## 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．

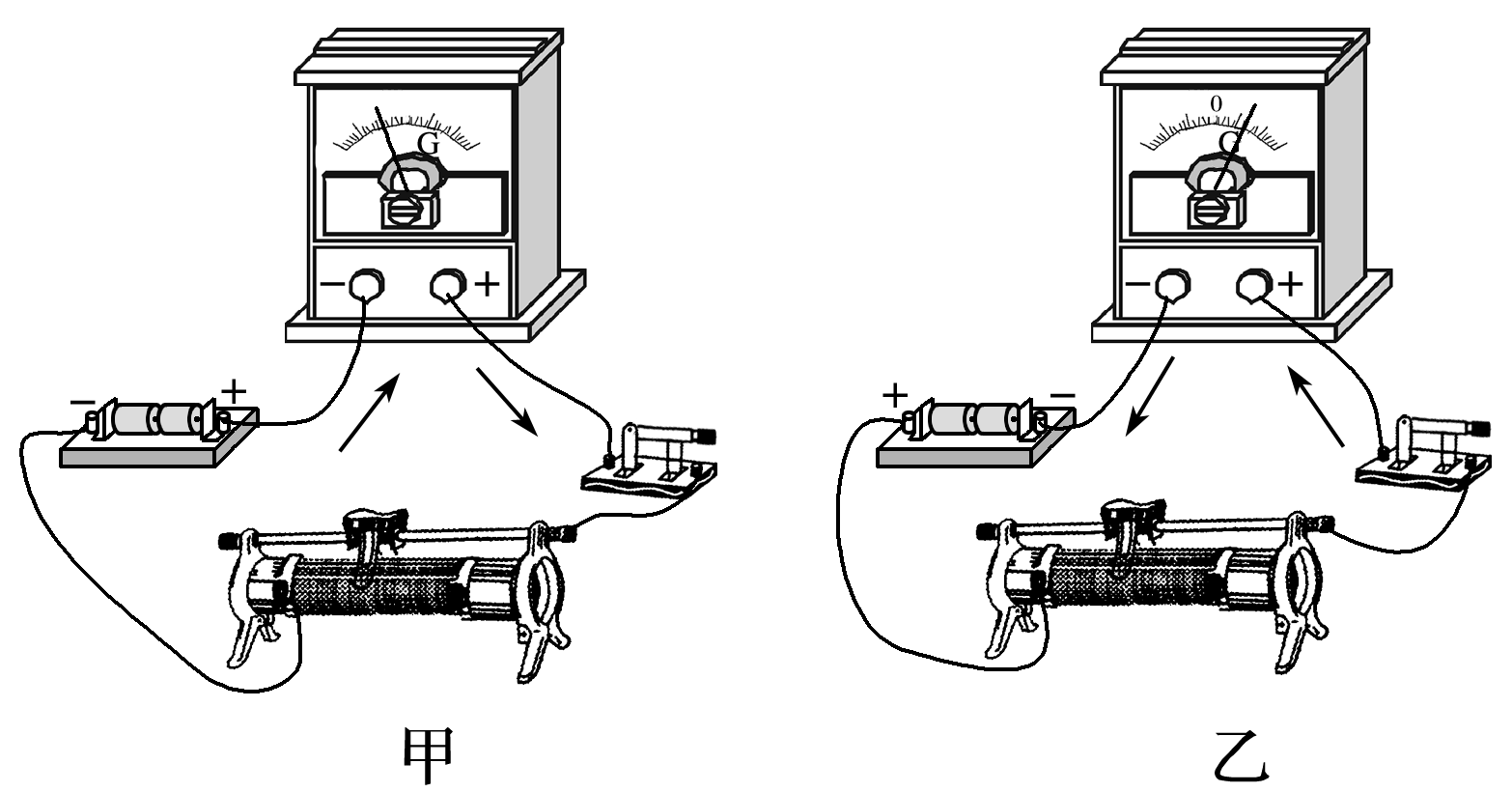
二、实验器材

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：

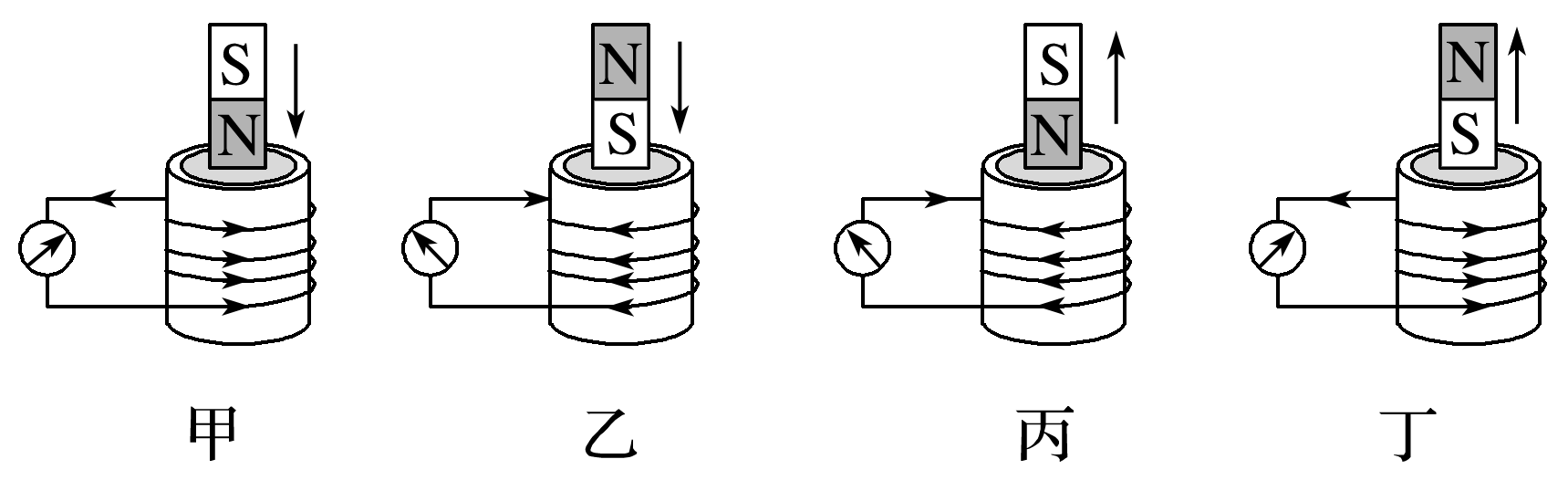


结论：电流从哪一侧接线柱流入，指针就向哪一侧偏转，即左进左偏，右进右偏．(指针偏转方向应由实验得出，并非所有电流表都是这样的)

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•枣庄期末）对于楞次定律的理解，正确的是（　　）

A．引起感应电流的磁场总要阻碍感应电流的磁场的变化

B．引起感应电流的磁场的磁通量减小时，感应电流的磁场与引起感应电流的磁场方向相反

C．感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化

D．感应电流的磁场可以阻止引起感应电流的磁通量的变化

【分析】根据楞次定律，感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，当磁通量增加时，感应电流的磁场与原磁场方向相反，当磁通量减小时，感应电流的磁场与原磁场方向相同．

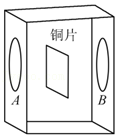
【解答】解：ACD、根据楞次定律，感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，不是阻止引起感应电流的磁通量的变化，故AD错误，C正确；

B、根据楞次定律，引起感应电流的磁场的磁通量减小时，感应电流的磁场与引起感应电流的磁场方向相同，故B错误。

故选：C。

【点评】本题考查对楞次定律的理解，关键是要知道感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化，但不是阻止引起感应电流的磁通量的变化。

2．（2021•鼓楼区校级模拟）如图所示为安检门原理图，左边门框中有一通电线圈A，右边门框中有一接收线圈B工作过程中某段时间通电线圈A中存在顺时针方向均匀增大的电流（本题中电流方向均为从左向右观察），则当A、B间有一铜片时（　　）



A．接收线圈B中不产生感应电流

B．接收线圈B中的感应电流方向为逆时针，且感应电流大小比无铜片时要小

C．接收线圈B中的感应电流方向为逆时针，且感应电流大小比无铜片时要大

D．接收线圈B中的感应电流方向为顺时针，且感应电流大小比无铜片时要大

【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：没有铜片时，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；

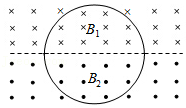
有铜片通过时，则穿过铜片中的磁通量发生变化时，铜片中也会产生感应电流，感应电流的方向与接收线圈中的感应电流的方向相同，接收线圈中的感应电流方向不变，仍然为逆时针方向，但铜片中的感应电流会将该空间中的磁场的变化削弱一些，引起接收线圈中的感应电流大小减小，故ACD错误，B正确。

