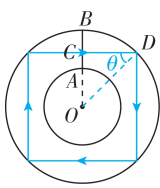
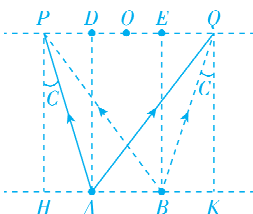


7. C 【解析】由 $E=h\nu$ 可知,一个光子在穿过玻璃球的过程中频率不变,则能量不变, A 错误;激光束从 C 点进入玻璃球时,无论怎样改变入射角,折射角都小于临界角,根据几何知识知,光线在玻璃球内表面的入射角不可能大于临界角,所以不可能发生全反射, B 错误;此激光束在玻璃球中的传播速度为 $v=\frac{c}{n}=\frac{c}{\sqrt{3}}$, CD 间的距离为 $s=2R\sin 60^\circ=\sqrt{3}R$,则此激光束在玻璃球中由 C 传播到 D 的时间为 $t=\frac{s}{v}=\frac{3R}{c}$, C 正确;由几何知识得,激光束在 C 点的折射角 $\gamma=30^\circ$,由折射定律得 $n=\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$,解得激光束的入射角 $\alpha=60^\circ$, D 错误.

8. C 【解析】从 C 点发射出一细光束的光路图如图所示,由几何关系知 $\theta=45^\circ$,故 CD 的长度为 $\sqrt{2}R$,所以正方形的总长度为 $8\sqrt{2}R$,即光束在“光环”中走过的路程为 $8\sqrt{2}R$,临界角正弦值为 $\sin C=\frac{1}{n}\leq\sin 45^\circ$,故折射率 $n\geq\sqrt{2}$,因此该光束在“光环”中的传播时间为 $t=\frac{s}{v}=\frac{8\sqrt{2}R}{\frac{c}{n}}=\frac{8\sqrt{2}Rn}{c}\geq\frac{16R}{c}$, C 正确, B、D 错误;由分析可知,发射板的 BC 部分水平射出的细光束均能发生全反射, A 错误.



9. A 【解析】由题意可知,当蝌蚪反射的光在荷叶边缘水面上发生全反射时,则在水面上看不到蝌蚪,如图所示. O 为圆形荷叶的圆心, P、Q 为荷叶直径上的两端点. 小蝌蚪向前游动,先到达 K 点,而后到 B 点,设 BQ 与竖直方向 QK 的夹角为全反射的临界角 C,而后小蝌蚪继续游动到 A 点,设 AP 与竖直方向 PH 的夹角为全反射的临界角 C,则由对称性可知, KB=AH. 当小蝌蚪在 BA 段游动时,其反射的光线到达 P、Q 后会发生全反射,在水面之上看不到小蝌蚪. 根据全反射的临界角公式可得 $\sin C=\frac{1}{n}=\frac{3}{4}$,则 $\tan C=\frac{3\sqrt{7}}{7}$, $AH=PH\tan C=htan C=\frac{\sqrt{7}}{20}\times\frac{3\sqrt{7}}{7}\text{ m}=0.15\text{ m}$,所以 $AB=2R-2AH=2\times 0.25\text{ m}-2\times$



$$0.15\text{ m}=0.2\text{ m},\text{则在水面之上看不到小蝌蚪的时间为 }t=\frac{AB}{v}=\frac{0.2}{0.05}\text{ s}=4\text{ s},\text{故 A 正确.}$$

考向 50 光的干涉和衍射

1. B 【解析】两块捏紧的玻璃板间形成了空气薄膜,光照射在空气薄膜上下表面产生的反射光发生干涉,由于是白光,产生了彩色干涉条纹;而从狭缝观察发光的白炽灯看到彩色条纹是光的衍射现象,故 B 正确.

拓展:对于白光,折射现象也能观察到彩光(色散现象)

2. D 【解析】凸透镜的凸面和玻璃板上表面之间形成一个空气薄膜,当竖直向下的平行光射向凸透镜时,劈尖形空气膜上、下表面反射的两束光相互干涉,同一半径的圆环处的空气膜厚度相同,上、下表面反射光的光程差相同,因此干涉图样呈圆环状,所以牛顿环是干涉现象, A、B 错误;离圆心距离不同处,空气薄膜的厚度不同,上、下表面反射光的光程差也不同,由于凸透镜的凸面是球面的一部分,所以越远离中心的地方空气薄膜厚度增加得越快,光程差增大越快,干涉条纹也就越密, C 错误, D 正确.

