高校化学 L01 第 14 講 イオンのでき方と多原子イオン

この講でできるようになること

- 原子が電子を失う場合と受け取る場合について、できるイオンの電荷を説明できる。
- 原子番号とイオンの電荷から、単原子イオンの陽子数と電子数を求められる。
- 代表的な多原子イオンについて、式から含まれる原子の種類・個数と全体の電荷を読み取れる。

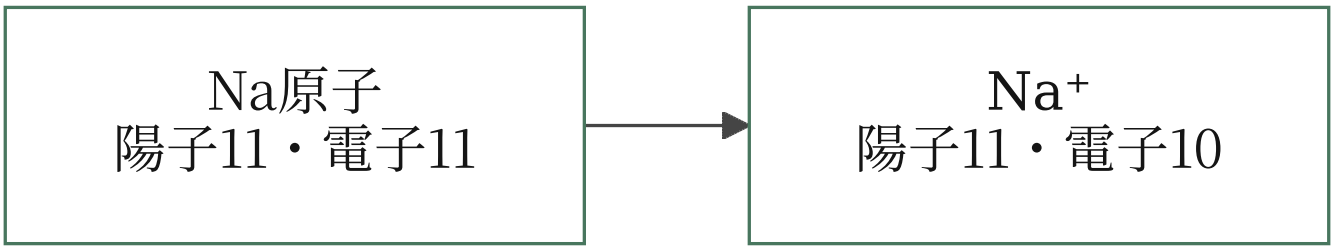
電子の授受によってイオンができる

イオン

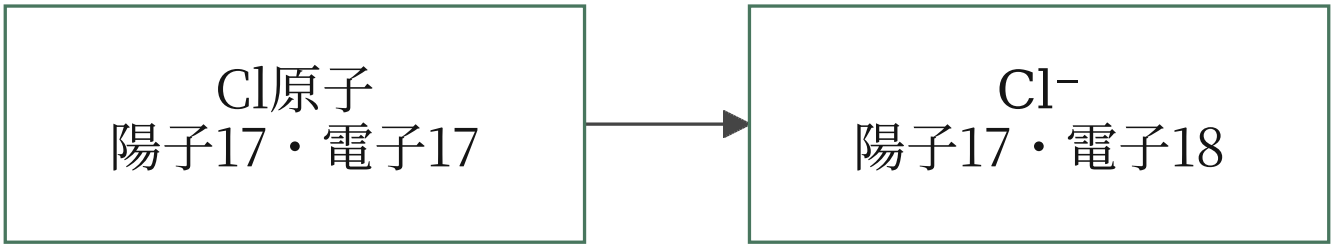
正味の電荷をもつ原子や、複数の原子が結びついたまとまりを**イオン**という。
正の電荷をもつイオンを**陽イオン**、負の電荷をもつイオンを**陰イオン**という。

変わるのは電子数

中性原子から単原子イオンができるときは、原子核にある陽子の数は変わらず、電子の数が変化する。
陽子 1 個の電荷を+1、電子 1 個の電荷を−1として考えると、イオン全体の電荷は陽子数と電子数の差から判断できる。
電子を失うと、負の電荷が減るので正のイオンになる。
電子を受け取ると、負の電荷が増えるので負のイオンになる。
たとえば、中性のナトリウム原子は陽子 11 個、電子 11 個をもつ。電子を 1 個失うと、陽子 11 個、電子 10 個となり、全体として+1の電荷をもつナトリウムイオンNa^+になる。



一方、中性の塩素原子は陽子 17 個、電子 17 個をもつ。電子を 1 個受け取ると、陽子 17 個、電子 18 個となり、全体として−1の電荷をもつ塩化物イオンCl^-になる。



イオンになっても陽子数は変わらないため、元素の種類そのものが変わるわけではない。

©ミライコーチング

電荷と電子数の関係

陽子数をP、電子数をEとすると、電気素量を単位にした電荷の数は$P-E$で判断できる。
- $P-E=+1$なら 1 価の陽イオン
- $P-E=+2$なら 2 価の陽イオン
- $P-E=-1$なら 1 価の陰イオン
- $P-E=-2$なら 2 価の陰イオン

正の電荷が大きくなるほど、もとの中性原子より電子が少ない。負の電荷が大きくなるほど、もとの中性原子より電子が多い。

単原子イオンを式で表す

単原子イオン

1 個の原子からできているイオンを**単原子イオン**という。
イオンの電荷は元素記号の右上に書く。電荷の大きさが 1 の場合は数字の 1 を省略する。

陽イオンの電子数

代表的な陽イオンについて考える。

もとの原子	原子番号	イオン	陽子数	電子数
Na	11	Na^{+}	11	10
Mg	12	Mg^{2+}	12	10
Al	13	Al^{3+}	13	10

