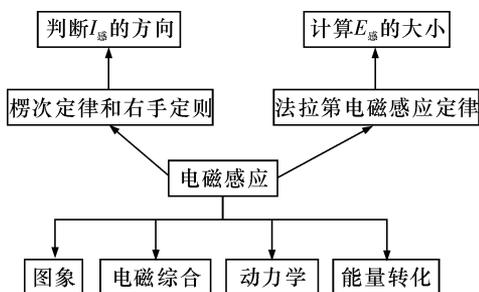


第2讲 电磁感应

知识网络



基础落实

1. 感应电流方向的判定

(1) 楞次定律: 对“阻碍”要加深理解

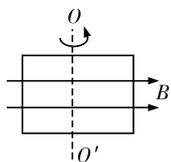
- 阻碍 {
- _____ 的变化
 - _____ 的发生
 - _____ 的变化
 - _____ 的变化(自感)

(2) 右手定则: 伸开 _____ 手, 使 _____ 位于手掌平面内, 让磁感线从手心进入, 大拇指指向 _____ 的方向, _____ 所指的就是感应电流的方向。

2. 感应电动势大小的计算:

- ① $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ (平均感生电动势)
 ② $E = BLv\sin\theta$ (_____ 、 _____)

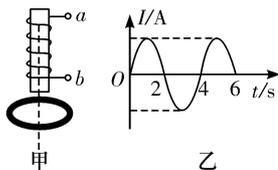
- 特例 {
- a. 长 L 的导体棒以一端为轴, 在垂直于 B 的平面内以 ω 匀速转动:
 $E = \frac{1}{2}BL^2\omega$
 - b. 如图所示, 面积为 S 的 n 匝线圈绕垂直于 B 的轴 OO' 以 ω 匀速转动:
 $E_m = nBS\omega$



考点突破

考点一 电磁感应规律及其应用

例1 如图甲所示, 绝缘的水平桌面上放置一金属圆环, 在圆环的正上方放置一个螺线管, 在螺线管中通入如图乙所示的电流, 电流从螺线管 a 端流入为正。以下说法正确的是 ()



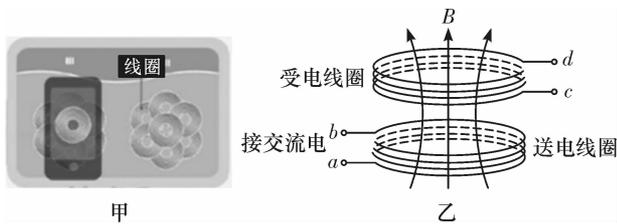
- A. $0 \sim 1$ s 内圆环面积有扩张的趋势
- B. 1 s 末圆环对桌面的压力小于圆环的重力
- C. $1 \sim 2$ s 内和 $2 \sim 3$ s 内圆环中的感应电流方向相反
- D. 从上往下看, $0 \sim 2$ s 内圆环中的感应电流先沿顺时针方向、后沿逆时针方向

【方法总结】 1. 感应电流方向的判断方法

- (1) 右手定则 (2) 楞次定律及其推广应用
- 2. 求解感应电动势常见情况与方法

情景图				
研究对象	回路(不一定闭合)	一段直导线(或等效成直导线)	绕一端转动的一段导体棒	绕与 B 垂直的轴转动的导线框
表达式	$E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	$E = BLv\sin\theta$	$E = \frac{1}{2}BL^2\omega$	$E = NBS\omega\sin\omega t$

变式训练1 图甲为手机及无线充电板. 图乙为充电原理示意图. 充电板接交流电源, 对充电板供电, 充电板内的送电线圈可产生交变磁场, 从而使手机内的受电线圈产生交变电流, 再经整流电路转变成直流电后对手机电池充电. 为方便研究, 现将问题做如下简化. 设受线圈的匝数为 n , 面积为 S , 若在 t_1 到 t_2 时间内, 磁场垂直于受电线圈平面向上穿过线圈, 其磁感应强度由 B_1 均匀增加到 B_2 . 下列说法正确的是 ()

