



教育图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>年专注教育行业

# 全品学练考

主编  
肖德好

练习册

高中物理

选择性必修第二册 RJ

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。

### 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

专题课：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

#### ① 知识整合与通关（一）

## 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。

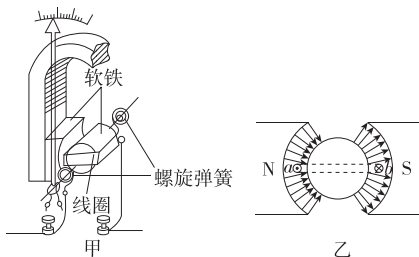
### 学习任务三 磁电式电流表的工作原理

[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** [2026·湖北黄冈中学高二月考] 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。

## | 素养提升 |

## 电感器和电容器对交变电流的作用

## (1) 电感器对交变电流的阻碍作用

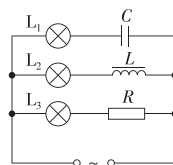
交变电流通过线圈时, 由于电流时刻变化, 所以自感现象就不断发生, 而自感电动势总要阻碍电流变化. 电感器对交变电流阻碍作用的大小用感抗来表示, 决定感抗大小的因素有两个: 一是交变电流的频率, 二是自感系数  $L$ .  $L$  取决于线圈本身的性质, 即线圈匝数、横截面积、有无铁芯等. 电感器有“通直流、阻交流, 通低频、阻高频”的作用.

## (2) 电容器对交变电流的阻碍作用

当电容器接在交流电源两端时, 由于电容器两端的电压不断改变而交替进行充电和放电, 电路中就有了电流, 表现为交流通过了电容器. 物理上用容抗来表示电容器对交变电流阻碍作用的大小. 交变电流的频率越高, 电容器充电时极板集聚的电荷相对越少, 对电荷运动的阻碍作用越小, 容抗也越小. 同理, 电容器的电容越大, 容纳电荷的本领越大, 充放电时对电

荷运动的阻碍作用越小, 容抗也就越小, 电容有“通交流、隔直流, 通高频、阻低频”的作用.

**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

[反思感悟]

## 专题课: 带电粒子在有界磁场中的运动

(时间: 40 分钟 总分: 42 分)

(选择题每小题 4 分)

## 基础巩固练

## ◆ 知识点一 直线边界

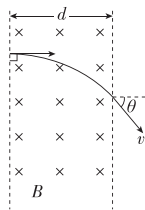
1. (多选)[2026·安徽师大附中高二期中] 一束电子(带电荷量为  $e$ 、质量为  $m$ )以垂直于磁场左侧边界的速度  $v$  射入宽度为  $d$ 、磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, 穿出磁场时速度方向和原来射入方向的夹角为  $\theta = 60^\circ$ , 轨迹如图所示, 则 ( )

- A. 电子做圆周运动的轨道半径为  $r = 2d$

- B. 电子做圆周运动的轨道半径为  $r = \frac{2\sqrt{3}d}{3}$

- C. 电子在磁场中运动的时间  $t = \frac{\pi m}{6qB}$

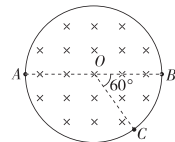
- D. 电子在磁场中运动的时间  $t = \frac{\pi m}{3qB}$



## ◆ 知识点二 圆弧边界

3. 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 ( )

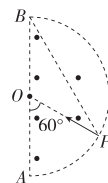


- A.  $\frac{1}{2}\Delta t$  B.  $2\Delta t$  C.  $\frac{1}{3}\Delta t$  D.  $3\Delta t$

## 综合提升练

4. 如图所示, 在半径为  $R$  的半圆内有垂直纸面向外的匀强磁场, 半径 OP 与半径 OA 的夹角为  $60^\circ$ . 现有一对质量和电荷量大小均相等的正、负粒子, 从 P 点沿 PO 方向射入磁场中, 一个从 A 点离开磁场, 另一个从 B 点离开磁场. 粒子的重力及粒子间的相互作用力均不计, 则下列说法中正确的是 ( )

- A. 从 A 点射出磁场的是带正电的粒子  
B. 正、负粒子在磁场中运动的速度大小之比为  $1:3$   
C. 正、负粒子在磁场中运动的时间之比为  $1:2$   
D. 正、负粒子在磁场中运动的周期之比为  $1:3$



# CONTENTS 目录



扫码领取  
单元真题练习  
全科高考真题卷

## 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	001
专题课:安培力的应用	003
2 磁场对运动电荷的作用力	005
3 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
4 质谱仪与回旋加速器	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

## 02 第二章 电磁感应

PART TWO

1 楞次定律	021
习题课:楞次定律的应用	023
2 法拉第电磁感应定律	025
专题课:电磁感应中的电路与电荷量问题	027
专题课:电磁感应中的图像问题	029
3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	031
4 互感和自感	033
专题课:电磁感应中的动力学和能量问题	035
专题课:电磁感应与动量的综合应用	037

## 03 第三章 交变电流

PART THREE

1 交变电流	039
--------	-----

2 交变电流的描述 .....	041
3 变压器 .....	043
第 1 课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系 .....	043
第 2 课时 理想变压器的规律及其应用 .....	045
4 电能的输送 .....	047

## 04 第四章 电磁振荡与电磁波

PART FOUR .....

1 电磁振荡 .....	049
2 电磁场与电磁波 .....	049
3 无线电波的发射和接收 .....	051
4 电磁波谱 .....	051

## 05 第五章 传感器

PART FIVE .....

1 认识传感器 .....	053
2 常见传感器的工作原理及应用 .....	053
3 利用传感器制作简单的自动控制装置 .....	055
专题课:传感器类创新实验 .....	057

■ 参考答案 (练习册) [另附分册 P059~P090]

■ 导学案 [另附分册 P091~P216]

### » 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

# 第一章 安培力与洛伦兹力



## 1 磁场对通电导线的作用力

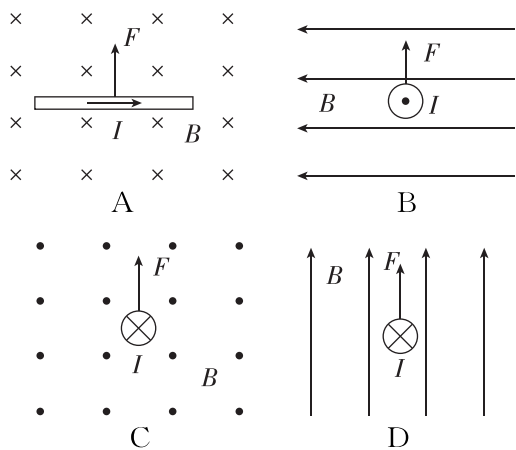
(时间:40分钟 总分:48分)

(选择题每小题4分)

### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 安培力的方向

1. [2026·浙江温州中学高二期中] 下列图中分别标明了通电直导线中电流  $I$ 、匀强磁场的磁感应强度  $B$  和通电导线所受安培力  $F$  的方向, 其中正确的是 ( )

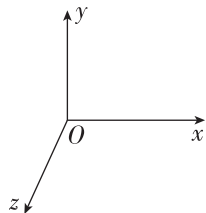


2. 有一通电导线在赤道上方, 沿东西方向水平放置, 电流方向向东, 它受到地磁场的作用力方向为 ( )

- A. 向东                      B. 向西  
C. 向上                      D. 向下

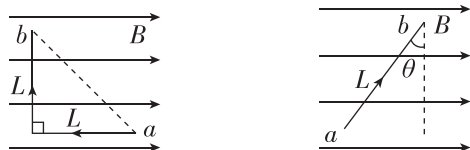
3. 把一段通电直导线悬挂在匀强磁场中  $O$  点, 并建立空间直角坐标系, 如图所示. 直导线沿  $z$  轴方向放置时不受力; 直导线中电流方向沿  $x$  轴正方向时受到沿  $y$  轴正方向的力. 由此可知该磁场的方向为 ( )

- A.  $z$  轴正方向  
B.  $z$  轴负方向  
C.  $x$  轴负方向  
D.  $y$  轴正方向

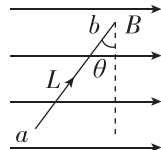


#### ◆ 知识点二 安培力的大小

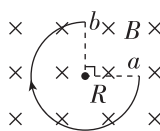
4. [2026·河北唐山二中高二月考] 下列图中, 通有电流大小为  $I$  的导体  $ab$  所受安培力的大小正确的是 ( )



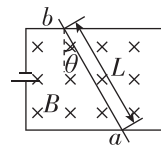
A.  $F_{安} = ILB$



B.  $F_{安} = ILB \sin \theta$

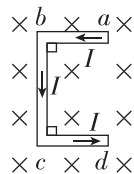


C.  $F_{安} = \frac{3\pi}{4} IRB$



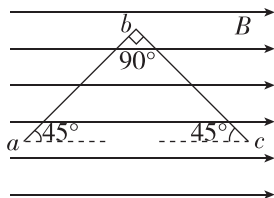
D.  $F_{安} = ILB \cos \theta$

5. [2026·福建龙岩一中高二期中] 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.  $F = 3.5IlB$

