

第一章 电磁感应

【学习目标】

1. 了解电磁感应的发现过程，体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神；学习法拉第等科学家的优秀品质。
2. 通过观察和实验，理解感应电流的产生条件；举例说明电磁感应在生活和生产中的应用。
3. 通过探究，理解楞次定律；理解法拉第电磁感应定律。培养空间思维能力和通过观察、实验得出物理规律的能力。
4. 通过实验，了解自感现象和涡流现象；能举例说明自感现象和涡流现象在生活和生产中的应用。知道反电动势的概念，了解电磁感应中的能量守恒。

第1节 电磁感应现象的发现

第2节 感应电流产生的条件

【学习目标】

1. 了解电磁感应的发现过程，认识电磁感应现象发现的时代背景和思想历程。体会人类探索自然规律的科学态度和科学精神；学习法拉第等科学家的优秀品质，促成学科学、用科学为人类效劳的意识。
2. 正确认识科学发现不仅需要艰辛的劳动，而且需要具有敏锐深邃的科学洞察力、丰富的直觉和勇于创新的优良品质。
3. 知道电磁感应现象和感应电流。
4. 通过实验探究，总结感应电流产生的条件。
5. 学习从物理现象和实验中归纳科学规律，认识归纳法是科学研究的一种重要的方法。

【阅读指导】

1. 1820年，从实验中发现了电流的磁效应，引起了科学界的关注，形成了对电磁现象研究的热潮。不少物理学家根据对称性的思考，提出既然电能产生磁，是否磁也能产生电呢？法拉第经历了长达年的探索，终于获得了成功，于1831年证实了“磁生电”现象的存在，他在论文中将“磁生电”现象分为五类：(1)(2)(3)(4)(5)。并把这些现象正式定名为“电磁感应”。由电磁感应现象产生的电流叫。
2. 教材P5图1-2-1(a)实验中，导线在运动时是磁感线的，电路中出现了电流；而在(b)实验中，导线是沿着磁感线方向运动的，即导线没有做切割磁感线的运动，电路中无电流。实验和理论说明：当闭合电路的一局部导体在磁场中做运动时，电路中有感应电流产生。
3. 在法拉第的有些实验中，导体并没有做运动，但闭合电路中出现了感应电流。教材P6图1-2-2实验当开关接通和断开瞬间，螺线管与电流计构成的电路中有感应电流产生，当滑动变阻器滑动时，螺线管与电流计构成的电路中感应电流产生。当滑动变阻器快速滑动时，螺线管与电流计构成的电路中产生的感应电流。
4. 大量实验证实，穿过闭合电路的磁通量发生变化时，这个闭合电路中就有感应电流产生。
5. 磁通量是指穿过某一面积的磁感线的条数，用字母表示，单位是韦伯，用字母表示。
6. 在匀强磁场(磁感应强度为 B)中，当线圈平面(面积为 S)与磁感线垂直时， $\Phi=BS$ ；当线圈平面与磁感线平行时， $\Phi=0$ 。
7. 面积是 2m^2 的导线环，处于磁感强度为 $2.0\times 10^{-2}\text{T}$ 的匀强磁场中，环面与磁场垂直，穿过导线环的磁通量等于_____Wb；假设环面与磁场平行，那么导线环的磁通量等于_____Wb。
8. 将面积为 2m^2 的线圈放在匀强磁场中，线圈平面与磁感线垂直，穿过线圈平面的磁通量是 1.50Wb ，那么这个磁场的磁感强度是_____T。

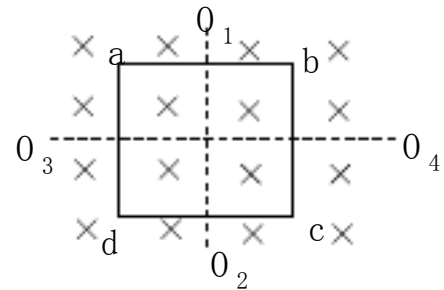
【课堂练习】

★夯实根底

1. 把一个面积为 $5 \times 10^{-2} \text{m}^2$ 的单匝矩形线圈放在磁感应强度为 $2.0 \times 10^{-2} \text{T}$ 的匀强磁场中，当线圈平面与磁感线方向垂直时，穿过线圈的磁通量是多大？

2. 将面积是 S 的导线环放入匀强磁场中，环面与磁场方向垂直。穿过这个导线环的磁通量是 $2.0 \times 10^{-2} \text{Wb}$ 。求磁场的磁感应强度。

3. 如下列图，在垂直于纸面的范围足够大的匀强磁场中，有一个矩形线圈 $abcd$ ，线圈平面与磁场垂直， O_1O_2 和 O_3O_4 都是线圈的对称轴，试说明应使线圈怎样运动才能使其产生感生电流？



4. 处于磁场中一个闭合线圈如没有产生感应电流，那么可断定 ()

- A. 线圈未在磁场中运动 B. 线圈未切割磁力线
C. 磁场未发生变化 D. 穿过线圈的磁通量未发生变化

5. 关于各个单位间的关系，以下正确的选项是 ()

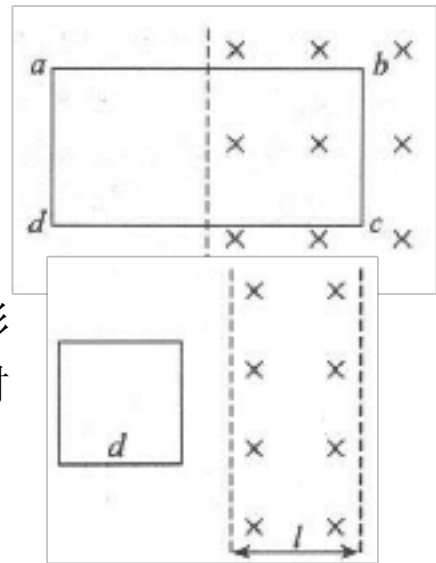
- A. $1\text{T}=1\text{Wb}/\text{m}^2$ B. $1\text{T}=1\text{Wb}/\text{m}$ C. $1\text{T}=1\text{N}/(\text{Am})$ D. $1\text{T}=1\text{N} \cdot \text{s} / (\text{C})$

6. 关于产生感应电流的条件，以下说法中正确的选项是 ()

- A. 只要闭合电路在磁场中运动，闭合电路中就一定有感应电流
B. 只要闭合电路中有磁通量，闭合电路中就有感应电流
C. 只要导体做切割磁感线运动，就有感应电流产生
D. 只要穿过闭合电路的磁感线条数发生变化，闭合电路中就有感应电流

7. 如下列图，矩形线圈与磁场垂直，且一半在匀强磁场内，一半在匀强磁场外，下述过程中使线圈产生感应电流的是 ()

- A. 以 bc 为轴转动 45°
B. 以 ad 为轴转动 45°
C. 将线圈向下平移
D. 将线圈向上平移

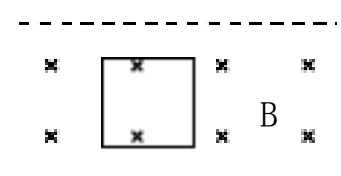


8. 如下列图，匀强磁场区域宽度为 l ，现有一边长为 d ($d > l$) 的矩形金属框以恒定速度 v 向右通过磁场区域，该过程中有感应电流的时间总共为 ()

- A. $\frac{d}{v}$ B. $\frac{2l}{v}$
C. $\frac{2d}{v}$ D. $\frac{d-l}{v}$

9. 矩形线框放在匀强磁场中，如下列图，线框运动和线框中产生的感应电流的关系，以下说法中正确的选项是 ()

- A. 线框向上运动，离开磁场时，磁通量发生变化，线框中有感应电流
B. 线框向下运动，离开磁场时，磁通量发生变化，线框中有感应电流
C. 线框在磁场中向左运动，竖直边切割磁感线，线框中有感应电流



D. 线框在磁场中向右运动，竖直边切割磁感线，线框中没感应电流

★提升能力

1. 有关磁通量 Φ 以下说法正确的选项是 ()

- A. 磁通量越大表示磁感应强度越大
- B. 面积越大穿过它的磁通量也越大
- C. 穿过单位面积的磁通量等于磁感应强度
- D. 磁通密度在数值上等于磁感应强度

2. 有一矩形线圈，面积为 S ，匝数为 n ，将它置于匀强磁场中，且使线圈平面与磁感线方向垂直，设穿过该线圈的磁通量为 Φ ，那么该匀强磁场的磁感应强度大小为 ()

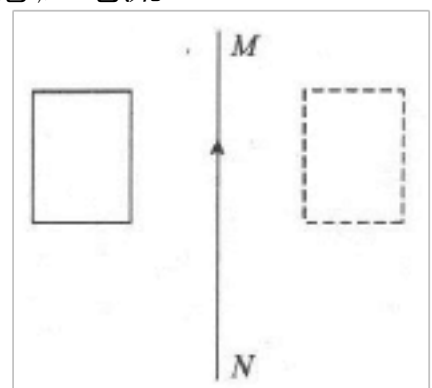
- A. $\Phi/(nS)$ B. $n\Phi/S$ C. Φ/S D. 无法判断

3. 关于产生感应电流的条件，以下说法中正确的选项是 ()

- A. 只要闭合电路在磁场中运动，闭合电路中就一定有感应电流
- B. 只要闭合电路中有磁通量，闭合电路中就有感应电流
- C. 只要导体做切割磁感线运动，就有感应电流产生
- D. 只要穿过闭合电路的磁感线条数发生变化，闭合电路中就有感应电流

