

**5. BD** 【解析】绝热容器内的气体与外界没有热交换,则  $Q=0$ , 气体向真空扩散,没有对外界做功,则  $W=0$ ,根据热力学第一定律  $\Delta U=Q+W$ ,可知气体的内能不变,温度不变,气体体积变大,气体无序度变大,根据理想气体状态方程  $\frac{pV}{T}=C$  可知,压强减小,故 **B、D 正确**,**A、C 错误**。

**关键点拨** 根据热力学第二定律的微观解释分析问题时应明确:

- (1) 一切自发过程都是大量分子从有序运动状态向无序运动状态转化发展的过程;
- (2) 自发过程是不可逆转的过程,即不可能使大量分子无

规则的热运动转化为有序的运动;

(3) 大量分子无序运动状态变化的方向总是向无序性更大的方向进行。

**6. B** 【解析】能量在转化过程中,有一部分能量转化为内能,我们可以容易地把这些内能的一部分收集起来重新利用,但不能全部收集起来重新利用,**A 错误**;在能源的利用过程中,能量的总量并未减少,但在可利用的品质上降低了,从便于利用的变成了不便于利用的,**B 正确**;科学家研究发现,一切与热现象有关的宏观自然过程都是不可逆的,**C 错误**;各种能量在不转化时是守恒的,在转化时也是守恒的,**D 错误**。

## 第一~三章素养检测

### 刷速度

**1. C** 【解析】题图甲中,实验现象表明薄板材料导热性表现为各向同性,则说明薄板材料可能是单晶体,也可能是多晶体,还有可能是非晶体,故 **A 错误**;题图乙中液体和管壁接触面

→ **易错点:** 易忽略某些单晶体在导热上也表现为各向同性

中的附着层中的液体分子间表现为斥力效果,可知液体和管壁表现为浸润,故 **B 错误**;题图丙中,在液体表面层,分子间作用力表现为引力,因此产生表面张力,故 **C 正确**;题图丁中,农民用拖拉机耕地是为了破坏土壤里的毛细管,防止地下水分因毛细现象上升到地面蒸发,故 **D 错误**。

**2. C** 【解析】水蒸气温度下降,故内能减小,即  $\Delta U < 0$ ,体积减小,外界对水蒸气做功,故  $W > 0$ ,根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$  可知,  $Q < 0$ ,故水蒸气上升过程中放出热量,**A 错误**;水蒸气的温度下降,故分子平均动能减小,**B 错误**;根据热力学第一定律,因外界对水蒸气做功,故水蒸气放出的热量大于其减小的内能,**C 正确**;该过程变化的同时也引起了海水的重力势能和内能的变化,故没有违反热力学第二定律,**D 错误**。

**3. D** 【解析】对活塞受力分析可知,气体压强始终等于外界大气压,压强不变,**A 错误**;缓慢加热气体,气体温度上升,内能增大,**B 错误**;由热力学第二定律可知,不可能从单一热库吸收热量,使之完全变成功,而不产生其他影响,可知气体吸收的热量不可以全部用来对外做功,**C 错误**,**D 正确**。

**一题多解** C、D 选项也可用热力学第一定律进行分析,根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$ ,气体等压膨胀,温度升高,则有  $W < 0$ ,  $\Delta U > 0$ ,则  $Q > 0$ ,由此可知,气体吸收的热量大于对外所做的功,C 错误,D 正确。

**4. D** 【解析】机内的气体发生等容变化,根据查理定律有  $\frac{p_1}{T_1} =$

$\frac{p_2}{T_2}$ ,其中  $p_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$ ,  $p_2 = 4.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,解得  $T_2 = 1200 \text{ K}$ ,则  $t_2 = 927 \text{ }^\circ\text{C}$ ,故 **A 错误**;从微观角度看,气体分子热运动加剧,无序程度增加,熵在增加,故

→ **关键点:** 分子热运动加剧,熵增加

**B 错误**;因为不计玉米粒在加热过程中的体积变化和不考虑少量气体进入玉米粒内引起的机内空气密度的变化,整个过程气体体积不变,分子总数不变,故机内气体的分子数密度不变,故 **C 错误**;已知加热过程中气体吸热  $4200 \text{ J}$ ,加热过程中气体体积不变,则外界不对气体做功,即  $W = 0$ ,根据热力学第一定律有  $\Delta U = Q + W = 4200 \text{ J}$ ,故内能增加  $4200 \text{ J}$ ,故 **D 正确**。

