

忘 复 习

第8章 电磁感应总结

一、电磁感应定律

$$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$$

能同时反映电动势的大小和方向。

二、楞次定律

快捷判断感应电流的方向。

三、动生电动势

$$\varepsilon = \int (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l}$$

方向：右手定则

导体中动生电动势的方向由电势低指向电势高。

四、感生电动势 感应电场

1. \vec{E}_i 的环路定理

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

2. 感应电场的方向 \vec{E}_i 与 $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ 成左螺旋关系或楞次定律。

3. 感应电场的计算

4. 圆柱形变化磁场中导体上的感生电动势的计算

五、自感与互感

1. 自感系数、互感系数的计算

2. 借助互感系数计算互感电动势

六、磁场的能量

1. 自感磁能 $W_m = \frac{1}{2}LI^2$

2. 磁场的能量 $W_m = \int \frac{\mathbf{B}^2}{2\mu} dV$

七、麦克斯韦方程组

1. 位移电流及其计算

$$\vec{j}_D = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

方向即 $\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ 的方向。

$$I_D = \int_S \vec{j}_D \cdot d\vec{S} = \frac{d\Phi_D}{dt}$$

2. 麦克斯韦方程组中各方程的物理意义

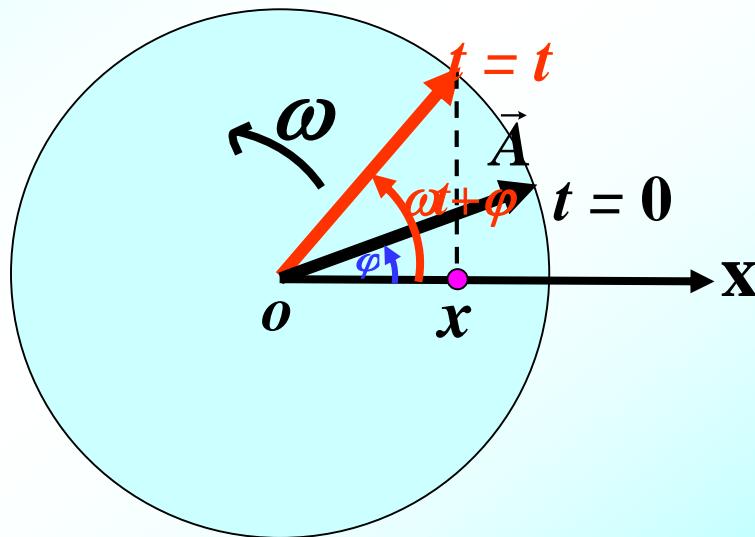
第11章 振动与波动

谐振动受力方程: $F = -kx$

谐振动运动方程: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$\Rightarrow x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

旋转矢量法:



★熟练掌握旋转矢量图中各种量代表的物理意义，会使用旋转矢量法进行相关的计算

振动的能量:
$$\begin{cases} W_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \varphi) \\ W_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \varphi) \end{cases}$$

拍: 同方向振动, 频率相差很小的两个谐振动的合成

拍频: $\nu = |\nu_1 - \nu_2|$

振动方向相互垂直, 频率相等的两个谐振动的合成

共振: $\omega_{外} = \omega_{固}$ 时, 受迫振动的振幅达到最大

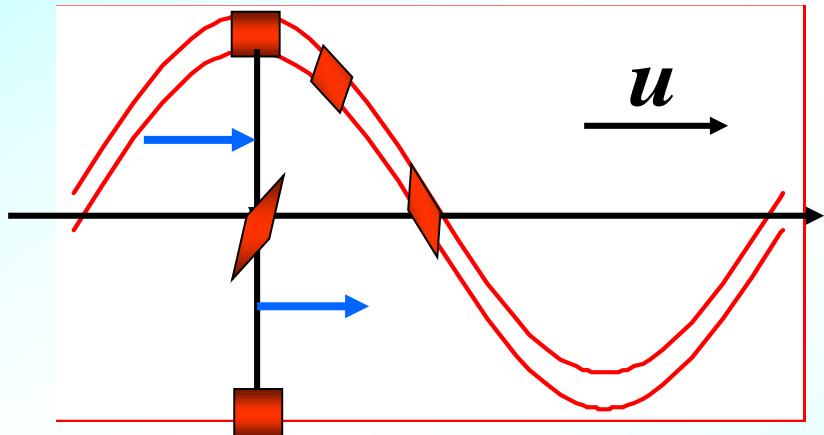
波动: 振动的传播

波函数 (波动方程): $y = A\cos[\omega(t - \frac{x}{u}) + \varphi]$

★熟练掌握波动方程中周期、频率、波速、波长、位相等各物理量的关系以及求法。会根据振动方程, 写波动方程 (尤其要注意坐标轴正向与传播方向的取向)

