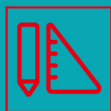




教育图书



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

选择性必修第二册 RJ

浙江省

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：安培力作用下导体的运动和平衡问题

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

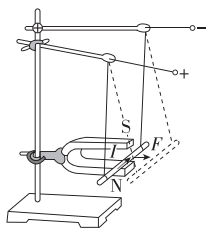
● 本章易错过关（一）

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] 用如图所示装置进行实验。



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

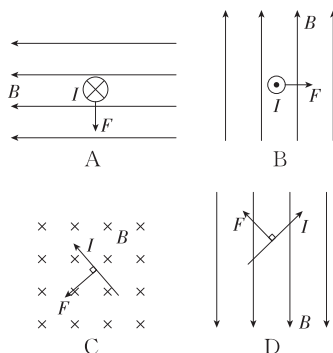
[教材链接] 阅读教材，回答下列问题：

1. 安培力：_____ 在磁场中受的力。

2. 安培力的方向与 _____、_____ 都垂直。

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 如图所示的磁感应强度 B 、电流 I 和磁场对电流的作用力 F 三者方向的相互关系中正确的是 ()



[反思感悟] _____

【要点总结】

1. 安培力 F 的方向既与磁场方向垂直，又与通电导线垂直，即 F 跟 B 、 I 所在的面垂直，但 B 与 I 的方向不一定垂直。

2. 当电流方向跟磁场方向不垂直时，仍可用左手定则来判定安培力的方向，注意要让磁感线垂直于电流方向的分量垂直进入掌心。

| 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

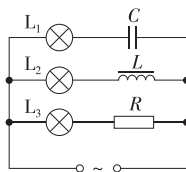
交变电流通过线圈时, 由于电流时刻变化, 所以自感现象就不断发生, 而自感电动势总要阻碍电流变化. 电感器对交变电流阻碍作用的大小用感抗来表示, 决定感抗大小的因素有两个: 一是交变电流的频率, 二是自感系数 L . L 取决于线圈本身的性质, 即线圈匝数、横截面积、有无铁芯等. 电感器有“通直流、阻交流, 通低频、阻高频”的作用.

(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)[2025·杭州高二期末] 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 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

1 磁场对通电导线的作用力

(时间: 40 分钟 总分: 34 分)

(单选题每小题 3 分, 多选题每小题 4 分)

基础巩固练

◆ 知识点一 安培力的方向

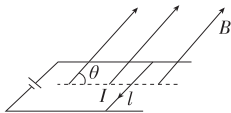
1. [2026·绍兴诸暨中学高二月考] 把一小段通电直导线放入磁场中, 导线受到安培力的作用. 关于安培力的方向, 下列说法中正确的是 ()

- A. 安培力的方向一定跟磁感应强度的方向相同
B. 安培力的方向一定跟磁感应强度的方向垂直, 但不一定跟电流的方向垂直
C. 安培力的方向一定跟电流的方向垂直, 但不一定跟磁感应强度的方向垂直
D. 安培力的方向一定跟电流的方向垂直, 也一定跟磁感应强度的方向垂直

◆ 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, θ 已知, 磁感应强度大小为 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

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



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

拓展挑战练

11. [2025·台州高二期中] 如图所示, 四根通有大小相等且恒定的电流的长直导线垂直穿过 xOy 平面, 与 xOy 平面的交点形成边长为 $2a$ 的正方形, 该正方形关于 x 轴和 y 轴对称, 通电直导线在某点产生的磁感应强度大小与该点到直导线的距离成反比, 各导线中电流方向已标出. 下列说法正确的是 ()

CONTENTS



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和平衡问题	003
2 磁场对运动电荷的作用力	005
专题课:洛伦兹力与现代科技	007
3 带电粒子在匀强磁场中的运动	009
专题课:带电粒子在有界磁场中的运动	011
专题课:带电粒子在有界磁场中的临界与多解问题	013
4 质谱仪与回旋加速器	015
专题课:带电粒子在组合场中的运动	017
专题课:带电粒子(带电体)在叠加场中的运动	019
本章易错过关(一)	021

02 第二章 电磁感应

PART TWO

1 楞次定律	023
专题课:楞次定律的应用	025
2 法拉第电磁感应定律	027
专题课:电磁感应中的电路与电荷量问题	029
专题课:电磁感应中的图像问题	031
3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	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
4 互感和自感	039
本章易错过关(二)	041

03

第三章 交变电流

PART THREE

1 交变电流	043
2 交变电流的描述	045
3 变压器	047
专题课:理想变压器的综合问题	049
4 电能的输送	051
④ 本章易错过关(三)	053

04

第四章 电磁振荡与电磁波

PART FOUR

1 电磁振荡	055
2 电磁场与电磁波	055
3 无线电波的发射和接收	057
4 电磁波谱	057
④ 本章易错过关(四)	059

05

第五章 传感器

PART FIVE

1 认识传感器	061
2 常见传感器的工作原理及应用	061
3 利用传感器制作简单的自动控制装置	063
④ 本章易错过关(五)	065

■ 参考答案(练习册) [另附分册 P067~P106]

■ 导学案 [另附分册 P107~P216]

>> 测 评 卷

章末素养测评(一) [第一章 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:34 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

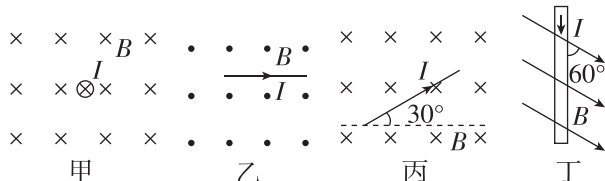
基础巩固练

◆ 知识点一 安培力的方向

1. [2026·绍兴诸暨中学高二月考] 把一小段通电直导线放入磁场中,导线受到安培力的作用.关于安培力的方向,下列说法中正确的是 ()

- A. 安培力的方向一定跟磁感应强度的方向相同
- B. 安培力的方向一定跟磁感应强度的方向垂直,但不一定跟电流的方向垂直
- C. 安培力的方向一定跟电流的方向垂直,但不一定跟磁感应强度的方向垂直
- D. 安培力的方向一定跟电流的方向垂直,也一定跟磁感应强度的方向垂直

2. [2026·嘉兴高二期中] 如图所示的四幅图中,导体棒的长度均为 L ,磁场的磁感应强度大小均为 B ,在各导体棒中通有相同的电流 I .则下列选项正确的是 ()



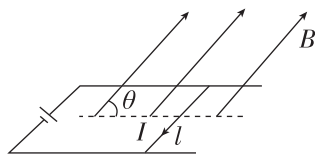
- A. 图甲中导体棒所受的安培力大小为 BIL ,方向水平向左
- B. 图乙中导体棒所受的安培力大小为 BIL ,方向竖直向下
- C. 图丙中导体棒所受的安培力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}BIL$,方向竖直向上
- D. 图丁中导体棒所受的安培力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}BIL$,方向水平向右

◆ 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, θ 已

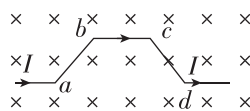
知,磁感应强度大小为 B ,则导线所受的安培力大小是 ()

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



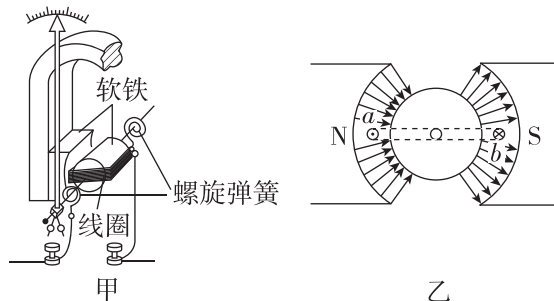
4. 如图所示,一段导线 $abcd$ 位于磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,且与磁场方向(垂直于纸面向里)垂直,线段 ab 、 bc 和 cd 的长度均为 L ,且 $\angle abc = \angle bcd = 135^\circ$. 流经导线的电流为 I ,方向如图中箭头所示,则导线 $abcd$ 受到的磁场的作用力的合力 ()

