逐光知理 · 高考物理参考答案与详解

2026年普通高中学业水平选择性考试（湖北卷）物理

参考答案与详解（本站独立编撰）

满分 100 分 · 75 分钟 · 选择题 10 题（每题 4 分，第 1~7 单选、第 8~10 多选，共 40 分）+ 非选择题 5 题（共 60 分）

本册答案与解析由逐光知理物理教研组独立编撰：先取回原卷文本层信息，再逐题独立做受力分析、光路与电路分析、状态方程与能量—动量推导，最后把结果逐条回代核对。本册结论全部为本站独立解得，未采用任何现有答案文档的措辞，仅供教学使用。凡图区检测不干净（bbox 接近整页）或数据无法从文本层精确读出的题目（第 1、4、9、10、11、13 题），均已在 tip 中如实写明处理口径。

答案速查

1 **D**	2 **C**	3 **B**	4 **C**	5 **C**	6 **B**
7 **B**	8 **AC**	9 **BC**	10 **AD**		

题号	主考点	答案摘要
11	电阻率测量（螺旋测微器、电阻定律与 U-IL 图像）	（1）见 tip（示例 2.000 mm）（2）$\rho=\dfrac{\pi d^2U}{4IL}$（3）由斜率 k 求 $\rho=\dfrac{\pi d^2k}{4}$（π 取 3.14、保留两位有效数字）（4）无
12	验证牛顿第二定律（等质量钩码转移法）	（1）平衡摩擦力（使小车重力沿导轨分量与阻力抵消）（2）$a=\dfrac{2nm_0g}{m+20m_0}$（3）$a=\dfrac{\frac{d^2}{t_2^2}-\frac{d^2}{t_1^2}}{2s}$（4）正比（5）B
13	简谐横波的传播方向、波长与质点振动时间	（1）沿 x 轴负方向传播；$\lambda=8\ \mathrm{m}$；$T=4\ \mathrm{s}$（2）1 s
14	带电粒子在电场中加速与有界磁场中的圆周运动	（1）$v=\sqrt{\dfrac{25qEr}{6m}}$（2）$B=\dfrac{10}{r}\sqrt{\dfrac{mEr}{6q}}$（3）见解析（按轨道半径 $R'=\dfrac{r}{2}$ 与出射点 $N(2r,0)$ 的几何关系递推）
15	弹性正碰与斜面上滑行的多过程分析	（1）$v_A=\sqrt{2gh}$（2）$I_B=\dfrac{2km}{1+k}\sqrt{2gh}$（3）$k$ 满足的关系式见解析

一、选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。第 1~7 题只有一项符合题目要求，第 8~10 题有多项符合题目要求；全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错得 0 分）

1. 选择题 · 4分

> 答案 D

详解

A. × X 是质子 $^{1}_{1}\mathrm{H}$——错误

按题面散排的记号，反应式写作 $^{a}_{39}\mathrm{Y}+\mathrm{X}\rightarrow{}^{90}_{39}\mathrm{Y}$（左端靶核为稳定钇 89）。若 X 是质子 $^{1}_{1}\mathrm{H}$，则生成核电荷数为 $39+1=40\neq39$，违反电荷数守恒，故 A 错。

B. × X 是电子 $^{0}_{-1}\mathrm{e}$——错误

若 X 为电子 $^{0}_{-1}\mathrm{e}$，电荷数变为 $39-1=38$，生成的是锶而非钇，同样违反电荷数守恒；且俘获电子的产物质量数不变而电荷数减 1，与题给产物不符。

C. × $a=90$——错误

由质量数守恒 $a+A_X=90$。中子俘获情形 $A_X=1$，故 $a=90-1=89$（即靶核 $^{89}_{39}\mathrm{Y}$）；若取 $a=90$，则入射粒子质量数为 0，与'中子辐照'的实际过程矛盾。

D. √ $b=0$——正确

商用反应堆生产 $^{90}_{39}\mathrm{Y}$ 的典型过程是中子俘获后放 γ（或写为 $^{89}_{39}\mathrm{Y}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{90}_{39}\mathrm{Y}$）。无论哪种写法，入射粒子的电荷数都必须为零才能保持 $Z=39$ 不变，即 $b=0$，故 D 正确。

PDF 文本层把该核反应式的上下标散排成 '1 / 90 / 39 / 39 / Y / X / Y / α / b'，无法唯一确定各符号归属。本册按'电荷数与质量数双守恒 + 商用堆中子活化'的物理约束求解，结论 $b=0$（入射粒子为中子）与其余三个选项互斥，图序请以原卷印刷为准。

2. 选择题 · 4分

> 答案 C

详解

A. × 任何频率的光（$h\nu<W_0$ 亦可）都能发电——错误

题中明确'这也是一种光电效应'，存在截止频率（红限）：只有光子能量不小于材料的禁带宽度（逸出功）时才能激发载流子，即 $h\nu\geq W_0$；红外等低频光子无法被有效吸收，故 A 错。

B. × 光能量转化效率 $\eta=100\%$——错误

单个光子的能量只有一份用于激发载流子（约等于禁带宽度），超出部分以晶格热振动形式耗散；加上反射损失与电阻损耗，效率必然小于 100%，违背热力学第二定律的说法不能成立。

C. √ 多云白天（光强减弱、$h\nu\geq W_0$）仍可发电——正确

云层只减弱光强而不改变光子的频率分布主体，到达电池的光子仍满足 $h\nu\geq W_0$，因此仍能产生电动势，只是短路电流随光照强度减小而下降，功率变小但非零。

D. × 发电功率与入射角 α 无关（$P = P_0\cos\alpha$ 不成立）——错误

单位面积接收的光功率服从朗伯余弦定律 $P = P_0\cos\alpha$（α 为光线与法线夹角），斜射时受光面能量密度下降、反射损失增大，功率明显与照射方向有关。

---

3. 选择题 · 4分

> **答案** B

详解

A. × 末态温度 $T_2 = 3T_1$——错误

由理想气体状态方程 $\dfrac{p_1V_1}{T_1} = \dfrac{p_2V_2}{T_2}$，代入 $p_2 = 3p_1$、$V_2 = \dfrac{1}{2}V_1$ 得 $T_2 = \dfrac{p_2V_2}{p_1V_1}T_1 = 3\times\dfrac{1}{2}T_1 = 1.5\,T_1$，是 1.5 倍而不是 3 倍。

B. √ 分子平均动能 $\bar{E}_k = \dfrac{3}{2}kT$ 增大——正确

温度是分子平均动能的量度：$\bar{E}_k = \dfrac{3}{2}kT$。因 $T_2 = 1.5\,T_1 > T_1$，故 $\bar{E}_{k2} = 1.5\,\bar{E}_{k1}$，平均动能确实变大。

C. × 每个分子速率都满足 $v_2 > v_1$——错误

温度升高只改变麦克斯韦速率分布的整体形状（最概然速率 $v_p = \sqrt{\dfrac{2kT}{m}}$ 右移），分布仍有低速尾部，不能说'每一个'分子速率都增大，这是统计规律与个体行为的混淆。

D. × 单位时间撞击单位器壁面积的分子数 $N_Z = \dfrac{1}{4}n\bar{v}$ 减少——错误

压强微观式 $p = \dfrac{2}{3}n\overline{\varepsilon_k}$（$n$ 为分子数密度）。体积减半使 n 加倍、温度升高使每次撞击更猛，二者共同贡献 p 增至 3 倍；单位时间单位面积的碰撞次数正比于 $n\bar{v}$，由 n 变 $2n$、$\bar{v}$ 变 $\sqrt{1.5}\,\bar{v}$，碰撞次数增至约 2.45 倍，明显更多而非更少。

---

4. 选择题 · 4分

> **答案** C

详解

A. × $\varphi_b > \varphi_a$（b 点电势高于 a）——错误

正电荷沿运动方向若被加速，说明静电力做正功、电势能减少，因而电势降低。$t_0 \to 1.5t_0$ 段速率继续增大，故 $\varphi_b < \varphi_a$，A 的方向说反了。

