

易错点 11 不能准确解决电磁感应中电路与力学的综合问题

目 录

01 易错陷阱

易错点一：错误地运用楞次定律求感应电流

易错点二：不能明确磁通量、磁通量变化量、磁通量变化率的区别

易错点三：错误求解电磁感应与电路和力学的综合问题

02 易错知识点

知识点一、动生电动势的几个问题

知识点二、能量转化及焦耳热的求法

知识点三、电磁感应中的“单杆”问题分析

知识点四、电磁感应中的“双杆”问题分析

知识点五、电磁感应中的图像问题

03 举一反三——易错题型

题型一：通过导体的电量 q 计算

题型二：电磁感应中的图像分析

题型三：电磁感应中的导轨滑杆模型

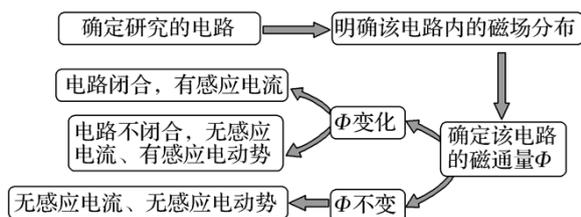
题型四：动量定理 动量守恒定律在电磁感应中的应用

04 易错题通关

01 易错陷阱

易错点一：错误地运用楞次定律求感应电流

1.判断电磁感应现象是否发生的一般流程



2.“阻碍”的含义及步骤

楞次定律中“阻碍”的含义	“四步法”判断感应电流方向
<p>谁阻碍谁 → 感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁场（原磁场）的磁通量的变化</p> <p>阻碍什么 → 阻碍的是磁通量的变化，而不是阻碍磁通量本身</p> <p>如何阻碍 → 当磁通量增加时，感应电流的磁场方向与原磁场的方向相反；当磁通量减少时，感应电流的磁场方向与原磁场的方向相同，即“增反减同”</p> <p>阻碍效果 → 阻碍并不是阻止，只是延缓了磁通量的变化，这种变化将继续进行</p>	<p>一原 → 明确要研究的回路及原磁场 B 的方向</p> <p>二变 → 确定磁通量 Φ 的变化</p> <p>三感 → 判断感应电流的磁场方向</p> <p>四电流 → 判断感应电流的方向</p> <p>楞次定律</p> <p>安培定则</p>

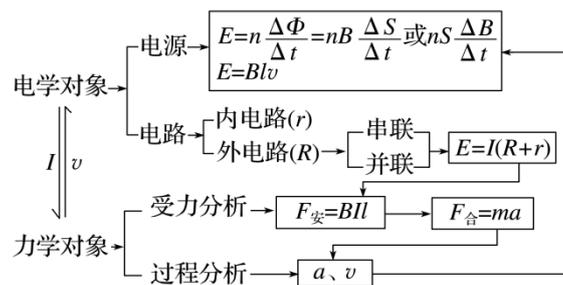
易错点二：不能明确磁通量、磁通量变化量、磁通量变化率的区别

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

	磁通量 Φ	磁通量的变化量 $\Delta\Phi$	磁通量的变化率 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$
物理意义	某时刻穿过磁场中某个面的磁感线条数	在某一过程中，穿过某个面的磁通量的变化量	穿过某个面的磁通量变化的快慢
当 B 、 S 互相垂直时的大小	$\Phi = BS$	$\Delta\Phi = \begin{cases} \Phi_2 - \Phi_1 \\ B \cdot \Delta S \\ S \cdot \Delta B \end{cases}$	$\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \begin{cases} \frac{ \Phi_2 - \Phi_1 }{\Delta t} \\ B \cdot \frac{\Delta S}{\Delta t} \\ \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \end{cases}$
注意	若穿过的平面中有方向相反的磁场，则不能直接用 $\Phi = BS$ 。 Φ 为抵消以后所剩余的磁通量	开始和转过 180° 时平面都与磁场垂直，但穿过平面的磁通量是不同的，一正一负， $\Delta\Phi = 2BS$ ，而不是零	在 $\Phi-t$ 图像中，可用图线的斜率表示 $\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

易错点三：错误求解电磁感应与电路和力学的综合问题

1. 电磁感应问题中电学对象与力学对象的相互制约关系



2. 处理此类问题的基本方法

- (1)用法拉第电磁感应定律和楞次定律求感应电动势的大小和方向.
- (2)求回路中感应电流的大小和方向.
- (3)分析研究导体受力情况(包括安培力).
- (4)列动力学方程或根据平衡条件列方程求解.

