

2025 年湖北省新高考信息卷(四)

一、选择题。

1. 【答案】C

【解析】根据质量数和核电荷数守恒可知，X 粒子为电子，即氡核发生 β 衰变，其中电子由原子核内一个中子转化为一个质子和一个电子而来，选项 A 错误；放射性元素的半衰期由原子核决定，与外界的温度、压强等因素无关，选项 B 错误；氡核发生 β 衰变的过程中释放能量，根据质能方程可知，总质量减小，产生的新核的比结合能比氡核大，选项 C 正确；电池中氡的含量等于初始值的 25% 时，即剩余的氡核为原来的四分之一，根据 $m = (\frac{1}{2})^2 m_0$ ，可知经过了两个半衰期，即 $t = 2T = 2 \times 12.5 \text{ 年} = 25 \text{ 年}$ ，选项 D 错误。

2. 【答案】D

【解析】根据动能定理可得 $W_G - W_f = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 - \frac{1}{2} m_0 v_0^2$ ，而雨滴的质量增加量与下落高度成正比，即重力与下落高度成一次函数关系，故有 $W_G = \frac{1}{2} (m_1 + m_0) gh$ ，联立可得 $W_f = \frac{1}{2} (m_1 + m_0) gh - \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_0 v_0^2$ ，选项 D 正确。

3. 【答案】A

【解析】由题图可知波长为 $\lambda = 8 \times 10^{-2} \text{ mm} = 8 \times 10^{-5} \text{ m}$ ，则波速为 $v = \lambda f = 8 \times 10^{-5} \times 1 \times 10^7 \text{ m/s} = 800 \text{ m/s}$ ，选项 A 正确；由于波向 x 轴正方向传播，根据波形平移法可知，质点 M 开始振动的方向沿 y 轴正方向，选项 B 错误；质点 M 只会自己的平衡位置周期性振动，不会随波迁移，选项 C 错误；因为质点 M 振动的周期为 $T = \frac{1}{f} = 1 \times 10^{-7} \text{ s}$ ，由于 $\frac{\Delta t}{T} = \frac{1.25 \times 10^{-7} \text{ s}}{1 \times 10^{-7} \text{ s}} = \frac{5}{4}$ ，所以质点 M 在 $0 \sim 1.25 \times 10^{-7} \text{ s}$ 内运动的路程为 $s = \frac{5}{4} \times 4A = \frac{5}{4} \times 4 \times 0.4 \text{ mm} = 2 \text{ mm}$ ，选项 D 错误。

4. 【答案】D

【解析】由题图 b 可知，运动员在 $4t_0$ 时刻入水，入水前向上运动的位移大小是向下运动的位移大小的 $\frac{1}{9}$ ，设运动员离跳板最大高度为 x ，则有 $\frac{x}{x+h} = \frac{1}{9}$ ，解得 $x = \frac{h}{8}$ ，选项 C 错误；运动员在空中向下运动的位移 $x' = x + h = \frac{9}{8}h$ ，设运动员入水速度为 v ，由自由落体运动规律 $v^2 = 2gx'$ 解得 $v = \frac{3}{2}\sqrt{gh}$ ，选项 A 错误；运动员从 t_0 至 $4t_0$ 时间内做自由落体运动，由自由落体运动规律可知，入水速度应为 $v = 3gt_0$ ，选项 B 错误；由题图 b 可知，入水前后加速度大小之比为 1:3，即水中加速度大小 $a = 3g$ ，由逆向思维可知，入水最大深度 $H = \frac{3}{2}gt_0^2$ ，选项 D 正确。

