

まとめ 1. 熱力学的な系

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

熱平衡状態：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) 経過した後に, 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 μ

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き, 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)

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

状態方程式：状態量の間関係式。系の性質によって定まる。

[理想気体] $p(T, V, n) = \frac{nRT}{V}$

[混合理想気体] $p(T, V, n_1, n_2) = \frac{n_1+n_2}{V} RT$

[ファン-デル-ワールス気体] $p(T, V, n) = \frac{nRT}{V-nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$

[バネ] $X_{\text{バネ}}(T, l) = k(T)(l - l_0(T)),$

[ゴム] $X_{\text{ゴム}}(T, l) = a(l)T$

[希薄溶液 (浸透圧)] $\Pi(T, V, n) = \frac{n}{V} RT$

[常磁性体] $M(H, T) = \frac{C}{T} H \quad (C > 0)$

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

予習のために：

- (フェルミ) p.1 – p.10
- (戸田) p.1 – p.9
- (三宅) p.1 – p.18

参考文献

[1] 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

[2] ゴム弾性, 久保亮五, 裳華房 (初版復刻版)