02 易错知识点

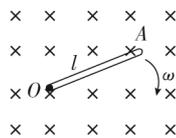
知识点一、动生电动势的几个问题

1. 导体切割磁感线时的感应电动势

切割方式	电动势表达式	说明
垂直切割	$E = Blv$	①导体棒与磁场方向垂直，磁场为匀强磁场 ②式中 l 为导体切割磁感线的有效长度 ③旋转切割中导体棒的平均速度等于中点位置的线速度 $\frac{1}{2}\omega l$
倾斜切割	$E = Blv\sin\theta$ (θ 为 v 与 B 的夹角)	
旋转切割(以一端为轴)	$E = Bl\bar{v}$ $= \frac{1}{2}Bl^2\omega$	如果求导体中两点间，则 \bar{v} 等于这两点速度之和的一半

2. 导体转动切割磁感线

当导体棒在垂直于磁场的平面内，绕导体棒上某一点以角速度 ω 匀速转动时，则：



(1)以导体棒中点为轴时， $E = 0$ (相同两段的代数和)。

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

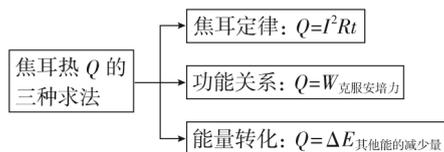
(3)以导体棒上任意一点为轴时， $E = \frac{1}{2}B\omega(l_1^2 - l_2^2)$ (不同两段的代数和，其中 $l_1 > l_2$)。

知识点二、能量转化及焦耳热的求法

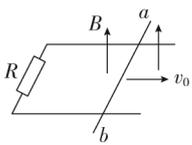
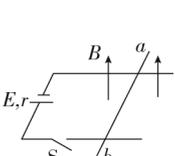
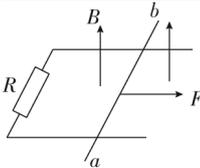
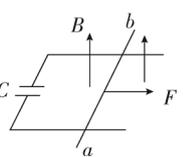
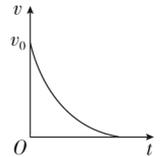
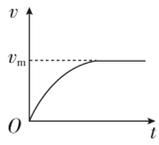
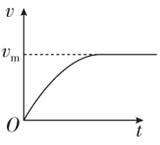
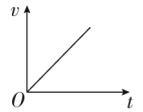
(1) 能量转化



(2) 求解焦耳热 Q 的三种方法(纯电阻电路)



知识点三、电磁感应中的“单杆”问题分析

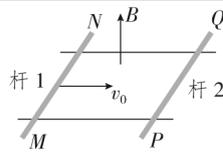
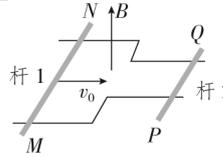
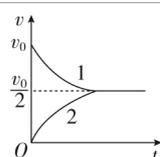
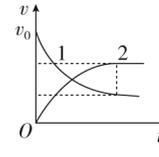
初态	$v_0 \neq 0$	$v_0 = 0$		
示意图	 <p>质量为 m、电阻不计的单杆 ab 以一定初速度 v_0 在光滑水平轨道上滑动，两平行导轨间距为 l</p>	 <p>轨道水平光滑，单杆 ab 质量为 m，电阻不计，两平行导轨间距为 l</p>	 <p>轨道水平光滑，单杆 ab 质量为 m，电阻不计，两平行导轨间距为 l，拉力 F 恒定</p>	 <p>轨道水平光滑，单杆 ab 质量为 m，电阻不计，两平行导轨间距为 l，拉力 F 恒定</p>
运动分析	 <p>导体杆做加速度越来越小的减速运动，最终杆静止</p>	 <p>当 $E_{\text{感}} = E$ 时，v 最大，且 $v_m = \frac{E}{Bl}$，最后以 v_m 匀速运动</p>	 <p>当 $a = 0$ 时，v 最大，$v_m = \frac{FR}{B^2 l^2}$，杆开始匀速运动</p>	 <p>Δt 时间内流入电容器的电荷量 $\Delta q = C \Delta U = CBl \Delta v$ 电流 $I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = CBl \frac{\Delta v}{\Delta t}$</p>

