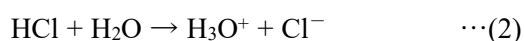


中和と酸塩基滴定 IV 酸と塩基

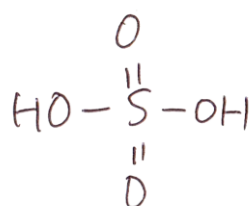
II 酸と塩基の講義をします。

酸と言えば、代表的なものに気体の塩化水素 HCl が水に溶けてできる塩酸があります。電離度は 1 であり、式(1)に示したように水素イオン H^+ を生じます。でも本当は式(1)じゃなくて式(2)が正確です。 HCl が水 H_2O に溶ける。そうすると HCl は電離し H^+ を生じる。その H^+ は H_2O に配位して H_3O^+ が生成するってところです。もちろん高校生なんで、式(1)で行きましょう。

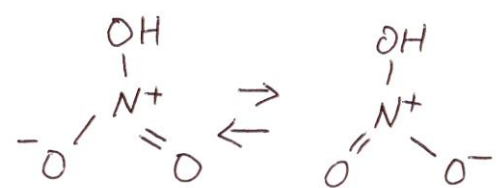


塩基ならば固体の水酸化ナトリウム NaOH が有名ですね。電離度は 1 で、水に溶け電離すると OH^- を生じます。ちなみに中学校の理科で学習する酸塩基というのは高校化学で言うアレニウスの定義の酸塩基です。そのように考えるとアレニウスの印象が強いのか、酸と言えば H^+ を生じ塩基と言えば OH^- を生じる、ですよね。逆に言えば、酸は H^+ を持つ物質であり塩基は OH^- を持つ物質になりますね。これが思い込みその 2 になります。改めて酸と塩基を考えてみましょう。

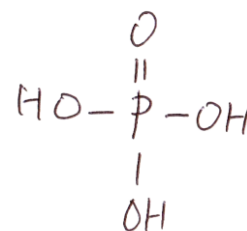
高校化学の教科書や資料にある代表的な酸として硫酸 H_2SO_4 、硝酸 HNO_3 、リン酸 H_3PO_4 があります。それらの構造式はこれらです。



硫酸

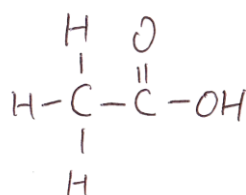


硝酸



リン酸

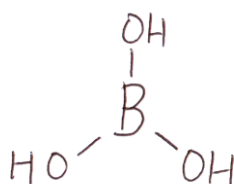
化学式の場合は専門書を含め色々あって、書き方によっては、硫酸 $\text{SO}_2(\text{OH})_2$ 、硝酸 NO_2OH 、リン酸 $\text{PO}(\text{OH})_3$ と書かれていたりもします。なんか OH がくっ付いていると塩基っぽく見えませんか。酢酸もこれですしね。



酢酸

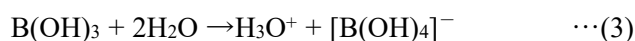
酢酸も炭素“C”原子に OH がくっ付いている。さすがに中学校でも学習したので大丈夫かな。OH が金属元素以外の元素にくっ付いていた場合、 OH^- が生じるのではなく、 H^+ が生じていうのは。高校では、共有結合とかイオン結合とかを学習するのでそれらを絡めて理解してくださいね。金属“M”原子と OH との結合はイオン結合です。だから、 MOH ならば金属イオン“ M^+ ”と OH^- に分かれる。さらに高校では、C—O 結合や O—H 結合はともに共有結合と学習しますよね。ただし、C 原子、O 原子、そして H 原子はそれぞれ電気陰性度が異なるので、C—O 結合は電気陰性度の差により分極しています。 $\text{C}^{\delta+}-\text{O}^{\delta-}$ ということです。同様に、O—H 結合も電気陰性度の差があり分極しているので、 $\text{O}^{\delta-}-\text{H}^{\delta+}$ となります。だから、C—O—H の共有結合の場合は、 $\text{C}^{\delta+}-\text{O}^{\delta-}-\text{H}^{\delta+}$ となり、なんとなく H^+ を放出しやすいということです。アルコールも C 原子に OH がくっ付いているので H^+ の電離度はゼロではありません。フェノールのようにベンゼン環に OH がくっ付いていたら OH の O 原子のローンペアがベンゼン環と共役系を作るのでアルコールよりも H^+ を放出しやすくなります。でも高校化学ではアルコールは中性でフェノールは酸性と習います。それはそれでそのように覚えて下さい。

ホウ酸ならどうでしょうか。化学式は $\text{B}(\text{OH})_3$ です。構造式はこれです。



ホウ酸

ヤバいかな。B に OH が 3 つです。でもホウ素 B は 13 族ですが、B だけが非金属元素です。他は金属元素です。そもそも名前がホウ酸だし大丈夫か。じゃあ、3 価の酸で良いのでしょうか、実は水に溶ける反応は式(3)です。

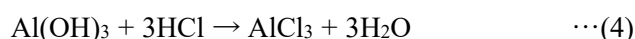


ホウ酸は確かに酸ですが、1 価の酸です。ホウ酸の全ての原子は共有結合で結合しています。 H^+ を放出するのではなく、水 H_2O の電離から生じる OH^- がホウ酸 $\text{B}(\text{OH})_3$ に配位し、そのカウンターイオンとして H^+ が生じます。とうことは、 H^+ はホウ酸からではなく、水から生じるということです。なんか不思議ですよ。

化学の教科書や資料にある水酸化銅(II) “ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ” や水酸化鉄(III) “ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ” はどうでしょう？金属に OH がくっ付いていますね。教科書や図説にはともに弱塩基のところに載っています。ちなみに、これらの溶解度はメチャメチャ小さいです。教科書にも $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ は水にほとんど溶けない塩基であるという記述があります。なんか、水にほとんど溶けないのに塩基ってビミョーですよ。塩基は水に溶けて OH^- を生じるとさ

んざん言われてきたのに。そもそも $\text{Fe}(\text{OH})_3$ という化合物は存在しないし、確認されている化学式は $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ です。でも、水酸化鉄(III)は $\text{Fe}(\text{OH})_3$ と書きましょう。わけが分からなくなっても困るのでそうして下さい。ちなみに、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の溶解度は $0.00015 \text{ g} / 100 \text{ mL}$ (25°C)です。

水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ はどうでしょう。これも金属に OH がくっ付いているので塩基になります。名前は書きませんが、教科書にも弱塩基の欄に書かれています。でも無機化学の単元で、両性金属を習いますよね。そのとき、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ は両性水酸化物って習います。式(4)と式(5)に示したように $\text{Al}(\text{OH})_3$ は酸とも塩基とも反応します。



ちなみに $\text{Al}(\text{OH})_3$ の溶解度は $0.01 \text{ g} / 100 \text{ mL}$ (18°C)です。水にはほとんど溶けないし、酸と塩基と反応するってことなので、少なくとも $\text{Al}(\text{OH})_3$ は塩基に限定できないってことです。水酸化亜鉛 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ も塩基っぽいけど、水にはほとんど溶けない $0.00052 \text{ g} / 100 \text{ mL}$ (18°C)くて、両性水酸化物なので、やっぱり塩基に限定はできません。

どうでしょう。改めて酸塩基を考えてみるとわけがわからなくないませんか。結局のところ、酸とか塩基はその見た目でなく、酸はこれで塩基はこれっていうように覚えるしかありません。そもそも高校化学で扱っている酸塩基はその数も多くありませんしね。酸と塩基に関しては疑問を持たず、粛々と暗記することが大切かもしれません。