波的能量: $W_p = W_k$

★波动动能与势能数值相同，同时变大，同时变小。



- ★最大位移 → 平衡位置，能量增大，从后面输入；
★平衡位置 → 最大位移，能量减小，向前面输出。

波的干涉:

$$\Delta\phi = \begin{cases} 2k\pi & \text{相长} \\ (2k+1)\pi & \text{相消} \end{cases}$$

若初位相相同:

$$\Delta r = \begin{cases} k\lambda & \text{相长} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} & \text{相消} \end{cases}$$

驻波: 两列振幅相等，相向而行的相干波的叠加

$$y = 2A \cos \frac{2\pi x}{\lambda} \cos \omega t$$

★会求波腹和波节的位置

半波损失：波疏介质→波密介质，界面上反射波

$$\Delta\varphi = \pi, \Delta r = \frac{\lambda}{2}$$

★会解反射波问题，尤其是综合驻波与半波损失的问题

多普勒效应： $v_R = \frac{u - V_R}{u - V_s} v_s$ 以 u 的方向为正方向

★会解多普勒效应相关问题，分清波源与接收者。

电磁振荡： $q = q_m \cos(\omega t + \varphi)$

电磁波：变化的磁场与变化的电场互相激发形成。

电场与磁场的关系： $\sqrt{\epsilon} E = \sqrt{\mu} H$

坡印廷矢量：能流密度矢量 $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$

第13章 波动光学

光程: $r = \sum n_i L_i$ 光程差: $\Delta r = n_2 L_2 - n_1 L_1$

干涉条件: $\Delta r = \begin{cases} k\lambda, & \text{相长} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}, & \text{相消} \end{cases} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

杨氏双缝干涉:

$\Delta r = d \sin \theta = d \frac{x}{D} = \begin{cases} k\lambda, & \text{明纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}, & \text{暗纹} \end{cases} \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

强度分布:

$$I_\theta = I_0 \cos^2 \beta, \quad \beta = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}$$

半波损失: 光疏介质
 (折射率小) $\xrightarrow[\text{无半波损失}]{\text{有半波损失}}$ 光密介质
 (折射率大)

等倾干涉: $\delta = 2d \sqrt{n^2 - n_1^2 \sin^2 i} + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda, \text{明纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \text{暗纹} \end{cases}$

等厚干涉: $\delta = 2nd + \frac{\lambda}{2} = \begin{cases} k\lambda, \text{明纹} \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2}, \text{暗纹} \end{cases}$

相邻两明(暗)纹之间的:

厚度差: $\Delta d = \frac{\lambda}{2}$ 条纹间距: $L = \frac{\lambda}{2 \sin \theta}$

牛顿环: 暗纹半径 $r_k = \sqrt{kR\lambda}$ ★迈克尔逊干涉仪

★双缝、等倾、等厚干涉的条纹性质、动态反应!

单缝衍射（半波带法）：

$$\delta = a \sin \theta = \begin{cases} (2k+1)\frac{\lambda}{2}, & \text{明纹} \\ k\lambda, & \text{暗纹} \end{cases}, \quad k = \pm 1, \pm 2, \dots$$

$$a \sin \theta = k \lambda \quad (k=0) \quad \text{中央明纹}$$

单缝衍射强度： $I_\theta = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2$ 其中 $\alpha = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$

中央明纹的线宽度： $\Delta x \approx 2f \frac{\lambda}{a}$ 半角宽度： $\theta_1 \approx \frac{\lambda}{a}$

双缝衍射：双缝干涉和单缝衍射的叠加

强度分布： $I_\theta = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \cos^2 \beta$

$$\alpha = \frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$$

$$\beta = \frac{\pi d \sin \theta}{\lambda}$$

缺级： $\frac{a}{d} = \frac{k'}{k}$ 缺 k 级 ★ 强度、缺级的计算，动态反应！

光栅方程（正入射时）：

$$d \sin \theta = k \lambda, \quad k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \text{ 主极大，亮线}$$

光栅强度分布： $I_\theta = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \left(\frac{\sin N \beta}{\sin \beta} \right)^2$

偏振：马吕斯定律： $I = I_0 \cos^2 \alpha$

布儒斯特定律：自然光以布儒斯特角入射到界面时，反射光为线偏振光

$$i_B = \tan^{-1} \frac{n_2}{n_1}$$

双折射：★会根据惠更斯原理画o光和e光的折射光线！

波晶片（波片）：o光和e光通过时，获得额外位相差

获得椭圆偏振光：线偏振光通过 $\lambda/4$ 波片

★会通过偏振片和波晶片检验光的类型，结合偏振知识，处理光的干涉问题。

第14章 早期量子论

黑体辐射：

$$M(T) = \sigma T^4 \quad \text{——斯特潘—玻尔兹曼定律}$$

$$T\lambda_m = b \quad \text{——维恩位移定律}$$

★会根据黑体辐射曲线判断温度高低

光电效应：电子吸收光子 $h=6.6260755 \times 10^{-34} J \cdot s$

$$\frac{1}{2}mv_0^2 = h\nu - A \quad \text{——爱因斯坦光电方程}$$

★逸出功、遏止电压、出射速度的计算

康普顿效应：电子与光子弹性碰撞

$$\Delta\lambda = \lambda_c(1 - \cos\theta) \quad \lambda_c = 2.43 \times 10^{-12} m$$

