



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

全品学练考

AI智慧升级版

主编 肖德好

练习册

高中物理

基础版

选择性必修第二册 RJ



本书为智慧教辅升级版

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



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	002
专题课：安培力作用下导体的运动问题	004
2 磁场对运动电荷的作用力	006
专题课：洛伦兹力与现代科技	008
3 带电粒子在匀强磁场中的运动	010
专题课：带电粒子在有界磁场中的运动	012
专题课：带电粒子在有界磁场中的临界问题与多解问题	014
4 质谱仪与回旋加速器	016
专题课：带电粒子在组合场中的运动	018
专题课：带电粒子(带电体)在叠加场中的运动	020
⑩ 本章易错过关(一)	022

02 第二章 电磁感应

PART TWO

1 楞次定律	024
专题课：楞次定律的应用	026
2 法拉第电磁感应定律	028
专题课：电磁感应中的电路与电荷量问题	030
专题课：电磁感应中的图像问题	032
3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	034
专题课：电磁感应中的动力学和能量问题	036
专题课：电磁感应与动量的综合应用	038
4 互感和自感	040
⑩ 本章易错过关(二)	042

03 第三章 交变电流

PART THREE

1 交变电流	044
2 交变电流的描述	046
3 变压器	048
第 1 课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	048
第 2 课时 理想变压器的规律及其应用	050
4 电能的输送	052
⑩ 本章易错过关 (三)	054

04 第四章 电磁振荡与电磁波

PART FOUR

1 电磁振荡	056
2 电磁场与电磁波	056
3 无线电波的发射和接收	058
4 电磁波谱	058
⑩ 本章易错过关 (四)	060

05 第五章 传感器

PART FIVE

1 认识传感器	062
2 常见传感器的工作原理及应用	062
3 利用传感器制作简单的自动控制装置	064
⑩ 本章易错过关 (五)	066

■ 参考答案 (练习册) [另附分册 P069~P108]

■ 导学案 [另附分册 P109~P218]

» 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

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

专题课：洛伦兹力与现代科技

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：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 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。

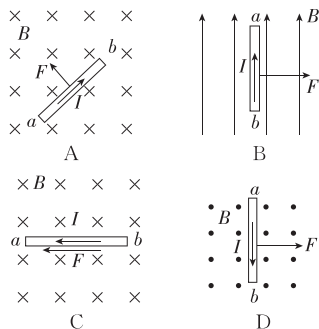
1 磁场对通电导线的作用力 (时间:40 分钟 总分:62 分)

(选择题每小题 4 分)

基础巩固练

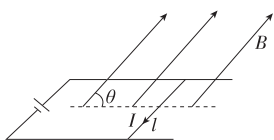
◆ 知识点一 安培力的方向

1. 如图所示,金属导体棒 ab 所受安培力 F 的方向正确的是 ()



◆ 知识点二 安培力的大小

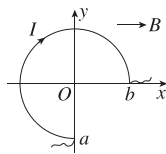
4. 长度为 l 、通有电流为 I 的直导线放入一匀强磁场中,电流方向与磁场方向如图所示, θ 已知,磁感应强度为 B ,则导线所受的安培力大小是 ()



综合提升练

8. [2024·山东潍坊高二期末] 如图所示,在空间中分布着沿 x 轴正方向、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,将一金属导线制成半径为 r 的 $\frac{3}{4}$ 圆环放置在 xOy 平面内,当圆环中通过由 a 到 b 的电流 I 时,圆环受到的安培力大小和方向分别为 ()

- A. $B I r$,垂直 xOy 平面向里
B. $B I r$,垂直 xOy 平面向外
C. $\sqrt{2} B I r$,垂直 xOy 平面向外
D. $\sqrt{2} B I r$,垂直 xOy 平面向里



拓展挑战练

14. [2024·安徽安庆二中高二期末] 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 θ ,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 θ .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 ()

第一章 安培力与洛伦兹力

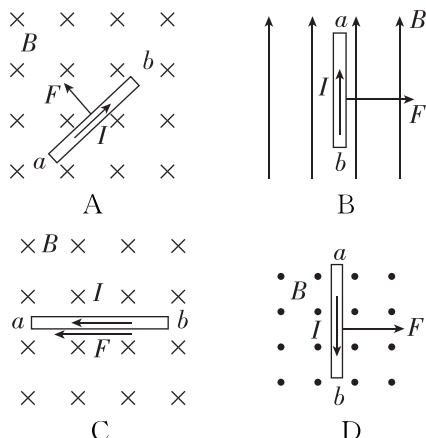
1 磁场对通电导线的作用力 (时间:40 分钟 总分:62 分)

(选择题每小题 4 分)

基础巩固练

◆ 知识点一 安培力的方向

1. 如图所示,金属导体棒 ab 所受安培力 F 的方向正确的是 ()



2. [2024·辽宁本溪一中高二期中] 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 ()

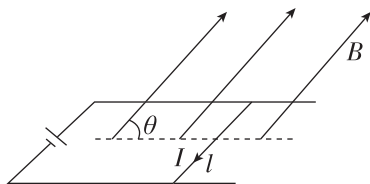
- A. 竖直向上
- B. 竖直向下
- C. 由南向北
- D. 由西向东

3. 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

◆ 知识点二 安培力的大小

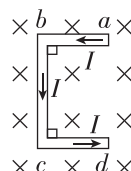
4. 长度为 l 、通有电流为 I 的直导线放入一匀强磁场中,电流方向与磁场方向如图所示, θ 已知,磁感应强度为 B ,则导线所受的安培力大小是 ()



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

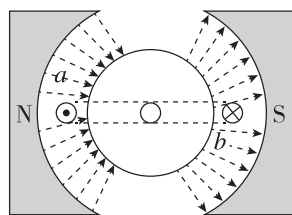
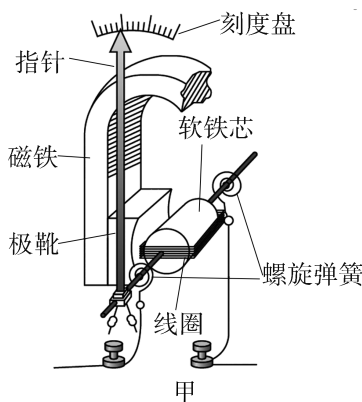
5. 如图所示,“U”形导线框 $abcd$ 固定并垂直放置在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中, ab 垂直于 bc , bc 垂直于 cd ,已知 $ab = cd = l$, $bc = 1.5l$,导线通入恒定电流 I 时,导线框 $abcd$ 受到的安培力大小为 F ,则 ()

- 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

6. [2025·河北衡水中学高二期中] 实验室经常使用的电流表是磁电式电流表.这种电流表的构造如图甲所示. U 形磁铁和铁芯间的磁场是均匀辐向分布的.若线圈中的电流如图乙所示,则下列说法中不正确的是 ()

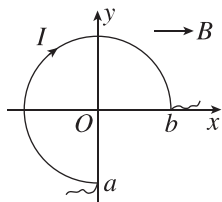


- A. 磁电式电流表的工作原理是电流的磁效应
- B. 在量程内指针转至任一角度,线圈平面都跟磁感线平行
- C. 线圈转动时,螺旋弹簧被扭动,阻碍线圈转动
- D. 当线圈在如图乙所示的位置时,安培力的作用使线圈沿顺时针方向转动

7. (多选)[2024·广东湛江一中高二月考] 根据对磁电式电流表的学习,以下说法正确的是 ()
- A. 指针稳定后,线圈受到螺旋弹簧的阻力与线圈受到的安培力方向是相同的
- B. 通电线圈中的电流越大,电流表指针偏转的角度也越大
- C. 在线圈转动的范围内,各处的磁场都是匀强磁场
- D. 在线圈转动的范围内,线圈所受的安培力大小与电流有关,而与所处位置无关