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。

## 随堂练习

1．（2021•广东模拟）如图所示，上、下两匀强磁场的磁感应强度B1和B2大小相等、方向相反。一金属圆环垂直磁场放置，其直径与两磁场的边界重合。下列情况中，可使圆环受到垂直边界向上的安培力（　　）



A．仅增大B1

B．仅增大B2

C．同时以相同的变化率增大B1和B2

D．同时以相同的变化率减小B1和B2

【分析】根据楞次定律判断感应电流的方向,再由左手定则分析上下两部分各自受到的安培力的方向，由F＝BIL分析安培力大小，从而明确安培力的合力的方向。

【解答】解：A、仅增大B1，圆环中磁通量向里增大，由楞次定律可知，圆环中产生逆时针方向的电流，由左手定则可知，上方导线受安培力垂直边界向下，下方导线受安培力向上，但由于上方磁感应强度大于下方的磁感应强度，故圆环整体受到的安培力向下，故A错误；

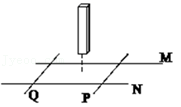
B、仅增大B2时圆环中产生顺时针方向的电流，由A中分析同理可知，圆环受到垂直边界向上的安培力，故B正确；

CD、同时以相同的变化率增大B1和B2或同时以相同的变化率减小B1和B2穿过圆环的磁通量恒为零，圆环中不会产生感应电流，所以圆环不会受到安培力，故CD错误。

故选：B。

【点评】本题考查了楞次定律、左手定则的应用，注意当上下两磁感线是相互抵消的，所以当上下部分磁感应强度相等时，圆环中的磁通量恒为零。

2．（2021春•仁寿县校级月考）如图所示，光滑导轨M、N水平固定放置，两根导体棒P、Q平行放于导轨上，形成一个闭合电路。当一条形磁铁从图示位置向上方运动的过程中，若导体棒P、Q未脱离轨道，则导体棒P、Q的运动情况是（　　）



A．P、Q互相靠拢

B．P、Q互相远离

C．P、Q均静止

D．因磁铁极性不明，无法确定

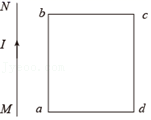
【分析】假设磁极的方向，由楞次定律：感应电流的磁场总是阻碍磁通量的变化，可知闭合回路中电流方向，则分析两导体棒受安培力的情况可知它们的运动情况．

【解答】解：设磁铁的下端为N极，则磁铁上升时，回路中的磁通量向下减小，由楞次定律可知，回路中的电流为顺时针方向；则由左手定则可得，P受力向左，Q受力向右，故相互远离，故ACD错误，B正确。

故选：B。

【点评】本题直接用楞次定律判断电磁感应现象中导体的运动方向，抓住导体总是反抗原磁通量的变化是关键．楞次定律的另一结论：增反减同．本题可以直接利用楞次定律的第二种表述，“来拒去留”；可以理解为当磁铁上升时，线框中的磁通量减小，故为了阻碍磁通量的变化，线框的面积增大，PQ相互远离．

3．（2021春•静宁县校级月考）矩形导线框abcd与长直导线MN放在同一水平面上，ab边与MN平行，导线MN中通入如图所示的电流，当MN中的电流减小时，下列说法正确的是（　　）



A．导线框abcd中没有感应电流

B．导线框abcd中有逆时针方向的感应电流

C．导线框所受的安培力的合力方向水平向左

D．导线框所受的安培力的合力为0

【分析】直导线中通有向上减小的电流，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ab、cd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：AB、直导线中通有向上减小的电流，根据安培定则，知通过线框的磁场方向垂直纸面向里，且减小，根据楞次定律，知感应电流的方向为顺时针方向，故AB错误；

CD、根据左手定则，知ab边所受安培力方向水平向左，cd边所受安培力方向水平向右，离导线越近，磁感应强度越大，所以ab边所受的安培力大于cd边所受的安培力，则线框所受磁场力的合力方向向左，故C正确，D错误。

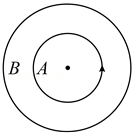
故选：C。

【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。

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

1．（2021春•开封月考）如图所示，线圈A、B同心置于光滑水平桌面上，线圈A中通有逐渐增大的逆时针方向的电流，则（　　）



A．线圈B将顺时针转动起来

B．线圈B将有沿半径方向扩张的趋势

C．线圈将有沿半径方向收缩的趋势

D．线圈B对桌面的压力将增大

【分析】当线圈A中通有不断增大的逆时针方向的电流时，周围的磁场发生变化，即通过线圈B的磁通量发生变化，根据楞次定律结合右手螺旋定则判断出B线圈中感应电流的方向．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变化，确定线圈B有扩张还是收缩趋势。

【解答】解：ABC、当线圈A中通有不断增大的逆时针方向的电流时，知穿过线圈B的磁通量垂直向外，且增大，根据楞次定律，线圈B产生顺时针方向的电流；根据磁感线的特点可知，A环以内的范围内的磁感线的方向向外，而A环以外的磁感线的方向向里，由左手定则可知，线圈B受到的安培力的方向垂直于该平面向外。由于穿过线圈B的向里的磁通量增大，根据楞次定律的另一种表述，线圈B有扩张的趋势，阻碍磁通量的增加；由于没有使线圈转动的力存在，故线圈B不会转动，故B正确，AC错误。

D、线圈B受到的安培力的方向垂直于该平面向外，线圈B对桌面的压力将不变，故D错误。

故选：B。

【点评】本题中A环环内的磁场的方向与环外的磁场的方向不同，A环以内的范围内的磁感线的方向向外，而A环以外的磁感线的方向向里，穿过B环的磁通量是二者的矢量和，这是学生容易出现错误的地方。

2．（2021•渭滨区模拟）楞次定律的实质是：产生感应电流的过程必须遵守的定律是（　　）

A．欧姆定律 B．能量守恒定律

C．电荷守恒定律 D．焦耳定律

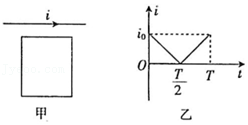
【分析】楞次定律的阻碍过程实质上就是能量转化的过程，由此分析即可。

【解答】解：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，这种阻碍作用是通过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，产生感应电流的过程必须遵守能量守恒定律，故ACD错误，B正确；

故选：B。

【点评】该题考查电磁感应原理，掌握楞次定律的内涵，注意从做功与能量转化角度来认识楞次定律的内容是关键。

3．（2021春•新乡期中）如图甲所示，长直导线与闭合金属线框固定于同一平面内，长直导线中的电流i随时间t的变化如图乙所示，在0～菁优网-jyeoo时间内，直导线中电流的方向右，则在菁优网-jyeoo～T时间内，金属线框中感应电流的方向与所受安培力的方向分别是（　　）



A．顺时针，向上 B．逆时针，向下

C．顺时针，向下 D．逆时针，向上

【分析】在菁优网-jyeoo﹣T时间内，直线电流方向向右，根据安培定则判断出直导线周围的磁场，根据磁场的变化，通过楞次定律判断出金属线框中的感应电流，从而通过受力判断线框所受安培力的合力．

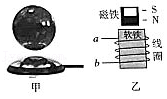
【解答】解：在0﹣菁优网-jyeoo时间内，直导线中电流向右，在菁优网-jyeoo﹣T时间内，直线电流方向也向右，根据安培定则，知导线下侧磁场的方向垂直纸面向里，电流逐渐增大，则磁场逐渐增强，根据楞次定律，金属线框中产生逆时针方向的感应电流；

根据左手定则，知金属框上边受到的安培力方向向下，下边受到的安培力向上，离导线越近，磁场越强，则上边受到的安培力大于下边受到的安培力，所以金属框所受安培力的合力向下，故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握安培定则判断电流与其周围磁场的方向的关系，运用楞次定律判断感应电流的方向，以及运用左手定则判断安培力的方向．

4．（2021•通州区一模）图甲是一个磁悬浮地球仪，磁悬浮原理如图乙所示。地球仪中有一个磁铁，底座中有一个线圈（线圈电阻不计），给线圈通上电，地球仪就可以悬浮起来。下列说法正确的是（　　）