Na^{+}は電子を 1 個失っているので、電子数は$11-1=10$個である。
Mg^{2+}は電子を 2 個失っているので、電子数は$12-2=10$個である。
Al^{3+}は電子を 3 個失っているので、電子数は$13-3=10$個である。
右上の$2+$や$3+$は、原子の個数ではなく、イオン全体の電荷を表している。

陰イオンの電子数

代表的な陰イオンについて考える。

もとの原子	原子番号	イオン	陽子数	電子数
Cl	17	Cl^{-}	17	18
O	8	O^{2-}	8	10

Cl^{-}は電子を 1 個受け取っているので、電子数は$17+1=18$個である。
O^{2-}は電子を 2 個受け取っているので、電子数は$8+2=10$個である。
O^{2-}は酸素原子 1 個からできた酸化物イオンである。右上の$2-$は電荷を表し、酸素原子が 2 個あることを表すものではない。

多原子イオン

多原子イオン

複数の原子が結びついたまとまり全体が電荷をもつイオンを**多原子イオン**という。
多原子イオンの式では、右下の数字は直前の元素の原子数を表し、右上の数字と符号はまとまり全体の電荷を表す。

代表的な多原子イオン

代表的な多原子イオンを次に示す。

名称	イオン式	含まれる原子	全体の電荷
アンモニウムイオン	NH_4^+	N 1 個、H 4 個	$+1$
水酸化物イオン	OH^-	O 1 個、H 1 個	-1
硝酸イオン	NO_3^-	N 1 個、O 3 個	-1
硫酸イオン	SO_4^{2-}	S 1 個、O 4 個	-2
炭酸イオン	CO_3^{2-}	C 1 個、O 3 個	-2

たとえば、SO_4^{2-}では、右下の 4 は酸素原子が 4 個あることを表し、右上の$2-$は硫黄原子 1 個と酸素原子 4 個からなるまとまり全体が-2の電荷をもつことを表す。
原子が複数あることと、電荷の大きさは別の情報である。

多原子だから多価とは限らない

NH_4^+は 5 個の原子からできているが、全体の電荷は$+1$である。
一方、SO_4^{2-}は 5 個の原子からできており、全体の電荷は-2である。
したがって、含まれる原子の総数からイオンの電荷を決めることはできない。イオン式の右上に示された電荷を確認する。

例題

例題 1

ナトリウムの原子番号は 11、塩素の原子番号は 17 である。どちらも中性原子からイオンになるものとする。

1. ナトリウム原子が電子を 1 個失ったときにできるイオンの式と電子数を答えよ。
2. 塩素原子が電子を 1 個受け取ったときにできるイオンの式と電子数を答えよ。

解答・解説

1.
できるイオンはNa^+であり、電子数は **10 個**である。
中性のナトリウム原子は原子番号 11 なので、陽子 11 個、電子 11 個をもつ。電子を 1 個失うと電子数は$11-1=10$個となり、正の電荷が 1 だけ多くなるためNa^+となる。

2.
できるイオンはCl^-であり、電子数は **18 個**である。
中性の塩素原子は陽子 17 個、電子 17 個をもつ。電子を 1 個受け取ると電子数は$17+1=18$個となり、負の電荷が 1 だけ多くなるためCl^-となる。

例題 2

マグネシウムの原子番号は 12、アルミニウムの原子番号は 13 である。

1. Mg^{2+}の陽子数と電子数を答えよ。
2. Al^{3+}の陽子数と電子数を答え、イオンになっても元素の種類が変わらない理由を説明せよ。

解答・解説

1.
Mg^{2+}の陽子数は**12 個**、電子数は**10 個**である。
原子番号 12 なので陽子数は 12 個である。2 +の陽イオンは中性原子より電子を 2 個失っているため、電子数は$12-2=10$個となる。

2.
Al^{3+}の陽子数は**13 個**、電子数は**10 個**である。
原子番号 13 なので陽子数は 13 個である。3 +の陽イオンは電子を 3 個失っているため、電子数は$13-3=10$個となる。
イオンになるときに変化するのは電子数であり、元素の種類を決める陽子数は変わらない。そのため、アルミニウム原子がAl^{3+}になっても、元素はアルミニウムのままである。

