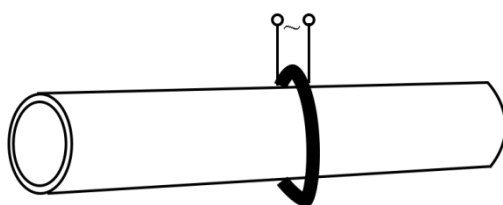


专题 12 电磁感应

1. (2020·新课标II卷) 管道高频焊机可以对由钢板卷成的圆管的接缝实施焊接。焊机的原理如图所示，圆管通过一个接有高频交流电源的线圈，线圈所产生的交变磁场使圆管中产生交变电流，电流产生的热量使接缝处的材料熔化将其焊接。焊接过程中所利用的电磁学规律的发现者为

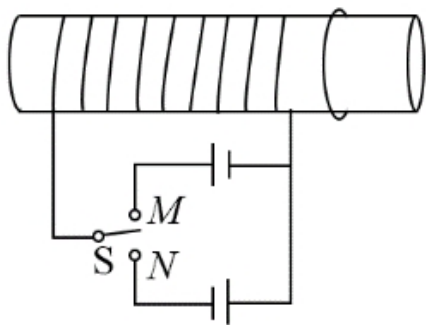


- A. 库仑 B. 霍尔 C. 洛伦兹 D. 法拉第

【答案】D

【解析】由题意可知，圆管为金属导体，导体内部自成闭合回路，且有电阻，当周围的线圈中产生出交变磁场时，就会在导体内部感应出涡电流，电流通过电阻要发热。该过程利用原理的是电磁感应现象，其发现者为法拉第。故选 D。

2. (2020·新课标III卷) 如图，水平放置的圆柱形光滑玻璃棒左边绕有一线圈，右边套有一金属圆环。圆环初始时静止。将图中开关 S 由断开状态拨至连接状态，电路接通的瞬间，可观察到



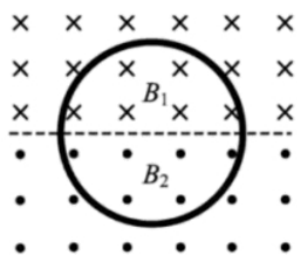
- A. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向左运动

- B. 拨至 M 端或 N 端，圆环都向右运动
- C. 拨至 M 端时圆环向左运动，拨至 N 端时向右运动
- D. 拨至 M 端时圆环向右运动，拨至 N 端时向左运动

【答案】B

【解析】无论开关 S 拨至哪一端，当把电路接通一瞬间，左边线圈中的电流从无到有，电流在线圈轴线上的磁场从无到有，从而引起穿过圆环的磁通量突然增大，根据楞次定律（增反减同），右边圆环中产生了与左边线圈中方向相反的电流，异向电流相互排斥，故选 B。

3. （2020·江苏卷）如图所示，两匀强磁场的磁感应强度 B_1 和 B_2 大小相等、方向相反。金属圆环的直径与两磁场的边界重合。下列变化会在环中产生顺时针方向感应电流的是（ ）



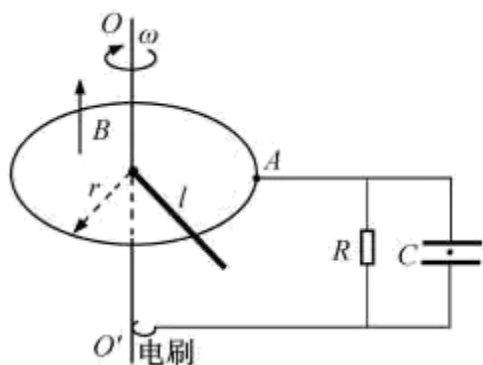
- A. 同时增大 B_1 减小 B_2
- B. 同时减小 B_1 增大 B_2
- C. 同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2
- D. 同时以相同的变化率减小 B_1 和 B_2

【答案】B

【解析】AB. 产生顺时针方向的感应电流则感应磁场的方向垂直纸面向里。由楞次定律可知，圆环中的净磁通量变化为向里磁通量减少或者向外的磁通量增多，A 错误，B 正确。

CD. 同时以相同的变化率增大 B_1 和 B_2 , 或同时以相同的变化率较小 B_1 和 B_2 , 两个磁场的磁通量总保持大小相同, 所以总磁通量为 0, 不会产生感应电流, CD 错误。故选 B。

4. (2020·浙江选考 7 月) 如图所示, 固定在水平面上的半径为 r 的金属圆环内存在方向竖直向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。长为 l 的金属棒, 一端与圆环接触良好, 另一端固定在竖直导电转轴 OO' 上, 随轴以角速度 ω 匀速转动。在圆环的 A 点和电刷间接有阻值为 R 的电阻和电容为 C 、板间距为 d 的平行板电容器, 有一带电微粒在电容器极板间处于静止状态。已知重力加速度为 g , 不计其它电阻和摩擦, 下列说法正确的是 ()



- A. 棒产生的电动势为 $\frac{1}{2}Bl^2\omega$
- B. 微粒的电荷量与质量之比为 $\frac{2gd}{Br^2\omega}$
- C. 电阻消耗的电功率为 $\frac{\pi B^2 r^4 \omega}{2R}$
- D. 电容器所带的电荷量为 $CBr^2\omega$

【答案】B

【解析】A. 如图所示, 金属棒绕 OO' 轴切割磁感线转动, 棒产生的电动势

$$E = Br \cdot \frac{\omega r}{2} = \frac{1}{2} Br^2 \omega$$

A 错误；

B. 电容器两极板间电压等于电源电动势 E ，带电微粒在两极板间处于静止状态，则

$$q \frac{E}{d} = mg$$

即

$$\frac{q}{m} = \frac{dg}{E} = \frac{dg}{\frac{1}{2}Br^2\omega} = \frac{2dg}{Br^2\omega}$$

B 正确；

C. 电阻消耗的功率

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 r^4 \omega^2}{4R}$$

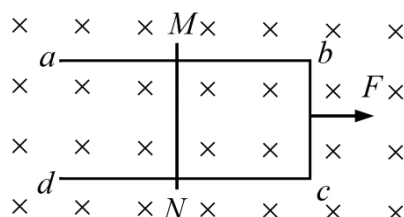
C 错误；

D. 电容器所带的电荷量

$$Q = CE = \frac{CB r^2 \omega}{2}$$

D 错误。故选 B。

5. （2020·新课标II卷）如图，U 形光滑金属框 $abcd$ 置于水平绝缘平台上， ab 和 dc 边平行，和 bc 边垂直。 ab 、 dc 足够长，整个金属框电阻可忽略。一根具有一定电阻的导体棒 MN 置于金属框上，用水平恒力 F 向右拉动金属框，运动过程中，装置始终处于竖直向下的匀强磁场中， MN 与金属框保持良好接触，且与 bc 边保持平行。经过一段时间后



- A. 金属框的速度大小趋于恒定值
- B. 金属框的加速度大小趋于恒定值
- C. 导体棒所受安培力的大小趋于恒定值
- D. 导体棒到金属框 bc 边的距离趋于恒定值

【答案】BC

【解析】由 bc 边切割磁感线产生电动势，形成电流，使得导体棒 MN 受到向右的安培力，做加速运动， bc 边受到向左的安培力，向右做加速运动。当 MN 运动时，金属框的 bc 边和导体棒 MN 一起切割磁感线，设导体棒 MN 和金属框的速度分别为 v_1 、 v_2 ，则电路中的电动势

$$E = BL(v_2 - v_1)$$

电流中的电流

$$I = \frac{E}{R} = \frac{BL(v_2 - v_1)}{R}$$

金属框和导体棒 MN 受到的安培力

$$F_{\text{安框}} = \frac{B^2 L^2 (v_2 - v_1)}{R}, \text{ 与运动方向相反}$$

$$F_{\text{安}MN} = \frac{B^2 L^2 (v_2 - v_1)}{R}, \text{ 与运动方向相同}$$

设导体棒 MN 和金属框的质量分别为 m_1 、 m_2 ，则对导体棒 MN

$$\frac{B^2 L^2 (v_2 - v_1)}{R} = m_1 a_1$$

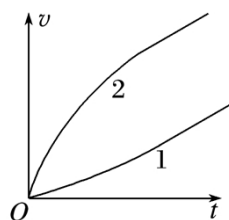
对金属框

$$F - \frac{B^2 L^2 (v_2 - v_1)}{R} = m_2 a_2$$

初始速度均为零，则 a_1 从零开始逐渐增加， a_2 从 $\frac{F}{m_2}$ 开始逐渐减小。当 $a_1 = a_2$ 时，相对速度

$$v_2 - v_1 = \frac{FRm_1}{2B^2L^2(m_1 + m_2)}$$

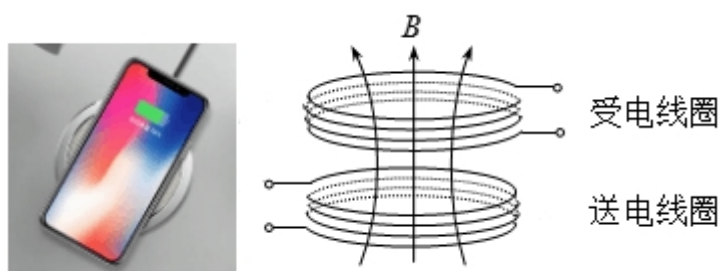
大小恒定。整个运动过程用速度时间图象描述如下。



综上可得，金属框的加速度趋于恒定值，安培力也趋于恒定值，BC 选项正确；

金属框的速度会一直增大，导体棒到金属框 bc 边的距离也会一直增大，AD 选项错误。故选 BC。

6. (2020·天津卷) 手机无线充电是比较新颖的充电方式。如图所示，电磁感应式无线充电的原理与变压器类似，通过分别安装在充电基座和接收能量装置上的线圈，利用产生的磁场传递能量。当充电基座上的送电线圈通入正弦式交变电流后，就会在邻近的受电线圈中感应出电流，最终实现为手机电池充电。在充电过程中



- A. 送电线圈中电流产生的磁场呈周期性变化
- B. 受电线圈中感应电流产生的磁场恒定不变
- C. 送电线圈和受电线圈通过互感现象实现能量传递

D. 手机和基座无需导线连接，这样传递能量没有损失

【答案】AC

【解析】AB. 由于送电线圈输入的是正弦式交变电流，是周期性变化的，因此产生的磁场也是周期性变化的，A 正确，B 错误；

C. 根据变压器原理，原、副线圈是通过互感现象实现能量传递，因此送电线圈和受电线圈也是通过互感现象实现能量传递，C 正确；

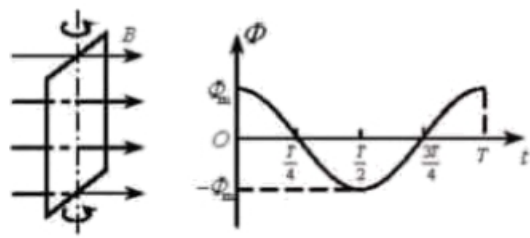
D. 手机与机座无需导线连接就能实现充电，但磁场能有一部分以电磁波辐射的形式损失掉，因此这样传递能量是有能量损失的，D 错误。故选 AC。

十年高考真题分类汇编(2010—2019) 物理

专题 13 电磁感应

选择题：

1.(2019•天津卷•T8)单匝闭合矩形线框电阻为 R ，在匀强磁场中绕与磁感线垂直的轴匀速转动，穿过线框的磁通量 Φ 与时间 t 的关系图像如图所示。下列说法正确的是()



A. $\frac{T}{2}$ 时刻线框平面与中性面垂直

B. 线框的感应电动势有效值为 $\frac{\sqrt{2}\pi\Phi_m}{T}$

C. 线框转一周外力所做的功为 $\frac{2\pi^2\Phi_m^2}{RT}$

D. 从 $t=0$ 到 $t=\frac{T}{4}$ 过程中线框的平均感应电动势为 $\frac{\pi\Phi_m}{T}$

【答案】BC

【解析】

【详解】由图像可知 $\frac{T}{2}$ 时刻线圈的磁通量最大，因此此时线圈处于中性面位置，因此 A 错

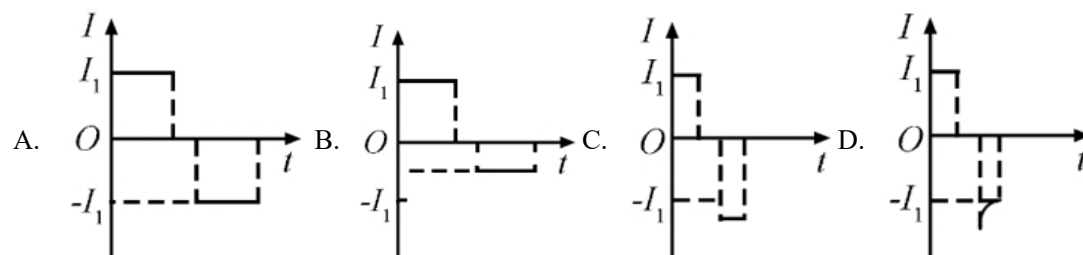
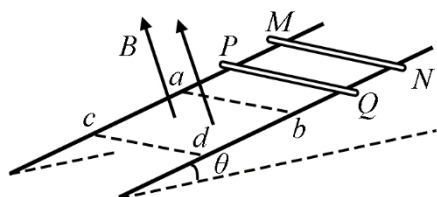
误；由图可知交流电的周期为 T ，则 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，由交流电的电动势的最大值为

$E_m = nbs\omega = \phi_m \frac{2\pi}{T}$ ，则有效值为 $E_{\text{有}} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}\pi\phi_m}{T}$ ，故 B 正确，线圈转一周所做的功

为转动一周的发热量， $W = \frac{E_{\text{有}}^2}{R} T = \frac{2\pi^2\phi_m^2}{RT}$ ，故 C 正确；从 0 时刻到 $\frac{T}{4}$ 时刻的平均感应电

动势为 $E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\phi_m}{\frac{T}{4}} = \frac{4\phi_m}{T}$ ，故 D 错误。

2.(2019•全国 II 卷•T8)如图，两条光滑平行金属导轨固定，所在平面与水平面夹角为 θ ，导轨电阻忽略不计。虚线 ab 、 cd 均与导轨垂直，在 ab 与 cd 之间的区域存在垂直于导轨所在平面的匀强磁场。将两根相同的导体棒 PQ 、 MN 先后自导轨上同一位置由静止释放，两者始终与导轨垂直且接触良好。已知 PQ 进入磁场开始计时，到 MN 离开磁场区域为止，流过 PQ 的电流随时间变化的图像可能正确的是



【答案】AD

【解析】

【详解】由于 PQ 进入磁场时加速度为零，

AB.若 PQ 出磁场时 MN 仍然没有进入磁场，则 PQ 出磁场后至 MN 进入磁场的这段时间，由于磁通量 φ 不变，无感应电流。由于 PQ 、 MN 同一位置释放，故 MN 进入磁场时与 PQ 进入磁场时的速度相同，所以电流大小也应该相同，A 正确 B 错误；

CD.若 PQ 出磁场前 MN 已经进入磁场，由于磁通量 φ 不变， PQ 、 MN 均加速运动， PQ 出磁场后， MN 由于加速故电流比 PQ 进入磁场时电流大，故 C 正确 D 错误；

3.(2019•全国III卷•T1)楞次定律是下列哪个定律在电磁感应现象中的具体体现？

A. 电阻定律

B. 库仑定律

C. 欧姆定律

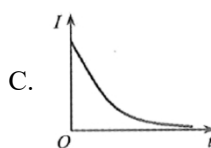
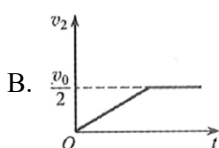
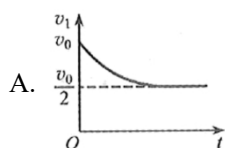
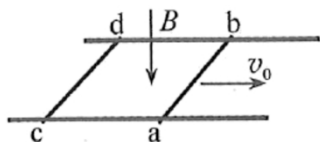
D. 能量守恒定律

【答案】D

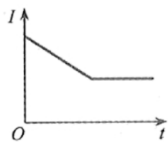
【解析】

楞次定律指感应电流的磁场阻碍引起感应电流的原磁场的磁通量的变化,这种阻碍作用做功将其他形式的能转变为感应电流的电能,所以楞次定律的阻碍过程实质上就是能量转化的过程.

4.(2019•全国III卷•T6)如图，方向竖直向下的匀强磁场中有两根位于同一水平面内的足够长的平行金属导轨，两相同的光滑导体棒 ab 、 cd 静止在导轨上。 $t=0$ 时，棒 ab 以初速度 v_0 向右滑动。运动过程中， ab 、 cd 始终与导轨垂直并接触良好，两者速度分别用 v_1 、 v_2 表示，回路中的电流用 I 表示。下列图像中可能正确的是



D.



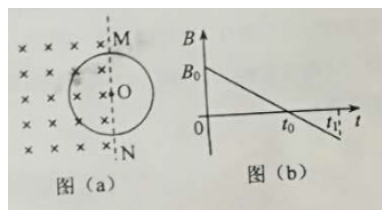
【答案】AC

【解析】

最终两棒共速,故此时电路中电流为 0,即 C 正确,D 错误;

由 C 知, $F_{安}=BIL$,知 $F_{安}$ 不是线性变化,故 v 也不是线性变化,即 A 正确,B 错误.

5.(2019•全国 I 卷•T7)空间存在一方向与直面垂直、大小随时间变化的匀强磁场,其边界如图(a)中虚线 MN 所示,一硬质细导线的电阻率为 ρ 、横截面积为 S ,将该导线做成半径为 r 的圆环固定在纸面内,圆心 O 在 MN 上。 $t=0$ 时磁感应强度的方向如图(a)所示:磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系如图(b)所示,则在 $t=0$ 到 $t=t_1$ 的时间间隔内



A. 圆环所受安培力的方向始终不变

B. 圆环中的感应电流始终沿顺时针方向

C. 圆环中的感应电流大小为 $\frac{B_0 r S}{4 t_0 \rho}$

D. 圆环中的感应电动势大小为 $\frac{B_0 \pi r^2}{4 t_0}$

【答案】BC

【解析】

AB、根据 $B-t$ 图象,由楞次定律可知,线圈中感应电流方向一直为顺时针,但在 t_0 时刻,磁场的方向发生变化,故安培力方向 F_A 的方向在 t_0 时刻发生变化,则 A 错误, B 正确;

CD、由闭合电路欧姆定律得： $I = \frac{E}{R}$ ，又根据法拉第电磁感应定律得：

$$E = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \frac{\pi r^2}{2}, \text{ 又根据电阻定律得 } R = \rho \frac{2\pi r}{S}, \text{ 联立得 } I = \frac{B_0 r S}{4t_0 \rho}, \text{ 则 C 正确, D}$$

错误。

故本题选 BC。

6.(2019·全国III卷·T2)金星、地球和火星绕太阳的公转均可视为匀速圆周运动，它们的向心加速度大小分别为 $a_{\text{金}}$ 、 $a_{\text{地}}$ 、 $a_{\text{火}}$ ，它们沿轨道运行的速率分别为 $v_{\text{金}}$ 、 $v_{\text{地}}$ 、 $v_{\text{火}}$ 。已知它们的轨道半径 $R_{\text{金}} < R_{\text{地}} < R_{\text{火}}$ ，由此可以判定

A. $a_{\text{金}} > a_{\text{地}} > a_{\text{火}}$

B. $a_{\text{火}} > a_{\text{地}} > a_{\text{金}}$

C. $v_{\text{地}} > v_{\text{火}} > v_{\text{金}}$

D. $v_{\text{火}} > v_{\text{地}} > v_{\text{金}}$

【答案】A

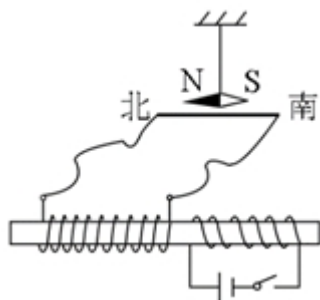
【解析】

AB.由万有引力提供向心力 $G \frac{Mm}{R^2} = ma$ 可知轨道半径越小,向心加速度越大,故知 A 项正确,

B 错误;

CD.由 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$ 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ 可知轨道半径越小,运行速率越大,故 C、D 都错误。

7.(2018·新课标 I 卷·T6)(多选)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。将一小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

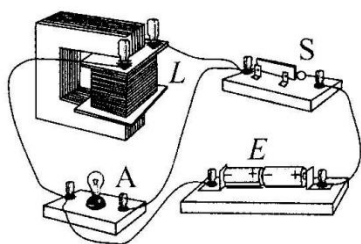
【答案】AD

【解析】本题考查电磁感应、安培定则及其相关的知识点。

开关闭合的瞬间，左侧的线圈中磁通量变化，产生感应电动势和感应电流，由楞次定律可判断出直导线中电流方向为由南向北，由安培定则可判断出小磁针处的磁场方向垂直纸面向里，小磁针的 N 极朝垂直纸面向里的方向转动，选项 A 正确；开关闭合并保持一段时间后，左侧线圈中磁通量不变，线圈中感应电动势和感应电流为零，直导线中电流为零，小磁针恢复到原来状态，选项 BC 错误；开关闭合并保持一段时间后再断开后的瞬间，左侧的线圈中磁通量变化，产生感应电动势和感应电流，由楞次定律可判断出直导线中电流方向为由北向南，由安培定则可判断出小磁针处的磁场方向垂直纸面向外，小磁针的 N 极朝垂直纸面向外的方向转动，选项 D 正确。

【点睛】此题中套在一根铁芯上的两个线圈，实际上构成一个变压器。

8.(2011·北京卷·T19)某同学为了验证断电自感现象，自己找来带铁心的线圈L、小灯泡A、开关S和电池组E，用导线将它们连接成如图所示的电路。检查电路后，闭合开关S，小灯泡发光；再断开开关S，小灯泡仅有不显著的延时熄灭现象。虽经多次重复，仍未见老师演示时出现的小灯泡闪亮现象，他冥思苦想找不出原因。你认为最有可能造成小灯泡未闪亮的原因是



- A.电源的内阻较大
B.小灯泡电阻偏大
C.线圈电阻偏大
D.线圈的自感系数较大

【答案】C

【解析】开关断开时，灯泡能否发生闪亮，取决于灯泡的电流有没有增大，与电源的内阻无关，故 A 错误；

若小灯泡电阻偏大，稳定时流过灯泡的电流小于线圈的电流，断开开关时，根据楞次定律，流过灯泡的电流从线圈原来的电流逐渐减小，灯泡将发生闪亮现象，故 B 错误；

线圈电阻偏大，稳定时流过灯泡的电流大于线圈的电流，断开开关时，根据楞次定律，流过灯泡的电流从线圈原来的电流逐渐减小，灯泡不发生闪亮现象，故 C 正确；

线圈的自感系数较大，产生的自感电动势较大，但不能改变稳定时灯泡和线圈中电流的大小，故 D 错误。

【考点定位】自感现象和自感系数。

9.(2011·广东卷)将闭合多匝线圈置于仅随时间变化的磁场中，线圈平面与磁场方向垂直，关于线圈中产生的感应电动势和感应电流，下列表述正确的是

- A.感应电动势的大小与线圈的匝数无关
B.穿过线圈的磁通量越大，感应电动势越大
C.穿过线圈的磁通量变化越快，感应电动势越大
D.感应电流产生的磁场方向与原磁场方向始终相同

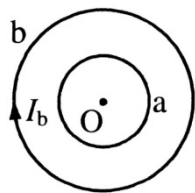
【答案】C

【解析】由法拉第电磁感应定律可知，感应电动势 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ，即感应电动势与线圈匝数有关故 A 错误；同时可知，感应电动势与磁通量的变化率有关，磁通量变化越快，感应电动势越大，故 C 正确；穿过线圈的磁通量大，但若所用的

时间长，则电动势可能小，故 B 错误；由楞次定律可知：感应电流的磁场方向总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化，故原磁通增加，感应电流的磁场与之反向，原磁通减小，感应电流的磁场与原磁场方向相同，即“增反减同”，故 D 错误；

【考点定位】法拉第电磁感应定律，楞次定律

10.(2011·上海卷)如图，均匀带正电的绝缘圆环a与金属圆环b同心共面放置，当a绕O点在其所在平面内旋转时，b中产生顺时针方向的感应电流，且具有收缩趋势，由此可知，圆环a



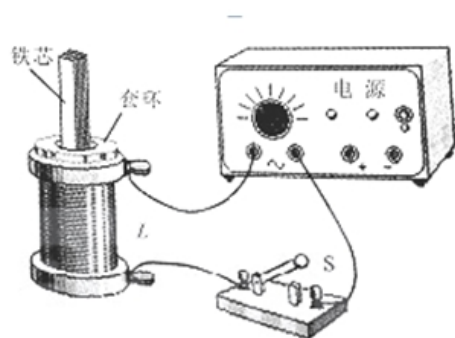
A.顺时针加速旋转 B.顺时针减速旋转 C.逆时针加速旋转 D.逆时针减速旋转

【答案】B.

【解析】圆环 b 具有收缩趋势，说明穿过 b 环的磁通量在增强，根据阻碍变化可知圆环 a 减速旋转，逐渐减弱的磁场使得 b 环产生了顺时针方向电流，根据楞次定律可知引起 b 环的感应电流的磁场方向向里，根据安培定则判断出 a 环顺时针方向旋转.所以 B 选项正确.