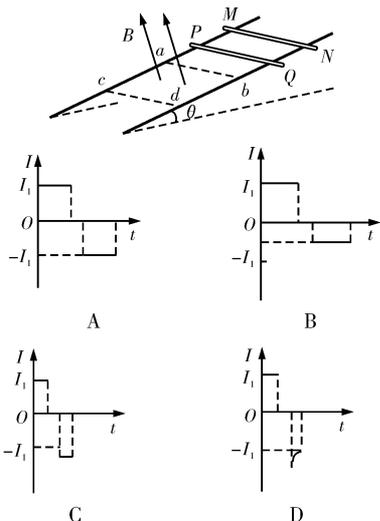


- A. c 点的电势高于 d 点的电势
- B. 受电线圈中感应电流方向由 d 到 c
- C. c 、 d 之间的电势差为 $-\frac{n(B_2 - B_1)S}{t_2 - t_1}$
- D. c 、 d 之间的电势差为 $\frac{n(B_2 - B_1)S}{t_2 - t_1}$

考点二 电磁感应图象

例2 (2019·全国卷II)(多选) 如图, 两条光滑平行金属导轨固定, 所在平面与水平面夹角为 θ , 导轨电阻忽略不计. 虚线 ab 、 cd 均与导轨垂直, 在 ab 与 cd 之间的区域存在垂直于导轨所在平面的匀强磁场. 将两根相同的导体棒 PQ 、 MN 先后自导轨上同一位置由静止释放, 两者始终与导轨垂直且接触良好. 已知 PQ 进入磁场时加速度变小恰好为零,

从PQ进入磁场开始计时,到MN离开磁场区域为止,流过PQ的电流随时间变化的图象可能正确的是 ()



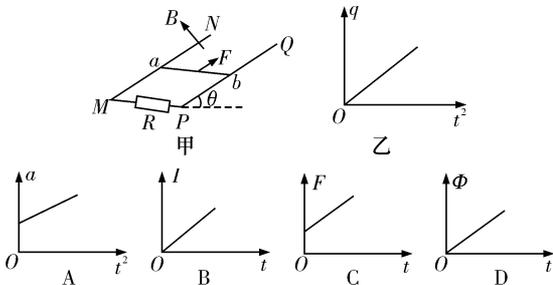
【方法总结】 图象问题的思路与方法

(1) 图象选择问题: 可用“排除法”或“对照法”求解. 解决此类问题关键是把握图象特点、分析相关物理量的函数关系、分析物理过程的变化或物理状态的变化.

(2) 图象分析问题: 明确图象中的横轴与纵轴所代表的物理量, 弄清图象的物理意义, 借助有关的物理概念、公式、不变量和定律作出相应判断. 在定量计算时, 要弄清图象所揭示的物理规律及物理量间的函数关系, 善于挖掘图象中的隐含条件, 明确有关图象所包围的面积、斜率以及图象的横轴、纵轴的截距所表示的物理意义.

变式训练 2 (多选)

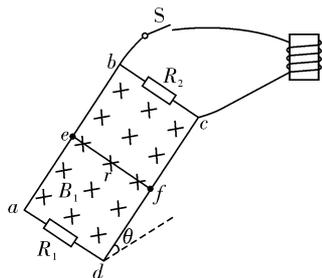
如图甲所示, 光滑平行金属导轨 MN、PQ 所在平面与水平面成 θ 角, M、P 之间接一阻值为 R 的定值电阻, 阻值为 r 的金属棒 ab 垂直导轨放置, 其他电阻不计. 整个装置处在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向垂直导轨平面向上. $t=0$ 时对棒施加一平行于导轨向上的外力 F, 棒由静止开始沿导轨向上运动, 通过 R 的感应电荷量 q 随 t^2 的变化关系如图乙所示. 下列关于金属棒 ab 的加速度 a、通过棒的电流 I、金属棒受到的外力 F、穿过回路 abPM 的磁通量 Φ 随时间 t 变化的图象中正确的是 ()



