

2025 年高三第一次模拟考试

物理试卷

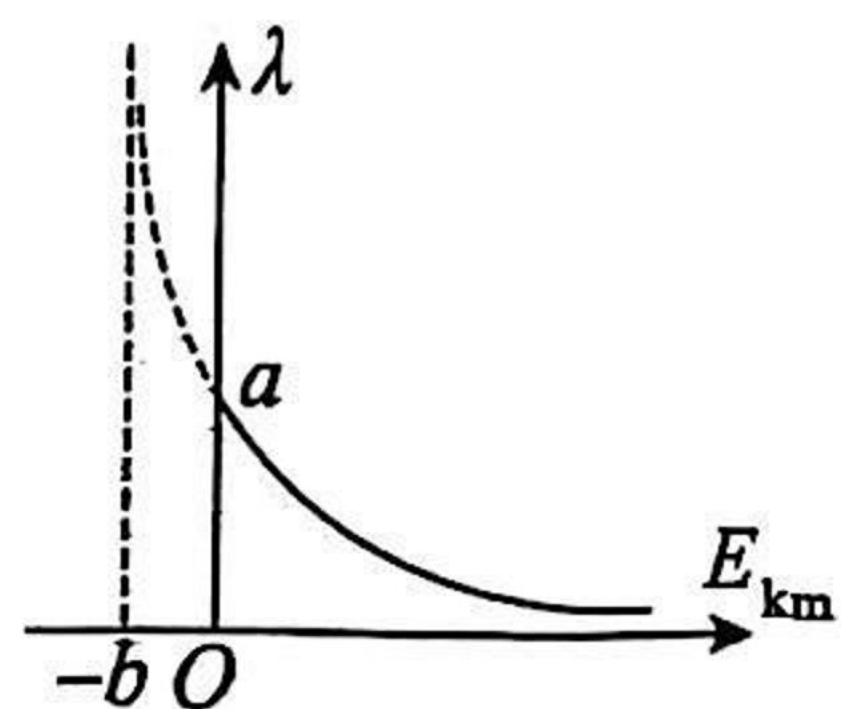
班级_____ 姓名_____

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的学校、班级、姓名及考号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 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 7 小题,每小题 4 分,共 28 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. 光伏发电的基本原理基于光电效应,如图所示为某金属材料发生光电效应时,入射光波长 λ 与发射出光电子的最大初动能 E_{km} 的关系图像,图像纵截距为 a ,且无限趋近平行于直线 $E_{km} = -b$,真空中光速为 c 。则普朗克常量可表示为



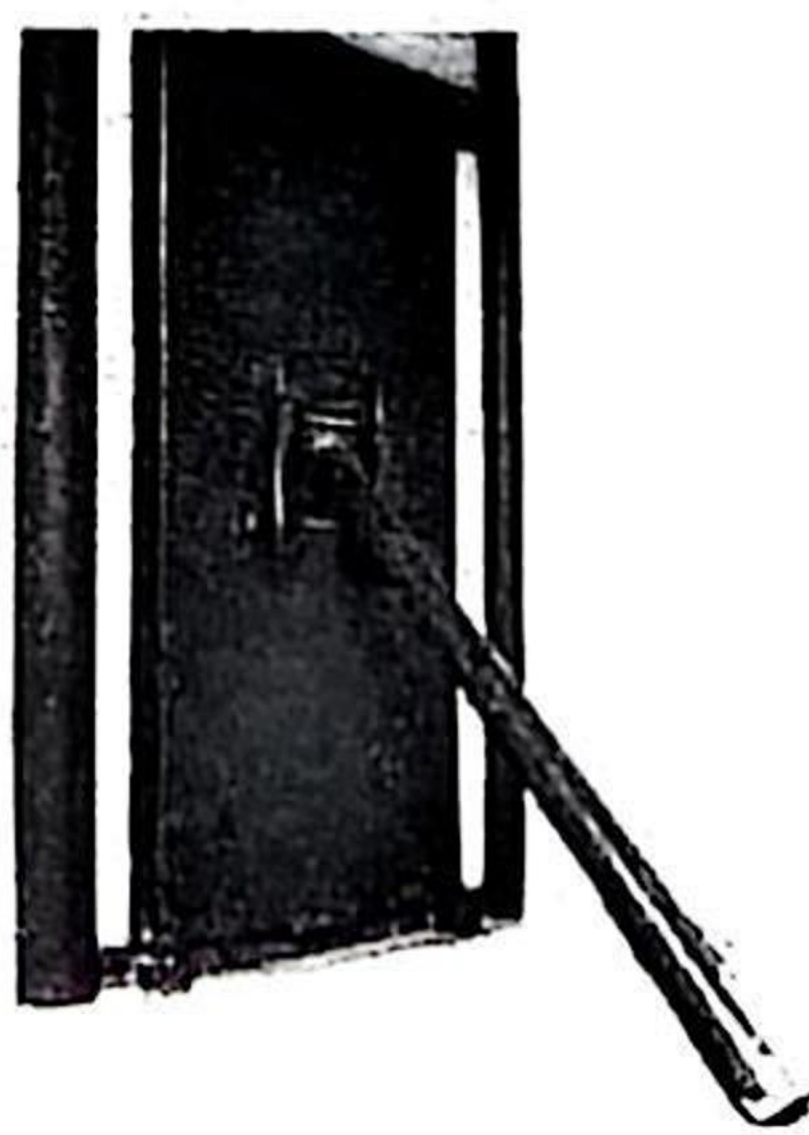
A. $\frac{bc}{a}$

B. $\frac{a}{bc}$

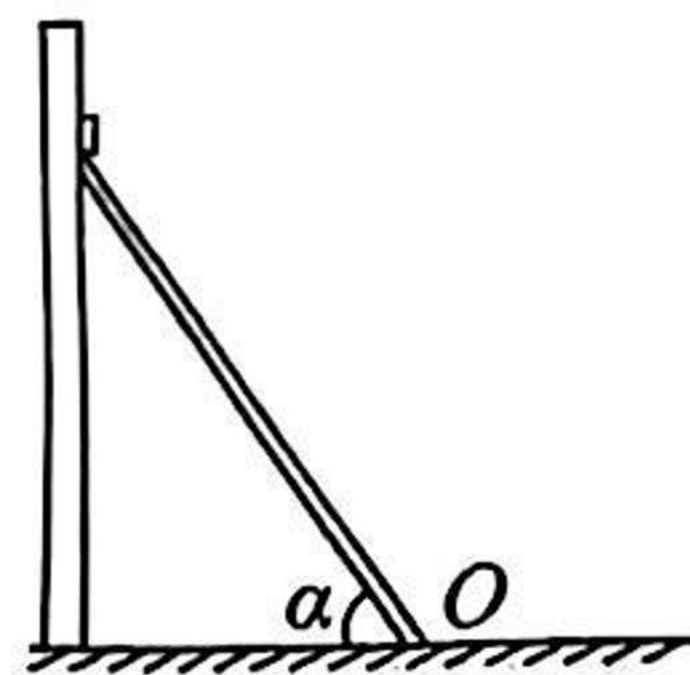
C. $\frac{ab}{c}$

D. $\frac{b}{ac}$

2. 在古代,人们关上门后从内部用一根结实的木棍抵住门,以保障安全,这种木棍被称为“顶门杠”,如图甲所示。图乙是其简化示意图,顶门杠可绕其下端与地面的接触点 O 自由转动,杠下端与水平地面之间的动摩擦因数为 μ ,杠的重力忽略不计,最大静摩擦力等于滑动摩擦力。为保证门受到再大的外来推力都不能使杠的下端与地面间发生滑动,则杠与水平地面的夹角 α 应满足的条件为



