

上海大学 1999 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

考试课目 电磁场与电磁波

一、(20 分)

1. 设简单媒质中存在体电荷密度 ρ_v 和体电流密度 \vec{J} , 请写出微分形式的麦克斯韦方程组; 并导出无源区磁场强度 \vec{H} 的波动方程。(注: $\nabla \times \nabla \times \vec{A} = \nabla(\nabla \cdot \vec{A}) - \nabla^2 \vec{A}$)
2. 设简单媒质无源区中, 某均匀平面波的传播常数为 k , 问其电场强度是否可用复矢量表示为 $\vec{E} = \hat{z} E_0 e^{-jkz}$? 请运用复数形式麦克斯韦方程组加以说明。
3. 空气中有沿(-z)方向传播的均匀平面波, 其电场强度为 x 方向, 振幅为 4(V/m), 波长为 5(cm)。试写出电场和磁场的瞬时表示式与复矢量表示式, 并求其平均功率流密度。
4. 有角频率为 ω 的平面波在良导体(ϵ 、 μ 、 σ)中传播, 试求其波阻抗 η 的模值和相角两者的表示式; 并证明在良导体中传播时, 每波长的场强衰减量约为 55dB。
5. 某均匀平面波自无耗电介质($3\epsilon_0$ 、 μ_0)斜入射至空气层(ϵ_0 、 μ_0)。试求: (1)全反射的临界角; (2)全透射的布儒斯特角, 并指明此时该透射波必是什么极化波。

二、(15 分)同轴电缆内、外导体均为理想导体，内导体半径为 a 、外导体内半径为 b ，其间充满均匀、线性、各向同性的理想介质，介电常数为 ϵ 、导磁率为 μ_0 。内外导体间加直流电压 $U(V)$ 、通过电流 $I(A)$ 。试求：

1. 该同轴电缆单位长度分布电容和单位长度分布电感(忽略内自感)；
2. 介质中电场强度和磁场强度的柱坐标矢量表示式；
3. 验证 $\rho = b$ 处电场和磁场矢量的四项边界条件。

三、(15 分)一均匀平面波自空气(ϵ_0 、 μ_0)垂直入射至相对介电常数 $\epsilon_r = 9$ 、相对导磁率 $\mu_r = 1$ 的理想介质平面($z = 0$)，如图 1. 所示，已知入射波电场强度复矢量为： $\vec{E}_i = \frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{x} - j\hat{y})E_0 e^{-jk_1 z}$ 。式中 $k_1 = \omega\sqrt{\epsilon_0\mu_0}$ 。试求：