考点三 电磁感应中的能量转化

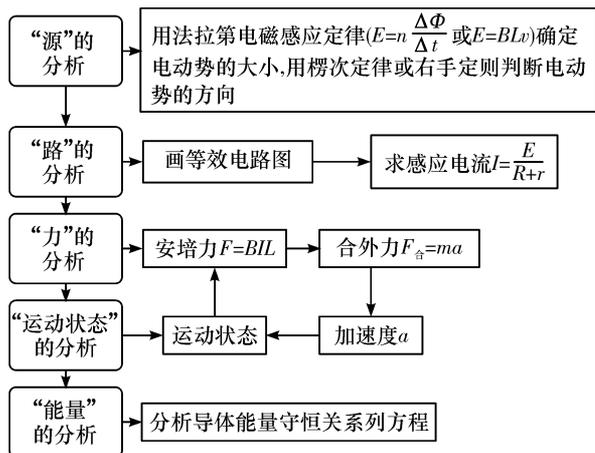
例 3 如图所示, 倾角为 $\theta=37^\circ$ 的足够长平行导轨顶端 bc 间、底端 ad 间分别连一电阻, 其阻值为 $R_1=R_2=2r$, 两导轨间距为 $L=1$ m. 在导轨与两个电阻构成的回路中有垂直于轨道平面向下的磁场, 其磁感应强度为 $B_1=1$ T. 在导轨上横放一质量 $m=1$ kg、电阻为 $r=1 \Omega$ 、长度也为 L 的导体棒 ef, 导体棒与导轨始终良好接触, 导体棒与导轨间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$. 在平行导轨的顶端通过导线连接一面积

为 $S=0.5 \text{ m}^2$ 、总电阻为 r、匝数 $N=100$ 的线圈(线圈中轴线沿竖直方向), 在线圈内加上沿竖直方向, 且均匀变化的磁场 B_2 (图中未画), 连接线圈电路上的开关 S 处于断开状态, $g=10 \text{ m/s}^2$, $\sin 37^\circ=0.6$, 不计导轨电阻. 求:



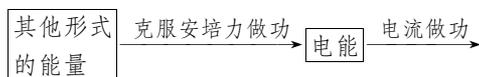
- (1) 从静止释放导体棒, 导体棒能达到的最大速度是多少?
- (2) 导体棒从静止释放到稳定运行之后的某一时刻的时间内, 电阻 R_1 上产生的焦耳热为 $Q=0.5 \text{ J}$, 那么导体下滑的距离是多少?
- (3) 现闭合开关 S, 为使导体棒静止于倾斜导轨上, 那么在线圈中所加磁场的磁感应强度的方向及变化率 $\frac{\Delta B_2}{\Delta t}$ 大小的取值范围?

【方法总结】1. 用动力学观点、能量观点解答电磁感应问题的一般步骤



2. 能量转化及焦耳热的求法

(1) 能量转化



焦耳热或其他形式的能量

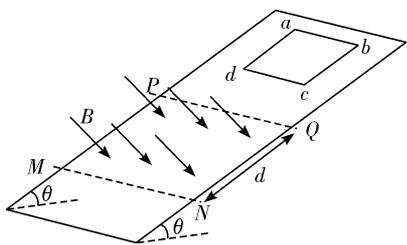
(2) 求解焦耳热 Q 的三种方法

① 焦耳定律: $Q = I^2 R t$.

② 功能关系: $Q = W_{\text{克服安培力}}$.

③ 能量转化: $Q = \Delta E_{\text{其他能的减少量}}$.

变式训练 3 如图所示, 倾角为 θ 的光滑绝缘斜面上, 相距 d 的平行虚线 MN 与 PQ 之间存在垂直斜面的匀强磁场, 磁感应强度为 B . 一质量为 m , 电阻为 R , 边长为 $L(L < d)$ 的正方形单匝导线框 $abcd$, 从斜面上某处由静止释放, 当 cd 边刚进入磁场时, 线框的加速度大小为 a , 方向沿斜面向下. 线框 ab 边刚要离开磁场和 cd 边刚进入磁场时, cd 边两端的电压相同. 重力加速度为 g . 求:



(1) cd 边刚进入磁场时, 线框中电流 I .

(2) cd 边刚进入磁场时线框的速度 v .

(3) 线框通过磁场的过程中, 线框中产生的热量 Q .

温馨提示: 请完成限时训练(十五)P143