

人教版

本书编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中选修

3—2

物理



CMS 湖南教育出版社

人教版

本书编写组◎编

实验指导 与实验报告

高中选修

3—2





目 录

<<<

高中物理选修3-2 (人教版)

实验探究一	探究电磁感应产生的条件	1
实验探究二	探究感应电流的方向	11
实验探究三	探究自感现象	20
实验探究四	探究电感和电容对交流电的影响	29
实验探究五	探究变压器两端电压和匝数的关系	37
实验探究六	探究半导体的光敏特性、热敏特性和磁敏特性	45
实验探究七	探究传感器的应用方法	54
参考答案		65

实验探究一

探究电磁感应产生的条件

自主准备

• 阅读思考 •

与法拉第同时代的许多科学家，也曾针对电与磁之间的联系做过深入的研究。1832年，瑞士物理学家德拉里夫的助手科拉顿将一个螺线管与电流计相连，为了避免强磁性磁铁的影响，他把电流计用长导线连着，放在另外一个房间，科拉顿没有助手，当他把磁铁投入螺线管中后，立即跑到另一个房间去观察。十分可惜，他未能观察到电流计指针的偏转。

请思考问题：科拉顿为什么没有观察到电流计指针偏转？如果让你在实验室中模仿科拉顿的实验你认为该选择什么仪器？如何观察？

• 自主准备 •

一、方法准备

怎样理解电磁感应的产生条件？

1. 磁场不动，闭合电路的一部分导体在磁场中切割磁感线运动时，闭合电路中产生电流。

如图1所示，金属线框 $abcd$ 一部分在磁场外，一部分在磁场内，当保持磁场不动而使线框向左或向右移动时，线框的一部分导体（ ab 边）切割磁感线，线框内产生感应电流而使电流表 G 的指针偏转。（思考：若线框由图示位置向上或向下运动时，电流表指针是否会偏转？）

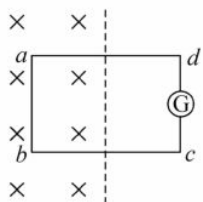


图 1

2. 闭合线圈不动, 磁场运动, 使闭合线圈的一部分导体切割磁感线, 闭合电路内部产生感应电流, 这时闭合电路的一部分导体也在切割磁感线。

如图 2 所示, 保持线框 $abcd$ 不动, 将蹄形磁铁向左或向右平动, $abcd$ 内产生感应电流。(思考: 当蹄形磁铁向上或向下平动时, $abcd$ 内是否产生感应电流?)

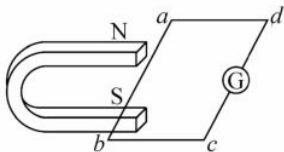


图 2

3. 以下各现象中, 磁场和线圈发生相对运动, 但不会产生感应电流, 原因是闭合电路的一部分导体没有切割磁感线。

如图 3 所示, 线框 $abcd$ 的平面与匀强磁场的磁感线垂直, 当磁场不动时, 线框 $abcd$ 在匀强磁场中的图示平面内运动时, 虽说 ab 、 cd 或 ad 、 bc 边切割磁感线, 但线框中不会产生感应电流。(不是闭合电路的一部分导体切割磁感线。)

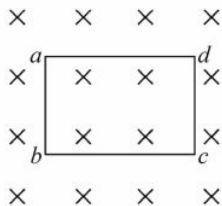


图 3

如图 4 所示, 线框 $abcd$ 内有一部分磁场, 磁场方向与线框平面垂直, 当线框不动而磁场在框内运动时 (磁场不出 $abcd$ 的边界), 线框 $abcd$ 内也不产生感应电流。(闭合电路的一部分导体没有切割磁感线。)

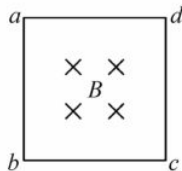


图 4

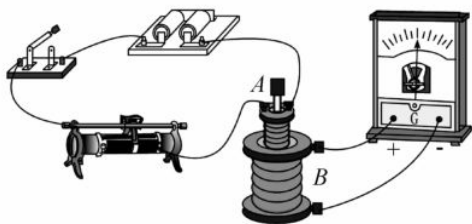
又如图 2 所示中的蹄形磁铁与线框一起同步运动 (不发生相对运动) 时, 线框内也不产生感应电流。(闭合电路的一部分导体没有切割磁感线。)