- A. 方向沿纸面向上,大小为 $(\sqrt{2}+1)BIL$
- B. 方向沿纸面向上,大小为 $3BIL$
- C. 方向沿纸面向下,大小为 $(\sqrt{2}+1)BIL$
- D. 方向沿纸面向下,大小为 $3BIL$



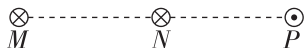
◆ 知识点三 磁电式电流表的工作原理

5. (多选)[2026·桐乡高级中学高二月考] 实验室经常使用的电流表是磁电式仪表. 这种电流表的构造如图甲所示,蹄形磁铁和铁芯间的磁场是均匀辐向分布的,让线圈通以如图乙所示的恒定电流(b 端电流方向垂直于纸面向内). 下列说法正确的是 ()



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

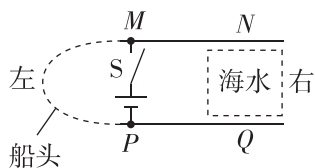
6. 间距相等的 M 、 N 、 P 三个位置各有一垂直于纸面的长直导线,均通有大小相等的电流,导线长度相等,电流方向如图所示.下列说法中正确的是 ()



- A. P 位置导线给 N 位置导线施加的安培力方向竖直向下
B. P 位置导线给 N 位置导线施加的安培力方向水平向右
C. M 位置导线给 N 位置导线施加的安培力方向水平向左

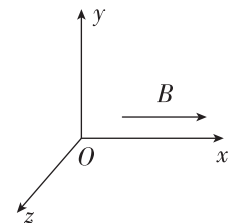
D. 三根导线受到的安培力的合力大小均相等

7. 如图所示为一种新型的电磁船的俯视图, MN 、 PQ 为固定在船上的竖直平行金属板,直流电源接在 M 、 P 之间,船上装有产生强磁场的装置,可在两平行金属板间海水中的虚线框内产生强磁场.闭合开关 S 后,电流通过海水从 N 流向 Q ,若船受到海水的反作用力向左运动,则虚线框中的磁场方向应该 ()



- A. 竖直向下
B. 竖直向上
C. 水平向左
D. 水平向右

8. 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 ()

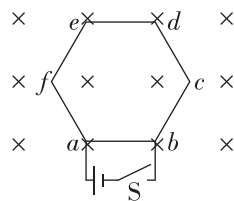


- A. 该通电导线可能沿 Ox 方向放置
B. 该通电导线一定平行 Oz 方向放置
C. 无论通电导线怎样放置,它总受到沿 $+y$ 方向的安培力
D. 沿 $+x$ 方向观察导线中的电流方向,应该为向右方向

9. [2025·杭州高二期中] 如图所示,正六边形线框 $abcdef$ 由六根导体棒连接而成,固定于匀强磁场中的线框平面与磁场方向垂直,线框顶点 a 、 b 与电源两端相连,其中 ab 棒的电阻为 $5R$,其余各棒的电阻均为 R ,电源内阻为 $0.5R$,导线电阻忽略不计. S 闭合后, ab 棒受到的

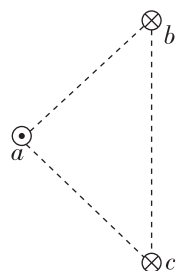
安培力大小为 F .若仅将 ab 棒移走,则余下线框受到的安培力大小为 ()

- A. $\frac{12}{11}F$ B. $\frac{6}{11}F$
C. F D. $\frac{1}{2}F$



10. [2025·宁波高二期末] 如图所示,等腰直角三角形 abc 的顶点 a 、 b 、 c 处分别水平固定长度均为 L 、电流均为 I_0 的直导线, b 、 c 两导线中电流方向均垂直纸面向里, a 导线中电流方向垂直纸面向外,已知通电直导线在其周围空间产生的磁场的磁感应强度大小为 $B = \frac{kI}{r}$, I 为导线中的电流大小, r 为某点到直导线的距离.已知导线 b 在 a 点产生的磁感应强度大小为 B_0 ,则下列说法正确的是 ()

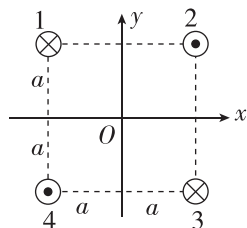
- A. 导线 a 、 b 连线中点处的磁感应强度大小为 $2B_0$
B. 导线 b 、 c 连线中点处的磁感应强度大小为 0
C. 导线 a 所受的安培力大小为 $\sqrt{2}B_0I_0L$,方向水平向右



- D. 导线 c 所受的安培力大小为 $\frac{\sqrt{2}}{2}B_0I_0L$,方向水平向右

拓展挑战练

11. [2025·台州高二期中] 如图所示,四根通有大小相等且恒定的电流的长直导线垂直穿过 xOy 平面,与 xOy 平面的交点形成边长为 $2a$ 的正方形,该正方形关于 x 轴和 y 轴对称,通电直导线在某点产生的磁感应强度大小与该点到直导线的距离成反比,各导线中电流方向已标出.下列说法正确的是 ()



- A. 在 O 点的磁感应强度方向沿 x 轴正方向
B. x 轴正半轴上的磁感应强度方向沿 x 轴正方向
C. 直导线 1、3 之间的相互作用力为排斥力
D. 直导线 1、2、3 对直导线 4 的作用力的合力为零

专题课:安培力作用下导体的运动和平衡问题

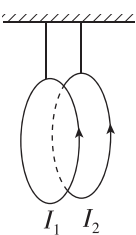
(时间:40 分钟 总分:43 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

基础巩固练

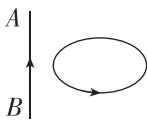
◆ 知识点一 安培力作用下导体运动方向的判断

1. 用两根绝缘细线把两个完全相同的圆形导线环悬挂起来,将二者等高平行放置,如图所示,当两导线环中通入方向相同的电流 I_1 、 I_2 时,两导线环 ()



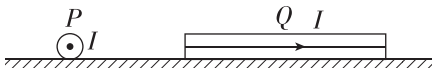
- A. 相互靠近
- B. 相互远离
- C. 保持不动
- D. 先靠近后远离

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,导体棒 P 固定在光滑的水平面内,导体棒 Q 垂直于导体棒 P 放置,且导体棒 Q 可以在水平面内自由移动(正视图如图).给导体棒 P 、 Q 通以如图所示的恒定电流,仅在两导体棒之间的相互作用下,关于导体棒 Q 的运动情况,下列说法正确的是 ()

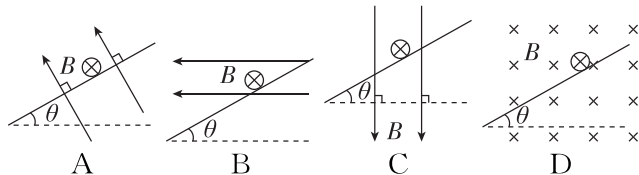


- A. 导体棒 Q 逆时针(俯视)转动,同时远离导体棒 P
- B. 导体棒 Q 顺时针(俯视)转动,同时靠近导体棒 P
- C. 导体棒 Q 仅绕其左端顺时针(俯视)转动
- D. 导体棒 Q 仅绕其左端逆时针(俯视)转动

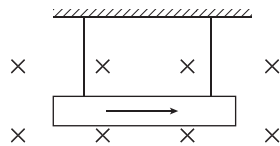
◆ 知识点二 安培力作用下的平衡问题

4. (多选)质量为 m 的金属细杆置于倾角为 θ 的光滑导轨上,导轨的宽度为 d ,若给细杆通以

如图所示的电流时,可能使杆静止在导轨上的是 ()



