

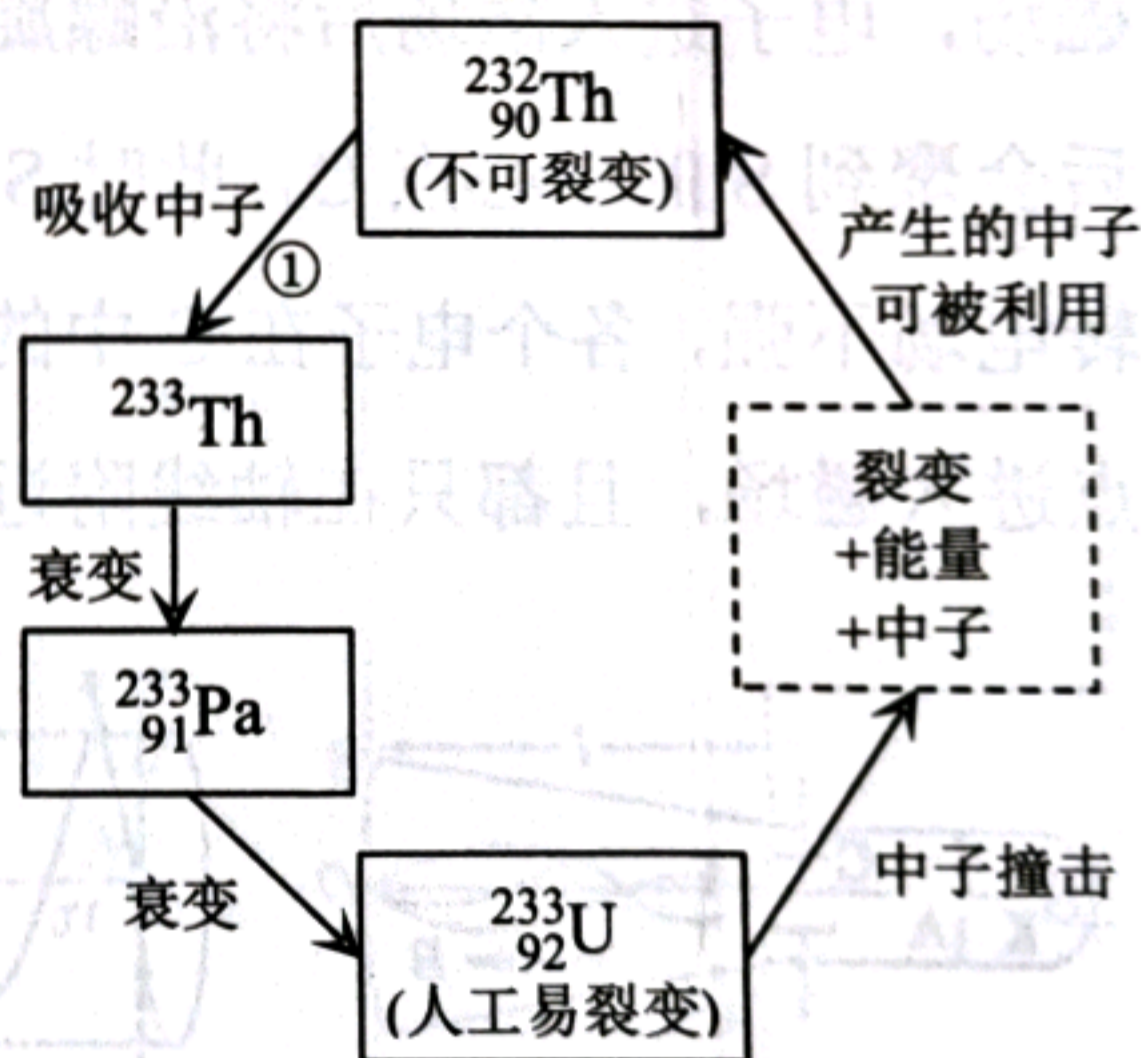
物理试卷

注意事项:

1. 答题前, 先将自己的姓名、准考证号填写在试卷和答题卡上, 并将准考证号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
2. 选择题的作答: 每小题选出答案后, 用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
3. 非选择题的作答: 用黑色签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内。写在试卷、草稿纸和答题卡上的非答题区域均无效。
4. 考试结束后, 请将答题卡上交。

一、选择题: 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, 有错选得 0 分。

1. 2025 年 11 月 1 日, 我国宣布建成钍基熔盐堆并实现钍铀转换, 其关键核反应流程如右图所示。下列说法正确的是



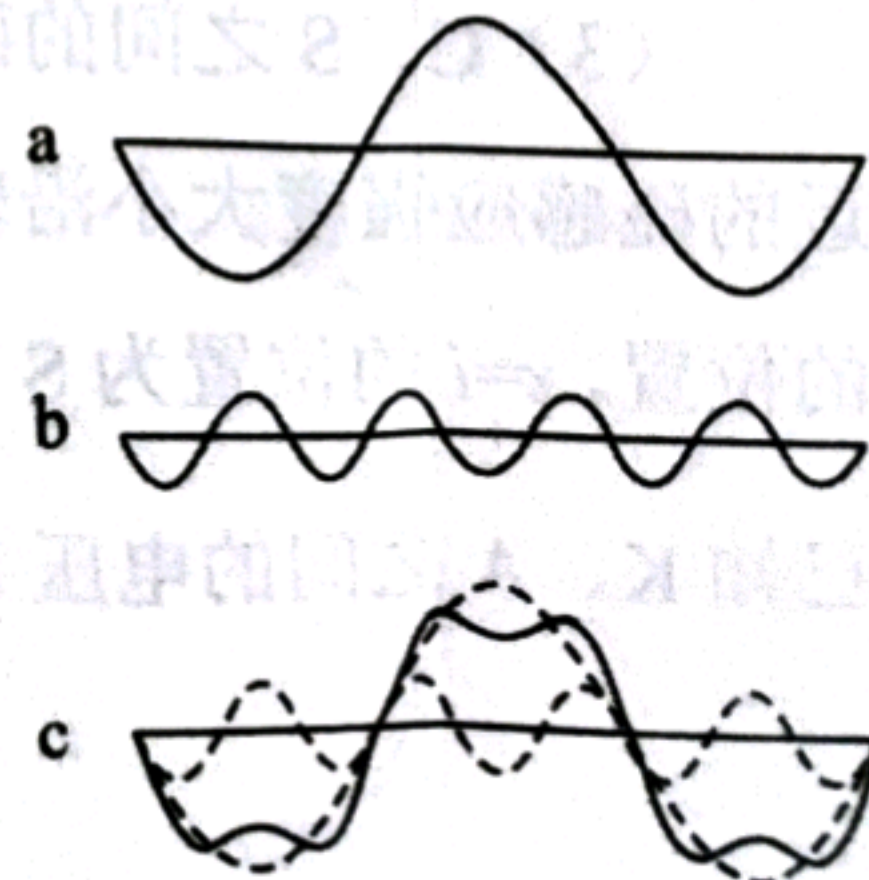
- A. $^{232}_{90}\text{Th}$ 具有放射性
- B. 图中的衰变都是 α 衰变
- C. $^{233}_{92}\text{U}$ 核比 $^{232}_{90}\text{Th}$ 核多 1 个中子
- D. 图中①过程的核反应方程为 $^{232}_{90}\text{Th} + {}^1_0\text{p} \rightarrow ^{233}_{91}\text{Th}$

