

中国科学技术大学

2012 年硕士学位研究生入学考试试题

(电动力学 A)

所有试题答案写在答题纸上, 答案写在试卷上无效

需使用计算器

不使用计算器

一、选择题 (每小题 4 分, 共 20 分) (试题答案写在答题纸上!)

1. 平板电容器两板间距为 d , 板间电压为 U , 其中填充两种均匀绝缘介质 (如图 1 所示)。两种介质的厚度分别为 $L_1 = d/3$ 、 $L_2 = 2d/3$, 相对电容率分别为 $\epsilon_{r1} = 1$ 、 $\epsilon_{r2} = 2$, 则介质 1 与 2 中电场能量密度之比为:

- A. 1:1 B. 1:2 C. 2:1 D. 1:4

2. 电四极子在远处产生的静电势随距离 r 的变化关系为:

- A. 正比于 r B. 正比于 r^{-1} C. 正比于 r^{-2} D. 正比于 r^{-3}

3. 半径为 R 的长直薄壁铜管, 当载有轴向电流 $I\vec{e}_z$ 时, 铜管所受压强为:

- A. $-\frac{\mu_0 I^2}{4\pi^2 R^2} \vec{e}_r$ B. $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi^2 R^2} \vec{e}_r$ C. $-\frac{\mu_0 I^2}{2\pi R} \vec{e}_r$ D. $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi R} \vec{e}_r$

4. 半径为 R 的接地导体球外分别有两个点电荷 (如图 2 所示), 其电量分别为 q_1 及 $-q_1$, 到球心距离分别为 a 及 b 。则导体球壳带电量为:

- A. $-\frac{R}{a} q_1$ B. $\frac{Rq_1}{b} - \frac{Rq_1}{a}$ C. $\frac{R}{b} q_1$ D. 0

5. 已知空间电场为 $\vec{E} = ar\vec{r} + \frac{b\vec{r}}{r^3}$ (a, b 为常数), 则空间电荷分布为:

- A. $\rho(\vec{r}) = 4a\epsilon_0 r + 4\pi b\epsilon_0 \delta(\vec{r})$ B. $\rho(\vec{r}) = 4a\epsilon_0 r^2 + 4\pi b\epsilon_0 \delta(\vec{r})$
C. $\rho(\vec{r}) = 4a\epsilon_0 r + 4\pi b\epsilon_0$ D. $\rho(\vec{r}) = 4\pi a\epsilon_0 + \frac{4\pi b\epsilon_0}{r}$

二、填空题 (每小题 5 分, 共 20 分) (试题答案写在答题纸上!)

1. 静电场的唯一性定理可表述如下: 设区域 V 内给定自由电荷分布 $\rho(\vec{x})$, 在 V 的边界 S 上给定 _____, 则 V 内的电场唯一地确定。

2. 采用 _____ 规范给出的达朗贝尔方程组, 是用势描述的电动力学基

本方程组。

3. 一面电荷密度为 σ 的球壳, 其初始半径为 R 。今以频率 ω 沿径向作幅度为 δ 的简谐振动, 其总辐射功率为_____。

4. 请写出三个满足洛伦兹协变的物理量_____、_____以及_____。

三. 问答和推导题 (25 分)

1. 写出微分形式的麦克斯韦方程组以及达朗贝尔方程组; (10 分)

2. 由麦克斯韦方程组证明电荷守恒定律。(15 分)

四、一半径为 a 的无限长直密绕螺线管中通有交变电流, 其单位长度的匝数为 n , 单匝电流强度 $I(t) = I_0 \sin \omega t$ 。今在螺线管外同轴放置一半径为 b ($b > a$) 的无限长直薄壁导体管 ($\sigma \rightarrow \infty$), 忽略边界效应及推迟效应 ($c \gg \omega b$), 求:

(1) 螺线管内以及螺线管与薄壁之间的电磁场, \vec{E} 、 \vec{B} ; (20 分)

(2) 螺线管内的电磁能流密度。(5 分)

五、平面线偏振电磁波由真空入射到一无限大金属表面 (设其电导率 $\sigma \rightarrow \infty$) (如图 3 所示)。求:

(1) 金属导体外的电磁场, \vec{E} 、 \vec{B} ; (15 分)

(2) 金属表面单位面积上所受的力。(5 分)

六、一电荷为 q , 静止质量为 m_0 的带电粒子以速度 v 在垂直于稳恒磁场 $\vec{B}(\vec{r})$ 的平面内作相对论运动。

(1) 求粒子运动轨道的曲率半径; (15 分)

(2) 若磁场 \vec{B} 是空间均匀分布, 这时粒子作圆周运动, 求运动的角频率。(5 分)

七、设电偶极矩为 $\vec{p} = p\vec{e}_z$ 的偶极子沿静止系 Σ 的 x 轴正向以速度 v 运动。求该电偶极子在 $t = t' = 0$ 时刻运动到 x 轴原点时, 在 Σ 系中离原点距离为 r 处所观测到的电磁场。(20 分)

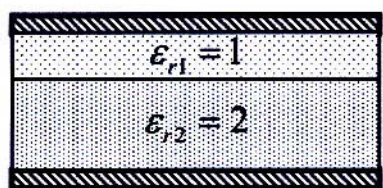


图 1 (选择题第 1 题图)

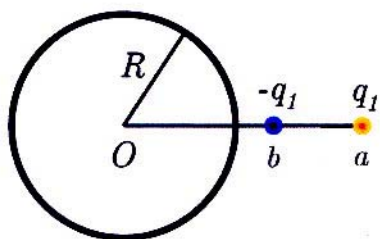


图 2 (选择题第 4 题图)

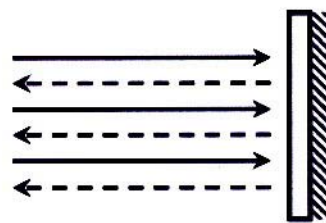


图 3 (第五题图)