

# 物質質量モルの計算

## 1. アボガドロ定数と物質質量 mol

原子の質量は、炭素原子  $^{12}\text{C}$  の質量を( ア )と定めて、これを基準とした相対質量を用いて表しています。

では、この炭素原子  $^{12}\text{C}$  12g 中に炭素原子が何個存在しているか?と考えると、次のように求めることができます。ただし、 $^{12}\text{C}$  1個の質量を  $1.993 \times 10^{-23} \text{ g}$  とする。

※ 今回のこの計算は、より正確に求めてもらいたいので、電卓を使用して下さい。

$$\frac{12 \text{ g}}{^{12}\text{C} \text{ 1個の質量}} = \frac{12 \text{ g}}{1.993 \times 10^{-23} \text{ g}}$$

=( イ )有効数字 5 桁まで書くこと。

よって、炭素原子 12 g 中に含まれる炭素原子の個数は、( イ )個ということになります。そして、この( イ )個の粒子の集団を、**1 mol** (モルと読む)というふうに定義し**物質質量**とといいます。また、この( イ )の数字のことを**アボガドロ定数**とといいます。

このアボガドロ定数は、原子量などと同じ扱いで覚えなくてもよい数字です。したがって、与えられる数字であるため問題によって様々ですが、 **$6.0 \times 10^{23}$**  を用いるのが普通です。授業や定期試験でも計算が面倒になるため  **$6.0 \times 10^{23}$**  を使うことになります。

また、単位の付け方には、何通りかあります。『 個 』や『 /mol 』という書き方が一般的です。『 /mol 』は 1 mol 当たりという意味です。

ア		イ	
---	--	---	--

問 1 次の文章を読んで、空欄に適する語句などを入れなさい。

原子、分子、イオンなどの粒子  $6.0 \times 10^{23}$  個の集まりを( ウ )と表す。mol を単位として表された量を( エ )といい、 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  を( オ )という。

ウ		エ		オ	
---	--	---	--	---	--

## 2. 物質量 mol と質量 g の関係

粒子 1 mol を含む物質を**モル質量**といいます。例えば、炭素原子  $6.0 \times 10^{23}$  個の粒子の集団は、( カ ) mol であり、12 g になります。つまり、モル質量とは、原子量に g の単位をつけたものということになります。言い換えると、1 mol の質量は、原子量に g の単位をつけたものになります。よって、酸素原子の原子量は 16 なので、酸素原子 1 mol の質量は( キ )g になります。また、窒素原子の原子量は 14 なので、窒素原子 1 mol の質量は( ク )g になります。

この質量は原子量に g をつけたものになるため、物質によって様々な値になります。モル質量の単位は、g/mol と書きます。1 mol 当たりの質量という意味です。

今まで学んだことを使えば、分子式の場合は『 **分子量に g の単位を付ける** 』、組成式の場合は『 **式量に g の単位を付ける** 』ことがモル質量を求めることと同じです。

カ		キ		ク	
---	--	---	--	---	--

では、少し例題を見て、実際に計算してみましょう。

例題 1  $\text{H}_2\text{O}$  水分子 2.0 mol の質量を求めなさい。 原子量 **H=1 O=16**

【解法】 質量が絡む問題では、必ず分子量(または式量)を求めておきます。

水の分子量は、 $1 \times 2 + 16 = 18$

つまり、1 mol で 18 g である。

よって、2.0 mol のときは、 $2.0 \times 18 = 36 \text{ g}$

例題 2  $\text{CO}_2$  二酸化炭素分子 17.6g の物質量を求めなさい。 原子量 **C=12 O=16**

【解法】 二酸化炭素の分子量は、 $12 + 2 \times 16 = 44$

つまり、1 mol で 44 g である。

よって、17.6 g のときは、 $17.6 \div 44 = 0.40 \text{ mol}$

問 2 以下の各問に答えなさい。 原子量 **H=1 N=14 O=16 Na=23 Cl=35.5**

(1) 0.4 mol の塩化水素分子は何 g であるか。

※ 塩化水素の分子式をまず考えましょう。授業で扱ったプリントのどこかに載っています。

(2) 3.0 mol の塩素分子は何 g であるか。

※ 塩素分子の分子式の書き方に注意しましょう。

(3) 34 g のアンモニア分子は何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

(4) 10 g の水酸化ナトリウムは何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

(5) 8.0g の水素ガスは何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

(6) 2.5 mol の硝酸ナトリウムは何 g か。整数で求めなさい。

うまくこの計算ができない人は以下のように考えて計算してもよい。

例題 3 メタノール(Mw=32) 0.1mol は、何 g になるか。

求める質量をw ( xでもよい)とおく。Mwとは、分子量の略称です。

1mol の質量は、分子量と一致する。

この場合、分子量が 32 なので、1mol の質量は 32g になる。

▼ 比を使って求める場合

物質質量 mol : 質量 g より

1.0 mol : 32 g = 0.1 (mol) : w (g)

