



大学物理学 (下)

复习提纲

电磁学

第9章

静电场

第10章

稳恒磁场

第11章

变化的电磁场

第9章

静电场

1

电场 电场强度

2

电通量 高斯定理

3

电场力的功 电势

4

电场强度与电势的关系

5

静电场中的导体

6

静电场中的电介质

7

电容 电容器

8

电场的能量

1. 库仑定律:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}} F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \xrightarrow{\text{ur}} \boxed{\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{r}_0}$$

静电力的叠加原理

电荷连续分布的带电体对点电荷 q_2 的作用力:

$$\text{电荷元 } dq, d\vec{F} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q_0 dq}{r^2} \vec{r}_0 \quad \text{整个带电体} \quad \vec{F} = \int d\vec{F} = \int \frac{q_0}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dq}{r^2} \vec{r}_0$$

几种典型的电荷分布:

$$\text{体电荷密度} \quad \rho = \frac{dq}{dV}$$

$$dq = \rho dV$$

$$\text{面电荷密度} \quad \sigma = \frac{dq}{dS}$$

$$dq = \sigma dS$$

$$\text{线电荷密度} \quad \lambda = \frac{dq}{dl}$$

$$dq = \lambda dl$$

2. 电场强度 $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$ 牛顿每库仑 (N/C)

电场强度叠加原理: $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n = \sum_{i=1}^n \vec{E}_i$

电场强度的计算: 点电荷、点电荷系

3. 静电场的高斯定理:

$$\Phi_e = \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum q_i}{\epsilon_0}$$

由高斯定理求 \vec{E} 。(具有特殊对称性的带电体)

电场强度分布的典型结论(大小)

(1) 电偶极子的场强分布:

(a) 延长线上的点: $\vec{E}_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2\vec{P}}{r^3}$

(b) 中垂线上的点: $\vec{E}_B = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{P}}{r^3}$

(2) 无限长均匀带电直线的场强分布: $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 a}$

(3) 均匀带电圆环轴线上的场强分布: $E = \frac{xq}{4\pi\epsilon_0 (x^2 + R^2)^{3/2}}$

(4) 均匀带电圆盘轴线上的场强分布: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (1 - \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}})$

(5) 无限长均匀带电平面的场强分布: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

(6) 均匀带电球面的场强分布: $E = \begin{cases} 0 & r < R \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} & r > R \end{cases}$

(7) 均匀带电球体(介质球)的场强分布:

$$E = \begin{cases} \frac{qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \cdots r < R \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdots r \geq R \end{cases}$$

4.静电场的环流定理 $\oint_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$

5.电势 $U_a = \frac{E_{pa}}{q_0} = \frac{W}{q_0} = \int_a^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$

电势的计算：叠加法、定义法

静电场的场量	电场叠加性	\vec{E}, V 的关系
\vec{E}	$\vec{E} = \sum_i \vec{E}_i$ 或 $\int_V d\vec{E}$	$U_P = \int_P^\infty \vec{E} \cdot d\vec{l}$
U_P	$U_P = \sum_i U_i$ 或 $\int_V dU$	$\vec{E} = -\nabla U$

电势分布的典型结论

(1) 电偶极子的电势分布:
$$U_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{px}{(x^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}$$

(2) 均匀带电圆环轴线上的电势分布:
$$U = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{R^2 + x^2}}$$

(3) 无限长均匀带电直线的电势分布:
$$U = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{r_B}{r} \quad (U_B = 0)$$

(4) 均匀带电球面的电势分布:
$$U = \begin{cases} \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} & \dots\dots r \leq R \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} & \dots\dots r > R \end{cases}$$

(5) 均匀带电圆盘轴线上的电势分布:
$$U = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{R^2 + x^2} - x)$$

6、导体静电平衡及其条件

静电平衡：在导体内部及表面各处都没有电荷定向宏观运动的状态

导体静电平衡的条件：

(i) **导体内部任一点的场强为零：** $\boldsymbol{E}_{\text{内}} = \boldsymbol{E}_0 + \boldsymbol{E}' = 0$

(ii) 导体表面上任一点的场强方向与该处表面垂直。

7、导体在静电平衡时的性质

(1) 导体是等势体，导体表面是等势面。

(2) 导体内部无净电荷，电荷只分布在导体的外表面

(3) 导体以外，靠近导体表面附近处的电场强度大小与导体表面在该处的面电荷密度 σ 的关系为

$$\vec{E}_{\text{表}} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \vec{n}$$

8、导体壳和静电屏蔽

(1)当导体壳腔内没有其他带电体时，在静电平衡条件下，导体壳内表面处处没有电荷。电荷只分布在导体壳的外表面上，而且空腔内没有电场，或者说，**空腔内的电势处处相等**。