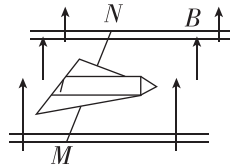
5. (多选)如图所示,一根质量为 m 、长为 l 的金属棒用两根细线悬挂在垂直于纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,已知每根细线可以承受的最大拉力为 $2mg$ (g 为重力加速度),当金属棒通入方向从左到右的电流 I 时,金属棒处于静止状态,此时每根细线的拉力为 $\frac{1}{4}mg$. 关于该金属棒和细线,下列说法中正确的是 ()



- A. 倘若磁感应强度增大为 $2B$,则每根细线的拉力为 0
- B. 倘若磁感应强度增大为 $\frac{4}{3}B$,则每根细线的拉力为 0
- C. 倘若将电流方向变为从右向左,大小变为 $5I$,则细线不会被拉断
- D. 倘若将磁感应强度方向变为垂直于纸面向外,不改变磁感应强度 B 的大小,则每根细线的拉力一定大于 mg

◆ 知识点三 安培力作用下的加速问题

6. [2025·江苏苏州高二期中] 如图为航母上电磁弹射装置的原理简图,待弹射的飞机挂在导体棒上,导体棒放在处于竖直匀强磁场中的两平行导轨上.给导轨通以电流,导体棒和飞机就沿导轨加速,从而将飞机向右弹射出去.以下说法中正确的是 ()

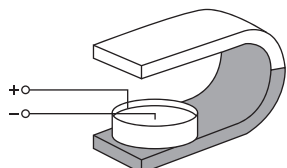


①导体棒中的电流方向是 $N \rightarrow M$; ②导体棒中的电流方向是 $M \rightarrow N$; ③增大导轨中电流可提高飞机的弹射速度; ④改变磁感应强度大小可改变飞机的弹射速度

- A. ①②③
- B. ②③④
- C. ①③
- D. ②④

7. [2025·丽水高二期中] 在玻璃皿的中心放一个圆柱形电极,沿边缘内壁放一个圆环形电极,把它们分别与电池(电动势为 E , 内阻不计)的两极相连(边缘接电池的正极),然后在玻璃皿中放入导电液体,导电液体的等效电阻为 R . 把玻璃皿放在磁场中(上方为 N 极,下方为 S 极),如图所示,液体就会旋转起来. 以下说法中正确的是 ()

- A. 从上往下看,液体逆时针旋转
B. 改变磁场方向,液体旋转方向不变

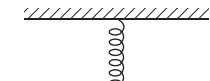


C. 在液体旋转的过程中,电能全部转化成液体的动能

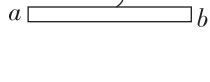
D. 通过液体的电流小于 $\frac{E}{R}$

8. 如图所示,在固定的条形磁铁上方,用轻弹簧悬挂了一直导线,某一时刻给该导线通以由 a 向 b 方向的电流. 下列说法正确的是 ()

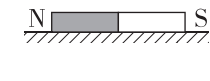
A. a 端向里转动, b 端向外转动



B. 条形磁铁受到的合外力变大



C. 当导体棒再次达到稳定时,弹簧的弹力变大



D. 当导体棒再次达到稳定时,弹簧可能被压缩

9. (多选)[2025·杭州高二期末] 如图所示,质量为 m 、长度为 L 的金属棒 MN 两端由等长的轻质细线水平悬挂,处于竖直向上的磁感应强度为 B 的匀强磁场中,初始时处于静止状态. 第一次棒中由恒流源通以由 M 向 N 的恒定电流, M 最高上摆到 $\theta=60^\circ$ 角,第二次棒中通以大小变化的电流使 MN 缓慢上移到相同的 θ 角. 不计空气阻力,重力加速度为 g ,下列说法正确的是 ()

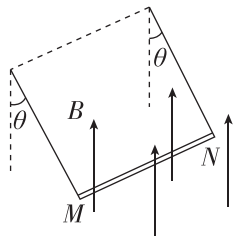
A. 第一次棒中的恒定电流

$$I = \frac{\sqrt{3}mg}{3BL}$$

B. 两次上摆过程安培力对金属棒做功相同

C. 两次上摆过程中细线的弹力均一直变大

D. 第二次最大电流值等于第一次的电流值

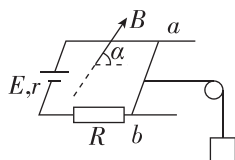


10. (13分)[2026·浙江工业大学附属德清高级中学高二期中] 如图所示,水平导轨间距为 $L=0.5\text{ m}$,导轨电阻忽略不计,导体棒 ab 的质量 $m=0.4\text{ kg}$,电阻 $R_0=0.9\ \Omega$,与导轨接触良好,电源电动势 $E=10\text{ V}$,内阻 $r=0.1\ \Omega$,电阻 R 的阻值为 $4\ \Omega$,外加匀强磁场的方向垂直于 ab ,与导轨平面的夹角 $\alpha=53^\circ$, ab 与导轨间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$ (设最大静摩擦力等于滑动摩擦力),定滑轮摩擦不计. 重物的质量 $M=0.24\text{ kg}$,通过细线对 ab 的拉力沿水平方向,重力加速度 g 取 10 m/s^2 , ab 处于静止状态. 已知 $\sin 53^\circ=0.8$, $\cos 53^\circ=0.6$.

(1)(3分)求通过 ab 的电流大小;

(2)(3分)求 ab 两端的电压大小;

(3)(7分)为了使导体棒 ab 处于静止状态,求磁感应强度 B 的取值范围.



2 磁场对运动电荷的作用力

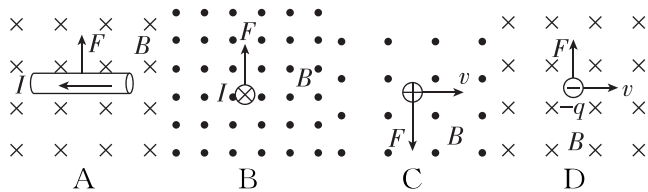
(时间:40 分钟 总分:48 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

基础巩固练

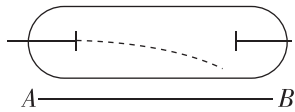
◆ 知识点一 洛伦兹力的方向

1. [2026·杭州高二期中] 如图所示,通电导线所受安培力或运动电荷所受洛伦兹力正确的是 ()



2. (多选)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

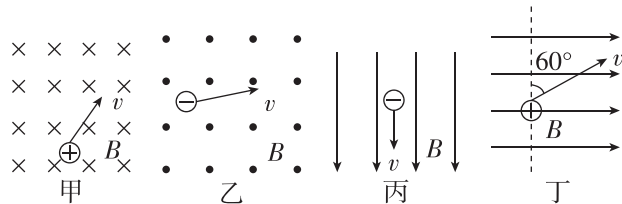


◆ 知识点二 洛伦兹力的大小

3. a 、 b 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, a 、 b 两粒子质量之比为 1:4,电荷量之比为 1:2,则刚进入磁场时 a 、 b 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

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



- A. 图甲中, $F_{\text{洛}} = qvB$,方向垂直于 v 斜向下
B. 图乙中, $F_{\text{洛}} = qvB$,方向垂直于 v 斜向上

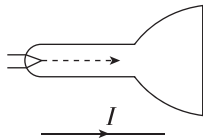
C. 图丙中, $F_{\text{洛}} = qvB$,方向垂直于纸面向里

D. 图丁中, $F_{\text{洛}} = \frac{\sqrt{3}}{2}qvB$,方向垂直于纸面向里

◆ 知识点三 洛伦兹力的特点

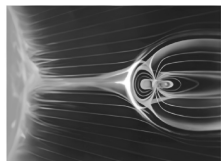
5. 如图所示,在示波器下方有一根与示波器轴线平行放置的通电直导线,导线中的电流方向向右,在该电流的影响下,下列关于示波器中的电子束的说法正确的是(示波器内两个偏转电场的偏转电压都为零,不考虑地磁场的影响) ()

- A. 电子束将向下偏转,电子的速率保持不变
B. 电子束将向外偏转,电子的速率逐渐增大
C. 电子束将向上偏转,电子的速率保持不变
D. 电子束将向里偏转,电子的速率逐渐减小



