

机密★启用前

# 重 庆 邮 电 大 学

## 2018 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目名称： 电磁场与电磁波

科目代码： 809

### 考生注意事项

- 1、答题前，考生必须在答题纸指定位置上填写考生姓名、报考单位和考生编号。
- 2、所有答案必须写在答题纸上，写在其他地方无效。
- 3、填（书）写必须使用 0.5mm 黑色签字笔。
- 4、考试结束，将答题纸和试题一并装入试卷袋中交回。
- 5、本试题满分 150 分，考试时间 3 小时。

说明:

(1) 物理量的表示方法

试卷中  $\hat{a}_x, \hat{a}_y, \hat{a}_z$  为直角坐标系的单位方向矢量;

$\vec{A}$  和  $\tilde{A}$  分别代表矢量和正弦电磁场中的物理的复矢量形式;

正弦电磁场中物理量的瞬时值表达式统一采用余弦形式;

(2) 部分物理的数值

自由空间的本征阻抗  $\eta_0 = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0} = 120\pi \approx 377\Omega$ ;

自由空间的波速度  $v_0 = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ;

---

一、判断题 (共 6 小题, 每小题 2 分, 共 12 分, 正确的打“√”, 错误的打“×”, 将答案按对应题号写在答题纸上)

- 真空中, 电场强度  $\vec{E}$  向外的总通量等于闭合面所包围的总电荷除以  $\epsilon_0$ , 其中闭合面为球面、圆柱面、立方体表面等规则的面;
- 静电场中, 从点  $P_1$  到点  $P_2$  的路径①比路径②长, 则沿路径①比沿路径②的电位下降大;
- 在静态条件下, 导体表面的电场处处垂直于表面, 导体表面是等位面;
- 两个半径分别为  $b_1$  和  $b_2$  ( $b_2 > b_1$ ) 的两个球形导体用导线连接在一起, 假设导体球间的距离远大于  $b_2$ , 则两导体球表面的电荷密度相等, 球体表面的电场强度也相等;
- 在真空中, 磁通密度围绕闭合路径的环量等于  $\mu_0$  乘以流过该路径所围表面的总电流, 其中闭合路径可以为任何形状的曲线;
- 当场点的距离  $R$  远大于电偶极子模型的正负电荷间距时, 电偶极子产生的电场  $\vec{E}$  与距离  $R$  的 3 次方成反比;

注: 所有答案必须写在答题纸上, 试卷上作答无效!

第 2 页 (共 7 页)

二、 填空题（每空 3 分，共 27 分，将答案按对应题号写在答题纸上）

1. 已知无限长的载流导线外的磁感应强度  $\vec{B}$  在圆柱坐标系下的表达式为  $\vec{B} = \hat{a}_\phi \frac{k}{r}$ ，其中  $k$  为常数，则在点  $P_1(2, 30^\circ, 4)$  的散度  $\nabla \cdot \vec{B} =$  \_\_\_\_\_ ；
2. 已知空间某电场强度为  $\vec{E} = [\hat{a}_x(2xyz - y^2) + \hat{a}_y(x^2z - 2xy) + \hat{a}_z x^2y]$ ，则在点  $P(-3, 1, 4)$  的旋度  $\nabla \times \vec{E} =$  \_\_\_\_\_ ；
3. 已知标量函数  $V = 6xyz$ ，则在点  $P(1, 2, 3)$  的梯度  $\nabla V =$  \_\_\_\_\_ ；
4. 空气中位于点  $Q(0, 0, 0)$  处有一个带电  $5 \text{ (C)}$  的点电荷，则在点  $P(1, 2, 0)$  处产生的电场强度  $\vec{E} =$  \_\_\_\_\_ ；
5. 由间隔距离为  $d$ 、面积为  $S$  的两个平行导电平板组成电容器，当板间充满介电常数为  $\varepsilon$  的电介质，其电容值  $C =$  \_\_\_\_\_ 。若施加电压为  $V$ ，则该电容器存储静电场能量  $W_e =$  \_\_\_\_\_ ；
6. 真空中，三根长度都为  $L$ 、线电荷密度分别为  $2\rho_0$ 、 $\rho_0$  和  $\rho_0$  的均匀线电荷构成等边三角形，则三角形中心的电场强度大小为 \_\_\_\_\_ ；
7. 真空中，在半径为  $b$  的圆形回路上通有电流  $I$ ，则圆形回路中心点上的磁通密度大小为 \_\_\_\_\_ ；
8. 在简单媒质中，静电场电位函数  $V$  满足的泊松方程为 \_\_\_\_\_ ，假设介质介电常数为  $\varepsilon$ ，电荷分布体密度为  $\rho$  ；

