全品
— SINCE 1992 —

教育图书 功能学具 学生之家

基础教育行业专研品牌

30+年专注教育行业

# 全品学练考

主编 肖德好

## 练习册

## 高中物理5

北京专版

选择性必修第二册 RJ

天津出版传媒集团
天津人民出版社

# 图书特点

## 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：安培力作用下导体的运动问题

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：带电粒子在有界匀强磁场中的运动

专题课：带电粒子（带电体）在复合场中的运动

专题课：洛伦兹力与现代科技

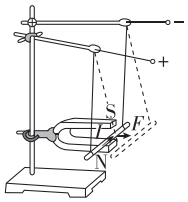
4　质谱仪与回旋加速器

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。

### 学习任务一　安培力的方向

[科学探究] 在必修课中，我们已经知道了磁场对通电导线有作用力. 按照如图所示，把一段导体棒悬挂在蹄形磁体的两极间，研究安培力的方向与哪些因素有关.




(1)上下交换磁铁磁极的位置_____改变磁场方向，观察到导体棒受力的方向_____改变.(均选填“会”或“不会”)

(2)改变导体棒中电流的方向，导体棒受力的方向_____(选填“会”或“不会”)改变.

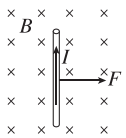
[教材链接] 阅读教材，完成下列填空.

**1.** 安培力：_____在磁场中受的力.

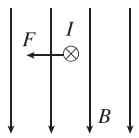
**2.** 安培力的方向与_____、_____有关.

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

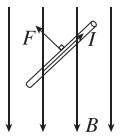
**例 1** (多选)[2024·北京西城区高二期末] 下图中标出了匀强磁场的磁感应强度 $B$、通电直导线中的电流 $I$ 和它受到的安培力 $F$ 的方向，其中正确的是 (　　)



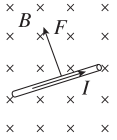

A




B




C




D

## 03 基于教材适当拓展，注重物理观念、科学思维等核心素养及能力的养成。

**素养提升**

**电感器和电容器对交变电流的作用**

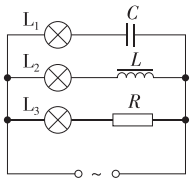
(1)电感器对交变电流的阻碍作用

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 $U=220$ V，频率 $f=50$ 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 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

## 04 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。

### 1　磁场对通电导线的作用力

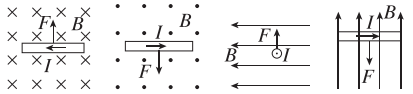
(时间：40 分钟　总分：37 分)

(选择题每小题 3 分)

**基础巩固练**

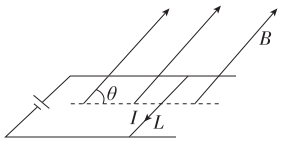
**◆ 知识点一　安培力的方向**

**1.** [2026·北京北师大附中高二期中] 如图所示，正确标明了通电导线所受安培力 $F$ 方向的是 (　　)




**◆ 知识点二　安培力的大小**

**3.** 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，$\theta$ 已知，磁感应强度为 $B$，则导线所受的安培力大小是 (　　)

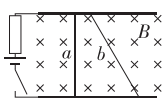



A. $IlB\sin\theta$　　B. $IlB\cos\theta$

C. 0　　D. $IlB$

**综合提升练**

**7.** 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. 两导体棒的材料相同，$a$ 的横截面积是 $b$ 的横截面积两倍，它们与导轨的夹角分别为 90°、60°. 整个装置处于方向竖直向下、磁感应强度大小为 $B$ 的匀强磁场中. 已知导轨间距为 $l$，$a$、$b$ 导体棒与导轨接触良好，合上开关后导体棒 $a$ 中的电流为 $I$，关于 $a$、$b$ 两导体棒所受的安培力 $F_a$、$F_b$，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. $F_a=0$，$F_b=IlB$

**拓展挑战练**

**10.** 如图所示，直角坐标系 $xOy$ 的 $x$ 轴位于水平面内，一段长为 $L$、电流为 $I$ 的通电导线与 $x$ 轴重合，电流方向沿着 $x$ 轴正方向，磁感应强度大小为 $B_1$ 的匀强磁场也位于水平面内，与 $x$ 轴

# 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 …… 001

专题课：安培力作用下导体的运动问题 …… 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：带电粒子在有界匀强磁场中的运动 …… 009

专题课：带电粒子（带电体）在复合场中的运动（A） …… 011

专题课：带电粒子（带电体）在复合场中的运动（B） …… 013

专题课：洛伦兹力与现代科技（A） …… 015

专题课：洛伦兹力与现代科技（B） …… 017

4　质谱仪与回旋加速器 …… 019

## 02 第二章　电磁感应
PART TWO

1　楞次定律 …… 021

专题课：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

专题课：电磁感应中的动力学和能量问题（A） …… 033

专题课：电磁感应中的动力学和能量问题（B） …… 035

专题课：电磁感应与动量的综合应用 …… 037

4　互感和自感 …… 039

## 03 第三章　交变电流
PART THREE

1　交变电流 …… 041
2　交变电流的描述 …… 043
3　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应用 …… 047
4　电能的输送 …… 049

## 04 第四章　电磁振荡与电磁波
PART FOUR

1　电磁振荡 …… 051
2　电磁场与电磁波 …… 051
3　无线电波的发射和接收 …… 053
4　电磁波谱 …… 053

## 05 第五章　传感器
PART FIVE

1　认识传感器 …… 055
2　常见传感器的工作原理及应用 …… 055
3　利用传感器制作简单的自动控制装置 …… 057

■ **参考答案**（练习册）［另附分册 P059～P098］　■ **导学案**［另附分册 P099～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

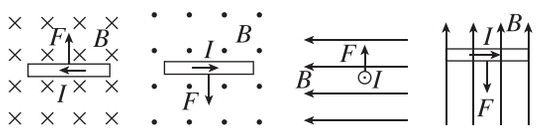
（时间：40 分钟　总分：37 分）

（选择题每小题 3 分）

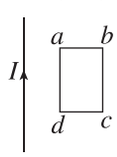
基础巩固练

### ◆ 知识点一　安培力的方向

**1.** ［2026·北京北师大附中高二期中］如图所示，正确标明了通电导线所受安培力 $F$ 方向的是（　）




**2.** ［2025·北京顺义一中高二期末］如图所示的平面内，在通有图示方向电流 $I$ 的长直导线右侧，固定一矩形金属线框 $abcd$，$ad$ 边与导线平行，线框中的电流方向为 $a\to b\to c\to d\to a$，线框各边的相互作用力忽略不计. 下列判断正确的是（　）




