

# 参考答案及解析

## 2023—2024 学年度上学期高三年级四调考试 · 物理

### 一、选择题

1. A 【解析】设原来 A、B 所带电荷量分别为  $q$ 、 $-q$ ，距离为  $r$ ，则有  $F = k \frac{q^2}{r^2}$ ，小球 C 先与 A 球接触后，电荷量为  $q_A = q_C = \frac{q}{2}$ ，小球 C 后与 B 球接触后，电荷量为  $q_B = q_C = \frac{\frac{q}{2} - q}{2} = -\frac{q}{4}$ ，则有  $F' = k \frac{q_A |q_B|}{r^2} = \frac{1}{8} k \frac{q^2}{r^2} = \frac{1}{8} F$ ，A 正确。

2. C 【解析】电池上的 3.6 V 表示电池的电动势为 3.6 V，500 mA·h 表示电池的容量，可以由电池容量计算出电池在一定放电电流下使用的时间，由 500 mA·h =  $t \times 10$  mA，得  $t = 50$  h。手机电池工作时的电流很小，远小于 500 mA，C 错误，A、B、D 正确。

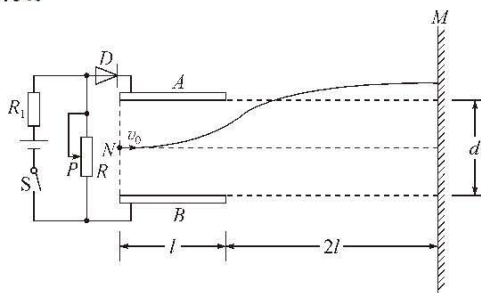
3. D 【解析】由于 B、C 输电线缆通入的电流方向相反，所以两线缆相互排斥，A 错误；根据右手螺旋定则可知，A、B 输电线缆在 A、B 圆心连线中心点处的磁感应强度方向竖直向上，而 C 线缆在该处的磁感应强度水平向左，则该点的合磁感应强度方向斜向上偏左，B 错误；A 输电线缆在 O 点的磁感应强度方向垂直于 OA 指向右上方，B 输电线缆在 O 点的磁感应强度方向垂直于 OB 指向左上方，根据对称性可知，A、B 输电线缆在 O 处的合磁感应强度方向竖直向上，而 C 输电线在 O 点的磁感应强度方向垂直于 OC 水平向左，所以 O 处合磁感应强度方向应斜向左上方，C 错误；B 对 A 的作用力沿 AB 水平向左，C 对 A 的作用力沿 AC 斜向右下，且大小为 B 对 A 作用力的 2 倍，如图所示，由图可知  $F_{CA} \cos \theta = 2F_{BA} \cos 60^\circ = F_{BA}$ ，即 C 对 A 的作用力在水平方向的分力与 B 对 A 的作用力大小相等，方向相反，所以 A 受到的安培力合力即为 C 对 A 的作用力在竖直方向的分量，则输电线缆 A 所受安培力方向垂直于线缆 A、B 圆心连线向下，D 正确。

4. D 【解析】由  $R = r$  时， $P_{出}$  最大，可知曲线 c 表示输出功率  $P_R$  随电流  $I$  变化的图线，总功率  $P_E = EI$ ，由  $E$  恒定不变可知图线 a 为总功率  $P_E$  随电流  $I$  变化的曲线，图线 b 即为电源内部的发热功率随电流  $I$  变化的曲线，由图线 a 与 b 的交点可知  $P_E = P_r$ ，即  $R = 0$ ， $P_E = EI$ ， $I = 3$  A， $E = 3$  V， $I^2 r = 9$  W， $r = 1 \Omega$ ，由  $R = r$  时， $P_R = P_r$  可知，最大输出功率为 b、c 交点，D 错误。

5. B 【解析】粒子先在水平放置的两平行金属板间做类平抛运动，要垂直打在 M 屏上，离开电场后，粒子应打在屏的上方，做斜上抛运动，否则，粒子离开电场后轨迹向下弯曲，粒子不可能垂直打在 M 板上。粒子在板间的类平抛运动和离开电场后的斜上抛运动，水平方向都不受外力，都做匀速直线运动，速度都等于  $v_0$ ，而且  $v_0$  方向水平，粒子垂直打在 M 板上时速度也水平，根据粒子的轨迹弯曲方向可知两个过程粒子的合力方向相反，加速度方向相反，则速度变化量方向相反，A 错误；粒子的轨迹如图所示，设粒子在板间运动的过程中加速度大小为  $a$ ，则粒子离开电场时竖直分速度大小  $v_y = at_1 = \frac{qE - mg}{m} \cdot \frac{l}{v_0}$ ，粒子离开电场后运动过程其逆过程是平抛运动，则  $v_y = gt_2 = g \frac{2l}{v_0}$ ，联立解得

