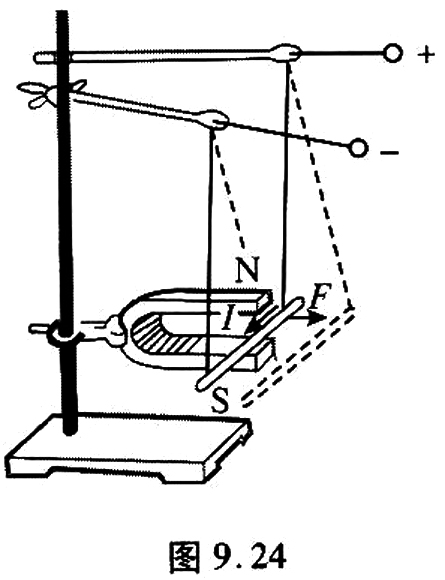
**第二节 磁场对电流的作用力 左手定则**

磁场对放人其中的磁极有力的作用，实际是磁场对磁极产生的磁场有力的作用。电流周围也存在磁场，当将电流放人磁场中时，电流也会受到磁场对它的力的作用。图9.24所示的装置可以用来研究磁场对电流的作用力。

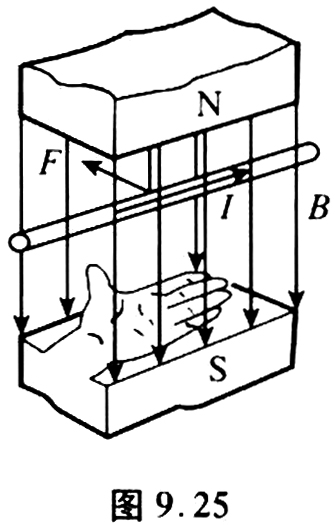
**一、安培力**

通电导线在磁场中受到的作用力叫磁场力，通常也叫安培力。实验证明，安培力的大小与磁感应强度的大小、直导线的长度、导线中的电流大小以及电流方向与磁场方向之间的夹角都有关系。

当通电直导线与磁感应强度的方向垂直时，安培力的大小为磁感应强度、电流和导线长度三者的乘积，即。当通电直导线与磁感应强度的方向平行时，安培力。

当通电直导线与磁感应强度的方向垂直时，磁感应强度的大小也可以写成，实际上，磁感应强度正是通过这种方式定义出来的。

**二、左手定则**

通电导线受到的安培力的方向和磁场方向、电流方向之间的关系可用左手定则来表述：伸出左手，使拇指与四指垂直且与手掌在同一平面内，将左手放在磁场中，磁感线垂直穿入手心，四指指向电流方向，拇指所指的方向就是通电导线所受安培力的方向，如图9.25所示。

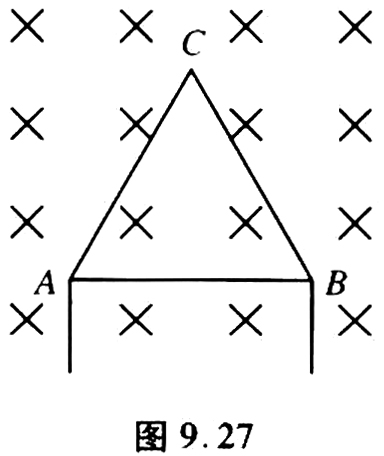
注意：（1）当时，；当时，最大。公式只适用于通电导线与磁场垂直（）的情况。（2）安培力—定跟通电导线垂直，跟磁感应强度垂直，即，；但是通电导线的方向跟磁场方向不一定垂直。

**三、安培力的典型问题**

**1．导线的等效长度**

如图9.26所示，弯曲的导线置于匀强磁场当中，，为导线的两个端点，导线中通以电流，要计算该导线所受的安培力，可以连接，两点，将弯曲导线中的电流等效于从流向的直线电流，则弯曲导线的等效长度即为，间的距离，可得弯曲导线所受安培力。



**例1** （上海第30届大同杯初赛）通电导线在磁场中受到的安培力的大小与导线中的电流成正比，与导线的长度成正比。在如图9.27所示的电路中，由均匀的电阻丝组成的等边三角形导体框垂直磁场放置，将，两点接入电压恒定的电源两端，通电时，线框受到的安培力大小为，若将边移走，其他不变，则余下线框受到的安培力大小为（ ）。

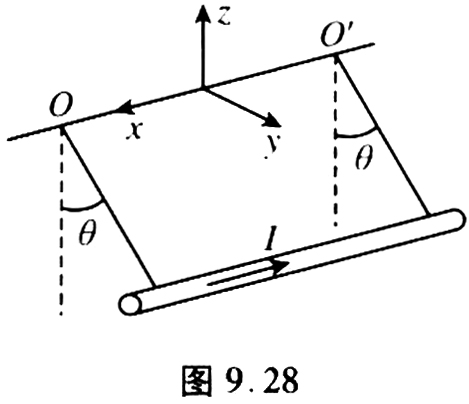
A． B．

C． D．

**分析与解** 整个线框受到的安培力实际上等于导线和导线所受安培力的合力。的电阻为的电阻的两倍，则通过的电流为的一半，而的等效长度等于，所以上的安培力为上的安培力的一半，即上的安培力为，上安培力为，故选项B正确。

**2．安培力的平衡问题**

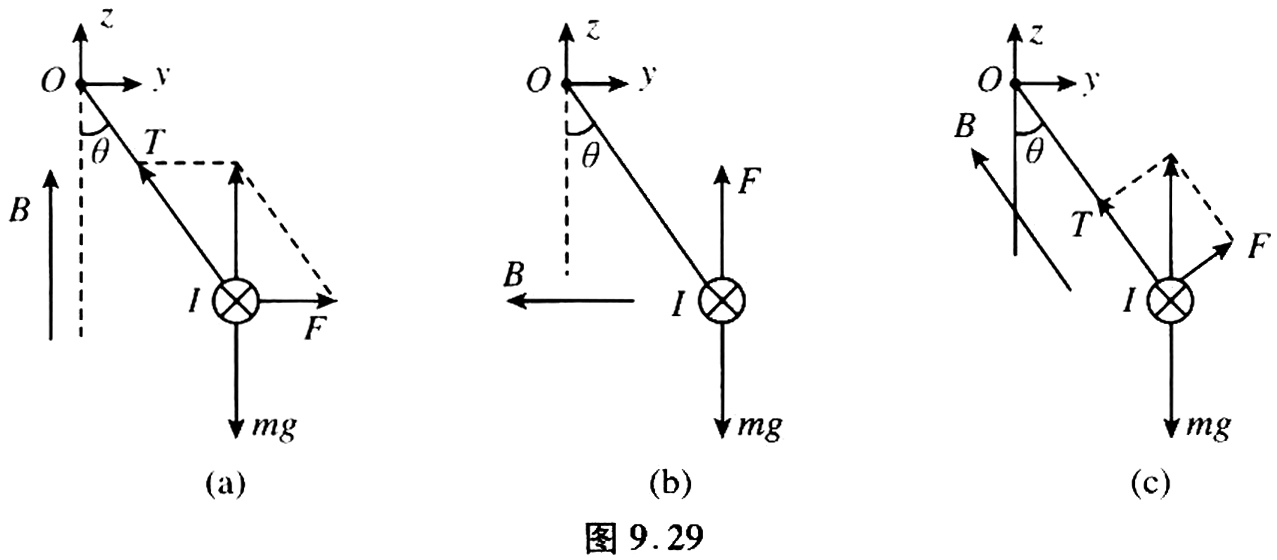
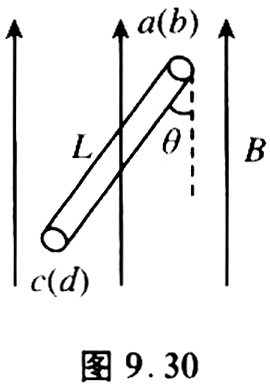
导体棒除了受安培力以外，还会受到重力、弹力等其他力，在这些力的共同作用下，导体棒可能处于平衡状态，这时导体棒所受安培力与其他力满足共点力平衡，或者是力矩平衡。

**例2** 如图9.28所示，质量为、长为的直导线用两绝缘细线悬挂于，，并处于匀强磁场中。当导线中通以沿负方向的电流且导线保持静止时，悬线与竖直方向的夹角为。则磁感应强度的方向和大小可能为（ ）。

A．轴正向， B．轴负向，

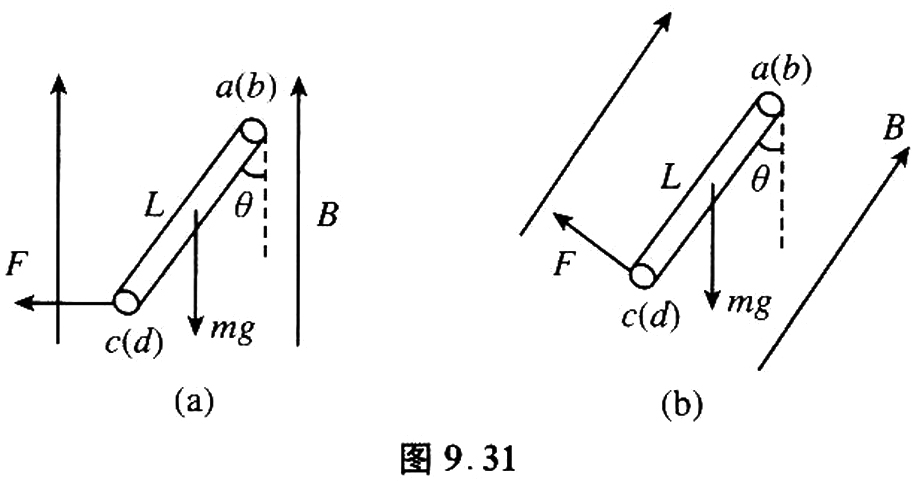
C．轴负向， D．沿悬线向上，

**分析与解** 沿着的方向看去，将图9.28改画成侧视图。当磁感应强度的方向沿着轴正向时，导体棒所受安培力的大小，方向水平向右，棒所受重力、细线拉力及安培力的关系如图9.29（3）所示，则由平行四边形知识，易得，解得，选项A正确。当磁感应强度的方向沿着轴负向时，导体棒所受安培力的大小为，方向竖直向上，如图9.29（b）所示，此时细线拉力必为零，应有，解得，选项B正确。当磁感应强度的方向沿着轴负向时，发现电流方向恰与磁感应强度方向平行，导体棒不受安培力，必不能在图9.28所示状态下平衡，选项C错误。当磁感应强度的方向沿着悬线向上时，安培力的大小为，方向与悬线垂直斜向右上方，如图9.29（c）所示，则可求得，解得，选项D正确。本题正确选项为ABD。



