

第 11 章练习题参考答案

基础练习

1. BCD 2. B 3. D 4. AC 5. A 6. A

$$7. \frac{nBl_1l_2\omega}{R+r}\cos\omega t \quad \frac{n^2B^2l_1^2l_2^2\omega\pi R}{4(R+r)^2}$$

$$8. \text{解: (1)} q = \frac{\varphi_0}{R}. \quad (2) Q = 16 \frac{\varphi_0^2}{RT}.$$

综合进阶

1. A 2. A

3. 0.40 V 0.5 m²/s。

4. 5×10^{-4} Wb。

5. 0.1H 0.4H 0.4H。

$$6. \text{解: (1)} H = \frac{N}{L}I = 200/0.1 \times 0.1 = 200 (\text{A} \cdot \text{m}^{-1}); \quad B_0 = \mu_0 H = 4\pi \times 10^{-7} \times 200 = 2.5 \times 10^{-4} (\text{T}).$$

$$(2) \text{磁场强度不变, } H = 200 (\text{A} \cdot \text{m}^{-1}); \quad B = \mu_0 \mu H_0 = 4200 \times 2.5 \times 10^{-4} = 1.05 (\text{T}).$$

$$7. \text{解: (1) 由 } B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \text{ 有}$$

$$\varepsilon_1 = B_1 L v = \frac{N\mu_0 I L v}{2\pi(d+a)}$$

$$\varepsilon_2 = B_2 L v = \frac{N\mu_0 I L v}{2\pi d}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \frac{N\mu_0 I L v a}{2\pi d(d+a)} = \frac{5N\mu_0 L v a}{2\pi d(d+a)}$$

$$(2) \text{由 } \varphi = \frac{\mu_0 I L}{2\pi} \ln \frac{d+a}{a} \text{ 有}$$

$$\varepsilon = -N \frac{d\varphi}{dt} = -N \frac{\mu_0 L}{2\pi} \ln \frac{d+a}{a} \frac{dI}{dt} = -250N \frac{\mu_0 L}{2\pi} \ln \frac{d+a}{a} \cos 100\pi t$$

8. 解:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= -\frac{d\varphi}{dt} = -S \frac{dB}{dt} = -\left(\frac{1}{2}R^2\theta - \frac{1}{2}ab \times oa \times \cos \frac{\theta}{2}\right) \frac{dB}{dt} \\ &= -\left(\frac{1}{2} \times 0.1 \times 0.1 \times \frac{\pi}{3} - \frac{1}{2} \times 0.06 \times 0.06 \times \cos \frac{\pi}{6}\right) \times 1 \\ &= -3.68 \times 10^{-3} (\text{V}) \end{aligned}$$

负号表示感生电动势为逆时针。

9. 解: 设圆柱形导线横截面积半径为 R , 在 $r < R$ 处, 磁感应强度 $B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$, 磁能密度为

$$w_m = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 I^2 r^2}{8\pi^2 R^4}$$

在导线内部取半径为 r , 厚度为 dr , 高度为 1 的薄圆柱壳, 其体积为 $dV = 2\pi r dr$, 则

$$W = \int_0^R w_m 2\pi r dr = \int_0^R \frac{\mu_0 I^2 r^3 dr}{4\pi R^4} = \frac{\mu_0 I^2}{16\pi}$$

10. 解: AB 、 CD 不产生感应电动势, 由 $QB = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ 有

$$DA: \varepsilon_1 = \int_D^A (v \times B) \cdot dl = vBb = vb \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

$$BC: \varepsilon_1 = -vb \frac{\mu_0 I}{2\pi(a+d)}$$

回路中总感应电动势:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \frac{vb\mu_0 I}{2\pi} \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{a+d} \right) = 1.6 \times 10^{-8} (\text{V}), \text{ 方向沿顺时针}$$

11. 解:

(1) 由 $v-t$ 图可知, 刚开始 $t=0$ 时刻线圈加速度为 $a = \frac{v_0}{t_1}$, 此时感应电动势 $E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} =$

$$L^2 \frac{\Delta B}{\Delta t}, \text{ 则}$$

$$I = \frac{E}{R} = \frac{L^2}{R} \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

线圈此刻所受安培力为 $F = BIL = \frac{B_0 L^3}{R} \frac{\Delta B}{\Delta t} = ma$, 得

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{mv_0 R}{B_0 t_1 L^3}$$

(2) 线圈在 t_2 时刻开始做匀速直线运动, 有两种可能:

① 线圈没有完全进入磁场, 磁场就消失, 所以没有感应电流, 回路电功率 $P=0$ 。

② 磁场没有消失, 但线圈完全进入磁场, 尽管有感应电流, 但所受合力为零, 同样做匀速直线运动, 回路电功率 P 为

$$P = \frac{E^2}{R} = \left(\frac{L^2 \Delta B}{\Delta t} \right)^2 / R = \frac{m^2 v_0^2 R}{B_0^2 t_0^2 L^2}$$

12. 解:

(1) 杆 ab 机械能的减少量为

$$\Delta E = mgh - \frac{1}{2}mv^2 = 0.1 \times 10 \times 3 - \frac{1}{2} \times 0.1 \times 10 \times 3^2 = 2.8 (\text{J})$$

(2) 速度最大时 ab 杆产生的电动势为

$$E = BLv = 0.5 \times 2 \times 2 = 2 \text{ (V)}$$

产生的电流为

$$I = \frac{E}{R + \frac{r}{2}} = \frac{2}{5 + 5} \text{ A} = 0.2 \text{ (A)}$$

此时的安培力为

$$F = BIL = 0.5 \times 0.2 \times 2 \text{ N} = 0.2 \text{ (N)}$$

由题意可知，导体棒受的摩擦力大小为

$$f = mg \sin 30^\circ - F = 0.5 - 0.2 \text{ N} = 0.3 \text{ (N)}$$

由能量守恒得，损失的机械能等于物体克服摩擦力做功和产生的电热之和，电热为

$$Q = \Delta E - f \frac{h}{\sin 30^\circ} = 2.8 - 0.3 \times 6 \text{ J} = 1 \text{ (J)}$$

下端电阻 R 中产生的热量为

$$QR = \frac{Q}{4} = 0.25 \text{ (J)}$$