



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>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

练习册

高中物理

选择性必修第二册 LK



本书为智慧教辅升级版

“讲题智能体”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。



天津出版传媒集团  
天津人民出版社

## 01

目录设置更加符合一线上课实际，详略得当，拓展有度。

### 03 第3章 圆周运动

PART THREE

第1节 匀速圆周运动快慢的描述

第2节 科学探究：向心力

第1课时 向心力 实验：探究向心力大小与半径、角速度、质量的关系 …

第2课时 向心力的分析与计算 向心加速度

第3节 离心现象

专题课：竖直面内的圆周运动临界问题

专题课：水平面内的圆周运动临界问题

专题课：涉及圆周运动的功能问题

⑩ 本章易错过关（三）

## 02

以学习任务驱动为导向，更加贴近课堂流程，符合学生认知规律。

### 学习任务一 洛伦兹力的方向

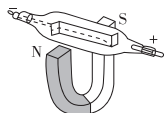
〔教材链接〕阅读教材，完成下列填空：

(1)洛伦兹力：在物理学中，把磁场对\_\_\_\_\_的作用力称为洛伦兹力。

(2)洛伦兹力的方向：用\_\_\_\_\_判断。

判断方法：伸出左手，拇指与其余四指垂直，且都与手掌处于同一平面内，让磁感线穿过手心，四指指向正电荷运动的方向，那么拇指所指的方向就是正电荷所受洛伦兹力的方向。

〔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。

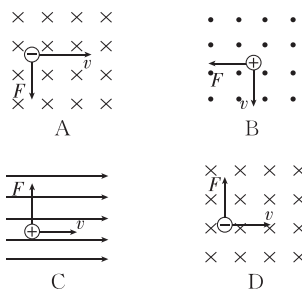


(1)\_\_\_\_\_力使电子向下偏转，该力的方向\_\_\_\_\_。

(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、电子运动方向之间的关系是\_\_\_\_\_。

**例1**（多选）一带电粒子（重力不计，图中已标明粒子所带电荷的正负）进入磁场中，下列关于磁场方

向、速度方向及带电粒子所受的洛伦兹力方向的标示正确的是（ ）



〔反思感悟〕\_\_\_\_\_

#### 〔要点总结〕

1. 洛伦兹力  $f$ 、磁感应强度  $B$ 、电荷运动速度  $v$  三者方向的关系：

- (1)  $f$  的方向一定与  $B$  的方向垂直；
- (2)  $f$  的方向一定与  $v$  的方向垂直；
- (3)  $B$  的方向与  $v$  的方向可以不垂直。

2. 用左手定则判断负电荷在磁场中运动所受的洛伦兹力方向时，应将四指指向负电荷运动的反方向。

## | 素养提升 |

## 电容和电感对交流输电线路的影响

## 1. 电容器对交变电流的阻碍作用

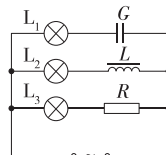
电容器具有“通交流、隔直流”的特性. 由于电容器两极间有绝缘介质, 所以直流电不能通过; 而对交变电流来说, 在周期性交变电压的作用下, 电容器不断充放电, 电路中就会形成持续的交变电流, 表现为交变电流通过电容器. 用容抗来表示电容器对交变电流的阻碍作用. 电容器的电容越大, 交变电流的频率越大, 则容抗越小, 即电容器表现为“通高频、阻低频”.

## 2. 电感器对交变电流的阻碍作用

电感器具有“通直流、阻交流”的特性. 当交变电流通过电感器时, 电流的变化在线圈中激发出的自感电动势阻碍电流的变化. 用感抗来表示电感器

对交变电流的阻碍作用. 电感器的自感系数越小, 交变电流的频率越小, 则感抗越小, 即电感器表现为“通低频、阻高频”.

**示例** (多选) 如图所示, 交流电源的电压有效值  $U=220\text{ V}$ , 频率  $f=50\text{ Hz}$ , 3 只灯泡  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  的亮度相同(线圈  $L$  无直流电阻). 若将交流电源的频率变为  $100\text{ Hz}$ , 电压不变, 则 ( )



- A.  $L_1$  比原来亮  
B.  $L_2$  比原来亮  
C.  $L_3$  和原来一样亮  
D.  $L_3$  比原来亮

## 第1节 安培力及其应用

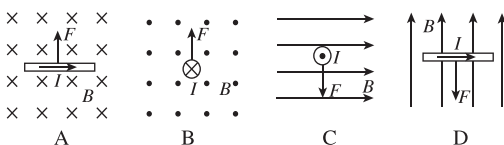
(时间:40 分钟 总分:66 分)

(单选题每小题4分,多选题每小题6分)

## 基础巩固练

## ◆ 知识点一 安培力的方向

1. 描述磁场对直线电流的作用力的示意图中正确的是图中的 ( )



2. [2024·江苏南通海安实验学校高二月考] 在地球赤道上空, 沿东西方向水平放置一根通电直导线, 电流方向由西向东, 则此导线受到的安培力方向 ( )

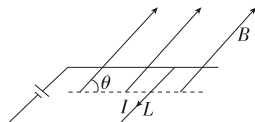
- A. 竖直向上  
B. 竖直向下  
C. 由南向北  
D. 由西向东

## ◆ 知识点二 安培力的大小

3. (多选) 关于磁场对通电直导线的作用力的大小, 下列说法中正确的是 ( )

- A. 通电直导线跟磁场方向平行时作用力为零  
B. 通电直导线跟磁场方向垂直时作用力为零  
C. 作用力的大小跟导线与磁场方向的夹角无关  
D. 通电直导线跟磁场方向斜交时肯定有作用力

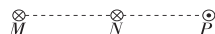
4. 长度为  $l$ 、通有电流为  $I$  的直导线放入一匀强磁场中, 电流方向与磁场方向如图所示, 已知磁感应强度为  $B$ , 则导线所受的安培力大小是 ( )



- A.  $IlB\sin\theta$   
B.  $IlB\cos\theta$   
C. 0  
D.  $IlB$

## 综合提升练

9. 间距相等的  $M$ 、 $N$ 、 $P$  三个位置各有一垂直于纸面的长直导线, 均通有大小相等的电流, 导线长度相等, 电流方向如图所示, 下列说法中正确的是 ( )



- A.  $P$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向竖直向下  
B.  $P$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向水平向右  
C.  $M$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向水平向左  
D. 三根导线受到的安培力的合力大小均相等

# CONTENTS



## 目录

### 01

#### 第1章 安培力与洛伦兹力

PART ONE

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第1节 安培力及其应用              | 001 |
| 习题课：安培力的应用               | 003 |
| 第2节 洛伦兹力                 | 005 |
| 第1课时 洛伦兹力的理解             | 005 |
| 第2课时 带电粒子在匀强磁场中的运动       | 007 |
| 专题课：带电粒子在有界磁场中的运动        | 009 |
| 专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题 | 011 |
| 第3节 洛伦兹力的应用              | 013 |
| 专题课：洛伦兹力与现代科技            | 015 |
| 专题课：带电粒子在组合场中的运动         | 017 |
| 专题课：带电粒子（带电体）在叠加场中的运动    | 019 |
| ● 本章易错过关（一）              | 021 |

### 02

#### 第2章 电磁感应及其应用

PART TWO

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第1节 科学探究：感应电流的方向   | 023 |
| 习题课：楞次定律的应用        | 025 |
| 第2节 法拉第电磁感应定律      | 027 |
| 专题课：电磁感应中的电路与电荷量问题 | 029 |
| 专题课：电磁感应中的图像问题     | 031 |
| 专题课：电磁感应中的动力学和能量问题 | 033 |
| 专题课：电磁感应与动量的综合应用   | 035 |
| 第3节 自感现象与涡流        | 037 |
| ● 本章易错过关（二）        | 039 |



### 03 第3章 交变电流与远距离输电

PART THREE

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第1节 交变电流的特点             | 041 |
| 第2节 交变电流的产生             | 043 |
| 第3节 科学探究：变压器            | 045 |
| 第1课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系 | 045 |
| 第2课时 理想变压器的规律及其动态分析     | 047 |
| 第4节 电能的远距离输送            | 049 |
| ◆ 本章易错过关（三）             | 051 |

### 04 第4章 电磁波

PART FOUR

|                  |     |
|------------------|-----|
| 第1节 电磁波的产生       | 053 |
| 第2节 电磁波的发射、传播和接收 | 055 |
| 第3节 电磁波谱         | 055 |
| ◆ 本章易错过关（四）      | 057 |

### 05 第5章 传感器及其应用

PART FIVE

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第1节 常见传感器的工作原理     | 059 |
| 第2节 科学制作：简单的自动控制装置 | 061 |
| 第3节 大显身手的传感器       | 061 |
| 习题课：传感器的应用         | 063 |
| ◆ 本章易错过关（五）        | 065 |

■ 参考答案（练习册）[另附分册 P067 ~ P106]

■ 导学案 [另附分册 P107 ~ P216]

## 测 评 卷

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 章末素养测评（一）[第1章 安培力与洛伦兹力]        | 卷01 |
| 章末素养测评（二）[第2章 电磁感应及其应用]        | 卷03 |
| 章末素养测评（三）[第3章 交变电流与远距离输电]      | 卷05 |
| 章末素养测评（四）[第4章 电磁波 第5章 传感器及其应用] | 卷07 |
| 模块综合测评                         | 卷09 |

|      |     |
|------|-----|
| 参考答案 | 卷11 |
|------|-----|

# 第1章 安培力与洛伦兹力

## 第1节 安培力及其应用

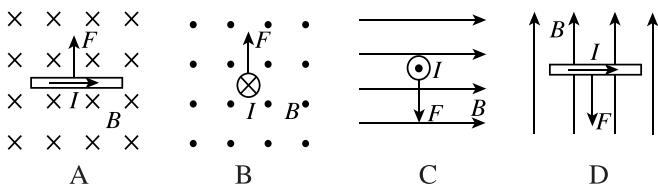
(时间:40分钟 总分:66分)

(单选题每小题4分,多选题每小题6分)

### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 安培力的方向

1. 描述磁场对直线电流的作用力的示意图中正确的是图中的 ( )



2. [2024·江苏南通海安实验学校高二月考] 在地球赤道上空,沿东西方向水平放置一根通电直导线,电流方向由西向东,则此导线受到的安培力方向 ( )

- A. 竖直向上      B. 竖直向下  
C. 由南向北      D. 由西向东

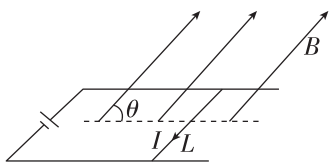
#### ◆ 知识点二 安培力的大小

3. (多选)关于磁场对通电直导线的作用力的大小,下列说法中正确的是 ( )

