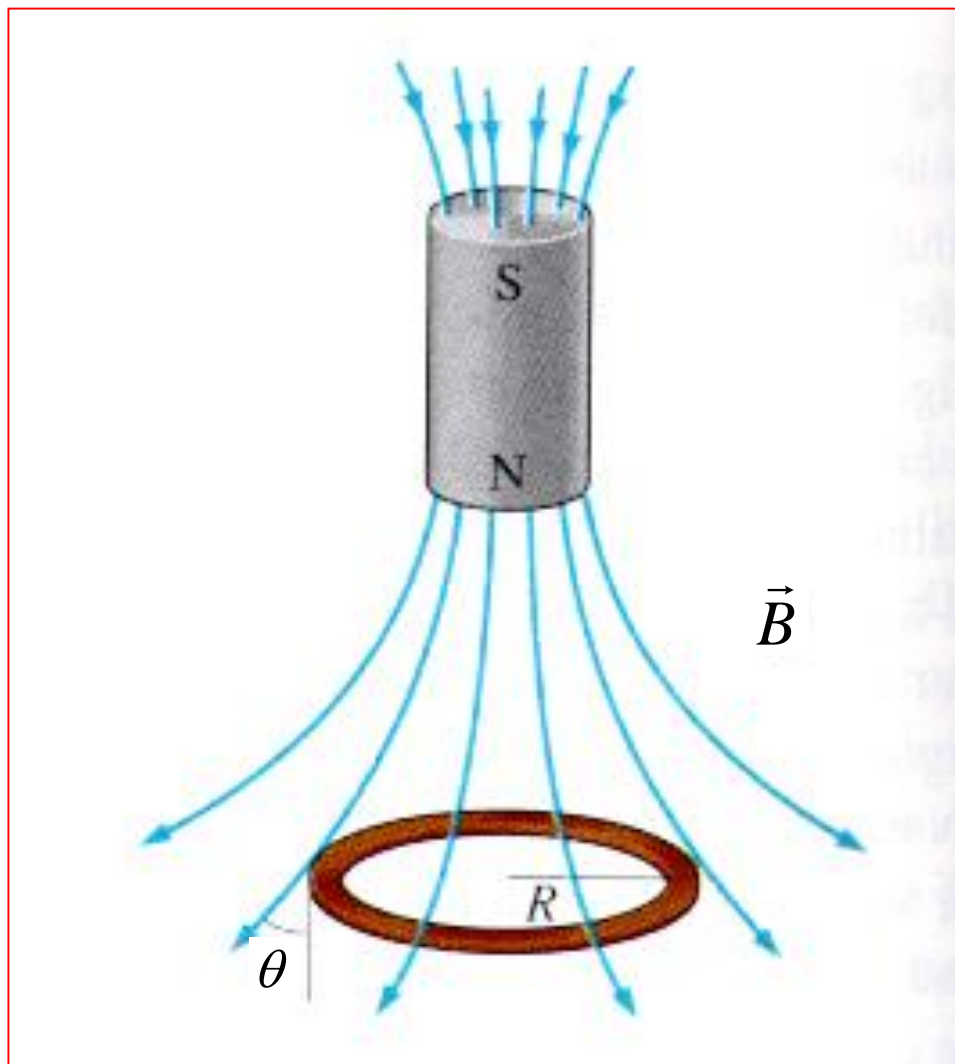


同学们好



# 教学基本要求

一 **掌握**并能熟练应用法拉第电磁感应定律和楞次定律来计算感应电动势，并判明其方向。

二 **理解**动生电动势和感生电动势的本质。了解有旋电场的概念。

三 **了解**自感和互感的现象，会计算几何形状简单的导体的自感和互感。

四 **了解**磁场具有能量和磁能密度的概念，会计算均匀磁场和对称磁场的能量。

五 **了解**位移电流和麦克斯韦电场的基本概念以及麦克斯韦方程组（积分形式）的物理意义。

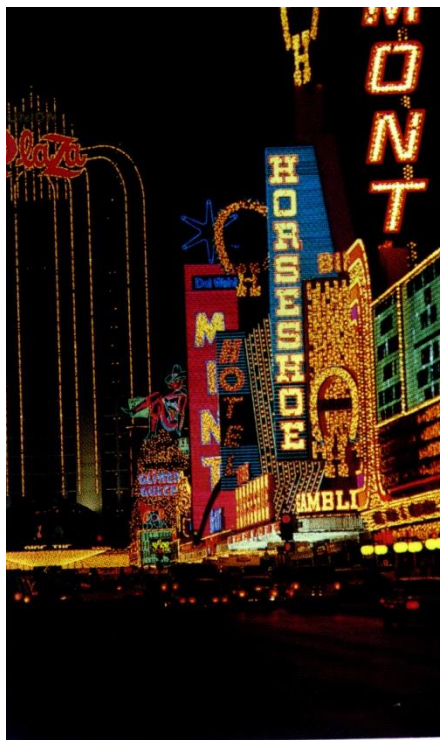
## 法拉第 (Michael

Faraday, 1791–1867)，伟大的英国物理学家和化学家。他创造性地提出场的思想，磁场这一名称是法拉第最早引入的。他是电磁理论的创始人之一，于1831年发现电磁感应现象，后又相继发现电解定律，物质的抗磁性和顺磁性，以及光的偏振面在磁场中的旋转。

