

熱力学 (時間割コード 10003(21), 11589)

担当：

菊川 芳夫

所属： 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： 駒場キャンパス 16号館 325A室

講義の目標：

- 熱力学第一，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

評価： 学期末試験 + 演習等のレポート (授業時間内，宿題) + 出席

講義のまとめ，例題，演習のプリントを配布．以下のサイトに掲載．

予習必須．講義のまとめを参考にして教科書等の該当箇所を予習すること．

復習には同じサイトに掲載 (予定) の講義ノートを活用すること．

授業時間内に実施の演習 (回収) は出欠確認を兼ねる．7割以上の出席が必須．

<http://hep1.c.u-tokyo.ac.jp/~kikukawa/lectures/H26thermodynamics/H26.html>

講義内容：

1. 熱力学的な系

- 熱平衡状態，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，熱機関とサイクル，準静的過程

3. 熱力学第一法則 (熱の普遍性)

- 熱と仕事の等価性，熱の仕事当量 (ジュールの実験 1)
- 第一法則：熱力学的なエネルギー保存則，内部エネルギーの存在
- 熱量 Q と熱容量，仕事 W と圧力

4. 第一法則の応用：理想気体の熱力学的な性質

- 理想気体の自由膨張における Q と W (ジュールの実験 2)
- 準静的等温過程における吸熱 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. 内部エネルギー U

- 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 (正定値性と単調増加)

6. 熱力学第二法則 (熱の特殊性)
 - 熱機関の効率と不可逆性
 - 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)
7. 熱力学的絶対温度, Clausius の不等式
8. エントロピー S
 - 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
9. 熱力学的関係式
 - U と S の関係: 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
10. 自由エネルギー / 熱力学ポテンシャル
 - 物質と化学ポテンシャル
 - Helmholtz, Gibbs の自由エネルギー, Gibbs-Duhem 関係式
11. 平衡条件
 - 気相-液相平衡 (気体の凝縮), 蒸気圧曲線と Clausius-Clapeyron 関係式, ファン-デル-ワールスの状態方程式と Maxwell の規則
 - Gibbs の相律
 - 化学平衡, ル・シャトリエの原理
12. 希薄溶液
 - 希薄溶液の熱力学ポテンシャルの導出
 - 浸透膜を通した平衡: 浸透圧
 - 溶液と蒸気の平衡: 蒸気圧の変化, 沸点上昇, 凝固点降下
13. ゴムとバネ
14. 巨視的な理論と微視的な理論 — 統計力学へのガイド

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 三宅 哲 裳華房 (1989)
- 熱力学 (講談社基礎物理学シリーズ 3) 菊川芳夫 講談社 (2010)
- 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)
- Statistical physics (berkeley physics course - vol. 5) , F. Reif, McGraw-Hill
- 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)
- 熱力学入門, 佐々真一, 共立出版
- 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