高校化学 L01 第 28 講 分子量・式量の考え方

この講でできるようになること

- 化学式に含まれる原子の種類と個数を正しく読み取れる。
- 分子を構成する原子の原子量から、分子量を求められる。
- 分子をつくらない物質について、化学式から式量を求められる。
- 括弧を含む化学式でも、各元素の原子数を正しく数えて式量を計算できる。

この講で用いる原子量

計算に使う原子量

本講では、次の原子量を計算用の近似値として用いる。

元素	H	C	N	O	Na	Mg	Al	S	Cl	Ca
原子量	1.0	12	14	16	23	24	27	32	35.5	40

以後の計算では、すべてこの表の値を用いる。

原子量を足すと分子の相対的な質量が分かる

共通の基準で表した値だから足し合わせられる

第 27 講では、原子量が共通の質量基準を使って表された相対的な値であることを学んだ。
分子は複数の原子からできているので、分子を構成する各原子の原子量を、その個数分だけ足し合わせれば、その分子全体の相対的な質量を表せる。

分子量

1 個の分子を構成する各原子の原子量を、その原子の個数分だけ足し合わせた値を**分子量**という。
分子量は相対的な値なので、単位をもたない。

水の分子量

H_2Oは、H 原子 2 個と O 原子 1 個からできている。
したがって、分子量は$1.0 \times 2 + 16 = 18$である。
この 18 は分子量であり、18 gという意味ではない。また、水分子 1 個の実際の質量を g で表した値でもない。

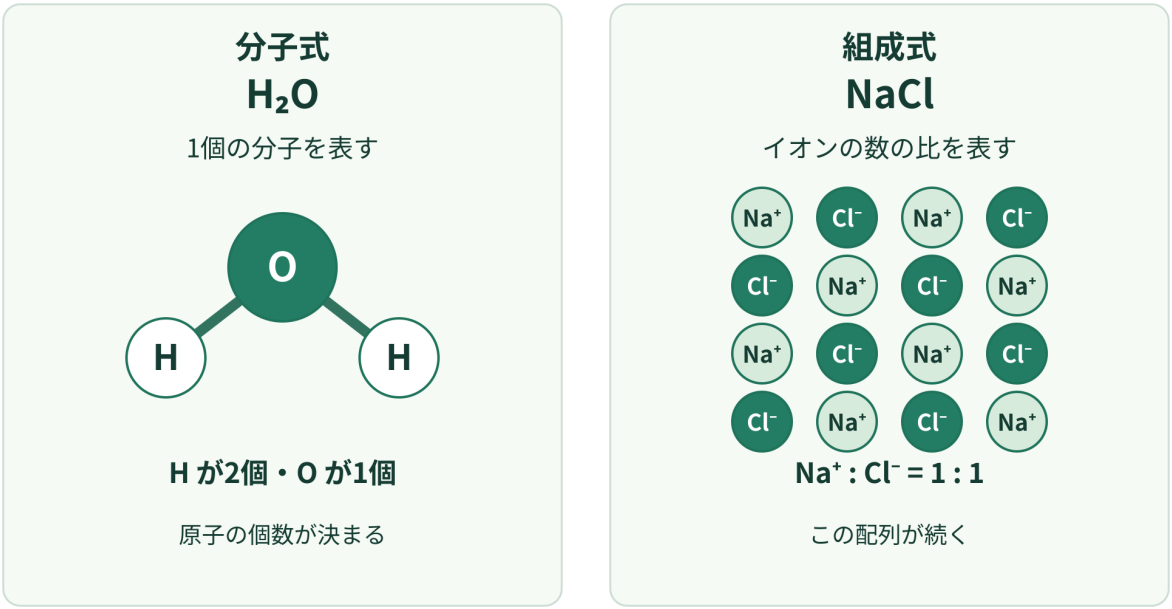

図 1　H_2O の分子 1 個（左）と、NaCl 結晶の組成比（右）

分子式と組成式では化学式の意味が異なる

分子式は 1 分子中の原子数を表す

分子式は、1 個の分子に含まれる原子の種類と個数を表す。
たとえばH_2Oは、水分子 1 個に H 原子 2 個と O 原子 1 個が含まれることを示す。

組成式は結晶中の最簡整数比を表す

一方、固体のNaClは独立した NaCl 分子が集まった物質ではない。
Na^+とCl^-が多数規則正しく並んだイオン結晶であり、NaClという式は Na と Cl が 1 : 1 の最簡整数比で存在することを表している。

式量

化学式に示された各原子の原子量を、その式中の個数分だけ足し合わせた値を**式量**という。
式量も相対的な値なので、単位をもたない。

NaCl の式量

NaClでは Na と Cl の比が 1 : 1 なので、式量は$23 + 35.5 = 58.5$である。
式量は、イオン結晶のように独立した分子をつくらない物質にも用いることができる。
また、分子性物質についても化学式から式量を求めることはでき、その場合は同じ化学式について求めた分子量と式量は同じ数値になる。

化学式から原子数を正しく読む

右下の数字は直前の元素の個数

化学式の元素記号の右下にある数字は、その元素の原子数を表す。
数字が省略されているときは 1 個である。
たとえばCH_3OHでは、C 原子 1 個、H 原子 4 個、O 原子 1 個である。

©ミライコーチング

括弧の外の数字は括弧内すべてに掛かる

$Ca(OH)_2$では、括弧内のOHが 2 組ある。
したがって、Ca 原子 1 個、O 原子 2 個、H 原子 2 個である。
括弧外の 2 を O だけに掛けるのではなく、括弧内の O と H の両方に掛ける。