A．线圈必须连接交流电源

B．若地球仪转动，则不能保持继续悬浮

C．若仅增加线圈匝数，可增加地球仪稳定悬浮的高度

D．若仅增大线圈中的电流，地球仪再次稳定悬浮后受到的斥力增大

【分析】地球仪利用了同名磁极相互排斥的原理；增加线圈匝数，或增大线圈中的电流，电流产生的磁场增强，静止状态是一种平衡状态，受到的力平衡。

【解答】解：A、磁悬浮地球仪之所以能悬浮在空中，是利用了同名磁极相互排斥的原理，所以需要线圈产生稳定的磁场，不能接交流电源，故A错误；

B、磁悬浮地球仪之所以能悬浮在空中，是利用了同名磁极相互排斥的原理，当地球仪转动时，仍然能保持继续悬浮，故B错误；

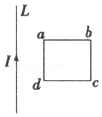
C、增加线圈匝数，电流产生的磁场增强，根据磁体之间相互作用的特点可知，若地球仪的位置不变，则线圈与地球仪之间的相互作用将增大，所以地球仪稳定悬浮的高度会增大，故C正确；

D、地球仪悬浮于空中时球体受到的重力和磁力是一对平衡力；仅增大线圈中的电流，地球仪再次稳定悬浮后悬浮的高度会增大，但受到的斥力仍然等于地球仪的重力，没有变大，故D错误。

故选：C。

【点评】此题综合考查了平衡状态的判断、同名磁极相互排斥等知识点，要从题目中寻找有用的信息，利用有关知识点解题。

5．（2021春•芜湖期中）如图所示，通电直导线L和平行直导线放置的闭合导体框abcd，直导线与导体框在同一平面内，以下说法正确的是（　　）



A．导线固定，当导体框向上平移时，导体框中感应电流的方向为abcda

B．导线固定，当导体框向右平移时，导体框中感应电流的方向为abcda

C．导体框固定，当导线L向左平移时，导体框中感应电流的方向为adcba

D．导体框固定，当导线L向右平移时，导体框中感应电流的方向为abcda

【分析】当通过导体框的磁通量发生变化时，导体框中将会产生感应电流．根据安培定则与楞次定律判断感应电流的方向．

【解答】解：A、根据安培定则，直线电流在导体框处产生的磁场的方向垂直于纸面向里；导线固定，当导体框向上平移时，穿过导体框的磁通量不发生变化，所以导体框中没有感应电流，故A错误；

B、导线固定，当导体框向右平移时，即逐渐远离直线电流，导致垂直于纸面向里穿过导体框的磁场减小，即穿过导体框的磁通量减小，根据楞次定律，则产生感应电流的方向为abcda，故B正确；

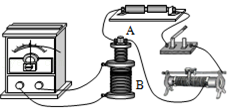
C、当导体框固定，导线L向左平移，即逐渐远离导体框时，导致垂直于纸面向里穿过导体框的磁通量减小，根据楞次定律，则产生感应电流的方向为abcda方向，故C错误；

D、当导体框固定，导线L向右平移，即逐渐靠近导体框时，导致垂直于纸面向里穿过导体框的磁通量增大，根据楞次定律，则产生感应电流的方向为adcba，故D错误。

故选：B。

【点评】解决本题的关键掌握安培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．

6．（2021•西城区二模）如图所示，线圈A通过滑动变阻器和开关连接到电源上，线圈B的两端连到电流表上，把线圈A装在线圈B的里面。实验中观察到，开关闭合瞬间，电流表指针向右偏转，则（　　）



A．开关断开瞬间，电流表指针不偏转

B．开关闭合瞬间，两个线圈中的电流方向可能同为顺时针或逆时针

C．开关闭合，向右移动滑动变阻器的滑片，电流表指针向右偏转

D．开关闭合，向上拔出线圈A的过程中，线圈B将对线圈A产生排斥力

【分析】根据感应电流产生的条件分析答题，穿过闭合回路的磁通量发生变化，电路产生感应电流；同时根据楞次定律的两种描述分别分析感应电流的方向以及相互间的相用力。

【解答】解：A、开关断开的瞬间，A中电流减小产生的磁场减弱，导致线圈B中的磁通量发生变化，有感应电流产生，故A错误；

B、当S2处于闭合状态，在S1闭合瞬间，穿过副线圈的磁通量增大，由楞次定律可知，副线圈中感应电流与原线圈中电流的方向相反，故B错误；

C、开关闭合，向右移动滑动变阻器的滑片，接入电阻减小，线圈A中电流增大，根据楞次定律可知线圈B中产生感应电流与闭合开关时方向相同，故针向右偏转，故C正确；

D、开关闭合，向上拔出线圈A的过程中，根据楞次定律可知，线圈B将对线圈A产生吸引力，故D错误。

故选：C。

【点评】本题主要考查楞次定律的应用，重点掌握楞次定律的两种描述：“增反减同”以及“来拒去留”应用。

7．（2021春•扶余市校级月考）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进入磁场中，则（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

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逆时针方向

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，没有电流热效应现象发生，一旦有电流出现，电流将不会消失。

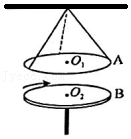
【解答】解：AB、在超导圆环B进入磁场的过程中，根据楞次定律不难判断出B中会产生感应电流，而因为B是超导体没有电阻，故即使B稳定后穿过线圈的磁通量不再变化，不再产生感应电流，B中的电流也不会消失，A错误，B正确；

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，则感应电流的磁场应向下，B中感应电流方向从上向下俯视看应为顺时针，CD错误；

故选：B。

【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。

8．（2021•顺义区二模）如图所示，金属圆环A用绝缘软丝线悬挂，在A的正下方附近同轴放置一个半径相同的橡胶圆盘B，B圆盘的边缘部分均匀带电。现使圆盘B由静止开始绕中心轴旋转并逐渐增大转速，在此过程中，下列说法正确的是（　　）



A．金属环A有扩大半径的趋势，丝线受到拉力减小

B．金属环A有缩小半径的趋势，丝线受到拉力减小

C．金属环A有扩大半径的趋势，丝线受到拉力增大

D．金属环A有缩小半径的趋势，丝线受到拉力增大

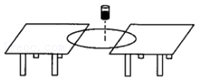
【分析】带电圆盘转动时形成环形电流，先判断出环形电流在导线处的磁场的变化特点，然后根据楞次定律进行判定．

【解答】解：带电圆盘B加速转动时，形成的电流逐渐增大，磁场增强，穿过金属圆环A的磁通量增大，根据楞次定律感应电流产生的磁场要阻碍原磁通量的变化，所以金属圆环A有缩小半径的趋势，金属圆环A有向上远离B的运动趋势，所以丝线受到拉力减小。故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查了电流的形成、右手螺旋定则，要深刻理解楞次定律“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．

9．（2020秋•河南期末）如图所示，在两相同的水平桌面之间对称放置一铝环，将一小磁铁从靠近铝环中心的正上方由静止释放，若小磁铁在下落过程中始终不翻转，在其穿过铝环的过程中，下列判断正确的是（　　）



A．磁铁靠近铝环时，铝环对两桌面的总压力大于铝环重力

B．磁铁远离铝环时，铝环对两桌面的总压力小于铝环重力

C．磁铁靠近和远离铝环时，铝环均受到桌面的摩擦力

D．磁铁在下落过程中机械能先减小后增大

【分析】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；应用能量守恒定律分析答题。

【解答】解：AB、磁铁靠近或远离铝环时，铝环中均产生感应电流，根据楞次定律的推广可知，铝环受到向下的安培力，则铝环对桌面的总压力大于铝环重力，故A正确、B错误；

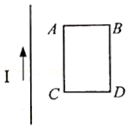
C、根据对称性可知，磁铁靠近和远离铝环时，铝环均不会受到桌面的摩擦力，故C错误；

D、因磁铁在下落过程中铝环中一直有感应电流产生，根据能量守恒定律可知磁铁的机械能不断减小，故D错误。

故选：A。

【点评】本题考查电磁感应现象及能量守恒定律，考查考生的理解能力和物理观念，正确理解楞次定律阻碍的含义是正确解题的关键。

10．（2020秋•连云港期末）如图，闭合矩形线圈ABCD位于通电长直导线附近，线圈与导线在同一平面内，线圈的两个边与导线平行。关于线圈中感应电流方向的判断，下列说法正确的是（　　）



A．线圈向右运动时，电流沿顺时针方向

B．线圈沿平行于直导线向上运动时，电流沿顺时针方向

C．线圈以直导线为轴向外旋转时，电流沿逆时针方向

D．直导线中电流沿图示方向增加时，电流沿顺时针方向

【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：导线上电流的方向向上，根据安培定则可知，线圈处磁场的方向向里；

A、当线圈向右平动时，线圈逐渐远离导线，向里穿过线圈的磁场减小，根据楞次定律可知产生感应电流方向沿顺时针方向，故A正确；

B、线圈沿平行于直导线向上运动时，穿过线圈的磁场不变，不能产生感应电流，故B错误；

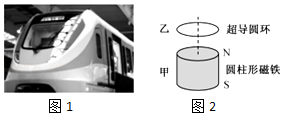
C、当线圈以直导线为轴向外旋转时，穿过线圈的磁场不变，不能产生感应电流，故C错误；

