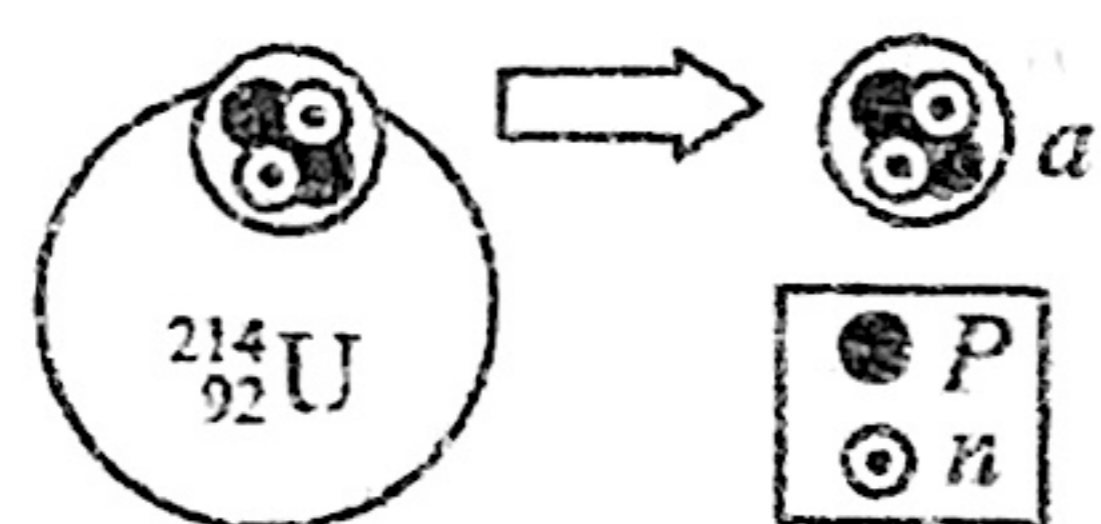


高三年级物理试卷

时限：75 分钟 满分：100 分 命题人：肖婷 审题人：张杰 芮黎明

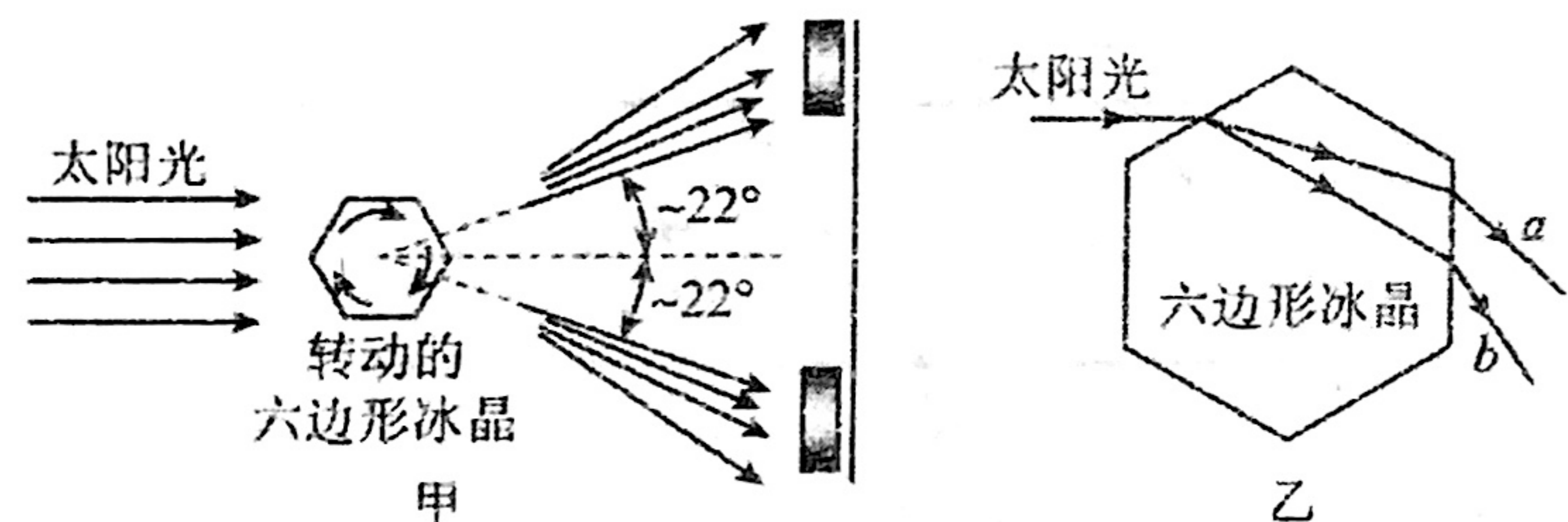
一、本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，第 1~7 题只有一项符合题目要求，第 8~10 题有多项符合题目要求。全部选对得 4 分，选对但不全得 2 分，有选错的 0 分。

1. 2021 年 4 月，中国科学院近代物理研究所研究团队首次合成新核素铀(${}^{214}_{92}\text{U}$)，并在重核区首次发现强的质子-中子相互作用导致 α 粒子形成概率显著增强的现象，如图所示为 ${}^{214}_{92}\text{U}$ 核中质子 p -中子 n 相互作用导致 α 粒子形成几率增强示意图，以下说法正确的是 ()



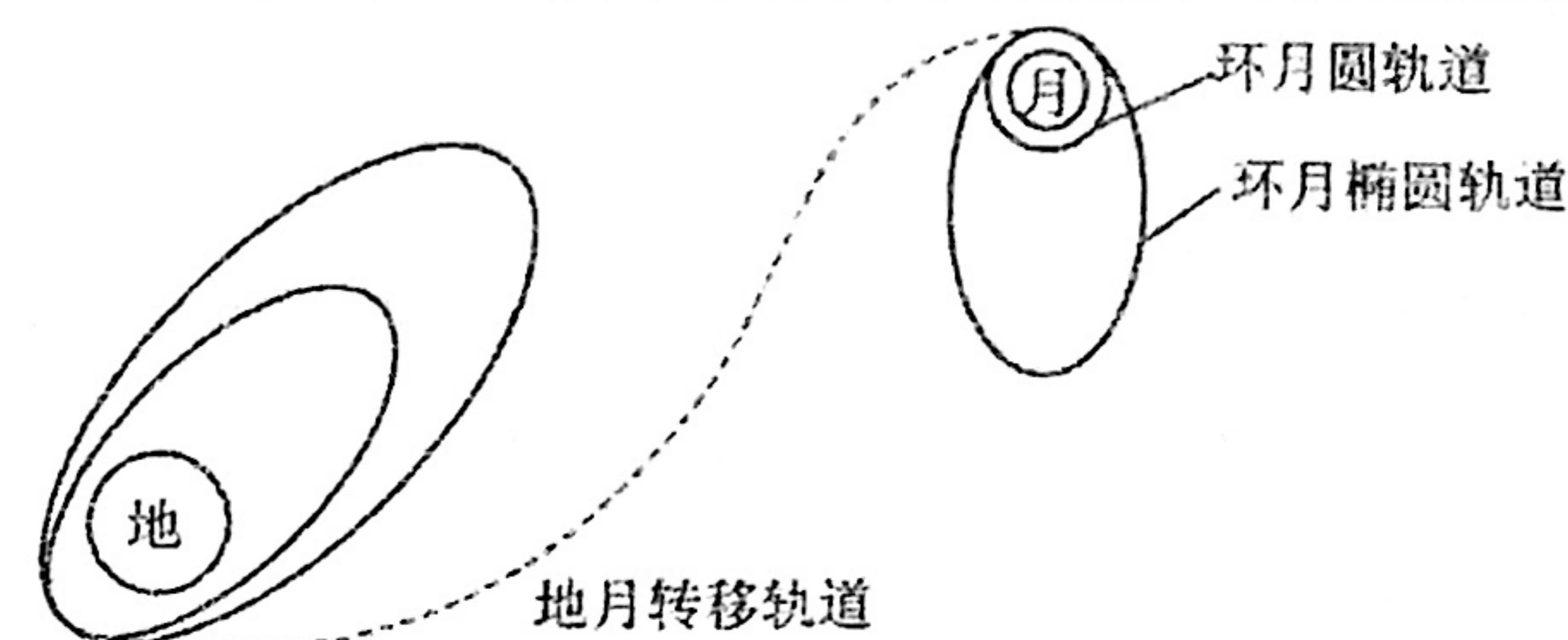
- A. 铀核(${}^{214}_{92}\text{U}$)发生核反应方程为 ${}^{214}_{92}\text{U} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{210}_{90}\text{Th}$ ，是核裂变反应
- B. 若静止的铀核(${}^{214}_{92}\text{U}$)发生衰变，产生的新核速度方向与 α 粒子速度方向可能相同
- C. 产生的新核(${}^{214}_{92}\text{U}$)从高能级向低能级跃迁时，将发射出 γ 射线
- D. α 衰变中产生的 α 粒子若经过云室，易使空气电离，其径迹细而长

