

注意事项:

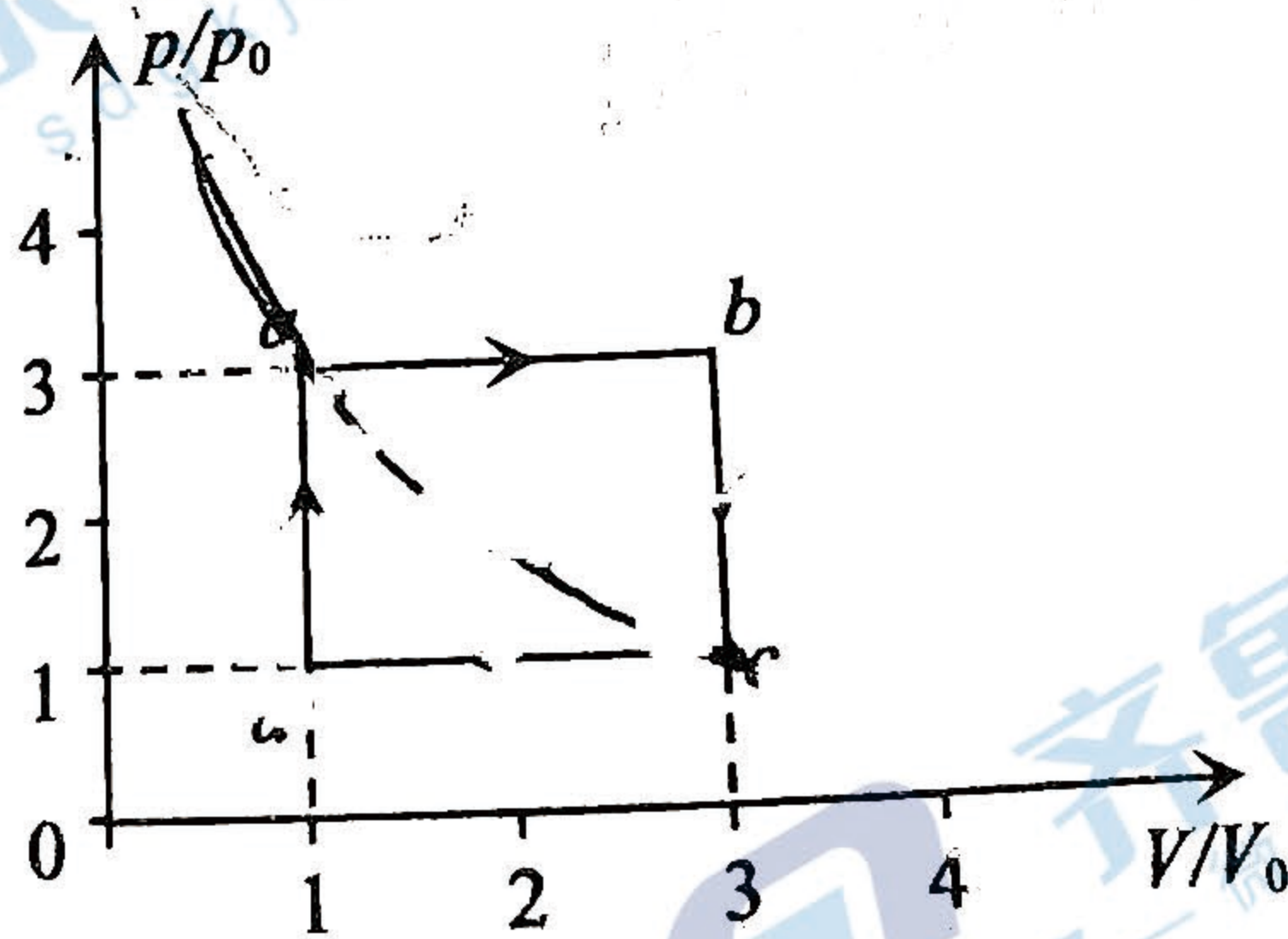
1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在答题卡和试卷指定位置。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上,写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

一、单项选择题:本题共 8 小题,每小题 3 分,共 24 分。每小题只有一个选项符合题目要求。

1. 核电池又叫“放射性同位素电池”,已用于心脏起搏器和人工心脏。以其能源的精细可靠,可在患者胸内连续安全使用 10 年以上。现有某型号核电池,内装 150 毫克钷( $^{238}_{94}\text{Pu}$ )。已知钷的半衰期为 87.7 年,钷衰变时会放出  $\alpha$  射线和  $\gamma$  光子,生成新核 X。下列说法正确的是

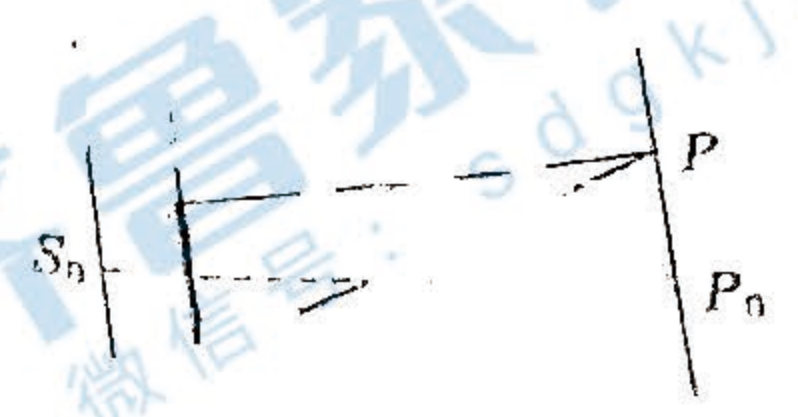
- A. 生成的新核 X 的中子数为 142
- B. 核电池的工作原理与核电站相同,都是核裂变释放的能量转化为电能
- C. 核电池装入人体后,温度升高,钷的半衰期将小于 87.7 年
- D. 经 43.85 年,150 毫克的钷还能剩下 75 毫克

2. 一定质量的理想气体,从状态 a 经 bcd 又回到状态 a,其循环过程的  $p-V$  图像如图所示。已知气体在状态 a 的温度为  $T_0$ 。则下列说法正确的是



- A. 气体在状态 c 的温度为  $6T_0$
- B. 气体由 a 到 b 和由 c 到 d 的两个过程中,对外做的功相等
- C. 气体完成 1 次循环过程,一定从外界吸收热量
- D. 气体由 a 到 b 的过程中,吸收的热量小于内能的增加量

3. 1801年,英国物理学家托马斯·杨完成了著名的双缝干涉实验。如图所示为双缝干涉实验的原理图,单缝 $S_0$ 、屏上的 $P_0$ 点均位于双缝 $S_1$ 和 $S_2$ 的中垂线上。在双缝与屏之间充满折射率为 $n$ 的均匀介质,屏上 $P$ 点是 $P_0$ 点上方的第4条暗条纹的中心, $P$ 点到 $P_0$ 点的距离为 $x$ 。已知入射光在真空中的波长为 $\lambda$ ,双缝与屏之间的距离为 $L$ ,则双缝 $S_1$ 和 $S_2$ 的距离为