$w = 32 \times 0.1 = 3.2$  (g)

▲ 公式を使って求める場合

物質質量(mol) =  $\frac{\text{質量g}}{\text{分子量g/mol}}$

$0.1 = \frac{w}{32} \Rightarrow w = 32 \times 0.1 = 3.2$  (g)

計算方法には個人差があるため、どちらがよいとは言い難いです。どちらでも好きな方(自分にとって計算しやすい方)を使って下さい。

問 3 メタン CH<sub>4</sub> について、以下の各問に答えなさい。 原子量 H=1 C=12

(1) 0.30 mol の質量 (小数第 1 位まで)

(2) 6.4 g の物質質量 (有効数字 2 桁)

### 3. 物質質量 mol と粒子の数(アボガドロ数)の関係

酸素原子 16 g は 1 mol であるので、( ケ )個の粒子を含んでいる。また、水分子 18 g は、( コ ) mol であるので、( サ )個の粒子を含んでいる。すなわち、**粒子の数(個数)は物質の種類に依存せず、物質質量に依存します。**よって、どんな物質でも、1 mol であれば、粒子の数は必ず( シ )個になります。

ケ		コ	
サ		シ	

例題 4 H<sub>2</sub>O 水分子 2.0 mol の分子の数を求めなさい。

【解法】 1 mol で水分子の数は、 $6.0 \times 10^{23}$  個である。よって、2.0 mol のときは、 $2.0 \times 6.0 \times 10^{23}$  個 =  $12.0 \times 10^{23}$  個 =  $1.2 \times 10 \times 10^{23}$  個 =  $1.2 \times 10^{24}$  個 となる。アボガドロ定数を扱うときは、特に有効数字に注意して下さい。

答  $1.2 \times 10^{24}$  個

例題 5 CO<sub>2</sub> 二酸化炭素分子  $2.4 \times 10^{23}$  個の物質質量を求めなさい。

【解法】  $6.0 \times 10^{23}$  個で 1 mol である。よって、 $2.4 \times 10^{23}$  個のときは、

$$(2.4 \times 10^{23}) \div (6.0 \times 10^{23}) = \frac{2.4 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} = \frac{2.4}{6.0} = 0.40 \text{ mol}$$

答 0.40 mol

問 4 次の各問に答えなさい。

(1) 0.5 mol の窒素原子の数は何個か。有効数字 2 桁で求めなさい。

(2) 3.0 mol の塩素原子の数は何個か。有効数字 2 桁で求めなさい。

(3) 水分子  $1.5 \times 10^{23}$  個は何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

(4) 二酸化炭素分子  $3.6 \times 10^{23}$  個は何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

この計算についても、『比』や『公式』のように考えて計算しても構いません。

例題6 メタン  $\text{CH}_4$  0.5mol は、何個の分子の数を含むか。

求める粒子の数を  $N_A$  ( $x$  でもよい) とおく。

ここで粒子の数としているのは、物質により原子の数、イオンの数、分子の数となることもあるので、その総称として用いている。

つまり、1 mol の粒子の数は、 $6.0 \times 10^{23}$  個である。

▼ 比を使って求める場合

物質質量 mol : 粒子(分子)の数 (個) より

$$1.0 \text{ mol} : 6.0 \times 10^{23} \text{ (個)} = 0.5 \text{ (mol)} : N_A \text{ (個)}$$

$$N_A = 0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

▲ 公式を使って求める場合

$$\text{物質質量(mol)} = \frac{\text{粒子(分子)の数}}{6.0 \times 10^{23} \text{ /mol}}$$

$$0.5 = \frac{N_A}{6.0 \times 10^{23}} \Rightarrow N_A = 0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

問5 メタン  $\text{CH}_4$  について、以下の各問に答えなさい。

(1) 1.2 mol の分子の数 (有効数字2桁)

(2)  $3.0 \times 10^{23}$  個の物質質量 (有効数字2桁)

問6 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  について以下の各問に答えなさい。

(1) 4.5 mol の分子の数 (有効数字2桁)

