

附录一：

《银川一中 2026 届高三年级第五次月考物理试卷》评分标准及参考答案

一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。

题号	1	2	3	4	5	6	7
答案	C	B	C	D	D	B	D

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。

题号	8	9	10
答案	AB	BD	BCD

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. (每小问 2 分，共 6 分)

- 【答案】(1)AC2 分，仅选 A 或 C 给 1 分
 (2) $m_1OP = m_1OM + m_2ON$ 2 分
 (3) $ml_1 = -ml_2 + Ml_3$ 2 分

12. (前四个空各 2 分，最后一空 1 分，共 9 分)

- 【答案】(1)保护2 分
 (2) $\frac{R}{E} + \frac{R_0+r}{E}$ 2 分 (变形式子也给分)
 (3) 1.47 1.32 分 +2 分 =4 分 (答案唯一，其它数据一律得 0 分)
 (4)有1 分

13. (共 10 分，评分参考如下，小二问按照 4+6=10 分)

- 【答案】 (1) $\frac{7p_0}{5}$ 4 分 (2) $\frac{4}{3}$ 6 分

【详解】(1) 充气过程中空气做等温变化，末态压强为 p ，体积为 V_0 ，

根据玻意耳定律，有 $7p_0 \cdot \frac{V_0}{5} = pV_0$ 3 分

解得 $p = \frac{7p_0}{5}$ 1 分

(2) 设放出压强为 p_0 的空气体积为 ΔV ，根据玻意耳定律有 $7p_0 \cdot \frac{V_0}{5} = p_0 \frac{3V_0}{5} + p_0 \Delta V$ 3 分

袖带放出空气的质量与剩余空气质量的比值为 $k = \frac{\Delta V}{\frac{3V_0}{5}}$ 2 分

联立解得 $k = \frac{4}{3}$ 1 分

14. (共 12 分, 评分标准参考如下, 小三问按照 3+5+4=12 分)

【答案】(1) $BL\omega_0 r_1$ 3 分(2) $\frac{8\pi B^2 L^2 \omega_0 r_1^2}{R}$ 5 分(3) $\frac{2\pi BLr_1}{IR}$ 4 分,

【详解】(1) 根据题意可知, ab 转动时的线速度为 $v = \omega_0 r_1$ 1 分

则 ab 产生的感应电动势 $E_1 = BLv = BL\omega_0 r_1$ 1 分 +1 分

(2) 根据题意, 由图可知, 若内转子固定, 外转子转动过程中, ab 、 cd 均切割磁感线, 且产生的感应电流方向相反, 则转动过程中感应电动势为 $E_2 = 2BLv = 2BL\omega_0 r_1$ 1 分

感应电流为 $I = \frac{E_2}{R}$ 1 分

转子转动的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$ 1 分

则 $abcd$ 转一圈产生的热量 $Q = I^2 RT = \frac{8\pi B^2 L^2 r_1^2 \omega_0}{R}$ 1 分+1 分

(3) 结合图可知, 转子转动 $\frac{1}{4}T$ 电流方向改变, 大小不变, 若内转子不固定, 跟着外转子一起转, 且 $abcd$ 中的电流为 I , 则感应电动势为 $E' = IR$ 1 分

又有 $E' = 2BL(\omega_0 - \omega)r_1$ 1 分

则电流改变方向的时间为 $t = \frac{\frac{1}{4} \times 2\pi}{\omega_0 - \omega} = \frac{BL\pi r_1}{IR}$ 1 分

则电流的周期为 $T' = 2t = \frac{2\pi BLr_1}{IR}$ 1 分

15. (共 17 分, 评分标准参考如下, 方法不唯一, 小三问按照 5+5+7=17 分即可)

【答案】(1) $q = \frac{mv_0^2}{E_0}$ 5 分 (2) $B = \frac{2E_0}{dv_0}$ 5 分 (3) $\frac{(2+\sqrt{3})d}{2}$ 7 分

【详解】(1) 粒子在电容器中做类平抛运动, 水平方向做匀速直线运动有 $\sqrt{3}d = v_0 t$ 1 分

竖直方向做匀变速直线运动 $\frac{d}{2} = \frac{0+v_y}{2} t$,1 分

$v_y = at = \frac{qU}{md} t$ 1 分

由闭合回路欧姆定律可得 $U = \frac{r_0}{r_0 + 2r_0} E_0$ 1 分

联立可得 $v_y = \frac{\sqrt{3}}{3} v_0, q = \frac{mv_0^2}{E_0}$ 1 分

(2) 根据题意, 设粒子进入磁场与竖直方向的夹角为 θ ,

则有 $\tan \theta = \frac{v_x}{v_y} = \sqrt{3}, \theta = 60^\circ$,1 分

$v = \frac{v_0}{\sin 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3} v_0$ 1 分

粒子在磁场中做匀速圆周运动有 $qvB = m \frac{v^2}{R}$ 1 分

由几何关系易得 $R = \frac{\frac{d}{2}}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}d}{3}$ 1 分

联立可得 $B = \frac{2E_0}{dv_0}$ 1 分

(3) 取一个竖直向上的速度使得其对应的洛伦兹力和水平向右的电场力平衡, 则有 $qv_{y1}B = qE$ 1 分

解得 $v_{y1} = \frac{2\sqrt{3}}{3} v_0$ 1 分

粒子以 v_{y1} 速度向上做匀速直线运动, 粒子做圆周运动的合速度的

竖直方向分速度为 $v_{y2} = v_{y1} + v_y = \sqrt{3}v_0$ 1 分

此时合速度与竖直方向的夹角为 $\tan \alpha = \frac{v_0}{\sqrt{3}v_0}$ 1 分

合速度为 $v' = \sqrt{(\sqrt{3}v_0)^2 + v_0^2}$ 1 分

粒子做圆周运动的半径 $r = \frac{mv'}{Bq}$ 1 分

最远距离为 $x_m = r + r \cos \alpha = \frac{(2+\sqrt{3})d}{2}$ 1 分

银川一中 2026 届高三年级第五次月考

物理试卷

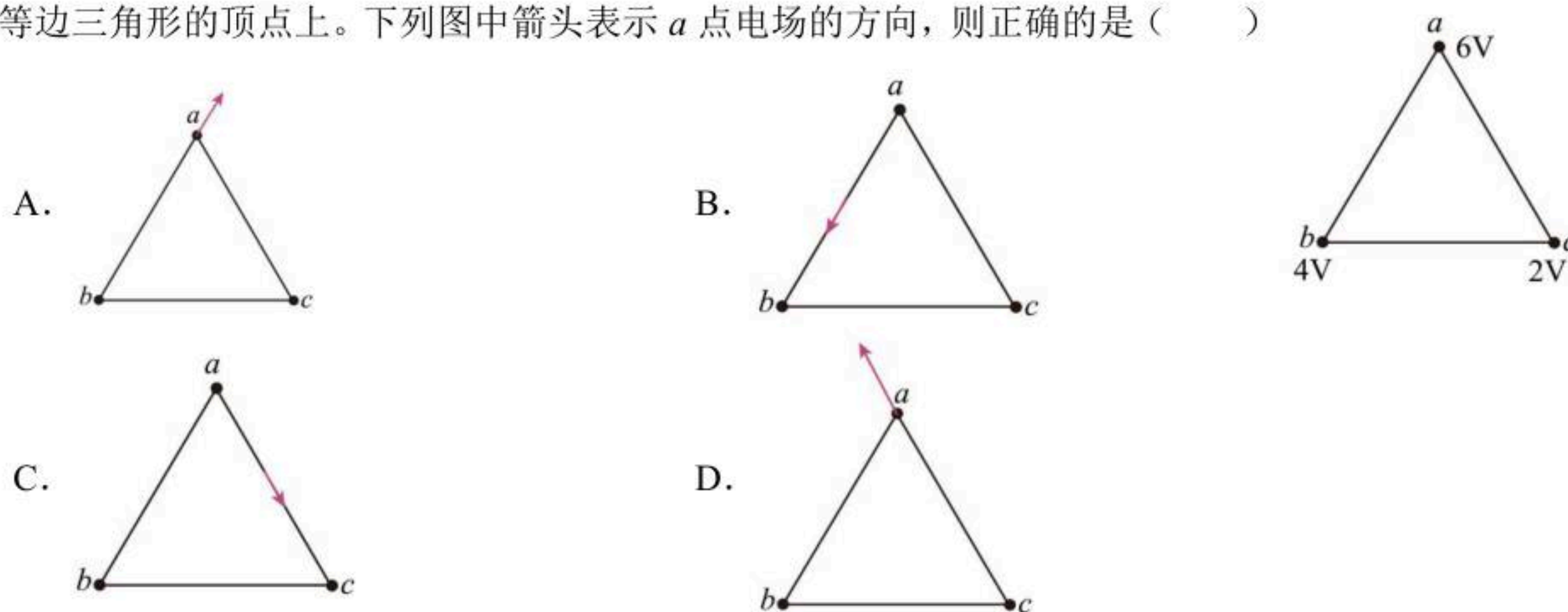
命题教师：郭强 马广平

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 作答时，务必将答案写在答题卡上。写在本试卷及草稿纸上无效。
3. 考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

