

2025年高考物理复习课件 新高考新教材

第2讲 法拉第电磁感应定律及其应用

考点一 法拉第电磁感应定律

强基础·固本增分

一、感应电动势

1. 概念: 在 电磁感应现象 中产生的电动势。

2. 产生条件: 穿过回路的 磁通量 发生改变, 与电路是否闭合 无关。

 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。

二、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 磁通量的变化率 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 欧姆 定律, 即

$$I = \frac{E}{R + r}。$$

三、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)	$E = \frac{1}{2}Bl^2\omega$	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。 ()

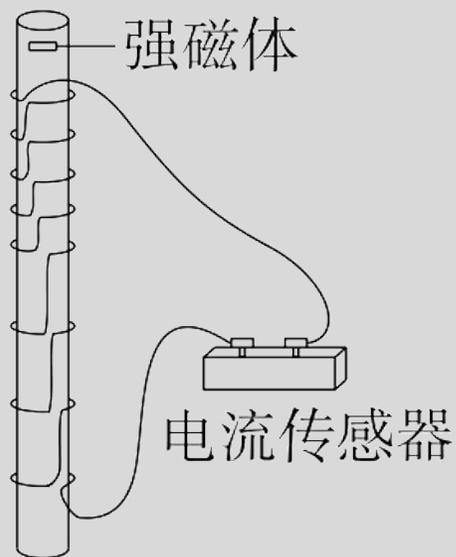
(4) 磁场相对导体棒运动时,导体棒中也可能产生感应电动势。 ()

教材情境·想一想

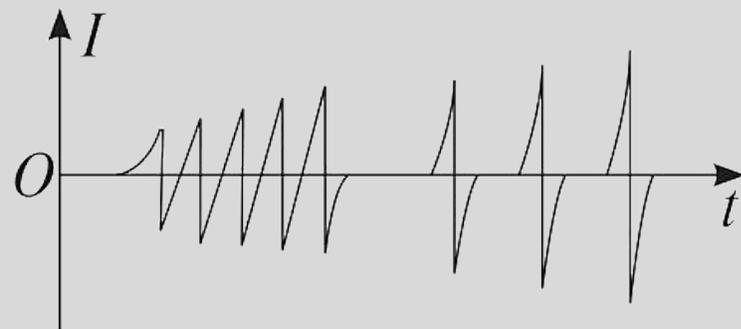
阅读并思考人教版选择性必修第二册第30页“做一做”，完成下面高考题：

(多选)(2023全国甲卷)一有机玻璃管竖直放在水平地面上,管上有漆包线绕成的线圈,线圈的两端与电流传感器相连,线圈在玻璃管上部的5匝均匀分布,下部的3匝也均匀分布,下部相邻两匝间的距离大于上部相邻两匝间的距离,甲所示。现让一个很小的强磁体在玻璃管内沿轴线从上端口由静止下落,电流传感器测得线圈中电流 I 随时间 t 的变化如图乙所示。则(AD)

- A.小磁体在玻璃管内下降速度越来越快
- B.下落过程中,小磁体的N极、S极上下颠倒了8次
- C.下落过程中,小磁体受到的电磁阻力始终保持不变
- D.与上部相比,小磁体通过线圈下部的过程中,磁通量变化率的最大值更大



甲



乙

解析 由题图乙可得,感应电流的峰值越来越大,说明感应电动势越来越大,小磁体在玻璃管内下降的速度越来越快,选项**A**正确;下落过程中,小磁体在接近、远离线圈的时候,电流的方向不断变化,并不是小磁体的**N**极、**S**极上下颠倒,选项**B**错误;感应电流的峰值越来越大,小磁体受到的电磁阻力不断变化,选项**C**错误;与线圈上部相比,小磁体通过线圈下部的过程中,感应电流的峰值更大,说明磁通量变化率的最大值更大,选项**D**正确。

考向一 法拉第电磁感应定律的理解及应用

1. 对法拉第电磁感应定律的理解

(1) 公式 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 求解的是一个回路中某段时间内的平均感应电动势; 如果磁通量均匀变化, 则感应电动势为恒定值, 瞬时值等于平均值。

(2) 感应电动势的大小由线圈的匝数和穿过线圈的磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 共同决定, 而与磁通量 Φ 的大小、磁通量变化量 $\Delta\Phi$ 的大小没有必然联系。

(3) 磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 对应 $\Phi-t$ 图像上某点切线的斜率。

2. 法拉第电磁感应定律的三种变形表达式

(1) 磁通量的变化仅由面积 S 变化引起时, $\Delta\Phi = B\Delta S$, 则 $E = n \frac{B\Delta S}{\Delta t}$ 。

