## 磁场对通电导线的作用力

## 知识点：磁场对通电导线的作用力

一、安培力的方向

1．安培力：通电导线在磁场中受的力．

2．左手定则：伸开左手，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；让磁感线从掌心垂直进入，并使四指指向电流的方向，这时拇指所指的方向就是通电导线在磁场中所受安培力的方向．

3．安培力方向与磁场方向、电流方向的关系：*F*⊥*B*，*F*⊥*I*，即*F*垂直于*B*与*I*所决定的平面．

二、安培力的大小

1．垂直于磁场*B*的方向放置的长为*l*的通电导线，当通过的电流为*I*时，所受安培力为*F*＝*IlB*.

2．当磁感应强度*B*的方向与电流方向成*θ*角时，公式*F*＝*IlB*sin\_*θ*.

三、磁电式电流表

1．原理：安培力与电流的关系．通电线圈在磁场中受到安培力而偏转，线圈偏转的角度越大，被测电流就越大．根据指针的偏转方向，可以知道被测电流的方向．

2．构造：磁体、线圈、螺旋弹簧、指针、极靴．

3．特点：极靴与铁质圆柱间的磁场沿半径方向，线圈无论转到什么位置，它的平面都跟磁感线平行，且线圈左右两边所在处的磁感应强度大小相等．

4．优点：灵敏度高，可以测出很弱的电流．

缺点：线圈的导线很细，允许通过的电流很弱．

## 技巧点拨

一、安培力的方向

1．安培力方向的特点

安培力的方向既垂直于电流方向，也垂直于磁场方向，即垂直于电流*I*和磁场*B*所决定的平面．

(1)当电流方向跟磁场方向垂直时，安培力的方向、磁场方向和电流方向两两相互垂直．应用左手定则判断时，磁感线从掌心垂直进入，拇指、其余四指和磁感线三者两两垂直．

(2)当电流方向跟磁场方向不垂直时，安培力的方向仍垂直于电流方向，也垂直于磁场方向．应用左手定则判断时，磁感线斜着穿入掌心．

2．判断安培力方向的步骤

(1)明确研究对象；

(2)用安培定则或根据磁体的磁场特征，画出研究对象所在位置的磁场方向；

(3)由左手定则判断安培力方向．

3．应用实例

应用左手定则和安培定则可以判定平行通电直导线间的作用力：同向电流相互吸引，反向电流相互排斥．

二、安培力的大小

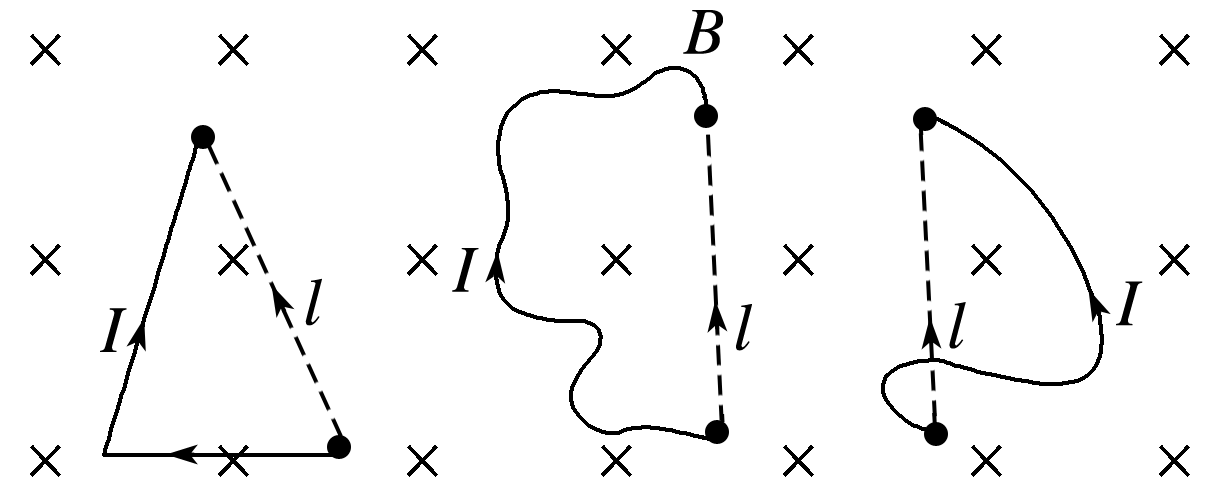
1．公式*F*＝*IlB*sin *θ*中*B*对放入的通电导线来说是外加磁场的磁感应强度，不必考虑导线自身产生的磁场对外加磁场的影响．

2．公式*F*＝*IlB*sin *θ*中*θ*是*B*和*I*方向的夹角

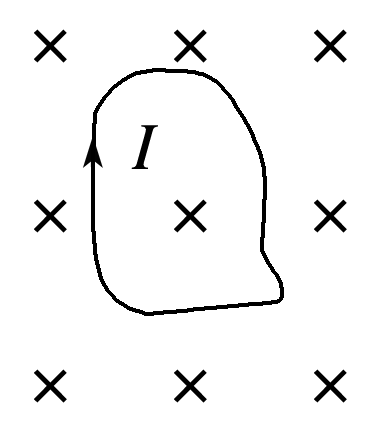
(1)当*θ*＝90°时，即*B*⊥*I*，sin *θ*＝1，公式变为*F*＝*IlB*.

(2)当*θ*＝0°时，即*B*∥*I*，*F*＝0.

3．公式*F*＝*IlB*sin *θ*中*l*指的是导线在磁场中的“有效长度”， 弯曲导线的有效长度*l*，等于连接两端点直线的长度(如下图所示)；相应的电流沿导线由始端流向末端．

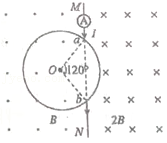


推论：对任意形状的闭合平面线圈，当线圈平面与磁场方向垂直时，线圈的有效长度*l*＝0，故通电后线圈在匀强磁场中所受安培力的矢量和一定为零，如下图所示．



## 例题精练

1．（2020秋•鼓楼区校级期中）如图所示，用粗细均匀的同种材料做成的半径为L的圆形金属线框，圆心为O，自由放置在绝缘水平面上（俯视图），处于以MN为界线的竖直方向匀强磁场中，界线左、右两侧的磁场方向相反（图中已标出），磁感应强度大小分别为B、2B。现将a、b两点接入电路，图中电流表的示数为I，金属线框静止。已知∠aOb＝120°，则下列说法正确的是（　　）



A．MN左、右两侧金属框通过的电流大小之比为2：1

B．圆形金属线框所受摩擦力水平向右

C．圆形金属线框所受安培力合力大小为菁优网-jyeoo

D．MN左、右两侧磁场中的金属框所受安培力大小之比为1：4

【分析】由并联电路中电流的特点求出左右两侧的电流，而有效长度可求，由安培力公式就能求出左右两侧的安培力，由左手定则判断方向，由平衡条件求出摩擦力的方向。

【解答】解：A、MN左右两边的电阻之比菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，是并联关系，所以左右两侧通过的电流大小之比菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故A错误；

D、左右两侧的有效长度均为L0＝菁优网-jyeoo＝2Rsin60°＝2×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，受到的安培力分别为F1＝B×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，方向向向左，F2＝2B×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，方向向右，，故D正确；

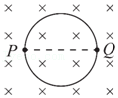
C、由上述计算可知，安培力的合力F＝F2﹣F1＝菁优网-jyeoo﹣菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，方向向右，故C错误；

B、由于安培力的合力向向右，所以摩擦力向左，故B错误。

故选：D。

【点评】本题考察安培力的公式，把一圆形金属框放入方向相反的磁场中，求安培力，要注意的是两侧金属线电流方向相同，有效长度相同，但磁场方向相反。

2．（2021•广东模拟）如图所示，一材料相同，横截面积处处相同的圆形导线固定于匀强磁场中，匀强磁场的磁感应强度大小为B，磁场方向垂直于圆形导线所在的平面，P、Q为圆形导线直径的一恒定电压U0，此圆形导线单位长度的电阻为r，则圆形导线受到的安培力大小为（　　）



A．0 B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】将圆形导线分为上半部分和下半部分，分别求出两部分的电阻，根据欧姆定律求电流，进而求两部分的等效长度及安培力，由左手定则判断两个安培力的方向，根据受力分析求解圆形导线受到的合安培力。

【解答】解：P、Q为圆形导线直径的两个端点，设圆形导线直径为d，圆形导线上半部分的电阻为：R＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

根据欧姆定律可得圆形导线上半部分的电流为：I＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

圆形导线上半部分等效长度为d，受到的安培力大小为：F1＝BId＝菁优网-jyeoo

同理，圆形导线下半部分受到的安培力大小也为：F1＝BId＝菁优网-jyeoo

根据左手定则可知上下两部分安培力方向相同，则圆形导线受到的安培力大小为

F＝2F1＝菁优网-jyeoo

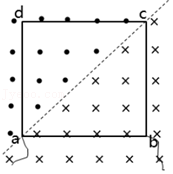
故ABC错误，D正确；

故选：D。

【点评】本题考查弯曲导线的安培力求解问题，在求解弯曲导线的安培力时F＝BIL，其中L为等效长度，当电流与磁场垂直时，弯曲导线的等效长度为从起点到终点的距离。

## 随堂练习

1．（2021•重庆模拟）如图，用同一导线做成的边长为L的正方形单匝线框abcd固定在磁场中，ab、bc边在垂直纸面向里的匀强磁场中，cd、da边在垂直纸面向外的匀强磁场中，磁场的磁感应强度大小均为B。若a、b两端与恒压电源相连，通过ab边的电流大小为I，则金属框受到的安培力大小为（　　）



A．0 B．IBL C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】假设电流从a点流入金属框，根据左手定则，可判断金属框受到的安培力方向；根据欧姆定律可求出流过金属框各个边框的电流，进而求出每个边的安培力，对整个金属框受力分析求出安培力合力的大小。

【解答】解：若a、b两端与恒压电源相连，假设电流从a点流入金属框，根据左手定则，可知道金属框受到的安培力方向如图所示：



用同一导线做成的边长为L的正方形单匝线框，a、b两端与恒压电源相连时，金属框被分为两个并联的电阻：adcb和ab。两个电阻之比为R1：R2＝3:1

根据并联电阻电压相等，由欧姆定律可知，流过两个电阻上的电流分别为I1：I2＝1：3,通过ab边的电流大小为I,即I2＝I，所以I1＝菁优网-jyeooI

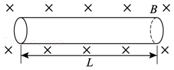
则四方形导线框每一条边所受到的安培力分别为：Fad＝Fbc＝Fdc＝BI1L＝菁优网-jyeoo，Fab＝BI2L＝BIL，

对金属框受力分析可知，金属框受到的安培力大小为：F＝菁优网-jyeoo,故ABC错误,D正确；

故选：D。

【点评】本题考查欧姆定律和安培力的综合运用，主要是根据并联电路求出每个边的电流然后由左手定则判断安培力方向，最后根据受力分析求出整个金属框受到的安培力的合力。

2．（2021•朝阳区二模）如图所示，在磁感应强度为B的匀强磁场中，有一段静止的长为L的通电导线，磁场方向垂直于导线。设单位长度导线中有n个自由电荷，每个自由电荷的电荷量都为q，它们沿导线定向移动的平均速率为v。下列选项正确的是（　　）



A．导线中的电流大小为nLqv

B．这段导线受到的安培力大小为nLqvB

C．沿导线方向电场的电场强度大小为vB

D．导线中每个自由电荷受到的平均阻力大小为qvB

【分析】根据电流的定义是求得电流的微观表达式，先求每个电荷所受洛伦兹力，再计算导线所受安培力。

【解答】解：A、根据电流定义菁优网-jyeoo

根据题意Q＝nqL

其中t＝菁优网-jyeoo联立可得到的微观表达式为I＝nqv，故A错误；

B、每个电荷所受洛伦兹力的大小f＝qvB

这段导线受到的安培力大小F＝nLf＝nLqvB，故B正确；

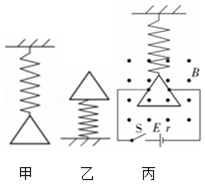
C、沿导线方向的电场的电场强度大小为E＝菁优网-jyeoo（U为导线两端的电压）它的大小不等于vB，只有在速度选择器中的电场强度大小才是vB，且其方向是垂直导线方向，故C错误；

