## 带电粒子在匀强磁场中的运动

## 知识点：带电粒子在匀强磁场中的运动

一、带电粒子在匀强磁场中的运动

1．若*v*∥*B*，带电粒子以速度*v*做匀速直线运动，其所受洛伦兹力*F*＝0.

2．若*v*⊥*B*，此时初速度方向、洛伦兹力的方向均与磁场方向垂直，粒子在垂直于磁场方向的平面内运动．

(1)洛伦兹力与粒子的运动方向垂直，只改变粒子速度的方向，不改变粒子速度的大小．

(2)带电粒子在垂直于磁场的平面内做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力．

二、带电粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期

1．由*qvB*＝*m*，可得*r*＝.

2．由*r*＝和*T*＝，可得*T*＝.带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的周期与轨道半径和运动速度无关．

## 技巧点拨

一、带电粒子在匀强磁场中运动的基本问题

1．分析带电粒子在磁场中的匀速圆周运动，要紧抓洛伦兹力提供向心力，即*qvB*＝*m*.

2．同一粒子在同一磁场中做匀速圆周运动，由*r*＝知，*r*与*v*成正比；由*T*＝知，*T*与速度无关，与半径无关．

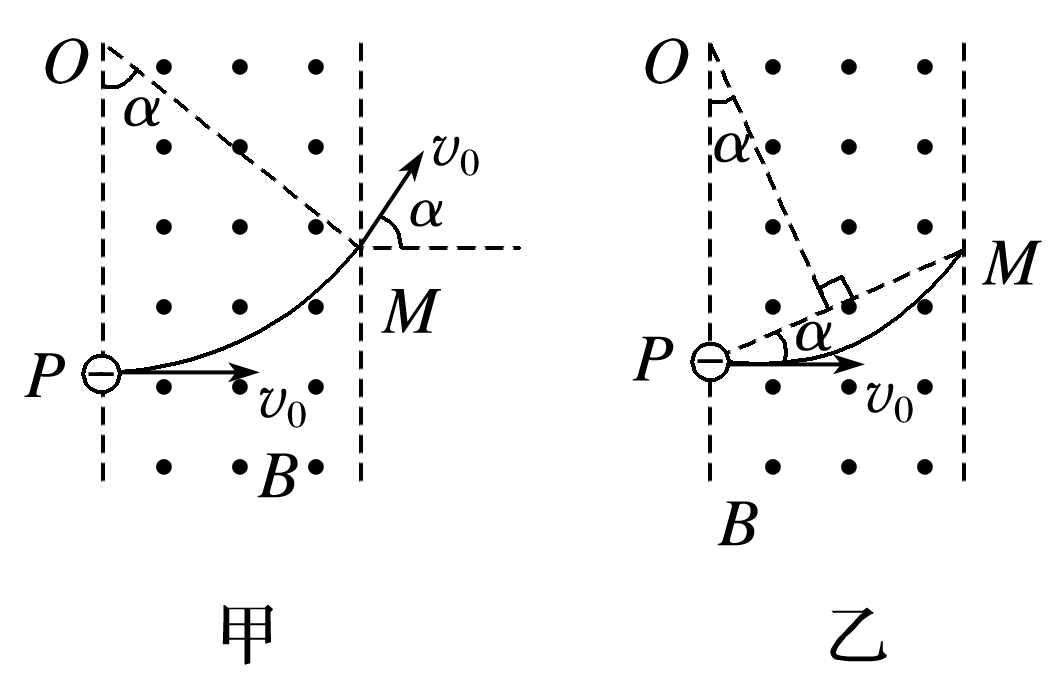
二、带电粒子在匀强磁场中的圆周运动

1．圆心的确定

圆心位置的确定通常有以下两种基本方法：

(1)已知入射方向和出射方向时，可以过入射点和出射点作垂直于入射方向和出射方向的直线，两条直线的交点就是圆弧轨道的圆心(如图甲所示，*P*为入射点，*M*为出射点)．

(2)已知入射方向和出射点的位置时，可以过入射点作入射方向的垂线，连线入射点和出射点，作其中垂线，这两条垂线的交点就是圆弧轨道的圆心(如图乙所示，*P*为入射点，*M*为出射点)．



2．半径的确定

半径的计算一般利用几何知识解直角三角形．做题时一定要作好辅助线，由圆的半径和其他几何边构成直角三角形．由直角三角形的边角关系或勾股定理求解．

3．粒子在匀强磁场中运动时间的确定

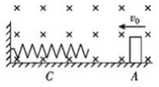
(1)粒子在匀强磁场中运动一周的时间为*T*，当粒子运动轨迹的圆弧所对应的圆心角为*α*时，其运动时间*t*＝*T*(或*t*＝*T*)．

确定圆心角时，利用好几个角的关系，即圆心角＝偏向角＝2倍弦切角．

(2)当*v*一定时，粒子在匀强磁场中运动的时间*t*＝，*l*为带电粒子通过的弧长．

## 例题精练

1．（2021•黄州区校级模拟）如图所示，劲度系数为k的轻弹簧一端固定在墙上。空间存在水平方向的匀强磁场，磁感应强度大小为B，方向垂直纸面向里。一个带正电的小物块（可视为质点）从A点以初速度v0向左运动，接触弹簧后运动到C点时的速度恰好为零，弹簧始终在弹性限度内。已知AC两点间的距离为L，物块与水平面间的动摩擦因数为μ，重力加速度为g。则物块由A运动到C点的过程中，下列说法正确的是（　　）



A．小物块的加速度先不变后减小

B．弹簧的弹性势能增加量为菁优网-jyeoomv02﹣μmgL

C．小物块与弹簧接触的过程中，摩擦力的功率逐渐减小

D．小物块运动到C点时速度为零，加速度也一定为零

【分析】根据左手定则判断出洛伦兹力的方向，然后结合受力分析判断出小物块受到的支持力以及摩擦力，结合速度的变化分析支持力的变化以及摩擦力的变化，再由牛顿第二定律分析加速度的变化；据功能关系分析弹簧的弹性势能；根据瞬时功率的表达式，结合速度、摩擦力的变化分析功率的变化。

【解答】解：A、物块与水平面间动摩擦因数为μ，由于摩擦力做功机械能减小，物块的速度减小，根据f洛＝qvB，可知物块受到的洛伦兹力减小。由左手定则可知物块向左运动的过程中受到的洛伦兹力的方向向下，洛伦兹力减小，则物块受到的向上的支持力FN＝f洛+mg减小，所以摩擦力：f＝μFN也减小，物块的加速度a＝菁优网-jyeoo也减小；

当物块接触弹簧后，物体的加速度：a′＝菁优网-jyeoo，f减小，而F增大，所以不能判断出加速度的变化，故A错误；

B、此过程动能转换为弹性势能和内能，根据能量守恒知物块克服摩擦力做的功为﹣Wf＝菁优网-jyeoomv02﹣EP弹，由于摩擦力是变力，而且f＝μFN＝μ（f洛+mg），可知弹簧的弹性势能增加量一定不是菁优网-jyeoomv02﹣μmgL，故B错误；

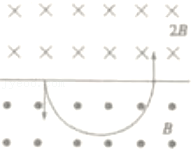
C、小物块与弹簧接触的过程中，物块的速度逐渐减小，由A中分析可知摩擦力减小，则由p＝Fv可知开始时摩擦力的功率逐渐减小，故C正确；

D、小物块到达C点时，弹簧处于压缩状态，由于不知道小物块在C点受到的弹簧的弹力与摩擦力的大小关系，所以无法确定加速度大小，故D错误。

故选：C。

【点评】本题分析物体的受力情况和运动情况是解答的关键，能量是守恒的，同时要注意洛伦兹力在其中起到的作用，注意摩擦力受洛伦兹力的影响而引起的变化。

2．（2020秋•仓山区校级期末）在匀强磁场B中一带电粒子做匀速圆周运动半周后又顺利进入另一磁感应强度是2B的匀强磁场中，B的方向如图所示，下列说法正确的是（　　）



A．粒子速率加倍，周期减半

B．粒子的半径加倍，周期加倍

C．粒子的半径减半，周期减半

D．粒子在2B的匀强磁场中仍沿逆时针方向运动

【分析】根据磁场力不做功，确定带电粒子在磁感应强度发生变化后，带电粒子在磁场中运动速度的变化情况；通过带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径公式确定半径的变化情况；通过带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期公式确定周期的变化情况。

【解答】解：ABC、洛伦兹力不对运动电荷做功，所以速率不变；由半径公式r＝菁优网-jyeoo，可知半径变为原来的一半；周期公式：T＝菁优网-jyeoo可知周期变为原来的一半，故C正确，AB错误；

D、由左手定则可得，磁场方向改变，受力方向改变，则运动方向改变，故D错误。

故选：C。

【点评】洛伦兹力对电荷永远不做功，故洛伦兹力不会改变电荷的速度大小，只会改变速度方向，磁场变化时，半径周期都会随之变化。

## 随堂练习

1．（2021春•宁江区校级月考）如图所示，平行放置的长直导线分别通以等大反向的电流I。某带正电粒子以一定速度从两导线的正中间射入，第一次如图1所示平行导线方向，第二次如图2所示垂直导线方向。不计粒子重力，下列说法正确的是（　　）

菁优网：http://www.jyeoo.com

A．第一次粒子做匀速直线运动

B．第二次粒子做匀速圆周运动

C．第一次粒子将向上偏转，且速度大小保持不变

D．第二次粒子做直线运动，且速度先增大后减小

【分析】根据安培定则以及矢量合成可知磁场方向，根据左手定则知磁场力，从而根据力和运动的关系确定粒子的运动情况。

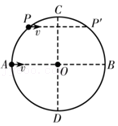
【解答】解：AC、由安培定则可知，图甲中，与两导线共面、平行、等距的直线上磁感应强度垂直纸面向里，再根据左手定则可知，带正电的离子向上偏转，由于洛伦兹力不做功，离子速率不变，故A错误，C正确；

BD、由安培定则可知，图乙中，两导线连线的中垂线上的磁感应强度水平向右，离子速度与磁场方向平行，离子不受洛伦兹力，所以离子将匀速直线运动，故BD错误。

故选：C。

【点评】本题考查了带电粒子在磁场中的运动以及安培定则的应用，注意根据受力情况判定运动情况，明确洛伦兹力不做功，注意粒子运动方向与磁场平行，粒子不受洛伦兹力作用。

2．（2021•河南一模）如图所示，在竖直平面内有一个半径为R的圆，O为圆心，AB、CD分别为圆的水平直径和竖直直径，在圆内有与该圆所在竖直面垂直的匀强磁场（图中未画出），PP'是与AB平行的一条弦。在圆的左边放置一能够发射某种带电粒子的发射装置，若该装置从A点沿AB方向射出一个速度为v的带电粒子（不计重力），并恰好从D点沿CD方向离开磁场。如果让该装置从P点沿PP'方向射出一个速度也为v的同种带电粒子，该带电粒子从P点进入磁场区域后，关于该粒子离开磁场的位置，下列说法正确的是（　　）



