



第12讲

电磁感应



课标内容要求

1. 知道磁通量。了解电磁感应现象，了解产生感应电流的条件。
2. 理解楞次定律
3. 理解法拉第电磁感应定律



电磁感应定律及其应用

核心提炼

“三定则、一定律”的应用

1) “三个定则”“一个定律”的比较

名称	基本现象	应用的定则或定律
电流的磁效应	运动电荷、电流产生磁场	安培定则
磁场对电流的作用	磁场对运动电荷、电流有作用力	左手定则
电磁感应	部分导体做切割磁感线运动 闭合回路磁通量变化	右手定则 楞次定律

2) “三个定则”和“一个定律”的因果关系

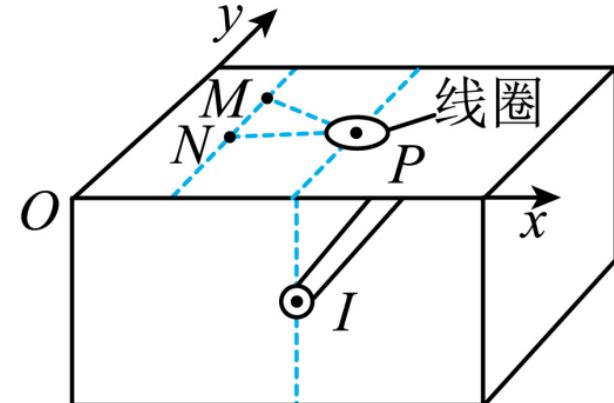
- ①因电而生磁($I \rightarrow B$)→安培定则；
- ②因动而生电($v, B \rightarrow E = BLv$)→右手定则；
- ③因电而受力($I, B \rightarrow F = BIL$)→左手定则；
- ④因磁而生电($S, B \rightarrow E = n\Delta\Phi / \Delta t$)→楞次定律。

“三定则、一定律”中只要是涉及力的判断都用左手判断，涉及“电生磁”或“磁生电”的判断都用右手判断，即“**左力右电**”。

真题研析

(2022·广东·高考真题)如图所示，水平地面($0xy$ 平面)下有一根平行于 y 轴且通有恒定电流 I 的长直导线。 P 、 M 和 N 为地面上的三点， P 点位于导线正上方， MN 平行于 y 轴， PN 平行于 x 轴。一闭合的圆形金属线圈，圆心在 P 点，可沿不同方向以相同的速度做匀速直线运动，运动过程中线圈平面始终与地面平行。下列说法正确的有(AC)

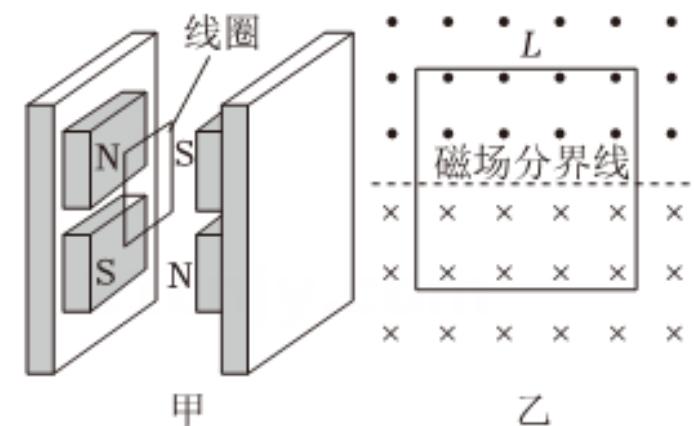
- A. N 点与 M 点的磁感应强度大小相等，方向相同
- B. 线圈沿 PN 方向运动时，穿过线圈的磁通量不变
- C. 线圈从 P 点开始竖直向上运动时，线圈中无感应电流
- D. 线圈从 P 到 M 过程的感应电动势与从 P 到 N 过程的感应电动势相等



真题研析

(2024·广东·高考真题)电磁俘能器可在汽车发动机振动时利用电磁感应发电实现能量回收。结构如图甲所示。两对永磁铁可随发动机一起上下振动。每对永磁铁间有水平方向的匀强磁场。磁感应强度大小均为 B ，磁场中，边长为 L 的正方形线圈竖直固定在减震装置上。某时刻磁场分布与线圈位置如图乙所示，永磁铁振动时磁场分界线不会离开线圈。关于图乙中的线圈，下列说法正确的是 (D)

