

# 2025—2026 年度上学期河南省高三年级第四次联考

## 物理试卷参考答案

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,只有一项是符合题目要求的。

1. C 【解析】本题考查原子核物理,目的是考查学生的推理论证能力。组成原子核的核子越多,它的结合能越大,比结合能未必越大,选项 A 错误;质子、中子、 $\alpha$  粒子的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ 、 $m_3$ ,两个质子和两个中子结合成一个  $\alpha$  粒子释放的能量是  $(2m_1 + 2m_2 - m_3)c^2$ ,选项 B 错误;贝克勒尔发现的天然放射现象说明原子核具有复杂的结构,选项 C 正确;铀核裂变的核反应方程为  ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ ,中子是产生链式反应的条件,不能同时约去,选项 D 错误。

2. D 【解析】本题考查机械振动与机械波,目的是考查学生的推理论证能力。由题图乙可知,质点 P 在  $t=0$  时的振动方向沿 y 轴正方向,结合题图甲,可判断出该波沿 x 轴正方向传播,选项 A 错误;质点 P 在 10 s 内通过的路程  $s = \frac{10}{4} \times 4A = 10A = 1 \text{ m}$ ,选项 B 错误;质点 P 只在自己平衡位置附近振动,不随波迁移,选项 C 错误;由题图甲可知,该波的波长  $\lambda = 4 \text{ m}$ ,由题图乙可知,该波的周期  $T = 4 \text{ s}$ ,该波的波速  $v = \frac{\lambda}{T} = 1 \text{ m/s}$ ,选项 D 正确。

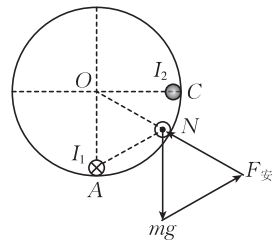
3. C 【解析】本题考查牛顿第二定律,目的是考查学生的推理论证能力。若力 F 作用在长木板 A 上,B 与 A 相对滑动的临界加速度  $a = \mu g = 3 \text{ m/s}^2$ ,使用整体法分析,有  $F = (M + m)a = 24 \text{ N}$ 。若力 F 作用在 A 上且  $F = 29 \text{ N}$ ,A、B 发生相对滑动, $a_{B1} = 3 \text{ m/s}^2$ ,对 A 分析可知  $F - \mu mg = Ma_{A1}$ ,解得  $a_{A1} = 4 \text{ m/s}^2$ ,选项 A 错误。若力 F 作用在 A 上且  $F = 24 \text{ N}$ ,A、B 恰能相对静止,此时  $a_{B2} = a_{A2} = 3 \text{ m/s}^2$ ,选项 B 错误。若力 F 作用在物块 B 上,A、B 恰好分离,对 A 分析可知, $a_{A'} = \frac{\mu mg}{M} = \frac{9}{5} \text{ m/s}^2$ ,此时对 A、B 整体有  $F = (M + m)a_{A'} = 14.4 \text{ N}$ 。

若力 F 作用在 B 上且  $F = 15 \text{ N}$ ,则 A、B 已分离, $a_{A3} = \frac{9}{5} \text{ m/s}^2$ ,对 B 受力分析可知  $F - \mu mg = ma_{B3}$ ,解得  $a_{B3} = 2 \text{ m/s}^2$ ,选项 C 正确;若力 F 作用在 B 上且  $F = 4 \text{ N}$ ,则 A、B 一起运动,所以 A、B 的加速度相等,即  $a_{B4} = a_{A4} = \frac{F}{M + m} = \frac{1}{2} \text{ m/s}^2$ ,选项 D 错误。

4. D 【解析】本题考查静电场,目的是考查学生的推理论证能力。放在 A 点和 B 点的点电荷在 C 点产生的电场强度方向分别沿 CA 和 BC 方向,因 C 点电场强度方向与 AB 平行,故放在 A 点的点电荷和放在 B 点的点电荷产生的电场强度方向只能是  $C \rightarrow A$  和  $B \rightarrow C$ ,故 A 点放置的点电荷带负电,B 点放置的点电荷带正电,选项 A、B 错误;A 点放置的点电荷在 C 点的电场强度大小  $E_A = k \frac{q}{L^2}$ ,由电场强度的合成可知  $\tan 30^\circ = \frac{E_A}{E_C}$ ,联立解得  $E_C = \frac{\sqrt{3}kq}{L^2}$ ,选项

