电子科技大学 2018-2019 学年第二学期期末考试 A 卷

学院＿＿＿＿ 姓名＿＿＿＿ 学号＿＿＿＿ 任课教师＿＿＿＿ 考场教室＿＿＿＿ 座位号＿＿＿＿

……密……封……线……以……内……答……题……无……效……

考试科目：电磁场与波 B 考试形式：闭卷 考试日期：2019 年 6 月 27 日

本试卷由七部分构成，共七页。考试时长：120 分钟 注：可使用非存储功能的简易计算器

成绩构成比例：平时 50 %， 期末 50 %

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	合计
得分									

得 分

一、填空题（共 20 分，每空 1 分）

1. 导电媒质中的恒定电场（除电源外）是＿无散＿场和＿无旋＿场，时变磁场是＿有旋＿场和＿无散＿场。（请选择填写有散、无散、有旋、无旋）

2. 在两种理想介质的分界面处，电场强度的＿切向＿分量连续，磁场强度的＿切向＿分量连续；在理想介质与导电媒质的分界面处法向分量连续的场量是＿磁感应强度＿。

3. 一个圆柱形介质沿其轴向被均匀极化，极化强度为 $\vec{P}=P_0\vec{e}_z$，则介质中的极化电荷体密度为＿0＿，圆柱侧面上的极化电荷面密度为＿0＿，圆柱顶面上的极化电荷面密度为＿P_0＿。

5. 当均匀平面电磁波在良导体中传播时，电场和磁场的相位差为＿$\pi/4$＿，当电磁波的频率增大时，其相速度将＿增大＿，其趋肤深度将＿减小＿，良导体的本征阻抗将＿增大＿。

6. 当电磁波垂直入射到两种理想介质分界面时，入射波和反射波的合成波为＿行驻＿波，透射波为＿行＿波。

7. 已知真空中时变电磁场中电场强度为 $\vec{E}=\vec{e}_y E_0 \sin(\omega t)\sin(kz)$，与其对应的磁场强度瞬时值为＿$\vec{H}=-\vec{e}_x \dfrac{kE_0}{\omega\mu_0}\cos(\omega t)\cos(kz)$＿

位移电流瞬时值为 $\vec{J}_d=\vec{e}_y E_0\omega\cos(\omega t)\cos(kz)$＿，电场

强度的复矢量形式为$\vec{E}=\vec{e}_y E_0 e^{-j\frac{\pi}{2}}\cos(kz)$ ______________________。 穿过与波传播方向垂直的单位面积的平均功率为______0______________________。

得 分

二、选择题（共 20 分，每空 2 分）

1、真空中两个带等值异号电荷的点电荷，相距 1 米，则两个点电荷间的电势差（ B ）。

A. $\dfrac{q^2}{4\pi\varepsilon_0}$ B. $\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0}$ C. $\dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0}$

2、点电荷 q_1 置于未接地导体球壳外，为计算点电荷 q_1 所受到的电场力，需要设置（ B ）个镜像电荷。

A. 1 个 B. 2 个 C. 3 个

3、静电场中，N 个导体组成系统的电场能量为$W=\dfrac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} q_i\varphi_i$ 、其中φ_i是（ A）上电荷产生的电位。

A. 所有导体 B. 除第 i 个导体外的其他导体 C. 第 i 个导体

4、磁化强度的定义为单位体积内的磁偶极矩的矢量和，其单位为（ B ）。

A．A/m^2 B．A/m C. Wb/m^2

5、均匀平面波在导电媒质中传播时，电场能量密度（ A ）磁场能量密度。

A．小于 B. 相等 C. 不变

6、已知平面波电场$\vec{E}=E_0\vec{e}_x e^{-jkz}+\vec{e}_y jE_0 e^{-jkz}$，其极化方式为（ B ）。

A. 线极化波 B. 左旋圆极化波 C. 右旋圆极化波

7、在真空中，一均匀平面波的相位常数为 1rad/m，当该波进入到理想介质后，相位常数变为

座位号＿＿＿＿＿＿ 考场教室＿＿＿＿＿＿ 任课教师＿＿＿＿＿＿ 学 号＿＿＿＿＿＿ 姓 名＿＿＿＿＿＿ 学 院＿＿＿＿＿＿

密 封 线 以 内 答 题 无 效

2rad/m，已知该理想介质的相对磁导率为 1，则该理想介质的相对介电系数为（ C ）

A. 2　　B. 3　　C. 4

8、关于静电场中的导体电位，下列说法正确的是（ C ）。

A. 一个导体的电位为零，则该导体不带电。

B. 接地的导体都不带电。

C. 任何导体，即便它所带的电荷量不变，但它的电位也是可以变化的。

9、均匀平面波从一种理想介质（波阻抗为η_1）垂直入射到理想导体表面，则理想介质中合成波电场的振幅的第一个最大值出现在（ B ）

A. 分界面处　　B. 距离分界面$\lambda/4$处　　C. 距离分界面$\lambda/2$ 处

10、在$\varepsilon_r=9$，$\mu_r=1$，$\sigma=0$的介质中，均匀平面波电场强度的最大值为 377v/m，则磁场强度的最大值为（ C ）。