- A. 穿过线圈的磁通量为 BL^2
- B. 永磁铁相对线圈上升越高，线圈中感应电动势越大
- C. 永磁铁相对线圈上升越快，线圈中感应电动势越小
- D. 永磁铁相对线圈下降时，线圈中感应电流的方向为顺时针方向





电磁感应的综合问题

核心提炼

电磁感应中的电路问题

在电磁感应中，切割磁感线的导体或磁通量发生变化的回路将产生感应电动势，该导体或回路就相当于电源。因此，电磁感应问题与电路问题联系在一起

1) 电源与电阻

①电源：做切割磁感线运动的导体或磁通量发生变化的回路相当于电源，

I、动生问题(棒切割磁感线)产生的电动势 $E=BLv$ ，方向由右手定则判断。

II、感生问题(磁感应强度的变化)的电动势 $E=n\Delta\Phi/\Delta t$ ，方向由楞次定律判断。而电流方向都是由等效电源内部负极流向正极的方向。

②电阻：产生感应电动势的导体的电阻相当于电源的内阻 r ，其余部分的电阻是外电阻 R

③ 感应电流： $I = \frac{E}{R + r}$ ， r 为电源部分内阻

④ 路端电压： $U=IR$ 或 $E=U+Ir$

核心提炼

电磁感应中的电路问题

2) 解题思路

① “源”的分析：用法拉第电磁感应定律算出 E 的大小，用楞次定律或右手定则确定感应电流的方向(感应电流方向是电源内部电流的方向)，从而确定电源正负极，明确内阻 r .

② “路”的分析：根据“等效电源”和电路中其他各元件的连接方式画出等效电路.

③ 根据 $E=BLv$ 或 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ，结合闭合电路欧姆定律、串并联电路知识、电功率、焦耳定律等相关关系式联立求解.

核心提炼

电磁感应中的电路问题

3) 电磁感应中电路知识的关系图

闭合电路

$$\begin{aligned}I &= \frac{E}{R+r} \\U &= \frac{R}{R+r} E \\P &= I U \\Q &= I^2 R t \\q &= I t \\q &= C U\end{aligned}$$

电磁感应

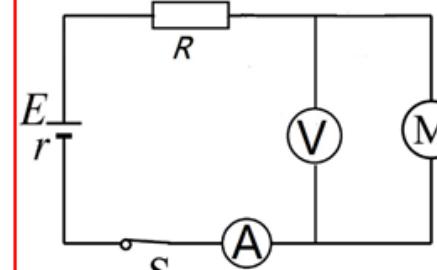
$$\begin{aligned}E &= n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \\E &= Blv \\E &= \frac{1}{2} Bl^2 \omega \\q &= \frac{n \Delta \Phi}{R+r}\end{aligned}$$

联系 1: 电动势 E
联系 2: 功和能

电磁感应: 电源

$$\begin{aligned}E &= n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \\E &= Blv \\E &= \frac{1}{2} Bl^2 \omega \\&\text{楞次定律} \\&\text{右手定则}\end{aligned}$$

画等效电路图



$$E, r \Rightarrow U = E - Ir$$

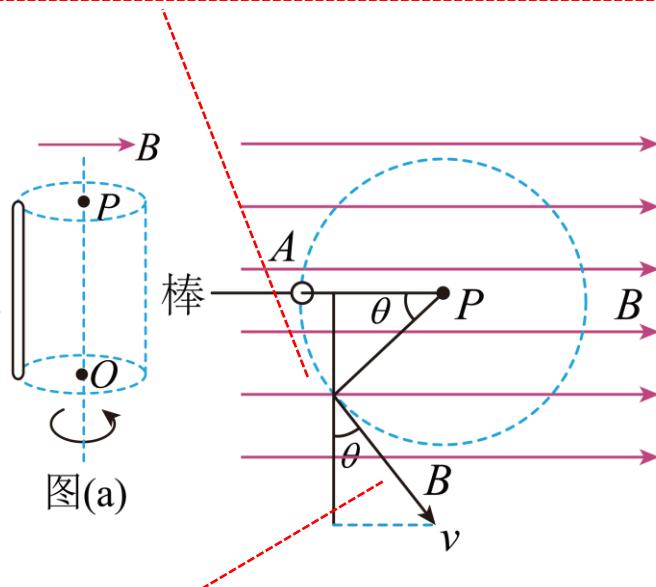
外电路

$$\begin{aligned}I &= \frac{E}{R+r} \\I &= \frac{U}{R} \\W &= UIt \\Q &= I^2 R t \\P &= UI \\&\text{串并联电路}\end{aligned}$$

