

电子科技大学

2010 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 2 分，共 30 分）

1. 已知电介质的介电常数为 $\varepsilon = 2\varepsilon_0$ ，若其中的电场强度为 $\vec{E} = \vec{e}_x 2x + \vec{e}_y y + \vec{e}_z 3z$ V/m，则介质中的自由电荷体密度为 (1)、极化（束缚）电荷体密度为 (2)。

2. 已知磁感应强度 $\vec{B} = \vec{e}_x (x^2 + 2z) + \vec{e}_y (mxy - y) + \vec{e}_z (z - x)$ T，则 m 的值为 (3)。

3. 在两种不同媒质的分界面上，若不存在面分布电荷，则电位移矢量的 (4) 分量是连续的；若不存在面分布电流，则磁场强度矢量的 (5) 分量是连续的。

4. 磁导率为 μ 的均匀磁介质中存在恒定（稳恒）磁场分布，若已知磁感应强度为 \vec{B} ，则介质中的电流体密度 \vec{J} 可以表示成 (6)，磁化电流体密度 \vec{J}_M 可以表示成 (7)。

5. 如图 1 所示，由两平行的半无限长直线和半圆弧的线电流 I 在点 P 所产生的磁场强度 $H =$ (8)。

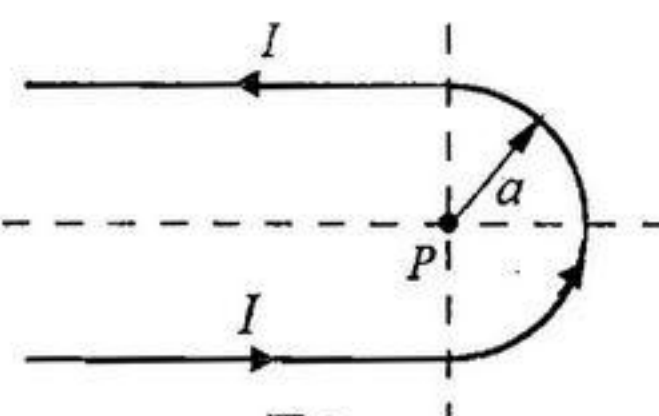


图 1

6. 频率 $f = 50\text{MHz}$ 的均匀平面波在某理想介质（介电常数 $\varepsilon = \varepsilon_r \varepsilon_0$ 、磁导率 $\mu = \mu_0$ 、电导率 $\sigma = 0$ ）中传播时，其波长 $\lambda = 4\text{m}$ ，则 $\varepsilon_r =$ (9)。

7. 频率为 150MHz 的均匀平面波在损耗媒质中传播，已知 $\varepsilon_r = 2.25$ 、 $\mu_r = 1$ 及 $\frac{\sigma}{\omega\varepsilon} = 10^{-4}$ ，当均匀平面波电磁波在该媒质中传播 (10) m 时，其相位改变 180° 。

8. 频率为 $f = 10\text{MHz}$ 的均匀平面波在海水（ $\varepsilon = 81\varepsilon_0$ 、 $\mu = \mu_0$ 、 $\sigma = 4$ ）中传播时，其趋肤深度为 (11) m，且磁场强度与电场强度的相位差为 (12)。

9. 平行极化波由空气中斜入射到与无损耗介质（ $\varepsilon = 3\varepsilon_0$ 、 $\mu = \mu_0$ 、 $\sigma = 0$ ）的分界平面上，已知入射角 $\theta_i = 60^\circ$ ，则反射系数 $\Gamma =$ (13)、折射（透射）系数 $\tau =$ (14)。

10. 已知矩形波导的横截面尺寸为 $a \times b = 25 \times 10\text{mm}^2$ ，填充介质为空气。传输 TE_{10} 波时，电磁波的工作频率范围为 (15)。

二、简述题（每题 10 分，4 题共 40 分）

1. 电介质在电场的作用下会产生极化，出现宏观的极化电荷分布。证明不论电介质的形状如何，宏观极化电荷的总量始终等于零。
2. 简要分析恒定电场与静电场之间的相同之处和不同之处。
3. 矩形波导是一个沿 z 轴方向无限长的导体腔，波导中电磁波的传播特性由因子 $e^{j\omega t - \gamma z}$ 决定，其中 $\gamma = 2\pi\sqrt{\mu\epsilon}\sqrt{f_c^2 - f^2}$ ，式中的 f 为电磁波的频率， f_c 为波导的截止频率，它与波导的结构有关。分析 f 取不同值时波导中电磁波的传播特性。
4. 写出电偶极子辐射场（远区场）的方向图因子，分别画出其 E 面方向图和 H 面方向图，并说明其特点。

- 三、（15 分）球形电容器的内导体半径为 a ，外导体内半径为 b ，其间填充介电常数分别为 ϵ_1 和 ϵ_2 的两种均匀介质，如图 2 所示。设内球带电荷为 q ，外球壳接地。求：（1）介质中的电场和电位分布；（2）电容器的电容和电场能量。