A．该粒子从D点左侧附近某点离开磁场

B．该粒子仍从D点离开磁场

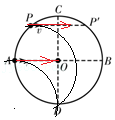
C．该粒子从D点右侧附近某点离开磁场

D．该粒子从B点离开磁场

【分析】明确磁聚焦定义，知道平行带电粒子射向圆形匀强磁场，并且轨道半径与圆形磁场半径相同，那么所有粒子将从同一点射出圆形磁场。

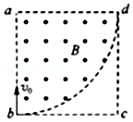
【解答】解：由题意可知，从A点射入的带电粒子从D点沿CD方向离开磁场，由几何关系可得，粒子的轨道半径与圆形磁场的半径相等，轨迹图如图所示。所以从P点射入的粒子速度不变，则轨道半径也是R，由磁聚焦定义，平行带电粒子射向圆形匀强磁场，并且轨道半径与圆形磁场半径相同，那么所有粒子将从同一点射出圆形磁场，所以从P点射入的粒子仍从D点离开磁场，轨迹如图所示，故B正确；ACD错误。

故选：B。



【点评】本题要注意抓住关键磁聚焦原理，注意本题的关键是：磁场圆和粒子圆的半径相同，并且粒子是平行射入磁场的。

3．（2021•道里区校级模拟）如图所示，abcd为边长L＝0.5m的正方形，在四分之一圆abd区域内有垂直正方形平面向外的匀强磁场，磁感应强度B＝2.0×10﹣2T。一个比荷菁优网-jyeoo＝2.0×107C/kg的带电粒子从b点沿ba方向射入磁场，结果粒子恰好能通过c点，不计粒子的重力，则粒子的速度大小为（　　）



A．2.0×105m/s B．2菁优网-jyeoo×105m/s

C．2（菁优网-jyeoo﹣1）×105m/s D．2（菁优网-jyeoo+1）×105m/s

【分析】画出粒子在磁场中运动的轨迹，确定圆心，由几何关系可求得粒子的轨道半径，粒子在磁场中做圆周运动由洛伦兹力提供向心力，据此可求得速度大小。

【解答】解：粒子恰好通过c点，则说明粒子离开磁场时的速度方向指点c点，画出粒子在磁场中运动的轨迹示意图如图所示；磁场的边长为L，设粒子的轨道半径为r，

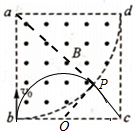
由几何关系得：L+r＝菁优网-jyeooL

解得：r＝（菁优网-jyeoo﹣1）L

由洛伦兹力提供向心力得：qvB＝m菁优网-jyeoo

联立解得：v＝菁优网-jyeoo＝（菁优网-jyeoo﹣1）×2.0×107×2.0×10﹣2×0.5m/s＝2（菁优网-jyeoo﹣1）×105m/s，故ABD错误，C正确。

故选：C。

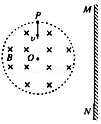


【点评】本题考查了粒子在有界磁场中的运动，解题的关键是画出轨迹的示意图，由几何关系求得轨道半径。

# 综合练习

**一．选择题（共20小题）**

1．（2020秋•越秀区期末）如图所示，在半径为R的圆形区域内充满磁感应强度为B的匀强磁场，MN是一竖直放置的感光板。从圆形磁场最高点P以速度v垂直磁场射入大量带正电的粒子，且粒子所带电荷量为q、质量为m。不考虑粒子间的相互作用力及粒子的重力，关于这些粒子的运动，以下说法正确的是（　　）



A．射出磁场的粒子一定能垂直打在MN上

B．粒子在磁场中通过的弧长越长，运动时间也越长

C．射出磁场的粒子其出射方向的反向延长线不可能过圆心O

D．当入射速度v＝菁优网-jyeoo时，粒子射出磁场后一定垂直打在MN上

【分析】带电粒子射入磁场后做匀速圆周运动，对着圆心入射，必将沿半径离开圆心，根据洛伦兹力充当向心力即可求出轨迹半径；确定出速度的偏向角，对着圆心入射的粒子，速度越大在磁场中通过的弧长越长，轨迹对应的圆心角越小，即可分析时间关系。

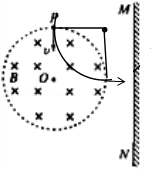
【解答】解：A、对着圆心入射的粒子，出射后不一定垂直打在MN上，与粒子的速度有关，故A错误。

B、对着圆心入射的粒子，速度越大在磁场中轨迹半径越大，弧长越长，轨迹对应的圆心角越小，由t＝菁优网-jyeoo知，运动时间t越小，故B错误；

C、带电粒子的运动轨迹是圆弧，根据几何知识可知，对着圆心入射的粒子，其出射方向的反向延长线也一定过圆心，故C错误。

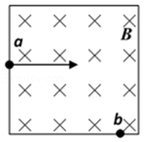
D、速度满足v＝菁优网-jyeoo时，由洛伦兹力充当向心力可知，Bqv＝m菁优网-jyeoo可知，r＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝R，运动轨迹如图所示，射出磁场时的速度方向一定与MN垂直，故粒子一定垂直打在MN板上，故D正确。

故选：D。



【点评】本题要抓住粒子是圆弧，磁场的边界也是圆弧，利用几何知识分析出射速度与入射速度方向的关系，确定出轨迹的圆心角，分析运动时间的关系。

2．（2020秋•荔湾区期末）如图所示，正方形区域内存在垂直纸面的匀强磁场。一带电粒子垂直磁场边界从a点射入，从b点射出。下列说法正确的是（　　）



A．粒子带正电

B．粒子在b点速率大于在a点速率

C．若仅增大磁感应强度，则粒子可能从b点左侧射出

D．若仅减小入射速率，则粒子在磁场中运动时间变短

【分析】根据粒子的偏转情况结合左手定则判断电性；粒子在磁场中运动时洛伦兹力不做功；根据R＝菁优网-jyeoo判断半径的变化，从而分析出射位置；若仅减小入射速率，分析粒子轨迹对应的圆心角，分析粒子运动时间。

【解答】解：A、由题意可知，粒子向下偏转，根据左手定则可得粒子带负电，故A错误；

B、粒子在磁场中运动时洛伦兹力不做功，粒子在b点速率等于在a点速率，故B错误；

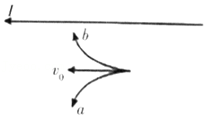
C、根据R＝菁优网-jyeoo可知，若仅增大磁感应强度，则粒子运动的半径减小，由几何关系可知，粒子可能从b点左侧射出，故C正确；

D、若仅减小入射速率，则粒子在磁场中运动半径减小，由几何关系可知，粒子轨迹对应的圆心角增大，根据t＝菁优网-jyeooT可知粒子运动时间增加，故D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；根据周期公式结合轨迹对应的圆心角求时间。

3．（2020秋•桂林期末）如图所示，水平直导线中通有恒定电流I，导线正下方处有一质子初速度v0，其方向与电流方向相同，以后一小段时间质子将（　　）



A．沿路径a运动，曲率半径变小

B．沿路径a运动，曲率半径变大

C．沿路径b运动，曲率半径变小

D．沿路径b运动，曲率半径变大

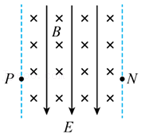
【分析】先用安培定则判断出导线下方的磁场方向及分布情况，再由左手定则判断质子运动时的受力方向，结合半径公式r＝菁优网-jyeoo可知半径的变化情况，从而得出正确选项。

【解答】解：由安培定则可知，导线下方的磁场方向垂直纸面向外，且离导线越远，磁场越弱，B越小；质子带正电，由左手定则可知受到的洛伦兹力方向向上，则质子将靠近导线，沿路径b运动；因所经过的位置的磁感应强度B增大，由r＝菁优网-jyeoo可知质子的运动曲率半径变小，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】该题考查的知识点较多，首先是安培定则，知道通电直导线周围的磁场的分布；其次是左手定则，会熟练的判断带电粒子受到的洛伦兹力的方向，再者是当磁场变化后，会用＝菁优网-jyeoo来判断半径的变化。

4．（2020秋•泰安期末）如图所示的区域内，存在垂直于纸面向里的匀强磁场和竖直向下的匀强电场。一带电粒子X（不计重力）以一定的初速度由左边界的P点射入磁场、电场区域，恰好沿直线由区域右边界的N点穿出。若撤去该区域内的电场而保留磁场不变，粒子X仍以相同初速度由P点射入，当粒子X从区域右边界穿出，则粒子X（　　）



A．动能可能减小

B．动能一定不变

C．穿出位置一定在N点上方

D．穿出位置一定在N点下方

【分析】带电粒子在复合场中做直线运动，讨论粒子可能的带电情况，再根据带电粒子在磁场中的受洛伦兹力情况明确动能是否变化并分析穿出位置。

【解答】解：AB、撤去电场后，粒子只受洛伦兹力，由于洛伦兹力不做功，故粒子速度大小不变，动能一定不变，故A错误，B正确；

CD、不论粒子带正电还是带负电，只要满足Eq＝Bqv，粒子即可沿直线由P到N；如果粒子带正电，粒子将向上偏转，穿出位置在N点上方，如果粒子带负电，粒子将向下偏转，穿出位置在N点下方，故CD错误。

故选：B。

【点评】本题考查带电粒子在磁场和复合场中的运动情况分析，要注意明确洛伦兹力永不做功的性质应用，同时明确在复合场中平衡条件的应用。

5．（2020秋•汾阳市期末）关于带电粒子在匀强磁场中的运动，下列说法中正确的是（　　）

A．带电粒子沿着磁感线方向射入，洛伦兹力对带电粒子做正功

B．带电粒子逆着磁感线方向射入，洛伦兹力对带电粒子做负功

C．带电粒子垂直于磁感线方向射入，洛伦兹力对带电粒子不做功

D．带电粒子垂直于磁感线方向射入，洛伦兹力对带电粒子做功的情况与电荷的正负有关

【分析】明确洛伦兹力的特点，知道粒子平行于磁感线运动时，不受洛论兹力；而垂直磁场进入时，受洛伦兹力，但洛伦兹力的方向总与速度方向垂直，对粒子总不做功。

【解答】解：A、带电粒子沿磁感线方向射入，粒子不受洛伦兹力作用，故洛伦兹力不做功，故A错误；

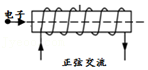
BC、带电粒子垂直于磁感线方向射入，洛伦兹力与速度方向始终垂直，故洛伦兹力不做功；故B错误，C正确；

