

目 次

第1章 序 論

1.1 新しい材料の開発とその意義	1
1.1.1 新技術における材料の役割	1
1.1.2 新しい固体材料開発の方向	2
1.1.3 今後の新材料開発の方向	6
1.2 物性論とは	8
1.3 摘 要	10
1.4 問 題	10

第2章 原子構造と元素の周期性

2.1 原子の構造と核外電子配置	11
2.1.1 原子の構造	11
2.1.2 核外電子	11
2.1.3 最外殻電子	14
2.2 周期表	14
2.2.1 周期律の定義	14
2.2.2 周期表と原子量表	14
2.2.3 周期表の見方	15
2.3 元素の周期性	16
2.3.1 化学的性質の周期性	16
2.3.2 物理的性質の周期性	17
2.3.3 遷移元素	19
2.4 元素記号の由来	20
2.5 摘 要	21
2.6 問 題	21

第3章 原子間の力と分子構造

3.1 原子価の理論と原子間の結合方式	23
3.1.1 原子価論の発達	23
3.1.2 原子価の電子論	24
3.1.3 原子価の量子論	26

3.1.4 原子間の力の種類	28
3.2 原子間距離と原子価角	29
3.2.1 原子間距離	29
3.2.2 原子半径およびイオン半径	31
3.2.3 原子価角	32
3.3 共鳴	35
3.3.1 共鳴の定義	35
3.3.2 共鳴エネルギー	36
3.4 摘要	37
3.5 問題	37

第4章 統計熱力学の概要

4.1 热力学の基本法則	39
4.1.1 温度の存在および定義に関する仮定	39
4.1.2 エネルギー保存の法則	39
4.1.3 自然変化の方向に関する仮定	40
4.1.4 热力学的諸関数の絶対値を定めるための仮定	40
4.1.5 状態方程式	41
4.2 統計力学の基本概念	41
4.2.1 巨視的状態と微視的状態	41
4.2.2 統計力学の根本仮定	42
4.3 エントロピーと遊離エネルギー	43
4.3.1 エントロピー	44
4.3.2 エントロピーと热力学的確率	45
4.3.3 遊離エネルギー	46
4.4 エネルギー分布則	48
4.4.1 エネルギー分布則の定義	48
4.4.2 エネルギー分布の一般式	48
4.4.3 フエルミ・ディラックの分布則	49
4.4.4 ボース・アインシュタインの分布則	49
4.4.5 マクスウェル・ボルツマンの分布則	50
4.5 状態和とその応用	50
4.5.1 状態和とその性質	50
4.5.2 状態和と热力学的諸関数	51
4.6 例題	52
4.6.1 融解	52

4.6.2 沈降平衡	53
4.7 摘 要	54
4.8 問 題	54

第5章 化学反応と反応速度論

5.1 概 論	55
5.2 酸化と還元	55
5.2.1 酸化と還元の意義	55
5.2.2 電気化学反応と酸化剤, 還元剤の強さ	58
5.3 酸と塩基	61
5.3.1 酸, 塩基および中和の理論	61
5.3.2 酸および塩基の強さ	65
5.4 その他の化学反応	66
5.4.1 複分解	66
5.4.2 加水分解	66
5.4.3 錯塩の生成	66
5.5 反応速度論	67
5.5.1 反応速度論の範囲	67
5.5.2 アレニウスの化学反応速度論	67
5.5.3 古典的反応速度論の批判	68
5.5.4 絶対反応速度論の概要	69
5.6 摘 要	71
5.7 問 題	72

第6章 気体の性質

6.1 巨視的に見た气体の性質	73
6.1.1 理想気体	73
6.1.2 不完全気体	75
6.2 微視的に見た气体の性質	78
6.2.1 理想気体とその比熱	78
6.2.2 气体の圧力と平均自由行程	79
6.3 摘 要	81
6.4 問 題	82

第7章 液体と界面の性質

7.1	液体の構造と諸性質	83
7.1.1	液体と固体との類似性	83
7.1.2	トルートンおよびエートベスの法則	83
7.1.3	会合液体と水素結合	83
7.1.4	液体いおうの特性	84
7.1.5	サイボタキシス	84
7.2	蒸発と凝縮	85
7.2.1	一次の相転移	85
7.2.2	蒸 発	85
7.3	界面の性質	87
7.3.1	微粒子の性質	87
7.3.2	薄膜の性質	89
7.4	摘要	89

