## 楞次定律

## 知识点一：实验：探究感应电流的方向

一、实验原理

1．由电流表指针偏转方向与电流方向的关系，找出感应电流的方向．

2．通过实验，观察分析原磁场方向和磁通量的变化，记录感应电流的方向，然后归纳出感应电流的方向与原磁场方向、原磁通量变化之间的关系．

二、实验器材

条形磁体，螺线管，灵敏电流计，导线若干，干电池，滑动变阻器，开关，电池盒．

三、进行实验

1．探究电流表指针偏转方向和电流方向之间的关系．

实验电路如图甲、乙所示：



结论：电流从哪一侧接线柱流入，指针就向哪一侧偏转，即左进左偏，右进右偏．(指针偏转方向应由实验得出，并非所有电流表都是这样的)

2．探究条形磁体插入或拔出线圈时感应电流的方向

(1)按下图连接电路，明确螺线管的绕线方向．

(2)按照控制变量的方法分别进行N极(S极)向下插入线圈和N极(S极)向下时抽出线圈的实验．



(3)观察并记录磁场方向、电流方向、磁通量大小变化情况，并将结果填入表格．

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 甲 | 乙 | 丙 | 丁 |
| 条形磁体运动的情况 | N极向下插入线圈 | S极向下插入线圈 | N极朝下时拔出线圈 | S极朝下时拔出线圈 |
| 原磁场方向(“向上”或“向下”) |  |  |  |  |
| 穿过线圈的磁通量变化情况(“增加”或“减少”) |  |  |  |  |
| 感应电流的方向(在螺线管上方俯视) | 逆时针 | 顺时针 | 顺时针 | 逆时针 |
| 感应电流的磁场方向(“向上”或“向下”) |  |  |  |  |
| 原磁场与感应电流磁场方向的关系 |  |  |  |  |

(4)整理器材．

四、实验结果分析

根据上表记录，得到下述结果：

甲、乙两种情况下，磁通量都增加，感应电流的磁场方向与原磁场方向相反，阻碍磁通量的增加；丙、丁两种情况下，磁通量都减少，感应电流的磁场方向与原磁场方向相同，阻碍磁通量的减少．

实验结论：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化．

五、注意事项

1．确定电流方向与电流表指针偏转方向的关系时，要用试触法并注意减小电流强度，防止电流过大或通电时间过长损坏电流表．

2．电流表选用零刻度在中间的灵敏电流计．

3．实验前设计好表格，并明确线圈的绕线方向．

4．按照控制变量的思想进行实验．

5．进行一种操作后，等电流计指针回零后再进行下一步操作．

## 知识点二：楞次定律

一、楞次定律

1．内容：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化．

2．从能量角度理解楞次定律

感应电流沿着楞次定律所述的方向，是能量守恒定律的必然结果，当磁极插入线圈或从线圈内抽出时，推力或拉力做功，使机械能转化为感应电流的电能．

二、右手定则

伸开右手，使拇指与其余四个手指垂直，并且都与手掌在同一个平面内；让磁感线从掌心进入，并使拇指指向导线运动的方向，这时四指所指的方向就是感应电流的方向．

## 技巧点拨

一、对楞次定律的理解

1．楞次定律中的因果关系

楞次定律反映了电磁感应现象中的因果关系，磁通量发生变化是原因，产生感应电流是结果．

2．对“阻碍”的理解

|  |  |
| --- | --- |
| 问题 | 结论 |
| 谁阻碍谁 | 感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁场(原磁场)的磁通量的变化 |
| 为何阻碍 | (原)磁场的磁通量发生了变化 |
| 阻碍什么 | 阻碍的是磁通量的变化，而不是阻碍磁通量本身 |
| 如何阻碍 | 当原磁场磁通量增加时，感应电流的磁场方向与原磁场的方向相反；当原磁场磁通量减少时，感应电流的磁场方向与原磁场的方向相同，即“增反减同” |
| 结果如何 | 阻碍并不是阻止，只是延缓了磁通量的变化，这种变化将继续进行，最终结果不受影响 |

3.“阻碍”的表现形式

从磁通量变化的角度看：感应电流的效果是阻碍磁通量的变化．

从相对运动的角度看：感应电流的效果是阻碍相对运动．

二、楞次定律的应用

应用楞次定律判断感应电流方向的步骤

(1)明确所研究的闭合回路，判断原磁场方向．

(2)判断闭合回路内原磁场的磁通量变化．

(3)依据楞次定律判断感应电流的磁场方向．

(4)利用右手螺旋定则(安培定则)判断感应电流的方向．

三、右手定则的理解和应用

1．右手定则适用范围：闭合电路的部分导体切割磁感线产生感应电流方向的判断．

2．右手定则反映了磁场方向、导体运动方向和感应电流方向三者之间的关系：

(1)大拇指所指的方向是导体相对磁场切割磁感线的运动方向，既可以是导体运动而磁场未动，也可以是导体未动而磁场运动，还可以是两者以不同速度同时运动．

(2)四指指向电流方向，切割磁感线的导体相当于电源．

3．楞次定律与右手定则的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 规律比较内容 　　 | 楞次定律 | 右手定则 |
| 区别 | 研究对象 | 整个闭合回路 | 闭合回路的一部分，即做切割磁感线运动的导体 |
| 适用范围 | 各种电磁感应现象 | 只适用于部分导体在磁场中做切割磁感线运动的情况 |
| 联系 | 右手定则是楞次定律的特例 |

## 例题精练

1．（2021春•嘉兴期末）如图所示，无限长通电直导线与右侧的矩形导线框abcd在同一平面内，线框的ab边与直导线平行。现用外力使线框向直导线靠近且始终保持ab边与直导线平行，在线框靠近直导线的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．线框内感应电流方向是a→d→c→b→a

B．线框对直导线有向左的作用力

C．ad边和bc边不受安培力

D．线框abcd内的磁场方向垂直线框平面向外

【分析】根据安培定则判断导线右侧的磁场方向以及磁场的变化，再根据楞次定律判断感应电流的方向，最后根据左手定则判断出各边所受安培力的方向，注意离导线越近，磁感应强度越大．

【解答】解：AD、直导线中通有向上的电流，根据安培定则，知导线右侧的磁场方向垂直纸面向里，则线圈abcd内部的区域磁场方向为垂直线圈所在平面向里；用外力使线圈向直导线靠近时穿过线圈向里的磁通量增大，根据楞次定律，知感应电流的方向为：a→b→c→d→a，故AD错误；

B、根据左手定则，ab边受安培力方向向右，cd边受到的安培力的方向向左，但ab处的磁感应强度大，所以ab边受到的安培力大，即直导线对线框的作用向右，由牛顿第三定律可知，线框对直导线有向左的作用力，故B正确；

C、根据左手定则，bc边受安培力方向向上，ad边受到的安培力的方向向下，由于到导线距离相等处的磁感应强度相等，所以两个安培力的大小相等，故C错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握安培定则，左手定则，以及会用法拉第电磁感应定律求出感应电流大小，用楞次定律判断感应电流方向．

2．（2021•淮安模拟）如图所示为手机无线充电的原理示意图。当充电基座上的送电线圈通入正弦式交变电流后，就会在受电线圈中感应出电流为手机电池充电。在充电过程中（　　）



A．手机和基座无需导线连接，这样传递能量没有损失

B．送电线圈和受电线圈通过互感现象实现能量传递

C．受电线圈中感应电流的大小不变

D．受电线圈中感应电流的方向不变

【分析】根据麦克斯韦电磁场理论分析磁场是否变化；无线充电器是通过线圈进行能量耦合实现能量的传递，无线充电器的优点之一是不用传统的充电线连接到需要充电的终端设备上的充电器，但充电过程中有电能量损失。

【解答】解：A、无线充电器的优点之一是不用传统的充电线连接到需要充电的终端设备上的充电器，但充电过程中仍有电能量损失，故A错误；

B、无线充电利用的是电磁感应原理，所以送电线圈和受电线圈通过互感现象实现能量传递，故B正确；

CD、由于送电线圈中通入正弦式交变电流，根据麦克斯韦理论可知送电线圈中电流产生的磁场呈周期性变化，所以受电线圈中感应电流仍是正弦交流电，故CD错误。

故选：B。

【点评】此题考查电磁感应与生活实际相结合，明白电磁感应的原理，然后分析无线充电的技术原理，能够根据麦克斯韦电磁场理论进行分析。

## 随堂练习

1．（2021春•台江区校级期中）如图甲所示，绝缘的水平桌面上放置一金属圆环，在圆环的正上方放置一个螺线管，在螺线管中通入如图乙所示的电流，电流从螺线管a端流入为正，以下说法正确的是（　　）



A．从上往下看，0～1s内圆环中的感应电流沿逆时针方向

B．2s末圆环对桌面的压力小于圆环的重力

C．0～1s内圆环面积有扩张的趋势

D．1～2s内和2～3s内圆环中的感应电流方向相同

【分析】根据安培定则判定穿过金属圆环的磁通量变化，再依据楞次定律，确定环对桌面的压力情况；同理，根据安培定则与楞次定律，即可判定各段时间内的感应电流方向和环的变化趋势。

【解答】解：A、0～1s线圈中电流增大弱，产生的向上的磁场增大，金属圆环中磁通量增大，根据楞次定律可知，从上往下看，0～ls内圆环中的感应电流沿顺时针方向，故A错误；

B、2s末金属圆环中感应电流最大，但螺线管中电流为零，与金属圆环间无相互作用，所以2s末圆环对桌面的压力等于圆环的重力，故C错误；

B、0～1s螺线管中电流增大，产生的磁场增大，金属圆环中磁通量增大，有面积缩小趋势，故C错误；

D、1～2s正方向电流减小，2～3s反向电流增大，根据楞次定律，金属圆环中感应电流的磁场方向不变，感应电流方向不变，故D正确。

故选：D。

【点评】解决本题的关键是理解并掌握楞次定律：增反减同或来拒去留，来分析环所受的安培力方向。

2．（2021•梅州模拟）如图甲所示，固定导线MN和固定矩形线框abcd共面。MN通以图乙所示的电流，电流沿NM方向，T时间后达到稳定，下列说法正确的是（　　）



A．0～T时间线框感应电流方向沿adcba

B．0～T时间线框感应电流逐渐增大

C．0～T时间ab边始终不受安培力的作用

D．T时间后线框感应电流恒定

【分析】根据右手螺旋定则可判定线圈所处磁场的方向，再由电流与时间的关系来确定磁场大小变化，由楞次定律可确定线圈产生的感应电流方向，从而根据左手定则可确定安培力的方向得出结果．