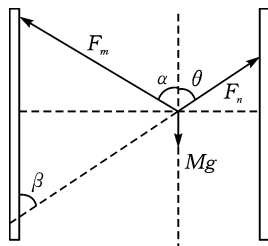
5. 【答案】B

【解析】根据开普勒第三定律可知 $\frac{(\frac{h_2+h_1+2R}{2})^3}{T_1^2} = \frac{(h_2+R)^3}{T_2^2}$ ，解得 $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{(h_2+h_1+2R)^3}{8(h_2+R)^3}}$ ，选项 A 错误；卫星在同步轨道运行，根据万有引力提供向心力可得 $\frac{GMm}{(R+h_2)^2} = m \frac{v^2}{R+h_2}$ ，其中 $GM = gR^2$ ，解得 $v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h_2}}$ ，选项 B 正确；根据万有引力提供向心力，在近地轨道运行 $\frac{GMm}{R^2} = ma_1$ ，在同步轨道运行 $\frac{GMm}{(R+h_2)^2}$

$=ma_2$, 故 $\frac{a_1}{a_2} = \frac{(R+h_2)^2}{R^2}$, 选项 C 错误; 卫星自近地轨道开启发动机加速进入椭圆形转移轨道, 在转移轨道上无动力飞行至 B 点开启发动机加速进入地球同步轨道, 发动机在 B 点和 A 点均做正功, 故机械能增加, 所以卫星在转移轨道的机械能小于在同步轨道的机械能, 卫星在同步轨道的机械能大于在近地轨道的机械能, 选项 D 错误。

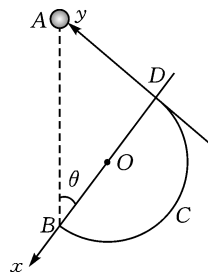
6. 【答案】A

【解析】圆环被固定在绳中点的位置, 此时类似于“死结”问题, 两端绳上拉力不同, 由几何关系知 $\alpha < \theta$, $F_m \sin \alpha = F_n \sin \theta$, 故 $F_m > F_n$, 选项 A 正确; 对圆环受力分析, 如图所示, 同一根绳左右两边拉力大小处处相等 $F_m = F_n$, $\alpha = \theta = \beta$, $F_m \sin \alpha = F_n \sin \theta$, $F_m \cos \alpha + F_n \cos \theta = Mg$, 由几何关系得 $\sin \beta = \frac{d}{L}$, 水平间距和绳长不变时, 角度不变, 故静止时的位置不会因为挑战者质量大小变化而变化, 同理, 水平方向和竖直方向受力均平衡, 所以匀速移动 M 端绳时, 挑战者在竖直方向做匀速运动, 选项 BC 错误; 在 $\sin \beta = \frac{d}{L}$ 中间距减小则 d 减小, 绳长 L 不变, $\alpha = \theta = \beta$ 减小, 按照 $F_m \cos \alpha + F_n \cos \theta = Mg$ 可知绳上拉力减小, 故 D 错误。



7. 【答案】D

【解析】如图, 沿 BD 和垂直 BD 方向建立直角坐标系, 可以知道从 D 点飞出后 $a_x = g \cos \theta$, $2R = \frac{1}{2} a_x t^2$, $a_y = g \sin \theta$, $0 = v_D t - \frac{1}{2} a_y t^2$, 又因为小球恰好通过 D 点, 即 $F_N = 0$, 有 $mg \cos \theta = \frac{mv_D^2}{R}$, 联立上式可得 $\theta = 45^\circ$, $t = \sqrt{\frac{4\sqrt{2}R}{g}}$, $v_D = \sqrt{\frac{\sqrt{2}gR}{2}}$, A 到 D 过程中, 由动能定理可得 $mg(h - 2R \cos \theta) = \frac{1}{2} mv_D^2$, 所以 $h = \frac{5\sqrt{2}R}{4}$, 选项 D 正确。



8. 【答案】ABC

【解析】对 P, 释放后根据动能定理有 $MgL(1 - \cos \theta) = \frac{1}{2} Mv^2$, 解得 $v = 2$ m/s, 选项 A 正确; 物块 P 与物块 Q 碰撞过程动量守恒, $Mv = Mv_1 + mv_2$, 碰撞为弹性碰撞, 动能守恒, $\frac{1}{2} Mv^2 = \frac{1}{2} Mv_1^2 + \frac{1}{2} mv_2^2$, 碰撞后 Q 与 P 速度交换, 大小为 2 m/s, 选项 B 正确; 此后 Q 做匀减速直线运动, 根据牛顿第二定律有 $\mu mg = ma$, Q 的位移大小为 $x = \frac{v^2}{2a} = 1$ m, 选项 C 正确; 施加竖直向下的匀强电场后, 可看作新的等效重力场, 等效重力加速度为 g_0 , 因为 $v^2 = 2g_0 L(1 - \cos \theta)$, $v^2 = 2\mu g_0 x$, 重力加速度可消掉, 故最远位移不变, 选项 D 错误。

