

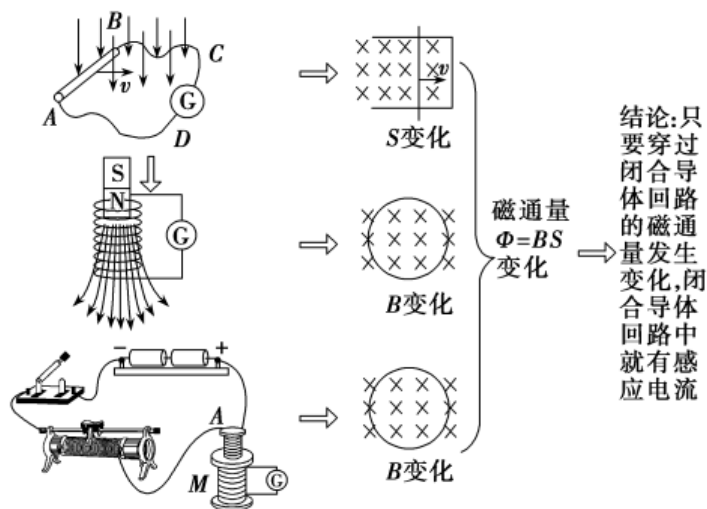
专题 18 电磁感应基本规律及其应用

目录

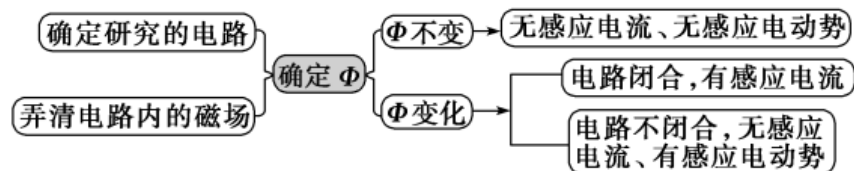
专题 18 电磁感应基本规律及其应用	1
考向一 电磁感应现象的判断	1
考向二 感应电流方向的两种判断方法	5
考向三 楞次定律推论的应用	7
考查方式一 “增反减同”现象	7
考查方式二 “来拒去留”现象	8
考查方式三 “增缩减扩”现象	9
考向四 三定则一定律的应用	12
考查方式一 因电生动	12
考查方式二 “因电而动”现象的判断	13
【题型演练】	15

考向一 电磁感应现象的判断

1. 常见的产生感应电流的三种情况

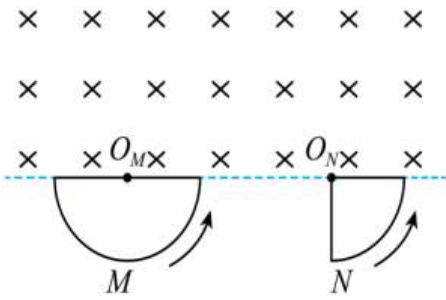


2. 判断电路中能否产生感应电流的一般流程



【例 1】 如图, M 为半圆形导线框, 圆心为 OM ; N 是圆心角为直角的扇形导线框, 圆心为 ON ; 两导线框在同一竖直面 (纸面) 内; 两圆弧半径相等; 过直线 $OMON$ 的水平面上方有一匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面向里。现使线框 M 、 N 在 $t=0$ 时从图示位置开始, 分别绕垂直于纸面、且过 OM 和 ON

的轴，以相同的周期 T 逆时针匀速转动，则 ()



- A. 两导线框中均会产生正弦交流电
- B. 两导线框中感应电流的周期都等于 T
- C. 在 $t = \frac{T}{8}$ 时，两导线框中产生的感应电动势相等
- D. 两导线框的电阻相等时，两导线框中感应电流的有效值也相等

