



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

全品智能作业

QUANPIN ZHINENGZUOYE

高中物理5 | 选择性必修第二册 RJ

主 编 肖德好

天津出版传媒集团
天津人民出版社

CONTENTS 目录

第一章

安培力与洛伦兹力

1 磁场对通电导线的作用力	001
专题 安培力作用下的力学问题	003
2 磁场对运动电荷的作用力	005
3 带电粒子在匀强磁场中的运动	007
专题 带电粒子在有界磁场中的运动	009
专题 带电粒子在有界磁场中运动的临界问题与多解问题	011
4 质谱仪与回旋加速器	013
第1课时 速度选择器、质谱仪、回旋加速器	013
第2课时 磁流体发电机、流量计、霍尔元件	015
专题 带电粒子在组合场中的运动	017
专题 带电粒子在叠加场中的运动	019
易错易混知识专练(一)	021
单元过关检测(一)	023

第二章

电磁感应

1 楞次定律	027
第1课时 楞次定律	027
第2课时 楞次定律的推论	029
实验 探究影响感应电流方向的因素	031
2 法拉第电磁感应定律	033
第1课时 法拉第电磁感应定律	033
第2课时 切割磁感线时的感应电动势	035
专题 电磁感应中的电路和电荷量问题	037
3 涡流、电磁阻尼和电磁驱动	039
4 互感和自感	041
专题 电磁感应的图像问题	043
专题 电磁感应中的动力学和能量问题	045
专题 电磁感应“单杆”模型与动量问题	047
专题 电磁感应“双杆”模型与动量问题	049
易错易混知识专练(二)	051
单元过关检测(二)	053
阶段强化检测(一)	057

攻略手册

要点攻略 1 安培力公式 $F = I l B \sin \theta$ 中有效长度的确定	攻 01
方法攻略 2 安培力作用下导体运动方向的判断方法	攻 02
方法攻略 3 降维思想在安培力作用下平衡问题中的应用	攻 04
模型攻略 4 电流天平	攻 05
模型攻略 5 磁电式电流表	攻 05
溯源攻略 6 由安培力表达式推导洛伦兹力表达式	攻 06
方法攻略 7 如何分析带电粒子在匀强磁场中的运动	攻 08
方法攻略 8 如何分析有界磁场问题	攻 10
方法攻略 9 磁场中临界问题的分析方法——动态圆法	攻 12
要点攻略 10 带电粒子在磁场中形成多解问题的原因	攻 14
模型攻略 11 速度选择器	攻 16
模型攻略 12 质谱仪	攻 17
模型攻略 13 回旋加速器	攻 18
模型攻略 14 磁流体发电机	攻 20
模型攻略 15 电磁流量计	攻 21
模型攻略 16 霍尔元件	攻 22
要点攻略 17 用楞次定律判断感应电流的方向	攻 24
方法攻略 18 楞次定律的推广应用	攻 25
要点攻略 19 安培定则、左手定则、右手定则、楞次定律的对比	攻 26
溯源攻略 20 推导平动切割磁感线的动生电动势公式	攻 28
溯源攻略 21 推导转动切割磁感线的动生电动势公式	攻 29
要点攻略 22 感生电场和涡流的关系	攻 30
模型攻略 23 探雷器的工作原理	攻 31
方法攻略 24 电磁感应中电路问题的分析思路	攻 32
溯源攻略 25 推导电磁感应中电荷量的几个求解公式	攻 34
溯源攻略 26 推导矩形线框产生的正弦式交变电流瞬时值表达式	攻 36
要点攻略 27 中性面在交变电流分析中的重要作用	攻 37

第三章

交变电流

- 1 交变电流 061
- 2 交变电流的描述 063
- 专题** 交变电流的“四值” 065
- 专题** 产生方式“另类”的交变电流 067
- 3 变压器 069
 - 第1课时 理想变压器及分析 069
 - 第2课时 探究变压器原、副线圈电压与匝数的关系 071
- 专题** 变压器的动态分析 073
- 4 电能的输送 075
 - 易错易混知识专练(三) 077
 - 单元过关检测(三) 079
 - 阶段强化检测(二) 083

第四章

电磁振荡与电磁波

- 1 电磁振荡 087
- 2 电磁场与电磁波 089
- 3 无线电波的发射和接收 091
- 4 电磁波谱 093
 - 易错易混知识专练(四) 095

第五章

传感器

- 1 认识传感器 097
- 2 常见传感器的工作原理及应用 097
- 3 利用传感器制作简单的自动控制装置 099
- 专题** 传感器的应用 101
 - 易错易混知识专练(五) 103
 - 单元过关检测(四) 105
 - 模块综合检测(一) 109
 - 模块综合检测(二) 113

攻略手册

- 方法攻略 28 电流有效值的计算方法 攻 38
- 要点攻略 29 交变电流四值的对比 攻 39
- 实验攻略 30 变压器探究实验中电压比和匝数比不相等的原因 攻 40
- 要点攻略 31 理想变压器中各物理量的制约关系 攻 41
- 方法攻略 32 含理想变压器电路的动态变化分析思路 攻 42
- 模型攻略 33 电压互感器和电流互感器 攻 43
- 模型攻略 34 自耦变压器 攻 44
- 方法攻略 35 远距离输电问题的分析思路 攻 45
- 方法攻略 36 LC 振荡电路的振荡过程中分析 攻 47
- 要点攻略 37 通过电容和电感改变 LC 振荡电路的振荡周期 攻 49
- 要点攻略 38 无线电波的发射和接收过程中各个概念对比 攻 49
- 要点攻略 39 不同波长电磁波的对比和各自的实际应用 攻 51
- 模型攻略 40 传感器的组成和工作原理 攻 52
- 要点攻略 41 热敏电阻和金属热电阻的对比 攻 53
- 模型攻略 42 电阻应变片和应变式力传感器 攻 53



攻略手册 (要点·方法·模型·溯源·实验)

重点难点 凝练核心
训练技巧 构建理论
探究本质 激发创新
一本自我拔高的**攻略手册**

1 磁场对通电导线的作用力

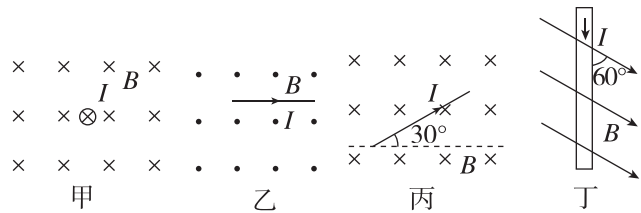
(建议用时:40分钟)

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

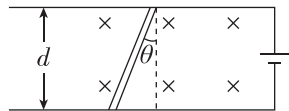
2. (多选)下列四幅图中,导体棒的长度均为 L ,磁场的磁感应强度大小均为 B ,在各导体棒中通有相同的电流 I ,磁场和电流方向如图所示. 则下列选项正确的是 ()