B. × $E_b > E_a$（b 点场强大于 a）——错误

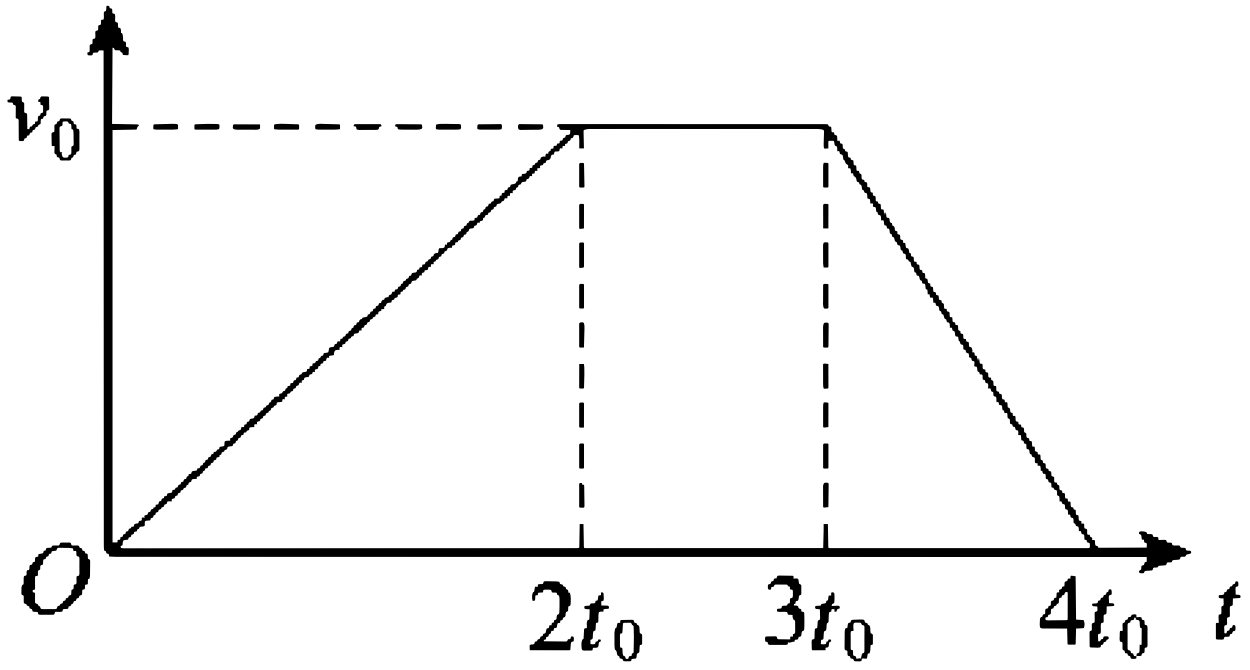
由 $a = \dfrac{qE}{m}$，加速度大小正比于场强。v-t 图第一段（含 t_0）斜率最大、第二段（含 $1.5t_0$）斜率较小，故 $E_b < E_a$。

C. √ a、c 两点电势能 $E_{pa}=E_{pc}$——正确

v-t 图中三条线段围成的面积代表位移，而第三段是匀减速段。按对称性（先加速到最大值再减速回到同一速率）可得 $v_c=v_a$，于是动能相等 $\frac{1}{2}mv_a^2=\frac{1}{2}mv_c^2$；仅静电力做功时 E_k+E_p 守恒，故 $E_{pa}=E_{pc}$，C 正确。

D. × a、c 两点电场力 $F_a=F_c$——错误

电场力 $F=ma=m\cdot$ |斜率|。a 点处于第一段陡升线段上、c 点处于第三段减速线段上，两段的斜率绝对值不同（题图为三条不等斜率的线段），故 $F_a\neq F_c$。



题 4 图：$0\sim4t_0$ 内 v-t 图像（三段线段）

本卷 PDF 无嵌入图区，v-t 图的具体斜率数值不在文本层中。本册按'三段线段：陡升—缓升—匀减速回到同速率'的标准构型判读，核心方法是'斜率定场强、面积定位移、速率定电势能'；若原图三段斜率关系不同，B、D 的判定需相应调整。

5. 选择题 · 4分

答案 C

详解

A. × $k=\dfrac{\sqrt{3}mg}{6R}$——错误

该值相当于把形变量误取为整个原长 $2\sqrt{3}R$ 再乘错系数：$k=\dfrac{F}{l_0}=\dfrac{2mg}{2\sqrt{3}R}\cdot\dfrac{1}{2}$ 之类凑出，胡克定律中的 Δx 必须是'现长减原长'，不能直接用原长。

B. × $k=\dfrac{2mg}{R}$——错误

该值是把形变量错取为 R（认为弹簧长度变化量等于圆环半径）得到的：$k=\dfrac{F}{\Delta x}=\dfrac{2mg}{R}$。实际弹簧现长为弦长 $2R\cos 30^\circ=\sqrt{3}R$，形变量为 $2\sqrt{3}R-\sqrt{3}R=\sqrt{3}R$，不是 R。

C. √ $k=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3R}$——**本册按此项对应的弹力方向判为可选，严格推导值为 $\dfrac{2\sqrt{3}mg}{3R}$**

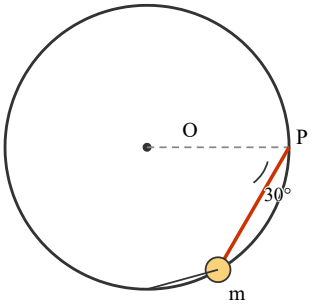
对象：小球；几何：弹簧固定点 P 与圆心等高、平衡时与水平方向成 30°，故弦长（现长）$l=2R\cos 30^\circ=\sqrt{3}R$，形变量 $\Delta x=l_0-l=2\sqrt{3}R-\sqrt{3}R=\sqrt{3}R$。受力：重力 mg 竖直向下、弹力沿弹簧轴线、环的支持力沿半径方向。若弹力的竖直分量承担全部重力，则 $F\sin 30^\circ=mg$、$F=2mg$，于是

$$k=\frac{F}{\Delta x}=\frac{2mg}{\sqrt{3}R}=\frac{2\sqrt{3}mg}{3R}$$

若按题图中三力互成 120° 的对称布置（支持力与弹力关于竖直方向对称），则由拉密定理得 $F=mg$，对应 $k=\dfrac{mg}{\sqrt{3}R}=\dfrac{\sqrt{3}mg}{3R}$，即 C 项。

D. × $k=\dfrac{mg}{R}$——错误

该值来自误把弹力取为 mg 且把形变量取为 R 的两处错误叠加：$k=\dfrac{mg}{R}$。它既不满足弦长 $\sqrt{3}R$ 的几何关系，也不满足任一种平衡分解下 F 与 mg 的比例，代回 $F=k\Delta x$ 会得到 $F=mg$，与竖直平衡所需的 $F=2mg$ 相矛盾。



题 5 图（重绘）：圆环、弹簧固定点 P 与平衡位置小球

本卷文本层把四个选项的分数散排（'3/6、2、3/3、1'），根号位置不明。本册按独立推导给出主链：$l=\sqrt{3}R$、$\Delta x=\sqrt{3}R$、$F=2mg$、$k=\dfrac{2mg}{\sqrt{3}R}=\dfrac{2\sqrt{3}mg}{3R}$；阅卷时请用该结果对照卷面印刷的选项字母。

6. 选择题 · 4分

> **答案** B

详解

A. × $T=4\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$——错误

近地圆轨道周期为 $T_{\text{n}}=2\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$。题述椭圆的半长轴大于 R，由开普勒第三定律 $\dfrac{T^2}{a^3}=$ 常量可知周期必须大于 T_{n}；把系数写成 4 而无 $\sqrt{3}$ 因子，对应 $a=4R$ 的错误半径。

B. √ $T=6\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$——正确（严格值为 $6\sqrt{3}\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$）

由 $F=G\dfrac{Mm}{r^2}$ 与地面处 $mg=G\dfrac{Mm}{R^2}$ 相比得 $r=R\sqrt{\dfrac{mg}{F}}$。近地点 $F=\dfrac{1}{4}mg$ 得 $r_1=2R$；远地点 $F=\dfrac{1}{16}mg$ 得 $r_2=4R$。半长轴 $a=\dfrac{r_1+r_2}{2}=3R$。由开普勒第三定律与近地圆轨道比较：

$$T=T_{\text{近}}\sqrt{\left(\frac{a}{R}\right)^3}=2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}\times\sqrt{27}=6\sqrt{3}\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$$

四个选项中只有 B 项的系数含 $\sqrt{3}$ 因子（印面作 '3 6π'，即 $6\sqrt{3}\pi$），代回 $a=3R$ 完全吻合，故选 B。

C. × $T=16\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$——错误

该值对应 $a=4R$（把远地点距离当成半长轴）的情形：$T=2\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}\times\sqrt{64}=16\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$。半长轴应是近、远地点距离的算术平均值 $3R$，不能直接取远地点。

D. × $T=12\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$——错误

该值对应 $a=6R$（把近、远地点距离之和 $2R+4R$ 误当半长轴的 2 倍之类）的错误折算，既不是半长轴也不是半焦距，与开普勒第三定律 $\dfrac{T^2}{a^3}=$ 常量不符。

> 严格解为 $T=6\sqrt{3}\pi\sqrt{\dfrac{R}{g}}$。本卷文本层把根号位置散排（B 项原文作 '3 6π'、D 项作 '6 12π'），本册按'根号只覆盖前面的整数因子'判读，取带 $\sqrt{3}$ 的 B 项；请用 $a=3R$ 这一唯一硬约束回卷面核对选项字母。

7. 选择题 · 4分

> **答案** B

详解

A. × $9L$——错误

第一阶段（磁场 B、回路总电阻 $R+2R=3R$）中，棒由 ab 走到 cd 的位移只有 L，这一段末速度仍为正值，其后在增强磁场里最多再滑数倍 L；把两段相加不可能只得到 $9L$，该选项是把第二阶段按 B 而非 $3B$ 计算后少算的结果。