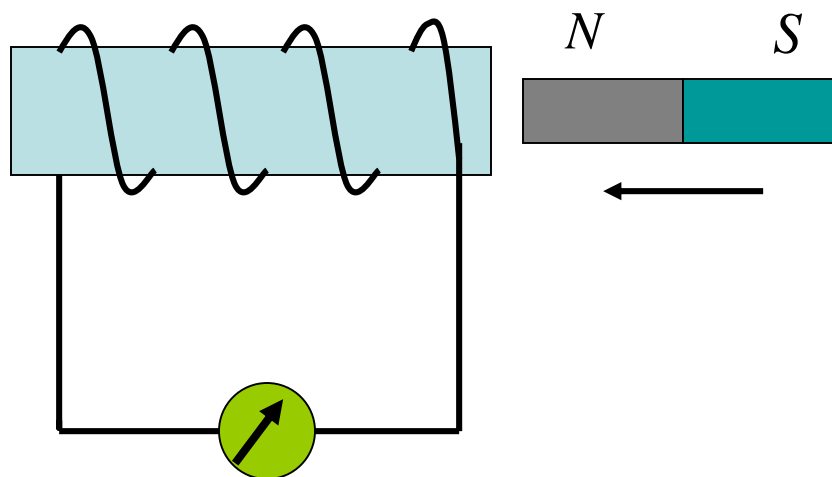


# 电磁感应定律

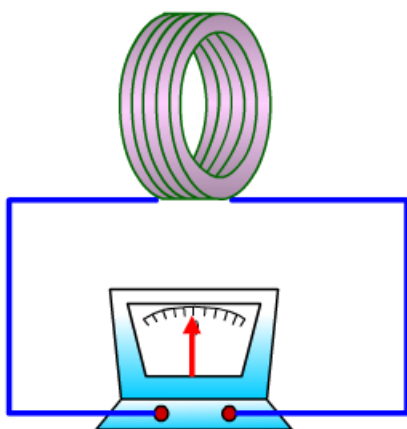
## 1. 电磁感应现象

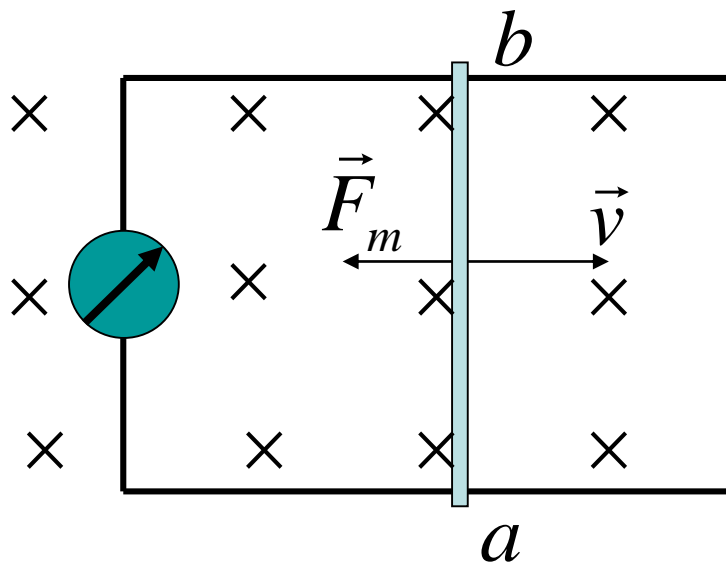
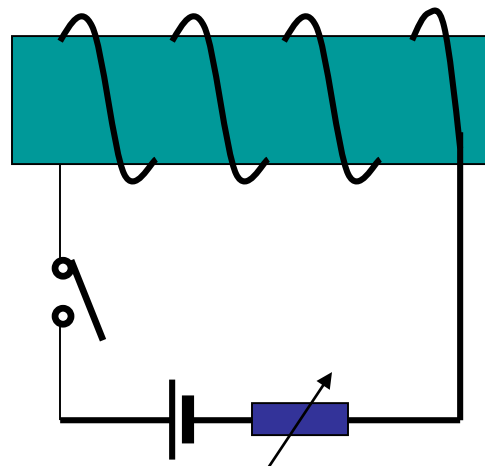
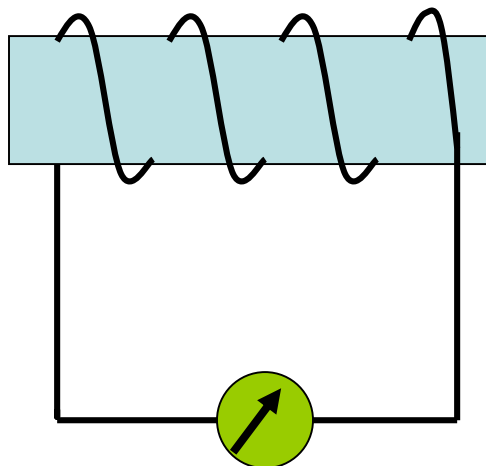


