

全品



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品学练考

AI智慧升级版

主编 肖德好

导学案

高中物理

选择性必修第二册 RJ

本书为智慧教辅升级版

“讲课智能体”支持学生聊着学，扫码后哪里不会选哪里；随时随地想聊就聊，想问就问。



长江出版传媒
崇文书局

CONTENTS

目录 | 导学案

01 第一章 安培力与洛伦兹力

PART ONE

1 磁场对通电导线的作用力	109
专题课:安培力的应用	111
2 磁场对运动电荷的作用力	114
3 带电粒子在匀强磁场中的运动	118
专题课:带电粒子在有界磁场中的运动	120
专题课:带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题	123
4 质谱仪与回旋加速器	126
专题课:洛伦兹力与现代科技	128
专题课:带电粒子在组合场中的运动	132
专题课:带电粒子(带电体)在叠加场中的运动	135

02 第二章 电磁感应

PART TWO

1 楞次定律	138
习题课:楞次定律的应用	141
2 法拉第电磁感应定律	143
专题课:电磁感应中的电路与电荷量问题	146
专题课:电磁感应中的图像问题	148
3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	151
4 互感和自感	155

专题课:电磁感应中的动力学和能量问题	158
专题课:电磁感应与动量的综合应用	161

03 第三章 交变电流

PART THREE

1 交变电流	164
2 交变电流的描述	167
3 变压器	170
第 1 课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	170
第 2 课时 理想变压器的规律及其应用	173
4 电能的输送	176

04 第四章 电磁振荡与电磁波

PART FOUR

1 电磁振荡	178
2 电磁场与电磁波	178
3 无线电波的发射和接收	181
4 电磁波谱	181

05 第五章 传感器

PART FIVE

1 认识传感器	185
2 常见传感器的工作原理及应用	185
3 利用传感器制作简单的自动控制装置	188

◆ 参考答案	191
--------------	-----

第一章 安培力与洛伦兹力

1 磁场对通电导线的作用力

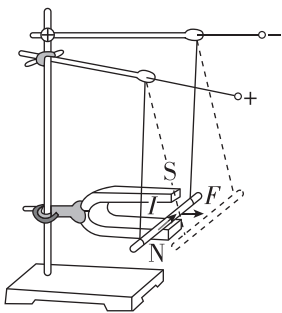
学习任务一 安培力的方向

【教材链接】阅读教材,完成下列填空.

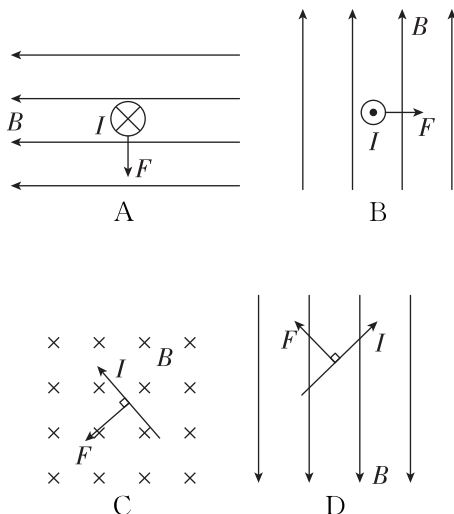
1. 安培力:_____在磁场中受的力.
2. 安培力的方向与_____,_____有关.
3. 左手定则:伸开左手,使拇指与其余四个手指垂直,并且都与手掌在同一个平面内;让磁感线_____,并使四指指向_____,这时_____所指的方向就是通电导线在磁场中所受安培力的方向.

【科学探究】按照如图所示进行实验.

- (1)上下交换磁铁磁极的位置时_____改变磁场方向,导体棒受力的方向_____改变.(均选填“会”或“不会”)
- (2)改变导体棒中电流的方向时,导体棒受力的方向_____ (选填“会”或“不会”)改变.
- (3)既交换磁铁磁极的位置,又改变导体棒中电流的方向时,导体棒受力的方向_____ (选填“会”或“不会”)改变.



例 1 如图所示的磁感应强度 B 、电流 I 和磁场对电流的作用力 F 三者方向的相互关系中正确的是()



【要点总结】

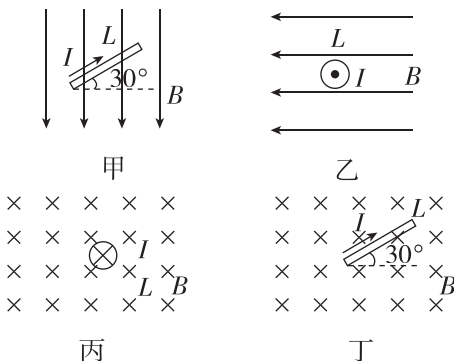
1. 安培力 F 的方向既与磁场方向垂直,又与通电导线垂直,即 F 跟 B 、 I 所在的面垂直.但 B 与 I 的方向不一定垂直.
2. 当电流方向跟磁场方向不垂直时,仍可用左手定则来判定安培力的方向,注意要让磁感线垂直于电流方向的分量垂直进入掌心.

学习任务二 安培力大小的计算

【科学思维】长为 l 的一段直导线放在匀强磁场中,磁场的磁感应强度为 B ,导线中通以大小为 I 的电流,当导线按以下三种方式放置时,所受磁场的作用力分别是多大?

- (1)导线和磁场垂直放置时, $F_{\text{安}} = \underline{\hspace{2cm}}$;
- (2)导线和磁场平行放置时, $F_{\text{安}} = \underline{\hspace{2cm}}$;
- (3)导线和磁场成 θ 角 (B 与 I 方向夹角) 放置时, $F_{\text{安}} = \underline{\hspace{2cm}}$. 注:此式为安培力的通式.

例 2 如图所示四种情况中,匀强磁场的磁感应强度大小相等,载流导体的长度相同,通过的电流大小也相同,导体受到的磁场力最大且方向沿着纸面的是 ()

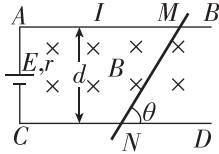


- A. 甲、乙 B. 甲、丙 C. 乙、丁 D. 乙、丙

【反思感悟】

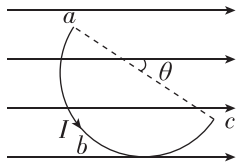
变式 如图所示,导线框中电流为 I ,导线框垂直于磁场放置,磁感应强度为 B , AB 与 CD 相距为 d ,则 MN 所受安培力大小为 ()

- A. IdB
- B. $IdB\sin\theta$
- C. $\frac{IdB}{\sin\theta}$
- D. $IdB\cos\theta$



[反思感悟]

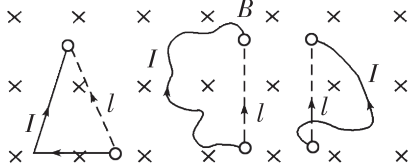
例 3 [2024·安徽芜湖期末] 如图所示,半圆形导线 abc 通以恒定电流 I ,放置在匀强磁场中,已知磁场的磁感应强度大小为 B ,导线长为 πl ,直径 ac 与磁场方向夹角为 $\theta=30^\circ$.该导线受到的安培力大小为 ()



- A. $2BIl$
- B. $\sqrt{3}BIl$
- C. BIl
- D. $\frac{\sqrt{3}}{2}BIl$

【要点总结】

公式 $F=IlB\sin\theta$ 中 l 指的是“有效长度”.弯曲导线的有效长度 l 等于连接两端点的线段的长度(如图所示),相应的电流沿线段由始端流向末端.

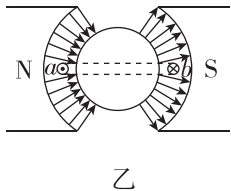
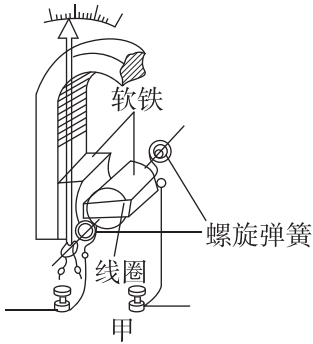


学习任务三 磁电式电流表的工作原理

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空.

- (1)当电流通过线圈时,线圈因为受到_____力而发生转动.
- (2)线圈_____可以说明被测电流的强弱.

例 4 如图甲是高中物理电学实验中常用的磁电式电流表的结构示意图,其内部磁场分布和线圈中电流流向剖面示意图如图乙所示.关于磁电式电流表的下列各项说法中正确的是 ()



- A. 当线圈在如图乙所示位置时导线 b 受到的安培力方向向上
- B. 线圈中电流越大,安培力就越大,螺旋弹簧的形变也越大,线圈偏转的角度也越大
- C. 电流表内部的磁场是匀强磁场
- D. 线圈无论转到什么角度,它的平面都跟磁感线平行,所以线圈不受安培力

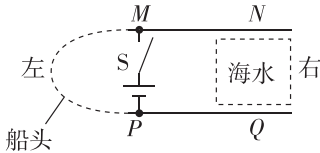
[反思感悟]

【要点总结】

- 1. 磁电式电流表的特点:
 - (1)磁体和铁芯之间是辐向均匀分布的磁场
 - (2)线圈平面始终与磁感线平行
 - (3)表盘刻度均匀分布
- 2. 优点:灵敏度高,可以测量很小的电流.
- 3. 缺点:线圈的导线很细,允许通过的电流很小.