6. [2025·绍兴高二期末] 太阳内部活动剧烈时会向宇宙抛射大量高能带电粒子,若这些粒子都到达地面,将会对地球上的生命带来灾难,地球也因此无法孕育生命.但由于地磁场的存在改变了宇宙射线中带电粒子的运动方向,使得很多高能带电粒子不能到达地面.下面说法中正确的是 ()

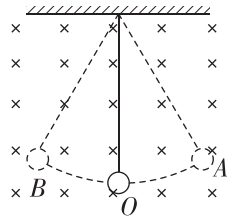
- A. 地磁场直接把高能带电粒子给反射回去
B. 只有在太阳内部活动剧烈时,地磁场才对射向地球表面的宇宙射线有阻挡作用
C. 地磁场会使沿地球赤道平面垂直射向地球的宇宙射线中的带电粒子向两极偏转
D. 地磁场只对带电的宇宙射线有屏蔽作用,对不带电的射线(如 γ 射线)没有阻挡作用



◆ 知识点四 带电体在洛伦兹力作用下的运动

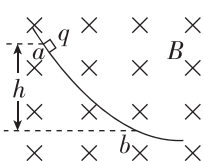
7. (多选)如图所示,用细线吊一个质量为 m 的带电绝缘小球,小球处于匀强磁场中,空气阻力不计.小球分别从 A 点和 B 点向最低点 O 运动,当小球两次经过 O 点时 ()

- A. 小球的动能相同
B. 细线所受的拉力相同
C. 小球所受的洛伦兹力相同
D. 小球的向心加速度大小相同



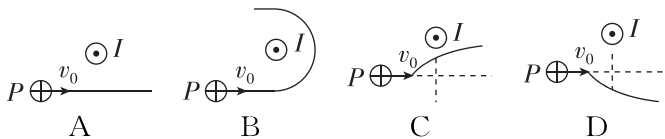
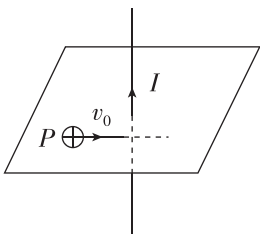
8. 如图所示,光滑绝缘曲面处于方向垂直于竖直平面(纸面)向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,一带电荷量为 $q(q>0)$ 的滑块自 a 点由静止沿曲面滑下,下降高度为 h 时到达 b 点,滑块恰好对曲面无压力.关于滑块自 a 点运动到 b 点的过程,下列说法正确的是(重力加速度为 g) ()

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

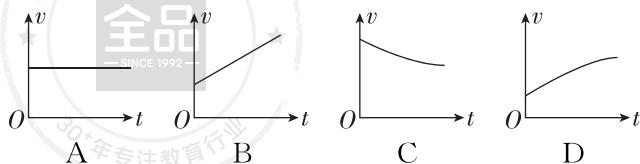
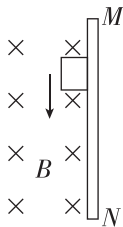


综合提升练

9. [2025·宁波高二期末] 通电长直导线在其周围空间产生磁场,某点的磁感应强度大小 B 与该点到导线的距离 r 及电流 I 的关系为 $B=k\frac{I}{r}$ (k 为常量). 如图所示,竖直通电长直导线中的电流 I 方向向上,绝缘的光滑水平面上 P 处有一带正电小球从图示位置以初速度 v_0 水平向右运动,小球始终在水平面内运动,运动轨迹用实线表示,则从上向下看,小球的运动轨迹可能是图中的 ()

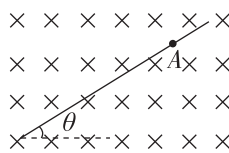


10. (多选) 如图所示,粗糙木板 MN 竖直固定在方向垂直纸面向里的匀强磁场中. $t=0$ 时,一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电的物块沿 MN 以某一初速度竖直向下滑动,则物块运动的 $v-t$ 图像可能是 ()



11. (12分)[2026·宁波高二期中] 如图所示,空间存在垂直于纸面向里、磁感应强度为 B 的匀强磁场,场内垂直磁场放置一绝缘的足够长的直杆,它与水平面的夹角为 $\theta=37^\circ$,一带电荷量为 $-q(q>0)$ 、质量为 m 的小球套在直杆上,从 A 点由静止沿杆下滑,小球与杆之间的动摩擦因数为 $\mu=0.5$,重力加速度 g 取 10 m/s^2 , $\frac{mg}{qB}=10\text{ m/s}$, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$. 在小球以后的运动过程中,求:

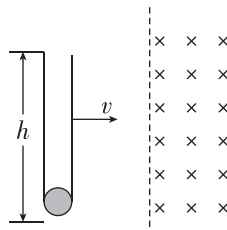
- (1)(4分) 小球的最大加速度;
(2)(4分) 小球加速度最大时的速度;
(3)(4分) 小球的最大速度.



拓展挑战练

12. [2026·杭州四中高二月考] 如图所示,下端封闭、上端开口、内壁光滑的细玻璃管竖直放置,管底有一个带电小球,整个装置以一定的速度垂直进入匀强磁场,由于外力的作用,玻璃管在磁场中的速度保持不变,最终小球从上端管口飞出. 下列说法中正确的是 ()

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



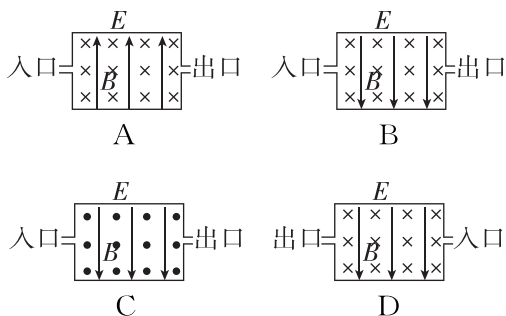
专题课：洛伦兹力与现代科技

(时间:40 分钟 总分:38 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

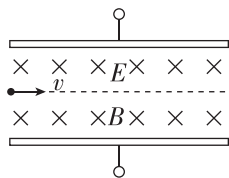
基础巩固练

1. 下列结构能成为速度选择器的是 ()



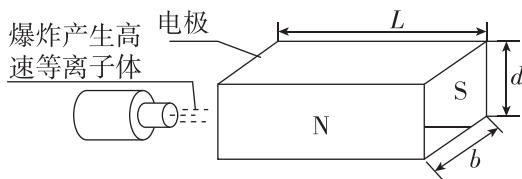
2. 如图所示,一束带电粒子(不计重力)从左端水平射入后,部分粒子沿直线从右端水平射出,不计粒子间的相互作用,则下列说法中正确的是 ()

- 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

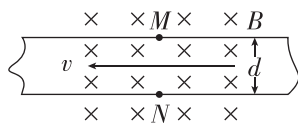
3. 我国科研人员采用全新发电方式——“爆炸发电”,以满足高耗能武器的连续发射需求.其原理如图所示,爆炸将惰性气体转化为高速等离子体,射入磁流体动力学发生器,发生器的前后有两个强磁极 N 和 S,使得上下两金属电极之间产生足够高电压.下列说法正确的是 ()



- 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

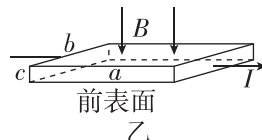
- C. 仅使 d 增大,两金属电极间的电势差会变大
D. 仅使 b 增大,两金属电极间的电势差会变大

4. 在实验室中有一种污水流量计,其原理可以简化为如图所示模型:废液内含有大量正、负离子,从直径为 d 的圆柱形容器右侧流入、左侧流出.流量值 Q 等于单位时间内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大小为 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 ()