2. 图甲为太阳光穿过转动的六边形冰晶形成“幻日”的示意图，图乙为太阳光穿过六边形冰晶的过程， a 、 b 是其中两种单色光的光路。下列说法正确的是 ()



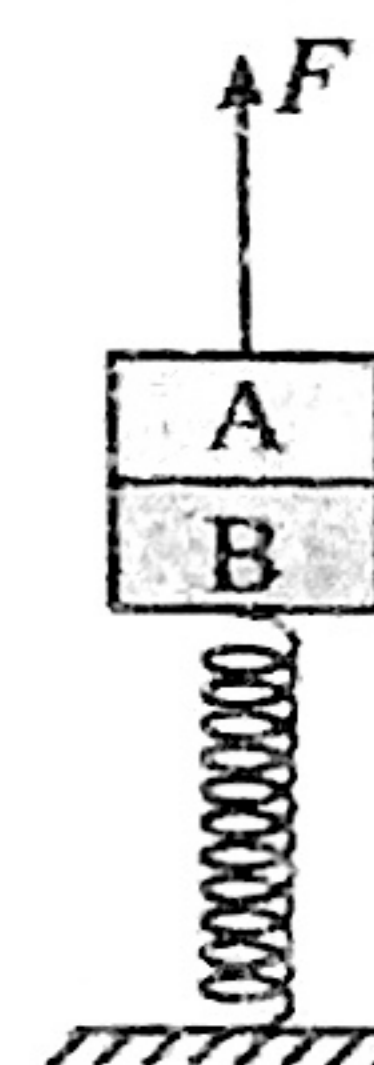
- A. 从冰晶射入空气中发生全反射时， a 光比 b 光的临界角大
- B. 用同一装置做双缝干涉实验， a 光比 b 光的干涉条纹窄
- C. 用同一装置做单缝衍射实验， a 光的中央亮条纹宽度比 b 光窄
- D. 照射在同一金属板上发生光电效应时， a 光比 b 光产生的光电子的最大初动能大

3. 2018 年 12 月 8 日 2 时 23 分，“嫦娥四号”探测器用“长征三号”乙运载火箭在西昌卫星发射中心点火升空，并于 2019 年 1 月 3 日成功实现月球背面软着陆，执行人类首次巡视月球背面的任务。“嫦娥四号”飞到月球主要分四步走，第一步为发射入轨段，实现嫦娥四号升空入轨，器箭分离；第二步为地月转移段，实现嫦娥四号进入地月转移轨道；第三步为近月制动段，在地月转移轨道高速飞行的卫星减缓速度，完成“太空刹车减速”，被月球的引力所吸引；第四步为环月飞行段，嫦娥四号环绕月球轨道飞行，实现环月降轨，最后着陆月球。关于“嫦娥四号”探测器，下列说法正确的是 ()



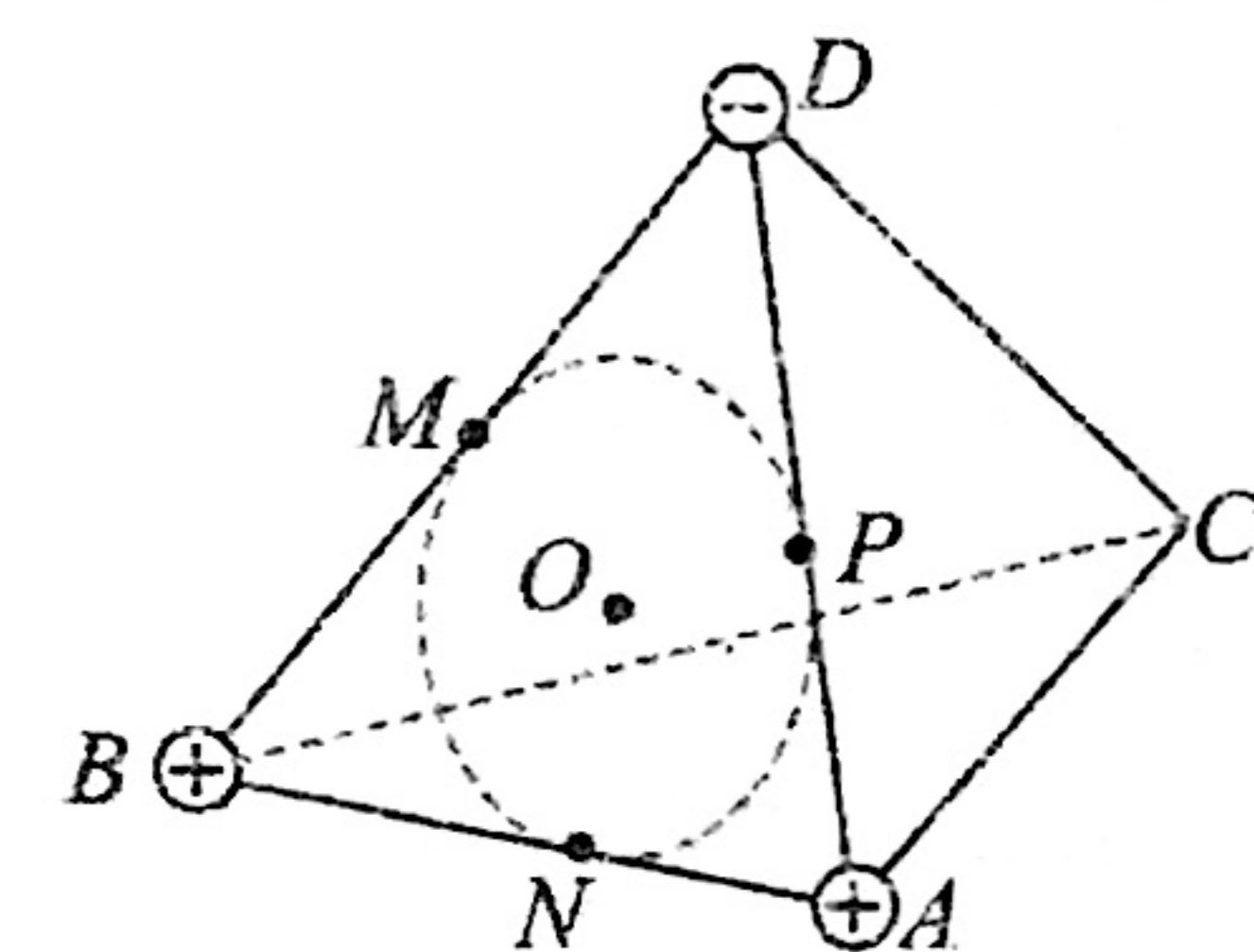
- A. 根据开普勒第三定律，探测器先后绕地球和月球做椭圆轨道运行时，其轨道半长轴的三次方与周期平方的比值相等
- B. 探测器从环月段椭圆轨道进入环月段圆轨道时，探测器的动能减小，机械能守恒
- C. 探测器由地月转移轨道进入环月轨道应减速
- D. 若已知探测器在环月段圆轨道运行的半径 r 、周期 T 和引力常量 G ，可以求出月球的密度

