北京工业大学 2022 ——2023 学年第 1 学期

《 电磁场理论 》 考试试卷 A 卷

考试说明：考试时间：95 分钟　　考试形式（闭卷）

适用专业：　电子科学与技术

承诺：

本人已学习了《北京工业大学考场规则》和《北京工业大学学生违纪处分条例》，承诺在考试过程中自觉遵守有关规定，服从监考教师管理，诚信考试，做到不违纪、不作弊、不替考。若有违反，愿接受相应的处分。

承诺人：＿＿＿＿＿＿　　学号：＿＿＿＿＿＿　　班号：＿＿＿＿＿＿

。。。

注：本试卷共 <u>四</u> 大题，共 <u>8</u> 页，满分 100 分，考试时必须使用卷后附加的统一草稿纸，**并将答案写在题目下方，如因答案写在其他位置而造成的成绩缺失由考生自己负责。不加说明情况下，每个小问满分 5 分。**

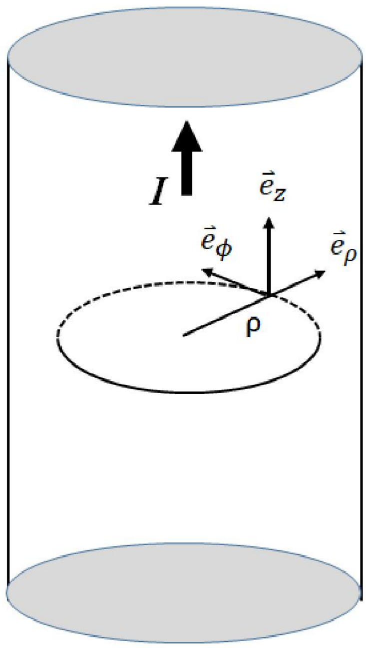
卷 面 成 绩 汇 总 表（阅卷教师填写）

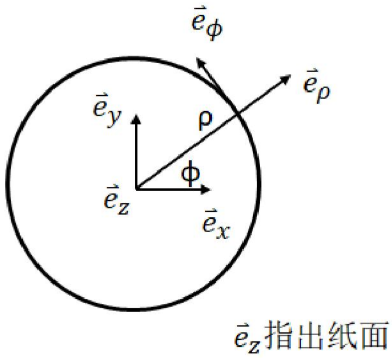
题号	一	二	三	四	总成绩
满分	25	25	25	25	
得分					

得 分

一、（25 分）

（1）写出真空中安培环路定理的积分形式，请区分时变和稳恒两种情况。（2）如果真空中存在无限长线稳恒电流分布（半径为 a，总电流为 I），如图所示：对于 ρ<a 的情况，画出磁场强度 $\vec{H}$ 的方向。（3）在柱坐标下（以 ρ、ϕ 和 z 为基本变量），给出 $\vec{H}$ 的分量表达形式（即写出 Hρ、Hϕ 和 Hz）。（4）在直角坐标下（以 x、y、z 为基本变量）写出 $\vec{H}$ 的分量表达形式（即写出 Hx、Hy、Hz）。（5）写出或计算 $\vec{H}$ 的旋度。





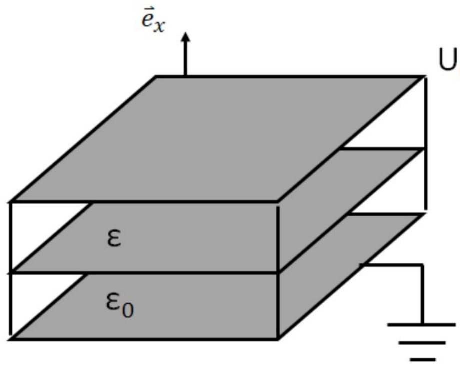
得 分

二、(25 分)(1)写出静电场高斯定理的积分形式。考虑真空中一个导体球(半径为 a),带电量为 Q。(2)面电荷密度是多少?(3)表面处的电场大小是多少(需要写出详细过程),写出或画出 Q>0 时电场的方向。(4)如果以无穷远作为电位零点,球面处的电位是多少?(5)如果在球外填充介质(介电常数为ε),球面的电位如何变化?

