

电子科技大学

2003年攻读硕士学位研究生入学试题

考试科目：电磁场与电磁波(412)

注：1、考试时间180分钟，总分150分。

2、应届生做第一至第八题；在职人员必做第一至第五题，另在第六至第十题中选做3题。

一、填空题(每空1分，20空共20分)

- 1、已知介电常数为 ϵ 的均匀介质中存在电场强度分布 \mathbf{E} ，则介质中的自由电荷密度可以表示成(1)，极化(束缚)电荷密度可以表示成(2)。
- 2、在静止和稳恒(恒定)情况下，电场分布的相同之处为(3)，电荷分布的相同与不同之处分别为(4)和(5)。
- 3、磁化强度为 \mathbf{M} 的磁化体中，磁化(束缚)电流体密度 $\mathbf{J}_M =$ (6)，磁化(束缚)电流面密度 $\mathbf{J}_{SM} =$ (7)。
- 4、电荷的定向运动形成电流，当电荷密度 ρ 满足 $\frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$ 时，电流密度 \mathbf{J} 应满足(8)，此时电流线的形状应为(9)。
- 5、某线极化波由介质 ϵ_1 斜入射在介质 ϵ_2 上，两介质的分界面为无限大平面。如要使反射波振幅为零，则入射波的极化方式和入射角应该满足的条件分别是(10)和(11)；如要使折射波(透射波)振幅为零，则 ϵ_1 和 ϵ_2 之间的关系应该为(12)。
- 6、对于一个已知的边值问题，有多种不同的方法可以用来求解，而所得的结果都是一样的。写出任意三种求解静电场边值题的方法：(13)、(14)、(15)。
- 7、麦克斯韦通过数学的方法引入(16)，从而建立了完整的麦克斯韦方程组。
- 8、用一组矢量位 \mathbf{A} 和标量位 ϕ 可以完整地描述电磁场，但是位函数一般是不唯一的，如要得到一组唯一确定的位函数，可以规定(17)。
- 9、均匀平面波在某媒质(介质)中传播，当电磁波的电场强度 \mathbf{E} 与磁场强度 \mathbf{H} 不同相时，这种媒质(介质)一定是(18)。
- 10、任意两个载流线圈之间都存在互感(互感系数)，对互感有影响的因素是(19)，对互感没有影响的因素是(20)。(可考虑的因素有：线圈的几何性质、线圈上的电流、两个线圈的相对位置及空间介质)

二、是非判断题(每题1分，10题共10分)，正确的划 \checkmark ，错误的划 \times

- 1、电场一定是由电荷产生，而磁场一定是由电流产生()。
- 2、磁力线一定是闭合的()。

- 3, 只有将电位参考点选择在无穷远处, 才能使求解电位分布的问题最简单()。
- 4, 均匀平面波的等相位面和等振幅面都是平面且重合()。
- 5, 任意电荷的像电荷总是与其等量异号()。
- 6, 只要闭合线圈在磁场中做切割磁力线的运动, 线圈中一定会形成感生电流()。
- 7, 介质被极化时其表面上不一定处处都出现极化(束缚)电荷()。
- 8, 静电场能量可以表示成 $W = \frac{1}{2} \int_V \rho \phi dV$, 所以在电荷密度 $\rho = 0$ 的地方, 静电场能量密度也一定为零()。
- 9, 分布在有限不规则区域中的电荷在远处所产生的电位分布可以是球对称的()。
- 10, 导电率不为零的介质一定是导体()。

三、简单回答以下问题(每题10分, 4题共40分)

1, 静电场的电力线是不闭合的, 为什么?在什么情况下电力线可以构成闭合回路, 它的激励源是什么?

2, 已知在体积 V 中存在随时间 t 变化的电荷分布 $\rho(r, t)$, 它在空间任意点 r 产生的标量位可表示为 $\phi(r, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(r', t - \frac{R}{c})}{R} dv$, 其中 $R = |r - r'|$ 为场点 r 到源点 r' 的距离, c 为光速。叙述这个表示式的物理意义。

