

1. D 【命题点】对衰变及半衰期的理解

选项	分析	正误
A	放射性元素经过一段时间后剩下的质量 $m_{\text{剩}} = m_{\text{原}} \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{\tau}}$,其中 t 为经过的时间, τ 为该元素的半衰期, 经过两个完整的半衰期后, $m_{\text{剩}} = \frac{1}{4} m_{\text{原}}$	×
B	原子核衰变时电荷数和质量数都守恒	×
C	放射性元素的半衰期是由原子核内部自身因素决定的, 不会受到压力、温度或浓度的影响	×
D	过量放射性辐射对人体组织有较强的破坏作用, 但辐射强度在安全剂量内则没有伤害	✓

易错警示 本题容易认为改变压力、温度或浓度, 会影响放射性元素的半衰期, 错选 C。

2. D 【命题点】 $p-x$ 图像

【解析】 因为质点做初速度为零的匀加速直线运动, 根据运动学公式可得 $v^2 = 2ax$, 质点的动量为 $p = mv$, 整理可得 $p = m\sqrt{2ax}$, 其中质量 m 为定值, 又因为质点的加速度 a 恒定, **D** 正确。

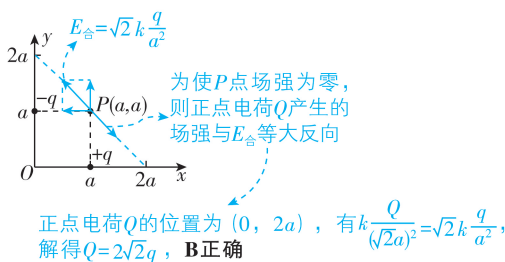
易错警示 本题推导过程中可能会得到 $p^2 = m^2 \cdot 2ax$, 如果不对结果讨论的话, 易错选为 C, 因为该质点沿 x 轴正方向做初速度为零的匀加速直线运动, 所以动量恒为正, 故应选 D。

3. C 【命题点】牛顿第二定律和机车启动问题

【解析】 若动车组匀加速启动, 加速度 a 恒定, 设牵引力为 F , 对动车组受力分析可得 $F - kv = ma$, 且 $v = at$, 则 $F = ma + kat$, 故牵引力 F 随时间均匀增加, **A** 错误; 若四节动力车厢输出功率都为额定值, 即 $4P = Fv$, 又 $F - kv = ma$, 联立可得 $a = \frac{1}{m} \cdot \left(\frac{4P}{v} - kv \right)$, 可以看出随着 v 的增加, 加速度 a 是减小的, **B** 错误; 动车组最后匀速行驶时牵引力 $F' = kv$, 若四节动力车厢输出的总功率为 $2.25P$, 匀速行驶时有 $2.25P = F'v$, 联立可得 $2.25P = kv^2$, 同理可得当四节动力车厢输出的总功率为 $4P$ 时, 动车组最后匀速行驶时牵引力 $F = kv_m$, 又 $4P = Fv_m$, 联立可得 $4P = kv_m^2$, 联立可得 $v = \frac{3}{4}v_m$, **C** 正确; 若四节动力车厢输出功率均为额定值, 动车组从静止启动, 经过时间 t 达到最大速度 v_m , 则这一过程由动能定理可得 $4Pt - W = \frac{1}{2}mv_m^2$, 解得克服阻力做的功为 $W = 4Pt - \frac{1}{2}mv_m^2$, **D** 错误。