【答案】BC

【详解】A. 本题中导线框的半径匀速旋转切割磁感线时产生大小不变的感应电流，故 A 错误；

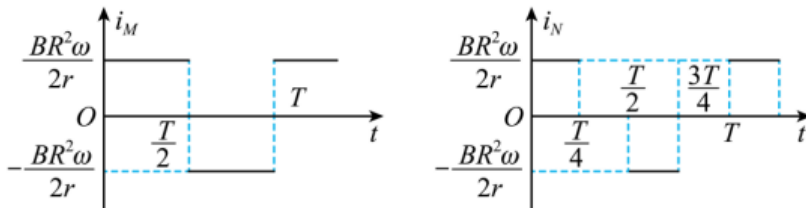
B. 两导线框产生的感应电流的周期与线框转动周期相同，故 B 正确；

C. 在 $t = \frac{T}{8}$ 时，两导线框切割磁感线的导线长度相同，且切割速度大小相等，故产生的感应电动势相等，均为

$$E = \frac{1}{2} BR^2 \omega$$

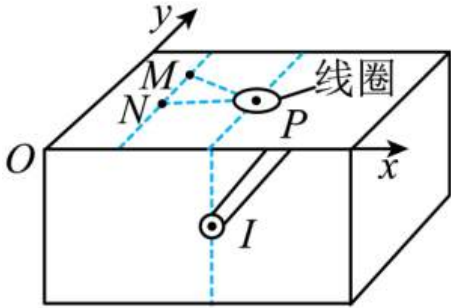
故 C 正确；

D. 两导线框中感应电流随时间变化的图像如下图所示，故两导线框中感应电流的有效值不相等，故 D 错误。



故选 BC。

[变式 1] 如图所示，水平地面 (Oxy 平面) 下有一根平行于 y 轴且通有恒定电流 I 的长直导线。 P 、 M 和 N 为地面上的三点， P 点位于导线正上方， MN 平行于 y 轴， PN 平行于 x 轴。一闭合的圆形金属线圈，圆心在 P 点，可沿不同方向以相同的速率做匀速直线运动，运动过程中线圈平面始终与地面平行。下列说法正确的有 ()



- A. N 点与 M 点的磁感应强度大小相等，方向相同
- B. 线圈沿 PN 方向运动时，穿过线圈的磁通量不变
- C. 线圈从 P 点开始竖直向上运动时，线圈中无感应电流
- D. 线圈从 P 到 M 过程的感应电动势与从 P 到 N 过程的感应电动势相等

【答案】AC

【详解】A. 依题意， M 、 N 两点连线与长直导线平行、两点与长直导线的距离相同，根据右手螺旋定则可知，通电长直导线在 M 、 N 两点产生的磁感应强度大小相等，方向相同，故 A 正确；

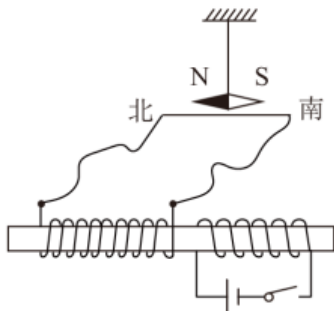
B. 根据右手螺旋定则，线圈在 P 点时，磁感线穿进与穿出在线圈中对称，磁通量为零；在向 N 点平移过程中，磁感线穿进与穿出线圈不再对称，线圈的磁通量会发生变化，故 B 错误；

C. 根据右手螺旋定则，线圈从 P 点竖直向上运动过程中，磁感线穿进与穿出线圈对称，线圈的磁通量始终为零，没有发生变化，线圈无感应电流，故 C 正确；

D. 线圈从 P 点到 M 点与从 P 点到 N 点，线圈的磁通量变化量相同，依题意 P 点到 M 点所用时间较从 P 点到 N 点时间长，根据法拉第电磁感应定律，则两次的感应电动势不相等，故 D 错误。

故选 AC。

[变式 2] 如图，两个线圈绕在同一根铁芯上，其中一线圈通过开关与电源连接，另一线圈与远处沿南北方向水平放置在纸面内的直导线连接成回路。将一磁针悬挂在直导线正上方，开关未闭合时小磁针处于静止状态。下列说法正确的是（ ）



- A. 开关闭合后的瞬间，小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动

- B. 开关闭合并保持一段时间后，小磁针的 N 极指向垂直纸面向里的方向
- C. 开关闭合并保持一段时间后，小磁针的 N 极指向垂直纸面向外的方向
- D. 开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间，小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动

【答案】AD

【详解】A. 由电路可知，开关闭合瞬间，右侧线圈正面环绕部分的电流向下，由安培定则可知，直导线在铁芯中产生向右的磁场，由楞次定律可知，左侧线圈正面环绕部分产生向上的电流，则直导线中的电流方向由南向北，由安培定则可知，直导线在小磁针所在位置产生垂直纸面向里的磁场，则小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动，A 正确；