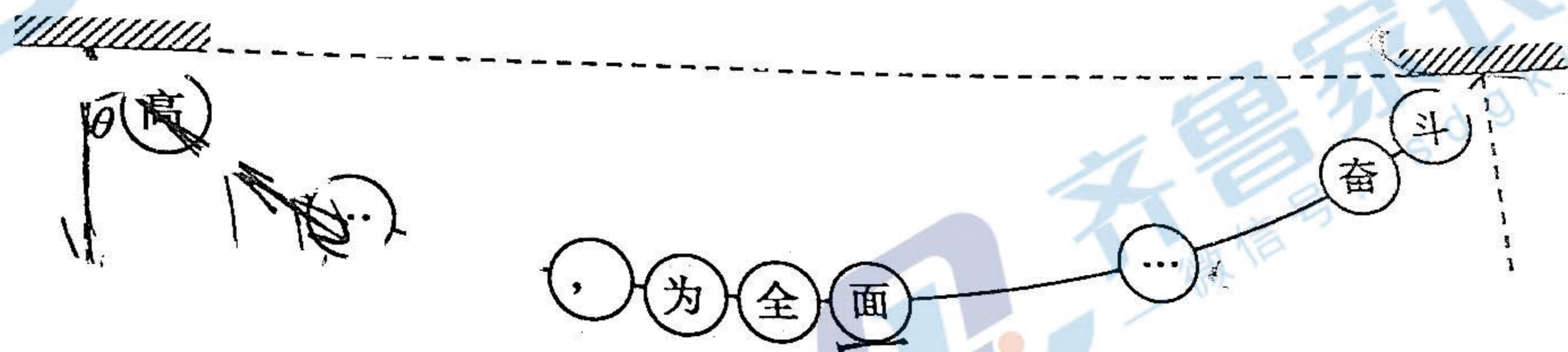
A.  $\frac{7L\lambda}{nx}$

B.  $\frac{4L\lambda}{nx}$

C.  $\frac{L\lambda}{x}$

D.  $\frac{L\lambda}{nx}$

4. 为庆祝全国两会胜利召开,某景区挂出34个灯笼(相邻两个灯笼之间用轻绳等距连接),灯笼上依次贴着“高举中国特色社会主义伟大旗帜,为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗”的金色大字,从左向右依次标为1、2、3、...、34。无风时,灯笼均自然静止,与“全”字灯笼右侧相连的轻绳恰好水平,如图所示。已知每个灯笼的质量均为 $m=1\text{kg}$ ,取重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ,悬挂灯笼的轻绳最大承受力( $T_m=340\text{N}$ ,最左端悬挂的轻绳与竖直方向的夹角为 $\theta$ 。 $\sin 37^\circ=0.6$ , $\cos 37^\circ=0.8$ 。下列说法正确的是



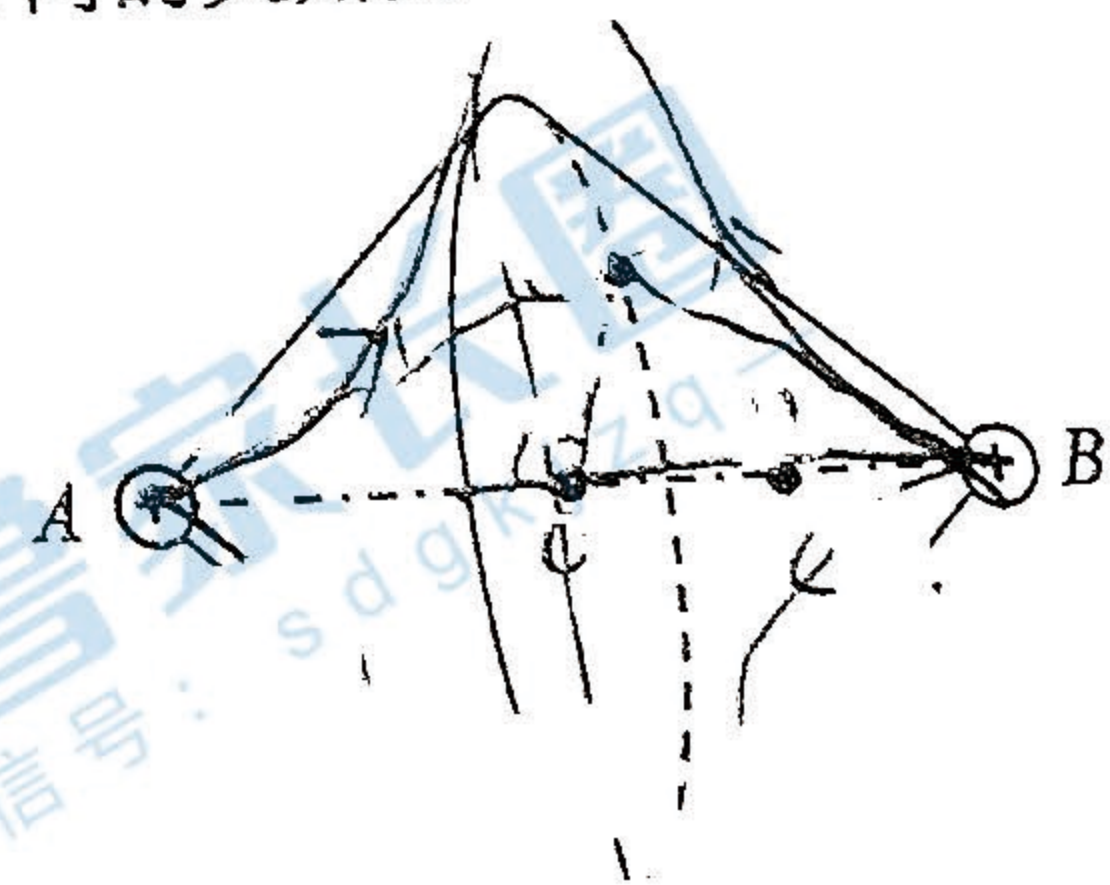
A. 夹角 $\theta$ 的最大值为 $45^\circ$

B. 当夹角 $\theta$ 最大时,最底端水平轻绳的拉力大小为 $170\sqrt{3}\text{N}$

C. 当 $\theta=37^\circ$ 时,最底端水平轻绳的拉力大小为 $204\text{N}$

D. 当 $\theta=37^\circ$ 时,第4个灯笼与第5个灯笼之间的轻绳与竖直方向的夹角为 $45^\circ$

5. 如图所示, $A$ 、 $B$ 为两个对称的圆锥的顶点,相距 $2l$ ,圆锥的底面半径为 $l$ , $C$ 点为圆锥底面圆周上的一点, $O$ 点为 $AB$ 连线的中点, $D$ 点为 $OB$ 连线的中点。现把两个电荷量都是 $Q$ 的正点电荷分别置于 $A$ 、 $B$ 两点。该空间为真空,静电力常量为 $k$ 。则下列说法正确的是



