

2017—2018 学年第二学期《电动力学》自测题

大题	一	二	三	四	五	总分
得分						

得分	
----	--

一、选择题（每小题 2 分，共 20 分）

1. 有关电磁场矢量边界条件的下列各组关系式中，正确的一组是

- A. $\mathbf{e}_n \cdot \mathbf{B} = 0$ $\mathbf{e}_n \times \mathbf{D} = \boldsymbol{\alpha}$ B. $\mathbf{e}_n \cdot (\mathbf{B}_2 - \mathbf{B}_1) = 0$ $\mathbf{e}_n \cdot (\mathbf{D}_2 - \mathbf{D}_1) = \sigma$
 C. $\mathbf{e}_n \times \mathbf{H} = 0$ $\mathbf{e}_n \cdot \mathbf{E} = \sigma$ D. $\mathbf{e}_n \cdot (\mathbf{H}_2 - \mathbf{H}_1) = 0$ $\mathbf{e}_n \times (\mathbf{E}_2 - \mathbf{E}_1) = \boldsymbol{\alpha}$ []

2. 静磁场的能量密度等于

- A. $\frac{1}{2} \mathbf{B} \cdot \mathbf{A}$ B. $\frac{1}{2} \mathbf{B} \cdot \mathbf{H}$
 C. $\frac{1}{2} \mathbf{J} \cdot \mathbf{A}$ D. $\frac{1}{2} \mathbf{J} \cdot \mathbf{H}$ []

3. 静磁场中可以引入矢势 \mathbf{A} 的理由是

- A. 静磁场是保守场
 B. 静磁场 $\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J}$ ，即静磁场是有旋场
 C. $\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$ ，即静磁场是无源场
 D. 静磁场和静电场完全对应 []

4. 已知磁场的矢势 $\mathbf{A} = x^2 y \mathbf{e}_z$ ，则该磁场 \mathbf{B} 为 []

- A. $\mathbf{B} = -x^2 \mathbf{e}_x + 2xy \mathbf{e}_y$ B. $\mathbf{B} = x^2 \mathbf{e}_x + 2xy \mathbf{e}_y$
 C. $\mathbf{B} = x^2 \mathbf{e}_x - 2xy \mathbf{e}_y$ D. $\mathbf{B} = -x^2 \mathbf{e}_x - 2xy \mathbf{e}_y$

5. 方程 $\mathbf{E}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{E}_0 e^{i(\mathbf{k} \cdot \mathbf{x} - \omega t)}$ ， $\mathbf{B} = \sqrt{\mu \epsilon} \frac{\mathbf{k}}{k} \times \mathbf{E}$ 表示

- A. 自由空间中沿 \mathbf{k} 方向传播，频率为 ω 的平面简谐波
 B. 自由空间中沿 \mathbf{k} 方向传播，频率为 ω 的简谐波
 C. 自由空间中沿 \mathbf{k} 方向传播，频率为 ω 的球面简谐波
 D. 自由空间中沿 \mathbf{k} 方向传播，频率为 ω 的球面波 []

6. 一个电荷发出辐射的条件是
 A. 不论以什么方式运动 B. 被加速
 C. 被束缚在原子之中 D. 只有在匀加速情况下 []

7. 在电磁波的辐射和传播过程中, 引起电磁波运动的根本原因是
 A. 变化的电荷分布 B. 电荷和电磁场间的相互作用 []
 C. 变化的电流分布 D. 空间中变动着的电场和磁场相互激发和转化

8. 飞船静止时体积为 V_0 , 平均密度为 ρ_0 , 相对地面以 $v = \frac{3}{5}c$ 高速飞行时, 地面参考系测得它的动能为

- A. $\frac{1}{2}\rho_0 V_0 c^2$ B. $\frac{1}{8}\rho_0 V_0 c^2$ C. $\frac{1}{4}\rho_0 V_0 c^2$ D. $\frac{1}{16}\rho_0 V_0 c^2$ []

9. 把静止的电子加速到动能为 0.25MeV , 则它增加的质量约为原有质量的倍数是

- A. 0 B. 0.1 C. 0.2 D. 0.5 []

10. 现有两个坐标系 Σ 和 Σ' , Σ' 系和 Σ 系的相应坐标轴平行, 并且 Σ' 系以速度 v 沿 y 轴正方向运动, 那么下面选项中描述从 Σ' 系到 Σ 系的洛伦兹变换有

- A. $x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ B. $y = \frac{y' + vt'}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ []
 C. $x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ D. $y' = \frac{y - vt}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

二、判断题 (共 20 分) (对的打“√”, 错的打“×”)