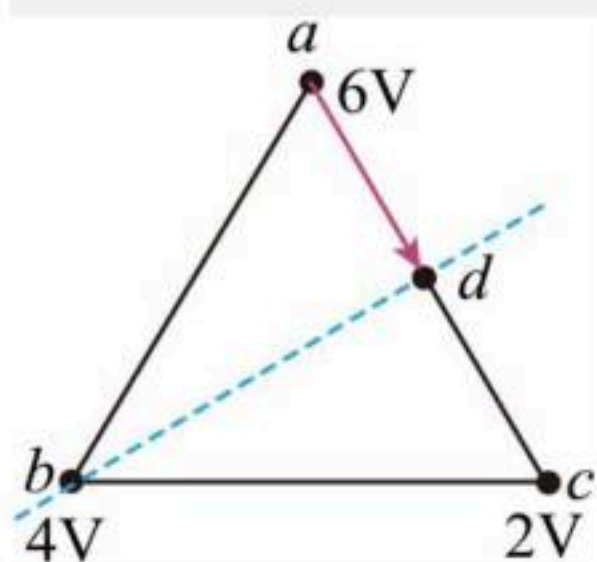
一、单项选择题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 如图，在与纸面平行的匀强电场中有 a 、 b 、 c 三点，其电势分别为 6V 、 4V 、 2V ； a 、 b 、 c 分别位于纸面内一等边三角形的顶点上。下列图中箭头表示 a 点电场的方向，则正确的是（ ）



【答案】C，本试题来自 2025 年河南卷第 4 题

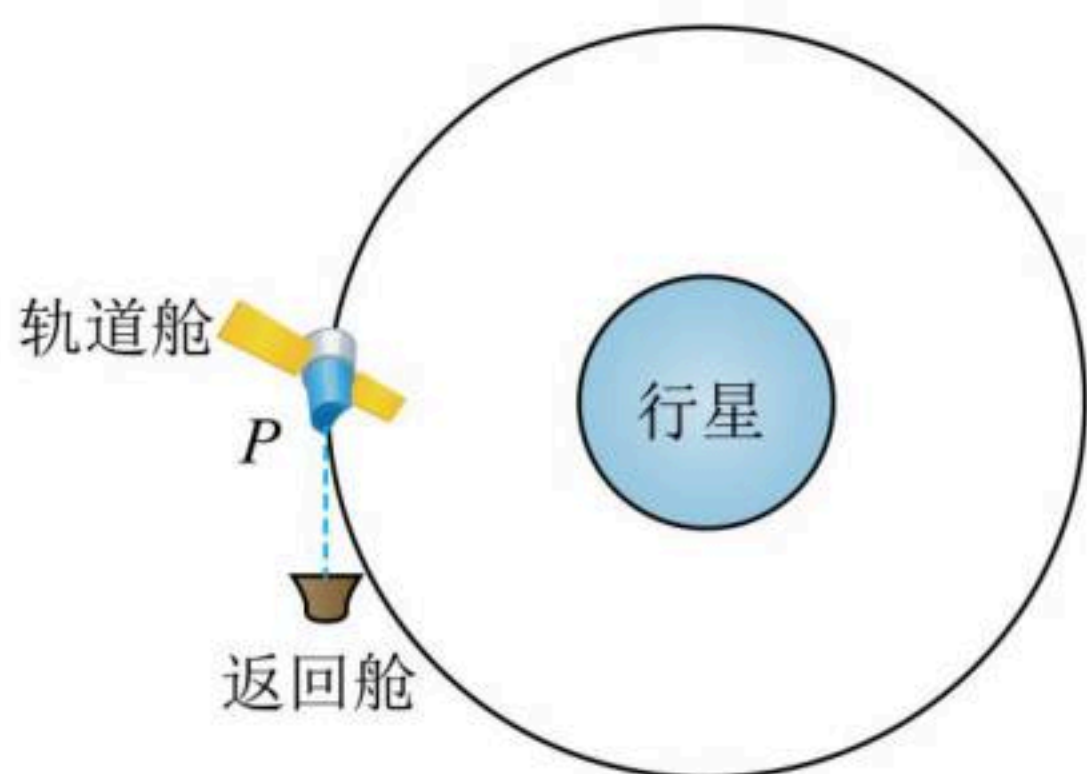
【详解】



匀强电场中任意两点间的中点电势等于这两点的平均值，可知 ac 中点 d 的电势与 b 点相同， bd 的连线为该

匀强电场的等势面。电场线垂直于等势面且由高电势指向低电势，故电场线沿 ac 方向且由 a 指向 c ，C 选项正确。

2. 轨道舱与返回舱的合体，绕质量为 M 的行星做半径为 r 的圆周运动，轨道舱与返回舱的质量比为 $5:1$ 。如图所示，轨道舱在 P 点沿运动方向向前弹射返回舱，分开瞬间返回舱相对行星的速度大小为 $2\sqrt{\frac{GM}{r}}$ ， G 为引力常量，此时轨道舱相对行星的速度大小为 ()



- A. $\sqrt{\frac{GM}{r}}$ B. $\frac{4}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ C. $\frac{3}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$ D. $\frac{2}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$

【答案】B，本试题来自 2025 年山东卷第 6 题

【详解】轨道舱与返回舱的质量比为 $5:1$ ，设返回舱的质量为 m ，则轨道舱的质量为 $5m$ ，总质量为 $6m$ ；

根据题意合体绕行星做圆周运动，根据万有引力定律有 $G\frac{M \cdot 6m}{r^2} = 6m\frac{v^2}{r}$

可得做圆周运动的线速度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

弹射返回舱的过程中合体动量守恒，有 $6mv = 5mv_1 + mv_2$

由题意 $v_2 = 2\sqrt{\frac{GM}{r}}$

带入解得 $v_1 = \frac{4}{5}\sqrt{\frac{GM}{r}}$

3. PET (正电子发射断层成像) 是核医学科重要的影像学诊断工具，其检查原理是将含放射性同位素 (如： $^{18}_9\text{F}$) 的物质注入人体参与人体代谢，从而达到诊断的目的。 $^{18}_9\text{F}$ 的衰变方程为 $^{18}_9\text{F} \rightarrow \text{X} + {}^0_1\text{e} + {}^0_0\nu$ ，其中 ${}^0_0\nu$ 是中微子。已知 $^{18}_9\text{F}$ 的半衰期是 110 分钟。下列说法正确的是 ()

- A. X 为 $^{17}_8\text{O}$ B. 该反应为核聚变反应
C. 1 克 $^{18}_9\text{F}$ 经 110 分钟剩下 0.5 克 $^{18}_9\text{F}$ D. 该反应产生的 ${}^0_0\nu$ 在磁场中会发生偏转

【答案】C，本试题来自 2025 年湖北卷第 1 题

【详解】A. 根据质量数与电荷数守恒可知，该物质为 $^{18}_8\text{O}$ ，故 A 错误；

B. 核聚变是轻核结合成重核的过程 (如氢弹原理)。本题中的衰变是单个原子核自发转变为另一种原子核，

属于放射性衰变（具体为 β^+ 衰变），而非核聚变，故 B 错误；

C. 1g 该物质经过 110min 即一个衰变周期，则有一半发生衰变，该物质质量变为 0.5g，故 C 正确；

D. ${}^0_0\nu$ 不带电，在磁场中不偏转，故 D 错误。

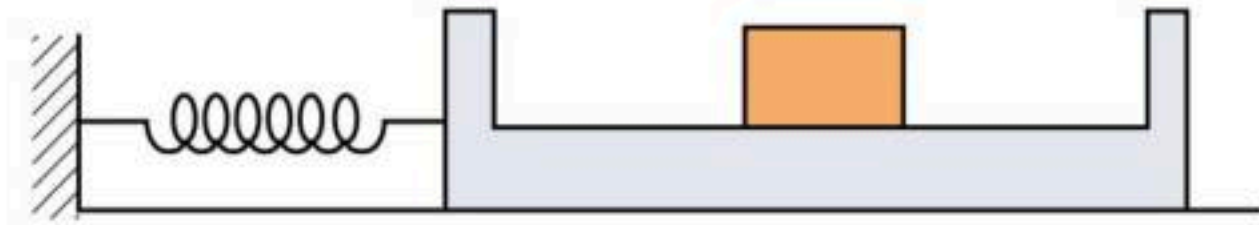
4. 如图所示，弹簧一端固定，另一端与光滑水平面上的木箱相连，箱内放置一小物块，物块与木箱之间有摩擦。压缩弹簧并由静止释放，释放后物块在木箱上有滑动，滑动过程中不与木箱前后壁发生碰撞，不计空气阻力，则（ ）

