

Chapter 8

苏亦凡 计算机科学与技术学院 200111229

8-1

解：

由电磁感应定律，得：

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi a^2 \frac{dB}{dt} = -\pi(3t + 4) \times 10^{-6} \quad (\text{SI})$$

又由欧姆定律，得：

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

- (1) 代入 $t = 2s$ ，得：

$$\mathcal{E} = -3.14 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$I = -3.14 \times 10^{-2} \text{ A}$$

- (2)

$$Q = \left| \frac{\Delta\Phi}{R} \right| = 4.4 \times 10^{-2} \text{ C}$$

8-2

解：

- (1)

由电磁感应定律，得：

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \int_L (\mathbf{v} \times \mathbf{B}) \cdot d\mathbf{l} = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \cot \theta \int_d^{d+l \sin \theta} \frac{dr}{r} \\ &= \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \cot \theta \ln \frac{d + l \sin \theta}{d} \\ &= 2.79 \times 10^{-4} \text{ V} \end{aligned}$$

- (2)

由 $\mathcal{E} > 0$, 得D电势高。

8-4

解:

$$U_{ab} = \mathcal{E} = \int_L (\boldsymbol{\omega} \times \boldsymbol{r} \times \boldsymbol{B}) \cdot d\boldsymbol{l} = -\frac{B\omega l^2}{4}$$

由于 $U_{ab} < 0$, 故b点电势高

8-6

解:

- (1)

对棒及电路进行分析, 可得:

$$\mathcal{E} = Blv$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$m \frac{dv}{dt} = -BIl$$

联立得:

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} + \frac{B^2 l^2}{mR} v &= 0 \\ \Rightarrow v &= v_0 e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (\text{其中 } \tau = \frac{mR}{B^2 l^2}) \end{aligned}$$

- (2)

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} + \frac{B^2 l^2}{mR} v &= 0 \\ \Rightarrow v \frac{dv}{dx} + \frac{v}{\tau} &= 0 \\ \Rightarrow \frac{dv}{dx} &= -\frac{1}{\tau} \\ \Rightarrow x &= -\tau(v - v_0) \end{aligned}$$

停止运动时, $v = 0$, 得:

$$x_m = \frac{mRv_0}{B^2l^2}$$

• (3)

$$Q = \int_0^t I^2 R dt = \frac{B^2 l^2}{R} \int_0^t v^2 dt$$

代入 $v = v_0(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, 令 $t \rightarrow +\infty$, 得:

$$Q = \frac{1}{2}mv_0^2$$

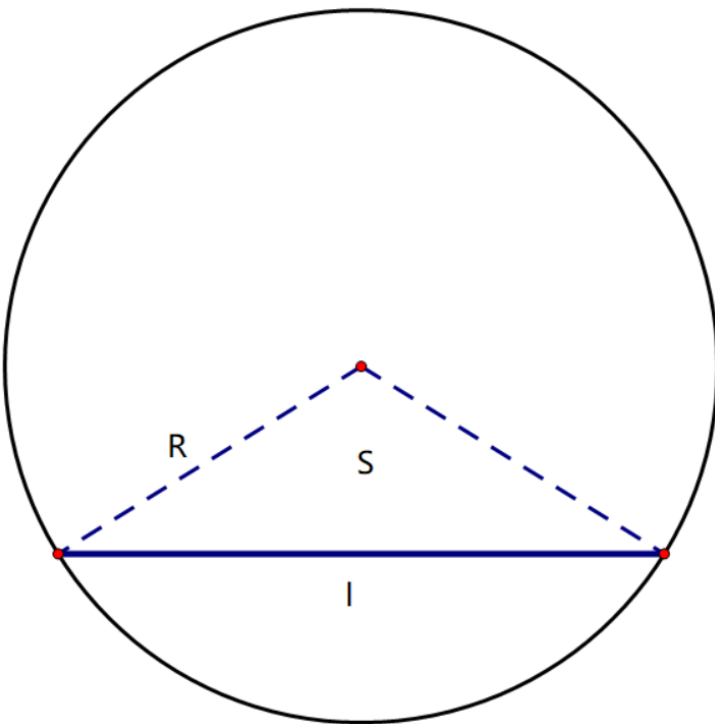
• (4) 由能量守恒, 应有:

$$Q = -\Delta E_k$$

上述结果满足此式。

8-9

解:



如图, 有圆形磁场区域感生电场垂直于半径, 所以两虚线上无感应电动势。故:

$$U_{PQ} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{l}{4}\sqrt{4R^2 - l^2}\frac{dB}{dt}$$

负号表示Q电势更高。

8-10

解：

- (1)

$$\Phi = \int_a^b -\frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r} l dr = -\frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{b}{a} I_0 e^{-ct}$$

由电磁感应定律，得：

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\mu_0 l c}{2\pi} \ln \frac{b}{a} I_0 e^{-ct}$$

电流为逆时针方向。

- (2)

$$M = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 l}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

8-11

解：

由8-10的结论，得互感系数：

$$M = \frac{\mu_0 c}{2\pi} \ln \frac{b}{a}$$

故有：

$$\mathcal{E} = -M \frac{di}{dt} = -\frac{\mu_0 c I_0 \omega}{2\pi} \cos \omega t \ln \frac{b}{a}$$

8-14

解：

对于中间部分，即距离某导线距离为 r 到 $d-r$ ，长度为 l 的一部分，磁通量为：

$$\Phi = 2 \int_r^{d-r} \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r} l dr = \frac{\mu_0 I l}{\pi} \ln \frac{d-r}{r}$$

故有：

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{\mu_0 l}{\pi} \ln \frac{d-r}{r}$$

8-15

解：

答案为D.