3, 写出电偶极子辐射场(远区场)的方向图因子, 画出方向图并说明其特点。

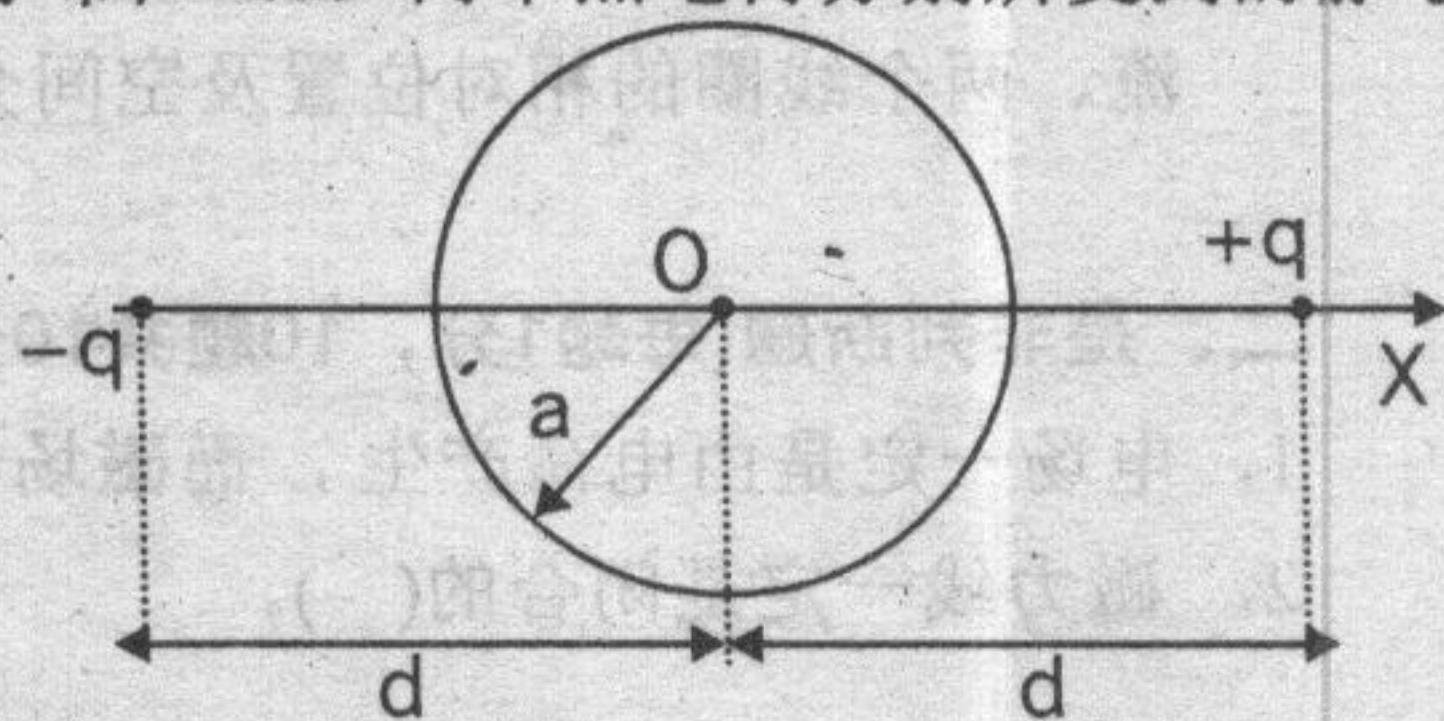
4, 镜像法(电像法)是一种简单而有效的边值问题求解方法, 说明其基本思想以及像电荷选择的原则。

四、(17分)空气中有一正弦均匀平面波, 其电场强度的复数形式为 $E = a_x E_0 e^{-jkz}$ 。

求: (1)磁场强度 H ; (2)能流密度 \bar{S} 和平均能流密度 \bar{S} ; (3)当此波与另一个均匀平面波 $E = a_y E_0 e^{-jkz}$ 叠加时, 其合成波的极化特性; (4)当合成波入射到位于 $z = 0$ 平面上的理想导体板上时反射波的极化特性。

五、(18分)两个点电荷 $\pm q$ 位于半径为 a 的导体球直径延长线上, 分别距球心 $\pm d$ ($d > a$), 如图所示。求: (1)空间的电位分布; (2)两个点电荷分别所受到的静电力;

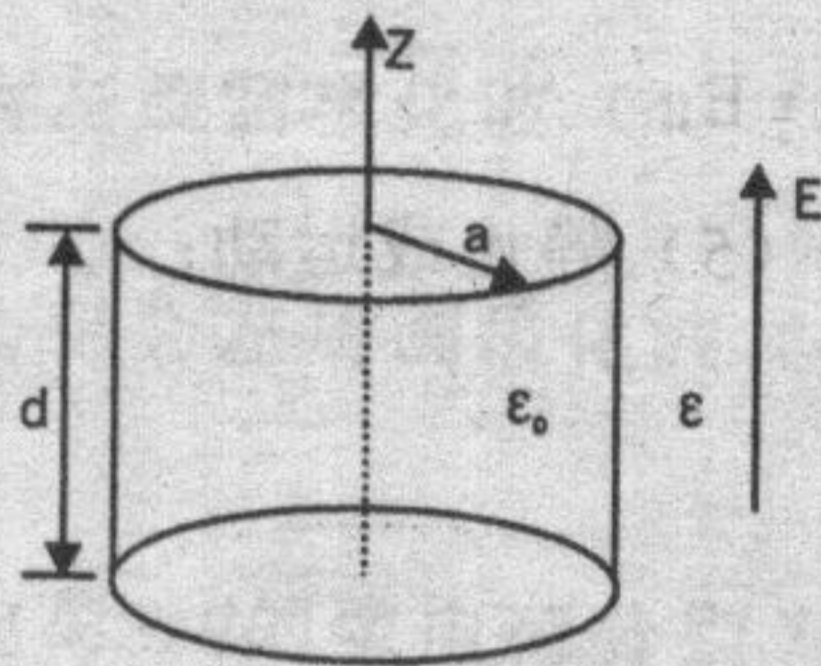
(3)两个点电荷的镜像电荷所构成的中心位于球心的电偶极子的电偶极矩; (4)如果导体球接地, 上面3个问题的结果如何改变, 为什么?