D、增大导线中的电流，向里穿过线圈的磁通量增大，根据楞次定律可知产生感应电流方向沿逆时针方向，故D错误。

故选：A。

【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。

11．（2020秋•长安区校级期末）2020年9月1日消息，广东清远磁浮列车圆满完成整车静态调试，运行试验如图1。图2是磁悬浮的原理图，图中甲是圆柱形磁铁，乙是用高温超导材料制成的超导圆环，将超导圆环乙水平放在磁铁甲上，它就能在磁力的作用下悬浮在磁铁甲的上方空中，若甲的N极朝上，在乙放入磁场向下运动的过程中（　　）



A．俯视，乙中感应电流的方向为顺时针方向；当乙稳定后，感应电流消失

B．俯视，乙中感应电流的方向为顺时针方向；当乙稳定后，感应电流仍存在

C．俯视，乙中感应电流的方向为逆时针方向；当乙稳定后，感应电流消失

D．俯视，乙中感应电流的方向为逆时针方向；当乙稳定后，感应电流仍存在

【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，没有电流热效应现象发生，一旦有电流出现，电流将不会消失。

【解答】解：在乙放入磁场的过程中，根据楞次定律可知，如磁铁甲的N极朝上，放入线圈乙时，线圈中的磁通量向上增大，根据楞次定律可知感应电流的磁场应向下，乙中感应电流方向从上向下看应为顺时针；因为乙是超导体，没有电阻，故即使乙稳定后电磁感应现象消失，乙中的电流也不会消失，故ACD错误，B正确。

故选：B。

【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，易认为磁场稳定后乙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。

12．（2020秋•大连期末）如图所示，水平放置的绝缘桌面上有一个金属圆环，圆心的正上方有一个竖直的条形磁铁。从上方俯视，当把条形磁铁水平向右平移时，线圈保持静止。下列说法正确的是（　　）



A．环中产生顺时针的感应电流

B．环对桌面的压力小于重力

C．环受到向右的摩擦力

D．环有收缩的趋势

【分析】明确圆环中磁场的方向和磁通量的变化，根据楞次定律的第一种描述即可确定感应电流方向，再根据楞次定律的第二种描述即可确定环的受力以及形状的变化。

【解答】解：A、线圈中磁通量向上，当条形磁铁沿轴线竖直向右平移时，闭合导体环内的磁通量减小，根据楞次定律可知，环中感应电流为逆时针，故A错误；

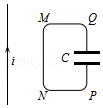
B、圆环中电流为逆时针，可等效为N极向上的小磁针，与磁铁相互吸引，环受向上的吸引力，故环对桌面的压力小于重力，故B正确；

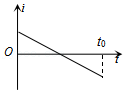
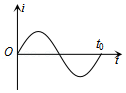
CD、根据楞次定律的第二种描述可知，为了阻碍磁通量的减小，线圈做出的反应是面积有扩大的趋势，同时将跟随磁铁向右运动，故环受到向左的摩擦力，故CD错误。

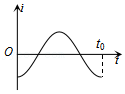
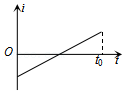
故选：B。

【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．（2020秋•石景山区期末）如图所示，矩形线圈MNPQ位于通电长直导线附近，线圈与导线在同一平面内，线圈的两个边与导线平行，其中PQ边上接有电容器C。如果在一段时间t0内，发现电容器C的上极板一直带正电。那么，在这段时间内，通电长直导线中通过电流i（电流方向向上为正）的图象可能为（　　）



A． B．

C． D．

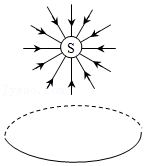
【分析】当通过线圈的磁通量发生变化时，线圈中将会产生感应电流，再由楞次定律，从而即可求解．

【解答】解：电容器C的上极板一直带正电，说明矩形线圈MNPQ内的感应电动势的方向指向电容器的上极板，根据楞次定律可知，穿过矩形线圈MNPQ的磁通量向里减小（或向外增大），穿过矩形线圈MNPQ的磁通量的磁场是由通电长直导线的电流产生的，根据安培定则，可知通电长直导线的电流向上减小，或向下增大，可知在这段时间内，通电长直导线中通过电流i的图象可能A，BCD都是不可能的，即A正确，BCD错误。

故选：A。

【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，还可考查根据楞次定律判断感应电流的方向．

14．（2020秋•嘉定区期末）磁单极子自1932年被狄拉克提出以来，科学家们一直都在努力寻找其存在的确凿证据。如果一个只有S极的磁单极子从上向下穿过如图所示的闭合超导线圈，则从上向下看，这个线圈中将出现（　　）



A．先逆时针后顺时针的感应电流

B．先顺时针后逆时针的感应电流

C．逆时针方向的持续流动的感应电流

D．顺时针方向的持续流动的感应电流

【分析】根据右手螺旋定则、楞次定律，可以判断线圈中电流的方向。

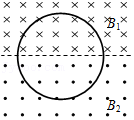
【解答】解：AC、当S极磁单极子穿过超导线圈的过程中，当磁单极子靠近线圈时，穿过线圈中磁通量增加，且磁场方向从下向上，所以由楞次定律可知，感应磁场方向向下，再由右手螺旋定则可确定感应电流方向顺时针，故A错误、C错误；

BD、当磁单极子远离线圈时，穿过线圈中磁通量减小，且磁场方向从上向下，所以由楞次定律可知，感应磁场方向向下，再由右手螺旋定则可确定感应电流方向顺时针，因此线圈中产生的感应电流方向不变，故B错误，D正确；

故选：D。

【点评】考查右手螺旋定则、楞次定律，及磁单极子的特征．同时注意磁体外部的感应线是从N极射出，射向S极．

15．（2020秋•奉贤区期末）如图所示，两个匀强磁场的磁感应强度B1和B2大小相等、方向相反，金属圆环的直径与两磁场的边界重合。可以使环中产生顺时针方向的感应电流的措施及整个环受到的安培力的方向分别是（　　）



A．向下平移，平行于纸面向上

B．向下平移，因抵消无方向

C．向上平移，平行于纸面向下

D．向上平移，因抵消无方向

【分析】根据楞次定律判断感应电流的方向，感应电流的效果是阻碍导体的相对运动，从而求解。

【解答】解：AB、环向下平移，磁通量向外增大，根据楞次定律，感应电流产生的磁场垂直纸面向里，所以感应电流顺时针，由于感应电流的作用效果是阻碍导体的相对运动，所以受到的安培力平行于纸面向上，故A正确，B错误；

CD、环向上平移，磁通量向里增大，根据楞次定律，感应电流产生的磁场垂直纸面向外，所以感应电流逆时针，故C错误、D错误；

故选：A。

【点评】本题考查了楞次定律、左手定则，需对基本定律熟练应用，难度不大。

16．（2021•七模拟）如图所示，小线圈a接有电源，与大线圈b共面放置，在开关K闭合瞬间。下列说法正确的是（　　）



A．线圈b无感应电流

B．线圈b有收缩的趋势

C．线圈b感应电流的方向为顺时针

D．线圈b感应电流的方向为逆时针

【分析】由通电导线产生磁场，结合环形电流的磁场的特点判断有无磁通量的变化，然后由线圈中产生感应电流的条件判断有无电流，再根据楞次定律明确电流方向和线圈运动的趋势。

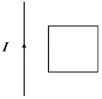
【解答】解：ACD、在开关K闭合瞬间，由安培定则可知，线圈a中磁场方向垂直纸面向外，故线圈b中的磁场方向垂直纸面向外，并且增大，故b中产生感应电流；由楞次定律可知，线圈b中产生的感应电流的磁场垂直纸面向里，故产生的感应电流方向为顺时针方向，故C正确，AD错误；

B、由于线圈b中的磁通量增加，由楞次定律可知，线圈b有扩张的趋势，故B错误。

故选：C。

【点评】解决本题的关键掌握环形电流的磁场的特点，同时掌握楞次定律两种表述的基本应用。

17．（2020秋•吕梁期末）如图所示，长直导线与矩形导线框固定在同一平面内，直导线中通有图示方向电流。当电流逐渐减弱时，下列说法正确的是（　　）



A．穿过线框的磁通量不变

B．线框中产生顺时针方向的感应电流

C．线框中产生逆时针方向的感应电流

D．线框所受安培力的合力向右

【分析】会判断通电直导线周围的磁场分布，知道它是非匀强电场，同时要根据楞次定律和安培定则判断感应电流的方向，根据法拉第电磁感应定律得到感应电动势的变化规律。

【解答】解：A：当电流逐渐减弱时，电流产生的磁场减小，穿过线框的磁通量减小，故A选项错误；

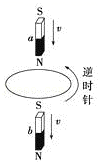
BC：根据右手定则可以判定，导线右侧的磁场方向向里，磁通量减小时，产生的感应电流的磁场方向向里，是顺时针方向的感应电流，故B正确，C错误；

