

电子科技大学

2011 年攻读硕士学位研究生入学试题

考试科目: 813 电磁场与电磁波

注: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试卷或草稿纸上无效。

一、填空题 (每空 1 分, 共 24 分)

1. 在静态电磁场问题中, 两种媒质分界面上法向分量连续的物理量分别是 (1) 和 (2)。
2. 导电媒质中存在时谐电磁场时, 其传导电流和位移电流的相位差为 (3)。
3. 静电场中引入标量位的条件是 (4); 时变场中引入矢量位的条件是 (5)。
4. 对于一个已知的边值问题, 有多种不同的方法可以用来求解。要使所得的结果都是正确的, 求解时应该保持 (6) 和 (7) 不变。
5. 两块成 60° 的接地导体板, 角形区域内有点电荷 $+q$ 。若用镜像法求解区域的电位分布, 共有 (8) 个像电荷, 其中电荷量为 $+q$ 的像电荷有 (9) 个。
6. 坡印廷定理是关于电磁能量的守恒定理, 其中单位时间内体积 V 中减少的电磁能量为 (10), 单位时间内流出体积 V 的电磁能量为 (11)。
7. 若平面电磁波在空气中的波长 $\lambda_0 = 2\text{m}$, 则在理想介质 ($\varepsilon = 4\varepsilon_0$ 、 $\mu = \mu_0$ 、 $\sigma = 0$) 中传播时, 其相位常数 $\beta =$ (12) rad/m 。
8. $\vec{E}(y) = (\vec{e}_x e^{j\frac{\pi}{2}} - \vec{e}_z) e^{jky}$ 表示沿 (13) 方向传播的 (14) 极化波。
9. 均匀平面电磁波由空气中垂直入射到无损耗介质 ($\varepsilon = 4\varepsilon_0$ 、 $\mu = \mu_0$ 、 $\sigma = 0$) 表面上时, 反射系数 $\Gamma =$ (15)、折射(透射)系数 $\tau =$ (16)。
10. 平行极化入射是指 (17), 垂直极化入射是指 (18)。
11. 平面波由理想介质 1 ($\varepsilon_1 = 4\varepsilon_0$ 、 $\mu_1 = \mu_0$) 斜入射到与理想介质 2 ($\varepsilon_2 = 2\varepsilon_0$ 、 $\mu_2 = \mu_0$) 的分界面上, 发生全反射时的临界角 θ_c 为 (19), 发生全透射时的布儒斯特角 θ_b 为 (20)。
12. 在 $a \times b$ 且 $a > 2b$ 的矩形波导中, 其主模为 (21) 模, 第一个高次模为 (22) 模。
13. 在球坐标系中, 沿 z 方向的电偶极子的辐射场(远区场)在 $\theta =$ (23) 方向上辐射场最大, 在 $\theta =$ (24) 方向上辐射场为 0。

二、单项选择题（每题 2 分，共 12 分）

1. 空气（介电常数 $\epsilon_1 = \epsilon_0$ ）与电介质（介电常数 $\epsilon_2 = 4\epsilon_0$ ）的分界面是 $z = 0$ 的平面。

若已知空气中的电场强度 $\vec{E}_1 = \vec{e}_x 2 + \vec{e}_z 4$ ，则电介质中的电场强度应为（ ）。

a. $\vec{E}_2 = \vec{e}_x 2 + \vec{e}_z 16$; b. $\vec{E}_2 = \vec{e}_x 2 + \vec{e}_z$; c. $\vec{E}_2 = \vec{e}_x 8 + \vec{e}_z 4$

2. 以下三个矢量函数中，能表示磁感应强度的矢量函数是（ ）。

a. $\vec{B} = \vec{e}_x x - \vec{e}_y 2y + \vec{e}_z z$; b. $\vec{B} = \vec{e}_x x + \vec{e}_y 2y + \vec{e}_z z$; c. $\vec{B} = \vec{e}_x x - \vec{e}_y y + \vec{e}_z z$

3. 两个载流线圈之间存在互感，对互感没有影响的是（ ）。

a. 线圈的尺寸; b. 两个线圈的相对位置; c. 线圈上的电流

4. 区域 V 全部用无损耗媒质填充，当此区域中的电磁场能量减少时，一定是（ ）。

a. 能量流出了区域; b. 能量在区域中被损耗; c. 电磁场做了功

5. 电偶极子的远区辐射场是（ ）。

a. 非均匀平面波; b. 非均匀球面波; c. 均匀球面波

6. 已知均匀导波系统中电磁波沿 \vec{e}_z 方向传播，TE 波的波阻抗为 Z_{TE} ，则 TE 波的场量满足关系（ ）。

a. $\vec{E} = Z_{TE} \vec{H} \times \vec{e}_z$; b. $\vec{H} = \frac{1}{Z_{TE}} \vec{e}_z \times \vec{E}$; c. $\vec{E} = Z_{TE} \vec{e}_z \times \vec{H}$

三、简述题（每题 10 分，共 30 分）

1. 静电场的电力线是不闭合的，为什么？在什么情况下电力线可以构成闭合回路，它的激励源是什么？
2. 什么是电磁波的色散特性？分析电磁波在导电媒质中的色散特性与在金属波导中的色散特性有何不同。
3. 什么是电磁波的全反射？分析电磁波在两种理想介质分界面上的全反射与在理想导体表面上的全反射有何不同。

