

5.4 化学反応式と化学分析

近年、環境問題に対する関心が深まり、私たちの身の回りにどんな化学薬品があり、それがどのくらいあるのか知る必要性が出てきました。このニーズが分析化学を以前にも増して重要なものとしています。この分野の化学者はその創造性を純物質の同定だけでなく、混合物の成分の量を測定することにも注いでいます。分析化学は今では、機器を用いる方法を使って行われます(Fig. 5.4)、しかし古典的な化学反応や化学量論が依然として中心的役割を果たしています。

Fig. 5.4 最新の分析装置、質量分析計を使っている学生。

混合物の分析

混合物の分析は、しばしば意欲をかきたてる問題です。色々な想像力を働かせて混合物の中に何が、どれだけあるか決めるために化学を駆使します。しかし、かなり分かり易い例を用いて、分析化学の問題の解き方を示します。

ここに白色の粉末があり、それが酸化マグネシウム(MgO)と炭酸マグネシウム(MgCO₃)の混合物であるとし、混合物の何%が MgCO₃ が明らかにするよう求められたとします。多くの金属炭酸塩は熱すると分解して金属酸化物と二酸化炭素になります。炭酸マグネシウムでは反応は次の通りです。



もし粉末を強く熱すると、混合物中の炭酸マグネシウムは MgO に分解し、CO₂ を発生します。混合物加熱後に残った固体は MgO のみからになります、その質量は最初から混合物にあった MgO と MgCO₃ 分解反応で残った MgO の和になります。加熱前後での固体の質量の差が発生した CO₂ の質量となり、化学量論によって元の混合物の MgCO₃ の質量が計算されます。

1.599 g の MgO と MgCO₃ の混合物があり、加熱により CO₂ が発生し、1.294 g の MgO が残るとします。もとの混合物の MgCO₃ の重量%はいくらになりますか？加熱前後の混合物の質量が分かると、その質量差が混合物を加熱して生成した CO₂ の質量に相当します。

(加熱前 1.599 g MgO + MgCO₃) - (加熱後 1.294 g MgO) = 0.305 g CO₂ の質量

そこで CO₂ の質量を CO₂ のモル数に換算します。

$$0.305 \text{ g CO}_2 = 1 \text{ mol CO}_2 / 44.01 \text{ g CO}_2 = 0.00693 \text{ mol CO}_2$$

MgCO₃ の分解の均衡式は、加熱生成する CO₂ のモル当たり、混合物に MgCO₃ が 1 モルあることを示します。従って、混合物には 0.00693 モルの MgCO₃ があつたはずで、そして混合物の MgCO₃ の質量は次式になります。

$$0.00693 \text{ mol CO}_2 \times (1 \text{ mol MgCO}_3 / 1 \text{ mol CO}_2) \times (84.31 \text{ g MgCO}_3 / 1 \text{ mol MgCO}_3) = 0.584 \text{ g MgCO}_3$$

これは混合物での炭酸マグネシウムの百分重量が次式で表せることを意味します。

$$(\text{MgCO}_3 \text{ の質量} / \text{試料の質量}) \times 100\% = (0.584 \text{ g MgCO}_3 / 1.599 \text{ g 試料}) \times 100\% = 36.5\% \text{ MgCO}_3$$

例題 5.4 混合物の分析

練習問題 5.4 化学分析

化合物の実験式を決定する

化合物の実験式は化合物の百分組成が分かっていると決めることが出来ます(3.7 節)。しかしどこから百分組成のデータが出るのでしょうか？種々の方法が用いられます、多くは未知ですが純粋な化合物を既知の化合物に変える反応に依ります。反応生成物が純粋に単離出来るとしますと、それぞれの質量やモル数が決定できます。それから各生成物のモル数を元の化合物の各元素のモル数に関係づけます。酸素中で燃える化合物について巧い方法は燃焼分析です。化合物の各元素(酸素以外)が酸素と反応して対応する酸化物を生成します。

炭化水素、メタンを燃焼分析の例として考えてみましょう。メタンの燃焼に関する均衡式が示すように、元の化合物の炭素がモル毎に、1 モルの CO₂ に変換されます。元の化合物の水素のモル毎に 1/2 モルの H₂O を生成します。燃焼で生成した二酸化炭素と水は気体で、Fig. 5.5 に示すようにそれらは分離され、それらの質量が決定されます。これらの質量が CO₂ と H₂O の C と H のモル数に変換され、元の化合物の試料の C と H のモル比が分かります。この比から実験式が得られます。

Fig. 5.5 C と H を含む化合物を酸素中で燃やすと、CO₂ と H₂O が生成し、それぞれの質量が決定されます。H₂O は過酸化マグネシウムで吸収され、CO₂ はアスベストに担持された微粉末の NaOH に吸収されます。燃焼の前後での吸着剤の質量から CO₂ と H₂O の質量が分かります。市販の自動装置を使った分析には、必要な

燃焼性の化合物はほんの数ミリグラムです。

例題 5.5 炭化水素の実験式と分子式を決定する

練習問題 5.5 炭化水素の実験式と分子式を決定する

例題 5.6 実験式を決定する

練習問題 5.6 燃焼分析より実験式の決定する

練習問題 5.7 燃焼分析より実験式の決定する