D：根据楞次定律，感应电流的磁场要阻碍原磁通量的减小，有向磁场强度较大的左侧运动的趋势，所以它的受力向左，故D错误。

故选：B。

【点评】通电指导线周围的磁场为非匀强磁场，会应用楞次定律和法拉第电磁感应定律结合欧姆定律解题，考查比较全面

18．（2020秋•和平区校级期末）一磁铁自上向下运动，穿过一闭合导电回路，如图所示。当磁铁运动到a处和b处时，回路中感应电流的方向分别是（　　）



A．顺时针，逆时针 B．逆时针，顺时针

C．顺时针，顺时针 D．逆时针，逆时针

【分析】明确磁铁产生的磁感线方向，分析磁铁运动时线圈中磁通量的变化，从而根据楞次定律确定感应电流的方向。

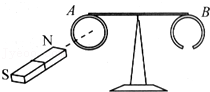
【解答】解：当磁铁接近线圈时，线圈中的磁通量向下增加，由楞次定律可知感应电流的磁场方向向上，由安培定则知线圈中感应电流的方向为逆时针（俯视）；

当磁铁从线圈中穿出时，原磁场方向不变仍向下，但穿过线圈的磁通量要减少，根据楞次定律知感应电流的磁场方向向下，由安培定则知感应电流为顺时针（俯视）。故B正确ACD错误。

故选：B。

【点评】本题考查楞次定律和安培定则的理解和应用。楞次定律：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。

19．（2021春•静安区校级期中）如图所示，A、B都是很轻的铝环，分别吊在绝缘细杆的两端，杆可绕竖直轴在水平面内转动，环A是闭合的，环B是断开的。若用磁铁分别靠近这两个圆环，则下面说法正确的是（　　）



A．磁铁N极接近A环时，A环被吸引，而后被推开

B．磁铁N极远离A环时，A环被排斥，而后随磁铁运动

C．磁铁N极接近B环时，B环被推斥，远离磁铁运动

D．磁铁的任意一磁极接近A环时，A环均被排斥

【分析】当磁铁的运动，导致两金属圆环的磁通量发生变化，对于闭合圆环，从而由楞次定律可得线圈中产生感应电流，则处于磁铁的磁场受到安培力，使圆环运动；对于不闭合圆环，虽有感应电动势，但没有感应电流，则不受安培力作用。

【解答】解：A、当磁铁的靠近时，导致圆环A的磁通量变大，从而由楞次定律可得圆环A的感应电流，又处于磁场中，则受到的安培力作用，使它远离磁铁，即被推开；故A错误；

B、磁铁N极远离A环时，圆环A的磁通量变小，从而由楞次定律可得圆环A的感应电流，又处于磁场中，则受到的安培力作用，使它随磁铁运动；故B错误；

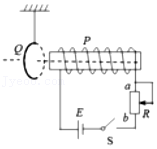
C、对于圆环B，当磁铁的靠近时，虽磁通量变大，有感应电动势，但由于不闭合，所以没有感应电流，则不受安培力作用。所以对于圆环B，无论靠近还是远离，都不会有远离与吸引等现象，故C错误；

D、当磁铁的任意一磁极靠近时，导致圆环A的磁通量变大，从而由楞次定律可得圆环A的感应电流，使A环被排斥，故D正确；

故选：D。

【点评】本题也可以直接使用楞次定律的推论解答。从楞次定律相对运动角度可得“来拒去留”；即近则斥，远则吸。

20．（2021•安徽模拟）一长直铁芯上绕有线圈P，将一单匝线圈Q用一轻质绝缘丝线悬挂在P的左端，线圈P的中轴线通过线圈Q的中心，且与线圈Q所在的平面垂直．将线圈P连接在如图所示的电路中，其中R为滑动变阻器，E为直流电源，S为开关．下列情况中，可观测到Q向左摆动的是（　　）



A．S闭合的瞬间

B．S断开的瞬间

C．在S闭合的情况下，将R的滑片向a端移动时

D．在S闭合的情况下，保持电阻R的阻值不变

【分析】要使Q向左移动，Q应受到向左的力；由楞次定律可知通过Q的磁场应如何变化，则可知开关的情况．

【解答】解：A、由楞次定律的第二种描述：“来拒去留”可知要使Q向左运动，通过Q、P的磁通量应增大，所以流过P的电流需增大；S闭合过程中电流增大，磁通量增大，故A正确；

B、S断开的瞬间，流过P的电流静止，磁通量减小，所以Q将向右运动。故B错误；

C、若将移动滑动头向a端移动时，滑动变阻器接入电阻增大，则电路中电流减小，磁通量减小，故会使Q右移，故C错误；

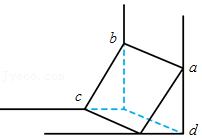
D、在S闭合的情况下，保持电阻R的阻值不变，则电路中的电流不变，所以穿过Q的磁通量不变，所以Q内不能产生感应电流，Q不动，故D错误；

故选：A。

【点评】楞次定律有两种描述：“增反减同”和“来拒去留”，后者判断导体的运动更有效，应学会应用．

**二．多选题（共10小题）**

21．（2021•广州一模）正方形金属线框abcd如图靠墙放置，空间中存在竖直向上的匀强磁场。在外力作用下ab边贴着墙面向下运动，cd边贴着水平面向左运动，此过程中线框的（　　）



A．磁通量增加 B．磁通量减小

C．感应电流方向为abcda D．感应电流方向为adcba

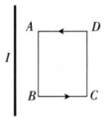
【分析】根据Φ＝BSsinθ（θ是线圈平面与磁场方向的夹角）判断磁通量变化情况，根据楞次定律判定感应电流的方向。

【解答】解：当线框向下运动，在垂直于磁感线方向上的有效面积变大，线圈中的磁通量增加，线圈中产生感应电流，根据楞次定律可知感应电流的方向为adcba，故AD正确，BC错误。

故选：AD。

【点评】对于匀强磁场中磁通量的求解，可以根据一般的计算公式Φ＝BSsinθ（θ是线圈平面与磁场方向的夹角），由楞次定律判定电流方向。

22．（2021•安徽模拟）如图所示，左边是通有变化电流的直导线，右边是一个闭合金属线框，其中产生了逆时针方向的感应电流。下列叙述可能正确的有（　　）



A．直导线电流方向向上，强度减小

B．直导线电流方向向上，强度增大

C．直导线电流方向向下，强度减小

D．直导线电流方向向下，强度增大

【分析】根据安培定则判断出线框处的磁感应强度的方向；当通过线框的磁通量发生变化时，线框中将会产生感应电流．根据楞次定律判断感应电流的方向与直导线电流方向之间的关系．

【解答】解：A、若直导线电流的方向向上，根据安培定则可知线框处的磁场的方向垂直于纸面向里；当直导线的电流减小时，穿过线框向里的磁通量减小，根据楞次定律可知，线框内产生的感应电流的方向为顺时针方向，故A错误；

B、若直导线电流的方向向上，根据安培定则可知线框处的磁场的方向垂直于纸面向里；当直导线的电流增大时，穿过线框向里的磁通量增大，根据楞次定律可知，线框内产生的感应电流的方向为逆时针方向，故B正确；

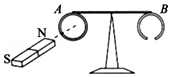
C、若直导线电流的方向向下，根据安培定则可知线框处的磁场的方向垂直于纸面向外；当直导线的电流减小时，穿过线框向外的磁通量减小，根据楞次定律可知，线框内产生的感应电流的方向为逆时针方向，故C正确；

D、若直导线电流的方向向下，根据安培定则可知线框处的磁场的方向垂直于纸面向外；当直导线的电流增大时，穿过线框向里的磁通量增大，根据楞次定律可知，线框内产生的感应电流的方向为顺时针方向，故D错误。

故选：BC。

【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，掌握根据楞次定律判断感应电流的方向的方法．

23．（2020秋•成都期末）如图所示，A、B都是很轻的铝环，分别吊在绝缘细杆的两端，杆可绕竖直轴在水平面内转动，环A是闭合的，环B是断开的。若用磁铁分别靠近这两个圆环，则下列说法正确的是（　　）



