

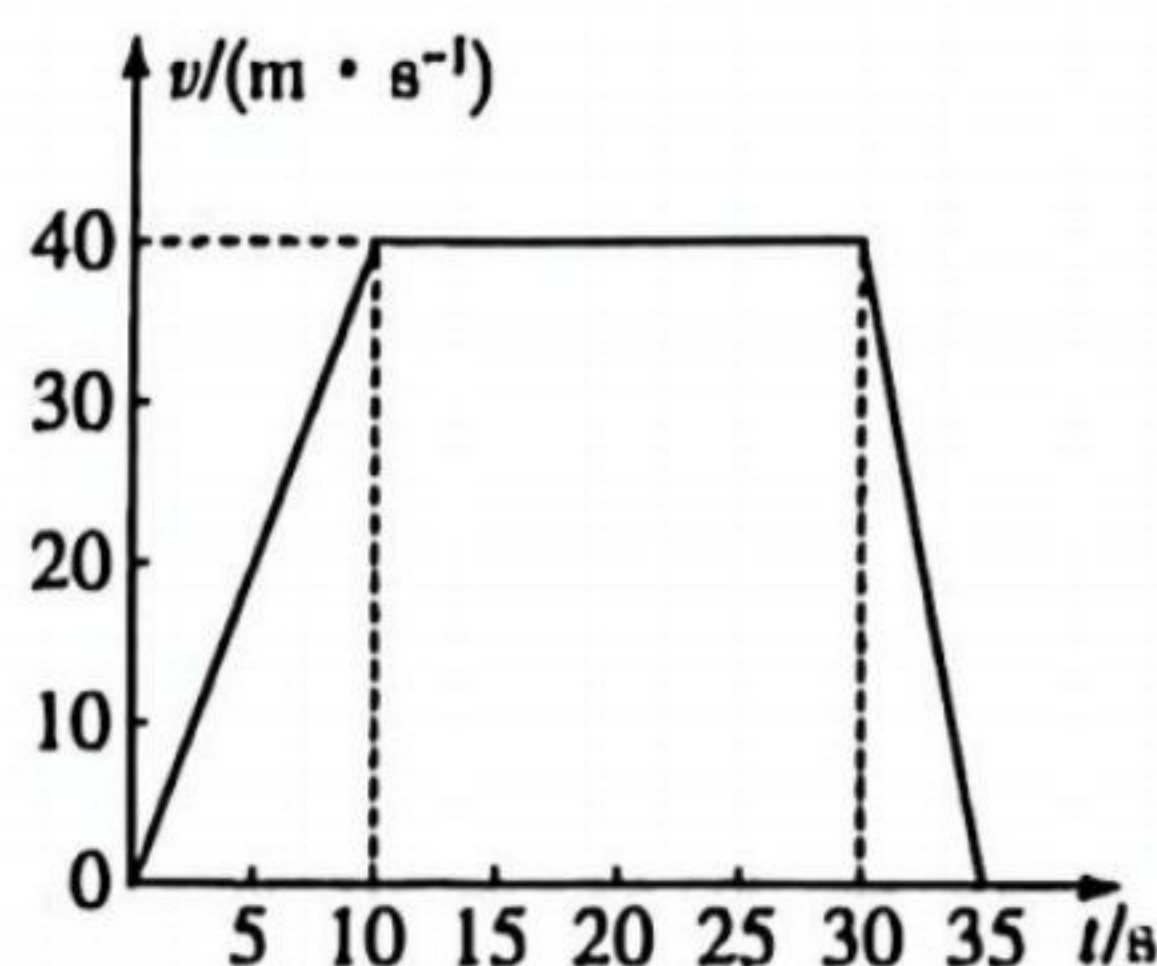
物 理

注意事项:

1. 答题前,务必将自己的个人信息填写在答题卡上,并将条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。

一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 山西平遥古城的古建筑修复中,采用了碳-14 测年法。碳-14 的衰变方程为 ${}^1_6\text{C} \rightarrow {}^1_7\text{N} + {}^0_{-1}\text{e}$, 下列说法正确的是
 - A. 碳 14 的核子数为 6
 - B. 衰变过程中有质量亏损
 - C. ${}^1_7\text{N}$ 的质子数比 ${}^1_6\text{C}$ 少 1
 - D. 衰变过程中产生的电子来自于 ${}^1_6\text{C}$ 核外的电子
2. 一电子在匀强电场中从静止开始运动, 下列说法正确的是
 - A. 电子的运动轨迹与电场线重合
 - B. 电子的电势能逐渐增大
 - C. 电场力对电子做负功
 - D. 电子的加速度方向与电场强度方向相同
3. 复兴号 CR450 动车组某次测试的 $v-t$ 图像如图所示。已知动车组质量为 $5 \times 10^5 \text{ kg}$, 匀速时牵引力为 $1 \times 10^5 \text{ N}$, 动车组所受阻力恒定。下列说法正确的是
 - A. 0 ~ 10 s 内牵引力功率逐渐增大
 - B. 0 ~ 35 s 内的位移为 1 300 m
 - C. 0 ~ 35 s 的平均速度是 30 m/s
 - D. 0 ~ 30 s 内牵引力做功为 $1 \times 10^8 \text{ J}$