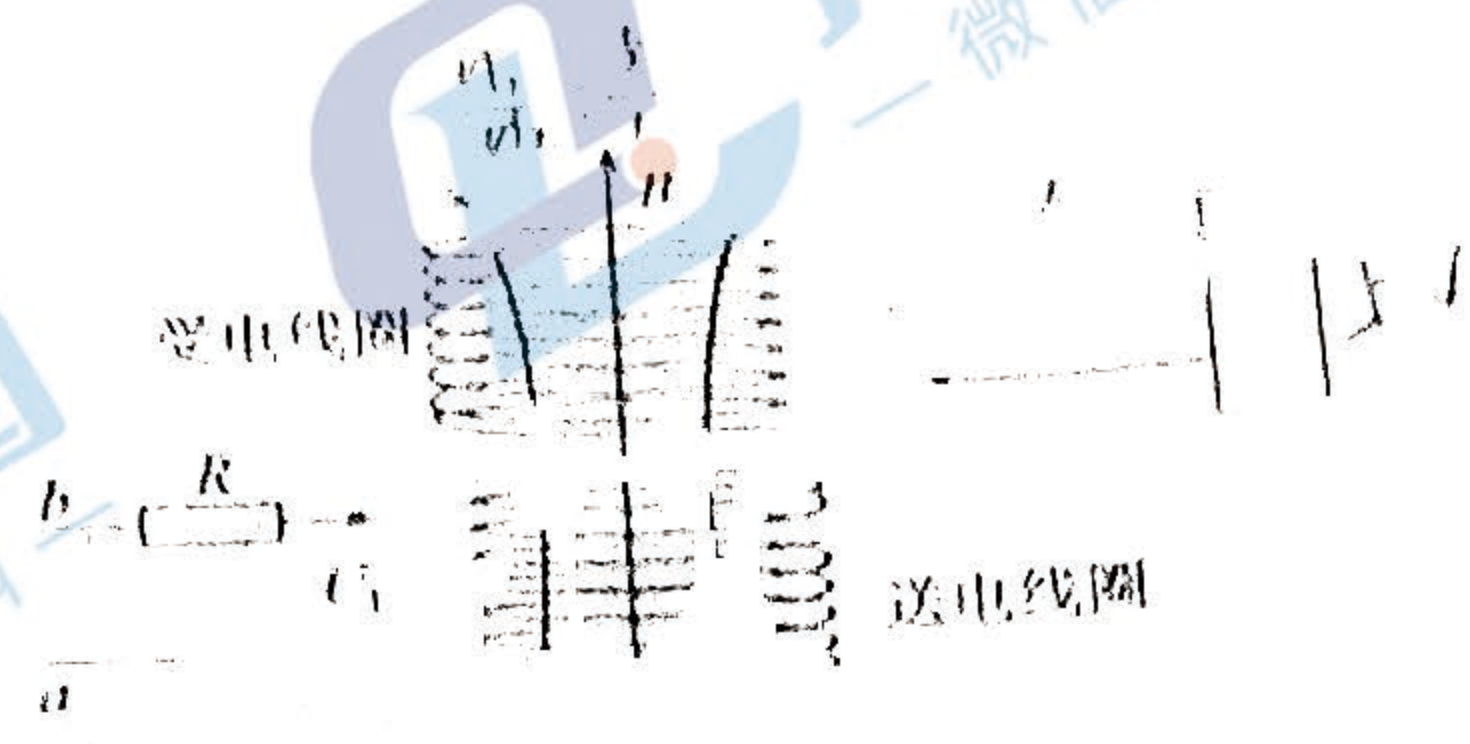
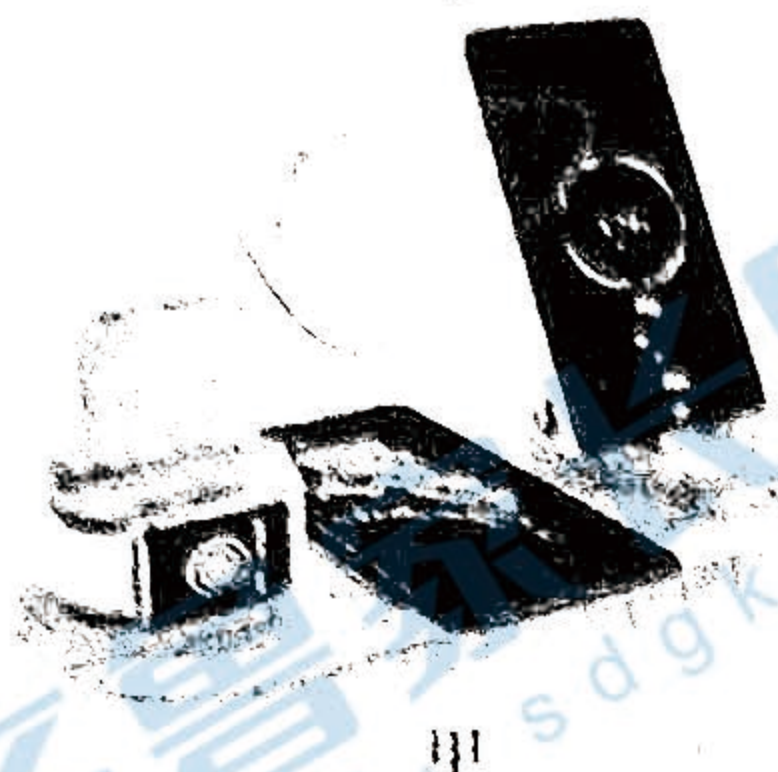
A. 圆周上各点的电场强度的方向都平行于 $AB$ 连线

B. 圆周上 $C$ 点的电场强度大小为 $\frac{\sqrt{2}kQ}{l^2}$

C. 在 $OB$ 连线上各点的电场强度都一定大于 $C$ 点的电场强度

D. 将另一个带负电的检验电荷 $q$ 从 $C$ 点沿 $CO$ 、 $OD$ 的折线路径移动到 $D$ 点的过程中,其电势能一定逐渐减小

6. 如图甲所示,是国产某型号手机无线充电装置,其工作原理图如图乙所示,其中送电线圈和受电线圈匝数比 $n_1:n_2=5:1$ ,送电线圈和受电线圈所接电阻的阻值均为 $R$ 。当 $ab$ 间接上 $220V$ 的正弦交流电源后,受电线圈中产生交变电流给手机快速充电,这时手机两端的电压为 $5V$ ,充电电流为 $5A$ 。把送电线圈和受电线圈构成的装置视为理想变压器,不计线圈及导线电阻,则下列说法正确的是



- A. 阻值  $R = 195\Omega$
- B. 快速充电时,送电线圈的输入电压  $U_1 = 212.5V$
- C. 快速充电时,送电线圈的输入功率为  $25W$
- D. 持续进行快速充电时,充满容量为  $4000mA \cdot h$  的电池至少需要  $80min$

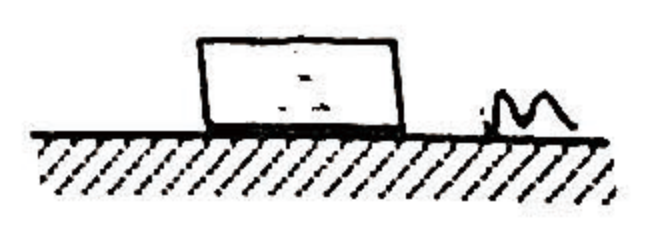
7. 某实验小组设计了用单摆测量海底深度的实验。在静止于海底的蛟龙号里,测得摆长为 $L$ 的单摆,完成 $N$ 次全振动用时为 $t$ 。设地球为均质球体,半径为 $R$ ,地球表面的重力加速度大小为 $g$ 。已知质量分布均匀的球壳对壳内物体的引力为零。则下列说法正确的是

- A. 此海底处的重力加速度大于地球表面的重力加速度
- B. 此海底处的重力加速度为无穷大
- C. 此海底处的深度为  $R - \frac{4\pi^2 L N^2 (R)}{g t^2}$
- D. 此海底处的重力加速度大小为  $\frac{4\pi^2 L N}{g t^2}$

8. 如图所示,质量均为 $m$ 的两物体A、B用劲度系数为 $k$ 的轻质弹簧拴接,物体C叠放在物体B上,系统处于静止状态。现将C瞬间取走,物体A恰好不离开地面。已知弹性势能的表达式为 $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ ,其中 $x$ 为弹簧的形变量,重力加速度为 $g$ 。以下说法正确的是

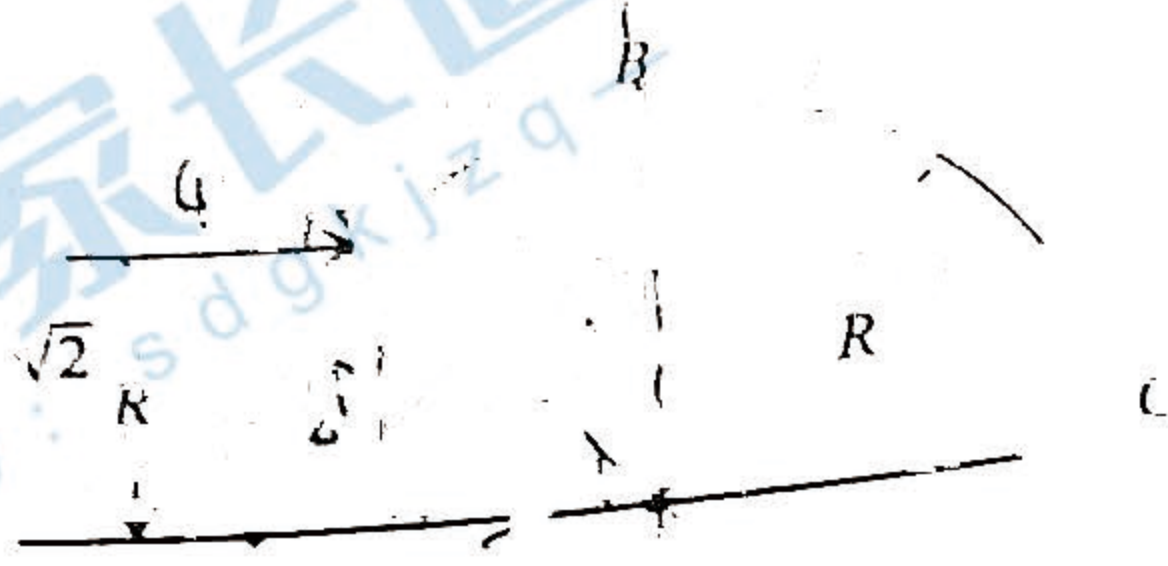


- A. 物体C的质量为 $3m$
- B. 物体B运动到最高点时的加速度大小为 $3g$
- C. 物体B的最大速度大小为  $2g \sqrt{\frac{m}{k}}$
- D. 物体B上升的最大高度为  $\frac{2mg}{k}$