2. 电荷量分别为 $+q$ 、 $+q$ 、 $-q$ 、 $-q$ 的点电荷 a、b、c、d 相互移近放置。若规定带电粒子间相距无穷远时, 带电粒子组成的系统的电势能为零, 则下列说法正确的是

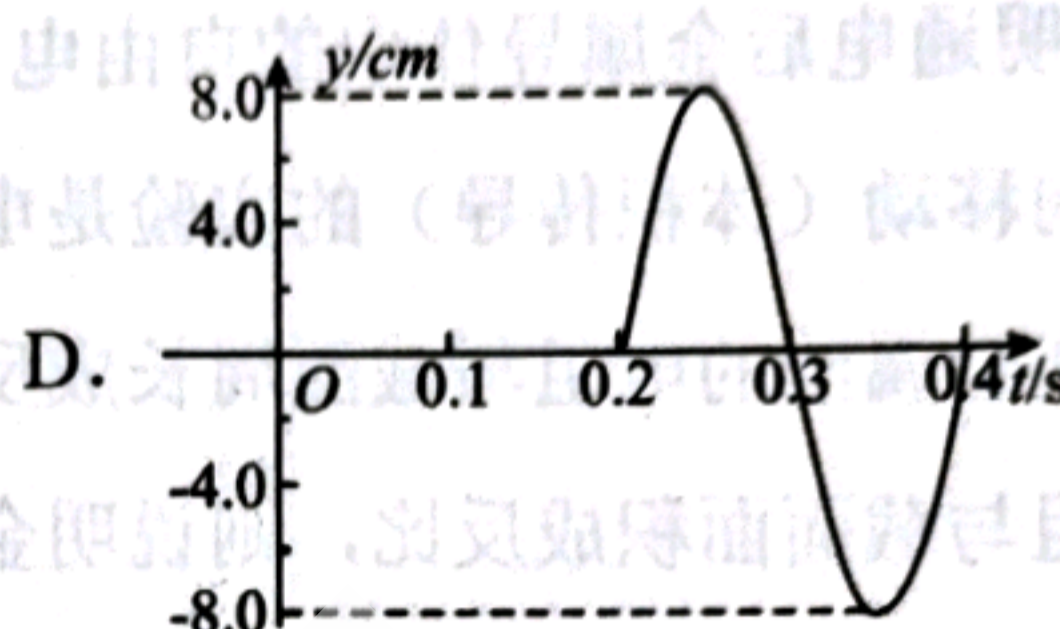
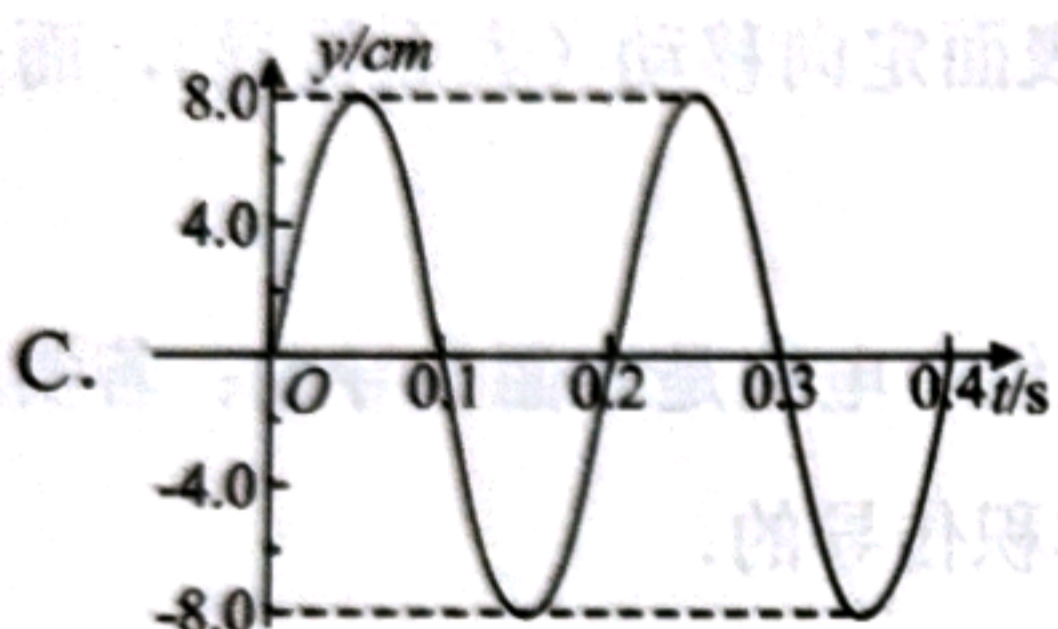
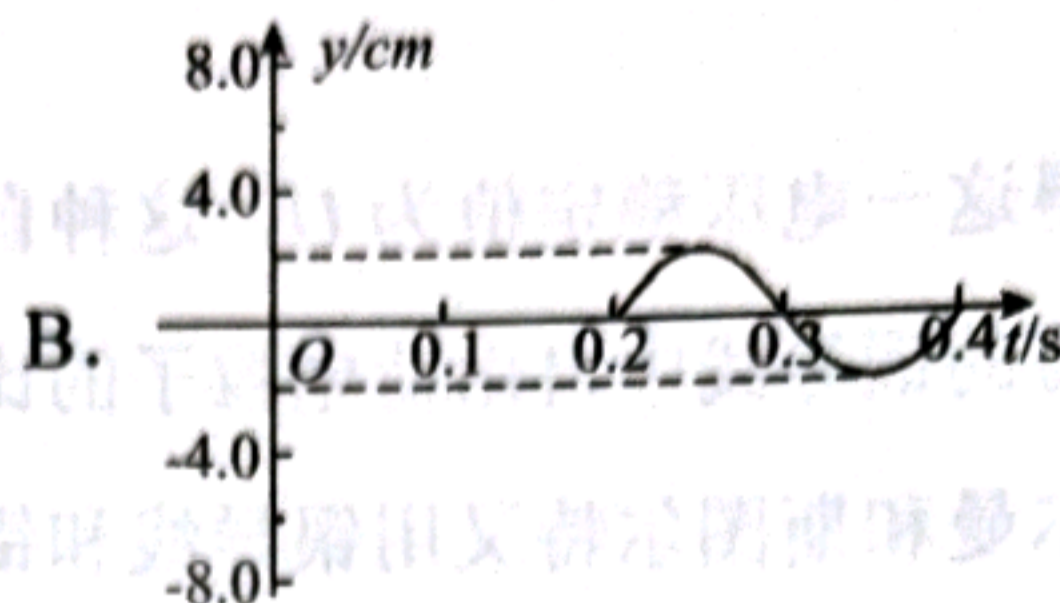
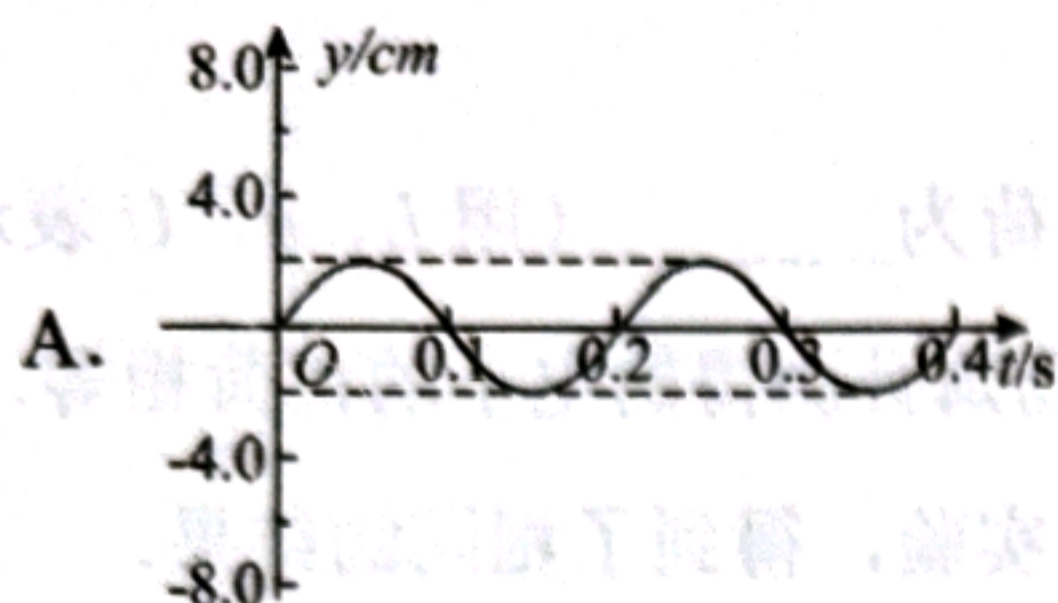
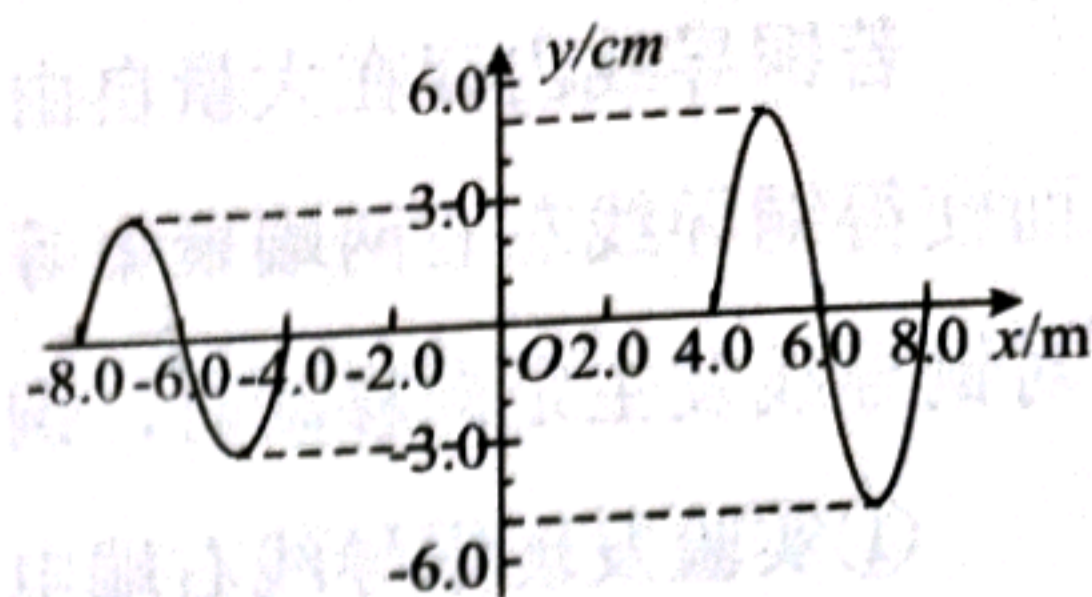
- A. 移近过程中, a、b 间静电力做正功
- B. 移近过程中, a、c 间静电力做正功
- C. “a、b、c、d”系统的电势能一定为正值
- D. “a、b、c、d”系统的电势能一定为零

