

第十一章

磁场

第28讲 带电粒子在匀强磁场中运动



栏目导航

知识梳理·易错辨析

核心考点·重点突破

名师讲坛·素养提升



高考

2025^版
轮总复习

知识梳理 · 易错辨析



知识梳理

一、洛伦兹力

1. 洛伦兹力：磁场对 运动电荷 的作用力。

2. 洛伦兹力的方向(左手定则)

(1)伸出左手，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。

(2)让磁感线从掌心进入，并使四指指向正电荷运动的方向(或负电荷运动的反方向)。



(3) 拇指所指的方向就是运动电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向。

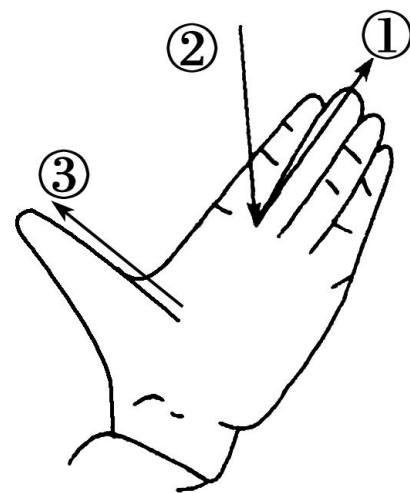
如图，①表示 正电荷 运动的方向或 负电荷 运动的反方向，
②表示 磁场 的方向，③表示 洛伦兹力 的方向。



3. 洛伦兹力的大小: $F = \underline{\quad \quad \quad} \underline{\quad \quad \quad} \underline{\quad \quad \quad}$, θ 是
 $\boldsymbol{v}$ 与 $\boldsymbol{B}$ 之间的夹角。

(1) 当 $\boldsymbol{v} // \boldsymbol{B}$ 时, $F = \underline{\quad \quad \quad}$ 。

(2) 当 $\boldsymbol{v} \perp \boldsymbol{B}$ 时, $F = \underline{\quad \quad \quad}$ 。



二、带电粒子在匀强磁场中的运动

1. 洛伦兹力的特点：由于洛伦兹力 $F \perp \underline{B}$ ， $F \perp \underline{v}$ ，即 F 垂直于 B 和 v 决定的 平面，所以洛伦兹力不改变带电粒子速度的 大小，或者说，洛伦兹力对带电粒子 不做功。

2. 粒子的运动性质

(1) 若 $v_0 \parallel B$ ，则粒子 不受洛伦兹力，在磁场中做 匀速直线运动。

(2) 若 $v_0 \perp B$ ，则带电粒子在匀强磁场中做 匀速圆周运动。

3. 基本公式

(1) 由 $qvB = \frac{mv^2}{r}$, 得 $r = \frac{mv}{qB}$ 。

(2) 由 $v = \frac{2\pi r}{T}$, 得 $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 。

(3) $f = \frac{1}{T} = \frac{qB}{2\pi m}$ 。

(4) $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{qB}{m}$ 。



易错辨析

1. 带电粒子在磁场中运动时一定会受到磁场力的作用。(×)
2. 洛伦兹力的方向在特殊情况下可能与带电粒子的速度方向不垂直。(×)
3. 根据公式 $T = \frac{2\pi r}{v}$, 说明带电粒子在匀强磁场中的运动周期 T 与 v 成反比。(×)
4. 由于安培力是洛伦兹力的宏观表现, 所以洛伦兹力也可能做功。(×)
5. 带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动时, 其运动半径与带电粒子的比荷有关。(✓)

高考

2025^版
轮总复习

核心考点 · 重点突破

考点 1

对洛伦兹力的理解

(基础考点·自主探究)