C 错误; B 点放置的点电荷在 C 点的电场强度大小  $E_B = k \frac{q_B}{(2L)^2}$ , 且  $\sin 30^\circ = \frac{E_A}{E_B}$ , 解得  $q_B = 8q$ , 选项 D 正确。

5. B 【解析】本题考查安培力及力的动态分析, 目的是考查学生的模型建构能力。对导线 C 进行受力分析, 根据平衡条件可知, C 受到重力、轨道支持力和 A 对 C 的安培斥力, 根据安培定则和左手定则可知, 导线 C 中的电流方向垂直纸面向外, 选项 A 错误; 导线 C 恰好静止于圆心等高处时, 由受力分析可知,  $BI_2L = \sqrt{2}mg$ ,  $B = \frac{kI_1}{\sqrt{2}R}$ , 解得  $I_2 =$



$\frac{2mgR}{kI_1L}$ , 选项 B 正确; 缓慢减小  $I_1$  的过程中, 导线 C 沿着轨道缓慢向下移动, 其受力如图所示, 根据相似三角形可得  $\frac{mg}{R} = \frac{N}{R} = \frac{F_{安}}{r_{AC}}$ , 由于  $mg$ 、 $R$  不变, 导线 A、C 间的距离  $r_{AC}$  逐渐减小, 因此轨道对导线 C 的弹力大小不变, A、C 间的安培力逐渐减小, 选项 C、D 错误。

6. B 【解析】本题考查交变电流, 目的是考查学生的模型建构能力。设原、副线圈电流有效值分别为  $I_1$ 、 $I_2$ , 根据交变电流电动势有效值  $E_{有} = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{NBS\omega}{\sqrt{2}} = 200$  V, 转速减小, 即角速度  $\omega$  减小, 则电动势有效值变小, 原线圈电流有效值  $I_1$  变小, 根据电流与匝数的关系, 可得副线圈电流  $I_2 = I_1 \times \frac{n_1}{n_2}$ , 故  $I_2$  变小, 则副线圈电阻  $(R + R_0)$  电压变小, 故电压表示数变小, 选项 A 错误; 将原线圈匝数部分等效为一个电阻  $R_x$ , 则根据能量守恒定律有  $I_1^2 R_x = I_2^2 (R + R_0)$ , 因为  $\frac{I_2}{I_1} = \frac{n_1}{n_2}$ , 整理得  $R_x = \frac{n_1^2}{n_2^2} (R + R_0)$ , 则理想变压器的输出功率最大时, 有  $r = R_x = \frac{n_1^2}{n_2^2} (R + R_0)$ , 代入题中数据, 解得  $R = 35 \Omega$ , 选项 B 正确; 由以上分析可知, 理想变压器的输出功率最大时, 等效电阻等于内阻  $r$ , 故最大输出功率  $P_m = (\frac{E_{有}}{r + R_x})^2 R_x$ , 代入题中数据, 解得  $P_m = 1\ 000$  W, 选项 C 错误; 理想变压器的输出功率最大时, 原线圈电流  $I_1 = \frac{E_{有}}{r + R_x} = \frac{200}{20}$  A = 10 A, 则副线圈电流  $I_2 = I_1 \times \frac{n_1}{n_2} = 10$  A  $\times \frac{1}{2} = 5$  A, 选项 D 错误。

7. D 【解析】本题考查天体运动, 目的是考查学生的创新能力。根据万有引力提供向心力有  $\frac{GMm}{r^2} = ma$ , 解得  $a = \frac{GM}{r^2}$ , A 点距火星较远, 天问一号经过 A 点时的加速度小于经过 B 点时的加速度, 选项 A 错误; 天问一号在轨道 1 上经过 A 点时需减速才能进入轨道 2, 选项 B 错误; 天问一号从轨道 2 变轨到轨道 3, 需在 B 点减速, 则天问一号在轨道 2 上 B 点的速度大于在轨道 3 上 B 点的速度, 由轨道半径越大, 做圆周运动的线速度越小, 可知天问一号在轨道 3 上的速度大于在轨道 1 上的速度, 所以天问一号在轨道 1 上的速度小于在轨道 2 上经过 B 点的速度, 选项 C 错误; 设天问一号在轨道 1、3 上做圆周运动的周期分别为  $T_1$ 、 $T_3$ , 轨道半径

