

第3章 気体

ボイルの法則

一定温度で、一定量の気体の体積 V は、圧力 p に反比例する。この関係は、ボイルの法則とよばれ、次式で表される。

$$V \text{ (気体の体積)} = \frac{k \text{ (比例定数)}}{p \text{ (圧力)}}$$

また、一定温度で、一定量の気体の体積が V_1 、圧力が p_1 のとき、体積を V_2 にすると圧力が p_2 になったとする。このとき、上の式は次のように表される。

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad \leftarrow \text{この式が使えるようにしよう！}$$

教科書44ページ 問5を解いてみよう！

(1) 1.0×10^5 Paで6.0Lを占める気体を、温度一定に保ちながら体積2.0Lに圧縮すると、圧力は何Paになるか。

問5 (1) の解答

最初の圧力 p_1 は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積 V_1 が 6.0 L で、変化後の体積 V_2 が 2.0 L になるので、求める圧力 p_2 は次式で求める。

$$P_1 V_1 = p_2 V_2 \text{ より}$$

$$1.0 \times 10^5 \times 6.0 = p_2 \times 2.0$$

$$\begin{aligned} p_2 &= \frac{1.0 \times 10^5 \times 6.0}{2.0} \\ &= 3.0 \times 10^5 \text{ (Pa)} \end{aligned}$$

それでは (2) を解いてみましょう。

シャルルの法則（１）

一定圧力で、一定量の気体の体積 V は、絶対温度 T に比例する。これをシャルルの法則という。

それを式で表すと、次のようになる。

$$V \text{（気体の体積）} = k' \text{（比例定数）} \times T \text{（絶対温度）}$$

ここで用いる絶対温度とは、 -273°C を 0 K （絶対零度）とし、目盛りの間隔がセルシウス温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）と等しくなるように定めた温度のことをいいます。日常で使用しているセルシウス温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）に273を足した温度であると理解しましょう。

$$T \text{（絶対温度）} \text{ [K : ケルビン]} = t \text{（セルシウス温度）} \text{ [}^{\circ}\text{C]} + 273$$

シャルルの法則（２）

一定圧力で、一定量の気体の温度が T_1 [K]、体積が V_1 のとき、温度を T_2 [K] にしたときに体積が V_2 になったとすると、シャルルの式は次のように表される。

$$\frac{V_1}{T_1 \text{ [K]}} = \frac{V_2}{T_2 \text{ [K]}}$$

←これが使えるようにしよう！

教科書46ページ 問6を解いてみよう！

27°C、 $1.00 \times 10^5 \text{Pa}$ で100mLの窒素がある。同じ圧力のもとで、

(1) 温度を177°Cにすると、体積は何mLになるか。

問6 (1) の解答

最初の温度は27℃であるが、これはセルシウス温度なので、これを絶対温度に直す。

$$T_1 = 27 \text{ (}^\circ\text{C)} + 273 = 300 \text{ (K)}$$

最初の体積 V_1 は100mLであり、変化後の温度は177℃であるが、これを絶対温度に直すと以下ようになる。

$$T_2 = 177 \text{ (}^\circ\text{C)} + 273 = 450 \text{ (K)}$$

求める体積 V_2 は次式で求める。

$$\begin{aligned} \frac{100 \text{ (mL)}}{300 \text{ (K)}} &= \frac{V_2 \text{ (mL)}}{450 \text{ (K)}} \\ V_2 &= \frac{100 \text{ (mL)} \times 450 \text{ (K)}}{300 \text{ (K)}} \\ &= 150 \text{ (mL)} \end{aligned}$$

それでは(2)を解いてみましょう。

ボイル・シャルルの法則

ボイルの法則とシャルルの法則をあわせて考えると、次のようになる。

「一定量の気体の体積 V は圧力 p に反比例し、絶対温度 T に比例する。」

これをボイル・シャルルの法則といい、式で表すと次式となる。

$$V = k'' \frac{T}{p}$$

一定量の気体の温度が T_1 [K]、圧力が p_1 、体積が V_1 のとき、温度が T_2 [K]、圧力を p_2 にしたときに体積が V_2 になったとすると、次式のようにも表される。

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad \leftarrow \text{この式を使えるようにしよう！}$$

教科書47ページ 例題3

27°C、 $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ で60Lの気体がある。この気体の温度を77°C、圧力を $2.5 \times 10^5 \text{Pa}$ にすると、体積は何Lになるか。

例題 3 の解答

変化前の圧力 p_1 、絶対温度 T_1 、体積 V_1 、変化後の圧力 p_2 、絶対温度 T_2 、体積 V_2 のそれぞれの数値を書き出してみる。

変化前

$$P_1 = 1.0 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$T_1 = 27 \text{ (}^\circ\text{C)} + 273 = 300 \text{ (K)}$$

$$V_1 = 60 \text{ (L)}$$

変化後

$$p_2 = 2.5 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$T_2 = 77 \text{ (}^\circ\text{C)} + 273 = 350 \text{ (K)}$$

$$V_2$$

これをボイル・シャルルの法則の式に代入します。

$$\frac{1.0 \times 10^5 \text{ (Pa)} \times 60 \text{ (L)}}{300 \text{ (K)}} = \frac{2.5 \times 10^5 \text{ (Pa)} \times V_2}{350 \text{ (K)}}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= \frac{1.0 \times 10^5 \text{ (Pa)} \times 60 \text{ (L)} \times 350 \text{ (K)}}{300 \text{ (K)} \times 2.5 \times 10^5 \text{ (Pa)}} \\ &= 28 \text{ (L)} \end{aligned}$$

次の問題を解いてみましょう！

教科書47ページ 類題 3

教科書62ページ 演習問題 2・3・4

問題集105～106ページ

基礎ドリル1の(1)～(9)