3. C 【解析】根据薄膜干涉原理,干涉条纹平行等宽,当光垂直射向玻璃板时,两束反射光满足相干条件,于是得到干涉条纹,且相邻亮条纹对应劈尖厚度差为 $\Delta h=\frac{\lambda}{2}$,由几何关系有 $\tan \theta=$

$$\frac{\lambda}{2\Delta x},\text{则 } \Delta x=\frac{\lambda}{2\tan \theta},\text{又 } v=\frac{c}{n}=\lambda\nu,\text{则 } \frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{n_1}{n_0},n_0=1,\text{联立解得 } n_1=\frac{\Delta x_1}{\Delta x_2},\text{C 正确.}$$

4. D 【解析】薄膜干涉中厚度相同处产生的条纹明暗情况相同,因此条纹应与 AD 边平行,故 A 错误;根据薄膜干涉的产生原理可知,题图乙弯曲条纹表示该处有突起,故 B 错误;如果用手用力捏右侧三层,空气膜厚度减小,由于条纹的位置与空气膜厚度相对应,故条纹向薄片移动且间距变大,故 C 错误;看到的条纹越多,说明相邻亮条纹间距变小,薄片的厚度越厚,故 D 正确.

5. C 【解析】光通过含瓦斯的空气后频率并不会改变,所以仍然可以发生干涉现象,故 A 错误;如果屏的正中央是亮纹,有可能两列光到达屏中央时恰好相差波长的整数倍,不能说明 B 中的气体与 A 中的空气成分相同,故 B 错误;如果 B 中的瓦斯含量增大,经过容器 B 中的光的波长变小,中央亮纹向上移动,但两列光在光屏上发生干涉时仍处在空气当中,干涉条纹间距不变,故 C 正确, D 错误.

专题 15 热学

考向 51 分子动理论 固体和液体

1. BD 【解析】由题图甲可知,②中速率大的分子占据的比例较大,则说明②对应的平均速率较大,在②状态下分子速率大小的分布范围相对较大,故 A 错误;题图甲中两条图线与横轴包围的面积相同,都为 1,故 B 正确;题图乙中阴影部分面积表示分子力

做功的大小,也等于分子势能差值,势能差值与零势能点的选取无关,故 C 错误;分子势能与分子间距的关系图像中,图线切线斜率的绝对值表示分子间作用力的大小,故 D 正确.

2. AD 【解析】由题干可知总分子数 $N=\frac{1}{2}av_0\times 2+2\times 2av_0+3a\cdot$

$v_0 = 8av_0$, 故 **A 正确**; 分子在 $2v_0 \sim 3v_0$ 区间出现的概率为 $P = \frac{3}{8}$,

关键点: 根据题意分析图像含义, 可知题图中图线与横轴围成的图形面积表示分子数

故 **B 错误**; 根据分布的图线的对称性可知, 分子的平均速率为 $2.5v_0$, 故 **C 错误**; 当 $v > 5v_0$ 时分子数为零, 则在 $0 \sim 5v_0$ 区间内, 分子出现的概率为 1, 故 **D 正确**.

3. D 【解析】 单个铁原子的质量 $m_0 = \frac{M}{N_A}$, 铁质晶须单位体积内铁

原子的个数为 $n_0 = \frac{\rho}{m_0} = \frac{\rho N_A}{M}$, 故 **A 错误**; 铁的摩尔体积 $V = \frac{M}{\rho}$, 单

关键点: ρ 表示单位体积内的质量

个铁原子的体积 $V_0 = \frac{M}{\rho N_A}$, 又 $V_0 = \frac{4}{3}\pi r^3$, 所以铁原子的半径 $r =$

$\left(\frac{3M}{4\pi\rho N_A}\right)^{\frac{1}{3}}$, 铁原子的直径 $d_0 = 2r = 2\left(\frac{3M}{4\pi\rho N_A}\right)^{\frac{1}{3}}$, 故 **B 错误**; 铁原

子的最大截面积 $S_0 = \pi r^2 = \pi\left(\frac{3M}{4\pi\rho N_A}\right)^{\frac{2}{3}}$, 断面内铁原子的个数为

$n = \frac{\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}{S_0} = \frac{d^2}{\left(\frac{6M}{\pi\rho N_A}\right)^{\frac{2}{3}}}$, 故 **C 错误**; 相邻铁原子之间的相互作用

力为 $F_0 = \frac{F}{n} = \frac{F}{d^2}\left(\frac{6M}{\pi\rho N_A}\right)^{\frac{2}{3}}$, 故 **D 正确**.