さらに複雑な括弧も同じ考え方

$Al_2(SO_4)_3$では、
- Al 原子：2 個
- S 原子：$1 \times 3 = 3$個
- O 原子：$4 \times 3 = 12$個

である。
化学式を読むときは、まず各元素の原子数を整理してから、原子量を掛けて合計するとよい。

分子量・式量を求める手順

1. 化学式から各元素の原子数を数える。
2. 各元素について「原子量 × 原子数」を求める。
3. すべてを足し合わせる。

右下の数字は原子数を表し、イオンの右上に書く電荷とは意味が異なる。

分子式は勝手に約分しない

分子式は 1 分子中の実際の原子数を表す

たとえばH_2O_2という分子式は、1 分子に H 原子 2 個と O 原子 2 個が含まれることを示す。
したがって、分子量は$1.0 \times 2 + 16 \times 2 = 34$である。
分子式をHOへ約分して分子量を求めることはできない。HOは H と O の 1 : 1 という組成比しか表さず、H_2O_2分子 1 個の原子数を表していない。

例題

例題 1

次の分子について、本講の原子量を用いて分子量を求めよ。

1. H_2O
2. CO_2

解答・解説

1.
H_2Oには H 原子 2 個と O 原子 1 個が含まれる。
したがって、分子量は$1.0 \times 2 + 16 = 18$である。
答えは **18** である。

2.
CO_2には C 原子 1 個と O 原子 2 個が含まれる。
したがって、分子量は$12 + 16 \times 2 = 44$である。
答えは **44** である。

©ミライコーチング

例題 2

次のイオン結晶について、本講の原子量を用いて式量を求めよ。
1. $NaCl$
2. $CaCl_2$

解答・解説

1.
$NaCl$では Na と Cl の比は 1 : 1 である。
したがって、式量は$23 + 35.5 = 58.5$である。
答えは **58.5** である。
2.
$CaCl_2$では Ca が 1 個、Cl が 2 個分含まれる。
したがって、式量は$40 + 35.5 \times 2 = 111$である。
答えは **111** である。

例題 3

次の化学式について、各元素の原子数を確認してから式量を求めよ。
1. $Ca(OH)_2$
2. $Al_2(SO_4)_3$

解答・解説

1.
$Ca(OH)_2$では、Ca 原子 1 個、O 原子 2 個、H 原子 2 個である。
したがって、式量は$40 + 16 \times 2 + 1.0 \times 2 = 74$である。
答えは **74** である。
2.
$Al_2(SO_4)_3$では、Al 原子 2 個、S 原子 3 個、O 原子 12 個である。
したがって、

$$\begin{aligned} \text{式量} &= 27 \times 2 + 32 \times 3 + 16 \times 12 \\ &= 54 + 96 + 192 \\ &= 342 \end{aligned}$$

となる。
答えは **342** である。

演習問題

演習 1

次の分子について、本講の原子量を用いて分子量を求めよ。
1. O_2
2. NH_3

演習 2

次の分子について、本講の原子量を用いて分子量を求めよ。
1. CH_4
2. C_2H_5OH

演習 3

次の化学式について、本講の原子量を用いて式量を求めよ。
1. MgO
2. $CaCO_3$

演習 4

硫酸アンモニウム$(NH_4)_2SO_4$について答えよ。
1. N、H、S、O の原子数をそれぞれ答えよ。
2. 本講の原子量を用いて式量を求めよ。

演習 5

「NaCl結晶は NaCl 分子からできているので、NaClの分子量は58.5 gである」という説明を、粒子の集まり方・用語・単位に注意して訂正せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

O_2には O 原子が 2 個含まれる。
したがって、分子量は$16 \times 2 = 32$である。
答えは **32** である。

2.

NH_3には N 原子 1 個と H 原子 3 個が含まれる。
したがって、分子量は$14 + 1.0 \times 3 = 17$である。
答えは **17** である。

解答 2

1.

CH_4にはC原子1個とH原子4個が含まれる。
したがって、分子量は$12 + 1.0 \times 4 = 16$である。
答えは**16**である。

2.

C_2H_5OHでは、C原子2個、H原子6個、O原子1個である。
したがって、

$$\begin{aligned} \text{分子量} &= 12 \times 2 + 1.0 \times 6 + 16 \\ &= 24 + 6.0 + 16 \\ &= 46 \end{aligned}$$

となる。
答えは**46**である。

解答 3

1.

MgOではMg原子1個、O原子1個分を数える。
したがって、式量は$24 + 16 = 40$である。
答えは**40**である。

2.

$CaCO_3$ではCa原子1個、C原子1個、O原子3個である。
したがって、式量は$40 + 12 + 16 \times 3 = 100$である。
答えは**100**である。

©ミライコーチング

解答 4

1.

$(NH_4)_2SO_4$では、括弧内のNH_4が 2 組ある。
したがって、
- N 原子：**2 個**
- H 原子：**8 個**
- S 原子：**1 個**
- O 原子：**4 個**

である。

2.

式量は、

$$\begin{aligned} \textbf{式量} &= 14 \times 2 + 1.0 \times 8 + 32 + 16 \times 4 \\ &= 28 + 8.0 + 32 + 64 \\ &= 132 \end{aligned}$$

となる。
答えは **132** である。

解答 5

固体のNaClは、独立した NaCl 分子からできているのではない。
多数のNa^+とCl^-が 1 : 1 の比で規則正しく並んだイオン結晶である。
したがって、NaClについてこの講で求めるのは分子量ではなく**式量**であり、$23 + 35.5 = 58.5$となる。
式量 58.5 は相対的な値なので、単位を付けない。