- A. 通电直导线跟磁场方向平行时作用力为零  
B. 通电直导线跟磁场方向垂直时作用力为零  
C. 作用力的大小跟导线与磁场方向的夹角无关  
D. 通电直导线跟磁场方向斜交时肯定有作用力

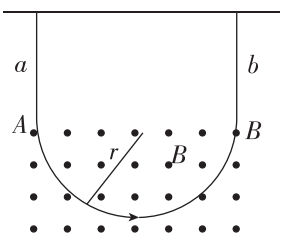
4. 长度为  $l$ 、通有电流为  $I$  的直导线放入一匀强磁场中,电流方向与磁场方向如图所示,已知磁感应强度为  $B$ ,则导线所受的安培力大小是 ( )

- A.  $IlB\sin\theta$   
B.  $IlB\cos\theta$   
C. 0  
D.  $IlB$



5. (多选)[2024·福建卷] 将半径为  $r$  的铜导线半圆环  $AB$  用两根不可伸长的绝缘线  $a$ 、 $b$  悬挂于天花板上, $AB$  置于垂直纸面向外的大小为  $B$  的磁场中,现给导线通以自  $A$  到  $B$  大小为  $I$  的电流,则 ( )

- A. 通电后两线拉力变小  
B. 通电后两线拉力变大



C. 安培力为  $\pi B I r$

D. 安培力为  $2 B I r$

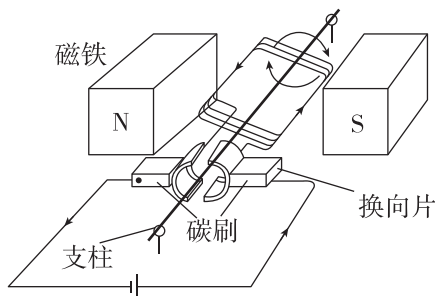
6. (3分)[2025·南安侨光中学高二月考] 泉州是雷电多发地区,安装避雷针可以保护建筑物免遭雷击.某次雷电过程中,有大小为  $I$  的电流竖直向下通过一长度为  $L$  的避雷针.已知泉州地区地磁场的磁感应强度大小为  $B$ ,方向与水平向北方向的夹角为  $\theta$ ,则此时该避雷针受到地磁场的作用力大小为 \_\_\_\_\_,方向水平向 \_\_\_\_\_ (选填“东”或“西”).

#### ◆ 知识点三 安培力的应用

7. (多选)根据对磁电式电流表的学习,以下说法正确的是 ( )

- A. 指针稳定后,线圈受到螺旋弹簧的阻力与线圈受到的安培力方向是相同的  
B. 通电线圈中的电流越大,电流表指针偏转的角度也越大  
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有关,而与所处位置无关

8. 如图所示为直流电机的内部基本结构,给装置导入稳定的正向电压就能够使导线运转,对此下列说法正确的是 ( )

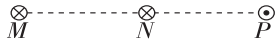


- A. 图示时刻左边的导线受到的安培力竖直向下  
B. 在导线运转的整个周期内,有两段时间导线不受安培力的作用  
C. 在导线运转的整个周期内,导线一直有受安培力的作用  
D. 对调磁铁的位置与电池的正负极,导线将逆时针旋转

|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |
| 10 |  |
| 11 |  |
| 12 |  |
| 13 |  |
| 14 |  |

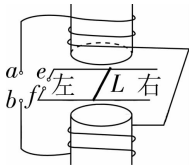
# 综合提升练

9. 间距相等的  $M$ 、 $N$ 、 $P$  三个位置各有一垂直于纸面的长直导线,均通有大小相等的电流,导线长度相等,电流方向如图所示.下列说法中正确的是 ( )



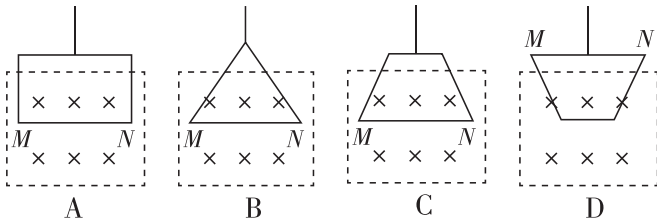
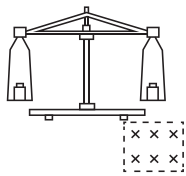
- A.  $P$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向竖直向下
- B.  $P$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向水平向右
- C.  $M$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向水平向左
- D. 三根导线受到的安培力的合力大小均相等

10. (多选)[2025·宁夏银川二中高二期中] 用如图所示的装置演示磁场对通电导线的作用,电磁铁上、下两磁极之间某一水平面内固定两条平行金属导轨,  $L$  是置于导轨上并与导轨垂直的金属杆,当线圈两端  $a$ 、 $b$  和导轨两端  $e$ 、 $f$  分别接到两个不同的直流电源上时,  $L$  便在导轨上滑动.下列说法正确的是 ( )



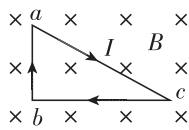
- A. 若  $a$  接正极,  $b$  接负极,  $e$  接正极,  $f$  接负极,则  $L$  向右滑动
- B. 若  $a$  接正极,  $b$  接负极,  $e$  接负极,  $f$  接正极,则  $L$  向右滑动
- C. 若  $a$  接负极,  $b$  接正极,  $e$  接正极,  $f$  接负极,则  $L$  向左滑动
- D. 若  $a$  接负极,  $b$  接正极,  $e$  接负极,  $f$  接正极,则  $L$  向左滑动

11. [2024·广东广州天省实验学校高二期中] 如图所示,用天平测量匀强磁场的磁感应强度.下列各图中的载流线圈匝数相同,边长  $MN$  相等,将它们分别挂在天平的右臂下方,线圈中通有大小相同的电流,天平处于平衡状态.若磁场发生微小变化,则天平最容易失去平衡的是 ( )

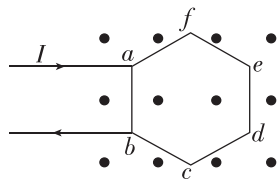


12. 如图所示,闭合直角三角形线框  $abc$  处在匀强磁场中,通有图示方向的恒定电流,下列说法中正确的是 ( )

- A.  $ab$  边在磁场中受到的安培力方向向右
- B.  $ac$  边受到的安培力与  $ab$  边受到的安培力大小相等
- C.  $ab$  边与  $bc$  边受到的安培力的合力大于  $ac$  边受到的安培力
- D. 整个线框受到安培力的合力为零

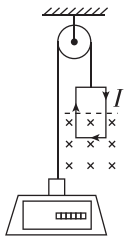


13. 一个各边电阻相同、边长均为  $l$  的正六边形金属线框  $abcdef$  放置在磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于金属框所在平面向外的匀强磁场中.若从  $a$ 、 $b$  两端点通以如图所示方向的电流,电流大小为  $I$ ,则金属线框  $abcdef$  受到的安培力 ( )



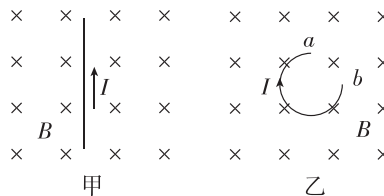
- A. 大小为  $IlB$ ,方向垂直于  $ab$  边向左
- B. 大小为  $IlB$ ,方向垂直于  $ab$  边向右
- C. 大小为  $2IlB$ ,方向垂直于  $ab$  边向左
- D. 大小为  $2IlB$ ,方向垂直于  $ab$  边向右

14. [2024·辽宁鞍山一中高二期中] 如图所示,重物放在电子秤上,跨过定滑轮的细绳一端系住重物,另一端系住多匝矩形通电线圈(为线圈供电的电源没有画出).矩形线圈下部放在匀强磁场中,线圈平面与匀强磁场方向垂直,线圈的匝数为  $n$ ,水平边长为  $l$ .当线圈中通入顺时针方向的恒定电流为  $I$  时,电子秤显示的力的值为  $F_1$ ;改变线圈中电流的方向,但不改变电流的大小,电子秤显示的力的值为  $F_2$ .整个过程中细绳没有松弛,则磁感应强度  $B$  的大小为 ( )



- A.  $\frac{F_1}{2nIl}$
- B.  $\frac{F_2}{2nIl}$
- C.  $\frac{F_2 - F_1}{2nIl}$
- D.  $\frac{F_1 - F_2}{2nIl}$

15. (3分)[2024·上海建平中学高二期中] 如图甲所示,在匀强磁场中,有一通电直导线受到的安培力大小为  $15\text{ N}$ .若将该导线做成  $\frac{3}{4}$  圆环(导线的长度和粗细均不变,  $a$ 、 $b$  为导线两端点),放置在同一匀强磁场中,如图乙所示,保持通过导线的电流不变,则导线受到的安培力方向为\_\_\_\_\_,大小为\_\_\_\_\_  $\text{N}$ .



# 习题课：安培力的应用

(时间:40 分钟 总分:61 分)

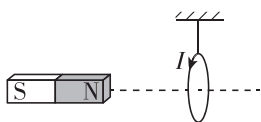
(单选题每小题 4 分,多选题每小题 6 分)

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 安培力作用下导体运动方向的判断

1. 如图所示,把轻质导线圈用绝缘细线悬挂在磁铁 N 极附近,磁铁的轴线穿过线圈的圆心且垂直线圈平面.当线圈内通以图示方向的电流后,线圈的运动情况是 ( )

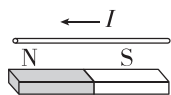
- A. 线圈向右运动  
B. 线圈向左运动  
C. 从上往下看线圈顺时针转动



- D. 从上往下看线圈逆时针转动

2. 如图所示,一条形磁铁固定在水平面上,其正上方有一根通电导线,电流方向向左.不考虑导线的重力,在条形磁铁磁场的作用下,导线运动的情况是 ( )

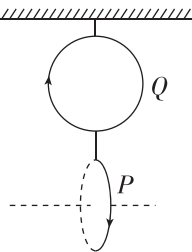
- A. 从上向下看逆时针转  $90^\circ$ ,同时向上运动  
B. 从上向下看逆时针转  $90^\circ$ ,同时向下运动



- C. 从上向下看顺时针转  $90^\circ$ ,同时向下运动  
D. 从上向下看顺时针转  $90^\circ$ ,同时向上运动

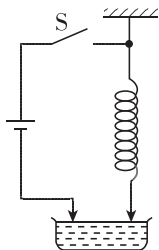
3. 如图所示,两个完全相同、互相垂直的导体圆环 Q、P(Q 平行于纸面,P 垂直于纸面)中间用绝缘细线连接,通过另一绝缘细线悬挂在天花板下.当 Q 中有垂直于纸面往里看沿顺时针方向的电流、同时 P 中有从左往右看沿顺时针方向的电流时,关于两圆环的转动(从上往下看)以及细线中拉力的变化,下列说法中正确的是 ( )

