高校化学 L01 第 35 講 反応量計算の基本

この講でできるようになること

- 化学反応式の係数比を、反応に関与する物質量の比として読める。
- 既知の物質量から、別の物質の反応量を係数比で求められる。
- 係数比が、反応前に用意した物質量そのものの比とは限らないことを説明できる。
- 反応物の消費量と生成物の生成量を区別して計算できる。

係数比は mol の比として読める

粒子数の比と物質量の比は対応する

化学反応式の係数は、反応に関与する粒子数の比を表している。
1 mol は一定個数の粒子を表すので、同じ係数比を物質量の比として読むことができる。
たとえば、水ができる反応は次の式で表される。

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

この式から、反応に関与するH_2、O_2、H_2Oの物質量の比は 2 : 1 : 2 と分かる。

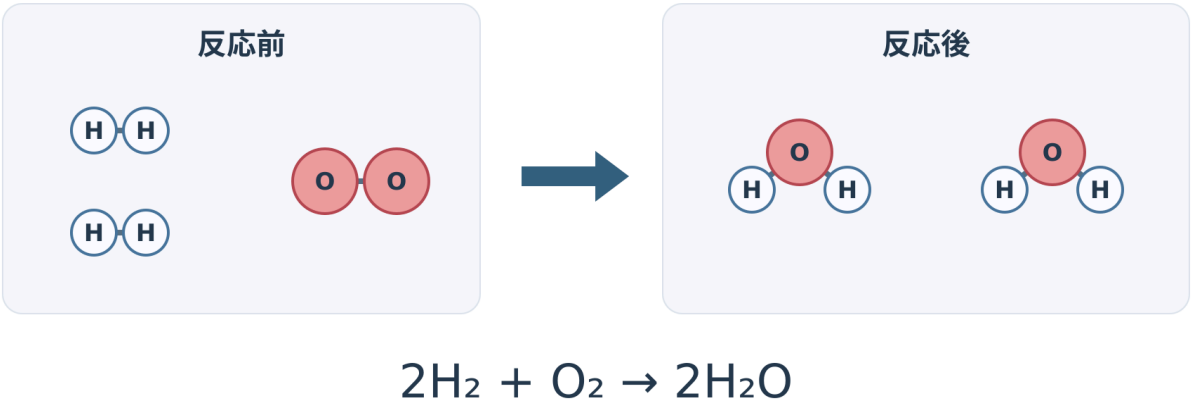

図 1　分子数の比 2 : 1 : 2 は、反応に関与する物質量の比にも対応する。

	H_2消費	O_2消費	H_2O生成
係数	2	1	2
物質量	2.0 mol	1.0 mol	2.0 mol
物質量	0.50 mol	0.25 mol	0.50 mol

同じ倍率なら係数比は保たれる

係数比 2 : 1 : 2 をすべて同じ倍率で小さくしても、反応量の対応は変わらない。
そのため、H_2が0.50 mol反応するなら、O_2は0.25 mol消費され、H_2Oは0.50 mol生成するという関係になる。

©ミライコーチング

既知の mol から別の mol を求める

求める物質の係数を分子に置く

同じ化学反応式の中で、物質 A の係数をa、物質 B の係数をbとする。
物質 A の反応量n_{A}が分かっているとき、物質 B の反応量n_{B}は次の関係で求められる。

$$n_{\mathrm{B}} = n_{\mathrm{A}} \times \frac{b}{a}$$

つまり、**与えられた物質量 × 求める物質の係数 ÷ 与えられた物質の係数**と考える。
係数は単位をもたないので、計算後も物質量の単位molが残る。



反応した量と最初に用意した量を区別する

係数比が表すのは反応に関与した量

化学反応式の係数比は、**実際に反応で消費された物質量と生成した物質量の関係**を表す。
反応前に用意した物質量が、最初から必ず係数比と同じになるとは限らない。
ある反応物を必要量より多く用意すれば、その一部が反応後に残る場合もある。
本講の生成量計算では、特に断りがない限り、与えられた反応物はすべて所定の反応をし、ほかの反応物は必要量以上あるものとして扱う。

係数比を使うときの基本

1. 正しく係数がそろった化学反応式を確認する。
2. 与えられた物質と求める物質の係数を読む。
3.「求める係数 ÷ 与えられた係数」を掛ける。
4. 答えが消費量なのか生成量なのかを確認する。

係数比は、そのまま質量比を表すものではない。

例題

例題 1

次の反応を考える。

$$2\mathrm{H_2} + \mathrm{O_2} \rightarrow 2\mathrm{H_2O}$$

$\mathrm{H_2}$が0.50 molすべて反応し、$\mathrm{O_2}$は必要量以上あるものとする。
1. 消費される$\mathrm{O_2}$の物質量を求めよ。
2. 生成する$\mathrm{H_2O}$の物質量を求めよ。

解答・解説

1.
$\mathrm{H_2}$と$\mathrm{O_2}$の係数比は 2 : 1 である。
求める$\mathrm{O_2}$の係数 1 を、与えられた$\mathrm{H_2}$の係数 2 で割って使う。
$n = 0.50 \times \frac{1}{2} = 0.25$ molより、消費される$\mathrm{O_2}$は**0.25 mol**である。

