

考试科目: 电磁场与波 考试形式: 闭卷 考试日期: 2021 年 7 月 6 日

本试卷由 三 部分构成, 共 8 页。考试时长: 120 分钟

成绩构成比例: 平时成绩 50 %, 期末成绩 50 %

注: 可使用非存储功能的简易计算器

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	合计
得分									

附录: $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$

得分

一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

1. 在两种电导率均为有限值的导电媒质分界面上, 电磁场的边界条件为_____、
_____、_____、_____。

2. 静电比拟法中, 与静电场中电位移矢量、介电常数相对偶的恒定电场的物理量分别是_____、_____。

3. 如图 1 所示, 在一块厚度为 d 的导电板上, 由两个半径为 r_1 和 r_2 的圆弧, 以及夹角为 α (弧度) 的两半径割出的一块扇形体。该导电板的电导率为 σ 。那么, 沿厚度方向的电阻为 _____; 沿 α 方向的电阻为 _____。

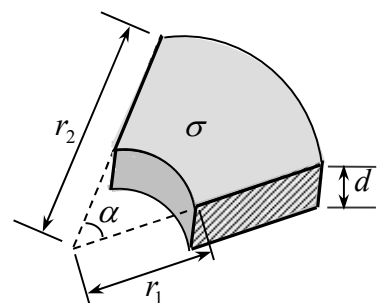


图 1

4. 在时变电磁场的分析中, 规定矢量磁位 \vec{A} 散度的洛伦兹条件为 _____; 当时变电磁场为时谐形式时, 该洛伦兹条件的复数表达式为 _____。

5. 一均匀平面波在空气中传播，其电场强度矢量的瞬时表达式为 $\vec{E}(z,t) = \vec{e}_x 5 \sin(\omega t + 4\pi z)$ V/m，将其写成复数形式为 $\vec{E}(z) = \underline{\hspace{2cm}}$ V/m，该平面波的磁场强度矢量的复数形式为 $\vec{H}(z) = \underline{\hspace{2cm}}$ A/m，平均坡印廷矢量为 $\vec{S}_{av} = \underline{\hspace{2cm}}$ W/m²。

6. 当均匀平面波从电介质 1 (ϵ_1) 斜入射到电介质 2 (ϵ_2 ，且 $\epsilon_1 > \epsilon_2$) 时，发生全反射的临界角 $\theta_c = \underline{\hspace{2cm}}$ ，当入射角大于该角度时，电介质 2 中 (填“存在”或“不存在”) 电磁场。

7. 当均匀平面波从理想介质 1 (阻抗 η_1) 垂直入射到理想介质 2 (阻抗 η_2) 时，透射系数 $\tau = \underline{\hspace{2cm}}$ ，反射系数 Γ 与透射系数 τ 的关系是 。

8. 矩形波导中，模式 TE_{11} 与模式 是简并模。

9. 电偶极子的近区场指的是 的区域，近似计算表明该区域中平均功率流密度约等于 。

得 分

二、选择题 (每小题 2 分，共 20 分)

1. 麦克斯韦方程组中的磁场强度旋度方程: $\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$ ，其中的 \vec{J} 可代表 ()。

- A. 传导电流密度 B. 传导电流密度与磁化电流密度之和
C. 磁化电流密度 D. 位移电流密度

2. 下列关于恒定电场说法错误的是 ()

- A. 恒定电场满足欧姆定理的微分形式，可表示为 $\vec{E} = \frac{\vec{J}}{\sigma}$ 。
B. 两种导电媒质分界面上，恒定电场的电场强度切向连续，即 $E_{1t} = E_{2t}$ 。
C. 两种导电媒质分界面上，可能存在自由电荷分布。
D. 内部存在恒定电场的导体是等势体。