三、 简答题（共 7 小题，共 45 分，将答案按对应题号写在答题纸上）

1. 已知矩形波导系统中电场的某个分量为  $E_z(x, y, z) = E_z^0(x, y)e^{-\gamma z}$ ，满足方程  $\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + h^2\right)E_z^0(x, y) = 0$ ，试阐述分量变量法解决问题的思路，并用分离变

重庆邮电大学 2018 年攻读硕士学位研究生入学考试试题

量法写出  $E_z^0(x, y)$  分离后的两个函数所满足的二阶常系数齐次微分方程; (8 分)

2. 在时变电磁场中, 若电场已知, 试给出求解对应的磁场强度的方法; (6 分)

3. 分布于体积  $V'$  内的时变电荷所产生的电磁场中的矢量位函数  $\vec{A}(\vec{r}, t)$  为

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{\mu}{4\pi} \int_{V'} \frac{\vec{J}(\vec{r}', t - \frac{R}{v})}{R} dV' \text{ (Wb/m)}, \text{ 此位函数被称为“矢量滞后位”, 试解释}$$

其原因; (5 分)

4. 试写出坡印廷定理的表示式, 并说明其含义; (6 分)

5. 什么是平面波的极化特性? 试判断  $\vec{E}(y, z) = 5(\hat{a}_y + \hat{a}_z\sqrt{3})e^{j6(\sqrt{3}y-z)}$  和  $\vec{E}(z) = E_0(\hat{a}_x - j\hat{a}_y)e^{-j\beta z}$  是什么极化波; (8 分)

6. 均匀平面波在理想介质中斜入射到导体表面时, 分界面为  $z=0$  的平面, 入射角为  $\theta_i$ , 理想介质中的相位常数为  $\beta_1$ , 入射波的幅值为  $E_{i0}$ , 当入射波为垂直极化波时, 由理论分析可知, 理想介质中的波为反射波和入射波的叠加, 若其表达式为  $\vec{E}_1(x, z) = -\hat{a}_y j2E_{i0} \sin(\beta_1 z \cos \theta_i) e^{-j\beta_1 x \sin \theta_i}$ , 试分析其特点; (6 分)

7. 天线是一种用金属导线、金属面或者其他材料构成一定形状, 架设在一定空间, 以电磁波形式发射或接收射频信号的装置。试阐述一切尺寸有限的天线在远区场的辐射特性; (6 分)

四、计算题 (共 7 小题, 共 66 分, 将答案按对应题号写在答题纸上)

1. (6 分) 已知一平板电容器由两层非理想介质串联构成, 如图 1 所示。其介电常数分别为  $\epsilon_1$  和  $\epsilon_2$ , 电导率分别为  $\sigma_1$  和  $\sigma_2$ , 厚度分别为  $d_1$  和  $d_2$ , 平行板的面积为  $S$ 。当外加恒定电压为  $U$  时, 试求两层介质中的电流密度。

注: 所有答案必须写在答题纸上, 试卷上作答无效!

第 4 页 (共 7 页)