刷有所得 当题目中说某一个物理量为恒定值时(A、B项),一定要想办法找到该物理量和已知量之间关系的表达式来讨论,判断该物理量是否是恒定不变的。

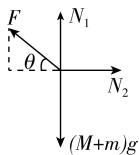
4. B 【命题点】点电荷形成的电场的叠加问题



关键点拨 解答本题的关键是P点的场强为零,P点的场强是三个点电荷场强的叠加,任意一个点电荷场强与其余两个点电荷场强的合场强等大反向。

5. C 【命题点】动态平衡中力的分析

【解析】对小滑块进行受力分析,设小滑块与圆心的连线与竖直方向的夹角为 θ ,凹槽对小滑块的支持力为 N ,则有 $F = mg \sin \theta$, $N = mg \cos \theta$, θ 由 0° 增加到 90° 的过程中,推力 F 一直增大,凹槽对小滑块的支持力 N 一直减小, A、B 错误;对凹槽和小滑块整体进行受力分析,如图所示,设地面对凹槽的支持力为 N_1 ,墙面对



凹槽的压力为 N_2 ,则由平衡条件可得 $N_2 = F \cos \theta$, $N_1 + F \sin \theta = (M+m)g$,联立可得 $N_2 = \frac{1}{2}mg \sin 2\theta$, $N_1 = Mg + mg \cos^2 \theta$,可知 N_2 先增大后减小, N_1 一直减小,C 正确,D 错误。

刷有所得 求系统的内力,一般采用隔离法分析,如A、B项;求系统的外力,一般采用整体法(此时内力不考虑),如C、D项。

6. A 【命题点】理想变压器的性质及动态电路分析

【解析】设C、D端接入的电压为 U ,变压器原、副线圈两端的电压、电流分别为 U_1 、 U_2 和 I_1 、 I_2 ,副线圈所接电路的电阻为 $R_{\text{并}}$,变压器原线圈两端的电压为 $U_1 = U - I_1 R_0$,由变压器原理可得 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$,又 $U_2 = I_2 R_{\text{并}}$,联立可得 $R_{\text{并}} = \frac{n_2^2}{n_1^2} \cdot \frac{U}{I_1} - \frac{n_2^2}{n_1^2} \cdot R_0$, $U_2 = \frac{n_2}{n_1}(U - R_0 I_1)$,滑动变阻器的滑片从a端滑动到b端的过程中, $R_{\text{并}}$ 先增大后减小,由上式可知 I_1 先减小后增大,流过灯泡 L_1 的电流为 I_1 ,所以灯泡 L_1 先变暗后变亮,故 U_2 先增大后减小, I_2 先减小后增大;滑动变阻器的滑片从a端滑到中点的过程中, U_2 增大,灯泡 L_2 所在支路的电阻($R_0 + R_b$)减小,所以流过灯泡 L_2 的电流增大, L_2 变亮;滑动变阻器的滑片从中点滑到b端的过程中, U_2 减小, I_2 增大,电阻 R_0 所在支路的电阻($R_0 + R_a$)增大,所以流过 R_0 所在支路的电流减小,则流过灯泡 L_2 所在支路的电流增大, L_2 变亮,故 L_2 一直变亮,A 正确。

快解 设原线圈两端电压为 U_1 , 副线圈两端电压为 U_2 , 则 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$, 设原线圈中电流为 I_1 , 副线圈中电流为 I_2 , 则 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$, 设原线圈的等效电阻为 $R_{\text{负}} = \frac{U_1}{I_1}$, 而副线圈中的总电阻 $R_{\text{副}} = \frac{U_2}{I_2}$, 联立可得 $R_{\text{负}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_{\text{副}}$, 滑片由 a 向 b 滑时, $R_{\text{副}}$ 先变大再变小, 即 $R_{\text{负}}$ 先变大再变小, 则原线圈中电流 $I_1 = \frac{U_{CD}}{R_{L1} + R_{\text{负}}}$ 先变小再变大, 故 L_1 先变暗再变亮; 将 L_2 所在支路以外部分等效为电源, 副线圈中 L_2 所在的支路电阻一直变小, 所以该支路电流一直变大, 故 L_2 一直变亮, 故 A 正确。

刷有所得 $R_{\text{负}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 R_{\text{副}}$, 原线圈的等效电阻可以用副线圈的总阻值表示, 可以大大简化电路。

