## 磁场对运动电荷的作用力

## 知识点：磁场对运动电荷的作用力

一、洛伦兹力的方向和大小

1．洛伦兹力

(1)定义：运动电荷在磁场中受到的力．

(2)与安培力的关系：通电导线在磁场中受到的安培力是洛伦兹力的宏观表现．

2．洛伦兹力的方向

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，并使四指指向正电荷运动的方向，这时拇指所指的方向就是运动的正电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向．负电荷受力的方向与正电荷受力的方向相反．

3．洛伦兹力的大小

(1)当*v*与*B*成*θ*角时，*F*＝*qvB*sin *θ*.

(2)当*v*⊥*B*时，*F*＝*qvB*.

(3)当*v*∥*B*时，*F*＝0.

二、电子束的磁偏转

1．显像管的构造：如下图所示，由电子枪、偏转线圈和荧光屏组成．



2．显像管的原理

(1)电子枪发射高速电子．

(2)电子束在磁场中偏转．

(3)荧光屏被电子束撞击时发光．

3．扫描：在偏转区的水平方向和竖直方向都有偏转磁场，其方向、强弱都在不断变化，使得电子束打在荧光屏上的光点从上向下、从左向右不断移动．

## 技巧点拨

一、洛伦兹力的方向

1．洛伦兹力的方向总是与电荷运动的方向及磁场方向垂直，即洛伦兹力的方向总是垂直于运动电荷速度方向和磁场方向确定的平面．即*F*、*B*、*v*三个量的方向关系是：*F*⊥*B*，*F*⊥*v*，但*B*与*v*不一定垂直，如图甲、乙所示．



2．在用左手定则判断运动的电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向时，对于正电荷，四指指向电荷的运动方向；但对于负电荷，四指应指向电荷运动的反方向．

二、洛伦兹力的大小

1．洛伦兹力与安培力的关系

(1)安培力是导体中所有定向移动的自由电荷受到的洛伦兹力的宏观表现，而洛伦兹力是安培力的微观本质．

(2)洛伦兹力对电荷不做功，但安培力却可以对导体做功．

2．洛伦兹力的大小：*F*＝*qvB*sin *θ*，*θ*为电荷运动的方向与磁感应强度方向的夹角．

(1)当*θ*＝90°时，*v*⊥*B*，sin *θ*＝1，*F*＝*qvB*，即运动方向与磁场垂直时，洛伦兹力最大．

(2)当*v*∥*B*时，*θ*＝0°，sin *θ*＝0，*F*＝0，即运动方向与磁场平行时，不受洛伦兹力．

三、带电体在洛伦兹力作用下的运动

1．带电体在匀强磁场中速度变化时洛伦兹力的大小往往随之变化，并进一步导致弹力、摩擦力的变化，带电体将在变力作用下做变加速运动．

2．利用牛顿运动定律和平衡条件分析各物理量的动态变化时要注意弹力为零的临界状态，此状态是弹力方向发生改变的转折点．

四、求解带电体在磁场中的运动问题的解题步骤

1．确定研究对象，即带电体；

2．确定带电体所带电荷量的正、负以及速度方向；

3．由左手定则判断带电体所受洛伦兹力的方向，并作出受力分析图；

4．由平行四边形定则、矢量三角形或正交分解法等方法，根据物体的平衡条件或牛顿第二定律列方程求解．

5．对于定性分析的问题还可以采用极限法进行推理，从而得到结论．

## 例题精练

1．（2021春•山东月考）如图所示，在方向垂直纸面向里、磁感应强度大小为B的匀强磁场中，有一质量为m、电荷量为+q的绝缘小球由长度为l的绝缘细绳与悬点相连，将小球拉离平衡位置一个小角度α后由静止释放，不计空气阻力，且整个过程中洛伦兹力小于重力沿绳方向的分力，下列说法正确的是（　　）



A．小球摆动的周期满足T＞2π

B．小球摆动的周期满足T＝2π

C．小球摆动的周期满足T＜2π

D．小球从右向左运动的时间比从左向右运动的时间短

【分析】洛伦兹力总和速度方向垂直，且不做功，不影响单摆运动的周期。

【解答】解：洛伦兹力始终与速度方向垂直，沿绳方向，故并不改变切线方向的加速度，并且洛伦兹力始终不做功，则单摆周期不变，小球摆动周期是T＝2π，小球从右向左运动时间等于从左向右运动时间。故B正确，ACD错误。

故选：B。

【点评】本题主要考查单摆，受力分析，知道洛伦兹力不做功，不影响单摆运动周期。

2．（2021•临沂学业考试）如图所示，在垂直纸面的方向上有三根长直导线，其横截面位于正方形的三个顶点b、c、d上，导线中通有大小相同的电流，方向如图所示。一带负电的粒子从正方形的中心O点沿垂直于纸面的方向向外运动，它所受洛伦兹力的方向是（　　）



A．沿O到a方向 B．沿O到c方向 C．沿O到d方向 D．沿O到b方向

【分析】根据右手螺旋定则判断磁场方向，求出磁感应强度的矢量和，找到O点的磁场方向，再利用左手定则判断洛伦兹力方向。

【解答】解：根据右手螺旋定则知道，b在O点产生的磁场方向竖直向上，d在O点产生的磁场方向竖直向下，c在O点产生的磁场方向水平向左，因为b、c、d三根导线中电流大小相等，与O点的距离均相等，三根导线在O点各自磁感应强度大小相等，所以在O点产生的合磁场方向水平向左。根据左手定则，带负电的电子向外运动时受到的洛伦兹力是沿O到a方向。故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考查磁场叠加与洛伦兹力相关问题，右手螺旋定则和左手定则的应用，要记清楚四指指向和大拇指方向都各自代表什么方向。

## 随堂练习

1．（2020秋•南通期末）如图所示，有一范围足够大的水平匀强磁场，磁感应强度为B，一个质量为m、电荷量为+q的带电小圆环套在一根固定的绝缘倾斜长杆上，环与杆间的动摩擦因数为μ。现使圆环以初速度v0沿杆向上运动，不计空气阻力，下列描述该圆环上升过程中的速度v随时间t、机械能E随位移x变化的图象中，可能正确的是（　　）



A． B．

C． D．

【分析】小球受重力、洛伦兹力、支持力和滑动摩擦力，然后根据牛顿第二定律列式，推导出纵坐标与横坐标的关系式，由此进行解答．

【解答】解：小球向上运动的过程中受重力、洛伦兹力、支持力和沿杆向下的滑动摩擦力；向上运动过程中，重力和摩擦力做负功。



当洛伦兹力大于重力垂直导轨的分力时，支持力垂直导轨向下，速度不断减小，洛伦兹力不断减小，支持力减小，故滑动摩擦力减小，合力减小，物体做加速度不断减小的减速运动；

当洛伦兹力等于重力垂直导轨的分力时，支持力为零，摩擦力为零，合力等于重力沿斜面的分力；

当洛伦兹力小于重力垂直导轨的分力时，支持力垂直导轨向上，速度不断减小，洛伦兹力不断减小，支持力增大，故滑动摩擦力增大，合力增大，物体做加速度不断增大的减速运动；

AB、v﹣t关系图图像的斜率表示加速度，根据以上分析，加速度先减小后增大或者一直增大的减速运动，故AB错误；

CD、小球运动的过程中摩擦力做功使小球的机械能减小，向上运动的过程中：△E＝﹣f△x，由于向上运动的过程中f先减小后增大或者一直增大，所以机械能的变化率先减小后增大或者一直增大，故C正确，D错误。

故选：C。

【点评】本题关键分析清楚带电小球的运动情况，明确：向上运动的过程中速度不断变化，洛伦兹力不断变化，支持力变化，故滑动摩擦力变化，合力变化；洛伦兹力变化还会引起环与杆之间的弹力发生变化。

2．（2020秋•汕尾期末）如图所示，质量为m、带电荷量为q的物块，在水平方向的磁感应强度为B的匀强磁场中，沿着竖直绝缘墙壁由静止开始下滑，已知物块与墙壁间的动摩擦因数为μ，下列说法正确的是（　　）



A．物块不受磁场力

B．尽管物块受到磁场力作用，但磁场力不做功，系统机械能守恒

C．物块下滑的最大速度为

D．物块下滑的加速度为重力加速度g

【分析】根据物块的速度方向与磁场方向的关系判断物块是否受磁场力；磁场力不做功，对物块进行受力分析，分析各力做功情况，判断其机械能是否守恒；根据各力的变化，可以找出合力及加速度的变化，求最大速度；根据牛顿第二定律求加速度。

【解答】解：A、物块带正电，因为物块的速度方向与磁场方向垂直，所以物块受磁场力，故A错误；

B、物块受到的磁场力方向与速度方向始终垂直，所以磁场力不做功。物块受洛伦兹力、重力、墙壁的支持力及摩擦力，洛伦兹力和支持力不做功，摩擦力对物块要做功，所以物块的机械能不守恒，故B错误；

