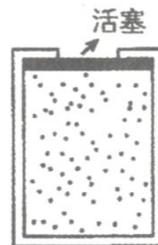


计算题专项训练 1

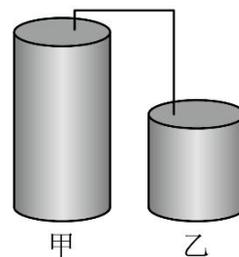
1. 如图所示，体积为 V_0 ，内壁光滑的圆柱形导热气缸，气缸顶部有一厚度不计的轻质活塞，气缸内壁密封有密度为 ρ ，温度为 $3T_0$ ，压强为 $1.5p_0$ 的理想气体 (p_0 和 T_0 分别为大气压强和室温)，设容器内气体的变化过程都是缓慢的，气体的摩尔质量为 M ，阿伏加德罗常数为 N_A 。求：

- (1) 求气缸内气体与外界大气达到平衡时的体积 V_1 ；
- (2) 气缸内气体的分子的总个数 N 。



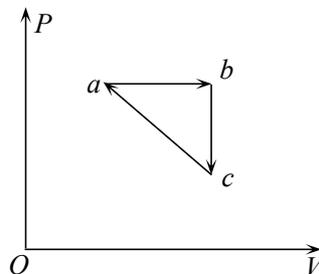
2. 如图所示，有甲、乙两个储气钢瓶，甲的体积为 10L ，乙的体积为 5L ，甲中有压强为 $7P_0$ 的理想气体，乙中有压强为 P_0 的同种理想气体。将甲和乙通过细管连通，甲给乙充气，直到两罐中气体压强相等，充气过程中甲、乙中气体温度相等且温度不变，细管中气体体积忽略不计。求：

- (1) 稳定时乙储气钢瓶中气体压强为多少；
- (2) 甲储气罐中剩余气体质量与充气前甲中气体总质量的比值。



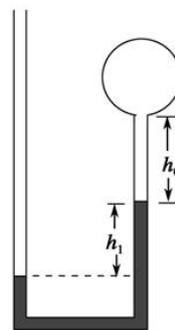
3. 一定质量的理想气体从状态 a 开始，经历三个过程 ab 、 bc 、 ca 回到原状态，其 P - V 图象如图所示，已知气体在状态 a 的压强为 P_0 、体积为 V_0 、温度为 T_0 ，气体在状态 b 的温度 $T_b=1.5T_0$ ，气体在状态 c 的温度 $T_c=T_0$ ，求：

- (1) 气体在状态 b 时的体积；
- (2) 分析说明气体由状态 c 到状态 a 是吸热还是放热，并求出吸收或放出的热量。



4. 如图所示，竖直放置、粗细均匀且足够长的 U 形玻璃管与容积为 $V_0=8\text{ cm}^3$ 的金属球形容器连通，用 U 形玻璃管中的水银柱封闭一定质量的理想气体。当环境温度为 27°C 时，U 形玻璃管右侧水银面比左侧水银面高出 $h_1=15\text{ cm}$ ，水银柱上方空气柱长 $h_0=4\text{ cm}$ 。现在左管中加入水银，保持温度不变，使两边水银柱在同一高度。(已知大气压 $p_0=75\text{ cmHg}$ ，U 形玻璃管的横截面积为 $S=0.5\text{ cm}^2$)。求：

- (1) 需要加入的水银的长度是多少 cm ？
- (2) 为使右管水银面恢复到原来位置，则应对封闭气体加热到多少 $^\circ\text{C}$ ？



参考答案

1. (1) 在气体温度由 $T=3T_0$ 降至 T_0 过程中, 压强先由 $p=1.5p_0$ 减小到 p_0 , 气体体积不变, 由查理定律可得

$$\frac{1.5p_0}{3T_0} = \frac{p_0}{T_1} \quad T_1 = 2T_0$$

此后保持压强 p_0 不变, 体积继续减小, 由盖吕—萨克定律可得

$$\frac{V_0}{T_1} = \frac{V_1}{T_0} \quad V_1 = 0.5V_0$$

(2) 气体的质量 $m = \rho V_0$ 其物质的量 $n = \frac{m}{M}$

$$\text{气体的分子数为} \quad N = nN_A \quad N = \frac{\rho V_0}{M} N_A$$

2. (1) 设最终甲乙气体压强为 P , 甲气体体积增大 ΔV , 乙气体体积减小 ΔV

$$\text{甲气体: } P_1 V_1 = P(V_1 + \Delta V)$$

$$\text{乙气体: } P_2 V_1 = P(V_2 - \Delta V)$$

$$\text{解得: } p = 5p_0 \quad \Delta V = 4L$$

或根据克拉伯龙方程得 $p_1 V_1 + p_2 V_2 = p(V_1 + V_2)$ 解得 $p = 5p_0$

(2) 对于甲储气罐, 等温膨胀到压强为 $5p_0$ 时, 有

$$p_1 V_1 = pV \quad \text{解得} \quad V = 14L$$

甲储气罐中剩余气体质量与充气前甲中气体总质量的比值为

$$\frac{m}{m_0} = \frac{\rho V_1}{\rho V} = \frac{V_1}{V} = \frac{10}{14} = \frac{5}{7}$$

3. (1) a 到 b 是等压变化则有 $\frac{V_a}{T_a} = \frac{V_b}{T_b}$ 解得 $V_b = 1.5V_0$

(2) 由于 $T_a = T_c$, c 到 a 过程, $\Delta U = 0$, 气体体积减小, 外界对气体做功, 即 $W > 0$, 由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可知, $Q < 0$, 即放热.

b 到 c 有 $\frac{P_b}{T_b} = \frac{P_c}{T_b}$ 得 $P_c = \frac{2}{3}P_0$

c 到 a 过程外界对气体做功 $W = \frac{1}{2}(P_a + P_c)(V_c - V_a) = \frac{5}{12}P_0V_0$

则 $Q = W = \frac{5}{12}P_0V_0$

4. (1) $p_1 = p_0 - p_h = 75 - 15 \text{ cmHg} = 60 \text{ cmHg}$, $V_1 = V_0 + h_0S = 8 + 4 \times 0.5 \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^3$, $p_2 = 75 \text{ cmHg}$, 根

据玻意耳定律, $p_1V_1 = p_2V_2$, $V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{60 \times 10}{75} \text{ cm}^3 = 8 \text{ cm}^3$, 即水银正好到球的底部。

加入的水银为 $h_1 + 2h_0 = 15 + 2 \times 4 \text{ cm} = 23 \text{ cm}$

(2) $p_1 = p_0 - p_h = 60 \text{ cmHg}$, $T_1 = 300 \text{ K}$, $p_3 = 75 + 8 = 83 \text{ cmHg}$, 根据查理定律,

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_3}{T_2}, T_2 = \frac{p_3T_1}{p_1} = \frac{83 \times 300}{60} \text{ K} = 415 \text{ K} = 142^\circ \text{ C}$$