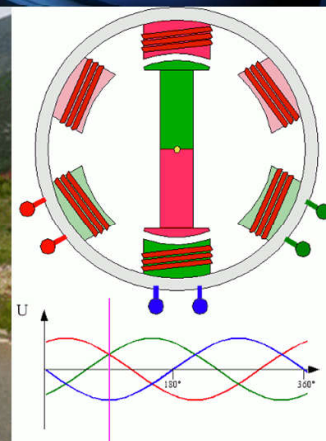
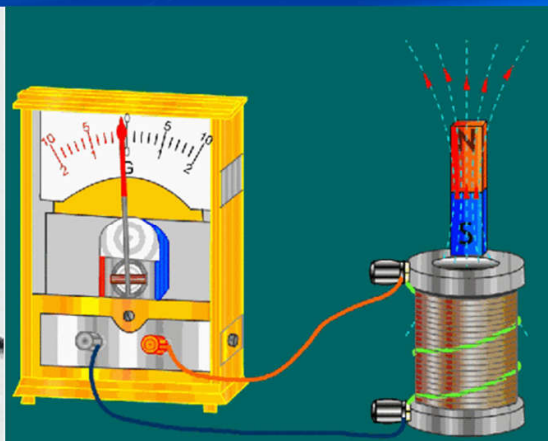


大学物理



第三篇 电磁学

第10章-1 电磁感应

尹 航

华中科技大学 物理学院

引子

问题的提出

毕奥-萨伐尔定律

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$

奥斯特

电的磁效应

(电生磁)

电磁感应定律

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

法拉第

磁的电效应

(磁生电)

?

本节内容



电磁感应定律



感应电动势

电磁感应

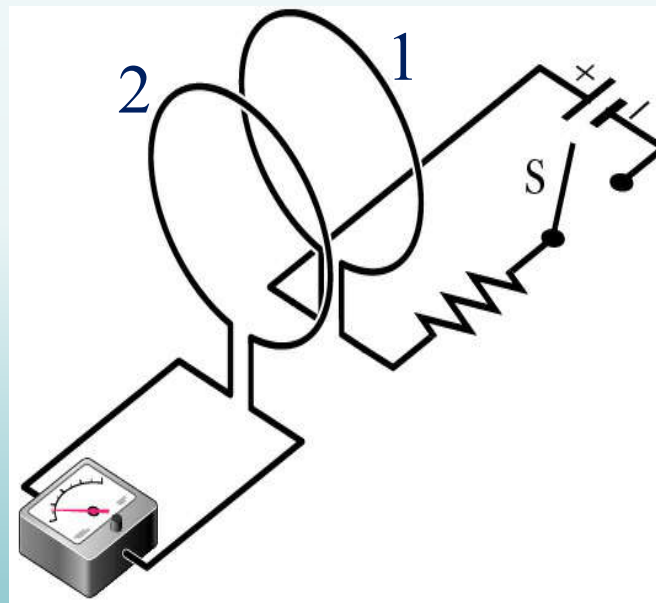
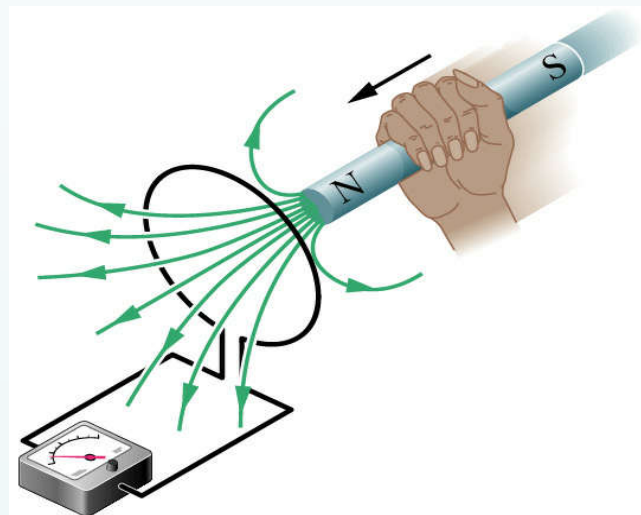
□ 电磁感应现象

