

$t'_A = \frac{2\pi m}{3qB} = \frac{2\pi a}{9v_0}$ 1分

$t'_B = 2t'_A = \frac{4\pi a}{9v_0}$,

$\Delta t = (t'_B + t_B) - (t'_A + t_A)$,

解得 $\Delta t = \frac{(3\sqrt{3} + 2\pi)a}{9v_0}$ 1分

(3) A、B 粒子在 O 点的速度均水平向左, A 的速度为 v_0 , B 的速度为 $\frac{1}{4}v_0$, 二者发生碰撞。

①假如发生的是完全非弹性碰撞, 设碰后 A 和 B 的共同速度为 v_1 ,

根据动量守恒定律有 $mv_0 + 2m \frac{v_0}{4} = (m + 2m)v_1$ 1分

B 在磁场中做匀速圆周运动, 半径 $r_1 = \frac{2mv_1}{qB} = \frac{a}{3}$ 1分

B 第一次通过 II 区域轨迹与 y 轴交点的纵坐标为 $\frac{2}{3}a$;

②假如发生的是弹性碰撞, 设碰后 A、B 速度大小分别为 v'_A 、 v'_B ,

根据动量守恒定律有 $mv_0 + 2m \frac{v_0}{4} = mv'_A + 2mv'_B$ 1分

根据能量守恒定律有 $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2} \times 2m \left(\frac{v_0}{4}\right)^2 = \frac{1}{2}mv_A'^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_B'^2$ 1分

解得 $v'_B = \frac{3}{4}v_0$ 。

B 在磁场中做匀速圆周运动的半径 $r_2 = \frac{2mv'_B}{qB} = \frac{a}{2}$ 1分

B 第一次通过 II 区域, 其轨迹与 y 轴交点的纵坐标为 a,

故 B 第一次通过 II 区域, 其轨迹与 y 轴交点的纵坐标满足 $\frac{2a}{3} \leq y \leq a$ 1分

▶ 时间与对应的角度关系为

$$t = \frac{\theta m}{Bq}$$

▶ 高分关键

找到碰撞后 B 粒子的轨迹半径的最大值和最小值

2025 年江苏省高考名校名师联席命制 物理信息卷(二)

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案	B	C	B	C	A	D	B	B	C	C	D

试做分析

一、整体情况

本卷安排江苏省海安高级中学 105 位学生试做, 总体而言, 试卷难度中等, 总分 90 分及以上的占 11%, 70 分到 89 分之间的占 48.1%, 60 分到 69 分之间的占 18.5%。

二、选择题部分

选择题整体难度中等, 出错的题目集中在第 6 题, 根据氢原子能级图计算氢原子跃迁时辐射光子的能量; 第 9 题, 含电阻电路的单棒切割磁感线模型; 第 10 题, 对霍尔元件的理解; 第 13 题, 理想气体状态方程的应用。

三、实验题部分

实验题难度中等偏上, 考查“用多用电表欧姆挡测量一有色电阻的阻值”, 属于高中生必做实验之一, 其中第 (1)(3)(5) 小问错误较多, 考生不熟悉测量电阻的操作步骤, 不了解表头的部件, 对二极管的正负极判断方法的理解有待加强, 对于电路误差的分析能力有待提高。

四、计算题部分

第 13、14 题难度不大, 第 13 题错误集中在第 (1) 问, 计算气体压强忘记加上大气压, 水柱占 $\frac{1}{3}$ 以为是气体占 $\frac{1}{3}$; 第 14 题错误集中在第 (2) 问, 忘记运用 $I = \frac{q}{T}$ 计算环形电流; 第 15、16 题难度较大, 需要考生具备一定的建模能力和综合分析能力。

1. B 【热点】多普勒效应

【深度解析】当小车滑向接收器时,根据多普勒效应,可知接收器接收到的超声波频率变大,但是超声波波速不变,根据 $v = \lambda f$,可知频率变大,波长变小, **B 正确**。

必备知识 波源与观察者相互靠近时观测到的频率变大,波源与观察者相互远离时观测到的频率减小。

2. C 【热情境】瑜伽球中的理想气体

【深度解析】球被挤压后,人对气体做功,球体体积变小,根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$,可知球内气体压强增大,温度升高, **A 选项**是现象,不是球变硬的原因, **A 错误**;球被挤压过程,不会对球内气体大量做功,气体温度变化较小,压强增大的主要原因是体积减小, **B 错误, C 正确**;球内气体分子间距离较大,分子间作用力几乎为 0, **D 错误**。