2.
H_2とH_2Oの係数比は 2 : 2 である。
$n = 0.50 \times \frac{2}{2} = 0.50$ molより、生成するH_2Oは**0.50 mol**である。

例題 2

次の反応式に従ってNH_3が1.20 mol生成したとする。

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

1. 消費されたN_2の物質量を求めよ。
2. 消費されたH_2の物質量を求めよ。

解答・解説

1.
NH_3とN_2の係数比は 2 : 1 である。
$n = 1.20 \times \frac{1}{2} = 0.60$ molより、消費されたN_2は**0.60 mol**である。
2.
NH_3とH_2の係数比は 2 : 3 である。
$n = 1.20 \times \frac{3}{2} = 1.80$ molより、消費されたH_2は**1.80 mol**である。

例題 3

メタンCH_4が完全燃焼する反応を考える。

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

CH_4が0.30 molすべて反応し、O_2は必要量以上あるものとする。
1. 消費されるO_2の物質量を求めよ。
2. 生成するCO_2の物質量を求めよ。

解答・解説

1.
CH_4とO_2の係数比は 1 : 2 である。
$n = 0.30 \times \frac{2}{1} = 0.60$ molより、消費されるO_2は**0.60 mol**である。
2.
CH_4とCO_2の係数比は 1 : 1 である。
$n = 0.30 \times \frac{1}{1} = 0.30$ molより、生成するCO_2は**0.30 mol**である。

演習問題

演習 1

次の反応を考える。

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$

CO が0.80 molすべて反応し、O_2は必要量以上あるものとする。
1. 消費されるO_2の物質量を求めよ。
2. 生成するCO_2の物質量を求めよ。

演習 2

次の反応を考える。

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

H_2が0.90 mol消費された。
1. 消費されたN_2の物質量を求めよ。
2. 生成したNH_3の物質量を求めよ。

演習 3

次の反応を考える。

$$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$$

Mg が0.40 molすべて反応し、O_2は必要量以上あるものとする。
1. 消費されるO_2の物質量を求めよ。
2. 生成するMgOの物質量を求めよ。

演習 4

プロパンC_3H_8が完全燃焼する反応を考える。

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

C_3H_8が0.20 molすべて反応し、O_2は必要量以上あるものとする。
1. 消費されるO_2の物質量を求めよ。
2. 生成するH_2Oの物質量を求めよ。

演習 5

次の反応を考える。

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

H_2Oが1.50 mol生成した。
1. 消費されたH_2の物質量を求めよ。
2. 消費されたO_2の物質量を求めよ。

演習 6

次の反応を考える。

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

1. 係数比 2 : 1 : 2 から、「反応前に最初に用意したH_2とO_2の物質量は必ず 2 : 1 である」といえるか。理由も答えよ。
2. H_2が0.40 mol消費されたとき、生成したH_2Oの物質量を求めよ。

©ミライコーチング

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

CO とO_2の係数比は 2 : 1 である。
$n = 0.80 \times \frac{1}{2} = 0.40$ molより、消費されるO_2は**0.40 mol**である。

2.

CO とCO_2の係数比は 2 : 2 である。
$n = 0.80 \times \frac{2}{2} = 0.80$ molより、生成するCO_2は**0.80 mol**である。

解答 2

1.

H_2とN_2の係数比は 3 : 1 である。
$n = 0.90 \times \frac{1}{3} = 0.30$ molより、消費されたN_2は**0.30 mol**である。

2.

H_2とNH_3の係数比は 3 : 2 である。
$n = 0.90 \times \frac{2}{3} = 0.60$ molより、生成したNH_3は**0.60 mol**である。

解答 3

1.

Mg とO_2の係数比は 2 : 1 である。
$n = 0.40 \times \frac{1}{2} = 0.20$ molより、消費されるO_2は**0.20 mol**である。

2.

Mg とMgOの係数比は 2 : 2 である。
$n = 0.40 \times \frac{2}{2} = 0.40$ molより、生成するMgOは**0.40 mol**である。

解答 4

1.

C_3H_8とO_2の係数比は 1 : 5 である。
$n = 0.20 \times \frac{5}{1} = 1.0$ molより、消費されるO_2は**1.0 mol**である。

2.

C_3H_8とH_2Oの係数比は 1 : 4 である。
$n = 0.20 \times \frac{4}{1} = 0.80$ molより、生成するH_2Oは**0.80 mol**である。

©ミライコーチング

解答 5

1.

H_2OとH_2の係数比は 2 : 2 である。
$n = 1.50 \times \frac{2}{2} = 1.50$ molより、消費されたH_2は**1.50 mol**である。

2.

H_2OとO_2の係数比は 2 : 1 である。
$n = 1.50 \times \frac{1}{2} = 0.75$ molより、消費されたO_2は**0.75 mol**である。

解答 6

1.

いえない。
係数比 2 : 1 : 2 が表すのは、反応で**消費されるH_2とO_2、生成するH_2Oの物質量の関係**である。
反応前に用意するH_2とO_2の量は任意であり、一方を必要量より多く用意すれば反応後に余ることもある。

2.

H_2とH_2Oの係数比は 2 : 2 である。
$n = 0.40 \times \frac{2}{2} = 0.40$ molより、生成したH_2Oは**0.40 mol**である。

©ミライコーチング