高校化学 L01 第 34 講 化学反応式の係数決定

この講でできるようになること

- 化学式の添字を変えず、係数を調整して反応前後の原子数をそろえられる。
- 各元素の原子数を順に確認し、化学反応式の係数を決められる。
- 係数を最も簡単な正の整数比で表せる。
- 完成した反応式について、すべての元素の原子数を検算できる。

係数を調整して原子数をそろえる

変えるのは化学式の前の係数

化学反応式では、反応前後で各元素の原子総数が一致するように**係数**を調整する。
正しい反応物と生成物の化学式が与えられているとき、化学式中の添字は変えない。
係数は化学式全体に掛かるため、たとえば$2H_2O$には H 原子が 4 個、O 原子が 2 個含まれる。

添字は変えない

H_2Oの O 原子を増やしたいからといって、H_2O_2へ変えてはいけない。
添字を変えると物質そのものが変わる。
原子数をそろえるときは、**化学式はそのままにして係数だけを調整する**。

水ができる反応で手順を見る

まず原子数がそろっているか確認する

水素と酸素から水ができる反応について、係数をまだ調整していない式を考える。

$$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$$

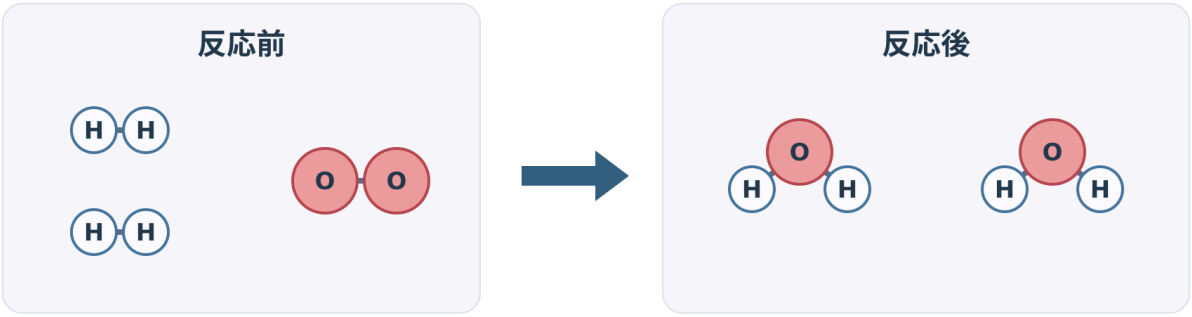
この段階では、H 原子は左辺 2 個・右辺 2 個でそろっているが、O 原子は左辺 2 個・右辺 1 個でそろっていない。したがって、これは係数調整の途中であり、完成した反応式ではない。

O 原子からそろえる

右辺のH_2Oの係数を 2 にすると、右辺の O 原子は 2 個になる。
この途中の関係は、$H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$である。
すると右辺には H 原子が 4 個あるため、左辺のH_2の係数も 2 にする。
完成した反応式は次のようになる。

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

©ミライコーチング



$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

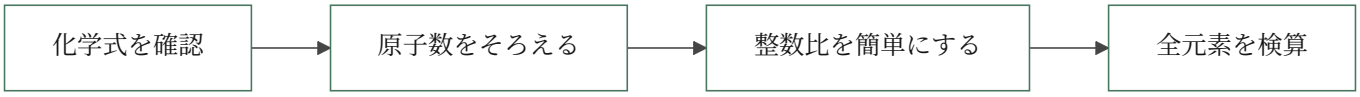
図 1　係数 2 : 1 : 2 で、水素原子 4 個と酸素原子 2 個が左右でそろう。

元素	左辺の原子数	右辺の原子数
H	4	4
O	2	2

最後にすべての元素を数え直す

係数を決めた後は、反応式に含まれるすべての元素について原子数を数え直す。
水生成の反応では、H 原子が左右とも 4 個、O 原子が左右とも 2 個なので、原子数保存を満たしている。

係数決定の基本手順



そろえやすい元素から順に考える

係数を決める順序に唯一の方法があるわけではない。
左右に 1 種類の化学式だけに現れる元素など、数えやすい元素から順にそろえると考えやすい。
炭素・水素を含む物質の完全燃焼では、C、H を先にそろえ、O を最後にそろえると簡単になる場合が多い。
途中で係数が分数になっても、最後にすべての係数を同じ数倍して整数にすればよい。