**例3** 边长为、粗细均匀的匝正方形线圈的总质量为，以水平方向的一边为轴可自由转动，线框处在方向竖直向上的匀强磁场中，如图9.30所示，当线框中通入电流时，线框转至其平面与竖直方向成角时达到平衡，则磁感应强度的大小为\_\_\_\_\_\_\_。若可以改变磁场的方向，但通入线框的电流大小、方向不变，仍然要使该线框平衡在图示位置，则所加匀强磁场的磁感应强度的最小值为\_\_\_\_\_\_\_\_。

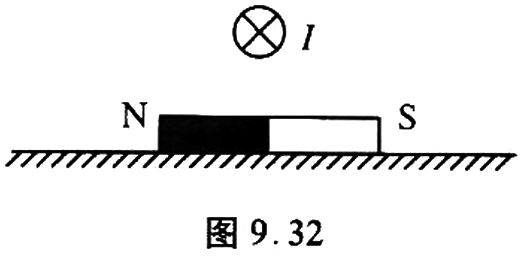
**分析与解** 如图9.31（a）所示，正方形线圈所受力矩平衡，边所受安培力的方向应为水平向左，大小为，则应有，解得。当磁场方向与线圈平面平行斜向上时，边所受安培力的方向恰与线圈平面垂直，安培力的力臂最大，此时安培力最小，即对应的磁感应强度最小，如图9.31（b）所示，则有，解得。



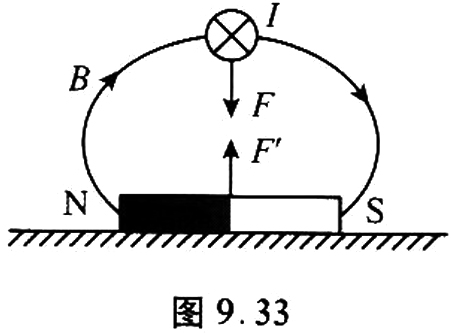
**3．导线与磁铁之间的作用**

磁铁的磁场对通电导线有作用力，反过来通电导线的磁场对磁铁也有作用力。我们可以选取磁铁或导线作为研究对象，分析它们之间的作用力的情况。

**例4** 如图9.32所示，条形磁铁放在水平地面上，在磁铁正上方有一通电导线垂直磁铁放置，电流方向向里，则磁铁对地面的压力（ ）。

A．大于磁铁重力 B．小于磁铁重力

C．等于磁铁重力 D．无法确定

**分析与解** 如图9.33所示，画出磁铁的一根磁感线，且该磁感线恰好通过导线，由于导线位于磁铁正上方，导线所在处的磁感应强度沿磁感线切线方向水平向右，利用左手定则，可判断导线所受安培力竖直向下，根据作用力和反作用力知识，磁铁所受磁场力是竖直向上的，因此磁铁对地面的压力小于其重力，选项B正确。

本题也可以先利用安培定则判断出电流的磁场方向为顺时针方向（顺着电流方向看去），再根据极受力沿着磁场方向，极受力逆着磁场方向，判断出，极受力均为斜向上且大小相等，也可得出选项B正确。

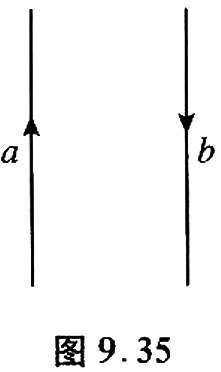
**4．平行直导线之间的作用力**

当通电直导线处于其他电流产生的磁场中时，通电直导线也会受到安培力的作用。如图9.34（a）所示，两根通电长直导线平行放置，通以方向相同的电流和，根据右手螺旋定则，电流产生的磁场如图中所示，恰处在之中，根据左手定则，所受安培力水平向左。反过来，电流产生的磁场也会对有力的作用，可以判断出所受安培力水平向右，即同向电流互相吸引。

同理，可以得出平行导线中的异向电流，它们受到的安培力和如图9.34（b）所示，即异向电流互相排斥。

当平行导线足够长时，与是一对作用力和反作用力，大小相等，即。

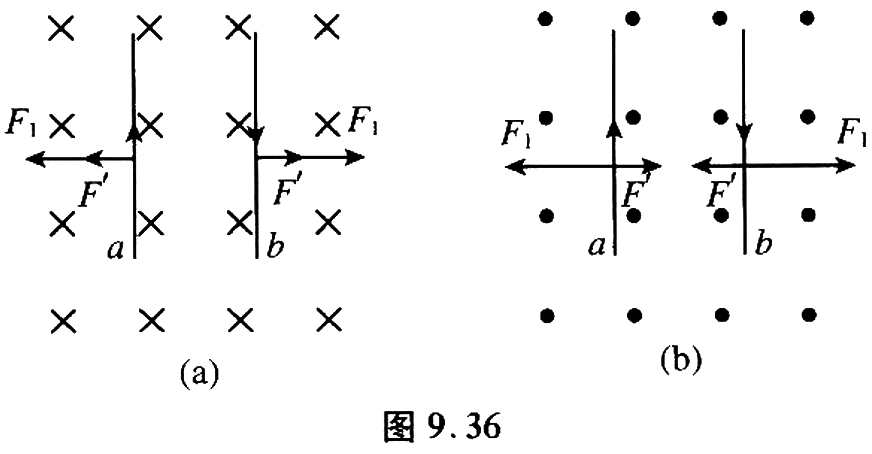


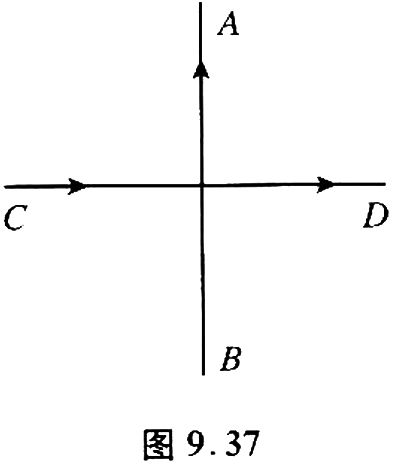
**例5** 如图9.35所示，两根平行放置的长直导线和载有大小相同、方向相反的电流，受到磁场力的大小为，当加入一与导线所在平面垂直的匀强磁场后，受的磁场力大小变为，则此时所受的磁场力大小变为（ ）。

A． B．

C． D．

**分析与解** ，导线中的电流为异向电流，它们之间的作用力互相排斥，作用力大小均为。当加人题述匀强磁场后，，导线还将分别受到该匀强磁场对它们的作用力，则当加入的匀强磁场为垂直于纸面向里时，，导线受力情况如图9.36（a）所示，两导线所受合力大小均为。当加入的匀强磁场为垂直于纸面向外时，，导线受力情况如图9.36（b）所示，两导线所受合力大小均为。综上所述，选项A正确。



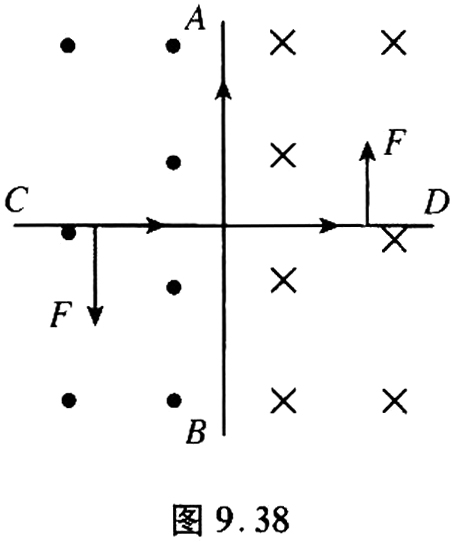
**例6** 两条导线互相垂直，如图9.37所示，但相隔一段较小的距离，其中一条是固定的，另一条能自由转动，当直流电流按图示方向通入两条导线时，导线将（ ）。

A．逆时针方向转动，同时靠近导线

B．顺时针方向转动，同时靠近导线

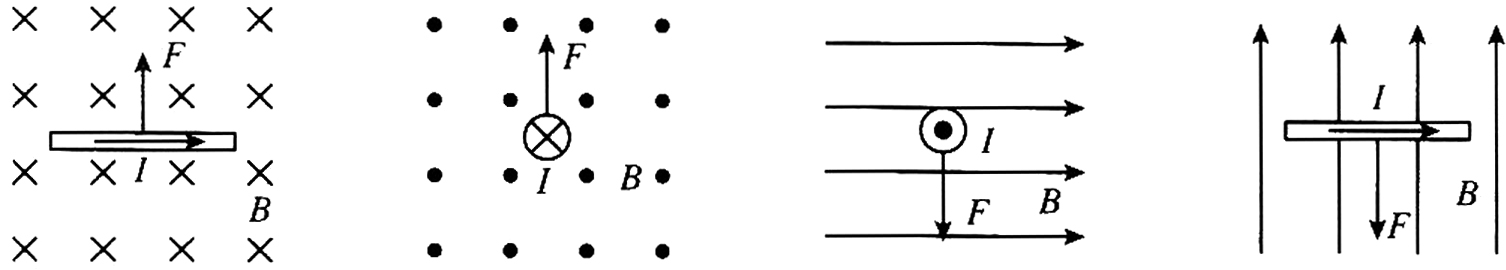
C．逆时针方向转动，同时离开导线

D．顺时针方向转动，同时离开导线

**分析与解** 我们先判断的转动方向，再判断是靠近还是远离。如图9.38所示，先根据右手螺旋定则画出导线周围的磁场分布，然后利用左手定则判断出的右半部分受安培力向上，左半部分受安培力向下，这样将逆时针转动。当转至与平行时，根据同向电流互相吸引，可知靠近。实际上，棒是一边逆时针转动，一边靠近的。本题正确答案为A。