A. 释放瞬间，物块加速度为零

B. 物块和木箱最终仍有相对运动

C. 木箱第一次到达最右端时，物块速度为零

D. 物块和木箱的速度第一次相同前，物块受到的摩擦力不变



【答案】D，本试题来自 2025 年江苏卷第 10 题

【详解】A. 根据题意可知，释放时，物块与木箱发生相对滑动，且有摩擦力，根据牛顿第二定律可知释放时物块加速度不为 0，故 A 错误；

B. 由于物块与木箱间有摩擦力且发生相对滑动，所以弹簧的弹性势能会减少，直到弹簧的最大弹力满足以下分析的 F ：设物块与木箱之间的最大静摩擦力为 f ，物块质量为 m ，对物块根据牛顿第二定律 $f = ma$ 设木箱质量为 M ，对物块与木箱整体，根据牛顿第二定律 $F = (m + M)a$

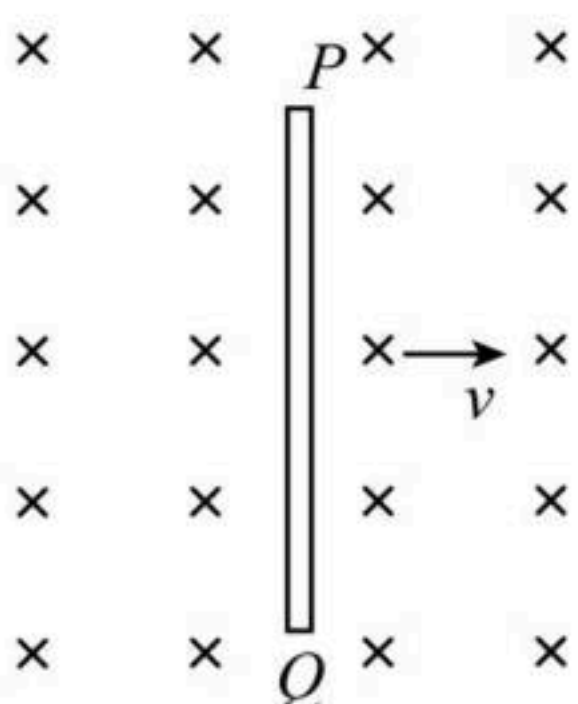
$$\text{可得 } F = (m + M) \frac{f}{m}$$

即弹簧的最大弹力减小到 $F = (m + M) \frac{f}{m}$ 后，二者一起做简谐运动，故 B 错误；

C. 根据 AB 选项分析可知只有当二者一起做简谐运动前，有相对滑动，木箱第一次到达最右端时，物块速度不为零，故 C 错误；

D. 开始滑块的加速度向右，物块与滑块第一次共速前，物块相对滑块向左运动，受到向右的摩擦力，共速前二者有相对滑动，摩擦力恒为二者之间的滑动摩擦力，保持不变，故 D 正确。

5. 如图所示，一细金属导体棒 PQ 在匀强磁场中沿纸面由静止开始向右运动，磁场方向垂直纸面向里。不考虑棒中自由电子的热运动。下列选项正确的是（ ）

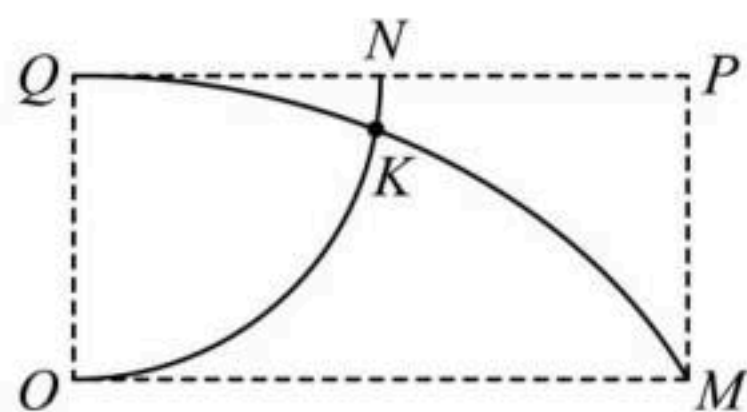


- A. 电子沿棒运动时不受洛伦兹力作用 B. 棒运动时， P 端比 Q 端电势低
 C. 棒加速运动时，棒中电场强度变小 D. 棒保持匀速运动时，电子最终相对棒静止

【答案】D，本试题来自 2025 年江西卷第 8 题（多选改单选）

【详解】A. 由左手定则可知，电子沿棒运动时受到水平方向的洛伦兹力作用，A 错误；
 B. 根据右手定则可知，棒向右运动时， P 端比 Q 端电势高，B 错误；
 C. PQ 两端电势差 $U=BLv$ ，可知棒中电场强度 $E = \frac{U}{L} = Bv$ ，则棒加速运动时，棒中电场强度变大，C 错误；
 D. 棒保持匀速运动时， PQ 两端电势差保持恒定，电子将集聚在导体棒下端，最终相对棒静止，D 正确。

6. 某兴趣小组用人工智能模拟带电粒子在电场中的运动，如图所示的矩形区域 $OMPQ$ 内分布有平行于 OQ 的匀强电场， N 为 QP 的中点。模拟动画显示，带电粒子 a 、 b 分别从 Q 点和 O 点垂直于 OQ 同时进入电场，沿图中所示轨迹同时到达 M 、 N 点， K 为轨迹交点。忽略粒子所受重力和粒子间的相互作用，则可推断 a 、 b ()



- A. 具有不同比荷
 B. 到达 K 所用时间之比为 1:2
 C. 到达 M 、 N 的速度大小相等
 D. 电势能均随时间逐渐增大

【答案】B，本试题来自 2025 年重庆卷第 5 题

【详解】A. 根据题意可知，带电粒子在电场中做类平抛运动，带电粒子 a 、 b 分别从 Q 点和 O 点同时进入电场，沿图中所示轨迹同时到达 M 、 N 点，可知，运动时间相等，由图可知，沿初速度方向位移之比为 2:1，则初速度之比为 2:1，沿电场方向的位移大小相等，由 $y = \frac{1}{2}at^2$ 可知，粒子运动的加速度大小相等，由牛顿第二定律有 $qE = ma$

$$\text{可得 } \frac{q}{m} = \frac{a}{E}$$

可知，带电粒子具有相同比荷，故 A 错误；

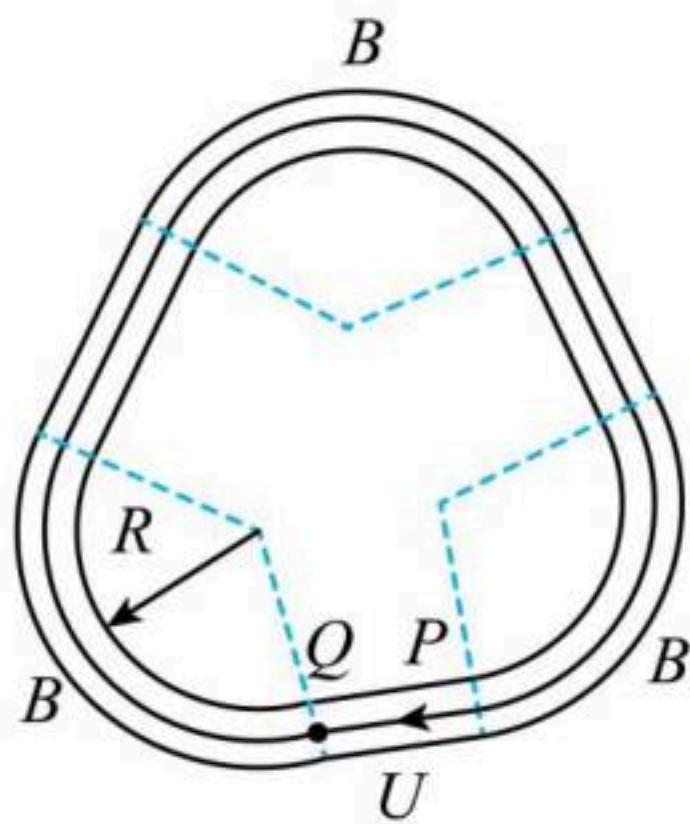
B. 由图可知，带电粒子 a 、 b 到达 K 的水平位移相等，由于带电粒子 a 、 b 初速度之比为 2:1，则所用时间之比为 1:2，故 B 正确。

C. 沿电场方向，由公式 $v_y = at$ 可知，到达 M 、 N 的竖直分速度大小相等，由于初速度之比为 2:1，则到达

M 、 N 的速度大小不相等，故 C 错误；

D. 带电粒子运动过程中，电场力均做正功，电势能均随时间逐渐减小，故 D 错误；

7. 某同步加速器简化模型如图所示，其中仅直通道 PQ 内有加速电场，三段圆弧内均有可调的匀强偏转磁场 B 。带电荷量为 $+q$ 、质量为 m 的离子以初速度 v_0 从 P 处进入加速电场后，沿顺时针方向在加速器内循环加速。已知加速电压为 U ，磁场区域中离子的偏转半径均为 R 。忽略离子重力和相对论效应，下列说法正确的是（ ）