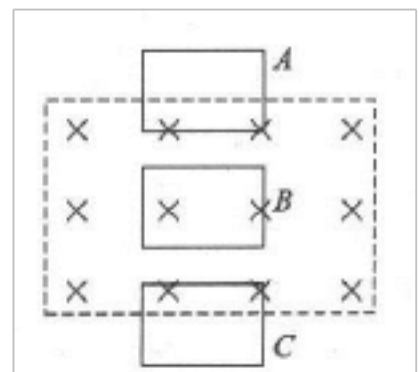
4. 如下列图，有一根通电的长直导线 MN 中通有恒定的电流 I ，一闭合线圈从直导线的左侧平移到右侧的过程中，穿过线圈磁通量的变化情况是 ()

- A. 先增大后减小
- B. 先减小后增大
- C. 增大、减小、增大、减小
- D. 减小、增大、减小、增大



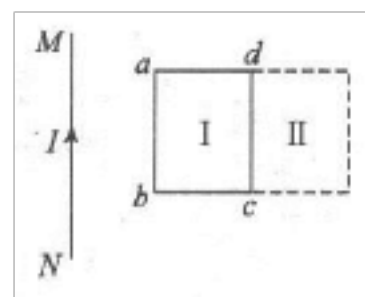
5. 如下列图，一个小矩形线圈从高处自由落下，进入较小的有界匀强磁场，线圈平面和磁场保持垂直，设线圈下边刚进入磁场到上边刚接触磁场为 A 过程；线圈全部进入场内运动为 B 过程；线圈下边出磁场到上边刚出磁场为 C 过程，那么 ()

- A. 只在 A 过程中，线圈的机械能不变
- B. 只在 B 过程中，线圈的机械能不变
- C. 只在 C 过程中，线圈的机械能不变
- D. 在 A、B、C 过程中，线圈机械能都不变



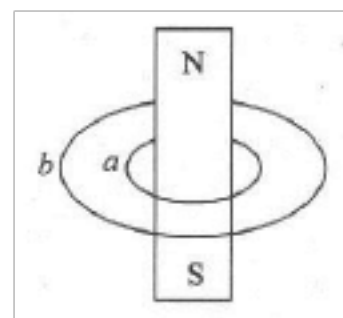
6. 如下列图，通有恒定电流的导线 MN 与闭合金属框共面，第一次将金属框由 I 平移到 II，第二次将金属框绕 cd 边翻转到 II，设先后两次通过金属框的磁通量变化分别为 $\Delta\Phi_1$ 和 $\Delta\Phi_2$ ，那么 ()

- A. $\Delta\Phi_1 > \Delta\Phi_2$
- B. $\Delta\Phi_1 = \Delta\Phi_2$
- C. $\Delta\Phi_1 < \Delta\Phi_2$
- D. 不能判断



7. 如下列图，两个同心放置的共面金属圆环 a 和 b，套在条形磁铁上，环面与条形磁铁垂直，那么穿过两环的磁通量 Φ_a 和 Φ_b 的大小关系为 ()

- A. $\Phi_a > \Phi_b$
- B. $\Phi_a = \Phi_b$
- C. $\Phi_a < \Phi_b$
- D. 无法判断

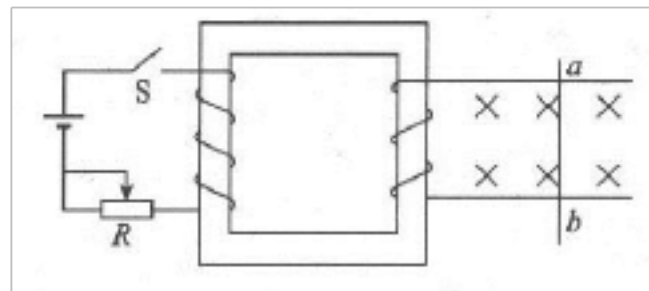


8. 以下说法正确的选项是 ()

- A. 磁通量越大，磁通量的变化也越大
- B. 磁通量变化越大，磁通量变化率也越大
- C. 磁通量的变化率越大，磁通量变化得越快
- D. 磁通量等于零时，磁通量的变化率也为零

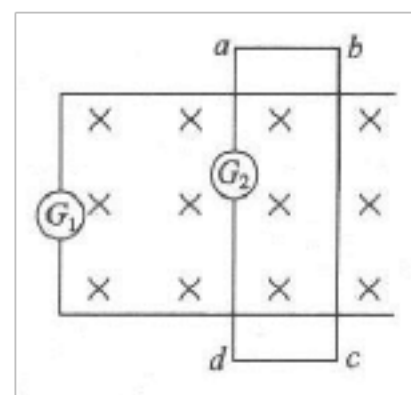
9. 如下列图的装置中，假设光滑金属导轨上的金属杆 ab 发生移动，其原因可能是 ()

- A. 突然将 S 闭合
- B. 突然将 S 断开
- C. 闭合 S 后，减小电阻 R 的阻值
- D. 闭合 S 后，增大电阻 R 的阻值



10. 如下列图，导线框 abcd 放在光滑导轨上向右运动 (abcd 与导轨接触良好)， G_1 和 G_2 是两只电流表，那么 ()

- A. 只有 G_2 偏转
- B. 只有 G_1 偏转
- C. G_1 、 G_2 都会偏转
- D. G_1 、 G_2 都不偏转



第 3 节 法拉第电磁感应定律

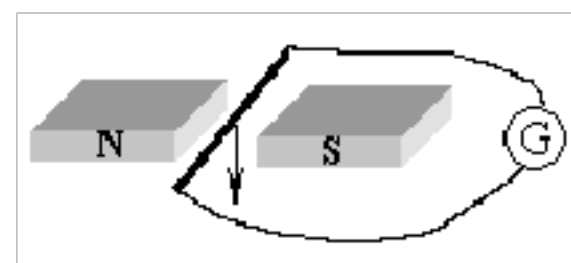
【学习目标】

1. 知道感应电动势，知道表示磁通量、磁通量变化及其变化快慢的物理量 Φ 、 $\Delta\Phi$ 、 $\Delta\Phi/\Delta t$ 的含义及它们的区别。
2. 理解法拉第电磁感应定律的内容和数学表达式；能推导出 $E = BLv \sin \alpha$ ；弄清 $E = n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ 和 $E = BLv \sin \alpha$ 的区别和联系并能应用它们解决问题。
3. 了解电磁感应定律对科技和人类思想开展的意义。

【阅读指导】

1. 在闭合电路中要形成电流，必须有能量提供给形成电流的带电粒子，而电源的就起了这样的作用。
2. 穿过闭合电路的发生了变化，闭合电路中就会产生感应电流，这说明电路中一定存在一种电动势。由电磁感应产生的电动势，叫。感应电动势的大小与磁通量的有关。
3. 在电磁感应现象里，不管电路是否闭合，只要穿过电路的磁通量发生变化，电路中就有感应电动势，如果电路是闭合的，就有，如果电路是断开的就没有，但仍然存在。
4. 设在一定的时间 Δt 之内穿过电路磁通量的变化为 $\Delta\Phi$ ，那么比值就能说明磁通量变化的快慢，这个比值叫做磁通量的变化率。数值上等于单位时间内磁通量的变化量。电路中感应电动势的大小，跟穿过这个电路的磁通量的变化率成，这就是法拉第电磁感应定律。
5. 设 t_1 时刻穿过闭合电路的磁通量为 Φ_1 ， t_2 时刻穿过闭合电路的磁通量为 Φ_2 ，那么在时间 $\Delta t = t_2 - t_1$ 内磁通量的变化量为 $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$ ，磁通量的变化率为。磁通量的变化率表示什么？它与磁通量的变化量有什么区别？
6. 在实际应用中，为了获得较大的感应电动势，常常采用多匝线圈。设产生感应电动势线圈有 n 匝，且穿过线圈的磁通量变化率相同，由于线圈可以看成是 n 个单匝线圈串联而成，因此整个线圈中的感应电动势是单匝线圈的 n 倍，即
7. 导线长度为 L ，匀强磁场的磁感应强度为 B ，假设导线垂直于磁场以速度 v 切割磁感线运动，产生的感应电动势为，当导体运动速度方向与磁场有一夹角 α 时，产生的感应电动势为。

8. 如下列图，导线在磁场中运动



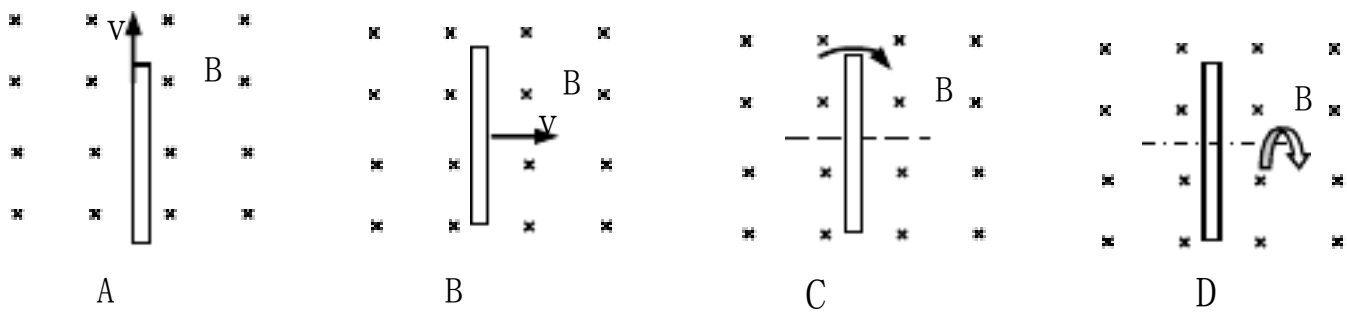
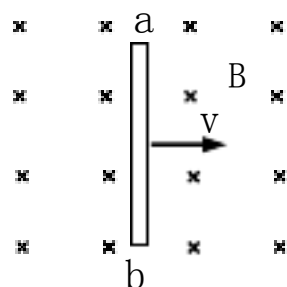
- (1) 在图上标出导线向下运动时感应电流的方向。
- (2) 当导线向下运动速度加快时，感应电流怎样变化？为什么？
- (3) 当导线不动时，换磁性较强的磁铁的瞬间，导线中是否有感应电流，为什么？
- (4) 当导线平行于磁感线方向运动时，感应电流怎样？为什么？
- (5) 当导线停留在磁场中不动时，有无感应电流？为什么？