©ミライコーチング

係数は最も簡単な整数比で表す

最簡整数比

本講では、化学反応式の係数を、共通因数をもたない**最も簡単な正の整数比**で表す。
係数 1 は通常省略する。

全係数を同じ数で割れるか確認する

たとえば、$4H_2 + 2O_2 \rightarrow 4H_2O$も左右の原子数は一致している。
しかし、すべての係数を 2 で割ることができるため、本講では$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$と最簡整数比で表す。
係数全体を同じ数倍した式が原子数保存を満たさなくなるわけではないが、通常は最も簡単な整数比にそろえる。

例題

例題 1

次の未調整の式について答えよ。

$$Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. Al 原子と O 原子の数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

解答・解説

1.
O_2には O 原子が 2 個、Al_2O_3には O 原子が 3 個含まれる。
2 と 3 の最小公倍数は 6 なので、右辺のAl_2O_3を 2 個分、左辺のO_2を 3 個分にすると、O 原子を左右 6 個にそろえられる。
右辺の$2Al_2O_3$には Al 原子が 4 個あるため、左辺の Al の係数を 4 にする。
完成した式は、$4Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$となる。
2.
Al 原子は、左辺が 4 個、右辺が$2 \times 2 = 4$個である。
O 原子は、左辺が$3 \times 2 = 6$個、右辺が$2 \times 3 = 6$個である。
したがって、Al は 4 個ずつ、O は 6 個ずつで、すべての原子数が保存されている。

©ミライコーチング

例題 2

エタンC_2H_6が完全燃焼するとき、次の未調整の式で表される。

$$C_2H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. C、H、O の原子数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

解答・解説

1.
まずC_2H_6の係数を 1 として考える。
C 原子が 2 個あるため、CO_2の係数を 2 にする。
H 原子が 6 個あるため、H_2Oの係数を 3 にする。
このとき右辺の O 原子は、$2CO_2$に 4 個、$3H_2O$に 3 個あり、合計 7 個である。
したがって、O_2の係数は$\frac{7}{2}$となる。すべての係数を 2 倍して整数にすると、完成した式は、
$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$となる。
2.
C 原子は、左辺が$2 \times 2 = 4$個、右辺が$4 \times 1 = 4$個である。
H 原子は、左辺が$2 \times 6 = 12$個、右辺が$6 \times 2 = 12$個である。
O 原子は、左辺が$7 \times 2 = 14$個、右辺が$4 \times 2 + 6 \times 1 = 14$個である。
したがって、C は 4 個ずつ、H は 12 個ずつ、O は 14 個ずつで、原子数保存を満たしている。

例題 3

次の化学反応式について答えよ。

$$4H_2 + 2O_2 \rightarrow 4H_2O$$

1. この式は原子数保存を満たしているか。H 原子と O 原子の数を左右で確認せよ。
2. 係数を最も簡単な整数比にして式を書き直せ。

解答・解説

1.
左辺では、H 原子は$4 \times 2 = 8$個、O 原子は$2 \times 2 = 4$個である。
右辺では、H 原子は$4 \times 2 = 8$個、O 原子は$4 \times 1 = 4$個である。
したがって、H 原子は左右とも 8 個、O 原子は左右とも 4 個であり、原子数保存を満たしている。
2.
係数 4、2、4 には共通因数 2 があるので、すべて 2 で割る。
したがって、最簡整数比で表した式は、$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$となる。
化学式の添字は変えず、係数だけを同じ数で割っている。

©ミライコーチング

演習問題

演習 1

次の未調整の式について答えよ。

$$\mathrm{H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl}$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. H 原子と Cl 原子の数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

演習 2

次の未調整の式について答えよ。

$$\mathrm{N_2 + H_2 \rightarrow NH_3}$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. N 原子と H 原子の数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

演習 3

次の未調整の式について答えよ。

$$\mathrm{Mg + O_2 \rightarrow MgO}$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. Mg 原子と O 原子の数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

演習 4

プロパン$\mathrm{C_3H_8}$が完全燃焼するとき、次の未調整の式で表される。

$$\mathrm{C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O}$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. C、H、O の原子数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

