

2018 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 821 科目名称: 电磁场与电磁波 满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

注: $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$, $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{A}) = \nabla(\nabla \cdot \mathbf{A}) - \nabla^2 \mathbf{A}$

一、判断题 (每题 2 分, 共 20 分, 填对、错, 或√、×):

1. 非线性电介质是指介电常数与频率具有非线性关系。 ()
2. 不考虑人为设置表面电流, 无源区两种媒质电导率为有限值时, 分界面上不存在面电流分布。 ()
3. 电场 $\mathbf{E} = (\mathbf{e}_x + j\mathbf{e}_y)e^{-j3x}$ 不是可能存在的均匀平面波。 ()
4. 时变场中理想导体内部电场为 0, 所以其表面是等位面。 ()
5. 电磁波进入导电媒质中传播时将发生色散。 ()
6. 满足麦克斯韦方程的电磁波一定满足波动方程。 ()
7. 在良导体中, 电磁波的趋肤深度随着频率的减小而减小。 ()
8. $\mathbf{E} = \mathbf{e}_x \cos(3t + 2z) + \mathbf{e}_y \sin(3t - 2z)$ 表示了一个驻波。 ()
9. 平面电磁波的相速代表了信息传递的速度, 因此不可能超过光速。 ()
10. 平均坡印廷矢量一定垂直于电场强度矢量及磁场强度矢量。 ()

二、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. 空气与电介质 ($\epsilon_r = 4$) 的分界面是 $z=0$ 的平面, 若空气中的电场强度为 $\mathbf{E} = \mathbf{e}_x 2 + \mathbf{e}_z 4 \text{ (V/m)}$, 则电介质中的电场强度为 _____ (V/m)。
2. 时变场在理想导体表面, 电场强度只有 _____ 分量, 磁场强度只有 _____ 分量。
3. 空气中的磁场强度为 $\mathbf{H} = \mathbf{e}_x 2 \cos(3 \times 10^9 t - 10y) \text{ (A/m)}$, 则能流密度矢量的方向为 _____, 位移电流密度为 _____ A/m^2 。
4. $\mathbf{E} = \mathbf{e}_x \cos(\omega t + \frac{\omega}{c} z) + \mathbf{e}_y 2 \cos(\omega t - \frac{\omega}{c} z)$ 所表征的电磁波为 _____ (行波、驻波、

行驻波), 驻波比值为 _____。

5. 海水的电导率为 $\sigma = 4 \text{ S/m}$ 、相对介电常数为 $\epsilon_r = 81$, 频率为 100 kHz 的电磁波在海水中的衰减系数为 _____ Np/m 。

6. $z=0$ 处平面导体下方空间 ($z < 0$) 的电位移矢量 $\mathbf{D} = 5\mathbf{e}_z \text{ (C/m}^2\text{)}$, 磁场强度 $\mathbf{H} = 3\mathbf{e}_x + 4\mathbf{e}_y \text{ (A/m)}$, 则导体下表面电流密度 $\mathbf{J}_s =$ _____, 面电荷密度 $\rho_s =$ _____。

三、简答题 (每题 5 分, 共 15 分)

1. 写出坡印廷定理的积分形式, 并解释其物理含义。
2. 解释引入矢量磁位求解时变电磁场问题时引入洛伦兹条件的意义。
3. 解释时变电磁场的唯一性定理? 它有何重要意义。

四、(20 分) 平行双直线传输线的导体导线半径为 a , 导线之间间距为 D , 放置在相对介电常数为 9 的电介质中, 求单位长度的电容与电感。

五、(15 分, 每题 3 分) 判断下列波的极化情况(如果是圆极化或椭圆极化请说明是左旋还是右旋), 其中 $k > 0$ 为波数。

1. $\mathbf{E} = \mathbf{e}_x e^{j20z} - \mathbf{e}_y j e^{j20z}$
2. $\mathbf{E}(z, t) = \mathbf{e}_x 15 \sin(\omega t - 10z) - \mathbf{e}_y 15 \cos(\omega t - 10z)$
3. $\mathbf{E} = 5(\mathbf{e}_x - j\mathbf{e}_y)e^{-j2z} + 4(\mathbf{e}_x + j\mathbf{e}_y)e^{-j2z} e^{j\frac{\pi}{6}}$
4. $\mathbf{E} = [2(1+j)\mathbf{e}_x + 2(1-j)\mathbf{e}_y]e^{-jkz}$;
5. $\mathbf{E}(x, t) = \mathbf{e}_y 3 \cos(\omega t - 50x - \frac{\pi}{6}) - \mathbf{e}_z 4 \cos(\omega t - 50x + \frac{\pi}{3})$

六、(15 分) 已知某 $\mu_r = 1$ 的理想媒质中传输频率为 500 MHz 的均匀平面电磁波, 电、磁场分别为 $\mathbf{E} = (2\mathbf{e}_x - \mathbf{e}_y + \mathbf{e}_z)e^{-jk \cdot \mathbf{r}} \text{ kV/m}$, $\mathbf{H} = (6\mathbf{e}_x + F\mathbf{e}_y - 3\mathbf{e}_z)e^{-jk \cdot \mathbf{r}} \text{ A/m}$, \mathbf{r} 为位置矢量, 求: (1) 常数 F 的值以及媒质的 ϵ_r ; (2) 矢量 \mathbf{k} ; (3) 平均坡印廷矢量。

七、(5 分) 写出位于坐标原点的点电荷 q 产生的电场强度, 并推导其旋度为 0。

八、(15分) 频率为 300MHz 的入射波由空气向理想介质半空间 ($z=0$, $\epsilon_2 = 9\epsilon_0$,

$\mu_2 = \mu_0$) 垂直入射, 已知透射波磁场为 $\mathbf{H}' = \frac{1}{\sqrt{2}}(\mathbf{e}_y - j\mathbf{e}_x)e^{-j\omega\sqrt{\mu_2\epsilon_2}z}$ A/m, 求: 反射波和入射波的电场强度和磁场强度以及透射波的电场强度。

九、(15分) 已知理想介质 $\epsilon = 1.2 \times 10^{-10}$ F/m、 $\mu = 3 \times 10^{-5}$ H/m 中无源区域传播的磁场表达式为 $\mathbf{H} = \mathbf{e}_z 2 \cos(10^{10}t) \cos(\beta x)$ A/m。求(1) β 值; (2) 场量 $\mathbf{B}, \mathbf{D}, \mathbf{E}$ 的表达式。

十、(10分) 以左旋圆极化波为例, 证明圆极化均匀平面电磁波的瞬时坡印廷矢量是一个不随时间变化的常矢量。