霓虹灯



感应发光





当穿过一个闭合导体回路所包围的面积内的磁通量发生变化时（不论这种变化是由什么原因引起的），在导体回路中就有电流产生。这种现象称为**电磁感应现象**。

回路中所产生的电流称为**感应电流**。

相应的电动势则称为**感应电动势**。

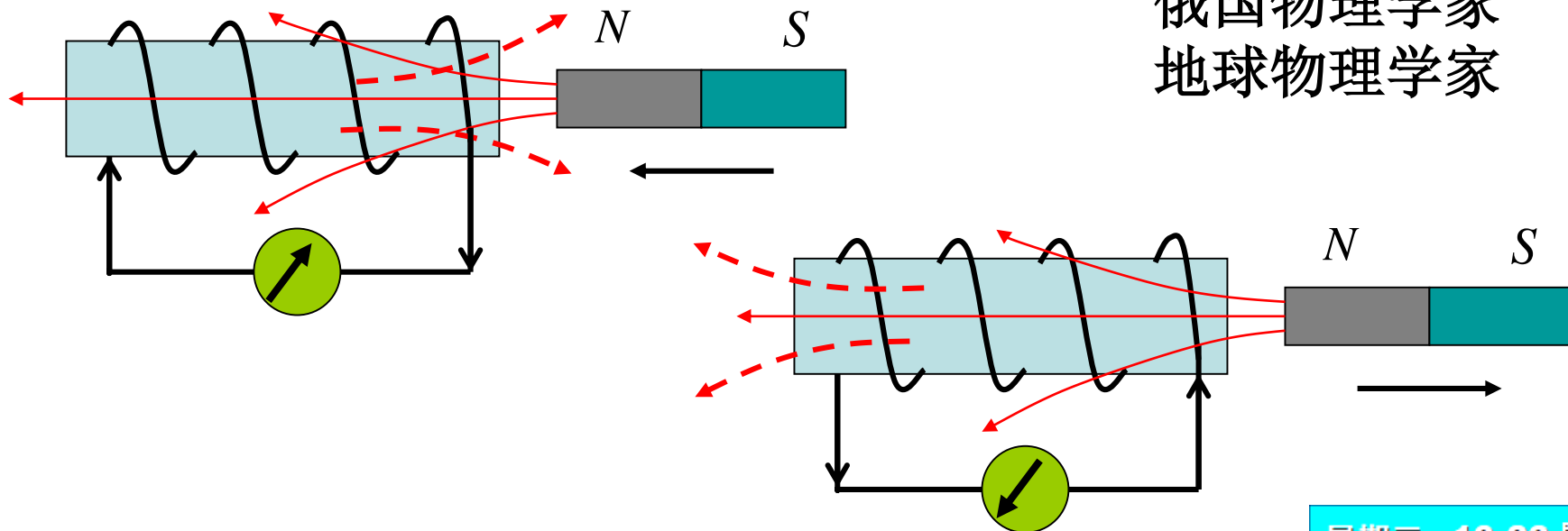
## 2. 楞次定律

闭合的导线回路中所出现的感应电流，总是使它自己所激发的磁场（**结果**）总是**反抗**任何引发电磁感应的原因（反抗相对运动、磁场变化或线圈变形）。