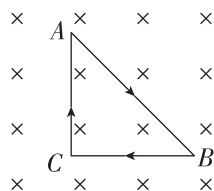
综合提升练

8. [2024·山东潍坊高二期末] 如图所示,在空间中分布着沿 x 轴正方向、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,将一金属导线制成半径为 r 的 $\frac{3}{4}$ 圆环放置在 xOy 平面内.当圆环中通过由 a 到 b 的电流 I 时,圆环受到的安培力大小和方向分别为 ()



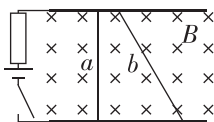
- A. BIr , 垂直 xOy 平面向里
- B. BIr , 垂直 xOy 平面向外
- C. $\sqrt{2}BIr$, 垂直 xOy 平面向外
- D. $\sqrt{2}BIr$, 垂直 xOy 平面向里

9. 通电闭合直角三角形线框 ABC 处在水平方向的匀强磁场中,磁场方向垂直于线框平面向里,线框的 BC 边水平,线框中电流方向如图所示,那么该线框受到的安培力的合力 ()



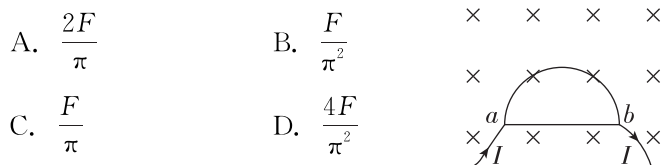
- A. 方向水平向左
- B. 方向竖直向下
- C. 方向垂直于 AB 斜向上
- D. 为零

10. [2024·浙江杭州一中高二月考] 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 ()

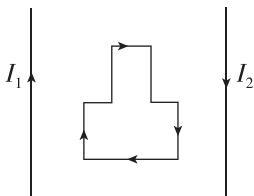


- A. $F_a = IlB$, $F_b = \frac{\sqrt{3}}{2}IlB$
- B. $F_a = IlB$, $F_b = \frac{1}{2}IlB$
- C. $F_a = IlB$, $F_b = \sqrt{3}IlB$
- D. $F_a = 0$, $F_b = IlB$

11. 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 ()

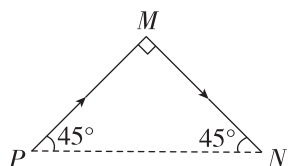


- A. $\frac{2F}{\pi}$
- B. $\frac{F}{\pi^2}$
- C. $\frac{F}{\pi}$
- D. $\frac{4F}{\pi^2}$
12. [2024·贵州卷] 如图所示,两根相互平行的长直导线与一“凸”字形导线框固定在同一竖直平面内,导线框的对称轴与两长直导线间的距离相等.已知左、右两长直导线中分别通有方向相反的恒定电流 I_1 、 I_2 ,且 $I_1 > I_2$,则当导线框中通有顺时针方向的电流时,导线框所受安培力的合力方向 ()



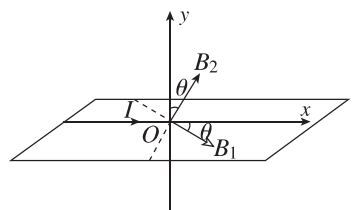
- A. 竖直向上
- B. 竖直向下
- C. 水平向左
- D. 水平向右

13. (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

14. [2024·安徽安庆二中高二期末] 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 θ ,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 θ .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. $B_0 IL$
- B. $B_0 IL \sin^2 \theta$
- C. $B_0 IL \cos^2 \theta$
- D. $\frac{1}{2} B_0 IL \sin 2\theta$

班级

姓名

题号

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

专题课：安培力作用下导体的运动问题

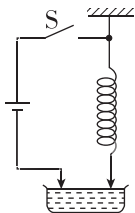
(时间:40 分钟 总分:68 分)

(选择题每小题 4 分)

基础巩固练

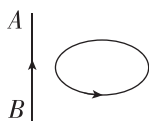
◆ 知识点一 判断安培力作用下导体的运动情况

1. 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 ()



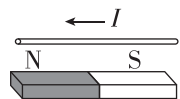
- A. 弹簧向上收缩
- B. 弹簧被拉长
- C. 弹簧上下跳动
- D. 弹簧仍静止不动

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

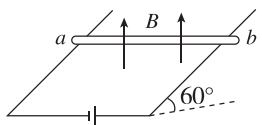
3. 如图所示,一条形磁铁固定在水平面上,其正上方有一根通电导线,电流方向向左.不考虑导线的重力,在条形磁铁磁场的作用下,导线运动的情况是 ()



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

◆ 知识点二 安培力作用下导体的平衡问题

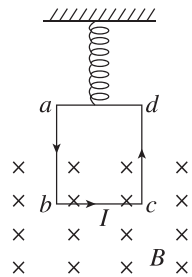
4. [2024·河南安阳高二期末] 如图所示,在与水平方向成 60° 角的光滑平行金属导轨间连一电源,在相距 1 m 的平行导轨上放一重力为 6 N 的金属棒 ab,棒上通以 3 A 的电流,磁场方向竖直向上,这时棒恰好静止.则匀强磁场的磁感应强度大小为 ()



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

5. [2024·广东肇庆中学高二期末] 如图所示,一劲度系数为 k 的轻质弹簧,下面挂有匝数为 n 的矩形线框 abcd, bc 边长为 L ,线框的下半部分处在匀强

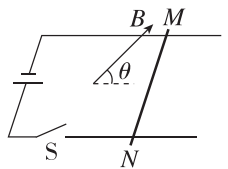
磁场中,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于纸面向里.线框中通有大小为 I 的电流,方向如图所示,开始时线框处于平衡状态.令磁场反向,磁感应强度的大小仍为 B ,线框达到新的平衡.则在此过程中线框位移的大小 Δx 及方向是 ()



- A. $\Delta x = \frac{2nBIL}{k}$,方向向上
- B. $\Delta x = \frac{2nBIL}{k}$,方向向下
- C. $\Delta x = \frac{nBIL}{k}$,方向向上
- D. $\Delta x = \frac{nBIL}{k}$,方向向下

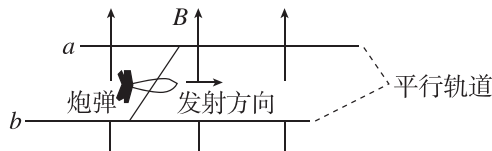
◆ 知识点三 安培力作用下导体的加速问题

6. [2024·陕西西安关山中学高二月考] 如图所示,水平光滑金属导轨宽为 L ,质量为 m 的导体棒 MN 垂直于导轨静止放在导轨上.整个装置处于匀强磁场中,磁场的磁感应强度大小为 B ,方向与轨道平面成 θ 角斜向上方且垂直于导体棒.已知电源电动势为 E 、内阻为 r ,导体棒接入电路中的电阻为 R ,导轨电阻不计.则开关闭合后,导体棒开始运动时的加速度大小为 ()



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

7. (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 1×10^3 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 ()

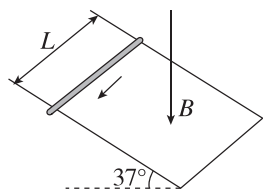


- A. 电流从 a 端流入, b 端流出
- B. 电流从 b 端流入, a 端流出
- C. 炮弹的加速度大小为 1×10^4 m/s²
- D. 炮弹的加速度大小为 4×10^4 m/s²

综合提升练

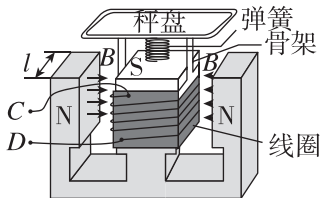
8. 如图所示,一个宽 $L=0.20\text{ m}$ 的“U”形绝缘导轨与水平面成 37° 角固定放置.导轨区域内存在竖直向下的匀强磁场,磁感应强度大小为 $B=1.0\text{ T}$.一根质量为 0.10 kg 的金属棒垂直放置在导轨上,棒上通有 $I=5.0\text{ A}$ 的电流.金属棒静止,棒与导轨之间的最大静摩擦力为 2.0 N , g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$,则 ()