3. 如右图所示, 非简谐式交变电流 c 可视为简谐式交变电流 a、b 叠加的结果 (与波的叠加类似)。下列说法正确的是

- A. a、b 的周期之和为 c 的周期
- B. a、b 的频率之和为 c 的频率
- C. a、b 的瞬时值之和为 c 的瞬时值
- D. a、b 的最大值之和为 c 的最大值

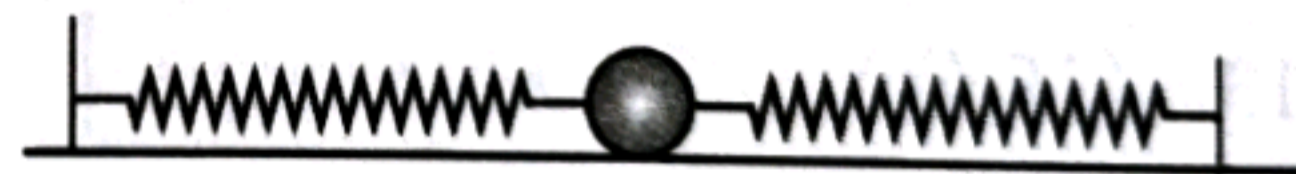


4. 同一均匀介质中, 位于 $x_1=8\text{ m}$ 和 $x_2=-8\text{ m}$ 处的两波源 S_1 、 S_2 引起的两列简谐横波分别沿 x 轴负方向和正方向传播, 如右图所示是 $t=0$ 时刻的波形图. 在 $t=0.2\text{ s}$ 时, $x=0$ 处的质点开始振动, 下列图像中, 能正确描述 $x=0$ 处质点振动的是



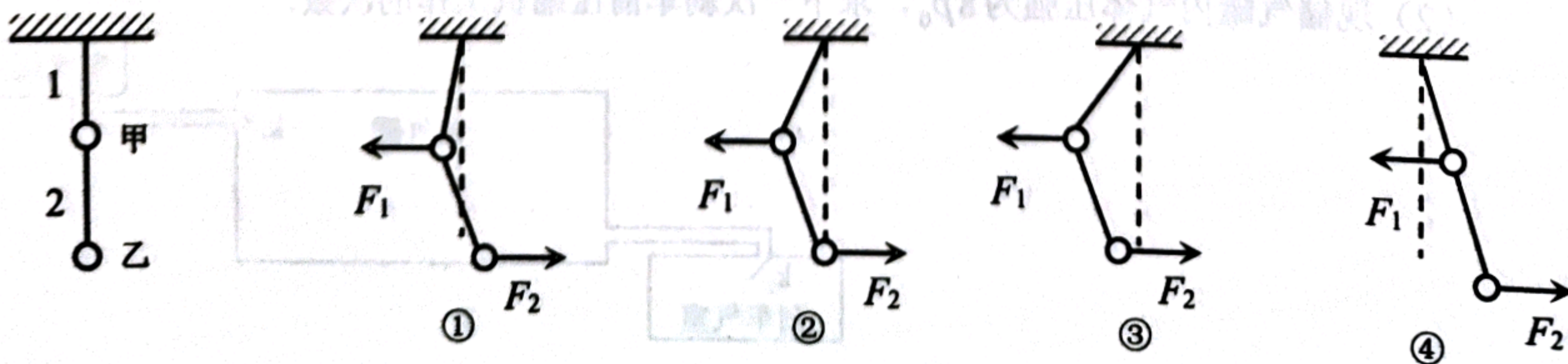
5. 某双星系统由质量大的黑洞与质量小的伴星组成, 伴星表面物质在引力作用下被缓慢持续吸进黑洞. 某段时间内黑洞与伴星之间距离基本不变, 系统总质量基本不变, 在这段时间内
- A. 伴星的轨道半径逐渐变大 B. 黑洞与伴星间的引力逐渐增大
C. 该双星系统的周期逐渐变大 D. 黑洞与伴星的总动能保持不变

