2023-2024 学年秋冬学期《大学物理甲 2》期中考试试卷参考答案 A

2023.11.18

一、填空题：（每题 4 分，2 个空格的题每个空格给 2 分，共 60 分）

1. $\frac{Q+2q}{4\pi\varepsilon_0 R}$，$\pi R^2$　　2. $\frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

3. $\sqrt{\frac{2Fd}{C}}$，$\sqrt{2FCd}$　　4. $\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\frac{b}{a}$

5. $\frac{-qQ}{4\pi\varepsilon_0}(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2})$　　6. 0.177 (J/m^3)，5.56×10^{-6}（J）

7. 1.0×10^{13}　　8. $\frac{\sqrt{2}\mu_0 I}{4\pi l}$，垂直纸面向里

9. $\frac{\mu_0}{2}(j_1-j_2)$，$\frac{\mu_0}{2}(j_1+j_2)$　10. $\mu_0(I_3-I_2)$

11. 8×10^{-14} $\vec{k}$　　12. $\frac{\mu_0 Ia}{2\pi}\ln 2$

13. $\frac{2\pi mv\cos\theta}{eB}$，$\frac{mv\sin\theta}{eB}$　　14. $\frac{\mu_0\mu_r I}{2\pi r}$

15、0.8（A）

二、计算题：（4 题，共 40 分）

1.（本题 10 分）

解：（1）$\mathrm{d}q = k|x|\mathrm{d}x$

$$\mathrm{d}U = \frac{\mathrm{d}q}{4\pi\varepsilon_0 r} = \frac{k|x|\mathrm{d}x}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{x^2+y^2}}$$　　2 分

$$U = \int \mathrm{d}U = 2\int_0^l \frac{k|x|\mathrm{d}x}{4\pi\varepsilon_0\sqrt{x^2+y^2}} = \frac{k}{2\pi\varepsilon_0}(\sqrt{l^2+y^2}-|y|)$$

$$= \begin{cases} \frac{k}{2\pi\varepsilon_0}(\sqrt{l^2+y^2}-y) & y\geq 0 \\ \frac{k}{2\pi\varepsilon_0}(\sqrt{l^2+y^2}+y) & y\leq 0 \end{cases}$$　　2+2 分

（2） $E = E_y = -\dfrac{\partial U}{\partial y} = \begin{cases} \dfrac{k}{2\pi\varepsilon_0}\left(1 - \dfrac{y}{\sqrt{l^2 + y^2}}\right) & y \geq 0 \\ -\dfrac{k}{2\pi\varepsilon_0}\left(1 + \dfrac{y}{\sqrt{l^2 + y^2}}\right) & y \leq 0 \end{cases}$ 2+2 分

2.（本题 10 分）

解：（1） $r > R$ 由高斯定理 $\oint_S \vec{D}\cdot d\vec{S} = D\cdot 4\pi r^2 = \sum_{S内} q_i$

得 $D = \dfrac{Q}{4\pi r^2}$ 3 分

$R < r < a$ $E = \dfrac{D}{\varepsilon_0} = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ 1 分

$a < r < b$ $E = \dfrac{D}{\varepsilon_0\varepsilon_r} = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r r^2}$ 1 分

$r > b$ $E = \dfrac{D}{\varepsilon_0} = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ 1 分

（2） $(a < r < b)$ $P = D - \varepsilon_0 E = \dfrac{(\varepsilon_r - 1)Q}{4\pi\varepsilon_r r^2}$ 2 分

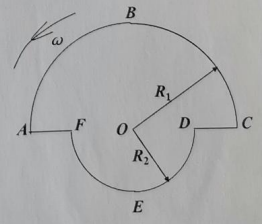
$\sigma' = \vec{P}\cdot\vec{n}$ $\sigma'_a = -P_a = -\dfrac{(\varepsilon_r - 1)Q}{4\pi\varepsilon_r a^2}$ 1 分

$\sigma'_b = P_b = \dfrac{(\varepsilon_r - 1)Q}{4\pi\varepsilon_r b^2}$ 1 分

3.（本题 10 分）

解：电荷圆周运动形成的电流为：

$dI = \lambda dl \dfrac{\omega}{2\pi}$ 2 分



对半径为 R_1 与 R_2 的两个同心半圆：

$dI_{ABC} = \lambda dl \dfrac{\omega}{2\pi}$

$I_{ABC} = \dfrac{\omega}{2\pi}\int \lambda dl = \dfrac{\omega}{2\pi}\lambda\pi R_1 = \dfrac{\lambda\omega R_1}{2}$

$\therefore B_{ABC} = \dfrac{\mu_0 I_{ABC}}{2R_1} = \dfrac{\mu_0\lambda\omega}{4}$

同理可得： $B_{DEF} = B_{ABC} = \dfrac{\mu_0\lambda\omega}{4}$ 2+1 分

对 AF、CD 两个直线段：

$$dI_{AF}=\lambda dr\frac{\omega}{2\pi}$$

$$B_{AF}=\int\frac{\mu_0 dI_{AF}}{2r}=\int_{R_2}^{R_1}\frac{\mu_0\lambda\omega dr}{4\pi r}=\frac{\mu_0\lambda\omega}{4\pi}\ln\frac{R_1}{R_2}$$

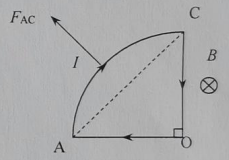
同理可得：$B_{CD}=B_{AF}=\frac{\mu_0\lambda\omega}{4\pi}\ln\frac{R_1}{R_2}$　　2+1 分

得总磁感应强度：

$$B=2(B_{ABC}+B_{AF})=\frac{\mu_0\lambda\omega}{2}(1+\frac{1}{\pi}\ln\frac{R_1}{R_2})$$　　2 分

4.（本题 10 分）

解：（1）$F_{AC弧}=F_{\overline{AC}}=I\cdot\sqrt{2}R\cdot B=0.283\,(\mathrm{N})$，　3 分



方向如图所示（左斜上 45°）　　2 分

（2）线圈的磁矩为：

$$p_m=IS=I\frac{\pi R^2}{4}=\frac{\pi R^2 I}{4}$$　　2 分

线圈所受磁力矩为：

$$M=p_m B\sin(90°-60°)=\frac{\pi R^2 IB}{4}\sin 30°=1.57\times10^{-2}\ (\mathrm{N\cdot m})$$　　3 分