A. 偏转磁场的方向垂直纸面向里

B. 第 1 次加速后，离子的动能增加了 $2qU$

C. 第 k 次加速后，离子的速度大小变为 $\frac{\sqrt{m^2 v_0^2 + kqUm}}{m}$

D. 第 k 次加速后，偏转磁场的磁感应强度大小应为 $\frac{\sqrt{m^2 v_0^2 + 2kqUm}}{qR}$

【答案】D，本试题来自 2025 年广东卷第 6 题

【详解】A. 直线通道 PQ 有电势差为 U 的加速电场，粒子带正电，粒子沿顺时针方向运动，由左手定则可知，偏转磁场的磁感应强度方向垂直纸面向外，故 A 错误；

BC. 根据题意，由动能定理可知，加速一次后，带电粒子的动能增量为 qU ，由于洛伦兹力不做功，则加速 k 次后，带电粒子的动能增量为 kqU ，加速 k 次后，由动能定理有 $kqU = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

$$\text{解得 } v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqU}{m}} = \frac{\sqrt{m^2 v_0^2 + 2kqUm}}{m}$$

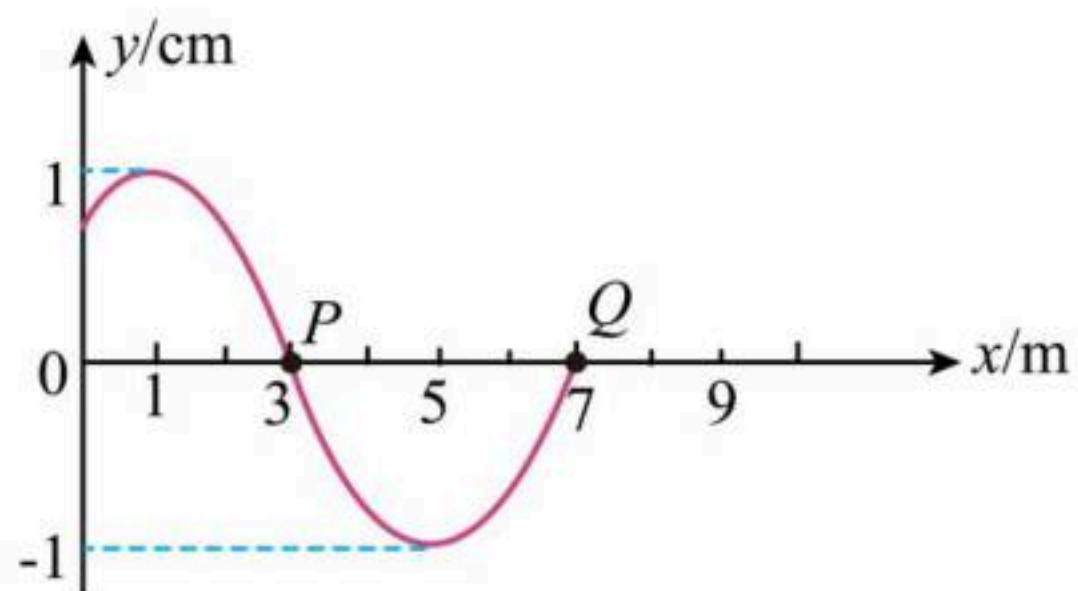
故 BC 错误；

D. 粒子在偏转磁场中运动的半径为 R ，则有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$

$$\text{联立解得 } B = \frac{mv}{qR} = \frac{m}{qR} \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqU}{m}} = \frac{\sqrt{m^2 v_0^2 + 2kmqU}}{qR} \quad \text{故 D 正确。}$$

二、多项选择题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求，全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8. 位于坐标原点的波源从平衡位置开始沿 y 轴运动，在均匀介质中形成了一列沿 x 轴正方向传播的简谐波， P 和 Q 是平衡位置分别位于 $x = 3\text{m}$ 和 $x = 7\text{m}$ 处的两质点， $t = 0$ 时波形如图所示，此时 Q 刚开始振动， $t = 1\text{s}$ 时 Q 第一次到达波谷。则 ()



- A. 该波在此介质中的波速为 2m/s
- B. 波源开始振动时的运动方向沿 y 轴负方向
- C. P 的位移随时间变化的关系式为 $y = \sin \pi t \text{cm}$
- D. 平衡位置位于 $x = 9\text{m}$ 处的质点在 $t = 6\text{s}$ 时第一次到达波峰

【答案】AB，本试题来自 2025 年天津卷第 7 题

【详解】AB. 由图根据同侧法可知， Q 点开始振动时的运动方向沿 y 轴负方向，则波源开始振动时的运动方向沿 y 轴负方向，由图可知，该波的波长为 $\lambda = 2 \times (7 - 3)\text{m} = 8\text{m}$

根据题意可知，周期为 $T = 4t = 4\text{s}$

则该波在此介质中的波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 2\text{m/s}$ ，故 AB 正确；

C. 根据公式可得 $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{2}\pi \text{rad/s}$

由同侧法可知，此时 P 点沿 y 轴正方向振动，振幅为 1cm ，则 P 的位移随时间变化的关系式为 $y = \sin \frac{\pi}{2} t \text{cm}$ ，故 C 错误；

D. 该波传播到 $x = 9\text{m}$ 处的时间为 $t' = \frac{9 - 7}{2} \text{s} = 1\text{s}$

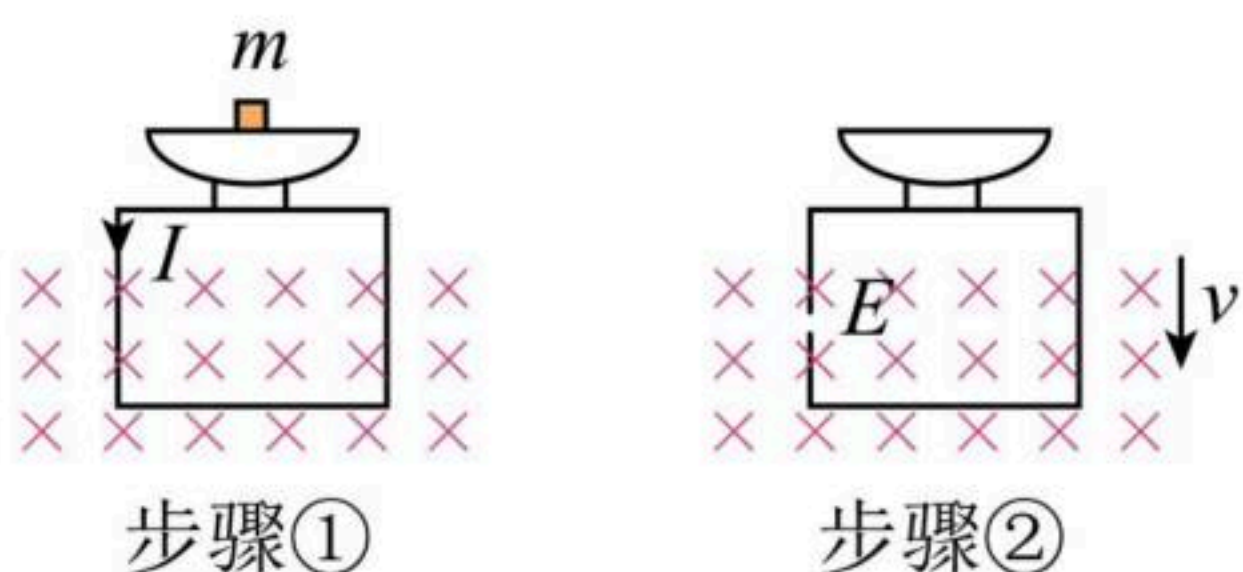
质点起振方向沿 y 轴负方向，则第一次到达波峰的时间为 $t'' = \frac{3}{4}T = 3\text{s}$

则平衡位置位于 $x = 9\text{m}$ 处的质点第一次到达波峰的时间为 $t = t' + t'' = 4\text{s}$ ，故 D 错误。

故选 AB。

9. 如图是一种精确测量质量的装置原理示意图，竖直平面内，质量恒为 M 的称重框架由托盘和矩形线圈组成。线圈的一边始终处于垂直线圈平面的匀强磁场中，磁感应强度不变。测量分两个步骤，步骤①：托盘内放置待测物块，其质量用 m 表示，线圈中通大小为 I 的电流，使称重框架受力平衡；步骤②：线圈处于断

开状态，取下物块，保持线圈不动，磁场以速率 v 匀速向下运动，测得线圈中感应电动势为 E 。利用上述测量结果可得出 m 的值，重力加速度为 g 。下列说法正确的有（ ）