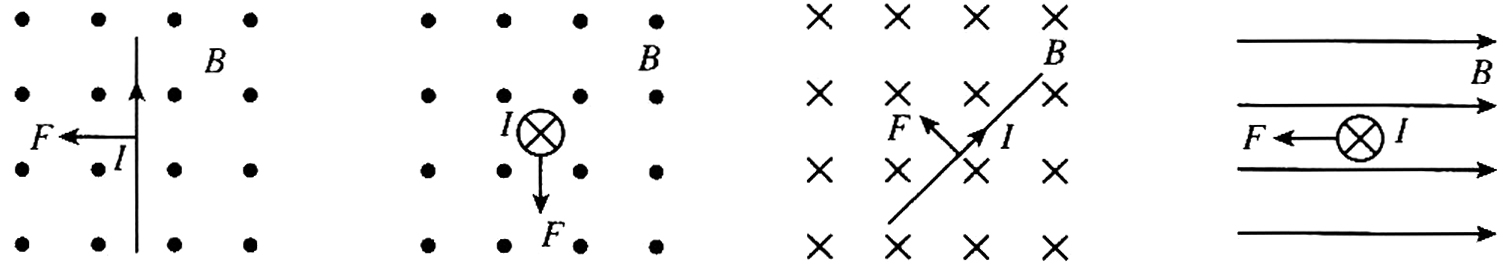
**练习题**

1．以下选项中标出的磁感应强度、电流和其所受磁场力的方向，正确的是（ ）。



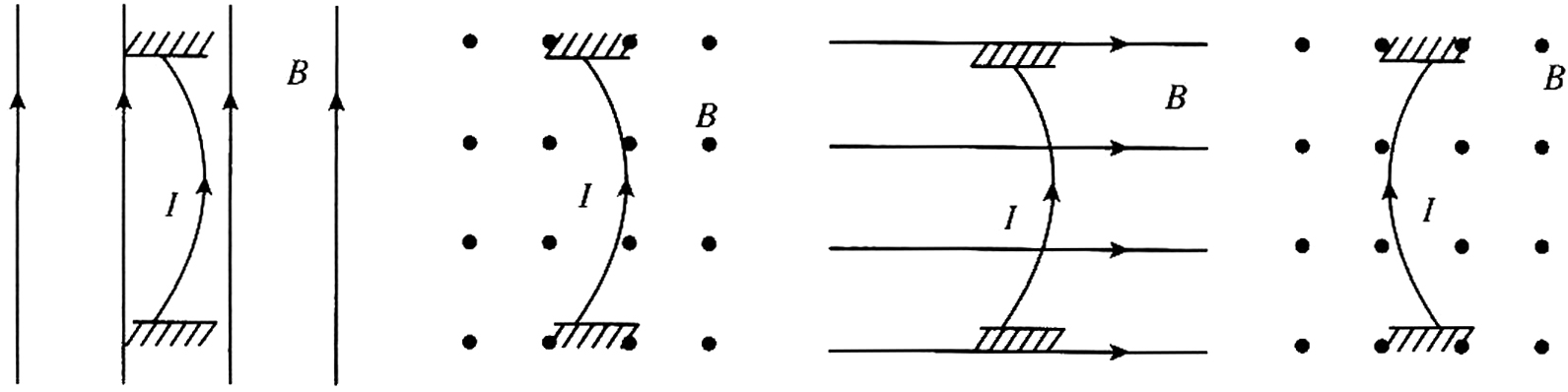
　　　　　　　A．　　　　　　　　B． C． D．

2．以下选项中对通电导线在匀强磁场中所受安培力的方向判断正确的是（ ）。



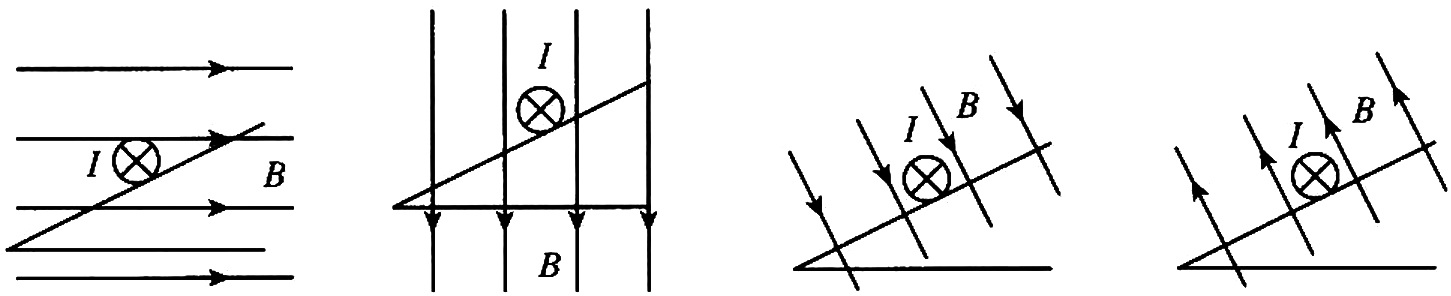
　　　　　　　　A．　　　　　　　B．　　　　　　　C．　　　　　　　　D．

3．—根容易形变的弹性轻导线两端固定。导线中通有如图箭头所示的电流。当没有磁场时，导线呈直线状态；当分别加上如图所示的匀强磁场时，描述导线状态的四个图示中正确的是（ ）。



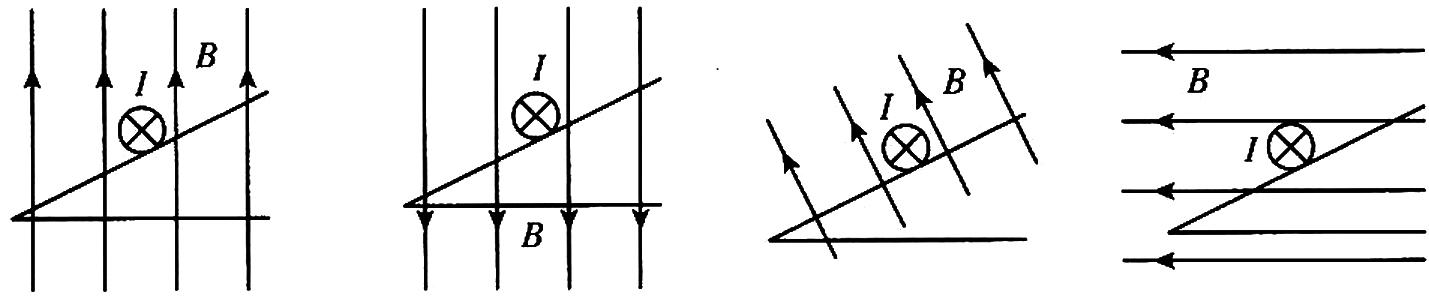
　　　　　　　A．　　　　　　　　B．　　　　　　　　C．　　　　　　　　　D．

4．通电导体棒水平放置在光滑绝缘斜面上，整个装置处在匀强磁场中，以下四种情况中导体棒可能保持静止状态的是（ ）。



　　　　　　A．　　　　　　　　B．　　　　　　　　C．　　　　　　　　　D．

5．通电导体棒水平放置在绝缘斜面上，整个装置置于匀强磁场中，导体棒能保持静止状态。以下四种情况中导体棒与斜面间一定存在摩擦力的是（ ）。



A． B． C． D．

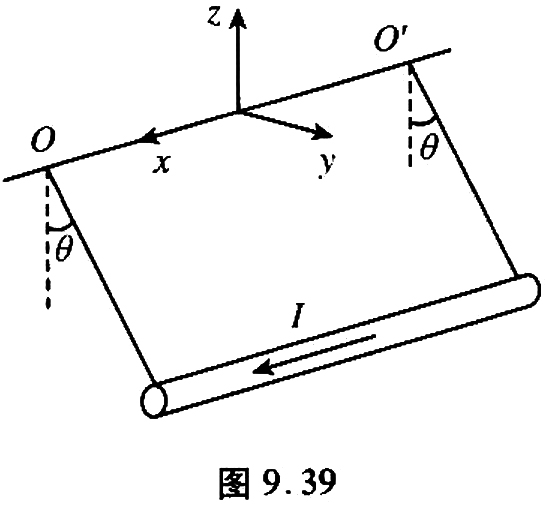
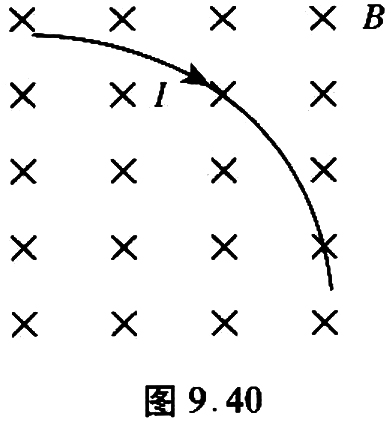
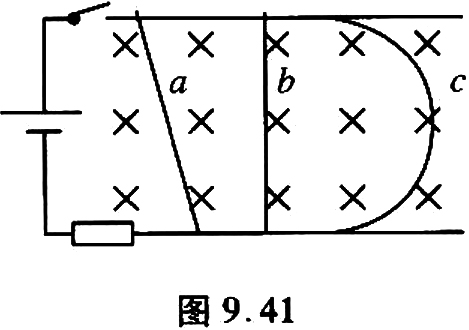
6．如图9.39所示，质量为、长为的直导线用两根轻质绝缘细线悬挂于，，并处于匀强磁场中。当导线中通以沿正方向的电流，且导线保持静止时，细线与竖直方向的夹角为。则磁感应强度的方向和大小可能为（ ）。