D.导线中每个自由电荷受到的平均阻力方向是沿导线方向的，而qvB是洛伦兹力，该力的方向与导线中自由电荷运动方向垂直，二者不相等，故D错误。

故选：B。

【点评】本题考查电流微观表达式的推导，洛伦兹力和安培力的计算，注意根据电流的定义式，去推导其微观表达式。

3．（2021•湖南模拟）有一劲度系数为k的轻质绝缘弹簧，将边长为d的正三角形匀质金属线框（线框由电阻为R的金属丝折合而成）如图甲、乙情况放置，静止时弹簧的长度分别为L1和L2。现将该金属线框如图丙所示接入电路，导线的左右接触点分别为线框左右两边的中点，磁场方向垂直纸面向外，大小为B，电源的电动势为E，内电阻为r，导线与线框之间作用力可以忽略，则闭合开关S后，弹簧的长度L3为（　　）



A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo

C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】线框与平台静止处于平衡状态，应用平衡条件及胡克定律可以求出弹簧的形变量。

根据题意分析清楚线框的受力情况与运动过程，由欧姆定律求出感应电流，应用安培力公式与平衡条件可以求出距离。

【解答】解：对图甲中的线框受力分析，mg＝k（L1﹣L0）

对图乙中的线框受力分析，mg＝k（L0﹣L2）

联立解得：菁优网-jyeoo，菁优网-jyeoo

对丙图中的线框受力分析，线框所受安培力：菁优网-jyeoo，由于受力平衡，则mg+FA＝k（L3﹣L0）

结合前面的计算结果可得菁优网-jyeoo，故BCD错误，A正确。

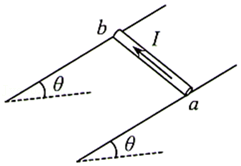
故选：A。

【点评】本题是电磁感应与力学相结合的综合题，本题难度较大，根据题意分析清楚线框与平台的受力情况与运动过程是解题的前提与关键，应用平衡条件、牛顿第二定律、运动学公式、E＝BLv、欧姆定律与安培力公式可以解题。

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

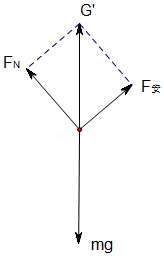
1．（2021•重庆模拟）如图所示，两根光滑金属导轨平行放置，导轨所在平面与水平面间夹角为θ，整个装置处于匀强磁场中。重量为G的金属杆ab垂直导轨放置，金属杆长度等于轨道间距d，当金属杆中通有从a到b的恒定电流I时，金属杆处于静止状态，则匀强磁场的磁感应强度大小至少为（　　）



A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】对ab棒进行受力分析，安培力和支持力的合力等于重力，求出安培力的最小值，再进一步求解B即可。

【解答】解：对ab棒进行受力分析并合成如图：



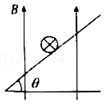
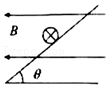
当F安垂直支持力时，F安具有最小值，F安min＝Gsinθ

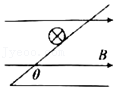
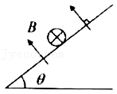
又F安min＝BId，故Bmin＝菁优网-jyeoo，故A正确，选项B、C、D错误；

故选：A。

【点评】本题虽然是求磁感应强度的极值，其实还是考察的力的分解，已知合力和一个分力的方向，求另一分力的极值，注意知识的关联性。

2．（2021春•菏泽期中）质量为m、长度为L的金属细杆放在倾角为θ的斜面上，杆与斜面间的动摩擦因数为μ，杆中通有垂直纸面向里的恒定电流，整个装置处在如图所示的匀强磁场中，金属杆处于静止状态，其中杆与斜面间的摩擦力不可能为零的是（　　）

A． B．

C． D．

【分析】应用左手定则判断金属杆所受安培力方向，对金属杆进行受力分析，然后判断出金属杆是否受到摩擦力的作用。

【解答】解：A、由左手定则可知，金属杆受到的安培力方向水平向右，安培力、重力与斜面支持力的合力可能为零，金属杆受到的摩擦力可能为零，故A错误；

B、由左手定则可知，金属杆受到的安培力方向竖直向上，当安培力与导体杆的重力合力为零时，金属杆处于平衡状态，金属杆受到摩擦力为零，故B错误；

C、由左手定则可知，金属杆受到的安培力竖直向下，安培力、重力与斜面支持力的合力不可能为零，金属杆平衡受到的摩擦力一定不为零，故C正确；

D、由左手定则可知，金属杆受到的安培力平行于斜面向上，当安培力与重力沿斜面向下的分力相等时，金属杆受到的摩擦力为零，故D错误。

故选：C。

【点评】本题考查了左手定则的应用，根据左手定则判断出安培力方向，然后应用平衡条件即可解题。

3．（2021•茂名二模）如图所示，光滑斜面倾角为37°，斜面上有一根长为0.5m、质量为0.1kg的通电直导线，电流大小I＝1A、方向垂直于纸面向外，导线用平行于斜面的轻绳拴住不动，整个装置放在方向竖直向上的匀强磁场中。设t＝0时，B＝2.0T，磁感应强度每秒钟变化为﹣0.5T，g取10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8，则（　　）



A．初始时刻导体棒对斜面无压力

B．t＝4s时，绳子拉力最大

C．t＝7s时，绳子拉力为零

D．经过一定时间导体棒将沿斜面做一段匀加速直线运动

【分析】根据左手定则确定安培力的方向，对物体受力分析，导线受重力、支持力、线的拉力和安培力作用而处于平衡状态，根据B的变化计算安培力的变化，再根据平衡条件求出绳子拉力的大小。

【解答】解：A、导体棒受力如图所示，初始时刻，直导线受重力为G＝mg＝0.1×10N＝1N，

重力沿垂直斜面分力为G2＝mgcos37°＝0.8N，

安培力 F0＝BIL＝2.0×1×0.5N＝1N，方向水平向左，

安培力沿垂直斜面分力F02＝F0sin37°＝0.6N，

导体棒对斜面的压力为FN＝0.8N﹣0.6N＝0.2N，故A错误；

B、由题意可得：B＝﹣0.5t+2（T），t＝4s时，B＝（﹣0.5×4+2）T＝0T，绳子拉力为T＝mgsin37°＝0.6N，

初始时刻绳子拉力为：T0＝mgsin37°+F0cos37°＝1.4N，故B错误；

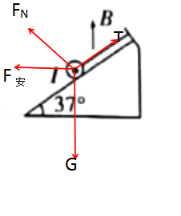
C、t＝7s时，B＝（﹣0.5×7+2）T＝﹣1.5T，方向竖直向下，

直导线受安培力为F＝BIL＝1.5×1×0.5N＝0.75N，方向水平向右，

沿斜面分力大小为F1＝Fcos37°＝0.75×0.8N＝0.6N，等于重力沿斜面分力，所以绳子拉力为零，故C正确：

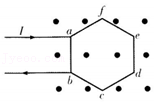
D、经过一段时间导线开始运动后，由于磁感应强度变化，直导线受到的安培力变化，合力变化，加速度变化，故不可能做匀加速直线运 动，故D错误。

故选：C。



【点评】本题主要考查了安培力作用下的共点力平衡，关键是正确受力分析，抓住临界条件即可。

4．（2021•石家庄一模）一个各边电阻相同、边长均为L的正六边形金属框abcdef放置在磁感应强度大小为B、方向垂直金属框所在平面向外的匀强磁场中。若从a、b两端点通以如图所示方向的电流，电流大小为I，则关于金属框abcdef受到的安培力的判断正确的是（　　）



A．大小为BIL，方向垂直ab边向左

B．大小为BIL，方向垂直ab边向右

C．大小为2BIL，方向垂直ab边向左

D．大小为2BIL，方向垂直ab边向右

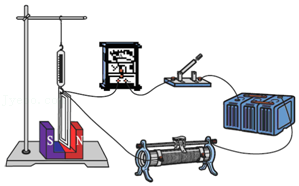
【分析】根据并联电路电流分配特点求各边电流，然后求各边所受安培力，再求矢量和。

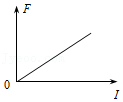
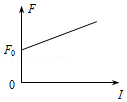
【解答】解：设每个边的电阻为R，则bcdefa五段电阻串联电阻5R，然后与ab边电阻R并联，设ab中电流为I1，bcdefa中电流为I2，则I1：I2＝5R：R＝5：1，所以I1＝菁优网-jyeoo，I2＝菁优网-jyeoo，根据对称性，af与cd两边的安培力等大反向，合力为零，bc与fe两边的安培力等大反向，合力为零，cd边所受安培力Fcd＝B×菁优网-jyeoo×L＝菁优网-jyeooBIL，方向垂直cd边向左，ab边所受安培力Fab＝B×菁优网-jyeoo×L＝菁优网-jyeooBIL，方向垂直ab边向左，金属框abcdef受到的安培力F＝Fcd+Fab＝菁优网-jyeooBIL+菁优网-jyeooBIL＝BIL，方向垂直ab边向左，故A正确，BCD错误。

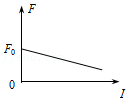
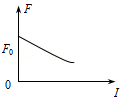
故选：A。

【点评】本题考查了电路的连接与安培力的计算，解决本题的关键是会判断电路的连接情况，并能看出电路中的对称性。

5．（2021•徐汇区二模）如图，导线框与电源、滑动变阻器、电流表、开关组成闭合回路，将导线框用弹簧测力计悬挂起来，导线框下端置于一磁铁两极之间，与磁场方向垂直放置。接通电路，调节滑动变阻器，观察并记录电流表读数I和弹簧测力计读数F。则根据实验数据描绘出的图像不可能是（　　）



A． B．

C． D．

【分析】分析导线框在竖直方向的受力，根据平衡状态分析弹簧的弹力与电流的关系，注意安培力分为向上和向下两种情况。

【解答】解：A、在未接通电路前，弹簧测力计的读数F0＝G，不应为零，故A错误；

B、接通电路，如导线框受到竖直方向的安培力，当安培力向下时，根据平衡条件有弹簧测力计的弹力大小为F＝G+BIL＝F0+BIL，则F与I的图象是斜率为正的倾斜的直线，故B正确；

C、如安培力竖直向上，则根据平衡状态有G＝F+BIL，所以弹簧测力计弹力的大小为：F＝G﹣BIL＝F0﹣BIL，F与I的图象是一条斜率为负的倾斜的直线，故C正确；

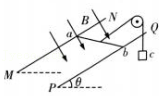
D、根据C选项可知，随着电流的增大，弹簧测力计弹力减小，线框向上运动，其所在位置磁场发生变化，故D正确。

本题选不可能的

故选：A。

【点评】解决该题的关键是明确知道导线框受到的安培力在竖直方向上，注意在解题过程要考虑安培力方向竖直向上和竖直向下两种情况。

6．（2021•长沙模拟）如图所示，在倾角为θ＝37°的斜面上固定两根足够长的平行金属导轨PQ和MN，两导轨间距为L＝1m，导轨处于磁场方向垂直导轨平面向下的匀强磁场中，磁感应强度为B＝2T，导体棒ab垂直跨放在导轨上并与导轨接触良好，棒的质量为m＝0.2kg，棒的中点用绝缘细绳经定滑轮与物体相连，物体的质量M＝0.4kg。棒与导轨间的动摩擦因数为μ＝0.5（设最大静摩擦力与滑动摩擦力相等，导轨与棒的电阻不计，g取10m/2）。为了使物体保持静止，则通过导体棒ab的电流为（已知sin37°＝0.6，cos37°＝0.8）（　　）



A．电流从b流向a，1.0A≤I≤1.8A

B．电流从b流向a，I≤1.0A

C．电流从a流向b，1.0A≤I≤1.8A

D．电流从a流向b，I≥1.8A

【分析】静摩擦力大小和方向都能发生改变，当静摩擦力达到最大时是临界状态，去最大静摩擦力分别沿斜面向上和向下，得到两个安培力，再根据安培力计算公式列式求解。

【解答】解：根据题意，导体棒保持静止，绳上的拉力T＝4N.最大静摩擦为：f＝μmgcosθ＝0.5×0.2×10×0.8N＝0.8N

重力沿斜面向下的分力为：F1＝mgsinθ＝0.2×10×0.6N＝1.2N

故导体棒要想处于平衡状态，所受安培力必须平行于斜面向下，电流方向必须满足从b向a.安培力在最大静摩擦力方向沿斜面向下有最小值，向上有最大值.取临界状态.如果最大静摩擦力平行于斜面向下：mgsinθ+F安1+f＝T，f＝μmgcosθ

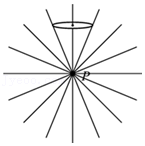
解得：F安1＝2N

同理如果最大静摩擦力平行于斜面向上可以解得：F安2＝3.6N，由F＝BIL，可知1.0A≤I≤1.8 A。故选A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考查共点力平衡问题，注意取静摩擦力分别沿斜面向上和向下达到最大值这两个临界状态，是解题关键。