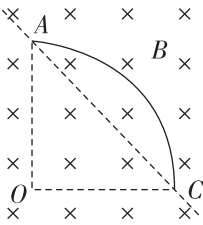
// 随堂巩固 //

1. (安培力的方向)如图所示为一种新型的电磁船的俯视图, MN 、 PQ 为固定在船上的竖直平行金属板,直流电源接在 M 、 P 之间,船上装有产生强磁场的装置,可在两平行金属板间海水中的虚线框内产生强磁场.闭合开关 S 后,电流通过海水从 N 流向 Q ,若船受到海水的反作用力向左运动,则虚线框中的磁场方向应该 ()



- A. 竖直向下
- B. 竖直向上
- C. 水平向左
- D. 水平向右

2. (安培力的大小)(多选)如图所示,AC 是一个半径为 R 的四分之一圆弧,将其放置在与平面 AOC 垂直的磁感应强度为 B 的匀强磁场中.当该导线中通以由 A 到 C、大小为 I 的恒定电流时,该导线受到安培力的大小和方向是 ()
- A. 安培力大小为 IRB
- B. 安培力大小为 $\sqrt{2}IRB$
- C. 安培力方向为垂直于 AC 的连线指向左下方
- D. 安培力方向为垂直于 AC 的连线指向右上方



3. (磁电式电流表)(多选)关于磁电式电流表,以下说法正确的是 ()
- A. 指针稳定后,螺旋弹簧形变产生的阻碍效果与线圈受到的安培力的转动效果方向是相反的
- B. 通电线圈中的电流越大,电流表指针偏转角度也越大
- C. 在线圈转动的范围内,各处的磁场都是匀强磁场
- D. 在线圈转动的范围内,线圈所受安培力大小与电流大小有关,而与所处位置无关

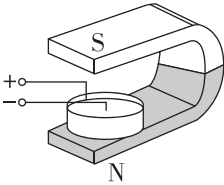
专题课:安培力的应用

学习任务一 判断安培力作用下导体的运动情况

[科学思维] 判断安培力作用下通电导线和通电线圈运动方向的步骤:

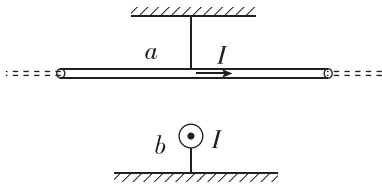
- (1)明确研究对象(导体);
- (2)画出导体所在位置的磁感线方向;
- (3)由左手定则确定导体受到的安培力方向;
- (4)由导体的受力情况判断导体的运动情况.

[科学探究] 在玻璃器皿的中心放一个圆柱形的电极,沿边缘内壁放一个圆环形电极,把它们分别与电池的两极相连,然后再在玻璃器皿中放入导电液体,例如盐水,若把玻璃器皿放在磁场中,如图所示,那么从上往下看,液体沿



(选填“顺时针”或“逆时针”)方向转动.

例 1 (多选)[2024·河北沧州一中高二月考] 如图所示,两根无限长直导线 a 、 b 相互垂直, a 通过细线悬挂在天花板上且可自由转动, b 通过绝缘支架固定在地面上.现同时给 a 通以沿导线向右的电流,给 b 通以沿导线向外的电流.下列说法正确的是 ()

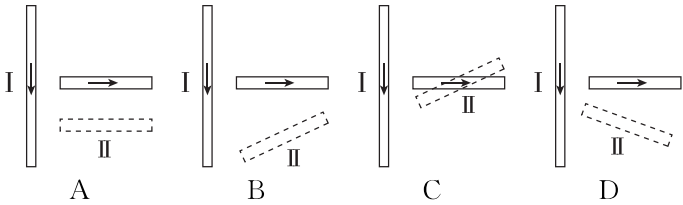


- A. 刚通电流时,导线 a 左半部分垂直纸面向里转,右半部分垂直纸面向外转
- B. 刚通电流时,导线 a 左半部分垂直纸面向外转,右半部分垂直纸面向里转

- C. 导线 a 转动 90° 时,细线对 a 的拉力大于导线的重力
- D. 导线 a 转动 90° 时,细线对 a 的拉力小于导线的重力

[反思感悟]

变式 如图所示,导体棒 I 固定在光滑的水平面内,导体棒 II 垂直于导体棒 I 放置,且可以在水平面内自由移动.给导体棒 I、II 通以如图所示的恒定电流,仅在两导体棒之间的相互作用下,较短时间后导体棒 II 所在位置用虚线表示,则导体棒 II 的位置可能正确的是 ()



[反思感悟]

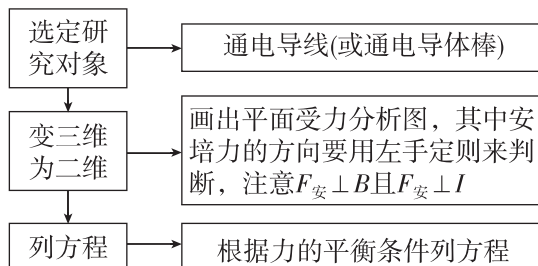
[要点总结]

安培力作用下导体运动方向判断的方法

电流元法	每段电流元所受安培力方向→整段导体所受合力方向→运动方向
特殊位置法	在特殊位置→安培力方向→运动方向
等效法	(1)环形电流→小磁针→条形磁铁 (2)通电螺线管→多个环形电流

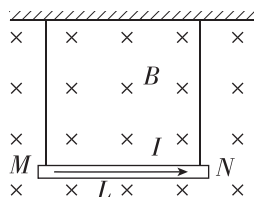
学习任务二 安培力作用下的平衡问题

[科学思维] 求解安培力作用下导体的平衡问题的基本思路：

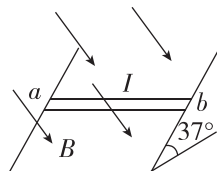


例 2 用两根等长的绝缘细线悬吊一水平通电直导线 MN , 电流方向如图所示, 已知导线的质量为 $m = 1 \text{ kg}$, 长为 $L = 0.5 \text{ m}$, 电流为 $I = 2 \text{ A}$, 当在导线所在的空间中加一垂直纸面向里的匀强磁场, 磁场的磁感应强度为 $B = 2 \text{ T}$, 导线处于静止状态. 重力加速度 g 取 10 m/s^2 .

- (1) 求单根细线上拉力 F 的大小;
- (2) 若将磁场变为垂直纸面向外的匀强磁场, 磁场的磁感应强度为 B' , 导线仍处于静止状态, 且单根细线上的拉力大小为原来的 2 倍, 求 B' 的大小.



例 3 [2024 · 山东青岛二中月考] 如图所示, 空间存在着垂直于导轨平面向下的匀强磁场, 磁感应强度大小为 0.5 T . 宽为 1 m 的平行金属导轨与水平面成 37° 角, 质量为 0.5 kg 、长为 1 m 的金属杆 ab 水平放置在导轨上, 杆中通有恒定电流 I 时能静止在导轨上. 已知杆与导轨间的动摩擦因数为 $\mu = 0.5$, 重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$, 则下列说法正确的是 ()



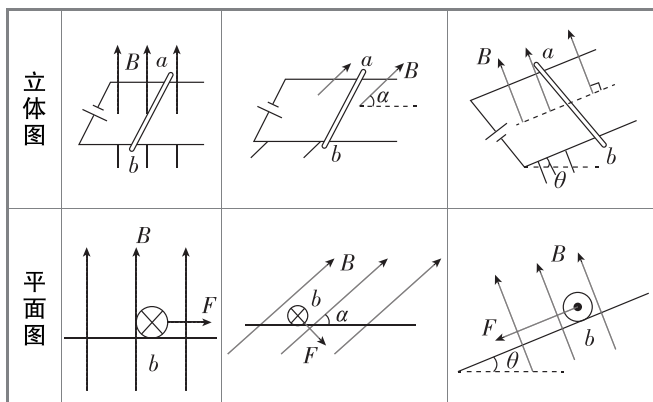
- 金属杆中的电流方向一定为 $b \rightarrow a$
- 金属杆中的电流方向可能为 $b \rightarrow a$
- 金属杆中电流的最大值为 $I = 5 \text{ A}$
- 金属杆中电流的最小值为 $I = 2 \text{ A}$

[反思感悟]

【要点总结】

安培力作用下导体的平衡问题的求解关键可以简单概括为两点:

- (1) 电磁问题力学化, 即把电磁问题通过受力分析, 归结为力学问题.
- (2) 立体图形平面化, 想很好地分析物体受力的平衡问题, 把立体图形转化为平面图是关键.



