重难点 11 带电粒子在组合场、叠加场交变电磁场中的运动

命题趋势

考点分析	三年考情分析	2025 命题热点
带电粒子在组合场、叠加场交变电磁场中的运动	2024：安徽卷、广东卷、甘肃卷、新课标卷、黑吉辽卷、湖南卷、湖北卷 2023：海南卷、辽宁卷、江苏卷、山东卷 2022：广东卷、湖南卷、湖北卷、山东卷	1、带电粒子在组合场、叠加场交变电磁场中的运动 2、立体空间模型

【课标要求】

1.会分析和处理带电粒子在组合场中运动的问题。

2.知道带电粒子在复合场中几种常见的运动，掌握运动所遵循你的规律。

3.掌握带电粒子在交变电、磁场运动问题的分析方法，熟悉带电粒子运动的常见模型。

重难诠释

【高分技巧】

带电粒子在场中无约束情况下，常见的几种情况：

①电场力、重力并存——电场力+重力＝$F_{等效}$（恒力）

静止或匀速直线运动←→ $F_{电}$＝mg 且方向相反（即 $F_{等效}$＝0）；

匀加/减速直线运动←→ $F_{等效}$≠0 且与 v 共线；

匀变速曲线运动←→ $F_{等效}$≠0 且与 v 不共线；

无圆周运动

②磁场力、重力并存

匀速直线运动←→ $F_{洛}$＝mg 且方向相反（或 $F_{洛}$＝$F_{电}$且方向相反），运动方向与 $F_{洛}$垂直；

变加速曲线运动（复杂曲线），因洛伦兹力不做功，故机械能守恒

无静止、无匀变速直线运动、无匀变速曲线运动、无匀速圆周

②磁场力、电场力并存

匀速直线运动←→ $F_{洛}$＝mg 且方向相反（或 $F_{洛}$＝$F_{电}$且方向相反），运动方向与 $F_{洛}$垂直；

变加速曲线运动（复杂曲线），可用动能定理求解。

无静止、无匀变速直线运动、无匀变速曲线运动、无匀速圆周

③磁场力、电场力、重力并存

静止←→$F_{电}=mg$ 且方向相反，且 $F_{洛}=0$；

匀速直线运动←→ $F_{电}$、mg、$F_{洛}$三力平衡；

匀速圆周运动←→$F_{电}=mg$ 且方向相反，且 $F_{洛}=F_n$；

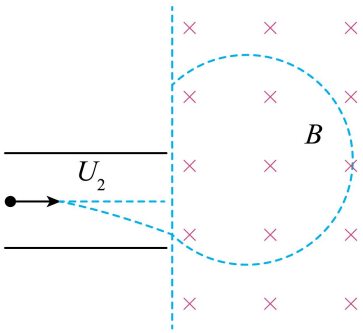
变加速曲线运动（复杂曲线），可用能量守恒定律或动能定理求解。

无匀变速直线运动、无匀变速曲线运动



一、单选题

1.（2024·安徽芜湖·一模）如图所示，氕${}_1^1\mathrm{H}$、氘${}_1^2\mathrm{H}$、氚${}_1^3\mathrm{H}$三种核子分别从静止开始经过同一加速电压U_1（图中未画出）加速，再经过同一偏转电压U_2偏转，后进入垂直于纸面向里的有界匀强磁场，氕${}_1^1\mathrm{H}$的运动轨迹如图。则氕${}_1^1\mathrm{H}$、氘${}_1^2\mathrm{H}$、氚${}_1^3\mathrm{H}$三种核子射入磁场的点和射出磁场的点间距最大的是（　　）



