

大学入試対策化学「元素分析の攻略」の紹介

本書は、電子書籍型の化学参考書である。

この参考書の目的は、**基本から学びなおして入試問題を解けるようになる**ことである。

基本事項をきちんと理解できれば問題をスイスイ解けるようになるが、基本となる部分が身につかないと何もかも分からなくなってしまう、というのが化学の特徴である。だから、基本をしっかり習得することが何よりも大切であり、これを避けて入試攻略はあり得ない。

本書では、化学の基礎が分からず困っているという人でもスムーズに学習してもらえよう、重要な基本事項に的を絞って説明している。タブレット端末やパソコンなどを利用して繰り返し学習し、入試合格力を身につけてほしい。

要点 1

有機化合物の 4 通りの表し方を区別する

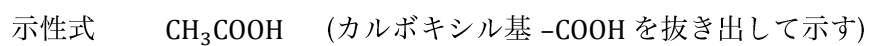
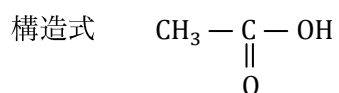
同じ有機化合物でも、いろいろな表し方がある。

まずは、次の 4 通りの表し方の違いを理解することが必要である。

○ 有機化合物の 4 通りの表し方

- ・ 構造式：原子の結合の仕方を明確に表すもの
- ・ 示性式：官能基を明確に表すもの
- ・ 分子式：分子中の各原子の数を表すもの
- ・ 組成式：分子中の各原子の数の比を表すもの

例：酢酸の場合



要点 2

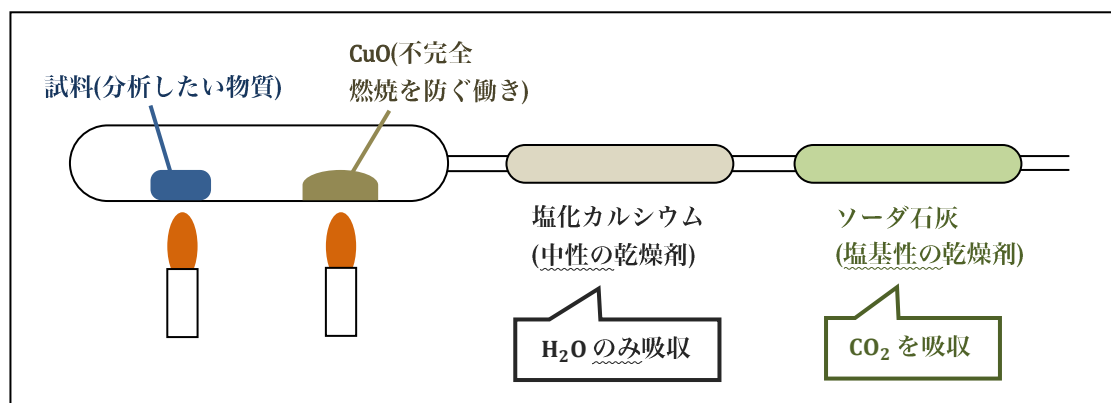
有機化合物を完全燃焼させて元素分析する

有機化合物には、C、H、O、N、Sなどの原子が含まれている。

入試では、C、H、Oのみを含む有機化合物の元素分析が出題されるので、その方法について説明する。

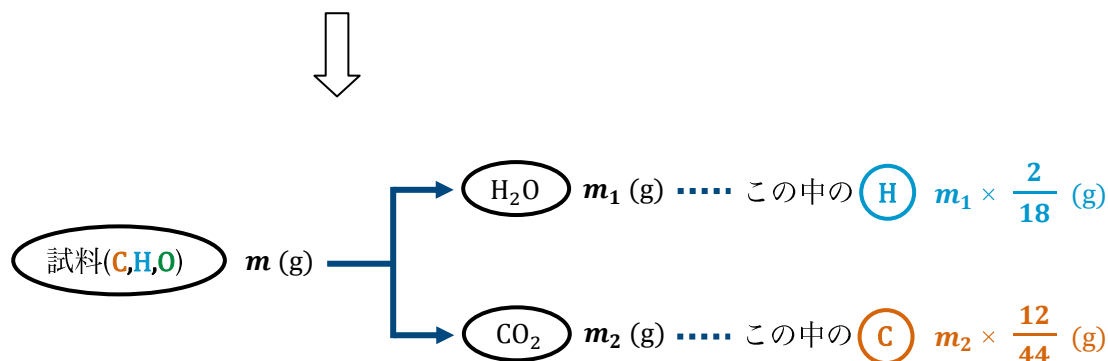
「元素分析」とは、有機化合物に含まれる成分元素の「種類」と「割合(比率)」を求めることである。

○ 元素分析の手順



※ 塩化カルシウムとソーダ石灰の順序を逆にすると、ソーダ石灰でH₂O、CO₂ともに吸収されてしまい、別々の質量が分からなくなってしまう(乾燥剤については「非金属の攻略」で詳しく説明している)。

- ① 試料の質量 m (g) を測定する。
- ② 試料を完全燃焼させて H₂O と CO₂ にする。
- ③ 各乾燥剤の質量の増加から、生成した H₂O の質量 m_1 (g) と CO₂ の質量 m_2 (g) を測定する。



※1



$$\text{試料 } m \text{ (g) 中の } \begin{cases} \text{C} : m_2 \times \frac{12}{44} = m_{\text{C}} \text{ (g)} \\ \text{H} : m_1 \times \frac{2}{18} = m_{\text{H}} \text{ (g)} \\ \text{O} : m - (m_{\text{C}} + m_{\text{H}}) = m_{\text{O}} \text{ (g)} \end{cases}$$



$$\text{試料の組成式を } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{ とすると、 } x : y : z = \frac{m_{\text{C}}}{12} : \frac{m_{\text{H}}}{1} : \frac{m_{\text{O}}}{16}$$