C、物块受到的洛伦兹力方向水平向左，开始阶段，随着速度增大，洛伦兹力增大，物块对墙壁的压力增大，摩擦力随之增大，合力减小，加速度减小，当合力为零时，开始做匀速运动，速度达到最大，设最大速度为vm，则竖直方向有mg＝f，水平方向有N＝qvmB，结合f＝μN，联立解得vm＝，故C正确；

D、根据牛顿第二定律得：mg﹣f＝ma，又f＝μqvB，解得加速度为g＝g﹣＜g，故D错误。

故选：C。

【点评】本题要注意分析带电物块的运动过程，属于牛顿第二定律的动态分析与磁场相结合的题目，此类问题要求能准确分析物体的受力情况，根据牛顿第二定律判断其运动情况。

3．（2021•广东模拟）如图，x轴正半轴与虚线所围区域内存在着磁感应强度大小为B的匀强磁场，方向垂直纸面向里。甲、乙两粒子分别从距x轴h与2h的高度以速率v0平行于x轴正向进入磁场，并都从P点离开磁场，OP＝h。则甲、乙两粒子比荷的比值为（不计重力，sin37°＝0.6，cos37°＝0.8）（　　）



A．32：41 B．56：41 C．64：41 D．41：28

【分析】分析粒子的运动情况，根据几何关系求解两种情况下粒子的运动半径，再根据洛伦兹力提供向心力列方程求解。

【解答】解：甲粒子从高MN＝h的位置水平飞入磁场，运动轨迹如图1所示；

甲粒子做匀速圆周运动的半径为r1，根据图中几何关系可得：（r1﹣h）2+（htan37°+h）2＝

解得：r1＝；

乙粒子运动轨迹如图2所示，对乙进行几何分析可得：（2h﹣r2）2+（2htan37°+h）2＝

解得：r2＝2h

根据洛伦兹力提供向心力可得：qvB＝m可得：＝

则甲、乙两粒子比荷的比值为＝，故C正确、ABD错误。

故选：C。



【点评】对于带电粒子在磁场中的运动情况分析，一般是确定圆心位置，根据几何关系求半径，结合洛伦兹力提供向心力求解未知量。

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

1．（2020秋•鼓楼区校级月考）如图所示，某足够宽的空间有垂直纸面向外的磁感应强度为0.5T的匀强磁场，质量为0.2kg且足够长的绝缘木板静止在光滑水平面上，在木板左端放置一质量为m＝0.1kg、带电荷量q＝+0.2C的滑块，滑块与绝缘木板之间动摩擦因数为0.5，滑块受到的最大静摩擦力可认为等于滑动摩擦力。现对木板施加方向水平向左、大小为F＝0.6N的恒力，g取10m/s2。关于滑块的运动，下列说法中正确的是（　　）



A．刚开始做匀加速运动，接着做匀速直线运动

B．最终做速度为6m/s的匀速直线运动

C．刚开始加速度为2m/s2、速度为6m/s时，滑块加速度开始减小

D．一直做加速度为2m/s2的匀加速运动

【分析】对滑块进行受力分析，根据受力情况判断滑块的运动情况。

开始运动时滑块与木板一起运动，当洛伦兹力随着速度的变大而变大，滑块所受的支持力减小，摩擦力减小，滑块的加速度变化。

【解答】解：根据题意可知，滑块与绝缘木板之间的动摩擦因数为0.5，静摩擦力能提供的最大加速度为a＝μg＝0.5m/s2

所以当0.6N的恒力作用于木板时，系统的加速度为，

当滑块获得向左运动的速度以后又产生方向垂直于木板向上的洛伦兹力，当洛伦兹力等于重力时滑块与木板之间的弹力为零，此时有qvB＝mg，

解得v＝10m/s，此时摩擦力消失，滑块做匀速运动，而木板在恒力作用下做匀加速运动，加速度，

由此可知，滑块先与木板一起做匀加速直线运动，然后发生相对滑动，做加速度减小的变加速，最后做速度为10m/s的匀速运动，故ABD错误。

C、滑块开始的加速度为2m/s2，当恰好要开始滑动时有f＝μ（mg﹣qvB）＝ma

代入数据得v＝6m/s，此后滑块做加速度减小的加速运动，故C正确。

故选：C。

【点评】先整体后隔离解决此类问题，注意洛伦兹力是变化的力，由于洛伦兹力的变化会影响摩擦力的变化，这是本题易错点。

2．（2020秋•邵东市校级月考）如图所示为一个质量为m、带电量为+q的圆环，可在水平放置的足够长的粗糙细杆上滑动，细杆处于磁感应强度为B，方向垂直纸面向里的匀强磁场中。现给圆环向右初速度v0，在以后的运动过程中，圆环运动的v﹣t图象不可能是图中的（　　）



A． B．

C． D．

【分析】带正电的圆环向右运动时，受到的洛伦兹力方向向上，注意讨论洛伦兹力与重力的大小关系，然后即可确定其运动形式，注意洛伦兹力大小随着速度的大小是不断变化的．

【解答】解：当qvB＝mg时，圆环做匀速运动，此时图象为B，故B可能；

当qvB＞mg时，FN＝qvB﹣mg，此时：μFN＝ma，所以圆环做加速度逐渐减小的减速运动，直到qvB＝mg时，圆环开始做匀速运动，故C可能；

当qvB＜mg时，FN＝mg﹣qvB，此时：μFN＝ma，所以圆环做加速度逐渐增大的减速运动，直至停止，所以其v﹣t图象的斜率逐渐增大，故D可能；

本题要求选不可能的，故选：A。

【点评】分析洛伦兹力要用动态思想进行分析，注意讨论各种情况，同时注意v﹣t图象斜率的物理应用，总之本题比较全面的考查了高中所学物理知识。

3．（2020秋•长阳县校级期中）如图所示，质量为m的带电绝缘小球（可视为质点）用长为l的绝缘细线悬挂于O点，在悬点O下方有匀强磁场。现把小球拉离平衡位置后从A点由静止释放，小球从A点和D点向最低点运动，则下列说法中正确的是（　　）



A．小球两次到达C点时，速度大小不相等

B．小球两次到达C点时，细线的拉力不相等

C．小球两次到达C点时，加速度不相同

D．小球从A至C的过程中，机械能不守恒

【分析】带电小球在磁场中要受到洛伦兹力作用，由于洛伦兹力方向总是垂直于速度的方向，所以洛伦兹力不做功，小球的机械能守恒。小球两次到达C点时，由合力提供向心力，由牛顿第二定律分析细线的拉力大小和加速度大小。

【解答】解：AD、带电小球在磁场中要受到洛伦兹力作用，由于洛伦兹力方向总是垂直于速度的方向，所以洛伦兹力不做功，细线的拉力也不做功，只有重力做功，与没有磁场一样，所以，小球的机械能一直守恒，小球两次到达C点时，速度大小相等，故AD错误；

B、设小球两次到达C点时速率为v，并假设小球带正电，小球向右通过C点时，小球受到的洛伦兹力向上，根据牛顿第二定律得F1+qvB﹣mg＝m，可得细线的拉力为F1＝mg﹣qvB+m；小球向右通过C点时，小球受到的洛伦兹力向下，根据牛顿第二定律得F2﹣qvB﹣mg＝m，可得细线的拉力为F2＝mg+qvB+m，可知小球两次到达C点时，细线的拉力不相等，故B正确；

C、小球两次到达C点时，加速度相等，均为a＝，故C错误。

故选：B。

【点评】解决本题时，要理解并掌握洛伦兹力的特点：洛伦兹力方向总是垂直于速度的方向，洛伦兹力不做功，所以，带电小球在磁场中运动时机械能是守恒的。

4．（2020秋•沙坪坝区校级月考）如图所示，足够长的光滑三角形绝缘槽。与水平面的夹角分别为α和β（α＞β），加垂直于纸面向里的磁场，分别将质量相等、带等量正负电荷的小球a、b依次从两斜面的顶端静止释放，关于两球在槽上运动的说法正确的是（　　）



A．在槽上，a、b两球都做匀加速直线运动，且aa＜ab

B．a、b两球沿槽运动的最大速度为va和vb，则va＞vb

C．a、b两球沿直槽运动的最大位移为sa和sb，则sa＞sb

D．a、b两球沿槽运动的时间为ta和tb，则ta＜tb

【分析】对两球分别进行受力分析，确定合力后，再由牛顿第二定律可以求出加速度，然后比较加速度大小，判断小球的运动性质；利用运动学的知识即可比较小球在斜面上运动的位移与运动时间，从而可得知正确选项。