(2)导体内部有空腔、空腔内有带电体 $+q$ 时，空腔内表面感应电荷为 $-q$ ，导体外表面感应电荷为 $+q$ 。导体内表面所带电荷与空腔内带电体的电荷等量异号。

静电屏蔽:利用导体空腔的静电特性,导体壳内部电场不受壳外电荷的影响，接地导体使得外部电场不受壳内电荷的影响，内部电荷对外界也不影响

9、有电介质时的高斯定理：在静电场中通过任意闭合曲面的电位移通量等于闭合面内自由电荷的代数和。

★注意真空中与介质中高斯定理的区别

$$\oiint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \sum q_i$$

真空中 $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} (\sum q + \sum q_i')$

10.电容器的电容 $C = \frac{q}{U_A - U_B} = \frac{q}{U_{AB}}$

常见电容器的电容：平板、圆柱形、同心球形

$$C = \frac{\epsilon S}{d}$$

$$C = \frac{2\pi\epsilon l}{\ln(R_B / R_A)}$$

$$C = \frac{4\pi\epsilon R_A R_B}{R_B - R_A}$$

11、电场能量：以平行板电容器为例

$$W_e = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} Q U = \frac{1}{2} \sigma S U = \frac{1}{2} D S E d = \frac{1}{2} D E V$$

电场能量密度 $w_e = \frac{W_e}{V} = \frac{1}{2} D E$

各向同性的电介质中 $W_e = \int_V dW_e = \int_V \frac{1}{2} D E dV = \int_V \frac{1}{2} \epsilon E^2 dV$

第10章

稳恒磁场

1

电流 电动势

2

磁场 磁感应强度

3

安培环路定理

4

磁场对载流导线的作用

5

磁场对运动电荷的作用

6

磁介质

1、电流： $I = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt}$

电流密度 $\mathbf{j} = \frac{dI}{dS_{\perp}} \mathbf{n} \quad (\text{A/m}^2)$

通过导体中任一面积的电流 $I = \int_S j \cos \theta dS = \int_S \mathbf{j} \cdot d\mathbf{S}$

上式表明了电流强度与电流密度的关系， I 是标量，规定正电荷流动的方向为电流正方向

2、电源的电动势：单位正电荷从负极通过电源内部移到正极时，电源中的非静电力所做的功。 $\varepsilon = \int_{-}^{+} \mathbf{E}_k \cdot d\mathbf{l}$ 或 $\varepsilon = \oint_L \mathbf{E}_k \cdot d\mathbf{l}$

3、磁场的高斯定理 $\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$

- 这说明：
- (1) 磁感线是无头无尾的闭合曲线；
 - (2) 磁场是无源场，磁场无磁单极存在。

4、真空中的毕奥-萨伐尔定律 $dB = \frac{\mu_0 Idl \sin(\angle \mathbf{l}, \mathbf{r})}{4\pi r^2}$ 或 $d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$

利用叠加原理，任意形状的载流导线 $\mathbf{B} = \int_L d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int_L \frac{Id\mathbf{l} \times \mathbf{r}}{r^3}$

(微观) 运动电荷产生的磁场 $\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\mathbf{v} \times \mathbf{r}}{r^3}$

毕奥-萨伐尔定律的应用

a. 载流直导线的磁场 $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \int_{\beta_1}^{\beta_2} \cos \beta d\beta = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\sin \beta_2 - \sin \beta_1)$

特：无限长直电流导线的磁场 $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$

b. 圆形电流轴线上的磁场 $B = \int dB_p = \int dB \sin \theta = \frac{\mu_0}{2} \frac{R^2 I}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$

特：圆电流中心($x=0$) $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

c. 载流直螺线管内部的磁场

$$B = \int \frac{\mu_0}{2} \frac{R^2 I n dl}{(R^2 + l^2)^{3/2}} = \int_{\beta_1}^{\beta_2} \left(-\frac{\mu_0}{2} n I \sin \beta \right) d\beta = \frac{\mu_0}{2} n I (\cos \beta_2 - \cos \beta_1)$$

特：对无限长的螺线管 $B = \mu_0 n I$

5. **安培环路定理**： $\oint_L \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \sum I_i$

安培环路定理的应用：

a. 长直载流螺线管内的磁场分布 $B = \mu_0 n I$

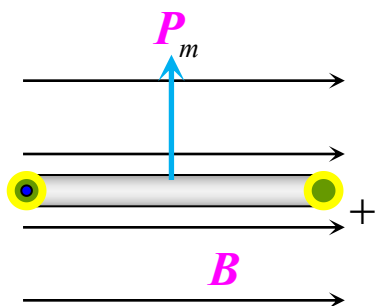
b. 环形载流螺线管内的磁场分布 $B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$

c. “无限长” 载流圆柱导体内外磁场的分布

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (r > R)$$
$$B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \quad (r < R)$$