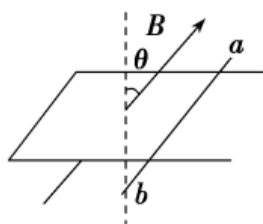
BC. 开关闭合并保持一段时间后，穿过左侧线圈的磁通量不变，则左侧线圈中的感应电流为零，直导线不产生磁场，则小磁针静止不动，BC 错误；

D. 开关闭合并保持一段时间再断开后的瞬间，穿过左侧线圈向右的磁通量减少，则由楞次定律可知，左侧线圈正面环绕部分产生向下的感应电流，则流过直导线的电流方向由北向南，直导线在小磁针所在处产生垂直纸面向外的磁场，则小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动，D 正确。

故选 AD。

[变式 3]如图所示，一个 U 形金属导轨水平放置，其上放有一个金属导体棒 ab ，有一磁感应强度为 B 的匀强磁场斜向上穿过轨道平面，且与竖直方向的夹角为 θ 。在下列各过程中，一定能在轨道回路里产生感应电

流的是 ()



- A. ab 向右运动，同时使 θ 减小 B. 使磁感应强度 B 减小， θ 角同时也减小
- C. ab 向左运动，同时增大磁感应强度 B D. ab 向右运动，同时增大磁感应强度 B 和 θ 角 ($0^\circ < \theta < 90^\circ$)

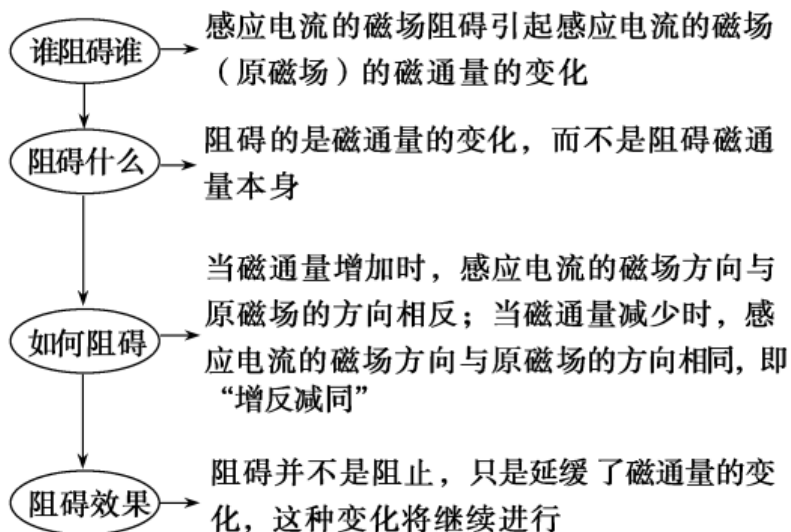
【答案】A

【详解】设此时回路面积为 S ，据题意，磁通量 $\Phi = BS \cos \theta$ ，对 A 选项， S 增大， θ 减小， $\cos \theta$ 增大，则 Φ 增大，A 正确。对 B 选项， B 减小， θ 减小， $\cos \theta$ 增大， Φ 可能不变，B 错误。对 C 选项， S 减小， B 增大， Φ 可能不变，C 错误。对 D 选项， S 增大， B 增大， θ 增大， $\cos \theta$ 减小， Φ 可能不变，D 错误。故只有 A 正确。

考向二 感应电流方向的两种判断方法

1. 用楞次定律判断

(1)楞次定律中“阻碍”的含义：

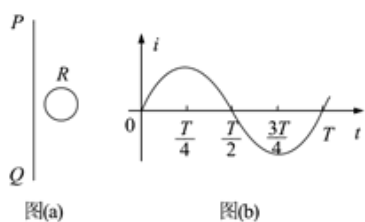


2. 用右手定则判断

该方法只适用于切割磁感线产生的感应电流，注意三个要点：

- (1)掌心——磁感线垂直穿入掌心；
- (2)拇指——指向导体运动的方向；
- (3)四指——指向感应电流的方向。

【例2】如图（a），在同一平面内固定有一长直导线 PQ 和一导线框 R ， R 在 PQ 的右侧。导线 PQ 中通有正弦交流电流 i ， i 的变化如图（b）所示，规定从 Q 到 P 为电流的正方向。导线框 R 中的感应电动势（ ）



