

# 第十一章

## 第2讲 法拉第电磁感应定律及其应用



# 内容索引



01

强基础 固本增分

02

研考点 精准突破

／ 强基础 固本增分 ／

# 一、法拉第电磁感应定律

## 1. 感应电动势

(1) 概念: 在 \_\_\_\_\_ 中产生的电动势。

(2) 产生条件: 穿过回路的 \_\_\_\_\_ 发生改变, 与电路是否闭合 \_\_\_\_\_

。

在电源内部由负极指向正极

(3) 方向判断: 感应电动势的方向用 \_\_\_\_\_ 楞次定律 或 右手定则 判断。

## 2. 法拉第电磁感应定律

(1) 内容: 感应电动势的大小跟穿过这一电路的 \_\_\_\_\_ 成正比。

感应电动势与匝数有关



(2) 公式:  $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ , 其中  $n$  为线圈匝数。

(3) 感应电流与感应电动势的关系: 遵守闭合电路的 \_\_\_\_\_ 定律,

即  $I =$  \_\_\_\_\_ 。

### 3. 导体切割磁感线的情形

$v$ 是导体相对磁场的速度

切割方式	电动势表达式	说明
平动切割	$E = BLv$	①导体棒与磁场方向垂直
转动切割 (以一端为轴)	$E =$ _____	②速度 $v$ 与磁场垂直 ③磁场为匀强磁场

易错辨析·判一判(1)  $\Phi = 0, \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  不一定等于 0。( )

(2) 线圈匝数  $n$  越多, 磁通量越大, 产生的感应电动势也越大。( )

(3) 公式  $E = Blv$  中的  $l$  是导体棒的总长度。( )

(4) 磁场相对导体棒运动时, 导体棒中也可能产生感应电动势。( )

## 二、自感、涡流

### 1. 自感现象

(1) 概念: 由于导体本身的 \_\_\_\_\_ 变化而产生的电磁感应现象称为自感。

#### (2) 自感电动势

① 定义: 在自感现象中产生的感应电动势叫作 \_\_\_\_\_。

② 表达式:  $E =$  \_\_\_\_\_。

#### (3) 自感系数 $L$

① 相关因素: 与线圈的 \_\_\_\_\_、形状、 \_\_\_\_\_ 以及是否有铁芯有关。

② 单位: 亨利(H),  $1 \text{ mH} =$  \_\_\_\_\_ H,  $1 \text{ } \mu\text{H} =$  \_\_\_\_\_ H。

## 2. 涡流

当线圈中的电流发生变化时,在它附近的任何导体中都会产生 \_\_\_\_\_,这种电流看起来像水的漩涡,所以叫涡流。

## 3. 电磁阻尼

导体在磁场中运动时,感应电流会使导体受到安培力,安培力的方向总是 \_\_\_\_\_ 导体的运动。

## 4. 电磁驱动

如果磁场相对于导体转动,在导体中会产生 \_\_\_\_\_ 使导体受到安培力而运动起来。

易错辨析·判一判(5)线圈中的电流越大,自感系数也越大。( )

(6)对于同一线圈,当电流变化越快时,线圈中的自感电动势越大。( )

／／ 研考点 精准突破 ／／

### 1.磁通量 $\Phi$ 、磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 、磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 的比较

物理量	磁通量 $\Phi$	磁通量的变化量 $\Delta\Phi$	磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
意义	某时刻穿过某个面的磁感线的条数	某段时间内穿过某个面的磁通量变化多少	穿过某个面的磁通量变化的快慢
大小	$\Phi = BS\cos\theta$	$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ ① $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$ ② $\Delta\Phi = S \cdot \Delta B$ ③ $\Delta\Phi = B_2 S_2 - B_1 S_1$	① $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t}$ ② $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = S \frac{\Delta B}{\Delta t}$ ③ $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B_2 S_2 - B_1 S_1}{\Delta t}$

## 2. 法拉第电磁感应定律应用的三种情况

产生原因	$\Delta \Phi$	$E$
面积变化	$\Delta \Phi = B \cdot \Delta S$	$E = nB \frac{\Delta S}{\Delta t}$
磁场变化	$\Delta \Phi = \Delta B \cdot S$	$E = nS \frac{\Delta B}{\Delta t}$
面积和磁场 共同变化	$\Delta \Phi = \Phi_{\text{末}} - \Phi_{\text{初}}$	$E = n \frac{B_2 S_2 - B_1 S_1}{\Delta t}$

3. 在有关图像问题中,磁通量的变化率  $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$  是  $\Phi-t$  图像上某点切线的斜率,利用斜率和线圈匝数可以确定该点感应电动势的大小。