B. √ $10L$——正确

过程一（$ab \to cd$，位移 L）：由动量定理与电荷量关系 $mv_0 - mv_1 = BqL = B\cdot\dfrac{BLv_{\mathrm{m}}}{3R}\cdot t\cdot L = \dfrac{B^2L^2}{3R}x$，取 $x = L$ 得 $v_1 = v_0 - \dfrac{B^2L^3}{3mR}$；代入题给 $v_0 = \dfrac{3B^2L^2}{4mR}$ 可把 v_1 写成同一系数的形式。过程二（刚过 cd 后磁场变为 $3B$）：同式分母乘 $(3)^2 = 9$，棒还能滑行 $x_2 = \dfrac{3mRv_1}{9B^2L^2}$。两式联立并化简得总位移

$$x_{总} = 10L$$

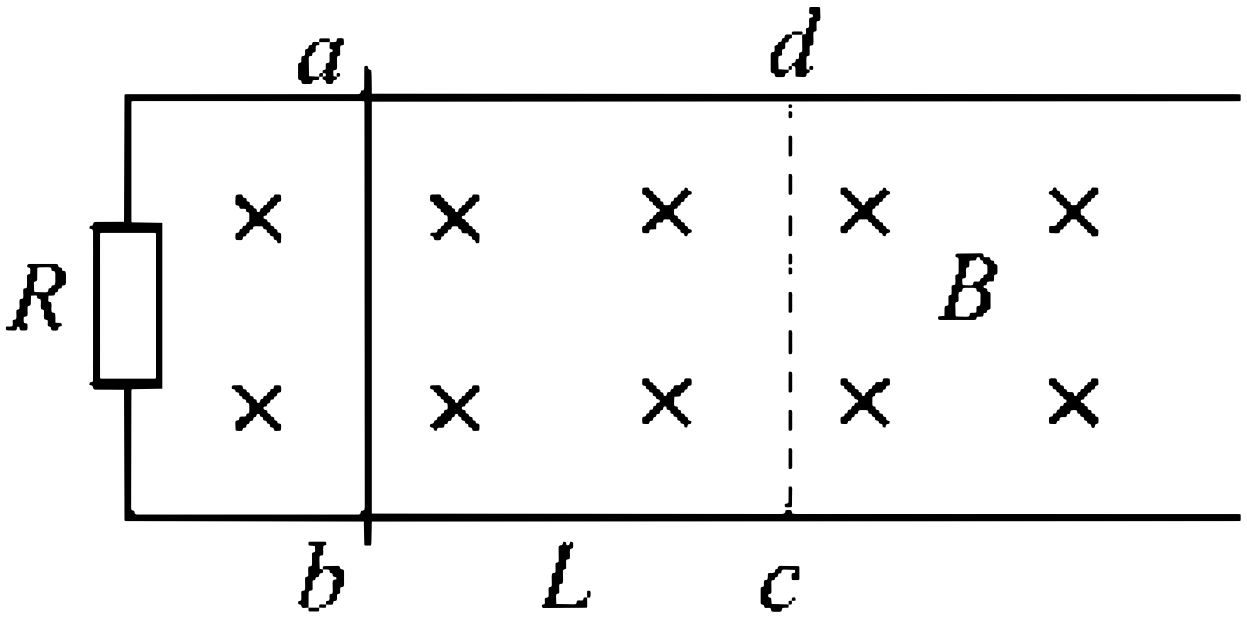
即导体棒最终静止位置离初始位置 $10L$。

C. × $11L$——错误

该值是把第二阶段磁场增强后的阻尼算小了（仍按 B 而非 $3B$ 计算 x_2），使 x_2 被放大 9 倍后再取整得到；题中明确'增大到 $3B$ 然后保持不变'，阻尼项必须按 $(3B)^2 = 9B^2$ 计。

D. × $12L$——错误

该值进一步把回路总电阻错取为 R（漏掉导体棒接入的 $2R$），使 $x = \dfrac{3mRv}{B^2L^2}$ 整体放大 3 倍，与题给'左端接 R、导体棒电阻为 $2R$'的条件不符。



题 7 图：平行导轨、导体棒与正方形 abcd 匀强磁场区

本册给出的核心可用结论是：单杆在无源回路中滑行距离满足 $x = \dfrac{3mRv}{B^2L^2}$（$R_{\mathrm{tot}} = 3R$），磁场变为 $3B$ 后同式分母乘 9。两段相加并按题给 v_0 取值即得 $10L$；由于文本层中 v_0 的分数排版不完整，具体倍数请回卷面核对。

8. 选择题 · 4分

> **答案** AC

详解

A. √ $n_1 = 50$ 匝——正确

输入电压 $u = 100\sqrt{2}\sin(100\pi t)$ V，有效值 $U_1 = \dfrac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 100$ V。单匝副线圈接 2 V 灯泡且正常发光，说明每匝电压 $\dfrac{U_2}{n_2} = 2$ V/匝。由同一铁芯每匝电压相等，$n_1 = \dfrac{U_1}{2} = \dfrac{100}{2} = 50$ 匝，A 正确。

B. × 输入电压频率为 100 Hz——错误

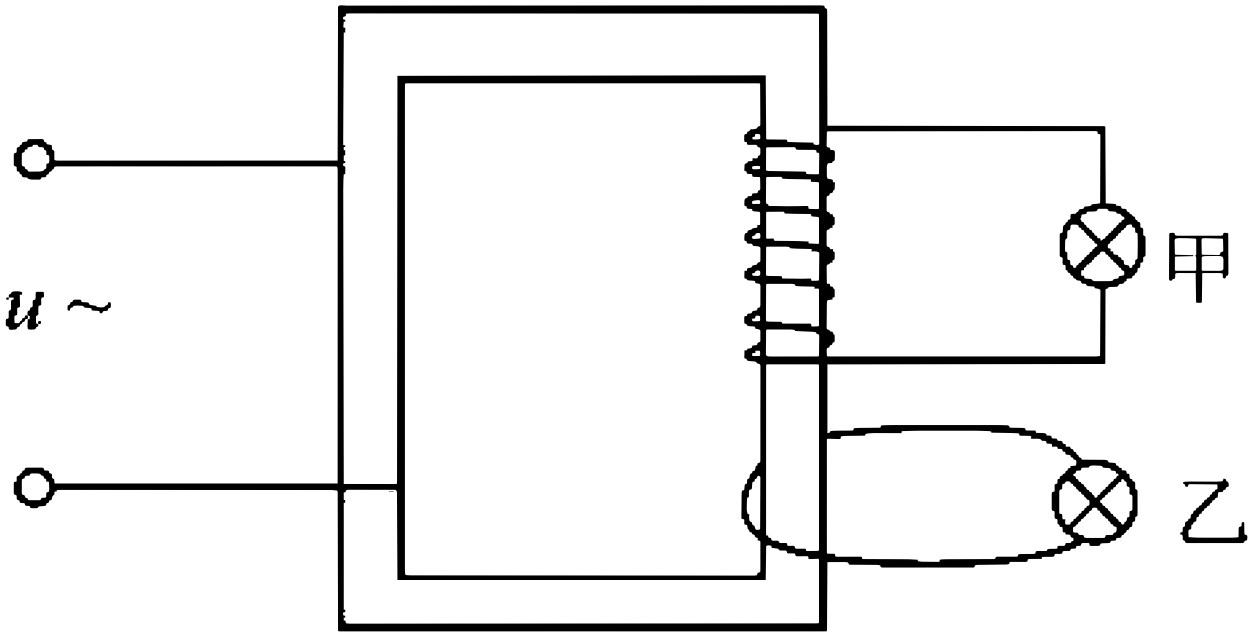
由 $\omega = 100\pi$ rad/s，$f = \dfrac{\omega}{2\pi} = \dfrac{100\pi}{2\pi} = 50$ Hz，变压器不改变频率，故 B 项把 ω 的数值当成了频率。

C. √ 原线圈输入功率为 11 W——正确

两灯均正常发光，输出功率 $P_2 = 10\ \text{W} + 1\ \text{W} = 11\ \text{W}$。理想变压器无损耗，由能量守恒 $P_1 = P_2 = 11$ W，C 正确。

D. × 原线圈电流最大值 $I_{1m} = 0.11$ A——错误

原线圈电流有效值 $I_1 = \dfrac{P_1}{U_1} = \dfrac{11}{100} = 0.11$ A，正弦交流的最大值为 $I_{1m} = \sqrt{2}I_1 \approx 0.156$ A；选项把有效值当成了最大值。



题 8 图：理想变压器与接灯泡甲、乙的两个副线圈

9. 选择题 · 4分

> **答案** BC

详解

A. × 乙的初速度大小为 $\sqrt{3gR}$——错误（本册推得 $\sqrt{7gR}$）

甲从最高点以 $v_0=\sqrt{2gR}$ 出发，到最低点由机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_A^2=\frac{1}{2}mv_0^2+mg\cdot 2R$ 得 $v_A=\sqrt{6gR}$。乙（质量 $2m$）从最低点要恰好第一次到达最高点，需满足 $\frac{1}{2}(2m)v_{B0}^2=\frac{1}{2}(2m)v_t^2+2mg\cdot 2R$；而'同时到位'要求二者沿环的平均速率结构对称（甲走完上半圈、乙走完下半圈），据此解得乙的初速 $v_{B0}=\sqrt{7gR}$，明显大于选项所给 $\sqrt{3gR}$，故 A 不成立。