分别为  $r_1$ 、 $r_3$ ，根据题意可知，当 AC 与轨道 3 相切时，AC 与 AO 的夹角为  $\theta$ ，即  $\sin \theta = \frac{OC}{OA} =$

$\frac{r_3}{r_1}$ ，由开普勒第三定律得  $\frac{T_3^2}{r_3^3} = \frac{T_1^2}{r_1^3}$ ，联立解得  $T_3 = T_1 \sqrt{\sin^3 \theta}$ ，选项 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. CD 【解析】本题考查光的折射与全反射，目的是考查学生的推理论证能力。由题图可知，在

内芯介质中， $a$  单色光的折射角比  $b$  单色光的大，根据折射定律  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  可知，在内芯介质

中， $a$  单色光的折射率比  $b$  单色光的小，又由  $n = \frac{c}{v}$  可知，在内芯介质中， $a$  单色光的传播速度比  $b$  单色光的大，选项 B 错误；根据折射定律可知，入射角  $i$  逐渐增大时， $a$ 、 $b$  单色光的折射角都增大， $a$  单色光的折射角大于  $b$  单色光的折射角，导致  $a$ 、 $b$  单色光在到达内芯和外套的分界面时的入射角都减小，且  $a$  单色光的入射角小于  $b$  单色光的入射角，由于  $a$  单色光的折

射率比  $b$  单色光的小，根据  $\sin C = \frac{1}{n}$  可知， $a$  单色光发生全反射的临界角大于  $b$  单色光发生

全反射的临界角，则  $a$  单色光的全反射现象先消失，选项 A 错误；根据  $n = \frac{c}{v}$  可知，从空气射

入光导纤维， $a$ 、 $b$  单色光的传播速度均减小，由于光在不同介质中的频率不变，由  $v = \lambda f$  可知，它们的波长均减小，选项 C 正确；当入射角  $i = \theta$  时，设  $a$  单色光的折射角为  $r$ ，根据折射

定律有  $n = \frac{\sin i}{\sin r}$  可得  $\sin r = \frac{\sin i}{n}$ ，根据数学知识可知  $\cos r = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 i}}{n}$ ，根据几何关系可知，

$a$  单色光的传播距离  $x = \frac{L}{\cos r}$ ，由  $n = \frac{c}{v}$  可知传播速度  $v = \frac{c}{n}$ ，则  $a$  单色光在介质中传播的时间

$t = \frac{x}{v} = \frac{Ln^2}{c\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$ ，选项 D 正确。

9. AC 【解析】本题考查圆周运动，目的是考查学生的推理论证能力。木块与圆盘发生相对滑动的临界条件是木块与圆盘间的最大静摩擦力提供它们做圆周运动的向心力，对 A 有  $\mu mg = m\omega_A^2 L$ ， $\omega_A = \sqrt{\frac{\mu g}{L}}$ ，对 B 有  $2\mu \cdot 2mg = 2m\omega_B^2 L$ ， $\omega_B = \sqrt{\frac{2\mu g}{L}}$ ，对 C 有  $\mu mg = m\omega_C^2 \cdot 2L$ ，

$\omega_C = \sqrt{\frac{\mu g}{2L}}$ ，故随着圆盘转动的角速度  $\omega$  不断增大，木块相对圆盘发生相对滑动的顺序依次

是 C、A、B，选项 A 正确；若 B、C 之间用一根长  $L$  的轻绳连接起来，由对选项 A 的分析可知，

当圆盘转动的角速度  $\omega_1 = \sqrt{\frac{\mu g}{2L}}$  时，轻绳开始有张力，选项 B 错误；若 B、C 之间用一根长  $L$  的

轻绳连接起来，B、C 整体相对圆盘滑动的临界条件为  $2\mu \cdot 2mg + \mu mg = 2m\omega_2^2 L + m\omega_2^2 \cdot 2L$ ，