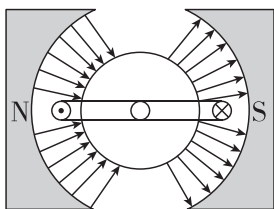
6. 如图所示, 通以恒定电流  $I$  的  $\Delta$  形导线  $abc$  放置在磁感应强度大小为  $B$ 、方向水平向右的匀强磁场中. 已知导线  $abc$  组成的平面与磁场方向平行, 导线的  $ab$ 、 $bc$  段的长度均为  $l$ , 两段导线间的夹角为  $90^\circ$ , 且两段导线与磁场方向的夹角均为  $45^\circ$ , 则导线  $abc$  受到的安培力为 ( )



- A. 0                                  B.  $BIl$   
C.  $\sqrt{2}BIl$                                   D.  $2BIl$

◆ 知识点三 磁电式电流表的工作原理

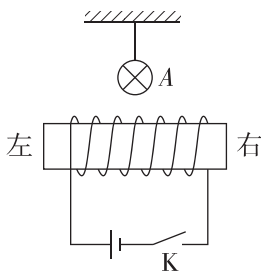
7. 磁电式电流表的线圈放在磁体的两极间,磁体产生辐向分布的磁场(如图所示),线圈的左右两边所在处的磁感应强度大小都相等,当线圈中通有图示方向的电流时 ( )



- A. 线圈左边受到向上的安培力,右边受到向下的安培力
- B. 线圈左、右两边受到的安培力方向相同
- C. 线圈转到不同位置时受到的安培力大小不同
- D. 当线圈中的电流方向发生变化时,线圈的转动方向并不变

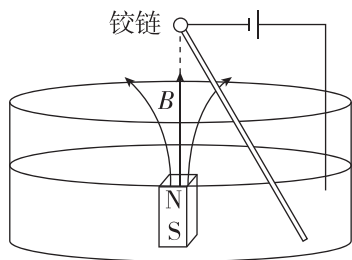
综合提升练

8. [2026·河北正定中学高二月考] 如图所示,均匀绕制的螺线管水平放置,在其正中心的上方附近用绝缘线水平吊起通电直导线 A. A 与螺线管垂直,“×”表示导线中电流的方向垂直于纸面向里,开关 K 闭合后,A 受到通电螺线管产生的磁场的作用力的



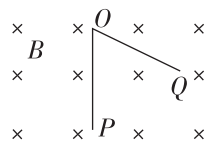
- 方向是 ( )
- A. 水平向左
  - B. 水平向右
  - C. 竖直向下
  - D. 竖直向上

9. [2026·云南师大附中高二期中] 如图所示,条形磁铁(N极向上)竖直固定在圆形水银槽中心,斜插在水银中的金属杆上端与固定在水银槽圆心正上方的铰链相连,电源负极与金属杆上端相连,与电源正极连接的导线插入水银中.此时从正面看,金属杆受到的安培力 ( )



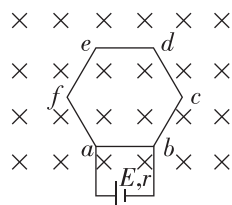
- A. 在纸面内斜向上
- B. 在纸面内斜向下
- C. 垂直纸面向里
- D. 垂直纸面向外

10. 如图所示,在磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中, $OP$ 、 $OQ$  是两根长度均为  $L$  的金属导体棒,  $\angle POQ = 60^\circ$ ,当给导体棒中通入大小为  $I$  的电流时,关于两导体棒受到的安培力的合力,下列说法中正确的是 ( )



- A. 当电流方向为  $P \rightarrow O \rightarrow Q$  时,合力大小为  $BIL$ ,方向与  $OP$  成  $30^\circ$  角且斜向右下方
- B. 当电流方向为  $P \rightarrow O \rightarrow Q$  时,合力大小为  $\sqrt{3}BIL$ ,方向与  $OP$  成  $30^\circ$  角且斜向左下方
- C. 当电流方向为  $Q \rightarrow O \rightarrow P$  时,合力大小为  $\sqrt{3}BIL$ ,方向与  $OP$  成  $30^\circ$  角且斜向左下方
- D. 当电流方向为  $Q \rightarrow O \rightarrow P$  时,合力大小为  $BIL$ ,方向与  $OP$  成  $30^\circ$  角且斜向右下方

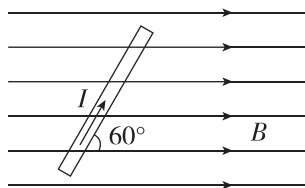
11. [2026·辽宁鞍山高二期末] 如图所示,粗细均匀的正六边形线框  $abcdef$  由相同材质的导体棒连接而成,顶点  $a$ 、 $b$  用导线与直流电源相连接,正六边形  $abcdef$  处在垂直于框面的匀强磁场中,若  $ab$  棒受到的安培力大小为  $8\text{ N}$ ,则整个六边形线框受到的安培力大小为 ( )



- A.  $48\text{ N}$
- B.  $16\text{ N}$
- C.  $9.6\text{ N}$
- D.  $0$

拓展挑战练

12. (多选)[2026·四川绵阳中学高二月考] 如图所示,平行于纸面水平向右的匀强磁场,磁感应强度为  $B = 1\text{ T}$ . 位于纸面内的细直导线,长  $L = 1\text{ m}$ ,通有  $I = 1\text{ A}$  的恒定电流. 当导线与磁场成  $60^\circ$  夹角时,发现其受到的安培力为零. 则该区域同时存在的另一匀强磁场的磁感应强度大小可能值为 ( )



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

# 专题课：安培力的应用

(时间:40分钟 总分:44分)

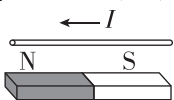
(选择题每小题4分)

## 基础巩固练

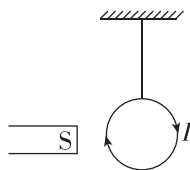
### ◆ 知识点一 判断安培力作用下导体的运动情况

1. 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.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

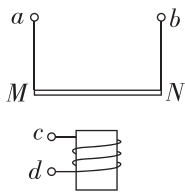


2. (多选)[2026·湖南长沙一中高二月考] 如图所示,在条形磁铁S极附近悬挂一个线圈,线圈与水平磁铁位于同一平面内.当线圈中通以图示方向的电流时,将会出现的现象是 ( )



- A. 线圈向左摆动  
 B. 线圈向右摆动  
 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

3. (多选)如图所示,一金属直棒 MN 两端接有细导线,悬挂于线圈正上方,为使 MN 垂直纸面向外运动,可以将 ( )

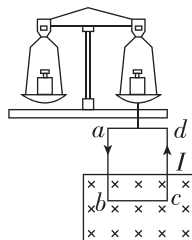


- A. a、c 端接电源正极,b、d 端接电源负极  
 B. a、d 端接电源正极,b、c 端接电源负极  
 C. b、d 端接电源正极,a、c 端接电源负极  
 D. a、c 端用导线连接,b 端接电源正极,d 端接电源负极

### ◆ 知识点二 安培力作用下的平衡问题

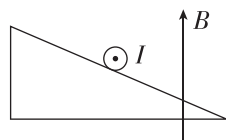
4. [2025·陕西师大附中高二月考] 如图所示,电流天平的右臂挂着匝数为  $n$  的矩形线圈,

线圈的水平边长为  $L$ ,处于磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场内,磁场方向垂直线圈平面向里.当线圈中通过方向沿逆时针方向、大小为  $I$  的电流时,调节砝码使两臂达到平衡.再使电流反向,大小不变.为使两臂达到新的平衡,在左盘中增加砝码的质量为(重力加速度为  $g$ ) ( )



- A.  $\frac{BIL}{g}$   
 B.  $\frac{nBIL}{g}$   
 C.  $\frac{nBIL}{2g}$   
 D.  $\frac{2nBIL}{g}$

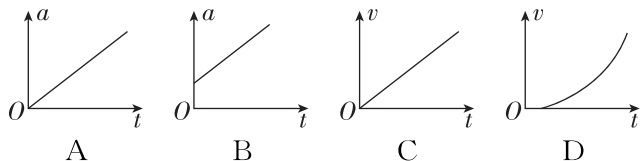
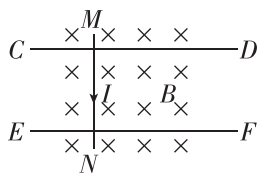
5. 如图所示,一通电直导线在竖直向上的匀强磁场中静止于固定的光滑斜面上,电流方向垂直于纸面向外.保持磁感应强度大小不变,仅把磁场方向沿顺时针方向缓慢旋转,直至垂直于斜面向上,若要导线始终保持静止,则应控制导线内的电流 ( )