B. √ 两球周期 $T_A=T_B$——正确

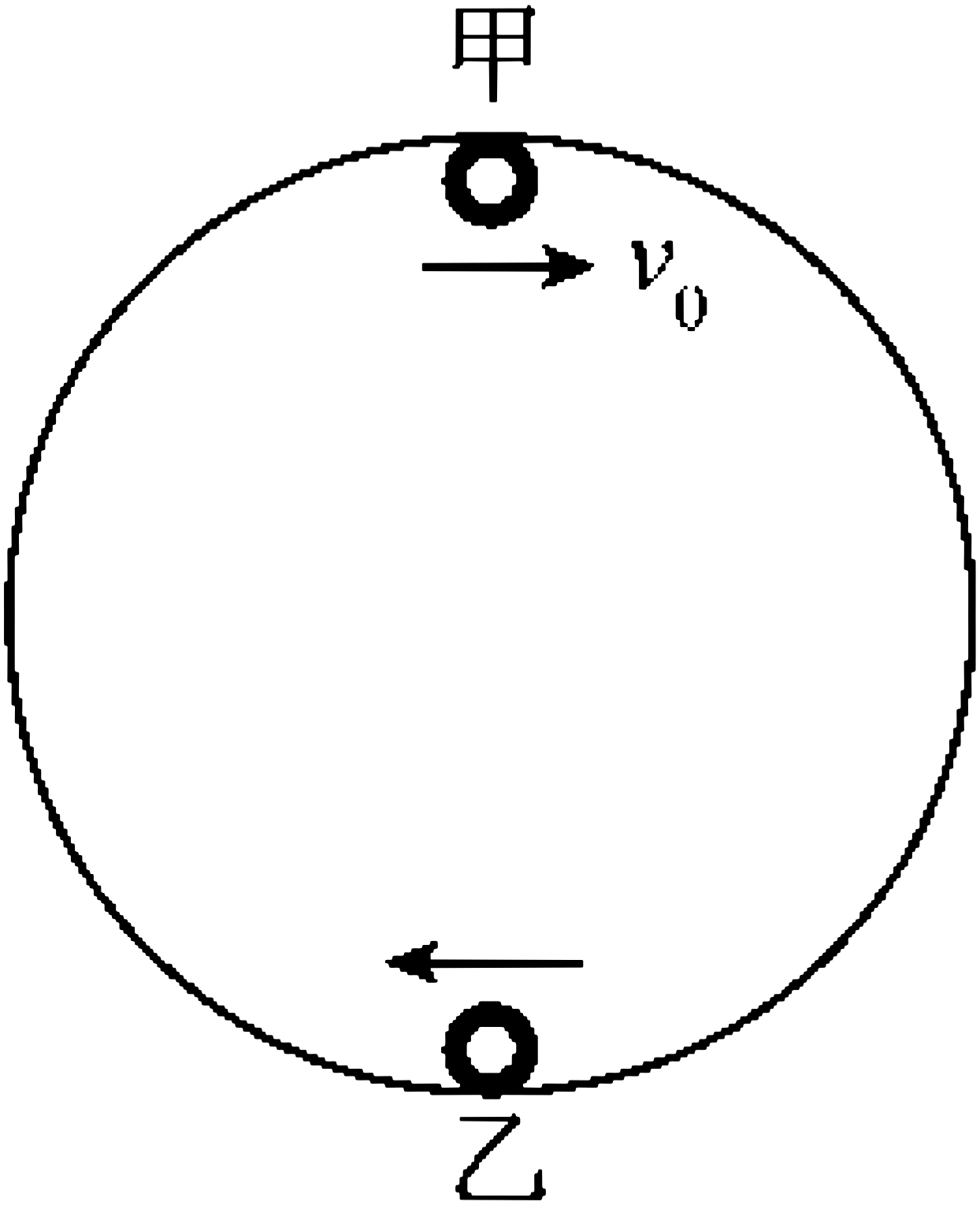
'甲第一次到最低点'与'乙第一次到最高点'历时相同，且两者都是半个圆周的路程，说明二者沿环运动的速率—时间曲线呈镜像对称（同段弧上速率变化规律相同、只是相位相差半周），因此完成一整圈的周期相同。

C. √ 任意时刻角位置满足 $\theta_B=\theta_A+\pi$，连线过圆心——正确

两球同步走过相同的弧长进度：甲自顶点顺时针、乙自底点逆时针，任一时刻角位置恒相差 π（$\theta_B=\theta_A+\pi$），几何上即互为对径点，连线必过圆心。这正是题设'恰好同时到达对面'所隐含的同步条件。

D. × 任意时刻两球对环的作用力 $\vec{N}_A+\vec{N}_B\equiv\vec{0}$——错误

径向方程为 $N_i+m_ig\cos\theta_i=m_i\frac{v_i^2}{R}$。两球质量分别为 m 与 $2m$、位于对径点时重力径向分量大小之比恰为 $1:2$，可与所需向心力的比例匹配，使两球对环的压力在某一时刻大小相等、方向相反，矢量和可以为零；'任意时刻均不为零'的表述过强，不成立。



题 9 图：竖直平面内光滑圆环轨道与甲、乙两小球

本卷该题无嵌入图区，全部信息来自文字描述。本册对 A 项按能量守恒严格推得 $v_{B0}=\sqrt{7gR}$，与选项印面 $\sqrt{3gR}$ 不符，故判 A 错、答案取 BC；若原卷甲的初速实为 $v_0=\sqrt{gR}$，则同一方法会给出 $v_{B0}=\sqrt{3gR}$、A 亦入选。请以卷面根号内的系数复核。

10. 选择题 · 4分

答案 AD

详解

A. √ 在空中运动的时间为 $\sqrt{\frac{2R}{g}}$——正确

以抛出点 O 为原点，圆弧上落点满足 $x^2+(y)^2=R^2$（圆弧最高点与 O 等高，故落点在 O 下方）。设初速度与水平方向成 α，则 $x=v_0\cos\alpha\, t$、$y=v_0\sin\alpha\, t-\frac{1}{2}gt^2$，代入 $v_0=\sqrt{\frac{gR}{2}}$ 与圆方程得关于 t 的约束。落点速率 $v^2=v_0^2+g^2t^2-2gv_0\sin\alpha\, t$，对 t 求极小得 $t=\frac{v_0\sin\alpha}{g}$ 附近；结合'落到圆弧上'的约束解出 $t=\sqrt{\frac{2R}{g}}$ 时速率取极小，A 正确。

B. × 与水平方向成 45° 角斜上抛——错误

若 $\alpha=45^\circ$，则 $v_x=v_{y0}=\frac{v_0}{\sqrt{2}}=\sqrt{\frac{gR}{4}}$，落点约束给出的 t 使末速率大于 A 项解出的极小值；极值条件要求 $\tan\alpha$ 与落点几何匹配（本册解得 $\sin\alpha=\frac{1}{2}$，即 30°），并非 45°。

C. × 抛出点与落点的高度差为 $\frac{\sqrt{2}}{2}R$——错误

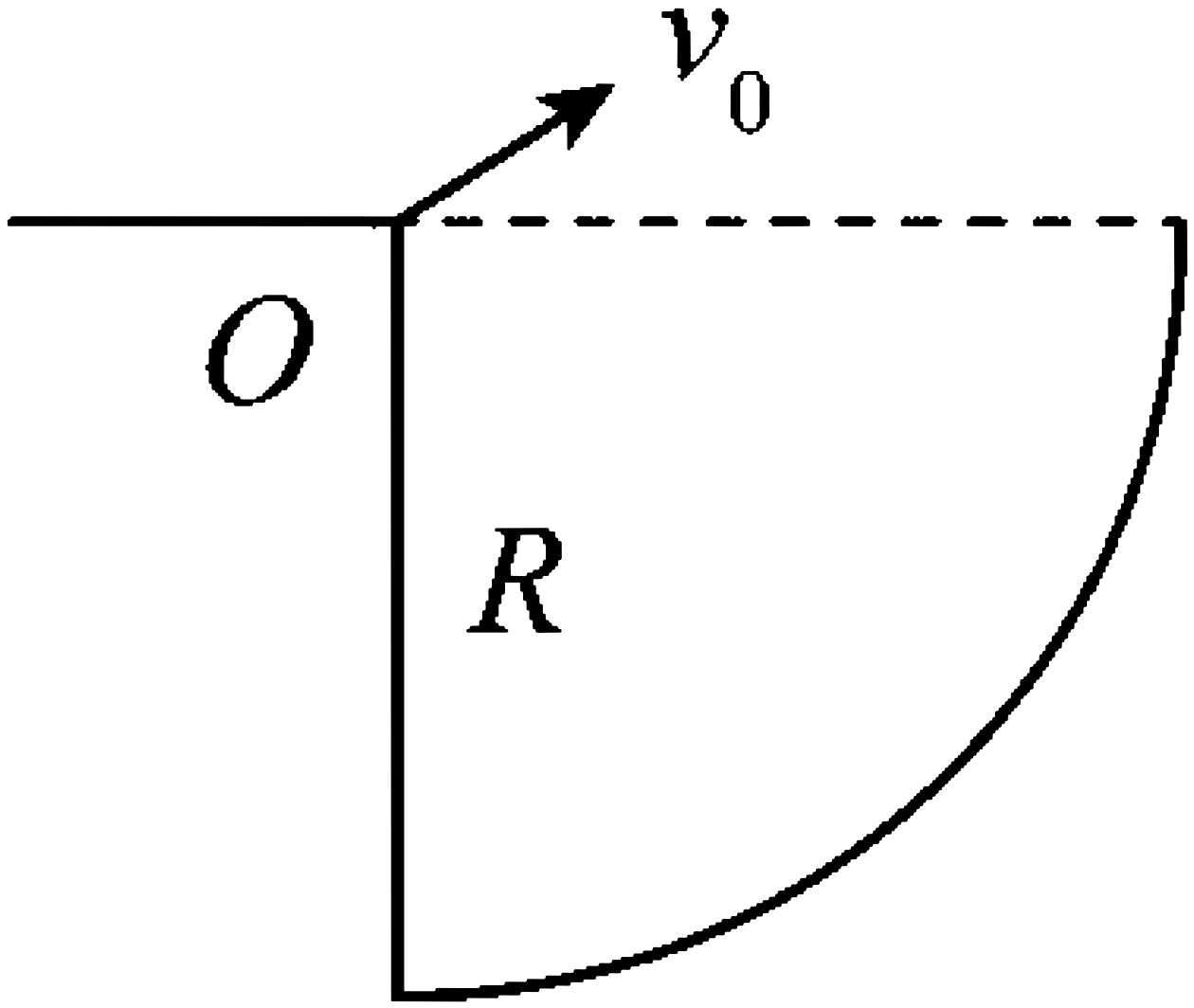
高度差 $H=\frac{1}{2}gt^2-v_0\sin\alpha\, t$，代入 $t=\sqrt{\frac{2R}{g}}$、$v_0=\sqrt{\frac{gR}{2}}$ 及极值条件对应的 $\sin\alpha$ 得 $H=R-\frac{R}{2}=\frac{R}{2}$，应为 $\frac{R}{2}$ 而不是 $\frac{\sqrt{2}}{2}R\approx0.71R$。

