

1. D 【命题点】运动图像

选项	分析	正误
A	由 $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 可知, $0 \sim t_1$ 时间内, 训练后运动员的平均加速度比训练前的小	×
B	$v-t$ 图线与 t 轴围成的面积表示位移, 由题图可知, $0 \sim t_2$ 时间内, 训练前运动员的位移比训练后的大	×
C	$t_2 \sim t_3$ 时间内, 训练后运动员的位移比训练前的位移大, 故训练后运动员的平均速度大	×
D	t_3 时刻后, 运动员训练前速度减小, 做减速运动, 运动员训练后速度增加, 做加速运动	✓

2. C 【命题点】万有引力与天体运动

【解析】地球绕太阳公转和行星望舒绕恒星羲和的公转都是由万有引力提供向心力, 有 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 解得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, 其中中心天体的质量之比为 2:1, 公转的轨道半径相等, 则望舒与地球公转速度大小的比值为 $\sqrt{2}$, C 正确。

3. C 【命题点】交变电流

【解析】发电机线圈的转速为 n , 输出交变电流的频率 $f = \frac{\omega}{2\pi} = n$, B 错误; 线圈绕垂直于磁场的轴匀速转动, 产生正弦式交流电, 最大值 $E_m = NBS \cdot 2\pi \cdot n$, 输出电压的有效值 $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \pi NBSn$, A 错误; 变压器原、副线圈的匝数比 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{E}{U} = \frac{\sqrt{2} \pi NBSn}{U}$, C 正确; 发电机产生的瞬时电动势 $e = E_m \sin \omega t = 2\pi NBSn \cdot \sin(2\pi nt)$, D 错误。

4. A 【命题点】光电效应

选项	分析	正误
A	遏止电压与最大初动能的关系 $eU_c = E_{k\max}$, 根据光电效应方程有 $E_{k\max} = h\nu - W_0$, 当 $U_c = 0$ 时, $\nu = \nu_c$, 则 $W_0 = h\nu_c$	✓
B	钠的截止频率为 ν_c , 小于 $8.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$	×
C	$U_c = \frac{h}{e} \nu - \frac{W_0}{e}$, 题图中直线的斜率为 $\frac{h}{e}$	×
D	遏止电压 U_c 与入射光频率 ν 成线性关系, 不是成正比	×

5. D 【命题点】法拉第电磁感应定律

【解析】由法拉第电磁感应定律可得大圆线圈产生的感应电

动势 $E_1 = \frac{\Delta\Phi_1}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S_1}{\Delta t} = kS_1$, 每个小圆线圈产生的感应电动势

势 $E_2 = \frac{\Delta\Phi_2}{\Delta t} = \frac{\Delta B \cdot S_2}{\Delta t} = kS_2$, 由线圈的绕线方式和楞次定律可得大、小圆线圈产生的感应电动势方向相同, 故线圈中总的感应电动势大小为 $E = E_1 + 5E_2 = k(S_1 + 5S_2)$, **D 正确**。

学霸解题 · 巧解 中南大学 王艺超

可以把其中一个小线圈和大线圈看成面积不同的两匝线圈, 再根据穿过线圈的磁通量叠加规则分析产生的感应电动势。

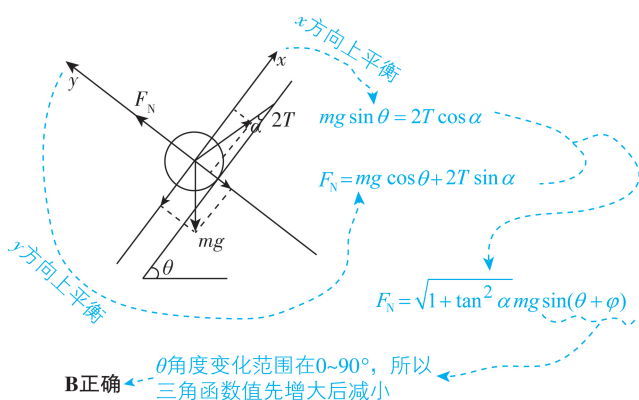
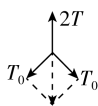
6. B 【命题点】点电荷周围的电势、电场强度的叠加及电场力做功

