

北京工业大学 2014——2015 学年第一学期

《 电磁场与电磁波 》 期末考试试卷 B 卷

考试说明：考试时间：95 分钟 考试形式（开卷/闭卷/其它）： 闭卷

适用专业： 电子信息工程、通信工程

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 三 大题，共 十 页，满分 100 分，考试时必须使用卷后附加的统一答题纸和草稿纸。请将答案统一写在试题下方或指定位置，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。

卷 面 成 绩 汇 总 表（阅卷教师填写）

题号	一	二	三	总成绩
满分				
得分				

得分

一、 单选题（每题 3 分，共 15 分）

1. 下列关于梯度、散度和旋度描述中，错误的是：（ ）

- A. 梯度的旋度恒等于 0；
 B. 梯度的散度恒等于 0；
 C. 旋度的散度恒等于 0；
 D. 常矢量的散度恒等于 0。

2. 下列电磁场边界条件中，适用于理想导体的是：（ ）

$$\begin{array}{lll}
 \text{A. } \begin{cases} \mathbf{n} \times (\mathbf{H}_1 - \mathbf{H}_2) = \mathbf{J}_s \\ \mathbf{n} \times (\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2) = 0 \\ \mathbf{n} \cdot (\mathbf{B}_1 - \mathbf{B}_2) = 0 \\ \mathbf{n} \cdot (\mathbf{D}_1 - \mathbf{D}_2) = \rho_s \end{cases} &
 \text{B. } \begin{cases} \mathbf{n} \times (\mathbf{H}_1 - \mathbf{H}_2) = 0 \\ \mathbf{n} \times (\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2) = 0 \\ \mathbf{n} \cdot (\mathbf{B}_1 - \mathbf{B}_2) = 0 \\ \mathbf{n} \cdot (\mathbf{D}_1 - \mathbf{D}_2) = 0 \end{cases} &
 \text{C. } \begin{cases} \mathbf{n} \times \mathbf{H}_1 = \mathbf{J}_s \\ \mathbf{n} \times \mathbf{E}_1 = 0 \\ \mathbf{n} \cdot \mathbf{B}_1 = 0 \\ \mathbf{n} \cdot \mathbf{D}_1 = \rho_s \end{cases}
 \end{array}$$

3. 下列均匀平面波中，是右旋圆极化的为：（ ）

A. $\vec{E} = \vec{e}_x E_m \sin(\omega t - kz) + \vec{e}_y E_m \cos(\omega t - kz)$

B. $\vec{E} = \vec{e}_x E_m e^{-jkz} - \vec{e}_y j E_m e^{-jkz}$

C. $\vec{E} = \vec{e}_x E_m \sin(\omega t - kz + \frac{\pi}{4}) + \vec{e}_y E_m \cos(\omega t - kz - \frac{\pi}{4})$

D. $\vec{E} = \vec{e}_x E_m \sin(\omega t - kz) + \vec{e}_y 2 E_m \cos(\omega t - kz)$

4. 当电磁波以布儒斯特角入射到两种非磁性媒质分界面上时, 哪个是正确的:
()

- A. 平行极化分量全部透射;
- B. 垂直极化分量全部透射;
- C. 平行极化分量全部反射;
- D. 垂直极化分量全部反射。

5. 下列关于均匀波导的假设, 哪个是错误的: ()

- A. 波导的横截面沿 z 方向是均匀的, 即波导内的电场和磁场分布只与坐标 x 、 y 有关, 与坐标 z 无关;
- B. 构成波导壁的导体是理想导体;
- C. 波导内填充的媒质为理想媒质, 且各向同性;
- D. 所讨论的区域内只有自由电荷;
- E. 波导内的电磁场是时谐场。

得分	二、 填空题 (每空 1 分, 共 15 分)
----	-------------------------

1、麦克斯韦方程组的积分形式_____、

2、根据亥姆霍兹定理, 矢量场可以用一个_____场和一个_____场之和来表示。

3、当物质被引入电磁场中, 它们将和电磁场产生相互作用而改变其状态。从宏观效应看, 物质对电磁场的响应可分为_____三种现象。

4、能流密度矢量用以描述电磁能量的流动状况, 其方向表示能量流动方向, 与电

场方向、_____垂直。

5、均匀平面波在导电媒质中传播时，电场和磁场的振幅_____，电场和磁场的相位_____（相同、不同）。

6、矩形波导中（ $a > 2b$ ），当工作波长 λ _____范围时，只能传播单一的电磁波模式。当工作波长 λ _____时，矩形波导中不能传播任何电磁波。

得 分

二、计算题（70 分）

基本物理公式和常数：

$$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} = 8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}, \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{H/m}$$

1、（本题 10 分）

已知矢量 $\mathbf{E} = \mathbf{e}_x(x^2 + axz) + \mathbf{e}_y(xy^2 + by) + \mathbf{e}_z(z - z^2 + czx - 2xyz)$ 。

- （1） 求矢量 \mathbf{E} 的散度（4 分）。
- （2） 若 \mathbf{E} 为无源场，试确定常数 a 、 b 和 c 的值（6 分）。

2、（本题 10 分）

求下列情况下的位移电流密度的大小（每小题 5 分）。

（1） 一大功率变压器在空气中的磁感应强度为：

$$\mathbf{B} = \mathbf{e}_y 0.8 \cos(3.77 \times 10^2 t - 1.26 \times 10^{-6} x) T$$

（2） 一大功率电容器在填充的油中产生的电场为：

$$\mathbf{E} = \mathbf{e}_x 0.9 \cos(3.77 \times 10^2 t - 2.81 \times 10^{-6} z) MV/m$$

设油的相对介电常数 $\epsilon_r=5$

3、（本题 10 分）

一个点电荷 q 与无限大导体平面的距离为 d ，如果把它移到无穷远处，需要做多少功。

4、（本题 8 分）

已知截面为 $a \times b$ 的矩形金属波导中电磁场的复矢量为

5、（本题 12 分）

自由空间的均匀平面波的电场表达式为：

$$\mathbf{E} = (\mathbf{e}_x + \mathbf{e}_y + \mathbf{e}_z) 10 \cos(\omega t + 3x - y - z) \text{ V/m}$$

试求：

- （1）波的传播方向（3 分）；
- （2）波的频率和波长（4 分）；
- （3） \mathbf{E}_z （3 分）；
- （4）与 \mathbf{H} 相伴的电场 \mathbf{E} （2 分）；

6、(本题 10 分)

设一电磁波，其电场沿 x 方向，频率为 1GHz ，振幅为 100V/m ，初相位为 0 ，垂直入射到一无损耗媒质表面，其相对介电常数为 2.1 。试求：

- (1) 每一区的波阻抗和相位常数 (4 分)；
- (2) 媒质 1 的电场 $\mathbf{E}_1(z, t)$ (3 分)；
- (3) 媒质 2 的电场 $\mathbf{E}_2(z, t)$ (3 分)。

7、(本题 10 分)

已知矩形波导的横截面尺寸为 $a \times b$ ，其中 $b < a < 2b$ 。

(1) 试写出截止频率的表达式 (4 分)；

(2) 假设材料用紫铜 (视为理想导体)，内充空气。欲设计一工作波长 $\lambda = 10\text{cm}$ 的矩形波导，要求 TE_{10} 的工作频率至少有 30% 的安全因子，即 $0.7f_{c2} \geq f \geq 1.3f_{c1}$ ，其中 f_{c1} 和 f_{c2} 分别为 TE_{10} 波和相邻高阶模式的截止频率表达式。试确定 a 和 b 的尺寸 (6 分)。

草 稿 纸

姓名： _____

学号： _____

