

中国科学技术大学

2011 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. 真空中电磁场能量密度为:

A. $\frac{1}{2}(\epsilon_0 E^2 + \frac{B^2}{\mu_0})$ B. $\frac{1}{2}\rho\phi$ C. $\frac{1}{2}\vec{A}\cdot\vec{J}$ D. $\frac{1}{2}(\rho\phi + \vec{A}\cdot\vec{J})$

2. 任一电荷体系可进行多级矩展开, 考虑距坐标原点距离为 l , 电量为 Q 的点电荷, 则此电荷体系的电偶极矩为:

A. Ql^2 B. 0 C. Ql D. $\frac{1}{2}Ql$

3. 同轴传输线内导线半径为 a , 外导线半径为 b , 两导线间填充磁导率为 μ 的均匀绝缘介质。内导线载有正向电流 $I\vec{e}_z$, 外导线载有大小相等方向相反的电流 $-I\vec{e}_z$ 。传输线内外导线间的磁矢势为

A. $-\frac{\mu I}{2\pi}\ln\frac{r}{b}\vec{e}_\theta$ B. $-\frac{\mu I r^2}{4\pi a^2}\vec{e}_\theta$ C. $-\frac{\mu I r^2}{4\pi a^2}\vec{e}_z$ D. $-\frac{\mu I}{2\pi}\ln\frac{r}{b}\vec{e}_z$

4. 电四极辐射在远处的能流密度随距离 r 的变化关系为:

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

5. 如下物理量中不满足洛伦兹协变性的是:

A. 固有时 B. 动量流密度张量 C. 电磁场张量 D. $\vec{B}\cdot\vec{E}$

二、填空题 (每小题 5 分, 共 20 分) (试题答案写在答题纸上!)

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

2. 点光源处于 O 点, 在过 O 点的 x 轴上, A 和 B 点离 O 点距离都为 L 。一观察者以速度 v 平行于 x 轴由 A 向 B 方向运动。试问: 当光源发出光脉冲后, 在该运动

观察者看来, A 和 B 处先测得信号的是_____。

3. 频率为100MHz 的电磁波对铜的穿透深度为 $\delta \sim 0.7 \times 10^{-3} \text{ cm}$; 当电磁波频率为 10kHz 时, 穿透深度为_____。

4. 微波谐振腔的长、宽、高分别为 8cm、6cm 以及 5cm, 则电磁波最大波长为_____。

三. 问答和推导题 (30 分)

1. 写出积分形式麦克斯韦方程组以及介质分界面上的电磁场边值关系; (15 分)

2. 中空矩形波导管长为 2.5cm、宽为 1cm, 今以 TE_{10} 波模传输频率为 10GHz 的微波, 求其相速度。(15 分)

四、空心导体球壳的内外半径为 R_1 和 R_2 , 球中心置一偶极子 \vec{p} , 球壳上不带电, 求空间各点电势 φ 和电荷分布。(20 分)

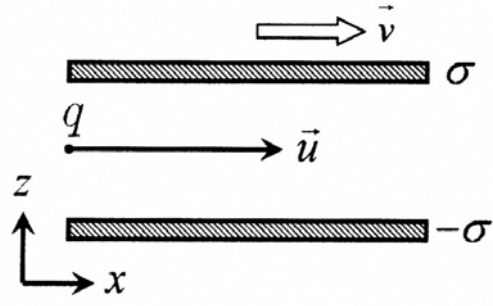
五、一电偶极子 \vec{p} 在 0 - xy 平面内以恒定角速度 ω 绕 Z 轴旋转, 求远处 ($r \gg \lambda$) 的辐射场, 平均能流以及辐射功率。(20 分)

(提示: 直角坐标基矢与球坐标基矢变换关系为

$$\begin{pmatrix} e_x \\ e_y \\ e_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sin \theta \cos \phi & \cos \theta \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \theta \sin \phi & \cos \theta \sin \phi & \cos \phi \\ \cos \theta & -\sin \theta & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e_r \\ e_\theta \\ e_\phi \end{pmatrix}。$$

六、一恒星发出的 H_α 线在恒星静止参考系中的波长为 λ_0 。地球上的观察者测得该恒星运动速度为 v 。试求该恒星运动方向与地球观察者所看到的辐射方向的交角 θ 分别为 $0, \pi, \frac{\pi}{2}$ 时, 地球观察者所测得的 H_α 线的波长 λ 。(20 分)

七、平行板电容器两板面上的面电荷密度分别为 $\sigma, -\sigma$, 该电容器相对于静止系 Σ 沿平行于板面的 x 方向以速度 v 运动 (如图所示); 电荷为 q 的点电荷以速度 u 沿 x 方向射入该平板电容器。忽略边缘效应, 试求该点电荷所受的力。(20 分)。



第七题图