



浙江省

练习册

主编 肖德好

全品

学练考

高中物理

选择性必修第二册 RJ

细分课时

分层设计

落实基础

突出重点

详答案本

天津出版传媒集团  
天津人民出版社

# Contents

目录

## 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 练 002/导 109
- 习题课：安培力的应用 练 004/导 111
- 2 磁场对运动电荷的作用力 练 006/导 115
- 3 带电粒子在匀强磁场中的运动 练 008/导 119
- 专题课：带电粒子在有界磁场中的运动 练 010/导 121
- 专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题 练 012/导 123
- 4 质谱仪与回旋加速器 练 014/导 125
- 专题课：洛伦兹力与现代科技 练 016/导 128
- 专题课：带电粒子在组合场中的运动 练 018/导 131
- 专题课：带电粒子（带电体）在叠加场中的运动 练 020/导 134
- ▶ 本章易错过关（一） 练 022

## 02 第二章 电磁感应

PART TWO

- 1 楞次定律 练 024/导 137
- 习题课：楞次定律的应用 练 026/导 140
- 2 法拉第电磁感应定律 练 028/导 142
- 专题课：电磁感应中的电路与电荷量问题 练 030/导 145
- 专题课：电磁感应中的图像问题 练 032/导 148
- 3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动 练 034/导 151
- 专题课：电磁感应中的动力学和能量问题 练 036/导 154
- 专题课：电磁感应与动量的综合应用 练 038/导 158
- 4 互感和自感 练 040/导 160
- ▶ 本章易错过关（二） 练 042

## 03 第三章 交变电流

PART THREE

- 1 交变电流 练 044/导 163
- 2 交变电流的描述 练 046/导 166

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| 3 变压器                     | 练 048/导 169 |
| 第 1 课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系 | 练 048/导 169 |
| 第 2 课时 理想变压器的规律及其应用       | 练 050/导 172 |
| 4 电能的输送                   | 练 052/导 174 |
| ▶ 本章易错过关 (三)              | 练 054       |

## 04 第四章 电磁振荡与电磁波

PART FOUR

|              |             |
|--------------|-------------|
| 1 电磁振荡       | 练 056/导 177 |
| 2 电磁场与电磁波    | 练 056/导 177 |
| 3 无线电波的发射和接收 | 练 058/导 180 |
| 4 电磁波谱       | 练 058/导 180 |
| ▶ 本章易错过关 (四) | 练 060       |

## 05 第五章 传感器

PART FIVE

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| 1 认识传感器            | 练 062/导 183 |
| 2 常见传感器的工作原理及应用    | 练 062/导 183 |
| 3 利用传感器制作简单的自动控制装置 | 练 064/导 186 |
| ▶ 本章易错过关 (五)       | 练 066       |

|              |       |
|--------------|-------|
| ◆ 参考答案 (练习册) | 练 069 |
| ◆ 参考答案 (导学案) | 导 189 |

## » 测 评 卷

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| 章末素养测评 (一) [第一章 安培力与洛伦兹力]         | 卷 01 |
| 章末素养测评 (二) [第二章 电磁感应]             | 卷 03 |
| 章末素养测评 (三) [第三章 交变电流]             | 卷 05 |
| 章末素养测评 (四) [第四章 电磁振荡与电磁波 第五章 传感器] | 卷 07 |
| 模块综合测评                            | 卷 09 |
| 参考答案                              | 卷 11 |

## 01

目录设置更加符合一线上课实际，详略得当，拓展有度。

### 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

习题课：安培力的应用

#### 2 磁场对运动电荷的作用力

#### 3 带电粒子在匀强磁场中的运动

专题课：带电粒子在有界磁场中的运动

专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题

#### 4 质谱仪与回旋加速器

专题课：洛伦兹力与现代科技

专题课：带电粒子在组合场中的运动

专题课：带电粒子（带电体）在叠加场中的运动

⑩ 本章易错过关（一）

## 02

科学分层设置作业，注重难易比例搭配，兼顾基础性和综合性应用。

### 4 电能的输送

建议用时：40 分钟

#### 基础巩固练

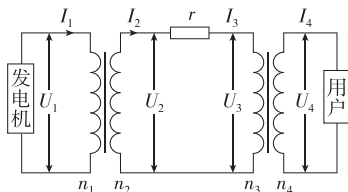
##### ◆ 知识点一 降低输电损耗的两个途径

1. [2024·杭州十四中月考] 某水电站发电机的输出功率恒定，用升压变压器将电压升至  $U$  后向远处输电，输电电流为  $I$ ，在用户端用降压变压器将电压降至所需电压，为减小输电线的热功率，下列措施可行的是 ( )

- A. 增大输电电流  $I$
- B. 增大输电电压  $U$
- C. 减少输电时间
- D. 减小输电导线的横截面积

##### ◆ 知识点二 远距离输电电路上的各种关系

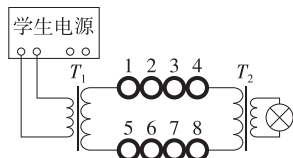
3. (不定项)[2024·宁波鄞州中学期中] 如图所示为一远距离输电示意图，发电机的输出电压  $U_1$  和输电线的电阻  $r$  均不变，变压器均为理想变压器。随炎热夏季的到来，空调、冷风机等大功率电器使用增多，下列说法中正确的是 ( )



- A. 变压器的输出电压  $U_2$  增大
- B. 变压器的输出电压  $U_4$  减小
- C. 输电线损耗的功率增大
- D. 输电线损耗的功率减小

#### 综合提升练

5. (不定项)[2024·嘉兴嘉善一中期中] 某同学在实验室中研究远距离输电，由于输电线太长，他将每 100 米导线卷成一卷，共卷成 8 卷来代替输电线路（忽略输电线路的自感作用）。第一次直接将输电线与学生电源及用电器相连，测得输电线上损失的功率为  $P_1$ 。第二次采用如图所示的电路输电，其中理想变压器  $T_1$  与电源相连，其原、副线圈的匝数比为  $n_1 : n_2$ ，理想变压器  $T_2$  与用电器相连，测得输电线上损失的功率为  $P_2$ 。下列说法正确的是 ( )



- A. 前后两次实验都可用于研究远距离直流输电
  - B. 实验可以证明，减小输电电流能减小远距离输电的能量损失
  - C. 若输送功率一定，则  $P_2 : P_1 = n_1^2 : n_2^2$
  - D. 若输送功率一定，则  $P_2 : P_1 = n_1 : n_2$
6. 某水电站用总电阻为  $2.5 \Omega$  的输电线输电给 500 km 外的用户，其输出电功率是  $3 \times 10^6$  kW。现用 500 kV 电压输电，则下列说法正确的是 ( )
- A. 输电线上输送的电流大小为  $2 \times 10^5$  A
  - B. 输电线上由电阻造成的电压损失为 15 kV

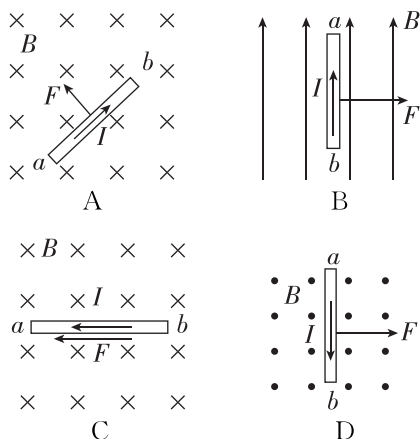
# 1 磁场对通电导线的作用力

建议用时: 40 分钟

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 安培力的方向

1. [2024·杭州萧山中学月考] 金属导体棒  $ab$  所受安培力  $F$  方向正确的是图中的 ( )

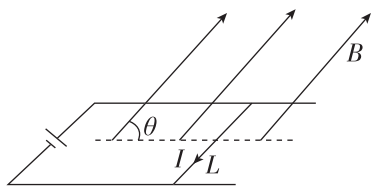


2. [2024·金华一中月考] 在地球赤道上空,沿东西方向水平放置一根通电直导线,电流方向由西向东,则此导线受到的安培力方向 ( )

- 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

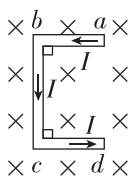
3. [2024·杭州四中月考] 长度为  $l$ 、通有电流为  $I$  的直导线放入一匀强磁场中,电流方向与磁场方向如图所示,已知磁感应强度为  $B$ ,则导线所受的安培力大小是 ( )



