

目 次

1. 序 論	1 ~ 11
1-1 量子力学の復習 — 水素原子について …… 1	
演習問題 1. …… 10	
2. 一電子近似	12 ~ 22
2-1 変分法, Hartree 近似 …… 12	
2-2 Pauli の原理 …… 15	
2-3 Hartree-Fock 近似 …… 17	
2-4 原子の電子状態, 元素の周期律 …… 19	
演習問題 2. …… 21	
3. 電 子 相 関	23 ~ 34
3-1 水素分子の電子状態, 2つの近似法 …… 23	
3-2 配置間相互作用, 電子相関 …… 29	
3-3 簡単な Hubbard モデル …… 30	
演習問題 3. …… 34	
4. 結晶の基本的性質	35 ~ 60
4-1 結 晶 構 造 …… 35	
4-2 結晶による波の回折 …… 45	
4-3 格 子 振 動 …… 50	
4-4 格 子 比 熱 …… 55	
演習問題 4. …… 60	
5. 結晶内電子の基本的性質	61 ~ 90
5-1 周期ポテンシャルと Bloch 関数 …… 61	
5-2 エネルギーバンド …… 66	
5-3 バンド構造 — 自由な電子からのアプローチ …… 69	

5-4	バンド構造 — 原子に束縛された電子からのアプローチ	75
5-5	バンド構造と物質の分類	78
5-6	有効質量と正孔	81
5-7	化学結合	84
	演習問題 5.	90

6. 金 属

91~109

6-1	金属の自由電子モデル	91
6-2	Fermi 統計	94
6-3	電子比熱	95
6-4	Pauli のスピン常磁性	97
6-5	強い磁場下での自由電子の準位, Landau 準位	100
6-6	de Haas-van Alphen 効果	104
	演習問題 6.	108

7. 金属の伝導現象

110~124

7-1	電気伝導率	110
7-2	Hall 効果	112
7-3	磁気抵抗	118
7-4	半導体の Hall 効果	118
7-5	サイクロトロン共鳴への応用	120
7-6	電子による熱伝導と Wiedemann-Franz の法則	122
	演習問題 7.	124

8. 半 導 体

125~159

8-1	半導体の特徴	125
8-2	半導体のバンド構造	129
8-3	半導体中の電子・正孔分布	151
	演習問題 8.	159

9. 光に対する性質

160~181

9-1	光学吸収の量子論	160
9-2	吸収係数の誘電関数による表現	165
9-3	電気双極子遷移	168

9-4	金属の光学的性質の特徴	169
9-5	バンド間遷移と特異点	171
9-6	k 選択則	175
9-7	励起子	179
	演習問題 9.	181

10. 半導体超格子とその電子構造 182~201

10-1	半導体のバンド構造の特徴と超格子のタイプ	183
10-2	超格子の電子状態を特徴づけるパラメータ	184
10-3	単一井戸の電子状態	185
10-4	ミニバンド(サブバンド)の形成	188
10-5	超格子系の電子状態	189
10-6	超格子系の光学的性質	191
10-7	GaAs-Al _x Ga _{1-x} As 超格子系の吸収スペクトル	195
10-8	超格子系への不純物の導入	199
	演習問題 10.	201

11. 一次元金属

— 不安定性と電子・格子状態の特徴 202~216

11-1	Peierls 転移	202
11-2	電子密度の波	205
11-3	巨大 Kohn 異常	206
11-4	電荷密度波	210
11-5	Peierls 変形状態における電気伝導	212
11-6	鎖間相互作用と Kohn 異常	212
11-7	Fermi 面のネスティング	214
11-8	ゆらぎについて	216

12. 半導体の電子物性 217~233

12-1	半導体の伝導現象	217
	Boltzmann の輸送方程式	
	キャリアーの散乱	
12-2	半導体におけるサイクロトロン共鳴	230
	演習問題 12.	233

13. バンド理論の概略	234~255
13-1 平面波展開法	234
13-2 LCAO 法	236
13-3 OPW 法	237
13-4 擬ポテンシャル法	238
13-5 APW 法	243
13-6 KKR 法	246
13-7 結晶ポテンシャルの構成	250
Hartree-Fock 近似	
$X\alpha$ 法	
13-8 密度汎関数法	253
基本的考え方	
Kohn-Sham 方程式	
局所密度近似	
演習問題 13.	255
 付 録	 256~277
A-1 格子振動の量子化	256
A-2 Bloch 電子の速度	258
A-3 加 速 定 理	258
A-4 Fermi 分布関数に関する重要な公式	260
A-5 浅い不純物準位に対する有効質量近似	263
A-6 Boltzmann 方程式の導出と緩和時間近似	266
A-7 磁場中の電子に対する有効質量方程式	267
A-8 時間に依存する摂動論	271
A-9 第 2 量子化の方法	274
A-10 スピン・軌道相互作用	276
 参 考 図 書	 278
演習問題略解	279~288
索 引	289~293