【解析】越靠近负电荷的位置电势越低, P 的位置在零势面外, 则 P 点的电势高于 S 点的电势, **A 错误**; 由于电场方向垂直等势面, 且由高电势指向低电势, 所以 T 点的电场方向指向 O 点, **B 正确**; P 点电势大于 S 点电势, 即 P 点电势大于零, 无穷远处电势为零, 则正试探电荷从无穷远处移到 P 点, 电势升高, 电势能增加, 静电力做负功, **D 错误**; 由于正电荷的电荷量大于负电荷的电荷量, 故 N 点左侧电场强度不可能为零, 设 MN 的距离为 L , 电场强度为零的点在 N 点的右侧到 N 点的距离为 x 处, 根据电场强度叠加原理有 $\frac{k \cdot 2q}{(L+x)^2} - \frac{kq}{x^2} = 0$, 解得 $x = (\sqrt{2} + 1)L$ (另一解舍去), 所以除无穷远处外, MN 直线上只有一处电场强度为零的点, **C 错误**。

名师延展 除无穷远处, 在两个等量异种点电荷连线所在的直线上没有电场强度为零的点, 在两个不等量异种点电荷连线所在的直线上只有一个电场强度为零的点, 且在电荷量小的电荷外侧。

7. B 【命题点】共点力的平衡问题

【解析】设木板与水平方向的夹角为 θ , 两绳所在平面与木板间的夹角为 α , 圆柱体的质量为 m , 对圆柱体进行受力分析, 将两绳对圆柱体的合力记为 $2T$, $2T$ 与每根绳上的拉力 T_0 的关系如图所示。



易错警示 本题若忽略圆柱体的大小,易分析成圆柱体对木板的压力 $F_N = mg \cos \theta$, θ 减小则 F_N 增大,错选 A。

8. AC 【命题点】法拉第电磁感应定律

选项	分析	正误
A	金属棒切割磁感线的有效长度初始不为零,先均匀增加 ($l_1 = l_0 + kt$),然后不变 ($l_2 = l_m$),最后均匀减小 ($l_3 = l_m - kt$)	√
B	$F = Bil$,初始时刻不等于零	×
C	$P = Fv_0 = Bilv_0$, $P-t$ 图像两端为开口向上、不过原点的抛物线,中间为与 t 轴平行的直线	√
D	$U = iR$, $U-t$ 图像与 $i-t$ 图像相似	×

9. BCD 【命题点】机械能

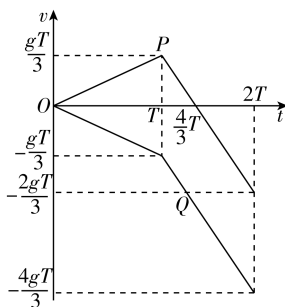
【解析】物体 Q 的加速度大小为

$\frac{g}{3}$,则对系统由牛顿第二定律

有 $m_Q g - m_P g = (m_P + m_Q) \cdot \frac{g}{3}$,

解得 $\frac{m_P}{m_Q} = \frac{1}{2}$, **A 错误**; 设速度

竖直向上为正方向,由题意作



出物体 P 、 Q 运动的速度—时间图像,设 $t=0$ 时刻, P 、 Q 高度

相差为 H ,则可知 $H = \frac{1}{2} \times \frac{4}{3} T \times \frac{gT}{3} = \frac{2}{9} gT^2$,由题意可知

$m_Q g H = E$,则 $m_Q g = \frac{9E}{2gT^2}$, $m_P g = \frac{9E}{4gT^2}$, $t=2T$ 时刻,物体 P 的

速度 $v = \frac{g}{3} \cdot T - gT = -\frac{2gT}{3}$,即 $2T$ 时刻物体 P 的速度大小为

$\frac{2gT}{3}$, **D 正确**; $t=2T$ 时刻,物体 P 重力的功率为 $m_P g \cdot \frac{2gT}{3} =$

$\frac{3E}{2T}$, **C 正确**; 物体 Q 在 $t=T$ 时刻的动能 $E_k = \frac{1}{2} m_Q v_Q^2 = \frac{1}{2} \times$

$\frac{9E}{2g^2 T^2} \times \left(\frac{gT}{3}\right)^2 = \frac{1}{4} E$,此时物体 P 上升距离为 $\frac{3}{4} H$,则物体 Q