**5. B** 【解析】初始时矿泉水瓶内气体压强为  $p_0$ ,设矿泉水瓶圆柱部分的横截面积为  $S$ ,则初始时矿泉水瓶内气体体积为  $V_0 = SH$ ,设末状态矿泉水瓶内水面所在处水的深度为  $d$ ,则末状态矿泉水瓶内气体压强为  $p_1 = p_0 + \rho g d$ ,末状态矿泉水瓶内气体体积为  $V_1 = S(H - h)$ ,由题意知,矿泉水瓶内的气体发生等温变化,由玻意耳定律可得  $p_0 V_0 = p_1 V_1$ ,联立解得  $d = \frac{p_0 h}{\rho g (H - h)}$ ,故 **B 正确**。

**6. C** 【解析】根据理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  得  $b$ 、 $c$ 、 $d$  状态的温度分别为  $T_b = 4T_0$ 、 $T_c = 6T_0$ 、 $T_d = 2T_0$ ,  $a \rightarrow b$  过程内能变化量  $\Delta U_{ab} = 3\alpha T_0$ ,  $c \rightarrow d$  过程内能变化量  $\Delta U_{cd} = -4\alpha T_0$ ,故  $a \rightarrow b$  过程内能变化量大小小于  $c \rightarrow d$  过程内能变化量大小,**A 错误**;  $b \rightarrow c$  过程发生等容变化,则  $W_{bc} = 0$ ,吸收热量  $Q_{bc} = \Delta U_{bc} = 2\alpha T_0$ ,  $d \rightarrow a$  过程发生等容变化,则  $W_{da} = 0$ ,放出的热量  $Q_{da} = |\Delta U_{da}| = \alpha T_0$ ,则  $Q_{bc} > Q_{da}$ ,**B 错误**;根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$ ,系统一个循环过程回到初状态  $a$ ,其内能不变,外界对系统做正功,则系统要放出热量,  $p-V$  图像与横轴围成的面积表示功,则  $Q = W = p_0 V_0$ ,**C 正确**;温度越高内能越大,则一

个循环过程中  $c$  状态时温度最高,内能最大,内能最大值  $U_m = 6\alpha T_0$ , **D 错误**.

**7. C** 【解析】设容器总长度为  $l$ ,当温度为  $T$  时,活塞平衡,弹簧伸长  $x$ ,气体体积为  $\left(\frac{l}{2}+x\right)S$ ,压强为  $\frac{kx}{S}$ ;由理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$ ,可得  $\frac{kx\left(\frac{l}{2}+x\right)}{T} = C$ ,整理得  $T = \frac{k}{C}x^2 + \frac{kl}{2C} \cdot x$ ,即  $x-T$  图像是过原点开口向右的抛物线,故题图乙中 3 比较符合, **C 正确**.

**8. BC** 【解析】当分子间距离小于  $r_0$  时分子间的斥力大于引力,分子力表现为斥力, **A 错误**;当分子间距离大于  $r_0$  且在增大时,分子间的引力和斥力都在不断变小, **B 正确**;分子势能变化量等于克服分子力做的功,即  $\Delta E_p = W = Fx$ ,可知,题图乙中  $ab$  斜率的大小表示分子在该间距时分子间相互作用力的大小, **C 正确**;题图甲中阴影部分面积表示分子力做功的大小,根据功能关系,阴影部分面积也等于分子势能差值,与零势能点的选取无关, **D 错误**.

**9. AB** 【解析】根据理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  有  $p = CT \cdot \frac{1}{V}$ ,由于  $O、A、D$  在一条直线上,所以直线  $OAD$  的斜率  $k = CT$  为定值,从状态  $D$  到状态  $A$  是等温变化,故 **A 正确**;从状态  $A$  到状态  $B$  为等压变化,由盖-吕萨克定律有  $\frac{\frac{1}{2}V_0}{T_B} = \frac{V_0}{T_0}$ ,解得  $T_B = \frac{T_0}{2}$ ,  $O、B、C$  在一条直线上,同理从状态  $B$  到状态  $C$  为等温变化,则  $T_C = T_B = \frac{T_0}{2}$ ,从状态  $D$  到状态  $A$  为等温变化,则  $T_D = T_0$ ,  $T_D > T_B$ ,从状态  $C$  到状态  $D$  为等容变化,则有  $\frac{p_C}{p_D} = \frac{T_C}{T_D}$ ,解得  $p_C = \frac{3p_0}{2}$ ,故 **B 正确, C、D 错误**.