(2)  $2.4 \times 10^{24}$  個の物質質量 (有効数字2桁)

#### 4. 物質質量 mol と気体の体積 L の関係

気体 1 mol の体積は、そのモル質量と密度から求めることができる。例えば、窒素の密度は 1.25 g/L であり、窒素の分子式は( ス )であるので、そのモル質量は、( セ )である。

よって、気体の体積は、
$$\frac{\text{モル質量 (セ)}}{\text{密度}} = \frac{\quad}{1.25} = (\text{ソ}) \text{ L}$$
と求めることができる。

この( ソ )で得られる値は、0°C、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  の状態における体積である。この状態を**標準状態**という。 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ( パスカルと読む )とは、大気圧のことを示す。また、1013 hPa( ヘクトパスカルと読む )ということもある。昔は、これを 1 気圧 = 1 atm (アトム)と呼んでいた。現在、例外はあるが圧力の単位はすべて『 Pa 』を使うと決められている。

気体は、同温・同圧・同体積中に、その種類によらず常に同数の分子を含んでいる。これを**アボガドロの法則**という。すなわち、どんな分子でも気体の体積 1 mol は、22.4 L になる。

ス		セ		ソ	
---	--	---	--	---	--

##### ★重要★

体積の単位の性質上、主に液体の場合と気体の場合の 2 種類がある。この **22.4** という数字を使えるときは、**必ず物質が気体状態**であることを忘れないようにする。また、アボガドロ数と違い、この数字と条件は覚えておく必要があります。問題文をよく読んで、22.4 を使えるかどうか見極める練習もして下さい。どんなときでも、体積が出たら 22.4 という数字を使っていると、理解できなくなる原因の一つになります。

例題 7 水素 3.0 mol の体積は標準状態で何 L になるか求めなさい。

【解法】 1 mol で気体の水素分子は、22.4 L である。よって、3.0 mol のときは、 $3.0 \times 22.4 = 67.2 \text{ L}$  となる。

例題 8 0°C、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 8.96 L を占める酸素分子の物質量を求めなさい。

【解法】 0°C、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  とは、標準状態という意味である。  
22.4 L で気体の酸素分子は、1 mol である。よって、8.96 L のときは  
 $8.96 \div 22.4 = 0.40 \text{ mol}$

問6 次の各問に答えなさい。

(1) 水素の気体 2.0 mol は標準状態において、何 L か。

(2) 標準状態で 5.6 L の窒素は、何 mol か。

この計算についても、『比』や『公式』のように考えて計算しても構いません。

例題9 標準状態の窒素分子  $N_2$  0.2mol は何 L になるか。

求める質量を  $V$  ( $x$  でもよい) とおく。

どんな物質でも 1mol の気体の体積は、22.4L である。

▼ 比を使って求める場合

物質質量 mol : 気体の体積 L より

$$1.0 \text{ mol} : 22.4 \text{ L} = 0.2 \text{ (mol)} : V \text{ (L)}$$

$$V = 22.4 \times 0.2 = 4.48 \text{ (L)}$$

▲ 公式を使って求める場合

$$\text{物質質量(mol)} = \frac{\text{体積L}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

$$0.2 = \frac{V}{22.4} \Rightarrow V = 22.4 \times 0.2 = 4.48 \text{ (L)}$$

問7 以下の各問に答えなさい。扱われている物質は、すべて気体状態とする。

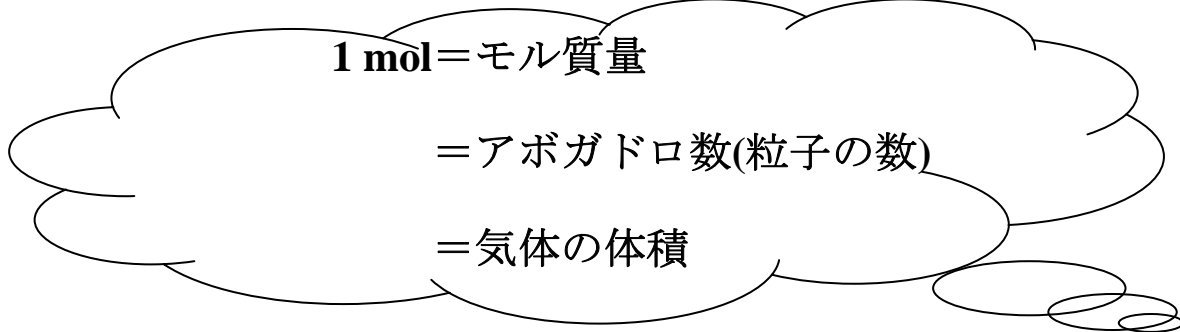
(1)  $C_3H_8$  プロパン 0.50 mol は標準状態で何 L か。