距离零势能面 $\frac{1}{4} H$,此时势能为 $E_p = \frac{1}{4} E$,所以 $t=T$ 时刻,物

体 Q 的机械能为 $E_k + E_p = \frac{1}{2} E$,物体 Q 在 $t=T$ 时刻之后只受

重力作用,其机械能守恒, **B 正确**。

10. BD 【命题点】平抛运动的应用

【解析】由于水从喷水嘴喷出后做平抛运动,若 $h_1 = h_2$,

由 $h = \frac{1}{2} g t^2$ 可得 $t_1 = t_2$,水平方向上有 $x = vt$,故 $v_1 : v_2 = x_1 :$

$x_2 = R_1 : R_2$, **A 错误**; 若 $v_1 = v_2$, 则有 $t_1 : t_2 = R_1 : R_2$, 由 $h = \frac{1}{2}gt^2$

可得 $h_1 : h_2 = R_1^2 : R_2^2$, **B 正确**; 若 $v_1 = v_2$, 出水口截面积 S 保持不变, 故每秒钟喷水嘴喷水的流量 $Q = vS$ 保持不变, 由于 $\omega_1 = \omega_2$, 故喷水嘴旋转一周时间相同, 喷出的水总量相同, 但由于内圈和外圈半径不同, 花盆数量不同, 故落入每个花盆的水量不同, **C 错误**; 若 $h_1 = h_2$, 则有 $v_1 : v_2 = R_1 : R_2$, 相同时间内喷出水的流量 $Q_1 : Q_2 = R_1 : R_2$, 花盆数量与内、外圈半径成正比, 又喷水嘴各转动一周落入花盆的水量相同, 则喷水嘴旋转一周的时间相同, 故 $\omega_1 = \omega_2$, **D 正确**。

11. (1) $kh_5(L-L_0) - \frac{1}{2}kh_5^2$ (2分) $\frac{m(h_6-h_4)^2}{8T^2}$ (1分) mgh_5 (1分)

(2) 见解析 (2分)

【命题点】验证机械能守恒定律的实验

【解析】(1) 由题意可知, 打下 A 点时, 弹簧形变量 $\Delta x_1 = L - L_0$, 此时弹簧的弹性势能 $E_{p1} = \frac{1}{2}k(\Delta x_1)^2$, 打下 F 点时, 弹簧形变量 $\Delta x_2 = L - h_5 - L_0$, 此时弹簧的弹性势能 $E_{p2} = \frac{1}{2}k(\Delta x_2)^2$, 弹性势能的减少量 $\Delta E = E_{p1} - E_{p2}$, 代入得 $\Delta E = kh_5(L-L_0) - \frac{1}{2}kh_5^2$; 打下 A 点时钩码速度为零, 设打下 F 点时钩码速度为 v , 有 $v = \frac{h_6-h_4}{2T}$, 故动能的增加量 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - 0 = \frac{m(h_6-h_4)^2}{8T^2}$; 钩码的重力势能增加量 $\Delta E_p = mgh_5$ 。

(2) 弹簧弹性势能一部分转化为钩码、纸带、弹簧的重力势能和动能, 由于纸带与限位孔之间的摩擦阻力或钩码运动过程中的空气阻力做功, 系统机械能减小, 故随着 h 增大, 两条曲线在纵向的间隔逐渐变大。

12. (1) CD (2分) (2) CABDE (3分) L_1 (2分) R_1 (2分)

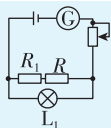
【命题点】电路结构、电路故障分析及多用电表的使用

【解析】(1) S_1 闭合时, L_2 与 R_2 串联这部分被短路, 故电路中只有 L_1 会发光, **A 错误**; 当锅内温度高于 103°C 时, S_1 自动断开, 此时, 电路结构为 L_2 与 R_2 串联在干路中, R_1 、 L_1 串联后与加热电阻 R 并联, $R_L = \frac{U^2}{P} = \frac{2.5^2}{0.6} \Omega \approx 10.4 \Omega$, $R_{\text{并}} = \frac{R(R_1+R_L)}{R+R_1+R_L} = \frac{60 \times (1\,000+10.4)}{60+1\,000+10.4} \Omega \approx 56.6 \Omega$, 此时 $U_{\text{并}} = \frac{R_{\text{并}}}{R_{\text{并}}+R_L+R_2} \cdot E \approx 11.7 \text{ V}$, 流过 L_1 的电流 $I_1 = \frac{U_{\text{并}}}{R_1+R_L} \approx 11.6 \text{ mA} < 30 \text{ mA}$, 流过 L_2 的电流 $I_2 = \frac{E}{R_{\text{并}}+R_L+R_2} \approx 206 \text{ mA} > 30 \text{ mA}$, 故此时 L_1 不亮, L_2 亮, **B 错误**; 保温过程中, 当温度低于 70°C , S_2 自动闭合, 电路处于加热状态, 当温度达到 80°C , S_2 自动断开, **C 正确**; 当温度低于 70°C 时, S_2 自动闭合, 电路结构与 S_1 闭合时情况相同, **D 正确**。

