

(3) 设小球 A 和前 $(n-1)$ 个小球组成的系统与第 n 号小球碰前的速度为 v_n , 与第 n 号小球碰后, 小球 A 和 n 个小球组成的系统的速度为 v'_n , 小球 A 与前 $(n-2)$ 个小球组成的系统与第 $(n-1)$ 号小球碰后的速度为 v'_{n-1} , 从小球 A 和前 $(n-2)$ 个小球组成的系统与第 $(n-1)$ 号球碰后到与第 n 号球碰前的过程中, 对小球 A 和前 $(n-1)$ 个小球, 由动能定理得 $Fd = \frac{1}{2}[2m+(n-1)m]v_n^2 - \frac{1}{2}[2m+(n-1)m]v_{n-1}'^2$

..... 1 分
小球 A 和前 $(n-1)$ 个小球组成的系统与第 n 号球碰撞前后, 对小球 A 和前 n 个小球, 由动量守恒定律得 $[2m+(n-1)m]v_n = (2m+nm)v'_n$ 1 分

由上式解得 $v'_n = \frac{n+1}{n+2}v_n$, 同理可推出 $v'_{n-1} = \frac{n}{n+1}v_{n-1}$,

联立可得 $(n+1)^2 v_n^2 = n^2 v_{n-1}'^2 + (n+1) \frac{2Fd}{m}$,

同理可推出 $n^2 v_{n-1}'^2 = (n-1)^2 v_{n-2}'^2 + n \frac{2Fd}{m}$,

$(n-1)^2 v_{n-2}'^2 = (n-2)^2 v_{n-3}'^2 + (n-1) \frac{2Fd}{m}$,

.....

$(2+1)^2 v_2^2 = 2^2 v_1'^2 + (2+1) \frac{2Fd}{m}$,

以上式子相加得 $(n+1)^2 v_n^2 = 2^2 v_1'^2 + (n+4)(n-1) \frac{Fd}{m}$ 1 分

又 $v_1'^2 = \frac{Fd}{m}$ 1 分

解得 $v_n^2 = \left[-\frac{2}{(n+1)^2} + \frac{1}{n+1} + 1 \right] \frac{Fd}{m}$,

根据数学知识可知, 当 $\frac{1}{n+1} = -\frac{1}{2 \times (-2)} = \frac{1}{4}$, 即 $n=3$ 时, v_n 有最大值

$v_{Amax} = v_3 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{Fd}{2m}}$ 2 分

知识拓展 当质量为 m_1 的物体以速度 v_1 与质量为 m_2 的静止物体发生碰撞时, 若碰撞为

1. 弹性碰撞:

(1) 若 $m_1 = m_2$, 则 $v_1' = 0, v_2' = v_1$ (速度交换, 动量和动能全部转移)。

(2) 若 $m_1 > m_2$, 则 $v_1' > 0, v_2' > 0$ (碰后两物体沿同一方向运动)。

(3) 若 $m_1 \gg m_2$, 则 $v_1' \approx v_1, v_2' \approx 2v_1$ 。

(4) 若 $m_1 < m_2$, 则 $v_1' < 0, v_2' > 0$ (碰后两物体沿相反方向运动)。

(5) 若 $m_1 \ll m_2$, 则 $v_1' \approx -v_1, v_2' \approx 0$ 。

2. 完全非弹性碰撞: $E_{损} = \frac{m_1 m_2}{2(m_1 + m_2)} v_1^2$ 。

▶ 注意理清碰撞过程

▶ 数学推导过程可简写或者不写

▶ 高分关键

先判断 v_n^2 是否存在极值, 中括号内的式子前面有负号, 抛物线开口向下, 运用导数法即可求出极值

信息卷(七)

2025 年河北省高考名校名师联席命制 物理信息卷(七)