二、知识准备

1. 重复初中做过的实验, 当闭合电路的一部分导体做切割磁感线运动时, 闭合电路中就会产生_____, 因为闭合电路所围的面积发生了_____, 也就是穿过该面积的_____发生了变化。

2. 把磁铁的某一磁极向线圈 (与电流表闭合) 中插入时, 电流表指针发生_____; 从线圈中抽出时, 电流表指针也会偏转, 但两次指针偏转的方向_____。不管是将磁极插入还是抽出, 穿过线圈的磁感线的条数都发生变化, 也就是穿过闭合线圈的_____发生了变化。

3. 如图所示, 线圈 A (小线圈) 通过变阻器和开关连接到电源上, 线圈 B (大线圈) 连接到电流表上, 在开关闭合的瞬间, 电流表指针是否发生偏转? _____。 A 电路稳定后, 电流表指针是否发生偏转? _____。在迅速改变滑动变阻器触头位置的过程中, 电流表指针是否发生偏转? _____。在断开开关的瞬间, 电流表指针是否发生偏转? _____。当 A 线圈中的电流发生时, B 线圈中就会产生_____, 当开关闭合稳定后, 在插入或抽出铁芯的过程中, 电流表指针是否发生偏转? _____。



合作探究

• 探究指导 •

探究目标: 探究产生感应电流的条件

探究器材: 条形磁铁, 灵敏电流计, 线圈 (粗、细各一个), 学生电源, 开关, 滑动变阻器, 导线若干

猜想与假设:

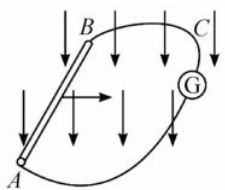
从初中学过知识我们知道, 闭合电路的部分导体切割磁感线运动能产生感应电

流。那么，是不是只有切割磁感线才能产生感应电流呢？你有没有新的猜想假设？

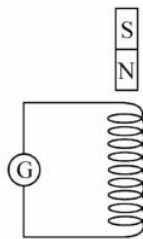
• 设计并进行探究 •

设计思路：实验 1 闭合电路中部分导体做切割磁感线运动。

如图甲所示，导体 AB 做切割磁感线运动时，看线路中有无电流产生；而导体 AB 顺着磁感线运动时，线路中有无电流产生？



甲



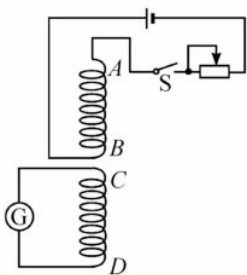
乙

实验 2 条形磁铁在线圈中运动。

如图乙所示，条形磁铁插入或拔出线圈时，线圈中有无电流产生？磁铁在线圈中静止不动时，线路中有无电流产生？

实验 3 改变螺线管 AB 中的电流。

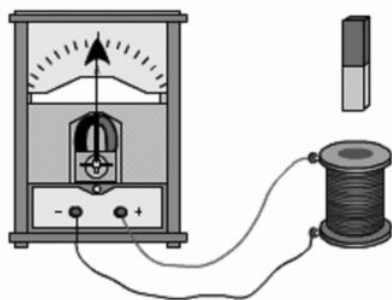
如图所示，将小螺线管 AB 插入大螺线管 CD 中不动，当开关 S 接通或断开时，电流表中有无电流通过？若开关 S 一直接通，当改变滑动变阻器的阻值时，电流表中有无电流通过？



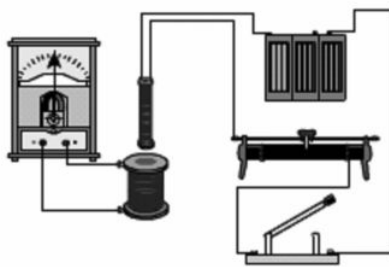
根据上述探究思路，写出你的实验步骤，并进行实验探究。

1. 如图甲所示，把磁铁的某一个磁极向线圈中插入、从线圈中抽出，或静止地放在线圈中，观察电流表的指针，把观察到的现象记录在表中。

磁铁的动作	表针的摆动方向	磁铁的动作	表针的摆动方向
N 极插入线圈		S 极插入线圈	
N 极停在线圈中		S 极停在线圈中	
N 极从线圈中抽出		S 极从线圈中抽出	



甲



乙

2. 如图乙所示, 小线圈通过变阻器和开关连接到电源上, 大线圈的两端连到灵敏电流计上, 把小线圈装在大线圈中, 我们观察下面几种情况下, 大线圈中是否有电流产生。

(1) 开关闭合的瞬间:

(2) 开关断开的瞬间:

(3) 开关总是闭合的, 滑动变阻器也不动:

(4) 开关总是闭合的, 但迅速移动滑动变阻器的滑片:

• 探究结论 • ○○

1. 通过本实验探究过程, 你能得出什么结论?