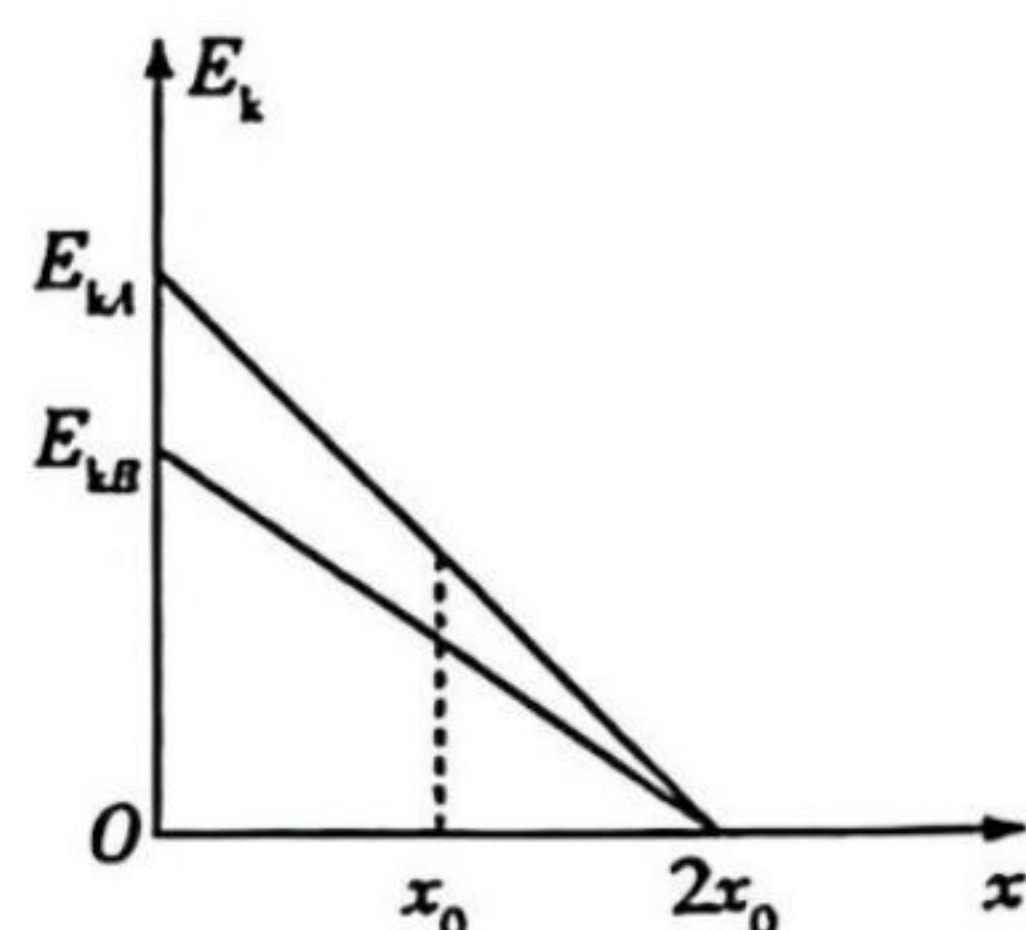


4. 下列说法正确的是

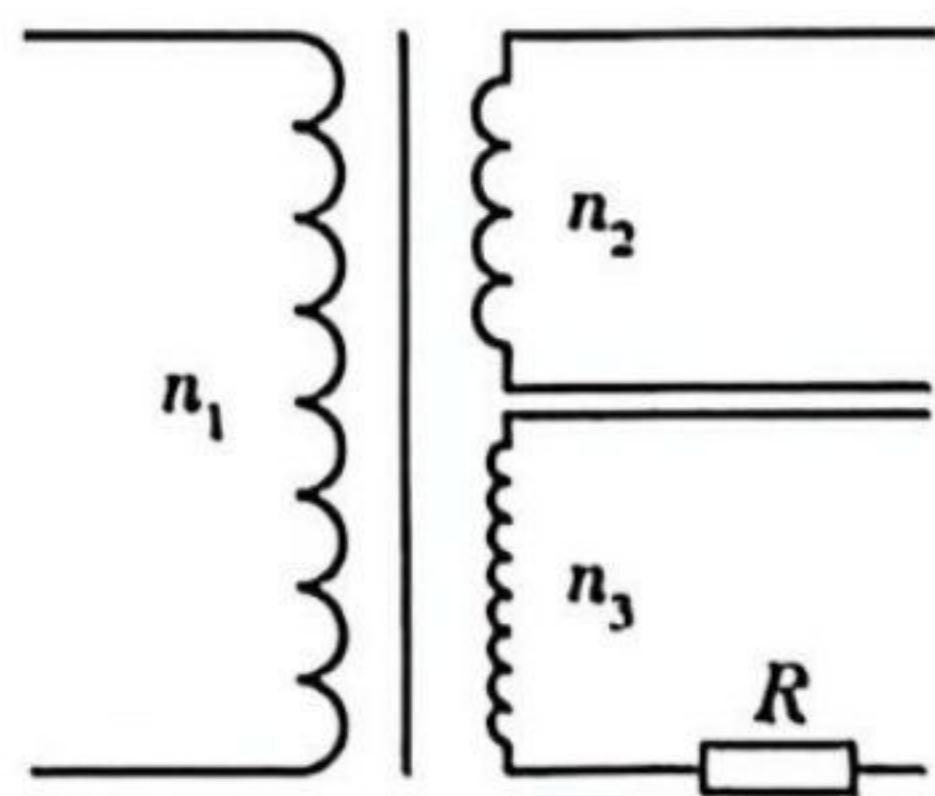
- A. 诗人王安石笔下“遥知不是雪,为有暗香来”,“暗香”说明花粉在做布朗运动
- B. $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冰融化成 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水温度不变,每个水分子的动能都保持不变,一定质量的水结成冰后体积膨胀,分子间距离变大,分子势能随之增大
- C. 用打气筒快速给自行车轮胎打气,越往后越费劲,说明分子间斥力越来越大
- D. 用烧热的针尖接触表面涂有蜂蜡层的云母片,蜂蜡层形成了椭圆形的熔化区域,说明云母片的导热性存在各向异性

5. A 、 B 两物块从同一固定斜面底端分别以 E_{kA} 、 E_{kB} 的初动能冲上斜面并未返回,物块 A 、 B 的动能 E_k 与位移 x 的关系如图所示,两物块与斜面间的动摩擦因数相同,下列说法正确的是

- A. A 、 B 两物块在斜面上运动的时间 $t_A > t_B$
- B. A 、 B 两物块的质量 $m_A < m_B$
- C. 当 $x = x_0$ 时, A 、 B 的速度 $v_A < v_B$
- D. 当 $x = x_0$ 时, A 、 B 的重力势能 $E_{pA} > E_{pB}$



6. 我国海上风电集群通过多组副线圈理想变压器向岸电系统输电,变压器原线圈匝数 $n_1 = 2\ 000$ 匝,接入电压 $U_1 = 2\ 200\text{ V}$ 的交变电流,副线圈有两个: $n_2 = 100$ 匝向近海平台供电, $n_3 = 10\ 000$ 匝向远方城市输电。已知向近海平台输电的副线圈输出功率 $P_2 = 1.1 \times 10^4\text{ W}$,向城市输电的副线圈输出功率 $P_3 = 2.2 \times 10^5\text{ W}$,城市输电线路的电阻 $R = 20\ \Omega$,下列说法正确的是



- A. 副线圈 n_2 的电流为 200 A
- B. 城市输电线路中的电流为 10 A
- C. 城市输电线路的电阻损耗的功率是 $\Delta P = 8 \times 10^3\text{ W}$
- D. 原线圈的输入功率为 $2.39 \times 10^5\text{ W}$

7. 如图所示,两平行竖直虚线 MN 、 PQ 间存在宽度为 $d = \frac{3mv_0}{4qB}$ 的无磁场区域, MN 左侧和 PQ 右侧区域内均有垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小分别为 B 和 $2B$ 。一质量为 m 、电荷量为 q 的带正电粒子从 MN 左侧 O 点以初速度 v_0 竖直向上射出, O 点到 MN 的水平距离为 $\frac{3mv_0}{2qB}$, 粒子能回到 O 点并在纸面内做周期性运动, 不计粒子重力。下列说法正确的是