7. AC 【命题点】结合空间站考查万有引力定律的应用

【解析】 根据题意可得核心舱绕地球飞行的轨道半径为 $r = \frac{17}{16}R$, R 为地球半径, 设地球质量为 M , 核心舱质量 m , 则在地面时受到的万有引力为 $F = G \frac{Mm}{R^2}$, 在轨道上受到地球的万有引力为 $F' = G \frac{Mm}{r^2}$, 联立可得 $\frac{F'}{F} = \left(\frac{16}{17}\right)^2$, **A 正确**; 核心舱绕地球在轨飞行时, 万有引力提供向心力, 即 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, r 越大, v 越小, 核心舱在地球表面附近飞行时速度最大, 为第一宇宙速度 7.9 km/s , 故核心舱在轨道上飞行的速度小于 7.9 km/s , **B 错误**; 核心舱绕地球飞行时, 有 $G \frac{Mm}{r^2} = m r \frac{4\pi^2}{T^2}$, 得 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$, 轨道半径 r 越小, 周期越小, 同步卫星的轨道离地高度大约为 $5.6R$, 核心舱的轨道半径小于同步卫星的轨道半径, 因此周期一定小于 24 h , **C 正确**; 加挂实验舱后, 根据万有引力定律可知, $\frac{GM(m+\Delta m)}{r^2} = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot (m+\Delta m)r$, 可知加挂实验舱后并不影响核心舱的轨道半径, **D 错误**。

刷有所得 卫星绕地球稳定运行时, 万有引力提供向心力, 即 $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m r \frac{4\pi^2}{T^2}$, 可得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$, 即“高轨低速长周期”。直接应用此结论, 可使解题更简捷。

8. ABD 【命题点】结合 $a-t$ 图像考查动量定理、动量守恒定律

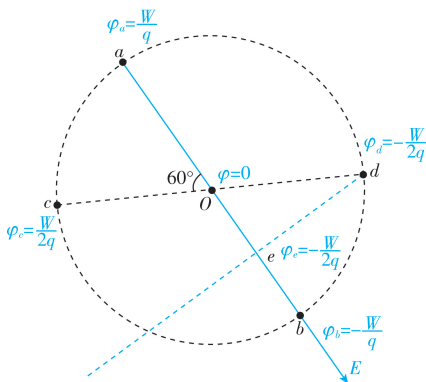
【解析】 0 到 t_1 时间内水平方向 A 仅受弹簧弹力的作用, 由动量定理可知, 弹簧弹力对 A 的冲量 $I_{\text{弹}} = m_A v_0$, 而 B 物体始终处于平衡状态, 所以墙对 B 的冲量 $I = I_{\text{弹}} = m_A v_0$, **A 正确**; 分析

运动过程可知在 t_1 时刻 B 将离开墙面向右运动,由 $a-t$ 图像可知, t_1 后任意时刻 $a_A < a_B$ ($a_A = a_B = 0$ 除外), A 的加速度 $a_A = \frac{F_{\text{弹}}}{m_A}$, B 的加速度 $a_B = \frac{F_{\text{弹}}}{m_B}$, 可得 $m_A > m_B$, **B 正确**; 系统静止时 ($t=0$) 弹簧的弹性势能最大, 此时形变量为 x , 当 B 运动后, 由于 A 、 B 系统动量守恒, 合动量方向水平向右, 任意时刻 A 、 B 的速度不可能同时为零, 即总动能不可能为零, 由机械能守恒, 可知弹簧的弹性势能始终小于初始时刻 ($t=0$) 的弹性势能, 故最大形变量一定小于 x , **C 错误**; $a-t$ 图像中, 图线与 t 轴围成图形的面积表示物体的速度变化量, 故 $v_0 = S_1$, B 离开墙面后, A 、 B 和弹簧组成的系统动量守恒, t_2 时刻, 弹簧第一次达到最大伸长量, 此时 A 、 B 共速, 均为 $S_3 = v_B = v_A$, $t_1 \sim t_2$ 时间内, A 的速度减少量为 S_2 , 故 $S_1 - S_2 = S_3$, **D 正确**。