- 步骤① 步骤②
- A. 线圈电阻为 $\frac{E}{I}$ B. I 越大，表明 m 越大
- C. v 越大，则 E 越小 D. $m = \frac{EI}{vg} - M$

【答案】BD，本试题来自 2025 年广东卷第 9 题

【详解】A. 根据题意电动势 E 是线圈断开时切割磁感线产生的感应电动势， I 为线圈闭合时通入的电流，

故 $\frac{E}{I}$ 不是线圈的电阻；

故 A 错误；

B. 根据平衡条件有 $(M + m)g = BIL$ ①

故可知 I 越大， m 越大；

故 B 正确；

C. 根据公式有 $E = BLv$ ②

故可知 v 越大， E 越大；

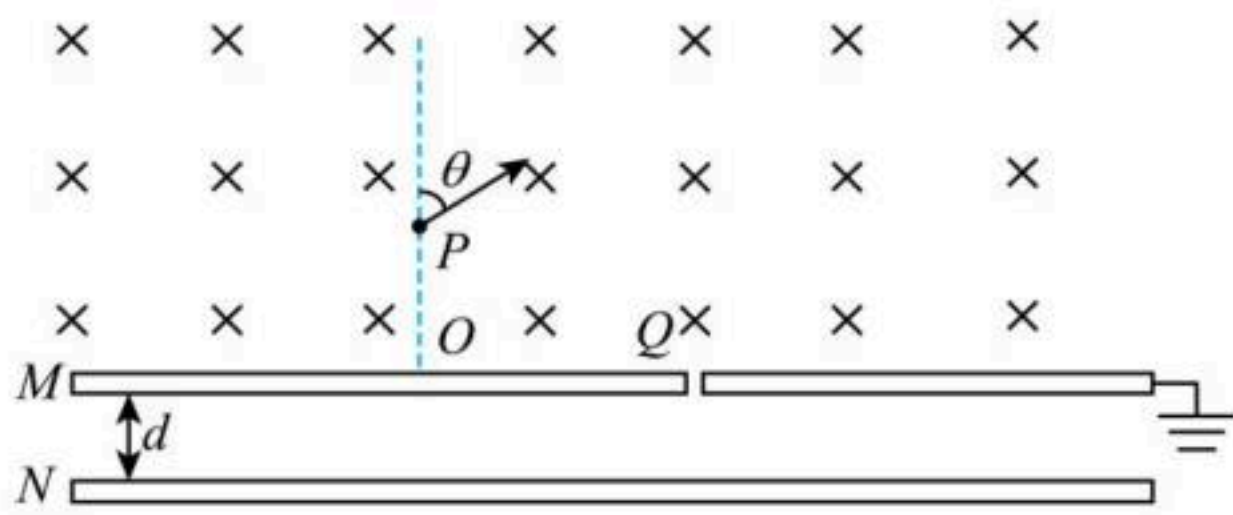
故 C 错误；

D. 联立①②可得 $m = \frac{EI}{gv} - M$

故 D 正确。

故选 BD。

10. 如图，真空中两个足够大的平行金属板 M、N 水平固定，间距为 d ，M 板接地。M 板上方整个区域存在垂直纸面向里的匀强磁场。M 板 O 点处正上方 P 点有一粒子源，可沿纸面内任意方向发射比荷、速度大小均相同的同种带电粒子。当发射方向与 OP 的夹角 $\theta = 60^\circ$ 时，粒子恰好垂直穿过 M 板 Q 点处的小孔。已知 $OQ = 3L$ ，初始时两板均不带电，粒子碰到金属板后立即被吸收，电荷在金属板上均匀分布，金属板电量可视为连续变化，不计金属板厚度、粒子重力及粒子间的相互作用，忽略边缘效应。下列说法正确的是（ ）



- A. 粒子一定带正电
- B. 若间距 d 增大, 则板间所形成的最大电场强度减小
- C. 粒子打到 M 板上表面的位置与 O 点的最大距离为 $7L$
- D. 粒子打到 M 板下表面的位置与 Q 点的最小距离为 $\sqrt{3}d$

【答案】BCD, 本试题来自 2025 年河北卷第 10 题

【详解】A. 根据粒子在磁场中的偏转方向, 根据左手定则可知粒子带负电, 选项 A 错误;

B. 随着粒子不断打到 N 极板上, N 极板带电量不断增加, 向下的电场强度增加, 粒子做减速运动, 当粒子

恰能到达 N 极板时满足 $v^2 = 2ad$, $a = \frac{qE}{m}$

$$\text{解得 } E = \frac{mv^2}{2qd}$$

即 d 越大, 板间所形成的最大电场强度越小, 选项 B 正确;

C. 因粒子发射方向与 OP 夹角为 60° 时恰能垂直穿过 M 板 Q 点的小孔, 则由几何关系 $\cos 60^\circ = \frac{3L-r}{r}$

解得 $r=2L$

$$\text{可得 } OP = r \sin 60^\circ = \sqrt{3}L$$

可得粒子从磁场上方, 直接打在打到 M 板上表面的位置与 O 点的最大距离为 $x_{m1} = \sqrt{(2r)^2 - (OP)^2} = \sqrt{13}L$

当 N 极板吸收一定量的粒子后, 粒子再从 Q 点射入极板, 会返回再从在 Q 点射出, 后继续做圆周运动, 这

时打 M 板在板上表面的位置 $x_{m2} = OQ + 2r = 7L > x_{m1}$

则粒子打在 M 板上表面的位置的最大距离为 $7L$, 选项 C 正确;

D. 因金属板厚度不计, 当粒子在磁场中运动轨迹的弦长仍为 PQ 长度时, 粒子仍可从 Q 点进入两板之间, 由几何关系可知此时粒子从 P 点沿正上方运动, 进入两板间时的速度方向与 M 板夹角为 $\alpha=30^\circ$, 则在两板间

$$\text{运动时间 } t = \frac{2v \sin \alpha}{a}$$

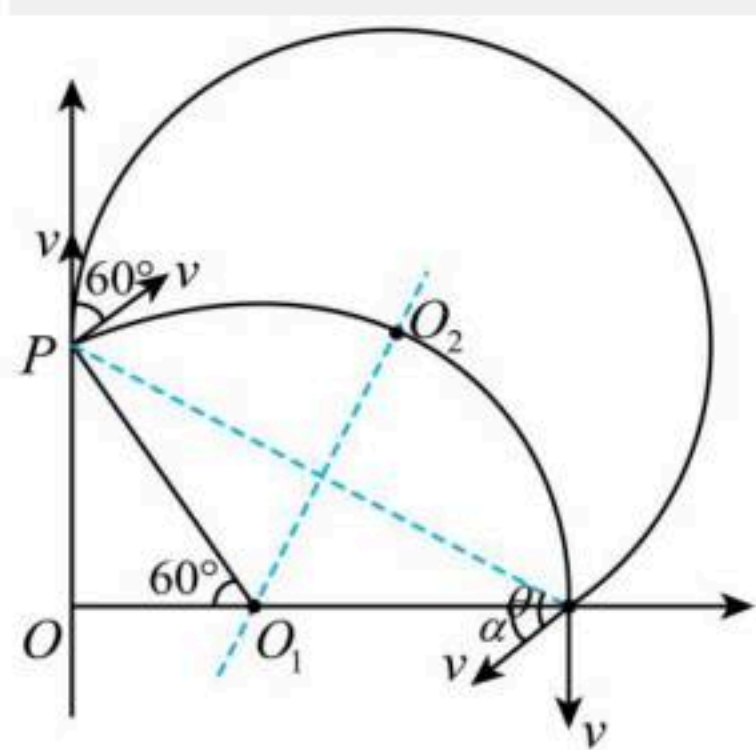
$$\text{其中 } a = \frac{v^2}{2d}$$

打到 M 板下表面距离 Q 点的最小距离 $s = v \cos \alpha t$

$$\text{解得 } s = 2d \sin 2\alpha = \sqrt{3}d$$

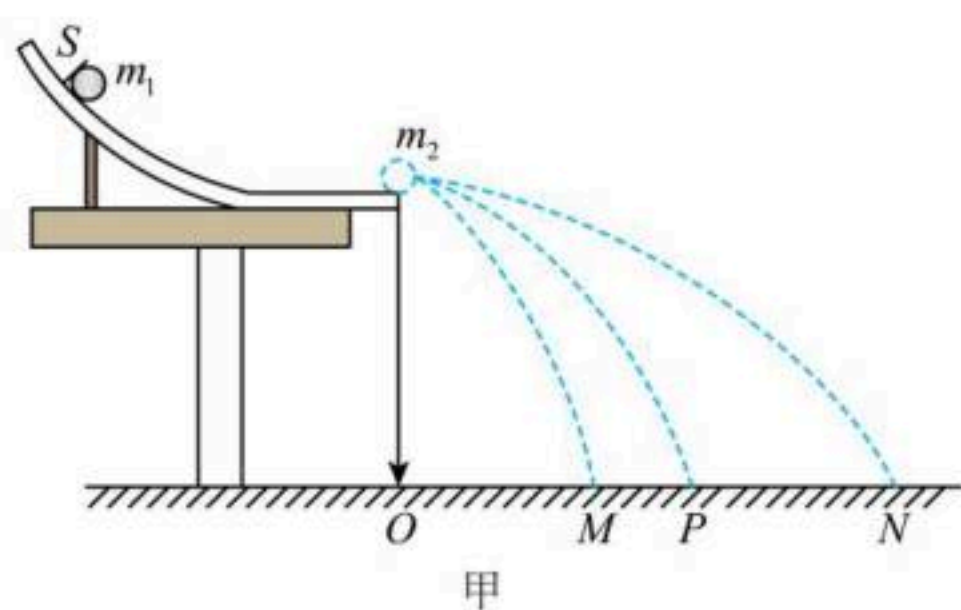
选项 D 正确。

故选 BCD。



三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11. 如图甲所示，让两个小球在斜槽末端碰撞来验证动量守恒定律。