1. 反射波和透射波电场强度复矢量；
2. 反射波和透射波的相对平均功率流密度；
3. 入射波、反射波、透射波各是何种极化波(包括旋向)。

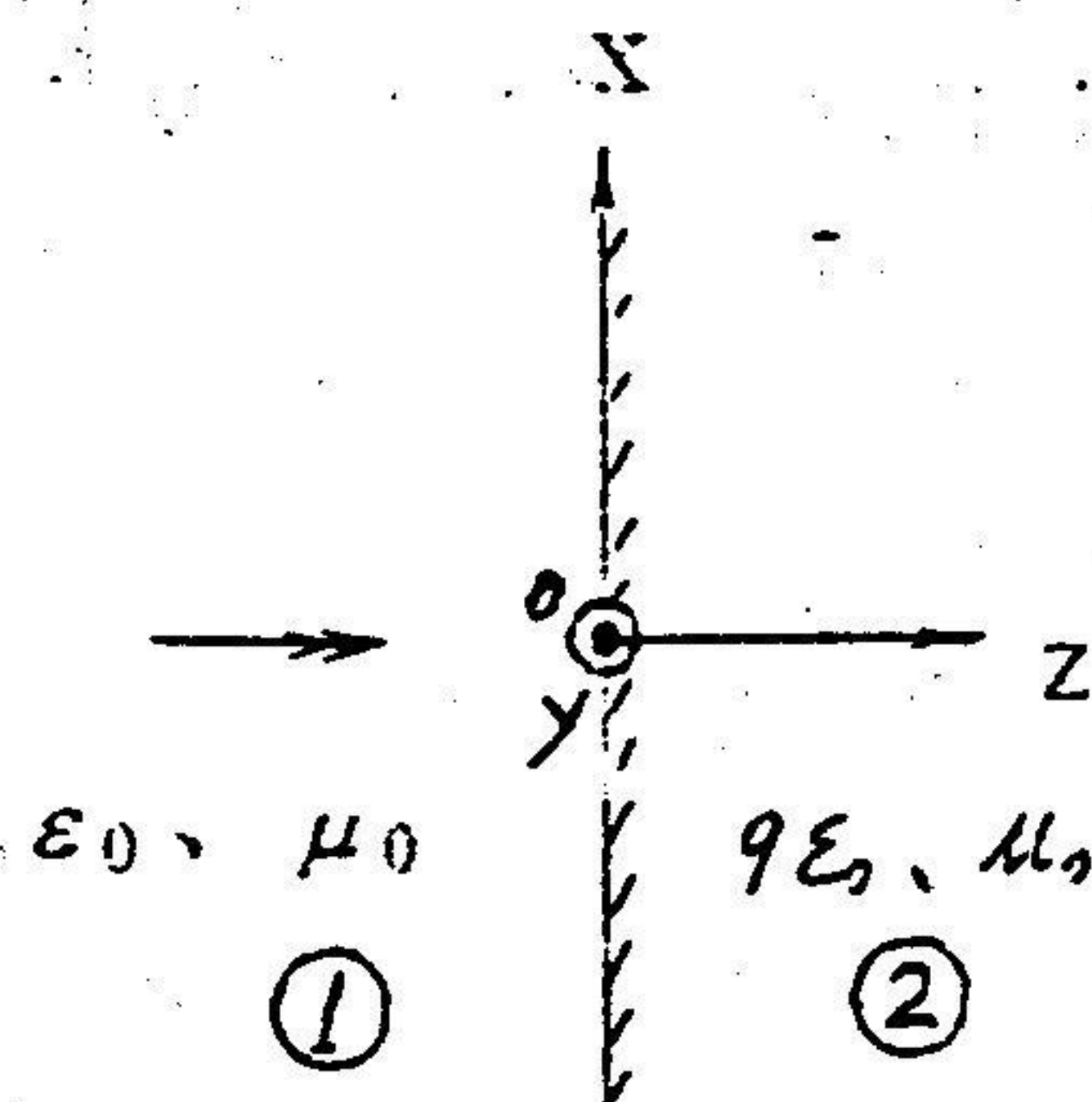


图 1

四、(15分)一均匀平面波自空气(ϵ_0 、 μ_0)斜入射至理想导体表面,如图2所示,入射波电场强度为:

$$\vec{E}_i = (\hat{x} - \hat{z} + \hat{y}j\sqrt{2}) E_0 e^{-j(\pi x + Az)} \text{ (V/m)}. \text{ 试求:}$$

1. 常数 A , 空气中波长 λ , 入射波传播方向单位矢量 \hat{s}_i 及入射角 θ_i ;
2. 反射波电场强度和磁场强度复矢量;
3. 空气中合成波电场强度复矢量, 并写出驻波腹点和节点位置。