【解答】解：A、由题意可知，NM方向为电流正方向，根据右手螺旋定则可知，在0到T时间内，穿过线框abcd磁场方向垂直纸面向里，大小在增大，由楞次定律可得，线框产生的感应电流方向逆时针，即为adcba方向，故A正确；

B、在0到T时间内，NM内电流的增大率逐渐减小，则电流产生的磁场的增大率逐渐减小，穿过线框abcd的磁通量的增大率逐渐减小，由法拉第电磁感应定律可得，感应电流方向逐渐减小，故B错误；

C、线框abcd处磁场方向垂直纸面向里，感应电流的方向沿adcba方向，则ab边受到安培力的作用，故C错误；

D、T时间后电流的大小不变，则电流产生的磁场不变，所以穿过线框的磁通量不变，线框内不再产生感应电流，故D错误。

故选：A。

【点评】考查右手螺旋定则、楞次定则、左手定律，及法拉第电磁感应定律，得出电流方向同向的相互吸引，电流方向反向的相互排斥．且磁场与时间的图象斜率表示磁场的变化．

3．（2021•湖北模拟）如图所示，光滑绝缘的水平面上，有一长直导线与新月形金属导线框，直导线固定，导线框可以在水平面上自由移动。开始导线框的对称轴MN与直导线垂直。t＝0时给直导线通交变电流i＝Isint，规定图示方向为电流正方向。下列关于导线框的说法正确的是（　　）



A．在0～时间内，导线框中产生顺时针方向的感应电流

B．在～时间内，导线框有面积缩小的趋势

C．在t＝时导线框受到的安培力最大

D．导线框将沿MN方向向右平动

【分析】根据楞次定律的内容：感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，结合楞次定律的“增缩减扩”，及安培定则与左手定则，即可判定分析。

【解答】解：A、在0～时间内，直导线中的电流正向增大，导线框中向里的磁通量增大，由楞次定律可知，线框中产生逆时针方向的感应电流，故A错误；

B、在～时间内，导线框中磁通量减小，其面积有扩大的趋势，故B错误；

C、在t＝时直导线中电流变化率为零，导线框中感应电流为零，受到的安培力为零，故C错误；

D、在0～时间内，导线框受到安培力沿对称轴向右，线框向右加速运动；在～时间内，线框受到的安培力向左，在线框向右减速运动，由于磁场向右减弱；在时刻导线框向右的速度不为零，同理分析在交变电流的后半个周期内，线框也一直向右运动，故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查楞次定律，安培定则与安培力的应用，体现科学推理与论证学科素养，掌握楞次定律的内涵，及左手定则与右手定则的区别。

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

1．（2021•海淀区校级三模）如图所示，内壁光滑、水平放置的玻璃圆环内，有一直径略小于环口径的带正电的小球，以速率v0沿逆时针方向匀速转动。若在此空间突然加上方向竖直向上、磁感应强度B随时间成正比增加的变化磁场，设运动过程中小球带电量不变，那么（　　）



A．小球对玻璃环的压力一定不断增大

B．小球受到的磁场力一定不断增大

C．小球先沿逆时针方向减速运动，过一段时间后沿顺时针方向加速运动

D．由于涡旋电场力对小球做正功，小球的动能一直在增大

【分析】变化的磁场产生感生电场，由楞次定律判断出感生电场方向，然后判断带电小球受到的电场力方向，判断小球的运动性质，然后判断小球对环的压力如何变化，判断小球受到的磁场力如何变化．

【解答】解：AC、磁感应强度竖直向上，磁感应强度B随时间成正比增加，由楞次定律可知，变化的磁场产生的感生电场沿顺时针方向；小球带正电，小球所受电场力沿顺时针方向，与小球的运动方向相反，小球做减速运动，当小球速度减小到零后，小球反向运动，即沿顺时针方向加速运动，速度不断增加；小球在水平面内做圆周运动，环对小球的弹力提供向心力，小球速度先减小后增大，小球所需向心力先减小后增大，环的弹力先减小后增大，小球对环的压力先减小后增大，故A错误，C正确；

B、由于小球的速度先减小后增大，由洛伦兹力公式f＝qvB可知，小球受到的磁场力先减小后增大，故B错误；

D、由A的分析可知，涡旋电场力对小球先做负功，后做正功，小球的动能先减小后增大，故D错误；

故选：C。

【点评】本题考查了楞次定律的应用，由楞次定律判断出感生电场的方向，是正确解题的前提与关键；根据感生电场方向判断出带电小球受力方向，即可正确解题．

2．（2021•天河区模拟）两固定且互相垂直的无限长直导线l1与l2在同一竖直面内，导线中通有大小相等、方向如图所示的恒定电流。有一正方形导线框ABCD，初始时刻，AB边与l1重合，AD边与l2重合，所有导线间彼此绝缘。若导线框（　　）



A．沿AD方向平移，则导线框内产生逆时针方向的感应电流

B．沿AB方向平移，则导线框内产生顺时针方向的感应电流

C．沿AC方向平移，则导线框内产生顺时针方向的感应电流

D．沿AD方向平移，l1对CD边的安培力垂直CD边向右

【分析】根据安培定则判断各导线产生的磁场方向和大小变化，根据楞次定律判断感应电流的方向，根据左手定则判断安培力方向。

【解答】解：由安培定则可知，电流l1在l1右侧产生的磁场的方向向里，电流l2在l2的上方产生的磁场的方向向外；由于电流的磁场靠近电流越近磁场越强，而且两个电流是大小相等的，所以在AC线处的合磁场为0，在l1与AC之间磁场的方向向里，在AC与l2之间磁场的方向向外，由对称性可知，开始时穿过线框ABCD的总磁通量为0；

A、当线框沿AD方向向右运动时，l2产生磁场大小不变，而l1产生的磁场逐渐减小，所以穿过线框的总磁通量向外逐渐增大，由楞次定律可知，导线框内产生顺时针方向的感应电流，故A错误；

B、当线框沿AB向上运动时，l1产生磁场大小不变，而l2产生的磁场逐渐减小，所以穿过线框的总磁通量向里逐渐增大，由楞次定律可知，导线框内产生逆时针方向的感应电流，故B错误；

C、当线框沿AC运动时，穿过线框的总磁通量始终为零，没有感应电流产生，故C错误；

D、线框沿AD方向向右运动时，导线框内产生顺时针方向的感应电流，l1在CD处的磁场的方向向里，根据左手定则可知，l1对CD边的安培力垂直CD边向右，故D正确

故选：D。

【点评】考查楞次定律与右手螺旋定则的应用，掌握同向电流相吸，异向电流相斥的结论，理解矢量的合成法则，注意左手定则的应用，及与右手定则的区别。同时要注意D选项是l1对CD边的安培力方向，不是合磁场对CD的安培力。

3．（2021•永定区三模）据称，中国第三艘航空母舰正在建造当中，新航母很可能将配备电磁弹射系统，允许更大、更重的飞机携带更多的武器，执行更远距离的任务。一种电磁弹射系统原理可简化为如图所示，当固定螺线管线圈突然通过直流电流时，线圈左侧的金属环被弹射出去。下列说法正确的是（　　）



A．若将电池正负极对调后，金属环不能被弹射出去

B．若将金属环置于线圈的右侧，金属环不能被弹射出去

C．合上开关S的瞬间，从左侧看环中产生沿逆时针方向的感应电流

D．合上开关S的瞬间，金属环有扩大的趋势

【分析】由右手螺旋定则可求得线圈中的磁场方向，再由楞次定律明确电流方向及环的受力方向。

【解答】解：A、根据“来拒去留”，在线圈上突然通过直流电流时，环都会受到向左的力的作用，与电源的正负极无关，故A错误；

B、若金属环放在线圈右侧，根据“来拒去留“可得，环将向右运动，故B错误；

C、线圈中电流为左侧流入，磁场方向为向右，在闭合开关的过程中，磁场变强，则由楞次定律可知，金属环的感应电流由左侧看为逆时针方向，故C正确；

D、根据楞次定律“增缩减扩”可知，当合上开关S的瞬间，金属环被向左弹射的瞬间，还有缩小的趋势，故D错误。

故选：C。

【点评】本题要掌握楞次定律的几种描述，一是“增反减同”；二是“来拒去留”；三是“增缩减扩”；并能灵活根据它们去判断电流方向及受力方向。

4．（2021春•黄埔区校级期中）如图所示，用轻绳将一条形磁铁竖直悬挂于O点，在其正下方的水平绝缘桌面上放置一铜质圆环。现将磁铁从A处由静止释放，经过B、C到达最低处D，再摆到左侧最高处E，圆环始终保持静止，则磁铁（　　）



A．从B到C的过程中，圆环中产生逆时针方向的电流（从上往下看）

B．从A到D和从D到E的过程中，圆环受到摩擦力方向相同

C．摆到D处时，圆环给桌面的压力小于圆环受到的重力

D．A、E两点等高

【分析】根据楞次定律、安培定则判断圆环中感应电流方向和圆环运动趋势，在根据受力分析和能量守恒分析。

【解答】解：A、磁铁S极一端靠近圆环，磁感线从下往上穿过圆环，B到C过程磁铁越来越靠近圆环导致磁通量增加。为了阻碍这一变化，圆环产生竖直向下的磁场，右手拇指朝下四指方向为电流方向，从上往下看是顺时针，故A错误；

B、A到D过程圆环为了阻碍磁通量增加而受到的安培力驱使圆环远离磁铁，有向左的运动趋势，D到E过程，圆环为了阻碍磁通量减小而有向左的运动趋势，两个过程的运动趋势相同，则圆环受到的摩擦力相同，故B正确；