$$E = \frac{3mg}{q}, \text{ B 正确; 若仅将滑片 } P \text{ 向下滑动一段后, } R$$

的电压减小，电容器的电压要减小，电荷量要减小，由于二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，电荷量不变，板间电压不变，所以粒子的运动情况不变，再让该粒子从 N 点以水平速度  $v_0$  射入板间，粒子依然会垂直打在光屏上，C 错误；若仅将两平行板的间距变大一些，电容器电容减小，由  $C = \frac{Q}{U}$  知  $U$  不变，电荷量要减小，但由于二极管具有单向导电性，所以电容器不能放电，电荷量不变，根据推论可知板间电场强度不变，所以粒子的运动情况不变，再让该粒子从 N 点以水平速度  $v_0$  射入板间，粒子依然会垂直打在光屏上，D 错误。



6. C 【解析】带负电的粒子从 D 点以速度  $v$  平行于 BC 边方向射入磁场，由左手定则可知，粒子向下偏转，由于 BC 边的限制，粒子不能到达 B 点，A 错误；粒子垂直于 BC 边射出，如图甲所示。则粒子做匀速圆周运动的半径等于 D 点到 BC 边的距离，即  $R_1 = \frac{1}{2} L \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4} L$ ，B 错误；粒子从 C 点射出，如图乙所示，根据几何

高三四调

· 衡中 ·

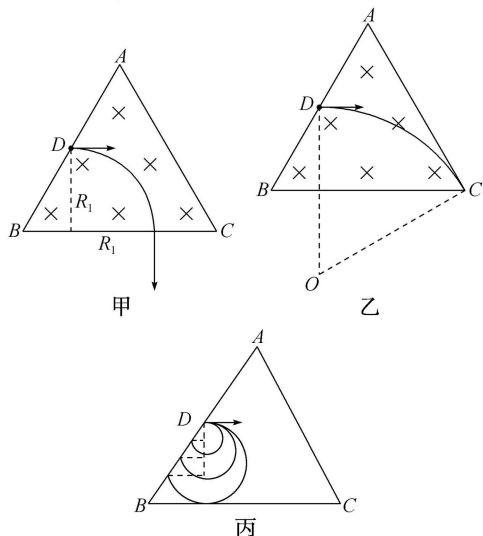
关系可得  $R_2^2 = \left(R_2 - \frac{L}{2} \sin 60^\circ\right)^2 + \left(L - \frac{L}{2} \cos 60^\circ\right)^2$ ,

解得  $R_2 = \frac{\sqrt{3}}{2}L$ , 则粒子轨迹对应的圆心角的正弦值为

$\sin \angle O = \frac{L - \frac{1}{2}L \cos 60^\circ}{R_2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$ , 则  $\angle O = 60^\circ$ , 粒子在磁

场中运动的时间为  $t = \frac{60^\circ}{360^\circ}T = \frac{1}{6} \times \frac{2\pi m}{qB_0} = \frac{\pi m}{3qB_0}$ , C 正

确; 由  $qvB_0 = m \frac{v^2}{r}$ , 可知  $r = \frac{mv}{qB_0}$ , 若粒子从 AB 边射出, 则粒子的速度越大, 轨迹半径越大, 如图丙所示, 粒子从 AB 边射出时的圆心角相同, 其在磁场中运动的时间相同, D 错误。