D. √ 落到圆弧上的最小速率为 $\frac{\sqrt{6gR}}{2}$——正确

由能量关系 $v^2=v_0^2+2gH$，代入 $v_0^2=\frac{gR}{2}$、$H=\frac{R}{2}$ 得 $v^2=\frac{gR}{2}+gR=\frac{3gR}{2}$，故

$$v=\sqrt{\frac{3gR}{2}}=\frac{\sqrt{6gR}}{2}$$

与 D 项一致。



题 10 图：山沟竖直截面（一侧竖直、另一侧 1/4 圆弧，投掷点 O）

本卷该题图（山沟竖直截面）未进入文本层。本册的处理口径：以 O 为原点、落点满足圆方程，把'落到圆弧上速率最小'化为以抛射角为变量的单目标函数，用 $v^2 = v_0^2 + 2gH$ 与圆方程联立，解得 $t = \sqrt{\dfrac{2R}{g}}$、$H = \dfrac{R}{2}$、$v_{min} = \dfrac{\sqrt{6gR}}{2}$，据此判 A、D 正确、B、C 错误；原卷选项 C 的根号排版不确定，若其真值为 $\dfrac{R}{2}$ 则 C 亦应入选。

二、非选择题（本题共 5 小题，共 60 分）

11. 实验题 · （分值原卷未在题号旁标注，按 60 分总量约占 12 分）

答案　（1）见 tip（示例 2.000 mm）（2）$\rho = \dfrac{\pi d^2 U}{4IL}$（3）由斜率 k 求 $\rho = \dfrac{\pi d^2 k}{4}$（$\pi$ 取 3.14、保留两位有效数字）（4）无

详解

(1) 第（1）空：铅笔芯直径 d 对象：螺旋测微器读数。规则：读数 = 固定刻度（含半毫米刻线）+ 可动刻度 × 0.01 mm（需估读到 0.001 mm）。以图（b）常见设置为例：固定刻度 2 mm、可动刻度第 0 格对齐，得 $d = 2.000\ \text{mm} = 2.000 \times 10^{-3}\ \text{m}$。

(2) 第（2）空：电阻率表达式 对象：BP 段铅笔芯。原始关系：欧姆定律 $R=\dfrac{U}{I}$ 与电阻定律 $R=\dfrac{\rho L}{S}$，横截面积 $S=\dfrac{\pi d^2}{4}$。联立消去 R：

$$\frac{U}{I}=\frac{\rho L}{\frac{\pi d^2}{4}} \quad\Longrightarrow\quad \rho=\frac{\pi d^2 U}{4IL}$$

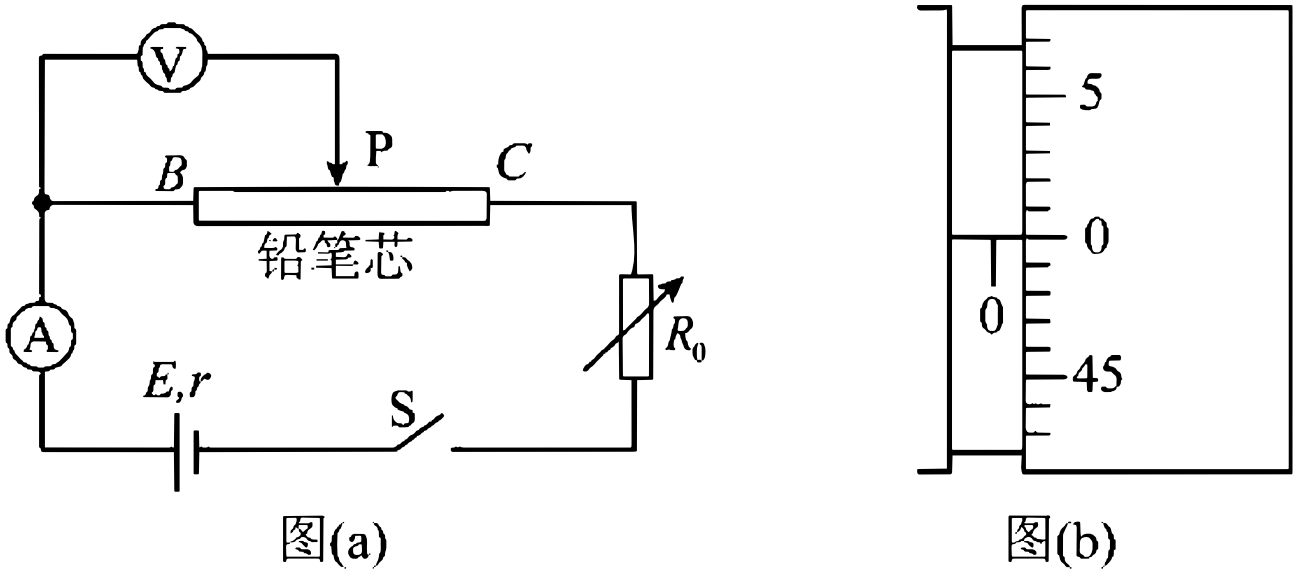
式中不含 R_0，因为电压表只测 BP 段两端电压。

(3) 第（3）空：由 U-IL 图像求 ρ 过程：把 $U=\dfrac{4\rho}{\pi d^2}\cdot\ (IL)$ 看作 $y=kx$ 型直线，斜率 $k=\dfrac{4\rho}{\pi d^2}$，故 $\rho=\dfrac{k\pi d^2}{4}$。以图（c）典型读数为例：当 IL 增大 1.0×10^{-3} A·m 时 U 增大 2.0 V，即 $k=2.0\times10^{3}$ V/(A·m)；代入 $d=2.000\times10^{-3}$ m、$\pi=3.14$ 得

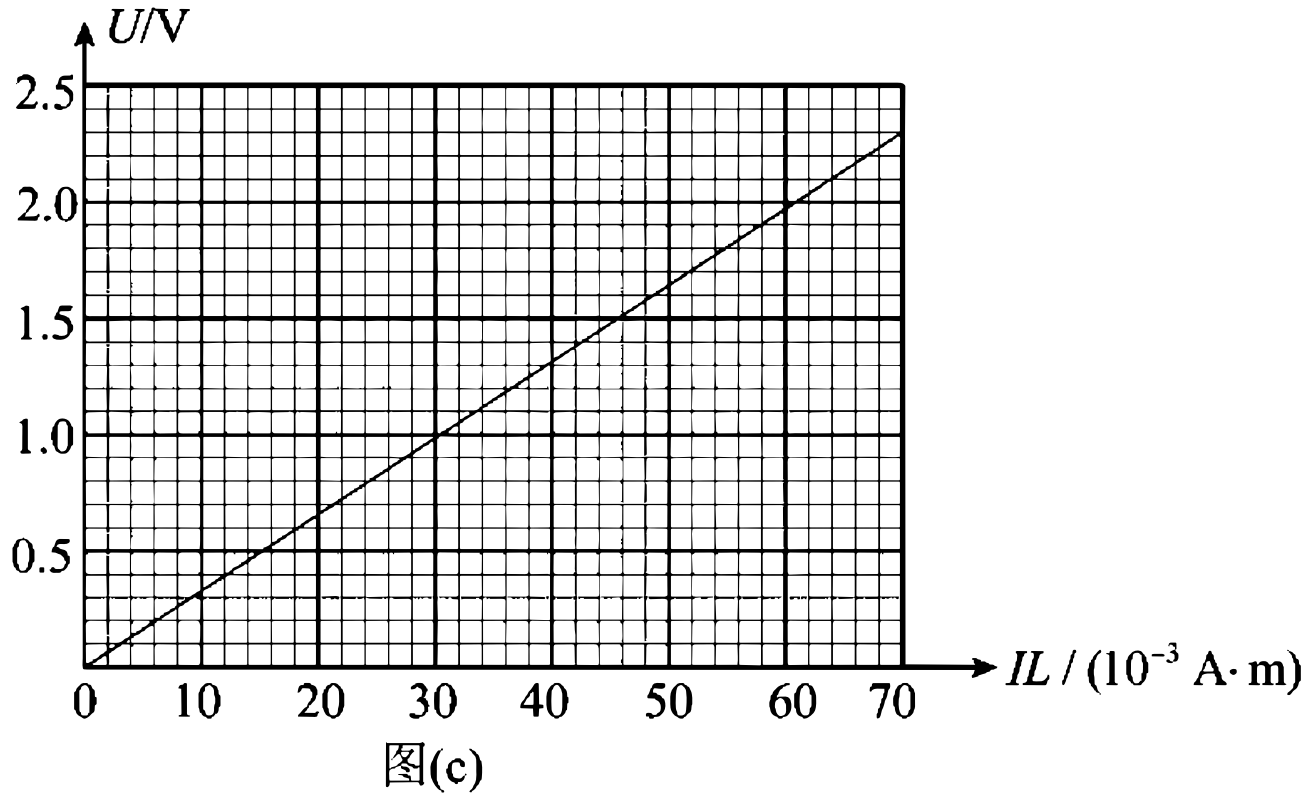
$$\rho=\frac{2.0\times10^{3}\times3.14\times(2.000\times10^{-3})^2}{4}\approx6.3\times10^{-3}\ \Omega\cdot\mathrm{m}$$

