南京理工大学

2020 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：$\varepsilon_0=\dfrac{1}{36\pi}\times10^{-9}F/m$，　$\mu_0=4\pi\times10^{-7}H/m$　，$\nabla\times(\nabla\times\mathbf{A})=\nabla(\nabla\cdot\mathbf{A})-\nabla^2\mathbf{A}$

一、判断题（每题 2 分，共 20 分，填对、错，或✓、×）：

1. 标量场在空间的变化规律由其梯度来描述，而矢量场在空间的变化规律则通过场的散度和旋度来描述。
2. 静电场是无源无旋场，恒定磁场是无源有旋场。
3. 由 $\nabla\times\mathbf{H}=\mathbf{J}+\dfrac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}$ 可知，$\dfrac{\partial\mathbf{D}}{\partial t}$ 是磁场的涡旋源，表明时变电场产生时变磁场。
4. 磁通永远是连续的，磁场是无旋度场。
5. 静电场最基本的特征是对电荷没有作用力，这表明静电场不具有能量。
6. 平面电磁波的群速度最高可达到光速。
7. 任意的时变场在一定的条件下可通过傅里叶分析方法展开为不同频率的时谐场的叠加。
8. 理想介质中的均匀平面波的电场能量密度等于磁场能量密度，能量的传输速度小于相速。
9. 任何两个同频率、同传播方向且极化方向互相垂直的线极化波，当它们的振幅相同、相位差为±π/2 时，其合成波为圆极化波。
10. 随着频率的增高，电磁波的波长接近元件尺寸，由集中参数元件组成的振荡回路容易产生辐射，损耗增大。

二、填空题（每空 2 分，共 20 分）

1、海水的电导率为 $\sigma=4\,\mathrm{S/m}$、相对介电常数为 $\varepsilon_r=81$，频率为 $1\times10^6\mathrm{Hz}$ 的电磁波 $\mathbf{e}_xE_m\cos(\omega t)$ 在海水中的位移电流密度振幅为（ ），传导电流密度振幅为（ ）。

2、已知 $\mathbf{R}=\mathbf{e}_x(x-x')+\mathbf{e}_y(y-y)+\mathbf{e}_z(z-z')$，$R=|\mathbf{R}|$，则矢量 $\mathbf{D}=\dfrac{\mathbf{R}}{R^3}$ 在 $R\neq0$ 处的散度为（ ），旋度为（ ）。

3、磁感应强度 $\mathbf{B}$ 的单位是（　），或（　）。

4、在线性、各向同性媒质中，电磁场能量密度表示为（　　）。

5、Z<0 的区域的媒质参数为 $\varepsilon_1=\varepsilon_0$、$\mu_1=\mu_0$、$\sigma_1=0$，Z>0 的区域的媒质参数为 $\varepsilon_2=5\varepsilon_0$、$\mu_2=20\mu_0$、$\sigma_2=0$，若媒质 1 中的电场强度为 $\mathbf{E}_1(z,t)=\mathbf{e}_x[60\cos(15\times10^8t-5z)+20\cos(15\times10^8t+5z)]\ V/m$，媒质 2 中的电场强度为 $\mathbf{E}_2(z,t)=\mathbf{e}_xA\cos(15\times10^8t-50z)\ V/m$，则常数 A 为（ ）。