- A. Q 逆时针转动,P 顺时针转动,Q、P 间细线拉力变小  
B. Q 逆时针转动,P 顺时针转动,Q、P 间细线拉力变大  
C. Q 顺时针转动,P 逆时针转动,Q、P 间细线拉力变小  
D. Q 顺时针转动,P 逆时针转动,Q、P 间细线拉力变大



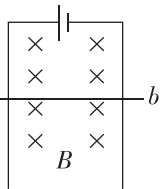
4. [2024·北京通州区高二期末] 把一根柔软的弹簧竖直悬挂起来,使它的下端刚好跟杯里的水银面相接触,并使它组成如图所示的电路.当开关 S 接通后,将看到的现象是 ( )

- A. 弹簧只向上收缩  
B. 弹簧被拉长  
C. 弹簧上下跳动  
D. 弹簧仍静止不动



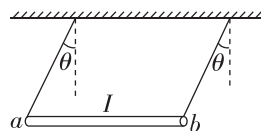
### ◆ 知识点二 安培力作用下的平衡问题

5. [2024·安徽宣城中学高二月考] 如图所示,直导线  $ab$  在磁场区域的长度为  $L$ ,水平置于光滑竖直导轨上,磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场方向水平指向纸内,导线  $ab$  的电阻为  $R$ ,电源内阻为  $r$ ,导线  $ab$  质量为  $m$ ,与导轨接触良好,重力加速度大小为  $g$ ,欲使直导线  $ab$  静止不动,则电源电动势为 ( )



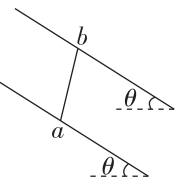
- A.  $\frac{mg}{(R+r)BL}$   
B.  $\frac{BL(R+r)}{mg}$   
C.  $\frac{mg(R+r)}{BL}$   
D.  $\frac{R+r}{mgBL}$

6. [2024·山东嘉祥一中高二月考] 方向竖直向上、磁感强度大小为  $B$  的匀强磁场中,当金属棒中通以恒定电流  $I$ 、金属棒静止时,两细线偏离竖直方向的偏角均为  $\theta$ ,如图所示.已知金属棒  $ab$  的质量为  $m$ 、长度为  $L$ ,重力加速度大小为  $g$ ,关于恒定电流  $I$  的大小和方向,下列说法正确的是 ( )



- A.  $\frac{mg \tan \theta}{BL}$ ,从  $a$  到  $b$   
B.  $\frac{mg \tan \theta}{BL}$ ,从  $b$  到  $a$   
C.  $\frac{mg(1-\cos \theta)}{BL \sin \theta}$ ,从  $a$  到  $b$   
D.  $\frac{mg(1-\cos \theta)}{BL \sin \theta}$ ,从  $b$  到  $a$

7. 如图所示,间距为  $L$  的足够长的平行光滑金属导轨所在平面与水平面之间的夹角为  $\theta$ ,匀强磁场的方向沿竖直方向,磁感应强度大小为  $B$ .将一根长为  $l$ 、质量为  $m$  的导体棒垂直放置在导轨上,导体棒中通以方向从  $a$  向  $b$  的电流,此时导体棒静止在导轨上,重力加速度为  $g$ ,则下列说法正确的是 ( )



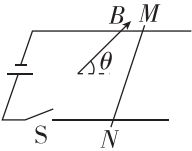
- A. 匀强磁场的方向竖直向下  
B. 导体棒所受的安培力方向竖直向上  
C. 导体棒中的电流大小为  $\frac{mg}{Bl \tan \theta}$   
D. 其他条件不变,仅电流方向突然反向,则导体棒可能继续保持静止

|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |
| 10 |  |
| 11 |  |
| 12 |  |

◆ 知识点三 安培力作用下的加速问题

8. [2024·陕西西安关山中学高二月考] 如图所示,水平光滑金属导轨宽为  $L$ ,质量为  $m$  的导体棒  $MN$  垂直于导轨静止放在导轨上. 整个装置处于匀强磁场中,磁场的磁感应强度大小为  $B$ 、方向与轨道平面成  $\theta$  角斜向上方且垂直于导体棒. 已知电源电动势为  $E$ 、内阻为  $r$ ,导体棒接入电路中的电阻为  $R$ ,导轨电阻不计. 则开关闭合后,导体棒开始运动时的加速度大小为 ( )

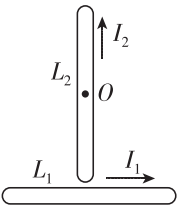
- A.  $\frac{BEL}{m(R+r)}$   
B.  $\frac{BEL \sin \theta}{m(R+r)}$   
C.  $\frac{BEL \tan \theta}{m(R+r)}$   
D.  $\frac{BEL \cos \theta}{m(R+r)}$



综合提升练

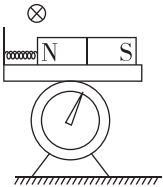
9. 通有电流的导体棒  $L_1$ 、 $L_2$  处在同一平面(纸面)内,  $L_1$  是固定的,  $L_2$  可绕垂直于纸面的固定转轴  $O$  转动( $O$  为  $L_2$  的中心),各自的电流方向如图所示. 下列情况将会发生的是 ( )

- A. 因  $L_2$  不受磁场力的作用,故  $L_2$  不动  
B. 因  $L_2$  上、下两部分所受的磁场力平衡,故  $L_2$  不动  
C.  $L_2$  绕轴  $O$  沿顺时针方向转动  
D.  $L_2$  绕轴  $O$  沿逆时针方向转动



10. (多选)[2024·龙岩一中高二月考] 如图所示,台秤上放一光滑平板,其左边固定一挡板,一轻质弹簧将挡板和一条形磁铁连接起来,此时台秤读数为  $F_1$ ;现在磁铁上方中心偏左位置固定一导体棒,当导体棒中通以方向垂直于纸面向里的电流后,台秤读数为  $F_2$ ;则以下说法正确的是 ( )

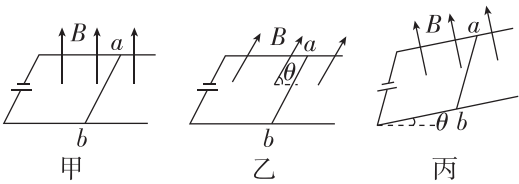
- A. 弹簧长度将变长  
B. 弹簧长度将变短  
C.  $F_1 > F_2$   
D.  $F_1 < F_2$



11. [2024·河南南阳一中高二期中] 如图所示,甲、乙、丙三套装置完全一样,都放置在磁感应强度大小相等的匀强磁场中. 导电导轨、导体棒都在同一平面内,相互垂直,电源有一定内阻. 甲、乙两套装置的平面水平,丙导轨平面与水平面夹角为  $\theta$ ,图甲中磁场竖直向上,图乙中磁场与水平面夹角为  $\theta$ ,图丙

中磁场与导轨平面垂直. 但三个导体棒都静止,则

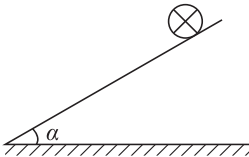
( )



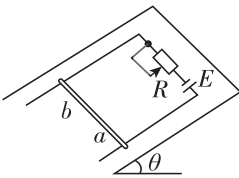
- A. 图甲中导体棒对导轨压力最大  
B. 图乙中导体棒对导轨压力最大  
C. 图乙中轨道对棒的摩擦力最大  
D. 图丙中轨道对棒的摩擦力一定沿轨道向下

12. 如图所示,在倾角为  $\alpha$  的光滑斜面上,垂直于纸面放置一根长为  $l$ 、质量为  $m$  的直导体棒. 当导体棒中的电流  $I$  垂直于纸面向里时,欲使导体棒静止在斜面上,可施加一匀强磁场,在外加匀强磁场的磁感应强度  $B$  的方向在纸面内由竖直向上逆时针转至水平向左的过程中,  $B$  的大小变化情况是 ( )

- A. 逐渐增大  
B. 逐渐减小  
C. 先减小后增大  
D. 先增大后减小



13. (11分)[2024·陕西西安高新一中高二月考] 如图所示,在倾角  $\theta = 30^\circ$  的斜面上固定一平行金属导轨,导轨间距离  $l = 0.25 \text{ m}$ ,两导轨间接有滑动变阻器  $R$  和电动势  $E = 12 \text{ V}$ 、内阻不计的电池. 垂直于导轨放上一根质量  $m = 0.2 \text{ kg}$  的金属棒  $ab$ ,它与导轨间的动摩擦因数  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$ . 整个装置放在垂直于斜面向上的匀强磁场中,磁感应强度  $B = 0.8 \text{ T}$ . 导轨与金属棒的电阻不计,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力. 当调节滑动变阻器  $R$  的阻值在什么范围内时,可使金属棒静止在导轨上?





## 第2节 洛伦兹力

### 第1课时 洛伦兹力的理解

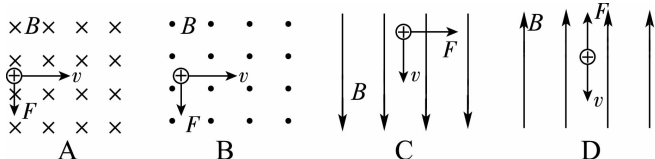
(时间:40分钟 总分:60分)

(单选题每小题4分,多选题每小题6分)

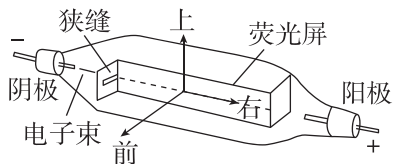
#### 基础巩固练

##### ◆ 知识点一 洛伦兹力的方向

1. 在下列各图中,运动电荷的速度方向、磁场方向和电荷的受力方向之间的关系正确的是 ( )



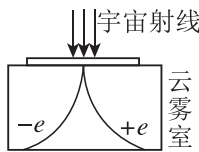
2. (多选)阴极射线管及方向坐标如图所示.电子束从阴极射出,直线射出狭缝掠射到荧光屏上,显示出电子束的径迹,以下偏转情况判断正确的是 ( )



- A. 在阴极射线管中加一个方向向上的电场,射线向上偏转
- B. 在阴极射线管中加一个方向向下的电场,射线向上偏转
- C. 在阴极射线管中加一个方向向前的磁场,射线向上偏转
- D. 在阴极射线管中加一个方向向后的磁场,射线向上偏转

