



# 气体摩尔体积

# 一、气体体摩尔体积

化学式	物质的量 (mol)	体积		
		0°C、101kPa	20°C、101kPa	0°C、202kPa
Fe	1	--	7.2cm <sup>3</sup>	--
NaCl	1	--	27.0cm <sup>3</sup>	--
H <sub>2</sub> O	1	--	18.0cm <sup>3</sup>	--
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	1	--	58.3cm <sup>3</sup>	22.4L
H <sub>2</sub>	1	22.4L	24.0L	11.2L
O <sub>2</sub>	1	22.4L	24.0L	11.2L
CO <sub>2</sub>	1	22.3L	24.0L	11.2L

(1) 同样条件下, 1mol不同固态或液态物质的体积是不一样的。

(2) 同样条件下, 1mol任何气体的体积大致是相同的。

问题: 同样条件下, 为何1mol不同固体、液体的体积不同, 而气体却相同呢?



## 1、 决定物质体积大小的因素有那些？

答：粒子数、粒子本身的大小、粒子间距离。

## 2、 决定固体、液体体积大小的主要因素？

答：固体、液体的粒子间平均距离比粒子本身直径小，因此，影响固态、液态物质体积的主要因素是粒子数和粒子本身的大小。

### 3、决定气体物质体积大小的主要因素？

答：气体分子间平均距离比分子直径大得多，因此，影响气态物质体积大小的主要因素是粒子数和粒子间的平均距离。

### 4、影响气体分子间平均距离大小的因素？

答：温度和压强。温度越高。体积越大；压强越大，体积越小。

所以当温度和压强一定时，气体分子间的平均距离大小几乎是一个定值，故粒子数一定时，其体积几乎是一定值。

## 5、气体摩尔体积

(1) 概念：一定温度和压强下，单位物质的量气体所占的体积叫气体摩尔体积。

(2) 符合： $V_m$

(3) 单位： $L \text{ mol}^{-1}$ （常用）和 $m^3 \text{ mol}^{-1}$

(4) 数学表达式： $V_m = V/n$ ,

(5) 常用数据：

标准标准( $0^\circ\text{C}$ ,  $101\text{kPa}$ )下,  $V_m$ 约为 $22.4\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$