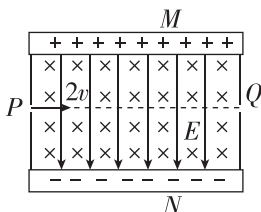
- A. 正、负离子所受的洛伦兹力方向是相同的
B. 容器内液体的流速为 $v = \frac{U}{Bd}$
C. 污水流量计也可以用于测量不带电的液体的流速
D. 污水流量为 $Q = \frac{\pi U d}{2B}$

5. (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 ()



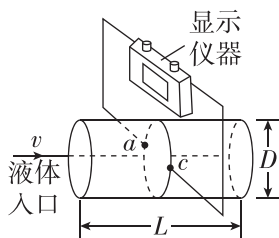
- A. 霍尔元件前表面的电势比后表面的高
B. 霍尔元件前表面的电势比后表面的低
C. 霍尔元件前、后表面间的电压 $U = Bbv$
D. 霍尔元件前、后表面间的电压 $U = Bav$

6. [2025·杭州高二期中] 如图所示, M 、 N 为速度选择器的上、下两个带电极板, 两极板间有匀强电场和匀强磁场. 匀强电场的电场强度大小为 E 、方向由 M 板指向 N 板, 匀强磁场的方向垂直纸面向里. 速度选择器左右两侧各有一个小孔 P 、 Q , 连线 PQ 与两极板平行. 某种带电微粒以速度 $2v$ 从 P 孔沿 PQ 连线射入速度选择器, 从 Q 孔射出. 不计带电微粒的重力, 下列说法正确的是 ()



- A. 带电微粒一定带正电
- B. 匀强磁场的磁感应强度大小为 $\frac{E}{v}$
- C. 若该种带电微粒以速率 $2v$ 从 Q 孔沿 QP 连线射入, 则不能从 P 孔射出
- D. 若该种带电微粒以 $3v$ 的速度从 P 孔沿 PQ 连线射入, 则微粒将做类平抛运动

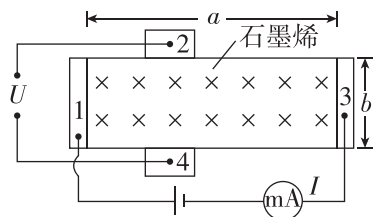
7. 某化工厂的排污管末端安装如图所示的电磁流量计. 流量计处于方向竖直向下的匀强磁场中, 其测量管由绝缘材料制成, 长为 L 、直径为 D , 左、右两端开口, 在前、后两个内侧面 a 、 c 固定有金属板作为电极. 当污水(含有大量的正、负离子)充满管口从左向右流经该测量管时, 稳定后 a 、 c 两端的电压为 U , 显示仪器显示污水流量为 Q (单位时间内排出的污水体积), 下列说法正确的是 ()



- A. 匀强磁场的磁感应强度大小为 $B = \frac{\pi DU}{4Q}$
- B. a 侧电势比 c 侧电势低
- C. 污水中离子浓度越高, 显示仪器的示数越大
- D. 污水流量 Q 与 U 成正比, 与 L 、 D 无关

8. [2025·温州高二期末] 石墨烯是一种由碳原子组成的单层二维蜂窝状晶格结构材料. 现设计一电路测量某二维石墨烯样品单位面积的载流子(电子)数. 如图所示, 在长为 a 、宽为 b 的石墨烯表面加一垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度为 B , 电极 1、3 间接入恒压直流电源,

稳定时电流表示数为 I , 电极 2、4 之间的电压为 U , 已知电子电荷量为 e , 则 ()

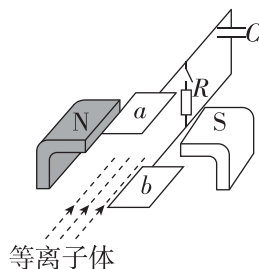


- A. 电极 2 的电势比电极 4 的高
- B. 电子定向移动的速率为 $v = \frac{U}{Ba}$
- C. 电极 2 和 4 之间的电压与宽度 a 有关
- D. 二维石墨烯样品单位面积的载流子数为 $n = \frac{BI}{eU}$

拓展挑战练

9. (13 分) 如图所示是磁流体发电机的装置示意图, a 、 b 组成一对长为 L 、宽为 h 的平行电极板, 两板间距为 d , 内有磁感应强度大小为 B 的匀强磁场. 发电通道内有电阻率为 ρ 的高温等离子体持续垂直喷入磁场, 负载电阻的阻值为 R , 运动的等离子体受到磁场的作用, 产生了电动势, 等离子体以不变的流速 v 通过发电通道. 电容器的电容为 C , 不计等离子体所受的摩擦阻力. 根据提供的信息回答下列问题:

- (1) (4 分) 判断 a 、 b 两板的电势高低, 求发电机的电动势 E ;
- (2) (6 分) 闭合开关, 当发电机稳定发电时, 求 a 、 b 两板间的电势差 U_{ab} ;
- (3) (3 分) 断开开关, 求电容器所带的电荷量 q .



3 带电粒子在匀强磁场中的运动

(时间:40 分钟 总分:48 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

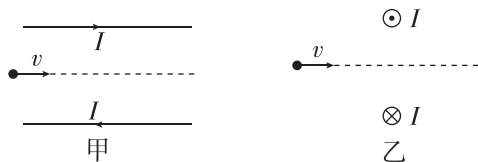
基础巩固练

◆ 知识点一 带电粒子在匀强磁场中的运动

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

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

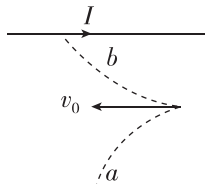


- A. 第一次粒子做匀速直线运动
- B. 第二次粒子做匀速圆周运动
- C. 第一次粒子将向上偏转,且速度大小保持不变
- D. 第二次粒子做直线运动,且速度先增大后减小

◆ 知识点二 带电粒子在磁场中做圆周运动的半径和周期

3. [2026·绍兴高二期中] 如图所示,一水平导线通以电流 I ,导线下方有一电子,初速度方向与导线平行,关于电子的运动情况,下列说法正确的是 ()

- A. 沿路径 a 运动,其轨道半径越来越小
- B. 沿路径 a 运动,其轨道半径越来越大
- C. 沿路径 b 运动,其轨道半径越来越小
- D. 沿路径 b 运动,其轨道半径越来越大



4. 一束带电粒子以同一速度 v 从同一位置进入匀强磁场,在磁场中它们的轨迹如图所示. 若粒子 A 的轨迹半径为 r_1 ,粒子 B 的轨迹半径为 r_2 ,且 $r_2 = 2r_1$, q_1 、 q_2 分别是它们带的电荷量, m_1 、 m_2 分别是它们的质量,则下列分析正确的是 ()

A. A 带负电、 B 带正电,比

$$\text{荷之比为 } \frac{q_1}{m_1} : \frac{q_2}{m_2} =$$

$$1 : 1$$

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

$$1 : 1$$

C. A 带正电、 B 带负电,比荷之比为 $\frac{q_1}{m_1} :$

$$\frac{q_2}{m_2} = 2 : 1$$

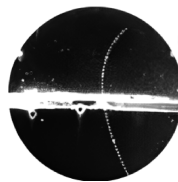
D. A 带负电、 B 带正电,比荷之比为 $\frac{q_1}{m_1} :$

$$\frac{q_2}{m_2} = 2 : 1$$



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

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



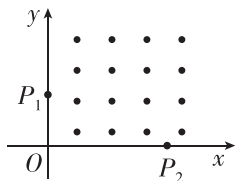
6. 如图所示,在平面直角坐标系 xOy 的第一象限内,存在垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场. 一带正电的粒子,沿 x 轴正方向以速度 v_0 从 y 轴上的点 $P_1(0, a)$ 射入磁场,从 x 轴上的点 $P_2(2a, 0)$ 射出磁场,不计粒子受到的重力,则粒子的比荷为 ()