情境应用 本题属于情境分类中的体育运动类,以健身过程中瑜伽球被挤压为情境,考查考生对理想气体状态方程的理解与应用,提醒考生应多关注生活中的物理现象及本质。

3. B 【热点】比结合能

【深度解析】1 个质子和 2 个中子结合为 1 个氦核的过程质量亏损为 $\Delta m = m_p + 2m_n - m_{\text{He}}$,由质能方程可知,质子和中子结合成氦核时释放的能量为 $\Delta E = \Delta mc^2 = (m_p + 2m_n - m_{\text{He}})c^2$,因此氦核的比结合能为 $\frac{\Delta E}{3} = \frac{1}{3}(m_p + 2m_n - m_{\text{He}})c^2$, **B 正确**。

知识拓展 中等质量的原子核比结合能较大,比结合能 = $\frac{\text{结合能}}{\text{核子数}}$ 。核子数越多,结合能越大,而比结合能越大,原子核越稳定。

4. C 【热点】光的衍射

【深度解析】光经过大头针针尖时发生衍射,致使影的轮廓模糊不清,出现明暗相间的条纹,若针尖再细一些,衍射现象更明显,明暗相间条纹不可能消失,若针尖再粗一些,光可能沿直线传播,明暗相间条纹会消失, **C 正确**。

教材深挖 近几年的高考中,越来越多的试题能够在教材中找到身影。考生应该重视教材,本题改编自人教版教材《选择性必修第一册》第四章第 5 节光的衍射,图片来自本节的图 4.5-4 光经过大头针尖时的衍射照片。

5. A 【热点】机械振动+机械波

【深度解析】根据波形图可得 $\frac{5}{4}T = 1.25 \text{ s}$,解得周期 $T = 1 \text{ s}$,由 $\frac{5}{4}\lambda = 5 \text{ m}$,解得波长为 $\lambda = 4 \text{ m}$,则该波的波速大小为 $v = \frac{\lambda}{T} = 4 \text{ m/s}$,所以波从 P 点传到 $x = 20 \text{ m}$ 处经过的时间为 $\Delta t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{20-5}{4} \text{ s} = 3.75 \text{ s}$,则 $t = 5 \text{ s}$ 时波传到 $x = 20 \text{ m}$ 处的质点,根据波形图可知,振源的起振方向向上,则波传到 $x = 20 \text{ m}$ 处时,质点开始向上振动,且完成一次全振动时间为周期 $T = 1 \text{ s}$, **A 正确**。

6. D 【热点】玻尔原子模型

【深度解析】从氢原子能级图知,巴耳末系是氢原子从高能级向第 2 能级跃迁时辐射的光谱,当处于基态的氢原子吸收光子能量后应至少跃迁到第 3 能级,故单色光的光子能量至少为 $E_3 - E_1 = -1.51 \text{ eV} - (-13.6 \text{ eV}) = 12.09 \text{ eV}$, **D 正确**。

试做反馈 本题集中错在 C 选项上,审题不仔细,误以为计算巴耳末系的光子能量。

7. B 【热模型】探究电容器两极板间电势差跟所带电荷量的关系

【深度解析】第二步把开关 S_1 接 2 的作用是让电容器 A 放电一半给电容器 B , **A 错误**;第三步前电容器 B 分得电容器 A 电荷量的一半,闭合开关 S_2 会让电容器 B 完全放电,最后再断开开关 S_2 把开关 S_1 接 2 会让电容器 A 再次分剩下电荷量的一半给电容器 B ,因此第三步过程中电容器 B 储存的电荷量减半, **B 正确**;第三步会让电容器 A 储存的电荷量减半,但电容器 A 的电