- 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

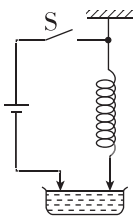
### ◆ 知识点三 安培力作用下的加速问题

6. [2026·北京西城区高二期末] 如图所示,在竖直向下的匀强磁场中有两根水平放置的平行粗糙金属导轨 CD、EF,导轨上放有一金属棒 MN,现从  $t=0$  时刻起,给金属棒通以图示方向的电流且电流  $I$  的大小与时间  $t$  成正比,即  $I=kt$ ,其中  $k$  为常量,不考虑电流对匀强磁场的影响,金属棒与导轨始终垂直且接触良好,下列关于金属棒的加速度  $a$ 、速度  $v$  随时间  $t$  变化的关系图像,可能正确的是 ( )



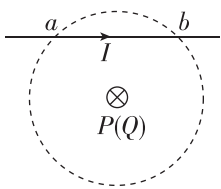
**综合提升练**

7. 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

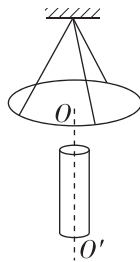
8. [2026·湖北武汉高二期中]一直导线PQ水平放置,固定在桌面上,在其正上方有一根通电的硬直导线ab,ab和PQ中的电流方向如图所示.初始时,ab水平,ab⊥PQ,若ab可以在空中自由移动和转动,则从上往下看,导线ab ( )



- A. 逆时针转动,同时下降
- B. 逆时针转动,同时上升
- C. 顺时针转动,同时下降
- D. 顺时针转动,同时上升

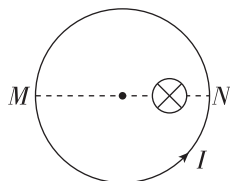
9. 如图所示,用三条细线悬挂的水平圆形线圈共有10匝,线圈由粗细均匀、单位长度的质量为2.5 g的导线绕制而成,三条细线呈对称分布,稳定时线圈平面水平.在线圈正下方放有一个圆柱形条形磁铁,磁铁的中轴线OO'垂直于

线圈平面且通过其圆心O,测得线圈的导线所在处磁感应强度大小为0.5 T,方向与竖直线成30°角,要使三条细线上的张力为零,线圈中通过的电流至少为(重力加速度g取10 m/s<sup>2</sup>) ( )



- A. 0.1 A
- B. 0.2 A
- C. 0.05 A
- D. 0.01 A

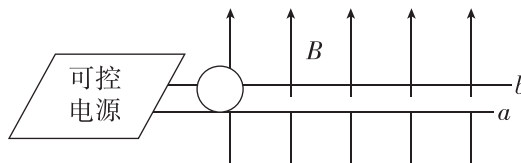
10. [2026·河北石家庄二中高二月考]如图所示,原来静止的圆线圈可以自由移动,在圆线圈直径MN上靠近N点处放置一根垂直于线圈平面的固定不动的通电直导线,导线中电流方向垂直纸面向里.当在圆线圈中通以逆时针方向的电流I时,圆线圈将会 ( )



- A. 平动
- B. 转动
- C. 不动
- D. 边旋转,边左移

**拓展挑战练**

11. (多选)[2026·河北衡水中学高二月考]电磁炮可简化为如图所示的模型,同一水平面内的两根平行光滑金属导轨a、b与可控电源相连,导轨间存在竖直向上的匀强磁场,将一质量为m、可视为质点的金属弹丸放在导轨上,弹丸在安培力的作用下由静止开始加速向右运动,离开导轨时的速度大小为v,已知弹丸在导轨上加速的过程中,可控电源提供给弹丸的功率恒为P,不计空气阻力及弹丸产生的焦耳热,下列说法正确的是 ( )



- A. 导轨a的电势较低
- B. 弹丸在导轨上运动时的加速度不断减小
- C. 弹丸在导轨上的加速时间为  $\frac{mv^2}{2P}$
- D. 弹丸在导轨上的加速距离为  $\frac{mv^3}{4P}$

## 2 磁场对运动电荷的作用力

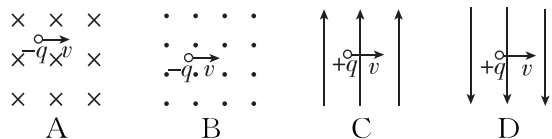
(时间:40分钟 总分:44分)

(选择题每小题4分)

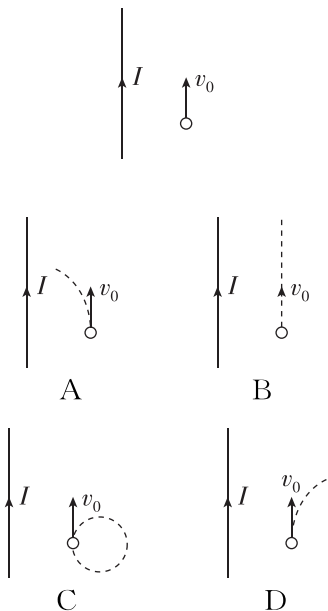
### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 洛伦兹力的方向

1. 下列各图中的带电粒子刚进入磁场时所受的洛伦兹力的方向垂直于纸面向里的是 ( )

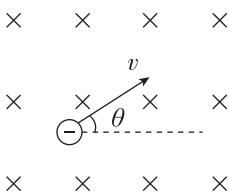


2. [2025·安徽合肥高二期末] 如图所示,在一通有恒定电流的长直导线的右侧,有一带正电的粒子以初速度  $v_0$  沿平行于导线的方向射出. 粒子重力及空气阻力均忽略不计,现用虚线表示粒子的运动轨迹,则下列选项中可能正确的是 ( )



#### ◆ 知识点二 洛伦兹力的大小

3. [2026·江苏连云港高二期中] 如图所示,电子的电荷量为  $e$ ,以速率  $v$  沿着与磁场垂直的方向射入磁感应强度为  $B$  的匀强磁场中,则电子受到的洛伦兹力大小为 ( )



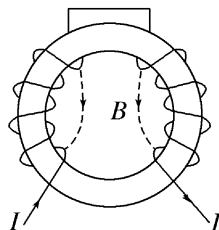
- A.  $evB$                       B.  $evB \sin \theta$   
C.  $evB \cos \theta$                 D. 0

4. 两个带电粒子以相同的速度垂直磁感线方向进入同一匀强磁场,两带电粒子质量之比为  $1:4$ ,电荷量之比为  $1:2$ ,则刚进入磁场时两带电粒子所受洛伦兹力之比为 ( )

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

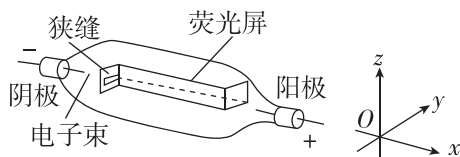
#### ◆ 知识点三 粒子束的磁偏转

5. 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

6. [2026·江西赣州中学高二月考] 阴极射线管中电子束由阴极沿  $x$  轴正方向射出,在荧光屏上出现一条亮线(如图),要使该亮线向  $z$  轴正方向偏转,可加上 ( )



- A.  $z$  轴正方向的磁场  
B.  $z$  轴负方向的磁场  
C.  $y$  轴正方向的磁场  
D.  $y$  轴负方向的磁场

#### ◆ 知识点四 带电体在洛伦兹力作用下的运动

7. (多选)[2025·西北师范大学附属中学高二月考] 如图所示,在垂直于纸面向外的匀强磁场中,一质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  ( $q > 0$ ) 的带电滑块从光滑斜面的顶端由静止释放,滑至底端时恰好不受弹力,已知磁感应强度的大小为  $B$ ,斜面的倾角为  $\theta$ ,重力加速度为  $g$ ,下列说法正确的是 ( )

班级

姓名

题号

1

2

3

4

5

6

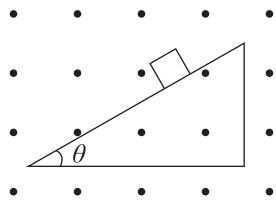
7

8

9

10

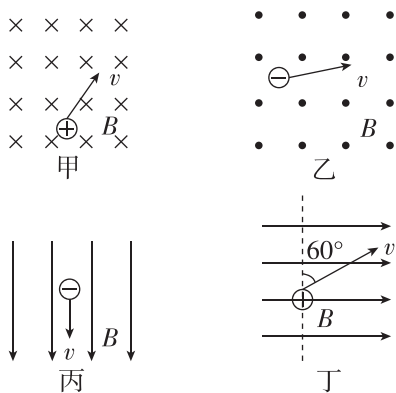
11



- A. 滑块滑至底端时的速率为  $\frac{mg \cos \theta}{qB}$
- B. 滑块滑至底端时的速率为  $\frac{mg \sin \theta}{qB}$
- C. 滑块经过斜面中点时的速率为  $\frac{\sqrt{2} mg \cos \theta}{2qB}$
- D. 滑块经过斜面中点时的速率为  $\frac{mg \cos \theta}{2qB}$

