



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

全品智能作业

QUANPIN ZHINENGZUOYE

AI智慧升级版

高中物理5 | 选择性必修第二册 RJ

主 编 肖德好

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。



天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS

全品智能作业 · 物理

01

第一章 安培力与洛伦兹力

1 磁场对通电导线的作用力	002
❶ 专题 安培力作用下的力学问题	004
2 磁场对运动电荷的作用力	006
3 带电粒子在匀强磁场中的运动	008
❶ 专题 带电粒子在有界磁场中的运动	010
4 质谱仪与回旋加速器	012
第1课时 速度选择器、质谱仪、回旋加速器	012
第2课时 磁流体发电机、流量计、霍尔元件	014
❶ 专题 带电粒子在组合场中的运动	016
❶ 专题 带电粒子在叠加场中的运动	018
章末易错易混知识专练（一）	020

02

第二章 电磁感应

1 楞次定律	022
第1课时 楞次定律	022
第2课时 楞次定律的推论	024
❶ 实验 探究影响感应电流方向的因素	026
2 法拉第电磁感应定律	028
第1课时 法拉第电磁感应定律	028
第2课时 切割磁感线时的感应电动势	030
❶ 专题 电磁感应中的电路和电荷量问题	032
3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	034
4 互感和自感	036
❶ 专题 电磁感应的图像问题	038
❶ 专题 电磁感应中的动力学和能量问题	040
❶ 专题 电磁感应“单杆”模型与动量问题	042
❶ 专题 电磁感应“双杆”模型与动量问题	044
章末易错易混知识专练（二）	046

第三章 交变电流

1 交变电流	048
2 交变电流的描述	050
❶ 专题 交变电流的“四值”	052
❷ 专题 产生方式“另类”的交变电流	054
3 变压器	056
第1课时 理想变压器及分析	056
第2课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系	058
❸ 专题 变压器的动态分析	060
4 电能的输送	062
章末易错易混知识专练（三）	064

第四章 电磁振荡与电磁波

1 电磁振荡	066
2 电磁场与电磁波	068
3 无线电波的发射和接收	070
4 电磁波谱	072
章末易错易混知识专练（四）	074

第五章 传感器

1 认识传感器	076
2 常见传感器的工作原理及应用	076
3 利用传感器制作简单的自动控制装置	078
❶ 专题 传感器的应用	080
章末易错易混知识专练（五）	082

■ 参考答案	085
--------------	-----

◆ 素养测评卷 ◆

单元过关卷一（A）	卷 1	阶段滚动卷二	卷 15
单元过关卷一（B）	卷 3	单元过关卷四（A）	卷 17
单元过关卷二（A）	卷 5	单元过关卷四（B）	卷 19
单元过关卷二（B）	卷 7	模块过关卷（A）	卷 21
阶段滚动卷一	卷 9	模块过关卷（B）	卷 23
单元过关卷三（A）	卷 11		
单元过关卷三（B）	卷 13	参考答案	卷 25

编写依据

以新教材为本，以课程标准（2017年版2020年修订）为纲。

选题依据

- 研究新教材使用地区最新题源，研究新教材新课标形式下的同步命题特点。
- 选题注重落实必备知识，满足同步教学中的基础性要求，兼顾一定的综合性。
- 侧重选取情境化、探究性试题，体现学科知识的应用价值。

▼ 课时作业

特点一 细分课时，并针对重难点设置题型专项练

特点二 课时作业，分层设置

必备知识 夯基固本

概念辨析

规律应用

模型构建

方法技巧

- 密切贴合教材
- 落实必备知识
- 养成学科能力

关键能力 学科素养

物理观念

科学思维

科学探究

科学态度与责任

- 聚焦知识主干，注重基础，明确学习目标
- 精选新教材最新同步题源，训练关键能力
- 突出时代情景，联系生活，渗透学科素养



特色解析 全书全解全析，便于自查自学。

▼ 素养测评卷

单元过关卷

75分钟设置，标准高考题量的单元综合提升训练

阶段滚动卷

75分钟设置，覆盖更多知识点，有助于查漏补缺

模块过关卷



**精选一线好题，拒绝知识倒挂、选题超纲现象，
助力同步高效学习！**

第一章 安培力与洛伦兹力

1 磁场对通电导线的作用力 (时间:40 分钟 总分:48 分)

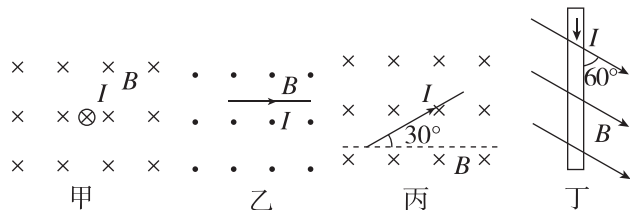
(选择题每小题 4 分)

基础巩固

1. 把一通电直导线放在磁场中,它受到安培力的作用,则 ()

- A. 安培力的方向一定和磁场方向垂直,同时一定和电流方向垂直
- B. 安培力的方向一定和磁场方向垂直,但不一定和电流方向垂直
- C. 安培力的方向一定和电流方向垂直,但不一定和磁场方向垂直
- D. 安培力的方向、磁场方向、电流方向三者一定相互垂直

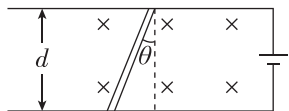
2. (多选)[2024·河北廊坊高二期末] 如图所示的四幅图中,导体棒的长度均为 L ,磁场的磁感应强度大小均为 B ,在各导体棒中通有相同的电流 I . 则下列选项正确的是 ()



- A. 图甲中导体棒所受的安培力大小为 0
- B. 图乙中导体棒所受的安培力大小为 BIL
- C. 图丙中导体棒所受的安培力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{2}BIL$
- D. 图丁中导体棒所受的安培力大小为 $\frac{\sqrt{3}}{3}BIL$

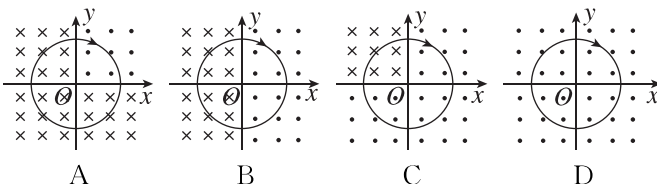
3. 如图所示,水平放置的 U 形导线框中接有电源,电流为 I ,导线框垂直于匀强磁场放置,磁感应强度大小为 B ,导线框间距为 d ,一导体棒与竖直虚线成 θ 角放置,则导体棒所受安培力的大小和方向分别为 ()

- A. BId , 水平向右
- B. $\frac{BId}{\sin \theta}$, 水平向右
- C. $BId \sin \theta$, 垂直导体棒斜向左上
- D. $\frac{BId}{\cos \theta}$, 垂直导体棒斜向右下



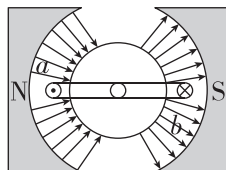
4. [2025·江西南昌二中高二月考] xOy 坐标系中,圆心在 O 点的圆导线通有沿顺时针方向、大小相

等的恒定电流,若各象限存在如图中所示的磁感应强度大小相等、方向垂直于坐标平面的匀强磁场,则圆导线所受安培力最大的是 ()



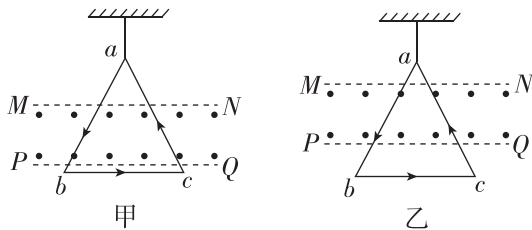
5. 磁电式电流表的线圈放在磁体的两极间,磁体产生辐向分布的磁场(如图所示),线圈的左右两边所在处的磁感应强度大小都相等,线圈中通有图示方向的电流,则 ()

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



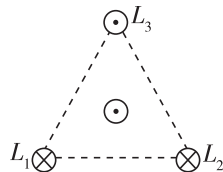
能力提升

6. 如图甲所示,边长为 l 、质量为 m 的等边三角形导线框 abc 用绝缘细线悬挂于天花板上, bc 边水平,导线框中通有沿逆时针方向、大小为 I 的恒定电流,线框部分处在水平虚线 MN 、 PQ 间的垂直于线框平面向外的匀强磁场中,磁感应强度大小为 B , MN 与 PQ 间的距离为正三角形 abc 高的一半,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是 ()



- A. 图甲中,绝缘细线的拉力大小为 $mg - \frac{1}{2}BIL$
- B. 图甲中,绝缘细线的拉力大小为 $mg - \frac{\sqrt{3}}{2}BIL$
- C. 将匀强磁场上移到图乙中所示位置,绝缘细线的拉力会变小
- D. 将匀强磁场上移到图乙中所示位置,绝缘细线的拉力会变大

7. 如图所示,三根相互平行的固定长直导线 L_1 、 L_2 和 L_3 两两等距,通过 L_1 、 L_2 、 L_3 的电流大小相等, L_1 、 L_2 中的电流方向垂直于纸面向里, L_3 中的电流方向垂直于纸面向外,在三根导线与纸面的交点所构成的等边三角形的中心上放有一电流方向垂直于纸面向外的通电长直导线,则该导线受到的安培力的方向为 ()



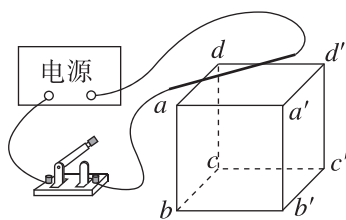
- A. 指向 L_1 B. 指向 L_2
C. 背离 L_3 D. 指向 L_3

8. 如图所示,一段直导线弯折成 L 形, AC 和 CD 段相互垂直, AC 段长为 d , CD 段长为 $0.6d$,将该导线固定在赤道上, CD 段沿东西方向 (C 在东侧), AC 段向北倾斜,与赤道平面成 53° 角,给该段导线从 A 端通入大小为 I 的恒定电流,导线所在处的地磁场磁感应强度大小为 B ,已知 $\cos 53^\circ = 0.6$,则该段导线受到地磁场的安培力大小为 ()



- A. BId B. $1.6BId$
C. $0.8BId$ D. $\frac{3}{5}\sqrt{2}BId$

9. (多选)[2024·广东广州高二期末] 如图所示,用轻质导线将一根硬直金属棒与电源、开关连接,并将金属棒平行于 ad' 放在正方体的上表面,正方体处在匀强磁场中. 闭合开关,发现金属棒竖直向上跳起,由此可知,该区域的磁场方向可能是 ()



- A. 垂直于 $abc'd'$ 平面 B. 平行于 $abc'd'$ 平面
C. 平行于 $abb'a'$ 平面 D. 垂直于 $abb'a'$ 平面

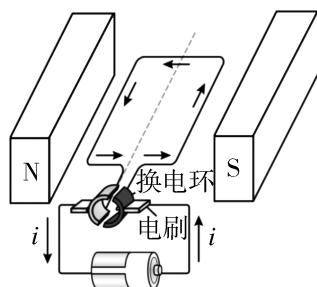
10. [2024·江西新余高二期末] 如图所示,将一质量分布均匀,电阻率不变的导线围成正方形 $abcd$,在 a 、 d 两点用导线与恒压电源相连接,空间中存在垂直于正方形所在平面向外的匀强磁场(图中未画出),接通电源后 ab 边所受的安培力大小为 F . 若重新在 a 、 c 两点用导线与该恒压电源连接,则接通后整个正方形所受安培力大小为 ()



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

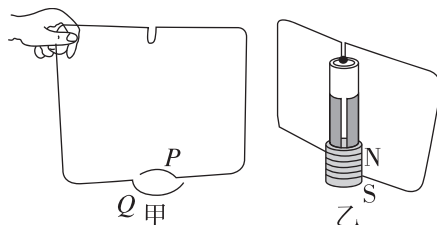
挑战自我

11. (多选)由我国自主研制的 AG60E 电动飞机在千岛湖通用机场圆满完成首飞. 其依靠电动机而非内燃机工作,工作原理可简化为如图所示,通过电刷和换向环使电流总是从矩形线框右侧导线流入、左侧导线流出,电路电流大小恒为 i ,匀强磁场的磁感应强度大小为 B ,线框的匝数为 N ,左边长为 L ,则在图示位置时 ()