A. 粒子在左侧磁场中做圆周运动的圆心到 MN 的水平距离

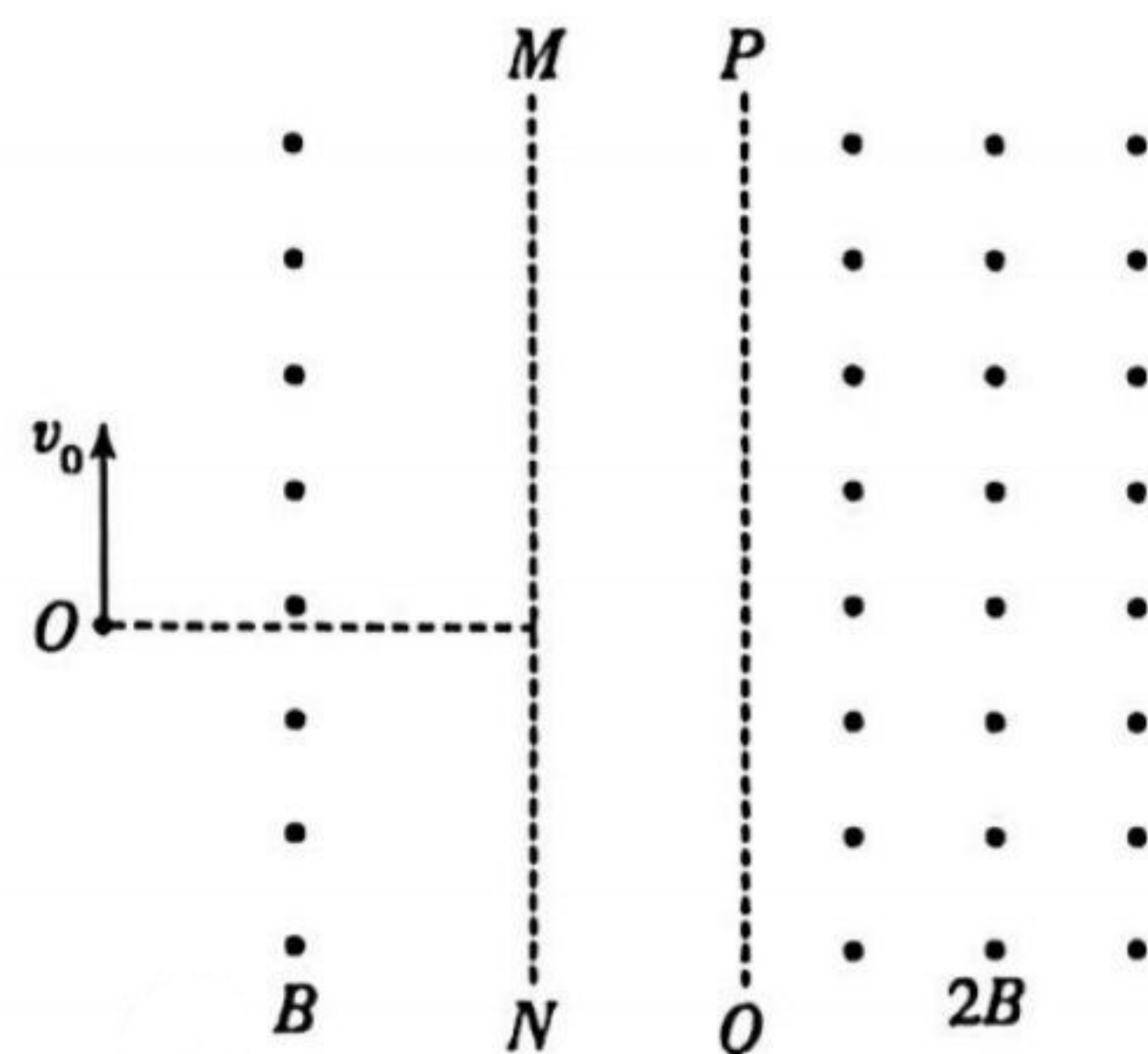
$$\text{为 } \frac{mv_0}{qB}$$

B. 粒子在右侧磁场中做圆周运动的弦长与半径之比为 $\sqrt{2} : 1$

C. 一个周期内, 粒子在左侧磁场运动时间与右侧磁场运动时

间之比为 $4 : 1$

D. 粒子完成一次周期性运动的总时间为 $\frac{5\pi m}{3qB}$



二、多项选择题: 本题共 3 小题, 每小题 6 分, 共 18 分。每小题有多个选项符合题目要求。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. 图 1 为一列简谐横波在 $t = 0$ 时刻的波形, A 、 B 两质点平衡位置的坐标分别为 $x_A = 2 \text{ m}$ 和 $x_B = 6 \text{ m}$, 图 2 为质点 A 的振动图像。下列说法正确的是

