

## まとめ 1. 熱平衡状態

熱力学的な系：アボガドロ数  $N_A = 10^{23}$  と同程度の微視的 (ミクロ) な力学的自由度 (原子・分子) から構成されている巨視的 (マクロ) な物質の体系。単一系, または, 混合系。均質系, または, 均質系の合成。

- 物理量のスケール:

(体積)  $1 \text{ m}^3, 1\text{L} = 1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ; (物質量)  $1 \text{ mol}, 1/22.4 \text{ kg/m}^3$ ;

(温度)  $0, 273.15 \text{ K}$ ; (圧力)  $1\text{atm}, 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ ;

(時間)  $1 \text{ s(sec)}, 1\text{min}, 1\text{hour}$ .

平衡状態：巨視的な系が, 与えられた拘束および環境の下で, 十分長い時間 (緩和時間) 経過した後, とる状態。巨視的な測定範囲では, 時間変化がみとめられない。系のミクロな自由度にくらべて極少数のマクロな変数で記述可能。

状態量：平衡状態に応じて, 値が確定する物理量。

- (示量変数) 体積  $V$ , 物質量 (モル数)  $N$   
内部エネルギー  $U$ , エントロピー  $S$ , 自由エネルギー  $F, G$
- (示強変数) 温度  $T$ , 圧力  $p$ , 化学ポテンシャル  $\mu$

単一, 均質な系の平衡状態は, 温度  $T$  と示量変数の組  $\{V, N\}$  によって特定することができる。状態量は, 温度  $T$  と示量変数の組  $\{V, N\}$  の関数で与えられる。

気体温度計による絶対温度：シャルルの法則に基づく, より客観的な温度の定義

- $\frac{V-V_0}{V_0} = \frac{1}{273.15} t$  (気体の種類によらない)

- $T(K) = 273.15 + t(\quad)$

状態方程式：状態量の間関係式。系の性質によって定まる。

- $p(T, V, N) = \frac{NRT}{V}$  [理想気体]

- $p(T, V, N) = \frac{NRT}{(V - Nb)} - a\frac{N^2}{V^2}$  [van der Waals 気体]

- $p(T, V, N_1, N_2) = \frac{(N_1 + N_2)}{V}RT$  [混合理想気体]

- $X(T, l) = k(T)(l - l_0(T))$  [バネの張力],  
 $X(T, l) = a(l)T$  [ゴムの張力]

- $p(T, V, N) = \frac{1}{3}aT^4$  ( $a = 7.57 \times 10^{-16} \text{ J m}^3\text{K}^{-4}$ ) [光子気体]

## 参考文献

- [1] 物理学とは何だろうか (上, 下), 朝永振一郎, 岩波書店 (岩波新書)
- [2] 原子, ジャン・ペラン著, 岩波書店 (岩波文庫)
- [3] マクロな体系の論理, 吉岡大二郎, 岩波書店 (岩波講座, 物理の世界, 統計力学 2)
- [4] ゴムはなぜ伸びる?[東京理科大・坊ちゃん選書], 伊藤真義, オーム社
- [5] ゴム弾性, 久保亮五, 裳華房 (初版復刻版)