- A. 若增大电流,导轨对金属棒的支持力也增大
B. 此时导轨对金属棒的支持力大小为 0.8 N
C. 若增大磁感应强度,导轨对金属棒的摩擦力先变小后变大
D. 此时导轨对金属棒的摩擦力大小为 1.4 N



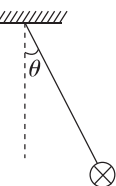
9. 电子天平的原理简略示意图如图所示,秤盘上不放重物时弹簧处于压缩状态,弹簧的长度为 l ,此时外界通入线圈中的电流为 0 ;重物放在秤盘上后,在安培力作用下弹簧长度恢复为 l ,可认为此时外界通入线圈的电流为 I ,数据处理系统可以根据 I 的大小计算出托盘上物体的质量 m .已知线圈的匝数为 n ,磁极宽度为 l ,两磁极间的磁感应强度大小为 B ,重力加速度为 g ,则以下说法正确的是 ()

- A. 电流从 C 端流入线圈,从 D 端流出
B. 线圈所受的安培力方向向下
C. 重物质量为 $m = \frac{nBIl}{g}$
D. 在其他条件都不变的情况下,增加线圈的匝数,可以扩大电子天平的量程



10. 质量为 m 的导体棒置于匀强磁场内,被两等长且平行的绝缘轻绳悬挂于水平轴上,导体棒长度为 L ,当导体棒中通以如图所示方向的电流 I 后,两轻绳偏离竖直方向 θ 角而处于如图位置上,重力加速度为 g ,下列说法正确的是 ()

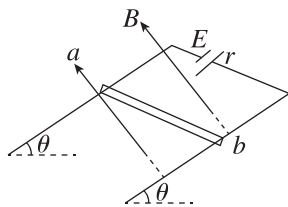
- A. 当磁场方向斜向右上方且与轻绳垂直时磁感应强度最小
B. 磁感应强度的最小值为 $\frac{mg \sin \theta}{IL}$
C. 磁感应强度最小时,每根轻绳的拉力大小为 $\frac{mg}{2 \cos \theta}$
D. 当磁场方向水平向左时,不能使导体棒在图示位置保持静止



11. (16分)[2024·黑龙江齐齐哈尔八中高二月考]

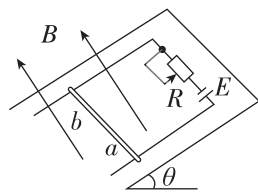
如图所示,两光滑平行金属导轨间的距离 $L=0.4\text{ m}$,金属导轨所在的平面与水平面间的夹角 $\theta=37^\circ$,在导轨所在平面内,分布着方向垂直于导轨所在平面的匀强磁场.现把一个质量为 $m=0.04\text{ kg}$ 的导体棒 ab 垂直放在金属导轨上,当接通电源后,导轨中通过的电流恒为 $I=1.5\text{ A}$ 时,导体棒恰好静止, g 取 10 m/s^2 .已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$,则:

- (1)(8分)磁场的磁感应强度为多大?
(2)(8分)若突然只将磁场方向变为竖直向上,其他条件不变,则磁场方向改变后的瞬间,导体棒的加速度为多大?



拓展挑战练

12. (12分)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 和电动势为 $E=12\text{ V}$ 、内阻不计的电池.垂直于导轨放置一根质量为 $m=0.2\text{ kg}$ 的金属棒 ab ,它与导轨间的动摩擦因数为 $\mu = \frac{\sqrt{3}}{6}$.整个装置放在垂直于斜面向上的匀强磁场中,磁感应强度大小为 $B=0.8\text{ T}$.导轨与金属棒的电阻不计,重力加速度 g 取 10 m/s^2 ,最大静摩擦力等于滑动摩擦力.当滑动变阻器 R 的阻值在什么范围时,可使金属棒静止在导轨上?



2 磁场对运动电荷的作用力 (时间:40 分钟 总分:58 分)

(选择题每小题 4 分)

基础巩固练

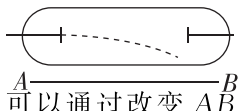
◆ 知识点一 洛伦兹力的方向

1. [2025·湖北黄冈高二期中] 下列有关洛伦兹力和安培力的描述,正确的是 ()

- A. 带电粒子在磁场中运动就一定会受到洛伦兹力的作用
- B. 若通电导线在磁场中不受安培力,该处磁场的磁感应强度不一定为零
- C. 判断安培力的方向用左手定则,判断洛伦兹力的方向用安培定则
- D. 安培力是洛伦兹力的宏观表现,所以安培力和洛伦兹力都不做功

2. (多选)[2024·吉林长春二中高二月考] 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



◆ 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 ()

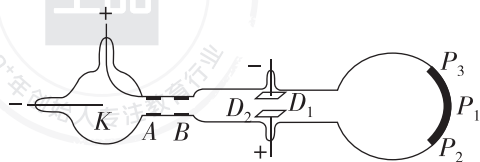
- A. 只要速度大小相同,所受的洛伦兹力就相同
- B. 如果把 $+q$ 改为 $-q$,且速度反向但大小不变,与磁场方向不平行,则洛伦兹力的大小和方向均不变
- C. 只要带电粒子在磁场中运动,它一定受到洛伦兹力作用
- D. 带电粒子受到的洛伦兹力越小,则该磁场的磁感应强度就越小

4. 两个带电粒子以相同的速度垂直于磁场方向射入同一匀强磁场,两粒子质量之比为 $1:4$,电荷量之比为 $1:2$,则两带电粒子所受的洛伦兹力之比为 ()

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

◆ 知识点三 电子束的磁偏转

5. [2024·江苏苏州一中高二月考] 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) ()

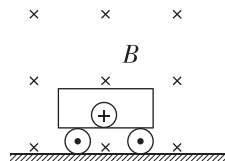


- A. 若在 D_1 、 D_2 之间不加电场和磁场,则阴极射线应打到最右端的 P_1 点
- B. 若在 D_1 、 D_2 之间加上竖直向下的电场,则阴极射线应打到 P_2 点
- C. 若在 D_1 、 D_2 之间加上竖直向上的电场,则阴极射线应打到 P_3 点
- D. 若在 D_1 、 D_2 之间加上垂直于纸面向里的磁场,则阴极射线不偏转

◆ 知识点四 带电体在洛伦兹力作用下的运动

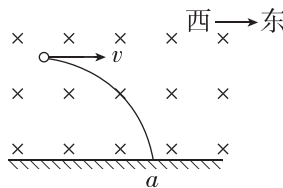
6. 如图所示,一带正电的物体固定在小车的底板上,其中底板绝缘,整个装置静止在水平地面上.在空间施加一垂直于纸面向里的匀强磁场,如果保持小车不动,将匀强磁场沿水平方向向左匀速运动,则下列说法正确的是 ()

- A. 带电物体所受的洛伦兹力为零
- B. 带电物体所受的洛伦兹力方向向竖直向上
- C. 小车对地面的压力变大
- D. 地面对小车的摩擦力方向向左



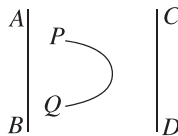
7. [2024·山东济南二中高二月考] 如图所示,在赤道处,将一小球向东水平抛出,落地点为 a ,给小球带上电荷后,仍以原来的速度抛出,考虑地磁场的影响,下列说法正确的是 ()

- 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



8. [2024·重庆八中高二月考] 如图所示,在真空中有两根长直平行导线,其中只有一根携带稳定的电流,其方向未知.一个电子在两根导线确定的平面内沿着如图所示的路径从点 Q 移动到点 P .以下表述正确的是 ()

- A. CD 导线携带电流,方向从 D 流到 C
- B. CD 导线携带电流,方向从 C 流到 D
- C. AB 导线携带电流,方向从 A 流到 B
- D. AB 导线携带电流,方向从 B 流到 A