C、设桌面给圆环的支持力为F，根据受力平衡：F＝mg+F安，F安为圆环受到的安培力的合力，根据牛顿第三定律圆环给桌面的压力大小与F相等，且大于重力，故C错误；

D、磁铁运动过程使圆环产生了感应电流而发热，损失了部分重力势能，故A到D到E过程圆环不能回到与A相同高度的E点，故A正两点重力势能不相等，故D错误。

故选：B。

【点评】本题考查电磁感应中的能量问题，比较简单，做题过程中注意左、右手的使用，掌握楞次定律的“增反减同”、“来拒去留”的内涵。

5．（2021春•仓山区校级期中）如图所示，圆形导体线圈a平放在水平桌面上，在a的正上方固定一竖直螺线管b，二者轴线重合，螺线管与电源和滑动变阻器连接成闭合回路。若将滑动变阻器的滑片P向下滑动，下列表述正确的是（　　）



A．穿过线圈a的磁通量变小

B．线圈a对水平桌面的压力FN将增大

C．线圈a有扩张的趋势

D．线圈a中将产生顺时针方向的感应电流（俯视）

【分析】此题的关键首先明确滑动触头向下滑动时通过判断出线圈b中的电流增大，然后根据楞次定律判断出线圈a中感应电流的方向。本题利用楞次定律的推广求解将更为简便。

【解答】解：AC、当滑动触头P向下移动时电阻减小，由闭合电路欧姆定律可知通过线圈b的电流增大，则b产生的磁场增大，根据安培定则可知磁场的方向向下，从而判断出穿过线圈a的磁通量向下增加，根据楞次定律的推广：“感应电流产生的效果总是阻碍引起感应电流的原因”，因为滑动触头向下滑动导致穿过线圈a的磁通量增加，故只有线圈面积减少或远离线圈b时才能阻碍磁通量的增加，故线圈a应有收缩的趋势，故AC错误；

B、开始时线圈a对桌面的压力等于线圈a的重力，当滑动触头向下滑动时，穿过线圈a的磁通量增加，故只有线圈面积减少或远离线圈b时才能阻碍磁通量的增加，故线圈a有远离b的趋势，故线圈a对水平桌面的压力将增大，故B正确；

D、穿过线圈a的磁通量增加方向向下，根据楞次定律可以判断出线圈a中感应电流方向俯视应为逆时针，故D错误。

故选：B。

【点评】首先应掌握楞次定律的基本应用，楞次定律的第二描述是能量守恒定律在电磁感应现象中得出的必然结果。一般在解决有关相对运动类问题时用楞次定律的第二描述将会非常简便。

6．（2021春•洛阳月考）矩形线圈ABCD位于长直通电导线MN附近，线圈与导线在同一个平面内，线圈的两条长边与导线平行。长直导线中电流i与时间t的关系有下列4种情况，规定M→N电流的方向为正，如图所示。则能使矩形线圈中始终产生ABCD方向电流的是（　　）



A． B．

C． D．

【分析】当通过线圈的磁通量发生变化时，线圈中将会产生感应电流．根据楞次定律判断感应电流的方向．

【解答】解：A、根据安培定则可知，向上的电流产生的磁场在线框的区域内磁场的方向垂直于纸面向里；当MN中的电流不变时，穿过线圈的磁场不变，则穿过线圈的磁通量不变，不能产生感应电流，故A错误；

B、当MN中的电流增大时，向里穿过线圈的磁场增大，则穿过线圈的磁通量增大，根据楞次定律可知，线圈产生的感应电流的方向沿ABCD方向，故B正确；

C、当MN中的电流逐渐减小时，向里穿过线圈的磁通量减小，由楞次定律可知，电流方向为ADCBA方向，故C错误；

D、图中电流的方向始终为正，当MN中的电流增大时，线圈产生沿ABCD方向的感应电流，当MN中的电流逐渐减小时，向里穿过线圈的磁通量减小，产生沿ADCB方向的感应电流，故D错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握右手螺旋定则判断电流周围的磁场方向，掌握感应电流的产生条件，会根据楞次定律判断感应电流的方向．

7．（2021•扬州模拟）如图甲所示，绝缘的水平桌面上放置一金属圆环，在圆环的正上方放置一个螺线管，在螺线管中通入如图乙所示的电流，电流从螺线管a端流入为正，下列说法正确的是（　　）



A．从上往下看，0～1s内圆环中的感应电流沿逆时针方向

B．2s时圆环中的感应电流大于0.5s时感应电流

C．金属圆环中感应电流变化周期为2s

D．1s时金属圆环所受安培力最大

【分析】先根据安培定则判断螺线管产生的磁场方向，电流增大，螺线管的磁场变大，然后根据楞次定律判断圆环的感应电流产生磁场方向，从而可以判断圆环的感应电流的方向；螺线管内的电流做周期性的变化，则电流产生的磁场做周期性的变化，结合交变电流的产生判断感应电流变化的周期，结合安培力的特点判断安培力的变化。

【解答】解：A、0～1s内电流从螺线管a端流入，螺线管在圆环中产生的磁场向上，0～1s内螺线管内的电流增大，则穿过圆环的磁通量增大，根据楞次定律，从上往下看在圆环中产生的感应电流沿顺时针方向，故A错误；

B、由图可知，2s时图像的斜率最大，螺线管中的电流变化最快，在圆环中产生的感应电流最大，故B正确；

C、根据交变电流产生的特点可知，金属圆环中感应电流变化周期等于螺线管中电流变化的周期，都等于4s，故C错误；

D、由图可知，1s时螺线管中的电流最大，产生的磁场最大，但电流的变化率为零，所以不产生感应电流，则对金属环无作用力，金属圆环不受安培力，故D错误。

故选：B。

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

8．（2021•广东模拟）如图所示，光滑绝缘的水平面上，有一长直导线与新月形金属导线框，直导线固定，导线框可以在水平面上自由移动．开始导线框的对称轴MN与直导线垂直．t＝0时给直导线通交变电流，规定图示方向为电流正方向．下列关于导线框的说法正确的是（　　）



A．在0～时间内，导线框中产生顺时针方向的感应电流

B．在～时间内，导线框有面积缩小的趋势

C．在t＝时导线框受到的安培力最大

D．在0～时间内，导线框将沿MN方向向右平动

【分析】根据楞次定律的内容：感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，结合楞次定律的“增缩减扩”，及安培定则与左手定则，即可判定分析。

【解答】解：A、在0～时间内，直导线中的电流正向增大，导线框中向里的磁通量增大，由楞次定律可知，线框中产生逆时针方向的感应电流，故A错误；

B、在～时间内，导线框中磁通量减小，其面积有扩大的趋势，故B错误；

C、在t＝时直导线中电流变化率为零，导线框中感应电流为零，受到的安培力为零，故C错误；

D、在0～时间内，导线框受到安培力沿对称轴向右，线框向右加速运动，故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查楞次定律，安培定则与安培力的应用，体现科学推理与论证学科素养，掌握楞次定律的内涵，及左手定则与右手定则的区别。

9．（2021春•兴庆区校级期中）如图所示，闭合线框ABCD和abcd可分别绕轴线OO′转动。当线框abcd绕OO′轴逆时针转动时（俯视图），下列关于线框ABCD的转动情况的说法正确的是（　　）



A．线框ABCD也随abcd逆时针转动，只不过稍微慢了些

B．线框ABCD也随abcd逆时针转动，只不过稍微快了些

C．线框ABCD顺时针转动，只不过稍微慢了些

D．线框ABCD顺时针转动，只不过稍微快了些

【分析】线框abcd通电后能产生磁场，当转动abcd时，导致穿过线圈ABCD的磁通量发生变化，从而产生感应电流，出现安培力，导致线圈转动，由楞次定律可知，从而确定感应电流的方向，由于总是阻碍磁通量增加，故线圈与磁铁转动方向相同，但转动快慢不同．

【解答】解：线框abcd通电后能产生磁场，当转动线框abcd时，其周围的磁场就发生转动，导致穿过线圈ABCD的磁通量发生变化，根据楞次定律可知，为阻碍磁通量变化，则导致线圈ABCD与abcd转动方向相同，即逆时针转动，但线圈ABCD的转速一定比线框abcd转速小，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】该题为电磁驱动的模型，考查楞次定律的应用，知道感应电流的磁通量总阻碍引起感应电流的磁场变化，同时掌握使用楞次定律判定感应电流方向的方法与技巧．

10．（2021春•市中区校级月考）如图所示，通过电流I的直导线MN与矩形线框abcd共面，当矩形线框在平面内沿垂直于直导线的方向从左侧运动到右侧的过程中，关于矩形导线框中感应电流的流向说法中正确的是（　　）



A．感应电流的方向是先沿abcda方向流动，再沿adcba方向流动

B．感应电流的方向是先沿abcba方向流动，再沿abcda方向流动

C．感应电流的方向是先沿adcba方向流动，然后abcda沿方向流动，再沿adcba方向流动

D．感应电流的方向是先沿abcda方向流动，然后沿adcba方向流动，再沿abcda方向流动

【分析】先根据通电导线由安培定则，来判断通电直导线周围的磁场分布，知道它是非匀强电场，然后根据楞次定律和安培定则判断感应电流的方向．

【解答】解：根据安培定则，载有方向向上的恒定电流的直导线产生的磁场在导线左边的方向垂直于纸面向外，右边的垂直于纸面向里，当导线从左侧靠近到cd边与直导线MN重合过程中，向外穿过导线框的磁通量变大，根据楞次定律可知感应电流方向为adcba方向，即顺时针方向；继续运动到导线框的中心轴线与通电直导线重合时，磁通量减小为0，根据楞次定律可知感应电流为abcda方向；此后穿过线框的磁通量的方向向里，继续运动至线框恰好越过直导线，即运动到ab与MN重合的过程中，向里穿过线框的磁通量变大，感应电流仍为abcda方向，即为逆时针方向；导线框远离直导线时，向里穿过线框的磁通量变小，由楞次定律可知，感应电流方向为adcba方向，即顺时针方向，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】通电指导线周围的磁场为非匀强磁场，会应用楞次定律，注意通电导线的磁场大小与方向的分布．同时强调线圈中心轴处于导线位置时，磁通量为零。

11．（2021•河东区二模）如图所示为安检门原理图，左边门框中有一通电线圈，右边门框中有一接收线圈，若工作过程中某段时间通电线圈中存在顺时针方向（左视图）均匀增大的电流，则下列说法的是（电流方向判断均从左向右观察）（　　）