失分注意

注意审题,区分现象和原因

失分注意

氦核中有 3 个核子,计算比结合能时要除以 3

高分关键

掌握发生明显衍射现象的条件:障碍物的尺寸与波长相当或更小

高分关键

运用“同侧法”或者“上下坡法”判断质点的振动方向

失分注意

注意区分赖曼系、巴耳末系、帕邢系等的特点与区别

失分注意

$C = \frac{Q}{U}$ 是电容的比值定义式,其大小与电压和电荷量无关,只与其本身有关

容不变,即储存电荷的本领不变,C 错误;第三步会让电容器 A 两极板所带电荷量减半,由 $C = \frac{Q}{U}$ 可知电压表示数减半,重复操作 3 次,电容器 A 两极板所带电荷量变为第二步结束时的 $\frac{1}{8}$,电压表示数会是第二步结束时示数的 $\frac{1}{8}$,D 错误。

趋势预测 近几年对于电容器的考查,全国各地的考频均有所增加,目前以选择题的考查形式居多,本题考查了探究电容器两极板间电势差跟所带电荷量的关系。

8. B 【热考向】太空电梯+万有引力定律

【深度解析】舱驿站的角速度与太空站的角速度相同,对太空站,由牛顿第二定律可得, $G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r$,其中 $r = R + 6R = 7R$,联立可得 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{(7R)^3}}$,舱驿站到地心的距离为 $r' = R + \frac{6R}{2} = 4R$,因此舱驿站的线速度大小为 $v = \omega r' = \frac{4}{7} \sqrt{\frac{GM}{7R}}$,B 正确,A、C 错误;因为舱驿站处小球受到的万有引力 $\frac{GMm'}{(4R)^2} > m' \omega^2 r' = \frac{4GMRm'}{(7R)^3}$,所以小球自由释放后做近心运动,将向更低轨道处运动,D 错误。

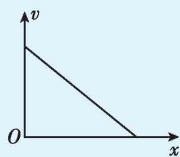
技巧必背 当合力 $F > m \frac{v^2}{r}$ 时,物体做近心运动,当合力 $F < m \frac{v^2}{r}$ 时,物体做离心运动,当合力 $F = m \frac{v^2}{r}$ 时,物体做匀速圆周运动。

情境应用 本题属于情境分类中的科技前沿类,以网上资料介绍的太空电梯为情境,考查万有引力定律相关知识,该部分内容经常与我国航空航天最新进展相关联,需要考生们重点关注。

9. C 【热模型】电磁感应+单杆切割磁感线(含电阻)模型

【深度解析】金属杆获得一个水平向右的初速度 v_0 ,对金属杆根据动量定理有 $-B\bar{I}L\Delta t = mv - mv_0$,感应电流的平均值为 $\bar{I} = \frac{BL\bar{v}}{2R}$,由于 $x' = \bar{v}t$,联立解得 $v = v_0 - \frac{B^2 L^2 x'}{2mR}$,即之后的运动过程中金属杆的速度 v 随位移 x' 线性减小,直至停止,金属杆运动 x 时速度减为 0,则运动 $\frac{x}{2}$ 时的速度大小为 $\frac{v_0}{2}$,金属杆损失的动能转化为回路产生的热量, $Q_1 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 = \frac{3}{8}mv_0^2$, $Q_2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{v_0}{2}\right)^2 - 0 = \frac{1}{8}mv_0^2$,则经过前 $\frac{x}{2}$ 和后 $\frac{x}{2}$ 位移内回路产生的热量之比等于损失的动能之比,即 $Q_1 : Q_2 = 3 : 1$,C 正确。

模型提取 单杆仅在安培力作用下运动时速度与位移成线性关系,速度随位移均匀变化, $v-x$ 图像如图所示。



试做反馈 本题集中错在 A 选项上,没有意识到金属杆运动的速度随位移均匀变化。

10. C 【热模型】霍尔元件

【深度解析】霍尔元件中自由移动的电荷是电子,设单位体积内自由移动的电子数为 n ,导体的横截面积为 S ,电流的微观表达式为 $I = neSv$,则 4 种情况分别有 $I = ne \cdot 2bcv_1$ 、 $I = neb \cdot 2cv_2$ 、 $I = ne \cdot 2bcv_3$ 、 $I = nebcv_4$,电子在磁场中达到稳定状态时,洛伦兹力与电场力平衡,则 4 种情况分别有