A．氕${}_1^1\mathrm{H}$　　B．氘${}_1^2\mathrm{H}$　　C．氚${}_1^3\mathrm{H}$　　D．无法判定

【答案】C

【知识点】粒子由电场进入磁场

【详解】设核子的质量为 m，带电量为 q，偏转电场对应的极板长为 L，板间距离为 d，板间电场强度为 E，进入偏转电场的速度为 v_0，进入磁场的速度为 v，在偏转电场的侧移量为 y，速度偏转角为 θ。核子在加速电场运动过程，由动能定理得

$$qU_1=\frac{1}{2}mv_0^2$$

核子在偏转电场做类平抛运动，将运动沿极板方向和垂直极板方向分解。沿极板方向做匀速直线运动，则有

$$L = v_0 t$$

垂直极板方向做匀加速直线运动，则有

$$y = \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_y = at$$

由牛顿第二定律得

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{qU_2}{md}$$

联立解得

$$y = \frac{U_2 L^2}{4U_1 d}$$

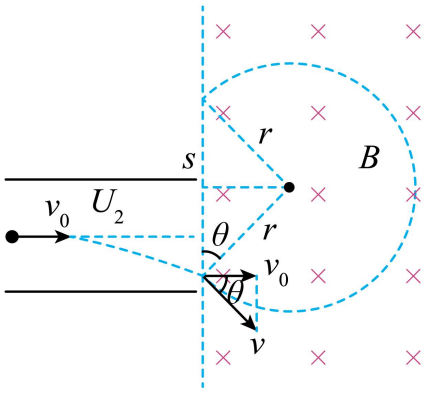
速度偏转角的正切值为

$$\tan\theta = \frac{v_y}{v_0} = \frac{U_2 L}{2U_1 d}$$

可见核子在偏转电场的侧移量 y 与速度偏转角 θ 均与核子的质量和带电量无关，故三种核子进入磁场的位置和速度方向均相同。进入磁场的速度

$$v = \frac{v_0}{\cos\theta}$$

核子在匀强磁场只受洛伦兹力而做匀速圆周运动，轨迹如图所示



由牛顿第二定律得

$$Bqv = m\frac{v^2}{r}$$

由几何关系可得，射入磁场的点和射出磁场的点间距 s 为

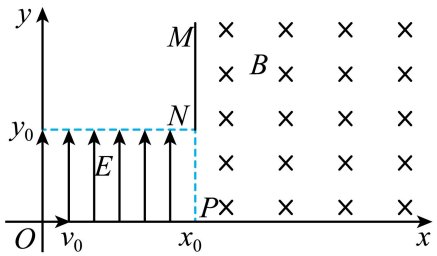
$$s = 2r\cos\theta$$

联立解得

$$s=\frac{2mv_0}{Bq}=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mU_1}{q}}$$

对于氕${}_1^1\mathrm{H}$、氘${}_1^2\mathrm{H}$、氚${}_1^3\mathrm{H}$三种核子电荷量相等，质量越大，两点间的距离越大，氚${}_1^3\mathrm{H}$核的最大，C 正确。故选 C。

2.（2024·广东·三模）如图所示，在$0<y<y_0$，$0<x<x_0$区域内有竖直向上的匀强电场，在$x>x_0$区域内有垂直纸面向里的匀强磁场，从 y 轴上 0~y_0 范围内平行于 x 轴正方向射出大量质量为 m、电荷量为+q、分布均匀的带电粒子，粒子射入的初速度均为 v_0，当电场强度为 0 时，从 O 点射入的粒子恰能运动到 N（x_0，y_0）点，若电场强度为$E=\frac{mv_0^2y_0}{qx_0^2}$，$MN$ 右侧是粒子接收器，MN 的长度为 y_0，不计粒子重力和粒子间的相互作用，则（　　）