9. 电磁感应对科学技术开展的重要意义在和这两种完全不同的运动形式之间架起了连接桥梁和转换枢纽。正是电磁感应的发现，使人们认识到导体在磁场中的运动可产生感应电动势，创造了，正是电磁感应的发现，使人们认识到变化的磁场可以产生感应电动势，创造了，正是电增感应的发现，提供了制造的原理，电磁感应被广泛地应用于各种电路控制器件制造、各种传感器电子技术和信息技术之中，为生产、生活和科研等各个领域的、奠定了根底。

【课堂练习】

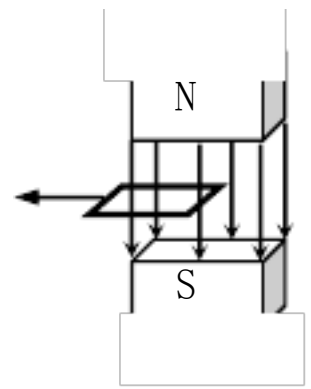
★夯实根底

1. 闭合电路中，感应电动势的大小与穿过它的 ()
- A. 磁通量成正比 B. 磁通变化量成正比
- C. 磁通量变化率成正比 D. 磁感强度成正比
2. 一条长 $l =$ 的直导线在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，以 $v =$ /s 的速度做切割磁感线运动时，导线中产生了感应电动势，其大小为 $0.30V$ 。假设 l 、 v 、 B 三者互相垂直，那么 B 的大小为： ()
3. 穿过一个电阻为 1Ω 的单匝闭合线圈的磁通量始终是每秒钟均匀地减少 $2Wb$ ，那么：
- A. 线圈中的感应电动势一定是每秒减少 $2V$
- B. 线圈中的感应电动势一定是 $2V$
- C. 线圈中的感应电流一定是每秒减少 $2A$
- D. 线圈中的感应电流一定是 $2A$
4. 如下列图，一段直导线 ab 放在匀强磁场中，导线长为 $20cm$ ，磁感应强度为 $0.50T$ ，导线以方向和导线垂直、大小为 /s 的速度做切割磁感线运动时， a 、 b 两端端电势较高，电势差为；如果将导线在纸面内转过 30° 角，保持速度的大小不变，方向仍跟导线垂直，做切割磁感线运动， ab 两端的电势差为。
5. 一段直导线放在匀强磁场中，直导线做如下列图四种运动时，在直导线两端点间出现电势差的是 ()



6. 如下列图，矩形线框在磁场中做各种运动，在图示位置时，其中有感应电流产生的是 ()。请将感应电流方向标在图上。

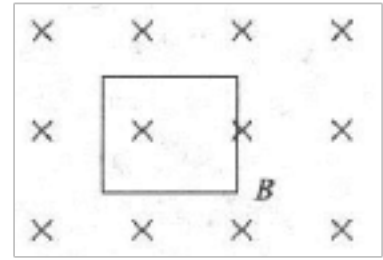
7. 如下列图，设匀强磁场的磁感应强度为 $0.10T$ ，边长为 $40cm$ 的正方形线框以 /s 的速度向左匀速运动，移出磁场，整个线框的电阻是 0.50Ω 求：



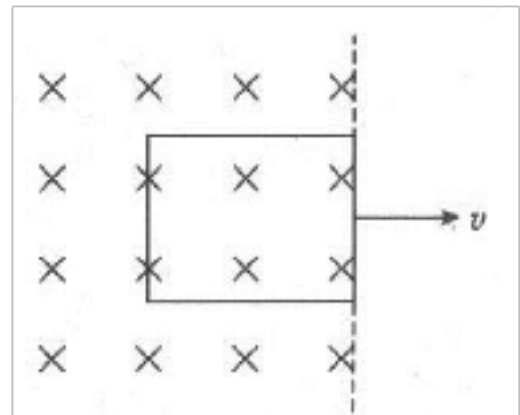
- (1) 线框中产生的感应电动势的大小。
- (2) 线框中产生的电功率的大小。

★提升能力

1. 如下列图，矩形闭合导线与匀强磁场垂直，一定产生感应电流的是 ()

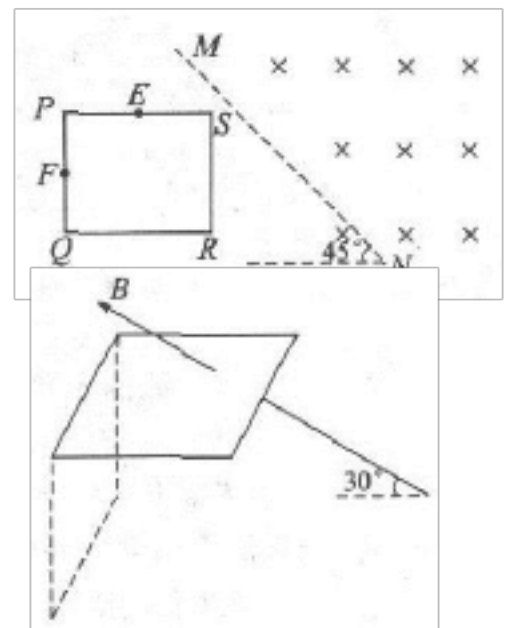


- A. 垂直于纸面平动
 B. 以一条边为轴转动
 C. 线圈形状逐渐变为圆形
 D. 沿与磁场垂直的方向平动
2. 关于感应电流的产生，以下说法中正确的选项是 ()
- A. 只要闭合电路内有磁通量，闭合电路中就有感应电流产生
 B. 穿过螺线管的磁通量变化时，螺线管内部就一定有感应电流产生
 C. 线框不闭合时，即使穿过线框的磁通量变化，线框中也没有感应电流
 D. 只要电路的一局部做切割磁感线运动，电路中就一定有感应电流
3. 关于电磁感应产生感应电动势大小的正确表述是 ()
- A. 穿过导体框的磁通量为零的瞬间，线框中的感应电动势有可能很大
 B. 穿过导体框的磁通量越大，线框中感应电动势一定越大
 C. 穿过导体框的磁通量变化量越大，线框中感应电动势一定越大
 D. 穿过导体框的磁通量变化率越大，线框中感应电动势一定越大
4. 穿过一个单匝线圈的磁通量始终保持每秒钟均匀地减少 2Wb ，那么 ()
- A. 线圈中感应电动势每秒钟增加 2V
 B. 线圈中感应电动势每秒钟减少 2V
 C. 线圈中无感应电动势
 D. 线圈中感应电动势保持不变
5. 有一个 n 匝的圆形线圈，放在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，线圈平面与磁感线成 30° 角，磁感应强度均匀变化，线圈导线的规格不变，以下方法可使线圈中的感应电流增加一倍的是 ()
- A. 将线圈匝数增加一倍
 B. 将线圈面积增加一倍
 C. 将线圈半径增加一倍
 D. 将线圈平面转至跟磁感线垂直的位置
6. 在竖直向下的匀强磁场中，将一水平放置的金属棒以水平速度沿与杆垂直的方向抛出，设棒在运动过程中不发生转动，空气阻力不计，那么金属棒在做平抛运动的过程中产生的感应电动势 ()
- A. 越来越大 B. 越来越小 C. 保持不变 D. 无法判断
7. 闭合的金属环处于随时间均匀变化的匀强磁场中，磁场方向垂直于圆环平面，那么 ()
- A. 环中产生的感应电动势均匀变化
 B. 环中产生的感应电流均匀变化
 C. 环中产生的感应电动势保持不变
 D. 环上某一小段导体所受的安培力保持不变
8. 如下列图，先后以速度 v_1 和 v_2 匀速把一矩形线圈拉出有界的匀强磁场区域， $v_2=2v_1$ ，在先后两种情况下 ()
- A. 线圈中的感应电流之比 $I_1: I_2=2: 1$
 B. 作用在线圈上的外力大小之比 $F_1: F_2=1: 2$
 C. 线圈中产生的焦耳热之比 $Q_1: Q_2=1: 4$
 D. 通过线圈某截面的电荷量之比 $q_1: q_2=1: 2$



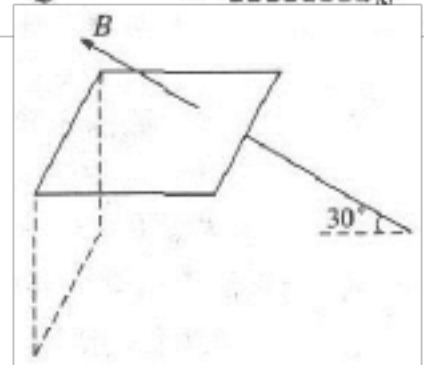
9. 如下列图, PQRS 为一正方形导线框, 它以恒定速度向右进入以 MN 为边界的匀强磁场, 磁场方向垂直线框平面, MN 线与线框的边成 45° 角, E、F 分别是 PS 和 PQ 的中点. 关于线框中的感应电流, 正确的说法是 ()