失分注意

公式里的 r 表示物体到地心的距离,题干中的 $6R$ 为太空站到地面的距离

高分关键

左手判断安培力,右手判断电流方向

高分关键

根据能量守恒定律,回路中产生的热量是由动能转化的

失分注意

注意区分 4 种情况的导体横截面积

$\frac{U_1}{2b}e=ev_1B$ 、 $\frac{U_2}{b}e=ev_2B$ 、 $\frac{U_3}{c}e=ev_3B$ 、 $\frac{U_4}{c}e=ev_4B$,联立解得 $U_1=\frac{BI}{nec}$ 、 $U_2=\frac{BI}{2nec}$ 、 $U_3=\frac{BI}{2neb}$ 、 $U_4=\frac{BI}{neb}$,由于电流大小不变,磁感应强度大小不变,且为同一种材料,则可判定 $U_1=2U_2=2U_4=4U_3$,C 正确。

试做反馈 本题集中错在 B、D 选项上,对霍尔电压的公式不熟悉,不清楚公式中距离的意义。

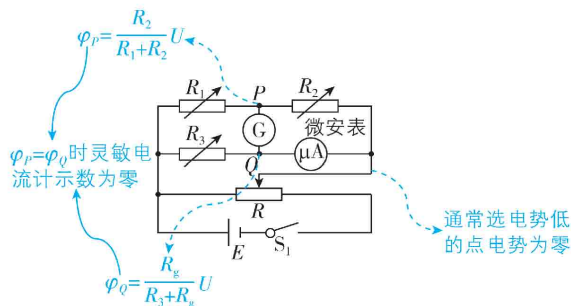
11.D 【热门考点】库仑定律+圆周运动

【深度解析】小球 A 与带负电的球 O 的角速度相等,由 $v=\omega r$ 可知,小球 A 离 O 越远, r 越大, v 越大,需要的向心力越大,在某一适当的位置 r_0 ,当两小球之间的库仑力恰好等于需要的向心力时有 $\frac{kq_1q_2}{r_0^2}=mr_0\omega^2$ 。分类讨论:若木片 P 所在位置使小球 A 所受库仑力 $\frac{kq_1q_2}{r_p^2}<mr_p\omega^2$,则需要动力装置的输出动力也指向圆心 O,即 $\frac{kq_1q_2}{r_p^2}+F=mr_p\omega^2$,而且 r 越大,需要提供的向心力 $mr\omega^2$ 越大,则需要动力装置的输出动力 F 越大;若木片 P 所在位置使小球 A 所受库仑力 $\frac{kq_1q_2}{r_p^2}>mr_p\omega^2$,则需要动力装置的输出动力背向圆心 O,即 $\frac{kq_1q_2}{r_p^2}-F=mr_p\omega^2$,而且 r 越大,需要提供的向心力 $mr\omega^2$ 越大,则需要的动力装置的输出动力 F 越小,若杆长较短, F 可能一直减小,若杆长较长, F 可能先减小到 0 后增大,综上所述,D 正确。

12.(1)A(3分) (2)19 000(3分) (3)正极(3分) (4)1000.0(3分) (5)见解析(3分)

【热点考】多用电表测电阻

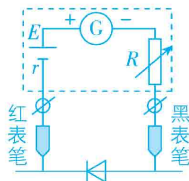
【题图剖析】



【深度解析】(1)用多用电表测电阻,第一步进行机械调零(对应题中 D);第二步选择欧姆挡位(对应题中 C);第三步进行欧姆调零,两个表笔短接,调整调零旋钮(对应题中 A);第四步把两表笔接在电阻两端,进行测量(对应题中 B)。故第三步操作是“进行欧姆调零,两个表笔短接,调整调零旋钮”,A 正确。

(2)题图 1 示数为 $19 \times 1 \text{ k}\Omega = 19\,000 \, \Omega$ 。

(3)电表指针未偏转,说明可能电阻过大,对调红、黑表笔后,发现指针偏转,如图所示,根据多用电表“红进黑出”原则及二极管单向导电性可知与黑表笔相连的是二极管**正极**。



(4)“当 $R_2=2000.0 \, \Omega$ 时,开关 S_2 闭合前后微安表的示数不变”说明 PQ 之间没有电流,即 P、Q 等电势, $\varphi_P = \varphi_Q$,则有 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_5}$,即 $R_5 = \frac{R_2 R_3}{R_1}$,代入数据得 $R_5 = 1000.0 \, \Omega$ 。