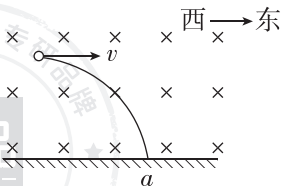
**综合提升练**

8. [2026·天津一中高二月考] 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,  $F_{洛} = qvB$ , 方向垂直于  $v$  斜向下
- B. 图乙中,  $F_{洛} = qvB$ , 方向垂直于  $v$  斜向上
- C. 图丙中,  $F_{洛} = qvB$ , 方向垂直于纸面向里
- D. 图丁中,  $F_{洛} = \frac{\sqrt{3}}{2} qvB$ , 方向垂直于纸面向里

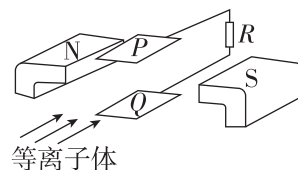
9. 如图所示, 在赤道处, 将一小球向东水平抛出, 落地点为  $a$ , 给小球带上电荷后, 仍以原来的速度抛出, 考虑地磁场的影响, 下列说法正确的是 ( )



- 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

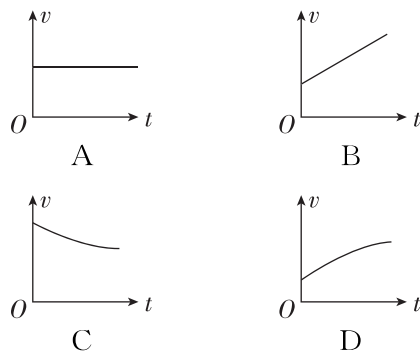
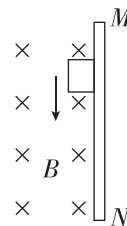
10. (多选) [2026·湖北孝感高级中学高二月考] 一种用磁流体发电的装置如图, 平行金属板  $P$ 、 $Q$  之间有很强的磁场, 将一束等离子体(即高温下电离的气体, 含有大量正、负带电粒子)喷入磁场,  $P$ 、 $Q$  两板间便产生电压. 如果把  $P$ 、 $Q$  和电阻  $R$  连接,  $P$ 、 $Q$  就是一个直流电源的两个电极. 已知  $P$ 、 $Q$  两板相距为  $d$ , 板间的磁场按匀强磁场处理, 磁感应强度为  $B$ , 等离子体以速度  $v$  沿垂直于  $B$  的方向射入磁场, 下列说法正确的是 ( )



- A.  $P$  板为电源正极
- B.  $Q$  板为电源正极
- C. 这个发电机的电动势为  $Bdv$
- D. 电阻  $R$  两端的电压为  $Bdv$

**拓展挑战练**

11. (多选) [2025·浙江慈溪中学高二月考] 如图所示, 粗糙木板  $MN$  竖直固定在方向垂直纸面向里的匀强磁场中.  $t = 0$  时, 一个质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电物块沿  $MN$  以某一初速度竖直向下滑动, 则物块运动的  $v-t$  图像可能是 ( )



### 3 带电粒子在匀强磁场中的运动

(时间:40分钟 总分:58分)

(选择题每小题4分)

#### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 带电粒子在匀强磁场中的运动规律

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,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

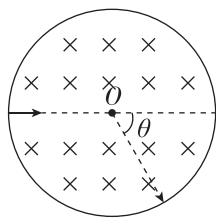
3. (多选)两个粒子 A 和 B 带有等量的同种电荷,粒子 A 和 B 以垂直于磁场的方向射入同一匀强磁场, A、B 均不计重力,则下列说法正确的是 ( )

- A. 如果两粒子的速度  $v_A = v_B$ , 则两粒子的半径  $R_A = R_B$
- B. 如果两粒子的动能  $E_{kA} = E_{kB}$ , 则两粒子的周期  $T_A = T_B$
- C. 如果两粒子的质量  $m_A = m_B$ , 则两粒子的周期  $T_A = T_B$
- D. 如果两粒子的质量与速度的乘积  $m_A v_A = m_B v_B$ , 则两粒子的半径  $R_A = R_B$

#### ◆ 知识点二 带电粒子在匀强磁场中运动分析

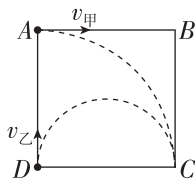
4. 如图所示,一半径为  $R$  的圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,一质量为  $m$ 、电荷量为  $q$

的负电荷(重力忽略不计)以速度  $v$  沿正对着圆心  $O$  的方向射入磁场,从磁场中射出时速度方向改变了  $\theta$  角. 磁场的磁感应强度大小为 ( )



- A.  $\frac{mv}{qR \tan \frac{\theta}{2}}$
- B.  $\frac{mv \tan \frac{\theta}{2}}{qR}$
- C.  $\frac{mv}{qR \sin \frac{\theta}{2}}$
- D.  $\frac{mv}{qR \cos \frac{\theta}{2}}$

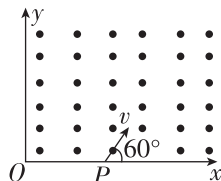
5. 如图所示, ABCD 是一个正方形匀强磁场区域, 两相同的粒子甲、乙分别以不同的速率从 A、D 两点沿图示方向射入磁场, 均从 C 点射出, 则它们的速率之比  $v_{甲} : v_{乙}$  和它们通过该磁场所用时间之比  $t_{甲} : t_{乙}$  分别为 ( )



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

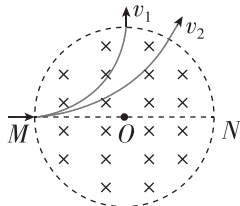
6. (10分) 如图所示, 一质量为  $m$ 、带电荷量为  $-q$ 、不计重力的粒子从  $x$  轴上的  $P(a, 0)$  点以大小为  $v$  的速度沿与  $x$  轴正方向成  $60^\circ$  角的方向射入第一象限内的匀强磁场中, 并恰好垂直于  $y$  轴射出第一象限.

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



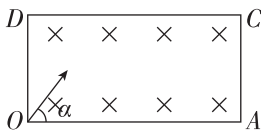
**综合提升练**

7. 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  $90^\circ$ ; 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  $60^\circ$ . 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.  $\sqrt{3}$

8. [2026 · 北京西城区高二期末] 如图,  $OACD$  为矩形,  $OA$  边长为  $L$ , 其内存在垂直纸面向里的匀强磁场. 一质量为  $m$ 、带电荷量为  $q$  的粒子从  $O$  点以速度  $v_0$  射入磁场, 速度方向与  $OA$  的夹角为  $\alpha = 60^\circ$ , 粒子刚好从  $A$  点射出磁场, 不计粒子的重力, 下列说法正确的是 ( )

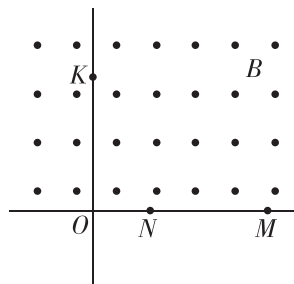


- A. 粒子带正电  
B. 粒子做圆周运动的轨道半径为  $\frac{\sqrt{3}}{2}L$   
C. 减小粒子的入射速度, 粒子在磁场区域内的运动时间不变  
D. 增大粒子的入射速度, 粒子一定从  $AC$  边射出

9. (16分)[2026 · 河北衡水中学高二期中] 研究小组设计了一种通过观察粒子在荧光屏上打出的亮点位置来测量粒子运动状态的装置, 如图所示, 荧光屏放置于磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于纸面向外的匀强磁场中并与匀强磁场平行.  $O$ 、 $N$ 、 $M$  均为荧光屏上的点, 且在屏内的同一直线上. 发射管  $K$  (不计长度) 位于  $O$  点正上方, 仅可沿管的方向发射粒子, 一端发射带正电粒子, 另一端发射带负电粒子, 同时发射的正、负粒子速度大小相同, 方向相反, 比荷均为  $\frac{q}{m}$ . 已知  $OK = 3h$ ,  $OM = 3\sqrt{3}h$ , 不计粒子所受重力及粒子间相互作用.

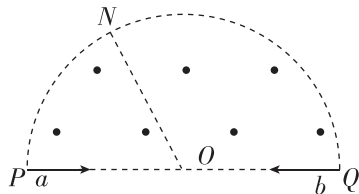
(1)(6分) 若  $K$  水平向右发射的带正电的粒子在  $M$  点产生光点, 求此粒子的速度大小;

(2)(10分) 若  $K$  从水平方向逆时针旋转  $60^\circ$ , 其两端同时发射的正、负粒子恰都能在  $N$  点产生光点, 求正、负粒子运动的时间之比.