【考点定位】楞次定律

11.(2012·北京卷·T19)物理课上，老师做了一个奇妙的“跳环实验”.如图，她把一个带铁芯的线圈 L、开关 S 和电源用导线连接起来后，将一金属套环置于线圈 L 上，且使铁芯穿过套环，闭合开关 S 的瞬间，套环立刻跳起.某同学另找来器材再探究此实验他连接好电路，经重复实验，线圈上的套环均未动，对比老师演示的实验，下列四个选项中，导致套环未动的原因可能是



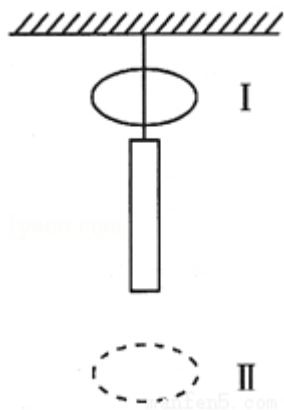
- A.线圈接在了直流电源上
- B.电源电压过高
- C.所选线圈的匝数过多
- D.所用套环的材料与老师的不同

【答案】D

【解析】线圈接在直流电源上，闭合开关的瞬间，穿过套环的磁通量仍然会改变，套环中会产生感应电流，会跳动.故 A 错误；电源电压过高，在套环中产生的感应电流更大，更容易跳起.故 B 错误；线圈匝数过多，在套环中产生的感应电流越大，套环更容易跳起.故 C 错误；D、所用的套环材料不同，可能不产生感应电流，则不会受到安培力，不会跳起.故 D 正确。

【考点定位】本题考查了法拉第电磁感应定律和楞次定律

12.(2012·海南卷·T5)如图，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



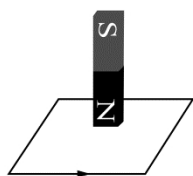
A. $T_1 > mg$, $T_2 > mg$ B. $T_1 < mg$, $T_2 < mg$ C. $T_1 > mg$, $T_2 < mg$ D. $T_1 < mg$, $T_2 > mg$

【答案】A

环下滑过程中，穿过环的磁通量变化，产生感应电流，由楞次定律可知，感应电流受到的安培力阻碍环的下落，方向向上，所以感应电流对磁铁的作用力方向向下，对磁铁， $T + F = mg$ ，所以 $T_1 > mg, T_2 > mg$ ，A 项正确。

【考点定位】本题考查电磁感应、楞次定律及其相关知识

13.(2016·上海卷)磁铁在线圈中心上方开始运动时，线圈中产生如图方向的感应电流，则磁铁



A. 向上运动 B. 向下运动 C. 向左运动 D. 向右运动

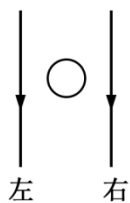
【答案】B

【解析】据题意，从图示可以看出磁铁提供的穿过线圈原磁场的磁通量方向向下，由安培定则可知线圈中感应电流激发的感应磁场方向向上，即两个磁场的方向相反，则由楞次定律可知原磁场通过线圈的磁通量的大小在增加，故选项 B 正确。

【考点定位】楞次定律和安培定则

【方法技巧】通过安培定则判断感应磁场方向，通过楞次定律判断磁铁的运动情况。

14.(2016·海南卷)如图，一圆形金属环与两固定的平行长直导线在同一竖直平面内，环的圆心与两导线距离相等，环的直径小于两导线间距。两导线中通有大小相等、方向向下的恒定电流。若



- A.金属环向上运动，则环上的感应电流方向为顺时针方向
- B.金属环向下运动，则环上的感应电流方向为顺时针方向
- C.金属环向左侧直导线靠近，则环上的感应电流方向为逆时针方向
- D.金属环向右侧直导线靠近，则环上的感应电流方向为逆时针方向

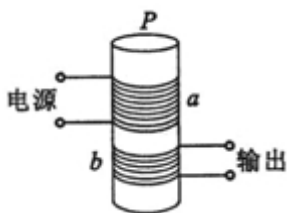
【答案】D

【解析】当金属环上下移动时，穿过环的磁通量不发生变化，根据楞次定律，没有感应电流产生，选项 AB 错误；当金属环向左移动时，穿过环的磁通量垂直纸面向外且增强，根据楞次定律可知，产生顺时针方向的感应电流，故选项 C 错误；当金属环向右移动时，穿过环的磁通量垂直纸面向里且增强，根据楞次定律可知，产生逆时针方向的感应电流，故选项 D 正确。

【考点定位】楞次定律

【名师点睛】解决本题的关键会用安培定则判断电流周围磁场的方向，以及学会根据楞次定律来确定感应电流的方向。

15.(2012·四川卷)如图所示，在铁芯 P 上绕着两个线圈 a 和 b，则



- A.绕圈 a 输入正弦交变电流，线圈 b 可输出恒定电流
- B.绕圈 a 输入恒定电流，穿过线圈 b 的磁通量一定为零
- C.绕圈 b 输出的交变电流不对线圈 a 的磁场造成影响

D.绕圈 a 的磁场变化时，线圈 b 中一定有电场

【答案】D

【解析】线圈 a 输入正弦交变电流，线圈 b 可输出交变电流，故 A 错误；线圈 a 输入恒定电流，电流产生恒定的磁场，穿过线圈 b 的磁通量不变，不为零，故 B 错误；线圈 b 输出的交变电流产生变化的磁场，对线圈 a 的磁场造成影响，故 C 错误；线圈 a 的磁场变化时，穿过线圈 b 的磁通量发生变化，线圈 b 中一定产生感生电场，故 D 正确；故选 D.

【考点定位】本题考查电磁感应现象、互感现象，麦克斯韦电磁场理解及其相关知识

16.(2014·新课标全国I卷·T14)在法拉第时代，下列验证“由磁产生电”设想的实验中，能观察到感应电流的是

A.将绕在磁铁上的线圈与电流表组合成一闭合回路，然后观察电流表的变化

B.在一通电线圈旁放置一连有电流表的闭合线圈，然后观察电流表的变化

C.将一房间内的线圈两端与相邻房间的电流表连接，往线圈中插入条形磁铁后，再到相邻房间去观察电流表的变化

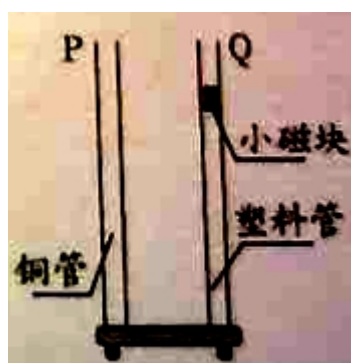
D.绕在同一铁环上的两个线圈，分别接电源和电流表，在给线圈通电或断电的瞬间，观察电流表的变化

【答案】D

【解析】穿过线圈磁通量不变，不产生感应电流时，电流表指针不会偏转，A 错的；在通电线圈中通电后，穿过旁边放置的线圈磁通量不变，不能产生感应电流，B 错的；当插入磁铁时，能产生感应电流，但当跑到另一房间观察时，穿过线圈磁通量不变，不能产生感应电流，C 错的；在通电与断电瞬间，磁通量生了变化，有感应电流，D 对的。

【考点定位】法拉第发现电磁感应定律

17.(2014·广东卷)如图所示,上下开口、内壁光滑的铜管 P 和塑料管 Q 竖直放置,小磁块先后在两管中从相同高度处由静止释放,并落至底部,则小磁块



- A.在 P 和 Q 中都做自由落体运动
- B.在两个下落过程中的机械能都守恒
- C.在 P 中的下落时间比在 Q 中的长
- D.落至底部时在 P 中的速度比在 Q 中的大

【答案】C

【解析】由于电磁感应,在铜管 P 中还受到向上的磁场力,而在塑料管中只受到重力,即只在 Q 中做自由落体运动,故选项 A、B 错误;而在 P 中加速度较小,故选项 C 正确而选项 D 错误。

【考点定位】本题考查自由落体运动、电磁感应和机械能守恒定律的条件。

18.(2014·全国大纲卷)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

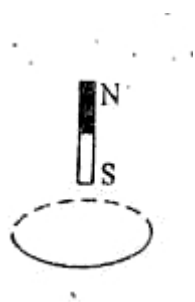
【答案】C

【解析】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。

【考点定位】本题主要考查了电磁感应、力与运动的关系的应用问题，属于中档偏高题。

19.(2014·海南卷)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

【解析】由条形磁铁的磁场分布可知，磁铁下落的过程，闭合圆环中的磁通量始终向上，并且先增加后减少，由楞次定律可判断出，从上向下看时，闭合圆环中的感应电流方向先顺时针后逆时针，C 正确。

【考点定位】楞次定律的应用

20.(2015·北京卷·T20)利用所学物理知识，可以初步了解常用的公交一卡通(IC卡)的工作原理及相关问题。IC卡内部有一个由电感线圈 L 和电容 C 构成的 LC 的振荡电路。公交卡上的读卡机(刷卡时“嘀”的响一声的机器)向外发射某一特定频率的电磁波。刷卡时，IC卡内的线圈 L 中产生感应电流，给电容 C 充电，达到一定的电压后，驱动卡内芯片进行数据处理和传输。下列说法正确的是()

- A.IC卡工作场所所需要的能量来源于卡内的电池

- B.仅当读卡器发射该特定频率的电磁波时，IC 卡才能有效工作
- C.若读卡机发射的电磁波偏离该特定频率，在线圈 L 中不会产生感应电流
- D.IC 卡只能接收读卡器发射的电磁波，而不能向读卡机传输自身的数据信息

【答案】B

【解析】A、IC 卡中有一个 LC 线圈和电容，当读卡机发出的电磁波被 LC 电路接收到，使得 IC 卡汇总的电路充电，所以 IC 卡的能量来源于读卡机发射的电磁波，选项 A 错误；

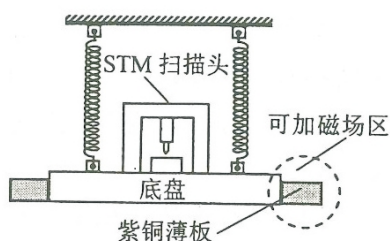
B、 LC 振荡电路接收与其固有频率相同的电磁波 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ ，读卡机发出的电磁波频率与之匹配，才能得到最优的充电效果，使电容电压达到预定值，才能进行数据传输，选项 B 正确；

C、如果是其它频率的电磁波，根据法拉第电磁感应定律，穿过线圈的磁通量发生了变换，依然会有感应电流，选项 C 错误；

D、据题意电容达到一定电压之后，驱动卡芯片进行数据传输，选项 D 错误。故选 B。

【考点定位】电磁感应、 LC 振荡电路、电磁波的发射和接受。

21.(2017·新课标I卷)扫描隧道显微镜(STM)可用来探测样品表面原子尺度上的形貌。为了有效隔离外界振动对 STM 的扰动，在圆底盘周边沿其径向对称地安装若干对紫铜薄板，并施加磁场来快速衰减其微小振动，如图所示。无扰动时，按下列四种方案对紫铜薄板施加恒磁场；出现扰动后，对于紫铜薄板上下及左右振动的衰减最有效的方案是





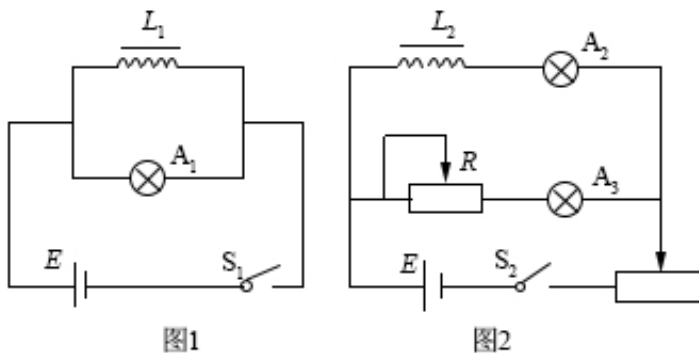
【答案】A

【解析】感应电流产生的条件是闭合回路中的磁通量发生变化。在 A 图中系统振动时在磁场中的部分有时多有时少，磁通量发生变化，产生感应电流，受到安培力，阻碍系统的振动，故 A 正确；而 BCD 三个图均无此现象，故错误。

【考点定位】感应电流产生的条件

【名师点睛】本题不要被题目的情景所干扰，抓住考查的基本规律，即产生感应电流的条件，有感应电流产生，才会产生阻尼阻碍振动。

22.(2017·北京卷·T19)图 1 和图 2 是教材中演示自感现象的两个电路图， L_1 和 L_2 为电感线圈。实验时，断开开关 S_1 瞬间，灯 A_1 突然闪亮，随后逐渐变暗；闭合开关 S_2 ，灯 A_2 逐渐变亮，而另一个相同的灯 A_3 立即变亮，最终 A_2 与 A_3 的亮度相同。下列说法正确的是



- A.图 1 中， A_1 与 L_1 的电阻值相同
- B.图 1 中，闭合 S_1 ，电路稳定后， A_1 中电流大于 L_1 中电流
- C.图 2 中，变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同
- D.图 2 中，闭合 S_2 瞬间， L_2 中电流与变阻器 R 中电流相等

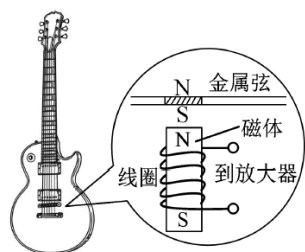
【答案】C

【解析】断开开关 S_1 瞬间，灯 A_1 突然闪亮，由于线圈 L_1 的自感，通过 L_1 的电流逐渐减小，且通过 A_1 ，即自感电流会大于原来通过 A_1 的电流，说明闭合 S_1 ，电路稳定时，通过 A_1 的电流小于通过 L_1 的电流， L_1 的电阻小于 A_1 的电阻，AB 错误；闭合 S_2 ，电路稳定时， A_2 与 A_3 的亮度相同，说明两支路的电流相同，因此变阻器 R 与 L_2 的电阻值相同，C 正确；闭合开关 S_2 ， A_2 逐渐变亮，而 A_3 立即变亮，说明 L_2 中电流与变阻器 R 中电流不相等，D 错误。

【考点定位】自感

【名师点睛】线圈在电路中发生自感现象，根据楞次定律可知，感应电流要“阻碍”使原磁场变化的电流变化情况。电流突然增大时，会感应出逐渐减小的反向电流，使电流逐渐增大；电流突然减小时，会感应出逐渐减小的正向电流，使电流逐渐减小。

23.(2016·江苏卷·T6)电吉他中电拾音器的基本结构如图所示，磁体附近的金属弦被磁化，因此弦振动时，在线圈中产生感应电流，电流经电路放大后传送到音箱发出声音，下列说法正确的有



- A. 选用铜质弦，电吉他仍能正常工作
- B. 取走磁体，电吉他将不能正常工作
- C. 增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势
- D. 弦振动过程中，线圈中的电流方向不断变化

【答案】BCD

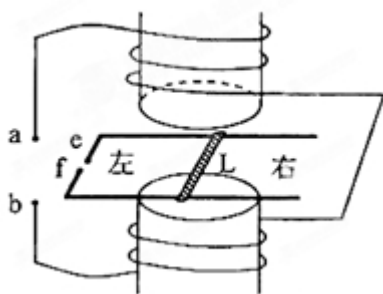
【解析】

试题分析：因铜质弦不能被磁化，所以 A 错误；若取走磁铁，金属弦无法磁化，电吉他将不能正常工作，所以 B 正确；根据法拉第电磁感应定律知，增加线圈匝数可以增大线圈中的感应电动势，所以 C 正确；磁振动过程中，线圈中的磁通量一会增大一会减速，所以电流方向不断变化，D 正确。

【考点定位】考查电磁感应

【方法技巧】本题学生极易错选 A 选项，在于不知道铜是不能被磁化的，可见现在高考考查知识越来越细，越来越全面。

24.(2012·海南卷)图中装置可演示磁场对通电导线的作用。电磁铁上下两磁极之间某一水平面内固定两条平行金属导轨，L 是置于导轨上并与导轨垂直的金属杆。当电磁铁线圈两端 a、b，导轨两端 e、f，分别接到两个不同的直流电源上时，L 便在导轨上滑动。下列说法正确的是



- A、若 a 接正极，b 接负极，e 接正极，f 接负极，则 L 向右滑动
- B、若 a 接正极，b 接负极，e 接负极，f 接正极，则 L 向右滑动
- C、若 a 接负极，b 接正极，e 接正极，f 接负极，则 L 向左滑动
- D、若 a 接负极，b 接正极，e 接负极，f 接正极，则 L 向左滑动

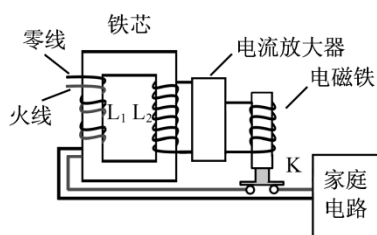
【答案】BD

【解析】由安培定则与左手定则可知，若 a 接正极，b 接负极，e 接正极，f 接负极，L 所受安培力向左，L 向左滑动，故 A 错误；由安培定则与左手定则可知，若 a 接正极，b 接负极，e 接负极，f 接正极，L 受到的安培力向右，L 向右滑动，故 B 正确；由安培定则与左手定则可知，若 a 接负极，b 接正极，e 接正极，f 接负极，L 所受安培力向右，L 向右滑动，故 C 错误；由安培定则与左手定则可

知，若 a 接负极，b 接正极，c 接负极，f 接正极，L 所受安培力向左，则 L 向左滑动，故 D 正确；故选 BD.

【考点定位】本题考查安培定则、左手定则及其相关知识

25.(2012·江苏卷·T7)某同学设计的家庭电路保护装置如图所示，铁芯左侧线圈 L_1 由火线和零线并行绕成. 当右侧线圈 L_2 中产生电流时，电流经放大器放大后，使电磁铁吸起铁质开关K，从而切断家庭电路. 仅考虑 L_1 在铁芯中产生的磁场，下列说法正确的有



- A.家庭电路正常工作时， L_2 中的磁通量为零
- B.家庭电路中使用的电器增多时， L_2 中的磁通量不变
- C.家庭电路发生短路时，开关K 将被电磁铁吸起
- D.地面上的人接触火线发生触电时，开关 K 将被电磁铁吸起

【答案】ABD

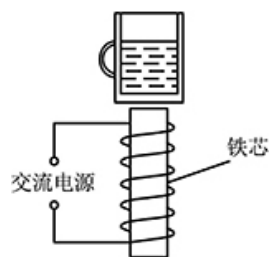
【解析】家庭电路正常工作时，零线和火线中的电流大小相等、方向始终相反，在 L_1 中产生的磁场方向始终相反，磁场相互叠加， L_1 、 L_2 中的磁通量为零，A 项对；

家庭电路中使用的电器增多及电路发生短路时，零线和火线中的电流变大但大小仍然相等，电流方向始终相反， L_1 、 L_2 中的磁通量仍为零，不变，B 项正确，C 项错；

地面上的人接触火线发生触电时，零线和火线中的电流大小不相等， L_1 中的磁通量不为零，发生变化， L_2 中的磁通量不为零发生变化，线圈 L_2 中产生电流，此时开关 K 将被电磁铁吸起 D 项对。

【考点定位】本题考查电磁感应及其相关知识

26.(2014·江苏卷)如图所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯，现接通交流电源，过了几分钟，杯内的水沸腾起来。若要缩短上述加热时间，下列措施可行的有



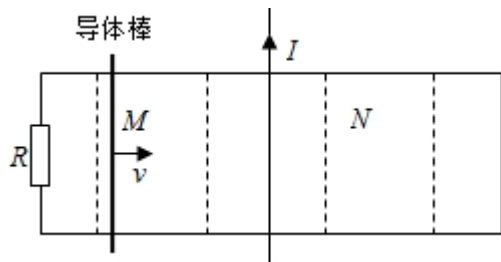
- A.增加线圈的匝数
- B.提高交流电源的频率
- C.将金属杯换为瓷杯
- D.取走线圈中的铁芯

【答案】AB

【解析】当线圈中通以交变电流时，在金属杯中产生感应电流，根据法拉第电磁感应定律可知，感应电动势 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ，因此增加线圈的匝数可以提高感应电动势，感应电流的功率增大，使杯内的水沸腾所需的时间缩短，提高交流电源的频率，磁通变化率 $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ 变大，感应电动势变大，感应电流的功率增大，故选项 A、B 正确；取走线圈中的铁芯则使得线圈周围的磁场变弱，磁通量减小，磁通变化率亦减小，感应电动势变小，从而使杯内的水沸腾所需的时间反而变长，故选项 D 错误；将金属杯换为瓷杯后，由于陶瓷不是导体，因此瓷杯中不能产生感应电流，无法给水加热，故选项 C 错误。

【考点定位】本题主要考查了对感应电流产生条件、法拉第电磁感应定律的理解与应用问题，属于中档题。

27.(2014·山东卷·T16)如图，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



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

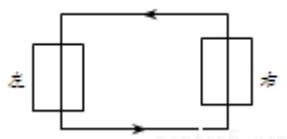
【答案】BCD

【解析】根据楞次定律(来拒去留)，导体棒在 M 区和 N 区受安培力的方向都向左，B 正确，A 错误；

根据法拉第电磁感应定律，可知导体棒所受安培力大小 $F = BIL = \frac{B^2 L^2 v}{R}$ ，由于距离导线越近，磁场的磁感强度 B 越大，在 M 区导体棒向右运动过程中，磁感强度逐渐增大，安培力 F_M 逐渐增大，在 N 区磁感强度逐渐减小，导致安培力也逐渐减小，C、D 都正确。

【考点定位】楞次定律，法拉第电磁感应定律

28.(2013·海南卷)如图，在水平光滑桌面上，两相同的矩形刚性小线圈分别叠放在固定的绝缘矩形金属框的左右两边上，且每个小线圈都各有一半面积在金属框内，在金属框接通逆时针方向电流的瞬间



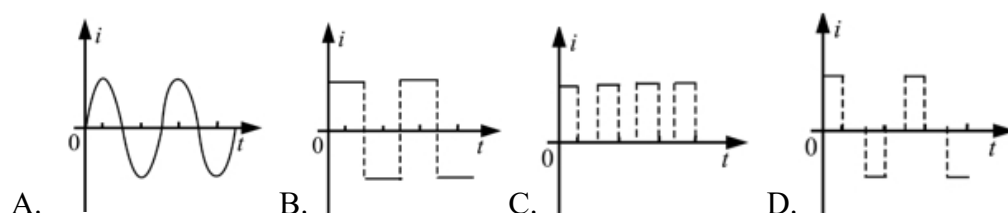
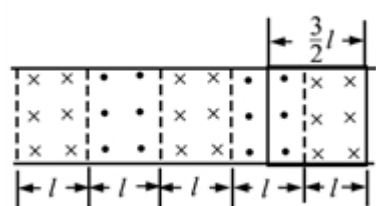
- A. 两小线圈会有相互靠拢的趋势
B. 两小线圈会有相互远离的趋势
C. 两小线圈中感应电流都沿顺时针方向
D. 左边小线圈中感应电流沿顺时针方向，右边小线圈中感应电流沿逆时针方向

【答案】BC

【解析】在金属框接通逆时针方向电流的瞬间，金属框上下两边的电流在两个线圈中产生的磁场刚好相互抵消，左右两边的电流在各自通过的线圈中产生的磁场也刚好相互抵消，对于左侧的线圈而言，金属框右边的电流使其感应出顺时针方向的感应电流，同理可知金属框左边的电流使右侧的小线圈也感应出顺时针方向的感应电流，由于两线圈相邻两边的电流方向相反，故两线圈相互排斥，有相互远离的趋势，综上可知本题选 BC。

【考点定位】考查电磁感应及其应用。

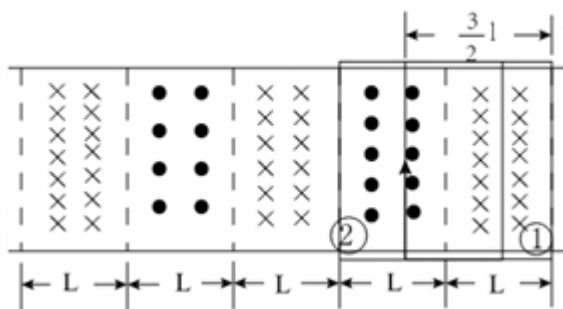
29.(2018·全国 II 卷·T5)如图，在同一平面内有两根平行长导轨，导轨间存在依次相邻的矩形匀强磁场区域，区域宽度均为 l ，磁感应强度大小相等、方向交替向上向下。一边长为 $\frac{3}{2}l$ 的正方形金属线框在导轨上向左匀速运动，线框中感应电流 i 随时间 t 变化的正确图线可能是



【答案】D

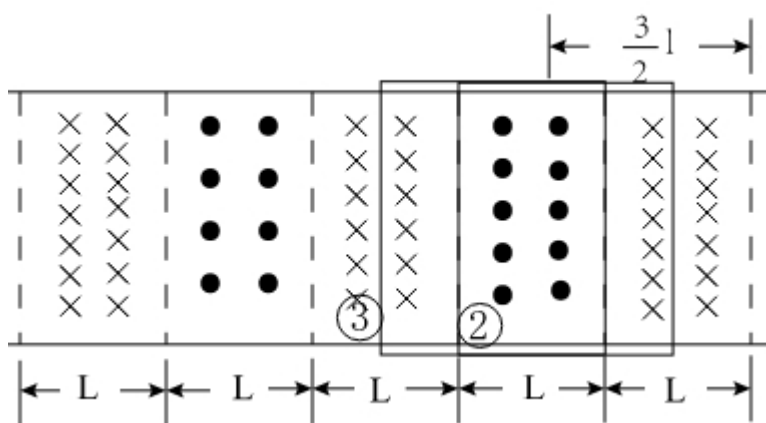
【解析】试题分析：找到线框在移动过程中谁切割磁感线，并根据右手定则判断电流的方向，从而判断整个回路中总电流的方向。要分过程处理本题。

第一过程从①移动②的过程中

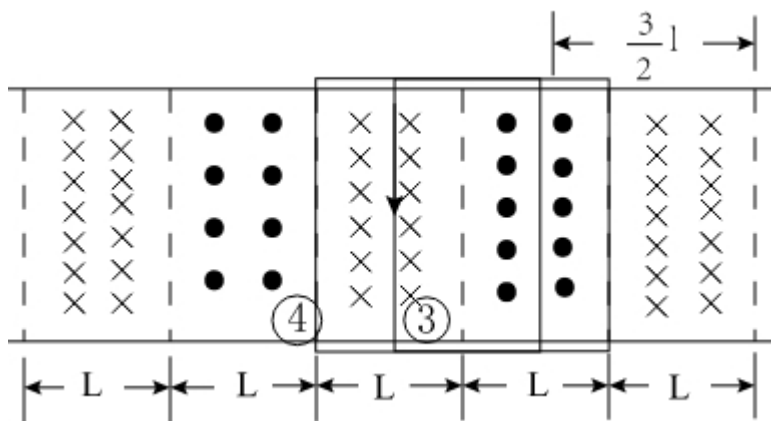


左边导体棒切割产生的电流方向是顺时针，右边切割磁感线产生的电流方向也是顺时针，两根棒切割产生电动势方向相同所以 $E = 2Blv$ ，则电流为 $i = \frac{E}{R} = \frac{2Blv}{R}$ ，电流恒定且方向为顺时针，