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

1. D 【热考点】光电效应+玻尔理论+光的干涉

【深度解析】真空中各种光的传播速度相同, 故在真空中传播同样的距离, 两种光所用时间相同, A 错误; 根据玻尔理论知, b 光能量小, 频率小, 水对 b 光的折射率小, 则 b 光的临界角大, 故从水中斜射入空气时 b 光不容易发生全反射, B 错误; 根据爱因斯坦光电效应方程及动能定理知, $E_{km} = h\nu - W_{逸}$, $U_c e = E_{km}$, 则照射同样的金属板发生光电效应时, 频率越大遏止电压越大, 故 a 光的遏止电压更大, C 错误; b 光的频率小, 波长长, 由 $\Delta x = \frac{L}{d} \lambda$ 知, 在条件相同的情况下做杨氏双缝干

涉实验, b 光的条纹间距更宽, D 正确。

知识拓展 氢原子的能级跃迁规律

(1) 氢原子从低能级向高能级跃迁时, 只吸收能量等于能级差的光子; (2) 一群氢原子从 n 能级向基态跃迁, 发出的光子频率的种数为 C_n^2 , 一个氢原子从 n 能级向基态跃迁, 发出的光子频率的种数最多为 $n-1$ 。

2. A 【热考向】运动的合成与分解+“歼-35A”

【深度解析】“歼-35A”沿 x 轴方向做匀速直线运动, 由题图可知其在 y 轴方向做匀速直线运动, 由运动的合成与分解知

合运动为匀速直线运动, A 正确。

3. C 【热考点】薄膜干涉+测定液体的折射率

【深度解析】设亮条纹中心对应劈尖厚度为 h , 则上下两列光的光程差为 $2h$, 当 $2h = n\lambda$ ($n = 0, \pm 1, \pm 2, \cdots$) 时出现亮条纹, 所以相邻亮条纹中心对应劈尖厚度差为 $\Delta h = \frac{\lambda}{2}$, 由几何关

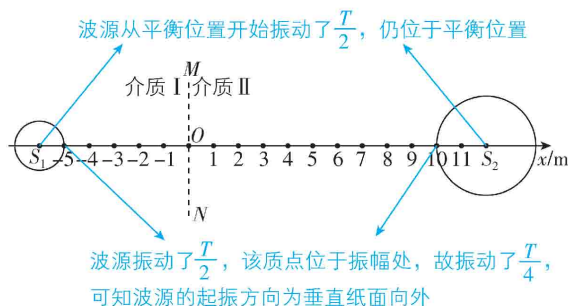
系得 $\tan \theta = \frac{\lambda}{2\Delta x}$, 则 $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$, 且 $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_0}{n}$, $n_0 = 1$, 联立解得 $n = \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2}$, C 正确。

4. D 【热考点】动态平衡

【深度解析】滑块运动过程中在斜面内受重力沿斜面的分力、摩擦力和外力 F 处于平衡状态, $f = \mu mg \cos 37^\circ < mg \sin 37^\circ$, 施加外力 F 前, 滑块所受合力沿斜面向下, 则 F 需要有沿斜面向上的分力, 才能使滑块受力平衡, 只有 D 可能, 故 D 正确。