(2) 標準状態で 56 L を占めるアンモニアは何 mol か。

(3) 塩化水素 0.20 mol は標準状態で何 L を占めるか。小数第2位を四捨五入しなさい。

## 5. 物質質量 mol のまとめ

以上で学んだ 2. 3. 4. をまとめると、物質質量は 3 つの量として表すことができる。



つまり、何かの値を求めるには、必ず mol を経由しなければなりません。一番初めに書いたように、この mol が分からないと本当に化学が終わってしまうということがなんとなく分かったと思います。

では、最後に理解できたかどうか総合練習問題を解いてみましょう。

## 6. 総合練習問題

問 8 標準状態で 5.6 L を占める二酸化炭素は何 g か。 原子量 C=12 O=16

問 9 水分子 180g 中に含まれる水分子の数は何個か。 原子量 H=1 O=16

問 10 メタン分子  $1.2 \times 10^{24}$  個の体積は何 L か。

問 11 窒素分子  $3.0 \times 10^{22}$  個は何 g か。 原子量 N=14



# 解答 物質質量モルの計算( 予習 )

## 1. アボガドロ定数と物質質量 mol

原子の質量は、炭素原子  $^{12}\text{C}$  の質量を( ア **12** )と定めて、これを基準とした相対質量を用いて表しています。

では、この炭素原子  $^{12}\text{C}$  12g 中に炭素原子が何個存在しているか?と考えると、次のように求めることができます。ただし、 $^{12}\text{C}$  1個の質量を  $1.993 \times 10^{-23} \text{ g}$  とする。

※ 今回のこの計算は、より正確に求めてもらいたいので、電卓を使用して下さい。

$$\frac{12 \text{ g}}{^{12}\text{C} \text{ 1個の質量}} = \frac{12 \text{ g}}{1.993 \times 10^{-23} \text{ g}}$$

=( イ  **$6.0210 \cdots \times 10^{23}$**  ) 有効数字 5 桁まで書くこと。

よって、炭素原子 12 g 中に含まれる炭素原子の個数は、( イ )個ということになります。そして、この( イ )個の粒子の集団を、**1 mol** (モルと読む)というふうに定義し**物質質量**とといいます。また、この( イ )の数字のことを**アボガドロ定数**とといいます。

このアボガドロ定数は、原子量などと同じ扱いで覚えなくてもよい数字です。したがって、与えられる数字であるため問題によって様々ですが、 **$6.0 \times 10^{23}$**  を用いるのが普通です。授業や定期試験でも計算が面倒になるため  **$6.0 \times 10^{23}$**  を使うことになります。

また、単位の付け方には、何通りかあります。『 **個** 』や『 **/mol** 』という書き方が一般的です。『 **/mol** 』は 1 mol 当たりという意味です。

ア	<b>12</b>	イ	<b><math>6.0210 \cdots \times 10^{23}</math></b>
---	-----------	---	--

問1 次の文章を読んで、空欄に適する語句などを入れなさい。

原子、分子、イオンなどの粒子  $6.0 \times 10^{23}$  個の集まりを( ウ **1** )と表す。mol を単位として表された量を( エ **物質質量** )といい、 $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  を( オ **アボガドロ定数** )という。

ウ	<b>1 mol</b>	エ	<b>物質質量</b>	オ	<b>アボガドロ定数</b>
---	--------------	---	-------------	---	----------------

## 2. 物質量 mol と質量 g の関係

粒子 1 mol を含む物質を**モル質量**といいます。例えば、炭素原子  $6.0 \times 10^{23}$  個の粒子の集団は、( カ 1 ) mol であり、12 g になります。つまり、モル質量とは、原子量に g の単位をつけたものということになります。言い換えると、1 mol の質量は、原子量に g の単位をつけたものになります。よって、酸素原子の原子量は 16 なので、酸素原子 1 mol の質量は( キ 16 )g になります。また、窒素原子の原子量は 14 なので、窒素原子 1 mol の質量は( ク 14 )g になります。

この質量は原子量に g をつけたものになるため、物質によって様々な値になります。モル質量の単位は、g/mol と書きます。1 mol 当たりの質量という意味です。

今まで学んだことを使えば、分子式の場合は『 **分子量に g の単位を付ける** 』、組成式の場合は『 **式量に g の単位を付ける** 』ことがモル質量を求めることと同じです。

