

2012级大学物理2期末试题参考答案（信二学习部整理）

一、填空题（共 40 分）

1. $1.556 \times 10^{-7} \text{ C}$ (3 分)

2. 4 (3 分)

3. 0.4 H (3 分)

4. $0.53 \times 10^{-24} \text{ N} \cdot \text{s}$ (3 分)

5. $\frac{\epsilon_{r1}-1}{\epsilon_{r1}+\epsilon_{r2}} \frac{Q}{2\pi R^2}$ (2 分) $\frac{\epsilon_{r2}-1}{\epsilon_{r1}+\epsilon_{r2}} \frac{Q}{2\pi R^2}$ (2 分)

6. $6.67 \times 10^{-7} \text{ T}$ (2 分) $7.20 \times 10^{-7} \text{ A} \cdot \text{m}^2$ (2 分)

7. $\frac{\epsilon_0}{x^2} v \delta$ (2 分) 小于或者等于 (2 分)

8. $1.48 \times 10^{10} \text{ m}$; (2 分) 50.27s (2 分)

9. $6.46 \times 10^{-30} \text{ kg}$; (2 分) $5.8 \times 10^{13} \text{ J}$ (2 分)

10. 2.5V (2 分) 约 $4.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ (2 分)

11. 2.55eV (2 分) 4 (2 分)

二、选择题（每题 3 分，共 15 分）

C B C A C

三、计算题（共 45 分）

1. 解：（1）分析可知，电场分布具有轴对称性。取与带电圆柱体同轴，截面半径为 r ，长为 l 的圆柱面为高斯面。由高斯定理，

$$\oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \sum q_{i1} \quad \text{得} \quad E \cdot 2\pi r l = \frac{q_{\Sigma}}{\epsilon_0} \quad (3 \text{ 分})$$

当 $r \leq R$ 时， $q_{i1} = \pi r^2 l \rho$ ， $E_{i1} = \frac{\rho}{2\epsilon_0} r$ ；

当 $r \geq R$ 时， $q_{i1} = \pi R^2 l \rho$ ， $E_{i1} = \frac{R^2 \rho}{2\epsilon_0 r}$ 。 (4 分)

（2）由电势的定义，得

$$\varphi_r = \int_r^\infty E_{i1} dr = \int_r^\infty \frac{\rho}{2\epsilon_0} r dr = -\frac{\rho}{4\epsilon_0} r^2; \quad (3 \text{ 分})$$

2012级大学物理2期末试题参考答案 (信二学习部整理)

2. 解: 设 i 为载流平面的面电流密度, \vec{B} 为无限大载流平面产生的磁场, B_0 为均匀磁场的磁感强度, 作安培环路 $abcd$, 由安培环路定理得

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 i h$$

$$Bh + Bh = \mu_0 i h$$

$$\therefore B = \frac{1}{2} \mu_0 i \quad (3 \text{ 分})$$

$$B_1 = B_0 - B, \quad B_2 = B_0 + B$$

$$\therefore B_0 = \frac{1}{2}(B_1 + B_2), \quad B = \frac{1}{2}(B_2 - B_1)$$

$$i = (B_2 - B_1) / \mu_0 \quad (3 \text{ 分})$$

在无限大平面上沿 z 轴方向上取长 dz , 沿 x 轴方向取宽 dx , 则其面积为 $dS = dzdx$, 面元所受的安培力为:

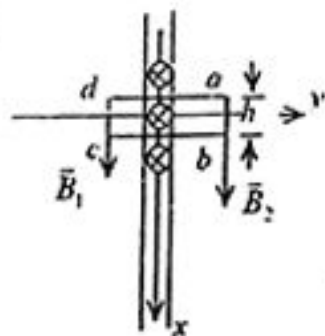
$$\vec{F} = i dx dz B_0 (-\vec{j}) = i dS B_0 (-\vec{j})$$

$$\text{单位面积所受的力} \quad \frac{\vec{F}}{dS} = i B_0 (-\vec{j}) = -\frac{B_2^2 - B_1^2}{2\mu_0} \vec{j} \quad (4 \text{ 分})$$

