电子科技大学 2016-2017 学年第__2__学期期__末__考试__B 卷答案

一、填空题（每空 1 分，共 10 分）

1. $-\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$， 变化的磁场

2. $\vec{B} = \nabla \times \vec{A}$，$\nabla \cdot \vec{B} = 0$

3. $\frac{1}{2}\varepsilon E^2(\vec{r},t) + \frac{1}{2}\mu H^2(\vec{r},t)$ $\quad E(\vec{r},t) + \times H(\vec{r},t)$

4. $\vec{e}_x \frac{3}{5} + \vec{e}_z \frac{4}{5}$，$0.2m$

5. 场方程，边界条件

二、选择题（每题 2 分，共 20 分）

1. C 2. B 3. B 4. C 5. C

6. C 7. A 8. B 9.C 10. C

三、判断题（每小题 1 分，共 10 分）

1. × 2. × 3. × 4. × 5. ×
6. √ 7. × 8. √ 9. × 10. ×

四、计算题（共 4 题，每题 15 分，共 60 分）

1.（15 分）解：（1）设内导体单位长度带电量为ρ_l，根据高斯定理，内外导体间的电场为

$$\int \vec{D}\cdot dS = D2\pi\rho = \rho_l \qquad （2 分）$$

$$\vec{D}=\frac{\rho_l}{2\pi\rho}\vec{e}_\rho，\ \vec{E}=\frac{\rho_l}{2\pi\rho\varepsilon_1}\vec{e}_\rho \qquad （1 分）$$

内外导体间的电压 $U=\int_a^b \vec{E}\cdot d\rho\vec{e}_\rho=\int_a^b \frac{\rho_l}{2\pi\rho\varepsilon_1}d\rho=\frac{\rho_l}{2\pi\varepsilon_1}\ln\frac{b}{a}$ （2 分）

单位长度同轴电缆的电容$C=\frac{\rho_l}{U}=\frac{2\pi\varepsilon_1}{\ln b/a}$ （2 分）

（2） 内导体单位长度带电量为$\rho_l = 2\pi a\rho_S$

单位长度同轴电缆中的静电场能量：

$$W=\frac{1}{2}\frac{{\rho_l}^2}{C}=\frac{{\rho_l}^2}{4\pi\varepsilon_1}\ln\frac{b}{a}=\frac{\pi a^2{\rho_S}^2}{\varepsilon_1}\ln\frac{b}{a} \qquad （2 分）$$

（3）同轴电缆内的极化强度

$$\vec{P}=\vec{D}-\varepsilon_0\vec{E}=(1-\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1})\frac{2\pi a\rho_S}{2\pi\rho}\vec{e}_\rho \qquad （2 分）$$

内导体外表面的极化电荷面密度

$$\rho_{PS1}=\vec{P}\cdot(-\vec{e}_\rho)\Big|_{\rho=a}=(\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1}-1)\rho_S \qquad （2 分）$$

外导体内表面的极化电荷面密度

$$\rho_{PS1}=\vec{P}\cdot(\vec{e}_\rho)\Big|_{\rho=b}=(1-\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_1})\frac{a\rho_S}{b} \qquad （2 分）$$

2.（15 分）解：（1）无限长电流产生的磁场为平行平面场，磁场方向垂直直面向内，选取电流源 $Id\vec{l} = \vec{J}_s \mathrm{d}x\vec{e}_z$，位置矢量 $\vec{r}' = x\vec{e}_x$ 场点位置矢量 $\vec{r} = b\vec{e}_x$，场点与源点间距离 $R = |\vec{r} - \vec{r}'| = b - x$，（3 分）

电流源产生的磁场为

$$\mathrm{d}H = \frac{J_s \mathrm{d}x}{2\pi R} = \frac{J_s \mathrm{d}x}{2\pi(b-x)}$$（3 分）

整个电流平面产生的磁场为

$$H = \int \mathrm{d}H = \int_{-a}^{a} \frac{J_s \mathrm{d}x}{2\pi(b-x)} = \frac{J_s}{2\pi}\ln\frac{b+a}{b-a}$$（3 分）

