电子科技大学

2016 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，做在试卷或草稿纸上无效。

一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

1. 在磁导率为 μ 的均匀介质中，已知恒定（稳恒）磁场的磁感应强度为 $\vec{B}$，则介质中的电流体密度 $\vec{J}$ 可以表示成________，磁化电流体密度 $\vec{J}_M$ 可以表示成________。

2. 电荷的定向运动形成电流，当电荷密度 ρ 满足 $\dfrac{\partial \rho}{\partial t}=0$ 时，电流密度 $\vec{J}$ 应满足________，此时电流线的形状应为________。

3. 某线极化波由空气中斜入射到与理想介质（$\varepsilon=3\varepsilon_0$、$\mu=\mu_0$、$\sigma=0$）的分界平面上。如要使反射波振幅为零，则入射波的极化方式是________、入射角 $\theta_{\rm i}=$________。

4. 麦克斯韦通过数学的方法引入________，从而建立了完整的麦克斯韦方程组。

5. 时变电磁场可以用矢量位 $\vec{A}$ 和标量位 φ 来描述，但是位函数一般是不唯一的，如要得到唯一确定的位函数，可以规定________。

6. 均匀平面波在某一均匀媒质中传播，其电磁波的电场强度 $\vec{E}$ 与磁场强度 $\vec{H}$ 不同相位，则这种媒质是________。

7. 若两个同频率、同方向传播、极化方向互相垂直的线极化波的合成波为圆极化波，则它们的振幅________、相位差为 ________；如果两个波的合成波为纯驻波，则它们的传播方向________、且极化方向________。

8. 在理想导体表面上，________矢量总是平行于导体表面，________矢量总是垂直于导体表面。

9. 均匀平面电磁波由空气中垂直入射到与无损耗介质（$\varepsilon=2.25\varepsilon_0$、$\mu=\mu_0$、$\sigma=0$）的分界平面上时，反射系数 $\varGamma=$ ________，折射(透射)系数 $\tau=$________。

10. 自由空间中位于 $\vec{r}'$ 处的源（ρ 或 $\vec{J}$）在 t 时刻发生变化，此变化将在________ 时刻影响到 $\vec{r}$ 处的位函数（φ 或 $\vec{A}$）。

11. 横截面尺寸为 $a\times b=25{\rm mm}\times 20{\rm mm}$ 的矩形波导中填充介质为空气，能传输的电磁波的

最低频率为______ Hz；若要实现单模传输，则电磁波的最高工作频率为______Hz。

二、判断题，正确的划“√”，错误的划“×”（每题 1 分，共 10 分）

1. 方程 $\nabla \cdot \vec{D} = \rho$ 表明，电位移矢量 $\vec{D}$ 只与自由电荷有关，而与极化电荷无关，即 $\vec{D}$ 与电介质无关。（　　）
2. 在电容器中填充电介质会增加电容器的电容量，所以也一定会增加电容器中存储的静电能量。（　　）
3. 只要闭合导体回路在磁场中做切割磁力线的运动，导体中一定会形成感生电流。（　　）
4. 电介质被极化时其表面上不一定处处都出现极化（束缚）电荷。（　　）
5. TEM 波不一定是平面波，而平面波也不一定是 TEM 波。（　　）
6. 在理想介质中传播的均匀平面波，其电场强度的大小沿传播方向是不变的。（　　）
7. 在电场强度的散度处处为零的电介质中不可能存在自由电荷分布。（　　）
8. 将一带正电的点电荷 q 移近一个本身不带电的不接地导体球时，若以无穷远处为电位参考点，则导体球的电位将升高。（　　）
9. 时变电磁场的电场强度和磁场强度都随时间变化，所以其电磁能量密度也一定是随时间变化的。（　　）
10. 电偶极子的远区辐射场是非均匀球面波。（　　）

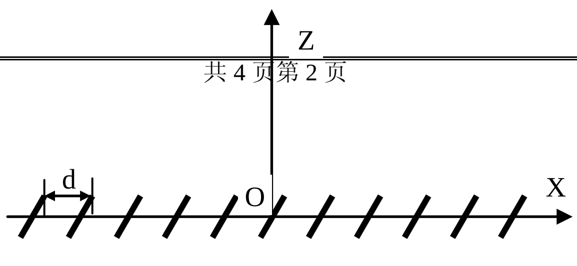
三、简单回答以下问题（每题 10 分，共 40 分）

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？

2．什么是电磁波的全反射？简要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。

3. 镜像法（电像法）是求解边值问题的一种简单而有效的方法，说明用镜像法求解静电场边值问题的基本思想以及确定像电荷的原则。

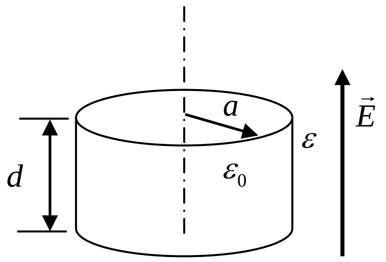
4. 如题三图所示为一个天线阵模型，它由多个方向相同、等间隔排列在一条直线上的相同偶极子天线（即元天线）组成，空间任意点的合成场强与来自不同元天线的电磁场的强度和相位有关，所以各元天线的电流相位和辐射的电磁波到达场点所传播的距离将决定场强的合成。（1）根据合成场强与电磁波传播距离和相位的关系，定性分析当各偶极子电流的相位发生变化时对辐射场的最大辐射方向有何影响。（2）如果希望偶极子排列方向（x 方向）为最大辐射方向，应如何调整各元天线电流的相位？



