

第十二章

电磁感应

专题强化十七 电磁感应中的电路和图像问题



栏目导航

核心考点·重点突破

考点 1

电磁感应中的电路问题

(能力考点·深度研析)

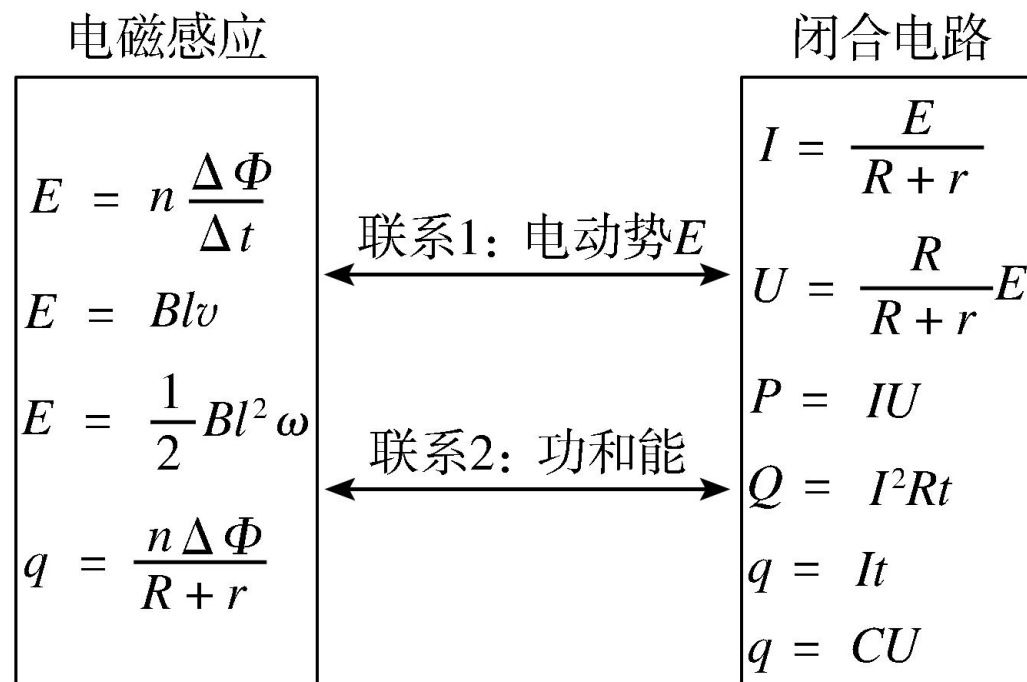
1. 内电路和外电路：切割磁感线运动的导体或磁通量发生变化的线圈相当于电源，相当于内电路，其余部分是外电路。

2. 电源电动势和路端电压

① 电动势： $E = BLv$ 或 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 。

② 路端电压： $U = IR = E - Ir = \frac{E}{R + r} \cdot R$ (外电路为纯电阻电路)。

3. 电磁感应中电路知识的关系图

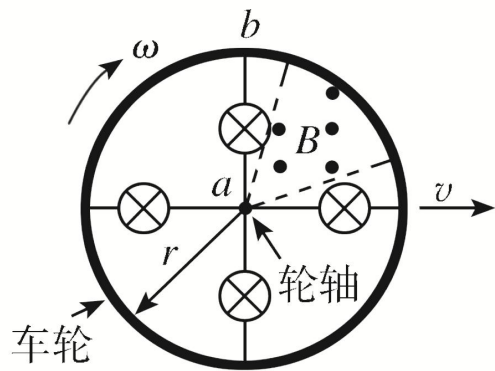


4. 电磁感应中电路问题的误区

(1)不能正确根据感应电动势或感应电流的方向分析外电路中电势的高低。因产生感应电动势的那部分电路相当于电源，故该部分电路中的电流从低电势处流向高电势处，而外电路中电流的方向是从高电势处到低电势处。