A．沿轴正向， B．沿轴正向，

C．沿轴正向， D．沿悬线向上，

7．如图9.40所示，将直导线折成半径为的圆弧形状，并置于与其所在平面相垂直的匀强磁场中，磁感应强度为。当在该导线中通以电流强度为的电流时，该圆弧形通电导线受到的安培力大小为（ ）。

A．0 B． C． D．

8．如图9.41所示，水平导轨接有电源，导轨上固定有三根导体棒，，，其中最短，为直径与等长的半圆，将装置置于向下的匀强磁场中，在接通电源后，三导体棒中有等大的电流通过，则三棒受到安培力的大小关系为（ ）。

A． B．

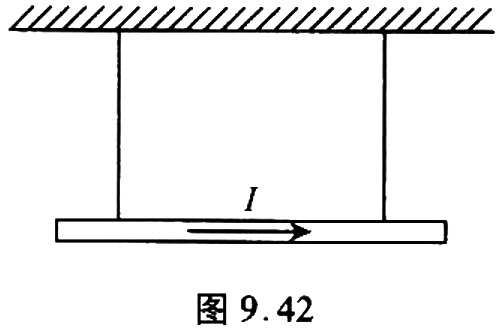
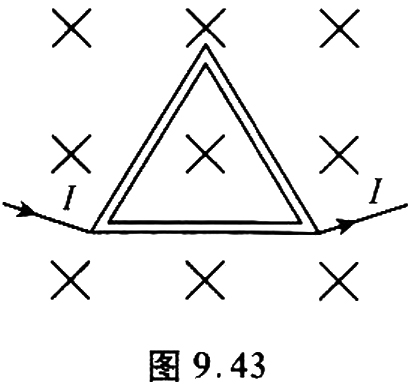
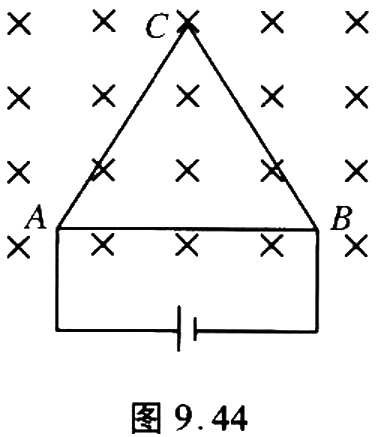
C． D．

9．（上海第32届大同杯初赛）如图9.42所示，两根绝缘细线吊着一根铜棒，空间存在垂直纸面的匀强磁场，棒中通有向右的电流时两线上拉力大小均为，若棒中电流大小不变，方向相反，两线上的拉力大小均为，且，则铜棒所受磁场力大小为（ ）。

A． B． C． D．

10．如图9.43所示，一个边长为、三边电阻相同的正三角形金属框放置在磁感应强度为的匀强磁场中。若通以图示方向的电流，电流强度为，则金属框受到的磁场力为（ ）。

A．0 B． C． D．

11．如图9.44所示，由均匀的电阻丝组成的等边三角形导体框，垂直磁场放置，将，两点接入电压恒定的电源两端，通电时，线框受到的安培力为，若将边移走，则余下线框受到的安培力大小为（ ）。

A． B． C． D．

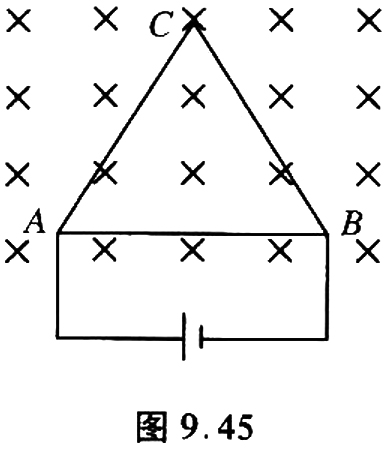
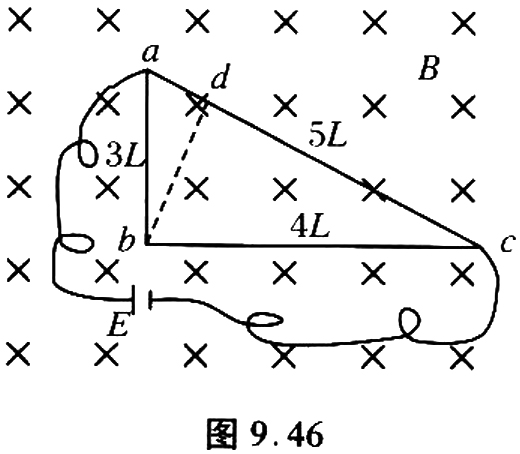
12．如图9.45所示，由均匀的电阻丝组成的等边三角形导体框，垂直磁场放置，将，两点接入电压恒定的电源两端，通电时电阻丝段受到的安培力为，则此时三根电阻丝受到的合安培力大小为（ ）。

A． B． C． D．

13．如图9.46所示，用粗细均匀的电阻丝折成平面三角形框架置于光滑水平面上，三边的长度分别为，和，为斜边的垂线。长度为的电阻丝的电阻为，框架与一电源电压为的电源相连接，整个系统处于方向垂直于框架平面、磁感应强度为的匀强磁场，则框架受到的安培力的合力为（ ）。

A．0 B．，方向

C．，方向 D．，方向

14．水平桌面上一条形磁铁的上方，有一根通电直导线由极的上端平行于桌面移到极上端的过程中，磁铁始终保持静止，导线始终保持与磁铁垂直，电流方向如图9.47所示。则在这个过程中，对磁铁受到的摩擦力的方向和桌面对磁铁的弹力的表述正确的是（ ）。

A．摩擦力始终为零，弹力大于磁铁重力

B．摩擦力始终不为零，弹力大于磁铁重力

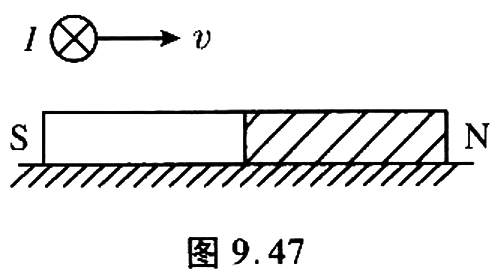
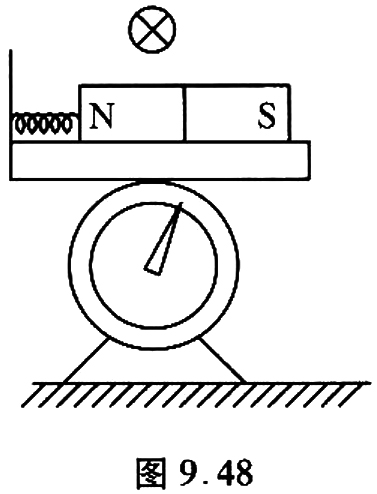
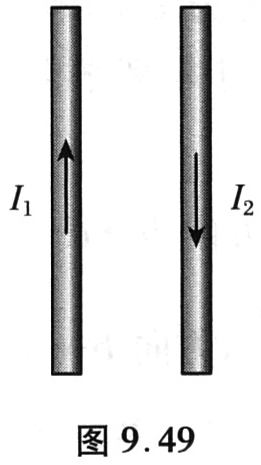
C．摩擦力方向由向左变为向右，弹力大于磁铁重力

D．摩擦力方向由向右变为向左，弹力小于磁铁重力

15．如图9.48所示，台秤上固定一粗糙平板，其左边连有一挡板，一轻质弹簧将挡板和一条形磁铁连接起来，开始时，磁铁静止且弹簧处于压缩状态，现在磁铁上方中心偏左位置固定一导体棒，当导体棒中通以方向如图所示的电流后（ ）。

A．弹簧长度一定变长 B．弹簧长度一定变短

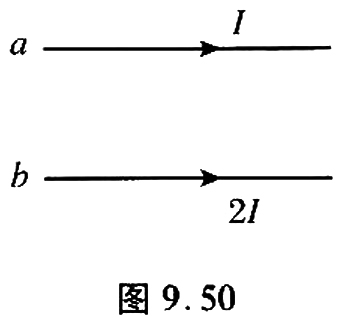
C．台秤示数将增大 D．台秤示数将变小

16．如图9.49所示，两根可自由移动的靠得很近的平行长直导线，通以相反方向的电流，则两导线所受到的安培力和的大小关系及其运动方向为（ ）。

A．，且相互靠近 B．，且相互远离

C．，且相互靠近 D．，且相互远离

17．如图9.50所示，两根平行放置的长直导线和通有大小分别为和方向相同的电流，导线受到的磁场力大小为，当加入一与导线所在平面垂直的匀强磁场后，导线受到的磁场力为零，则此时受到的磁场力大小为（ ）。