7．（2021•朝阳区一模）科学家们曾设想存在磁单极子，即一些仅带有N极或S极单一磁极的磁性物质。假设在P点有一个固定的磁单极子，在其周围形成均匀辐射磁场，磁感线如图所示。当质量为m、半径为R的导体圆环通有恒定的电流时，恰好能静止在该磁单极子正上方，环心与P点的距离为H，且圆环平面恰好沿水平方向。已知距磁单极子r处的磁感应强度大小为B＝菁优网-jyeoo，其中k为已知常量，重力加速度为g。下列选项正确的是（　　）



A．圆环静止时磁场对环的安培力使其有沿半径方向扩张的趋势

B．圆环静止时可由题中条件求出环中电流的大小

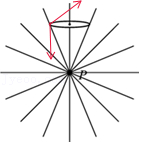
C．若将圆环竖直向上平移一小段距离后由静止释放，下落过程中环中电流不受影响

D．若将圆环竖直向上平移一小段距离后由静止释放，下落过程中环的加速度先增大后减小

【分析】圆环在磁场中受安培力及本身的重力做匀速圆周运动，圆环处于平衡状态，结合平衡状态的特点可得出正确的结果。

【解答】解：A、圆环静止时磁场对环有安培力作用，根据受力平衡可知，在竖直方向上安培力的分力与重力平衡，由左手定则可知，安培力与磁感线方向垂直，故圆环要想静止，受到的安培力方向只能斜向上，所以环有收缩的趋势，故A错误；

B、对环的某一部分进行受力分析如图：



在水平方向，根据安培力的对称性可知，整个的环在水平方向的合力为0，竖直方向的合力与重力大小相等，由于在圆环处各点电流的方向与磁场的方向都垂直，所以整体受到的安培力：F＝BI•2πR

由几何关系：Fcosθ＝mg

cosθ＝菁优网-jyeoo

由题：B＝菁优网-jyeoo

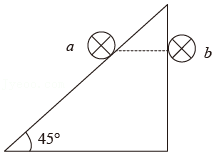
联立得：I＝菁优网-jyeoo．故B正确；

CD、结合以上的受力分析可知，若将圆环向上平移一小段距离后环受到的安培力将减小；由静止释放，重力开始时大于安培力，所以环加速下落，向下的过程中安培力增大，所以合外力减小，加速度先减小。故CD错误。

故选：B。

【点评】本题巧妙地将此单极子的猜想与电流在磁场中的受力相结合，考查了受力平衡的问题，可知对环进行正确的受力分析，理解环在竖直方向的合力与重力大小相等是解答的关键。

8．（2021春•浙江月考）如图所示，两根完全相同的细导体棒a、b，分别放置在的斜面左右两侧，斜面倾角为45°。当两导体棒中均通有同向电流时，a、b均能保持静止且在同一水平面上，则下列说法正确的是（　　）



A．a棒一定受到4个力的作用

B．当两导体棒中通有反向电流时，ab还能保持静止

C．a棒受到的摩擦力方向可能沿斜面向上

D．斜面对a棒的作用力方向是竖直向上

【分析】先判断ab间的作用力方向，然后根据a所受其它外力，根据平衡条件分析静摩擦力的情况。

【解答】解：AC、同向平行电流相互吸引，则a棒受重力、斜面的支持力、b棒施加的沿水平向右的吸引力，若ab之间的吸引力较大，则a棒有向上运动的趋势，所受斜静摩擦力方向沿斜面向下；若ab之间的吸引力较小，则a棒有向下运动的趋势，所受静摩擦力方向沿斜面向上，若ab间的吸引力大小适当，则a不受静摩擦力，所以a棒不一定受4个力，故A错误，C正确；

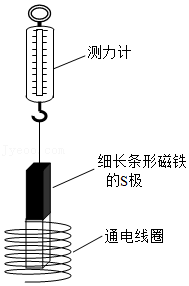
B、当两导体棒中通有反向电流时，两棒之间相互排斥，则b一定不能保持静止，故B错误；

D、a棒静止，由平衡条件可知，斜面对a棒的作用力与a棒的重力和b对a向右的吸引力的合力等大反向，因a棒的重力和b对a向右的吸引力的合力方向指向右下方，则斜面对a棒的作用力方向指向左上方，故D错误。

故选：C。

【点评】本题物体的受力分析，分析静摩擦力时应注意：静摩擦力是被动力，它的大小和方向由其它外力和运动状态共同决定。

9．（2021•门头沟区一模）永磁体之间的相互作用与电荷之间的相互作用相似，人们将电荷的相关概念引入磁现象的研究之中。认为磁棒的两极存在两种磁荷，N极带正磁荷，S极带负磁荷。“磁荷”观点认为磁荷可以激发磁场，描述磁场的基本物理量定义为磁场强度H。类比电场强度的定义方法，用正磁荷在磁场中受到的磁场力F和其磁荷Q的比值表示磁场强度H，方向与该处正磁荷受力方向一致。用如图装置，可以测量通电线圈产生的磁场和“磁荷”间的作用力。假设图中N极的磁荷QN，线圈不通电时，测力计示数为F0。（　　）



A．当线圈中通顺时针方向（俯视）电流时，测力计示数小于F0

B．磁铁N极所处位置的磁场强度大小HN＝菁优网-jyeoo

C．通电后测力计示数改变量为F，则磁铁N极所处位置的磁场强度大小HN＝菁优网-jyeoo

D．如果将一根较短磁铁挂在测力计上，并使磁铁完全放入线圈中，则通电后测力计的示数变小

【分析】根据安培定则判断出线圈电流产生的磁场方向，然后判断测力计示数如何变化；根据磁场强度的定义式求出磁场强度；磁铁完全放入线圈中，磁铁不受磁场力作用，测力计示数不变。

【解答】解：A、当线圈中通顺时针方向（俯视）电流时，由安培定则可知，电流产生的磁场竖直向下，“磁荷”受到的磁场力竖直向下，测力计示数变大，大于F0，故A错误；

BC、线圈通电后测力计示数的变化量等于“磁荷”受到的磁场力，则磁铁N极所处位置的磁场强度大小HN＝菁优网-jyeoo，故B错误，C正确；

D、如果将一根较短磁铁挂在测力计上，并使磁铁完全放入线圈中，通电后线圈电流产生的磁场与磁铁平行，通电后磁铁不受磁场力方向，磁铁受力情况不变，则通电后测力计的示数不变，故D错误。

故选：C。

【点评】本题是一道信息给予题，认真审题理解题意，从题中获取所需信息是解题的前提与关键，根据题意应用安培定则与磁场强度的定义式即可解题。

10．（2021•肇庆二模）如图所示，两同学把一条长导线的两端连接在一灵敏电流计的两个接线柱上，构成闭合电路，然后两个同学沿东西方向站在赤道上，上下快速摇动导线的一部分。赤道附近地磁场方向可认为平行于水平地面，下列说法正确的是（　　）



A．导线向下运动过程中所受安培力的方向平行地面向南

B．导线向上运动过程中所受安培力的方向平行地面向北

C．导线向下运动过程中所受安培力的方向垂直地面向上

D．导线向上运动过程中所受安培力的方向垂直地面向上

【分析】地球的周围存在磁场，且磁感线的方向是从地理的南极指向地理的北极，当两个同学在上下运动导线时，使部分导线做切割磁感线运动，电路中就产生了感应电流，根据导线转动方向与地磁场方向的关系，由右手定则判断感应电流的方向，再由左手定则来判断安培力的方向。

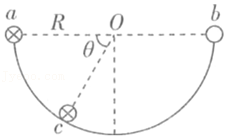
【解答】解：AC、当导线向下运动过程中，依据右手定则可知，感应电流由西向东，再由左手定则，可知，安培力方向垂直地面向上，故A错误，C正确；

BD、当导线向上运动过程中，依据右手定则可知，感应电流由东向西，再由左手定则，可知，安培力方向垂直地面向下，故BD错误。

故选：C。

【点评】本题要建立物理模型，与线圈在磁场中转动切割相似，要知道地磁场的分布情况，能熟练运用电磁感应的规律解题，并理解左手定则与右手定则的区别。

11．（2021•始兴县校级模拟）半径为R的内壁绝缘光滑的半圆筒如图所示固定，在a、b、c三点分别垂直于纸面放置三根等长的长直导线（a、b两点位于水平直径两端），导线a中通有垂直纸面向里、大小为I1的恒定电流，导线c中电流方向也垂直纸面向里，但大小未知。导线a、b固定，导线c处于静止状态，且与筒壁间无相互作用力，Oc与Oa的夹角为θ＝60°。已知长直导线在距导线r处产生磁场的磁感应强度大小为菁优网-jyeoo为常数，I为长直导线中的电流），不考虑边缘效应，则b中通过电流的大小和方向为（　　）



A．电流大小为I1、方向垂直纸面向里

B．电流大小为菁优网-jyeoo、方向垂直纸面向里

C．电流大小为I1、方向垂直纸面向外

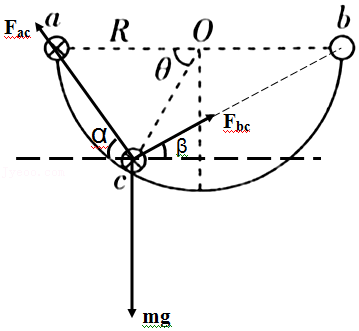
D．电流大小为菁优网-jyeoo、方向垂直纸面向外

【分析】a与c电流同向，相互吸引，又c对轨道无作用力，根据平衡条件可判断bc间作用力方向，进而判断b中电流方向；根据平衡条件列方程求解b中电流大小。

【解答】解：由于同向电流相互吸引，因此a与c相互吸引，由于c对轨道无作用力，根据平衡条件可知，b对c也是相互吸引，故b中电流垂直于纸面向里。

由几何关系可知，a、c间距离为rac＝R，b，c间距离为rbc＝菁优网-jyeooR，设b中电流为I2，c中电流为I3，导线长度为L，根据菁优网-jyeoo可知：a在c处产生的磁感应强度为菁优网-jyeoo，b在c处产生的磁感应强度为菁优网-jyeoo，a对c的安培力为Fac＝B1I3L，b对c的安培力为Fbc＝B2I3L，根据平衡条件，水平方向有：Faccos60°＝Fbccos30°，解得：I2＝I1，则导线b中通过的电流大小为I1，方向垂直于纸面向里。故A正确，BCD错误。

故选：A。



【点评】本题考查了有安培力参与的共点力平衡问题，若知道同向电流相互吸引，反向电流相互排斥，就会省去先用安培定则判断磁场方向，再用左手定则判断安培力方向的步骤，从而节省做题时间。

12．（2020秋•珠海期末）阴极射线从阴极射线管中的阴极发出，在其间的高电压下加速飞向阳极，如图所示。若要使射线向上偏转，所加磁场的方向应为（　　）



A．平行于纸面向左 B．平行于纸面向上

C．垂直于纸面向里 D．垂直于纸面向外

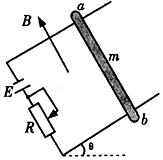
【分析】阴极射线管从阴极发生射线，经过磁场时在洛伦兹力作用下发生偏转。由于射线带负电，根据左手定则可确定其受洛伦兹力方向，从而确定磁场方向。

【解答】解：应用左手定则判断洛伦兹力时，四指指向电子运动的反方向，磁场穿过掌心，则大拇指所指方向为受力方向，若要使射线向上偏转，故所加的磁场垂直于纸面向外，故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】应用左手定则判断洛伦兹力方向时，注意四指指向正电荷的运动方向，和负电荷运动方向相反，同时注意左手定则与右手定则的区别。

13．（2020秋•内江期末）如图所示，有一金属棒ab，质量为m，电阻不计，静止在间距为L的两条平行轨道上.轨道平面与水平面的夹角为θ，置于垂直于轨道平面向上的匀强磁场中，磁感应强度为B，金属棒与轨道间动摩擦因数为μ（金属棒与轨道间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力），回路中电源电动势为E，内阻不计.则下列说法正确的是（　　）