9. 【答案】CD

【解析】导线框进入磁场过程中, 根据楞次定律可判定导线框中感应电流的方向为 $a-b-c-d-a$, 选项 A 错误; 根据安培定则可以判定 ab 边受的安培力方向垂直于上边界向上, cd 边在磁场外不受力, ad 边和 bc 边受到的安培力方向大小相等, 方向相反, 所以导线框进入磁场过程中受到的安培力方向垂直于上边界向上, 选项 B 错误; 导线框穿过磁场整个过程中导线框产生的感应电动势为 $E = B \times 5lv \sin 53^\circ = 4Blv$, 回路的感应电流为 $I = \frac{E}{R}$, ab 边受的安培力 $F = I \times 5lB = \frac{20B^2 l^2 v}{R}$, 选项 C 正确; 根据几何关系可知菱形的导线框的面积为 $S = 5l \times 5l \sin 53^\circ = 20l^2$, 导线框进入磁场过程中通过导线框导体横截面上的电荷量为 $q = \bar{I} t$

$$= \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{BS}{R} = \frac{B \times 20l^2}{R} = \frac{20Bl^2}{R}, \text{选项 D 正确。}$$

10.【答案】AC

【解析】根据左手定则,知正离子所受的洛伦兹力方向向里,则向里偏转,F板带正电,E板带负电,则F板的电势比E板的电势高,选项A正确;最终离子在电场力和洛伦兹力作用下平衡,有 $qvB=q\frac{U}{b}$,解得 $U=vBb$,与污水中正负离子数无关,选项B错误;C选项中, $qvB=q\frac{U}{b}$,解得 $U=vBb$, $v=\frac{U}{Bb}$,污水流量 $Q=vbc=\frac{U}{Bb}\cdot bc=\frac{U\cdot c}{B}$,选项C正确;D选项有 $qvB=q\frac{U}{b}$,解得 $U=vBb$,流速增大,电压表示数增大,选项D错误。

二、非选择题。

11.【答案】(1)0.680(1分) (2)1.96(2分) (3)0.500(1分);0.515(1分) (4)C(2分)

【解析】(1)遮光条的宽度为 $d=0.5\text{ mm}+0.01\text{ mm}\times 18.0=0.680\text{ mm}$ 。

(2)根据牛顿第二定律有 $m_Bg-m_Ag=(m_A+m_B)a$,解得 $a=\frac{m_B-m_A}{m_A+m_B}g=1.96\text{ m/s}^2$ 。

(3)遮光条经过光电门时的速度为 $v=\frac{d}{\Delta t}$,A、B两球组成的系统动能增加量为 $\Delta E_k=\frac{1}{2}(m_A+m_B)v^2=0.500\text{ J}$,A、B两球重力势能减少量为 $\Delta E_p=(m_B-m_A)gl=0.515\text{ J}$ 。

(4)利用光电门测量和计算两球速度不准确,导致速度计算偏差,可能导致系统动能的增加量总是小于重力势能的减少量,但不会导致A、B两球组成的系统动能的增加量总是小于重力势能的减少量,选项A错误;A、B两球的质量相差不够大,不会导致系统动能的增加量总是小于重力势能的减少量,选项B错误;存在空气阻力和摩擦阻力的影响,使机械能损失,会导致系统动能的增加量总是小于重力势能的减少量,选项C正确;没有采用多次实验取平均值的方法,不会导致系统动能的增加量总是小于重力势能的减少量,故选项D错误。

