《电磁场与波》阶段测试二答案

一、选择题

1. 静电场中，引入电位函数的依据是（ A ）。

A. $\nabla\times\vec{E}=0$ B. $\nabla\cdot\vec{D}=0$ C. $\nabla\cdot\vec{J}=0$

2. 如果某一点的电场为零，则该点的电位（ B ）。

A.一定为零 B.不一定为零 C.为无穷大

3. 关于恒定电场中的均匀导电媒质（$0<\sigma<\infty$），下列说法正确的是（ C ）。

A. 内部电场为零 B. 是等势体

C. 不是等势体 D．内部有体电荷分布

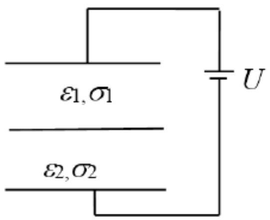
4. 关于坡印廷矢量，以下描述正确的是（ C ）。

A. 单位为 W/m^3

B. 方向与电场方向平行

C. 方向与磁场方向垂直

5. 平板电容器内填充两层导电媒质，外加电压 U，如下图所示，若介电常数 $\varepsilon_1<\varepsilon_2$，电导率 $\sigma_1>\sigma_2$，则在两种媒质的分界面上（ A ）。



A. $D_1<D_2, E_1<E_2, J_1=J_2$

B. $D_1=D_2, E_1>E_2, J_1>J_2$

C. $D_1>D_2, E_1<E_2, E_1=E_2$

6. 时变电磁场中，为保证位函数唯一引入的洛伦兹规范为（ C ）。

A. $\nabla\cdot A=0$ B. $\nabla\cdot\vec{A}=\varepsilon\mu\dfrac{\partial\varphi}{\partial t}$ C. $\nabla\cdot\vec{A}=-\varepsilon\mu\dfrac{\partial\varphi}{\partial t}$

7. 已知导体材料磁导率为 μ，介电常数为 ε，以该材料制成的半径为 a 的长直导线的单位长度内自感为（ B ）。

A. $\dfrac{1}{8\pi\mu}$ B. $\dfrac{\mu}{8\pi}$ C. $\dfrac{1}{8\pi\varepsilon}$

8. 已知真空中某时谐电场为 $\vec{E}=\vec{e}_x jE_0\sin(k_0 z)$，则对应的位移电流为（ B ）。

A. $\vec{J}_d=\vec{e}_x j\omega\varepsilon_0 E_0 k_0\cos(k_0 z)$ B. $\vec{J}_d=-\vec{e}_x\omega\varepsilon_0 E_0\sin(k_0 z)$

C. $\vec{J}_d=\vec{e}_x\omega\varepsilon_0 E_0\sin(k_0 z)$

9. 坡印廷定理是关于电磁能量转换过程的能量守恒定律。其中（ D ）表示单位时间进入 S 面包围的有限空间体积 V 中的电磁能量，（ C ）表示单位时间内体积 V 中电磁能量的损耗，（ B ）表示体积 V 中的电磁能量 。

A. $\dfrac{\partial}{\partial t}\int_V\left(\dfrac{1}{2}\vec{H}\cdot\vec{B}+\dfrac{1}{2}\vec{E}\cdot\vec{D}\right)\mathrm{d}V$ B. $\int_V\left(\dfrac{1}{2}\vec{H}\cdot\vec{B}+\dfrac{1}{2}\vec{E}\cdot\vec{D}\right)\mathrm{d}V$ C. $\int_V\vec{E}\cdot\vec{J}\,\mathrm{d}V$

D. $-\oint\left(\vec{E}\times\vec{H}\right)\cdot\mathrm{d}\vec{S}$ E. $\oint\left(\vec{E}\times\vec{H}\right)\cdot\mathrm{d}\vec{S}$

10. 恒定电流场中，不同导电媒质分界面上自由电荷面密度 $\rho=0$ 的条件为（ A ）。

A. $\dfrac{\sigma_1}{\sigma_2}=\dfrac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ B. $\dfrac{\sigma_1}{\sigma_2}=\dfrac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$ C. $\dfrac{\sigma_1}{\sigma_2}=\varepsilon_2\varepsilon_1$

11. 在时谐电磁场中，引入位函数后，电场的表达式为（ B ）。

A． $\vec{E}=-\nabla\varphi$ B． $\vec{E}=-\nabla\varphi-j\omega\vec{A}$

C． $\vec{E}=-\nabla\varphi+j\omega\vec{A}$

12. 已知海水的媒质参数为（$\varepsilon_r=81,\mu_r=1,\sigma=4S/m$），针对频率为 1MHz 的电磁波，海水为（ B ）。

A． 良绝缘体 B． 良导体 C． 一般导电媒质

13. （电磁场与波 B 的同学解答）电介质的极化程度取决于（ C ）。

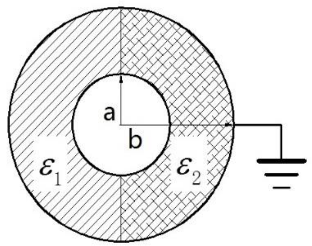
A.外加电场 B.极化电场 C. 外加电场和极化电场之和

13. （电磁场与波和电磁场理论的同学解答）两个夹角为$\dfrac{\pi}{n}$（n 为整数）的半无限大接地导体板间有一点电荷 q，则与其电性相同的镜像电荷个数为（ C ）。