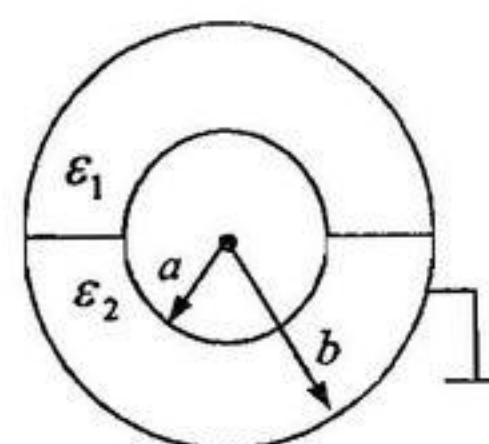


图 2

- 四、（16 分）两个点电荷 $\pm q$ 位于内、外半径分别为 a 、 b 的接地空心导体球内，且对称地分布在一条直径上，距球心为 d ($d < a$)，如图 3 所示。求：
- （1）空间的电位分布；
 - （2）两个点电荷分别受到的静电力；
 - （3）如果导体球不接地，前面两个问题的结果如何改变？
 - （4）如果导体球带电 Q ，前面两个问题的结果又如何？

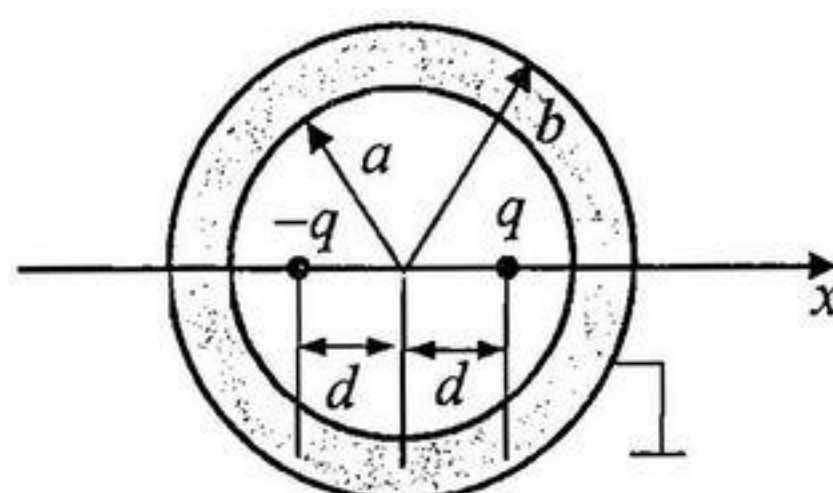


图 3

- 五、（18 分）由半径为 a 的两圆形导体平板构成一平行板电容器，间距为 d ，两板间充满介电常数为 ϵ 、电导率为 σ 的媒质，如图 4 所示。设两板间外加缓变电压 $u = U_m \cos \omega t$ ，略去边缘效应，试求：（1）电容器内的瞬时坡印廷矢量和平均坡印廷矢量；（2）证明进入电容器的平均功率等于电容器内损耗的平均功率。

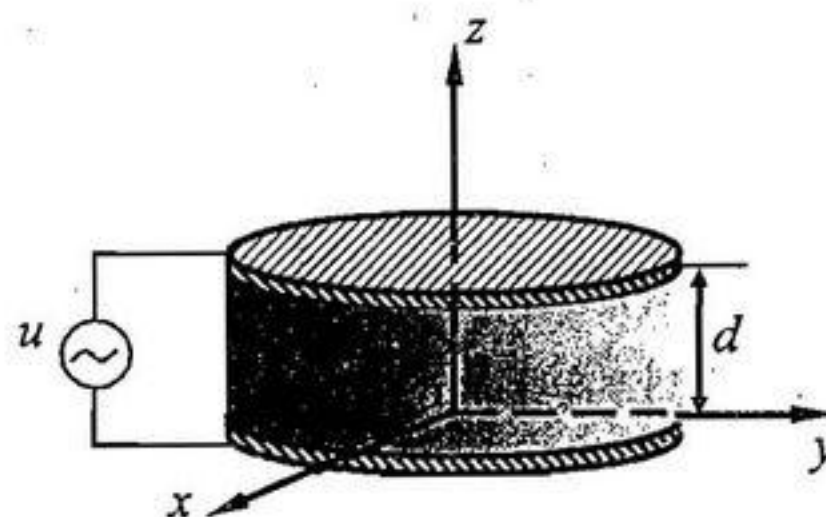


图 4

六、(15 分)有一沿正 z 轴方向传播的均匀平面波, 其电场的复振幅为

$$\vec{E}(z) = (\vec{e}_x E_{x0} + \vec{e}_y j E_{y0}) e^{-jkz}$$

式中 E_{x0} 和 E_{y0} 均为实常数。

(1) 试分析此平面波的极化情况;

(2) 当 $|E_{x0}| \neq |E_{y0}|$ 时, 此平面波分解为两个旋向相反的圆极化波。

七、(16 分)自由空间的均匀平面波的电场表达式为

$$\vec{E}(x, z) = (\vec{e}_x 2 + \vec{e}_z E_{z0}) e^{-j\pi(3x-4z)} \quad \text{V/m}$$

式中的 E_{z0} 为待定量。求: (1) 此平面波的频率 f ; (2) E_{z0} 的值; (3) 磁场强度 $\vec{H}(x, z)$;

(4) 若此平面波斜入射到位于 $z = 0$ 的无限大理想导体平板上, 求导体平板的电流密度 \vec{J}_s 和电荷密度 ρ_s 。