易错警示 $a-t$ 图像中, 图线与时间轴所围面积表示速度变化量, 而不是瞬时速度, 对该结论的理解至关重要。

9. AB 【命题点】匀强电场中的电势分布、电场力做功等

【解析】如图, 由题意可知 $U_{ab} = \frac{2W}{q}$, $U_{cd} = \frac{W}{q}$, O 点为圆心, 由等分线段定理可知 $U_{ao} = \frac{1}{2}U_{ab} = \frac{W}{q}$, $U_{ob} = \frac{1}{2}U_{ab} = \frac{W}{q}$, 同理 $U_{co} = \frac{W}{2q}$, $U_{od} = \frac{W}{2q}$, 设 O 点的电势为零, 则可得 $\varphi_a = \frac{W}{q}$, $\varphi_b = -\frac{W}{q}$, $\varphi_c = \frac{W}{2q}$, $\varphi_d = -\frac{W}{2q}$, 在 ab 线段上取一四等分点 e , 则 $\varphi_e = -\frac{W}{2q}$, 连接 ed 即为等势线, 由几何知识可知 de 垂直于 ab , 则 ab 为该电场的一条电场线, **A 正确**; 将该粒子从 d 点移动到 b 点, 电场力做功为 $W_{db} = (\varphi_d - \varphi_b)q = 0.5W$, **B 正确**; 因为 $\varphi_a = \frac{W}{q} > \varphi_c = \frac{W}{2q}$, **C 错误**; 若只受电场力, 从 d 点射入圆形电场区域的带电粒子如果速度方向与电场线方向平行, 则该带电粒子做匀变速直线运动, **D 错误**。



学霸解题·技巧 天津大学 贾子辰

当不清楚某点的电势时, 可以设任一点电势为零, 找到其余点与该点间的电势差, 即可表示其余点的电势。带电粒子仅在电场力作用下做直线运动的条件: 电场力与速度方向平行。

10. CD 【命题点】平抛运动与有界的磁场相结合的问题

【解析】金属框在进入磁场前做平抛运动,竖直方向做自由落体运动,刚进入磁场时,竖直方向速度 $v_y = \sqrt{2gH}$,因为金属框匀速通过磁场,有 $mg = BIL$,又 $I = \frac{BLv_y}{R}$,联立可得 $mg = \frac{B^2 L^2 \sqrt{2gH}}{R}$,即 B^2 与 \sqrt{H} 成反比, **A 错误**;第一个金属框刚进入磁场时,下边切割磁感线,根据右手定则可知金属框中产生逆时针方向电流,而当第一个金属框离开磁场过程中,上边切割磁感线,根据右手定则可知,金属框中产生顺时针方向电流,即通过磁场过程中,金属框中电流的方向发生了变化, **B 错误**;通过磁场的过程中,组合体速度不变、合外力做功为零,即克服安培力做功的功率与重力做功的功率相等, **C 正确**;组合体匀速通过磁场产生的热量与重力势能的减少量相等,组合体通过磁场的过程重力势能减少量不变,故其通过磁场过程中产生的热量不变, **D 正确**。

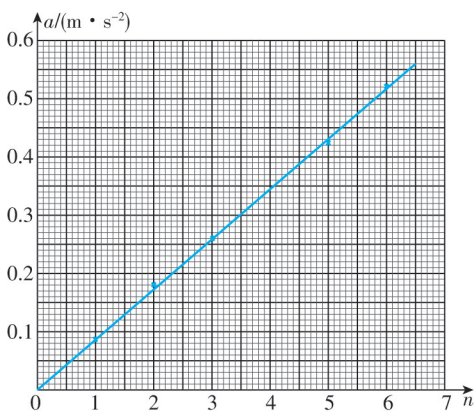
▶ **关键点拨** 解答本题的关键是金属框在磁场中做匀速运动合外力为零,即安培力与重力等大反向。

