

机密★启用前

# 北京理工大学2003年攻读硕士学位研究生 入学考试试题

试题答案必须书  
写在答案纸上，  
在试题和草纸上  
答题无效。

科目代码： 423

科目分号： 0109

科目名称： 电 磁 场 理 论

一. 写出理想电介质无源区域内复麦克斯韦方程组的微分形式。 (12分)

二. 一个内、外半径分别为 $a$ 和 $b$ 的导体球壳位于坐标系原点，壳内任意点( $r < a$ )有一个点电荷 $Q$ ，写出 $a < r < b$ 、 $r > b$ 两个区域的电场强度和 $r = b$ 表面上的电荷分布。 (12分)

三. 真空中两根半径为 $a$ 的无限长平行导体圆柱上带有静电荷，单位长度电量为 $\rho_l$ 和 $-\rho_l$ ，问空间一点处的电场强度是否可以用单根带电导体圆柱的电场公式叠加？，即

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = \frac{\rho_l}{2\pi\epsilon_0 r_1} \hat{r}_1 + \frac{-\rho_l}{2\pi\epsilon_0 r_2} \hat{r}_2$$

( $r_1, r_2, \hat{r}_1, \hat{r}_2$  分别是两个圆柱轴线到场点的距离和单位矢量)，试简述原因。 (12分)

四. (试证明：静电场中电介质与导体分界面上一定存在极化面电荷 $\rho_{ps}$ 。 (12分)

五. 一半径为 $a$ 、相对磁导率为 $\mu_r$ 的无限长导体圆柱上流有均匀恒定电流 $I_0$ ，求任意点的 $\vec{H}$ 和 $\vec{B}$ ，并解释柱外磁场与柱体磁导率值无关的原因。 (12分)

六. 一同轴线的内外导体间填充 $\mu_r = 1, \epsilon_r = 4$ 的电介质，若传输TEM波的电场表达式为

$$\vec{E}(z, t) = \hat{r} \frac{E_0}{r} \cos(\omega t - 2\pi z)$$

试写出磁场表达式。 (12分)



机密★启用前

北京理工大学2003年攻读硕士学位研究生  
入学考试试题

试题答案必须书  
写在答案纸上,  
在试题和草纸上  
答题无效。

科目代码: 423 科目分号: 0109科目名称: 电 磁 场 理 论

七. 一均匀平面电磁波由 $z < 0$ 的真空区域斜入射到 $z > 0$ 的电介质半空间, 电介质的电磁参数为 $\mu_r = 1, \epsilon_r = 3$ 。若入射波的电场复矢量为

$$\vec{E}_i = (\sqrt{3}\hat{x} + 3\hat{z})e^{j(3x - bz)}$$

- 求:
1. 表达式中 $b$ 和入射波频率 $f$ 的具体数值;
  2. 入射波、反射波和折射波波矢量 $\vec{k}_i$ 、 $\vec{k}_r$ 和 $\vec{k}_t$ ;
  3. 入射波磁场复矢量表达式, 并判断能否发生全反射和全折射。

(26分)

八. 在尺寸为 $a \times b = 25 \times 12 \text{ mm}^2$ 的真空矩形波导管中传输 $TE_{10}$ 波, 工作频率为 $10^{10} \text{ Hz}$

- 求:
1. 截止波长、导波长和波阻抗;
  2. 若波导宽边尺寸增加20%, 上述各参数将如何变化?
  3. 若波导内填充 $\mu_r = 1, \epsilon_r = 4$ 的电介质, 此时实现单模传输的工作频率范围是多少?

(26分)

九. 已知长度为 $dl$ 的赫芝偶极子天线和半径为 $a$ 的圆天线(磁偶极子天线)的辐射场分别为:

赫芝偶极子天线  $\vec{E} = \hat{\theta} \frac{\omega^2 \mu_0 P}{4\pi r} \sin \theta e^{-jkr} \quad (P = \frac{Idl}{\omega})$

磁偶极子天线  $\vec{E} = \hat{\phi} \frac{\eta_0 m k^2}{4\pi r} \sin \theta e^{-jkr}, (m = \pi a^2, k^2 = \omega^2 \mu \epsilon, \eta_0 = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0})$

1. 写出各自的磁场表达式;
2. 若赫芝偶极子的长度 $dl$ 等于磁偶极子的周长 $l$ , 试比较它们的增益、辐射电阻和辐射功率(已知:  $\int_0^\pi \sin^3 \theta d\theta = \frac{4}{3}$ )。

(26分)