6. 如图所示, 两根劲度系数均为 k 的轻弹簧一端固定, 另一端连接在质量为 m 的光滑小球两侧, 静止时两弹簧均为原长. 现将小球水平向右拉动距离 x_0 后由静止释放. 已知弹簧振子的周期公式为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{K}}$ (M 为振子质量, K 为回复力与振子偏离平衡位置距离的比值). 下列说法正确的是



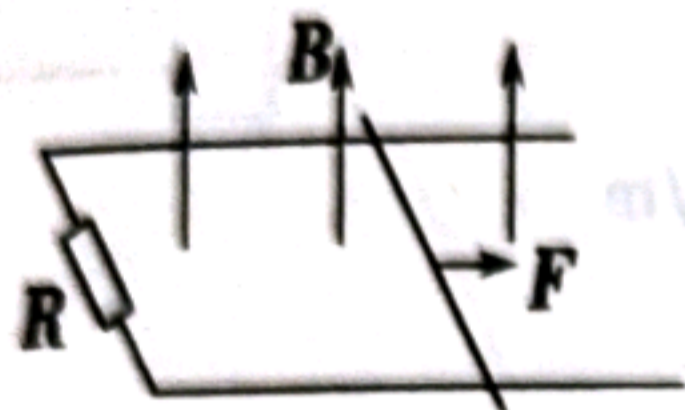
- A. 释放时小球受到的回复力为 kx_0 B. 小球的振动周期为 $2\pi\sqrt{\frac{m}{2k}}$
C. 小球的 maximum 速度为 $x_0\sqrt{\frac{k}{m}}$ D. 释放后小球的振动方程为 $x = x_0\sin(\sqrt{\frac{2k}{m}}t)$

7. 如图所示, 质量相同的甲、乙两个小球用长度为 l 的轻绳 2 连接, 再用长度也为 l 的轻绳 1 将甲球悬挂在天花板上. 现分别用水平力 F_1 、 F_2 向左、向右拉两球, 下列关于平衡时两小球可能的位置关系的说法正确的是

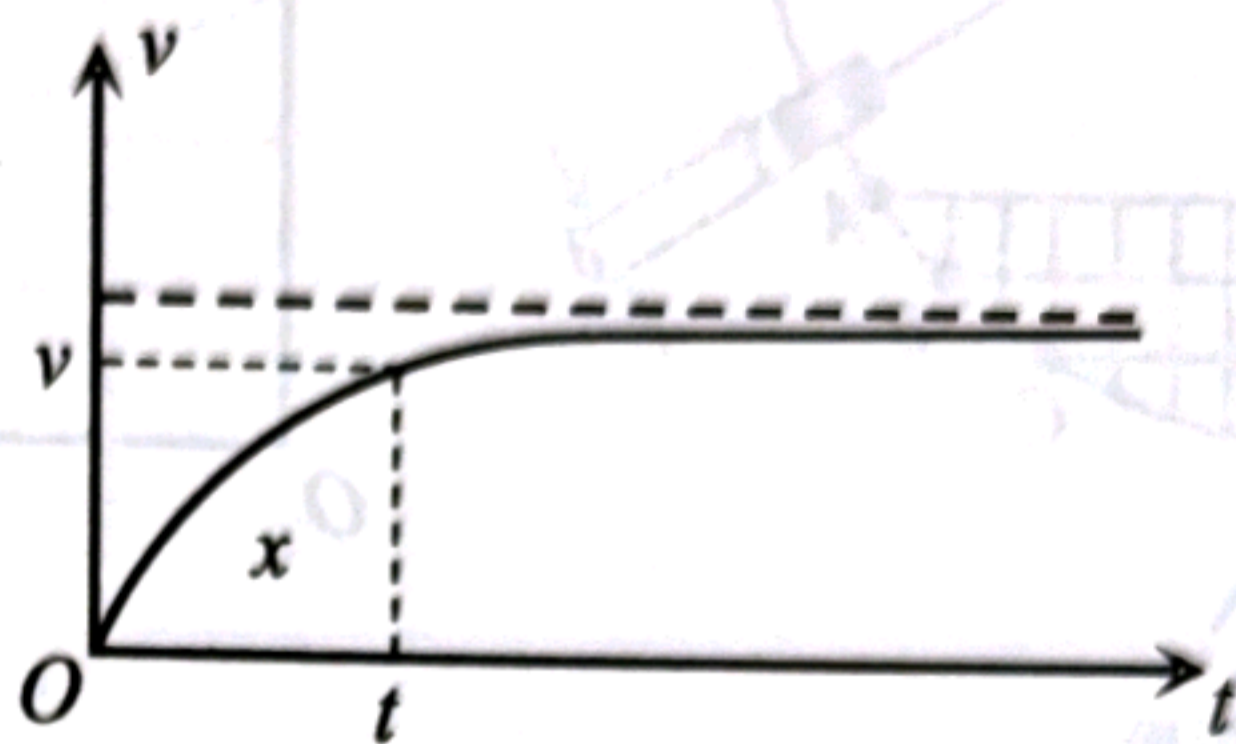


- A. $F_1=2F_2$ 时, 两小球的位置可能如图① B. $F_1=2F_2$ 时, 两小球的位置可能如图②
 C. $F_1=3F_2$ 时, 两小球的位置可能如图③ D. $F_1<F_2$ 时, 两小球的位置可能如图④

8. 图(1)所示, 间距为 L 的足够长光滑平行金属导轨水平放置在竖直向上的匀强磁场 B 中, 导轨左端接有定值电阻 R , 将一质量为 m 的金属棒垂直搁在导轨上并用水平恒力 F 由静止开始向右拉动, 金属棒和导轨的电阻不计且两者接触良好. 图(2)为金属棒开始运动后的 $v-t$ 图像, 已知 $0-t$ 内图线与 t 轴所围的面积为 x , 设 t 时刻金属棒的加速度为 a 、速度为 v , 下列说法正确的有