4. 如图所示，一轻质弹簧的下端固定在水平面上，上端叠放两个物体 A、B。(B 物体与弹簧栓接)，A 的质量为 2kg，B 的质量为 1kg，弹簧的劲度系数为 $k=100\text{N/m}$ ，初始时系统处于静止状态。现用竖直向上的恒定拉力 $F=90\text{N}$ 作用在物体 A 上，使物体 A 开始向上运动，重力加速度的大小 g 取 10m/s^2 ，空气阻力忽略不计，下列说法正确的是 ()



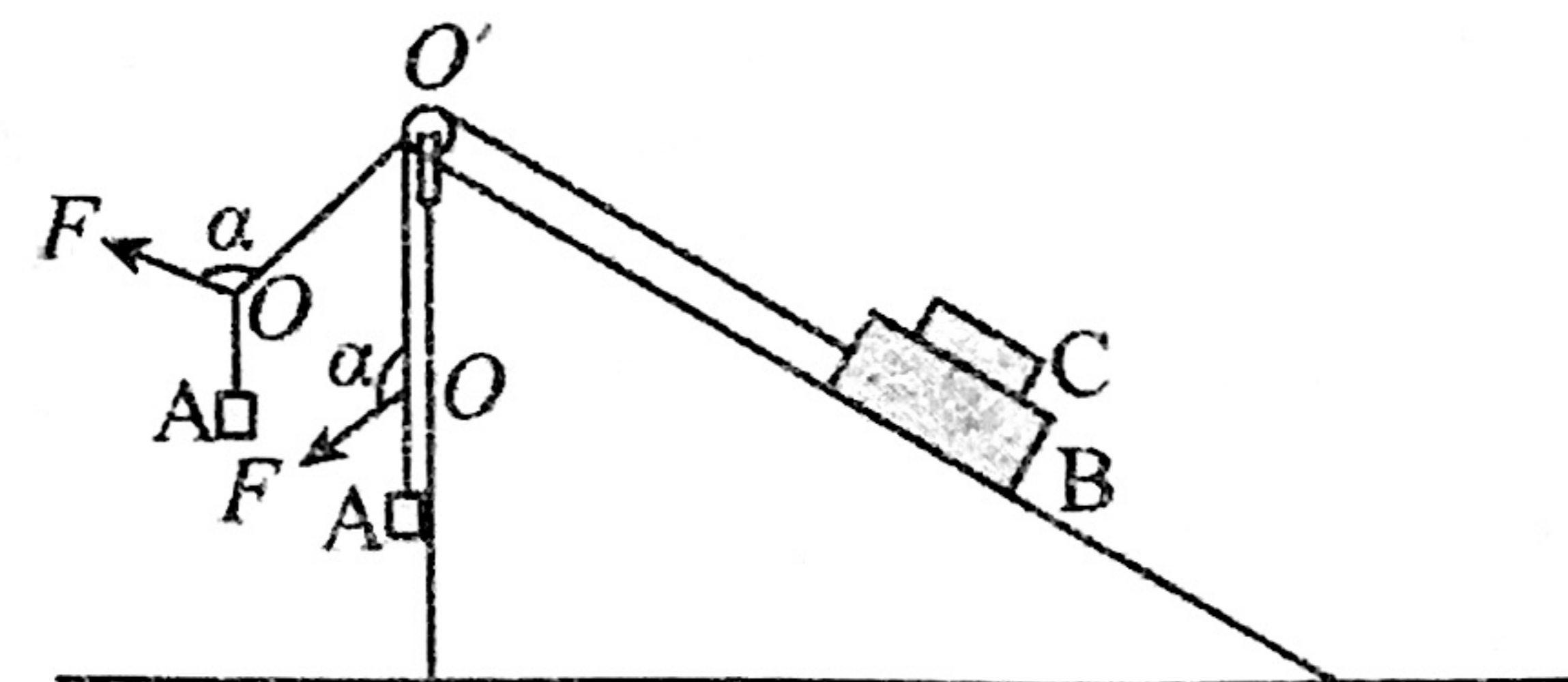
- A. F 作用瞬间，A 和 B 的加速度均为 30m/s^2
- B. B 的最大位移为 0.4m
- C. B 的速度最大时弹簧压缩量为 0.2m
- D. A 和 B 在弹簧原长处分离

5. 如图所示， $ABCD$ 是正四面体，虚线圆为三角形 ABD 的内切圆，切点分别为 M 、 N 、 P ， O 为圆心，正四面体的顶点 A 、 B 和 D 分别固定有电荷量为 $+Q$ 、 $+Q$ 和 $-Q$ 的点电荷，下列说法正确的是 ()



- A. M 、 P 两点的电场强度相同
- B. M 、 O 、 N 、 P 四点的电势 $\varphi_N > \varphi_O > \varphi_P > \varphi_M$
- C. 将带正电的试探电荷由 O 点沿直线移动到 C 点，电势能先增大后减小
- D. 将固定在 D 点的点电荷移动到 C 点，电场力做功为零

6. 如图所示，在一水平面上放置了一个顶端固定有滑轮的斜面，物块 B、C 重叠放置在斜面上，细绳的一端与 B 物体相连，另一端通过定滑轮与结点 O 相连，结点处还有两段细绳，一段连接重物 A，另一段用外力 F 拉住，现用外力 F 使物块 A 缓慢向上运动，将 OO' 由竖直拉至水平，拉动过程中始终保证夹角 $\alpha=120^\circ$ ，且绳子 OO' 始终拉直，物块 B 和 C 以及斜面体始终静止，则下列说法正确的是 ()