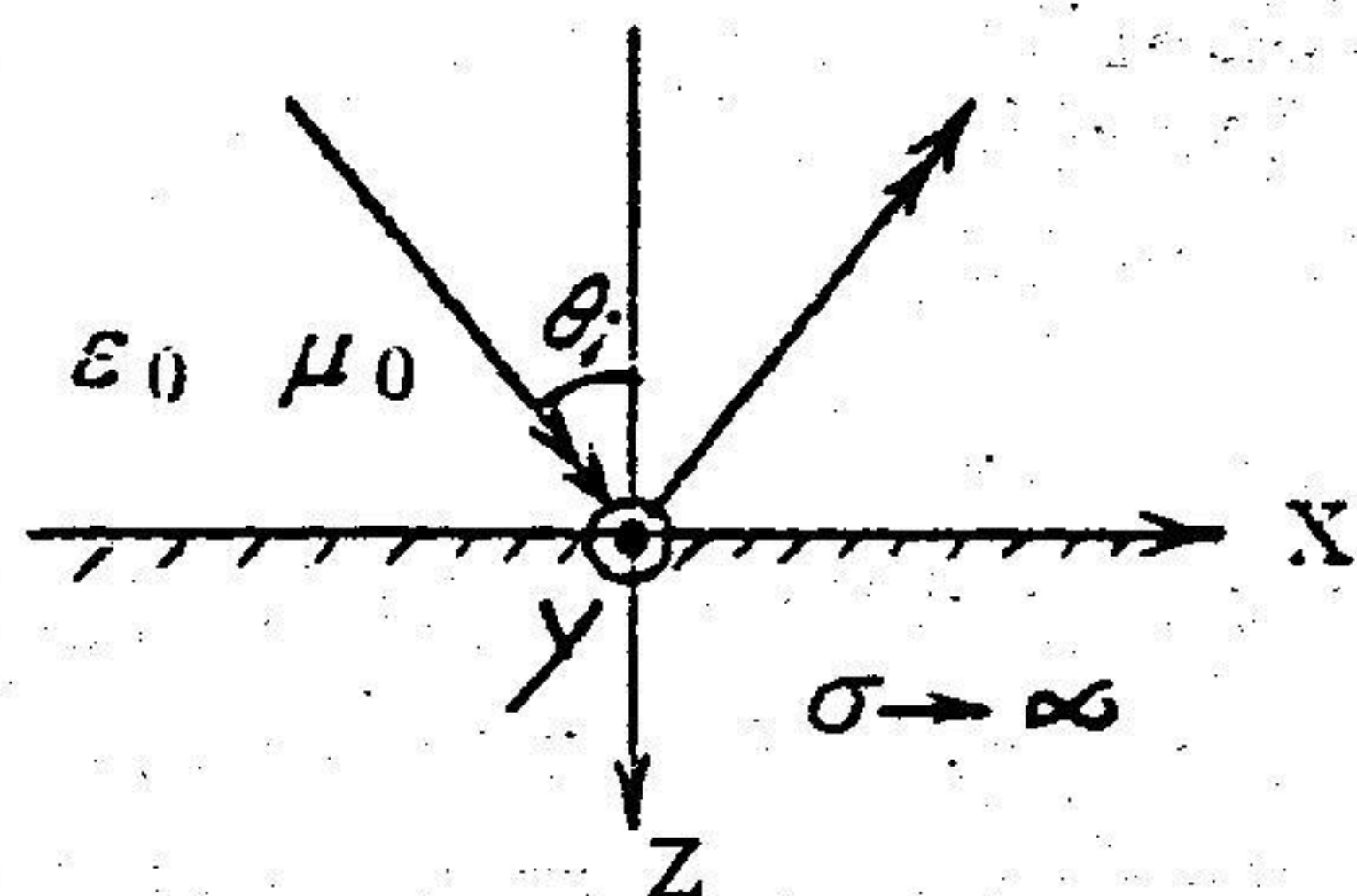


图 2

五、(20分)波腹电流为 I_M 的半波振子置于无限大理想导体板前方, 距离为 d , 如图3所示。试求:

1. 利用镜像法求 $z > 0$ 区域 xz 面上远区的电场强度表示式;
2. 设 $d = \lambda/4$, 写出 xz 面归一化方向函数, 并概画其方向图;
3. 设 $I_M = 5 \text{ (A)}$, 请算出远区最大方向上 $r = 100 \text{ km}$ 处的电场强度和磁场强度大小(注明单位);
4. 若该天线方向性系数 $D = 5.6$, 则上述天线的辐射功率有多大?