(5)电流由 P→Q,说明 $\varphi_P > \varphi_Q$,则 $IR_1 < I'R_3$, $IR_2 > I'R_5$,整理得 $\frac{R_1}{R_2} < \frac{R_3}{R_5}$,微安表实际阻值 $R_g < \frac{R_1}{R_2} \times \frac{R_3}{R_5}$ 。

失分注意

这里容易忽略杆长未知这个条件

高分关键

需要找到输出动力改变方向的临界条件,再展开讨论

12.(2)注意要乘倍率

(4)要保留到小数点后一位,否则不给分

二极管正向导通电阻较小,反向截止电阻较大

在外电路中,电流从高电势流向低电势,在内电路中相反

$$\frac{R_2 R_3}{R_1}, (4) \text{ 中所测电阻阻值偏大。}$$

知识拓展 用多用电表欧姆挡接电阻两端时指针迅速指向读数位置,用多用电表欧姆挡接电容器两端时,指针先迅速指向电阻接近零的位置后回到左端电阻无穷大位置,用多用电表欧姆挡接自感线圈两端时,指针缓慢移动到右侧电阻为零附近位置。

13. (1) 4.5 m (2) 25%

【热模型】液柱模型+理想气体状态方程+气体实验定律

【深度解析】(1) 取试管中的空气为研究对象,由理想气体状态方程有

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{已知 } V_2 = \frac{2}{3} V_1, p_1 = p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}, T_1 = 300 \text{ K}, T_2 = 290 \text{ K},$$

$$\text{代入解得 } p_2 = 1.45 \times 10^5 \text{ Pa} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$p_2 = p_0 + \rho g h, \rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3,$$

$$\text{解得 } h = 4.5 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

(2) 快到达湖面时压强和温度都恢复初始值,把试管内剩余的体积为 $\frac{3}{4} V_1$ 的空气和漏出的体积为 V' 的气体视为一个整体,初、末两个状态之间可以看成气体发生等温变化,由玻意耳定律有

$$p_0 V_1 = p_0 \times \frac{3}{4} V_1 + p_0 V' \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{解得 } V' = \frac{1}{4} V_1,$$

因为初、末状态气体密度相等,因此漏出的气体质量与原来气体质量的百分比

$$\eta = \frac{\frac{1}{4} V_1}{V_1} \times 100\% = 25\% \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

一题多解 (2) 根据克拉伯龙方程得 $\frac{pV}{T} = nR$, $\frac{pV}{T}$ 之比即为质量比。设试管容积为 V_1 , 开始时试管内气体压强为 p_1 , 温度为 T_1 , 返回后试管内剩余气体体积为 V_3 , 压强为 p_3 , 温度为

$$T_3, \text{ 剩余的气体质量与原来气体质量的百分比 } \frac{m_2}{m_1} \times 100\% = \frac{\frac{p_3 V_3}{T_3}}{\frac{p_1 V_1}{T_1}} \times 100\% = \frac{p_0 \left(V_1 - \frac{1}{4} V_1 \right)}{\frac{p_0 V_1}{T_1}} \times$$

$$100\% = 75\% \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\text{因此漏出气体质量与原来气体质量的百分比为 } 25\% \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

14. (1) ${}_{92}^{238}\text{X} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Y} + {}_2^4\text{He}$ 判断依据见解析 (2) $\frac{13}{450}$

【热考点】原子物理+动量守恒定律

【深度解析】(1) 设 ${}_1^1\text{H}$ 的质量为 m_0 , 电荷量为 q_0 , 衰变过程动量守恒, 由动量守恒定律有 $0 = m_{\text{新}} v_{\text{新}} - m_{\alpha} v_{\alpha}$ 1 分

可知两核速率 v 之比等于质量 m 的反比, 即 $v_{\alpha} : v_{\text{新}} = m_{\text{新}} : m_{\alpha} = 117 : 2, m_{\alpha} = 4m_0$,

$$\text{所以 } m_{\text{新}} = 234m_0 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

两核均在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力, 有 $Bqv = \frac{mv^2}{r}$, 可得 $r = \frac{mv}{qB}$, 轨迹半径

r 之比等于电荷量 q 的反比,

$$r_{\alpha} : r_{\text{新}} = q_{\text{新}} : q_{\alpha} = 45 : 1, q_{\alpha} = 2q_0,$$

$$\text{所以 } q_{\text{新}} = 90q_0 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