A．无金属片通过时，接收线圈中感应电流的方向为顺时针

B．无金属片通过时，接收线圈中感应电流的大小不变

C．有金属片通过时，接收线圈中感应电流的方向为顺时针

D．有金属片通过时，接收线圈中没有感应电流

【分析】当左侧线圈中通有不断增大的顺时针方向的电流时，周围的磁场发生变化，即通过右侧线圈的磁通量发生变化；根据楞次定律结合安培定则判断出右侧线圈中感应电流的方向；有金属片通过时，金属片中也会产生感应电流，将该空间中的磁场的变化削弱一些，引起接收线圈中的感应电流大小发生变化。

【解答】解：A、当左侧线圈中通有不断增大的顺时针方向的电流时，知穿过右侧线圈的磁通量向右，且增大，根据楞次定律，右侧线圈中产生逆时针方向的电流，故A错误；

B、通电线圈中存在顺时针方向均匀增大的电流，则通电线圈中的磁通量均匀增大，所以穿过右侧线圈中的磁通量均匀增大，则磁通量的变化率是定值，由法拉第电磁感应定律可知，接收线圈中的感应电流不变，故B正确；

CD、有金属片通过时，则穿过金属片中的磁通量发生变化时，金属片中也会产生感应电流，感应电流的方向与接收线圈中的感应电流的方向相同，接收线圈中的感应电流方向不变，仍然为逆时针方向，但金属片中的感应电流会将该空间中的磁场的变化削弱一些，引起接收线圈中的感应电流大小发生变化，故CD错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握楞次定律判断感应电流的方向，以及掌握楞次定律的另一种表述，感应电流引起的效果阻碍磁通量的变化。

12．（2021•通州区一模）如图所示，水平绝缘粗糙桌面上有一个铝环，其圆心的正上方有一个竖直的条形磁铁。竖直向上或者水平移动条形磁铁时，铝环始终未动，下列说法正确的是（　　）



A．竖直向上移动条形磁铁，铝环对桌面的压力增大

B．竖直向上移动条形磁铁，从上往下看，铝环中感应电流的方向沿顺时针方向

C．向右平移条形磁铁，铝环受到的摩擦力的方向向左

D．向左和向右平移条形磁铁，铝环中感应电流的方向相反

【分析】解本题时应该掌握：楞次定律的理解、应用。在楞次定律中线圈所做出的所有反应都是阻碍其磁通量的变化，由此分析即可。

【解答】解：A、根据楞次定律可知：当条形磁铁沿轴线竖直向上移动时，闭合铝环内的磁通量减小，因此铝环做出的反应是面积有扩大的趋势，同时将靠近磁铁，故减小了和桌面的挤压程度，从而使导体环对桌面压力减小，故A错误；

B、根据楞次定律可知：当条形磁铁沿轴线竖直向上移动时，向上穿过铝环内的磁通量减小，根据楞次定律从上往下看，铝环中感应电流的方向沿逆时针方向，故B错误；

C、磁铁向右运动时，根据楞次定律，圆环产生的感应电流有阻碍二者相对运动的趋势，所以铝环有向右平动的趋势，铝环受到的摩擦力的方向向左，故C正确；

D、根据楞次定律，向左和向右平移条形磁铁，铝环中感应电流的方向相同，上往下看都是沿逆时针方向，故D错误。

故选：C。

【点评】本题从力、运动的角度考查楞次定律，可以结合楞次定律使用的四个步骤逐步分析得出结论，也可以根据楞次定律的推广方法：阻碍变化，来做出判定，该推广方法要求的思维含量高。基础题目。

13．（2021春•薛城区期中）如图所示，通有恒定电流的导线MN与闭合金属框共面，第一次将金属框由位置Ⅰ平移到位置Ⅱ，第二次将金属框绕ab边翻转到位置Ⅱ，设先后两次通过金属框的磁通量变化量大小分别为△Φ1和△Φ2，则（　　）



A．△Φ1＜△Φ2，第一次运动中线框中有沿adcba方向电流出现

B．△Φ1＜△Φ2，第二次运动中线框中有沿adcba方向电流出现

C．△Φ1＞△Φ2，第一次运动中线框中有沿abcda方向电流出现

D．△Φ1＞△Φ2，第二次运动中线框中有沿abcda方向电流出现

【分析】根据安培定则判断出磁场的方向。第一次将金属框由Ⅰ平移到Ⅱ，穿过线框的磁感线方向没有改变，磁通量变化量大小等于两个位置磁通量的差值；第二次将金属框绕cd边翻转到Ⅱ，穿过线框的磁感线的方向发生改变，磁通量变化量大小等于两个位置磁通量绝对值之和。

【解答】解：设在位置Ⅰ时磁通量大小为Φ1，位置Ⅱ时磁通量大小为Φ2；根据安培定则可知，线框处的磁场的方向垂直于纸面向外；

第一次将金属框由Ⅰ平移到Ⅱ，穿过线框的磁感线方向没有改变，磁通量增大，变化量△Φ1＝Φ2﹣Φ1，根据楞次定律判断可知，感应电流沿abcda方向；

第二次将金属框绕cd边翻转到Ⅱ，穿过线框的磁感线的方向发生改变，磁通量先减小为零，然后反向增大，变化量△Φ2＝Φ1+Φ2，根据楞次定律判断可知，感应电流沿adcba方向；

则可知，△Φ1＜△Φ2，两次运动中线框中均有感应电流出现，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查电磁感应规律的应用，解题的关键是确定磁通量的变化，并能正确运用楞次定律判断感应电流的方向，要注意如果设开始时的磁通量为正时，如果磁感线由另一面穿过时，磁通量应为负值。

14．（2021•深圳一模）如图所示，用轻绳将一条形磁铁竖直悬挂于O点，在其正下方的水平绝缘桌面上放置一铜质圆环。现将磁铁从A处由静止释放，经过B、C到达最低处D，再摆到左侧最高处E，圆环始终保持静止，则磁铁（　　）



A．从B到C的过程中，圆环中产生逆时针方向的电流（从上往下看）

B．摆到D处时，圆环给桌面的压力小于圆环受到的重力

C．从A到D和从D到E的过程中，圆环受到摩擦力方向相同

D．在A、E两处的重力势能相等

【分析】根据楞次定律、安培定则判断圆环中感应电流方向和圆环运动趋势，在根据受力分析和能量守恒分析。

【解答】解：A、磁铁S极一端靠近圆环.磁感线从下往上穿过圆环，B到C过程磁铁越来越靠近圆环导致磁通量增加。为了阻碍这一变化，圆环产生竖直向下的磁场，右手拇指朝下四指方向为电流方向，从上往下看是顺时针，故A错误；

B、设桌面给圆环的支持力为F，根据受力平衡：F＝mg+F安，F安为圆环受到的安培力的总和，根据牛顿第三定律圆环给桌面的压力大小与F相等且大于重力，故B错误；

C、A到D过程圆环为了阻碍磁通量增加而受到的安培力驱使圆环远离磁铁，有向左的运动趋势，D到E过程，圆环为了阻碍磁通量减小而有向左的运动趋势，两个过程的运动趋势相同。受到的摩擦力相同，故C正确；

D、磁铁运动过程使圆环产生了感应电流而发热，损失了部分重力势能，故A到D到E过程圆环不能回到与A相同高度的E点，故A正两点重力势能不相等，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查电磁感应中的能量问题，比较简单，做题过程中注意左右手的使用。

15．（2021•汕头二模）如图所示，两条平行长直导线a、b固定在光滑的水平桌面上，当两导线中通有大小相同的恒定电流时，将一个矩形导线框放在两条导线之间的正中位置能保持静止。下列说法正确的是（　　）



A．线框的磁通量一定为零

B．流过导线a、b的电流方向一定相同

C．若仅增大导线a的电流，则线框一定向着导线b运动

D．若线框向着导线a运动，则导线b的电流一定在增大

【分析】根据安培定则判断出电流周围磁场的方向，结合磁通量的概念，及楞次定律与左手定则，即可判定。

【解答】解：A、两导线中通有大小相同的恒定电流，只有当两导线电流方向相同时，穿过线框的磁通量才一定为零，故A错误；

B、不论两导线的电流方向相同还是相反，只要电流大小不变，则处于正中位置的矩形导线框总能保持静止，故B错误；

C、若仅增大导线a的电流，导致穿过矩形导线框的磁通量变大，依据楞次定律，可知，矩形导线框会形成感应电流，产生的磁场力，致使矩形导线框一定向着导线b运动，从而阻碍其磁通量增大，故C正确；

D、若线框向着导线a运动，若导线b的电流变化，依据楞次定律，则导线b的电流一定在增大；若导线a的电流变化，则导线a的电流一定在减小，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查了安培定则、楞次定律、磁场的叠加等知识，知道安培定则和左手定则的区别，及左、右手定则不能混淆。

16．（2021春•邹城市期中）如图甲所示，线圈ab中通有如图乙所示的电流，电流从a到b为正方向，那么在0～t0这段时间内，用丝线悬挂的铝环M中产生感应电流，则（　　）



A．从左向右看感应电流先逆时针后顺时针

B．感应电流的大小先减小后增加

C．铝环受到的安培力先向左后向右

D．铝环始终有扩大的趋势

【分析】根据安培定则判断出螺线管内部磁场的方向，并由电流与时间的变化，从而确定穿过铝环的磁通量的变化，最后根据楞次定律来确定感应电流的方向，并由法拉第电磁感应定律来确定感应电流的大小。

【解答】解：A、根据题意可知，由于电流从a到b为正方向，0～t0这段时间内电流的方向不变，由安培定则可知，螺线管的磁场的方向水平向右，则穿过铝环的磁场水平向右，前一段时间内电流减小，穿过环的磁通量变小，根据楞次定律可得，铝环上的感应电流为顺时针（从左向右看）；后一段时间内电流增大，穿过环的磁通量变大，根据楞次定律可得，铝环上的感应电流为逆时针（从左向右看），故A错误；

B、由图乙可知，前一段时间内的电流的变化率不变，后一段时间内的电流的变化率也不变，则产生的磁场的变化率不变，根据法拉第电磁感应定律可知，产生的电动势的大小不变，所以前一段时间内感应电流的大小不变，后一段时间内感应电流的大小也不变，故B错误；