甲



乙

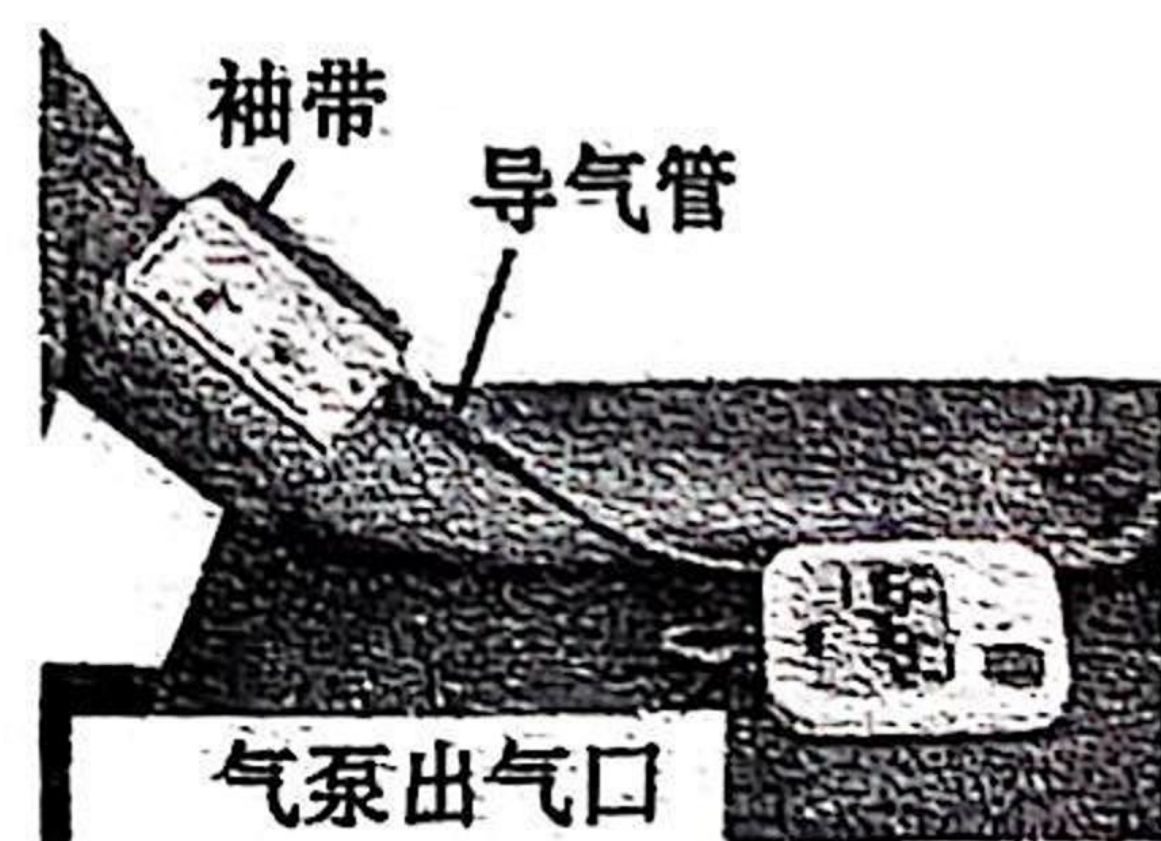
A. $\tan \alpha \geq \frac{1}{\mu}$

B. $\tan \alpha \geq \mu$

C. $\tan \alpha \leq \mu$

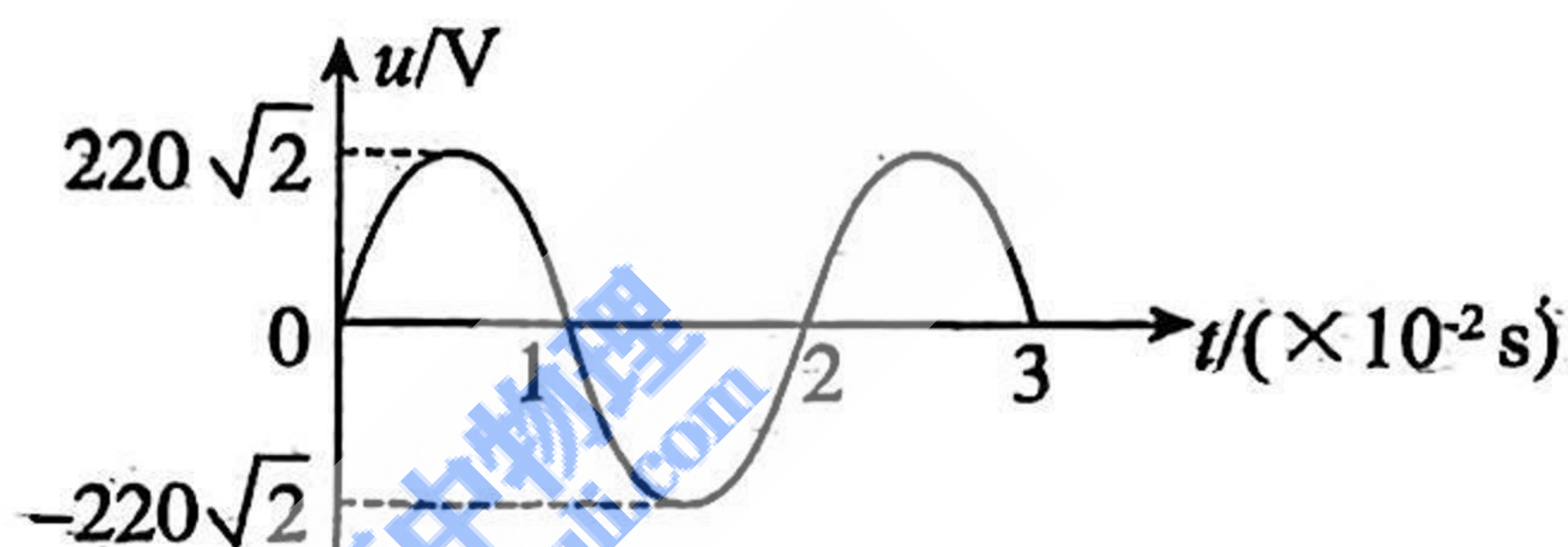
D. $\tan \alpha \leq \frac{1}{\mu}$

3. 如图所示,电子血压计是进行血压测量的医疗设备,由袖带、导气管、充气泵等部分组成,袖带内有气密性良好的气囊,最大容积为 300 mL,通过导气管与充气泵的出气口连接。充气前袖带的气囊是瘪的,内部存有 60 mL 压强为 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 的气体,测量血压时需打开气泵对袖带气囊进行充气,当压强提高至 $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ 后通过放气进行血压测量。已知气泵每秒可将 10 mL 的外界气体充入气囊,外界大气压强为 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$,充气过程气体温度保持不变,则测量血压时需要充气的时间为



- A. 30 s B. 40 s C. 50 s D. 60 s

4. 如图甲所示是今年春节期间多地流行的国潮霓虹灯。霓虹灯的核心部件是惰性气体放电管,其两端的电压大于等于 $110\sqrt{6} \text{ V}$ 时惰性气体会被击穿放电而发光,低于 $110\sqrt{6} \text{ V}$ 时就会熄灭,如果将霓虹灯接在输出电压为如图乙所示的交流电源上,则一分钟内霓虹灯发光的时间为

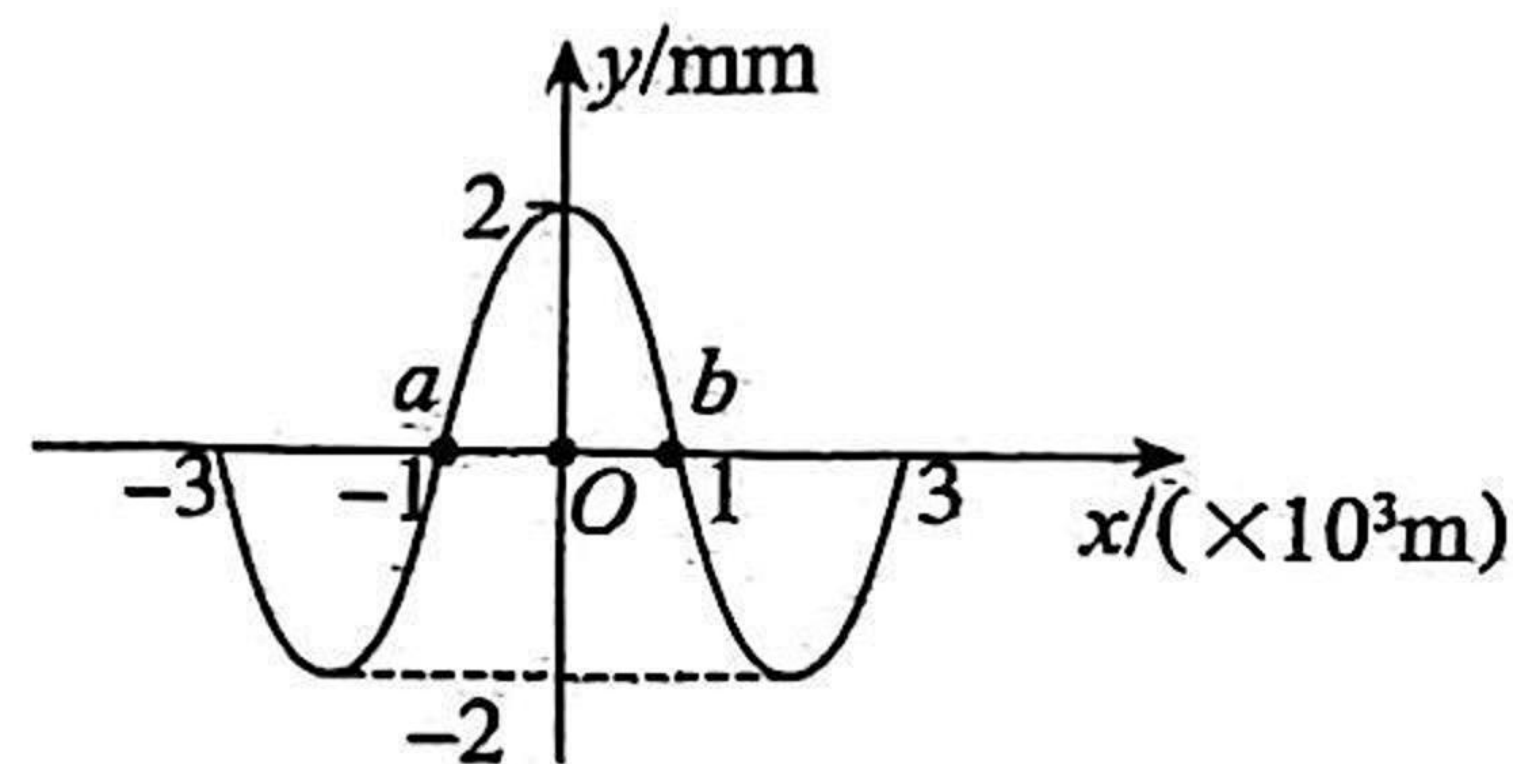


甲

乙

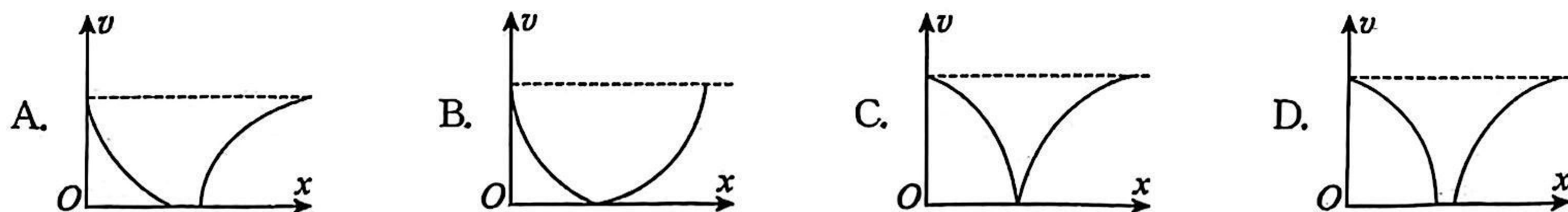
- A. 10 s B. 20 s C. 25 s D. 35 s

5. 2025 年 1 月 7 日,西藏定日县发生 6.8 级地震,地震后仅 10 分钟,救援飞机便出现在天空,各种物资源源不断从四面八方运往灾区,见证了中国速度与国家温度。若坐标原点 O 为某次地震波的震源,震源从 $t=0$ 时刻开始振动, $t=0.75 \text{ s}$ 时横波传播到 $x=3000 \text{ m}$ 的位置,其波形如图所示, a 、 b 为传播方向上的两点,则下列说法中正确的是

