

目 次

1. なぜ量子力学か？	1
1.1 粒子と波動の二重性	1
1.2 物質波	3
1.3 波の重ね合わせとシュレーディンガー方程式	4
1.4 正準交換関係	6
2. 確率解釈	8
2.1 確率波	8
2.2 確率の保存と確率密度流	9
2.3 物理量の期待値	10
2.4 波束と不確定性原理	12
2.5 ゼロ点振動	13
3. 井戸型ポテンシャル中の束縛状態	16
3.1 無限に高い井戸	16
3.2 1次元ポテンシャル問題の一般的性質	19
3.3 量子井戸の束縛状態	21
3.4 デルタ関数型ポテンシャル	24
3.5 二重量子井戸	25
3.6 トンネル効果	28
4. 粒子の反射と透過	30
4.1 平面波と連続スペクトル	30
4.2 ポテンシャルの階段	31

4.3	ポテンシャル障壁とトンネル効果	34
4.4	周期的ポテンシャル	37
5.	量子力学とベクトル空間	41
5.1	ブラケット表記	41
5.2	ヒルベルト空間	43
5.3	観測可能量	46
5.4	不確定性関係	48
5.5	同時観測可能量	49
6.	状態の表現と時間発展	51
6.1	座標表示と運動量表示	51
6.2	シュレーディンガー描像とハイゼンベルグ描像	54
6.3	一般の正準形式と量子化	56
6.4	対称性と保存則	59
7.	調和振動子	61
7.1	演算子法	61
7.2	エルミート多項式	65
7.3	不確定性関係	66
7.4	コヒーレント状態	67
7.5	振動する波束	70
8.	角運動量	72
8.1	角運動量の量子化	72
8.2	極座標表示	75
8.3	回転の生成子	77
8.4	球面調和関数	78
8.5	球面調和関数の完全性と加法定理	81
8.6	スピン	82
8.7	角運動量の合成	84

8.8	ベクトル演算子	87
9.	球対称ポテンシャル系	90
9.1	中心力ハミルトニアン	90
9.2	パリティ	94
9.3	水素原子	95
9.4	ケプラー問題	99
10.	近似方法	104
10.1	摂動論	104
10.2	シュタルク効果への応用	106
10.3	変分法	111
10.4	準古典近似	114
10.5	任意のポテンシャルに対するトンネル確率	118
11.	磁場中の荷電粒子	121
11.1	ゲージ不変性	121
11.2	中心座標と相対座標	123
11.3	ランダウ量子化	125
11.4	ゼーマン効果と反磁性	130
11.5	スピンの歳差運動	134
11.6	アハラノフ-ボーム効果	136
12.	電磁場の量子論	141
12.1	弦振動の正準形式と量子化	141
12.2	古典電磁場の正準形式	144
12.3	電磁場の量子化	146
12.4	光と物質の相互作用	147
13.	量子力学的遷移	149
13.1	時間に依存する摂動	149

13.2	遷移確率の黄金律	150
13.3	散乱の量子力学的記述	153
13.4	ラザフォード散乱	158
13.5	S行列とT行列	159
13.6	光の放出と吸収	162
13.7	光電効果	166
14.	多体系の量子力学	169
14.1	同種粒子	169
14.2	電子対の波動関数	171
14.3	交換相互作用	173
14.4	生成・消滅演算子	175
15.	ハミルトニアン因子化と超対称性	178
15.1	因子分解法の発展	178
15.2	スピンをもつ調和振動子	179
15.3	擬スピン空間	180
15.4	超対称パートナーの逐次構成	182
15.5	球面波の動径波動関数	185
15.6	水素原子の動径波動関数	187
15.7	井戸型ポテンシャルの超対称パートナー	192
16.	観測, 量子もつれ, 量子計算	195
16.1	アインシュタインの挑戦	195
16.2	ベルの不等式	197
16.3	もつれたスピンの相関	200
16.4	光子のもつれ状態	201
16.5	量子計算の原理	203
A.	量子力学で用いる単位系	209
A.1	SI単位系	209

A.2	CGS ガウス単位系	210
A.3	自然単位系	211
A.4	原子単位系	211
	索引	213
	物理定数表	後見返し