2. 本实验采用了什么样的实验研究方法? 你能说说这种方法的基本思路吗?

总结反思

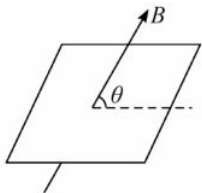
1. 你的实验方案有没有不合理的地方? 怎样进一步完善? 你在实验过程中遇到了哪些问题? 有没有失误之处? 你是如何解决的? 你的测量结果是否可靠? 如何减小误差?

2. 通过实验你的收获是什么? 有哪些经验和教训? 在科学探究的过程中, 你还有什么其他感想体会愿意和同学分享? 你通过实验还发现了哪些值得研究的问题?

知识巩固

典例精析

【例1】 边长 $L=10\text{ cm}$ 的正方形线框, 固定在匀强磁场中, 磁场方向与线圈平面间的夹角 $\theta=30^\circ$, 如图所示, 磁感应强度随时间变化的规律为 $B=2+3t(\text{T})$, 则第 3 s 内穿过线圈的磁通量的变化量 $\Delta\Phi$ 为多少?



【思路解析】 第 3 s 内就是从 2 s 末到 3 s 末, 所以 2 s 时的磁感应强度 $B_1=(2+3\times 2)\text{ T}=8\text{ T}$, 3 s 时的磁感应强度 $B_2=(2+3\times 3)\text{ T}=11\text{ T}$, 根据公式 $\Delta\Phi=\Delta BS\sin\theta=(11-8)\times 0.1^2\sin 30^\circ\text{ Wb}=1.5\times 10^{-2}\text{ Wb}$ 。

【答案】 $1.5\times 10^{-2}\text{ Wb}$

【例2】 (多选) 如图所示, 同心圆环 A 和 B 处在同一平面内, B 的半径小于 A 的

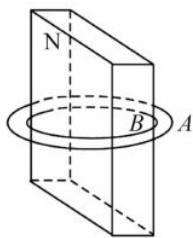
半径, 一条形磁铁的轴线与圆环平面垂直, 则穿过两圆环的磁通量 Φ_A 与 Φ_B 的大小关系是 ()

A. $\Phi_A > \Phi_B$

B. $\Phi_A = \Phi_B$

C. $\Phi_A < \Phi_B$

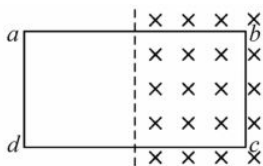
D. 无法比较



【思路解析】此处应注意磁体内外磁感线方向相反, 由于穿过环 A 的磁感线的净条数小于穿过环 B 的磁感线的净条数, 所以 C 正确。

【答案】C

【例 3】如图所示, 开始时矩形线框与匀强磁场方向垂直, 且一半在磁场内, 一半在磁场外, 若要使线框中产生感应电流, 下列办法中可行的是 ()



A. 将线框向左拉出磁场

B. 以 ab 边为轴转动 (小于 90°)C. 以 ad 边为轴转动 (小于 60°)D. 以 bc 边为轴转动 (小于 60°)

【思路解析】将线框向左拉出磁场的过程中, 线框的 bc 部分做切割磁感线的运动, 或者说穿过线框的磁通量减少, 所以线框中产生感应电流, 故 A 正确。

当线框以 ab 边为轴转动时, 线框的 cd 边右半段在做切割磁感线的运动, 或者说穿过线框的磁通量在发生变化, 所以线框中将产生感应电流, 故选项 B 正确。

当线框以 ad 边为轴转动 (小于 60°), 穿过线框的磁通量在减少, 所以在这个过程中产生感应电流, 故选项 C 正确, 如果转过角度超过 60° , bc 边进入无磁场区, 线框中不产生感应电流。