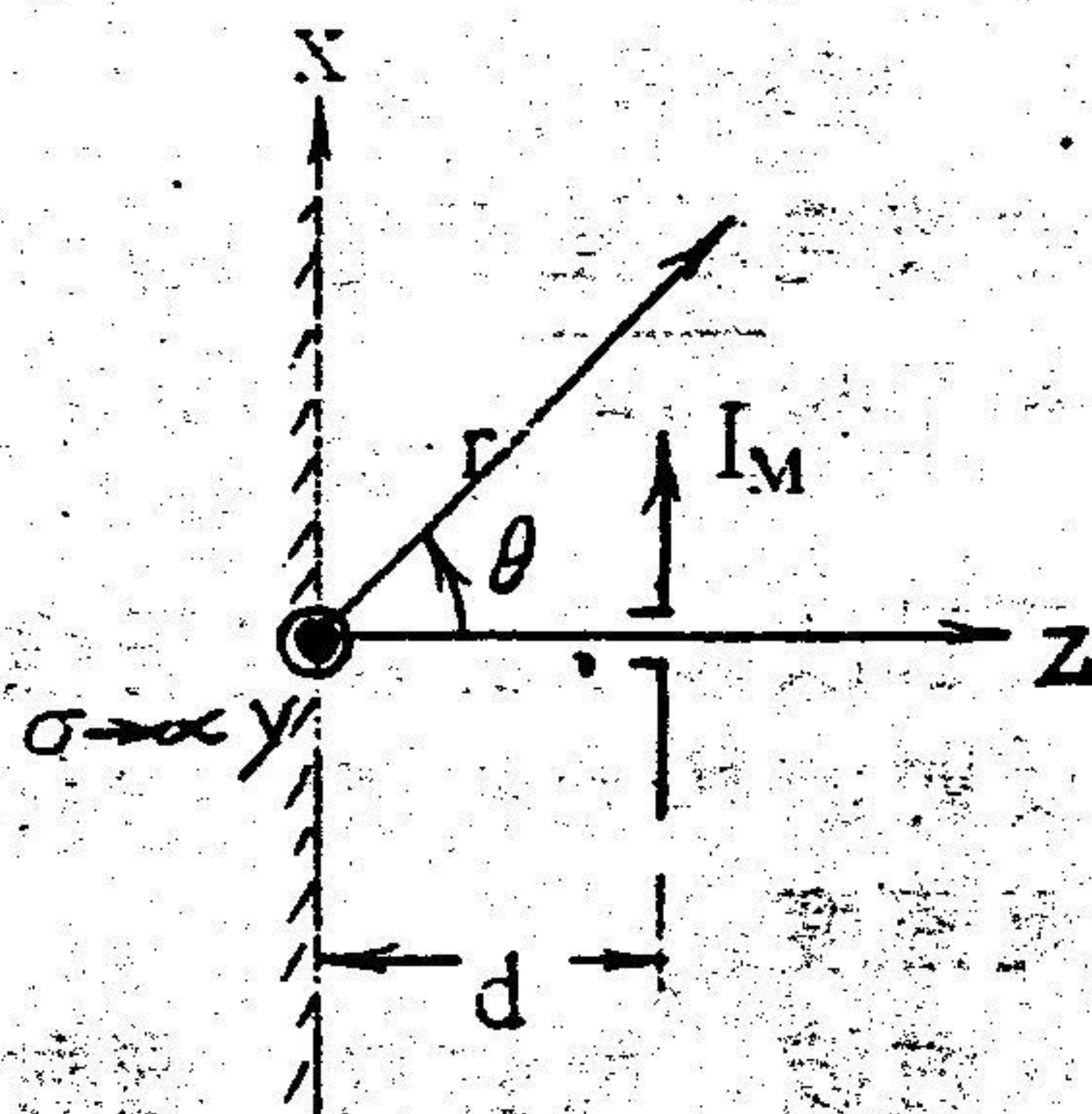


图 3

六、(15 分) 设一横截面为矩形的无限长理想导体金属管，二边长分别为 a 、 b ，管内为空气，管壁电位分布如图 4 所示。试求：