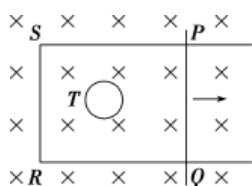
- A. 在 $t = \frac{T}{4}$ 时为零
- B. 在 $t = \frac{T}{2}$ 时改变方向
- C. 在 $t = \frac{T}{2}$ 时最大，且沿顺时针方向
- D. 在 $t = T$ 时最大，且沿顺时针方向

【命题立意】 此题以交变电流图象给出解题信息，考查电磁感应及其相关知识点。解答此题常见错误主要有四方面：一是由于题目以交变电流图象给出解题信息，导致一些同学看到题后，不知如何入手；二是不能正确运用法拉第电磁感应定律分析判断；三是不能正确运用楞次定律分析判断，陷入误区。

【答案】 AC

【详解】由图 (b) 可知, 导线 PQ 中电流在 $t=T/4$ 时达到最大值, 变化率为零, 导线框 R 中磁通量变化率为零, 根据法拉第电磁感应定律, 在 $t=T/4$ 时导线框中产生的感应电动势为零, 选项 A 正确; 在 $t=T/2$ 时, 导线 PQ 中电流图象斜率方向不变, 导致导线框 R 中磁通量变化率的正负不变, 根据楞次定律, 所以在 $t=T/2$ 时, 导线框中产生的感应电动势方向不变, 选项 B 错误; 由于在 $t=T/2$ 时, 导线 PQ 中电流图象斜率最大, 电流变化率最大, 导致导线框 R 中磁通量变化率最大, 根据法拉第电磁感应定律, 在 $t=T/2$ 时导线框中产生的感应电动势最大, 由楞次定律可判断出感应电动势的方向为顺时针方向, 选项 C 正确; 由楞次定律可判断出在 $t=T$ 时感应电动势的方向为逆时针方向, 选项 D 错误。

[变式 1] 如图, 在方向垂直于纸面向里的匀强磁场中有一 U 形金属导轨, 导轨平面与磁场垂直. 金属杆 PQ 置于导轨上并与导轨形成闭合回路 $PQRS$, 一圆环形金属线框 T 位于回路围成的区域内, 线框与导轨共面. 现让金属杆 PQ 突然向右运动, 在运动开始的瞬间, 关于感应电流的方向, 下列说法正确的是()

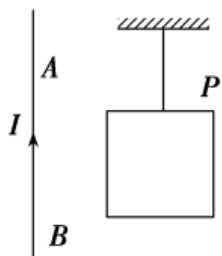


- A. $PQRS$ 中沿顺时针方向, T 中沿逆时针方向 B. $PQRS$ 中沿顺时针方向, T 中沿顺时针方向
C. $PQRS$ 中沿逆时针方向, T 中沿逆时针方向 D. $PQRS$ 中沿逆时针方向, T 中沿顺时针方向

【答案】D

【详解】金属杆 PQ 向右切割磁感线, 根据右手定则可知 $PQRS$ 中感应电流沿逆时针方向; 原来 T 中的磁场方向垂直于纸面向里, 金属杆 PQ 中的感应电流产生的磁场方向垂直于纸面向外, 使得穿过 T 的磁通量减小, 根据楞次定律可知 T 中产生顺时针方向的感应电流, 综上所述, 可知 A、B、C 项错误, D 项正确。

[变式 2] 如图所示, 在通电长直导线 AB 的一侧悬挂一可以自由摆动的闭合矩形金属线圈 P , AB 在线圈平面内. 当发现闭合线圈向右摆动时 ()



- A. AB 中的电流减小, 用楞次定律判断得线圈中产生逆时针方向的电流
B. AB 中的电流不变, 用楞次定律判断得线圈中产生逆时针方向的电流
C. AB 中的电流增大, 用楞次定律判断得线圈中产生逆时针方向的电流

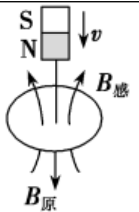
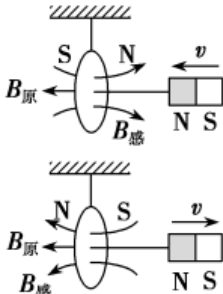
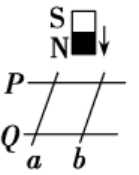