(2) 多用电表使用时, 先进行机械调零, 使用欧姆挡时, 应先选择倍率, 再进行欧姆调零, 然后开始测电阻, 最后将选择开关置于 OFF 位置或交流电压最高挡, 故正确步骤为

CABDE。题图 3 所示阻值为 $1\ 060\ \Omega$ 左右,应该是 R_1 与 R 串联后的阻值,故可判断是 **L_1 断路**;题图 4 所示阻值非常小,应该是 L_1 的阻值,又因电饭煲加热和保温功能正常,则可判断是 **R_1 断路**。

名师延展 利用欧姆挡检测电路故障的技巧:画出等效电路,当两表笔接在 L_1 两端时,其等效电路如图,这样结合题目信息,判断会更加直观。



13. (1) $5-5k$ (m/s), 方向水平向右 $\frac{10-20k}{3}$ (m/s), 方向水平向右 (2) 1.875 m

【命题点】动量守恒定律、功能关系的综合应用

【解析】(1) A 与 B 碰撞后粘在一起形成新滑板,规定向右为正方向,根据动量守恒定律有

$$m_A v_0 - m_B \cdot kv_0 = (m_A + m_B) v_1 \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = \frac{10-20k}{3} \text{ (m/s)} \quad (1\text{ 分})$$

由于 $0 < k < 0.5$, 所以 $v_1 > 0$, 即新滑板的速度 **方向水平向右**

(1 分)

C 与 D 碰撞后粘在一起形成新物块,规定向右为正方向,根据动量守恒定律有 $m_C v_0 - m_D \cdot kv_0 = (m_C + m_D) v_2$ (1 分)

$$\text{解得 } v_2 = 5-5k \text{ (m/s)} \quad (1\text{ 分})$$

由于 $0 < k < 0.5$, 所以 $v_2 > 0$, 即新物块的速度 **方向水平向右**

(1 分)

(2) 若 $k = 0.5$, 代入(1)的结果得 $v_1 = 0, v_2 = 2.5\text{ m/s}$ (1 分)

新物块与新滑板组成的系统动量守恒,从碰撞后到新物块与新滑板达到共速的过程中,根据动量守恒定律有

$$(m_C + m_D) v_2 = (m_A + m_B + m_C + m_D) v_{\text{共}} \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_{\text{共}} = 1\text{ m/s} \quad (1\text{ 分})$$

根据功能关系有 $\frac{1}{2} (m_C + m_D) v_2^2 = \mu (m_C + m_D) g x_{\text{相}} +$

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B + m_C + m_D) v_{\text{共}}^2 \quad (1\text{ 分})$$

解得相对静止时两者的相对位移大小 $x_{\text{相}} = 1.875\text{ m}$ (1 分)

14. (1) $\left(\frac{2\pi m E_0}{q B_0^2}, \frac{\pi^2 m E_0}{2q B_0^2} \right)$ (2) $\frac{2\pi^2 m E_0^2}{B_0^2}$ (3) $\frac{\pi m}{2q B_0}$ 或 $\frac{13\pi m}{3q B_0}$