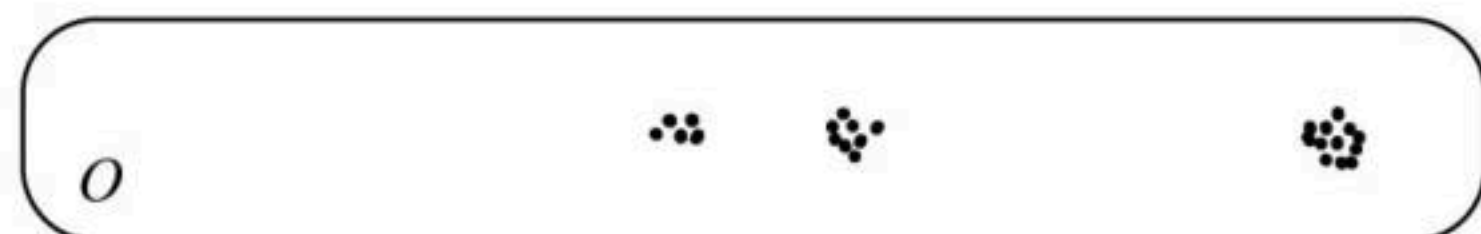


甲

(1)关于本实验，下列做法正确的是_____（填选项前的字母）。

- A. 实验前，调节装置，使斜槽末端水平
- B. 选用两个半径不同的小球进行实验
- C. 用质量大的小球碰撞质量小的小球

(2)图甲中 O 点是小球抛出点在地面上的垂直投影，首先，将质量为 m_1 的小球从斜槽上的 S 位置由静止释放，小球落到复写纸上，重复多次。然后，把质量为 m_2 的被碰小球置于斜槽末端，再将质量为 m_1 的小球从 S 位置由静止释放，两球相碰，重复多次。分别确定平均落点，记为 M 、 N 和 P (P 为 m_1 单独滑落时的平均落点)。

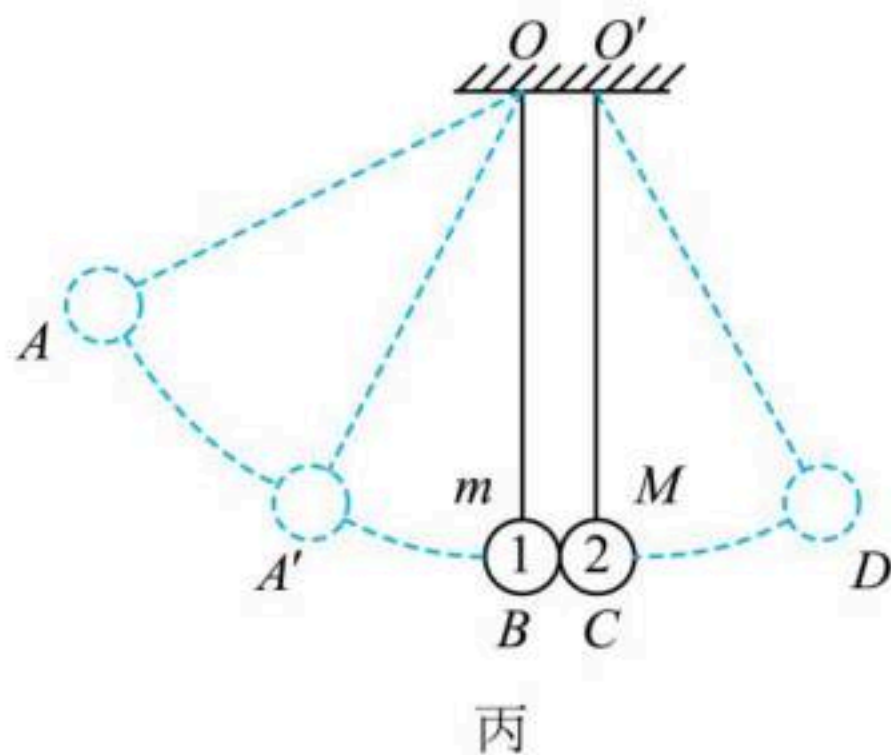


乙

a. 图乙为实验的落点记录，简要说明如何确定平均落点（可用圆规画圆，尽可能用最小的圆把各个落点圈住，这个圆的圆心位置代表平均落点；）

b. 分别测出 O 点到平均落点的距离，记为 OP 、 OM 和 ON 。在误差允许范围内，若关系式_____成立，即可验证碰撞前后动量守恒。

(3)受上述实验的启发，某同学设计了另一种验证动量守恒定律的实验方案。如图丙所示，用两根不可伸长的等长轻绳将两个半径相同、质量不等的匀质小球悬挂于等高的 O 点和 O' 点，两点间距等于小球的直径。将质量较小的小球 1 向左拉起至 A 点由静止释放，在最低点 B 与静止于 C 点的小球 2 发生正碰。碰后小球 1 向左反弹至最高点 A' ，小球 2 向右摆动至最高点 D 。测得小球 1, 2 的质量分别为 m 和 M ，弦长 $AB = l_1$ 、 $A'B = l_2$ 、 $CD = l_3$ 。