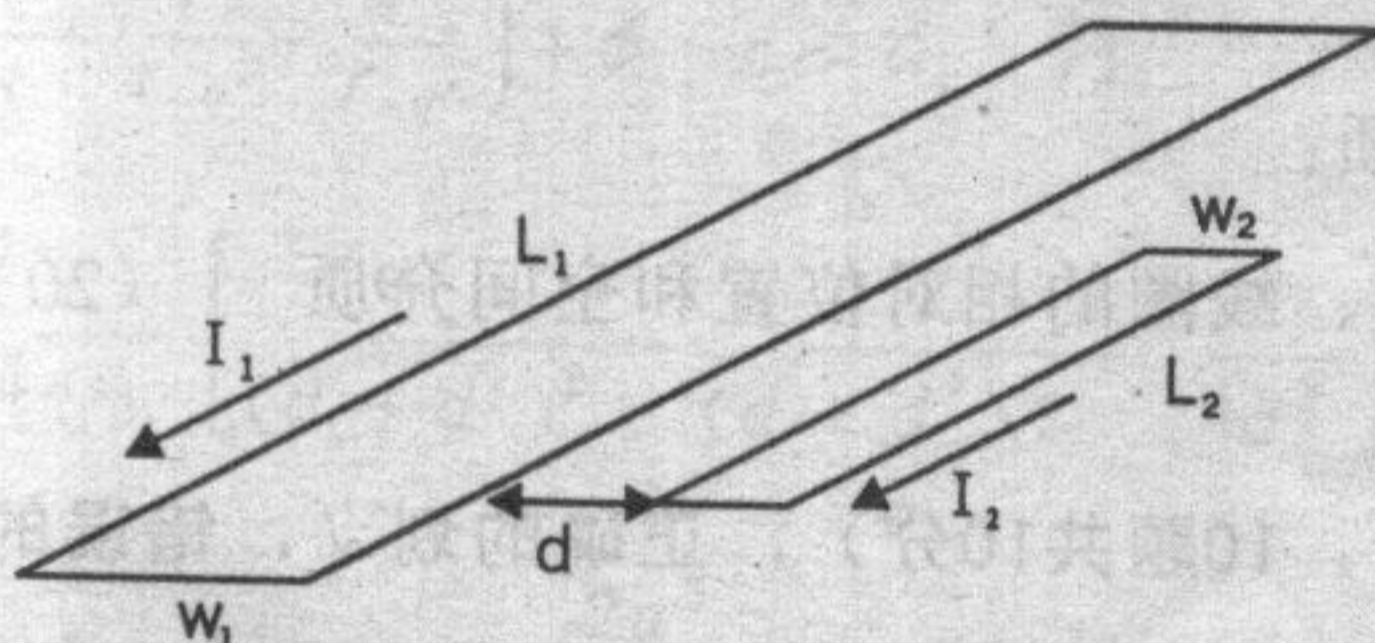
注：以下5题中，应届生做第六、七、八题，在职人员任意选做3题

六、(15分)在应用电磁场的位函数时，如果不采用洛伦兹规范，而采用所谓的库仑规范，即利用条件 $\nabla \cdot \mathbf{A} = 0$ ，导出此时矢量位 \mathbf{A} 和标量位 ϕ 所满足的微分方程。

七、(15分)已知介电常数为 ϵ 的无限大均匀介质中存在均匀电场分布 \mathbf{E} ，介质中有一个底面垂直于电场、半径为 a 、高度为 d 的圆柱形空腔，如图所示。分别求出当 $a \gg d$ 和 $a \ll d$ 时，空间的电场强度 \mathbf{E} 、电位移矢量 \mathbf{D} 和极化电荷分布(边缘效应可忽略不计)。



八、(15分)两个自感分别为 L_1 和 L_2 的单匝长方形线圈放置在同一平面内，线圈的长度分别为 l_1 和 l_2 ($l_1 \gg l_2$)，宽度分别为 w_1 和 w_2 ，两个线圈中分别通有电流 I_1 和 I_2 ，如图所示 ($d \ll l_1$)。求：(1)两线圈间的互感；(2)系统的磁场能量。



九、(15分)写出介质中的麦克斯韦方程组，讨论时变电磁场的特点，并且说明麦克斯韦方程组的意义所在。

十、(15分)如图所示为一个天线阵模型，它由多个方向相同、等间隔排列在一条直线上的相同偶极子天线(元天线)组成，而空间任意点的辐射场(即天线方向图)则是这些偶极子辐射场的相位和。应用场强的合成与电磁波传播距离和相位之间的关系，定性分析当各偶极子相位发生变化时方向图的变化情况。如果希望偶极子排列方向(Z 方向)为最大辐射方向，各偶极子的相位应如何调整？