D、不论进入磁场的电荷电性如何，由于洛伦兹力始终与运动方向相互垂直，故洛伦兹力对带电粒子不做功，与电荷的电性无关，故D错误。

故选：C。

【点评】本题要抓住洛伦兹力特点进行分析，明确带电粒子的速度方向与磁场平行时，不受洛伦兹力；而粒子受洛伦兹力时，由于洛伦兹力总与速度方向垂直，对粒子总不做功。

6．（2020秋•阜宁县校级期末）如图所示，螺线管中通入正弦交流电，将电子沿轴线方向射入后，电子在螺线管中的运动情况是（　　）



A．匀速圆周运动 B．往复运动

C．匀速直线运动 D．匀变速直线运动

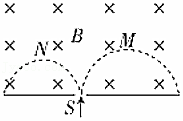
【分析】长通电螺线管中产生的磁场方向平行于螺线管的轴线．根据电子的运动方向与磁场方向的关系，分析电子所受洛伦兹力的情况，判断电子的运动情况。

【解答】解：由于长通电螺线管中产生的磁场方向平行于螺线管的中心轴线，与电子的运动方向平行，则电子在磁场中不受洛伦兹力，电子重力又不计，则电子做匀速直线运动，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题关键是了解通电螺线管磁场方向特点，同时明确当带电粒子与磁场方向平行时不受洛伦兹力。

7．（2020秋•汾阳市期末）比荷不相等的带电粒子M和N，以相同的速率经小孔S垂直进入匀强磁场，运动的半圆轨迹（M的轨迹圆半径大于N的轨迹圆半径）如图中虚线所示。下列说法正确的是（　　）



A．M的带电荷量大于N的带电荷量

B．M的质量小于N的质量

C．M的运行时间小于N的运行时间

D．M的运行时间大于N的运行时间

【分析】根据带电粒子在磁场运动的半径的公式可以判断出粒子速度的大小；根据半径确定运行的轨迹长度，再由速度公式即可确定运行时间。

【解答】解：AB、粒子在磁场中运动，根据洛伦兹力提供向心力qvB＝菁优网-jyeoo可得半径为：r＝菁优网-jyeoo，由于粒子速率相等，但电荷量以及质量大小关系均不知，故无法确定电荷量和质量的大小关系，故AB错误；

CD、粒子在磁场中运动为半个圆周，由图可知M运动的半径大，故M运行的轨迹长，由t＝菁优网-jyeoo可知，M的运行时间大于N的运行时间，故C错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题考查带电粒子在磁场中运动规律，在解题时要注意分析哪些量是已知，哪些是未知，从而正确选择物理规律分析求解。

8．（2020秋•成都期末）两个电荷量相同的带电离子，在同一匀强磁场中仅受洛伦兹力做匀速圆周运动，则（　　）

A．若两离子动量大小相等，则运动半径必相等

B．若两离子动能大小相等，则运动半径必相等

C．若两离子动量大小相等，则运动周期必相等

D．若两离子动能大小相等，则运动周期必相等

【分析】离子在匀强磁场中只受到磁场力作用而做匀速圆周运动，半径公式为r＝菁优网-jyeoo，根据半径公式分析速率、质量、动量、动能与半径关系．由周期公式T＝菁优网-jyeoo分析周期关系。

【解答】解：

A、由题意可知，两个离子的电量相等，在同一磁场中运动，若动量相等，由半径公式r＝菁优网-jyeoo可知，半径一定相等，故A正确；

B、离子的动能Ek＝菁优网-jyeoomv2，动量p＝mv＝菁优网-jyeoo，动能相等，由于质量不一定相等，故mv不一定相等，由半径公式r＝菁优网-jyeoo可知，半径不一定相等，故B错误；

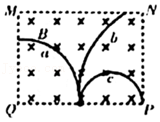
C、动量大小相等时质量不一定相等，则由周期公式T＝菁优网-jyeoo分析得知，周期不一定相等，故C错误；

D、动能Ek＝菁优网-jyeoomv2，离子动能相等，但质量不一定相等，则由周期公式T＝菁优网-jyeoo分析得知，周期不一定相等，故D错误。

故选：A。

【点评】本题只要掌握半径公式和周期公式，以及动能、动量与速度的关系，同时掌握控制变量法的应用即可正确求解。

9．（2020秋•运城期末）如图所示，矩形虚线框MNPQ内有一匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里。a、b、c是三个质量和电荷量都相等的带电粒子，它们从PQ边上的中点沿垂直于磁场的方向射入磁场，图中画出了它们在磁场中的运动轨迹（粒子重力不计）。下列说法正确的是（　　）



A．粒子a带负电

B．粒子c的速度最大

C．粒子b在磁场中运动的时间最长

D．粒子b在磁场中运动时受到的向心力最大

【分析】根据粒子运动轨迹由左手定则判断粒子的电性；粒子在磁场中做圆周运动，由牛顿第二定律求出粒子的速度；根据粒子做圆周运动的周期与转过的圆心角比较粒子运动时间。

【解答】解：A、由图可知，粒子a向左偏转，根据左手定则知粒子a带正电，故A错误；

B、粒子在磁场中做匀速圆周运动时，由洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律得：qvB＝m菁优网-jyeoo，解得：v＝菁优网-jyeoo，由于：q、B、m都相同，因此r越大，速度越大，由图示可知，b的轨道半径r最大，则b粒子速度最大，故B错误；

C、粒子在磁场中做圆周运动的周期T＝菁优网-jyeoo相同，粒子在磁场中的运动时间：t＝菁优网-jyeoo•T＝菁优网-jyeoo，由于m、q、B都相同，粒子c转过的圆心角θ最大，则射入磁场时c的运动时间最长，故C错误。

D、粒子在磁场中的向心力：F向＝qvB，有图可知粒子b半径最大，根据半径公式r＝菁优网-jyeoo，可知粒子b的速度最大，粒子b在磁场中运动时的向心力最大，故D错误。

故选：D。

【点评】本题考查了粒子在磁场中的运动，由于左手定则与牛顿第二定律可以解题；带电粒子在磁场、质量及电量相同情况下，运动的半径与速率成正比，从而根据运动圆弧来确定速率的大小。

10．（2020秋•肇庆期末）一带电粒子在某匀强磁场中沿着磁感线方向运动，现仅将该粒子的运动速度增大一倍，其他条件不变，不计粒子的重力，则该带电粒子在此匀强磁场中（　　）

A．做匀速圆周运动

B．受到的洛伦兹力变为原来的2倍

C．运动的轨迹半径变为原来的2倍

D．运动的动能变为原来的4倍

【分析】根据洛伦兹力公式f＝qvBsinθ以及动能表达式菁优网-jyeoo分析答题。

【解答】解：ABC、一带电粒子在匀强磁场中沿着磁场方向运动，由于速度方向与磁场方向一致，所以不受洛伦兹力，重力又忽略不计，则带电粒子沿原来方向做匀速直线运动，故ABC错误；

D、由动能表达式菁优网-jyeoo，速度增大一倍，即变为原来的2倍，动能变为原来的4倍，故D正确。

故选：D。

【点评】本题难度不大，是一道基础题，熟练掌握洛伦兹力公式以及动能表达式即可正确解题，注意理解夹角的大小

11．（2020秋•张掖期末）两相邻匀强磁场区域的磁感应强度大小不同、方向平行。一不计重力的带电粒子以某一速度垂直于磁感应强度方向进入磁场，粒子从磁感应强度较弱的区域进入到较强的磁场区域后，粒子做匀速圆周运动的（　　）

A．速率增大，轨道半径增大

B．速率减小，周期变小

C．速率不变，轨道半径减小

D．速率不变，周期变大

【分析】根据周期公式分析周期的变化；洛伦兹力不做功，因此粒子运动的速度大小不变；根据洛伦兹力充当向心力判断半径的变化；根据牛顿第二定律分析加速度的变化。

【解答】解：洛伦兹力不做功，因此粒子运动的速率不变，根据周期公式T＝菁优网-jyeoo可知，粒子从较弱磁场区域进入到较强的磁场区域后，B增大、周期减小；根据洛伦兹力充当向心力可知，Bqv＝m菁优网-jyeoo，解得：R＝菁优网-jyeoo，从磁感应强度较弱的区域进入到较强的磁场区域后粒子的轨道半径减小，故C正确，ABD错误。

故选：C。

【点评】本题考查带电粒子在磁场运动规律的应用，要注意明确带电粒子半径公式的推导和应用以及周期公式的推导和应用。

12．（2020秋•青铜峡市校级期末）在匀强磁场中一个电子做匀速圆周运动，如果又顺利垂直进入另一个磁感应强度是原来磁感应强度2倍的匀强磁场，则（　　）

A．粒子的速率加倍，周期减半

B．粒子速率不变，轨道半径减半

C．粒子速率减半，轨道半径减半

D．粒子的速率不变，周期加倍

【分析】首先明确洛伦兹力始终不做功可知速率是否变化，再利用半径公式R＝菁优网-jyeoo和周期公式T＝菁优网-jyeoo来分析各选项。

【解答】解：洛伦兹力只改变带电粒子的速度方向，不改变速度大小，故在两磁场中的速率不会改变；

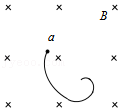
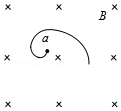
AD、由公式T＝菁优网-jyeoo可知，当磁感应强度变为原来的2倍，周期将减半，故AD错误；

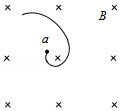
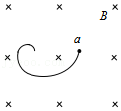
BC、由公式R＝菁优网-jyeoo可知，当磁感应强度变为原来的2倍，轨道半径将减半，故B正确，C错误。

故选：B。

【点评】带电粒子在磁场中运动，洛伦兹力是始终不做功的，即只改变速度的方向，不改变速度的大小；此类问题要求掌握洛伦兹力的大小和方向的确定，带电粒子在匀强磁场中圆周运动及其规律，会应用周期公式和半径公式进行计算和分析有关问题。

13．（2020秋•石景山区期末）一个带正电的带电粒子沿垂直于磁场的方向，从a点进入匀强磁场，由于带电粒子使沿途的空气电离，粒子的能量逐渐减小（带电量不变）。下列描述带电粒子运动的径迹中，正确的是（　　）

A． B．

C． D．

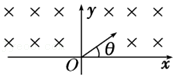
【分析】明确粒子能量减小，速度减小，根据粒子在磁场中运动的半径公式R＝菁优网-jyeoo来分析粒子的运动的中半径的变化，同时根据左手定则分析运动中洛伦兹力的方向。