▶ 失分注意

我们研究的对象是试管中的空气, 体积代入时要注意减去水柱的长度

▶ 注意结果要用百分号表示, 否则不给分

▶ 直接写结果没有分析过程不给分

所以该衰变的核反应方程为 ${}^{238}_{92}\text{X} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$ 1分

(2) 两核在匀强磁场中运动,洛伦兹力提供向心力,有 $Bqv = m \frac{v^2}{r}$,可得

$r = \frac{mv}{qB}, T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$ 1分

环形电流大小 $I = \frac{q}{T} = \frac{q^2 B}{2\pi m}$ 1分

因此两环形电流大小的比值为 $\frac{I_\alpha}{I_\beta} = \frac{q_\alpha^2 m_\beta}{q_\beta^2 m_\alpha} = \left(\frac{1}{45}\right)^2 \cdot \frac{117}{2} = \frac{13}{450}$ 2分

► 高分关键

衰变过程中质量数和电荷数守恒

► 注意比值写反不给分

15. (1) $\frac{8m^2 g^2}{k}$ (2) $\frac{36mg}{k}$ (3) $g\sqrt{\frac{15m}{k}}$

【热模型】弹簧连接体+动量守恒定律+动能定理

【深度解析】(1) 一开始物块 A 处于静止状态时,弹簧处于压缩状态且满足 $x_1 = \frac{2mg}{k}$ 1分

当外力撤去,物块 A 上升到最高点且物块 B 刚好不离开地面时,弹簧处于拉伸状态且满足

$x_2 = \frac{2mg}{k}$ 1分

两个状态弹簧形变量大小相等,弹性势能相等,在两个状态之间,物块 A 上升高度为

$h = x_1 + x_2 = \frac{4mg}{k}$ 1分

根据动能定理有 $W - 2mgh = 0 - 0$,

解得 $W = \frac{8m^2 g^2}{k}$ 1分

(2) 物块 C 下落过程由动能定理有 $mgh_1 = \frac{1}{2}mv_1^2$ 1分

物块 C、A 碰撞过程满足动量守恒定律,有 $mv_1 = (m+2m)v_{共}$ 1分

根据能量守恒定律,从物块 C、A 粘连后到 C、A 整体上升到最高点过程中 C、A 整体减少的动能等于增加的重力势能,

即 $\frac{1}{2}(m+2m)v_{共}^2 = (m+2m)gh$ 1分

联立解得 $h_1 = \frac{36mg}{k}$ 1分

(3) 因物块 C 从(2)中的高度 $h_1 = \frac{36mg}{k}$ 自由落下,根据 $v-t$ 图像可知 A、C 碰撞后物块 C 的

速度减半,且物块 C、A 碰撞过程满足动量守恒定律,有 $m_C v = (m_C + 2m) \times \frac{1}{2}v$,

解得 $m_C = 2m$ 1分

当物块 C、A 向上运动过程中分离的瞬间, $a_{整} = a_C = g$ 且竖直向下,物块 C、A 整体满足

$(m_C + 2m)g - kx = (m_C + 2m)a_{整}$,

联立解得 $x = 0$ 1分

即此时弹簧刚好恢复原长,从碰撞到分离瞬间,物块 C、A 整体上升了 $h_2 = \frac{2mg}{k}$,对物块 C、A 整体由动能定理有

$\frac{1}{2}kx_1^2 - (m_C + 2m)gh_2 = \frac{1}{2}(m_C + 2m)v_C^2 - \frac{1}{2}(m_C + 2m)\left(\frac{1}{2}v_1\right)^2$ 1分