再从②移动到③的过程中左右两根棒切割磁感线产生的电流大小相等，方向相反，所以回路中电流表现为零，



然后从③到④的过程中，左边切割产生的电流方向逆时针，而右边切割产生的电流方向也是逆时针，所以电流的大小为 $i = \frac{E}{R} = \frac{2Blv}{R}$ ，方向是逆时针

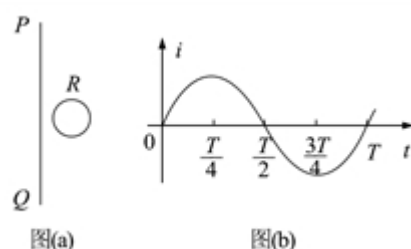


当线框再向左运动时，左边切割产生的电流方向顺时针，右边切割产生的电流方向是逆时针，此时回路中电流表现为零，故线圈在运动过程中电流是周期性变化，故 D 正确；

故选 D

点睛：根据线圈的运动利用楞次定律找到电流的方向，并计算电流的大小从而找到符合题意的图像。

30.(2018·全国 III 卷·T7)(多选)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

【答案】AC

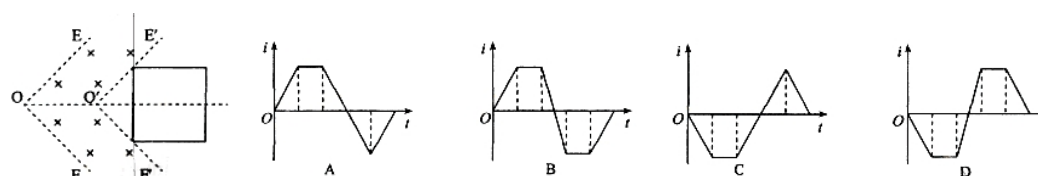
【解析】由图(b)可知，导线 PQ 中电流在 $t=T/4$ 时达到最大值，变化率为零，导线框 R 中磁通量变化率为零，根据法拉第电磁感应定律，在 $t=T/4$ 时导线框中产生的感应电动势为零，选项 A 正确；在 $t=T/2$ 时，导线 PQ 中电流图象斜率方向不变，导致导线框 R 中磁通量变化率的正负不变，根据楞次定律，所以在 $t=T/2$ 时，导线框中产生的感应电动势方向不变，选项 B 错误；由于在 $t=T/2$ 时，导线 PQ 中电流图象斜率最大，电流变化率最大，导致导线框 R 中磁通量变化率最大，根据法拉第电磁感应定律，在 $t=T/2$ 时导线框中产生的感应电动势最大，由楞次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

点睛 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。

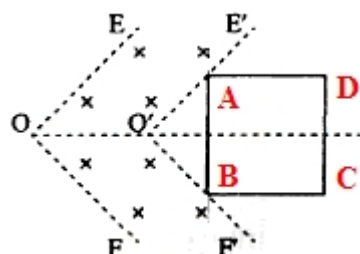
点睛 此题以交变电流图象给出解题信息，考查电磁感应及其相关知识点。解答此题常见错误主要有四方面：一是由于题目以交变电流图象给出解题信息，导致一些同学看到题后，不知如何入手；二是不能正确运用法拉第电磁感应定律分析判断；三是不能正确运用楞次定律分析判断，陷入误区。

31.(2011·海南卷·T6)如图，EOF 和 E'O'F' 为空间一匀强磁场的边界，其中 $EO \parallel E'O'$ ， $FO \parallel F'O'$ ，且 $EO \perp OF$ ； OO' 为 $\angle EOF$ 的角平分线， OO' 间的距离为 l ；磁场方向垂直于纸面向里。一边长为 l 的正方形导线框沿 OO' 方向匀速通过磁场， $t=0$ 时刻恰好位于图示位置。规定导线框中感应电流沿逆时针方向时为正，则感应电流 i 与实践 t 的关系图线可能正确的是



【答案】A

【解析】 设正方形导线框为 ABCD，以图示位置为零位置：

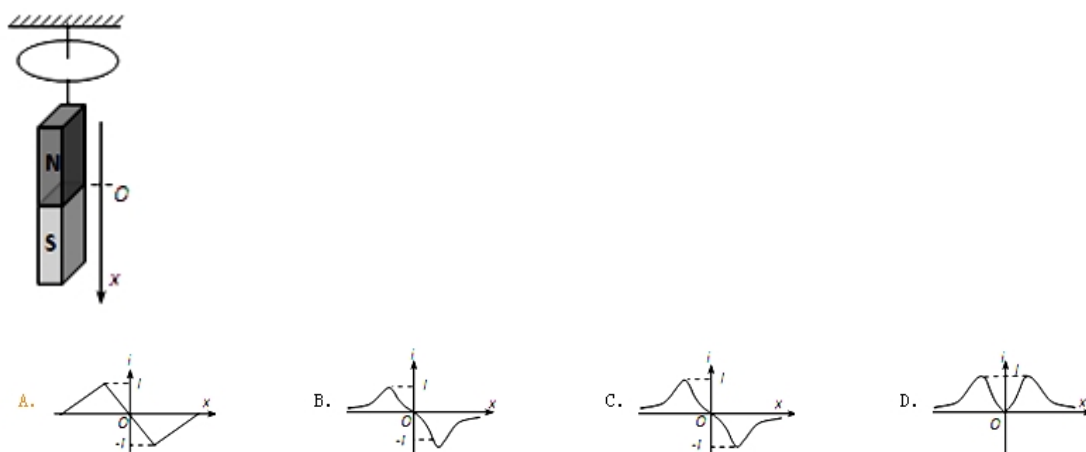


AB 边从零位置开始运动到 O' 的过程中，只有 AB 边的一部分切割了磁感线，切割的有效长度从零增加到 l ，感应电动势变大，由右手定则可以判断，感应电流方向为逆时针(即与题目规定的正方向相同)，因此排除了 C、D，AB 边从 O' 位

置开始继续运动到 A、B 两点与 OE、OF 边接触的过程中，只有 AB 边切割了磁感线，切割的有效长度等于 l ，感应电动势不变，感应电流方向还是逆时针(即与题目规定的正方向相同)；AB 边从上述位置继续运动到 O 点的过程中，AB 边和 CD 变都部分切割了磁感线，AB 边切割的有效长度从 l 减小到 0，而 CD 边切割的有效长度从 0 增加到 l ，两条边产生的感应电动势相反，相互抵消，电动势先减少到 0 后反向增加，所以感应电流方向先逆时针减小到 0，再从 0 开始顺时针增加。由此判断应该选择选项 A。

【考点定位】电磁感应与图像

32.(2012·福建卷)如图甲，一圆形闭合铜环由高处从静止开始下落，穿过一根竖直悬挂的条形磁铁，铜环的中心轴线与条形磁铁的中轴始终保持重合。若取磁铁中心 O 为坐标原点，建立竖直向下正方向的 x 轴，则图乙中最能正确反映环中感应电流 i 随环心位置坐标 x 变化的关系图像是

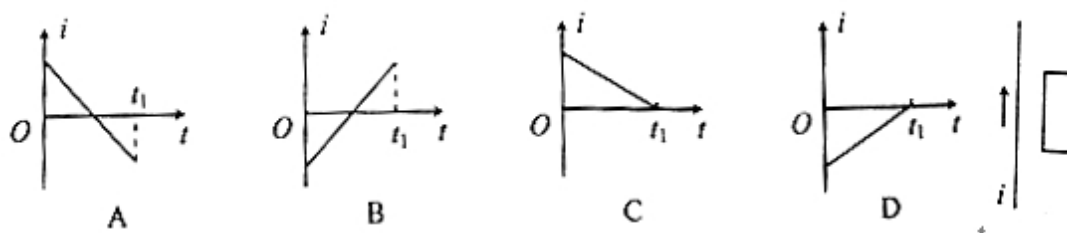


【答案】B

【解析】圆形闭合铜环由高处从静止开始下落，穿过一根竖直悬挂的条形磁铁，铜环的中心轴线与条形磁铁的中轴始终保持重合，圆环中磁通量变化不均匀，产生的感应电流不是线性变化，A 错误；铜环下落到磁铁顶端的速度小于下落到磁铁底端的速度，铜环下落到磁铁顶端产生的感应电流小于下落到磁铁底端产生的感应电流，选项 B 正确，CD 错误。故选：B。

【考点定位】电磁感应与图像

33.(2012·新课标卷)如图,一载流长直导线和一矩形导线框固定在同一平面内,线框在长直导线右侧,且其长边与长直导线平行。已知在 $t=0$ 到 $t=t_1$ 的时间间隔内,直导线中电流 i 发生某种变化,而线框中感应电流总是沿顺时针方向;线框受到的安培力的合力先水平向左、后水平向右。设电流 i 正方向与图中箭头方向相同,则 i 随时间 t 变化的图线可能是

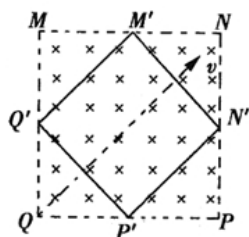


【答案】A

【解析】对于 A 选项,电流先正向减小,这一过程,电流在矩形线框内产生的磁场方向垂直纸面向里,且逐渐减小,根据楞次定律可知感应电流的磁场方向与原磁场方向相同也是向里,再根据安培定则可知,感应电流方向为顺时针方向,合力方向与线框左边所受力方向都向左;然后电流反向增大,在此过程,电流在矩形线框内产生的磁场方向垂直纸面向外,且逐渐增大,根据楞次定律可知感应电流的磁场方向与原磁场方向相反,再根据安培定则可知,感应电流方向为顺时针方向,合力方向与线框左边所受力方向都向右,综上所述,选项 A 正确,选项 B、C、D 错误。

【考点定位】电磁感应与图像

34.(2012·重庆卷)如图所示,正方形区域 MNPQ 内有垂直纸面向里的匀强磁场.在外力作用下,一正方形闭合刚性导线框沿 QN 方向匀速运动, $t=0$ 时刻,其四个顶点 M' 、 N' 、 P' 、 Q' 恰好在磁场边界中点.下列图象中能反映线框所受安培力 f 的大小随时间 t 变化规律的是





【答案】B

第一段时间从初位置到 $M'N'$ 离开磁场，图甲表示该过程的任意一个位置，切割磁感线的有效长度为 M_1A 与 N_1B 之和，即为 M_1M' 长度的 2 倍，此时电动势

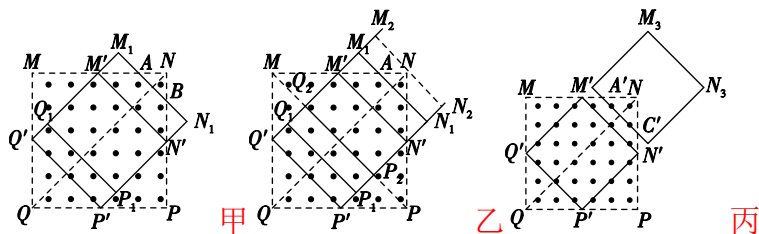
$$E=2Bvtv, \text{ 线框受的安培力 } f=2BIvt=\frac{4B^2v^3t^2}{R}, \text{ 图象是开口向上的抛物线, 故 CD}$$

错误;

如图乙所示，线框的右端 M_2N_2 刚好出磁场时，左端 Q_2P_2 恰与 MP 共线，此后一段时间内有效长度不变，一直到线框的左端与 $M'N'$ 重合，这段时间内电流不变，安培力大小不变；最后一段时间如图丙所示，从匀速运动至 M_2N_2 开始计时，有

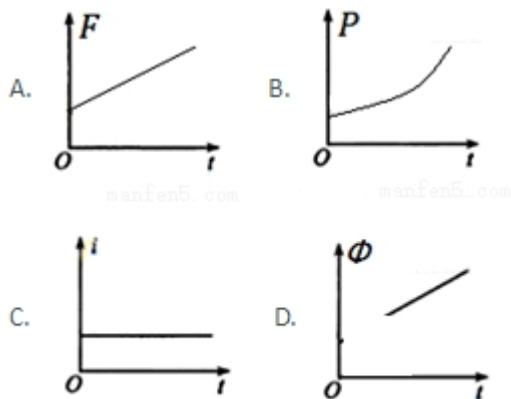
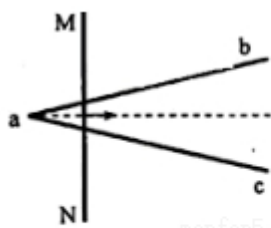
$$\text{效长度为 } A'C'=l-2vt', \text{ 电动势 } E'=B(l-2vt')v, \text{ 线框受的安培力 } F'=\frac{B^2(l-2vt')^2v}{R}$$

，图象是开口向上的抛物线，故 A 错误，B 正确。



【考点定位】电磁感应与图像

35.(2013·新课标全国卷I)如图，在水平面(纸面)内有三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”字型导轨。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

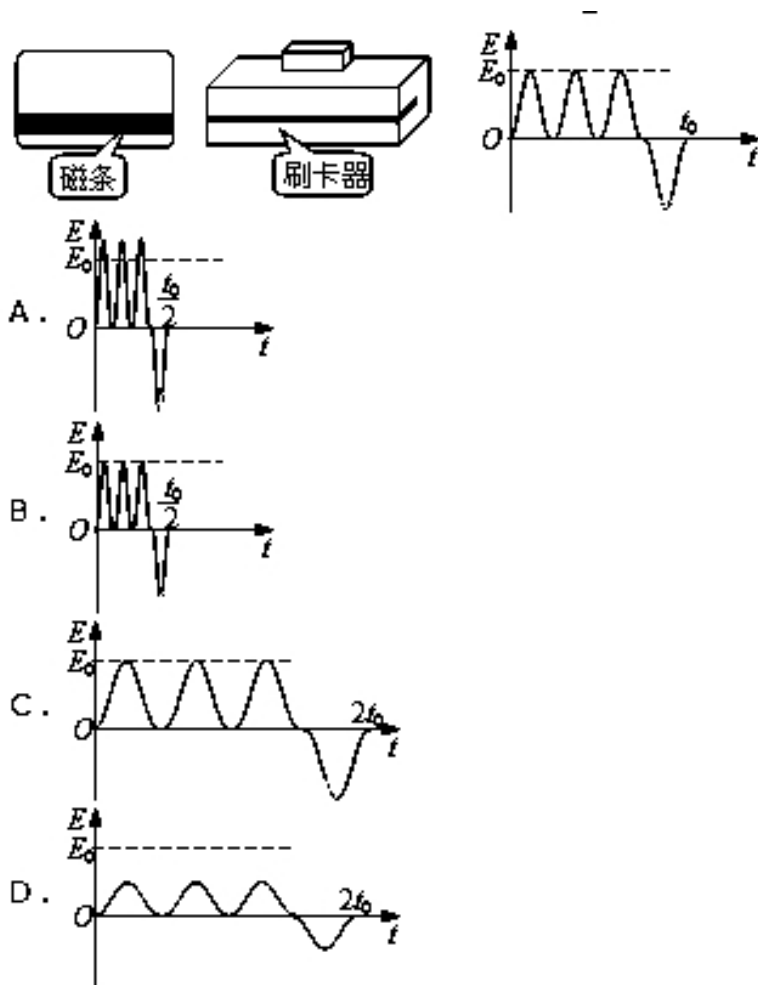


【答案】A

【解析】设 MN 在匀速运动中切割磁场的有效长度为 L ， $\angle bac = 2\theta$ ，感应电动势为 $E = BLv$ ，三角形的两边长相等且均为 $L' = \frac{L}{2\sin\theta}$ ，由 $R = \rho \frac{l}{S}$ 可知，三角形的总电阻 $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{L + 2L'}{S} = kL$ (k 为常数)，再由闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{kL} = \frac{Bv}{k}$ ，是一个常量，与时间 t 无关，所以 A 正确。

【考点定位】电磁感应与图像

36.(2013·浙江卷)磁卡的词条中有用于存储信息的磁极方向不同的磁化区，刷卡器中有检测线圈，当以速度 v_0 刷卡时，在线圈中产生感应电动势。其 $E-t$ 关系如右图所示。如果只将刷卡速度改为 $\frac{v_0}{2}$ ，线圈中的 $E-t$ 关系可能是

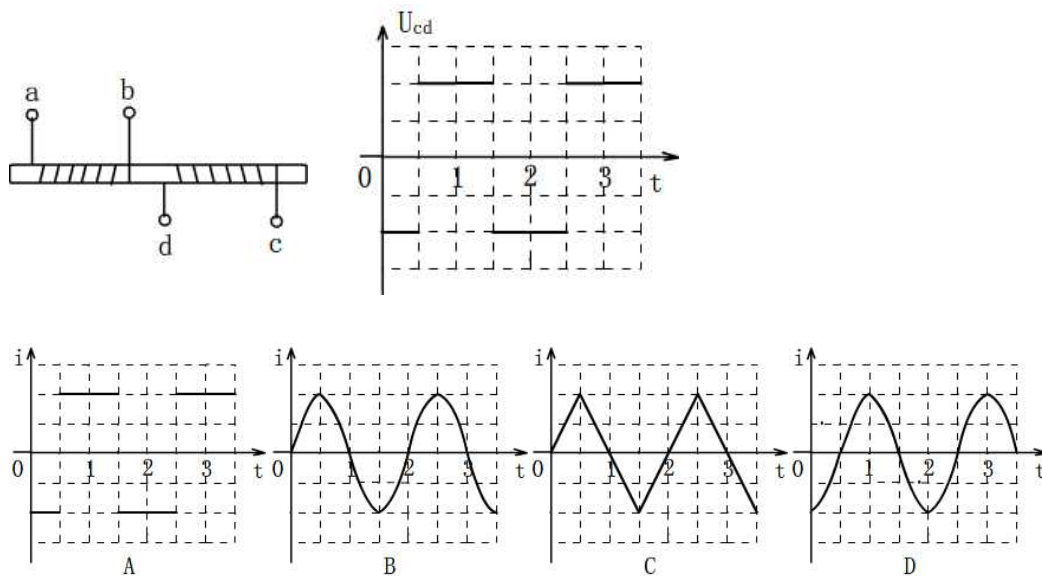


【答案】D

【解析】根据法拉第电磁感应定律： $E \propto \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ ，刷卡过程中速度 $v \propto \frac{1}{\Delta t}$ ，所以线圈中产生的感应电动势与磁卡的速度成正比，当刷卡速度改为 $\frac{v_0}{2}$ 时，电动势 E 变为 $\frac{E_0}{2}$ ，时间变为 $2t_0$ 。

【考点定位】电磁感应与图像

37.(2014·全国I卷·T18)如图 A.，线圈 ab、cd 绕在同一软铁芯上，在 ab 线圈中通以变化的电流，测得 cd 间的电压如图 B.所示，已知线圈内部的磁场与流经的电流成正比，则下列描述线圈 ab 中电流随时间变化关系的图中，可能正确的是：



【答案】C

【解析】根据法拉第电磁感应定律，感应电动势即 cd 线圈中的电压

$$u_{cd} = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = s \frac{\Delta B}{\Delta t}, \text{ 由于磁场是线圈 ab 中的感应电流产生的, 所以 } \Delta B \propto \Delta I, \text{ 综合}$$

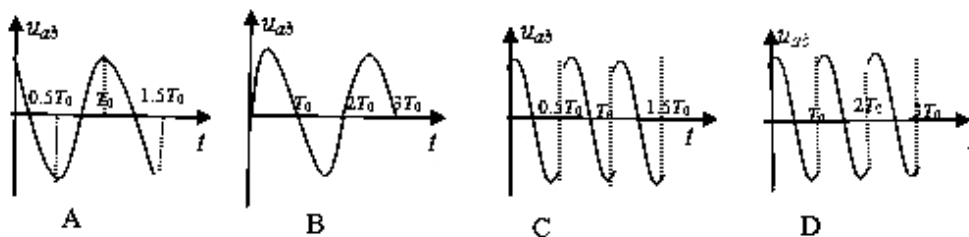
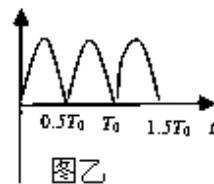
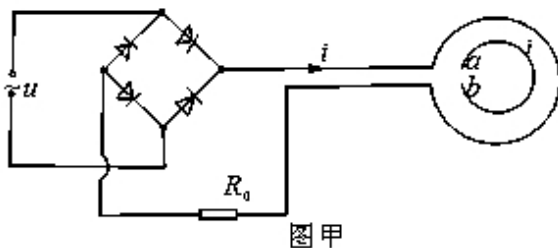
可得 $u_{cd} \propto s \frac{\Delta I}{\Delta t}$, 即电压大小与线圈中电流的变化率成正比, 根据图 B.可判断

0-0.5s 和 0.5s-1.5s 电流的变化率大小相等, 方向相反, 即 $i-t$ 图象斜率大小相等, 方向相反, 对照选项 C 对。

【考点定位】电磁感应定律

【方法技巧】此类问题可用排除法最简单, 由图知产生的电压大小不变, 根据法拉第电磁感应定律可知电流随时间均匀变化, 即可排除 ABD 选项, 还可根据电压的正负, 判断电流是增大还是减小。

38.(2015·山东卷·T 19)如图甲, R_0 为定值电阻, 两金属圆环固定在同一绝缘平面内。左端连接在一周期为 T_0 的正弦交流电源上, 经二极管整流后, 通过 R_0 的电流 i 始终向左, 其大小按图乙所示规律变化。规定内圆环 a 端电势高于 b 端时, 间的电压为 u_{ab} 正, 下列 $u_{ab}-t$ 图像可能正确的是

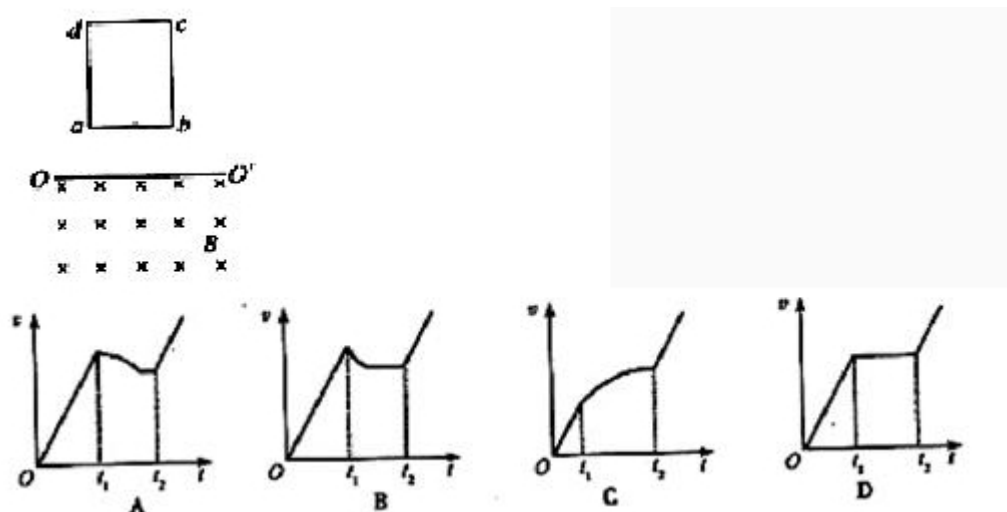


【答案】C

【解析】试题分析：在第一个 $0.25T_0$ 时间内，通过大圆环的电流为顺时针逐渐增加，由楞次定律可判断内环内 a 端电势高于 b 端，因电流的变化率逐渐减小故内环的电动势逐渐减小；同理在第 $0.25T_0-0.5T_0$ 时间内，通过大圆环的电流为顺时针逐渐减小，由楞次定律可判断内环内 a 端电势低于 b 端，因电流的变化率逐渐变大故内环的电动势逐渐变大；故选项 C 正确。

【考点定位】电磁感应与图像

39.(2013·福建卷)如图，矩形闭合导体线框在匀强磁场上方，由不同高度静止释放，用 t_1 、 t_2 分别表示线框 ab 边和 cd 边刚进入磁场的时刻。线框下落过程形状不变， ab 边始终保持与磁场水平边界线 OO' 平行，线框平面与磁场方向垂直。设 OO' 下方磁场区域足够大，不计空气阻力影响，则下列图像不可能反映线框下落过程中速度 v 随时间 t 变化的规律



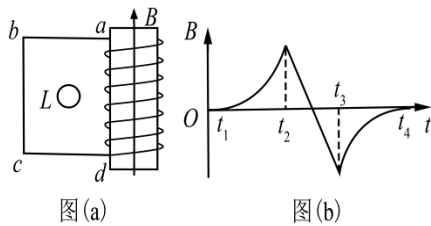
【答案】A

【解析】在 $t=0\sim t_1$ 过程中，线框做自由落体运动，此过程中速度与时间的关系为： $v=gt$ ，因此在 $v-t$ 图象中对应的部分为倾斜直线段；在 t_1 时刻的速度为 $v_1=gt_1$ ，在 $t=t_1\sim t_2$ 过程中，线框 ab 边在磁场中做切割磁感线运动，设线框的质量为 m 、总电阻为 R ， ab 边长为 L ，磁场的磁感应强度为 B ，在 $t=t_1$ 时刻，切割感应电动势为： $E=BLv_1$ ，根据闭合电路欧姆定律可知回路中产生的感应电流为： $I=E/R$ ，线框此时除受竖直向下的重力 mg 外、还将受到磁场的竖直向上的安培力 F 作用

，根据安培力公式有： $F=ILB=\frac{B^2L^2v}{R}$ ，若 $mg=F$ ，则在 $t_1\sim t_2$ 过程中，线框做匀速运动，D 是可能的；若 $mg < F$ ，线框仍做加速运动，但随着速度的增加，安培力越来越大，加速度会越来越小，即图象的斜率越来越小，最后可能会匀速运动，C 正确；若 $mg > F$ ，则线框做减速运动，但随着速度的减小，安培力越来越小，加速度越来越小，即图象的斜率越来越小，最后接近匀速运动，B 可能而 A 不可能，因此选 A。