【解答】解：由题意可知，粒子在运动中能量减小，故速度减小，但电量不变，故粒子的半径越来越小；同时在运动过程中，洛伦兹力的方向满足左手定则并且指向弯曲方向的凹侧，故只有A正确，BCD错误。

故选：A。

【点评】根据R＝菁优网-jyeoo可知，粒子运动的半径与速度的大小有关，速度减小则半径减小，这是解题的关键。

14．（2020秋•齐齐哈尔期末）如图所示，在x轴上方存在垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为B。在xOy平面内，从坐标原点O处沿与x轴正方向成θ角（0＜θ＜π）以速率v发射一个带负电的粒子（重力不计）。则下列说法正确的是（　　）



A．若v一定，θ越大，则粒子在磁场中运动的时间越短

B．若v一定，θ越大，则粒子在磁场中运动的角速度越大

C．若θ 一定，v越大，则粒子离开磁场的位置距O点越远

D．若θ 一定，v越大，则粒子在磁场中运动的时间越短

【分析】带电粒子进入磁场中，受到洛伦兹力而做匀速圆周运动，作出粒子运动轨迹，由轨迹对应的圆心角等于粒子速度的偏向角，求出轨迹的圆心角α，由t＝菁优网-jyeooT分析时间；写出弦长表达式分析粒子离开磁场的位置与速度的关系；由ω＝菁优网-jyeoo，T＝菁优网-jyeoo分析角速度。

【解答】解：带负电的在磁场中做匀速圆周运动：则有qvB＝m菁优网-jyeoo，所以有：半径r＝菁优网-jyeoo，周期T＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由于粒子带负电所以其运动轨迹如图所示，由几何关系可得：从O点出发离开磁场的距离x＝2rsinθ＝菁优网-jyeoosinθ；在磁场中运动的时间t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；

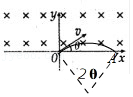
A、由以上分析可知，粒子的运动时间与v无关，若v一定，θ越大，则粒子在磁场中运动的时间越长，故A错误；

B、粒子在磁场中运动的角速度为：ω＝菁优网-jyeoo，又T＝菁优网-jyeoo，解得：ω＝菁优网-jyeoo，即角速度与速度v和夹角θ无关，保持不变，故B错误；

C、由以上分析可知，粒子离开时距O点的距离AO＝2rsinθ＝菁优网-jyeoo，由题意可知，若θ 一定，v越大，AO越大，即粒子离开磁场的位置距O点越远，故C正确；

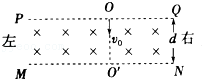
D、由以上分析可知，粒子的运动时间与v无关，若θ一定，则粒子在磁场中运动的时间一定，故D错误；

故选：C。



【点评】本题考查带电粒子在磁场中的运动，求带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动的时间，常常根据t＝菁优网-jyeooT进行分析，α是轨迹的圆心角，根据几何知识，轨迹的圆心角等于速度的偏向角。

15．（2020秋•定远县期末）如图所示，一个理想边界为PQ、MN的匀强磁场区域，磁场宽度为d，方向垂直纸面向里．一电子从O点沿纸面垂直PQ以速度v0进入磁场．若电子在磁场中运动的轨道半径为菁优网-jyeood．O′在MN上，且OO′与MN垂直．则下列判断正确的是（　　）



A．电子将向右偏转

B．电子打在MN上的点与O′点的距离为d

C．电子打在MN上的点与O′点的距离为菁优网-jyeood

D．电子在磁场中运动的时间为t＝菁优网-jyeoo

【分析】电子以垂直于边界的速度射入一宽度为d的矩形磁场区域，由于题目所给的电子的半径为菁优网-jyeoo，先画出粒子的轨迹，由几何关系分别求出题目所给的各选项的正确与否．

【解答】解：画出电子做匀速圆周运动的轨迹如图所示，圆心为O′′，下面分选项进行分析：

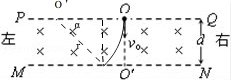
A、根据左手定则，电子将做顺时针方向旋转，所以选项A错误。

BC、由几何关系可以求得：电子打在MN上的点与O之间的距离为r﹣rcosα＝（菁优网-jyeoo）d，选项BC错误。

D、由几何关系知：电子的偏转角为α，且满足：sinα＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，所以α＝45°＝菁优网-jyeoo．运动时间t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，所以

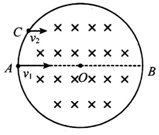
选项D正确。

故选：D。



【点评】本题是带电粒子在磁场中做匀速圆周运动的简单情况，且进入的是一个有界的矩形磁场区域，已知粒子做匀速圆周运动的半径与矩形区域的宽度有一定的几何关系，从而确定离开磁场的位置，这需要通过画图才能准确确定．

16．（2021•兴庆区校级模拟）如图所示，半径为R的圆形区域内存在垂直于纸面向里的匀强磁场，两个相同的带正电粒子分别以速度v1、v2从A、C两点同时射入磁场，v1、v2平行且v1沿直径AOB方向。C点与直径AOB的距离为菁优网-jyeoo，两粒子同时从磁场射出，从A点射入的粒子射出磁场时的速度方向与初速度方向间的夹角为60°．不计粒子受到的重力，则（　　）



A．v1＝菁优网-jyeoov2 B．v1＝菁优网-jyeoov2 C．v1＝菁优网-jyeoov2 D．v1＝2v2

【分析】画出运动轨迹图，由几何知识知半径，根据牛顿运动定律知r＝菁优网-jyeoo与v成正比；

【解答】解：如图由几何知识知R1＝Rtan60°，R2＝R，

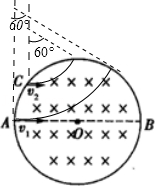
依据C点与直径AOB的距离为菁优网-jyeoo，结合几何关系，则有：∠AOC＝30°

根据牛顿运动定律知：

Bqv＝m菁优网-jyeoo

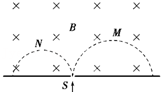
知r＝菁优网-jyeoo与v成正比，故v1：v2＝R1：R2＝2Rcos30°：R＝菁优网-jyeoo，故B正确，ACD错误；

故选：B。



【点评】此题考查带电粒子在磁场中运动，注意找圆心，运用几何知识画出粒子的运动轨迹，属于较难题目，要求学生有扎实的数学基础。

17．（2020秋•文峰区校级期末）质量和电量都相等的带电粒子M和N，以不同的速率经小孔S垂直进入匀强磁场，运行的半圆轨迹如图中虚线所示，下列表述正确的是（　　）



A．M带正电，N带负电

B．M的运行时间大于N的运行时间

C．洛伦兹力对M做负功、对N做正功

D．M的速率大于N的速率

【分析】由左手定则判断出M带正电荷，带负电荷；结合半径的公式可以判断出粒子速度的大小；根据周期的公式可以判断出运动的时间关系．

【解答】解：A、由左手定则判断出N带正电荷，M带负电荷，故A错误；

B、粒子在磁场中运动半周，即时间为周期的一半，而周期为T＝菁优网-jyeoo，M的运行时间等于N的运行时间，故B错误；

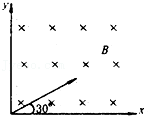
C、洛伦兹力始终与运动的方向垂直，所以洛伦兹力不做功，故C错误；

D、粒子在磁场中运动，洛伦兹力提供向心力qvB＝m菁优网-jyeoo，半径为：r＝菁优网-jyeoo，在质量与电量相同的情况下，半径大说明速率大，即M的速度率大于N的速率，故D正确。

故选：D。

【点评】该题考查带电粒子在磁场中的运动，应用左手定则、半径的公式和周期的公式即可正确解答，属于基本应用．简单题．

18．（2021•陈仓区模拟）如图所示，在第一象限内有垂直纸面向里的匀强磁场，一对正、负电子分别以相同速度沿与x轴成30°角从原点射入磁场，则正、负电子在磁场中运动时间之比为（　　）



A．1：2 B．1：1 C．1：菁优网-jyeoo D．2：1

【分析】带电粒子以一定的速度垂直进入匀强磁场，在洛伦兹力的作用下做匀速圆周运动．粒子受到的洛伦兹力提供向心力；粒子在磁场中运动的周期仅与粒子的比荷及磁场有关，而运动的时间与偏转角有关．

【解答】解：正离子进入磁场后，在洛伦兹力作用下向上偏转，而负离子在洛伦兹力作用下向下偏转。正离子以60°入射，则圆弧对应的圆心角为120°，而负离子以30°入射，则圆弧对应的圆心角为60°，由于粒子在磁场中运动的周期仅与粒子的比荷及磁场有关，而运动的时间与偏转角有关，菁优网-jyeoo．所以正离子运动时间是负离子时间的2倍。

故选：D。

【点评】带电粒子在磁场中运动的题目解题步骤为：定圆心、画轨迹、求半径．则可画出正、负离子运动轨迹，由几何关系可知答案．

19．（2021•广东学业考试）如图所示，带电粒子垂直进入匀强磁场。下列判断正确的是（　　）



A．粒子向左偏转 B．粒子向右偏转

C．粒子垂直纸面向里偏转 D．粒子垂直纸面向外偏转

【分析】带电粒子垂直进入匀强磁场受到洛伦兹力，根据左手定则判断洛伦兹力，即可分析粒子的偏转方向。

【解答】解：带电粒子垂直进入匀强磁场受到洛伦兹力，根据左手定则：磁感线垂直穿入手心，四指指向正电荷的运动方向，可知拇指指向纸外，所以粒子垂直纸面向外偏转，故ABC错误，D正确。

故选：D。

【点评】本题首先要明确粒子受到的洛伦兹力由左手定则判断，其次要明确如何运用左手定则，特别要注意四指应指向正电荷的运动方向，或负电荷运动的相反方向。

20．（2021春•南山区校级期中）一个原来静止的菁优网-jyeooU原子核，辐射出α粒子，它的两个产物在垂直于它们速度方向的匀强磁场中运动，它们的轨迹和运动方向（图中用箭头表示）可能是下图中哪一个？（图中半径大小没有按比例画）（　　）

A． B．

C． D．

【分析】放射性元素放出α粒子时，α粒子与反冲核的速度相反，而电性相同，则两个粒子受到的洛伦兹力方向相反，两个粒子的轨迹应为外切圆．再由左手定则判断洛伦兹力方向．

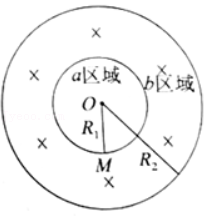
【解答】解：放射性元素放出α粒子时，α粒子与反冲核的速度相反，而电性相同，则两个粒子受到的洛伦兹力方向相反，两个粒子的轨迹应为外切圆，AB错误。由左手定则判断出带正电的粒子的洛伦兹力方向，C选项中由左手定则根据运动方向判断的洛伦兹力方向为反冲核（小圆）受力应该向下，故C错误。D正确。