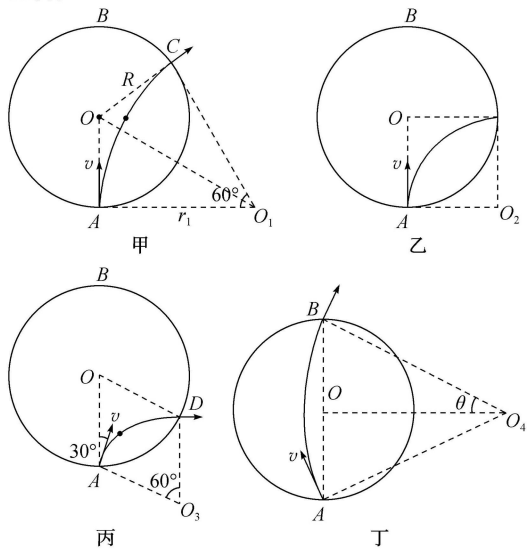
二、选择题

7. BC 【解析】滑片 P 由滑动变阻器的左端向右端滑动的过程中, 滑动变阻器 R 的左半部分与  $R_1$  串联然后与 R 的右半部分并联, 并联电阻先变大后变小, 所以电路总电阻先变大后变小, 根据闭合电路欧姆定律,  $I_2$  先变小后变大,  $U_1$  先变大后变小, 由极限法可得当滑片 P 滑到滑动变阻器右端时, 电流表  $A_1$  把  $R_1$  所在支路短路, 此时  $I_1$  最大, 所以  $I_1$  一直增大, A 错误, B 正确;  $\frac{\Delta U_1}{\Delta I_2}$  的绝对值等于电源的内阻, 保持不变;  $\frac{\Delta U_2}{\Delta I_2}$  的绝对值等于  $R_2$ , 保持不变, C 正确; 电阻  $R_2$  不变, 电压表  $V_2$  的示数  $U_2 = I_2 R_2$ ,  $U_2$  先变小后变大, D 错误。

8. BD 【解析】在 O 点的带电体带正电, 滑块由 B 点静止释放, 向右运动则受电场力向右, 滑块带正电, A 错误; 滑块向右运动, 过 A 点时速度最大,  $qE_0 = \mu mg$ , 得  $\mu = \frac{E_0 q}{mg}$ , B 正确; B、A 两点电势差  $U_{BA} = \frac{kQ}{r_0} - \frac{kQ}{\frac{r_0}{2}} = \frac{kQ}{r_0}$ , 由动能定理得  $qU_{BA} - \mu mg \cdot \frac{r_0}{2} = \frac{1}{2}mv_A^2$ , 又  $E_0 = \frac{kQ}{r_0^2}$ , 联立得  $v_A = \sqrt{\frac{E_0 q r_0}{m}}$ , C 错误; 设滑块停止

滑动时离 O 点距离为 x, 由动能定理得  $q\left(\frac{2kQ}{r_0} - \frac{kQ}{x}\right) - \mu mg\left(x - \frac{r_0}{2}\right) = 0$ , 解得  $x = 2r_0$ , D 正确。

9. CD 【解析】带电粒子的速度为 v 时, 其在磁场中的运动轨迹如图甲所示, 由题意可知粒子转过的圆心角为  $\angle AO_1C = 60^\circ$ , 所以带电粒子做圆周运动的半径  $r_1 = R \tan 60^\circ = \sqrt{3}R$ , 根据洛伦兹力提供向心力有  $qvB = m \frac{v^2}{r_1}$ , 可求得  $v = \frac{qBr_1}{m} = \sqrt{3}kBR$ , A 错误; 当粒子的速度大小改为  $\frac{\sqrt{3}}{3}v$ , 粒子做圆周运动的半径  $r_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}r_1 = R$ , 则粒子在磁场中的运动轨迹如图乙所示, 由图乙可知, 粒子在磁场中运动的时间为  $t_2 = \frac{T}{4}$ , 由图甲可知  $t = \frac{T}{6}$ , 所以  $t_2 = \frac{3}{2}t$ , B 错误; 若粒子的速度为  $\frac{\sqrt{3}}{3}v$ , 入射方向改为 AB 右侧与 AB 夹角  $30^\circ$ , 粒子在磁场中的运动轨迹如图丙所示, 由图可知, 粒子转过的圆心角为  $\angle AO_3D = 60^\circ$ , 粒子做圆周运动的半径为  $r_3 = r_2 = R$ , 则粒子在磁场中运动的轨迹长度  $l = \frac{1}{6} \times 2\pi r_3 = \frac{\pi R}{3}$ , C 正确; 若让粒子在磁场中运动时间最长, 则粒子在磁场中做圆周运动对应的弦最长, 对应最长弦为直径 AB, 粒子运动的轨迹如图丁所示, 由图可知  $\sin \theta = \frac{R}{r_1} = \frac{\sqrt{3}}{3}$ , 由几何关系可知,  $\theta$  角等于 v 与 AB 的夹角, 则粒子的入射方向与 AB 夹角的正弦值应为  $\frac{\sqrt{3}}{3}$ , D 正确。