A．磁感应强度的大小为$\frac{mv_0}{qy_0}$

B．从$\frac{1}{3}y_0$处射入的粒子，恰好从 N 点进入磁场

C．从$\frac{1}{2}y_0$处射入的粒子，在磁场中偏转距离最大

D．接收器接收的粒子数占粒子总数的 50%

【答案】D

【知识点】粒子由电场进入磁场

【详解】A．当电场强度为 0 时，从 O 点射入的粒子恰能运动到 N 点，则

$$r_1=\frac{y_0}{2}$$

根据洛伦兹力提供向心力有

$$qv_0B=m\frac{v_0^2}{r_1}$$

解得

$$B=\frac{2mv_0}{qy_0}$$

故 A 错误；

B．若粒子从$\frac{1}{3}y_0$处射入，则

$$x_0=v_0t_1$$

$$y_1=\frac{1}{2}at_1^2$$

$$a=\frac{Eq}{m}$$

联立解得

$$y=y_1+\frac{y_0}{3}=\frac{y_0}{2}+\frac{y_0}{3}=\frac{5}{6}y_0<y_0$$

由此可知，粒子从 N 点下方进入磁场，故 B 错误；

C．设粒子进入磁场中时速度方向与竖直方向的夹角为θ，粒子进入磁场中的速度大小为 v，则

$$v=\frac{v_0}{\sin\theta}$$

$$qvB=m\frac{v^2}{r}$$

所以粒子在磁场中偏转距离为

$$d=2r\sin\theta=y_0$$

由此可知，粒子在磁场中偏转距离相等，故 C 错误；

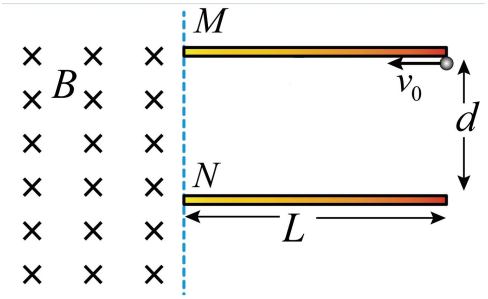
D．由以上分析可知，粒子在电场中的竖直位移为

$$y_1=\frac{y_0}{2}$$

所以从$\frac{1}{2}y_0$处射入的粒子，恰好从 N 点进入磁场，且恰好经磁场偏转后打在 M 点，即只有 0~$\frac{1}{2}y_0$范围内平行于 x 轴正方向射出的粒子能被接收器接收，所以接收器接收的粒子数占粒子总数的 50%，故 D 正确。

故选 D。

3．（2024·北京东城·二模）水平放置的 M、N 两金属板，板长均为 L，板间距为 d，两板间有竖直向下的匀强电场，场强大小为 E，在两板左端点连线的左侧足够大空间存在匀强磁场，磁感应强度的大小为 B，方向垂直纸面向里。一质量为 m、电荷量为 q 的带正电粒子以初速 v_0 紧靠 M 板从右端水平射入电场，随后从 P 点进入磁场，从 Q 点离开磁场（P、Q 未画出）。不考虑粒子的重力，下列说法正确的是



