

150
上海大学 2001 年攻读硕士学位研究生

入学考试试题

电磁场与微波技术
招生专业: 无线电物理 考试科目: 电磁场理论基础

一、填空题(20分):

1. 简单媒质、有源区域中复数麦克斯韦方程组的微分形式为:

(1) _____; (2) _____;

(3) _____; (4) _____;

写出无源区的电、磁场复矢量波动方程:

(5) _____; (6) _____。

2. 在介电常数为 ϵ_1 的理想电介质(1)与理想导体(2)的分界面处:

由导体(2)区域指向电介质(1)的法线方向单位矢量为 \hat{n}_1 , 请写出

矢量形式的边界条件: (7) _____;

(8) _____; (9) _____;

(10) _____。

3. 已知电场瞬时矢量为 $\vec{E}(t) = \hat{x} 2E_c \cos(\omega t - kz) + \hat{y} E_c \sin(\omega t - kz + \pi/4)$

它的复矢量表达式为: (11) $\vec{E} =$ _____;

它的传播方向是(12) _____; 它是(13) _____ 旋,

(14) _____ 极化波; (15) 它的相速 $v_p =$ _____。

4. 海水的介电常数、导磁率及电导率分别为 ϵ 、 μ 、 σ , 则

角频率为 ω 的平面波, 在海水中的复数传播常数 k 为

(16) _____; 其复数波阻抗 η 为(17) _____;