6. **安培定律**： $d\mathbf{F} = I d\mathbf{l} \times \mathbf{B}$

7. 磁场对载流线圈的作用 $M = P_m \times B$

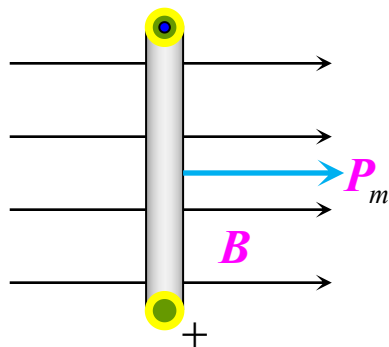


$$\varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$P_m \perp B$$

$$M_{\max} = P_m B$$

磁感应强度 $B = \frac{M_{\max}}{P_m}$



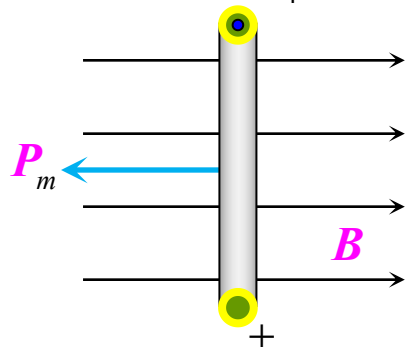
$$\varphi = 0$$

$$P_m \parallel B$$

$$M = 0$$

稳定平衡态

磁场方向：使线圈磁矩处于稳定平衡位置时的磁矩的方向。



$$\varphi = \pi$$

$$P_m \text{ 与 } B \text{ 反向}$$

$$M = 0$$

非稳定平衡态

微扰后会达到稳定平衡位置。

8.磁力(矩)的功:在匀强磁场中当电流不变时, 磁力或磁力矩的功等于电流强度乘以回路所环绕面积内磁通的增量,

$$W = I \Delta \Phi_m$$

9.洛伦兹力: 磁场对运动电荷作用的力 $\mathbf{f} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$

10.霍耳效应: $U_H = U_M - U_N = R_H \frac{IB}{d} \quad R_H = \frac{1}{nq}$

11.磁介质: 抗磁质、顺磁质、铁磁质

12. 有磁介质时的安培环路定理 $\oint_L \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum I_i \quad \mathbf{B} = \mu_0 \mu_r \mathbf{H} = \mu \mathbf{H}$

磁场强度矢量沿任一闭合路径的线积分等于包围在环路内各传导电流的代数和, 而与磁化电流无关。

a.长直载流螺线管内充满介质的磁场分布

$$H = nI \quad B = \mu_0 \mu_r nI$$

b.环形载流螺线管内充满介质的磁场分布

$$H = \frac{NI}{2\pi r} \quad B = \frac{\mu_0 \mu_r NI}{2\pi r}$$

c. “无限长” 载流圆柱导体外充满

介质时内外磁场的分布

$$H = \frac{1}{2\pi r} \sum I_i$$

$$H_1 = \frac{1}{2\pi r} \frac{I}{\pi R_1^2} \pi r^2 = \frac{I}{2\pi R_1^2} r \quad B_1 = \mu_0 H_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi R_1^2} r \quad r < R_1$$

$$H_2 = \frac{I}{2\pi r} \quad B_2 = \mu H_2 = \mu_0 \mu_r \frac{I}{2\pi r} \quad R_1 \leq r \leq R_2$$

$$H_3 = \frac{I}{2\pi r} \quad B_3 = \mu_0 H_3 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad r > R_2$$

第11章 变化的电磁场

1

电磁感应定律

2

动生电动势与感生电动势

3

自感应与互感应

4

磁场能量

5

位移电流 麦克斯韦方程组

1. 法拉第电磁感应定律 $\varepsilon = -\frac{d\Phi_m}{dt}$

电磁感应 $\left\{ \begin{array}{l} \text{动生电动势} \xrightarrow{\text{非静电力}} \text{洛伦兹力} \\ \text{感生电动势} \xrightarrow{\text{非静电力}} \text{感生电场力} \end{array} \right.$

2. 动生电动势 $\varepsilon_{ab} = \int_{-}^{+} \mathbf{E}_k \cdot d\mathbf{l} = \int_a^b (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l}$

3. 感生电动势 $\varepsilon = \oint_L \mathbf{E}_r \cdot d\mathbf{l} = - \int_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S}$