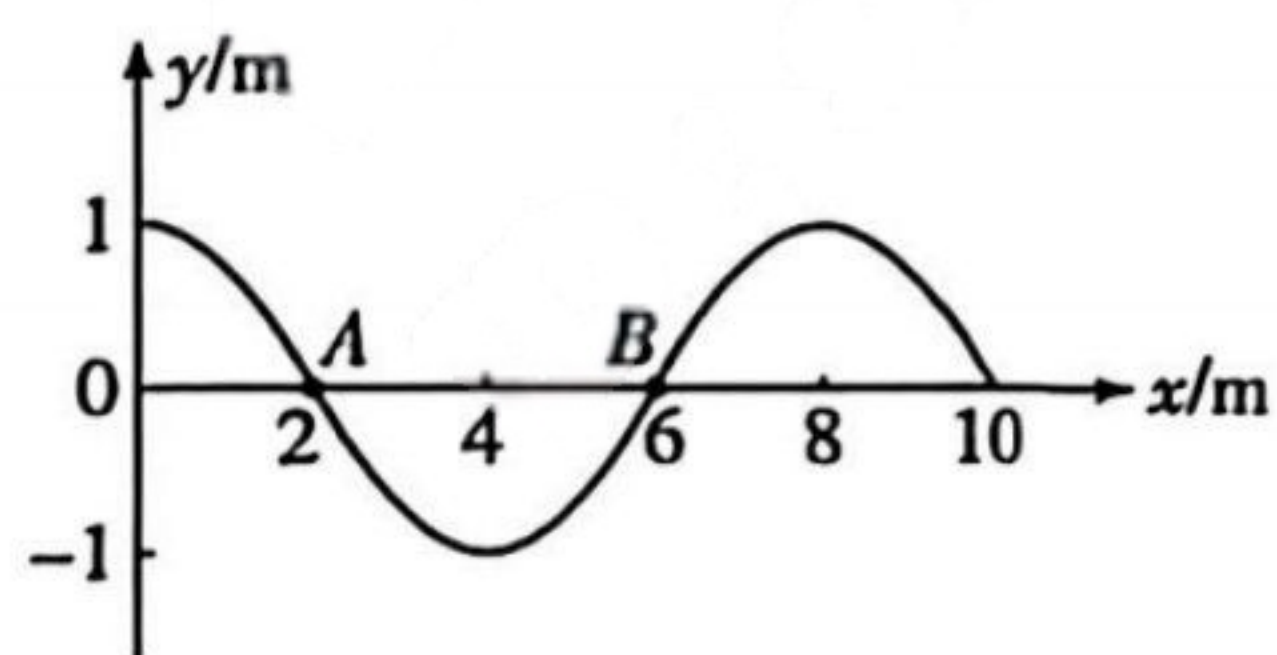


图1

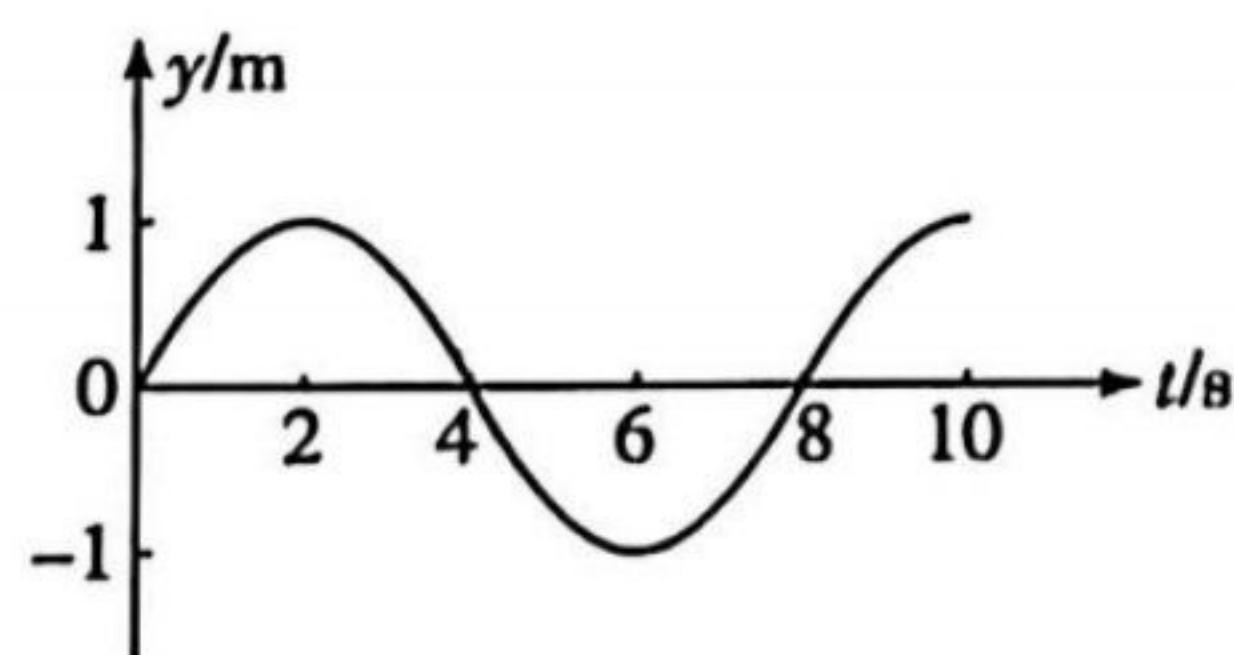


图2

A. 该波沿 x 轴正方向传播, 波速为 1 m/s

B. 质点 A 在 $0 \sim 2 \text{ s}$ 振动的路程为 2 m

C. 质点 B 在 $t = 18 \text{ s}$ 时坐标为 $(6 \text{ m}, -1 \text{ m})$

D. 质点 B 在 $t = 18 \text{ s}$ 时速度最大

9. 经科学家观察发现, 天狼星双星系统是由天狼星和白矮星两者相互环绕, 形成的一个稳定的双星系统。已知白矮星质量与太阳质量相同, 天狼星质量是太阳质量的 2 倍, 两星之间

相距 L , 它们以周期 T 绕两者连线上的某点公转, 引力常量为 G 。下列说法正确的是

A. 太阳的质量为 $\frac{4\pi^2 L^3}{3GT^2}$

B. 太阳的质量为 $\frac{4\pi^2 L^3}{GT^2}$

C. 双星的速率之和为 $\frac{2\pi L}{T}$

D. 双星的速率之积为 $\frac{2\pi L}{T}$

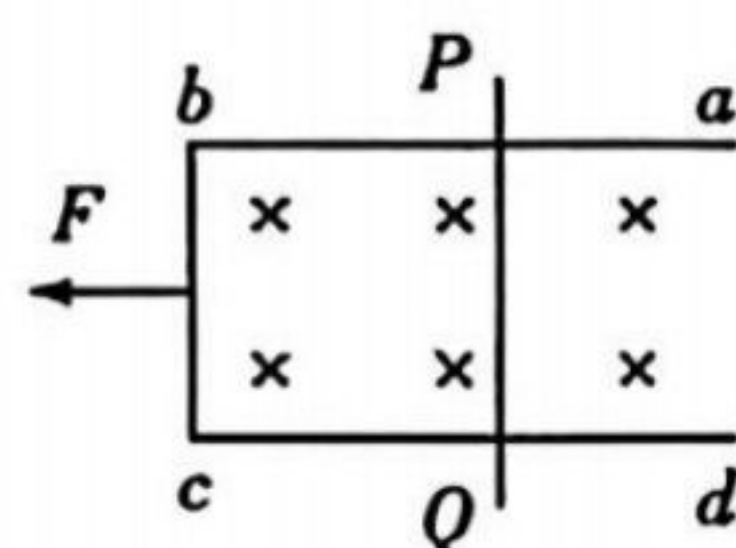
10. 如图所示, 水平绝缘平台上存在竖直向下磁感应强度大小 $B = 1 \text{ T}$ 的匀强磁场, 质量 $M = 2 \text{ kg}$ 的 U 型金属框 $abcd$ 放置在平台上。一根有效电阻 $R = 2 \ \Omega$ 、质量 $m = 1 \text{ kg}$ 的导体棒 PQ 与框接触良好, 初始时紧贴 bc 边。现用水平恒力 $F = 10 \text{ N}$ 向左拉动金属框, 观察导体棒与框的相对运动。已知 ab 、 dc 边足够长且均与 bc 边垂直, ab 、 dc 边间距为 $L = 1 \text{ m}$, 忽略一切摩擦以及 U 型金属框的电阻, 则经过足够长时间后, 下列说法正确的是

A. 金属框的速度大小趋近于 10 m/s

B. 金属框的加速度大小趋近于 $\frac{10}{3} \text{ m/s}^2$

C. 导体棒所受安培力的大小趋近于 $\frac{10}{3} \text{ N}$

D. 拉动 $t = 3 \text{ s}$ 时, 导体棒与 bc 边的距离为 5 m



三、非选择题: 本题共 5 小题, 共 54 分。

11. (6 分) 加速度是联系运动和力的重要物理量, 高中阶段我们学习了多种测量加速度的方法。

(1) 如图 1 所示, 利用打点计时器可以测量小车运动的加速度。图 2 为某次研究小车运动得到的一条点迹清晰的纸带, O 点为计时起点, 然后每隔 0.1 s 选取一个计数点, 如图中 A 、 B 、 C 、 D 、 E 、 F 所示。某同学测量了相邻两计数点间的距离: $OA = 1.05 \text{ cm}$, $AB = 2.94 \text{ cm}$, $BC = 4.83 \text{ cm}$, $CD = 6.73 \text{ cm}$, $DE = 8.61 \text{ cm}$, $EF = 10.50 \text{ cm}$, 可求得小车的加速度大小 $a_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ (结果保留 3 位有效数字)。