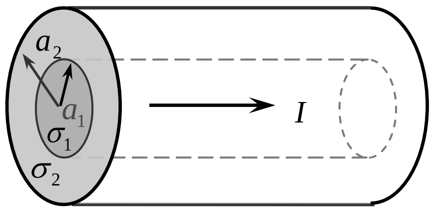
题三图

四、（14 分） 已知介电常数为ε的无限大均匀介质中存在均匀电场分布$\vec{E}$，介质中有一个底面垂直于电场、半径为 a、高度为 d 的圆柱形空腔，如题四图所示。当$a >> d$ 和$a << d$时，分别求出空腔中的电场强度$\vec{E}_0$、电位移矢量$\vec{D}_0$和介质表面的极化电荷分布（边缘效应可忽略不计）。

五、（16 分） 如题五图所示，无限长直导体圆柱由电导率不相同的两层导体构成，内层导体的半径$a_1 = a$，电导率$\sigma_1 = 2\sigma_0$；外层导体的外半径$a_2 = 2a$，电导率$\sigma_2 = \sigma_0$。导体圆柱中流过的电流为I，试求导体圆柱中的电场强度$\vec{E}$和磁场强度$\vec{H}$。

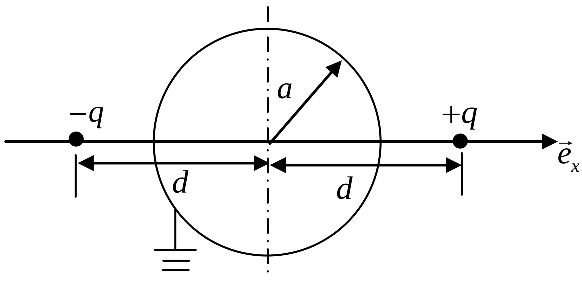


题四图



题五图

六、（16 分） 在半径为 a 的接地导体球外有两个点电荷$\pm q$，位于导体球直径的延长线上，分别距球心为$d\ (d > a)$，如题六图所示。求：（1）空间的电位分布；（2）两个点电荷分别所受到的静电力；（3）如果导体球不接地，问题（1）和（2）的结果有何改变，为什么？



题六图

七、(14 分) 在无源的空气中，已知频率$f = 3\times10^9$ Hz 的电磁波的磁场强度为

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

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

八、**(20 分)** 在无源的自由空间中，已知均匀平面波的电场强度为

$$\vec{E}(y,z)=(\vec{e}_x j2\sqrt{3}+\vec{e}_y 3+\vec{e}_z E_{0z})\ \mathrm{e}^{-j2\pi(y-\sqrt{3}z)}\ \mathrm{V/m}$$

试求：（1）波长 λ 和频率 f；（2）E_{0z} 的值；（3）极化特性；（4）磁场强度 $\vec{H}(y,z)$；（5）若此平面波斜入射到位于 $z=0$ 处的无限大理想导体平面上，求反射波电场强度 $\vec{E}_r(y,z)$。

附： 圆柱坐标系和球坐标系的 $\nabla\cdot\vec{A}$、$\nabla\times\vec{A}$ 和 $\nabla^2 u$

$$\nabla\cdot\vec{A}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial\rho}(\rho A_\rho)+\frac{1}{\rho}\frac{\partial A_\phi}{\partial\phi}+\frac{\partial A_z}{\partial z}$$

$$\nabla\cdot\vec{A}=\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 A_r)+\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(\sin\theta A_\theta)+\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial A_\phi}{\partial\phi}$$

$$\nabla\times\vec{A}=\frac{1}{\rho}\begin{vmatrix}\vec{e}_\rho & \rho\vec{e}_\phi & \vec{e}_z\\ \frac{\partial}{\partial\rho} & \frac{\partial}{\partial\phi} & \frac{\partial}{\partial z}\\ A_\rho & \rho A_\phi & A_z\end{vmatrix},\qquad \nabla\times\vec{A}=\frac{1}{r^2\sin\theta}\begin{vmatrix}\vec{e}_r & r\vec{e}_\theta & r\sin\theta\vec{e}_\phi\\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial\theta} & \frac{\partial}{\partial\phi}\\ A_r & rA_\theta & r\sin\theta A_\phi\end{vmatrix}$$

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

$$\nabla^2 u=\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2\frac{\partial u}{\partial r})+\frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(\sin\theta\frac{\partial u}{\partial\theta})+\frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2 u}{\partial\phi^2}$$

《完》