第一章节 矢量分析测试

一．填空题（每空5分）

1. 矢量场的散度定理为（　　　　　　），斯托克斯定理为（　　　　　　　　）。
2. 矢量场$\bar{A}$满足（　　　　　）时，可用一个标量场的梯度表示。
3. 矢量场$\bar{A}$满足（　　　　　）时，可用一个矢量场的旋度表示。
4. 拉普拉斯算符Δ是一个矢性算符，在直角坐标系中$\Delta=$（　　　　　　　）。

二、简答题（每题10分）

1. 矢量场通量的值为正、负或零分别表示什么意义？
2. 什么是矢量的环流？环流的值为正、负或零分别表示什么意义？

三、判断分析题（10分）

1. 如果$\bar{A}\cdot\bar{B}=\bar{A}\cdot\bar{C}$，是否意味着$\bar{B}=\bar{C}$？为什么？

四、计算题（每问15分）

1. 点电荷q在离其r处产生的电通密度为$\bar{D}=\frac{q}{4\pi r^3}\bar{r}(r\neq 0)$，$\bar{D}=\varepsilon\bar{E}$, 其中$\bar{r}=\hat{x}x+\hat{y}y+\bar{z}z$ ，摸$r=\sqrt{x^2+y^2+z^2}$。求：（1）任一点处$(r\neq 0)$电场强度的旋度$\nabla\times\bar{E}$；（2）任一点处$(r\neq 0)$电通密度的散度$\nabla\cdot\bar{D}$，并求穿出以r为半径的球面的电通量ψ_e。

已知$\vec{A}=\overrightarrow{e_x}-9\overrightarrow{e_y}-\overrightarrow{e_z}$，$\vec{B}=2\overrightarrow{e_x}-4\overrightarrow{e_y}+3\overrightarrow{e_z}$，
求：（a）$\vec{A}+\vec{B}$;（b）$\vec{A}-\vec{B}$;（c）$\vec{A}\cdot\vec{B}$;（d）$\vec{A}\times\vec{B}$。

第二章

一、填空题（每空 3 分，共 15 分）

1.有面电流$\bar{J}_s$的不同介质分界面上，恒定磁场的边界条件为（　　）（　　）。

2.理想介质中，时变电磁场的$\bar{E}=$（　　），$\bar{H}=$（　　）。

3.均匀平面电磁波的电场强度$\bar{E}$、磁场强度$\bar{H}$、波印廷矢量$\bar{S}$之间的关系（　　）。

二、选择题（每题 5 分，共 25 分）

1.在$\bar{E}=0,\bar{H}\neq 0$的磁介质区域中的磁场满足下列方程（　）。

A. $\nabla\times\bar{H}=0$，$\nabla\cdot\bar{H}=0$　　B. $\nabla\times\bar{H}=0$，$\nabla\cdot\bar{H}\neq 0$

C. $\nabla\times\bar{H}\neq 0$，$\nabla\cdot\bar{H}=0$　　D. $\nabla\times\bar{H}\neq 0$，$\nabla\cdot\bar{H}\neq 0$

2.对于各向同性介质，若磁导率为μ，则能量密度为w_m（　　）

A. $\bar{H}$　　B. $\bar{H}^2$

C. $\mu\bar{H}^2$　　D. $\frac{1}{2}\mu\bar{H}^2$

3.位移电流不同于真实电流的地方在于（　　）

A.位移电流不会产生磁场

B. 移电流不会产生电场

C. 移电流不会产生焦耳热

D. 移电流的方向与真实电流的方向规定不一致

4.波印廷矢量$\bar{S}=\bar{E}\times\bar{H}$的物理意义是（　　）

A.电磁波单位时间内在传播方向上的面能量密度

B.电磁波单位时间内在传播方向上的体能量密度

C.电磁波在传播方向上的体能量密度

D.电磁波单位时间内在传播方向上的能量

5.对于各向同性介质，若磁导率为ε，则能量密度为w_e（　　）

A. $\bar{E}$　　B. $\bar{E}^2$

C. $\varepsilon\bar{E}^2$　　D. $\frac{1}{2}\varepsilon\bar{E}^2$

三、简答题（每题 15 分，共 30 分）

1.分别写出积分和微分形式的麦克斯韦方程组，并解释每个积分方程的含义。

2.试写出媒质 1 为理想介质，2 为理想导体分界面时变场的边界条件（两种形式）。

四、计算题（共 30 分）

1，电荷 Q 均匀分布于半径为 a 的球体内，求空间各点的电场强度，并由此计算电

场强度的散度。（计算中所用公式: $\nabla \bullet \frac{\vec{r}}{r^3} = 0$，$\nabla \bullet \vec{r} = 3$）