C、当线圈ab中的电流减小时，根据楞次定律可知铝环中的感应电流的方向与ab内电流的方向相同，根据同向电流相互吸引可知，铝环受到的安培力的方向向左；当线圈ab中的电流增大时，铝环中的感应电流的方向与ab内电流的方向相反，根据反向电流相互排斥可知，铝环受到的安培力的方向向右，故C正确；

D、后一段时间内电流增大，穿过环的磁通量变大，根据楞次定律可得，铝环有收缩的趋势，故D错误。

故选：C。

【点评】考查右手螺旋定则、楞次定律以及法拉第电磁感应定律等应用，注意根据楞次定律来确定电流的方向，同时要会区别左手定则与右手定则，注意D选项的穿过铝环的磁通量变化情况是解题的关键。

17．（2021春•滨州期中）如图所示，均匀带负电的圆环a绕过圆心与圆环所在平面垂直的轴O顺时针旋转，闭合金属小圆环b与圆环a在同一平面内，且与a同心，则（　　）



A．若圆环a匀速转动，小圆环b内有顺时针方向的感应电流

B．圆环a匀速转动的角速度越大，穿过小圆环b的磁通量越大

C．圆环a做匀速转动的角速度越大，小圆环b内的感应电流越大

D．圆环a加速转动时，小圆环b内有逆时针方向的感应电流

【分析】带负电的圆环绕圆心旋转，能形成环形电流，当电流产生的磁场是变化的时，穿过小圆环b的磁通量变化时，环中就能产生感应电流，根据楞次定律判断感应电流的方向。

【解答】解：AC、当圆环做匀速转动时，带负电的圆环形成恒定电流，产生的磁场是稳恒的，穿过小圆环b的磁通量不变，小圆环b中没有感应电流产生，故AC错误；

B、电流产生的磁场与电流的大小成正比，圆环a匀速转动的角速度越大，a产生的电流越大，则a产生的磁场也越大，穿过小圆环b的磁通量越大，故B正确；

D、当圆环a做加速运动时，a形成的电流是增大的，电流产生的磁场也是增大的，穿过小圆环b的磁通量将增大；带负电的a顺时针旋转产生的电流的方向沿逆时针针方向，根据安培定则，a产生的磁场垂直于纸面向外；穿过小圆环b的磁通量向外增大，根据楞次定律可知，小圆环b内产生的感应电流的方向沿顺时针方向，故D错误。

故选：B。

【点评】本题要紧扣产生感应电流的条件：穿过闭合电路的磁通量发生变化进行能否产生感应电流。

18．（2021•雨花区校级一模）美媒称，中国第三艘航母（第二艘国产航母）正在建造当中，很可能体现出优于前两艘航母的技术进步，新航母很可能比两艘“前辈”更大，并配备电磁弹射系统，允许更大、更重的飞机携带更多武器，执行更远距离任务。航母上飞机弹射起飞所利用的电磁驱动原理如图所示。当固定线圈上突然通过直流电流时，线圈左侧的金属环被弹射出去，则下列说法正确的是（　　）



A．若将金属环置于线圈的右侧，环将不能弹射出去

B．金属环向左运动过程中将有扩大趋势

C．若将电池正、负极调换后，金属环不能向左弹射

D．合上开关S的瞬间，从左侧看环中产生沿逆时针方向的感应电流

【分析】由右手螺旋定则可求得线圈中的磁场方向，再由楞次定律明确电流方向及环的受力方向。

【解答】解：A、若金属环放在线圈右侧，根据“来拒去留“可得，环将向右运动，故A错误；

B、根据楞次定律“增缩减扩”可知，当金属环被向左弹射的瞬间，还有缩小的趋势，故B错误；

C、根据“来拒去留”，在线圈上突然通过直流电流时，环都会受到向左的力的作用，与电源的正负极无关，故C错误；

D、线圈中电流为左侧流入，磁场方向为向右，在闭合开关的过程中，磁场变强，则由楞次定律可知，金属环的感应电流由左侧看为逆时针，故D正确。

故选：D。

【点评】本题要掌握楞次定律的两种描述，一是“增反减同”；二是“来拒去留”；并能灵活根据它们去判断电流方向及受力方向。

19．（2021春•温州期中）如图所示，水平面内有两条相互垂直且彼此绝缘的通电长直导线，以它们为坐标轴构成一个平面直角坐标系。四个相同的圆形闭合线圈在四个象限内完全对称放置，两直导线中的电流大小与变化情况完全相同，电流方向如图所示，当两直导线中的电流都增大时，四个线圈a、b、c、d中产生逆时针方向感应电流的是（　　）



A．线圈a B．线圈b C．线圈c D．线圈d

【分析】通电直导线管周围有磁场存在，根据右手螺旋定则可判定电流方向与磁场方向的关系，根据矢量合成的方法判断出各区域内磁场的情况，然后根据产生感应电流的条件和楞次定律判断各项。

【解答】解：由右手螺旋定则可判定通电导线磁场的方向：ac处角平分线上磁感应强度为零，d中磁场垂直纸面向里，b中磁场垂直纸面向外；

AC、根据矢量合成的特点可知，ac所在的区域的角平分线上磁感应强度为零，则穿过a与c的磁通量为零，当电流变化时不可能产生感应电流，故AC错误；

B、b中磁场垂直纸面向外，当电流增大时穿过b的磁通量向外增大，根据楞次定律可知，线圈b中有顺时针方向的电流，故B错误；

D、d中磁场垂直纸面向里，当电流增大时穿过d的磁通量向里增大，根据楞次定律可知，线圈d中有逆时针方向的电流，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了右手螺旋定则和楞次定律的应用，注意矢量的叠加原则，同时掌握产生感应电流的条件。

20．（2021春•静安区校级期中）研究人员发现一种具有独特属性的新型合金能够将内能直接转化为电能。具体而言，只要略微提高温度，这种合金就会变成强磁性合金，从而使环绕它的线圈中产生电流，其简化模型如图所示。A为圆柱形合金材料，B为线圈，套在圆柱形合金材料上，线圈的半径大于合金材料的半径。现对A进行加热，下列说法正确的是（　　）



A．B线圈一定有收缩的趋势

B．B线圈一定有扩张的趋势

C．B线圈中感应电流产生的磁场阻止了B线圈内磁通量的增加

D．若从右向左看B中产生顺时针方向电流，则A左端是强磁性合金的N极

【分析】现对A进行加热，合金就会变成强磁性合金，当导致线圈的磁通量变化，从而产生感应电流，感应磁场去阻碍线圈的磁通量的变化，根据楞次定律分析求解。

【解答】解：AB、现对A进行加热，合金就会变成强磁性合金，线圈B中磁通量增加，A外侧的磁场的方向与A中的磁场的方向相反，B的面积越大，则穿过线圈B的磁通量小。当A与B中磁通量增大时，则线圈产生的感应电流方向的阻碍磁通量的增大，面积有扩张的趋势，故A错误，B正确；

C、B线圈中感应电流产生的磁场阻碍B线圈内磁通量的增加，不能阻止，故C错误；

D、提高温度，这种合金会从非磁性合金变成强磁性合金，穿过线圈的磁通量增大，从而在环绕它的线圈中产生电流。由于原磁场的方向未知，所以不能判断出感应电流的方向，故D错误；

故选：B。

【点评】可从阻碍磁通量变化的角度去分析：增反减同，当磁通量增大时，线圈产生感应电流，感应电流产生的磁场阻碍磁通量的增大．

**二．多选题（共10小题）**

21．（2021春•鼓楼区校级期中）如图所示，闭合螺线管固定在置于光滑水平面上的小车上，现将一条形磁铁从左向右插入螺线管中，则（　　）



A．车将向右运动

B．条形磁铁向右插入时外力所做的功全部由螺线管转变为电能，最终转化为螺线管的内能

C．条形磁铁会受到向左的力

D．车会受到向左的力

【分析】当磁铁运动时，穿过线圈的磁通量变化，由楞次定律判断出磁铁的受力和小车的受力，根据功能关系分析能量的转化情况。

【解答】解：ACD、由题意可知，当磁铁向右运动时，即靠近螺线管，导致穿过的磁通量变大，因此根据楞次定律的另一种描述“来拒去留”可知，条形磁铁受到向左的作用力、车受到向右的作用力，所以车向右运动，故AC正确、D错误；

B、由于闭合螺线管固定在置于光滑水平面上的小车上，所以小车将向右运动，外力所做的功部分由螺线管转变为电能，部分转化为小车的动能，故B错误；

故选：AC。

【点评】楞次定律是高中物理的一个重点，也是常考内容，一定要正确、全面理解楞次定律含义，掌握应用楞次定律解题的思路与方法。

22．（2021春•福州期中）如图所示，在一固定水平放置的闭合导体圆环正上方，有一条形磁铁从静止开始下落，下落过程中始终保持竖直方向，起始高度为h，最后落在水平地面上。若不计空气阻力，重力加速度取g，下列说法中正确的是（　　）



A．磁铁下落的整个过程中，圆环中的感应电流方向始终为顺时针方向（俯视圆环）

B．磁铁落地时的速率一定小于

C．磁铁在整个下落过程中，它的机械能不变

D．磁铁在整个下落过程中，圆环受到它的作用力总是竖直向下的

【分析】由楞次定律可以判断出感应电流的方向；

假设磁铁做自由落体运动，求出磁铁落地时的速度，然后判断磁铁落地时速度大小；

应用能量守恒定律分析答题；

由楞次定律判断磁铁在下落过程中所受线圈作用力的方向。

【解答】解：A、当条形磁铁靠近圆环时，穿过圆环的磁通量增加，根据楞次定律可判断圆环中感应电流的方向为逆时针（俯视圆环），当条形磁铁远离圆环时，穿过圆环的磁通量减小，根据楞次定律可判断圆环中感应电流的方向为逆时针（俯视圆环），故A错误；

B、若磁铁从高度h处做自由落体运动，其落地时的速度v＝，但磁铁穿过圆环的过程中要产生一部分电热，根据能量守恒定律可知，其落地速度一定小于，故B正确；

C、磁铁在整个下落过程中，由于受到磁场力的作用，机械能减少，所以机械能不守恒，故C错误；

D、据楞次定律的推论“来拒去留”，可判断磁铁在整个下落过程中，受圆环对它的作用力始终竖直向上，而圆环受到磁铁的作用力总是竖直向下的，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题考查了楞次定律的应用，正确理解楞次定律阻碍的含义是正确解题的关键。