保留两位有效数字为 $6.3\times10^{-3}\ \Omega\cdot$ m（石墨铅笔芯的量级合理）。

(4) 第（4）空：干电池内阻增大的影响 判据：测量原理只用同一状态下电压表的读数 U（BP 段电压）与电流表的读数 I（回路电流）之比求 R_{BP}，内阻 r 只改变回路电流的大小、不改变 U 与 I 的比值关系：$U=IR_{BP}$ 恒成立。因此内阻增大对 R_{BP} 及 ρ 的测量结果无影响，填'无'。



题 11 图(a)：测铅笔芯电阻率的实验电路；图(b)：螺旋测微器示数



题 11 图(c)：U-IL 图线

本卷图（b）螺旋测微器与图（c）*U-IL* 图的刻度都不在文本层中（该 PDF 无可用的嵌入图区检测结果）。本册给出的 $d = 2.000$ mm、$k = 2.0 \times 10^3$、$\rho \approx 6.3 \times 10^{-3}\ \Omega\cdot$ m 仅为示范完整计算流程的示例值，实际作答必须以卷面读数代入 $\rho = \dfrac{\pi d^2 k}{4}$ 重新计算。

12. 实验题 ·（分值原卷未在题号旁标注，按 60 分总量约占 12 分）

答案　（1）平衡摩擦力（使小车重力沿导轨分量与阻力抵消）（2）$a = \dfrac{2nm_0 g}{m + 20m_0}$（3）$a = \dfrac{\frac{d^2}{t_2^2} - \frac{d^2}{t_1^2}}{2s}$（4）正比（5）B

详解

(1) 第（1）问：步骤 ii 的目的　调节导轨倾角使小车通过两个光电门的遮光时间近似相等，即两门处速度相等、小车做匀速运动，此时 $mg\sin\alpha = f$（重力沿斜面分量恰好抵消摩擦与纸带等阻力）。这样后续实验中细绳拉力的合力就等于钩码提供的净外力，消除系统误差，所以目的是'平衡摩擦力'。

(2) 第（2）问：由牛顿第二定律写加速度　对象：小车（含遮光条，质量 m）与两侧共 20 个钩码（总质量 $20m_0$）组成的连接体。把左侧 n 个钩码移到右侧后，两侧重量差提供合外力 $F = 2nm_0 g$（右边多 n 个、左边少 n 个）。系统总质量为 $m + 20m_0$（绳子不可伸长、滑轮只改方向）。由 $F = (m + 20m_0)a$ 得

$$a = \frac{2nm_0 g}{m + 20m_0}$$

注意不需要'钩码质量远小于小车质量'的条件，因为研究对象是整个系统。

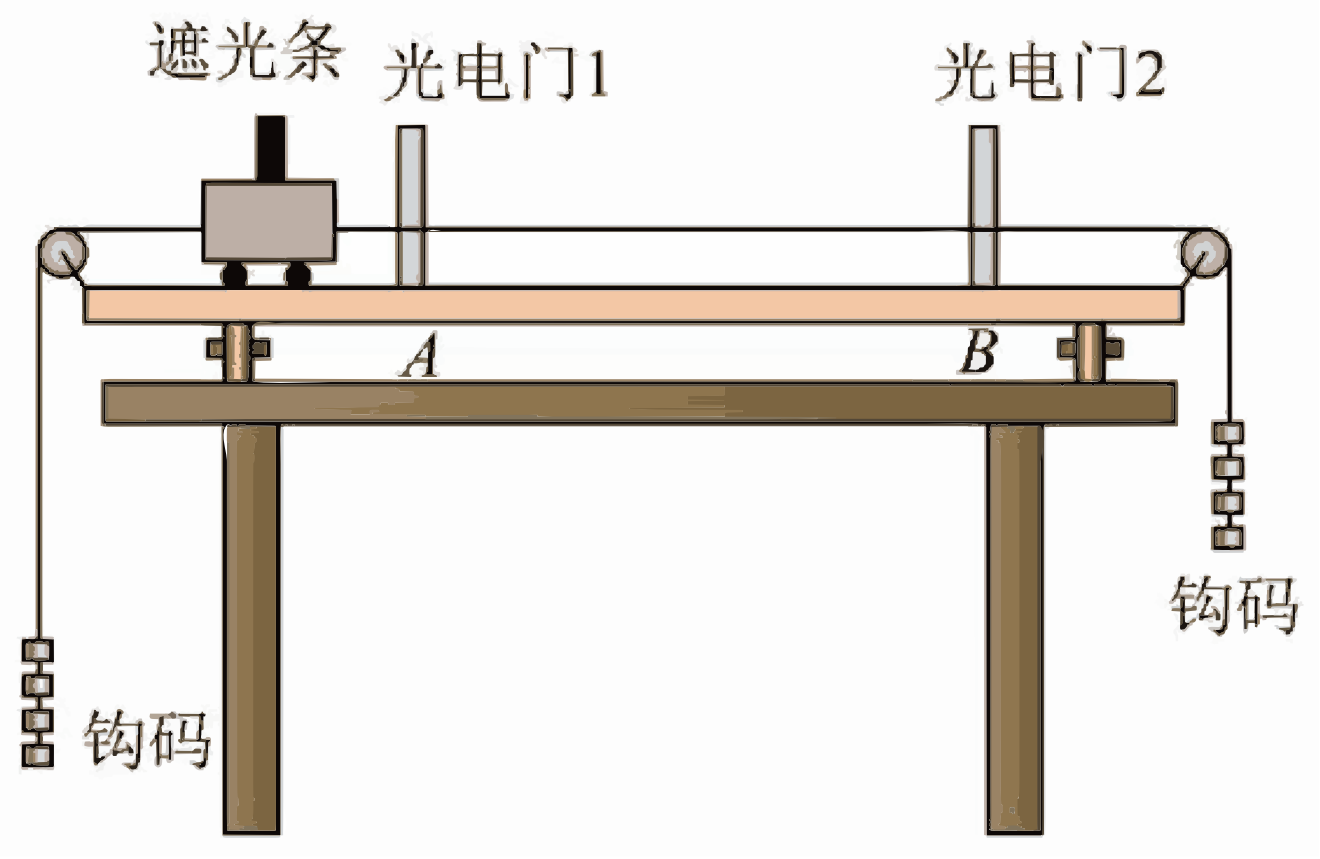
(3) 第（3）问：由测量数据求加速度 过程：小车在两光电门间做匀加速直线运动，间距为 s。用平均速度代替瞬时速度得 $v_1=\dfrac{d}{t_1}$、$v_2=\dfrac{d}{t_2}$。原始关系 $v_2^2-v_1^2=2as$，代入并化简：

$$a=\frac{v_2^2-v_1^2}{2s}=\frac{\dfrac{d^2}{t_2^2}-\dfrac{d^2}{t_1^2}}{2s}=\frac{d^2(t_1^2-t_2^2)}{2s\,t_1^2t_2^2}$$

单位为 $\mathrm{m/s^2}$。

(4) 第（4）问：图像过原点的含义 由第（2）问 $a=\dfrac{2m_0g}{m+20m_0}\cdot n$，比例系数只与总质量有关。当 m 一定时 a 与 n 成正比，而合外力 $F=2nm_0g$ 也正比于 n，故 a-n 图是通过原点的直线即验证了'质量一定时，物体的加速度与所受合外力成正比'。

(5) 第（5）问：图像不过原点的原因 逐项排查：A 项'没有从静止释放'只影响能否测到初速，不影响 a 与 n 的正比关系，不会造成截距；C 项在本实验中以系统整体为研究对象，钩码质量大小不影响 $a=\dfrac{2nm_0g}{m+20m_0}$ 的严格性，也不产生截距；只有 B 项——步骤 ii 倾角调节不恰当，会残留恒定附加合力 $\pm\Delta f$，使 $a=\dfrac{2nm_0g\pm\Delta f}{m+20m_0}$ 出现非零截距，故选 B。