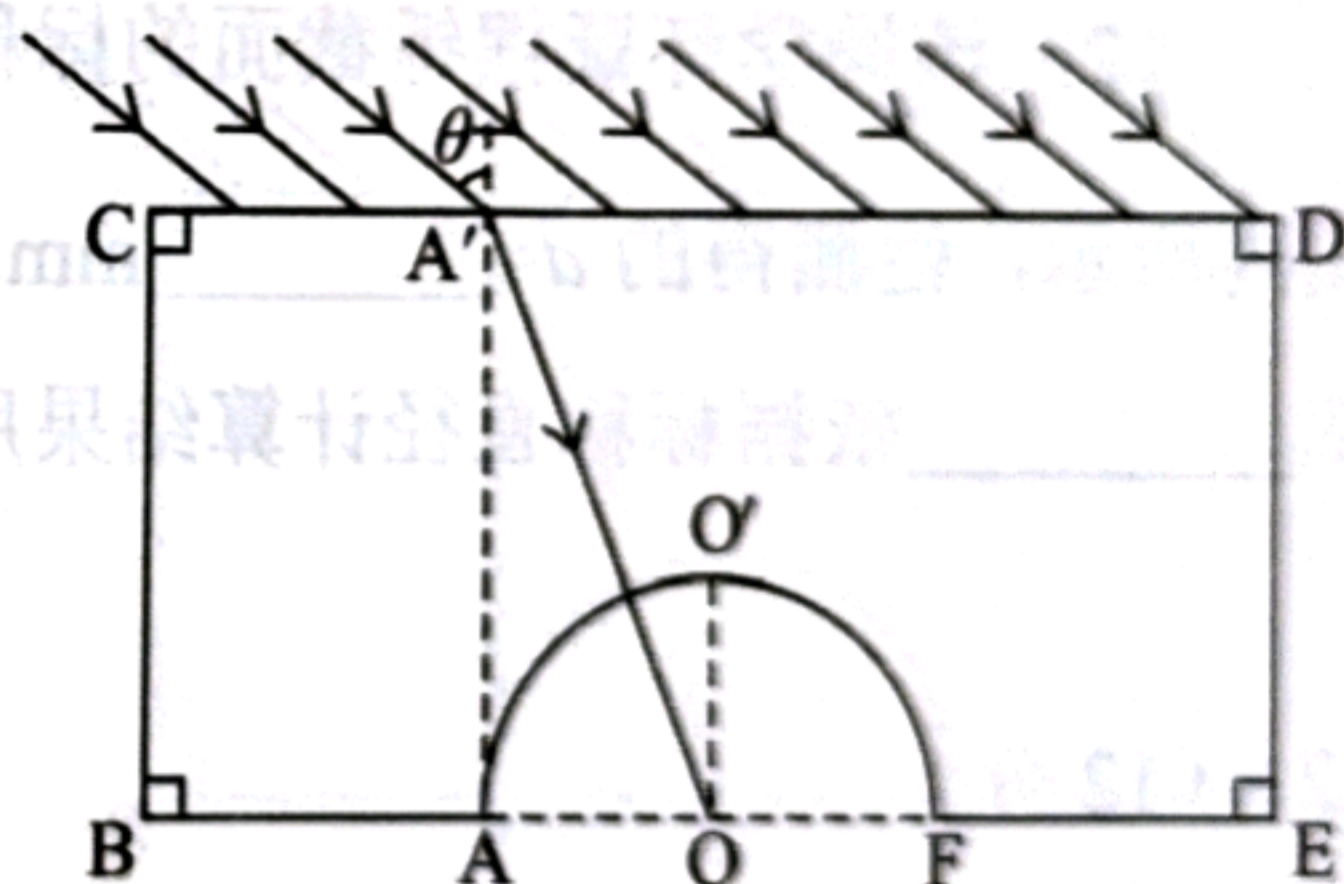
图(1)



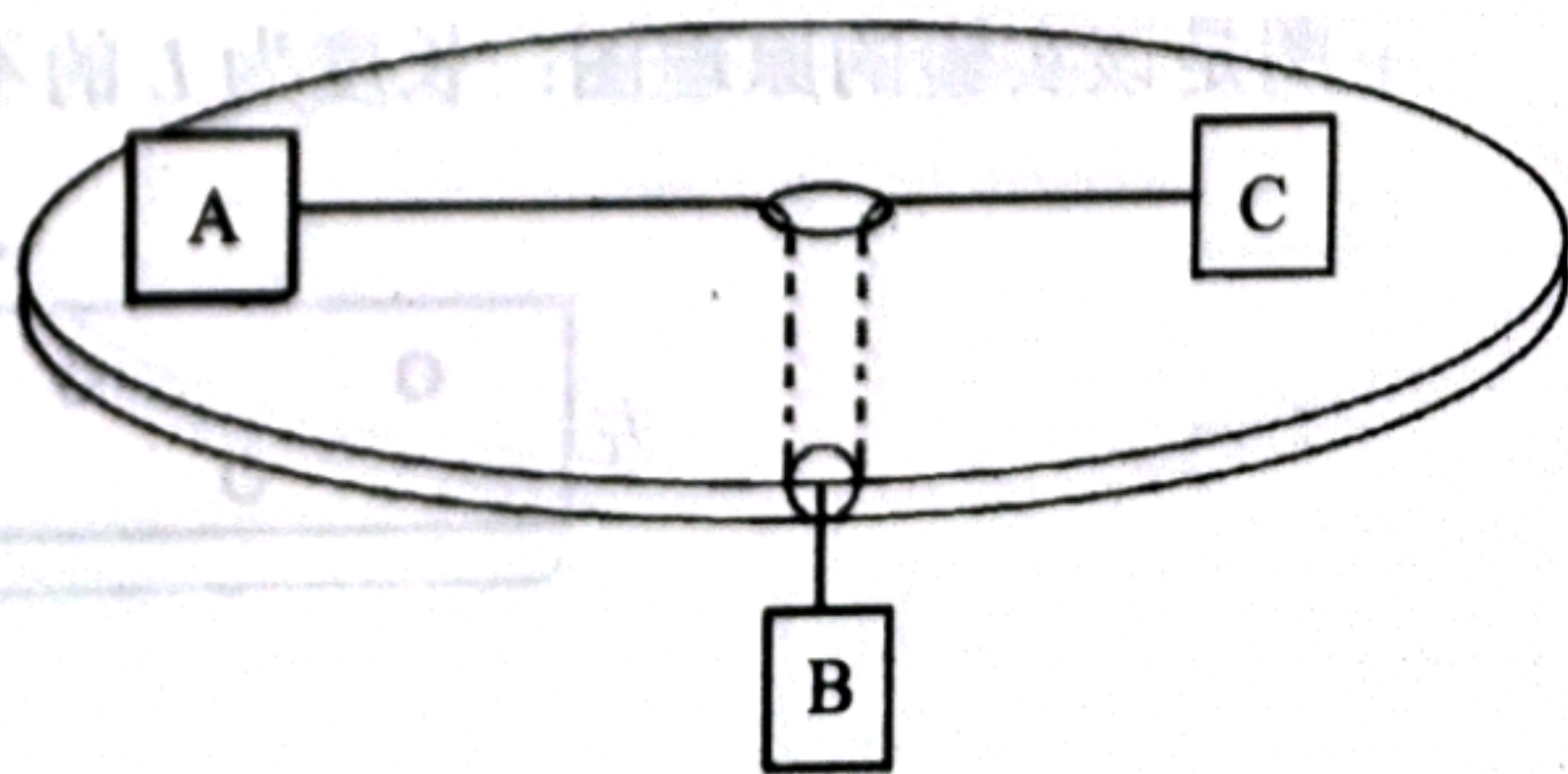
图(2)

- A. $v-t$ 图线与纵轴在纵轴原点 O 处相切 B. F 所做的功, 等于金属棒动能的增加量
 C. $a = \frac{F}{m} - \frac{B^2 L^2 v}{mR}$ D. $v = \frac{FRt - B^2 L^2 x}{mR}$