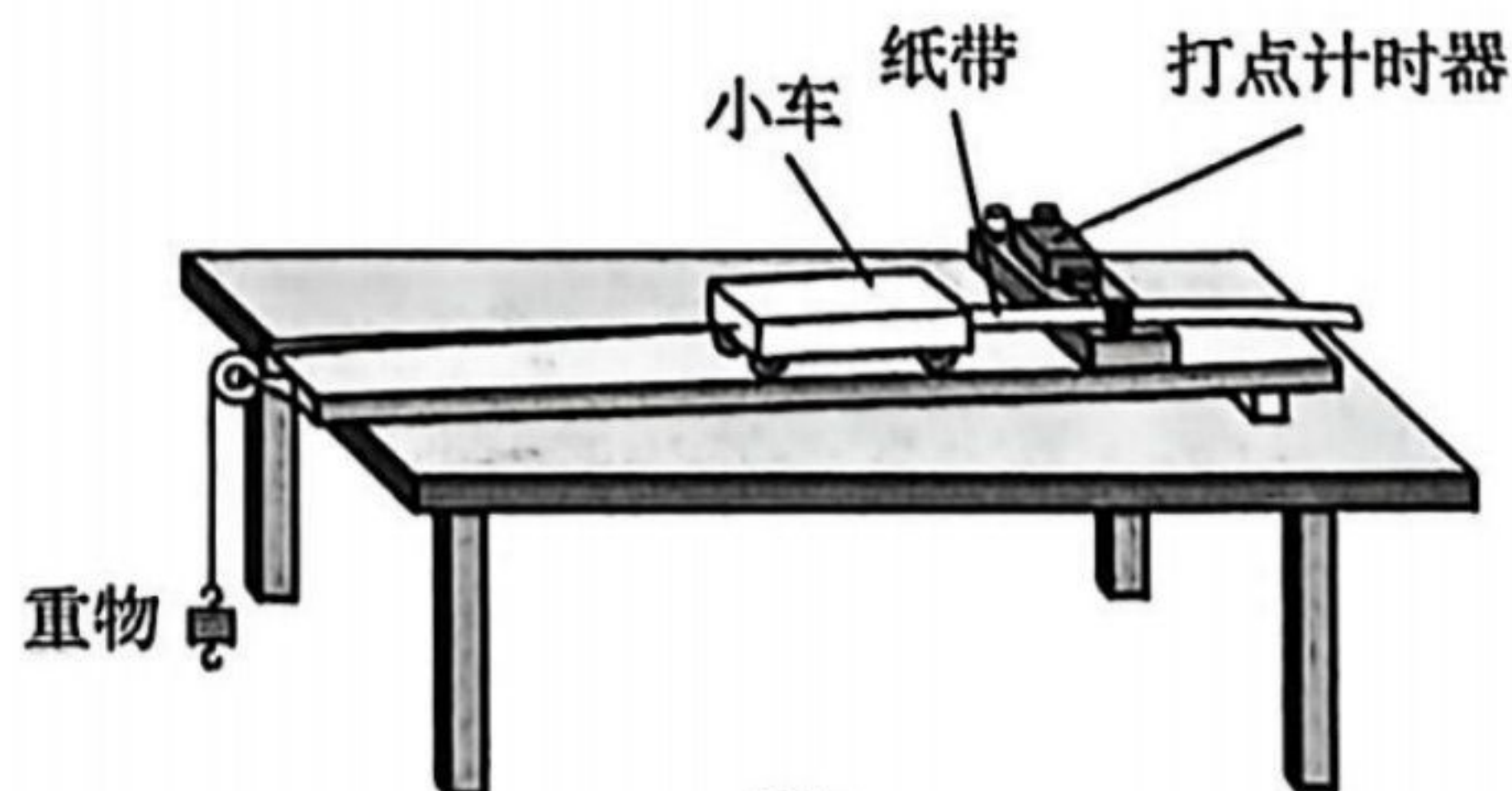


图1

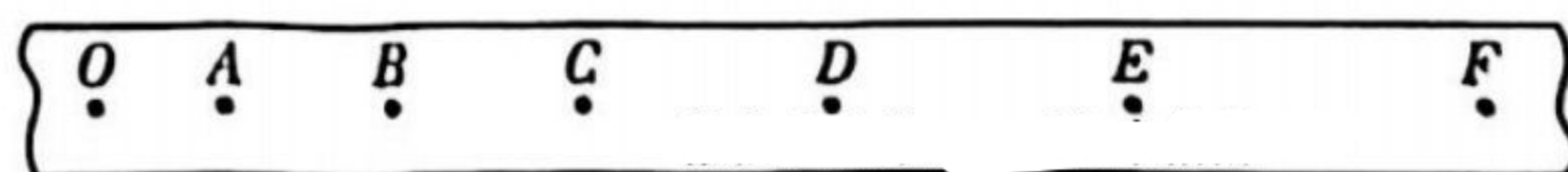


图2

(2) 利用光电门, 同样可以测量物体的加速度。如图 3 所示, 滑块上安装了遮光条, 滑块在牵引力作用下先后通过两个光电门, 配套的数字计时器记录了遮光条通过第一个光电门的时间 $\Delta t_1 = 0.10 \text{ s}$, 通过第二个光电门的时间 $\Delta t_2 = 0.02 \text{ s}$, 遮光条从开始遮住第一个光电门到开始遮住第二个光电门的时间间隔 $t = 2.2 \text{ s}$, 用游标卡尺测量遮光条的宽度如图 4 所示, 读数为 _____ cm , 则滑块的加速度大小 $a_2 =$ _____ m/s^2 (结果保留 2 位有效数字)。