A．PQ 间距离与 E 的大小无关

B．PQ 间距离与 v_0 的大小无关

C．P 点的位置与粒子的比荷无关

D．带电粒子不可能打在 N 板上

【答案】A

【知识点】粒子由电场进入磁场

【详解】AB．粒子进入磁场时的速度为 v，进入磁场后粒子在磁场中做圆周运动，偏转后从 MN 边界离开磁场，则由洛伦兹力充当向心力有

$$qvB = m\frac{v^2}{R}$$

可得

$$R = \frac{mv}{qB}$$

又粒子在电场中做类平抛运动，设粒子进入磁场时的速度与水平方向的夹角为 θ，则有

$$v = \frac{v_0}{\cos\theta}$$

根据几何关系可得，粒子进入磁场的位置与射出磁场的位置之间的距离 PQ 为

$$L' = 2R\cos\theta = \frac{2mv\cos\theta}{qB} = \frac{2mv_0}{qB}$$

所以 PQ 间距离与 E 无关，与 v_0 有关，故 A 正确，B 错误；

C．根据类平抛运动的规律有，水平方向

$$L = v_0 t$$

竖直方向

$$y = \frac{1}{2}at^2$$

加速度

$$a = \frac{qE}{m}$$

可知

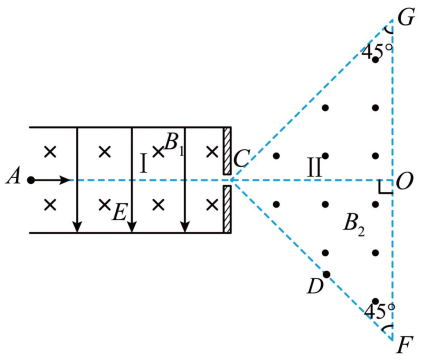
$$y=\frac{qEL^2}{2mv_0^{\ 2}}$$

可知 P 点的位置与粒子的比荷有关，故 C 错误；

D．题中 d 的值未做明确限制，若 $d>y+L$，则带电粒子有可能打在 N 板上，故 D 错误。

故选 A。

4．（2024·福建·模拟预测）如图，真空中有区域 I 和 II，区域 I 中存在匀强电场和匀强磁场，电场方向竖直向下（与纸面平行），磁场方向垂直纸面向里，腰长为 L 的等腰直角三角形 CGF 区域（区域 II）内存在匀强磁场，磁场方向垂直纸面向外。图中 A、C、O 三点在同一直线上，AO 与 GF 垂直，且与电场和磁场方向均垂直。A 点处的粒子源持续将比荷一定但速率不同的粒子射入区域 I 中，只有沿直线 AC 运动的粒子才能进入区域 II。若区域 I 中电场强度大小为 E、磁感应强度大小为 B_1，区域 II 中磁感应强度大小为 B_2，则粒子从 CF 边靠近 F 的三等分点 D 射出，它们在区域 II 中运动的时间为 t_0.若改变电场或磁场强弱，能进入区域 II 中的粒子在区域 II 中运动的时间为 t，不计粒子的重力及粒子之间的相互作用，下列说法正确的是（　　）



A．从 D 点飞出的粒子速度大小为 $\boldsymbol{\frac{E}{B_2}}$

B．粒子的比荷为 $\frac{3\sqrt{2}E}{B_1B_2L}$

C．若仅将区域 I 中电场强度大小变为 $2E$，则 $t>t_0$

D．若仅将区域 II 中磁感应强度大小变为 $\frac{\sqrt{3}}{3}B_2$，则粒子从 GF 边出射，出射点距离 O 点 $\frac{\sqrt{6}}{6}L$

【答案】D

【知识点】粒子由磁场进入电场、带电粒子在直边界磁场中运动

【详解】A．根据题意可知区域I中粒子电场力和洛伦兹力相等，由此可得

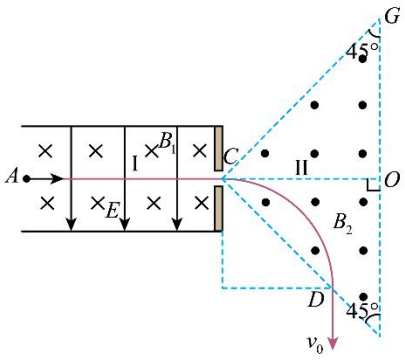
$$qE=qv_0B_1$$

解得

$$v_0=\frac{E}{B_1}$$

粒子在区域II中做匀速圆周运动，速度大小不变，故从 D 点飞出的粒子速度大小为$\frac{E}{B_1}$，故 A 错误；

B．粒子的运动轨迹如图所示



在区域II中，粒子受到的洛伦兹力提供向心力，则

$$qv_0B_2=m\frac{v_0^2}{r}$$

根据几何关系可知粒子转过的圆心角为$90°$，则

$$r=\frac{\frac{2}{3}L}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{3}L$$

联立可得粒子的比荷为

$$\frac{q}{m}=\frac{3\sqrt{2}E}{2B_1B_2L}$$

故 B 错误；

C．若仅将区域I中电场强度大小变为 $2E$，设进入区域II中的速度大小为v_1，则

$$q\cdot 2E=qv_1B_1$$

解得

$$v_1=2v_0=\frac{2E}{B_1}$$

在区域II中，粒子受到的洛伦兹力提供向心力，则

$$qv_1B_2=m\frac{v_1^2}{r_1}$$

解得

$$r_1 = 2r = \frac{2\sqrt{2}}{3}L > \frac{\sqrt{2}L}{2}$$

则粒子将从 GF 边离开区域II，轨迹的圆心角小于90°，根据粒子在磁场中的周期公式

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$$

由于区域II中的磁场不变，粒子的比荷也不变，所以周期不变，根据

$$t = \frac{\theta}{2\pi}T$$

因为粒子在区域II中做圆周运动的圆心角减小，所以粒子运动时间减小，则

$$t < t_0$$

故 C 错误；

D．若仅将区域II中磁感应强度大小变为$\frac{\sqrt{3}}{3}B_2$，设粒子在区域II中运动的半径为r_2，根据

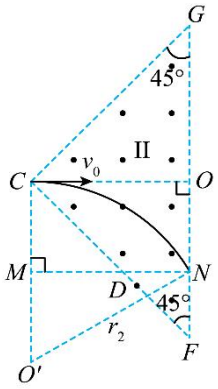
$$qv_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}B_2 = m\frac{v_0^2}{r_2}$$