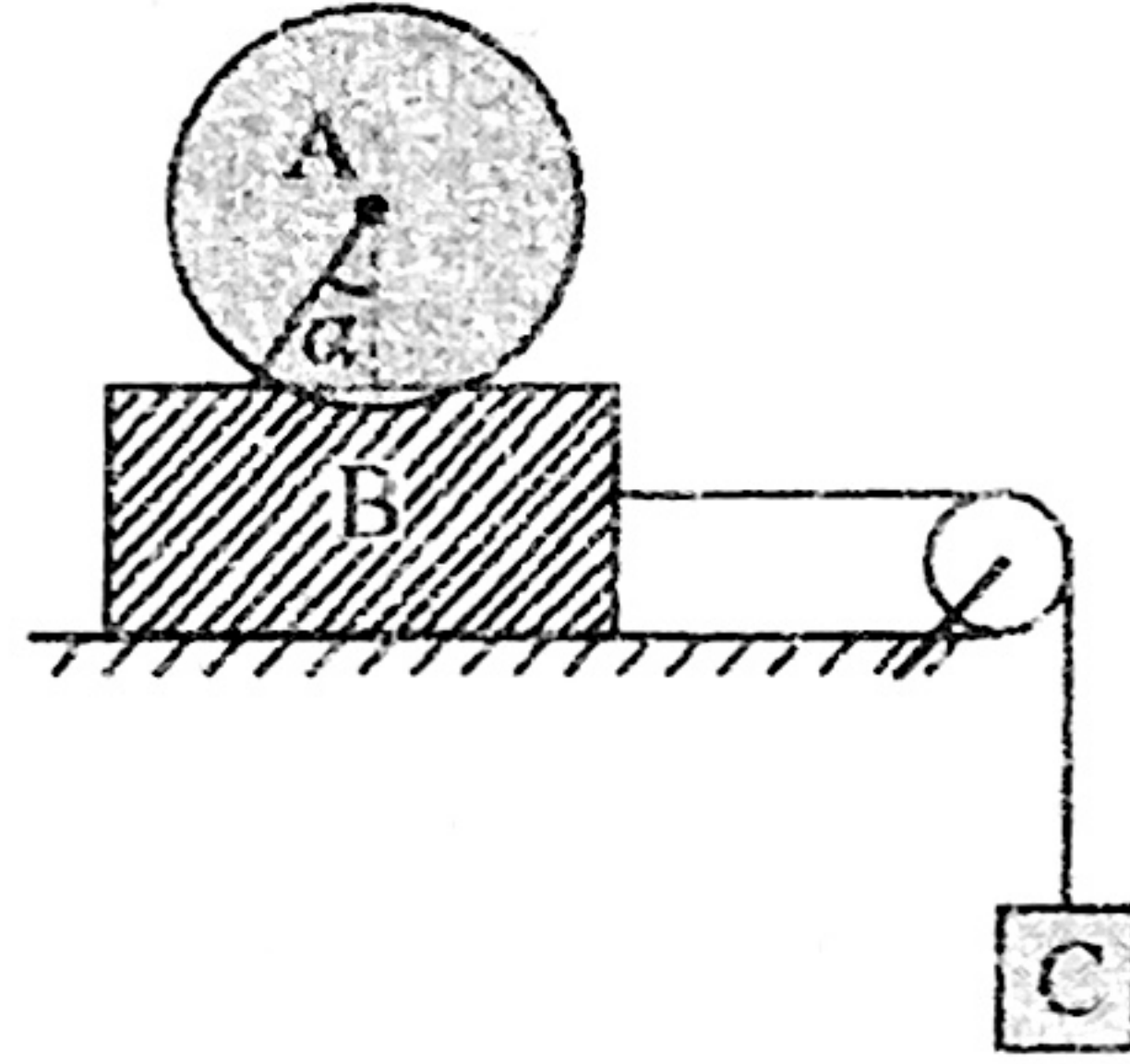


- A. 绳子 OO' 中的力始终减小
- B. B 对 C 的摩擦力一直在增大
- C. 斜面对 B 的摩擦力可能一直在减小
- D. 地面对斜面体的摩擦力先增大后减小

7. 在均匀介质中, 两波源分别位于 $x = -10\text{m}$ 和 $x = 10\text{m}$ 处, 产生的简谐横波沿 x 轴相向传播, 波速均为 2m/s 。 $t = 0$ 时刻两波源同时开始振动, 且振动方程均为 $y = 4\sin(\pi t)\text{cm}$, 下列说法正确的是 ()

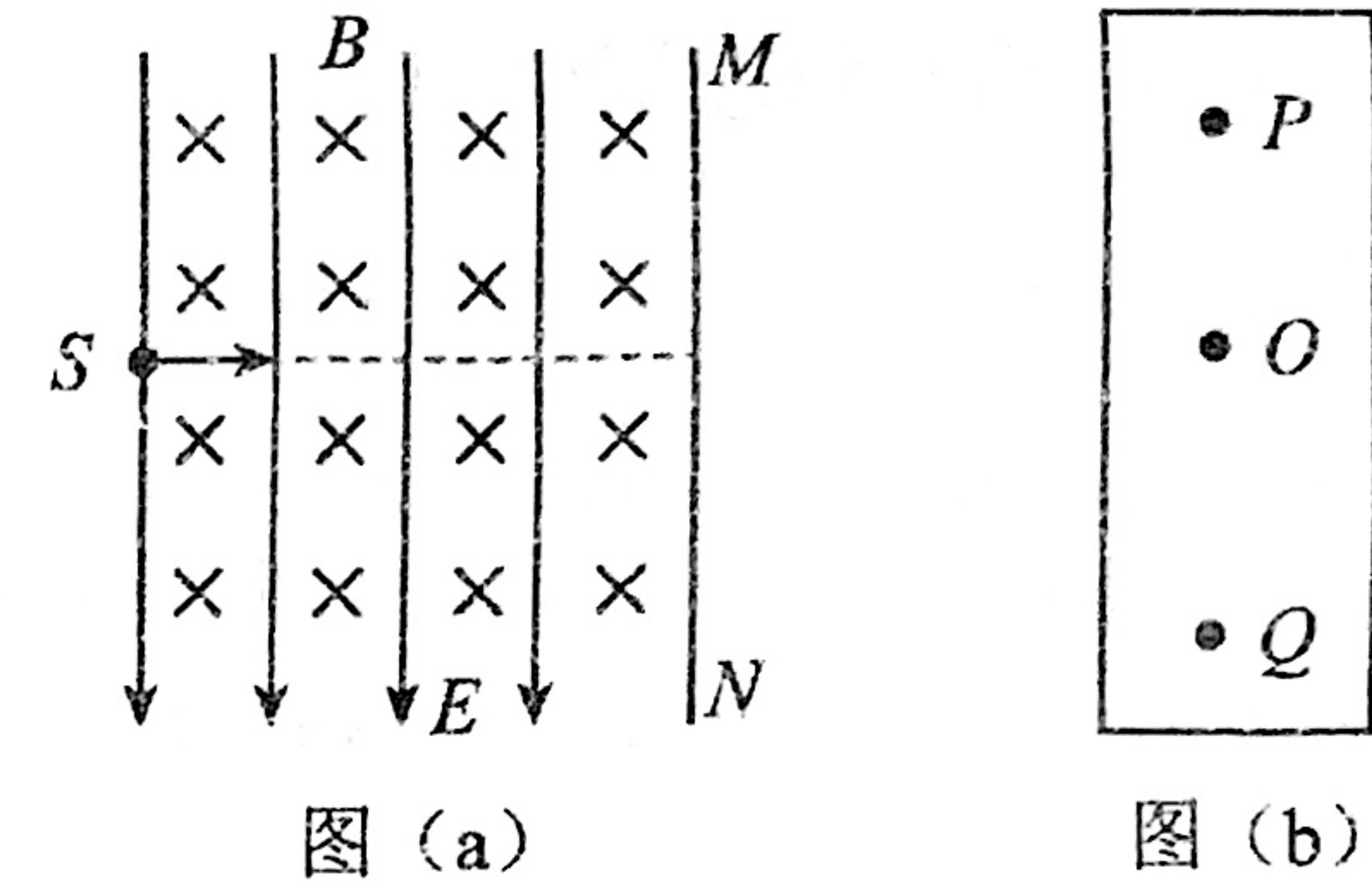
- A. 两波源的起振方向都沿 y 轴负方向
- B. $t = 5\text{s}$ 时, 两列波的第一个波峰在 $x = -1\text{m}$ 处相遇
- C. $0 \sim 10\text{s}$ 内, $x = -1\text{m}$ 处的质点运动的路程为 8cm
- D. 形成稳定干涉图样后, x 轴上两波源间 (不含波源) 有 10 个振动加强点

8. 光滑水平面上放置一质量为 m 的滑块 B, 上方有圆形凹槽, 质量也为 m 的光滑圆柱 A 恰好能放在凹槽中, 其截面如图所示, 圆心与二者接触的左端点连线跟竖直方向夹角 $\alpha = 30^\circ$ 。一质量为 M 的物体 C 通过跨过定滑轮的不可伸长的轻质细绳与 B 相连, 细绳张紧后由静止释放 C, 定滑轮的质量及轮与轴间摩擦均不计, B 离定滑轮足够远, 重力加速度为 g , 下列说法正确的是 ()