(2) 磁通量的变化仅由磁感应强度 B 变化引起时, $\Delta\Phi = \Delta BS$, 则 $E = n \frac{\Delta BS}{\Delta t}$ 。 (S 为线圈在磁场中的有效面积)

(3) 磁通量的变化是由于面积 S 和磁感应强度 B 的共同变化引起的, 应根据定义求 E , $\Delta\Phi = |\Phi_{\text{末}} - \Phi_{\text{初}}|$, 则 $E = n \frac{|B_2 S_2 - B_1 S_1|}{\Delta t} \neq n \frac{\Delta B \Delta S}{\Delta t}$ 。

3. 感应电荷量: $q = \frac{n\Delta\Phi}{R}$

(1) 推导: 通过回路横截面的电荷量 $q = \bar{I}\Delta t = \frac{E}{R}\Delta t = \frac{n\Delta\Phi}{R\Delta t}\Delta t = \frac{n\Delta\Phi}{R}$ 。

(2) 注意: 感应电荷量 q 由 n 、 $\Delta\Phi$ 和电阻 R 共同决定, 与 Δt 无关。

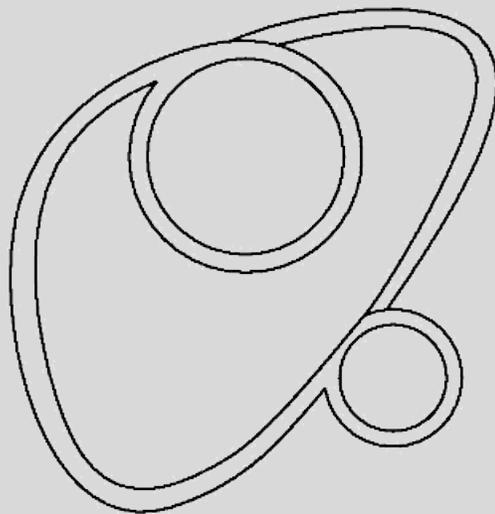
典题1 (2023湖北襄阳模拟)将一根绝缘硬质细导线顺次绕成如图所示的线圈,其中大圆面积为 S_1 ,小圆面积为 S_2 ,不规则形状的面积 S_3 ,垂直线圈平面方向有一随时间 t 变化的磁场,磁感应强度大小 $B=B_0+kt$, B_0 和 k 均为大于零的常量。则线圈中总的感应电动势大小为(**B**)

A. $k(S_3-S_2)$

B. $k(S_3+S_1-S_2)$

C. $k(S_3-S_1-S_2)$

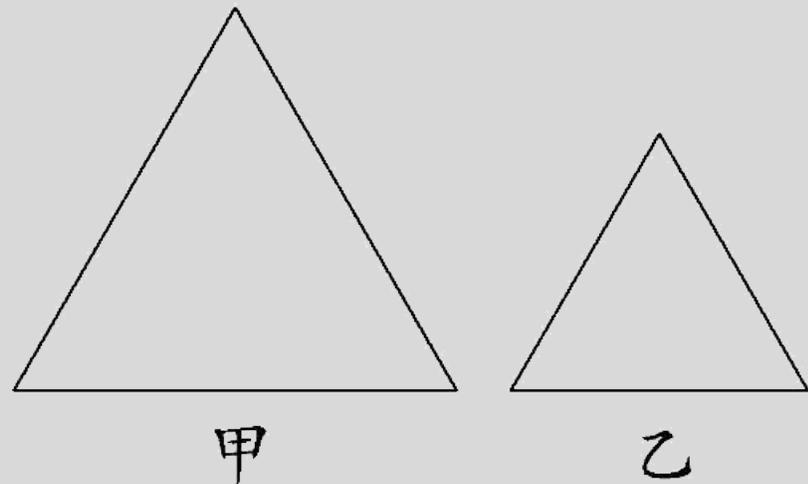
D. $k(S_3+S_2-S_1)$



解析 按线圈绕向可以将线圈分成两部分,不规则部分和大圆部分产生的感应电动势叠加,大小为 $E_1 = \frac{\Delta B}{\Delta t}(S_3 + S_1) = k(S_3 + S_1)$,小圆部分产生的感应电动势的方向与不规则部分产生的感应电动势相反,大小为 $E_2 = \frac{\Delta B}{\Delta t}S_2 = kS_2$,则线圈产生的总的感应电动势大小为 $E = E_1 - E_2 = k(S_3 + S_1 - S_2)$,故选B。

指点迷津可类比线圈产生感应电动势的规律,用安培定则判断产生的感应电动势是相互叠加还是相互削弱。

典题2 (多选)如图所示,用材料和粗细相同的导线绕成的单匝正三角形线圈甲、乙固定在同一平面内,边长之比为3:2。线圈所在空间存在与线圈平面垂直的匀强磁场,磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系为 $B=B_0\sin \omega t$,下列说法正确的是(ACD)