A. $\frac{v_0}{5aB}$

B. $\frac{2v_0}{5aB}$

C. $\frac{3v_0}{5aB}$

D. $\frac{4v_0}{5aB}$

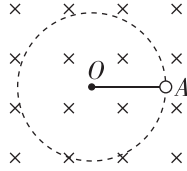


班级	
姓名	
题号	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

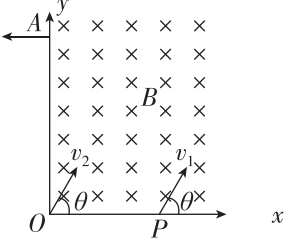
综合提升练

7. [2026·余姚中学高二月考] 在光滑绝缘水平面上,一轻绳拉着一个带电小球绕轴 O 在匀强磁场中沿逆时针方向做匀速圆周运动,磁场方向竖直向下,其俯视图如图所示.若小球运动到 A 点时绳子忽然断开,则以下运动不可能发生的是 ()

- A. 小球仍沿逆时针方向做匀速圆周运动,半径不变
- B. 小球仍沿逆时针方向做匀速圆周运动,但半径减小
- C. 小球沿顺时针方向做匀速圆周运动,半径不变
- D. 小球沿顺时针方向做匀速圆周运动,半径减小



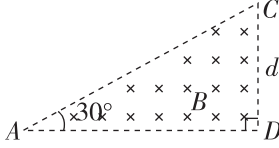
8. [2026·春晖中学高二月考] 如图所示,一个 α 粒子从 x 轴上的 P 点以速度 v_1 沿与 x 轴成 $\theta=60^\circ$ 角的方向射入第一象限内的匀强磁场中,恰好垂直于 y 轴从 A 点射出第一象限.一个质子从坐标原点 O 以速度 v_2 沿与 x 轴成 $\theta=60^\circ$ 角的方向射入第一象限,也恰好从 A 点射出第一象限.则 $v_1:v_2$ 等于 ()



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

9. (11分) 如图所示,直角三角形 ACD 区域内有垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B . 一质量为 m 的带电粒子以速度 v 从 C 点沿 $\angle C$ 的角平分线射入磁场,刚好从 A 点离开磁场. 已知 $\angle A=30^\circ$, CD 边的长度为 d , 粒子重力不计.

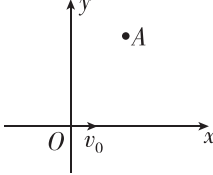
(1)(3分) 判断粒子的带电性质;



- (2)(4分) 求粒子的电荷量 q ;
- (3)(4分) 求粒子在磁场中的运动时间 t .

10. (12分) [2026·广东江门高二期中] 如图所示,空间存在范围足够大的、垂直 xOy 平面向里的匀强磁场(图中未画出),一质量为 m 、带电荷量为 q 的带正电粒子(不计所受重力)从坐标原点 O 沿 x 轴正方向以速度 v_0 射出,带电粒子恰好经过点 $A(\frac{\sqrt{3}}{3}h, h)$, 求:

- (1)(6分) 匀强磁场的磁感应强度大小 B ;
- (2)(6分) 粒子从 O 点运动到 A 点所用的时间 t .



专题课：带电粒子在有界磁场中的运动

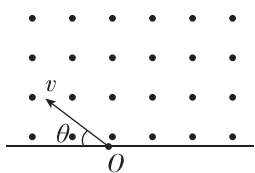
(时间:40 分钟 总分:41 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

基础巩固练

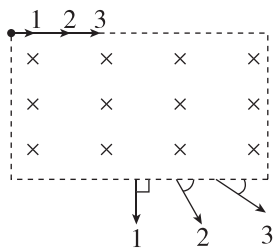
◆ 知识点一 直线边界

1. (多选)如图所示为一个有界的足够大的匀强磁场区域,磁场方向垂直纸面向外,一个不计重力的带正电的粒子以某一速率 v 垂直磁场方向从 O 点进入磁场区域,粒子进入磁场时速度方向与边界的夹角为 θ ,下列说法正确的是 ()



- A. 若 θ 一定,速度 v 越大,粒子在磁场中运动时间越长
 B. 粒子在磁场中的运动时间与速度 v 有关,与角度 θ 大小无关
 C. 若速度 v 一定, θ 越小,粒子在磁场中运动时间越长
 D. 粒子在磁场中运动时间与角度 θ 有关,与速度 v 无关

2. (多选)[2025·瓯海中学高二期中] 三个速度大小不同而质量相同的一价离子分别从长方形区域的匀强磁场上边缘的同一位置平行于磁场边界射入磁场,它们从下边缘飞出时的速度方向如图所示,以下判断正确的是 ()

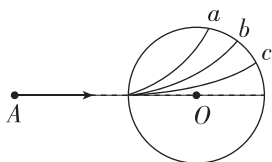


- A. 三个离子均带负电
 B. 三个离子均带正电
 C. 离子 1 在磁场中运动的轨迹半径最大
 D. 离子 3 在磁场中运动的时间最短

◆ 知识点二 圆弧边界

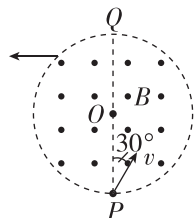
3. [2025·杭州高二期末] 圆形区域内有垂直于纸面的匀强磁场,三个质量和电荷量都相同

的带电粒子 a 、 b 、 c 以不同的速率沿着 AO 方向对准圆心 O 射入磁场,其运动轨迹如图所示.若带电粒子只受磁场力的作用,则下列说法正确的是 ()



- A. a 粒子速率最大
 B. c 粒子所受的洛伦兹力最小
 C. a 粒子在磁场中运动的时间最长
 D. 它们做圆周运动的周期的大小关系为 $T_a < T_b < T_c$

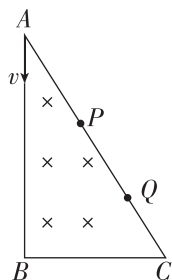
4. [2025·象山中学高二期中] 如图所示,匀强磁场区域的横截面为圆形,其半径为 R ,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于纸面向外.一电荷量为 q 、质量为 m 的带负电粒子自 P 点沿与直径 PQ 成 30° 角的方向射入圆形磁场区域,粒子射出磁场时的运动方向与直径 PQ 垂直,不计粒子的重力,则粒子的速率和在磁场中运动的时间分别为 ()



- 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 带电粒子在三角形或多边形有界匀强磁场中运动

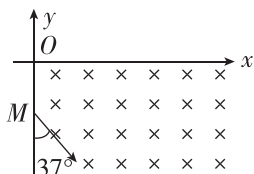
5. (多选)如图所示,直角三角形 ABC 中存在一匀强磁场,比荷相同的两个带电粒子沿 AB 方向射入磁场,分别从 AC 边上的 P 、 Q 两点射出,不计粒子重力,则 ()



- A. 从 P 射出的粒子速度大
 B. 从 Q 射出的粒子速度大
 C. 从 P 射出的粒子在磁场中运动的时间长
 D. 两粒子在磁场中运动的时间一样长

6. [2026·金华高二期中] 如图所示,在平面直角坐标系 xOy 中只有第四象限存在垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,点 M 的坐标为 $(0, -d)$. 一电荷量为 q 、质量为 m 的带电粒子以某一速度从点 M 沿与 y 轴负方向成 37° 角的方向垂直磁场射入第四象限,粒子恰好垂直穿过 x 轴,已知 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$. 若不考虑粒子重力,下列说法正确的是 ()

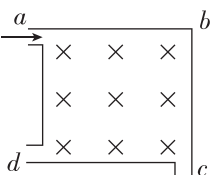
- A. 粒子可能带负电
B. 粒子在磁场中做匀速圆周运动的半径为 $\frac{5}{4}d$



- C. 粒子的速度大小为 $\frac{5qdB}{3m}$
D. 若仅减小磁感应强度大小,粒子可能不会穿过 x 轴

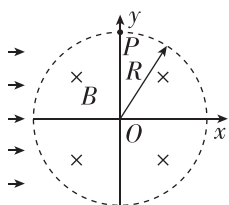
7. (多选) [2026·金华一中高二月考] 如图所示,正方形容器处于匀强磁场中,一束电子从孔 a 垂直于磁场沿 ab 方向射入容器中,一部分从 c 孔射出,一部分从 d 孔射出. 若小孔足够小,容器处于真空中,则下列结论中正确的是 ()