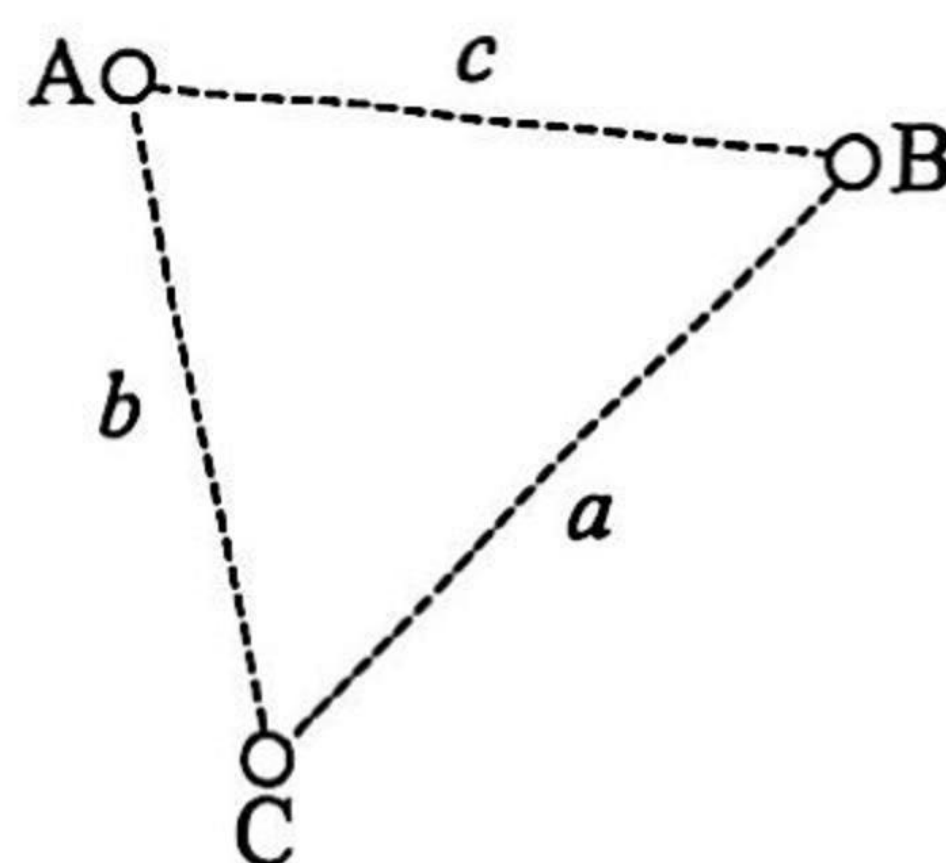


- A. 该地震震源的振动周期为 $T=0.5 \text{ s}$ B. 该列地震波的波速为 $3 \times 10^3 \text{ m/s}$
 C. a 、 b 距离为半个波长,振动情况总是相反 D. 再经 0.25 s , a 将位于波峰位置

6. 中国“黑豹 2.0”于 2025 年 1 月 13 日正式发布,速度可达 10 m/s ,成为全球跑得最快的四足机器人。一次测试中,高速运动的四足机器人先做匀减速直线运动直到停止,一小段时间后,机器人又继续沿原方向做匀加速直线运动,直到重新达到原来的速度。下列能正确反映该过程中机器人速度随位移变化关系的图像是



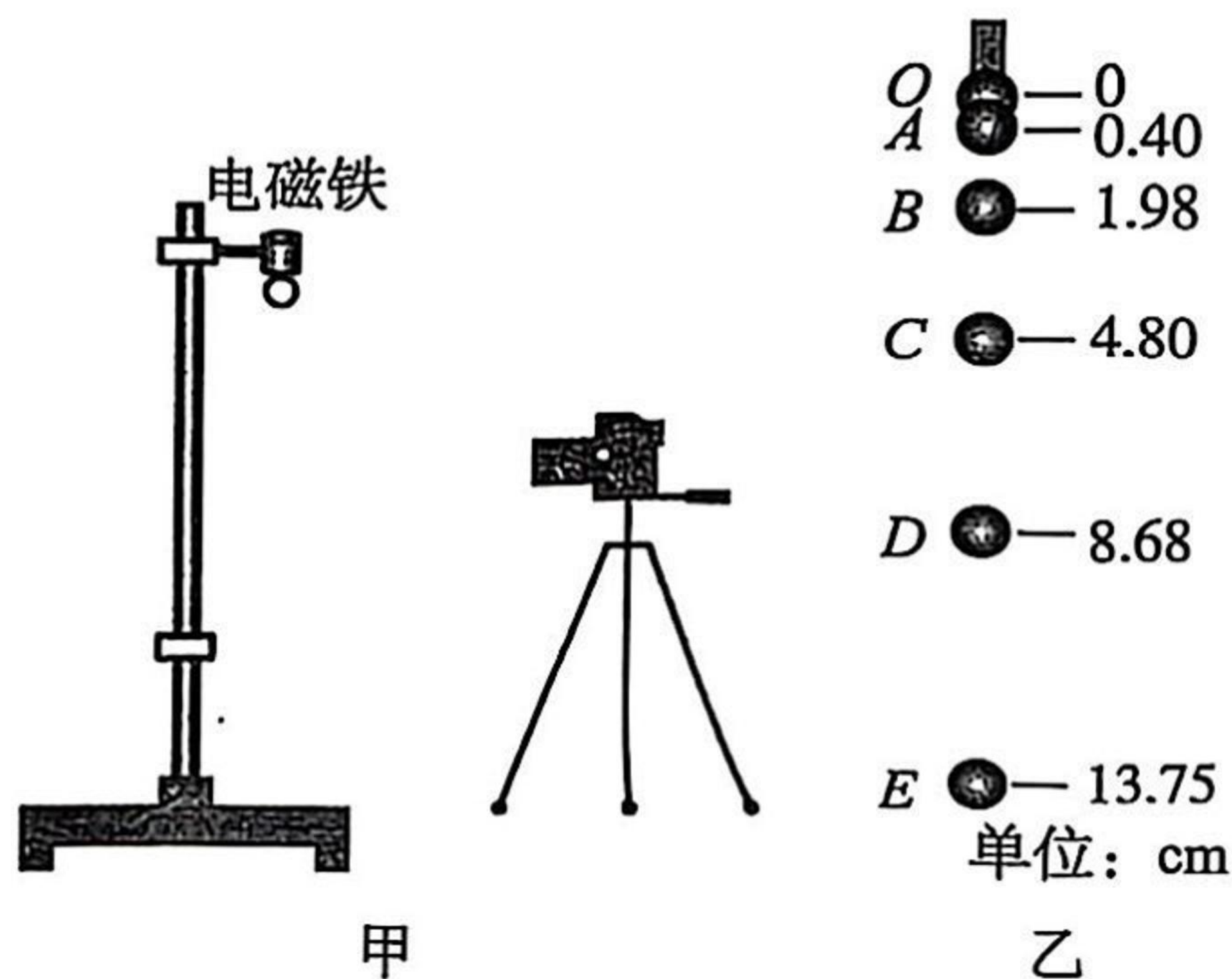
10. 如图所示,将质量均为 m ,带电荷量分别为 q_A 、 q_B 、 q_C 的三个带电小球 A、B、C 放置在光滑水平面上,所构成的三角形边长分别为 a 、 b 、 c 。初态由静止释放后,在库仑力的作用下,之后的运动过程中三个小球所构成的三角形各边一直保持与初态平行,小球半径较小,小球之间库仑力始终遵守库仑定律。下列说法正确的有



- A. 当三角形面积变为初态的 9 倍时, A 球的加速度变为初态的 $\frac{1}{3}$
- B. 三个小球的加速度矢量和一直为零
- C. 三个小球的电荷量与三角形边长的关系应符合 $q_A a^3 = q_B b^3 = q_C c^3$
- D. 三个小球的电荷量与三角形边长的关系应符合 $\frac{q_A}{a^2} = \frac{q_B}{b^2} = \frac{q_C}{c^2}$

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

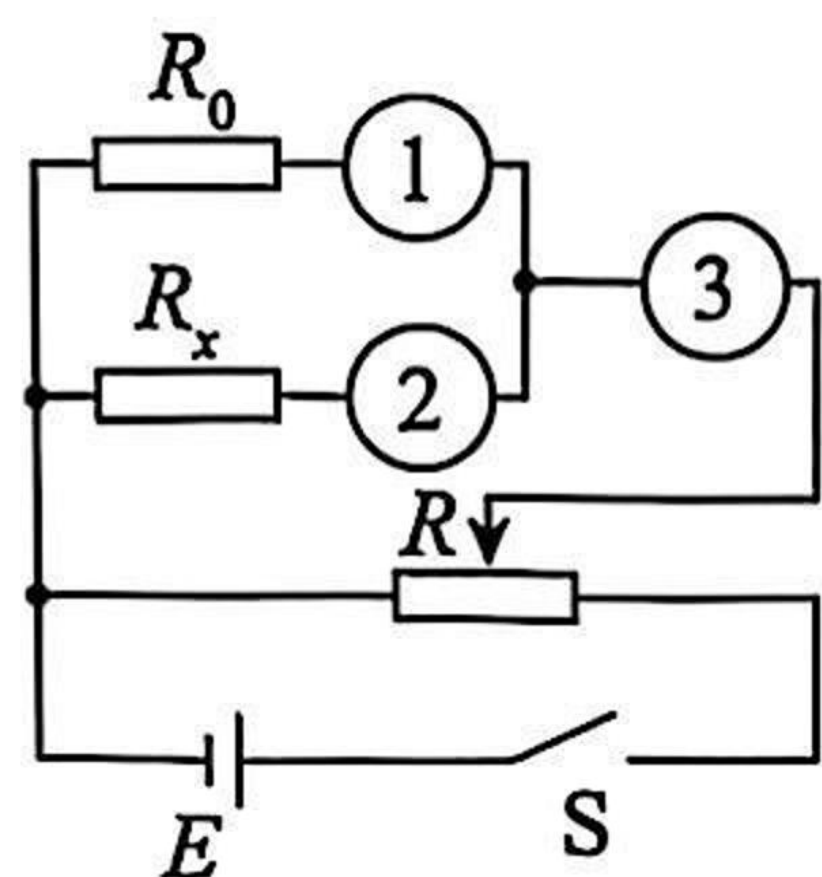
11. (6 分)用频闪照相验证机械能守恒定律的装置如图甲所示,断开电磁铁电源,小球由静止开始下落,频闪相机拍出如图乙所示小球下落过程的频闪照片。若实验所用小球质量为 20 g,直径为 0.6 cm,用刻度尺测得照片中小球直径为 0.3 cm。图乙中 A、B、C、D、E 处所标数值均为该处球心位置与小球释放时球心位置 O 点之间的距离,单位为 cm。已知频闪相机每隔 0.05 s 闪光一次,当地重力加速度 g 取 9.8 m/s^2 。