故选：D。

【点评】本题属于基础题型，知道粒子所带的电性然后根据左手定则即可做出判断．

**二．多选题（共10小题）**

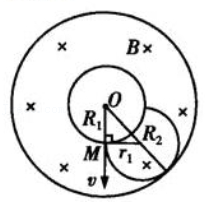
21．（2021•武平县校级模拟）如图所示，环形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场（b区域），圆形a区域内无磁场。设环形区域的内半径R1＝0.50m，外半径R2＝1.0m，磁场的磁感应强度B＝1.0T。a区域内有一放射源，可向各个方向放射氘核、氚核、氦核三种带电粒子。已知氘核的比荷为菁优网-jyeoo，若a区域中沿半径OM方向射入磁场的速度大小相同三种带电粒子都不能穿越磁场，则粒子的速度可能是（　　）



A．1.5×106m/s B．6.0×106m/s C．1.5×107m/s D．2.0×107m/s

【分析】依题意做粒子在磁场的运动轨迹，根据几何关系求得最大半径，由于洛伦兹力提供向心力，可解得粒子的最大速度。

【解答】解：要使沿OM 方向运动的粒子不能穿越磁场，则其在环形区域磁场内的运动轨迹圆中最大者与磁场外边界圆相切，如图所示。设轨迹圆的半径为r1，则有



r12+R12＝（R2﹣r1）2

代入数据解得

r1＝0.375m

设沿该轨迹圆运动的粒子速度为v，则有

qvB＝菁优网-jyeoo

解得

菁优网-jyeoo

由于三种粒子中比荷最小是氚核（约为氘核的菁优网-jyeoo），代入数据得

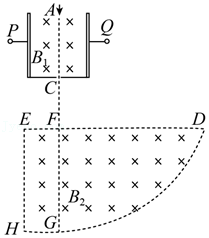
vmax＝1×107m/s

故AB正确，CD错误。

故选：AB。

【点评】解决本题的关键是依据题意画出粒子的轨迹图，注意最大的轨迹是与磁场边界相切，再根据几何关系求得半径大小。

22．（2021•桃城区校级模拟）如图所示，平行金属板竖直放置，底端封闭，中心线上开一小孔C，两板间存在正交的电场强度大小为E的匀强电场、磁感应强度大小为B1的匀强磁场，AC是两板间的中心线。金属板下方存在有界匀强磁场区域EFDGH，区域内磁场的磁感应强度大小为B2，其中EFGH为长方形，EF边长为l，EH边长为4l；A、C、F、G四点共线，E、F、D三点共线，曲线GD是以5l为半径、以AG上某点（图中未标出）为圆心的一段圆弧。现有大量比荷不同的正、负离子沿AG方向射入两金属板之间，有部分离子经F点进入下方磁场区域，比荷最大的某离子垂直EH边界穿出。已知从F点进入下方磁场的正、负离子，比荷具有相同的最大值和最小值，且由F点进入下方磁场偏向FG右侧的离子都能从边界FD射出磁场（存在临界情况）。不计离子重力及离子间的相互作用，则下列说法正确的是（　　）



A．P一定接电源正极，Q一定接电源负极

B．从F点进入下方磁场的离子速度大小为v＝菁优网-jyeoo

C．从EH边界射出的离子最大比荷是菁优网-jyeoo

D．从FD边界射出的离子区域长度是2.8l

【分析】根据速度选择器，电场力与洛伦兹力平衡判断电极正负，并计算速度大小；根据粒子的运动轨迹结合几何关系分析半径，由于洛伦兹力提供向心力可求得比荷与射出的粒子区域长度。

【解答】解：A.由F点进入下方磁场偏向FG右侧的一定是正离子，偏向FG左侧的一定是负离子，PQ两板间复合场相当于速度选择器，电场方向一定从右极板指向左极板，即P一定接电源负极，Q一定接电源正极，故A错误；

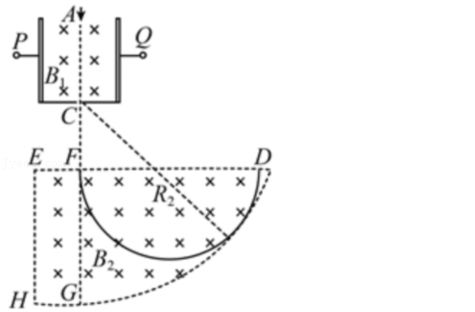
B.当离子在平行金属板间匀速运动时，有qvB1＝qE，得v＝菁优网-jyeoo，故B错误；

C.比荷最大的离子垂直EF射入下方磁场，又垂直EH射出下方磁场，说明离子在下方磁场中偏转了90°，由几何关系可知离子做圆周运动的圆心为E点，此时离子做圆周运动半径最小，为R1＝l，由qvB2＝m菁优网-jyeoo

得从EH边界射出的离子的最大比荷菁优网-jyeoo，故C正确；

D.正离子做圆周运动的最长轨迹如图中实线所示，圆心为O，半径R2满足R22+12＝（51﹣R2） 2，得R2＝2.4l，R2为满足正离子均能从FD射出的最大半径，不论离子带电正负，在磁场B2中做圆周运动的半径都介于R1和R2之间，FD上有离

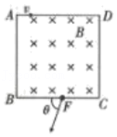
子射出，距F的最近距离为2R1，距F的最远距离为2R2，即距F点的距离为2l到4.8l范围内有离子射出，故D正确。



故选：CD。

【点评】本题考查速度选择器，在速度选择器中，还需要注意粒子匀速通过与电性无关，由洛伦兹力与电场力平衡可求得速度大小。

23．（2021•4月份模拟）如图所示，边长为a的正方形线框内存在磁感应强度大小为B、方向垂直于纸面向里的匀强磁场。两个相同的带电粒子同时从AB边上的A点和E点（E点在AB之间，未画出），以相同的速度v沿平行于BC边的方向射入磁场，两带电粒子先后从BC边上的F点射出磁场，已知从A点入射的粒子射出磁场时速度方向与BF边的夹角为θ＝60°。不计粒子的重力及粒子之间的相互作用，则（　　）



A．菁优网-jyeoo

B．菁优网-jyeoo

C．带电粒子的比荷为菁优网-jyeoo

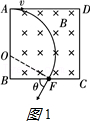
D．两个带电粒子在磁场中运动的时间之比为tA：tE＝2：1

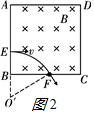
【分析】带电粒子在磁场中做圆周运动，洛伦兹力提供向心力，根据题意作出粒子运动轨迹，由几何关系求出粒子轨道半径；应用牛顿第二定律求出粒子的比荷；根据粒子做圆周运动的周期和转动的圆心角求出粒子在磁场中的运动时间。

【解答】解：AC、从A点入射的粒子射出磁场时速度方向与BF边的夹角为60°，粒子在磁场中运动的圆心角为120°，则有a﹣r＝rsin30°，解得：r＝菁优网-jyeoo，则由Bqv＝m菁优网-jyeoo可得带电粒子的比荷为菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由几何关系可得BF2＝r2﹣（a﹣r）2，解得：菁优网-jyeoo，故A正确，C错误；

BD、从E点入射的粒子在磁场中的半径也为r，则由几何关系可知r2﹣BF2＝（r﹣BE）2，菁优网-jyeoo，由AB＝AE+BE解得菁优网-jyeoo，粒子在磁场中运动的圆心角为60°，两个带电粒子在磁场中运动的时间之比为tA：tE＝2：1，故B错误，D正确。

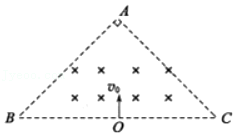
故选：AD。





【点评】本题考查了带电粒子在磁场中的运动，粒子在磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，分析清楚粒子运动过程、根据题意作出粒子运动轨迹是解题的前提与关键，应用几何知识求出粒子轨道半径、应用牛顿第二定律与粒子做圆周运动的周期公式可以解题。

24．（2020秋•滨州期末）如图所示，等腰直角三角形BAC区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场，顶角A为90°，磁感应强度大小为B。大量质量为m、电荷量为+q的粒子，以不同的速率从BC边中点沿OA方向射入该磁场区域，不计粒子重力。则从AB边射出的粒子在磁场中的运动时间可能为（　　）

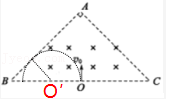


A．菁优网-jyeoo B．菁优网-jyeoo C．菁优网-jyeoo D．菁优网-jyeoo

【分析】以不同速率进入磁场的粒子，运动半径不同，周期相同，找到运动轨迹正好与AB边相切的图形，分析得到粒子在磁场中的运动时间的极值。

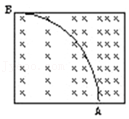
【解答】解：粒子进入磁场之后洛伦兹力提供向心力，由qvB＝m菁优网-jyeoo和T＝菁优网-jyeoo可知粒子在磁场中运动周期相同，但在磁场中运动轨迹对应的圆心角不同即运动时间不同，当运动轨迹正好与AB边相切时如图所示，粒子运动时间最大，因此最大时间为：t＝菁优网-jyeoo•菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，速度越大，运行时间越短，因此BCD正确，A错误；

故选：BCD。



【点评】本题考查带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动相关知识，解决关键在于找到轨迹与边界相切时的运动时间的极值。

25．（2021•西藏一模）如图所示，一不计重力的带电粒子垂直射入一自左向右逐渐增强的磁场中，由于周围气体的阻碍作用，其运动径迹恰为一段圆弧AB，则从图中可以判断（　　）



A．粒子从A点射入 B．粒子从B点射入

C．粒子的速率逐渐减小 D．粒子的速率逐渐增大

【分析】带电粒子以一定的速度进入匀强磁场，在洛伦兹力的作用下做匀速圆周运动；要注意明确粒子运动所在的磁场是变化的，所以要分析速度的变化明确可能的运动情况。

【解答】解：由图可知，粒子转动的半径不变，但由于阻力的作用，速率会减小；所以如果粒子从B点射入，因磁场在变大，要使得运动轨迹的半径不变，由R＝菁优网-jyeoo可知运动速率变大，但因阻力做负功，速率应该是减小的，所以粒子不可能从B点射入；如果粒子从A点射入，因磁场在变小，要使得运动轨迹的半径不变，由R＝菁优网-jyeoo半径公式可知运动速率变小；故粒子一定是从A点射入的，故AC正确，BD错误。