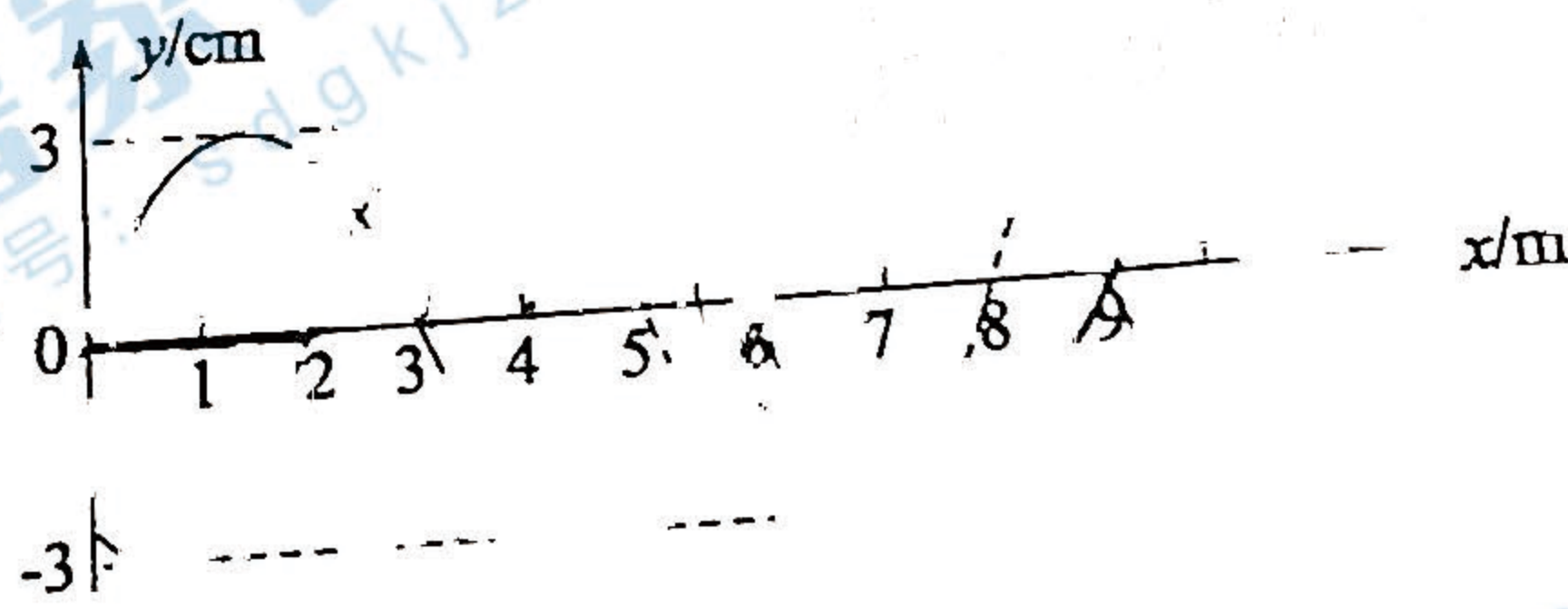


二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分。

9. 半径为  $R$  的均质透明半圆柱体的横截面示意图如图所示。绿色细光束平行于直径  $AC$  从  $P$  点射向半圆柱体，进入半圆柱体后，经  $BC$  面反射，到达  $AC$  面。  $P$  点到直径  $AC$  的距离为  $\frac{\sqrt{2}}{2}R$ 。透明半圆柱体对绿光的折射率为  $\sqrt{2}$ 。仅考虑第一次到达  $AC$  面的光线。则下列说法正确的是

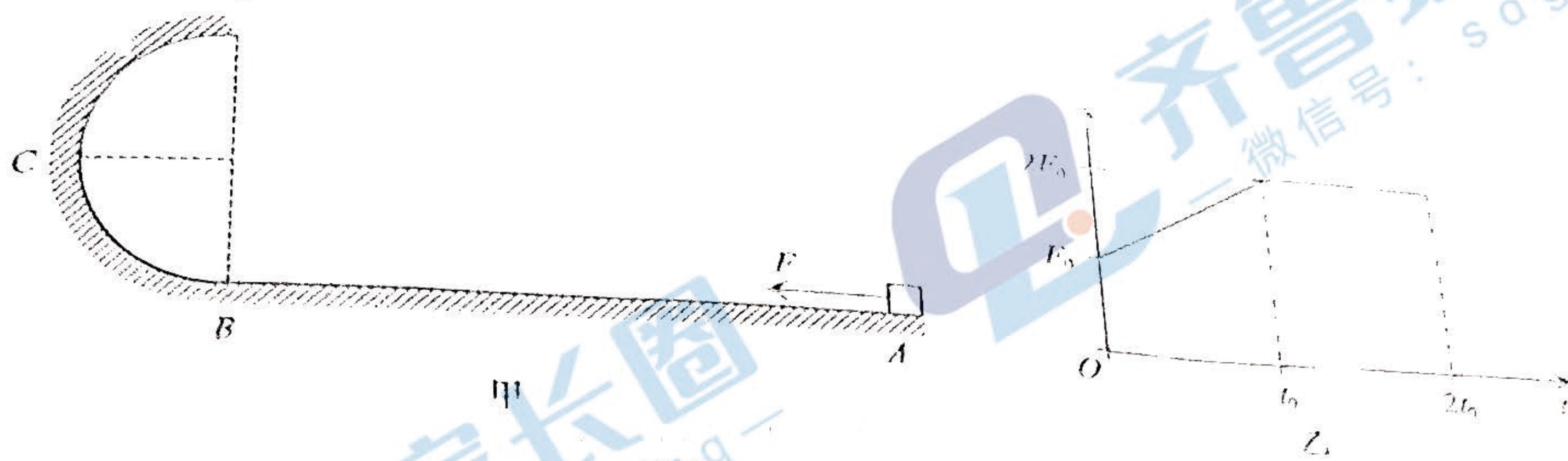


- A. 绿光束在  $AC$  面上一定发生全反射
  - B. 绿光束在  $AC$  面上一定不会发生全反射
  - C. 若入射光束为红色光束，则到达  $AC$  面的光一定不会发生全反射
  - D. 若入射光束为红色光束，则到达  $AC$  面的光一定发生全反射
10. 沿  $x$  轴传播的简谐横波在  $t_1=0$  时刻的波形如图中实线所示，在  $t_2=0.4s$  时刻的波形如图中虚线所示。已知波的周期  $0.2s < T < 0.4s$ ， $P$  为波中的一个振动质点。则下列说法正确的是