**10. CD** 【解析】从初始到物块对地面压力为 0 的过程,活塞不动,气体做等容变化,初始时气体的温度为  $T_0$ ,压强为  $p_0$ ,当物块对地面压力为 0 时,对活塞受力分析有  $p_0S = p_1S + mg$ ,解得气体的压强  $p_1 = p_0 - \frac{mg}{S}$ ,根据查理定律有  $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1}$ ,解得  $T_1 = T_0 \left(1 - \frac{mg}{p_0S}\right)$ ,故 **A 错误**;当活塞开始运动后,气体做等压变化,根据盖-吕萨克定律有  $\frac{dS}{T_1} = \frac{\frac{d}{2}S}{T_2}$ ,解得最终气体的温度  $T_2 = \frac{T_0}{2} \left(1 - \frac{mg}{p_0S}\right)$ ,故 **B 错误**;整个过程外界对气体做的功  $W = p_1\Delta V = (p_0S - mg)\frac{d}{2}$ ,故 **C 正确**;根据热力学第一定律有

$-\Delta U = W + Q$ ,解得  $Q = -(p_0S - mg)\frac{d}{2} - \Delta U$ ,即气体释放的热量为  $(p_0S - mg)\frac{d}{2} + \Delta U$ ,故 **D 正确**.

**11. (1)  $p_1V_1 = p_2V_2$**  气体体积由  $V_1$  变到  $V_2$  的过程中,气体对外界所做的功 (2) **A** (3) 注射器与压强传感器连接部分气体的体积未计入

【解析】(1) 气体温度不变,根据玻意耳定律可知  $p_1V_1 = p_2V_2$ . 图线在  $V_1、V_2$  之间所围的面积物理意义为气体体积由  $V_1$  变到  $V_2$  的过程中,气体对外界所做的功.

(2) 题图丙图像实线低于虚线,且体积越小实线偏离虚线越远,表明  $pV$  的实际值比理论值小,且  $pV$  的实际值越来越小. 根据  $\frac{pV}{T} = C$ ,可得  $pV = CT$ .  $CT$  值越来越小的原因:可能是漏气导致  $C$  变小,也可能是温度降低导致  $T$  变小,还可能是

漏气的同时温度降低. 根据  $pV = CT$ ,可得  $p = CT \frac{1}{V}$ ,  $p - \frac{1}{V}$  图像是直线, **C、D 错误**;  $CT$  值越来越小,则  $p - \frac{1}{V}$  图像的斜率越来越小,图线向下弯曲, **A 正确, B 错误**.

关键点: 也可根据克拉伯龙方程  $pV = nRT$  来判断

(3) 设注射器与压强传感器连接部分气体的体积为  $V_0$ ,根据玻意耳定律得  $p(V + V_0) = C$ ,可得  $V = C \frac{1}{p} - V_0$ ,纵轴截距的绝对值表示注射器与压强传感器连接部分气体的体积  $V_0$ ,所以  $V - \frac{1}{p}$  图像不过原点的原因是注射器与压强传感器连接部分气体的体积未计入.

**12. (1)  $\frac{p_0}{2}$  (2) 10 J (3)  $\frac{p_0}{2}$   $\frac{T_0}{2}$**

【解析】(1) 气体从状态  $A$  到状态  $B$  发生等温变化,根据玻意耳定律有  $p_A V_A = p_B V_B$ ,解得  $p_B = \frac{p_0}{2}$ .

(2) 气体从状态  $A$  至状态  $B$  过程发生等温变化,气体内能不变,即  $\Delta U = 0$ ,气体对外界做功,则  $W = -10 \text{ J}$ ,

根据热力学第一定律有  $\Delta U = W + Q$ ,

解得  $Q = -W = 10 \text{ J}$ ,即气体从外界吸收的热量为 10 J.

(3) 由于  $V-T$  图像中,  $BC$  的延长线过原点,气体从状态  $B$  到状态  $C$  发生等压变化,则  $p_C = p_B = \frac{p_0}{2}$ ,根据盖-吕萨克定律得

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_C}{T_C},$$

$$\text{解得 } T_C = \frac{T_0}{2}.$$

**13. (1)  $1.1 \times 10^6 \text{ Pa}$  (2) 1 cm**

【解析】(1) 空载时对车厢与活塞整体受力分析,有



$4p_1S=4p_0S+Mg$ ,  
解得空载时气缸内气体压强为  $p_1=1.1\times10^6\text{ Pa}$ .  
(2) 载客后对车厢与活塞整体受力分析,有  
 $4p_2S=4p_0S+(M+4m_0)g$ ,  
解得  $p_2=1.2\times10^6\text{ Pa}$ ,  
对气缸内气体,根据玻意耳定律有  $p_1h_1S=p_2h_2S$ ,  
解得  $h_2=11\text{ cm}$ ,  
则活塞下降的距离为  $\Delta h=h_1-h_2=1\text{ cm}$ ,  
即车体下降的距离为  $1\text{ cm}$ .