【解答】解：A、两小球受到的洛伦兹力都与斜面垂直向上，沿斜面方向的合力为重力的分力，则其加速度分别为：aa＝gsinα，ab＝gsinβ，可见aa＞ab，故A错误；

B、当加速到洛伦兹力与重力沿垂直斜面向下分力相等时，小球刚好脱离斜面时，由平衡条件得：mgcosβ＝Bqv

对a有：va＝

对b有：vb＝

由于（α＞β）所以va＜vb，故B错误；

C、a、b两球沿直槽运动的最大位移为sa和sb，对a由运动学公式得：＝2gsinαsa

解得：sa＝

对b由运动学公式得：＝2gsinαsb

解得：sb＝

因α＞β，则有：sa＜sb 故C错误；

D、a、b两球沿槽运动的时间为ta和tb，对a由运动学公式得：va＝gsinαta

解得：ta＝

对b由运动学公式得：vb＝gsinβtb

解得：tb＝

因α＞β，则ta＜tb，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查小球在重力、支持力和洛伦兹力作用下的运动，注意应用左手定则判断洛伦兹力的方向，要了解在带电体运动的过程中，洛伦兹力的变化，知道带电粒子离开斜面的条件，同时应注意数学知识，尤其是三角函数的应用。

5．（2020秋•鞍山期末）如图所示，在方向垂直纸面向里、磁感应强度为B的匀强磁场中，有一质量为m、电荷量为q的带正电小球由长度为L的绝缘细绳与悬点相连，将小球置于恰好使细绳水平伸直的位置并从静止释放，不计空气阻力，则对小球从释放到第一次到达最低点的过程，

下列说法正确的是（　　）



A．小球运动至最低点时速度为

B．小球在运动过程中受到的洛伦兹力方向始终与细绳垂直

C．小球在运动过程中受到的洛伦兹力的瞬时功率先增大，后减小

D．小球在运动至最低点时细绳对小球的拉力大小为3mg﹣qB

【分析】小球运动过程中，只有重力做功，机械能守恒，根据机械能守恒定律列式求解速度。

有左手定则判断出洛伦兹力的方向；洛伦兹力始终不做功。

在最低点，小球受重力、拉力和洛伦兹力，合力提供向心力，根据牛顿第二定律列式求解拉力。

【解答】解：A、小球运动过程中，受重力、拉力和洛伦兹力，只有重力做功，机械能守恒，故：mgL＝mv2，解得：v＝，故A正确。

B、根据左手定则可知，磁场的方向向里，小球运动的方向向下，所以小球受到的洛伦兹力的方向始终与速度的方向垂直向左，即沿绳子的方向向外。故B错误。

C、洛伦兹力始终不做功，功率始终是0．故C错误。

D、在最低点，合力提供向心力，向左经过最低点时，洛伦兹力向下，故：T﹣mg﹣qvB＝m，解得：T＝3mg+qB，故D错误。

故选：A。

【点评】此题考查了洛伦兹力和圆周运动的相关知识，关键是明确洛伦兹力不做功，结合机械能守恒定律和牛顿第二定律列式求解即可，基础题目。

6．（2020秋•德州期末）带负电的小球用绝缘丝线悬挂于O点，在匀强磁场中摆动，不计空气阻力，当小球每次通过最低点时（　　）



A．摆球受到的磁场力相同 B．摆球的动能相同

C．摆球的速度相同 D．摆球所受丝线拉力相等

【分析】带电小球在重力与拉力及洛伦兹力共同作用下，绕固定点做圆周运动，由于拉力与洛伦兹力始终垂直于速度方向，它们对小球不做功。

因此仅有重力做功，则有机械能守恒。

从而可以确定动能是否相同，并由此可确定拉力。

【解答】解：A、由于小球的运动方向不同，则根据左手定则可知，洛伦兹力的方向不同，则受到的磁场力不同，故A错误。

B、由题意可知，拉力与洛伦兹力对小球不做功，仅仅重力做功，则小球机械能守恒，所以小球分别从左右两侧向最低点运动且两次经过最低点时的动能相同，故B正确。

C、由于小球的运动方向不同，摆球的速度大小相同，故C错误。

D、由B选项可知，速度大小相等，则根据牛顿第二定律可知，由于速度方向不同，导致产生的洛伦兹力的方向也不同，则拉力的大小也不同，因带负电，向左摆动通过最低点时所受洛伦兹力的方向向上，故绳子拉力较小，即负电荷向右摆动通过最低点时悬线的拉力大于向左摆动通过最低点时悬线的拉力，故D错误。

故选：B。

【点评】此题考查对小球进行受力分析，并得出力做功与否，根据机械能守恒定律来解题是突破口，同时注意洛伦兹力方向随着速度的方向不同而不同。最后由牛顿第二定律来考查向心力与向心加速度，再使用左手定则时，注意电荷的电性。

7．（2020秋•东莞市期末）关于洛伦兹力，以下说法正确的是（　　）

A．洛伦兹力不能改变运动电荷的动能

B．运动电荷垂直进入磁场发生偏转，这是洛伦兹力对运动电荷做功的结果

C．运动电荷在某点不受洛伦兹力

D．只要速度大小相同，在同一磁场中运动电荷所受的洛伦兹力就一定相同

【分析】洛伦兹力与运动电荷的速度方向垂直，不做功。

根据左手定则判断运动电荷受到的洛伦兹力方向。

【解答】解：A、根据左手定则可知，洛伦兹力始终与运动电荷的速度方向垂直，不做功，不会改变运动电荷的动能，故A正确。

B、运动电荷垂直进入磁场后发生偏转，这是洛伦兹力对运动电荷的作用效果，改变运动状态，不是做功的结果，故B错误。

C、运动电荷垂直进入磁场中后，一定受到洛伦兹力作用，平行进入磁场后，一定不受洛伦兹力作用，故C错误。

D、洛伦兹力大小为f＝qvB，根据左手定则可知，洛伦兹力始终与运动电荷的速度方向垂直，速度大小相同，同一磁场中运动电荷受到的洛伦兹力大小相等，方向不一定相同，故D错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键知道洛伦兹力方向与速度方向和磁场方向的关系，以及会运用左手定则进行判断。

8．（2020秋•太原期末）关于电场和磁场对电荷的作用，下列说法中正确的是（　　）

A．电荷在电场中一定受电场力作用，电荷在磁场中一定受洛伦兹力的作用

B．洛伦兹力对运动电荷一定不做功，电场力一定会对运动电荷做功

C．正电荷受洛伦兹力的方向与电荷所在处的磁场方向相同

D．负电荷受洛伦兹力的方向与电荷所在处的磁场方向垂直

【分析】电荷在只要处在电场中，一定会受到电场力，而电荷处在磁场中，不一定受到洛伦兹力。

只有当运动电荷的速度与磁场不平行时，电荷才受到洛伦兹力。

电场力沿电场线的切线方向，而洛伦兹力与磁感线垂直。

【解答】解：A、电场基本的性质是对放入电场中电荷有力的作用，电荷在电场中一定受到电场力作用，电荷在磁场中不一定受到洛伦兹力作用，根据左手定则可知，带电粒子平行于磁场运动时，不受洛伦兹力作用，故A错误。

B、洛伦兹力始终与电荷运动方向垂直，故对运动电荷一定不做功，当运动电荷运动方向与电场垂直时，电场力不做功，故B错误。

CD、根据左手定则可知，正、负电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向均与磁场方向垂直，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题考查对电场力与洛伦兹力区别的理解和把握能力。两者区别较大，电荷在磁场中有两种情况不受洛伦兹力要抓住：1、静止电荷；2、速度与磁场平行。

9．（2020秋•三明期末）如图所示，一质量为m的带电绝缘小球用丝线悬吊于匀强磁场中。将小球分别从等高点A和B由静止释放，不计空气阻力，则小球第一次经过O点时相同的物理量是（　　）



A．速度 B．丝线的拉力 C．洛伦兹力 D．向心加速度

【分析】将小球分别从等高点A和B由静止释放，通过O点的速度方向不同。

洛伦兹力与运动方向有关，运动方向不同，洛伦兹力不同。

根据向心力公式可以确定拉力的大小是否相同。

由向心加速度公式来确定是否相同。

【解答】解：A、将小球分别从等高点A和B由静止释放，则两次通过O点的速度方向不同，故A错误。

C、根据左手定则可知，洛伦兹力与运动方向垂直，速度方向不同，洛伦兹力方向不同，故C错误。

B、由题意可知，拉力与洛伦兹力对小球不做功，仅仅重力做功，则小球机械能守恒，所以小球分别从A点和B点向最低点O运动且两次经过O点时的动能相同，向心力相同。在O点，根据合力提供向心力，从A点释放时，F﹣qvB＝m，从B点释放时，F+qvB＝m，故丝线拉力不同，故B错误。