9. 一拱形透明材料截面如图所示, 其圆弧半径 $OO'=R$, $BC=AA'=\frac{\sqrt{21}}{2}R$. 一束平行光从 CD 面上方以与竖直面成 $\theta=53^\circ$ 角的方向射入. 已知从 A' 点射入的光恰好沿圆弧半径射出, 圆弧 AOF 上有光射出的区域为 MON (图中未画出), 不考虑光的反射, 下列说法正确的有



- A. 该材料的折射率为 2 B. 从 A' 点射入的光在材料中的传播时间为 $\frac{3R}{2c}$
 C. $\angle MON=60^\circ$ D. 适当增大 θ , 可使光恰好在 O' 点发生全反射
10. 如图所示, 轻绳绕过下方悬挂物体 B 的光滑轻质动滑轮, 穿过水平转盘圆心处光滑小孔, 连接可视为质点的物体 A 和物体 C . 已知 A 、 C 与圆盘间的动摩擦因数为 $\mu_A=0.25$ 、 $\mu_C=0.2$, 到转盘圆心距离分别为 20cm 、 10cm ; A 、 B 、 C 质量分别为 2kg 、 3kg 、 3kg . 现缓慢增大转盘绕过圆心的竖直轴转动的角速度 ω , 保证 A 、 C 始终与圆盘相对静止, 下列说法正确的有

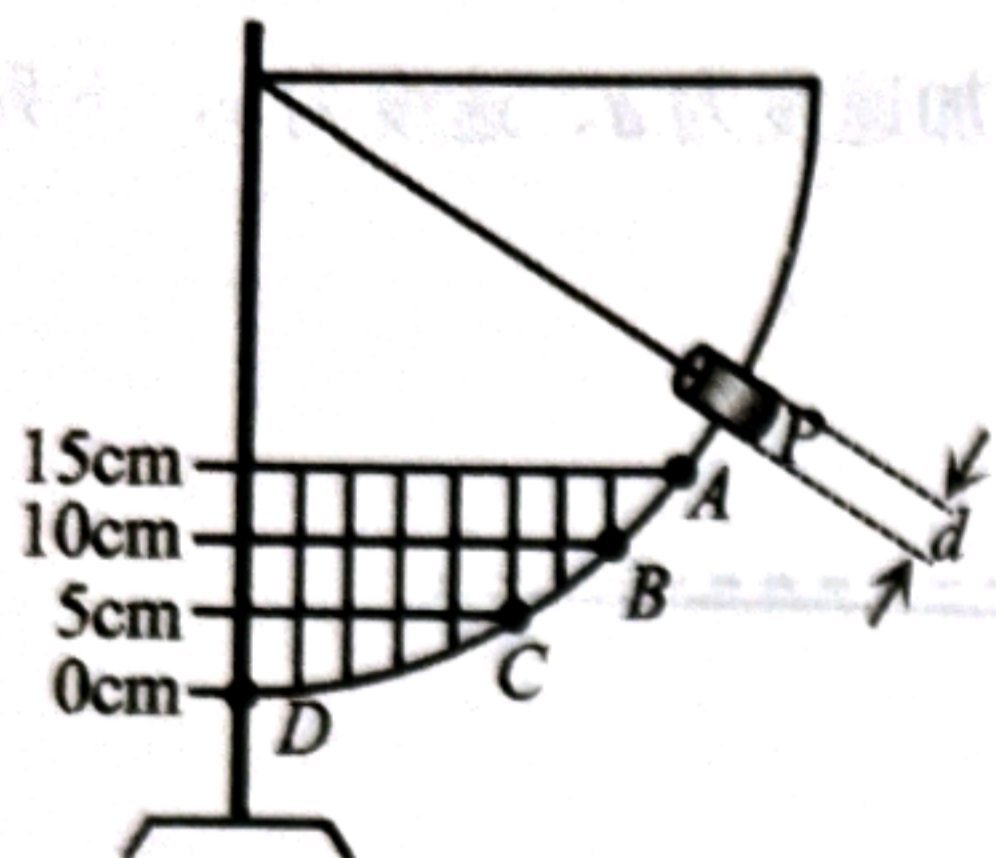


- A. 绳中张力大小不变
 B. ω 的最小值为 5rad/s
 C. ω 的最大值为 $\sqrt{70}\text{rad/s}$
 D. ω 增大的过程中, C 所受摩擦力一直减小

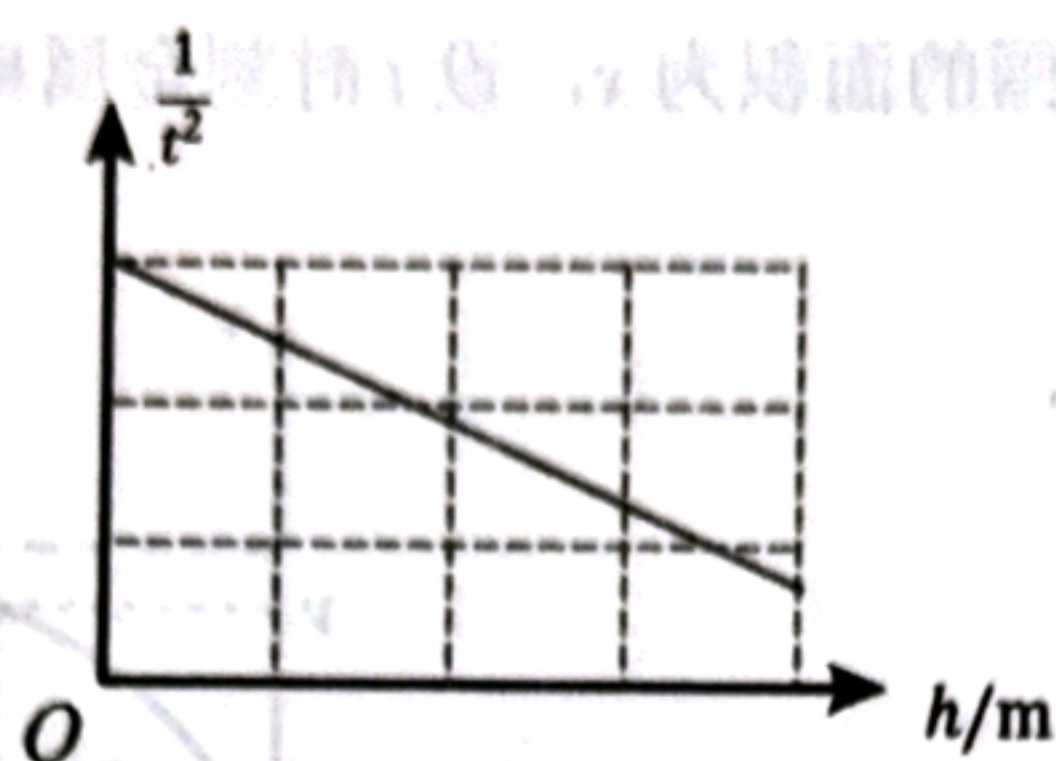
二、非选择题：本题共 5 小题，共 60 分。

11. (6 分)