5. B 【热考点】波的传播+波的叠加

【题图剖析】



【深度解析】波源振动了 $\frac{T}{2}$, $x = -5 \text{ m}$ 和 $x = 10 \text{ m}$ 处质点位于垂直纸面向外振幅处, 可知其振动时间为 $\frac{T}{4}$, 故两波源起振方向垂直纸面向外, **A 错误**; 由题图可知, $\frac{1}{4}\lambda_1 = 1 \text{ m}$, 解得波源 S_1 产生的波在介质 I 中的波长为 $\lambda_1 = 4 \text{ m}$, **C 错误**; 由题图可知, $\frac{1}{4}\lambda_2 = 2 \text{ m}$, 解得波源 S_2 产生的波在介质 II 中的波长为 $\lambda_2 = 8 \text{ m}$, 周期 $T = \frac{1}{f} = 0.5 \text{ s}$, 波源 S_1 产生的波在介质 I 中的传播速度为 $v_1 = \frac{\lambda_1}{T} = 8 \text{ m/s}$, 波源 S_2 产生的波在介质 II 中的传播速度为 $v_2 = \frac{\lambda_2}{T} = 16 \text{ m/s}$, S_1 的振动传到 O 点用时 $t_1 = \frac{6}{8} \text{ s} = 0.75 \text{ s}$, S_2 的振动传到 O 点用时 $t_2 = \frac{12}{16} \text{ s} = 0.75 \text{ s}$, 故 $t = 0.75 \text{ s}$ 时两波在 O 点相遇, **B 正确**; 两列波同时传到 O 点, 且起振方向相同, 故 O 点为振动加强点, 则 O 点的振幅为 10 cm , $2.125 \text{ s} - 0.75 \text{ s} = 1.375 \text{ s} = 2T + \frac{3T}{4}$ (点拨: 质点振动具有周期性, 此时与振动 $\frac{3}{4}T$ 时相同), 此时 O 点位于负向最大位移处, 位移为 $y = -10 \text{ cm}$, **D 错误**。

6. C 【热考向】卫星运动规律+同步卫星

【深度解析】对于近火星卫星,由牛顿第二定律得 $G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$,
解得火星的质量 $M = \frac{v^2 R}{G}$ (点拨:应用牛顿第二定律只能求出
中心天体的质量), A 错误;由牛顿第二定律得 $G \frac{Mm'}{4R^2} =$

$$m' \frac{4\pi^2}{T_1^2} \times 2R, \text{ 结合 } M = \frac{v^2 R}{G}, \text{ 解得人造卫}$$

星的环绕周期 $T_1 = \frac{4\sqrt{2}\pi R}{v}$, **B** 错误;

以火星为参考系,则人造卫星围绕火星做圆周运动的角速度为 $\omega = \omega_{\text{星}} -$

$$\omega_{\text{火}} = \frac{2\pi}{T_1} - \frac{2\pi}{T}, \text{人造卫星轨道上两点连}$$

线与 a 点相切时两点恰好能够接收到人造卫星信号, a 点连续接收到人造卫星信号范围如图所示, 由几何关系知圆弧所对应的圆心角为 120° , 故 a 点能够连续接收到人造卫星信号

的最长时间为 $t = \frac{120^\circ}{360^\circ} \times \frac{2\pi}{\omega}$, 解得 $t = \frac{4\sqrt{2}\pi RT}{3(vT - 4\sqrt{2}\pi R)}$, C 正确;

由于同步卫星的周期与火星自转的周期相同,由牛顿第二定律得 $G \frac{Mm}{(R+h)^2} = m \frac{4\pi^2(R+h)}{T^2}$ (易错:同步卫星的轨道半径为卫星到火星中心的距离),解得火星同步卫星到火星表面的

高度为 $h = \sqrt[3]{\frac{v^2 T^2 R}{4\pi^2}} - R$, **D** 错误。

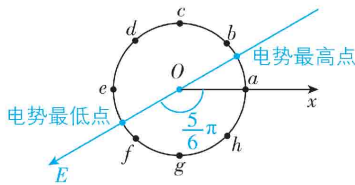
7.C 【命题点】电场性质

【深度解析】由题图乙可知, $\theta = \frac{\pi}{6}$ 处电势最高, $\theta = \frac{7}{6}\pi$ 处电势最低, 由沿电场线方向电势降低最快知, 电场线方向由圆周上电势最高的点指向电势最低的点, 方向与 x 轴正方向夹角为 $\frac{5\pi}{6}$, 如图所示, 电势差 $U = \varphi_1 - (-\varphi_2) = \varphi_1 + \varphi_2$, 则电场强