A．导体棒所受静摩擦力的方向一定沿轨道平面向上

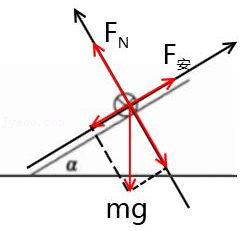
B．导体棒所受摩擦力大小一定为Ff＝μmgcosθ

C．滑动变阻器接入电路的有效电阻菁优网-jyeoo

D．改变滑动变阻器R接入电路的有效阻值，导体棒所受的摩擦力可能先减小后增大

【分析】对导体棒受力分析，讨论不同情况下的静摩擦力，利用平衡建立沿斜面方向等量关系，即可解决本题。

【解答】解：AB、由左手定则可知金属棒所受安培力沿斜面向上，对金属棒受力分析，如图：



对于摩擦力分三种情况：

当F安＝mgsinθ，摩擦力等于零；

当F安＞mgsinθ，摩擦力向下，f＝F安﹣mgsinθ；

当F安＜mgsinθ，摩擦力向上，f＝mgsinθ﹣F安；故A、B错误。

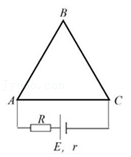
D、当F安＞mgsinθ时，摩擦力向上，摩擦力f＝mgsinθ﹣F安，由安培力公式：F安＝BIL＝菁优网-jyeoo得：f＝mgsinθ﹣菁优网-jyeoo，R减小，f减小，当F安＝mgsinθ，摩擦力变为零；如果R再减小，此时F安＞mgsinθ，摩擦力f＝F安﹣mgsinθ，摩擦力会增大，最后达到最大静摩擦力。故D正确。

C、由D的分析知，滑动变阻器接入电路的有效电阻R并非一定值，而是存在范围，故C错误。

故选：D。

【点评】本题的难点在于摩擦力的方向未知，需要在不同摩擦力的情况下去讨论，安培力的方向不同，得到的平衡关系式也是有区别的。

14．（2020秋•广州期末）如图所示，边长为L的等边三角形线框ABC由相同的导体连接而成，固定于匀强磁场中，线框平面与磁感应强度方向垂直，将线框按图中所示接入电路，设导体AC受到的安培力大小为F1，导体ABC受到的安培力大小为F2，则F1：F2为 （　　）



A．1：1 B．1：2 C．2：1 D．4：1

【分析】根据并联电路分流规律求出通过AC和ABC的电流之比，由安培力公式F＝BIL求F1：F2。

【解答】解：由已知条件可知ABC边的有效长度与AC相同，等效后的电流方向也与AC相同，ABC边的电阻等于AC边的电阻的2倍，两者为并联关系，设AC中的电流大小为I，则ABC中的电流为菁优网-jyeoo，设AC的长为L，

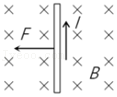
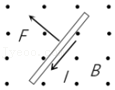
由题意知：F＝BIL，所以AC边所受安培力大小为：F1＝BIL

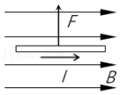
ABC边所受安培力大小为：F2＝B•菁优网-jyeooL，则F1：F2＝2：1，根据左手定则可知方向AC边与ABC边所受安培力的方向相同，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题的关键是要知道安培力公式F＝BIL中L是指通电导线的有效长度，运用左手定则判断安培力方向。

15．（2020秋•合肥期末）如图所示的匀强磁场中有一根放入其中的通电直导线，图中已经标出了电流I和磁感应强度B以及磁场对电流作用力F三者的方向，其中不正确的是（　　）

A． B．

C． D．

【分析】通电直导线所受安培力F的方向根据左手定则判断，依据左手定则逐一检查四个选项，从而即可判定。

【解答】解：A、磁场垂直纸面向里，电流竖直向上，根据左手定则，可知，安培力垂直导线水平向左，故A正确；

B、磁场垂直纸面向外，电流斜向左下方，根据左手定则，可知，安培力垂直导线斜向左上方，故B正确；

C、磁场与电流方向平行，不受安培力，故C错误；

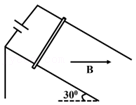
D、磁场竖直向下，电流垂直纸面向里，根据左手定则，可知，安培力垂直导线水平向左，故D正确；

本题选错误的，

故选：C。

【点评】考查左手定则的应用，注意区分安培定则、左手定则、右手定则的应用，容易混淆，因此平时要加强训练，熟练应用这几种定则进行有关物理量的判断。

16．（2020秋•番禺区期末）如图所示，两光滑金属导轨倾斜放置，与水平面夹角为30°，导轨间距L，一质量为m的导体棒与导轨垂直放置，电源输出电流保持恒定，不计导轨电阻。当磁场水平向右时，导体棒恰能静止，现磁场发生变化，方向沿逆时针旋转，最终竖直向上，在磁场变化的过程中，导体棒始终静止，关于B的大小的变化说法正确的是（　　）



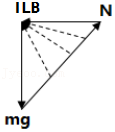
A．逐渐增大 B．逐渐减小

C．先减小后增大 D．先增大后减小

【分析】安培力F＝BIL，方向不确定，根据三力平衡作动态平衡图，分析安培力的大小变化从而知磁场变化。

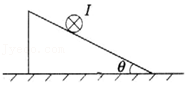
【解答】解：开始磁场方向水平向右，安培力竖直向上，恰与重力平衡，当磁场逆时针旋转，安培力也将同方向转动，由动态平衡图图可知安培力力先变小后变大，电流恒定，则磁感应强度先变小后变大，故ABD错误，C正确。

故选：C。



【点评】此题考查安培力和三力平衡，重点是会作图分析力的变化。

17．（2020秋•肥东县校级期末）如图所示，在倾角为θ的光滑斜面上，垂直纸面水平放置一根长为L、质量为m的通电直导线，电流方向垂直纸面向里，欲使导线静止于斜面上，则外加匀强磁场的磁感应强度的大小和方向可以是（　　）



A．B＝菁优网-jyeoo，方向垂直斜面向下

B．B＝菁优网-jyeoo，方向竖直向下

C．B＝菁优网-jyeoo，方向水平向左

D．B＝菁优网-jyeoo，方向水平向右

【分析】根据左手定则判断导线受到的安培力方向，由F＝BIL求出安培力大小，再对照平衡条件分析。

【解答】解：A、外加匀强磁场的磁感应强度B的方向垂直斜面向下，B＝菁优网-jyeoo，根据左手定则可知导线受到的安培力方向沿斜面向上，安培力大小为F＝BIL＝mgtanθ，则F≠mgsinθ，导线受力不平衡，故导线不能静止于斜面上，故A错误；

B、外加匀强磁场的磁感应强度的方向竖直向下，B＝菁优网-jyeoo，则导线受到的安培力方向水平向左，安培力大小为F＝BIL＝mgsinθ，安培力沿斜面向上的分力大小为F1＝Fcosθ＝mgsinθcosθ＜mgsinθ，所以导线受力不平衡，不能静止于斜面上，故B错误；

C、外加匀强磁场的磁感应强度的方向水平向左，B＝菁优网-jyeoo，则导线受到的安培力方向竖直向上，安培力大小F＝BIL＝mg，安培力与重力平衡，导线能静止在斜面上，故C正确；

D、外加匀强磁场的磁感应强度的方向水平向右，则导线受到的安培力方向竖直向下，导线受力不平衡，导线不能静止在斜面上，故D错误。

故选：C。

【点评】本题关键要掌握左手定则和安培力大小公式F＝BIL，并能根据平衡条件分析通电导体在磁场中能否静止。

18．（2020秋•太原期末）如图，阴极射线管水平放置，左端为阴极，右端为阳极，电子在高压作用下由阴极加速飞向阳极。如果将阴极射线管放入磁场中使射线向下偏转，则磁场方向为（　　）



A．垂直纸面向外 B．垂直纸面向里

C．平行纸面向左 D．平行纸面向上

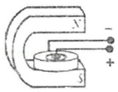
【分析】由左手定则，结合电子流的偏转方向，即可判定磁场方向．

【解答】解：电子在高压作用下由阴极加速飞向阳极，如图所示，即电子从左向右飞行，由于磁场使射线向下偏转，依据左手定则，可知，磁场方向为垂直纸面向里，故ACD错误，B正确；

故选：B。

【点评】考查带电粒子在磁场中偏转，掌握左手定则的内容，注意电子带负电，及左手定则与右手定则的区别。

19．（2020秋•宿州期末）如图所示，在玻璃器皿的中心放一个圆柱形电极，沿边缘内壁放另一个圆环形电极，把它们分别与电池的两极相连，然后在玻璃器皿中倒入导电液体，整个装置放在如图所示的磁场中，接通电源，会发现液体旋转起来。若俯视观察液体旋转方向为（　　）



A．逆时针旋转 B．顺时针旋转 C．不旋转 D．无法判断

【分析】在电源外部，电流由正极流向负极；由左手定则可以判断出导电液体受到的安培力方向，从而判断出液体的旋转方向．

【解答】解：由图可知，中心电极接电源正极，边缘极接电源负极，在电源外部电流由正极流向负极，因此电流由中心流向边缘；

器皿所在处的磁场竖直向下，由左手定则可知，导电液体受到的磁场力沿逆时针方向，因此液体沿逆时针方向旋转，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题是一道基础题，知道在电源外部电流由正极流向负极、熟练应用左手定则即可正确解题．

20．（2021•江苏模拟）某同学做“旋转液体”实验，如图甲所示，将玻璃皿放置在蹄形磁铁两极间，玻璃皿中心放一电极接电源的负极，沿边缘放一个圆环形电极接电源的正极，图乙为俯视图，闭合开关S后（　　）



A．由上往下看，液体顺时针旋转

B．只将N、S极互换，液体旋转方向不变

C．旋转液体消耗的电能全部转化为焦耳热

D．滑动变阻器R的阻值变小，液体转速变大

【分析】在电源外部，电流由正极流向负极；由左手定则可以判断出导电液体受到的安培力方向，从而判断出液体的旋转方向；根据闭合电路的欧姆定律求出电路中的电流值，结合安培力大小公式，从而判定旋转的快慢；最后由能量转化与守恒，来判定C选项是否正确。

【解答】解：A、由于玻璃皿中心放一电极接电源的负极，沿边缘放一个圆环形电极接电源的正极，在电源外部电流由正极流向负极，因此电流由边缘流向中心；器皿所在处的磁场竖直向上，由左手定则可知，导电液体受到的磁场力沿逆时针方向，故A错误；

B、如果磁场N、S极互换后，磁场方向与原来方向相反，由左手定则可知，导电液体受到的磁场力沿顺时针方向，旋转方向改变，故B错误；

C、依据能量转化与守恒，可知，旋转液体消耗的电能除部分转化为焦耳热外，还转化为旋转液体的动能，故C错误；

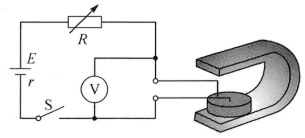
D、根据闭合电路的欧姆定律：I＝菁优网-jyeoo，及安培力大小公式F＝BIL，可知，当滑动变阻器R的阻值变小，则液体中形成电流越大，那么液体受到的安培力越大，则液体转速越大，故D正确。

故选：D。

【点评】该题考查电磁驱动，掌握楞次定律与左手定则的应用，理解影响安培力的大小因素，注意建立物理模型是解题的关键。

**二．多选题（共10小题）**

21．（2021•宝鸡模拟）某同学设计如图所示的电路研究“旋转的液体实验”，在玻璃皿的中心和边缘内壁分别放一个圆柱形电极接入电路中，若蹄形磁铁两极间正对部分的磁场视为匀强磁场，磁感应强度大小为0.2T，玻璃皿的横截面半径为0.05m，电源电动势为1.5V，内阻为0.1Ω，玻璃皿中两电极间液体的等效电阻为0.3Ω，当电阻箱R阻值调为3.9Ω时，闭合开关S后，液体顺时针旋转且（从上往下看）电压表示数恒为0.3V，则下列说法正确的是（　　）



A．蹄形磁铁上端为N极

B．电源内阻消耗功率为0.1W

C．液体所受安培力的大小为3×10﹣3N

D．若增大电阻箱R的阻值，则液体的旋转会加快

【分析】根据液体顺时针旋转，可知安培力的方向，然后利用左手定则可知磁场方向。根据欧姆定律可求出电路中电流，然后求出功率。由安培力公式求出安培力大小。增大阻值，电流减小，安培力减小，旋转减慢。

【解答】解：A、由左手定则判断可知，蹄形磁铁上端为N极，故A正确；

B、由题可知旋转液体是非纯电阻，故由闭合电路欧姆定律可得电路中的电流大小为I＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooA＝0.3A，

则电源内阻消耗功率为：P＝I2r＝0.32×0.1w＝9×10﹣3w，故B错误；

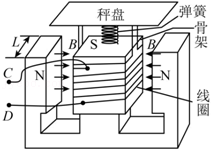
C、由安培力公式得：F安＝BIL＝0.2×0.3×0.05N＝3×10﹣3N，故C正确；