综合提升练

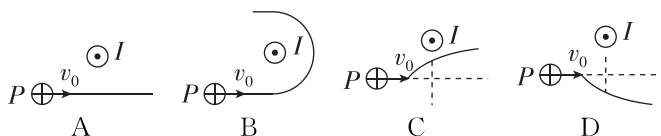
9. (多选)[2024·河北石家庄一中高二月考] 如图所示, a 、 b 两长直导线垂直于纸面水平固定放置, 两导线中通以垂直于纸面向里、大小相同的恒定电流, P 是 a 、 b 连线垂直平分线上的一点, P 、 a 连线与 a 、 b 连线的夹角为 30° , 一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的粒子从 P 点垂直于纸面向外以大小为 v 的速度水平射出, 射出瞬间, 受到的洛伦兹力大小为 F , 则 ()

- A. 洛伦兹力的方向竖直向上
B. 洛伦兹力的方向竖直向下
C. a 导线中的电流产生的

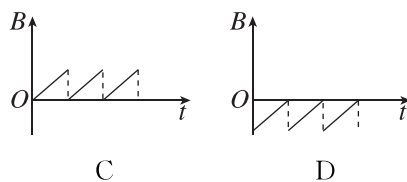
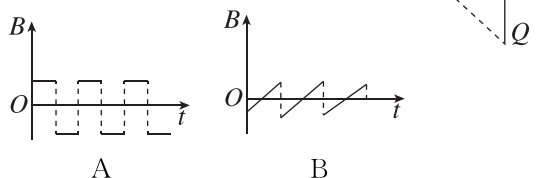
磁场在 P 点的磁感应强度大小为 $\frac{F}{qv}$

- D. a 导线中的电流产生的磁场在 P 点的磁感应强度大小为 $\frac{2F}{qv}$

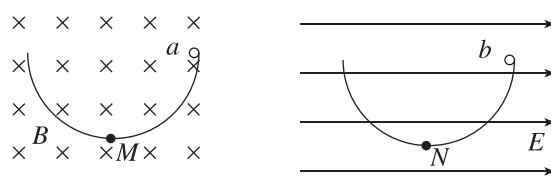
10. [2024·云南昆明一中高二月考] 通电长直导线在其周围空间产生磁场, 某点的磁感应强度大小 B 与该点到导线的距离 r 及电流 I 的关系为 $B=k\frac{I}{r}$ (k 为常量). 如图所示, 竖直通电长直导线中的电流 I 方向向上, 绝缘的光滑水平面上 P 处有一带正电小球从图示位置以初速度 v_0 水平向右运动, 小球始终在水平面内运动, 运动轨迹用实线表示, 则从上向下看, 小球的运动轨迹可能是图中的 ()



11. 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 点为中心的亮线 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 ()



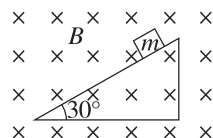
12. [2024·湖南常德一中高二期末] 如图所示, 甲、乙是竖直面内两个相同的半圆形光滑轨道, M 、 N 为两轨道的最低点, 匀强磁场垂直于甲轨道平面, 匀强电场平行于乙轨道平面, 两个完全相同的带正电小球 a 、 b 分别从甲、乙两轨道的右侧最高点由静止释放, 在它们第一次到达最低点的过程中, 下列说法正确的是 ()



- A. a 球下滑的时间比 b 球下滑时间长
B. a 、 b 两球的机械能均不守恒
C. a 球到 M 点的速度小于 b 球到 N 点的速度
D. a 球对 M 点的压力大于 b 球对 N 点的压力

13. (10分) 质量为 $m=0.1\text{ g}$ 的小物块, 带有 $5\times 10^{-4}\text{ C}$ 的电荷量, 放在图示倾角为 30° 的光滑绝缘固定斜面顶端, 整个斜面置于 $B=1\text{ T}$ 的匀强磁场中, 磁场方向垂直纸面向里. 物块由静止开始下滑, 到某一位置离开斜面 (设斜面足够长, g 取 10 m/s^2). 求:

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



班级

姓名

题号

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

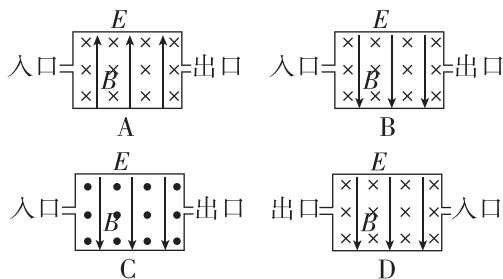
专题课：洛伦兹力与现代科技 (时间:40 分钟 总分:36 分)

(选择题每小题 4 分)

基础巩固练

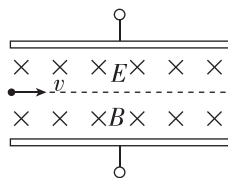
◆ 知识点一 速度选择器

1. [2024·辽宁大连八中高二月考] 下列结构能成为速度选择器的是 ()



2. [2024·吉林延边二中高二月考] 如图所示,一束带电粒子(不计重力)从左端水平射入后,部分粒子沿直线从右端水平射出,不计粒子质量及粒子间的相互作用,则下列说法中正确的是 ()

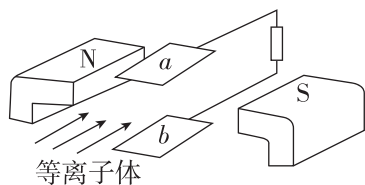
- A. 射出的带电粒子一定带负电
- B. 速度选择器的上极板带负电
- C. 沿虚线水平射出的带电粒子的速率一定等于 $\frac{E}{B}$



D. 若带电粒子的入射速度 $v > \frac{E}{B}$, 则粒子一定向上偏转

◆ 知识点二 磁流体发电机

3. [2024·山东济南一中高二月考] 如图所示是磁流体发电机示意图. 平行金属板 a 、 b 之间有一个很强的匀强磁场, 将一束等离子体(即高温下电离的气体, 含有大量等量正、负离子)垂直于磁场的方向喷入磁场, a 、 b 两板间便产生电压. 如果把 a 、 b 板与用电器相连接, a 、 b 板就是等效直流电源的两个电极. 若磁场的磁感应强度大小为 B , 每个离子的电荷量大小为 q 、速度为 v , a 、 b 两板间距为 d , 两板间等离子体的等效电阻为 r , 用电器电阻为 R . 稳定时, 下列判断正确的是 ()



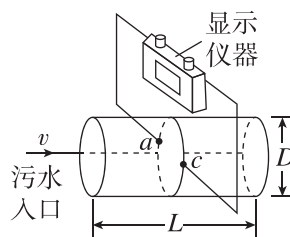
- A. 图中 a 板是电源的正极
- B. 电源的电动势为 Bvq

C. 用电器中电流为 $\frac{Bvq}{R+r}$

D. 用电器两端的电压为 $\frac{R}{R+r}Bdv$

◆ 知识点三 电磁流量计

4. [2024·重庆北碚区高二期末] 市环保局在沿江化工企业的排污管末端安装了如图所示的流量计, 测量管由绝缘材料制成, 其长为 L 、直径为 D , 左右两端开口, 匀强磁场方向竖直向下(未画出), 磁感应强度大小为 B , 在测量管前、后两个内侧面 a 、 c 固定有金属板作为电极. 污水充满管口从左向右流经测量管时, a 、 c 两板间电压为 U , 显示仪器显示污水流量为 Q (单位时间内排出的污水体积). 则 ()

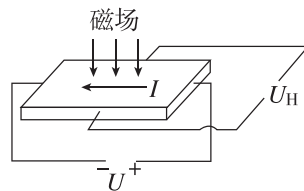


- A. a 侧电势比 c 侧电势低
- B. 污水中离子浓度越高, 显示仪器的示数将越大
- C. 污水流速 $v = \frac{U}{BL}$
- D. 只需要测量磁感应强度大小 B 、直径 D 及 a 、 c 两点间电压 U , 就能够推算出污水的流量

