

目 次

序 説	[神田英蔵]	1
1. 熱力学・統計力学的基礎	[碓井恒丸]	7
1.1 熱学の基礎		7
1.1.1 エントロピーと温度		7
1.1.2 低温発生の原理		9
1.1.3 第三法則		11
1.2 低温現象の特徴		15
1.2.1 零点運動		15
1.2.2 相互作用と集団運動		17
1.2.3 長距離秩序		20
2. 液体ヘリウム	[碓井恒丸]	23
2.1 巨視的性質		23
2.1.1 相 図		23
2.1.2 λ 現象		24
2.1.3 流れの性質		25
2.2 原子的構造		26
2.2.1 同位元素		26
2.2.2 相互作用		27
2.2.3 零点運動——量子液体		27
2.2.4 統計性——B-E 凝縮		28
2.3 ボース気体		29
2.3.1 理想ボース気体		29
2.3.2 非理想ボース気体		31
2.3.3 一般化		35
2.3.4 励起量子		37

2.4	フォノン, ロトンと渦糸	39
2.4.1	フォノンとロトン	39
2.4.2	渦 糸	41
2.4.3	噴 水 効 果	42
2.5	流れの現象論	43
2.5.1	二 流 体 論	43
2.5.2	ρ_n と η_n の測定	44
2.5.3	内 部 対 流	45
2.6	回 転 バ ケ ッ	48
2.7	渦輪と臨界速度	52
3.	低 温 磁 性[伊達宗行].....	57
3.1	常 磁 性	58
3.1.1	常磁性を示すもの	58
3.1.2	常磁性の基礎——不対電子をもつ原子, イオンの磁気モーメント	59
3.1.3	結晶中における磁気イオン	61
3.1.4	原子核スピンとの相互作用	63
3.1.5	常磁性の静的性質	64
3.1.6	磁気モーメントの動的性質	64
3.2	強磁性および反強磁性概説	65
3.3	低温において磁気転移を示す化合物磁性体	69
3.4	極低温における常磁性	71
3.4.1	H/T 効 果	71
3.4.2	磁気共鳴における H/T 効果	72
3.4.3	常磁性スピンの緩和	74
3.5	極低温における磁氣的相互作用	75
3.5.1	交 換 相 互 作 用	75
3.5.2	反強磁性共鳴と磁気異方性	76
3.6	Ising スピン系の諸問題	78
3.6.1	メ タ 磁 性	80
3.6.2	反強磁性体における不純物スピン	81

3.6.3 Ising スピン系におけるスピクラスタ共鳴	82
3.7 NMR, メスバウアー効果と磁性	82
3.7.1 核スピンに対する局所磁場	83
3.7.2 ^{19}F の NMR と MnF_2 の磁性	83
3.7.3 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ におけるプロトン共鳴	84
3.7.4 核異方性と二重共鳴	84
3.7.5 メスバウアー効果の応用	85
【付】 磁性に関する簡単な公式	85
4. 低温における化合物磁性体 [長谷田泰一郎]	90
4.1 常磁性 (帯磁率, 比熱)	90
4.1.1 ピエール・キュリー	90
4.1.2 結晶場または配位子場の近似	92
4.1.3 小 谷 理 論	93
4.1.4 ヤーン・テラー効果	94
4.1.5 O_2 , NO の磁性	94
4.1.6 帯磁率の実験値の取扱い	95
4.1.7 比 熱	97
4.2 相互作用, 相転移	98
4.3 1°K 以下の磁性	105
4.3.1 電子スピン断熱消磁	105
4.3.2 核断熱消磁	109
4.4 常磁性緩和	111
5. 金属における低温伝導現象 [田沼静一]	119
5.1 低温における電気伝導度	120
5.2 低温度における金属の電気伝導度のサイズ効果	124
5.3 熱 伝 導 度	124
5.3.1 電子熱伝導	124
5.3.2 格子熱伝導	128
5.4 低温における電気抵抗極小	133

