

目 次

第 1 章 量子力学の必要性

2

1.1	光 電 効 果	2
	光の波動説と光電効果	
1.2	熱 放 射	4
	波数空間における状態数	
1.3	プランクの放射法則	7
	e_n の平均値	
1.4	電 子 波	9
	電子波の波長	
1.5	前期量子論	11
	1 次元調和振動子のエネルギー準位 水素原子に対するボーアの理論	

第 2 章 シュレーディンガー方程式

14

2.1	古典的な波の伝わり	14
	正弦波	
2.2	波 動 関 数	16
	波動関数と複素数	
2.3	粒子の存在確率	18
	粒子の存在確率	
2.4	局在する粒子	20
	固い壁間の 1 次元粒子	
2.5	1 次元調和振動子	22
	調和振動子 (2.28) の解法	
2.6	エルミート多項式	25
	エルミート多項式に対する母関数 固有関数の規格化	

第3章 量子力学の一般原理 28

- 3.1 物理量と演算子 28
ディラックの δ 関数
- 3.2 演算子の積と不確定性関係 30
不確定性関係
- 3.3 量子力学的な平均値 32
確率の法則と波動関数
- 3.4 ブラとケット 34
エルミート共役の性質
- 3.5 固有関数の完全性 36
シュミットの方法
- 3.6 行列による表現 38
1次元調和振動子の x_{mn}
- 3.7 シュレーディンガー表示とハイゼンベルク表示 40
速度を表す演算子

第4章 中心力場 42

- 4.1 二体問題 42
重心運動と相対運動の分離
- 4.2 中心力 44
ラブラシアンの変換
- 4.3 球面調和関数 46
 Y に対する変数分離 y に対するべき級数展開
- 4.4 ルジャンドル多項式 50
ルジャンドルの微分方程式とルジャンドル多項式
ルジャンドル陪関数の積分
- 4.5 水素原子 53
動径方向の波動関数

第5章 角運動量 57

- 5.1 角運動量の定義 57
角運動量の性質
- 5.2 電磁場中の荷電粒子 59
電磁場中の荷電粒子に対するハミルトニアン
- 5.3 極座標による表示 62
角運動量の z 成分 l^2 に対する表式

第6章 スピンと量子統計 65

- 6.1 量子力学的な角運動量 65
昇降演算子の性質
- 6.2 昇降演算子の行列 67
 D_+, D_- の行列要素
- 6.3 スピ ン 69
 $S = 1/2$ の場合の S
- 6.4 量 子 統 計 71
スレーター行列式 フェルミ面

第7章 近似方法 75

- 7.1 定常、非縮退の場合の摂動論 75
摂動展開の最初の数項 1次元非調和振動子
- 7.2 定常、縮退の場合の摂動論 78
縮退があるときの摂動計算 水素原子のシュタルク効果
- 7.3 変 分 法 82
変分法的应用
- 7.4 非定常な場合の摂動論 84
フェルミの黄金律 粒子の弾性散乱

第8章 散乱問題 87

- 8.1 1次元の散乱 87
確率の流れ密度
- 8.2 トンネル効果 89
ロンスキアンと透過率 箱型ポテンシャル
WKB 近似とトンネル効果
- 8.3 3次元の散乱 93
微分散乱断面積と波動関数
- 8.4 ボルン近似 95
井戸型ポテンシャルに対するボルン近似
- 8.5 部分波の方法 97
 $e^{ikr \cos \theta}$ の展開公式 散乱振幅 $f(\theta)$ に対する一般式
剛体球ポテンシャルへの応用

第9章 電磁場の量子論 102

- 9.1 電磁場の方程式 102
ゲージ変換
- 9.2 真空中の電磁場 104
ベクトルポテンシャルの展開式 電磁場のエネルギー
調和振動子との等価性
- 9.3 電磁場の量子化 108
ボース型の交換関係
- 9.4 電磁場中の荷電粒子 110
電子-光子の相互作用
- 9.5 光子の放出・吸収 112
遷移確率と電気双極子放出

第10章 多体問題 116

- 10.1 第2量子化法（ボース統計） 116
場の演算子の交換関係
- 10.2 第2量子化法（フェルミ統計） 118
ジョルダン-ウィグナー表示
- 10.3 相互作用のハミルトニアン 120
エネルギーの摂動計算
- 10.4 電子ガスの交換エネルギー 124
電子ガスの1次の摂動エネルギー

問題解答 127

- 第1章の解答 127
- 第2章の解答 130
- 第3章の解答 136
- 第4章の解答 142
- 第5章の解答 149
- 第6章の解答 153
- 第7章の解答 156
- 第8章の解答 164
- 第9章の解答 170
- 第10章の解答 176

索引 179

コラム

- レイリー-ジーンズの放射法則の適応限界 6
- イギリスの超大国ぶり 56
- 実験室系と重心系との違い 94
- 熱放射と量子論 107
- 発散の困難とくりこみ理論 111
- 第2量子化 121