- 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 $\frac{\sqrt{3}}{3}BIL$

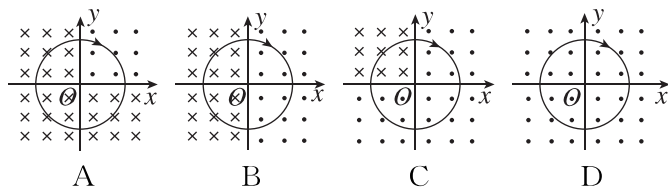
3. [2026·江苏如皋中学高二月考] 如图所示,水平放置的U形导线框中接有电源,电流为 I ,导线框垂直于匀强磁场放置,磁感应强度大小为 B ,导线框间距为 d ,一导体棒与竖直虚线成 θ 角放置,则导体棒所受安培力的大小和方向分别为 ()

- A. BId , 水平向右
- B. $\frac{BId}{\sin \theta}$, 水平向右

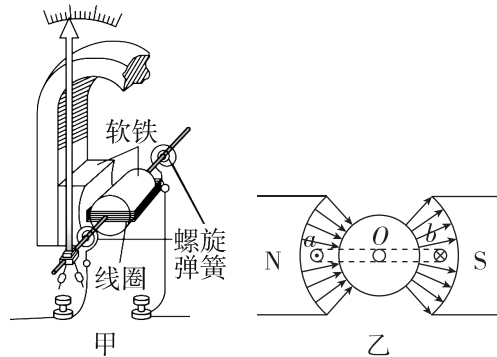


- C. $BId \sin \theta$, 垂直导体棒斜向左上
- D. $\frac{BId}{\cos \theta}$, 垂直导体棒斜向右下

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,若各象限存在磁感应强度大小相等、方向如图所示的匀强磁场,则圆导线所受安培力最大的是 ()



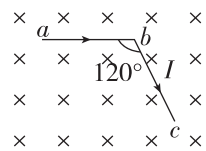
5. [2026·浙江嘉兴第五高级中学高二月考] 如图甲是高中物理电学实验中常用的磁电式电流表的结构,其内部磁场分布和线圈中电流流向的剖面示意图如图乙所示. 关于磁电式电流表,下列说法中正确的是 ()



- A. 当线圈在如图乙所示位置时, b 端受到的安培力方向向上
- B. 线圈中电流越大,安培力就越大,螺旋弹簧的形变也越大,线圈偏转的角度也越大
- C. 电流表中的磁场是匀强磁场
- D. 线圈无论转到什么角度,它的平面都跟磁感线平行,所以线圈不受安培力

能力提升

6. [2026·河南开封高级中学高二月考] 将长为 1 m 的导线 ac 从中点 b 折成如图所示的形状并放于磁感应强度大小为 $B=0.04\text{ T}$ 的匀强磁场中, abc 平面与磁场垂直. 若在导线 abc 中通入 $I=25\text{ A}$ 的直流电,则整个导线所受安培力的大小为 ()



- A. $\frac{\sqrt{3}}{2}\text{ N}$
- B. $\sqrt{3}\text{ N}$
- C. 1.5 N
- D. 2 N

专题 安培力作用下的力学问题

(建议用时:40分钟)

基础巩固

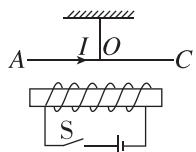
1. [2025·广东惠州实验中学高二月考] 如图所示,重力为 G 的水平铜棒 AC 用绝缘细线悬挂并静止在水平螺线管的正上方,铜棒中通入方向从 A 到 C 的恒定电流,螺线管与干电池、开关 S 串联成一个回路.当开关 S 闭合后一小段时间内,下列判断正确的 ()

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



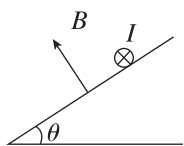
2. [2025·江西丰城九中高二期开学考] 如图所示,通电直导体棒放在倾角为 θ 的光滑斜面上,并处在垂直斜面向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中.当电流为 I 时,导体棒恰好处于平衡状态,若电流突然反向(电流大小不变),则该导体棒的加速度大小为(已知重力加速度为 g) ()

A. $\frac{1}{2}g \sin \theta$

B. $g \sin \theta$

C. $2g \sin \theta$

D. $3g \sin \theta$



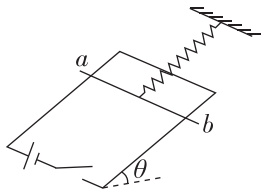
3. 如图所示,两平行光滑金属导轨固定在倾角为 θ 的绝缘斜面上,空间中存在垂直于导轨平面向下的匀强磁场(图中未画出),劲度系数为 k 的轻质弹簧上端固定,下端与质量为 m 的水平直导体棒 ab 的中点相连,弹簧与导轨平面平行并始终与导体棒 ab 垂直,导体棒 ab 垂直跨放在两导轨上,闭合开关后导体棒 ab 保持静止,弹簧处于原长状态.断开开关,将电源极性调转,用外力使导体棒 ab 沿导轨平面向下平移 x ,再次闭合开关并撤掉外力,导体棒 ab 依然保持静止.弹簧始终处于弹性限度内,重力加速度为 g ,则 x 为 ()

A. $\frac{mg \sin \theta}{k}$

B. $\frac{mg \sin \theta}{2k}$

C. $\frac{2mg \sin \theta}{k}$

D. 0



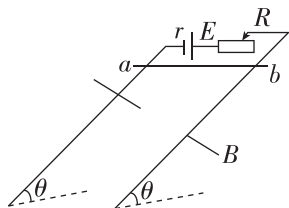
4. [2026·吉林梅河口五中高二期期末] 如图所示,两根足够长的光滑直金属导轨平行固定在倾角为 θ 的绝缘斜面上,两导轨间距为 L ,导轨上端接入电源和滑动变阻器,电源电动势为 E 、内阻为 r ;整个装置处在磁感应强度大小为 B 、方向垂直导轨平面的匀强磁场中.调节滑动变阻器滑动头至某一位置,将质量为 m 的金属棒 ab 垂直置于导轨上, ab 恰能保持静止.已知重力加速度大小为 g ,导轨和金属棒的电阻不计, ab 与两导轨接触良好,则 ()

A. 磁场方向垂直导轨平面向下

B. 流过 ab 的电流大小为 $\frac{mg \cos \theta}{BL}$

C. 滑动变阻器接入电路的阻值为 $\frac{EBL}{mg \sin \theta} - r$

D. 若减小滑动变阻器接入电路的阻值, ab 将向下运动



能力提升

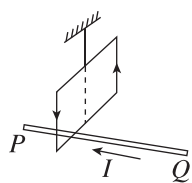
5. (多选) 如图所示,用绝缘细绳悬挂一矩形导线框且导线框底边水平,导线框通有逆时针方向的电流(从右侧观察),在导线框的正下方,有一垂直于导线框平面的直导线 PQ ,现在 PQ 中通以水平向左的电流,在短时间内,下列说法正确的是 ()