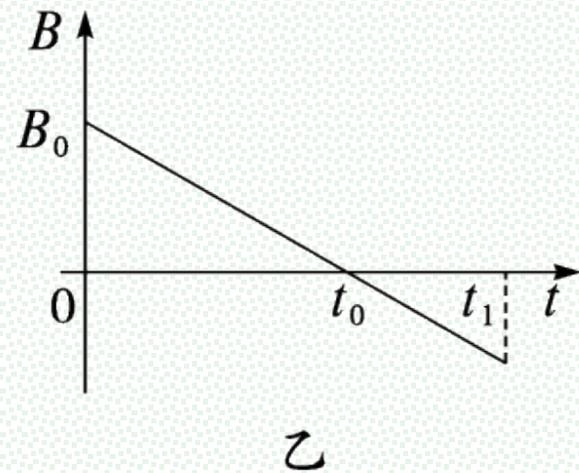
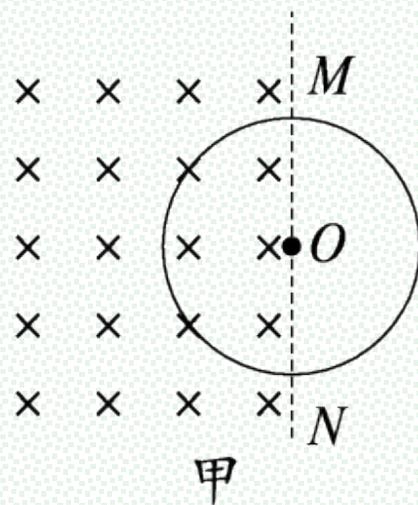
**典例1.**(多选)空间存在一方向与纸面垂直、大小随时间变化的匀强磁场,其边界如图甲中虚线 $MN$ 所示。一硬质细导线的电阻率为 $\rho$ 、横截面积为 $S$ ,将该导线做成半径为 $r$ 的圆环固定在纸面内,圆心 $O$ 在 $MN$ 上。 $t=0$ 时磁感应强度的方向如图甲所示;磁感应强度 $B$ 随时间 $t$ 的变化关系如图乙所示。

则在 $t=0$ 到 $t=t_1$ 的时间间隔内( )

- A.圆环所受安培力的方向始终不变
- B.圆环中的感应电流始终沿顺时针方向

C.圆环中的感应电流大小为 $\frac{B_0 r S}{4 t_0 \rho}$

D.圆环中的感应电动势大小为 $\frac{B_0 \pi r^2}{4 t_0}$



**思维点拨** (1)根据楞次定律判定感应电流方向,但要注意若由此盲目认为安培力方向始终不变,易错选。

(2)根据感应电动势 $E=S_{\text{有效}}\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 计算电动势,然后根据闭合电路欧姆定律计算电流,但要注意 $S_{\text{有效}}$ 为圆环回路在磁场中的有效面积,而不是圆环回路的面积。

**答案** BC

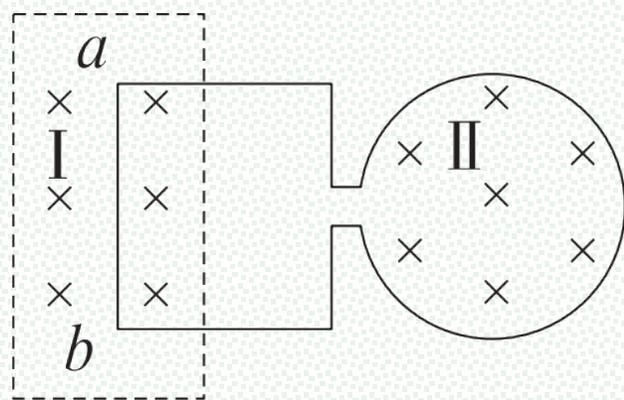
**解析** 根据楞次定律可知,圆环中的感应电流始终沿顺时针方向,B正确。从0到 $t_1$ ,电流方向未变,磁场方向改变,根据左手定则,安培力方向必定改变,A错误。

根据法拉第电磁感应定律, $E=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}=\frac{B_0\pi r^2}{2t_0}$ ,D错误。

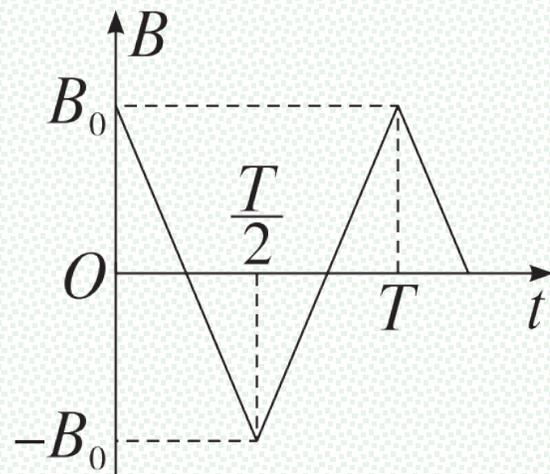
圆环的电阻  $R=\frac{\rho l}{S}=\frac{2\rho\pi r}{S}$ ,感应电流  $I=\frac{E}{R}=\frac{B_0 S}{4\rho t_0}$ ,C正确。

