

物 理

得分: _____

本试题卷分选择题和非选择题两部分,共 8 页。时量 75 分钟。满分 100 分。

第 I 卷 选择题(共 44 分)

一、单选题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 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. 2020 年 3 月 15 日,中国散裂中子源(CSNS)利用中子成像技术帮助中国科学技术大学进行了考古方面的研究。散裂中子源是研究中子特性、探测物质微观结构和运动的科研装置。CSNS 是我国重点建设的大科学装置,将成为发展中国家拥有的第一台散裂中子源。下列关于中子研究的说法正确的是

- A. 放射性 β 射线其实质是高速中子流,可用于医学的放射治疗
- B. 核电站可通过控制中子数目来控制核反应剧烈程度
- C. α 粒子轰击 ${}^{14}_7\text{N}$ 生成 ${}^{17}_8\text{O}$, 并产生了中子
- D. ${}^{238}_{92}\text{U}$ 经过 4 次 α 衰变, 2 次 β 衰变, 新核与原来的原子核相比, 中子数少了 6 个

★2. 某同学为测量地铁启动过程中的加速度,他把一根细绳的下端绑上一支圆珠笔,细绳的上端固定在地铁的竖直扶手上。在地铁某段稳定加速过程中,细绳偏离了竖直方向如图所示,拍摄方向跟地铁前进方向垂直。为进一步探究,若把圆珠笔更换成两个质量不同的小球并用轻绳连接起来,不计空气阻力,则它们的位置关系可能正确的是

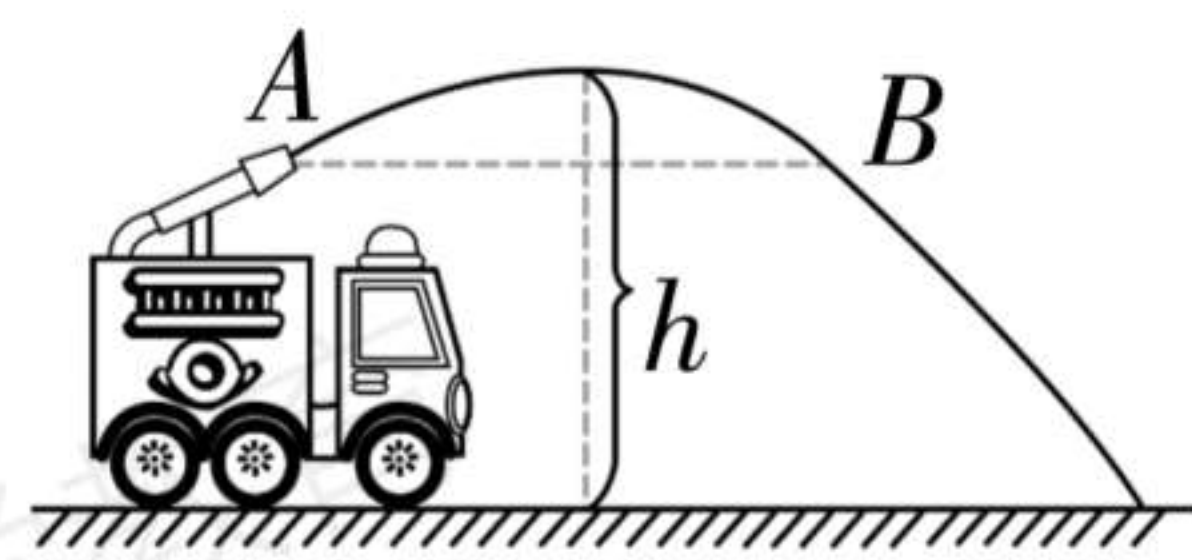


3. 2024 年 6 月 7 日是全国高考日,如图甲所示为某地消防车为高考学子们准备的最高礼仪“过水门”,寓意着鲤鱼跃龙门,祝所有考生金榜题名! 其中一辆消防车喷出的水柱如图乙所示, A 点为喷水口, B 点为水柱与 A 等高点, 水柱最高点到地面的距离为 h , 不计空气阻力, 下列说法正确的是