得 分

三、(25 分)平板电容器极板面积为 S,极板间距 d 远小于极板尺寸。如图所示,极板电位分别为 0 和$U_0>0$,真空与介质各占一半,其中介质的介电常数为 ε 。(1)根据图中的坐标架,写出真空和介质两个区域内电位函数满足的方程。(2)写出极板/介质、介质/真空、真空/极板处电位函数应该满足的边界条件;(3)求解出电

位函数；（4）写出电场、电位移、极化强度的矢量形式；（5）指出哪里存在极化电荷，极化电荷密度（面密度或体密度）是多少？



得 分

四、(25 分)已知真空中电场强度：$\vec{E}=\vec{e}_x E_0\cos(\omega t-kz)$，其中，$k=\omega/c$，$c=1/\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}$。（1）写出真空中法拉第电磁感应定律的微分形式；（2）计算电场的旋度（矢量形式）；（3）计算磁场强度（矢量形式）；（4）真空中的本征阻抗η_0是$\vec{E}$与$\vec{H}$大小的比值，请验证η_0等于$\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$；（5）请利用你学到的物理知识，说明$\sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}$具有与电阻相同的量纲。

附 录：

球坐标系：

$$\nabla\times\vec{A}(\vec{r})=\vec{e}_r\frac{1}{r\sin\theta}\left[\frac{\partial}{\partial\theta}(\sin\theta A_\varphi)-\frac{\partial A_\theta}{\partial\varphi}\right]+\vec{e}_\theta\frac{1}{r}\left[\frac{1}{\sin\theta}\frac{\partial A_r}{\partial\varphi}-\frac{\partial\left(rA_\varphi\right)}{\partial r}\right]+\vec{e}_\varphi\frac{1}{r}\left[\frac{\partial(rA_\theta)}{\partial r}-\frac{\partial A_r}{\partial\theta}\right]$$

$$\nabla\bullet\vec{A}(\vec{r})=\frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2A_r)+\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial\theta}(\sin\theta A_\theta)+\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial A_\varphi}{\partial\varphi}$$

$$\nabla u=-\left(\frac{\partial}{\partial r}\vec{e}_r+\frac{\partial}{\partial\theta}\frac{\vec{e}_\theta}{r}+\frac{\partial}{\partial\varphi}\frac{\vec{e}_\varphi}{r\sin\theta}\right)u$$

圆柱坐标系：

$$\nabla\times\vec{A}=\vec{e}_\rho\left(\frac{1}{\rho}\frac{\partial A_z}{\partial\varphi}-\frac{\partial A_\varphi}{\partial z}\right)+\vec{e}_\varphi\left(\frac{\partial A_\rho}{\partial z}-\frac{\partial A_z}{\partial\rho}\right)+\vec{e}_z\frac{1}{\rho}\left[\frac{\partial(\rho A_\varphi)}{\partial\rho}-\frac{\partial A_\rho}{\partial\varphi}\right]$$

$$\nabla\bullet\vec{A}=\frac{1}{\rho}\frac{\partial(\rho A_\rho)}{\partial\rho}+\frac{1}{\rho}\frac{\partial A_\varphi}{\partial\varphi}+\frac{\partial A_z}{\partial z}$$

$$\nabla u=\frac{\partial u}{\partial\rho}\vec{e}_\rho+\frac{1}{\rho}\frac{\partial u}{\partial\varphi}\vec{e}_\varphi+\frac{\partial u}{\partial z}\vec{e}_z$$

坐标系变换：

	$\vec{e}_\rho$	$\vec{e}_\phi$	$\vec{e}_z$
$\vec{e}_x$	$\cos\phi$	$-\sin\phi$	0
$\vec{e}_y$	$\sin\phi$	$\cos\phi$	0
$\vec{e}_z$	0	0	1

	$\vec{e}_r$	$\vec{e}_\theta$	$\vec{e}_\phi$
$\vec{e}_x$	$\sin\theta\cos\phi$	$\cos\theta\cos\phi$	$-\sin\phi$
$\vec{e}_y$	$\sin\theta\sin\phi$	$\cos\theta\sin\phi$	$\cos\phi$
$\vec{e}_z$	$\cos\theta$	$-\sin\theta$	0

草 稿 纸

姓名：____________ 学号：________________