高校化学 L01 第 31 講 粒子数と物質量の相互変換

この講でできるようになること

- mol で数える粒子の種類を、原子・分子・イオン・式単位に分けて明示できる。
- 物質量から粒子数を求める式を使える。
- 粒子数から物質量を求める式を使える。
- 化学式が表す粒子の種類に応じて、何を 1 個として数えるか判断できる。

この講で用いるアボガドロ定数

計算では近似値を用いる

本講の計算では、アボガドロ定数として$N_{\mathrm{A}} = 6.0 \times 10^{23}\ \ \mathrm{mol^{-1}}$を用いる。
N_{A}は 1 mol あたりの粒子数を表す定数であり、単位$\mathrm{mol^{-1}}$は「1 mol あたり」を意味する。
物質量をn、粒子の個数をNとする。nの単位はmolであり、Nは粒子が何個あるかを表す個数である。

数える粒子を明確にする

何を 1 個として数えるかを決める

mol を用いるときは、何を 1 個の粒子として数えているかを明確にする必要がある。

物質・粒子	数える粒子
He	He 原子
$\mathrm{O_2}$	$\mathrm{O_2}$分子
$\mathrm{Na^+}$	$\mathrm{Na^+}$イオン
NaCl	NaClの式単位

固体のNaClは、多数の$\mathrm{Na^+}$と$\mathrm{Cl^-}$が繰り返し配列したイオン結晶であり、独立したNaCl分子からできているわけではない。
NaClの**式単位**とは、組成式が示す最も簡単な組成比 1 : 1 に対応する数え方である。式単位 1 個分には、$\mathrm{Na^+}$1 個と$\mathrm{Cl^-}$1 個が対応する。

©ミライコーチング

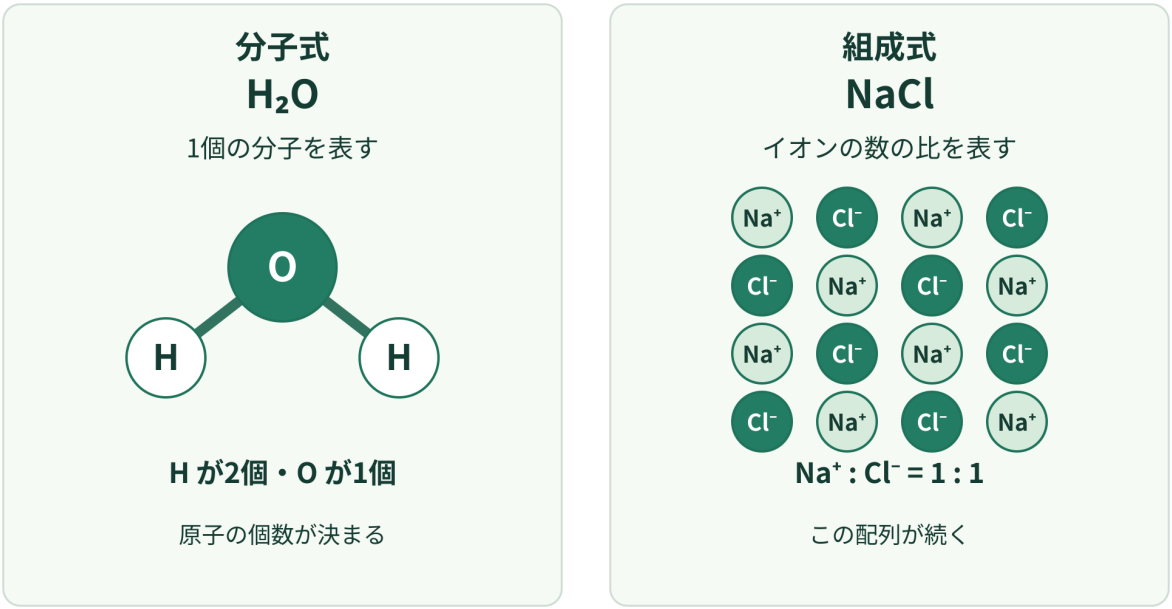

図 1　左：水は分子を数える。右：NaCl は式単位で組成比を数える。

1 mol を基準に粒子数を考える

物質量に比例して粒子数も変わる

He 原子について考える。

He 原子の物質量	He 原子の個数
0.50 mol	3.0×10^{23} 個
1.0 mol	6.0×10^{23} 個
2.0 mol	1.2×10^{24} 個