学习任务三 安培力作用下导体的加速问题

[科学思维]

1. 解决在安培力作用下导体的加速运动问题, 首先要对研究对象进行受力分析(不要漏掉安培力), 然

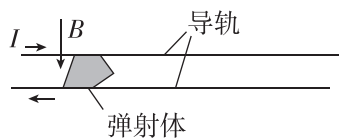
后根据牛顿第二定律列方程求解.

2. 选定观察角度画好平面图, 标出电流方向和磁场方向, 然后利用左手定则判断安培力的方向.

例 4 [2024·辽宁省实验中学高二月考] 我国第三艘航空母舰——福建舰最大的亮点是采用了由我国自主研发的电磁弹射技术. 电磁弹射的基本原理可简化为如图所示, 两平行金属导轨固定在同一水平面内, 质量为 m 的金属弹射体可以沿导轨运动并与两导轨接触良好, 两导轨的左端与供电设备连接. 电路接通后, 导轨中有图示方向的恒定电流 I , 导轨和弹射体处在磁感应强度大小为 B 、方向垂直导轨平面向下的匀强磁场中. 若弹射体在导轨上运动的长度为 L , 导轨间距为 d , 不计摩擦及空气阻力. 求:

(1) 弹射体离开导轨时的速度;

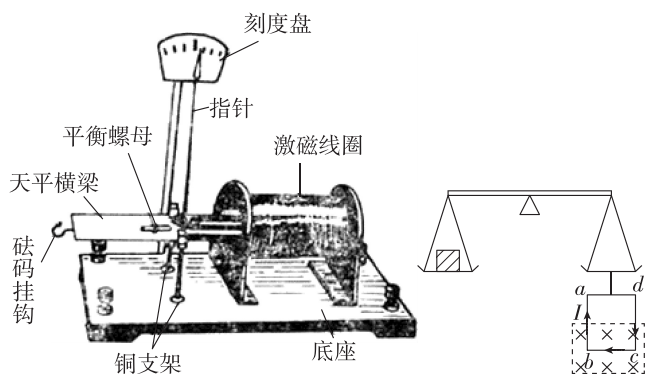
(2) 弹射体在导轨上运动的时间.



| 素养提升 |

电流天平的原理和应用

电流天平是根据等臂杠杆的原理制成的, 可以用来测量导线在磁场中受到的安培力和磁场的磁感应强度. 如图所示是它的原理示意图, 天平左盘放砝码, 右盘下悬挂线框, 线框处于磁场中. 当线框没有通电时, 天平处于平衡状态.



线框通电后, ab 、 bc 、 cd 边均受到安培力的作用. 根据左手定则可知, ab 、 cd 边受到的安培力等大反向, 互相抵消, bc 边受到的安培力方向竖直向下, 从而使天平平衡被破坏. 通过在左盘中加砝码可使天平重新平衡, 根据所加砝码的质量可以推知线框所受安培力的大小 F . 再根据 $F = nIlB$, 由线框的匝数 n 、 bc 边长度 l 、电流 I 可求磁场的磁感应强度 B 的大小.

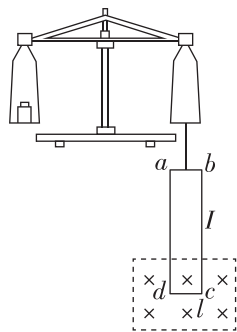
示例 [教材改编] 如图所示为电流天平示意图, 可以用来测量匀强磁场的磁感应强度. 它的右盘下挂着矩形线框, 匝数为 n , 线框的 dc 边水平, 且

长为 l , 处于匀强磁场内, 磁感应强度 B 的方向垂直于线框平面向里. 当线框中通有电流 I 时, 调节砝码使两臂达到平衡. 然后使电流反向, 大小不变. 这时需要在左盘中增加质量为 m 的砝码, 才能使两臂再次达到平衡, 重力加速度 g 取 9.8 m/s^2 .

(1) cd 边的电流在反向之后其方向为 _____ (选填“向左”或“向右”).

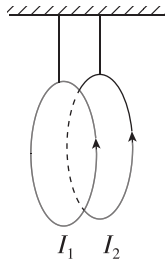
(2) 导出用 n 、 m 、 l 、 I 、 g 表示磁感应强度 B 的表达式;

(3) 当 $n = 9$, $l = 10.0 \text{ cm}$, $I = 0.10 \text{ A}$, $m = 8.78 \text{ g}$ 时, 磁感应强度是多大?



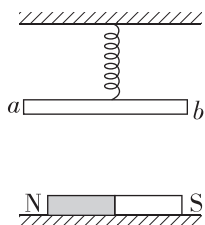
// 随堂巩固 //

1. (安培力作用下导体的运动情况) 用两根绝缘细线把两个完全相同的圆形导线环悬挂起来, 将二者等高平行放置, 如图所示, 当两导线环中通入方向相同的电流 I_1 、 I_2 时, 两导线环 ()



- A. 相互吸引
- B. 相互排斥
- C. 无相互作用力
- D. 先吸引后排斥

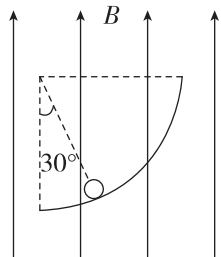
2. (安培力作用下导体的运动情况) [2024 · 湖北武汉三中高二月考] 如图所示, 在固定的条形磁铁上方, 用轻弹簧悬挂了一直导线, 某一时刻给该导线通以由 a 向 b 方向的电流. 下列说法正确的是 ()



- A. a 端向里转动, b 端向外转动
- B. 条形磁铁受到的合力变大
- C. 当导体棒再次达到稳定时, 弹簧的弹力变大
- D. 当导体棒再次达到稳定时, 弹簧可能被压缩

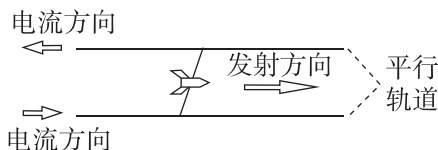
3. (安培力作用下导体的平衡问题) 质量为 m 、长为 l 的直导体棒放置于四分之一光滑圆弧轨道上, 整个装置处于竖直向上的磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 直导体棒中通有恒定电流, 平衡时导体棒和圆弧

圆心的连线与竖直方向成 30° 角, 其截面图如图所示, 重力加速度为 g , 则导体棒中电流方向、大小分别为 ()



- A. 垂直于纸面向外, $\frac{\sqrt{3}mg}{3Bl}$
- B. 垂直于纸面向里, $\frac{\sqrt{3}mg}{3Bl}$
- C. 垂直于纸面向外, $\frac{\sqrt{3}mg}{2Bl}$
- D. 垂直于纸面向里, $\frac{\sqrt{3}mg}{2Bl}$

4. (安培力作用下的加速问题) [2025 · 杭州二中高二月考] 电磁炮是利用电磁发射技术制成的一种先进的动能杀伤武器. 如图所示为某试验采用的电磁轨道, 该轨道长 7.5 m , 宽 1.5 m . 现发射质量为 50 g 的炮弹从轨道最左端由静止开始加速, 当回路中的电流恒为 20 A 时, 最大速度可达 3 km/s . 轨道间所加磁场为匀强磁场, 不计空气及摩擦阻力. 下列说法正确的是 ()



- A. 磁场方向为竖直向下
- B. 磁场方向为水平向右
- C. 磁感应强度的大小为 $1 \times 10^3 \text{ T}$
- D. 电磁炮的加速度大小为 $3 \times 10^5 \text{ m/s}^2$

2 磁场对运动电荷的作用力

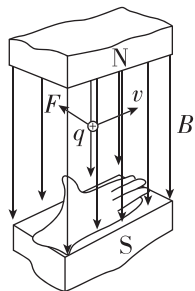
学习任务一 洛伦兹力的方向

[教材链接] 阅读教材, 完成下列填空.

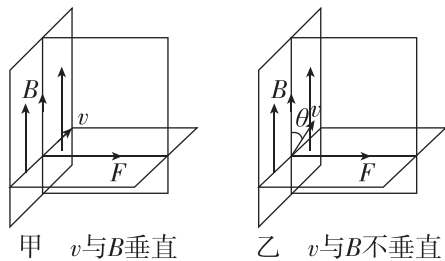
- 洛伦兹力: _____ 在 _____ 中受到的力.
- 左手定则: 伸开左手, 使拇指与其余四个手指 _____, 并且都与手掌在同一个平面内; 让磁感线从 _____ 垂直进入, 并使 _____ 指向 _____ 运动的方向, 这时 _____ 所指的方向就是运动的正电荷在磁场中所受洛伦兹力的方向.

说明: ①对于负电荷, 四指指向电荷运动的反方向.

②洛伦兹力的方向总是与电荷运动的方向和磁场方向垂直, 即洛伦兹力的方向总是垂直于运动电荷速度方向和磁场方向所决定的平面.