- A. 线框将沿顺时针方向转动
B. 线框将沿逆时针方向转动
C. 左侧导线受到的安培力大小为 $NBiL$
D. 线框转过 30° 时左侧导线受到的安培力大小为 $\frac{1}{2}NBiL$

12. [2025·江苏连云港高级中学高二月考] 将一段裸铜导线弯成如图甲所示形状的线框,使线框上端的弯折位置与一节五号干电池的正极良好接触,一块圆柱形强磁铁的 N 极吸附在干电池的负极 (N 极在上, S 极在下),线框下面的两端 P 、 Q 与磁铁表面及电池的负极均保持良好接触. 放手后线框就会转动,从而制成了一个“简易电动机”,如图乙所示. 关于该“简易电动机”,下列说法正确的是 ()



- A. 线框转动的原因是受到了电场力的作用
B. 从上向下看,线框沿顺时针方向转动
C. 从上向下看,线框沿逆时针方向转动
D. 仅将磁铁的磁极调换,线框转动的方向不变

班级

姓名

题号
答案区

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

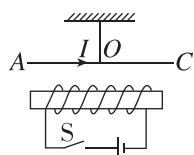
► 专题 安培力作用下的力学问题

(时间:40 分钟 总分:58 分)

(选择题每小题 4 分)

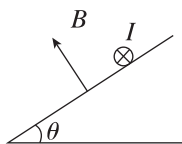
基础巩固

1. [2025·四川绵阳南山中学高二月考] 如图所示,重力为 G 的水平铜棒 AC 用绝缘细线悬挂,静止在水平螺线管的正上方,铜棒中通入从 A 到 C 方向的恒定电流,螺线管与干电池、开关 S 串联成一个回路.当开关 S 闭合后一小段时间内,下列判断正确的 ()



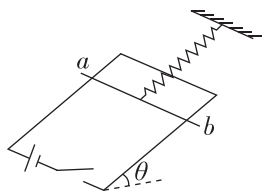
- A. 细线的拉力大小等于 G
B. 细线的拉力小于 G
C. 从上向下看,铜棒沿逆时针方向转动
D. 从上向下看,铜棒沿顺时针方向转动

2. [2024·福建福州高二期末] 如图所示,通电直导体棒放在倾角为 θ 的光滑斜面上,并处在垂直斜面向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中.当电流为 I 时,导体棒恰好处于平衡状态,若电流突然反向(电流大小不变),则该导体棒的加速度大小为(已知重力加速度为 g) ()



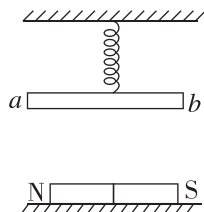
- A. $\frac{1}{2}g \sin \theta$
B. $g \sin \theta$
C. $2g \sin \theta$
D. $3g \sin \theta$

3. 如图所示,两平行光滑金属导轨固定在倾角为 θ 的绝缘斜面上,空间中存在垂直于导轨平面向下的匀强磁场(图中未画出),劲度系数为 k 的轻质弹簧上端固定,下端与质量为 m 的水平直导体棒 ab 的中点相连,弹簧与导轨平面平行并始终与导体棒 ab 垂直,导体棒 ab 垂直跨放在两导轨上,闭合开关后导体棒 ab 保持静止,弹簧处于原长状态.断开开关,将电源极性调转,用外力使导体棒 ab 沿导轨平面向下平移 x ,再次闭合开关并撤掉外力,导体棒 ab 依然保持静止.弹簧始终处于弹性限度内,重力加速度为 g ,则 x 为 ()



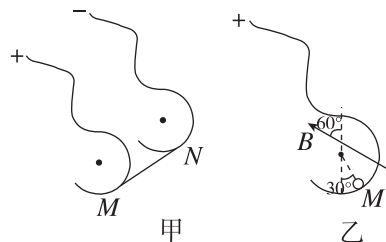
- A. $\frac{mg \sin \theta}{k}$
B. $\frac{mg \sin \theta}{2k}$
C. $\frac{2mg \sin \theta}{k}$
D. 0

4. [2025·河南新蔡第一高级中学高二月考] 如图所示,在固定的条形磁铁正上方,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

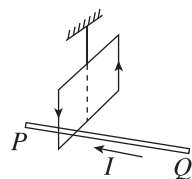
5. 如图甲所示,质量为 m 、有效电阻为 R 的导体棒 MN 水平架在两个平行放置的光滑圆弧导轨上,导体棒在导轨间的部分长度为 L ,整个装置处于匀强磁场中,磁场方向平行于导轨平面,与竖直方向的夹角为 60° .当输入电压为 U 时,导体棒静止在导轨右侧,此时导体棒与导轨圆心的连线与竖直方向的夹角为 30° ,沿 MN 方向看的侧视图如图乙所示.导轨电阻忽略不计,重力加速度为 g ,则磁感应强度 B 的大小为 ()



- A. $\frac{\sqrt{3}mgR}{3UL}$
B. $\frac{\sqrt{3}mgR}{UL}$
C. $\frac{\sqrt{3}mgU}{3RL}$
D. $\frac{\sqrt{3}mgU}{RL}$

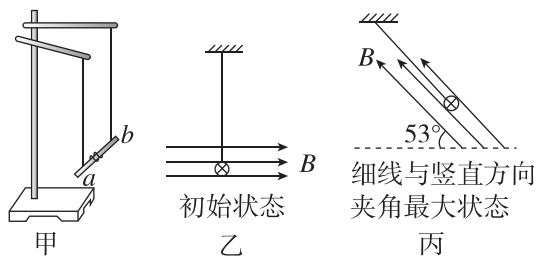
能力提升

6. (多选) 如图所示,用绝缘细绳悬挂一矩形导线框且导线框底边水平,导线框通有逆时针方向的电流(从右侧观察),在导线框的正下方,有一垂直于导线框平面的直导线 PQ ,现在 PQ 中通以水平向左的电流,在短时间内,下列说法正确的是 ()



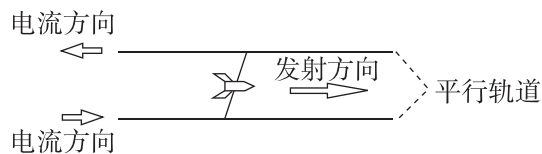
- A. 从上往下观察,导线框沿逆时针方向转动
B. 从上往下观察,导线框沿顺时针方向转动
C. 细绳受力会变得比导线框重力大
D. 细绳受力会变得比导线框重力小

7. [2024·四川达州高二期末] 如图甲所示,长度为 l 、质量为 m 的导体棒用绝缘细线悬挂并垂直于纸面放置,导体棒中有方向由 a 指向 b 、大小为 I 的电流,导体棒处在水平向右的待测大小的匀强磁场中,从 a 向 b 观察如图乙所示. 现设法缓慢地沿逆时针方向改变匀强磁场方向,使其方向转到水平向左,记录转动过程中细线与竖直方向的夹角和磁场与水平方向夹角之间的关系,发现当磁场方向与水平向左方向夹角为 53° 时,如图丙所示(从 a 向 b 看),细线与竖直方向夹角最大,已知重力加速度为 g (安培力小于重力). 则通过上述操作,可测得匀强磁场的磁感应强度 B 的大小为 ($\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$) ()



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

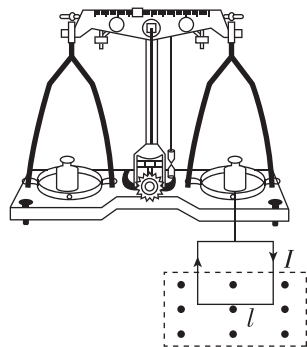
8. [2025·广东东莞中学高二月考] 电磁炮是利用电磁发射技术制成的新型武器,如图所示为电磁炮的原理结构示意图. 若某水平发射轨道长为 $L = 7.5$ m,宽为 $l = 1.5$ m,发射的炮弹质量为 $m = 50$ g,炮弹被发射时从轨道左端由静止开始加速. 当电路中的电流恒为 $I = 20$ A,轨道间匀强磁场的磁感应强度大小为 $B = 1.0 \times 10^3$ T 时,不计空气及摩擦阻力,下列说法正确的是 ()



- A. 磁场方向为竖直向下
B. 炮弹的加速度大小为 3×10^6 m/s²
C. 炮弹在轨道中加速的时间为 5×10^{-3} s
D. 炮弹发射过程中所受安培力的最大功率为 4.5×10^8 W

9. (10分) 某一电流天平可以用来测量匀强磁场的磁感应强度大小,装置如图所示. 其右臂悬挂着匝数 $n = 10$,水平边长 $l = 10$ cm 的矩形线圈,线圈处于匀强磁场中,磁感应强度的方向垂直于线圈平面向外. 当线圈中通过 $I = 0.1$ A、顺时针方向的电流时,调节砝码使天平达到平衡,此时左盘中砝码质量 $m_1 = 0.4$ kg,右盘中砝码质量 $m_2 = 0.5$ kg. 若悬挂矩形线圈的轻杆及矩形线圈的质量均不计,重力加速度 g 取 10 m/s²,则:

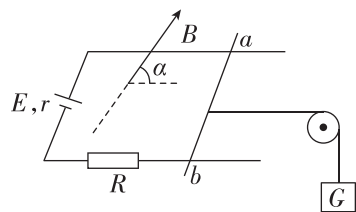
- (1)(4分) 求线圈所在处磁场的磁感应强度大小;
(2)(6分) 若仅使线圈中电流反向,需要再向左盘中添加质量为多少的砝码,才能使此天平两臂再达到平衡.



挑战自我

10. (16分) [2024·黑龙江大兴安岭实验中学高二月考] 如图所示,水平导轨间距为 $L = 1.0$ m,导轨电阻忽略不计;导体棒 ab 的质量 $m = 1$ kg,连入导轨间的电阻 $R_0 = 0.9$ Ω ,与导轨垂直且接触良好;电源电动势 $E = 10$ V,内阻 $r = 0.1$ Ω ,电阻 $R = 9$ Ω ;外加匀强磁场的磁感应强度 $B = 10$ T,方向垂直于 ab ,与导轨平面的夹角 $\alpha = 37^\circ$; 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),轻绳与导轨平行且对 ab 的拉力沿水平方向,定滑轮摩擦不计,重力加速度 g 取 10 m/s², ab 处于静止状态. 已知 $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$. 求:

- (1)(6分) ab 受到的安培力大小;
(2)(10分) 重物的重力 G 的取值范围.