**拓展挑战练**

10. (多选)[2026 · 福建龙岩一中高二月考] 如图所示,  $O$  点为半圆形区域的圆心, 该区域内有垂直纸面向外的匀强磁场, 磁感应强度为  $B$ ,  $ON$  为圆的半径, 长度为  $R$ , 现有比荷相等的两个带电粒子  $a$ 、 $b$ , 以不同的速度先后从  $P$  点沿  $PO$  方向和从  $Q$  点沿  $QO$  方向射入磁场, 并均从  $N$  点射出磁场, 若  $a$  粒子的速率为  $v$ , 不计粒子的重力. 已知  $\angle PON = 60^\circ$ , 下列说法正确的是 ( )



- A.  $a$  粒子做圆周运动的半径为  $R$   
B.  $b$  粒子的速率为  $3v$   
C. 粒子的比荷为  $\frac{\sqrt{3}v}{BR}$   
D.  $a$ 、 $b$  两粒子在磁场中的运动时间之比为  $1:2$

# 专题课：带电粒子在有界磁场中的运动

(时间:40分钟 总分:42分)

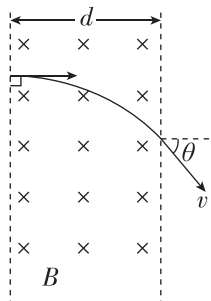
(选择题每小题4分)

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 直线边界

1. (多选)[2026·安徽师大附中高二期中] 一束电子(带电荷量为 $e$ 、质量为 $m$ )以垂直于磁场左侧边界的速度 $v$ 射入宽度为 $d$ 、磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中,穿出磁场时速度方向和原来射入方向的夹角为 $\theta=60^\circ$ ,轨迹如图所示,则 ( )

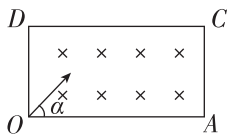
- A. 电子做圆周运动的轨道半径为 $r=2d$
- B. 电子做圆周运动的轨道半径为 $r=\frac{2\sqrt{3}d}{3}$
- C. 电子在磁场中运动的时间 $t=\frac{\pi m}{6qB}$



- D. 电子在磁场中运动的时间 $t=\frac{\pi m}{3qB}$

2. [2025·湖南长沙一中高二月考] 如图所示, $OACD$ 是一长为 $OA=L$ 的矩形,其内存在垂直纸面向里的匀强磁场,一质量为 $m$ 、带电荷量为 $q$ 的粒子从 $O$ 点以速度 $v_0$ 垂直射入磁场,速度方向与 $OA$ 的夹角为 $\alpha$ ,粒子刚好从 $A$ 点射出磁场,不计粒子的重力,则 ( )

- A. 粒子一定带正电
- B. 匀强磁场的磁感应强度为 $\frac{2mv_0 \sin \alpha}{qL}$

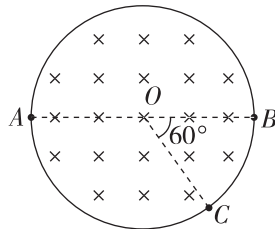


- C. 粒子从 $O$ 到 $A$ 所需的时间为 $\frac{\alpha L}{v_0}$
- D. 矩形磁场的宽度最小值为 $\frac{2L}{\sin \alpha}(1-\cos \alpha)$

### ◆ 知识点二 圆弧边界

3. 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 ( )

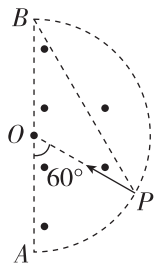


- A.  $\frac{1}{2}\Delta t$
- B.  $2\Delta t$
- C.  $\frac{1}{3}\Delta t$
- D.  $3\Delta t$

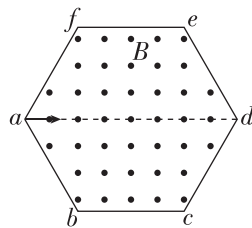
## 综合提升练

4. 如图所示,在半径为 $R$ 的半圆内有垂直纸面向外的匀强磁场,半径 $OP$ 与半径 $OA$ 的夹角为 $60^\circ$ .现有一对质量和电荷量大小均相等的正、负粒子,从 $P$ 点沿 $PO$ 方向射入磁场中,一个从 $A$ 点离开磁场,另一个从 $B$ 点离开磁场.粒子的重力及粒子间的相互作用力均不计,则下列说法中正确的是 ( )

- A. 从 $A$ 点射出磁场的是带正电的粒子
- B. 正、负粒子在磁场中运动的速度大小之比为 $1:3$
- C. 正、负粒子在磁场中运动的时间之比为 $1:2$
- D. 正、负粒子在磁场中运动的周期之比为 $1:3$



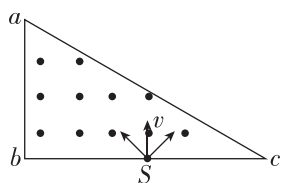
5. 如图所示,正六边形 $abcdef$ 区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场.一带电粒子从 $a$ 点沿 $ad$ 方向射入磁场,粒子从 $b$ 点离开磁场,在磁场里的运动时间为 $t_1$ ;如果只改变粒子射入磁场的速度大小,粒子从 $c$ 点离开磁场,在磁场里的运动时间为 $t_2$ ,不计粒子重力,则 $t_1$ 与 $t_2$ 之比为 ( )



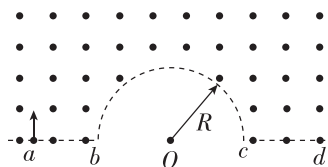
- A.  $1:2$
- B.  $2:1$
- C.  $1:3$
- D.  $3:1$

6. [2026·河南省实验中学高二月考] 如图所示,直角三角形  $abc$  内有一磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于纸面向外的有界匀强磁场,且  $\angle c = 30^\circ$ ,  $bc$  中点有一粒子源  $S$ ,能均匀地向三角形平面内的各个方向发射大量速率相等的同种粒子,粒子质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ .若有粒子刚好从  $b$  点沿  $ab$  方向射出,则从  $ac$  边射出的粒子占全部粒子的 ( )

- A.  $\frac{1}{2}$                       B.  $\frac{1}{3}$   
C.  $\frac{1}{4}$                       D.  $\frac{2}{3}$



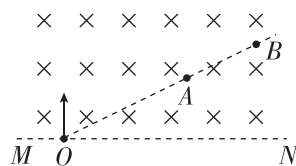
7. [2026·安徽合肥八中高二月考] 一匀强磁场的磁感应强度大小为  $B$ ,方向垂直于纸面向外,其边界如图中虚线所示,半圆弧  $bc$  的半径为  $R$ ,  $ab$ 、 $cd$  与直径  $bc$  共线,  $a$ 、 $b$  两点间的距离等于圆的半径.一束质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的粒子,在纸面内从  $a$  点以大小不同的速率垂直于  $ab$  射入磁场.不计粒子所受重力及粒子之间的相互作用,下列说法正确的是 ( )



- A. 若粒子经过圆心  $O$ ,则粒子射入磁场时的速率为  $\frac{3qBR}{2m}$   
B. 若粒子经过圆心  $O$ ,则粒子在磁场中的运动时间为  $\frac{127\pi m}{360qB}$   
C. 若粒子在磁场中的运动时间最短,则粒子在磁场中的运动时间为  $\frac{2\pi m}{3qB}$   
D. 若粒子在磁场中的运动时间最短,则粒子射入磁场时的速率为  $\frac{3qBR}{4m}$

8. (10分) 如图所示,直线  $MN$  上方存在着范围足够大的匀强磁场,在理想边界上的  $O$  点垂直于磁场且垂直于边界方向以不同的速度同时发射两个相同的粒子 1 和 2,其中粒子 1 经过  $A$  点,粒子 2 经过  $B$  点.已知  $O$ 、 $A$ 、 $B$  三点在一条直线上,且  $OA : AB = 4 : 3$ ,不计粒子的重力及粒子间的相互作用,求:

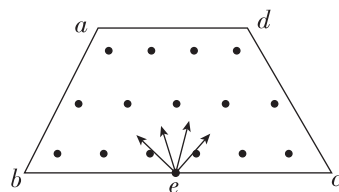
- (1)(5分) 两个粒子的速率之比;  
(2)(5分) 两个粒子分别经过  $A$  点和  $B$  点的时间差.