A. 线框 $ad$ 边所受的安培力方向向右

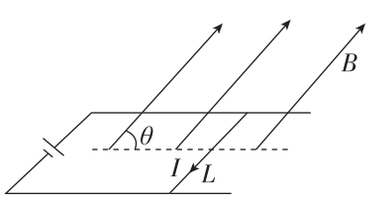
B. 线框 $ab$ 边与 $cd$ 边受力相同

C. 线框 $ad$ 边与 $bc$ 边受力相同

D. 线框整体受到的安培力向左

### ◆ 知识点二　安培力的大小

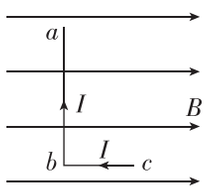
**3.** 长度为 $l$、通有电流为 $I$ 的直导线放入一匀强磁场中，电流方向与磁场方向如图所示，$\theta$ 已知，磁感应强度为 $B$，则导线所受的安培力大小是（　）




A. $IlB\sin\theta$　　B. $IlB\cos\theta$

C. $0$　　D. $IlB$

**4.** 如图所示，匀强磁场的磁感应强度为 $B$. L 形导线通以恒定电流 $I$，放置在磁场中. 已知 $ab$ 边长为 $2l$，与磁场方向垂直，$bc$ 边长为 $l$，与磁场方向平行. 该导线受到的安培力为（　）



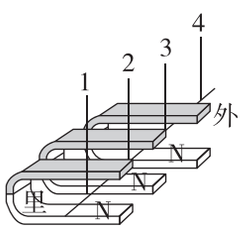

A. $0$

B. $BIl$

C. $2BIl$

D. $\sqrt{5}BIl$

**5.** 某同学在利用如图所示装置“探究影响通电导线受力的因素”实验中，把三块相同的蹄形磁体并排放在桌面上，用细导线将一根铜质导体棒水平悬挂在磁体的两极间，导体棒的方向与磁场方向垂直，当导体棒中有电流通过时，导体棒带动细导线偏离竖直方向，离开竖直方向最大角度称为摆动角. 该同学在保持电流大小不变的条件下，通过两组实验作对比研究. 实验Ⅰ：电流从细导线 2 流入、细导线 3 流出；实验Ⅱ电流从细导线 1 流入、细导线 4 流出，关于两组实验现象，下列说法正确的是（　）




A. 实验Ⅰ中细导线向外摆动，摆动角小于实验Ⅱ摆动角

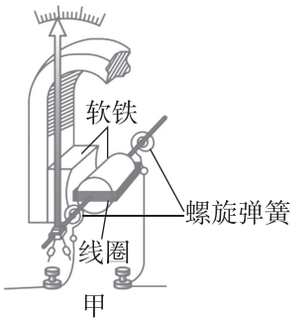
B. 实验Ⅰ中细导线向外摆动，摆动角大于实验Ⅱ摆动角

C. 实验Ⅰ中细导线向里摆动，摆动角小于实验Ⅱ摆动角

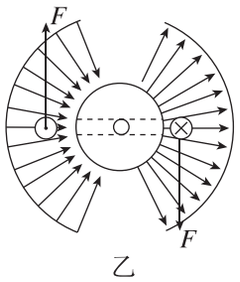
D. 实验Ⅰ中细导线向里摆动，摆动角大于实验Ⅱ摆动角

### ◆ 知识点三　磁电式电流表

**6.** ［2024·北京大兴一中高二月考］如图甲所示是磁电式电表内部结构示意图，蹄形磁铁的两极间有一个固定的圆柱形铁芯，铁芯外面套有一个可以绕轴转动的铝框，在铝框上绕有铜线圈. 电表指针固定铁芯在线圈上，可与线圈一起转动，线圈的两端分别接在两个螺旋弹簧上，被测电流经过这两个弹簧流入线圈. 蹄形磁铁与铁芯间的磁场可看作是均匀辐射分布的，如图乙所示，无论线圈转到什么位置，线圈平面总与线圈所在磁场的方向平行. 关于磁电式电表，下列说法不正确的是（　）



甲



乙

A. 磁电式电表的原理是通电线圈在磁场中因受安培力而转动

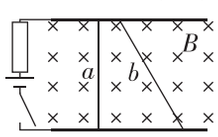
B. 改变线圈中电流的方向，指针会反向偏转

C. 增加线圈的匝数可以提高电表的灵敏度

D. 磁铁磁性增强，电流表表头的满偏电流增大

## 综合提升练

**7.** 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. 两导体棒的材料相同，$a$ 的横截面积是 $b$ 的横截面积两倍，它们与导轨的夹角分别为 90°、60°. 整个装置处于方向竖直向下、磁感应强度大小为 $B$ 的匀强磁场中. 已知导轨间距为 $l$，$a$、$b$ 导体棒与导轨接触良好，合上开关后导体棒 $a$ 中的电流为 $I$，关于 $a$、$b$ 两导体棒所受的安培力 $F_a$、$F_b$，下列说法正确的是 （ ）



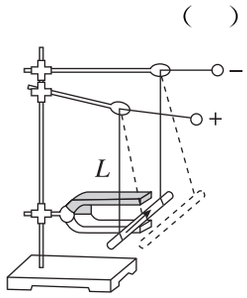

A. $F_a=IlB$，$F_b=\dfrac{\sqrt{3}}{2}IlB$

B. $F_a=IlB$，$F_b=\dfrac{1}{2}IlB$

C. $F_a=IlB$，$F_b=\sqrt{3}IlB$

D. $F_a=0$，$F_b=IlB$

**8.** 把一段导体棒用细导线水平悬挂在蹄形磁体的两极间，导体棒通以如图所示的恒定电流后开始向右侧摆动，经过时间 $t$ 到达最高点，此时细导线偏离竖直方向的最大摆角为 $\theta$. 若导体棒的质量为 $m$，单根细导线的长度为 $L$，重力加速度为 $g$，忽略这个过程中阻力的影响. 下列说法正确的是 （ ）