号
学
题
答
要
姓
不
内
线
封
密
班
级
校
学

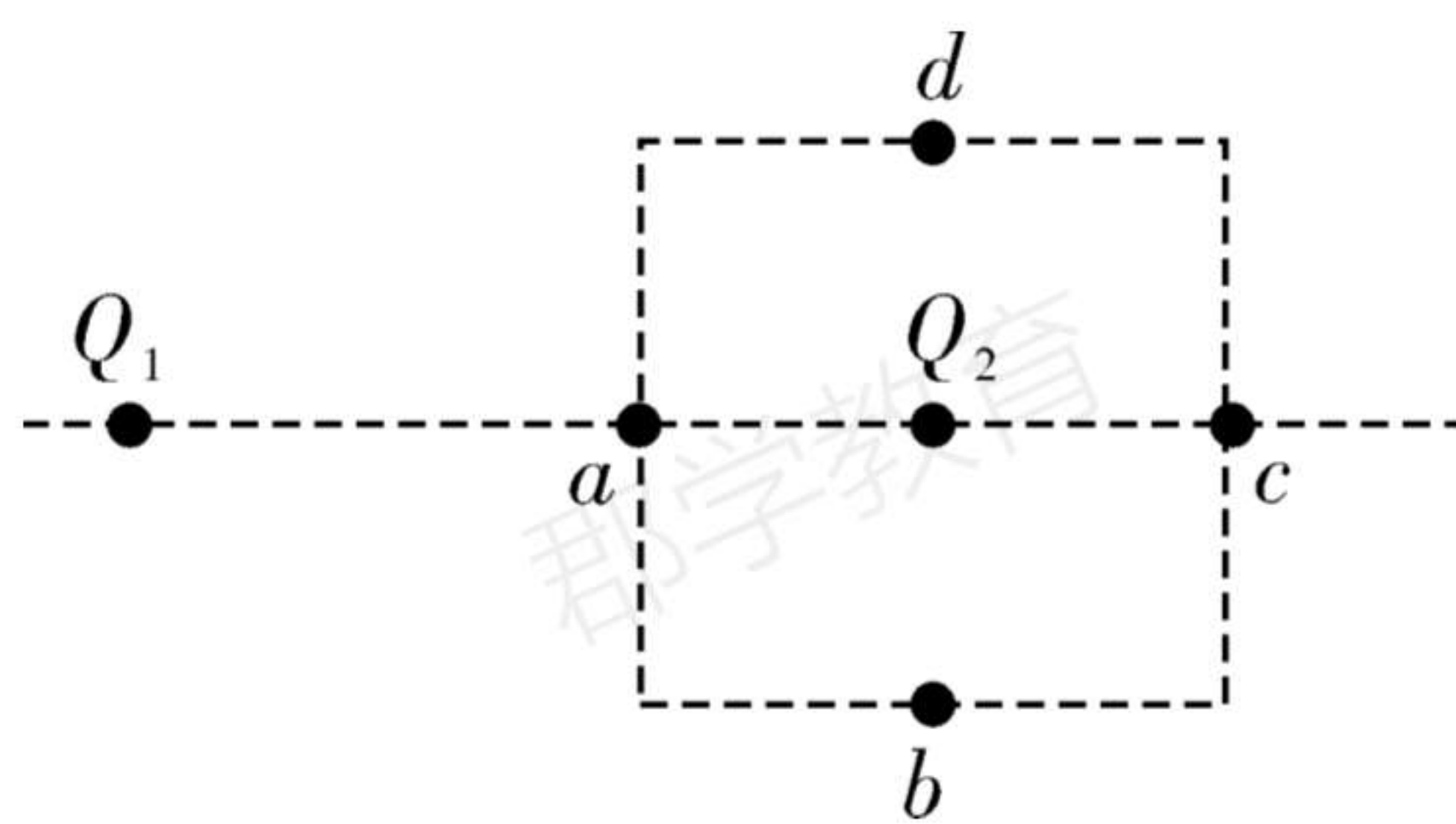


甲

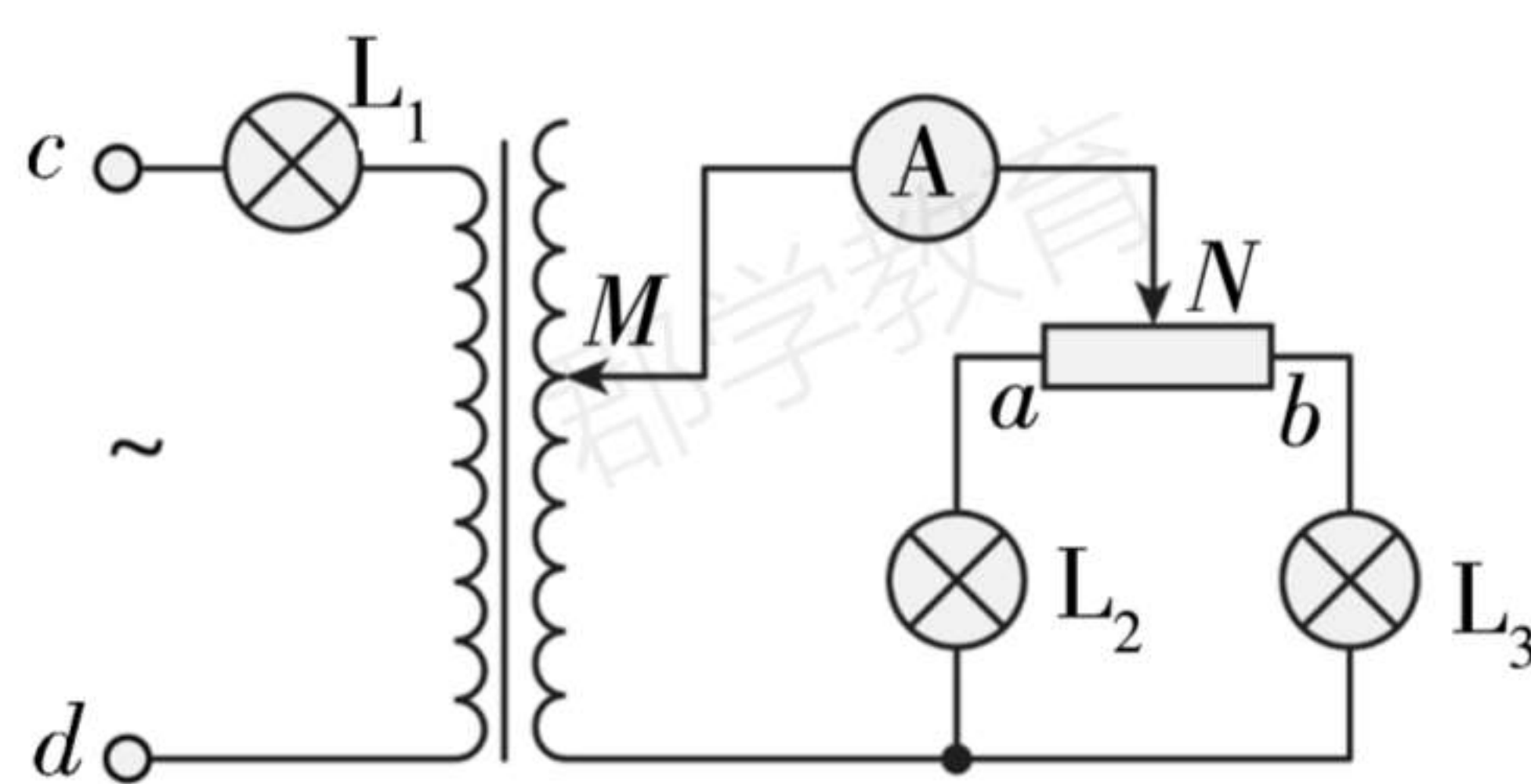


乙

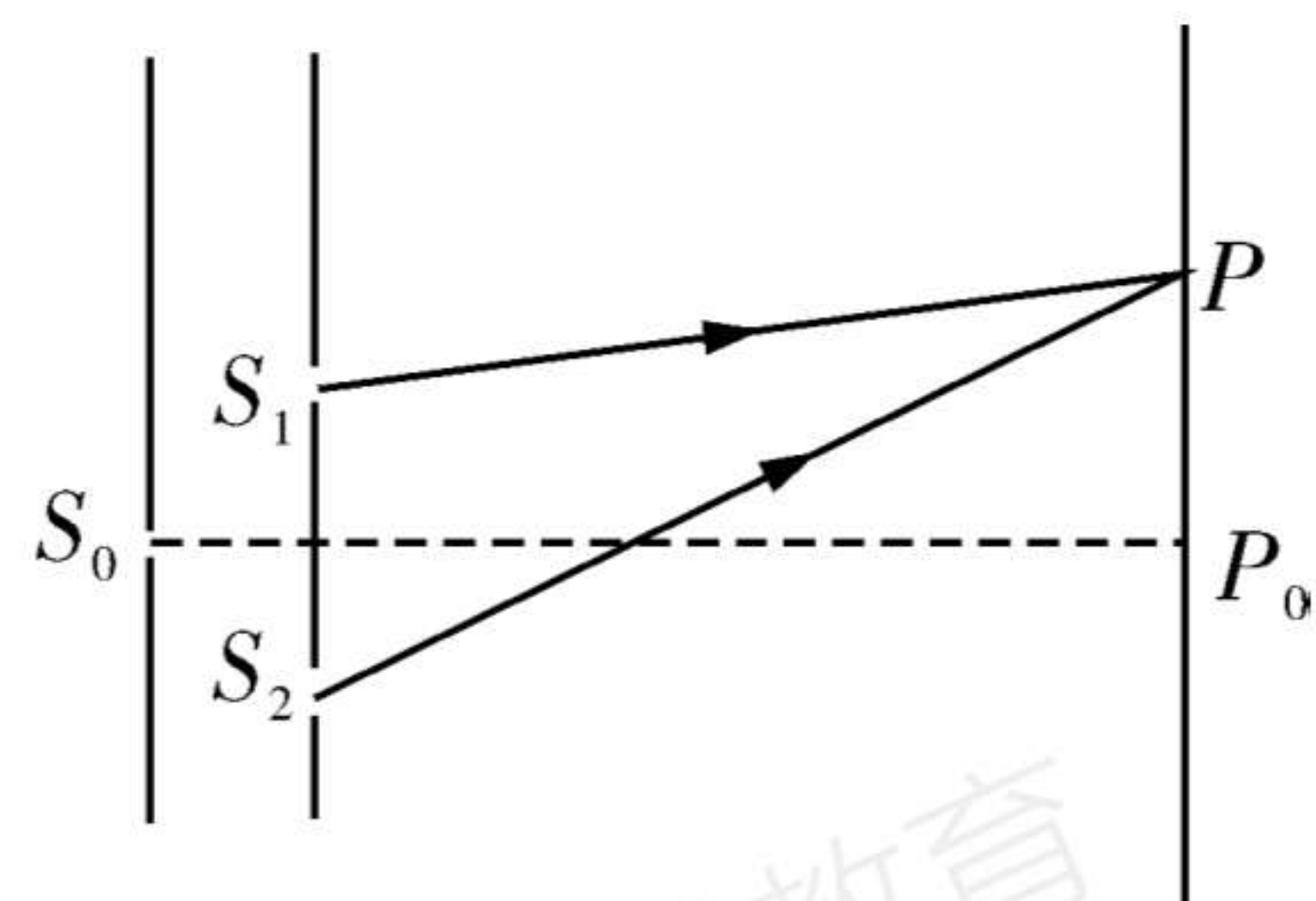
- A. 水在空中处于超重状态
 - B. h 越大,水在空中运动的时间越短
 - C. 不论 h 为多大,水在空中运动的时间相同
 - D. 水从 A 点运动到 B 点的时间为 A 点运动到最高点时间的 2 倍
4. 如图, Q_1 、 Q_2 为两相距 L 的固定正点电荷, a 、 b 、 c 、 d 是以 Q_2 为中心、边长为 r ($r < L$) 的正方形四条边的中点, a 、 c 在 Q_1 、 Q_2 连线上。已知 a 点场强为零, 则下列判断错误的是



- A. b 、 d 两点的场强相同
 - B. b 、 d 两点的电势相等
 - C. Q_1 的电荷量大于 Q_2 的电荷量
 - D. a 、 b 间的电势差大于 b 、 c 间的电势差
5. 如图所示, c 、 d 两接线柱间接入电压恒定的交流电, 三个灯泡 L_1 、 L_2 、 L_3 的规格完全相同, 变压器可视为理想变压器, 在以下各种操作中电路元件都没有损坏, 下列说法正确的是



