

山东大学

二〇一六年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

科目代码 828 科目名称 电动力学

(答案必须写在答卷纸上, 写在试题上无效)

一、简答题 (共 3 题, 每题 10 分)

- 1、写出静电场所满足的基本方程。
- 2、写出矩形波导管内电场 \vec{E} 满足的方程及边界条件。
- 3、写出达朗贝尔方程和洛伦兹规范条件的四维协变形式。

二、计算或证明题 (共 6 题, 每题 20 分)

1、将一介电常数为 ϵ 、半径为 R_0 、带有均匀自由电荷密度 ρ_f 的介质球放到一均匀电场 \vec{E}_0 中。

当系统达到平衡后,

- 1) 写出此静电问题的全部定解条件
- 2) 求出球内外的静电势分布。

2、利用真空中微分形式的 Maxwell 方程组, 证明当不存在自由电荷和自由电流时, 电磁场满足如下能量守恒律

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \nabla \cdot \vec{S} = 0,$$

这里

$$w = \frac{\epsilon_0 \vec{E}^2}{2} + \frac{\vec{B}^2}{2\mu_0}, \quad \vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}。$$

3、磁导率为 μ 的均匀磁介质充满整个空间, 介质中磁感应强度为 \vec{B}_0 。若在介质中挖去半径为 R 的球, 当系统达到稳态后:

- 1) 写出此静磁问题的全部定解条件
- 2) 求出球内外的磁感应强度分布
- 3) 解释结果中各项的物理意义

4、真空中一频率为 ω 的平面电磁波, 垂直入射到半无限大金属的表面上。设金属的电导率为 σ , 磁导率为 μ , 证明透入金属内部的电磁波能量全部变为焦耳热。

5、电量为 Q 的带电粒子, 以恒定角速度 ω 沿半径为 a 的圆做圆周运动, 设 $\omega \ll c/a$, 只考虑电偶极辐射, 试求 1) 辐射电磁场 2) 平均辐射能流 3) 平均辐射功率。

提示: 直角坐标系与球坐标系的基矢关系

$$\begin{pmatrix} \vec{e}_x \\ \vec{e}_y \\ \vec{e}_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin \theta \cos \varphi & \cos \theta \cos \varphi & -\sin \varphi \\ \sin \theta \sin \varphi & \cos \theta \sin \varphi & \cos \varphi \\ \cos \theta & -\sin \theta & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{e}_r \\ \vec{e}_\theta \\ \vec{e}_\varphi \end{pmatrix}$$

6、证明电场 \vec{E} 与磁感应强度 \vec{B} 的组合 $\vec{E} \cdot \vec{B}$ 与参考系变换无关: 它是洛伦兹不变量。