- 四、(15 分) 如图 1 所示为无限长同轴线的横截面，已知内导体半径为 a 、外导体内半径为 b ，其间在 $0 \leq \phi \leq \alpha$ 部分填充介电常数为 ϵ 的均匀介质，内、外导体间的电压 U_0 。试求：(1) 同轴线中的电场强度和电位分布；(2) 单位长度的电场能量。

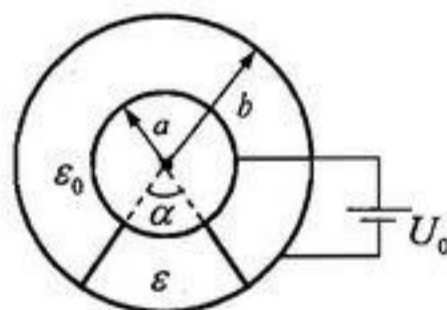


图 1

- 五、(16 分) 如图 2 所示, 无限长直导线中的电流为 I_1 , 附近有一个载有电流 I_2 的正方形回路, 此回路与直导线不共面。试求: (1) 直导线与矩形回路间的互感 M ; (2) 矩形回路受到的磁场力 \vec{F}_m , 并证明 $\vec{F}_m = -\vec{e}_y \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\sqrt{3}\pi}$ 。

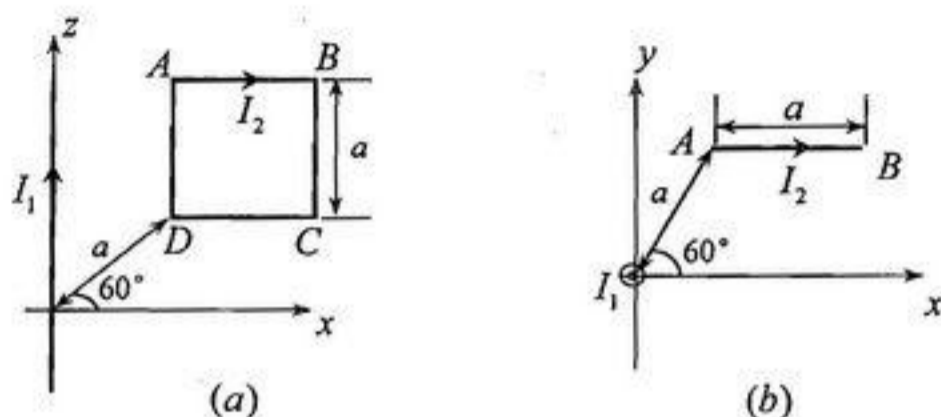


图 2

- 六、(18 分) 如图 3 所示, 在相对介电常数 $\epsilon_r = 4$ 的无限大均匀电介质中有一个半径为 a 的导体球, 导体球内有一个半径为 b 的偏心球形空腔, 在空腔内有一点电荷 q , 距空腔中心 O' 为 d 。

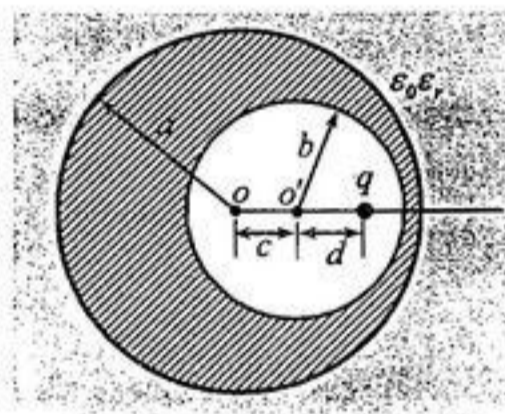


图 3

- (1) 确定镜像电荷的大小和位置, 并指出其有效区域;
- (2) 求任意点的电位;
- (3) 求点电荷 q 受到的电场力;
- (4) 求电介质中的极化电荷 (束缚电荷) 密度。

- 七、(15 分) 在无源的空气中, 已知电磁波的频率 $f = 3 \times 10^9$ Hz、磁场强度为

$$\vec{H}(x, z) = \vec{e}_y 0.1 \sin(10\pi x) e^{-jk_z z} \text{ A/m}$$

- 试求: (1) 常数 k_z 的值; (2) 电场强度复矢量 $\vec{E}(x, z)$ 和瞬时矢量 $\vec{E}(x, z; t)$; (3) 平均坡印廷矢量 $\vec{S}_{av}(x, z)$ 。

- 八、(20 分) 均匀平面波从 $\mu = \mu_0$ 、 $\epsilon = 2.25\epsilon_0$ 的理想介质中斜入射到位于 $x = 0$ 处的无限大理想导体平面上。已知入射波电场强度

$$\vec{E}_i(x, y) = (-\vec{e}_x + \vec{e}_y \sqrt{3} + \vec{e}_z j2) e^{-j\pi(\sqrt{3}x+y)} \text{ V/m}$$

- 试求: (1) 频率 f 、波长 λ 和磁场强度 $\vec{H}_i(x, y)$; (2) 入射波的极化特性; (3) 反射波电场强度 $\vec{E}_r(x, y)$ 和磁场强度 $\vec{H}_r(x, y)$; (4) 理想导体表面上的感应电流密度 $\vec{J}_s(y)$ 和电荷密度 $\rho_s(y)$ 。

《完》