

物質質量と気体の体積

化学基礎監修・講師
 小柳めぐみ

前回は、 6.0×10^{23} (アボガドロ数) 個の粒子の集まりを 1 mol とする物質質量の考え方を学びました。また、物質 1 mol あたりの質量 (モル質量) は、その原子量・分子量・式量に単位 g/mol をつけたものと学びました。しかし、気体の量を扱うときには、質量よりも体積で表すほうが便利です。ところが、気体の体積は、圧力や温度によって変化しやすい性質があります。ここでは、温度は 0°C 、圧力は 1.01×10^5 Pa とする標準状態で気体を扱います。標準状態の気体 1 mol の体積は 22.4 L です。今回は物質質量と気体の体積の関係について学習しましょう。

アボガドロの法則

「気体の種類によらず、同じ温度・同じ圧力において、同じ体積の気体の中には同じ数の分子が含まれる。」これをアボガドロの法則といいます。「気体の種類によらず」とは、二酸化炭素 CO_2 でも酸素 O_2 でも水素 H_2 でも、どんな気体の物質でも成り立つということです。逆に、「気体の種類によらず、同じ温度・同じ圧力において、同じ数の分子の気体は同じ体積である」ということができます。

ここで、「同じ数」を「 6.0×10^{23} (アボガドロ数) 個」、つまり 1 mol とすると、「気体の種類によらず、同じ温度・同じ圧力において、1 molの気体は同じ体積である」となります。

標準状態 (0°C 、 1.01×10^5 Pa) では、ほとんどの気体の 1 mol の体積は 22.4 L です。

1 mol あたりの気体の体積をモル体積といい、標準状態では 22.4 L/mol です。このモル体積を用いると、物質質量は次のように求めることができます。

$$\text{物質質量 [mol]} = \frac{\text{標準状態での気体の体積 [L]}}{\text{モル体積 22.4 L/mol}}$$

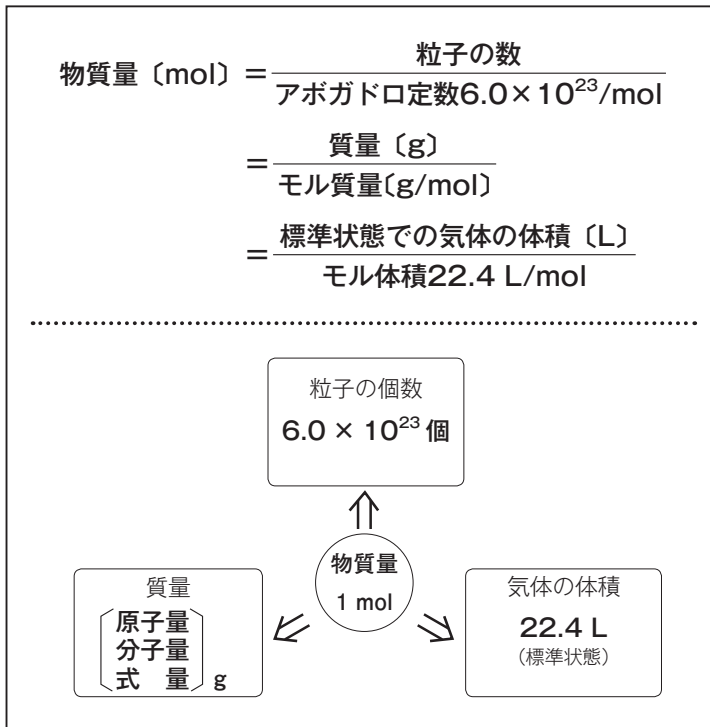
二酸化炭素も酸素も水素も、標準状態において 1 mol の体積は 22.4 L となります。

「物質質量」と「粒子の数」と「質量」と「気体の体積」

ここまで学んできた物質質量の関係をまとめましょう。

6.0×10^{23} (アボガドロ数) 個の粒子の集まりが 1 mol です。また、1 mol あたりの質量 (モル質量) は、その原子量・分子量・式量に単位 g/mol をつけたものです。さらに気体の場合は、ほとんどの気体の 1 mol の体積は、標準状態において 22.4 L であることがわかりました。

つまり、どんな物質でも、物質質量がわかれば、その原子量・分子量・式量から質量を求めることができます。また、標準状態での気体の体積は、物質質量から求められます。反対に、質量や標準状態での気体の体積がわかれば、物質質量が求められます。



したがって、標準状態で 5.6 L の二酸化炭素の物質量は、

$$\frac{5.6 \text{ L}}{22.4 \text{ L/mol}} = 0.25 \text{ mol} \quad \text{と求められます。}$$

その質量は、分子量が 44 なので、

$$0.25 \text{ mol} \times 44 \text{ g/mol} = 11 \text{ g} \quad \text{となります。}$$

標準状態での気体の 1 mol の体積は 22.4 L で同じですが、質量は物質によって異なります。

	二酸化炭素 CO ₂	酸素 O ₂	水素 H ₂
気体の種類			
1 mol の体積 (標準状態)	22.4 L	22.4 L	22.4 L
分子量	44	32	2.0
1 mol の質量	44 g	32 g	2.0 g

今回のまとめ

- 気体の種類によらず、同じ温度・同じ圧力において、同じ体積の気体の中には同じ数の分子が含まれる。これをアボガドロの法則という。
- 標準状態（0℃、 1.01×10^5 Pa）では、ほとんどの気体の1 molの体積は22.4 Lを占める。
- 次のように、標準状態での気体の体積から、モル体積22.4 L/molを用いて、物質量を求めることができる。

$$\text{物質量 [mol]} = \frac{\text{標準状態での気体の体積 [L]}}{\text{モル体積22.4 L/mol}}$$

- これまで学習した物質量の関係をまとめると、次のようになる。

$$\begin{aligned}\text{物質量 [mol]} &= \frac{\text{粒子の数}}{\text{アボガドロ定数}6.0 \times 10^{23}/\text{mol}} \\ &= \frac{\text{質量 [g]}}{\text{モル質量[g/mol]}} \\ &= \frac{\text{標準状態での気体の体積 [L]}}{\text{モル体積22.4 L/mol}}\end{aligned}$$