11. (1) 1.02(2分) (5) 见解析(2分) 0.345(2分)

【命题点】探究加速度与物体所受合外力的关系

【解析】(1)由题图(b)可知,游标尺是10分度的,游标尺的精度是0.1 mm,游标卡尺示数为10 mm + 2 × 0.1 mm = 10.2 mm = **1.02 cm**;

(5)根据表中数据描点,绘制图像如图所示,根据图像可以得出第4组数据中加速度大小为 $a = \mathbf{0.345 \text{ m/s}^2}$ 。



12. (2) b(2分) (4) $\frac{r_0}{k}$ (2分) $d \frac{r_0}{k} - R_0 - R_A$ (2分)

(5)见解析(3分)

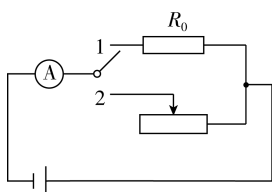
【命题点】测定电池的电动势和内阻实验

【解析】(2)为了保护电路,开关闭合前,金属夹应夹在电阻丝的 **b** 端;

(4)根据闭合电路欧姆定律可得 $E = I(R_0 + R_A + r + \theta r_0)$,整理可得 $\frac{1}{I} = \frac{R_0 + R_A + r}{E} + \frac{r_0}{E} \theta$,结合题图(b)可得 $\frac{R_0 + R_A + r}{E} = d$, $\frac{r_0}{E} = k$,解得该电池电动势为 $E = \frac{r_0}{k}$,内阻为 $r = d \frac{r_0}{k} - R_0 - R_A$;

(5)利用等效法测量单位角度对应电阻丝的阻值,则有 $r_0 =$

$\frac{R_0}{\theta}$, 实验电路图如图所示。



13. (1) $\frac{mv}{qr_1}$ (2) $\frac{mv}{qr_2}$, 垂直纸面向里 πr_2^2 (3) $\frac{mv}{qr_3}$ $\frac{mv}{qr_4}$
 $\left(\frac{\pi}{2}-1\right)r_3^2$ $\left(\frac{\pi}{2}-1\right)r_4^2$

【命题点】带电粒子在匀强磁场中的运动

【解析】(1) 根据题意可知带电粒子流在匀强磁场中做匀速圆周运动的轨迹半径为 $r=r_1$ (1分)

根据牛顿第二定律有 $qvB_1 = \frac{mv^2}{r_1}$ (1分)

可得该磁场的磁感应强度大小 $B_1 = \frac{mv}{qr_1}$ (1分)

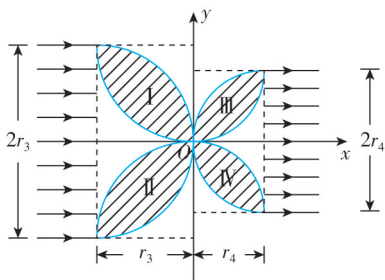
(2) 要使汇聚到 O 点的带电粒子流经过虚线框后宽度变为 $2r_2$, 并沿 x 轴正方向射出, 根据左手定则可知虚线框内磁场的磁感应强度方向垂直纸面向里 (1分)

根据题意可知, 在虚线框内带电粒子流在磁场中做圆周运动的轨迹半径为 r_2 , 根据牛顿第二定律有 $qvB_2 = \frac{mv^2}{r_2}$ (1分)

可得虚线框内磁场的磁感应强度大小 $B_2 = \frac{mv}{qr_2}$ (1分)

该磁场区域最小面积 $S_{\min} = \pi r_2^2$ (1分)

(3) 要使带电粒子流汇聚到 O 点, 并能在经过Ⅲ和Ⅳ后沿 x 轴正方向射出, 则磁场边界一定经过原点 O , 发生磁聚焦时, 粒子入射方向一定垂直边界圆圆心与会聚点所连的半径, 则磁场边界圆圆心一定在 y 轴上, 且位于正方形边界的顶点, 从最上端(或最下端)入射的粒子运动的弧长最长, 该圆弧即为磁场区域的另一条边界, 磁场分布如图所示。