10. ABD 【解析】小球加速度沿 x 轴方向, 小球受到竖直向下的重力和与电场线方向相反的电场力, 所以小球合力沿 x 轴正方向, 在竖直方向有  $F \sin 37^\circ = mg$ , 解得电场力  $F = \frac{5mg}{3}$ , A 正确; 小球所受合外力沿 x



· 物理 ·

参考答案及解析

轴正方向,小球做类平抛运动,所以小球所受合外力做正功,小球的动能增加,根据能量守恒定律可知小球的电势能与重力势能之和一直在减小,B正确;小球做类平抛运动,小球的重力做正功,重力势能减小,根据能量守恒定律可知小球的电势能与动能之和一直在增加,C错误;电场力做负功,电势能增加,小球机械能减小,所以电场力做负功最大时,小球机械能最小,沿电场线方向,速度大小为  $v_0 \cos 53^\circ$ ,  $\frac{5mg}{3}$

$mg \cos 53^\circ = ma$ , 解得  $a = \frac{16}{15}g$ , 沿电场线方向, 小球

做匀减速直线运动, 减速至 0 用时为  $t = \frac{v_0 \cos 53^\circ}{a} =$

$\frac{9v_0}{16g}$ , 此时电场力做负功最大, 所以小球机械能最小,

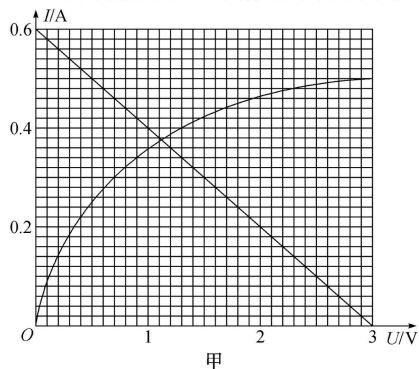
D 正确。

三、非选择题

11. (1) B(1分) D(1分) F(1分) (2) 0.42(0.40~0.45 均可, 2分) 0.11(0.10 或 0.12 均可, 2分)

【解析】(1) 根据灯泡的额定值可知, 灯泡额定电压为 3 V, 故电压表选择 D; 由额定电流为 0.5 A 可知, 电流表应选择 0.6 A 的 B; 由于本实验采用滑动变阻器分压式接法, 故滑动变阻器应选择总阻值较小的 10  $\Omega$  的 F。

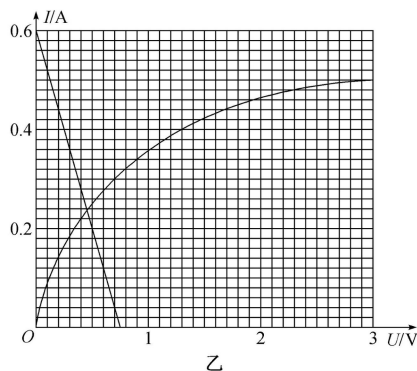
(2) 设题图丙中的灯泡电压为  $U$ , 电流为  $I$ , 根据闭合电路欧姆定律可知:  $E' = U + Ir$ , 整理得  $U = E' - Ir' = 3 \text{ V} - 5 \Omega \cdot I$ , 在题图乙中过 (3 V, 0) 和 (0, 0.6 A) 两个点作出  $I-U$  图像, 如图甲所示。



其交点即表示灯泡的工作点, 由图甲可知, 灯泡电压  $U = 1.13 \text{ V}$ ,  $I = 0.37 \text{ A}$ , 则灯泡的实际功率为  $P = UI = 0.42 \text{ W}$ , 设题图丁中的灯泡电压为  $U$ , 电流为  $I$ , 根据闭合电路欧姆定律可知  $E' = 2U + \left(\frac{2U}{R} + I\right)r'$ ,

整理得  $U = \frac{E'}{2 + \frac{2r'}{R}} - \frac{r'}{2 + \frac{2r'}{R}}I = \frac{3}{4} \text{ V} - \frac{5}{4} \Omega \cdot I$ , 在

题图乙图中过 (0.75 V, 0) 和 (0, 0.6 A) 两个点作出  $I-U$  图像, 如图乙所示。



其交点即表示灯泡的工作点, 由图乙可知, 灯泡电压  $U = 0.46 \text{ V}$ ,  $I = 0.24 \text{ A}$ , 则灯泡的实际功率为  $P = UI = 0.11 \text{ W}$ 。

