目　　次

はしがき

1. 低温物理 **9**

1.1 温　　度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9

1.2 低温物理の現状 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

2. 冷凍と液化 **12**

2.1 カルノーサイクル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12

2.2 理想的なガス，現実のガス，液化 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15

2.3 液 化 機 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22

3. 寒剤の性質と入手 **24**

3.1 N_2 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25

3.2 O_2 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25

3.3 Ne ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26

3.4 H_2 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26

3.5 ^{4}He ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 26

3.6 ^{3}He ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28

4. 温度測定 **31**

4.1 ガス温度計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31

4.2 温 度 定 点 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33

4.3 炭素抵抗温度計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33

4.4 ゲルマニウム抵抗温度計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 35

4.5 白金温度計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36

4.6 抵抗温度計の抵抗測定 …… 36
4.7 熱電対温度計 …… 37
4.8 蒸気圧温度計 …… 38

5. 比熱と熱伝導 40
5.1 比 熱 …… 40
5.2 熱 伝 導 …… 42
5.2.1 熱 放 射 (42)
5.2.2 固体の熱伝導 (43)
5.2.3 ガスの熱伝導 (45)
5.2.4 熱 膨 張 (46)
5.2.5 熱スイッチ (48)

6. 寒剤の貯蔵と移送 49
6.1 液体 N_2 の保存容器 …… 49
6.2 液体 ^{4}He の貯蔵と移送 …… 51

7. クライオスタット 57
7.1 デュワー瓶 …… 57
7.2 液体 N_2 用クライオスタット …… 58
7.3 液体 ^{4}He 用クライオスタット …… 61
7.3.1 抵抗測定 (67)
7.3.2 核磁気共鳴 (68)
7.3.3 電子スピン共鳴 (71)
7.3.4 比熱の測定 (71)
7.3.5 4.2 K～77 K のクライオスタット (74)
7.3.6 液体 ^{3}He 用クライオスタット (75)
7.3.7 小型ガス冷凍機とクライオスタット (77)
7.3.8 デモンストレーション用のクライオスタット (78)

8. 超伝導の利用 80
8.1 超 伝 導 …… 80
8.2 超伝導マグネット …… 84
8.3 SQUID …… 87

9.　減圧装置と真空　98

9.1　^{4}He の減圧装置 …… 98

9.2　^{3}He の減圧装置 …… 101

9.3　低温装置の真空 …… 101

10.　工 作 技 術　103

10.1　構 造 材 料 …… 103

10.2　銀ろう付け …… 104

10.3　ハンダ付け …… 105

10.4　接　着　剤 …… 106

10.5　バルブその他 …… 107

11.　周辺エレクトロニクス　114

11.1　ロックイン増幅器 …… 114

11.2　MOS-FET …… 117

参考書 …… 120

付録 1　低温実験材料の概算価格と取扱い業者 …… 121

付録 2　液体 ^{4}He の飽和蒸気圧と温度 (1958 年目盛) …… 124

付録 3　液体 ^{3}He の飽和蒸気圧と温度 (1962 年目盛) …… 129

付録 4　液体 H_2 (e-H_2 および n-H_2)，液体 N_2，液体 O_2 の蒸気圧と温度 …… 134

付録 5　熱電対の起電力 …… 135

索　引 …… 137