在虚线框 I 内带电粒子流在磁场中做圆周运动的轨迹半径为 r_3 , 根据牛顿第二定律有 $qvB_3 = \frac{mv^2}{r_3}$ (1分)

可得该磁场的磁感应强度大小 $B_3 = \frac{mv}{qr_3}$ (1分)

在虚线框 III 内带电粒子流在磁场中做圆周运动的轨迹半径为 r_4 , 根据牛顿第二定律有 $qvB_4 = \frac{mv^2}{r_4}$ (1分)

可得该磁场的磁感应强度大小 $B_4 = \frac{mv}{qr_4}$ (1分)

在虚线框 II 内带电粒子流在磁场中做圆周运动的轨迹半

径为 r_3 , 最长轨迹为 $\frac{1}{4}$ 圆弧, 该磁场区域的面积

$$S_2 = 2 \times \left(\frac{1}{4} \pi r_3^2 - \frac{1}{2} r_3^2 \right) = \left(\frac{\pi}{2} - 1 \right) r_3^2 \quad (1 \text{ 分})$$

在虚线框 IV 内带电粒子流在磁场中做圆周运动的轨迹半径为 r_4 , 最长轨迹为 $\frac{1}{4}$ 圆弧, 该磁场区域的面积

$$S_4 = 2 \times \left(\frac{1}{4} \pi r_4^2 - \frac{1}{2} r_4^2 \right) = \left(\frac{\pi}{2} - 1 \right) r_4^2 \quad (1 \text{ 分})$$

刷有所得 分析带电粒子在磁场中的运动情况时, 一般是先确定圆心位置, 根据几何关系求半径, 结合洛伦兹力提供向心力求解未知量。

14. (1) $\sqrt{2\mu gL}$ (2) $x^2 - 8\mu Ly + 4y^2 = 0$, 其中 $0 \leq x \leq 2\mu L, \mu L \leq y \leq 2\mu L$ (3) $\frac{(3\lambda - 1)\mu L}{\lambda - 3} < h \leq \frac{4(\lambda^2 + \lambda + 1)\mu L}{(1 - \lambda)^2}$

【命题点】运动学综合问题

【解析】(1) A 从倾斜轨道上距 x 轴高度为 $2\mu L$ 的位置由静止开始下滑到 O 过程中, 根据动能定理可得

$$mg \cdot 2\mu L - \mu mgL = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \quad (2 \text{ 分})$$

可得 A 经过 O 点时的速度大小 $v = \sqrt{2\mu gL}$ (1 分)

(2) 小物块 A 从 O 点落在弧形轨道 PQ 上的过程中做平抛运动, 设水平位置坐标为 x , 竖直位置坐标为 y , 则有 $x = v_0 t$,

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1 \text{ 分})$$

根据动能定理可得 $mg y = E_k - \frac{1}{2}mv_0^2$ (1 分)

小物块 A 从 O 点落在弧形轨道上 P 点时,

$$\text{有 } \mu L = \frac{1}{2}gt^2, 2\mu L = v_p t \quad (1 \text{ 分})$$

根据动能定理可得 $mg \cdot \mu L = E_k - \frac{1}{2}mv_p^2$ (1 分)

联立可得 $x^2 - 8\mu Ly + 4y^2 = 0$, 其中 $0 \leq x \leq 2\mu L, \mu L \leq y \leq 2\mu L$ (2 分)

(3) A 沿倾斜轨道由静止开始下滑到经过 O 点过程中, 根据动能定理可得

$$mgh - \mu mgL = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0 \quad (1 \text{ 分})$$

A 与 B 发生弹性碰撞, 根据动量守恒、机械能守恒, 有

$$mv_1 = \lambda mv_B - mv_2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}\lambda mv_B^2 + \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