3. [2024·黑龙江牡丹江三中高二期中] 美国物理学家安德森在研究宇宙射线时,在云雾室里观察到有一个粒子的径迹和电子的径迹弯曲程度相同,但弯曲方向相反,从而发现了正电子,获得了诺贝尔物理学奖.如图所示,云雾室中磁场方向可能是 ( )

- A. 垂直于纸面向外
- B. 垂直于纸面向里
- C. 沿纸面向上
- D. 沿纸面向下



##### ◆ 知识点二 洛伦兹力的大小

4. 大量的带电荷量均为 $+q$ 的粒子在匀强磁场中运动,下列说法中正确的是 ( )

- A. 只要速度大小相同,所受的洛伦兹力就大小相同
- B. 若把 $+q$ 改为 $-q$ ,且速度反向但大小不变,与磁

场方向不平行,则洛伦兹力的大小和方向均不变

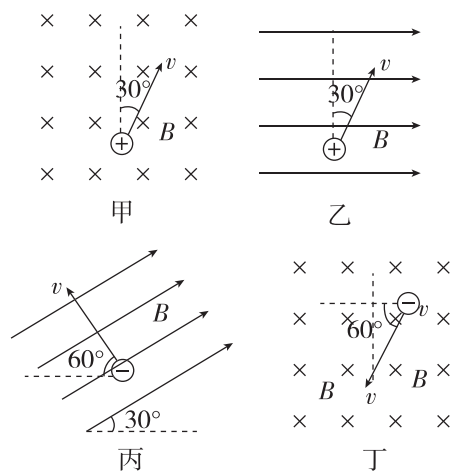
C. 只要带电粒子在磁场中运动,它一定受到洛伦兹力作用

D. 带电粒子受到的洛伦兹力越小,则该磁场的磁感应强度就越小

5. 一个带电粒子以相同的速度垂直于磁场方向射入同一匀强磁场,两粒子质量之比为 $1:4$ ,电荷量之比为 $1:2$ ,则两粒子所受的洛伦兹力之比为 ( )

- A.  $2:1$
- B.  $1:1$
- C.  $1:2$
- D.  $1:4$

6. [2024·湖南益阳博雅高级中学高二期末] 如图所示的四个图中匀强磁场的磁感应强度大小均为 $B$ ,带电粒子的速率均为 $v$ ,电荷量均为 $q$ .以 $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 依次表示四个图中带电粒子在磁场中所受的洛伦兹力大小,则 ( )



- A.  $f_1 = f_2$
- B.  $f_3 = f_4$
- C.  $f_2 = f_3$
- D.  $f_2 = f_4$

##### ◆ 知识点三 洛伦兹力的特点

7. (多选)下列说法中正确的是 ( )

- A. 运动电荷不受洛伦兹力的地方一定没有磁场
- B. 运动电荷受到的洛伦兹力方向既与其运动方向垂直,又与磁感线方向垂直
- C. 若带电荷量为 $q$ 的电荷在磁场中运动的速度大小不变,则所受的洛伦兹力大小一定不变
- D. 洛伦兹力对运动电荷不做功

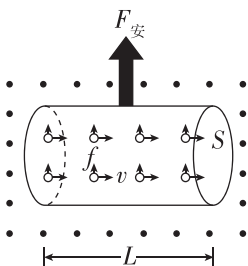
|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |
| 10 |  |

# 综合提升练

8. [2025·吉林延边二中高二月考] 如图所示,一段长为  $L$  的导体水平放置,若导体单位体积内有  $n$  个自由电子,电子的电荷量为  $e$ ,定向移动速度为  $v$ 、导体横截面积为  $S$ . 下面说法不

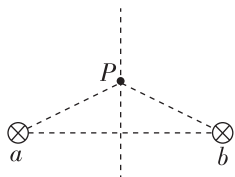
正确的是 ( )

- A. 导体中电流为  $I = neSvL$
- B. 导体中自由电子个数为  $N = nSL$
- C. 导体放置在垂直纸面向外、磁场强度为  $B$  的磁场中,导线所受安培力  $F_{安} = B(neSv)L$
- D. 导体放置在垂直纸面向外磁场强度为  $B$  的磁场中导线中每个电子所受洛伦兹力  $f = evB$

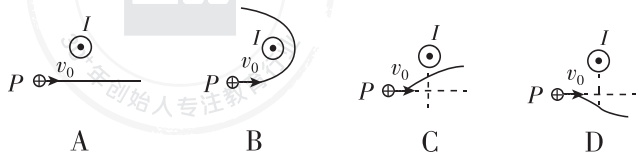
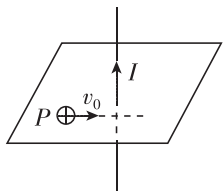


9. (多选)[2024·陕西西安田家炳中学高二月考] 如图所示,  $a$ 、 $b$  两长直导线垂直于纸面水平固定放置,两导线中通以垂直于纸面向里、大小相同的恒定电流,  $P$  是  $a$ 、 $b$  连线垂直平分线上的一点,  $P$ 、 $a$  连线与  $a$ 、 $b$  连线的夹角为  $30^\circ$ ,一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子从  $P$  点垂直于纸面向外以大小为  $v$  的速度水平射出,射出瞬间,受到的洛伦兹力大小为  $f$ ,则 ( )

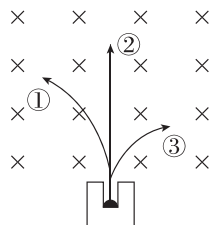
- A. 洛伦兹力的方向竖直向上
- B. 洛伦兹力的方向竖直向下
- C.  $a$  导线中的电流产生的磁场在  $P$  点的磁感应强度大小为  $\frac{f}{qv}$
- D.  $a$  导线中的电流产生的磁场在  $P$  点的磁感应强度大小为  $\frac{2f}{qv}$



10. [2024·安徽当涂一中高二月考] 通电长直导线在其周围空间产生磁场. 某点的磁感应强度大小  $B$  与该点到导线的距离  $r$  及电流  $I$  的关系为  $B = k \frac{I}{r}$  ( $k$  为常量). 如图所示,竖直通电长直导线中的电流  $I$  方向向上,绝缘的光滑水平面上  $P$  处有一带正电小球从图示位置以初速度  $v_0$  水平向右运动,小球始终在水平面内运动,运动轨迹用实线表示,若从上向下看,则小球的运动轨迹可能是图中的 ( )

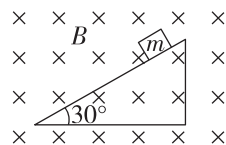


11. (3分)[2024·莆田十五中高二月考] 某种物质发射的三种射线在磁场中分裂成如图所示的①、②、③三束,那么在这三束射线中,带正电的是\_\_\_\_\_,带负电的是\_\_\_\_\_.



12. (11分)[2025·河北石家庄辛集中学高二月考] 质量  $m = 0.1 \text{ g}$  的小物块,带有  $5 \times 10^{-4} \text{ C}$  的电荷,放在如图所示,倾角为  $30^\circ$  的光滑绝缘固定斜面顶端,整个斜面置于  $B = 1 \text{ T}$  的匀强磁场中,磁场方向垂直纸面向里. 物块由静止开始下滑,到某一位置离开斜面,设斜面足够长,  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ . 求:

- (1)(2分)物块带何种电荷;
- (2)(4分)物块离开斜面时的速度大小;
- (3)(5分)物块在斜面上滑行的距离.



## 第2课时 带电粒子在匀强磁场中的运动

(时间:40分钟 总分:59分)

(单选题每小题4分,多选题每小题6分)

### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 带电粒子在匀强磁场中的运动

1. 关于带电粒子在匀强磁场中的运动,下列说法正确的是 ( )

- A. 带电粒子飞入匀强磁场后,一定做匀速圆周运动
- B. 静止的带电粒子在匀强磁场中将会做匀加速直线运动
- C. 带电粒子在匀强磁场中做匀速圆周运动时,洛伦兹力的方向总是和运动方向垂直
- D. 当洛伦兹力方向和运动方向垂直时,带电粒子在匀强磁场中的运动一定是匀速圆周运动

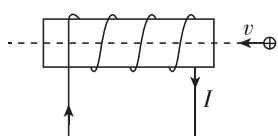
2. 如图所示,一带正电的粒子以速度  $v$  沿螺线管中轴线进入该通电螺线管,若不计重力,则粒子 ( )

A. 沿螺线管中轴线做匀速直线运动

B. 沿螺线管中轴线做匀加速直线运动

C. 沿螺线管中轴线做往复运动

D. 沿螺线管中轴线做匀减速直线运动



#### ◆ 知识点二 带电粒子在匀强磁场中做圆周运动的半径和周期

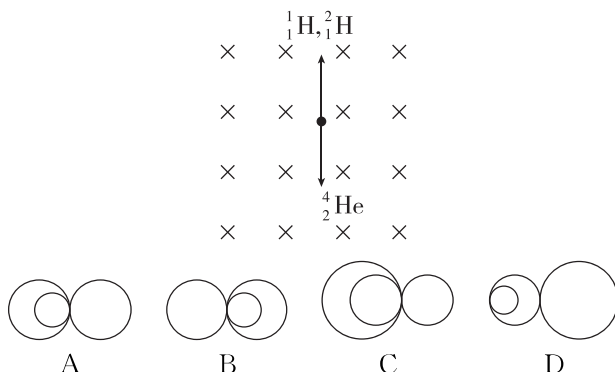
3. 电子在匀强磁场中做匀速圆周运动,下列说法正确的是 ( )

- A. 速度越大,则周期越大
- B. 速度越小,则周期越大
- C. 速度方向与磁场方向平行
- D. 速度方向与磁场方向垂直

4. (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

5. 如图所示,在匀强磁场中, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$  三种粒子从同一地点垂直进入磁场, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$  速度方向竖直向上, ${}^4_2\text{He}$  速度方向竖直向下,速率大小相等,磁场足够大,不计重力及粒子间的相互作用,则三个粒子的运动轨迹可能是 ( )



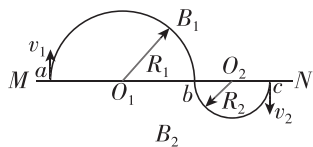
6. 如图所示,磁感应强度分别为  $B_1$ 、 $B_2$  的两个相邻的匀强磁场区域以  $MN$  为分界线,方向均垂直于纸面. 有甲、乙两个电性相同的粒子沿纸面分别以速率  $v_1$  和  $v_2$  同时从边界的  $a$ 、 $c$  点垂直于边界射入磁场,经过一段时间后甲、乙两粒子恰好在  $b$  点相遇(不计重力及两粒子间的相互作用力),  $O_1$  和  $O_2$  分别位于所在半圆的圆心,其中  $R_1 = 2R_2$ . 下列说法正确的是 ( )