カ	1	キ	16	ク	14
---	---	---	----	---	----

では、少し例題を見て、実際に計算してみましょう。

例題 1  $\text{H}_2\text{O}$  水分子 2.0 mol の質量を求めなさい。 原子量 H=1 O=16

【解法】 質量が絡む問題では、必ず分子量(または式量)を求めておきます。

水の分子量は、 $1 \times 2 + 16 = 18$

つまり、1 mol で 18 g である。

よって、2.0 mol のときは、 $2.0 \times 18 = 36 \text{ g}$

例題 2  $\text{CO}_2$  二酸化炭素分子 17.6g の物質量を求めなさい。 原子量 C=12 O=16

【解法】 二酸化炭素の分子量は、 $12 + 2 \times 16 = 44$

つまり、1 mol で 44 g である。

よって、17.6 g のときは、 $17.6 \div 44 = 0.40 \text{ mol}$

問 2 以下の各問に答えなさい。 原子量 H=1 N=14 O=16 Na=23 Cl=35.5

(1) 0.4 mol の塩化水素分子は何 g であるか。

※ 塩化水素の分子式をまず考えましょう。授業で扱ったプリントのどこかに載っています。

**塩化水素 HCl の分子量は、 $1 + 35.5 = 36.5$  よって、 $0.4 \times 36.5 = 14.6 \text{ g}$**

(2) 3.0 mol の塩素分子は何 g であるか。

※ 塩素分子の分子式の書き方に注意しましょう。

**塩素  $\text{Cl}_2$  の分子量は、 $35.5 \times 2 = 71.0$  よって、 $3.0 \times 71.0 = 213 \text{ g}$**

(3) 34 g のアンモニア分子は何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

アンモニア  $\text{NH}_3$  の分子量は、 $14+1\times 3=17$  よって、 $\frac{34}{17}=2.0 \text{ mol}$

(4) 10 g の水酸化ナトリウムは何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$  の式量は、 $23+16+1=40$  よって、 $\frac{10}{40}=0.25 \text{ mol}$

(5) 8.0g の水素ガスは何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

水素  $\text{H}_2$  の分子量は、 $1\times 2=2$  よって、 $\frac{8.0}{2}=4.0 \text{ mol}$

(6) 2.5 mol の硝酸ナトリウムは何 g か。整数で求めなさい。

硝酸ナトリウム  $\text{NaNO}_3$  の式量は、 $23+14+16\times 3=85$

よって、 $2.5\times 85=212.5 \text{ g} \doteq 213 \text{ g}$

うまくこの計算ができない人は以下のように考えて計算してもよい。

例題 3 メタノール ( $M_w=32$ ) 0.1mol は、何 g になるか。

求める質量を  $w$  ( $x$ でもよい)とおく。  $M_w$ とは、分子量の略称です。

1mol の質量は、分子量と一致する。

この場合、分子量が 32 なので、1mol の質量は 32g になる。

▼ 比を使って求める場合

物質質量 mol : 質量 g より

$1.0 \text{ mol} : 32 \text{ g} = 0.1 \text{ (mol)} : w \text{ (g)}$

$w = 32 \times 0.1 = 3.2 \text{ (g)}$

▲ 公式を使って求める場合

物質質量(mol) =  $\frac{\text{質量g}}{\text{分子量g/mol}}$

$0.1 = \frac{w}{32} \Rightarrow w = 32 \times 0.1 = 3.2 \text{ (g)}$

計算方法には個人差があるため、どちらがよいとは言い難いです。どちらでも好きな方 (自分にとって計算しやすい方) を使って下さい。

問 3 メタン  $\text{CH}_4$  について、以下の各問に答えなさい。 原子量 H=1 C=12

(1) 0.30 mol の質量 (小数第 1 位まで)

メタン  $\text{CH}_4$  の分子量は、 $12+1\times 4=16$  求める質量を  $w$  とおく。

比  $1.0 : 16 = 0.30 : w$   $w = 16 \times 0.30 = 4.8 \text{ g}$  公式  $0.30 = \frac{w}{16}$   $w = 16 \times 0.30 = 4.8 \text{ g}$

(2) 6.4 g の物質質量 (有効数字 2 桁)

求める mol を  $N$  とおく。

比  $1.0 : 16 = N : 6.4$   $w = 6.4 \div 16 = 0.40 \text{ mol}$  公式  $N = \frac{6.4}{16}$   $N = 0.40 \text{ mol}$