或由载流平面单位面积所受磁场力公式 $\vec{F} = \vec{i} \times \vec{B}_0$

由于电流方向与外磁场方向垂直, 因此磁场力大小为 $F = i B_0 = \frac{(B_2^2 - B_1^2)}{2\mu_0}$

F 的方向垂直于载流平面指向 B_1 一侧。



3. 解: 带电平面圆环的旋转相当于圆环中通有电流 I . 在 R_1 与 R_2 之间取半径为 R 、宽度为 dR 的环带, 环带内有电流

$$dI = \sigma R \omega(t) dR$$

dI 在圆心 O 点处产生的磁场

$$dB = \frac{1}{2} \mu_0 dI / R = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) dR$$

由于整个带电环面旋转, 在中心产生的磁感应强度的大小为

$$B = \int_{R_1}^{R_2} dB = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) (R_2 - R_1) \quad (4 \text{ 分})$$

选逆时针方向为小环回路的正方向, 则小环中

$$\Phi = \frac{1}{2} \mu_0 \sigma \omega(t) (R_2 - R_1) \pi r^2$$

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0}{2} \pi r^2 (R_2 - R_1) \sigma \frac{d\omega(t)}{dt}$$

$$i = \frac{\varepsilon_i}{R'} = -\frac{\mu_0 \pi r^2 (R_2 - R_1) \sigma}{2R'} \frac{d\omega(t)}{dt} \quad (4 \text{ 分})$$

方向: 当 $d\omega(t)/dt > 0$ 时, i 与选定的正方向相反。

当 $d\omega(t)/dt < 0$ 时, i 与选定的正方向相同。

(2 分)

2012级大学物理2期末试题参考答案（信二学习部整理）

4. 解：（1）由归一化条件 $\int_0^a A^2 \sin^2\left(\frac{n\pi x}{a}\right) dx = 1$ ，得 $A = \sqrt{\frac{2}{a}}$ （2分）

（2） $n=1$ 时，电子的概率密度

$$P = |\psi(x)|^2 = (2/a) \sin^2(\pi x/a)$$

令 $\frac{dP}{dx} = 0$ ，得概率密度最大的位置，即

$$\frac{4}{a} \sin \frac{\pi x}{a} \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right) \cdot \frac{\pi}{a} = 0$$

整理得

$$\sin \frac{2\pi x}{a} = 0 \quad \text{得} \quad x = 0, \frac{a}{2}, a, \frac{3}{2}a, \dots$$

因为 $0 < x < a$ ，所以 $x = a/2$ 。概率最大的位置在 $x = a/2$ 处。 （5分）

（3） $n=1$ 时，电子在 $a/4 < x < 3a/4$ 范围内的概率为

$$\begin{aligned} P &= \int_{a/4}^{3a/4} \frac{2}{a} \sin^2 \frac{\pi x}{a} dx = \int_{a/4}^{3a/4} \frac{2}{a} \frac{a}{\pi} \sin^2 \frac{\pi x}{a} d\left(\frac{\pi x}{a}\right) \\ &= \frac{2}{\pi} \left[\frac{\pi x}{2a} - \frac{1}{4} \sin \frac{2\pi x}{a} \right]_{a/4}^{3a/4} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{\pi}{2} + 1 \right) = 0.818 \end{aligned} \quad (3 \text{ 分})$$

5. 答：（1）物质与反物质碰撞湮灭时，正反物质中蕴涵的所有静止质量能以光子的形式完全释放出来。由质能关系式 $E = m_0 c^2$ ，释放出的能量等于静止质量能，

所以这一过程中的释能效率 $\eta = \Delta E / E = 100\%$ 。 （2分）

（2）利用反证法。取正负电子对的质心作为参照系，在质心系中，正负电子湮灭前动量为零。根据动量守恒，湮灭后的产物总动量一定也为零。如果只产生一个光子，根据相对论的基本假设，光子在任何参照系中光速不变，一个光子不可能具有零动量，与前述质心系中必须具有零动量相矛盾。这就证明了正负电子湮灭不能仅产生一个光子。 （3分）