电动力学考试范围

名词解释（常见）

规范场规范变换等等

磁标势变换：

除了这两解外，还存在其他解．事实上，因为任意函数 ψ 的梯度的旋度恒为零，故有

$$\nabla\times(\boldsymbol{A}+\nabla\psi)=\nabla\times\boldsymbol{A}.$$

六个大题

Maxwell 方程组 达朗贝尔方程

n	$P_n(x)$
0	1
1	x

在真空里的麦克斯韦方程组 [编辑]

微观表述[3]:15

名称	微分形式
高斯定律	$\nabla\cdot\mathbf{E}=\frac{\rho}{\varepsilon_0}$
高斯磁定律	$\nabla\cdot\mathbf{B}=0$
法拉第电磁感应定律	$\nabla\times\mathbf{E}=-\frac{\partial\mathbf{B}}{\partial t}$
麦克斯韦-安培定律	$\nabla\times\mathbf{B}=\mu_0\mathbf{J}+\mu_0\varepsilon_0\frac{\partial\mathbf{E}}{\partial t}$

2.镜像法/分离变量法（比较简单）

$$\boldsymbol{n}\times\boldsymbol{E}=0$$

在物质里的麦克斯韦方程组 [编辑]

宏观表述[3]:193

名称	微分形式
高斯定律	$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_f$
高斯磁定律	$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$
法拉第电磁感应定律	$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$
麦克斯韦-安培定律	$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J}_f + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$

3.静磁场 分离变量法（磁标势） 书上习题

4.波导管 谐振腔 习题/例题 习题

边界条件

$$\boldsymbol{n} \cdot \boldsymbol{B} = 0$$

$$\boxed{k_x L_1 = m\pi}$$

$$\boxed{k_y L_2 = n\pi}$$

$$\boxed{k_z L_3 = p\pi}$$

谐振腔

解得形式

$$\boxed{E_x = A_1 \cos k_x x \ \sin k_y y \ \sin k_z z}$$

限制条件

★ 若该问题中具有对称轴，取此轴为极轴，则电势φ不依赖于方位角ϕ，这情形下通解为

$$\varphi(r,\theta) = \sum_n (a_n r^n + b_n \frac{1}{r^{n+1}}) P_n(\cos\theta)$$

◆ 其中$P_n(\cos\theta)$为**勒让德**函数；

◆ 式中a_n、b_n为任意常数，由边界条件定出。

★ 所有的拉普拉斯方程都是一样的，我们需要作的就是根据具体的边界条件确定出这些通解中所含的任意常数，从而得到满足边界条件的特解。

$$\boxed{k_x A_1 + k_y A_2 + k_z A_3 = 0}$$

波导管

必备方程：

$$\begin{cases} \nabla^2 \vec{E} + k^2 \vec{E} = 0 \\ k = \omega\sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \\ \nabla \cdot \vec{E} = 0 \end{cases}$$

列出上述方程，借机判断

解得形式

$$\begin{cases} E_x(x,y,z) = A_1 \cos k_x x \sin k_y y e^{ik_z z} \\ E_y(x,y,z) = A_2 \sin k_x x \cos k_y y e^{ik_z z} \\ E_z(x,y,z) = A_3 \sin k_x x \sin k_y y e^{ik_z z} \end{cases}$$

限制条件

$$\boxed{\nabla \cdot \vec{E} = 0 \quad \Rightarrow \quad k_x A_1 + k_y A_2 - ik_z A_3 = 0}$$

$\vec{H}$ 的解由 $\vec{H} = -\dfrac{i}{\omega\mu}\nabla \times \vec{E}$ 确定

磁场

TE波： $E_z = 0 \rightarrow A_3 = 0 \rightarrow A_1 k_x + A_2 k_y = 0$

10波： $m = 1, n = 0 \rightarrow k_x = \pi / a, k_y = 0$

$\rightarrow A_1 = 0$

TE10波的求法

要使管中有波传播，

必须使 $k^2 \geq k_x{}^2 + k_y{}^2$ $\Rightarrow$ $\omega \geq \frac{\pi}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \sqrt{(\frac{m}{a})^2 + (\frac{n}{b})^2}$

截止频率为：$\omega_{mn}^{(0)} = \frac{\pi}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \sqrt{(\frac{m}{a})^2 + (\frac{n}{b})^2}$

截止频率：

$$k_x = \frac{m\pi}{a} \quad k_y = \frac{n\pi}{b}$$

5.电偶极辐射（明确） 习题/例题

电偶极子：

$$\Phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\mathbf{p} \cdot \hat{\mathbf{r}}}{r^2} \ ;$$

磁偶极子

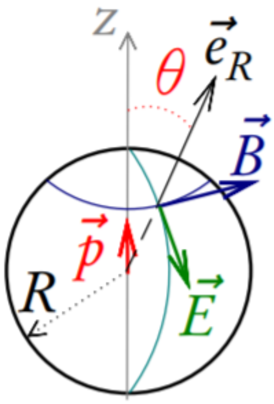
$$\mathbf{A}(\mathbf{r}) = \frac{\mu_0}{4\pi r^2} (\mathbf{m} \times \hat{\mathbf{r}}) \ ;$$

电偶辐射坐标形式：

于是，电偶极辐射场的场强矢量具有如下分布形式：

$$\vec{B} = \frac{|\ddot{\vec{p}}|\, e^{ikR}}{4\pi\epsilon_0 c^3 R} \sin\theta\, \vec{e}_\phi$$

$$\vec{E} = \frac{|\ddot{\vec{p}}|\, e^{ikR}}{4\pi\epsilon_0 c^2 R} \sin\theta\, \vec{e}_\theta$$



显见：

平均能流密度：

$$\bar{\vec{S}} = \frac{1}{2\mu_0} \Re\left[\vec{E}^* \times \vec{B}\right] = \frac{|\ddot{\vec{p}}|^2 \sin^2\theta}{32\pi^2\epsilon_0 c^3 R^2} \vec{e}_R$$

总功率：

电偶极辐射场的总辐射功率:

$$P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{|\ddot{\vec{p}}|^2}{3c^3}$$

交流电实现:

$$\Delta t = \frac{\Delta\tau}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}.$$

6.不是习题/例题 相对论运动学（速度合成等）

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}},$$

$$y' = y,$$

$$z' = z,$$

$$t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}.$$

$$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}.$$

实际应用中，振荡电偶极子总是通过交变的电流分布实现的，

$$\dot{\vec{p}} = \int_V d^3x' \vec{J}(\vec{x})\, e^{-i\omega t} \propto I_0\, e^{-i\omega t}, \quad \rightsquigarrow \ddot{\vec{p}} \propto -i\omega I_0\, e^{-i\omega t}$$

速度合成:

$$u'_x = \frac{\mathrm{d}x'}{\mathrm{d}t'} = \frac{u_x - v}{1-\frac{vu_x}{c^2}},$$

$$u'_y = \frac{\mathrm{d}y'}{\mathrm{d}t'} = \frac{u_y\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{1-\frac{vu_x}{c^2}},$$

$$u'_z = \frac{\mathrm{d}z'}{\mathrm{d}t'} = \frac{u_z\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{1-\frac{vu_x}{c^2}}.$$

$$a = \begin{bmatrix} \gamma & 0 & 0 & \mathrm{i}\beta\gamma \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -\mathrm{i}\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix}.$$

容易验证，变换(4.25)式满足正交条件

$$\tilde{a}a = I.$$