两大类实验：

- ① 当磁铁与线圈有相对运动时，线圈中产生了电流。
- ② 当一个线圈中的电流发生变化时，它附近的其它线圈中产生了电流。

基本现象

线圈处的磁场发生变化，线圈中就会产生感应电流。

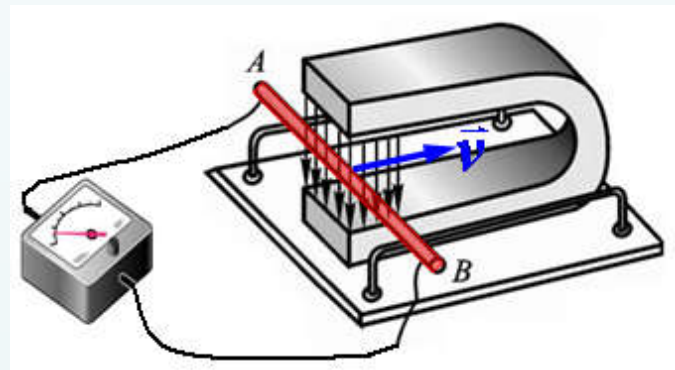


电磁感应

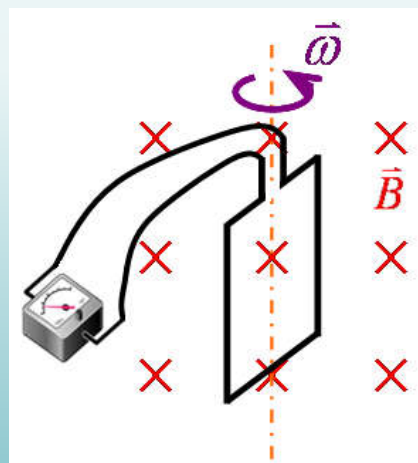
□ 电磁感应现象

• 感应电流

- ① 感应电流与磁场的变化有关;
- ② 感应电流与回路在磁场中的面积变化有关;
- ③ 与回路在磁场中方位的变化有关。



磁场稳恒, S 变化;



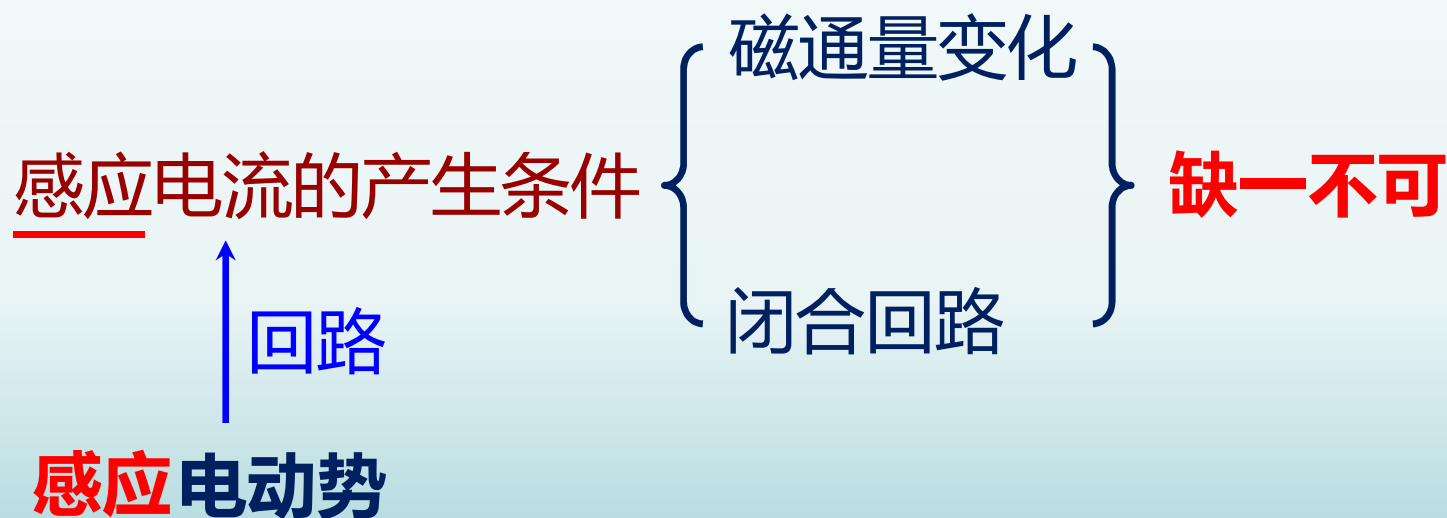
磁场稳恒, S
不变, 回路在
磁场中转动;

电磁感应

□ 电磁感应的规律

只要穿过闭合导体回路的**磁通量**发生变化回路中就产生感应电流。

穿过回路所围面积
的**磁感线条数**



电磁感应

磁通量变化

感应电动势

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

$$\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = \int_S B \cos \theta dS$$

法拉第电磁感应定律

说明:

- ① 感应电动势比感应电流更能反映电磁感应现象的本质。
- ② 对于磁通量的参量 B 、 θ 、 S ，有一个量发生改变，就会产生感应电动势 ε_i 。

电磁感应

说 明:

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

① 感应电动势比感应电流更能反映电磁感应现象的本质。

② 对于磁通量的参量 B 、 θ 、 S ，有一个量发生改变，就会产生感应电动势 ε_i 。

感应电动势 ε_i {
 动生电动势 ← 回路(S, θ)变, B 不变
 感生电动势 ← B 变, 回路(S, θ)不变

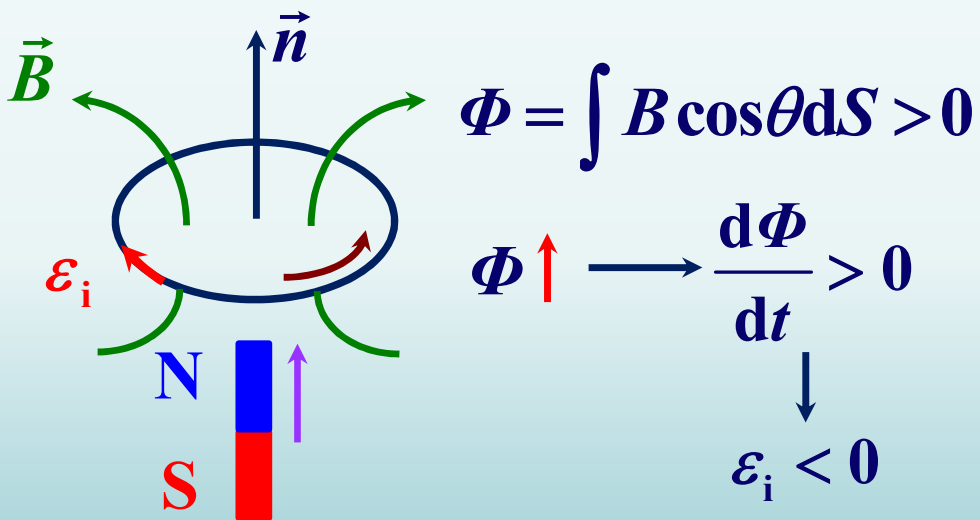
③ “-”表示感应电动势的方向, ε_i 是标量, 方向是相对回路的绕行方向而言。

电磁感应

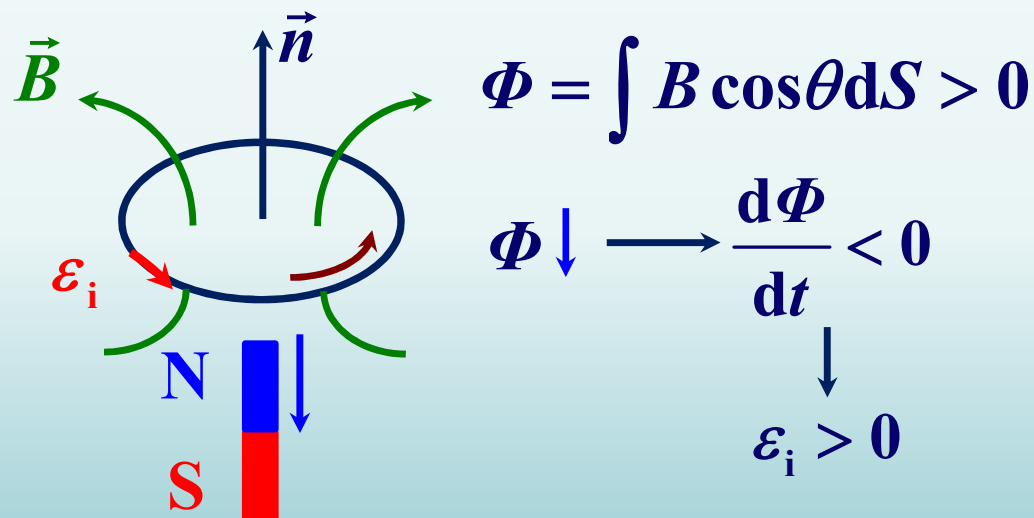
- 判断感应电动势方向 $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ $\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$

判断套路：假定绕行方向 $\rightarrow \Phi$ 取正 $\rightarrow \frac{d\Phi}{dt}$ 的正负 $\rightarrow \varepsilon_i$ 的正负

确定 ε_i 方向



与绕行方向相反



与绕行方向相同

电磁感应

- 电磁感应定律的一般形式

若回路由 N 匝线圈组成: $\varepsilon_i = -\frac{d\psi}{dt}$ \rightarrow 全磁通

其中 $\psi = \Phi_1 + \Phi_2 + \cdots + \Phi_N$ 回路的总磁通匝链数

若 $\Phi_1 = \Phi_2 = \cdots = \Phi_N$, 则 $\varepsilon_i = -N \frac{d\Phi}{dt}$

回路中相应的感应电流: $I_i = \frac{\varepsilon_i}{R} = -\frac{N}{R} \cdot \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dq}{dt}$

从 $t_1 \rightarrow t_2$ 时间内, 通过回路导线任一截面的感应电量:

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

电磁感应

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

磁通计原理

{ 若已知 N, R , 则 q 仅与 $\Delta\Phi$ 有关。 $dq = Idt$

{ 若将 Φ_1 定标, 则 Φ_2 为 t_2 时回路的磁通量

电磁感应

□ 楞次定律 → 判断感应电流方向

描述： 闭合回路中感应电流所激发的磁场总是用来阻止引起感应电流的磁通量的变化。

简单地说： 感应电流的**效果**，总是反抗引起感应电流的**原因**。

感应电流激发的磁通量

磁通量的变化

楞次定律是**能量守恒定律**在电磁感应现象上的具体体现。

其他形式能量 $\xrightarrow[\text{阻力做功}]{\text{克服电磁}}$ 回路中的电能

电磁感应

- 楞次定律判断感应电流方向