【考点定位】电磁感应与图像

40.(2016·上海卷)如图 A，螺线管内有平行于轴线的外加匀强磁场，以图中箭头所示方向为其正方向。螺线管与导线框 $abcd$ 相连，导线框内有一小金属圆环 L ，圆环与导线框在同一平面内。当螺线管内的磁感应强度 B 随时间按图 B.所示规律变化时



- A.在 $t_1 \sim t_2$ 时间内, L 有收缩趋势
- B.在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, L 有扩张趋势
- C.在 $t_2 \sim t_3$ 时间内, L 内有逆时针方向的感应电流
- D.在 $t_3 \sim t_4$ 时间内, L 内有顺时针方向的感应电流

【答案】AD

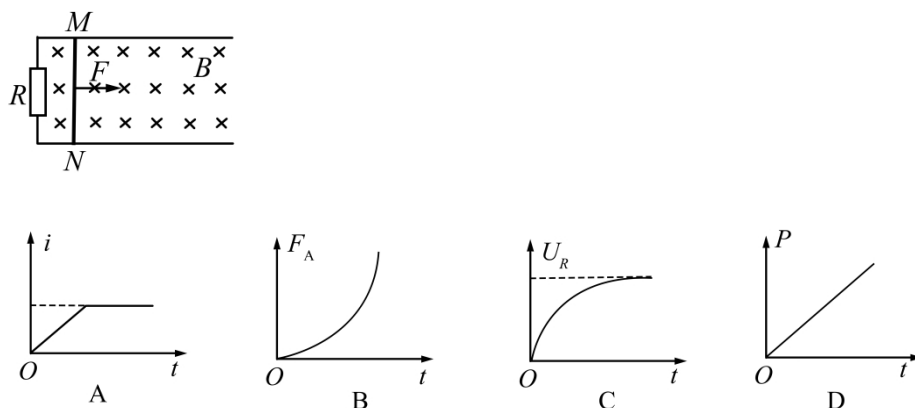
【解析】据题意,在 $t_1 \sim t_2$ 时间内,外加磁场磁感应强度增加且斜率在增加,则在导线框中产生沿顺时针方向增加的电流,该电流激发出增加的磁场,该磁场通过圆环,在圆环内产生感应电流,根据结论“增缩减扩”可以判定圆环有收缩趋势,故选项 A 正确;在 $t_2 \sim t_3$ 时间内,外加磁场均匀变化,在导线框中产生稳定电流,该电流激发出稳定磁场,该磁场通过圆环时,圆环中没有感应电流,故选项 B、C 错误;在 $t_3 \sim t_4$ 时间内,外加磁场向下减小,且斜率也减小,在导线框中产生沿顺时针方向减小的电流,该电流激发出向内减小的磁场,故圆环内产生顺时针方向电流,选项 D 正确。

【考点定位】楞次定律、安培定则

【方法技巧】线圈内通有非均匀变化的磁场,导线框内产生变化的电流,该电流激发出变化的磁场,才可以使圆环产生感应电流;线圈内通有均匀变化的磁场,导线框内产生稳定的电流,该电流激发出的是稳定的磁场,不会使圆环产生感应电流。

41.(2016·四川卷)如图所示,电阻不计、间距为 l 的光滑平行金属导轨水平放置于磁感应强度为 B 、方向竖直向下的匀强磁场中,导轨左端接一定值电阻 R 。质量为 m 、电阻为 r 的金属棒 MN 置于导轨上,受到垂直于金属棒的水平外力 F 的作用由静止开始运动,外力 F 与金属棒速度 v 的关系是 $F = F_0 + kv$ (F_0 、 k 是常量),

金属棒与导轨始终垂直且接触良好。金属棒中感应电流为 i ，受到的安培力大小为 F_A ，电阻 R 两端的电压为 U_R ，感应电流的功率为 P ，它们随时间 t 变化图像可能正确的有



【答案】BC

【解析】根据牛顿定律可知，某时刻金属棒的加速度为

$$a = \frac{F - F_{\text{安}}}{m} = \frac{F_0 + kv - \frac{B^2 L^2 v}{r + R}}{m} = \frac{F_0}{m} + \frac{k - \frac{B^2 L^2}{r + R}}{m} v, \text{ 若 } k - \frac{B^2 L^2}{r + R} > 0, \text{ 则金属棒做加速度增加的加速运动, 其 } v\text{-}t \text{ 图像如图 1 所示; 导体的电流 } I = \frac{BLv}{r + R} \text{ 可知 } I \text{ 与 } v \text{ 成正比,}$$

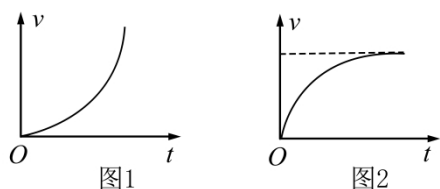
则 $I\text{-}t$ 图线应该和 $v\text{-}t$ 线形状相同; 根据 $F_A = \frac{B^2 L^2 v}{r + R}$ 可知 F_A 与 v 成正比, 则 $F_A\text{-}t$

图线应该和 $v\text{-}t$ 线形状相同, 选项 B 正确; 根据 $U_R = \frac{BLRv}{r + R}$ 可知 U_R 与 v 成正比, 则 $U_R\text{-}t$ 图线应该和 $v\text{-}t$ 线形状相同; 根据 $P = \frac{E^2}{R + r} = \frac{B^2 L^2 v^2}{R + r}$ 可知 P 与 v^2 成正比,

则 $P\text{-}t$ 图线不应该是直线; 同理若 $k - \frac{B^2 L^2}{r + R} < 0$, 则金属棒做加速度减小的加速运动, 其 $v\text{-}t$ 图像如图 2 所示; 导体的电流 $I = \frac{BLv}{r + R}$ 可知 I 与 v 成正比, 则 $I\text{-}t$ 图线

应该和 $v\text{-}t$ 线形状相同, 选项 A 错误; 根据 $F_{\text{安}} = \frac{B^2 L^2 v}{r + R}$ 可知 F_A 与 v 成正比, 则 $F_A\text{-}t$ 图线应该和 $v\text{-}t$ 线形状相同; 根据 $U_R = \frac{BLRv}{r + R}$ 可知 U_R 与 v 成正比, 则 $U_R\text{-}t$ 图线

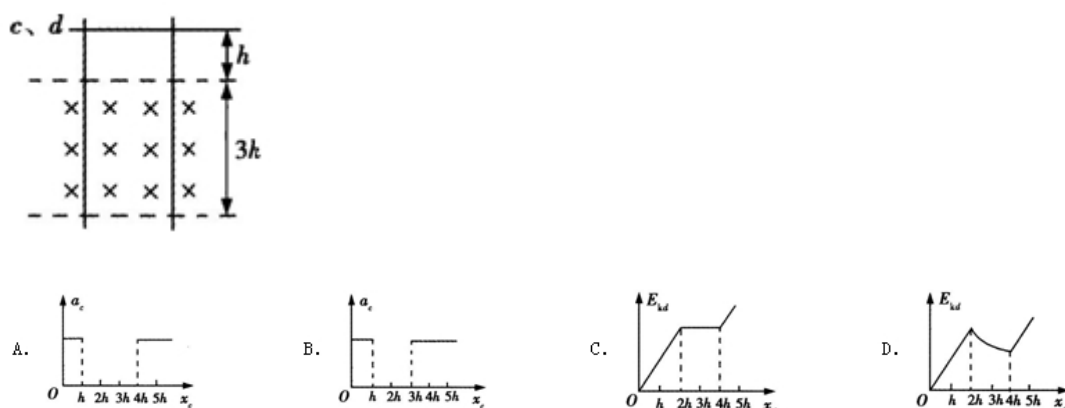
应该和 v - t 线形状相同，选项 C 正确；根据 $P = \frac{E^2}{R+r} = \frac{B^2 L^2 v^2}{R+r}$ 可知 P 与 v^2 成正比，则 P - t 图线不应该是直线，选项 D 错误；故选 BC。



考点：电磁感应现象；安培力；闭合电路欧姆定律；电功率

【名师点睛】此题是电磁感应问题的图像问题，考查了力、电、磁、能等全方位知识；首先要能从牛顿第二定律入手写出加速度的表达式，然后才能知道物体可能做的运动性质；题目中要定量与定性讨论相结合，灵活应用数学中的函数知识讨论解答。

42.(2011·山东卷)如图甲所示，两固定的竖直光滑金属导轨足够长且电阻不计。两质量、长度均相同的导体棒 c、d，置于边界水平的匀强磁场上方同一高度 h 处。磁场宽为 $3h$ ，方向与导轨平面垂直。先由静止释放 c，c 刚进入磁场即匀速运动，此时再由静止释放 d，两导体棒与导轨始终保持良好接触。用 a_c 表示 c 的加速度， E_{kd} 表示 d 的动能， x_c 、 x_d 分别表示 c、d 相对释放点的位移。图乙中正确的是



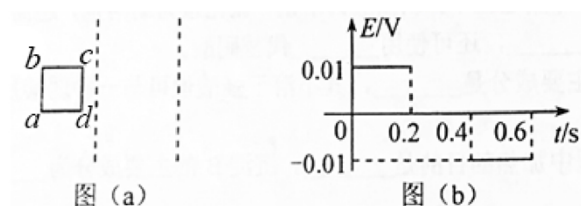
【答案】BD

【解析】由于 c 刚进入磁场即匀速运动，此时再由静止释放 d，d 进入磁场时 c 相对释放点的位移为 $3h$ ，d 进入磁场后 cd 二者都做匀速运动，二者与导轨组成的回路磁通量不变，感应电流为零，两导体棒均做加速度为 g 的加速运动，图乙中 A 错误 B 正确；

c 出磁场时 d 下落 $2h$ ，c 出磁场后导体棒 d 切割磁感线产生感应电动势和感应电流，受到安培力作用做减速运动，动能减小，d 出磁场后动能随下落高度的增加而增大，所以图乙中正确表示 d 的动能 E_{kd} 的是 D。

【考点定位】电磁感应与图像

43.(2017·新课标II卷)两条平行虚线间存在一匀强磁场，磁感应强度方向与纸面垂直。边长为 0.1 m 、总电阻为 $0.005\ \Omega$ 的正方形导线框 abcd 位于纸面内，cd 边与磁场边界平行，如图 A.所示。已知导线框一直向右做匀速直线运动，cd 边于 $t=0$ 时刻进入磁场。线框中感应电动势随时间变化的图线如图 B.所示(感应电流的方向为顺时针时，感应电动势取正)。下列说法正确的是



- A.磁感应强度的大小为 0.5 T
- B.导线框运动速度的大小为 0.5 m/s
- C.磁感应强度的方向垂直于纸面向外
- D.在 $t=0.4\text{ s}$ 至 $t=0.6\text{ s}$ 这段时间内，导线框所受的安培力大小为 0.1 N

【答案】BC

【解析】由 $E-t$ 图象可知，线框经过 0.2 s 全部进入磁场，则速度

$$v = \frac{l}{t} = \frac{0.1}{0.2}\text{ m/s} = 0.5\text{ m/s}, \text{ 选项 B 正确; } E = 0.01\text{ V}, \text{ 根据 } E = BLv \text{ 可知, } B = 0.2\text{ T},$$

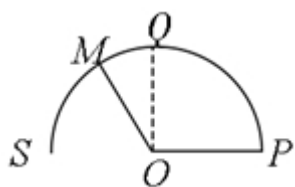
选项 A 错误；根据楞次定律可知，磁感应强度的方向垂直于纸面向外，选项 C

正确在 $t=0.4\text{ s}$ 至 $t=0.6\text{ s}$ 这段时间内, 导线框中的感应电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{0.01}{0.005} \text{ A} = 2 \text{ A}$, 所受的安培力大小为 $F=BIL=0.04 \text{ N}$, 选项 D 错误; 故选 BC。

【考点定位】法拉第电磁感应定律; 楞次定律; 安培力

【名师点睛】此题是关于线圈过磁场的问题; 关键是能通过给出的 $E-t$ 图象中获取信息, 得到线圈在磁场中的运动情况, 结合法拉第电磁感应定律及楞次定律进行解答。此题意在考查学生基本规律的运用能力以及从图象中获取信息的能力。

44.(2018·新课标 I 卷·T4)如图, 导体轨道 OPQS 固定, 其中 PQS 是半圆弧, Q 为半圆弧的中心, O 为圆心。轨道的电阻忽略不计。OM 是有一定电阻。可绕 O 转动的金属杆。M 端位于 PQS 上, OM 与轨道接触良好。空间存在半圆所在平面垂直的匀强磁场, 磁感应强度的大小为 B, 现使 OQ 位置以恒定的角速度逆时针转到 OS 位置并固定(过程 I); 再使磁感应强度的大小以一定的变化率从 B 增加到 B'(过程 II)。在过程 I、II 中, 流过 OM 的电荷量相等, 则 $\frac{B'}{B}$ 等于()



- A. $\frac{5}{4}$ B. $\frac{3}{2}$ C. $\frac{7}{4}$ D. 2

【答案】B

【解析】本题考查电磁感应及其相关的知识点。

过程 I 回路中磁通量变化 $\Delta\Phi_1 = \frac{1}{4}B\pi R^2$, 设 OM 的电阻为 R, 流过 OM 的电荷量

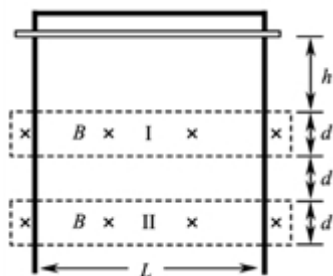
$Q_1 = \Delta\Phi_1/R$ 。过程 II 回路中磁通量变化 $\Delta\Phi_2 = \frac{1}{2}(B'-B)\pi R^2$, 流过 OM 的电荷量 $Q_2 = \Delta\Phi_2/R$ 。

$Q_2 = Q_1$, 联立解得: $B'/B = 3/2$, 选项 B 正确。

【点睛】此题将导体转动切割磁感线产生感应电动势和磁场变化产生感应电动势有机融合, 经典中创新。

45.(2018·江苏卷)(多选)如图所示, 竖直放置的 $\cap$ 形光滑导轨宽为 L, 矩形匀强磁场 I、II 的高和间距均为 d, 磁感应强度为 B。质量为 m 的水平金属杆由静止释放,

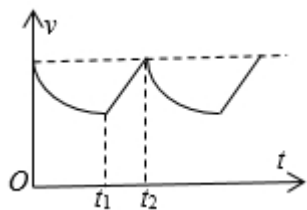
进入磁场I和II时的速度相等.金属杆在导轨间的电阻为 R ，与导轨接触良好，其余电阻不计，重力加速度为 g .金属杆



- A. 刚进入磁场I时加速度方向竖直向下
- B. 穿过磁场I的时间大于在两磁场之间的运动时间
- C. 穿过两磁场产生的总热量为 $4mgd$
- D. 释放时距磁场I上边界的高度 h 可能小于 $\frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}$

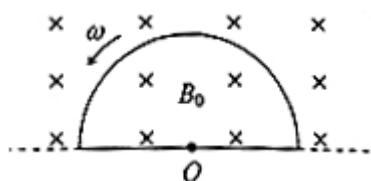
【答案】BC

【解析】本题考查电磁感应的应用，意在考查考生综合分析问题的能力。由于金属棒进入两个磁场的速度相等，而穿出磁场后金属杆做加速度为 g 的加速运动，所以金属棒进入磁场时应做减速运动，选项 A 错误。对金属杆受力分析，根据 $\frac{B^2 L^2 v}{R} - mg = ma$ 可知，金属杆做加速度减小的减速运动，其进出磁场的 $v-t$ 图象如图所示，由于 $0 \sim t_1$ 和 $t_1 \sim t_2$ 图线与 t 轴包围的面积相等(都为 d)，所以 $t_1 > (t_2 - t_1)$ ，选项 B 正确；从进入I磁场到进入II磁场之前过程中，根据能量守恒，金属棒减小的机械能全部转化为焦耳热，所以 $Q_1 = mg \cdot 2d$ ，所以穿过两个磁场过程中产生的热量为 $4mgd$ ，选项 C 正确；若金属杆进入磁场做匀速运动，则 $\frac{B^2 L^2 v}{R} - mg = 0$ ，得 $v = \frac{mgR}{B^2 L^2}$ ，有前面分析可知金属杆进入磁场的速度大于 $\frac{mgR}{B^2 L^2}$ ，根据 $h = \frac{v^2}{2g}$ 得金属杆进入磁场的高度应大于 $\frac{m^2 g^2 R^2}{2g B^4 L^4} = \frac{m^2 g R^2}{2B^4 L^4}$ ，选项 D 错误。



点睛：本题以金属杆在两个间隔磁场中运动时间相等为背景，考查电磁感应的应用，解题的突破点是金属棒进入磁场Ⅰ和Ⅱ时的速度相等，而金属棒在两磁场间运动时只受重力是匀加速运动，所以金属棒进入磁场时必做减速运动。

46.(2012·新课标卷·T19)如图，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 $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ 的大小应为



- A. $\frac{4\omega B_0}{\pi}$ B. $\frac{2\omega B_0}{\pi}$ C. $\frac{\omega B_0}{\pi}$ D. $\frac{\omega B_0}{2\pi}$

【答案】C

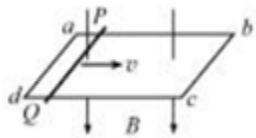
【解析】线圈匀速转动过程中， $I = \frac{E}{r} = \frac{\frac{1}{2}B_0 R^2 \omega}{r} = \frac{1}{2} \frac{B_0 R^2 \omega}{r}$ ；要使线圈产生相同

电流， $I = \frac{E}{r} = \frac{1}{r} \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{1}{r} \frac{\Delta B \frac{1}{2} \pi R^2}{\Delta t} = \frac{1}{2} \pi \frac{1}{r} \frac{\Delta B R^2}{\Delta t}$ ，所以 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\omega B_0}{\pi}$ ，所以 C 正确。

【考点定位】电磁感应切割类问题

47.(2015·福建卷·T 18)如图，由某种粗细均匀的总电阻为 $3R$ 的金属条制成的矩形线框 $abcd$ ，固定在水平面内且处于方向竖直向下的匀强磁场 B 中。一接入电路

电阻为 R 的导体棒 PQ ，在水平拉力作用下沿 ab 、 dc 以速度 v 匀速滑动，滑动过程 PQ 始终与 ab 垂直，且与线框接触良好，不计摩擦。在 PQ 从靠近 ad 处向 bc 滑动的过程中



- A. PQ 中电流先增大后减小
- B. PQ 两端电压先减小后增大
- C. PQ 上拉力的功率先减小后增大
- D. 线框消耗的电功率先减小后增大

【答案】C

【解析】设 PQ 左侧电路的电阻为 R_x ，则右侧电路的电阻为 $3R - R_x$ ，所以外电路的总电阻为 $R' = \frac{R_x(3R - R_x)}{3R}$ ，外电路电阻先增大后减小，所以路端电压先增大后减小，所以 B 错误；

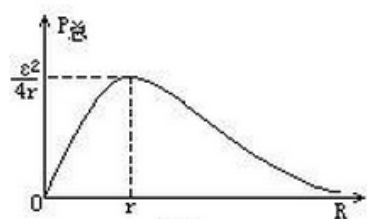
电路的总电阻先增大后减小，再根据闭合电路的欧姆定律可得 PQ 中的电流：

$$I = \frac{E}{R + R'}$$

先较小后增大，故 A 错误；

由于导体棒做匀速运动，拉力等于安培力，即 $F = BIL$ ，拉力的功率 $P = BILv$ ，先减小后增大，所以 C 正确；

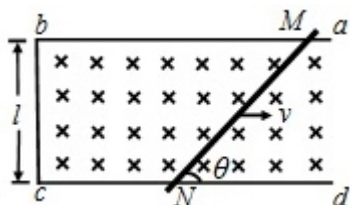
外电路的总电阻 $R' = \frac{R_x(3R - R_x)}{3R}$ 最大为 $3R/4$ ，小于电源内阻 R ，又外电阻先增大后减小，所以外电路消耗的功率先增大后减小，故 D 错误。



【考点定位】电磁感应切割类问题

48.(2015·安徽卷·T 19)如图所示, $abcd$ 为水平放置的平行“C”形光滑金属导轨, 间距为 l 。导轨间有垂直于导轨平面的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 导轨电阻不计。已知金属杆 MN 倾斜放置, 与导轨成 θ 角, 单位长度的电阻为 r , 保持金属杆以速度 v 沿平行于 cd 的方向滑动(金属杆滑动过程中与导轨接触良好)。

则



- A. 电路中感应电动势的大小为 $\frac{Blv}{\sin \theta}$
- B. 电路中感应电流的大小为 $\frac{Bv \sin \theta}{r}$
- C. 金属杆所受安培力的大小为 $\frac{B^2 l v \sin \theta}{r}$
- D. 金属杆的热功率为 $\frac{B^2 l v^2}{r \sin \theta}$

【答案】B

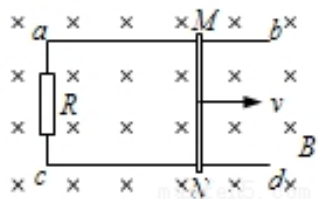
【解析】导体棒切割磁感线产生感应电动势 $E = Blv$, 故 A 错误; 感应电流的大小

$$I = \frac{E}{\frac{l}{\sin \theta} r} = \frac{Bv \sin \theta}{r}, \text{ 故 B 正确; 所受的安培力为 } F = BI \frac{l}{\sin \theta} = \frac{B^2 v l}{r}, \text{ 故 C}$$

错误; 金属杆的热功率 $Q = I^2 \frac{l}{\sin \theta} r = \frac{B^2 v^2 \sin \theta}{r}$, 故 D 错误。

【考点定位】电磁感应切割类问题

49.(2013·北京卷)如图, 在磁感应强度为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场中, 金属杆 MN 在平行金属导轨上以速度 v 向右匀速滑动, MN 中产生的感应电动势为 E_1 , 若磁感应强度增为 $2B$, 其他条件不变, MN 中产生的感应电动势变为 E_2 。则通过电阻 R 的电流方向及 E_1 与 E_2 之比 $E_1:E_2$ 分别为



A. $c \rightarrow a$, 2:1

B. $a \rightarrow c$, 2:1

C. $a \rightarrow c$, 1:2

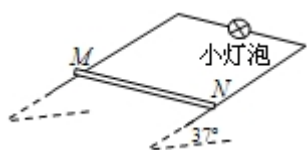
D. $c \rightarrow a$, 1:2

【答案】C

【解析】根据电磁感应定律 $E = Blv$ ，其他条件不变所以电动势变为 2 倍，根据右手定则可知电流方向应该为 N 到 M 即通过电阻为 A 到 C，因此 C 正确，A、B、D 错误。

【考点定位】电磁感应切割类问题

50.(2013·安徽卷)如图所示，足够长平行金属导轨倾斜放置，倾角为 37° ，宽度为 0.5m，电阻忽略不计，其上端接一小灯泡，电阻为 1Ω 。一导体棒 MN 垂直于导轨放置，质量为 0.2kg，接入电路的电阻为 1Ω ，两端与导轨接触良好，与导轨间的动摩擦因数为 0.5。在导轨间存在着垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度为 0.8T。将导体棒 MN 由静止释放，运动一段时间后，小灯泡稳定发光，此后导体棒 MN 的运动速度以及小灯泡消耗的电功率分别为(重力加速度 g 取 10m/s^2 ， $\sin 37^\circ = 0.6$)



A. 2.5m/s, 1W

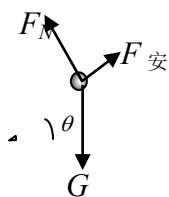
B. 5m/s, 1W

C. 7.5m/s, 9W

D. 15m/s, 9W

【答案】B

【解析】小灯泡稳定发光时，导体棒 MN 的运动速度稳定，导体棒 MN 的合力为零，



根据导体棒 MN 沿斜面方向上的平衡条件，有 $mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta + BIL$ ，其中

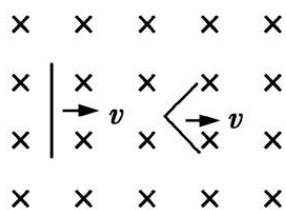
$$I = \frac{BLv}{R+r}$$

代入数据可得： $I=1\text{A}$ ， $v=5\text{m/s}$ ；小灯泡消耗的电功率为： $P=I^2R=1^2\times 1$

【考点定位】电磁感应切割类问题

51.(2015·海南卷·T2)如图所示，空间有一匀强磁场，一直金属棒与磁感应强度方向垂直，当它以速度 v 沿与棒和磁感应强度都垂直的方向运动时，棒两端的感应电动势大小 ε ，将此棒弯成两段长度相等且相互垂直的折弯，置于磁感应强度相垂直的平面内，当它沿两段折线夹角平分线的方向以速度 v 运动时，棒两端的感

应电动势大小为 ε' ，则 $\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$ 等于



- A. $1/2$ B. $\frac{\sqrt{2}}{2}$ C. 1 D. $\sqrt{2}$

【答案】B

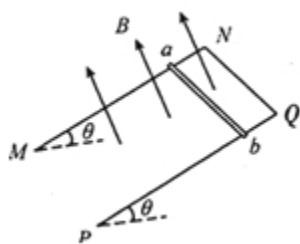
【解析】设折弯前导体切割磁感线的长度为 L ，折弯后，导体切割磁场的有效长

度为 $l = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{2}}{2}L$ ，故产生的感应电动势为 $\varepsilon' = Blv = B \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}Lv = \frac{\sqrt{2}}{2}\varepsilon$

，所以 $\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ，B 正确；

【考点定位】电磁感应切割类问题

52.(2011·福建卷)如图,足够长的 U 型光滑金属导轨平面与水平面成 θ 角($0 < \theta < 90^\circ$),其中 MN 与 PQ 平行且间距为 L ,导轨平面与磁感应强度为 B 的匀强磁场垂直,导轨电阻不计.金属棒 ab 由静止开始沿导轨下滑,并与两导轨始终保持垂直且良好接触, ab 棒接入电路的电阻为 R ,当流过 ab 棒某一横截面的电量为 q 时,棒的速度大小为 v ,则金属棒 ab 在这一过程中



- A.运动的平均速度大小为 $\frac{1}{2}v$
- B.下滑位移大小为 $\frac{qR}{BL}$
- C.产生的焦耳热为 $qBLv$
- D.受到的最大安培力大小为 $\frac{B^2L^2v}{R}\sin\theta$

【答案】B

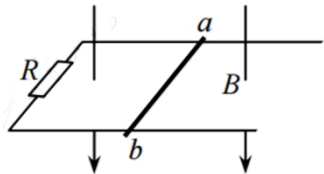
【解析】金属棒 ab 开始做加速度逐渐减小的变加速运动,不是匀变速直线运动,平均速度不等于 $\frac{1}{2}v$,而是大于 $\frac{1}{2}v$,故 A 错误;由电量计算公式

$$q = \bar{I}\Delta t, \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}, \bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \text{联立得 } q = \frac{\Delta\Phi}{R} = \frac{BsL}{R} \text{ 可得,下滑的位移大小为 } s = \frac{qR}{BL},$$

故 B 正确;产生的焦耳热 $Q = I^2Rt = qIR$,而这里的电流 I 比棒的速度大小为 v 时的电流 $I' = \frac{BLv}{R}$ 小,故这一过程产生的焦耳热小于 $qBLv$.故 C 错误;金属棒 ab 做加速运动,或先做加速运动,后做匀速运动,速度为 v 时产生的感应电流最大,受到的安培力最大,最大安培力大小为 $F = BI'L = \frac{B^2L^2v}{R}$.故 D 错误.