F 、 B 、 v 三个量的方向关系是： $F \perp B$ ， $F \perp v$ ，但 B 与 v 不一定垂直，如图甲、乙所示。

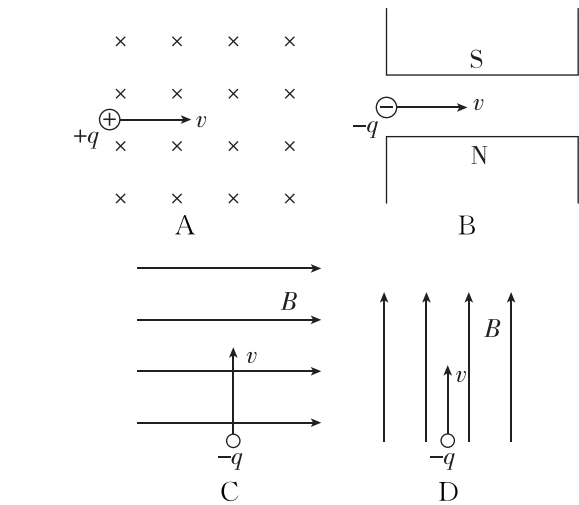
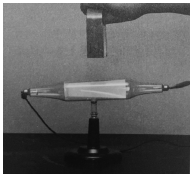


③洛伦兹力不做功，它只改变电荷的运动方向，不改变电荷的速度大小。

[科学探究] 如图所示，电子由阴极向阳极运动（向右运动）过程中向下偏转。

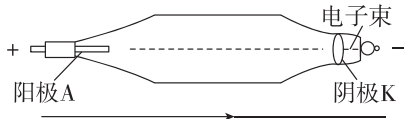
(1) _____ 力使电子向下偏转，该力的方向 _____。

(2)电子运动轨迹附近的磁场方向 _____。电子所受洛伦兹力与磁场方向、电子运动方向存在什么关系？



[反思感悟] _____

变式 1 如图所示，在阴极射线管正下方平行放置一根通有足够强电流的长直导线，且导线中电流方向水平向右，则阴极射线将会 ()



- A. 向上偏转
B. 向下偏转
- C. 向纸内偏转
D. 向纸外偏转

[要点总结]

- 洛伦兹力的方向总是与电荷运动的方向和磁场的方向垂直，即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确定的平面。 F 、 B 、 v 三个量的方向关系是： $F \perp B$ ， $F \perp v$ ，但 B 与 v 不一定垂直。
- 用左手定则判定负电荷在磁场中运动所受的洛伦兹力方向时，应注意将四指指向负电荷运动的反方向。

学习任务二 洛伦兹力的大小

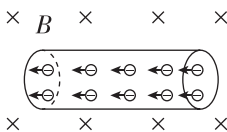
[教材链接] 阅读教材，完成下列填空。

洛伦兹力的大小： $F = qvB \sin \theta$ ， θ 为电荷的运动方向与磁场方向的夹角。

- 当 $v \perp B$ ， $F =$ _____，即电荷运动方向与磁场垂直时，所受洛伦兹力最大。
- 当 $v \parallel B$ ， $F =$ _____，即电荷运动方向与磁场平行时，不受洛伦兹力。

[科学推理] 安培力是洛伦兹力的宏观表现，一段静止在磁场中的通电导线受到的安培力等于该段导线内所有电荷定向移动时受到的洛伦兹力的矢量和。

(1)如图所示，设有一段长度为 l 的通电导线垂直放入磁感应强度为 B 的匀强磁场中，若导线中的电流为 I ，则该导线所受的安培力的大小

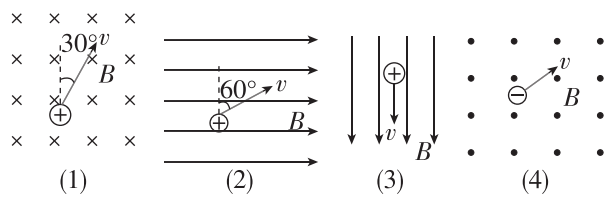


为 _____。

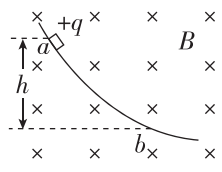
(2)设导线的横截面积为 S ，单位体积内的自由电荷数为 n ，每个自由电荷的电荷量为 q ，定向移动的速度都是 v ，根据电流的定义式推导电流的表达式。

(3)根据 $F_{\text{安}} = NF_{\text{洛}}$ 推导每个电荷受到的洛伦兹力的大小，并说明推导结果的适用条件。

例 2 如图所示,各图中的匀强磁场的磁感应强度均为 B ,带电粒子的速度均用 v 表示,带电荷量大小均为 q . 试求出图中带电粒子所受洛伦兹力的大小,并指出洛伦兹力的方向.



例 3 [2025 · 重庆一中高二月考] 如图所示,在磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向里的匀强磁场中,一带电荷量为 $q (q > 0)$ 的滑块自 a 点由静止沿光滑绝缘轨道滑下,下降高度为 h 时到达 b 点. 不计空气阻力,重力加速度为 g ,则 ()



- A. 滑块在 a 点受重力、支持力和洛伦兹力作用
- B. 该过程中,洛伦兹力做正功
- C. 该过程中,滑块的机械能增大
- D. 滑块在 b 点受到的洛伦兹力大小为 $qB\sqrt{2gh}$

[反思感悟]

【要点总结】

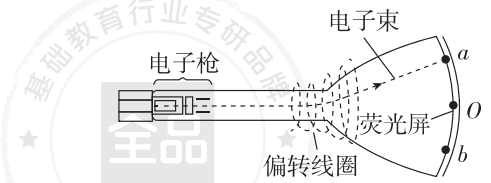
- (1)洛伦兹力是单个运动电荷在磁场中受到的力,安培力是导体中所有定向移动的自由电荷受到的洛伦兹力的宏观表现.
- (2)由于洛伦兹力的方向始终垂直于运动电荷的速度方向,所以洛伦兹力只改变速度的方向,不改变速度的大小.洛伦兹力对运动电荷不做功,但安培力可以对导体做功.

学习任务三 电子束的磁偏转

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空.

- 电视显像管构造: 主要由 _____、_____ 和 _____ 三部分组成.
- 原理: 电子显像管应用了电子束 _____ 的原理.
- 扫描: 在偏转区的水平方向和竖直方向都有偏转磁场,其方向、强弱都在 _____,使得电子束打在荧光屏上的光点不断移动. 电子束从最上一行到最下一行扫描一遍叫作一场,电视机中的显像管每秒要进行 _____ 场扫描.

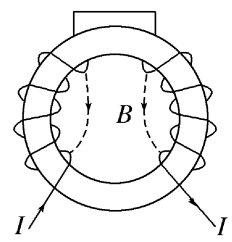
[科学探究] 如图所示为电视机显像管原理示意图. 没有磁场时,电子束打在荧光屏正中的 O 点. 为使电子束偏转,由安装在管颈的偏转线圈产生偏转磁场.



- 要使电子束偏离中心,打在荧光屏上的 a 点,偏转磁场应该沿 _____ 方向.
- 要使电子束打在 b 点,偏转磁场应该沿 _____

- _____ 方向.
- (3)要使电子束打在荧光屏上的位置由 b 点逐渐向 a 点移动,偏转磁场应该 _____.

例 4 如图所示为电视机显像管偏转线圈的示意图,当线圈中通以图示方向的直流电流时,形成的磁场如图所示,一束沿着管径轴线射向纸内的电子将 ()



- A. 向上偏转
- B. 向下偏转
- C. 向左偏转
- D. 向右偏转

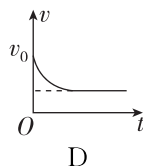
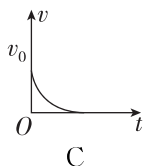
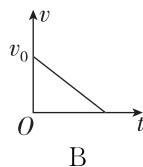
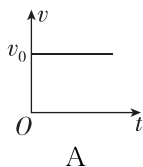
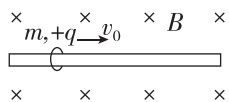
[反思感悟]

【要点总结】

磁偏转: 带电粒子在磁场中受到洛伦兹力的作用时,由于洛伦兹力与运动电荷的速度垂直,会不断改变电荷的运动方向,因此可以利用磁场控制带电粒子的运动方向. 把利用磁场改变带电粒子运动方向的现象称为磁偏转.

学习任务四 带电体在洛伦兹力作用下的运动

例 5 (多选) 如图所示为一个质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的圆环, 可在水平放置的足够长的粗糙细杆上滑动, 细杆处于磁感应强度为 B 的匀强磁场中, 不计空气阻力, 现给圆环向右的初速度 v_0 , 在以后的运动过程中, 圆环运动的速度—时间图像可能是下列选项中的 ()

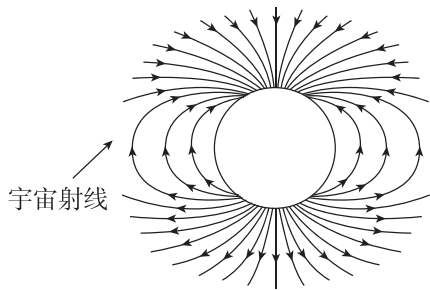


| 素养提升 |

极光和地磁场

极光是在地球两极常见的一种自然现象. 地磁场向地球周围的太空延伸很远, 它对太阳射出的带电粒子(主要由质子、电子、 α 粒子等组成)具有阻挡作用, 可使地球上的生物免受伤害. 但在接近两极的地区, 有些高能粒子能射向地球的表面. 它们通常以 2000 km/s 的速度击穿大气层, 与大气中的原子和分子碰撞并激发, 产生光芒, 形成极光.