度的大小 $E = \frac{U}{d} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2R}$, **A 错误**; 由图可知, 沿圆弧从 e 点到 f 点, 电势先降低再升高, 根据 $E_p = q\varphi$ 知电子的电势能先增大再减小 (**易错: 分析电势能变化需要带符号分析**), **D 错误**; 由匀强电场中平行且相等的线段两端电势差相等, 可得 O 点的电势 $\varphi_O = \frac{\varphi_1 + (-\varphi_2)}{2} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$, **B 错误**; a 、 e 两点的电势差

$$U_{ae} = E \cdot 2R \cos \frac{\pi}{6} = \frac{\sqrt{3}(\varphi_1 + \varphi_2)}{2}$$

(点拨: $U = Ed$ 中, d 为沿电场线方向上两点间距离), C 正确。



8. BC 【热模型】理想变压器+远距离输电

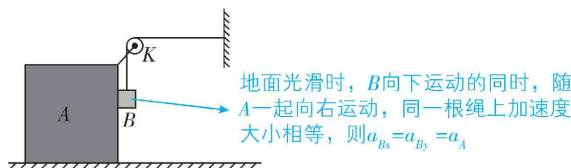
【深度解析】 R_1 、 R_2 的阻值相等,消耗的功率相同,故通过 R_1 、 R_2 的电流相同,设为 I_2 , R_3 的阻值为 $\frac{R_0}{2}$,由并联电路电流规律知,通过 R_3 的电流为 $2I_2$,通过降压变压器 T_2 副线圈的电流为 $3I_2$,由理想变压器原、副线圈匝数与电流关系得 $\frac{n_4}{n_3} = \frac{I_2}{3I_2} = \frac{1}{3}$,则 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_4}{n_3} = \frac{1}{3}$,A 错误;通过变压器 T_1 原线圈的电流 $I_1 = \frac{n_2}{n_1} I_2 = 3I_2$,变压器 T_1 原线圈的输入功率等于 R_1 、 R_2 、 R_3 的总功率,有 $U_0 I_1 = 2U_4 I_2 + U_4 \cdot 2I_2$,解得 $U_4 = \frac{3}{4} U_0$,即电

压表示数为 $\frac{3}{4}U_0$, **B 正确**; 电流表的示数为 I_2 , 等于通过 R_2 的电流, 则 $I_2 = \frac{U_4}{R_0} = \frac{3U_0}{4R_0}$, **C 正确**; 若 R_3 断路, 则 T_2 副线圈所在回路电阻变大, 相当于电网用电设备减少, 总功率减小, 各线圈电流均减小, 故电流表示数将减小, **D 错误**。