得 分	
-----	--

1. 在静电场下, 导体是个等势体, 电场线总是平行于导体表面。 ()
2. 引入磁标势的条件是该区域为没有自由电流分布的单连通区域。 ()
3. 在稳恒电流电路中, 电流密度满足方程 $\nabla \cdot \mathbf{J} = 0$ 。 ()
4. 电磁场能流密度矢量瞬时值 \vec{S} 等于 $\vec{E} \times \vec{B}$ 。 ()

5. 如果天线上的输入电流幅值一定, 则减小天线的辐射电阻可以提高天线的辐射能力。 ()
6. 在金属导体中, 相对于真空或绝缘介质而言, 磁场远比电场重要, 金属内电磁场的能量主要是磁场能量。 ()
7. 无限长矩形波导管中不能传播 TEM 波。 ()
8. 若物体在 S' 系中的速度为 $u' = 0.7c$, S' 相对 S 的速度为 $v = 0.9c$, 当二者方向相同时, 则物体相对于 S 的速度为 $1.6c$ 。 ()
9. 在四维空间中, 若间隔 $s^2 < 0$, 则该时空结构为类空间隔。 ()
10. 电荷守恒定律的四维形式为 $\frac{\partial J_\mu}{\partial x_\mu} = 0$, 对任意惯性参考系都成立。 ()

三、填空题 (每小空 2 分, 共 10 分)

得 分	
-----	--

1. 接地无限大平面导体板附近有点电荷 Q , 到导体板的距离为 a , 则真空中点电荷 Q 所受电场力的大小为_____。
2. 在半径为 R 的导体球上带总电荷量为 Q , 则此电荷体系的电偶极矩为_____。
3. 单色平面电磁波的电场为 $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cos(kz - \omega t)$, 则表明该电磁场是沿_____方向传输的。
4. 在矩形波导管 (长 a , 宽 b) 内, 且 $a > b$, 能够传播 TE_{10} 型波的最长波长为_____。
5. 四维电流密度矢量的时间分量为: $J_4 =$ _____。

四、简答题：（每小题 4 分，共 8 分）。

得 分	
-----	--

1. 什么是趋肤效应？

2. 在两种介质的分界面上电磁波产生全反射的条件是什么？

五、计算证明综合题（共 42 分）

得 分	
-----	--

1. （本题 6 分）半径为 R_0 的接地导体球置于均匀外电场 \mathbf{E}_0 中，求空间电势分布。（分离变量法）。

2. （本题 8 分）在自由空间（ ϵ_0 ， μ_0 ）传播的均匀平面波磁场为

$$\vec{H} = \vec{e}_y 100 \cos(kz - 9 \times 10^8 t) \quad \text{A/m}$$

（1）求波数 k ，指出波的传播方向；

（2）写出 \vec{H} 的复数形式；

（3）求电场强度 \vec{E} 的复数表达式；

（4）求平均波印延矢量。

3. （本题 8 分）同轴传输线内导线半径为 r_1 ，外导线半径为 r_2 ，两导线间为均匀绝缘介质，内导线载有电流 I ，两导线间的电压为 U ，计及内导线的有限电导率，计算通过内导线表面进入导线内的能流，证明它等于导线的损耗功率。

4. (本题 6 分) 一辆以速度 \bar{v} 运动的列车上的观察者, 在经过某一高大建筑物时, 看见其避雷针跳起一脉冲电火花, 电光迅速传播, 先后照亮了铁路沿线的两铁塔。求列车上观察者看到的两铁塔被电光照亮的时间差。该建筑及两铁塔都在同一直线上, 与列车前进方向一致。铁塔到建筑物的地面距离已知都是 l_0 。

5. (本题 6 分) 利用方程 $\frac{\partial F_{\mu\nu}}{\partial x_\lambda} + \frac{\partial F_{\nu\lambda}}{\partial x_\mu} + \frac{\partial F_{\lambda\mu}}{\partial x_\nu} = 0$, 证明当 μ, ν, λ 为 1, 2, 3 时

是 $\nabla \cdot \vec{B} = 0$ 方程。

6. (本题 8 分) 多普勒效应被广泛应用, 请利用四维波矢的洛伦兹变换证明运动光源辐射角频率 ω 与它的静止角频率 ω_0 的关系为: $\omega = \frac{\omega_0}{\gamma(1 - \frac{v}{c} \cos \theta)}$,

其中 $\gamma = (\sqrt{1 - v^2/c^2})^{-1}$; v 为光源运动速度。

$$\text{(变换矩阵 } a = \begin{bmatrix} \gamma & 0 & 0 & i\beta\gamma \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -i\beta\gamma & 0 & 0 & \gamma \end{bmatrix}, \text{ 其中 } \beta = \frac{v}{c}, \gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2} \text{)}$$