D、向心力相同，则向心加速度相同，故D正确。

故选：D。

【点评】本题考查了圆周运动的相关知识，对小球进行受力分析，并得出力做功与否，根据机械能守恒定律来解题是突破口，同时注意洛伦兹力方向随着速度的方向不同而不同。最后由牛顿第二定律来考查向心力与向心加速度。

10．（2020秋•普宁市期末）有关洛伦兹力和安培力的描述，正确的是（　　）

A．通电直导线在匀强磁场中一定受到安培力的作用

B．安培力是大量运动电荷所受洛伦兹力的宏观表现

C．带电粒子在匀强磁场中运动受到的洛伦兹力做正功

D．通电直导线在磁场中受到的安培力方向与磁场方向平行

【分析】（1）安培力：F＝BILsinθ，其中θ为电流方向与磁场方向的夹角。当θ＝0°时，就算有电流和磁场也不会有安培力。

（2）洛伦兹力：F＝qvBsinθ，其中θ为运动方向与磁场方向的夹角。根据左手定则：洛伦兹力的方向与电荷运动方向垂直，故洛伦兹力对电荷不做功。

（3）导线中定向移动的电荷受到的洛伦兹力在宏观上就表现为导线受到的安培力，所以说安培力是大量运动电荷所受洛伦兹力的宏观表现。

【解答】解：A、安培力F＝BILsinθ，其中θ为电流方向与磁场方向的夹角。当θ＝0°时，就算有电流和磁场也不会有安培力，故A错误。

B、导线中定向移动的电荷受到的洛伦兹力在宏观上就表现为导线受到的安培力，所以说：安培力是大量运动电荷所受洛伦兹力的宏观表现，故B正确。

C、根据左手定则：洛伦兹力的方向与电荷运动方向垂直，故洛伦兹力对电荷不做功，故C错误。

D、通电直导线在磁场中受到的安培力方向与磁场方向根据左手定则，应该是相互垂直，故D错误。

故选：B。

【点评】此题只需明确安培力和洛伦兹力大小的计算方法，以及如何用左手定则判断力的方向即可。

11．（2020秋•青铜峡市校级期末）匀强磁场中一个运动的带电粒子，运动速度v方向如图所示，下列说法正确的是（　　）



A．若粒子带正电，所受洛伦兹力的方向向下

B．若粒子带负电，所受洛伦兹力的方向向下

C．若粒子带负电，运动速率v一定减小

D．若粒子带正电，运动速率v一定增大

【分析】判断洛伦兹力的方向用左手定则判断，伸开左手，使拇指与其余四指垂直，并且与手掌在同一个平面内；让磁感线从掌心进入，并使四指指向正电荷的运动方向或负电荷运动的反方向，这时拇指所指的方向就是运动电荷所受洛伦兹力的方向。

洛伦兹力不做功，不会改变运动速率。

【解答】解：AB、根据左手定则可知，若粒子带正电，受到的洛伦兹力的方向向下，若粒子带负电，受到的洛伦兹力的方向向上，故A正确，B错误。

CD、无论粒子带正电还是带负电，洛伦兹力不做功，运动速率v不变，故CD错误。

故选：A。

【点评】解决本题的关键掌握用左手定则判断洛伦兹力的方向，注意四指指向正电荷的运动方向或负电荷运动的反方向。

12．（2020秋•雨花区期末）运动电荷在匀强磁场中受到洛伦兹力，下列关于洛伦兹力方向的说法正确的是（　　）

A．既与磁场方向垂直，也与电荷运动方向垂直

B．与磁场方向垂直，不与电荷运动方向垂直

C．总是与电荷的运动方向垂直，与磁场方向不一定垂直

D．总是与磁场方向垂直，与电荷运动方向不一定垂直

【分析】运动电荷在磁场中受到的洛伦兹力，其方向由左手定则来确定，从而即可判定。

【解答】解：根据左手定则，洛伦兹力方向一定与电荷速度方向垂直，与磁场方向垂直，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】洛伦兹力由左手定则来确定，其方向垂直于磁场、运动电荷的方向．并知道左手定则与右手定则的区别，注意电荷运动方向不一定与磁场方向垂直。

13．（2020秋•湖南月考）如图所示，一带电小球质量为m，电荷量为q，存在方向垂直纸面向里的匀强磁场，绝缘细线的长为L，把悬线拉到水平位置后放手。设摆球运动到最低点的速度为v，则下列说法不正确的是（　　）



A．重力做功为mgL B．绳的拉力不做功

C．磁场力不做功 D．重力做功的功率为mgv

【分析】洛伦兹力不做功，绳子拉力的方向与运动方向垂直，不做功，重力做功；

根据瞬时功率公式分析，瞬时功率等于力与力的方向上速度的乘积。

【解答】解：A、小球沿重力方向上运动距离为L，则重力做功mgL，故A正确；

B、绳的拉力方向与运动方向垂直，不做功，故B正确；

C、洛伦兹力方向与运动方向垂直，故磁场力不做功，故C正确；

D、小球运动到最低点时，速度方向水平，重力方向竖直向下，瞬时功率为零，故D错误。

本题选错误的，故选：D。

【点评】本题考查带电粒子在磁场中的运动和受力情况，要注意掌握洛伦兹力的性质，明确洛伦兹力永不做功的特点应用。

14．（2020秋•顺庆区校级月考）如图甲、乙、丙所示，用长为L的绝缘轻绳悬挂一可视为质点、质量为m的带正电小球，图乙中悬点O处固定一正点电荷，图丙中有垂直纸面向里的匀强磁场。现将小球拉离竖直方向，偏角均为θ，小球均能由静止开始摆动到最低点A（忽略空气阻力且细线始终拉直），下列说法正确的是（　　）



A．三种情形下，到达A点时所用的时间相同

B．三种情形下，到达A点时绳子的拉力相同

C．三种情形下，到达A点时的向心力不同

D．三种情形下，到达A点时的动能不同

【分析】分别对三种情况受力分析，根据受力情况确定各力做功情况，根据动能定理即可明确到达A点的速度关系，再根据向心力公式明确向心力及绳子上的拉力，根据运动情况即可确定时间关系。

【解答】解：三种情况下均只有重力做功，因此由动能定理可知，它们到达最底点时的速度相同，因此达到A点时的动能相同。根据向心力公式F＝可知，它们在A点需要的向心力相同，但由于乙受到库仑力，而丙受到洛伦兹力，因此三种情况下绳子上的拉力不相同。由于运动任意对应的时刻的速度均相同，因此达到A点的时间一定相同，故A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】本题考查带电粒子在电场、磁场中的运动及受力情况，要注意明确洛伦兹力永不做功，同时注意电场力做功的性质。

15．（2020秋•双流区校级月考）下列说法正确的是（　　）

A．运动电荷在磁场中肯定会受到洛伦兹力的作用

B．由B＝可知，磁感应强度大小与放在该处的一小段通电导线I、L的乘积成反比

C．若一小段通电导线在某处不受磁场力作用，则该处磁感应强度定为零

D．洛伦兹力对在磁场中运动的电荷不做功

【分析】当电荷运动的方向与磁场的方向平行时，不受力；

磁感应强度是描述磁场强弱的物理量，由磁场本身决定，与导线受到的安培力以及电流强度I和导线长度L的乘积都无关；

当电流方向与磁场平行时不受安培力；

洛伦兹力总垂直于速度方向，不做功。

【解答】解：A、电荷在磁场中运动时，当电荷运动的方向与磁场的方向平行时，不受力，故A错误；

B、磁感应强度是描述磁场强弱的物理量，由磁场本身决定，与导线受到的安培力以及电流强度I和导线长度L的乘积都无关，故B错误；

C、当通电导线与磁场平行时，不受磁场力，故不能根据安培力为零说明磁感应强度为零，故C错误；

D、洛伦兹力与电荷的运动方向总垂直，因此它对在磁场中的电荷却不会做功，故D正确；

故选：D。

【点评】本题考查安培力产生条件，及磁感应强度的定义，要注意明确磁感应强度是磁场本身的性质，同时理解洛伦兹力不做功。

16．（2020秋•市中区校级期中）从地球赤道表面，以与地面垂直的方向射向太空的一束高速质子流，则这些质子在进入地球周围的空间时，将（　　）

A．竖直向上沿直线射向太空中

B．相对于初速度方向，稍向东偏转

C．相对于初速度方向，稍向西偏转

D．相对于初速度方向，稍向北偏转

【分析】质子带正电荷，进入地球周围空间后受到地磁场的作用力而偏转；

地磁场的方向是由地理南极指向地理北极，结合左手定则可判断偏转方向。

【解答】解：地磁场的方向是由地理南极指向地理北极，质子流受到地磁场作用力而偏转，故根据左手定则可知，质子将相对于初速度方向，稍向西偏转，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题应考虑到地球是个大磁体，宇宙粒子进入地磁场要受到洛伦兹力，其受力方向由左手定则确定。