14. (1) ①  $\frac{(2p-p_0)S}{g}-m$  ②  $\frac{1}{9}$  (2)  $\sqrt{\frac{2gl+4p_0lS-U-4Q}{6m}}$

【解析】(1) ① 活塞缓慢下移,气体做等温变化,由玻意耳定律有  $p\cdot 2lS=p'lS$ ,  
解得触发报警时气体压强  $p'=2p$ ,  
此时,由平衡条件可得  $p'S=(m+M)g+p_0S$ ,  
解得  $M=\frac{(2p-p_0)S}{g}-m$ .  
② 触点恰好分离,此时气缸内压强为  $p'$ ,温度为  $\frac{9T_0}{10}$ ,体积为  $lS$ . 若封闭气体状态压强为  $p'$ ,温度为  $T_0$ ,体积为  $V$ ,由盖-吕

萨克定律有  $\frac{lS}{9T_0}=\frac{V}{T_0}$ ,  
解得  $V=\frac{10}{9}lS$ ,  
充入氮气质量与原来氮气质量的比值  $\frac{\Delta m}{m_0}=\frac{V-lS}{lS}=\frac{1}{9}$ .  
(2) 由题意可知超重报警灯亮起时封闭气体的内能  $U'=\frac{5}{4}U$ ,  
关键点: 理想气体的内能与热力学温度成正比  
内能增量  $\Delta U=\frac{1}{4}U$ ,  
由热力学第一定律有  $\Delta U=-Q+W$ ,  
解得  $W=\frac{1}{4}U+Q$ ,  
对活塞和重物,根据动能定理有  
 $(2m+m)gl+p_0Sl-W=\frac{1}{2}\times(2m+m)v^2$ ,  
解得  $v=\sqrt{\frac{2gl+4p_0lS-U-4Q}{6m}}$ .

第一~三章高考强化

刷真题

1. C 【解析】两个分子间距离  $r$  等于  $r_0$  时分子势能为零,分子间距离从  $r_0$  开始增大时,分子间作用力表现为引力,分子间作用力做负功,分子势能增大;分子间距离从  $r_0$  开始减小时,分子间作用力表现为斥力,分子间作用力也做负功,分子势能也增大,可知当  $r$  不等于  $r_0$  时,  $E_p$  为正, C 正确.

2. AB 【解析】估测油酸分子大小时,可以把油酸分子简化为球形, A 正确;分子在永不停息地做无规则热运动,油膜稳定时,油酸分子还在做热运动, B 正确;在计算油膜面积时,对于周边不完整的格子,不足半格的计面积,大于等于半格的计一个单位面积, C 错误;为了使油酸充分展开,需将油酸在酒精中稀释后再滴入水中,故油酸酒精溶液更易在水面形成单分子油膜, D 错误.

3. (1) B (2)  $2.04\times10^5$  (3) 增大

【解析】(1) 结合题意和题图乙可知,  $p$  与  $\frac{1}{V}$  成正比, B 正确.  
(2) 当  $V=10.0\text{ mL}$  时,  $\frac{1}{V}=100\times10^{-3}\text{ mL}^{-1}$ , 由题图乙知此时封闭气体的压强为  $2.04\times10^5\text{ Pa}$ .  
(3) 在等温条件下,由玻意耳定律知,正确记录数据时有  $p(V_0+\Delta V)=C$ ,若记录数据时漏掉了  $\Delta V$ ,则有  $pV_0=C-p\Delta V$ ,则两种情况下计算结果之差的绝对值为  $p\Delta V$ ,其随  $p$  的增大而增大.

4. B 【解析】糖果瓶从刚进入车厢到进入车厢一段时间后,瓶内气体温度升高,内能变大, A 错误;气体体积不变,由查理定律可知,温度升高,压强变大, B 正确;糖果瓶气密性良好,气体分子数不变,气体体积不变,则分子的数密度不变, C 错误;气体的温度升高,分子的平均动能变大,但并非每个分子动能都变大, D 错误.

5. D

思路导引 一定质量的理想气体的内能只与温度有关;气缸导热,所以气体温度与外界温度相同,活塞稳定时有  $mg+p_0S=pS$ .

【解析】

选项	分析	结论
A	活塞从 $a$ 到 $b$ 的过程中,对活塞受力分析,有 $pS=mg+p_0S$ ,重力和大气压强不变,所以气缸内气体压强不变	$\times$
B	活塞从 $a$ 到 $b$ 的过程中,温度降低,所以气缸内气体内能变小	$\times$
C	活塞从 $b$ 到 $a$ 的过程中,温度不变,气体体积增大,所以气缸内气体压强减小	$\times$
D	活塞从 $b$ 到 $a$ 的过程中,温度不变,所以气缸内气体内能不变	$\checkmark$