（2）设在 $-c<x<c$（$c<a$）范围内存在于 $\vec{J}_S = -J_0\vec{e}_z$ 的电流，则 A 点的磁场由此电流及在 $-a<x<a$ 范围内的 $\vec{J}_S = J_0\vec{e}_z$ 的电流共同产生（2 分）

$$H = H_1 + H_2 = \frac{J_s}{2\pi}\ln\frac{b+a}{b-a} - \int_{-c}^{c-}\frac{J_s \mathrm{d}x}{2\pi(b-x)} = \frac{J_s}{2\pi}\ln\frac{b+a}{b-a} - \frac{J_s}{2\pi}\ln\frac{b+c}{b-c}$$（2 分）

$$\vec{B} = \mu_0 H = \mu_0\left(\frac{J_s}{2\pi}\ln\frac{b+a}{b-a} - \frac{J_s}{2\pi}\ln\frac{b+c}{b-c}\right)$$（2 分）

3.（15 分）解：（1）由题可知： $k=\frac{\omega}{c}\sqrt{\varepsilon_r\mu_r}=\frac{2\pi\times10^9}{3\times10^8}\sqrt{2.25}=10\pi$ （2 分）

波长： $\lambda=\frac{2\pi}{k}=\frac{2\pi}{10\pi}=0.2m$ （2 分）

波矢量： $\vec{k}=k\vec{e}_z=10\pi\vec{e}_z$ （2 分）

（2）电场强度的复矢量为

$$\vec{E}=\vec{e}_x 40e^{-jkz}$$ （1 分)

介质的本征阻抗为 $\eta=\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}}\eta_0=\sqrt{\frac{1}{2.25}}120\pi=80\pi$ （2 分）

相伴的磁场 $\vec{H}=\frac{1}{\eta}\vec{e}_z\times\vec{E}=\frac{1}{80\pi}\vec{e}_y 40e^{-jkz}=\vec{e}_y\frac{e^{-jkz}}{2\pi}$ （2 分）

瞬时值为 $\vec{H}=\mathrm{Re}(\vec{e}_y\frac{e^{-jkz}}{2\pi}e^{j\omega t})=\vec{e}_y\frac{1}{2\pi}\cos(\omega t-kz)$ （2 分）

（3）平均波印延矢量 $\vec{S}_{av}=\frac{1}{2}\mathrm{Re}(\vec{E}\times\vec{H}^*)=\frac{1}{2}\mathrm{Re}(\vec{e}_z 40\times\frac{1}{2\pi})=\vec{e}_z\frac{10}{\pi}$ （2 分）

4.（15 分）解：已知两介质分界面为合成波电场振幅最小点，所以反射系数

$$\varGamma < 0 \qquad \text{（2 分）}$$

由驻波系数可得：$S = \dfrac{1+|\varGamma|}{1-|\varGamma|} = 3 \qquad |\varGamma| = 1/2$ （2 分）

所以 $\varGamma = -1/2$ （1 分）

由题意可知， $\eta_1 = \eta_0$， $\eta_2 = \sqrt{\dfrac{\mu_r}{\varepsilon_r}}\eta_0$ （1 分）

$$\varGamma = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_2 + \eta_1} = \frac{\sqrt{\dfrac{\mu_r}{\varepsilon_r}} - 1}{\sqrt{\dfrac{\mu_r}{\varepsilon_r}} + 1} = -\frac{1}{2} \qquad \text{（1 分）}$$

$$\sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}} = \frac{1}{3} \qquad \frac{\mu_r}{\varepsilon_r} = \frac{1}{9} \qquad \text{（1 分）}$$

由理想介质中平面波的波长为空气中的 1/2 可知

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_r \mu_r}} = \frac{1}{2} \qquad \text{（2 分）}$$

$$\varepsilon_r \mu_r = 4 \qquad \text{（1 分）}$$

可得： $\mu_r = 2/3$， $\varepsilon_r = 6$ （1 分）

反射波能量：$S_{rav} = \dfrac{1}{2\eta_0}\varGamma^2 E^2{}_{in}$ （1 分）

入射波能量：$S_{iav} = \dfrac{1}{2\eta_0} E^2{}_{in}$ （1 分）

入射波被反射的能量 $\dfrac{S_{rav}}{S_{iav}} = \varGamma^2 = \dfrac{1}{4}$ （1 分）