《电磁场与波》阶段测试二

一、选择题（每题 2 分，共 20 分）

1. 海水的电导率$\sigma = 4S/m$，相对电容率$\varepsilon_r = 81$，当频率为 10GHz 时，海水的等效复电容率ε_c为（　C　）。

   A. $81\varepsilon_0 + j\dfrac{4}{2\pi\times10^9}\ \ F/m$　　B. $4\varepsilon_0 + j\dfrac{81}{2\pi\times10^9}\ \ F/m$

   C. $81\varepsilon_0 - j\dfrac{4}{2\pi\times10^{10}}\ \ F/m$

2. 对于时谐电磁场，$\vec{S}$，$\vec{S}_{av}$分别表示能流密度矢量以及平均能流密度矢量，以下公式错误的是（　　C　　）。

   A. $\vec{S}_{av} = \dfrac{1}{2}\mathrm{Re}(\vec{E}\times\vec{H}^*)$　B. $\vec{S}_{av} = \dfrac{1}{T}\int_0^T \vec{S}dt$　C. $\vec{S} = \mathrm{Re}(\vec{S}_{av}e^{j\omega t})$

3. 下面不属于均匀平面波的特点的是（　D　　）。

   A.等相位面为平面　B.满足一维波动方程　C. 为横电磁波　D. 各点电场不变

4. 下列电场表达式中，表示均匀球面波的是（　　）。

   A. $\mathrm{E_m}\,e^{-\alpha x}\cos\left(\omega t-\beta z\right)$　　B. $\mathrm{E_m}\cos\left(\omega t-\beta z\right)$

   C. $\dfrac{\mathrm{E_m}}{r}\cos\left(\omega t-\beta r\right)$　　D. $\dfrac{\mathrm{E_m}}{r}\sin\theta\cos\left(\omega t-\beta r\right)$

5. 下列选项中，只有（　C　）才是自由空间均匀平面波电场的正确表示式。

   A. $\overline{E} = \overline{e_x}10\cos(2\pi\times10^8 t - 2\pi z)$　　B. $\overline{E} = \overline{e_x}10\cos(2\pi\times10^8 t - \pi z)$

   C. $\overline{E} = \overline{e_x}10\cos(2\pi\times10^8 t - \dfrac{2\pi}{3}z)$

6. 在真空中，某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 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

7. 海水的媒质参数为 εr = 81，μr = 1，　σ =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. 理想介质

8. 频率 $f=100\text{kHz}$ 的均匀平面波在海水（介电常数 $\varepsilon = 81\varepsilon_0 = \dfrac{9}{4\pi}\times 10^{-9}\ \text{F/m}$、磁导率 $\mu=\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ \text{H/m}$、电导率 $\sigma = 4\ \text{S/m}$）中传播时，趋肤深度（或穿透深度）$\delta \approx$（ C ）。

A. $\dfrac{5\sqrt{2}}{4\pi}\text{m}$ B. $\dfrac{2\sqrt{2}\pi}{5}\text{m}$； C. $\dfrac{5}{2\pi}\text{m}$； D. $\dfrac{2\pi}{5}\text{m}$

9. 下列说法错误的是（ D ）。

A. 两个振幅不相等的线极化波不能合成为一个圆极化波；

B. 任意极化的电磁波都可以分解为两个线极化波的叠加；

C. 一个线极化波可以分解为两个圆极化波的叠加；

D. 在理想介质中传播的圆极化波，其瞬时坡印亭矢量与时间和距离相关。

10. 已知自由空间中均匀平面波的电场强度为 $\vec{E}(\vec{r}) = [\vec{e}_x\sqrt{5} - j(\vec{e}_y + \vec{e}_z 2)]\text{e}^{-j\pi(z-2y)}$，则此波极化方式为（ B ）。

A.左旋圆极化 B.右旋圆极化 C. 右旋椭圆极化 D. 左旋椭圆极化

二、填空题（每空 2 分，共 20 分）

1. 无源区复数形式的麦克斯韦微分方程组是 $\underline{\nabla\times\vec{H} = j\omega\vec{D}}$、$\underline{\nabla\times\vec{E} = -j\omega\vec{B}}$、$\underline{\nabla\bullet\vec{B}=0}$、$\underline{\nabla\cdot\vec{D}=0}$。