4. D 【解析】 浸润液体在细管中上升, 不浸润液体在细管中下降, 都属于毛细现象, 故 **A 错误**; 在毛细作用下, 航天员可以在太空中写成毛笔字, 故 **B 错误**; 晶体具有各向异性, 有些晶体沿不同方向的导热性质不相同, 有些晶体沿不同方向的导电性能不相同, 但导热性能可能是相同的, 故 **C 错误**; 表面张力使液体表面有收缩的趋势, 它的方向跟液面相切, 故 **D 正确**.

5. D 【解析】 水银在玻璃表面是不浸润的, 在玻璃管中下降, 呈现凸形液面, 故容器中的液体不可能是水银, 故 **A 错误**; 在太空舱中由于处在完全失重环境下, 毛细现象更明显, 液面直接攀升到毛细管顶部, 毛细管越细, 攀升速度越快, 粗细不同的毛细管中液面都与毛细管齐平, 故 **B 错误**; 在毛细现象中, 毛细管中液面的高低与液体的种类和毛细管的材质有关, 若用不同液体进行实验, 两毛细管中的高度差不一定相同, 故 **C 错误**; 题图中毛细管内液面呈现浸润现象, 说明固体分子对液体分子引力大于液体分子之间的引力, 那么附着层的分子密度将会大于液体内部分子密度, 故 **D 正确**.

考向 52 气体 气体实验定律的应用

1. A 【解析】 在潜水器缓慢下潜的过程中, 温度降低, 分子运动的平均速率减小, 由于压强增大, 则单位时间内气体分子撞击单位面积器壁的次数增多, 故 **A 正确**; 气体压强为 $p = p_0 + \rho gh$, 压强与潜水器下潜的深度成一次函数关系, 不成正比关系, 故 **B 错误**; 根据理想气体状态方程有 $\frac{pV}{T} = C$, 又 $p = p_0 + \rho gh$, 解得 $V = \frac{CT}{p} =$

$\frac{CT}{p_0 + \rho gh}$, 可知气体体积与潜水器下潜的深度不成反比, 故 **C 错误**; 温度降低, 气体分子的平均动能减小, 故 **D 错误**.

2. D 【解析】 轮胎内气体体积不变, 气体质量不变, 则单位体积内分子的个数不变, 故 **A 错误**; 由于胎内气体体积不变, 单位体积分子数不变, 温度降低, 分子平均速率降低, 则单位时间碰撞胎内壁单位面积的分子数减少, 故 **B 错误**; 由于胎内的气体压强降低, 体积不变, 单位体积分子数不变, 则分子对轮胎内壁单位面积的平均作用力变小, 故 **C 错误**; 由于温度降低, 则分子内能减小, 分子平均速率变小, 速率大的分子占比变少, 故 **D 正确**.

3. BC 【解析】 设阀门打开后, 活塞 C 向右移动了 x , 最后达到平衡时 A 、 B 内气体的压强均为 p , A 、 B 内气体初始体积均为 V_0 , 则对 A 、 B 内气体, 由玻意耳定律可得 $p_A V_0 = p(V_0 + Sx)$, $p_B V_0 = p(V_0 - Sx)$, 解得 $x = \frac{20}{3} \text{ cm} \approx 6.7 \text{ cm}$, $p = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 故 **A 错误**, **B 正确**;

因为整个装置均由导热材料制成且环境温度恒定, 所以气体温度保持不变, 即气体内能不变, 即 $\Delta U = 0$, 又因为 A 内气体体积变大, 对外做功, 即 $W < 0$, 所以由热力学第一定律 $\Delta U = Q + W$ 得 $Q > 0$, 即 A 内气体要从外界吸热, 故 **C 正确**; 若 B 汽缸抽成真空, 打开阀门 D 后, A 汽缸中气体自由膨胀过程对外不做功, 又因为气体内能不变, 所以 A 内气体既不需要从外界吸热也不向外界放热, 故 **D 错误**.

易错警示 忽略自由膨胀不做功致错

一定质量的理想气体的内能只与温度有关, 气体做功只和体积有关. 对于 D 选项, 若 B 汽缸抽成真空, 打开阀门 D 后, A 内气体自由膨胀, 因为真空中气体自由膨胀过程不做功, 所以 A 内的气体不对外做功, 如果忽略这一点则会得到气体体积要增大, 对外做功, 且环境温度恒定, 气体温度保持不变, 即气体内能不变, 所以气体要从外界吸热的错误结论.