由(2)问分析得 $v_1 = \sqrt{2gh_1}$,联立解得 $v_C = g\sqrt{\frac{15m}{k}}$ 1分

► 高分关键

上升到最高点和下降到最低点时,物块 A 的速度都为 0

► 失分注意

物块 C 的质量为 m

► 注意分离瞬间的临界条件,相互作用力为 0,但加速度相同

► 运用动能定理时要找准初、末状态对应的物理量以及做功正负

► 高分关键

带电粒子做的是类平抛运动

16. (1) $\sqrt{17}v_0$ (2) $\frac{mv_0^2}{18qd}$ 6 (3) $\frac{4(1+2\pi)d}{9}$

【热考点】带电粒子在电磁组合场中的运动

【深度解析】(1) 因为粒子与管壁碰撞后沿管壁切向分速度不变,垂直管壁方向分速度大小不

变、方向相反,带电粒子从 O 点出发与管壁发生碰撞后第一次经过中轴线 OO' 的过程中,
 在垂直于中轴线方向上有 $2d=v_0t_1$ 1 分
 在沿中轴线方向上有 $qE=ma_1, v_x=a_1t_1$ 1 分
 $v_1^2=v_0^2+v_x^2$ 1 分
 联立解得 $v_1=\sqrt{v_0^2+v_x^2}=\sqrt{17}v_0$ 1 分
 (2) 在管中碰撞次数最少,则粒子在碰到管壁前位移最大,则粒子一定在 $ABCD$ 面内沿着对角线射出,与管壁第一次碰撞前在垂直于中轴线方向上运动了 $s=\sqrt{d^2+(\sqrt{3}d)^2}=2d$, 粒子每一次经过中轴线 OO' 需要在垂直于中轴线方向上往返运动 $4d$, 假设粒子在射出中空长方体形管的过程中与管壁碰撞 n 次, 在垂直于中轴线方向上有 $4nd=v_0t_2$ 1 分
 在沿中轴线方向上有 $qE_1=ma_2, v_x'=a_2t_2$, 粒子在 $ABCD$ 面内的分速度始终为 $v_0, \tan 37^\circ=\frac{v_0}{v_x'}$,
 得 $v_x'=\frac{4}{3}v_0$ 1 分
 沿中轴线方向上有 $16d=\frac{1}{2}a_2t_2^2$ 1 分
 联立解得 $E_1=\frac{mv_0^2}{18qd}, n=6$ 2 分
 (3) 长方体管替换为它的外接圆柱体管, 截面半径为 $R=2d$,
 粒子在电场中加速的过程, $qE_1=ma_2, 4d=v_0t_3, v_x''=a_2t_3$ 1 分
 粒子第一次经过中轴线时沿轴线方向前进的距离为 $x_1=\frac{1}{2}a_2t_3^2$, 联立得
 $x_1=\frac{4}{9}d, v_x''=\frac{2}{9}v_0$ 1 分
 将电场换成磁场后, 在垂直于中轴线方向, 粒子做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力有
 $qv_0B=m\frac{v_0^2}{r}$,
 解得 $r=2d=R, T=\frac{2\pi r}{v_0}=\frac{2\pi R}{v_0}$ 1 分
 粒子从第一次经过中轴线到第二次经过中轴线的过程, 垂直于中轴线方向的运动轨迹如图 1 所示, 根据几何关系可得,
 粒子做圆周运动经过中轴线后与管壁碰撞, 再返回中轴线过程中转过的圆心角为 $2\theta=\frac{2}{3}\pi$ 1 分

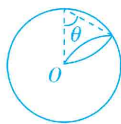


图 1

如图 2, 粒子与管壁再发生 3 次碰撞后回到中轴线的时间为 $t_4=3\times\frac{2\theta}{2\pi}T=\frac{2\pi R}{v_0}=\frac{4\pi d}{v_0}$,

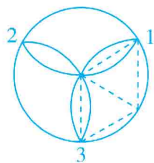


图 2

此过程粒子沿中轴线方向前进的距离为 $x_2=v_x''t_4=\frac{8}{9}\pi d$ 1 分
 则带电粒子第四次经过中轴线时的位置与 O 点之间的距离为
 $x=x_1+x_2=\frac{4}{9}d+\frac{8}{9}\pi d=\frac{4(1+2\pi)d}{9}$ 1 分

▶ 需要有必要的文字描述粒子的运动过程, 否则不给分

▶ E_1 和 n 分别给分, 求对一个给 1 分

▶ x_1 和 v_x'' 都求对才给分

▶ $\frac{2}{3}\pi$ 写成 120° 也给分

▶ 结果不通分也给分, 通分为 $\frac{4d(1+2\pi)}{9}$ 或 $\frac{4d+8\pi d}{9}$