

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	5.6	まとめ	90
3.4	展開係数の計算	30			
3.5	1 次の摂動解	31	第 6 章	全反応断面積で探る不安定核の性質	91
3.6	観測される状態の幅と状態数密度	32	6.1	不安定原子核	91
3.7	フェルミの黄金律	35	6.2	全反応断面積	93
3.8	状態数の計上	38	6.3	全弾性散乱断面積と全断面積	98
3.9	遷移確率と断面積	39	6.4	影散乱	100
3.10	ラザフォード散乱の角分布	42	6.5	全反応断面積の分析 (準備)	102
3.11	遷移行列	45	6.6	運動学の補正	105
3.12	まとめ	46	6.6.1	重心補正	105
			6.6.2	相対論的補正	109
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	6.7	陽子-不安定核の全反応断面積解析	111
4.1	散乱粒子がもつ分解能	49	6.8	陽子-不安定核の全反応断面積解析	114
4.2	核力ポテンシャル	53	6.9	飽和性の破れ	116
4.3	階段型密度分布	55	6.10	原子核のハロー構造	118
4.4	半値半径と平均二乗根半径	56	6.11	まとめ	120
4.5	実験データの解析	58			
4.6	密度の飽和性	62	第 7 章	チャンネル結合法と光学ポテンシャルの起源	121
4.7	原子核の密度分布	63	7.1	反応チャンネル	121
4.8	核子-原子核間ポテンシャル	66	7.2	チャンネル結合法	123
4.9	黒体モデル	68	7.3	アイコナールチャンネル結合方程式とその形式解	126
4.10	まとめ	70	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
第 5 章	アイコナール近似に基づく反応解析	71	7.6	流束の保存と S 行列のユニタリティ	139
5.1	散乱波のアイコナール近似計算	71	7.7	動的偏極ポテンシャル	140
5.2	アイコナール近似の成立条件	75	7.8	光学ポテンシャルの正体	143
5.3	ポテンシャルが散乱波に及ぼす影響	77	7.9	歪曲波ボルン近似	146
5.4	アイコナール近似と直線近似	81	7.10	まとめ	150
5.5	微分断面積の計算	84			

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ン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 ^8B 分解反応の記述 204
 - 10.4.1 3 体反応モデルとモデル空間 205
 - 10.4.2 チャンネル波動関数 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