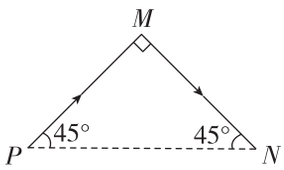

A. 图中的蹄形磁体，上方的磁极为 N 极

B. 导体棒摆动到最高点时，安培力大小为 $mg\tan\theta$

C. 导体棒从最低点摆动到最高点的过程中，受到的安培力的冲量大小等于 $mgt$

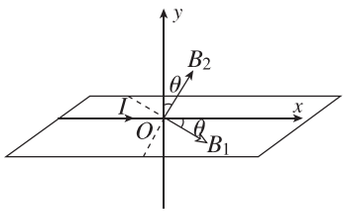
D. 导体棒从最低点摆动到最高点的过程中，受到的安培力做功等于 $mgL(1-\cos\theta)$

**9.** （10 分）[2024·北京四中高二月考] 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（图中未画出），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°，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？




## 拓展挑战练

**10.** 如图所示，直角坐标系 $xOy$ 的 $x$ 轴位于水平面内，一段长为 $L$、电流为 $I$ 的通电导线与 $x$ 轴重合，电流方向沿着 $x$ 轴正方向，磁感应强度大小为 $B_1$ 的匀强磁场也位于水平面内，与 $x$ 轴正方向的夹角为 $\theta$，磁感应强度大小为 $B_2$ 的匀强磁场位于 $x$ 轴、$y$ 轴决定的竖直面内，与 $y$ 轴正方向的夹角也为 $\theta$. 若匀强磁场的磁感应强度大小相等，均为 $B_0$，则此段通电导线受到的安培力的合力大小为 （ ）




A. $B_0IL$

B. $B_0IL\sin^2\theta$

C. $B_0IL\cos^2\theta$

D. $\dfrac{1}{2}B_0IL\sin 2\theta$

# 专题课：安培力作用下导体的运动问题

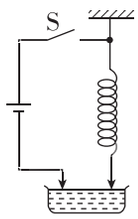
（时间：40 分钟　总分：33 分）

（选择题每小题 3 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.** 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（　）



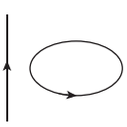

A. 弹簧向上收缩

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 $AB$

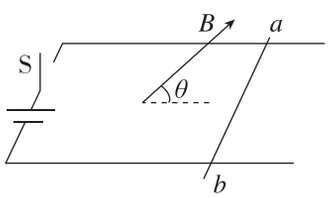
B. 顺时针转动，同时远离直导线 $AB$

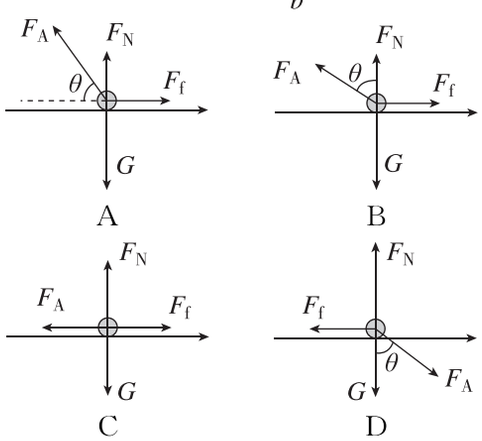
C. 逆时针转动，同时靠近直导线 $AB$

D. 不动

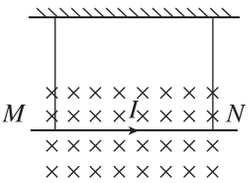
### ◆ 知识点二　安培力作用下导体的平衡问题

**3.** ［2026·北京西城区高二期末］如图，重力为 $G$ 的金属杆 $ab$ 垂直放在水平导轨上，处在匀强磁场中，磁场方向与水平面成 $\theta$ 角斜向上. 开关 S 闭合后金属杆在导轨上保持静止，从 $b$ 端看，正确表示金属杆受力示意图的是（　）




**4.** ［2026·北京东城区高二期末］如图，金属棒用两根绝缘细线水平悬挂，处于垂直纸面向里的匀强磁场中. 棒中通有从 $M$ 流向 $N$ 的电流，静止时两细线对棒的拉力相等. 改变下列哪些条件，可以使金属棒静止时细线的拉力变小（　）




A. 仅使电流的方向反向

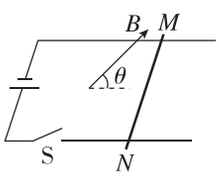
B. 仅使磁场的方向反向

C. 同时将电流和磁场的方向反向

D. 仅增加棒中电流的大小

### ◆ 知识点三　安培力作用下导体的加速问题

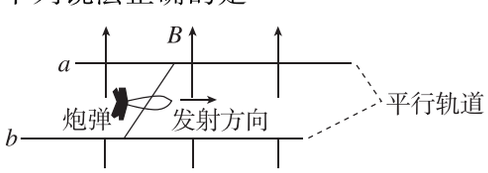
**5.** 如图所示，水平光滑金属导轨宽为 $L$，质量为 $m$ 的导体棒 $MN$ 垂直于导轨静止放在导轨上. 整个装置处于匀强磁场中，磁场的磁感应强度大小为 $B$、方向与轨道平面成 $\theta$ 角斜向上方且垂直于导体棒. 已知电源电动势为 $E$、内阻为 $r$，导体棒接入电路中的电阻为 $R$，导轨电阻不计. 则开关闭合后，导体棒开始运动时的加速度大小为（　）




A. $\dfrac{BEL}{m(R+r)}$　　B. $\dfrac{BEL\sin\theta}{m(R+r)}$

C. $\dfrac{BEL\tan\theta}{m(R+r)}$　　D. $\dfrac{BEL\cos\theta}{m(R+r)}$

**6.** （多选）如图所示为某科技爱好者设计的电磁炮模型示意图，水平发射轨道宽为 1 m，轨道间有磁感应强度为 $1\times10^3$ T、方向竖直向上的匀强磁场，炮弹（含相关附件）总质量为0.5 kg，当电路中通 20 A 的恒定电流时，炮弹从轨道左端开始加速，然后从轨道右端发射出去. 忽略一切阻力，下列说法正确的是（　）