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

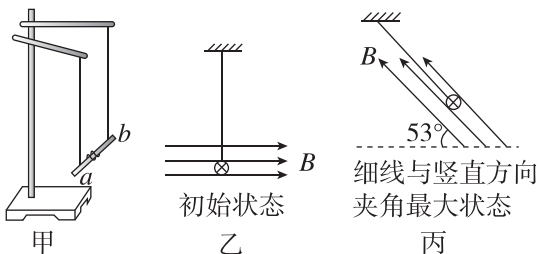
C. 细绳受力会变得比导线框的重力大

D. 细绳受力会变得比导线框的重力小



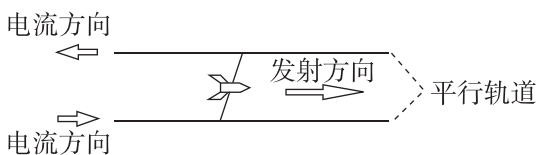
6. 如图甲所示,长度为 l 、质量为 m 的导体棒用绝缘细线悬挂并垂直于纸面放置,导体棒中有方向由 a 指向 b 、大小为 I 的电流,导体棒处在水平向右的大小未知的匀强磁场中,从 a 向 b 观察如图乙所示.现设法缓慢地沿逆时针方向改变匀强磁场方向,使其方向转到水平向左,记录转动过程中细线与竖直方向的夹角和磁场与水平方向夹角之间的关系,发现当磁场方向与水平向左方向的夹角为 53° 时,如图丙所示(从 a 向 b 看),细线与竖直方向夹角最大,已知重力

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. $\frac{3mg}{5lI}$

7. [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 $L=7.5\text{ m}$, 宽为 $l=1.5\text{ m}$, 发射的炮弹质量为 $m=50\text{ g}$, 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 $I=20\text{ A}$, 轨道间匀强磁场的磁感应强度大小为 $B=1.0\times 10^3\text{ T}$ 时, 不计空气及摩擦阻力, 下列说法正确的是 ()

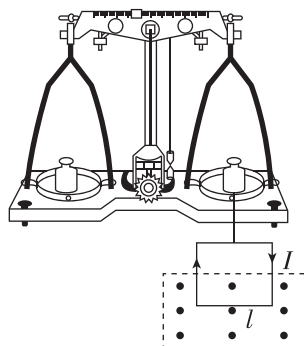


- A. 磁场方向为竖直向下
 B. 炮弹的加速度大小为 $3\times 10^6\text{ m/s}^2$
 C. 炮弹在轨道中加速的时间为 $5\times 10^{-3}\text{ s}$
 D. 炮弹发射过程中所受安培力的最大功率为 $4.5\times 10^8\text{ W}$

8. 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. 其右臂悬挂着匝数为 $n=10$ 、水平边长为 $l=10\text{ cm}$ 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. 当线圈中通过大小为 $I=0.1\text{ A}$ 、沿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为 $m_1=0.4\text{ kg}$, 右盘中砝码质量为 $m_2=0.5\text{ kg}$. 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/s^2 , 则:

(1) 求线圈所在处磁场的磁感应强度大小;

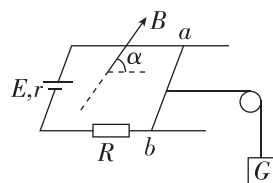
(2) 若仅使线圈中电流反向, 需要再向左盘中添加质量为多少的砝码, 才能使此天平两臂再达到平衡?



挑战自我

9. [2026·陕西西安高新一中高二期] 如图所示, 水平导轨间距为 $L=0.6\text{ m}$, 导轨电阻忽略不计. 导体棒 ab 垂直导轨放置, 其质量为 $m=1\text{ kg}$ 、电阻为 $R_0=0.9\ \Omega$ 、与导轨接触良好. 电源电动势为 $E=10\text{ V}$, 内阻为 $r=0.1\ \Omega$, 电阻 $R=1.5\ \Omega$. 外加匀强磁场的磁感应强度大小为 $B=5\text{ T}$, 方向垂直于导体棒 ab 且与导轨平面成 $\alpha=53^\circ$ 角. 导体棒 ab 与导轨间动摩擦因数为 $\mu=0.5$ (设最大静摩擦力等于滑动摩擦力), 不计其余摩擦. 细绳垂直于导体棒 ab 且沿水平方向跨过一轻质定滑轮悬挂一重物. 重力加速度 g 取 10 m/s^2 , 导体棒 ab 处于静止状态. 已知 $\sin 53^\circ=0.8, \cos 53^\circ=0.6$.

- (1) 求 ab 受到的安培力大小;
 (2) 求重物重力 G 的取值范围;
 (3) 若重物重力 $G'=20\text{ N}$, 求由静止释放重物的瞬间金属棒的加速度大小.



2 磁场对运动电荷的作用力

(建议用时:40分钟)

基础巩固

- 下列说法正确的是 ()
 - 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
 - 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
 - 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
 - 洛伦兹力对带电粒子永不做功
- 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 ()

A

B

C

D

- [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 ()

- 沿 z 轴正方向的磁场
- 沿 z 轴负方向的磁场
- 沿 y 轴正方向的磁场
- 沿 y 轴负方向的磁场

- [2026·辽宁抚顺高二期末] 如图所示,电荷量为 3.2×10^{-19} C 的氦原子核以水平向右、大小为 3×10^5 m/s 的速度射入垂直于纸面向里的匀强磁场中,磁场的磁感应强度大小为 0.1 T,则氦原子核射入磁场时受到的洛伦兹力的大小、方向分别为 ()

- 9.6×10^{-15} N、竖直向上
- 9.6×10^{-16} N、竖直向上
- 9.6×10^{-16} N、竖直向下
- 9.6×10^{-15} N、竖直向下

- [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) ()

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

能力提升

- [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 ()

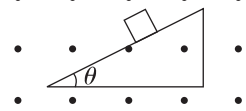
- 导体中电流为 $I = neSvL$
- 导体中自由电子的个数为 $N = nSL$
- 若导体放置在垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,则导体所受安培力大小为 $F_{安} = BneSvL$
- 若导体放置在垂直纸面向外、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场中,则导体中每个电子所受洛伦兹力大小为 $F_{洛} = evB$

- 如图所示,质量为 m 、带电荷量为 $+q$ ($q > 0$) 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 ()

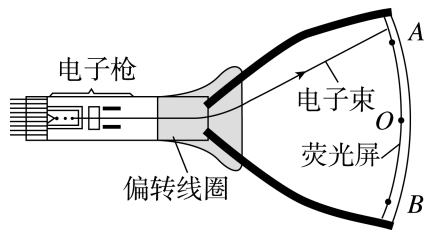
- 物块在下滑过程中只受重力、摩擦力和洛伦兹力
- 物块下滑过程中先做加速度减小的加速运动,后做匀速运动
- 物块下滑的最大速度为 $\frac{\mu mg}{qB}$
- 物块在下滑过程中,受到的洛伦兹力不做功,物块机械能守恒

8. (多选)[2025·安徽合肥十中高二月考] 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 $\frac{m^2 g \cos^2 \theta}{q^2 B^2}$

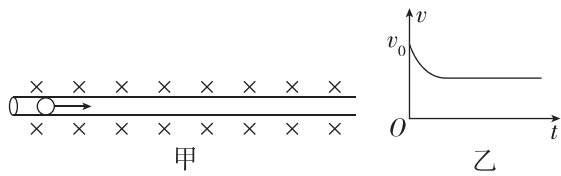


9. 如图所示为电视显像管的原理示意图. 显像管中有一个能发射高速电子的电子枪, 高速电子撞击荧光屏能使荧光屏发光, 没有磁场时电子束打在荧光屏正中心的 O 点, 安装在管颈的偏转线圈产生偏转磁场使电子束发生偏转, 要使电子束



- 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)[2026·辽宁辽阳高二期末] 如图甲所示, 一个内壁粗糙程度一致的绝缘细管固定在水平面上, 细管处在垂直于纸面向里、磁感应强度大小为 B 的水平匀强磁场中. 一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电小球(球的直径略小于细管的内径)以一定的初速度 v_0 沿管向右滑动, 小球的速度 v 随时间 t 变化的关系图像如图乙所示, 重力加速度大小为 g , 下列说法正确的是 ()

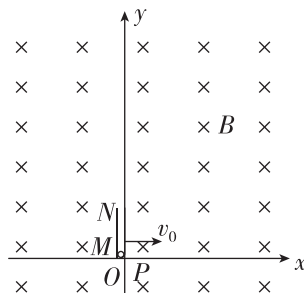


- A. $qv_0 B > mg$
- B. $qv_0 B < mg$
- C. 小球克服摩擦力做的功为 $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{m^3 g^2}{2q^2 B^2}$
- D. 绝缘细管先对小球有向下的压力, 后对小球有向上的支持力

挑战自我

11. 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 的带电的静止小球 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) 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) 小球带正电还是负电? 电荷量为多少?