1．　求真空中均匀带电球体的电场强度和电通密度分布。已知球体半径为 $\boldsymbol{a}$ ，电荷密度为 ρ_0 。

2．　在无源自由空间的磁场强度为 $\vec{H} = \vec{e}_x H_m \cos(\omega t - kz) \quad \text{A/m}$ **式中的 $\boldsymbol{k}$ 为常数。试求：位移电流密度和电场强度。**

第三章测试

一、填空题（每空2分，共8分）

1.由相对于观察者静止的，且其电量不随时间变化的电荷所产生的电场称为（　　　）。

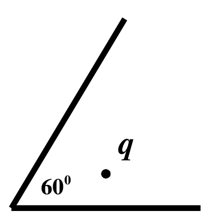
2.静电场是无旋场，故电场强度从P_1到P_2的积分值与(　　　　　)无关。

3.镜像法的理论根据是（　　　）。镜像法的基本思想是用集中的镜像电荷代替（　　）的分布。

4.所谓分离变量法，就是将一个（　　　）函数表示成几个单变量函数乘积的方法。

二、选择题：（每题3分，共12分）

1.如图所示的一个电量为q的点电荷放在60度导体内坐标(a,d)位处，为求解导体包围空间的电位，需要(　　)个镜像电荷。



A 1;　　B 3 ;　　　C 5;　　　D 8。

2. 在有源区，静电场电位函数满足的方程是(　　　)

A 泊松方程; B 亥姆霍兹方程; C 高斯方程; D 拉普拉斯方程。

3. 如果真空中有一个点电荷q放在直角坐标系的原点，则坐标(x, y, z)处的电位
Φ=(　　　　)

A $\frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q}{x^2+y^2+z^2}$;　　　　B $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{x^2+y^2+z^2}$;

C $\frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{q}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$;　　　　D $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}$ 。

4.一个半径为 α 的导体球，球外为非均匀电介质，介电常数为$\varepsilon=\varepsilon_0\frac{r}{a}$，设导体球的

球心与坐标原点重合，则导体球与无穷远点的电容为(　　　)

A $4\pi\varepsilon_0 a$;　　　B $8\pi\varepsilon_0 a$;　　　C $12\pi\varepsilon_0 a$;　　　D $2\pi\varepsilon_0 a$ 。

三、简述题：（每题5分，共20分）

1.试简述静电场的性质，并写出静电场的两个基本方程。

2.试写出泊松方程的表达式，并说明其意义。

3.试简述静电平衡状态下带电导体的性质。
4.试简述唯一性定理，并说明其意义。

四、计算题（每题30分，共60分）

1.设点电荷位于金属直角劈上方，如图1所示，求:（1）画出镜像电荷所在的位置;（2）直角劈内点（3，4，5）处的电位表达式。

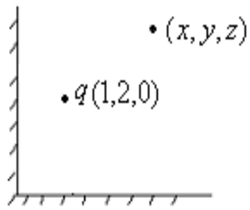
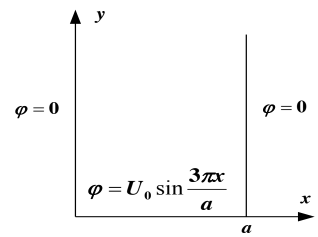


图 1



2.一个截面如下图所示的长槽，向y方向无限延伸，两侧边的电位为零，槽内 $y\rightarrow\infty$，$\varphi=0$，底部电位为$\varphi(x,0)=U_0\sin\frac{3\pi x}{a}$，求槽内电位。

空气中有一个半径为a的球形电子云，其中均匀分布着体电荷密度为 $\rho_v=-\rho_0\ (C/m^3)$的电荷，求：(a) 球内外的电场强度；(b) 球内外的电位分布。