	静电场	感生电场
起源	静止电荷激发	变化磁场激发
场线	始于正电荷、止于负电荷	无头无尾、闭合曲线
性质	有源场、无旋场	无源场、有旋场

动生电动势求算

法1: 定义

感生电动势求算

法2: 法拉第电磁感应定律

4. 自感 $L = \frac{\Psi_{\text{自}}}{I}$ $L = \frac{2W_{\text{m}}}{I^2}$ (磁能法定义自感)

自感电动势 $\varepsilon_{\text{自}} = -L \frac{dI}{dt}$

5. 互感系数 $M = M_{21} = \frac{\Psi_{\text{m}21}}{I_1} = M_{12} = \frac{\Psi_{\text{m}12}}{I_2}$

互感电动势 $\varepsilon_{21} = -\frac{d\Psi_{\text{m}21}}{dt} = -M \frac{dI_1}{dt}$ $\varepsilon_{12} = -\frac{d\Psi_{\text{m}12}}{dt} = -M \frac{dI_2}{dt}$

6. 自感磁能 $W_{\text{m}} = \frac{1}{2} LI^2$

磁场能量密度 $w_{\text{m}} = \frac{W_{\text{m}}}{V} = \frac{1}{2} BH$ $W_{\text{m}} = \int_V \frac{1}{2} \mathbf{B} \cdot \mathbf{H} dV$

7. 麦克斯韦方程组

$$\left\{ \begin{array}{l} \oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \sum q_i \\ \oint_l \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \int_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S} \\ \oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0 \\ \oint_l \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \sum I_i + \int_S \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \cdot d\mathbf{S} \end{array} \right.$$

波动光学



第12章

光的干涉



第13章

光的衍射



第14章

光的偏振

第12章 光的干涉

1

光源 光的相干性

4

薄膜干涉

2

杨氏双缝干涉实验

5

劈尖干涉 牛顿环

3

光程与光程差

6

迈克耳孙干涉仪

光的干涉（基础：振动的合成与波的叠加与干涉）

$$y = y_1 + y_2 = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

两个同方向、同频率谐振动合成

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \Delta\phi}$$

波的叠加与干涉（三个相干条件、干涉加强与减弱的条件）

$$\text{相位差} \quad \Delta\varphi = (\varphi_{20} - \varphi_{10}) - 2\pi \frac{r_2 - r_1}{\lambda}$$

$$\text{若 } \varphi_{20} = \varphi_{10} \quad \Delta\varphi = 2\pi \frac{r_2 - r_1}{\lambda} = \begin{cases} 2k\pi \\ (2k+1)\pi \end{cases}$$

$$\text{波程差 } \delta = r_2 - r_1 = \begin{cases} 2k\frac{\lambda}{2} & A = A_1 + A_2 \text{ 干涉相长} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & A = |A_1 - A_2| \text{ 干涉相消} \end{cases} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{相干叠加: } I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \Delta\varphi \quad I \propto \overline{E^2}$$

总原则：不管是分波阵面法还是分振幅法，都是采取分光束方法获得相干光的。分开点处两光的初相位一样，重新相遇处两束光的相位差取决于两光经过的几何路程及媒质（即光程差），另外还要考虑在传播过程中有没有发生半波损失（光由光疏媒质入射到光密媒质表面被光密媒质反射时有半波损失，即入射光和反射光在反射处的相位相差 π ）。

光程差 $\Delta = \Delta_1 + \frac{\lambda}{2}$ → 有半波损失时才有此项

光程差引起的相位差 $\Delta \varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta$ → 真空中的波长

相干强度的条件

光程差	$\Delta = k\lambda$	对应	$\Delta \varphi = 2k\pi$	相长干涉	明纹
	$\Delta = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$	对应	$\Delta \varphi = (2k + 1)\pi$	相消干涉	暗纹

关于条纹明暗改变情况或条纹移动情况

根本原因：两光束在传播过程中环境发生改变导致光程差发生改变。

明暗情况：光程差改变如为半波长的奇数倍则明暗情况与原来相反，如为半波长的偶数倍则不变。

条纹移动：光程差改变一个波长，则条纹移动一条。依此类推。

明纹的级次就是公式 $\Delta = k\lambda$ 中的k值。

零级明纹实质是两光束从分开处到重新相遇处的光程相等。

1. 杨氏双缝干涉

波程差 $\delta = d \frac{x}{D}$

$$\delta = r_2 - r_1 = \begin{cases} \pm k\lambda & \text{明纹} & x = \pm k \frac{D}{d} \lambda \\ (k = 0, 1, 2, \dots) \\ \pm (2k-1) \frac{\lambda}{2} & \text{暗纹} & x = \pm (2k-1) \frac{D}{d} \frac{\lambda}{2} \\ (k = 0, 1, 2, \dots) \end{cases}$$

