高校化学 L01 第 44 講 酸・塩基の価数

この講でできるようになること

- 酸・塩基の価数を、H^+を与える数・受け取る数と結び付けて説明できる。
- 1 価・2 価の代表的な酸と塩基を分類できる。
- 酸・塩基の物質量と価数から、反応で授受する H^+に対応する物質量を求められる。
- 同じ H^+の対応量をもつ 1 価・2 価の酸や塩基の物質量を比較できる。

酸・塩基の価数は H^+の数に注目する

酸の価数

酸 1 分子が、酸として反応するときに**放出できる H^+の数**を、その酸の価数という。

塩基の価数

塩基 1 個の粒子または 1 式単位が、塩基として反応するときに**受け取ることができる H^+の数**を、その塩基の価数という。
水酸化物では、1 式単位から生じる OH^-の数と対応させて考えることができる。

価数は化学式中の H の総数ではない

酸の価数は、化学式に含まれる H 原子の総数だけでは決まらない。
たとえば酢酸 CH_3COOH には H 原子が 4 個含まれるが、酸として H^+を放出するのは COOH 部分の H1 個である。

$$CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+$$

したがって、CH_3COOH は**1 価の酸**である。
CH_3部分の H3 個まで数えて 4 価とすることはできない。

代表的な酸の価数

酸	価数	H^+の対応
HCl	1 価	1 分子あたり 1 個分
HNO_3	1 価	1 分子あたり 1 個分
CH_3COOH	1 価	1 分子あたり 1 個分
H_2SO_4	2 価	1 分子あたり合計 2 個分

H_2SO_4は 2 価の酸

H_2SO_4は、酸として反応するときに 1 分子あたり合計 2 個分の H^+を放出できるため、2 価の酸である。
ここでいう価数は、酸として反応できる H^+の**合計の対応数**を表している。

©ミライコーチング

代表的な塩基の価数

塩基	価数	H^+との対応
NaOH	1 価	1 式単位あたり 1 個分
KOH	1 価	1 式単位あたり 1 個分
$Ca(OH)_2$	2 価	1 式単位あたり 2 個分
$Ba(OH)_2$	2 価	1 式単位あたり 2 個分
NH_3	1 価	1 分子あたり 1 個分

水酸化物では OH^-の数を見る

NaOH が水中でイオンとして存在するとき、1 式単位分から OH^-が 1 個対応するので 1 価の塩基である。
$Ca(OH)_2$では、括弧の外の 2 が OH 全体に掛かる。

$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$$

したがって、$Ca(OH)_2$は 1 式単位あたり OH^-が 2 個対応し、**2 価の塩基**である。
価数と水への溶けやすさは別の性質である。

NH_3は OH を含まなくても 1 価の塩基

NH_3は化学式中に OH を含まないが、H^+を 1 個受け取って NH_4^+になる。

$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$

したがって、NH_3は**1 価の塩基**である。
塩基の価数は、化学式に OH が書かれているかだけで決めるものではない。

価数と物質量を組み合わせる

完全に反応するときの H^+対応量を考える

酸または塩基が酸塩基として完全に反応する場合、H^+の授受に対応する物質量は、物質量と価数の積で考えられる。
酸・塩基の物質量をn、価数をaとすると、H^+に対応する物質量は次のようになる。

$$a \times n$$

この値は、溶液中にその瞬間に自由な H^+が同じ物質量だけ存在していることを意味するものではなく、酸塩基反応で授受できる H^+の対応量を表す。



1 価と 2 価では同じ mol でも対応量が違う

1 価の酸0.20 molは、H^+ 0.20 mol分に対応する。
一方、2 価の酸0.10 molも、$2 \times 0.10 = 0.20$ molより、H^+ 0.20 mol分に対応する。
したがって、物質量そのものが異なっていても、価数を考えると同じ H^+対応量になる場合がある。

価数と物質量の関係

酸・塩基が完全に反応するとき、
H^+に対応する物質量 = 価数 × 酸・塩基の物質量
として考える。
1 価なら物質量と同じ値、2 価なら物質量の 2 倍が H^+の対応量になる。

例題

例題 1

次の酸・塩基について答えよ。
酸：HCl、CH_3COOH、H_2SO_4　塩基：NaOH、$Ca(OH)_2$、NH_3

1. HCl、CH_3COOH、H_2SO_4の価数をそれぞれ答え、CH_3COOH の価数を H 原子の総数 4 個から決めてはいけない理由を説明せよ。
2. NaOH、$Ca(OH)_2$、NH_3の価数をそれぞれ答え、NH_3が 1 価の塩基である理由を説明せよ。

解答・解説

1.
HCl は **1 価**、CH_3COOH は **1 価**、H_2SO_4は **2 価**である。
CH_3COOH には H 原子が 4 個含まれるが、酸として放出できる H^+は COOH 部分の H1 個である。
CH_3COOH が H^+を 1 個放出すると CH_3COO^-になるので、価数は 1 である。化学式中の H 原子の総数をそのまま酸の価数にすることはできない。
2.
NaOH は **1 価**、$Ca(OH)_2$は **2 価**、NH_3は **1 価**である。
NaOH は 1 式単位あたり OH^-1 個、$Ca(OH)_2$は 1 式単位あたり OH^-2 個に対応する。
NH_3は OH を含まないが、$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$のように H^+を 1 個受け取るため、1 価の塩基である。

