哈尔滨工业大学（深圳）2025 春学期电磁场期末试卷

考试时间：2025 年 5 月 10 日 13:30~15:30，满分 100 分，闭卷考试，允许使用计算器。

免责声明：本试卷为离开考场后的回忆版，不存在任何违反考试纪律的行为。

试卷回忆者：Gaster

一、填空题（每题 2 分共 12 分）

1.传导电流、磁化电流、位移电流说法正确的是（）

A 位移电流可以在真空、介质、导体中传播

B 磁化电流

C 传导电流、磁化电流、位移电流产生磁场性质相同

D 位移电流能在导体中产生焦耳热

2.$\vec{A} = x^2 - 2xy\vec{e_x} + y^2 - 2yz\vec{e_y} + z(z-2x+1)\vec{e_z}$，$\vec{S}$是球心在原点、半径为$\rho$的球面外侧，求 A 的在 S 上的通量（）

$A.4\pi\rho^2; B.-4\pi\rho^2; C.\dfrac{4}{3}\pi\rho^3; D.-\dfrac{4}{3}\pi\rho^3$

3.关于极化，正确的是（）

A 电介质的极化等效为极化电荷对介质的影响

B 媒质的磁化一定会有磁化面电荷和磁化体电荷

C 自然界的实体物质都是磁媒质

D 极化

4.同轴电缆内外导体的半径分别为 a、b，介电常数为ε，圆柱带电 Q，圆筒带电-Q，在ρ处的电场能量密度为（）

5.关于同轴电缆中的电磁能流，下列说法正确的是（）

A 无内阻时，能流密度沿介质由电源向负载传播

B 有内阻时，只有内导体有热损耗，外导体没有热损耗

C 无内阻时，能流密度沿导体传播

D 有内阻时，能流密度沿导体和介质由电源向负载传播

6.下列恒定电场衔接条件说法正确的是（）

A 理想电介质和导体表面，在导体侧 J 存在法向分量

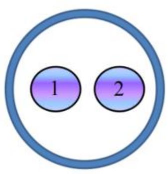
B 在导体侧 E 存在法向分量

C 良导体到不良导体，分界面为等位面

D 良导体到不良导体，J 线垂直于分界面

二、电磁场的应用（8 分+8 分）

例1. 已知二芯对称的屏蔽电缆如图所示，测得导体1、2间的等效电容为0.018μF，导体1、2相连时和外壳间的等效电容为0.032μF，求各部分电容。



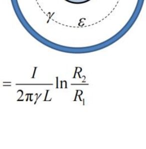
解：因为电缆对称，所以 $C_{10} = C_{20}$

根据已知条件，可得

$$C_{12} + \frac{C_{10}}{2} = 0.018 \qquad 2C_{10} = 0.032$$

解得 $C_{10} = C_{20} = 0.016\mu\text{F} \qquad C_{12} = 0.01\mu\text{F}$

例题1. 求同轴电缆的绝缘电阻。设内外导体的半径分别为 R_1、R_2，长度为 L，并且远远大于截面半径。中间介质的电导率为 γ，介电常数为 ε 。



解：设漏电流为 I，则内外导体间任意点M处的漏电流密度为

$$\vec{J} = \frac{I}{2\pi\rho L}\vec{e}_\rho$$

由欧姆定律可得电场强度 $\vec{E} = \dfrac{\vec{J}}{\gamma} = \dfrac{I}{2\pi\gamma\rho L}\vec{e}_\rho$

内外导体之间的电压 $U = \int_{R_1}^{R_2} \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{\rho} = \int_{R_1}^{R_2} \dfrac{I}{2\pi\gamma\rho L}\vec{e}_\rho \cdot \mathrm{d}\vec{\rho} = \dfrac{I}{2\pi\gamma L}\ln\dfrac{R_2}{R_1}$

则绝缘电阻为 $R = \dfrac{U}{I} = \dfrac{1}{2\pi\gamma L}\ln\dfrac{R_2}{R_1}$

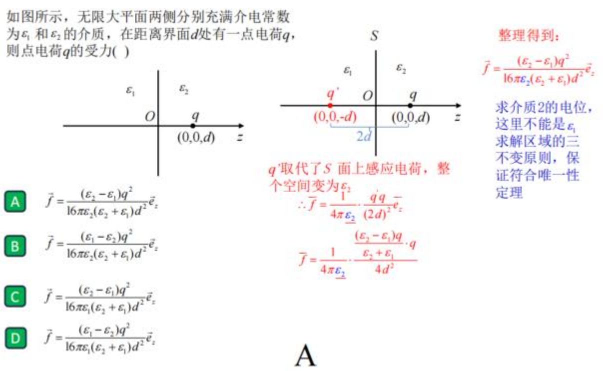
三、电磁场的能量

1.圆柱电容器，极板间填充非理想介质ε,γ，半径 a，距离 h，且 h<<a，(1)说明板间电流为传导电流还是位移电流(2)求电容器中的电场、磁场和能流密度（说明大小和方向）(3)求流入电容器的能量。

2.写出复数形式坡印亭定理并说明各项物理意义。阐述与时域坡印亭定理的重点区别。

四、镜像法（4 分+）

1.说明镜像法和仿真实验所用的有限元法与有限差分法的区别。



2.加上沿 z 轴方向的电场E_0，求受力

五、各场的源、势、微分方程和解（12 分）

场	源	位函数	满足的微分方程	解或特解
静电场	电荷	$\vec{E}=-\nabla\varphi$	(1)	$\varphi=\frac{1}{4\pi\varepsilon}\int_{V'}\frac{\rho_f}{R}\mathrm{d}V'$
静磁场	电流	(2)	$\nabla^2\vec{A}=-\mu\vec{J}_C$ 库仑规范：$\nabla\cdot\vec{A}=0$	$\vec{A}=\frac{\mu}{4\pi}\int_{V'}\frac{\vec{J}_C}{R}\mathrm{d}V'$
时变电磁场	电荷和电流	$\vec{B}=\nabla\times\vec{A}$ (3)	(4) $\nabla^2\vec{A}-\mu\varepsilon\frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2}=-\mu\vec{J}_C$ (5)	$\vec{A}=$(6) $\varphi=$(7)
似稳场	(8)	(9)	$\begin{cases}\nabla^2\vec{A}=-\mu\vec{J}_C\\ \nabla^2\varphi=-\frac{\rho_f}{\varepsilon}\end{cases}$ (10)	$\vec{A}=$(11) $\varphi=$(12)

六、电磁场的边界条件

1 为什么推导衔接条件不能用微分方程要用积分方程

2 说明时变电磁场时理想导体边界条件的矢量形式。在导体附近的介质内，电力线和磁力线有什么特点。

3 已知磁化强度 $\oint_l\vec{M}\cdot\mathrm{d}\vec{l}=\int_S\vec{J}_M\cdot\mathrm{d}\vec{S}$

类比所学知识求衔接条件（说明所学知识）

七、麦克斯韦方程组（23 分）

1.电容器两端加上$u=U_m\cos\omega t$，求电容器中的全电流

2.

3. (1) 证 明 无 源 自 由 空 间 仅 随 时 间 变 化 的 场 (例 如 $\vec{B} = B_{\mathrm{m}} \sin(\omega t)\vec{e}_z$)，不满足麦克斯韦方程组；

(2) 证明若将 t 换成 $(t - y/c)$，则可以满足麦克斯韦方程组；