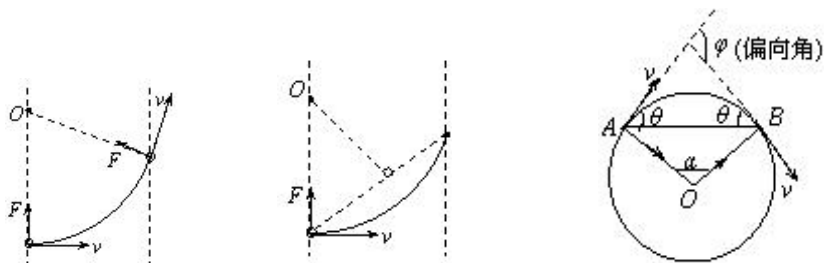


讲义 24. 边界磁场问题

一. 基础知识

(一) 方法论：描轨迹，定圆心，找半径



1. 利用平面几何关系(勾股定理、三角函数等), 求出该圆的半径(或圆心角)。

2. 注意: 粒子速度的偏向角 ϕ (简称**速偏角**) 等于转过的圆心角 α , 并等于 AB 弦与切线的夹角(弦切角) θ 的 2 倍, 如图所示, 即 $\phi = \alpha = 2\theta$ 。 【**圆心角=弦切角的 2 倍**】

3. 弦长公式 $D = 2R\sin\theta$ (θ 为弦切角)

(二) 运动时间的确定

1. 若要计算转过任一段圆弧所用的时间, 则必须确定粒子转过的圆弧所对的圆心角, 利用圆心角 α 与弦切角的关系, 或者利用四边形内角和等于 360° 计算出圆心角 α 的大小。

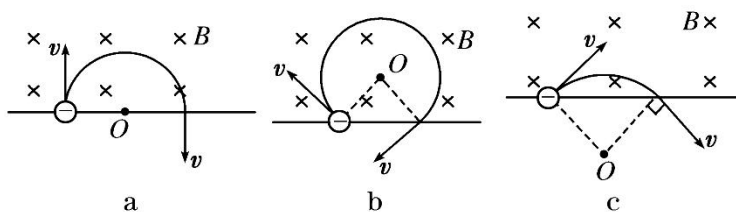
其运动时间表示为: $t = \frac{\alpha}{2\pi} T = \frac{\alpha m}{Bq} = \frac{D\theta}{v\sin\theta}$ (圆心角 α , 弦切角 θ , $\alpha = 2\theta$)

2. 转过的圆心角越大, 所用时间 t 越长, 注意 t 与运动轨迹的长短无关。

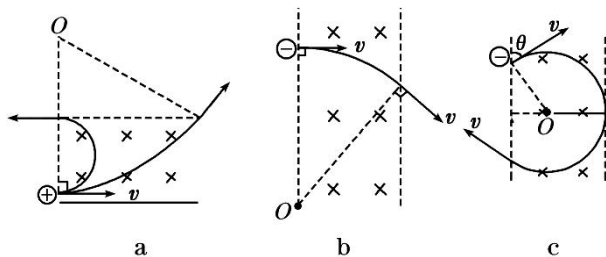
(三) 带电粒子在不同边界磁场中的运动

1. 无边界磁场: 粒子轨迹为完整的圆。

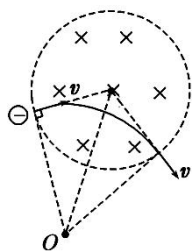
2. 直线边界 (**进出磁场具有对称性**)



3. 平行边界 (**存在临界条件**)

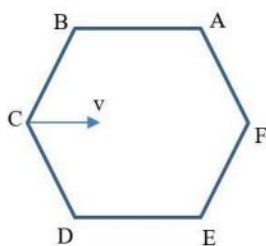


4. 圆形边界(沿径向射入必沿径向射出)



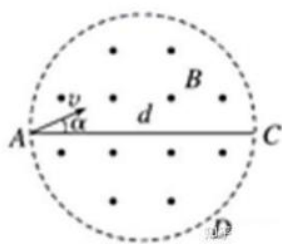
例 1: 如下图所示，一有界磁场，其边界为正六边形，边长为 L ，方向垂直纸面向里。质量为 m ，带电量为 $+q$ 的粒子以速度 v 从 C 点沿着 CF 方向射入，从 A 点射出，问：