条纹间距 $\Delta x = \frac{D}{d} \lambda$

2. 光程与光程差

$$\Delta = \begin{cases} \pm k\lambda & k=0, 1, 2, \dots & \text{加强 (明)} \\ \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2} & k=0, 1, 2, \dots & \text{减弱 (暗)} \end{cases}$$

3. 薄膜干涉

$$\Delta = n_2(AC + CB) - n_1AD + \frac{\lambda}{2}$$

等倾、等厚干涉

干涉条件为

$$\Delta = 2e\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda & k=1,2,L & \text{加强 (明)} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,2,L & \text{减弱 (暗)} \end{cases}$$

4. 劈尖干涉, 当光垂直入射到薄膜上: $i=0$

$$\begin{cases} \Delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = k\lambda & k=1,2,L & \text{明条纹} & e_k = \frac{(2k-1)\lambda}{4n} \\ \Delta = 2ne + \frac{\lambda}{2} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} & k=0,1,2,L & \text{暗条纹} & e_k = \frac{k\lambda}{2n} \end{cases}$$

5.相邻明（暗）纹的厚度差

$$\Delta e = l \sin \theta = e_{k+1} - e_k = \frac{1}{2n} (k+1) \lambda - \frac{1}{2n} k \lambda = \frac{\lambda}{2n} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} \quad \text{空气 } n=1$$

6.相邻明（暗）纹间的距离 l

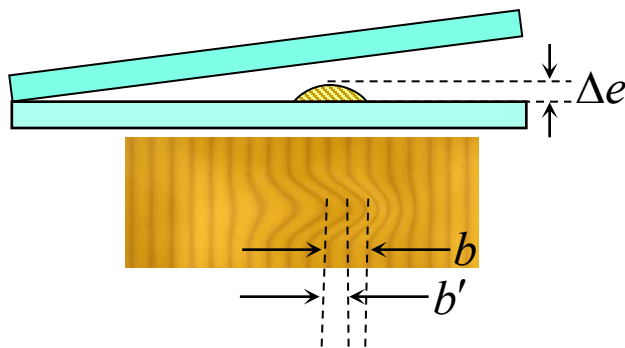
$$l \sin \theta = \frac{\lambda}{2n} \Rightarrow l = \frac{\lambda}{2n \cdot \sin \theta} = \frac{\lambda}{2n \cdot \theta}$$

延伸：上玻璃板平移或转动时条纹稀密和位置变化情况；

一玻璃板有凹凸时条纹弯曲情况。

$$\text{凹} \rightarrow e \uparrow \rightarrow \Delta \uparrow \rightarrow k \uparrow$$

凹陷的深度与凸起的高度：



$$\Delta e = \frac{b'}{b} \frac{\lambda}{2}$$

7. 牛顿环

光程差: $\Delta = 2e + \frac{\lambda}{2}$

环半径与厚度的关系 $e = \frac{r^2}{2R}$

明、暗环半径

$$\Delta = \begin{cases} k\lambda \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} \end{cases}$$

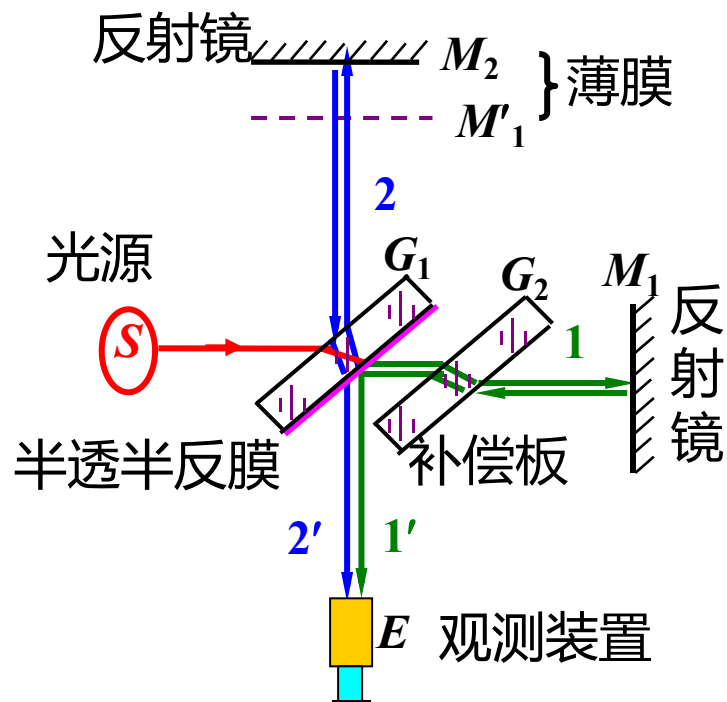
$$r = \sqrt{\frac{(2k-1)R\lambda}{2}} \quad k=1, 2, \text{L} \quad (\text{明环})$$