## 注意

①  $V_m = V/n$  的适用范围：\_\_\_\_\_。

②  $V_m = 22.4\text{L/mol}$  的使用条件：\_\_\_\_\_。

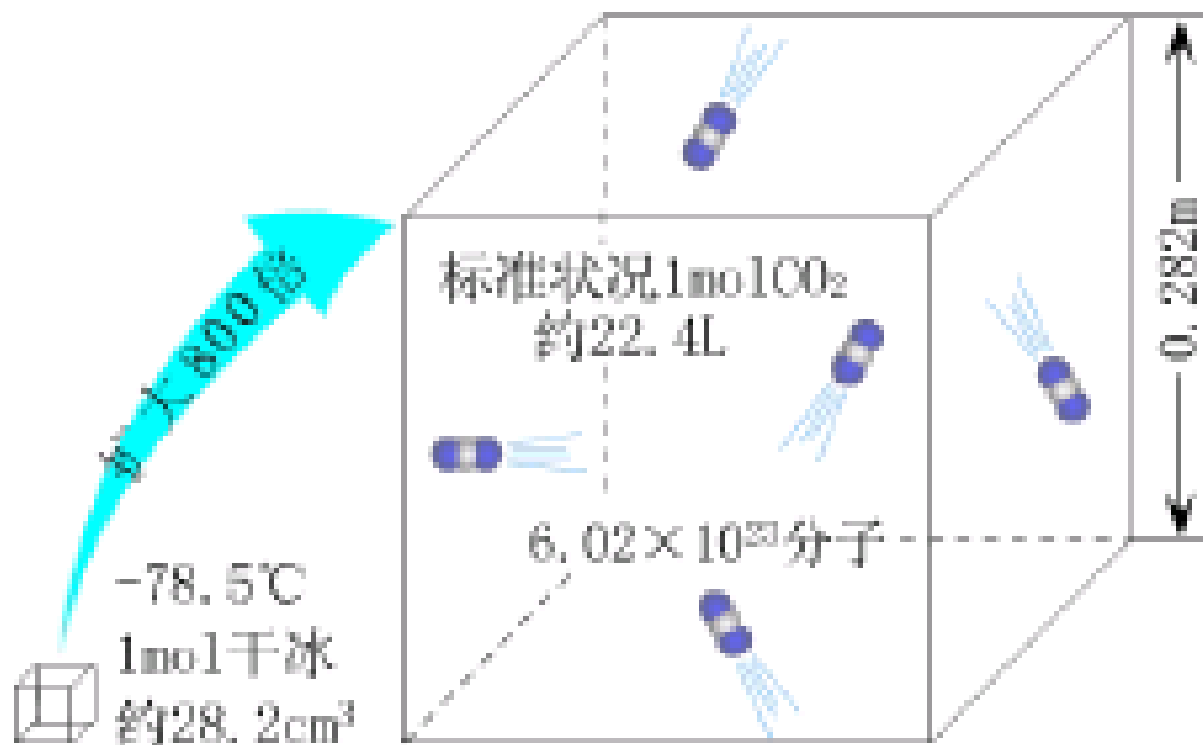
【注意】常见标况下不是气态的物质有：\_\_\_\_\_。

---

【思考】非标况下， $1\text{mol}$ 任何气体的体积一定不等于  $22.4\text{L}$ ? \_\_\_\_\_。



附：1mol干冰由固态变为气态体积变化示意图。





练习1、判断下列说法是否正确

- ① 1mol  $\text{H}_2$  的质量只有在标准状况下才约为2g。
- ② 标准状况下，1mol  $\text{H}_2\text{O}$  的体积约为22.4L。
- ③ 1mol  $\text{CO}_2$  的体积是22.4L。
- ④ 20℃、101kPa下，1mol  $\text{H}_2$  的体积是22.4L。
- ⑤ 只有在标准状况下，气体摩尔体积才是22.4L/mol。
- ⑥ 标准状况下，0.5mol  $\text{H}_2$  和0.5mol  $\text{O}_2$  的体积是22.4L。
- ⑦ 22.4L 气体所含分子数一定大于11.2L 气体所含的分子数。
- ⑧ 在20℃时，1mol的任何气体的体积总比22.4L大。
- ⑨ 20℃， $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ ，同体积的 $\text{O}_2$ ， $\text{CO}_2$  含有相同的分子数。

练习2、 $N_A$ 代表阿伏加德常数，下列说法正确的是（ ）

A. 在同温同压时，相同体积的任何气体单质所含的原子数目相同

B. 2g氢气所含原子数目为 $N_A$

C. 在常温常压下，11.2L氮气所含的原子数目为 $N_A$

D. 17g氨气所含电子数目为 $10N_A$

6、标准状况下，气体的体积与物质的量、微粒数、气体的质量之间的关系？

## 二、阿伏加德罗定律及推论：

### 1. 阿伏加德罗定律（即四同定律）

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分子。（即同温同压同体积同分子数）

## 2. 理想气体状态方程

$$PV = nRT = m/MRT$$

**n**: 物质的量; **P**压强;

**M**: 气体的摩尔质量; **R**: 为常数;

**V**: 气体的体积; **m**: 气体的质量;

**T**: 热力学温度。

### 3. 推论

$n$ : 物质的量;  $\rho$ : 气体的密度;  $M$ : 气体的摩尔质量;

