

## 阿伏加德罗定律学习指导

### 1. 准确把握阿伏加德罗定律的内涵和外延；

阿伏加德罗定律：在相同温度和压强下，相同体积的任何气体都含有相同数目的粒子（分子或原子）。

这是意大利科学家阿伏加德罗最早提出的，因此称为“阿伏加德罗定律”，也叫气体定律。理解此概念时应注意：

① 结论中“分子数相同”的适用范围是“气体”；气体为任一纯净气体或混合气体；

② 在该定律中有“四同”：同温、同压、同体积、同分子数目。同分子数目的前提条件是三同：同温、同压、同体积；

③ 有“三同”就可定“一同”。如，同温同压下，同体积的两种气体必含有相同数目的分子；同温同压下，同分子数目的两种气体必然同体积；再如，在同温下，两种气体同体积又同分子数目，则必然同压；

④ 单位物质的量的任何气体在相同条件下应占有相同的体积。因为气体体积的影响因素中：微粒间距离同（各种气体在相同条件下分子间平均距离相同）；微粒大小的影响很小（气体体积主要决定于气体分子间平均距离）的情况下，气体的体积只决定于气体分子的数目；

⑤ 气体摩尔体积与阿伏加德罗定律的联系是：气体摩尔体积只是阿伏加德罗定律的一种特例。如同为  $0^{\circ}\text{C}$ 、压强为  $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 、粒子数同为  $1\text{mol}$  的任何气体，则体积同为  $22.4\text{L}$ ；若同为  $25^{\circ}\text{C}$ 、压强为  $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 、粒子数同为  $1\text{mol}$ ，则体积同为  $24.5\text{L}$ 。

### 2. 学会运用阿伏加德罗定律的有关公式

根据阿伏加德罗定律，限定不同的条件，便可得到阿伏加德罗定律的多种形式，熟练并掌握了它们，解答有关问题时，可达到事半功倍的效果。

根据阿伏加德罗定律，当“四同”中有“两同”时，另外两个状态函数（物理量）成比例。可得出如下直接推论：

（1）同温同压下，任何气体的体积比等于它们的物质的量（或分子数）

之比。即： $V_1 : V_2 = n_1 : n_2$ （或  $V_1 : V_2 = N_1 : N_2$ ）。

[例 1] 在同温同压下，A 容器的氯气和 B 容器的氨气中，若它们所含原子数相等，则这两个容器的体积之比为（ ）

A. 2 : 1    B. 1 : 2    C. 2 : 3    D. 1 : 3

[分析] 相同条件下, 气体的体积比等于其物质的量之比。设它们所含的原子的物质的量均为 4 摩尔, 根据  $\text{Cl}_2$  和  $\text{NH}_3$  的化学组成, 可知两种分子的物质的量比为 2 : 1, 即其体积比也为 2 : 1。

(2) 恒温恒容下, 气体的压强比等于它们的物质的量 (或分子数) 之比。即:  $P_1 : P_2 = n_1 : n_2$ 。 (或  $P_1 : P_2 = N_1 : N_2$ )。

[例 2] 在某温度下, 将 0.1 摩  $\text{Cl}_2$  和 0.4 摩  $\text{H}_2$  充入容积为 2 升的密闭容器中, 测得其压强为 1 大气压, 点火充分反应后再恢复到原来温度时, 容器内的压强是 ( )

(A) 0.2 大气压 (B) 0.6 大气压 (C) 1 个大气压 (D) 无法确定

[分析] 2L 的容器中充满 0.5mol 气体时压强为 1 大气压, 点火充分反应后再恢复到原来温度时, 余下的气体为 0.2mol  $\text{HCl}$  和 0.3mol  $\text{H}_2$ , 其物质的量仍为 0.5mol, 压强仍为 1 大气压。

由于物质的量与物质的质量、体积、摩尔质量存在换算关系, 质量、体积、密度间存在换算关系, 又有如下推论:

(3) 同温同压下, 任何气体的密度比等于它们的相对分子质量之比。即:

$$\rho_1 : \rho_2 = M_{r1} : M_{r2}.$$

[例 3] 同温同压下, 某气体相对氧气的密度为 2, 则下列气体中可能是 ( )

A.  $\text{CO}$  B.  $\text{CO}_2$  C.  $\text{HCl}$  D.  $\text{SO}_2$

[分析] 根据  $\rho_1 : \rho_2 = M_{r1} : M_{r2}$ , 则  $M_r(x) / 32 = 2$ ,  $M_r(x) = 64$ 。答案为 D。

(4) 同温同压下, 相同质量的任何气体的体积比等于它们的相对分子质量的反比。即:  $V_1 : V_2 = M_{r2} : M_{r1}$ 。

[例 4] 同温同压下, 500mL R 气体的质量为 1.2g, 1.5L  $\text{O}_2$  的质量 2.4 g, 则 R 的相对分子质量为\_\_\_\_\_。

