

# 电子科技大学

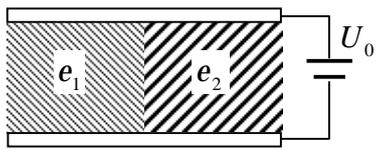
## 2014 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

### 考试科目：813 电磁场与电磁波

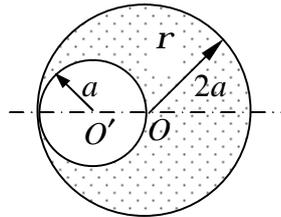
注：所有答案必须写在答题纸上，写在试卷或草稿纸上无效。

#### 一、填空题（每空 2 分，共 20 分）

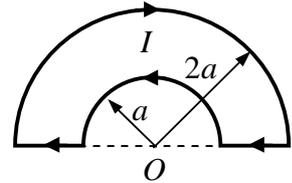
1. 如题一.1 图所示，在平行板电容器中填充两种不同的电介质，介电常数  $\epsilon_1 > \epsilon_2$ 。当电容器充电后，两种电介质中的电位移  $D_1$  与  $D_2$  的关系是\_\_\_\_\_。
2. 如题一.2 图所示，在半径为  $2a$ 、体电荷密度为  $\rho$  的均匀带电球体内有一个半径为  $a$  的偏心球形空腔，则空腔中心  $O'$  处的电场强度  $E =$ \_\_\_\_\_。
3. 如题一.3 图所示载流导线在圆心  $O$  处的磁感应强度  $B =$ \_\_\_\_\_。



题一.1 图



题一.2 图



题一.3 图

4. 已知均匀平面波的电场强度为  $\vec{E}(x, y, z) = (\vec{e}_x 4 + \vec{e}_y A + \vec{e}_z 5) e^{-jP(3x-2y-4z)}$  V/m，则  $A =$ \_\_\_\_\_，且此平面波为\_\_\_\_\_极化波。
5. 一均匀平面波由空气中斜入射到与无损耗介质 ( $\epsilon = 3\epsilon_0$ 、 $m = m_0$ 、 $s = 0$ ) 的分界平面上时，其反射波振幅为零，则此均匀平面波是\_\_\_\_\_极化入射波，其入射角  $q_1 =$ \_\_\_\_\_。
6. 横截面尺寸为  $a \times b = 25\text{mm} \times 20\text{mm}$  的矩形波导中填充介质为空气，当电磁波的工作频率  $f = 10\text{GHz}$ ，则此矩形波导中可传播的波型为\_\_\_\_\_。
7. 电偶极子的远区场的电场强度的振幅随距离  $r$  按\_\_\_\_\_变化，随方向按\_\_\_\_\_变化。

#### 二、判断题（每题 1 分，共 10 分；正确的画“√”，错误的画“×”）

1. 在静电场中，因为电场能量  $W_e = \frac{1}{2} \int_V \mathbf{rj} dV$ ，所以电场能量密度  $w_e = \frac{1}{2} \mathbf{rj}$ 。（ ）
2. 在恒定磁场中，由于  $\nabla \times \vec{H} = \vec{J}$ ，因此不能用标量位函数来求解恒定磁场问题。（ ）

3. 只要闭合线圈在磁场中做切割磁力线的运动，线圈中一定会形成感生电流。( )
4. 在均匀的导电媒质中，可以存在传导电流密度  $\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$ ，但不存在体分布的自由电荷。( )
5. 非均匀极化的电介质体内，也可能不存在体分布的极化（束缚）电荷。( )
6. 当通过导体中各处的电流密度不相同，电流一定不是恒定电流。( )
7. 只有均匀平面波的电场强度  $\mathbf{E}$  与磁场强度  $\mathbf{H}$  才满足  $\mathbf{H} = \mathbf{e}_k \times \mathbf{E} / h$ ，其中  $\mathbf{e}_k$  为电磁波传播方向的单位矢量， $h$  为媒质的本征阻抗。( )
8. 由于高斯定理微分形式为  $\nabla \cdot \mathbf{D} = \mathbf{r}$ ，因此，电位移矢量  $\mathbf{D}$  仅由自由电荷产生而与极化电荷无关。( )
9. 通以恒定电流的长直导体周围既存在磁场也存在电场。( )
10. 已知均匀导波系统中电磁波沿  $\mathbf{e}_z$  方向传播，则 TE 波的电场强度  $\mathbf{E}$  与磁场强度  $\mathbf{H}$  的关系为  $\mathbf{H} = \mathbf{e}_z \times \mathbf{E} / Z_{TE}$ ，其中  $Z_{TE}$  为 TE 波的波阻抗。( )

### 三、简述题（每题 10 分，共 40 分）

1. 什么是均匀平面波？在理想介质中，均匀平面波具有什么传播特点？
2. 磁介质在外磁场的作用下产生磁化的物理机制是什么？磁化后的磁介质一般具有什么样的宏观特征？
3. 平行极化波斜入射到理想导体平面上时，其合成波为

