

# 目 次

## 第1章 原子核の基本的性質

§ 1. 原子核の構成粒子と核種の名称	1
§ 2. 原子核の大きさ	4
2.1 原子核の大きさの導入	4
2.2 原子核の大きさ	5
§ 3. 原子核の質量	10
3.1 原子および原子核の質量	10
3.2 原子核の質量エネルギー	12
§ 4. 原子核質量の半実験公式	14
§ 5. 原子核の安定度	18
5.1 同重核の $\beta$ 崩壊の安定性	18
5.2 中性子の分離エネルギー	19
5.3 陽子の分離エネルギー	20
5.4 $\alpha$ 崩壊に対する安定性	21
§ 6. 原子核のスピン	21
§ 7. 原子核の磁気モーメント	23
7.1 軌道電子の磁気モーメント	23
7.2 陽子の磁気モーメント	24
7.3 中性子の磁気モーメント	25
7.4 原子核の磁気モーメント	26
§ 8. 電気四重極モーメント	29
§ 9. パリティ	33
§ 10. 原子核の従う統計	34
§ 11. 核 力	35

11.1 短距離力	36
11.2 交換力と飽和性	37
11.3 スピン依存性と非中心力	39
11.4 荷電独立性	39
11.5 固い芯	41
問 題	41

## 第2章 原子核の基本的性質の測定

§ 12. 原子核質量の測定	43
12.1 トムソンの放物線法	43
12.2 電場および磁場の集束作用	44
12.3 二重集束質量分析器の例	46
§ 13. 核モーメントの測定	48
13.1 測定法の原理	48
13.2 ラビーの磁気共鳴法	51
13.3 陽子の磁気モーメントの測定	52
13.4 核磁気共鳴法	54
13.5 重水素の電気四重極モーメント	55
問 題	56

## 第3章 放 射 能

§ 14. 放射能の発見と放射性元素の系列	57
§ 15. 放 射 線	59
15.1 $\alpha$ 線	59
15.2 $\beta$ 線	59
15.3 $\gamma$ 線	60
§ 16. 壊変の法則	60
§ 17. 崩壊数のゆらぎ	64

§ 18. 放射能および放射線量の単位	67
18.1 放射性物質の量を表わす単位	67
18.2 放射線量の単位	68
問 題	70

## 第4章 $\alpha$ 崩壊, $\beta$ 崩壊および $\gamma$ 線遷移

§ 19. $\alpha$ 崩 壊	73
19.1 ガイガー・スツタルの法則	73
19.2 核のクーロン障壁	74
19.3 $\alpha$ 崩壊の理論	76
19.4 $\alpha$ 線スペクトルの構造	81
§ 20. $\beta$ 崩 壊	83
20.1 $\beta$ 崩壊のエネルギー関係	83
20.2 $\beta$ 線スペクトルの構造	85
20.3 エネルギー保存則と中性微子	87
20.4 $\beta$ 崩壊理論の概要	88
20.5 中性微子の確認	90
20.6 中性微子の静止質量	91
§ 21. $\gamma$ 線	92
21.1 励起準位と $\gamma$ 線遷移	92
21.2 放射確率と選択規則	93
21.3 異 性 体	96
21.4 内部転換電子とオージェ電子	97
問 題	99

## 第5章 放射線と物質との相互作用

§ 22. クーロン電場による荷電粒子の弾性散乱	101
§ 23. 重心系と実験室系の関係	106

§ 24. 同種の粒子の衝突	108
§ 25. 多重散乱	109
§ 26. 重い荷電粒子のエネルギー損失	112
§ 27. 飛程	117
§ 28. エネルギー損失の揺動とその最確値	120
§ 29. 電子の物質通過と後方散乱	121
§ 30. 衝突による電子のエネルギー損失	123
§ 31. 電子の実用飛程	124
§ 32. 連続 $\beta$ 線の吸収	125
§ 33. 電子の放射損失	126
33.1 加速器における放射損失	127
33.2 物質中での放射損失	128
§ 34. $\gamma$ 線の物質通過	130
§ 35. 光電吸収	131
§ 36. コンプトン散乱	133
§ 37. 電子対創生	137
問 題	140

## 第6章 放射線検出器

§ 38. シンチレーション計数管	143
38.1 シンチレーション計数管の構成	143
38.2 蛍光体の発光機構	143
38.3 NaI(Tl)の $\gamma$ 線スペクトル	150
§ 39. 半導体検出器	152
39.1 半導体検出器のあらまし	152
39.2 p型およびn型半導体	153
39.3 半導体の特性	155
39.4 p-n接合	157

39.5 半導体検出器の原理	161
39.6 半導体検出器の種類	162
§ 40. 泡箱	164
40.1 泡箱の開発	164
40.2 原理と特性	165
40.3 泡箱の種類	166
§ 41. 放電箱	167
41.1 動作と特徴	167
41.2 放電の機構	168
§ 42. 原子核乾板	169
42.1 原子核乾板による飛跡の測定	169
42.2 乳剤の組成	170
42.3 荷電粒子の感光作用	170
42.4 現像および定着処理	171
問 題	172

## 第7章 原子核反応

§ 43. 原子核反応の分類と保存則	174
§ 44. 核反応の運動学	176
44.1 反応エネルギーと最小エネルギー	176
44.2 実験室系と重心系との関係	179
§ 45. 核反応機構の概要	180
45.1 複合核過程	181
45.2 直接過程	182
45.3 相互作用の時間と平均自由行程	183
45.4 複合核の崩壊	184
§ 46. 核反応断面積と準位幅	185
46.1 断面積	185

6	目 次	
46.2	準 位 幅	189
46.3	準位幅と断面積の関係	190
§ 47.	遅い中性子の捕獲と共鳴現象	190
47.1	1/ $v$ 法 則	190
47.2	共 鳴 現 象	191
§ 48.	ブライト・ウィグナーの1準位共鳴公式	192
§ 49.	速い中性子による核反応	194
49.1	中速中性子	195
49.2	速い中性子	195
§ 50.	荷電粒子および $\gamma$ 線による核反応	196
50.1	クーロン励起	196
50.2	${}^1_1\text{H}$ , $\alpha$ および ${}^3_2\text{H}$ による核反応	196
50.3	重イオンによる核反応	196
50.4	$\gamma$ 線による核反応	196
§ 51.	核 分 裂	198
51.1	核分裂と放出エネルギー	198
51.2	遅延中性子	199
51.3	核分裂のメカニズム	200
51.4	連鎖反応と原子炉	202
	問 題	203

## 第8章 加 速 器

§ 52.	バンデグラーフ加速器	205
§ 53.	線形加速器	208
§ 54.	電磁場内における荷電粒子の運動	210
54.1	静電磁場における運動方程式	210
54.2	磁場が時間的に変化するとき	212
§ 55.	サイクロトロン	214

	目 次	7
55.1	サイクロトロンの構造と加速原理	214
55.2	サイクロトロンの集束作用	215
§ 56.	ベータトロン	216
56.1	ベータトロンの加速原理と構造	216
56.2	集 束 性	217
§ 57.	シンクロトロン	220
57.1	シンクロ・サイクロトロン	220
57.2	AVF サイクロトロン	221
57.3	電子シンクロトロン	222
§ 58.	陽子シンクロトロン	223
	問 題	225
	問題の解答	227
	参 考 文 献	229
	索 引	231