

3.6 分子、化合物、モル

化学式は化合物中の原子やイオンの型と各々の相対値を教えてください。例えば、三臭化リンの1分子 PBr_3 には1原子のPが3原子の臭素と結合しています。ところで、アボガドロ数のP原子(6.022×10^{23})に適当な数のBr原子と組み合わせたとします。アボガドロ数の PBr_3 にするには3倍のBr原子(18.07×10^{23} Br原子)が必要なことは明らかです。どれだけの質量の原子が結合し、そしてこの沢山の PBr_3 分子の質量はいくらになりますか？

P	Br	PBr_3
6.022×10^{23} P 原子	$3 \times 6.022 \times 10^{23}$ Br 原子	6.022×10^{23} PBr_3 原子
= 1.000 mol の P	= 3.000 mol の Br	= 1.000 mol の PBr_3
= 30.97 g の P 原子	= 239.7 g の Br 原子	= 270.7 g の PBr_3 原子

P 及び Br 原子のモル数が分かっているので、 PBr_3 にするのに必要なリンと臭素の質量は判ります。質量保存の法則にしたがって、 PBr_3 の質量はこれらの質量の総和です(2.1章)。即ち、 PBr_3 1モルは1モルのP原子足す3モルのBr原子の質量に等しい質量を持ちます(270.7 g)。これが PBr_3 の**モル質量, M(molar mass)**です。化学者は、よくモル質量の代わりに分子量という用語を用います；それらは同じ意味です。

NaCl のようなイオン性化合物は個別の分子としては存在しません。よって分子式は与えられません；むしろ試料中の各種原子の相対数を表す最も単純な式を書くだけです。でも、そのような化合物の分子質量を語り、最も単純な式から分子質量を計算します。 NaCl のような分子を含まない物質を区別するために、それらのモル質量や分子量の代わりに式重量を使います。

Fig. 3.19 はいくつかの一般的な1モル量の写真です。化合物のモル質量を知るには式単位にある各元素の原子量を足し合わせれば良いのです。一例として、硫酸アンモニウム(NH_4) $_2$ SO_4 のモル質量を求めます、これは肥料や耐燃性繊維、なめし皮などに色々利用されている化合物です。二つのアンモニウムイオン NH_4^+ と一つの硫酸イオン SO_4^{2-} を含んでいます。それ故、一式単位に2個の窒素、8個の水素、1個の硫黄、4個の酸素原子があり、硫酸アンモニウムのモル当たり 132.15 g になります。

Fig. 3.19 一般的なイオン性化合物の1モル量。時計回りに NaCl 、白(M=58.44 g/mol)、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、青(M=249.7 g/mol)、 $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、緑(M=237.7 g/mol)、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 、オレンジ色(M=294.2 g/mol)、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、赤(M=237.9 g/mol)。

元素の場合と同様に、化合物の質量のモルへの換算は非常に重要です。例えば、454 g(1ポンド)の硫酸アンモニウムがあります、これは何モルですか？先程、計算したモル質量は1ポンドよりずっと少ない、132.15 g でした。実際、細かい計算をする前に、454 g の硫酸アンモニウムは3から4モルの間にあると暗算で判ります。一体どれだけになるか計算してみましょう。

$454 \text{ g の} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times (1 \text{ mol の} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 / 132.2 \text{ g の} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 3.43 \text{ mol の} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
 実際結果は3から4モルの間にあります。

モル質量はアボガドロ数の分子又はイオン性化合物の式単位のグラムで表した質量です(Fig. 3.19)。従って、その質量から分子の数や一つの分子の平均質量を決定することが出来ます。例えば、1つのバッキーボール C_{60} (Fig. 3.5)の平均質量は

$(720.7 \text{ g の} \text{C}_{60} / 1 \text{ mol の} \text{C}_{60}) \times (1 \text{ mol の} \text{C}_{60} / 6.022 \times 10^{23} \text{ 分子}) = 1.197 \times 10^{-21} \text{ g / 分子}$
 132頁の分子量の表の個々の平均質量はこのようにして計算しています。

例題 3.6 モル質量とモル

練習問題 3.10 モル質量とモル→質量変換