若海水的传播常数表示为 $k = \beta - j\alpha$, $z=0$ 处电场强度复矢

量为 $\hat{y}E_0$, 则向海水中 $+z$ 向传播 L 距离后, 其电场强度复矢

量为(18) $\vec{E} =$ _____; 若视海水为良导体, 其衰

减常数与集肤深度 δ 的关系是(19) $\alpha =$ _____; 当 $L = 1.5\delta$ 时,

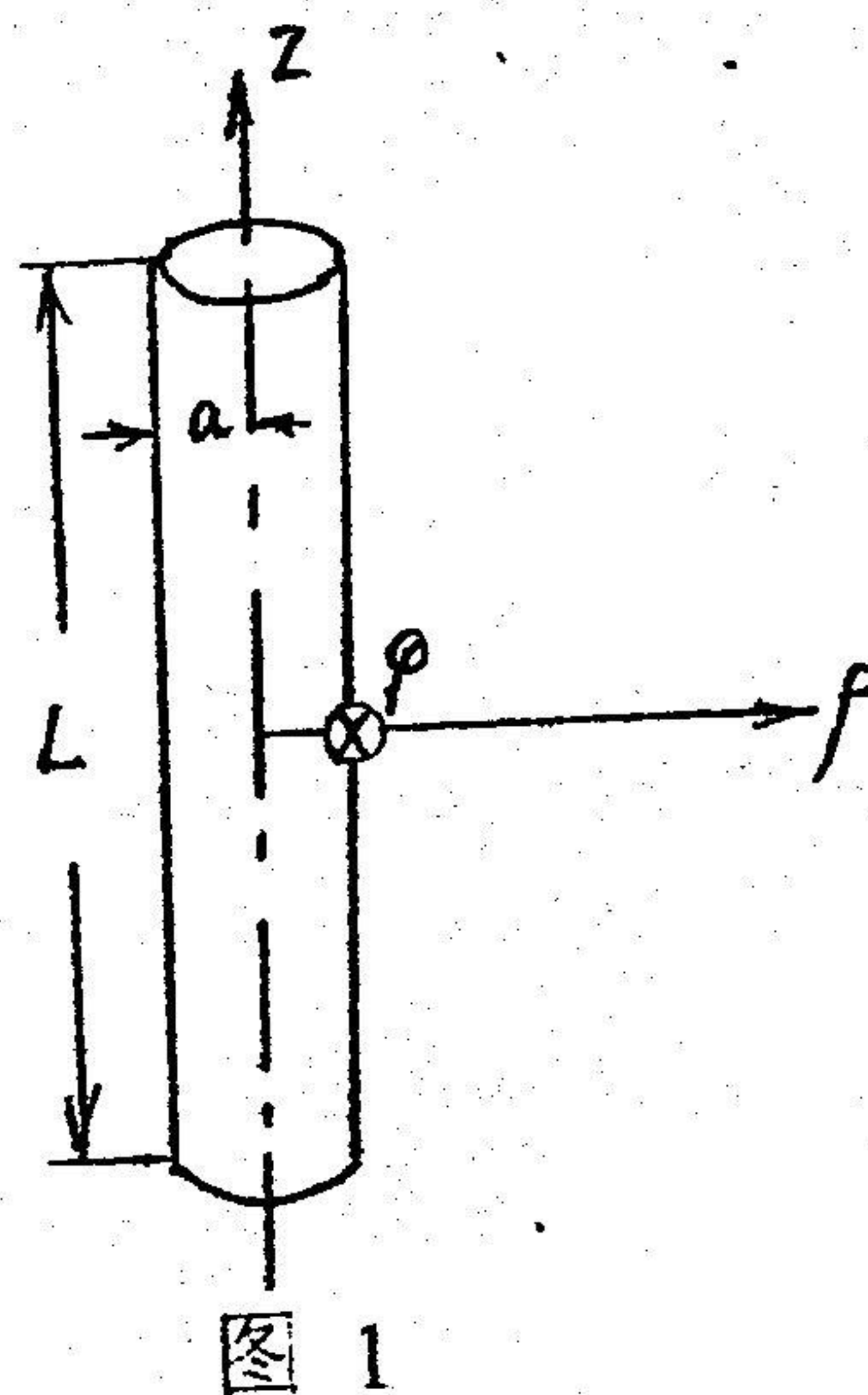
其平均功率流密度将衰减(20) _____ (倍)。

二、(20分)如图1所示一段长直导线 L ，其半径为 a 、电导率为 σ (有限值)。设沿 z 向通过直流 I ，电流均匀分布于导线横截面。试求：

(1)长直导线表面电场强度矢量 \vec{E} ，及磁场强度矢量 \vec{H} ；

(2)导体表面处的坡印廷矢量 \vec{S} ；

(3)证明导体内的热损耗功率是 $I^2 R$ (式中 $R = L / \sigma \pi a^2$)，并证明它等于输入导体表面的电磁场总功率。



三、(20分)工作波长为 3m 的均匀平面波，从空气向理想介质($\mu_r = 1$ 、 $\sigma = 0$)垂直入射，交界面在 $z = 0$ 处，其传播方向为 $+z$ ，电场矢量 $\vec{E} = \hat{x}E_x$ 、磁场矢量 $\vec{H} = \hat{y}H_y$ ，在分界面上 $E_o = 16\text{V/m}$ ； $H_o = 0.1061\text{A/m}$ 。试求：

(1)由麦克斯韦方程推出均匀平面波电场矢量与磁场矢量间互换的两个关系式；

(2)理想介质(媒质2)的 ϵ_r ；

(3)写出 \vec{E}_i 、 \vec{H}_i ； \vec{E}_r 、 \vec{H}_r ； \vec{E}_t 、 \vec{H}_t 的复矢量表示式；

(4)反射波、折射波分别与入射波的相对平均功率流密度是百分之多少？

(5)欲在此种介质情况下实现全折射，问应如何选择入射角 θ_i ($\neq 0^\circ$)及入射面？

四、(20分)一均匀平面波由空气斜入射至理想导体平面($z=0$ 面), 入射波磁场强度是: $\vec{H}_i = (-\hat{x} + \hat{z})(E_0/377)e^{-j(x+az)} (A/m)$ 。试求:

- (1) 常数 a 、波长 λ 、反射角 θ ;
- (2) 入射波及反射波传播方向单位矢量 \hat{s}_i 、 \hat{s}_r ;
- (3) 空气中电场强度复矢量 \vec{E} , 概画其振幅 $|E|$ 沿 z 方向的分布图, 并标明电场最大和最小值, 以及它们的位置;
- (4) 空气中 z 方向的平均坡印廷矢量 \vec{S}^{av} ;
- (5) $z=0$ 面上任意点的面电流密度 \vec{J}_s 。

五、(10)如图2所示, 一个长为 L , 且 $L \ll \lambda$ (波长)的鞭形天线垂直安装在无限大理想导体平面(地面)上。设天线输入电流为 I_0 , 试利用镜象法推导:

- (1) 根据电流元远区场强表示式导出该天线地面上远区的辐射电、磁场强 E_ϕ 、 H_ϕ ;
- (2) 概画 E 面归一化方向图。

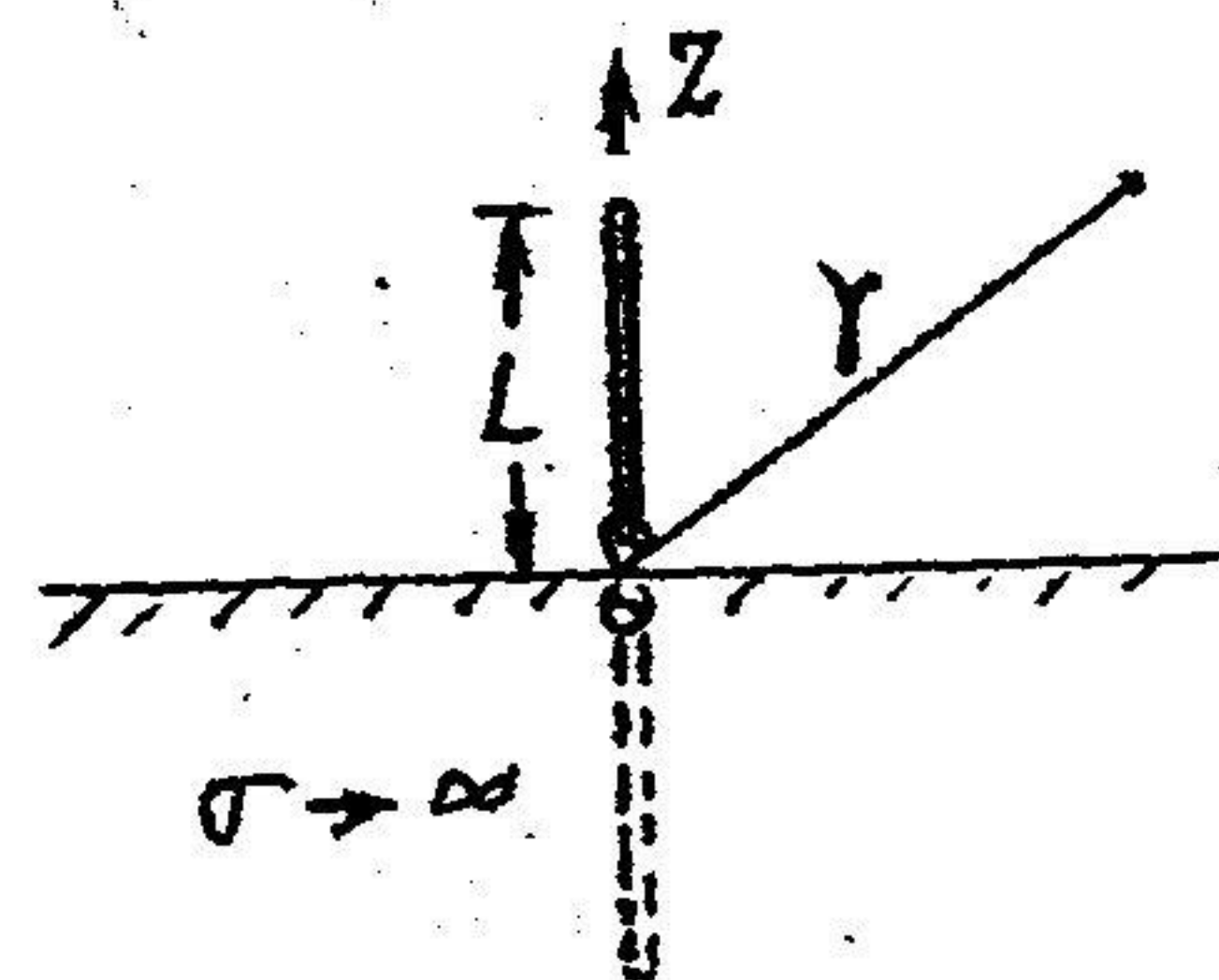


图 2

六、(10)如图3所示, 一个横截面是矩形的长直理想导体管, 管内空间的电位函数是:

$$\phi(x, y) = \sum_{n=1,2,3,\dots} \frac{2U_0 [1 - (-1)^n]}{(n\pi) \sinh \frac{n\pi a}{b}} \sinh \frac{n\pi x}{b} \sinh \frac{n\pi y}{b}$$

