

第10回 自由エネルギー、完全な熱力学関数

12月19日

本日の内容

Chapter 8 エントロピー

8-7. エントロピーの考え方のまとめ (教科書1の10.3, 10.4)

8-8. 完全な熱力学関数 (教科書2の5.5)

8-9. 準静的熱とエントロピー (教科書2の6.2)

Chapter 9 ヘルムホルツの自由エネルギー、エネルギー方程式

9-1. ヘルムホルツの自由エネルギー (教科書1の11.3, 11.4、教科書2の6.1)

9-2. ルジャンドル変換の数学的意味付け [時間がないので省略]

9-3. 微分形式による記述 (教科書2の6.2)

9-4. エネルギー方程式 (教科書2の6.3)

本日のレポート問題

締切: 1月13日(火) 午後7時 理学館203-2号室前

[問題 8.2] 理想気体の完全な熱力学関数 $U(S, V)$

(1) 理想気体の内部エネルギー U を、エントロピー S と体積 V の関数として表せ。内部エネルギーの式 (3.18) やエントロピーの式 (5.39) は使って良い。

(2) (1) で求められた $U(S, V)$ から定理 5.8 の証明で示された手順にしたがって状態方程式と熱容量を求め、すでに知っている状態方程式

$$PV = NRT \quad (1)$$

や熱容量

$$C = cNR \quad (2)$$

と一致することを確認せよ。ただし、このときは、導出の途中で (3.18), (5.39) や (1) の途中で得られた式を使ってはならない。すべての情報が $U(S, V)$ に入っているはずなので、 $U(S, V)$ と (5.40), (5.41) と数学公式のみから状態方程式と熱容量を導け。

[問題 9.1] Gibbs-Helmholtz の式を示せ (教科書の演習問題 6.1。ただし、教科書の (6.65) にはミスプリがある。正しくは以下の通り)。

$$\left[\frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{F}{T} \right) \right]_V = -\frac{U}{T^2} \quad (3)$$