目　次

1. 相互作用の分類　1～9

1-1　単位系 …… 1

1-2　素粒子の相互作用の分類 …… 2

1-3　素粒子の分類，アイソスピンと超電荷 …… 7

演習問題 1. …… 9

2. ベータ崩壊の理論　10～43

2-1　放射線の発見とベータ崩壊 …… 10

2-2　Fermi 理論，ベータ線スペクトル …… 14

2-3　選択則，禁止度 …… 19

2-4　*ft* 値，ベータ崩壊の結合定数 …… 22

2-5　相互作用の型と電子-ニュートリノ角度相関 …… 26

2-6　軌道電子捕獲 …… 31

2-7　ベータ崩壊の逆反応 …… 33

2-8　ダブルベータ崩壊とレプトン数の保存 …… 38

演習問題 2. …… 43

3. パリティ非保存　44～60

3-1　パリティの保存則 …… 44

3-2　θ-τ パズル …… 45

3-3　^{60}Co の実験 …… 47

3-4　パリティ非保存の相互作用，ベータ線の角分布 …… 49

3-5　ベータ粒子およびニュートリノの縦偏極 …… 50

3-6　二成分ニュートリノ理論 …… 55

3-7　ベータ－ガンマ偏光相関 …… 56

3-8　時間反転に対する不変性の検証 …… 58

3-9　C, P, T 変換のまとめ …… 59

演習問題 3. …… 60

4. V-A 相互作用 61～69

4-1 V-A 相互作用の理論的根拠 …… 61
4-2 CVC 理論 …… 64
4-3 ^{12}B-^{12}C-^{12}N の実験 …… 68
演習問題 4. …… 69

5. 原子核のベータ崩壊 70～92

5-1 ベータ崩壊と原子核物理 …… 70
5-2 ベータ崩壊に対する安定性 …… 70
5-3 原子核の質量とエネルギー …… 71
5-4 奇質量核の安定性 …… 73
5-5 偶質量核の安定性 …… 75
5-6 ベータ崩壊エネルギーのシステマティックス …… 76
5-7 他の崩壊との競争 …… 78
5-8 奇質量核の崩壊図式 …… 81
5-9 偶質量核の崩壊図式 …… 84
5-10 いろいろな崩壊図式 …… 86
5-11 ベータ崩壊の速さ …… 87
5-12 ベータ崩壊の実験 …… 90
演習問題 5. …… 92

6. ベータ崩壊と原子核構造 93～131

6-1 簡単な原子核模型 …… 93
6-2 Fermi 行列要素 …… 97
6-3 Fermi 行列要素とアイソスピン …… 98
6-4 Gamow-Teller 行列要素 …… 101
6-5 Gamow-Teller 行列要素と Wigner の超多重項 …… 107
6-6 禁止遷移の核行列要素 …… 110
6-7 原子核模型の精密化と核行列要素計算法の進歩 …… 116
6-8 ベータ崩壊の大局的性質 …… 125
演習問題 6. …… 131

7. おもなベータ崩壊核 132～142

7 おもなベータ崩壊核 …… 132
演習問題 7. …… 142

8. ベータ崩壊の周辺　143～152

8-1　軌道電子の役割 …… 143
8-2　核分裂と遅発中性子 …… 145
8-3　星の進化と元素合成 …… 148
演習問題 8. …… 152

9. 弱い相互作用の物理像　153～168

9-1　ベータ崩壊の相互作用に示された物理像 …… 153
9-2　ベータ崩壊の相互作用の拡張 …… 156
9-3　弱い相互作用の統一像 …… 162
9-4　弱い相互作用を媒介する Bose 粒子 …… 165
演習問題 9. …… 168

10. レプトンを含む弱い相互作用　169～195

10-1　流れの構造 …… 169
10-2　中性子のベータ崩壊 …… 175
10-3　原子核のミューオン捕獲 …… 178
10-4　水素のミューオン捕獲 …… 181
10-5　荷電 π 中間子の崩壊 …… 184
10-6　荷電 K 中間子のレプトン崩壊 …… 186
10-7　ハイペロンのレプトン崩壊 …… 188
10-8　ミューオンの崩壊と電子－陽電子対の消滅 …… 192
演習問題 10. …… 195

11. レプトンを含まない弱い相互作用　196～216

11-1　ある考察 …… 196
11-2　中性 K 中間子の崩壊 …… 198
11-3　K 中間子の 2π 崩壊 …… 203
11-4　K 中間子の 3π 崩壊 …… 205
11-5　ハイペロンの非レプトン崩壊 …… 210
11-6　パリティを保存しない核力 …… 213
演習問題 11. …… 216

12. 流れ積の力学 217～245

12-1 弱い相互作用の力学 …… 217
12-2 Dirac 方程式 …… 218
12-3 Lorentz 変換 …… 224
12-4 γ 行列 …… 226
12-5 Dirac 方程式の相対論的不変性 …… 233
12-6 双一次共変量 …… 236
12-7 ベータ崩壊のハミルトニアン密度 …… 241
演習問題 12. …… 245

演習問題解答 246～256

索 引 257～262