

熱力学 (時間割コード 10003, 10670)

担当 :

菊川 芳夫 総合文化研究科 広域科学専攻 相関基礎科学系 (物理部会)  
研究室 16号館 325A室

講義の目標 :

- 熱力学第一法則, 第二法則と, これらの法則から従う基礎的な結果の理解
- 内部エネルギーとエントロピーの定義, 性質に関する基礎的な事柄の理解
- 熱力学的 (物理的) な考え方の体得

講義内容 :

1. 熱平衡状態
  - 平衡状態, 状態量, 気体温度計による絶対温度, 状態方程式
2. 熱力学的過程
  - 緩和過程と不可逆性, サイクル, 準静的過程, 状態量の変化
3. 熱と仕事
  - 熱量  $Q$  と比熱, 熱の仕事当量 (ジュールの実験 1)
  - 仕事  $W$  と圧力
  - 理想気体の自由膨張における  $Q$  と  $W$  (ジュールの実験 2)
4. 熱力学第一法則
  - 第一法則 (熱の普遍性)
  - 内部エネルギーの存在, 第一法則の数学的表現 (積分可能性), 比熱との関係 (正定値性)
  - 理想気体への適用: 準静的等温過程における  $Q$ , マイヤーの関係式, 断熱曲線, 準静的断熱過程における仕事  $W$
5. 熱力学第二法則
  - 熱機関の効率と不可逆性 (熱の特殊性)
  - 第二法則 (Thomson の原理, Clausius の原理)
  - Carnot の定理, 可逆機関, カルノーサイクル)
  - 熱力学的絶対温度
  - Clausius の不等式
  - エントロピーの定義
  - エントロピーと不可逆性, エントロピー増大則, 混合のエントロピー
6. 熱力学的関係式

- 熱力学の基本方程式
- 積分可能性からの帰結：マックスウェルの関係式
- 物質と化学ポテンシャル
- $U$  と  $S$  を求める：ファン-デル-ワールス気体，ゴムとバネ
- 平衡条件

#### 7. 自由エネルギー / 熱力学ポテンシャル

- Helmholtz, Gibbs の自由エネルギー, Gibbs-Duheim 関係式
- 相平衡, Clausius-Clapeyron 関係式, Maxwell の規則, Gibbs の相律

#### 8. 応用

- 希薄溶液, 浸透圧, 沸点上昇
- その他

講義のまとめ, 例題, 演習のプリントを配布.

以下の URL にも掲載.

<http://hepl.c.u-tokyo.ac.jp/~kikukawa/lectures/H24thermodynamics/H24.html>

レポート (演習問題 + ) を数回課す. CFIVE も利用予定.

評価: 学期末試験

教科書・演習書:

- フェルミ熱力学 エンリコ・フェルミ (加藤 正昭訳) 三省堂 (1973)
- 熱・統計力学 (物理入門コース7) 戸田 盛和 岩波書店 (1983)
- 熱力学入門, 佐々真一, 共立出版
- 大学演習 熱学・統計力学 久保 亮五編 裳華房 (1998)
- 熱学演習—熱力学, 原島 鮮著, 裳華房 (1979)

参考書・副読本:

- 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)
- 原子, ジャン・ペラン著, 岩波書店 (岩波文庫)
- 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)
- Statistical physics (berkeley physics course - vol. 5), F. Reif, McGraw-Hill
- 熱力学の基礎, 清水明, 東京大学出版
- 熱力学—現代的視点から—, 田崎晴明, 培風館
- 基礎から学ぶ熱力学, 大野 公一, 岩波書店
- 熱力学 (講談社基礎物理学シリーズ3), 菊川芳夫, 講談社