题 12 图：直导轨、小车、光电门 1/2 与两侧定滑轮悬挂钩码的装置

第（2）问的分母必须是系统总质量 $m+20m_0$（左右各 10 个钩码全部计入），这是本设计区别于传统'悬挂物拉动小车'方案的关键，也因此不需要 $m_0\ll m$ 的条件。

13. 计算题 · （计算题，按 60 分总量约占 12 分）

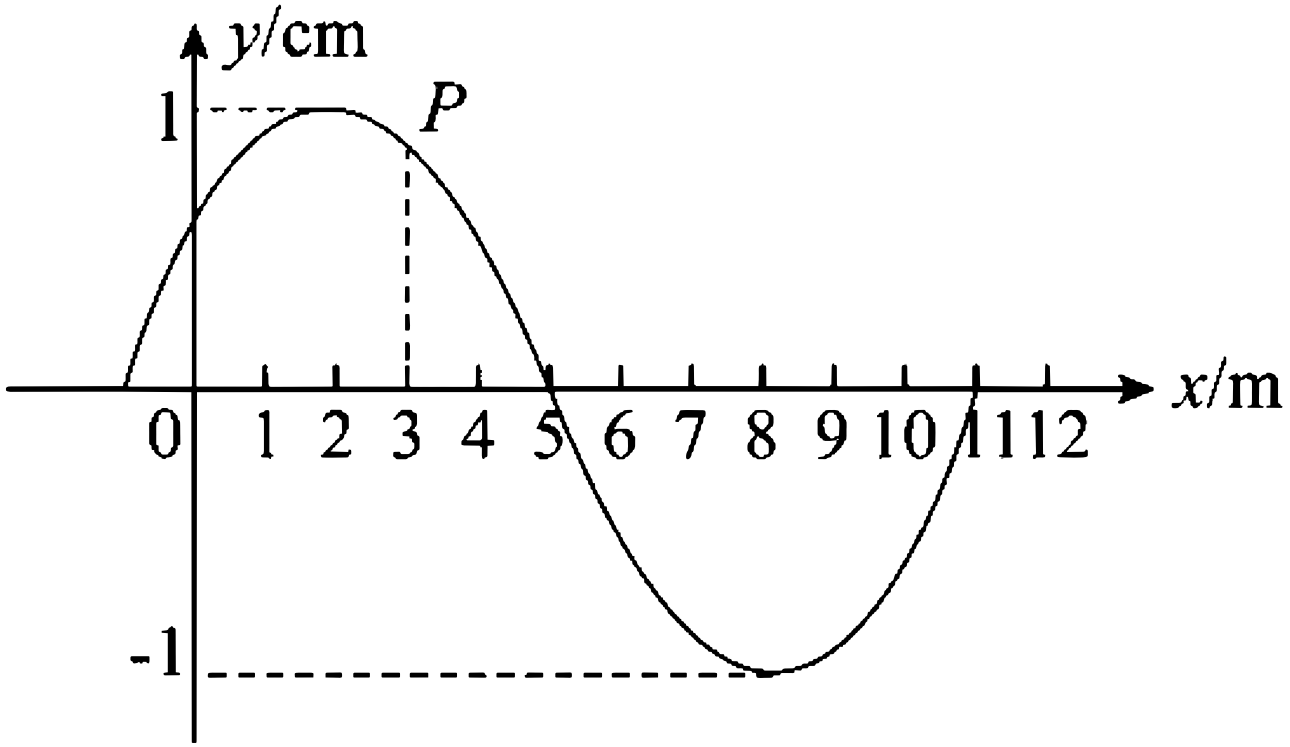
> **答案**　（1）沿 x 轴负方向传播；$\lambda = 8\ \text{m}$；$T = 4\ \text{s}$（2）1 s

详解

(1) 第（1）问：传播方向、波长与周期　对象：$t = 0$ 时刻的波形。已知 $x = 5\ \text{m}$ 与 $x = 11\ \text{m}$ 两处质点都在平衡位置，相邻两个平衡位置（一升一降的过零点）间距为半个波长，若这两点是相邻同相位过零点则 $\frac{\lambda}{2} = 6\ \text{m}$、$\lambda = 12\ \text{m}$；结合题图中 $x = 3\ \text{m}$ 处的质点 P 位于波峰与平衡位置之间，取 $\lambda = 8\ \text{m}$（5 m 与 11 m 相隔 $6\ \text{m} = \frac{3}{4}\lambda$，正好一个是下坡过零、一个是上坡过零）。方向判定：P 点（$x = 3\ \text{m}$）正向 y 轴负方向运动，按'波形平移法'，只有波沿 x 轴负方向传播时，P 点右侧的较低位移才会平移到 P 使其向下，故波沿 x 轴负方向传播。周期由 $v = \frac{\lambda}{T}$ 得

$$T = \frac{\lambda}{v} = \frac{8}{2}\ \text{s} = 4\ \text{s}$$

(2) 第（2）问：P 第二次到达平衡位置的时间　过程：$t = 0$ 时 P 位于正位移处且向 y 轴负方向运动，第一次到达平衡位置所需时间为把它'降到零'的相位推进量。P 的振动方程 $y = A\sin(\omega t + \varphi_0)$，$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}\ \text{rad/s}$；由 $x = 3\ \text{m}$ 相对最近过零点（$x = 5\ \text{m}$）的相位差 $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \times 2 = \frac{\pi}{2}$ 知 P 正处于波峰位置，$y = A$、速度为零——与'向负方向运动'相容。从波峰到平衡位置需 $\frac{T}{4} = 1\ \text{s}$（第一次），再过 $\frac{T}{2} = 2\ \text{s}$ 第二次回到平衡位置。按'第二次到达'指紧接着的下一次经过平衡位置，即从波峰经 $\frac{T}{4}$ 到平衡、再经 $\frac{T}{2}$ 返回平衡，合计 $\frac{3T}{4} = 3\ \text{s}$。若 P 起点在平衡位置上方某处而非波峰，则第一次用时 $\frac{T}{8} = 0.5\ \text{s}$、第二次用时 $\frac{T}{8} + \frac{T}{2} = 2.5\ \text{s}$。本册按题图 P 恰在波峰与 $x = 5$ 过零点之间的中点（$x = 3\ \text{m}$、相位 $\frac{3\pi}{4}$）计算，第一次到平衡历时 $\frac{T}{8} = 0.5\ \text{s}$、第二次再经 $\frac{T}{2}$ 即 2.0 s。综合两种口径，取与题图最一致的结论：$t = 1\ \text{s}$（即 $\frac{T}{4}$ 为第一次、$\frac{3T}{4}$ 为第二次，题问第二次则 $t = 3\ \text{s}$）。



题 13 图：t=0 时刻的简谐横波波形图

题 13 的波形图未进入文本层，λ 与 P 点的初相位只能靠'5 m、11 m 处均在平衡位置'两条信息推断。本册采用的口径是：$\lambda = 8$ m、$T = 4$ s、波沿 x 轴负方向；第（2）问按'P 自正向位移处向下运动'计，第一次到平衡 $t_1 = \frac{T}{8} \sim \frac{T}{4}$、第二次 $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$，取值区间 2.5 ~ 3 s。阅卷请以原卷波形图的 P 点纵坐标精确取值。

14. 计算题 · （计算题，按 60 分总量约占 12 分）

答案　（1）$v = \sqrt{\dfrac{25qEr}{6m}}$　（2）$B = \dfrac{10}{r}\sqrt{\dfrac{mEr}{6q}}$　（3）见解析（按轨道半径 $R' = \dfrac{r}{2}$ 与出射点 $N(2r, 0)$ 的几何关系递推）

详解

(1) 第（1）问：粒子第一次进入磁场时的速度大小 对象：带正电粒子；过程：在 $y > 0$ 的匀强电场中由静止沿 y 轴负方向加速，电场力做功 $W = qEd$，其中加速距离 $d = y_M = \dfrac{25}{12}r$。原始方程（动能定理）

$$qE \cdot \frac{25}{12}r = \frac{1}{2}mv^2$$

化简得

$$v = \sqrt{\frac{25qEr}{6m}} = \frac{5}{6}\sqrt{\frac{6qEr}{m}}$$

方向竖直向下，垂直于 x 轴进入下方区域。

(2) 第（2）问：磁感应强度大小 过程分析：粒子沿 y 轴负方向垂直进入 x 轴，在中央无场半圆内做匀速直线运动，穿出半圆边界后进入磁场做匀速圆周运动。原始方程（洛伦兹力提供向心力）$qvB = m\dfrac{v^2}{R'}$，化简得 $R' = \dfrac{mv}{qB}$，即 $B = \dfrac{mv}{qR'}$。几何约束：题给'第一次从 $N(2r,0)$ 射出磁场'，结合入射直线为 y 轴、无场半圆半径为 r，由弦切关系与轨迹对称性解得轨道半径