D、电阻箱R阻值增大，则电路中电流减小，液体所受安培力减小，旋转减慢，故D错误。

故选：AC。

【点评】本题考查磁场对电流的作用，要掌握左手定则判断安培力、磁场、电流的方向。

22．（2021•南山区校级模拟）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，且骨架与秤盘的总质量为m0，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，弹簧从长度L0被压缩至L1，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L0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，线圈的总电阻为R，重力加速度为g，则下列说法正确的是（　　）



A．线圈向下运动过程中，C端电势高于D端电势

B．外电路对线圈供电时，弹簧长度从L1恢复至L0的过程中，C端电势高于D端电势

C．外电路对线圈供电电流为I，且弹簧长度恢复至L0并静止时，重物的质量m＝菁优网-jyeoo

D．若线圈电阻为R，且线圈上的热功率不能超过P，线圈上安培力的最大值为菁优网-jyeoo

【分析】由右手定则可判断电势高低；外电路对线圈供电时，线圈受安培力作用，利用左手定则可判断电流流向，分析电势高低；弹簧长度恢复至L0并静止时，根据安培力与重力平衡可求出重物的质量；利用热功率公式可求出最大电流，再根据安培力公式即可求解线圈上安培力的最大值。

【解答】解：A、线圈向下运动过程中，由右手定则可知感应电流从C端流出，D端流进，则C端电势高于D端电势，故A正确；

B、当外电路供电时，线圈受到的安培力应该向上，由左手定则可知线圈中电流应从D端流进，C端流出，线圈有电阻R，此时相当于用电器，电流从高电势流向低电势，则D端电势高于C端电势，故B错误；

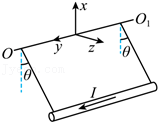
C、与没有重物相比，放上m的物体时，线圈所受的安培力与新增重力平衡：2nBIL＝mg，故重物的质量为：m＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D、当线圈上的最大功率为P时，由P＝I2R，可得最大电流为：I＝菁优网-jyeoo，此时安培力为F＝2nBIL＝2nBL菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：ACD。

【点评】解答本题时，要右手定则和左手定则的区别，感应电流方向运用右手定则判断，通电导线所受的安培力使用左手判断；计算安培力时，要注意线圈有n匝，并且线圈的两侧都受安培力作用。

23．（2021春•胶州市期中）如图，质量为m、长为L的直导线用两根轻质绝缘细线悬挂于OO1，并处于匀强磁场中、当导线中通以沿y正方向的电流I，且导线保持静止时，细线与竖直方向的夹角为θ。则磁感应强度的方向和大小可能是（　　）



A．x负向，菁优网-jyeootanθ B．y正向，菁优网-jyeootanθ

C．z负向，菁优网-jyeoo D．沿悬线向下，菁优网-jyeoosinθ

【分析】根据左手定则，结合磁场的方向分析能否使导线保持静止．根据平衡条件和安培力公式列式求解磁感应强度的大小．

【解答】解：A、当磁感应强度的方向沿x负向时，根据左手定则可知直导线所受安培力F方向沿z正向，

根据平衡条件可得，

tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，

解得磁感应强度的大小为B＝菁优网-jyeootanθ，故A正确；

B、当磁感应强度的方向沿y正向时，直导线所受安培力F大小为零，不可能保持静止，故B错误；

C、当磁感应强度的方向沿z负向时，直导线所受安培力F方向沿x负向，不可能保持静止，故C错误；

D、当磁感应强度的方向沿悬线向下时，根据左手定则可知直导线所受安培力F方向垂直于悬线斜向上，

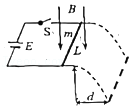
根据平衡条件可得F＝BIL＝mgsinθ，

解得磁感应强度的大小为B＝菁优网-jyeoosinθ，故D正确。

故选：AD。

【点评】解决本题的关键通过左手定则判断出安培力的方向，结合共点力平衡进行分析．对于选择题可以采用定性分析B的方向和定量计算B的大小，结合判断．

24．（2021•青岛一模）如图，距地面h高处水平放置间距为L的两条光滑平行金属导轨，导轨左端接有电动势为E的电源，质量为m的金属杆静置于导轨上，与导轨垂直且电接触良好，空间有竖直向下的磁感应强度为B的匀强磁场。现将开关S闭合，一段时间后金属杆从导轨右端水平飞出，测得其水平射程为d，下列说法正确的是（　　）



A．金属杆离开导轨前做匀变速直线运动

B．金属杆离开导轨前做非匀速直线运动

C．电源消耗的电能为菁优网-jyeoo

D．从闭合开关到金属杆要落地时，金属杆受到的冲量为m菁优网-jyeoo

【分析】匀变速直线运动的加速度恒定；电源消耗的电能为E电＝qE；合外力的冲量等于物体动量增量。

【解答】解：AB、电键闭合后，导体杆受向右的安培力而做加速运动，随速度的增加，金属杆切割磁感线产生的感应电动势逐渐变大，因为此电动势与原电源电动势反向，可知电路中电流减小，金属棒受安培力减小，则金属杆离开导轨前做加速度减小的变加速直线运动，故A错误，B正确；

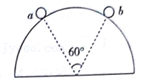
C、金属杆从导轨右端水平飞出后做平抛运动，h＝菁优网-jyeoo，d＝v0t，解得：v0＝d菁优网-jyeoo，金属杆沿导轨运动过程，由动量定理：菁优网-jyeoo＝mv，又：q＝菁优网-jyeoo△t，电源消耗的电能为：E电＝qE，解得：E电＝菁优网-jyeoo，故C正确；

D．金属棒落地的速度为v，对平抛运动过程由动能定理得：mgh＝菁优网-jyeoomv2﹣菁优网-jyeoomv菁优网-jyeoo，解得：v＝菁优网-jyeoo，从闭合开关到金属杆刚要落地，对金属杆由动量定理：I总＝mv﹣0，解得：I总＝m菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BCD。

【点评】本题考查了电磁感应现象与电路及力学的综合运应用，此题的难点是金属杆在轨道上的运动是变加速运动，可以用动量定理列方程求解问题。

25．（2020秋•河池期末）如图所示，两根长均为L、质量均为m的细导体棒a、b水平放置在光滑半圆柱体的上方。当两棒均通以大小为I的电流时，两棒均恰好静止。已知a、b在同一水平面上且相互平行，a、b与圆心连线间的夹角为60°，重力加速度为g，下列说法正确的是（　　）



A．b棒所受安培力一定水平向右

B．b棒在a棒处产生的磁场的磁感应强度大小B＝菁优网-jyeoo

C．b棒在a棒处产生的磁场的磁感应强度大小B＝菁优网-jyeoo

D．若仅改变两根导体棒中电流的方向，两棒仍可静止在原位置

【分析】先分析ab导体棒受到的安培力方向再依据平衡条件列示求解即可

【解答】解：A.因a、b棒均处于平衡状态，故两棒中电流方向一定相同，b棒所受安培力一定水平向左，故A项错误；

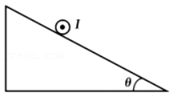
BC.b两棒均静止在半圆柱体上，说明两棒之间的作用力为引力，a棒受重力，半圆柱体的弹力，水平向右的安培力，且三力平衡，可得B＝菁优网-jyeoo，故B项正确、C项错误；

D.若改变两根导体棒中的电流方向，则两棒之间的安培力仍然为引力，两棒仍然静止在原位置，故D项正确。

故选：BD。

【点评】正确分析两导体棒受到的安培力方向是解题关键，利用对称关系分析其中一根导体棒受力平衡即可

26．（2020秋•蚌埠期末）如图所示，质量为m、长为L的直导线置于倾角为θ的光滑斜面上，并处于匀强磁场中。当导线中通以垂直纸面向外、大小为I的电流时，导线保持静止，则匀强磁场的磁感应强度方向和大小可能为（　　）



A．垂直斜面向上，B＝菁优网-jyeoo

B．水平向右，B＝菁优网-jyeoo

C．竖直向上，B＝菁优网-jyeoo

D．竖直向下，B＝菁优网-jyeoo

【分析】对导体棒进行受力分析，根据共点力平衡进行判断，并根据共点力平衡求出磁感应强度的大小。

【解答】解：A、磁感应强度方向沿垂直斜面向上，由左手定则可知，导线受到的安培力沿斜面向上，当mgsinθ＝BIL，杆静止，B＝菁优网-jyeoo，故A错误；

B、磁感应强度方向水平向右，根据左手定则，直导线所受安培力方向竖直向上，当mg＝BIL时，杆静止，B＝菁优网-jyeoo，故B正确；

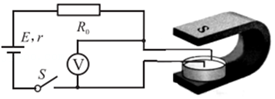
C、磁感应强度方向竖直向上，根据左手定则，直导线所受安培力方向水平向左，当mgtanθ＝BIL时，杆静止，B＝菁优网-jyeoo，故C正确。

D、磁感应强度方向竖直向下，根据左手定则，直导线所受安培力方向水平向左，导线不可能保持静止，故D错误；

故选：BC。

【点评】左手定则和右手定则一定要区分开，如果是和力有关的使用左手定则，判断感应电流方向用右手定则。

27．（2020秋•厦门期末）如图所示为“旋转液体的实验”装置。盛有液体的玻璃容器放入蹄形磁铁中，蹄形磁铁内的磁场视为匀强磁场，磁感应强度B＝0.2T，容器内侧边缘和中心分别通过电极与电源的正极、负极相连接。玻璃容器的横截面的半径a＝0.05m，电源的电动势E＝6V，内阻r＝2Ω，限流电阻R0＝8Ω，玻璃容器中液体不动时，测得两电极间的液体电阻R＝5Ω。闭合开关，液体开始旋转，经足够长时间后，电压表的示数恒为4V，则（　　）



A．由上往下看，液体顺时针旋转

B．由上往下看，液体逆时针旋转

C．液体所受的安培力大小为2×10﹣3N

D．液体的转动功率大小为3.2W

【分析】在电源外部，电流由正极流向负极；由左手定则可以判断出导电液体受到的安培力方向，从而判断出液体的旋转方向；根据闭合电路的欧姆定律求出电路中的电流值，然后根据安培力的公式计算安培力的大小。

【解答】解：AB、由图示可知，电流由边缘流向中心，容器所在处的磁场竖直向上，由左手定则可知，由上往下看，导电液体受到的磁场力沿逆时针方向，因此液体沿逆时针方向旋转，故A错误，B正确；

C、电压表的示数U＝4V，根据闭合电路的欧姆定律有：E＝U+IR0+Ir，代入数据解得电路中的电流值为：I＝0.2A，液体所受安培力大小F＝BIa＝0.2×0.2×0.05N＝2×10﹣3N，故C正确；

D、液体的总功率P＝UI＝4×0.2W＝0.8W，

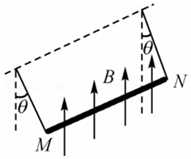
液体的热功率P热＝I2R＝0.22×5W＝0.2W，

液体的转动功率P转动＝P﹣P热＝0.8W﹣0.2W＝0.6W，故D错误。

故选：BC。

【点评】该题考查电磁驱动，是一道容易出错的题目。容易错的地方是当导电液体运动后，液体切割磁感线将产生反电动势，导电液体的电压不等于液体两端的电压。

28．（2020秋•大通县期末）如图所示，在竖直向上的匀强磁场中，用两根等长的绝缘细线水平悬挂金属棒MN，通以M到N的电流，平衡时两悬线与竖直方向的夹角均为θ。如果仅改变下列某一个条件，即可使得θ变大的是（　　）



A．两悬线等长变短 B．金属棒质量变大

C．磁感应强度变大 D．棒中的电流变大

【分析】对金属棒受力分析，应用平衡条件求出θ角的表达式，然后分析各选项答题。

【解答】解：设两绝缘细线对金属棒的拉力大小为T，金属棒受力如图所示，则有：tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；

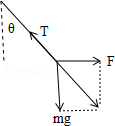
A、两悬线等长变短，tanθ不变，θ角不变，故A错误；

B、金属棒质量m变大，tanθ变小，θ角变小，故B错误；

C、磁感应强度B变大，tanθ变大，θ角变大，故C正确；

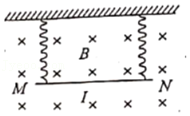
D、棒中的电流I变大，tanθ变大，θ角变大，故D正确。

故选：CD。



【点评】本题考查了包含安培力的平衡问题，解题思路是：对金属棒进行受力分析、应用平衡条件列式，根据安培力公式分析即可正确解题。

29．（2020秋•邯郸期末）如图所示，两根相同的轻弹簧悬挂着一根通有电流I0的直铜棒MN，置于磁感应强度为B，方向垂直纸面向里的匀强磁场中，此时两根弹簧处于原长状态。若在铜棒下面悬挂一质量为m的物块（图中未画出），将铜棒中的电流改为I1，弹簧可恢复为原长状态；若在铜棒下悬挂质量为M的物块，将铜棒中的电流改为I2或保持I1不变使磁场增大为B′均可使弹簧恢复为原长状态，下列说法中正确的是（　　）