解得

$$r_2 = \sqrt{3}r = \frac{\sqrt{6}}{3}L > \frac{\sqrt{2}L}{2}$$

则粒子从 GF 边出射，粒子在区域II中的运动轨迹如图所示，由几何关系可得

$$MN = CO = \frac{\sqrt{2}}{2}L$$



根据勾股定理有

$$O'M = \sqrt{r_2^2 - MN^2} = \frac{\sqrt{6}}{6}L$$

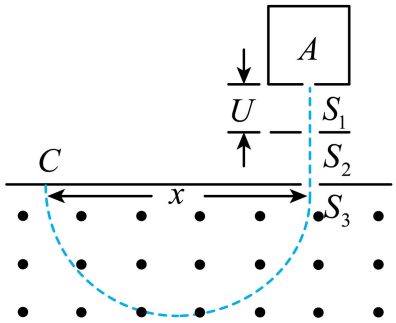
则出射点与 O 点的距离

$$ON = r_2 - O'M = \frac{\sqrt{6}}{6}L$$

故 D 正确。

故选 D。

5.（2024·辽宁·模拟预测）19 世纪末，阿斯顿设计并应用质谱仪测原子核的比荷从而发现了氛 –20 和氖 –22，证实了同位素的存在。如图所示，某原子核从容器 A 下方的小孔 S_1 飘入电压为 U 的加速电场，其初速度可视为 0，加速后经小孔 S_3 沿着垂直于磁场且垂直于磁场边界的方向进入匀强磁场中，最后打到照相底片的 C 点上，测得 S_3C 长度为 x，则该原子核的比荷 $\frac{q}{m}$（　　）



A．与 x 成正比　　B．与 x 成反比　　C．与 x^2 成正比　　D．与 x^2 成反比

【答案】D

【知识点】粒子由电场进入磁场、基于加速电场的质谱仪

【详解】在加速电场中，由动能定理

$$qU=\frac{1}{2}mv^2$$

在磁场中，由洛伦兹力提供向心力

$$qvB=m\frac{v^2}{r}$$

可得 S_3C 长度为

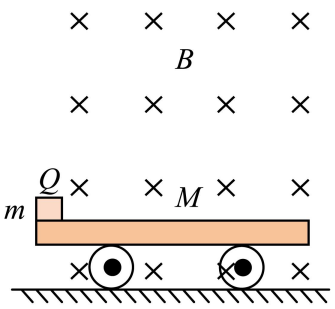
$$x=2r=\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$$

化简可得该原子核的比荷为

$$\frac{q}{m}=\frac{8U}{B^2x^2}\propto\frac{1}{x^2}$$

故选 D。

6.（2024·福建泉州·模拟预测）如图所示，光滑水平地面上放置一足够长且上表面绝缘的小车，将带负电荷、电荷量 q=0.5C，质量 m=0.02kg 的滑块放在小车的左端，小车的质量 M=0.08kg，滑块与绝缘小车之间的动摩擦因数μ=0.4，它们所在空间存在磁感应强度为 B=1.0T 的垂直纸面向里的匀强磁场，开始时小车和滑块静止，突然给小车一个向左的冲量 I=0.16N·s，g 取 10m/s^2，那么小车与滑块因摩擦而产生的最大热量为（　　）