1. 洛伦兹力的特点

(1)洛伦兹力的方向总是垂直于运动电荷的速度方向和磁场方向共同确定的平面，所以洛伦兹力只改变速度的方向，不改变速度的大小，即洛伦兹力永不做功。

(2)当电荷运动方向发生变化时，洛伦兹力的方向也随之变化。

(3)用左手定则判断负电荷在磁场中运动所受的洛伦兹力时，要注意将四指指向负电荷运动的反方向。

2. 洛伦兹力与安培力的联系及区别

- (1) 安培力是洛伦兹力的宏观表现，二者是相同性质的力。
- (2) 安培力可以做功，而洛伦兹力对运动电荷不做功。

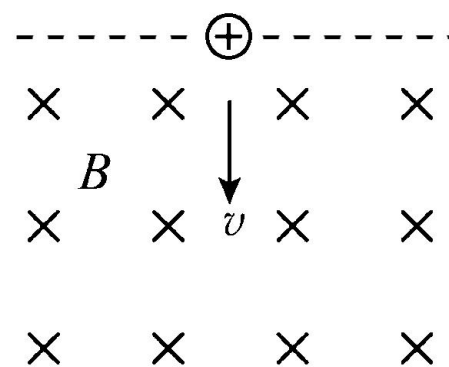


3. 洛伦兹力与静电力的比较

	洛伦兹力	静电力
产生条件	$\mathbf{v} \neq 0$ 且 $\mathbf{v}$ 不与 $\mathbf{B}$ 平行	电荷处在电场中
大小	$F = qvB (\mathbf{v} \perp \mathbf{B})$	$F = qE$
方向	$F \perp \mathbf{B}$ 且 $F \perp \mathbf{v}$	正电荷受力与电场强度方向相同，负电荷受力与电场强度方向相反
做功情况	任何情况下都不做功	可能做正功，可能做负功，也可能不做功

【跟踪训练】

1 (洛伦兹力的特点)(2023·海南卷)如图所示,带正电的小球竖直向下射入垂直纸面向里的匀强磁场,关于小球运动和受力说法正确的是(**A**)



- A. 小球刚进入磁场时受到的洛伦兹力水平向右
- B. 小球运动过程中的速度不变
- C. 小球运动过程的加速度保持不变
- D. 小球受到的洛伦兹力对小球做正功

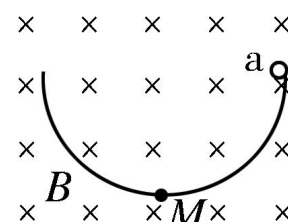
[解析] 根据左手定则，可知小球刚进入磁场时受到的洛伦兹力水平向右，**A**正确；小球受洛伦兹力和重力的作用，则小球运动过程中速度、加速度大小，方向都在变，**B**、**C**错误；洛伦兹力永不做功，**D**错误。故选**A**。



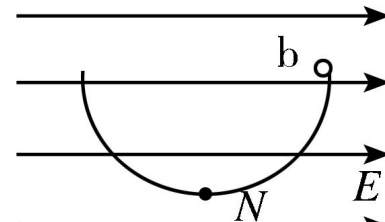


(洛伦兹力与静电力的比较)如图所示,

甲、乙是竖直面内两个相同的半圆形光滑轨道,
 M 、 N 分别为两轨道的最低点, 匀强磁场垂直于



甲



乙

甲轨道平面, 匀强电场平行于乙轨道平面, 两个完全相同的带正电小球
 a 、 b 分别从甲、乙两轨道的右侧最高点由静止释放, 在它们第一次到达
最低点的过程中, 下列说法正确的是(**D**)

- A. a 球下滑的时间比 b 球下滑的时间长
- B. a 、 b 两球的机械能均不守恒
- C. a 球到 M 点的速度小于 b 球到 N 点的速度
- D. a 球对 M 点的压力大于 b 球对 N 点的压力