12. (1) 20.5 (20.3~20.6 均可, 1分) (2) 6.0 (1分)  
(3) ①红 (1分) ②500 (2分) ③5.0 (2分) 等于 (2分)

【解析】(1) 测量电路两电压时, 选用直流 50 V 量程, 读数时要读中间的刻度盘, 最小刻度为 1 V, 则该电路两端电压为 20.5 V。

(2) 测量电路的电流时, 选择开关处在电流“10 mA”挡, 读数时要读中间的刻度盘, 最小刻度为 0.2 mA, 被测电流的值为 6.0 mA。

(3) ①电流从欧姆表的红表笔流入欧姆表, 从毫安表的“-”接线柱流出毫安表, 所以毫安表的“-”接线柱要与欧姆表的红表笔相连; ②设欧姆表表头 G 的量程为  $I_g$ , 由题意可得  $\frac{4}{5}I_g = 400 \text{ mA}$ , 解得欧姆表表头 G 的

量程为  $I_g = 500 \text{ mA}$ ; ③设回路中除电阻箱之外的总电阻为  $r$ , 根据闭合电路欧姆定律有  $E = I(R + r)$ , 整理得  $R = \frac{E}{I} - r$ , 可知  $R - \frac{1}{I}$  图像的斜率等于电源的电动

势, 则有  $E = k = \frac{12}{2.4} \text{ V} = 5 \text{ V}$ , 根据实验原理可知因未引入由于电表内阻而产生的系统误差, 则有  $E_{\text{真}} = I(R + R_A + r)$ , 可得  $R = \frac{E_{\text{真}}}{I} - R_A - r$ , 可知在不考虑实验偶然误差的情况下,  $R - \frac{1}{I}$  图像的斜率仍然等于电源的电动势, 则电源电动势的测量值等于真实值。

13.  $\frac{8\pi l}{9v}$  或  $\frac{4\pi l}{3v}$

【解析】若粒子为正电荷, 由几何关系得

$$r_1 + r_1 \cos 60^\circ = l \quad (1 \text{分})$$

$$\text{解得 } r_1 = \frac{2}{3}l \quad (1 \text{分})$$

$$\text{由几何关系得粒子转过的圆心角为 } \theta = \frac{4}{3}\pi \quad (1 \text{分})$$

所以粒子在磁场中运动的时间为

$$t_1 = \frac{\frac{2}{3} \times 2\pi r_1}{v} = \frac{8\pi l}{9v} \quad (2 \text{分})$$

若粒子为负电荷, 由几何关系

$$r_2 - r_2 \cos 60^\circ = l \quad (1 \text{分})$$

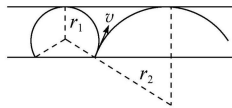
高三四调

解得  $r_2 = 2l$  (1分)

由几何关系得粒子转过的圆心角为  $\theta = \frac{2}{3}\pi$  (1分)

所以粒子在磁场中运动的时间为

$$t_2 = \frac{\frac{1}{3} \times 2\pi r_2}{v} = \frac{4\pi l}{3v} \quad (2分)$$

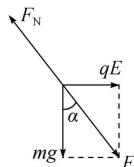


14. (1)  $\frac{3mg}{4q}$  (2)  $-\frac{3mg}{10}\sqrt{5gR}$  (3)  $\frac{15}{2}mg$

【解析】(1) 小球可以在圆弧轨道上的 B 点保持静止,

小球受合力为 0, 如图所示, 有  $\tan \alpha = \frac{qE}{mg}$  (2分)

解得  $E = \frac{3mg}{4q}$  (1分)