示例 [2025·陕西西安期末] 如图所示, 来自太阳和其他星体的宇宙射线含有大量带电粒子, 幸好由于地磁场的存在改变了这些带电粒子的运动方向, 使很多带电粒子不能到达地面, 避免了其对地面生命的危害. 已知某处由南指向北的地磁场的磁感应强度大小约为 $1.2 \times 10^{-4} \text{ T}$, 如果有一速率 $v = 5.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 、电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 的正电荷竖直向下运动穿过此处的地磁场, 则该正电荷在此处受到的洛伦兹力约为 ()

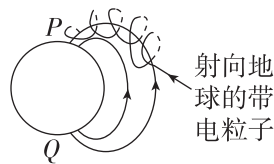


- A. $9.6 \times 10^{-18} \text{ N}$, 方向向东
- B. $9.6 \times 10^{-17} \text{ N}$, 方向向西
- C. $9.6 \times 10^{-16} \text{ N}$, 方向向北
- D. $9.6 \times 10^{-15} \text{ N}$, 方向向南

[反思感悟]

变式 2 科学研究发现, 在地球的南极或北极所看到的美丽极光, 是由来自太阳的高能带电粒子受到地磁场的作用后, 与大气分子剧烈碰撞或摩擦所产生的结果, 如图所示. 下列关于地磁场的说法中正确的是 ()

- A. 若不考虑磁偏角的因素, 则地理南极处的磁场方向竖直向下
- B. 若不考虑磁偏角的因素, 则地理北极处的磁场方向竖直向上
- C. 在地球赤道表面, 小磁针静止时 S 极指向北方
- D. 在地球赤道表面, 小磁针静止时 S 极指向南方



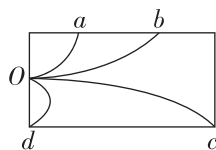
[反思感悟]

// 随堂巩固 //

1. (洛伦兹力的方向) 带电粒子(重力不计)穿过饱和蒸汽时, 在它走过的路径上饱和蒸汽便凝成小液滴, 从而显示粒子的径迹, 这是云室的原理. 如图所示是云室原理的示意图, 云室中加了垂直于纸面向外的匀强磁场(未画出), 图中 Oa 、 Ob 、 Oc 、 Od 是从 O 点发出

的四种粒子的径迹, 下列说法中正确的是 ()

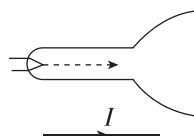
- A. 四种粒子都带正电
- B. 四种粒子都带负电
- C. 打到 a 、 b 点的粒子带正电
- D. 打到 c 、 d 点的粒子带正电



2. (洛伦兹力的大小)[2024·河北石家庄一中高二月考] 电荷量为 $+q$ 的粒子在匀强磁场中运动,匀强磁场的磁感应强度大小为 B ,下列说法中正确的是 ()

- A. 若 $v \perp B$,只要速度大小相同,所受洛伦兹力就相同
- B. 如果把 $+q$ 改为 $-q$,且速度反向,大小不变,则其所受洛伦兹力的大小、方向均不变
- C. 洛伦兹力方向一定与电荷速度方向垂直,磁场方向一定与电荷速度方向垂直
- D. 运动电荷在某处不受洛伦兹力的作用,则该处的磁感应强度一定为零

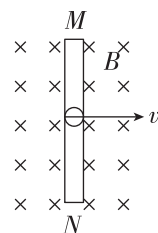
3. (电子束的磁偏转)如图所示,在示波器下方有一根与示波器轴线平行放置的通电直导线,直导线中的电流方向向右,在该电流的影响下,下列关于示波器中的电子束的说法正确的是(示波器内两个偏转电场的偏转电压都为零,不考虑地磁场的影响) ()



- A. 电子束将向下偏转,电子的速率保持不变
- B. 电子束将向外偏转,电子的速率逐渐增大
- C. 电子束将向上偏转,电子的速率保持不变
- D. 电子束将向里偏转,电子的速率逐渐减小

4. (洛伦兹力的大小)如图所示,金属棒 MN 中的自由电荷为电子,电子随着金属棒以速度 v 向右匀速运动,同时沿着金属棒以速度 u 匀速运动,匀强磁场的磁感应强度为 B ,下列说法正确的是 ()

- A. 电子受到的洛伦兹力为 evB
- B. 电子受到的洛伦兹力为 euB
- C. 电子受到的沿棒方向的洛伦兹力大小为 evB
- D. 电子受到的沿棒方向的洛伦兹力大小为 euB



3 带电粒子在匀强磁场中的运动

学习任务一 带电粒子在匀强磁场中的运动

[教材链接] 阅读教材,完成下列填空.

1. 若 $v \parallel B$,带电粒子(不计重力)所受洛伦兹力 $F =$ _____,所以粒子在磁场中做 _____.

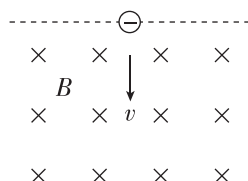
2. 若 $v \perp B$,此时初速度方向、洛伦兹力的方向均与磁场方向 _____,粒子在垂直于 _____ 方向的平面内运动.

(1)洛伦兹力与粒子的运动方向 _____,只改变粒子速度的 _____,不改变粒子速度的 _____.

(2)带电粒子在垂直于磁场的平面内做 _____ 运动, _____ 提供向心力.

例 1 [2024·福建福州期中] 如图所示,带负电的小球竖直向下射入垂直纸面向里的匀强磁场,则下

列关于小球运动和受力的说法正确的是 ()

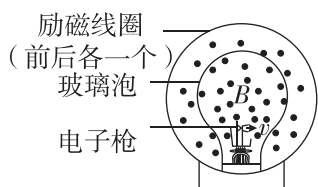


- A. 小球刚进入磁场时受到的洛伦兹力水平向左
- B. 小球运动过程中的速度不变
- C. 小球运动过程的加速度保持不变
- D. 小球受到的洛伦兹力对小球做负功

[反思感悟] _____

学习任务二 带电粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期

[科学探究] 如图所示,可用洛伦兹力演示仪观察带电粒子在匀强磁场中的运动轨迹.

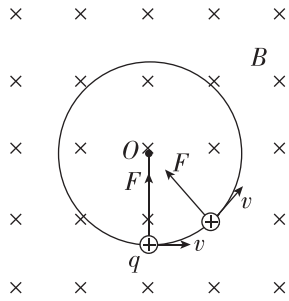


(1)不加磁场时,电子束的运动轨迹为 _____.

(2)加上磁场时,电子束的运动轨迹为 _____.

(3)如果保持出射电子的速度不变,增大磁感应强度,轨迹圆的半径将 _____;如果保持磁感应强度不变,增大出射电子的速度,轨迹圆的半径将 _____.

[科学推理] 如图所示,设电荷量为 q 的粒子在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中做匀速圆周运动,运动速度为 v ,匀速圆周运动的轨道半径为 r ,周期为 T .



(1) 由 $qvB = m \frac{v^2}{r}$, 可得 $r = \frac{mv}{qB}$.

(2) 由 $r = \frac{mv}{qB}$ 和 $T = \frac{2\pi r}{v}$, 可得 $T = \frac{2\pi m}{qB}$.