知识拓展 理想变压器中输出功率决定输入功率, 输入电压决定输出电压, 输出电流决定输入电流。

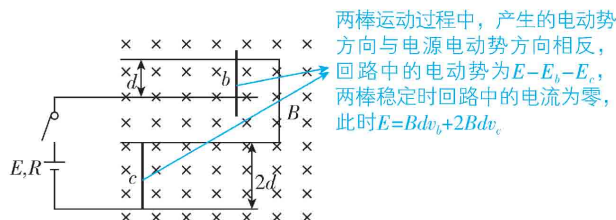
9. BC 【热考点】牛顿第二定律+整体法+隔离法

【题图剖析】



【深度解析】当 A 静止时, B 也静止, A、B 作为一个整体, 由平衡条件得, 竖直方向上, 地面对 A 的支持力为 $F_N = (M+m)g$, 水平方向上, 绳的拉力 $T = f_{\text{地}}$, 对 B 有 $T = mg$, 则 A 受到的摩擦力大小为 $f_{\text{地}} = mg$, 则地面对 A 的作用力大小为 $F_{\text{地}} = \sqrt{f_{\text{地}}^2 + F_N^2} = \sqrt{(mg)^2 + (Mg+mg)^2}$ (点拨: 地面对 A 的作用力为支持力和摩擦力的合力), **A 错误**; 同一根绳上加速度大小相等, A、B 向右运动的加速度也相等, 则 $a_{Bx} = a_{By} = a_A$, $a_B = \sqrt{2}a_A$, **B 正确**; 若水平地面光滑, 设物块 A、B 间的弹力为 F , 由牛顿第二定律, 对 A 有 $T_1 - F = Ma_A$, 物块 B 在竖直方向上有 $mg - T_1 - \mu F = ma_{By}$, 物块 B 在水平方向上有 $F = ma_{Bx}$, 联立解得 $mg - \mu ma_A - ma_A - ma_A = Ma_A$, 即 $a_A = \frac{mg}{M + (\mu+2)m}$, $T_1 = F + Ma_A = (m+M)a_A = \frac{mg(M+m)}{M + (\mu+2)m}$, **C 正确, D 错误**。

10. AD 【热模型】电磁感应+双棒切割磁感线模型+电源叠加
【题图剖析】



【深度解析】稳定前 b、c 棒均做加速运动, 由 $E' = BLv$ 知, 两棒产生的反电动势越来越大, 则回路中的电动势越来越小, 由闭合电路欧姆定律知回路中电流越来越小, 由牛顿第二定律得, $BIL = ma$, 则两棒的加速度越来越小, 故稳定前 b、c 棒均做加速度减小的加速运动, **A 正确**; 加速过程, b 棒的加速度大小为 $a_b = \frac{BIl}{m}$, c 棒的加速度大小为 $a_c = \frac{2BIl}{m}$, **B 错误**; 两棒稳定时, 两棒产生的反电动势与电源电动势的关系为 $E = Bdv_b + B \cdot 2dv_c$, 根据动量定理, 对 b 棒有 $B\bar{I}dt = Bdq = mv_b$, 对 c 棒有 $B\bar{I} \cdot 2dt = B \cdot 2dq = mv_c$, 解得 $v_b = \frac{E}{5Bd}$, $v_c = \frac{2E}{5Bd}$, **C 错误**; 由能量守恒定律得, 电源提供的电能转化为两棒的动能和焦耳热, 有 $Eq = \frac{1}{2}mv_b^2 + \frac{1}{2}mv_c^2 + Q$, 则 $Q_b = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + R + R}Q$, 解得导体棒 b 中产生的焦耳热为 $Q_b = \frac{mE^2}{50B^2d^2}$, **D 正确**。

11. (1) $mg(L+0.5d)(1-\cos \alpha)$ (2分) $\frac{d}{t}$ (2分) (2) 直线

(1分) (3) $\frac{cd^2}{2L+d}$ (2分)

【热考点】验证机械能守恒定律

【深度解析】(1) 小球从静止摆动到最低点的过程中, 重力势能的减小量 $\Delta E_p = mg(L+0.5d)(1-\cos \alpha)$ 。小球通过光电门的时间极短, 则其平均速度近似等于小球运动到最低点时的速度大小, 有 $v = \frac{d}{t}$ 。

(2) 小球运动到最低点时的动能 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{md^2}{2t^2}$, 若 $\Delta E_p = E_k$, 则验证了机械能守恒定律, 整理得 $\cos \alpha = 1 - \frac{d^2}{g(2L+d)} \times \frac{1}{t^2}$ (点拨: 列出数量关系, 并利用一次函数来分析问题), 以 $\frac{1}{t^2}$ 为横轴, 以 $\cos \alpha$ 为纵轴, 画出的是一条直线。

(3) 若画出的图线与横轴交点的横坐标的绝对值为 c, 则图像的斜率 $k = -\frac{1}{c}$, 结合 $k = -\frac{d^2}{g(2L+d)}$, 解得 $g = \frac{cd^2}{2L+d}$ 。