17．（2021春•温州期中）如图所示，光滑绝缘细杆水平放置，通电长直导线竖直放置，稍稍错位但可近似认为在同一竖直平面上，一质量为m带正电的小环套在细杆上，以初速度v0向右沿细杆滑动依次经过A、O、B点（小环不会碰到通电直导线），O点为细杆与直导线交错点，A、B是细杆上以O点为对称的二点。已知通电长直导线中电流方向向上，它在周围产生的磁场的磁感应强B＝K，式中k是常数、I是导线中的电流、r为点到导线的距离。下列说法正确的是（　　）



A．小球先做加速运动后做减速运动

B．从A点向O点靠近过程中，小环对桌面的压力不断增大

C．离开O点向B运动过程中，小环对桌面的压力不断增大

D．小环在A、B两点对细杆的压力大小相等，方向相反

【分析】电流左右两边的磁场方向相反，根据左手定则，洛伦兹力也相反；从A到O时，洛伦兹力增大，从O到B时，洛伦兹力减小；利用立动平衡条件解题。

【解答】解：A、电荷受到的洛伦兹力始终和速度垂直，故洛伦兹力对电荷不做功，电荷从左到右做匀速直线运动，故A错误；

B、电荷从A点向O点靠近过程中，根据左手定则，洛伦兹力竖直向下，由磁感应强B＝K知，B不断增大，洛伦兹力f＝qvB也不断增大，小环对细杆的压力也不断增大。故B正确；

C、离开O点向B运动过程中，根据左手定则，洛伦兹力竖直向下，B不断减小，洛伦兹力f＝qvB也不断减小。如果在靠近O点的洛伦兹力小于其重力，由力的平衡条件：f+FN＝mg，f不断减小，FN不断增大；如果在靠近O点的洛伦兹力大于其重力，由力的平衡条件：f﹣FN＝mg，f不断减小，FN不断减小，减小到零后有增大。故C错误；

D、小环在A点时，FN＝mg+f，在B点时，FN＝mg﹣f，所以小环在A、B两点对细杆的压力大小不相等，故D错误。

故选：B。

【点评】本题考查了直线电流磁场的分布、洛伦兹力、力的平衡条件等知识点。电荷从O到B时比较复杂，还需要对洛伦兹力和重力大小比较进行分类讨论。

18．（2021春•垦利区校级月考）在地球的赤道上空，有一束带负电的粒子竖直向下靠近地球表面，这些带电粒子将往哪边偏转（　　）

A．向东偏转 B．向南偏转 C．向北偏转 D．向西偏转

【分析】通过磁场方向、电流方向，根据左手定则判断洛伦兹力的方向。

【解答】解：赤道处的磁场方向从南向北，带负电的粒子在地球赤道上空竖直向下运动，

根据左手定则，洛伦兹力的方向向西，所以粒子将向西偏转，故D正确，ABC错误。

故选：D。

【点评】解决本题的关键掌握左手定则判断磁场方向、电流方向、洛伦兹力方向的关系，同时要注意电磁场的分布规律，及粒子的电性。

19．（2020•宿州一模）如图所示，在方向垂直纸面向里、磁感应强度B＝0.5T的匀强磁场中，固定一个倾角α＝37°的绝缘光滑斜面。一个质量m＝0.1g、电荷量q＝4×10﹣4C的小滑块由静止沿斜面滑下，小滑块滑至某一位置时将离开斜面。sin37°＝0.6，cos37°＝0.8，g取10m/s2．则（　　）



A．小滑块带正电

B．该斜面长度至少为1.6m

C．小滑块离开斜面前做变加速直线运动

D．小滑块离开斜面时的速度大小为4m/s

【分析】带电滑块在滑至某一位置时，由于在洛伦兹力的作用下，要离开斜面。根据磁场方向结合左手定则可得带电粒子的电性。

由光滑斜面，所以小滑块在没有离开斜面之前一直做匀加速直线运动。借助于洛伦兹力公式可求出恰好离开时的速度大小，

由运动学公式来算出匀加速运动的时间。由位移与时间关系可求出位移大小。

【解答】解：A、由题意可知：小滑块受到的洛伦兹力垂直斜面向上。根据左手定则可得：小滑块带负电，故A错误；

BCD、因为离开之前，小球沿斜面的方向的合力始终等于重力的分力，所以一直做匀加速直线运动，

由题意：当滑块离开斜面时，洛伦兹力：Bqv＝mgcos37°，

则v＝＝m/s＝4m/s；

小球的加速度：mgsin37°＝ma，

即a＝gsin37°＝6m/s2，

由v2＝2ax得：x＝m＝m，故D正确，BC错误。

故选：D。

【点评】本题突破口是从小滑块刚从斜面离开时，从而确定洛伦兹力的大小，进而得出刚离开时的速度大小，由于没有离开之前做匀加速直线运动，所以由运动与力学可解出运动的时间及位移。

20．（2020秋•阆中市校级月考）关于电场和磁场以及电荷的受力，下列说法正确的是（　　）

A．处在电场中的电荷一定受到电场力的作用

B．处在磁场中的电荷一定受到洛伦兹力的作用

C．电荷在电场中所受电场力的方向就是电场强度的方向

D．电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向就是磁场的方向

【分析】运动电荷在磁场中受到的磁场力为洛伦兹力，其方向由左手定则来确定，而大小则是由F＝Bqv求得。电荷在电场中一定会受到电场力的作用，正电荷受力的方向沿电场线的方向。

【解答】解：A、电荷在电场中的电荷一定受到电场力的作用。故A正确；

B、静止的电荷处于磁场中，不受到洛伦兹力。故B错误；

C、正电荷在电场中所受电场力的方向就是电场强度的方向。故C错误；

D、电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向与磁场的方向一定垂直。故D错误；

故选：A。

【点评】洛伦兹力由左手定则来确定，其方向垂直于磁场、运动电荷的方向。且电荷的运动取决于洛伦兹力是否存在，或大小与否。

**二．多选题（共10小题）**

21．（2020秋•黄山期末）如图所示，条形磁铁放在水平粗糙桌面上，当它的右上方有一个正电荷正在向垂直纸面向外（即与条形磁铁垂直）运动时，与原来没有电荷时相比较，磁铁受到的支持力FN和摩擦力Ff的变化情况是（　　）



A．FN减小了 B．FN增大了

C．Ff不为0，且方向向左 D．Ff不为0，且方向向右

【分析】以电荷为研究对象，根据左手定则判断电荷所受的洛伦兹力方向，再根据牛顿第三定律，分析磁铁所受的支持力和摩擦力的变化情况。

【解答】解：以电荷为研究对象，由左手定则判断可知电荷所受的洛伦兹力方向斜向左下方，根据牛顿第三定律可知，电荷对磁铁的作用力方向斜向右上方，磁铁有向右运动的趋势，受到向左的摩擦力，则FN减小，Ff不为0，故AC正确，BD错误。

故选：AC。

【点评】本题考查洛伦兹力以及条形磁铁磁场分布的特点，明确电荷所在处的磁场方向，然后使用左手定则判定电荷所受的洛伦兹力方向。

22．（2020秋•西湖区校级期中）如图所示，水平放置一根足够长的绝缘杆，一个质量为m、电荷最为+q的小环穿在杆上，可沿杆滑动，且二者间的动摩擦因数为μ，整个装置处于磁感应强度为B，且垂直于杆的水平匀强磁场中。现给小环一个向右的初速度v0，不考虑小环运动过程中的电磁感应现象及电荷量的改变，则在整个运动过程中，小环产生的总热量可能为（　　）



A．mv02 B．0

C．mv02﹣ D．mv02﹣

【分析】由左手定则判断出小环向右运动过程所受洛伦兹力方向，根据小环所受洛伦兹力与重力的关系分析小环的运动过程与运动性质，然后能量守恒定律（或动能定理）求出小环产生的总热量。

【解答】解：由左手定则可知，小环向右运动过程所受洛伦兹力竖直向上，洛伦兹力大小f＝qv0B；

A、如果洛伦兹力qv0B＜mg，小环与绝缘杆间存在弹力，小环向右运动过程受到摩擦力作用，小环做减速运动，直到静止，由能量守恒定律可知，产生的热量Q＝，故A正确；

B、如果洛伦兹力qv0B＝mg时，小环与绝缘杆间不存在弹力，小环运动过程不受摩擦力作用，小环做匀速直线运动，产生的热量Q＝0，故B正确；

CD、如果洛伦兹力qv0B＞mg，小环与绝缘杆间存在弹力，小环运动过程受到摩擦力作用，小环向右做减速运动，设小环速度为v时，洛伦兹力与重力相等，即qvB＝mg，解得：v＝，然后小环做匀速直线运动，整个过程，设产生的热量为Q，由能量守恒定律得：+Q，解得：Q＝，故C正确，D错误。