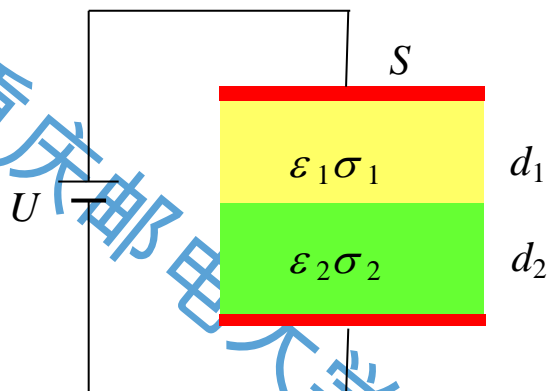
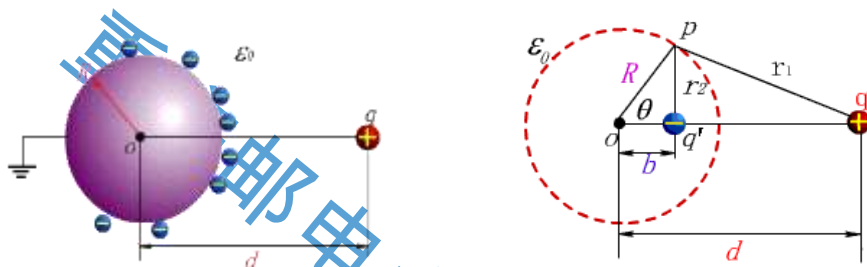


图 1 平行板电容器

2. (11 分) 在带电量为  $q$  的点电荷附近有一接地导体球，电荷到球心的距离为  $d$ ，球体半径为  $R$ ，此时导体球表面会产生感应电荷，如图 2 (a) 所示；若求导体球外空间的电位及电场分布时，可采用镜像法，在球体内部引入镜像电荷  $q'$ ，如图 2 (b) 所示，求  $b$  和  $q'$ 。若导体球不接地，试阐述用镜像法求解此问题的思路与接地时有何不同；



(a) 点电荷和接地导体球 (b) 点电荷和其镜像电荷

图 2 点电荷和接地导体球

3. (8 分) 计算无限长直导线与矩形线圈之间的互感系数。设线圈与导线平行，周围媒质为真空，如图 3 所示。

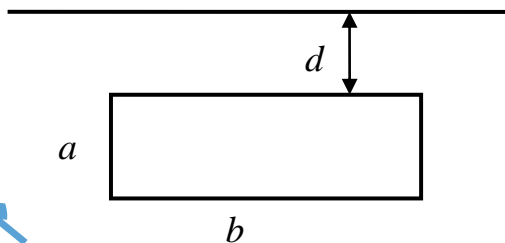


图3 无限长直导线和矩形回路

4. (9 分) 已知空气中, 有一电场强度为  $\vec{E} = \hat{a}_y 0.1 \sin(10\pi x) \cos(6\pi 10^9 t - 54.4z)$  V/m, 试求①此区域的位移电流密度; ②写出该电场的矢量相量表达式; ③若电场矢量相量为  $\vec{E}_m(z) = \hat{a}_x j E_{xm} \cos(k_z z)$  V/m, 设其角频率为  $\omega$ , 写出其瞬时值表达式;

5. (6 分) 在自由空间中, 位于球坐标系原点处的垂直电流元  $Idl$  激发的电磁场远场区场量为

$$\vec{E}(R, \theta) = \hat{a}_\theta \left( j \frac{60\pi Idl}{\lambda R} \sin \theta \right) e^{-j\beta R} \quad (\text{V/m}), \quad \vec{H}(R, \theta) = \hat{a}_\phi \left( j \frac{Idl}{2\lambda R} \sin \theta \right) e^{-j\beta R}$$

(A/m)

试求电流元辐射的平均功率密度;

6. (12 分) 电磁波在一无耗媒质 ( $\mu_r = 1, \epsilon_r = 4$ ) 中传播, 其电场强度为

$$\vec{E} = \hat{a}_x 3 \cos(2\pi \times 10^7 t - ky) - \hat{a}_z 3 \sin(2\pi \times 10^7 t - ky) \quad (\text{V/m})$$

请求解:

- ① 电磁波的频率  $f$ ; ② 电磁波的相位常数  $k$ ; ③ 电磁波的相速  $v_p$ ;
- ④ 电磁波的本征阻抗  $\eta$ ;

7. (14 分) 有一均匀平面波自空气入射到  $y=0$  处的理想导体表面, 已知入射波的电场强度为  $\vec{E}_i = \hat{a}_z 10e^{-j2(y-\sqrt{3}x)} \text{ V/m}$ 。

- ① 试画出该平面波在界面上入射及反射的示意图;
- ② 给出入射波的传播方向;
- ③ 给出反射波的传播方向;
- ④ 写出反射波的电场  $\vec{E}_r(x, y)$ 。