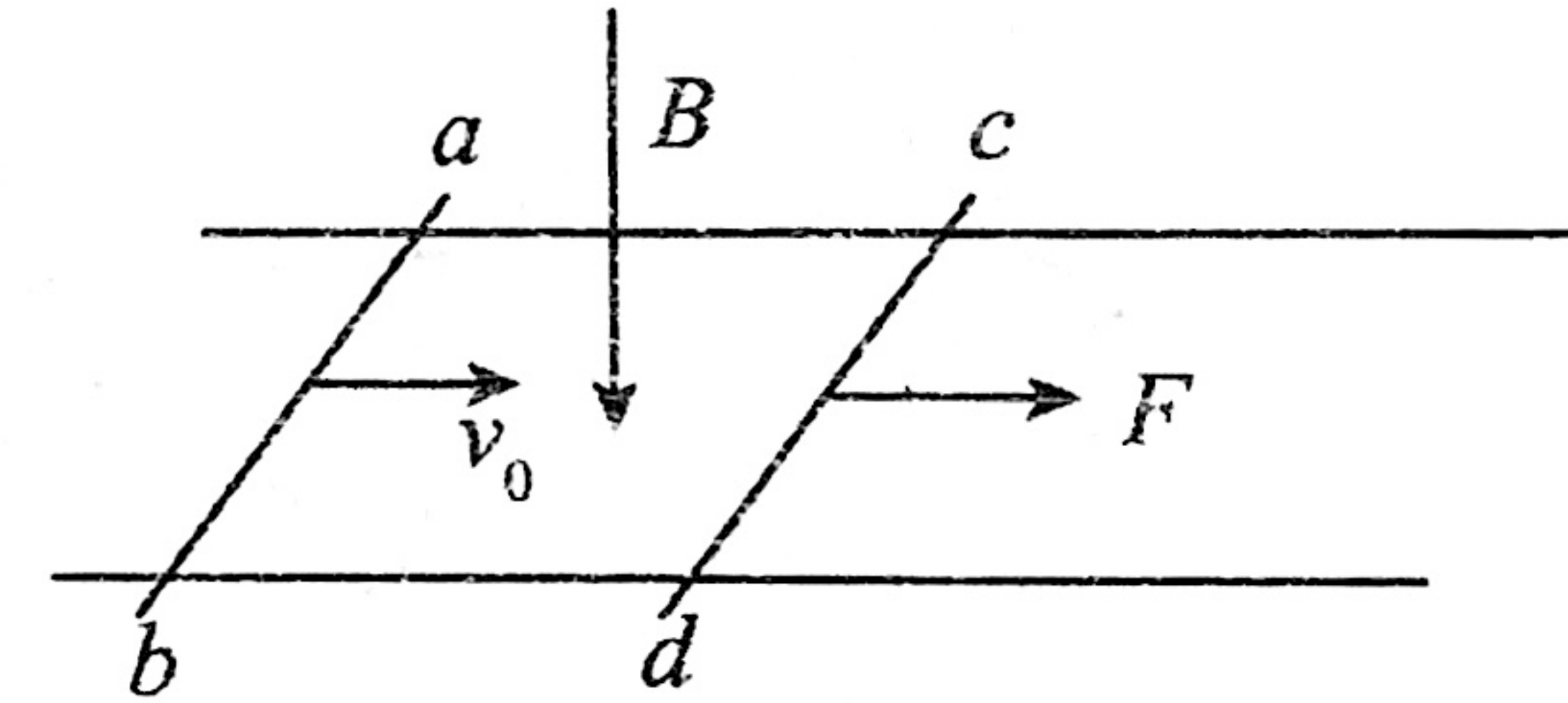
- A. 如果 A、B 能保持相对静止, B 对 A 的作用力大小为 $g\sqrt{m^2 + \frac{M^2}{4}}$
- B. 如果 A、B 能保持相对静止, B 对 A 的作用力大小为 $mg\sqrt{\frac{M^2}{(M+2m)^2} + 1}$
- C. 当 $M = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + 1\right)m$ 时, A 恰要从凹槽中滚出
- D. 若 $\alpha = 45^\circ$ 时, 则无论 M 为多大, A 都不能滚出凹槽

9. 如图 (a), S 为粒子源, 不断沿水平方向发射速度相同的同种带负电粒子, MN 为竖直放置的接收屏。当同时存在竖直向下的匀强电场和垂直纸面向里的匀强磁场时, 粒子恰好沿直线打到 MN 上 O 点; 当只存在一种场时, 粒子打在 MN 上的 P 点或 Q 点, P 、 O 、 Q 三点的位置关系如图 (b) 所示, OP 间距离为 OQ 间距离的 $\frac{4}{5}$ 。已知电场强度大小为 E , 磁感应强度大小为 B , S 到屏 MN 的距离为 d , 不计粒子重力及粒子间的相互作用, 则下列判断正确的是 ()



- A. 只加磁场时, 粒子打在 MN 上的 P 点
- B. 粒子源发射出粒子的速度大小为 $\frac{E}{B}$
- C. 粒子的比荷为 $\frac{4E}{5B^2d}$
- D. OP 间距离为 $\frac{d}{2}$

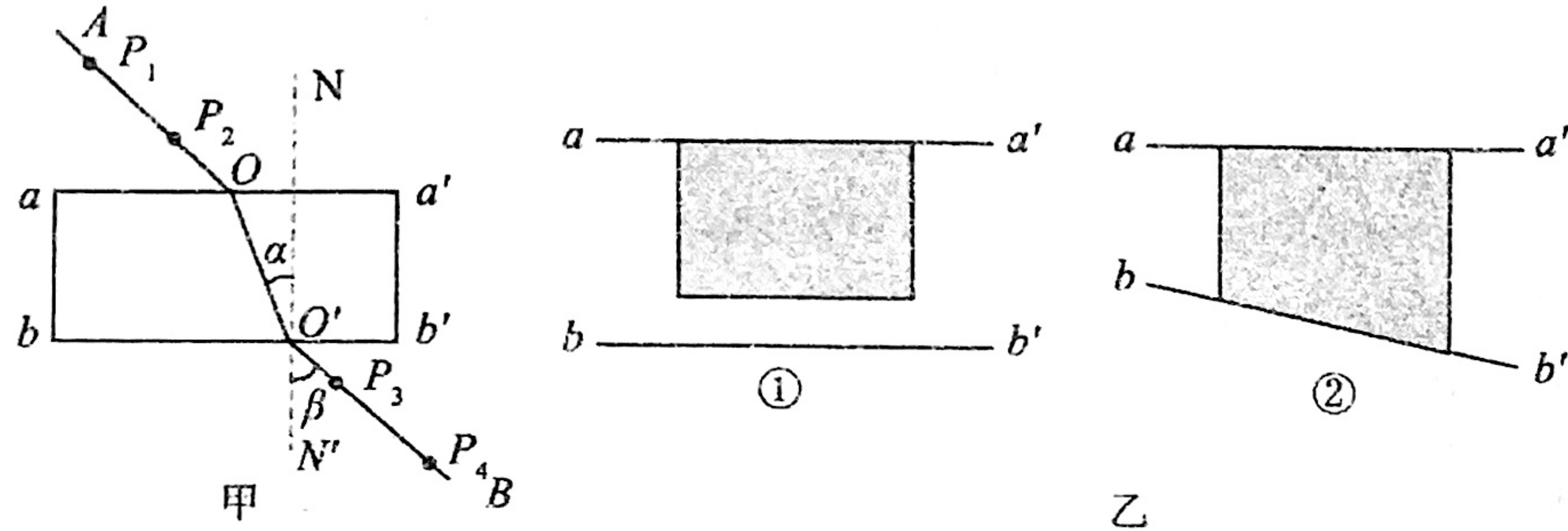
10. 如图所示, 间距为 L_0 的两平行长直金属导轨水平放置, 导轨所在空间存在方向竖直向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。长度均为 L_0 的金属杆 ab 、 cd 垂直导轨放置, 初始时两金属杆相距为 L_0 , 金属杆 ab 沿导轨向右运动的速度大小为 v_0 , 金属杆 cd 速度为零且受到平行导轨向右、大小为 F 的恒力作用。已知金属杆与导轨接触良好且整个过程中始终与导轨垂直, 在金属杆 ab 、 cd 的整个运动过程中始终不相碰, 两金属杆间的最小距离为 L_1 , 重力加速度大小为 g , 两金属杆的质量均为 m , 电阻均为 R , 金属杆与导轨间的动摩擦因数均为 $\mu = \frac{F}{2mg}$, 导轨电阻不计, 下列说法正确的是 ()