由题意知 A 与 B 碰撞后 A 会反弹, A 反弹后再回到 O 点的过程中, 根据动能定理有

$$-\mu mg \cdot 2L = \frac{1}{2}mv_3^2 - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (1 \text{ 分})$$

由于 A 落在 B 落点的右侧, 则有 $v_3 > v_B$,

联立可得 $h > \frac{(3\lambda - 1)\mu L}{\lambda - 3}$,

要使 A 和 B 均能落在弧形轨道上, 则有 $v_3 \leq \sqrt{2\mu gL}$,

$$\text{联立可得 } h \leq \frac{4(\lambda^2 + \lambda + 1)\mu L}{(1 - \lambda)^2},$$

$$\text{由题意知 } \lambda \geq 5, \text{ 有 } \frac{(3\lambda - 1)\mu L}{\lambda - 3} < \frac{4(\lambda^2 + \lambda + 1)}{(1 - \lambda)^2} \mu L \quad (1 \text{ 分})$$

则 A 下滑的初始位置距 x 轴高度的取值范围为

$$\frac{(3\lambda - 1)\mu L}{\lambda - 3} < h \leq \frac{4(\lambda^2 + \lambda + 1)\mu L}{(1 - \lambda)^2} \quad (1 \text{ 分})$$

一题多解 (1) 小物块 A 由静止开始下滑到倾斜轨道底端, 根据牛顿第二定律可得 $a_1 = g \sin \theta$,

$$\text{根据运动学公式 } v'^2 = 2a_1 \frac{2\mu L}{\sin \theta},$$

在水平轨道上, 根据牛顿第二定律可得 $a_2 = \mu g$,

$$\text{根据运动学公式 } v^2 - v'^2 = -2a_2 \cdot L,$$

可得 A 经过 O 点时的速度大小 $v = \sqrt{2\mu g L}$ 。

15. (1) BDE 【命题点】理想气体分子平均动能、内能、热力学第一定律和平衡条件

【解析】 整个过程, 右端活塞位置始终不变, 所以外力 F 不做功, 故 A 错误; 由于汽缸导热, 整个过程环境温度保持不变, 所以汽缸内气体温度不变, 理想气体的分子平均动能保持不变, 由于汽缸内气体是理想气体, 不考虑分子势能, 所以整个过程, 理想气体的内能不变, 故 B 正确, C 错误; 整个过程, 大气压力做功为 $W_1 = p_0 S_1 h$, 活塞上的细沙质量不断增加, 活塞上细沙的重力做功小于 $W_2 = mgh$, 根据能量守恒和热力学第一定律可得理想气体向外界放出的热量小于 $(p_0 S_1 h + mgh)$, 故 D 正确; 左端活塞到达 B 位置时, 根据平衡条件可得 $mg + p_0 S_1 = p_{\text{气}} S_1, F + p_0 S_2 = p_{\text{气}} S_2$, 联立可得 $F = \frac{mg S_2}{S_1}$, 故 E 正确。

易错警示 学生易错误地认为理想气体的变化是等压过程, 气体的压强为 $p = p_0 + \frac{mg}{S_1}$, 克服外力做功为 $W = p \Delta V = p_0 S_1 h + mgh$, 从而认为 D 错误。

(2) (i) 297 K (ii) 309 K

【命题点】查理定律

【解析】 (i) 当电子天平示数为 600.0 g 时, 右端细绳上的拉力为 $F_1 = m_2 g - F_{\text{示}} = 6 \text{ N}$, 根据杠杆原理可得左端细绳上的拉力为 $F_2 = F_1 = 6 \text{ N}$, 根据平衡条件可得 $m_1 g + p_0 S = F_2 + p_1 S$, 当电子天平示数为 400.0 g 时, 右端细绳的拉力为 $F_3 = m_2 g - F'_{\text{示}} = 8 \text{ N}$, 根据杠杆原理可得左端细绳上的拉力为 $F_4 = F_3 = 8 \text{ N}$, 根据平衡条件可得 $m_1 g + p_0 S = F_4 + p_2 S$ (1 分)

$$\text{汽缸中的气体发生等容变化, 则有 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } T_2 = 297 \text{ K} \quad (1 \text{ 分})$$