$$r = \sqrt{kR\lambda} \quad k=0, 1, 2, \text{L} \quad (\text{暗环})$$

8. 平凸透镜曲率半径

$$R = \frac{r_{k+m}^2 - r_k^2}{m\lambda}$$

9. 迈克耳逊干涉仪



若 M_1' 与 M_2 平行 -----等倾条纹

若 M_1' 与 M_2 有小夹角 -----等厚条纹

平面镜2移动引起条纹移动

$$d = N \frac{\lambda}{2}$$

延伸：两臂或其中一臂的媒质发生改变引起条纹移动；

第13章 光的衍射

- 1 光的衍射 惠更斯-菲涅耳原理
- 2 单缝夫琅禾费衍射
- 3 衍射光栅
- 4 圆孔衍射光学仪器的分辨率

光的干涉通常是两束光之间的相干叠加；

而光的衍射是无数条光束之间的相干叠加，通常是一组平行衍射光的叠加。观察衍射条纹通常借助于凸透镜，因为平行光通过凸透镜后会聚于透镜的焦平面上某一位置。

1. 单缝夫琅禾费衍射

用半波带理论分析衍射条件，衍射角为 φ 的一束平行衍射光的光程差： $\Delta = AC = a \sin \varphi$ （式中 a 为缝宽）

$$a \sin \varphi = \begin{cases} 0 & \text{中央明纹中心} \\ \pm k \lambda & \text{暗条纹} \Rightarrow x = \pm k \frac{f \lambda}{a} \\ k=1, 2, 3, \dots \\ \pm (2k+1) \frac{\lambda}{2} & \text{明条纹} \Rightarrow x = \pm (2k+1) \frac{f \lambda}{2a} \end{cases}$$

中央明纹的角宽度（即条纹对透镜中心的张角） $2\varphi_0 \approx 2 \frac{\lambda}{a}$

中央明纹的线宽度（为正负第一暗纹间距） $\Delta x_0 = 2 f \tan \varphi_0 = 2 \frac{\lambda}{a} f$

其他各级明纹的角宽度 $\Delta \varphi = (k+1) \frac{\lambda}{a} - k \frac{\lambda}{a} = \frac{\lambda}{a}$

线宽度 $\Delta x = \frac{\lambda}{a} f$

2. 光栅衍射现象

光栅衍射是各缝之间的干涉和每缝自身的夫琅禾费衍射的总效果。

光栅干涉（即多光束干涉）的主极大的必要条件为

$$\text{光栅公式 } (a+b)\sin\varphi_0 = k\lambda \quad k=0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$\text{平行单色光倾斜入射时} \quad (a+b)(\sin\varphi \pm \sin\theta) = k\lambda$$

可以证明：当光栅缝数为N时，相邻两主极大之间有N-1个主极小，有N-2个次极大。

3. 缺级现象

$$\left. \begin{array}{l} \text{多缝干涉主极大位置} \quad (a+b)\sin\varphi = k\lambda \\ \text{单缝衍射的暗纹位置} \quad a\sin\varphi = k'\lambda \end{array} \right\} \text{ 相比}$$

$$\text{缺级条件} \quad k = k' \frac{a+b}{a} \quad k=1, 2, 3, \dots$$

4.圆孔衍射

由瑞利判据，两物点刚好能被分辨时，两物点对透镜光心的张角称为光学仪器的**最小分辨角**，用 θ_0 表示，它正好等于每个爱里斑的半角宽度，即 $\theta_0 = 1.22 \frac{\lambda}{D}$