A. 电流从 $a$ 端流入，$b$ 端流出

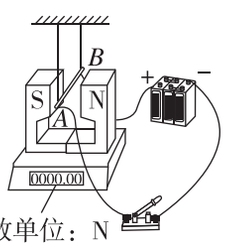
B. 电流从 $b$ 端流入，$a$ 端流出

C. 炮弹的加速度大小为 $1\times10^4$ m/s$^2$

D. 炮弹的加速度大小为 $4\times10^4$ m/s$^2$

## 综合提升练

**7.** [2025·北京十二中高二月考] 某学习小组为了测定磁极间的磁感应强度，设计了如图所示的实验装置. 在该实验中，磁铁静置在水平放置的电子测力计上，磁铁两极之间的磁场可视为水平匀强磁场，其余区域磁场可忽略不计. 垂直于磁场水平放置的直铜棒 $AB$ 两端通过导线与一电源连接成闭合回路，直铜棒 $AB$ 在磁场中的长度为 $L$，$AB$ 的电阻为 $R$，电源电动势为 $E$，内电阻为 $r$. 在开关闭合前，电子测力计的示数为 $F_1$；开关闭合后，电子测力计的示数为 $F_2$. 下列说法正确的是 (　　)



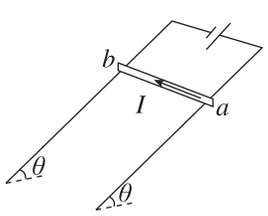

A. 开关闭合后，铜棒所受安培力大小为 $F_2$

B. 开关闭合后，铜棒所受安培力方向竖直向上

C. 磁极间的磁感应强度大小为 $\dfrac{(F_1-F_2)(R+r)}{EL}$

D. 磁极间的磁感应强度大小为 $\dfrac{(F_1+F_2)(R+r)}{EL}$

**8.** [2024·北京朝阳区高二期末] 如图所示，宽为 $l$ 的光滑金属导轨与水平面成 $\theta$ 角，质量为 $m$、长为 $l$ 的金属杆 $ab$ 水平放置在导轨上，空间存在着匀强磁场. 当金属杆中通过的电流为 $I$ 时，金属杆保持静止，重力加速度为 $g$. 该磁场的磁感应强度 (　　)




A. 可能方向竖直向上，大小为 $\dfrac{mg}{Il}\sin\theta$

B. 可能方向竖直向下，大小为 $\dfrac{mg}{Il}$

C. 存在最小值且大小为 $\dfrac{mg}{Il}\sin\theta$，方向垂直于导轨平面向上

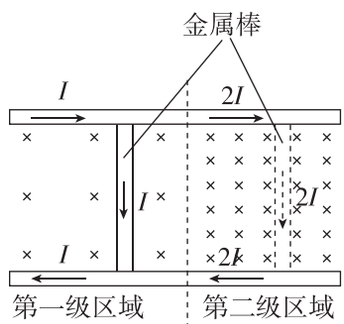
D. 存在最小值且大小为 $\dfrac{mg}{Il}\tan\theta$，方向沿导轨平面向上

**9.** (9分)[2023·北京卷] 2022年，我国阶段性建成并成功运行了“电磁撬”，创造了大质量电磁推进技术的世界最高速度纪录. 一种两级导轨式电磁推进的原理如图所示. 两平行长直金属导轨固定在水平面，导轨间垂直安放金属棒. 金属棒可沿导轨无摩擦滑行，且始终与导轨接触良好，电流从一导轨流入，经过金属棒，再从另一导轨流回，图中电源未画出. 导轨电流在两导轨间产生的磁场可视为匀强磁场，磁感应强度 $B$ 与电流 $i$ 的关系式为 $B=ki$（$k$ 为常量）. 金属棒被该磁场力推动. 当金属棒由第一级区域进入第二级区域时，回路中的电流由 $I$ 变为 $2I$. 已知两导轨内侧间距为 $L$，每一级区域中金属棒被推进的距离均为 $s$，金属棒的质量为 $m$. 求：

(1)(2分)金属棒经过第一级区域时受到安培力的大小 $F$；

(2)(4分)金属棒经过第一、二级区域的加速度大小之比 $a_1:a_2$；

(3)(3分)金属棒从静止开始经过两级区域推进后的速度大小 $v$.



# 2　磁场对运动电荷的作用力

（时间：40 分钟　总分：36 分）

（选择题每小题 3 分）

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一　洛伦兹力的方向

**1.** ［2024·北京三十五中高二月考］关于磁场的方向，下列说法正确的是（　）

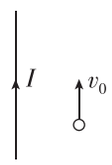
A. 与小磁针 S 极所受的磁场力方向相同

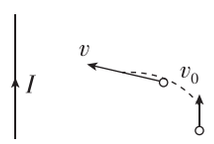
B. 与通电导线所受的磁场力方向相同

C. 与运动电荷所受的磁场力方向垂直

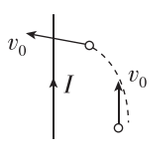
D. 与运动电荷所受的磁场力方向相同

**2.** 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. 若粒子所受重力及空气阻力均可忽略不计，现用虚线表示粒子的运动轨迹，虚线上某点所画有向线段的长度和方向表示粒子经过该点时的速度大小和方向，则如图所示的图景中可能正确的是（　）

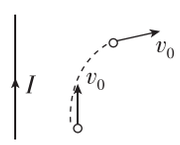


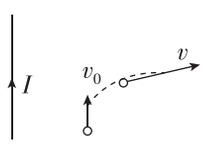

A




B



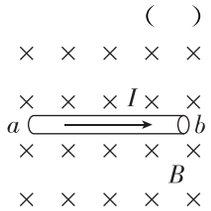

C




D

### ◆ 知识点二　洛伦兹力的大小

**3.** ［2024·北京西城区高二期末］如图所示，在匀强磁场中垂直于磁场方向放置一段导线 $ab$. 磁场的磁感应强度为 $B$，导线长度为 $l$、截面积为 $S$、单位体积内自由电子的个数为 $n$. 导线中通以大小为 $I$ 的电流，设导线中的自由电子定向运动的速率都相同，则每个自由电子受到的洛伦兹力（　）