第四章测试题

一、填空题（每空4分，共20分）

1.由恒定电流产生的磁场称为(　　　)，是无散场，因此，它可用(　　　)函数的旋度来表示。

2. 恒定磁场是(　　　　)场,故磁感应强度沿任一闭合曲面的积分等于零。

3.分析恒定磁场时，在无界真空中，两个基本场变量之间的关系为（　　　），通常称它为（　　　　）。

二、简答题（每题 10 分，共 40 分）

1.当电流恒定时，写出电流连续性方程的积分形式和微分形式。

2.说明恒定磁场中的标量磁位。

3.写出磁通连续性方程的积分形式和微分形式。

4.写出在恒定磁场中，不同介质交界面上的边界条件。

三、计算题(每题20分，共40分)

1.无限长同轴电缆内导体半径为a，外导体的内、外半径分别为b和c。电缆中有恒定电流流过（内导体上电流为I、外导体上电流为反方向的I），设内、外导体间为空气，如图 1 所示。（1）求$a<r<b$处的磁场强度；（2）求$r>c$处的磁场强度。

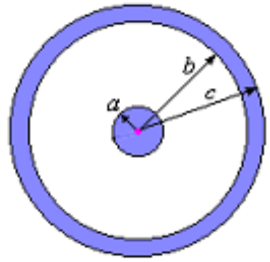


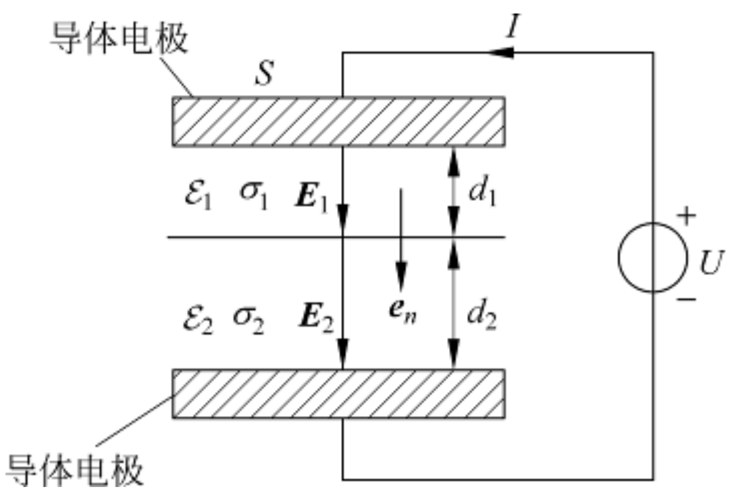
图 1

2.无限长直线电流 I 垂直于磁导率分别为 μ_1和μ_2的两种磁介质的交界面，如图 2 所示。⑴写出两磁介质的交界面上磁感应强度满足的方程;⑵求两种媒质中的磁感应强度 B_1和B_2。

平行板电容器中填充两层介质，介电常数和电导率分别为ε_1、σ_1和ε_2、σ_2，如图所示。在外加电压 U 时，求：

（1） 导线中通过的电流；

（2） 在交界面上积聚的自由面电荷密度。



提示：近似认为平行板电容器由理想导体构成，极板面积 S 很大，可忽略边缘效应，故电容器极板的电荷均匀分布，在充电结束后不随时间发生变化，极板间形成恒定电场。

第五章测试题

一、填空题

1．在导电媒质中，电磁波的传播速度随（　　　　　　）变化的现象称为色散。

2．若电磁波的电场强度矢量的方向随时间变化所描绘的轨迹是圆，则波称为（　　　　　）。

3．所谓群速就是包络或者是（　　　　　　　　）传播的速度。

4. $\vec{E}(z,t)=\vec{e}_x E_m \sin\left(\omega t-kz-\frac{\pi}{4}\right)+\vec{e}_y E_m \sin\left(\omega t-kz+\frac{\pi}{4}\right)$，判断上述均匀平面波的极化方式为：（　　　　　）。

5.平面电磁波在空间任一点的电场强度和磁场强度都是距离和时间的（　　　　　）。

6.时变电磁场的频率越高，集肤效应越（　　　　　）。

二、简答题

1.什么是电磁波的极化？极化分为哪三种？

2.什么是色散？色散将对信号产生什么影响？

3.试解释什么是 TEM 波。

4.描述均匀平面电磁波在有耗媒质中的传播特性。

三、计算分析题

1.电磁波在真空中传播，其电场强度矢量的复数表达式为$\vec{E}=\left(\vec{e}_x-j\vec{e}_y\right)10^{-4}e^{-j20\pi z}$，试求：（1）工作频率 f；（2）磁场强度矢量的复数表达式；（3）坡印廷矢量的瞬时值和时间平均值；（4）此电磁波是何种极化？旋向如何？