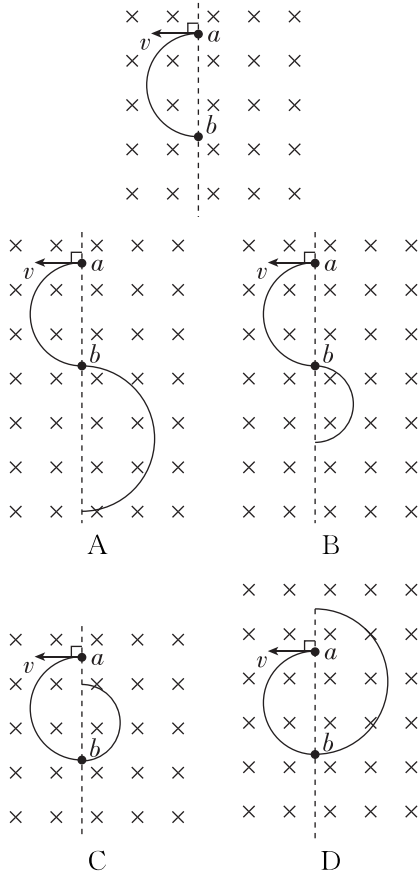
例 2 在匀强磁场中,一个带电粒子做匀速圆周运动,若该粒子又垂直于磁场方向进入另一磁感应强度是原来一半的匀强磁场,则 ()

- A. 粒子的速率加倍,周期减半
- B. 粒子的速率不变,轨迹半径减半
- C. 粒子的速率不变,周期变为原来的 2 倍
- D. 粒子的速率减半,轨迹半径变为原来的 2 倍

[反思感悟]

变式 [2024 · 广东广州高二开学考试] 电荷量为 $3e$ 的正离子,自匀强磁场 a 点射出,如图所示,当它

运动到 b 点时,打中并吸收了原处于静止状态的一个电子(此过程类似完全非弹性碰撞),若忽略电子的质量,则下列新离子的运动轨迹正确的是 ()



[反思感悟]

学习任务三 带电粒子在匀强磁场中运动的基本分析思路

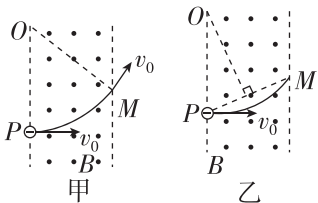
[科学思维]

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、出射点的位置和出射方向时,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 点为入射点, M 点为出射点).

(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,连接入射点和出射点,作连线的中垂线,这两条垂线的交点就是圆弧轨道的圆心(如图乙所示, P 点为入射点, M 点为出射点).

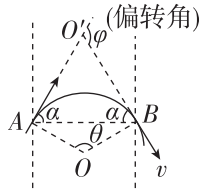


2. 半径的确定

(1) 由半径公式 $r = \frac{mv}{qB}$ 确定;

(2) 由几何关系确定.

3. 粒子速度偏转角的确定



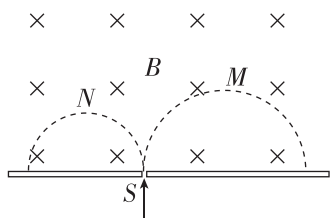
速度的偏向角 $\varphi =$ 圆弧所对的圆心角(回旋角) $\theta =$ 弦切角 α 的 2 倍.(如图所示)

4. 粒子在匀强磁场中运动时间的确定

(1) 周期一定时,由圆心角求: $t = \frac{\theta}{2\pi} \cdot T = \frac{m}{Bq} \theta$;

(2) v 一定时,由弧长求: $t = \frac{s}{v} = \frac{\theta R}{v}$.

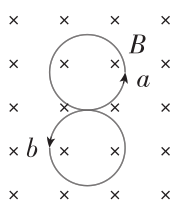
例 3 [2024·海南中学高二月考] 质量和电荷量都相等的带电粒子 M 和 N , 以不同的速率经小孔 S 垂直进入匀强磁场, 运行的半圆轨迹如图中虚线所示. 下列表述错误的是 ()



- A. M 带负电, N 带正电
 - B. M 的速率大于 N 的速率
 - C. 洛伦兹力对 M 、 N 不做功
 - D. M 的运行时间大于 N 的运行时间
- [反思感悟] _____
- _____
- _____

// 随堂巩固 //

1. (带电粒子在匀强磁场中的运动)(多选)[2021·湖北卷] 一电中性微粒静止在垂直纸面向里的匀强磁场中, 在某一时刻突然分裂成 a 、 b 和 c 三个微粒, a 和 b 在磁场中做半径相等的匀速圆周运动, 环绕方向如图所示, c 未在图中标出. 仅考虑磁场对带电微粒的作用力, 下列说法正确的是 ()

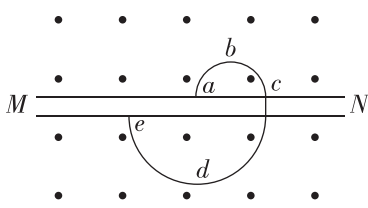


- A. a 带负电荷
- B. b 带正电荷
- C. c 带负电荷
- D. a 和 b 的动量大小一定相等

2. (带电粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期)(多选) 有两个匀强磁场区域 I 和 II, I 中的磁感应强度大小是 II 中磁感应强度大小的 k 倍. 两个速率相同的电子分别在两磁场区域中做圆周运动. 与 I

- 中运动的电子相比, II 中的电子 ()
- A. 运动轨迹的半径是 I 中的 k 倍
- B. 加速度的大小是 I 中的 k 倍
- C. 做圆周运动的周期是 I 中的 k 倍
- D. 做圆周运动的角速度与 I 中的相等

3. (带电粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期) MN 是匀强磁场中的一块薄金属板, 一带电粒子 (不计重力) 在磁场中运动并穿过金属板后, 速率将会减小, 若电荷量保持不变, 其运动轨迹如图所示, 则下列说法正确的是 ()



- A. 粒子带正电
- B. 粒子的运动方向是 $edcba$
- C. 粒子的运动方向是 $abcde$
- D. 粒子通过上半周所用时间比下半周所用时间短

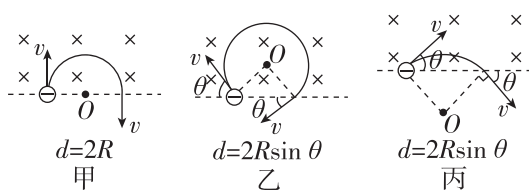
专题课: 带电粒子在有界磁场中的运动

学习任务一 带电粒子在直线有界匀强磁场中运动

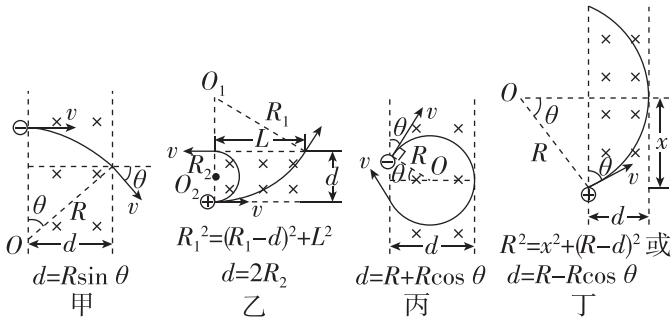
[模型建构]

1. 直线边界

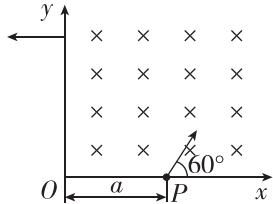
从某一直线边界射入的粒子再从这一边界射出时, 速度与边界的夹角相等, 如图所示.



2. 平行边界 (存在临界条件, 如图所示).

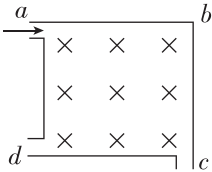


例 1 [2025 · 陕西西安高二期中] 如图所示, 在 xOy 坐标系的第 I 象限内存在磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场. 一带电粒子在 P 点以与 x 轴正方向成 60° 角的方向垂直磁场射入, 并恰好垂直于 y 轴射出磁场. 已知带电粒子质量为 m 、电荷量为 q , $OP = a$, 不计带电粒子重力. 根据上述信息可以得出 ()



- A. 带电粒子带负电
- B. 带电粒子在磁场中运动的半径为 $\sqrt{3}a$
- C. 带电粒子在磁场中运动的速率为 $\frac{qBa}{m}$
- D. 带电粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{2\pi m}{3qB}$

例 2 (多选) [2024 · 福建厦门一中高二月考] 如图所示, 正方形容器处于匀强磁场中, 一束电子从孔 a 垂直于磁场沿 ab 方向射入容器中, 一部分从 c 孔射出, 一部分从 d 孔射出. 若小孔足够小, 容器处于真空中, 则下列结论中正确的是 ()



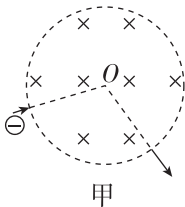
- A. 从两孔射出的电子速率之比 $v_c : v_d = 1 : 2$
- B. 从两孔射出的电子在容器中运动的时间之比 $t_c : t_d = 1 : 2$
- C. 从两孔射出的电子在容器中运动的加速度大小之比 $a_c : a_d = 1 : 2$
- D. 从两孔射出的电子在容器中运动的角速度之比 $\omega_c : \omega_d = 1 : 1$

[反思感悟] _____

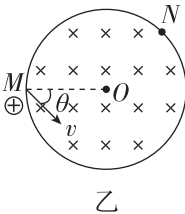
学习任务二 带电粒子在圆弧有界匀强磁场中运动

[模型建构] 在下列两种圆形有界匀强磁场中, 确定带电粒子做匀速圆周运动的圆心位置.

(1) 如图甲所示, 电子沿径向以一定速度垂直于磁场方向射入圆形匀强磁场区域并穿出磁场.

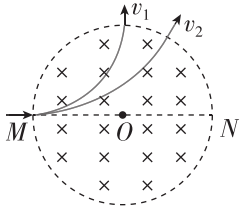


(2) 如图乙所示, 带正电粒子以一定速度沿与圆半径成 θ 角且垂直于磁场方向射入圆形匀强磁场区域并穿出磁场.