- A. 当 E 点经过边界 MN 时, 线框中感应电流最大
- B. 当 P 点经过边界 MN 时, 线框中感应电流最大
- C. 当 F 点经过边界 MN 时, 线框中感应电流最大
- D. 当 Q 点经过边界 MN 时, 线框中感应电流最大



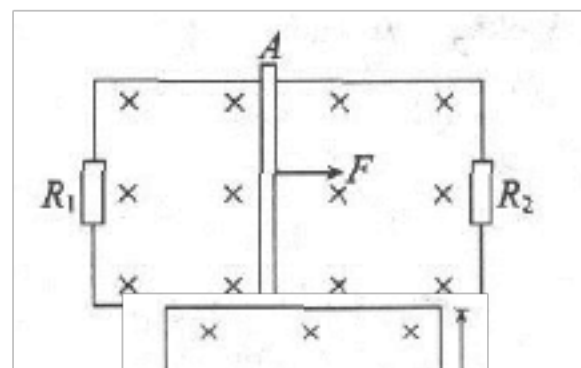
10. 如下列图, 边长为 0.5m 和 0.4m 的矩形线圈在上 $B=0.1\text{T}$ 的匀强磁场中从水平方向转到竖直方向, 假设 B 与水平方向间的夹角为 30° , 线圈电阻为 0.01Ω 那么此过程中通过线圈的电荷量为 ()

- A. 1C
- B. 2C
- C. $(\sqrt{3}-1)\text{C}$
- D. $(\sqrt{3}+1)\text{C}$

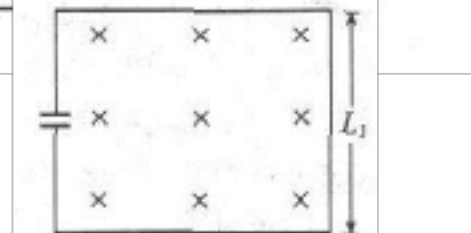


11. 一个 200 匝、面积 20cm^2 的线圈, 磁感应强度从 0.1T 增加到 0.5T . 在此过程中, 穿过线圈的磁通量变化量是 _____, 磁通量的平均变化率是 _____, 线圈中感应电动势的大小为 _____。

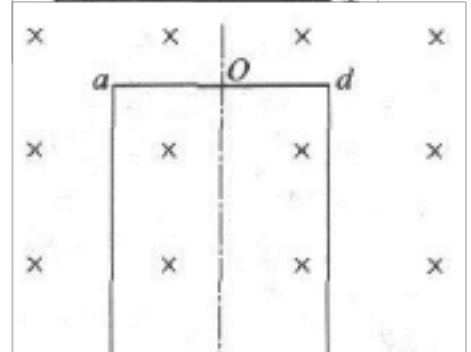
12. 如下列图, 在磁感应强度为 0.2T 的匀强磁场中, 有一长为 0.5m 的导体 AB 在金属框架上以 10m/s 的速度向右滑动, $R_1=R_2=20\Omega$, 其他电阻不计, 那么流过 AB 的电流是 _____。



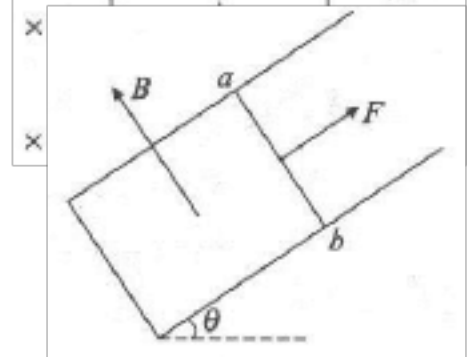
13. 如下列图, 在匀强磁场中, 有一接有电容器的导线回路, $C=30\mu\text{F}$, $L_1=5\text{cm}$, $L_2=8\text{cm}$, 磁场以 $5\times 10^{-2}\text{T/s}$ 的速率均匀增强, 那么电容器 C 所带的电荷量为 _____ C。



14. 如下列图, 矩形线圈的匝数 $n=100$ 匝, ab 边的边长 L_1 , bc 边的边长 L_2 , 在磁感应强度 B_0 以角速度 $\omega=100\pi\text{rad/s}$ 匀速转动, 从图示位置开始, 转过 180° 的过程中, 线圈中的平均电动势多大? 假设线圈闭合, 回路的总电阻 $R=40\Omega$, 那么此过程中通过线圈导线某一截面的电荷量有多少?



15. 如下列图, 倾角 $\theta=30^\circ$, 宽度 $L=1\text{m}$ 的足够长的 U 形平行光滑金属导轨, 固定在磁感应强度 $B=1\text{T}$, 范围充分大的匀强磁场中, 磁场方向与导轨平面垂直. 用平行于导轨、功率恒为 6W 的牵引力 F 牵引一根质量 $m=0.2\text{kg}$ 电阻 $R=1\Omega$ 放在导轨上的金属棒 ab, 由静止开始沿导轨向上移动 (ab 始终与导轨接触良好且垂直), 当 ab 棒移动时获得稳定 (不计导轨电阻及一切摩擦, g 取 10m/s^2), 求:



- (1) ab 棒的稳定速度;
- (2) ab 棒从静止开始到达稳定速度所需时间。

第 4 节 楞次定律

【学习目标】

1. 通过观察和探究, 总结出判断感应电流方向的一般规律, 并分析推理, 总结出楞次定律. 体会归纳法是一种科学探究的重要方法. 理解楞次定律的实质, 会应用右手定则和楞次定律, 判断感应电流方向。

2. 通过实验探究, 提高观察现象、发现和分析问题的能力, 养成实事求是、尊重科学的态度。

【阅读指导】

1. 当闭合电路的一局部导体做切割磁感线的运动时，导体中产生感应电流的方向可用来判断，即伸开右手让拇指跟其余四指垂直，并且处都跟手掌在一个平面内，让磁感线垂直手心进入，拇指指向导体的方向，其余四指指的就是的方向。

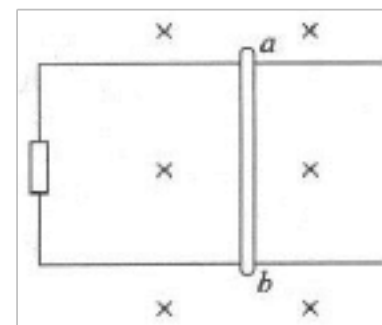
2. 当闭合电路的磁通量发生变化时，闭合电路中会产生感应电流，产生感应电流的方向可用来判断，判断可归纳为 4 个步骤，①引起电磁感应的方向；②如何变化；③的方向（假设磁通量增加，那么感应电流磁场的方向与原磁场的方向相反；假设磁通量减小，那么感应电流磁场的方向与原磁场的方向相同）；④的方向（用右手螺旋定那么判断感应电流的方向，即大拇指指向磁感线的方向，弯曲的四指指向感应电流的方向）

3. 你怎么理解楞次定律中的“阻碍”二字。

【课堂练习】

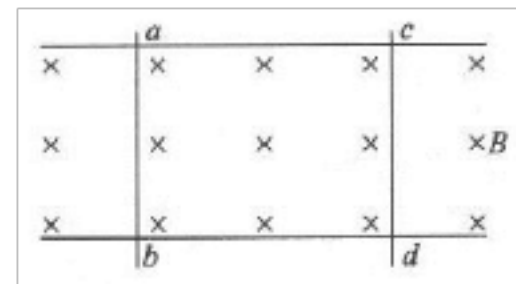
★夯实根底

1. 如下列图，在匀强磁场中，导体 ab 与光滑导轨紧密接触，ab 在向右的拉力 F 作用下以速度 v 做匀速直线运动，当电阻 R 的阻值增大时，假设速度 v 不变，那么（ ）



- A. F 的功率减小
- B. F 的功率增大
- C. F 的功率不变
- D. F 的大小不变

2. 如下列图，在匀强磁场中，两根平行的金属导轨上放置两条平行的金属棒 ab 和 cd，假定它们沿导轨运动的速率分别为 v_1 和 v_2 ，且 $v_1 < v_2$ ，现在要使回路中产生的感应电流最大，那么棒 ab、cd 的运动情况应该为（ ）

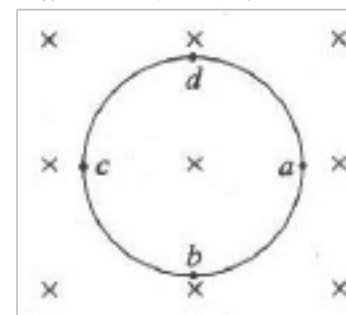


- A. ab 和 cd 都向右运动
- B. ab 和 cd 都向左运动
- C. ab 向右、cd 向左做相向运动
- D. ab 向左、cd 向右做背向运动

3. 关于楞次定律的说法，下述正确的选项是（ ）

- A. 感应电流的磁场方向总是与外磁场的方向相反
- B. 感应电流的磁场方向总是与外磁场的方向相同
- C. 感应电流的磁场方向取决于磁通量是增大还是减小
- D. 感应电流的磁场总是阻碍原来磁场的变化

4. 如下列图，匀强磁场垂直圆形线圈指向纸内，a、b、c、d 为圆形线圈上等距离的四点，现用外力在上述四点将线圈拉成正方形，且线圈仍处在原先所在平面内，那么在线圈发生形变的过程中（ ）

