

熱力学 I (金川哲也) 第 2 回講義レジュメ (2016/4/26)

[第 1 回の復習]¹

1. 熱平衡: それ以上変化しない.
2. (熱平衡) 状態: 熱平衡にある状態で, 点で表される.
3. 状態量: 状態を区別するための変数で, 軸 (点の座標). [例] 圧力, 温度, 容積.
4. 過程: 状態 1 から 2 を結ぶ曲線. 経路は無数にある.
5. 導入順序: 熱平衡 \implies 状態 \implies 状態量 \implies 過程
6. 熱力学第 0 法則 (経験則): 系 A と系 B, 系 B と系 C が, それぞれ熱平衡ならば, 系 C は系 A と熱平衡.
7. 時間と空間が現れないので, 「状態量」で数学表現する.

[本日の講義の要点]

1. 熱力学第一法則: 内部エネルギーの保存の法則. すなわち, 内部エネルギーは, “仕事や熱への変換も含めて” その総量が不変である².
2. 人間の生活に例示して, 系が外界からもらう熱を正に, 系が外界にする仕事を正にする³.
3. 状態量は状態 (点) 依存. 熱と仕事は経路 (曲線) 依存の非状態量.
4. 第一法則の数式表現: (i) 有限量の表現:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = Q_{12} - W_{12}$$

(ii) 微小量の表現:

$$dU = d'Q - d'W$$

相互の関係を理解しておく.

5. U は点ゆえに状態量で, dU は動くから (曲線だから) 非状態量で, $\Delta U = U_2 - U_1$ は単なる差ゆえに状態量. これらの意味で, 記号 d と Δ の使い分けは, 熱力学の本質のひとつ.
6. 準静的過程では, 外界から系に課される力と, 系が外界へ課す “力がつりあい” ながら無限にゆっくり (熱平衡を保ちながら) 外界に仕事をする⁴.

¹ 本資料は, あくまで, 要点だけを列挙したレジュメにすぎない. 詳細は, 講義資料で補完のこと.

² これを暗記するというよりも, 自身の言葉で理解しておくこと. 保存は一定を意味しないので, 言い回しに十分注意を払う.

³ 本講義ではこう定めるが, エネルギー保存の考え方に矛盾しなければ, 諸君それぞれの定義でよい.

⁴ 決して, 圧力や力が一定では “ない”.

7. 準静的仕事 $d'W = p dV$ を, 仕事の定義から出発して導出できるようにしておく.
8. 力がつり合って静止 [静的]. 力がつり合わず (激しく) 動く [動的]. 力がつり合って動く [準静的].
9. p - V 線図: 縦軸に圧力 p , 横軸に容積 V をとった平面. 準静的仕事 $\int_1^2 p(V) dV$ の幾何学的算出において有用.
10. エンタルピーの定義 $H \equiv U + pV$ は覚える必要 (価値) がある.
11. エンタルピー $H \equiv U + pV$ の微分を用いて, 内部エネルギーで表現された準静的過程の第一法則を,

$$dH = d'Q - V dp$$

に書き換えられるようにしておく (複数回練習).

12. 準静的過程において, 以下を示す: 「定容ならば内部エネルギーの変化は系への入熱に等しい」, 「定圧ならばエンタルピーの変化は系への入熱に等しい」.

[第 1 回小テスト (5/2(月) 8:40) の範囲] 講義資料の §2 を出題の中心とする⁵. 以下を解いておくといよい⁶:

「問題」の 1 から 9 まで

[小テストおよび中間試験の学習指針]

初回講義で述べたように, 熱力学とは, 経験的法則に支配される, 論理の学問といえる. したがって, 演習以前が重要となる. 大原則として, 上に挙げた「練習」や「問題」に取り組む前に, すべきことを列挙する:

1. 法則・定義・定理を理解し, 自分の言葉で説明できるようにする.
2. 公式を導けるようにしておく.
3. 定理を証明できるようにしておく.
4. 1-3 は準備であって, これらに取り組む中で, 「練習」の解答は自ずと完成しているだろう.
5. 1-4 を経て, ようやく「問題」に取り組める.
6. 応用力をつけるべく, “いわゆる演習 (問題集)” や, “計算問題” へと進む⁷.

[アンケート (4/28(木) 23:59 締切)] 未提出の方は, 設問 1 に本日の講義感想も含めてください.

⁵ §1 の理解が前提となる. §2 の最後までは進まない予定なので, 講義末尾で再周知する.

⁶ そのまま出るとは限らない. 範囲外の「演習」と「問題」も解いておけば, 中間試験などの対策になる.

⁷ 今回は課さない.