5.5	ドハース・ファンアルフェン効果	139
5.6	磁場による電気抵抗の変化——磁気抵抗	144
5.6.1	横磁場磁気抵抗効果	144
5.6.2	縦磁場磁気抵抗効果	146
5.6.3	磁気抵抗におけるサイズ効果	147
5.7	磁気抵抗による多重連結フェルミ面の調査	148
6.	半導体における低温伝導現象 [田中昭二]	154
6.1	はじめに	154
6.2	格子振動	155
6.2.1	一次元格子の力学	155
6.2.2	三次元格子の力学	159
6.2.3	格子振動の諸性質	161
6.2.4	固体の比熱	163
6.3	フォノン・フォノン相互作用	164
6.4	マイクロ波超音波による実験	167
6.5	半導体の熱伝導	170
6.5.1	フォノン・フォノン散乱	170
6.5.2	境界散乱	171
6.5.3	アイソトープ散乱および不純物散乱	171
6.6	半導体における電子分布	175
6.6.1	不純物半導体(非縮退)の場合	178
6.6.2	縮退半導体	180
6.6.3	不純物帯の形成	181
6.7	半導体のエネルギー帯構造とサイクロトロン共鳴	182
6.7.1	古典的取扱い	182
6.7.2	量子論的取扱い	189
6.8	半導体の電気伝導	192
6.8.1	ボルツマン方程式	192
6.8.2	キャリアの易動度	194
6.8.3	キャリアの散乱機構	195

6.8.4 電流磁気効果	205
6.8.5 トンネル効果	213
6.8.6 不純物伝導	216
6.8.7 超伝導半導体	222
7. 超伝導の基礎的性質 [大塚泰一郎]	225
7.1 はじめに	225
7.2 超伝導状態の巨視的記述	228
7.2.1 熱力学	228
7.2.2 電磁氣的性質 (London の理論)	230
7.2.3 コヒーレンスの長さ	236
7.2.4 巨視的尺度での量子化現象	238
7.3 微視理論 (B. C. S. の理論)	244
7.3.1 常伝導状態	244
7.3.2 超伝導状態の記述	250
7.3.3 B. C. S. の理論	252
7.4 Ginzburg-Landau の理論	259
7.4.1 ギンズブルグ・ランダウ方程式	259
7.4.2 ギンズブルグ・ランダウ方程式の応用 (第二種超伝導)	260
7.5 超伝導の超流動的性質	262
【付】 反磁場と磁化曲線	269
8. 超伝導の応用 (超伝導マグネットを中心として) [安河内 昂]	272
8.1 第二種超伝導と臨界磁場	273
8.2 非理想的第二種超伝導体と臨界電流	275
8.2.1 理想的第二種	276
8.2.2 非理想的第二種	277
8.3 磁束線の運動とジャンプ	280
8.4 安定化	282
8.4.1 常伝導転移と安定化	282
8.4.2 磁気不安定性と安定化	285

8.5	実用超伝導線材	288
8.5.1	合金系材料	288
8.5.2	合金系線材の安定化	289
8.5.3	化合物系材料	291
8.6	超伝導マグネット	292
8.7	超伝導マグネットの応用	295
9.	低温技術	299
9.1	低温技術総説	[菅原 忠] 299
9.1.1	低温の生成	299
9.1.2	低温における測定	300
9.1.3	寒剤の性質	302
9.2	ガス液化技術	[永野 弘] 303
9.2.1	液化サイクル	303
9.2.2	液化機の構成要素	308
9.2.3	液化機の実例	312
9.3	伝熱	[佐藤新太郎] 314
9.3.1	伝熱機構	314
9.3.2	実際の伝熱計算例	318
9.4	低温装置の材料	[佐藤新太郎] 321
9.4.1	機械的性質	322
9.4.2	物理的性質	323
9.4.3	低温材料	325
9.5	温度測定	[菅原 忠] 328
9.5.1	低温度測定の方法	328
9.5.2	温度定点	330
9.5.3	定容気体温度計	331
9.5.4	蒸気圧温度計	332
9.5.5	抵抗温度計	335
9.5.6	熱電対温度計	340
9.6	温度制御	[菅原 忠] 342

9.6.1	寒剤の蒸気圧の調節	342
9.6.2	断熱を利用する温度制御	346
9.6.3	熱漏れ法, その他の方法	348
9.7	クライオスタットの設計と実例 [菅原 忠]	350
9.7.1	クライオスタットの設計	350
9.7.2	クライオスタットの実例	353
9.7.3	クライオスタット製作上の注意	357
9.8	1°K 以下の生成と実験 [大坪秋雄]	359
9.8.1	³ He クライオスタット	359
9.8.2	³ He 希釈リフリジレーター	361
9.8.3	断 熱 消 磁	363
9.8.4	冷却法の比較	367
9.8.5	熱 絶 縁	368
9.8.6	熱 伝 達	369
9.8.7	実 験 装 置	371
付表 1	液体ヘリウム (⁴ He) の温度と蒸気圧	375
付表 2	液体ヘリウム (³ He) の温度と蒸気圧	376
付表 3	液体水素 (e-H ₂ および n-H ₂) の蒸気圧と温度	377
付録	低温実験用機器・材料	379
索 引		383