2 磁场对运动电荷的作用力 (时间:40 分钟 总分:60 分)

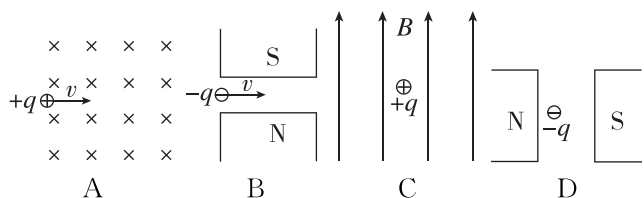
(选择题每小题 4 分)

基础巩固

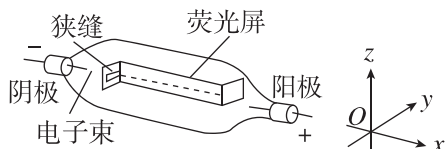
1. [2024·四川遂宁射洪中学高二期中] 下列说法正确的是 ()

- A. 运动电荷在磁感应强度不为零的地方一定受到洛伦兹力的作用
- B. 运动电荷在某处不受洛伦兹力的作用,则该处的磁感应强度一定为零
- C. 洛伦兹力既不能改变带电粒子的动能,也不能改变带电粒子的速度
- D. 洛伦兹力对带电粒子永不做功

2. [2024·黑龙江哈尔滨三十二中高二期末] 如图所示,各带电粒子均以速度 v 射入匀强磁场,其中图 C 中 v 的方向垂直纸面向里,图 D 中 v 的方向垂直纸面向外,则带电粒子所受洛伦兹力的方向竖直向上的是 ()



3. [2025·江西赣州中学高二月考] 阴极射线管中电子束由阴极沿 x 轴正方向射出,在荧光屏上出现一条亮线(如图所示),要使该亮线向 z 轴正方向偏转,可加上 ()



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

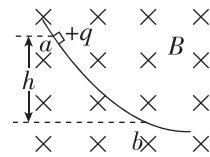
4. [2024·广东潮州松昌中学高二期中] 来自太阳和其他星体的宇宙射线含有大量高能粒子,而由于地磁场的存在改变了这些带电粒子的运动方向,使很多带电粒子不能到达地面,避免了带电粒子对地面生命的危害.已知潮州上空某处的磁场方向由南指向北,磁感应强度大小约为 $1.2 \times 10^{-4} \text{ T}$,如果有一速率为 $v = 5.0 \times 10^5 \text{ m/s}$ 、电荷量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 的正电荷竖直向下运动穿过此处的地磁场,则该正电荷受到的洛伦兹力约为 ()

- A. $9.6 \times 10^{-18} \text{ N}$,方向向东
- B. $9.6 \times 10^{-17} \text{ N}$,方向向西

C. $9.6 \times 10^{-16} \text{ N}$,方向向北

D. $9.6 \times 10^{-15} \text{ N}$,方向向南

5. [2025·天津五十四中高二月考] 如图所示,竖直放置的光滑绝缘斜面处于方向垂直竖直平面(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 点由静止沿斜面滑下,下降高度为 h 时到达 b 点,滑块恰好对斜面无压力.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) ()

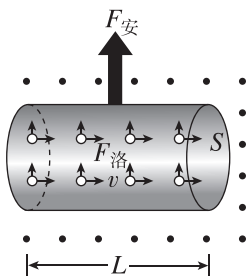


- A. 滑块在 a 点受重力、支持力和洛伦兹力作用
- B. 滑块在 b 点受到的洛伦兹力大小为 $qB\sqrt{2gh}$
- C. 洛伦兹力做正功
- D. 滑块的机械能增大

能力提升

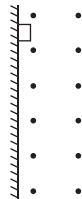
6. [2025·吉林延边二中高二月考] 如图所示,一段长为 L 的导体水平放置,若导体单位体积内有 n 个自由电子,电子的电荷量为 e 、定向移动速度为 v ,导体横截面积为 S .下列说法不正确的是 ()

- A. 导体中电流为 $I = neSvL$
- B. 导体中自由电子个数为 $N = nSL$
- C. 导体放置在垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,导体所受安培力大小为 $F_{\text{安}} = BneSvL$
- D. 导体放置在垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,导体中每个电子所受洛伦兹力大小为 $F_{\text{洛}} = evB$

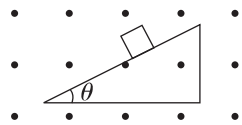


7. 如图所示,质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的物块,在水平向外的匀强磁场中,沿着竖直绝缘墙壁由静止开始下滑,已知物块与墙壁间的动摩擦因数为 μ ,磁感应强度为 B ,墙壁无限高,重力加速度为 g .下列说法正确的是 ()

- A. 物块在下滑过程中只受重力、摩擦力和洛伦兹力
- B. 物块下滑过程中先做加速度减小的加速运动,后做匀速运动
- C. 物块下滑的最大速度为 $\frac{\mu mg}{qB}$
- D. 物块在下滑过程中,受到的洛伦兹力不做功,物块机械能守恒

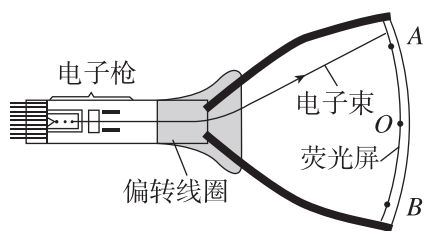


8. (多选)[2025·湖北长阳一中高二月考] 如图所示,在垂直纸面向外的匀强磁场中,一质量为 m 、电荷量为 $+q$ ($q>0$) 的带电滑块从光滑绝缘斜面的顶端由静止释放,滑至底端时恰好不受弹力,已知磁感应强度的大小为 B ,斜面的倾角为 θ ,重力加速度为 g ,滑块可视为质点,下列说法正确的是 ()



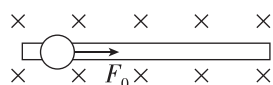
- A. 滑块滑至底端时的速率为 $\frac{mg \cos \theta}{qB}$
 B. 滑块滑至底端时的速率为 $\frac{mg \sin \theta}{qB}$
 C. 滑块经过斜面中点时的速率为 $\frac{mg \cos \theta}{\sqrt{2}qB}$
 D. 斜面的高度为 $\frac{m^2 g \cos^2 \theta}{q^2 B^2}$

9. 如图所示为电视显像管的原理示意图. 显像管中有一个能发射高速电子的电子枪,高速电子撞击荧光屏能使荧光屏发光,没有磁场时电子束打在荧光屏正中心的 O 点,安装在管颈的偏转线圈产生偏转磁场使电子束发生偏转,要使电子束 ()



- A. 打在屏上 A 点,偏转磁场的方向应水平向右
 B. 打在屏上 B 点,偏转磁场的方向应垂直纸面向外
 C. 打在屏上的位置由 A 点逐渐向 B 点移动,磁感应强度应先减小,再反向增大
 D. 打在屏上的位置由 B 点逐渐向 A 点移动,磁感应强度应先增大,再反向减小

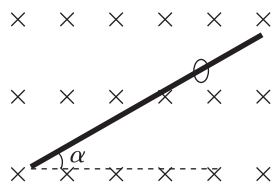
10. (多选)如图所示,在垂直纸面向里、磁感应强度为 B 的匀强磁场中,质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的小球穿在足够长的水平固定绝缘的直杆上处于静止状态,小球与杆间的动摩擦因数为 μ . 现对小球施加水平向右的恒力 F_0 ,已知重力加速度为 g ,在小球从静止开始至速度最大的过程中,下列说法正确的是 ()



- A. 直杆对小球的弹力方向不变
 B. 直杆对小球的摩擦力先减小后增大
 C. 小球运动的最大加速度为 $\frac{F_0}{m}$
 D. 小球的最大速度为 $\frac{F_0 + \mu mg}{\mu qB}$

挑战自我

11. 如图所示,竖直平面内固定一足够长的绝缘直杆,其与水平面夹角为 α . 杆处在足够大的匀强磁场中,磁场方向垂直于杆所在平面,磁场的磁感应强度大小为 B . 杆上套一个带负电的环,环与绝缘直杆间的动摩擦因数为 μ ($\mu < \tan \alpha$). 将环由静止释放向下滑动,当环速度为 v_1 时其加速度最大,当环速度为 v_2 时其加速度为零,则 $\frac{v_2}{v_1}$ 为 ()

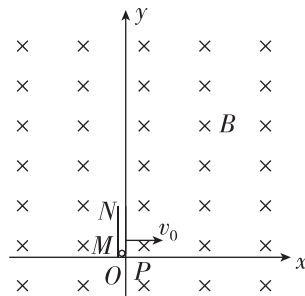


- A. $\tan \alpha$
 B. $\frac{\tan \alpha}{\mu}$
 C. $\frac{\tan \alpha}{\mu} + 1$
 D. $\frac{\tan \alpha}{\mu} - 1$

12. (16分)如图所示,坐标平面与光滑绝缘水平面重合,在此空间存在磁感应强度大小为 B 、方向垂直于纸面向里的匀强磁场. MN 是长为 L 的光滑玻璃空心薄管,开始时 MN 在 y 轴上且 M 点在坐标原点 O ,管的 M 端有一质量为 m 的带电静止小球 P . 现使 MN 沿 x 轴正方向以速度 v_0 匀速平移,小球 P 将在管内向 N 端运动,小球离开 N 端时的速度大小为 $v_1 = \sqrt{2} v_0$.

(1)(8分)小球在管内运动过程中是什么力对它做了功? 做了多少功?

(2)(8分)小球带正电还是负电? 电荷量为多少?



3 带电粒子在匀强磁场中的运动

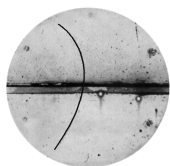
(时间:40 分钟 总分:48 分)

(选择题每小题 4 分)

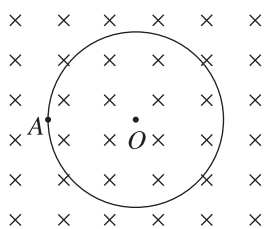
基础巩固

1. (多选)[2024·北大附中高二期末] 如图所示为一次实验中拍摄到的云室中带电粒子的运动轨迹图,已知整个区域内存在垂直纸面向里的匀强磁场,图中水平粗黑线为一块铅板,黑色细弧线为带电粒子的运动径迹,则 ()

- A. 粒子带正电
- B. 粒子带负电
- C. 粒子从上向下穿过铅板
- D. 粒子从下向上穿过铅板



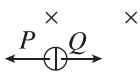
2. 如图所示,一个带电粒子(重力不计)在匀强磁场中做圆周运动,A 是轨迹中的一点,当粒子运动到 A 点瞬间将此磁场变强,方向不变.若不考虑磁场变化引起的电场所造成的影响,则之后粒子 ()



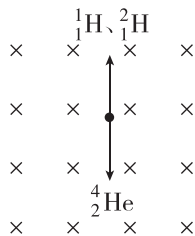
- A. 做近心运动,轨迹是椭圆
- B. 做离心运动,轨迹是椭圆
- C. 做圆周运动,圆心在 AO 连线上
- D. 做圆周运动,圆心在 AO 连线的延长线上

3. 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 ($q > 0$) 的粒子静止在磁场中.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 粒子做圆周运动的半径之比 $r_1 : r_2 = 2 : 1$
- B. P 粒子与 Q 粒子做圆周运动的半径之比 $r_1 : r_2 = 1 : 2$
- C. P 粒子与 Q 粒子做圆周运动的周期之比 $T_1 : T_2 = 2 : 1$
- D. P 粒子与 Q 粒子做圆周运动的周期之比 $T_1 : T_2 = 1 : 2$



4. 如图所示,在匀强磁场中, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 三个粒子从同一点垂直进入磁场, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 速度方向竖直向上, ${}^4_2\text{He}$ 速度方向竖直向下,速率大小均相等,磁场足够大,不计重力及粒子间的相互作用,则三个粒子的运动轨迹可能是 ()



- A.
- B.
- C.
- D.

5. 1930 年,中国科学家赵忠尧在实验中最先观察到正、负电子对的产生与湮没,成为第一个发现正电子的科学家.人们在气泡室中观察到一对正、负电子的运动轨迹,如图所示.已知匀强磁场的方向为垂直纸面向里,电子重力忽略不计,则下列说法正确的是 ()



- A. 右侧为正电子运动轨迹
- B. 正电子与负电子分离瞬间,正电子速度大于负电子速度
- C. 正、负电子在气泡室运动时,有能量损失,则动能减小、半径减小、周期减小
- D. 正、负电子所受洛伦兹力始终相同

能力提升

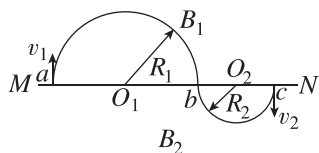
6. 在探究射线性质的过程中,让质量为 m_1 、带电荷量为 $2e$ 的 α 粒子和质量为 m_2 、带电荷量为 e 的 β 粒子,分别沿垂直于磁场的方向射入同一匀强磁场中,发现两种粒子沿半径相同的圆轨道运动.则 α 粒子与 β 粒子的动能之比是 ()

- A. $\frac{m_1}{m_2}$
- B. $\frac{4m_2}{m_1}$
- C. $\frac{m_1}{2m_2}$
- D. $\frac{m_2}{2m_1}$

7. (多选)[2024·浙江嘉兴实验高级中学高二月考] 如图所示,质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子以不同的初速度两次从 O 点垂直于磁感线和磁场边界向上射入匀强磁场,在洛伦兹力作用下分别从 M 、 N 两点射出磁场,测得 $OM:ON=3:4$,则下列说法中错误的是 ()

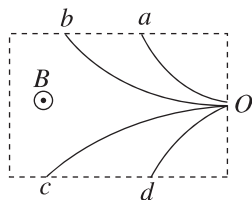
- A. 两次带电粒子在磁场中运动的路程之比为 $3:4$
- B. 两次带电粒子在磁场中经历的时间之比为 $3:4$
- C. 两次带电粒子在磁场中所受的洛伦兹力大小之比为 $3:4$
- D. 两次带电粒子在磁场中所受的洛伦兹力大小之比为 $4:3$