A． B．

C． D．

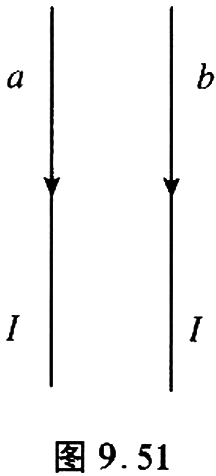
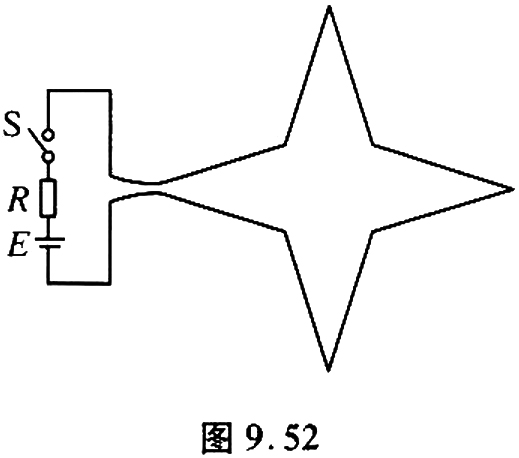
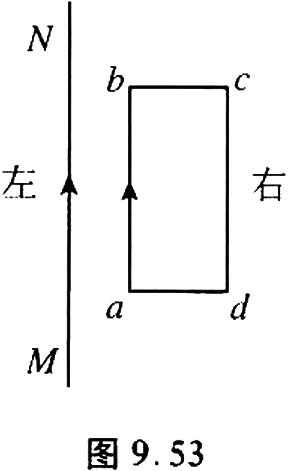
18．（上海第26届大同杯初赛）如图9.51所示，两根平行放置的长直导线和通有大小相同、方向相同的电流，受到的磁场力大小为，当加入一与导线所在平面垂直的匀强磁场后，受到的磁场力大小变为，则此时受到的磁场力大小可能变为（ ） 。

A． B． C． D．

19．（上海第25届大同杯复赛）如图9.52所示，将一柔软的导线弯成星形，并将其置于光滑水平桌面上，然后将电键闭合，则该星形回路将（ ）。

A．不会变形 B．会变形，所围面积增大

C．会变形，所围面积减小 D．会变形，所围总面积不变

20．通电矩形导线框与无限长通电直导线在同一平面内，电流方向如图9.53所示，边与平行，关于的磁场对线框的作用，下列叙述中正确的是（ ）。

A．线框有两条边所受的安培力方向相同

B．线框有两条边所受的安培力大小相同

C．线框所受安培力的合力朝左

D．边所受安培力对边的力矩不为零

21．两个相同的轻质铝环能在一个光滑的绝缘圆柱体上自由移动，设大小不同的电流按如图9.54所示的方向通入两铝环，则两环的运动情况是（ ）。

A．都绕圆柱体转动

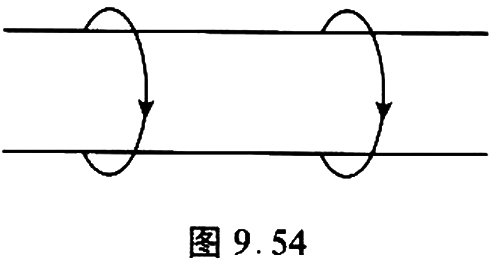
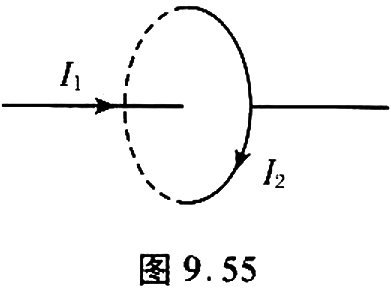
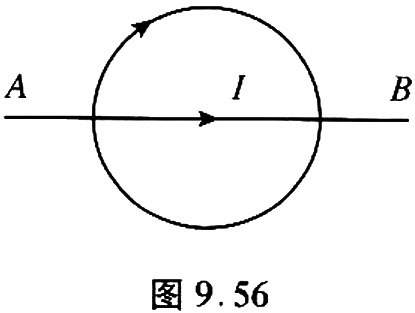
B．彼此相向运动，且所受磁场力大小相等

C．彼此相向运动，电流大的受磁场力较大

D．彼此背向运动，且所受磁场力大小相等

22．如图9.55所示，长直导线所通电流为，通过通以电流的环的中心且垂直环所在平面，当通以图示方向的电流，时，环所受安培力（ ）。

A．沿半径方向向里 B．沿半径方向向外 C．等于零 D．水平向左

23．（上海第29届大同杯初赛）如图9.56所示，环形导线和直导线相互绝缘，且直导线又紧靠环的直径。如果直导线被固定不动，则两者通以图示方向的电流后，环形导线的运动情况是（ ）。

A．从左侧观测，绕直导线顺时针转动 B．从左侧观测，绕直导线逆时针转动

C．沿纸面竖直向上运动 D．沿纸面竖直向下运动

24．如图9.57所示，两根垂直纸面、平行且固定放置的直导线和，通有同向等值电流；沿纸面与直导线，等距放置另一根可自由移动的通电导线，则通电导线在安培力作用下运动的情况是（ ）。

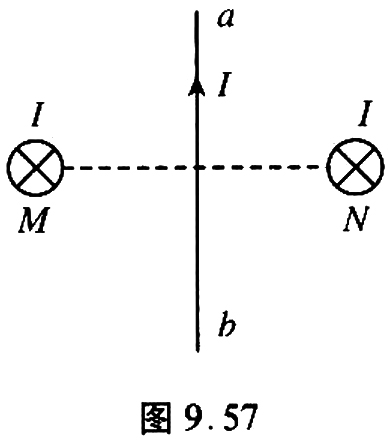
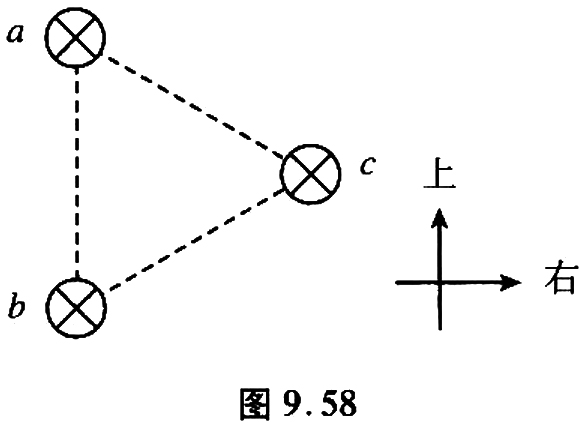
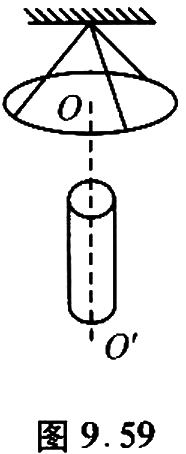
A．沿纸面逆时针转动 B．沿纸面顺时针转动

C．端转向纸外，端转向纸里 D．端转向纸里，端转向纸外

25．在等边三角形的三个顶点，，处，各有一条长直导线垂直穿过纸面，导线中通有大小相等的恒定电流，方向如图9.58所示。过点的导线所受安培力的方向（ ）。

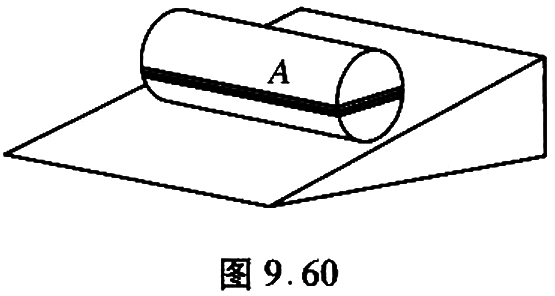
A．与边平行，竖直向上 B．与边平行，竖直向下

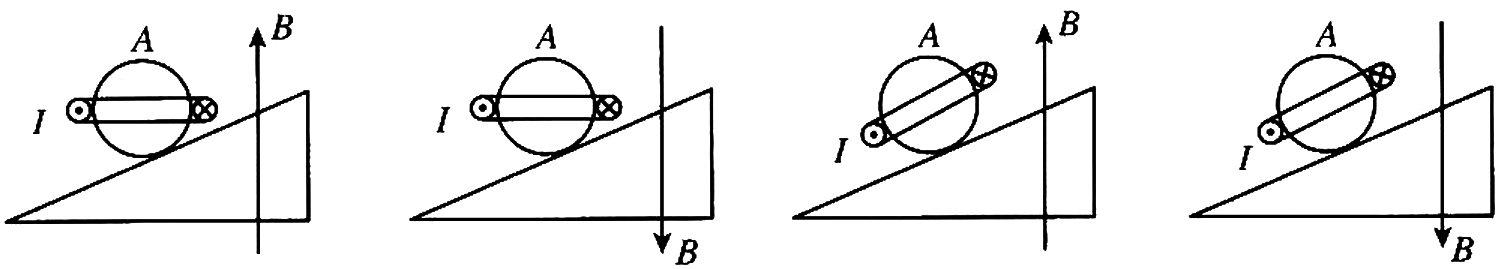
C．与边垂直，指向左边 D．与边垂直，指向右边

26．如图9.59所示，用三条细线悬挂的水平圆形线圈共有10匝，线圈由粗细均匀、单位长度的质量为的导线绕制而成，三条细线呈对称分布，稳定时线圈平面水平。在线圈正下方放有一个圆柱形条形磁铁，磁铁的中轴线垂直于线圈平面且通过其圆心，测得线圈的导线所在处磁感应强度大小为，方向与竖直线成30°角，要使三条细线上的张力为零，线圈中通过的电流至少为（ ）。