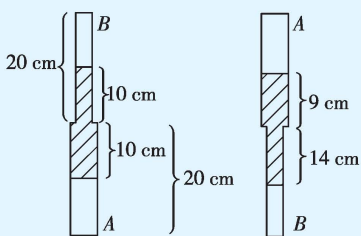
**6. AC** 【解析】设开始时两部分气体压强为  $p_0$ , 固定  $M$ 、 $N$ , 假设  $P$  不动, 由查理定律得  $\Delta p_1 = \frac{\Delta T}{T_1} p_0$ ,  $\Delta p_2 = \frac{\Delta T}{T_2} p_0$ , 又  $T_1 < T_2$ , 则  $\Delta p_1 > \Delta p_2$ , 故  $P$  将右移, **A 正确, B 错误**; 保持  $T_1$ 、 $T_2$  不变, 假设  $P$  不动,  $M$ 、 $N$  移动相同的距离, 则两部分气体体积减小量相同, 由玻意耳定律得  $p_0 V_1 = p_1 (V_1 - \Delta V)$ ,  $p_0 V_2 = p_2 (V_2 - \Delta V)$ , 解得  $p_1 = \frac{1}{1 - \frac{\Delta V}{V_1}} p_0$ ,  $p_2 = \frac{1}{1 - \frac{\Delta V}{V_2}} p_0$ , 又  $V_1 < V_2$ , 则  $p_1 > p_2$ , 故  $P$  将右移, **C 正确, D 错误**.

**方法总结** 液柱或活塞移动方向的判断

气体被液柱或活塞隔开时	温度不变	利用玻意耳定律( $p_1 V_1 = p_2 V_2$ )直接判断	
	温度升高(降低)	先假设体积不变, 两侧的气体分别做等容变化, 根据查理定律分别求出两侧的压强差 $\Delta p = \frac{\Delta T}{T} p$	若两侧面积相同, 直接比较 $\Delta p$ 的大小, 活塞和液柱向 $\Delta p$ 小(大)的方向移动  若两侧面积不同, 比较 $S \Delta p$ 的大小, 活塞和液柱向 $S \Delta p$ 小(大)的方向移动

**7. A 管内压强为 74.36 cmHg、B 管内压强为 54.36 cmHg**

**思路导引** 倒置前后的液柱位置如图所示.



【解析】设  $B$  管的横截面积为  $S$ , 则  $A$  管的横截面积为  $4S$ , 设

**易错点:** 内径是 2 倍, 则横截面积为 4 倍

$B$  管在上方时  $A$ 、 $B$  管内的压强分别为  $p_A$ 、 $p_B$ , 则有

$$p_A = p_B + 20 \text{ cmHg},$$

倒置后, 因为原  $B$  管内气体压强较小, 所以液柱下移, 即  $A$  管内液柱长度减小 1 cm, 根据两管内径关系可知,  $B$  管内液柱长度增加 4 cm,

$$p_B' = p_A' + 23 \text{ cmHg},$$

$A$ 、 $B$  管内气体均发生等温变化,

$$p_A \cdot 4S \cdot 10 \text{ cm} = p_A' \cdot 4S \cdot 11 \text{ cm},$$

$$p_B \cdot S \cdot 10 \text{ cm} = p_B' \cdot S \cdot 6 \text{ cm},$$

$$\text{联立解得 } p_A = 74.36 \text{ cmHg}, p_B = 54.36 \text{ cmHg}.$$

**8. (1) 1.41 kg/m<sup>3</sup> (2) 1.18 kg/m<sup>3</sup>**

【解析】(1) 以高压舱内原来气体为研究对象, 升高温度且保持压强不变时, 根据盖-吕萨克定律可得

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2},$$

$$\text{根据 } \rho = \frac{m}{V} \text{ 可得 } \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2},$$

$$\text{解得 } \rho_2 \approx 1.41 \text{ kg/m}^3.$$

(2) 以温度升至 27 °C 时高压舱内气体为研究对象, 保持温度不变降低压强时, 根据玻意耳定律得  $p_2 V_1 = p_3 V_3$ ,

$$\text{根据 } \rho = \frac{m}{V} \text{ 可得 } \frac{\rho_3}{\rho_2} = \frac{V_1}{V_3},$$

$$\text{解得 } \rho_3 \approx 1.18 \text{ kg/m}^3.$$

**一题多解** 本题也可用克拉伯龙方程求解.

(1) 由摄氏度和开尔文温度的关系可得

$$T_1 = (273 + 17) \text{ K} = 290 \text{ K}, T_2 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K},$$

$$\text{由克拉伯龙方程 } pV = nRT \text{ 可知 } nR = \frac{pV}{T},$$

其中  $n$  为封闭气体的物质的量, 即理想气体的  $\frac{pV}{T}$  正比于气体的质量, 则

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{m_1}{V}}{\frac{m_2}{V}} = \frac{\frac{p_1 V}{T_1}}{\frac{p_2 V}{T_2}},$$