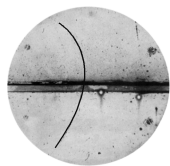
3 带电粒子在匀强磁场中的运动

(建议用时:40分钟)

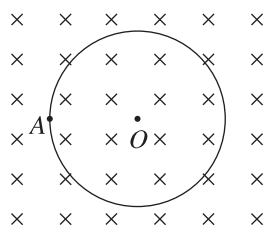
基础巩固

1. (多选)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

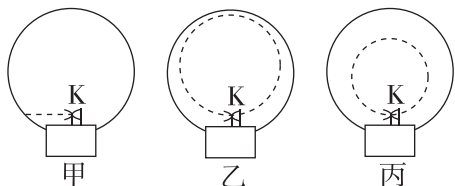


2. 如图所示,一个带电粒子(重力不计)在匀强磁场中做圆周运动,A是轨迹中的一点,当粒子运动到A点的瞬间将此磁场变强,方向不变.若不考虑磁场变化引起的电场所造成的影响,则之后粒子 ()



- 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. [2025·江苏扬州中学高二月考] 如图所示,用洛伦兹力演示仪研究带电粒子在匀强磁场中的运动,以虚线表示电极K释放出来的电子束的径迹.在施加磁场之前,电子经加速后沿直线运动,如图甲所示;施加磁场后电子束的径迹如图乙所示;再次调节演示仪可得到如图丙所示的电子束径迹.下列说法正确的是 ()

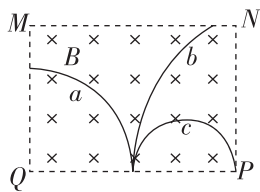


- A. 在图乙基础上仅增大磁感应强度,可得到如图丙所示的电子束径迹
- B. 在图乙基础上仅提高电子的加速电压,可得到如图丙所示的电子束径迹
- C. 施加的磁场方向为垂直纸面向外

D. 图乙与图丙中电子运动一周的时间一定相等

4. (多选)[2026·吉林东北师大附中高二期中] 如图所示,虚线框MNPQ内存在匀强磁场,磁场方向垂直纸面向里.有a、b、c三个带电粒子,它们在纸面内从PQ边的中点垂直于PQ边射入磁场,图中画出了它们在磁场中的运动轨迹.若不计粒子所受重力,则下列说法正确的是 ()

- A. 粒子a带正电,粒子b、c带负电
- B. 若三个粒子比荷相同,则粒子c在磁场中的速度最大
- C. 若三个粒子入射的速度相同,则粒子c在磁场中的加速度最大
- D. 若三个粒子入射的动量相同,则粒子b的带电荷量最大



5. 1930年,中国科学家赵忠尧在实验中最早观察到正、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. 右侧为正电子的运动轨迹
- 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

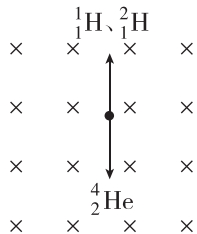


能力提升

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,发现这两种粒子沿半径相同的圆轨道运动.则 α 粒子与 β 粒子的动能的比值是 ()

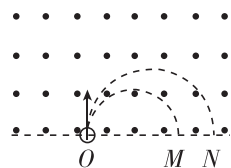
- A. $\frac{m_1}{m_2}$
- B. $\frac{4m_2}{m_1}$
- C. $\frac{m_1}{2m_2}$
- D. $\frac{m_2}{2m_1}$

7. [2026·黑龙江佳木斯一中高二期末] 如图所示,在匀强磁场中, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 、 ${}^4_2\text{He}$ 这三个粒子从同一点垂直进入磁场, ${}^1_1\text{H}$ 、 ${}^2_1\text{H}$ 的速度方向竖直向上, ${}^4_2\text{He}$ 的速度方向竖直向下,速率大小均相等,磁场足够大,不计粒子重力及粒子间的相互作用,则三个粒子的运动轨迹可能是 ()



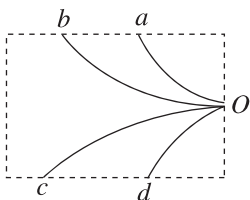
- A.  B. 
 C.  D. 

8. (多选) 如图所示,质量为 m 、电荷量为 $+q$ ($q > 0$) 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 $4 : 3$

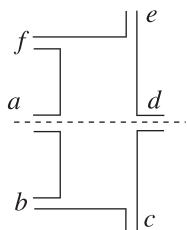
9. 如图所示为四个带电粒子在 O 点沿相同方向垂直于磁感线射入均匀磁场后的偏转轨迹. 磁场方向垂直纸面向外(图中未画出), 轨迹所对应的四个粒子的质量相等, 电荷量大小也相等, 则其中动能最大的带负电的粒子的轨迹是 ()



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

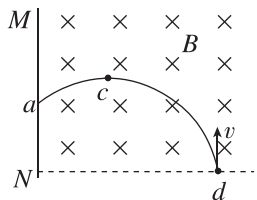
10. (多选) 如图所示的区域内共有六处开口, 各相邻开口之间的距离都相等, 匀强磁场垂直于纸面, 不同速度的粒子(不计其重力)从开口 a 进入该区域, 可能从 b 、 c 、 d 、 e 、 f 这五个开口离开, 粒子就如同进入“迷宫”一样, 可以称作“粒子迷宫”. 已知从 b 、 c 口离开的粒子是同种粒子, 则以下说法正确的是 ()

- 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 口离开的粒子的速度是从 b 口离开的粒子的速度的 2 倍



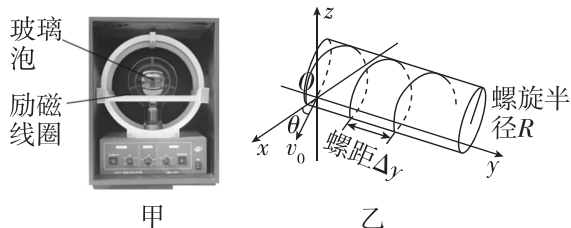
挑战自我

11. [2025·湖南长沙一中高二期中] 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, 新微粒的运动周期不变
 D. 碰撞后, 新微粒在磁场中受到的洛伦兹力变大