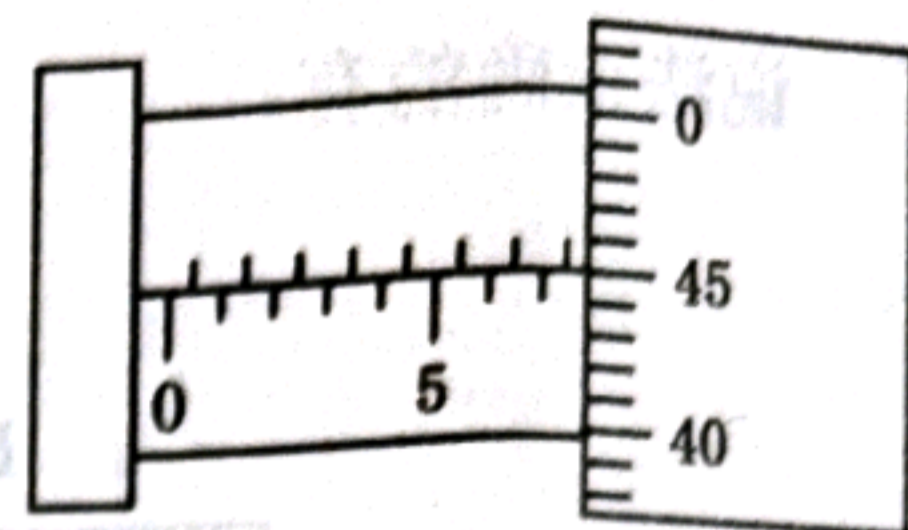
某同学将如图甲所示装置竖直固定，然后将用细线悬挂的小摆锤从 P 位置由静止释放，摆锤依次通过固定在 A、B、C、D 点的光电门。已知摆锤截面的标称直径为 $d=8.00\text{mm}$ ，当地的重力加速度 $g=9.80\text{m/s}^2$ 。



图甲



图乙



图丙

(1) 该同学测得各个光电门相对于 D 点的高度 h 和摆锤通过各个光电门的遮光时间 t ，作出“ $\frac{1}{t^2}-h$ ”图线如图乙所示。若在误差允许范围内，图线斜率 $k=$ _____ (用 d 、 g 字母表示)，则可验证机械能守恒定律；

(2) 该同学怀疑摆锤截面的标称直径不准确，就用螺旋测微器测量摆锤截面直径，结果如图丙所示，他测得的 $d=$ _____ mm；他根据所测数据重新计算并作“ $\frac{1}{t^2}-h$ ”图线，新作图线的斜率_____依据标称直径计算结果所绘制图线的斜率 (选填“大于”、“等于”或“小于”)。

12. (12 分)

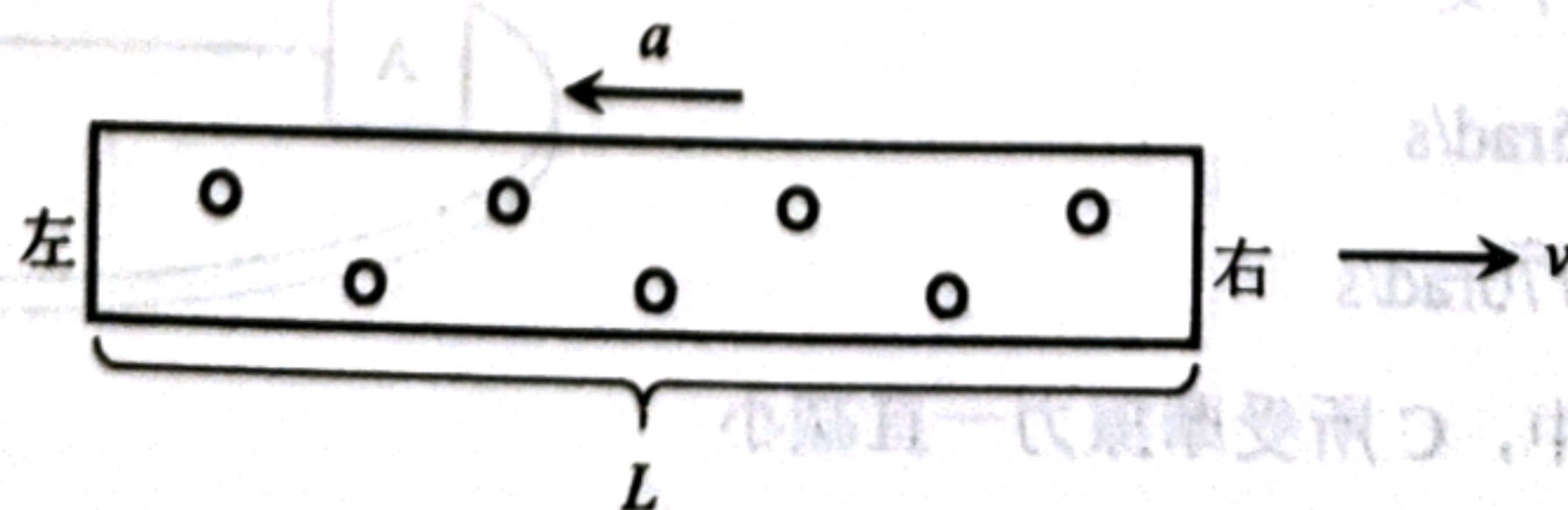
关于金属导体中的载流子是什么和怎么运动的问题，物理学史上有如下一些实验，请根据实验的内容和结果，做出正确的分析和推理。

(1) 能证明金属导体中的载流子是自由荷电粒子的实验是欧姆定律实验。

实验表明，只要金属导体两端加有电压 (无论多小)，金属导体中就能产生电流，即在金属导体中引发电流需要的电压的阈值 (临界值) 为零；如果金属导体中的载流子不是自由粒子，而是束缚粒子，则在金属导体中引发电流需要的电压的阈值应_____零 (选填“等于”或“大于”)。

(2) 能证明金属导体中的自由荷电粒子是电子的实验是托尔曼-斯图尔特实验。

下图是该实验的原理图：长度为 L 的不带电的铜导线以极大的加速度 a 向右做匀减速运动。



若铜导线内存在大量自由荷电粒子，则它们会由于惯性而相对铜导线向右发生定向移动，从而使得铜导线左右两端聚集等量异种电荷，进而在铜导线内形成静电场，当自由荷电粒子不再相对铜导线发生定向移动时，铜导线两端的电压达到某一稳定值。

①实验发现铜导线右端电势比左端电势_____（选填“高”或“低”），说明铜导线中的自由荷电粒子带负电；

②实验测得这一电压稳定值为 U ，这种自由荷电粒子的比荷为_____（用 L 、 a 、 U 表示）；

③实验测得的铜导线中自由荷电粒子的比荷，正好与 J.J.汤姆孙测得的电子的比荷相等。

随后，托尔曼和斯图尔特又用银导线和铝导线进行了这个实验，得到了相同的结果。

(3) 能证明通电后金属导体中的自由电子不是沿着导体表面定向移动（表面传导），而是在整个导体内定向移动（体积传导）的实验是电阻定律实验。

若实验发现金属丝的电阻与截面周长成反比，则说明金属丝中电流是表面传导的；若实验发现金属丝的电阻与截面面积成反比，则说明金属丝中电流是体积传导的。

某实验小组在做探究金属丝电阻和截面关系的实验时，所取金属丝材料和长度相同，并控制加载到金属丝两端的电压相同 ($U=1.50V$)，测量金属丝不同截面直径 d 和对应通过的电流 I ，结果见右表。表格中第 4 次实验的计算结果为 $d_4^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}^2$ ， $R_4 = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ （结果均保留 2 位小数）；由实验数据可知，金属丝电阻与截面_____成反比（选填“周长”或“面积”）。