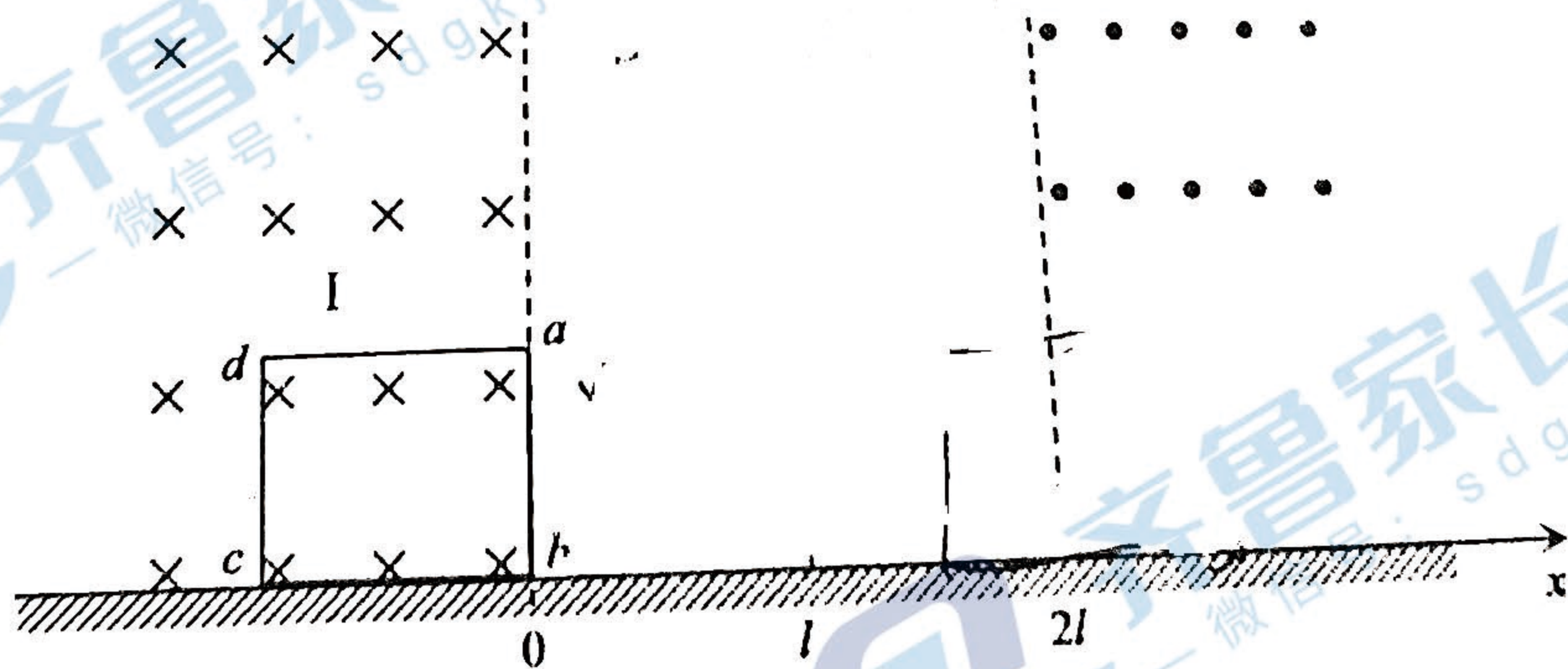
- A. 波的传播速度可能为  $20m/s$
- B. 在  $t_3=0.6s$  时刻，质点  $P$  的振动方向一定向下
- C. 在  $t_3=0.6s$  时刻，质点  $P$  的加速度方向一定向上
- D. 质点  $P$  在  $2.4s$  内运动的路程可能为  $96cm$

11. 如图甲所示, AB 为光滑的水平直轨道, BCD 为光滑的半圆轨道。质量为  $m$  的小物体置于 A 点, 在水平力  $F$  的作用下由静止开始运动,  $F$  随时间  $t$  的变化规律如图乙所示。已知在  $2t_0$  时刻小物体恰好经过 B 点, 此时撤去水平力  $F$ , 小物体刚好能经过 D 点, 重力加速度为  $g$ 。则下列说法正确的是



- A.  $t_0$  时刻水平力  $F$  的瞬时功率为  $\frac{7F_0^2 t_0}{2m}$
- B.  $0 \sim t_0$  时间内水平力  $F$  做功为  $\frac{9F_0^2 t_0^2}{4m}$
- C.  $0 \sim t_0$  时间内水平力  $F$  做功为  $\frac{9F_0^2 t_0^2}{8m}$
- D. 小物体落到水平面的位置离 B 点的距离为  $\frac{49F_0^2 t_0^2}{10m^2 g}$

12. 如图所示,  $abcd$  是一个均质正方形导线框, 其边长为  $l$ 、质量为  $m$ 、电阻为  $R$ 。在  $x \leq 0$  的范围内存在大小为  $B_0$ , 方向垂直于纸面向里的匀强磁场 I, 在  $x \geq 2l$  的范围内存在大小为  $2B_0$ , 方向垂直于纸面向外的匀强磁场 II, 在  $0 < x < 2l$  范围内无磁场。线框以某一初速度从图示位置在光滑水平面上沿  $x$  轴向右运动,  $cd$  边刚好不能进入右侧磁场, 边界含磁场, 导线框始终垂直于磁场。则下列说法正确的是



- A. 线框穿出磁场 I 的过程中和进入磁场 II 的过程中, 线框中产生的感应电流方向相反
- B. 线框  $ab$  边刚穿出磁场 I 时,  $ab$  两点间的电势差为  $U_{ab} = \frac{5B_0^3 l^4}{4mR}$
- C. 线框恰好有一半进入磁场 II 时,  $ab$  边受到的安培力大小为  $\frac{4B_0^4 l^5}{mR^2}$
- D. 线框穿出磁场 I 的过程中与进入磁场 II 的过程中产生的焦耳热之比为  $9:16$

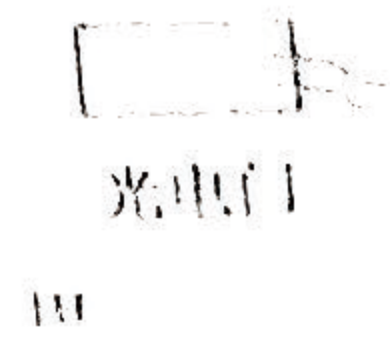
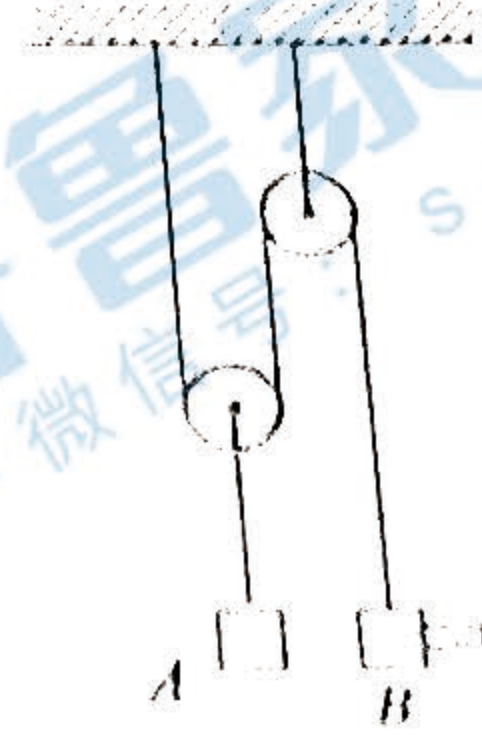
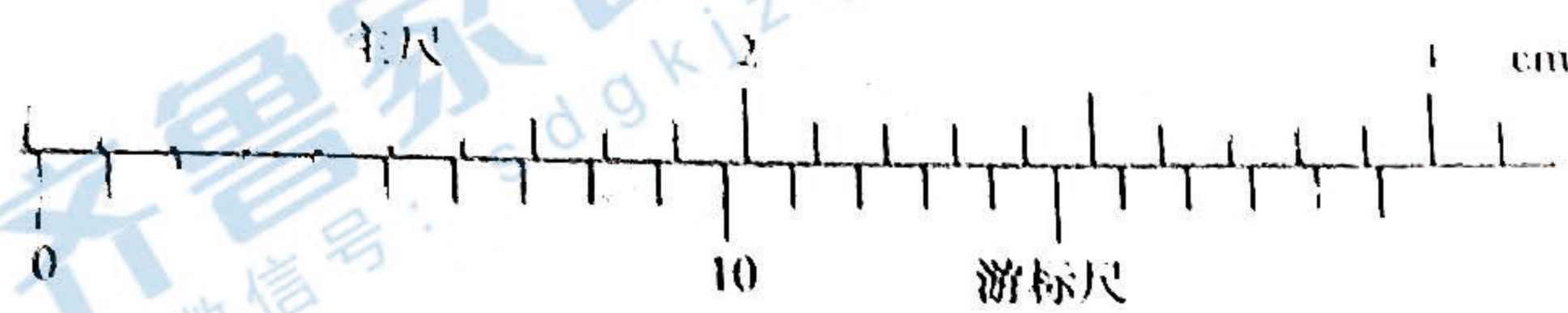
三、非选择题：本题共 6 小题，共 60 分。