A．电流方向由M指向N

B．若I2＝2I1，则M＝2m

C．若M＝2m，B不变，则I2＜2I1

D．若M＝2m，电流为I1，则B′＜2B

【分析】根据铜棒受力平衡判断安培力方向，根据左手定制判断电流方向；

当向铜棒通入不同电流时，根据守恒平衡列平衡等式，然后进行分析。

【解答】解：A、铜棒处于方向垂直纸面向里的匀强磁场中，弹簧处于原长，安培力的方向应竖直向上，根据左手定则可得，棒中通有电流的方向是从M流向N，故A正确；

BCD、设铜棒质量为m0，电流为I0时，两根弹簧处于原长状态，说明受力平衡，即m0g＝BI0L；

当铜棒下面悬挂一质量为m的物块时，铜棒和物块受力平衡，即m0g+mg＝BI1L；

当在铜棒下悬挂质量为M的物块时，铜棒和物块受力平衡，即m0g+Mg＝BI2L；

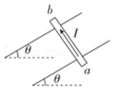
若M＝2m，则2BI1L＞BI2L，即2I1＞I2，故B错误，C正确；

同理，2BI1L＞B′I1L，可得2B＞B′，故D正确；

故选：ACD。

【点评】本题考查通电导体在磁场中受力平衡情况，关键是要根据左手定则判断安培力方向，根据平衡条件列等式。

30．（2020秋•河池期末）如图所示，两根光滑金属导轨平行放置，导轨所在平面与水平面间的夹角为θ．一质量为m、长为L的导体棒ab垂直导轨放置，整个装置处于垂直斜面向上的匀强磁场中。当导体棒ab中通有方向从a到b的恒定电流I时，磁场的方向由垂直斜面向上沿逆时针转至水平向左的过程中，导体棒始终静止，则磁感应强度的大小（　　）



A．先增大后减小 B．逐渐增大

C．可能为菁优网-jyeoo D．可能为菁优网-jyeoo

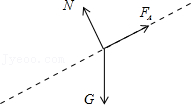
【分析】本题中导体棒受三个力，重力G、支持力FN和安培力FA，三力平衡，合力为零，其中重力的大小和方向都不变，支持力的方向不变，安培力的方向由沿斜面向上逐渐变为竖直向上，根据平行四边形定则分析。

【解答】解：AB、对导体棒受力分析，受重力G、支持力FN和安培力FA，三力平衡，合力为零，将支持力FN和安培力FA合成，合力与重力相平衡，如图

从图中可以看出，磁场的方向由垂直斜面向上沿逆时针转至水平向左的过程中，安培力FA一直变大，由于FA＝BIL，其中电流I和导体棒的长度L均不变，故磁感应强度渐渐变大，故B正确，A错误；

CD、磁场方向垂直于斜面向上，根据左手定则，安培力方向沿导轨平面向上，

导体棒受重力、支持力和安培力，如图所示：

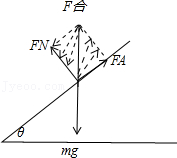


根据平衡条件，有：

FA＝BIL＝mgsinθ

解得：B＝菁优网-jyeoo，故C正确，D错误；

故选：BC。



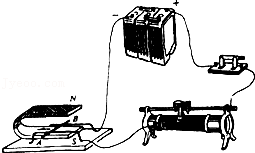
【点评】三力平衡的动态分析问题是一中常见的问题，其中一个力大小和方向都不变，一个力方向不变、大小变，第三个力的大小和方向都变，根据平行四边形定则做出力的图示分析即可。

**三．填空题（共10小题）**

31．（2020春•颍州区校级期中）如图为研究磁场对通电导线的作用力的实验，问：

（1）若闭合开关，导体棒AB 受到的安培力方向　向左　（“向左”或“向右”）

（2）如果向右滑动“滑动变阻器”触头，导体棒AB受到安培力方向　不变　（“反向”或“不变”），安培力大小　变小　（“变大”、“不变”或“变小”）



【分析】通电导线在磁场的受力与磁场方向和通电导线电流方向有关，改变其中一个，方向改变，改变两个，方向不变，根据左手定则判断导体棒受力方向，根据F＝BIL求的大小

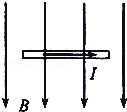
【解答】解：利用左手定则可以判断受力方向（1）向左，

（2）当滑片滑动时，方向不变，但电流发生改变，故大小发生改变，

故答案为：（1）向左（2）不变，变小

【点评】本题主要考查了左手定则，即张开左手，使四指与大拇指在同一平面内，大拇指与四指垂直，把左手放入磁场中，让磁感线穿过手心，四指与电流方向相同，大拇指所指的方向是安培力的方向．

32．（2020秋•会宁县校级期中）如图所示，把长为L的导体棒置于竖直向下的匀强磁场中，磁场的磁感应强度为B，导体棒与磁场方向垂直，棒中通有电流I，则导体棒所受安培力的大小为　BIL　．



【分析】导体棒与磁场方向垂直，根据安培力的大小公式F＝BIL直接判断即可．

【解答】解：由于导体棒与磁场方向垂直，则安培力为：F＝BIL

故答案为：BIL

【点评】解决本题的关键掌握安培力的大小公式F＝BIL．

33．（2019•新疆学业考试）在赤道附近的地磁场可看做是沿南北方向的匀强磁场，磁感应强度的大小是6×10﹣5T．如果赤道上有一根沿东西方向的直导线，长50m，通有从西向东的电流1A，则地磁场对这根导线的作用力为　3×10﹣3　N，方向向　竖直向上　。

【分析】根据左手定则，让磁感线从掌心进入，并使四指指向电流的方向，这时拇指所指的方向就是导线受的安培力的方向。根据F＝BIL来计算安培力的大小即可。

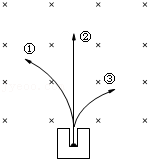
【解答】解：安培力的公式可得：F＝BIL＝6×10﹣5×50×1N＝3×10﹣3N；

由左手定则知安培力方向竖直向上；

故答案为：3×10﹣3；竖直向上。

【点评】本题是安培力的分析和计算问题。安培力大小的一般计算公式是F＝BILsinα，α是导体与磁场的夹角，当B、I、L互相垂直的时候安培力最大为F＝BIL。

34．（2019秋•兴隆台区校级期末）某种物质发射的三种射线如图所示的磁场中分裂成①、②、③三束．那么在这三束射线中，带正电的是　①　，带负电的是　③　，不带电的是　②　．



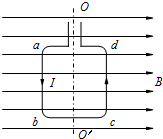
【分析】由轨迹偏转方向确定出洛伦兹力方向，由左手定则判断粒子的电性．

【解答】解：由图看出，①射线向左偏转，受到的洛伦兹力向左，由左手定则判断可知，①射线带正电；②射线不偏转，该射线不带电；③向右偏转，洛伦兹力向右，由左手定则判断得知，该射线带负电．

故答案为：①③②

【点评】本题考查左手定则的运用，注意应用左手定则时，四指指向负电荷运动的反方向．

35．（2019秋•会宁县校级期中）如图所示，一个通电矩形线圈abcd放在匀强磁场中，矩形线圈的OO′轴与磁场垂直，线圈平面与磁场平行．ab边所受的安培力方向为　垂直纸面向外　，cd边所受的安培力方向为　垂直纸面向内　，bc边　不受　安培力（填“受”或“不受”）．沿OO′轴方向看，矩形线圈将沿　逆时针　方向转动．



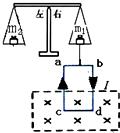
【分析】利用左手定则判断即可，注意电流方向、B的方向和安培力方向的表示．

【解答】解：利用左手定则，伸开左手，使B的方向垂直穿入手心，四指指向电流的方向，大拇指指向安培力的方向，所以ab边所受的安培力方向为 垂直纸面向外，cd边所受的安培力方向为 垂直纸面向内，bc边 不受安培力．从上往下看，矩形线圈将沿逆时针方向转动．

故答案为：垂直纸面向外，垂直纸面向内，不受，逆时针．

【点评】本题应明确左手定则的内容，灵活应用左手定则是解题的关键，基础题．

36．（2019•浑源县模拟）如图为“电流天平”，可用于测定磁感应强度．在天平的右端挂有一矩形线圈，设其匝数n＝5匝，底边cd长L＝20cm，放在垂直于纸面向里的待测匀强磁场中，且线圈平面与磁场垂直．当线圈中通入如图方向的电流I＝100mA时，调节砝码使天平平衡．若保持电流大小不变，使电流方向反向，则要在天平右盘加质量m＝8.2g的砝码，才能使天平再次平衡．则cd边所受的安培力大小为　4.1×10﹣2　 N，磁感应强度B的大小为　0.41　T（g＝10m/s2）．



【分析】开始天平处于平衡状态，cd边所受安培力方向竖直向下，当电流的大小不变，方向反向，cd边安培力的方向变为竖直向上，相当于右边少了2FA的作用力．

【解答】解：电流的大小不变，方向反向，cd边安培力的方向变为竖直向上，相当于右边少了2FA的作用力．

则2FA＝mg，所以菁优网-jyeoo．

FA＝nBIL，所以B＝菁优网-jyeoo

故本题答案为：4.1×10﹣2，0.41．

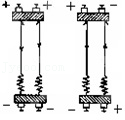
【点评】解决本题的关键掌握安培力的大小公式F＝BIL，以及会用左手定则判定安培力的方向．

37．（2018秋•福田区校级月考）电流周围也会产生磁场，它是丹麦物理学家　奥斯特　发现的。磁场对处于场中的磁体和电流有力的作用，同时电流之间也有安培力作用：同方向电流相互　吸引　，反方向电流相互　排斥　。

【分析】丹麦物理学家奥斯特发现了电流周围会产生磁场；

根据安培定则和左手定则，判断两导线之间的作用力性质。

【解答】解：丹麦物理学家奥斯特发现了电流周围会产生磁场，



如上左图所示：研究右导线的受力情况：将左导线看成场源电流，根据安培定则可知，它在右导线处产生的磁场方向向外，由左手定则判断可知，右导线所受的安培力方向向左；

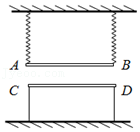
同理，将右导线看成场源电流，左导线受到的安培力向右，两导线要靠拢，说明电流方向相同时，两导线相互吸引；

同理可知：如上右图所示，当通入电流方向相反时，两导线远离，两导线相互排斥；

故答案为：奥斯特，吸引，排斥。

【点评】本题考查了奥斯特的电流磁效应实验、安培定则、左手定则和洛伦兹力，电流的磁场、磁场对电流的作用，要在理解的基础上加强记忆。

38．（2018秋•思明区校级期中）磁场对通电导体的作用力称为　安培　力，图为研究这种力的实验装置图，两条AB、CD水平直导线相互平行，其中AB用弹簧悬挂，CD用支架固定支撑。当两条直导线中分别通以A→B、C→D方向的电流时，悬挂导线AB的弹簧长度将　变长　（填“变长”、“变短”或“不变”）。



【分析】依据通电导线在磁场中受到安培力，再根据安培定则判断导线框所在处磁场方向，最后根据左手定则分析导线框所受的安培力方向，从而判定弹簧的受力情况。

【解答】解：磁场对通电导体的作用力称为安培力；

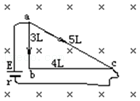
当两条直导线中分别通以A→B、C→D方向的电流时，依据安培定则，可知，CD通电导线在AB产生磁场方向垂直其向外，

再由左手定则，则AB受到安培力方向下，从而导致弹簧长度伸长，

故答案为：安培，变长。

【点评】本题关键在于：（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。

39．（2017秋•东湖区校级月考）如图，用粗细均匀的电阻丝折成平面三角形框架，三边的长度分别为3L、4L和5L，电阻丝L长度的电阻为r。该框架与一电动势为E、内阻为r的电源相连通，垂直于框架平面有磁感应强度为B的匀强磁场，则框架受到的磁场力大小为　菁优网-jyeoo　，方向是　垂直ac斜向上　。