				安培力 $F_{安} = I l B$
--	--	--	--	---------------------

				$=CB^2l^2a$ $F - F_{安} = ma, a = \frac{F}{m + B^2l^2C}$ 所以杆以恒定的加速度匀加速运动
能量分析	动能转化为内能, $\frac{1}{2}mv_0^2 = Q$	电能转化为动能和內能, $E_{电} = \frac{1}{2}mv_{末}^2 + Q$	外力做功转化为动能和內能, $W_F = \frac{1}{2}mv_{末}^2 + Q$	外力做功转化为电能和动能, $W_F = E_{电} + \frac{1}{2}mv^2$

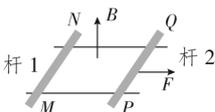
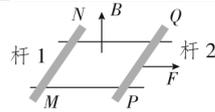
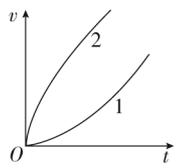
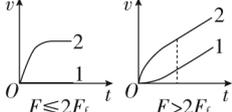
知识点四、电磁感应中的“双杆”问题分析

(1)初速度不为零, 不受其他水平外力的作用

	光滑的平行导轨	光滑不等距导轨
示意图	 <p>质量 $m_1 = m_2$ 电阻 $r_1 = r_2$ 长度 $l_1 = l_2$</p>	 <p>质量 $m_1 = m_2$ 不 电阻 $r_1 = r_2$ 长度 $l_1 = 2l_2$</p>
运动分析	 <p>杆 MN 做变减速运动, 杆 PQ 做变加速运动, 稳定时, 两杆的加速度均为零, 以相等的速度 $\frac{v_0}{2}$ 匀速运动</p>	 <p>稳定时, 两杆的加速度均为零, 两杆的速度之比为 1:2</p>
能量分析	一部分动能转化为內能, $Q = -\Delta E_k$	

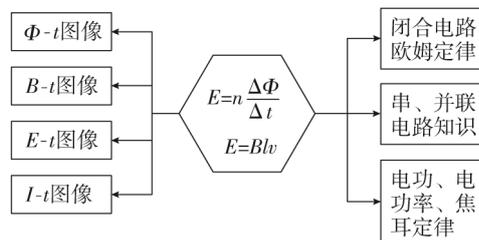
(2)初速度为零, 一杆受到恒定水平外力的作用

	光滑的平行导轨	不光滑平行导轨
--	---------	---------

示意图	 <p>质量 $m_1 = m_2$ 电阻 $r_1 = r_2$ 长度 $l_1 = l_2$</p>	 <p>摩擦力 $F_{f1} = F_{f2}$ 质量 $m_1 = m_2$ 电阻 $r_1 = r_2$ 长度 $l_1 = l_2$</p>
运动分析	 <p>开始时，两杆做变加速运动；稳定时，两杆以相同的加速度做匀加速运动</p>	 <p>开始时，若 $F \leq 2F_f$，则 PQ 杆先变加速后匀速运动；MN 杆静止。若 $F > 2F_f$，PQ 杆先变加速后匀加速运动，MN 杆先静止后变加速最后和 PQ 杆同时做匀加速运动，且加速度相同</p>
能量分析	外力做功转化为动能和内能， $W_F = \Delta E_k + Q$	外力做功转化为动能和内能(包括电热和摩擦热)， $W_F = \Delta E_k + Q_{电} + Q_f$