4. BD 【解析】 设初始时缸内气体的压强为 p , 则根据两活塞受力平衡对 A 、 B 整体受力分析有 $p_0 \cdot 2S + 3mg + pS = p_0 S + p \cdot 2S$, 得 $p = p_0 + \frac{3mg}{S}$, **A 错误**; 对活塞 B 受力分析有 $pS + mg = p_0 S + F$, 得 $F = 4mg$, **关键点:** 对单个活塞的受力分析要使用隔离法, 注意不要忽略重力

B 正确; 若汽缸内密封气体温度缓慢降低到 $\frac{5T_0}{6}$, 假设气体发生等压变化, 则有 $\frac{L \cdot 2S + LS}{T_0} = \frac{V}{\frac{5T_0}{6}}$, 得 $V = \frac{5LS}{2}$, 设两活塞向下移动的距离为 x , 则有 $V = \frac{5LS}{2} = (L - x) \cdot 2S + (L + x)S$, 得 $x = \frac{L}{2}$, 符合实际, 假设成立, **C 错误**; 若汽缸内密封气体温度缓慢升高到 $\frac{7T_0}{6}$, 假

设气体发生等压变化, 有 $\frac{L \cdot 2S + LS}{T_0} = \frac{V'}{\frac{7T_0}{6}}$, 得 $V' = \frac{7LS}{2}$, 设两活塞

向上移动距离为 x' , 则有 $V' = \frac{7LS}{2} = (L+x') \cdot 2S + (L-x')S$, 得 $x' = \frac{L}{2}$, 符合实际, 假设成立, 则汽缸内气体等压膨胀对外做功为

$$W = p\Delta V = p\left(\frac{7LS}{2} - 3LS\right) = \frac{p_0 SL + 3mgL}{2}, \text{D 正确.}$$

$$5. (1) \frac{L_0 f_m}{p_0 S + f_m} \quad (2) \frac{4p_0 L_0 S + 3L_0 f_m}{4p_0 S + 2f_m}$$

【解析】(1) 对于气体 A, 初态 $p_{A1} = p_0$, $V_{A1} = L_0 S$,

设当活塞向右移动 x_1 距离时隔板开始移动, 此时气体 A 的体积为 $V_{A2} = L_0 S - Sx_1$, 且隔板与汽缸壁间的静摩擦力达到 f_m , 则由受力平衡可知 $p_{A2} = p_0 + \frac{f_m}{S}$,

$$\text{根据玻意耳定律可得 } p_{A1} V_{A1} = p_{A2} V_{A2}, \text{ 即 } p_0 L_0 S = \left(p_0 + \frac{f_m}{S}\right) (L_0 S - Sx_1), \text{ 得 } x_1 = \frac{L_0 f_m}{p_0 S + f_m}.$$

(2) 对于气体 B, 初态 $p_{B1} = p_0$, $V_{B1} = L_0 S$,

设当活塞向右移动 x_2 距离时隔板向右移动 $\frac{L_0}{2}$, 体积 $V_{B2} = L_0 S - S \cdot \frac{L_0}{2}$,

根据玻意耳定律可得 $p_{B1} V_{B1} = p_{B2} V_{B2}$, 得 $p_{B2} = 2p_0$,

由受力平衡可知此时气体 A 的压强为 $p_{A3} = p_{B2} + \frac{f_m}{S} = 2p_0 + \frac{f_m}{S}$, 体积 $V_{A3} = \left(L_0 + \frac{L_0}{2} - x_2\right) S$,

$$\text{根据玻意耳定律可得 } p_{A1} V_{A1} = p_{A3} V_{A3},$$

即 $p_0 L_0 S = \left(2p_0 + \frac{f_m}{S}\right) \left(\frac{3}{2}L_0 - x_2\right) S$,

得 $x_2 = \frac{4p_0 L_0 S + 3L_0 f_m}{4p_0 S + 2f_m}$.

$$6. \text{AC} \quad \text{【解析】对玻璃管受力分析, 由平衡条件得 } T + pS = mg + p_0 S,$$

解得细线的拉力为 $T = (p_0 - p)S + mg = \rho ghS + mg$, 即细线的拉力等于玻璃管的重力和管中高出水银面部分水银的重力. 随着环境温度的升高, 管内气体的温度也升高, 由理想气体状态方程可得, 封闭气体的压强增大, 水银柱的高度 h 减小, 故拉力 T 减小, A 正确; 大气压强变大, 水银柱上移, h 增大, 所以拉力 T 增大, B 错误; 向水银槽内注入水银, 封闭气体的压强增大, 平衡时水银柱的高度 h 减小, 故拉力 T 减小, C 正确; 稍降低水平桌面的高度, 使玻璃管位置相对水银槽上移, 封闭气体的体积增大, 压强减小, 平衡时水银柱高度 h 增大, 故拉力 T 增大, D 错误.

$$7. \text{AC} \quad \text{【解析】假设水银不动, 即体积不变, 由查理定律得 } \frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta T}{T},$$

升高环境温度, 那么气体 A 的压强变化比较大, 水银将向 B 端移动, 故 A 正确, B 错误; U 形管竖放时 $p_A > p_B$, 平放稳定后 $p'_A = p'_B$, 所以气体 A 的压强减小, 气体 B 的压强变大, 水银向 B 端移动, 故 C 正确; 逆时针旋转后 $p''_A = p''_B + \rho gh_{CD}$, 由于 h_{CD} 未知, 可知气体

A 的压强可能变大, 也可能变小或者不变, 那么水银不一定向 B 端移动, 故 D 错误.

