

广东工业大学试卷参考答案及评分标准 (A)

课程名称: _____ 大学物理 A (2)

考试时间: 2020 年 1 月 10 日 (第 19 周 星期五)

一、单选题

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

二、填空题

11. $\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R}(\vec{i} + \vec{j})$ 12. 0 13. $\frac{q}{4\pi\epsilon_0}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right); \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R_3}$
14. $\frac{Q^2}{40\pi\epsilon_0 R}$ 15. $\frac{\mu_0 I}{2\pi R}(1 - \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\pi}{6})$ 16. $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi a} \ln 2$; 水平向右
17. $a^2 \frac{dB}{dt}$ 18. $\epsilon_0 \pi R^2 \frac{dE}{dt}$ 19. 5; 2 20. 0.3

三、计算题

21. 【解】 (1) 为两个电容器并联, 充电后断开电源充斥电介质情形:

$$U_1' = U_2' \Rightarrow \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} d = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0 \epsilon_r} d \quad \text{① (3 分)}$$

根据电荷守恒有:

$$\sigma_0 S = (\sigma_1 + \sigma_2) \frac{S}{2} \quad \text{② (2 分)}$$

联立以上二式解得 $\sigma_1 = \frac{2\sigma_0}{1 + \epsilon_r}, \quad \sigma_2 = \frac{2\sigma_0 \epsilon_r}{1 + \epsilon_r}$ (1 分)

(2) $D_1 = \sigma_1 = \frac{2\sigma_0}{1 + \epsilon_r}, \quad D_2 = \sigma_2 = \frac{2\sigma_0 \epsilon_r}{1 + \epsilon_r}$ (2 分)

(3) $U = U_1' = \frac{\sigma_1}{\epsilon_0} d = \frac{2\sigma_0 d}{(1 + \epsilon_r) \epsilon_0}$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{\sigma_0 S}{U_1'} = \frac{(1 + \epsilon_r) \epsilon_0 S}{2d}$$

或者 $C = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{2d} + \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{2d} = \frac{(1 + \epsilon_r) \epsilon_0 S}{2d}$ (2 分)

22. [解] (1) 选取距轴线为 r 的圆为安培环路 L , 取顺时针方向为绕行方向, 由介质中的安培环路定理

$$r < R_1 \text{ 时, } \oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = H 2\pi r = \frac{I}{\pi R_1^2} \pi r^2 = \frac{I r^2}{R_1^2}$$

$$H = \frac{I r}{2\pi R_1^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$R_1 < r < R_2 \text{ 时, } \oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = H 2\pi r = I$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \quad (1 \text{ 分})$$

$$R_2 < r < R_3 \text{ 时, } \oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = H 2\pi r = I - \frac{I\pi(r^2 - R_2^2)}{\pi(R_3^2 - R_2^2)}$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \frac{R_3^2 - r^2}{R_3^2 - R_2^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$r > R_3 \text{ 时, } \oint_L \vec{H} \cdot d\vec{l} = H 2\pi r = I - I = 0$$

$$H = 0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 磁介质内总的磁感应强度为 } B = \mu_0 \mu_r H = \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r} \quad (1 \text{ 分}),$$

$$\text{其中由导线中电流产生的磁感应强度为 } B_0 = \mu_0 H = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \quad (1 \text{ 分}),$$

则由磁化电流产生的附加磁场为

$$B' = B - B_0 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} (\mu_r - 1) \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 穿过长为 l 一段电缆截面的磁通量为

$$\Phi_m = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_{R_1}^{R_2} \frac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi r} l dr = \frac{\mu_0 \mu_r I l}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

长为 l 的一段电缆的自感系数为

$$L' = \frac{\Phi_m}{I} = \frac{\mu_0 \mu_r l}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1}$$

故同轴电缆单位长度的自感系数为

$$L = \frac{L'}{l} = \frac{\mu_0 \mu_r}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(4) \text{ 磁能 } W_m = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{\mu_0 \mu_r I^2}{4\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (1 \text{ 分})$$

23. [解] 解法 1: 由法拉第电磁感应定律求解

$$\Phi_m = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_0^{vt} kx' \cos \omega t \cdot x' \tan \theta dx' = \frac{1}{3} k v^3 t^3 \tan \theta \cos \omega t \quad (6 \text{ 分})$$

$$\varepsilon_i = \left| \frac{d\Phi_m}{dt} \right| = \left| -\frac{1}{3} k v^3 t^3 \omega \tan \theta \sin \omega t + k v^3 t^2 \tan \theta \cos \omega t \right| \quad (4 \text{ 分})$$

解法 2: 由电动势定义求解.

$$\varepsilon_{\text{动生}} = Blv = kx \cos \omega t (vt \tan \theta) v = k v^3 t^2 \tan \theta \cos \omega t$$

方向: 由 D 指向 C (4 分)

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{感生}} &= \left| \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} \right| = \int_S kx' \omega \sin \omega t x' \tan \theta dx' = \int_0^{vt} k \omega \tan \theta \sin \omega t x'^2 dx' \\ &= \frac{1}{3} k \omega v^3 t^3 \tan \theta \sin \omega t \end{aligned}$$

方向: 顺时针 (4 分) 总的感应电动势大小为

$$\varepsilon_i = \left| \varepsilon_{\text{动生}} - \varepsilon_{\text{感生}} \right| = \left| k v^3 t^2 \tan \theta \cos \omega t - \frac{1}{3} k \omega v^3 t^3 \tan \theta \sin \omega t \right| \quad (2 \text{ 分})$$

$$24. \text{ 宇航员测得飞船的船身通过观测站的时间间隔 } \tau = \frac{L_0}{v} = 3.75 \times 10^{-7} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

由时间延缓公式得, 观测站测得飞船的船身通过观测站的时间间隔

$$\tau_0 = \tau \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c} \right)^2} = 2.25 \times 10^{-7} \text{ s} \quad (3 \text{ 分})$$

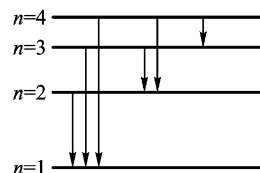
25. [解] (1) 基态氢原子吸收能量为 12.75 eV 的光子后被激发到高能态

$$E_n = \Delta E + E_1 = 12.75 + (-13.6) = -0.85 \text{ eV}$$

由量子化能量公式 $E_n = -\frac{13.6}{n^2}$, 可求得

$$n = \sqrt{\frac{13.6}{E_n}} = \sqrt{\frac{13.6}{0.85}} = 4$$

即氢原子吸收该光子后将被激发到 $n=4$ 的能级。激发到 $n=4$ 能级的氢原子向低能级跃迁时, 可能发出 6 条谱线。



(2) 该跃迁过程中能级最高的定态为 $n=4$, 其可能的电子态共有 32 个, 所具有四个量子数 (n, l, m_l, m_s) 分别为: $(4, 0, 0, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 1, 0, \pm \frac{1}{2})$;

$(4, 1, \pm 1, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 2, 0, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 2, \pm 1, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 2, \pm 2, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 3, 0, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 3, \pm 1, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 3, \pm 2, \pm \frac{1}{2})$; $(4, 3, \pm 3, \pm \frac{1}{2})$.