试求:

- (1) 管内电场强度矢量 \vec{E} ;
- (2) $x=0$ 和 $y=0$ 二个面上的面电荷密度 ρ_s 。

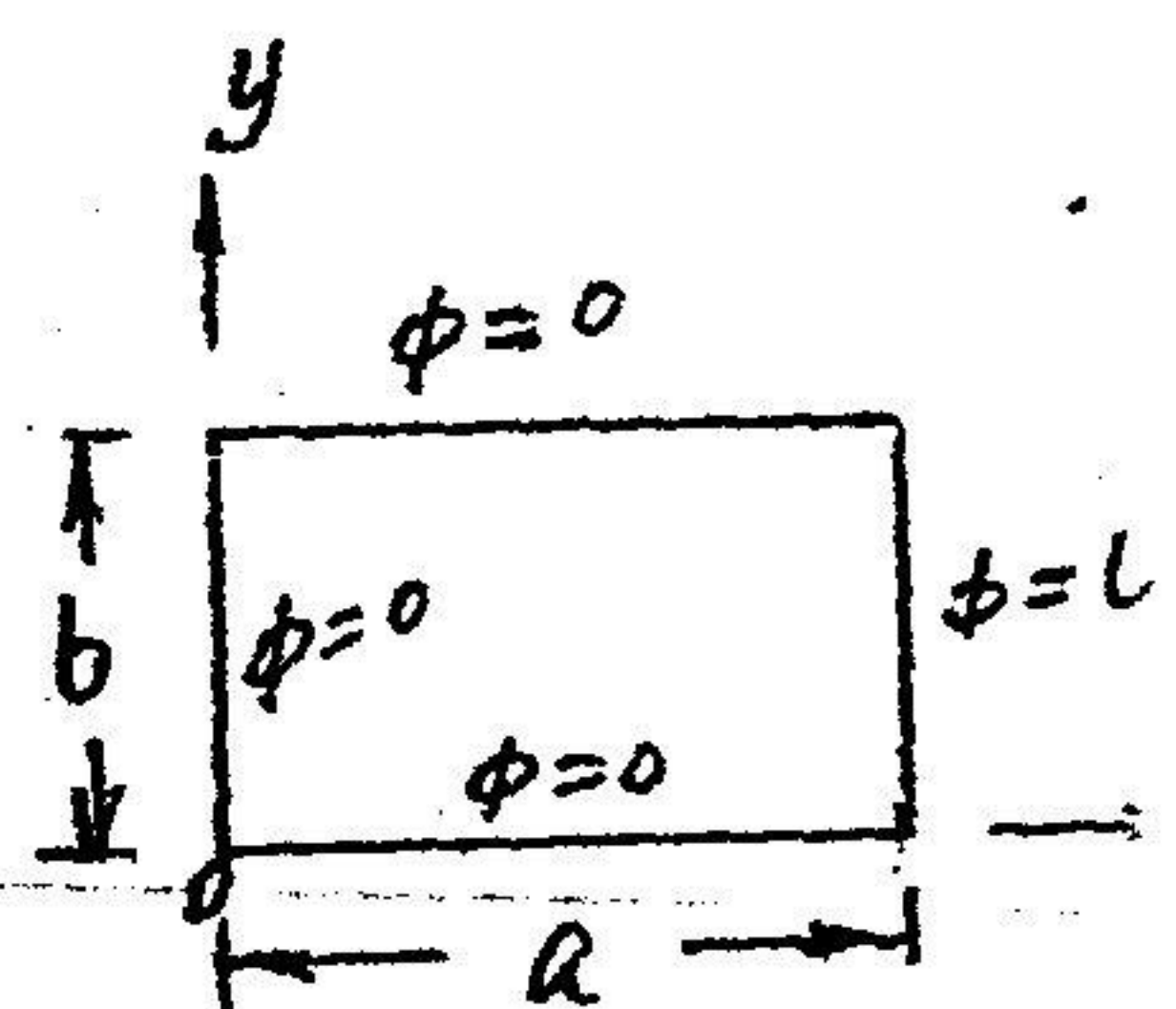


图 3