拓展挑战练

9. (多选)[2025·山东青岛高二期中] 如图所示,空间中有一底角为  $60^\circ$  的等腰梯形,上底与腰长均为  $L$ ,梯形内部存在磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直纸面向外的匀强磁场,下底  $bc$  的中点  $e$  处有一粒子源,可以向  $bc$  上方任意方向射出速度大小可变的电子,已知电子的比荷为  $k$ ,下列说法正确的是 ( )

- A. 若粒子可以到达  $a$  点,则其最小速度为  $\frac{\sqrt{3}}{3}kBL$   
B. 若粒子可以到达  $ab$  边,则其最小速度为  $\frac{\sqrt{3}}{4}kBL$   
C.  $ab$ 、 $ad$  边有粒子射出,则  $dc$  边一定有粒子射出  
D. 到达  $a$  点和到达  $d$  点的粒子一定具有相同的速率



# 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:36分)

(选择题每小题4分)

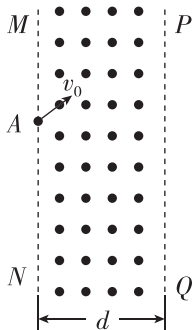
## 基础巩固练

### ◆ 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  $B$ .

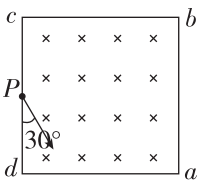
一质量为  $m$ 、电荷量为  $e$  的质子从  $A$  点出发,与边界成  $60^\circ$  角进入匀强磁场,要使质子从左边界飞出磁场,则质子速度的最大值为 ( )

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



2. [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  $30^\circ$  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.  $\frac{4qBL}{m}$

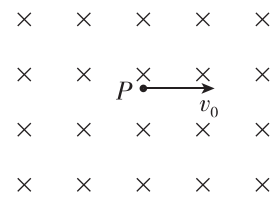


### ◆ 知识点二 带电粒子在有界磁场中的多解问题

3. 长度为  $L$  的水平板上区域存在垂直纸面向里、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场,从水平板中心正上方  $\frac{L}{2}$  处的  $P$  点以水平向右的速度  $v_0$

释放一个质量为  $m$ 、电荷量为  $e$  的电子,若电子能打在水平板上,速度  $v_0$  应满足 ( )

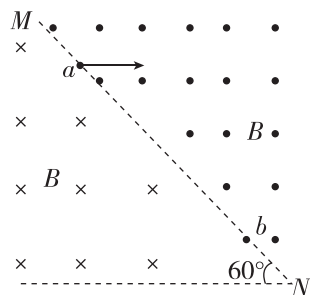
- A.  $v_0 > \frac{eBL}{2m}$



- B.  $v_0 < \frac{eBL}{4m}$   
C.  $\frac{eBL}{4m} < v_0 < \frac{eBL}{2m}$   
D.  $v_0 > \frac{eBL}{2m}$  或  $v_0 < \frac{eBL}{4m}$

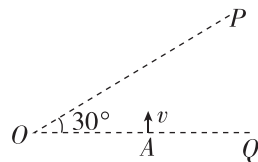
4. [2025·江苏江都中学高二月考] 如图所示,直线  $MN$  与水平方向成  $60^\circ$  角,  $MN$  的右上方存在垂直纸面向外的匀强磁场,左下方存在垂直纸面向里的匀强磁场,两磁场的磁感应强度大小均为  $B$ .一粒子源位于  $MN$  上的  $a$  点,能水平向右发射不同速率、质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  ( $q > 0$ ) 的同种粒子(不计重力和粒子间的相互作用),所有粒子均能通过  $MN$  上的  $b$  点,已知  $ab = L$ ,则粒子的速度可能是 ( )

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



5. (多选) 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



**综合提升练**

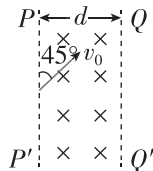
6. (多选) 如图所示, 左、右边界分别为  $PP'$ 、 $QQ'$  的匀强磁场的宽度为  $d$ , 磁感应强度大小为  $B$ , 方向垂直于纸面向里, 一个质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的粒子从  $PP'$  边界的某处沿图示方向以速度  $v_0$  垂直于磁场方向射入磁场, 欲使粒子不能从边界  $QQ'$  射出, 粒子入射速度  $v_0$  的最大值可能是 ( )

A.  $\frac{qBd}{m}$

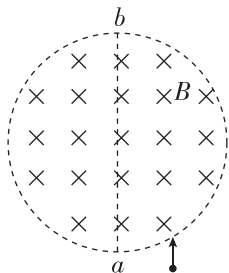
B.  $\frac{(2+\sqrt{2})qBd}{m}$

C.  $\frac{(2-\sqrt{2})qBd}{m}$

D.  $\frac{\sqrt{2}qBd}{2m}$



7. (多选) [2026 · 黑龙江牡丹江二高高二期末] 如图所示, 圆形匀强磁场区域的半径为  $R$ , 磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于纸面向里. 一电荷量为  $q$ 、质量为  $m$  的带正电粒子沿平行于直径  $ab$  的方向射入磁场区域, 射入点到  $ab$  的距离为  $\frac{R}{2}$ . 已知粒子的初速度大小为  $\frac{qBR}{m}$ , 不计粒子受到的重力, 下列说法正确的是 ( )



A. 粒子在磁场中运动的时间为  $\frac{\pi m}{3qB}$

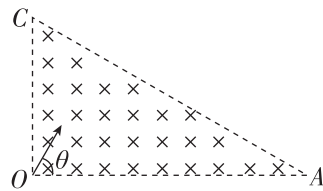
B. 若粒子从  $a$  点沿直径  $ab$  方向射入, 粒子射出磁场时的位置不变

C. 若仅将磁场反向, 粒子射出磁场时到  $ab$  的距离为  $R$

D. 若仅将磁场的磁感应强度增大为  $2B$ , 粒子在磁场中运动的时间为  $\frac{\pi m}{2qB}$

8. (多选) [2026 · 重庆南开中学高二期中] 如图所示, 直角三角形  $AOC$  内(含边界)充满垂直

纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B$ , 已知  $\angle A = 30^\circ$ ,  $AO = L$ . 在  $O$  点放置一可视为质点的粒子源, 能在纸面内发射各种速率、比荷为  $k$  的带负电粒子, 且粒子发射时的速度方向与边界  $OA$  的夹角均为  $\theta$ . 不计粒子重力和粒子间的相互作用, 则 ( )



A. 若  $\theta = 45^\circ$ , 则有粒子从  $A$  点射出磁场

B. 若  $\theta = 30^\circ$ , 则从边界  $OA$  射出磁场的粒子的最大速率为  $BkL$

C. 若  $\theta = 90^\circ$ , 则边界  $OA$  有粒子射出的长度为  $\frac{L}{2}$

D. 若  $\theta = 90^\circ$ , 则从边界  $AC$  射出磁场的粒子速率均大于  $\frac{BkL}{3}$

**拓展挑战练**

9. (多选) [2026 · 河北衡水高二期中] 如图所示,  $AOC$  区域内 ( $OC$ 、 $OA$  足够长) 有垂直纸面向里的匀强磁场 (图中未画出), 磁感应强度为  $B$ ,  $\angle AOC = 60^\circ$ . 边界  $OA$  上有一与  $O$  点的距离为  $d$  的粒子源  $S$ , 现粒子源在纸面内以等大速度向不同方向发射大量带正电的同种粒子 (不计粒子重力及粒子间相互作用力), 粒子质量均为  $m$ 、电荷量均为  $q$ , 所有粒子射出磁场时离  $S$  最远的位置是  $OC$  边界上的  $D$  点 (图中未标出). 已知  $SD = \sqrt{3}d$ ,  $T$  为粒子在磁场中圆周运动的周期. 下列判定正确的有 ( )

A. 粒子的速度大小

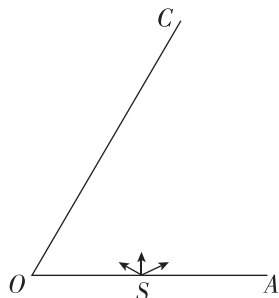
为  $\frac{qBd}{2m}$

B.  $O$  点不可能是粒子的轨迹圆心

C.  $OC$  边界射出的粒子在磁场中的运动时间

可能是  $\frac{T}{5}$

D.  $OC$  边界有粒子射出的长度为  $1.5d$



## 4 质谱仪与回旋加速器 (时间:40分钟 总分:44分)

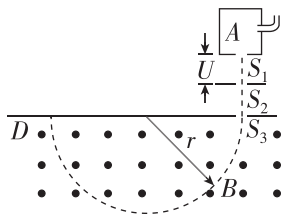
(选择题每小题4分)

### 基础巩固练

#### ◆ 知识点一 质谱仪

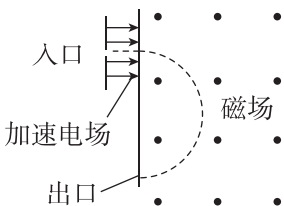
1. 质谱仪是测带电粒子质量和分析同位素的一种仪器,它的工作原理是带电粒子(不计重力)经同一电场加速后垂直进入同一匀强磁场做圆周运动,然后利用相关规律计算出带电粒子的质量.其工作原理如图所示,虚线为某粒子的运动轨迹,由图可知 ( )

- A. 该粒子带负电
- B. 加速电场的下极板电势比上极板电势高
- C. 若只增大加速电场的电压  $U$ , 则半径  $r$  变大
- D. 若只增大入射粒子的质量, 则半径  $r$  变小