12.【答案】(1)D(1分) (2)偏小(2分) (3) $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ (2分); $\frac{1}{c}$ (2分); $\frac{ab-bc}{a}$ (2分)

【解析】(1)待测干电池的电动势约为3V,内阻约为几欧,故定值电阻应选用D。

(2)因为电压表分流,设电压表和 R_0 并联的总电阻为 $R_{并}$;根据闭合电路欧姆定律有 $E_{真}=U+\frac{U}{R_{并}}(R+r_{真})$,变式得到 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E_{真}R_{并}}R+\frac{r_{真}+R_{并}}{E_{真}R_{并}}$,则 $E_{真}=\frac{b}{aR_{并}}>E_{测}=\frac{b}{aR_0}$,测量值比真实值偏小。

(3)由题图甲所示电路图可知,电源电动势 $E=U+I(r+R_0)=U+\frac{U}{R}(r+R_0)$,整理得 $\frac{1}{U}=\frac{r+R_0}{E}\cdot\frac{1}{R}+\frac{1}{E}$,作出的应为 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图像;根据题图甲,由闭合电路欧姆定律得 $E=U+\frac{U}{R_0}(R+r)$,可得 $\frac{1}{U}=\frac{1}{E}\left(1+\frac{r}{R_0}\right)+\frac{1}{ER_0}R$,则 $\frac{1}{ER_0}=\frac{a}{b}$, $\frac{1}{E}\left(1+\frac{r}{R_0}\right)=a$,依据图像特点,解得 $E=\frac{b}{aR_0}$, $r=b-R_0$; $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 图像的斜率 $k_2=\frac{r+R_0}{E}=\frac{c}{d}$,纵轴截距 $c=\frac{1}{E}$,解得 $E=\frac{1}{c}$, $r=\frac{1}{d}-R_0=\frac{ab-bc}{a}$ 。

13.【答案】(1)9.7 K(5分) (2)25%(5分)

【解析】(1)气体初状态有 $T_1=273\text{ K}+27\text{ K}=300\text{ K}$, $p_1=155\text{ cmHg}$,末状态有 $p_2=160\text{ cmHg}$,发生等容变化,根据查理定律 $\frac{p_1}{T_1}=\frac{p_2}{T_2}$ (1分)
可得 $T_2=309.7\text{ K}$ (1分)
血压计内气体比刚打入时升高的温度 $\Delta T=T_2-T_1$ (1分)
解得 $\Delta T=9.7\text{ K}$ (2分)

(2)取打开气阀放气前的气体为研究对象,其初状态的体积为 V_2 ,若其压强变为 $p_3=120\text{ cmHg}$ 时的体

积为 V_3 , 由等温变化规律,

$$p_2 V_2 = p_3 V_3 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{放走的气体与原有气体的质量之比为 } \frac{\Delta m}{m} = \frac{V_3 - V_2}{V_3} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } \frac{\Delta m}{m} = 25\% \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

14. 【答案】(1) 物块 A 碰撞后速度大小为 $\sqrt{3}$ m/s, 物块 B 速度大小为 $\sqrt{3}$ m/s (6 分)

(2) 1 m (4 分)

(3) 物块 A、B 发生了三次碰撞 (6 分)

【解析】(1) 对物块 A 分析, 物块 A 释放后向右加速运动, 加速运动距离为 d , 有 $a_A = \frac{qE}{m}$, $v_0^2 = 2a_A d$,

$$\text{解得 } v_0 = 2\sqrt{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

对物块 B 分析, 物块 B 所受摩擦力与静电力平衡, 碰撞前物块 B 保持静止, 物块 A 以 $2\sqrt{3}$ m/s 与静止物块 B 发生弹性碰撞, 根据能量守恒定律和动量守恒定律分别有:

$$\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} M u_1^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$m v_0 = m v_1 + M u_1 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = -\sqrt{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$u_1 = \sqrt{3} \text{ m/s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