12. (多选) [2026·浙江桐乡高级中学高二月考] 如图甲所示为洛伦兹力演示仪, 某次演示带电粒子在匀强磁场中的运动时, 玻璃泡中的电子束在匀强磁场中的运动轨迹呈“螺旋”状. 现将这一现象简化成如图乙所示的情景来讨论: 在空间存在平行于 y 轴的匀强磁场, 磁感应强度为 B , 电子在 xOy 平面以初速度 v_0 从坐标原点沿与 x 轴正方向成 θ 角的方向射入磁场, 电子的运动轨迹为螺旋线, 螺旋线轴线平行于 y 轴, 螺旋半径为 R , 螺距为 Δy , 周期为 T , 则下列说法中正确的是 ()



- A. 磁场的方向为沿 y 轴正方向
 B. 当 $\theta = 0^\circ$ 时“轨迹”为闭合的整圆
 C. 此螺旋状轨迹的半径为 $R = \frac{mv_0 \sin \theta}{eB}$
 D. 若同时增大 θ ($\theta < 90^\circ$) 和磁感应强度, 螺距 Δy 可能不变

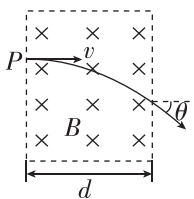
专题 带电粒子在有界磁场中的运动

(建议用时:40分钟)

基础巩固

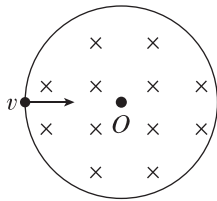
1. [2026·吉林梅河口五中高二期末] 如图所示,质量为 m 、电荷量绝对值为 q 的带电粒子(重力不计)从 P 点以垂直于磁场边界的速度 v 射入宽度为 d 的匀强磁场中,穿出磁场时速度方向与原来射入方向的夹角为 $\theta = 30^\circ$,磁场的磁感应强度大小为 B ,则 ()

- A. 该带电粒子带正电
B. 磁场的宽度为 $d = \frac{mv}{qB}$
C. 洛伦兹力对粒子做正功
D. 粒子通过磁场的时间为 $\frac{\pi m}{6qB}$



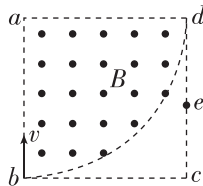
2. [2025·江苏南京中华中学高二期中] 如图所示,半径为 R 的圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场.重力不计、电荷量一定的带正电粒子以速度 v 正对着圆心 O 射入磁场,若粒子射入点与射出点间的距离为 R ,则粒子在磁场中的运动时间为 ()

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



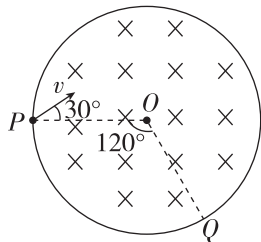
3. [2026·河北石家庄一中高二期末] 如图所示, $abcd$ 是边长为 L 的正方形,在四分之一圆 abd 区域内有垂直于纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小为 B .一个质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从 b 点沿 ba 方向射入磁场,粒子恰能从正方形 cd 边上的 e 点射出正方形区域, d 、 e 间距离为 $\frac{\sqrt{3}}{3}L$,不计粒子的重力,则该粒子在磁场中运动的速度大小 v 和时间 t 为 ()

- A. $v = \frac{qBL}{m}, t = \frac{\pi m}{2qB}$
B. $v = \frac{\sqrt{3}qBL}{m}, t = \frac{\pi m}{3qB}$
C. $v = \frac{\sqrt{3}qBL}{3m}, t = \frac{\pi m}{3qB}$
D. $v = \frac{\sqrt{3}qBL}{3m}, t = \frac{2\pi m}{3qB}$



4. [2026·重庆南开中学高二期中] 如图所示,一半径为 R 的圆形区域内充满垂直纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场, O 为圆形磁场区域的圆心.一带电粒子以速度 v 从磁场边界 P 点垂直射入磁场,射入时的速度方向与 PO 夹角为 30° ,最后从磁场边界 Q 点射出.已知 $\angle POQ = 120^\circ$,不计粒子重力,则 ()

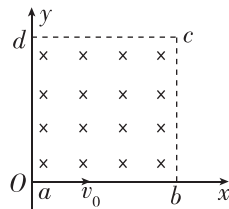
- A. 该粒子带正电
B. 该粒子沿 OQ 方向射出
C. 该粒子在磁场中运动的半径为 R
D. 该粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{\pi R}{3v}$



能力提升

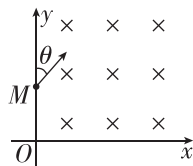
5. [2026·辽宁辽阳高二期末] 如图所示,在直角坐标系 xOy 中,有一个边长为 L 的正方形区域, a 点在原点, b 点和 d 点分别在 x 轴和 y 轴上,该区域内存在垂直于纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场.一带正电的粒子质量为 m ,电荷量为 q ,以速度 v_0 从 a 点沿 x 轴正方向射入磁场,不计粒子重力.若粒子的速度 $v_0 = \frac{2qBL}{3m}$,则粒子在磁场中运动的时间为 ()

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

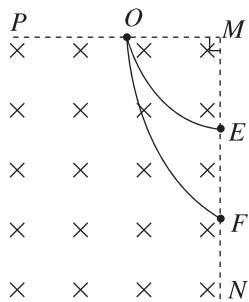


6. (多选) [2026·辽宁沈阳高二期末] 如图所示,在 xOy 平面的第一象限内存在方向垂直纸面向里、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场.一带电粒子从 y 轴上的 M 点射入磁场,速度方向与 y 轴正方向的夹角为 $\theta = 45^\circ$.粒子经过磁场偏转后在 N 点(图中未画出)垂直穿过 x 轴.已知 $OM = a$,粒子电荷量为 q ,质量为 m ,重力不计,则 ()

- A. 粒子带负电荷
B. 粒子速度大小为 $\frac{qBa}{m}$
C. 粒子在磁场中运动的轨迹半径为 $\sqrt{2}a$
D. N 点与 O 点相距 $(\sqrt{2} + 2)a$

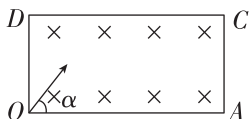


7. 科学家利用磁场控制带电粒子的轨迹,从而研究粒子的性质. 如图所示, PMN 左下方空间内有垂直纸面向里的匀强磁场, $PM \perp MN$. 现有电荷量相同、质量不同的甲、乙两种带正电的粒子, 先后从 PM 上的 O 点以平行于 MN 方向的速度射入磁场, 甲、乙分别经过 MN 上的 E 、 F 两点, $OM = ME = EF = d$, 不考虑粒子间相互作用力及重力, 则 ()



- 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

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



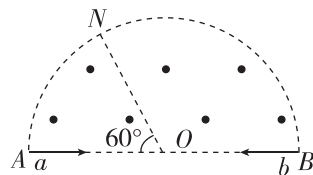
- A. 粒子带正电
- B. 粒子做圆周运动的轨迹半径为 $\frac{\sqrt{3}}{2}L$
- C. 减小粒子的入射速度, 粒子在磁场区域内的运动时间不变
- D. 增大粒子的入射速度, 粒子一定从 AC 边射出