A. 大小为 $\frac{BI}{nS}$，方向垂直于导线沿纸面向上

B. 大小为 $\frac{BIl}{nS}$，方向垂直于导线沿纸面向上

C. 大小为 $\frac{BI}{nS}$，方向垂直于导线沿纸面向下

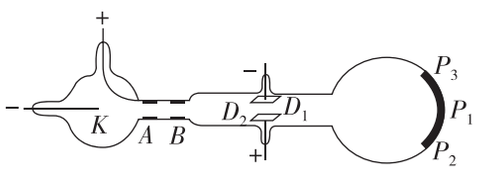
D. 大小为 $\frac{BIl}{nS}$，方向垂直于导线沿纸面向下

**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　电子束的磁偏转

**5.** 如图所示是汤姆孙的气体放电管的示意图，下列说法中正确的是（不考虑电子的重力）（　）




A. 若在 $D_1$、$D_2$ 之间不加电场和磁场，则阴极射线应打到最右端的 $P_1$ 点

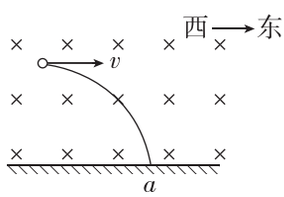
B. 若在 $D_1$、$D_2$ 之间加上竖直向下的电场，则阴极射线应打到 $P_2$ 点

C. 若在 $D_1$、$D_2$ 之间加上竖直向上的电场，则阴极射线应打到 $P_3$ 点

D. 若在 $D_1$、$D_2$ 之间加上垂直于纸面向里的磁场，则阴极射线不偏转

### ◆ 知识点四　带电体在洛伦兹力作用下的运动

**6.** 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

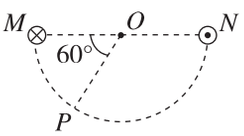
B. 无论小球带何种电荷，小球在运动过程中机械能都不守恒

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

## 综合提升练

**7.** 如图所示，$M$、$N$ 和 $P$ 是以 $MN$ 为直径的半圆弧上的三点，$O$ 为半圆弧的圆心，在 $O$ 点存在的垂直纸面向里运动的匀速电子束. $\angle MOP=60°$，在 $M$、$N$ 处各有一条长直导线垂直穿过纸面，导线中通有大小相等的恒定电流，方向如图所示，这时 $O$ 点的电子受到的洛伦兹力大小为 $F_1$. 若将 $M$ 处长直导线移至 $P$ 处，则 $O$ 点的电子受到的洛伦兹力大小为 $F_2$. 那么 $F_2$ 与 $F_1$ 的大小之比为 （ ）



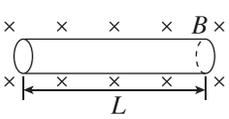

A. $\sqrt{3}:1$　　B. $\sqrt{3}:2$

C. $1:1$　　D. $1:2$

**8.** [2023·北京交大附中高二期末] 如图所示，在磁感应强度大小为 $B$ 的匀强磁场中，有一段静止的长为 $L$ 的通电导线，磁场方向垂直于导线. 设单位长度导线中有 $n$ 个自由电荷，每个自由电荷的电荷量都为 $q$，它们沿导线定向移动的平均速率为 $v$. 下列说法正确的是 （ ）

A. 导线中的电流大小为 $nqv$

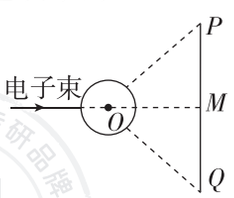
B. 这段导线受到的安培力大小为 $nqvB$

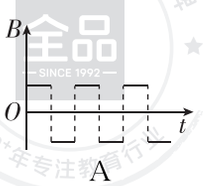



C. 沿导线方向电场的电场强度大小为 $vB$

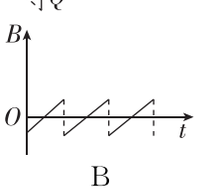
D. 导线中每个自由电荷受到的平均阻力大小为 $qvB$

**9.** 在电视机的显像管中，电子束的扫描是用磁偏转技术实现的，其扫描原理如图所示. 圆形区域内的偏转磁场的方向垂直于圆面，不加磁场时，电子束将通过 $O$ 点打在屏幕的中心 $M$ 点. 为了使屏幕上出现一条以 $M$ 为中心的亮线 $PQ$，偏转磁场的磁感应强度 $B$ 随时间变化的规律应是下列选项中的 （ ）

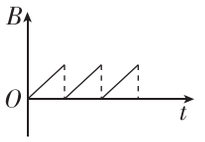


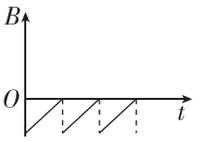

A




B




C




D

**10.** （9 分）一个质量为 $1.67\times10^{-27}$ kg、电荷量为 $1.6\times10^{-19}$ C 的带电粒子，以 $5\times10^{5}$ m/s 的初速度沿与磁场垂直的方向射入磁感应强度大小为 0.2 T 的匀强磁场（$g$ 取 10 m/s$^2$）. 试解决下列问题：

(1)（4 分）在此运动中能忽略粒子所受重力，请利用数据分析说明其原因；

(2)（5 分）我们已经知道，垂直于匀强磁场磁感线的通电导线所受的安培力 $F=BIL$，由此，我们用 $B=\dfrac{F}{IL}$ 来定义磁感应强度. 同样，运动方向垂直于匀强磁场磁感线的带电粒子所受的洛伦兹力 $F=qvB$，若用它来定义磁感应强度，定义式是怎样的？把这个定义式与电场强度的定义式 $E=\dfrac{F}{q}$ 进行对比，这两个定义式差别在哪里？

基础教育行业专研品牌 全品 SINCE 1992 30+年专注教育行业

# 3　带电粒子在匀强磁场中的运动

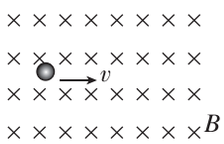
（时间：40 分钟　总分：36 分）

（选择题每小题 3 分）

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一　带电粒子在匀强磁场中的运动

**1.** 如图所示，空间中有一足够大的区域内分布着匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里，某时刻一带正电粒子沿纸面向右运动，若不计粒子所受重力，带电粒子在匀强磁场中的运动是　（　）



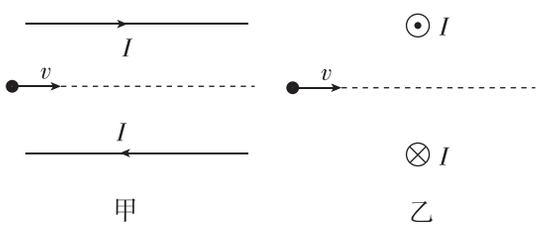

A. 匀速直线运动

B. 匀变速曲线运动

C. 顺时针转向的圆周运动

D. 逆时针转向的圆周运动

**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　带电粒子在匀强磁场中的运动规律

**3.** ［2024 · 北京东城区期末］一带电粒子以速度 $v$ 进入匀强磁场，仅在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动. 如果速度 $v$ 增大，下列说法正确的是　（　）