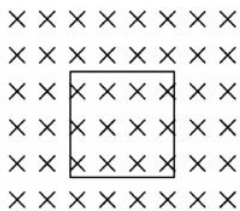
当线框以 bc 为轴转动时, 如果转动的角度小于 60° , 则穿过线框的磁通量始终保持不变 (其值为磁感应强度与矩形线框面积的一半的乘积), 故选项 D 是错误的。

【答案】ABC

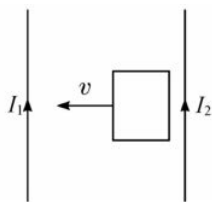
实验练习

1. 如图所示, 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 有一个边长为 L 的正方形线框, 线框平面与磁场垂直, 则穿过线框的磁通量为_____。若线框向右平移, 线框中有无感应电流? _____。若将线框翻转 180° , 该过程磁通量的变化为_____

_____。该过程有无感应电流? _____。若将线框绕其中一边向外转 90° , 磁通量的变化为 _____。该过程中有无感应电流? _____。



第 1 题图



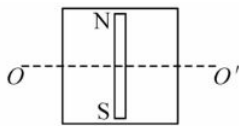
第 2 题图

2. 两根长直导线平行放置, 导线内通有等大的同向电流, 当一矩形线框在两直导线所在的平面内从靠右侧的导线处向左侧导线平移靠近时, 如图所示, 线框中磁通量的变化情况是 _____。线框中有无感应电流? _____。

3. 下列现象中, 属于电磁感应现象的是 ()

- A. 磁场对电流产生力的作用 B. 变化的磁场使闭合电路产生感应电流
C. 插入通电螺线管中的软铁棒被磁化 D. 电流周围产生磁场

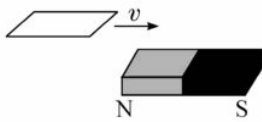
4. (多选) 如图所示, 在正方形线圈的内部有一条形磁铁, 线圈与磁铁在同一平面内, 两者有共同的中心轴线 OO' 。关于线圈中产生感应电流的下列说法中, 正确的是



()

- A. 当磁铁向纸面外平移时, 线圈中不产生感应电流
B. 当磁铁向上平移时, 线圈中不产生感应电流
C. 当磁铁向下平移时, 线圈中产生感应电流
D. 当磁铁 N 极向纸外, S 极向纸里绕 OO' 轴转动时, 线圈中产生感应电流

5. 如图所示, 条形磁铁正上方放置一矩形线框, 线框平面水平且与条形磁铁平行, 则线框由 N 极端匀速平移到 S 极端的过程中, 线框中的感应电流的情况是



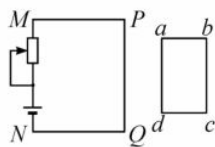
()

- A. 线框中始终无感应电流
B. 线框中始终有感应电流
C. 线框中开始有感应电流, 当线框运动到磁铁中部时无感应电流, 过中部后又有感应电流
D. 线框中开始无感应电流, 当线框运动到磁铁中部时有感应电流, 过中部后又无感应电流

6. (多选) 如图所示, 导线框 $MNQP$ 近旁有一个跟它在同一竖直平面内的矩形线

圈 $abcd$, 下列说法正确的是 ()

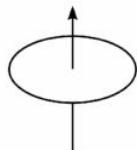
- A. 当电阻变大时, $abcd$ 中有感应电流
- B. 当电阻变小时, $abcd$ 中有感应电流
- C. 电阻不变, 将 $abcd$ 在其原来所在的平面内向



PQ 靠近时, 其中有感应电流

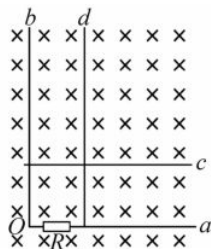
- D. 电阻不变, 将 $abcd$ 在其原来所在的平面内竖直向上运动时, 其中有感应电流

7. (多选) 如图所示, 竖直通电直导线与闭合导线环的平面垂直, 且过圆环中心, 下列说法正确的是 ()



- A. 电流增强或减弱时, 环中无感应电流
- B. 环竖直向上或向下运动时, 环中有感应电流
- C. 环以导线为轴, 在垂直于电流的平面内转动时, 环中有感应电流
- D. 环以自身的任意直径为轴转动时, 环中无感应电流

8. 如图, 在匀强磁场中固定放置一根串接一电阻 R



的直角形金属导轨 aOb (在纸面内), 磁场方向垂直于纸面朝里, 另有两根金属导轨 c 、 d 分别平行于 Oa 、 Ob 放置。保持导轨之间接触良好, 金属导轨的电阻不计。现