0.50 molは 1 mol の半分なので粒子数も半分になり、2.0 molは 1 mol の 2 倍なので粒子数も 2 倍になる。

物質量から粒子数を求める

1 mol あたりの粒子数を物質量だけ掛ける

物質量n mol には、1 mol あたりN_{A}個の粒子が含まれる。
したがって、粒子数Nは次の式で求める。

$$N = nN_{\mathrm{A}}$$

単位を確認すると、$\mathrm{mol} \times \mathrm{mol}^{-1}$が打ち消し合い、粒子の個数を表す数が残る。



粒子数から物質量を求める

粒子数を 1 mol あたりの個数で割る

粒子がN個あるとき、それが 1 mol 分の粒子数N_{A}の何倍にあたるかを考える。
したがって、物質量nは次の式で求める。

$$n = \frac{N}{N_{\mathrm{A}}}$$

粒子数から物質量を求めるときは、何の粒子を数えているのかを保ったまま計算する。



相互変換の基本

- 物質量から粒子数：$N = nN_{\mathrm{A}}$
- 粒子数から物質量：$n = \frac{N}{N_{\mathrm{A}}}$

計算の前に、原子・分子・イオン・式単位のどれを数えているか確認する。

式単位と構成イオンの個数

組成比から構成粒子の個数を読む

NaClの式単位 1 個分には、Na^{+}1 個とCl^{-}1 個が対応する。
したがって、NaClの式単位が同じ個数だけ増えれば、それに対応するNa^{+}とCl^{-}も同じ個数ずつ増える。
これはNaClが分解してイオンになったという意味ではなく、結晶中の 1 : 1 の組成比を使って粒子数を数えている。

例題

例題 1

He 原子について、本講では$N_{\mathrm{A}} = 6.0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol^{-1}}$を用いる。
1. 0.50 molの He 原子は何個か。
2. 2.0 molの He 原子は何個か。

解答・解説

1.
物質量から粒子数を求めるので、$N = nN_{\mathrm{A}}$を用いる。
$N = 0.50 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23}$より、He 原子は**$3.0 \times 10^{23}$個**である。
2.
$N = 2.0 \times 6.0 \times 10^{23} = 12 \times 10^{23} = 1.2 \times 10^{24}$より、He 原子は**$1.2 \times 10^{24}$個**である。
科学的記数法では、仮数を 1 以上 10 未満にするため、12×10^{23}を1.2×10^{24}と表す。

例題 2

酸素分子O_2について、本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$を用いる。
1. O_2分子が3.0×10^{23}個あるとき、物質量を求めよ。
2. O_2分子が1.2×10^{24}個あるとき、物質量を求めよ。

解答・解説

1.
粒子数から物質量を求めるので、$n = \frac{N}{N_A}$を用いる。
$n = \frac{3.0\times10^{23}}{6.0\times10^{23}} = 0.50\ \mathrm{mol}$より、物質量は**$0.50\ \mathrm{mol}$**である。
ここで数えている粒子は O 原子ではなく、O_2分子である。
2.
$n = \frac{1.2\times10^{24}}{6.0\times10^{23}} = 2.0\ \mathrm{mol}$より、$O_2$分子の物質量は**$2.0\ \mathrm{mol}$**である。

例題 3

NaCl結晶が$0.25\ \mathrm{mol}$ある。本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$を用いる。
1. NaClの式単位は何個あるか。
2. その結晶中で、この式単位数に対応するNa^+とCl^-はそれぞれ何個か。

解答・解説

1.
NaClでは式単位を粒子として数える。
$N = 0.25 \times 6.0 \times 10^{23} = 1.5 \times 10^{23}$より、式単位は**$1.5 \times 10^{23}$個**である。
2.
NaClの式単位 1 個分には、Na^+1 個とCl^-1 個が対応する。
したがって、Na^+は**1.5×10^{23}個**、Cl^-も**1.5×10^{23}個**である。