知识点五、电磁感应中的图像问题

(1) 图像类型



(2) 2. 解题关键

- ① 弄清物理量的初始条件和正负方向；
- ② 注意物理量在进、出磁场时的变化；
- ③ 写出函数表达式。

(3) 解题方法：先定性排除，再定量解析

- ①

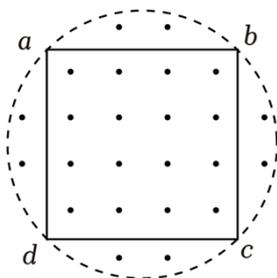
定性排除法：用右手定则或楞次定律确定物理量的方向，定性地分析物理量的变化趋势、变化快慢、是否均匀变化等，特别注意物理量的正负和磁场边界处物理量的变化，通过定性分析排除错误的选项。

②定量解析法：根据题目所给条件定量地推导出物理量之间的函数关系，然后由函数关系对图像作出分析，由图像的斜率、截距等作出判断。

03 举一反三 易错题型

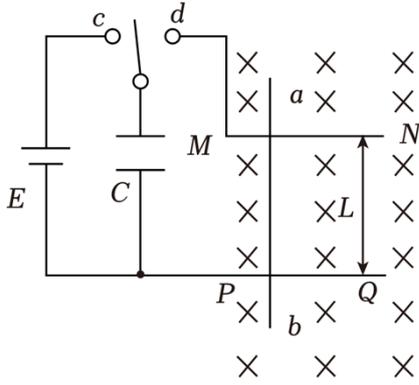
题型一：通过导体的电量 q 计算

【例 1】（2024·常州三模）如图所示，abcd 是边长为 l 、总电阻为 R 的正方形导体框，其外接圆内充满着均匀变化的磁场，磁场方向垂直于纸面向外，磁感应强度大小 $B=kt$ ($k>0$)，则下列说法正确的是 ()



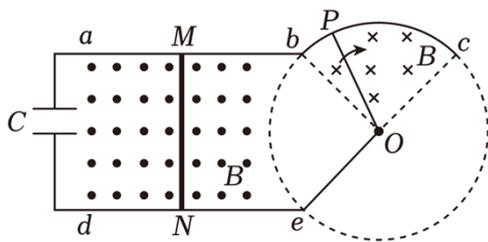
- A. t_1 时刻 ab 边产生的感应电动势为 kl^2
- B. t_1 时刻 ab 边受到的安培力大小为 $\frac{k^2 l^3 t_1}{R}$
- C. $0 \sim t_1$ 时间内通过 cd 边的电荷量为 $\frac{kl^2 t_1}{4R}$
- D. 撤去导体框，圆上 a 处的电场强度为零

【变式 1-1】（2024·重庆模拟）如图为某同学设计的电磁弹射装置示意图，平行的足够长光滑水平导轨 MN、PQ 间距为 L ，置于磁感应强度为 B 的匀强磁场中，质量为 m ，长度为 $2L$ 导体棒 ab 垂直放在导轨上。单刀双掷开关先打向 c，内阻不计电动势为 E 的电源给电容为 C 的电容器充电，充完电后打向 d，导体棒 ab 在安培力的作用下发射出去。阻力不计，下列说法正确的是 ()



- A. 导体棒达到最大速度前，做加速度逐渐增大的加速运动
- B. 导体棒以最大速度发射出去后，电容器储存的电荷量为零
- C. 导体棒能达到的最大速度为 $\frac{2CEBL}{m + 4CB^2L^2}$
- D. 导体棒达到最大速度时，电容器放出的电荷量为 $\frac{mCE}{m + CB^2L^2}$