A. 1A/m　　B. 2A/m　　C. 3A/m

得 分

三、判断题（共 10 分，每题 1 分）

1、某空间如果存在时变的磁场，那么该空间必然存在感应的电场。（ √ ）

2、位移电流和传导电流一样，在导电媒质中都会产生焦耳损耗。（ × ）

3、镜像法的理论依据是惟一性定理。（ √ ）

4、在均匀的电介质中，极化电荷只能分布在电介质表面。（ × ）

5、当同轴线上的电流增大两倍时，单位长度同轴线的电感变为原来的1/2。（ × ）

6、按电场定义的反射系数与按磁场定义的反射系数完全相等。（ × ）

7、对于时变电磁场问题，良导体是指电导率$\sigma>>1$ 的导电媒质。（ × ）

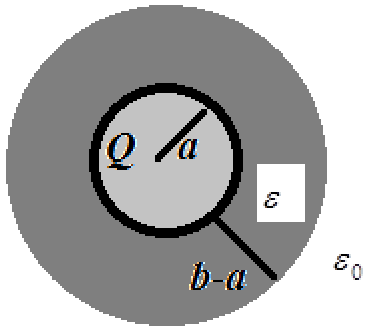
8、透射系数可以大于 1，所以透射波的平均功率密度可以大于入射波的平均功率密度（ × ）

9、在时变电磁场中引入位函数后，电场强度由标量位和矢量位共同确定。 （ √ ）

10、当左旋圆极化波从空气中垂直入射到理想导体表面上时，其反射波仍为左旋圆极化波。 （× ）

得 分

四、（10 分）真空中一个半径为 a 的导体球外套一层厚度为（b-a）的电介质球壳，电介质介电常数为 ε， 假设导体球带电量为 Q，求空间中任意一点的电场强度和电位。



解： 球内电场： $\vec{E}=0$ （1 分）

球外电场 $\vec{E}_1=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon r^2}\vec{e}_r \quad (a<r<b)$ （2 分）

$\vec{E}_2=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}\vec{e}_r \quad (b<r)$ （2 分）

球外电位： $\varphi=\int_r^\infty \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr \quad (b<r)$

$=\dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r}$ （2 分）

$$\varphi=\int_r^b \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^2}dr+\int_b^\infty \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr \quad (a<r<b)$$

$$=\frac{Q}{4\pi}\left(\frac{1}{\varepsilon r}-\frac{1}{\varepsilon b}+\frac{1}{\varepsilon_0 b}\right)$$ （2 分）

导体球电位

$$\varphi=\int_a^b \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^2}dr+\int_b^\infty \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}dr \quad (a<r<b)$$

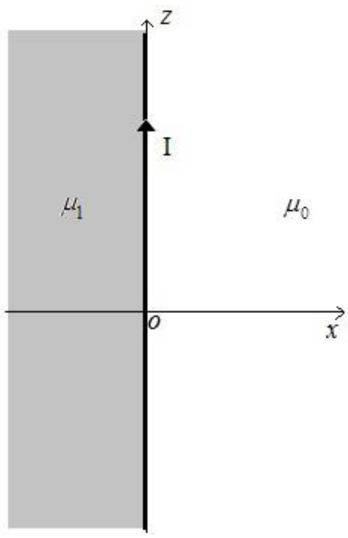
$$=\frac{Q}{4\pi}\left(\frac{1}{\varepsilon a}-\frac{1}{\varepsilon b}+\frac{1}{\varepsilon_0 b}\right)$$ （1 分）

得 分

五、（15 分）如图所示， 在 $x<0$ 的半空间内充满磁导率为 μ_1 的磁介质，$x>0$ 的半空间为真空，一无限长线电流 I 沿 z 轴流动，

试求：（1）各区域的磁感应强度和磁场强度

（2）分界面处的磁化电流面密度。



解： 根据边界面的边界条件

$$\vec{B}_1=\vec{B}_2=\vec{B} \qquad \text{（1 分）}$$

利用安培环路定理

$$(H_1+H_2)\pi r=I \qquad \text{（2 分）}$$

$$\left(\frac{B}{\mu_1}+\frac{B}{\mu_0}\right)\pi r=I \qquad \text{（1 分）}$$

$$\vec{B}=\frac{I}{\pi r}\frac{\mu_1\mu_0}{\mu_1+\mu_0}\vec{e}_\varphi \qquad \text{（2 分）}$$

$$\vec{H}_1=\frac{I}{\pi r}\frac{\mu_0}{\mu_1+\mu_0}\vec{e}_\varphi \quad (x<0) \qquad \text{(2 分)}$$

$$\vec{H}_2=\frac{I}{\pi r}\frac{\mu_1}{\mu_1+\mu_0}\vec{e}_\varphi \quad (x>0) \qquad \text{（2 分）}$$

$$\vec{M}_1=\left(\frac{\vec{B}}{\mu_0}-\vec{H}_1\right)=\frac{I}{\pi r}\frac{\mu_1-\mu_0}{\mu_1+\mu_0}\vec{e}_\varphi \quad (x<0) \qquad \text{（2 分）}$$