推导说明， m 、 M 、 l_1 、 l_2 、 l_3 满足_____关系即可验证碰撞前后动量守恒。

【答案】(1)AC

(2) $m_1OP = m_1OM + m_2ON$

(3) $ml_1 = -ml_2 + Ml_3$

本试题来自 2024 年北京卷第 18 题

【详解】(1) A. 实验中若使小球碰撞前、后的水平位移与其碰撞前、后速度成正比，需要确保小球做平抛运动，即实验前，调节装置，使斜槽末端水平，故 A 正确；

B. 为使两小球发生的碰撞为对心正碰，两小球半径需相同，故 B 错误；

C. 为使碰后入射小球与被碰小球同时飞出，需要用质量大的小球碰撞质量小的小球，故 C 正确。

故选 AC。

(2) [1]用圆规画圆，尽可能用最小的圆把各个落点圈住，这个圆的圆心位置代表平均落点。

[2]碰撞前、后小球均做平抛运动，由 $h = \frac{1}{2}gt^2$ 可知，小球的运动时间相同，所以水平位移与平抛初速度成正比，所以若

$$m_1OP = m_1OM + m_2ON$$

即可验证碰撞前后动量守恒。

(3) 设轻绳长为 L , 小球从偏角 θ 处静止摆下, 摆到最低点时的速度为 v , 小球经过圆弧对应的弦长为 l , 则由动能定理有

$$mgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2}mv^2$$

由数学知识可知

$$\sin \frac{\theta}{2} = \frac{l}{2L}$$

联立两式解得

$$v = l\sqrt{\frac{g}{L}}$$

若两小球碰撞过程中动量守恒, 则有

$$mv_1 = -mv_2 + Mv_3$$

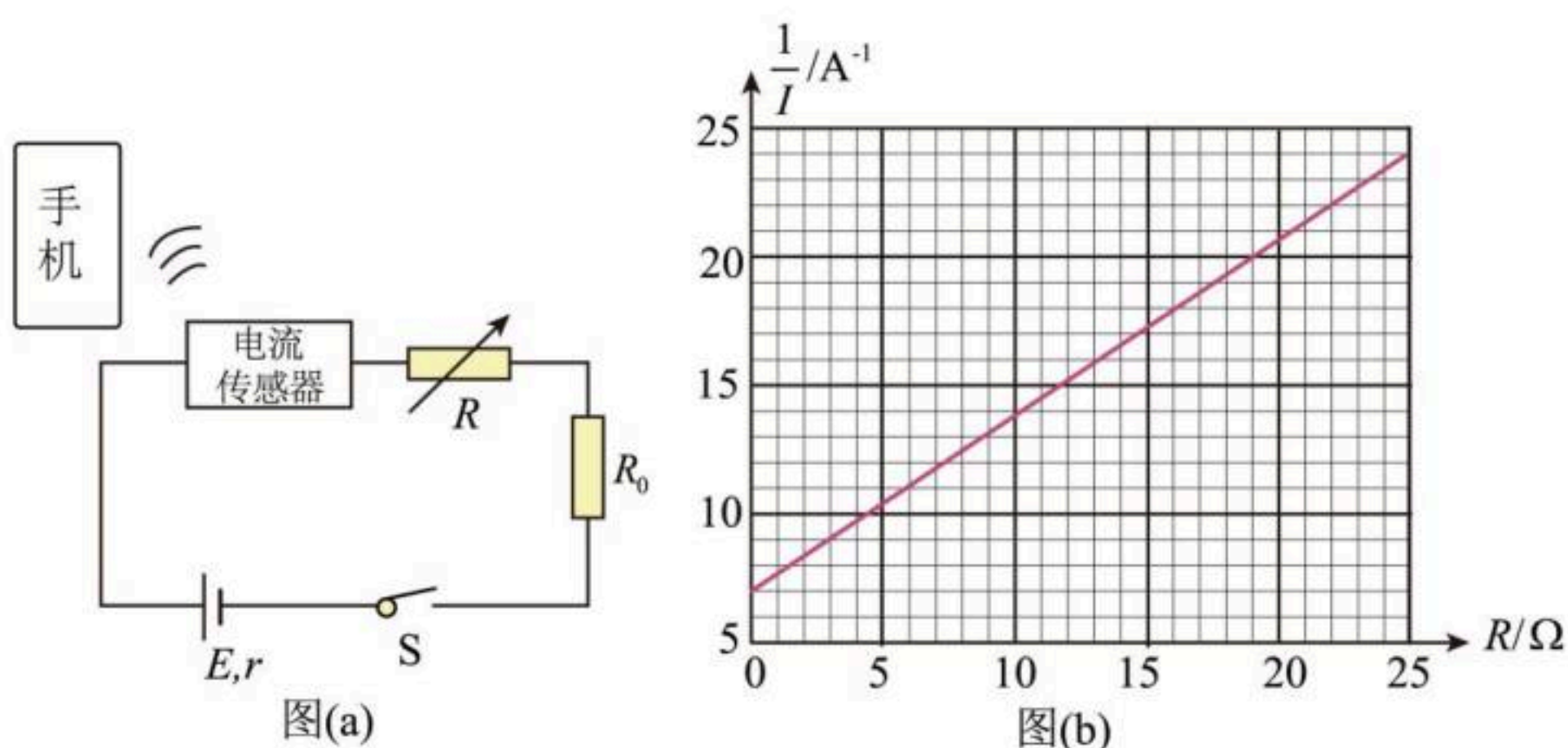
又有

$$v_1 = l_1\sqrt{\frac{g}{L}}, \quad v_2 = l_2\sqrt{\frac{g}{L}}, \quad v_3 = l_3\sqrt{\frac{g}{L}}$$

整理可得

$$ml_1 = -ml_2 + Ml_3$$

12. 某实验小组为测量一节干电池的电动势 E 和内阻 r , 设计了如图 (a) 所示电路, 所用器材如下: 干电池、智能手机、电流传感器、定值电阻 R_0 、电阻箱、开关、导线等。按电路图连接电路, 将智能手机与电流传感器通过蓝牙无线连接, 闭合开关 S , 逐次改变电阻箱的阻值 R , 用智能手机记录对应的电流传感器测得的电流 I 。回答下列问题:



(1) R_0 在电路中起_____ (填“保护”或“分流”) 作用。

(2) $\frac{1}{I}$ 与 E 、 r 、 R 、 R_0 的关系式为 $\frac{1}{I} = \frac{r + R + R_0}{E}$ 。

(3) 根据记录数据作出 $\frac{1}{I} - R$ 图像, 如图 (b) 所示。已知 $R_0 = 9.0 \Omega$, 可得 $E = \underline{\quad\quad} \text{V}$ (保留三位有效数字),

$r = \underline{\quad\quad} \Omega$ (保留两位有效数字)

(4) 电流传感器的电阻对本实验干电池内阻的测量结果_____ (填“有”或“无”) 影响。

【答案】(1) 保护

$$(2) \frac{R}{E} + \frac{R_0 + r}{E}$$

(3) 1.47 1.3

(4) 有

本试题来自 2025 年湖北卷第 11 题

【详解】(1) R_0 与电阻箱串联, 可知, R_0 在电路中起保护作用。

(2) 根据闭合电路欧姆定律 $E = I(R + R_0 + r)$

$$\text{化简可得 } \frac{1}{I} = \frac{R}{E} + \frac{R_0 + r}{E}$$

(3) [1][2] 结合上述有 $\frac{1}{I} = \frac{R}{E} + \frac{R_0 + r}{E}$

$$\text{结合图 (b) 有 } \frac{1}{E} = \frac{24 - 7}{25 - 0} \text{V}^{-1}, \frac{R_0 + r}{E} = 7 \text{A}^{-1}$$

解得 $E \approx 1.47 \text{V}$, $r \approx 1.3 \Omega$

(4) 当电流传感器有内阻时, 所测的电源内阻 $r_{\text{测}} = r_{\text{真}} + r_{\text{传}}$

导致电源内阻测量值偏大, 即电流传感器的电阻对本实验干电池内阻的测量结果有影响。

13. 用如图所示的水银血压计测量血压时, 先用气囊向袖带内充气 7 次 (开始袖带内无空气), 每次充入压强为 p_0 (p_0 为外界大气压强)、体积为 $\frac{V_0}{5}$ 的空气, 充气后袖带内的空气体积为 V_0 , 然后缓慢放气, 当袖带内空气体积变为 $\frac{3V_0}{5}$ 时, 袖带内空气的压强刚好与大气压强相等。空气可视为理想气体, 忽略充气和放气过程中空气温度的变化, 求:



(1) 充气后袖带内空气的压强 p ;

(2) 袖带放出空气的质量与剩余空气质量的比值 k 。

【答案】(1) $\frac{7p_0}{5}$ (2) $\frac{4}{3}$, 本试题来自学科网 2025 年某校模拟题

【详解】(1) 充气过程中空气做等温变化, 末态压强为 p , 体积为 V_0 , 根据玻意耳定律, 有 $7p_0 \cdot \frac{V_0}{5} = pV_0$

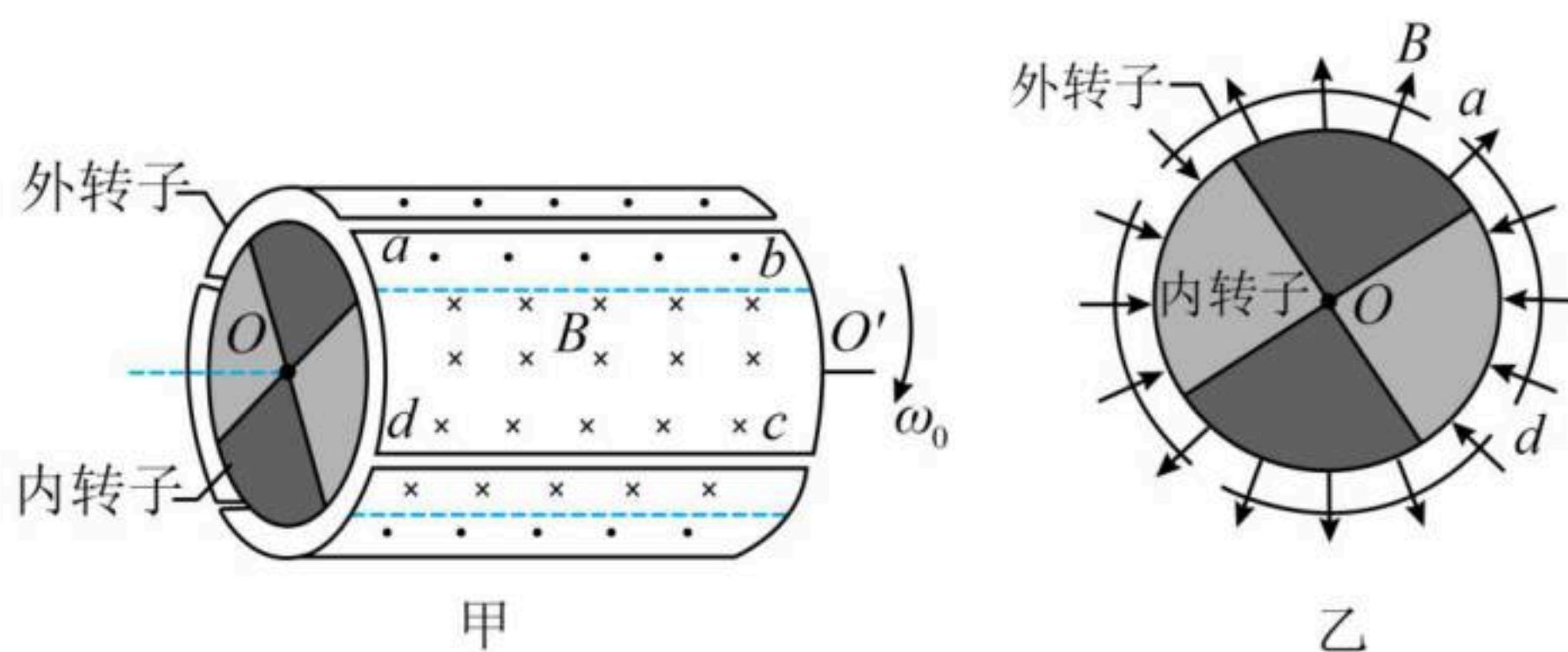
解得 $p = \frac{7p_0}{5}$

(2) 设放出压强为 p_0 的空气体积为 ΔV ，根据玻意耳定律有 $7p_0 \cdot \frac{V_0}{5} = p_0 \frac{3V_0}{5} + p_0 \Delta V$