13. (6 分) 某实验小组利用如图甲所示的装置验证机械能守恒定律。

在动滑轮的下方悬挂重物 A、定滑轮的下方悬挂重物 B，重物 B 上固定一遮光条，遮光条的宽度为  $d$ 。已知 A、B 的质量相等，悬挂滑轮的轻质细线始终保持竖直，滑轮的质量忽略不计。

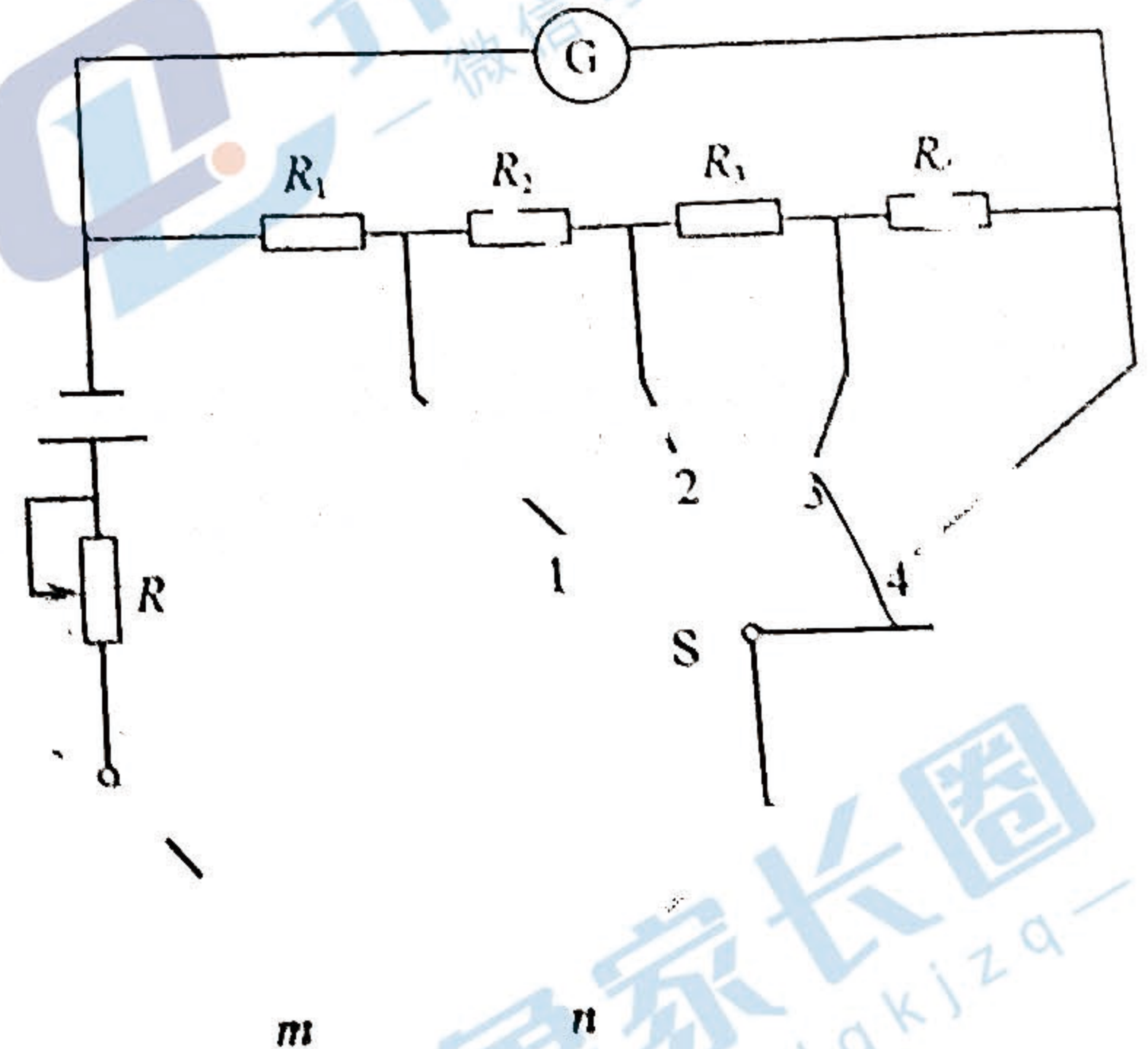
(1) 开始时，细线绷直，重物 A、B 处于静止状态。释放后，A、B 开始运动，测出遮光条通过光电门的时间  $t$ ，则重物 B 经过光电门时的速度为  $v = \frac{d}{t}$  (用题中所给的字母表示)。

(2) 用游标卡尺测得遮光条的宽度如图乙所示，则遮光条的宽度  $d = 1.02$  cm。



(3) 调整 B 开始释放的位置到光电门之间的高度  $H$ ，得到多组时间  $t$ 。如果系统的机械能守恒，应满足的关系式为  $2gH = v^2$  (已知当地重力加速度大小为  $g$ ，用实验中所测得的物理量的字母表示)。

14. (8 分) 小明同学自制了一个四挡位 (“ $\times 1$ ”、“ $\times 10$ ”、“ $\times 100$ ”和“ $\times 1k$ ”) 的欧姆表，其原理图如图所示， $R$  为欧姆调零电阻， $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  为定值电阻，电流计 G 的内阻为  $R_g$ 。用此欧姆表测量一待测电阻的阻值，回答下列问题：