8. 如图所示,磁感应强度大小分别为 B_1 、 B_2 的两个相邻的匀强磁场区域以 MN 为分界线,方向均垂直于纸面.有甲、乙两个电性相同的粒子沿纸面分别以速率 v_1 和 v_2 同时从边界的 a 、 c 点垂直于边界射入磁场,经过一段时间后甲、乙两粒子恰好在 b 点相遇(不计粒子重力及两粒子间的相互作用力), O_1 和 O_2 分别位于所在半圆的圆心,其中 $R_1=2R_2$. 下列说法正确的是 ()



- A. 两磁场的方向相反
- B. $v_1=2v_2$
- C. 甲、乙两粒子做匀速圆周运动的周期不同
- D. 若 $B_1=B_2$,则甲、乙两粒子的比荷不同

9. 如图所示为四个带电粒子在 O 点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹. 磁场方向垂直纸面向外,轨迹所对应的四个粒子的质量相等,电荷量大小也相等,则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是 ()

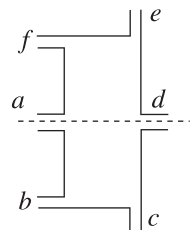


- A. Oa B. Ob
- C. Oc D. Od

10. (多选)如图所示的区域共有六处开口,各相邻开口之间的距离都相等,匀强磁场垂直于纸面,不同速度的粒子(不计其重力)从开口 a 进入该区域,可

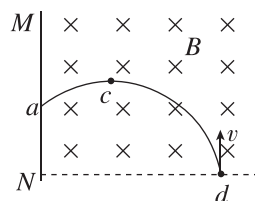
能从 b 、 c 、 d 、 e 、 f 五个开口离开,粒子就如同进入“迷宫”一样,可以称作“粒子迷宫”. 以下说法正确的是 ()

- A. 从 d 口离开的粒子不带电
- B. 从 e 、 f 口离开的粒子带有异种电荷
- C. 从 b 、 c 口离开的粒子运动时间相等
- D. 从 c 口离开的粒子速度是从 b 口离开的粒子速度的 2 倍



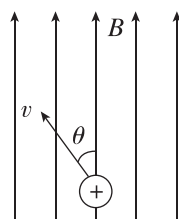
挑战自我

11. (多选)[2025·四川嘉陵一中高二月考] 如图所示,匀强磁场的方向垂直纸面向里,一带电微粒从磁场边界 d 点垂直于磁场方向射入,沿曲线 dca 打到屏 MN 上的 a 点.若该微粒经过 c 点时,与一个静止的不带电微粒碰撞并结合为一个新微粒,最终打到屏 MN 上.微粒所受重力均可忽略,下列说法正确的是 ()



- A. 微粒带负电
- B. 碰撞后,新微粒的运动轨迹不变
- C. 碰撞后,新微粒在磁场中受到的洛伦兹力变大
- D. 碰撞后,新微粒的运动周期变大

12. 如图所示,质子以初速度 v 进入磁感应强度大小为 B 的足够大的匀强磁场中,速度方向与磁场方向的夹角为 θ . 已知质子的质量为 m ,电荷量为 e ,重力不计,则 ()



- A. 质子运动的轨迹为螺旋线,螺旋线的中轴线方向垂直于纸面向里
- B. 质子做螺旋线运动的半径为 $\frac{mv \cos \theta}{eB}$
- C. 质子做螺旋线运动的周期为 $\frac{2\pi m}{eB \sin \theta}$
- D. 一个周期内,质子沿着螺旋线轴线方向运动的距离(即螺距)为 $\frac{2\pi mv \cos \theta}{eB}$

班级

姓名

题号

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

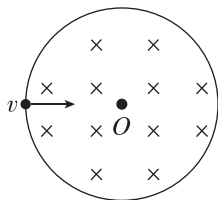
► 专题 带电粒子在有界磁场中的运动

(时间:40 分钟 总分:52 分)

(选择题每小题 4 分)

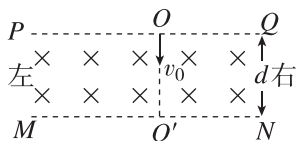
基础巩固

1. [2024·黑龙江齐齐哈尔八中高二期] 如图所示,半径为 R 的圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场.重力不计、电荷量一定的带正电粒子以速度 v 正对着圆心 O 射入磁场,若粒子射入点、射出点间的距离为 R ,则粒子在磁场中的运动时间为 ()



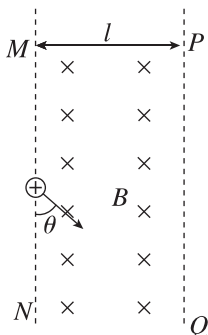
- A. $\frac{2\sqrt{3}\pi R}{9v}$ B. $\frac{2\pi R}{3v}$ C. $\frac{2\sqrt{3}\pi R}{3v}$ D. $\frac{\pi R}{3v}$

2. 如图所示,有一个理想边界为 PQ 、 MN 的匀强磁场区域,磁场宽度为 d ,方向垂直于纸面向里.一电子从 O 点沿纸面垂直于 PQ 以速度 v_0 进入磁场.若电子在磁场中运动的轨迹半径为 $2d$, O' 在 MN 上,且 OO' 与 MN 垂直,则下列判断正确的是 ()



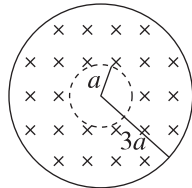
- A. 电子将向右偏转
B. 电子打在 MN 上的点与 O' 点的距离为 d
C. 电子打在 MN 上的点与 O' 点的距离为 $\sqrt{3}d$
D. 电子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi d}{3v_0}$

3. [2025·东北育才学校高二月考] 如图所示,真空区域内有宽度为 l 、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,方向如图所示, MN 、 PQ 是磁场的边界.质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子(不计重力)沿着与 MN 夹角为 60° 的方向斜向右下射入磁场中,刚好没能从 PQ 边界射出磁场.下列说法正确的是 ()



- A. 粒子射入磁场的速度大小为 $\frac{4qBl}{3m}$
B. 粒子射入磁场的速度大小为 $\frac{qBl}{3m}$
C. 粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{4\pi m}{3qB}$
D. 粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{2\pi m}{3qB}$

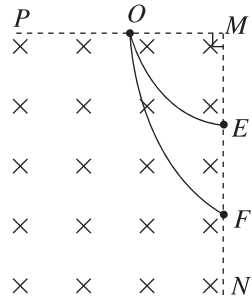
4. [2024·江苏南菁高级中学高二期末] 真空中有一匀强磁场,磁场边界为两个半径分别为 a 和 $3a$ 的同轴圆柱面,磁场的方向与圆柱轴线平行,其横截面如图所示.一速率为 v 的电子从圆心沿半径方向进入磁场.已知电子质量为 m ,电荷量为 e ,忽略重力.为使该电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内,磁场的磁感应强度最小为 ()



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

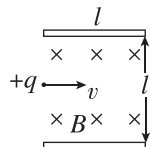
能力提升

5. [2024·贵州遵义高二期末] 科学家利用磁场控制带电粒子的轨迹,研究粒子的性质.如图所示, PMN 左下方空间内有垂直纸面向里的匀强磁场, $PM \perp MN$.现有电荷量相同、质量不同的甲、乙两种正粒子,先后从 PM 上 O 点以平行于 MN 的相同速度射入磁场,甲、乙分别经过 MN 上 E 、 F 两点, $OM = ME = EF = d$,不考虑粒子间相互作用力及重力,则 ()



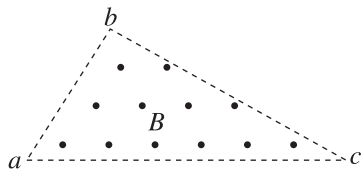
- A. 乙在磁场中运动的轨道半径为 $2d$
B. 乙的质量是甲质量的 2.5 倍
C. 甲在磁场中运动的时间大于乙
D. 洛伦兹力对甲、乙均做正功

6. (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(不计其重力),从两极板间边界中点处垂直于磁感线以速度 v 水平射入磁场,欲使粒子不打在极板上,可采用的办法是 ()



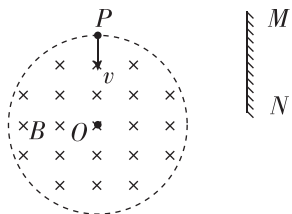
- A. 使粒子的速度 $v < \frac{qBl}{4m}$
B. 使粒子的速度 $v > \frac{5qBl}{4m}$
C. 使粒子的速度 $v > \frac{qBl}{m}$
D. 使粒子的速度 $\frac{qBl}{4m} < v < \frac{5qBl}{4m}$

7. [2024·江西新余高二期末] 如图所示,在直角三角形 abc 区域(含边界)内存在垂直于纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 B , $ac = 2ab$, ab 长为 L ,一个粒子源在 a 点将质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从 a 点沿 ab 方向以大小不同的速度射入磁场,且所有粒子均能从 ac 边射出,不计粒子的重力及粒子间的相互影响,下列说法正确的是 ()



- A. 粒子在磁场中的运动时间为 $\frac{\pi m}{3qB}$
- B. 入射点与出射点的间距最大为 $\frac{\sqrt{9}}{2}L$
- C. 粒子运动速度的最大值为 $\frac{qBL}{m}$
- D. 运动轨迹与 ac 边的最大距离为 $\frac{L}{3}$

8. [2024·山东省实验中学高二期中] 如图所示,竖直平面内有一半半径为 R 的圆形区域,其圆心为 O ,最高点为 P ,该区域内存在垂直圆面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B .在圆形区域右侧竖直放置一粒子收集器, M 、 N 为收集器上、下边缘的两点, MN 与圆形区域在同一平面内, O 与 N 在同一水平线上, $MN = R$, $ON = \sqrt{3}R$.从 P 点沿 PO 方向射入大量速率不等的同种粒子,粒子所带电荷量为 q 、质量为 m .忽略粒子间的相互作用力和粒子重力,关于打在收集器 MN 上的粒子,下列说法正确的是 ()

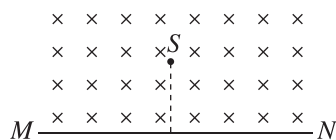


- A. 粒子带负电
- B. 粒子在磁场中运动的最短时间为 $\frac{\pi m}{3qB}$
- C. 打在收集器上的粒子的最小速率为 $\frac{\sqrt{3}qBR}{m}$
- D. 从 P 点到 N 点的粒子比从 P 点到 M 点的粒子运动时间短

挑战自我

9. (多选)[2024·湖北襄阳五中高二月考] 如图所示,足够长的荧屏板 MN 的上方存在水平方向的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,方向垂直纸面向里.

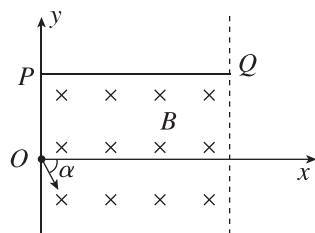
到荧屏板垂直距离为 d 处有一粒子源 S ,能够在纸面内不断均匀地向各个方向发射速度大小为 $\frac{qBd}{m}$ 、电荷量为 q 、质量为 m 的带正电的粒子,不计粒子的重力及粒子间作用,已知粒子源发射粒子的总个数为 n ,则 ()



- A. 粒子能打到板上的区域长度为 $(\sqrt{3}+1)d$
- B. 打到板上的粒子数为 $\frac{1}{2}n$
- C. 从粒子源出发到板的最短时间为 $\frac{\pi m}{3qB}$
- D. 从粒子源出发到板的最短时间为 $\frac{\pi m}{2qB}$

10. (16分)[2024·河南安阳高二期末] 如图所示,在 xOy 坐标系中,垂直于 x 轴的虚线与 y 轴之间存在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场(含边界),磁场方向与 xOy 平面垂直.一质子束从坐标原点射入磁场,所有质子射入磁场的初速度大小不同但初速度方向都与 x 轴正方向成 $\alpha = 53^\circ$ 角向下. PQ 是与 x 轴平行的荧光屏(质子打到荧光屏上不再反弹), P 、 Q 两点的坐标分别为 $P(0, 0.4l)$, $Q(l, 0.4l)$. 已知质子比荷 $\frac{q}{m} = k$, $\sin 53^\circ = 0.8$. 问:(结果均可用分数表示)

- (1)(6分)质子在磁场中运动的最长时间是多少?
- (2)(10分)如果让荧光屏 PQ 发光长度尽可能长且质子的运动轨迹未出磁场,质子初速度大小的取值范围是多少?



