

题目	一	二	三	四	五	六	总分
得分							
批阅人							

### 一. (20 分) 简答

1. 请写出复数微分形式的麦克斯韦方程组以及电流连续性方程。
2. 请说明什么是电磁波的色散现象, 并写出你所知道的几种引起电磁波色散的原因。
3. 请推导在各向同性均匀媒质中, 动态矢量磁位满足的复数形式的非齐次波动方程, 并给出复数形式的洛仑兹规范。
4. 一矩形波导中传输  $TE_{10}$  模, 若通过在矩形波导上开槽的方式来实现缝隙天线, 槽应开在何处? 并说明原因。

### 二. (10 分) 填空 ( 填空题答案请务必写在试卷上 )

1. 两非理想介质分界面上电位移矢量满足的边界条件为 \_\_\_\_\_。
2. 磁场能量密度  $w_m$  的表达式为 \_\_\_\_\_。
3. 工作角频率为  $\omega$  的均匀平面电磁波在良导体 ( $\epsilon, \mu_0, \sigma \gg \omega\epsilon$ ) 中的相位常数  $\beta$  为 \_\_\_\_\_, 波阻抗为 \_\_\_\_\_, 透入深度或趋肤深度  $\delta$  为 \_\_\_\_\_; 若在良导体表面切向磁场强度幅度为  $H_0$ , 则导体表面每单位面积所吸收的平均功率为 \_\_\_\_\_。

4. 一均匀平面电磁波, 电场强度为  $E_0(j\bar{a}_x - 2\bar{a}_y)e^{jkz}$ , 其极化特性为 \_\_\_\_\_; 当此电磁波垂直入射到理想导体表面, 其反射波的极化特性为 \_\_\_\_\_。
5. 均匀平面电磁波由无限大媒质 1 ( $\epsilon_1, \mu_0$ ) 向无限大媒质 2 ( $\epsilon_2, \mu_0$ ) 的分界面上斜入射, 若入射波为平行极化波, 布儒斯特角  $\theta_p$  为 \_\_\_\_\_。
6. 矩形波导中传输主模, 则由波导窄边上的面电流引起的波导的损耗随频率的升高而 \_\_\_\_\_。(请填增大、减小或不变)

三. (10 分) 选择题(选择题答案请务必写在试卷上)

1. 下面的说法正确的是 ( )。

- (A) 电场一定是由电荷产生的, 磁场一定是由电流产生的。  
 (B) 磁力线一定是闭合的。  
 (C) 只有将电位参考点取在无穷远处, 才能使求解电位分布的问题最简单。  
 (D) 两个载流线圈之间的互感与回路的形状无关, 与回路所在的媒质有关。

2. 下面关于瞬时形式的坡印亭矢量的表示, 描述正确的是 ( )。

- (A)  $\bar{S}(t) = \text{Re}[\dot{\bar{E}}e^{j\omega t} \times \dot{\bar{H}}e^{j\omega t}]$  (B)  $\bar{S}(t) = \text{Re}[\dot{\bar{E}}e^{j\omega t}] \times \text{Re}[\dot{\bar{H}}e^{j\omega t}]$   
 (C)  $\bar{S}(t) = \frac{1}{2} \text{Re}[\dot{\bar{E}} \times \dot{\bar{H}}^* e^{j\omega t}]$  (D)  $\bar{S}(t) = \frac{1}{2} \text{Re}[\dot{\bar{E}} \times \dot{\bar{H}}]$

3. 下面关于电磁波的相速描述错误的是 ( )。

- (A) 电磁波在无限大导电媒质中的相速与频率有关。  
 (B) 电磁波由空气斜入射到理想导体表面, 空气中合成波的相速大于空气中的光速。  
 (C) 在填充空气的矩形波导中, 传输模式的相速等于其能量传播的速度。  
 (D) 在填充空气的波导中, 若导波是 TEM 波, 其相速等于空气中的光速。

4. 理想矩形波导中, 主模的截止波长与下列参数有关的是 ( )。



- (A) 矩形波导横截面的宽边尺寸。  
 (B) 矩形波导横截面的窄边尺寸。  
 (C) 矩形波导中电磁波的频率。  
 (D) 矩形波导内填充介质的介电常数。

5. 以下方法中可以提高谐振腔的品质因数的是 ( )。

- (A) 减小谐振腔的体积以减小损耗。  
 (B) 增大谐振腔的内壁面积以增加腔内的储能。  
 (C) 提高谐振腔内壁的光洁度以减小损耗。  
 (D) 减小谐振腔壁的电导率以减小损耗。

四. (10分) 空气中 ( $\epsilon_0, \mu_0$ ) 中, 已知电磁波的磁场强度为:

$$\vec{H}(x, z, t) = \vec{a}_x H_0 \frac{k_z}{k_x} \sin(k_x x) \sin(k_z z - \omega t) + \vec{a}_z H_0 \cos(k_x x) \cos(k_z z - \omega t) \quad \text{A/m}$$

1. 求磁场强度的复数形式;
2. 求电磁波的传播方向和传播常数;
3. 求与之相伴的电场的复数形式;
4. 求此电磁波的平均功率流密度矢量  $\vec{S}_{av}$ 。

五. (25分) 一均匀平面波自理想介质 1 ( $\epsilon = 2\epsilon_0, \mu = \mu_0$ ) 向媒质 2 斜入射, 分界面为  $z=0$  平面。若入射波的电场为:

$$\vec{E}_i = 120\pi (\vec{a}_x + j\sqrt{2}\vec{a}_y - \vec{a}_z) e^{j(Ax-z)} \quad \text{V/m}, \quad A \text{ 为待定系数。}$$

1. 求: ① 待定系数  $A$ , ② 入射波的波矢量  $\vec{k}_i$ , ③ 入射角  $\theta_i$ , ④ 平面波在此理想介质 1 中的波长。

2. 求入射波的极化特性, 若为圆极化或椭圆极化, 请指出其旋向。

若媒质 2 为空气 ( $\epsilon_0, \mu_0$ )

3. 求折射角  $\theta_t$  和分界面上的反射系数。

4. 求理想介质 1 中磁场的瞬时表达式, 并说明此组合波的特性。
5. 求空气中电磁波的平均功率流密度, 并指出此空气中的电磁波是否是均匀平面波?

若媒质 2 为理想导体:

6. 求理想介质 1 中磁场的瞬时表达式, 并说明此组合波的特性。
7. 求折射波的平均功率流密度。

六. (25 分) 一内部填充空气的理想矩形波导, 电磁波在此波导中沿  $z$  轴传输, 矩形波导的横截面尺寸为  $a \times b = 6 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ , 横截面宽边与  $x$  轴平行, 窄边与  $y$  轴平行。

1. 请给出主模的 ①截止波长、②截止频率、③单模传输的频率范围。
2. 当工作频率为该矩形波导主模截止频率的 1.25 倍时, 试求该工作频率下的主模的 ①传播常数  $k_z$ 、②相速、③波导波长 与 ④波阻抗。
3. 当工作频率为该矩形波导主模截止频率的 1.25 倍时, 此波导中还可以传输哪些模式的波?
4. 请在已给出磁力线的波导的  $0 \leq x \leq a$ ,  $y = b$  的宽壁图 (题六图) 中, 画出  $\text{TE}_{10}$  模的表面电流分布, 并标明电流线的方向。
5. 当波导内填充空气时, 在矩形波导传输方向上相距 4cm 长的两横截面处用理想导体平面短路, 形成尺寸为  $6\text{cm} \times 5\text{cm} \times 4\text{cm}$  的矩形谐振腔, 试确定谐振腔的主模及对应的谐振频率。