A．0.160J　　B．0.032J　　C．0.014J　　D．0.016J

【答案】C

【知识点】带电粒子在叠加场中做直线运动

【详解】开始时小车和滑块静止，突然给小车一个向左的冲量，即

$$I = Mv_0$$

解得

$$v_0 = 2\text{m/s}$$

根据左手定则可知，滑块受到的洛伦兹力方向向上，假设二者能够达到共同速度，则

$$Mv_0 = (M+m)v$$

解得

$$v = 1.6\text{m/s}$$

当滑块脱离小车时，有

$$qv'B = mg$$

解得滑块的速度大小为

$$v' = 0.4\text{m/s} < v$$

所以二者不可能达到共速，根据动量守恒定律可得

$$Mv_0 = Mv_1 + mv'$$

解得

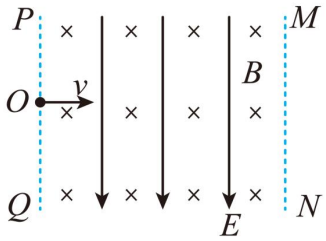
$$v_1 = 1.9\text{m/s}$$

根据能量守恒定律可得

$$Q = \frac{1}{2}Mv_0^2 - \frac{1}{2}Mv_1^2 - \frac{1}{2}mv'^2 = 0.014\text{J}$$

故选 C。

7.（2024·安徽安庆·三模）如图所示，两竖直平行边界 PQ、MN 间，有正交的匀强电场和匀强磁场，匀强电场方向竖直向下，匀强磁场方向垂直纸面向里．一带电小球从 O 点以某一速度垂直边界 PQ 进入该场区，恰好能沿水平方向做直线运动．下列判断正确的是（　）



A．小球一定带正电

B．若仅改变小球的电性进入该场区，小球进入后仍将做直线运动

C．若仅改变小球的电性进入该场区，小球进入后将立即向下偏转

D．若小球以同样大小速度垂直边界 MN 进入场区，小球进入后仍将做直线运动

【答案】C

【知识点】带电粒子在叠加场中做直线运动

【详解】A．若小球带正电，则洛伦兹力向上，电场力向下，当满足

$$Bqv = mg + qE$$

此时小球可沿水平方向做直线运动；若小球带负电，则洛伦兹力向下，电场力向上，当满足

$$qE = mg + Bqv$$

小球也可以沿水平方向做直线运动，A 错误；

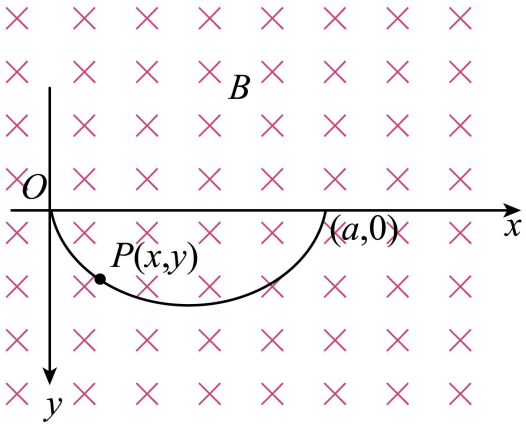
BC．根据上述分析可知，仅改变小球的电性，安培力和电场力的方向都会发生改变，如开始小球带正电，洛伦兹力大于电场力，改变电性后，小球的合力向下；同理，若小球带负电，电场力大于洛伦兹力，改变电性后，合力依然向下，故 B 错误，C 正确；

D．若小球以同样大小速度垂直边界 MN 进入场区，由于洛伦兹力反向，小球进入后不会做直线运动，D 错误。

故选 C。

二、多选题

8.（2024·云南·模拟预测）空间存在磁感应强度为 B 的匀强磁场，磁场方向垂直于 xOy 平面向里，匀强电场的场强为 E、方向沿 y 轴向下，将一个质量为 m、带正电 q 的粒子从 O 点由静止释放，粒子的部分运动轨迹如图中曲线所示。出发后粒子第一次到达 x 轴的坐标为$(a,0)$，已知该曲线在最低点的曲率半径为该点到 x 轴距离的 2 倍，该粒子运动过程中任意位置的坐标可以表示为$P(x,y)$，不计粒子的重力，则（　　）



A．该粒子运动过程中任意位置坐标的 y 值不可能取负值

B．该粒子运动过程中任意位置坐标的 x 值不可能大于 a

C．粒子在运动过程中第一次运动到离 x 轴最远处时，距离 x 轴的距离 $y_{\mathrm{m}}=\dfrac{mE}{qB^2}$

D．粒子运动过程中的最大速率 $v_{\mathrm{m}}=\dfrac{2E}{B}$

【答案】AD

【知识点】带电粒子在叠加场中的一般曲线运动

【详解】AB．粒子从初始位置运动到 x 轴时电场力做功为 0，所以不可能运动到 x 轴以上位置，即 y 值不可能取负值；到达 x 轴的速度为零，所以会再次向下运动，重复前一段的轨迹向前运动，则 x 值会大于 a，故 A 正确，B 错误；