4 质谱仪与回旋加速器

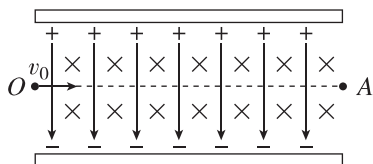
第1课时 速度选择器、质谱仪、回旋加速器

(时间:40分钟 总分:44分)

(选择题每小题4分)

科技应用1——速度选择器

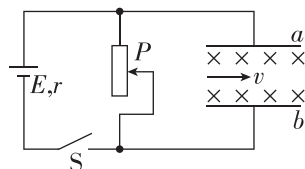
1. [2025·浙江宁波高二期中] 一对平行金属板中存在匀强电场和匀强磁场,其中电场的方向与金属板垂直,磁场的方向与金属板平行且垂直纸面向里,如图所示。一带正电粒子以速度 v_0 自 O 点沿中轴线射入,恰沿中轴线做匀速直线运动,所有粒子均不考虑重力的影响,则以下说法正确的是 ()



- A. 仅改变粒子的速度,粒子仍能做匀速直线运动
- B. 仅改变粒子的比荷,粒子仍能做匀速直线运动
- C. 仅改变电场的方向,粒子仍能做匀速直线运动
- D. 其他条件不变,改为自 A 点沿中轴线射入,粒子仍能做匀速直线运动

2. (多选)如图所示,电源电动势为 E ,内阻为 r ,滑动变阻器总电阻也为 r ,两平行金属极板 a 、 b 间距为 d ,板间有垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B . 开关闭合,滑片 P 放置在滑动变阻器中间时,一带电粒子正好以速度 v 匀速穿过两板. 不计带电粒子的重力,以下说法正确的是 ()

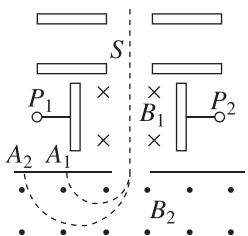
- A. 粒子速率为 $\frac{E}{2Bd}$
- B. 粒子速率为 $\frac{E}{3Bd}$



- C. P 向下滑动一点,带电粒子仍以速度 v 从板中央射入,则粒子可能从上极板边缘射出
- D. 若将开关断开,带电粒子仍以速度 v 从板中央射入,则粒子仍将做匀速直线运动

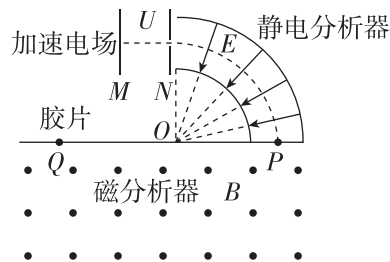
科技应用2——质谱仪

3. [2025·上海延安中学高二月考] 如图所示,有 a 、 b 、 c 、 d 四个粒子,它们带同种电荷且电荷量相等,它们的速率关系为 $v_a < v_b = v_c < v_d$,质量关系为 $m_a = m_b < m_c = m_d$,进入速度选择器后,只有两个粒子能从速度选择器中射出,不计粒子重力及粒子间的相互作用,由此可以判定 ()



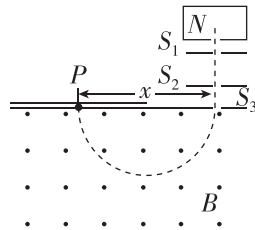
- A. 射向 A_2 的是 d 粒子
- B. 射向 P_2 的是 b 粒子
- C. 射向 A_1 的是 c 粒子
- D. 射向 P_1 的是 a 粒子

4. (多选)[2024·广东中山纪念中学高二月考] 如图所示为一种质谱仪示意图,由加速电场、静电分析器和磁分析器组成. 若静电分析器通道中心线的半径为 R ,通道内均匀辐射电场在中心线处的电场强度大小为 E ,磁分析器有范围足够大的有界匀强磁场,磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向外. 一质量为 m 、电荷量为 q 的粒子从静止开始经加速电场加速后沿中心线通过静电分析器,由 P 点垂直边界进入磁分析器,最终打到胶片上的 Q 点,不计粒子重力,下列说法正确的是 ()



- A. 加速电场的电压 $U = \frac{1}{2}ER$
- B. 极板 M 比极板 N 电势高
- C. 直径 $PQ = 2B\sqrt{qmER}$
- D. 若一群离子从静止开始经过上述过程都落在胶片上同一点,则该群离子有相同的质量

5. (多选)如图所示为质谱仪的结构原理图,两个水平极板 S_1 、 S_2 间有垂直极板方向的匀强加速电场,圆筒 N 内可以产生氕(${}^1_1\text{H}$)核和氘(${}^2_1\text{H}$)核,它们由静止进入极板间,经极板间的电场加速后进入下方的匀强磁场,在磁场中运动半周后打到底片 P 上. 不计氕核和氘核的重力及它们间的相互作用,则下列判断正确的是 ()



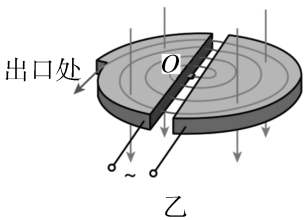
- A. 氕核和氘核在极板 S_1 、 S_2 间运动的时间之比为 $1:1$
- B. 氕核和氘核在磁场中运动的时间之比为 $1:2$
- C. 氕核和氘核在磁场中运动的速率之比为 $\sqrt{2}:1$
- D. 氕核和氘核在磁场中运动的轨迹半径之比为 $1:2$

科技应用 3——回旋加速器

6. [2024·江苏扬州丁沟中学高二月考] 如图甲所示为我国建造的第一台回旋加速器,该加速器存放于中国原子能科学研究院,其工作原理如图乙所示,其核心部分是两个 D 形盒,粒子源 O 置于 D 形盒的圆心附近,能不断释放出带电粒子,忽略粒子在电场中运动的时间,不考虑加速过程中引起的粒子质量变化.现用该回旋加速器对 ${}^2_1\text{H}$ 和 ${}^4_2\text{He}$ 两种粒子分别进行加速,下列说法正确的是 ()



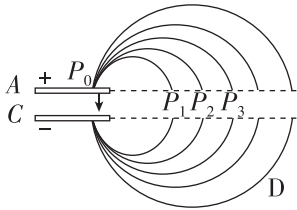
甲



乙

- A. 两种粒子在回旋加速器中运动的时间相等
- B. 两种粒子在回旋加速器中运动的时间不相等
- C. 两种粒子离开出口时的动能相等
- D. 两种粒子离开出口时动能变大了是因为洛伦兹力做了功

7. 美国物理学家劳伦斯于 1932 年发明的回旋加速器,应用带电粒子在磁场中做圆周运动的特点,能使粒子在较小的空间范围内经过电场的多次加速获得较大的能量,使人类在获得较高能量带电粒子方面前进了一大步.图为一种改进后的回旋加速器示意图,其中盒缝间的加速电场场强恒定,且被限制在 A、C 板间,带电荷量为 $+q$ 、质量为 m 的粒子从 P_0 处由静止开始沿电场线方向进入加速电场,经加速后再进入 D 形盒中的匀强磁场做匀速圆周运动,磁感应强度的大小为 B , P_1 、 P_2 、 P_3 分别是第 1 次、第 2 次、第 3 次经无场区进入磁场的位置.对于这种改进后的回旋加速器,下列说法正确的是 ()



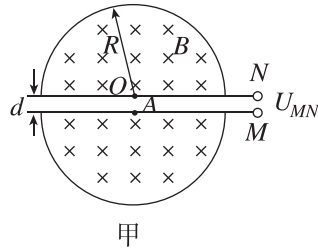
- A. 带电粒子每运动一周被加速两次
- B. 电场方向变化的周期为 $\frac{2\pi m}{Bq}$
- C. 增加板间的电压,粒子最终获得的动能变大
- D. 经过 P_1 、 P_2 、 P_3 时粒子直径增量之比 $P_1P_2:P_2P_3=(\sqrt{2}-1):(\sqrt{3}-\sqrt{2})$

8. (16 分)[2024·江苏常州高二期末] 2023 年中科院的医用重离子加速器研发及产业化团队获得第三届全国创新争先奖牌.回旋加速器可作为重离子加速器的注入器,其工作原理如图甲所示,置于真空

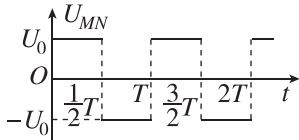
中的 D 形金属盒半径为 R ,两盒间狭缝的宽度为 d ,磁感应强度大小为 B 的匀强磁场与盒面垂直,被加速离子的质量为 m 、电荷量为 $+q$,加在狭缝间的交变电压如图乙所示,周期为 $T=\frac{2\pi m}{qB}$, U_0 未知.一束

该种离子在 $0\sim\frac{T}{2}$ 时间内从 A 处均匀地飘入狭缝,其初速度视为零.假设能从 D 形盒出射的离子每次经过狭缝均做匀加速直线运动,不考虑重力、离子间相互作用及相对论效应,离子在狭缝中的运动时间不能忽略.

- (1)(4 分)求出射离子的动能 E_{km} ;
- (2)(6 分)若离子第 2 次与第 4 次加速轨迹间距为 x ,求第 4 次加速后粒子的速度大小 v_4 ;
- (3)(6 分)要使飘入狭缝的离子中有超过 60% 的离子能射出,求 U_0 应满足的条件.



甲



乙

班级

姓名

题号
答案区

1

2

3

4

5

6

7

第2课时 磁流体发电机、流量计、霍尔元件

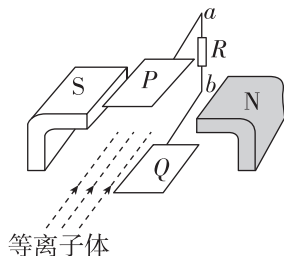
(时间:40分钟 总分:40分)

(选择题每小题4分)

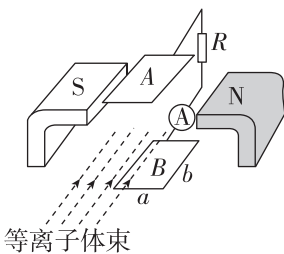
科技应用4——磁流体发电机

1. [2025·河南漯河高二期末] 如图所示是磁流体发电机的示意图,两平行金属板 P 、 Q 之间有一个很强的磁场,一束等离子体(即高温下电离的气体,含有大量正、负带电粒子)沿垂直于磁场的方向喷入磁场,把 P 、 Q 与电阻 R 相连接,下列说法正确的是 ()

- A. Q 板的电势高于 P 板的电势
- B. R 中有由 b 到 a 方向的电流
- C. 若只改变磁场强弱,则 R 中的电流保持不变
- D. 若只增大粒子的入射速度,则 R 中的电流增大

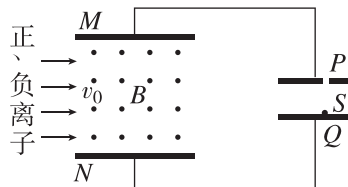


2. (多选)磁流体发电机的原理如图所示. 现持续将一束速度为 v 的等离子体(即高温下电离的气体,含有大量带正电和负电的微粒,而整体呈中性)垂直于磁场方向喷入磁感应强度为 B 的匀强磁场中,在相距为 d 、宽为 a 、长为 b 的两平行金属板 A 、 B 间便产生电压. 如果把上、下板和一电流表及阻值为 R 的电阻连接,则上、下板就是一个直流电源的两极. 稳定时电流表的示数为 I , 等离子体在两板间可认为均匀分布,忽略边缘效应,不计等离子体的重力和电流表的内阻. 下列判断正确的是 ()



- A. B 板相当于电源的负极
- B. A 、 B 两板间的电压 $U = Bdv$
- C. 两板间等离子体的电阻率 $\rho = ab(\frac{Bv}{I} - \frac{R}{d})$
- D. 若增大 A 、 B 两板间的距离,则电流表的示数可能不变