袖带放出空气的质量与剩余空气质量的比值为 $k = \frac{\Delta V}{\frac{3V_0}{5}}$

联立解得 $k = \frac{4}{3}$

14. 圆筒式磁力耦合器由内转子、外转子两部分组成。工作原理如图甲所示。内、外转子可绕中心轴 OO' 转动。外转子半径为 r_1 ，由四个相同的单匝线圈紧密围成，每个线圈的电阻均为 R ，直边的长度均为 L ，与轴线平行。内转子半径为 r_2 ，由四个形状相同的永磁体组成，磁体产生径向磁场，线圈处的磁感应强度大小均为 B 。外转子始终以角速度 ω_0 匀速转动，某时刻线圈 $abcd$ 的直边 ab 与 cd 处的磁场方向如图乙所示。



- (1) 若内转子固定，求 ab 边产生感应电动势的大小 E ；
- (2) 若内转子固定，求外转子转动一周，线圈 $abcd$ 产生的焦耳热 Q ；
- (3) 若内转子不固定，外转子带动内转子匀速转动，此时线圈中感应电流为 I ，求线圈 $abcd$ 中电流的周期 T 。

【答案】(1) $BL\omega_0 r_1$ (2) $\frac{8\pi B^2 L^2 \omega_0 r_1^2}{R}$ (3) $\frac{2\pi BLr_1}{IR}$ ，本试题来自 2025 年江苏卷第 15 题

【详解】(1) 根据题意可知， ab 转动时的线速度为 $v = \omega_0 r_1$

则 ab 产生的感应电动势 $E_1 = BLv = BL\omega_0 r_1$

(2) 根据题意，由图可知，若内转子固定，外转子转动过程中， ab 、 cd 均切割磁感线，且产生的感应电流方向相反，则转动过程中感应电动势为 $E_2 = 2BLv = 2BL\omega_0 r_1$

感应电流为 $I = \frac{E_2}{R}$

转子转动的周期为 $T = \frac{2\pi}{\omega_0}$

则 $abcd$ 转一圈产生的热量 $Q = I^2 RT = \frac{8\pi B^2 L^2 r_1^2 \omega_0}{R}$

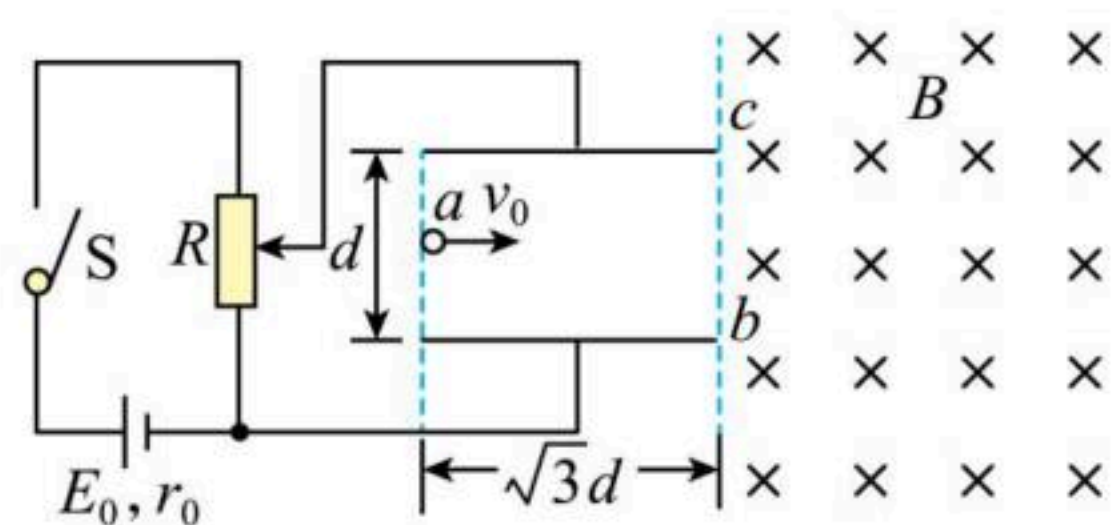
(3) 结合图可知, 转子转动 $\frac{1}{4}T$ 电流方向改变, 大小不变, 若内转子不固定, 跟着外转子一起转, 且 $abcd$ 中的电流为 I , 则感应电动势为 $E' = IR$

又有 $E' = 2BL(\omega_0 - \omega)r_1$

则电流改变方向的时间为 $t = \frac{\frac{1}{4} \times 2\pi}{\omega_0 - \omega} = \frac{BL\pi r_1}{IR}$

则电流的周期为 $T' = 2t = \frac{2\pi BLr_1}{IR}$

15. 如图。直流电源的电动势为 E_0 , 内阻为 r_0 , 滑动变阻器 R 的最大阻值为 $2r_0$, 平行板电容器两极板水平放置, 板间距离为 d , 板长为 $\sqrt{3}d$, 平行板电容器的右侧存在方向垂直纸面向里的匀强磁场。闭合开关 S , 当滑片处于滑动变阻器中点时, 质量为 m 的带正电粒子以初速度 v_0 水平向右从电容器左侧中点 a 进入电容器, 恰好从电容器下极板右侧边缘 b 点进入磁场, 随后又从电容器上极板右侧边缘 c 点进入电容器, 忽略粒子重力和空气阻力。



(1) 求粒子所带电荷量 q ;

(2) 求磁感应强度 B 的大小;

(3) 若粒子离开 b 点时, 在平行板电容器的右侧再加一个方向水平向右的匀强电场, 场强大小为 $\frac{4\sqrt{3}E_0}{3d}$, 求

粒子相对于电容器右侧的最远水平距离 x_m 。

【答案】 (1) $q = \frac{mv_0^2}{E_0}$ (2) $B = \frac{2E_0}{dv_0}$ (3) $\frac{(2+\sqrt{3})d}{2}$, 本试题来自 2025 年湖南卷第 14 题

【详解】 (1) 粒子在电容器中做类平抛运动, 水平方向做匀速直线运动有 $\sqrt{3}d = v_0 t$

竖直方向做匀变速直线运动 $\frac{d}{2} = \frac{0+v_y}{2} t$, $v_y = at = \frac{qU}{md} t$

由闭合回路欧姆定律可得 $U = \frac{r_0}{r_0 + 2r_0} E_0$

联立可得 $v_y = \frac{\sqrt{3}}{3}v_0, q = \frac{mv_0^2}{E_0}$

(2) 根据题意, 设粒子进入磁场与竖直方向的夹角为 θ , 则有 $\tan \theta = \frac{v_x}{v_y} = \sqrt{3}, \theta = 60^\circ, v = \frac{v_0}{\sin 60^\circ} = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_0$

粒子在磁场中做匀速圆周运动有 $qvB = m\frac{v^2}{R}$

由几何关系易得 $R = \frac{\frac{d}{2}}{\cos 30^\circ} = \frac{\sqrt{3}d}{3}$

联立可得 $B = \frac{2E_0}{dv_0}$

(3) 取一个竖直向上的速度使得其对应的洛伦兹力和水平向右的电场力平衡, 则有 $qv_{y1}B = qE$

解得 $v_{y1} = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_0$

粒子以 v_{y1} 速度向上做匀速直线运动, 粒子做圆周运动的合速度的竖直方向分速度为 $v_{y2} = v_{y1} + v_y = \sqrt{3}v_0$

此时合速度与竖直方向的夹角为 $\tan \alpha = \frac{v_0}{\sqrt{3}v_0}$

合速度为 $v' = \sqrt{(\sqrt{3}v_0)^2 + v_0^2}$

粒子做圆周运动的半径 $r = \frac{mv'}{Bq}$

最远距离为 $x_m = r + r \cos \alpha = \frac{(2 + \sqrt{3})d}{2}$