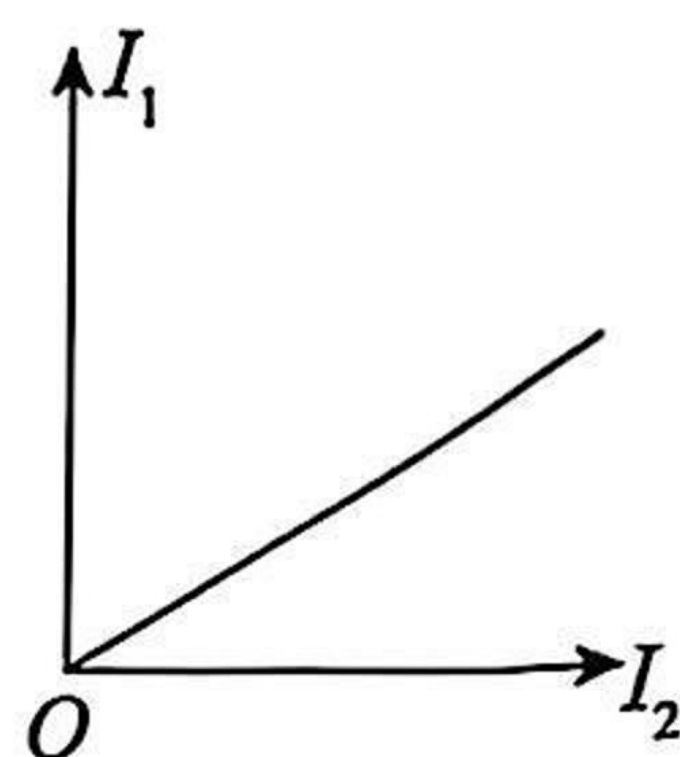
- (1) 下列关于该实验的说法正确的是_____。(多选)
- A. 应先断开电磁铁电源,小球由静止开始下落,并迅速打开频闪相机
 - B. 应先打开频闪相机,并迅速断开电磁铁电源,让小球由静止开始下落
 - C. O、A 之间的距离与 O、B 之间的距离之比不等于 1 : 4 是由于先释放了小球后打开频闪相机
 - D. O、A 之间的距离与 O、B 之间的距离之比不等于 1 : 4 是由于频闪相机拍摄了小球在 O 点的照片之后,过了一小段时间小球才开始由静止释放
- (2) 根据实验器材的相关数据及图乙所示频闪照片中的数据,可以得到小球从 O 点到 D 点过程中动能的增加量 $\Delta E_k =$ _____ J, 小球从 O 点到 D 点过程中重力势能减少量 $\Delta E_p =$ _____ J。(结果均保留 2 位有效数字)
- (3) 改变小球的释放高度多次实验,如果在误差允许范围内 $\Delta E_k = \Delta E_p$,则可验证小球下落过程中机械能守恒定律成立。

12. (9分) 实验室有一个定值电阻 R_x , 阻值约为 $250\ \Omega$, 兴趣小组利用如下器材测量其准确阻值:

- A. 定值电阻 $R_0 = 950\ \Omega$;
- B. 滑动变阻器 R_1 ($0 \sim 50\ \Omega$, 允许通过的最大电流为 $150\ \text{mA}$);
- C. 滑动变阻器 R_2 ($0 \sim 200\ \Omega$, 允许通过的最大电流为 $200\ \text{mA}$);
- D. 电流表 A_1 (量程为 $0 \sim 6\ \text{mA}$, 内阻 $r_1 = 50\ \Omega$);
- E. 电流表 A_2 (量程为 $0 \sim 30\ \text{mA}$, 内阻 $r_2 = 5\ \Omega$);
- F. 直流电源 E (电动势为 $6\ \text{V}$, 内阻很小);
- G. 开关及导线若干。



甲



乙

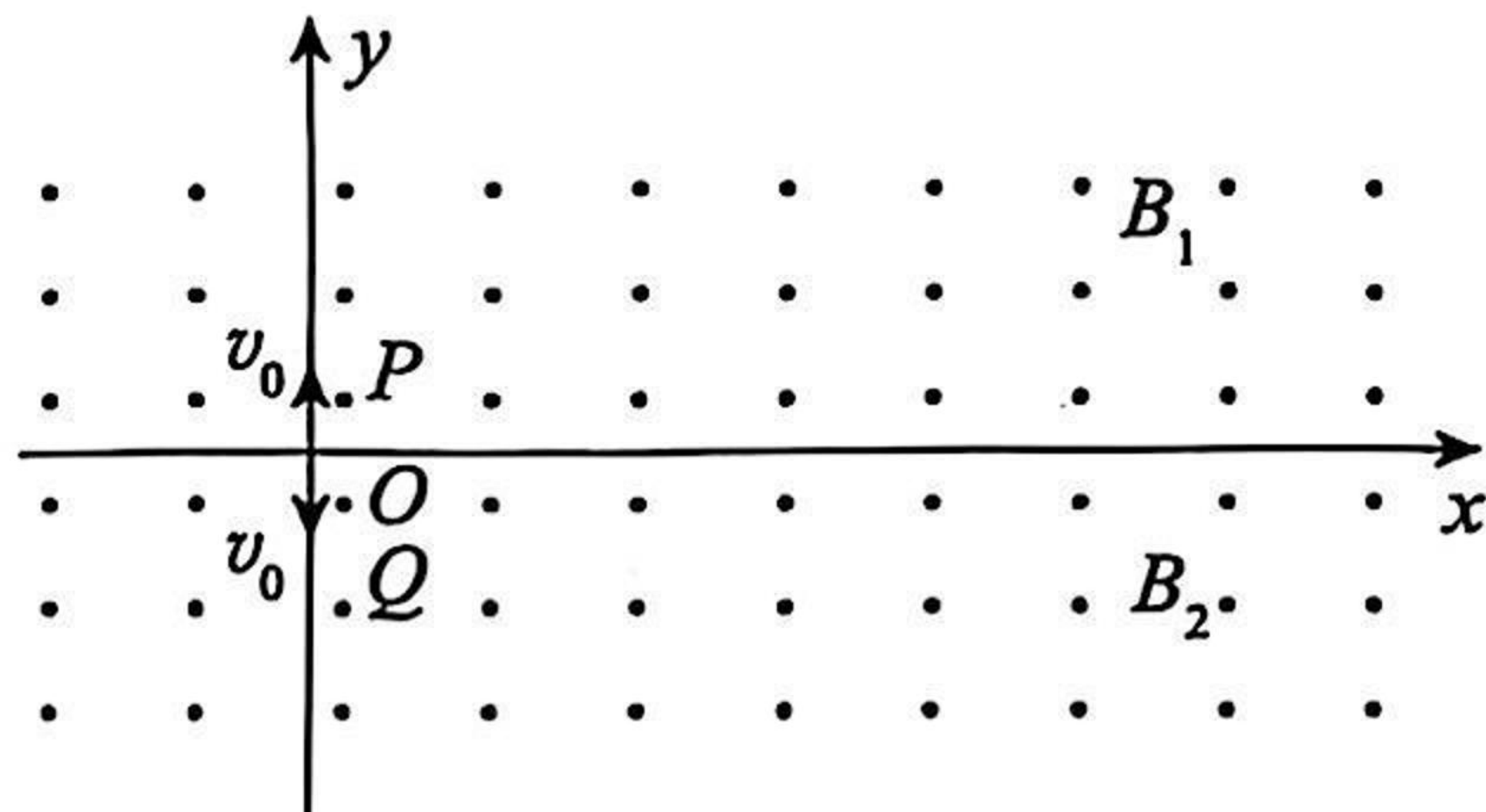
- (1) 设计的电路图如图甲所示, 则滑动变阻器 R 应选用 _____ (填“B”或“C”)。
- (2) 电流表 A_1 应安装在电路图中的位置 _____ (填“1”“2”或“3”), 电流表 A_2 应安装在电路图中的位置 _____ (填“1”“2”或“3”), 未安装电表的位置用导线连接。
- (3) 连接好电路, 闭合开关, 改变滑动变阻器 R 的滑片位置, 得到多组电流表 A_1 的示数 I_1 和电流表 A_2 的示数 I_2 , 利用得到的数据作出 $I_1 - I_2$ 图像如图乙所示。若图像的斜率 $k = \frac{6}{31}$, 则所测定值电阻的阻值为 _____ Ω 。

13. (9分) 如图所示, 一小学生站在圆形水泥管道最低点, 以水平速度 v_0 将一个质量为 m 的小足球踢出, 球沿管道内壁在同一个竖直面内运动两圈多后在某一位置脱离管道, 掉入小学生的背包里(背包口正好在管道圆心处)。已知管道半径为 R , 重力加速度为 g , 不计空气阻力, 小足球可以看作质点。求:

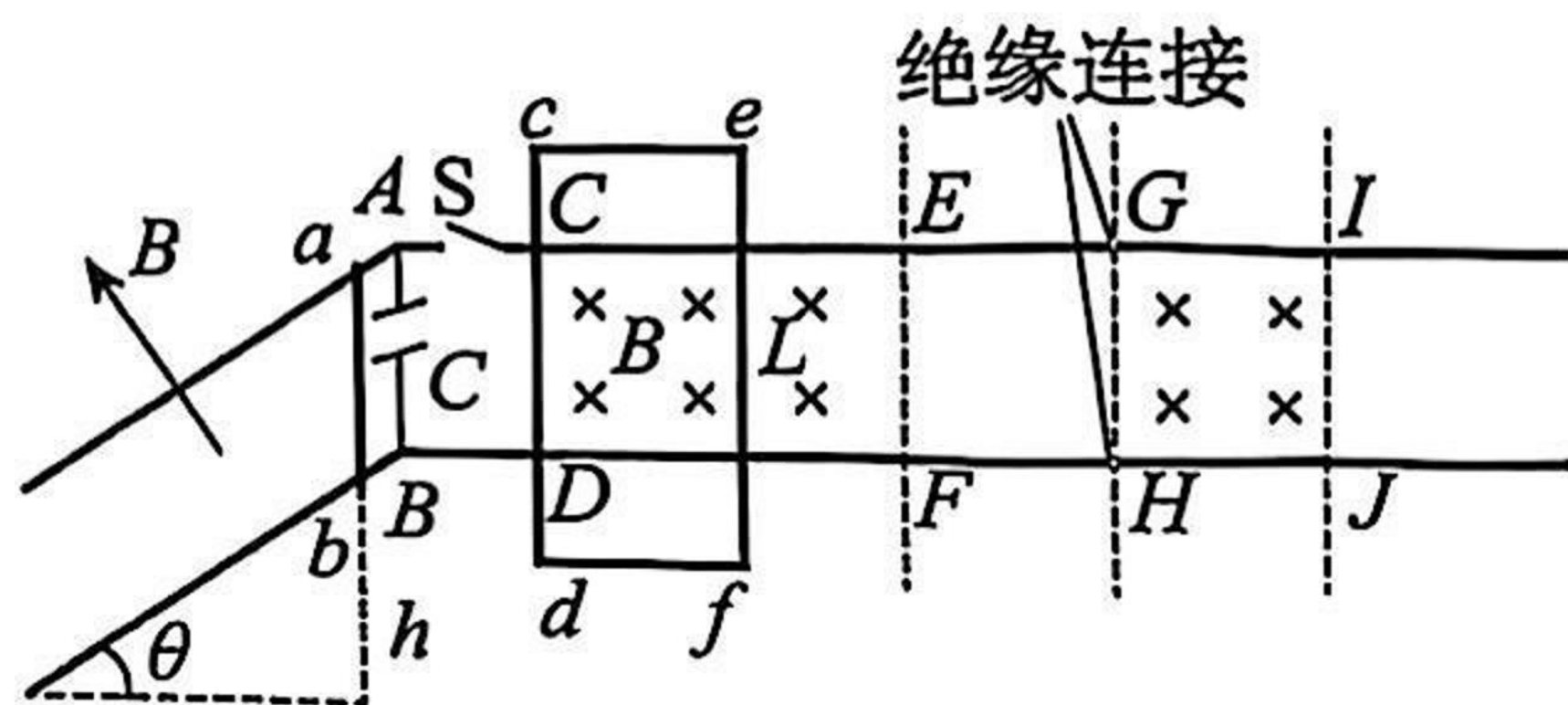
- (1) 足球脱离管道的位置和圆心的连线与水平方向夹角 θ 的正切值;
- (2) 从足球被踢出到球脱离管道, 管道对足球做的功 W_f 。



14. (13分)用磁场实现对微观粒子的控制在高能物理、材料科学、核磁共振、微流控芯片等领域有着广泛的应用。如图所示为一种能够实现用磁场控制微观粒子的装置内部磁场分布图, x 轴上方存在方向垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小 $B_1 = \frac{\sqrt{2}}{2}B$, x 轴下方存在方向垂直纸面向外的匀强磁场,磁感应强度大小 $B_2 = B$;在坐标原点 O 处有一粒子源,可以同时发射速度大小为 v_0 、方向分别沿 y 轴正、负方向的两个带电粒子 P 、 Q 。已知带电粒子质量均为 m ,电荷量均为 $+q$,粒子相遇时两者的运动互不影响,不计粒子重力及粒子间的相互作用。
- (1)若 P 、 Q 两粒子同时经过 $H(x_0, 0)$ 点,求该情况下 B 的最小值;
 - (2)若 $B = B_0$,且在 xOy 坐标系内的磁场为矩形磁场,为使两粒子发射后能够在磁场中相遇 n 次,求矩形磁场的最小面积;
 - (3)两粒子发射后的运动轨迹会有很多交点,若 $B = B_0$,且两粒子发射时间不同,为使两粒子能相遇在横坐标最小的轨迹交点处,求两粒子发射的时间差 Δt 。



15. (17分)如图所示,间距为 L 的光滑平行金属导轨由两部分组成, AB 之间接有一个电容器, AB 左侧部分导轨与水平面成 $\theta = 30^\circ$ 角倾斜放置,两导轨间有垂直该部分导轨所在平面向上、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。 AB 右侧部分为水平导轨, G 、 H 两处各由绝缘材料平滑连接两侧导轨, CD 与 EF 、 GH 与 IJ 之间均存在垂直该部分导轨所在平面向下、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场, EF 与 GH 、 GH 与 IJ 之间距离均为 L 。由质量为 m 、电阻为 $6R$ 的均匀金属丝制成的刚性线框 $cdef$ 放置在导轨上, cd 边恰处于 CD 位置, $cd = 2L$, $df = L$,其中心到两根导轨的距离相等。初态时开关 S 断开,质量也为 m 、长度略大于 L 的金属杆 ab 从左侧导轨上距离地面高为 h 处由静止下滑至导轨底端时速度大小为 $v_0 = \sqrt{gh}$ 。已知 CD 与 EF 间距离足够长,导轨及金属杆 ab 的电阻均不计,重力加速度为 g 。
- (1)求金属杆 ab 下滑至导轨底端时电容器两端的电压 U_0 及电容器储存的能量 E ;
 - (2)求电容器的电容 C ;
 - (3)金属杆 ab 从左侧导轨底端滑出后,闭合开关 S ,求线框 ef 边运动到 EF 位置时的速度大小 v_1 ;
 - (4)第(3)问中线框 ef 边运动到 EF 位置的瞬间断开开关 S ,求线框的 cd 边从 IJ 位置滑出磁场时的速度 v_2 。



2025 年高三第一次模拟考试

物理参考答案

命卷意图

本套物理试卷秉承立德树人根本任务，优化试题情境设计，强化基础性、应用性考查，增强试题灵活性，深化创新能力考查，注重考查的综合性要求，充分发挥命题的育人功能和积极导向作用。

依据课程标准，贴近中学物理教学实际，创设典型真实的问题情境。第1题、第6题、第7题以我国在全球处于领先地位的光伏发电、“黑豹2.0”、“天问二号”小行星探测器为背景创设科技情境；第13题以小学生踢球为背景创设生产情境；第3题、第4题、第9题分别以生活中的电子血压计、霓虹灯、景观池中可变化形状的灯光秀为背景创设生活情境；第2题以古代门后的顶门杠为背景，创设传统文化情境；第5题以西藏定日县6.8级地震为背景创设时事情境，对基本物理概念、物理规律进行全面深刻地考查，引导教学遵循教育规律，回归课程标准和教材，注重概念和规律的形成过程，通过在实际情境中的应用，促进学生物理观念的形成和解决问题能力的提升，并涵养学生正确的价值观念，增强民族自信心与自豪感，实现价值引领。

注重科学探究考查，灵活设问增强试题灵活性和创新性，引导提高学生实验能力和创新能力。第8题以选择题的形式考查影响单摆周期因素的探究性实验，通过小铁球受到磁场力后等效于所受的重力增加，融入了等效思想的考查；第11题用频闪照相验证机械能守恒定律的实验，给出照片中长度与真实长度的比例关系，对实验操作能力、数据处理能力提出了较高的要求；第12题测量定值电阻 R_x 准确阻值的实验，通过在给出的三个电流表的摆放位置中选取合适摆放位置，考查学生设计实验的能力，并通过图像法处理数据对实验数据处理能力提出了一定的要求。

体现考查的综合性要求，第14题对带电粒子在磁场中的周期性运动、粒子轨迹交会点、相遇点的分析，第15题对电磁感应中电容器的充电过程、放电过程、线框减速过程的分析，其研究对象、受力情况、运动过程均较为复杂，要求学生综合分析所给的较为复杂的学习探索情境，建立物理模型，提取关键信息进行逻辑推理，从而对学生信息加工能力、推理能力、分析综合能力提出较高要求，考查学生在复杂的情境中解决问题的能力。

试卷较好地体现了高考评价对必备知识、关键能力、学科素养、核心价值的内容考查要求，以及对基础性、应用性、创新性、综合性的考查方式要求，对冲刺阶段的备考具有较强的指导意义。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	A	A	B	D	C	D	CD	AC	BC

1. C 解析：由爱因斯坦光电效应方程得 $E_{\text{km}} = h \frac{c}{\lambda} - W_0$ ，可得 $\lambda = \frac{hc}{E_{\text{km}} + W_0}$ ，根据图像，当 $\lambda = a$ 时， $E_{\text{km}} =$

0，得 $W_0 = \frac{hc}{a}$ 。当 $\lambda \rightarrow +\infty$ 时，得 $E_{\text{km}} = -W_0$ ，即 $W_0 = b$ ，可得 $h = \frac{ab}{c}$ 。故选 C。

2. A 解析：由于顶门杠可绕杠下端与地面的接触点 O 自由转动，且杠的重力忽略不计，可知杠对下 endpoint O 的作用力 F 方向必沿杠，地面对杠的支持力 $F_N = F \sin \alpha$ ，地面对杠的最大静摩擦力 $F_{f\text{max}} \geq F \cos \alpha$ ，且

$F_{f\text{max}} = \mu F_N$ ，可解出 $\tan \alpha \geq \frac{1}{\mu}$ 。故选 A。

3. A 解析:设充气时间为 t , 根据玻意耳定律可知 $p_0 V_0 + p_0 V \cdot t = p_1 \cdot V_m$, 其中 $V_0 = 60 \text{ mL}$, $V = 10 \text{ mL}$, $p_1 = 1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_m = 300 \text{ mL}$, 代入数据得 $t = 30 \text{ s}$, 故选 A。

4. B 解析:由题意得交流电的表达式为 $u = E_m \sin \omega t = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t \text{ (V)}$, 交流电周期 $T = 0.02 \text{ s}$, $\omega = 100\pi \text{ rad/s}$, 由 $110\sqrt{6} \text{ V} = 220\sqrt{2} \sin \omega t \text{ (V)}$, 可得 $\sin \omega t = \frac{\sqrt{3}}{2}$ 。一个周期的前半周期, 在 $\frac{1}{3}T \geq t \geq \frac{1}{6}T$

内 $u \geq 110\sqrt{6} \text{ V}$, 一个周期的后半周期, 在 $\frac{5}{6}T \geq t \geq \frac{2}{3}T$ 内 $|u| \geq 110\sqrt{6} \text{ V}$, 霓虹灯均会发光, 故发光时间

为 $\Delta t = (\frac{1}{3}T - \frac{1}{6}T) + (\frac{5}{6}T - \frac{2}{3}T) = \frac{1}{3}T$, 一分钟内霓虹灯发光的时间为 $1 \text{ min} \times \frac{\frac{1}{3}T}{T} = 20 \text{ s}$ 。故选 B。