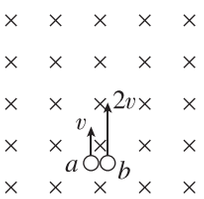
A. 半径增大，周期不变

B. 半径增大，周期增大

C. 半径减小，周期不变

D. 半径减小，周期减小

**4.** ［2024 · 北京房山区高二期中］如图所示，在垂直纸面向里的匀强磁场中，有 $a$、$b$ 两个电子从同一处沿垂直磁感线方向开始运动，$a$ 的初速度为 $v$，$b$ 的初速度为 $2v$，则　（　）



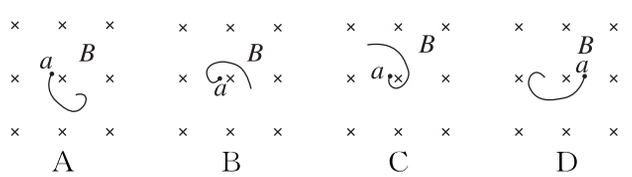

A. $a$ 做圆周运动的轨道半径大

B. $b$ 做圆周运动的周期大

C. $a$、$b$ 同时回到出发点

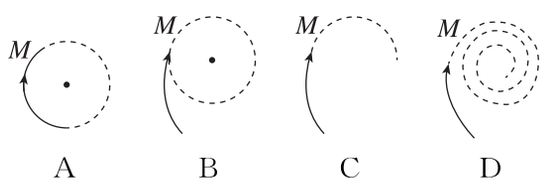
D. $a$、$b$ 在纸面内做逆时针方向的圆周运动

**5.** ［2026 · 北京一零一中学高二期末］一个带负电的粒子（不计重力）沿垂直于磁场的方向，从 $a$ 点进入匀强磁场，由于带电粒子使沿途的空气电离，粒子的能量逐渐减小（带电荷量不变）. 下列描述带电粒子运动的径迹中，正确的是　（　）

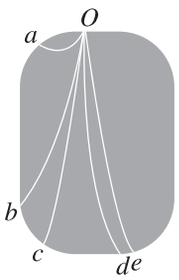



## 综合提升练

**6.** 光滑绝缘水平桌面上存在与桌面垂直方向的匀强磁场，有一带电粒子在桌面上做匀速圆周运动，当它运动到 $M$ 点，突然与一不带电的静止粒子发生正碰合为一体（碰撞时间极短），则粒子的运动轨迹应是选项中的（实线为原轨迹，虚线为碰后轨迹）　（　）



**7.** 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. 图为一张云室中拍摄的照片. 云室中加了垂直于纸面向外的磁场. 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. 有关这些径迹以下判断正确的是 (　　)




A. $d$、$e$ 都是正电子的径迹

B. $a$ 径迹对应的电子动量最大

C. $b$ 径迹对应的电子动能最大

D. $a$ 径迹对应的电子运动时间最长

**8.** (多选)[2026·北京西城区高二期末] 某同学通过实验发现“带电粒子速度与匀强磁场的磁场方向垂直时,做圆周运动的半径与速度成正比”的规律,就类比探究万有引力 $F$ 与距离 $r$ 的关系的推理过程(如下表),推导洛伦兹力 $F_{洛}$ 与速度 $v$ 的关系 (　　)

| | 万有引力 $F$ | 洛伦兹力 $F_{洛}$ |
|---|---|---|
| 理论依据 | 牛顿第二定律 $F=ma$<br>向心加速度公式 $a=\frac{4\pi^2 r}{T^2}$ | 牛顿第二定律 $F=ma$<br>向心加速度公式 $a=\frac{v^2}{r}$ |
| 决定因素之一 | $r$ | $v$ |
| 运动学现象的规律 | $\frac{r^3}{T^2}=k$ | ① |
| 仅保留决定因素物理量的推导 | $F=ma=\frac{4m\pi^2 r}{T^2}=\frac{4m\pi^2 k}{r^2}$ | ② |
| 结论 | $F\propto\frac{1}{r^2}$ | ③ |

A. ①填 $r=kv$

B. ②填 $F_{洛}=ma=\frac{mv^2}{r}=\frac{mv^2}{kv}=\frac{mv}{k}$

C. ②填 $F_{洛}=ma=\frac{mv^2}{r}=\frac{mr^2}{k^2 r}=\frac{mr}{k^2}$

D. ③填 $F_{洛}\propto v$

**9.** (9分)[2025·北京卷] 北京谱仪是北京正负电子对撞机的一部分,它可以利用带电粒子在磁场中的运动测量粒子的质量、动量等物理量. 考虑带电粒子在磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中的运动,且不计粒子间相互作用.

(1)(3分)一个电荷量为 $q_0$ 的粒子的速度方向与磁场方向垂直,推导得出粒子的运动周期 $T$ 与质量 $m$ 的关系.

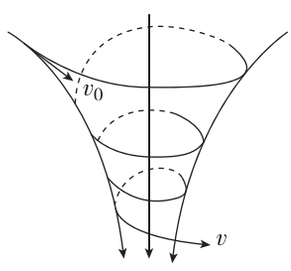
(2)(6分)两个粒子质量相等、电荷量均为 $q$,粒子1的速度方向与磁场方向垂直,粒子2的速度方向与磁场方向平行. 在相同的时间内,粒子1在半径为 $R$ 的圆周上转过的圆心角为 $\theta$,粒子2运动的距离为 $d$. 求:

①(3分)粒子1与粒子2的速度大小之比 $v_1:v_2$;

②(3分)粒子2的动量大小 $p_2$.