※2

このようにして、組成式を求めることができる。

組成式が求められれば、分子量や分子の性質などをヒントに、分子式や示性式(構造式)も求められる。

※1 原子量は H=1 C=12 O=16 なので、

H₂O が 18 g あると、そのうち 1×2 g が H、16 g が O

CO₂ が 44 g あると、そのうち 12 g が C、16×2 g が O

である。

※2 C、H、O が

個数比 C : H : O = 1 : 1 : 1

↓ のとき

質量比 C : H : O = 12 : 1 : 16

なので、※2 のように計算すれば質量比が個数比に変換される。

例題 1

炭素、水素、酸素だけからなる有機化合物 3.3 g を完全燃焼させたら、二酸化炭素 6.6 g と水 2.7 g を得た。この化合物の組成式を求めよ。

$$\text{試料中の} \left\{ \begin{array}{l} \text{C} : 6.6 \times \frac{12}{44} = 1.8 \text{ g} \\ \text{H} : 2.7 \times \frac{2}{18} = 0.30 \text{ g} \\ \text{O} : 3.3 - (1.8 + 0.30) = 1.2 \text{ g} \end{array} \right.$$



$$\text{試料の組成式を } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{ とすると、} x : y : z = \frac{1.8}{12} : \frac{0.30}{1} : \frac{1.2}{16} = 2 : 4 : 1$$

組成式： $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

例題 2

炭素、水素、酸素だけからなる有機化合物 4.5 g を完全燃焼させたら、二酸化炭素 9.9 g と水 5.4 g を得た。また、この化合物の分子量は 120 であることが分かっている。この化合物の分子式を求めよ。

$$\text{試料中の} \left\{ \begin{array}{l} \text{C} : 9.9 \times \frac{12}{44} = 2.7 \text{ g} \\ \text{H} : 5.4 \times \frac{2}{18} = 0.60 \text{ g} \\ \text{O} : 4.5 - (2.7 + 0.60) = 1.2 \text{ g} \end{array} \right.$$



$$\text{試料の組成式を } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{ とすると、} x : y : z = \frac{2.7}{12} : \frac{0.60}{1} : \frac{1.2}{16} = 3 : 8 : 1$$

よって、組成式は $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ であることが分かる。



このままだと分子量(組成式なので「式量」)は $12 \times 3 + 1 \times 8 + 16 = 60$ となってしまうが、実際は分子量が $120 (= 60 \times 2)$ であることから、C、H、O すべての数を 2 倍すれば分子式が求められることが分かる。

分子式： $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{O}_2$

例題 3

炭素、水素、酸素だけからなる有機化合物 5.8 g を完全燃焼させたら、二酸化炭素 13.2 g と水 5.4 g を得た。また、この化合物の分子量は 58 であることが分かっている。さらに、この化合物はフェーリング液を還元することも分かっている。化合物の構造式を求めよ。

$$\text{試料中の} \left\{ \begin{array}{l} \text{C} : 13.2 \times \frac{12}{44} = 3.6 \text{ g} \\ \text{H} : 5.4 \times \frac{2}{18} = 0.60 \text{ g} \\ \text{O} : 5.8 - (3.6 + 0.60) = 1.6 \text{ g} \end{array} \right.$$



$$\text{試料の組成式を } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{ とすると、} x:y:z = \frac{3.6}{12} : \frac{0.60}{1} : \frac{1.6}{16} = 3:6:1$$

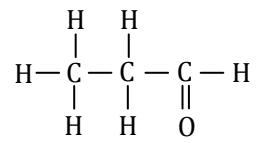
よって、組成式は $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ であることが分かる。



この組成式の式量は $12 \times 3 + 1 \times 6 + 16 = 58$ なので、分子式も $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ であることが分かる。



化合物が還元性を持つことから、化合物中にアルデヒド基 $-\text{CHO}$ を持つことが分かり、構造式は次のように求められる。



例題 4

炭素、水素、酸素だけからなる有機化合物 4.5 g を完全燃焼させたら、二酸化炭素 6.6 g と水 2.7 g を得た。この化合物の分子量は 60 であり、化合物は刺激臭のある無色の液体で、融点は 17°C である。また、化合物は水に溶け、弱い酸性を示す。この化合物の構造式と名称を求めよ。

$$\text{試料中の} \left\{ \begin{array}{l} \text{C} : 6.6 \times \frac{12}{44} = 1.8 \text{ g} \\ \text{H} : 2.7 \times \frac{2}{18} = 0.30 \text{ g} \\ \text{O} : 4.5 - (1.8 + 0.30) = 2.4 \text{ g} \end{array} \right.$$



$$\text{試料の組成式を } \text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z \text{ とすると、} x:y:z = \frac{1.8}{12} : \frac{0.30}{1} : \frac{2.4}{16} = 1:2:1$$

よって、組成式は CH_2O であることが分かる。

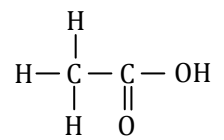


この組成式の式量は $12 + 1 \times 2 + 16 = 30$ であるが、実際は分子量が $60 (= 30 \times 2)$ であることから、分子式は $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ と求められる。



化合物が弱い酸性を示すことから、化合物はカルボキシル基 $-\text{COOH}$ を持つカルボン酸であることが推測できる。

化合物がカルボキシル基 $-\text{COOH}$ を持つ場合、構造式は



となり、これは酢酸である。

酢酸はお酢の成分なので、「刺激臭のある無色の液体」「融点は 17°C (=常温で液体)」

「水に溶ける」という条件に当てはまる。よって、これが答えであることが分かる。