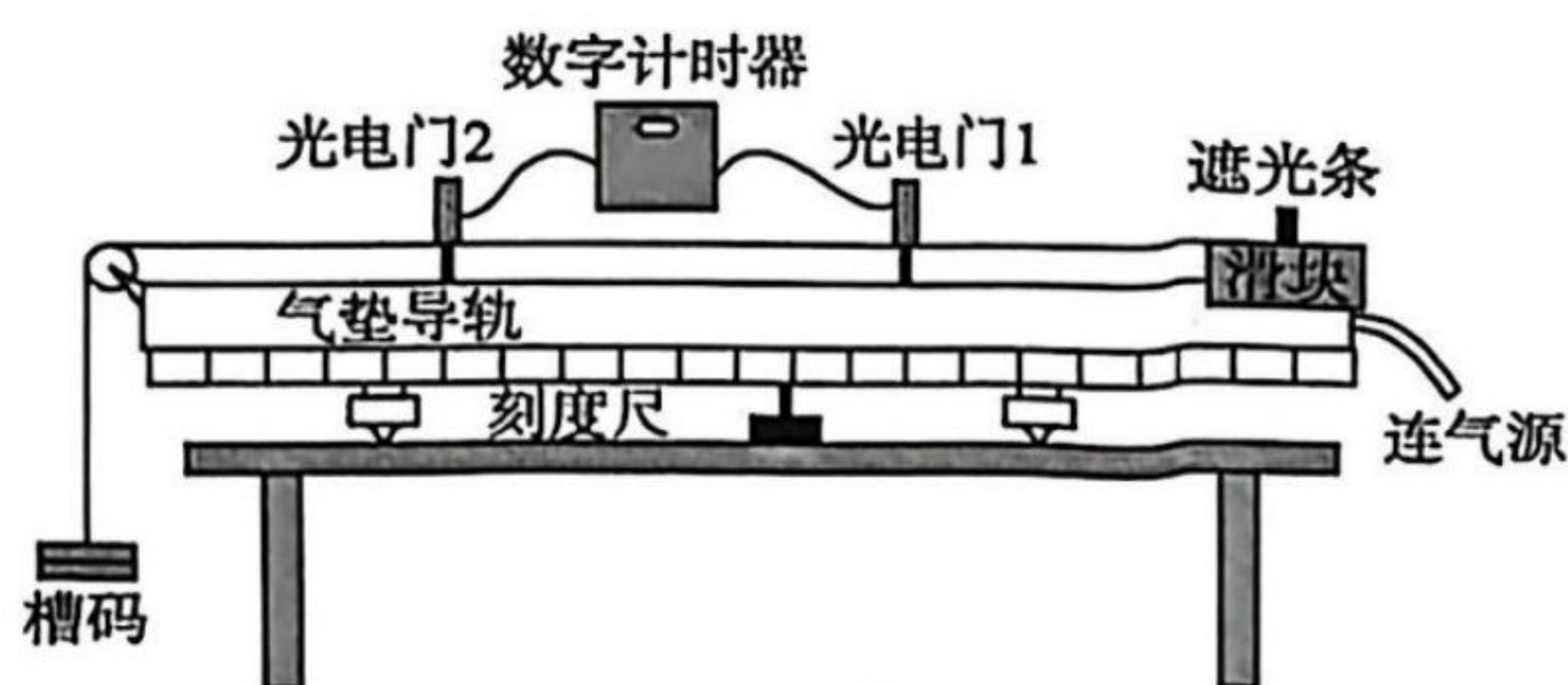


图3

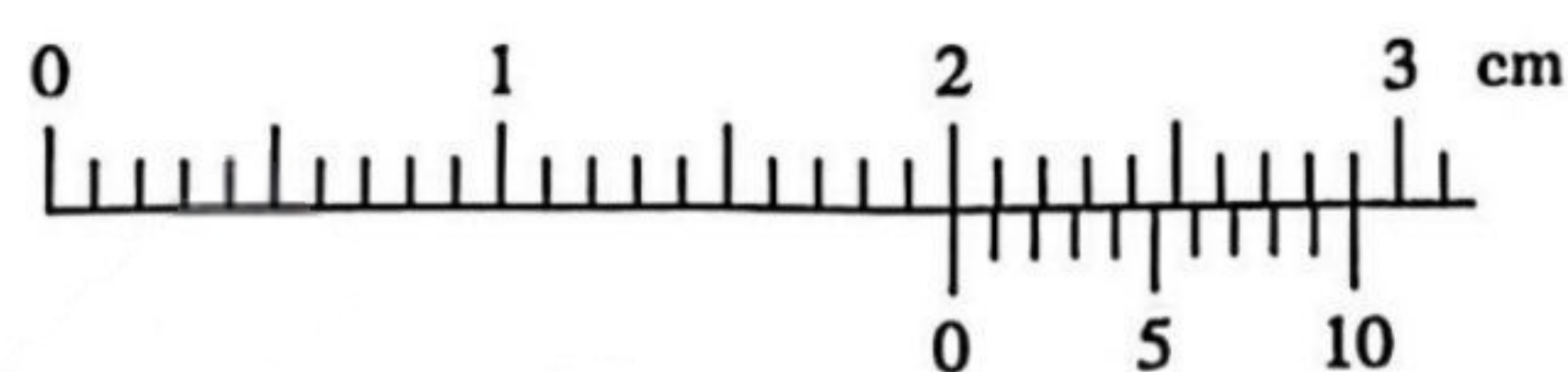


图4

12. (10 分) 某物理兴趣小组的同学想要测量一节用旧了的干电池的电动势和内电阻, 他们手边的器材有: 旧干电池; 电压表(量程 $0 \sim 150 \text{ mV}$, 内阻未知); 电流表(量程 $0 \sim 30 \text{ mA}$, 内阻未知); 滑动变阻器(最大电阻 10Ω); 电阻箱 R_1 (最大阻值 999.9Ω); 电阻箱 R_2 (最大阻值 9999Ω); 开关、导线若干。

(1) 为了消除电表内阻造成的误差, 小组同学用如图 1 所示电路测量电压表和电流表的内阻。他们先将选择开关接 a , 调节电阻箱 R_1 使两表指针偏角尽量接近, 再调节滑动变阻器, 读得电压表、电流表、电阻箱的示数分别为 U_a 、 I_a 、 R_a ; 再将开关接 b , 同样操作后读得电压表、电流表、电阻箱的示数分别为 U_b 、 I_b 、 R_b 。可测得电流表内阻 $R_A =$ _____, 电压表内阻 $R_V =$ _____。

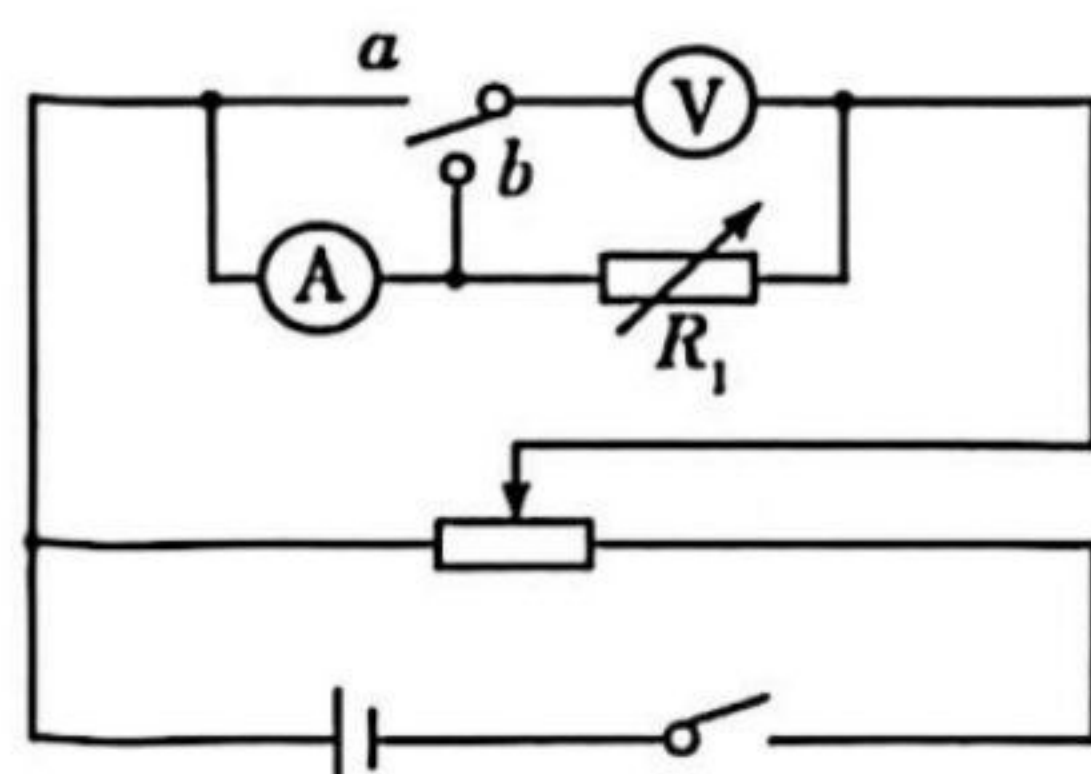


图1

(2) 经过精确测量, 测得电压表内阻为 200Ω , 电流表内阻为 9Ω 。他们用如图 2 所示电路完成干电池电动势和内阻的测量, 电阻箱 R_1 的阻值调为 1.0Ω , R_2 的阻值调为

1 800 Ω 。某次测量,电流表的示数为 18 mA,电压表示数为 60 mV,则此时干路电流为 _____ A,路端电压为 _____ V。调节滑动变阻器,记录多组电压表、电流表的示数,得到电压表示数 U 与电流表示数 I 的关系图线如图 3 所示,可求得干电池的电动势为 _____ V(保留 3 位有效数字),内阻为 _____ Ω (保留 2 位有效数字)。