3. 用如图所示装置作为推进器加速带电粒子. 装置左侧部分由两块间距为 d 的平行金属板 M 、 N 组成,两板间有垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 B . 使大量电荷量绝对值均为 q_0 的正、负离子从左侧以速度 v_0 水平入射,可以给右侧平行板电容器 PQ 供电. 靠近 Q 板处有一放射源 S 可释放初速度为 0、质量为 m 、电荷量绝对值为 q 的粒子,粒子被加速后从 S 正上方的孔喷出 P 板,喷出的速度大小为 v . 下列说法正确的是 ()

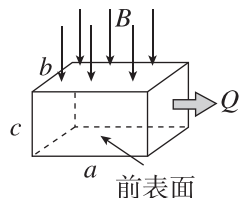


- A. 放射源 S 释放的粒子带负电
- B. 增大 q_0 的值,可以使 v 增大
- C. PQ 间距变为原来的 2 倍,可使 v 变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍
- D. v_0 和 B 同时变为原来的 2 倍,可使 v 变为原来的 2 倍

科技应用5——电磁流量计

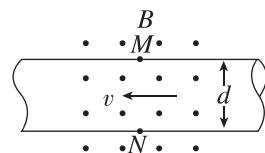
4. [2024·江苏太湖高级中学高二期中] 为了测量某化工厂的污水排放量,技术人员在该厂的排污管末端安装了如图所示的流量计,该装置由绝缘材料制成,长、宽、高分别为 a 、 b 、 c ,左右两端开口,在与上、下底面垂直的方向上存在磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,方向竖直向下,在前、后两个面的内侧固定有金属板作为电极,污水从左向右流经该装置时,电压表将显示两个电极间的电压 U . 若用 Q 表示污水流量(单位时间内流出的污水体积),下列说法不正确的是 ()

- A. 污水中离子浓度越高,电压表的示数将越大
- B. 当污水中正离子较多时,前表面电势比后表面电势低
- C. 当污水中负离子较多时,前表面电势比后表面电势低
- D. 污水流量 Q 与 U 成正比,与 a 、 b 无关



5. (多选)[2024·山东淄博高二期末] 为了无损测量有污染的废弃导电液体的流量,常用到一种电磁流量计,其原理可以简化为如图所示模型:液体从管右侧流入,左侧流出,流量值 Q 等于单位时间通过横截面的液体的体积. 已知管的直径为 d ,匀强磁场垂直纸面向外,磁感应强度大小为 B ,管中各处液体的流速均相同,测出管壁上 M 、 N 两点的电势差为 U ,下列说法正确的是 ()

- A. M 点的电势高于 N 点的电势
- B. 稳定后液体的流速 $v = \frac{U}{\pi Bd}$
- C. 电磁流量计也可以用于测量不导电的液体的流速
- D. 液体流量 $Q = \frac{\pi Ud}{4B}$



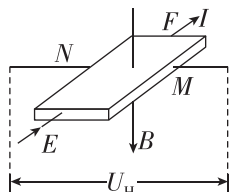
6. [2024·山东泰安二中高二月考] 电磁流量计广泛应用于测量可导电液体(如污水)在管中的流量(单位时间内通过管内某横截面的流体的体积). 为了简化, 假设流量计是如图所示的横截面为长方形的一段管道, 其中空的部分的长、宽、高分别为图中的 a 、 b 、 c . 流量计的两端与输送流体的管道相连(图中虚线), 图中流量计的上、下两面是金属材料, 前、后两面是绝缘材料. 现给流量计所处加磁感应强度为 B 的匀强磁场, 磁场方向垂直于前、后两面, 当导电液体稳定地流经流量计时, 在管外将流量计上、下两面和一电流表及阻值为 R 的电阻串联, I 表示测得的电流值. 已知流体的电阻率为 ρ , 不计电流表的内阻, 则可求得流量为 ()

- A. $\frac{I}{B}(bR + \rho \frac{c}{a})$ B. $\frac{I}{B}(aR + \rho \frac{b}{c})$
C. $\frac{I}{B}(cR + \rho \frac{a}{b})$ D. $\frac{I}{B}(R + \rho \frac{bc}{a})$

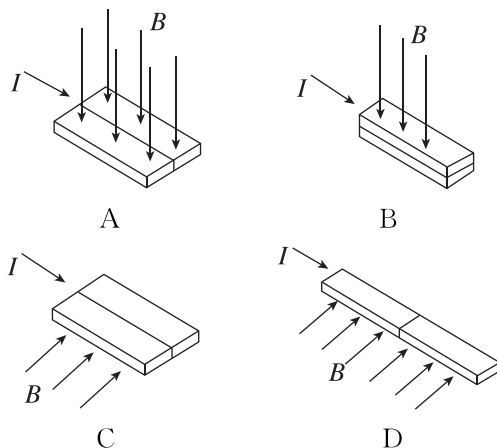
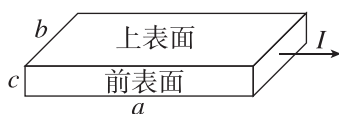
科技应用 6——霍尔元件

7. [2025·江苏吴江高级中学高二月考] 霍尔元件是把磁学量转换为电学量的电学元件, 其结构和原理如图所示. 在一个很小的矩形薄片 E 、 F 间通入恒定的电流 I , 同时外加与薄片垂直的磁场 B , 薄片中的载流子就在洛伦兹力的作用下漂移, 使 M 、 N 间出现了电压, 称为霍尔电压 U_H . 当磁场方向和电流方向如图所示时, 下列说法正确的是 ()

- A. M 的电势一定比 N 的电势低
B. M 的电势一定比 N 的电势高
C. 只有载流子为负电荷时, M 的电势才高于 N 的电势
D. 只有载流子为正电荷时, M 的电势才高于 N 的电势

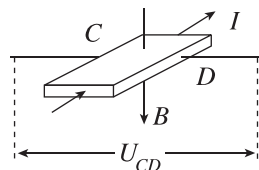


8. [2024·江苏常州高二期末] 霍尔元件是利用霍尔效应制成的传感器, 如图所示, 长 a 、宽 b 、高 c ($a > b > c$) 的长方体霍尔元件通以向右的电流, 将其置于垂直于上、下表面的磁场时, 前、后表面间出现电压, 置于垂直于前、后表面的磁场时, 上、下表面间出现电压, 此电压即霍尔电压. 将两个这样的霍尔元件按不同方式组合, 通入大小相等的恒定电流, 元件处于垂直于上、下表面或前、后表面的磁感应强度大小相等的匀强磁场中, 则产生霍尔电压最大的是 ()

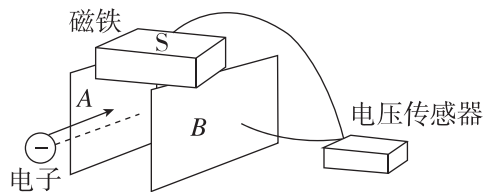


9. 利用霍尔效应制作的霍尔元件广泛应用于测量和自动控制等领域. 如图所示是霍尔元件的工作原理示意图, 磁感应强度大小为 B 、方向垂直于霍尔元件的表面上, 霍尔元件中通入图示方向的电流 I , C 、 D 两侧面会形成电势差 U_{CD} . 下列说法中正确的是 ()

- A. 霍尔元件的上、下表面的距离越大, 则 U_{CD} 越大
B. 若霍尔元件的载流子是自由电子, 则电势差 $U_{CD} < 0$
C. 仅增大电流 I 时, 电势差 U_{CD} 不变
D. 如果仅将霍尔元件改为电解质溶液, 其他条件不变, 则电势差 U_{CD} 将变大



10. [2024·北京石景山区高二期末] 笔记本电脑在合上及打开时, 屏幕会自己熄灭及亮屏, 这是因为其内部含有磁铁和霍尔传感器. 霍尔传感器类似于如图装置, 当合上屏幕时, 屏幕上的磁铁 N 极会面向下并产生磁感应强度大小为 $B = 0.5 \text{ T}$ 的匀强磁场, A 、 B 为两个竖直放置且距离为 $d = 0.05 \text{ mm}$ 的平行极板(足够长), 并都连接在电脑内的电压传感器上, 一侧不断有电子(重力不计)以平行于两极板、大小为 $v = 0.1 \text{ m/s}$ 的速度从两极板中央射入, 当监测到某一恒定电压值时, 电脑就会熄屏. 由此可知 ()



- A. 极板 B 带正电; 当电压传感器监测到电压为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ V}$ 时, 电脑屏幕熄屏
B. 极板 B 带负电; 当电压传感器监测到电压为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ V}$ 时, 电脑屏幕熄屏
C. 极板 B 带正电; 当电压传感器监测到电压为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mV}$ 时, 电脑屏幕熄屏
D. 极板 B 带负电; 当电压传感器监测到电压为 $2.5 \times 10^{-3} \text{ mV}$ 时, 电脑屏幕熄屏

班级

姓名

题号

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

专题 带电粒子在组合场中的运动

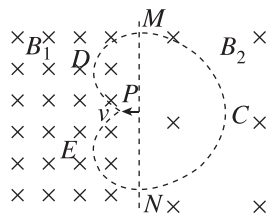
(时间:40 分钟 总分:62 分)

(选择题每小题 4 分)

基础巩固

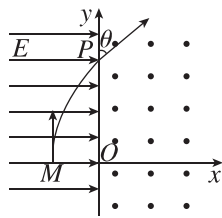
1. [2024·湖北黄州中学高二月考] 如图所示,两匀强磁场的方向相同,以虚线 MN 为理想边界,左、右两侧磁场的磁感应强度大小分别为 B_1 、 B_2 . 今有一质量为 m 、电荷量为 e 的电子从 MN 上的 P 点沿垂直于磁场的方向射入左侧匀强磁场中,其运动轨迹为图中虚线所示的“心”形图线,则以下说法正确的是 ()

- A. 电子运动的路径为 $PENCMDP$
- B. $B_1 = 2B_2$
- C. 电子从射入磁场到回到 P 点用时为 $\frac{2\pi m}{eB_1}$
- D. $B_1 = 4B_2$



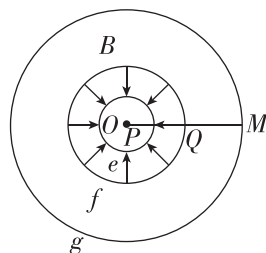
2. (多选) 如图所示的 xOy 坐标系中, y 轴左侧存在电场强度大小为 E 的匀强电场, 电场方向平行于 x 轴, y 轴右侧存在垂直于坐标系所在平面向外的匀强磁场. 一个比荷为 k 的带正电的粒子从 x 轴上的 M 点以某一初速度平行于 y 轴向上运动, 经电场偏转后从 y 轴上的 P 点进入磁场, 进入磁场时速度方向与 y 轴正方向成 $\theta = 60^\circ$ 角, 粒子经磁场偏转后打到坐标原点 O 上. 已知 M 点到 O 点的距离为 L , 不计粒子的重力, 下列说法正确的是 ()

- A. P 与 O 的距离为 $\frac{\sqrt{3}}{3}L$
- B. 粒子的轨迹半径为 $\frac{\sqrt{3}}{3}L$
- C. 粒子的初速度大小为 $\frac{\sqrt{6kEL}}{3}$
- D. 磁场的磁感应强度大小为 $\sqrt{\frac{6E}{kL}}$



3. [2025·江苏常熟中学高二月考] 如图是真空中位于同一水平面的三个同心圆 e 、 f 和 g 围成的区域, O 为圆心. e 、 f 间存在辐射状电场, f 、 g 间有磁感应强度大小为 B 、方向垂直水平面(纸面)的匀强磁场. 电子从 P 点静止释放, 由 Q 进入磁场, 恰好没有从 PM 上方的圆 g 上的 N 点(未画出)飞出磁场. 已知电子的比荷为 k , e 、 f 和 g 的半径分别为 a 、 $2a$ 和 $4a$. 则 ()

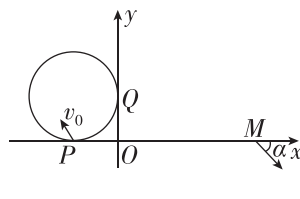
- A. 磁场的方向垂直纸面向里
- B. 电子在磁场运动的半径为 $\frac{5a}{3}$
- C. Q 、 P 两点间的电势差为 $\frac{1}{2}kB^2a^2$
- D. Q 、 P 两点间的电势差为 $\frac{9}{8}kB^2a^2$



