目次

第 4 章　量子力学における対称性 340
4.1　対称性，保存則および縮退 340
4.1.1　古典物理における対称性 340
4.1.2　量子力学における対称性 341
4.1.3　縮退 342
4.1.4　SO(4) クーロンポテンシャルの下での対称性 343
4.2　離散対称性，パリティすなわち空間反転 349
4.2.1　波動関数のパリティ 352
4.2.2　対称な 2 重井戸型ポテンシャル 356
4.2.3　パリティ選択則 359
4.2.4　パリティ非保存 361
4.3　離散対称性としての格子上の平行移動 362
4.4　時間反転の離散対称性 369
4.4.1　対称操作についての余談 372
4.4.2　時間反転演算子 375
4.4.3　波動関数 380
4.4.4　スピン $\frac{1}{2}$ 系の時間反転 382
4.4.5　電磁場との相互作用　クラマース縮退 386
問題 388

第 5 章　近似法 391
5.1　時間に依存しない摂動論　縮退のない場合 391
5.1.1　問題設定 391
5.1.2　2 準位問題 392
5.1.3　摂動展開の定式化 394

5.1.4 波動関数のくりこみ 400
5.1.5 初等的な例 401
5.2 時間に依存しない摂動論　縮退のある場合 406
5.2.1 1次のシュタルク効果 411
5.3 水素様原子　微細構造とゼーマン効果 414
5.3.1 運動エネルギーの相対論的補正 414
5.3.2 スピン軌道相互作用と微細構造 416
5.3.3 ゼーマン効果 421
5.3.4 ファン・デル・ワールス相互作用 426
5.4 変分法 427
5.5 時間に依存するポテンシャル　相互作用表示 432
5.5.1 問題設定 432
5.5.2 相互作用表示 433
5.5.3 時間に依存する2準位問題　核磁気共鳴やメーザーなど 436
5.5.4 スピン磁気共鳴 439
5.5.5 メーザー 441
5.6 時間依存性が極端なハミルトニアン 443
5.6.1 瞬間近似 443
5.6.2 断熱近似 444
5.6.3 ベリー位相 447
5.6.4 例：スピン $\frac{1}{2}$ のベリー位相 450
5.6.5 アハラノフ-ボーム効果と磁気モノポール（再考） 453
5.7 時間に依存する摂動論 456
5.7.1 ダイソン級数 456
5.7.2 遷移確率 457
5.7.3 一定値の摂動 460
5.7.4 調和摂動 465
5.8 古典的放射場との相互作用への応用 467
5.8.1 吸収と誘導放出 467
5.8.2 電気双極子近似 470
5.8.3 光電効果 472
5.8.4 自然放出 474
5.9 エネルギーシフトと崩壊幅 478
問題 482

第6章 散乱理論 495
6.1 時間に依存する摂動としての散乱 495
6.1.1 遷移率と断面積 497
6.1.2 T 行列の解法 499
6.1.3 未来から過去への散乱 501
6.2 散乱振幅 501
6.2.1 波束による記述 507
6.2.2 光学定理 508
6.3 ボルン近似 511
6.3.1 高次のボルン近似 515
6.4 位相のずれと部分波 516
6.4.1 自由粒子状態 516
6.4.2 部分波展開 521
6.4.3 ユニタリ性と位相のずれ 523
6.4.4 位相のずれの決定 526
6.4.5 剛体球による散乱 528
6.5 アイコナール近似 530
6.5.1 部分波とアイコナール近似 533
6.6 低エネルギー散乱と束縛状態 536
6.6.1 四角い井戸あるいは障壁 537
6.6.2 零エネルギー散乱と束縛状態 539
6.6.3 $S_l(k)$ の極としての束縛状態 542
6.7 共鳴散乱 544
6.8 散乱における対称性の考察 550
6.9 非弾性電子-原子散乱 553

6.9.1 核形状因子 558
問題 559

第 7 章 同種粒子系 564
7.1 置換対称性 564
7.2 対称化の要請 569
7.3 2 電子系 571
7.4 ヘリウム原子 575
7.5 多粒子状態 580
7.6 密度汎関数理論 583
7.6.1 1 粒子のエネルギー汎関数 583
7.6.2 ホーエンベルク-コーンの定理 586
7.6.3 コーン-シャム方程式 589
7.6.4 交換相関エネルギーのモデル 594
7.6.5 ヘリウム原子への応用 595
7.7 量子場 599
7.7.1 第 2 量子化 599
7.7.2 第 2 量子化における力学的変数 602
7.7.3 例：縮退した電子ガス 607
7.8 電磁場の量子化 613
7.8.1 自由空間でのマックスウェル方程式 614
7.8.2 光子とエネルギーの量子化 617
7.8.3 カシミール効果 619
7.8.4 結びに 624
問題 627

第 8 章 相対論的量子力学 632
8.1 相対論的量子力学への道 632
8.1.1 自然単位 633
8.1.2 相対論的自由粒子のエネルギー 634
8.1.3 クライン-ゴルドン方程式 635
8.1.4 負エネルギーの解釈 640
8.1.5 クライン-ゴルドン場 642
8.1.6 クライン-ゴルドン方程式とスカラー場のまとめ 648
8.2 ディラック方程式 649
8.2.1 保存流 651
8.2.2 自由粒子の解 653
8.2.3 負エネルギーの解釈 655
8.2.4 電磁相互作用 656
8.3 ディラック方程式の対称性 658
8.3.1 角運動量 658
8.3.2 パリティ 659
8.3.3 荷電共役 660
8.3.4 時間反転 662
8.3.5 CPT 664
8.4 中心力ポテンシャルがあるときの解 665
8.4.1 1 電子原子 669
8.5 相対論的場の量子論 674
問題 675

付録 F 複素変数についてのノート 679
F.1 複素数と複素関数 679
F.2 微分と解析性 679
F.3 積分と級数展開 681
F.4 コーシーの留数定理 684

文献 686
初版改訂版への序 689
訳者後書き 691
著者紹介 693
総索引 694