3. 同轴线内导体半径为 a , 外导体半径为 b , 厚度可忽略不计。内、外导体间为空气。则该同轴线单位长度的外自感为 ()。

- A. $\frac{\mu_0}{8\pi}$ B. $\frac{\mu_0}{\pi} \ln(\frac{b}{a})$ C. $\frac{\mu_0}{2\pi} \ln(\frac{b}{a})$ D. $\frac{2\mu_0}{\pi} \ln(\frac{b}{a})$

4. 两块成 45° 的接地导体板, 角形区域内有点电荷 $-q$, 若用镜像法求解角形区域的电位分布, 则共有 () 个带电量是 q 的像电荷。

- A. 3 个 B. 4 个 C. 5 个 D. 7 个

5. 海水的媒质参数为 $\varepsilon_r = 81$, $\mu_r = 1$, $\sigma = 4 \text{ S/m}$, 频率为 10 kHz 的电磁波在海水中传播时, 可以被视为 ()。

- A. 弱导电媒质 B. 良导体 C. 理想导体 D. 理想介质

6. 均匀平面波的电场强度为 $\vec{E}(y) = \vec{e}_x 5e^{j\pi y} + \vec{e}_z A e^{j\pi y}$, 当常数 $A =$ () 时, 其极化方式为右旋圆极化波。

- A. -5 B. -5j C. 5 D. 5j

7. 均匀平面波从电介质 1 ($\varepsilon = \varepsilon_1$) 斜入射到电介质 2 ($\varepsilon = \varepsilon_2$) 时, 发生全透射的条件为 ()

- A. 平行极化波, 入射角 $\theta_i = \arctan\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}\right)$
 B. 垂直极化波, 入射角 $\theta_i = \arctan\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}\right)$
 C. 平行极化波, 入射角 $\theta_i = \arctan\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}\right)$
 D. 垂直极化波, 入射角 $\theta_i = \arctan\left(\sqrt{\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}}\right)$

8. 均匀平面波从一种理想介质 (波阻抗为 η_1) 垂直入射到另一种理想介质 (波阻抗为 η_2 , $\eta_2 > \eta_1$) 中, 则一区中合成波电场的振幅的第一个最大值出现在 ()

- A. 分界面处 B. 距离分界面 $\lambda/4$ 处
 C. 距离分界面 $\lambda/3$ 处 D. 距离分界面 $\lambda/2$ 处

9. 尺寸为 $a \times b = 22.86 \times 10.16 \text{mm}^2$ 的矩形波导，工作频率为 10GHz，传输 TE_{10} 模，其截止波长 λ_c 为（ ）。

- A. 20.32mm B. 30mm C. 45.72mm D. 39.7mm

10. 下列关于电偶极子的远区场描述中错误的是（ ）

- A. 远区场是横电磁波（TEM 波）
B. 具有方向性，方向性因子为 $\sin \theta$
C. 远区场是非均匀球面波
D. 远区电磁场的振幅与 $\frac{1}{r^2}$ 成正比

得 分

三、计算题（共 4 小题，60 分）

1. (17 分) 如图 2 所示，半径为 a 的无限长导体圆柱内流有电流密度为 $\vec{J}_z(r) = J_0 \rho \vec{e}_z (\rho \leq a)$ 的电流（其中 J_0 常数），导体柱内的介电常数与磁导率分别为 ϵ_0, μ_0 。导体柱外是两种均匀无耗介质，分界面为 $z=0$ 平面。 $z>0$ 部分的介质介电常数与磁导率分别为 ϵ_1, μ_1 ， $z<0$ 部分的介质介电常数与磁导率分别为 ϵ_2, μ_2 ，试求

- (1) 导体圆柱内的磁场强度与磁感应强度的分布；
- (2) 单位长度导体圆柱内的磁场能量；
- (3) 导体圆柱外的磁场强度与磁感应强度的分布；
- (4) 当在下半部分介质中，放置一个距圆柱轴距离为 b ，长宽分别为 c, d 的矩形回路（如图 2 所示）时，求矩形回路的磁通量。