在分界面处，$\vec{e}_\varphi$与$\vec{e}_x$ 平行或反平行，所以 （1 分）

$$\vec{J}_{MS}=\vec{M}_1\times\vec{e}_x=0 \qquad \text{（2 分）}$$

得 分

六、（10 分）假设真空中一平面电磁波的波矢量 $\vec{k}=\pi(3\vec{e}_x+4\vec{e}_y)$ ，电场沿 z 轴方向极化方向，且其振幅为 10V/m。

试求：（1）电场强度的瞬时值表达式；

（2）相伴磁场的瞬时值表达式；

解：　波数 $k=\sqrt{9\pi^2+16\pi^2}=5\pi$　（1 分）

电磁波角频率　$\omega=kc=1.5\pi\times10^9\ \mathrm{rad/s}$　（1 分）

电磁波传播方向单位矢量　$\vec{e}_n=\dfrac{\vec{k}}{k}=(\dfrac{3}{5}\vec{e}_x+\dfrac{4}{5}\vec{e}_y)$　（1 分）

电场复矢量表达式　$\vec{E}=\vec{e}_z10e^{-j\vec{k}\cdot\vec{r}}=\vec{e}_z10e^{-j(3\pi x+4\pi y)}$　（1 分）

相伴的磁场　$\vec{H}=\dfrac{1}{\eta_0}\vec{e}_n\times\vec{E}=-\vec{e}_y\dfrac{1}{20\pi}e^{-j(3\pi x+4\pi y)}+\vec{e}_x\dfrac{1}{15\pi}e^{-j(3\pi x+4\pi y)}$（2 分）

相应的瞬时值表达式为

$$\vec{E}=\vec{e}_z10\cos(1.5\pi\times10^9t-3\pi x-4\pi y)$$

（2 分）

$$\vec{H}=-\vec{e}_y\frac{1}{20\pi}\cos(1.5\pi\times10^9t-3\pi x-4\pi y)+\vec{e}_x\frac{1}{15\pi}\cos(1.5\pi\times10^9t-3\pi x-4\pi y)$$

（2 分）

学院＿＿＿＿＿ 姓 名＿＿＿＿＿ 学 号＿＿＿＿＿ 任课教师＿＿＿＿＿ 考场教室＿＿＿＿＿ 座位号＿＿＿＿＿

密……封……线……以……内……答……题……无……效

得 分

七、（15 分）已知 z<0 的空间为真空，z>0 的空间为理想介质，一均匀平面波从真空垂直入射到理想介质($\varepsilon=\varepsilon_r\varepsilon_0,\mu=\mu_0,\sigma=0$) 表面上时，在 $z=-0.5\mathbf{m}$ 处，测得合成波电场振幅的一个最大值$\left|\vec{E}\right|_{\max}=10\mathbf{V/m}$，在 $z=-1\mathbf{m}$ 处，测得与其相邻的合成波电场振幅最小值$\left|\vec{E}\right|_{\min}=5\mathbf{V/m}$，试求：

（1） 电磁波的频率。

（2） 理想介质的相对介电常数。

（3） 入射波、反射波和透射波电场强度的振幅。

解： （1）$\lambda=4(z_{\max}-z_{\min})=2\mathrm{m}$ （ 2 分 ）

$$f=\frac{c}{\lambda}=1.5\times10^{8}\,\mathrm{Hz}$$ （1 分）

（2） $$s=\frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}=\frac{\left|\vec{E}_{\max}\right|}{\left|\vec{E}_{\min}\right|}=2$$ （2 分）

$|\Gamma|=\dfrac{1}{3}$ 且合成波最大值在距分界面$\dfrac{\lambda}{4}$处，故有$\Gamma=-\dfrac{1}{3}$ （2 分）

$$\Gamma=\frac{\eta_2-\eta_0}{\eta_2+\eta_0}=-\frac{1}{3}$$

$$\Gamma=\frac{\eta_2-\eta_0}{\eta_2+\eta_0}=-\frac{1}{3}\Rightarrow\eta_2=\frac{1}{2}\eta_0$$ （1 分）

$$\sqrt{\frac{1}{\varepsilon_r}}=\frac{1}{2}\Rightarrow\varepsilon_r=4$$ （2 分）

（3） $$\left|\vec{E}_{\max}\right|=E_{im}(1+|\Gamma|)\Rightarrow E_{im}=\frac{3}{4}\left|\vec{E}_{\max}\right|=7.5\mathrm{V/m}$$ （2 分）

$$E_{rm}=|\Gamma|E_{im}=2.5\mathrm{V/m}$$ （1 分）

$$\tau = 1 + \Gamma = \frac{2}{3}$$ （1 分）

$$E_{tm} = |\tau| E_{im} = 5\text{V/m}$$ （1 分）