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

4. 如图所示,U形导线框  $abcd$  固定并垂直放置在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, $ab$  垂直于  $bc$ , $bc$  垂直于  $cd$ ,已知  $ab=cd=l$ , $bc=1.5l$ ,导线通入恒定电流  $I$  时,导线框  $abcd$  受到的安培力大小为  $F$ ,则 ( )

- A.  $F=IlB$
- B.  $F=1.5IlB$
- C.  $F=2.5IlB$
- D.  $F=3.5IlB$

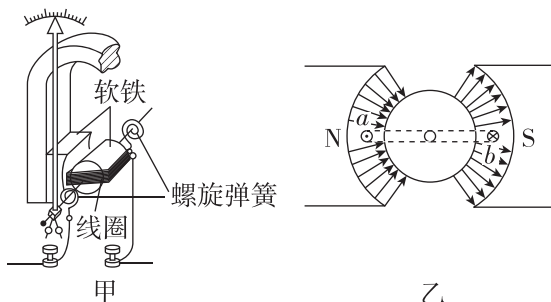


### ◆ 知识点三 磁电式电流表的工作原理

5. (不定项)[2023·嘉兴嘉善一中期中] 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反的
- 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,线圈所受的安培力大小与电流有关,而与所处位置无关

6. (不定项)[2023·嘉兴桐乡高级中学月考] 实验室经常使用的电流表是磁电式仪表.这种电流表的构造如图甲所示,蹄形磁铁和铁芯间的磁场是均匀辐向分布的,让线圈通以如图乙所示的恒定电流( $b$  端电流方向垂直于纸面向内).下列说法正确的是 ( )

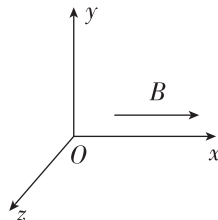


- A. 当线圈在如图乙所示的位置时, $b$  端受到的安培力方向向上
- B. 线圈转动时,螺旋弹簧被扭动,阻碍线圈转动
- C. 线圈中的电流越大,指针偏转的角度也越大
- D. 电流表表盘刻度是均匀的

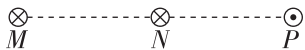
## 综合提升练

7. 如图所示的三维空间内,匀强磁场方向沿  $+x$  方向,在平面  $xOz$  内有一通电直导线,若它所受的安培力方向沿  $+y$  方向,则 ( )

- A. 该通电导线可能沿  $Ox$  方向放置
- B. 该通电导线一定平行  $Oz$  方向放置
- C. 无论通电导线怎样放置,它总受到沿  $+y$  方向的安培力
- D. 沿  $+x$  方向观察导线中的电流方向,应该为向右方向



8. [2024·丽水中学月考] 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 ( )



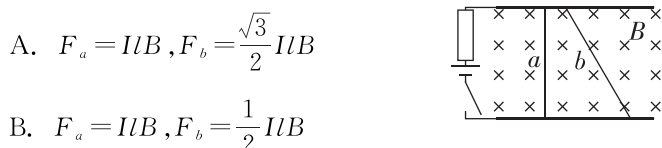
- A.  $P$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向竖直向下  
 B.  $P$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向水平向右  
 C.  $M$  位置导线给  $N$  位置导线施加的安培力方向水平向左  
 D. 三根导线受到的安培力的合力大小均相等

9. 如图所示,粗细均匀、同种材料制成的半圆形导线框置于匀强磁场中, $ab$  为导线框的直径, $a$ 、 $b$  两点通入如图所示的电流,已知  $ab$  边受到的安培力大小为  $F$ ,则导线框的半圆部分受到的安培力大小为 ( )



- A.  $\frac{2F}{\pi}$   
 B.  $\frac{F}{\pi^2}$   
 C.  $\frac{F}{\pi}$   
 D.  $\frac{4F}{\pi^2}$

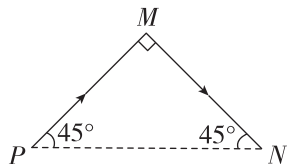
10. [2024·温州中学月考] 如图所示,两根粗细均匀的导体棒  $a$ 、 $b$  放在水平放置的两条金属导轨上,导轨与电阻、电源及开关相连,导轨电阻不计.两棒的材料相同、横截面积  $a$  是  $b$  的两倍,它们与导轨的夹角分别为  $90^\circ$ 、 $60^\circ$ .整个装置处于方向竖直向下、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中.已知导轨间距为  $l$ , $a$ 、 $b$  棒与导轨接触良好,合上开关后导体棒  $a$  中的电流为  $I$ ,关于  $a$ 、 $b$  两棒所受的安培力  $F_a$ 、 $F_b$ ,下列说法正确的是 ( )



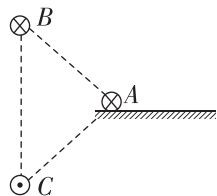
- A.  $F_a = IlB, F_b = \frac{\sqrt{3}}{2} IlB$   
 B.  $F_a = IlB, F_b = \frac{1}{2} IlB$   
 C.  $F_a = IlB, F_b = \sqrt{3} IlB$   
 D.  $F_a = 0, F_b = IlB$

11. [2024·湖州中学月考] 弯折导体  $PMN$  通有如图所示方向的电流,置于与  $PMN$  所在平面平行的匀强磁场中,此时导体  $PMN$  所受的安培力最大.现将整段导体以过  $M$  点且垂直于  $PMN$  所在平面的直线为轴

转动  $45^\circ$ ,则导体  $PMN$  (形状始终保持不变)所受的安培力方向和大小如何变化?

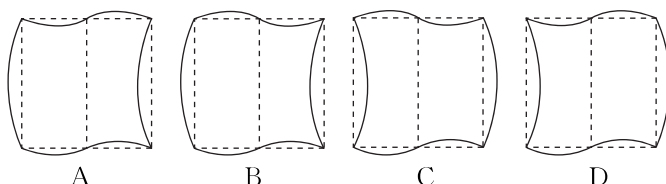


12. 如图所示,三根长为  $l$  的直导线在空间构成以  $A$  为顶点的等腰直角三角形,其中  $A$ 、 $B$  中的电流方向垂直于纸面向里, $C$  中的电流方向垂直于纸面向外, $B$ 、 $C$  中的电流大小均为  $I$ ,在  $A$  处产生的磁感应强度的大小均为  $B_0$ , $A$  中的电流大小为  $2I$ ,则导线  $A$  受到的安培力是多大? 方向如何?



### 拓展挑战练

13. [2024·舟山中学月考] 如图所示,将一轻质矩形弹性软线圈  $ABCD$  中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $F$  六点固定, $E$ 、 $F$  为  $AD$ 、 $BC$  边的中点.一不易形变的长直导线在  $E$ 、 $F$  两点处固定.现向矩形软线圈中通入电流  $I_1$ ,直导线中通入电流  $I_2$ ,已知  $I_1 \ll I_2$ ,长直导线和软线圈彼此绝缘,则稳定后软线圈大致的形状可能是 ( )



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

# 习题课：安培力的应用

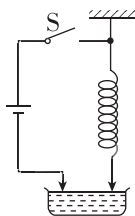
建议用时：40 分钟

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 判断安培力作用下导体的运动情况

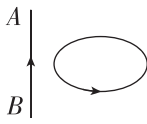
1. 把一根柔软的弹簧竖直悬挂起来,使它的下端刚好跟杯里的水银面相接触,并使它组成如图所示的电路.当开关 S 接通后,将看到的现象是 ( )

- 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



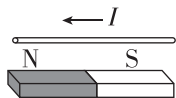
2. 直导线 AB 与圆线圈的平面垂直且隔有一小段距离,直导线固定,线圈可以自由运动.当通有如图所示的电流时(同时通电),从左向右看,线圈将 ( )

- A. 顺时针转动,同时靠近直导线 AB
- B. 顺时针转动,同时远离直导线 AB
- C. 逆时针转动,同时靠近直导线 AB
- D. 不动



3. 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 ( )