例題 2

H_2SO_4が0.15 mol、NaOH が0.30 molある。それぞれが酸・塩基として完全に反応するときの H^+対応量を考える。

1. H_2SO_4が放出できる H^+の対応量を求めよ。
2. NaOH が受け取る H^+の対応量を求め、H_2SO_4の対応量と比較せよ。

解答・解説

1.
H_2SO_4は 2 価の酸なので、H^+の対応量は$2 \times 0.15 = 0.30$ molである。
したがって、H_2SO_4 0.15 molは、酸として完全に反応するときに **H^+ 0.30 mol分**に対応する。
2.
NaOH は 1 価の塩基なので、受け取る H^+の対応量は$1 \times 0.30 = 0.30$ molである。
したがって、NaOH 0.30 molは **H^+ 0.30 mol分**に対応する。
H_2SO_4 0.15 molと NaOH 0.30 molは物質量そのものは異なるが、H^+への対応量はどちらも 0.30 molである。

演習問題

演習 1

HNO_3と H_2SO_4について答えよ。

1. HNO_3と H_2SO_4の価数をそれぞれ答えよ。
2. HNO_3と H_2SO_4がそれぞれ0.20 molあり、酸として完全に反応するとき、それぞれが放出できる H^+の対応量を求めよ。

演習 2

KOH と $Ba(OH)_2$について答えよ。

1. KOH と $Ba(OH)_2$の価数をそれぞれ答え、1 式単位に対応する OH^-の数も示せ。
2. KOH と $Ba(OH)_2$がそれぞれ0.10 molあり、塩基として完全に反応するとき、それぞれが受け取る H^+の対応量を求めよ。

演習 3

酢酸について、酸としての反応を次のように考える。

$$CH_3COOH \rightarrow CH_3COO^- + H^+$$

1.「CH_3COOH には H 原子が 4 個あるので 4 価の酸である」という説明が正しいか。理由も答えよ。
2. CH_3COOH が0.25 molあり、酸として完全に反応するとき、H^+の対応量を求めよ。

演習 4

NH_3は H^+と次のように反応する。

$$NH_3 + H^+ \rightarrow NH_4^+$$

1. NH_3の価数を答え、化学式中に OH を含まなくても塩基である理由を説明せよ。
2. NH_3が0.30 molあり、塩基として完全に反応するとき、受け取る H^+の対応量を求めよ。

演習 5

HCl 0.40 molと同じ H^+対応量を放出できる H_2SO_4の物質量を考える。HCl は 1 価、H_2SO_4は 2 価の酸とする。

1. HCl 0.40 molが酸として完全に反応するとき、H^+の対応量を求めよ。
2. 同じ H^+対応量をもつ H_2SO_4の物質量を求め、価数との関係を説明せよ。

©ミライコーチング

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

HNO_3は**1 価の酸**、H_2SO_4は**2 価の酸**である。
HNO_3は 1 分子あたり H^+1 個分、H_2SO_4は 1 分子あたり合計 H^+2 個分を酸として放出できる。

2.

HNO_3は 1 価なので、H^+の対応量は$1 \times 0.20 = 0.20$ molである。
H_2SO_4は 2 価なので、H^+の対応量は$2 \times 0.20 = 0.40$ molである。
したがって、HNO_3は**0.20 mol分**、H_2SO_4は**0.40 mol分**の H^+に対応する。

解答 2

1.

KOH は**1 価の塩基**で、1 式単位あたり OH^-1 個に対応する。
$Ba(OH)_2$は**2 価の塩基**で、1 式単位あたり OH^-2 個に対応する。

2.

KOH は 1 価なので、0.10 molは H^+ 0.10 mol分を受け取ることに対応する。
$Ba(OH)_2$は 2 価なので、$2 \times 0.10 = 0.20$ molより、H^+ 0.20 mol分を受け取ることに対応する。
したがって、KOH は**0.10 mol分**、$Ba(OH)_2$は**0.20 mol分**の H^+に対応する。

解答 3

1.

正しくない。
CH_3COOH には H 原子が 4 個あるが、酸として H^+を放出するのは COOH 部分の H1 個である。
CH_3COOH は H^+を 1 個放出して CH_3COO^-になるため、**1 価の酸**である。

2.

CH_3COOH は 1 価なので、$1 \times 0.25 = 0.25$ molより、H^+の対応量は**0.25 mol**である。
弱酸では水溶液中で一部だけが電離している場合があるが、ここでは酸として完全に反応したときに授受できる H^+の対応量を考えている。

解答 4

1.

NH_3は**1 価の塩基**である。
NH_3は化学式中に OH を含まないが、H^+を 1 個受け取って NH_4^+になるため、塩基として働く。

2.

NH_3は 1 価なので、$1 \times 0.30 = 0.30$ molより、受け取る H^+の対応量は**0.30 mol**である。

解答 5

1.

HCl は 1 価なので、H^+の対応量は$1 \times 0.40 = 0.40$ molである。
したがって、HCl 0.40 molは **H^+ 0.40 mol分**に対応する。

2.

H_2SO_4は 2 価なので、物質量をnとすると H^+の対応量は$2n$である。
$2n = 0.40$ molより、$n = 0.20$ molである。
したがって、必要な H_2SO_4は**0.20 mol**である。
2 価の酸は 1 mol あたり H^+2 mol 分に対応するため、同じ H^+対応量なら 1 価の HCl の半分の物質量でよい。