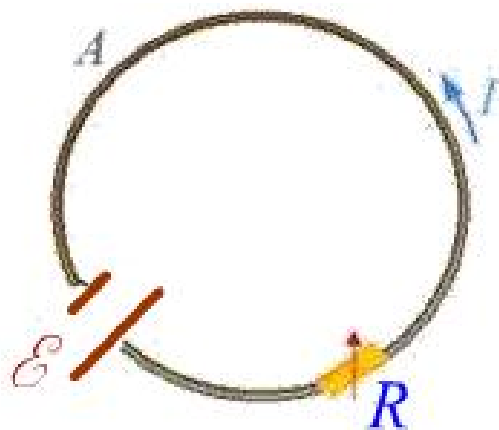


第十一章

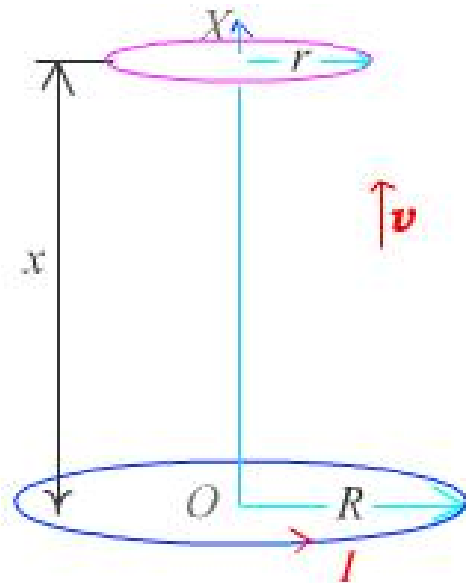
变化的磁场

变化的电场

练习1 如图，一导体回路 A 接入电源和可变电阻 R 。当电阻值 R 增大及减小时，试判定回路中感应电流的流向。



例2：两个半径分别为 R 和 r 的同轴圆形线圈相距 x ，两线圈平面平行，且 $R \gg r$ ，如图所示。若大线圈通有电流 I ，线圈匝数为 N_1 ，而小线圈未通电流，线圈匝数为 N_2 。当小线圈沿 x 轴正向以速度 v 运动到 $x \gg R$ 的区域时，试求小线圈回路中所产生的感应电动势随 x 变化的关系。



[动画显示过程](#)

解 依据磁场的分布特征，选择回路正绕行方向为逆时针方向。则回路所围面法线正方向沿 x 轴正方向。穿过小线圈平面的磁通量为：

根据法拉第电磁感应定律有：

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -\frac{d\Psi}{dt} = -\frac{d}{dt}\left(\frac{\mu_0 N_1 N_2 R^2 I}{2x^3} \pi r^2\right) \\ &= \frac{3\mu_0 \pi r^2 N_1 N_2 R^2 I}{2x^4} \frac{dx}{dt} \\ &= N_1 N_2 \frac{3\mu_0 \pi r^2 R^2 I}{2x^4} v\end{aligned}$$

式中， $\varepsilon > 0$ ，说明感应电动势 ε 的方向与规定的回路正绕行方向相同。即与 x 轴正向成右手螺旋关系，为逆时针方向。

小线圈中感应电动势的方向也可以用楞次定律来判断。
请同学们自己试试看！

例3：直导线通交流电 置于磁导率为 μ 的介质中
求：与其共面的 N 匝矩形回路中的感应电动势

已知 $I = I_0 \sin \omega t$

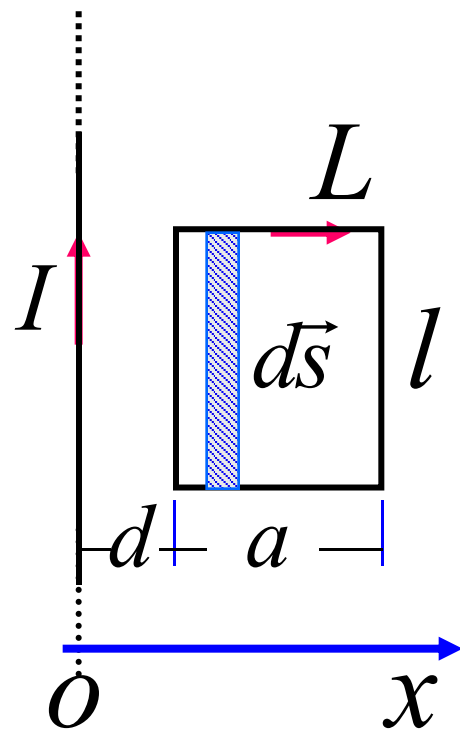
其中 I_0 和 ω 是大于零的常数

解：设当 $I > 0$ 时，电流方向如图

设回路 L 方向如图 建坐标系如图

在任意坐标处取一面元 $d\vec{S}$

$$\psi = N\phi = N \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$



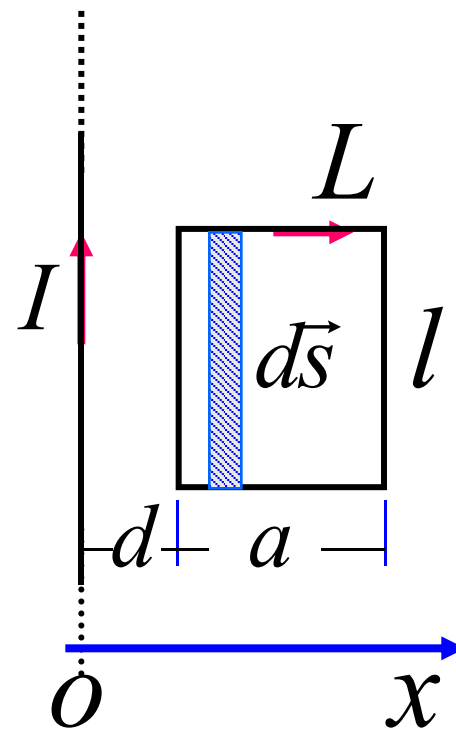
$$\psi = N\phi = N \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = N \int_S B ds = N \int_d^{d+a} \frac{\mu I}{2\pi x} l dx$$

$$= \frac{N\mu I l}{2\pi} \ln \frac{d+a}{d}$$

$$= \frac{\mu N I_0 l}{2\pi} \sin \omega t \ln \frac{d+a}{d}$$

$$\varepsilon_i = - \frac{d\psi}{dt}$$

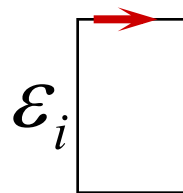
$$= - \frac{\mu_0 \mu_r N I_0 l \omega}{2\pi} \cos \omega t \ln \frac{d+a}{d}$$



交变的
电动势

$$\varepsilon_i = -\frac{\mu_0 \mu_r N I_0 l \omega}{2\pi} \cos \omega t \ln \frac{d+a}{d}$$

$$t \leq \frac{\pi}{\omega} \quad \varepsilon_i > 0$$



$$\frac{\pi}{\omega} \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega} \quad \varepsilon_i < 0$$