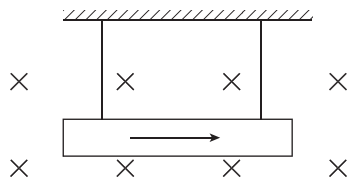
- A. 从上向下看逆时针转  $90^\circ$ ,同时向上运动
- B. 从上向下看逆时针转  $90^\circ$ ,同时向下运动
- C. 从上向下看顺时针转  $90^\circ$ ,同时向下运动
- D. 从上向下看顺时针转  $90^\circ$ ,同时向上运动



### ◆ 知识点二 安培力作用下的平衡问题

4. (不定项)如图所示,一根质量为  $m$ 、长为  $l$  的金属棒用两根细线悬挂在垂直于纸面向里、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中,已知每根细线可以承受的最大拉力为  $2mg$  ( $g$  为重力加速度),当金属棒通入方向从左到右的电流  $I$  时,金属棒处于静止状态,此时每根细线的拉力为  $\frac{1}{4}mg$ . 关于该金属棒和细线,下列说法中正确的是 ( )

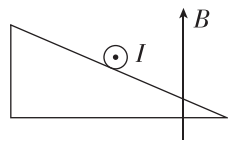
- A. 倘若磁感应强度增大为  $2B$ ,则每根细线的拉力为 0
- B. 倘若磁感应强度增大为  $\frac{4}{3}B$ ,则每根细线的拉力为 0



- C. 倘若将电流方向变为从右向左,大小变为  $5I$ ,则细线不会被拉断
- D. 倘若将磁感应强度方向变为垂直于纸面向外,不改变磁感应强度  $B$  的大小,则每根细线的拉力一定大于  $mg$

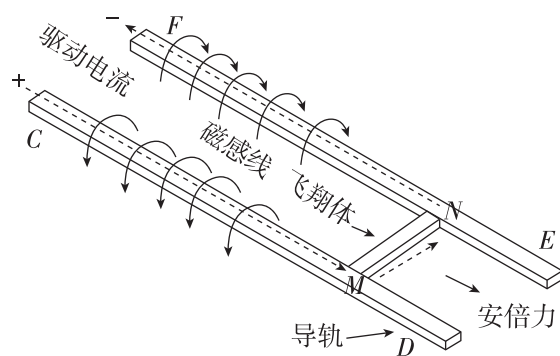
5. [2024·杭州清河中学月考] 如图所示,一通电直导线在竖直向上的匀强磁场中静止于固定的光滑斜面上,电流方向垂直于纸面向外.保持磁感应强度大小不变,仅把磁场方向沿顺时针方向缓慢旋转,直至垂直于斜面向上,若要导线始终保持静止,则应控制导线内的电流 ( )

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



### ◆ 知识点三 安培力作用下的加速问题

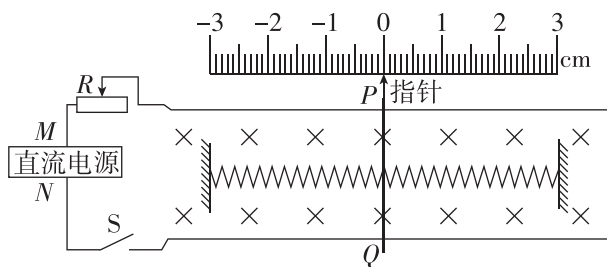
6. [2024·嘉兴一中月考] 电磁弹射技术是一种新兴的直线推进技术,其工作原理可以简化成如图所示.光滑固定导轨 CD、EF 与导电飞翔体 MN 构成一驱动电流回路,恒定驱动电流  $I$  产生磁场,且磁感应强度  $B$  与导轨中的电流  $I$  及空间某点到导轨的距离  $r$  的关系式为  $B = k \frac{I}{r}$  ( $k$  为常量),磁场对处在磁场中的导电飞翔体产生了安培力  $F$ ,从而推动飞翔体向右做匀加速直线运动.下列说法正确的是 ( )



- A. CMNF 回路内的磁场方向与驱动电流的方向无关
- B. 飞翔体 MN 所受安培力的方向与 CMNF 回路中驱动电流的方向有关
- C. 若驱动电流变为原来的 2 倍,则飞翔体 MN 所受的安培力将变为原来的 4 倍
- D. 如果飞翔体 MN 在导轨上滑过的距离保持不变,将驱动电流变为原来的 2 倍,则飞翔体 MN 最终的弹射速度将变为原来的 4 倍

## 综合提升练

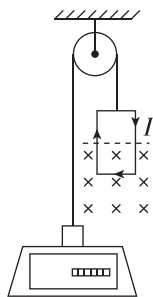
7. [2024·台州中学月考] 某兴趣小组制作了一个可以测量电流的仪器,其主要原理如图所示. 固定在水平面上的两平行光滑金属导轨间距为  $l=1\text{ m}$ , 一金属棒  $PQ$  垂直放在两金属导轨上. 轨道置于竖直向下的匀强磁场中, 磁感应强度大小  $B=2\text{ T}$ . 棒中点的两侧分别固定劲度系数  $k=50\text{ N/m}$  的相同轻弹簧. 闭合开关  $S$  前, 两弹簧均处于原长,  $P$  端的指针对准刻度尺的“0”处; 闭合开关  $S$  后, 金属棒  $PQ$  移动, 最后静止时指针对准刻度尺右侧“2 cm”处. 弹簧始终处于弹性限度内, 下列判断正确的是 ( )



- 电源的  $N$  端为正极
- 闭合开关  $S$  稳定后, 金属棒  $PQ$  静止, 电路中电流为  $1\text{ A}$
- 闭合开关  $S$  稳定后, 金属棒  $PQ$  静止, 电路中电流为  $0.5\text{ A}$
- 闭合开关  $S$  后, 将滑动变阻器滑片向右移动, 金属棒  $PQ$  静止时, 指针将停在刻度尺“2 cm”的右侧

8. [2024·金华义乌中学月考] 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 ( )

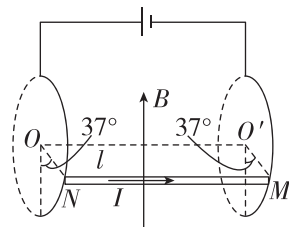
- $\frac{F_1}{2nIl}$
- $\frac{F_2}{2nIl}$
- $\frac{F_2 - F_1}{2nIl}$
- $\frac{F_1 - F_2}{2nIl}$



9. [2024·宁波北仑中学月考] 如图所示, 一导体棒  $MN$  两端分别放在两个固定的光滑圆形导轨上, 两导轨面都垂直于两圆心的连线且间距为  $l$ , 导轨处在竖直向上、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中. 当水平导体棒中

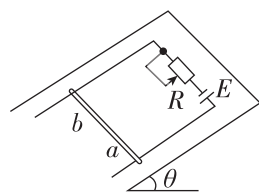
流有大小为  $I$  的电流时, 导体棒在圆形导轨上静止,  $N$  端和圆心的  $O$  连线  $ON$  与竖直方向成  $37^\circ$  角, 重力加速度  $g$ ,  $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ , 求:

- 导体棒的质量  $m$ ;
- 每个圆导轨对导体棒的支持力的大小  $F_N$ .



## 拓展挑战练

10. 如图所示, 在倾角  $\theta=30^\circ$  的斜面上固定两条平行金属导轨, 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. 垂直于导轨放置一根质量  $m=0.2\text{ kg}$  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, 重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力. 当滑动变阻器  $R$  的阻值在什么范围内时, 可使金属棒静止在导轨上?