$$\text{又因为 } p_1 = p_2 = 1.2 p_0, \rho_1 = 1.46 \text{ kg/m}^3, \text{代入数据解得 } \rho_2 = 1.41 \text{ kg/m}^3.$$

$$(2) \text{由题意得 } p_3 = p_0, T_3 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K} \text{ 同理可得 } \frac{\rho_2}{\rho_3} =$$

$$\frac{\frac{m_2}{V}}{\frac{m_3}{V}} = \frac{\frac{p_1 V}{T_2}}{\frac{p_3 V}{T_3}},$$

$$\text{代入数据解得 } \rho_3 = 1.18 \text{ kg/m}^3.$$

**9. (1) 2.5 × 10<sup>5</sup> Pa (2) 6 L**

【解析】(1) 在北京时, 轮胎内的理想气体压强为  $p_1 = 2.7 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_1 = 270 \text{ K}$ , 在哈尔滨时  $T_2 = 250 \text{ K}$ , 因为轮胎内气体体积不变,

$$\text{根据查理定律得 } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2},$$

$$\text{解得 } p_2 = 2.5 \times 10^5 \text{ Pa}.$$

(2) 设在哈尔滨充入轮胎的气体体积为  $\Delta V$ , 根据理想气体状态方程有  $p_2 V_0 + p_0 \Delta V = p_1 V_0$ ,

$$\text{解得 } \Delta V = 6 \text{ L}.$$

**10. (1) 2 cm (2) 892 cm<sup>3</sup>**

【解析】(1) 液面内外相平时, 长柄内气体压强为  $p_1 = p_0$ , 长度为  $H - x$ ,

将汲液器提出液面时, 长柄内气体压强为  $p_2 = p_0 - \rho gh$ , 长度为  $H$ ,

气体发生等温变化, 根据玻意耳定律有

$$p_1 (H - x) S_1 = p_2 H S_1,$$

$$\text{解得 } x = 2 \text{ cm}.$$



(2) 当储液罐中剩余一半液体时, 气体压强为  $p_3 = p_0 - \frac{1}{2} \rho gh$ ,  
气体体积为  $HS_1 + \frac{1}{2} hS_2$ ,  
由玻意耳定律有  $p_2 HS_1 + p_0 V = p_3 \left( HS_1 + \frac{1}{2} hS_2 \right)$ ,  
解得  $V = 892 \text{ cm}^3$ .

11. (1) 50 N (2) 见解析 (3) 见解析

【解析】(1) 活塞位于  $b$  处时, 根据平衡条件可知此时气体压强等于大气压强  $p_0$ , 此时封闭气体对活塞的压力大小,  
 $F = p_0 S = 1 \times 10^5 \times 500 \times 10^{-6} \text{ N} = 50 \text{ N}$ .

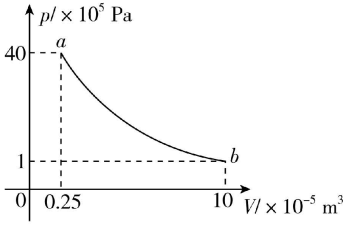
(2) 由题图可知  $F = \frac{1}{5+x}$  图线为一条过原点的直线, 设斜率为  $k$  则  $F = k \cdot \frac{1}{5+x}$ ,

根据  $F = pS$  可得气体压强为  $p = \frac{k}{(5+x)S}$  (SI),  
故活塞从  $a$  处到  $b$  处对封闭气体有

$$pV = \frac{k}{(5+x)S} \cdot S \cdot (x+5) \times 10^{-3} \text{ (SI)} = k \cdot 10^{-3} \text{ (SI)}.$$

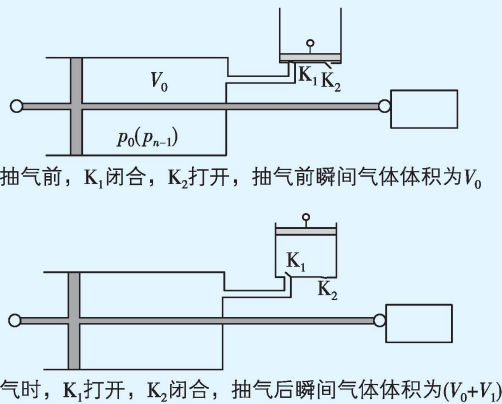
故活塞从  $a$  处到  $b$  处过程中封闭气体的  $pV$  值恒定不变, 根据玻意耳定律, 活塞从  $a$  处到  $b$  处封闭气体经历了等温变化.

