

目次

第 1 章	断面積とは何か？	1
1.1	物の大きさを測る	1
1.2	ミクロの粒子を見る	2
1.3	断面積と反応の頻度	6
1.4	剛体球の反射断面積	7
1.5	微分断面積	9
1.6	まとめ	12
第 2 章	ラザフォードによる原子核の発見	13
2.1	ラザフォードの実験	13
2.2	分析の準備 (単位系)	13
2.3	クーロン散乱 (ラザフォード散乱)	15
2.4	原子核の“発見”	17
2.5	ラザフォードの公式	19
2.6	角分布を用いた分析	21
2.7	まとめ	24
第 3 章	弾性散乱の量子力学的記述	25
3.1	量子力学的に捉えたラザフォード散乱	25
3.2	平面波の規格化	27

3.3	散乱波の展開と確率の規格化	29
3.4	展開係数の計算	30
3.5	1 次の摂動解	31
3.6	観測される状態の幅と状態数密度	32
3.7	フェルミの黄金律	35
3.8	状態数の計上	38
3.9	遷移確率と断面積	39
3.10	ラザフォード散乱の角分布	42
3.11	遷移行列	45
3.12	まとめ	46
第4章 平面波近似に基づく反応解析と原子核の密度分布		49
4.1	散乱粒子がもつ分解能	49
4.2	核力ポテンシャル	53
4.3	階段型密度分布	55
4.4	半値半径と平均二乗根半径	56
4.5	実験データの解析	58
4.6	密度の飽和性	62
4.7	原子核の密度分布	63
4.8	核子-原子核間ポテンシャル	66
4.9	黒体モデル	68
4.10	まとめ	70
第5章 アイコナル近似に基づく反応解析		71
5.1	散乱波のアイコナル近似計算	71
5.2	アイコナル近似の成立条件	75
5.3	ポテンシャルが散乱波に及ぼす影響	77
5.4	アイコナル近似と直線近似	81
5.5	微分断面積の計算	84

5.6	まとめ	90
第6章 全反応断面積で探る不安定核の性質		91
6.1	不安定原子核	91
6.2	全反応断面積	93
6.3	全弾性散乱断面積と全断面積	98
6.4	影散乱	100
6.5	全反応断面積の分析 (準備)	102
6.6	運動学の補正	105
6.6.1	重心補正	105
6.6.2	相対論的補正	109
6.7	陽子-安定核の全反応断面積解析	111
6.8	陽子-不安定核の全反応断面積解析	114
6.9	飽和性の破れ	116
6.10	原子核のハロー構造	118
6.11	まとめ	120
第7章 チャネル結合法と光学ポテンシャルの起源		121
7.1	反応チャネル	121
7.2	チャネル結合法	123
7.3	アイコナルチャネル結合方程式とその形式解	126
7.4	反復法	129
7.5	弾性散乱および非弾性散乱の微分断面積	133
7.6	流束の保存と S 行列のユニタリティ	139
7.7	動的偏極ポテンシャル	140
7.8	光学ポテンシャルの正体	143
7.9	歪曲波ボルン近似	146
7.10	まとめ	150

第 8 章 散乱問題の純量子力学的解法	153
8.1 シュレディンガー方程式の球座標表示	153
8.2 動径方向の方程式と解の挙動	156
8.3 入射平面波の分解	158
8.4 部分波の選択則	161
8.5 部分波に対する実数ポテンシャルの影響	165
8.6 動径波動関数の決定	168
8.7 散乱波の漸近形を用いた断面積の計算	172
8.8 全反応断面積と一般化された光学定理	178
8.9 遷移行列を用いた微分断面積の計算	181
8.10 遷移行列と散乱振幅の関係	184
8.11 まとめ	188
第 9 章 クーロン相互作用の取り扱い	189
9.1 純量子力学的計算におけるクーロン相互作用	189
9.2 クーロン場中でのアイコナル近似	193
9.3 まとめ	197
第 10 章 連続状態離散化チャネル結合法を用いた宇宙元素 合成研究	199
10.1 天体核反応と天体物理学的因子	199
10.2 S_{17} 問題	200
10.3 研究の目的	203
10.4 CDCC による ${}^8\text{B}$ 分解反応の記述	204
10.4.1 3 体反応模型と模型空間	205
10.4.2 チャネル波動関数	206
10.4.3 連続状態の限定と離散化	210
10.4.4 離散化された連続状態の振る舞い	213
10.4.5 アイコナル近似と角運動量の取り扱い	214

10.4.6	チャンネル結合ポテンシャル	219
10.4.7	分解断面積	221
10.4.8	量子力学的補正	224
10.5	反応計算に取り入れられている自由度	229
10.6	漸近規格化係数法 (ANC 法)	232
10.7	分解反応の解析結果	236
10.8	まとめ	240
 付録		 243
A	0 度散乱の問題	243
B	波束の理論	248
C	摂動の高次を取り入れた遷移行列	258
D	非弾性散乱の遷移行列	261
E	特殊関数の公式	266
F	2 階常微分方程式の数値解法	270
 参考文献		 275
 索引		 281