演習問題

演習 1

He 原子について、本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$を用いる。
1. $0.20\ \mathrm{mol}$の He 原子は何個か。
2. $1.5\ \mathrm{mol}$の He 原子は何個か。

演習 2

水分子H_2Oについて、本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$を用いる。
1. H_2O分子が6.0×10^{22}個あるとき、物質量を求めよ。
2. H_2O分子が9.0×10^{23}個あるとき、物質量を求めよ。

演習 3

Na^+が$0.40\ \mathrm{mol}$ある。本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \mathrm{mol}^{-1}$を用いる。
Na^+は何個あるか。

©ミライコーチング

演習 4

Cl^-が1.8×10^{23}個ある。本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \ mol^{-1}$を用いる。
Cl^-の物質量を求めよ。

演習 5

NaCl結晶が0.50 molある。本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \ mol^{-1}$を用いる。
1. NaClの式単位は何個あるか。
2. この式単位数に対応するNa^+とCl^-を合わせたイオンの総個数を求めよ。

演習 6

O_2分子が0.10 molある。本講では$N_A = 6.0 \times 10^{23}\ \ mol^{-1}$を用いる。
1. O_2分子は何個あるか。
2. そのO_2分子を構成している O 原子の総個数を求めよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

物質量から He 原子の個数を求めるので、$N = nN_A$を用いる。
$N = 0.20 \times 6.0 \times 10^{23} = 1.2 \times 10^{23}$より、He 原子は**$1.2 \times 10^{23}$個**である。

2.

$N = 1.5 \times 6.0 \times 10^{23} = 9.0 \times 10^{23}$より、He 原子は**$9.0 \times 10^{23}$個**である。

解答 2

1.

粒子数からH_2O分子の物質量を求めるので、$n = \frac{N}{N_A}$を用いる。
$n = \frac{6.0\times10^{22}}{6.0\times10^{23}} = 0.10$ molより、物質量は**0.10 mol**である。

2.

$n = \frac{9.0\times10^{23}}{6.0\times10^{23}} = 1.5$ molより、H_2O分子の物質量は**1.5 mol**である。

解答 3

Na^+の物質量から個数を求めるので、$N = nN_A$を用いる。
$N = 0.40 \times 6.0 \times 10^{23} = 2.4 \times 10^{23}$より、$Na^+$は**$2.4 \times 10^{23}$個**である。

解答 4

Cl^-の個数から物質量を求めるので、$n = \frac{N}{N_A}$を用いる。
$n = \frac{1.8\times10^{23}}{6.0\times10^{23}} = 0.30$ molより、Cl^-の物質量は**0.30 mol**である。

©ミライコーチング

解答 5

1.

NaClでは式単位を粒子として数える。
$N = 0.50 \times 6.0 \times 10^{23} = 3.0 \times 10^{23}$より、NaClの式単位は**$3.0 \times 10^{23}$個**である。

2.

NaClの式単位 1 個分には、Na^{+}1 個とCl^{-}1 個が対応する。
したがって、Na^{+}は3.0×10^{23}個、Cl^{-}も3.0×10^{23}個である。
合わせたイオンの総個数は$3.0 \times 10^{23} + 3.0 \times 10^{23} = 6.0 \times 10^{23}$より、**$6.0 \times 10^{23}$個**である。

解答 6

1.

物質量からO_2分子の個数を求めるので、$N = nN_A$を用いる。
$N = 0.10 \times 6.0 \times 10^{23} = 6.0 \times 10^{22}$より、$O_2$分子は**$6.0 \times 10^{22}$個**である。

2.

O_2分子 1 個には O 原子が 2 個含まれる。
したがって、O 原子の総個数は$6.0 \times 10^{22} \times 2 = 1.2 \times 10^{23}$より、**$1.2 \times 10^{23}$個**である。
これはO_2が反応して O 原子に分解したという意味ではなく、各O_2分子を構成する O 原子を数えたものである。

©ミライコーチング