

4.3 法拉第电磁感应定律



一、感应电动势

1、定义：在电磁感应现象中产生的电动势叫**感应电动势** (E) .

闭合电路中有**感应电流**，这个电路中就一定有**感应电动势**. 有电动势不一定有电流。

产生**感应电动势**的那部分导体相当于**电源**.



2、产生感应电动势的条件：**只要**穿过电路的**磁通量**发生变化，电路中**就**产生感应电动势。

3、**感应电动势与感应电流**：**只要磁通量变化**,电路中**就产生感应电动势**；若电路**又闭合**,电路中**就有感应电流**。

磁通量变化是电磁感应的根本原因；产生感应电动势是电磁感应现象的本质。



4、决定感应电动势大小的因素

切割快
插入快
滑动快

磁通量变化快
 $\Delta\phi / \Delta t$ 大

感应电流大

感应电动势
 E 大

$$I = \frac{E}{R + r}$$



感应电动势的大小由穿过电路的磁通量的变化的快慢（即磁通量的变化率的大小 $\Delta\phi / \Delta t$ ）决定。

二、法拉第电磁感应定律：

1、内容：电路中感应电动势的大小，跟穿过这一电路的磁通量变化率 $\Delta \Phi / \Delta t$ 成正比。

2、数学表达式

$$E = k \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (\text{注意单位})$$

若有n匝线圈，则相当于有n个电源串联，总电动势为：

$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

注意：公式中 $\Delta \Phi$ 应取绝对值，不涉及正负，感应电流的方向另行判断。

3、理解： Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\Delta\Phi/\Delta t$ 的意义

	物理意义	与电磁感应关系
磁通量 Φ	穿过回路的磁感线的条数多少	无直接关系
磁通量变化 $\Delta\Phi$	穿过回路的磁通量变化了多少	产生感应电动势的条件
磁通量变化率 $\Delta\Phi/\Delta t$	穿过回路的磁通量变化的快慢	决定感应电动势的大小



问题：磁通量大，磁通量变化一定大吗？

磁通量变化大，磁通量的变化率一定大吗？

磁通量的变化率和磁通量、磁通量的变化不同。磁通量为零，磁通量的变化率不一定为零；磁通量的变化大，磁通量的变化率也不一定大。

（可以类比速度、速度的变化和加速度。）

1、有一个50匝的线圈，如果穿过它的磁通量的变化率为 0.5Wb/s ，求感应电动势。

25V

2、一个100匝的线圈，在 0.5s 内穿过它的磁通量从 0.01Wb 增加到 0.09Wb 。求线圈中的感应电动势。

16V

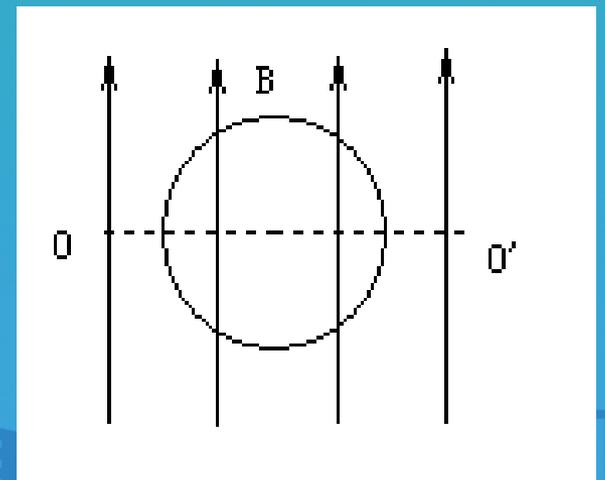
3、一个匝数为100、面积为 10cm^2 的线圈垂直磁场放置，在 0.5s 内穿过它的磁场从 1T 增加到 9T 。求线圈中的感应电动势。

1.6V



例4：半径为 r 、电阻为 R 的金属环通过某直径的轴 OO' 以角速度 ω 做匀速转动，如图所示。匀强磁场的磁感应强度为 B ，从金属环的平面的磁场方向重合时开始计时，则在转过 30° 的过程中。求：

- (1)环中产生的感应电动势的平均值是多大？
- (2)金属环某一横截面内通过的电荷量是多少？

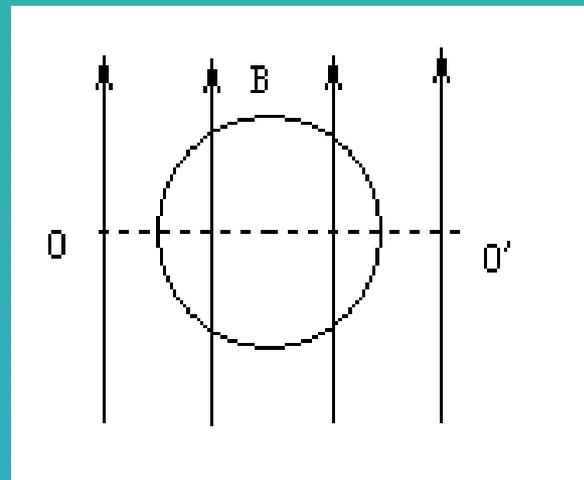


(1)金属环在转过 30° 的过程中，磁通量的变化量

$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= \Phi_1 - \Phi_2 = BS - BS \sin 30^\circ \\ &= B\pi r^2 (1 - 1/2) = B\pi r^2 / 2\end{aligned}$$