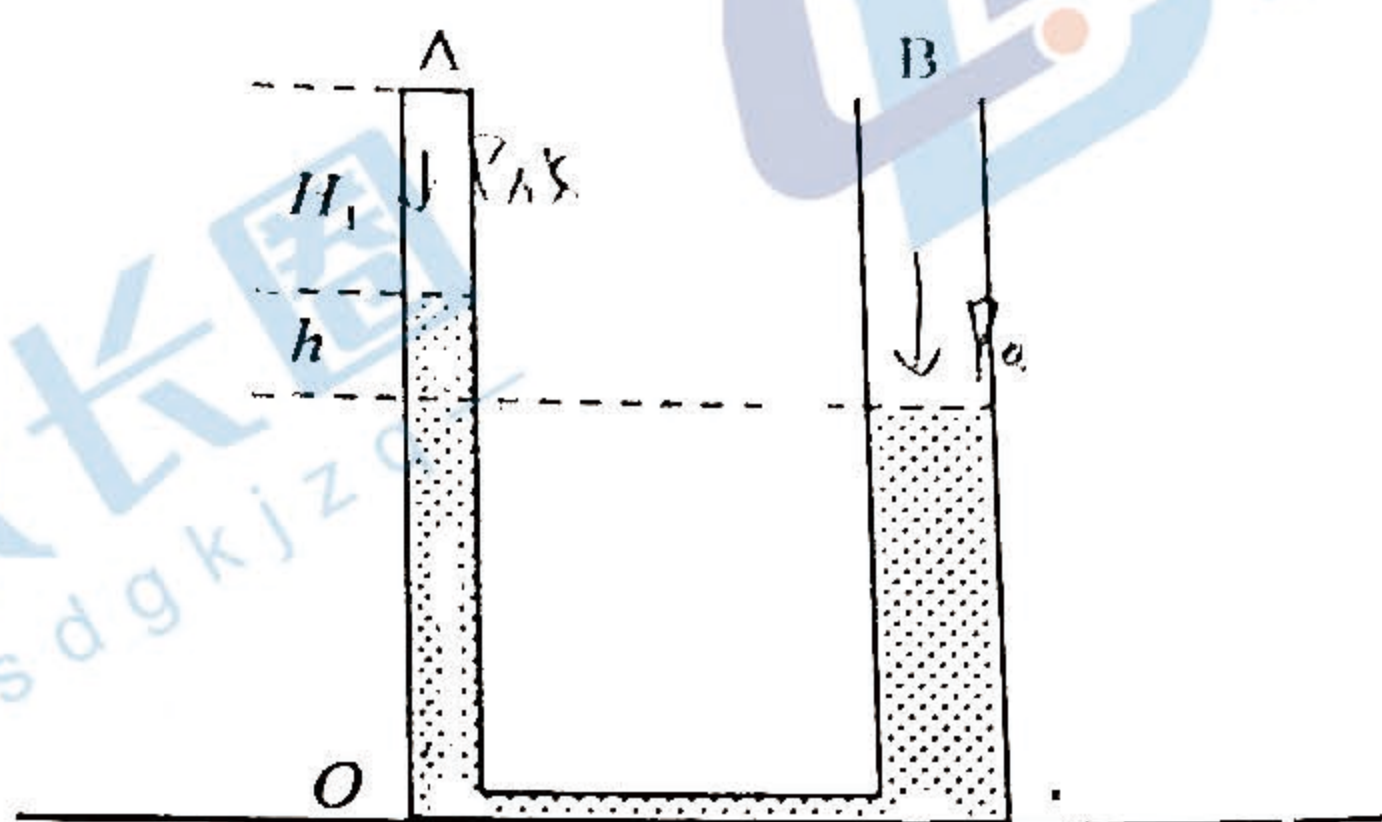
(1) 短接  $m$ 、 $n$ ，将选择开关 S 与 3 接通，电流计 G 示数为  $I_3$ ；保持电阻  $R$  滑片位置不变，将选择开关 S 与 2 接通，电流计 G 示数变为  $I_2$ ，则  $I_3$  大于  $I_2$  (选填“大于”或“小于”)；

(2) 将选择开关 S 与 3 接通，此时欧姆表的挡位为  $\times 100$  (选填“ $\times 1$ ”、“ $\times 10$ ”、“ $\times 100$ ”或“ $\times 1k$ ”)；

(3) 从“ $\times 1k$ ”挡位换成“ $\times 100$ ”挡位后，进行欧姆调零时，调零电阻  $R$  的滑片应该 向上 滑动(填“向上”或“向下”)；

(4) 选择“ $\times 100$ ”挡位并欧姆调零后，在红、黑表笔间接入阻值为  $1k\Omega$  的定值电阻  $R_5$ ，稳定后电流计 G 的指针偏转到满偏刻度的一半；取走  $R_5$ ，在红、黑表笔间接入待测电阻  $R_x$ ，稳定后电流计 G 的指针偏转到满偏刻度的  $\frac{1}{3}$ ，则  $R_x = \frac{2}{3} R_5 = \frac{2}{3} \times 1k\Omega = \frac{2}{3} k\Omega$ 。

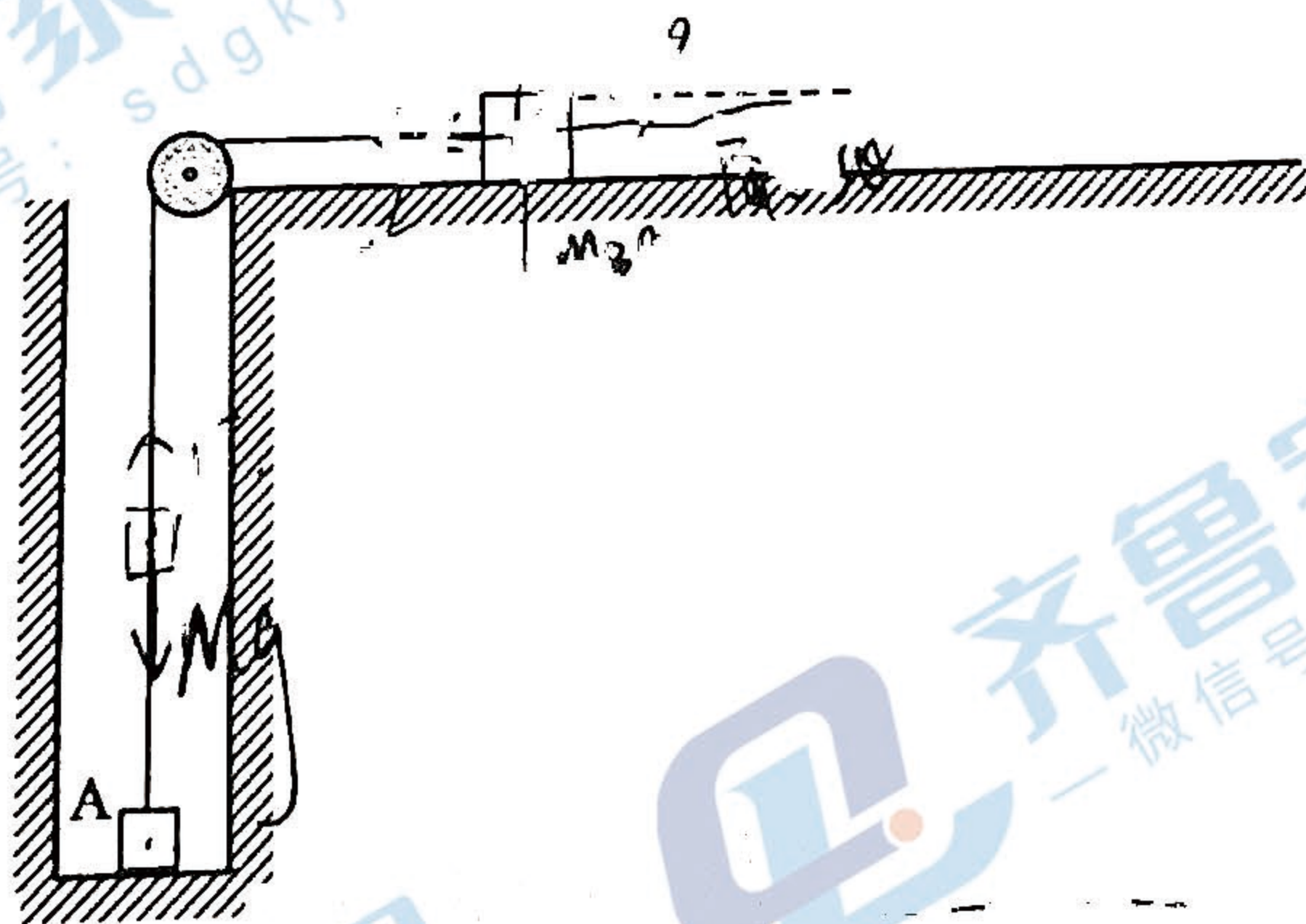
15. (7分) 某物理实验小组, 为了测量当地的大气压强, 设计了如图所示的实验装置。U形管竖直放置, B管的横截面积为A管的2倍, 底部用细管相连, 稳定时, A管中封闭有长为  $H_1 = 32\text{cm}$  的空气柱, B管开口, A、B两管水银面高度差为  $h = 16\text{cm}$ 。现将该装置从图示位置绕轴  $OO'$  缓慢转动  $180^\circ$ , A管中气柱长度缩短到  $H_2 = 16\text{cm}$ 。实验中空气不会进入细管, U形管导热良好, 环境温度保持不变。计算结果均保留2位有效数字, 气体压强单位用  $\text{cmHg}$  表示。那么



(1) 当地的大气压强是多少;

(2) 该将该装置从图示位置绕轴  $OO'$  缓慢转动  $90^\circ$  时, A管中气柱的长度为多少?