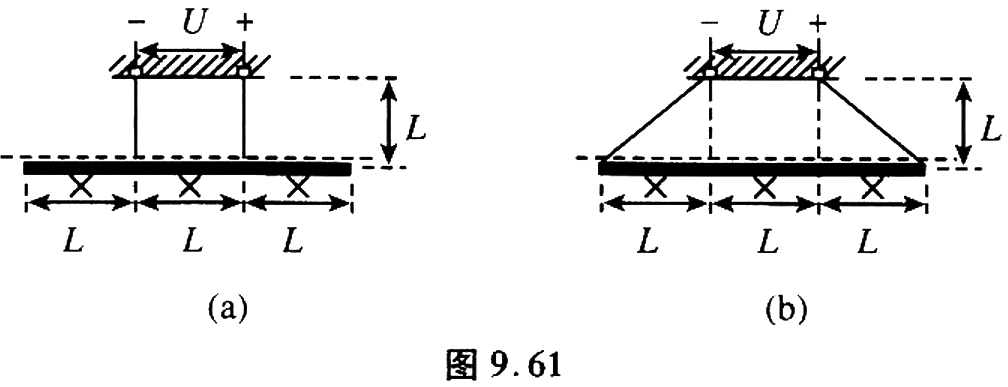
A． B． C． D．

27．如图9.60所示，粗糙斜面上有一绕有线圈的滚筒，线圈中通有电流，空间有一竖直方向的匀强磁场。在下列四种情况中由静止释放滚筒，滚筒可能保持静止状态的是（ ）。



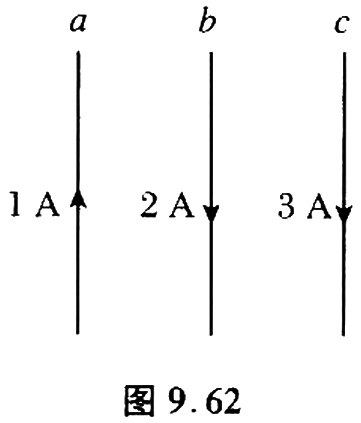
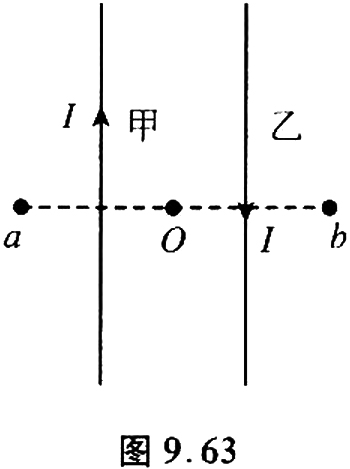
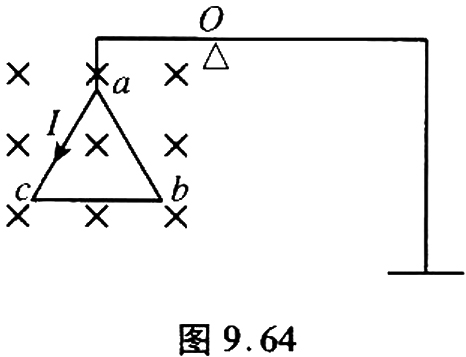
A B C D

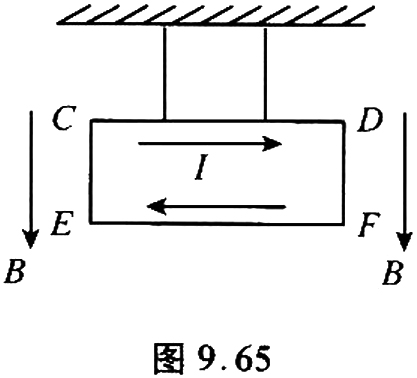
28．如图9.61（a）所示，一根质量为、总电阻为的均匀金属杆用两根长为的轻质导线竖直悬挂在三等分点，导线的悬挂点间加上电压后，仅将金属杆置于磁感应强度为的磁场中，单根导线上的拉力是\_\_\_\_\_\_\_\_。若把导线长度变成，如图9.61（b）所示悬挂在金属杆两端，则单根导线上的拉力是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。



29．在同一平面上有，，三根等间距平行放置的长直导线，依次载有电流强度为，，的电流，各电流的方向如图9.62所示，则导线所受的合力方向向\_\_\_\_\_\_\_\_，导线所受的合力方向向\_\_\_\_\_\_\_\_。

30．如图9.63所示，同一平面内有两根互相平行的长直导线甲和乙，通有大小均为且方向相反的电流，，两点与两导线共面，其连线与导线垂直，，到两导线中点的连线长度和甲、乙间距离均相等。已知直线电流产生的磁场中磁感应强度的分布规律是（为比例系数，为某点到直导线的距离），现测得点磁感应强度的大小为，则点的磁感应强度大小为\_\_\_\_\_\_\_\_，乙导线单位长度受到的安培力的大小为\_\_\_\_\_\_\_\_。

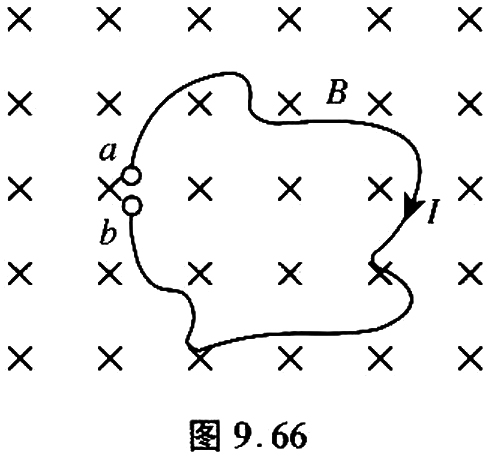
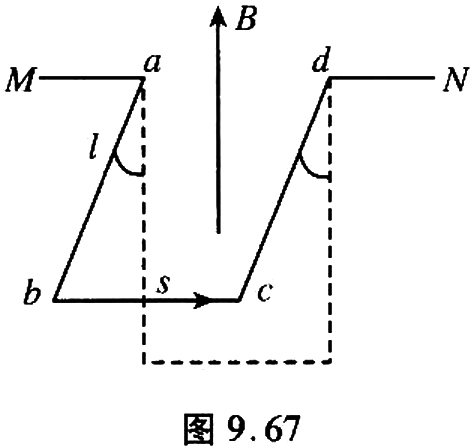
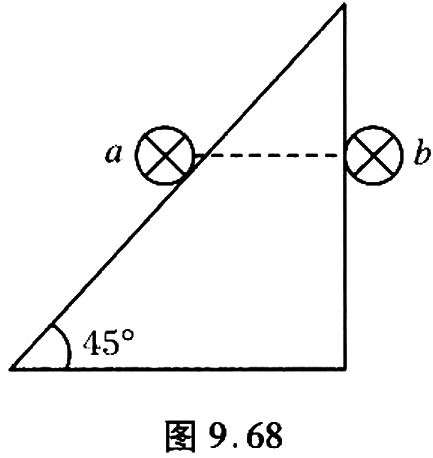
  

31．如图9.64所示，质量为、边长为的等边三角形导线框悬挂于水平轻杆一端，离杆左端1/3处有固定转轴，杆另一端通过细线连接地面。导线框处于磁感应强度为的匀强磁场中，且与磁场垂直。当线圈中逆时针电流为时，边所受安培力的大小及方向是\_\_\_\_\_\_\_\_；接地细线对杆的拉力为\_\_\_\_\_\_\_\_。

32．如图9.65所示，和是两根长为、质量分别为和的金属棒，用两根等长的细金属杆（重力不计）连接和，形成闭合回路。用两根绝缘细线将整个回路悬于天花板上，使两棒保持水平并处于竖直向下的匀强磁场中，磁感应强度。在回路中通以如图所示方向的电流，电流，待稳定后，金属杆与竖直方向的夹角为\_\_\_\_\_\_\_\_°，每根绝缘细线上的张力为\_\_\_\_\_\_\_\_。（重力加速度取）

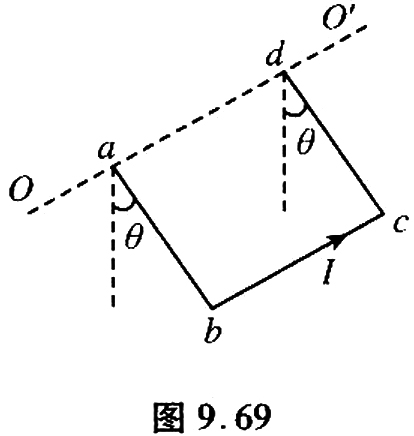
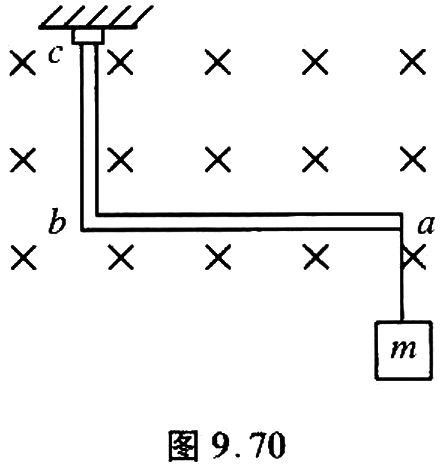
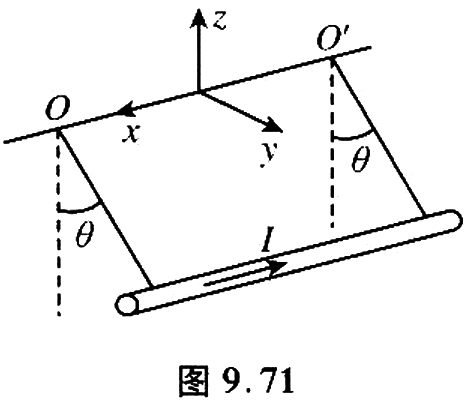
33．如图9.66所示，柔软的导线长为，弯曲地放在光滑水平面上，两端点固定在相距很近的，两点，匀强磁场的方向竖直向下，磁感应强度为，当导线中通以图示方向的电流时，导线中的张力次小为\_\_\_\_\_\_\_\_。