- A. 从两孔射出的电子速率之比 $v_c : v_d = 1 : 2$
B. 从两孔射出的电子在容器中运动的时间之比 $t_c : t_d = 1 : 2$
C. 从两孔射出的电子在容器中运动的加速度大小之比 $a_c : a_d = 1 : 2$
D. 从两孔射出的电子在容器中运动的角速度之比 $\omega_c : \omega_d = 1 : 1$



8. [2025·温州高二期末] 如图所示,在 xOy 平面内,有一粒子源沿 x 正方向发射速率相等、质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子. 粒子射入一个半径为 R 、中心位于原点 O 的圆形匀强磁场区域,磁场方向垂直于 xOy 平面向里,磁感应强度的大小为 B . 已知沿 x 轴入射的粒子经磁场偏转后从 P 点射出. 下列说法正确的是 ()

- A. 粒子的速率 $v = \frac{m}{qBR}$
B. 沿 x 轴入射的粒子在磁场中的运动时间 $t = \frac{\pi m}{qB}$

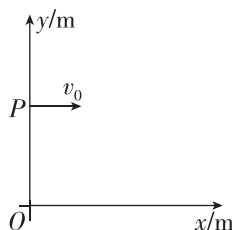


- C. 从不同位置入射的粒子会从不同位置离开磁场
D. 关于 x 轴对称入射的两个粒子从磁场中离开时的速度方向关于 y 轴对称

拓展挑战练

9. (13分) [2025·湖州高二期末] 如图所示,平面直角坐标系 xOy 的第一象限内有方向垂直于纸面、磁感应强度大小恒定的圆形匀强磁场,半径 $R = 1 \text{ m}$, 圆心坐标为 $(1 \text{ m}, 1 \text{ m})$. 一重力不计、带正电的粒子从 y 轴上的 P 点以速度 v_0 沿 x 轴正方向进入磁场. 已知粒子的比荷为 $\frac{q}{m} = 10^8 \text{ C/kg}$, P 点的坐标为 $(0, 1 \text{ m})$. 若 $v_0 = 10^6 \text{ m/s}$, 粒子从 P 点进入磁场后恰能垂直于 x 轴出磁场.

- (1) (4分) 求磁感应强度 B 的大小及方向;
(2) (4分) 若粒子以某一速度 v_1 进入磁场, 粒子经 $t = \frac{\pi}{3} \times 10^{-6} \text{ s}$ 后射出磁场并经过 x 轴上 Q 点, 求 Q 点的横坐标 x_Q 及粒子从 P 到 Q 的时间 t_{PQ} ;
(3) (5分) 若将磁场沿 y 轴负方向移动了 0.5 m , 粒子仍以 $v_0 = 10^6 \text{ m/s}$ 进入磁场, 求粒子在磁场中运动的时间及离开磁场时的方向.



专题课:带电粒子在有界磁场中的临界与多解问题

(时间:40 分钟 总分:45 分)

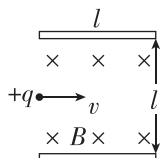
(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

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. (多选)如图所示,长为 l 的水平极板间有垂直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 的带正电粒子(不计重力),从两极板间边界中点处垂直磁场以速度 v 射入磁场,欲使粒子不打在极板上,可采用的办法是 ()

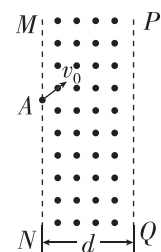
- A. 使粒子的速度 $v < \frac{Bql}{4m}$
 B. 使粒子的速度 $v > \frac{5Bql}{4m}$
 C. 使粒子的速度 $v > \frac{Bql}{m}$



D. 使粒子的速度范围为 $\frac{Bql}{4m} < v < \frac{5Bql}{4m}$

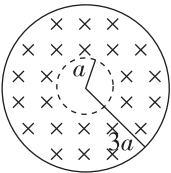
2. 如图所示,宽为 d 的带状区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 B .一质量为 m 、电荷量为 e 的质子从 A 点出发,与边界成 60° 角进入匀强磁场,要使质子从左边边界飞出磁场,则质子速度的最大值为 ()

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



3. 真空中有一匀强磁场,磁场边界是两个半径分别为 a 和 $3a$ 的同轴圆柱面,磁场的方向与圆柱轴线平行,其横截面如图所示.一速率为 v 的电子从圆心沿半径方向进入磁场.已知电子质量为 m ,电荷量为 e ,忽略重力.为使该电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内,磁场的磁感应强度最小为 ()

- A. $\frac{3mv}{2ae}$ B. $\frac{mv}{ae}$ C. $\frac{3mv}{4ae}$ D. $\frac{3mv}{5ae}$



◆ 知识点二 带电粒子在有界磁场中的多解问题

4. (多选)[2025·陕西西安一中高二月考] 如图所示, A 点的离子源沿纸面垂直于 OQ 方向

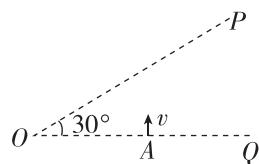
向上射出一束负离子,离子的重力忽略不计.为把这束负离子约束在 OP 之下的区域,可加垂直于纸面的匀强磁场.已知 O 、 A 两点间的距离为 s ,负离子的比荷为 $\frac{q}{m}$,速率为 v , OP 与 OQ 间的夹角为 30° ,则所加匀强磁场的磁感应强度 B 的大小和方向可能是 ()

A. $B > \frac{mv}{3qs}$,垂直于纸面向里

B. $B > \frac{mv}{qs}$,垂直于纸面向里

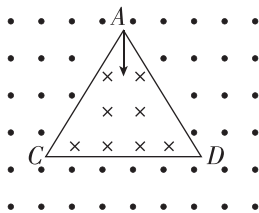
C. $B > \frac{mv}{qs}$,垂直于纸面向外

D. $B > \frac{3mv}{qs}$,垂直于纸面向外



5. 如图所示,边长为 l 的等边三角形 ACD 内、外分布着方向相反的匀强磁场,三角形内磁场方向垂直纸面向里,三角形外磁场方向垂直纸面向外,磁感应强度大小均为 B .顶点 A 处有一粒子源,能沿 $\angle CAD$ 的角平分线方向发射不同速度的粒子,粒子质量均为 m ,电荷量均为 $+q$,不计粒子重力.则粒子发射时不能通过 D 点的速度为 ()

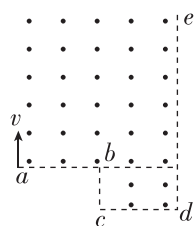
- A. $\frac{qBl}{4m}$ B. $\frac{qBl}{2m}$
 C. $\frac{3qBl}{4m}$ D. $\frac{qBl}{m}$



综合提升练

6. [2025·杭州二中高二期末] 如图所示,在理想的虚线边界内有范围足够大的匀强磁场, ab 、 cd 段水平, bc 、 de 段竖直,且 $ab = cd = \frac{3}{2}bc$.在纸面内大量质子从 a 点垂直于 ab 以不同速率射入磁场,不计质子间的相互作用和质子的重力,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



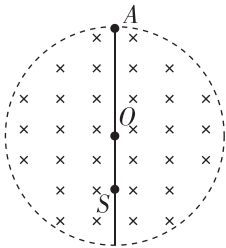
班级	
姓名	
题号	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

7. (12分)[2025·杭州高二期末] 半径为 R 的圆形区域内存在垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度为 B ,在圆心 O 的正下方 $\frac{R}{2}$ 处的粒子源 S 有质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子沿与 SO 成 37° 角垂直于磁场射入磁场,且粒子源射出的粒子数按速度大小均匀地分布在 $0\sim v_m$ (v_m 未知) 范围内,不计带电粒子的重力和粒子间的相互作用, $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$.