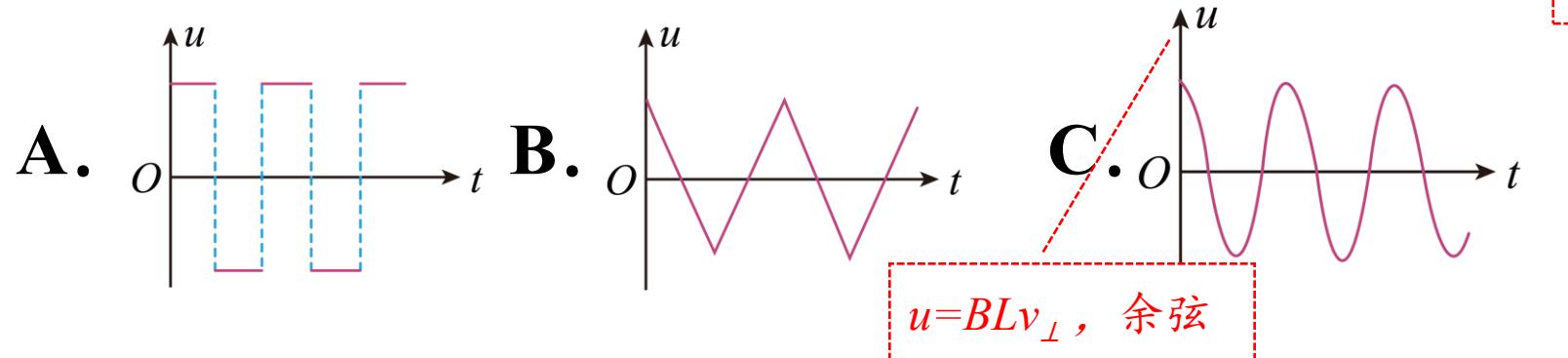
根据左手定则可知，导体棒经过B点和B点关于P点的对称点时，电流方向发生变化

真题研析

(2023·辽宁·高考真题)如图，空间中存在水平向右的匀强磁场，一导体棒绕固定的竖直轴OP在磁场中匀速转动，且始终平行于OP。导体棒两端的电势差 u 随时间 t 变化的图像可能正确的是 (C)



导体棒垂直磁感线方向的分速度为 $v_{\perp} = v \cos \theta$

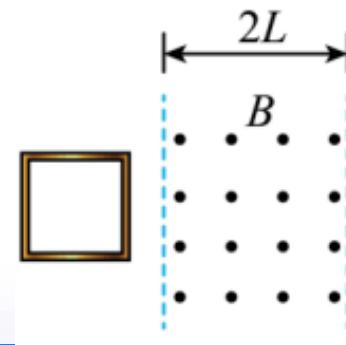


真题研析

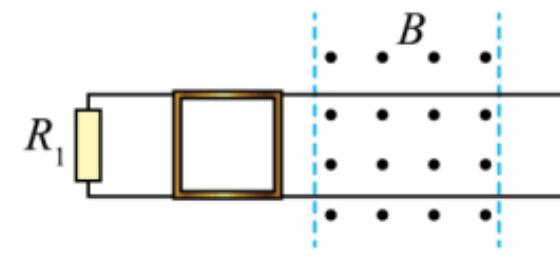
(2023·广东·高考真题)一边长为 L 、质量为 m 的正方形金属细框，每边电阻为 R_0 ，置于光滑的绝缘水平桌面(纸面)上。宽度为 $2L$ 的区域内存在方向垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，两虚线为磁场边界，如图(a)所示。

(1) 使金属框以一定的初速度向右运动，进入磁场。运动过程中金属框的左、右边框始终与磁场边界平行，金属框完全穿过磁场区域后，速度大小降为它初速度的一半，求金属框的初速度大小。

(2) 在桌面上固定两条光滑长直金属导轨，导轨与磁场边界垂直，左端连接电阻 $R_1 = 2R_0$ ，导轨电阻可忽略，金属框置于导轨上，如图(b)所示。让金属框以与(1)中相同的初速度向右运动，进入磁场。运动过程中金属框的上、下边框处处与导轨始终接触良好。求在金属框整个运动过程中，电阻 R_1 产生的热量。



图(a)



图(b)