- A. 金属杆 cd 运动过程中的最大加速度为 $\frac{F}{2m} + \frac{B^2 L_0^2 v_0}{2mR}$
- B. 从金属杆 cd 开始运动到两金属杆间距离最小的时间为 $\frac{mv_0}{F} + \frac{B^2 L_0^2 (L_0 - L_1)}{FR}$
- C. 金属杆 ab 运动过程中的最小速度为 $\frac{v_0}{2}$
- D. 金属杆 cd 的最终速度为 $\frac{FR}{2B^2 L_0^2} + \frac{v_0}{2}$

二、非选择题（本题共5小题，共60分）

11. (6分) 在“测定玻璃的折射率”的实验中，如图甲所示，某同学先将白纸平铺在木板上并用图钉固定，玻璃砖平放在白纸上，然后在白纸上确定玻璃砖的界面所在的直线 aa' 和 bb' ，画出一条直线 AO ， O 为直线 AO 与 aa' 的交点，在直线 AO 上竖直地插上 P_1 、 P_2 两枚大头针。



(1) 该同学接下来要完成的必要步骤有_____；

- A. 插上大头针 P_3 ，使 P_3 仅挡住的 P_2 像
- B. 插上大头针 P_3 ，使 P_3 挡住 P_1 和 P_2 的像
- C. 插上大头针 P_4 ，使 P_4 仅挡住 P_3
- D. 插上大头针 P_4 ，使 P_4 挡住 P_3 和 P_1 、 P_2 的像

(2) 过 P_3 、 P_4 作直线交 bb' 于 O' ，过 O' 作垂直于 bb' 的直线 NN' ，连接 OO' ，测量图中角 α 和 β 的大小，则玻璃砖的折射率 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ ；

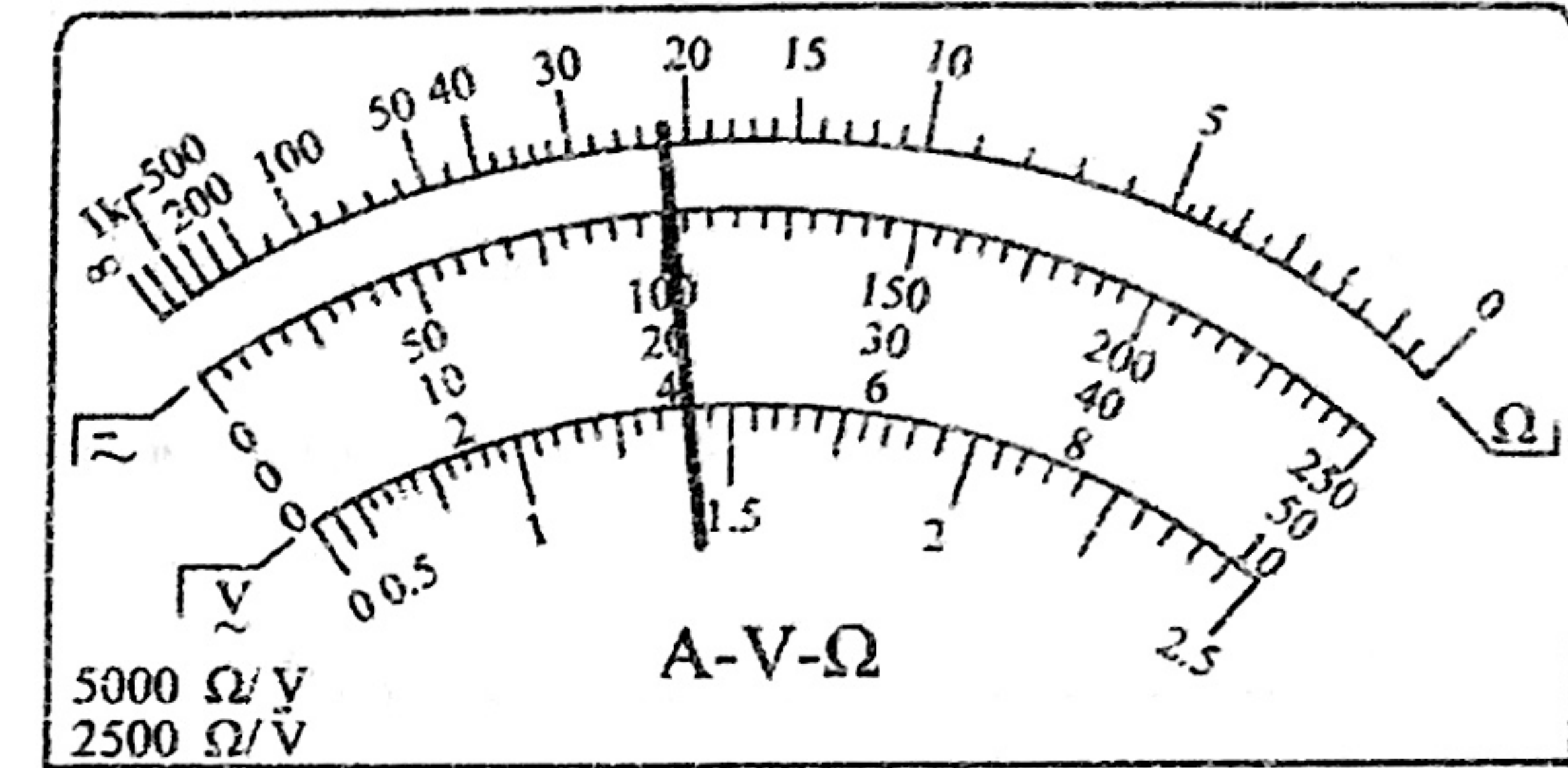
(3) 甲、乙二位同学在纸上画出的界面 aa' 、 bb' 与玻璃砖位置的关系分别如图乙中①、②所示，其中甲同学用的是矩形玻璃砖，乙同学用的是梯形玻璃砖，他们的其他操作均正确，且均以 aa' 、 bb' 为界面画光路图，则甲同学测得的折射率与真实值相比_____（填“偏大”“偏小”或“不变”）；乙同学测得的折射率与真实值相比_____（填“偏大”“偏小”或“不变”）。

12. (8分) 要测定一个自感系数很大的线圈 L 的直流电阻，实验室提供下列器材。

- A. 多用电表一只
- B. 电压表 V_1 （量程3V，内阻约为6k Ω ）
- C. 电压表 V_2 （量程15V，内阻约为30k Ω ）
- D. 滑动变阻器 R_1 （阻值0~10 Ω ）
- E. 滑动变阻器 R_2 （阻值0~1k Ω ）
- F. 电池 E （电动势4V，内阻很小）
- G. 开关 S_1 、 S_2 ，导线若干