(3) 由(2)中分析可知全过程中气体经历了等温变化, 根据玻意耳定律得  $p_a V_a = p_b V_b$ ,  
活塞在  $b$  处时气体体积为  $V_b = Sl_0 = 10 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ,  
活塞在  $a$  处时气体体积为  $V_a = Sl_a = 0.25 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ,  
由(1)分析知  $p_b = p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  
解得  $p_a = 40 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  
故封闭气体等温变化的  $p$ - $V$  图像如图所示.



12. (1)  $\frac{V_0}{V_0+V_1} p_0$  (2)  $p_0 S \left[ 1 - \left( \frac{V_0}{V_0+V_1} \right)^n \right]$

思路导引 第1次(第  $n$  次)抽气前后的状态分析



【解析】(1) 将助力气室和抽气气室两个空间看作一个整体,  
关键点: 将变质量问题转化为等质量问题

根据题意可知, 第1次抽气过程, 整体空间内气体体积从  $V_0$  变为  $V_0 + V_1$ , 气体温度不变, 根据玻意耳定律有  
 $p_0 V_0 = p_1 (V_0 + V_1)$ ,  
解得  $p_1 = \frac{V_0}{V_0 + V_1} p_0$ .

(2) 第2次抽气过程, 有  $p_1 V_0 = p_2 (V_0 + V_1)$ ,  
解得助力气室内的气体压强  $p_2 = \frac{V_0}{V_0 + V_1} p_1 = \left( \frac{V_0}{V_0 + V_1} \right)^2 p_0$ ,  
则第  $n$  次抽气后, 助力气室内的气体压强  $p_n = \left( \frac{V_0}{V_0 + V_1} \right)^n p_0$ ,  
此时刹车助力系统装置为驾驶员省力的大小为助力活塞两侧气体压力之差, 即  $\Delta F = p_0 S - p_n S = p_0 S \left[ 1 - \left( \frac{V_0}{V_0 + V_1} \right)^n \right]$ .

13. B 【解析】由理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  和题图可知,  $p$ - $T$  图像中过原点的图线为等容线, 即气体由状态  $A$  变化到状态  $B$  为等容变化, 气体分子的数密度不变, A 错误; 气体由状态  $A$  变化到状态  $B$  温度升高, 温度是气体分子平均动能的标志, 故气体分子的平均动能增大, B 正确; 单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力等于压强, 从状态  $A$  到状态  $B$  气体压强增大, 即单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力增大, C 错误; 由于气体分子的平均速率增大, 气体体积不变, 则单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数增多, D 错误.

14. (1)  $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  (2)  $2.0 \text{ m}^3$

【解析】(1) 气体在状态  $A$  和  $D$  体积相同, 根据查理定律有  
 $\frac{p_A}{p_D} = \frac{T_1}{T_2}$ ,  
解得  $p_D = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ .  
(2) 气体在状态  $B$  与  $C$  体积相同, 均为  $V_2$ , 对于气体在状态  $A$  和状态  $C$ , 根据理想气体状态方程, 有  $\frac{p_A V_1}{T_1} = \frac{p_C V_2}{T_2}$ ,  
解得  $V_2 = 2.0 \text{ m}^3$ .

15. A 【解析】

选项	分析	结论
A	皮球体积变大, 则皮球内封闭气体体积变大, 气体对外做功	✓
B	根据热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ , 气体对外做功且内能增大, 则气体从外界吸收热量	×
C	在此过程中皮球未漏气, 故气体分子数不变, 气体体积变大, 分子的数密度减小	×
D	温度升高, 气体分子的平均速率增大, 但并非每个分子的速率都增大	×

16. (1)  $\frac{4}{3}h_1$  (2)  $\frac{8p_0h_1S}{63}$

【解析】(1)  $T_1 \rightarrow T_2$  升温过程中, 理想气体等压膨胀, 由盖-吕萨克定律得  $\frac{h_1S}{T_1} = \frac{h_2S}{T_2}$ ,