- A. 仅使滑片 M 上移, 灯泡 L_1 变暗
 - B. 仅使滑片 M 上移, 灯泡 L_2 、 L_3 都变亮
 - C. 仅使滑片 N 自变阻器 a 端向 b 端移动, 电流表示数一直增大
 - D. 仅使滑片 N 自变阻器 a 端向 b 端移动, 灯泡 L_3 中的电流一直增大
- ★6. 某一质检部门利用干涉原理测定矿泉水的折射率。如图所示, 单缝 S_0 、屏上的 P_0 点位于双缝 S_1 和 S_2 的中垂线上, 当双缝与屏之间的介质为空气(视为真空)或矿泉水时, 屏上相邻的干涉条纹间距分别为 Δx_1 与 Δx_2 , 当介质为矿泉水时, 屏上 P 点处是 P_0 上方的第 4 条亮条纹(不包括 P_0 点处的亮条纹)的中心。已知入射光在真空中的波长为 λ , 真空中的光速为 c , 则



A. Δx_1 小于 Δx_2

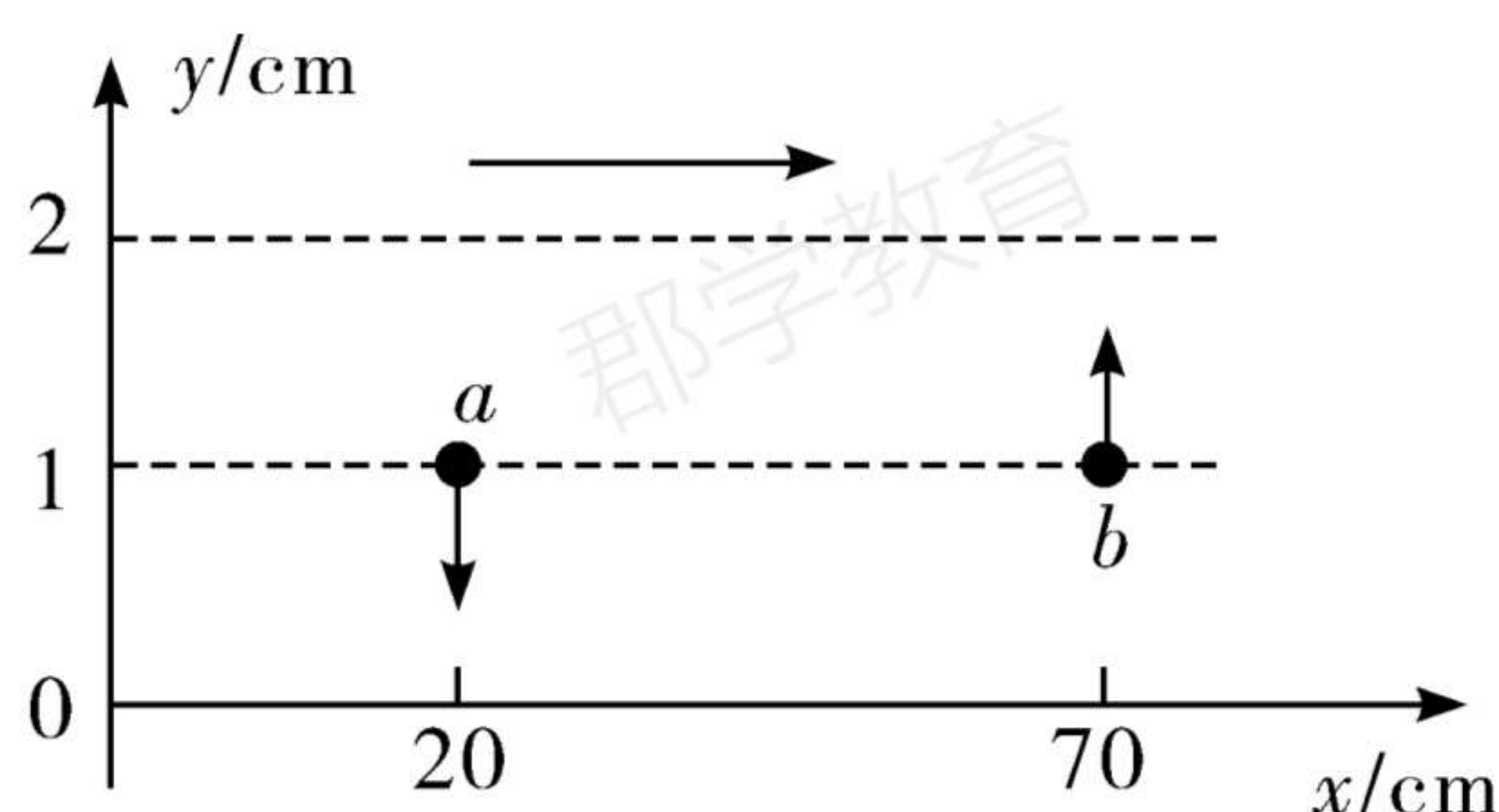
B. 该矿泉水的折射率为 $\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$

C. 当介质为矿泉水时, 来自 S_1 和 S_2 的光传播到 P 点处的时间差为 $\frac{3\lambda}{c}$

D. 仅将 S_0 水平向左移动的过程中, P 点不能观察到亮条纹

二、多选题(本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。在每小题给出的四个选项中, 有多项是符合题目要求的。全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

7. 一列简谐横波沿 x 轴的正向传播, 振幅为 2 cm, 周期为 T 。已知为 $t=0$ 时刻波上相距 50 cm 的两质点 a 、 b 的位移都是 1 cm, 但运动方向相反, 其中质点 a 沿 y 轴负向运动, 如图所示, 下列说法正确的是