5. D 解析:根据波形图可知在 $t = 0.75 \text{ s}$ 内, 波向前传播的距离 $\Delta x = 3 \times 10^3 \text{ m}$, 可得波速 $v = \frac{\Delta x}{t} = 4 \times 10^3 \text{ m/s}$, B

错误;由波形图可得该地震波波长 $\lambda = 4 \times 10^3 \text{ m}$, 则波的周期 $T = \frac{\lambda}{v} = 1 \text{ s}$, A 错误;O 为地震的震源, 形成的地震波向 x 轴正、负方向分别传播, 并不是同一列简谐波, 不能得出 a 、 b 距离为半个波长, 振动情况总是相反的结论, 由于 a 、 b 距离震源距离相等, 两点的振动情况总是相同, C 错误;图中 a 正在通过平衡位置向上振动, 由于 $0.25 \text{ s} = \frac{T}{4}$, 可得再经 0.25 s , a 将位于波峰, D 正确。故选 D。

6. C 解析:机器人在减速过程, 由速度和位移关系可知 $v^2 - v_0^2 = 2ax$, 可得 $x = \frac{v^2}{2a} - \frac{v_0^2}{2a}$, a 为负值, 故 $v-x$ 图像应为开口向左的二次函数图像。机器人在加速过程, 由速度和位移关系可知 $v^2 = 2a'(x - x_0)$, 其中 x_0 是机器人减速过程中速度为零时的位置坐标, $x = \frac{v^2}{2a'} + x_0$, a' 为正值, 故图像为开口向右的二次函数图像, A、B 错误;机器人静止时, 其位移不发生变化, D 错误, C 正确。故选 C。(或由机器人减速时运动相同位移所用时间增大, 速度变化量增大, 加速时运动相同位移所用时间减小, 速度变化量减小, 可知 C 正确)

7. D 解析:小行星的自转周期为 T , 根据公式 $v = \frac{2\pi r}{T}$, 可得小行星静止轨道的半径 $r = \frac{vT}{2\pi}$, 根据 $G \frac{Mm}{r^2} =$

$m \frac{v^2}{r}$, 结合 $r = \frac{vT}{2\pi}$, 可得 $M = \frac{v^3 T}{2\pi G}$, A 错误;样品在赤道时 $G \frac{Mm}{R^2} = mg_1 + m \frac{4\pi^2}{T^2} R$, 样品在北极时 $G \frac{Mm}{R^2} =$

mg_2 , 由 $\frac{mg_1}{mg_2} = \frac{9}{10}$, 可得小行星半径 $R = \sqrt[3]{\frac{1}{10}} \cdot \frac{vT}{2\pi}$, 所以小行星静止轨道的高度为 $h = r - R = (1 - \sqrt[3]{\frac{1}{10}})$

$\frac{vT}{2\pi}$, B 错误;由开普勒第三定律 $\frac{r^3}{T^2} = \frac{R^3}{T_{近}^2}$, 得贴近小行星表面的卫星周期 $T_{近} = \frac{\sqrt{10}}{10} T$, C 错误;由 $\rho =$

$\frac{M}{\frac{4\pi R^3}{3}}$ 得 $\rho = \frac{30\pi}{GT^2}$, D 正确。故选 D。

8. CD 解析:摆长等于摆线长与小铁球半径之和, 则有摆长 $l = L + \frac{d}{2}$, 小铁球受到磁场力后可等效于所受

的重力增加了, 重力加速度增大为 g' , 根据周期公式有 $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$, 解得 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g'} (L + \frac{d}{2})$, 可知图像不

过原点的原因是漏计小铁球的半径, A 错误, B 错误;由 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g'} L + \frac{2\pi^2 d}{g'}$, 结合图像有 $b = \frac{2\pi^2 d}{g'}$, $k = \frac{4\pi^2}{g'}$,

解得 $d = \frac{2b}{k}$, C 正确;小铁球受到磁场力后可等效于所受的重力增加了, 重力加速度增大了, 由 $g' = \frac{4\pi^2}{k}$ 且

$g' = g + \frac{F}{m}$, 可得 $F = \frac{4\pi^2 m}{k} - mg$, D 正确。故选 CD。

9. AC 解析: 取线光源上某一点作为点光源, 点光源发出的光在水面上有光射出的水面形状为圆形, 设此圆形的半径为 r , 点光源发出的光线在水面恰好发生全反射的光路图如图 1 所示。由 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{3}{4}$, 可得 $\tan C = \frac{3}{\sqrt{7}}$, 根据几何关

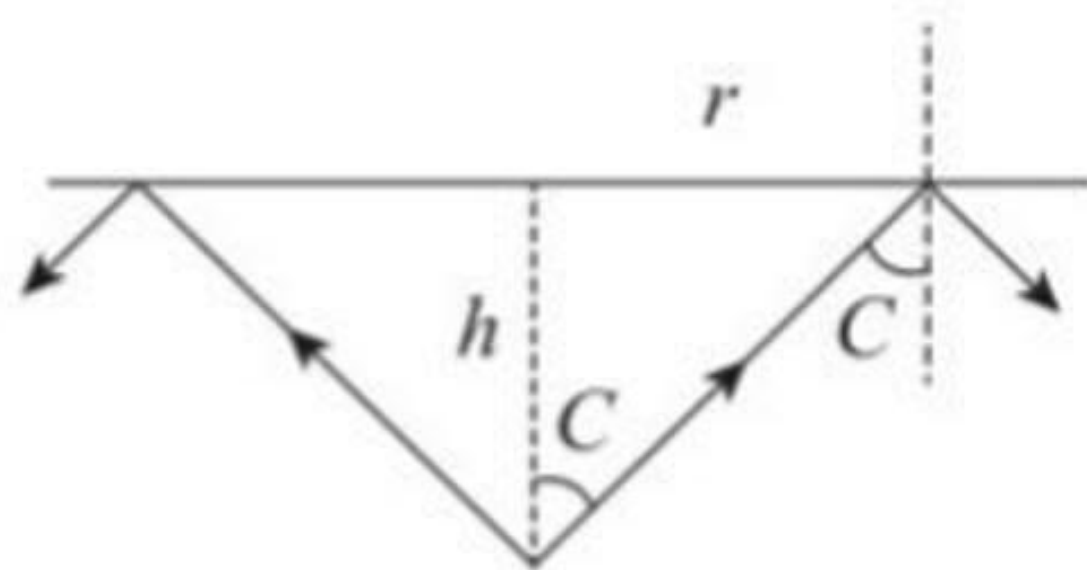


图 1

系可得 $r = h \tan C = \frac{3}{\sqrt{7}}h$, 则一个点发出的光在水面上能看到半径 $r = \frac{3}{\sqrt{7}}h$ 的

圆。对于半圆形线光源在水面上的发光区域, 可看作是圆的圆心沿半圆弧移动时圆扫过的区域,

如图 2 所示。可得当 $r < R$, 即 $h < \frac{\sqrt{7}}{3}R$ 时, 水面上的发光区域出现题中乙图所示的“月牙”形状,

当 $r \geq R$, 即 $h \geq \frac{\sqrt{7}}{3}R$ 时, 水面上的发光区域出现题中丙图所示的“爱心”形状, 可知 A、C 正确, B

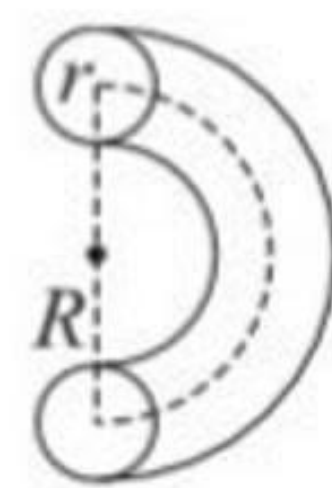


图 2

错误。h 越大, 水面上发光区域的面积越大, D 错误, 故选 AC。

10. BC 解析: 三个小球所构成的三角形各边一直保持与初态平行, 当三角形面积变为 9 倍时, 边长均将变为初态的 3 倍, 根据库仑定律可知小球之间的库仑力均将变为初态的 $\frac{1}{9}$, 故每个小球的加速度均将变为初态的 $\frac{1}{9}$, A

错误; 将三个小球组成的系统看作一个整体, 库仑力为系统内力, 系统所受合力始终为零, 由于质量相等, 故三个小球的加速度矢量和一直为零, B 正

确; 对小球 A、B 分析, 如图, 由于小球所构成的三角形各边一直保持与初态平行, 且小球质量相等, 所以

F_{CA} 、 F_{CB} 在垂直 AB 方向上的分力必相等, 则有 $k \frac{q_C q_A}{b^2} \cos \alpha = k \frac{q_C q_B}{a^2} \cos \beta$, 由几何关系得 $\cos \alpha = \frac{h}{b}$,

$\cos \beta = \frac{h}{a}$, 可得 $q_A a^3 = q_B b^3$, 同理对小球 B、C 分析, 可得 $q_B b^3 = q_C c^3$, 故符合 $q_A a^3 = q_B b^3 = q_C c^3$, C 正

确, D 错误。故选 BC。

11. 答案: (1)BD (2分) (2)0.032 (2分) 0.034 (2分)

解析: (1) 实验时, 应先打开频闪相机, 并迅速断开电磁铁电源, 让小球由静止开始下落, 如果先断开电磁铁电源, 小球由静止开始下落, 再打开频闪相机, 由于小球运动较快, 不利于数据的采集和处理, 会使实验产生较大的误差, A 错误, B 正确。O、A 之间的距离与 O、B 之间的距离之比不等于 1:4, 是由于频闪相机拍摄了小球在 O 点的照片之后, 没有同步释放小球, 过了一小段时间才释放小球, 导致在下一闪光拍照之前小球下落时间小于 0.05 s, C 错误, D 正确。故选 BD。

(2) 照片中小球直径为 0.3 cm, 而实验所用小球直径为 0.6 cm, 可知照片中长度与实际长度的比例关系为 1:2。根据匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于该过程平均速度, D 点的速度 $v_D = \frac{x_{CE}}{2T} =$

$\frac{(13.75 - 4.80) \times 2}{2 \times 0.05} \times 10^{-2} \text{ m/s} = 1.79 \text{ m/s}$, 小球从 O 点到 D 点过程中动能的增加量 $\Delta E_k = \frac{1}{2} m v_D^2 \approx$

0.032 J, 从 O 点到 D 点过程中重力势能减少量 $\Delta E_p = mg \cdot 2x_{OD} \approx 0.034 \text{ J}$ 。

12. 答案: (1)B (2分) (2)1 (2分) 3 (2分) (3)240 (3分)