经历以下四个过程: ①以速率 v 移动 d , 使它与 Ob 的距

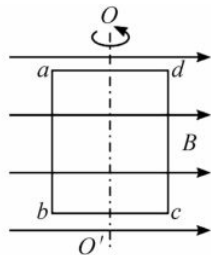
离增大一倍; ②再以速率 v 移动 c , 使它与 Oa 的距离减

小一半; ③然后, 再以速率 $2v$ 移动 c , 使它回到原处; ④最后以速率 $2v$ 移动 d , 使它

也回到原处。设上述四个过程中通过电阻 R 的电荷量的大小依次为 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 和 Q_4 , 则 ()

- A. $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$
- B. $Q_1 = Q_2 = 2Q_3 = 2Q_4$
- C. $2Q_1 = 2Q_2 = Q_3 = Q_4$
- D. $Q_1 \neq Q_2 = Q_3 \neq Q_4$

9. 矩形线框 $abcd$ 的边长分别为 l_1 、 l_2 , 可绕它的一条对称轴 OO' 转动, 匀强磁场的磁感应强度为 B , 方向与 OO' 垂直, 初位置时线圈平面与 B 平行, 如图所示。



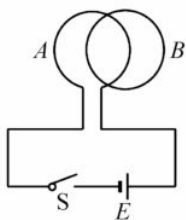
(1) 初位置时穿过线框的磁通量 Φ_0 为多少?

(2) 当线框沿图示方向绕过 60° 时, 磁通量 Φ_1 为多少?

这一过程中磁通量的变化 $\Delta\Phi_1$ 为多少?

(3) 当线框绕轴沿图示方向再转过 60° 时, 磁通量 Φ_2 为多少? 这一过程中 $\Delta\Phi_2 = \Phi_3 - \Phi_2$ 为多少?

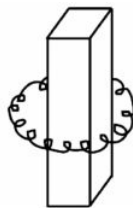
10. 如图所示, 线圈 A 中接有电源, 线圈 B 有一半的面积处在线圈 A 中, 两线圈平行但不接触, 则在开关 S 闭合的瞬间, 线圈 B 中有无感应电流?



拓展提升

• 拓展启示 •

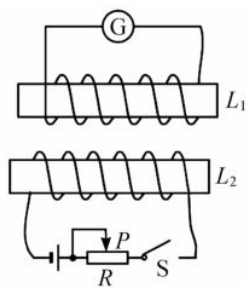
如图所示, 环形金属软弹簧套在条形磁铁的中心位置, 若将弹簧沿半径向外拉, 使其面积增大, 则穿过弹簧所包围面积的磁通量变化情况是_____, 环内_____ (选填“有”或“无”) 感应电流。



• 创新案例 •

如图所示, 要使 L_1 回路中有感应电流, 问下列几种情况下是什么原因导致的?

- (1) 接通开关 S 的瞬间;
- (2) 接通开关 S 后, 将滑片 P 向左滑动;
- (3) 接通开关 S 后, 将软铁芯插入 L_2 中。



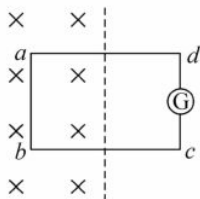
实验探究二

探究感应电流的方向

自主准备

· 阅读思考 ·

我国处在地球的北半球，飞机在我国上空匀速地巡航，机翼保持水平，飞机高度不变，由于地磁场的作用，金属机翼上有电势差。



查阅相关资料，然后按下述的提示研究、讨论，完成后面的问题。

在北半球，地磁场是斜向下的，存在竖直向下的磁场分量，飞机在水平飞行过程中，机翼就会切割磁感线，产生感应电动势。

问题：设飞行员左侧机翼末端处的电势为 φ_1 ，右翼末端处的电势为 φ_2 ，则在下述情况下比较 φ_1 和 φ_2 的大小。

- (1) 飞机从西向东飞；
- (2) 飞机从南向北飞。

· 自主准备 ·

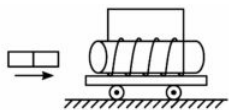
一、方法准备

怎样理解楞次定律中“阻碍”二字？

剖析：楞次定律可以从两个方面来理解。从磁通量的变化角度看，感应电流的磁

场总要阻碍磁通量的变化；从导体和磁体的相对运动角度看，感应电流的磁场总要阻碍相对运动。

如图，闭合螺线管固定在置于水平光滑桌面上的小车上，将一条形磁铁从左向右插入螺线管过程中：



- (1) 车将向右运动。
- (2) 条形磁铁将受到向左的力。

可见，感应电流的磁场总要阻碍磁体和导体的相对运动，当条形磁铁向右插入闭合的螺线管中时，螺线管内产生的感应电流的磁场就会阻碍条形磁铁向右运动，故条形磁铁受到向左的阻力。