方法总结 在分析理想气体的动态变化时, 可先假设理想气体的某一参量不变, 在此基础上利用气体实验定律或相关物理规律, 从得到的结果去分析讨论理想气体各个参量的实际变化.

$$8. (1) 52 \text{ cmHg} \quad (2) 10.8 \text{ cm}$$

【解析】(1) 左管封闭气体的压强为 $p_1 = 76 \text{ cmHg} - 36 \text{ cmHg} = 40 \text{ cmHg}$,

设左管横截面积为 S , 左管封闭气体变化前后的体积分别为 $V_1 = 26S$, $V_2 = 20S$,

由于气体发生等温变化, 由玻意耳定律可得 $p_1 V_1 = p_2 V_2$,

解得 $p_2 = 52 \text{ cmHg}$.

(2) U 形管右管内径为左管内径的 $\sqrt{2}$ 倍, 则右管横截面积是左管横截面积的 2 倍, 为 $2S$, 当左管水银面上升 6 cm 时, 右管水银面下降 3 cm, 所以这时左右两管水银面的高度差为 45 cm, 因此右管内气体的压强为 $p'_2 = (52 + 45) \text{ cmHg} = 97 \text{ cmHg}$,

原状态右管气体的压强为 $p'_1 = 76 \text{ cmHg}$,

设活塞缓慢下推后右管气体的高度为 h , 由玻意耳定律可得

$$p'_1 \cdot (36 \text{ cm}) \cdot 2S = p'_2 \cdot h \cdot 2S,$$

解得 $h = 28.2 \text{ cm}$,

活塞下移的距离是 $x = 36 \text{ cm} + 3 \text{ cm} - h = 10.8 \text{ cm}$.

重难专项 14 气体变质量问题

1. A 【解析】由玻意耳定律可知 $p_0(V_1 + V_0) = pV_2$, 可得吸入气体的

体积为 $V_0 = \frac{pV_2 - p_0V_1}{p_0}$, 故 A 正确.

2. B 【解析】根据题意知, 气体做等温变化, 由玻意耳定律得 $p_1 V + np_0 V_0 = p_2 V$, 代入数据得 $n = 72$, 故 B 正确.

→ **关键点:** 气体变质量问题需要找到不变的质量, 转化为“定质量”问题

3. AC 【解析】由题可知整个过程温度保持不变, 则理想气体做等温变化, 变化过程中遵循玻意耳定律. 为了保证喷水效果, 设打气筒最少打气 n 次, 有 $p_0 V_0 + np_0 \Delta V = p_1 V_0$, 其中 $p_0 = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, $V_0 = 1.4 \text{ L} - 1.2 \text{ L} = 0.2 \text{ L}$, $\Delta V = 0.02 \text{ L}$, $p_1 = 3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 得 $n = 20$, 故 A 正确; 为了保证喷壶安全, 设打气筒最多打气 m 次, 则有 $p_0 V_0 + mp_0 \Delta V = p_2 V_0$, 其中 $p_2 = 5.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 得 $m = 40$, 故 B 错误; 若充气到喷壶安全上限, 然后打开喷嘴向外喷水, 设可向外喷出水的体积为 V_x , 则有 $p_2 V_0 = p_0(V_0 + V_x)$, 得 $V_x = 0.8 \text{ L}$, 故 C 正确, D 错误.

$$4. (1) 2p_0 \quad (2) 2.5p_0 \quad (3) 37$$

【解析】(1) 初始时, 对活塞 b, 根据受力平衡有 $p_c S = mg + p_B S$,

对活塞 a, 根据受力平衡有 $p_B \cdot 2S + mg = p_A \cdot 2S$, 联立得 $p_c = 2p_0$, $p_B = p_0$.

(2) 对气体 C, 根据玻意耳定律有 $p_c V_c = p'_c \cdot \frac{2}{3} V_c$,

再次对活塞 b 和 a 根据平衡条件有 $p'_c S = mg + p'_b S, p'_b \cdot 2S + mg = p \cdot 2S$,

联立解得 $p'_b = 2p_0, p'_c = 3p_0, p = 2.5p_0$.