第8章 固体の構造

8.1	結 晶	91
8.1.1	プラヴェの空間格子	91
8.1.2	結晶面の表し方	93
8.1.3	面間隔	94
8.2	回折法	94
8.3	結晶構造	96
8.3.1	化学結合と結晶構造	96
8.3.2	金属元素の結晶構造	96
8.3.3	非金属元素の結晶構造	98
8.3.4	合金ならびに金属間化合物の結晶構造	101
8.3.5	共有結合の二元化合物	102
8.3.6	イオン結晶	102
8.4	結晶の欠陥	108
8.4.1	点欠陥	108
8.4.2	転 位	110
8.4.3	面状欠陥	111
8.5	非晶体の構造	111
8.5.1	液体の構造	111
8.5.2	ガラスの構造	112

8.5.3 その他の非晶体.....	113
8.6 高分子物質の構造.....	113
8.6.1 熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂.....	113
8.6.2 熱可塑性樹脂の構造.....	114
8.6.3 热硬化性樹脂の構造.....	115
8.7 摘 要.....	115
8.8 問 題.....	116

第9章 固体の導電性

9.1 固体内の電子エネルギー準位.....	117
9.1.1 自由電子のエネルギー準位.....	117
9.1.2 周期場における電子のエネルギー準位.....	118
9.1.3 ブリュアン帯.....	121
9.2 状態密度と電子分布.....	122
9.2.1 自由電子の状態密度.....	122
9.2.2 ブリュアン帯の状態密度.....	123
9.2.3 フェルミ・ディラックの統計.....	123
9.2.4 フェルミ準位.....	124
9.3 電気伝導.....	125
9.3.1 物質の導電率.....	125
9.3.2 電気伝導の担体.....	126
9.4 金属の電気伝導.....	127
9.4.1 古典的理論による説明.....	127
9.4.2 帯理論による説明.....	128
9.4.3 有効質量.....	129
9.4.4 金属の抵抗率.....	131
9.5 半導体の電気伝導.....	133
9.5.1 半導体、絶縁体のバンド構造.....	133
9.5.2 不純物半導体.....	136
9.5.3 半導体のフェルミ準位.....	137
9.5.4 半導体の導電率.....	138
9.5.5 半導体表面.....	139
9.6 半導体素子.....	141
9.6.1 p-n接合ダイオード.....	141
9.6.2 トンネルダイオード.....	143
9.6.3 金属と半導体の接触.....	145

9.6.4	トランジスタ	146
9.7	熱電現象	148
9.7.1	ゼーベック効果	148
9.7.2	トムソン効果	150
9.7.3	ペルチエ効果	150
9.7.4	ケルビン（トムソン）の関係式	151
9.7.5	熱電現象の応用	151
9.8	電子放射	152
9.8.1	仕事関数	152
9.8.2	光電子放射	153
9.8.3	熱電子放射	153
9.8.4	電界放射	154
9.9	イオン導電	155
9.9.1	イオン欠陥とイオン導電	155
9.9.2	高イオン導電体	155
9.9.3	混合導電体	156
9.10	摘要	156
9.11	問題	157

第 10 章 固体の誘電的性質

10.1	誘電現象	159
10.2	誘電率	159
10.2.1	誘電率の定義	159
10.2.2	物質の比誘電率	160
10.3	分極率	161
10.3.1	局所場	161
10.3.2	分極率	162
10.3.3	クラウジウス-モソッティの式	162
10.4	分極の型	162
10.4.1	電子分極	162
10.4.2	イオン分極	163
10.4.3	配向分極	163
10.4.4	空間電荷分極	164
10.5	誘電率と周波数	165
10.6	誘電体	166
10.6.1	強誘電体	166

10.6.2 反強誘電体	169
10.7 圧電気, パイロ電気	169
10.8 誘電体の応用	170
10.9 摘 要	170
10.10 問 題	171

第 11 章 固体の光学的性質

11.1 光の波長, 振動数, エネルギー	173
11.2 光の屈折	173
11.3 光の反射	175
11.4 光の吸収	175
11.5 光導電	177
11.6 ルミネッセンス	178
11.7 結晶の色	179
11.8 結晶レーザ	181
11.9 光起電力効果	182
11.10 発光ダイオードと半導体レーザ	183
11.10.1 発光ダイオード	183
11.10.2 半導体レーザ	184
11.11 摘 要	184
11.12 問 題	185

第 12 章 固体の磁気的性質

12.1 透磁率と磁化率	187
12.2 原子, イオンの磁気モーメント	187
12.2.1 電子の角運動	187
12.2.2 磁気モーメント	188
12.3 反磁性	189
12.4 常磁性	189
12.4.1 不完全殻を持つ原子・イオンによる常磁性	189
12.4.2 パウリ常磁性	191
12.5 強磁性	192
12.5.1 磁化曲線	193
12.5.2 自発磁化	193
12.5.3 飽和磁化の温度変化	194
12.5.4 ドメイン	197