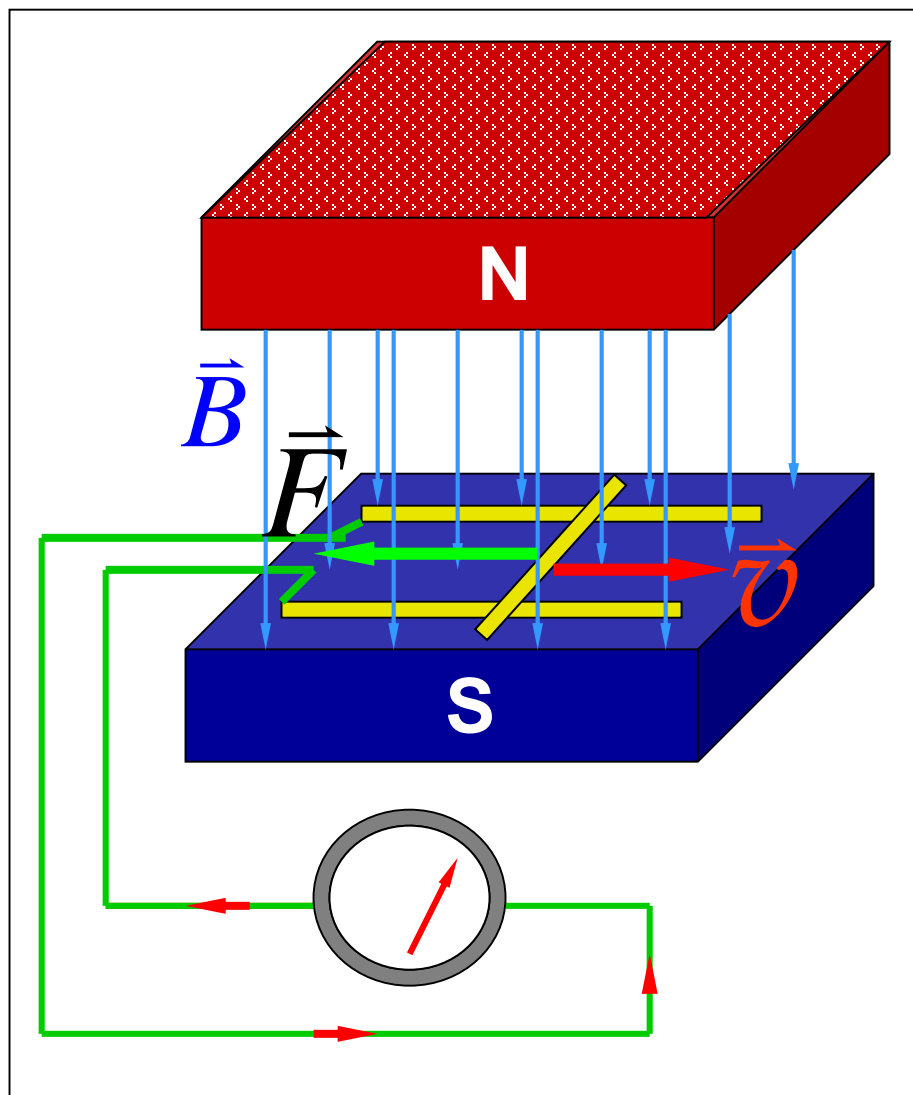
楞 次

俄国物理学家  
地球物理学家

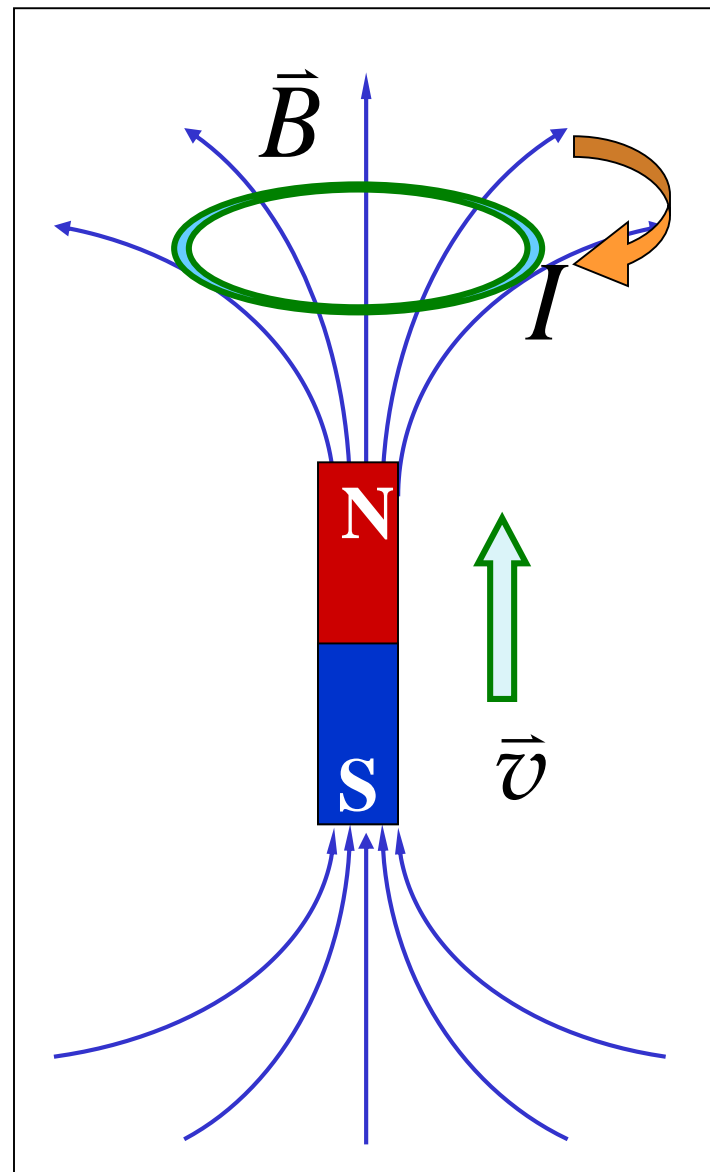
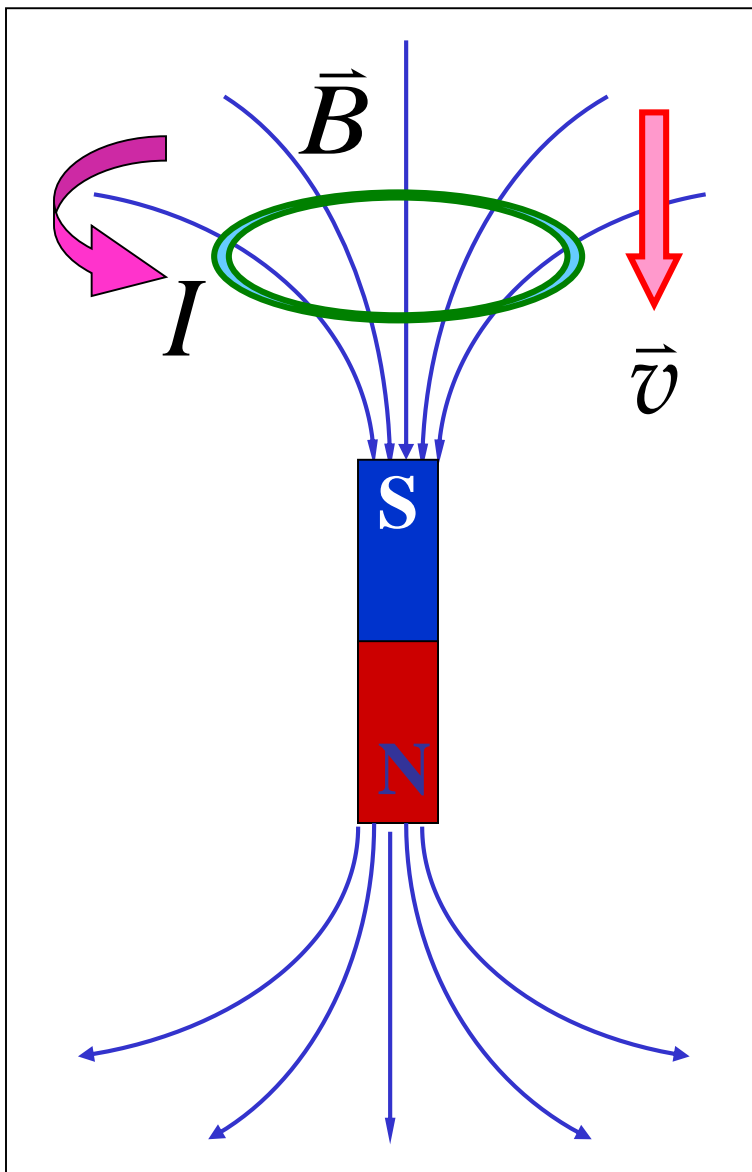