C．粒子第一次运动到距离 x 轴最远处时洛伦兹力不做功，由动能定理得

$$Eqy_{\mathrm{m}}=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2$$

解得

$$v_{\mathrm{m}}=\sqrt{\frac{2Eqy_{\mathrm{m}}}{m}}$$

在此处有

$$qv_{\mathrm{m}}B-Eq=m\frac{v_{\mathrm{m}}^2}{2y_{\mathrm{m}}}$$

解得

$$y_{\mathrm{m}}=\frac{2mE}{qB^2}$$

故 C 错误；

D．最大速率满足

$$Eqy_{\mathrm{m}}=\frac{1}{2}mv_{\mathrm{m}}^2$$

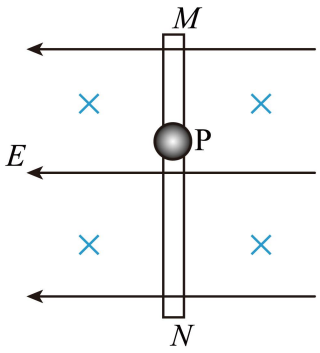
解得

$$v_{\mathrm{m}}=\frac{2E}{B}$$

故 D 正确。

故选 AD。

9．如图所示，在水平匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场中，有一竖直足够长固定绝缘杆 MN，小球 P 套在杆上，已知 P 的质量为 m，电量为+q，电场强度为 E、磁感应强度为 B，P 与杆间的动摩擦因数为μ，重力加速度为 g，小球由静止开始下滑直到稳定的过程中（　　）



A．小球的加速度一直减小

B．小球的机械能和电势能的总和保持不变

C．下滑加速度为最大加速度一半时的速度可能是 $v=\frac{2\mu qE-mg}{2\mu qB}$

D．下滑加速度为最大加速度一半时的速度可能是 $v=\frac{2\mu qE+mg}{2\mu qB}$

【答案】CD

【知识点】带电粒子在叠加场中做直线运动

【详解】A．小球静止时只受电场力、重力、支持力及摩擦力，电场力水平向左，摩擦力竖直向上；开始时，小球的加速度应为

$$a=\frac{mg-\mu qE}{m}$$

小球速度将增大，产生洛仑兹力，由左手定则可知，洛仑兹力向右，故水平方向合力将减小，摩擦力减小，故加速度增大，故 A 错误；

C．当洛仑兹力等于电场力时，摩擦力为零，此时加速度为 g，达到最大；此后速度继续增大，则洛仑兹力增大，水平方向上的合力增大，摩擦力将增大；加速度将减小，故最大加速度的一半会有两种情况，一是在洛仑兹力小于电场力的时间内，另一种是在洛仑兹力大于电场力的情况下，则

$$\frac{g}{2}=\frac{mg-\mu(qE-Bqv_1)}{m}$$

解得

$$v_1=\frac{2\mu qE-mg}{2\mu qB}$$

故 C 正确；

D．同理有

$$\frac{g}{2}=\frac{mg-\mu(Bqv_2-qE)}{m}$$

解得

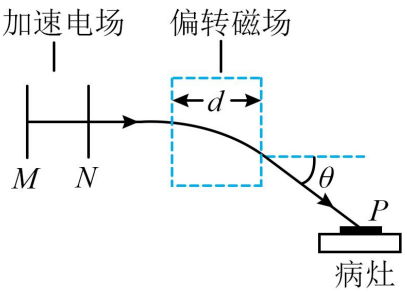
$$v_2=\frac{2\mu qE+mg}{2\mu qB}$$

故 D 正确；

B．而在下降过程中有摩擦力做功，故有部分能量转化为内能，故机械能和电势能的总和将减小，故 B 错误。

故选 CD。

10．（2025·陕西宝鸡·一模）医生常用 CT 扫描机给病人检查病灶，CT 机的部分工作原理如图所示。电子从静止开始经加速电场加速后，沿水平方向进入垂直纸面的矩形匀强磁场，最后打在靶上的 P 点， 产生 X 射线。已知 MN 间的电压为 U， 磁场的宽度为 d， 电子的比荷为 k， 电子离开磁场时的速度偏转角为θ， 则下列说法正确的为（　　）