光学仪器的分辨率：最小分辨角的倒数。 $R = \frac{1}{\theta_0} = \frac{D}{1.22\lambda}$

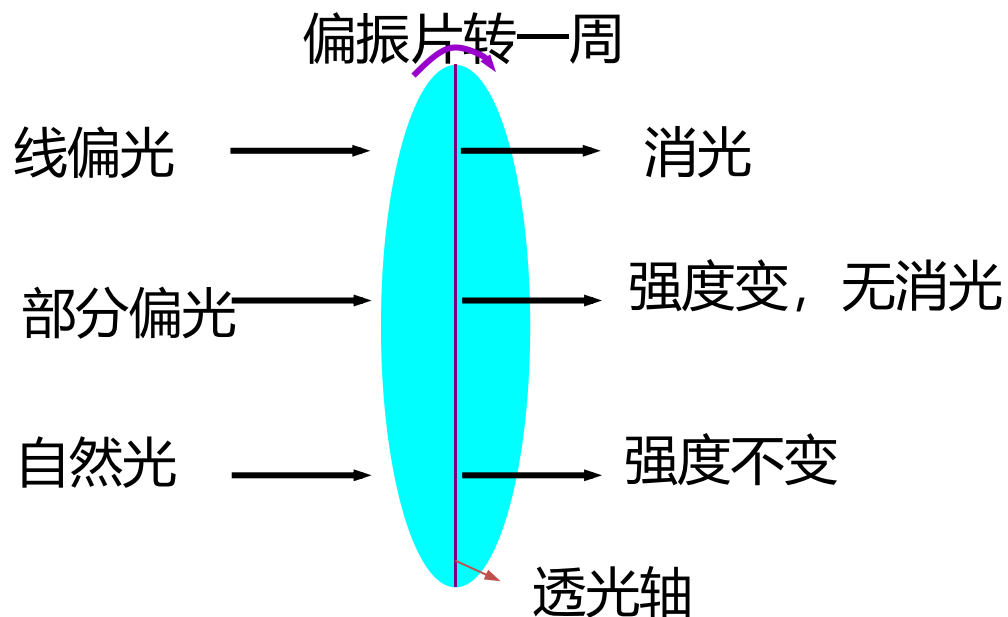
第14章 光的偏振

1 自然光和偏振光

2 起偏和检偏马吕斯定律

3 反射与折射时光的偏振

1. 自然光、偏振光、部分偏振光的检验



自然光通过偏振片P 前后的光强关系 $I = I_0 / 2$

线偏振光通过偏振片P 前后的光强关系: 马吕斯定律 $I = I_0 \cos^2 \alpha$

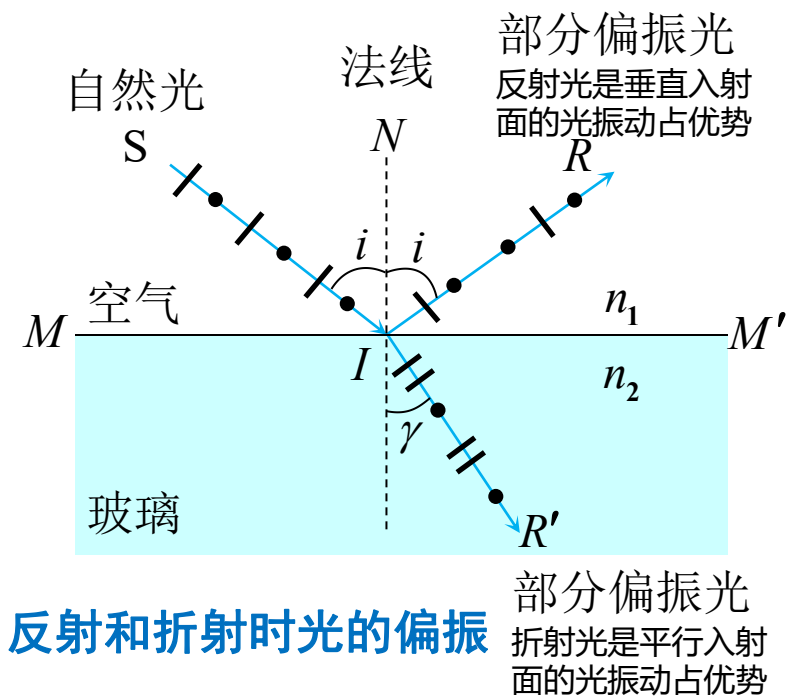
部分偏振光是自然光与线偏振光混合而成的光。

2.反射与折射时光的偏振

(1) 在一般情况下，反射光和折射光都是部分偏振光，在特定情况下，反射光可能成为线偏振光。

(2) 反射光中是垂直振动占优势，在折射光中平行振动占优势。

(3) 反射光、折射光偏振化的程度随入射角 i 而变。



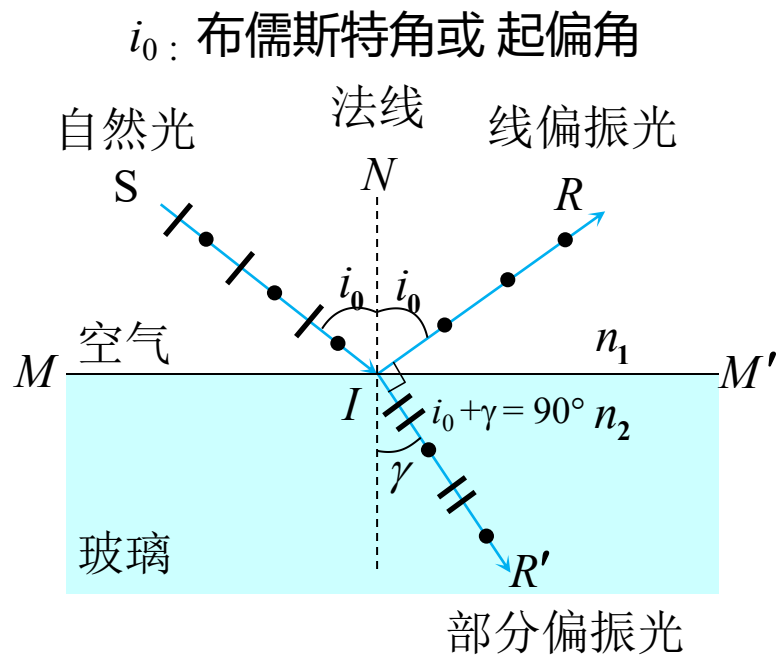
2.反射与折射时光的偏振

布儒斯特定律:

$$\tan i_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

时，反射光中只有垂直入射面的分振动，成为线偏振光；而折射光仍为部分偏振光，但这时折射光的偏振化程度最强。

布儒斯特角: 使反射光成为全偏振光时的入射角 i_0 。



反射和折射时光的偏振

第15章 量子物理基础

- 1.黑体辐射 普朗克量子假设
- 2.光的量子性
- 3.玻尔的氢原子理论
- 4.粒子的波动性
- 5.测不准关系
- 6.波函数 薛定谔方程
- 7.薛定谔方程在几个一维问题中的应用

光子的能量 $\varepsilon = h\nu$

光电效应方程 $\frac{1}{2} m v_m^2 = h\nu - W$ 或 $h\nu = \frac{1}{2} m v_m^2 + W$

红限频率 $\nu_0 = \frac{U_0}{k} = \frac{W}{h}$

光的波粒二象性 描述光的波动性: 波长 λ , 频率 ν

$p = \frac{h}{\lambda}$ $\varepsilon = h\nu$ 描述光的粒子性: 能量 ε , 动量 p

康普顿散射公式: $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0 = \frac{2h}{m_0 c} \sin^2 \frac{\varphi}{2}$

电子的康普顿波长 $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c} = 0.002\,426\,3\text{ nm}$

氢原子能级 $E_n = -\frac{13.58}{n^2} \text{ eV}$