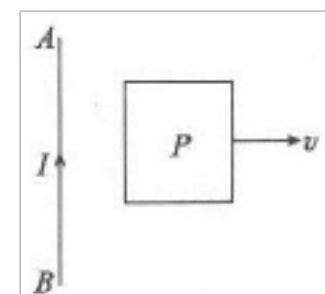


- A. 线圈中将产生 a→b→c→d→a 方向的感应电流
- B. 线圈中将产生 a→d→c→b→a 方向的感应电流
- C. 线圈中感应电流方向无法判断
- D. 线圈中无感应电流

5. 两个金属圆环同心放置，当小圆环中通以逆时针方向的电流，且电流不断增大时，大环将（ ）

- A. 有向外扩张的趋势
- B. 有向内收缩的趋势
- C. 产生顺时针方向感应电流
- D. 产生逆时针方向感应电流

6. 如下列图，AB 为固定的通电直导线，闭合导线框 P 与 AB 在同一平面内，当 P 远离 AB 运动时，它受到 AB 的作用力是（ ）

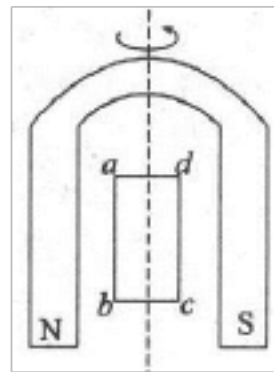


- A. 零

- B. 引力，且逐渐减小
- C. 引力，且大小不变
- D. 斥力，且逐渐变小

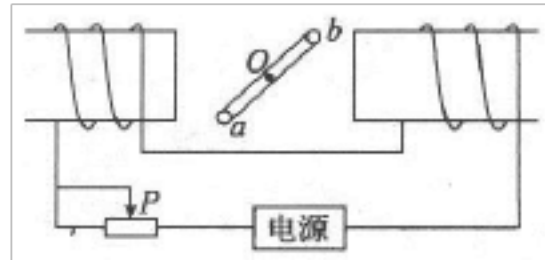
7. (从上往下看), 那么磁铁的运动情况是 ()

- A. 磁铁沿逆时针方向 (从上往下看) 转动
- B. 磁铁沿顺时针方向 (从上往下看) 转动
- C. 磁铁由静止开始一直加速转动
- D. 磁铁先由静止开始加速转动, 后匀速转动



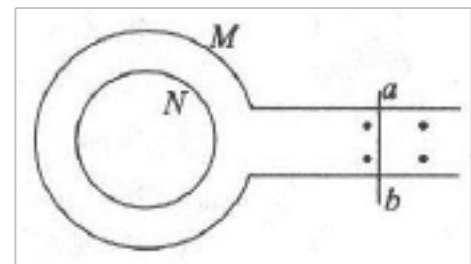
8. 如下列图, ab 是一个可以绕垂直于纸面的轴 O 转动的闭合矩形导体线圈, 当变阻器 R 的滑动片 P 自左向右滑动的过程中, 线圈 ab 将 ()

- A. 静止不动
- B. 顺时针转动
- C. 逆时针转动
- D. 发生转动, 但因电源的极性不明, 无法确定转动方向



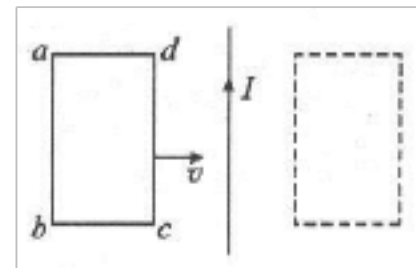
9. 如下列图, 在匀强磁场中放一电阻不计的平行金属导轨, 导轨跟大线圈 M 相连, 导轨上放一导线 ab, 磁感线垂直导轨所在平面, 欲使 M 所包围的小闭合线圈 N 产生顺时针方向的感应电流, 那么导线 ab 的运动情况可能是 ()

- A. 匀速向右运动 B. 加速向右运动
- C. 减速向右运动 D. 匀速向左运动
- E. 加速向左运动 F. 减速向左运动



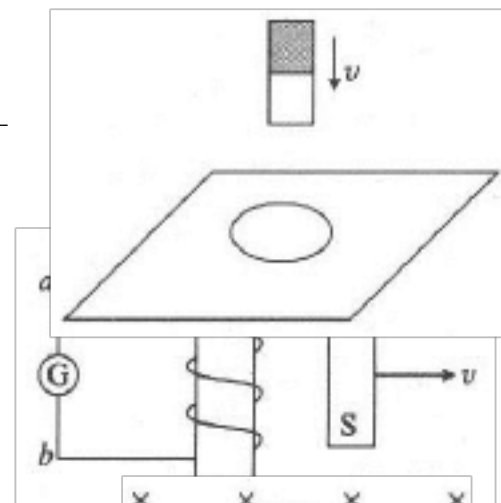
10. 如下列图, 导线框 abcd 与导线在同一平面内, 直导线通有恒定电流 I, 当线圈由左向右匀速通过直导线时, 线圈中感应电流的方向是 ()

- A. 先 abcd 后 dcba, 再 abcd
- B. 先 abcd, 后 dcba
- C. 始终 dcba
- D. 先 dcba, 后 abcd, 再 dcba

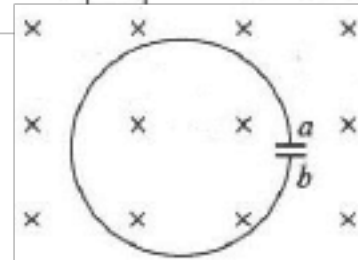


11. 如下列图, 当条形磁铁向右平移远离螺线管时, 通过电流表 G 的电流方向为_____, 螺线管受到磁铁给它向_____的作用力。

12. 水平桌面上放一闭合铝环, 在铝环轴线上有一条形磁铁, 如下列图, 当条形磁铁沿轴线竖直向下迅速运动时, 铝环有_____ (填“收缩”或“扩张”) 的趋势, 铝环对桌面的压力_____ (填“增大”或“减小”)。



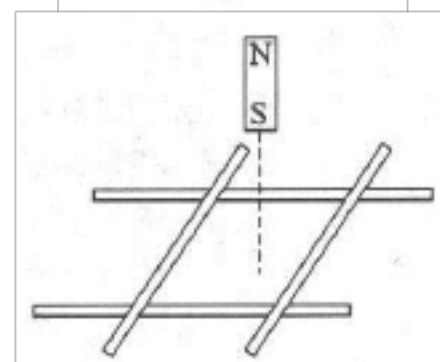
13. 如下列图, 导线环面积为 10cm^2 , 环中接入一个电容器, $C=10\mu\text{F}$ 线圈放在均匀变化的磁场中, 磁感线垂直线圈平面, 假设磁感应强度以 0.01T/s 的速度均匀减小, 那么电容器极板所带电荷



量为_____, 其中带正电荷的是_____板。

14. 如下列图, 四根光滑的金属铝杆叠放在绝缘水平面上, 组成一个闭合回路, 一条形磁铁的 S 极正对着回路靠近, 试分析:

(1) 导体杆对水平面的压力怎样变化?



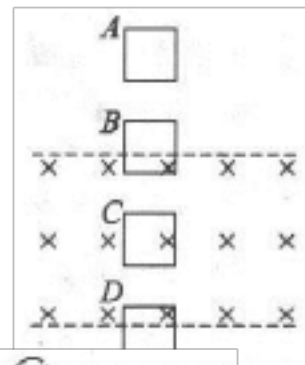
(2) 导体杆将怎样运动?

15. B_1 均匀变化, 线框中的磁场是磁感应强度 $B_2=0.2\text{T}$ 的恒定匀强磁场, 导线框是裸导线, 导体 ab 在导线框上可无摩擦地滑动, 如下列图, ab 长度为, 质量为 4g , Ω , 回路的其余局部电阻均不计, 试求出 ab 恰保持静止状态时, 穿过圆线圈的磁通量的变化率, 并确定 B_1 是增强还是减弱? (g 取 10m/s^2)

★提升能力 (1)

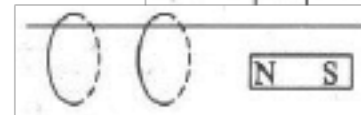
1. 如下列图, 线圈由 A 位置开始下落, 在磁场中受到的磁场力如果总小于重力, 那么它在 A、B、C、D 四个位置时, 加速度关系为 ()

- A. $a_A > a_B > a_C > a_D$ B. $a_A = a_C > a_B > a_D$
C. $a_A = a_C > a_D > a_B$ D. $a_A > a_C > a_B = a_D$



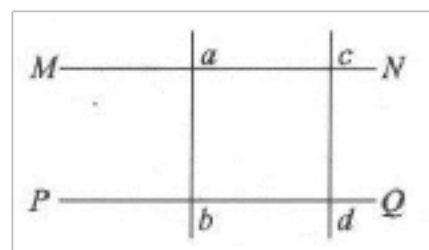
2. 两个闭合铝环, 挂在一根水平光滑的绝缘杆上, 当条形磁铁 N 极向左插向圆环时 (如图), 两圆环的运动是 ()

- A. 边向左移边分开 B. 边向左移边靠拢
C. 边向右移边分开 D. 边向右移边靠拢



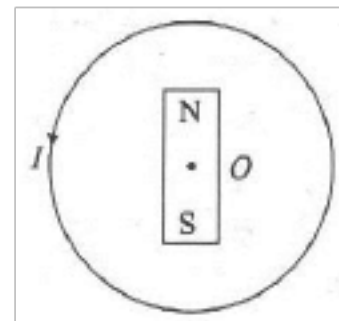
3. 如下列图, MN、PQ 为同一水平面的两平行导轨, 导轨间有垂直于导轨平面的磁场, 导体 ab 、 cd 与导轨有良好的接触并能滑动, 当 ab 沿轨道向右滑动时, cd 将 ()