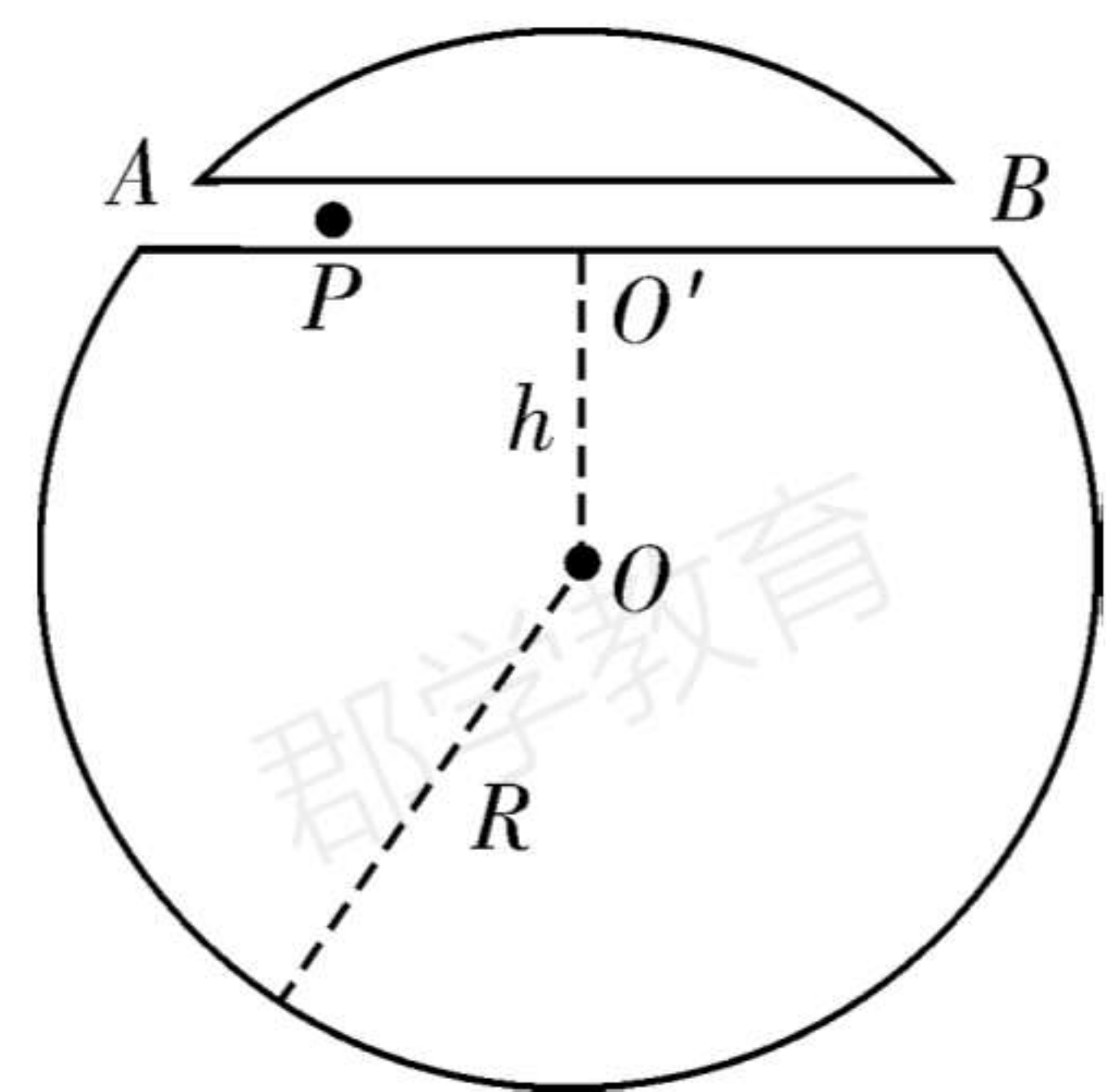
A. 该列简谐横波波长可能为 150 cm

B. 该列简谐横波波长可能为 12 cm

C. 当质点 b 的位移为 2 cm 时, 质点 a 的位移为正

D. 在 $t = \frac{5T}{12}$ 时刻质点 b 速度最大

★8. 如图为某设计贯通地球的弦线光滑真空列车隧道: 质量为 m 的列车不需要引擎, 从入口的 A 点由静止开始穿过隧道到达另一端的 B 点, O' 为隧道的中点, O' 与地心 O 的距离为 $h = \frac{\sqrt{3}}{2}R$, 假设地球是半径为 R 的质量均匀分



布的球体, 地球表面的重力加速度为 g , 不考虑地球自转影响。已知质量均匀分布的球壳对球内物体引力为 0, P 点到 O' 的距离为 x , 则

A. 列车在 P 点的重力加速度大于 g

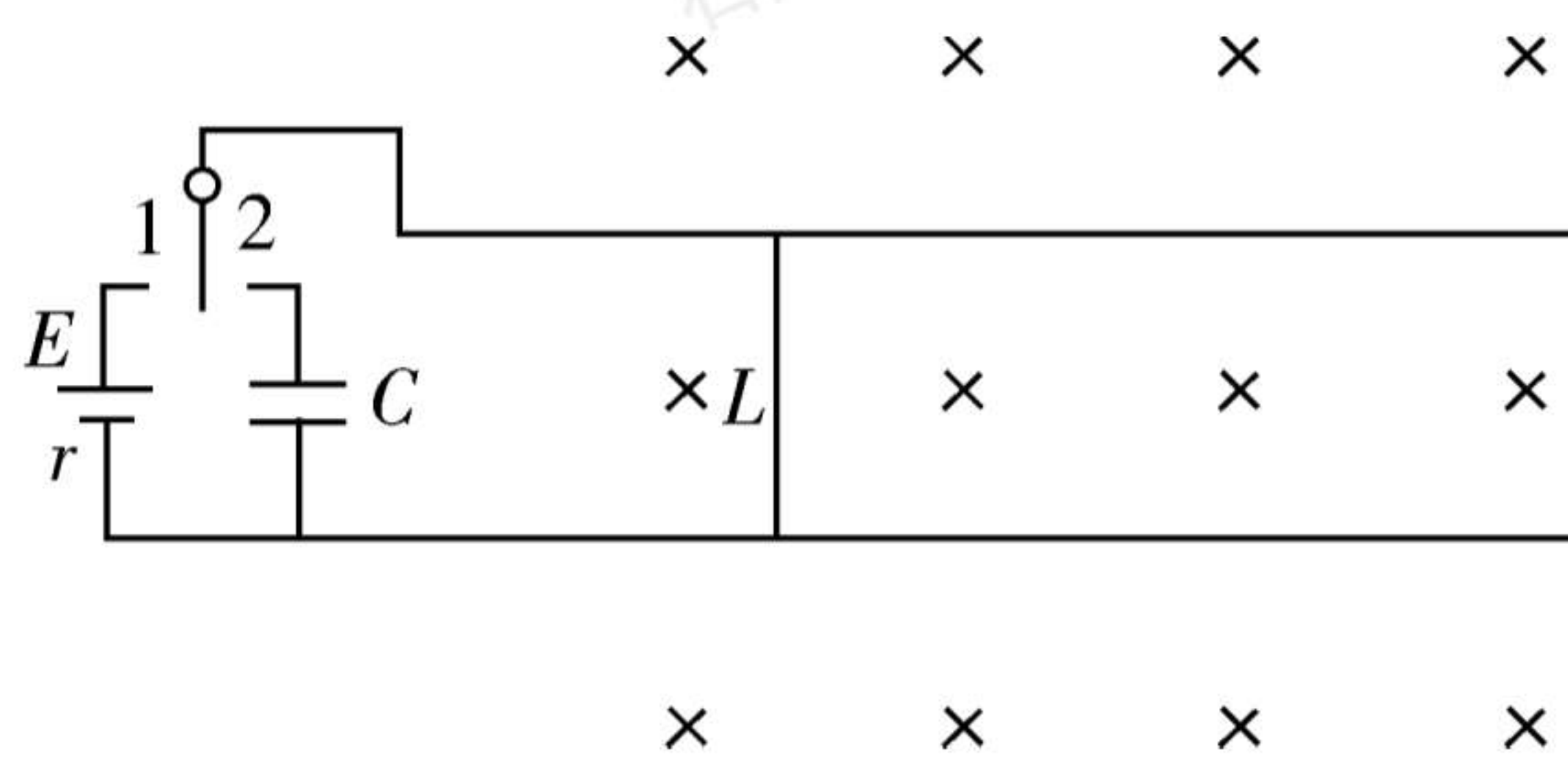
B. 列车在隧道中 A 点的合力大小为 $0.5mg$

C. 列车在 P 点的加速度 $a = \frac{R-x}{R}g$

D. 列车在 P 点的加速度 $a = \frac{x}{R}g$

★9. 如图, 空间存在垂直纸面向里的匀强磁场, 磁感应强度大小为 B 。水平光滑且足够长的平行导轨间距为 L , 电源电动势为 E , 内阻为 r , 电容器电容为 C , 开始不带电。一长度略大于 L 的导体杆垂直导轨放置, 与两导轨接触良好, 开始处于静止状态。导体杆质量为 m , 导体杆在导轨间的电阻为 R , 导轨电

阻不计。现把开关拨到 1, 导体杆开始加速, 经过足够长时间, 速度达到稳定值 v_1 。再把开关拨到 2, 导体杆开始减速, 经过足够长时间, 速度达到稳定值 v_2 。下列说法正确的是



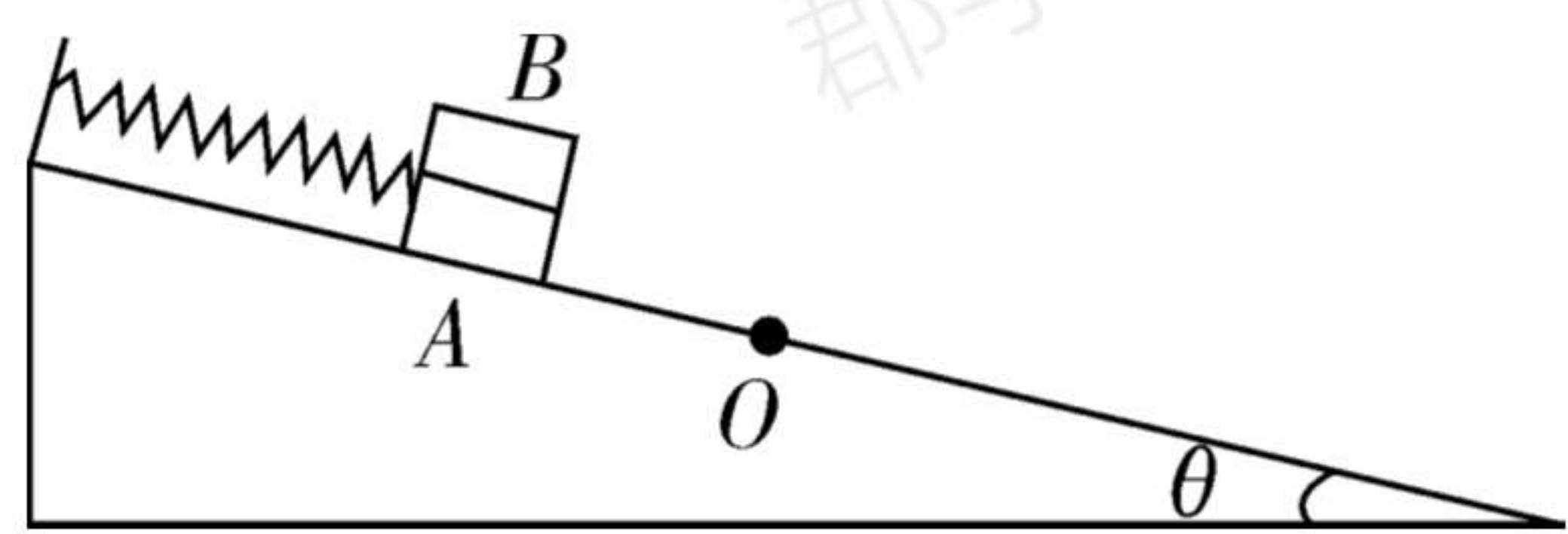
A. 开关拨到 1 瞬间, 导体杆的加速度大小为 $a_1 = \frac{BLE}{m(R+r)}$