◆ 知识点四 霍尔元件

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

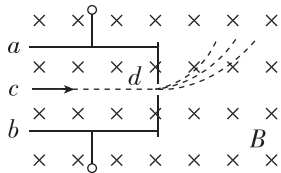
- A. 导体前表面的电势高于后表面的电势
- B. 导体前表面的电势低于后表面的电势
- C. 导体中自由电子定向移动的平均速率大小为 $\frac{U}{\rho n e b}$



- D. 霍尔电压 U_H 的大小为 $\frac{BUb}{\rho n e a}$

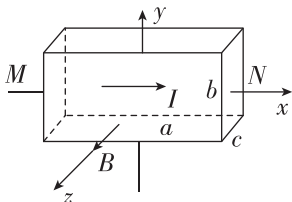
综合提升练

6. (多选) 如图所示, a 、 b 是一对平行金属板, 分别接到直流电源的两极上, 使 a 、 b 两板间产生电场强度大小为 E 的匀强电场, 右边有一块挡板, 正中间开有一小孔 d , 在较大空间范围内存在着匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , 方向垂直于纸面向里. 从两板左侧中点 c 处沿平行于金属板方向射入一束正离子(不计重力及离子间的相互作用力), 这些正离子都沿直线运动到右侧, 从 d 孔射出后分成三束. 下列判断正确的是 ()



- A. 这三束正离子的速度一定不相同
B. 这三束正离子的比荷一定相同
C. a 、 b 两板间的匀强电场方向一定由 a 指向 b
D. 若这三束离子改为带负电, 而其他条件不变, 则仍能从 d 孔射出

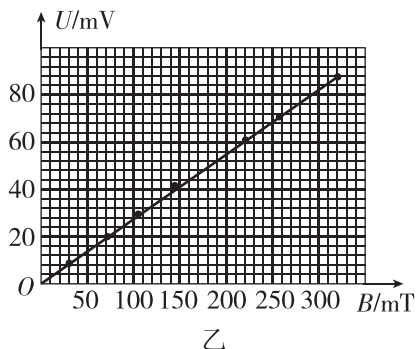
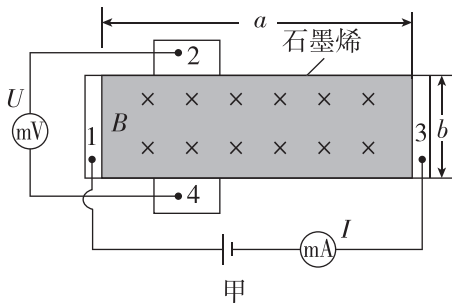
7. 如图所示, 磁感应强度大小为 B 的匀强磁场沿 z 轴正方向垂直于霍尔元件的工作面(即前后侧面), 给霍尔元件通以沿 x 轴正方向的恒定电流 I , 元件沿 x 轴方向的长度为 a , 沿 y 轴方向的宽度为 b , 沿 z 轴方向的厚度为 c . 下列说法正确的是 ()



- A. 若元件的载流子带正电, 则元件上表面的电势比下表面的电势高
B. 沿 y 轴方向的宽度越大, 则元件上、下表面的电势差越大
C. 沿 z 轴方向的厚度越小, 则元件上、下表面的电势差越大
D. 增大电流, 则元件上、下表面的电势差大小不变

8. [2024·江西卷] 石墨烯是一种由碳原子组成的单层二维蜂窝状晶格结构新材料, 具有丰富的电学性能. 现设计一电路测量某二维石墨烯样品的载流子(电子)浓度. 如图甲所示, 在长为 a 、宽为 b 的石墨烯表面加一垂直向里的匀强磁场, 磁感应强度为 B , 电极 1、3 间通以恒定电流 I , 电极 2、4 间将产生电压

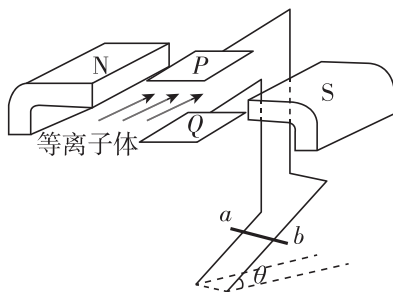
U . 当 $I = 1.00 \times 10^{-3}$ A 时, 测得 U - B 关系图线如图乙所示, 元电荷 $e = 1.60 \times 10^{-19}$ C, 则此样品每平方米载流子数最接近 ()



- A. 1.7×10^{19} B. 1.7×10^{15}
C. 2.3×10^{20} D. 2.3×10^{16}

拓展挑战练

9. [2025·浙江杭州二中高二期中] 如图所示, 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 θ , 两导轨分别与 P 、 Q 相连. 质量为 m 、接入电路中的电阻为 R 的金属棒 ab 垂直导轨放置, 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. 下列说法正确的是 ()



- A. 两平行金属板 P 、 Q 中, P 板的电势比 Q 板高
B. 导轨处磁场的方向垂直导轨平面向上
C. 等离子体的速度大小 $v = \frac{mgR \sin \theta}{B_1 B_2 L d}$
D. 金属棒所受安培力大小等于 $mgR \tan \theta$

3 带电粒子在匀强磁场中的运动

(时间:40 分钟 总分:64 分)

(选择题每小题 4 分)

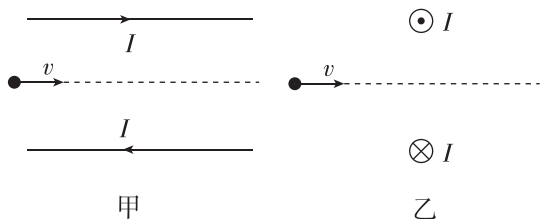
基础巩固练

◆ 知识点一 带电粒子在匀强磁场中的运动

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(甲图),第二次速度垂直于导线方向(乙图). 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·山东青岛二中高二月考] 电子在匀强磁场中做匀速圆周运动,下列说法正确的是 ()

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

4. (多选)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中, A 、 B 均不计重力,则下列说法正确的是 ()

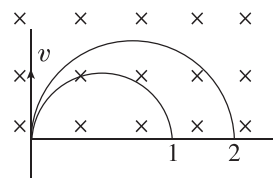
- A. 如果两粒子的速度关系为 $v_A = v_B$,则两粒子的轨道半径关系为 $R_A = R_B$
- B. 如果两粒子的动能关系为 $E_{kA} = E_{kB}$,则两粒子的周期关系为 $T_A = T_B$

C. 如果两粒子的质量关系为 $m_A = m_B$,则两粒子的周期关系为 $T_A = T_B$

D. 如果两粒子的质量与速度的乘积关系为 $m_A v_A = m_B v_B$,则两粒子的轨道半径关系为 $R_A = R_B$

5. [2024·湖南长沙一中高二月考] 一束带电粒子流沿同一方向垂直射入磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,在磁场中分成两条轨迹 1 和 2,如图所示,那么它们的速度 v 、动量 p 、电荷量 q 、比荷 $\frac{q}{m}$ 之间的关系正确的是 ()

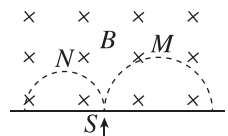
- A. 都是负粒子流,若 $p_1 = p_2$,则 $q_1 > q_2$
- B. 都是正粒子流,若 $q_1 = q_2$,则 $p_1 < p_2$



- C. 都是负粒子流,若 $\frac{q_1}{m_1} = \frac{q_2}{m_2}$,则 $v_1 > v_2$
- D. 都是正粒子流,若 $\frac{q_1}{m_1} = \frac{q_2}{m_2}$,则 $v_1 = v_2$

6. [2024·河北衡水武强中学高二期末] 质量和电荷量都相等的带电粒子 M 和 N ,以不同的速率经小孔 S 垂直进入匀强磁场并最终打在金属板上,运动的半圆轨迹如图中虚线所示,不计粒子重力,下列表述正确的是 ()

- A. M 带负电, N 带正电
- B. M 的速率小于 N 的速率
- C. 洛伦兹力对 M 、 N 做正功
- D. M 的运动时间大于 N 的运动时间

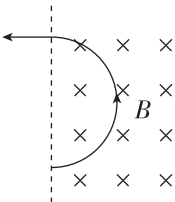


7. (8 分)[2024·河北保定二中高二月考] 初速度为零的 α 粒子和质子经过相同的加速电场后,垂直进入同一匀强磁场中做匀速圆周运动. 已知 α 粒子和质子的质量之比为 $m_\alpha : m_H = 4 : 1$,电荷量之比为 $q_\alpha : q_H = 2 : 1$,则它们在磁场中做匀速圆周运动的半径之比为多少?