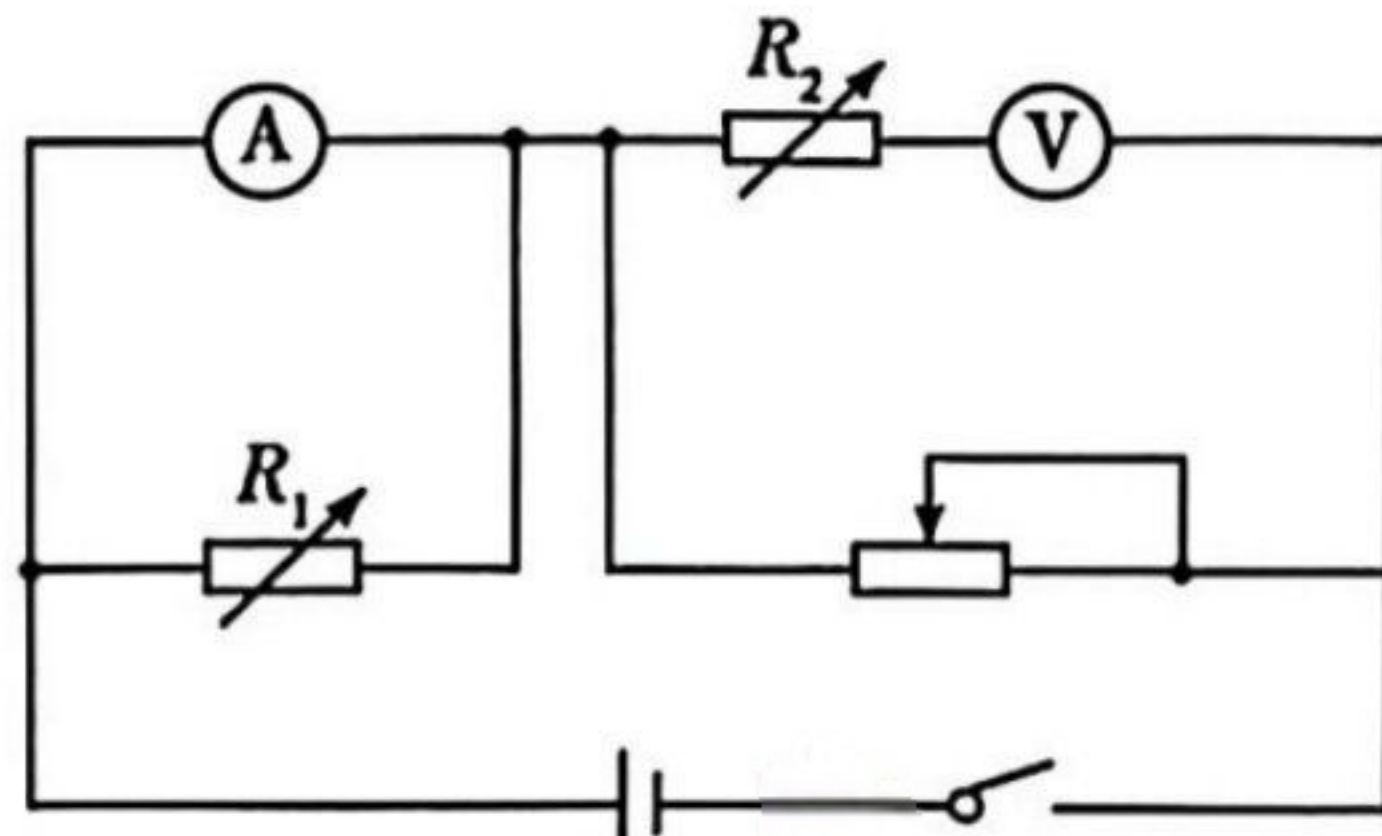


图2

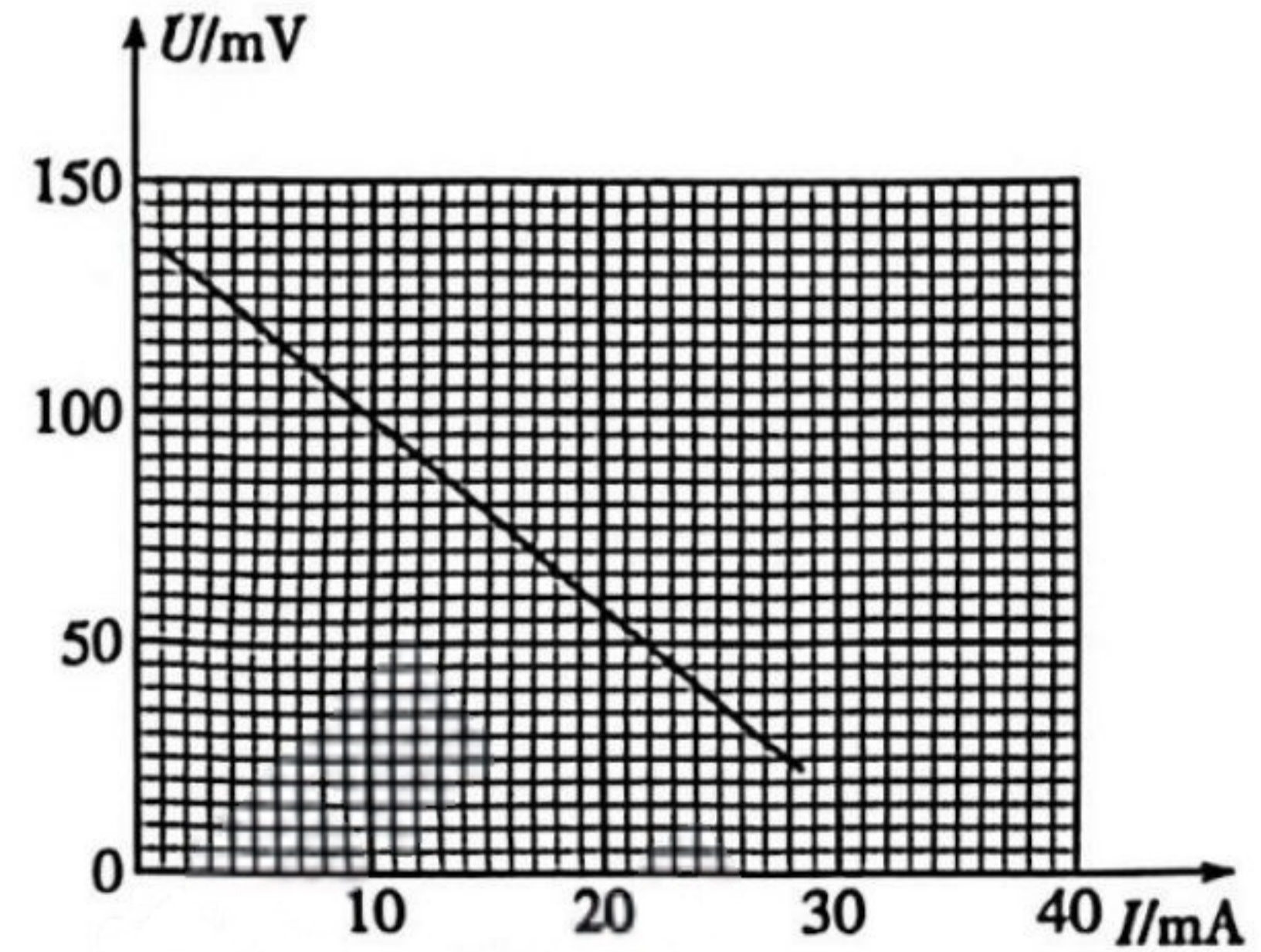
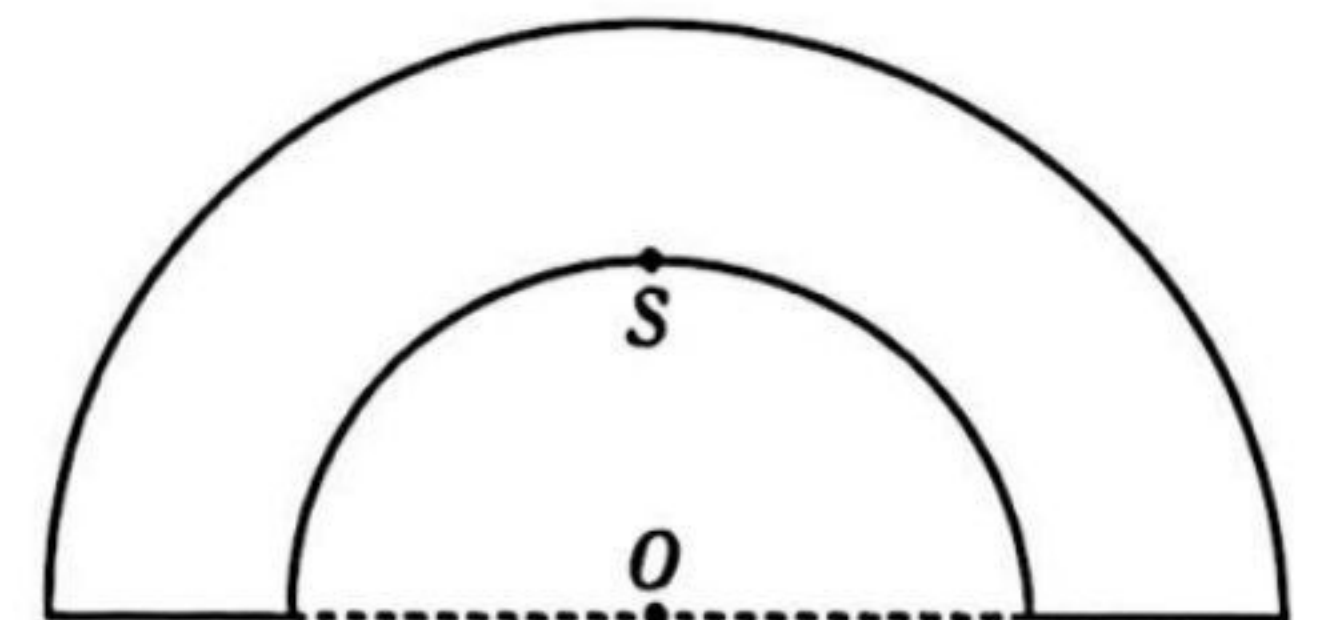