即物块 A 碰撞后速度大小为 $\sqrt{3}$ m/s (方向水平向左), 物块 B 速度大小为 $\sqrt{3}$ m/s (方向水平向右)。

(2) 方法 1: 第一次碰撞后, 物块 A 做水平向左运动, 物块 B 所受摩擦力与静电力平衡, 匀速水平向右运动, 所以只要物块 B 向右的速度比物块 A 快, 二者间距就不断增大, 当二者速度相同时, 间距最大, 即

$$u_1 = v_1 + a_A t_1 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$d_{1 \max} = u_1 t_1 - \left(v_1 t_1 + \frac{1}{2} a_A t_1^2 \right) \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } t_1 = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ s} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$d_{1 \max} = 1 \text{ m} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

故第一次碰撞到第二次碰撞之间, 物块 A 与物块 B 间的最远距离为 1 m。

方法 2: 第一次碰撞后, 物块 A 做水平向左运动的位移与速度的关系为 $y_{A1} = v_1 t_1^2 + \frac{1}{2} a_A t_1^2$,

物块 B 摩擦力与静电力平衡, 匀速水平向右运动的位移与速度的关系为 $y_{B1} = u_1 t_1$,

$$\text{物块 A 和物块 B 之间的距离为 } y_1 = u_1 t_1 - \left(v_1 t_1^2 + \frac{1}{2} a_A t_1^2 \right) \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

以向右为正方向, 得 $y_1 = 2\sqrt{3} t_1 - 3t_1^2$ 。

$$\text{以 } t \text{ 为自变量的开口向下的二次函数, 当 } t_1 = -\frac{b}{2a} = \frac{\sqrt{3}}{3} \text{ s 时, } y_{1 \max} = 1 \text{ m} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$

(3) 第一次碰撞后, 物块 A 碰撞后速度大小为 $\sqrt{3}$ m/s, 方向水平向左, 物块 B 速度大小为 $\sqrt{3}$ m/s, 方向水平向右。

第二次碰撞时物块 A 与物块 B 位移相等, 有 $y_{A1} = v_1 t_2 + \frac{1}{2} a_A t_2^2$,

$$y_{B1} = u_1 t_2,$$

$$y_{A1} = y_{B1},$$

解得 $t_2 = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ s, $y_{B1} = 2$ m (2分)

碰撞前物块 B 速度为 $\sqrt{3}$ m/s, 物块 A 速度为 $v'_1 = v_1 + a_A t_2 = 3\sqrt{3}$ m/s。

第二次碰撞后, $mv'_1 + Mu_1 = mv_2 + Mu_2$,

$$\frac{1}{2}mv_1'^2 + \frac{1}{2}Mu_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}Mu_2^2,$$

解得第二次碰撞后物块 A 的速度 $v_2 = 0$ 。

物块 B 的速度 $u_2 = 2\sqrt{3}$ m/s (1分)

第二次碰撞后, 物块 A 向右做初速度为 0 的匀加速直线运动, 物块 B 所受摩擦力与静电力平衡, 以 $2\sqrt{3}$ m/s 的速度匀速水平向右运动。

第三次碰撞时物块 A 与物块 B 位移相等, 有 $y_{A2} = \frac{1}{2}a_A t_3^2$, $y_{B2} = u_2 t_3$, $y_{A2} = y_{B2}$,

解得 $t_3 = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ s, $y_{B2} = 4$ m (1分)

即第三次碰撞时物块 B 的位移为 6 m。

同理, 第四次碰撞时物块 B 的位移大于 10 m (1分)

建议写清楚过程, 作为模拟卷, 方便学生计算审核, 当然, 也可以显然第三次碰撞后到第四次碰撞前 B 的位移大于 4 m。

第三次碰撞前瞬间, $v_3 = v_2 + a_1 t_3$, 解得 $v_3 = 4\sqrt{3}$ m/s,

第三次碰撞时, $mv_3 + Mu_2 = mv_4 + Mu_3$,

$$\frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}Mu_2^2 = \frac{1}{2}mv_4^2 + \frac{1}{2}Mu_3^2,$$