【分析】根据左手定则判断出各段受到的安培力的方向，根据闭合电路的欧姆定律计算出各段上的电流大小，再计算出各段安培力的大小，然后使用平行四边形定则合成即可。

【解答】解：电路中的总电阻R总＝菁优网-jyeoo+r＝菁优网-jyeoor

则总电流I＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

通过ab、bc的电流I1＝菁优网-jyeooI＝菁优网-jyeoo

通过ac的电流I2＝菁优网-jyeooI＝菁优网-jyeoo

ab边所受的安培力方向水平向右，bc边所受的安培力方向竖直向上，ac边所受的安培力方向垂直ac向上。

ab边所受的安培力Fab＝BI1•3L＝菁优网-jyeoo

bc边所受的安培力Fbc＝BI1•4L＝菁优网-jyeoo，

ac边所受的安培力Fac＝BI2•5L＝菁优网-jyeoo

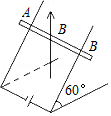
根据平行四边形定则知，三个力的合力方向由b→d，大小为：

F合＝菁优网-jyeoo+Fac＝菁优网-jyeoo

故答案为：菁优网-jyeoo；垂直ac斜向上。

【点评】本题考查了闭合电路欧姆定律和安培力的综合，掌握安培力的大小公式和左手定则判断安培力的方向是解决本题的关键。

40．（2018春•和平区校级期中）光滑金属轨道宽度为1m，倾角为60°，处在竖直向上的匀强磁场中，金属棒水平放在轨道上，通过它的电流为3A，棒的重为3N，恰好静止在轨道上，磁感应强度的大小为　菁优网-jyeoo　T。



【分析】对金属棒受力分析，金属棒静止处于平衡状态，根据安培力公式应用平衡条件可以求出磁感应强度大小。

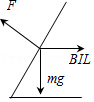
【解答】解：金属棒受力如图所示：

由平衡条件得：

BILcos60°＝Gsin60°，

代入数据解得：B＝菁优网-jyeooT；

故答案为：菁优网-jyeoo。



【点评】通电金属棒在磁场中受到安培力作用，金属棒静止处于平衡状态，对金属棒受力分析、应用平衡条件即可解题，正确受力分析、作出金属棒的受力分析图是解题的关键。

**四．计算题（共10小题）**

41．（2021•丰台区校级三模）如图所示，是磁流体动力发电机的工作原理图。一个水平放置的上下、前后封闭的矩形塑料管，其宽度为a，高度为b，其内充满电阻率为ρ的水银，由涡轮机产生的压强差p使得这个流体具有恒定的流速v0。现在在管道的前后两个表面分别安装长为L，高为b的铜质平板，实际流体的运动非常复杂，为简化起见作如下假设：

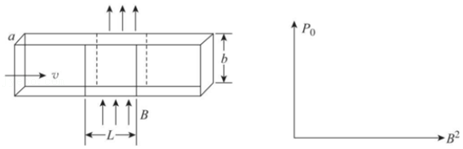
a.尽管流体有粘滞性，但整个横截面上的速度均匀；

b.流体受到的阻力总是与速度成正比；

c.导体的电阻：R＝菁优网-jyeoo，其中ρ、l和S分别为导体的电阻率、长度和横截面积；

d.流体不可压缩。

若由铜组成的前后两个侧面外部短路，一个竖直向上的匀强磁场只加在这两个铜面之间的区域，磁感应强度为B（如图）。



（1）加磁场后，新的稳定速度为v，求流体受到的安培力；

（2）写出加磁场后流体新的稳定速度v的表达式（用v0、p、L、B、ρ表示）；

（3）加磁场后若要维持流体速度依然为v0，分析并定性画出涡轮机的功率P0随磁感应强度的平方B2变化的图像。

【分析】（1）根据电阻定律求出两个铜面之间区域的电阻R的表达式，结合安培力的大小公式，以及I＝菁优网-jyeoo，求出磁场力F与v关系式．根据左手定则得出磁场力的方向；

（2）不加磁场时，压力差等于kv0，施加磁场时，压力差与安培力的合力等于kv，根据这两个关系求出新的稳定速度v的表达式；

（3）根据功率公式P0＝Fv0结合受力平衡求牵引力F，联立求出涡轮机的功率P0随磁感应强度的平方B2之间的关系式，进而画出图像。

【解答】解：（1）根据电阻定律公式，有：菁优网-jyeoo

由于FA＝BIa，I＝菁优网-jyeoo，

可推得：菁优网-jyeoo，力FA的方向与流速v的方向反向．

（2）不加磁场时：

pab＝kv0

加磁场时：

pab﹣FA＝kv

由上面二式，得：菁优网-jyeoo

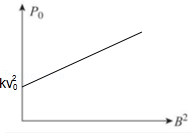
再利用（1）的结论，可推得：v＝菁优网-jyeoo

（3）涡轮机的功率P0＝Fv0

其中牵引力根据受力平衡可求得F＝kv0+BIL

则联立解得：P0＝k菁优网-jyeoo+菁优网-jyeooabL菁优网-jyeooB2

则涡轮机的功率P0随磁感应强度的平方B2变化的图像如下图所示：



答：

（1）加磁场后，新的稳定速度为v，流体受到的安培力为菁优网-jyeoo；

（2）加磁场后流体新的稳定速度v的表达式为菁优网-jyeoo；

（3）见解析。

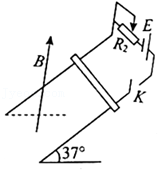
【点评】解决本题的关键掌握电阻定律、安培力大小和方向的判断，难点在于通过平衡求出流体新的稳定速度v的表达式．

42．（2021春•船山区校级期中）如图所示，倾角α＝37°、宽为l＝0.5m的金属框架上放一质量为m＝80g、电阻R1＝1Ω的导体棒，导体棒与框架间的动摩擦因数μ＝0.5。已知电源电动势E＝12V，内阻不计，滑动变阻器R2的最大阻值为30Ω，B＝0.6T，方向竖直向上，当合上K后，导体棒在斜面上处于静止状态。金属框架电阻不计，取g＝10m/s2，sin37°＝0.6。求：

（1）当R2＝5Ω时，金属棒受到的安培力大小；

（2）当R2＝5Ω时，金属棒受到的摩擦力大小；

（3）若磁场方向变为垂直斜面向上，大小不变，为了使金属棒保持静止，滑动变阻器R2应在什么范围内调节？



【分析】依据欧姆定律计算电路中所得电流大小

根据电流可求得导体所受安培力的大小

对金属棒做受力分析，根据导体静止的条件求解摩擦力

【解答】解：

（1）K闭合后，金属棒受安培力F水平向右，导体受力分析如图1

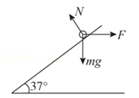


图1

当R2＝5Ω时，I＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝2A

则F＝BIL＝0.6N

(2)当R2＝5Ω时，安培力F沿斜面分力大小为F'＝Fcos37°＝0.6×0.8N＝0.48N

棒重力沿斜面向下分力mgcos37°＝0.8×0.6N＝0.48N

所以，棒不受摩擦力。

（3）若B方向垂直斜面向上，则F沿斜面向上，导体受力分析如图2

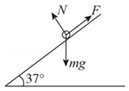


图2

棒恰好不下滑，则 F+μmgcos37°＝mgsin37°

F＝菁优网-jyeoo

解得：R2＝21.5Ω

若棒恰好不上滑，则F＝mgcos37°+μmgcos37°

解得R2＝3.5Ω

所以，棒静止的R2的范围为3.5Ω≤R2≤21.5Ω

答：（1）当R2＝5Ω时，金属棒受到的安培力大小为0.6N

（2）当R2＝5Ω时，金属棒受到的摩擦力大小为0

（3）若磁场方向变为垂直斜面向上，大小不变，为了使金属棒保持静止，R2的范围为3.5Ω≤R2≤21.5Ω

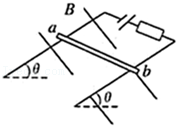
【点评】考查导体棒在磁场所受安培力的判断

在受力分析时，不仅要考虑摩擦力沿斜面向上的情况，同时要考虑摩擦力沿斜面向下的情况。

43．（2021春•邹城市期中）两根平行、光滑的倾斜金属导轨相距L＝0.2m，与水平面间的夹角为θ＝37o，有一根质量为m＝0.2kg的金属杆ab垂直导轨搭在导轨上，匀强磁场与导轨平面垂直。当杆中通以从b到a的电流I＝5A时，杆可静止在斜面上，取g＝10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8。

（1）求匀强磁场的磁感应强度B的方向和大小；

（2）若保持其他条件不变，只是突然把磁场方向改为竖直向上，此时施加一个平行于导轨方向的外力F，使金属杆仍保持静止状态，求作用在金属杆上的外力F的方向和大小。



【分析】（1）金属杆静止在光滑导轨上，重力沿导轨向下的分量与安培力平衡，由平衡条件和安培力公式F＝BIL相结合求磁感应强度B的大小，由左手定则判断B的方向。

（2）改变磁场方向后，F、安培力在斜面方向的分量、重力沿导轨向下的分量三力平衡，由此求解F的大小，确定F的方向。

【解答】解：（1）金属杆静止在斜面上，根据平衡条件得知金属杆受到的安培力沿导轨向上，由左手定则判断可知B的方向垂直于斜面向上。

由平衡条件得

BIL＝mgsinθ

解得：B＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooT＝1.2T

（2）若把磁场方向改为竖直向上，施加一个平行于导轨方向的外力F，金属杆静止时，由平衡条件得

F+BILcosθ＝mgsinθ

解得：F＝mgsinθ﹣BILcosθ＝（0.2×10×0.6﹣1.2×5×0.2×0.8）N＝0.24N

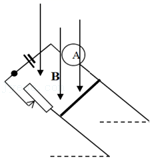
方向沿导轨向上。

答：（1）匀强磁场的磁感应强度大小为1.2T，方向垂直于斜面向上；

（2）作用在金属杆上的外力F的大小为0.24N，方向沿导轨向上。

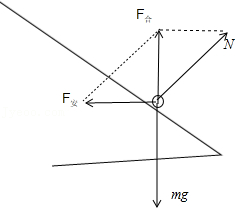
【点评】本题是通电导体在磁场中平衡问题，要知道安培力是联系磁场和力学的桥梁，往往先根据平衡条件求出安培力，再根据安培力公式F＝BIL求解B的大小。

44．（2021春•裕安区校级月考）如图，两根平行的光滑的铜杆与水平面的夹角为θ＝45°，其上端与电源和滑动变阻器相连，处于竖直向下的匀强磁场中，调节滑动变阻器R，当电流表的读数I＝2.5A时，横放在铜杆上的铝棒恰好静止，铝棒的质量M＝0.2kg，两杆的间距L＝0.4m，求磁感应强度B是多少？（g取10m/s2）



【分析】根据共点力平衡求出安培力的大小，再通过安培力公式F＝BIL求出B的值。

【解答】解：从左向右看，铝棒的受力分析如图：



根据平衡条件，铝棒受到的安培力和支持力的合力与重力等大反向：

F安＝Mgtan45°

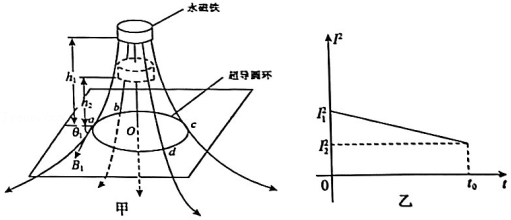
F安＝BIL

解得：B＝2T

答：磁感应强度B大小为2T。

【点评】解题的关键是根据题目中的立体图，画出受力分析的平面图，利用共点力平衡求出安培力。

45．（2021•顺义区二模）利用超导体可以实现磁悬浮如图甲是超导磁悬浮的示意图。在水平桌面上有一个周长为L的超导圆环，将一块永磁铁沿圆环中心轴线从圆环的正上方缓慢向下移动，由于超导圆环与永磁铁之间有排斥力，结果永磁铁能够悬浮在超导圆环的正上方h1高处。