图3

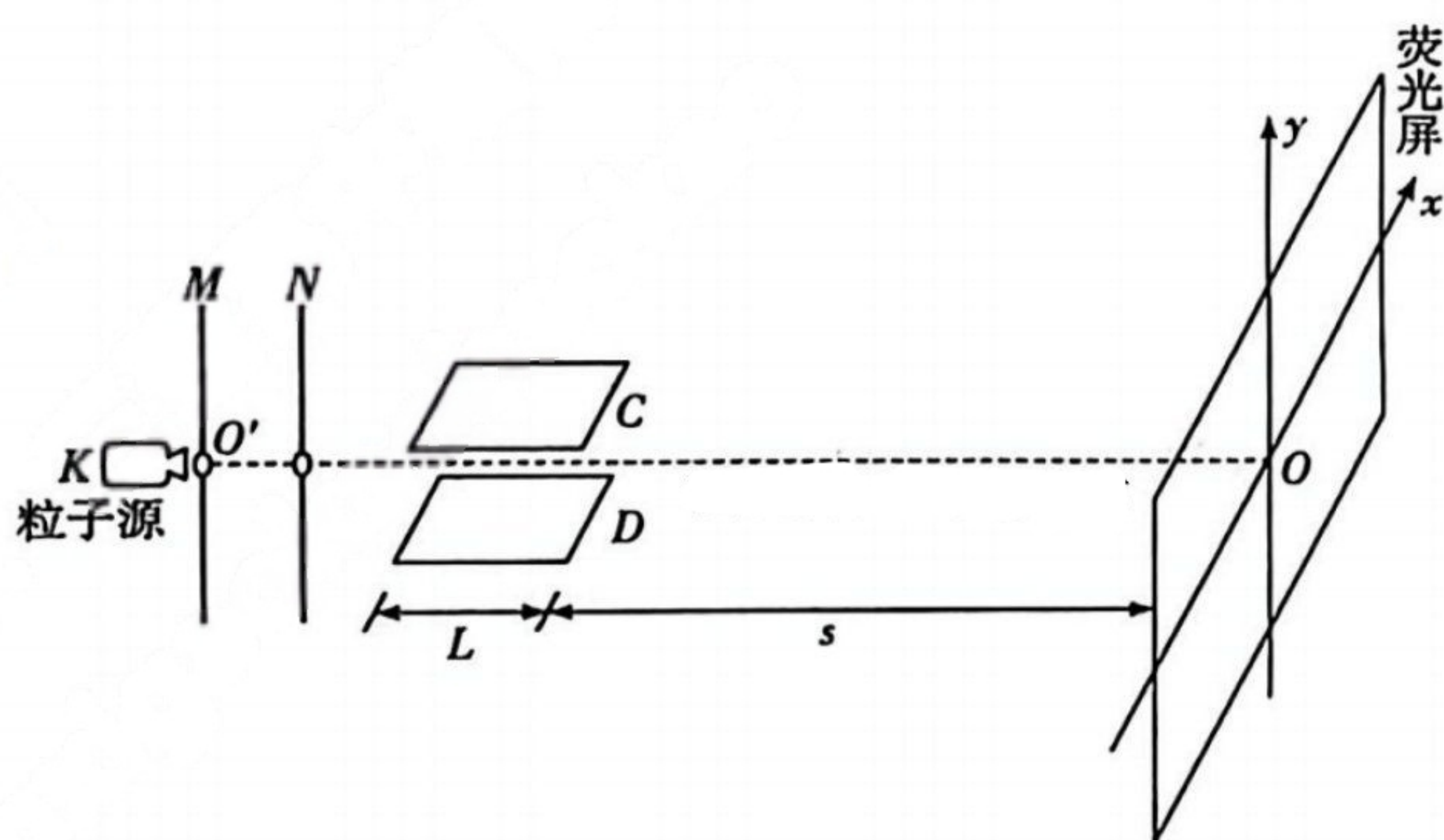
13. (10 分) 放置在水平面上的拱形光学玻璃元件,其内外表面是半径分别为 r 、 $\sqrt{3}r$ 的半球面,图示为其过球心 O 的竖直截面示意图。某实验小组为研究其光学性质,在 O 点正上方内表面上镶嵌一单色点光源 S ,只考虑 S 射出的光线直接折射出球面的光学效果,测得外表面发光区域在图示截面上形成的弧长为 $\frac{\sqrt{3}\pi r}{3}$ 。已知光在空气中的传播速度近似等于真空中的传播速度 c ,求:

- (1) 该玻璃的折射率为多大;
- (2) 把光源移到 O 处,则光线从 O 点到射出外表面的总时间为多少。



14. (12分) 测量粒子比荷的一种常用装置如图所示。粒子源 K 发出的带正电的粒子从 O' 点无初速度飘入加速电场中, 由静止加速以平行于电容器极板的速度沿所有元件的中心轴线 $O'O$ 进入两极板 C 、 D 间的区域。已知极板 C 、 D 的长度为 L , 极板右端到荧光屏的距离为 s , $s \gg L$ 。荧光屏上有以 O 为原点的坐标系 xOy , 不计粒子的重力和粒子在板间偏离 $O'O$ 的距离, 不考虑电场的边缘效应。已知粒子的质量为 m 、电荷量为 $+q$, 加速电场 M 、 N 间的电压恒为 U_0 , 偏转电场 C 、 D 极板间加上沿 y 轴正方向的电场。

- (1) 若偏转电场为匀强电场, 场强为 E , 求粒子打到荧光屏上时偏离 O 点的距离 y ;
- (2) 若偏转电场的场强 E 与时间 t 的关系为 $E = E_0 + kt$ (E_0 已知, k 为已知常数), 粒子在 $t = 0$ 时刻进入偏转电场, 求粒子打到荧光屏上时偏离 O 点的距离 y' 。



15. (16分) 如图所示, 足够长的固定斜面上有一质量为 M 、长为 L 的木板 B , 木板 B 的底端有一质量为 m 可视为质点的小木块 A , $m < M$ 。已知 B 与斜面间的动摩擦因数等于斜面倾角的正切值, A 与 B 间的动摩擦因数大于斜面倾角的正切值。现木板 B 以速度 v_0 沿斜面下滑的同时, 小木块 A 以相反的速度 v_0 从木板底端向上滑动。

(1) 若最后 A 刚好没有滑离 B 板:

① 求它们最后的速度大小和方向;

② 求 A 与 B 相对滑动的时间。

(2) 若经过 t 时间 A 、 B 分离, 求该过程中 A 、 B 的位移 x_A 、 x_B 分别为多大。

