

# 东南大学考试卷 (A 卷)

课程名称 电磁场与电磁波 考试学期 06-07-1 得分  
适用专业 电子信息技术 考试形式 闭卷 考试时间长度 120 分钟

## 一、(40 分)

1. 写出任意两种形式的 Maxwell 方程组和电流连续性 (电荷守恒) 方程;
2. 在两种媒质的交界面上, 当自由电荷面密度为  $\rho_s$ 、面电流密度为  $J_s$  时, 请写出  $\vec{E}, \vec{D}, \vec{B}, \vec{H}$  的边界条件的矢量表达式;  $\vec{n} \times \vec{E} = 0, \vec{n} \cdot (\vec{D}_1 - \vec{D}_2) = \rho_s, \vec{n} \cdot (\vec{B}_1 - \vec{B}_2) = 0, \vec{n} \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = J_s$
3. 由 Maxwell 方程组导出电场的波动方程;  $\nabla \times \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \nabla \times \vec{B} = -\frac{\partial}{\partial t} \nabla \times (\vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t})$
4. 说明什么是: 1) TE 波, 2) TM, 3) TEM 波, 4) 混合模;
5. 写出洛伦兹规范并推导标量位  $\phi$  所满足的波动方程;  $\nabla^2 \phi = -\frac{\rho}{\epsilon}$
6. 写出电磁场的坡印亭定理并说明物理意义;
7. 什么是色散现象? 什么是波导色散? 什么是媒质色散?
8. 真空中均匀平面波的电场方向、磁场方向和波矢量  $\vec{k}$  的方向这三者之间有什么关系?  $\vec{k} = \vec{E} \times \vec{H}$
9. 垂直极化波斜入射是否可能产生全透射现象?  $n_1 \cos \theta_i = n_2 \cos \theta_t, \theta_i = \theta_t$
10. 说明为什么矩形波导中不能存在 TEM 波;

二、(15 分) 设无限长同轴线内导体的半径为  $a$ , 外导体的内径为  $b$ , 内外导体都是理想导体, 内外导体之间媒质的介电常数为  $\epsilon$ , 电导率为  $\sigma$ , 磁导率为  $\mu$ .

$$(\nabla^2 \phi = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \frac{\partial \phi}{\partial r}) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2})$$

1. 求内外导体间单位长度电容;
2. 求内外导体间单位长度电导;
3. 求内外导体间单位长度电感;

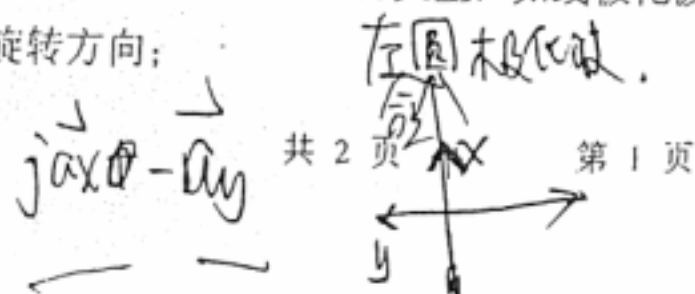
三、(10 分) 已知真空中传播的平面电磁波电场为  $\vec{E} = \vec{a}_x 100 \cos(\omega t - 2\pi z)$  (V/m)

试求此波的波长、频率、相速度、磁场强度、波阻抗以及平均能流密度矢量。

四、(15 分) 一频率为 1GHz 的电磁波从磁导率为  $\mu_0$  媒质 1 垂直入射于媒质 2, 媒质 2 的磁导率为  $\mu_2 = 3\mu_0$ , 两媒质的分界面位于  $z = 0$ , 媒质 1 位于  $z < 0$ , 媒质 2 位于  $z > 0$ , 入射波电场为

$$\vec{E}_i = j(\vec{a}_x + j\vec{a}_y) E_0 e^{-j20\pi z}$$

1. 求媒质 1 的相对介电常数;
2. 分别求媒质 1 中入射波的电场极化类型, 如线极化波, 请指出极化方向, 如非线极化波, 请指出旋转方向;



共 2 页 第 1 页

$$R = \frac{Z_2 \cos \theta_1 - Z_1 \cos \theta_2}{Z_2 \cos \theta_1 + Z_1 \cos \theta_2} = \frac{\omega \mu_2 \cos \theta_1 - \omega \mu_1 \cos \theta_2}{\omega \mu_2 \cos \theta_1 + \omega \mu_1 \cos \theta_2} \neq 0$$