### 3. 物質量 mol と粒子の数(アボガドロ数)の関係

酸素原子 16 g は 1 mol であるので、( ケ  $6.0 \times 10^{23}$  )個の粒子を含んでいる。また、水分子 18 g は、( コ **1** ) mol であるので、( サ  $6.0 \times 10^{23}$  )個の粒子を含んでいる。すなわち、粒子の数(個数)は物質の種類に依存せず、物質量に依存します。よって、どんな物質でも、1 mol であれば、粒子の数は必ず( シ  $6.0 \times 10^{23}$  )個になります。

ケ	$6.0 \times 10^{23}$	コ	<b>1</b>
サ	$6.0 \times 10^{23}$	シ	$6.0 \times 10^{23}$

例題 4  $\text{H}_2\text{O}$  水分子 2.0 mol の分子の数を求めなさい。

【解法】 1 mol で水分子の数は、 $6.0 \times 10^{23}$  個である。よって、2.0 mol のときは、 $2.0 \times 6.0 \times 10^{23}$  個 =  $12.0 \times 10^{23}$  個 =  $1.2 \times 10 \times 10^{23}$  個 =  $1.2 \times 10^{24}$  個 となる。アボガドロ定数を扱うときは、特に有効数字に注意して下さい。

答  $1.2 \times 10^{24}$  個

例題 5  $\text{CO}_2$  二酸化炭素分子  $2.4 \times 10^{23}$  個の物質量を求めなさい。

【解法】  $6.0 \times 10^{23}$  個で 1 mol である。よって、 $2.4 \times 10^{23}$  個のときは、

$$(2.4 \times 10^{23}) \div (6.0 \times 10^{23}) = \frac{2.4 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} = \frac{2.4}{6.0} = 0.40 \text{ mol}$$

答 0.40 mol

問 4 次の各問に答えなさい。

(1) 0.5 mol の窒素原子の数は何個か。有効数字 2 桁で求めなさい。

$$0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23} \text{ 個}$$

(2) 3.0 mol の塩素原子の数は何個か。有効数字 2 桁で求めなさい。

$$3.0 \times 6.0 \times 10^{23} = 18.0 \times 10^{23} = 1.8 \times 10^{24} \text{ 個}$$

(3) 水分子  $1.5 \times 10^{23}$  個は何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

$$\frac{1.5 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} = \frac{1.5}{6.0} = 0.25 \text{ mol}$$

(4) 二酸化炭素分子  $3.6 \times 10^{23}$  個は何 mol か。有効数字 2 桁で求めなさい。

$$\frac{3.6 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} = \frac{3.6}{6.0} = 0.60 \text{ mol}$$

この計算についても、『比』や『公式』のように考えて計算しても構いません。

例題6 メタン  $\text{CH}_4$  0.5mol は、何個の分子の数を含むか。

求める粒子の数を  $N_A$  ( $x$  でもよい) とおく。

ここで粒子の数としているのは、物質により原子の数、イオンの数、分子の数となることもあるので、その総称として用いている。

つまり、1 mol の粒子の数は、 $6.0 \times 10^{23}$  個である。

▼ 比を使って求める場合

物質質量 mol : 粒子(分子)の数 (個) より

$$1.0 \text{ mol} : 6.0 \times 10^{23} \text{ (個)} = 0.5 \text{ (mol)} : N_A \text{ (個)}$$

$$N_A = 0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

▲ 公式を使って求める場合

$$\text{物質質量(mol)} = \frac{\text{粒子(分子)の数}}{6.0 \times 10^{23} / \text{mol}}$$

$$0.5 = \frac{N_A}{6.0 \times 10^{23}} \Rightarrow N_A = 0.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23} \text{ (個)}$$

問5 メタン  $\text{CH}_4$  について、以下の各問に答えなさい。

(1) 1.2 mol の分子の数 (有効数字2桁)

求める分子の数を  $N_A$  とおく。

$$\boxed{\text{比}} \quad 1.0 : 6.0 \times 10^{23} = 1.2 : N_A \quad N_A = 1.2 \times 6.0 \times 10^{23} = 7.2 \times 10^{23} \text{ 個}$$

$$\boxed{\text{公式}} \quad 1.2 = \frac{N_A}{6.0 \times 10^{23}} \quad N_A = 7.2 \times 10^{23} \text{ 個}$$

(2)  $3.0 \times 10^{23}$  個の物質質量 (有効数字2桁)