故选：ABC。

【点评】本题考查了带电粒子在匀强测出中的运动，根据题意分析清楚小环的受力情况与运动过程是解题的前提，应用平衡条件与能量守恒定律即可解题；解题时注意讨论，否则会出现漏解。

23．（2020秋•潮阳区期末）如图所示，匀强磁场的方向竖直向下。磁场中有光滑的水平桌面，在桌面上平放着内壁光滑、底部有带电小球的试管。试管在水平拉力F作用下向右匀速运动，带电小球能从管口处飞出。关于带电小球及其在离开试管前的运动，下列说法中正确的是（　　）



A．小球带正电

B．洛伦兹力对小球做正功

C．小球的运动轨迹是一条曲线

D．小球的运动轨迹是一条直线

【分析】小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，由左手定则，分析电性。将小球的运动分解为沿管子向里和垂直于管子向右两个方向。根据受力情况和初始条件分析两个方向的分运动情况，研究轨迹。

【解答】解：A、小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，根据左手定则判断，小球带正电，故A正确。

B、洛伦兹力总是与速度垂直，不做功，故B错误。

CD、设管子运动速度为v1，小球垂直于管子向右的分运动是匀速直线运动。小球沿管子方向受到洛伦兹力的分力F1＝qv1B，q、v1、B均不变，F1不变，则小球沿管子做匀加速直线运动。与平抛运动类似，小球运动的轨迹是一条抛物线，故C正确，D错误。

故选：AC。

【点评】本题中小球做类平抛运动，其研究方法与平抛运动类似：运动的合成与分解，其轨迹是抛物线。本题采用的是类比的方法理解小球的运动。

24．（2020秋•中山市期末）如图所示，匀强磁场的方向竖直向下，磁感应强度为B，磁场中有光滑的水平桌面，在桌面上平放着带内壁光滑的玻璃管，管的底部到开口处的长度为L．在其底部那有一带电小球（小球可视为质点），玻璃管在垂直于试管的水平力F作用下，以速度v向右匀速运动，经过t时间带电小球能从试管口处飞出。关于带电小球及其在离开试管前的运动，下列说法中正确的是（　　）



A．小球带正电

B．小球的比荷为

C．小球相对玻璃管做匀速直线运动

D．拉力F与小球在管内运动的时间成正比

【分析】小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，由左手定则，分析电性。

将小球的运动分解为沿管子向里和垂直于管子向右两个方向。根据受力情况和初始条件分析两个方向的分运动情况，研究轨迹，确定F如何变化。

【解答】解：A、小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，根据左手定则判断，小球带正电，故A正确。

BC、玻璃管运动速度为v，小球垂直于管子向右的分运动是匀速直线运动。小球沿管子方向受到洛伦兹力的分力F1＝qvB，q、v、B均不变，F1不变，则小球沿管子做匀加速直线运动。

根据牛顿第二定律可知，a＝＝，经过t时间运动位移为L，则t＝，联立解得比荷＝，故B正确，C错误。

D、设小球沿管子的分速度大小为v'，则小球受到垂直管子向左的洛伦兹力的分力F2＝qv'B＝qBat，而拉力F＝F2，拉力F与小球在管内运动的时间成正比，故D正确。

故选：ABD。

【点评】本题中小球做类平抛运动，其研究方法与平抛运动类似：运动的合成与分解，其轨迹是抛物线。本题采用的是类比的方法理解小球的运动。

25．（2020秋•南通期末）一带电粒子先后以不同的速度经过磁场中的某点。下列图象记录的是粒子受洛伦兹力的大小F与粒子运动速度大小v的关系。M、N各代表一组F、v的数据，已知N点对应的速度vN的方向与磁场方向垂直。其中可能正确的有（　　）

A． B．

C． D．

【分析】依据洛伦兹力大小公式F＝qBv，结合F﹣v图象，即可判定求解。

【解答】解：已知N点对应的速度vN的方向与磁场方向垂直，那么洛伦兹力大小公式F＝qBv，

再由F﹣v图象，可知，F＝kv，

则有k＝qB，

由于带电粒子处于磁场中M点与N点，则M点对应的图线斜率是qBsinα，0≤α≤90°，故AC错误，BD正确；

故选：BD。

【点评】考查洛伦兹力大小公式，掌握其成立的条件，理解F﹣v图象的含义，并注意M点的速率方向不一定垂直磁场。

26．（2020秋•平罗县校级期末）下列说法正确的是（　　）

A．磁场是一种看不见摸不着的实际存在的物质

B．根据公式E＝可知，电场强度跟电场力成正比，跟放入电场中的电荷的电量成反比

C．E＝只对匀强电场成立

D．带电粒子在磁场中运动时一定会受到洛伦兹力的作用

【分析】磁场是实际存在的物质。

公式E＝采用比值法定义，适用于任何电场，E与F、q无关。

公式E＝适用于计算匀强电场，d是两点沿着场强方向的距离。

带电粒子平行于磁场运动时，不会受到洛伦兹力作用。

【解答】解：A、磁场是一种看不见摸不着的实际存在的物质，是客观的存在，故A正确。

B、公式E＝采用比值法定义，适用于任何电场，E与F、q无关，故B错误。

C、公式E＝适用于计算匀强电场，d是两点沿着场强方向的距离，故C正确。

D、带电粒子平行于磁场运动时，不会受到洛伦兹力作用，故D错误。

故选：AC。

【点评】本题考查了磁场和电场的相关知识，解题的关键是明确磁场和电场都是客观存在，带电粒子在磁场中运动时，不一定受到洛伦兹力作用。

27．（2020秋•九寨沟县校级期末）下列说法中不正确的是（　　）

A．一节干电池的电动势为1.5V，它表示将+1C电量由负极输送到正极过程中，非静电力做了1.5J的功

B．带电粒子速度方向与磁场不垂直时，粒子所受洛伦兹力方向也不垂直于磁场

C．导体的电阻率与导体的长度l、横截面积S、导体的电阻R皆无关

D．磁通量是矢量，既有大小也有方向

【分析】电源是一种把其它形式的能转化为电能的装置，电动势E的大小等于非静电力做的功与电量的比值，即E＝，其大小表示电源把其它形式的能转化为电能本领大小，而与转化能量多少无关．

明确左手定则的应用，知道洛伦兹力一定与磁场相互垂直；电阻率只有材料和温度有关；磁通量是标量，注意理解“通量”的意义．

【解答】解：A、电源电动势的大小表征了电源把其它形式的能转化为电能的本领大小，电动势在数值上等于将1C电量的正电荷从电源的负极移到正极过程中非静电力做的功，即一节干电池的电动势为1.5V，表示该电池能将1C电量的正电荷由负极移送到正极的过程中，非静电力做了1.5J的功，故A正确；

B、根据左手定则可知，带电粒子速度方向与磁场不垂直时，粒子所受洛伦兹力方向仍然垂直于磁场，故B错误；

C、导体的电阻率与导体的长度l、横截面积S、导体的电阻R皆无关，其大小只与材料和温度有关，故C正确；

D、磁通量是标量，只有大小没有方向，故D错误。

本题选不正确的，故选：BD

【点评】本题考查电动势、洛伦兹力、电阻率以及磁通量，其中对于磁通量要注意其为标量，其方向只是说明了从哪一个面穿过，并非是方向．

28．（2020•未央区校级模拟）如图所示，匀强磁场的方向竖直向下．磁场中有光滑的水平桌面，在桌面上平放着内壁光滑、底部有带电小球的试管．在水平拉力F作用下，试管向右匀速运动，带电小球能从管口处飞出．则（　　）



A．小球带负电

B．小球运动的轨迹是一条抛物线

C．洛伦兹力对小球做正功

D．水平拉力F是不断变大

【分析】小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，由左手定则，分析电性．将小球的运动分解为沿管子向里和垂直于管子向右两个方向．根据受力情况和初始条件分析两个方向的分运动情况，研究轨迹，确定F如何变化．

【解答】解：A、小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，根据左手定则判断，小球带正电。故A错误。

B、设管子运动速度为v1，小球垂直于管子向右的分运动是匀速直线运动。小球沿管子方向受到洛伦兹力的分力F1＝qv1B，q、v1、B均不变，F1不变，则小球沿管子做匀加速直线运动。与平抛运动类似，小球运动的轨迹是一条抛物线。故B正确。

