

中国科学院研究生院
2007 年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题
科目名称：电动力学

考生须知：

1. 本试卷满分为 150 分，全部考试时间总计 180 分钟。
 2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。
-

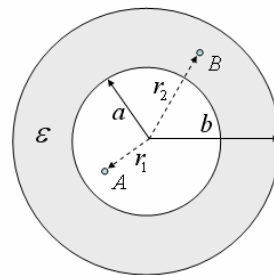
一、(共 24 分) 问答题(请答在答题纸上)

- 1) 写出在介质中有源麦克斯韦方程组的积分形式，及解麦氏方程所必要的相关场量或源量之间的关系。(8 分)
- 2) 平面电磁波从介电常数为 ϵ_1 的透明介质以入射角 θ (入射线与介质分界面法线的锐交角) 入射到真空 $\epsilon_2 = \epsilon_0$ 中 ($\epsilon_1 > \epsilon_0$)，其 E 分量垂直于入射面。假设发生了全反射，请写出电场强度和磁场强度的边界条件方程和全反射条件。(8 分)
- 3) 写出电场和磁场的洛伦兹变换公式。(8 分)

二、(共 36 分) 选择题 (共 6 题，每题 6 分，请将正确答案写在答题纸上)

- 1) 在带自由面电流的磁介质界面上，两边介质常数不同，这时候边值关系为：
 - a, 磁感应强度法向不连续，磁场强度切向连续。
 - b, 磁感应强度切向连续，磁场强度法向不连续。
 - c, 磁感应强度法向连续，磁场强度切向不连续。
 - d, 磁感应强度切向不连续，磁场强度法向连续。
- 2) 为探测波导管内 TE_{10} 波的状态，需要在波导管壁某处开口以安插探测器，那么最佳开口位置应开在
 - a, 窄边中部的纵向，
 - b, 宽边中部的纵向，
 - c, 宽边中部的横向，
 - d, 窄边中部的横向。

3) 如图所示, 内半径为 a , 外半径为 b 的空心带电介质球壳, 介电常数为 ϵ 。球壳上带有均匀电荷, 体密度为 ρ 。则在空心内部 A 点 (距球心距离为 r_1) 和球壳内 B 点 (距球心距离为 r_2) 的电场强度大小分别为



a. $E_A = 0, E_B = \frac{\rho}{4\pi\epsilon r_2^2} \times \frac{4\pi}{3} r_2^3$

b. $E_A = \frac{\rho}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} (\frac{4\pi}{3} b^3 - \frac{4\pi}{3} a^3), E_B = \frac{\rho}{4\pi\epsilon r_2^2} \times \frac{4\pi}{3} r_2^3$

c. $E_A = 0, E_B = \frac{\rho}{4\pi\epsilon r_2^2} (\frac{4\pi}{3} r_2^3 - \frac{4\pi}{3} a^3)$

d. $E_A = 0, E_B = \frac{\rho}{4\pi\epsilon r_2^2} (\frac{4\pi}{3} b^3 - \frac{4\pi}{3} r_2^3)$

4) 下面有关静电问题格林函数的说法中, 哪一个是不正确的?

- a. 格林函数是单位点电荷产生的电位。
- b. 只要知道了点电荷的格林函数, 任意连续分布电荷的电位原则上都可求得。
- c. 在某些情况下, 可用电像法来求格林函数。
- d. 格林函数满足拉普拉斯方程。

5) 一个半径为 a 的电介质球, 介电常数为 ϵ , 极化强度为 $\vec{P} = p \sin \varphi \vec{e}_\varphi$, 其中 φ 为方位角。该球放置于 $\vec{E} = 0$ 的环境中。则电介质球内的束缚电荷体密度 ρ_p , 球面上束缚电荷面密度 σ_p 在球坐标系 (r, θ, φ) 中分别为

a. $\rho_p = -\frac{p}{r \sin \theta} \cos \varphi, \sigma_p = 0$

b. $\rho_p = -\frac{p}{r \sin \theta} \cos \varphi, \sigma_p = p \sin \varphi$

c. $\rho_p = p \cos \varphi, \sigma_p = p \sin \varphi$

d. $\rho_p = 0, \sigma_p = 0$

6) $\nabla \square (\vec{E} \times \vec{H})$ 和 $\vec{H} \square \vec{B}$ 在国际单位制中的单位分别为

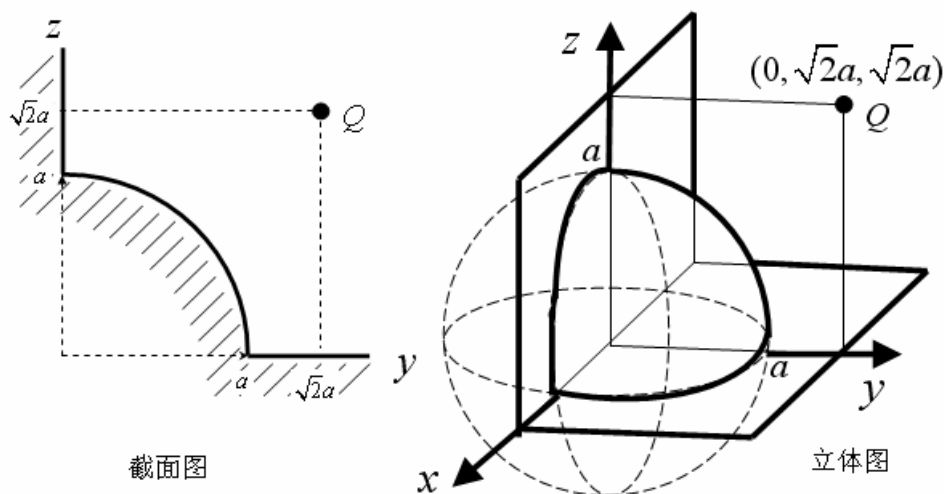
a. 瓦特/米² 和焦耳/米³

b. 瓦特/米³ 和焦耳/米²

c. 焦耳/米³ 和瓦特/米³

d. 瓦特/米³ 和焦耳/米³

三、(共 30 分) 电荷 Q 放置在立体直角坐标 $(0, \sqrt{2}a, \sqrt{2}a)$ 位置上, xz 平面和 xy 平面都是无限大导电平板, 另有一半径为 a 的导电圆球, 球心在原点上。求: 电四极矩、 $r \gg a$ 处电势、及电场的近似分布。这里 $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 是观测点到原点的距离。



四、(共 30 分) 电荷为 $-e$ 质量为 m 的经典电子, 在静电力的吸引作用下, 初始以半径 a_0 绕质子作圆周旋转运动。如果没有量子效应, 此系统将有电磁波辐射, 消耗掉系统的能量。在辐射过程中, 可把电子的运动过程看着是半径在逐渐缓慢变小的近似圆周旋转运动。

- 1) 这是什么辐射过程?
- 2) 写出辐射场 (保留矢量积形式不作运算) 和能流密度。
- 3) 多长时间电子将落到核上? (不考虑各种更精细或更复杂的效应)。

五、(共 30 分) 静止长度为 l_1 的列车 1 和静止长度为 l_2 的列车 2 都呈水平匀速直线运动状态 ($l_1 > l_2$), 两列车平行运动且其后端在初始时刻重合对齐。现列车 1 以速度 u 相对于静止观测者前进, 列车 2 又以速度 v 相对于列车 1 同向前进。求, 在静止观测者看来, 多长时间列车 2 的前端追上列车 1 的前端?