



2020. 4. 28

化学の肝

※ゴシック体は重要ワードです。

「化学基礎」編

3章 化学結合

《3章の内容について》

3章の1番の肝は、情報を自分の中でどのように整理できるかです。

学んだあとに、わかったような、わかっていないような、というモヤッと感が残りやすい分野なので、今回は教科書の配列（順番）を入れ替えて進めています。

今回は、「3章 化学結合」の2回目「1節 イオンとイオン結合」です。

1節 イオンとイオン結合

A イオンの生成 B イオンの分類 D イオン結合とイオン結晶

まずは、前回の確認です。イオン結合する物質はどんな物質ですか？

そうです。金属と非金属が結びついた物質です。（ただし、例外あり）

前回のまとめでは、次の部分です。

《この考え方が大事！》その物質がどのような結合によるかは、その物質を構成する元素（金属か非金属か）で判断する

1 金属と非金属 ⇒ イオン結合性物質

（例外）塩化アンモニウム NH_4Cl などの NH_4^+ を含む化合物

（構成する元素はすべて非金属だが NH_4^+ と Cl^- がイオン結合で結び付いたイオン結合性物質と考える。）

金属 には「陽イオンになりやすい性質＝陽性（金属性）」

非金属 には「陰イオンになりやすい性質＝陰性（非金属性）」があります。

そこで、陽イオンになった金属と陰イオンになった非金属が静電的な引力（クーロン力）で結びつきます。静電的な引力とは、プラスとマイナスが引き合う力です。

イオン結合性の物質の代表例としては、塩化ナトリウム NaCl が挙げられます。

イオン結合 : 陽イオンと陰イオンの静電的な引力（クーロン力）による結合
（原則、金属と非金属が結びつく場合の結合）

イオン結晶の性質（特徴的なもののみ掲載）

- ① 電気伝導性 : 固体 : なし 液体（融解液） : あり 水溶液（水に溶ける場合） : あり
- ② 機械的性質 : 硬くてもろい

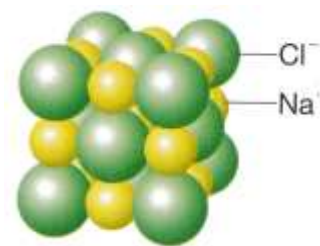
化学結合という視点で整理した場合、「イオン結合」について大事な点は以上です。

前回、「『3章 化学結合』の1番の肝は、情報を自分の中でどのように整理できるかです。」と記したのは、教科書の大量の記載内容の中から大事なポイントをどうピックアップできるかという意味が含まれています。その際には、大学入試を前提に学習している人が多い本校では、大学入試に出やすい、大学入試突破に向けて重要だという視点も、当然、欠かすことができません。この点については、生徒の皆さんよりも先生方のほうが経験を踏んでいますので、先生方の力の入れ方の違いをしっかりと聴いておくことが大切です。

それでは、具体的な内容について補足を加えていきます。

固体の塩化ナトリウム中では、多数のナトリウムイオン Na^+ と塩化物イオン Cl^- が静電的な引力（クーロン力）で結びついている。このような、陽イオンと陰イオンの静電的な引力による結合をイオン結合という。一般に、陽性の強い金属元素と、陰性の強い非金属元素はイオン結合を形成する。

陽イオンと陰イオンが規則正しく配列した結晶をイオン結晶という。
(構成粒子が規則正しく配列している固体を、結晶といいます。)



イオン結晶の模式図

以上の内容はすでに確認済みですね。それでは、関連していくつか内容を補足します。

- (1) まず、イオン結合は強い結合です。したがって、一般に、融点が高く、硬いです。(教科書 p86 図 38 参照)

ただ、硬いのですが、「もろい」です。ここで、先に出てきた ②機械的性質 の「もろい」について解説します。イオン結晶は、イオンの+と-で引き合っているため、そこに衝撃を加えたりすると、+と-がずれると、逆に、+どうし、-どうしで反発が起こり割れやすいということです。このように、強い力を加えると結晶の特定な面に沿って割れやすいという性質をへき開といいます。(p63、86 参照)

因みに、結合を強い順にザックリ並べると次のとおりです。

《化学結合と分子間に働く力の強さ》

共有結合 > イオン結合 > 金属結合 ≧ 水素結合 > ファンデルワールスカ

- (2) 次に、電気伝導性について解説します。これが、イオン結晶の性質としては最も特徴的です。

先のイオン結晶の模式図を見てもおわかりのように、固体状態では陽イオンと陰イオンは決まった位置に固定されていますので動きません。

したがって、「固体の電気伝導性はなし」となります。

次に、固体を加熱して解かす(融解する)と陽イオンと陰イオンは自由に動き回れる状態になるので「液体(融解液)は電気伝導性があり」となります。(NaCl も 801°C まで加熱すると融解します。)

ここまでくれば、水に溶けるイオン結晶を水に溶解させて水溶液とした場合も同様であることがわかります。「水溶液は電気伝導性があり」となります。

- (3) 最後に、イオン結合性物質の例をとりあげてみます。これからは、イオン結合性物質の化学式をスラスラ書けるようにしてください。次のページに指示がありますので練習しましょう。

① 塩

中学校理科では、酸とアルカリの中和によって生じるのが「塩」でしたね。

この代表例が、HCl と NaOH の中和によって生じる NaCl です。ほかにも、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ など、酸とアルカリ(陰イオンと陽イオン)の組み合わせによっていろいろな塩が考えられます。

