

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: $1 \text{ m}^3, 1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3, 1 \text{ mol} : N_A = 10^{23}, 1 \text{ kg/gm}, 1 \text{ sec}.$

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.

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

通常の平衡状態は, 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 1 価関数で与えられる.

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)
- $T(K) = 273.15 + t(^{\circ}\text{C})$

状態方程式：系の性質によって定まる, 状態量の間の関係式.

- $p(T, V, N) = \frac{NRT}{V}$ [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]
- $p(T, V, N) = \frac{1}{3}\sigma T^4$ [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] 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)