能力提升

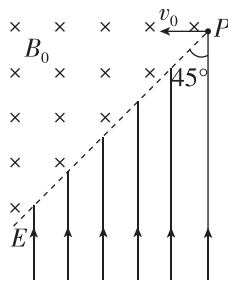
4. (多选) 如图所示, 在 xOy 平面的第 II 象限内有半径为 R 的圆分别与 x 轴、 y 轴相切于 P 、 Q 两点, 圆内存在垂直于 xOy 面向外的匀强磁场. 在第 I 象限内存在沿 y 轴负方向的匀强电场, 电场强度为 E , 一带正电的粒子(不计重力)以速率 v_0 从 P 点射入磁场后恰好垂直 y 轴进入电场, 最后从 $M(3R, 0)$ 点射出电场, 出射方向与 x 轴正方向夹角为 α , 且满足 $\alpha = 45^\circ$, 下列判断中正确的是 ()

- A. 粒子在磁场中运动的轨迹半径为 $2R$
- B. 磁场的磁感应强度大小为 $\frac{E}{v_0}$
- C. 带电粒子的比荷 $\frac{q}{m} = \frac{v_0^2}{3RE}$
- D. 带电粒子运动经过 y 轴的纵坐标值为 $1.5R$

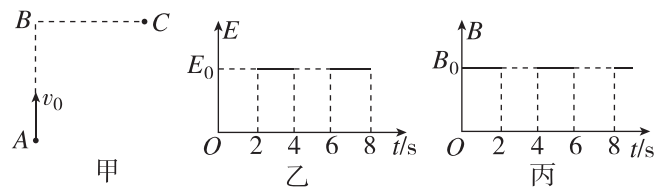


5. (多选) 如图所示, 空间电场、磁场分界线与电场方向成 45° 角, 分界面一侧为垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度为 B_0 , 另一侧为平行纸面向上的匀强电场. 一带电荷量为 $+q$ 、质量为 m 的粒子从 P 点以 v_0 的速度沿垂直电场和磁场的方向射入磁场, 一段时间后, 粒子恰好又回到 P 点. (场区足够大, 不计粒子重力) 则 ()

- A. 当粒子第一次进入电场时, 速度与分界线所成的锐角为 45°
- B. 当粒子第二次进入电场时, 到 P 点的距离为 $\frac{2\sqrt{2}mv_0}{qB_0}$
- C. 电场强度大小为 B_0v_0
- D. 粒子回到 P 点所用的总时间为 $\frac{(2\pi+2)m}{qB_0}$



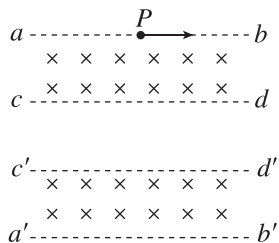
6. (多选)如图甲所示,在空间存在一个变化的电场和一个变化的磁场,电场的方向水平向右(图甲中由B到C),电场强度大小随时间变化情况如图乙所示;磁场方向垂直于纸面向外,磁感应强度大小随时间变化情况如图丙所示.在 $t=1\text{ s}$ 时,从A点沿AB方向(垂直于BC)以初速度 v_0 射出第一个带正电粒子,并在此之后,每隔 2 s 有一个相同的粒子沿AB方向均以初速度 v_0 射出,并恰好均能击中C点,若 $AB=BC=l$,且粒子由A点运动到C点的时间小于 1 s .不计重力和空气阻力,对于各粒子由A点运动到C点的过程中,以下说法正确的是 ()



- A. 电场强度 E_0 和磁感应强度 B_0 的大小之比为 $3v_0:1$
 B. 第一个粒子和第二个粒子运动的加速度大小之比为 $1:2$
 C. 第一个粒子和第二个粒子运动的时间之比为 $\pi:2$
 D. 第一个粒子和第二个粒子通过C的动能之比为 $1:5$

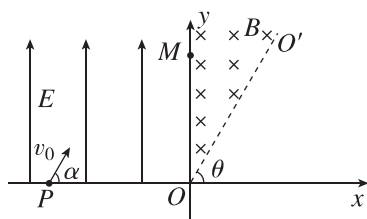
7. (16分)如图所示,虚线 ab 、 cd 之间及 $a'b'$ 、 $c'd'$ 之间存在垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小均为 B ,四条虚线之间的距离均为 l ,一个质量为 m 、电荷量为 q 的负电荷以某一初速度从 ab 上P点出发,先后穿越两磁场后又能回到 ab 上的P点,不计电荷重力.

- (1)(4分)求此过程需要的时间;
 (2)(6分)如果电荷穿越下区域后,上区域的磁感应强度大小变为 $\frac{1}{2}B$,且方向反向,求电荷返回到 ab 时的位置与P点的距离;
 (3)(6分)如果下区域磁感应强度大小变为 $2B$,且 cd 与 $c'd'$ 之间加一竖直向上的匀强电场,电荷从P点出发后依然能返回到P点,求所加电场强度的大小.



挑战自我

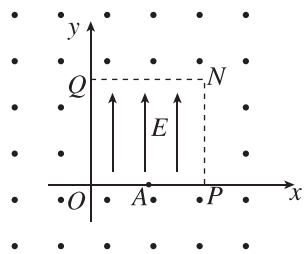
8. (多选)[2024·江西上饶高二期末] 如图所示,在 xOy 平面直角坐标系中,虚线 OO' 与 x 轴正方向的夹角为 $\theta=60^\circ$,与 y 轴之间存在垂直纸面向里的磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,第二象限存在沿 y 轴正方向的匀强电场.一带负电的粒子从 x 轴负半轴的P点以初速度 v_0 进入电场, v_0 与 x 轴正方向的夹角为 $\alpha=60^\circ$,经电场偏转后从点 $M(0,L)$ 垂直 y 轴进入磁场,粒子恰好不从 $O'O$ 边界射出磁场.不计粒子重力,下列说法正确的是 ()



- A. P点坐标为 $(-\frac{2\sqrt{3}}{3}L, 0)$
 B. 粒子在电场中运动的时间为 $\frac{4\sqrt{3}L}{v_0}$
 C. 粒子的比荷为 $\frac{3v_0}{2BL}$
 D. 电场强度大小为 $\frac{Bv_0}{2}$

9. (18分)[2024·安徽宣城高二期末] 如图所示, x 轴上方存在边长为 d 、沿 y 轴正方向、电场强度大小为 E 的正方形匀强电场,电场的周围分布着垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 $B=\sqrt{\frac{8Em}{dq}}$.一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从 OP 中点A处由静止释放进入电场(不计粒子重力).

- (1)(8分)粒子从A点开始运动到第二次进入电场的时间;
 (2)(10分)粒子第二次离开电场的位置坐标.



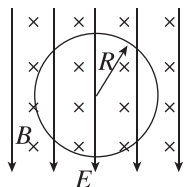
专题 带电粒子在叠加场中的运动

(时间:40 分钟 总分:56 分)

(选择题每小题 4 分)

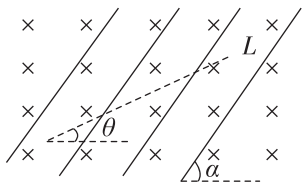
基础巩固

1. [2024·广东东莞万江中学高二月考] 如图所示,一带电液滴在相互垂直的匀强电场和匀强磁场中刚好做匀速圆周运动,其轨道半径为 R ,已知电场强度大小为 E ,方向竖直向下;磁感应强度大小为 B ,方向垂直纸面向里,不计空气阻力,重力加速度为 g ,则下列说法正确的是 ()



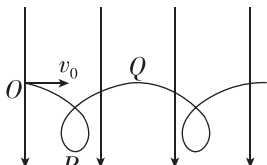
- A. 液滴带正电
- B. 液滴所受的合力为零
- C. 液滴受到重力、电场力、洛伦兹力、向心力作用
- D. 液滴运动的速度大小为 $v = \frac{BgR}{E}$

2. [2024·四川江油太白中学高二期中] 如图所示,实线表示竖直平面内匀强电场的电场线,电场线与水平方向成 α 角,匀强磁场与电场正交,垂直于纸面向里.一带电液滴沿斜向上的虚线 L 做直线运动, L 与水平方向成 θ 角,且 $\alpha > \theta$,则下列说法中正确的是 ()



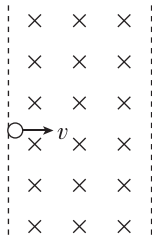
- A. 液滴一定带负电
- B. 液滴一定做匀速直线运动
- C. 电场线的方向一定斜向下
- D. 液滴可能做匀变速直线运动

3. [2025·江苏无锡一中高二月考] 如图所示,空间中存在着正交的匀强磁场和匀强电场,已知电场强度大小为 E ,方向竖直向下,磁感应强度大小为 B ,方向垂直纸面.一个电子由 O 点以一定初速度 v_0 水平向右飞入其中,运动轨迹如图所示,其中 O 、 Q 和 P 分别为轨迹在一个周期内的最高点和最低点,不计电子的重力.下列说法正确的是 ()



- A. 磁感应强度方向垂直纸面向外
- B. 电子的初速度 v_0 小于 $\frac{E}{B}$
- C. 由 P 点至 Q 点的运动过程中,电子的速度增大
- D. 调整电子的初速度大小与方向可以使其做匀加速直线运动

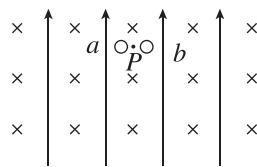
4. [2024·福建泉州一中高二期末] 两个相互平行的竖直边界内存在相互垂直的匀强磁场和匀强电场,如图所示,磁场沿水平方向,磁感应强度大小为 B ,电场(未标出)沿竖直方向,电场强度大小为 E ,一带电微粒从左边界上某点垂直边界射入后恰好沿直线运动.若保持其他条件不变,仅改变电场方向,变为与原来相反,该带电微粒仍以相同的速度入射,做匀速圆周运动,恰好不从右边界射出.已知两边界的宽度为 d ,该微粒的比荷为 ()



- A. $\frac{2B}{dE}$
- B. $\frac{B}{dE}$
- C. $\frac{2E}{dB^2}$
- D. $\frac{E}{dB^2}$

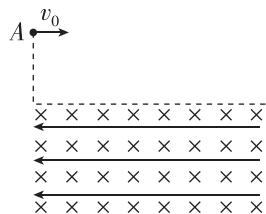
能力提升

5. [2024·湖南张家界高二期末] 如图所示,空间某区域存在相互垂直的匀强电场和匀强磁场,磁场方向垂直于纸面向里,电场方向竖直向上.在 P 点同时将两带电小球 a 、 b 以相同的速率分别向左、右两侧水平抛出后,二者均做匀速圆周运动,不考虑两球之间的相互作用.下列判断正确的是 ()



- A. 两球一定都带负电
- B. 两球比荷不相等
- C. 两球运动的轨迹半径相等
- D. 两球一定同时到达 P 点正上方

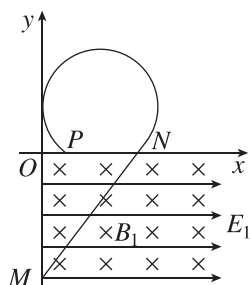
6. (多选)[2024·浙江杭州二中高二期中] 如图所示,在竖直平面内的虚线下方分布着互相垂直的匀强电场和匀强磁场,电场的电场强度大小为 10 N/C ,方向水平向左;磁场的磁感应强度大小为 2 T ,方向垂直纸面向里.现将一质量为 0.2 kg 、电荷量为 $+0.5 \text{ C}$ 的小球,从该区域上方的某点 A 以某一初速度水平抛出,小球进入虚线下方后恰好做直线运动.已知重力加速度为 g 取 10 m/s^2 .下列说法正确的是 ()



- A. 小球平抛的初速度大小为 5 m/s
- B. 小球平抛的初速度大小为 2 m/s
- C. A 点距该区域上边界的高度为 1.25 m
- D. A 点距该区域上边界的高度为 2.5 m

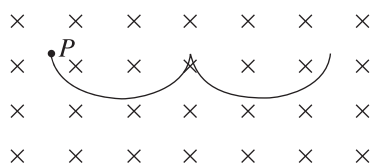
7. (10分)[2024·福建泉州泉港一中高二月考] 如图所示,在 x 轴下方存在着相互垂直的匀强电场与匀强磁场,电场沿 x 轴正方向,电场强度大小为 $E_1=20\text{ N/C}$,磁场垂直纸面向里,磁感应强度大小为 $B_1=5\text{ T}$. 一个质量为 $m=3\text{ g}$ 、带电荷量为 $q=2\times 10^{-3}\text{ C}$ 的带电小球自 y 轴上的 M 点沿直线匀速运动到 x 轴上的 N 点,且已知 $OM=4\text{ m}$. 在 x 轴上方存在相互垂直的电场强度为 E_2 的匀强电场和磁感应强度为 B_2 的匀强磁场(图中均未画出),小球在 x 轴上方做圆周运动,恰好与 y 轴相切,运动轨迹如图所示. g 取 10 m/s^2 , $\sin 37^\circ=0.6$,试求:

- (1)(2分)小球运动的速率 v ;
- (2)(4分)电场强度 E_2 的大小与方向;
- (3)(4分)磁感应强度 B_2 的大小与方向.



