

第十章、磁场

法拉第电磁感应定律的应用

【知识要点】

一、电磁感应中的电路问题

1、电路问题：电磁感应现象中产生感应电动势的部分相当于_____，对外供电，在供电过程中遵从电路中的一切规律。

2、解决电路问题的基本方法：

- (1)分别用_____定律和_____定律确定感应电动势的_____和_____；
- (2)画等效电路图；
- (3)运用_____定律、串并联电路性质、电功率等公式联立求解。

二、电磁感应中的力学问题

1、力学问题：发生电磁感应的电路，由于导体中有感应电流通过，会使导体受到_____作用。这类问题遵从力学规律。

2、解决力学问题的基本方法：

- (1)分别用_____定律和_____定律确定感应电动势的_____和_____；
- (2)由_____定律求回路中的电流；
- (3)对导体进行_____；
- (4)根据_____条件或_____定律列方程求解。

三、电磁感应中的能量问题

1、能量问题：发生电磁感应的电路中，由于部分导体所受_____做功，从而使能量形式发生转化，此类问题遵从能量守恒规律。

2、解决能量问题的基本方法：

- (1)分析有哪些力做功，明确各种形式的能量之间发生的相互转化关系。
- (2)根据能的转化或能量守恒列方程求解。

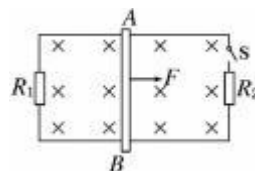
3、安培力做功的特点：

安培力做正功，_____能转化为_____能；
安培力做负功，_____能转化为_____能。

【典型例题分析】

1、电磁感应电学问题

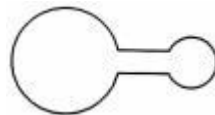
例题 如图所示，在磁感应强度为 0.2 T 的匀强磁场中，有一长为 0.5 m 、电阻为 $1.0\ \Omega$ 的导体 AB 在金属框架上以 10 m/s 的速度向右匀速滑动， $R_1 = R_2 = 2.0\ \Omega$ ，其他电阻不计，求：(1) S 断开时，流过导体 AB 的电流 I 及 2 s 内通过 R_1 的电量；(2) S 断开时，流过导体 AB 的电流 I 及 2 s 内通过 R_1 的电量



解析

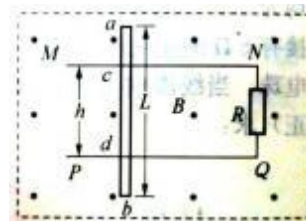
例题 如图所示，两个互相联接的金属环用同样规格的导线制成，大环半径是小环的 4 倍，环面与匀强磁场方向垂直，若穿过大环的磁场不变，小环中磁场变化率为 k 时，其两端电压为 U ；若小环中磁场不变，而大环中磁场变化率也为 k 时，其两端电压是_____。

解析



例题 如图所示，在乙磁感应强度 $B=0.5\text{T}$ 的匀强磁场中，垂直于磁场方向水平放置着两根相距为 $h=0.1\text{m}$ 的平行金属导轨 MN 与 PQ，导轨的电阻忽略不计，在两根导轨的端点 N、Q 之间连接一阻值 $R=0.3\ \Omega$ 的电阻。导轨上跨放这一根长为 $L=0.2\text{m}$ ，每米长电阻 $r=2\ \Omega/\text{m}$ 的金属棒 ab。金属棒与导轨正交放置，交点为 c、d。当金属棒以速度 $v=4\text{m/s}$ 向左做匀速运动时，试求：

- (1) 电阻 R 中的电流强大大小和方向
- (2) 使金属棒做匀速运动的外力
- (3) 金属棒 ab 两端点间的电势差
- (4) Ab 棒向右变速移动 $L'=0.5\text{m}$ 的过程中，通过电阻 R 的电量是多少？

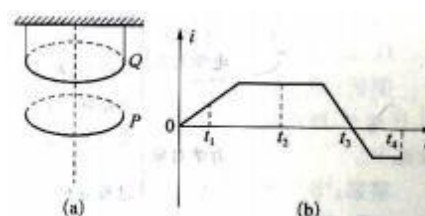


解析

2、电磁感应力学问题

例题 如图所示，圆形线圈 P 静止在水平桌面上，其正上方悬挂一相同的线圈 Q，P 和 Q 共轴。Q 中通变化电流，电流随时间变化的规律如图所示，P 所受的重力为 G，桌面对 P 的支持力为 N，则 ()

