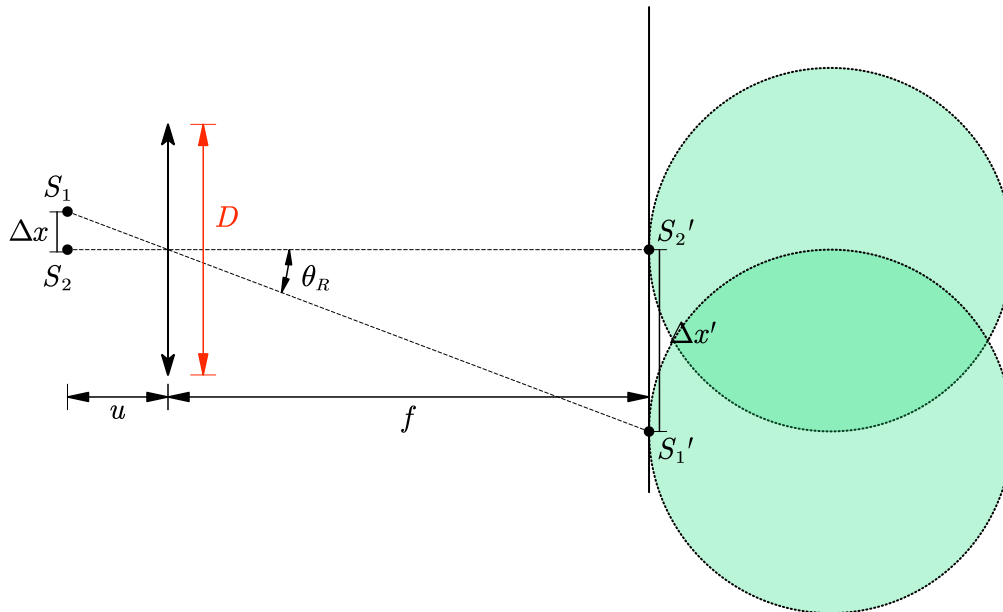
平行光入射角为 i ，入射介质为 n_1 ，出射介质为 n_2 ，亮纹条件为

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

X射线衍射——布拉格公式

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

光学仪器分辨率

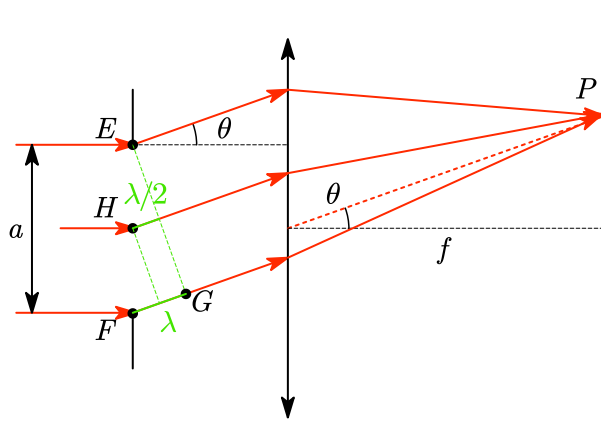


$$\frac{1}{\theta_R} = \frac{D}{1.22 \lambda}$$

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

$$dy = c' \cos 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{r_0 - x \sin \theta}{\lambda} \right) dx$$

在 EF 上积分得 P 处合振动

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

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	-

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
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

谐振腔条件

$$2nL = m\lambda$$

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

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

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

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_0 v} = \frac{h}{\sqrt{2m_0 E_k}}$$

高速情况

$$\lambda = \frac{h}{m_0 v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

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

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

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

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

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: $n = 1, 2, 3, \dots$ ——能量量子化

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

- 角量子数: $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$ ——角动量量子化

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

- 轨道磁量子数： $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$ ——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

$P \rightarrow N$ 为正向，正向导电反向不导电

结合能

形成原子 A_ZX 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

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

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 $A = \lambda N$

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