## 对点演练

1.(多选)(2023天津模拟)将一段导线绕成如图甲所示的闭合回路,并固定在水平面内。回路的 $ab$ 边置于磁感应强度大小为 $B_1$ 、方向竖直向下的匀强磁场 I 中;回路的圆环区域内有竖直方向的磁场 II,以竖直向下为磁场 II 的正方向,其磁感应强度 $B$ 随时间 $t$ 变化的图像如图乙所示。导线的总电阻为 $R$ ,圆环面积为 $S$ , $ab$ 边长为 $L$ ,



甲



乙

则下列说法正确的是( )

A.  $ab$  边受到的安培力大小始终为  $\frac{4B_0B_1SL}{RT}$

B. 在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内, 流过  $ab$  边横截面的电荷量为  $\frac{B_0S}{R}$

C. 在  $0 \sim T$  时间内,  $ab$  边受到的安培力方向先向左再向右

D. 在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内, 通过  $ab$  边的电流方向先从  $b \rightarrow a$  再从  $a \rightarrow b$

答案 AC

**解析** 在  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内, 磁场 II 中磁感应强度先减小再反向增大, 所以感应电流

一直沿顺时针方向, 选项 D 错误;  $\frac{T}{2}$  时刻电流方向改变, 导致安培力方向改变,

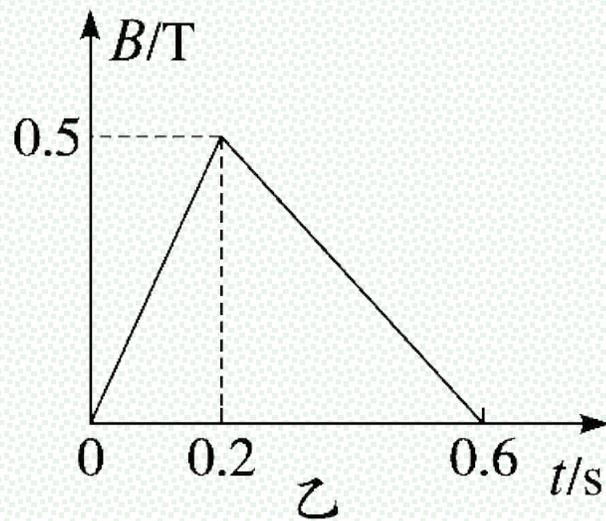
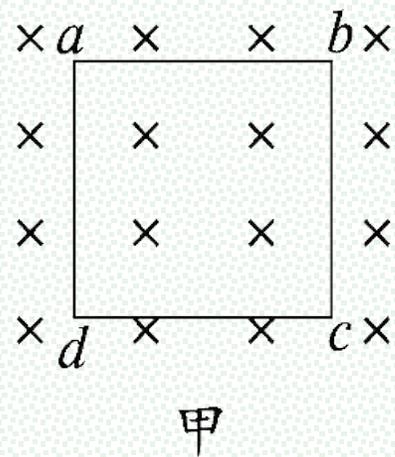
由左手定则可判断  $0 \sim T$  时间内  $ab$  边所受的安培力方向先向左再向右, 选项

C 正确;  $0 \sim \frac{T}{2}$  时间内流过  $ab$  边横截面的电荷量  $q = \frac{\Delta\Phi}{R}$ ,  $\Delta\Phi = 2B_0S$ , 解得  $q = \frac{2B_0S}{R}$ ,

选项 B 错误; 由  $F = B_1IL$ ,  $I = \frac{E}{R}$ ,  $E = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$ ,  $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{4B_0}{T}$ , 可得  $F = \frac{4B_0B_1SL}{RT}$ , 选项 A 正确。

2.如图甲所示,正方形硬质金属框 $abcd$ 放置在磁场中,金属框平面与磁场方向垂直。磁感应强度 $B$ 随时间 $t$ 变化规律如图乙所示。在 $0\sim 0.2\text{ s}$ 与 $0.2\sim 0.6\text{ s}$ 的时间内( )

- A.通过金属框的电荷量之比为 $2:1$
- B.金属框中电流的电功率之比为 $4:1$
- C.金属框中产生的焦耳热之比为 $4:1$
- D.金属框 $ab$ 边受到的安培力方向相同



答案 B

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/227015164061010003>