挑战自我

9. [2026 · 江苏天一中学高二期中] 如图所示, O 点为半圆形区域的圆心, 该区域内有垂直纸面向外的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B , ON 为圆的半径, 长度为 R . 现有比荷相等的两个带电粒子 a 、 b , 以不同的速度先后从 A 点沿 AO 方向和从 B 点沿 BO 方向射入磁场, 并均从 N 点射出磁场, 若 a 粒子的速率为 v , 不计粒

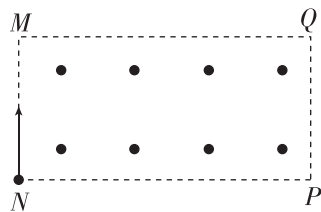
子的重力. 已知 $\angle AON = 60^\circ$, 下列说法正确的是 ()

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



10. [2026 · 辽宁鞍山高二期末] 如图所示, 矩形区域 $MNPQ$ 内有垂直纸面向外的匀强磁场, 质量为 m 、带电荷量为 $+q$ 的粒子以某初速度从 N 点沿 NM 方向垂直射入磁场中, 并从 P 点离开磁场. 已知磁感应强度大小为 B , $PN = 2MN = 2L$, 粒子只受磁场力.

- (1) 求粒子的初速度大小 v_0 ;
- (2) 若将粒子的初速度增大为原来的两倍, 仍从 N 点沿 NM 方向垂直射入磁场中, 求粒子在磁场中运动的时间;
- (3) 若改变粒子的初速度大小, 仍从 N 点沿 NM 方向垂直射入磁场中, 粒子能否从 Q 点射出?



专题 带电粒子在有界磁场中运动的临界问题与多解问题

(建议用时:40分钟)

基础巩固

1. [2025·辽宁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 $\theta=60^\circ$ 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

$$\text{为 } \frac{4qBl}{3m}$$

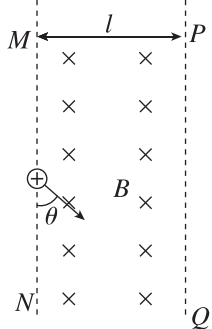
B. 粒子射入磁场的速度大小

$$\text{为 } \frac{qBl}{3m}$$

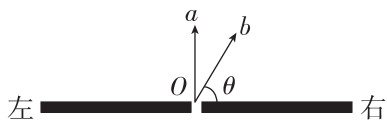
C. 粒子在磁场中运动的时间

$$\text{为 } \frac{4\pi m}{3qB}$$

D. 粒子在磁场中运动的时间为 $\frac{2\pi m}{3qB}$



2. [2026·河北衡水高二期中] 如图所示,水平放置的挡板上方有垂直纸面的匀强磁场(图中未画出),一带正电粒子 a 垂直于纸板从板上的小孔 O 射入磁场,另一带电粒子 b 垂直于磁场且与挡板成 $\theta=60^\circ$ 角射入磁场, a 、 b 两个带电粒子比荷大小相等,两粒子恰好都打在板上的 P 点,不计粒子重力,下列说法正确的是 ()



A. b 粒子带负电

B. a 在磁场中的运动时间一定大于 b 在磁场中的运动时间

C. 若磁场方向垂直纸面向里,则 a 、 b 的初速度大小之比为 $\sqrt{3}:2$

D. 若磁场方向垂直纸面向外,则 a 、 b 的初速度大小之比为 $2:\sqrt{3}$

3. [2026·吉林长春外国语学校高二期中] 如图所示,垂直于纸面向里的匀强磁场分布在正方形 $abcd$ 区域内, O 点是 cd 边的中点.一个带正电的粒子仅在洛伦兹力的作用下,从 O 点沿纸面以垂直于 cd 边的速度射入正方形内,经过时间 t_0 刚好从 c 点射出磁场.现设法使该带电粒子从 O 点沿纸面以与 Od 成 30° 角的方向,以大小不同的速率射入正方形内,粒子重力不计.下列说法中正确的是 ()

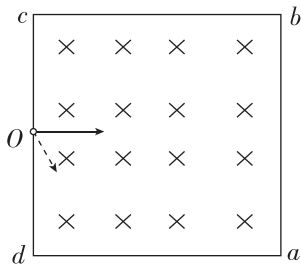
下列说法中正确的是 ()

A. 若该带电粒子从 ab 边射出,它经历的时间可能为 t_0 .

B. 若该带电粒子从 bc 边射出,它经历的时间可能为 t_0 .

C. 若该带电粒子从 cd 边射出,它经历的时间为 $\frac{4}{3}t_0$.

D. 若该带电粒子从 ad 边射出,它经历的时间可能为 $\frac{2}{3}t_0$.



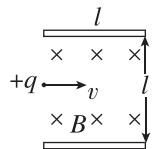
4. (多选)[2026·陕西西安高二期中] 如图所示,长为 l 的水平极板间有垂直纸面向里的匀强磁场,磁感应强度大小为 B ,板间距离也为 l ,极板不带电.现有质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子(不计其重力),从两极板间边界中点处垂直于磁感线以速度 v 水平射入磁场,欲使粒子不打在极板上,可采用的办法是 ()

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 $\frac{qBl}{4m} < v < \frac{5qBl}{4m}$

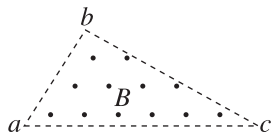


能力提升

5. 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 , $ac = 2ab$, $\angle b = 90^\circ$, 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 $\frac{L}{3}$

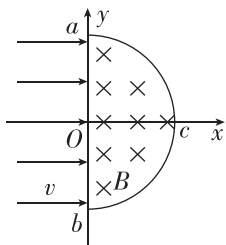
6. [2026·河北泊头一中高二月考] 如图所示,在 xOy 平面内的 y 轴右侧有以 O 点为圆心、半径为 R 的半圆形匀强磁场区域 abc ,磁感应强度大小为 B ,方向垂直于 xOy 平面向里.大量质量为 m 、带电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子以速度 $v = \frac{2qBR}{m}$ 从 y 轴上的 a 、 b 间各点平行于 x 轴射入磁场.不计粒子间相互作用及粒子受到的重力,则粒子在磁场中运动的最长时间为 ()

A. $\frac{\pi m}{6qB}$

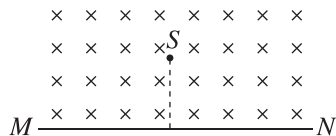
B. $\frac{\pi m}{2qB}$

C. $\frac{2\pi m}{3qB}$

D. $\frac{\pi m}{qB}$



7. (多选)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 ,其能够在纸面内不断且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相互作用,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 $\frac{\pi m}{3qB}$

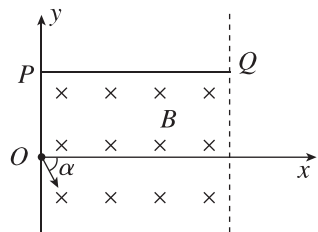
D. 从粒子源出发到板的最短时间为 $\frac{\pi m}{2qB}$

挑战自我

8. [2025·辽宁东北育才学校高二月考] 如图所示,在 xOy 平面坐标系中,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),磁场方向垂直于 xOy 平面向里.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 $P(0, 0.4l)$ 、 $Q(l, 0.4l)$,其中 Q 在磁场边缘虚线上.已知质子的比荷为 $\frac{q}{m} = k$, $\sin 53^\circ = 0.8$. (结果均可用分数表示)

(1) 质子在磁场中运动的最长时间是多少?

