

目 次

第 1 章 原子および原子核の物理学の発展

武 田

1.1	原 子 説	1
1.2	気体分子の運動	4
1.3	ブラウン運動	9
1.4	電気の原子的性質	12
1.5	陰 極 線	14
1.6	電子の確認	16
1.7	陽極線の発見	17
1.8	X 線の発見	18
1.9	放射能の発見	19
1.10	放射性元素の崩壊	21
1.11	原子核の存在	22
1.12	熱輻射, 量子論および量子力学	22
1.13	相対性原理	25
1.14	原子核の物理学と宇宙線の現象	26

第 2 章 原子物理学に使われる古典物理学

久 武

2.1	クーロンの静電力	29
2.2	双 極 子	32
2.3	荷電粒子の運動による電流	34
2.4	電流による磁界	34
2.5	電磁界内を運動する荷電粒子に働く力	39
2.6	荷電粒子の電磁界内での運動 (非相対論的運動)	40
	A. 一様な電界の場合	40
	B. 一様磁界内での運動	41

2.7	電磁誘導	42
2.8	マックスウェルの式	44
2.9	電磁波の輻射機構 (球面波の双極子輻射)	45
2.10	特殊相対論	49

第 3 章 量子論と量子力学

小 田

3.1	序 説	52
3.2	熱 輻 射	52
3.3	量子論の誕生と Planck の定数	54
3.4	光 電 効 果	55
	A. 現象の説明	55
	B. 実験結果の要約	55
	C. 光電効果に関する Einstein の理論	56
3.5	水素原子スペクトルと Bohr の理論	56
	A. 水素原子スペクトル	56
	B. Bohr の理論	58
3.6	Franck-Hertz の実験	62
3.7	古典力学の一般論に基いた量子条件の表現	63
3.8	Compton 効果と光子の粒子性	65
	A. Compton 効果	65
	B. Compton 散乱の実験	66
	C. Compton 効果の理論	66
3.9	粒子の波動性	67
3.10	不確定性原理と古典理論の限界	68
3.11	量子力学	70
	A. 序 説	70
	B. 量子力学の公理的な基礎(その 1)	71
	C. 個々の例	73
	D. 量子力学の公理的な基礎(その 2)	82

第 4 章 原子，分子の構造と光のスペクトル

小 田

4.1	序 説	86
4.2	原子スペクトル	86
	A. スペクトル系列	86
	B. スペクトルの微細構造	88
4.3	原子の構造 (その 1)	89
	A. 電子のスピン	90
	B. 電子の量子数	92
4.4	原子の構造 (その 2)	93
4.5	スピン関数	99
4.6	2 つの角運動量の合成	100
	A. 軌道角運動量とスピン角運動量の合成	100
	B. 2 つのスピン角運動量の合成	102
	C. 2 つの軌道角運動量の合成	103
4.7	一般原子の構造	103
	A. 一般原子の角運動量と量子数	103
	B. 多電子系の状態函数とその対称性	104
	C. 電子の統計と Pauli の排他律との関係	106
	D. 一般原子の状態函数	107
	E. 状態函数の項の分離へ及ぼす影響	108
4.8	分子の構造	109
	A. 水素分子の電子状態	109
	B. 核振動状態	111
	C. 核回転運動	112
	D. 水素分子のエネルギー準位と状態函数	112
4.9	電磁場の中の原子，分子	114
	A. 原子の磁気能率	114
	B. 磁場内の原子の磁気エネルギー	115

C. 不均一磁場による原子線の偏向	116
D. 原子核の磁気能率	117

第 5 章 X-線の性質とその応用

小 田

5.1 序 説	119
5.2 X-線の発生法	120
5.3 X-線発生の機構	121
5.4 X-線と物質の相互作用	123
A. X-線の減衰	123
B. 光電効果	124
C. X-線の散乱の一般論と Compton 散乱	125
D. 電子対創生	127
E. 物質の X-線に対する吸収係数	127
5.5 X-線による結晶の構造解析	128
A. 結晶における原子配列	128
B. X-線の結晶による回折の条件	129
C. Laue の像	130
D. Bragg の X-線分光計	131
E. Debye-Sherrer の粉末法	131

第 6 章 電子の性質とその応用

武田, 小田

6.1 序 説	132
6.2 電子電荷の測定	132
A. タウンゼンドの方法 (霧の方法)	132
B. ミリカンの油滴の方法	134
C. 結晶の格子定数からアボガドロの数を求め, フェラデー定数から e を求める方法	137
6.3 固体のなかの電子	138
6.4 電子源	139

A. 熱電子源	139
B. 光電子源	140
C. 放射性元素からの電子線	140
D. 加速器による電子線	141
E. 宇宙線中の電子	141
6.5 電場ならびに磁場による電子線の偏向	141
A. 静電場偏向	141
B. 静磁場偏向	142
6.6 電子幾何光学	142
A. 幾何光学と電子幾何光学の類似	142
B. 電子レンズ	143
6.7 電子計測機器	147
6.8 電子線回折による物質構造の研究	147

第 7 章 原子核の基本的性質

久 武

7.1 原子核の分類	150
7.2 原子核の質量	151
7.3 質量分析器	153
7.4 原子核の半径	158
7.5 原子核の角運動量とパリティ	159
7.6 原子核の磁気能率と四重極子能率	161
7.7 原子または分子線による磁気能率の測定法 (Rabi の方法)	164