$V$ : 气体的体积;  $m$ : 气体的质量;  $N$ : 气体的分子数。

①同温、同压下:  $V_1/V_2 = n_1/n_2 = N_1/N_2$

②同温、同体积下:  $P_1/P_2 = n_1/n_2 = N_1/N_2$

③同温、同压下:  $\rho_1/\rho_2 = M_1/M_2$

④同温、同压、同体积下:  $m_1/m_2 = M_1/M_2$

⑤同温、同压、同质量下:  $V_1/V_2 = M_2/M_1$

⑥同温、同体积、同质量下:  $P_1/P_2 = M_2/M_1$

练习1、同温同压下，等质量的 $\text{CO}_2$ 和 $\text{SO}_2$ 两种气体的密度之比是\_\_\_\_\_。

练习2、同温同压下，某气体A对氧气的相对密度为0.5，求A的式量是多少？A气体对空气的相对密度是多少？

### 三、混合气体的平均相对分子质量的求法和应用

对于某种纯净物，有摩尔质量和相对分子质量的说法，而对于某种混合物，无论是气体，还是固体、液体，就有平均相对分子质量的说法。

1. 已知混合物的总质量[m(混)]和总物质的量[n(混)]，则：

$$\overline{M}(\text{混}) = \frac{m(\text{混})}{n(\text{混})}$$



2. 已知标准状况下混合气体的密度 $[\rho(\text{混})]$ ,

则：
$$\bar{M}(\text{混}) = 22.4\text{L/mol} \cdot \rho(\text{混})$$

3. 已知同温、同压下混合气体的密度 $[\rho(\text{混})]$ 是一种简单气体A的密度的倍数D（即混合气体对气体A的相对密度为D），则：

$$\bar{M}(\text{混}) = D \times M(\text{A})$$

4. 已知混合物中各组分的摩尔质量和其物质的量分数 ( $n_1\%$ 、 $n_2\%$ 、...) 或体积分数 ( $V_1\%$ 、 $V_2\%$ 、...)，则：

$$\begin{aligned}\overline{M}(\text{混}) &= M_1 \times n_1\% + M_2 \times n_2\% + \dots M_i \times n_i\% \\ &= M_1 \times V_1\% + M_2 \times V_2\% + \dots M_i \times V_i\%\end{aligned}$$



【推断过程】若混合气体有*i*种组分，其摩尔质量分别为 $M_1$ 、 $M_2$ 、...、 $M_i$ ，其物质的量分别为 $n_1$ 、 $n_2$ 、...、 $n_i$ ，其体积分别为 $V_1$ 、 $V_2$ 、...、 $V_i$ ，则：

$$\begin{aligned}\overline{M}(\text{混}) &= \frac{m_1(\text{混})}{n_1(\text{混})} = \frac{M_1n_1 + M_2n_2 + \dots + M_in_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} \\ &= M_1 \times \frac{n_1}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} + M_2 \times \frac{n_2}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} + \dots + M_i \times \frac{n_i}{n_1 + n_2 + \dots + n_i} \\ &= M_1 \times n_1\% + M_2 \times n_2\% + \dots + M_i \times n_i\%\end{aligned}$$

由阿伏加德罗定律推论可知： $n_i\% = V_i\%$ ，故：

$$M = M_1 \times V_1\% + M_2 \times V_2\% + M_3 \times V_3\% + \dots$$

例1、下列说法中不正确的是 ( )

- A. HCl的相对分子质量与 $6.02 \times 10^{23}$ 个HCl分子的质量(以g为单位)在数值上相等
- B.  $6.02 \times 10^{23}$ 个氮分子和 $6.02 \times 10^{23}$ 个氢分子的质量比等于14:1
- C. 32g氧气所含的原子数目为 $2 \times 6.02 \times 10^{23}$
- D. 常温常压下,  $0.5 \times 6.02 \times 10^{23}$ 个一氧化碳分子所占体积是11.2L

例2、两个体积相同的容器，一个盛有NO，另一个盛有N<sub>2</sub>和O<sub>2</sub>，在同温、同压下，两容器内的气体一定具有相同的（ ）

A. 原子总数

B. 质子总数

C. 分子总数

D. 质量

例3、如果 $ag$ 某气体中含有的分子数为 $b$ ，则 $cg$ 该气体在标准状况下占有的体积应表示为（式中为阿伏加德罗常数）（ ）

A.  $\frac{22.4bc}{a \cdot N_A} \text{L}$

B.  $\frac{22.4ab}{c \cdot N_A} \text{L}$

C.  $\frac{22.4bc}{b \cdot N_A} \text{L}$

D.  $\frac{22.4b}{ac \cdot N_A} \text{L}$

例4、由 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ 和 $\text{CO}$ 组成的混合气体在同温同压下与氮气的密度相同。则该混合气体中 $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$ 和 $\text{CO}$ 的体积比为（ ）

A. 29: 8: 13

B. 22: 1: 14

C. 13: 8: 29

D. 26: 16: 57