故选：AC。

【点评】带电粒子在磁场中运动的题目解题步骤为：定圆心、画轨迹、求半径，要注意本题中粒子始终做圆周运动，半径不变，但磁场和速率发生了变化。

26．（2020秋•城关区校级期末）在同一匀强磁场中，α粒子菁优网-jyeooHe和质子菁优网-jyeooH做匀速圆周运动，若它们的动量大小相等，则α粒子和质子（　　）

A．运动半径之比是2：1

B．运动周期之比是2：1

C．运动速度大小之比是4：1

D．受到的洛伦兹力之比是1：2

【分析】动量大小相等的质子H和α粒子在同一匀强磁场中做匀速圆周运动，均由洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律和圆周运动的规律，可求得半径r、速度v及周期T的表达式，根据表达式可以得到各项的比值。

【解答】解：AC、两个粒子的动量大小相等，α粒子和质子的质量之比是4：1，所以有：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo；质子H和α粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动，均由洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律得：qvB＝m菁优网-jyeoo，解得轨道半径：R＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，根据α粒子和质子的电荷量之比为2：1，动量相等，解得半径之比RHe：RH＝1：2，故AC错误；

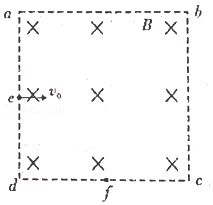
B、粒子运动的周期：T＝菁优网-jyeoo，解得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故B正确；

D、根据粒子受到的洛伦兹力：F＝qvB，得菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故D正确。

故选：BD。

【点评】本题主要考查了带电粒子在匀强磁场中运动的问题，知道洛伦兹力充当向心力，熟练掌握圆周运动的基本公式即可。

27．（2020秋•秦州区校级期末）如图所示，边长为l的正方形区域abcd内存在垂直纸面向里的匀强磁场。一质量为m、带电量为q的粒子以垂直于cb方向的初速度v0从ad中点e点射入，从cd的中点f点射出。则下列说法正确的是（　　）



A．粒子带正电 B．粒子带负电

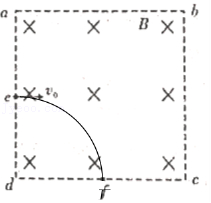
C．磁感应强度B＝菁优网-jyeoo D．磁感应强度B＝菁优网-jyeoo

【分析】根据粒子运动情况由几何关系求解半径，根据洛伦兹力提供向心力求解磁感应强度大小；根据左手定则判断粒子的电性。

【解答】解：A、由于粒子从cd的中点f点射出，则说明粒子在垂直纸面向里的磁场中向下偏转，由左手定则可知，粒子带负电，故A错误，B正确；

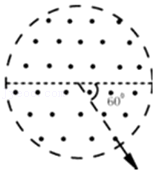
CD、粒子从cd的中点f点射出，则出对应的轨迹如图所示，由几何关系可知，d为圆心，粒子的轨迹半径为R＝菁优网-jyeoo，根据洛伦兹力提供向心力可得：qv0B＝m菁优网-jyeoo，解得磁感应强度B＝菁优网-jyeoo，故C错误，D正确。

故选：BD。



【点评】对于带电粒子在磁场中的运动情况分析，一般是先明确运动轨迹确定圆心位置，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。

28．（2020秋•思明区校级期末）如图所示为圆柱形区域的横截面，在没有磁场的情况下带电粒子（不计重力）以初速度v0沿截面直径方向入射，穿过此区域的时间为t。在该区域加沿轴线方向的匀强磁场，磁感应强度为B，带电粒子仍以同一初速度沿截面直径入射，粒子飞出此区域时，速度方向偏转60°角，根据上述条件下列说法正确的是（　　）



A．该粒子带正电

B．带电粒子在磁场中运动的时间为菁优网-jyeooπt

C．带电粒子在磁场中运动的半径为菁优网-jyeoov0t

D．带电粒子的比荷为菁优网-jyeooBt

【分析】在没有磁场时，不计重力的带电粒子以某一初速度沿截面直径方向入射，穿过此区域时粒子做匀速直线运动；在有磁场时，带电粒子仍以同一初速度沿截面直径入射，粒子飞出此区域时，粒子做匀速圆周运动，根据洛伦兹力充当向心力求出半径，根据几何关系求出运动时间，再由匀速圆周运动中半径公式可算出粒子的比荷。

【解答】解：A、粒子进入磁场后向下偏转，根据左手定则可知，该粒子带正电，故A正确；

B、在没有磁场的情况下，粒子做匀速直线运动，有：2R＝v0t

解得：t＝菁优网-jyeoo

加上磁场后，粒子做匀速圆周运动，轨迹如图所示，由几何关系得，运动半径为：

r＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooR

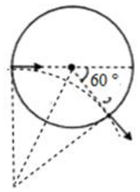
θ＝60°＝菁优网-jyeoo

粒子在磁场中做圆周运动的时间为：t′＝菁优网-jyeoo＝＝菁优网-jyeoo，故B错误；

C、由B可知：r＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooR，再结合t＝菁优网-jyeoo解得：r＝菁优网-jyeoov0t，故C正确；

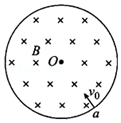
D、粒子在磁场中做圆周运动，洛伦兹力提供向心力，则有：qvB＝m菁优网-jyeoo，联立r＝菁优网-jyeoov0t，解得：菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，故D错误。

故选：AC。



【点评】本题考查带电粒子在磁场中的运动，带电粒子在磁场中运动的题目解题步骤一般为：定圆心、画轨迹、求半径，同时还要利用圆的几何关系来帮助解题。

29．（2020秋•东莞市校级月考）如图所示，以O为圆心、半径为R的圆形区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场，一质量为m、带电量为+q的粒子以速率v0从圆上的a点沿aO方向垂直射入磁场后，从圆上b点（图中未画出）射出磁场。已知圆心O到a、b两点连线的距离为菁优网-jyeoo，不计粒子重力，下列说法正确的是（　　）



A．磁场的磁感应强度大小为菁优网-jyeoo

B．磁场的磁感应强度大小为菁优网-jyeoo

C．粒子在磁场中的运动时间为菁优网-jyeoo

D．粒子在磁场中的运动时间为菁优网-jyeoo

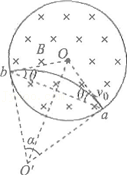
【分析】根据题意画出粒子运动的轨迹，由几何关系可以求出粒子做匀速圆周运动的半径，从而求出磁感应强度大小，再根据转过的圆心角以及周期公式即可求出粒子在磁场中运动的时间。

【解答】解：AB、粒子在磁场中做匀速圆周运动，运动轨迹如图所示：

由几何关系得θ＝30°、α＝60°，则tan菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，由牛顿第二定律得菁优网-jyeoo，联立解得菁优网-jyeoo，故A错误，B正确；

CD、粒子在磁场中运动的周期为菁优网-jyeoo，转过的圆心角α＝60°，故粒子在磁场中的运动时间为菁优网-jyeoo，故C正确，D错误。

故选：BC。



【点评】本题考查带电粒子在磁场中的运动，要根据几何关系判断出粒子做匀速圆周运动的半径，再由洛伦兹力提供向心力才能求得磁感应强度；注意常用的几何关系有：切线长定理、垂径定理、三角函数等相关知识。

30．（2020秋•新津县校级月考）有两个匀强磁场区域Ⅰ和Ⅱ，Ⅰ中的磁感应强度是Ⅱ中的k倍。两个速率相同的电子分别在两磁场区域做圆周运动。与Ⅱ中运动的电子相比，Ⅰ中的电子（　　）

A．运动轨迹的半径是Ⅱ中的k倍

B．加速度的大小是Ⅱ中的k倍

C．做圆周运动的周期是Ⅱ中的菁优网-jyeoo倍

D．做圆周运动的角速度与Ⅱ中的相等

【分析】电子在匀强磁场中做的匀速圆周运动，洛伦兹力作为向心力，根据已知条件和圆周运动的周期公式和半径公式逐项分析即可。

【解答】解：A、电子在匀强磁场中做匀速圆周运动，洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律得：evB＝m菁优网-jyeoo，解得电子在磁场中运动的半径为：r＝菁优网-jyeoo，电子的轨道半径与磁感应强度成反比，Ⅰ中的电子运动轨迹的半径是Ⅱ中的菁优网-jyeoo倍，故A错误；

B、电子的加速度的大小为：a＝菁优网-jyeoo，加速度与磁感应强度成正比，故I中电子的加速度大小是Ⅱ中的k倍，故B正确；

C、电子在磁场中运动的周期为：T＝菁优网-jyeoo，电子在磁场中做圆周运动的周期与B成反比，I中的电子运动轨迹的周期是Ⅱ中的菁优网-jyeoo倍，故C正确；

D、做圆周运动的角速度为：ω＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo，角速度与磁感应强度成正比，电子在Ⅰ中做圆周运动的角速度是Ⅱ中的k倍，故D错误；

故选：BC。

【点评】本题主要考查了带电粒子在磁场场中运动的问题，知道洛伦兹力充当向心力，熟练掌握圆周运动的基本公式即可。

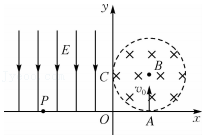
**三．填空题**

**四．计算题（共10小题）**

31．（2021春•安徽月考）如图所示，在xOy平面直角坐标系的第Ⅰ象限内有一垂直纸面向里的圆形匀强磁场区域，与x、y轴分别相切于A（L，0）、C（0，L）两点，第Ⅱ象限内有沿y轴负方向的匀强电场。一个质量为m、电荷量为q的带正电粒子从A点沿y轴正方向以v0射入磁场，经C点射入电场，最后从x轴上离O点的距离为2L的P点射出，不计粒子的重力。求：