德布罗意公式 $E = mc^2 = h\nu$ $p = m v = \frac{h}{\lambda}$

海森伯测不准关系 $\Delta x \Delta p_x \geq h$

波函数的归一化条件 $\iiint_{-\infty}^{+\infty} |\Psi|^2 dx dy dz = 1$

波函数的标准条件：单值、有限、连续。

粒子在无限深势阱中的运动属一维定态问题，归结为解一维定态薛定谔方程

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \Psi + V\Psi \quad \text{一维薛定谔方程}$$

金属中电子可看作在一维无限深势阱中运动，其势能函数为：

$$V(x) = \begin{cases} 0 & (-\frac{a}{2} < x < \frac{a}{2}) \\ \infty & (x \leq -\frac{a}{2}, x \geq \frac{a}{2}) \end{cases}$$

归一化的波函数

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \cos \frac{n\pi}{a} x \quad n=1, 3, 5, L$$

$$\psi(x) = \sqrt{\frac{2}{a}} \sin \frac{n\pi}{a} x \quad n=2, 4, 6, L$$

能量本征值

$$\text{概率密度} \quad \rho = |\Psi|^2 = \begin{cases} 0 \\ \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} \end{cases} \quad E = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2ma^2} n^2 \quad n=1, 2, 3, L$$

关于考试

1.考试方法和考试时间

全校相关专业统一闭卷考试，考试时间为120分钟。

成绩评价标准

2.期评成绩的评定为：期末考试成绩（80%）+平时成绩（20%）。按百分制等级分给出。因此存在“期末成绩”小于“期末考试卷面分”的情况。

试卷结构

3. 考试题型比例：选择题30%、填空题20%、计算题40%、证明题或问答题10%。

4.考试内容比例：知识 40%；应用 50%；灵活应用10%。

5.复习时对照课件复习课本上的知识，重点弄懂练习册习题、课件习题以及它们对应的知识点。习题要能熟练解答，仅记住答案是没用的。

关于考试

6.平时成绩主要由课堂出勤、听课认真程度、作业等构成

平时成绩给定细则：

1. 满分100分，助教根据作业情况和出勤记录情况等给定作业成绩
2. 在作业成绩的基础上，一次缺勤扣5分，一次缺交作业扣5分，一次课堂违纪扣5分。
3. 听课认真、积极思考回答问题，酌情加分，直到加至平时分满分。

7. 最后，感谢大家这一学期的陪伴相处，祝愿大家

考试顺利 学业有成