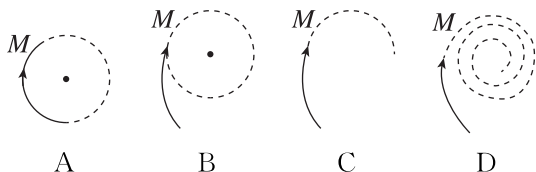
综合提升练

8. 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



9. 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) ()

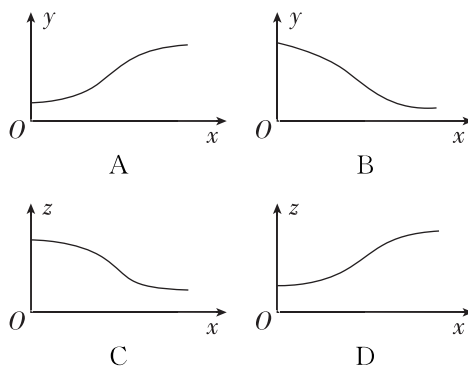
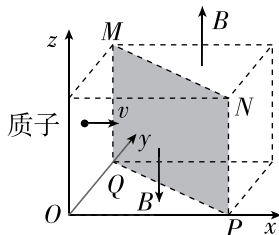


10. [2024·上海一中高二月考] 如图所示,空间中分布有垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,有一质量为 M 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子静止在 O 点. 某时刻,该粒子炸裂成 P 、 Q 两部分, P 粒子质量为 $\frac{M}{3}$ 、电荷量为 $\frac{q}{3}$, Q 粒子质量为 $\frac{2M}{3}$ 、电荷量为 $\frac{2q}{3}$. 不计粒子重力,则下列说法正确的是 ()

- A. P 粒子与 Q 粒子半径之比 $r_1 : r_2 = 2 : 1$
B. P 粒子与 Q 粒子半径之比 $r_1 : r_2 = 1 : 2$
C. P 粒子与 Q 粒子周期之比 $T_1 : T_2 = 2 : 1$
D. P 粒子与 Q 粒子周期之比 $T_1 : T_2 = 1 : 2$

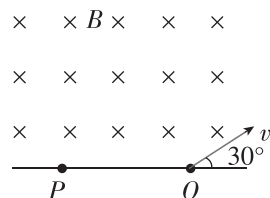
拓展挑战练

11. [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 ()



12. (16 分) 如图所示,一带电荷量为 $2.0 \times 10^{-9} \text{ C}$ 、质量为 $1.8 \times 10^{-16} \text{ kg}$ 的粒子从直线上一点 O 沿与直线成 30° 角的方向进入磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,经过 $1.5 \times 10^{-6} \text{ s}$ 后到达直线上另一点 P ,粒子重力不计. (π 取 3.14)

- (1)(6 分) 求粒子做圆周运动的周期 T ;
(2)(4 分) 求磁感应强度的大小 B ;
(3)(6 分) 若 O 、 P 之间的距离为 0.1 m ,则粒子的运动速度为多大?(结果保留 3 位有效数字)



专题课：带电粒子在有界磁场中的运动

(时间:40 分钟 总分:72 分)

(选择题每小题 4 分)

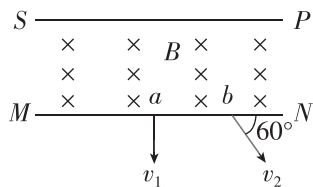
基础巩固练

◆ 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 α 粒子(${}_2^4\text{He}$)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, α 粒子经时间 t_2 从 N 点射出磁场.质子和 α 粒子的重力不计,不考虑它们之间的相互作用力,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. 如图所示,有界匀强磁场边界线 $SP \parallel MN$,速度不同的同种带电粒子从 S 点沿 SP 方向同时射入磁场,其中穿过 a 点的粒子速度 v_1 与 MN 垂直,穿过 b 点的粒子速度方向与 MN 成 60° 角,设两粒子从 S 运动到 a 、 b 所需的时间分别为 t_1 、 t_2 ,则 $t_1 : t_2$ 为 ()

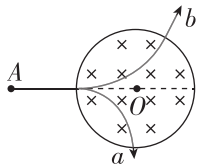


- A. 1 : 3 B. 4 : 3 C. 1 : 1 D. 3 : 2

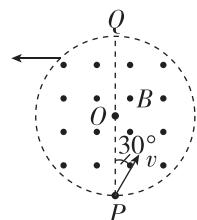
◆ 知识点二 圆弧边界

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 · 广东珠海一中高二月考] 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° 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 ()

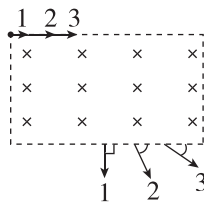


- A. $\frac{qBR}{2m}, \frac{2\pi m}{3qB}$ B. $\frac{qBR}{m}, \frac{2\pi m}{3qB}$
C. $\frac{3qBR}{2m}, \frac{4\pi m}{3qB}$ D. $\frac{qBR}{m}, \frac{2\pi m}{qB}$

◆ 知识点三 三角形或多边形边界

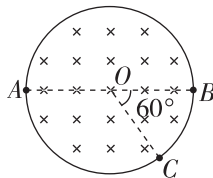
5. (多选)[2024 · 江西九江二中高二月考] 三个速度大小不同而质量相同的一价离子分别从长方形区域的匀强磁场上边缘的同一位置平行于磁场边界射入磁场,它们从下边缘飞出时的速度方向如图所示,以下判断正确的是 ()

- 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



综合提升练

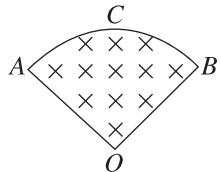
6. [2025 · 辽宁大连二十四中高二期中考] 如图所示,圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场,一个带电粒子以速度 v 从 A 点沿直径 AOB 方向射入磁场,经过 Δt 时间从 C 点射出磁场, OC 与 OB 成 60° 角.现将带电粒子的速度变为 $\frac{v}{3}$,仍从 A 点沿原方向射入磁场,不计重力,则粒子在磁场中的运动时间变为 ()



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

7. 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 $\frac{qBR}{m}$ 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 ()

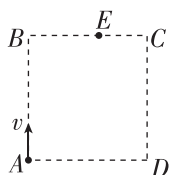
- A. 粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi m}{3qB}$
B. 粒子从 O 点射入速度与 OB 边的夹角为 30°
C. 只改变粒子射入磁场时速度的方向,使粒子从 AC 段圆弧射出,则粒子在磁场中运动时间变长
D. 只改变粒子射入磁场时速度的方向,使粒子从 CB 段圆弧射出,则粒子在磁场中运动时间变短



8. (10分)如图所示,空间存在一方向垂直于纸面、磁感应强度大小为 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)(2分)磁场的方向;

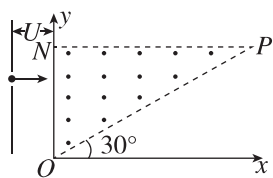
(2)(8分)带电粒子的质量以及其在磁场区域中运动的时间.



9. (16分)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.一带正电的粒子从静止开始经电压 U 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)(10分)带电粒子的比荷;

(2)(6分)带电粒子从射入磁场开始到运动至 x 轴的时间.