## 2 磁场对运动电荷的作用力

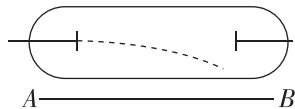
建议用时: 40 分钟

### 基础巩固练

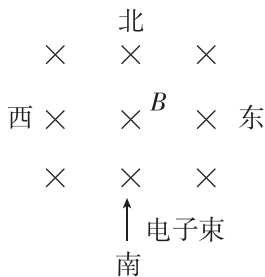
#### ◆ 知识点一 洛伦兹力的方向

1. (不定项)[2024·衢州一中月考] 如图所示,一只阴极射线管的左侧不断有电子射出,若在管的正下方放一通电直导线  $AB$ ,发现射线的径迹向下偏,则 ( )

- A. 导线中的电流从  $A$  流向  $B$
- B. 导线中的电流从  $B$  流向  $A$
- C. 若要使电子束的径迹向上偏,可以通过改变  $AB$  中的电流方向来实现
- D. 电子束的径迹与  $AB$  中的电流方向无关



2. [2024·绍兴新昌中学月考] 在北半球,地磁场的磁感应强度的竖直分量方向向下(以“ $\times$ ”表示).如果你家中电视机显像管的位置恰好处于南北方向,那么由南向北射出的电子束在地磁场的作用下将 ( )



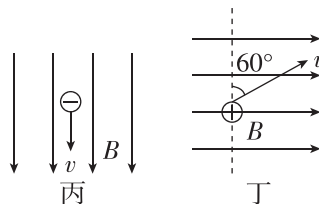
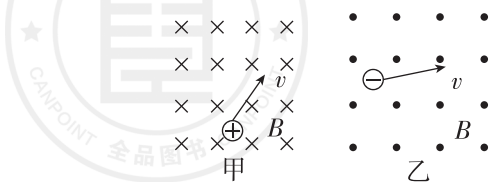
- A. 不偏转
- B. 向东偏转
- C. 向西偏转
- D. 无法判断是否偏转

#### ◆ 知识点二 洛伦兹力的大小

3. 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,所受的洛伦兹力就相同
- B. 如果把  $+q$  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

4. [2024·舟山中学月考] 匀强磁场的磁感应强度大小为  $B$ ,方向如图所示,带电粒子(电性已在图中标出)的速率为  $v$ ,带电荷量为  $q$ ,则关于带电粒子所受洛伦兹力的大小和方向,下列说法正确的是 ( )

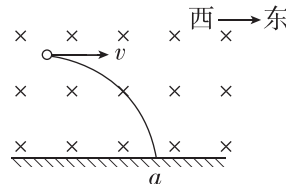


- A. 图甲中,  $F_{\text{洛}} = qvB$ , 方向垂直于  $v$  斜向下
- B. 图乙中,  $F_{\text{洛}} = qvB$ , 方向垂直于  $v$  斜向上
- C. 图丙中,  $F_{\text{洛}} = qvB$ , 方向垂直于纸面向里
- D. 图丁中,  $F_{\text{洛}} = \frac{\sqrt{3}}{2} qvB$ , 方向垂直于纸面向里

#### ◆ 知识点三 洛伦兹力的特点

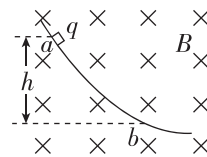
5. [2024·温州瑞安中学月考] 如图所示,在赤道处,将一小球向东水平抛出,落地点为  $a$ ,给小球带上电荷后,仍以原来的速度抛出,考虑地磁场的影响,下列说法正确的是 ( )

- A. 无论小球带何种电荷,小球落地时的速度大小都不变
- B. 无论小球带何种电荷,小球在运动过程中机械能都不守恒
- C. 若小球带负电荷,则小球会落在  $a$  点的右侧
- D. 若小球带正电荷,则小球仍会落在  $a$  点



6. [2024·杭州二中月考] 如图所示,光滑绝缘曲面处于方向垂直于竖直平面(纸面)向里、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中,一带电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的滑块自  $a$  点由静止沿曲面滑下,下降高度为  $h$  时到达  $b$  点,滑块恰好对曲面无压力.关于滑块自  $a$  点运动到  $b$  点的过程,下列说法正确的是(重力加速度为  $g$ ) ( )

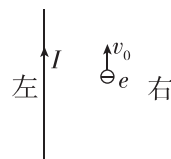
- A. 滑块在  $a$  点时受到重力、支持力和洛伦兹力作用
- B. 滑块在  $b$  点时受到的洛伦兹力大小为  $qB\sqrt{2gh}$
- C. 洛伦兹力做正功
- D. 滑块的机械能增大



#### ◆ 知识点四 粒子束的磁偏转

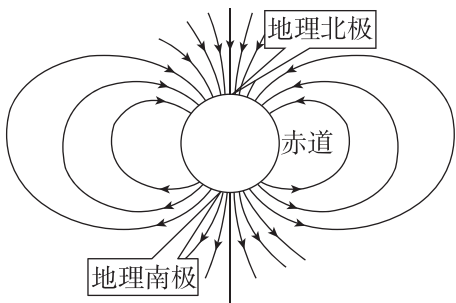
7. 初速度为  $v_0$  的电子沿平行于通电长直导线的方向射出,导线中电流方向与电子的初始运动方向如图所示,则 ( )

- A. 电子将向右偏转,速率不变
- B. 电子将向左偏转,速率改变
- C. 电子将向左偏转,速率不变
- D. 电子将向右偏转,速率改变



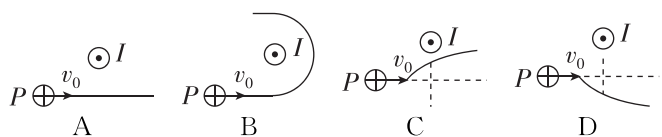
8. [2024·嘉兴海盐高级中学月考] 来自太阳和其他星体的宇宙射线含有大量高能带电粒子,若这些粒子都到达地面,将会对地球上的生命带来危害.但由于地磁场(如图所示)的存在,改变了宇宙射线中带电粒子的运动方向,使得很多高能带电粒子不能到达地面.下列说法中正确的是 ( )

- A. 地磁场的磁感线从地理南极出发,终止于地理北极
- B. 地磁场对垂直射向地球表面的宇宙射线的阻挡作用在南、北两极附近最强
- C. 地磁场对垂直射向地球表面的宇宙射线的阻挡作用在赤道附近最强
- D. 地磁场会使沿地球赤道平面内射来的宇宙射线中的带电粒子向两极偏转

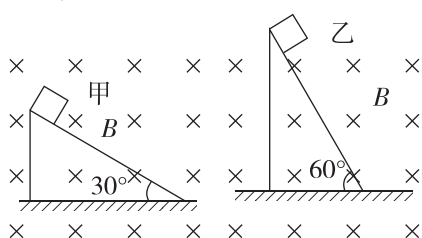


### 综合提升练

9. [2024·浙江师范大学附属中学期中] 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,则从上向下看,小球的运动轨迹可能是图中的 ( )



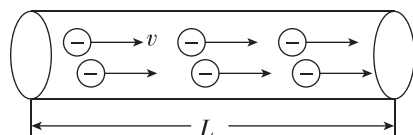
10. (不定项) 如图所示,两个倾角分别为  $30^\circ$  和  $60^\circ$  的光滑绝缘斜面固定于水平地面上,并处于方向垂直于纸面向里、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场中. 两个质量均为  $m$ 、带电荷量均为  $+q$  的小滑块甲和乙分别从两个斜面顶端由静止释放,运动一段时间后,两小滑块都将飞离斜面,则 ( )



- A. 飞离斜面时甲滑块动量比乙滑块动量大
- B. 飞离斜面时甲滑块动量比乙滑块动量小
- C. 飞离斜面时甲滑块重力做功的瞬时功率与乙滑块重力做功的瞬时功率不同
- D. 飞离斜面时甲滑块重力做功的瞬时功率与乙滑块重力做功的瞬时功率相同

11. 一段粗细均匀的导体长为  $l$ , 横截面积为  $S$ , 如图所示, 导体单位体积内的自由电子数为  $n$ , 电子电荷量为  $e$ , 通电后, 电子定向移动的速度大小为  $v$ .

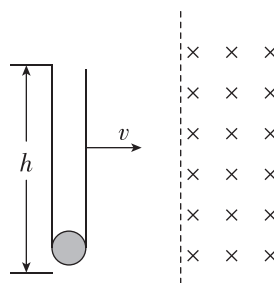
- (1) 求该段导体内自由电子的总个数  $N$ ;
- (2) 请用  $n, e, S, v$  表示流过导体的电流大小  $I$ ;
- (3) 若再在垂直于导体的方向上加一个空间足够大的匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ , 试根据导体所受的安培力推导出导体中某一自由电子所受的洛伦兹力大小  $F_{\text{洛}}$  的表达式.