求める分子の物質質量を  $N$  とおく。

$$\boxed{\text{比}} \quad 1.0 : 6.0 \times 10^{23} = N : 3.0 \times 10^{23} \quad N = 3.0 \times 10^{23} \div 6.0 \times 10^{23} = 0.50 \text{ mol}$$

$$\boxed{\text{公式}} \quad N = \frac{3.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} \quad N = 0.50 \text{ mol}$$

問6 硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  について以下の各問に答えなさい。

(1) 4.5 mol の分子の数 (有効数字2桁)

求める分子の数を  $N_A$  とおく。

$$\boxed{\text{比}} \quad 1.0 : 6.0 \times 10^{23} = 4.5 : N_A \quad N_A = 4.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 27 \times 10^{23} \text{ 個} = 2.7 \times 10^{24} \text{ 個}$$

$$\boxed{\text{公式}} \quad 4.5 = \frac{N_A}{6.0 \times 10^{23}} \quad N_A = 4.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 27 \times 10^{23} \text{ 個} = 2.7 \times 10^{24} \text{ 個}$$

(2)  $2.4 \times 10^{24}$  個の物質質量 (有効数字2桁)

求める分子の物質質量を  $N$  とおく。

$$\boxed{\text{比}} \quad 1.0 : 6.0 \times 10^{23} = N : 2.4 \times 10^{24} \quad N = 2.4 \times 10^{24} \div 6.0 \times 10^{23} = 4.0 \text{ mol}$$

$$\boxed{\text{公式}} \quad N = \frac{2.4 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}} = \frac{24.0 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} \quad N = 4.0 \text{ mol}$$

#### 4. 物質質量 mol と気体の体積 L の関係

気体 1 mol の体積は、そのモル質量と密度から求めることができる。例えば、窒素の密度は 1.25 g/L であり、窒素の分子式は( ス **N<sub>2</sub>** )であるので、そのモル質量は、( セ **28** )である。

よって、気体の体積は、
$$\frac{\text{モル質量}}{\text{密度}} = \frac{(\text{セ})}{1.25} = (\text{ソ } \mathbf{22.4}) \text{ L}$$
と求めることができる。

この( ソ )で得られる値は、0°C、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  の状態における体積である。この状態を**標準状態**という。 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ( パスカルと読む )とは、大気圧のことを示す。また、1013 hPa( ヘクトパスカルと読む )ということもある。昔は、これを 1 気圧 = 1 atm (アトム)と呼んでいた。現在、例外はあるが圧力の単位はすべて『 **Pa** 』を使うと決められている。

気体は、同温・同圧・同体積中に、その種類によらず常に同数の分子を含んでいる。これを**アボガドロの法則**という。すなわち、どんな分子でも気体の体積 1 mol は、22.4 L になる。

ス	<b>N<sub>2</sub></b>	セ	<b>28</b>	ソ	<b>22.4</b>
---	----------------------	---	-----------	---	-------------

##### ★重要★

体積の単位の性質上、主に液体の場合と気体の場合の 2 種類がある。この **22.4** という数字を使えるときは、**必ず物質が気体状態**であることを忘れないようにする。また、アボガドロ数と違い、この数字と条件は覚えておく必要があります。問題文をよく読んで、22.4 を使えるかどうか見極める練習もして下さい。どんなときでも、体積が出たら 22.4 という数字を使っていると、理解できなくなる原因の一つになります。

例題 7 水素 3.0 mol の体積は標準状態で何 L になるか求めなさい。

【解法】 1 mol で気体の水素分子は、22.4 L である。よって、3.0 mol のときは、 $3.0 \times 22.4 = 67.2 \text{ L}$  となる。

例題 8 0°C、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  で 8.96 L を占める酸素分子の物質量を求めなさい。

【解法】 0°C、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  とは、標準状態という意味である。  
22.4 L で気体の酸素分子は、1 mol である。よって、8.96 L のときは  
 $8.96 \div 22.4 = 0.40 \text{ mol}$

