

## 练习 29 电磁感应(一) 参考答案

1. D

2. D

3.  $= NbB \, dx/dt = NbB\omega A \cos(\omega t + \pi/2)$  或  $= NBbA\omega \sin \omega t$

4.  $3.14 \times 10^{-6} \text{ C}$

5. 解: 取回路正向顺时针, 则

$$\begin{aligned}\Phi &= \int B 2\pi r \, dr = \int_0^a B_0 2\pi r^2 \sin \omega t \, dr \\ &= (2\pi/3) B_0 a^3 \sin \omega t \\ \mathcal{E}_i &= -d\Phi/dt = -(2\pi/3) B_0 a^3 \omega \cos \omega t\end{aligned}$$

当  $\mathcal{E}_i > 0$  时, 电动势沿顺时针方向.

6. 解: (1) 载流为  $I$  的无限长直导线在与其相距为  $r$  处产生的磁感强度为:

$$B = \mu_0 I / (2\pi r)$$

以顺时针绕向为线圈回路的正方向, 与线圈相距较远的导线在线圈中产生的磁通量为:

$$\Phi_1 = \int_{2d}^{3d} d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \, dr = \frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln \frac{3}{2}$$

与线圈相距较近的导线对线圈的磁通量为:

$$\Phi_2 = \int_d^{2d} -d \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \, dr = -\frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln 2$$

总磁通量 
$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 = -\frac{\mu_0 Id}{2\pi} \ln \frac{4}{3}$$

感应电动势为: 
$$= -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \left(\ln \frac{4}{3}\right) \frac{dI}{dt} = \frac{\mu_0 d}{2\pi} \alpha \ln \frac{4}{3}$$

由  $\alpha > 0$  和回路正方向为顺时针, 所以 的绕向为顺时针方向, 线圈中的感应电流亦是顺时针方向.

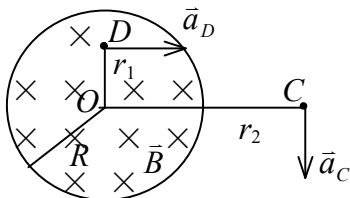
### 练习 30 电磁感应(二) 参考答案

1. E
2. D
3.  $\vec{v} \times \vec{B}$

$$4. \quad \frac{r_1 e}{2m} \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$\frac{R^2 e}{2mr_2} \cdot \frac{dB}{dt}$$

方向见图



5. 解: 在  $dl$  处  $B = \mu_0 I / (2\pi r)$

$$d\vec{\ell} = (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{\ell} = vB dl \cos 60^\circ$$

但  $dl = dr / \cos 30^\circ$

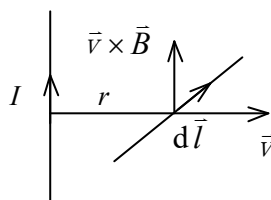
$$\therefore d = vB \tan 30^\circ dr$$

$$= \int_{r_1}^{r_2} vB \operatorname{tg} 30^\circ dr$$

其中  $r_2 = a + \sqrt{3}l/4$ ,  $r_1 = a - \sqrt{3}l/4$

$$= \frac{\mu_0 I_V}{2\sqrt{3}\pi} \ln \frac{a + \sqrt{3}l/4}{a - \sqrt{3}l/4}$$

方向从  $1 \rightarrow 2$ .



6. 解: 设动生电动势为  $\mathcal{E}_1$ , 感生电动势为  $\mathcal{E}_2$  则

$$= 1 + 2$$

$$I_1 = \int_a^b (\vec{v} \times \vec{B}) \cdot d\vec{l} = -vBR \quad (\text{方向由 } a \rightarrow b)$$

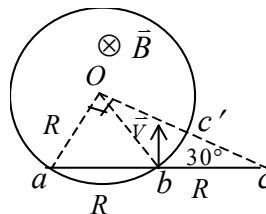
(实际方向由  $b \rightarrow a$ )

$$_2 = \int_a^c \bar{E} \cdot d\bar{l} = \int_a^b \bar{E}_1 \cdot d\bar{l} + \int_b^c \bar{E}_2 \cdot d\bar{l} = \frac{dB}{dt} (\text{Oabc'面积})$$

$$I_2 = \frac{R^2}{4} \left( \sqrt{3} + \frac{\pi}{3} \right) \frac{dB}{dt} \quad (\text{方向由 } a \rightarrow c)$$

故

$$= \frac{R^2}{4} \left( \sqrt{3} + \frac{\pi}{3} \right) \frac{dB}{dt} - BvR \quad (\text{方向由 } a \rightarrow c)$$



### 练习 31 电磁感应(三) 参考答案

1. C

2. B

3. 0.400 H

4.  $\mu nI$ ,  $\mu n^2 I^2 / 2$

5. 解: 设长直导线中有电流  $I$ , 它在周围产生磁场

$$B = \mu_0 I / (2\pi r)$$

在矩形线圈中产生的磁通链数为

$$\Psi = N \int_b^{2b} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} a \, dr = \frac{\mu_0 NaI}{2\pi} \ln 2$$

$$M = \frac{\Psi}{I} = \frac{\mu_0 Na}{2\pi} \ln 2 = 2.77 \times 10^{-5} \text{ H}$$

6. 解: (1) 单位长度的自感系数  $B = \mu_0 I / (2\pi r)$   $r_1 < r < r_2$

$$\Phi = \int_{r_1}^{r_2} \vec{B} \cdot d\vec{S} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

$$\therefore L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1}$$

(2) 单位长度储存的磁能  $W_m = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi} \ln \frac{r_2}{r_1}$

## 练习 32 电磁场和电磁波 参考答案

1. C

2. C

$$3. \iint_S \frac{\partial}{\partial t} \bar{D} \cdot d\bar{S} \text{ 或 } d\Phi_D / dt$$

$$- \iint_S \frac{\partial}{\partial t} \bar{B} \cdot d\bar{S} \text{ 或 } -d\Phi_m / dt$$

4. 1

5. 证明:  $\because I_d = \frac{d\phi_D}{dt}$

而在平行板电容器两极板之间  $\phi_D = D \cdot S = \sigma S = Q$

而由电容器的定义有  $Q = CU$

$$\therefore I_d = \frac{d\phi_D}{dt} = C \frac{dU}{dt}$$

6. 解: (1) 位移电流  $I_d = \pi R^2 \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt} = 2.78 \times 10^{-5} \text{ A}$

2 分

(2) 根据全电流定律:  $\oint_L \bar{H} \cdot d\bar{l} = I_d$ , 有

$$2\pi r H = \pi r^2 \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt}$$

$$H = \frac{1}{2} r \epsilon_0 \cdot \frac{dE}{dt},$$

可得  $B_r = \frac{1}{2} r \mu_0 \epsilon_0 \frac{dE}{dt} = 2.78 \times 10^{-11} \text{ T}$