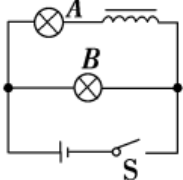
D. AB 中的电流增大, 用楞次定律判断得线圈中产生顺时针方向的电流

【答案】 C

【详解】 根据安培定则可知线圈所在处的磁场方向垂直纸面向里, 若直导线中的电流增大, 穿过线圈的磁通量增大, 根据楞次定律得到: 线框中感应电流方向为逆时针方向. 根据左手定则可知线圈所受安培力指向线圈内, 由于靠近导线磁场强, 则安培力较大; 远离导线磁场弱, 则安培力较小. 因此线圈离开 AB 直导线, 即向右摆动, 反之产生顺时针方向的电流, 向左摆动, 故 C 正确.

考向三 楞次定律推论的应用

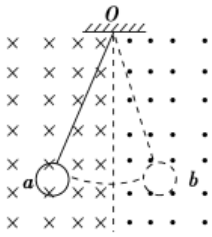
楞次定律中“阻碍”的含义可以推广为: 感应电流的效果总是阻碍引起感应电流的原因, 列表说明如下:

内容	例证
阻碍原磁通量变化 ——“增反减同”	
阻碍相对运动 ——“来拒去留”	
使回路面积有扩大或缩小的趋势——“增缩减扩”	 
阻碍原电流的变化 ——“增反减同”	

考查方式一 “增反减同”现象

【例 3】. (多选)

如图所示，磁场垂直于纸面，磁感应强度在竖直方向均匀分布，水平方向非均匀分布。一铜制圆环用丝线悬挂于 O 点，将圆环拉至位置 a 后无初速释放，在圆环从 a 摆向 b 的过程中()



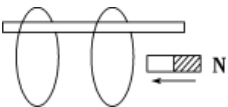
- A. 感应电流方向先逆时针后顺时针再逆时针 B. 感应电流方向一直是逆时针
C. 安培力方向始终与速度方向相反 D. 安培力方向始终沿水平方向

【答案】AD.

【详解】从磁场分布可看出：左侧向里的磁场从左向右越来越强，右侧向外的磁场从左向右越来越弱。所以，圆环从位置 a 运动到磁场分界线前，磁通量向里增大，由楞次定律知，感应电流的磁场与原磁场方向相反即向外，由安培定则知，感应电流沿逆时针方向；同理，跨越分界线过程中，磁通量由向里最大变为向外最大，感应电流沿顺时针方向；继续摆到 b 的过程中，磁通量向外减小，感应电流沿逆时针方向，A 正确，B 错误；由于圆环所在处的磁场上下对称，圆环等效水平部分所受安培力使圆环在竖直方向平衡，所以总的安培力沿水平方向，故 D 正确，C 错误。

考查方式二 “来拒去留”现象

【例 4】两个闭合的金属环，穿在一根光滑的绝缘杆上，如图所示，当条形磁铁的 S 极自右向左插向圆环时，环的运动情况是()

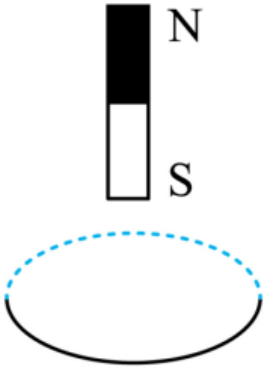


- A. 两环同时向左移动，间距增大 B. 两环同时向左移动，间距变小
C. 两环同时向右移动，间距变小 D. 两环同时向左移动，间距不变

【答案】B.

【详解】当磁铁的 S 极靠近时，穿过两圆环的磁通量变大，由楞次定律可得两圆环的感应电流方向都是顺时针方向(从右向左看)，根据左手定则可知两圆环受到磁铁向左的安培力，远离磁铁，即向左移。由于两圆环的电流方向相同，所以两圆环相互吸引，即相互合拢，间距变小，故 B 项正确，A、C、D 项错误。

[变式 1]如图，在一水平、固定的闭合导体圆环上方，有一条形磁铁 (N 极朝上，S 极朝下) 由静止开始下落，磁铁从圆环中穿过且不与圆环接触，关于圆环中感应电流的方向 (从上向下看)，下列说法中正确的是



- A. 总是顺时针
- B. 总是逆时针
- C. 先顺时针后逆时针
- D. 先逆时针后顺时针

【答案】C

【详解】由图示可知，在磁铁下落过程中，穿过圆环的磁场方向向上，在磁铁靠近圆环时，穿过圆环的磁通量变大，在磁铁远离圆环时穿过圆环的磁通量减小，由楞次定律可知，从上向下看，圆环中的感应电流先沿顺时针方向，后沿逆时针方向，故 C 正确。

故选 C.

