课程测试（时长60分钟）

一、填空题（每题2分，共34分）

1. 在均匀平面波的分析中，若媒质为导电媒质，则其中的传导电流密度与位移电流密度的相位差大小为__$\frac{\pi}{2}$或90^0__；若媒质为良导体，则电场强度与磁场强度的相位差大小为_$\frac{\pi}{4}$或45^0_；若媒质为理想介质，则电场强度与磁场强度的相位差大小为__0__。

2. 表征电磁能量守恒关系的坡印廷定理中，表示单位时间体积V内的电磁能量减少量的表达式为___$-\frac{d}{dt}\int_V\left(\frac{1}{2}\vec{E}\cdot\vec{D}+\frac{1}{2}\vec{H}\cdot\vec{B}\right)dV$__，表示单位时间通过曲面S从体积V内流出的电磁能量的表达式为____$\oint_s\left(\vec{E}\times\vec{H}\right)\cdot d\vec{S}$__。

3. 均匀平面波在良导体中传播，其趋肤深度为2mm。那么将均匀平面波的频率增大为原来的4倍，此时该均匀平面波的趋肤深度为__1mm__，衰减常数$\alpha=$__1000__Np/m，相位常数$\beta\approx$__1000__rad/m。

4. 一均匀平面波在空气中传播，其电场强度矢量的瞬时表达式为$\vec{E}(z,t)=\vec{e}_x 5\sin(\omega t+4\pi z)$ V/m，平均坡印廷矢量为$\vec{S}_{av}=$_$-\vec{e}_z\frac{5}{48\pi}$__$\mathrm{W/m^2}$。

5. 已知空气中的平面波$\vec{E}=\vec{e}_y E_m e^{j\pi(8x-6z)}$，则该平面波传播方向的单位矢量$\vec{e}_n=$_$-\frac{4}{5}\vec{e}_x+\frac{3}{5}\vec{e}_z$__，波长为$\lambda=$__0.2m或1/5m__。

6. 均匀平面波从空气垂直入射到无耗媒质(ε=4ε_0，μ=μ_0，σ=0)表面上时，反射系数$\Gamma=$_$-\frac{1}{3}$_，透射系数$\tau=$___$\frac{2}{3}$___。

二、选择题（每题3分，共18分）

1. 一均匀平面波从理想介质（$\mu=\mu_0,\varepsilon$=4ε_0）斜入射到空气中，发生全反射的

临界角$\theta_c=$（ D ）

A. $\arctan(4)$　B. $\arctan\left(\frac{1}{2}\right)$　C. $\arcsin\left(\frac{1}{4}\right)$　D. $\arcsin\left(\frac{1}{2}\right)$

2. 下列表达式中表示纯驻波的是（ A ）。

A. $E_m \sin\beta z \sin\omega t$　B. $E_m \cos(\omega t-\beta z)$

C. $E_m e^{\alpha x}\cos(\omega t+\beta z)$　D. $E_m \sin(\omega t-\beta z)$

3. 均匀平面波从自由空间垂直入射到理想介质表面上，自由空间中合成波的驻波系数为3，则反射波的平均能流密度是入射波的（ D ）倍

A. 2　B. 4　C. 1/2　D. 1/4　E. 1

4. 海水的媒质参数为$\varepsilon_r=81$，$\mu_r=1$，$\sigma=4$ S/m，频率为10 kHz的电磁波在海水中传播时，可以被视为（ B ）。

A. 弱导电媒质　B. 良导体　C. 理想导体　D. 理想介质

5. 均匀平面波的电场强度为$\vec{E}(y)=\vec{e}_x 5e^{j\pi y}+\vec{e}_z Ae^{j\pi y}$，当常数 A=(B)时，其极化方式为右旋圆极化波。

A. -5　B. -5j　C. 5　D. 5j

6、均匀平面波从一种理想介质（波阻抗为η1）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 λ/4 处　C. 距离分界面 λ/2 处

三、计算题（每题24分，共48分）

1. 一右旋圆极化波垂直入射至位于 z=0 的理想导体板上，其电场强度的复数形式为 $\bar{E}_i(z)=E_0(\bar{e}_x-j\bar{e}_y)e^{-j\beta z}$

（1） 求反射波的电场并确定极化；

（2） 求导体板上的电流密度（复数形式）；

（3） 写出总电场强度的瞬时表达式。

解：（1）由理想导体表面电场所满足的边界条件，有$\Gamma=-1$

所以得 $\bar{E}_r(z)=E_0(-\bar{e}_x+j\bar{e}_y)e^{j\beta z}$

这是一个沿$(-\bar{e}_z)$方向传播的左旋圆极化波。

（2）又由理想导体表面磁场所满足的边界条件 $\vec{e}_n \times (\vec{H}_2 - \vec{H}_1) = \vec{J}_s$

$\vec{e}_n = -\vec{e}_z$，则 $-\vec{e}_z \times \left[\vec{H}_i(z) + \vec{H}_r(r)\right]_{z=0} = \vec{J}_s$

而 $H_i(z) = \dfrac{1}{\eta}\vec{e}_z \times \vec{E}_i(z) = \dfrac{E_0}{\eta_0}(j\vec{e}_x + \vec{e}_y)e^{-j\beta z}$；

$$H_r(z) = \frac{1}{\eta}(-\vec{e}_z) \times \vec{E}_r(z) = \frac{E_0}{\eta_0}(j\vec{e}_x + \vec{e}_y)e^{j\beta z}$$

于是 $\vec{J}_s = -\vec{e}_z \times \left[\vec{H}_i(z) + \vec{H}_r(r)\right]_{z=0} = -\vec{e}_z \times \dfrac{2E_0}{\eta_0}(j\vec{e}_x + \vec{e}_y) = \dfrac{2E_0}{\eta_0}(\vec{e}_x - j\vec{e}_y)$

（3）z<0 区域的总电场强度

$$\begin{aligned}
\vec{E}_{合}(z,t) &= \mathrm{Re}\left\{\left[\vec{E}_i(z) + \vec{E}_r(z)\right]e^{j\omega t}\right\} \\
&= \mathrm{Re}\left\{E_0\left[(\vec{e}_x - j\vec{e}_y)e^{-j\beta z} + (-\vec{e}_x + j\vec{e}_y)e^{j\beta z}\right]e^{j\omega t}\right\} \\
&= \mathrm{Re}\left\{E_0\left[-2j(\vec{e}_x - j\vec{e}_y)\sin\beta z\right]e^{j\omega t}\right\} \\
&= 2E_0 \sin\beta z(\vec{e}_x \sin\omega t - \vec{e}_y \cos\omega t)
\end{aligned}$$

2. 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=-0.5m 处，测得合成波电场振幅的一个最大值为$\left|\vec{E}_{\max}\right| = 10V/m$，在 z=-1m 处，测得与其相邻的合成波电场振幅最小值为$\left|\vec{E}_{\min}\right| = 5V/m$，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）$\lambda = 4\left(z_{\max} - z_{\min}\right) = 2m$

$$f = \frac{c}{\lambda} = 1.5 \times 10^8 Hz$$

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

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

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

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

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

$$E_{rm}=\left|\Gamma\right|E_{im}=2.5V/m$$

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

$$E_{tm}=\left|\tau\right|E_{im}=5V/m$$