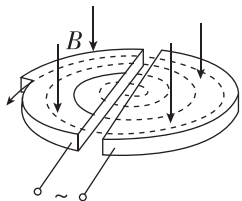
2. 质谱仪的简化原理如图所示. 质子在入口处从静止开始被加速, 再经匀强磁场偏转后从出口离开磁场, 图中虚线表示质子的轨迹. 若保持加速电压恒定, 用该装置加速某种一价正离子, 为使它经匀强磁场偏转后仍从同一出口离开磁场, 需将磁感应强度增大到原来的4倍. 下列说法正确的是 ( )

- 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. (多选)回旋加速器是加速带电粒子的装置,其核心部分是分别与高频交流电源相连接的两个D形金属盒,两盒间的狭缝中形成周期性变化的电场,使粒子在通过狭缝时都能得到加速,两D形金属盒处于垂直于盒底面的匀强磁场中,如图所示,要增

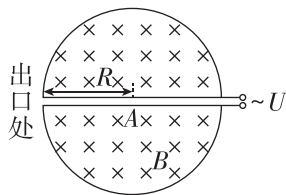


大带电粒子射出时的动能,粒子重力不计,下列说法正确的是 ( )

- A. 增大交流电源的电压
- B. 增大磁感应强度
- C. 减小狭缝间的距离
- D. 增大D形盒的半径

4. (多选)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 ( )

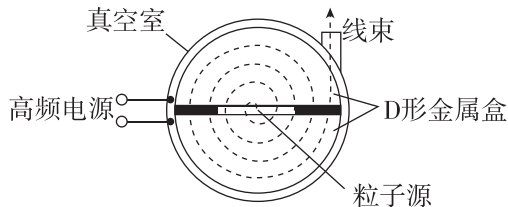
- A. 回旋加速器加速完质子后, 在不改变所加交变电压和磁场情况下, 不能直接对氦核( ${}^4_2\text{He}$ )进行加速
- B. 只增大交变电压  $U$ , 则质子在加速器中获得的最大动能将变大
- C. 回旋加速器所加电压变化的频率为  $\frac{qB}{2\pi m}$
- D. 加速器可以对质子进行无限加速



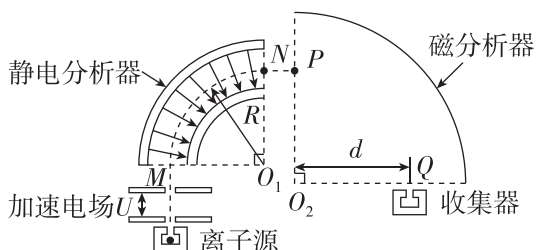
### 综合提升练

5. (多选)[2026·黑龙江哈尔滨三中高二月考] 如图是一个回旋加速器示意图,其核心部分是两个D形金属盒,两金属盒置于匀强磁场中,与高频电源相连. 现用此加速器分别从静止开始加速氘核( ${}^2_1\text{H}$ )、氦核( ${}^4_2\text{He}$ ), 下列说法中不正确的是 ( )

- A. 高频电源的电压越大, 粒子离开加速器的速率越大
- B. 两次加速所接高频电源的频率之比  $f_{\text{H}} : f_{\text{He}} = 1 : 2$
- C. 两种粒子离开加速器的最大动量之比  $p_{\text{H}} : p_{\text{He}} = 1 : 2$
- D. 两种粒子在金属盒内一直做加速圆周运动

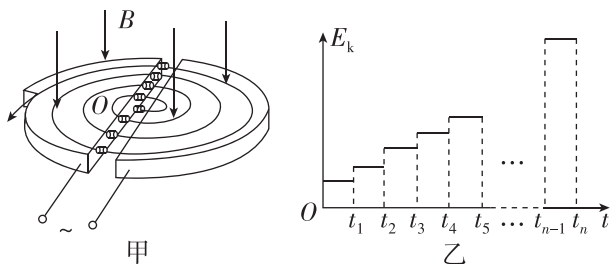


6. [2026·辽宁东北育才学校高二月考] 如图所示为一种质谱仪的工作原理示意图. 静电分析器通道中心线半径为  $R$ , 通道内电场沿半径方向, 在通道中心线处的电场强度大小为  $E$ . 磁分析器中分布着方向垂直于纸面、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场, 其左边界与静电分析器的右边界平行. 由离子源发出的一个质量为  $m$ 、带电荷量为  $q$  的正离子(初速度为零, 重力不计), 经加速电场加速后进入静电分析器, 沿中心线  $MN$  做匀速圆周运动, 而后由  $P$  点进入磁分析器中, 最终经过  $Q$  点进入收集器. 下列说法正确的是 ( )



- A. 磁分析器中匀强磁场方向垂直于纸面向里
- B. 加速电场的加速电压  $U=ER$
- C. 该离子在磁分析器中偏转的半径  $r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{mER}{q}}$
- D. 比荷与该离子不同的离子既不能到达  $P$  点, 也不能进入收集器

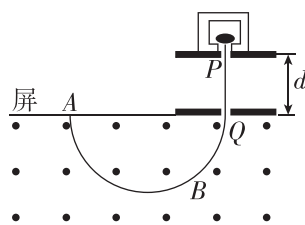
7. (多选)[2026·湖南长郡中学高二月考] 用来加速带电粒子的回旋加速器的结构示意图如图甲所示, 其核心部分是两个 D 形金属盒, 在加速带电粒子时, 两金属盒置于匀强磁场中, 两盒分别与高频电源相连. 从静止加速的带电粒子在磁场中运动的动能  $E_k$  随时间  $t$  的变化规律如图乙所示. 忽略带电粒子在电场中的加速时间, 不计粒子重力, 则下列判断正确的是 ( )



- A. 粒子在  $t_1$  至  $t_2$  和  $t_2$  至  $t_3$  时段的轨道半径之比为  $\sqrt{2} : \sqrt{3}$
- B. 加速电压越大, 粒子最后获得的动能越大
- C. 加速电压越大,  $t_1$  越小
- D. 高频电源的频率  $f = \frac{1}{2(t_2 - t_1)}$

8. (16分)[2026·浙江宁波中学高二期中] 质谱仪是一种分离和检测物质组成的仪器. 某质谱仪的基本构造如图所示, 粒子源可以产生初速度近似为零的带正电粒子, 从  $P$  点进入平行正对金属板间的加速电场, 两极板间电压为  $U=36\text{ V}$ , 相距为  $d=9\text{ cm}$ . 然后从  $Q$  点沿垂直边界的方向射入匀强磁场, 磁感应强度为  $B=0.2\text{ T}$ , 方向垂直纸面向外. 磁场边界上有一接收屏, 粒子经过磁场后到达屏上的  $A$  点, 已知粒子的比荷为  $\frac{q}{m} = +5 \times 10^5\text{ C/kg}$ , 忽略金属板正对区域以外的电场, 不计粒子所受重力和阻力,  $\pi$  取 3.14, 求:

- (1)(4分) 粒子到达  $Q$  点时的速度大小  $v$ ;
- (2)(6分) 从  $P$  到  $A$  点, 粒子的位移大小  $x$ ;
- (3)(6分) 粒子从  $P$  点运动到  $A$  点的时间  $t$ .



# 专题课：洛伦兹力与现代科技

(时间:40分钟 总分:32分)

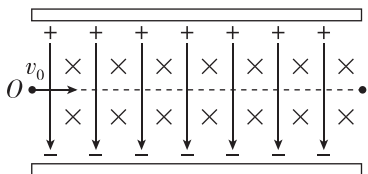
(选择题每小题4分)

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一 速度选择器

1. (多选)[2025·山东省实验中学高二月考]

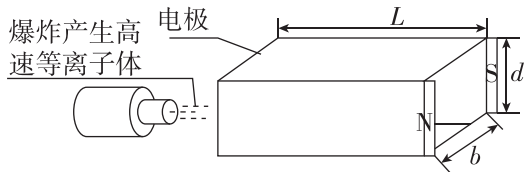
如图所示,速度选择器可简化为以下装置,一对平行金属板中存在匀强电场和匀强磁场,其中电场的方向与金属板垂直,磁场的方向与金属板平行且垂直纸面向里.一氦核( ${}^4_2\text{He}$ )以速度  $v_0$  自  $O$  点沿中轴线射入,恰沿中轴线做匀速直线运动.若所有粒子均不考虑重力的影响,则下列说法正确的是 ( )



- A. 只有正电荷才可能从  $O$  点沿中轴线向右运动
- B. 负电荷也可能从  $O$  点沿中轴线向右运动
- C. 自  $O$  点以速度  $v_0$  沿中轴线射入的质子( ${}^1_1\text{H}$ )做匀速直线运动
- D. 自  $O$  点以速度  $2v_0$  沿中轴线射入的  $\alpha$  粒子( ${}^4_2\text{He}$ )做匀速直线运动

