

安徽大学 2019—2020 学年第 2 学期

《电磁学》期末考试试卷(A 卷)参考答案及评分标准

一、选择题 (每小题 2 分, 共 20 分)

1. D; 2. C; 3. D; 4. A; 5. C; 6. C; 7. C; 8. A; 9. D; 10. D.

二、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

11. $pE/2$ 或 $pE\sin 30^\circ$;

12. $-q$;

13. $1/2$, $1/2$;

14. ρ_e/ϵ_0 ;

15. N , $\frac{\mu_0 I g}{2\pi} t \ln \frac{a+1}{a}$.

三、计算题 (共 60 分)

16. (本题 10 分)

解: 以细棒中心为原点, OA 方向为 x 轴建立坐标系. 在距离 O 点位置为 x 处取一微元 dx , 其对应的电量为 $dq = \frac{Q}{l} dx$.

其在 A 点产生的电场

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l(l-x)^2} dx \quad (4 \text{ 分})$$

根据场叠加原理,

$$E = \int dE = \int_{-l/2}^{l/2} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l(l-x)^2} dx = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l} \frac{1}{(l-x)} \Big|_{-l/2}^{l/2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l} \left(\frac{2}{l} - \frac{2}{3l} \right) = \frac{1}{3\pi\epsilon_0} \frac{Q}{l^2} \quad (6 \text{ 分})$$

17. (本题 12 分)

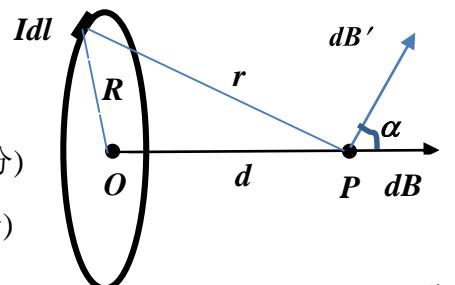
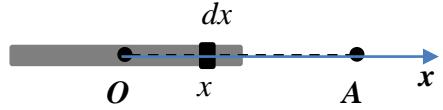
解: 在圆线圈上取一段电流源 Idl ,

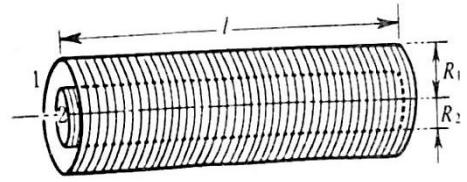
$$\text{它在 } P \text{ 点产生的磁感应强度 } dB' = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times \hat{r}}{r^2} \quad (3 \text{ 分})$$

根据对称性分析,

$$\text{可得 } B = \int dB = \int dB' \cos \alpha = \oint \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl}{r^2} \cos \alpha \quad (2 \text{ 分})$$

$$= \oint \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl R}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I 2\pi R^2}{(R^2+d^2)^{3/2}} = \frac{\mu_0}{2} \frac{IR^2}{(R^2+d^2)^{3/2}} \quad (5 \text{ 分})$$





18. (本题 10 分)

解：设长螺线管 1 通电流为 I , 根据安培环路定理,

$$\text{在其内部产生的磁场磁感应强度大小为 } B = \mu_0 \frac{N_1}{l} I \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{长螺线管 2 捕获 1 的磁通链匝数为 } \psi = N_2 \iint \vec{B} \cdot d\vec{S} = N_2 \mu_0 \frac{N_1}{l} I \pi R_2^2 = \pi \mu_0 \frac{N_1 N_2}{l} I R_2^2 \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{互感系数 } M = \frac{\psi}{I} = \pi \mu_0 \frac{N_1 N_2}{l} R_2^2 \quad (3 \text{ 分})$$

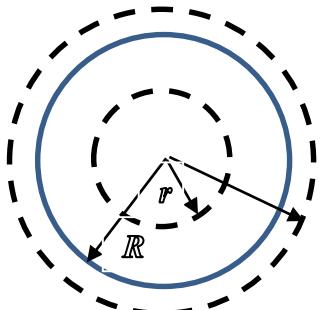
19. (本题 15 分)