[变式 2]很多相同的绝缘铜圆环沿竖直方向叠放，形成一很长的竖直圆筒。一条形磁铁沿圆筒的中心轴竖直放置，其下端与圆筒上端开口平齐。让条形磁铁从静止开始下落。条形磁铁在圆筒中的运动速率()

- A. 均匀增大
- B. 先增大，后减小
- C. 逐渐增大，趋于不变
- D. 先增大，再减小，最后不变

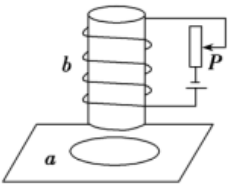
【答案】C

【详解】条形磁铁在下落过程中受重力和铜环的阻力作用，开始时，由于速率为零，对铜环组成的圆筒没有磁通变化，因此无感应电流，无安培力作用，即条形磁铁只受重力作用，向下加速运动，随着速率的增大，感应电流增大，安培力增大，条形磁铁所受铜环的阻力增大，因此条形磁铁将做加速度逐渐减小的加速运动，又因为竖直圆筒很长，因此，加速度将趋于零，所以条形磁铁在圆筒中的运动速率先逐渐增大，最终趋于不变，故选项 C 正确。

考查方式三 “增缩减扩”现象

【例 5】如图所示，圆环形导体线圈 a 平放在水平桌面上，在 a 的正上方固定一竖直螺线管 b ，二者轴线重合，螺线管 b 与电源、滑动变阻器连接成如图所示的电路。若将滑动变阻器的滑片 P

向下滑动，下列表述正确的是()

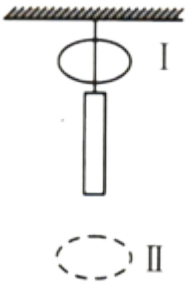


- A. 线圈 a 中将产生沿顺时针方向(俯视)的感应电流
- B. 穿过线圈 a 的磁通量减小
- C. 线圈 a 有扩张的趋势
- D. 线圈 a 对水平桌面的压力 F_N 将增大

【答案】D

【详解】当滑动变阻器的滑片 P 向下滑动时，螺线管中的电流将增大，使穿过线圈 a 的磁通量变大，选项 B 错误；由楞次定律可知，线圈 a 中将产生沿逆时针方向(俯视)的感应电流，并且线圈 a 有缩小和远离螺线管的趋势，线圈 a 对水平桌面的压力 F_N 将增大，故选项 D 正确，A、C 错误。

[变式 1]如图所示，一质量为 m 的条形磁铁用细线悬挂在天花板上，细线从一水平金属圆环中穿过。现将环从位置 I 释放，环经过磁铁到达位置 II。设环经过磁铁上端和下端附近时细线的张力分别为 T_1 和 T_2 ，重力加速度大小为 g ，则 ()



- A. $T_1 > mg, T_2 > mg$
- B. $T_1 < mg, T_2 < mg$
- C. $T_1 > mg, T_2 < mg$
- D. $T_1 < mg, T_2 > mg$

【答案】A

【详解】圆环从静止开始向下运动到落到磁铁下方的过程中，穿过圆环的磁通量先增加再减小，根据楞次定律可知磁铁对线圈的反应是：感应电流的磁场先阻碍磁通量先增加再阻碍其减小，即先是排斥其向下运动，阻碍其磁通量增大，后是吸引线圈，阻碍其磁通量的减小。故两种情况下，绳的拉力都大于 mg ，即 $T_1 > mg, T_2 > mg$ ，A 正确。

【点睛】深刻理解楞次定律“阻碍”的含义。如“阻碍”引起的线圈面积、速度、受力等是如何变化的。

[变式 2]如图，在方向垂直于纸面向里的匀强磁场中有一 U 形金属导轨，导轨平面与磁场垂直。金属杆 PQ 置于导轨上并与导轨形成闭合回路 $PQRS$ ，一圆环形金属线框 T

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/397145141033006153>