

中国科学技术大学

2025-2026 学年第二学期期末考试试卷

考试科目：电动力学 A（刘万东）

一、是非题（20 分，每题 2 分）

1. 辐射电磁场的振幅与辐射源的距离成反比。（ ）
2. 当速度增加时，带电粒子的辐射大幅增强，辐射方向趋于加速度方向。（ ）
3. 四维空间的坐标系旋转就是洛伦兹变换体系。（ ）
4. 电偶极辐射一定强于磁偶极辐射。（ ）
5. 对均匀、线性、各向同性的介质，有 $\vec{D}(\vec{r}, t) = \epsilon \vec{E}(\vec{r}, t)$ 。（ ）
6. 带电粒子与中性原子碰撞过程中不会产生辐射。（ ）
7. 电磁波入射到导体，不管入射方向如何，其衰减方向总是垂直于表面向内。（ ）
8. 波导中的电磁波是横波。（ ）
9. 静电问题中，导体完全等效于介电常数无穷大的介质。（ ）
10. 您认为本试卷分量偏重。（ ）

二、简答题（20 分，每题 2 分）

1. 说明非加速运动带电粒子可以产生辐射的原因。
2. 请用电子对电磁波的散射过程说明电子经典半径的客观性。
3. 说明伽利略相对性原理与爱因斯坦相对性原理的相同与不同之处。
4. 请用四维电磁矢势写出洛伦兹规范。
5. 给出两个应用电磁场动量流密度张量计算力的场景（不须具体计算）。
6. 由电磁场张量定义 $F_{\mu\nu} \triangleq \frac{\partial A_\nu}{\partial x_\mu} - \frac{\partial A_\mu}{\partial x_\nu}$ ，说明电磁场具有规范变换不变的性质。
7. 简述天线的辐射能力与天线长度的关系，天线越长，辐射能力越强吗？
8. 电荷辐射系统的三个特征尺度是什么？
9. 有人说：“一个电流环产生的磁场，用眼睛看就可以大致确定”，有道理吗？

10. 又有人说：“超导体，电、磁不得侵入”，请予以解释。

三、计算题（20 分）

半径为 R_0 、介电常数为 ε 的球形介质表面放置面密度为 $\sigma_0(1 - \cos \theta)$ 的自由电荷，球外为真空，求整个空间的电势分布。

四、计算题（20 分）

设真空中的电磁场的标势与矢势分别为：

$$\varphi(\vec{x}, t) = \varphi_1 \exp \left[i(\vec{k}_1 \cdot \vec{x} - \omega_1 t) \right]$$

$$\vec{A}(\vec{x}, t) = \vec{A}_1 \exp \left[i(\vec{k}_1 \cdot \vec{x} - \omega_1 t) \right] + \vec{A}_2 \exp \left[i(\vec{k}_2 \cdot \vec{x} - \omega_2 t) \right]$$

其中 $\vec{A}_1, \vec{A}_2, \varphi_1, \vec{k}_1, \vec{k}_2, \omega_1, \omega_2$ 均为常数或常矢量，且 $\vec{k}_1 \neq \vec{k}_2, \omega_1 \neq \omega_2$ 。求诸常量之间必须满足的关系。

五、证明题（20 分）

在静止参考系 Σ 中，电场为 $\vec{E}$ ，磁场为 $\vec{B}$ ，且相互垂直。证明：

1. 除特殊情况外，总可以找到一个参考系 Σ' ，其中电场消失，或磁场消失，并给出此特殊情况的条件；
2. 在上述参考系 Σ' 中，电磁场的能量密度最小。