

第 9.2 节 法拉第电磁感应定律 自感和涡流

{INCLUDEPICTURE"92.TIF"}

要点一 法拉第电磁感应定律的理解与应用

[典例] 如图 9-2-1 甲所示, 一个电阻值为 R , 匝数为 n 的圆形金属线圈与阻值为 $2R$ 的电阻 R_1 连接成闭合回路。线圈的半径为 r_1 。在线圈中半径为 r_2 的圆形区域内存在垂直于线圈平面向里的匀强磁场, 磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系图线如图乙所示。图线与横、纵轴的截距分别为 t_0 和 B_0 , 导线的电阻不计。求 0 至 t_1 时间内

{INCLUDEPICTURE"15WL9-31.TIF"}

图 9-2-1

(1)通过电阻 R_1 上的电流大小和方向;

(2)通过电阻 R_1 上的电荷量 q 及电阻 R_1 上产生的热量。

[针对训练]

1. 如图 9-2-2 所示, 一正方形线圈的匝数为 n , 边长为 a , 线圈平面与匀强磁场垂直, 且一半处在磁场中。在 Δt 时间内, 磁感应强度的方向不变, 大小由 B 均匀地增大到 $2B$ 。在此过程中, 线圈中产生的感应电动势为()

{INCLUDEPICTURE"14GW-1.TIF"}

图 9-2-2

A. $\{eq \f{Ba^2, 2\Delta t}\}$

B. $\{eq \f{nBa^2, 2\Delta t}\}$

C. $\{eq \f{nBa^2, \Delta t}\}$

D. $\{eq \f{2nBa^2, \Delta t}\}$

2. 英国物理学家麦克斯韦认为, 磁场变化时会在空间激发感生电场。如图 9-2-3 所示, 一个半径为 r 的绝缘细圆环水平放置, 环内存在竖直向上的匀强磁场 B , 环上套一带电荷量为 $+q$ 的小球。已知磁感应强度 B 随时间均匀增加, 其变化率为 k , 若小球在环上运动一周, 则感生电场对小球的作用力所做功的大小是()

{INCLUDEPICTURE"14GKL-63.TIF"}

图 9-2-3

- A. 0
B. $\frac{1}{2}r^2qk$
C. $2\pi r^2qk$
D. πr^2qk

3. 如图 9-2-4 甲所示, 一个圆形线圈的匝数 $n=100$, 线圈面积 $S=200 \text{ cm}^2$, 线圈的电阻 $r=1 \Omega$, 线圈外接一个阻值 $R=4 \Omega$ 的电阻, 把线圈放入一方向垂直线圈平面向里的匀强磁场中, 磁感应强度随时间变化规律如图乙所示。下列说法中正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-32.TIF"}

图 9-2-4

- A. 线圈中的感应电流方向为顺时针方向
B. 电阻 R 两端的电压随时间均匀增大
C. 线圈电阻 r 消耗的功率为 $4 \times 10^{-4} \text{ W}$
D. 前 4 s 内通过 R 的电荷量为 $4 \times 10^{-4} \text{ C}$

要点二 导体切割磁感线产生感应电动势的计算

[典例 1] 如图 9-2-7 所示, 在水平面(纸面)内有 3 根相同的均匀金属棒 ab 、 ac 和 MN , 其中 ab 、 ac 在 a 点接触, 构成“V”字形导轨。空间存在垂直于纸面的均匀磁场。用力使 MN 向右匀速运动, 从图示位置开始计时, 运动中 MN 始终与 $\angle bac$ 的平分线垂直且和导轨保持良好接触。下列关于回路中电流 i 与时间 t 的关系图线, 可能正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-35.tif"}

图 9-2-7

{INCLUDEPICTURE"15WL9-36.tif"}

图 9-2-8

[典例 2] (多选)如图 9-2-9 所示是圆盘发电机的示意图; 铜盘安装在水平的铜轴上, 它的边缘正好在两磁极之间, 两块铜片 C 、 D 分别与转动轴和铜盘的边缘接触。若铜盘半径为 L , 匀强磁场的磁感应强度为 B , 回路的总电阻为 R , 从左往右看, 铜盘以角速度 ω 沿顺时针方向匀速转动。则()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-37.TIF"}