【考点定位】电磁感应切割类问题

53.(2017·天津卷·T3)如图所示，两根平行金属导轨置于水平面内，导轨之间接有电阻 R 。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小， ab 始终保持静止，下列说法正确的是



- A.ab 中的感应电流方向由 b 到 a
- B.ab 中的感应电流逐渐减小
- C.ab 所受的安培力保持不变
- D.ab 所受的静摩擦力逐渐减小

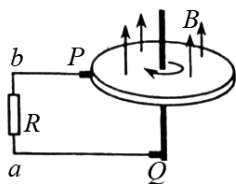
【答案】D

导体棒 ab 、电阻 R 、导轨构成闭合回路，磁感应强度均匀减小($\frac{\Delta B}{\Delta t} = k$ 为一定值)，则闭合回路中的磁通量减小，根据楞次定律，可知回路中产生顺时针方向的感应电流， ab 中的电流方向由 a 到 b ，故 A 错误；根据法拉第电磁感应定律，感应电动势 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = k \cdot S$ ，回路面积 S 不变，即感应电动势为定值，根据欧姆定律 $I = \frac{E}{R}$ ，所以 ab 中的电流大小不变，故 B 错误；安培力 $F = BIL$ ，电流大小不变，磁感应强度减小，则安培力减小，故 C 错误；导体棒处于静止状态，所受合力为零，对其受力分析，水平方向静摩擦力 f 与安培力 F 等大反向，安培力减小，则静摩擦力减小，故 D 正确。

【考点定位】楞次定律，法拉第电磁感应定律，安培力

【名师点睛】本题应从电磁感应现象入手，熟练应用法拉第电磁感应定律和楞次定律。

54.(2016·全国新课标II卷)法拉第圆盘发电机的示意图如图所示。铜圆盘安装在竖直的铜轴上，两铜片 P、Q 分别与圆盘的边缘和铜轴接触，关于流过电阻 R 的电流，下列说法正确的是



- A.若圆盘转动的角速度恒定，则电流大小恒定
- B.若从上向下看，圆盘顺时针转动，则电流沿 a 到 b 的方向流动
- C.若圆盘转动方向不变，角速度大小发生变化，则电流方向可能发生变化
- D.若圆盘转动的角速度变为原来的 2 倍，则电流在 R 上的热功率也变为原来的 2 倍

【答案】AB

【解析】由电磁感应定律得 $E = Bl \frac{0 + \omega l}{2} = \frac{Bl^2 \omega}{2}$ ， $I = \frac{E}{R}$ ，故 ω 一定时，电流大小恒定，选项 A 正确；由右手定则知圆盘中心为等效电源正极，圆盘边缘为负极，电流经外电路从 a 经过 R 流到 b，选项 B 正确；圆盘转动方向不变时，等效电源正负极不变，电流方向不变，故选项 C 错误； $P = \frac{E^2}{R} = \frac{B^2 l^4 \omega^2}{4R}$ ，角速度加倍时功率变成 4 倍，选项 D 错误，故选 AB。

【考点定位】电磁感应定律

【名师点睛】法拉第圆盘是课本上介绍的装置，在历次考试中多次出现，解题时要会进行电源的等效，相当于一条半径旋转切割磁感线，记住求解感应电动势的公式 $E = \frac{1}{2} Bl^2 \omega$ ，并能搞清整个电路的结构。

55.(2016·全国新课标Ⅲ卷)如图, M 为半圆形导线框, 圆心为 O_M ; N 是圆心角为直角的扇形导线框, 圆心为 O_N ; 两导线框在同一竖直面(纸面)内; 两圆弧半径相等; 过直线 $O_M O_N$ 的水平面上方有一匀强磁场, 磁场方向垂直于纸面。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 O_M 和 O_N 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

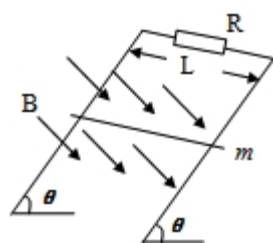
【答案】BC

【解析】当导线框进入磁场时, 根据楞次定律可得, 两导线框中的感应电流方向均为逆时针, 根据 $E = BRv = BR(\omega R) = BR^2\omega$ 可得过程中产生的感应电动势恒定, 即电流恒定, 不是正弦式交流电, A 错误; 当导线框进入磁场时, 根据楞次定律可得, 两导线框中的感应电流方向为逆时针, 当导线框穿出磁场时, 根据楞次定律可得导线框中产生的感应电流为顺时针, 所以感应电流的周期和其运动周期相等, 为 T , B 正确; 根据 $E = BR^2\omega$ 可得导线框在运动过程中的感应电动势相等, C 正确; 导线框 N 在完全进入磁场后有 $\frac{T}{4}$ 时间内导线框的磁通量不变化, 过程中没有感应电动势产生, 即导线框 N 在 $0 \sim \frac{T}{4}$ 和 $\frac{T}{2} \sim \frac{3T}{4}$ 内有感应电动势, 其余时间内没有, 而导线框 M 在整个过程中都有感应电动势, 故即便电阻相等, 两者的电流的有效值不会相同, D 错误。

【考点定位】考查了楞次定律的应用、导体切割磁感线运动

【方法技巧】在分析导体切割磁感线运动、计算电动势时，一定要注意导体切割磁感线的有效长度，在计算交变电流的有效值时，一定要注意三个相同：相同电阻，相同时间，相同热量。

56.(2012·山东卷)如图所示，相距为 L 的两条足够长的光滑平行金属导轨与水平面的夹角为 θ ，上端接有定值电阻，匀强磁场垂直于导轨平面，磁感应强度为 B 。将质量为 m 的导体棒由静止释放，当速度达到 v 时开始匀速运动，此时对导体棒施加一平行于导轨向下的拉力，并保持拉力的功率为 P ，导体棒最终以 $2v$ 的速度匀速运动。导体棒始终与导轨垂直且接触良好，不计导轨和导体棒的电阻，重力加速度为 g ，下列选项正确的是



A. $P=2mg\sin\theta$

B. $P=3mg\sin\theta$

C. 当导体棒速度达到 $v/2$ 时加速度为 $\frac{1}{2}g\sin\theta$

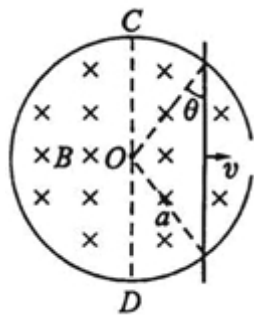
D. 在速度达到 $2v$ 以后匀速运动的过程中， R 上产生的焦耳热等于拉力所做的功

【答案】AC

【解析】当导体棒以 v 匀速运动时受力平衡，则 $mg\sin\theta = BIl = \frac{B^2 L^2 v}{R}$ ，当导体棒以 $2v$ 匀速运动时受力平衡，则 $F + mg\sin\theta = BIl = \frac{B^2 L^2 2v}{R}$ ，故 $F = mg\sin\theta$ ，拉力的功率 $P = Fv = 2mgv\sin\theta$ ，故 A 正确；同理，B 错误；当导体棒速度达到 $\frac{v}{2}$ 时，由牛顿第二定律， $mg\sin\theta - \frac{B^2 L^2 v}{2R} = ma$ ，解得 $a = \frac{g}{2}\sin\theta$ ，故 C 正确；由能量守恒，当速度达到 $2v$ 以后匀速运动的过程中， R 上产生的焦耳热等于拉力及重力所做的功，故 D 错误。故选：AC

【考点定位】电磁感应切割类问题

57.(2012·四川卷·T20)半径为 a 右端开小口的导体圆环和长为 $2a$ 的导体直杆，单位长度电阻均为 R_0 。圆环水平固定放置，整个内部区域分布着向下的匀强磁场，磁感应强度为 B 。杆在圆环上以速度 v 平行于直径 CD 向右做匀速直线运动，杆始终有两点与圆环良好接触，从圆环中心 O 开始，杆的位置由 θ 确定，如图所示。则



A. $\theta = 0$ 时，杆产生的电动势为 $2Bav$

B. $\theta = \frac{\pi}{3}$ 时，杆产生的电动势为 Bav

C. $\theta = 0$ 时，杆受的安培力大小为 $\frac{2B^2av}{(\pi+2)R_0}$

D. $\theta = \frac{\pi}{3}$ 时，杆受的安培力大小为 $\frac{3B^2av}{(5\pi+3)R_0}$

【答案】AD

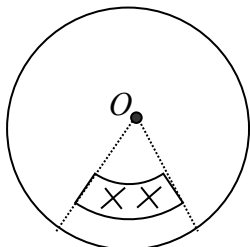
【解析】 $\theta=0$ 时，杆长为 $2a$ ，由 $E=BLv=2Bav$ 可知 A 正确；

$\theta=\pi/3$ 时，杆长为 a ， $E=BLv=Bav$ ，故 B 错；

因为安培力 $F=B^2L^2v/R_{\text{总}}$ ， $\theta=0$ 时， $R_{\text{总}}=(\pi+2)aR_0$ ， $\theta=\pi/3$ 时， $R_{\text{总}}=(5\pi/3+1)aR_0$ 代入可知 C 错 D 对。

【考点定位】电磁感应切割类问题

58.(2015·山东卷·T17)如图，一均匀金属圆盘绕通过其圆心且与盘面垂直的轴逆时针匀速转动。现施加一垂直穿过圆盘的有界匀强磁场，圆盘开始减速。在圆盘减速过程中，以下说法正确的是



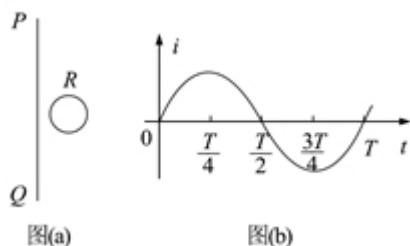
- A.处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高
- B.所加磁场越强越易使圆盘停止转动
- C.若所加磁场反向，圆盘将加速转动
- D.若所加磁场穿过整个圆盘，圆盘将匀速转动

【答案】ABD

【解析】由右手定则可知，处于磁场中的圆盘部分，靠近圆心处电势高，选项 A 正确；根据 $E=BLv$ 可知所加磁场越强，则感应电动势越大，感应电流越大，产生的电功率越大，消耗的机械能越快，则圆盘越容易停止转动，选项 B 正确；若加反向磁场，根据楞次定律可知安培力阻碍圆盘的转动，故圆盘仍减速转动，选项 C 错误；若所加磁场穿过整个圆盘则圆盘中无感应电流，不消耗机械能，圆盘匀速转动，选项 D 正确；故选 ABD.

【考点定位】电磁感应切割类问题

59.(2018·全国 III 卷·T7)(多选)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

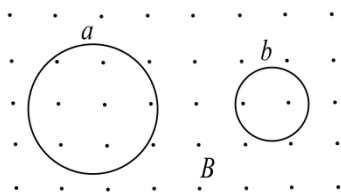
【答案】AC

【解析】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。

点睛 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。

点睛 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。

60.(2016·北京卷)如图所示, 匀强磁场中有两个导体圆环 a、b, 磁场方向与圆环所在平面垂直。磁感应强度 B 随时间均匀增大。两圆环半径之比为 2:1, 圆环中产生的感应电动势分别为 E_a 和 E_b 。不考虑两圆环间的相互影响。下列说法正确的是



- A. $E_a:E_b=4:1$ ，感应电流均沿逆时针方向
- B. $E_a:E_b=4:1$ ，感应电流均沿顺时针方向
- C. $E_a:E_b=2:1$ ，感应电流均沿逆时针方向
- D. $E_a:E_b=2:1$ ，感应电流均沿顺时针方向

【答案】B

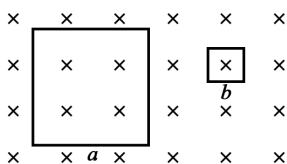
【解析】根据法拉第电磁感应定律可得 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S$ ，根据题意可得 $\frac{S_a}{S_b} = \frac{4}{1}$ ，

故 $E_a:E_b = 4:1$ ，感应电流产生的磁场要阻碍原磁场的增大，即感应电流产生向里的感应磁场，根据楞次定律可得，感应电流均沿顺时针方向。

【考点定位】法拉第电磁感应定律、楞次定律的应用

【方法技巧】对于楞次定律，一定要清楚是用哪个手判断感应电流方向的，也可以从两个角度理解，一个是增反减同，一个是来拒去留，对于法拉第电磁感应定律，需要灵活掌握公式，学会变通。

61.(2016·浙江卷)如图所示，a、b 两个闭合正方形线圈用同样的导线制成，匝数均为 10 匝，边长 $l_a=3l_b$ ，图示区域内有垂直纸面向里的均强磁场，且磁感应强度随时间均匀增大，不考虑线圈之间的相互影响，则



- A. 两线圈内产生顺时针方向的感应电流
- B. a、b 线圈中感应电动势之比为 9:1

C.a、b 线圈中感应电流之比为 3:4

D.a、b 线圈中电功率之比为 3:1

【答案】B

【解析】根据楞次定律可知，两线圈内均产生逆时针方向的感应电流，选项 A 错误；因磁感应强度随时间均匀增大，则 $\frac{\Delta B}{\Delta t} = k$ ，根据法拉第电磁感应定律可

知 $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{\Delta B}{\Delta t} l^2$ ，则 $\frac{E_a}{E_b} = \left(\frac{3}{1}\right)^2 = \frac{9}{1}$ ，选项 B 正确；根据

$I = \frac{E}{R} = \frac{E}{\rho \frac{4\pi n l}{S'}} = \frac{n \frac{\Delta B}{\Delta t} l^2 S'}{4\rho n l} = \frac{k l S'}{4\rho} \propto l$ ，故 a、b 线圈中感应电流之比为 3:1，选项 C

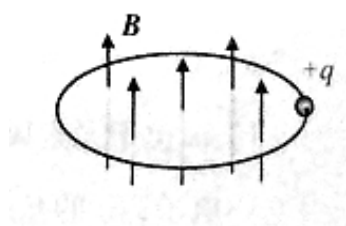
错误；电功率 $P = IE = \frac{k l S'}{4\rho} \cdot n \frac{\Delta B}{\Delta t} l^2 = \frac{n k^2 l^3 S'}{4\rho} \propto l^3$ ，故 a、b 线圈中电功率之比为 27:1

，选项 D 错误；故选 B。

【考点定位】法拉第电磁感应定律；楞次定律；闭合电路欧姆定律；电功率。

【名师点睛】此题是一道常规题，考查法拉第电磁感应定律、以及闭合电路的欧姆定律；要推导某个物理量与其他物理量之间的关系，可以先找到这个物理量的表达式，然后看这个物理量和什么因素有关；这里线圈的匝数是容易被忽略的量。

62.(2014·安徽卷·T20)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，如图所示，一个半径为 r 的绝缘细圆环放置，环内存在竖直向上的匀强磁场，环上套一带电荷量为 $+q$ 的小球，已知磁感强度 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大小是



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

【答案】D

【解析】由法拉第电磁感应定律可知，磁场变化在圆环处产生的感应电动势为

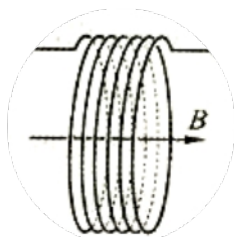
$$E = \frac{\Delta B}{\Delta t} \pi r^2 = k \pi r^2, \text{ 小球运动一周, 感生电场对小球所做的功为 } W = qE = \pi r^2 qk, \text{ D}$$

正确。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

63.(2015·重庆卷·T4)如图为无线充电技术中使用的受电线圈示意图，线圈匝数为 n ，面积为 S 。若在 t_1 到 t_2 时间内，匀强磁场平行于线圈轴线向右穿过线圈，其磁感应强度大小由 B_1 均匀增加到 B_2 ，则该段时间线圈两端 a 和 b 之间的电势差

$$\varphi_a - \varphi_b$$



- A. 恒为 $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$ B. 从 0 均匀变化到 $\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$
- C. 恒为 $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$ D. 从 0 均匀变化到 $-\frac{nS(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$

【答案】C

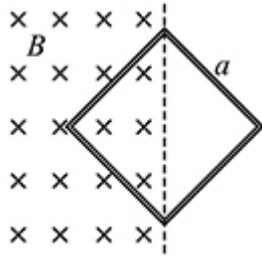
【解析】穿过线圈的磁场均匀增加，将产生大小恒定的感生电动势，由法拉第电

磁感应定律得 $E = n \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = n \frac{S(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$ ，而等效电源内部的电流由楞次定理知从

a→b，即 b 点是等效电源的正极，即 $\varphi_a - \varphi_b = -n \frac{S(B_2 - B_1)}{t_2 - t_1}$ ，故选 C。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

64.(2014·江苏卷)如图所示,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



A. $\frac{Ba^2}{2\Delta t}$

B. $\frac{nBa^2}{2\Delta t}$

C. $\frac{nBa^2}{\Delta t}$

D. $\frac{2nBa^2}{\Delta t}$

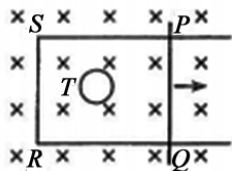
【答案】B

【解析】根据法拉第电磁感应定律有: $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = n \frac{2B - B}{\Delta t} \cdot \frac{a^2}{2} = \frac{nBa^2}{2\Delta t}$, 故选项 B

正确。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

65.(2017·新课标III卷·T15)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

【解析】因为 PQ 突然向右运动，由右手定则可知， $PQRS$ 中有沿逆时针方向的感应电流，穿过 T 中的磁通量减小，由楞次定律可知， T 中有沿顺时针方向的感应电流，故 D 正确，A、B、C 错误。

【考点定位】电磁感应；右手定则；楞次定律

【名师点睛】解题关键是掌握右手定则、楞次定律判断感应电流的方向，还要理解 $PQRS$ 中感应电流产生的磁场会使 T 中的磁通量变化，又会使 T 中产生感应电流。

66.(2011·上海卷)如图，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

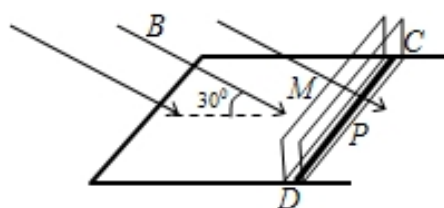
【答案】AD

【解析】圆环从位置 a 后无初速释放，在到达磁场分界线之前，穿过圆环向里的磁感线条数在增加，根据楞次定律，感应电流方向为逆时针，圆环经过磁场分界线之时，穿过圆环向里的磁感线条数在减少，根据楞次定律，感应电流方向为顺时针，圆环经过磁场分界线之后，穿过圆环向外的磁感线条数在减少，根据楞次

定律，感应电流方向为逆时针，A 正确.因为磁场在竖直方向分布均匀，圆环受到的竖直方向的安培力抵消，所以 D 正确.

【考点定位】电磁感应磁变类问题

67.(2014·四川卷·T6)如图所示，不计电阻的光滑 U 形金属框水平放置，光滑、竖直玻璃挡板 H、P 固定在框上，H、P 的间距很小。质量为 0.2kg 的细金属杆 CD 恰好无挤压地放在两挡板之间，与金属框接触良好并围成边长为 1m 的正方形，其有效电阻为 0.1Ω 。此时在整个空间加方向与水平面成 30° 角且与金属杆垂直的匀强磁场，磁感应强度随时间变化规律是 $B=(0.4-0.2t)\text{T}$ ，图示磁场方向为正方向。框、挡板和杆不计形变。则：



- A. $t=1\text{s}$ 时，金属杆中感应电流方向从 C 至 D
- B. $t=3\text{s}$ 时，金属杆中感应电流方向从 D 至 C
- C. $t=1\text{s}$ 时，金属杆对挡板 P 的压力大小为 0.1N
- D. $t=3\text{s}$ 时，金属杆对挡板 H 的压力大小为 1.2N

【答案】AC

【解析】A、当 $t=1\text{s}$ 时，则由磁感应强度随时间变化规律是 $B=(0.4-0.2t)\text{T}$ ，可知，磁场在减小，根据楞次定律可得，金属杆中感应电流方向从 C 到 D，故 A 正确；

B、同理，当 $t=3\text{s}$ 时，磁场在反向增加，由楞次定律可知，金属杆中感应电流方向从 C 到 D，故 B 错误；

C、当在 $t=1\text{s}$ 时，由法拉第电磁感应定律，则有：
$$E = \frac{\Delta B \cdot S}{\Delta t} = 0.2 \times 1^2 \times \frac{1}{2} = 0.1\text{V}；$$

再由欧姆定律，则有感应电流大小 $I=1\text{A}$ ；则 $t=1\text{s}$ 时，那么安培力大小

$F=BtIL=(0.4-0.2 \times 1) \times 1 \times 1=0.2\text{N}$ ；由左手定则可知，安培力垂直磁场方向斜向上，则将安培力分解，那么金属杆对挡板 P 的压力大小 $N=F\cos 60^\circ=0.2 \times 0.5=0.1\text{N}$ ，故 C 正确；

D、同理，当 $t=3\text{s}$ 时，感应电动势仍为 $E=0.1\text{V}$ ，电流大小仍为 $I=1\text{A}$ ，由于磁场的方向相反，由左手定则可知，安培力的方向垂直磁感线斜向下，根据力的合成，则得金属杆对 H 的压力大小为 $N'=F'\cos 60^\circ=0.2\times 0.5=0.1\text{N}$ ，故 D 错误。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

68.(2014·上海卷)如图，匀强磁场垂直于软导线回路平面，由于磁场发生变化，回路变为圆形。则磁场



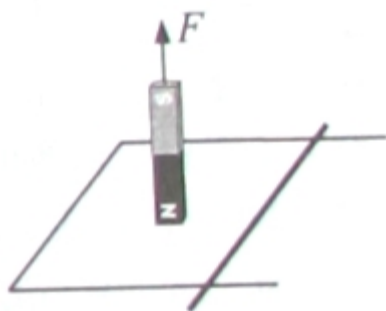
- A.逐渐增强，方向向外 B.逐渐增强，方向向里
C.逐渐减弱，方向向外 D.逐渐减弱，方向向里

【答案】CD

【解析】对于线圈来说，圆形面积最大，即由于磁场变化，导致线圈面积变大，根据楞次定律增缩减扩，可判断磁场在减弱，可能是方向向外的磁场逐渐减弱也可能是方向向里的磁场逐渐减弱，选项 CD 对。

【考点定位】电磁感应磁变类问题

69.(2015·上海卷·T20)(多选)如图，光滑平行金属导轨固定在水平面上，左端由导线相连，导体棒垂直静置于导轨上构成回路。在外力 F 作用下，回路上方的条形磁铁竖直向上做匀速运动。在匀速运动过程中外力 F 做功 W_F ，磁场力对导体棒做功 W_1 ，磁铁克服磁场力做功 W_2 ，重力对磁铁做功 W_G ，回路中产生的焦耳热为 Q ，导体棒获得的动能为 E_K 。则



A. $W_1 = Q$ B. $W_2 - W_1 = Q$ C. $W_1 = E_K$ D. $W_F + W_G = E_K + Q$

【答案】BCD

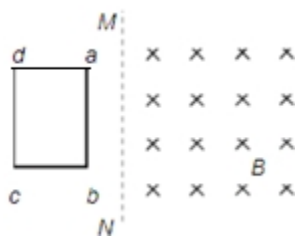
【解析】由能量守恒定律可知：磁铁克服磁场力做功 W_2 ，等于回路的电能，电能一部分转化为内能，另一部分转化导体棒的机械能，所以 $W_1 - W_2 = Q$ ，故 A 错误，B 正确；

以导体棒为对象，由动能定理可知，磁场力对导体棒做功 $W_1 = E_K$ ，故 C 正确；

外力对磁铁做功与重力对磁铁做功之和为回路中的电能，也等于焦耳热和导体棒的内能，故 D 正确。

【考点定位】电磁感应；能量守恒定律

70.(2013·天津卷)如图所示，纸面内有一矩形导体闭合线框 abcd，ab 边长大于 bc 边长，置于垂直纸面向里、边界为 MN 的匀强磁场外，线框两次匀速地完全进入磁场，两次速度大小相同，方向均垂直于 MN。第一次 ab 边平行 MN 进入磁场，线框上产生的热量为 Q_1 ，通过线框导体横截面积的电荷量为 q_1 ；第二次 bc 边平行于 MN 进入磁场，线框上产生的热量为 Q_2 ，通过线框导体横截面的电荷量为 q_2 ，则



