目　次

1. Dirac 方程式　1～77

1-1　自然単位……1
1-2　非相対論的量子力学……3
1-3　Klein-Gordon 方程式……5
1-4　荷電粒子に対する Klein-Gordon 方程式……8
1-5　Dirac 方程式の導入……10
1-6　Weyl 方程式……14
1-7　Dirac 方程式の相対論的共変性……15
1-8　Dirac 行列の性質……24
1-9　自由粒子に対する Dirac 方程式……26
1-10 静電磁場における Dirac 方程式……33
1-11 負エネルギー解の物理的解釈……45
1-12 中心的静電場における Dirac 方程式の解……48
1-13 断面積の定義……55
1-14 外場による Dirac 粒子の散乱……58
1-15 電子・電子散乱……67
1-16 空孔理論における Dirac 粒子の散乱……73
演習問題　1.……76

2. 電磁場の量子論　78～100

2-1　古典電磁力学の正準形式……78
2-2　電磁場の量子化……90
2-3　電磁場と電子との相互作用……93
2-4　摂動論……94
演習問題　2.……100

3. 電磁場の量子論の応用　101～126

3-1　輻射の放出と吸収……101
3-2　摂動論の改良と共鳴散乱……108
3-3　光電効果……110
3-4　Thomson 散乱……115
3-5　非相対論的近似における光子の散乱……119

3-6 Klein-Nishina の公式…… 121
演習問題 3.…… 126

4. 散乱の一般論 127～174

4-1 散乱問題と因果律…… 127
4-2 散乱振幅の部分波分解
——Rayleigh, Faxen and Holtsmark の公式…… 131
4-3 Born 近似…… 134
4-4 S 波散乱の例題…… 136
4-5 effective range の理論…… 138
4-6 S 行列と束縛状態…… 140
4-7 Fredholm 理論の応用…… 147
4-8 重心系と実験室系…… 149
4-9 スピン依存力…… 153
4-10 同種粒子…… 155
4-11 Lippmann-Schwinger 方程式…… 158
4-12 組み替え反応の理論…… 165
演習問題 4.…… 174

付 録 175～188

A. 時間反転…… 175

A-1 時間反転に対して可逆な系…… 175
A-2 古典力学…… 176
A-3 古典電磁気学…… 178
A-4 量子力学…… 180
A-5 ユニタリー行列 U の選択および S 行列…… 183
A-6 詳細つりあいの原理…… 185
A-7 電磁場の時間反転…… 187
A-8 Dirac 粒子の時間反転…… 187

演習問題解答 189～201

索 引 203～207