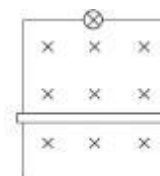
- A、 t_1 时刻， $N>G$ B、 t_2 时刻， $N>G$
C、 t_3 时刻， $N<G$ D、 t_4 时刻， $N=G$



解析

例题 在匀强磁场中，磁场垂直于纸面向里，竖直放置的导轨宽 0.5m ，导轨中接有电阻为 $0.2\ \Omega$ 、额定功率为 5W 的小灯泡，如图所示。一质量为 50g 的金属棒可沿导轨无摩擦下滑(导轨与棒接触良好，导轨和棒的电阻不计)，若棒的速度达到稳定后，小灯泡正常发光。求：

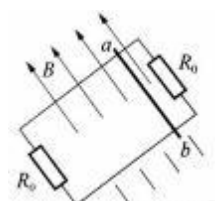
- (1) 匀强磁场的磁感应强度；
- (2) 此时棒的速度。



解析

例题 如图所示，一平面框架与水平面成 37° 角，宽 $L=0.4\text{m}$ ，上、下端各有一个电阻 $R_0=1\ \Omega$ ，框架的其他部分电阻不计，框架足够长。垂直于框平面的方向存在向上的匀强电场，磁感应强度 $B=2\text{T}$ 。Ab 为金属杆，其长度为 $L=0.4\text{m}$ ，质量 $m=0.8\text{kg}$ ，电阻 $r=0.5\ \Omega$ ，棒与框架的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。由静止开始下滑，直到速度达到最大的过程中，上端电阻 R_0 产生的热量 $Q_0=0.375\text{J}$ 。求：

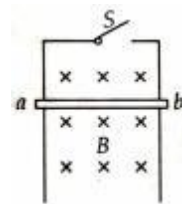
- (1) 杆 ab 的最大速度；
- (2) 从开始到速度最大的过程中 ab 杆沿斜面下滑的距离；在该过程中通过 ab 的电荷量



解析

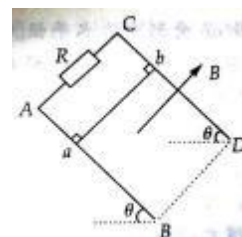
例题 如图所示，竖直平行导轨间距 $L=20\text{cm}$ ，导轨顶端接有一电键 S 。导体棒 ab 与导轨接触良好且无摩擦， ab 的电阻 $R=0.4\Omega$ ，质量 $m=10\text{g}$ ，导轨的电阻不计，整个装置处在与轨道平面垂直的匀强磁场中，磁感应强度 $B=1\text{T}$ 。当 ab 棒由静止释放 0.8s 后，突然闭合电键，不计空气阻力。设导轨足够长。求 ab 棒的最大速度和最终速度的大小

解析



例题 如图所示， AB 、 CD 是两根足够长的固定平行金属导轨，两导轨间的距离为 L ，导轨平面与水平面的夹角为 θ ，在整个导轨平面内都有垂直于导轨平面斜向上方的匀强磁场，磁感应强度为 B ，在导轨的 AC 端连接一个阻值为 R 的电阻，一根质量为 m 、垂直于导轨放置的金属棒 ab ，从静止开始沿导轨下滑，求此过程中 ab 棒的最大速度。已知 ab 与导轨间的动摩擦因数为 μ ，导轨和金属棒的电阻都不计。

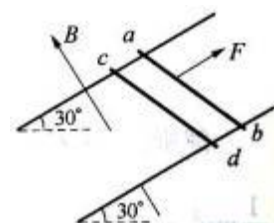
解析



例题 如图所示，平行且足够长的两条光滑金属导轨，相距 0.5m ，与水平面夹角为 30° ，不计电阻，广阔的匀强磁场垂直穿过导轨平面，磁感应强度 $B=0.4\text{T}$ ，垂直导轨放置两金属棒 ab 和 cd ，长度均为 0.5m ，电阻均为 0.1Ω ，质量分别为 0.1kg 和 0.2kg ，两金属棒与金属导轨接触良好且可沿导轨自由滑动。现 ab 棒在外力作用下，以恒定速度 $v=1.5\text{m/s}$ 沿着导轨向上滑动， cd 棒则由静止释放，试求：