演習 5

生成物を$\mathrm{Fe_2O_3}$として、次の未調整の式について答えよ。

$$\mathrm{Fe + O_2 \rightarrow Fe_2O_3}$$

1. 係数を最も簡単な整数比にそろえ、完成した化学反応式を書け。
2. Fe 原子と O 原子の数を左右でそれぞれ数え、原子数保存を確認せよ。

演習 6

係数と添字について答えよ。

1. 次の式の係数を最も簡単な整数比に直せ。$\mathrm{6CO + 3O_2 \rightarrow 6CO_2}$
2. 未調整の式$\mathrm{H_2 + O_2 \rightarrow H_2O}$について、O 原子数をそろえるために生成物を$\mathrm{H_2O_2}$へ変更する操作は適切か。理由も答えよ。

©ミライコーチング

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

左辺のH_2には H 原子 2 個、Cl_2には Cl 原子 2 個がある。
右辺の HCl を 2 個分にすれば、H 原子と Cl 原子をそれぞれ 2 個にそろえられる。
したがって、完成した式は、$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$となる。
係数比は 1 : 1 : 2 である。

2.

H 原子は左辺 2 個、右辺$2 \times 1 = 2$個である。
Cl 原子も左辺 2 個、右辺$2 \times 1 = 2$個である。
したがって、H、Cl ともに左右 2 個ずつで、原子数保存を満たしている。

解答 2

1.

左辺のN_2には N 原子が 2 個あるので、右辺のNH_3の係数を 2 にする。
すると右辺の H 原子は$2 \times 3 = 6$個になるため、左辺のH_2の係数を 3 にする。
完成した式は、$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$となる。

2.

N 原子は、左辺が 2 個、右辺が$2 \times 1 = 2$個である。
H 原子は、左辺が$3 \times 2 = 6$個、右辺が$2 \times 3 = 6$個である。
したがって、N は 2 個ずつ、H は 6 個ずつで、原子数保存を満たしている。

解答 3

1.

左辺のO_2には O 原子が 2 個あるため、右辺の MgO を 2 個分にする。
すると右辺には Mg 原子が 2 個あるので、左辺の Mg の係数も 2 にする。
完成した式は、$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$となる。

2.

Mg 原子は、左辺が 2 個、右辺が$2 \times 1 = 2$個である。
O 原子は、左辺が 2 個、右辺が$2 \times 1 = 2$個である。
したがって、Mg、O ともに左右 2 個ずつで、原子数保存を満たしている。

©ミライコーチング

解答 4

1.

まず C 原子をそろえると、CO_2の係数は 3 になる。
次に H 原子をそろえると、H_2Oの係数は 4 になる。
右辺の O 原子は$3 \times 2 + 4 \times 1 = 10$個なので、左辺の$O_2$の係数は 5 になる。
したがって、完成した式は、$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$となる。

2.

C 原子は、左辺が 3 個、右辺が$3 \times 1 = 3$個である。
H 原子は、左辺が 8 個、右辺が$4 \times 2 = 8$個である。
O 原子は、左辺が$5 \times 2 = 10$個、右辺が$3 \times 2 + 4 \times 1 = 10$個である。
したがって、C は 3 個ずつ、H は 8 個ずつ、O は 10 個ずつで、原子数保存を満たしている。

解答 5

1.

O_2には O 原子が 2 個、Fe_2O_3には O 原子が 3 個含まれる。
O 原子を左右 6 個にそろえるため、O_2の係数を 3、Fe_2O_3の係数を 2 にする。
右辺の$2Fe_2O_3$には Fe 原子が 4 個あるため、左辺の Fe の係数を 4 にする。
完成した式は、$4Fe + 3O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3$となる。

2.

Fe 原子は、左辺が 4 個、右辺が$2 \times 2 = 4$個である。
O 原子は、左辺が$3 \times 2 = 6$個、右辺が$2 \times 3 = 6$個である。
したがって、Fe は 4 個ずつ、O は 6 個ずつで、原子数保存を満たしている。

解答 6

1.

係数 6、3、6 には共通因数 3 があるので、すべて 3 で割る。
したがって、最簡整数比で表すと、$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$となる。

2.

適切ではない。
H_2Oの添字を変えてH_2O_2にすると、生成物の化学式そのものが変わり、別の物質を表すことになる。
原子数をそろえるときは化学式の添字を変えず、係数だけを調整する。