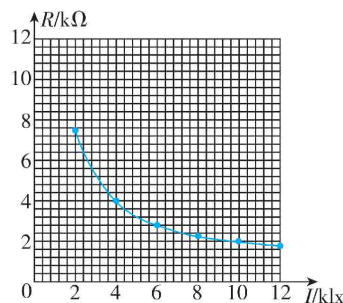
12. (1) 左 (1分) (2) 1.80 (1分) 3.6 (1分) (3) 见解析 (2分) 不满足 (1分) (4) 7.9 (2分) (5) 减小 R_2 的阻值 (1分)

【热考点】测量光敏电阻的阻值+智能化育苗蔬菜基地

【深度解析】(1) 为了保证电路的安全, 使光敏电阻两端的电压在闭合开关时为零, 闭合开关前应将滑动变阻器的滑片滑到左端。

(2) 由题图丙知, 电压表的分度值为 0.1 V, 电压表的读数为 1.80 V; 根据串联电路电压与电阻成正比可得, 光敏电阻两端的电压为 $\frac{1.80 \text{ V}}{3 \text{ k}\Omega} \times (3 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega) = 5.40 \text{ V}$, 毫安表读数为 1.5 mA, 故此时光敏电阻的阻值为 $R = \frac{5.40}{1.5 \times 10^{-3}} \Omega = 3.6 \text{ k}\Omega$ 。

(3) 根据表格中的数据描点, 用光滑曲线连接, 如图所示。



根据图像可知纵坐标与横坐标的乘积不是一个常数, 所以光敏电阻的阻值与照度不满足反比例关系。

(4) 根据闭合电路欧姆定律得 $I = \frac{E}{R_2 + R_1 + R}$, 根据图像知在照度降低到 4 klx 时, 光敏电阻对应的阻值为 $R = 4 \text{ k}\Omega$, $U = IR$, 其中 $U = 2 \text{ V}$, 联立解得 $R_2 = 7.9 \text{ k}\Omega$ 。

(5) 根据闭合电路欧姆定律可知, 减小 R_2 的阻值, 总电流变大, 光敏电阻 R 的阻值需要变小才能达到工作电压, 从而使自动控制系统正常工作时的最小照度低于 4 000 lx, 加快蔬菜的生长。

计算题超详解及评分标准

13. (1) $1.006 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2) 8 cm

【热考点】盖-吕萨克定律+液体的压强

【深度解析】(1) 瓶内气体压强 $p = p_0 + \rho g d$ 2分

解得 $p = 1.006 \times 10^5 \text{ Pa}$ 1分

(2) 玻璃瓶始终处于漂浮状态, 对瓶的底部受力分析可知, 瓶中气体压强不变, 玻内气体发生等压变化 2分

由于瓶内气体压强不变, 则瓶内外水面高度差不变,

温度变化前, $V_1 = S(L_1 + d)$, $T_1 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$, 温度变化后, $V_2 = S(L_2 + d)$, $T_2 = (77 + 273) \text{ K} = 350 \text{ K}$,

由盖-吕萨克定律得 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ 2分

解得 $L_2 = 8 \text{ cm}$ 1分

易错警示 注意液体的压强和大气压强均是由液体或大气的重力产生, 即 $p = \frac{\rho S h g}{S} = \rho g h$, 水下 h 深处的实际压强为大气压强和水的压强之和, 即 $p = p_0 + \rho g h$ 。

14. (1) $\frac{4\sqrt{3}}{9}$ (2) $\frac{1}{24}mv_0^2$ (3) 见解析

【热模型】斜面上弹簧连接体+动量、能量综合+弹性碰撞

【深度解析】(1) 以 A 、 B 、 C 整体为研究对象, 对整体, 由平衡条件得

$4mg \sin \theta = \mu(4mg \cos \theta - qE)$ 2分

解得 $\mu = \frac{4\sqrt{3}}{9}$ 1分

(2) 设初始时弹簧弹性势能为 E_p , 当弹簧伸长量为初始压缩量的 2 倍时, 弹性势能为 $4E_p$, C 与 A 碰撞过程, 由动量守恒定律有

$mv_0 = 2mv_1$ 1分

从 C 与 A 碰撞到 A 、 B 、 C 共速, 由动量守恒定律有 $2mv_1 = 4mv_2$ 1分

由能量守恒定律有 $\frac{1}{2} \times 2mv_1^2 + E_p = \frac{1}{2} \times 4mv_2^2 + 4E_p$ 1分