图 9-2-9

- A. 由于穿过铜盘的磁通量不变, 故回路中无感应电流
B. 回路中感应电流大小不变, 为 $\frac{BL^2\omega}{2R}$
C. 回路中感应电流方向不变, 为 $C \rightarrow D \rightarrow R \rightarrow C$
D. 回路中有周期性变化的感应电流

[针对训练]

1. (多选)如图 9-2-10, 一端接有定值电阻的平行金属轨道固定在水平面内, 通有恒定电流的长直绝缘导线垂直并紧靠轨道固定, 导体棒与轨道垂直且接触良好。在向右匀速通过

M 、 N 两区的过程中，导体棒所受安培力分别用 F_M 、 F_N 表示。不计轨道电阻。以下叙述正确的是()

{INCLUDEPICTURE"14GS-7.TIF"}

图 9-2-10

- A. F_M 向右
B. F_N 向左
C. F_M 逐渐增大
D. F_N 逐渐减小

2. 青藏铁路刷新了一系列世界铁路的历史纪录，青藏铁路火车上多种传感器运用了电磁感应原理，有一种电磁装置可以向控制中心传输信号以确定火车位置和运动状态，原理是将能产生匀强磁场的磁铁，安装在火车首节车厢下面，俯视如图甲所示，当它经过安放在两铁轨间的线圈时，便产生一个电信号，被控制中心接收到，当火车通过线圈时，若控制中心接收到的线圈两端的电压信号为图乙所示，则说明火车在做()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-38.TIF"}

图 9-2-11

- A. 匀速直线运动
B. 匀加速直线运动
C. 匀减速直线运动
D. 加速度逐渐增大的变加速直线运动

3. 竖直面内有两圆形区域内分别存在水平的匀强磁场，其半径均为 R 且相切于 O 点，磁感应强度大小相等、方向相反，且不随时间变化。一长为 $2R$ 的导体杆 OA 绕 O 点且垂直于纸面的轴顺时针匀速旋转，角速度为 ω ， $t=0$ 时， OA 恰好位于两圆的公切线上，如图 9-2-12 所示

{INCLUDEPICTURE"15WL9-39.TIF"}

图 9-2-12

若选取从 O 指向 A 的电动势为正，下列描述导体杆中感应电动势随时间变化的图像可能正确的是

{INCLUDEPICTURE"15WL9-40.TIF"}

图 9-2-13

4. 如图 9-2-14 所示，均匀磁场中有一由半圆弧及其直径构成的导线框，半圆直径与磁场边缘重合；磁场方向垂直于半圆面(纸面)向里，磁感应强度大小为 B_0 。使该线框从静止开始绕过圆心 O 、垂直于半圆面的轴以角速度 ω 匀速转动半周，在线框中产生感应电流。现使线框保持图中所示位置，磁感应强度大小随时间线性变化。为了产生与线框转动半周过程中同样大小的电流，磁感应强度随时间的变化率 $\{eq \f{(\Delta B, \Delta t)}\}$ 的大小应为()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-41.TIF"}

图 9-2-14

- A. $\{eq \lf(4\omega B_0, \pi)\}$ B. $\{eq \lf(2\omega B_0, \pi)\}$ C. $\{eq \lf(\omega B_0, \pi)\}$ D. $\{eq \lf(\omega B_0, 2\pi)\}$

要点三 通电自感和断电自感

1. (多选)如图 9-2-15, A、B 是相同的白炽灯, L 是自感系数很大、电阻可忽略的自感线圈。下面说法正确的是()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-43.tif"}

图 9-2-15

- A. 闭合开关 S 时, A、B 灯同时亮, 且达到正常
B. 闭合开关 S 时, B 灯比 A 灯先亮, 最后一样亮
C. 闭合开关 S 时, A 灯比 B 灯先亮, 最后一样亮
D. 断开开关 S 时, A 灯与 B 灯同时慢慢熄灭

2.如图 9-2-16 所示, 电路中 A、B 是两个完全相同的灯泡, L 是一个自感系数很大、电阻可忽略的自感线圈, C 是电容很大的电容器。当 S 闭合与断开时, A、B 灯泡的发光情况是()

{INCLUDEPICTURE"15WL9-44.TIF"}

图 9-2-16

- A. S 刚闭合后, A 亮一下又逐渐熄灭, B 逐渐变亮
B. S 刚闭合后, B 亮一下又逐渐变暗, A 逐渐变亮
C. S 闭合足够长时间后, A 和 B 一样亮
D. S 闭合足够长时间后, A、B 都熄灭