【命题点】带电粒子在电场、磁场中的运动

【解析】(1) 电场沿 y 轴正方向,粒子初速度为零,由题图 2 可知,在 $0 \sim \frac{\pi m}{q B_0}$ 时间内,粒子沿 y 轴正方向做匀加速直线运动,粒子沿 y 轴正方向的位移 $y_1 = \frac{1}{2} a_1 t_0^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q E_0}{m} \cdot \left(\frac{\pi m}{q B_0} \right)^2 =$

$$\frac{\pi^2 m E_0}{2q B_0^2} \quad (1\text{ 分})$$

$$\text{粒子在 } t = \frac{\pi m}{q B_0} \text{ 时刻的速度 } v_1 = a_1 t_0 = \frac{q E_0}{m} \cdot \frac{\pi m}{q B_0} = \frac{\pi E_0}{B_0} \quad (1\text{ 分})$$

在 $\frac{\pi m}{q B_0} \sim \frac{2\pi m}{q B_0}$ 时间内,只有磁场,粒子做匀速圆周运动,

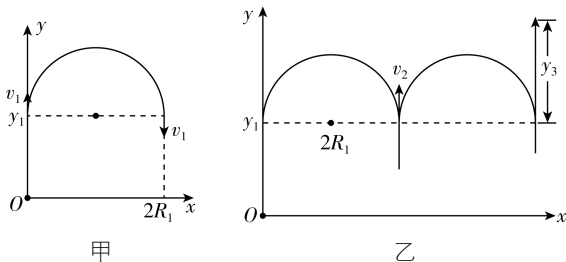
$$\text{粒子做匀速圆周运动的周期 } T = \frac{2\pi m}{q B_0},$$

粒子做圆周运动的时间为 $\frac{\pi m}{qB_0} = \frac{T}{2}$ (1分)

粒子做圆周运动的轨迹半径 $R_1 = \frac{mv_1}{qB_0} = \frac{\pi m E_0}{qB_0^2}$,

粒子在 $0 \sim \frac{2\pi m}{qB_0}$ 时间内的运动轨迹如图甲所示, 可知粒子在

$t = \frac{2\pi m}{qB_0}$ 时刻的位置坐标为 $\left(\frac{2\pi m E_0}{qB_0^2}, \frac{\pi^2 m E_0}{2qB_0^2} \right)$ (1分)



(2) 粒子在 $0 \sim \frac{5\pi m}{qB_0}$ 时间内的运动轨迹如图乙所示,

$0 \sim \frac{\pi m}{qB_0}$ 时间内, 静电力对粒子做功 $W_1 = qE_0 y_1 = \frac{\pi^2 m E_0^2}{2B_0^2}$ (1分)

$\frac{2\pi m}{qB_0} \sim \frac{3\pi m}{qB_0}$ 时间内, 粒子沿 y 轴正方向的位移 $y_2 = -v_1 t_0 +$

$\frac{1}{2} a_2 t_0^2 = -v_1 \cdot \frac{\pi m}{qB_0} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2qE_0}{m} \cdot \left(\frac{\pi m}{qB_0} \right)^2 = 0$ (1分)

则 $\frac{2\pi m}{qB_0} \sim \frac{3\pi m}{qB_0}$ 时间内, 静电力对粒子做功 $W_2 = 0$,

粒子在 $t = \frac{3\pi m}{qB_0}$ 时刻的速度 $v_2 = v_1$,

$\frac{4\pi m}{qB_0} \sim \frac{5\pi m}{qB_0}$ 时间内, 粒子沿 y 轴正方向的位移 $y_3 = -v_2 t_0 +$

$\frac{1}{2} a_3 t_0^2 = -v_2 \cdot \frac{\pi m}{qB_0} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3qE_0}{m} \cdot \left(\frac{\pi m}{qB_0} \right)^2 = \frac{\pi^2 m E_0}{2qB_0^2}$ (1分)

粒子在 $t = \frac{5\pi m}{qB_0}$ 时刻的速度 $v_3 = -v_2 + a_3 t_0 = -v_2 + \frac{3qE_0}{m} \cdot \frac{\pi m}{qB_0} =$

$\frac{2\pi E_0}{B_0}$ (1分)

则 $\frac{4\pi m}{qB_0} \sim \frac{5\pi m}{qB_0}$ 时间内, 静电力对粒子做功 $W_3 = 3E_0 q y_3 =$

$\frac{3\pi^2 m E_0^2}{2B_0^2}$ (1分)

则 $0 \sim \frac{6\pi m}{qB_0}$ 时间内, 静电力对粒子所做的功为

$W = W_1 + W_2 + W_3 = \frac{2\pi^2 m E_0^2}{B_0^2}$ (1分)