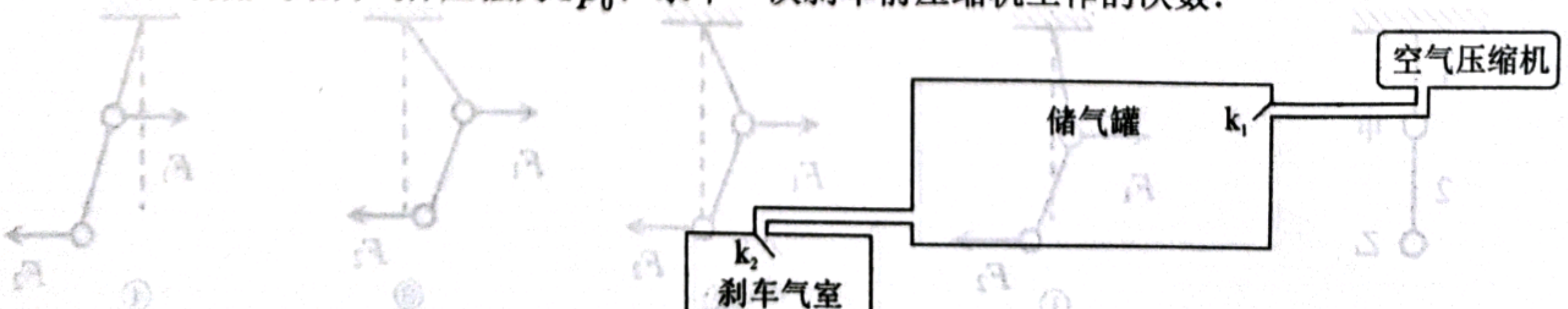
序号	$d(\text{mm})$	$d^2(\text{mm}^2)$	$I(\text{A})$	$R(\Omega)$
1	0.201	0.04	0.24	6.25
2	0.315	0.10	0.59	2.54
3	0.401	0.16	0.96	1.56
4	0.512	Δ	1.56	Δ
5	0.642	0.41	2.45	0.61

13. (10分)

重型货车采用的空气刹车系统的工作原理可简化如下：当空气压缩机内气体压强达到 $8p_0$ 时，单向阀门 k_1 打开，单向阀门 k_2 关闭，压缩机向容积为 $16V$ 的储气罐内充气，当储气罐内气体压强达到 $12p_0$ 后，压缩机停止充气，系统做好刹车准备；踩下制动踏板时， k_1 关闭， k_2 打开，储气罐向刹车气室排气，使汽车制动。已知每一次压缩气体前，压缩机吸入气体的压强均为 p_0 、体积均为 V_0 ，且每一次都能把吸入的气体全部压入储气罐中。不计气体温度的变化和导气管的容积。

(1) 当 k_1 刚要打开时，压缩机内气体的体积为多大？

(2) 现储气罐内气体压强为 $8p_0$ ，求下一次刹车前压缩机工作的次数。



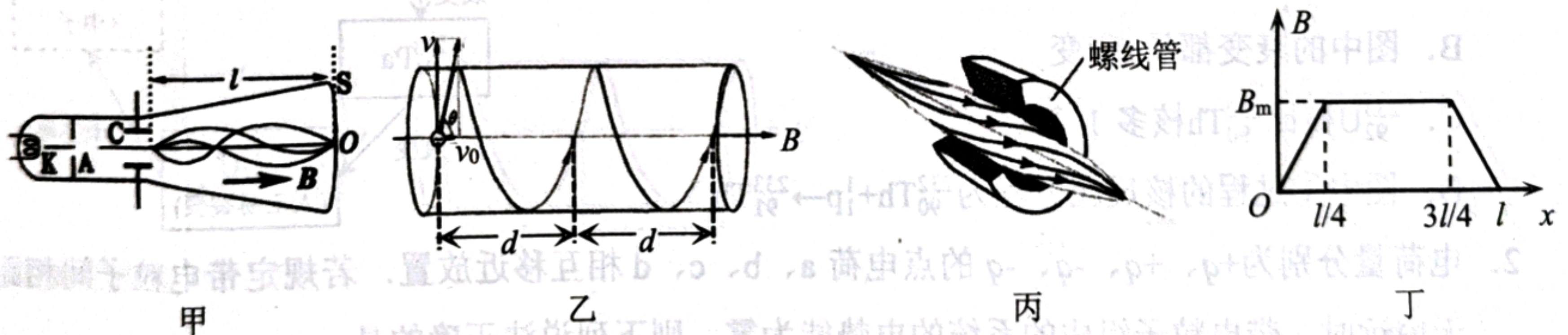
14. (14分)

从水平地面斜向上发射一枚质量为 m 的炮弹，发射初速度与水平方向成 45° 角、大小为 v_0 ，炮弹在上升至最高点时突然爆炸而分裂成两块质量均为 $\frac{m}{2}$ 的碎片，一块以与水平方向成 45° 角斜向上的初速度做斜抛运动，另一块以与水平方向成 45° 角斜向下的初速度做斜抛运动，两块碎片最终落回到水平地面。炮弹爆炸时间极短，可认为系统水平方向、竖直方向动量均守恒，已知炮弹及碎片均在同一竖直平面内运动，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力。

- (1) 爆炸前后系统机械能增加了多少？
- (2) 两块碎片在水平地面上的落点间的距离为多少？

15. (18分)

如图甲所示是一种利用磁聚焦法测量电子比荷的装置。在抽成真空的玻璃管中装有热阴极 K 和带有小孔的阳极 A，电子从 K 极逸出，经 K、A 之间的电场加速后从 A 孔射出，随后沿装置轴线 AO 进入电容器 C 的两极板间。C 上加有一不大的横向（垂直轴线方向）交变电压，使不同时刻通过这里的电子获得不同大小的横向速度 v 。在 C 和荧光屏 S 之间加一纵向（平行轴线方向）磁场，电子进入磁场后将沿螺旋线运动，适当调节磁场强弱，可使各个电子沿不同的螺旋线运动后会聚到 S 的中心点 O，此时 S 上的光斑面积最小。不计电子从 K 极逸出时的初速度，且由于偏转电场不强，各个电子在 C 中的横向位移都不大，可近似认为获得了不同横向速度的电子从同一点进入磁场，且都只在轴线附近运动。



- (1) 若已知电子质量 m 、电量 e ，K、A 之间的电压 U ，试求电子从 A 孔射出时的速度 v_0 ；
- (2) 若 C、S 之间加载的磁场是匀强磁场，则电子运动轨迹如图乙所示。已知磁感应强度 B 、电子质量 m 和电量 e 、电子从 A 孔射出时的速度 v_0 ，试求电子做等距螺旋运动的螺距 d ；
- (3) C、S 之间的磁场实际上是有限长的通电螺线管（如图丙所示）所产生，螺线管轴线附近的磁感应强度大小沿轴线方向分布的规律可简化为如图丁所示，其中 $x=0$ 位置为电子射入磁场的位置， $x=l$ 的位置为 S 上的 O 点；当 B_m 从零逐渐增大到 B_0 时，S 上光斑面积第一次达到最小。若已知 K、A 之间的电压 U ，试用 U 、 B_0 、 l 表示电子的比荷 $\frac{e}{m}$ 。