

混合気体の体積分率と質量分率

春日 悠

2013年11月25日

目次

1 はじめに	1
2 体積分率	1
3 質量分率	2

1 はじめに

混合気体の体積分率と質量分率について記述する．気体はすべて理想気体を想定する．

2 体積分率

気体 i の体積を V_i ，混合気体の体積を $V = \sum V_i$ とすると，気体 i の体積分率 X_i は次のように表される．

$$X_i = \frac{V_i}{V} \quad (1)$$

気体 i のモル数を n_i ，混合気体のモル数を $n = \sum n_i$ とする．また，圧力を p ，気体定数を R ，温度を T とする．理想気体の状態方程式から，気体 i のモル分率は次のように表される．

$$\frac{n_i}{n} = \frac{pV_i/RT}{pV/RT} = \frac{V_i}{V} = X_i \quad (2)$$

圧力 p は次のように書ける．

$$p = \frac{nRT}{V} = \sum n_i \frac{RT}{V} \quad (3)$$

気体 i について $p_i = n_iRT/V$ とすると

$$p = \sum p_i \quad (4)$$

この p_i を気体 i の分圧という．圧力 p と分圧 p_i の比は次のように書ける．

$$\frac{p_i}{p} = \frac{n_iRT/V}{nRT/V} = \frac{n_i}{n} = X_i \quad (5)$$

3 質量分率

気体 i の質量を m_i , 混合気体の質量を $m = \sum m_i$ とすると , 気体 i の質量分率 Y_i は次のように表される .

$$Y_i = \frac{m_i}{m} \quad (6)$$

気体 i の分子量を M_i , 混合気体の分子量を M とする . ここで

$$M = \sum X_i M_i \quad (7)$$

なぜなら

$$\begin{aligned} M &= \frac{m}{n} \\ &= \sum \frac{m_i}{n} \\ &= \sum \frac{m_i/M_i}{n} M_i \\ &= \sum \frac{n_i}{n} M_i \\ &= \sum X_i M_i \end{aligned} \quad (8)$$

あるいは

$$M = \frac{1}{\sum Y_i/M_i} \quad (9)$$

なぜなら

$$\begin{aligned} M &= \frac{m}{n} \\ &= \frac{m}{\sum n_i} \\ &= \frac{m}{\sum m_i/M_i} \\ &= \frac{1}{\sum m_i/m M_i} \\ &= \frac{1}{\sum Y_i/M_i} \end{aligned} \quad (10)$$

気体 i の質量分率 Y_i は次のように書ける .

$$Y_i = \frac{m_i}{m} = \frac{pV_i M_i / RT}{pVM / RT} = \frac{M_i}{M} \frac{V_i}{V} = \frac{M_i}{M} X_i \quad (11)$$

これより

$$X_i = \frac{M}{M_i} Y_i \quad (12)$$