12.6 反強磁性	199
12.7 フェリ磁性	200
12.8 磁性材料	202
12.8.1 軟磁性材料	202
12.8.2 硬磁性材料	203
12.8.3 磁気記録材料	203
12.9 摘 要	204
12.10 問 題	205

第 13 章 超 伝 導

13.1 超伝導現象	207
13.1.1 零抵抗（完全導電性）と臨界温度	207
13.1.2 臨界磁界, 臨界電流密度	207
13.1.3 $T-H-J$ 臨界面	209
13.1.4 マイスナー効果（完全反磁性）	209
13.1.5 磁束の侵入	210
13.2 超伝導の本質	211
13.3 磁束量子	212
13.4 第 1 種および第 2 種の超伝導体	214
13.5 超伝導物質, 超伝導材料	217
13.6 ジョセフソン効果	219
13.6.1 dc ジョセフソン効果	219
13.6.2 ac ジョセフソン効果	222
13.7 摘 要	222
13.8 問 題	223

第 14 章 固体の熱的性質

14.1 比 熱	225
14.1.1 定圧比熱と定容比熱	225
14.1.2 格子比熱の理論	227
14.1.3 電子比熱	229
14.1.4 相転移と比熱	230
14.2 熱膨張	231
14.2.1 線膨張係数と体膨張係数	231
14.2.2 固体の線膨張係数	232
14.3 融 点	233

14.3.1	融解現象と融点	233
14.3.2	高融点物質と融点	234
14.4	熱伝導率	234
14.4.1	熱伝導率と熱拡散率	234
14.4.2	熱伝導の機構	235
14.4.3	金属の熱伝導率と導電率の関係——ウィーデマン・フランツの法則	238
14.5	摘要	239
14.6	問題	240

第 15 章 固体の力学的性質

15.1	応力とひずみ	241
15.1.1	応力	241
15.1.2	ひずみ	242
15.2	弹性	243
15.2.1	応力とひずみの関係	243
15.2.2	弾性定数	244
15.2.3	弾性の熱力学	245
15.2.4	弾性の原子論的説明	246
15.3	塑性	249
15.3.1	金属の応力-ひずみ曲線	249
15.3.2	塑性変形の結晶学	250
15.3.3	理想結晶の降伏強度	251
15.3.4	転位と塑性変形	252
15.3.5	金属強化の原理	254
15.4	粘弹性	255
15.4.1	粘性	255
15.4.2	粘弹性体	257
15.4.3	エネルギーの散逸	260
15.5	破壊	261
15.5.1	延性破壊と脆性破壊	261
15.5.2	理想結晶の引張り強度	261
15.5.3	引張り強度の実測値	263
15.5.4	脆性破壊に関するグリフィスの理論	263
15.5.5	延性破壊	264
15.5.6	繊維強化の原理	264
15.6	摘要	265

15.7 問題	266
---------	-----

第16章 固体の反応

16.1 気相からの固相の析出	267
16.1.1 核生成	267
16.1.2 結晶成長	269
16.2 溶液からの固相の析出	271
16.3 融液からの固相の析出	273
16.3.1 純物質からの凝固	273
16.3.2 多成分系融液の凝固	274
16.4 固相からの新固相の析出	276
16.4.1 相転移の速度論	276
16.4.2 T-T-T 線図	277
16.5 拡散	278
16.5.1 フィックの法則と拡散方程式	278
16.5.2 拡散方程式の解	279
16.5.3 定常拡散	281
16.5.4 相互拡散と自己拡散	281
16.5.5 拡散係数の温度依存	281
16.5.6 拡散の機構	282
16.6 固相反応	283
16.6.1 金属の酸化	283
16.6.2 焼結	286
16.7 写真	290
16.8 摘要	290
16.9 問題	292

第17章 (補章) 量子力学の概要

17.1 量子力学の成り立ち	293
17.1.1 物質と電気の素量	293
17.1.2 作用量子の発見	294
17.1.3 光量子説	296
17.1.4 ポアの原子	297
17.1.5 コンプトン効果	301
17.1.6 ド・ブロイの物質波	301
17.2 シュレーディンガーの波動方程式	302

17.2.1 波動方程式の導出	302
17.2.2 波動方程式の解の例	304
17.3 原子の量子力学	306
17.3.1 水素型原子	306
17.3.2 多電子原子	310
17.3.3 電子スピン	311
17.3.4 パウリの排他原理	311
17.3.5 原子の電子配置	311
17.4 分子の量子力学	312
17.4.1 水素分子の形成	312
17.4.2 結合の方向性	316
17.5 摘 要	320
17.6 問 題	321
付 錄	323
問題解答	326
索 引	329