（1）匀强磁场磁感应强度B的大小；

（2）匀强电场场强E的大小和粒子在电场中运动的时间。



【分析】（1）粒子在磁场中只受洛伦兹力而做匀速圆周运动，由几何关系求得粒子圆周轨迹半径，由洛伦兹力提供向心力，应用牛顿第二定律求解磁感应强度；

（2）粒子在电场中做类平抛运动，将运动分解为沿x轴的匀速直线运动和沿y轴匀加速直线运动，分别应用运动学公式，求解出时间和加速度，再由牛顿第二定律求解电场强度。

【解答】解：（1）带正电粒子在磁场中只受洛伦兹力而做匀速圆周运动，其轨迹如右图所示，

由几何关系知粒子圆周轨迹半径r＝L，

由洛伦兹力提供向心力可得：qv0B＝菁优网-jyeoo

解得：B＝菁优网-jyeoo

（2）粒子由C点沿﹣x方向进入电场，在电场中做类平抛运动，则：

沿﹣x方向做匀速直线运动，有：2L＝v0t，

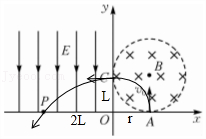
沿﹣y方向做初速度为零的匀加速直线运动，有：L＝菁优网-jyeoo，

粒子在电场中的加速度为：a＝菁优网-jyeoo

解得：E＝菁优网-jyeoo，t＝菁优网-jyeoo

答：（1）匀强磁场磁感应强度B的大小为菁优网-jyeoo；

（2）匀强电场场强E的大小为菁优网-jyeoo，粒子在电场中运动的时间为菁优网-jyeoo。



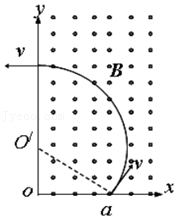
【点评】本题是非常基础的电场和磁场中带电粒子运动问题，典型的磁场中匀速圆周运动，电场中的类平抛运动。带电粒子在磁场的运动画轨迹图确定轨迹半径和圆心角是基本功，电场中的匀变速曲线运动处理的方法是运动的分解与合成。

32．（2021春•红桥区校级期中）一个质量为m、电荷量为q的带电粒子从x轴上的P（a，0）点以速度v，沿与x正方向成60°的方向射入第一象限内的匀强磁场中，并恰好垂直于y轴射出第一象限。求：

（1）粒子电性；

（2）匀强磁场的磁感应强度B；

（3）粒子射出点的坐标。



【分析】（1）根据粒子的偏转方向，由左手定则即可确定粒子的电性；

（2）由几何轨迹找到圆心位置，由几何关系得到半径；洛伦兹力提供向心力，由牛顿第二定律列方程可得匀强磁场的磁感应强度B；

（3）由几何关系和圆周运动的半径关系可以求出出射点的坐标。

【解答】解：（1）由图可知，粒子向左偏转，根据左手定则可知，粒子带负电；

（2）粒子在磁场中在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，如图所示：由射入、射出点的半径可找到圆心O′，由几何知识得，

rsin60°＝a

解得圆周运动的半径为：r＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

粒子在磁场中在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动，洛伦兹力提供圆周运动向心力，有：qvB＝m菁优网-jyeoo

得磁场的磁感应强度：B＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

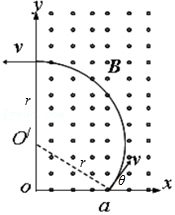
（3）由几何关系有：粒子射出磁场时的纵坐标yx＝r+rcos60°＝菁优网-jyeoo（1+菁优网-jyeoo）＝菁优网-jyeooa

所以射出磁场时的坐标为（0，菁优网-jyeooa）

答：（1）粒子带负电；

（2）匀强磁场的磁感应强度为菁优网-jyeoo；

（3）射出点的坐标（0，菁优网-jyeooa）。



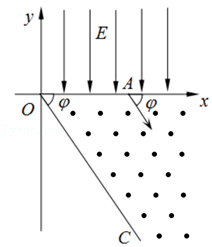
【点评】本题考查带电粒子在磁场中的偏转问题，关键是找到圆心位置，由几何关系求半径，由洛伦兹力提供向心力得到磁感应强度。

33．（2021春•越秀区校级月考）如图所示，在xOy平面的第一象限有一匀强电场，电场的方向平行于y轴向下；在x轴和第四象限的射线OC（OC与x轴的夹角为φ）之间有一匀强磁场，磁感应强度的大小为B，方向垂直于纸面向外。有一质量为m、带有电荷量+q的粒子由电场左侧平行于x轴射入电场，粒子到达x轴上A点时，速度方向与x轴的夹角也为φ，A点与原点O的距离为d，接着粒子进入磁场，并垂直于OC飞离磁场。不计粒子重力影响。求：

（1）粒子在磁场中运动的速度大小；

（2）匀强电场的场强大小；

（3）粒子水平进入电场时距离原点O的距离。

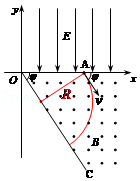


【分析】（1）粒子在磁场中做匀速圆周运动，结合几何关系由洛伦兹力充当向心力可求得粒子在磁场中的速度；

（2）粒子在电场中做的是类平抛运动，对水平方向的匀速和竖直方向的匀加速分中别进行分析，根据牛顿第二定律及运动学公式可求得电场强度；

（3）根据运动学公式，结合加速度，即可求解。

【解答】解：（1）画出粒子在磁场中运动的轨迹如图所示



由几何关系得：R＝dsinφ①

由洛伦兹力公式和牛顿第二定律得：菁优网-jyeoo②

解得：v＝菁优网-jyeoo③；

（2）质点在电场中做类平抛运动．设质点射入电场的速度为v0，在电场中的加速度为a，运动时间为t，

则有：v0＝vcosφ④

vsinφ＝at ⑤

d＝v0t ⑥

解得：菁优网-jyeoo

设电场强度的大小为E，由牛顿第二定律得：

qE＝ma ⑦

联立③～⑦式，解得：菁优网-jyeoo；

（3）设粒子入射点位于y轴正方向的D点，距离原点O为L，

粒子在竖直方向做匀加速直线运动：菁优网-jyeoo⑧

⑥～⑧式联立，解得：菁优网-jyeoo．

答：（1）粒子在磁场中运动的速度大小为菁优网-jyeoo；

（2）匀强电场的场强大小为菁优网-jyeoo；

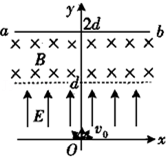
（3）粒子水平进入电场时距离原点O的距离为菁优网-jyeoo。

【点评】本题为电荷在电场和磁场中运动的题目，在电场中的运动一般以平抛为主，而在圆周运动中主要考查匀速圆周运动，应注意找出圆心和半径；同时要注意题目中哪些为已知量哪些为未知量．

34．（2020•兴庆区校级模拟）如图所示，坐标原点O处有一点状的放射源，它向xOy平面内的x轴上方各个方向（包括x轴正方向和负方向）发射带正电的同种粒子，速度大小都是v0，在0≤y≤d的区域内分布有指向y轴正方向的匀强电场，场强大小为E＝菁优网-jyeoo，其中q与m分别为该种粒子的电荷量和质量；在d≤y≤2d的区域内分布有垂直xOy平面的匀强磁场。ab为一块很大的平面感光板，放置于y＝2d处，观察发现此时恰好没有粒子打到ab板上。（不考虑粒子的重力及粒子间的相互作用）

（1）求粒子刚进入磁场时的速率；

（2）求磁感应强度B的大小。



【分析】（1）粒子在电场中加速，根据动能定理求出粒子刚进入磁场时的速度；

（2）根据带电粒子在电场中类平抛运动，求出进入磁场中的偏转角度，结合几何关系得出轨道半径，从而得出磁感应强度的大小。

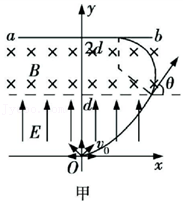
【解答】解：（1）根据动能定理得菁优网-jyeoo

解得刚进入磁场时的速率vt＝2v0

（2）由（1）求得vt＝2v0，对于沿x轴正方向射出的粒子，其进入磁场时与x轴正方向的夹角菁优网-jyeoo

其在电场中沿x轴正方向的位移菁优网-jyeoo

若沿x轴正方向射出的粒子不能打到ab板上，则所有粒子均不能打到ab板上，因此沿x轴正方向射出的粒子在磁场中运动的轨迹与ab板相切，如图甲所示：



由几何关系可知菁优网-jyeoo

可得粒子做圆周运动的半径r＝菁优网-jyeood

洛伦兹力提供向心力菁优网-jyeoo

解得菁优网-jyeoo

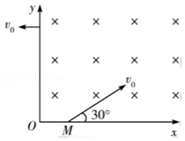
答：（1）粒子刚进入磁场时的速率为2v0；（2）磁感应强度B的大小为菁优网-jyeoo。

【点评】本题考查了带电粒子在电场和磁场中的运动，关键确定粒子运动的临界情况，通过几何关系求解粒子的半径，结合牛顿第二定律列方程求解。

35．（2019秋•海南期末）如图所示，在xOy坐标平面内的第一象限中存在一匀强磁场，磁场方向垂直坐标平面向里。一个质量为m、带电荷量为q的正粒子，从x轴上的M点以初速度v0沿与x轴正方向成30°角射入第一象限中，粒子在磁场中做圆周运动，之后恰好垂直y轴射出第一象限，已知OM长为L，不计粒子重力，求：

（1）匀强磁场的磁感应强度B的大小；

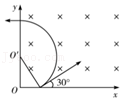
（2）粒子在磁场中运动的时间。



【分析】（1）根据粒子进入磁场和离开磁场时的方向确定运动轨迹，由几何关系求出半径，再根据洛伦兹力充当向心力列式求解磁感应强度B的大小；

（2）根据几何求出圆心角，再根据几何关系求出在磁场中圆周运动的轨迹长度，由速度公式即可求出在磁场运行时间。

【解答】解：（1）粒子在磁场中做圆周运动的轨迹如图所示



由几何关系可得，粒子做圆周运动的半径r＝2L

洛伦兹力提供粒子做圆周运动的向心力菁优网-jyeoo

联立解得磁感应强度菁优网-jyeoo；

（2）粒子在第一象限运动轨迹对应的圆心角为150°，则轨迹长度为x＝菁优网-jyeoo×2πr＝菁优网-jyeoo

则运动的时间为t＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo。

答：（1）匀强磁场的磁感应强度B的大小为菁优网-jyeoo；

（2）粒子在磁场中运动的时间为菁优网-jyeoo。

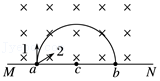
【点评】本题考查带电粒子在磁场中的运动问题，要注意此类问题的关键在于正确作出粒子做圆周运动的运动轨迹，能根据几何知识求解粒子做圆周运动的半径，掌握圆周运动的半径公式，在解题时注意明确已知量和未知量。

36．（2020秋•潞州区校级月考）如图所示，直线MN上方有垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度为B，电子1从磁场边界上的a点垂直MN和磁场方向以速度v0射入磁场，从b点离开磁场，之后电子2也由a点沿图示方向以相同速率垂直磁场方向射入磁场，从a、b连线的中点c离开磁场。已知电子质量m，带电荷量为e，求：