解析: (1) 滑动变阻器采用分压式接法, 故选择最大阻值较小的 R_1 。

(2) 由于将电流表 A_1 安装在电路图中的位置 1, 将电流表 A_2 安装在电路图中的位置 3, 两表的测量电流之比接近其量程之比 1:5, 能够满足两电流表同步满偏, 有利于减小实验误差, 故应将电流表 A_1 安装在电路图中的位置 1, 将电流表 A_2 安装在电路图中的位置 3。

(3) 该定值电阻表达式 $R_x = \frac{I_1(r_1 + R_0)}{I_2 - I_1}$, 得 $R_x = \frac{(r_1 + R_0)}{\frac{I_2}{I_1} - 1}$, $I_1 - I_2$ 图像斜率 $k = \frac{I_1}{I_2} = \frac{6}{31}$, 则 $R_x =$

$$\frac{(r_1 + R_0)}{\frac{1}{k} - 1}, \text{ 代入数据可得 } R_x = 240 \Omega.$$

13. 答案: (1) $\frac{\sqrt{2}}{2}$ (2) $(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}) mgR - \frac{1}{2} mv_0^2$

解析: (1) 设足球在 A 处脱离管道, 之后做斜抛运动, 经过圆心 O 处, 如图

在 A 处, 设足球速度大小为 v , 由牛顿第二定律可得 $mg \sin \theta = m \frac{v^2}{R}$ (1 分)

斜抛运动过程, 设运动时间为 t

$$\text{沿 } AO \text{ 半径方向 } R = \frac{1}{2} gt^2 \sin \theta$$

$$\text{沿垂直于 } AO \text{ 半径方向 } t = \frac{2v}{g \cos \theta}$$

$$\text{解得 } \tan \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$(2) \text{ 由(1)中三个方程联立解得 } v = \sqrt{gR \sin \theta} = \sqrt{\frac{\sqrt{3}}{3} gR}$$

从足球被踢出到脱离管道, 设管道对足球做功为 W_f

$$\text{由动能定理得 } -mgR(1 + \sin \theta) + W_f = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$$

$$\text{解得 } W_f = (1 + \frac{\sqrt{3}}{2}) mgR - \frac{1}{2} mv_0^2$$

14. 答案: (1) $\frac{2(\sqrt{2}-1)mv_0}{qx_0}$ (2) $(2n+4+4\sqrt{2}) \frac{m^2 v_0^2}{B_0^2 q^2}$ (3) $(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}) \frac{\pi m}{qB_0}$

解析: (1) 由洛伦兹力提供粒子圆周运动的向心力可得

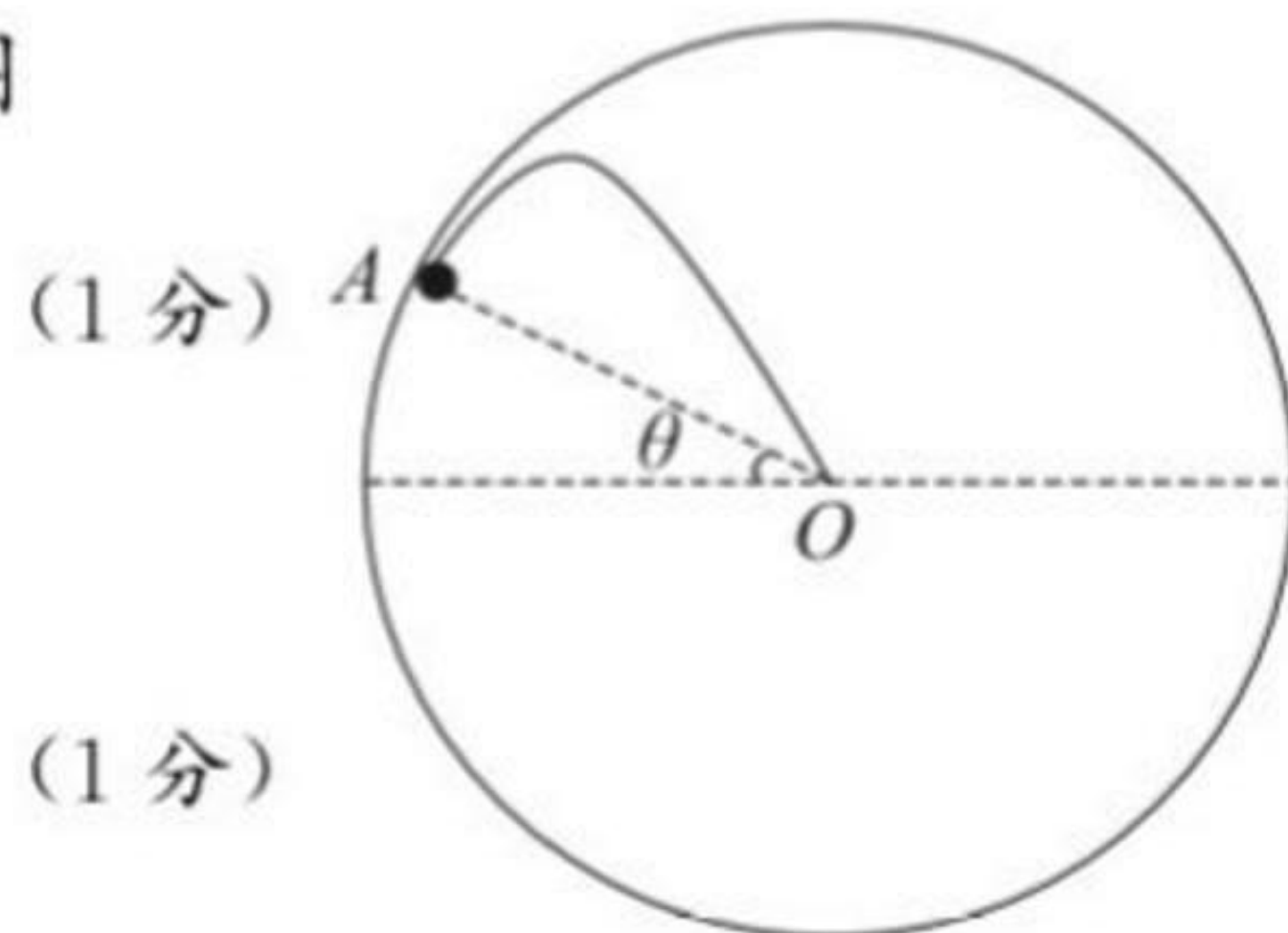
$$B_1 q v_0 = m \frac{v_0^2}{R_1}, B_2 q v_0 = m \frac{v_0^2}{R_2}$$

$$\text{解得 } R_1 = \frac{\sqrt{2} m v_0}{Bq}, R_2 = \frac{m v_0}{Bq}$$

若 B 最小, 说明 H 点是 P 、 Q 粒子在 x 轴上第一次相遇的点, P 、 Q 粒子同时从 O 点出发, 运动轨迹如图 1 所示

$$\text{可知 } x_0 = 2(R_1 - R_2)$$

$$\text{解得 } B \text{ 的最小值 } B_{\min} = \frac{2(\sqrt{2}-1)mv_0}{qx_0}$$



(1 分)

(1 分)

(2 分)

(1 分)

(1 分)

(2 分)

(1 分)

(2 分)

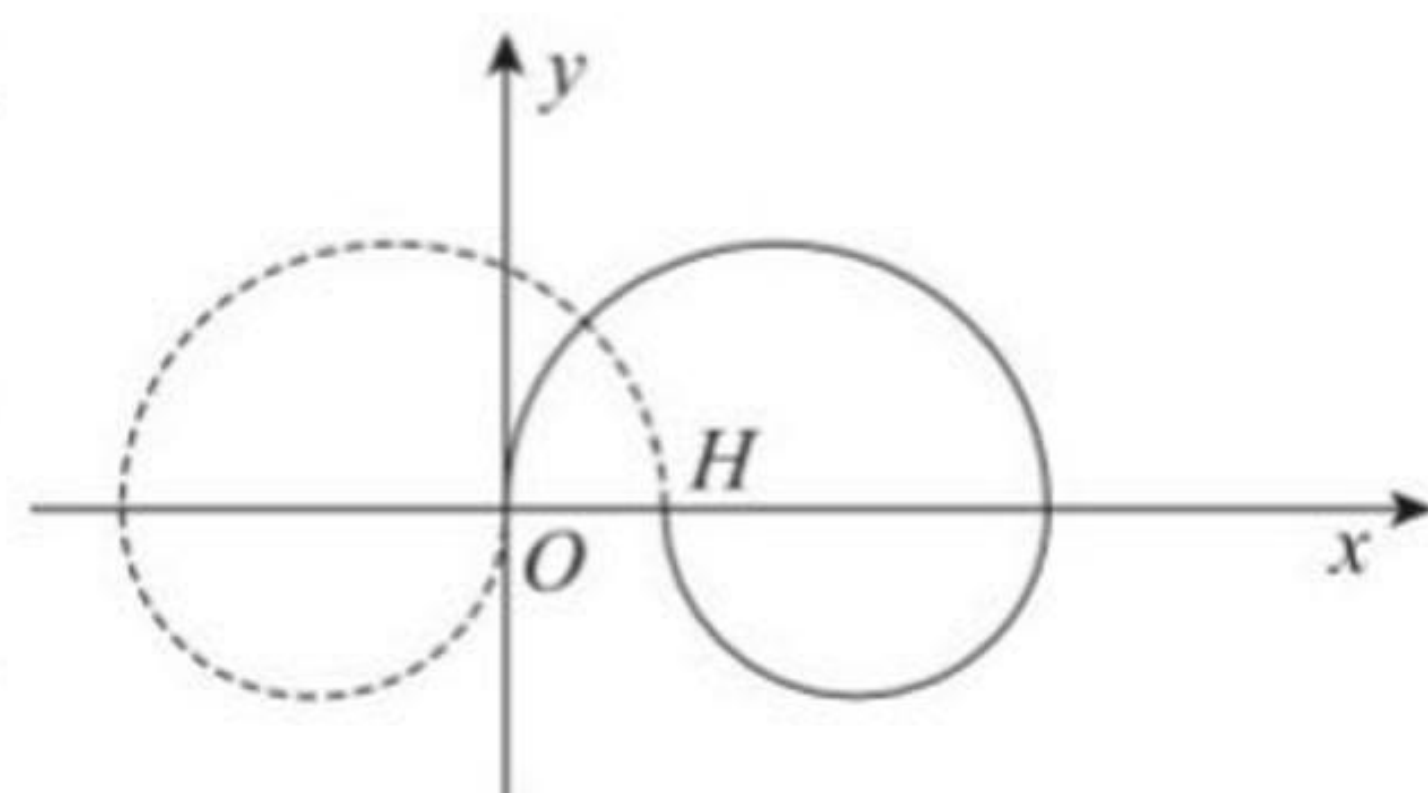


图 1

(2) 当 $B=B_0$ 时, 有 $R'_1 = \frac{\sqrt{2}mv_0}{B_0q}$, $R'_2 = \frac{mv_0}{B_0q}$