34．如图9.67所示，质量为的“**凵**”形导线框，其质量均匀分布，与长度均为，宽度为，导线框置于竖直向上的匀强磁场中，可绕水平轴转动，现给导线框通以方向、电流强度为的恒定电流，导线框由静止开始从竖直平面向纸外偏转，在达到最大角度为的过程中，安培力对导线框做的功为\_\_\_\_\_\_\_\_；导线框最终静止时与竖直平面的夹角为，则匀强磁场的磁感强度为\_\_\_\_\_\_\_\_。

35．如图9.68所示，有两根长均为、质量均为的细导体棒，，其中被水平放置在倾角为45°的绝缘光滑斜面上，被水平固定在斜面的右侧，且与在同一水平面上，，相互平行。当两细棒中均通以大小为的同向电流时，恰能在斜面上保持静止。则的电流在处产生的磁场的磁感应强度的大小为\_\_\_\_\_\_\_\_，若使竖直向下移动一小段距离，则将\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“沿斜面上移”“沿斜面下移”或“仍保持静止”）。

36．如图9.69所示，在匀强磁场中，单位长度质量为的形金属导线可绕水平轴转动，边长为，边长为。若导线中通以沿方向的电流，导线保持静止并与竖直方向夹角为，则磁场的磁感应强度至少为\_\_\_\_\_\_\_\_，此时方向为\_\_\_\_\_\_\_\_。

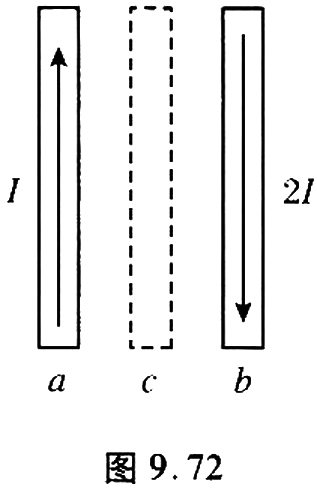
  

37．如图9.70所示，一根长为、质量为的导体棒折成直角，且，端可绕水平轴自由转动，端用绝缘细线挂一个质量为的物体。空间存在着垂直导体棒平面向里的水平匀强磁场，磁感应强度为。当导体棒中通有电流时，它恰好与此保持水平静止，如图所示，则导体棒中的电流方向是\_\_\_\_\_\_\_\_，电流大小为\_\_\_\_\_\_\_\_（不计导体棒中电流产生的磁场）。

38．如图9.71所示，质量为、长为的直导线用两绝缘细线悬挂于，，并处于匀强磁场中。当导线中通以沿负方向的电流，且导线保持静止时，悬线与竖直方向的夹角为。当磁场方向为轴负向时，磁感应强度的大小为\_\_\_\_\_\_\_\_；如要使所加磁场的磁感应强度最小，则磁场方向应为\_\_\_\_\_\_\_\_，其最小值为\_\_\_\_\_\_\_\_。

39．如图9.72所示，两根通电长直导线，平行放置，，中的电流强度分别为和，此时受到的磁场力为，当在，的正中间再放置一根与，平行共面的通电长直导线后，受到的磁场力恰好平衡，则直导线中电流流向为\_\_\_\_\_\_\_\_（选填“向上”或“向下”），此时受到的磁场力大小为\_\_\_\_\_\_\_\_。

**参考答案**

1．A。使用左手定则判定安培力的方向，一定不要错用右手，另外左手四指和大拇指要伸得规范：四指与大拇指在同一平面内且互相垂直，四指指向电流方向，磁感线垂直穿过手心，则大拇指的方向就是安培力的方向。选项B磁感应强度与电流平行，导体不受安培力；选项C安培力应竖直向上；选项D安培力应垂直于纸面向外。

2．C。略。

3．B。导线弯曲方向应与所受安培力方向一致，选项B导线所受安培力向右，选项B正确。

4．D。斜面光滑，则导体棒不受摩擦力，导体棒静止时，安培力、重力和支持力一定符合三力平衡，合力为零。选项A中，安培力竖直向下，三力不能平衡；选项B中安培力水平向左，三力不能乎衡；选项C中安培力沿斜面向下，三力不能平衡;只有选项D，安培力沿斜面向上，当安培力恰等于重力沿斜面向下的分力时，导体棒受力平衡。

5．B。当导体棒所受安培力、重力、支持力不能三力平衡时，若要导体棒能静止在斜面上，就需要斜面对导体棒施加静摩擦力。选项A中安培力方向水平向右，选项C中安培力方向沿斜面向上，均可以三力平衡，不一定需要静摩擦力；选项D中安培力方向竖直向上，若安培力恰等于重力，导体棒可以平衡，且此时支持力为零，静摩擦力为零；只有选项B，安培力方向水平向左，三力不能平衡，导体棒必然受到沿斜面向上的静摩擦力作用。

6．B。略，请参考本节例2。

7．C。弯曲导线所受安培力大小不能直接由公式计算，且这里的应理解为有效长度，即导线两端点的连线的长度。显然本题有效长度为，。

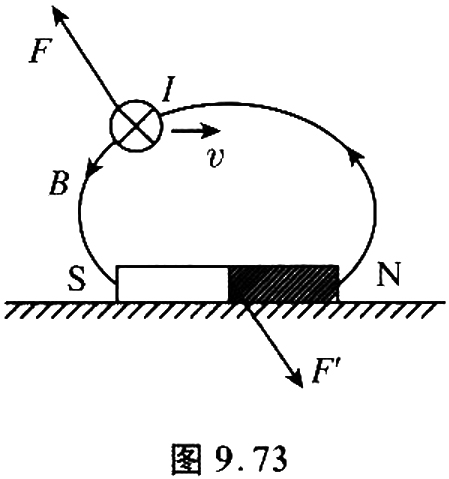
8．D。当磁感应强度、电流大小相同时，等效长度最大的导线所受安培力最大，显然，导线的等效长度为其自身的长度，，的有效长度均等于框架的宽度，因此选项D正确。

9．B。不妨设导体棒所受磁场力大小为，由于两细线的拉力变大，说明方向开始竖直向上，电流反向后方向竖直向下，再设棒重力为，则电流反向前，有，电流反向后，有，解得。

10．B。采用等效法，将整个导线框视为一个导体，则该导体流过的电流为，等效长度为，故所受安培力为。本题也可以分别求出流过每个边的电流，以及每个边所受安培力，最后将每个边所受安培力叠加作为整个线框所受的安培力，结果也一样。读者不妨一试。

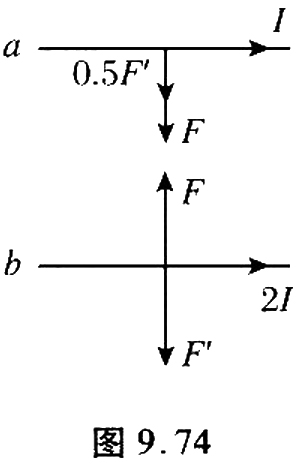
11．D。略，请参考本节例1。

12．B。线框所受安培力的合力等于导线和导线所受安培力的矢量和，两导线等效长度相同，但导线流过的电流为电流的一半，因此导线所受安培力为，方向与所受力方向相同，则线框所受安培力的合力为。

13．D。金属框连入电路的总电阻为，通过金属框的总电流，整个金属框的等效长度为，则整个金属框所受安培力的合力为。

14．C。画出与导线相交的一根磁感线，导线和磁铁初始时受磁场力如图9.73所示，磁铁所受导线的反作用力斜向右下方，则此时地面对磁铁的静摩擦力的方向水平向左；当导线运动至磁铁正上方时，竖直向下，为零；当导线在磁铁的右上方时，斜向左下方，水平向右。整个过程中，地面对磁铁的弹力均大于磁铁的重力。

15．D。结合本节第14题的解答，可知导线通人题目所述电流后，导线受到斜向右下方的磁场力，磁铁受到导线对其斜向左上方的反作用力，由于平板粗糙，磁铁受水平向右的摩擦力作用，因此磁铁可能保持静止，弹簧不会发生形变。由于导线对磁铁的反作用力斜向左上方，该力有一个竖直向上的分力，这减小了磁铁对台秤的压力，台秤读数变小。

16．D。对于两平行足够长电流而言，同向电流互相吸引，异向电流互相排斥，且两电流间的作用力为相互作用力，大小相等。

17．C。两电流为同向电流，互相吸引，且互相吸引的力是一对作用力与反作用力，大小相等。如图9.74所示，当外加磁场使导线受力平衡时，导线受外加磁场竖直向下、大小的磁场力，由于导线的电流为导线的电流的一半，则导线受外加磁场的磁场力大小为，方向竖直向下，故导线所受总的磁场力大小为。

18．BCD。两导线互相吸引，导线所受吸引力向右，导线所受吸引力向左。设外加磁场对导线的磁场力为，则外加磁场对导线的磁场力也为，方向相同。为和的合力，接下来分情况讨论：（1）若向右且，则，。导线所受磁场力的合力，选项B正确。（2）若向右且，则，。导线所受磁场力的合力，选项D正确。（3）若向左且，则，。导线所受磁场力的合力，选项C正确。（4）若向左且，则，，导线所受磁场力的合力，仍对应选项B正确。

