



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	右手定则
	闭合回路磁通量变化	楞次定律

2) “三个定则” 和 “一个定律” 的因果关系

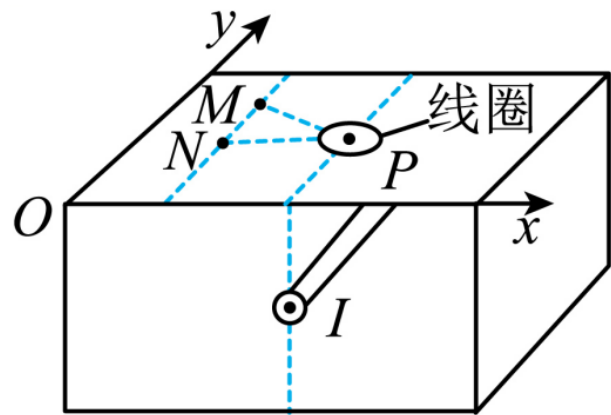
- ①因电而生磁($I \rightarrow B$)→安培定则;
- ②因动而生电($v、B \rightarrow E=BLv$)→右手定则;
- ③因电而受力($I、B \rightarrow F=BIL$)→左手定则;
- ④因磁而生电($S、B \rightarrow E=n\Delta\Phi/\Delta t$)→楞次定律.

“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(Oxy 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率做匀速直线运动,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)

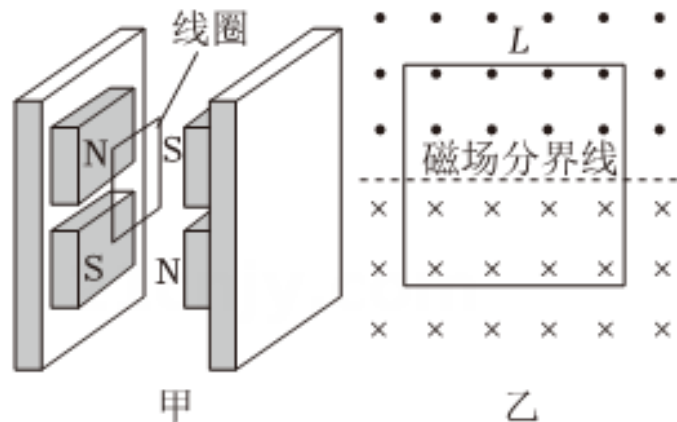
- A. N 点与 M 点的磁感应强度大小相等,方向相同
- B. 线圈沿 PN 方向运动时,穿过线圈的磁通量不变
- C. 线圈从 P 点开始竖直向上运动时,线圈中无感应电流
- D. 线圈从 P 到 M 过程的感应电动势与从 P 到 N 过程的感应电动势相等



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

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

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

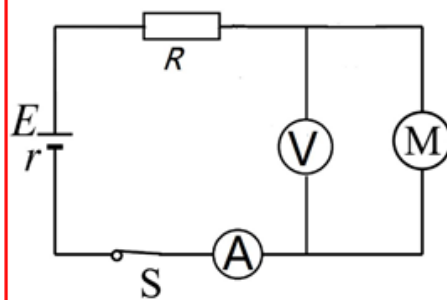
联系 2: 功和能

电磁感应：电源

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

楞次定律
右手定则

画
等效电路图



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

外电路

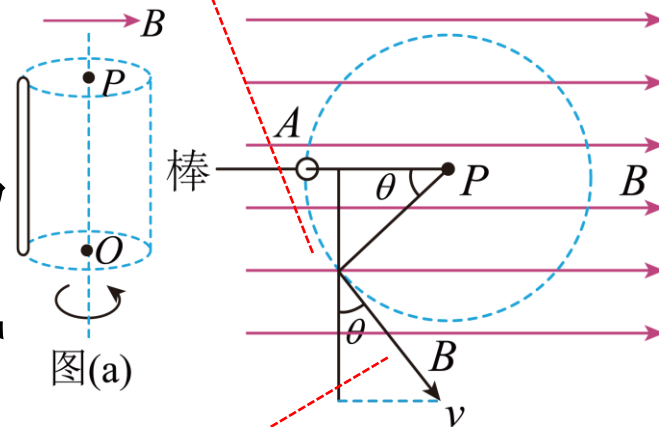
$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R+r} \\ I &= \frac{U}{R} \\ W &= UIt \\ Q &= I^2 R t \\ P &= UI \end{aligned}$$

串并联电路

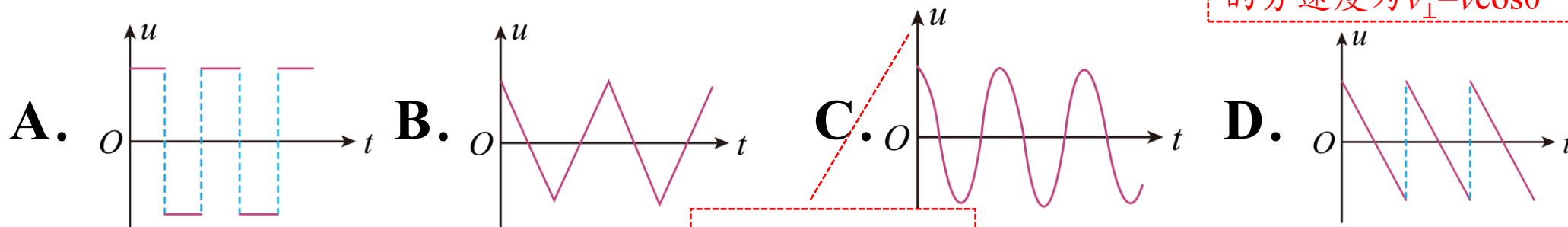
真题研析

(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**)

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



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



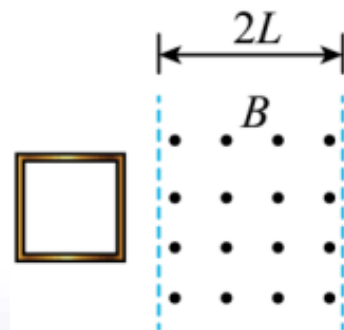
$u = BLv_{\perp}$, 余弦

真题研析

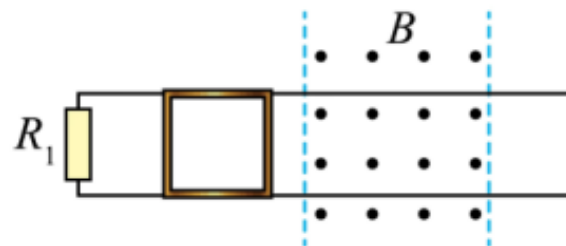
(2023·广东·高考真题)一边长为 L 、质量为 m 的正方形金属细框，每边电阻为 R_0 ，置于光滑的绝缘水平桌面（纸面）上。宽度为 $2L$ 的区域内存在方向垂直于纸面的匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，两虚线为磁场边界，如图（a）所示。

（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)