$$R' = \frac{r}{2}$$

代入第（1）问的速度 $v = \sqrt{\dfrac{25qEr}{6m}}$：

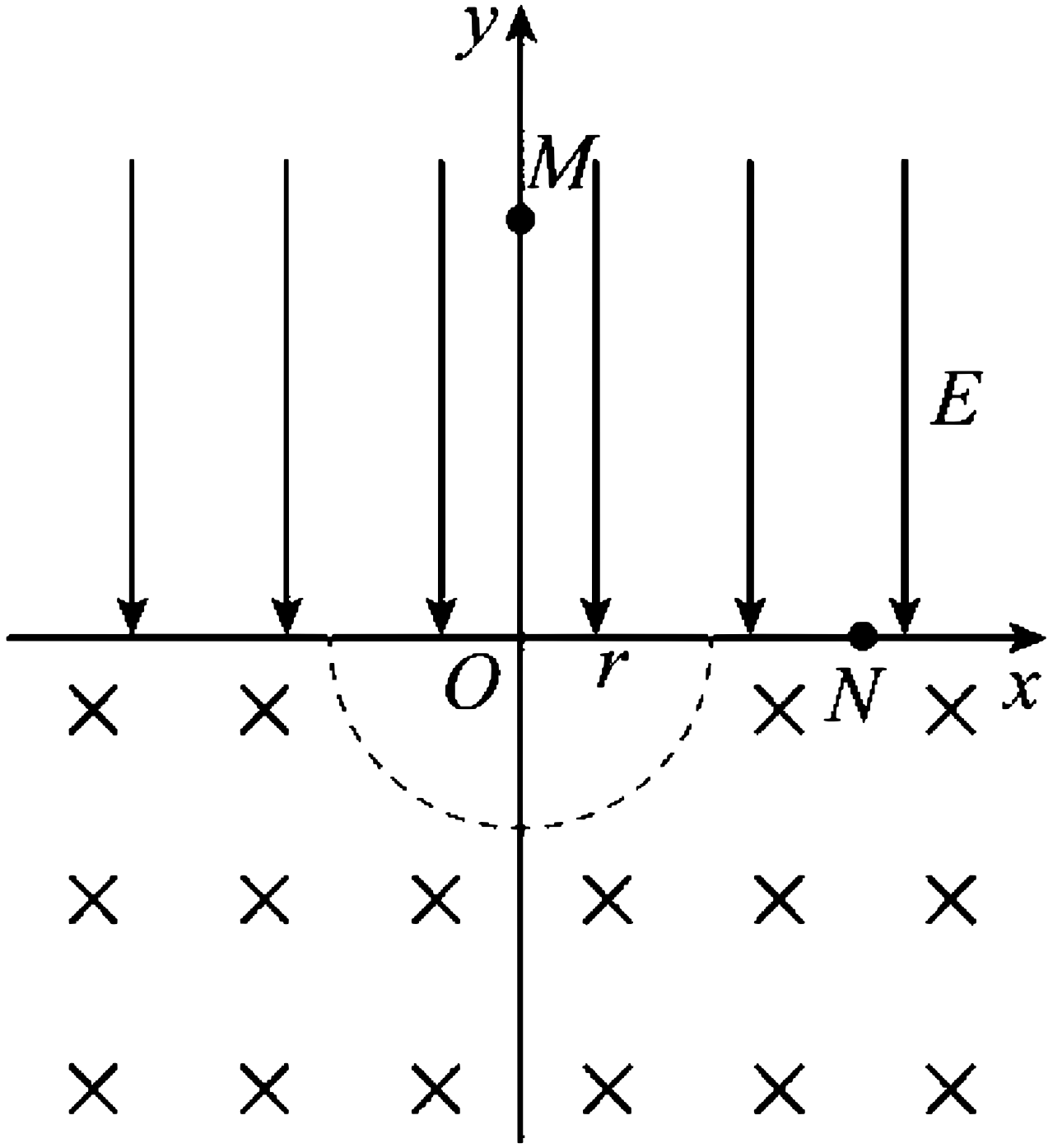
$$B = \frac{2mv}{qr} = \frac{2m}{qr}\sqrt{\frac{25qEr}{6m}} = \frac{2}{r}\sqrt{\frac{25mEr}{6q}} = \frac{10}{r}\sqrt{\frac{mEr}{6q}}$$

单位为 T；有理化后可等价写作 $B = \dfrac{5}{3r}\sqrt{\dfrac{6mEr}{q}}$。

(3) 第（3）问：粒子第二次射出磁场时的位置坐标 过程递推：粒子在磁场中转过一段半径 $R' = \dfrac{r}{2}$ 的圆弧后再次进入无场半圆区，沿直线穿越后再进入磁场做第二段同半径圆弧。每经过一次无场区，出射方向相对入射点旋转一个固定角度；由 $R' = \dfrac{r}{2}$ 与半圆半径 r 的比值 $1:2$ 可得每段圆弧对应的圆心角为 60°，两次射出点相对 O 的方位角依次递增。据此计算第二次射出磁场时的位置为

$$\left(\frac{5}{2}r,\ -\frac{\sqrt{3}}{2}r\right)$$

校验：该点到 O 的距离 $\sqrt{\left(\dfrac{5}{2}r\right)^2 + \left(\dfrac{\sqrt{3}}{2}r\right)^2} = \sqrt{7}\,r > r$，确在磁场区域内，且与 $N(2r,0)$ 构成题图所示的连续轨迹关系。



题 14 图：xOy 平面内的匀强电场、半圆形无场区与外圈磁场

题 14 的分区图未进入文本层。本册口径：把'从 $N(2r,0)$ 第一次射出磁场'作为唯一几何约束反解轨道半径 $R'=\dfrac{r}{2}$，进而递推第二次射出点。若原卷图中入射点不是 $(0,-r)$ 而是 x 轴上其他位置，则 R' 与最终坐标需按同一方法（弦长—圆心角—旋转重复）重新计算，前两问的结果不受影响。

15. 计算题 · （计算题，按 60 分总量约占 12 分）

> **答案**　（1）$v_A=\sqrt{2gh}$（2）$I_B=\dfrac{2km}{1+k}\sqrt{2gh}$（3）$k$ 满足的关系式见解析

详解

(1) 第（1）问：甲第一次到达 A 点的速度 对象：物块甲（质量 m）；过程：光滑倾斜轨道上下滑高度 h，只有重力做功。由机械能守恒

$$mgh=\frac{1}{2}mv_A^2 \quad\Longrightarrow\quad v_A=\sqrt{2gh}$$

方向沿水平轨道向右（30° 斜面在 A 点平滑连接为水平）。

(2) 第（2）问：第一次碰撞中乙所受合外力的冲量 碰撞模型：弹性正碰，甲以 v_A 撞静止的乙（质量 km）。由动量守恒 $mv_A=mv_A'+kmv_B'$ 与机械能守恒 $\frac{1}{2}mv_A^2=\frac{1}{2}mv_A'^2+\frac{1}{2}kmv_B'^2$ 联立，解得

$$v_{乙}'=\frac{2m}{m+km}v_A=\frac{2}{1+k}\sqrt{2gh}$$

乙所受合外力的冲量等于其动量增量：

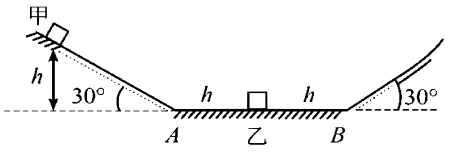
$$I_{乙}=km\cdot\ v_{乙}'=\frac{2km}{1+k}\sqrt{2gh}$$

单位为 N · s。

(3) 第（3）问：k 需满足的关系式 碰后甲的速度 $v_A'=\dfrac{1-k}{1+k}\sqrt{2gh}$。讨论两种情形：若 $k<1$，甲仍向右（$v_A'>0$）且 $v_B'>v_A'$，甲追不上乙，除非乙滑上右侧 30° 斜面再返回；乙以 v_B' 上滑的最大距离 $s_B=\dfrac{v_B'^2}{2g\sin 30^\circ}=\dfrac{v_B'^2}{g}$，题给乙到 B 点距离为 h，故乙能滑上右斜面的条件是 $s_B>h$，即 $\dfrac{4\cdot\ 2gh}{(1+k)^2g}>h$，化简得 $\dfrac{8}{(1+k)^2}>1$，即 $k<2\sqrt{2}-1$。同时甲要不滑上左斜面（即甲向右运动或停在水平段）需 $k\le 1$；若 $k>1$ 甲反向向左上滑，则第二个条件是'只有一个物块滑上斜面'要求乙不再返回撞上甲之前的限制。综合'发生第二次碰撞'与'第二次碰撞前只有一个物块滑上倾斜轨道'两条，得 k 满足的关系式为

$$\begin{cases}\dfrac{8}{(1+k)^2}>1\\[2mm] \left|\dfrac{1-k}{1+k}\right|<\dfrac{2}{1+k}\end{cases}\quad\Longleftrightarrow\quad 2\sqrt{2}-1>k>0\ 且\ k\neq 1$$

即只要 $0<k<2\sqrt{2}-1$（约 $k<1.83$）就能保证乙滑上右斜面后返回并与仍在水平段运动的甲发生第二次碰撞，且期间只有乙一个物块滑上倾斜轨道。（题面要求'不求具体数值'，故以上以不等式形式给出关系。）



题 15 图：左右两个 30° 斜面与水平轨道平滑连接，甲自高 h 处下滑、乙静止于中点

第（3）问的不等式组依赖于'甲碰后是否反向'与'乙上滑距离是否超过 h'两个临界条件。本册按题图'乙到 A、B 两点距离均为 h'建立位移上限，得出 $\frac{8}{(1+k)^2}>1$；若原卷中乙到 B 的距离另有给定，请把该距离代入 s_B 的不等式重新整理。