19．B。不妨考察星形导线的尖端，流向尖端的电流虽不平行，但夹角很小，可以想象到这两个电流可近似为异向电流，互相排斥，因此可知星形回路会变形，面积变大。

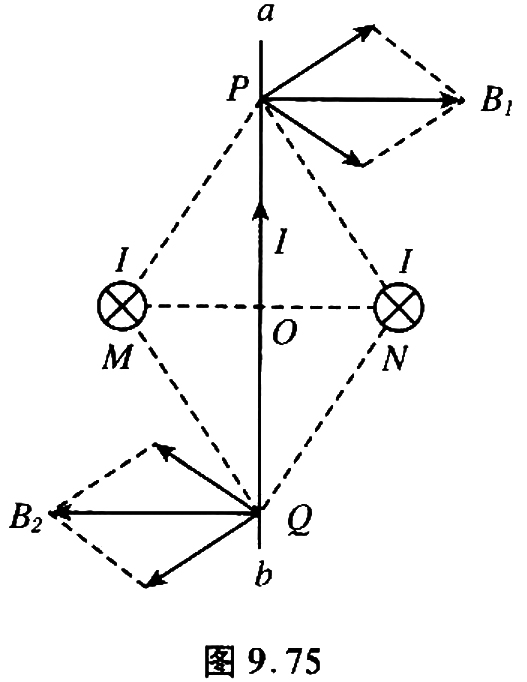
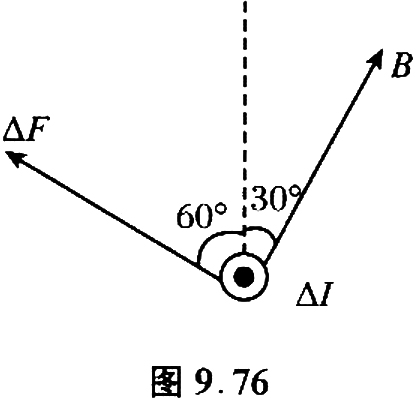
20．BC。通电直导线周围的磁场随距离的增大而减小，所以线框的，两边所受安培力大小不等，边所受安培力较小，根据同向电流互相吸引，异向电流互相排斥，直导线对边的安培力水平向左，对边的安培力水平向右，且通过转轴，所以对边的力矩为零。由于直导线在，边上磁场的分布情况相同，所以，边所受安培力大小相等，但方向相反：边受安培力向上，边受安培力向下。

21．B。两导线环为同向电流，有相互作用的吸引力，所以磁场力大小相等，相向运动。

22．C。根据右手螺旋定则，直导线周围的磁感线为一簇簇同心圆，恰与环形电流平行，环形电流不受安培力。

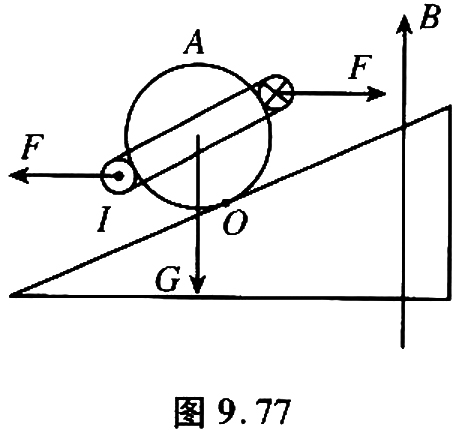
23．D。由右手螺旋定则，直导线在其上方产生的磁场垂直纸面向外，则直导线上方的圆环受安培力的合力竖直向下；直导线在其下方产生的磁场垂直纸面向里，则直导线下方的圆环受安培力也是竖直向下，所以整个圆环受到竖直向下的安培力作用，圆环将沿纸面竖直向下运动。

24．D。如图9.75所示，考察导线的段和段，并分别在段和段上各取一点，，根据右手螺旋定则，判断出导线，在，处单独产生的磁感应强度，并将磁感应强度合成，可得到处的磁感应强度水平向右，处的磁感应强度水平向左。再根据左手定则，可判断出处所受安培力垂直于纸面向里，处所受安培力垂直于纸面向外，因此，导线的端转向纸里，端转向纸外。

25．C。，，均为同向电流，则对的吸引力由指向，对c的吸引力由指向，由于，导线电流相等，这两个吸引力大小相等，两吸引力的合力指向左边，与以边垂直。

26．A。设线圈中电流为，线圈匝数为，半径为。将线圈均匀分成段，每段的长度为，则。选其中一段作为研究对象，则其所受安培力，方向如图9.76所示。竖直向上的开力为，则整个线圈所受安培力向上的分力为，设线圈单位长度的质量为，则线圈重力，当细线拉力为零时，应有，可解得，故选项A正确。

27．C。滚筒可以看成一个转轴在滚筒与斜面接触处杠杆，滚筒上的导线所受安培力以及滚筒所受重力满足力矩平衡时，滚筒才会保持静止。对四个选项逐一分析，可知，只有选项C使滚筒沿顺时针转动的力矩和沿逆时针转动的力矩相等，安培力与重力的力矩之和为零，如图9.77所示。选项C正确。

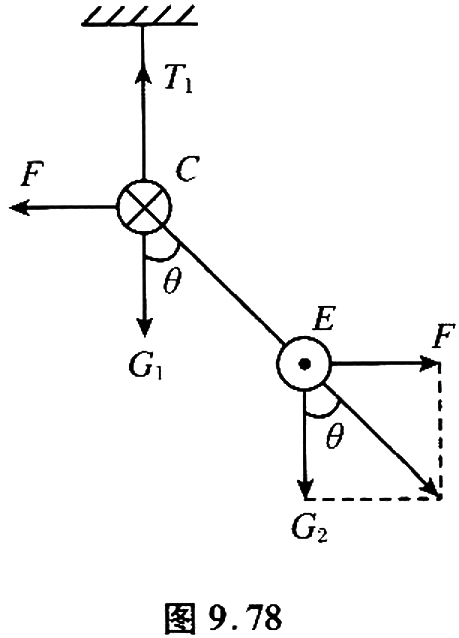
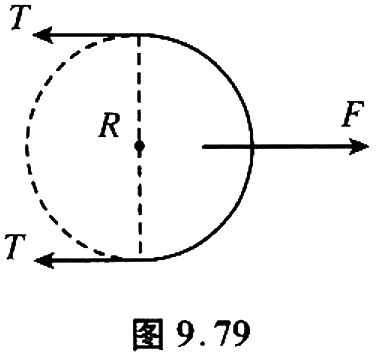
28．，。在图9.61（a）中，金属杆连入电路中的电阻为，金属杆中的电流为，金属杆所受安培力，方向竖直向下，则根据金属杆受力平衡，细线拉力满足，解得。在图9.61（b）中，金属杆连入电路中的电阻为，金属杆中的电流为，金属杆所受安培力，方向竖直向下，则细线拉力满足，解得：。

29．左，右。，两导线对导线均为向左的排斥力，所以受合力向左，导线受导线向右的排斥力和导线向右的吸引力，因此导线受合力方向向右。

30．，。由右手螺旋定则，甲、乙导线在点产生的磁感应强度方向均垂直于纸面向里，甲、乙电流相等，则它们在点产生的磁感应强度大小相等，均为。甲导线在点产生的磁感应强度大小也为，方向垂直于纸面向外，乙导线在点产生的磁感应强度大小为，方向垂直于纸面向里，则点的磁感应强度为，方向垂直于纸面向外。导线甲在导线乙处产生的磁感应强度大小为，则导线乙单位长度（即）受到的安培力大小为。

31．，向上；。边受安培力大小。由左手定则，可知边受安培力方向向上。由于三角形三边封闭，其等效长度为零，故三角形所受安培力的合力为零，以点为支点，杆力矩平衡，设杆长为，则细线拉力满足，解得。

32．45，0.4。沿着方向看去，将图9.65改画成图9.78所示的侧视图。两棒所受安培力方向相反，设大小均为，将两棒视为一个整，，则由于水平方向的安培力等大反向，两绝缘细线保持竖直，设其拉力为，则竖直方向上有，可得。以棒为研究对象，则，解得。

33．。由左手定则可知导线各处所受安培力均向外，导线最终会被拉成圆形，其半径为。如图9.79所示，以右边半个圆形为研究对象，则左边半圆对右边半圆的拉力即为导线中的张力。右边半圆所受安培力，则，解得。

34．或；。导线框边和边质量相等，均设为，设边质量为，则，。导线框由静止偏转达到最大角度的过程中，安培力对导线框做的功等于导线框重力势能的增加。和边增加的重力势能均为，边增加的重力势能，则安培力对导线框所做的功。另外，安培力对导线框做的功等于边所受安培力对边所做的功，，边在安培力方向上移动的距离为，因此，。导线框最终静止时，所受各力的力矩平衡，则以为转轴，有，解得。

35．，沿斜面下移。棒受斜面支持力、重力以及棒的磁场对它的安培力的作用，由同向电流互相吸引，可知水平向左，结合平衡条件，可求得，因此。当竖直向下移后，所受安培力斜向右下方，不能平衡，将沿着斜面下移。

36．，沿方向。形金属导线受重力和安培力作用，以为轴，导线所受各力的力矩平衡。，边所受安培力与平行，不产生转动效果。要使磁感应强度最小，需使边所受安培力方向与边垂直斜向上，即安培力的力臂为边的长度。由力臂平衡有，其中，，，解得。由左手定则，磁感应强度应沿方向。

37．，。由题知，段长为，质量为；段长为，质量为鲁。取点为转动轴，杆在安培力和重力的作用下处于力矩平衡，则电流方向应为方向，于是由力矩平衡，考虑到安培力的作用点在各段导线的中点，可得



解得。

38．；沿悬线向上，。磁场方向沿轴负向时，由左手定则可知棒所受安培力竖直向上。此时安培力应等于重力，且两绝缘细线的拉力恰为零，棒方能静止。则有，解得。若要使磁感应强度最小，则应使得安培力最小，由三角形定则易知，当安培力与两绝缘细线垂直时，安培力最小，此时有，解得，再由左手定则可知，磁感应强度的方向沿着悬线向上。

39．向下，。，为异向电流，互相排斥的力大小相等，均为，所受排斥的力水平向右。因此对的作用力应水平向左，与互相吸引，的电流为竖直向下。又与，与的距离相等，的电流为的电流的一半，则对的作用力为对的作用力的一半，即为，与为异向电流，对的作用力水平向左。所受磁场力为。