(3) 根据(1)问中解析有 $M_x = 4R_1, M_y = \frac{1}{2} y_1$,

①若粒子到达 M 点之前, 在磁场中已经过两个半圆, 则释放时

刻一定在 $0 \sim \frac{\pi m}{qB_0}$ 时间内, 若在 $0 \sim \frac{\pi m}{qB_0}$ 之间的 t 时刻释放粒子,

粒子运动轨迹如图丙所示, 有

$v_1' = a_1 (t_0 - t)$

$$y_1' = \frac{1}{2} a_1 (t_0 - t)^2,$$

$$r_1 = \frac{mv_1'}{qB_0} = \frac{E_0}{B_0} \left(\frac{\pi m}{qB_0} - t \right),$$

$$v_2' = -v_1' + a_2 t_0 = -\frac{E_0 q}{m} (t_0 - t) +$$

$$\frac{2E_0 q}{m} t_0 = \frac{E_0 q}{m} (t_0 + t) =$$

$$\frac{E_0 q}{m} \left(\frac{\pi m}{qB_0} + t \right),$$

$$r_2 = \frac{mv_2'}{qB_0} = \frac{E_0}{B_0} \left(\frac{\pi m}{qB_0} + t \right),$$

$$y_2' = -v_1' t_0 + \frac{1}{2} a_2 t_0^2,$$

$$\text{所以 } 2(r_1 + r_2) = \frac{4\pi m E_0}{qB_0^2} = M_x \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{整理发现 } y_1' + y_2' = \frac{1}{2} a_1 (t_0^2 + t^2) = \frac{\pi^2 E_0 m}{2B_0^2 q} + \frac{E_0 q}{2m} t^2 > \frac{1}{2} y_1 = \frac{E_0 \pi^2 m}{4qB_0^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以需满足 } y_1' + y_2' - \frac{1}{2} y_1 \leq \frac{v_2'^2}{2a_3} = \frac{v_2'^2}{\frac{6E_0 q}{m}}, \text{ 代入数据解不等式,}$$

$$\text{当 } t = \frac{\pi m}{2qB_0} \text{ 时不等式成立} \quad (1 \text{ 分})$$

②若粒子到达 M 点前只经过一个半圆,则粒子在磁场中运

动的轨迹半径 $r = \frac{M_x}{2} = \frac{2\pi E_0 m}{qB_0^2}$, 由 $r = \frac{mv}{qB_0}$ 得, 经第一次电场加

速的末速度 $v = \frac{2\pi E_0}{B_0}$, 则粒子在 $0 \sim \frac{\pi m}{qB_0}$ 时间内释放不可能,

如果在 $\frac{2\pi m}{qB_0} \sim \frac{3\pi m}{qB_0}$ 时间内释放, 则第一次在电场中加速的时

间 $t_1 = \frac{v}{a_2} = \frac{\pi m}{qB_0} = t_0$, 即在 $t = \frac{2\pi m}{qB_0}$ 时释放符合条件, 但在此情

况下, $y_1'' = \frac{1}{2} a_2 t_0^2$, 经过一个半圆后在电场中减速至速度为

零的位移大小为 $s = \frac{v^2}{2a_3}$, $v = a_2 t_0$, 联立有 $y_1'' - s = \frac{E_0 \pi^2 m}{3qB_0^2} > M_y$,

故此情况下无法到达 M 点, 所以考虑在 $\frac{4\pi m}{qB_0} \sim \frac{5\pi m}{qB_0}$ 时间内

释放, 假设粒子第一次在电场中加速的时间为 t_2 , 则 $t_2 =$

$\frac{v}{a_3} = \frac{2\pi m}{3qB_0}$, 在此种情况下, $y_1''' = \frac{1}{2} a_3 t_2^2$, 经过一个半圆后在电

场中减速至速度为零的位移大小为 $s' = \frac{(a_3 t_2)^2}{2a_4}$, 联立有

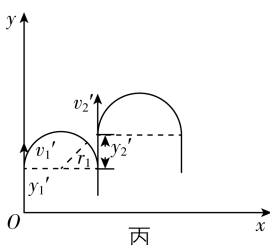
$$y_1''' - s' = \frac{\pi^2 E_0 m}{6qB_0^2} < M_y \quad (1 \text{ 分})$$