A．图中磁铁N极接近A环时，A环的磁通量增加，A环被排斥

B．图中磁铁N极远离A环时，A环的磁通量减少，A环中产生顺时针方向电流

C．图中磁铁N极接近B环时，B环的磁通量增加，B环被吸引

D．图中磁铁N极远离B环时，B环的磁通量减少，B环中产生顺时针方向电流

【分析】磁铁的运动导致两金属圆环的磁通量发生变化，对于闭合圆环则产生感应电流，处于磁铁的电流受到安培力，使圆环运动；对于不闭合圆环，虽有感应电动势，但没有感应电流，则不受安培力作用，根据楞次定律可以判断感应电流的方向。

【解答】解：A、当磁铁的N极靠近A环时，导致穿过圆环A的磁通量变大，由楞次定律可得环A感应电流的磁场的方向向外，与条形磁铁的磁场的方向相反，所以A环被排斥推开，故A正确；

B、当磁铁的N极远离A环时，穿过圆环A的磁通量变小，由楞次定律可得环A感应电流的磁场的方向向里，由安培定则可知感应电流的方向为顺时针方向，故B正确；

C、对于圆环B，当磁铁的靠近时，磁通量变大，由于B环不闭合，所以没有感应电流，则不受安培力作用，故C错误；

D、对于圆环B，当磁铁的远离时，磁通量变小，由于B环不闭合，所以没有感应电流，故D错误。

故选：AB。

【点评】从楞次定律相对运动角度可得：近则斥，远则吸．同时同向电流相互吸引，反向电流相互排斥．

24．（2020秋•顺德区期末）如图甲所示，把两块磁铁（同时也是导体）N极相对地吸附在电池两端的正负两极上，制成“小火车”。如图乙所示，电池左边为正极，右边为负极。把该“小火车”放进裸铜线绕制的线圈中，线圈和电池会构成闭合电路，“小火车”能自动跑起来。对该装置，下列说法正确的是（　　）



A．从左往右看，铜线圈上的电流方向为顺时针

B．线圈受到向左的安培力

C．“小火车”将向左运动

D．铜线圈中由电流产生的磁场方向向右

【分析】根据磁极间相互作用，由通电螺线管和磁铁的磁场分析解答.

【解答】解：A、由于磁铁也是导体，当把该“小火车”放进裸铜线绕制的线圈中，线圈和电池会构成闭合电路，电流从左向右流过线圈，从左往右看，铜线圈上的电流方向为顺时针，故A正确；

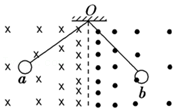
BD、从左往右看，铜线圈上的电流方向为顺时针，根据安培定则可知，线圈内部的磁场的方向向右，与右侧磁铁的S极相互吸引，与左侧磁铁的S极相互排斥，所以线圈受到的安培力的方向向左，故BD正确；

C、线圈受到的安培力的方向向左，根据牛顿第三定律，“小火车”受到的力向右，“小火车”将向右运动，故C错误。

故选：ABD。

【点评】本题以电磁动力“小车”背景考查对通电螺线管磁场的认识和理解、安培定则的应用，是一道好题。

25．（2021春•朝阳区校级月考）如图所示，磁场方向垂直于纸面，磁感应强度大小在竖直方向均匀分布，水平方向非均匀分布。一钢制圆环用绝缘细线悬挂于O点。将圆环拉至位置a后无初速度释放，圆环摆到右侧最高点b，圆环始终在纸面内，不计空气阻力。在圆环从a摆向b的过程中（　　）



A．感应电流方向先是逆时针，再顺时针，后逆时针

B．感应电流方向一直是逆时针

C．安培力方向始终沿与速度方向相反

D．安培力方向始终沿水平方向

【分析】本题由楞次定律可得出电流的方向，重点在于弄清何时产生电磁感应，以及磁通量是如何变化的；

由微分思想和左手定则判断安培力的方向。

【解答】解：A、先看感应电流方向，钢制圆环内磁通量先向里并增大，钢制圆环感应电流的磁场向外，感应电流为逆时针；

钢制圆环越过最低点过程中，钢制圆环内磁通量向里的减小，向外的增大，所以钢制圆环感应电流的磁场向里，感应电流为顺时针；

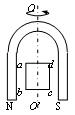
越过最低点以后，钢制圆环内磁通量向外并减小，所以钢制圆环感应电流的磁场向外，感应电流为逆时针，故A正确B错误；

C、再看安培力方向，由于磁感应强度在竖直方向均匀分布，把铜环分成若干份，则可知，对称的一小段在竖直方向的安培力是大小相等，方向相反的，故合力方向始终沿水平方向，故和速度方向会有一定夹角，故C错误，D正确。

故选：AD。

【点评】本题考查法拉第电磁感应定律，安培力左手定则，力的合成等，难度较大。注意研究钢制圆环在越过最低点过程中这一环节，如果丢掉这一环节，就会错选。

26．（2021春•宜秀区校级月考）如图所示，蹄形磁铁和矩形线圈均可绕竖直轴OO′转动，从上向下看，当磁铁逆时针匀速转动时，则（　　）



A．线圈将逆时针匀速转动，转速与磁铁相同

B．线圈将逆时针匀速转动，转速比磁铁小

C．线圈转动时将产生大小、方向周期性变化的电流

D．丝圈转动时感应电流的方向始终是abcda

【分析】当转动磁铁时，导致线圈的磁通量发生变化，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．

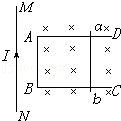
【解答】解：AB、根据楞次定律可知，为阻碍磁通量增加，则导致线圈与磁铁转动方向相同，但快慢不一，线圈的转速一定比磁铁转速小，故A错误，B正确；

CD、在磁铁不断转动的过程中，导致线圈abcd中磁通量一会儿正向穿过增大或减小，一会儿反向穿过增大或减小，所以感应电流的大小和方向一定会发生改变，故C正确，D错误。

故选：BC。

【点评】本题考查楞次定律、法拉第电磁感应定律，知道感应电流的磁通量总阻碍引起感应电流的磁场的变化，同时掌握使用楞次定律判定感应电流方向的方法与技巧．

27．（2021•西藏一模）如图所示匚形线架ABCD上有一根可以无摩擦滑动的导线ab，左侧有通电导线MN，电流方向由N到M，若将线框置于匀强磁场中，则（　　）



A．ab边向右运动时，导线MN与AB边相互吸引

B．ab边向左运动时，导线MN与AB边相互吸引

C．ab边向左运动时，导线MN与AB边相互排斥

D．ab边向右运动时，导线MN与AB边相互排斥

【分析】根据右手定则判断出AB中的电流的方向，然后结合电流之间的相互作用判定即可．

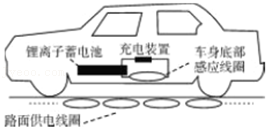
【解答】解：A、D、ab边向右运动时，根据右手定则可得，ab中的感应电流的方向从b流向a，AB中的电流从A流向B，方向向下，与导线MN中的电流的方向相反，所以导线MN与AB边相互排斥，故A错误，D正确；

B、C、ab边向左运动时，根据右手定则可得，ab中的感应电流的方向从a流向b，AB中的电流从B流向A，方向向下，与导线MN中的电流的方向相反，所以导线MN与AB边相互吸引，故B正确，C错误。

故选：BD。

【点评】本题关键：（1）会根据安培定则判断通电直导线的磁场；（2）会根据左手定则判断安培力方向；（3）会根据安培力公式F＝BIL并结合微元法判断安培力的大小．

28．（2020春•河南期末）新能源电动汽车越来越被人们所接受，某种无线充电方式的基本原理如图所示，路面上依次铺设圆形线圈，相邻两个线圈由供电装置通以反向电流，车身底部固定感应线圈，通过充电装置与蓄电池相连，汽车在此路面上行驶时，就可以进行充电。若汽车正在匀加速行驶，下列说法正确的是（　　）



A．若路面摩擦因数不变，则汽车牵引力也不变

B．感应线圈中感应电流产生的磁场方向在汽车前进过程中会发生改变

C．感应线圈一定受到路面线圈磁场的安培力，会阻碍汽车运动

D．感应线圈一定受到路面线圈磁场的安培力，有时会阻碍汽车运动，有时会给汽车运动提供动力

【分析】明确无线充电原理，知道地面相邻两个线圈由供电装置通以反向电流，则线圈内部产生磁场方向相反，车运动时，车底线圈始终位于地面两个线圈，磁通量发生变化，故会产生感应电流，从而给电动车充电了。