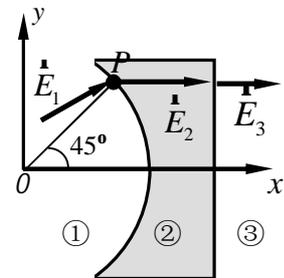
$$\mathbf{E}_1 = [-\mathbf{e}_x j \cos q_i \sin(kz \cos q_i) - \mathbf{e}_z \sin q_i \cos(kz \cos q_i)] 2E_0 e^{-jkx \sin q_i}$$

$$\mathbf{H}_1 = \mathbf{e}_y 2 \frac{E_0}{h} \cos(kz \cos q_i) e^{-jkx \sin q_i}$$

试分析此合成波的传播特点。

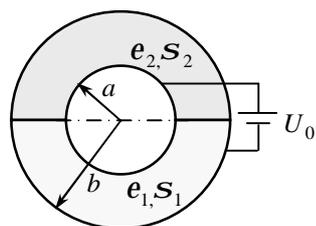
4. 在  $a \times b (a > 2b)$  的矩形波导中，电磁波具有什么传播特点？其主模是什么模式，怎样才能实现单模传输。

- 四、(14 分) 电介质透镜可以用来使电场平直化。如题四图所示的透镜的左表面是半径为  $r_0$  的圆柱面，右表面为平面。若在区域 1 中的点  $P(r_0, 45^\circ, z)$  处  $\mathbf{E}_1 = \mathbf{e}_x 5 + \mathbf{e}_y 3$ ，为了使区域 3 中的电场  $\mathbf{E}_3$  平行于  $x$  轴，电介质透镜的相对介电常数  $\epsilon_{r2}$  应为多少？



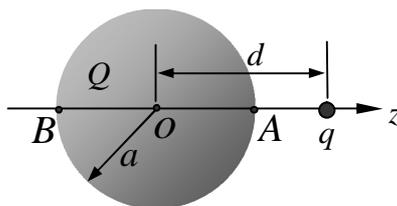
题四图

五、(18分) 同轴电缆的内导体半径为  $a$ ，外导体内半径为  $b$ ，其间填充介电常数与电导率分别为  $\epsilon_1$ 、 $\sigma_1$  和  $\epsilon_2$ 、 $\sigma_2$  的两种有损耗介质，如题五图所示。若内外导体之间外加电压  $U_0$ ，求：(1) 介质中的电场和电流分布；(2) 同轴线每单位长度的电容及电阻；(3) 同轴线每单位长度的损耗功率。



题五图

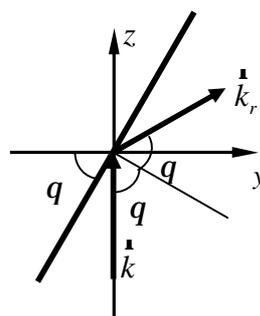
六、(16分) 如题六图所示，一个半径为  $a$  的不接地导体球带有电荷量为  $Q(Q > 0)$ ，在球体外距离球心为  $d = 2a$  处放置一个点电荷  $q(q > 0)$ 。(1) 求球面上  $A$ 、 $B$  两点处的电荷面密度  $\sigma_{SA}$  和  $\sigma_{SB}$ ；(2) 求点电荷  $q$  受到的静电力；(3) 试说明导体球对点电荷  $q$  的作用力是否可能为吸引力。



题六图

七、(16分)  $z < 0$  的半空间为空气， $z > 0$  的半空间为理想介质 ( $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ 、 $m = m_0$ 、 $\sigma = 0$ )，当电场振幅为  $E_{im} = 10\text{V/m}$  的均匀平面波从空气中垂直入射到介质表面上时，在空气中测到合成波电场振幅的第一个最小值点距介质表面  $0.5\text{m}$ ，且  $|E_1|_{\min} = 8\text{V/m}$ 。(1) 求电磁波的频率  $f$  和介质的相对介电常数  $\epsilon_r$ ；(2) 空气中的驻波比；(3) 求反射波的平均能流密度  $S_{rav}$  和透射波的平均能流密度  $S_{tav}$ 。

八、(16分) 已知在某均匀媒质中传播的电磁波的磁场强度  $\vec{H} = \vec{e}_x H_0 e^{-jkz}$ ，其中  $H_0$  和  $k$  都是实常数。(1) 简要说明此电磁波及其传播媒质的特点；(2) 当此波入射到位于  $z = 0$  平面上的理想导体板上时，求理想导体表面的电流密度；(3) 当这个理想导体板绕  $x$  轴旋转  $q = \pi/3$  的角度时，如题八图所示，求出反射波的电场强度。



题八图

《完》