解：根据高斯定理求解. 以带电球球心为球心,

在不同区域作球形高斯面.

$$(1) r < R, \text{ 根据 } \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\Sigma q}{\epsilon_0}, \text{ 得出 } E 4\pi r^2 = \frac{\rho_e \frac{4}{3}\pi r^3}{\epsilon_0} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{所以, } E = \frac{\rho_e r}{3\epsilon_0} = \frac{Q}{\frac{4}{3}\pi R^3 3\epsilon_0} r = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}. \quad (2 \text{ 分})$$



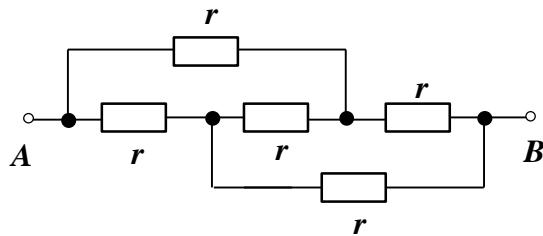
$$\text{又因为真空中, } w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2, \text{ 所以, } w_e = \frac{1}{2} \epsilon_0 \left(\frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3} \right)^2 = \frac{Q^2 r^2}{32\epsilon_0 \pi^2 R^6} \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) r > R, \text{ 根据 } \oint \vec{D} \cdot d\vec{S} = \Sigma q_0, \text{ 得出 } D 4\pi r^2 = Q \quad (2 \text{ 分})$$

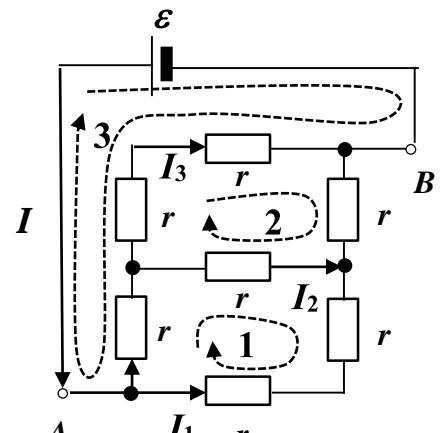
$$\text{所以, } D = \frac{Q}{4\pi r^2} \rightarrow E = \frac{D}{\epsilon_r \epsilon_0} = \frac{Q}{4\epsilon_r \epsilon_0 \pi r^2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{又因为 } w_e = \frac{1}{2} DE, \text{ 所以, } w_e = \frac{1}{2} \frac{Q}{4\pi r^2} \frac{Q}{4\epsilon_r \epsilon_0 \pi r^2} = \frac{Q^2}{32\epsilon_r \epsilon_0 \pi^2 r^4} \quad (4 \text{ 分})$$

20. (本题 13 分)



(a)



(b)

解：(a) 其实是一个麦克斯韦电桥，根据电桥平衡原理，AB 两端等效电阻为 r . (6 分)

(b) 设想在 AB 两端接上一个无内阻的理想电源，电动势为 ϵ .

构建如图所示的电路图，在电路图中标定电流方向和大小。设定绕行方向并标在图中，于是有根据基尔霍夫定律：

对回路 1: $(I - I_1)r + I_2r - I_12r = 0$ (1 分)

对回路 2: $I_32r - (I_1 + I_2)r - I_2r = 0$ (1 分)

对回路 3: $\varepsilon - I_32r - (I - I_1)r = 0$ (1 分)

此外: $I = I_1 + I_2 + I_3$ (1 分)

以上 4 个方程联立解出 $I_1 = I_3 = 2\varepsilon/7r$, $I_2 = \varepsilon/7r$, $I = 5\varepsilon/7r$
所以, AB 两端等效电阻为 $R_{AB} = \varepsilon/I = 7r/5 = 1.4r$. (3 分)