$k_1 \neq k_2$

$$R = 0$$

$\theta_1 \neq \theta_2$

$$k_1 \sin \theta_1 = k_2 \sin \theta_2$$

$$\sqrt{\frac{\mu_2}{\epsilon_2}} = \sqrt{\frac{\mu_1}{\epsilon_1}}$$

$$\epsilon_2 = 3\epsilon_1 = 27\epsilon_0$$

$$\epsilon_r = 27$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$R = \frac{Z_2 \cos \theta_1 - Z_1 \cos \theta_2}{Z_2 \cos \theta_1 + Z_1 \cos \theta_2}$$

$$m = \frac{a}{\lambda/2}$$

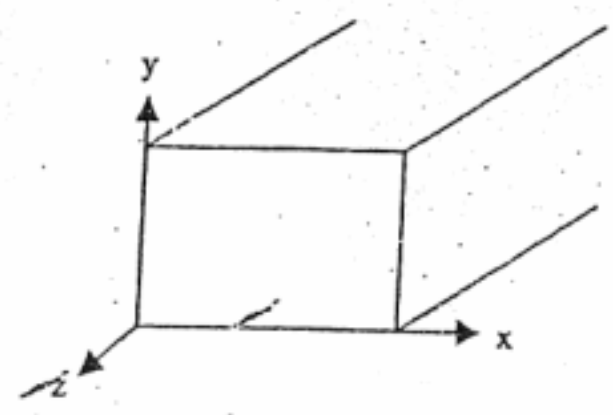
3. 如果要求该入射波垂直入射到两媒质分界面时没有反射波,求媒质2的相对介电常数;如果是斜入射的情况,在同样的媒质参数条件下有没有反射波。
4. 如果媒质2是理想导体, 1) 求媒质1中反射波的电场和磁场; 2) 理想导体的表面电流密度;

### 五、(20分) 矩形波导

1. 理想矩形波导内壁尺寸为  $a = 6\text{cm}$ ,  $b = 3\text{cm}$ , 波导填充媒质为空气, 波导中传播电磁波的频率为  $3\text{GHz}$ ,

- 1) 求该电磁波在自由空间的波长  $\lambda$  和波数;
  - 2) 求  $TE_{10}$  模在波导中的导波波长  $\lambda_g$  和相速  $v_p$ ;
  - 3) 求  $TE_{10}$  模在该波导中的截止波长和截止频率;
  - 4) 试问  $TE_{20}$  模能否在该波导传输? 能否存在?
  - 5) 如果波导填充介质由空气改为相对介电常数为9的电介质, 试问  $TE_{20}$  模能否在该波导传输? 波导内在  $x = a/2$  平面上,  $TE_{20}$  模电场的幅度是多少?
2. 如果在上述的空气填充波导  $z = 0, z = -10\text{cm}$  的位置放两个理想导体薄平板, 构成一个矩形谐振腔,

- 1) 求  $TE_{201}$  模的谐振波长、谐振频率;
- 2) 如果谐振腔的填充媒质由空气改为相对介电常数为9的电介质, 求  $TE_{201}$  模的谐振波长、谐振频率;
- 3) 如果谐振腔的宽度由  $a = 6\text{cm}$  改为  $a = 12\text{cm}$ , 问  $TE_{012}$  的谐振波长、谐振频率和品质因数  $Q$  值是否改变?



题4图

$TE_{20}$

$$H_z = H_0 \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right) \cos\left(\frac{n\pi}{b}y\right) \quad m = \frac{a}{\lambda/2}$$

$$H_y = -j \frac{k_z}{k_T^2} \frac{\partial H_z}{\partial y}$$

$$= -j \frac{k_z}{k_T^2} \cdot \frac{n\pi}{b}$$

$$Z_{TE} = \frac{\omega \mu}{k_z}$$

$$Z_{TM} = \frac{k_z}{\omega \epsilon}$$

共2页 第2页

$$E_x = 0$$

$$H_x = -j \frac{k_z}{k_T^2} \frac{m\pi}{a} \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right) \cos\left(\frac{n\pi}{b}y\right)$$

$$E_y = -Z_{TE} H_x \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)$$