23．（2021春•荔湾区校级期中）如图（a），在同一平面内固定一长直导线PQ和一导线框abcd，abcd在PQ的下方。导线PQ中通有从Q到P的电流。电流i的变化如图（b）所示（形状为向上平移的余弦曲线）。导线框abcd中的感应电流（　　）



A．在t＝0时不为零

B．在t2时改变方向

C．在t1时最大，且沿adcba的方向

D．在t2时最大，且沿adcba的方向

【分析】i﹣t图象中电流最大时，变化率为零，磁通量最大，磁通量的变化率为零，电流为0时，磁通量为零，磁通量的变化率最大，i﹣t图象斜率正负与感应电流的方向有关，斜率的正负不变，感应电流的方向也不变，抓好这几点，根据不同的时间节点进行分析，即可解决问题。

【解答】解：A、由图（b）可知，导线PQ中电流再t＝0是达到最大值，变化率为零，故导线框中的磁通量变化率为零，根据法拉第电磁感应定律，此时导线框中产生的感应电动势为零，导线框abcd中的电流为零，故A错误；

B、在t2时刻导线PQ中的电流最小，其i﹣t图线的斜率为0，电流变化率为0，导线框abcd中磁通量变化率为0，根据法拉第电磁感应定律，此时导线框abcd中产生的感应电动势为零，导线框abcd中的电流方向发生变化，故B正确；

C、根据正弦函数的特点可知，在t1时刻导线PQ中的i﹣t图线斜率最大，所以电流产生的磁场的变化率最大，则导线框内产生的感应电流最大；由楞次定律可判断出在t1时感应电流的方向为沿adcba方向，故C正确；

D、导线PQ中的电流在t2时，其i﹣t图线的斜率为0，电流变化率为0，导线框abcd中磁通量变化率为0，根据法拉第电磁感应定律，此时导线框abcd中产生的感应电动势为零，则感应电流为零，故D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查了楞次定律的应用，关键是弄清楚原来磁通量的变化情况，再用右手螺旋定则判断感应电流的磁场方向。

24．（2021春•越秀区校级期中）如图所示，ef、gh为两水平放置的相互平行的金属导轨，ab、cd为搁在导轨上的两金属棒，与导轨接触良好且无摩擦。当一条形磁铁从某一高度自由下落向下靠近导轨时，下列说法正确的是（　　）



A．磁铁的加速度小于g

B．磁铁的加速度等于g

C．如果下端是N极，两棒向外运动

D．如果下端是S极，两棒相向靠近

【分析】当条形磁铁靠近导轨时，穿过回路的磁通量增加，产生感应电流，根据楞次定律判断出磁铁受到的磁场作用方向，由牛顿第二定律分析磁铁的加速度与g的关系。根据楞次定律判断两棒的运动情况。

【解答】解：AB、当条形磁铁靠近导轨时，穿过回路的磁通量增加，产生感应电流，根据楞次定律可知，感应电流的磁场要阻碍磁铁与回路间的相对运动，存在排斥力，回路对磁铁的安培力方向向上，对磁铁，由牛顿第二定律得mg﹣F安＝ma，解得磁铁的加速度a＜g，故A正确，B错误；

CD、无论下端是N极还是S极，当磁铁靠近导轨时，穿过回路的磁通量增加，根据楞次定律知感应电流的磁场要阻碍磁通量的增加，所以回路的面积要减小，两棒相向靠近，故C错误，D正确。

故选：AD。

【点评】解决本题时，关键要掌握楞次定律的两种表述，可根据“来拒去留”判断磁铁受到的安培力方向。

25．（2021春•宁江区校级月考）磁悬浮高速列车在我国上海、青岛已投入正式运行。如图是磁悬浮的原理，图中A是圆柱形磁铁，且N极朝上，B是用超导材料制成的超导圆环。在超导圆环B进入磁场时，则（　　）



A．B中将产生感应电流，当稳定后，感应电流消失

B．B中将产生感应电流，当稳定后，感应电流仍存在

C．B中感应电流的方向如图俯视为顺时针方向

D．B悬浮时感应电流产生的磁场方向与圆柱形磁铁A上端的磁场方向一致

【分析】此题的关键是掌握楞次定律的应用，明确对“超导”的理解，所谓超导体就是没有电阻的导体，不消耗能量，一旦有电流出现，电流将不会消失。

【解答】解：AB、在超导圆环B进入磁场的过程中，根据楞次定律不难判断出B中会产生感应电流，而因为B是超导体没有电阻，故即使B稳定后电磁感应现象消失，B中的电流也不会消失，故A错误，B正确；

CD、根据楞次定律可知，圆柱形磁铁的N极朝上，放入线圈时，线圈中的磁通量向上增大，则感应电流的磁场反向应向下，由右手螺旋定则可知B中感应电流方向从上向下俯视看应为顺时针，故C正确，D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查楞次定律以及超导现象，认真审题是解题的关键，本题易错选A，易认为B稳定后B中没有电磁感应现象发生，而得出感应电流消失的结论，再就是要熟练掌握楞次定律。

26．（2021春•临沂期中）如图所示，线圈固定在水平放置的光滑绝缘圆管上，将金属环放在线圈右侧，则下列说法正确的是（　　）



A．闭合开关S时，从右向左看，金属环中感应电流沿逆时针方向

B．闭合开关S时，金属环将向右运动

C．若金属环不闭合，则闭合开关时金属环不会产生感应电动势

D．若将电源的正负极对换，闭合开关S时，金属环向左运动

【分析】由安培定则可求得线圈中的磁场方向，再由楞次定律明确电流方向及环的受力方向，并依据感应电流产生的条件：闭合电路中磁通量变化，而感应电动势产生条件是电路中磁通量变化，从而即可判定。

【解答】解：A、线圈中电流为右侧流入，个安培定则可知磁场方向为向左，在闭合开关的过程中，磁场变强，则由楞次定律可知，感应电流由右向左看，金属环中感应电流沿逆时针方向，故A正确；

B、在闭合开关的过程中，磁场变强，则由楞次定律可知，金属环有远离线圈的趋势，所以将向右弹出，故B正确；

C、若金属环不闭合，则闭合开关时金属环不会产生感应电流，但仍然能产生感应电动势，故C错误；

D、电池正负极调换后，根据楞次定律的“来拒去留”可得，金属环受力向右，故仍将向右弹出，故D错误。

故选：AB。

【点评】本题要掌握楞次定律的两种描述，一是“增反减同”；二是“来拒去留”；并能灵活根据它们去判断电流方向及受力方向，注意感应电流与感应电动势产生条件的不同。

27．（2021春•会宁县校级期中）如图所示，用轻绳将一条形磁铁竖直悬挂于O点，在其正下方的水平绝缘桌面上放置一铜质圆环。现将磁铁从A处由静止释放，经过B、C到达最低处D，再摆到左侧最高处E，圆环始终保持静止，下列说法正确的是（　　）



A．磁铁从B到C的过程中，圆环中产生逆时针方向的电流（从上往下看）

B．磁铁从A摆到D的过程中，圆环给桌面的压力大于圆环受到的重力

C．磁铁从B到C的过程中，圆环中产生顺时针方向的电流（从上往下看）

D．磁铁从A到D和从D到E的过程中，圆环受到摩擦力方向相反

【分析】根据楞次定律、安培定则判断圆环中感应电流方向和圆环运动趋势，在根据受力分析和静摩擦力方向与相对运动趋势方向相反，即可分析。

【解答】解：AC、磁铁从B到C的过程中，圆环中的磁场向上且磁通量增大，据“增反减同”可判断产生顺时针方向的电流（从上往下看），故A错误，C正确；

B、磁铁从A摆到D的过程中，圆环中产生的感应电流有使圆环远离阻碍磁通量增大的趋势，故给桌面的压力大于圆环受到的重力，故B正确；

D、由楞次定律的推论“来拒去留”可知，从A到D和从D到E的过程中，圆环受到摩擦力方向均向右，它受到的摩擦力方向相同，故D错误；

故选：BC。

【点评】本题考查楞次定律的应用，掌握“增反减同”与“来拒去留”的应用，并理解静摩擦力方向的判定依据，当心在做题过程中注意左右手的使用。

28．（2021春•宿州期中）一通电长直导线和矩形导线框ABCD放置于粗糙水平桌面上，当直导线通以如图所示的电流时，下面说法正确的是（　　）



A．当直导线电流增大时，线框中感应电流方向为ABCDA

B．保持直导线电流不变，以AD边为轴转动90°过程中线框中电流方向为ADCBA

C．保持直导线电流不变，线框平行直导线在水平面内向上移动，线框中无感应电流

D．当直导线电流增大时，直导线受到向右的摩擦力

【分析】直导线中通有向上增大的电流，根据安培定则判断导线右侧的磁场方向以及磁场的变化，再根据楞次定律判断感应电流的方向，最后根据左手定则判断出AD、BC边所受安培力的方向，注意离导线越近，磁感应强度越大．

【解答】解：A、直导线中通有向上增大的电流，根据安培定则，知通过线框的磁场方向垂直纸面向里，且增大，根据楞次定律，知感应电流的方向为逆时针方向，即为ADCBA，故A错误；

B、当保持直导线电流不变，以AD边为轴转动90°过程中，穿过线框ABCD中向里的磁通量要减小，依据楞次定律，则有感应电流方向为顺时针方向，即为ABCDA，故B错误；

C、当保持直导线电流不变，线框平行直导线在水平面内向上移动，那么穿过线框的磁通量不变，则线框中无感应电流，故C正确；

D、由A选项可知，当直导线电流增大时，线框中感应电流方向为ADCBA，根据左手定则，知AD边所受安培力方向水平向右，BC边所受安培力方向水平向左，离导线越近，磁感应强度越大，所以AD边所受的安培力大于BC边所受的安培力，则线框所受磁场力的合力方向向右，那么线框受到向右的摩擦力，依据牛顿第三定律，可知，直导线受到向右的摩擦力，故D正确。