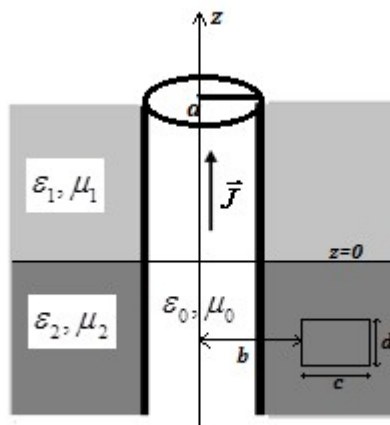


图 2

2. (15 分) 已知一均匀平面波在可看作良导体的媒质中传播, 且该媒质的磁导率 $\mu = \mu_0$, 均匀平面波的电场强度瞬时表达式为

$$\vec{E}(x, t) = \vec{e}_y 5e^{-\alpha x} \cos(2\pi \times 10^6 t - 200\pi x) \text{ V/m},$$

试求: (1) 波的传播方向; (2) 衰减常数 α 和趋肤深度 δ ; (3) 良导体的导电率 σ ; (4) 波长 λ 和相速 v_p ; (5) 写出该均匀平面波在此良导体中传播的磁场强度瞬时表达式 $\vec{H}(x, t)$ 。

3. (10 分) 均匀平面波从空气垂直入射到某磁介质 ($\varepsilon = \varepsilon_0, \mu = \mu_r \mu_0$) 平面时, 空气中合成波的驻波比为 1.5, 介质平面上为驻波电场最大点, 试求该磁介质的相对磁导率 μ_r 。

4. (18 分) 均匀平面波从理想介质 ($\varepsilon=9\varepsilon_0$, $\mu=\mu_0$) 中垂直入射到 $z=0$ 的无限大理想导体平板上, 如图 3 所示, 已知入射波的电场强度表达式为 $\vec{E}_i(z) = \vec{e}_x 2e^{-j2\pi z}$ V/m, 求:

- (1) 该电磁波的频率;
- (2) 反射波的电场强度 $\vec{E}_r(z)$ 、磁场强度 $\vec{H}_r(z)$ 表达式;
- (3) 将理想导体板如图 4 所示旋转 45 度后, 写出此时新的反射波电场强度 \vec{E}'_r 、磁场强度 \vec{H}'_r , 以及理想导体板表面电流密度 \vec{J}'_s 的复数表达式。

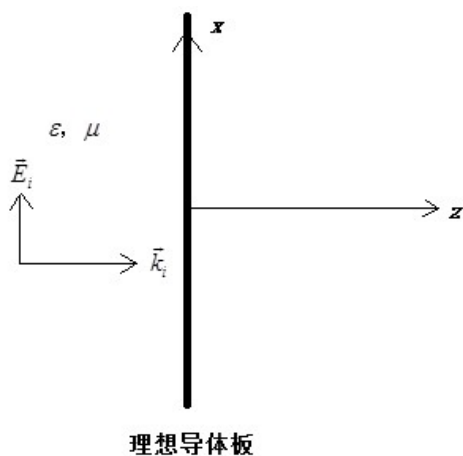


图 3

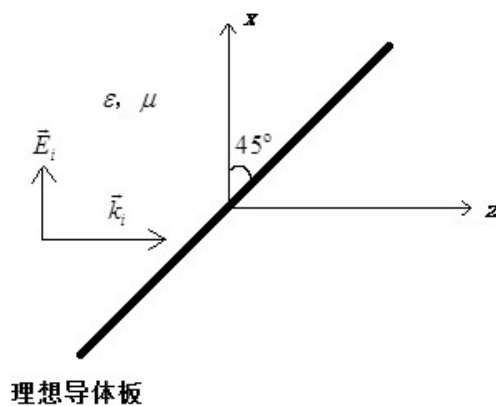


图 4