### 拓展挑战练

12. 如图所示, 下端封闭、上端开口、内壁光滑的细玻璃管竖直放置, 管底有一个带电小球, 整个装置以一定的速度垂直进入匀强磁场, 由于外力的作用, 玻璃管在磁场中的速度保持不变, 最终小球从上端管口飞出. 下列说法中正确的是 ( )

- A. 该过程中由水平速度产生的洛伦兹力不做功
- B. 小球的运动轨迹是一条直线
- C. 从能量转化角度看, 小球的机械能增加是因为洛伦兹力做功
- D. 小球在竖直方向上做匀加速运动



班级

姓名

题号 答题区

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

### 3 带电粒子在匀强磁场中的运动

建议用时: 40 分钟

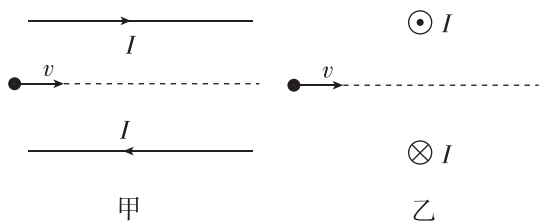
#### 基础巩固练

##### ◆ 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, 平行放置的长直导线分别通以等大反向的电流  $I$ . 一带正电的粒子以一定速度从两导线的正中间射入, 第一次速度平行于导线方向, 第二次速度垂直于导线方向. 不计粒子重力, 下列说法正确的是 ( )



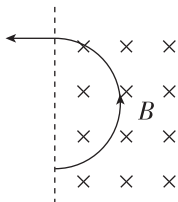
- A. 第一次粒子做匀速直线运动
- B. 第二次粒子做匀速圆周运动
- C. 第一次粒子将向上偏转, 且速度大小保持不变
- D. 第二次粒子做直线运动, 且速度先增大后减小

##### ◆ 知识点二 带电粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期

3. [2024·嘉兴一中期中] 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

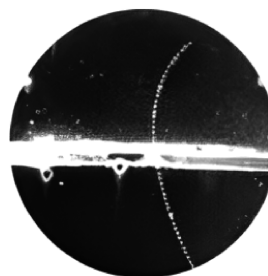
4. 如图所示, 甲、乙两个带电粒子沿着垂直于磁场的方向从某点射入同一匀强磁场中, 它们在磁场中的运动轨迹重合, 两粒子的质量  $m_{\text{乙}} = 2m_{\text{甲}}$ , 两粒子的电荷量  $q_{\text{乙}} = q_{\text{甲}}$ . 它们在磁场中运动, 大小相等的物理量是 ( )



- A. 时间
- B. 加速度
- C. 动量
- D. 动能

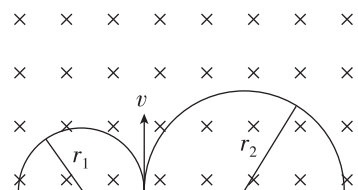
5. [2024·台州一中月考] 1932 年, 在宇宙线实验中发现了正电子. 科学家利用放在强磁场中的云室来记录宇宙线粒子, 并在云室中加入一块厚铅板, 借以减慢粒子的速度. 当宇宙线粒子通过云室内的匀强磁场(垂直于纸面)时, 拍下粒子径迹的照片, 如图所示. 下列说法正确的是 ( )

- A. 上下两端径迹的半径相同
- B. 该粒子自下而上穿过铅板
- C. 若磁场垂直纸面向里, 则该粒子带正电
- D. 由照片径迹可确定粒子的比荷



6. 一束带电粒子以同一速度

$v$  从同一位置进入匀强磁场, 在磁场中它们的轨迹如图所示. 若粒子 A 的轨迹半径为  $r_1$ , 粒子 B 的轨迹半径为  $r_2$ , 且  $r_2 = 2r_1$ ,  $q_1$ 、 $q_2$  分别是它们带的电荷量,  $m_1$ 、 $m_2$  分别是它们的质量, 则下列分析正确的是 ( )



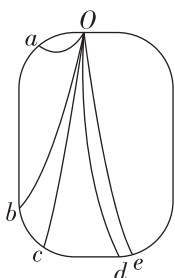
- A. A 带负电、B 带正电, 比荷之比为  $\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = 1 : 1$
- B. A 带正电、B 带负电, 比荷之比为  $\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = 1 : 1$
- C. A 带正电、B 带负电, 比荷之比为  $\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = 2 : 1$
- D. A 带负电、B 带正电, 比荷之比为  $\frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} = 2 : 1$

7. [2024·绍兴春晖中学月考] 初速度为零的  $\alpha$  粒子和质子经过相同的加速电场后, 垂直进入同一匀强磁场中做匀速圆周运动. 已知  $\alpha$  粒子和质子的质量之比  $m_{\alpha} : m_{\text{H}} = 4 : 1$ , 电荷量之比  $q_{\alpha} : q_{\text{H}} = 2 : 1$ , 则它们在磁场中做匀速圆周运动的半径之比是多少?

## 综合提升练

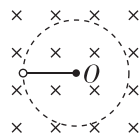
8. 云室是借助过饱和水蒸气在离子上凝结来显示通过它的带电粒子径迹的装置. 如图所示为一张云室中拍摄的照片. 云室中加了垂直于纸面向里的匀强磁场. 图中  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 、 $e$  是从  $O$  点发出的一些正电子或负电子的径迹. 有关  $a$ 、 $b$ 、 $c$  三条径迹, 以下判断正确的是 ( )

- A.  $a$ 、 $b$ 、 $c$  都是正电子的径迹  
B.  $a$  径迹对应的粒子动量最大  
C.  $c$  径迹对应的粒子动能最大  
D.  $c$  径迹对应的粒子运动时间最长

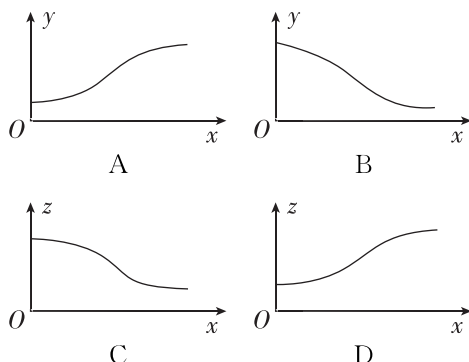
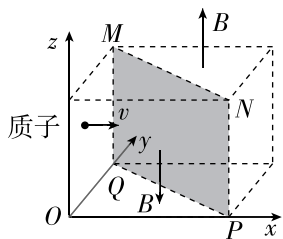


9. [2024·绍兴柯桥中学月考] 在光滑水平面上, 细绳的一端拴一带正电的小球, 小球绕细绳的另一端  $O$  沿顺时针方向做匀速圆周运动, 水平面处于竖直向下的足够大的匀强磁场中, 如图所示(俯视). 某时刻细绳突然断裂, 则下列推断正确的是 ( )

- 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

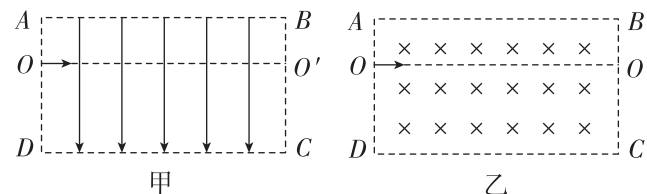


10. [2022·广东卷] 如图所示, 一个立方体空间被对角平面  $MNPQ$  划分成两个区域, 两区域分布有磁感应强度大小相等、方向相反且与  $z$  轴平行的匀强磁场, 一质子以某一速度从立方体左侧垂直  $Oyz$  平面进入磁场, 并穿过两个磁场区域. 下列关于质子运动轨迹在不同坐标平面的投影中, 可能正确的是 ( )



11. 速度方向相同且动能一样大的电子、氦核(1个质子和  $\alpha$  粒子(2个质子、2个中子)从  $AD$  边上某点  $O$  垂直进入某种场中(甲为匀强电场, 乙为匀强磁场), 都

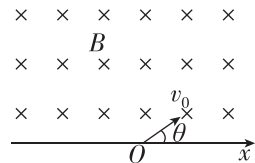
能从  $BC$  边离开场区. 不计质子与中子的质量差异. 关于它们在场中的运动, 下列说法正确的是 ( )



- A. 若为匀强电场, 则离开电场时氦核和  $\alpha$  粒子的动能增加, 电子的动能减小  
B. 若为匀强电场, 则离开电场时有两种粒子的速度偏转角大小相等  
C. 若为匀强磁场, 则运动轨迹有三条  
D. 若为匀强磁场, 则离开磁场时  $\alpha$  粒子的动能最大

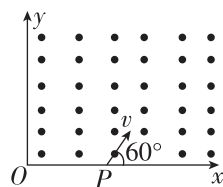
12. (不定项) 如图所示,  $x$  轴上方有垂直于纸面向里的匀强磁场. 有两个质量相同、电荷量也相同的分别带正、负电的离子(不计重力)以相同速度从  $O$  点射入磁场中, 射入方向与  $x$  轴均成  $\theta$  角, 则这两个离子在磁场中 ( )

- A. 运动的时间相同  
B. 运动的轨迹半径相同  
C. 重新回到  $x$  轴时速度的大小和方向均相同  
D. 重新回到  $x$  轴时与  $O$  点的距离相同



13. 如图所示, 一质量为  $m$ 、带电荷量为  $-q$ 、不计重力的粒子从  $x$  轴上的  $P(a, 0)$  点以大小为  $v$  的速度沿与  $x$  轴正方向成  $60^\circ$  角的方向射入第一象限内的匀强磁场中, 并恰好垂直于  $y$  轴射出第一象限.