故选：CD。

【点评】解决本题的关键掌握安培定则，左手定则，以及会用楞次定律判断感应电流方向，理解感应电流产生的条件，注意线框受到的安培合力方向的正确判定．

29．（2021•遂宁模拟）如图所示，螺线管P穿过一固定圆形线圈Q，P中通有变化电流i，规定如图所示的电流方向为正，电流随时间变化的规律如图所示，则（　　）



A．t1时刻，从上往下看，线圈Q中有顺时针电流

B．t2时刻，从上往下看，线圈Q中有逆时针电流

C．t1～t2，Q中电流在增大

D．t2～t3，Q中磁通量的变化率增大

【分析】当螺线管中通入变化的电流时形成变化的磁场，这时线圈Q中的磁通量发生变化，由其磁通量的变化根据楞次定律可以判断Q中产生感应电流的大小、方向以及由法拉第电磁感应定律来判定磁通量的变化率变化情况。

【解答】解：A、在t1时刻，通入螺线管中电流在减小，依据右手螺旋定则，其形成向下的磁场不断减小，因此线圈Q中的磁通量也要减小，根据楞次定律可知线圈Q将阻碍其磁通量的减小，因此线圈Q中从上往下看，会产生顺时针电流，故A正确；

B、在t2时刻螺线管中电流为零，但是线圈Q中磁通量仍是减小的，由上分析，可知，从上往下看，线圈Q中有顺时针电流，故B错误；

C、在t1～t2，电流随时间虽然在减小，但其斜率却在增大，即通过线圈Q的磁通量变化率在增大，那么Q中电流也会在增大；故C正确；

D、在t2～t3，电流随时间虽然在增大，但其斜率却在减小，即通过线圈Q的磁通量变化率在减小，故D错误；

故选：AC。

【点评】本题考查楞次定律的应用，要注意正确理解楞次定律中“阻碍”的含义，注意判断感应电流的大小看磁通量的变化率而不是看磁通量的大小，注意电流随时间变化图象的斜率体现出线圈Q的磁通量变化率是解题的突破口。

30．（2021春•田家庵区校级月考）如图甲所示，圆形线圈P静止在水平桌面上，其正上方悬挂一螺线管Q，P和Q共轴，Q中通有变化的电流i，电流随时间变化的规律如图乙所示，P所受的重力为G，桌面对P的支持力为FN，则（　　）



A．t1时刻，FN＜G B．t2时刻，FN＞G

C．t3时刻，FN＝G D．t4时刻，FN＝G

【分析】开始电流增大，磁通量变化，由楞次定律可知，总是阻碍磁通量的变化，所以确定下面的磁场，再可知该线圈顺时针电流，由安培定则知，异向电流相互排斥知，支持力与重力的关系。

【解答】解：A、t1时刻螺线管内的电流增大，螺线管产生的磁场增强，所以穿过环P的磁通量变大，根据楞次定律，下面的环P为阻碍磁通量的变化，有向下运动的趋势，所以FN＞G，故A错误；

BD、由图，t2时刻与t4时刻螺线管内电流最大，但电流变化率为零，所以穿过环P的磁通量不变，则环内没有感应电流，所以桌面对P的支持力等于重力，即FN＝G，故B错误，D正确；

C、由图可知，t3时刻螺线管内没有电流，所以环P不会受到线圈对它的安培力的作用，所以t3时刻FN＝G，故C正确。

故选：CD。

【点评】注意：由电流变化而产生的感应磁场去阻碍线圈磁通量的变化。同时可知：同向电流相吸，异向电流相斥。

**三．填空题（共10小题）**

31．（2021春•建华区校级期中）现把电阻与线圈两端相连构成闭合回路，在线圈正上方放一条形磁铁，如图所示，磁铁的S极朝下，在将磁铁的S极插入线圈的过程中，通过电阻的感应电流的方向由　b→a　，线圈与磁铁相互　排斥　（填“吸引”或“排斥”）。



【分析】当磁铁向下运动时，穿过线圈的磁通量变大，原磁场方向向下，所以感应磁场方向向上，根据右手螺旋定则判断感应电流的方向；根据楞次定律“来拒去留”可判断磁铁与线圈的相互作用．

【解答】解：当磁铁向下运动时，穿过线圈的磁通量变大，原磁场方向向上，根据楞次定律可知感应电流产生的磁场方向向下，根据右手螺旋定则，拇指表示感应磁场的方向，四指弯曲的方向表示感应电流的方向，可知感应电流从上向下通过螺线管，则即通过电阻的电流方向为b→a；

根据楞次定律“来拒去留”可判断线圈对磁铁的作用是阻碍作用，故磁铁与线圈相互排斥。

故答案为：b→a；排斥。

【点评】楞次定律应用的题目我们一定会做，大胆的去找原磁场方向，磁通量的变化情况，应用楞次定律判断即可．

32．（2021春•静安区校级期中）如图所示，将一个闭合金属圆环在匀强磁场中捏成一个“8”字型（上、下两个圆半径相等），在这过程中，产生的感应电流方向为　顺时针　（选填“顺时针”或“逆时针”）；理由是：　穿过闭合回路磁通量减小　。



【分析】根据穿过闭合回路磁通量的变化，运用楞次定律判断感应电流的方向。

【解答】解：将一个闭合金属圆环在匀强磁场中捏成一个“8”字型，闭合回路的面积减小，由于穿过闭合回路磁通量减小，感应电流的磁场方向垂直纸面向里，可知感应电流的方向为顺时针方向。

故答案为：顺时针，穿过闭合回路磁通量减小。

【点评】解决本题的关键掌握楞次定律判断感应电流方向的一般步骤：1、确定原磁场方向和磁通量的变化，2、得出感应电流磁场的方向，3、根据安培定则得出感应电流的方向。

33．（2021•青浦区二模）如图所示，AB两个线圈在同一平面上，A线圈在B线圈中。当只在B线圈中通以逆时针方向的电流，则穿过A线圈的磁通量方向为　垂直纸面向外　；当只在A线圈中通以顺时针方向不断减小的电流，B线圈会产生　顺　时针方向的感应电流。



【分析】根据安培定则结合电流的变化，从而确定磁场的方向及大小，再根据楞次定律知，感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化．当磁通量增大时，感应电流的磁场与它相反，当磁通量减小时，感应电流的磁场与它相同，即可求解．

【解答】解：根据安培定则可知，在B线圈中通以逆时针方向的电流时，线圈B内部产生垂直于纸面向外的磁场，A位于B内，则穿过A线圈的磁通量方向为垂直于纸面向外；

根据安培定则可知，在A线圈中通以顺时针方向的电流时，线圈A内产生垂直于纸面向里的磁场；线圈A在线圈B内部产生磁场包括A内部向里的磁场和A外部向外的磁场，由于内部产生的磁通量大，故总磁通量向里；当线圈A的顺时针方向电流减小，导致线圈B垂直向里的磁通量减小，由楞次定律可知，感应电流的磁场与它相同，则线圈B内产生顺时针方向的电流．

故答案为：垂直纸面向外，顺；

【点评】解决本题的关键掌握安培定则、楞次定律的内容，知道感应电流的磁场总是阻碍引起感应电流的磁通量的变化．注意B中包含了A线圈内部所有磁感线和外部的部分磁感线，故总的磁通量是向里的．

34．（2020秋•崇明区期末）如图为某手机无线充电情景。充电的主要部件为两个线圈，分别安装在手机和无线充电器内部，其工作原理是：　电磁感应原理　；当B线圈中电流沿顺时针方向逐渐增大时，A线圈中会产生　逆时针　方向的电流。



【分析】手机充电是电磁感应现象，与变压器的原理类似，结合变压器的原理分析即可。

【解答】解：充电的主要部件为两个线圈，分别安装在手机和无线充电器内部，其工作原理是电磁感应原理，由电磁感应规律可知，交变电流通过无线充电器的线圈时会产生变化的磁场，从而在手机内的线圈中产生感应电流，实现无线充电；根据麦克斯韦电磁理论可知，当B线圈中电流沿顺时针方向逐渐增大时，A线圈中会产生逆时针方向的电流。

故答案为：电磁感应原理，逆时针。

【点评】该题属于物理知识在日常生活中的应用，解答的关键是理解工作原理是电流的互感原理。

35．（2020春•邗江区校级期中）如图所示，a、b都是较轻的铝环，a环闭合，b环断开，横梁可以绕中间支点自由转动，开始时整个装置静止。则：

（1）条形磁铁插入a环时，横梁　会　发生转动；

（2）条形磁铁插入b环时，横梁　不会　发生转动（选填“会”或“不会”）。



【分析】当条形磁铁向a环靠近时，穿过a环的磁通量增加，a环闭合产生感应电流，根据楞次定律判断a环的运动情况。

当条形磁铁向b环靠近时，b环不闭合，不产生感应电流，根据有无安培力判断b环的运动情况，从而即可求解。

【解答】解：（1）当条形磁铁插入a环时，穿过a环的磁通量增加，a环闭合产生感应电流，磁铁对a环产生安培力，阻碍两者相对运动，因此a环阻碍磁铁靠近，出现转动现象；

（2）当条形磁铁向b环靠近时，b环断开，b环中不产生感应电流，磁铁对b环没有安培力作用，b环将静止不动。

故答案为：（1）会；（2）不会

【点评】本题也可以根据楞次定律的另一种表述：感应电流的磁场总要阻碍导体与磁体间的相对运动来直接判断。

36．（2020•浦东新区二模）如图所示，A为水平放置的胶木圆盘，在其侧面均匀分布着负电荷，在A的正上方用绝缘丝线悬挂一个金属圆环B，使B的环面水平且与圆盘面平行，其轴线与胶木盘A的轴线OO′重合。现使胶木盘A由静止开始绕其轴线OO′按箭头所示方向加速转动，则金属环B的面积有　减小　的趋势（选填“扩大”或“缩小”），丝线受到的拉力　减小　。（选填“增大”“减小”或“不变”）



【分析】胶木盘A由静止开始绕其轴线OO′按箭头所示方向加速转动，形成环形电流，环形电流的大小会增大，穿过线圈B的磁通量变化，根据楞次定律的另一种表述，感应电流引起的机械效果阻碍磁通量的变化进行判断。

【解答】解：胶木盘A由静止开始绕其轴线OO′按箭头所示方向加速转动，形成环形电流，环形电流的大小会增大，根据右手螺旋定则知，通过B线圈的磁通量向下，且增大，根据楞次定律的另一种表述，引起的机械效果阻碍磁通量的增大，知金属环B的面积有缩小的趋势，且有向上的运动趋势，所以丝线的拉力减小。