则有  $\omega_2 = \sqrt{\frac{5\mu g}{4L}}$ ，选项 C 正确；若 A、B 之间用一根长  $2L$  的轻绳连接起来，A、B 整体相对圆

盘滑动的临界条件为  $2\mu \cdot 2mg + \mu mg = 2m\omega_3^2 L - m\omega_3^2 L$ , 则有  $\omega_3 = \sqrt{\frac{5\mu g}{L}}$ , 选项 D 错误。

10. AD **【解析】**本题考查电磁感应, 目的是考查学生的创新能力。MN 到达圆弧最低处时, 克服安培力做功的功率  $P = BI_1 l_1 v$ , 由  $E_1 = Bl_1 v$ ,  $I_1 = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$ , 解得  $v = 2 \text{ m/s}$ , 选项 A 正确; 由牛顿第二定律有  $F_N - m_1 g = m_1 \frac{v^2}{r}$ , 解得  $F_N = 6 \text{ N}$ , 根据牛顿第三定律可知, MN 在 AA' 位置时对导轨的压力大小为 6 N, 选项 B 错误; MN 沿圆弧导轨下滑过程中, 感应电动势  $e = Bl_1 v \sin \theta$ , 有效值  $E = \frac{Bl_1 v}{\sqrt{2}}$ , 经历时间  $t = \frac{2\pi r}{v} \cdot \frac{1}{4}$ , 产生的焦耳热  $Q = \frac{E^2}{R_1 + R_2} t = 0.00314 \text{ J}$ , 克服安培力做的功  $W_2 = Q = 0.00314 \text{ J}$ , 选项 C 错误; 释放 PQ 后, 当  $Bl_1 v_1 = Bl_2 v_2$  时, 回路中的电流为 0, 对 MN 有  $-BI_1 t = m_1 v_1 - m_1 v$ , 即  $Bl_1 q = m_1 v - m_1 v_1$ , 对 PQ 有  $BI_2 t = m_2 v_2 - 0$ , 即  $Bl_2 q = m_2 v_2$ , 解得  $q = 0.5 \text{ C}$ , 选项 D 正确。

### 三、非选择题: 共 54 分。

11. (1)  $\frac{m_A}{\sqrt{y_2}} = \frac{m_A}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_B}{\sqrt{y_1}}$  (2分)

(2)  $m_1 \sqrt{L_E} = m_1 \sqrt{L_D} + m_2 \sqrt{L_F}$  (2分)

(3)  $\frac{m}{T_1} - \frac{M}{T_2} = -\frac{m+M}{T_3}$  (2分)

**【解析】**本题考查验证动量守恒定律, 目的是考查学生的实验探究能力。

(1) 两小球做平抛运动, 水平方向上有  $x = vt$ , 竖直方向上有  $t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$ , 解得  $v = x \sqrt{\frac{g}{2y}}$ , 可知碰撞前后的速度正比于  $\frac{1}{\sqrt{y}}$ , 根据动量守恒定律有  $m_A v_A = m_A v_A' + m_B v_B'$ , 整理得  $\frac{m_A}{\sqrt{y_2}} =$

$$\frac{m_A}{\sqrt{y_3}} + \frac{m_B}{\sqrt{y_1}}。$$

(2) 碰撞后小球均做平抛运动, 设斜面与水平面的夹角为  $\alpha$ , 由平抛运动规律得  $L \sin \alpha = \frac{1}{2} g t'^2$ ,  $L \cos \alpha = v' t'$ , 联立解得  $v' = \sqrt{\frac{gL \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}}$ , 可知碰撞前后的速度正比于  $\sqrt{L}$ , 故  $m_1 v_0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$ , 可变形验证表达式  $m_1 \sqrt{L_E} = m_1 \sqrt{L_D} + m_2 \sqrt{L_F}$ 。

(3) 若让两滑块分别从导轨的左、右两侧向中间运动, 选取向右为正方向, 依题意有  $mv_1' - Mv_2' = -(m+M)v_3$ , 设遮光片的宽度为  $d$ , 则  $v_1' = \frac{d}{T_1}$ ,  $v_2' = \frac{d}{T_2}$ ,  $v_3 = \frac{d}{T_3}$ , 联立可得  $\frac{m}{T_1} -$

$$\frac{M}{T_2} = -\frac{m+M}{T_3}。$$

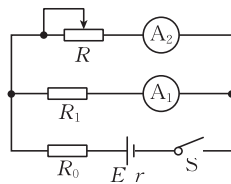
**【评分细则】**其他表达式只要正确, 同样给分。

12. (1) 见解析图 (2分)