第 8 章 放 射 能

久 武

8.1 放 射 能	168
A. 放射能の種類	168
B. 放射能崩壊の法則	169
C. 放射能の単位	172
8.2 α 崩 壊	173

8.3 γ 線	175
A. γ 線	175
B. γ 輻射の分類	176
C. γ 輻射の選択則	177
D. 内部変換	179
8.4 異性体	180
8.5 β 崩壊	181
A. β 崩壊	181
B. β 崩壊の理論	183
C. β 崩壊の半減期と ft 値	186

第9章 放射線の性質とその測定法

久 武

9.1 荷電粒子と物質との交互作用	188
9.2 電子の輻射損失	191
9.3 荷電粒子の飛程	193
9.4 荷電粒子の散乱	194
A. 重い荷電粒子の散乱	194
B. 電子の散乱	200
9.5 γ 線と物質との交互作用	201
A. 光電吸収	202
B. コンプトン散乱	203
C. 電子対の創生と消滅輻射	205
D. γ 線の全吸収断面積	206
9.6 放射線の検出法	208
A. 電離箱	208
B. 比例計数管	211
C. ガイガー計数管	212
D. シンチレーションカウンタ	214
E. チェレンコフ計数管	216

F. 霧箱	217
G. 原子核乾板	218
H. 泡箱	218

第 10 章 荷電粒子の加速装置

久 武

10.1 加速器の必要性	219
10.2 加速器の一般構造	219
A. イオン源	219
B. 電界による直線加速	221
C. 電界によるイオンの収束作用	221
D. ターゲット	221
10.3 Cockroft-Walton の加速器	222
10.4 バンドグラフ加速器 (静電加圧器またはベルト起電機)	223
10.5 線型加速器	225
10.6 サイクロトロン	227
10.7 シンクロサイクロトロン (FM サイクロトロン)	229
10.8 プロトンシンクロトロン	229
10.9 ベータートロン	230
10.10 電子シンクロトロン	232

第 11 章 原子核反応と核構造

小 田

11.1 序 説	234
11.2 核反応の基礎的事項	238
A. 核反応の運動学	238
B. 重心運動と相対運動	239
C. 反応断面積	241
D. 核反応の理論的な考え方 I, 古典力学的方法	242
E. 核反応の理論的な考え方 II, 量子力学的方法	243
F. 核反応の古典論的表現と量子力学的表現の比較対照	246

11.3	核粒子の二体問題	247
	A. 重陽子核	247
	B. 2つの核粒子の散乱	250
11.4	H^3 , He^3 , He^4 などの核の構造	253
11.5	一般の原子核の構造	255
11.6	高エネルギーの核粒子の散乱	257
11.7	原子核における殻構造	257
11.8	一般の原子核による反応	260
	A. 理論	260
	B. 核散乱, 核反応の2, 3の実験例とその解釈	263
	C. 高いエネルギーの中性子の全断面積	266
	D. 直接反応	267
	E. 光核反応	268

第12章 中性子の反応, 核分裂反応および原子炉の原理

武 田

12.1	中性子の発生法	270
	A. (α, n) 反応による中性子源	270
	B. (d, n) および (p, n) 反応による中性子源	270
	C. (γ, n) 反応による中性子源	272
12.2	中性子の性質	272
12.3	中性子のエネルギーによる分類	273
12.4	中性子の反応	247
	A. 放射捕獲反応	247
	B. (n, α) および (n, p) 反応	276
12.5	核分裂反応	276
	A. 核分裂反応の断面積	277
	B. 分裂生成物の分布	278
	C. 分裂破片の運動エネルギー	279
	D. 分裂反応で発生する中性子	279

E. 分裂反応による発生エネルギー	281
12.6 分裂反応の理論	282
A. 液滴模型と原子量の半実験的公式	282
B. 液滴の変形	283
C. 中性子による核分裂反応の断面積	286
12.7 核分裂の連鎖反応	287
A. 金属状天然ウランが分裂中性子で連鎖反応を起こすことが可能か？	287
B. U^{235} は分裂中性子で連鎖反応は可能か？	288
C. 金属状天然ウランは熱中性子で連鎖反応を起こすことが可能か？	288
12.8 原子炉の体系内における中性子の行動	288
12.9 原子炉理論のあらまし	291

第 13 章 熱的核反応と核融合装置

武 田

13.1 熱的核反応の概念	296
13.2 熱的核反応の条件	299
13.3 プラズマの反応区域の限定	300
13.4 核融合反応装置実現への試み	301
A. ピンチ効果による方法	301
B. ステラレータの方法	301
C. 磁気鏡の方法	302
D. DCX の方法	302
13.5 太陽エネルギーの発生	303

第 14 章 宇宙線と高エネルギーにおける原子核現象

小 田

14.1 序 説	305
14.2 宇宙線研究の進歩と素粒子の発見の歴史	305
A. 素 粒 子	305
B. 宇宙線の存在	305
C. 宇宙線の謎	306

D. 宇宙線の成分	306
E. 核力に伴う湯川粒子	306
F. μ -中間子	307
G. π -中間子	307
H. その後の素粒子の発見	308
I. 重粒子の発見	309
J. 一次宇宙線	309
14.3 高エネルギー加速器による研究	310
14.4 素粒子の性質	312
14.5 弱い相互作用におけるパリティの非保存性	313

補 足

1. Planck の輻射式 (p. 54 (3.4) 式) について	314
2. 状態遷移の確率に関する量子力学の公式	314
3. 原子核における回転準位	316
索引	1~9