- (1) 金属棒 ab 产生的感应电动势
- (2) 闭合回路中的最小电流和最大电流
- (3) 金属棒 cd 的最终速度

解析

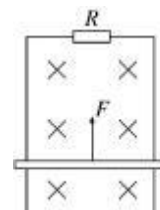


3、电磁感应能量问题

例题 如图所示，竖直放置的两根平行金属导轨之间接有定值电阻 R ，质量不能忽略的金属棒与两导轨始终保持垂直并良好接触且无摩擦，棒与导轨的电阻均不计，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向与导轨平面垂直，棒在竖直向上的恒力 F 作用下加速上升的一段时间内，力 F 做的功与安培力做的功的代数和等于()

- A、棒的机械能增加量 B、棒的动能增加量
C、棒的重力势能增加量 D、电阻 R 上放出的热量

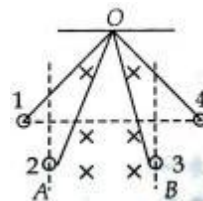
解析



例题 一闭合金属圆环用绝缘细线挂于 O 点，将圆环拉离平衡位置并释放，圆环搬动过程中经过有界的水平匀强磁场区域，A、B 为该磁场的竖直边界，若不计空气阻力，则 ()

- A、圆环向右穿过磁场后，还能摆至原来的高度
- B、在进入和离开磁场时，圆环中均有感应电流
- C、圆环进入磁场后离开平衡位置越近速度越大，感应电流也越大
- D、圆环最终将静止在平衡位置

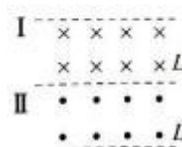
解析



例题 如图所示，边长为 L 的正方形导线框底边水平，且平行于正下方的磁场边界，正下方的匀强磁场宽度均为 L ，磁感应强度等值反向，两磁场区域紧邻。当线框底边进入磁场 I 区域时，导线框恰好做匀速运动，这是导线框的电功率为 P 。则当导线框底边刚进入磁场 II 区域时，下列结论中正确的是 ()

- A、导线框做加速运动，加速度为 $g/2$
- B、导线框做减速运动，加速度为 $3g$
- C、导线框做减速运动，瞬时功率为 $2P$
- D、导线框做减速运动，瞬时功率为 $4P$

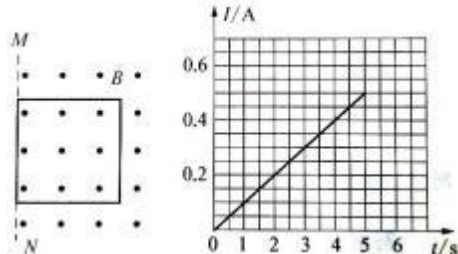
解析



例题 如图所示，一边长为 $L=2.5\text{m}$ 、质量 $m=0.5\text{kg}$ 的正方形金属线框，放在光滑绝缘的水平面上，整个装置放在方向竖直向上、磁感应强度 $B=0.8\text{T}$ 的有界匀强磁场中，它的一边与磁场的边界 MN 重合。在水平向左的力 F 的作用下由静止开始向左运动，经 5s 线框倍拉出磁场。测得金属线框中的电流随时间变化的图像如图乙所示，在金属线框被拉出的过程中

- (1) 求通过线框导线截面的电量及线框的电阻
- (2) 写出水平力 F 随时间变化的表达式
- (3) 已知在这 5s 内力 F 做功为 1.92J ，那么在此过程中，线框产生的焦耳热是多少？

解析



例题 如图所示，I、III 为两匀强磁场区，I 区域的磁场方向垂直纸面向里，III 区域的磁场方向垂直纸面向外，磁感应强度均为 B ，两区域中间是宽 S 的无磁场区域 II。有一边长为 l ($l < s$)、电阻为 R 的正方形金属框 $abcd$ 置于 I 区域， ab 边与磁场边界平行，现拉着金属框以速度 v 向右匀速运动。

- (1) 分别求出当 ab 边刚进入中央无磁场区域 II，和放进入磁场区域 III 时，通过 ab 边的电流大小和方向
- (2) 求把金属框从 I 区域完全拉入 III 区域过程中拉力所做的功。

解析