闭合的导线回路中所出现的感应电流，总是使它自己所激发的磁场（**结果**）总是**反抗**任何引发电磁感应的原因（反抗相对运动、磁场变化或线圈变形）。



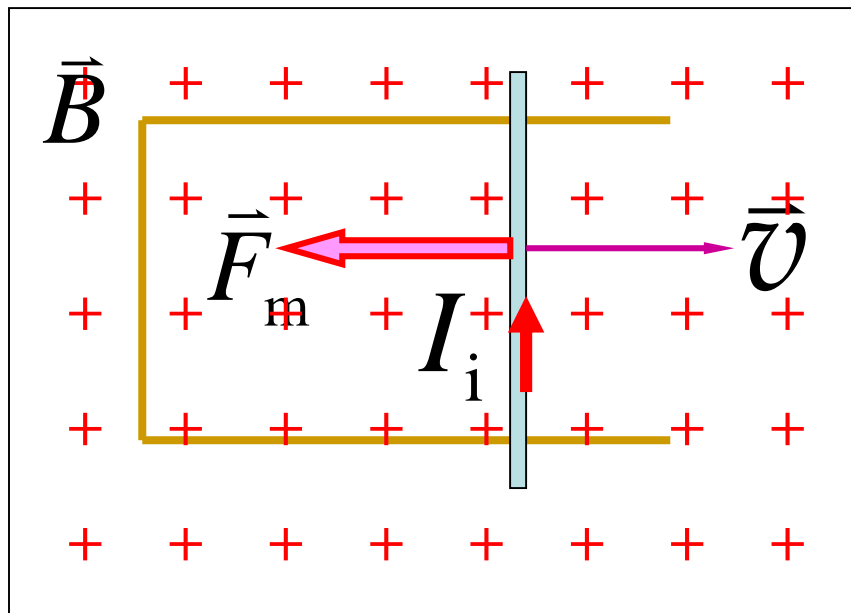
用楞次定律判断感应电流方向



楞次定律的本质是能量守恒定律的一种表现。

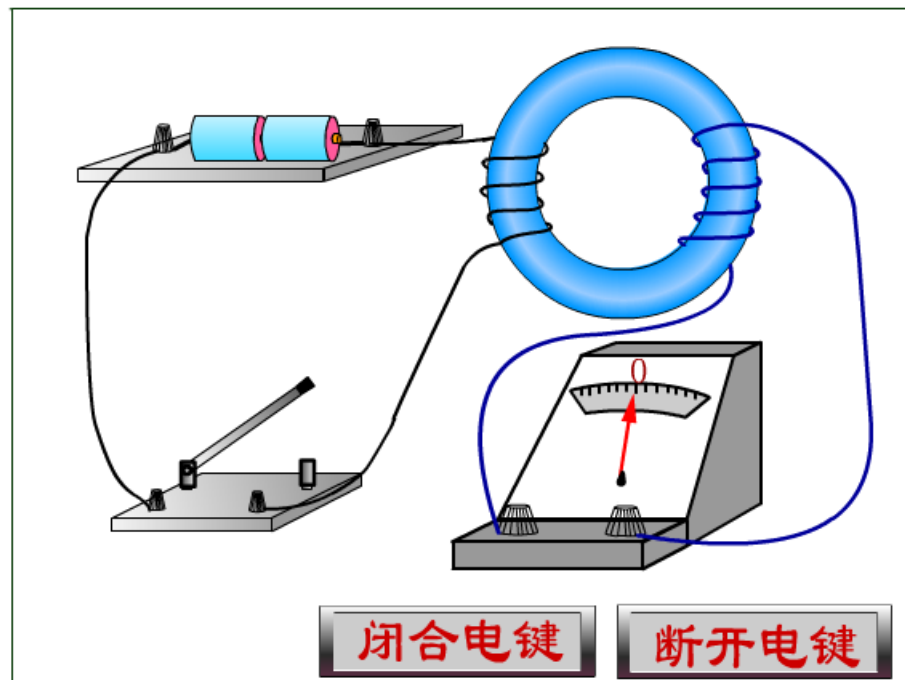
机械能  $\Rightarrow$  焦耳热

维持滑杆运动必须外加一力，此过程为外力克服安培力做功转化为焦耳热。



### 3. 法拉第电磁感应定律

当穿过闭合回路所围面积的磁通量发生变化时，回路中会产生感应电动势，且感应电动势正比于磁通量对时间变化率的负值。



$$\varepsilon_i = -k \frac{d\Phi}{dt}$$

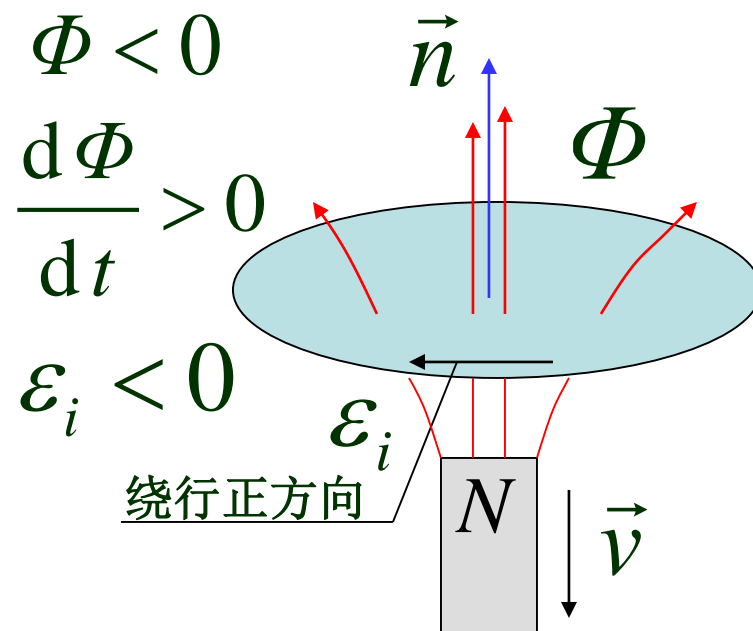