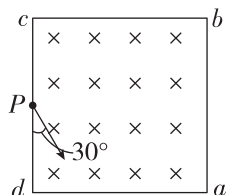
拓展挑战练

10. (18分)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° 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)(4分)求带电粒子在磁场中运动的周期 T ;

(2)(7分)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)(7分)若粒子离开磁场时的速度方向偏转了 120° 角,求该粒子的速度大小 v .



班级

姓名

题号
答案区

1

2

3

4

5

6

7

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:54 分)

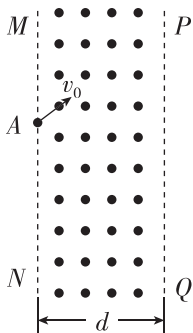
(选择题每小题 4 分)

基础巩固练

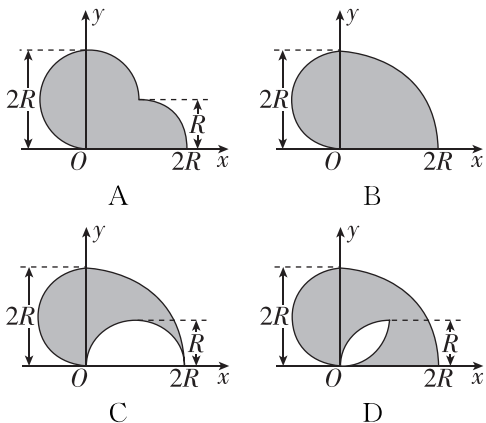
◆ 知识点一 带电粒子在有界匀强磁场中的临界问题

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° 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 $R = \frac{mv}{qB}$, 下列图像正确的是 ()

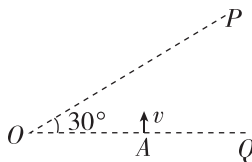


◆ 知识点二 带电粒子在有界匀强磁场中的多解问题

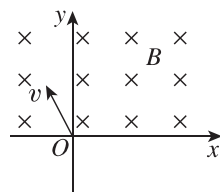
3. (多选) 如图所示, A 点的离子源沿纸面垂直于 OQ 方向向上射出一束负离子, 离子的重力忽略不计. 为把这束负离子约束在 OP 之下的区域, 可加垂

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° , 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

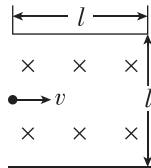


4. (多选) [2024 · 广东珠海一中高二月考] 如图所示, 在 x 轴上方存在着垂直于纸面向里的匀强磁场. 一个质量为 m 、电荷量大小为 q (不计重力) 的带电粒子从坐标原点 O 处以速度 v 进入磁场, 粒子进入磁场时的速度方向垂直于磁场方向且与 x 轴正方向成 120° 角, 若粒子在磁场中运动时与 x 轴的最大距离为 a , 则磁感应强度 B 的大小和该粒子的电性可能是 ()



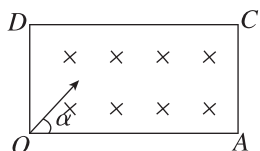
- A. $\frac{3mv}{2aq}$, 带正电
- B. $\frac{mv}{2aq}$, 带正电
- C. $\frac{3mv}{2aq}$, 带负电
- D. $\frac{mv}{2aq}$, 带负电

5. (10 分) 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, 磁感应强度大小为 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) 从两极板间中线的左端点处以速度 v 垂直于磁场水平射入, 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.



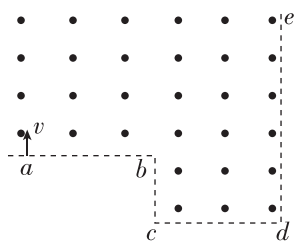
综合提升练

6. [2024·南京师大附中高二期末] 如图所示, $OACD$ 是一长为 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 α , 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. 矩形磁场的宽度最小值为 $\frac{L(1-\cos \alpha)}{\sin \alpha}$
- C. 粒子从 O 到 A 所需的时间为 $\frac{2\alpha L}{v_0}$
- D. 匀强磁场的磁感应强度大小为 $\frac{2mv_0 \sin \alpha}{qL}$

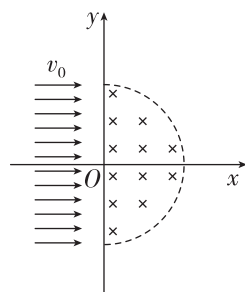
7. [2024·湖北武汉二中高二月考] 如图所示, 在理想的虚线边界内有范围足够大的匀强磁场, ab 、 cd 段水平, bc 、 de 段竖直, 且 $ab=cd=\frac{3}{2}bc$. 在纸面内大量质子从 a 点垂直于 ab 以不同速率射入磁场, 不计质子间的相互作用力和重力, 则从边界 de 垂直射出的质子与在磁场中运动时间最长的质子的速率之比为 ()



- 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 轴且沿 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 xOy 平面向里. 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 ()

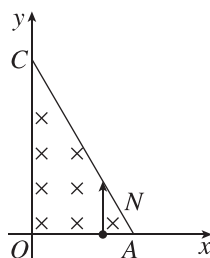
- A. $\frac{\pi R}{6v_0}$
- B. $\frac{\pi R}{4v_0}$
- C. $\frac{\pi R}{3v_0}$
- D. $\frac{\pi R}{2v_0}$



9. (16 分) 如图所示, A 、 C 两点分别位于 x 轴和 y 轴上, $\angle OCA = 30^\circ$, OA 的长度为 l . 在 $\triangle OCA$ 区域内有垂直于 xOy 平面向里的匀强磁场. 质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子, 从 OA 边的某点垂直于 OA 边入射磁场时, 恰好垂直于 OC 边射出磁场, 且粒子在磁场中运动的时间为 t_0 , 不计粒子的重力.

(1)(8 分) 求磁场的磁感应强度大小.

(2)(8 分) 若已知磁感应强度大小为 B_0 , 改变粒子从 OA 边垂直入射的位置, 要使粒子经过磁场后仍从 OA 边射出, 则粒子的最大入射速度为多大?



班级

姓名

题号
答案区

1

2

3

4

5

6

7

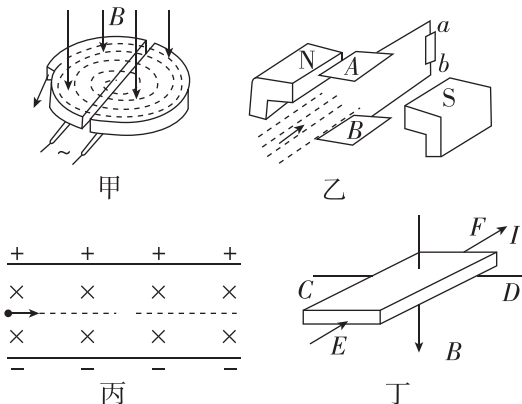
8

► 本章易错过关 (一)

(时间:40 分钟 总分:60 分)

一、选择题(本题共 8 小题,每小题 4 分,共 32 分)

1. 如图所示,甲是回旋加速器,乙是磁流体发电机,丙是速度选择器,丁是霍尔元件.下列说法正确的是 ()



- A. 甲图要增大粒子的最大动能,可增加电压 U
 B. 乙图可判断出 A 极板是发电机的负极
 C. 丙图可以判断出带电粒子的电性,粒子能够沿直

线匀速通过速度选择器的条件是 $v = \frac{E}{B}$

D. 丁图中若载流子带负电,则稳定时 C 板电势高

2. (多选)如图所示,在矩形 ABCD 区域内存在方向垂直于纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场.一带电粒子从 AD 的中点 O 射入磁场,速度方向与磁场垂直且与 AD 的夹角 $\alpha = 45^\circ$,粒子经过磁场偏转后在 C 点垂直于 CD 穿出.已知矩形 ABCD 的宽 AD 为 L ,粒子电荷量为 q ,质量为 m ,重力不计.下列说法正确的是 ()