B. $v_1 = \frac{ER}{BL(R+r)}$

C. $v_2 = \frac{mE}{BL(m+CB^2L^2)}$

D. 开关拨到 2 瞬间, 导体杆的加速度大小为 $a_2 = \frac{BLE}{m(R+r)}$

★10. 如图所示, 劲度系数为 k 的轻质弹簧一端固定在足够长斜面的顶端, 另一端与物块 A 拴接, 且与斜面平行, O 点为弹簧原长位置。斜



面的倾角为 θ , 物块 A 与斜面之间的动摩擦因数 $\mu = \frac{1}{2} \tan \theta$, 物块 B 叠放在 A 上。将两物块从 O 点上方 x_0 处由静止释放, 运动过程中 A、B 始终相对静止。已知两物块可视为质点、质量均为 m , 重力加速度为 g , 弹簧的弹性势能表达式为 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ 。则物块从释放到第一次返回最高点的过程中, 下列说法正确的是

A. 物块下滑的最大速度出现在 O 点下方距离为 $\frac{mg \sin \theta}{k}$ 位置

B. 物体 B 所受静摩擦力的最大值为 $\frac{1}{2} k \left(x_0 + \frac{mg \sin \theta}{k} \right)$

C. 系统因摩擦产生的热量为 $4mg \sin \theta \left(x_0 + \frac{mg \sin \theta}{k} \right)$

D. 物体 B 重力势能减少量为 $\frac{4m^2 g^2 \sin^2 \theta}{k}$

选择题答题卡

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| 题号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 得分 |
| 答案 | | | | | | | | | | | |

第 II 卷 非选择题(共 56 分)

三、实验题(本大题共 2 小题, 每空 2 分, 共 14 分)

★11. (6 分) 某物理兴趣小组用如图 1 所示的实验装置研究“弹簧的弹性势能与形变量之间的关系”。轻弹簧的左端固定在竖直固定挡板上, 弹簧的右端放置一个小滑块(与弹簧不拴接), 滑块的左端有一宽度为 d 的遮光条, O 点是

弹簧原长时滑块左端遮光条所处的位置。

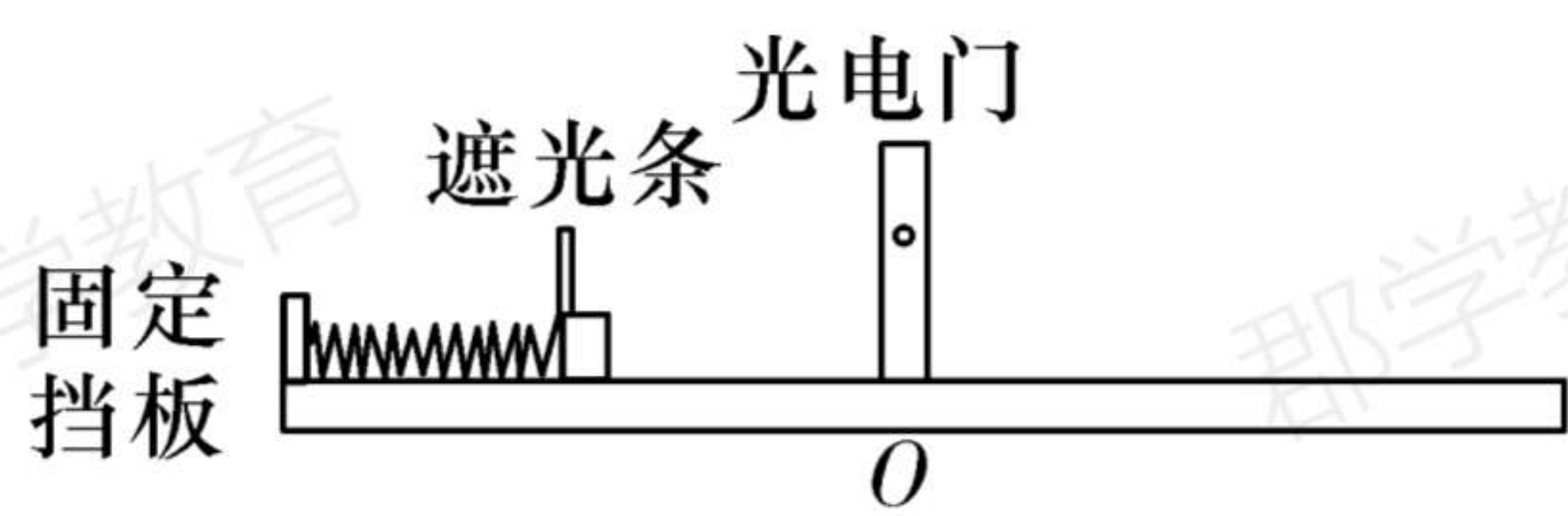


图1

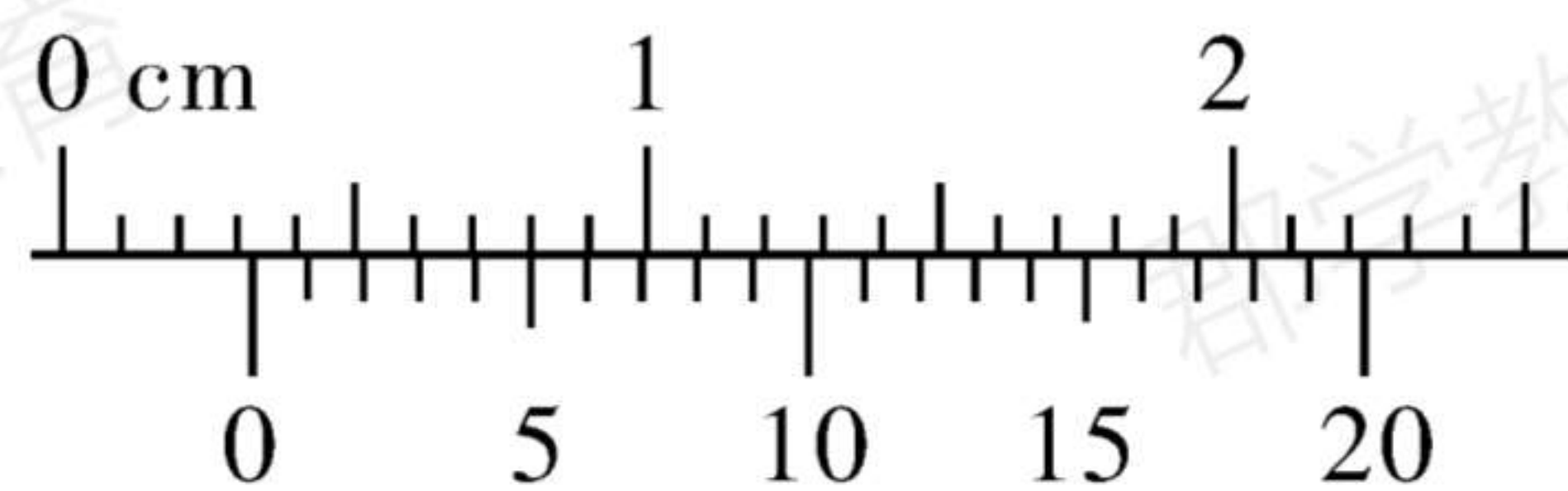


图2

(1)测遮光条的宽度:用20分度的游标卡尺测量遮光条的宽度,测量结果如图2所示,则遮光条的宽度 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm。