(3) 对气体 B , 根据玻意耳定律有 $p_B V_0 = p'_B \cdot V'_B$, 得 $V'_B = \frac{1}{2} V_0$,

末状态 C 的体积为 $\frac{2}{3} V_C = \frac{2}{3} V_0$, 故 $V_A = 2V_0 - \left(\frac{1}{2} V_0 - \frac{1}{3} V_0 \right) = \frac{11}{6} V_0$,

对气体 A , 根据玻意耳定律有 $1.5p_0 V_0 + np_0 \cdot \frac{V_0}{12} = 2.5p_0 \cdot \frac{11}{6} V_0$,

得 $n = 37$ 次.

方法总结 在充气(打气)时, 将充进容器内的气体和容器内的原有气体作为研究对象, 这些气体的总质量是不变的. 这样, 可将“变质量”问题转化成“定质量”问题.

5. D 【解析】第一次抽气相当于气体的体积由 V 变为 $\left(1 + \frac{1}{10}\right) V$,

温度不变, 根据玻意耳定律得 $p_0 V = p_1 \left(1 + \frac{1}{10}\right) V$, 解得 $p_1 = \frac{10}{11} p_0$,

同理可得, 第二次抽气后有 $p_1 V = p_2 \left(1 + \frac{1}{10}\right) V$, 解得 $p_2 = \frac{100}{121} p_0$, 故

D 正确.

6. A 【解析】第 1 次抽气过程, 根据玻意耳定律可得 $p_0 V = p_1 \left(V + \frac{1}{50} V\right)$, 同理, 第 2 次抽气过程, 有 $p_1 V = p_2 \left(V + \frac{1}{50} V\right)$, 第 3 次抽气

过程, 有 $p_2 V = p_3 \left(V + \frac{1}{50} V\right)$, 每次被抽出的气体的体积、温度都相同, 则第 3 次抽气过程中被抽出的气体质量与第 1 次抽气过程中

被抽出的气体质量的比值为 $\frac{m_2}{m_1} = \frac{p_3}{p_1} = \frac{1}{1.02^2}$, 故 **A 正确.**

7. (1) $\frac{1}{3} p_0 S$ (2) $\frac{32}{243} p_0$

【解析】(1) 对于第一次抽气, 向右拉活塞, 容器中气体均匀分散到抽气机汽缸和容器中, 气体压强降为 p_1 , 根据玻意耳定律有

$p_0 \cdot 2V = p_1 (2V + V)$, 解得 $p_1 = \frac{2}{3} p_0$,

对活塞进行受力分析, 根据平衡条件得手对活塞的最大拉力

$F_1 = (p_0 - p_1) S = \frac{1}{3} p_0 S$.

(2) 第二次抽气过程中, 向右拉活塞, 容器中气体均匀分散到抽气机汽缸和容器中, 气体压强降为 p_2 , 根据玻意耳定律有

$p_1 \cdot 2V = p_2 (2V + V)$, 解得 $p_2 = \frac{2}{3} p_1 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 p_0$,

依次类推, 第 5 次抽气后容器中剩余气体压强 $p_5 = \left(\frac{2}{3}\right)^5 p_0 =$

$\frac{32}{243} p_0$.

方法总结 在对容器进行抽气的过程中, 对每一次抽气而言, 气体质量发生变化, 解决这类变质量问题的方法与充气(打气)问题类似: 假设把每次抽出的气体包含在原气体变化的始末状态中, 即用等效的思路将“变质量”问题转化为“定质量”问题.

8. (1) $\frac{4}{5} p_0$ $\frac{2}{3} p_0$ (2) $\frac{8p_0 S}{15l}$

【解析】(1) 初状态 A 中气体 $p_{A1} = p_0, V_{A1} = Sl$,

变化后 $V_{A2} = \frac{5}{4} Sl$,

A 中气体做等温变化, 由玻意耳定律得 $p_{A1} V_{A1} = p_A V_{A2}$,

解得 $p_A = \frac{4}{5} p_0$,

初状态 B 中气体 $V_{B1} = Sl$, 变化后 $V_{B2} = \frac{3}{4} Sl$,

若 B 中气体在体积不变的情况下抽出一半, 则压强变为原来的一半, 即 $p_{B1} = \frac{1}{2} p_0$, 在 B 的体积变为原来的 $\frac{3}{4}$ 的过程中, B 中气

体做等温变化, 由玻意耳定律得

$p_{B1} V_{B1} = p_B V_{B2}$,

解得 $p_B = \frac{2}{3} p_0$.