解得 $E_p = \frac{1}{24}mv_0^2$ 1分

(3) 从 C 与 A 碰后瞬间开始计时, 到弹簧形变量等于初始时弹簧的压缩量, 将 A 和 C 看成整体, B 与 A 、 C 整体动量守恒、机械能与开始时相等,

$2mv_1 = 2mv_1' + 2mv_2'$ 1分

$\frac{1}{2} \times 2mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 2mv_1'^2 + \frac{1}{2} \times 2mv_2'^2$ 1分

解得 $v_2' = \frac{v_0}{2}$ 或 $v_2' = 0$,

弹簧第 1、3、5、...、 $2n-1$ 次形变量与初始时的压缩量相等时, 弹簧处于伸长状态, $v_2' = \frac{v_0}{2}$

..... 1分

对 B , 由动量定理得 $I_{\text{弹}} + 2mg \sin \theta \cdot t = 2m \cdot \frac{v_0}{2}$ 1分

解得 $I_{\text{弹}} = mv_0 - mgt$,

即弹簧弹力对 B 的冲量大小为 $|mv_0 - mgt|$ 1分

弹簧第 2、4、6、...、 $2n$ 次形变量与初始时的压缩量相等时, 弹簧处于压缩状态, $v_2' = 0$ 1分

由动量定理得 $I_{\text{弹}} + 2mg \sin \theta \cdot t = 0$,

解得 $I_{\text{弹}} = -mgt$,

即弹簧弹力对 B 的冲量大小为 mgt 1分

15. (1) $3 \times 10^2 \text{ m/s}$ (2) 1.3 m -0.2 m (3) $(n-0.8)\sqrt{3} \text{ m}$ ($n=1, 2, 3, \dots$) 或 $(n-0.3)\sqrt{3} \text{ m}$ ($n=1, 2, 3, \dots$)