16. (10分) 如图所示, 深为  $h = 8\text{m}$  的枯井中有一质量为  $m = 40\text{kg}$  的重物 A, 通过轻绳跨过光滑的定滑轮与地面上质量为  $M = 80\text{kg}$  的重物 B 相连。某人用与水平方向成  $\theta = 53^\circ$  的力  $F$  拉重物 B, 恰好使其匀速运动。若该人用同样大小的力  $F$  水平拉重物 B, 并将井中的重物 A 由井底拉到井口。取重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ 。重物 B 与地面之间的动摩擦因数为  $\mu = 0.25$ 。  $\cos 53^\circ = 0.6$ ,  $\sin 53^\circ = 0.8$ 。求:

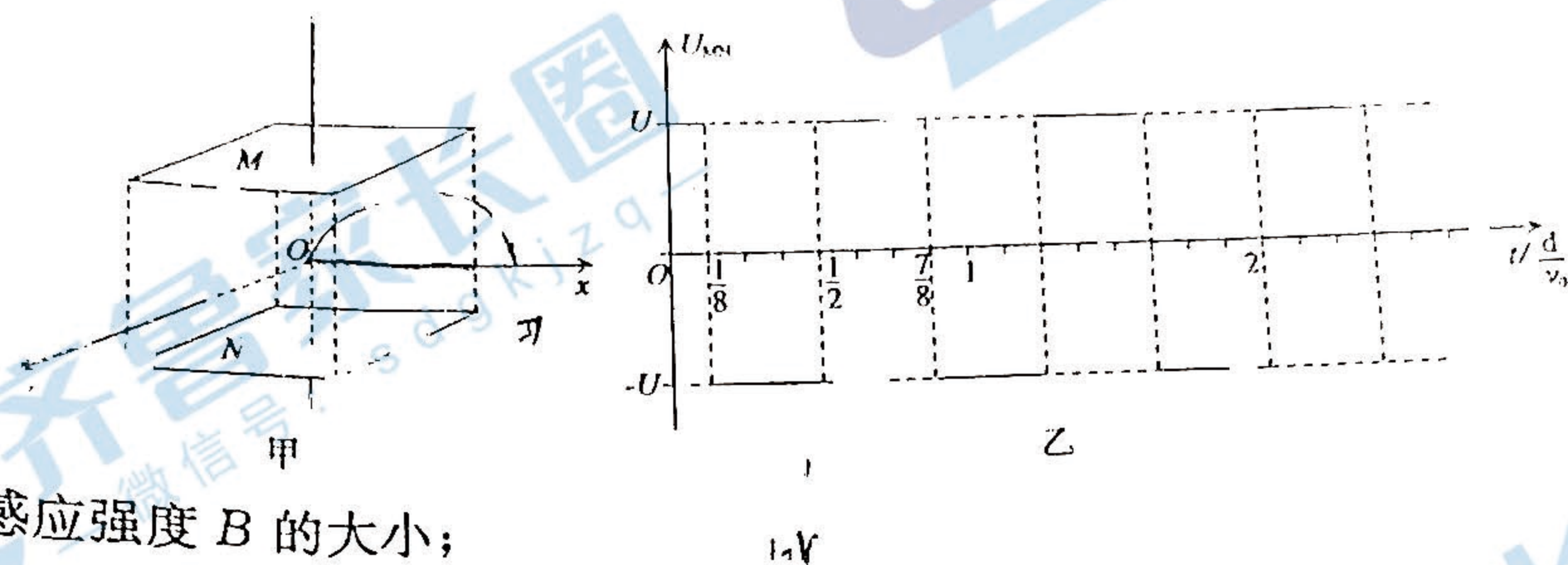


(1) 拉力  $F$  的大小;

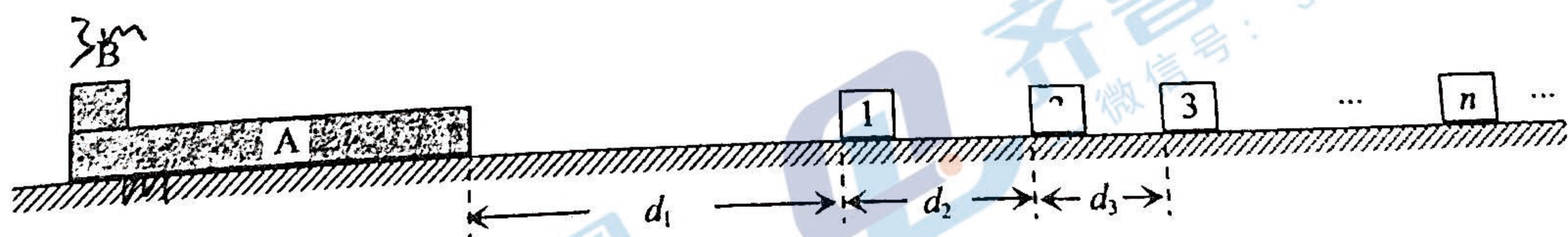
(2) 水平拉重物 B 时, B 的加速度大小;

(3) 为使重物 A 能到达井口, 水平力  $F$  作用的最短时间。

17. (13分) 制造芯片, 要精准控制粒子的注入。如图甲所示, 是控制粒子运动的装置示意图, 两块边长均为  $d$  的正方形金属板  $M$ 、 $N$  上、下正对水平放置, 极板间距也为  $d$ 。以该装置的立方体中心  $O$  点为原点建立直角坐标系, 并在极板间加沿  $y$  轴负方向的匀强磁场(磁感应强度大小未知), 两极板接到电压为  $U$  的电源上。现在一束带正电粒子以速度  $v_0$  沿  $x$  轴正方向从左侧持续注入极板间, 恰好沿  $x$  轴做匀速直线运动。不考虑电磁场的边缘效应, 粒子的重力忽略不计, 粒子之间的静电力忽略不计。



- (1) 求磁感应强度  $B$  的大小;
  - (2) 若仅撤去磁场, 该带电粒子束恰好击中点  $(-\frac{d}{6}, 0, -\frac{d}{2})$ , 求粒子的比荷;
  - (3) 若仅撤去电场, 求带电粒子束离开立方体空间的位置坐标;
  - (4) 若将磁场方向改为沿  $z$  轴正方向, 并将两极板接到电压按如图乙所示变化的电源上,  $t=0$  时刻让粒子从中心  $O$  点沿  $x$  轴正方向以速度  $v_0$  注入, 试通过计算说明从粒子注入后到击中极板前会经过  $z$  轴几次。
18. (16分) 如图所示, 光滑水平轨道上放置质量为  $m$  的长板  $A$ , 质量为  $3m$  的滑块  $B$  (视为质点) 置于  $A$  的左端,  $A$  与  $B$  之间的动摩擦因数为  $\mu$ ; 在水平轨道上放着很多个滑块 (视为质点) 置于  $A$  的左端,  $A$  与  $B$  之间的动摩擦因数为  $\mu$ ; 在水平轨道上放着很多个滑块 (视为质点), 滑块的质量均为  $2m$ , 编号依次为  $1, 2, 3, 4, \dots, n, \dots$ 。开始时长板  $A$  和滑块  $B$  均静止。现使滑块  $B$  瞬间获得向右的初速度  $v_0$ , 当  $A, B$  刚达到共速时, 长板  $A$  恰好与滑块  $1$  发生第  $1$  次弹性碰撞。经过一段时间,  $A, B$  再次刚达到共速时, 长板  $A$  恰好与滑块  $1$  发生第  $2$  次弹性碰撞, 依次类推……; 最终滑块  $B$  恰好没从长板  $A$  上滑落。重力加速度为  $g$ , 滑块间的碰撞均为弹性碰撞, 且每次碰撞极短, 求:



- (1) 开始时, 长板  $A$  的右端与滑块  $1$  之间的距离  $d_1$ ;
- (2) 滑块  $1$  与滑块  $2$  之间的距离  $d_2$ ;
- (3) 长板  $A$  与滑块  $1$  第  $1$  次碰撞后, 长板  $A$  的右端与滑块  $1$  的最大距离;
- (4) 长板  $A$  的长度。