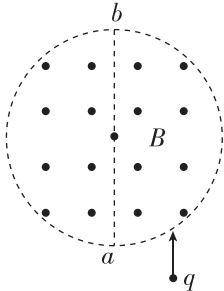
例 3 [2021 · 全国乙卷] 如图所示, 圆形区域内有垂直纸面向里的匀强磁场, 质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$)

的带电粒子从圆周上的 M 点沿直径 MON 方向射入磁场. 若粒子射入磁场时的速度大小为 v_1 , 离开磁场时速度方向偏转 90° ; 若射入磁场时的速度大小为 v_2 , 离开磁场时速度方向偏转 60° . 不计重力, 则 $\frac{v_1}{v_2}$ 为 ()



- A. $\frac{1}{2}$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- C. $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- D. $\sqrt{3}$

例 4 [2024 · 北京四中高二月考] 如图所示, 半径为 R 的圆是一圆柱形匀强磁场区域的横截面 (纸面), 磁感应强度大小为 B , 方向垂直于纸面向外. 一电荷量为 q ($q > 0$)、质量为 m 的粒子 (不计重力) 沿平行于直径 ab 的方向射入磁场区域, 入射点与 ab 的距离为 $\frac{R}{2}$, 已知粒子射出磁场与射入磁场时运动方向间的夹角为 60° , 则粒子的速率为 ()



- A. $\frac{qBR}{2m}$
- B. $\frac{qBR}{m}$
- C. $\frac{3qBR}{2m}$
- D. $\frac{2qBR}{m}$

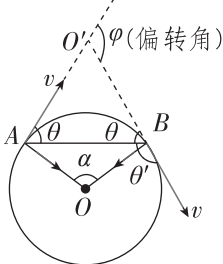
【要点总结】

1. 分析解决带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动问题的基本思路:定圆心、找半径、画轨迹、求时间.

2. 半径的确定和计算

一般利用几何关系,通过解三角形的办法求半径.求解时注意:

(1)如图所示,粒子速度的偏转角 φ 等于轨迹对应的圆心角 α ,并且等于 AB 弦与切线的夹角 θ 的 2 倍,即 $\varphi = \alpha = 2\theta$.



(2)相对的弦切角(θ)相等,与相邻的弦切角(θ')互补,即 $\theta + \theta' = 180^\circ$.

3. 运动时间的确定

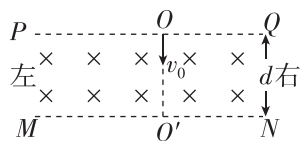
粒子在磁场中运动一周的时间为 T ,当粒子运动的轨迹对应的圆心角为 α 时,其运动时间 t 可以由下式表示: $t =$

$\frac{\alpha}{360^\circ}T$, $t = \frac{\alpha}{2\pi}T$ 或 $t = \frac{m}{Bq}\alpha$ (已知粒子比荷) 或 $t = \frac{l}{v}$ (l 为轨迹的弧长).

// 随堂巩固 //

1. (直线边界问题)[2024·山西晋城一中高二月

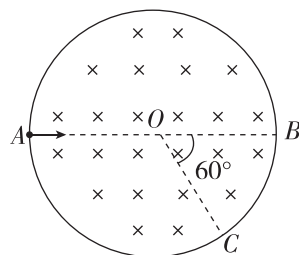
考] 如图所示,有一个理想边界为 PQ 、 MN 的匀强磁场区域,磁场宽度为 d ,方向垂直于纸面向里.一电子从 O 点沿纸面垂直于 PQ 以速度 v_0 进入磁场.若电子在磁场中运动的轨迹半径为 $2d$, O' 在 MN 上,且 OO' 与 MN 垂直,则下列判断正确的是 ()



- 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 $\sqrt{3}d$
- D. 电子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi d}{3v_0}$

2. (圆弧边界问题)[2024·武汉外国语学校高二月

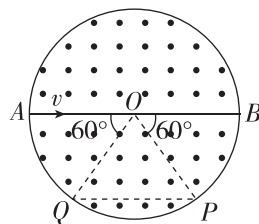
考] 如图所示,在半径为 R 的圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,一个带电粒子以速度 v 从 A 点沿直径 AOB 方向射入磁场,经过 Δt 时间从 C 点射出磁场, OC 与 OB 成 60° 角.现将带电粒子的速度变为 v' ,仍从 A 点沿原方向射入磁场,粒子在磁场中的运动时间变为 $2\Delta t$,不计重力,则粒子在磁场中的圆周运动的半径为 ()



- A. $\frac{R}{6}$
- B. $\frac{\sqrt{3}}{3}R$
- C. $\frac{R}{2}$
- D. $\sqrt{3}R$

3. (圆弧边界问题)[2025·江苏盐城中学高二月

考] 如图所示,圆形区域内存在着垂直于纸面向外的匀强磁场,两带电粒子(不计重力)沿直线 AB 方向从 A 点射入磁场中,分别从圆弧上的 P 、 Q 两点射出,则下列说法正确的是 ()



- A. 若两粒子比荷相同,则从 A 分别到 P 、 Q 经历时间之比为 $1:3$
- B. 若两粒子比荷相同,则从 A 分别到 P 、 Q 经历时间之比为 $2:1$
- C. 若两粒子比荷相同,则两粒子在磁场中的速率之比为 $2:1$
- D. 若两粒子速率相同,则两粒子的比荷之比为 $1:3$

专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题

学习任务一 带电粒子在有界匀强磁场中运动的临界问题

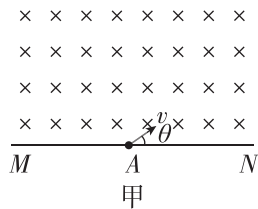
[科学思维] 这类题目中往往含有“最大”“最高”“至少”“恰好”等词语,关键是从轨迹入手找准临界状态及其条件.

(1)当粒子的入射方向不变而速度大小可变时,由于半径不确定,可从轨迹圆的缩放中发现临界点.

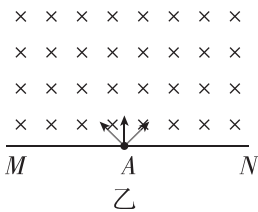
(2)当粒子的入射速度大小确定而方向不确定时,轨迹圆大小不变,只是位置绕入射点发生了旋转,可从确定圆的动态旋转中发现临界点.

[模型建构] 质量为 m 、电荷量为 $+q$ (重力不计)的带电粒子从 A 点垂直射入匀强磁场,磁场的磁感应强度大小为 B ,方向垂直于纸面向里, MN 是一块足够大的挡板.

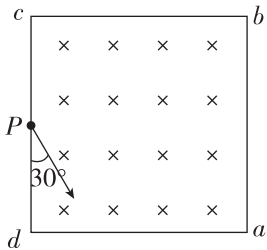
(1)如图甲所示,若发射粒子的速度方向不变、大小变化,试着画出几条不同速率下粒子运动的轨迹.这些运动轨迹的圆心有何联系?



(2)如图乙所示,若可从 A 点向挡板上方任意方向发射粒子,但速度大小 v 不变,试通过画图判断粒子能射到挡板上的范围.不同入射方向的粒子运动轨迹的圆心有何特点?



例 1 [2025 · 南宁三中高二月考] 如图所示,边长为 L 的正方形 $abcd$ 区域内分布磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场.从 cd 边的中点 P 处发射速率不同、质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的粒子,粒子沿纸面与 Pd 成 30° 角的方向射入该磁场区域,不计粒子的重力及粒子间的相互作用.已知某一速率的粒子恰好能从 bc 边离开磁场,则该粒子入射的速度大小是 ()



- A. $\frac{qBL}{3m}$ B. $\frac{qBL}{4m}$
C. $\frac{3qBL}{m}$ D. $\frac{4qBL}{m}$

[反思感悟]

变式 如图所示,在边长为 L 的正三角形 abc 区域内存在方向垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,有一群质量为 m 、电荷量为 q 的粒子以大小不同的速度从 a 点沿 ac 方向进入磁场,从 ab 边或 bc 边射出磁场.不计粒子重力和粒子间的相互作用.下列说法正确的是 ()

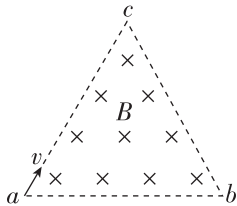
- A. 粒子带正电
B. 粒子在磁场中运动的最长

时间为 $\frac{\pi m}{3qB}$

- C. 从 b 点飞出的粒子的轨迹

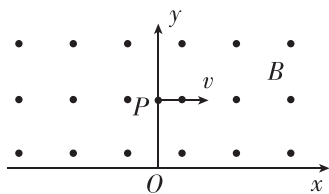
半径为 $\frac{\sqrt{3}}{3}L$

- D. 从 bc 边飞出的粒子中,飞出点越靠近 c ,则运动的时间越长



[反思感悟]

例 2 (多选)[2024·湖北孝感期末] 如图所示,在平面直角坐标系 xOy 的第一、二象限内,存在垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 B . 大量质量为 m 、电荷量大小为 q 的相同粒子从 y 轴上的 $P(0,L)$ 点,以相同的速率在纸面内沿不同方向先后射入磁场. 当沿 x 轴正方向射入时,粒子恰好垂直 x 轴离开磁场,不计粒子的重力和粒子间的相互作用力,则 ()



- A. 粒子可能带负电
B. 粒子入射速率为 $\frac{qBL}{m}$
C. 粒子在磁场运动的时间最短为 $\frac{\pi m}{3Bq}$
D. 粒子离开磁场的位置到 O 点的距离最大为 $2L$

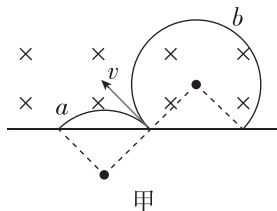
学习任务二 带电粒子在有界匀强磁场中运动的多解问题

[科学思维] 带电粒子在匀强磁场中运动形成多解的常见情况如下:

(1) 带电粒子电性不确定形成多解.