故此情况下粒子能在 M 点被吸收, 所以粒子释放时刻为 $t =$

$$\frac{5\pi m}{qB_0} - t_2 = \frac{13}{3} \cdot \frac{\pi m}{qB_0} \quad (1 \text{ 分})$$

综上可知, 在 $t = \frac{\pi m}{2qB_0}$ 或 $t = \frac{13\pi m}{3qB_0}$ 时刻释放的粒子在电场存

在期间被捕获 (1 分)



15. (1) 增大(2分) 升高(2分)

【命题点】理想气体状态变化

【解析】假设气球内部气体和气球外部气体的温度不变,当气球内部的气体缓慢释放到气球外部时,由于气球内部气体压强大于外部压强,根据玻意耳定律 $pV=C$ 可知气球内的气体释放到外部时体积增大,相当于容器的体积增大,而容器的体积无法改变,假设将扩大体积的容器绝热压缩到原来容器的体积即可,气体绝热压缩,与外界无热交换,即 $Q=0$,外界对气体做功,即 $W>0$,根据绝热情况下的热力学第一定律 $\Delta U=W$ 可知气体内能增加,温度升高。由于气球缓慢漏气过程可视为将扩大体积的容器绝热压缩到原来容器的体积,此过程气球外部原气体的体积减小,温度升高,根据理想气体状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ 可知气体压强增大。

$$(2)(i) 2p_0 \quad \frac{2}{3}p_0 \quad (ii) \frac{4p_0 S}{3g}$$

【命题点】玻意耳定律

【解析】(i) 气体发生等温变化,对上部分气体,由玻意耳定律有 $p_0 SL_0 = p_1 S \cdot \frac{L_0}{2}$ (1分)

$$\text{解得 } p_1 = 2p_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{对下部分气体,由玻意耳定律有 } p_0 SL_0 = p_2 S \cdot \frac{3}{2}L_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p_2 = \frac{2}{3}p_0 \quad (1 \text{ 分})$$

$$(ii) \text{ 稳定时,对“H”型连杆受力分析有 } (p_1 S - p_2 S) - mg = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } m = \frac{4p_0 S}{3g} \quad (2 \text{ 分})$$

16. (1) 2(2分) 0.55(2分)

【命题点】机械振动和机械波

【解析】由 P 的振动图像可知 P 的振动周期 $T=0.2 \text{ s}$, 波长 $\lambda=vT=10 \times 0.2 \text{ m} = 2 \text{ m}$ 。振动形式从 P 传到 Q , 所需时间

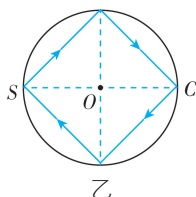
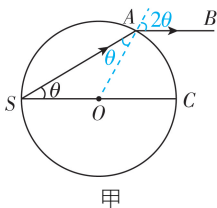
$$t_1 = \frac{x_{PQ}}{v} = \frac{5}{10} \text{ s} = 0.5 \text{ s}, \text{ 即 } Q \text{ 质点在 } 0.5 \text{ s 时起振, 而由 } P \text{ 的振动图像可知各质点起振方向均沿 } y \text{ 轴正方向, 故 } Q \text{ 第一次}$$

$$\text{到达正向最大位移处所用时间 } t = t_1 + \frac{T}{4} = 0.55 \text{ s}。$$

$$(2)(i) \sqrt{3} \quad (ii) \frac{4\sqrt{6}R}{c}$$

【命题点】光的折射和全反射

【解析】(i) 作出光路图如图甲所示, 由折射定律可知 $n = \frac{\sin 2\theta}{\sin \theta} = \sqrt{3}$ (2分)



(ii) 当光在玻璃球内的运动路径为正三角形时, 路径最短, 但

此时光在玻璃球内不发生全反射,故考虑光的运动路径为正方

形,如图乙所示,由全反射知识可知 $\sin C = \frac{1}{n} = \frac{\sqrt{3}}{3} < \frac{\sqrt{2}}{2}$ (2分)

光线可在玻璃球内发生全反射,回到 S 点最短时间 $t_{\min} = \frac{4\sqrt{2}R}{v}$
(2分)

又 $n = \frac{c}{v}$, 所以 $t_{\min} = \frac{4\sqrt{6}R}{c}$ (2分)