問6 次の各問に答えなさい。

- (1) 水素の気体 2.0 mol は標準状態において、何 L か。

$$2.0 \times 22.4 = 44.8 \text{ L}$$

- (2) 標準状態で 5.6 L の窒素は、何 mol か。

$$5.6 \div 22.4 = 0.25 \text{ mol}$$

この計算についても、『比』や『公式』のように考えて計算しても構いません。

例題9 標準状態の窒素分子  $\text{N}_2$  0.2mol は何 L になるか。

求める質量を  $V$  ( $x$  でもよい) とおく。

どんな物質でも 1mol の気体の体積は、22.4L である。

▼ 比を使って求める場合

物質質量 mol : 気体の体積 L より

$$1.0 \text{ mol} : 22.4 \text{ L} = 0.2 \text{ (mol)} : V \text{ (L)}$$

$$V = 22.4 \times 0.2 = 4.48 \text{ (L)}$$

▲ 公式を使って求める場合

$$\text{物質質量(mol)} = \frac{\text{体積L}}{22.4 \text{ L/mol}}$$

$$0.2 = \frac{V}{22.4} \Rightarrow V = 22.4 \times 0.2 = 4.48 \text{ (L)}$$

問7 以下の各問に答えなさい。扱われている物質は、すべて気体状態とする。

- (1)  $\text{C}_3\text{H}_8$  プロパン 0.50 mol は標準状態で何 L か。

比  $1.0 : 22.4 = 0.50 : V \quad V = 0.50 \times 22.4 = 11.2 \text{ L}$

公式  $0.50 = \frac{V}{22.4} \quad V = 0.50 \times 22.4 = 11.2 \text{ L}$

- (2) 標準状態で 56 L を占めるアンモニアは何 mol か。

比  $1.0 : 22.4 = N : 56 \quad N = 56 \div 22.4 = 2.5 \text{ mol}$

公式  $N = \frac{56}{22.4} \quad N = 2.5 \text{ mol}$

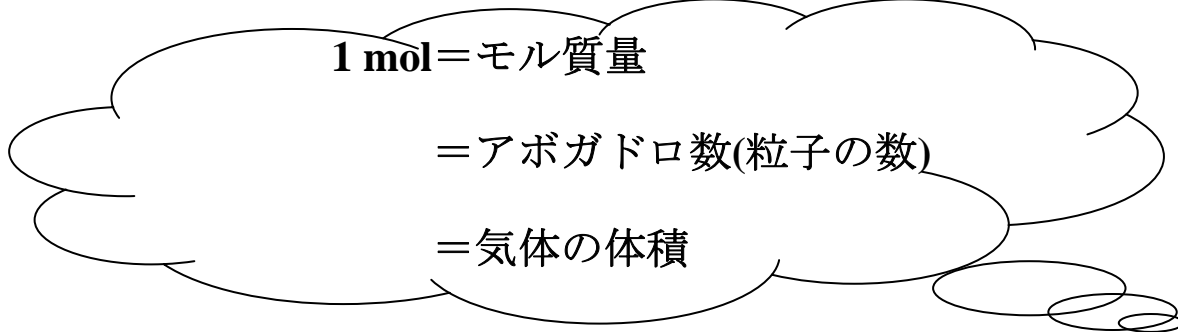
- (3) 塩化水素 0.20 mol は標準状態で何 L を占めるか。小数第2位を四捨五入しなさい。

比  $1.0 : 22.4 = 0.20 : V \quad V = 0.20 \times 22.4 = 4.48 \text{ L} \div 4.5 \text{ L}$

公式  $0.20 = \frac{V}{22.4} \quad V = 0.20 \times 22.4 = 4.48 \text{ L} \div 4.5 \text{ L}$

## 5. 物質質量 mol のまとめ

以上で学んだ 2. 3. 4. をまとめると、物質質量は3つの量として表すことができる。



つまり、何かの値を求めるには、必ず mol を経由しなければなりません。一番初めに書いたように、この mol が分からないと本当に化学が終わってしまうということがなんとなく分かったと思います。

では、最後に理解できたかどうか総合練習問題を解いてみましょう。

## 6. 総合練習問題

問 8 標準状態で 5.6 L を占める二酸化炭素は何 g か。 原子量 C=12 O=16

$$\frac{5.6}{22.4} \times 44 = 11 \text{ g}$$

問 9 水分子 180g 中に含まれる水分子の数は何個か。 原子量 H=1 O=16

$$\frac{180}{18} \times 6.0 \times 10^{23} = 60 \times 10^{23} = 6.0 \times 10^{24} \text{ 個}$$

問 10 メタン分子  $1.2 \times 10^{24}$  個の体積は何 L か。

$$\frac{1.2 \times 10^{24}}{6.0 \times 10^{23}} \times 22.4 = 44.8 \text{ L}$$

問 11 窒素分子  $3.0 \times 10^{22}$  個は何 g か。 原子量 N=14

$$\frac{3.0 \times 10^{22}}{6.0 \times 10^{23}} \times 28 = \frac{0.30 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{23}} \times 28 = 1.4 \text{ g}$$