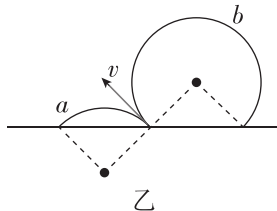
当速度相同时,带正、负电荷的粒子在磁场中运动的轨迹不同,电性不确定时会形成多解.

如图甲所示,带电粒子以速率 v 垂直于磁场方向进入匀强磁场. 若粒子带正电,则其轨迹为 a ; 若粒子带负电,则其轨迹为 b .



(2) 磁场方向不确定形成多解.

有些题目只知道磁感应强度的大小,而不知道其方向,此时必须要考虑磁感应强度方向不确定而形成的多解. 如图乙所示,带正电的粒子以速率 v 垂直进入匀强磁场,若 B 垂直于纸面向里,则其轨迹为 a ; 若 B 垂直于纸面向外,则其轨迹为 b .



(3) 临界状态不唯一形成多解.

带电粒子在洛伦兹力作用下飞越有界磁场时,由于粒子运动的轨迹是圆弧,因此它可能穿过去,也可能

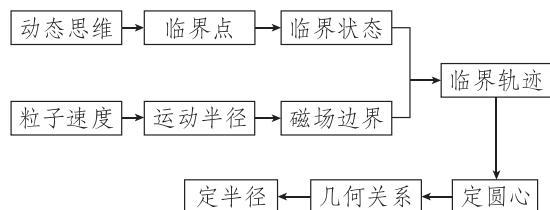
[反思感悟]

【要点总结】

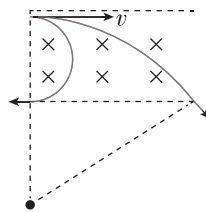
1. 寻找临界点常用的结论

- (1) 带电粒子刚好穿出或刚好不穿出磁场的条件是带电粒子在磁场中运动的轨迹与边界相切;
(2) 当速度 v 相同时,弧长越长,则圆心角越大,带电粒子在有界磁场中运动的时间越长;
(3) 当速度 v 不同时,圆心角越大,则运动的时间越长.

2. 解决带电粒子的临界问题的技巧方法



转过 180° 从入射界面这边反向飞出,从而形成多解,如图所示.

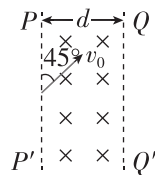


(4) 运动的往复性形成多解.

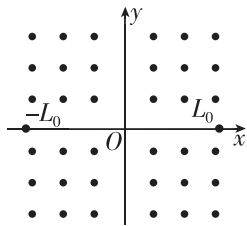
带电粒子在部分是电场、部分是磁场的空间中运动时,运动往往具有往复性,从而形成多解.

例 3 (多选) 如图所示,左、右边界分别为 PP' 、 QQ' 的匀强磁场的宽度为 d ,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于纸面向里,一个质量为 m 、电荷量为 q 的粒子从 PP' 边界的某处沿图示方向以速度 v_0 垂直于磁场方向射入磁场,欲使粒子不能从边界 QQ' 射出,粒子入射速度 v_0 的最大值可能是 ()

- A. $\frac{qBd}{m}$
B. $\frac{(2+\sqrt{2})qBd}{m}$
C. $\frac{(2-\sqrt{2})qBd}{m}$
D. $\frac{\sqrt{2}qBd}{2m}$



例 4 (多选) 如图所示, 匀强磁场的磁感应强度大小为 B , 方向垂直于 xOy 平面向外. 某时刻一个质子从点 $(L_0, 0)$ 处沿 y 轴负方向进入磁场; 一个 α 粒子同时从点 $(-L_0, 0)$ 进入磁场, 速度方向在 xOy 平面内. 设质子的质量为 m , 电荷量为 e , 不计质子与 α 粒子的重力和它们之间的相互作用. 若 α 粒子第一次到达原点时恰能与质子相遇, 已知质子和 α 粒子都带正电, 且 α 粒子的质量是质子质量的 4 倍, α 粒子带的电荷量是质子的 2 倍, 则 ()



- A. 质子的速度大小为 $\frac{2eBL_0}{m}$
- B. 质子的速度大小为 $\frac{eBL_0}{2m}$
- C. 两粒子相遇时, α 粒子运动的时间可能是 $\frac{3\pi m}{eB}$
- D. 两粒子相遇时, α 粒子运动的时间可能是 $\frac{5\pi m}{2eB}$

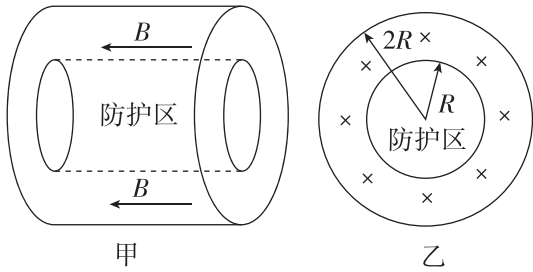
[反思感悟]

【要点总结】

解决带电粒子在匀强磁场中运动的多解问题的关键是要充分考虑各种可能性, 仔细分析其物理过程, 画出各种可能的运动轨迹, 找出隐含的几何关系, 综合运用数学、物理知识解决问题.

// 随堂巩固 //

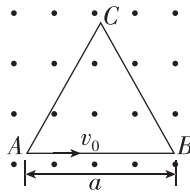
1. (带电粒子在磁场中运动的临界问题) [2025 · 内蒙古赤峰二中高二月考] 宇宙射线中含有大量的质子, 为防止质子对宇航员的危害, 某科研团队设计了如图甲所示的防护装置, 图乙为其截面图. 半径为 R 的圆柱形区域是宇航员的防护区, 在半径分别为 R 和 $2R$ 的同心圆柱之间加有沿轴线方向的匀强磁场. 已知质子沿各个方向运动的速率均为 v_0 , 质子的电荷量为 e , 质量为 m . 不计质子间相互作用. 若垂直磁场入射的所有质子都无法进入防护区, 则磁感应强度大小至少为 ()



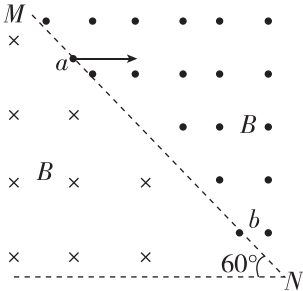
- A. $\frac{2mv_0}{eR}$
- B. $\frac{mv_0}{2eR}$
- C. $\frac{2mv_0}{3eR}$
- D. $\frac{3mv_0}{eR}$

2. (带电粒子在磁场中运动的临界问题) 如图所示, ABC 为与匀强磁场垂直的边长为 a 的等边三角形, 比荷为 $\frac{e}{m}$ 的电子以速度 v_0 从 A 点沿 AB 方向射入, 欲使电子从 BC 边射出, 则磁感应强度 B 的取值范围为 ()

- A. $B \geq \frac{\sqrt{3}mv_0}{ae}$
- B. $B \leq \frac{2mv_0}{ae}$
- C. $B \leq \frac{\sqrt{3}mv_0}{ae}$
- D. $B \geq \frac{2mv_0}{ae}$



3. (带电粒子在磁场中运动的多解问题) [2025 · 江苏江都中学高二月考] 如图所示, 直线 MN 与水平方向成 60° 角, MN 的右上方存在垂直纸面向外的匀强磁场, 左下方存在垂直纸面向里的匀强磁场, 两磁场的磁感应强度大小均为 B . 一粒子源位于 MN 上的 a 点, 能水平向右发射不同速率、质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的同种粒子 (不计重力和粒子间的相互作用), 所有粒子均能通过 MN 上的 b 点, 已知 $ab = L$, 则粒子的速度可能是 ()



- A. $\frac{\sqrt{3}qBL}{m}$
- B. $\frac{\sqrt{3}qBL}{2m}$
- C. $\frac{\sqrt{3}qBL}{3m}$
- D. $\frac{\sqrt{3}qBL}{4m}$