[解析] 由于小球 a 在磁场中运动, 受到的洛伦兹力对小球不做功, 整个过程中小球 a 的机械能守恒; 而小球 b 在电场中运动, 受到的电场力对小球 b 做负功, 到达最低点时的速度较小, 所以下滑的时间较长, 故 A、B、C 错误; 小球 a 在磁场中运动, 在轨道最低点 M 处对小球 a 受力分析可知 $F_M - mg - Bqv_M = m\frac{v_M^2}{r}$, 解得 $F_M = m\frac{v_M^2}{r} + mg + Bqv_M$ 。小球 b 在电场中运动, 在轨道最低点 N 处对小球 b 受力分析可知 $F_N - mg = m\frac{v_N^2}{r}$, 解得 $F_N = m\frac{v_N^2}{r} + mg$, 因为 $v_M > v_N$, 所以 $F_M > F_N$, 结合牛顿第三定律可知, D 正确。

考点 2

带电粒子在有界匀强磁场中的运动

(能力考点·深度研析)

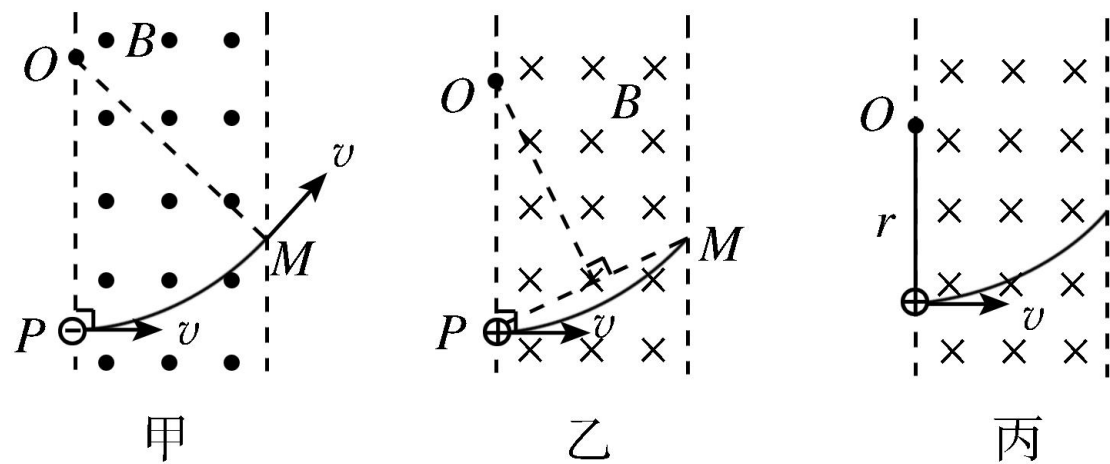
1. 带电粒子在有界磁场中的圆心、半径及运动时间的确定

(1)圆心的确定方法

①若已知粒子轨迹上的两点的速度方向，分别确定两点处洛伦兹力 F 的方向，其交点即为圆心，如图甲。

②若已知粒子运动轨迹上的两点和其中某一点的速度方向，弦的中垂线与速度垂线的交点即为圆心，如图乙。

③若已知粒子轨迹上某点速度方向，又能根据 $r = \frac{mv}{qB}$ 计算出轨迹半径 r ，则在该点沿洛伦兹力方向距离为 r 的位置为圆心，如图丙。