A. $Q_1 > Q_2$, $q_1 = q_2$ B. $Q_1 > Q_2$, $q_1 > q_2$ C. $Q_1 = Q_2$, $q_1 = q_2$ D. $Q_1 = Q_2$, $q_1 > q_2$

【答案】A

【解析】设 ab 和 bc 边长分别为 l_{ab} , l_{bc} ，若假设穿过磁场区域的速度为 v ，则有

$$Q_1 = |W_{\text{安}1}| = BI_1 l_{ab} \cdot l_{bc} = \frac{B^2 l_{ab}^2 v}{R} l_{bc}, \quad q_1 = I_1 V t = \frac{N V \Phi}{R_{\text{总}}} = \frac{B \cdot l_{ab} l_{bc}}{R}; \text{同理，可以求}$$

$$\text{得 } Q_2 = |W_{\text{安}2}| = BI_2 l_{bc} \cdot l_{ab} = \frac{B^2 l_{bc}^2 v}{R} l_{ab}, \quad q_2 = I_2 V t = \frac{N V \Phi}{R_{\text{总}}} = \frac{B \cdot l_{ab} l_{bc}}{R}, \quad l_{ab} > l_{bc}, \text{ 由}$$

于两次穿越”过程均为相同速率穿过,通过比较①③可知 $Q_1 > Q_2$,通过比较②④可知 $q_1 = q_2$, 所以 A 选项正确, BCD 错误.故选 A

【考点定位】电磁感应切割类问题

71.(2010·广东卷·T16)如图 5 所示, 平行导轨间有一矩形的匀强磁场区域, 细金属棒 PQ 沿导轨从 MN 处匀速运动到 M'N'的过程中, 棒上感应电动势 E 随时间 t 变化的图示, 可能正确的是

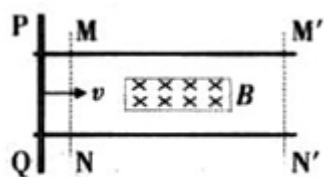
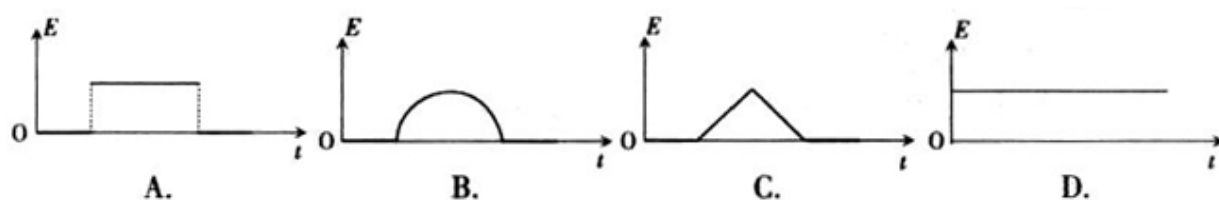


图 5



【答案】A

【解析】导线做匀速直线运动切割磁感线时, $E = BLv$, 是常数。开始没有切割磁感线, 就没有电动势, 最后一段也没有切割。

72.(2010·海南卷·T2)一金属圆环水平固定放置。现将一竖直的条形磁铁, 在圆环上方沿圆环轴线从静止开始释放, 在条形磁铁穿过圆环的过程中, 条形磁铁与圆环

- A.始终相互吸引
- B.始终相互排斥
- C.先相互吸引, 后相互排斥
- D.先相互排斥, 后相互吸引

【答案】D

【解析】由楞次定律可知，当条形磁铁靠近圆环时，感应电流阻碍其靠近，是排斥力；当磁铁穿过圆环远离圆环时，感应电流阻碍其远离，是吸引力，D 正确。

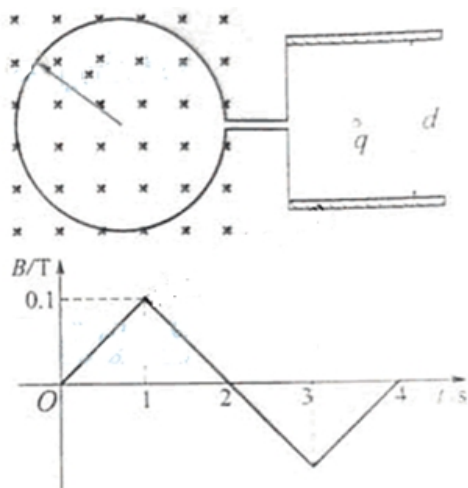
73.(2010·海南卷·T7)下列说法正确的是

- A.当线圈中电流不变时，线圈中没有自感电动势
- B.当线圈中电流反向时，线圈中自感电动势的方向与线圈中原电流的方向相反
- C.当线圈中电流增大时，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相反
- D.当线圈中电流减小时，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相反

【答案】AC

【解析】由法拉第电磁感应定律可知，当线圈中电流不变时，不产生自感电动势，A 对；当线圈中电流反向时，相当于电流减小，线圈中自感电动势的方向与线圈中原电流的方向相同，B 错；当线圈中电流增大时，自感电动势阻碍电流的增大，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相反，C 对；当线圈中电流减小时，自感电动势阻碍电流的减小，线圈中自感电动势的方向与线圈中电流的方向相同，D 错。

74.(2010·浙江卷·T19)半径为 r 带缺口的刚性金属圆环在纸面上固定放置，在圆环的缺口两端引出两根导线，分别与两块垂直于纸面固定放置的平行金属板连接，两板间距为 d ，如图(上)所示。有一变化的磁场垂直于纸面，规定向内为正，变化规律如图(下)所示。在 $t=0$ 时刻平板之间中心有一重力不计，电荷量为 q 的静止微粒，则以下说法正确的是



- A.第3秒内上极板为正极
- B.第3秒内上极板为负极
- C.第2秒末微粒回到了原来位置
- D.第3秒末两极板之间的电场强度大小为 $0.2\pi r^2/d$

【答案】A

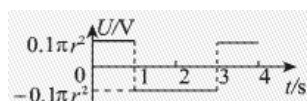
【解析】本题主要是对楞次定律和法拉第电磁感应定律的考查，同时考查考生利用图像提取有效信息的能力。由楞次定律得第1秒内下极板为正极，第2秒和第3秒内上极板为正极，在第1秒内微粒向某一极板做匀加速运动，第2秒内向同一极板做匀减速直线运动，直到速度为零，故A项正确，B、C项错误；第2

秒末两极板之间的电动势为 $E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} S = 0.1\pi r^2$ ，电场强度为 $\frac{0.1\pi r^2}{d}$ ，D项

错误。

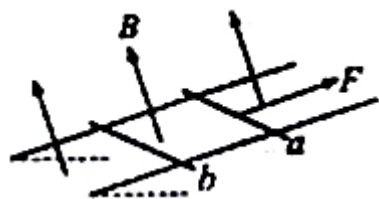
【能力升华】①根据 $B-t$ 图像可以作出平行金属板两极板之间的电压随时间变化的关系如图所示(取下极板带正电时电压为正)② $B-t$ 图像中只要在同一直段

线段上，则产生相同的感应电动势。



75.(2010·四川卷·T20)如图所示，电阻不计的平行金属导轨固定在一绝缘斜面上，两相同的金属导体棒 a、b 垂直于导轨静止放置，且与导轨接触良好，匀强磁场

垂直穿过导轨平面。现用一平行于导轨的恒力 F 作用在 a 的中点，使其向上运动。若 b 始终保持静止，则它所受摩擦力可能

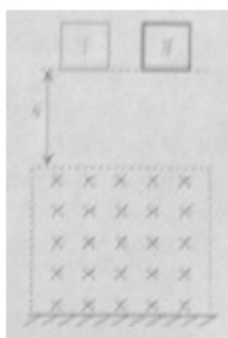


- A. 变为 0 B. 先减小后不变 C. 等于 F D. 先增大再减小

【答案】AB

【解析】 本题主要考查电磁感应和力学综合运用。棒 a 受到恒力 F 和重力、弹力及摩擦力的作用，在沿斜面方向上棒 a 先做加速度减小的加速运动，最后做匀速运动，电路中的电动势先增大后不变，所以 b 棒受到的安培力也先增大后不变，有平衡可知选项 **AB** 正确；**CD** 错误。

76.(2010·安徽卷·T20)如图所示，水平地面上方矩形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场，两个边长相等的但匝闭合正方形线圈 I 和 II，分别用相同材料，不同粗细的导线绕制(I 为细导线)。两线圈在距磁场上界面 h 高处由静止开始自由下落，再进入磁场，最后落到地面。运动过程中，线圈平面始终保持在竖直平面内且下边缘平行于磁场上边界。设线圈 I、II 落地时的速度大小分别为 v_1 、 v_2 ，在磁场中运动时产生的热量分别为 Q_1 、 Q_2 。不计空气阻力，则



- A. $v_1 < v_2, Q_1 < Q_2$ B. $v_1 = v_2, Q_1 = Q_2$
C. $v_1 < v_2, Q_1 > Q_2$ D. $v_1 = v_2, Q_1 < Q_2$

【答案】D

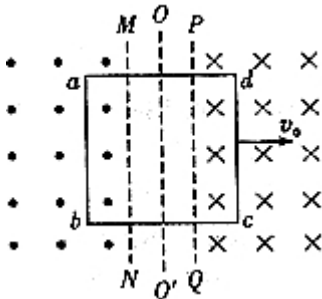
【解析】本题是一个以电磁感应为主的较综合的题。在进入磁场中两线圈都做自由落体运动，即到达磁场边缘时速度相同设为 v ，此后线圈受力有向下的重力和

向上的安培力，有 $F_{\text{安}} = BIL$ ① $I = \frac{BLv}{R}$ ② $R = \frac{4\rho_{\text{阻}}L}{S}$ ③ $a = g - \frac{F_{\text{安}}}{m}$ ④ $m = 4\rho_{\text{密}}LS$

⑤联立以上五个式子可得进入磁场后的加速度为 $a = g - \frac{B^2v}{16\rho_{\text{阻}}\rho_{\text{密}}}$ ，因此两线圈加

速度相等，此后的运动情况完全相同，所以落地速度相等，到完全进入磁场的时间相同，任意时刻安培力的做功的瞬时功率 $P = F_{\text{安}}v = BILv$ ⑥，粗线圈电阻小，电流大，瞬时功率大，总的安培力做功就多，产生热量多，D 项正确。

77.(2010·山东卷·T21)如图所示，空间存在两个磁场，磁感应强度大小均为 B ，方向相反且垂直纸面，MN、PQ 为其边界，OO' 为其对称轴。一导线折成边长为 l 的正方形闭合回路 $abcd$ ，回路在纸面内以恒定速度 v_0 向右运动，当运动到关于 OO' 对称的位置时



- A. 穿过回路的磁通量为零
- B. 回路中感应电动势大小为 $2Blv_0$
- C. 回路中感应电流的方向为顺时针方向
- D. 回路中 ab 边与 cd 边所受安培力方向相同

【答案】ABD

【解析】本题考查了磁通量、法拉第电磁感应定律及考生的分析能力。线框关于 OO' 对称时，左右两侧磁通量大小相等，磁场方向相反，合磁通量为 0；根据

右手定则，cd 的电动势方向由 c 到 d，ab 的电动势方向由 a 到 b，且大小均为 B/v_0 ，闭合电路的电动势为 $2B/v_0$ ，电流方向为逆时针；根据左手定则，ab 和 cd 边所受安培力方向均向左，方向相同，故正确的选项为 ABD。

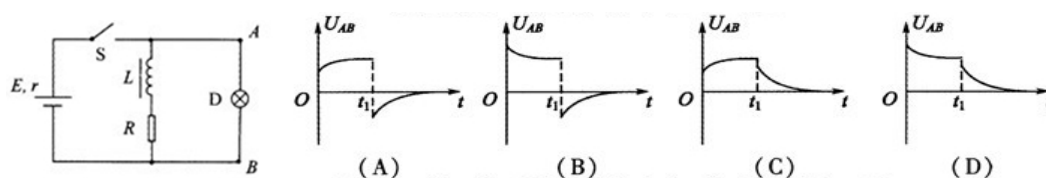
78.(2010·江苏卷·T2)一矩形线框置于匀强磁场中，线框平面与磁场方向垂直，先保持线框的面积不变，将磁感应强度在 1 s 时间内均匀地增大到原来的两倍，接着保持增大后的磁感应强度不变，在 1 s 时间内，再将线框的面积均匀地减小到原来的一半，先后两个过程中，线框中感应电动势的比值为

- (A) $\frac{1}{2}$ (B) 1 (C) 2 (D) 4

【答案】B 难度：易 本题考查电磁感应定律的应用

【解析】 $E_1 = S \frac{\Delta B}{\Delta t} = S \frac{2B - B}{t} = \frac{BS}{t}$ $E_2 = 2B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -\frac{BS}{t}$ ，大小相等，选 B。

79.(2010·江苏卷·T4)如图所示的电路中，电源的电动势为 E，内阻为 r，电感 L 的电阻不计，电阻 R 的阻值大于灯泡 D 的阻值，在 $t=0$ 时刻闭合开关 S，经过一段时间后，在 $t=t_1$ 时刻断开 S，下列表示 A、B 两点间电压 U_{AB} 随时间 t 变化的图像中，正确的是



【答案】B 考查自感和电压图象。 难度：难

【解析】开关闭合时，线圈的自感阻碍作用，可看做电阻，线圈电阻逐渐减小，并联电路电阻逐渐减小。电压 U_{AB} 逐渐减小；开关闭合后再断开时，线圈的感应电流与原电流方向相同，形成回路，灯泡的电流与原来相反，并逐渐减小到 0，所以本题选 B

80.(2010·全国 I 卷·T17)某地的地磁场磁感应强度的竖直分量方向向下，大小为 $4.5 \times 10^{-5} \text{ T}$ 。一灵敏电压表连接在当地入海河段的两岸，河宽 100m，该河段涨潮

和落潮时有海水(视为导体)流过。设落潮时,海水自西向东流,流速为 2m/s 。下列说法正确的是

- A.河北岸的电势较高 B.河南岸的电势较高
C.电压表记录的电压为 9mV D.电压表记录的电压为 5mV

【答案】BD

【解析】海水在落潮时自西向东流,该过程可以理解为:自西向东运动的导体棒在切割竖直向下的磁场。根据右手定则,右岸即北岸是正极电势高,南岸电势低,D对C错。根据法拉第电磁感应定律 $E = BLv = 4.5 \times 10^{-5} \times 100 \times 2 = 9 \times 10^{-3} \text{V}$,B对A错

【命题意图与考点定位】导体棒切割磁场的实际应用题。

81.(2010·全国II卷·T18)如图,空间某区域中有一匀强磁场,磁感应强度方向水平,且垂直于纸面向里,磁场上边界b和下边界d水平。在竖直面内有一矩形金属统一加线圈,线圈上下边的距离很短,下边水平。线圈从水平面a开始下落。已知磁场上下边界之间的距离大于水平面a、b之间的距离。若线圈下边刚通过水平面b、c(位于磁场中)和d时,线圈所受到的磁场力的大小分别为 F_a 、 F_b 和 F_c ,则



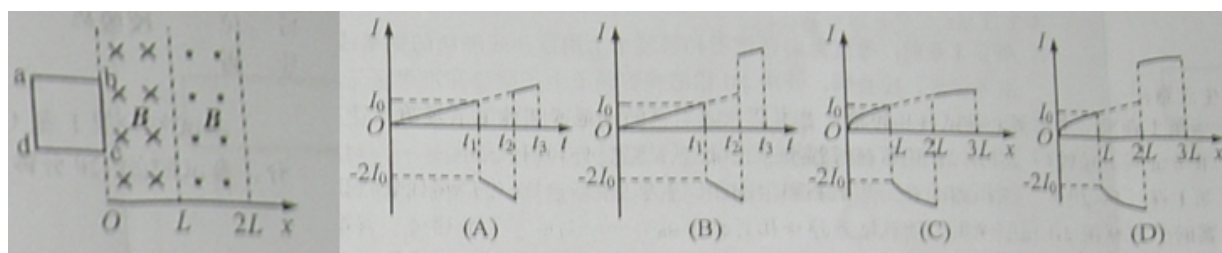
- A. $F_d > F_c > F_b$ B. $F_c < F_d < F_b$
C. $F_c > F_b > F_d$ D. $F_c < F_b < F_d$

【答案】D

【解析】线圈从a到b做自由落体运动,在b点开始进入磁场切割磁感线所以受到安培力 F_b ,由于线圈的上下边的距离很短,所以经历很短的变速运动而进入

磁场，以后线圈中磁通量不变不产生感应电流，在 c 处不受安培力，但线圈在重力作用下依然加速，因此从 d 处切割磁感线所受安培力必然大于 b 处，答案 D。

82.(2010·上海卷·T19)如右图，一有界区域内，存在着磁感应强度大小均为 B ，方向分别垂直于光滑水平桌面向下和向上的匀强磁场，磁场宽度均为 L ，边长为 L 的正方形框 $abcd$ 的 bc 边紧靠磁场边缘置于桌面上，使线框从静止开始沿 x 轴正方向匀加速通过磁场区域，若以逆时针方向为电流的正方向，能反映线框中感应电流变化规律的是图



【答案】A

【解析】在 $0 \sim t_1$ ，电流均匀增大，排除 CD。

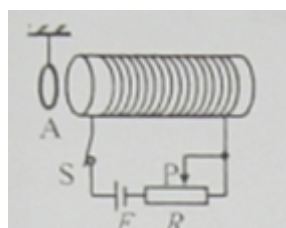
在 $t_1 \sim t_2$ ，两边感应电流方向相同，大小相加，故电流大。

在 $t_2 \sim t_3$ ，因右边离开磁场，只有一边产生感应电流，故电流小，所以选 A。

本题考查感应电流及图象。

难度：难。

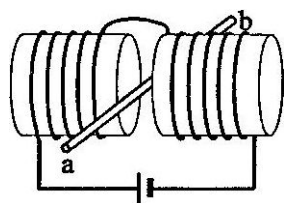
83.(2010·上海卷·T21)如图，金属环 A 用轻绳悬挂，与长直螺线管共轴，并位于其左侧，若变阻器滑片 P 向左移动，则金属环 A 将向____(填“左”或“右”)运动，并有____(填“收缩”或“扩张”)趋势。



【解析】变阻器滑片 P 向左移动，电阻变小，电流变大，根据楞次定律，感应电流的磁场方向原电流磁场方向相反，相互吸引，则金属环 A 将向右移动，因磁通量增大，金属环 A 有收缩趋势。

本题考查楞次定律。难度：易。

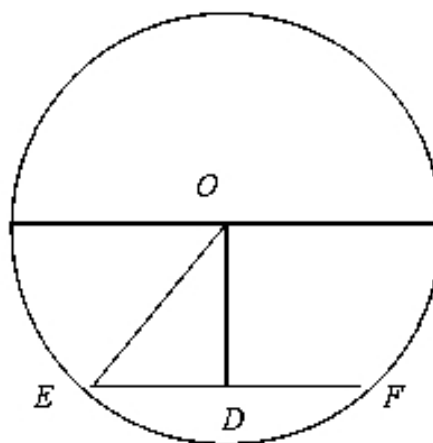
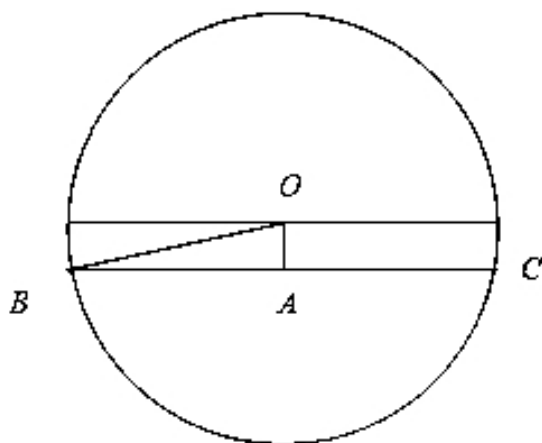
84.(2010·新课标 I 卷·T21)如图所示，两个端面半径同为 R 的圆柱形铁芯同轴水平放置，相对的端面之间有一缝隙，铁芯上绕导线并与电源连接，在缝隙中形成一匀强磁场。一铜质细直棒 ab 水平置于缝隙中，且与圆柱轴线等高、垂直。让铜棒从静止开始自由下落，铜棒下落距离为 $0.2R$ 时铜棒中电动势大小为 E_1 ，下落距离为 $0.8R$ 时电动势大小为 E_2 。忽略涡流损耗和边缘效应。关于 E_1 、 E_2 的大小和铜棒离开磁场前两端的极性，下列判断正确的是



- A. $E_1 > E_2$, a 端为正 B. $E_1 > E_2$, b 端为正
C. $E_1 < E_2$, a 端为正 D. $E_1 < E_2$, b 端为正

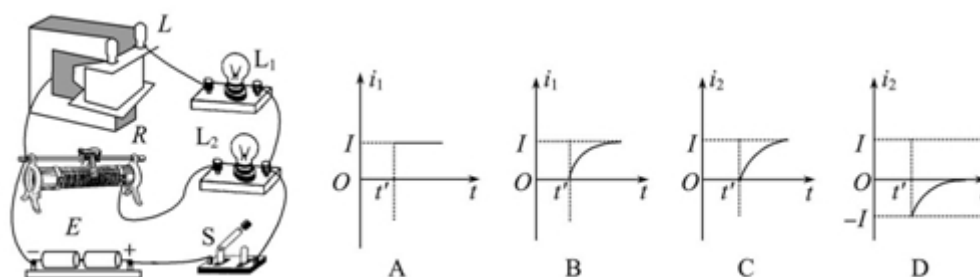
【答案】D

【解析】本题考查安培定则、右手定则、自由落体运动、动生电动势的计算、圆的几何知识，是一道比较难的综合题。



根据线圈中电流的流向，以及安培定则可知缝隙中的匀强电场方向为从右向左，铜棒自由下落，运动方向竖直向下，根据右手定则可以判断 b 端电势为正；铜棒在切割磁感线的过程中的有效长度分别为 BC 和 EF，根据勾股定理可以算出 $BC = \sqrt{0.96R}$ ， $EF = \sqrt{0.36R}$ ，铜棒自由下落， $v = \sqrt{2gh}$ ，所以 $v_1 = \sqrt{0.4R}$ ， $v_2 = \sqrt{1.6R}$ ，由 $E = BLv$ ，可以算出 $E_1 < E_2$ ，D 项正确。

85.(2010·北京卷·T19)在如图所示的电路中，两个相同的小灯泡 L_1 和 L_2 分别串联一个带铁芯的电感线圈 L 和一个滑动变阻器 R 。闭合开关 S 后，调整 R ，使 L_1 和 L_2 发光的亮度一样，此时流过两个灯泡的电流均为 I 。然后，断开 S。若 t' 时刻再闭合 S，则在 t' 前后的一小段时间内，正确反映流过 L_1 的电流 i_1 、流过 L_2 的电流 i_2 随时间 t 变化的图像是

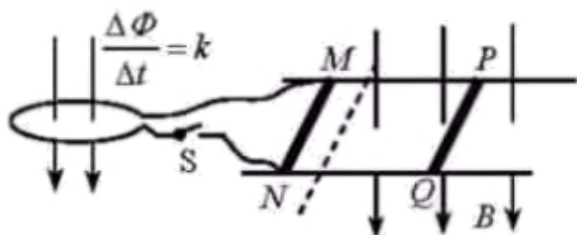


【答案】B

【解析】本题考查通电自感，与滑动变阻器 R 串联的 L_2 ，没有自感直接变亮，电流变化图像和 A 中图线，C D 错误。与带铁芯的电感线圈串联的 L_1 ，自感强电流逐渐变大，B 正确。

非选择题：

86.(2019·天津卷·T13)如图所示，固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨，垂直于导轨放置的两根金属棒 MN 和 PQ 长度也为 l 、电阻均为 R ，两棒与导轨始终接触良好。MN 两端通过开关 S 与电阻为 R 的单匝金属线圈相连，线圈内存在竖直向下均匀增加的磁场，磁通量变化率为常量 k 。图中虚线右侧有垂直于导轨平面向下的匀强磁场，磁感应强度大小为 B 。PQ 的质量为 m ，金属导轨足够长，电阻忽略不计。



(1) 闭合 S，若使 PQ 保持静止，需在其上加多大的水平恒力 F，并指出其方向；

(2) 断开 S，PQ 在上述恒力作用下，由静止开始到速度大小为 v 的加速过程中流过 PQ 的电荷量为 q，求该过程安培力做的功 W。

【答案】 (1) $F = \frac{Bkl}{3R}$ ，方向水平向右； (2) $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{2}{3}kq$

【解析】

【详解】 (1) 设线圈中的感应电动势为 E，由法拉第电磁感应定律 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ，则 $E = k$ ①

设 PQ 与 MN 并联的电阻为 $R_{\text{并}}$ ，有 $R_{\text{并}} = \frac{R}{2}$ ②

闭合 S 时，设线圈中的电流为 I，根据闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E}{R_{\text{并}} + R}$ ③

设 PQ 中的电流为 I_{PQ} ，有 $I_{PQ} = \frac{1}{2}I$ ④

设 PQ 受到的安培力为 $F_{\text{安}}$ ，有 $F_{\text{安}} = BI_{PQ}l$ ⑤

保持 PQ 静止，由受力平衡，有 $F = F_{\text{安}}$ ⑥

联立①②③④⑤⑥式得 $F = \frac{Bkl}{3R}$ ⑦方向水平向右。

(2) 设 PQ 由静止开始到速度大小为 v 的加速过程中，PQ 运动的位移为 x，所用时间为 Δt ，

回路中的磁通量变化为 $\Delta \Phi$ ，平均感应电动势为 $\bar{E}$ ，有 $\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ ⑧

其中 $\Delta \Phi = Blx$ ⑨

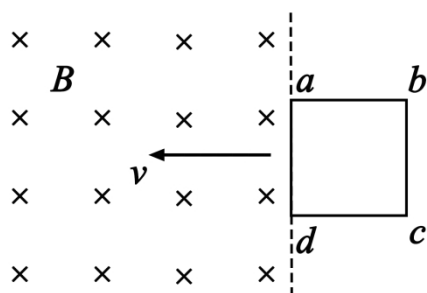
设 PQ 中的平均电流为 $\bar{I}$ ，有 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R}$ ⑩

根据电流的定义得 $\bar{I} = \frac{q}{\Delta t}$ ⑪

由动能定理，有 $Fx + W = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ ⑫

联立⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬式得 $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{2}{3}kq$ ⑬

87.(2019•北京卷•T10)如图所示，垂直于纸面的匀强磁场磁感应强度为 B 。纸面内有一正方形均匀金属线框 $abcd$ ，其边长为 L ，总电阻为 R ， ad 边与磁场边界平行。从 ad 边刚进入磁场直至 bc 边刚要进入的过程中，线框在向左的拉力作用下以速度 v 匀速运动，求：



(1) 感应电动势的大小 E ；

(2) 拉力做功的功率 P ；

(3) ab 边产生的焦耳热 Q 。

【答案】(1) $E = BLv$ ；(2) $P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$ ；(3) $Q = \frac{B^2 L^3 v}{4}$

【解析】

由导体棒切割磁感线产生电动势综合闭合电路欧姆定律和 $Q = I^2 R t$ 解题。

(1) 从 ad 边刚进入磁场到 bc 边刚要进入的过程中，只有 ad 边切割磁感线，所以产生的感应电动势为： $E = BLv$ ；

(2)线框进入过程中线框中的电流为: $I = \frac{E}{R}$

ad 边安培力为: $F_A = BIL$

由于线框匀速运动, 所以有拉力与安培力大小相等, 方向相反, 即 $F = F_A$

所以拉力的功率为: $P = Fv = F_A v$

联立以上各式解得: $P = \frac{B^2 L^2 v^2}{R}$;

(3) 线框进入过程中线框中的电流为: $I = \frac{E}{R}$

进入所用的时间为: $t = \frac{L}{v}$

ad 边的电阻为: $R_{ad} = \frac{R}{4}$

焦耳热为: $Q = I^2 R_{ad} t$

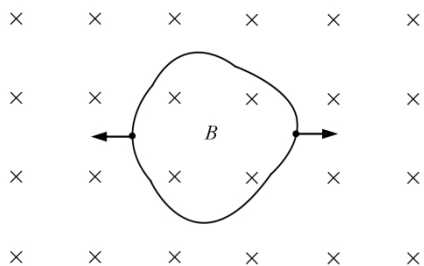
联立解得: $Q = \frac{B^2 L^3 v}{4}$ 。

88.(2019•江苏卷•T21)如图所示, 匀强磁场中有一个用软导线制成的单匝闭合线圈, 线圈平面与磁场垂直. 已知线圈的面积 $S=0.3\text{m}^2$ 、电阻 $R=0.6\Omega$, 磁场的磁感应强度 $B=0.2\text{T}$. 现同时向两侧拉动线圈, 线圈的两边在 $\Delta t=0.5\text{s}$ 时间内合到一起. 求线圈在上述过程中

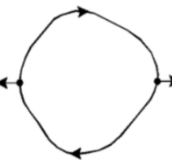
(1)感应电动势的平均值 E ;

(2)感应电流的平均值 I , 并在图中标出电流方向;

(3)通过导线横截面的电荷量 q .