【热考点】带电粒子在组合场、交变场中的运动+多解问题+交变磁场

【深度解析】(1) 带电粒子在电场中做类平抛运动, 则 $\tan 60^\circ = \frac{v_y}{v_0}$ 1分

► 高分关键

瓶子处于漂浮状态, 瓶内气体压强不变

► 换算成 0.08 m 也给分

► 失分注意

物体 C 带正电, 受力分析时不要忽略其所受到的电场力, 该力会影响摩擦力的大小

► 高分关键

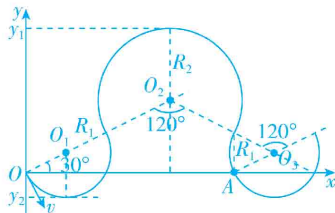
此结果后面对应两种不同的情况, 要分情况讨论

► 题中问的是冲量的大小, 要表示出来, 否则不给分

► 高分关键

运用平抛运动规律快速解题

其中 $v_y = \sqrt{2ay} = \sqrt{\frac{2qE}{m}}y = 3\sqrt{3} \times 10^2 \text{ m/s}$ 1 分
联立解得 $v_0 = 3 \times 10^2 \text{ m/s}$ 1 分
(2) 带电粒子进入磁场的速度为 $v = \frac{v_0}{\cos 60^\circ} = 2v_0 = 6 \times 10^2 \text{ m/s}$ 1 分
进入磁场后由题图乙可知在 $0 \sim \frac{\pi m}{qB_0}$ 时间内, 由洛伦兹力提供向心力得 $qvB_0 = m \frac{v^2}{R_1}$ 1 分
解得轨迹半径为 $R_1 = \frac{mv}{qB_0} = 0.4 \text{ m}$,
运动周期为 $T_1 = \frac{2\pi R_1}{v} = \frac{2\pi m}{qB_0}$ 1 分
则运动时间为 $t_1 = \frac{\pi m}{qB_0} = \frac{T_1}{2}$ 1 分
在 $\frac{\pi m}{qB_0} \sim \frac{3\pi m}{qB_0}$ 时间内, 由洛伦兹力提供向心力得 $qv \cdot \frac{2}{3}B_0 = m \frac{v^2}{R_2}$ 1 分
解得轨迹半径为 $R_2 = \frac{3mv}{2qB_0} = 0.6 \text{ m}$,
运动周期为 $T_2 = \frac{2\pi R_2}{v} = \frac{3\pi m}{qB_0}$,
则运动时间为 $t_2 = \frac{2\pi m}{qB_0} = \frac{2T_2}{3}$ 1 分
在 $\frac{3\pi m}{qB_0} \sim \frac{13\pi m}{3qB_0}$ 时间内, 运动半径仍为 R_1 , 运动时间为 $t_3 = \frac{4\pi m}{3qB_0} = \frac{2T_1}{3}$ 1 分
所以粒子进入磁场后的运动轨迹如图所示,



要形成完整的轨迹, 从轨迹图中可看出磁场沿 y 轴方向的最小区间的上限的纵坐标 $y_1 = (2R_1 + R_2) \sin 30^\circ + R_2 = 1.3 \text{ m}$ 1 分
下限的纵坐标 $y_2 = -(R_1 - R_1 \sin 30^\circ) = -0.2 \text{ m}$ 1 分
(3) 若粒子在 $y < 0$ 区域垂直打在荧光屏上, $x_1 = R_1 \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ m}$,
由图可知轨迹圆心 O_1 到 O_3 之间的距离 $\Delta x = 2(R_1 + R_2) \cos 30^\circ = \sqrt{3} \text{ m}$,
所以 $x_2 = x_1 + \Delta x$, $x_3 = x_1 + 2\Delta x$, $x_n = x_1 + (n-1)\Delta x = \frac{\sqrt{3}}{5} \text{ m} + (n-1)\sqrt{3} \text{ m} = (n-0.8)\sqrt{3} \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots)$ 2 分
若粒子在 $y > 0$ 区域垂直打在荧光屏上, 则有 $x'_1 = (2R_1 + R_2) \cos 30^\circ = \frac{7\sqrt{3}}{10} \text{ m}$,
根据对称轨迹圆心 O_2 到 O_4 之间的距离 $\Delta x' = 2(R_1 + R_2) \cos 30^\circ = \sqrt{3} \text{ m}$ 1 分
则 $x'_n = x'_1 + (n-1)\Delta x' = \frac{7\sqrt{3}}{10} \text{ m} + (n-1)\sqrt{3} \text{ m} = (n-0.3)\sqrt{3} \text{ m} (n=1, 2, 3, \dots)$ 1 分

失分注意

注意区分合速度与分速度, 粒子的实际速度是合速度

高分关键

本题中的磁场是交变磁场, 结合图像合理选择时间区间

分情况讨论, 按步骤给分, 中间数学计算推导过程可省略, 结果正确就给分

2025 年河北省高考名校名师联席命制
物理信息卷(八)

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

1. B 【热点】核能+比结合能

【深度解析】由题图可知, $^{16}_8\text{O}$ 核的比结合能约为 8 MeV , $^{16}_8\text{O}$ 核的核子数为 16, 因此结合能约为 $16 \times 8 \text{ MeV} = 128 \text{ MeV}$, A

错误; ^4_2He 核的比结合能比 ^6_3Li 核更大, 则 ^4_2He 核比 ^6_3Li 核更稳定(关键: 比结合能越大, 原子核中核子结合得越牢固, 原子核越稳定), B 正确; ^2_1H 核的比结合能小, 更不稳定, 则两