★波长变化、散射角、散射光波长的计算

玻尔量子理论：只适用于氢原子或类氢原子！

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{k^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad k = 1, 2, 3, \dots \quad n = k + 1, k + 2, \dots$$

——广义的巴尔末公式

氢原子能量：

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2 n^2} \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

基态能量： $E_1 = -13.6 \text{ (eV)}$ 激发态能量： $E_n = \frac{E_1}{n^2}$

★会分析氢原子光谱，了解不同线系（赖曼系、巴耳末系、帕邢系等）是跃迁到哪个能级所产生的。会根据能级的跃迁确定产生各个线系的谱线数目。

第15章 量子力学基础

德布罗意波：

$$E = h\nu \quad p = \frac{h}{\lambda} \quad \text{——德布罗意方程}$$

★会根据速度、动能、静止质量等物理量计算动量、波长、频率等（分相对论和非相对论情况）

波函数 $\psi(\vec{r}, t)$ ：描述微观粒子量子状态的函数。

$$|\psi(\vec{r}, t)|^2 \quad \text{——粒子出现的几率密度}$$

归一化条件： $\int_{-\infty}^{+\infty} |\psi(\vec{r}, t)|^2 dV = 1$

波函数的标准化条件：连续、单值、有限

★会根据波函数计算几率密度、几率、几率极值，会根据归一化条件确定归一化系数。

不确定关系:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2} \quad \Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}$$

★会根据不确定关系估算各物理量的不确定度

薛定谔方程:

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

一维定态薛定谔方程:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dx^2} + V(x) \right] \phi(x) = E \phi(x)$$

一维无限深势阱中的定态波函数:

$$\phi_n(x) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \sin\left(\frac{n\pi}{a}x\right) & (n=1,2,\dots; 0 < x < a) \\ 0 & (x \leq 0, x \geq a) \end{cases}$$

一维无限深势阱中的粒子的能量（定态）：

$$E_n = \frac{n^2 \pi^2 \hbar^2}{2m a^2} \quad (n = 1, 2, \dots)$$

各能级的波长与势阱宽度满足：

$$a = n \frac{\lambda}{2} \quad (\text{定态上形成稳定的驻波})$$

叠加态： $\psi(x) = c_1 \psi_1(x) + c_2 \psi_2(x)$

处在 ψ_1 态和 ψ_2 态的概率分别为：

$$P_1 = \frac{|c_1|^2}{|c_1|^2 + |c_2|^2}, \quad P_2 = \frac{|c_2|^2}{|c_1|^2 + |c_2|^2}$$

★会计算归一化常数、物质波波长、概率密度、概率分布、概率极值、能量分布等物理量。

一维势垒，隧道效应：能量小于势垒高度，仍然有一定几率能穿透势垒

透射率： $T \approx e^{-\frac{2}{\hbar} \sqrt{2m(V_0-E)}a}$

量子力学处理氢原子问题：

波函数： $\phi_{nlm_l}(r, \theta, \varphi) = R_{nl}(r)Y_{lm_l}(\theta, \varphi)$

电子的径向概率分布：

$$dP_1 = |R_{nl}(r)|^2 r^2 dr$$

电子的角向概率分布：

$$dP_2 = |Y_{lm_l}(\theta, \varphi)|^2 \sin \theta d\theta d\varphi$$

氢原子的四个量子数：

1. 主量子数： $n=1, 2, 3, \dots$

——决定电子的能量

$$E_n = -\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$$

2. 角量子数：

$$l = 0, 1, 2, 3, \dots, n-1$$

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

——决定电子的角动量，也影响能量

3. 轨道磁量子数：

$$m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$$

$$L_z = m_l \hbar$$

——决定电子的角动量方向的取向

4. 自旋磁量子数：

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$

$$L_{sz} = m_s \hbar$$

——决定电子的自旋角动量方向的取向

第16章 半导体与激光

- ★ 导体、半导体、绝缘体的能带结构, P 型、 N 型半导体特点, $P-N$ 结
- ★ 激光产生的原理: 受激辐射
- ★ 激光产生的必要条件:
 - 1、有能够产生粒子数反转的激活物质。
 - 2、有激励能源。
 - 3、有光学谐振腔。
- ★ 激光的特点及其用途。

第17章 原子核物理

★核力的基本知识，结合能的计算

原子核衰变：

核子数： $N = N_0 e^{-\lambda t}$ ---- λ ：衰减常数

放射性活度： $A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$

半衰期：活度减弱为原来一半所经历的时间

$$\tau = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

★掌握衰变的计算，以及各物理量之间的关系

考试技巧：

认真审题！

仔细计算！

善于检查！

预祝同学们
期末考试取得好成绩！