

件的情况下,可仿照直线边界题型处理。

【例3】(2016·石家庄二模)如图4所示,以直角三角形AOC为边界的有界匀强磁场区域,磁感应强度为B, $\angle A=60^\circ$, $AO=L$,在O点放置一个粒子源,可以向各个方向发射某种带负电粒子。已知粒子的

比荷为 $\frac{q}{m}$,发射速度大小都

为 $v_0=\frac{qBL}{m}$ 。设粒子发射方向

与OC边的夹角为 θ ,不计粒子间相互作用及重力。对于粒子

进入磁场后的运动,下列说法正确的是()

- A. 当 $\theta=45^\circ$ 时,粒子将从AC边射出
- B. 所有从OA边射出的粒子在磁场中运动时间相等
- C. 随着 θ 角的增大,粒子在磁场中运动的时间先变大后变小
- D. 在AC边界上只有一半区域有粒子射出

解析:粒子在磁场中运动的半径为 $R=\frac{mv_0}{qB}=L$,若当 $\theta=45^\circ$ 时,由几何关系可知,粒子将从AC边射出,选项A正确;所有从OA边射出的粒子在磁场中运动时所对应的弧长不相等,故时间不相等,选项B错误;当 $\theta=0^\circ$ 飞入的粒子,在磁场中恰好从AC中点飞出,在磁场中运动的时间是 $\frac{T}{6}$;当 $\theta=60^\circ$ 飞入的粒子在磁场中运动的时间恰好也是 $\frac{T}{6}$,是在磁场中运动时间最长,故 θ 从 0° 到 60° 在磁场中运动时间先减小后增大,当 θ 从 60° 到 90° 过程中,粒子从OA边射出,此时在磁场中运动的时间逐渐减小,故C错误;当 $\theta=0^\circ$ 飞入的粒子在磁场中恰好从AC中点飞出,因此在AC边界上只有一半区域有粒子射出,故D正确。

感悟:本题中,根据三角形边界磁场的边角关系,结合临界约束条件,确定粒子运动的圆心位置,画出运动轨迹图,利用数学知识和物理规律确定半径。当粒子速度大小一定时,弧长(或弦长)越长,圆周角越大,则带电粒子在有界磁场中运动的时间就越长。此类题型能很好地考查学生的思维能力与空间想象力。

4. 矩形边界磁场(4条边界线)

解题策略:带电粒子从边界进入矩形(正方形或长方形)边界磁场中运动,若从原边界射出,可仿照单直线边界磁场题型处理;若从对面边界射出,可仿照平行双直线边界磁场问题处理;若从其他边界射出,可先确定带电粒子运动的圆心位置,画出运动轨迹图(或动态轨迹图),然后运用几何关系和物理规律求得半径和运动时间。

【例4】(2016·枣庄高三期末)如图5所示,有一个正方形的匀强磁场区域abcd, e是ad的中点, f是cd的中点,如果在a点沿对角线方向以速度v射入一带负电的带电粒子(带电粒子重力不计),恰好从e点射出,则()

A. 如果粒子的速度增大为原来的二倍,将从d点射出

B. 如果粒子的速度增大为原来的三倍,将从f点射出

C. 如果粒子的速度不变,磁场的磁感应强度变为原来的二倍,也将从d点射出

D. 只改变粒子的速度使其分别从e、d、f点射出时,从e点射出所用时间最短

解析:如图6所示,粒子从e点射出时圆心是 O_1 ,如果粒子的速度增大为原来的二倍,由 $r=\frac{mv}{qB}$ 可知半径也增大为原来的二倍,由对称性可看出粒子将从d点射出,选项A正确;如果粒子的速度增大为原来的三倍,圆心是 O_3 ,设正方形的边长为a,原半径为 $r_1=\frac{\sqrt{2}}{4}a$,则 $r_3=3r_1=\frac{3\sqrt{2}}{4}a$,线段 $O_3f>$

$\frac{3}{4}a+\frac{1}{2}a>r_3$,所以不可能从

f点射出,选项B错误;由

$r=\frac{mv}{qB}$ 可看出,磁感应强度

增大时,半径减小,不会从d点射出,选项C错误;因粒子运动的周期一定,在磁场中运动的时间与圆心角成正比,从以上分析和图中可

看出圆心为 O_1 、 O_2 时粒子运动轨迹对应的圆心角相等,故在磁场中运动的时间也相等,选项D错误。

感悟:本题题目以“恰好”词语为突破口,确定临界状态,根据粒子的速度方向找出半径方向,运用动态思维,结合磁场边界和题设条件画出动态轨迹图、确定动态圆心位置,建立几何关系求得可能的半径。当速度变化时,由几何关系可知粒子运动轨迹对应的圆心角相等,根据 $t=\frac{\alpha}{2\pi}T$ 可知,粒子运动周期不变,粒子在磁场中运动的时间也相等。

5. 正六边形边界磁场(6条边界线)

解题策略:带电粒子从边界进入正六边形边界磁场中运动,根据粒子的速度方向找出半径方向,由磁场边界和题设条件寻找临界约束条件,确定临界状态,画出粒子做圆周运动的轨迹图、确定圆心位置,再充分利用几何关系找出运动轨迹所对应的圆心角,从而使已知的几何量与半径确立出关系,求出粒子做圆周运动的半径和时间,使问题得以求解。

【例5】(2016·四川卷)如图7所示,正六边形abcdef区域内有垂直于纸面的匀强磁场。一带正电的粒子从f点沿fd方向射入磁场区域,当速度大小为 v_b 时,从b点离开磁场,在磁场中运动的时间为 t_b ;当速度大小为 v_c 时,从c点离开磁场,在磁场中运动的时间为 t_c 。不计粒子重力,则()

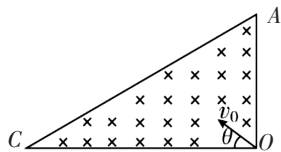


图4

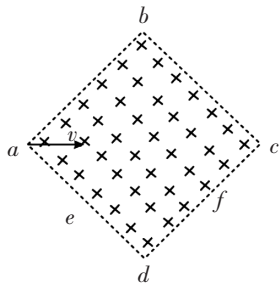


图5

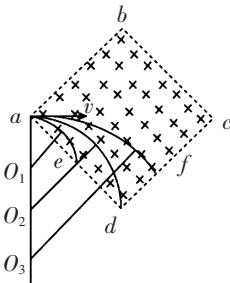


图6