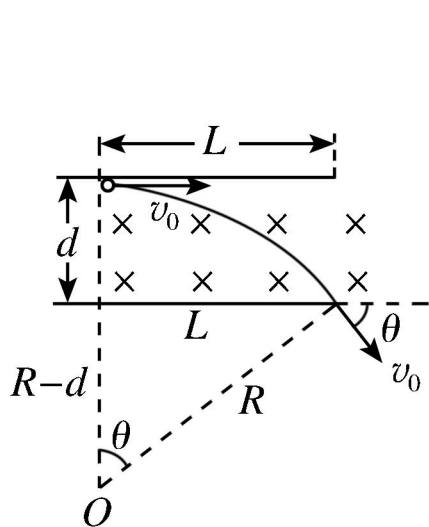


(2)半径的计算方法

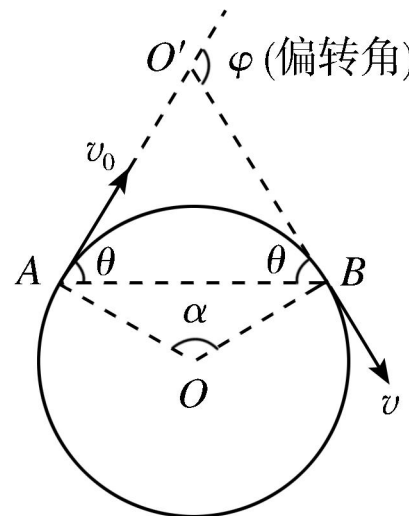
方法一 由 $R = \frac{mv}{qB}$ 求得

方法二 连半径构出三角形，由数学方法解三角形或勾股定理求得

例如：如图甲， $R = \frac{L}{\sin \theta}$ 或由 $R^2 = L^2 + (R - d)^2$ 求得



甲



乙

常用到的几何关系

①粒子的偏转角等于半径扫过的圆心角，如图乙， $\varphi = \alpha$ 。

②弦切角等于弦所对应圆心角一半，如图乙， $\theta = \frac{1}{2}\alpha$ 。

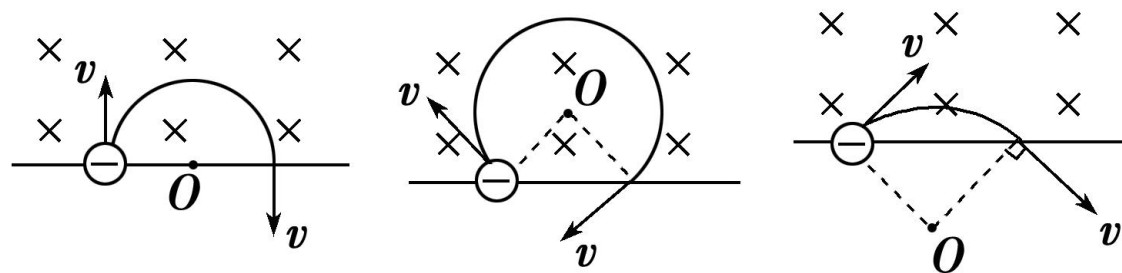
(3)时间的计算方法

方法一 利用圆心角、周期求得 $t = \frac{\theta}{2\pi}T$

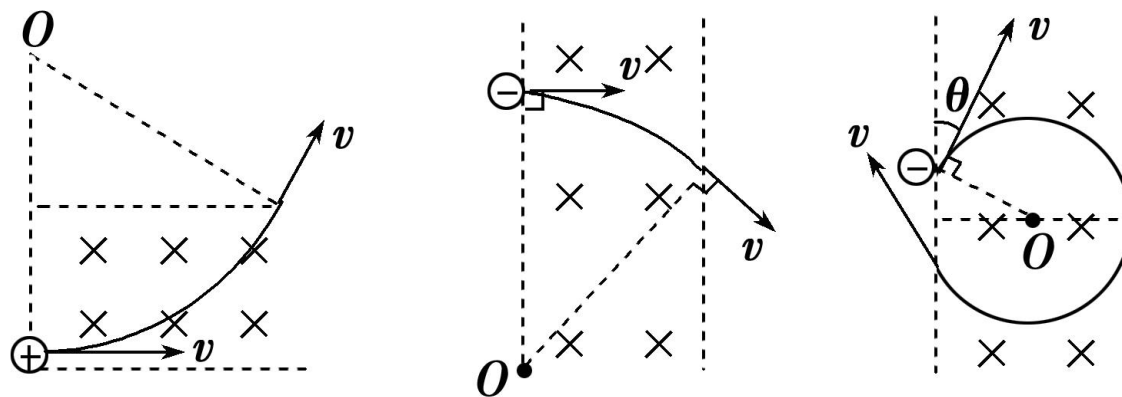
方法二 利用弧长、线速度求得 $t = \frac{l}{v}$

2. 带电粒子在有界磁场中运动的常见情形

(1) 直线边界(进出磁场具有对称性, 如图所示)



(2) 平行边界(存在临界条件, 如图所示)



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/765020320323012013>