(2) 小球到达 C 点时受重力和电场力作用, 合力的大小为 F

$$\cos \alpha = \frac{mg}{F} \quad (1分)$$

设小球到达 C 点时的速度大小为  $v_C$ , 由牛顿第二定律得

$$F = m \frac{v_C^2}{R} \quad (2分)$$

小球在 C 点电场力与速度夹角为  $143^\circ$ , 故小球在 C 点所受电场力做功的功率

$$P = qE \cdot v_C \cos 143^\circ \quad (1分)$$

$$\text{解得 } P = -\frac{3mg}{10}\sqrt{5gR} \quad (1分)$$

(3) 在 B 点, 重力和电场力的合力 F 沿 OB 方向背离圆心, 小球对圆弧轨道的压力最大。B 到 C 过程, 由动能定理得

$$-F \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 \quad (2分)$$

在 B 点, 由牛顿第二定律得

$$F_{NB} - F = m \frac{v_B^2}{R} \quad (2分)$$

$$\text{解得 } F_{NB} = \frac{15}{2}mg \quad (1分)$$

由牛顿第三定律得小球在圆弧轨道上运动时对轨道的最大压力为

$$F_{压} = F_{NB} = \frac{15}{2}mg \quad (1分)$$

15. (1)  $\frac{mg}{2x_0}$  (2)  $3mg$  (3)  $6.5x_0$

【解析】(1) 根据物体平衡条件得

$$kx_0 = mg \sin \theta \quad (1分)$$

$$\text{解得弹簧的劲度系数 } k = \frac{mg}{2x_0} \quad (1分)$$

(2) A 与 B 碰后一起做简谐运动到最高点时, 物体 C 对挡板 D 的压力最小为 0, 则对 C, 弹簧弹力  $F_{弹} = mg \sin \theta$ , 对 A、B, 回复力最大,  $F_{回} = 3mg \sin \theta$  (1分) 由简谐运动的对称性, 可知 A 与 B 碰后一起做简谐运动到最低点时, 回复力也最大, 即  $F_{回} = 3mg \sin \theta$ , 此时物体 C 对挡板 D 的压力最大

$$\text{对物体 A、B 有, } F_{弹}' - 2mg \sin \theta = 3mg \sin \theta \quad (1分)$$

$$\text{则弹簧弹力 } F_{弹}'' = 5mg \sin \theta \quad (1分)$$

对物体 C, 设挡板 D 对物体 C 的弹力为  $F_N$ , 则

$$F_N = 5mg \sin \theta + mg \sin \theta = 3mg \quad (1分)$$

$$\text{挡板 D 对 C 支持力的最大值为 } 3mg \quad (1分)$$

(3) 设物体 A 释放时 A 与 B 之间距离为  $x$ , A 与 B 相碰前物体 A 速度的大小为  $v_1$

对物体 A, 从开始下滑到 A、B 相碰前的过程, 根据机械能守恒定律有

$$mgx \sin \theta = \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$\text{解得 } v_1 = \sqrt{gx} \quad (1分)$$

设 A 与 B 相碰后两物体共同速度的大小为  $v_2$ , 对 A 与 B 发生碰撞的过程, 根据动量守恒定律有

$$mv_1 = (m+m)v_2$$

$$\text{解得 } v_2 = \frac{1}{2}v_1 \quad (1分)$$

物体 B 静止时弹簧的形变量为  $x_0$ , 设弹性势能为  $E_p$ , 从 A、B 开始压缩弹簧到弹簧第一次恢复原长的过程, 根据机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}(m+m)v_2^2 + E_p = \frac{1}{2}(m+m)v^2 + (m+m)gx_0 \sin \theta \quad (1分)$$

当弹簧第一次恢复原长时 A、B 恰好分离, 设分离后物体 A 还能沿斜面上升的距离为  $x_1$ 。对物体 A, 从与 B 分离到最高点的过程。机械能守恒, 则有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgx_1 \sin \theta \quad (1分)$$

$$\text{解得 } x_1 = 1.5x_0 \quad (1分)$$

对物体 B、C 和弹簧所组成的系统, 物体 B 运动到最高点时速度为 0, 物体 C 恰好离开挡板 D, 此时弹簧的伸长量也为  $x_0$ , 弹簧的弹性势能也为  $E_p$ 。从 A、B 分离到 B 运动到最高点的过程, 由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgx_0 \sin \theta + E_p \quad (1分)$$

$$\text{解得 } E_p = \frac{1}{4}mgx_0 \quad (1分)$$

$$\text{解得 } x = 9x_0 \quad (1分)$$

由几何关系可得, 物体 A 第一次运动达到的最高点与开始静止释放点之间的距离  $d = x - x_1 - x_0 = 6.5x_0$

$$(1分)$$

## 关于我们

自主选拔在线是致力于提供新高考生涯规划、强基计划、综合评价、三位一体、学科竞赛等政策资讯的升学服务平台。总部坐落于北京，旗下拥有网站（[网址: www.zizzs.com](http://www.zizzs.com)）和微信公众平台等媒体矩阵，用户群体涵盖全国 90% 以上的重点中学师生及家长，在全国新高考、自主选拔领域首屈一指。

如需第一时间获取相关资讯及备考指南，请关注**自主选拔在线**官方微信号：**zizzsw**。