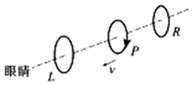
【解答】解：ACD、感应线圈随汽车﹣﹣起运动过程中会产生感应电流，在路面线圈的磁场中受到安培力，根据“来拒去留”可知，此安培力一定阻碍相对运动，即阻碍汽车运动，安培力随速度的增加而增大，故牵引力不能不变，故AD错误，C正确；

B、由安培定则知路面上相邻圆形线圈内部的磁场方向相反，假设感应线圈在进入第一个磁场时磁场方向向上，进入时磁通量向上增大，离开时先向上减小再向下增大，然后再向下减小，由楞次定律可知，汽车在行驶过程中，感应线圈中感应电流产生的磁场方向与地面线圈产生的磁场方向时而相同，时而相反，即发生变化，故B正确。

故选：BC。

【点评】解决本题的关键掌握楞次定律的内容，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，并能理解楞次定律的应用。

29．（2020•拉萨二模）如图金属圆环P沿着速度v方向运动，且P中通以如图所示电流，则眼睛看到的金属环L和R的电流方向是（　　）



A．L顺时针 B．L逆时针 C．R顺时针 D．R逆时针

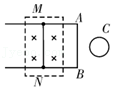
【分析】P沿着速度方向运动，其磁场在L、R中产生磁通量的变化，根据楞次定律即可确定L和R中的电流方向。

【解答】解：P沿着速度v的方向运动时，穿过L的磁通量增多，根据楞次定律，L中感应电流产生的磁场方向与P中相反，L中的感应电流也与P中的相反，根据安培定则，L中电流逆时针方向；同理，P沿着速度v的方向运动时，穿过R的磁通量减小，R中感应电流产生的磁场方向与P中相同，R中产生的感应电流的方向也与P中相同，R中电流沿着顺时针方向，因此BC正确，AD错误。

故选：BC。

【点评】本题考查楞次定律的应用，注意分析磁通量的变化是解题的关键，本题也可以利用“来拒去留”规律分析感应电流磁场的方向，再判断电流方向。

30．（2021•二模拟）纸面内有U形金属导轨，AB部分是直导线。虚线范围内有垂直纸面向里的匀强磁场。AB右侧有圆线圈C．为了使C中产生顺时针方向的感应电流，贴着导轨的金属棒MN在磁场里的运动情况是（　　）



A．向右加速运动 B．向右减速运动

C．向左加速运动 D．向左减速运动

【分析】先根据右手定则判断MN做切割磁感线运动产生的感应电流的方向；再根据安培定则判断AB直导线在C线圈的磁场方向；如果做加速运动，感应电流增大，如果减速运动，感应电流减小；最后根据楞次定律判断线圈C产生的感应电流方向。

【解答】解：A、导线MN匀速向右或向左运动时，导线MN产生的感应电动势和感应电流恒定不变，AB产生的磁场恒定不变，穿过线圈C中的磁通量不变，没有感应电流产生。导线MN加速向右运动时，导线MN中产生的感应电动势和感应电流都增大，由右手定则判断出来MN中感应电流方向由N→M，根据安培定则判断可知：AB在C处产生的磁场方向：垂直纸面向外，穿过C磁通量增大，由楞次定律判断得知：线圈C产生顺时针方向的感应电流。故A正确。

B、同理导线MN向右减速运动时，感应电流增大且方向由N→M，根据安培定则判断可知AB在C处产生的磁场方向垂直纸面向外且正在减小，由楞次定律判断得知线圈C产生逆时针方向的感应电流，故B错误。

C、同理导线MN加速向左运动时，感应电流增大且方向由M→N，根据安培定则判断可知AB在C处产生的磁场方向垂直纸面向里且正在增大，由楞次定律判断得知线圈C产生逆时针方向的感应电流，故C错误。

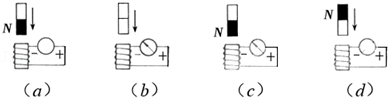
D、同理导线MN减速向左运动时，感应电流减小且方向由M→N，根据安培定则判断可知AB在C处产生的磁场方向垂直纸面向里且正在减小，由楞次定律判断得知线圈C产生顺时针方向的感应电流，故D正确。

故选：AD。

【点评】右手定则适用于部分导体切割磁感线运动时感应电流的方向判定，而楞次定律适用于一切电磁感应现象，是判断感应电流方向的基本方法，对于由于磁通量变化而引起的感应电流，运用楞次定律判断其方向更方便。

**三．填空题（共8小题）**

31．（2021春•宜秀区校级月考）一灵敏电流计，当电流从它的正接线柱流入时，指针向正接线柱一侧偏转．现把它与一个线圈串联，将磁铁从线圈上方插入或拔出．请完成下列填空：



（1）图（a）中灵敏电流计指针的偏转方向为　偏向正极　．（填“偏向正极”或“偏向负极”）

（2）图（b）中磁铁下方的极性是　 　．（填“N极”或“S极”）

（3）图（c）中磁铁的运动方向是　向上　．（填“向上”或“向下”）

（4）图（d）中线圈从上向下看的电流方向是　顺时针　．（填“顺时针”或“逆时针”）

【分析】根据磁铁的运动方向分析磁通量变化，由楞次定律确定感应电流方向，结合题给条件：当电流从它的正接线柱流入时，指针向正接线柱一侧偏转判断指针偏转方向分析判断．

【解答】解：（1）磁铁向下运动，穿过线圈的磁通量增加，原磁场方向向下，根据楞次定律感应电流方向俯视为逆时针方向，从正接线柱流入电流计，指针偏向正极．

（2）由图可知，电流从负接线柱流入电流计，根据安培定则，感应电流的磁场方向向下，又磁通量增加，根据楞次定律可知，磁铁下方为S极．

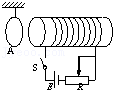
（3）磁场方向向下，电流从负接线柱流入电流计，根据安培定则，感应电流的磁场方向向下，根据楞次定律可知，磁通量减小，磁铁向上运动．

（4）图（d）中磁铁向下运动，穿过线圈的磁通量增加，原磁场方向向上，根据楞次定律感应电流方向俯视为顺时针方向．

故答案为：偏向正极，S极，向上，顺时针

【点评】本题考查安培定则和楞次定律综合应用的能力，常规题，只要细心分析就能正确作答．

32．（2021春•齐齐哈尔月考）如图，铝环A用轻线静止悬挂，与长直螺线管共轴，并位于其左侧．若突然闭合电键S，则铝环A将　向左　（填“向左”或“向右”或“不”）摆动，并有　收缩　（填“收缩”或“扩张”）趋势．



【分析】由滑片的移动可知滑动变阻器接入电阻的变化，由欧姆定律可知电路中电流的变化，即可得出磁场的变化及穿着线圈的磁通量的变化，则由楞次定律可得出线圈中磁场的方向，从而得出线圈的运动及形状的变化．

【解答】解：突然闭合电键S，电流变大，据楞次定律，感应电流的磁场方向与原电流磁场方向相反，故相互排斥，则金属环A将向左运动，因磁通量增大，金属环A有收缩趋势．

故答案为：向左，收缩．

【点评】楞次定律可简单地记为：“增反减同”、“来拒去留”；楞次定律的应用一定注意不要只想着判断电流方向，应练习用楞次定律去判断导体的运动及形状的变化．

33．（2020春•南木林县校级期中）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。

【分析】根据右手定则内容填写关键词。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，然后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。

【解答】解：右手定则：伸开右手，使拇指与其余四个手指垂直，让磁感线从掌心进入，让大拇指指向导线运动方向，则四指所指方向即为感应电流方向。

故答案为：垂直 感应电流

【点评】本题考查右手定则的内容，要注意明确右手定则的内容，并注意区分右手定则是因动而电，左手定则是因电而动，不要混淆。

34．（2019春•西宁月考）右手定则：伸开　右　手，让大拇指跟其余四指　垂直　，并且都跟手掌在　同一平面　，让磁感线从　掌心　进入，大拇指指向　导线运动　方向，其余四指所指的方向就是　电流　的方向。

【分析】根据右手定则来判断即可，让磁感线从掌心进入，让大拇指指向导线运动方向，则四指所指方向即为电流方向。

【解答】解：右手定则的基本内容为：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电流的方向。

故答案为：右；垂直；同一平面；掌心；导线运动；电流。

【点评】本题考查右手定则的内容，要注意明确右手定则的内容，并注意区分右手定则是因动而电，左手定则是因电而动。

35．（2019春•西宁月考）楞次定律：　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

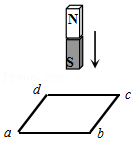
【分析】楞次定律：感应电流的磁场总是要阻碍引起感应电流的磁通量的变化

【解答】解：楞次在分析了许多实验事实后提出楞次定律，即感应电流应具有这样的方向，感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