C、洛伦兹力总是与速度垂直，不做功。故C错误。

D、设小球沿管子的分速度大小为v2，则小球受到垂直管子向左的洛伦兹力的分力F2＝qv2B，v2增大，则F2增大，而拉力F＝F2，则F逐渐增大。故D正确。

故选：BD。

【点评】本题中小球做类平抛运动，其研究方法与平抛运动类似：运动的合成与分解，其轨迹是抛物线．本题采用的是类比的方法理解小球的运动．

29．（2020秋•贡山县期末）如图所示，匀强电场的方向竖直向下，磁场中有光滑的水平桌面，在桌面上平放着内壁光滑、试管底部有一带电小球。在水平拉力F作用下，试管向右匀速运动，带电小球能从试管口处飞出，则（　　）



A．小球带正电

B．小球运动的轨迹是一条抛物线

C．洛伦兹力对小球做正功

D．维持试管匀速运动的拉力F应逐渐增大

【分析】小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，由左手定则，分析电性。将小球的运动分解为沿管子向里和垂直于管子向右两个方向。根据受力情况和初始条件分析两个方向的分运动情况，研究轨迹，确定F如何变化

【解答】解：A、小球能从管口处飞出，说明小球受到指向管口洛伦兹力，根据左手定则判断，小球带正电。故A正确。

B、设管子运动速度为v1，小球垂直于管子向右的分运动是匀速直线运动。小球沿管子方向受到洛伦兹力的分力F1＝qv1B，q、v1、B均不变，F1不变，则小球沿管子做匀加速直线运动。与平抛运动类似，小球运动的轨迹是一条抛物线。故B正确。

C、洛伦兹力总是与速度垂直，不做功。故C错误。

D、设小球沿管子的分速度大小为v2，则小球受到垂直管子向左的洛伦兹力的分力F2＝qv2B，v2增大，则F2增大，而拉力F＝F2，则F逐渐增大。故D正确。

故选：BD。

【点评】本题中小球做类平抛运动，其研究方法与平抛运动类似：运动的合成与分解，其轨迹是抛物线。本题采用的是类比的方法理解小球的运动

30．（2020•天桥区校级模拟）狄拉克曾经预言，自然界应该存在只有一个磁极的磁单极子，其周围磁感线呈均匀辐射状分布（如图甲所示），距离它r处的磁感应强度大小为（k为常数），其磁场分布与负点电荷Q的电场（如图乙所示）分布相似．现假设磁单极子S和负点电荷Q均固定，有带电小球分别在S极和Q附近做匀速圆周运动．则关于小球做匀速圆周运动的判断正确的是（　　）



A．若小球带正电，其运动轨迹平面可在S的正上方，如图甲所示

B．若小球带正电，其运动轨迹平面可在Q的正下方，如图乙所示

C．若小球带负电，其运动轨迹平面可在S的正上方，如图甲所示

D．若小球带负电，其运动轨迹平面可在Q的正下方，如图乙所示

【分析】粒子在磁场中受洛伦兹力及本身的重力做匀速圆周运动，故它们的合力应充当向心力；则分析甲图可得出正确的结果；而在点电荷周围粒子要做匀速圆周运动，则电场力与重力的合力应充当向心．

【解答】解：要使粒子能做匀速圆周运动，则洛伦兹力与重力的合力应能充当向心力；在甲图中，若粒子为正电荷且逆时针转动（由上向下看）则其受力斜向上，与重力的合力可以指向圆心，故A正确；而若为负电荷，但顺时针转动，同理可知，合力也可以充当向心力，故C正确；

Q带负电，则正电荷在图示位置各点受到的电场力指向Q，则电场力与重力的合力可能充当向心力，故B正确；

但若小球带负电，则小球受电场力逆着电场线，故其与重力的合力向下，合力不能全部提供向心力，故不会做匀速圆周运动，故D错误；

故选：ABC。

【点评】本题巧妙地将电场和磁场相结合，考查了向心力、库仑力及洛伦兹力方向的判断问题，对学生要求较高．

**三．填空题（共10小题）**

31．（2020秋•芜湖期末）如图所示，在磁感应强度为B的垂直纸面向里的匀强磁场中，有一个质量为m、电荷量为e的电子沿垂直磁感线方向开始运动，初速度为v，则电子受到的洛伦兹力的方向是　水平向右　。（选填“水平向左”、“水平向右”、“竖直向上”或“竖直向下”）



【分析】电子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，应用左手定则判断出洛伦兹力方向。

【解答】解：电子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，由左手定则可知，带负电的电子受到的洛伦兹力水平向右。

故答案为：水平向右。

【点评】此题考查了电子在匀强磁场中的运动，受到洛伦兹力的方向由左手定则判定。

32．（2020•云南学业考试）地球的地磁南极在地理　北　极附近；汤姆孙通过对阴极射线的研究发现了电子，当把通电的阴极射线管放在蹄形磁铁的两极间时，可以观察到电子束径迹　弯曲　（选填“弯曲”或“不弯曲”），是由于　洛伦兹力　（选填“洛伦兹力”或“安培力”）作用引起的。

【分析】地球本身是一个大磁体，地磁的北极在地理的南极，地磁的南极在地理的北极，存在磁偏角；

阴极射线管电子从阴极射向阳极，运用左手定则判断电子束受到的洛伦兹力的方向，来判断电子束偏转的方向。

【解答】解：地磁场的南极在地理北极附近，地磁的北极在地理的南极附近；

电子从阴极射向阳极，电子在磁场中受到洛伦兹力作用，依据左手定则可知，洛伦兹力方向与速度方向不共线，导致其轨迹发生弯曲。

故答案为：北；弯曲，洛伦兹力。

【点评】本题关键是明确地磁场的分布情况，掌握左手定则的应用，要注意在运用左手定则判断洛伦兹力的方向时，四指要指向负电荷运动的相反方向。

33．（2020秋•东湖区校级月考）如图所示，匀强磁场的磁感应强度为B，方向垂直纸面向外，一质量为m，带电荷量为+q的小物体从倾角为θ的绝缘光滑足够长的斜面上由静止开始下滑，则此物体在斜面Q上运动的最大速度为　　，此物体在斜面上运动的距离为　　。



【分析】首先对小球受重力、支持力、洛伦兹力，平行斜面方向左匀加速直线运动，垂直斜面方向受力平衡，当洛伦兹力增加到等于重力的垂直分力时，小球开始离开斜面，即可求出最大速度、运动的距离。

【解答】解：以小球为研究对象，分析其受力情况：小球受重力、斜面支持力及洛伦兹力作用，沿斜面方向上；

根据牛顿第二定律，有：mgsinθ＝ma；

在垂直于斜面方向上，有：FN+Ff洛＝mgcosθ；

由Ff洛＝qυB，知Ff洛随着小球运动速度的增大而增大。

当Ff洛增大到使FN＝0时，小球将脱离斜面，此时有：

Ff洛＝qυmB＝mgcosθ。

所以：υm＝，此即为小球在斜面上运动速度的最大值。

小球在斜面上匀加速运动的最大距离为：

s＝＝＝。

故答案为：（1）； （2）。

【点评】本题关键明确受力情况，根据牛顿第二定律求解出加速度后运用运动学公式和平衡条件求解出沿斜面过程的最大速度和位移。

34．（2020秋•秀峰区校级期中）某种物质发射的射线在磁场中分裂为如图所示的三束，由此可知向右偏转的粒子带　负　电，向左偏转的粒子带　正　电．（填 正 或 负 ）



【分析】正确解答本题的关键是明确磁场对运动电荷的作用，正确根据左手定则判断运动电荷受力方向、运动方向、磁场方向之间关系．

【解答】解：根据左手定则可知，向右偏转的粒子带负电，向左偏转的粒子带正电，不偏转的粒子不带电；

故答案为：负；正．

【点评】本题比较简单，借助原子核的衰变考查了磁场对运动电荷的作用，掌握左手定则即可正确判断．

35．（2021春•双峰县校级期中）汤姆孙通过对阴极射线的研究发现了电子．如图所示，把电子射线管（阴极射线管）放在蹄形磁铁的两极之间，可以观察到电子束偏转的方向是　向下　，该力的方向可以用　左手定则　（填“左手定则”或“右手定则”）来判断．



【分析】阴极射线管电子从阴极射向阳极，运用左手定则判断电子束受到的洛伦兹力的方向，来判断电子束偏转的方向．

【解答】解：电子从阴极射向阳极，电子在磁场中受力情况可以根据左手定则，磁感线穿入手心，四指指向电子运动的反方向，洛伦兹力的方向向下，则电子束向下偏转．

故答案为：向下；左手定则．

【点评】本题考查左手定则的应用，要注意在运用左手定则判断洛伦兹力的方向时，四指要指向负电荷运动的相反方向．

36．（2020•湖南学业考试）电子以4×106m/s的速率垂直射入磁感应强度0.5T的匀强磁场中，受到的洛伦兹力为　3.2×10﹣13　N．如果电子射入磁场时速度方向与磁场方向的夹角是0°，则电子受的洛伦兹力大小为　0　N．