(2)平衡摩擦力:将长木板左端垫一小木块(图中未画出),在O点右侧不同位置分别放置光电门,使滑块压缩弹簧到确定位置并由静止释放小滑块,调整小木块位置,重复以上操作,直到小滑块上的遮光条通过光电门的时间均相等。

(3)向左侧推动滑块,使弹簧压缩一定的程度(弹簧处于弹性限度内),通过刻度尺测出滑块左端到O点的距离 x 后静止释放滑块,测量滑块经过光电门时遮光条的挡光时间 t 。

(4)重复步骤(3),测出多组 x 及对应的 t ,画出 $x - \frac{1}{t}$ 图像如图3所示。

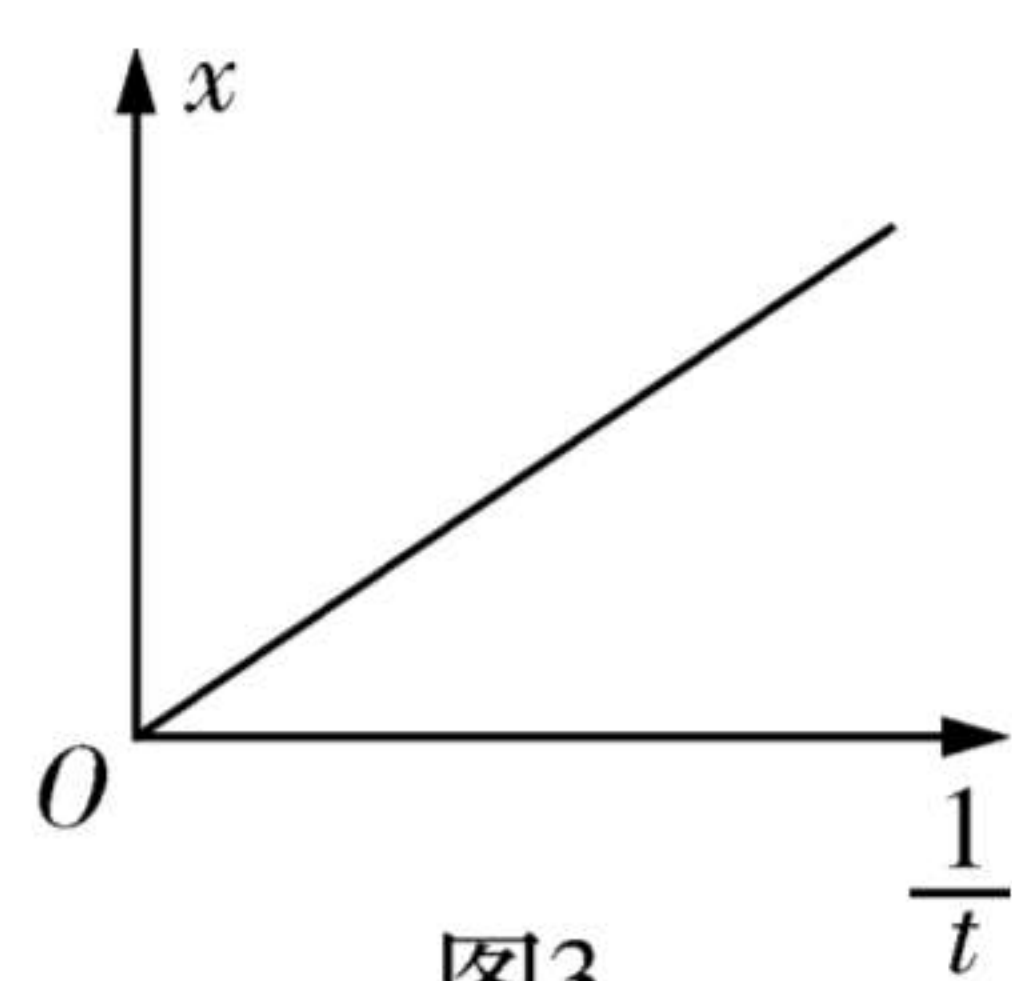


图3

(5)要测出弹簧压缩到某位置时的弹性势能 E_p ,还必须测量 (填写项序号)。

- A. 弹簧原长 l
- B. 当地重力加速度 g
- C. 滑块(含遮光条)的质量 m

(6)测得 $x - \frac{1}{t}$ 图像的斜率为 k_0 ,若轻弹簧弹性势能表达式 $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ 成立,则轻弹簧的劲度系数为 (用测得的物理量字母表示)。

12. (8分)有一个待测电压表 V ,其内阻 r 未知(约 $15 \text{ k}\Omega \sim 20 \text{ k}\Omega$)、量程在 $12 \text{ V} \sim 15 \text{ V}$ 之间,共有 N 个均匀小格,但刻度数值已经模糊。为了测量其量程及其内阻并重新标刻度值,实验室提供下列器材选用:

标准电压表 V_1 (量程为 3 V ,内阻 $r_1 = 3 \text{ k}\Omega$);

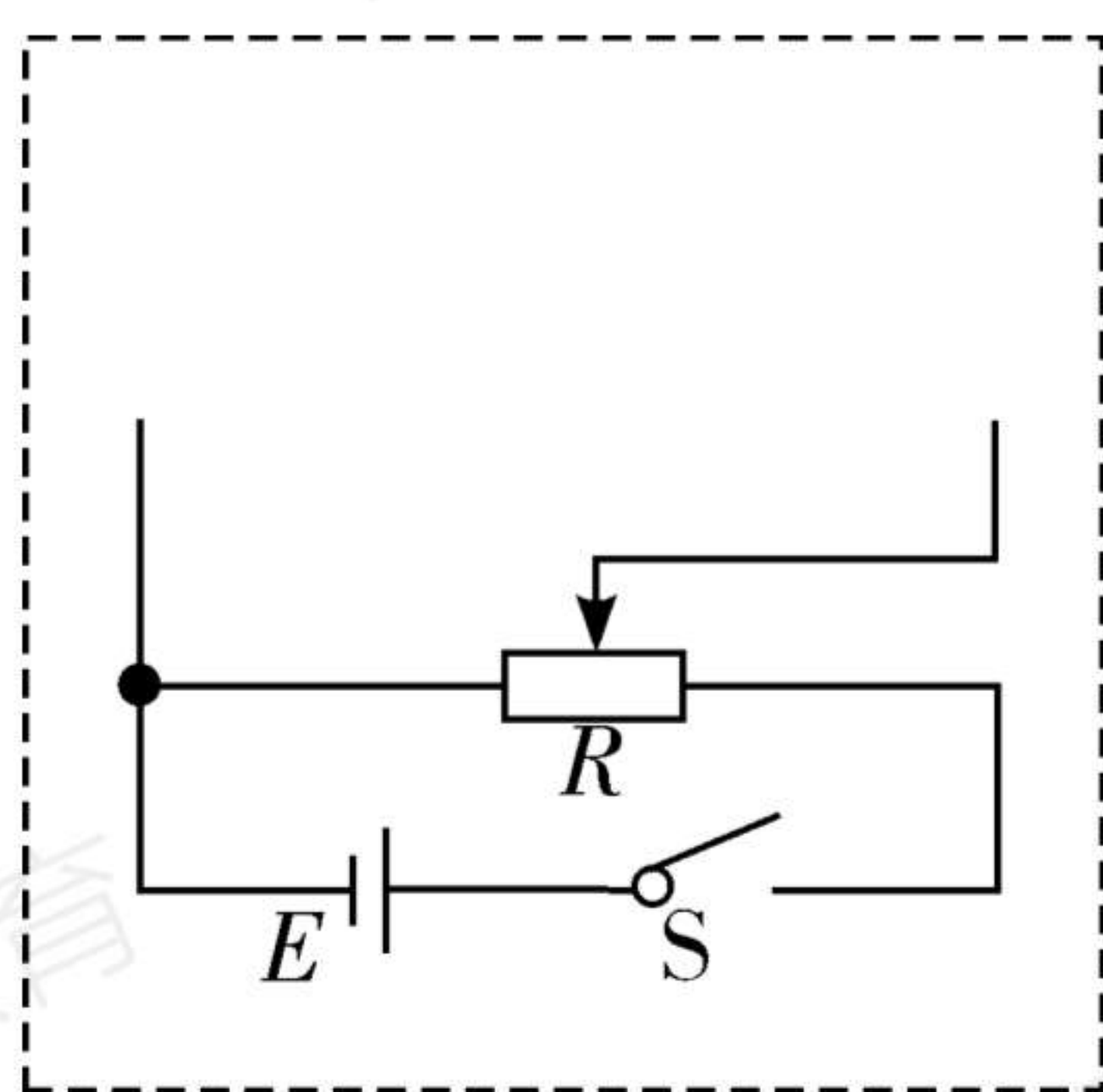
标准电压表 V_2 (量程为 15 V ,内阻 r_2 约为 $30 \text{ k}\Omega$);