(2)  $3\ \Omega$  (2分) 1.80 (2分) 2.60 (3分)

**【解析】**本题考查测定电池的电动势和内阻,目的是考查学生的实验探究能力。

(1)因题中未提供电压表,故需改装毫安表,则用毫安表 $\text{A}_1$ 与定值电阻 $R_1$ 串联,且滑动变阻器串联接入电路,定值电阻 $R_0$ 保护电路,故电路图如图所示。

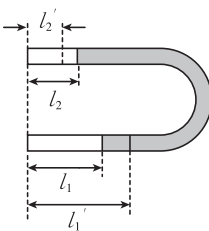


(2)因 $I_1 \ll I_2$ ,由闭合电路的欧姆定律可得 $E = I_1(R_1 + r_1) + I_2(r + R_0)$ ,化简得 $I_1 = -\frac{I_2}{R_1 + r_1}(r + R_0) + \frac{E}{R_1 + r_1}$ ,结合图像可知, $\frac{E}{R_1 + r_1} = 0.18\ \text{mA}$ , $\frac{r + R_0}{R_1 + r_1} = \frac{0.18 - 0.04}{250} = 0.00056$ ,则 $E = 1.80\ \text{V}$ , $R_0$ 不可能为 $6\ \Omega$ ,故 $R_0 = 3\ \Omega$ , $r = 2.60\ \Omega$ 。

**【评分细则】**其他答案均不给分。

13. **【解析】**本题考查气体实验定律,目的是考查学生的推理论证能力。

设理想气体温度 $T_0 = 300\ \text{K}$ 时,左、右边气体的压强分别为 $p_1$ 和 $p_2$ 。理想气体温度升至 $T = 400\ \text{K}$ 时,左、右边气体的压强相等,设为 $p$ ,此时左、右边空气柱长度分别变为 $l_1'$ 和 $l_2'$ 。由力的平衡条件有



$$p_1 = p_2 + \rho g(l_1 - l_2) \quad (2\text{分})$$

式中 $\rho$ 为水银密度, $g$ 为重力加速度大小

由理想气体状态方程有

$$\frac{p_1 l_1}{T_0} = \frac{p l_1'}{T} \quad (2\text{分})$$

$$\frac{p_2 l_2}{T_0} = \frac{p l_2'}{T} \quad (2\text{分})$$

两边空气柱总长度不变,则有

$$l_1 + l_2 = l_1' + l_2' \quad (1\text{分})$$

综合以上各式解得

$$l_1' = \frac{70}{3}\ \text{cm}, l_2' = \frac{35}{3}\ \text{cm}, p = \frac{120}{7}\ \text{cmHg}. \quad (3\text{分})$$

**【评分细则】**答案写成小数,只要正确,同样给分。

14. **【解析】**本题考查功能关系,目的是考查学生的创新能力。

(1)物块乙自由下落过程中,由动能定理得

$$mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0 \quad (1\text{分})$$

甲、乙两物块碰撞前后动量守恒,则有

$$mv_0 = (m_{\text{甲}} + m)v_1 \quad (1\text{分})$$

根据题中条件可知

$$\frac{1}{2}(m + m_{\text{甲}})v_1^2 = \frac{1}{3}mgh \quad (1\text{分})$$

联立解得 $m_{\text{甲}} = 2m$ 。(1分)

(2)从  $b$  到  $c$  过程中,对甲、乙整体由动能定理有

$$3mgx_{bc} - \frac{2mg + 3mg}{2}x_{bc} = \frac{1}{2}mgh - \frac{1}{3}mgh \quad (1 \text{分})$$

其中  $x_{bc} = x_1 - x_0 = \frac{3mg}{k} - \frac{2mg}{k} = \frac{mg}{k}$

解得  $x_{bc} = \frac{1}{3}h, k = \frac{3mg}{h}$  (1分)