P 、 Q 两粒子同时发射后, 每经过一个周期在 x 轴上相遇一次, P 粒子每个周期内轨迹与 x 轴的交点向正方向移动 $d=2(R'_1-R'_2)$

n 个周期向正方向移动 $d_{\text{总}}=2n(R'_1-R'_2)$

所以磁场右边界的 x 轴坐标为 $x_1=d_{\text{总}}+2R'_2=2n(R'_1-R'_2)+2R'_2$ (1分)

磁场的左边界 x 轴坐标为 $x_2=-2R'_2$

磁场沿 x 轴方向宽度为 $\Delta x=2n(R'_1-R'_2)+4R'_2$ (1分)

磁场沿 y 轴方向宽度为 $\Delta y=R'_1+R'_2$ (1分)

所加矩形磁场的最小面积 $S=\Delta x \cdot \Delta y=(2n+4+4\sqrt{2})\frac{m^2v_0^2}{B_0^2q^2}$ (1分)

(3) 横坐标最小的轨迹交点如图 2 中所示的 G 点, O_1O_2 之间距离与 AO 之间距离相等,

易知 $O_1O_2=2R'_2$, 可得 $\alpha=45^\circ$

结合 $T=\frac{2\pi R}{v}$

可得 $T_1=\frac{2\sqrt{2}\pi m}{qB_0}$, $T_2=\frac{2\pi m}{qB_0}$

P 粒子运动至 G 点转过圆心角为 45° , 所用时间 $t_1=\frac{T_1}{8}$ (1分)

Q 粒子运动至 G 点, 在 x 轴下方转过圆心角为 180° , 在 x 轴上方转过圆心角为 135° , 所用时间 $t_2=\frac{T_2}{2}+$

$\frac{3T_1}{8}$ (1分)

两粒子从 O 点出发的时间之差 $\Delta t=t_2-t_1=(1+\frac{\sqrt{2}}{2})\frac{\pi m}{qB_0}$ (1分)

15. 答案: (1) $BL\sqrt{gh}$ $\frac{mgh}{2}$ (2) $\frac{m}{B^2L^2}$ (3) $\frac{\sqrt{gh}}{2}$ (4) $\frac{\sqrt{gh}}{2}-\frac{7B^2L^3}{6mR}$

解析: (1) 金属杆 ab 下滑至导轨底端时电容器两极板间的电势差

$U_0=BLv_0=BL\sqrt{gh}$ (1分)

杆 ab 下滑过程中, 减小的重力势能等于杆 ab 增加的动能和电容器储存能量之和, 则杆 ab 下滑到导轨底端时, 电容器储存的能量

$E=m_0gh-\frac{1}{2}mv_0^2=\frac{mgh}{2}$ (1分)

(2) 杆 ab 下滑过程中, 设某时刻回路中电流为 i , 在较短时间 Δt 内有 $i=\frac{\Delta Q}{\Delta t}$

对电容器有 $\Delta Q=C \cdot \Delta U$ (1分)

由法拉第电磁感应定律可得, 杆 ab 产生感应电动势的变化量 $\Delta U=BL\Delta v$ (1分)

杆 ab 的加速度 a 满足 $ma=mg\sin\theta-BiL$ (1分)

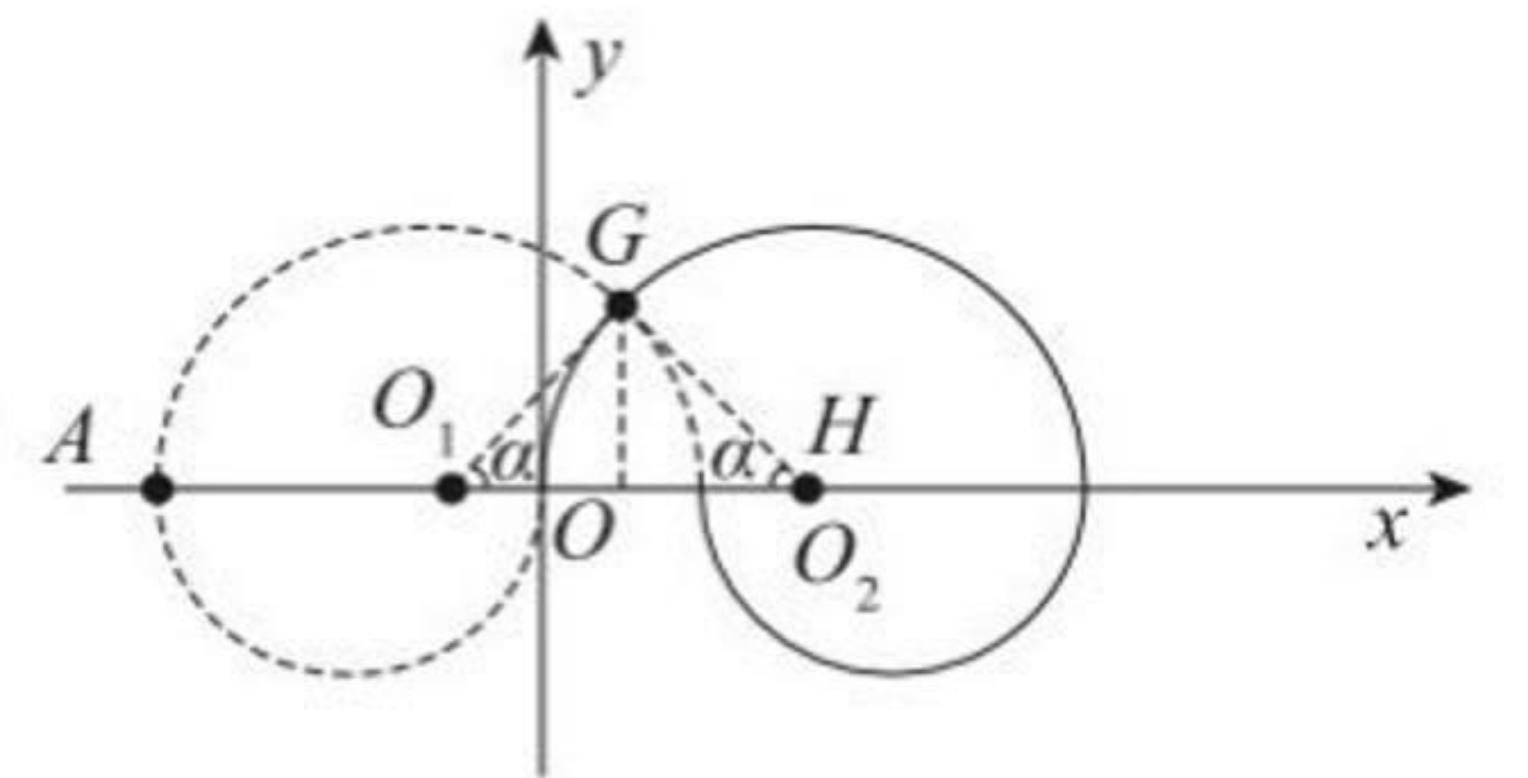


图 2

(1分)

(1分)

由加速度的定义有 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ (1分)

解得 $a = \frac{mg \sin \theta}{B^2 L^2 C + m}$ (1分)

可知杆 ab 沿导轨向下做匀加速直线运动, 根据匀变速直线运动规律可得, 杆 ab 运动到导轨底端时的速度

满足 $v_0^2 = 2a \cdot \frac{h}{\sin \theta}$ (1分)

解得 $a = \frac{g}{4}$, 电容器的电容 $C = \frac{m}{B^2 L^2}$ (1分)

(3) 线框 ef 边运动到 EF 位置的过程中, 线框 cd 边和 ef 边在导轨间的部分并联, 电容器通过该并联部分对外放电, 因 CD 与 EF 间距离足够大, 因此最终线框匀速运动, 由动量定理可得 $\sum BiL \Delta t = mv_1$

即 $B \Delta Q L = mv_1$ (1分)

ΔQ 即为电容器放出的电荷量, 结合 $\Delta Q = C \cdot \Delta U$, 其中 $\Delta U = BLv_0 - BLv_1$

解得 $v_1 = \frac{\sqrt{gh}}{2}$ (1分)

(4) 线框 ef 边运动到 EF 位置的瞬间断开开关 S , 在线框 ef 边运动到 GH 位置之前, 线框 cd 边和 ef 边在导轨间的部分通过导轨形成回路, 分别相当于电源和外电路电阻, 回路总电阻为 $2R$ 。设回路平均电流为 \bar{I} , 安培力的冲量 $I_1 = -B \bar{I} L \Delta t$ (1分)

其中平均电流 $\bar{I} = \frac{\bar{E}}{2R}$, 由法拉第电磁感应定律得 $\bar{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, 其中 $\Delta \Phi = BL^2$ (1分)

可得安培力的冲量 $I_1 = -\frac{B^2 L^3}{2R}$

线框 ef 边从 GH 位置运动到 IJ 位置过程中, 由于 G 、 H 两处绝缘材料的存在, 线框 ef 边在导轨间的部分相当于电源, 整个线框形成回路, 总电阻为 $6R$

同理可得, 安培力的冲量为 $I_2 = -\frac{B^2 L^3}{6R}$ (1分)

线框运动出磁场的过程, 线框 cd 边和 ef 边在导轨间的部分通过导轨形成回路, 分别相当于电源和外电

路电阻, 回路总电阻为 $2R$ 。同理可得, 安培力的冲量为 $I_3 = -\frac{B^2 L^3}{2R}$ (1分)

对线框, 从 ef 边在 EF 位置运动到 cd 边恰出磁场的过程, 根据动量定理可得

$I_1 + I_2 + I_3 = mv_2 - mv_1$ (1分)

解得 $v_2 = \frac{\sqrt{gh}}{2} - \frac{7B^2 L^3}{6mR}$ (1分)