(2) 对隔板受力分析, 有 $p_A S = p_B S + k \cdot \frac{l}{4}$,

解得 $k = \frac{8p_0 S}{15l}$.

9. AD 【解析】如果小瓶内原来是真空的, 对钢瓶和小瓶内气体整体分析, 初状态 $p_0 = 145 \text{ atm}, V_0 = 20 \text{ L}$; 末状态 $p_1 = 10 \text{ atm}, V_1 = V_0 + nV'$, $V' = 5 \text{ L}$, 由于温度不变, 则根据玻意耳定律有 $p_0 V_0 =$

易错点: 当钢瓶中气体压强达到 10 atm 时, 无法再为小瓶充气, 易忽略钢瓶内剩余气体

$p_1 V_1$, 得 $n = 54$, 故 **A 正确, B 错误**; 如果小瓶原来装有 1 atm 的氧气, 对钢瓶和小瓶内气体整体分析, 初状态 $p_0 = 145 \text{ atm}, p'_0 = 1 \text{ atm}, V_0 = 20 \text{ L}, V'_0 = n' V'$, 末状态 $p_2 = 10 \text{ atm}, V_2 = V_0 + n' V'$, 根据玻意耳定律有 $p_0 V_0 + p'_0 V'_0 = p_2 V_2$, 得 $n' = 60$, 故 **C 错误, D 正确.**

10. (1) ① $1.5T_1$ ② $\frac{kT_1}{2}$ (2) $p - \frac{3p_1 V_1}{V}$

【解析】(1) ① 分装前体积不变, 氧气做等容变化, 由查理定律

可知 $\frac{p}{T_1} = \frac{1.5p}{T_2}$, 得 $T_2 = 1.5T_1$;

② 根据热力学第一定律可知 $\Delta U = W + Q$, 其中 $W = 0$, 则 $Q = \Delta U =$

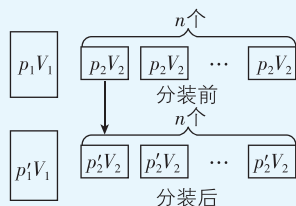
$k(T_2 - T_1) = \frac{kT_1}{2}$.

(2) 设剩余氧气的压强为 p_2 , 由于温度不变, 根据玻意耳定律, 可得 $pV = 3p_1 V_1 + p_2 V$,

得 $p_2 = p - \frac{3p_1 V_1}{V}$.

11. (1) 75 (2) 95

思路导引 第(1)问气体分装前后的状态如图所示



【解析】(1) 设能够分装 n 个小钢瓶, 则以 100 L 大钢瓶中的氧气和 n 个小钢瓶中的氧气整体为研究对象, 分装过程中温度不变, 由玻意耳定律可得

$$p_1 V_1 + n p_2 V_2 = p_1' V_1 + n p_2' V_2, \text{ 其中 } p_1 = 30 \text{ atm}, p_2 = 1 \text{ atm}, p_1' = 15 \text{ atm}, p_2' = 5 \text{ atm}, V_1 = 100 \text{ L}, V_2 = 5 \text{ L},$$

代入数据得 $n = 75$, 所以分装 75 瓶后大钢瓶内压强降到 15 atm.

(2) 若分装前环境温度变为 -33°C , 大钢瓶中的氧气体积不变,

由查理定律, 有 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_2}$,

其中 $T_1 = (273 + 27) \text{ K} = 300 \text{ K}$, $p_1 = 30 \text{ atm}$, $T_2 = (273 - 33) \text{ K} = 240 \text{ K}$,

得 $p_3 = 24 \text{ atm}$,

根据 $p_3 V_1 + N p_2 V_2 = p_2' V_1 + N p_2' V_2$, 得 $N = 95$, 最多可以分装出 95 个满足要求的小钢瓶.

方法总结 将一个大容器里的气体分装到多个小容器中也属于变质量问题, 分析这类问题时, 可以把大容器内的气体和多个小容器内的气体作为一个整体来进行研究, 即可将“变质量”问题转化为“定质量”问题.

12. D **【解析】** 教室早上的温度为 $T_1 = (17 + 273) \text{ K} = 290 \text{ K}$, 设教室容积为 V_1 , 下午温度升高至 $T_2 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$, 设教室内气体的总体积变为 V_2 , 根据题意教室内的气体压强保持不变,

由盖-吕萨克定律有 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, 解得 $V_2 = \frac{30}{29} V_1$, 则有 $\frac{m_1}{m_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{30}{29}$,

故 **D 正确**.

