

2016 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, 写在本题答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: $\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} F/m$, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} H/m$, $\nabla \times (\nabla \times \bar{A}) = \nabla(\nabla \cdot \bar{A}) - \nabla^2 \bar{A}$

一、多项选择题 (20 分, 每题 4 分):

1. 下列矢量场的选项中有可能是有源区域中静电场或静磁场的有_____。

- A、散度为零、旋度为零。 B、散度为零、旋度不为零。
C、散度不为零、旋度为零。 D、散度不为零、旋度不为零。

2. 电磁波传播问题中 (无源区), 可能存在的均匀平面波有_____:

- A、 $\bar{E} = (\bar{e}_x + j\bar{e}_y)\exp(-j3z)$ B、 $\bar{E} = \bar{e}_x \sin(\pi y)\exp(-0.5z - j2z)$
C、 $\bar{E} = j\bar{e}_y \exp(-0.5z - j3z)$ D、 $\bar{E} = (\bar{e}_z + j\bar{e}_y)\exp(-j3z)$

3. 在良导体中, 电磁波的趋肤效应随着频率的减小而 1; 随着电导率和磁导率的减小而 2。下列答案中正确的有_____。

- A、1 增加 2 减小 B、1 增加 2 增加
C、1 减小 2 减小 D、1 减小 2 增加

4. 下列说法正确的有_____:

- A、均匀平面波垂直进入导电媒质中传播时, 将不再是均匀平面波。
B、均匀平面波进入导电媒质中传播时将发生色散。
C、满足麦克斯韦方程的电磁波一定满足波动方程。
D、满足泊松方程和同样形式的边界条件的两类物理问题, 它们的解的不一定相同。

5. 下列哪些场分量在 $a \times b \times l$ 的理想导体空腔内满足边界条件_____。(取直角坐标 a 边沿 x 轴; b 边沿 y 轴; l 边沿 z 轴。且 m, n, l 为整数)

- A、 $H_z = \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)\sin\left(\frac{n\pi}{b}y\right)\sin\left(\frac{p\pi}{l}z\right)$ B、 $E_z = \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)\sin\left(\frac{n\pi}{b}y\right)\cos\left(\frac{p\pi}{l}z\right)$
C、 $H_z = \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right)\cos\left(\frac{n\pi}{b}y\right)\sin\left(\frac{p\pi}{l}z\right)$ D、 $E_z = \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right)\sin\left(\frac{n\pi}{b}y\right)\sin\left(\frac{p\pi}{l}z\right)$

二、简答题 (每题 5 分, 共 15 分)

1. 写出时变电磁场麦克斯韦方程组的积分形式, 并解释其物理含义。
2. 解释引入矢量位求解电磁场问题时引入洛伦兹条件的意义。
3. 从麦克斯韦方程出发推导在有电荷密度 ρ 和电流密度 \bar{J} 的均匀无耗媒质中电荷守恒定律。

$$\nabla \cdot \bar{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

三、(20 分) 同轴线传输线, 内导体半径为 a , 外导体内半径为 b , 不计外导体厚度, 线间填充相对介电常数为 9 的电介质, 求单位长度上的电容和电感。

$$C = \frac{q}{l}$$

四、(25 分, 每题 5 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 为波数。

1、 $\bar{E} = (\bar{e}_x 10 - \bar{e}_y 10)e^{-jkz}$; $\phi_y - \phi_x = \pi$ 直线

2、 $\bar{E} = 5(\bar{e}_y + j\bar{e}_z)e^{-jkx}$; $\phi_z - \phi_y = \frac{\pi}{2}$ 右

3、 $\bar{E} = \left(3\bar{e}_x + \bar{e}_y + 4e^{j\frac{\pi}{6}}\bar{e}_z\right)e^{-jkz}$; $\phi_y - \phi_x = \frac{\pi}{6}$ 椭圆左

4、 $\bar{E} = E_m[2(1+j)\bar{e}_x + 2(1-j)\bar{e}_y]e^{-jkz}$; $\phi_y - \phi_x = -\pi$ 直线

5、 $\bar{E} = (-\bar{e}_x - \sqrt{5}\bar{e}_y + \sqrt{3}\bar{e}_z)e^{-j0.3\pi(2x - \sqrt{5}y - \sqrt{3}z)}$ 椭圆 $-\sqrt{5}\bar{e}_y + \sqrt{3}\bar{e}_z$ 右 $-\bar{e}_x$ 直线

五、(20 分) 某通信卫星信号在自由空间传播的电场强度为

$$\bar{E}(z) = [\bar{e}_x - \bar{e}_y(1+j)]e^{j50\pi z} \text{ V/m}$$

计算该电磁波的 (1) 频率及相应的磁场强度; (2) 平均能流密度矢量; (3) 空间电场的幅值。

六、(20分) 证明两种不同媒质分界面上电场的法向边界条件为 $\hat{n} \cdot (\bar{D}_1 - \bar{D}_2) = \rho_s$, 其中 \hat{n} 为分界面的法线单位矢量 (由媒质 2 指向媒质 1), ρ_s 为分界面上的面电荷密度。

$\nabla \cdot \rho$

七、(20分) 空气中有一平面波的电场为: $\bar{E} = \bar{e}_y 30\pi e^{j4\pi z}$ 求:

- 1、此平面波的传播方向和频率;
- 2、求对应磁场的复矢量和瞬时矢量表达式;
- 3、若此电磁波垂直入射到 $z=0$ 的理想介质 ($\epsilon = 4\epsilon_0, \mu = \mu_0$) 半空间平面上, 分别求入射波、反射波和透射波的平均坡印亭矢量, 给出入射波与透射波的功率之比, 并求空气中磁场最小点的位置。

八、(10分) 频率为 9.4GHz 的均匀平面波在聚乙烯中传播, 相对介电常数为 $\epsilon_r = 2.26$ 。若磁场的振幅为 7 mA/m, 求相速、波长、波阻抗和电场强度的幅值。