故答案为：缩小，减小。

【点评】解决本题的关键掌握右手螺旋定则判断电流周围磁场的方向，以及掌握楞次定律的另一种表述，即感应电流引起的机械效果阻碍磁通量的变化。

37．（2020•长宁区二模）如图中，竖直放置的直导线旁有一通电的环形线圈，其环面与直导线在同一平面。当导线通以电流I时，环形线圈向右平移，则环形线圈里电流的方向是　顺时针　（选填“逆时针”或“顺时针”），直导线受到环形线圈的作用力方向是　水平向右　。



【分析】直导线中的电流方向由下到上，根据安培定则判断导圆环所在处磁场方向垂直于纸面向里，远离直导线磁感应强度减小，环形线圈向右平移，磁通量减小，产生感应电流，根据楞次定律结合安培定则判断感应电流和受力方向。

【解答】解：直导线中的电流方向由下到上，根据安培定则知导圆环所在处磁场方向垂直于纸面向里，远离直导线磁感应强度减小，在环形线圈向右平移过程，穿过环磁通量减小，发生电磁感应，根据楞次定律感应电流激发的磁场阻碍原磁通量的减小，故感应电流的磁场方向也垂直纸面向里，根据安培定则判断环中感应电流方向为顺时针方向。根据楞次定律的“来拒去留”表述，两者之间的安培力一定是相互吸引，故直导线受到环形线圈的作用力方向是水平向右。

故答案为：顺时针 水平向右

【点评】解本题关键会根据安培定则判断通电直导线的磁场；会判断环中磁通量的变化；会灵活应用各种表述的据楞次定律分析问题。

38．（2020•嘉定区二模）航母上飞机弹射起飞利用的电磁驱动原理如图所示。当固定线圈突然通电时，线圈左侧的金属环被弹射出去。则闭合S瞬间，从右侧看环中产生　逆时针　（填“顺时针”或“逆时针”）方向的感应电流；对调电池的正负极，重复实验，环将向　左　（填“左”或“右”）运动。



【分析】由右手螺旋定则可求得线圈中的磁场方向，再由楞次定律明确环中感应电流方向及环的受力方向；

【解答】解：由右手螺旋定则可知通电螺线管激发的磁场由右向左穿过线环，在闭合开关的过程中，磁场变强，则由楞次定律可知，线环感应磁场为由左向右来阻碍线环磁通量的增大，根据右手螺旋定则判断线环中感应电流从右侧看为逆时针；

对调电池的正负极，重复实验，线环中的磁通量仍是一个突然增大的过程，线环激发的磁场仍然是要阻碍这个增大过程，线环向左原理可以阻碍原磁通量的增大，故环仍然向左运动。

故答案为：逆时针 左

【点评】本题要掌握的知识点：右手螺旋定则判断线圈中的磁场方向，楞次定律的各种表述，巧妙应用楞次定律中“来拒去留”分析求解。

39．（2020•宝山区二模）如图，铁质齿轮P可绕其水平轴O转动，其右端有一带线圈的条形磁铁，G是一个电流计，当P转动，铁齿靠近磁铁时铁齿被磁化，通过线圈的磁通量　增大　，线圈中就会产生感应电流。当P从图示位置开始转到下一个铁齿正对磁铁的过程中，通过G的感应电流的方向是　先向左再向右　。



【分析】齿轮P从图示位置开始转到下一个铁齿正对磁铁的过程中，通过线圈的磁通量先减小，后增加；齿靠近线圈时被磁化，产生的磁场方向从右向左，根据楞次定律，判断出感应电流的方向。

【解答】解：铁齿靠近线圈时被磁化，产生的磁场方向与条形磁铁的方向相同，为从右向左，所以通过线圈的磁通量增加；

齿轮P从图示位置开始转到下一个铁齿正对磁铁的过程中，通过线圈的磁通量先减小，后增加，根据楞次定律，线圈中感应电流的磁场先向左后向右，根据右手螺旋定则判断出感应电流的方向，所以通过G的感应电流的方向先从右向左，然后从左向右。

故答案为：增大，先向左后向右

【点评】解决本题的关键是掌握楞次定律的内容：感应电流具有这样的方向，即感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

40．（2020春•顺义区校级期中）绕在同一铁芯上的线圈Ⅰ、Ⅱ按图所示方法连接，判断在以下各情况中，线圈Ⅱ中是否有感应电流产生（填“有”或“无”）．

①闭合电键K的瞬时　有　．

②保持电键K闭合的时候　无　．

③断开电键K的瞬时　有　．

④电键K闭合将变阻器R0的滑动端向左滑动时：　有　．



【分析】根据感应电流产生的条件分析答题，感应电流产生条件：穿过闭合回路的磁通量发生变化，并由右手螺旋定则与楞次定律，即可确定感应电流的方向．

【解答】解：由图所示电路可知：

①闭合电键K的瞬时，穿过线圈Ⅱ的磁通量变化，有感应电流产生，根据楞次定律，则有：R中感应电流方向向右；

②保持电键K闭合的时，穿过线圈Ⅱ的磁通量不变，没有感应电流产生；

③断开电键K的瞬时，穿过线圈Ⅱ的磁通量发生变化，有感应电流产生，根据楞次定律，则有：R中感应电流方向向左；

④电键K闭合将变阻器RO的滑动端向左滑动时，穿过线圈Ⅱ的磁通量发生变化，有感应电流产生，根据楞次定律，则有：R中感应电流方向向右．

故答案为：①有②无③有④有

【点评】知道感应电流产生的条件，根据题意判断磁通量是否发生变化，是正确解题的关键；同时掌握右手螺旋定则与楞次定律的应用，注意因通电产生磁场方向，再明确磁通量增大还是减小．本题难度不大，是一道基础题．

**四．实验题（共2小题）**

41．（2019秋•淄博期末）如图所示线圈A竖直放在绝缘的地面上，并与灵敏电流计G相连。电流计中若通过由a到b的电流时，指针向右偏转。则条形磁铁从线圈内拔出的过程中，请判断

（1）穿过线圈的磁通量将　减小　（选填“增大”、“减小”、“不变”）

（2）灵敏电流计的指针会向　左　偏转（选填“左”、“右”）

（3）地面对线圈的支持力　小于　线圈的重力（选填“大于”、“小于”、“等于”）



【分析】先判断通过线圈的磁场方向及磁通量的变化，由楞次定律可判断电路中电流的方向及磁极间的相互作用。

【解答】解：（1）由图可知，条形磁铁从线圈内拔出的过程中，穿过线圈的磁场方向向下且磁通量减小；

（2）由楞次定律可知感应电流的磁场应向上，则由安培定则可知，电流方向从b到a，灵敏电流计的指针向左偏转；

（3）由“来拒去留”可知，磁铁远离线圈，则线圈与磁铁相互吸引，即地面对线圈的支持力小于自身的重力。

故答案为：（1）减小； （2）左； （3）小于。

【点评】在判断电磁感应中磁极间的相互作用时可以直接利用楞次定律的第二种表示：“来拒去留”直接判断，不必再由安培定则判断线圈中的磁场，再由磁极间的相互作用判断力的方向。

42．（2019春•宁德期中）如图所示线圈A竖直放在绝缘的地面上，并与灵敏电流计G相连。电流计中若通过a到b的电流时，指针向左偏转。则当一个条形磁铁从线圈的正上方由静止开始自由落下，磁铁的N极向下插入线圈的过程中

（1）穿过线圈的磁通量φ将　增大　（选填“增大”、“减小”、“不变”）

（2）灵敏电流计的指针会向偏转　左　（选填“左”、“右”）

（3）地面对线圈的支持力　大于　线圈的重力（选填“大于”、“小于”、“等于”）



【分析】先判断通过线圈的磁场方向及磁通量的变化，由楞次定律可判断电路中电流的方向及磁极间的相互作用。

【解答】解：（1）由图可知，穿过线圈的磁场方向向下且磁通量增大。

（2）由楞次定律可知感应电流的磁场应向上，则由安培定则可知，电流方向从a到b，灵敏电流计的指针向左偏转。

（3）由“来拒去留”可知，磁铁靠近线圈，则线圈与磁铁相互排斥，即地面对线圈的支持力大于自身的重力。

故答案为：（1）增大； （2）左； （3）大于。

【点评】在判断电磁感应中磁极间的相互作用时可以直接利用楞次定律的第二种表示：“来拒去留”直接判断，不必再由安培定则判断线圈中的磁场，再由磁极间的相互作用判断力的方向。

**五．计算题（共1小题）**

43．（2019春•富阳区校级月考）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，两极间的磁感应强度大小均为B，磁极宽度均为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。已知线圈匝数为n，线圈电阻为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端还是从D端流出？

（2）供电电流I是从C端还是从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？



【分析】（1）使用楞次定律即可判断出线圈向下运动过程中，线圈中感应电流的方向；

（2）秤盘和线圈恢复到未放重物时的位置并静止，说明安培力的方向向上，由左手定则即可判断出电流的方向；根据二力平衡求出重物质量与电流的关系；

（3）根据功率的表达式关系，即可求解。

【解答】解：（1）E形磁铁的两侧为N极，中心为S极，由于线圈在该磁铁的最下面的磁通量最大，所以向下的过程中向下的磁通量增加，根据楞次定律可得，感应电流的磁场的方向向上，所以感应电流的方向是逆时针方向（从上向下看），电流由C流出，D端流入。

（2）秤盘和线圈向上恢复到未放重物时的位置并静止，说明安培力的方向向上，由左手定则即可判断出电流的方向是逆时针方向（从上向下看），电流由C流出，由D流入。

两极间的磁感应强度大小均为B，磁极宽度均为L，线圈匝数为n，左右两侧受力相等，得：

mg＝2n•BIL，

即为：m＝I；

（3）设最大称重力是mm，得：mmg＝2n•BIL…①

又：P＝I2R…②

联立得：

答：（1）线圈向下运动过程中，线圈中感应电流是从C端出，D端流入；

（2）供电电流I是从D端流入；重物质量与电流的关系是mg＝2n•BIL；

（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。

【点评】该题通过生活中的物理现象，将楞次定律、安培力的大小与方向、二力平衡结合在一起，最大限度地考查多个知识点，能非常好地体现高考的精髓。