A. 两磁场的方向相反

B.  $v_1 = 2v_2$

C. 甲、乙两粒子做匀速圆周运动的周期不同

D. 若  $B_1 = B_2$ , 则甲、乙两粒子的比荷不同



#### ◆ 知识点三 带电粒子在匀强磁场中运动的基本分析思路

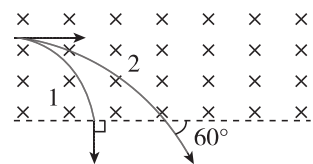
7. (多选)[2024·安徽合肥高二期末] 如图所示,两个速度大小不同的同种带电粒子 1、2 沿水平方向从同一点垂直射入匀强磁场中,磁场方向垂直于纸面向里,不计粒子的重力. 当它们从磁场下边界飞出时,相对入射方向的偏转角分别为  $90^\circ$ 、 $60^\circ$ ,则它们在磁场中运动的 ( )

A. 轨道半径之比为  $1:2$

B. 速度之比为  $2:1$

C. 时间之比为  $3:2$

D. 周期之比为  $2:1$



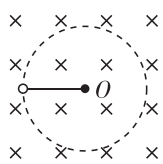


|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |
| 10 |  |

### 综合提升练

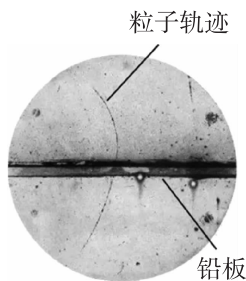
8. 在光滑水平面上,细绳的一端拴一带正电的小球,小球绕细绳的另一端沿顺时针方向做匀速圆周运动,圆心为  $O$ ,水平面处于竖直向下的足够大的匀强磁场中,如图所示(俯视).某时刻细绳突然断裂,则下列推断正确的是 ( )

- A. 小球将离圆心  $O$  越来越远,且速率越来越小  
 B. 小球将离圆心  $O$  越来越远,且速率保持不变  
 C. 小球将做匀速圆周运动,运动周期与绳断前的周期一定相等  
 D. 小球将做匀速圆周运动,运动半径与绳断前的半径可能相等

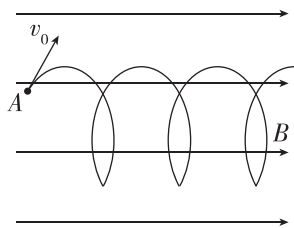


9. 安德森利用云室照片观察到宇宙射线垂直进入匀强磁场时运动轨迹发生弯曲.照片如图所示,在垂直于照片平面的匀强磁场(照片中未标出)中,高能宇宙射线穿过铅板时,有一个粒子的轨迹和电子的轨迹相同,但弯曲的方向相反.这种前所未有的粒子与电子质量相同,但电性却相反.安德森发现这正是狄拉克预言的正电子.正电子的发现,开辟了反物质领域的研究,安德森获得 1936 年诺贝尔物理学奖.关于照片中的信息,下列说法正确的是 ( )

- A. 粒子的运动轨迹是抛物线  
 B. 粒子在铅板上方的运动的速度大于在铅板下方运动的速度  
 C. 粒子从上向下穿过铅板  
 D. 匀强磁场的方向垂直于照片平面向里



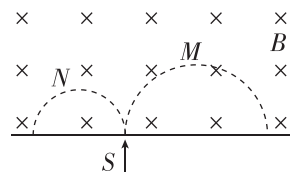
10. [2024·北京昌平区高二期末] 我们知道,在匀强磁场中,带电粒子的速度方向与磁感应强度方向平行或垂直时,带电粒子将做匀速直线运动或匀速圆周运动;如果带电粒子的速度方向与磁感应强度方向既不平行,又不垂直,带电粒子将做螺旋线运动,如图所示.粒子转过一周所需的时间称为回转周期;粒子每转一周前进的距离称为螺距.根据运动的合成与分解思想,可解决此问题.下列说法不正确的是 ( )



- A. 螺旋的直径与垂直磁感线的速度分量有关  
 B. 螺距与垂直磁感线的速度分量无关

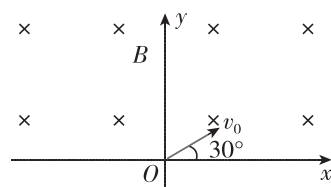
- C. 回转周期与垂直磁感线的速度分量有关  
 D. 具有相同的平行磁感线速度分量的同种带电粒子,从同一点出发,经一个回转周期后,将重新会聚到一点

11. (3分)[2024·连城一中高二月考] 质量和电荷量大小都相等的带电粒子  $M$  和  $N$  以不同的速率经小孔  $S$  垂直进入有界匀强磁场,磁场方向垂直于纸面向里,不计粒子重力, $M$  和  $N$  运动的半圆轨迹如图中的虚线所示,则  $M$  带 (选填“正电”或“负电”);  $M$  运动的时间 (选填“>”“=”或“<”)  $N$  运动的时间, $M$  的入射速度 (选填“>”“=”或“<”)  $N$  的入射速度.



12. (12分)[2024·云南昆明八中高二月考] 如图所示,坐标系  $xOy$  的第一、二象限内有垂直于纸面向里的匀强磁场,一质量为  $m$ 、带电荷量为  $+q$  的粒子从坐标原点  $O$  以速度  $v_0$  射入磁场, $v_0$  与  $x$  轴正方向的夹角为  $30^\circ$ ,一段时间后另一个质量为  $m$ 、带电荷量为  $-q$  的粒子以相同的速度从  $O$  点射入磁场,最后两粒子同时从  $x$  轴上离开磁场,离开磁场时两粒子相距为  $L$ . 不计粒子的重力和粒子之间的相互作用,求:

- (1)(4分)磁感应强度  $B$  的大小;  
 (2)(8分)两粒子射入磁场的时间差.



# 专题课：带电粒子在有界磁场中的运动

(时间:40 分钟 总分:57 分)

(单选题每小题 4 分,多选题每小题 6 分)

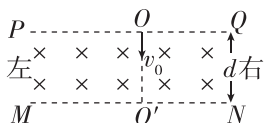
## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 带电粒子在直线有界匀强磁场中的运动

1. (多选)如图所示,在边界上方存在着垂直于纸面向里的匀强磁场,有两个电荷量、质量均相同但分别带正电和负电的粒子(不计重力)从边界上的  $O$  点以相同的速度先后射入磁场中,入射方向与边界成  $\theta$  角,则这两个粒子在磁场中 ( )

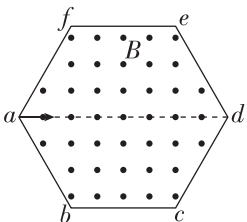
- A. 运动的轨迹半径相同  
B. 重新回到边界所用的时间相同  
C. 重新回到边界时速度大小和方向均相同  
D. 重新回到边界时与  $O$  点的距离不相等

2. 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  $\frac{\pi d}{3v_0}$

3. 如图所示,正六边形  $abcdef$  区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场.一带电粒子从  $a$  点沿  $ad$  方向射入磁场,粒子从  $b$  点离开磁场,在磁场中运动的时间为  $t_1$ ;若只改变粒子射入磁场的速度大小,粒子从  $c$  点离开磁场,在磁场中运动的时间为  $t_2$ ,不计粒子重力,则  $t_1$  与  $t_2$  之比为 ( )

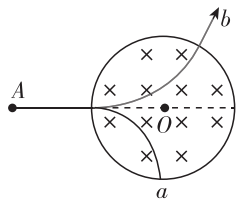


- A. 1 : 2  
B. 2 : 1  
C. 1 : 3  
D. 3 : 1

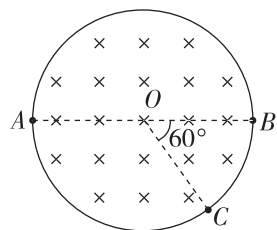
### ◆ 知识点二 带电粒子在圆弧有界匀强磁场中的运动

4. [2024 · 吉林长春第二实验中学高二期中] 两个质量相同、带电荷量相同的带电粒子  $a$ 、 $b$  以不同的速率沿着  $AO$  方向射入圆形匀强磁场区域,其运动轨迹如图所示.若不计粒子的重力,则下列说法正确的是 ( )

- A.  $a$  粒子带正电, $b$  粒子带负电  
B.  $a$  粒子在磁场中所受的洛伦兹力较大  
C.  $b$  粒子的动能较大  
D.  $b$  粒子在磁场中运动的时间较长



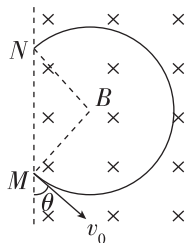
5. [2025 · 辽宁大连二十四中高二期] 如图所示,圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,一个带电粒子以速度  $v$  从  $A$  点沿直径  $AOB$  方向射入磁场,经过  $\Delta t$  时间从  $C$  点射出磁场, $OC$  与  $OB$  成  $60^\circ$  角.现将带电粒子的速度变为  $\frac{v}{3}$ ,仍从  $A$  点沿原方向射入磁场,不计重力,则粒子在磁场中运动的时间变为 ( )



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

## 综合提升练

6. 如图所示,质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子从  $M$  点以大小为  $v_0$ 、方向与竖直方向成  $\theta$  角斜向下的初速度垂直于磁场方向射入边界线竖直的匀强磁场,最后从边界上的  $N$  点射出磁场.已知磁场的磁感应强度大小为  $B$ ,不计粒子受到的重力,则  $M$ 、 $N$  两点间的距离为 ( )

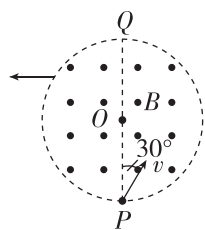


- A.  $\frac{mv_0 \cos \theta}{qB}$   
B.  $\frac{mv_0 \sin \theta}{qB}$   
C.  $\frac{2mv_0 \cos \theta}{qB}$   
D.  $\frac{2mv_0 \sin \theta}{qB}$

|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |

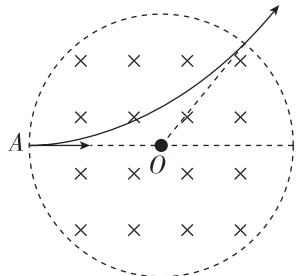
7. 如图所示,匀强磁场区域的横截面为圆形,其半径为  $R$ ,磁感应强度大小为  $B$ ,方向垂直于纸面向外.一电荷量为  $-q(q>0)$ 、质量为  $m$  的粒子自  $P$  点沿与直径  $PQ$  成  $30^\circ$  角的方向射入圆形磁场区域,粒子射出磁场时的运动方向与直径  $PQ$  垂直,不计粒子的重力,则粒子的速率和在磁场中运动的时间分别为 ( )