【分析】根据洛伦兹力大小公式F＝qvB求出洛伦兹力的大小．当磁场方向与粒子速度方向平行，则磁场力为零．

【解答】解：v垂直于磁场方向时，洛伦兹力F＝qvB＝1.6×10﹣19×4×106×0.5N＝3.2×10﹣13N．当v与B的方向间的夹角是0°，则电子所受的磁场力为0．

故答案为：3.2×10﹣13，0．

【点评】解决本题的关键知道当磁场方向与带电粒子速度方向垂直时，F＝qvB，当磁场方向与带电粒子速度方向平行时，F＝0．

37．（2020•云南模拟）指南针指南的一端是　 　极（N或S），磁体间是通过　磁场　发生相互作用的，磁场对运动电荷的作用力叫　洛伦兹力　．

【分析】根据磁体之间的相互作用的特点分析指南针；磁体和磁体之间，磁体与电流或运动电荷之间，电流与电流之间都是通过磁场发生相互作用的，磁场对运动电荷的作用力叫洛伦兹力．

【解答】解：根据对磁体磁场的N、S极的规定可知，指南针指南的一端是 S极，磁体间是通过 磁场发生相互作用的，磁场对运动电荷的作用力叫洛伦兹力．

故答案为：S，磁场，洛伦兹力

【点评】该题考查磁场的方向的规定、磁场的基本特点以及洛伦兹力的定义，都是和磁场有关的几个基本概念，记住即可正确解答．基础题目．

38．（2021春•郴州期末）电场和磁场都具有　力　的性质；运动的电荷垂直进入磁场，若速度方向与磁场方向不平行，将受到　洛伦兹力　的作用；电荷在电场中，将受到　电场力　的作用；通电线圈在磁场中，将受到　安培力　的作用（选填“电场力”、“洛伦兹力”、“安培力”、“力”）．

【分析】明确电场和磁场的性质，知道电场对电荷有力的作用；而磁场对电流和运动电荷有力的作用．

【解答】解：电场和磁场都具有力的性质，即对放入其中的电荷有力的作用；在磁场中，如果运动电荷的方向与磁场方向不平行，则一定会受到洛伦兹力；而电荷在电场中一定受到电场力的作用；通电线圈在磁场中安培力的作用；

故答案为：力、洛伦兹力、电场力、安培力

【点评】本题考查电场和磁场中力的性质，要明确电场和磁场的不同，明确电荷在电场中即受到电场力的作用；而静止的电荷或平行于磁场的电荷不受洛伦兹力的作用．

39．（2020秋•鸠江区校级期末）如图所示，空间有一垂直纸面向外的磁感应强度为0.5T的匀强磁场，一质量为0.2kg且足够长的绝缘未板静止在光滑水平面上，在木板左端无初速度放置一质量为0.1kg、电荷量q＝+0.2C的滑块，滑块与绝缘木板之间的动摩擦因数为0.5，滑块受到的最大静摩擦力可认为等于滑动摩擦力．现对木板施加方向水平向左，大小为0.6N的恒力，g取10m/s2，则木板的最大加速度为　3m/s2　，滑块的最大速度为　10m/s　．



【分析】当滑块获得向左运动的速度以后滑块受到一个方向向上的洛伦兹力，当洛伦兹力等于重力时滑块与木板之间的弹力为零，此时摩擦力等于零，此后物块做匀速运动，木板做匀加速直线运动．

【解答】解：对于木板进行受力分析，有F合＝F﹣f

根据牛顿第二定律有木板的加速度：

因为F为恒力，故当f＝0时，木板具有最大加速度，其值为：＝3m/s2

滑块在木板对滑块的摩擦力作用下做加速运动，当速度最大时木板对滑块的摩擦力为0，如图对滑块进行受力分析有：

滑块受到向上的洛伦兹力，木板的支持力、重力和木板的滑动摩擦力，

根据分析知：滑动摩擦力f＝μN＝μ（mg﹣F）

F＝qvB

当滑块速度最大时，f＝0，即：F＝mg＝qVb

所以此时滑块速度v＝代入数据得：v＝10m/s．

故答案为：3m/s2，10m/s．



【点评】该题主要考查了牛顿第二定律的直接应用，要求同学们能正确分析木板和滑块的受力情况，进而判断运动情况．

40．（2020秋•乐清市校级月考）带电粒子在磁场中运动，洛伦兹力对带电粒子　不做功　 （填“做正功”、“做负功”或“不做功”），原因是　洛伦兹力的方向与粒子运动方向垂直　．

【分析】利用洛伦兹力的特点，进行解答，从洛伦兹力方向与粒子运动方向去解释为什么．

【解答】解：带电粒子在磁场中运动，洛伦兹力对带电粒子不做功

因为功W＝FLcosθ

洛伦兹力的方向由左手定则判断可知，洛伦兹力方向与粒子运动速度方向v垂直，即90°

代入功的计算公式得：W＝0；

故答案为：不做功； 洛伦兹力的方向与粒子运动方向垂直

【点评】洛伦兹力不做功，只改变粒子的速度方向，不改变速度的大小，也不改变粒子的动能．

**四．计算题（共3小题）**

41．（2020秋•西城区校级期中）导线中带电粒子的定向移动形成电流，电流可以从宏观和微观两个角度来认识，一段通电直导线的横截面积为S，单位体积的带电粒子数为n，导线中每个带电粒子定向移动的速率为v，粒子的电荷量为q，并认为做定向运动的电荷是正电荷

（1）试推导出电流的微观表达式I＝nvSq

（2）如图所示，电荷定向运动时所受洛伦兹力的矢量和，在宏观上表现为导线所受的安培力。按照这个思路请你尝试由安培的表达式推导出洛伦兹力的表达式。



【分析】（1）根据电流的定义，单位时间内通过横截面积的电荷量，确定电流的微观表达式；

（2）根据安培力大小公式，F＝BIL，结合串联电路电流相等，即可求解安培力的大小；而导体受到的安培力是所以自由电荷受到的洛伦兹力集中体现，从而根据自由电荷的密集程度来确定洛伦兹力大小。

【解答】解：（1）在时间t内流过导线横截面的带电离子数N＝nvSt，

通过导线横截面的总电荷量Q＝Nq，导线中电流I＝

联立以上三式可得I＝nvSq

（2）导线受安培力的大小F＝BIL，长L的导线内的总的带电粒子数N＝nSL，又I＝nvSq，

电荷定向运动时所受洛伦兹力的矢量和，表现为导线所受的安培力，即Nf＝F，

联立以上三式可以推导出洛伦兹力的表达f＝qvB。

答：见解析。

【点评】本题考查了电流微观表达式和洛伦兹力的公式推导，理解安培力的大小是所有洛伦兹力集中体现，这是解题的关键。

42．（2020秋•永安市校级期中）电子以4×102m/s的速率垂直射入磁感应强度为0.5T的匀强磁场中，受到的洛伦兹力大小为多少？如果电子射入磁场时的速度v与B的方向间的夹角是180°，则电子所受的洛伦兹力为多少？

【分析】根据洛伦兹力大小公式F＝qvB求出洛伦兹力的大小。当磁场方向与粒子速度方向平行，则磁场力为零。

【解答】解：v垂直于磁场方向时，洛伦兹力为：

F＝qvB＝1.6×10﹣19×4×102×0.5N＝3.2×10﹣17N。

当v与B的方向间的夹角是180°，则电子所受的磁场力为0。

答：以4×102m/s的速率垂直射入磁感应强度为0.5T的匀强磁场中，受到的洛伦兹力大小为3.2×10﹣17 N；

 电子射入磁场时的速度v与B的方向间的夹角是180°，则电子所受的洛伦兹力为0。

【点评】解决本题的关键知道当磁场方向与带电粒子速度方向垂直时，F＝qvB，当磁场方向与带电粒子速度方向平行时，F＝0。

43．（2020秋•长清区校级期中）地球的磁场可以使太空来的宇宙射线发生偏转．已知北京上空某处的磁感应强度为1.2×10﹣4 T，方向由南指向北，如果有一速度v＝5.0×105 m/s的质子（带电荷量q＝1.6×10﹣19 C竖直向下运动，则质子受到的洛伦兹力多大？向哪个方向偏转？

【分析】当速度与磁场方向垂直时，根据洛伦兹力公式F＝Bqv，即可求解其大小；再依据左手定则，可判定洛伦兹力的方向，从而即可求解．

【解答】解：当速度与磁场方向垂直时，则由F＝Bqv

代入数据，解得：F＝1.2×10﹣4×1.6×10﹣19×5×105 N＝9.6×10﹣18 N，

根据左手定则，知F向东．

答：质子受到的洛伦兹力9.6×10﹣18 N，向东偏转．

【点评】考查洛伦兹力的大小与方向的应用，掌握左手定则的内容，理解F＝Bqv公式成立条件，注意右手定则与左手定则的区别．