(2)电源两端电压 $U=E-Ir=IR$ ，不是感应电动势 E ，也不是内电压 Ir 。

►考向1 动生电动势电路问题



由右手定则判断感应电流方向进而推知 a 、 b 电势高低

ab 在磁场中, 电流方向为 $b \rightarrow a$, ab 不在磁场中, 某一金属棒切割磁感线, 电流方向为 $a \rightarrow b$

例① (多选) 一种带有闪烁灯的自行车后轮结构如图所示, 车轮与轮轴之间均匀地连接4根金属条, 每根金属条中间都串接一个小灯, 每个小灯阻值恒为 $R=0.3\ \Omega$, 金属条与车轮金属边框构成闭合回路, 车轮半径 $r=0.4\ \text{m}$, 轮轴半径可以忽略。车架上固定一个强磁铁, 可形成圆心角 $\theta=60^\circ$ 的扇形匀强磁场区域, 磁感应强度 $B=2.0\ \text{T}$, 方向如图所示, 若自行车正常前进时, 后轮顺时针转动的角速度恒为 $\omega=10\ \text{rad/s}$, 不计其他电阻和车轮厚度, 下列说法正确的是 (ABD)

- A. 金属条 ab 进入磁场时, a 端电势高于 b 端电势
- B. 金属条 ab 进入磁场时, ab 间的电压为 $0.4\ \text{V}$
- C. 运动过程中流经灯泡的电流方向一直不变
- D. 自行车正常前进时, 4 个小灯总功率的平均值为 $\frac{64}{15}\ \text{W}$

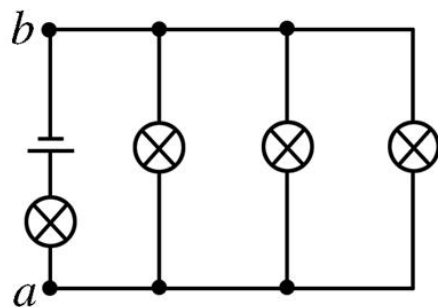
不是感应电动势而是路端电压

注意: 1. 流经磁场内灯的电流等于流经磁场外三个灯电流的和

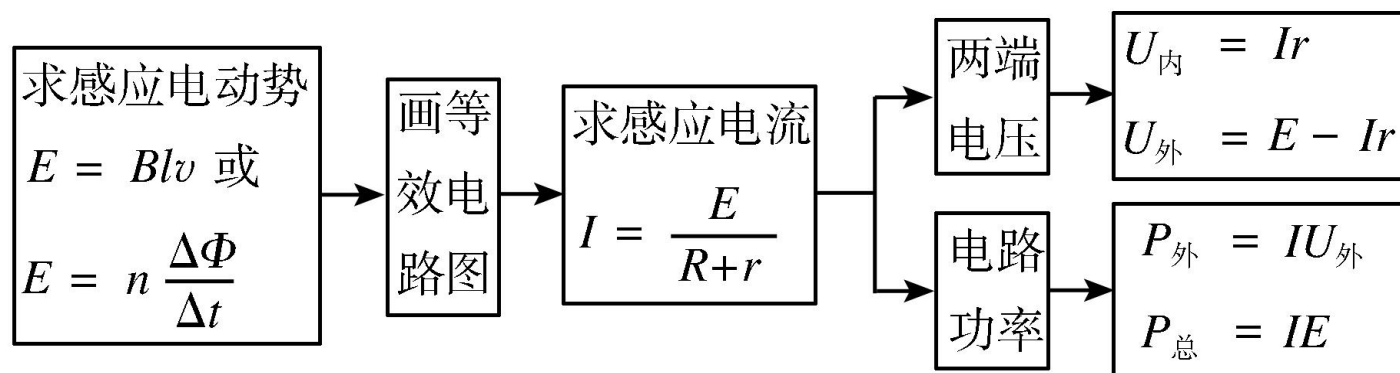
2. 每转过 90° 只有三分之二的时间有电流

[解析] 当金属条 ab 进入磁场时, 金属条 ab 相当于电源, 由右手定则可知, 电流从 b 流向 a , 故 a 端电势高于 b 端电势, 故 A 正确; $E = \frac{1}{2}Br^2\omega = 1.6 \text{ V}$, 由等效电路图(如图)可知 $R_{\text{总}} = \frac{R}{3} + R = \frac{4}{3}R$, $U_{ab} = \frac{E}{\frac{4}{3}R} \cdot \frac{R}{3} = 0.4 \text{ V}$, $I = \frac{E}{R_{\text{总}}} = 4 \text{ A}$, 故 B 正确; 设车轮运动一周的时间为 T , 则每根金属条充当电源的时间为 $t = \frac{\theta}{2\pi}T = \frac{T}{6}$, 则车轮运动一周电路中有电源的