（1）从上向下看试判断超导圆环中的电流方向；

（2）若此时超导圆环中的电流强度为I1，圆环所处位置的磁感应强度为B1，磁场方向与水平方向的夹角为θ1，求超导圆环所受的安培力F；

（3）在接下来的几周时间内，发现永磁铁在缓慢下移。经过较长时间t0后，永磁铁的平衡位置变为离桌面h2高处。有一种观点认为超导体也有很微小的电阻率，只是现在一般仪器无法直接测得超导圆环内电流的变化造成了永磁铁下移，若已知永磁铁在h2高处时，圆环所处位置的磁感应强度大小为B2，磁场方向与水平方向的夹角为θ2，永磁铁的质量为m，重力加速度为g。

a．永磁铁的平衡位置变为离桌面h2高处时，求超导圆环内的电流强度I2；

b．若超导圆环中的电流强度的平方随时间变化的图像如图乙所示，且超导圆环的横截面积为S，求该超导圆环的电阻率ρ。

【分析】（1）根据两者的排斥作用和安培定则判断超导环中的电流方向；

（2）根据平衡条件和牛顿第三定律求超导圆环受到的安培力；

（3）在磁铁下落过程中，重力做的功全部转化为焦耳热，根据能量守恒即可求出超导环的电阻率

【解答】解：（1）根据同名磁极相互排斥的道理，超导圆环的磁感线方向向上，由安培定则可知，超导圆环的电流方向应是逆时针方向；

（2）圆环处的磁感应强度的竖直分量产生的安培力抵消，水平分量产生竖直方向的安培力，所以安培力F＝B1I1Lcosθ1，由左手定则知，方向竖直向下；

（3）永磁铁下降到h2处时，圆环处的磁感应强度为B2，与水平面夹角为θ2，

a、对永磁铁根据平衡条件：mg＝F超﹣永，对超导圆环：F永﹣超＝B2I2Lcosθ2

根据牛顿第三定律：F超﹣永＝F永﹣超

所以I2＝菁优网-jyeoo。

b、磁铁下降前后环中电流为I1＝菁优网-jyeoo，I2＝菁优网-jyeoo

根据能量守恒定律有：mg（h1﹣h2）＝菁优网-jyeoo

解得R＝菁优网-jyeoo，再根据电阻定律R＝菁优网-jyeoo可得电阻率ρ＝R×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo×菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo。

答：（1）从上向下看超导圆环中的电流方向为逆时针方向；

（2）若此时超导圆环中的电流强度为I1，圆环所处位置的磁感应强度为B1，磁场方向与水平方向的夹角为θ1，则超导圆环所受的安培力F为B1I1Lcosθ1，方向竖直向下。

（3）a、永磁铁的平衡位置变为离桌面h2高处时，超导圆环内的电流强度I2为菁优网-jyeoo；

b、若超导圆环中的电流强度的平方随时间变化的图像如图乙所示，且超导圆环的横截面积为S，该超导圆环的电阻率ρ为菁优网-jyeoo。

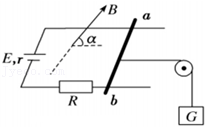
【点评】本题主要考查了在电磁感应中的能量守恒和共点力平衡，第三问关键是抓住重力做的功全部转化为内能即可。

46．（2020秋•珠海期末）如图所示，水平导轨间距为L＝1m，导轨电阻忽略不计；导体棒ab的质量m＝1kg，连入导轨间的电阻R0＝0.8Ω，与导轨接触良好；电源电动势E＝10V，内阻r＝0.2Ω，电阻R＝4Ω；外加匀强磁场的磁感应强度B＝3T，方向垂直于ab，与导轨平面的夹角α＝37°；ab与导轨间的动摩擦因数为μ＝0.5（设最大静摩擦力等于滑动摩擦力），定滑轮摩擦不计，轻绳对ab的拉力为水平方向，重力加速度g＝10m/s2，ab处于静止状态。已知sin37°＝0.6，cos37°＝0.8。求：

（1）通过ab的电流大小和方向；

（2）ab受到的安培力大小；

（3）重物重力G的取值范围。



【分析】根据电路相关知识判断电流方向，再根据左手定则判断安培力方向，之后由平衡条件列方程求解，但是必须注意静摩擦力方向可变。

【解答】解：

（1）由闭合电路欧姆定律可知

I＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝2A

方向a向b

（2）由F＝BIL 可知

F＝BIL＝3×2×1N＝6N

（3）导体棒ab受力分析如图所示

①当摩擦力向左且为最大摩擦力时

Fsinα+μFN＝T

Fcosα+FN＝mg

T＝G

则G＝6.2N

②当摩擦力向右且为最大摩擦力时

Fsinα＝T+μFN

Fcosα+FN＝mg

T＝G

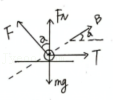
则G＝1N

所以1N≤G≤6.2N

答：（1）电流I＝2A，方向a指向b

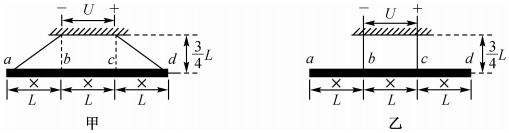
（2）安培力大小为6N

（3）G的取值范围是1N≤G≤6.2N



【点评】正确分析静摩擦力方向和安培力方向，根据平衡条件是解题关键

47．（2020秋•长安区校级期末）如图所示，一根用同种材料制成、粗细均匀的金属棒，a、b、c、d为棒上四点，且ab＝bc＝cd＝L。现通过两根轻质导线（轻质导线电阻不计）按图甲、乙所示的两种方式对称悬挂在天花板上，并在两导线间加一恒定电压U，处于静止状态。已知金属棒质量为3m、电阻为3R，处在垂直纸面向里的磁感应强度大小为B的匀强磁场中，且与天花板间距离为菁优网-jyeooL。求甲、乙两种悬挂方式中单根导线上的拉力大小的比值。（sin37°＝0.6，cos37°＝0.8）



【分析】根据欧姆定律以及安培力公式，可表达出两种情况下的安培力大小；对导体棒受力分析建立等量关系可表达出绳子拉力大小，即可求出拉力之比。

【解答】解：对图甲，金属杆中的电流：I1＝菁优网-jyeoo

则金属杆所受的安培力：F1＝B•3LI1

设绳与水平方向夹角为θ，根据图甲，由几何关系得

tanθ＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

所以：θ＝37°

根据左手定则，安培力方向竖直向下，根据平衡条件得：3mg+F1＝2T1sin37°，

联立解得：T1＝菁优网-jyeoo

对图乙，金属杆中的电流：I2＝菁优网-jyeoo

UR则金属杆所受的安培力：F2＝BLI2

根据左手定则，安培力方向竖直向下，根据平衡条件得：3mg+F2＝2T2，

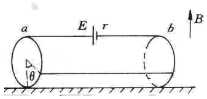
联立解得：T2＝菁优网-jyeoo

所以：T1：T2＝5：3

答：甲、乙两种悬挂方式中单根导线上的拉力之比为5：3。

【点评】对导体棒受力分析时，注意安培力的判断必须使用左手。

48．（2020秋•松山区校级月考）如图所示，在绝缘的水平桌面上固定着两个圆环，它们的半径相等，环面竖直、相互平行，间距是20cm，两环由均匀的电阻丝制成，电阻都是9Ω，在两环的最高点a和b之间接有一个电动势为12V、内阻为0.5Ω的直流电源，连接导线的电阻可忽略不计，空间有竖直向上的匀强磁场。一根长度等于两环间距、质量为2g、电阻为1.5Ω的均匀导体棒水平地置于两环内侧，不计与环间的摩擦，当棒放在其两端点与两环最低点之间所夹圆弧对应的圆心角为60°时，棒刚好静止不动，试求匀强磁场的磁感应强度（取g＝10m/s2）。



【分析】图中圆弧被导体棒分为两部分是并联关系，根据闭合电路的欧姆定律列式求解电流，对导体棒受力分析后根据平衡条件求解磁感应强度。

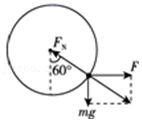
【解答】解：导体棒静止时，将圆环分成电阻为6Ω和3Ω的两部分，两者为并联关系，

并联电阻为菁优网-jyeoo

闭合电路的总电阻为R总＝2R1+R+r＝2×2Ω+1.5Ω+0.5Ω＝6Ω

设电源的电动势为E，则电路总电流为菁优网-jyeoo

从左向右看，导体棒的受力如图所示



根据平衡条件，则有F＝BIL＝mg⋅tan60°

联立解得菁优网-jyeoo。

答：匀强磁场的磁感应强度大小是菁优网-jyeoo。

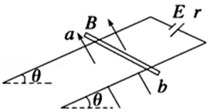
【点评】本题是力学和电路知识的综合，关键运用力学规律表示安培力，明确电路的连接关系，要掌握安培力公式和欧姆定律进行解答．

49．（2020秋•昆山市校级月考）如图所示，两平行金属导轨间的距离L＝0.40m，金属导轨所在的平面与水平面夹角θ＝37°，在导轨所在平面内，分布着磁感应强度B＝0.50T、方向垂直于导轨所在平面的匀强磁场，金属导轨的一端接有直流电源。现把一个质量m＝0.040kg的导体棒ab放在金属导轨上，导体棒恰好静止。导体棒与金属导轨垂直且接触良好，通过导体棒的电流I＝1.5A，g取10m/s2。已知sin37°＝0.60、cos37°＝0.80，求：

（1）导体棒受到的安培力和摩擦力；

（2）若将磁场方向改为竖直向上，要使导体棒继续保持静止，且不受摩擦力作用，求此时磁场磁感应强度B2的大小？

（3）若金属导轨是光滑的，磁场方向可在竖直平面内变化，求能使导体棒处于静止的最小磁感应强度B3的大小。



【分析】（1）根据安培力公式可求解安培力大小，根据左手定则可判断方向；对导体棒受力分析列出等量关系可求解摩擦力；

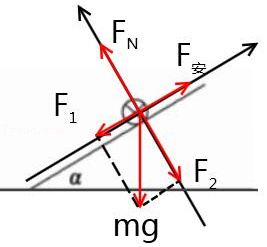
（2）磁场方向竖直向上，导体棒保持静止，安培力等于重力；

（3）金属导轨光滑，导体棒能使导体棒静止，当安培力等于重力沿斜面的分力时，磁感应强度最小。

【解答】解：（1）导体棒受到的安培力为：F安＝BIL＝0.50×1.5×0.40N＝0.30N．

由左手定则可知，安培力沿斜面向上

对导体棒受力分析如图：



将重力正交分解，沿导轨方向有：

F1＝mgsin37°＝0.040×10×0.60N＝0.24N

F1＜F安，根据平衡条件可知，摩擦力沿斜面向下

mgsin37°+f＝F安

得：f＝F安﹣mgsin37°＝0.30N﹣0.24N＝0.06N．

（2）当B的方向改为竖直向上时，这时安培力的方向变为水平向右，则

B2IL＝mgtanα，

得：B2＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooT＝0.5T

（3）由于金属导轨光滑，导体棒能使导体棒静止，当安培力等于F1时，磁感应强度最小，

B3IL＝mgsinα

得：B3＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooT＝0.4T

答：（1）导体棒受到的安培力为0.30N和摩擦力为0.06N；

（2）磁场磁感应强度B2为0.5T；

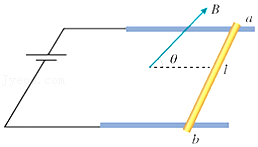
（3）最小磁感应强度B3为0.4T。

【点评】受力分析时，安培力必须使用左手定则。

50．（2020秋•皇姑区校级月考）如图所示，金属杆ab的质量为0.2kg，长为0.5m，通过的电流为1A，处在磁感应强度为2T的匀强磁场中，磁场方向与导轨平面夹角θ＝37°，如图所示。若导体棒恰好静止不动，已知g＝10m/s2，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8。求：

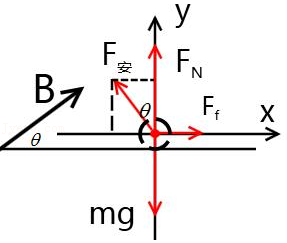
（1）导体棒与导轨间的动摩擦因数μ；

（2）若其他条件不变，将磁场反向，并逐渐增大磁感应强度，当导体棒刚开始运动时，此时磁感应强度B（设最大静摩擦力等于滑动摩擦力）。



【分析】对导体棒受力分析，列出等量关系，再结合安培力公式、摩擦力公式即可求解。

【解答】解：（1）受力如图所示：



由受力平衡得：

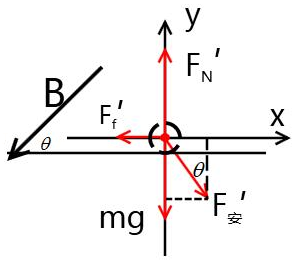
Ff＝F安sinθ＝BILsin37°＝2×1×0.5×0.6N＝0.6N

FN＝mg﹣F安cosθ＝mg﹣BILcos37°＝0.2×10﹣2×1×0.5×0.8N＝1.2N

由Ff＝μFN

得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝0.5

（2）磁场反向后，则安培力反向，受力如图所示：



刚开始滑动则受力满足：

Ff′＝F安′sinθ＝B'ILsin37°

FN′＝mg+F安′cosθ＝mg+B'ILcos37°

由Ff′＝μFN′

得：B'＝10T

答：（1）导体棒与导轨间的动摩擦因数为0.5；

（2）磁感应强度B为10T。

【点评】对导体棒受力分析时，一定要注意安培力使用左手定则判断。