(2) 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?

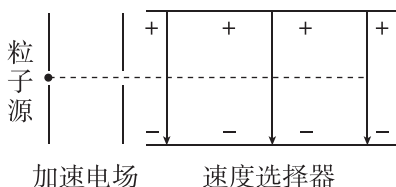


4 质谱仪与回旋加速器

第1课时 速度选择器、质谱仪、回旋加速器 (建议用时:40分钟)

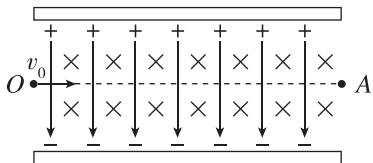
科技应用1——速度选择器

1. (多选)[2026·辽宁营口高二期中] 如图所示,某粒子发射器由粒子源、加速电场和速度选择器组成,速度选择器中存在正交的匀强电场和匀强磁场(未画出).带正电的粒子甲、乙(不计重力)均从粒子源由静止释放,经加速电场加速后,均能在速度选择器中做匀速直线运动.下列说法正确的是 ()



- A. 速度选择器中磁场方向垂直于纸面向里
- B. 粒子甲、乙进入速度选择器时的动能一定相等
- C. 粒子甲、乙进入速度选择器时的速度一定相等
- D. 粒子甲、乙的电荷量与质量的比值一定相等

2. [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 ()



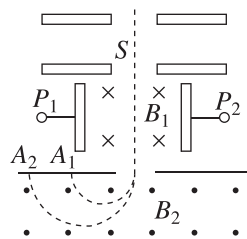
- A. 仅改变粒子的速度,粒子仍能做匀速直线运动
- B. 仅改变粒子的比荷,粒子仍能做匀速直线运动
- C. 仅改变电场的方向,粒子仍能做匀速直线运动
- D. 其他条件不变,改为自 A 点沿中轴线射入,粒子仍能做匀速直线运动

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,

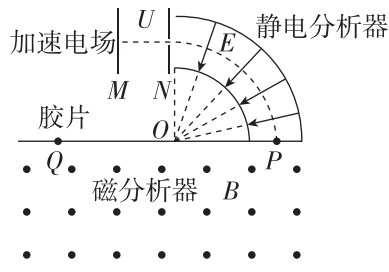
只有两个粒子能从速度选择器中射出,不计粒子重力及粒子间的相互作用,由此可以判定 ()

- 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



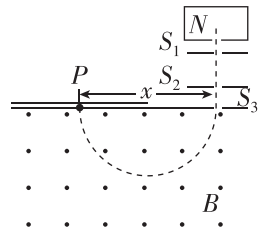
4. (多选)如图所示,一种质谱仪由加速电场、静电分析器和磁分析器组成.若静电分析器通道的中心线的半径为 R ,通道内均匀辐向电场在中心线处的电场强度大小为 E ,磁分析器有范围足够大的有界匀强磁场,磁感应强度大小为 B 、方向垂直纸面向外.一质量为 m 、电荷量为 q 的粒子从静止开始经加速电场加速后沿中心线通过静电分析器,由 P 点垂直边界进入磁分析器,最终打到胶片上的 Q 点,不计粒子重力,下列说法正确的是 ()

- A. 加速电场的电压为 $U = \frac{1}{2}ER$
- 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



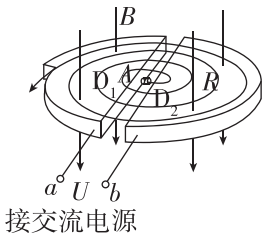
5. (多选)如图所示为质谱仪的结构原理图,两个水平极板 S_1 、 S_2 间有垂直极板方向的匀强加速电场,圆筒 N 内可以产生氕(${}^1_1\text{H}$)核和氘(${}^2_1\text{H}$)核,它们由静止进入极板间,经极板间的电场加速后进入下方的匀强磁场,在磁场中运动半周后打到底片 P 上.不计氕核和氘核的重力及它们之间的相互作用,则下列说法中正确的是 ()

- 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 $1:2$



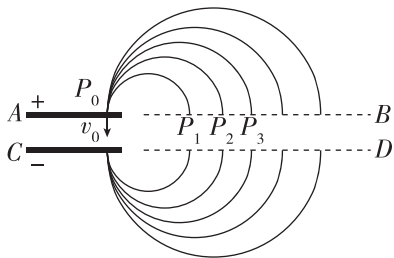
科技应用 3——回旋加速器

6. [2026·江苏锡山高级中学高二期中] 用如图所示的回旋加速器加速电荷量为 q 、质量为 m 的带电粒子, 已知 D 形盒半径为 R , 所加磁场的磁感应强度大小为 B , a 、 b 间所接电压为 U , 粒子从图中 A 点开始加速, 忽略两 D 形盒间狭缝的宽度, 粒子的运动轨迹及磁场方向如图所示. 下列说法正确的是 ()



- A. 图中回旋加速器加速的带电粒子一定带负电
- B. 回旋加速器 a 、 b 之间所接高频交流电的周期为 $\frac{\pi m}{qB}$
- C. 回旋加速器加速后粒子的最大动能为 $\frac{qB^2 R^2}{2m}$
- D. 回旋加速器 D 形盒的半径 R 、磁感应强度 B 不变, 则随加速电压 U 变高, 粒子飞出 D 形盒的动能不变

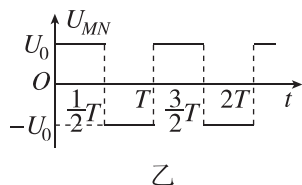
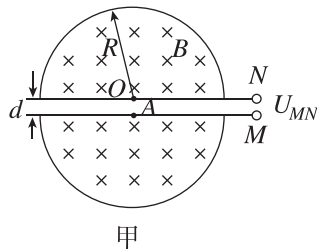
7. [2025·安徽安庆高二期中] 如图为一种改进后的回旋加速器的示意图, 其盒缝间的加速电场的场强大小恒定, 且被限制在两平行板 A、C 之间, 带电粒子从 P_0 处由静止释放, 沿电场线方向射入, 加速后进入 D 形盒中的匀强磁场做匀速圆周运动. B 、 D 两条平行虚线间视为真空且无电场和磁场, P_1 、 P_2 、 P_3 是粒子第 1 次、第 2 次、第 3 次经无场区进入磁场的位置. 对于该回旋加速器, 加速过程中忽略相对论效应和重力的影响, 下列说法正确的是 ()



- A. 带电粒子每运动一周被加速两次
- B. 随着带电粒子的加速, 其在磁场中做圆周运动的周期将减小
- C. $P_1 P_2 = P_2 P_3$
- D. 经过 P_1 、 P_2 、 P_3 时粒子做圆周运动的直径之比为 $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3}$

8. 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 $+q$ ($q > 0$), 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.

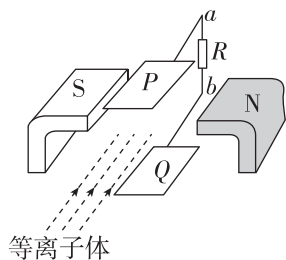
(1) 求出射离子的动能 E_{km} ;
 (2) 若离子第 2 次与第 4 次加速轨迹间距为 x , 求第 4 次加速后粒子的速度大小 v_4 ;
 (3) 要使飘入狭缝的离子中有超过 60% 的离子能射出, 求 U_0 应满足的条件.