时间为 $t' = 4t = \frac{2}{3}T$ ，可知一个周期内，4 个小灯总功率的平均值为 $P = \frac{2}{3}EI = \frac{64}{15} \text{ W}$ ，则自行车正常前进时，4 个小灯总功率的平均值为 $\frac{64}{15} \text{ W}$ ，故 D 正确；当金属条在磁场中时，该金属条中流经灯泡的电流方向为从车轮边框流向轮轴，当该金属条在磁场外时，电流方向由轮轴流向车轮边框，故 C 错误。

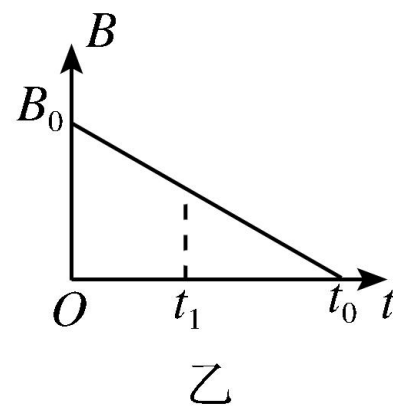
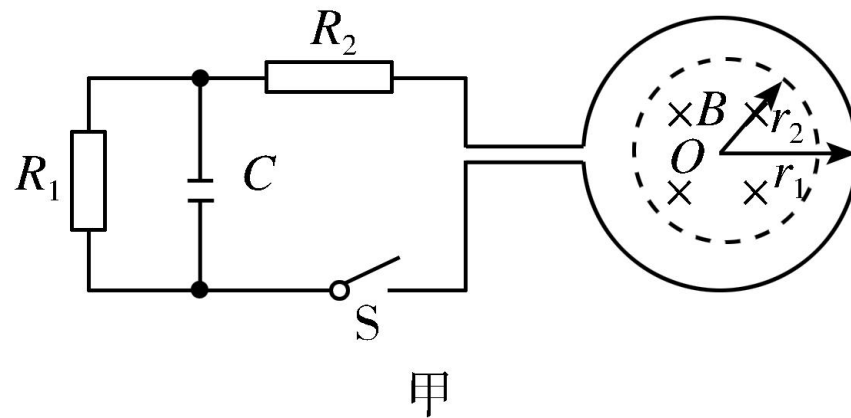


分析电磁感应电路问题的基本思路



►考向2 感生电动势电路问题

例^② (多选)在如图甲所示的电路中, 电阻 $R_1=R_2=2R$, 圆形金属线圈半径为 r_1 , 电阻为 R , 半径为 $r_2(r_2<r_1)$ 的圆形区域内存在垂直于线圈平面向里的匀强磁场, 磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系图线如图乙所示。其余导线的电阻不计, 闭合开关 S , 至 t_1 时刻, 电路中的电流已稳定, 下列说法正确的是(**BD**)



- A. 电容器上极板带正电
- B. 电容器下极板带正电
- C. 线圈两端的电压为 $\frac{B_0 \pi r_1^2}{t_0}$
- D. 线圈两端的电压为 $\frac{4B_0 \pi r_2^2}{5t_0}$

[解析] 由楞次定律知圆形金属线圈内的感应电流沿顺时针方向，金属线圈相当于电源，电源内部的电流从负极流向正极，则电容器的下极板带正电，上极板带负电，A 项错误，B 项正确；由法拉第电磁感应定律知感应电动势 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = \frac{B_0}{t_0} \times \pi r_2^2$ ，由闭合电路的欧姆定律得感应电流 $I = \frac{E}{R + R_1 + R_2}$ ，所以线圈两端的电压 $U = I(R_1 + R_2) = \frac{4B_0 \pi r_2^2}{5t_0}$ ，C 项错误，D 项正确。

考点 2

电磁感应中电荷量的计算

(能力考点·深度研析)