$$\text{解得 } h_2 = \frac{4}{3}h_1.$$

(2) 活塞缓慢上升, 由受力平衡得  $p_0S + f_0 = p_1S$ ,

$$\text{解得封闭的理想气体压强 } p_1 = \frac{22}{21}p_0,$$

$T_1 \rightarrow T_2$  升温过程中, 理想气体等压膨胀, 外界对气体做功

$$W_1 = -p_1(h_2 - h_1)S = -\frac{22p_0h_1S}{63},$$

$T_2 \rightarrow T_3$  降温过程中, 气体发生等容变化, 外界对气体做功

$$W_2 = 0,$$

活塞缓慢下降时, 受力平衡, 有  $p_0S = f_0 + p_3S$ ,

$$\text{解得封闭的理想气体压强 } p_3 = \frac{20}{21}p_0,$$

$T_3 \rightarrow T_4$  降温过程中, 理想气体等压压缩, 由盖-吕萨克定律

$$\text{得 } \frac{h_2S}{T_3} = \frac{h_4S}{T_4},$$

$$\text{解得 } h_4 = \frac{11}{10}h_1,$$

$$\text{外界对气体做功 } W_3 = p_3(h_2 - h_4)S = \frac{2p_0h_1S}{9},$$

$$\text{全程外界对气体做功 } W = W_1 + W_2 + W_3 = \frac{-8p_0h_1S}{63},$$

因为  $T_1 = T_4$ , 故封闭的理想气体总内能变化  $\Delta U = 0$ ,

由热力学第一定律得  $\Delta U = W + Q$ ,

$$\text{解得 } Q = \frac{8p_0h_1S}{63},$$

$$\text{故封闭气体吸收的净热量 } Q = \frac{8p_0h_1S}{63}.$$

### 刷原创

1. AD 【解析】 $a \rightarrow b$  过程中, 气体体积不变, 压强增大, 根据查理定律可知, 气体温度升高, 内能增加, 根据热力学第一定律可知, 气体吸热, 故 A 正确.  $b \rightarrow c$  过程, 根据理想气体状态方程可得  $\frac{p_2V_1}{T_2} = \frac{p_1V_2}{T_3}$ , 可知  $\frac{T_2}{T_3} = \frac{p_2V_1}{p_1V_2}$ , 故 B 错误.  $b \rightarrow c$  过程是绝热过程, 气体不吸热也不放热, 即  $Q = 0$ , 气体的体积增大, 对外界做正功, 即  $W < 0$ , 根据热力学第一定律  $\Delta U = Q + W$  可知, 内能减少, 气体的温度降低, 故 C 错误, D 正确.

2. (1)  $\frac{p_0 + \rho gh_2}{p_0 + \rho gh_1}T_1$  (2)  $\frac{p_0 + 2\rho gh_1}{2p_0 + 2\rho gh_1}T_1$

【解析】(1) 设待测系统温度为  $T_1$  时, B 内气体的压强为  $p_1$ , 根据平衡条件得  $p_0 + \rho gh_1 = p_1$ ,

设待测系统温度为  $T_2$  时, B 内气体的压强为  $p_2$ , 根据平衡条件得  $p_0 + \rho gh_2 = p_2$ ,

B 内气体的体积保持不变, 根据查理定律可得  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ ,

$$\text{联立解得 } T_2 = \frac{p_0 + \rho gh_2}{p_0 + \rho gh_1}T_1.$$

(2) 设当外界压强为  $\frac{p_0}{2}$  时, B 内的气体压强为  $p'_1$ ,

根据平衡条件得  $\frac{p_0}{2} + \rho gh_1 = p'_1$ ,

B 内气体的体积保持不变, 根据查理定律可得  $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p'_1}{T'_1}$ ,

$$\text{联立解得 } T'_1 = \frac{p_0 + 2\rho gh_1}{2p_0 + 2\rho gh_1}T_1.$$

## 第四章 原子结构

### 第 1 节 电子的发现

#### 刷基础

1. AD 【解析】汤姆孙根据阴极射线在电场和磁场中的偏转情况判断出阴极射线本质上是带负电的粒子流, 并求出了比荷, 从而发现了电子, 故 A 正确, B 错误; 电子质量是质子质量的  $\frac{1}{1836}$ , 故 C 错误; 汤姆孙发现用不同材料的阴极做实验研究阴极射线时均发出同一种粒子——电子, 这就说明电子是比原子更基本的物质单元, 而对光电效应等现象(第六章学习)的研究更加验证了这一点, 故 D 正确.

2. AC 【解析】题图甲中, 电子从左向右运动, 且电子束向下偏转, 由左手定则可知, 磁场方向应该垂直向里, 则条形磁铁的 S 极靠近阴极射线管, A 正确; 电子在磁场中受洛伦兹力而偏

转, 洛伦兹力的方向总是与电子的运动方向垂直, 洛伦兹力对电子不做功, 因此电子偏转过程中速率不变, B 错误; 阴极射线管的两个电极加上高压电后, 电子从阴极射向阳极, 因此题图甲中阴极射线管 P 端与电源负极相连, C 正确; 将该条形磁铁另一端(即 N 极)从前面靠近阴极射线管, 根据左手定则可知, 题图乙中阴极射线管中的亮线将向下偏转, D 错误.

教材变式 本题目由教材 P72 图 4-1-1 演变而来. 考查了亮线的偏转方向与所加磁场方向的关系.

3. (1)  $\frac{U}{Bb}$  (2)  $\frac{e}{m} = \frac{2dU}{B^2bL_1(L_1 + 2L_2)}$

【解析】(1) 电子在正交的匀强电场和匀强磁场中做匀速直线运动, 有  $Bev = Ee = \frac{U}{b}e$ ,