### ◆ 知识点二 磁流体发电机

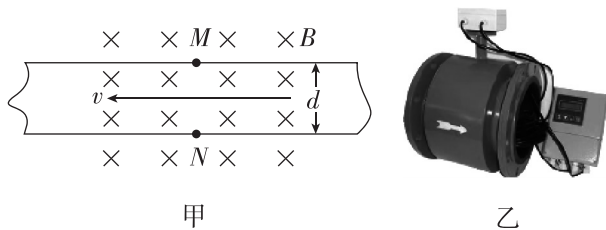
2. 我国科研人员采用全新发电方式——“爆炸发电”,以满足高耗能武器的连续发射需求.其原理如图所示,爆炸将惰性气体转化为高速等离子体,射入磁流体动力学发生器,发生器的前后有两个强磁极  $N$  和  $S$ ,使得上下两金属电极之间产生足够高电压.下列说法正确的是 ( )



- A. 上极板电势比下极板电势低
- B. 仅使  $L$  增大,两金属电极间的电势差会变大
- C. 仅使  $d$  增大,两金属电极间的电势差会变大
- D. 仅使  $b$  增大,两金属电极间的电势差会变大

### ◆ 知识点三 电磁流量计

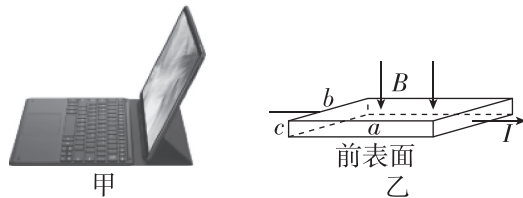
3. 在实验室中有一种污水流量计,其原理可以简化为如图甲所示模型:废液内含有大量正、负离子,从直径为  $d$  的圆柱形容器右侧流入、左侧流出.流量值  $Q$  等于单位时间通过横截面的液体的体积.空间有垂直于纸面向里的磁感应强度为  $B$  的匀强磁场,并测出  $M$ 、 $N$  间的电压  $U$ ,则下列说法正确的是 ( )



- A. 正、负离子所受的洛伦兹力方向是相同的
- B. 容器内液体的流速为  $v = \frac{U}{Bd}$
- C. 污水流量计也可以用于测量不带电的液体的流速
- D. 污水流量为  $Q = \frac{\pi Ud}{2B}$

### ◆ 知识点四 霍尔元件

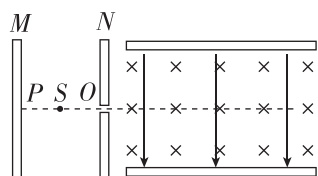
4. (多选)如图甲所示,平板电脑机身和磁吸保护壳对应部位分别有霍尔元件和磁体.如图乙所示,霍尔元件是一块长、宽、高分别为  $a$ 、 $b$ 、 $c$  的矩形半导体,元件内的导电粒子为自由电子,通入的电流方向向右.当保护套合上时,霍尔元件处于磁感应强度大小为  $B$ 、方向垂直于上表面向下的匀强磁场中,于是元件的前、后表面间出现电压,以此控制屏幕的熄灭,已知电子定向移动速率为  $v$ ,则 ( )



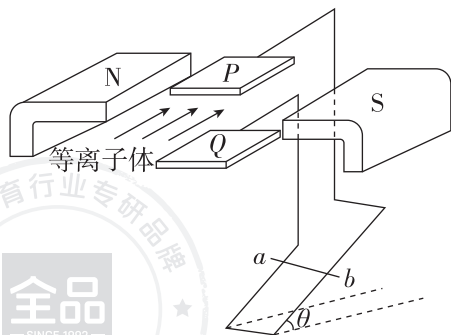
- A. 霍尔元件前表面的电势比后表面的高
- B. 霍尔元件前表面的电势比后表面的低
- C. 霍尔元件前、后表面间的电压  $U = Bbv$
- D. 霍尔元件前、后表面间的电压  $U = Bav$

5. (多选)[2025·湖南长郡中学高二月考] 如图所示, 竖直放置的平行电极板  $M$  和  $N$  之间存在加速电场,  $N$  板右侧是一个速度选择器, 内部存在竖直向下的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场, 其中电场强度大小为  $E$ , 磁感应强度大小为  $B$ . 从  $M$  和  $N$  之间的中点  $S$  由静止释放一个比荷为  $k$  的带正电粒子, 加速后穿过  $N$  板的小孔  $O$ , 恰能沿虚线通过速度选择器, 不计粒子的重力. 下列说法正确的是 ( )

- A.  $M$  和  $N$  之间的电  
压为  $\frac{E^2}{kB^2}$
- B. 比荷为  $2k$  的带正  
电粒子沿虚线通过速度选择器的速度大小  
为  $\frac{2E}{B}$
- C. 从  $S$ 、 $O$  的中点释放比荷为  $2k$  的带正电粒  
子, 通过小孔  $O$  后向下偏转
- D. 从靠近  $M$  板的  $P$  点释放比荷为  $\frac{1}{2}k$  的带正  
电粒子, 能沿虚线通过速度选择器



6. [2026·浙江舟山五校高二期中] 距离为  $d$  的两平行金属板  $P$ 、 $Q$  之间有一匀强磁场, 磁感应强度大小为  $B_1$ , 一束速度大小为  $v$  的等离子体垂直于磁场喷入板间. 相距为  $L$  的两光滑平行金属导轨固定在与导轨平面垂直的匀强磁场中, 磁感应强度大小为  $B_2$ , 导轨平面与水平面夹角为  $\theta$ , 两导轨分别与  $P$ 、 $Q$  相连. 质量为  $m$ 、接入电路电阻为  $R$  的金属棒  $ab$  垂直于导轨放置, 恰好静止. 重力加速度为  $g$ , 不计导轨电阻、板间电阻和等离子体中的粒子重力. 下列说法正确的 ( )



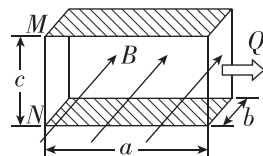
- A.  $ab$  棒中的电流由  $b$  流到  $a$
- B. 导轨所处磁场的方向垂直于导轨平面向上

C. 金属棒所受安培力方向水平向右, 大小为  $mg \tan \theta$

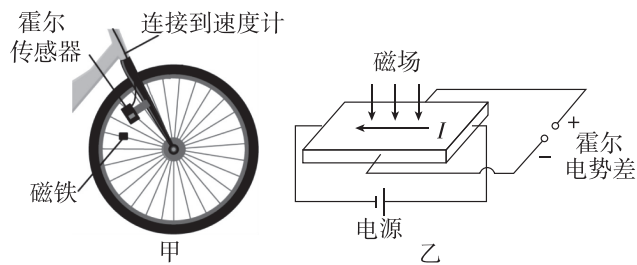
D. 等离子体的速度大小  $v = \frac{mgR}{B_1 B_2 L d} \sin \theta$

7. [2026·陕西西安高新一中高二期中考] 安装在排污管道上的流量计可以测量排污流量  $Q$  (单位时间内通过横截面的液体的体积), 如图所示为流量计的示意图, 左右两端开口的长方体绝缘管道的长、宽、高分别为  $a$ 、 $b$ 、 $c$ , 所在空间有垂直于前后表面、磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场, 在上、下两个面的内侧固定有金属板  $M$ 、 $N$ , 污水充满管道从左向右匀速流动, 测得  $M$ 、 $N$  间电势差为  $U$ , 污水流过管道时受到的阻力大小  $F_f = kLv^2$ ,  $k$  是比例系数,  $L$  为管道长度,  $v$  表示污水的流速, 则 ( )

- A. 污水中离子浓度越大  
电势差  $U$  越大
- B. 金属板  $M$  的电势低于  
金属板  $N$  的电势
- C. 左、右两侧管口的压强差  $\Delta p = \frac{kaU^2}{bB^2c^3}$
- D. 污水的流量  $Q = \frac{bcU}{B}$



8. [2025·大连八中高二月考] 自行车速度计利用霍尔传感器获知自行车的运动速率. 如图甲所示, 自行车前轮上安装一块磁铁, 轮子每转一圈, 这块磁铁就靠近传感器一次, 传感器会输出一个脉冲电压. 图乙为霍尔传感器的工作原理图. 当磁场靠近霍尔传感器时, 导体内定向运动的自由电荷在磁场力作用下偏转, 最终使导体在与磁场、电流方向都垂直的方向上出现电势差, 即为霍尔电势差. 下列说法正确的是 ( )



- A. 根据单位时间内的脉冲数和自行车车轮的半径即可获知车速大小
- B. 图乙中霍尔传感器的电流  $I$  是由正电荷定向运动形成的
- C. 自行车的车速越大, 霍尔电势差越高
- D. 如果长时间不更换传感器的电源, 霍尔电势差不变