挑战自我

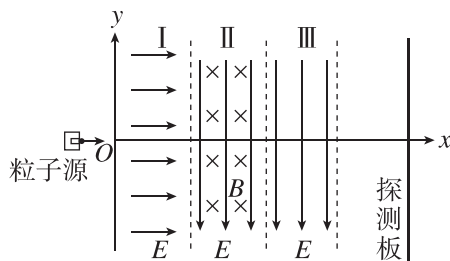
8. [2024·山东枣庄二中高二期中] 如图所示,空间存在着垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,一带电荷量为 q 、质量为 m 的带正电小球从磁场中某点 P 由静止释放,其运动轨迹是一条摆线.小球的运动实际上是竖直平面内沿逆时针方向的匀速圆周运动和水平向右的匀速直线运动的合运动,重力加速度为 g . 已知轨迹上某点的曲率半径为在极限情况下通过该点和轨迹上紧邻该点两侧的两点作出的圆的半径. 则下列说法正确的是 ()



- A. 小球运动到最低点时的速度大小为 $\frac{mg}{qB}$
- B. 小球运动到最低点时轨迹的曲率半径为 $\frac{m^2 g}{q^2 B^2}$
- C. 小球第一次运动到最低点时,距离释放点的竖直距离为 $\frac{2m^2 g}{q^2 B^2}$
- D. 小球从释放到第一次经过最低点所需时间为 $\frac{2\pi m}{qB}$

9. (18分)如图所示是一种粒子控制装置的简化示意图. 在平面中建立直角坐标系 xOy , 在 $x\geq 0$ 范围存在三块电磁场区域,其区域宽度均为 $d=0.1\text{ m}$, 在 I、II、III 区域内均存在电场强度大小为 $E=2000\text{ V/m}$ 的匀强电场, I 区域内电场沿 x 轴正方向, II、III 区域内电场沿 y 轴负方向. II 区域内还存在匀强磁场,磁场方向垂直平面向里,大小可调,一粒子源在 O 点无初速度地释放比荷为 $\frac{q}{m}=10^8\text{ C/kg}$ 的带正电粒子,粒子恰好可以匀速穿过 II 区域,并最终打在离 III 区域右侧边界距离为 d 的探测板上. 带电粒子的重力不计. 取 $\sqrt{5}=2.236$, 求:

- (1)(4分) II 区域磁感应强度的大小 B ;
- (2)(6分)带电粒子离开 III 区域时的速度;
- (3)(8分)带电粒子打到探测板上的坐标.

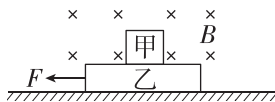


章末易错易混知识专练(一) (时间:40分钟 总分:54分)

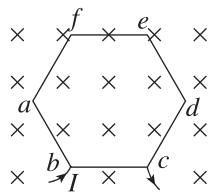
一、选择题(本题共7小题,每小题4分,共28分)

1. 如图所示,甲是带负电的物块,乙是不带电的足够长的绝缘木板.甲、乙叠放在一起置于光滑的水平地板上,地板上方空间有垂直于纸面向里的匀强磁场.现用一水平恒力 F 拉木板乙,使甲、乙从静止开始向左运动,甲的电荷量始终保持不变,最大静摩擦力等于滑动摩擦力,则在此后运动过程中 ()

- A. 甲、乙间的摩擦力始终不变
B. 甲、乙间的摩擦力先不变,后增大
C. 物块甲最终做匀速直线运动
D. 木板乙一直做匀加速直线运动

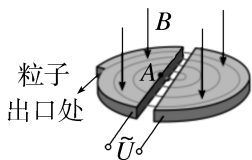


2. [2025·辽宁鞍山一中高二月考] 如图所示,粗细均匀的铜导线制作的正六边形线框 $abcdef$,垂直于匀强磁场放置, b 、 c 点与直流电源相接, ab 边受到的安培力大小为 F ,不考虑各边之间的相互作用,则 bc 边受到的安培力大小为 ()



- A. F B. $10F$ C. $5F$ D. $\frac{5\sqrt{3}}{3}F$

3. [2024·安徽合肥八中高二期末] 回旋加速器是一种用来加速带电粒子的装置,其工作原理如图所示,磁感应强度大小为 B 的匀强磁场与半径为 R 的 D 形盒面垂直,两盒间的狭缝很小,粒子穿过的时间可忽略,两盒接在电压为 U 、周期为 T 的交流电源上.质子(质量为 m 、电荷量为 e)从 A 处进入加速器中被多次加速后从粒子出口处射出.现只改变交流电的周期,让 α 粒子(质量为 $4m$ 、电荷量为 $2e$)从 A 处进入加速器中被多次加速后从粒子出口处射出,下列说法中错误的是 ()

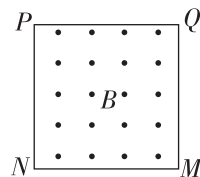


- A. 质子离开加速器时的动能为 $\frac{(eBR)^2}{2m}$
B. 质子在磁场中运动的时间为 $\frac{eB^2R^2T}{4mU}$
C. 加速 α 粒子时交流电的周期为 $2T$
D. α 粒子在磁场中的加速次数与质子的加速次数相同

4. (多选)[2024·山东日照实验高级中学高二月考] 如图所示,在边长为 L 的正方形 $PQMN$ 区域内存在垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,在 MN 边界放一刚性挡板,若粒子碰到挡板则能

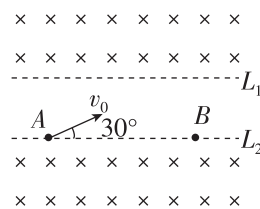
够以原速率弹回.一质量为 m 、带电荷量为 q 的粒子以某一速度从 P 点射入,恰好从 Q 点射出.下列说法正确的是 ()

- A. 带电粒子一定带负电荷
B. 带电粒子的速度最小值为 $\frac{qBL}{4m}$
C. 若带电粒子与挡板碰撞,则受到挡板作用力的冲量为 $\frac{5qBL}{2}$



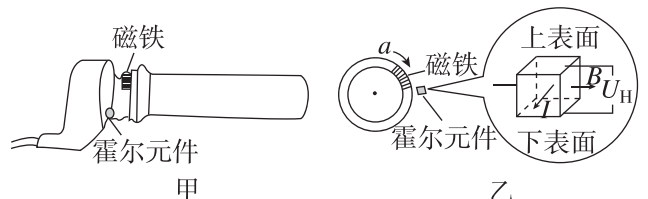
- D. 带电粒子在磁场中运动时间可能为 $\frac{\pi m}{3qB}$

5. (多选)如图所示, L_1 和 L_2 为两条平行的虚线, L_1 上方和 L_2 下方都是范围足够大,且磁感应强度相同的匀强磁场, A 、 B 两点都在 L_2 上.带电粒子从 A 点以初速度 v_0 与 L_2 成 30° 角斜向右上射出,经过偏转后正好过 B 点,经过 B 点时速度方向也斜向上,不计重力,下列说法正确的是 ()



- A. 若将带电粒子在 A 点时的初速度变大(方向不变),它仍能经过 B 点
B. 带电粒子经过 B 点时的速度一定跟在 A 点时的速度大小相同
C. 若将带电粒子在 A 点时的初速度方向改为与 L_2 成 60° 角斜向右上,它将不能经过 B 点
D. 此带电粒子既可以是正电荷,也可以是负电荷

6. (多选)[2024·福建福州高二期末] 共享电动车大大方便了市民出行,骑行者通过拧动手把来改变车速,手把内部结构如图甲所示,其截面如图乙所示.稍微拧动手把,霍尔元件保持不动,磁铁随手把转动,与霍尔元件间的相对位置发生改变,穿过霍尔元件的磁场强弱和霍尔电压大小随之变化.已知霍尔电压越大,电动车能达到的最大速度 v_m 越大,霍尔元件工作时通有如图乙所示的电流 I ,载流子为电子,则 ()



- A. 霍尔元件下表面电势高于上表面
B. 霍尔元件下表面电势低于上表面
C. 从图乙所示位置沿 a 方向稍微拧动手把,可以增大 v_m
D. 提速过程,洛伦兹力对运动电子做正功

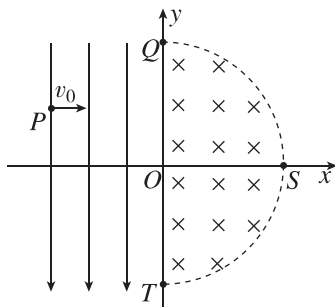
7. 人们常利用复合场控制带电小球的运动,如图所示,某空间中同时存在范围足够大的匀强磁场和匀强电场,磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向外,电场强度方向竖直向上.在复合场中的 A 点,一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电小球以一水平初速度进入复合场,小球经过 A 点右下方 C (未画出) 点时速度方向与水平方向的夹角为 37° ,重力加速度大小为 g ,已知电场强度大小为 $E = \frac{mg}{q}$. A 、 C 两点间的高度差为 h ,不计阻力, $\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$,则该带电小球从 A 点到 C 点的过程中 ()

- A. 经过 C 点时的速度大小可能为 $\frac{5qBh}{m}$
- B. 经过 C 点时的速度大小可能为 $\frac{9qBh}{5m}$
- C. 运动时间可能为 $\frac{\pi m}{3qB}$
- D. 运动时间可能为 $\frac{19\pi m}{6qB}$

二、计算题 (本题共 2 小题,共 26 分)

8. (10 分) [2024 · 海南琼海嘉积中学高二期末] 如图所示,在平面直角坐标系 xOy 的第一、四象限半径为 R 的半圆区域 QST 内(含边界),有垂直坐标系平面向里的匀强磁场,半圆的圆心与坐标原点 O 重合,在第二、三象限内有沿 y 轴负方向的匀强电场.在 P 点沿 x 轴正方向射出一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子,射出速度大小为 v_0 ,粒子刚好从 O 点进入磁场.已知 P 点到 y 轴的距离为 R ,到 x 轴的距离为 $\frac{1}{2}R$,不计粒子的重力.求:

- (1) (4 分) 匀强电场电场强度 E 的大小;
- (2) (6 分) 要使粒子能从 y 轴上 OQ 间离开磁场重新进入电场,匀强磁场磁感应强度大小 B 的取值范围.



9. (16 分) 如图甲所示,足够大的空间内有垂直于纸面的匀强磁场,以 O 为坐标原点,水平向右为 x 轴,竖直向上为 y 轴,在纸面内建立直角坐标系 xOy . $t=0$ 时刻,一质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的粒子在 O 点以与 x 轴成 $\alpha=60^\circ$ 角的初速度 v 射入磁场,磁场的磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系如图乙所示,其中 $t_0 = \frac{2\pi m}{3B_0 q}$,规定垂直纸面向外为磁感应强度的正方向,粒子重力不计.求:

- (1) (6 分) 粒子从 O 点射入磁场后第一次经过 x 轴时的位置坐标;
- (2) (10 分) 当粒子运动到与 x 轴距离最大的位置时,该位置与 O 点的水平距离.