1. 矩形管内的电位分布；
2. 矩形管内的电场强度；
3. $x=0$ 处，导体内壁上的面电荷密度。

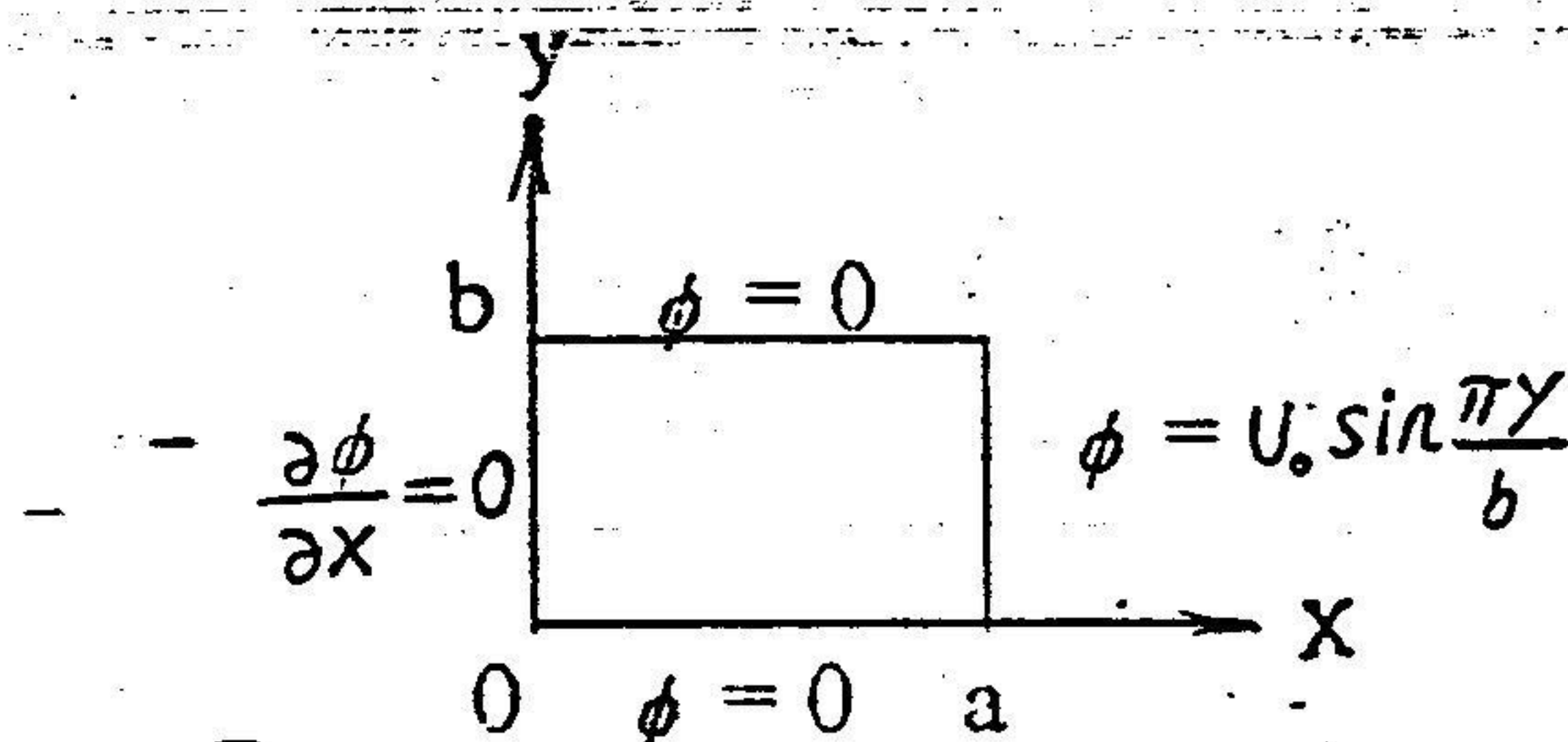


图 4