- A.  $\frac{qBR}{2m}, \frac{2\pi m}{3qB}$
- B.  $\frac{qBR}{m}, \frac{2\pi m}{3qB}$
- C.  $\frac{3qBR}{2m}, \frac{4\pi m}{3qB}$
- D.  $\frac{qBR}{m}, \frac{2\pi m}{qB}$



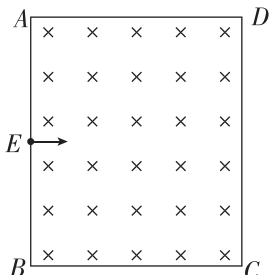
8. (多选)圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,在圆上  $A$  点沿半径方向射入粒子  $a$ ,粒子  $a$  经磁场偏转后的速度偏转角为  $60^\circ$ ,轨迹如图所示.若仍从  $A$  点沿半径方向射入粒子  $b$ ,粒子  $b$  经磁场偏转,从磁场出射时的出射速度与  $a$  粒子的出射速度方向相反.已知  $a$ 、 $b$  两粒子的质量相等,电荷量也相等,不计粒子的重力,则 ( )

- A.  $a$ 、 $b$  两粒子均带正电
- B.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中做圆周运动的半径之比为  $\sqrt{3} : 1$
- C.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中运动的速度大小之比为  $3 : 1$
- D.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中运动的时间之比为  $1 : 2$



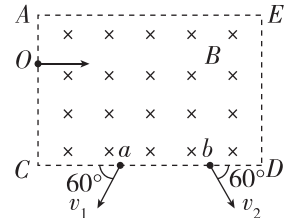
9. (多选)如图所示,矩形  $ABCD$  区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,  $AB = 2d$ ,  $BC = \sqrt{3}d$ ,  $E$  为  $AB$  中点.从  $E$  点沿垂直于  $AB$  方向射入粒子  $a$ ,粒子  $a$  经磁场偏转后从  $D$  点出磁场.若仍从  $E$  点沿垂直于  $AB$  方向射入粒子  $b$ ,粒子  $b$  经磁场偏转后从  $B$  点出磁场.已知  $a$ 、 $b$  两粒子的质量相等,电荷量也相等,不计粒子的重力,则 ( )

- A.  $a$ 、 $b$  两粒子均带正电
- B.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中做圆周运动的半径之比为  $4 : 1$



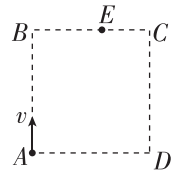
- C.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中运动的速率之比为  $2 : 1$
- D.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中运动的时间之比为  $1 : 3$

10. (3分)如图所示的矩形区域  $ACDE$  内存在匀强磁场,磁场方向垂直指向纸内.  $a$ 、 $b$  两个同种粒子从  $O$  点沿与磁场垂直且平行于  $AE$  的方向射入磁场中,又都从  $CD$  边射出磁场.射出时,  $a$  的速度  $v_1$  的方向与  $DC$  方向成  $60^\circ$  夹角,  $b$  的速度  $v_2$  的方向与  $CD$  方向成  $60^\circ$  夹角,且两个出射点到  $C$  点的距离之比为  $1 : \sqrt{3}$ . 现用  $t_1$ 、 $t_2$  分别表示  $a$ 、 $b$  在磁场中运动的时间,若不计重力影响,则  $t_1 : t_2 =$  \_\_\_\_\_,  $v_1 : v_2 =$  \_\_\_\_\_.



11. (12分)如图所示,空间存在一方向垂直于纸面、磁感应强度为  $B$  的正方形匀强磁场区域,一电荷量为  $-q$  的粒子(不计重力)从  $A$  点沿  $AB$  方向以速度  $v$  射入磁场,粒子从  $BC$  边上的  $E$  点离开磁场,且  $AE = 2BE = 2d$ . 求:

- (1)(4分)磁场的方向;
- (2)(8分)带电粒子的质量及其在磁场区域中运动的时间.



# 专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题

(时间:40 分钟 总分:56 分)

(单选题每小题 4 分,多选题每小题 6 分)

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 带电粒子在有界磁场中运动的临界问题

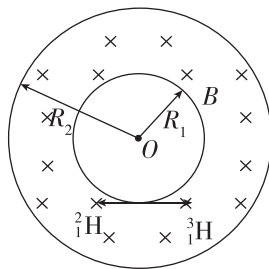
1. [2025·西安交大附中高二月考] 如图所示,宽为  $d$  的带状区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为  $B$ . 一质量为  $m$ 、电荷量为  $e$  的质子从  $A$  点出发,沿纸面与边界成  $60^\circ$  角进入匀强磁场,要使质子从左边界飞出磁场,则质子速度的最大值为 ( )

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

2. [2024·湖北武汉外国语学校高二期末] 如图所示,直角三角形  $ABC$  区域中存在一匀强磁场,磁感应强度为  $B$ ,已知  $AB$  边长为  $L$ , $\angle C = 30^\circ$ , $\angle B = 90^\circ$ . 比荷均为  $\frac{q}{m}$  的带正电粒子以不同的速率从  $A$  点沿  $AB$  方向射入磁场(不计粒子重力),则 ( )

- A. 粒子速度越大,在磁场中运动的时间就越短  
B. 粒子速度越大,在磁场中运动的路程就越大  
C. 粒子在磁场中运动的最长路程为  $\frac{2}{3}\pi L$   
D. 粒子在磁场中运动的最短时间为  $\frac{2\pi m}{3qB}$

3. [2024·四川绵阳外国语学校高二期末] 我国有“人造太阳”之称的托卡马克核聚变实验装置创造了新的世界纪录. 其中磁约束的简化原理如图所示:在半径为  $R_1$  和  $R_2$  的真空中同轴圆柱面之间,加有与轴线平行的匀强磁场,磁场方向垂直纸面向里, $R_2 = 2R_1$ . 假设氦核  $^2_1\text{H}$  沿内环切线向左进入磁场,氦核  $^3_1\text{H}$  沿内环切线向右进入磁场,二者均恰好不从外环射出. 不计重力及二者之间的相互作用,则  $^2_1\text{H}$  和  $^3_1\text{H}$  的速度之比为 ( )



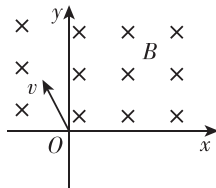
- A. 1 : 2 B. 2 : 1  
C. 1 : 3 D. 3 : 1

### ◆ 知识点二 带电粒子在有界磁场中运动的多解问题

4. (多选)[2024·云南昆明八中高二期末] 如图所示,边长为  $L$  的等边三角形区域  $ACD$  内、外的匀强磁场的磁感应强度大小均为  $B$ ,方向分别垂直于纸面向里、向外. 三角形顶点  $A$  处有一质子源,能沿  $\angle A$  的角平分线发射速度大小不等、方向相同的质子(质子重力不计,质子间的相互作用可忽略),所有质子都能通过  $D$  点,已知质子的比荷  $\frac{q}{m} = k$ ,则质子的速度可能为 ( )

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

5. (多选)[2024·浙江杭州十四中高二期中考] 如图所示,在  $x$  轴上方存在着垂直于纸面向里的匀强磁场. 一个质量为  $m$ 、电荷量大小为  $q$ (不计重力)的带电粒子从坐标原点  $O$  处以速度  $v$  进入磁场,粒子进入磁场时的速度方向垂直于磁场且与  $x$  轴正方向成  $120^\circ$  角,若粒子在磁场中运动时与  $x$  轴的最大距离为  $a$ ,则磁感应强度  $B$  的大小和该粒子的电性可能是 ( )

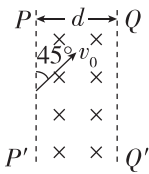


- A.  $\frac{3mv}{2aq}$ ,带正电 B.  $\frac{mv}{2aq}$ ,带正电  
C.  $\frac{3mv}{2aq}$ ,带负电 D.  $\frac{mv}{2aq}$ ,带负电

|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |
| 9  |  |

6. (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 ( )

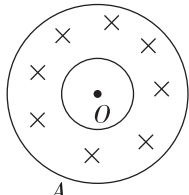
- A.  $\frac{qBd}{m}$
- B.  $\frac{(2+\sqrt{2})qBd}{m}$
- C.  $\frac{(2-\sqrt{2})qBd}{m}$
- D.  $\frac{\sqrt{2}qBd}{2m}$



**综合提升练**

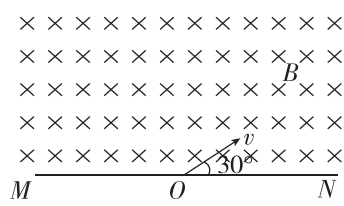
7. 如图所示为空心圆柱形磁场的截面图,  $O$  点为圆心, 半径为  $R$  的内圆与半径为  $3R$  的外圆之间存在垂直纸面向里的匀强磁场,  $A$  为外圆上一点. 一粒子源可持续发射出大小均为  $v$ 、质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的粒子, 不计粒子重力, 以下说法正确的是 ( )

- A. 若粒子源放置在  $O$  点向各个方向均匀发射粒子, 且所有粒子均不从外圆射出, 则磁感应强度最小值为  $\frac{mv}{4qR}$
- B. 若粒子源放置在  $O$  点向各个方向均匀发射粒子, 且所有粒子均不从外圆射出, 则磁感应强度最小值为  $\frac{3mv}{5qR}$
- C. 若粒子源放置在  $A$  点且沿  $A$ 、 $O$  连线发射粒子, 为使粒子不进入内圆, 则磁感应强度的最小值为  $\frac{mv}{4qR}$
- D. 若粒子源放置在  $A$  点且沿  $A$ 、 $O$  连线发射粒子, 为使粒子不进入内圆, 则磁感应强度的最小值为  $\frac{mv}{5qR}$



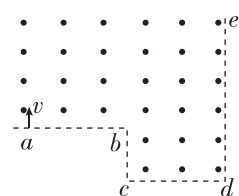
8. (多选) [2025·陕西西安一中高二月考] 如图所示, 匀强磁场的磁感应强度大小为  $B$ , 方向垂直于纸面向里,  $MN$  是它的下边界. 现有质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带电粒子沿与  $MN$  成  $30^\circ$  角方向垂直于磁场射入, 则粒子在磁场中运动的时间可能为 ( )

- A.  $\frac{\pi m}{3qB}$
- B.  $\frac{2\pi m}{3qB}$
- C.  $\frac{4\pi m}{3qB}$
- D.  $\frac{5\pi m}{3qB}$



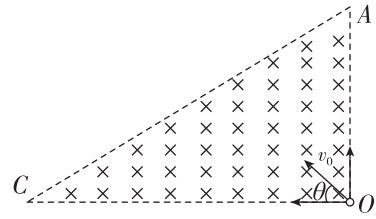
9. [2025·浙江杭州高二期末] 如图所示, 在理想的虚线边界内有范围足够大的匀强磁场,  $ab$ 、 $cd$  段水平,  $bc$ 、 $de$  段竖直, 且  $ab=cd=\frac{3}{2}bc$ . 在纸面内大量质子从  $a$  点垂直于  $ab$  以不同速率射入磁场, 不计质子间的相互作用力和重力, 则从边界  $de$  垂直射出的质子与在磁场中运动时间最长的质子的速率之比为 ( )

- A. 3 : 2
- B. 36 : 13
- C. 9 : 4
- D. 36 : 17



10. (12 分) 如图所示, 有界匀强磁场区域以直角三角形  $AOC$  为边界, 磁感应强度为  $B$ ,  $CO=2L$ ,  $AO=L$ ,  $\angle C=90^\circ$ . 在  $O$  点放置一个粒子源, 同时向磁场内各个方向均匀发射某种带正电的粒子 (不计重力作用和粒子间的相互作用), 粒子的比荷为  $\frac{q}{m}$ , 发射速度大小都为  $v_0$ .