13. AC **【解析】** 分析可知热气球在加热时, 球内压强一直等于大气压, 随着温度的升高, 有部分气球内原来的气体被排出, 以开始时热气球内的所有气体为研究对象, 气体发生等压变化, 则

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}, \text{ 又 } \rho = \frac{m}{V}, \text{ 可得 } \rho = \frac{T_0}{T} \rho_0, \text{ 故 A 正确, B 错误; 从开始加热至气球刚要升空过程, 排出气体质量为 } \Delta m = \rho(V - V_0) =$$

$$\frac{T - T_0}{T} \rho_0 V_0, \text{ 故 C 正确, D 错误.}$$

14. (1) 114 km/h (2) $\frac{61}{111}$

【解析】(1) 根据查理定律有 $\frac{p_0}{(t_0 + 273) \text{ K}} = \frac{p_1}{(t_1 + 273) \text{ K}}$, 解得

$$t_1 = 87^\circ\text{C},$$

根据 $t_1 = [50 + 0.5(v_1 - 40)]^\circ\text{C}$, 解得 $v_1 = 114 \text{ km/h}$.

(2) 速度为 $v_2 = 60 \text{ km/h}$ 时, 由题图可得此时轮胎温度为 60°C , 即 $T_2 = (60 + 273) \text{ K} = 333 \text{ K}$,

假设轮胎没有漏气, 由查理定律有 $\frac{p_0}{(t_0 + 273) \text{ K}} = \frac{p_2'}{T_2}$, 解得 $p_2' =$

$$11.1 \text{ bar},$$

假设漏到外界的气体的温度和压强与漏气后轮胎中气体的温度和压强是一样的, 设轮胎内气体的体积为 V , 漏到外界的气体体积为 ΔV , 由玻意耳定律有 $p_2' V = p_2 (V + \Delta V)$,

解得 $\Delta V = 1.22 V$,

漏掉气体质量占轮胎内原有气体质量的比值 $k = \frac{\Delta V}{V + \Delta V}$, 解得 $k =$

$$\frac{61}{111}.$$

方法总结 容器漏气过程中气体的质量不断发生变化, 属于变质量问题, 如果选择容器内剩余气体和漏掉的气体作为研究对象, 即可将“变质量”问题转化为“定质量”问题.

考向 53 气体实验定律与热力学定律的综合应用

1. C **【解析】** 根据能量守恒定律, 能量既不能被创造, 也不能被消灭, 利用永久磁体间的作用力不可能造一台永远转动的机械, 故 **A 错误**; 人类可利用的能源, 特别是诸如煤炭等不可再生能源是逐渐减少的, 因此不合理使用能源, 会导致能源危机, 但是能量是守恒的, 能量与能源是有一定关系的不同概念, 故 **B 错误**; 一定质量的气体通过等压变化和等容变化温度都升高 1°C , 内能增加量相等, 等压变化时, 气体体积变大, 气体对外界做功, 等容变化时因为体积没发生变化, 则气体做功为零, 根据热力学第一定律可知, 气体等压变化的过程中吸收的热量更多, 故 **C 正确**; 电冰箱通电后由于压缩机做功从而将低温物体的热量传到冰箱外的高温物体, 不违背热力学第二定律, 热传递存在方向性, 故 **D 错误**.

2. D **【解析】** ab 的反向延长线过坐标原点, 则从 $a \rightarrow b$, 气体发生等压变化, 气体的压强不变, 温度升高, 内能增大, 故 **A、B 错误**; 从 $b \rightarrow c$, 气体发生等容变化, 气体不做功, 温度降低, 内能减小, 气体放出热量, 故 **C 错误**; 从 $c \rightarrow a$, 气体的温度不变, 气体分子的平均动能不变, 故 **D 正确**.

3. B **【解析】** 根据题图可知, A 到 B 过程, 压强不变, 温度升高, 可知体积变大, 气体对外界做功, 故 **A 错误**; B 到 C 过程, 温度不变, 则内能不变, 压强降低, 可知体积增大, 气体对外界做功, 由热力学第一定律知气体吸收热量, 故 **B 正确**; C 到 D 过程, 压强不变, 温度降低, 则体积变小, 外界对气体做功, 故 **C 错误**; D 到 A 过程, 温度升高, 内能增大, 故 **D 错误**.

4. B **【解析】** $c \rightarrow b$ 过程, 气体体积不变, 该过程气体对外不做功, 压强降低, 则温度降低, 内能减小, 故气体向外界放热, **A 错误**; $p-V$ 图线与横轴围成的面积表示气体做的功, 可知 $a \rightarrow c \rightarrow b$ 过程比 $a \rightarrow b$ 过程气体对外界所做的功多, **B 正确**; $a \rightarrow b$ 过程为绝热