科技应用4——磁流体发电机

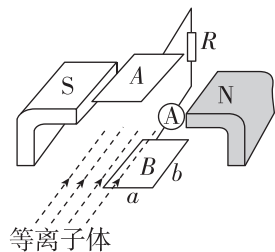
1. [2025·山东聊城一中高二月考] 如图所示是磁流体发电机的示意图,两平行金属板 P 、 Q 之间有一个很强的磁场,一束等离子体(即高温下电离的气体,含有大量带正、负电荷的粒子)沿垂直于磁场的方向喷入磁场,把 P 、 Q 与电阻 R 相连接. 下列说法正确的是 ()

- 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,而整体呈电中性)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 ()

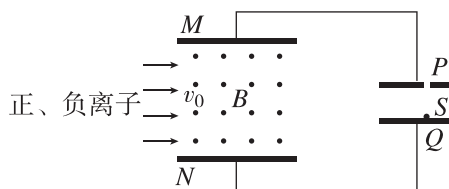
- A. B 板相当于电源的负极
- B. A 、 B 两板间的电压为 $U = Bdv$
- C. 两板间等离子体的电阻率为 $\rho = ab(\frac{Bv}{I} - \frac{R}{d})$
- D. 若增大 A 、 B 两板间的距离,则电流表的示数可能不变



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

3. [2025·北京二十中高二期末] 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 , 不计粒子重力, 下列说法正确的是 ()

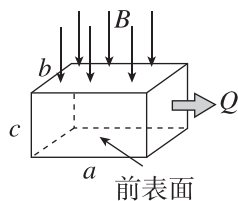


- A. 放射源 S 释放的粒子带负电
- B. 增大 q_0 的值,可以使 v 增大
- C. P 、 Q 间距变为原来的 2 倍,可使 v 变为原来的 $\sqrt{2}$ 倍
- D. v_0 和 B 同时变为原来的 2 倍,可使 v 变为原来的 2 倍

科技应用5——流量计

4. 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 、方向竖直向下的匀强磁场,在前、后两个面的内侧固定有金属板作为电极,含有正、负离子的污水从左向右流经该装置时,电压表(图中未画出)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



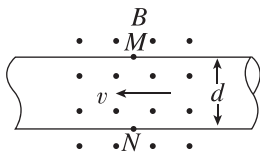
5. (多选)为了无损测量有污染的废弃导电液体的流量,常用到一种电磁流量计,其原理可以简化为如图所示模型:液体从管右侧流入,左侧流出,流量值 Q 等于单位时间内通过横截面的液体的体积. 已知管的直径为 d , 匀强磁场垂直纸面向外,磁感应强度大小为 B , 管中各处液体的流速均相同,测出管壁上 M 、 N 两点的电势差为 U , 下列说法正确的是 ()

A. M 点的电势高于 N 点的电势

B. 稳定后液体的流速为 $v = \frac{U}{\pi B d}$

C. 电磁流量计也可以用于测量不导电的液体的流速

D. 液体流量为 $Q = \frac{\pi U d}{4 B}$



6. [2026 · 四川罗江中学高二期末] 如图所示,某工厂污水流量计是横截面为矩形的水平管道.污水(含有大量正、负离子,可视为电阻率恒为 ρ 的导电液体)从外向里流经该污水流量计,整个装置处于竖直向上、磁感应强度为 B 的匀强磁场内.污水流量计长、宽、高分别为 a 、 b 、 c ,上、下板绝缘,左、右板导电(电阻不计)且外接开关 S 和内阻为 R_A 的电流表,闭合开关 S 后电流表读数为 I .已知闭合开关 S 前后污水流速不变,下列说法正确的是 ()

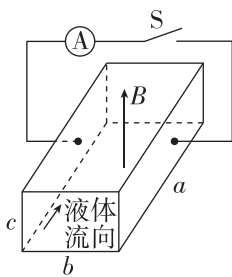
A. 左板电势高于右板电势

B. 流量计内部液体的电阻为

$$\rho \frac{c}{ab}$$

C. 污水流速为 $\frac{I}{B} \left(\frac{R_A}{b} + \frac{\rho a}{b^2 c} \right)$

D. 单位时间内流经污水流量计的污水体积为 $\frac{I}{B} \left(c R_A + \frac{\rho b}{a} \right)$



科技应用 6——霍尔元件

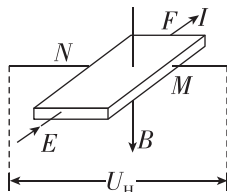
7. [2025 · 江苏吴江高级中学高二月考] 霍尔元件是把磁学量转换为电学量的电学元件,其结构和原理如图所示.在一个很小的矩形薄片 E 、 F 间通入恒定的电流 I ,同时外加与薄片垂直的磁感应强度大小为 B 的匀强磁场,薄片中的载流子就在洛伦兹力的作用下漂移,使 M 、 N 间出现了电压,称为霍尔电压 U_H .当磁场方向和电流方向如图所示时,下列说法正确的是 ()

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



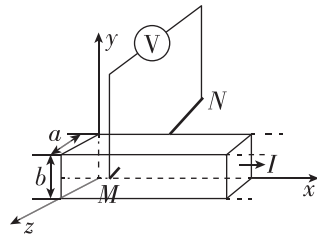
8. [2026 · 山东青岛一中高二月考] 目前有一种磁强计,用于测定地磁场的磁感应强度.磁强计的原理如图所示,电路有一段金属导体,它的横截面是宽为 a 、高为 b 的长方形,导体中通有沿 x 轴正方向、大小为 I 的电流.已知金属导体单位体积中的自由电子数为 n ,电子电荷量为 e ,金属导电过程中,自由电子所做的定向移动可视为匀速运动.将磁强计水平置于北半球, y 轴正方向向上且 x 轴正方向朝北放置,两电极 M 、 N 均与金属导体的前、后两侧面接触,用电压表测出金属导体前后两个侧面间的电势差为 U ,则所测地磁场的磁感应强度在 y 轴分量的大小和电极 M 、 N 的正负为 ()

A. $\frac{nebU}{I}$, M 正、 N 负

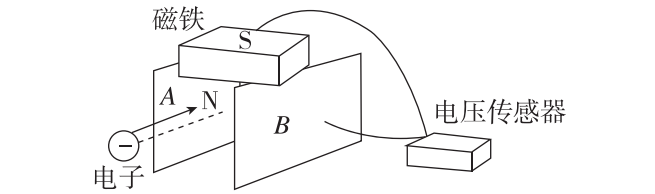
B. $\frac{neaU}{I}$, M 正、 N 负

C. $\frac{nebU}{I}$, M 负、 N 正

D. $\frac{neaU}{I}$, M 负、 N 正



9. 笔记本电脑在合上及打开时,屏幕会自己熄灭及亮起,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所示的装置,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,极板一侧不断有电子(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,电脑屏幕熄灭

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,电脑屏幕熄灭

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,电脑屏幕熄灭

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,电脑屏幕熄灭