- (1) (6 分) 若  $v_0 = \frac{2qBL}{m}$ , 沿  $OA$  方向射入的带电粒子经磁场偏转后从  $D$  点射出  $AC$  边界, 求  $AD$  的长度;
- (2) (6 分) 若带电粒子能够经过  $C$  点, 请给出  $v_0$  的取值范围.





## 第3节 洛伦兹力的应用

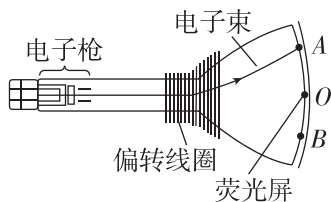
(时间:40分钟 总分:52分)

(单选题每小题4分,多选题每小题6分)

### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 显像管

1. 如图所示为电视显像管的俯视图,偏转线圈中没有通入电流时,电子束打在荧光屏正中的 $O$ 点,通过改变线圈中的电流,可使得电子打到荧光屏上各点,则 ( )

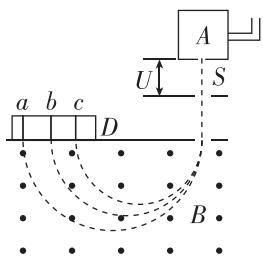


- A. 电子在偏转线圈中被加速  
B. 电子的偏转是因为电场力的作用  
C. 若电子束打到 $A$ 点,线圈区域中有平行纸面向下的磁场  
D. 若电子束打到 $A$ 点,线圈区域中有垂直纸面向外的磁场

#### ◆ 知识点二 质谱仪

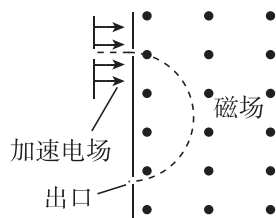
2. 质谱仪是测量带电粒子的质量和分析同位素的重要工具. 如图所示为质谱仪的原理示意图,现利用质谱仪对氢元素进行测量. 氢元素三种同位素的离子流从容器 $A$ 下方的小孔 $S$ 无初速度飘入电势差为 $U$ 的加速电场,加速后垂直进入磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中,最后打在照相底片 $D$ 上,形成 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 三条“质谱线”. 下列判断正确的是 ( )

- A. 三种同位素进入磁场时速度从大到小排列的顺序是氕、氘、氚  
B. 三种同位素进入磁场时动能从大到小排列的顺序是氕、氘、氚  
C. 三种同位素在磁场中运动时间由大到小排列的顺序是氕、氘、氚  
D.  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三条“质谱线”依次排列的顺序是氕、氘、氚



3. [2025·江苏苏州大学附中高二月考] 现代质谱仪可用来分析比质子重很多倍的离子,其示意图如图所示,其中加速电压恒定.

质子在入口处从静止开始被加速电场加速,经匀强磁场偏转后从出口离开磁场. 若某种



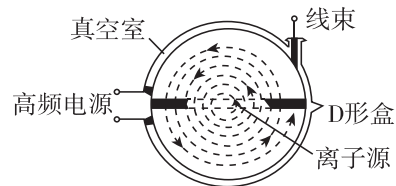
一价正离子在入口处从静止开始被同一加速电场加速,为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场,需将磁感应强度增加到原来的12倍,则此离子和质子的质量的比值约为 ( )

- A. 11  
B. 12  
C. 121  
D. 144

#### ◆ 知识点三 回旋加速器

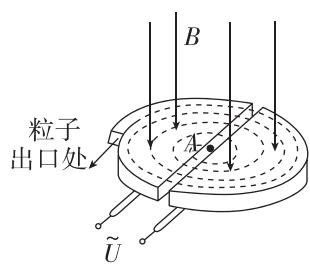
4. [2024·江苏射阳中学高二月考] 如图所示是医用回旋加速器示意图,其核心部分是两个D形金属盒,两金属盒置于匀强磁场中,并分别与高频电源相连. 现分别加速氕核( ${}^1_1\text{H}$ )和氦核( ${}^4_2\text{He}$ ),下列说法中正确的是 ( )

- A. 它们的最大速度相等  
B. 它们的最大动能相等  
C. 它们在D形盒内运动的周期不同  
D. 仅增大高频电源的频率,可增大粒子的最大动能



5. [2024·山西长治高二期末] 回旋加速器被广泛应用于科学研究和医学设备中,其原理如图所示,两个铜质D形盒间的狭缝很小,粒子穿过狭缝的时间可忽略. 若用它对氕核( ${}^1_1\text{H}$ )加速,所需的高频电源的频率为 $f$ . 已知磁场的磁感应强度为 $B$ ,加速电压大小为 $U$ ,不考虑相对论效应,下列说法正确的是 ( )

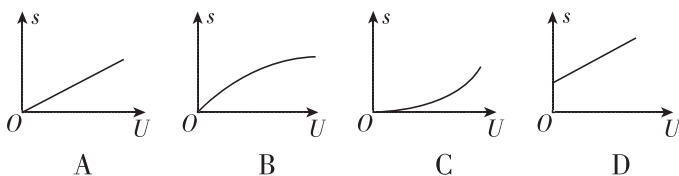
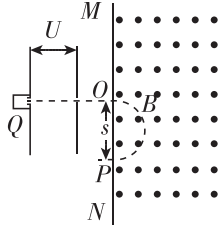
- A.  $U$ 越大,氕核在加速器中运动的总时间越短  
B.  $U$ 越大,氕核射出加速器时的动能越大  
C. 随着速度的增加,氕核在一个D形盒中运动一次的时间在减小  
D. 不改变 $f$ 和 $B$ 也可对氕核( ${}^1_1\text{H}$ )加速,但氕核射出加速器时的速度较小



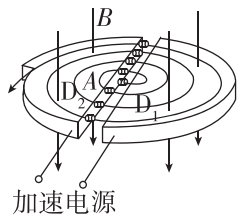


# 综合提升练

6. [2024·山东青岛五十八中高二期] 如图所示,  $Q$  为  $\alpha$  粒子放射源, 放射源释放出的  $\alpha$  粒子初速度近似为零, 经电势差为  $U$  的加速电场加速后垂直于磁场边界  $MN$  进入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, 经磁场偏转后粒子从  $P$  点射出磁场, 设  $OP = s$ , 能正确反映  $s$  与  $U$  之间函数关系的  $s-U$  图像是图中的



7. (多选)[2024·天津南开区高二期中] 回旋加速器是用来加速带电粒子使它们获得很大动能的仪器. 其核心部分是两个 D 形金属盒, 两盒分别和一电压为  $U$  的高频交流电源两极相接, 从而在盒内的狭缝中形成交变电场, 使粒子每次穿过狭缝时都得到加速, 两盒放在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, 磁场方向垂直于 D 形盒. 粒子源 A 能不断释放出电荷量为  $q$ 、质量为  $m$  的带电粒子(初速度可以忽略, 重力不计). 已知 D 形盒半径为  $R$ , 忽略粒子在电场中运动的时间, 不考虑加速过程中引起的粒子质量变化, 下列说法正确的是

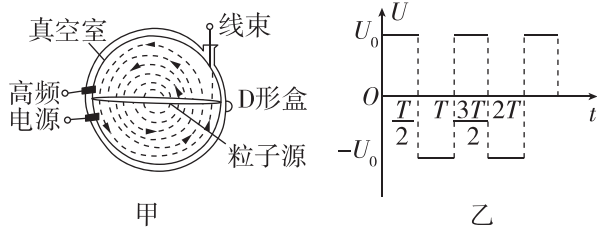


- A. 粒子从磁场中获得能量
- B. 加速电场的交变周期为  $T = \frac{\pi m}{qB}$
- C. 粒子经交变电压  $U$  加速第一次进入  $D_1$  盒与第一次进入  $D_2$  盒的运动半径之比为  $1 : \sqrt{2}$
- D. 粒子在电场中加速的次数为  $\frac{qB^2 R^2}{2mU}$

8. (多选)[2024·惠安荷山中学高二期中] 回旋加速器是高能物理中的重要仪器, 其原理是利用磁场和电场使带电粒子回旋加速运动, 在运动中经高频电场反复加速从而使粒子获得很高的能量. 如图甲所示, 某回旋加速器的两个 D 形金属盒置于恒定的匀强磁场中, 并分别与高频电源相连(电压随时间变化如图乙所示), D 形盒半径为  $R$ , 匀强磁场的磁感应强度为  $B$ , 两 D 形盒间距离为  $d$  ( $d \ll R$ ). 若用该回旋加速器加速氦核  ${}^4_2\text{He}$  (设氦核质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ ), 则下

列判断正确的是

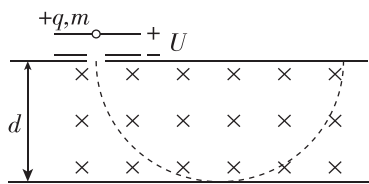
( )



- A. 加速电压  $U_0$  越大, 氦核获得的最大动能就越大
- B. 氦核经加速后的最大动能为  $\frac{q^2 B^2 R^2}{2m}$
- C. 氦核在电场中运动的总时间为  $\frac{BRd}{U_0}$
- D. 该回旋加速器不可以用来加速氦核 ( ${}^4_2\text{He}$ )

9. (16 分)[2024·江苏扬州高二期中] 质谱仪是常见的鉴定微观粒子种类的仪器, 质谱仪的基本结构如图所示. 带电粒子(忽略粒子的重力)经电压为  $U$  的加速电场由静止加速后射入宽度为  $d$  的匀强磁场中发生偏转, 有些粒子最终经过图中所示的轨迹射向磁场上边界, 人们可以通过磁场上边界粒子出现的位置, 判断粒子的基本属性. 现有一质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子 A 由静止进入加速电场.