[分析] 在题给条件下, 2.4g R 气体的体积为 1L, 根据  $V_1 : V_2 = M_{r2} : M_{r1}$ , 则有

$$1/1.5 = 32 / M_r(R)$$

$$M_r(R) = 48$$

(5) 同温同压下，同体积的任何气体的质量比等于它们的相对分子质量之比。即： $m_1 : m_2 = M_{r1} : M_{r2}$ 。

[例 5] 同温同压下，相同体积（或分子数或物质的量）的下列气体中，质量最大的是（ ）

(A) 氦气                      (B) 氢气                      (C) 氧气                      (D) 氮气

[分析] 根据  $m_1 : m_2 = M_{r1} : M_{r2}$ ，相对分子质量越大，其气体质量越大。故选 C。

[例 6] 某气体的质量是同温同压同体积氢气质量的 22 倍，则该气体的式量是（ ）

(A) 22                      (B) 66                      (C) 88                      (D) 44

[分析] 根据： $m_1 : m_2 = M_{r1} : M_{r2}$ ，该气体的式量为  $22 \times 2 = 44$ 。

(6) 在同温同体积时，同质量的任何气体的压强比等于它们的相对分子质量的反比。即： $P_1 : P_2 = M_{r2} : M_{r1}$ 。

[例 7] 在相同温度下，相同质量的下列气体分别通入相同体积的密闭容器中，容器内压强最小的是（ ）

A.HF    B.HCl    C.HBr    D.HI

[分析] 相同温度下，相同体积的密闭容器中，相同质量的下列气体的压强比与它们的相对分子质量成反比。相对分子质量越大，压强越小。答案为 D。

### 3.典型考题剖析

[例 1] 已知空气中按体积分数计，氮气约占 78%，氧气约占 21%，其余 1%为稀有气体和其他杂质气体等，近似折算为氩气的量。试求空气的平均相对分子质量。

[分析] 气体定律和有关推论，同样适用于混合气体。而混合气体的平均摩尔质量，除了通过混合气体的总质量（ $m_{\text{总}}$ ）除以混合气体总的物质的量（ $n_{\text{总}}$ ）可以求得以外，还可以由混合气体中各组分气体的摩尔质量与其在混合气体中所占的物质的量分数（即摩尔分数）的乘积之和来求得。即

$$\bar{M} = M_A \cdot a\% + M_B \cdot b\% + \dots$$

由于在同温、同压下，气体的体积分数与其物质的量分数是一致的，所以可以直接将体积分数代入上式计算。

设空气的平均摩尔质量  $\bar{M}$ （空），则

$$\bar{M}(\text{空}) = M(\text{O}_2) \times 21\% + M(\text{N}_2) \times 78\% + M(\text{Ar}) \times 1\%$$

$$= 32\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 21\% + 28\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 78\% + 40\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\times 1\% \approx 28.96\text{g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 29\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

则  $M_r(\text{空}) \approx 29$

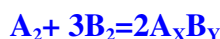
即空气的平均相对分子质量为 29。

[例 2] 在一定温度和压强下，1 体积的  $A_2$  气体和 3 体积的  $B_2$  气体化合生成 2 体积的 C 气体。则 C 气体的化学式为\_\_\_\_\_；

[分析] 依据阿伏加德罗定律，同温同压下，任何气体的体积比等于它们的物质的量（或分子数）之比。即： $V_1:V_2=n_1:n_2$ （或  $V_1:V_2=N_1:N_2$ ），由此可以确定化学方程式中各物质的化学计量数，写出如下化学方程式：



设 C 气体的化学式为  $A_xB_y$ ，则



依据质量守恒定律，则有

$$2x = 2$$

$$3 \times 2 = 2y$$

$$x = 1, y = 3$$

故 C 气体的化学式为  $AB_3$ 。

[例 3] 同温同压下，质量相等的  $O_2$  和  $CO_2$  相比较，下列叙述正确的是（ ）

A. 体积之比为 11:8    B. 密度之比为 11:8

C. 体积之比为 8:11    D. 密度之比为 8:11

[分析] 根据同温同压下，相同质量的任何气体的体积比等于它们的相对分子质量的反比。即： $V_1:V_2=Mr_2:Mr_1$ 。则  $V(O_2)/V(CO_2)=44/32=11/8$ ；根据同温同压下，任何气体的密度比等于它们的相对分子质量之比。即： $\rho_1:\rho_2=Mr_1:Mr_2$ 。则  $\rho(O_2):\rho(CO_2)=Mr(O_2):Mr(CO_2)=32/44=8/11$ 。

[例 4] 同温、同压下，某容器充满  $O_2$  质量为 116g，若充满  $CO_2$  质量为 122g，现充满某气体质量为 114g，则某气体的相对分子质量为（ ）

A.28    B.60    C.32    D.44

[分析] 设瓶的质量为  $m$ ，某气体的相对分子质量为  $M_1$ ，  
由

因为容器体积不变，所以又有  $n_1=n_2=n_3$ ，即

解之得： $m=100g$ ， $M_1=28g\cdot mol^{-1}$

即该气体的相对分子质量为 28。

运用等比定理可简化比例关系和计算。