2. 高频下介质的磁能损耗问题可以用 <u>（复磁导率）</u>(填一种媒质的电磁特性参数)解释。

3. 在自由空间传播的均匀平面波的磁场强度的复数表示式为

$\vec{H} = (\vec{e}_x 2e^{-j40^\circ} - \vec{e}_y 3e^{-j20^\circ})e^{-j0.07z}$，其角频率 $\omega =$ ____ 0.21×10^8 rad/s ____。

4. 已知无限大媒质参数为 $\varepsilon_r = 4, \mu_r = 1, \sigma = 0$，则在其中传播的均匀平面电磁波电场、磁场幅度之比为 $\underline{60\pi}$，电磁波传播的相速度为 $\underline{1.5\times10^8}$ m/s。

5. 在导电媒质中传播的电磁波，其电场相位 <u>超前</u>（超前、滞后）于磁场相位，波的传播相速与频率 <u>有关</u>（有关，无关）。

三、计算题（20 分）

1. 已知自由空间中传播的均匀平面波的电场表达式为：

$\vec{E}(\vec{r}) = (\vec{e}_x + \vec{e}_y E_y)e^{-j(x+y+z)}\text{V/m}$

求：（1）电磁波的传播方向；（3 分） （2）确定待定系数 E_y；（3 分）

（3）电磁波的波长λ；（3 分）　　（4）判断波的极化状态；（3 分）

（5）电磁波相伴的磁场$\vec{H}(\vec{r},t)$；（4 分）

（6）电磁波的瞬时坡印廷矢量和平均坡印廷矢量。（4 分）

解：（1）$\vec{k}\bullet\vec{r}=x+y+z$，有传播方向为$\overline{e_k}=\dfrac{\sqrt{3}}{3}(\vec{e}_x+\vec{e}_y+\vec{e}_z)$　　-------3 分

（2）　由均匀平面波性质$\vec{E}\perp\vec{k}\Rightarrow\vec{E}\bullet\vec{k}=0$

所有$1+E_y=0\Rightarrow E_y=-1$　　（3 分）

（3）由题意，$k=\sqrt{3}$

$$\lambda=\frac{2\pi}{k}=\frac{2\sqrt{3}}{3}\pi(m)$$　　（3 分）

（4）线极化　　（3 分）

（5）$\vec{H}(\vec{r})=\dfrac{1}{\eta}\hat{k}\times\vec{E}=\dfrac{1}{120\pi}\dfrac{\sqrt{3}}{3}(\vec{e}_x+\vec{e}_y+\vec{e}_z)\times(\vec{e}_x-\vec{e}_y)e^{-j(x+y+z)}$

$$=\frac{\sqrt{3}}{360\pi}(\vec{e}_x+\vec{e}_y-2\vec{e}_z)e^{-j(x+y+z)}$$

角频率$\omega=\dfrac{k}{\sqrt{\mu\varepsilon}}=3\sqrt{3}\times10^8 rad/s$，则

$$\vec{H}(\vec{r},t)=\frac{\sqrt{3}}{360\pi}(\vec{e}_x+\vec{e}_y-2\vec{e}_z)\cos[3\sqrt{3}\times10^8t-(x+y+z)]$$　　（4 分）

（6）

$$\vec{S}(t)=\vec{E}(\vec{r},t)\times\vec{H}(\vec{r},t)=\frac{\sqrt{3}}{180\pi}(\vec{e}_x+\vec{e}_y+\vec{e}_z)\cos^2[3\sqrt{3}\times10^8t-(x+y+z)]$$（2 分）

$$\vec{S}_{av}=\frac{1}{2}\mathrm{Re}[\vec{E}\times\vec{H}^*]=\frac{\sqrt{3}}{360\pi}(\vec{e}_x+\vec{e}_y+\vec{e}_z)$$　　（2 分）