A．$2n$-1 B. n C. n-1

二、计算题

1. 已知一个球形电容器，其内外导体半径分别为 a 和 b。电容器内填充有介电常数分别为 $\varepsilon_1,\varepsilon_2$ 电介质。假设内导体带电荷 q ，外球接地，如下图所示，求电容器两球壳间的①电场分布；②电位分布；③电容；④电场能量。



解：（ 1）电容器两球壳间的电场分布：
由高斯定理：

$$\oint_s \vec{D}\bullet d\vec{s}=2\pi r^2\left(\vec{D}_1+\vec{D}_2\right)=q \qquad （4 分）$$

由 $\vec{D}_1=\varepsilon_1\vec{E}_1$、$\vec{D}_2=\varepsilon_2\vec{E}_2$ 以及 $\vec{E}_1=\vec{E}_2=\vec{E}$， （2 分）

可得两球壳间的电场强度为 $\vec{E}(r)=\vec{e}_r\dfrac{q}{2\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)r^2}$ （2 分）

（2）电容器两球壳间的电位分布为：

$$\varphi(r)=\int_r^b\vec{E}(r)\bullet d\vec{r}=\frac{q}{2\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)}\int_r^b\frac{1}{r^2}dr=\frac{q(b-r)}{2\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)br} \qquad （3 分）$$

内外导体间的电位差为：

$$U=\int_a^b\vec{E}(r)\bullet d\vec{r}=\frac{q}{2\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)}\int_a^b\frac{1}{r^2}dr=\frac{q(b-a)}{2\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)ba} \qquad （3 分）$$

（3）电容器两球壳间的电容为 $C=\dfrac{q}{U}=\dfrac{2\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)ba}{(b-a)}$ （3 分）

（4）电容器两球壳间的电场能量为 $W_e=\dfrac{1}{2}qU=\dfrac{q^2(b-a)}{4\pi\left(\varepsilon_1+\varepsilon_2\right)ba}$ （3 分）

2. 无源空间中（媒质参数为 $\varepsilon,\mu,\sigma=0$），已知时谐电场的复数表示式为 $\vec{H}(z)=10(\vec{e}_x+j\vec{e}_y)e^{-j25z}$ v/m，角频率为 ω，试求出：（1）对应电场的瞬时值表达式；（2）瞬时坡印廷矢量；（3）平均坡印廷矢量。

解：(1) $\nabla\times\vec{H}=j\omega\varepsilon\vec{E}$ （2 分）

$$\vec{E}(z)=\frac{1}{j\omega\varepsilon}\nabla\times\vec{H}=\frac{1}{j\omega\varepsilon}(\vec{e}_x\frac{\partial}{\partial x}+\vec{e}_y\frac{\partial}{\partial y}+\vec{e}_z\frac{\partial}{\partial z})\times10(\vec{e}_x+j\vec{e}_y)e^{-j25z} \qquad （4 分）$$

$$\vec{E}(z)=\frac{10}{j\omega\varepsilon}(-j25)(\vec{e}_y-j\vec{e}_x)e^{-j25z}=\frac{250}{\omega\varepsilon}(j\vec{e}_x-\vec{e}_y)e^{-j25z}$$ （4 分）

电场的瞬时值为

$$\vec{E}(z,t)=\mathrm{Re}\left[\frac{250}{\omega\varepsilon}(j\vec{e}_x-\vec{e}_y)e^{-j25z}e^{j\omega t}\right]=-\vec{e}_x\frac{250}{\omega\varepsilon}\sin(\omega t-25z)-\vec{e}_y\frac{250}{\omega\varepsilon}\cos(\omega t-25z)$$

（2 分）

(2)

$$\vec{H}(z,t)=\mathrm{Re}\left[10(\vec{e}_x+j\vec{e}_y)e^{-j25z}e^{j\omega t}\right]=\vec{e}_x10\cos(\omega t-25z)-\vec{e}_y10\sin(\omega t-25z)$$

（2 分）

瞬时坡印廷矢量

$$\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}=(-\vec{e}_x\frac{250}{\omega\varepsilon}\sin(\omega t-25z)-\vec{e}_y\frac{250}{\omega\varepsilon}\cos(\omega t-25z))$$

$$\times(\vec{e}_x10\cos(\omega t-25z)-\vec{e}_y10\sin(\omega t-25z))=\vec{e}_z\frac{2500}{\omega\varepsilon}$$ （3 分）

（3）平均坡印廷矢量

$$\vec{S}_{av}=\frac{1}{2}\mathrm{Re}\left[\vec{E}\times\vec{H}^*\right]=[(j\vec{e}_x\frac{250}{\omega\varepsilon}-\vec{e}_y\frac{250}{\omega\varepsilon})e^{-j25z}\times(\vec{e}_x10-j\vec{e}_y10)e^{j25z}]$$

$$=\vec{e}_z\frac{2500}{\omega\varepsilon}$$ （3 分）

3.　无源空间中（媒质参数为$\varepsilon,\mu,\sigma=0$），已知时谐磁场的复数表示式为

$\vec{H}(z)=10(\vec{e}_x+j\vec{e}_y)e^{-j25z}$ A/m，试求出：（1）对应电场的瞬时值表达式；

（2）瞬时坡印廷矢量；（3）平均坡印廷矢量。