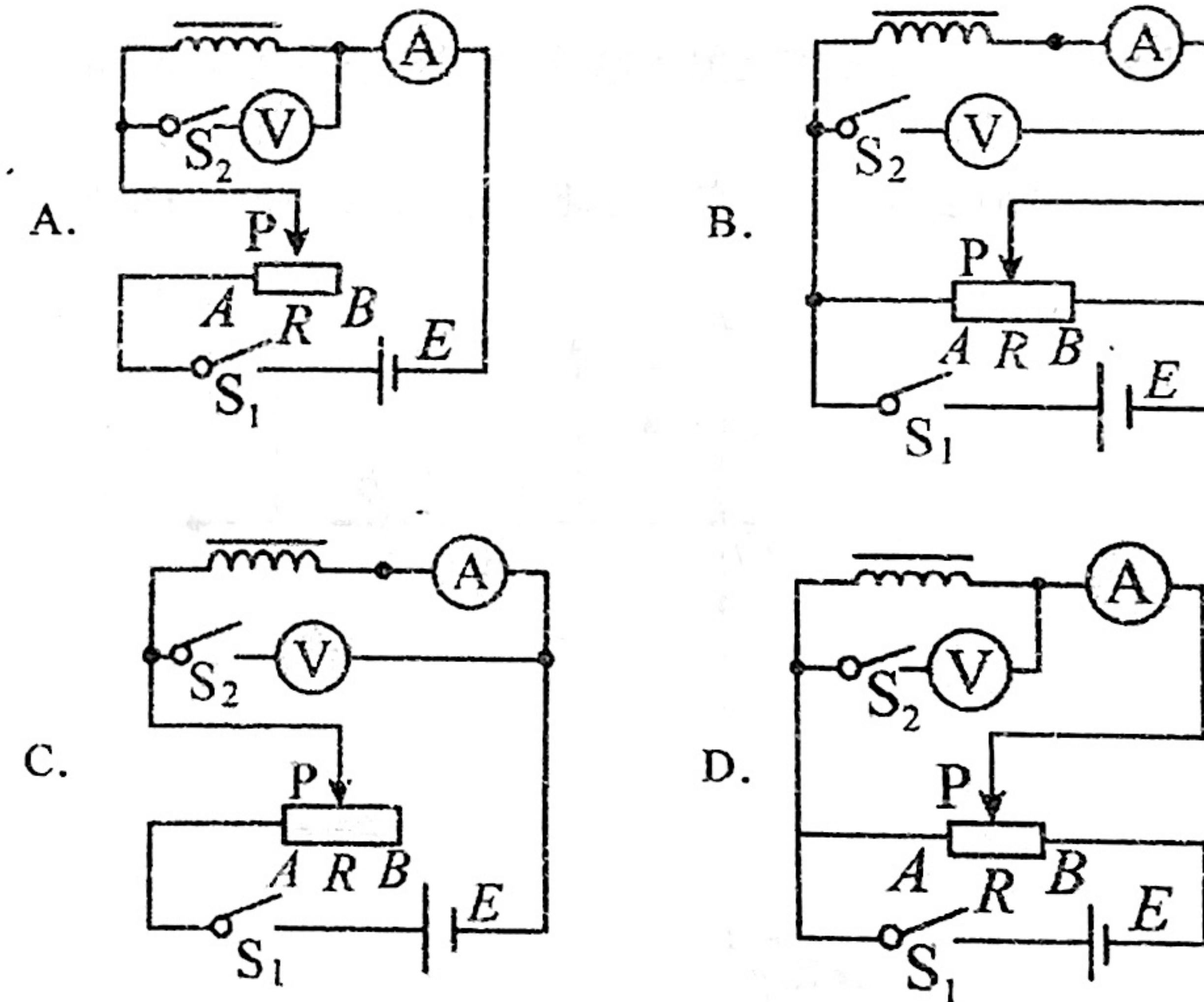
(1) 首先用多用电表粗测线圈的电阻，操作步骤如下：

- ①机械调零后将红、黑表笔分别插入多用电表的“+”“-”插孔，选择欧姆“ $\times 10$ ”挡；
- ②把红、黑表笔分别与自感线圈的两端相接，发现多用电表的指针读数太小；
- ③为了较准确地进行测量，重新选择恰当的倍率；
- ④把红、黑表笔分别与自感线圈的两端相接，稳定后多用电表表盘示数如图所示。



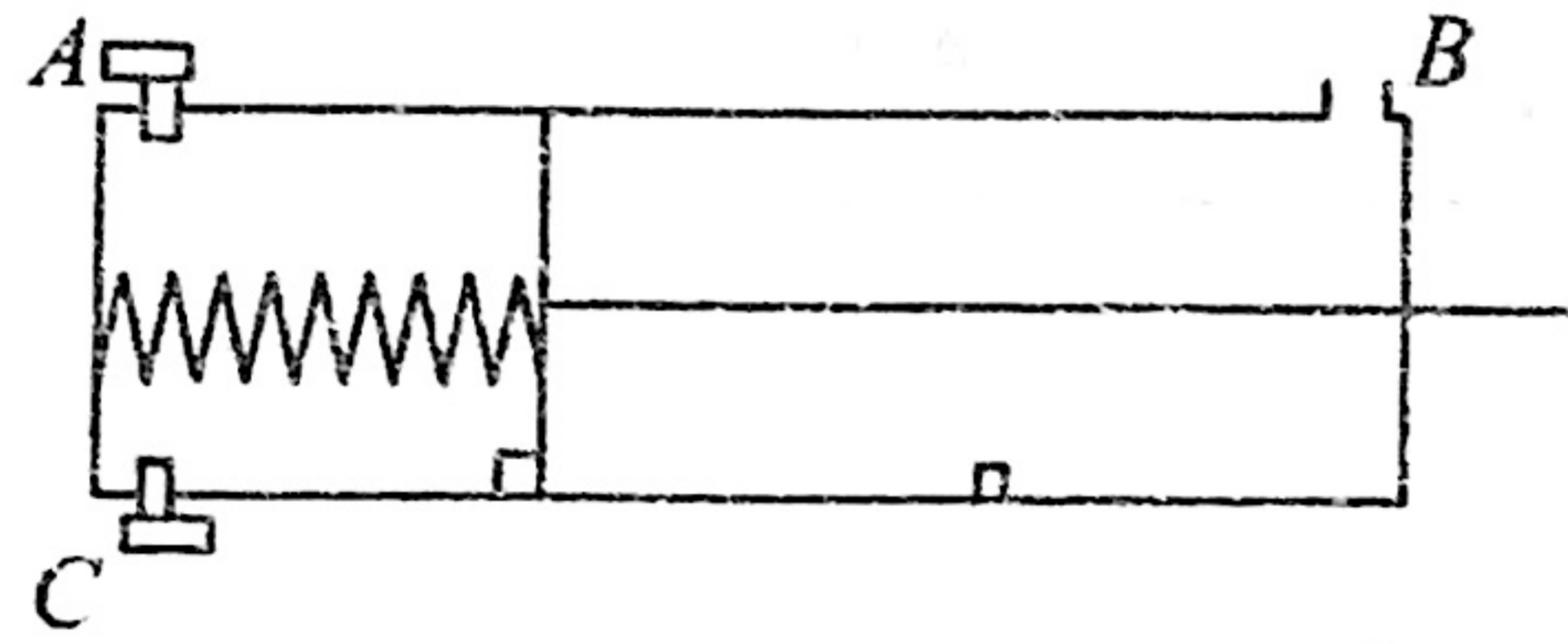
上述步骤中遗漏的重要步骤是_____，此自感线圈的直流电阻约为_____ Ω 。

(2) 根据多用电表的示数，为了减少实验误差，并在实验中获得尽可能大的电压调节范围，应从A、B、C、D四个电路中选择_____电路来测量自感线圈的电阻；其中电流表用多用电表代替，多用电表的电流挡有①2.5A、②10mA、③50mA、④250mA，则应选的电流挡为_____（填序号），滑动变阻器应选_____（填“ R_1 ”或“ R_2 ”）。