6、当反射系数 Γ＝0 ，驻波比 S ＝1 时，为（ ）（行波、驻波、行驻波），当反射系数 Γ＝±1 ，驻波比 S＝∞ 时，为（　）（行波、驻波、行驻波）。

三、简答题（每题 4 分，共 20 分）

1、简述亥姆霍兹定理的内容，它有何重要意义。

2、简述电荷、电流、电场、磁场之间的关系。

3、阐述传导电流与位移电流的产生原因，它们是否会产生热效应？并说明在绝缘介质、理想导体以及一般介质中的两种电流的存在情况。

4、写出时域和时谐麦克斯韦方程的微分表达式，并说明如果空间为线性媒质，它们解之间的关系。

5、写出洛伦兹条件的表达式，并给出在洛伦兹条件下，矢量位于标量位所满足的方程形式，并说明该方程的物理意义。

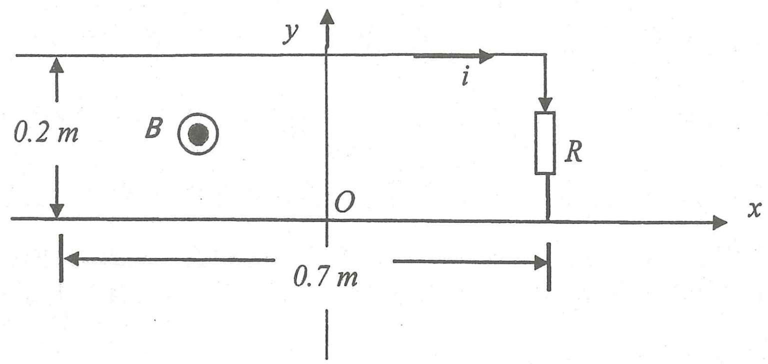
四、(20 分）证明：同轴线单位长度的静电储能 $W_e=\dfrac{q_l^2}{2C}$。其中，q_l 为单位长度上的电荷量，C 为单位长度上的电容。

五、(5 分）理想介质中的均匀平面波的电场和磁场分别为：

$$\boldsymbol{E}=\boldsymbol{e}_x10\cos(3\times10^7t-0.4z)V/m\quad \boldsymbol{H}=\boldsymbol{e}_y\frac{1}{6\pi}\cos(3\times10^7t-0.4z)A/m$$

试求该介质的相对磁导率和相对介电常数。

六、（10 分）一个导体划片在两根平行的轨道上滑动，整个装置位于正弦时变磁场$\boldsymbol{B}=\boldsymbol{e}_x 5\cos\omega t\ mT$之中，如图所示，滑片的位置由$x=0.35(1-\cos\omega t)\ m$确定，轨道终端接有电阻$R=0.2\ \Omega$，试求感应电流。



七、（10 分）在两导体平板（z=0 和 z=d）之间的空气中传播的电磁波，已知其电场强度为$\mathbf{E}=\mathbf{e}_y E_0 \sin(\frac{\pi}{d}z)\cos(\omega t-k_x x)$

式中的k_x为常数。试求（1）磁场强度$\mathbf{H}$；（2）两导体表面上的面电流密度$\mathbf{J}_s$

八、（每小题 3 分，15 分）判断下列波的极化情况(说明是：线极化，圆极化还是椭圆极化，如果是圆极化或椭圆极化请说明是左旋还是右旋)

（1）$\boldsymbol{E}(z,t)=\boldsymbol{e}_x 2\cos(\omega t-8z-\frac{\pi}{2})+\boldsymbol{e}_y 2\cos(\omega t-8z)$

（2）$\boldsymbol{E}(x,t)=\boldsymbol{e}_y 3\cos(\omega t-\beta x-30^\circ)-\boldsymbol{e}_z 5\cos(\omega t-\beta x+60^\circ)$

（3）$\boldsymbol{E}=(\boldsymbol{e}_x 4-\boldsymbol{e}_y 4)e^{-jkz}$

（4）$\mathbf{E}=\left(3\mathbf{e}_x+\mathbf{e}_y 4e^{j\frac{\pi}{6}}\right)e^{-jkz}$

（5）$\boldsymbol{E}=10\times[(1+j)\boldsymbol{e}_x+(1-j)\boldsymbol{e}_y]e^{-jkz}$

九、(15 分)：在自由空间传播的均匀平面波的电场强度复矢量为

$$\boldsymbol{E}=\boldsymbol{e}_x 10^{-4}e^{-j20\pi z}+\boldsymbol{e}_y 10^{-4}e^{-j(20\pi z-\frac{\pi}{2})}\quad (V/m)$$

求：

（1）平面波的传播方向、频率、波的极化方式、波长、相速、波矢量；

（2）磁场强度；

（3）流过与传播方向垂直的单位面积的平均功率。

十、(15 分）频率 f=300MHz 的 x 方向线极化均匀平面电磁波，沿 z 方向传播，其电场强度振幅值为 2V/m，从空气垂直入射到$\varepsilon_r=4$、$\mu_r=1$的理想介质平面上，

求：

（1）反射系数、透射系数、驻波比；

（2）入射波、反射波和透射波的电场与磁场；

（3）入射功率、反射功率和透射功率。