- (1) 找圆心, 画出带电粒子运动的轨迹.  
(2) 求轨迹圆的几何半径.  
(3) 求匀强磁场的磁感应强度  $B$  的大小.  
(4) 求带电粒子穿过第一象限所用的时间.



# 专题课：带电粒子在有界磁场中的运动

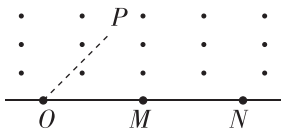
建议用时：40 分钟

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 直线边界

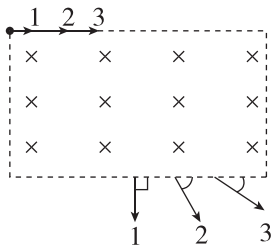
1. 如图所示，一条直线上有  $O$ 、 $M$ 、 $N$  三点， $OM = MN$ ，直线上方的整个空间存在垂直于纸面向外的匀强磁场。质子( ${}^1_1\text{H}$ )和  $\alpha$  粒子( ${}^4_2\text{He}$ )分别以速度  $v_1$ 、 $v_2$  从  $O$  点沿  $OP$  方向射入磁场，质子经时间  $t_1$  从  $M$  点射出磁场， $\alpha$  粒子经时间  $t_2$  从  $N$  点射出磁场。质子和  $\alpha$  粒子的重力不计，不考虑它们之间的相互作用，则下列判断正确的是 ( )

- A.  $t_1 = t_2, v_1 = v_2$   
B.  $t_1 < t_2, v_1 = v_2$   
C.  $t_1 < t_2, v_1 < v_2$   
D.  $t_1 > t_2, v_1 > v_2$



2. (不定项)[2024·温州瓯海中学期中] 三个速度大小不同而质量相同的一价离子分别从长方形区域的匀强磁场上边缘的同一位置平行于磁场边界射入磁场，它们从下边缘飞出时的速度方向如图所示，以下判断正确的是 ( )

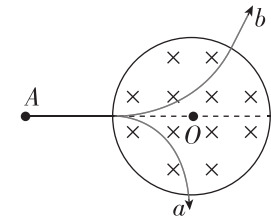
- A. 三个离子均带负电  
B. 三个离子均带正电  
C. 离子 1 在磁场中运动的轨迹半径最大  
D. 离子 3 在磁场中运动的时间最短



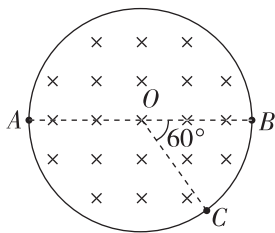
### ◆ 知识点二 圆弧边界

3. 两个质量相等、带电荷量也相等的带电粒子  $a$ 、 $b$  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



4. [2024·杭州萧山中学月考] 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



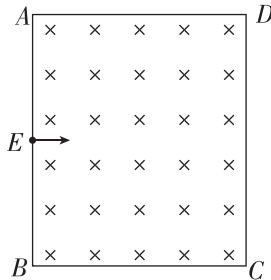
从  $A$  点沿原方向射入磁场，不计重力，则粒子在磁场中的运动时间变为 ( )

- 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

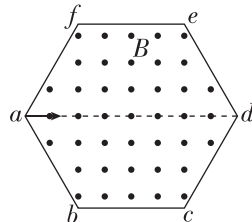
5. (不定项) 如图所示，矩形  $ABCD$  区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场， $AB = 2d$ ， $BC = \sqrt{3}d$ ， $E$  为  $AB$  中点。从  $E$  点沿垂直于  $AB$  方向射入粒子  $a$ ，粒子  $a$  经磁场偏转后从  $D$  点出磁场，若仍从  $E$  点沿垂直于  $AB$  方向射入粒子  $b$ ，粒子  $b$  经磁场偏转后从  $B$  点出磁场，已知  $a$ 、 $b$  粒子的质量相等，电荷量也相等，不计粒子的重力，则 ( )

- A.  $a$ 、 $b$  粒子均带正电  
B.  $a$ 、 $b$  粒子在磁场中做圆周运动的半径之比为  $4:1$   
C.  $a$ 、 $b$  粒子在磁场中运动的速率之比为  $2:1$   
D.  $a$ 、 $b$  粒子在磁场中运动的时间之比为  $1:3$



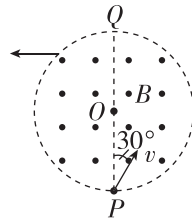
6. [2024·台州温岭中学月考] 如图所示，正六边形  $abcdef$  区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场。一带电粒子从  $a$  点沿  $ad$  方向射入磁场，粒子从  $b$  点离开磁场，在磁场里的运动时间为  $t_1$ ；如果只改变粒子射入磁场的速度大小，粒子从  $c$  点离开磁场，在磁场里的运动时间为  $t_2$ ，不计粒子重力，则  $t_1$  与  $t_2$  之比为 ( )

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



7. [2024·宁波象山中学期中] 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 ( )

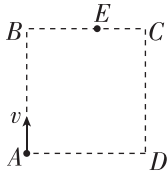
- A.  $\frac{qBR}{2m}, \frac{2\pi m}{3qB}$   
B.  $\frac{qBR}{m}, \frac{2\pi m}{3qB}$   
C.  $\frac{3qBR}{2m}, \frac{4\pi m}{3qB}$   
D.  $\frac{qBR}{m}, \frac{2\pi m}{qB}$



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

8. [2024·绍兴稽山中学月考] 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:

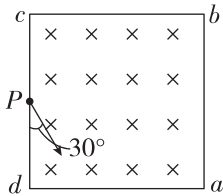
- (1)磁场的方向;
- (2)带电粒子的质量以及其在磁场区域中运动的时间.



### 拓展挑战练

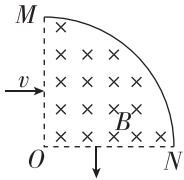
10. 如图所示,边长为  $L$  的正方形匀强磁场区域  $abcd$  内的  $P$  点处有一粒子源,可以发射不同速率的质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子,粒子沿纸面以与  $Pd$  成  $30^\circ$  角的方向射入该匀强磁场区域,磁场的磁感应强度大小为  $B$ ,方向垂直于纸面向里, $P$  点是  $cd$  边的中点. 不计粒子的重力以及粒子间的相互作用.

- (1)求带电粒子在磁场中运动的周期  $T$ ;
- (2)若粒子由边界  $cd$  离开磁场,求该粒子在磁场中运动的时间  $t$ ;
- (3)若粒子离开磁场时的速度方向偏转了  $120^\circ$ ,求该粒子的速度大小  $v$ .



9. 如图所示,在半径为  $a$ 、圆心角为  $90^\circ$  的扇形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为  $B$ ,圆弧部分为绝缘弹性挡板. 一带电荷量为  $+q$ 、质量为  $m$  的粒子以某一速度垂直于  $OM$  边界射入匀强磁场,进入磁场后仅与挡板碰撞(垂直打在弧  $MN$  的中点,且电荷不发生转移)一次后又垂直于  $ON$  边界射出,已知粒子与挡板碰撞后速度大小不变、方向反向. 不计粒子重力,求:

- (1)粒子入射点到  $O$  点的距离;
- (2)粒子的入射速度.



