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

姓名 学号

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 ρ_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； $\vec n\times\vec E=0$ $\vec n\cdot\vec D=\rho_s$ $\vec n\cdot(B_1-B_2)=0$ $\vec n\times(H_1-H_2)=J_s$
3. 由 Maxwell 方程组导出电场的波动方程； E $\nabla\times\nabla\times\vec E=-\mu\frac{\partial H}{\partial t}=-\frac{\partial}{\partial t}\nabla\times\vec B=-\frac{\partial}{\partial t}\mu(\vec J+\frac{\partial D}{\partial t})$
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 φ 所满足的波动方程； $\nabla\cdot\vec A=-\mu\varepsilon\frac{\partial\varphi}{\partial t}$ $\nabla^2\vec E-\nabla(\nabla\cdot\vec E)=-\mu\varepsilon\frac{\partial^2 E}{\partial t^2}-\mu\frac{\partial J}{\partial t}$ $\therefore\nabla^2 E-\mu\varepsilon\frac{\partial^2 E}{\partial t^2}=\nabla\frac{\rho}{\varepsilon}+\mu\frac{\partial J}{\partial t}$
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 $\bar{k}$ 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？ 可能 $\mu_1\neq\mu_2$ $\varepsilon_1=\varepsilon_2$ $\theta_b=\arctan\frac{\mu_2}{\mu_1}$ $\theta_i=\theta_b$
10. 说明为什么矩形波导中不能存在 TEM 波；

封

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 ε，电导率为 σ，磁导率为 μ。

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

密

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；

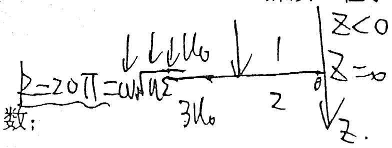
三、（10 分）已知真空中传播的平面电磁波电场为 $\bar{E}=\bar{a}_x 100\cos(\omega t-2\pi z)\quad(V/m)$

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。

f $v_p=\frac{\omega}{k}$ $H=\frac{\vec a_z\times E}{Z}$ $Z=\sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}}$ $\vec S_{av}=\frac12\mathrm{Re}(\vec E\times\vec H^*)$

四、（15 分）一频率为 1GHz 的电磁波从磁导率为 μ_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

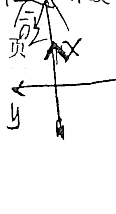
$\vec{E}_i=j(\vec{a}_x+j\vec{a}_y)E_0e^{-j20\pi z}$



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；

左圆极化波

$j\vec a_x\,0-\vec a_y$



μ_0
$3\mu_0$

①

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

$R=0$

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

$\sqrt{\frac{\mu_2}{\varepsilon_2}}=\sqrt{\frac{\mu_1}{\varepsilon_1}}$　　$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}$

$\varepsilon_2=3\varepsilon_1=27\varepsilon_0$

$\varepsilon_r=27$

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；

$R=\left|\frac{Z_2\cos\theta_1-Z_1}{\ldots}\right|$　　$\left|\frac{\cos\theta_1-\cos\theta_2}{2}\right|\neq 0$

五、（20 分）矩形波导

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

1）求该电磁波在自由空间的波长 λ 和波数；

2）求 TE_{10} 模在波导中的导波波长 λ_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？

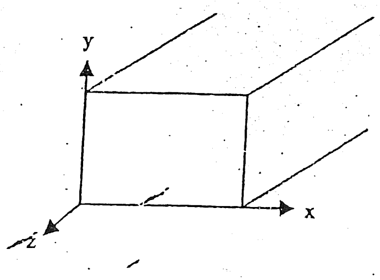
$k_x=\frac{m\pi}{a}$　　$m=\frac{a}{a/2}$

2. 如果在上述的空气填充波导 $z=0, z=-10cm$ 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 $a=6cm$ 改为 $a=12cm$，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},

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

$H_y=-j\frac{k_z}{k_c^2}\frac{\partial H_z}{\partial y}$　　$Z_{TE}=\frac{\omega\mu}{k_z}$

$=-j\frac{k_z}{k_c^2}\cdot\frac{n\pi}{b}$　　$Z_{TM}=\frac{k_z}{\omega\varepsilon}$

$E_x=0$

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

$E_y=-Z_{TE}H_x\,\sin m\pi$