A．偏转磁场的方向垂直纸面向里　　B．电子进入磁场的速度大小为$\sqrt{\frac{2U}{k}}$

C．电子在磁场中做圆周运动的半径为$\frac{d}{\sin\theta}$　　D．偏转磁场的磁感应强度大小为$\frac{d}{\sin\theta}\sqrt{\frac{2U}{k}}$

【答案】AC

【知识点】粒子由电场进入磁场

【详解】A．电子经电场加速后进入磁场向下偏转，由左手定则知偏转磁场的方向垂直纸面向里，故 A 正确；

B．电子加速过程，由动能定理可得

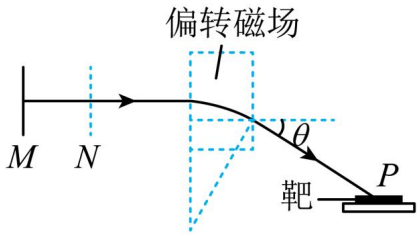
$$eU=\frac{1}{2}mv^2-0$$

解得

$$v=\sqrt{\frac{2eU}{m}}=\sqrt{2kU}$$

故 B 错误；

CD．如图所示，电子在匀强磁场中做匀速圆周运动



由洛伦兹力作为向心力可得

$$evB=m\frac{v^2}{r}$$

由几何关系可得

$$\sin\theta=\frac{d}{r}$$

联立解得半径为

$$r=\frac{d}{\sin\theta}$$

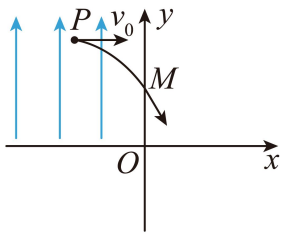
磁感应强度的大小为

$$B=\frac{\sin\theta}{d}\sqrt{\frac{2mU}{e}}=\frac{\sin\theta}{d}\sqrt{\frac{2U}{k}}$$

故 C 正确，故 D 错误。

故选 AC。

11．（2024·广西柳州·一模）如图所示，在平面直角坐标系第二象限内有沿 y 轴正方向的匀强电场，第四象限某正三角形区域内有方向垂直坐标平面向里、磁感应强度大小为 $\frac{2\sqrt{3}mv_0}{qL}$ 的匀强磁场（图中未画出）。现有一质量为 m、电荷量为 $-q$ 的带电粒子（不计重力），从第二象限内的 P 点 $\left(-L,\sqrt{3}L\right)$ 以平行于 x 轴的初速度 v_0 射出，并从 y 轴上 M 点 $\left(0,\frac{\sqrt{3}L}{2}\right)$ 射出电场，穿过第一象限后，进入第四象限并穿过正三角形区域的磁场，最后垂直于 y 轴离开第四象限，则（　　）



A．粒子经过 M 点时速度与 y 轴负方向的夹角为 $60°$

B．匀强电场的电场强度大小为 $\frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qL}$

C．正三角形区域磁场的最小面积为 $\frac{\sqrt{3}}{4}L^2$

D．粒子从开始运动到第二次到达 y 轴的最短时间为 $\frac{2L}{v_0}+\frac{\sqrt{3}\pi L}{18v_0}$

【答案】BC

【知识点】粒子由电场进入磁场

【详解】B．带电粒子（不计重力），从第二象限内的 P 点 $\left(-L,\sqrt{3}L\right)$ 以平行于 x 轴的初速度 v_0 射出，并从 y 轴上 M 点 $\left(0,\frac{\sqrt{3}L}{2}\right)$ 射出电场，则有

$$L=v_0t_1,\quad \sqrt{3}L-\frac{\sqrt{3}L}{2}=\frac{1}{2}at_1^2$$

且

$$a=\frac{qE}{m}$$

联立解得

$$t_1=\frac{L}{v_0},\quad E=\frac{\sqrt{3}mv_0^2}{qL}$$

B 正确；

A．粒子经过 M 点时竖直速度

$$v_y=at_1=\sqrt{3}v_0$$

则此时速度与 y 轴负方向的夹角为

$$\tan\theta=\frac{v_0}{v_y}=\frac{\sqrt{3}}{3}$$

所以

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/265332330323012104