13. (13分) 气压传动是以压缩空气为动力源来驱动和控制各种机械设备的技术。图示为某气动元件的结构简图, 长度为 $3L$ 的汽缸被两立柱均分为 3 份, 轻质活塞可在立柱间保持竖直左右自由活动, 体积不计的轻质弹簧两端分别固定在左缸底和活塞左侧, 弹簧原长为 L , 劲度系数 $k = \frac{pS}{L}$, 由活塞右侧固定的轻杆对外输出动力, A 端与高压气源相连, B 、 C 端与大气相连, 通过 A 、 C 处阀门的开闭, 使活塞在两立柱间做往复运动, 且对立柱无作用力, 已知汽缸的横截面积为 S , 轻杆对活塞的作用力始终为 $2pS$, 大气压强为 p , 汽缸导热性能良好且外界温度恒定。

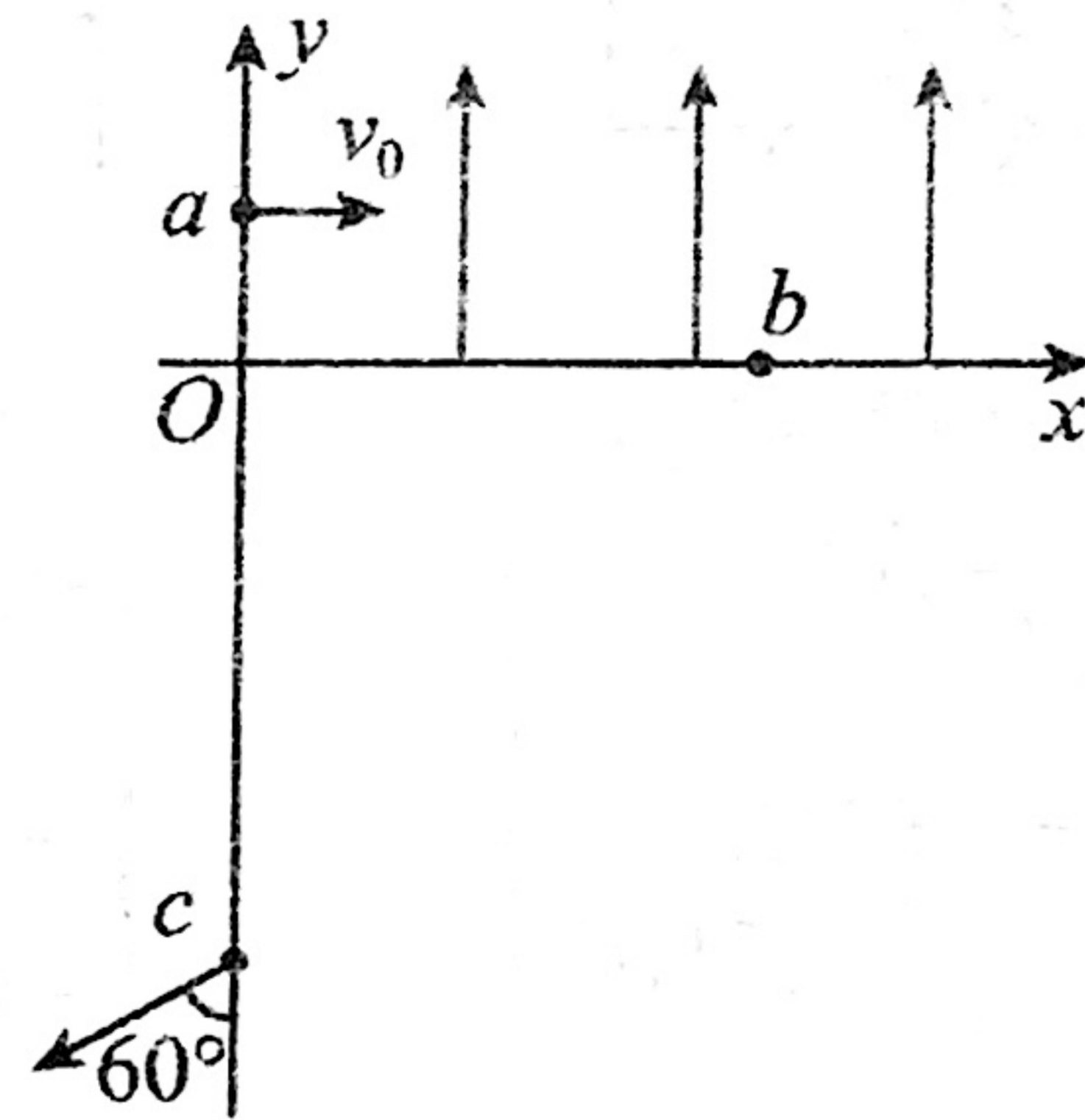
- (1) 活塞对左侧立柱恰无作用力时, 求左侧缸内气体压强;
- (2) 正常工作过程关闭 C , 缓慢打开 A , 求活塞从左侧立柱缓慢运动到右侧立柱过程气源充入左缸的气体在压强为 p 时的体积;
- (3) 正常工作过程关闭 A , 缓慢打开 C , 求活塞从右侧立柱缓慢运动到左侧立柱过程左缸气体与外界交换的热量。



14. (15分) 如图所示的平面直角坐标系 xOy , 在第一象限内有平行于 y 轴的匀强电场, 方向沿 y 轴正方向; 在第四象限的某个矩形区域内有垂直纸面的匀强磁场, 磁场的上边界与 x 轴重合。一质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子, 从点 $a(0, \frac{\sqrt{3}}{3}h)$ 以速度 v_0 沿 x 轴正方向射入电场, 通过电场后从点 $b(2h, 0)$ 立即进入矩形磁场, 经过磁场后从点 $c(0, -\frac{4\sqrt{3}}{3}h)$ 进入第三象限, 且速度与 y 轴负方向成 60° 角。

不计粒子所受的重力。求:

- (1) 粒子经过点 b 时速度 v 的大小和方向;
- (2) 磁感应强度 B ;
- (3) 矩形磁场区域的最小面积 S 。



15. (18分) 鲁布·戈德堡机械”是用迂回曲折的连锁机械反应完成一些简单动作的游戏。图为某兴趣小组设计的该类游戏装置: \widehat{AB} 是半径为 $2L$ 的固定光滑四分之一圆弧轨道, 其末端 B 水平; 在轨道末端等高处有一质量为 m 的“□”形小盒 C , 小盒 C 与质量为 $\frac{17}{3}m$ 的物块 D 通过定滑轮用轻绳相连, 左侧滑轮与小盒 C 之间的绳长为 $2L$; 物块 D 压在质量为 m 的木板 E 左端, 木板 E 上表面光滑、下表面与水平桌面间动摩擦因数 $\mu = 0.5$ (最大静摩擦力等于滑动摩擦力), 木板 E 右端到桌子右边缘固定挡板的距离为 L ; 质量为 m 且粗细均匀的细杆 F 通过桌子右边缘的定滑轮用轻绳与木板 E 相连, 木板 E 与定滑轮间轻绳水平, 细杆 F 下端到地面的距离也为 L ; 质量为 m 的圆环套在细杆 F 上端, 环与杆之间滑动摩擦力和最大静摩擦力相等, 大小为 $\frac{7}{2}mg$ 。开始时所有装置均静止, 现将一质量为 $2m$ 的小球

从圆弧轨道顶端 A 处由静止释放, 小球进入小盒 C 时刚好能被卡住, 然后带动后面的装置运动, 木板 E 与挡板相撞、细杆 F 与地面相撞均以原速率反弹, 最终圆环刚好到达细杆的底部。小球、小盒 C 、物块 D 、圆环均可视为质点, 挡板厚度不计, 小球进入小盒 C 的时间及所有碰撞的时间很短都可忽略。定滑轮的质量及轮与轴间摩擦均不计, 忽略空气阻力, 重力加速度为 g , 求:

(1) 小球与小盒 C 相撞后瞬间, 与小盒 C 相连的绳子上的拉力大小;

(2) 木板 E 与挡板第一次相撞前瞬间的速度大小;

(3) 细杆 F 的长度以及木板 E 运动的总路程。

