



# 目 次

1. 巨視的な系の特徴 1
  - 1.1 平衡におけるゆらぎ 4
  - 1.2 不可逆性と平衡への接近 15
    - 平衡状態においてまれに起こる大きなゆらぎ 15
    - 特殊な初期条件 17
    - 不可逆性 20
  - 1.3 他の例についての説明 23
    - 理想的な $N$ 個のスピンから成る系 27
    - 理想気体におけるエネルギー分布 30
    - 気体中で振動している振子 31
  - 1.4 平衡状態の性質 33
    - 平衡状態の単純さ 33
    - ゆらぎの観測可能性 34
  - 1.5 熱 と 温 度 38
    - 温 度 42
  - 1.6 典型的な大きさ 44
    - 理想気体の圧力 44
    - 数値的な見積り 47
    - 平均自由行程 49
  - 1.7 巨視的物理に関する重要な問題 51
    - 基本的概念 51
    - 平衡にある系の性質 53
    - 平衡にない系 56
- 結 論 57
- 定義のまとめ 57
- 参 考 書 58
- 問 題 58

2. 基本的な確率の概念 63
- 2.1 統計的集団 63
- 多数の粒子から成る系への応用 67
- 2.2 確率の間の基本的関係式 71
- 結合確率 73
- 2.3 二項分布 74
- 議論 79   二項分布の一般性 82
- 2.4 平均値 84
- 分散 87
- 2.5 スピン系に対する平均値の計算 89
- スピン  $1/2$  の粒子の系 92   理想気体中の分子の分布 95
- 2.6 連続的な確率分布 97
- 定義のまとめ 102
- 重要な関係式 102
- 参考書 103
- 問題 103
3. 粒子系の統計的記述 109
- 3.1 系の状態の決定 110
- 3.2 統計的集団 118
- 3.3 統計的要請 122
- 3.4 確率計算 127
- 3.5 巨視的な系の到達可能な状態の数 130
- 3.6 束縛, 平衡状態および不可逆性 137
- 3.7 系間の相互作用 143
- 熱的相互作用 144   熱的絶縁 145   断熱的相互作用 146   一般  
    の相互作用 148   一般的な無限小相互作用 149

定義のまとめ 151

重要な関係式 152

参 考 書 152

問 題 152

#### 4. 熱的相互作用 157

4.1 巨視的な系間のエネルギー分布 157

いくつかの慣用的な定義 163

4.2 熱平衡状態への接近 164

4.3 温 度 166

絶対温度の性質 170

4.4 微小な熱の移動 173

4.5 熱浴に接触している系 175

4.6 常 磁 性 181

4.7 理想気体の平均エネルギー 185

平均エネルギーの計算 187

4.8 理想気体の平均圧力 191

議 論 194

定義のまとめ 195

重要な関係式 196

参 考 書 196

問 題 197

解 答 1

索 引 5



# 目 次

- 5. 微視的理論と巨視的測定 211
  - 5.1 絶対温度の決定 211
  - 5.2 高い絶対温度と低い絶対温度 216
  - 5.3 仕事・内部エネルギー・熱 222
    - 仕事 222 内部エネルギー 225 熱 226
  - 5.4 熱容量 230
  - 5.5 エントロピー 233
  - 5.6 示強性変数と示量性変数 235
  - 定義のまとめ 237
  - 重要な関係式 237
  - 参考書 238
  - 問題 238
  
- 6. 古典近似での正準分布 247
  - 6.1 古典近似 247
    - 古典近似の妥当性 247 古典的な記述 249 古典統計力学 252
  - 6.2 マクスウェルの速度分布 255
  - 6.3 マクスウェル分布についての議論 259
    - 速度成分の分布 259 分子の速さの分布 261 気体を古典的に扱うことの妥当性 264

ii 目 次

6.4 吹出しと分子線 266

6.5 等分配則 272

6.6 等分配則の応用 275

単原子理想気体の比熱 275 任意の気体中にある分子の運動エネルギー  
275 ブラウン運動 276 調和振動子 277

6.7 固体の比熱 277

古典近似の妥当性 280

定義のまとめ 283

重要な関係式 284

参考書 284

問題 284

7. 一般的な熱力学的相互作用 291

7.1 状態数の外部変数依存性 291

7.2 平衡において成り立つ一般的関係式 298

平衡条件 298 無限小の準静的過程 300

7.3 理想気体への適用 303

理想気体のエントロピー 304 断熱圧縮または膨張 307

7.4 統計熱力学の基本命題 308

命題 0 309 命題 1 309 命題 2 310 命題 3 311 命題 4  
311 命題 5 312 議論 312

7.5 平衡条件 313

孤立系 313 熱浴と接触している系 316

7.6 相間の平衡 320

簡単な物質の相転移 325 蒸気圧の近似的な計算 326

7.7 乱雑さから秩序への転移 328

動力機関 331

定義のまとめ 337

重要な関係式 337

参 考 書 338

問 題 338

## 8. 輸送過程の運動論の初歩 347

8.1 平均自由行程 348

8.2 粘性と運動量の輸送 352

粘性係数の定義 353 希薄気体に対する粘性係数の計算 355 議論  
358

8.3 熱伝導率とエネルギーの輸送 361

熱伝導係数の定義 361 希薄気体の熱伝導係数の計算 362 議論  
364

8.4 自己拡散と分子の輸送 365

自己拡散係数の定義 365 希薄気体の自己拡散係数の計算 367 酔歩  
の問題として見た拡散 369

8.5 電気伝導率と電荷の輸送 370

定義のまとめ 373

重要な関係式 373

参 考 書 373

問 題 374

付 録 1

補 遺 2

数 学 的 補 遺 16

補 充 問 題 23

解 答 27

索 引 31