滑动变阻器 R :最大阻值为 20Ω ;

直流电源 E :电动势为 15 V ,内阻不能忽略,开关、导线若干。

(1)用多用电表的欧姆挡粗略测量待测电压表的内阻,多用电表刻度盘上电阻刻度中间值为20。实验时应将选择开关拨至倍率“ \times ”(填“1”“10”或“1k”)。

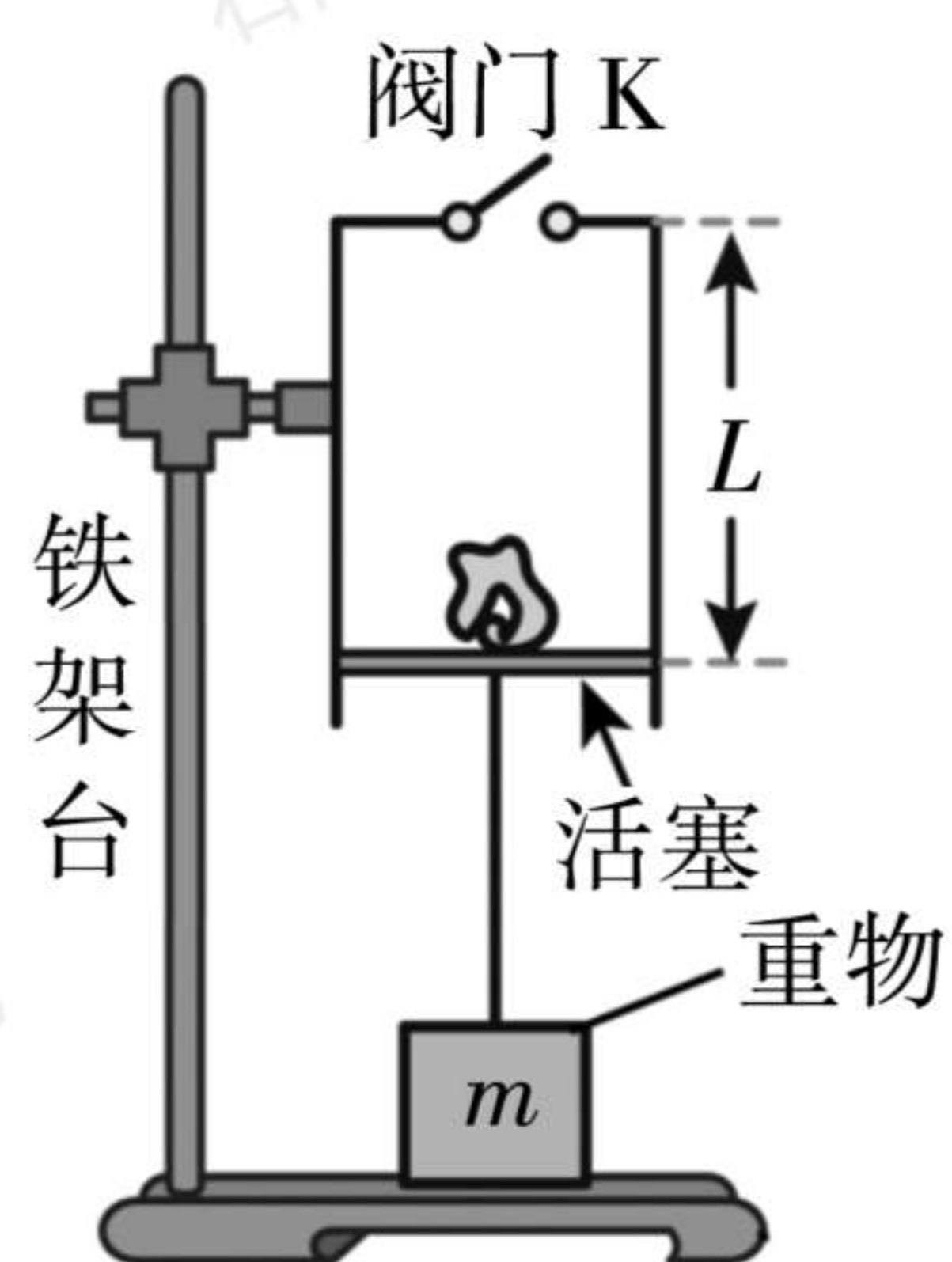
(2) 为了让电表指针均偏转到满偏的三分之一以上,且能较精确地测出待测电压表 V 的量程和内阻 r ,请在如图所示的虚线方框内将电路图补充完整,并将所选用的器材用相应的符号表示。



(3) 根据设计的电路图进行实验,调节滑动变阻器,并让待测电压表 V 的指针恰好偏转了 n 格,为了得到待测电压表 V 的量程,读出标准电压表 V_1 的示数 U_1 ,标准电压表 V_2 的示数 U_2 ,待测电压表 V 的量程为 _____,内阻为 _____。(均用测得的物理量和题中已知量的符号表示)

四、计算题(本大题共 3 小题,共 42 分。第 13 题 12 分,第 14 题 14 分,第 15 题 16 分)

13. (12 分)“拔火罐”是一种中医的传统疗法,某实验小组为了探究“火罐”的“吸力”,设计了如图所示的实验。圆柱状汽缸(横截面积为 S)被固定在铁架台上,轻质活塞通过细线与置于地面上质量为 m 的重物相连,将一团燃烧的轻质酒精棉球从缸顶的阀门 K 处扔到汽缸内,酒精棉球熄灭时密闭阀门 K (不计燃烧后棉球的体积),此时活塞下的细线刚好拉直且拉力为零,而这时活塞距缸底为 L 。由于汽缸传热良好,随后重物会被缓慢吸起,最后重物稳定在距地面 $\frac{2L}{5}$ 处。已知环境温度为 T_0 不变, $\frac{mg}{S} = \frac{1}{6}p_0$, p_0 为大气压强,汽缸内的气体可看作理想气体,求:

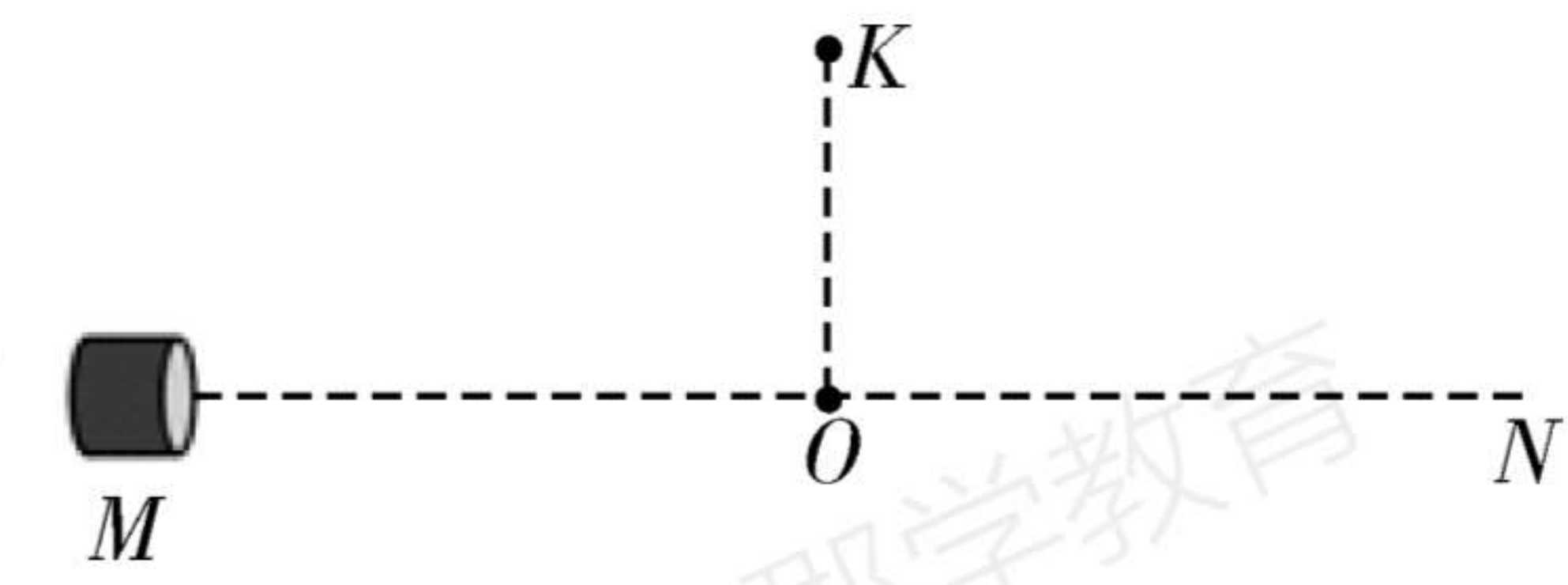


被缓慢吸起,最后重物稳定在距地面 $\frac{2L}{5}$ 处。已知环境温度为 T_0 不变, $\frac{mg}{S} =$

$\frac{1}{6}p_0$, p_0 为大气压强,汽缸内的气体可看作理想气体,求:

- (1) 酒精棉球熄灭时的温度 T 与环境温度 T_0 的比值;
- (2) 若从酒精棉球熄灭到最终稳定的过程中气体放出的热量为 $Q(Q > 0)$,求气体内能的变化。

★14. (14分)有人设计了一粒种子收集装置。如图



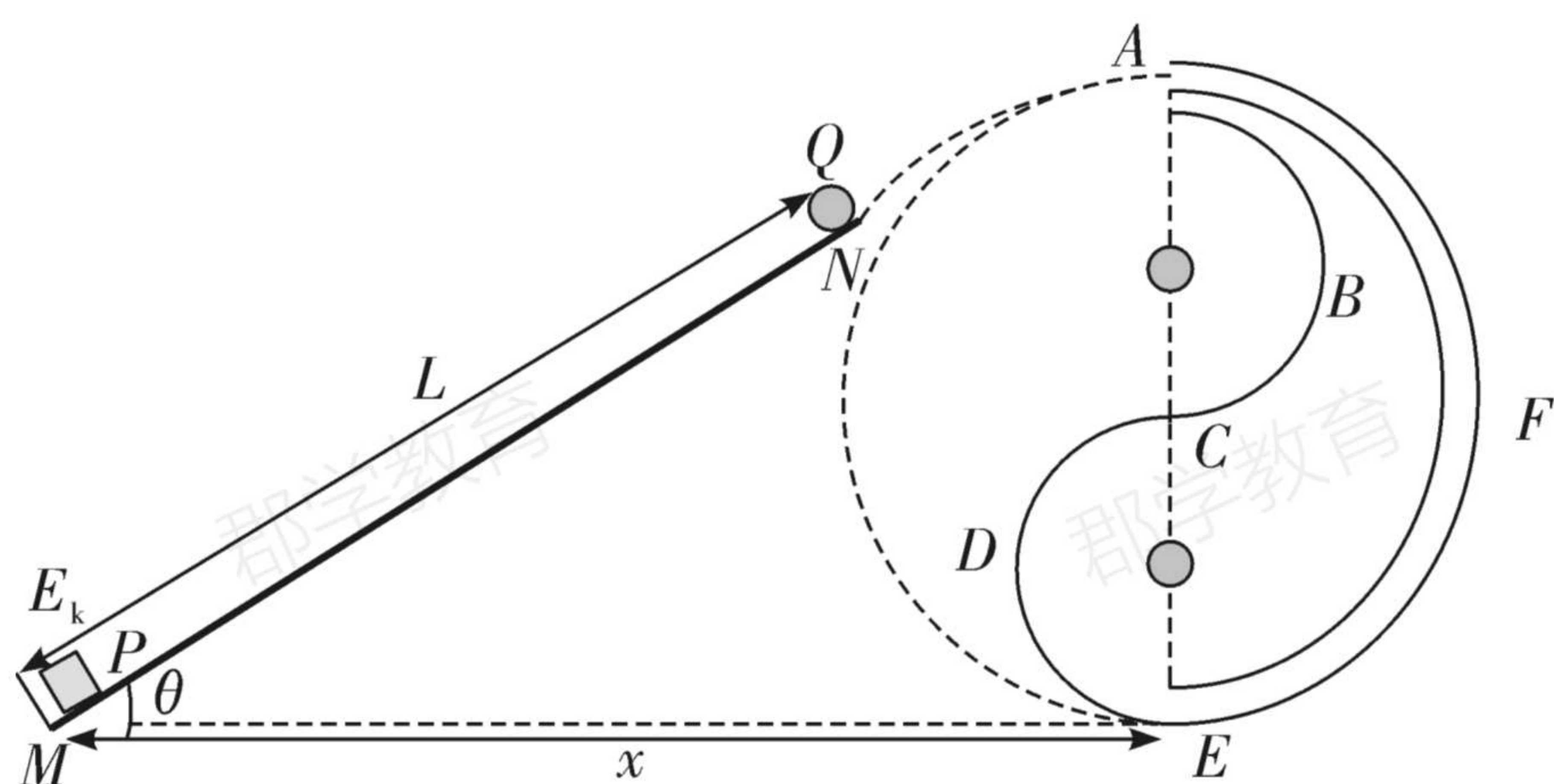
所示,比荷为 $\frac{q}{m}$ 的带正电的粒子,由固定于M点的发射枪,以不同的速率射出后,沿射线MN方向运动,能收集各方向粒子的收集器固定在MN上方的K点,O在MN上,且KO垂直于MN。若打开磁场开关,空间将充满磁感应强度大小为B,方向垂直于纸面向里的匀强磁场,速率为 v_0 的粒子运动到O点时,打开磁场开关,该粒子全被收集,不计粒子重力,忽略磁场突变的影响。

(1)求OK间的距离;

(2)速率为 $4v_0$ 的粒子射出瞬间打开磁场开关,该粒子仍被收集,求MO间的距离;

(3)在(2)问的条件下,速率为 $4v_0$ 的粒子射出后,运动一段时间再打开磁场开关,该粒子也能被收集。以粒子射出的时刻为计时零点,求打开磁场的时刻。

15. (16分) 五行八卦在中国传统文化中较为神秘, 用来推演空间时间各类事物之间的关系。有一兴趣小组制作了一个“八卦”轨道游戏装置, 如图所示, ABC 和 CDE 是半径 $r=0.3\text{ m}$ 的光滑半圆磁性轨道, AFE 是半径 $R=0.6\text{ m}$ 的光滑半圆塑料细管道, 两轨道在最高点 A 处前后略有错开(错开距离相对于两个轨道的半径都很小)。左侧有一与水平面夹角 $\theta=37^\circ$, 长度 $L=1.25\text{ m}$ 的斜面 MN , 斜面底端 M 和轨道最低点 E 在同一水平面上, 在斜面底端有一弹射器用于发射质量 $m=0.3\text{ kg}$ 的小滑块 P , 在斜面顶端 N 处有一被插销锁定的相同质量的小钢球 Q 。某次试验时, 将小滑块以初动能 $E_k=6.5\text{ J}$ 发射, 到达斜面顶端后与小钢球发生对心弹性撞击, 同时小钢球解除锁定, 小钢球恰能无碰撞进入塑料细管道的 A 点, 经塑料管道和“八卦”轨道后返回。设小钢球和磁性轨道间的磁力大小恒为 F , 方向始终与接触面垂直, 不考虑小钢球脱离磁性轨道后的磁力。小滑块在斜面上运动时受到的摩擦力大小恒定, 小滑块 P 、小球 Q 在运动中均可视为质点, 忽略空气阻力。($\sin 37^\circ=0.6, \cos 37^\circ=0.8, g=10\text{ m/s}^2$) 求:



- (1) Q 恰能无碰撞进入细管道时在 A 点的速度大小 v_A ;
- (2) 要使 Q 不脱离磁性轨道, 求所需磁力 F 的最小值;
- (3) P 从发射到与 Q 发生碰撞过程中, 斜面摩擦力对 P 做的功 W_f ;
- (4) 通过调节斜面长度 L 和 ME 间水平距离 x , 使 Q 始终能无碰撞地从 A 点进入细管道, 求发射 P 的初动能 E_k 与 x 之间的关系。