# 专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题

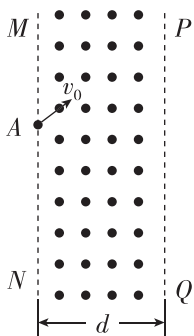
建议用时：40 分钟

## 基础巩固练

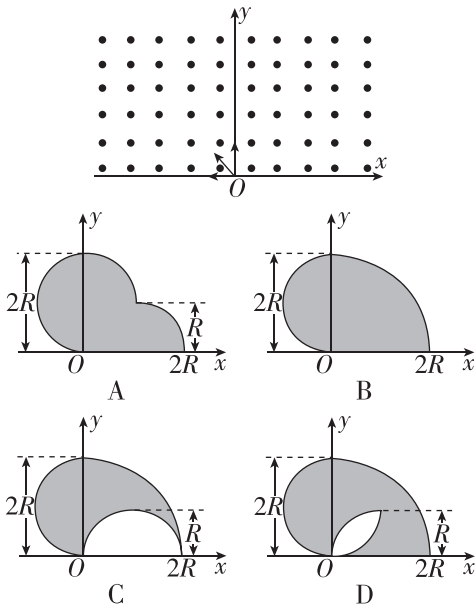
### ◆ 知识点一 带电粒子在有界磁场中的临界问题

1. 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,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. 如图所示,在直角坐标系  $xOy$  中,  $x$  轴上方有匀强磁场,磁感应强度的大小为  $B$ ,磁场方向垂直于纸面向外. 许多质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子以相同的速率  $v$  从原点  $O$  沿纸面内由从  $x$  轴负方向到  $y$  轴正方向之间的各个方向射入磁场区域. 不计重力及粒子间的相互作用. 下图中阴影部分表示带电粒子在磁场中可能经过的区域,其中  $R = \frac{mv}{qB}$ ,则正确的是 ( )

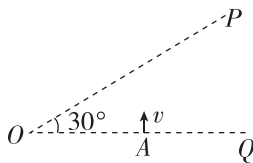


### ◆ 知识点二 带点粒子在有界磁场中的多解问题

3. (不定项) 如图所示,  $A$  点的离子源沿纸面垂直于  $OQ$  方向向上射出一束负离子,离子的重力忽略不计. 为把这束负离子约束在  $OP$  之下的区域,可加垂直于纸面的匀强磁场. 已知  $O$ 、 $A$  两点间的距离为  $s$ ,负离子

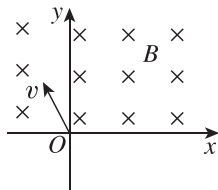
的比荷为  $\frac{q}{m}$ ,速率为  $v$ ,  $OP$  与  $OQ$  间的夹角为  $30^\circ$ ,则所加匀强磁场的磁感应强度  $B$  的大小和方向可能是 ( )

- A.  $B > \frac{mv}{3qs}$ , 垂直于纸面向里  
B.  $B > \frac{mv}{qs}$ , 垂直于纸面向里  
C.  $B > \frac{mv}{qs}$ , 垂直于纸面向外  
D.  $B > \frac{3mv}{qs}$ , 垂直于纸面向外

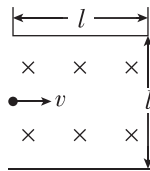


4. (不定项) [2024 · 台州中学期中] 如图所示,在  $x$  轴上方存在着垂直于纸面向里的匀强磁场. 一个质量为  $m$ 、电荷量大小为  $q$  (不计重力) 的带电粒子从坐标原点  $O$  处以速度  $v$  进入磁场,粒子进入磁场时的速度方向垂直于磁场且与  $x$  轴正方向成  $120^\circ$  角,若粒子在磁场中运动时与  $x$  轴的最大距离为  $a$ ,则磁感应强度  $B$  的大小和该粒子的电性可能是 ( )

- 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



5. 如图所示,长为  $l$  的水平极板间有垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度为  $B$ ,板间距离也为  $l$ ,极板不带电. 现有质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子 (不计重力) 从两极板间边界中点处垂直于磁场以速度  $v$  水平射入磁场,欲使粒子不打在极板上,求满足以上条件的粒子速度  $v$  的大小范围.



## 综合提升练

6. 如图所示,在水平面内存在半径为  $2R$  和半径为  $R$  的两个同心圆,半径为  $R$  的小圆和半径为  $2R$  的大圆之间形成一环形区域.小圆和环形区域内分别存在垂直于水平面、方向相反的匀强磁场.小圆内匀强磁场的磁感应强度大小为  $B$ .位于圆心处的粒子源  $S$  沿水平

面向各个方向发射速率为  $\frac{qBR}{m}$  的带

正电的粒子,粒子的电荷量为  $q$ 、质量为  $m$ ,为了将所有粒子束缚在半径为  $2R$  的圆内,环形区域的磁感应强度大小至少为 ( )

- A.  $B$       B.  $\frac{4}{5}B$       C.  $\frac{5}{3}B$       D.  $\frac{4}{3}B$

7. [2024·杭州清河中学月考] 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.  $36:17$

8. 如图所示,在  $xOy$  平面的第 I、IV 象限内有一圆心为  $O$ 、半径为  $R$  的半圆形匀强磁场(边界无磁场),线状粒子源从  $y$  轴左侧平行于  $x$  轴正方向不断射出质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ 、速度大小为  $v_0$  的带正电的粒子.磁场的磁感应强度大小为  $\frac{mv_0}{2qR}$ 、方向垂直于平面  $xOy$  向里.不考虑粒子间的相互作用,不计粒子受到的重力.所有从不同位置进入磁场的粒子中,在磁场中运动的时间最长为 ( )

- A.  $\frac{\pi R}{6v_0}$   
B.  $\frac{\pi R}{4v_0}$   
C.  $\frac{\pi R}{3v_0}$   
D.  $\frac{\pi R}{2v_0}$

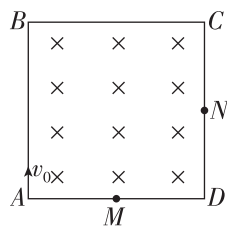
9. [2024·金华兰溪一中月考] 如图所示,在边长为  $L$  的正方形  $ABCD$  区域内存在垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为  $B$ .质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带电粒子从  $A$  点以大小不同的初速度沿  $AB$  方向射入

磁场,不计粒子的重力和粒子间的相互作用.

(1)若粒子从  $AD$  的中点  $M$  射出,求粒子在磁场中运动的时间;

(2)若粒子从  $CD$  的中点  $N$  射出,求粒子的初速度大小;

(3)若正方形  $ABCD$  中只有某个区域内存在上述磁场,粒子以大小不同的初速度射入时均能平行于  $AD$  边射出,求磁场区域的最小面积.



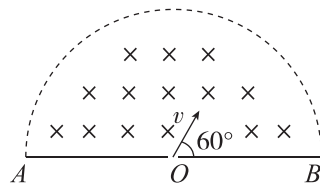
## 拓展挑战练

10. [2024·嘉兴一中期中] 如图所示,半圆形区域内充满磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场.在半圆形区域底部放置一个粒子收集板,收集板与直径  $AB$  完全重合,其中心  $O$  点有一个小孔.一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电的粒子从小孔沿与  $AB$  成  $60^\circ$  角的方向射入磁场,经磁场偏转后在与小孔距离为  $d$  处被收集.粒子的重力不计.

(1)求粒子射入磁场时的速度大小  $v$ ;

(2)求粒子运动到轨迹最高点的时间  $t$  及轨迹最高点到  $AB$  的距离;

(3)若粒子在磁场中运动到轨迹最高点时,磁感应强度突然改变为  $\frac{4}{5}B$ ,粒子仍能打在收集板上,求半圆形区域半径的最小可能值.



