

《电磁学》作业答案八

5.3-2 一圆形线圈由 50 匝表面绝缘的细导线绕成，圆面积为 $S=4 \text{ 厘米}^2$ ，放在另一个半径 $R=20 \text{ 厘米}$ 的大圆形线圈中心，两者同轴，如附图所示，大圆形线圈由 100 匝表面绝缘的导线绕成。

(1) 求这两个线圈的互感 M 。

(2) 当大线圈导线中的电流每秒减小 50 安培时，求小线圈中的感应电动势；

解：(1) 设大圆线圈通有电流 I

$$B_0 = \frac{N_1 \mu_0 I}{2R}$$

$$\text{小圆线圈内的全磁通: } \phi_m = N_2 B_0 S = \frac{N_1 N_2 \mu_0 I S}{2R}$$

$$\text{两线圈互感: } M = \frac{\phi_m}{I} = \frac{N_1 N_2 \mu_0 S}{2R} = 6.28 \times 10^{-6} (H)$$

$$(2) \text{ 由题意, } \frac{dI}{dt} = -50 (A/m)$$

$$\varepsilon = -M \frac{dI}{dt} = -6.28 \times 10^{-6} \times (-50) = 3.14 \times 10^{-4} (V)$$

5.3-5 在长 60 厘米，直径 5 厘米的空心纸筒上绕多少匝导线，才能得到自感为 6×10^{-3} 亨的线圈？

解：设导线内通有电流 I

$$B_0 = \mu_0 n I = \frac{\mu_0 N I}{l} \quad \phi_m = N B_0 S = \frac{\mu_0 N^2 I \pi d^2}{4l}$$

$$\text{自感系数: } L = \frac{\phi_m}{I} = \frac{\mu_0 N^2 \pi d^2}{4l}$$

$$N = \sqrt{\frac{4lL}{\mu_0 \pi d^2}} \approx 1209 \text{ (匝)}$$

5.3-6 圆形截面螺绕环尺寸如图，总匝数 N ，(1) 求自感系数；

(2) $N=1000$ 时， $D_1=20 \text{ 厘米}$ ， $D_2=10 \text{ 厘米}$ ， $h=1 \text{ 厘米}$ 时，自感是多少？

解：(1) 设螺绕环内通有电流 I ，由安培环路定理得：

$$B_0 = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$$

$$\phi_m = N \iint \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_{D_2/2}^{D_1/2} \frac{\mu_0 N^2 I}{2\pi r} h dr = \frac{\mu_0 N^2 I h}{2\pi} \ln \frac{D_1}{D_2}$$

$$L = \frac{\phi_m}{I} = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{D_1}{D_2}$$

(2) 代入数据

$$L = \frac{\phi_m}{I} = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln \frac{D_1}{D_2} \approx 1.39 \times 10^{-3} (H)$$