A. 粒子带正电荷

B. 粒子的速度大小为 $\frac{\sqrt{2}qBL}{2m}$

C. 粒子在磁场中运动的轨迹

半径为 $\frac{\sqrt{2}}{4}L$

D. 粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{3\pi m}{4qB}$

3. 如图所示,磁场中固定一个电荷量为 Q 的正点电荷,一个电荷量为 q 、质量为 m 的带电粒子(重力不计)以正点电荷为圆心在匀强磁场中做匀速圆周运动,测得以不同的绕行方向绕正点电荷做半径为 r 的圆周运动时的周期之比为 $2:1$,已知静电力常量为 k . 下列说法中正确的是 ()

A. 粒子可能带正电,以不同的绕行方向做圆周运动时,所受的洛伦兹力大小相等

B. 粒子一定带负电,且沿逆时针方向旋转时的线速度大小是沿顺时针方向旋转时的 $\frac{1}{2}$

C. 粒子顺时针旋转时,向心加速度大小为 $\frac{kQq}{2mr^2}$

D. 粒子逆时针旋转时,向心加速度大小为 $\frac{kQq}{mr^2}$

4. 有一个带正电的离子沿垂直于电场的方向射入平行金属板间的匀强电场,离子飞出电场后的动能为 E_k .若在平行金属板间再加上一个垂直于纸面向里的如图所示的匀强磁场后,离子飞出电场后的动能为 E_k' ,磁场力做功为 W ,则下列判断正确的是 ()

A. $E_k < E_k', W = 0$

B. $E_k > E_k', W = 0$

C. $E_k = E_k', W = 0$

D. $E_k > E_k', W > 0$

5. (多选)如图所示,虚线 MN 的右侧有方向垂直于纸面向里的匀强磁场,两电荷量相同的粒子 P、Q 从磁场边界的 M 点先后射入磁场,在纸面内运动.射入磁场时,P 的速度 v_P 垂直于磁场边界,Q 的速度 v_Q 与磁场边界的夹角为 45° .已知两粒子均从 N 点射出磁场,且在磁场中运动的时间相同,则 ()

A. P 和 Q 的质量之比为 $1:2$

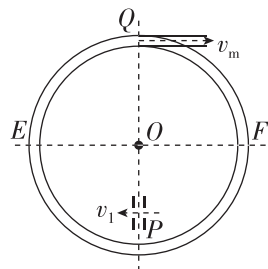
B. P 和 Q 的质量之比为 $\sqrt{2}:1$

C. P 和 Q 的速度大小之比为

$\sqrt{2}:1$

D. P 和 Q 的速度大小之比为 $2:1$

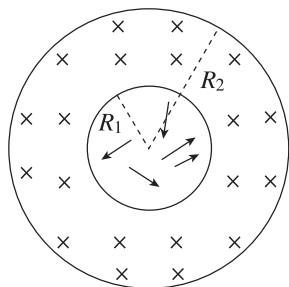
6. [2024·北京四中高二月考] 科技小组设计了一种回旋式加速器,其简化模型如图所示,半径为 R 的真空圆形区域内存在垂直于纸面的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,在 O 点正下方且距离 O 点为 $\frac{3}{5}R$ 的 P 点处有一极窄的平行金属板,两板间加有脉冲电压(大小为 U),用于加速某质量为 m 、电荷量为 q 的正粒子,粒子由金属板间右侧小孔飘入(初速度视为零),经加速后,水平向左射入磁场.粒子每次经过平行金属板间时总能被加速,当粒子加速到需要的速度时,通过磁屏蔽导流管从圆形磁场的边缘 Q 将粒子沿切线引出.不计粒子重力、粒子加速时间及其做圆周运动产生的电磁辐射,不考虑相对论效应.下列说法正确的是 ()



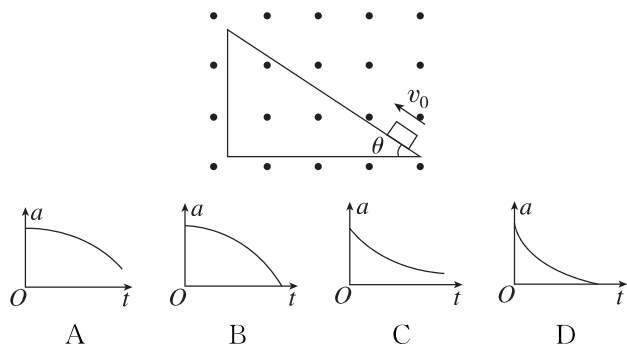
- A. 匀强磁场方向应垂直于纸面向里
 B. 板间电场方向随时间变化的周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$
 C. 粒子在磁场中运动的时间与加速电压 U 成反比
 D. 粒子获得的最大速度 $v_m = \frac{4qBR}{5m}$

7. [2024·四川绵阳高二期末] 如图所示,圆环状匀强磁场区域的内半径为 R_1 ,外半径为 R_2 ,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于环面,中空区域内带电粒子的质量为 m ,电荷量为 q ,具有各个方向的速度.欲使带电粒子约束在半径为 R_2 的区域内,则带电粒子的最大速度为 ()

- A. $\frac{qB(R_2 - R_1)}{m}$
 B. $\frac{qB(R_2 - R_1)}{2m}$
 C. $\frac{qB(R_2^2 - R_1^2)}{2mR_1}$
 D. $\frac{qB(R_2^2 - R_1^2)}{2mR_2}$



8. [2024·江苏苏州高二期末] 如图所示,在磁感应强度大小为 B 、范围足够大的水平匀强磁场内,固定着倾角为 θ 的绝缘斜面,一个质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的带电小物块以初速度 v_0 沿斜面向上运动,小物块与斜面间的动摩擦因数为 μ . 设滑动时电荷量不变,在小物块上滑过程中,其加速度大小 a 与时间 t 的关系图像,可能正确的是 ()

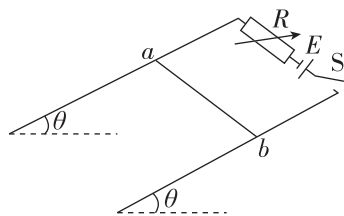


二、计算题(本题共2小题,共28分)

9. (10分) 如图所示,宽为 $L = 0.5 \text{ m}$ 的光滑导轨与水平面成 $\theta = 37^\circ$ 角,质量为 $m = 0.1 \text{ kg}$ 、长也为 $L = 0.5 \text{ m}$ 的金属杆 ab 水平放置在导轨上,电源电动势 $E = 3 \text{ V}$,内阻 $r = 0.5 \Omega$,金属杆电阻为 $R_1 = 1 \Omega$,轨道电阻不计.金属杆与导轨垂直且接触良好.空间存在着竖直向上的匀强磁场(图中未画出),当电阻箱的电阻调为 $R_2 = 0.9 \Omega$ 时,金属杆恰好能静止.重力加速度大小 g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$.

(1)(5分) 求磁感应强度 B 的大小;

(2)(5分) 保持其他条件不变,当电阻箱的电阻调为 $R_2' = 0.5 \Omega$ 时,闭合开关 S ,同时由静止释放金属杆,求此时金属杆的加速度.



10. (18分) [2024·湖南长沙高二期末] 如图所示,平面直角坐标系 xOy 中,第 I 象限存在沿 y 轴负方向的匀强电场,第 IV 象限存在垂直于纸面向外的匀强磁场,质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的带电粒子以初速度 v_0 从 y 轴上 $A(0, h)$ 点沿 x 轴正方向射入匀强电场,经过电场后从 x 轴上的点 $B(2h, 0)$ (B 点未画出) 进入磁场,粒子经磁场偏转后垂直经过 y 轴负半轴上的 P 点 (P 点未画出) 射出,带电粒子的重力忽略不计.

(1)(10分) 求匀强电场的电场强度 E 和匀强磁场的磁感应强度 B 的大小;

(2)(8分) 如果仅仅将磁场反向,粒子的电荷量、质量、入射位置、入射速度、电场强度和磁感应强度的大小均不变,求粒子从 A 点出发到第三次经过 x 轴所用的时间.