例2、已知无源（$\rho=0$，$J=0$）的自由空间，电磁场的电场强度复矢量

$$\vec{E}(z)=\vec{a}_y E_0 e^{-jkz} V/m$$

式中k、E_0为常数。求：

（1）磁场强度复矢量H(z)；

（2）坡印廷矢量的瞬时值；

（3）平均坡印廷矢量。

解：（1）由 $\nabla\times\vec{E}=-j\omega\mu_0\vec{H}$，得

$$\begin{aligned}\vec{H}(z)&=-\frac{1}{j\omega\mu_0}\nabla\times\vec{E}\\&=-\frac{1}{j\omega\mu_0}\begin{vmatrix}\vec{a}_x & \vec{a}_y & \vec{a}_z\\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z}\\ 0 & Ey & 0\end{vmatrix}\\&=-\vec{a}_z\frac{kE_0}{\omega\mu_0}e^{-jkz}\end{aligned}$$

（2）电场、磁场得瞬时值为

$$\vec{E}(z,t)=\mathrm{Re}\left[\vec{E}(z)e^{j\omega t}\right]=\vec{a}_y E_0\cos(\omega t-kz)$$

$$\vec{H}(z,t)=\mathrm{Re}\left[\vec{H}(z)e^{j\omega t}\right]=-\vec{a}_z\frac{kE_0}{\omega\mu_0}\cos(\omega t-kz)$$

所以，坡印延矢量的瞬时值为

$$\begin{aligned}\vec{S}&=\vec{E}\times\vec{H}\\&=\vec{a}_y E_0\cos(\omega t-kz)\times\left[-\vec{a}_z\frac{kE_0}{\omega\mu_0}\cos(\omega t-kz)\right]\\&=\vec{a}_z\frac{kE_0^2}{\omega\mu_0}\cos^2(\omega t-kz)\end{aligned}$$

（3）由式得

$$\vec{S}_{平均}=\frac{1}{2}\mathrm{Re}\left[\vec{a}_y E_0 e^{-jkz}\times\left(-\vec{a}_z\frac{kE_0}{\omega\mu_0}e^{-jkz}\right)^*\right]=\frac{1}{2}\mathrm{Re}\left[\vec{a}_z\frac{kE_0}{\omega\mu_0}\right]=\vec{a}_z\frac{kE_0^2}{2\omega\mu_0}$$

或由式计算

$$\vec{S}_{平均}=\frac{1}{T}\int_0^T\vec{a}_z\frac{kE_0^2}{\omega\mu_0}\cos^2(\omega t-kz)dt=\vec{a}_z\frac{kE_0^2}{2\omega\mu_0}$$

在$\varepsilon_r=2.5$，$\gamma=1.67\times10^{-3}\,S/m$的非磁性材料媒质中，有一频率为3 GHz的均匀平面电磁波沿＋z方向传播，假设电场只有x方向的分量，求：（1）波的振幅衰减至原来的一半时，传播了多少距离；（2）媒质的波阻抗、波长和相速；（3）设在z=0处，$\bar{E}=50\sin\left(6\pi\times10^9 t+\pi/3\right)\vec{e}_x$，写出$\vec{H}$在任何时刻$t$的瞬时表示式。

第六章

电场强度振幅为 E_{i0} =0.1V/m 的平面波由空气垂直入射于理想导体平面。试求：

(a)入射波的电、磁能密度最大值；

(b)空气中的电、磁场强度最大值；

(c)空气中的电、磁能密度最大值。

均匀平面波由空气入射于理想导体平面，如图所示。入射电场复矢量为

$\bar{E}_i = \hat{y}E_{0i}e^{-j\pi(x+z)}(mV/m)$**，**

试求：（a） 波长 λ_0 **和入射波传播方向单位矢量** $\hat{s}_i$ **；**

（b）入射角 θ_i **；**

（c）反射波电场强度复矢量；

（d）入、反射波各是什么极化波？