推导电磁感应中电荷量的表达式时用到以下三个公式

电流的定义式 $\bar{I} = \frac{q}{\Delta t}$

闭合电路的欧姆定律 $\bar{I} = \frac{E}{R+r}$

法拉第电磁感应定律 $\bar{E} = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

由以上三式可得 $q = n \frac{\Delta \Phi}{R+r}$

特别提醒：通过导体横截面的电荷量 q 只决定于 n 、 $\Delta\Phi$ 、 $R+r$ ，与发生磁通量变化的时间无关。

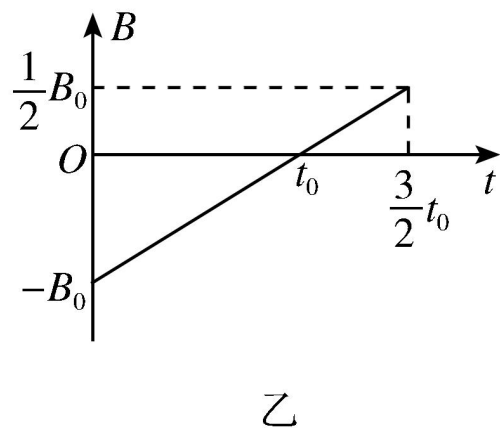
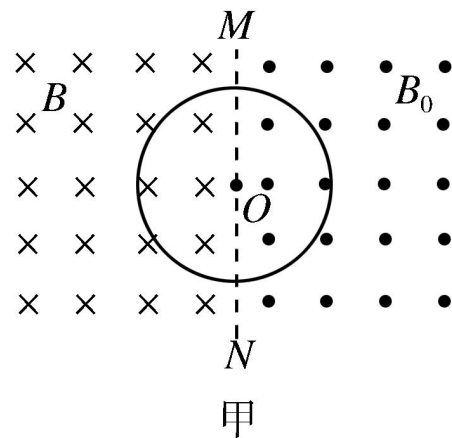


例^③ 如图甲所示，虚线 MN 左、右两侧的空间均存在与纸面垂直的匀强磁场，右侧匀强磁场的方向垂直纸面向外，磁感应强度大小恒为 B_0 ；左侧匀强磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的规律如图乙所示，规定垂直纸面向外为磁场的正方向。一硬质细导线的电阻率为 ρ 、横截面积为 S_0 ，将该导线做成半径为 r 的圆环固定在纸面内，圆心 O 在 MN 上。

求：

(1) $t = \frac{t_0}{2}$ 时，圆环受到的安培力；

(2) 在 $0 \sim \frac{3}{2}t_0$ 内，通过圆环的电荷量。



[解析] (1)根据法拉第电磁感应定律, 圆环中产生的感应电动势 E

$$= \frac{\Delta B}{\Delta t} S$$

上式中 $S = \frac{\pi r^2}{2}$

由题图乙可知 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{B_0}{t_0}$

根据闭合电路的欧姆定律有 $I = \frac{E}{R}$

根据电阻定律有 $R = \rho \frac{2\pi r}{S_0}$

$t = \frac{1}{2}t_0$ 时，圆环受到的安培力大小 $F = B_0 I \cdot (2r) + \frac{B_0}{2} I \cdot (2r)$

联立解得 $F = \frac{3B_0^2 r^2 S_0}{4\rho t_0}$

由左手定则知，方向垂直于 MN 向左。



(2)通过圆环的电荷量 $q = \overline{I} \cdot \Delta t$

根据闭合电路的欧姆定律和法拉第电磁感应定律有

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

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

在 $0 \sim \frac{3}{2}t_0$ 内，穿过圆环的磁通量的变化量为

$$\Delta\Phi = B_0 \cdot \frac{1}{2}\pi r^2 + \frac{B_0}{2} \cdot \frac{1}{2}\pi r^2$$

联立解得 $q = \frac{3B_0 r S_0}{8\rho}$ 。

[答案] (1) $\frac{3B_0^2 r^2 S_0}{4\rho t_0}$ ，垂直于 MN 向左 (2) $\frac{3B_0 r S_0}{8\rho}$

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/137004031154010011>