

2018~2019 学年第一学期下 B 卷解答

大学物理 A

一. 填空题

1.  $3.36 \times 10^{16}$ ,  $2.5 \times 10^{-4}$
2.  $s_1 + s_2$ ,  $-s_1$
3.  $2/5v_0$ ,  $N/5$ ,
4.  $-5.76J/K$ ,  $0$
5.  $\left(\frac{q\lambda}{2\pi\epsilon_0 m}\right)^{1/2}$
6.  $\frac{\sqrt{3}q}{4\pi\epsilon_0 a}$ ,  $\frac{\sqrt{3}q}{4\pi\epsilon_0 a}Q$ ,  $-\frac{\sqrt{3}q}{4\pi\epsilon_0 a}Q$
7.  $\frac{\sigma_0}{\epsilon_0}$ ,  $\frac{\sigma_0}{\epsilon_0\epsilon_r}$
8.  $\frac{\mu_0 I}{3R} - \frac{\mu_0 I}{\pi R}(1 - \frac{\sqrt{3}}{2})$ , 垂直纸面向里
9.  $3A$
10.  $c/\lambda$ ,  $hc/\lambda$ ,  $h/\lambda$

二. 解: (1) 等温过程:  $\Delta E = 0$  ..... (1 分)

$$Q_T = A_T = \int_{V_1}^{V_2} p dV = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu RT}{V} dV = \nu RT \ln V_2/V_1$$

$$= 8.31 \times 300 \ln 2 = 1728 \text{ (J)} \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$$

(2) 等压过程:  $\Delta E = \nu i R \Delta T / 2 = 3p(V_2 - V_1) / 2 = 3647 \text{ (J)} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$

$$A = p(V_2 - V_1) = 243 \text{ (J)} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$Q_p = \Delta E + A = 607 \text{ (J)} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

三. 解: 利用介质中的高斯定律

$$\Phi_D = \oint_S \vec{D} \cdot d\vec{S} = 4\pi r^2 D = Q \Rightarrow D = \frac{Q}{4\pi r^2} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

两介质中的电场强度为:  $E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_{r1}\epsilon_0 r^2}$ ,  $E_2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_{r2}\epsilon_0 r^2} \dots\dots\dots (4 \text{ 分})$

$$U_{12} = \int_{R_1}^R \frac{Qdr}{4\pi\epsilon_{r1}\epsilon_0 r^2} + \int_R^{R_2} \frac{Qdr}{4\pi\epsilon_{r2}\epsilon_0 r^2}$$

$$= \frac{Q}{4\pi\epsilon_{r1}\epsilon_0} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R}\right) + \frac{Q}{4\pi\epsilon_{r2}\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R_2}\right) = -3700V \dots\dots\dots (4 \text{ 分})$$

四. 解: 在圆上取  $dl = R d\varphi$ ,  $dq = \lambda dl = R\lambda d\varphi$  ..... (2 分)

在  $o$  点产生的场强为

$$dE = \frac{\lambda R d\varphi}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad \text{方向沿半径向外} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

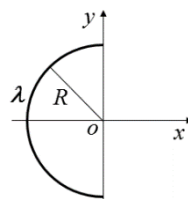
$$dE_x = dE \sin \varphi = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \sin \varphi d\varphi \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$dE_y = dE \cos(\pi - \varphi) = -\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \cos \varphi d\varphi$$

$$\text{则 } E_x = \int_0^\pi \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \sin \varphi d\varphi = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$E_y = \int_0^\pi \frac{-\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \cos \varphi d\varphi = 0 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{因此, } E = E_x = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R}, \quad \text{方向沿 } x \text{ 轴正方向} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$



五. 解: 以  $o$  点为坐标原点, 向左为坐标正向; 分割电流元为无限多宽为  $dx$  的无限长载流

$$\text{直导线, 电流元电流 } dI = \frac{I}{a} dx,$$

$$\text{电流元在 } o \text{ 处产生磁场为 } dB = \frac{\mu_0 dI}{2\pi x} = \frac{\mu_0 I dx}{2\pi ax} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$B = \int dB = \int_a^{2a} \frac{\mu_0 I dx}{2\pi ax} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \ln 2 \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$$

$$\text{导线单位长度受到的磁力 } F = BI \times 1 = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi a} \ln 2 \dots\dots\dots (3 \text{ 分})$$

方向: 纸面内垂直导体水平向左 ..... (2 分)

六. 解: (1)  $b$  线圈在中心产生的磁场为  $B = N_b \frac{\mu_0 I_b}{2R_b}$  ..... (2 分)

线圈  $b$  通电流时, 由于线圈  $a$  的半径较线圈  $b$  的半径甚小, 所以可近似求得通过线圈  $a$  的磁链为:

$$\Psi_{ab} = B N_a S_a = N_b \frac{\mu_0 I_b}{2R_b} N_a S_a \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$M = \frac{\Psi_{ab}}{I_b} = \frac{\mu_0 N_a N_b S_a}{2R_b} = 6.3 \times 10^{-6} (H) \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$(2) \frac{d\varphi_{ba}}{dt} = \frac{1}{N_b} \frac{d\Psi_{ba}}{dt} = \frac{1}{N_b} M \frac{di_a}{dt} = -3.1 \times 10^{-6} (W_b / s) \dots\dots\dots(2 \text{ 分})$$

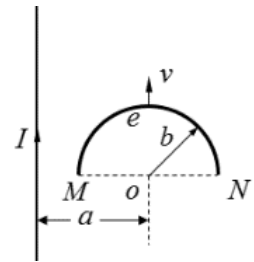
$$(3) \varepsilon_{ba} = -M \frac{di_a}{dt} = 3.1 \times 10^{-4} (V) \dots\dots\dots(2 \text{ 分})$$

七. 解：添加辅助线 MN，在回路 MENM 中，当导体沿  $\vec{v}$  运动时，磁通量变量  $d\phi = 0$

$$\varepsilon_{MeNM} = 0 \dots\dots\dots(2 \text{ 分})$$

即  $\varepsilon_{MeN} = \varepsilon_M$

磁场  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi l} \dots\dots\dots(2 \text{ 分})$



则  $\varepsilon_{MN} = \int_{a-b}^{a+b} v B \cos \theta dl = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} < \dots\dots\dots(4 \text{ 分})$

所以  $\varepsilon_{MeN}$  沿  $NeM$  方向

M 点电势高于 N 点电势，即

$$U_M - U_N = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln \frac{a+b}{a-b} \dots\dots\dots(2 \text{ 分})$$