- A. 右滑 B. 不动
C. 左滑 D. 无法确定



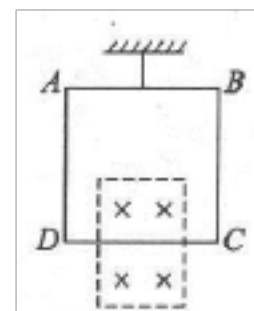
4. 如下列图, 一条形磁铁与一圆形线圈在同一平面内, 磁铁中心与圆心 O 重合, 为了在磁铁开始运动时, 在线圈中得到如下列图的电流 I, 磁铁的运动方向应为 ()

- A. N 极向纸内, S 极向纸外, 使磁铁绕 O 点转动
B. N 极向纸外, S 极向纸内, 使磁铁绕 O 点转动
C. 使磁铁沿垂直于线圈平面的方向向纸外做平动
D. 使磁铁沿垂直于线圈平面的方向向纸内做平动



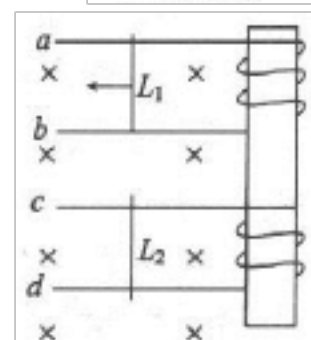
5. 如下列图, 金属线框 ABCD 由细线悬吊在空中, 图中虚线区域内是垂直于线框向里的匀强磁场, 要使悬线的拉力变大, 可采用的方法有 ()

- A. 将磁场向上平动 B. 将磁场均匀增强
C. 将磁场向下平动 D. 将磁场均匀减弱



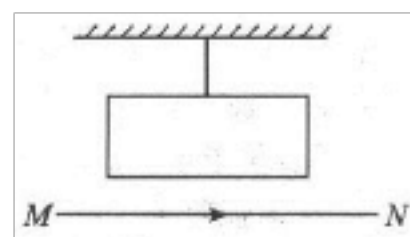
6. 如下列图, 平行导轨 a、b 和 parallel 导轨 c、d 在同一平面内, 两导轨分别和两线圈相连接, 匀强磁场的方向垂直两导轨所在的平面. 金属棒 L_1 和 L_2 可在两导轨上沿导轨自由滑动, 棒 L_2 原来静止, 用外力使 L_1 向左运动, 以下说法中正确的选项是 ()

- A. 当 L_1 向左匀速运动时, L_2 将向左运动
B. 当 L_1 向左匀速运动时, L_2 将向右运动
C. 当 L_1 向左加速运动时, L_2 将向左运动
D. 当 L_1 向左加速运动时, L_2 将向右运动



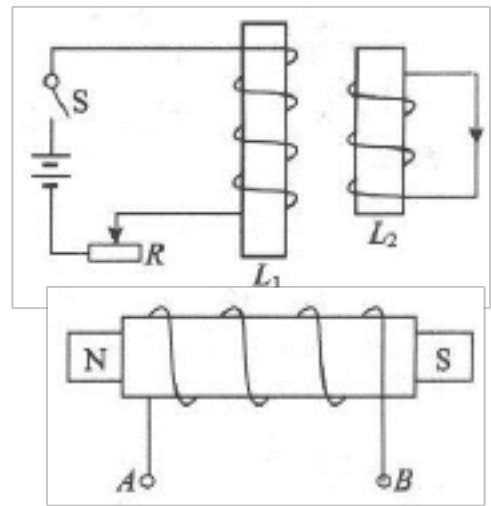
7. 如下列图, 用细线吊着一个矩形闭合金属线框, 它的正下方有一水平通电直导线 MN, 现在使导线 M 端向纸外、N 端向纸内在水平面内转动, 那么金属框 ()

- A. 有顺时针方向感应电流, 与导线同向转动
B. 有顺时针方向感应电流, 与导线反向转动
C. 有逆时针方向感应电流, 与导线同向转动
D. 有逆时针方向感应电流, 与导线反向转动



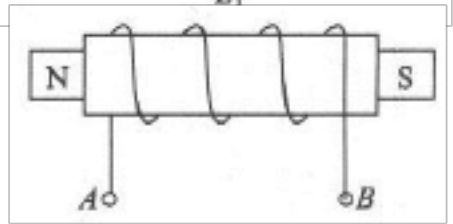
8. 线圈 L_2 在 L_1 附近, 为使 L_2 中有如下列图箭头所指方向的感应电流, 可以使 ()

- A. 变阻器滑片向左移
- B. 变阻器滑片向右移
- C. L_2 远离 L_1 运动
- D. 断开开关 S 的瞬间



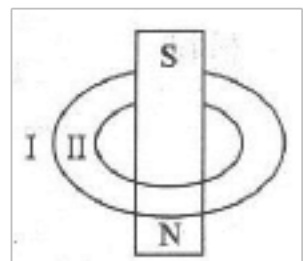
9. 如下列图, 螺线管中放有一根条形磁铁, 那么 ()

- A. 当磁铁突然向右抽出时, A 点电势比 B 点高
- B. 当磁铁突然向右抽出时, B 点电势比 A 点高
- C. 当磁铁突然向左抽出时, A 点电势比 B 点高
- D. 当磁铁突然向左抽出时, B 点电势比 A 点高

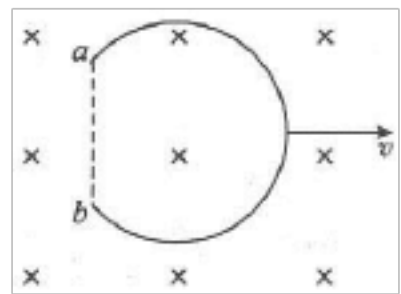


10. 如下列图, 假设套在条形磁铁上的弹性金属闭合圆线圈由 I 状态突然缩小到 II 状态, 那么关于该线圈中的感应电流及方向 (从上往下看) 应是 ()

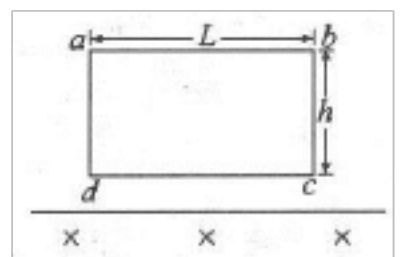
- A. 有顺时针方向的感应电流
- B. 有逆时针方向的感应电流
- C. 先有逆时针方向、后变为顺时针方向的感应电流
- D. 没有感应电流



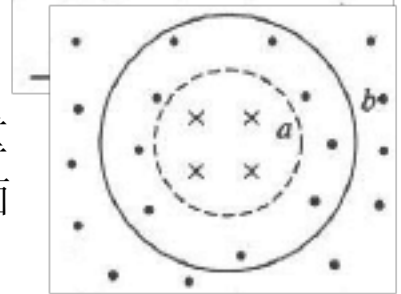
11. 在磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 有一半半径为 R 的圆弧金属丝 ab , ab 的长度为周长的 $\frac{2}{3}$, 弧平面与磁场垂直, 假设其以速度 v 向右运动, 如下列图, 那么 ab 两点间感应电动势的大小为 _____, a 点电势比 b 点 _____.



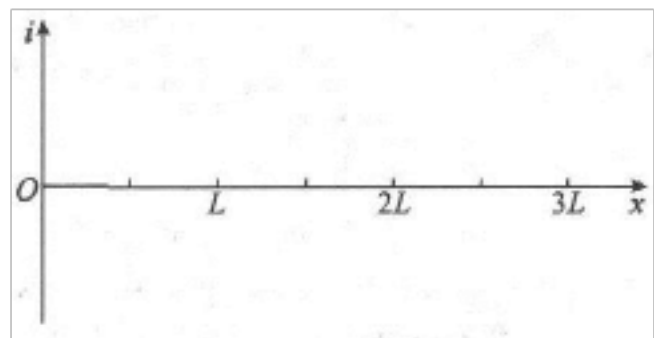
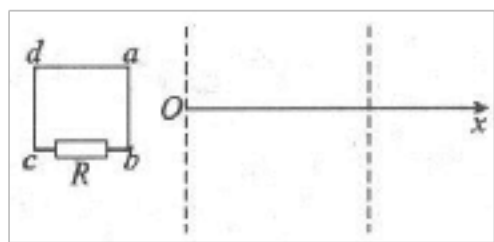
12. 如下列图, 电阻为 R 的矩形导线框 $abcd$, 边长 $ab=L$, $ad=h$, 质量为 m , 自某一高度自由落下, 通过一匀强磁场, 磁场方向垂直纸面向里, 磁场区域的宽度为 h , 假设线框恰好以恒定的速度通过磁场, 线框中产生的焦耳热是 _____ (不考虑空气阻力).



13. 如下列图, 空间存在垂直纸面的匀强磁场, 在半径为 a 的圆形区域内, 磁场方向相反、磁感应强度大小均为 B , 一半径为 b 的圆形导线环, 电阻为 R , 放置在纸面内, 其圆心与圆形区域的中心重合, 在内外磁场同时由 B 均匀地减小到零的过程中, 通过导线横截面的电荷量 q 为 _____.