- (1) 磁感应强度的大小；
- (2) 粒子在磁场中运动的时间



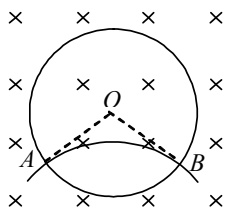
例 2. 在直径为 d 的圆形区域内存在着匀强磁场，磁感应强度为 B ，磁场方向垂直于圆面指向纸外。一电荷量为 q 、质量为 m 的带正电粒子，从磁场区域的一条直径 AC 上的 A 点沿纸面射入磁场，其速度方向与 AC 成 $\alpha = 15^\circ$ 角，如图所示。若此粒子在磁场区域运动的过程中，速度的方向一共改变了 90° 。重力可忽略不计，求：

- (1) 该粒子在磁场区域内运动所用的时间 t ；
- (2) 该粒子射入时的速度大小 v 。

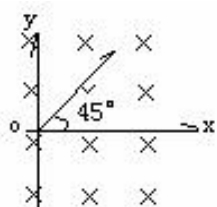


巩固训练

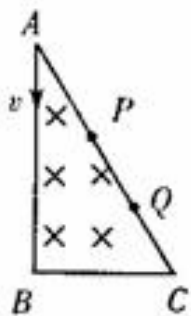
1. 如图所示，在圆心为 O 、半径为 r 的圆形区域内有方向垂直纸面向里的匀强磁场，一电子以速度 v 沿 AO 方向射入，后沿 OB 方向射出匀强磁场，若已知 $\angle AOB = 120^\circ$ ，则电子穿越此匀强磁场所经历的时间是多少？



2. 如图所示，一个带负电的粒子以速度 v 由坐标原点射入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，速度方向与 x 轴、 y 轴均成 45° 。已知该粒子电量为 $-q$ ，质量为 m ，则该粒子通过 x 轴和 y 轴的坐标分别是多少？



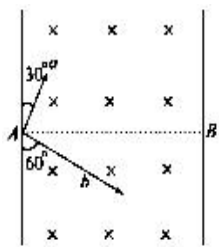
3. 如图所示，直角三角形 ABC 区域中存在一匀强磁场，比荷相同的两个粒子沿 AB 方向射入磁场，分别从 AC 边上的 P 、 Q 两点射出，则（ ）



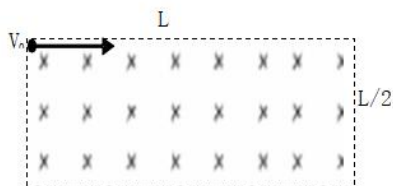
- A. 从 P 射出的粒子速度大
- B. 从 Q 射出的粒子速度大
- C. 从 P 射出的粒子，在磁场中运动的时间长
- D. 两粒子在磁场中运动的时间一样长

4. 两个电荷量分别为 q 和 $-q$ 的带电粒子分别以速度 v_a 和 v_b 射入匀强磁场，两粒子的入射方向与磁场边界的夹角分别为 30° 和 60° ，磁场宽度为 d ，两粒子同时由 A 点出发，同时到达 B 点，如图所示，则（ ）

- A. a 粒子带正电， b 粒子带负电
- B. 两粒子轨道半径之比 $R_a : R_b = \sqrt{3}$
- C. 两粒子质量之比 $m_a : m_b = 1 : 2$
- D. 两粒子的速度之比 $v_a : v_b = 1 : 2$



4. 如图所示，矩形匀强磁场区域的长为 L ，宽为 $L/2$ 。磁感应强度为 B ，质量为 m ，电荷量为 e 的电子沿着矩形磁场的上方边界射入磁场，欲使该电子由下方边界穿出磁场，求：



- (1) 电子速率 v_0 的取值范围？
- (2) 粒子在磁场中运动的时间范围？

6. 如图所示，匀强磁场磁感应强度为 B ，方向垂直于纸面向里，其边界是半径为 R 的圆， AB 为圆的直径。在 A 点有一带电粒子质量为 m 、电量为 $-q$ ，以 $v = \frac{2qBR}{m}$ 的速度垂直磁场射入圆形区域，恰从 B 点射出。

试求该粒子在磁场中运动的时间 t 以及发射的方向？