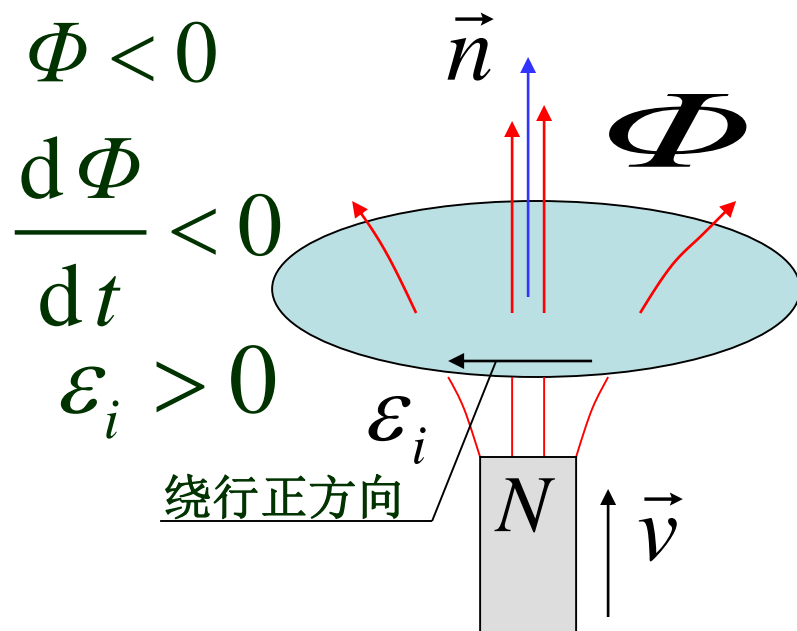
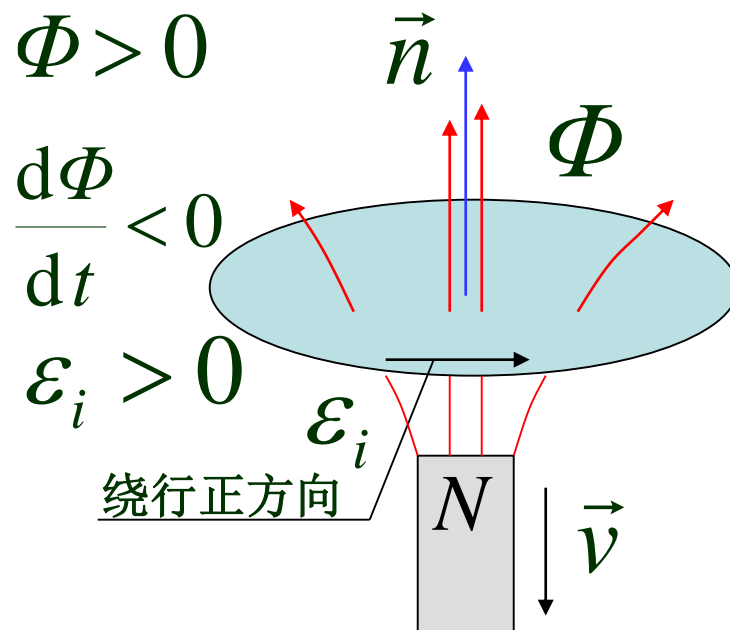
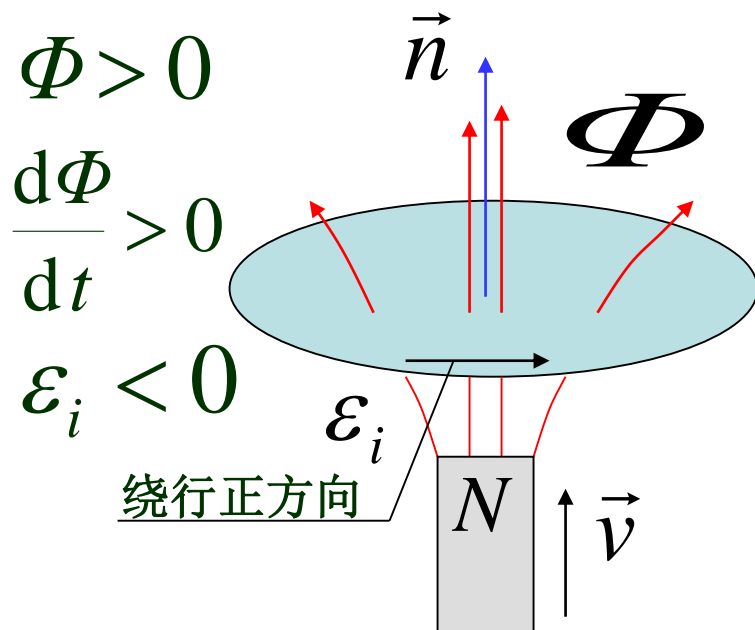
国际单位制

$\varepsilon_i \rightarrow$   
 $\Phi \rightarrow$

伏特

韦伯

$k = 1$



## 法拉第电磁感应定律

$$\varepsilon_i = -N \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Psi}{dt}$$

式中  $\Psi = N\Phi$  磁通匝链数（简称磁链）或全磁通，表示通过  $N$  匝线圈的总磁总量。

若闭合回路的总电阻为  $R$ ，感应电流为

$$I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt}$$

$\Delta t = t_2 - t_1$  时间内，流过回路的电荷

$$q_i = \int_{t_1}^{t_2} I_i dt = -\frac{1}{R} \int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = \frac{1}{R} (\Phi_1 - \Phi_2)$$

如果用  $\vec{E}_k$  表示等效的**非静电性**场强，则感应电动势  $\mathcal{E}_i$  可表为

$$\mathcal{E}_i = \oint \vec{E}_k \cdot d\vec{l}$$

$$\because \Phi = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$$\therefore \oint \vec{E}_k \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$