$$\text{又}\Delta t = \theta / \omega = \pi / 6\omega$$

$$\text{所以}E = \Delta\Phi / \Delta t = 3B\omega r^2$$



(2)由于 $E = \Delta\Phi / \Delta t$, $I = E / R$, $I = Q / \Delta t$, 所以

$$Q = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{B\pi r^2}{2R}$$

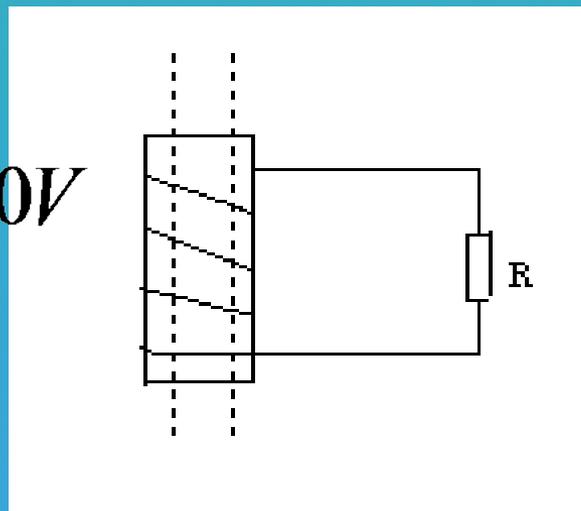
例5：如图所示，一个**50匝**的线圈的两端跟 **$R=99\Omega$** 的电阻相连接，置于**竖直向下**的匀强磁场中，线圈的横截面积是 **20cm^2** ，电阻为 **1Ω** ，磁感应强度以 **$100\text{T} / \text{s}$** 的变化率均匀减少。在这一过程中通过电阻 **R** 的电流为多大？

解析：

$$E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} S$$

$$= 50 \times 100 \times 20 \times 10^{-4} = 10\text{V}$$

$$I = \frac{E}{R + r} = \frac{10}{99 + 1} = 0.1\text{A}$$



三、导体作切割磁感线运动

如图所示闭合线圈一部分导体ab处于匀强磁场中，磁感应强度是B，ab以速度v匀速切割磁感线，求产生的感应电动势

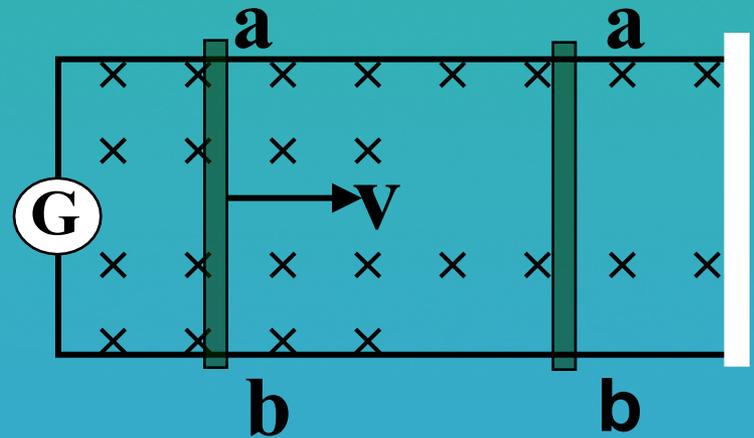
回路在时间t内增大的面积为：
 $\Delta S = Lv \Delta t$

穿过回路的磁通量的变化为：
 $\Delta \Phi = B \Delta S = BLv \Delta t$

产生的感应电动势为：

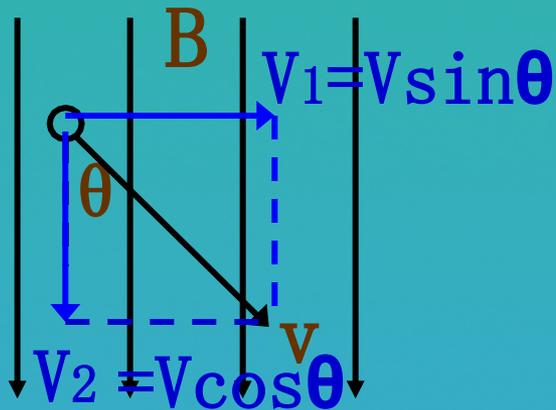
$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{BLv \Delta t}{\Delta t} = BLv$$

(v是相对于磁场的速度)



若导体斜切磁感线

(若导线运动方向与导线本身垂直，但跟磁感强度方向有夹角)



$$E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{BLv \Delta t}{\Delta t}$$

$$E = BLv_1 = BLv \sin \theta$$

(θ 为 v 与 B 夹角)

说明:

- 1、导线的长度 L 应为有效长度
- 2、导线运动方向和磁感线平行时, $E=0$
- 3、速度 v 为平均值 (瞬时值), E 就为平均值 (瞬时值)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/576202241055010105>