【变式 1-2】 (2024·沂河区校级模拟) 如图所示，水平放置足够长光滑金属导轨 abc 和 de，ab 与 de 平行并相距为 L，bc 是以 O 为圆心的半径为 r 的圆弧导轨，圆弧 be 左侧和扇形 Obc 内有方向如图的匀强磁场，磁感应强度均为 B，a、d 两端接有一个电容为 C 的电容器，金属杆 OP 的 O 端与 e 点用导线相接，P 端与圆弧 bc 接触良好，初始时，可滑动的金属杆 MN 静止在平行导轨上，金属杆 MN 质量为 m，金属杆 MN 和 OP 电阻均为 R，其余电阻不计，若杆 OP 绕 O 点在匀强磁场区内以角速度 ω 从 b 到 c 匀速转动时，回路中始终有电流，则此过程中，下列说法正确的有 ()

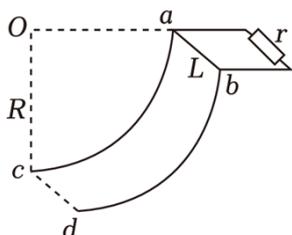


- A. 杆 OP 产生的感应电动势恒为 $B\omega r^2$
- B. 电容器带电量恒为 $\frac{BC\omega r^2}{2}$
- C. 杆 MN 中的电流逐渐减小
- D. 杆 MN 向左做匀加速直线运动，加速度大小为 $\frac{B^2\omega^2 r^2 L}{4mR}$

【变式 1-3】 (2024·南昌模拟) 如图所示，整个区域内有竖直向下的匀强磁场 (图中未画出)，磁感应强度大小 $B=0.5T$ ，两根间距为 $L=0.5m$ 、半径为 $R=2m$ 的光滑四分之一竖直圆弧金属导轨等高平行放置，顶端连接阻值为 $r=0.4\Omega$ 的电阻。长为 L、质量为 $m=0.2kg$ 、阻值为 $r_1=0.1\Omega$

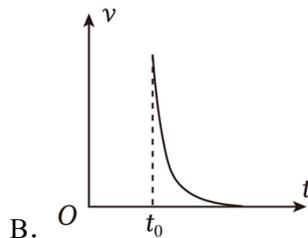
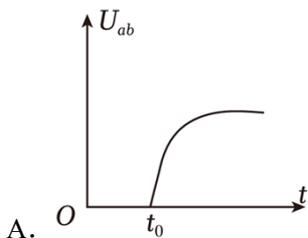
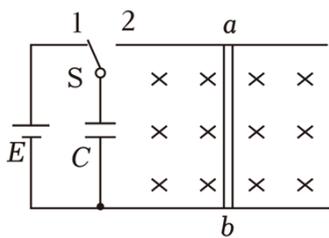
的金属棒在力 F （除重力、安培力以外的力）作用下从导轨顶端 ab 处以恒定速率 $v=4\text{m/s}$ 下滑，整个过程中金属棒与导轨接触良好，始终与导轨垂直。导轨电阻忽略不计，重力加速度 g 取 10m/s^2 。求：

- (1) 金属棒运动到 cd 处时，金属棒两端的电压 U ；
- (2) 金属棒从导轨 ab 处运动至圆弧的中间位置的过程中，通过电阻 r 的电荷量 q ；
- (3) 金属棒从导轨 ab 处运动至 cd 处的过程，电流的有效值 $I_{\text{有}}$ 和外力 F 做的功 W 。



题型二：电磁感应中的图像分析

【例 2】（2024·南通三模）如图所示，匀强磁场中水平放置两足够长的光滑平行金属导轨，导轨的左侧连接电池 E 和电容器 C ，单刀双掷开关 S 接 1，金属棒 ab 在导轨上处于静止状态。在 t_0 时刻 S 接 2，金属棒 ab 在导轨上向右运动过程中棒始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触，不计导轨电阻。则金属棒两端电压 U_{ab} 、速度 v 、电容器所带电荷量 q 、回路中电流强度 i 随时间 t 变化的关系图像可能正确的是（ ）



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/096033203041011010>