- A.线圈甲、乙中产生的电动势最大值之比为9:4
- B.线圈甲、乙中产生的电流最大值之比为9:4
- C.在 $0\sim\frac{2\pi}{\omega}$ 时间内,线圈甲、乙中产生的焦耳热之比为27:8
- D.在 $0\sim\frac{\pi}{2\omega}$ 时间内,通过线圈甲、乙导线横截面的电荷量之比为3:2

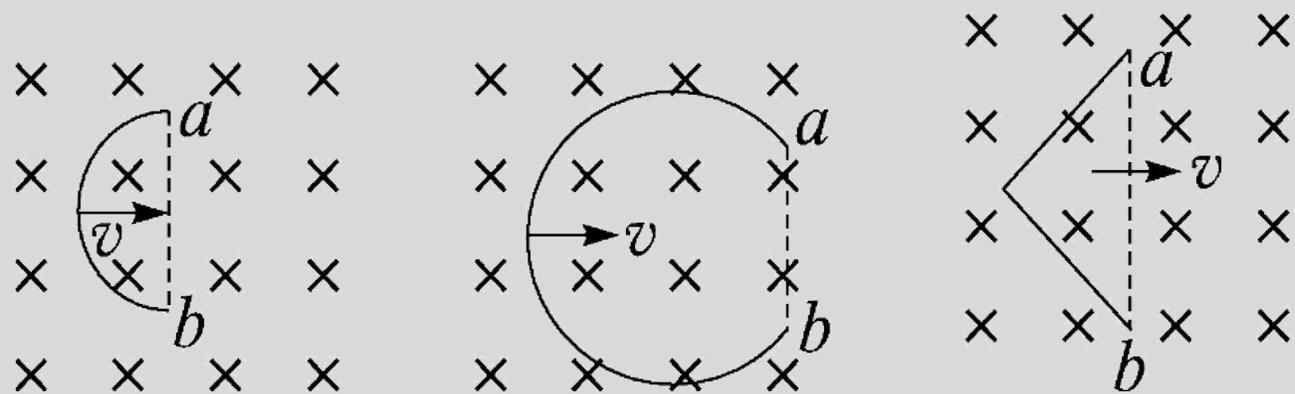
解析 正三角形线圈中产生的电动势随时间变化的规律为 $e=B_0S\omega\cos\omega t$, 电动势的最大值 $E_m=B_0S\omega$, 设正三角形的边长为 a , 面积 $S=\frac{\sqrt{3}}{4}a^2$, 则 $E_m\propto a^2$, 线圈甲、乙中产生的电动势的最大值之比为 $E_1:E_2=9:4$, A 正确; 线圈中电流的最大值 $I_m=\frac{E_m}{R}$, 又 $R\propto a$, 可得 $I_m\propto a$, 线圈甲、乙中产生的电流的最大值之比为 $I_1:I_2=3:2$, B 错误; 线圈中产生的焦耳热 $Q=I^2Rt=\frac{E_m^2}{2R}t$, 则 t 相同时 $Q\propto a^3$, 线圈甲、乙中产生的焦耳热之比为 $Q_1:Q_2=27:8$, C 正确; 通过导线横截面的电荷量 $q=\frac{\Delta\Phi}{R}=\frac{\Delta BS}{R}$, $S\propto a^2$, 则 $q\propto a$, 通过线圈甲、乙导线横截面的电荷量之比为 $q_1:q_2=3:2$, D 正确。

考向二 导体切割磁感线产生感应电动势的计算

1. $E=Blv$ 的特性

(1)正交性:本公式要求磁场为匀强磁场,而且 B 、 l 、 v 三者互相垂直。

(2)有效性:公式中的 l 为导体切割磁感线的有效长度。如图所示,导体棒的有效长度为 ab 间的距离。



(3)相对性: $E=Blv$ 中的速度 v 是导体相对磁场的速度,若磁场也在运动,应注意速度间的相对关系。

2. 导体转动切割磁感线产生感应电动势的情况

若长为 L 的导体棒在磁感应强度为 B 的匀强磁场中以角速度 ω 匀速转动,则

(1)以中点为轴时, $E=0$ (不同两段的电动势的代数和)。

(2)以端点为轴时, $E=\frac{1}{2}B\omega L^2$ (平均速度取中点位置的线速度 $\frac{1}{2}\omega L$)。

(3)以任意点为轴时, $E=\frac{1}{2}B\omega(L_1^2 - L_2^2)$ ($L_1 > L_2$,不同两段的电动势的代数和)。

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/046141202120011011>