这个阻力是螺线管内的感应电流的磁场施给条形磁铁右端的磁极的，根据牛顿第三定律，条形磁铁的磁场给螺线管的感应电流有一个向右的力作用，在这个力作用下，车将向右运动。

二、知识准备

1. 楞次定律的内容：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要_____引起感应电流的_____的变化。
2. 从磁通量变化的角度来看，感应电流总要阻碍磁通量的_____；从导体和磁体的相对运动的角度来看，感应电流总要阻碍_____。
3. 运用楞次定律判断感应电流方向的一般步骤：
 - (1) 明确_____是哪一个闭合电路；
 - (2) 明确该电路磁通量_____及该电路磁场的_____；
 - (3) 由_____判定感应电流的磁场方向；
 - (4) 由右手螺旋定则判断出_____。
4. 对“阻碍”的理解：阻碍并不是相反，而是当磁通量增加时，感应电流的磁场方向与原磁场方向_____；当磁通量减少时，感应电流的磁场方向与原磁场方向_____。
5. 右手定则：伸开右手，使拇指与其余四个手指_____，并且都与手掌在_____内。让磁感线从手心进入，并使拇指指向_____，这时四指所指的方向就是_____。

合作探究

• 探究指导 •

探究目标：探究感应电流的方向规律

探究器材：条形磁铁、电流表、线圈、一节干电池、导线若干、电阻（15 ~ 20 k Ω ）

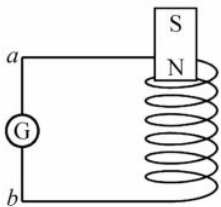
猜想与假设：

既然在一定条件下能够产生感应电流，那么电流的方向是不是遵循一定的规律？对此，你有何猜想和假设？

• 设计并进行探究 •

探究思路：如何设计实验，探究感应电流的方向？

探究：组装如图所示的实验装置，用条形磁铁自上而下穿过线圈，开始时电流表的指针偏左，最后要穿出线圈时，指针偏右，即用右手定则判断出电流的实际方向为：先后 $a \rightarrow G \rightarrow b$ ，后 $b \rightarrow G \rightarrow a$ 。



请写出你的设计方案，并进行探究。

• 探究结论 •

如果感应电流是由于导体与磁场相互靠近而产生的，感应电流的磁场与原磁场间存在相互作用的_____力，_____导体与磁场的相互靠近；若感应电流是由于导体与磁场相互远离而产生的，感应电流的磁场与原磁场间存在相互作用的_____力，_____导体与磁场的相互远离。

总结反思

1. 你的实验方案有没有不合理的地方? 怎样进一步完善? 你在实验过程中遇到了哪些问题? 有没有失误之处? 你是如何解决的? 你的测量结果是否可靠? 如何减小误差?

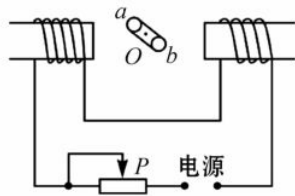
2. 通过实验你的收获是什么? 有哪些经验和教训? 在科学探究的过程中, 你还有什么其他感想体会愿意和同学分享? 你通过实验还发现了哪些值得研究的问题?

知识巩固

典例精析

【例 1】如图所示, ab 是一个可绕垂直于纸面的轴 O 转动的闭合线圈, 在滑动变阻器 R 的滑片 P 自左向右滑动的过程中, ab 线圈将 ()

- A. 静止不动
- B. 逆时针转动
- C. 顺时针转动
- D. 发生转动, 因电源正负极不明, 无法确定转动方向



【思路解析】当 P 向右滑动时, 电路中的总电阻是减小的, 因此通过线圈的电流增大, 电磁铁两磁极间的磁场增强, 穿过 ab 线圈的磁通量增加, 线圈中有感应电流,