南京理工大学

2019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：$\varepsilon_0=\frac{1}{36\pi}\times10^{-9}F/m$，　$\mu_0=4\pi\times10^{-7}H/m$　，$\nabla\times(\nabla\times\mathrm{A})=\nabla(\nabla\cdot\mathrm{A})-\nabla^2\mathrm{A}$

一、判断题（每题2分，共20分，填对、错，或✓、×）：

1. 均匀平面电磁波在良导体中传播时电场能量和磁场能量相等。（　）
2. 静电场不仅是有源场，并且还是无旋场。（　）
3. 分析磁场时，引入磁矢势$\boldsymbol{A}$，并令$\boldsymbol{B}=\nabla\times\boldsymbol{A}$，这样做的依据是$\nabla\times\boldsymbol{B}=\mu(\boldsymbol{J}+\partial\boldsymbol{D}/\partial t)$。（　）
4. $\nabla\cdot\boldsymbol{D}=\rho$表明，电位移矢量仅由自由电荷决定。（　）
5. 均匀平面波在无界理想介质空间传播，电磁波的相速与频率有关。（　）
6. 平面电磁波的群速度，有可能超过光速。（　）
7. 在洛伦兹条件下，矢量位和标量位都满足达朗贝尔方程。（　）
8. 横电磁波是电场、磁场与传播方向相互垂直的均匀平面波。（　）
9. 对恒定磁场，公式$\nabla\times\boldsymbol{H}=\boldsymbol{J}$表明磁场强度矢量仅由自由电流决定（　）
10. 在导电媒质中，电磁波的相速度等于光速（　）

二、填空题（每空2分，共20分）

1、给定标量位$\varphi=x-ct$及矢量位$\boldsymbol{A}=\boldsymbol{e}_x(x/c-t)$，式中$c=1/\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$，则磁感应强度$\boldsymbol{B}=$__________，电场强度$\boldsymbol{E}=$__________。

2、均匀平面波从空气垂直入射到某电介质平面时，空气中的驻波比为3，介质平面上为驻波电场最小点，则介质分界面上反射系数为________。

3、均匀平面波在理想介质中传播，其电场振幅矢量为$\boldsymbol{E}_m=\boldsymbol{e}_x2+\boldsymbol{e}_y(-2)+\boldsymbol{e}_z$ (kV/m)，磁场振幅矢量为$\boldsymbol{H}_m=\boldsymbol{e}_x2+\boldsymbol{e}_y4+\boldsymbol{e}_z4$ (A/m)，则波传播方向的单位矢量$\boldsymbol{e}_k=$________，波阻抗$\eta=$________。

4、在照像机的镜头上有一种消除反射的敷层，称为1/4波长匹配层。现有频率为10 GHz的均匀平面波从空气垂直入射到$\varepsilon=4\varepsilon_0$、$\mu=\mu_0$的理想媒质平面上，为了消除反射，在媒质表面涂上1/4波长匹配层，该匹配层的相对介电常数为__________。

5、在线性、各向同性媒质中，电场能量密度w_e表示为________，磁场能量密度w_m表示为__________。

6、海水的电导率为$\sigma=4$ S/m、相对介电常数为$\varepsilon_r=81$，频率为5×10^6 Hz的电磁波在海水中的衰减系数为__________，趋肤深度为__________。

三、简答题（每题5分，共20分）

1、时变电磁场中，电介质的损耗特性是如何定义的？简述低频情况和高频情况下损耗特性的主要差别。

2、解释电磁波的极化概念。若两个相互垂直的线极化波叠加形成右旋圆极化波，需要满足那些条件？

3、镜像法求解的基本思想是什么？根据唯一性定理，确定镜像电荷的原则是什么？

4、写出复数形式的麦克斯韦方程组，并简述它与瞬时形式有何区别。

四、（10分）证明：在不同磁介质分面上，矢量磁位$\boldsymbol{A}$的切向分量是连续的。

五、（10分）证明：在有电荷密度ρ和电流密度$\boldsymbol{J}$的均匀无损耗媒质中，电场强度$\boldsymbol{E}$和磁场强度$\boldsymbol{H}$的波动方程是

$$\nabla^2\boldsymbol{E}-\mu\varepsilon\frac{\partial^2\boldsymbol{E}}{\partial t^2}=\mu\frac{\partial\boldsymbol{J}}{\partial t}+\nabla\left(\frac{\rho}{\varepsilon}\right),\qquad \nabla^2\boldsymbol{H}-\mu\varepsilon\frac{\partial^2\boldsymbol{H}}{\partial t^2}=-\nabla\times\boldsymbol{J}$$

六、（10分）理想介质（参数为$\mu=\mu_0,\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0,\sigma=0$）中有一均匀平面波沿$+x$方向传播，已知其电场瞬时值表达式为$\boldsymbol{E}(x,t)=\boldsymbol{e}_y377\cos(10^9t-5x)$。求：

（1）该理想介质的相对介电常数；

（2）与$\boldsymbol{E}(x,t)$相伴的$\boldsymbol{H}(x,t)$；

（3）该平面波的平均能流密度。

七、（15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)。

（1）$\mathrm{E}=\mathrm{e}_xe^{j20z}-\mathrm{e}_yje^{j20z}$

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

八、（10 分）同轴电缆的内导体半径为 a，外导体内半径为 c；内、外导体之间填充两层损耗介质，其介电常数分别为ε_1和ε_2，电导率分别为σ_1和σ_2，两层介质的分界面为同轴圆柱面，分界面半径为 b。当外加电压为U_0时，求：

（1）介质中电流密度和电场强度分布；

（2）同轴电缆单位长度的电容。

九、（10 分）无限大的介质中外加均匀电场$\boldsymbol{E}_0=\boldsymbol{e}_z E_0$，在介质中有一个半径为 a 的球形空腔。已知介质的介电常数为ε，求：

（1）空腔内、外的电场强度$\boldsymbol{E}$；

（2）空腔表面的极化电荷密度。

十、（10 分）由半径为 a 的两圆形导体平板构成一个平行板电容器，间距为 d，两板间充满介电常数为ε，电导率为σ的媒质。设两板间外加缓变电压$u=U_m\cos\omega t$，略去边缘效应，求：

（1）电容器内的瞬时坡印廷矢量和平均坡印廷矢量；

（2）进入电容器的平均功率。

十一、(15 分) 已知 z<0 区域中媒质 1 的参数：$\sigma_1=0$、$\varepsilon_{r1}=4$、$\mu_{r1}=1$；在 z>0 区域中媒质 2 的参数：$\sigma_2=0$、$\varepsilon_{r2}=10$、$\mu_{r2}=4$；一个角频率为$\omega=5\times10^8$ rad/s 的均匀平面波从媒质 1 垂直入射到分界面上。设入射波是沿 x 方向的线极化波，在$t=0$和$z=0$时入射波电场振幅为 2.4 V/m。求：

（1）相位常数β_1和β_2；

（2）反射系数Γ；

（3）媒质 1 和媒质 2 中的电场强度$\boldsymbol{E}_1(z,t)$和$\boldsymbol{E}_2(z,t)$。