② アルカリ(塩基)

アルカリも、金属の陽イオンと OH^- 水酸化物イオン(金属と非金属)の組み合わせなのでイオン結合性物質です。NaOH、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ などがあります。

※ 水に溶けやすい「塩基」が、「アルカリ」です。

③ 金属酸化物

金属酸化物は、金属の陽イオンと O^{2-} 酸化物イオン(金属と非金属)の組み合わせなのでイオン結合性物質です。Na₂O、CaO、 Al_2O_3 などがあります。

※ 「酸の塩化水素 HCl は、 H^+ と Cl^- というイオンからできているのでイオン結合性物質である」
O ですか? X ですか? 「非金属と非金属の組み合わせである。(しかも、例外には該当しない) よって、イオン結合性物質ではない」と答えられた人は、ここまでの学習が身に付いてきています。

以上が、イオン結合の概要です。

ここで、皆さんに身に付けてほしいスキルや知識をいくつか提示します。

(1) 一つ目は、「目標：イオン結合の物質の化学式（組成式）をスラスラと書けるようになる」です。

そのために必要なことは、

◎（多原子イオンを含めて）イオン式をスラスラ書ける（覚えている）こと（教科書p58の表1）です。あとは、教科書p62の「組成式の書き方」と「組成式の読み方」をよく読んで、しっかりと身に付けてください。p58表1のイオン式をもとにした化学式（組成式）をスラスラと書けることは、化学を学ぶ人にとっては当たり前です。

(2) 「組成式」について

化学式には、「分子式」と「組成式」があります。

前の時間に出てきた「分子性物質（分子）」を表す化学式を「分子式」と呼びます。

分子以外の場合は、（分子ではないので）「分子式」と呼べないため、化学式を「組成式」と呼びます。

つまり、分子は「分子式」、分子以外は「組成式」です。

さらに、もう1点ふれておくと、例えば、水分子を表す分子式 H_2O は、「水素原子2個と酸素原子1個からできている」、つまり具体的な個数を表しています。

それに対して、例えば、イオン結晶の $MgCl_2$ という化学式は、 Mg^{2+} と Cl^- が1：2の割合で結合していることを表しています。つまり、具体的な個数ではなく、比を表しているに過ぎないということです。

「分子式」は、分子を構成する原子の種類と個数を表している。

「組成式」は、物質を構成している原子（イオン）の種類と個数の比を表しているという違いがあります。

最後にもう一つ、これも直接、イオン結合には関連しませんが「イオン半径」の大小関係についてふれておきましょう。

C イオン半径

(1) イオンになったときの大きさの変化

- ① 原子が陽イオンになると、元の原子より小さくなる。∵最外殻の電子が放出されるから
 下表の Na を見れば明らかですね。原子では最外殻が M 殻ですが、Na⁺では最外殻が L 殻（より内側の電子殻）になりますから、半径は小さくなります。
- ② 原子が陰イオンになると、元の原子より大きくなる。∵最外殻に電子が入るから
 なぜ、最外殻に電子が入る大きくなるのか？ これは、新たに最外殻に電子が入ることによって、もともとから入っていた電子との間に反発力が働き、全体が膨らむためと考えられます。

原子の電子配置					⇒	イオンの電子配置				
	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻			K 殻	L 殻	M 殻	N 殻
Na	2	8	1			Na ⁺	2	8		
O	2	6				O ²⁻	2	8		

(2) 同じ電子配置をもつイオンの場合

同じ電子配置を持つイオンでは、原子番号が大きいほどイオン半径は小さい。

∵原子核の正電荷（陽子数）が大きくなるとともに、電子が静電的な引力によって原子核に強く引き付けられるから

下表を見ると、電子配置はすべてネオンと同じですが、原子核中のプラスの電荷が異なっています。プラスの電荷が大きいほど電子を強く引き付けるため、イオン半径は小さくなります。したがって、Mg イオンが最も小さくなり、酸化物イオンが最も大きくなるということです。

【同じ電子配置をもつイオン】

	原子核の持つ陽電荷	イオンの電子配置			イオンの半径
		K 殻	L 殻	M 殻	
O ²⁻	+8	2	8		 大 小
F ⁻	+9	2	8		
Ne	+10	2	8		
Na ⁺	+11	2	8		
Mg ²⁺	+12	2	8		

(3) 同族元素の場合

周期表上で、同じ族に属する元素がイオンになった場合のイオン半径を考えてみます。

下表を見てもらえば一目瞭然のように、Li⁺、Na⁺、K⁺と原子番号が大きくなるにつれて、電子がより外側の電子殻に配置されています。

つまり、同族元素では、原子番号が大きいほどイオン半径が大きい。

∵電子がより外側の電子殻に配置されるから、となります。

【同族元素（アルカリ金属）のイオンの電子配置】

イオンの電子配置					同じ電子配置の希ガス原子
	K 殻	L 殻	M 殻	N 殻	
Li ⁺	2				He（ヘリウム）
Na ⁺	2	8			Ne（ネオン）
K ⁺	2	8	8		Ar（アルゴン）

「1節 イオンとイオン結合」については以上です。

イオン結合に直接、関係することのほか、これから化学を学ぶ上での基本事項もいくつか出てきました。しっかりと整理し、問題集で問題演習に取り組みましょう。