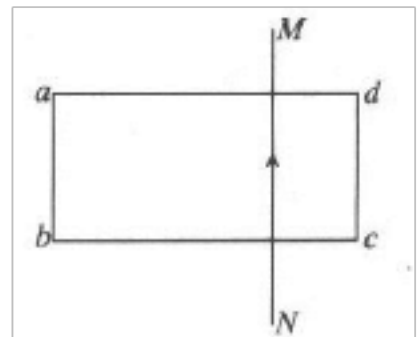


14. 如下列图, $abcd$ 为一边长为 L 、具有质量的刚性导线框, 位于水平面内, bc 边中接有电阻 R , 导线的电阻不计. 虚线表示一匀强磁场区域的边界, 它与线框的 ab 边平行, 磁场区域宽度为 $2L$, 磁感应强度为 B , 方向竖直向下, 线框在一垂直于 ab 边的水平恒力作用下, 沿光滑水平面运动, 直到通过磁场区域. ab 边刚进入磁场时, 线框便变为匀速运动, 此时通过电阻 R 的电流的大小为 i . 假设取逆时针方向的电流为正, 试在图所示的 $i-x$ 坐标上定性画出: 从导线框刚进入磁场到完全离开磁场的过程中, 流过电阻 R 的电流 i 随 ab 边的位置坐标 x 变化的曲线.



★能力提升 (2)

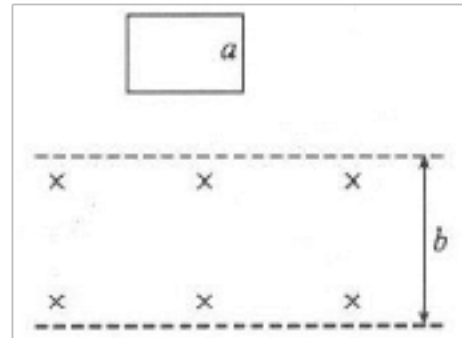
1. 如下列图, MN 是一根固定的通电长直导线, 电流方向向上, 今将一金属线框 $abcd$ 放在导线上, 让线框的位置偏向导线左边, 两者彼此绝缘, 当导线中的电流突然增大时, 线框整体的受



力情况为 ()

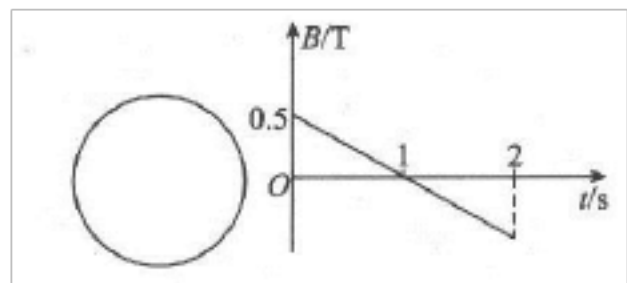
- A. 受力向左 B. 受力向右
C. 受力向上 D. 受力为零

2. 如下列图, 水平方向的匀强磁场宽为 b , 矩形线框宽度为 a , 当这一闭合的导体框从磁场上方由静止开始下落, 进入磁场时刚好做匀速运动, 如果 $b > a$, 那么当线框的下边离开磁场时, 线框的运动情况是 ()



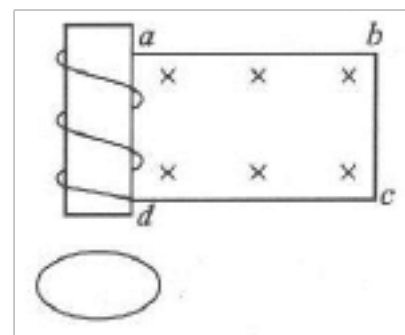
- A. 匀速直线运动
B. 加速直线运动
C. 减速直线运动
D. 匀变速运动

3. 如下列图, 闭合的圆线圈放在匀强磁场中, $t=0$ 时磁感线垂直线圈平面向里穿过线圈, 磁感应强度随时间变化的关系图线如图中所示, 那么在 $0 \sim 2s$ 内线圈中感应电流的大小和方向为 ()

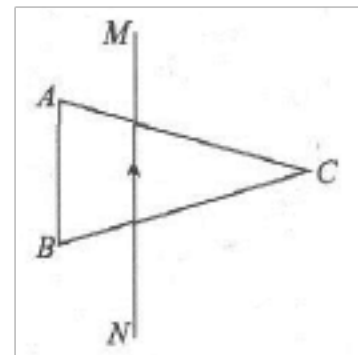


- A. 逐渐增大, 逆时针
B. 逐渐减小, 顺时针
C. 大小不变, 顺时针
D. 大小不变, 先顺时针后逆时针

4. 如下列图, 竖直放置的螺线管与导线 $abcd$ 构成回路, 导线所围区域内有一垂直纸面向里的变化的匀强磁场, 螺线管下方水平桌面上有一导体圆环. 导体 $abcd$ 所围区域内磁场的磁感应强度按以下列图中哪一图变化时, 导体圆环将受到向上的磁场力作用 ()

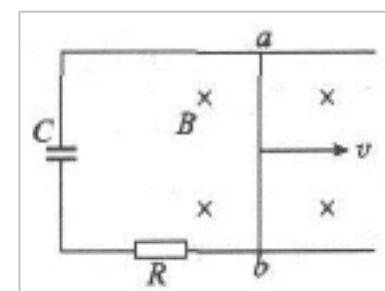


5. 如下列图, 三角形线框与长直导线彼此绝缘, 线框被导线分成面积相等的两局部, 在 M 接通图示方向电流的瞬间, 线框中感应电流的方向是 ()



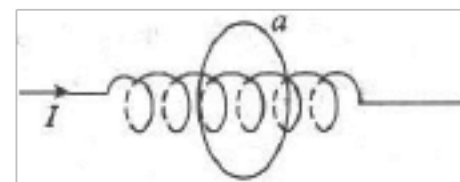
- A. 无感应电流
B. $A \rightarrow B \rightarrow C$
C. $C \rightarrow B \rightarrow A$
D. 条件缺乏, 无法判断

6. 如下列图, 导体棒 ab 在金属导轨上做匀加速运动, 在此过程中 ()



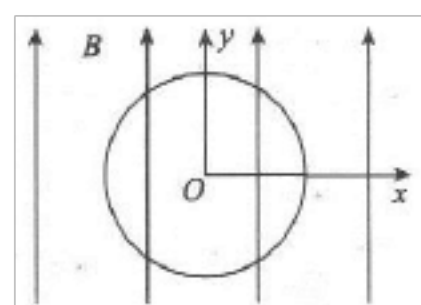
- A. 电容器上电荷量越来越多
B. 电容器上电荷量保持不变
C. 电阻 R 上无电流
D. 电阻 R 上有电流通过

7. 如下列图, 通电螺线管置于闭合金属环 a 的轴线上, 那么当螺线管的电流 I 减小时 (a 环在螺线管中部) ()



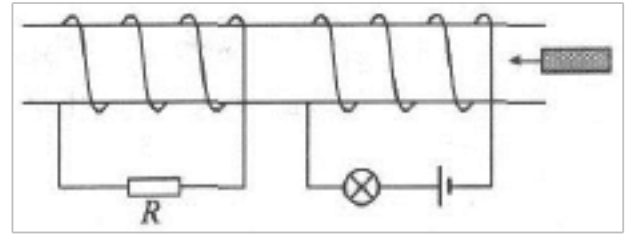
- A. a 环有缩小趋势 B. a 环有扩大趋势
C. 螺线管有缩短趋势 D. 螺线管有伸长趋势

8. 如下列图, 范围很大的匀强磁场平行于 xOy 平面, 导线圆线框处在 xOy 平面中, 圆心与坐标原点重合. 要使框中产生感应电流, 其运动方式应该是 ()



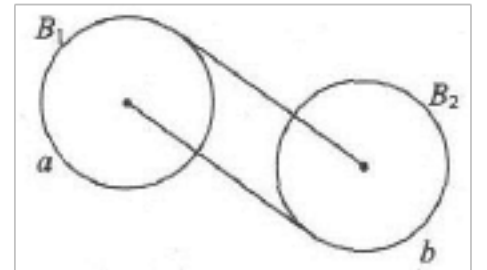
- A. 沿 x 轴匀速平动 B. 沿 y 轴平动
C. 绕 x 轴匀速转动 D. 绕 y 轴匀速转动

9. 如下列图，当软铁棒沿螺线管轴线迅速插入螺线管时，以下说法正确的选项是 ()



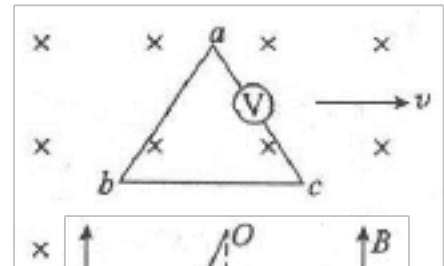
- A. 灯变亮，R 上电流向右
- B. 灯变暗，R 上电流向右
- C. 灯亮度不变，R 中无电流
- D. 灯亮度不变，R 上电流向右

10. 如下列图，在两个沿竖直方向的匀强磁场区域中，分别放入两个大小、质量完全相同的导体圆盘。它们彼此用导线把中心轴与边缘的电刷相连，当圆盘 a 在外力作用下转动时，圆 b 将(摩擦不计) ()