班级

姓名

题号  
答案区

1

2

3

4

5

6

7

8

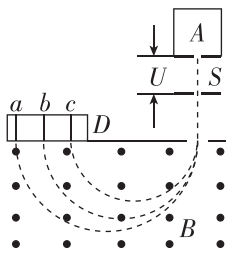
## 4 质谱仪与回旋加速器

建议用时：40 分钟

### 基础巩固练

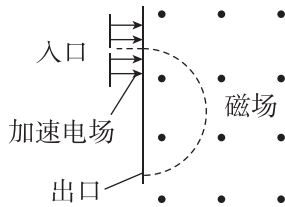
#### ◆ 知识点一 质谱仪

1. 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

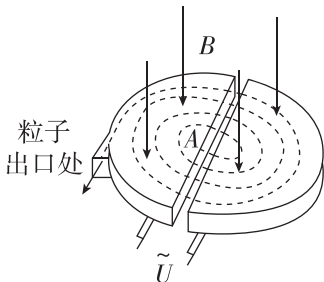
2. 质谱仪的简化原理如图所示. 质子在入口处从静止开始被加速, 再经匀强磁场偏转后从出口离开磁场, 图中虚线表示质子在磁场中的偏转轨迹. 若保持加速电压恒定, 用该装置加速某种一价正离子, 为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场, 需将磁感应强度增大到原来的 4 倍. 下列说法正确的是 ( )



- A. 质子和离子在磁场中运动的时间之比为 1 : 1
- B. 质子和离子在磁场中运动的时间之比为 1 : 4
- C. 质子和离子的质量之比为 1 : 4
- D. 质子和离子的质量之比为 1 : 2

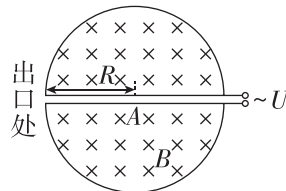
#### ◆ 知识点二 回旋加速器

3. [2024 · 湖州中学月考] 劳伦斯和利文斯设计的回旋加速器工作原理如图所示. 高真空中的两个 D 形金属盒间留有平行的狭缝, 粒子通过狭缝的时间可忽略. 匀强磁场与盒面垂直, 加速器接在交流电源上. 若 A 处质子源产生的质子可在盒间被正常加速, 则下列说法错误的是 ( )



- A. 虽然逐渐被加速, 但质子每运动半周的时间不变
- B. 只增大交流电压, 质子在盒中运动的总时间变短
- C. 只增大磁感应强度, 仍可能使质子被正常加速
- D. 只增大交流电压, 质子在出口的速度不变

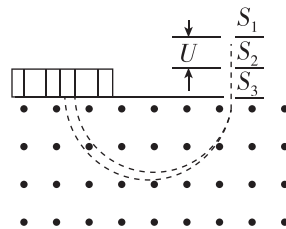
4. (不定项) 如图所示, 回旋加速器的 D 形盒半径为  $R$ , 所加磁场的磁感应强度大小为  $B$ 、方向如图所示, 用来加速质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的质子 ( ${}^1_1\text{H}$ ), 质子从质子源 A 由静止出发, 回旋加速后, 从出口处射出. 下列说法正确的是 ( )



- A. 回旋加速器加速完质子后, 在不改变所加交变电压和磁场情况下, 不能直接对氦核 ( ${}^4_2\text{He}$ ) 进行加速
- B. 只增大交变电压  $U$ , 则质子在加速器中获得的最大动能将变大
- C. 回旋加速器所加电压变化的频率为  $\frac{qB}{2\pi m}$
- D. 加速器可以对质子进行无限加速

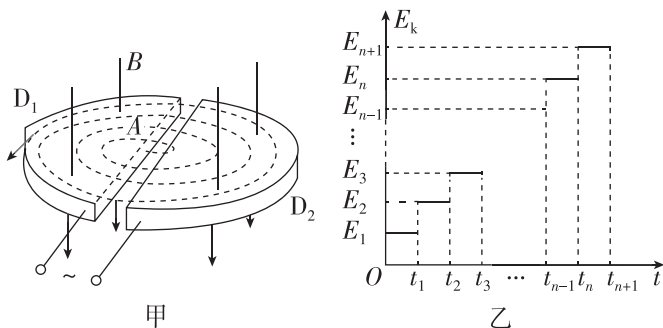
### 综合提升练

5. [2024 · 宁波镇海中学月考] 质谱仪最初是由英国物理学家阿斯顿设计的, 他用质谱仪发现了氖的两种同位素氖 20 和氖 22, 从而证实了同位素的存在. 如图所示, 让氖 20 和氖 22 原子核从质谱仪的小孔  $S_1$  飘入电压为  $U$  的加速电场 (初速度可看作零), 然后从小孔  $S_3$  垂直进入匀强磁场发生偏转, 最后打在底片上的不同地方. 已知氖 20 和氖 22 原子核带电荷量相同, 质量之比约为 20 : 22, 氖 20 和氖 22 原子核在磁场中运动轨迹的直径分别为  $D_1$ 、 $D_2$ , 则  $D_1 : D_2$  约为 ( )



- A. 1 : 0.91
- B. 1 : 0.95
- C. 1 : 1.05
- D. 1 : 1.1

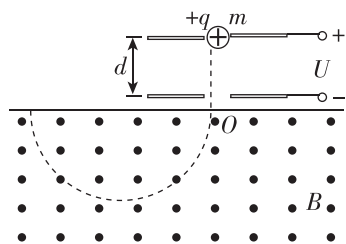
6. 如图甲所示是回旋加速器的工作原理图. 带电粒子在磁场中运动的动能  $E_k$  随时间  $t$  的变化规律如图乙所示, 不计带电粒子在电场中的加速时间, 不考虑因相对论效应带来的影响. 下列说法中正确的是 ( )



- A. 在乙图中,  $t_{n+1} - t_n > t_n - t_{n-1}$   
 B. 在乙图中,  $E_{n+1} - E_n < E_n - E_{n-1}$   
 C. 高频电源的变化周期等于  $t_{n+1} - t_n$   
 D. 若只增大两 D 形盒之间的加速电压  $U$ , 同种粒子获得的最大动能将不变

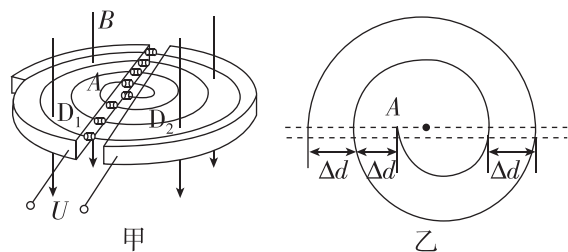
7. 如图所示, 两平行金属板间距为  $d$ , 电势差为  $U$ , 板间电场可视为匀强电场, 金属板下方有一磁感应强度为  $B$  的匀强磁场. 带电荷量为  $+q$ 、质量为  $m$  的粒子由静止开始从正极板出发, 经电场加速后射出, 并进入磁场做匀速圆周运动. 忽略重力的影响, 求:

- (1) 匀强电场的场强  $E$  的大小;  
 (2) 粒子从电场射出时速度  $v$  的大小;  
 (3) 粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径  $R$ .



8. [2024 · 绍兴柯桥中学月考] 加速器在核物理和粒子物理研究中发挥着巨大作用, 回旋加速器是其中的一种. 如图甲所示为回旋加速器的工作原理示意图, 它由两个铝制 D 形金属盒组成, 两个 D 形盒正中间有一条狭缝, 两个 D 形盒处在匀强磁场中并接在高频交流电源上. 在  $D_1$  盒中心 A 处有粒子源, 它发出的粒子(初速度可视为零)经狭缝电场加速后, 进入  $D_2$  盒中. 已知磁场的磁感应强度大小为  $B$ , 高频交流电源的电压为  $U$ , 两个 D 形盒的半径为  $R$ , 粒子质量为  $m$ , 电荷量为  $+q$ . 忽略狭缝宽度和粒子在缝隙间的运动时间, 不考虑相对论效应和重力作用.

- (1) 求粒子离开加速器时获得的最大动能  $E_{km}$ ;  
 (2) 求粒子在回旋加速器中运动的时间  $t$ ;  
 (3) 某同学在分析带电粒子运动轨迹时, 画出了如图乙所示的轨迹图, 他认为两个 D 形盒中粒子加速前后相邻轨迹间距  $\Delta d$  是相等的. 请通过计算分析该轨迹是否合理. 若不合理, 请描述合理的轨迹其间距会有怎样的变化趋势.



|    |     |
|----|-----|
| 班级 |     |
| 姓名 |     |
| 题号 | 答案区 |
| 1  |     |
| 2  |     |
| 3  |     |
| 4  |     |
| 5  |     |
| 6  |     |