

目 次

序 章

0. 1 はじめに	1
0. 2 熱平衡と温度	4
0. 3 熱と運動	5
0. 4 ‘伝統的’熱力学	8

第1章 確率と情報

1. 1 物理学と確率	11
1. 2 命題と確率	14
1. 3 確率と相対度数	22
1. 4 期待値	28
1. 5 分散	30
1. 6 中央極限定理と正規分布	33
1. 7 不確定性の尺度とエントロピー	35
演習問題	42

第2章 理想気体とマックスウェル速度分布

2. 1 分子間力の性質	43
2. 2 単原子理想気体の圧力——ベルヌーイの公式	45
2. 3 速度分布関数(確率密度関数)	49
2. 4 分子の速度分布	53
2. 5 熱平衡の条件とマックスウェル分布	55
2. 6 エントロピー最大の原理とマックスウェル分布	61
2. 7 2原子分子に対するマックスウェル分布, エネルギー等分配	68
2. 8 二つの系の接触と熱平衡	73
2. 9 β と温度の関係, 理想気体の法則	79
2. 10 マックスウェル速度分布の実験的検証	84
2. 11 外力場における分子分布とマックスウェル分布の関係	87

2.12 混合気体	91
演習問題	92

第3章 気体における諸過程

3.1 理想気体の内部エネルギー	93
3.2 膨張過程と圧縮過程	96
3.3 可逆過程と不可逆過程	102
3.4 不可逆過程とエントロピー	105
3.5 気体の熱容量と比熱	109
3.6 気体のエントロピー	114
3.7 ポリトロープ	122
3.8 気体の流れ	124
3.9 ノズルとしぼり	130
3.10 実在気体とその状態方程式	134
演習問題	137

第4章 現象論的熱力学

4.1 現象論と原子論	139
4.2 熱力学の第0法則と温度	141
4.3 状態方程式	143
4.4 エネルギー保存の法則	144
4.5 熱力学の第1法則	147
4.6 仕事と熱	149
4.7 第2種の永久機関	152
4.8 可逆過程とエントロピー	155
4.9 エントロピーの現象論的定義	159
4.10 不可逆過程とエントロピー	167
4.11 熱力学の第2法則	170
4.12 カルノーの定理	174
演習問題	177

第5章 熱平衡の条件と自由エネルギー

5.1 断熱系の熱平衡の条件	179
5.2 自由エネルギー	182

5. 3	平衡にない物体が仕事を する能力	184
5. 4	化学ポテンシャル	188
5. 5	相の平衡	190
5. 6	混合気体の自由エネ ルギーと化学ポテン シャル	196
5. 7	溶液の熱力学	203
5. 8	化学反応と化学平 衡	214
5. 9	蒸発と凝縮	223
	演習問題	227

第6章 熱機関

6. 1	熱機関	231
6. 2	蒸気ピストン機関	233
6. 3	エンタルピー・エ ントロピー線図と蒸 気機関	239
6. 4	蒸気タービン	242
6. 5	2流体蒸気機関	247
6. 6	熱の総合的利用	249
6. 7	内燃機関	252
6. 8	内燃タービン	257
6. 9	冷凍機と熱ポンプ	261
	演習問題	266

第7章 熱力学の諸関数と微分関係式

7. 1	熱力学的関数とそ の微分	267
7. 2	比熱と状態方程式	270
7. 3	熱力学的関係式 の一般的導出法	273
7. 4	開いた系の熱力 学的関係式	281
7. 5	表面張力と表面 エネルギー	285
7. 6	開いた系の不可 逆過程	286
	演習問題	289

第8章 統計力学

8. 1	量子力学に従う 単原子理想気体	291
8. 2	分配関数と自由 エネルギー	295
8. 3	粒子の同一性	297

8. 4	フェルミ統計とボーズ統計	302
8. 5	フェルミ分布とボーズ分布における定数	307
8. 6	フェルミ気体の性質	311
8. 7	分子の回転比熱	319
8. 8	水素分子の回転比熱	323
8. 9	振動子のエネルギーと分子の振動比熱	326
8.10	黒体輻射	329
8.11	結晶格子の熱力学	336
8.12	ギブズ集団と状態和	342
8.13	不完全気体の状態方程式	346
8.14	熱力学の第3法則	350
	演習問題	357
	おわりに	359

付 録 分子衝突とボルツマン方程式

1	分子衝突の力学	363
2	ボルツマン方程式	367
3	ボルツマン方程式の解	371