例題 3

次の多原子イオンについて答えよ。
- NH_4^+
- SO_4^{2-}

1. NH_4^+を構成する原子の種類と個数、および全体の電荷を答えよ。
2. SO_4^{2-}を構成する原子の種類と個数、および全体の電荷を答え、「多原子イオンなら必ず 2 価以上である」という説明が正しいか判断せよ。

解答・解説

1.
NH_4^+は、窒素原子 1 個と水素原子 4 個からできており、まとまり全体の電荷は**+1**である。
右下の 4 は水素原子の個数を表し、右上の+は多原子イオン全体の電荷を表す。

2.
SO_4^{2-}は、硫黄原子 1 個と酸素原子 4 個からできており、まとまり全体の電荷は**−2**である。
「多原子イオンなら必ず 2 価以上である」という説明は正しくない。NH_4^+は複数の原子からできているが、電荷は+1である。
多原子イオンを構成する原子数と、イオン全体の電荷の大きさは別々に読み取る必要がある。

演習問題

演習 1

ナトリウムの原子番号は 11、酸素の原子番号は 8 である。
1. 中性のナトリウム原子が電子を 1 個失ったときにできるイオンの式と電子数を答えよ。
2. 中性の酸素原子が電子を 2 個受け取ったときにできるイオンの式と電子数を答えよ。

演習 2

マグネシウムの原子番号は 12、塩素の原子番号は 17 である。
1. Mg^{2+}の陽子数と電子数を答えよ。
2. Cl^-の陽子数と電子数を答えよ。

©ミライコーチング

演習 3

アルミニウムの原子番号は 13、酸素の原子番号は 8 である。
1. Al^{3+}では、中性のアルミニウム原子から電子を何個失っているか答え、電子数も求めよ。
2. O^{2-}では、中性の酸素原子から電子を何個受け取っているか答え、電子数も求めよ。

演習 4

次の多原子イオンについて答えよ。
- NO_3^-
- CO_3^{2-}

1. NO_3^-に含まれる原子の種類と個数、および全体の電荷を答えよ。
2. CO_3^{2-}に含まれる原子の種類と個数、および全体の電荷を答えよ。

演習 5

OH^-とSO_4^{2-}について、イオンの名称と全体の電荷をそれぞれ答えよ。

演習 6

「多原子イオンに含まれる原子の総数だけで、イオンの電荷の大きさが決まる」という説明が正しいか、NH_4^+とSO_4^{2-}を用いて説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

できるイオンはNa^+で、電子数は **10 個**である。
中性のナトリウム原子は電子を 11 個もち、電子を 1 個失うので、電子数は$11-1=10$個となる。

2.

できるイオンはO^{2-}で、電子数は **10 個**である。
中性の酸素原子は電子を 8 個もち、電子を 2 個受け取るので、電子数は$8+2=10$個となる。

解答 2

1.

Mg^{2+}の陽子数は **12 個**、電子数は **10 個**である。
原子番号 12 なので陽子数は 12 個であり、2 +の電荷をもつので中性原子より電子が 2 個少なく、電子数は$12-2=10$個である。

2.

Cl^-の陽子数は **17 個**、電子数は **18 個**である。
原子番号 17 なので陽子数は 17 個であり、−1の電荷をもつので中性原子より電子が 1 個多く、電子数は$17+1=18$個である。

©ミライコーチング

解答 3

1.

Al^{3+}は電子を**3 個失っている**。
中性のアルミニウム原子は原子番号 13 なので電子を 13 個もつ。電子を 3 個失うため、Al^{3+}の電子数は$13-3=10$個である。

2.

O^{2-}は電子を**2 個受け取っている**。
中性の酸素原子は原子番号 8 なので電子を 8 個もつ。電子を 2 個受け取るため、O^{2-}の電子数は$8+2=10$個である。

解答 4

1.

NO_3^-には、窒素原子が**1 個**、酸素原子が**3 個**含まれる。
まとまり全体の電荷は**−1**である。

2.

CO_3^{2-}には、炭素原子が**1 個**、酸素原子が**3 個**含まれる。
まとまり全体の電荷は**−2**である。

解答 5

OH^-は**水酸化物イオン**であり、全体の電荷は**−1**である。
SO_4^{2-}は**硫酸イオン**であり、全体の電荷は**−2**である。

解答 6

正しくない。
NH_4^+は窒素原子 1 個と水素原子 4 個の合計 5 個の原子からできているが、全体の電荷は+1である。
SO_4^{2-}も硫黄原子 1 個と酸素原子 4 個の合計 5 個の原子からできているが、全体の電荷は−2である。
したがって、多原子イオンに含まれる原子の総数だけから、電荷の符号や大きさを決めることはできない。

©ミライコーチング