## 拓展挑战练

**10.** [2025·北京陈经纶中学高二期中] 地磁场可以阻挡能量很高的太阳风粒子到达地球表面. 地球北极附近的磁场如图所示,某带电粒子从弱磁场区向强磁场区前进时做螺旋线运动,不计粒子的重力和一切阻力,下列说法正确的是 (　　)




A. 该粒子带负电

B. 从弱磁场区到强磁场区的过程中粒子的速率逐渐减小

C. 粒子每旋转一周沿轴线方向运动的距离不变

D. 粒子有可能从强磁场区域返回到弱磁场区域

# 专题课：带电粒子在有界匀强磁场中的运动

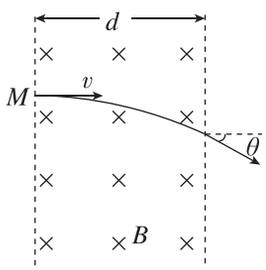
（时间：40 分钟　总分：38 分）

（选择题每小题 3 分）

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一　直线边界

**1.** ［2024·北京房山区高二期末］如图所示，某带电粒子（重力不计）由 $M$ 点以垂直于磁场边界的速度 $v$ 射入宽度为 $d$，磁感应强度大小为 $B$ 的匀强磁场中，穿出磁场时速度方向与原来射入方向的夹角为 $\theta=30°$. 由此推断该带电粒子　（　）



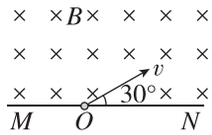

A. 带负电且动能增大

B. 粒子的运动半径为 $\dfrac{d}{2}$

C. 电荷量与质量的比值为 $\dfrac{v}{2dB}$

D. 穿越磁场的时间为 $\dfrac{2\pi d}{3v}$

**2.** （多选）［2025·北京大峪中学高二期中］如图所示，直线 $MN$ 上方存在范围足够大的磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场，一质子（质量为 $m$、电荷量为 $e$）以速度 $v$ 从 $O$ 点沿与 $MN$ 成 30°角的方向射入磁场中，若不计质子重力，则　（　）




A. 质子从磁场中射出时距 $O$ 点的距离为 $\dfrac{mv}{eB}$

B. 质子从磁场中射出时距 $O$ 点的距离为 $\dfrac{\sqrt{3}mv}{eB}$

C. 质子在磁场中运动的时间为 $\dfrac{3\pi m}{5eB}$

D. 质子在磁场中运动的时间为 $\dfrac{5\pi m}{3eB}$

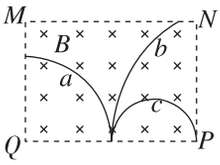
**3.** ［2026·北京东城区高二期末］如图所示，虚线框 $MNPQ$ 内存在匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里. $a$、$b$、$c$ 三个带电粒子，它们在纸面内从 $PQ$ 边的中点以相同的初速度垂直于 $PQ$ 边射入磁场，它们在磁场中的运动轨迹分别如图中三条弧线所示. 不计粒子所受重力，则　（　）

A. 粒子 $a$ 带负电，粒子 $b$ 带正电

B. 粒子 $b$ 的比荷比粒子 $c$ 的小

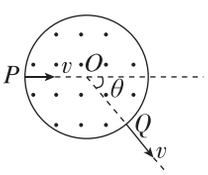
C. 粒子 $b$ 在磁场中的加速度最大

D. 粒子 $c$ 在磁场中运动的时间最长




### ◆ 知识点二　圆弧边界

**4.** 如图所示，匀强磁场限定在一个半径为 $R$ 的圆形区域内，磁场方向垂直纸面向外. 一个质量为 $m$，电荷量为 $q$，初速度大小为 $v$ 的带电粒子沿磁场区域的直径方向从 $P$ 点射入磁场，从 $Q$ 点沿半径方向射出磁场，粒子射出磁场时的速度方向与射入磁场时相比偏转了 $\theta$ 角. 不计粒子重力，下列说法正确的是　（　）



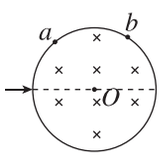

A. 粒子带负电

B. 粒子在磁场中运动的轨道半径为 $R\tan\dfrac{\theta}{2}$

C. 磁场的磁感应强度大小为 $\dfrac{mv\tan\dfrac{\theta}{2}}{qR}$

D. 粒子在磁场中运动的时间为 $vR\theta$

**5.** （多选）［2023·北京四中高二期末］如图所示的圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场，同一粒子先后以不同速率从同一点正对圆心 $O$ 射入磁场，分别从 $a$、$b$ 两点射出，下列说法正确的是　（　）




A. 从 $a$ 点射出时的运动半径较小

B. 从 $a$ 点射出时的速率较大

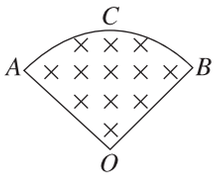
C. 从 $b$ 点射出时的运动时间较长

D. 从 $b$ 点射出时的速度方向反向延长线过 $O$ 点

## 综合提升练

**6.** 如图所示的扇形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场，磁场的磁感应强度大小为 $B$，$AO$ 与 $OB$ 垂直，圆弧的半径为 $R$. 一个质量为 $m$、电荷量为 $q$ 的带负电的粒子从圆心 $O$ 点以大小为 $\dfrac{qBR}{m}$ 的速度射入磁场，结果粒子刚好从 $AB$ 弧的中点 $C$ 射出，不计粒子的重力，则下列说法正确的是　（　）

A. 粒子在磁场中运动的时间为$\frac{\pi m}{3qB}$




B. 粒子从 $O$ 点射入速度与 $OB$ 边的夹角为 $30°$

C. 只改变粒子射入磁场时速度的方向，使粒子从 $AC$ 段圆弧射出，则粒子在磁场中运动时间变长

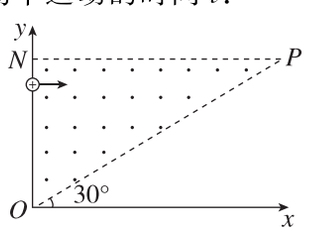
D. 只改变粒子射入磁场时速度的方向，使粒子从 $CB$ 段圆弧射出，则粒子在磁场中运动时间变短

**7.** (10 分)[2025·北京朝阳区高二期末] 如图所示，在直角三角形 $OPN$ 区域内存在匀强磁场，磁感应强度大小为 $B$、方向垂直于纸面向外. 一电荷量为 $+q$ 的粒子从静止开始经电压为 $U$ 的电场加速后，沿平行于 $x$ 轴的方向射入磁场. 一段时间后，该粒子在 $OP$ 边上某点以垂直于 $x$ 轴的方向射出. 已知 $O$ 点为坐标原点，$N$ 点在 $y$ 轴上，$OP$ 与 $x$ 轴的夹角为 $30°$，粒子进入磁场的入射点与离开磁场的出射点之间的距离为 $d$. 不计重力. 求：

(1)(5 分)带电粒子的质量 $m$；

(2)(2 分)带电粒子运动至 $x$ 轴的位置到坐标原点的距离 $x$；

(3)(3 分)带电粒子在磁场中运动的时间 $t$.