从  $b$  到  $d$  过程中,对甲、乙整体由动能定理有

$$3mgx_{bd} - \frac{2mg + (2mg + kx_{bd})}{2}x_{bd} = 0 - \frac{1}{3}mgh \quad (1 \text{分})$$

解得  $x_{bd} = \frac{(\sqrt{3} + 1)h}{3}$ 。(1分)

(3)假设甲、乙不分离,可知甲、乙整体做以  $c$  点为平衡位置的简谐运动

则从  $c$  点到最低点  $d$  的位移是  $x_{bd} - x_{bc} = \frac{\sqrt{3}h}{3}$  (1分)

则甲、乙整体在最高点时,到  $c$  点距离也是  $\frac{\sqrt{3}h}{3}$  (1分)

而甲、乙如果分离,就必须到达弹簧原长处,即到  $c$  点距离为  $\frac{3mg}{k} = h$  (1分)

显然  $\frac{\sqrt{3}h}{3}$  小于  $h$ ,故甲、乙不会分离,最高点在  $c$  点上方  $\frac{\sqrt{3}h}{3}$  处。(1分)

**【评分细则】**若(2)(3)中答案写成小数,只要正确,同样给分。

15. **【解析】**本题考查带电粒子在磁场中的运动,目的是考查学生的模型建构能力。

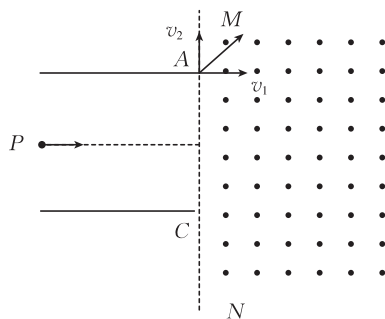
(1)粒子在两极板间做类平抛运动,有

$$L = vt \quad (1 \text{分})$$

$$\frac{L}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{qU}{mL}t^2 \quad (2 \text{分})$$

解得  $U = \frac{mv^2}{q}$ 。(1分)

(2)如图甲所示,把进入磁场的粒子的速度分解为  $v_1$ 、 $v_2$



甲

由速度关系得,  $v_1 = v_2 = v$  (1分)

粒子在虚线右侧的运动可看成是速度为  $v_2$ 、方向向上的匀速运动,产生的洛伦兹力  $qvB$  与电场力  $Eq$  恰好相等,另一个分速度  $v_1$  在洛伦兹力作用下做匀速圆周运动,  $R = \frac{mv}{qB} = L$  (1分)

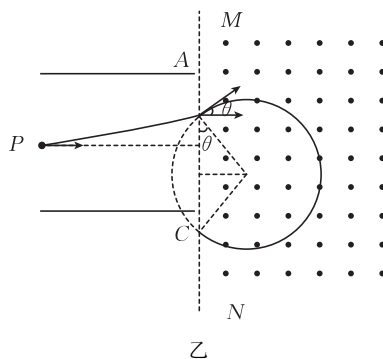
粒子回到  $MN$  虚线,恰好运动半个周期

$$\text{则 } t' = \frac{T}{2} = \frac{\pi m}{qB} \quad (1 \text{分})$$

$$d = 2R - v_2 t' = 2L - \pi L \quad (1 \text{分})$$

所以,粒子回到虚线的位置在  $A$  点上方  $\pi L - 2L$  处。 (2分)

(3)任意一电压时粒子的轨迹如图乙所示,设粒子进入磁场时的速度为  $v_3$



$$\text{由 } qBv_3 = \frac{mv_3^2}{R_1} \quad (1 \text{分})$$

$$\text{得 } R_1 = \frac{mv_3}{qB} \quad (1 \text{分})$$

粒子返回虚线  $MN$  时的位置与进入磁场时的位置的距离

$$d_1 = 2R_1 \cos \theta \quad (1 \text{分})$$

$$\text{而 } v = v_3 \cos \theta \quad (1 \text{分})$$

联立得  $d_1 = 2L$ , 为定值 (1分)

两极板的电压从 0 增大,粒子进入磁场的可能范围是中心线以上,长度为  $\frac{L}{2}$ ,故返回时的范

围的长度也为  $\frac{L}{2}$ 。 (2分)

**【评分细则】**其他合理解法同样给分。