（1）电子1在磁场中运动的半径r1；

（2）电子1在磁场中运动的时间t1；

（3）电子2在磁场中运动的时间t2。



【分析】（1）根据洛伦兹力充当向心力即可求出电子1在磁场中运动的半径；

（2）根据几何关系确定电子1在磁场中转过的圆心角即可求出电子1在磁场中运动的时间；

（2）根据几何关系确定电子2在磁场中运动的圆心角即可求出电子2在磁场中运动的时间。

【解答】解：（1）电子1在磁场中运动时，根据洛伦兹力充当向心力有菁优网-jyeoo，解得电子1在磁场中运动的半径：菁优网-jyeoo；

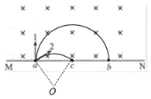
（2）由菁优网-jyeoo得，电子1在磁场中运动周期菁优网-jyeoo，由几何关系可知，电子1在磁场中转过了半圈，所用时间菁优网-jyeoo；

（3）如图所示，两电子速率相等，半径相等，周期相同，设电子2在磁场中转过的圆心角为θ，则由几何关系有菁优网-jyeoo，则菁优网-jyeoo，所以 θ＝60°，故电子2在磁场中的运动时间：菁优网-jyeoo

答：（1）电子1在磁场中运动的半径r1为菁优网-jyeoo；

（2）电子1在磁场中运动的时间t1为菁优网-jyeoo；

（3）电子2在磁场中运动的时间t2为菁优网-jyeoo。

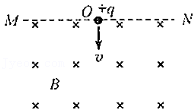


【点评】本题的关键要知道电子在磁场中做圆周运动，洛伦兹力提供向心力，电子在磁场中做圆周运动的周期和半径都相同，根据几何关系求解时间。

37．（2020秋•连城县校级月考）如图所示，匀强磁场的方向垂直纸面向里，磁感应强度大小为B，MN为磁场的水平边界。一带电荷量为+q的粒子，以速度v从O点平行纸面垂直MN向下射入磁场，不计粒子的重力。

（1）判断该粒子刚射入磁场时所受洛伦兹力的方向（答“水平向左”或“水平向右”）；

（2）求该粒子在磁场中所受洛伦兹力的大小f。



【分析】（1）根据左手定则可判断粒子所受洛伦兹力的方向；

（2）根据洛伦兹力公式即可求出粒子所受洛伦兹力的大小。

【解答】解：（1）粒子带正电垂直磁场进入，由左手定则可知，洛伦兹力水平向右；

（2）根据洛伦兹力公式可得，粒子所受洛伦兹力f＝qvB。

答：（1）该粒子刚射入磁场时所受洛伦兹力的方向水平向右；

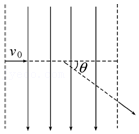
（2）求该粒子在磁场中所受洛伦兹力的大小f为qvB。

【点评】本题考查洛伦兹力的大小计算公式以及左手定则的应用，要注意在利用左手定则时应明确粒子电性，判断正电荷受力时四指指向运动方向，判断负电荷受力时，四指指向运动的反方向。

38．（2020春•保山期末）如图所示，在虚线所示宽度范围内，添加竖直向下、大小为E＝2V/m的匀强电场可使初速度（方向水平向右）为v0＝1m/s的某种正离子偏转θ＝30°角，该离子比荷为菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo×104C/kg。同样宽度范围内，若改用方向垂直纸面向外的匀强磁场，保持初速度不变，使该离子穿过该区域，并使偏转角也为θ＝30°，不计离子的重力，求：

（1）匀强磁场的磁感应强度大小；

（2）离子穿过电场和磁场的时间分别是多少？



【分析】离子在电场中做类平抛运动有vy＝votanθ和vy＝菁优网-jyeoo，在匀强磁场中做匀速圆周运动有qv0B＝m菁优网-jyeoo。

【解答】解：（1）设虚线宽度为d，离子在电场中做类平抛运动，有

vy＝votanθ，又vy＝菁优网-jyeoo，且t＝菁优网-jyeoo

当改用匀强磁场时，离子做匀速圆周运动，有qv0B＝m菁优网-jyeoo

轨道半径r＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo

联立解得：B＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeooT

（2）离子在电场中运动的时间为：t1＝菁优网-jyeoo＝≈1.67×10﹣5s

离子在磁场中运动的时间为：t2＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo＝菁优网-jyeoo≈1.74×10﹣5s

答：（1）匀强磁场的磁感应强度大小为菁优网-jyeooT；

（2）离子穿过电场和磁场的时间分别是1.67×10﹣5s、1.74×10﹣5s。

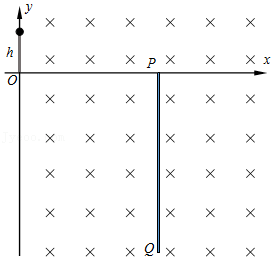
【点评】离子在匀强磁场中运动所用的时间，可以通过弧长除以线速度、角度除以角速度、周期的占比等方法求解。

39．（2020秋•浙江月考）如图所示，在无重力场的宇宙空间里有一xOy直角坐标系，其Ⅰ、Ⅳ象限内存在垂直于纸面向里的匀强磁场，磁感应强度B＝5×10﹣2T。有一轻质绝缘光滑细杆处于y轴上，其下端在O点处，细杆长度h＝0.1m，细杆的顶部套有一带负电的小球可以在细杆上自由滑动，其质量m＝1×10﹣5kg，电荷量q＝1×10﹣3C。在x轴下方有一平行于y轴的挡板PQ（足够长），P点处于x轴上，其坐标为xp＝菁优网-jyeoom。若不计一切摩擦，求：

（1）细杆在水平外力F作用下以速度v0＝4m/s沿x轴正向匀速运动时，小球脱离细杆前的运动性质及脱离细杆所用的时间；

（2）在（1）问中，水平外力F做的功W；

（3）要使小球能击中挡板左侧，细杆向右匀速运动的速度范围。

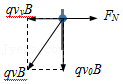


【分析】小球水平方向的运动速度不变，受到洛伦兹力竖直向下的分量就不会变，因此，竖直方向做匀变速直线运动，根据牛顿定律和直线运动知识即可求得时间。由于运动过程中只有杆的弹力做功，根据动能定理即可求出杆做的功。要求速度范围，要明确为什么速度不能太大，也不能太小。速度与半径有关，要是太小，就有可能打不到板上，就开始向左运动，因此，相切是临界条件，可以算出最小速度。速度太大，就会出现已经到了P点还未脱离的现象，因此击中P的是最大速度的临界条件。

【解答】解：

（1）由于小球任意时刻洛伦兹力的竖直分力恒为qv0B，所以小球做初速度为v0，加速度大小菁优网-jyeoo，方向沿y轴负向的类平抛运动y方向由运动学公式：菁优网-jyeoo

及牛顿第二定律：菁优网-jyeoo



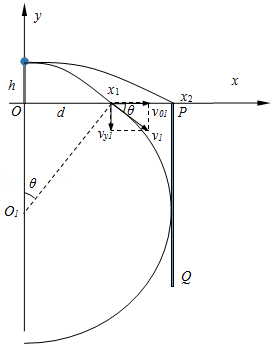
解得：t＝0.1s

（2）小球脱离细杆时y方向的分速度：vy＝at＝2m/s

合速度大小：菁优网-jyeoo

由动能定理得：菁优网-jyeoo

（3）小球要打在板上，临界条件就是与板相切。此时，小球脱离细杆后做如图所示的匀速圆周运动，轨迹恰好与挡板相切。



设细杆的速度为v01，小球圆周运动圆心位置O1距离脱离点的水平位移：菁优网-jyeoo

由：vy1＝a1t1

及：vy1＝v1sinθ菁优网-jyeoo

解得d＝v01t＝x1

所以圆心位置O1 恰好在y轴上。

由几何关系可知：菁优网-jyeoo

由牛顿第二定律：菁优网-jyeoo

速度关系：菁优网-jyeoo

y方向上的速度位移关系：菁优网-jyeoo

解得：v01＝1m/s或﹣2m/s（舍弃）

第二个临界状态为小球恰好打在P点，设此时细杆的速度为v02

由水平位移：x2＝v02t2

竖直位移：菁优网-jyeoo

牛顿第二定律：菁优网-jyeoo

解得：v02＝2m/s

细杆的速度范围：1m/s＜v0＜2m/s

答：（1）细杆在水平外力F作用下以速度v0＝4m/s沿x轴正向匀速运动时，小球脱离细杆前的运动类平抛运动，脱离细杆所用的时间为0.1s；

（2）水平外力F做的功为2×10﹣5J；

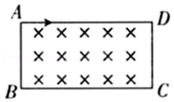
（3）细杆向右匀速运动的速度范围为：1m/s＜v0＜2m/s。

【点评】对于带电粒子在磁场中运动的问题，要根据洛伦兹力分析其运动的特征，洛伦兹力用不做功，使得动能定理在应用时比较方便。对于求速度范围的问题，一定要想清楚为什么速度不能太大，为什么不能太小，临界条件是什么。

40．（2020秋•荆州区校级月考）如图所示，在矩形区域（含边界）存在垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度大小B0＝2.0×10﹣2T，A、B、C、D为矩形的四个顶点，BC边长l1＝4m，AB边长l2＝2m。大量质量m＝3.2×10﹣26kg、带电荷量q＝﹣1.6×10﹣18C的粒子，从A点沿AD方向以不同的速率射入匀强磁场中，粒子恰好均从BC边射出，不计粒子重力及粒子间的作用力。求：

（1）粒子的速率的取值范围；

（2）粒子在磁场中运动的最长时间。



【分析】（1）粒子在匀强磁场中运动，由几何关系和由洛伦兹力提供向心力，求出粒子的速率的取值范围；

（2）根据粒子在匀强磁场中运动的规律，从B点射出的粒子在磁场中运动的时间最长，求出粒子在磁场中运动的最长时间。

【解答】解：（1）粒子恰好均从BC边射出，可知粒子以最小速率v1运动时恰好打在B点，由几何关系可知其半径菁优网-jyeoo；

粒子以最大速率v2运动时恰好打在C点，设其半径为R2，由几何关系菁优网-jyeoo，

解得R2＝5m

粒子在匀强磁场中运动，由洛伦兹力提供向心力，有菁优网-jyeoo，

可得菁优网-jyeoo解得菁优网-jyeoo m/s，菁优网-jyeoo m/s

则粒子的速率的取值范围为1.0×106 m/s≤v≤5.0×106 m/s；

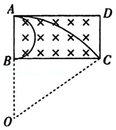
（2）从B点射出的粒子在磁场中运动的时间最长，其运动时间菁优网-jyeoo

而T＝菁优网-jyeoo

联立解得t＝3.14×10﹣6 s。

答：（1）粒子的速率的取值范围为1.0×106 m/s≤v≤5.0×106 m/s；

（2）粒子在磁场中运动的最长时间为3.14×10﹣6 s。



【点评】本题考查了粒子在有界磁场的问题，解决题目的关键是画出在磁场中运动的轨迹，明确临界条件，确定半径，再根据洛伦兹力充当向心力即可明确速率范围。