故答案为：感应电流，磁场，磁通量

【点评】该题考查对楞次定律的识记，属于对基础知识的考查，我们不仅仅要牢记楞次定律的内容，更要正确理解楞次定律，学会使用楞次定律。

36．（2019春•西城区校级期末）如图所示，水平桌面上有一质量为m的铜质矩形线圈abcd，当一竖直放置的条形磁铁的S极从线圈正上方快速靠近线圈时，流过ab边的电流方向为　顺时针方向　；若线圈始终不动，线圈受到的支持力FN与自身重力间的关系是FN　＞　mg（选填“＞”、“＜”或“＝”）。



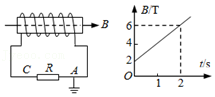
【分析】当条形磁铁靠近线圈时，穿过线圈的磁通量增加，产生感应电流，根据楞次定律判断出感应电流方向。根据线圈与磁铁相对运动方向，判断磁铁与线圈之间产生的作用情况，判断线圈的支持力与重力大小关系。

【解答】解：当条形磁铁靠近线圈时，向下穿过线圈的磁通量增加，根据楞次定律判断出线圈中产生的感应电流方向为顺时针方向；若线圈始终不动，线圈受到排斥力作用，则线圈受到的支持力FN大于线圈的重力。

故答案为：顺时针方向；＞。

【点评】本题考查楞次定律的应用，要注意明确楞次定律的另一种表述是：感应电流的磁场总阻碍导体与磁体间的相对运动，而阻碍相对运动的力是安培力。

37．（2019春•蓬江区校级月考）如图所示，螺线管匝数n＝1500匝，横截面积S＝20cm2，螺线管导线电阻r＝1Ω，电阻R＝4Ω，磁感应强度B的B﹣t图象所示（以向右为正方向），则线圈产生的感应电动势为　6　V，感应电流大小为　1.2　A，方向　从C到A　（填“从A到C”或“从C到A”）



【分析】（1）根据法拉第电磁感应定律求解电动势；

（2）根据闭合电路欧姆定律求解电流大小；

（3）根据楞次定律判断电流的方向。

【解答】解：根据法拉第电磁感应定律可得电动势为：

菁优网-jyeoo

根据闭合电路欧姆定律可得电流大小为：

菁优网-jyeoo

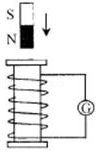
由图可知磁场变强，故穿过线圈的磁通量增大，根据楞次定律可得电流方向为：

从C到A。

故答案为：6；1.2；从C到A。

【点评】本题考查的是基本规律的应用，对于基本的物理公式与物理概念要掌握扎实，不难。

38．（2019•徐州学业考试）如图所示，匝数为100匝的线圈与电流表串联，在0.3s内把磁铁插入线圈，这段时间穿过线圈的磁通量由0增至1.2×10W﹣3Wb．这个过程中电流表的指针　会　（选填“会”或“不会”）偏转，线圈中的感应电动势为　0.4　V。



【分析】线圈的磁通量变化时，产生感应电动势，由法拉第电磁感应定律可得感应电动势大小。

【解答】解：磁铁插入线圈，闭合线圈的磁通量发生变化，从而产生感应电动势，形成感应电流，则指针会偏转；

根据法拉第电磁感应定律得：

E＝N菁优网-jyeoo＝100×菁优网-jyeooV＝0.4V

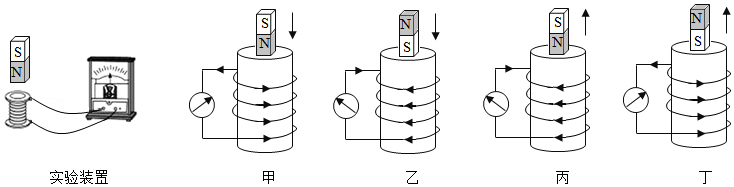
故答案为：会，0.4

【点评】平均感应电动势的大小由E＝N菁优网-jyeoo，而瞬时感应电动势则由E＝BLV来求得，注意V是切割磁感线的速度，L是有效切割长度。

**四．实验题（共3小题）**

39．（2020秋•宝山区期末）（1）在“用DIS研究温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”实验中，封闭气体的压强p用　压强传感器　测量，体积V由　注射器刻度　读出。

（2）在“研究磁通量变化时感应电流的方向”实验中，将螺线管与电流计组成闭合回路，实验装置如图。将条形磁铁的N极、S极分别插入、抽出线圈，线圈中的感应电流方向分别如甲、乙、丙、丁图所示。则甲图中在线圈内部感应电流磁场的方向与条形磁铁磁场的方向　相反　，由此可知，感应电流的磁场阻碍引起感应电流的　磁通量　的增加。再经过思考乙、丙、丁图所示的情况，本实验得到的结论是　感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化　。



【分析】（1）由实验原理明确“用DIS研究温度不变时，一定质量的气体压强与体积的关系”时的所用仪器；

（2）由安培定则确定感应电流磁场的方向，再分析原磁场的变化，从而明确楞次定律的基本内容。

【解答】解：（1）根据实验原理，结合实验设计，在保持温度不变情况，用压强传感器测量气体的压强；用注射器刻度来读作，气体的体积，记作V；

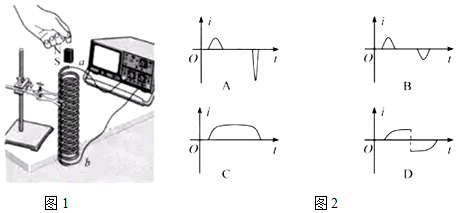
（2）根据安培定则可知，甲图中在线圈内部感应电流磁场的方向向上，与条形磁铁磁场的方向相反；故说明感应电流的磁场阻碍引起感应电流的磁通量的增加；同理可知，乙中线圈中磁场增加，感应电流的磁场与条形磁铁的方向相反；丙丁线圈中磁场减弱，线圈中感应电流的磁场方向与原磁场方向相同，则说明感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

故答案为：（1）压强传感器，注射器刻度；

（2）相反，磁通量，感应电流的磁场总要阻碍引起感应电流的磁通量的变化。

【点评】本题分别考查了等温变化的实验以及楞次定律的推导，要注意对于楞次定律不能简单的记忆结论，应该准确掌握其推导过程。

40．（2020春•楚雄市校级月考）用如图1所示的装置做“探究感应电流方向的规律”实验，磁体从靠近线圈的上方静止下落。当磁体运动到如图2所示的位置时，流过线圈的感应电流方向为　从b到a　（“从a到b”或“从b到a”）。在磁体穿过整个线圈的过程中，传感器显示的电流i随时间t的图象应该是　A　。



【分析】根据楞次定律，结合磁铁的N、S极，即可判定线圈内部感应电流方向，再由磁铁在线圈内部，没有磁通量变化，不会产生感应电流，及法拉第电磁感应定律，即可求解．

【解答】解：磁体从靠近线圈的上方静止下落，当磁体运动到如图所示的位置时，依据楞次定律，感应磁场方向向下，根据螺旋定则，则感应电流方向盘旋而上，即

流过线圈的感应电流方向为“b到a”；

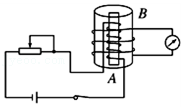
当磁铁完全进入线圈内时，穿过线圈的磁通量不变，则不会产生感应电流，则磁铁会加速运动，当到达线圈底部时，磁通量变化率大于磁铁进入线圈时位置，依据法拉第电磁感应定律，则到达底部的感应电流较大，

再由楞次定律可知，进与出的感应电流方向相反，故A正确，BCD错误；

故答案为：“b到a”；A．

【点评】考查楞次定律与法拉第电磁感应定律的应用，掌握磁铁在线圈中运动，磁通量如何变化，并理解螺旋定则的内容．

41．（2019春•林州市月考）如图所示，实验中发现闭合开关时，电流表指针向右偏，电路稳定后，若向右移动滑动触头，此过程中电流表指针向　左　偏转（选填“左”或“右”）。



【分析】明确电路结构，分析线圈中磁通量的变化，从而根据楞次定律分析电流表的指针变化。

【解答】解：如图乙所示，实验中发现闭合开关时，穿过线圈B的磁通量增加，电流表指针向右偏；电路稳定后，若向右移动滑动触头，通过线圈A的电流减小，磁感应强度减小，穿过线圈B的磁通量减小，电流表指针向左偏转。

故答案为：左。

【点评】本题考查次定律的应用，要注意明确闭合电路时电流表指针右偏，从而确定只要线圈中磁通量增加电流表即向右偏转。