【答案】(1) $E=0.12\text{V}$; (2) $I=0.2\text{A}$ (电流方向见图); (3) $q=0.1\text{C}$



【解析】(1)由法拉第电磁感应定律有:

$$\text{感应电动势的平均值 } E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\text{磁通量的变化 } \Delta\Phi = B\Delta S$$

$$\text{解得: } E = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$$

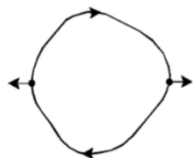
$$\text{代入数据得: } E=0.12\text{V};$$

(2)由闭合电路欧姆定律可得:

$$\text{平均电流 } I = \frac{E}{R}$$

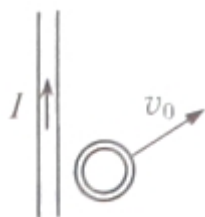
$$\text{代入数据得 } I=0.2\text{A}$$

由楞次定律可得, 感应电流方向如图:



(3)由电流的定义式 $I = \frac{q}{\Delta t}$ 可得: 电荷量 $q = I\Delta t$ 代入数据得 $q=0.1\text{C}$ 。

89..(2015·上海卷·T24)如图所示, 一无限长通电直导线固定在光滑水平面上, 金属环质量为 0.02kg , 在该平面上以 $v_0 = 2\text{m/s}$ 、与导线成 60° 角的初速度运动, 其最终的运动状态是_____, 环中最多能产生_____J 的电。

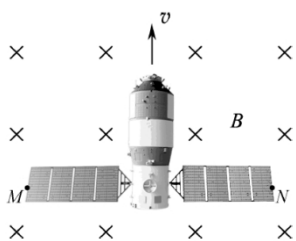


【答案】匀速直线运动；0.03

【解析】金属环最终会沿与通电直导线平行的直线，做匀速直线运动；最终速度 $v=v_0\cos 60^\circ$ 由能量守恒定律，得环中最多能产生电能 $E=\Delta E_k=0.03\text{J}$

【考点定位】电磁感应；能量守恒定律。

90.(2016·江苏卷)据报道，一法国摄影师拍到“天宫一号”空间站飞过太阳的瞬间.照片中，“天宫一号”的太阳帆板轮廓清晰可见.如图所示，假设“天宫一号”正以速度 $v=7.7\text{ km/s}$ 绕地球做匀速圆周运动，运动方向与太阳帆板两端 M、N 的连线垂直，M、N 间的距离 $L=20\text{ m}$ ，地磁场的磁感应强度垂直于 v 、MN 所在平面的分量 $B=1.0\times 10^{-5}\text{ T}$ ，将太阳帆板视为导体.



(1)求 M、N 间感应电动势的大小 E ；

(2)在太阳帆板上将一只“1.5 V，0.3 W”的小灯泡与 M、N 相连构成闭合电路，不计太阳帆板和导线的电阻，试判断小灯泡能否发光，并说明理由；

(3)取地球半径 $R=6.4\times 10^3\text{ km}$ ，地球表面的重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$ ，试估算“天宫一号”距离地球表面的高度 h (计算结果保留一位有效数字).

【答案】(1)1.54V (2)不能(3) $4\times 10^5\text{ m}$

【解析】(1)法拉第电磁感应定律 $E=BLv$ ，代入数据得 $E=1.54\text{ V}$

(2)不能，因为穿过闭合回路的磁通量不变，不产生感应电流.

(3)在地球表面有 $G \frac{Mm}{R^2} = mg$

匀速圆周运动 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{v^2}{R+h}$

解得 $h = \frac{gR^2}{v^2} - R$ ，代入数据得 $h \approx 4 \times 10^5 \text{ m}$ (数量级正确都算对)

【考点定位】电磁感应、万有引力

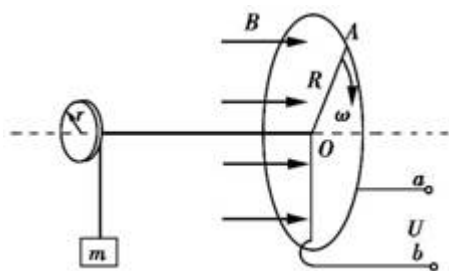
【方法技巧】本题旨在考查对电磁感应现象的理解，第一问很简单，问题在第二问，学生在第一问的基础上很容易答不能发光，殊不知闭合电路的磁通量不变，没有感应电流产生。本题难度不大，但第二问很容易出错，要求考生心细，考虑问题全面。

91.(2014·浙江卷·T24)其同学设计一个发电测速装置，工作原理如图所示。一个半径为 $R=0.1\text{m}$ 的圆形金属导轨固定在竖直平面上，一根长为 R 的金属棒 OA ， A 端与导轨接触良好， O 端固定在圆心处的转轴上。转轴的左端有一个半径为 $r=R/3$ 的圆盘，圆盘和金属棒能随转轴一起转动。圆盘上绕有不可伸长的细线，下端挂着一个质量为 $m=0.5\text{kg}$ 的铝块。在金属导轨区域内存在垂直于导轨平面向右的匀强磁场，磁感应强度 $B=0.5\text{T}$ 。 a 点与导轨相连， b 点通过电刷与 O 端相连。测量 a 、 b 两点间的电势差 U 可算得铝块速度。铝块由静止释放，下落 $h=0.3\text{m}$ 时，测得 $U=0.15\text{V}$ 。(细线与圆盘间没有滑动，金属棒、导轨、导线及电刷的电阻均不计，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$)

(1)测 U 时， a 点相接的是电压表的“正极”还是“负极”？

(2)求此时铝块的速度大小；

(3)求此下落过程中铝块机械能的损失。



【答案】(1)正极 (2)2 m/s (3)0.5J

【解析】(1)根据右手定则可判断口点为电源的正极，故口点相接的是电压表的“正极”

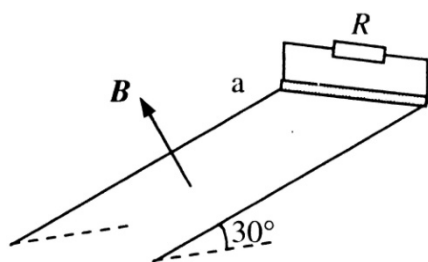
(2)由电磁感应定律得 $U = E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, $\Delta\Phi = \frac{1}{2}BR^2\Delta\theta$, $U = \frac{1}{2}B\omega R^2$, $v = \omega r = \frac{1}{3}\omega R$,

联立解得 $v = 2\text{m/s}$

(3)根据能量守恒得: $\Delta E - mgh - \frac{1}{2}mv^2 = 0.5J$

【考点定位】法拉第电磁感应定律、能量守恒定律

92.(2011·上海卷)电阻可忽略的光滑平行金属导轨长 $S=1.15\text{m}$ ，两导轨间距 $L=0.75\text{m}$ ，导轨倾角为 30° ，导轨上端 ab 接一阻值 $R=1.5\Omega$ 的电阻，磁感应强度 $B=0.8\text{T}$ 的匀强磁场垂直轨道平面向上。阻值 $r=0.5\Omega$ ，质量 $m=0.2\text{kg}$ 的金属棒与轨道垂直且接触良好，从轨道上端 ab 处由静止开始下滑至底端，在此过程中金属棒产生的焦耳热 $Q_r=0.1\text{J}$ 。(取 $g=10\text{m/s}^2$)求：



(1)金属棒在此过程中克服安培力的功 $W_{\text{安}}$ ；

(2)金属棒下滑速度 $v=2\text{m/s}$ 时的加速度 a 。

(3)为求金属棒下滑的最大速度 v_m ，有同学解答如下由动能定理 $W_{\text{重}}-W_{\text{安}}=\frac{1}{2}mv_m^2$ ，.....。由此所得结果是否正确？若正确，说明理由并完成本小题；若不正确，给出正确的解答。

【答案】(1) $0.4J$ (2) $3.2m/s^2$ (3) 正确， $27.4m/s$

【解析】(1)下滑过程中安培力的功即为在金属棒和电阻上产生的焦耳热，由于 $R=3r$ ，

因此 $Q_R=3Q_r=0.3J$ ，故 $W_{\text{安}}=Q=Q_R+Q_r=0.4J$ ，

(2)金属棒下滑时受重力和安培力 $F_{\text{安}}=BIL=\frac{B^2L^2}{R+r}v$

由牛顿第二定律 $mg\sin 30^\circ - \frac{B^2L^2}{R+r}v=ma$

故 $a=g\sin 30^\circ - \frac{B^2L^2}{m(R+r)}v=10 \times \frac{1}{2} - \frac{0.8^2 \times 0.75^2 \times 2}{0.2 \times (1.5+0.5)}=3.2(m/s^2)$

(3)此解法正确.金属棒下滑时重力、支持力和安培力作用，根据牛顿第二定律

$mg\sin 30^\circ - \frac{B^2L^2}{R+r}v=ma$

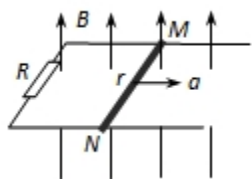
上式表明，加速度随速度增加而减小，棒作加速度减小的加速运动.无论最终是否达到匀速，当棒到达斜面底端时速度一定为最大.由动能定理可以得到棒的末速度，因此上述解法正确.

$mgS\sin 30^\circ - Q = \frac{1}{2}mv_m^2$

故 $v_m = \sqrt{2gS\sin 30^\circ - \frac{2Q}{m}} = \sqrt{2 \times 10 \times 1.15 \times \frac{1}{2} - \frac{2 \times 0.4}{0.2}} = 2.74(m/s)$

【考点定位】电磁感应中的能量转化；牛顿第二定律；动能定理的应用；焦耳定律

93.(2012·天津卷)如图所示，一对光滑的平行金属导轨固定在同一水平面内，导轨间距 $l=0.5\text{m}$ ，左端接有阻值 $R=0.3\Omega$ 的电阻。一质量 $m=0.1\text{kg}$ ，电阻 $r=0.1\Omega$ 的金属棒 MN 放置在导轨上，整个装置置于竖直向上的匀强磁场中，磁场的磁感应强度 $B=0.4\text{T}$ 。棒在水平向右的外力作用下，由静止开始以 $a=2\text{m/s}^2$ 的加速度做匀加速运动，当棒的位移 $x=9\text{m}$ 时撤去外力，棒继续运动一段距离后停下来，已知撤去外力前后回路中产生的焦耳热之比 $Q_1:Q_2=2:1$ 。导轨足够长且电阻不计，棒在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触。求：



- (1)棒在匀加速运动过程中，通过电阻 R 的电荷量 q ；
- (2)撤去外力后回路中产生的焦耳热 Q_2 ；
- (3)外力做的功 W_F 。

【答案】 (1)4.5C (2)1.8J (3)5.4J

【解析】 (1)设棒匀加速运动的时间为 Δt ，回路的磁通量变化量为： $\Delta\Phi=BLx$ ，

由法拉第电磁感应定律得，回路中的平均感应电动势为： $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

由闭合电路欧姆定律得，回路中的平均电流为： $I=\frac{E}{R+r}$

通过电阻 R 的电荷量为： $q=I\Delta t$

联立以上各式，代入数据解得： $q=4.5\text{C}$

(2)设撤去外力时棒的速度为 v ，棒做匀加速运动过程中，由运动学公式得： $v^2=2ax$

设撤去外力后的运动过程中安培力做功为 W ，由动能定理得： $W=0-\frac{1}{2}mv^2$

撤去外力后回路中产生的焦耳热： $Q_2=-W$

联立以上各式，代入数据解得： $Q_2=1.8\text{J}$

(3)由题意各，撤去外力前后回路中产生的焦耳热之比 $Q_1:Q_2=2:1$

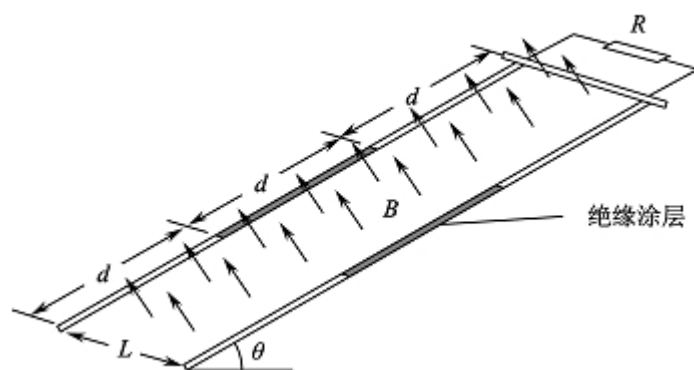
可得： $Q_1=3.6\text{J}$

在棒运动的整个过程中，由功能关系可得： $W_F=Q_1+Q_2$

联立以上各式，代入数据解得： $W_F=5.4\text{J}$

【考点定位】本题考查电磁感应综合应用及其相关知识

94.(2014·江苏卷·T13)如图所示，在匀强磁场中有一倾斜的平行金属导轨，导轨间距为 L ，长为 $3d$ ，导轨平面与水平面的夹角为 θ ，在导轨的中部刷有一段长为 d 的薄绝缘涂层。匀强磁场的磁感应强度大小为 B ，方向与导轨平面垂直。质量为 m 的导体棒从导轨的顶端由静止释放，在滑上涂层之前已经做匀速运动，并一直匀速滑到导轨底端。导体棒始终与导轨垂直，且仅与涂层间有摩擦，接在两导轨间的电阻为 R ，其他部分的电阻均不计，重力加速度为 g 。求：



(1)导体棒与涂层间的动摩擦因数 μ ;

(2)导体棒匀速运动的速度大小 v ;

(3)整个运动过程中，电阻产生的焦耳热 Q 。

【答案】(1) $\mu=\tan\theta$; (2) $v=\frac{mgR\sin\theta}{B^2L^2}$; (3) $Q=2mgd\sin\theta-\frac{m^3g^2R^2\sin^2\theta}{2B^4L^4}$

【解析】(1)导体棒在绝缘涂层上滑动时，受重力 mg 、导轨的支持力 N 和滑动摩擦力 f 作用，根据共点力平衡条件有： $mg\sin\theta=f$ ， $N=mg\cos\theta$

根据滑动摩擦定律有： $f=\mu N$

联立以上三式解得： $\mu = \tan\theta$

(2)在光滑导轨上

感应电动势 $E = BLv$ 感应电流 $I = \frac{E}{R}$

安培力 $F_{\text{安}} = BIL$ 受力平衡 $F_{\text{安}} = mg \sin\theta$

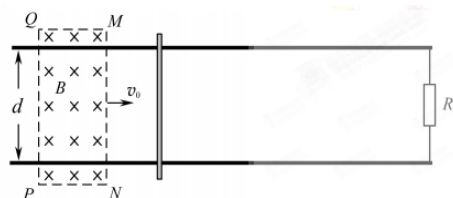
解得 $v = \frac{mgR \sin\theta}{B^2 L^2}$

(3)由题意可知，只有导体棒在导轨光滑段滑动时，回路中有感应电流产生，因此对导体棒在第 1、3 段 d 长导轨上滑动的过程，根据能量守恒定律有： $Q = 2mgd \sin\theta - \frac{1}{2}mv^2$

解得： $Q = 2mgd \sin\theta - \frac{m^3 g^2 R^2 \sin^2 \theta}{2B^4 L^4}$

【考点定位】本题主要考查了共点力平衡条件、安培力大小公式、闭合电路欧姆定律、法拉第电磁感应定律、能量守恒定律的应用问题，属于中档题。

95.(2017·江苏卷)如图所示，两条相距 d 的平行金属导轨位于同一水平面内，其右端接一阻值为 R 的电阻.质量为 m 的金属杆静置在导轨上，其左侧的矩形匀强磁场区域 $MNPQ$ 的磁感应强度大小为 B 、方向竖直向下.当该磁场区域以速度 v_0 匀速地向右扫过金属杆后，金属杆的速度变为 v .导轨和金属杆的电阻不计，导轨光滑且足够长，杆在运动过程中始终与导轨垂直且两端与导轨保持良好接触.求：



(1)MN 刚扫过金属杆时，杆中感应电流的大小 I ；

(2)MN 刚扫过金属杆时，杆的加速度大小 a ；

(3)PQ 刚要离开金属杆时，感应电流的功率 P.

【答案】(1) $I = \frac{Bdv_0}{R}$ (2) $a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$ (3) $P = \frac{B^2 d^2 (v_0 - v)^2}{R}$

【解析】(1)感应电动势 $E = Bdv_0$ 感应电流 $I = \frac{E}{R}$ 解得 $I = \frac{Bdv_0}{R}$

(2)安培力 $F = BId$ 牛顿第二定律 $F = ma$ 解得 $a = \frac{B^2 d^2 v_0}{mR}$

(3)金属杆切割磁感线的速度 $v' = v_0 - v$ ，则

感应电动势 $E = Bd(v_0 - v)$ 电功率 $P = \frac{E^2}{R}$ 解得 $P = \frac{B^2 d^2 (v_0 - v)^2}{R}$

【考点定位】电磁感应

【名师点睛】本题的关键在于导体切割磁感线产生电动势 $E = Blv$ ，切割的速度(v)是导体与磁场的相对速度，分析这类问题，通常是先电后力，再功能.

96.(2017·北京卷)发电机和电动机具有装置上的类似性，源于它们机理上的类似性。直流发电机和直流电动机的工作原理可以简化为如图 1、图 2 所示的情景。

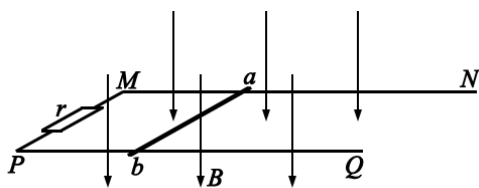


图1

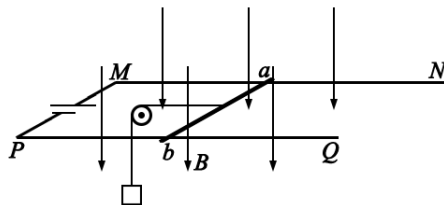


图2

在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中，两根光滑平行金属轨道 MN、PQ 固定在水平面内，相距为 L，电阻不计。电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN、PQ 放在轨道上，与轨道接触良好，以速度 v(v 平行于 MN)向右做匀速运动。

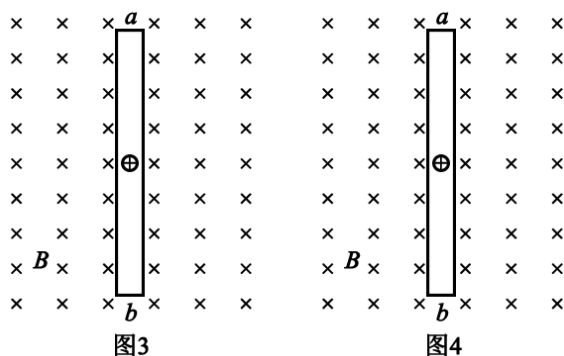
图 1 轨道端点 MP 间接有阻值为 r 的电阻，导体棒 ab 受到水平向右的外力作用。图 2 轨道端点 MP 间接有直流电源，导体棒 ab 通过滑轮匀速提升重物，电路中的电流为 I。

(1)求在 Δt 时间内，图 1“发电机”产生的电能和图 2“电动机”输出的机械能。

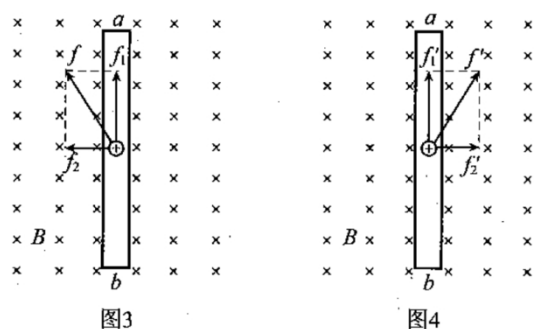
(2)从微观角度看，导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力在上述能量转化中起着重要作用。为了方便，可认为导体棒中的自由电荷为正电荷。

a.请在图 3(图 1 的导体棒 ab)、图 4(图 2 的导体棒 ab)中，分别画出自由电荷所受洛伦兹力的示意图。

b.我们知道，洛伦兹力对运动电荷不做功。那么，导体棒 ab 中的自由电荷所受洛伦兹力是如何在能量转化过程中起到作用的呢？请以图 2“电动机”为例，通过计算分析说明。



【答案】(1) $\frac{B^2 L^2 v^2 \Delta t}{R+r}$ $BLv\Delta t$ (2)a.如图 3、图 4 b.见解析



【解析】(1)图 1 中由于导体棒 ab 运动切割磁感线，回路中产生感应电流 $I_1 = \frac{BLv}{R+r}$

由于电流做功，导体棒与电阻发热产生焦耳热，由焦耳定律、闭合电路欧姆定律

和能量守恒定律可知，图 1“发电机”产生的电能为： $E_1 = \frac{B^2 L^2 v^2}{R+r} \cdot \Delta t$

在图 2 中，对重物和导体棒分别应用平衡条件有： $T=mg$ ， $T=ILB$

提升重物做功为： $W = mgv\Delta t$

根据功能关系可知，图 2“电动机”输出的机械能为： $E_2 = W$

解得： $E_2 = ILBv\Delta t$

(2)a.图 3 中，棒 ab 向右运动，由左手定则可知其中的正电荷受到 $b \rightarrow a$ 方向的洛伦兹力，在该洛伦兹力作用下，正电荷沿导体棒运动形成感应电流，有沿 $b \rightarrow a$ 方向的分速度，受到向左的洛伦兹力作用；图 4 中，在电源形成的电场作用下，棒 ab 中的正电荷沿 $a \rightarrow b$ 方向运动，受到向右的洛伦兹力作用，该洛伦兹力使导体棒向右运动，正电荷具有向右的分速度，又受到沿 $b \rightarrow a$ 方向的洛伦兹力作用。如图 3、图 4。

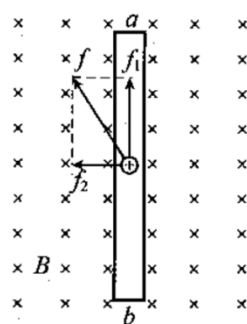


图3

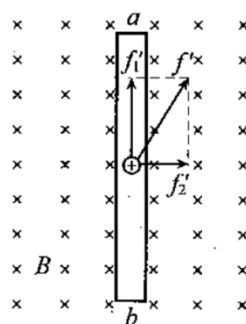


图4

b.设自由电荷的电荷量为 q ，沿导体棒定向移动的速率为 u 。

如图 4 所示，沿棒方向的洛伦兹力 $f_1' = qvB$ ，做负功 $W_1 = -f_1' \cdot u\Delta t = -qvBu\Delta t$

垂直棒方向的洛伦兹力 $f_2' = quB$ ，做正功 $W_2 = f_2' \cdot v\Delta t = quBv\Delta t$

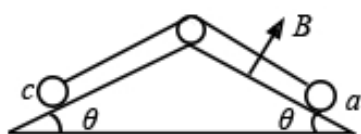
所示 $W_1 = -W_2$ ，即导体棒中一个自由电荷所受的洛伦兹力做功为零。

f_1' 做负功，阻碍自由电荷的定向移动，宏观上表现为“反电动势”，消耗电源的电能； f_2' 做正功，宏观上表现为安培力做正功，使机械能增加。大量自由电荷所受洛伦兹力做功的宏观表现是将电能转化为等量的机械能，在此过程中洛伦兹力通过两个分力做功起到“传递能量的作用”。