(1)(3分) 已知速度最大的粒子从圆心 O 的正上方 A 点离开磁场,求粒子的最大速度 v_m .

(2)(4分) 求射出磁场的粒子在磁场中运动的最短时间.

(3)(5分) 求射出磁场的粒子数占整个粒子源射出粒子数的比例.



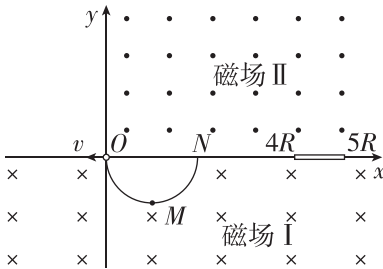
期),其中 OMN 半圆区域内无磁场, M 点、 N 点的坐标分别为 $(R,-R)$ 、 $(2R,0)$. 在第一象限存在垂直于 xOy 平面向外、磁感应强度大小可调的匀强磁场 II ,在 x 轴上 $4R\sim 5R$ 区间放置一长为 R 的探测板(只有上表面可接收离子). 已知磁场 I 的磁感应强度为 B_0 时,发射的离子经磁场 I 偏转后恰好经过 M 点,且方向垂直 x 轴射入磁场 II .

(1)(3分) 求离子的运动速率 v ;

(2)(3分) 求离子射入磁场 II 时与 x 轴正方向的夹角范围;

(3)(3分) 若磁场 II 的磁感应强度 B 大小为 $\frac{1}{2}B_0$,求探测板能接收到离子区域的长度;

(4)(4分) 若磁场 II 的磁感应强度 B 大小在 $\frac{\sqrt{3}}{4}B_0\sim \frac{\sqrt{3}}{3}B_0$ 内取不同值,求探测板接收到离子区域的长度 L 与磁感应强度 B 之间的关系.



拓展挑战练

8. (13分)[2025·嘉兴高二期末] 如图所示,在 xOy 平面内有一离子源置于坐标原点 O ,持续不断地沿 x 轴负方向发射速率相同、质量为 m 、电荷量为 q 的正离子. 在 x 轴及其下方存在匀强磁场 I ,磁场方向垂直于 xOy 平面向内,磁感应强度大小在 $B_0\sim \sqrt{3}B_0$ 范围内波动(磁场波动周期远大于离子在磁场中做圆周运动的周

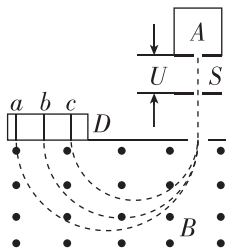
4 质谱仪与回旋加速器 (时间:40 分钟 总分:38 分)

(单选题每小题 3 分,多选题每小题 4 分)

基础巩固练

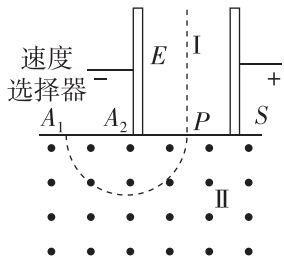
◆ 知识点一 质谱仪

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



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

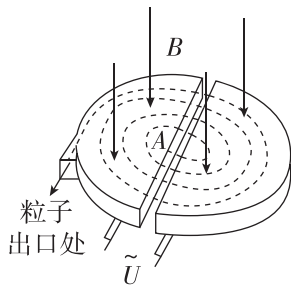
2. [2025·衢州二中高二月考] 如图所示, 一束带电粒子(不计重力)先以一定的初速度沿直线通过由相互正交的磁感应强度大小为 B 的匀强磁场 I (方向垂直纸面, 未画出) 和电场强度大小为 E 的匀强电场组成的速度选择器, 然后通过平板 S 上的狭缝 P, 进入另一方向垂直纸面向外的、磁感应强度大小为 B' 的匀强磁场 II, 最终打在平板 S 上的 A_1A_2 之间. 下列说法正确的是 ()



- A. 通过狭缝 P 的粒子带负电
- B. 磁场 I 的方向垂直纸面向外
- C. 粒子打在 A_1A_2 上的位置距 P 越远, 粒子的速度越小
- D. 粒子打在 A_1A_2 上的位置距 P 越远, 粒子的比荷越小

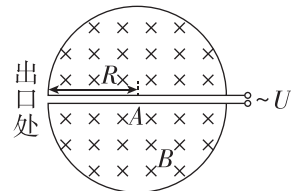
◆ 知识点二 回旋加速器

3. [2026·湖州中学高二月考] 劳伦斯和利文斯设计的回旋加速器工作原理如图所示. 真空中的两个 D 形金属盒间留有平行的狭缝, 粒子通过狭缝的时间可忽略. 匀强磁场与盒面垂直, 加速器接在交流电源上. 若 A 处质子源产生的质子可在盒间被正常加速, 则下列说法错误的是 ()



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

4. (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 ()



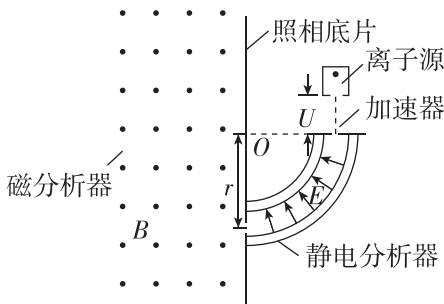
- A. 回旋加速器加速完质子后, 在不改变所加交变电压和磁场情况下, 不能直接对氦核 (${}^4_2\text{He}$) 进行加速
- B. 只增大交变电压 U , 则质子在加速器中获得的最大动能将变大
- C. 回旋加速器所加电压变化的频率为 $\frac{qB}{2\pi m}$
- D. 加速器可以对质子进行无限加速

班级	
姓名	
题号	
1	
2	
3	
4	

综合提升练

5. (12分)[2026·镇海中学高二期中] 如图为一新型质谱仪,它由离子源、加速器、静电分析器、磁分析器等组成.加速器的加速电压为 U ,静电分析器为四分之一圆环真空管道,管道中心的半径为 r ,管道中心处的电场强度大小均为 E ,方向均指向圆心 O ,磁分析器内存在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,方向垂直于纸面向外.一比荷为 k 的离子以某一初速度进入加速器,经加速后进入静电分析器,恰好沿管道中心的圆弧做匀速圆周运动,又经磁分析器后打在照相底片上.离子重力不计,求:

- (1)(4分)离子在静电分析器中运动的时间;
- (2)(4分)离子进入加速器前的初速度大小;
- (3)(4分)离子在磁分析器中做圆周运动的半径.



拓展挑战练

6. (13分)[2025·杭州高二期末] 如图甲所示为回旋加速器的工作原理图, D_1 和 D_2 是两个中空的半圆形金属盒,半径为 R ,它们之间有一定的电势差 U . D 形盒中心 A 处的粒子源产生初速度不计的带电粒子,粒子的质量为 m 、电荷量为 q ,它能在两盒之间被电场加速.两个半圆盒处于与盒面垂直的匀强磁场中,磁感应强度大小为 B ,粒子可在磁场中做匀速圆周运动.经过半个圆周之后,当粒子再次到达两盒间的缝隙时,电极极性反转,粒子再次被加速.如果粒子能够被一直加速,最终从 D 形盒边缘射出,则需要粒子做圆周运动的周期 T_0 (未知量) 等于交变电场的周期 T (未知量),交变电场变化的规律如图乙所示.不计粒子重力,加速过程中忽略粒子在电场中运动的时间,不考虑相对论效应和变化的电场对磁场的影响,粒子在电场中加速的次数等于在磁场中回旋半周的次数.

- (1)(4分)求粒子被加速 3 次后、4 次后在磁场中做圆周运动的半径之比 $r_3 : r_4$;
- (2)(4分)求粒子从开始被加速到最后离开 D 形盒所需要的时间 t ;
- (3)(5分)若因技术原因导致交变电场周期 T 相比 T_0 略小,使得 $t=0$ 时刻产生的粒子恰好只能被加速 20 次,求周期 T 的范围.