- (1)(4 分) 求该粒子射出电场(射入磁场)时的速度大小.
- (2)(6 分) 已知该粒子进入磁场后, 刚好不射出磁场的下边界, 求磁感应强度  $B$  的大小.
- (3)(6 分) 若将加速电场的电压增加至  $4U$ , 粒子 A 仍从静止开始加速后射入磁场, 求粒子 A 在磁场中运动的时间  $t$ .



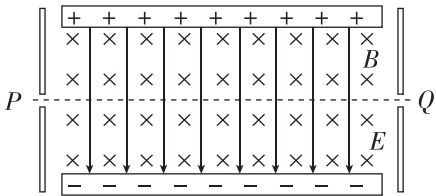
# 专题课：洛伦兹力与现代科技 (时间:40 分钟 总分:36 分)

(单选题每小题 4 分,多选题每小题 6 分)

## 基础巩固练

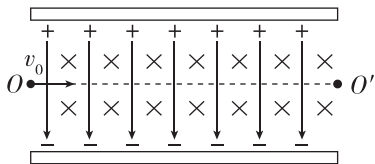
### ◆ 知识点一 速度选择器

1. [2024·河北开滦二中高二月考] 速度选择器是质谱仪的重要组成部分,由两块平行金属板构成,工作时在两板上加一定电压,同时两板间垂直于电场方向上加一匀强磁场.电场和磁场的联合作用,从各种速率的带电粒子中选择出具有一定速率的粒子.已知所加的电压为  $U$ ,磁感应强度为  $B$ ,板间距离为  $d$ ,板的长度为  $L$ .下列说法正确的是 ( )



- A. 两板间的匀强电场的场强  $E = \frac{U}{L}$   
 B. 筛选出的运动粒子的速率  $v = \frac{U}{Bd}$   
 C. 只能筛选特定速率的正粒子,不能筛选特定速率的负粒子  
 D. 筛选出的粒子沿  $PQ$  做匀加速直线运动

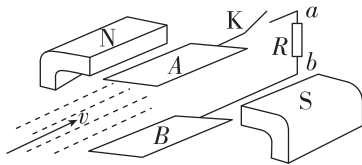
2. [2024·四川绵阳南山中学高二月考] 速度选择器装置如图所示, $\alpha$  粒子( ${}^4_2\text{He}$ )以速度  $v_0$  自  $O$  点沿中轴线  $OO'$  射入,恰沿  $OO'$  做匀速直线运动.所有粒子均不考虑重力的影响,下列说法正确的是 ( )



- A.  $\alpha$  粒子( ${}^4_2\text{He}$ )以速度  $v_0$  自  $O'$  点沿中轴线从右边射入也能做匀速直线运动  
 B. 电子( ${}^0_{-1}\text{e}$ )以速度  $v_0$  自  $O$  点沿中轴线射入,恰沿中轴线  $OO'$  做匀速直线运动  
 C. 氘核( ${}^2_1\text{H}$ )以速度  $\frac{1}{2}v_0$  自  $O$  点沿中轴线  $OO'$  射入,动能将减小  
 D. 氚核( ${}^3_1\text{H}$ )以速度  $2v_0$  自  $O$  点沿中轴线  $OO'$  射入,动能将增大

### ◆ 知识点二 磁流体发电机

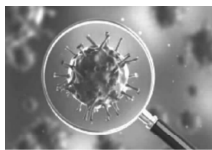
3. (多选)[2024·陕西洛南中学高二月考] 如图所示为磁流体的发电原理图,将一束等离子体(重力不计)沿图示方向以速度  $v$  喷射入磁场,金属板  $A$ 、 $B$  就形成一个直流电源,设磁感应强度为  $B$ ,金属板  $A$ 、 $B$  相距  $d$ ,外接电阻  $R$ , $A$ 、 $B$  间弥漫的电离气体电阻为  $r$ . 下述说法正确的是 ( )



- A. 金属板  $A$  为电源的正极  
 B. 开关断开时,金属板间的电势差为  $Bvd$   
 C. 开关闭合后,金属板间的电势差为  $\frac{BvdR}{R+r}$   
 D. 等离子体发生偏转的原因是洛伦兹力小于所受电场力

### ◆ 知识点三 电磁流量计

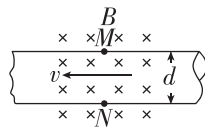
4. 武汉病毒研究所拥有我国防护等级最高的 P4 实验室,在该实验室中有一种污水流量计,其原理可以简化为如图所示模型:废液内含有大量正、负离子,从直径为  $d$  的圆柱形容器右侧流入,左侧流出.流量值  $Q$  等于单位时间通过横截面的液体的体积.空间有垂直于纸面向里的磁感应强度为  $B$  的匀强磁场,下列说法正确的是 ( )



甲



乙



丙

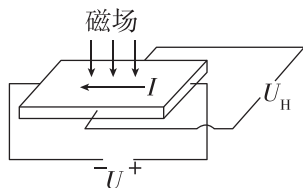
- A. 带电离子所受洛伦兹力方向由  $M$  指向  $N$   
 B.  $M$  点的电势高于  $N$  点的电势  
 C. 污水流量计也可以用于测量不带电的液体的流量  
 D. 只需要测量  $M$ 、 $N$  两点间的电压就能够推算出废液的流量

|    |  |
|----|--|
| 班级 |  |
| 姓名 |  |
| 题号 |  |
| 1  |  |
| 2  |  |
| 3  |  |
| 4  |  |
| 5  |  |
| 6  |  |
| 7  |  |
| 8  |  |

#### ◆ 知识点四 霍尔元件

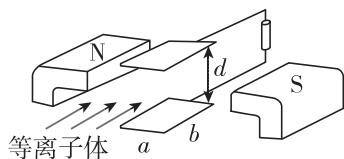
5. (多选)[2024·辽宁大连育明高级中学高二期中] 霍尔效应是美国物理学家霍尔(E. H. Hall)于1879年发现的. 其原理如图所示, 一块长为 $a$ 、宽为 $b$ 、高为 $c$ 的长方体导体, 单位体积内自由电子数为 $n$ , 导体的电阻率为 $\rho$ , 电子的电荷量大小为 $e$ , 在导体的左右两端加上恒定电压 $U$ 和方向垂直于上表面向下的匀强磁场, 磁感应强度为 $B$ , 在导体前后表面之间产生稳定的电势差 $U_H$ , 称为霍尔电压. 下列说法正确的是 ( )

- A. 导体前表面的电势高于后表面的电势
- B. 导体前表面的电势低于后表面的电势
- C. 导体中自由电子定向移动的平均速率大小为 $\frac{U}{\rho ne b}$
- D. 霍尔电压 $U_H$ 的大小为 $\frac{BUb}{\rho ne a}$



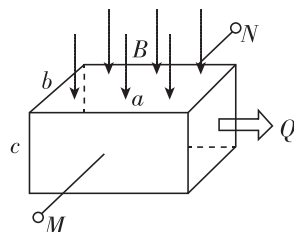
#### 综合提升练

6. [2024·四川嘉陵一中高二月考] 磁流体发电的原理如图所示. 将一束速度为 $v$ 的等离子体垂直于磁场方向喷入磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中, 在相距为 $d$ 、宽为 $a$ 、长为 $b$ 的两平行金属板间便产生电压. 如果把上、下板和电阻 $R$ 连接, 上、下板就是一个直流电源的两极. 若稳定时等离子体在两板间均匀分布, 电阻率为 $\rho$ , 忽略边缘效应, 则下列判断正确的是 ( )



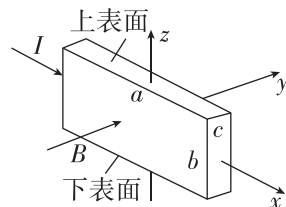
- A. 上板为正极, 电流 $I = \frac{Bdvab}{Rab + \rho d}$
- B. 上板为负极, 电流 $I = \frac{Bvad^2}{Rad + \rho b}$
- C. 下板为正极, 电流 $I = \frac{Bdvab}{Rab + \rho d}$
- D. 下板为负极, 电流 $I = \frac{Bvad^2}{Rad + \rho b}$

7. 为监测某化工厂的污水排放量, 技术人员在该厂的排污管末端安装了如图所示的长方体流量计. 该装置由绝缘材料制成, 其长、宽、高分别为 $a$ 、 $b$ 、 $c$ , 左、右两端开口. 在垂直于上、下底面方向加一匀强磁场, 前、后两个内侧面分别固定有金属板作为电极. 污水充满管口从左向右流经该装置时, 接在 $M$ 、 $N$ 两端间的电压表将显示两个电极间的电压 $U$ . 若用 $Q$ 表示污水流量(单位时间内排出的污水体积), 则下列说法中正确的是 ( )



- A.  $M$ 端的电势比 $N$ 端的电势高
- B. 电压表的示数 $U$ 与 $a$ 和 $b$ 均成正比, 与 $c$ 无关
- C. 电压表的示数 $U$ 与污水的流量 $Q$ 成正比
- D. 若污水中正、负离子数相同, 则电压表的示数为0

8. 半导体内导电的粒子“载流子”有两种: 自由电子和空穴(空穴可视为能自由移动的带正电粒子). 以自由电子导电为主的半导体叫N型半导体, 以空穴导电为主的半导体叫P型半导体. 如图所示为检验半导体材料的类型和对材料性能进行测试的原理图, 图中一块长为 $a$ 、宽为 $c$ 、高为 $b$ 的半导体样品板放在沿 $y$ 轴正方向的匀强磁场中, 磁感应强度大小为 $B$ . 当有大小为 $I$ 、沿 $x$ 轴正方向的恒定电流通过样品板时, 会在与 $z$ 轴垂直的上、下表面之间产生霍尔电势差 $U$ . 若样品板单位体积内的载流子数目为 $n$ , 每个载流子所带电荷量的绝对值为 $e$ , 载流子重力不计, 下列说法中正确的是 ( )



- A. 若上表面电势高, 则该半导体为N型半导体
- B. 只增大磁感应强度 $B$ 时, 霍尔电势差 $U$ 减小
- C. 只增大样品板上下表面间的距离 $b$ 时, 霍尔电势差 $U$ 减小
- D. 只增大样品板单位体积内的载流子数目 $n$ 时, 霍尔电势差 $U$ 减小