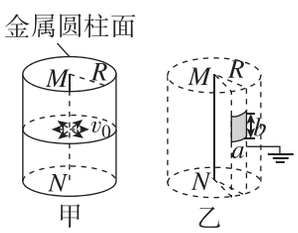



**8.** (10 分)[2024·北京东城区高二期末] 如图甲所示，真空中有一长直细金属导线 $MN$，与导线同轴放置一半径为 $R$ 的金属圆柱面. 假设导线沿径向均匀射出速率大小均为 $v_0$ 的电子. 已知电子质量为 $m$，电荷量为 $e$. 不考虑出射电子间的相互作用.

(1)(2 分)若在导线和柱面之间加一恒定电压，导线发射的电子恰好无法到达金属圆柱面，求该电压值的大小 $U$；

(2)(5 分)若在柱面内只加平行于 $MN$ 的匀强磁场，导线发射的电子恰好无法到达金属圆柱面，求该匀强磁场的磁感应强度的大小 $B$；

(3)(3 分)如图乙所示，撤去柱面，沿柱面原位置放置一个弧长为 $a$、长度为 $b$ 的金属片，金属片接地. 若单位时间内单位长度的金属导线 $MN$ 向外辐射的电子数为 $n_0$，电子打到金属片上被全部吸收. 求在金属导线 $MN$ 和金属片间形成的稳定电流 $I$.



# 专题课：带电粒子（带电体）在复合场中的运动（A）

（时间：40 分钟　总分：30 分）

（选择题每小题 3 分）

## 基础巩固练

### ◆ 知识点一　带电粒子在复合场中的直线运动

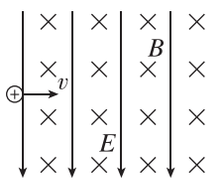
**1.** [2023·北京八中高二期中] 一个带正电的微粒（重力不计）穿过如图所示的匀强磁场和匀强电场区域时，恰能沿直线运动，则欲使微粒向下偏转，应采用的办法是（　）

A. 增大微粒质量

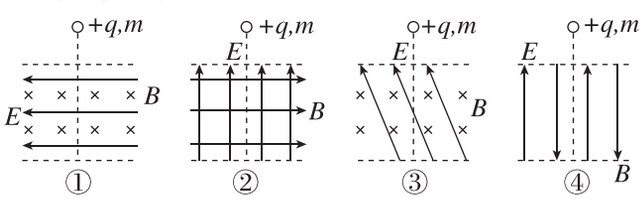
B. 增大微粒电荷量

C. 减小入射速度

D. 增大磁感应强度




**2.** 如图所示，虚线间空间存在由匀强电场 $E$ 和匀强磁场 $B$ 组成的正交或平行的电场和磁场，有一个带正电小球（电荷量为 $+q$，质量为 $m$）从正交或平行的电磁复合场上方的某一高度自由落下，带电小球通过下列电磁复合场时，可能沿直线运动的是（　）




A. ①③　　B. ②③

C. ②④　　D. ③④

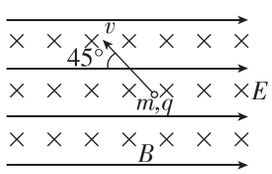
**3.** 真空中存在着如图所示的相互垂直的匀强电场和匀强磁场，电场强度大小为 $E$，磁感应强度大小为 $B$，一质量为 $m$、电荷量为 $q$ 的带负电小球恰能在此空间中做直线运动，观察到某时刻小球速度 $v$ 的方向如图中所示. 重力加速度为 $g$，下列说法中正确的是（　）

A. 小球做非匀变速直线运动

B. 小球做匀变速直线运动

C. $qvB=mg$

D. $v=\dfrac{\sqrt{(mg)^2+(qE)^2}}{qB}$




### ◆ 知识点二　带电粒子在复合场中的圆周运动

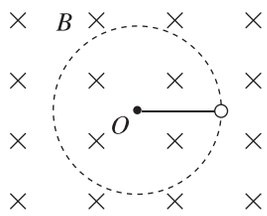
**4.** 在光滑绝缘水平面上，用绝缘细线拉着一带负电的小球，在水平面内绕竖直方向的轴做匀速圆周运动，整个空间存在竖直向下的匀强磁场，俯视图如图所示. 若磁感应强度比原来增大一些，小球仍做圆周运动，则（　）

A. 细线中拉力一定增大

B. 小球的速度一定增大

C. 细线中拉力可能为零

D. 小球所受洛伦兹力可能不变



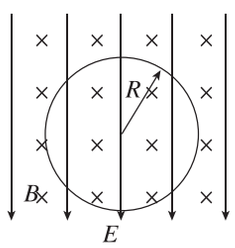

**5.** （多选）如图所示，在真空中某区域内有互相垂直的匀强电场和匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里，磁感应强度大小为 $B$，电场方向竖直向下，电场强度大小为 $E$. 一带电小球在竖直平面内做匀速圆周运动，已知轨迹半径为 $R$，重力加速度为 $g$，则（　）

A. 小球带负电

B. 小球的比荷 $\dfrac{q}{m}=\dfrac{E}{g}$

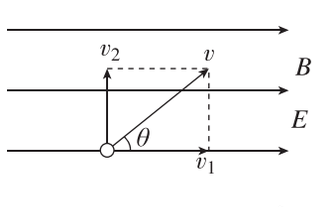
C. 小球的速度大小 $v=\dfrac{gBR}{E}$

D. 小球沿逆时针方向运动




### ◆ 知识点三　带电粒子在复合场中的一般曲线运动

**6.** [2025·北京陈经纶中学高二期中] 如图所示，匀强电场和匀强磁场的方向均水平向右. 一个正离子在某时刻速度的大小为 $v$，方向与电场磁场方向夹角为 $\theta$. 当速度方向与磁场不垂直时，可以将速度分解为平行于磁场方向的分量 $v_1$ 和垂直于磁场方向的分量 $v_2$ 来进行研究. 不计离子重力，此后一段时间内，下列说法正确的是（　）




A. 离子受到的洛伦兹力变大

B. 离子加速度的大小不变

C. 电场力的瞬时功率不变

D. 速度与电场方向的夹角 $\theta$ 变大