【考点定位】闭合电路欧姆定律、法拉第电磁感应定律、左手定则、功能关系

【名师点睛】洛伦兹力永不做功，本题看似洛伦兹力做功，实则将两个方向的分运动结合起来，所做正、负功和为零。

97.(2016·全国新课标I卷)如图，两固定的绝缘斜面倾角均为 θ ，上沿相连。两细金属棒 ab (仅标出 a 端)和 cd (仅标出 c 端)长度均为 L ，质量分别为 $2m$ 和 m ；用两根不可伸长的柔软导线将它们连成闭合回路 $abdca$ ，并通过固定在斜面上沿的两光滑绝缘小定滑轮跨放在斜面上，使两金属棒水平。右斜面上存在匀强磁场，磁感应强度大小为 B ，方向垂直于斜面向上。已知两根导线刚好不在磁场中，回路电阻为 R ，两金属棒与斜面间的动摩擦因数均为 μ ，重力加速度大小为 g ，已知金属棒 ab 匀速下滑。求



(1)作用在金属棒 ab 上的安培力的大小；

(2)金属棒运动速度的大小。

【答案】(1) $mg(\sin \theta - 3\mu \cos \theta)$ (2) $(\sin \theta - 3\mu \cos \theta) \frac{mgR}{B^2 L^2}$

【解析】(1)设导线的张力的大小为 T ，右斜面对 ab 棒的支持力的大小为 N_1 ，作用在 ab 棒上的安培力的大小为 F ，左斜面对 cd 棒的支持力大小为 N_2 。对于 ab 棒，由力的平衡条件得 $2mg \sin \theta = \mu N_1 + T + F$ ①

$$N_1 = 2mg \cos \theta$$
 ②

对于 cd 棒，同理有 $mg \sin \theta + \mu N_2 = T$ ③， $N_2 = mg \cos \theta$ ④

联立①②③④式得 $F = mg(\sin \theta - 3\mu \cos \theta)$ ⑤

(2)由安培力公式得 $F = BIL$ ⑥

这里 I 是回路 $abdca$ 中的感应电流。 ab 棒上的感应电动势为 $\varepsilon = BLv$ ⑦

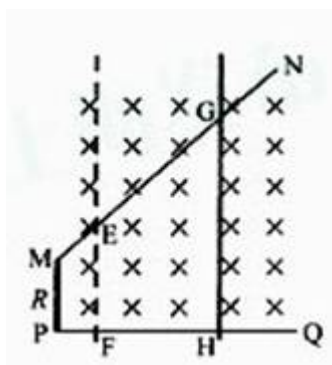
式中， v 是 ab 棒下滑速度的大小。由欧姆定律得 $I = \frac{\varepsilon}{R}$ ⑧

联立⑤⑥⑦⑧式得 $v = (\sin \theta - 3\mu \cos \theta) \frac{mgR}{B^2 L^2}$ ⑨

【考点定位】导体切割磁感线、共点力平衡

【名师点睛】本题是电磁感应与电路、力学相结合的综合题，应用 $E=BLv$ 、欧姆定律、安培力公式、共点力作用下的平衡即可正确解题。解决本题时，还要特别注意 cd 棒的重力沿斜面的分力和滑动摩擦力的影响。

98.(2014·上海卷)如图，水平面内有一光滑金属导轨，其 MN 、 PQ 边的电阻不计， MP 边的电阻阻值 $R=1.5\Omega$ ， MN 与 MP 的夹角为 135° ， PQ 与 MP 垂直， MP 边长度小于 $1m$ 。将质量 $m=2kg$ ，电阻不计的足够长直导体棒搁在导轨上，并与 MP 平行。棒与 MN 、 PQ 交点 G 、 H 间的距离 $L=4m$ 。空间存在垂直于导轨平面的匀强磁场，磁感应强度 $B=0.5T$ 。在外力作用下，棒由 GH 处以一定的初速度向左做直线运动，运动时回路中的电流强度始终与初始时的电流强度相等。



- (1)若初速度 $v_1=3m/s$ ，求棒在 GH 处所受的安培力大小 F_A 。
- (2)若初速度 $v_2=1.5m/s$ ，求棒向左移动距离 $2m$ 到达 EF 所需时间 Δt 。
- (3)在棒由 GH 处向左移动 $2m$ 到达 EF 处的过程中，外力做功 $W=7J$ ，求初速度 v_3 。

【答案】(1) $8N$ (2) $\Delta t = 1s$ (3) $v_3 = 1m/s$

【解析】(1)导体棒切割磁感线产生感应电动势 $E = BLv = 6V$

感应电流 $I = \frac{E}{R} = 4A$ 金属棒受到安培力 $F = BIL = 8N$

(2)运动过程电流始终不变，而电阻不变，即感应电动势不变。

初始感应电动势 $E = BLv = 3v$ 所以平均感应电动势 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = 3v$

根据几何关系可得从 GH 到 EF，线框面积变化量 $\Delta S = \frac{1}{2} \times (EF + GH) \times 2 = 6m^2$

代入计算可得运动时间 $\Delta t = 1s$

(3) 根据几何关系可得 $L_{EF} = 2m$

根据运动过程电流不变判断电动势不变，设末速度为 v' ，则有 $BLv_3 = BL_{EF}v'$

可得 $v' = 2v_3$

运动过程电流 $I = \frac{BLv_3}{R}$

电动势 $\frac{\Delta\phi}{\Delta t} = B \frac{\Delta S}{\Delta t} = BLv_3$

运动时间 $\Delta t = \frac{3}{2v_3}$

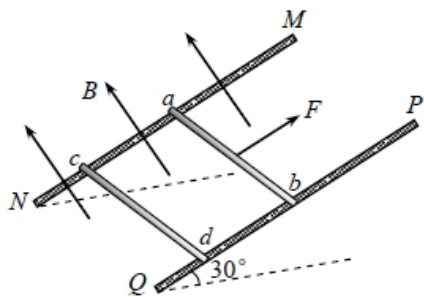
克服安培力做功 $I^2 R \Delta t = \frac{B^2 L^2 v_3^2}{R} \times \frac{3}{2v_3} = \frac{3B^2 L^2 v_3}{2R}$

根据动能定理有 $7 - \frac{3B^2 L^2 v_3}{2R} = \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv_3^2$

整理可得 $v_3 = 1m/s$ 或 $v_3 = -\frac{7}{3}m/s$ (舍去)

【考点定位】电磁感应切割类问题

99.(2011·天津卷)如图所示，两根足够长的光滑金属导轨 MN、PQ 间距为 $l=0.5m$ ，其电阻不计，两导轨及其构成的平面均与水平面成 30° 角。完全相同的两金属棒 ab、cd 分别垂直导轨放置，每棒两端都与导轨始终有良好接触，已知两棒的质量均为 $0.02kg$ ，电阻均为 $R=0.1\Omega$ ，整个装置处在垂直于导轨平面向上的匀强磁场中，磁感应强度为 $B=0.2T$ ，棒 ab 在平行于导轨向上的力 F 作用下，沿导轨向上匀速运动，而棒 cd 恰好能保持静止。取 $g=10m/s^2$ ，问：



(1)通过 cd 棒的电流 I 是多少，方向如何？

(2)棒 ab 受到的力 F 多大？

(3)棒 cd 每产生 $Q=0.1J$ 的热量，力 F 做的功 W 是多少？

【答案】 (1) $I=1A$ ，方向由右手定则可知由 d 到 c (2) $F=0.2N$ (3) $W=0.4J$

【解析】 (1)棒 cd 受到的安培力 $F_{cd} = IlB$ ①

棒 cd 在共点力作用下平衡，则 $F_{cd} = mgsin30^\circ$ ②

由①②式代入数据，解得 $I=1A$ ，方向由右手定则可知由 d 到 c.

(2)棒 ab 与棒 cd 受到的安培力大小相等 $F_{ab} = F_{cd}$

对棒 ab 由共点力平衡有 $F = mgsin30^\circ + IlB$

代入数据解得 $F=0.2N$

(3)设在时间 t 内棒 cd 产生 $Q=0.1J$ 热量，由焦耳定律可知 $Q=I^2Rt$

设 ab 棒匀速运动的速度大小为 v ，则产生的感应电动势 $E=B/v$

由闭合电路欧姆定律知 $I = \frac{E}{2R}$

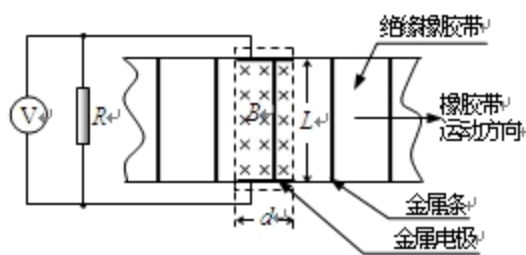
在时间 t 内，棒 ab 沿导轨的位移 $x=vt$

力 F 做的功 $W=Fx$

综合上述各式，代入数据解得 $W=0.4J$

【考点定位】 电磁感应切割类问题

100.(2011·重庆卷)有人设计了一种可测速的跑步机，测速原理如图所示，该机底面固定有间距为 L 、长度为 d 的平行金属电极。电极间充满磁感应强度为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场，且接有电压表和电阻 R 。绝缘橡胶带上镀有间距为 d 的平行细金属条，磁场中始终仅有一根金属条，且与电极接触良好，不计金属电阻，若橡胶带匀速运动时，电压表读数为 U ，求：



- (1)橡胶带匀速运动的速率；
- (2)电阻 R 消耗的电功率；
- (3)一根金属条每次经过磁场区域克服安培力做的功。

【答案】 (1) $v = \frac{U}{BL}$ (2) $P = \frac{U^2}{R}$ (3) $W = \frac{BLUd}{R}$

【解析】 (1)设电动势为 E ，橡胶带运动速率为 v ，由 $E = BLv$ ， $E = U$

得 $v = \frac{U}{BL}$

(2)设电功率为 P ，则 $P = \frac{U^2}{R}$

(3)设电流强度为 I ，安培力为 F ，克服安培力做的功为 W 。

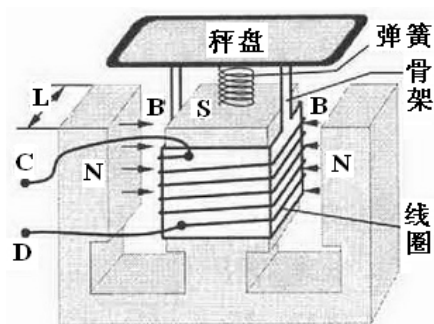
$$I = \frac{U}{R}, F = BIL, W = Fd$$

得： $W = \frac{BLUd}{R}$

【考点定位】 电磁感应切割类问题。

101.(2014·重庆卷)某电子天平原理如图所示， E 形磁铁的两侧为 N 极，中心为 S 极，两级间的磁感应强度大小均为 B ，磁极的宽度均为 L ，忽略边缘效应。一正

方形线圈套于中心磁极，其骨架与秤盘连为一体，线圈两端 C、D 与外电路连接。当质量为 m 的重物放在秤盘上时，弹簧被压缩，秤盘和线圈一起向下运动(骨架与磁极不接触)，随后外电路对线圈供电，秤盘和线圈恢复到未放重物时的位置并静止，由此时对应的供电电流 I 可确定重物的质量。已知线圈的匝数为 n ，线圈的电阻为 R ，重力加速度为 g 。问：



- (1) 线圈向下运动过程中，线圈中感应电流是从 C 端还是 D 端流出？
- (2) 供电电流 I 是从 C 端还是 D 端流入？求重物质量与电流的关系。
- (3) 若线圈消耗的最大功率为 P ，该电子天平能称量的最大质量是多少？

【答案】 (1) 感应电流从 C 端流出 (2) $m = \frac{2nBL}{g} I$ (3) $m_0 = \frac{2nBL}{g} \sqrt{\frac{P}{R}}$

【解析】 (1) 根据右手定则，线圈向下切割磁感线，电流应从 D 端流入，从 C 端流出

(2) 根据左手定则可知，若想使弹簧恢复形变，安培力必须向上，根据左手定则可知电流应从 D 端流入，根据受力平衡 $mg = nBI \times 2L$ ①

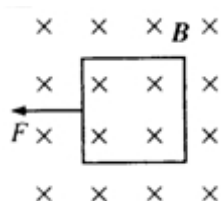
解得 $m = \frac{2nBL}{g} I$ ②

(3) 根据最大功率 $P = I^2 R$ 得 $I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ ③

②③联立解得： $m_0 = \frac{2nBL}{g} \sqrt{\frac{P}{R}}$

【考点定位】电磁感应切割类问题

102.(2012·上海卷)正方形导体框处于匀强磁场中, 磁场方向垂直框平面, 磁感应强度随时间均匀增加, 变化率为 k 。导体框质量为 m 、边长为 L , 总电阻为 R , 在恒定外力 F 作用下由静止开始运动。导体框在磁场中的加速度大小为 _____; 导体框中感应电流做功的功率为 _____。



【答案】 F/m , $P = \frac{k^2 l^4}{R}$

【解析】线框在磁场中运动时, 各个边所受安培力的合力为零, 因此线框所受的合外力就是 F , 根据牛顿第二定律得加速度: $a = F/m$, 线框产生的感应电动势

$E = \frac{\Delta BS}{\Delta t} = kL^2$, 回路的电流 $I = \frac{E}{R} = \frac{kL^2}{R}$, 因此, 感应电流做功的功率

$$P = I^2 R = \frac{k^2 l^4}{R}$$

【考点定位】电磁感应磁变类问题

103.(2018·天津卷)真空管道超高速列车的动力系统是一种将电能直接转换成平动动能的装置。图 1 是某种动力系统的简化模型, 图中粗实线表示固定在水平面上间距为 l 的两条平行光滑金属导轨, 电阻忽略不计, ab 和 cd 是两根与导轨垂直, 长度均为 l , 电阻均为 R 的金属棒, 通过绝缘材料固定在列车底部, 并与导轨良好接触, 其间距也为 l , 列车的总质量为 m 。列车启动前, ab 、 cd 处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 磁场方向垂直于导轨平面向下, 如图 1 所示, 为使列车启动, 需在 M 、 N 间连接电动势为 E 的直流电源, 电源内阻及导线电阻忽略不计, 列车启动后电源自动关闭。

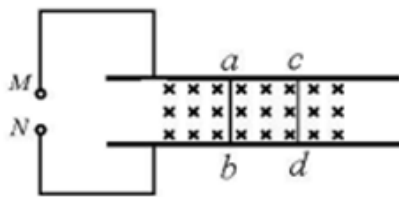


图 1

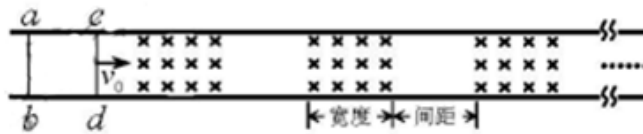


图 2

(1)要使列车向右运行，启动时图 1 中 M、N 哪个接电源正极，并简要说明理由；

(2)求刚接通电源时列车加速度 a 的大小；

(3)列车减速时，需在前方设置如图 2 所示的一系列磁感应强度为 B 的匀强磁场区域，磁场宽度和相邻磁场间距均大于 l 。若某时刻列车的速度为 v_0 ，此时 ab 、 cd 均在无磁场区域，试讨论：要使列车停下来，前方至少需要多少块这样的有界磁场？

【答案】(1)M 接电源正极，理由见解析 (2) $a = \frac{2BEI}{mR}$

(3)若 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 恰好为整数，设其为 n ，则需设置 n 块有界磁场，若 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 不是整数，设 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 的整数部分为 N ，则需设置 $N+1$ 块有界磁场

【解析】试题分析：结合列车的运动方向，应用左手定则判断电流方向，从而判断哪一个接电源正极；对导体棒受力分析，根据闭合回路欧姆定律以及牛顿第二定律求解加速度；根据动量定理分析列车进入和穿出磁场时动量变化，据此分析；

(1)M 接电源正极，列车要向右运动，安培力方向应向右，根据左手定则，接通电源后，金属棒中电流方向由 a 到 b ，由 c 到 d ，故 M 接电源正极。

(2)由题意，启动时 ab 、 cd 并联，设回路总电阻为 $R_{\text{总}}$ ，由电阻的串并联知识得 $R_{\text{总}} = \frac{R}{2}$ ①；

设回路总电阻为 I ，根据闭合电路欧姆定律有 $I = \frac{E}{R_{\text{总}}}$ ②

设两根金属棒所受安培力之和为 F ，有 $F = BIl$ ③

根据牛顿第二定律有 $F = ma$ ④，联立①②③④式得 $a = \frac{2BEI}{mR}$ ⑤

(3)设列车减速时， cd 进入磁场后经 Δt 时间 ab 恰好进入磁场，此过程中穿过两金属棒与导

轨所围回路的磁通量的变化为 $\Delta\Phi$,平均感应电动势为 E_1 ,由法拉第电磁感应定律有 $E_1 = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ⑥

, 其中 $\Delta\Phi = Bl^2$ ⑦;

设回路中平均电流为 I' , 由闭合电路欧姆定律有 $I' = \frac{E_1}{2R}$ ⑧

设 cd 受到的平均安培力为 F' , 有 $F' = I'lB$ ⑨

以向右为正方向, 设 Δt 时间内 cd 受安培力冲量为 $I_{\text{冲}}$, 有 $I_{\text{冲}} = -F'\Delta t$ ⑩

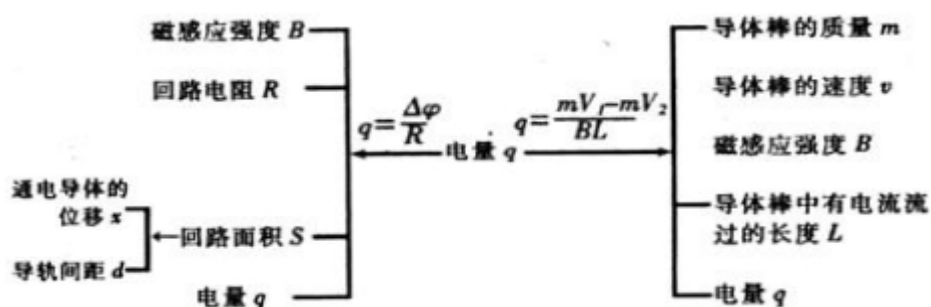
同理可知, 回路出磁场时 ab 受安培力冲量仍为上述值, 设回路进出一块有界磁场区域安培力冲量为 I_0 , 有 $I_0 = 2I_{\text{冲}}$ ⑪

设列车停下来受到的总冲量为 $I_{\text{总}}$, 由动量定理有 $I_{\text{总}} = 0 - mv_0$ ⑫

联立⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫式得 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0} = \frac{mv_0 R}{B^2 l^2}$ ⑬

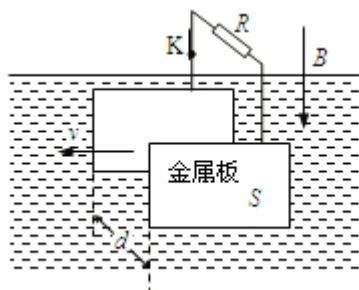
讨论 若 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 恰好为整数, 设其为 n , 则需设置 n 块有界磁场, 若 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 不是整数, 设 $\frac{I_{\text{总}}}{I_0}$ 的整数部分为 N , 则需设置 $N+1$ 块有界磁场。⑭.

【点睛】如图所示, 在电磁感应中, 电量 q 与安培力的冲量之间的关系, 如图所示, 以电量为桥梁, 直接把图中左右两边的物理量联系起来, 如把导体棒的位移和速度联系起来, 但由于这类问题导体棒的运动一般都不是匀变速直线运动, 无法直接使用匀变速直线运动的运动学公式进行求解, 所以这种方法就显得十分巧妙, 这种题型难度最大。



104.(2010·重庆卷·T23)法拉第曾提出一种利用河流发电的设想, 并进行了实验研究.实验装置的示意图可用题 23 图表示, 两块面积均为 S 的矩形金属板, 平行、正对、竖直地全部浸在河水中, 间距为 d 。水流速度处处相同, 大小为 v , 方向

水平。金属板与水流方向平行，地磁场磁感应强度的竖直分量为 B ，水的电阻率为 ρ ，水面上方有一阻值为 R 的电阻通过绝缘导线和电键 K 连接到两个金属板上。忽略边缘效应，求：



- (1) 该发电装置的电动势；
- (2) 通过电阻 R 的电流强度；
- (3) 电阻 R 消耗的电功率。

【答案】 Bdv ; $\frac{BdvS}{\rho d + SR}$; $\left(\frac{BdvS}{\rho d + SR} \right)^2 R$

【解析】

(1) 由法拉第电磁感应定律，有 $E =$

(2) 两板间河水的电阻 $r = \rho \frac{d}{S}$

由闭合电路欧姆定律，有

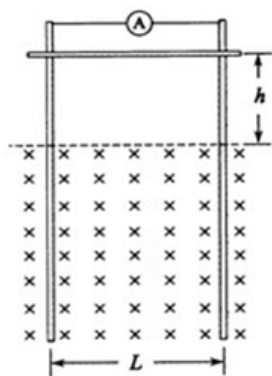
$$I = \frac{E}{r + R} = \frac{BdvS}{\rho d + SR}$$

(3) 由电功率公式， $P = I^2 R$

得 $P = \left(\frac{BdvS}{\rho d + SR} \right)^2 R$

105.(2010·江苏卷·T13)(15 分)如图所示，两足够长的光滑金属导轨竖直放置，相距为 L ，一理想电流表与两导轨相连，匀强磁场与导轨平面垂直。一质量为 m 、

有效电阻为 R 的导体棒在距磁场上边界 h 处静止释放。导体棒进入磁场后，流经电流表的电流逐渐减小，最终稳定为 I 。整个运动过程中，导体棒与导轨接触良好，且始终保持水平，不计导轨的电阻。求：



- (1) 磁感应强度的大小 B ；
- (2) 电流稳定后，导体棒运动速度的大小 v ；
- (3) 流经电流表电流的最大值 I_m 。

【答案】 (1) $B = \frac{mg}{IL}$ (2) $v = \frac{I^2 R}{mg}$ (3) $I_m = \frac{mg\sqrt{2gh}}{IR}$

【解析】

(1) 电流稳定后，导体棒做匀速运动 $BIL = mg$ ①，解得 $B = \frac{mg}{IL}$ ②

(2) 感应电动势 $E = BLv$ ③ 感应电流 $I = \frac{E}{R}$ ，由②③④式解得 $v = \frac{I^2 R}{mg}$

(3) 由题意知，导体棒刚进入磁场时的速度最大，设为 v_m ：

机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_m^2 = mgh$

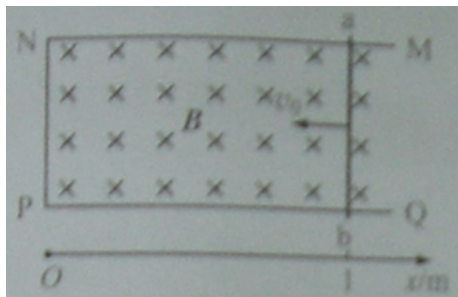
感应电动势的最大值 $E_m = BLv_m$

感应电流的最大值 $I_m = \frac{E_m}{R}$

$$\text{解得 } I_m = \frac{mg\sqrt{2gh}}{IR}$$

本题考查电磁感应的规律和电磁感应与力学的综合。

106.(2010·上海卷·T32)如图, 宽度 $L=0.5\text{m}$ 的光滑金属框架 MNPQ 固定板个与水平面内, 并处在磁感应强度大小 $B=0.4\text{T}$, 方向竖直向下的匀强磁场中, 框架的电阻非均匀分布, 将质量 $m=0.1\text{kg}$, 电阻可忽略的金属棒 ab 放置在框架上, 并且框架接触良好, 以 P 为坐标原点, PQ 方向为 x 轴正方向建立坐标, 金属棒从 $x_0=1\text{m}$ 处以 $v_0=2\text{m/s}$ 的初速度, 沿 x 轴负方向做 $a=2\text{m/s}^2$ 的匀减速直线运动, 运动中金属棒仅受安培力作用。求:



- (1)金属棒 ab 运动 0.5m, 框架产生的焦耳热 Q;
- (2)框架中 aNPb 部分的电阻 R 随金属棒 ab 的位置 x 变化的函数关系;
- (3)为求金属棒 ab 沿 x 轴负方向运动 0.4s 过程中通过 ab 的电量 q, 某同学解法为: 先算出金属棒的运动距离 s, 以及 0.4s 时回路内的电阻 R, 然后代入

$$q = \frac{\Delta\phi}{R} = \frac{BLS}{R} \quad R = \frac{BLS}{q} = \frac{0.4 \times 0.5 \times 0.4}{1 \times 10^{-6}} = 80 \mu\Omega$$

$$q = \varepsilon_0 S E \varepsilon_\theta = 8.85 \times 10^{-12} \text{C}^2 / \text{N} \cdot \text{m}^2 E_M$$

求解。指出该同学解法的错误之处, 并用正确的方法解出结果。

【解析】

$$(1) a = \frac{F}{m}, \quad F = ma = 0.2\text{N}$$

因为运动中金属棒仅受安培力作用，所以 $F=BIL$

$$\text{又 } I = \frac{E}{R} = \frac{BLv}{R}, \text{ 所以 } R = \frac{BLv}{I} = \frac{BLat}{I} = 0.4t$$

$$\text{且 } S = \frac{1}{2}at^2, \text{ 得 } t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \frac{1}{\sqrt{2}}s$$

$$\text{所以 } Q = I^2 R t = I^2 \cdot 0.4t^2 = 0.2J$$

$$(2) x = 1 - \frac{1}{2}at^2 = 1 - t^2, \text{ 得 } t = \sqrt{1-x}, \text{ 所以 } R = 0.4\sqrt{1-x}。$$

(3)错误之处：因框架的电阻非均匀分布，所求 R 是 $0.4s$ 时回路内的电阻 R ，不是平均值。

正确解法：因电流不变，所以 $q = It = 1 \times 0.4C = 0.4C$ 。

本题考查电磁感应、电路与牛顿定律、运动学公式的综合应用。难度：难。