(ii) 当电子天平示数为 1 200.0 g 时, 环境温度最高, 此时右端细绳的拉力为零, 根据杠杆原理可得左端细绳上的拉力为零, 根据平衡条件可得 $m_1 g + p_0 S = p_{\text{max}} S$ (1 分)

$$\text{汽缸中的气体发生等容变化, 则有 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_{\text{max}}}{T_{\text{max}}} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{联立解得 } T_{\text{max}} = 309 \text{ K} \quad (1 \text{ 分})$$

即该装置可测量的最高环境温度为 309 K。

16. (1) ACE 【命题点】机械振动与机械波

【解析】由题图(a)可知该波波长为 $\lambda = 10 \text{ m}$, 由题图(b)可知周期为 $T = 4 \text{ s}$, 由于A点与B点距离为 $x_{AB} = 10 \text{ m} = \lambda$, 所以该波从A点传播到B点所需时间为 4 s , **A 正确**; 由于B处质点在 $t = 4 \text{ s}$ 时位于波峰, 则再过 2 s , 质点振动半个周期, 所以 $t = 6 \text{ s}$ 时, B处质点位于波谷, **B 错误**; 由勾股定理可知, O点与C点距离 $x_{OC} = 10\sqrt{5} \text{ m}$, 该波从O点传播到C点时间为 $t_{OC} = \frac{10\sqrt{5}}{10} \times 4 \text{ s} = 4\sqrt{5} \text{ s}$, 由于 $t_{OC} - \frac{1}{4}T < 8 \text{ s} < t_{OC}$, 所以 $t = 8 \text{ s}$ 时, C处质点振动速度方向竖直向上, **C 正确**; O点与D点距离为 $x_{OD} = 10\sqrt{2} \text{ m}$, 该波从O点传播到D点时间为 $t_{OD} = \frac{10\sqrt{2}}{10} \times 4 \text{ s} = 4\sqrt{2} \text{ s}$, 由于 $t_{OD} + T < 10 \text{ s} < t_{OD} + \frac{5}{4}T$, 所以 $t = 10 \text{ s}$ 时, D处质点在平衡位置上方, 所受回复力方向竖直向下, **D 错误**; 由于 $t = 12 \text{ s} = 3T$, 所以E处质点振动后, 12 s 内经过的路程为 $s = 4A \times 3 = 12 \text{ cm}$, **E 正确**。

一题多解 由题图(a)可知波长为 $\lambda = 10 \text{ m}$, 由题图(b)可知周期为 $T = 4 \text{ s}$, 所以波速为 $v = \frac{\lambda}{T} = 2.5 \text{ m/s}$, A、B之间距离 $x_{AB} = 10 \text{ m}$, 该波从A点传播到B点时间为 $t_{AB} = \frac{x_{AB}}{v} = 4 \text{ s}$ 。

(2) (i) 1.38 (ii) 1.72

【命题点】光的折射

【解析】(i) 设入射角为 i , 根据几何关系可得 $\sin i =$

$$\frac{0.8}{\sqrt{0.8^2 + 0.6^2}} = \frac{4}{5} \quad (1 \text{ 分})$$

该人通过小孔能成完整的像, 设折射角为 r , 根据几何关系

$$\text{可得 } \sin r = \frac{1.0}{\sqrt{1.0^2 + 1.4^2}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据折射定律可得 } n = \frac{\sin i}{\sin r} = 1.38 \quad (2 \text{ 分})$$

(ii) 让掠射进入孔洞的光能成功出射, 设折射角为 β , 根据

$$\text{几何关系可得 } \sin \beta = \frac{1.0}{\sqrt{1.0^2 + 1.4^2}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{根据折射定律可得透明介质的折射率最小值 } n_{\min} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \beta} =$$

$$1.72 \quad (3 \text{ 分})$$