

安徽大学 20 22 —20 23 学年第 1 学期

《大学物理 A (下)》期中考试试卷答案

一、选择题 (每小题 3 分, 共 15 分)

1-5. C C D A B.

二、填空题 (每小题 4 分, 共 16 分)

6. 0, 0. (每空 2 分)

7. $6\mu\text{F}$, $3\mu\text{F}$. (每空 2 分)

8. 7:8, 7:15. (每空 2 分)

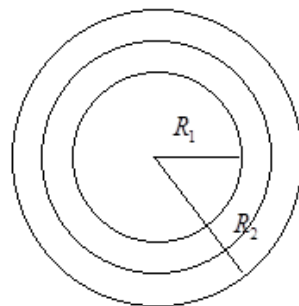
9. 上, 上. (每空 2 分)

三、计算题

10. 解: 取同心闭合球面为高斯面, 由高斯定理可知

$$\oint_s \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad (Q \text{ 为闭合高斯面内电荷代数和}) \quad (2 \text{ 分})$$

$$\vec{E} = \begin{cases} 0 & (r < R_1) \\ \frac{\rho(r^3 - R_1^3)}{3\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r & (R_1 \leq r \leq R_2) \\ \frac{\rho(R_2^3 - R_1^3)}{3\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r & (r > R_2) \end{cases} \quad (6 \text{ 分})$$



选无穷远为电势零点, 由电势和电场关系 $U = \int_r^\infty \vec{E} \cdot d\vec{r}$, 可得

$$U = \begin{cases} \frac{\rho(R_2^2 - R_1^2)}{2\epsilon_0} & (r < R_1) \\ \frac{\rho}{3\epsilon_0} \left(\frac{3R_2^2}{2} - \frac{r^2}{2} - \frac{R_1^3}{r} \right) & (R_1 \leq r \leq R_2) \\ \frac{\rho(R_2^3 - R_1^3)}{3\epsilon_0 r} & (r > R_2) \end{cases} \quad (6 \text{ 分})$$

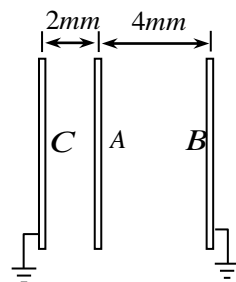
11. 解: (1) A 板和 B 板可看成一个平行板电容器, A 板和 C 板也可看成一个平行板电容器, 由图可知这两个电容器并联。

$$C_{AB} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d_{AB}} \quad C_{AC} = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 S}{d_{AC}} \quad C_{AC} = 2C_{AB}$$

$$U_{AB} = U_{AC} \quad Q_C = 2Q_B \quad Q_C + Q_B = -Q_A$$

$$Q_B = -1.0 \times 10^{-7} \text{ C} \quad Q_C = -2.0 \times 10^{-7} \text{ C}$$

(8 分)



(2) 选接地点为电势零点

$$U_A = U_{AC} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{-3}}{2 \times 8.85 \times 10^{-12} \times 200 \times 10^{-4}} = 1.13 \times 10^3 \text{ V} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(3) \text{ 电场总能量 } W_e = \frac{1}{2} Q U_{AC} = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-7} \times 1.13 \times 10^3 = 1.7 \times 10^{-4} \text{ (J)} \quad (3 \text{ 分})$$

12. 解：载流导线 AC 相对于 O 为半无限长载流直导线，它在 O 点产生的磁感应强度方向垂直纸面向里，大小为：

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \quad (4 \text{ 分})$$

圆弧 CD 相对于 O 为 1/4 圆电流在圆心处产生磁场，它在 O 点产生的磁感应强度方向垂直纸面向里，大小为：

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{8r} \quad (4 \text{ 分})$$

载流导线 DE 相对于 O 为半无限长载流直导线，它在 O 点产生的磁感应强度方向垂直纸面向里，大小为：

$$B_3 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{O 点的总磁感应强度为 } B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r} + \frac{\mu_0 I}{8r} + \frac{\mu_0 I}{4\pi r} = 1.8 \times 10^{-4} \text{ T, 方向垂直纸面向里。} \quad (2 \text{ 分})$$

13. 解：(1) 长直导线 A 在 P 点产生的磁感应强度方向竖直向下，

$$\text{大小为：} B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_{AP}} \quad (3 \text{ 分})$$

无限长直空心圆筒在 P 点产生的磁感应强度，由安培环路定理可知：

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{OP}} \quad (3 \text{ 分})$$

由于 P 点的合磁感应强度： $B_P = 0$ ，所以： $I_2 = \frac{I_1}{3} = 2.0 \text{ A}$ ，方向垂直纸面向外。(3 分)

(2) 无限长直空心圆筒在长直导线 A 处产生的磁感应强度方向竖直向下，大小为：

$$B_A = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_{AO}} \quad (2 \text{ 分})$$

单位长度导线 A 所受的磁场力的方向水平向左（沿 OA 方向）

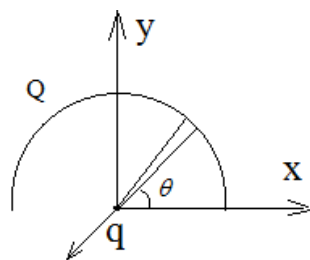
$$\text{大小为 } F_A = \frac{\mu_0 I_2 I_1}{2\pi r_{AO}} = 2.4 \times 10^{-6} \text{ N} \quad (3 \text{ 分})$$

四、证明题（13 分）

14. 证明：在半圆环上取电荷元 $dq = \frac{Q}{\pi} d\theta$ ，它在圆心处产生的场

$$\text{强 } dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{Q}{4\pi^2\epsilon_0 R^2} d\theta \quad (3 \text{ 分})$$

将该场强分解成两个分量：



$$\mathrm{d} E_x = -\frac{Q}{4\pi^2 \varepsilon_0 R^2} \cos \theta \mathrm{d} \theta$$

$$\mathrm{d} E_y = -\frac{Q}{4\pi^2 \varepsilon_0 R^2} \sin \theta \mathrm{d} \theta \quad (4 \text{ 分})$$

对各分量分别积分： $E_x = \int_0^\pi -\frac{Q}{4\pi^2 \varepsilon_0 R^2} \cos \theta \mathrm{d} \theta = 0$

$$E_y = \int_0^\pi -\frac{Q}{4\pi^2 \varepsilon_0 R^2} \sin \theta \mathrm{d} \theta = -\frac{Q}{2\pi^2 \varepsilon_0 R^2} \quad (4 \text{ 分})$$

因此，点电荷 q 所受力为 $\vec{F} = -\frac{Qq}{2\pi^2 \varepsilon_0 R^2} \vec{e}_y$ (2 分)