

第3章 気体 (2)

気体の状態方程式

気体の体積 V は、物質質量 n (mol) に比例する。
これを式で表すと、次式になる。

$$V \text{ (体積)} = k \text{ (比例定数)} \times n \text{ (物質質量)}$$

これをボイル・シャルルの法則と一緒に考えると、気体の体積 V は、圧力 p に反比例し、絶対温度 T (K) と物質質量 n に比例することになる。これらを式で表すと次式が得られる。

$$V = k' \text{ (比例定数)} \times \frac{n \text{ (物質質量)} \times T \text{ (絶対温度)}}{p \text{ (圧力)}}$$

気体定数 R

前回の式の比例定数は、次式で表される。

$$K' = \frac{p \text{ (圧力)} \times V \text{ (体積)}}{n \text{ (物質質量)} \times T \text{ (絶対温度)}}$$

化学基礎で勉強したとおり、私たちは 0℃ (=273K)、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、1 mol の気体の体積が 22.4 L になることを知っているのので、これを代入すると比例定数を求めることが出来る。それを気体定数という。

$$\text{気体定数 } R = \frac{1.013 \times 10^5 \text{ (Pa)} \times 22.4 \text{ (L)}}{1 \text{ (mol)} \times 273 \text{ (K)}}$$

$$= 8.31 \times 10^3 \frac{\text{Pa} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

気体の状態方程式

$$V = k' \text{ (比例定数)} \times \frac{n \text{ (物質質量)} \times T \text{ (絶対温度)}}{p \text{ (圧力)}}$$

の式の比例定数 k' に気体定数 R を代入すると、次の式が得られる。

$$P V = n R T$$

これを**気体の状態方程式**という。これにより 1 つの状態における気体の体積 V を求めることが出来るようになった。

それではこの式の使い方を、教科書49ページ例題 4 を用いて覚えましょう！

例題 4 気体の状態方程式

27°C、 $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ で8.3Lの気体がある。この気体の物質量は何molか。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

例題 4 の解答

※ボイル・シャルルの法則は、絶対温度以外は両辺が同じ単位であれば、特に問題なく使えたが、**気体の状態方程式では、圧力 p はPa（パスカル）、体積はL（リットル）**でなくてはならない。もしも単位が違うときは単位の換算をすることを忘れないように！

今回の問題は、圧力 $p = 1.5 \times 10^5 \text{Pa}$ 、体積 $V = 8.3 \text{L}$ なのでこのまま用いることが出来る。絶対温度 T は、 $T = 27 \text{ (}^\circ\text{C)} + 273 = 300 \text{K}$ となりこれを式に代入するので、次のようになる。

$p V = n R T$ より

$$1.5 \times 10^5 \times 8.3 = n \times 8.3 \times 10^3 \times 300$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1.5 \times 10^5 \times 8.3}{8.3 \times 10^3 \times 300} \\ &= 0.50 \quad \text{mol} \end{aligned}$$

それでは教科書49ページ類題 4 を解いてみましょう。

分子量の算出

物質量 n は次式で求められる。

$$n = \frac{m \text{ (質量)}}{M \text{ (分子量)}}$$

これを気体の状態方程式に代入すると、次の式が得られる。

$$P V = \frac{m}{M} R T$$

これより分子量 M を求めることが出来る。

$$M \text{ (分子量)} = \frac{m \text{ (質量)} \times R \text{ (気体定数)} \times T \text{ (絶対温度)}}{p \text{ (圧力)} \times V \text{ (体積)}}$$

この式がこれから重要となるので、必ず覚えましょう！

例題 5 気体の分子量

ある気体10 g をとり、 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ のもとで体積を測定したところ、8.3Lであった。この気体の分子量を求めよ。

ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

例題 5 の解答

気体の質量 $m = 10$ (g)、絶対温度 $T = 27$ (°C) $+ 273 = 300$ (K)、圧力 $p = 1.0 \times 10^5$ (Pa)、体積 $V = 8.3$ (L) を式に代入する。

$$M = \frac{m R T}{p V} \quad \text{より}$$

$$M = \frac{10 \times 8.3 \times 10^3 \times 300}{1.0 \times 10^5 \times 8.3}$$

$$= 30$$

問題を解いてみましょう。

教科書49ページ類題 5

問題集106ページ基礎ドリル 2

問題集109ページ基本問題

39・40・41・42・43・44