解得第三次碰撞后物块 A 的速度 $v_4 = \sqrt{3}$ m/s, 物块 B 的速度 $u_3 = 3\sqrt{3}$ m/s。

第四次碰撞前瞬间, $y_{A3} = v_4 t_4 + \frac{1}{2}a_A t_4^2$, $y_{B3} = u_3 t_4$, $y_{A3} = y_{B3}$,

解得 $t_4 = \frac{2\sqrt{3}}{3}$ s, $y_{B3} = 6$ m。

即第四次碰撞前瞬间物块 B 的位移为 12 m。

综上, 第三次碰撞前瞬间物块 B 的位移为 6 m, 第四次碰撞前瞬间物块 B 的位移为 12 m。

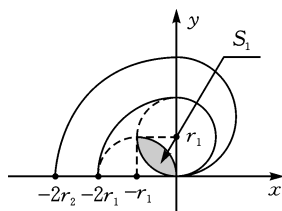
故物块 B 运动 10 m 内, 物块 A、B 发生了三次碰撞 (1分)

15. 【答案】(1) $d = \frac{9mv_0^2}{8qE}$ (3分) (2) $S = \frac{(23\pi + 8)m^2 v_0^2}{8q^2 B^2}$ (6分) (3) $t = \frac{2\pi m}{qB} + \frac{2mv_0}{qE}$ (9分)

【解析】(1) 当粒子的速度大小为 $1.5v_0$ 时, 且沿 y 轴正方向射出时粒子到达 x 轴下方有最远距离 d, 根据动能定理得 $qEd = \frac{1}{2}m(1.5v_0)^2$ (1分)

解得 $d = \frac{9mv_0^2}{8qE}$ (2分)

(2) 设速度大小为 v_0 的粒子在磁场中做圆周运动的半径为 r_1 , 速度大小为 $1.5v_0$ 的粒子在磁场中做圆周运动的半径为 r_2 , 粒子第一次在磁场中运动时可能到达区域如下图所示, S_1 为粒子不能到达的区域面积。



$$qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r_1} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } r_1 = \frac{mv_0}{qB} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$q(1.5v_0)B = m \frac{(1.5v_0)^2}{r_2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

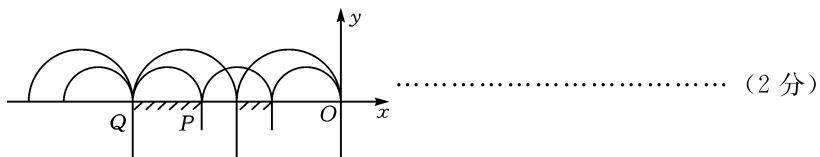
$$\text{解得 } r_2 = \frac{3mv_0}{2qB} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

则打到的区域面积为 $S = \frac{1}{2}\pi r_2^2 + \frac{1}{4}\pi (2r_2)^2 - S_1$,

$$\frac{1}{2}S_1 = \frac{1}{4}\pi r_1^2 - \frac{1}{2}\pi r_1^2 \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } S = \frac{(23\pi + 8)m^2 v_0^2}{8q^2 B^2} \dots\dots\dots (1 \text{ 分})$$

(3) 根据题意, 因为 P 点左侧所有位置都必须有粒子通过, 所以 P 点的位置必须如图所示。



图中小圆对应速度为 v_0 , 大圆对应速度为 $1.5v_0$, 所以 P 点的坐标为 $(-\frac{4mv_0}{qB}, 0)$ (1 分)

粒子在磁场中运动最短的时间为粒子的速度为 v_0 时, 此时周期为 $T_B = \frac{2\pi m}{qB}$ (1 分)

粒子在电场中运动单程的时间为 t_1 , 则 $Eq t_1 = mv_0$ (1 分)

粒子在电场中运动的时间 $t_E = 2t_1$ (1 分)

粒子从 O 点运动到 P 点的时间 $t = t_B + t_E$ (1 分)

$$\text{解得 } t = \frac{2\pi m}{qB} + \frac{2mv_0}{qE} \dots\dots\dots (2 \text{ 分})$$