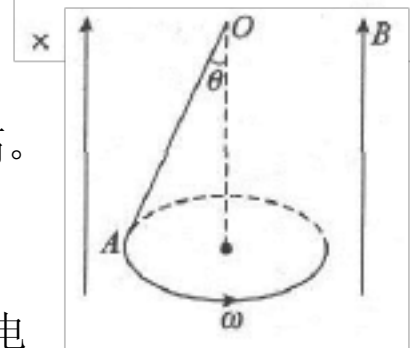


- A. 与 a 同向转动
- B. 与 a 逆向转动
- C. 无磁通量变化，故不转动
- D. 两盘所在区域的磁场同向时，b 与 a 转向相反；两盘所在区域的磁场反向时，b 与 a 转向相同

11. 如下列图，正三角形导线框 abc 的边长为 L，在磁感应强度为 B 的匀强磁场中，以平行于 bc 边的速度向右匀速运动，那么电压表示数为_____，a、b 两点间的电势差为_____。



12. 如下列图，导线 OA 的长度为 L，在匀强磁场 B 中以角速度 ω 沿图中所示的方向绕通过悬点 O 的竖直轴旋转，那么 OA 上产生的感应电动势的大小为_____，而且 A 点与 O 点中_____点电势高。



第 5 节 反电动势与能量守恒

【学习目标】

1. 了解和探索反电动势的产生，分析电磁感应现象中机械能与电能的转化，理解电磁感应中的能量转化与守恒。

2. 通过探究和分析电磁感应现象中的反电动势，探索其中的物理规律，认识物理变化的因果关系和制约关系。

【阅读指导】

1. 教材 P19 图 1-5-1 所示，当闭合开关 S 后，电流从到流过导体，由可以判断，杆 ab 受到的安培力，在此力的作用下 ab 做加速运动。由于 ab 切割磁感线运动，因而产生感应电动势 E' ，根据右手定那么，在 ab 杆上感应电动势的方向是从 b 到 a，同电路中的电流方向相反。在电路中与电流方向相反的电动势叫反电动势，ab 杆中的电动势 E' 是反电动势。这时电路里的总电动势等于电池电动势和反电动势之差。

2. 教材 P19 图 1-5-1 所示，设 ab 长为 L，电路总电阻为 R，电池电动势为 E，磁感应强度为 B，ab 杆运动速度为 v，反电动势，电路中电流，可见反电动势的出现要抵消电源电动势的一局部作用，使电路中的电流减小了。它阻碍了 ab 杆的运动。

3. 电动机接入电路时，电动机线圈由于受到安培力的作用会转动起来，此时线圈要切割磁感线而产生，由楞次定律可知，感应电动势的方向与令电动机线圈转动的电流方向，因此它是电动机转动时的，它的作用也是线圈的转动。如果要使线圈维持一定的转速，就要向电动机提供一定的，这正是转化为其它能量的过程。

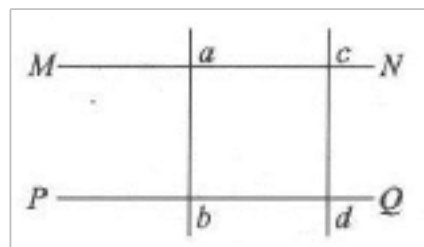
4. 教材 P20 图 1-5-2 所示，当导线向右运动时，根据可确定，在 ab 内将产生由 a 到 b 的感应电流，根据可知，磁场对感应电流的安培力是的，它将阻碍导线的运动。为了维持导线的匀速运动，必须有克服安培力做功，提供维持感应电流所需的能量。如果没有外力使导线保持一定的运动速度，那么在安培力作用下导线的运动速度会减小，动能将减小，由此可见，在导线切割磁感线运动而产生感受应电流时，电路中消耗的电来源于。是机械能借助

于磁场实现了向电能的转化。在电磁感应现象中产生的电能通过转化而来，外力做了多少功，就有多少产生，而这些电能以通过，转化为其它形式的能量。

【课堂练习】

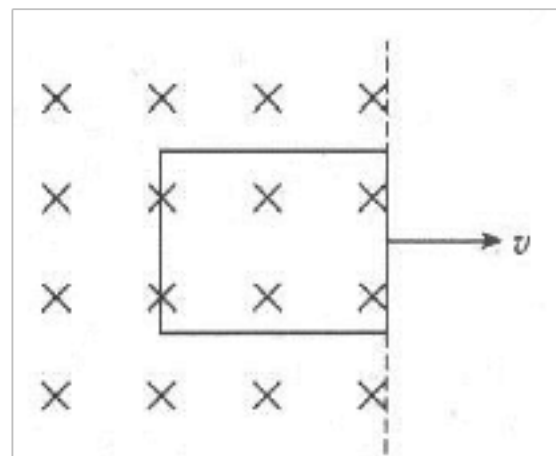
★夯实根底

1. 如下列图，MN、PQ 为同一水平面的两平行导轨，导轨间有垂直于导轨平面的磁场，导体 ab、cd 与导轨有良好的接触并能滑动，当 ab 沿轨道向右滑动时，cd 将 ()



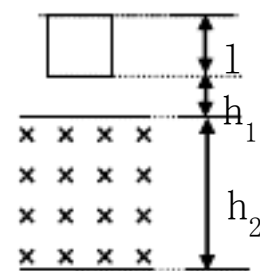
- A. 向右滑 B. 不动
- C. 向左滑 D. 无法确定

2. 如下列图，先后以速度 v_1 和 v_2 匀速把一矩形线圈拉出有界的匀强磁场区域， $v_2=2v_1$ ，在先后两种情况下 ()

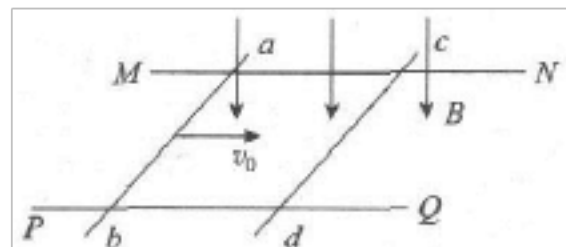


- A. 线圈中的感应电流之比 $I_1: I_2=2: 1$
- B. 作用在线圈上的外力大小之比 $F_1: F_2=1: 2$
- C. 线圈中产生的焦耳热之比 $Q_1: Q_2=1: 4$
- D. 通过线圈某截面的电荷量之比 $q_1: q_2=1: 2$

3. 空间有一个水平向里的有边界的匀强磁场，如下列图，一个刚性正方形线圈，质量为 m ，边长为 l ，从磁场上方距磁场上边界 h_1 处自由落下 (线圈总是沿竖直面运动)。假设线圈刚好匀速穿过磁场区域，那么有界磁场的宽度 $h_2=$ _____；线圈穿过磁场过程中产生的内能为_____。



4. 如图中，PQ 和 MN 是平行的水平光滑金属导轨，电阻不计。ab 和 cd 是两根质量均为 m 的导体棒，垂直放在导轨上，导体棒上有一定电阻，整个装置处于竖直向下的匀强磁场中。原来两导体棒都静止，当 ab 棒受到瞬时冲击作用而向右以 v_0 运动后 (两棒没有相碰)，那么 ()



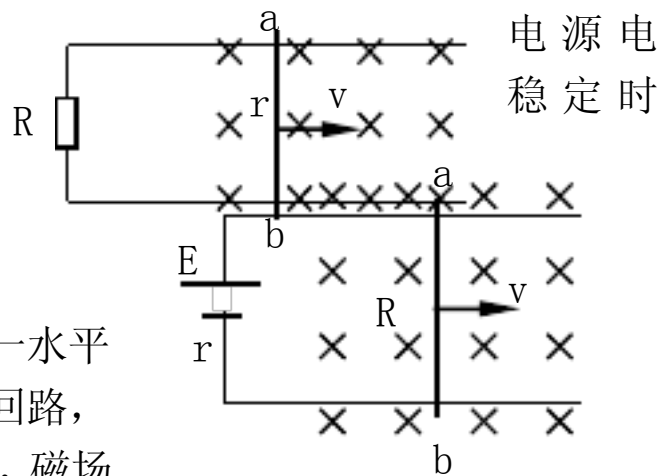
- A. cd棒先向右做加速运动，后减速运动
- B. cd向右做匀加速运动
- C. ab、cd 两棒最终以 $\frac{v_0}{2}$ 向右做匀速运动

D. 从开始到两棒匀速运动为止，在两棒电阻上消耗的电能为 $\frac{1}{4}mv_0^2$

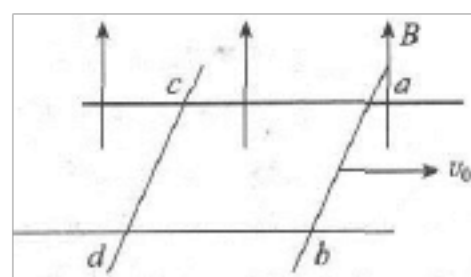
★提升能力

1. 如下列图，导线 ab 长为 L ，电阻为 r ，速度为 v ，匀强磁场的磁感应强度为 B ，导线 ab 在外力作用下向右匀速运动，求(1)回路中的电流？(2)导线 ab 所受的安培力？(3)保持 ab 匀速运动的外力大小？(4)外力做功的功率？

2. 如下列图为水平放置的轨道，轨道间距离为 L ，电动势 E ，内阻为 r ，导体 ab 的电阻为 R ，质量为 m ，ab 棒以 v 的速度匀速向右运动，匀强磁场的磁感应强度为 B ，求(1)回路中的电流？(2)ab 与轨道的动摩擦因数 μ ？



3. 如下列图，两根足够长的固定平行金属导轨位于同一水平面，两导轨间距为 L ，导轨上横放着导体棒 ab 和 cd 形成回路，ab 和 cd 质量均为 m ，电阻均为 R (其余电阻及摩擦均不计)，磁场



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/187136111064010001>