

目 次

第 1 章 力 学

1.1	ニュートンの運動の 3 法則	1
1.2	重力場中の運動	1
1.2.1	落体の運動	1
1.2.2	放物体の運動	2
1.3	振 動	3
1.3.1	単振り子	3
1.3.2	減衰振動	4
1.3.3	強制振動	4
1.3.4	減衰がある場合の強制振動	5
1.4	運動量	5
1.4.1	運動量	5
1.4.2	力 積	6
1.5	角運動量と力のモーメント	6
1.5.1	角 運 動 量	6
1.5.2	力のモーメント	6
1.6	仕事 (仕事量, エネルギー)	6
1.6.1	仕 事	6
1.6.2	運動エネルギー	7
1.6.3	位置エネルギー (ポテンシャルエネルギー)	7
1.7	運動量, 角運動量および力学的エネルギー保存則	7
1.7.1	運動量保存則	7
1.7.2	角運動量保存則	7
1.7.3	力学的エネルギーの保存則	7
1.8	重心座標と相対座標	8
1.8.1	2 体 問 題	8
1.8.2	多体系の重心座標	8
1.9	中 心 力	8
1.9.1	中 心 力	8
1.9.2	惑星の運動	9
1.10	衝 突	11
1.10.1	1 次元の衝突	11
1.10.2	実験室系と重心系での散乱角	11

1. 10. 3	ラザフォード散乱	12
1. 11	運動している座標系での運動	13
1. 11. 1	並進運動	13
1. 11. 2	回転運動	13
1. 11. 3	フーコーの振り子	14
1. 12	慣性モーメント	14
1. 12. 1	固定軸のまわりの剛体の回転	14
1. 12. 2	重心を通る直線のまわりの慣性モーメント	15
1. 12. 3	慣性テンソルと慣性楕円体	15
1. 13	オイラーの運動方程式	17
1. 13. 1	固定点のある剛体の回転	17
1. 13. 2	オイラーの運動方程式	17
1. 14	つりあいとその安定, 不安定	18
1. 14. 1	質点のつりあい	18
1. 14. 2	剛体のつりあい	18
1. 14. 3	つりあいの安定, 不安定	18
1. 15	質量が変化する運動	19
1. 15. 1	運動方程式	19
1. 15. 2	霧の中での雨滴の落下	19
1. 15. 3	ロケットの打ち上げ	20
1. 16	仮想仕事の原理	20
1. 16. 1	仮想仕事の原理	20
1. 16. 2	ダランベールの原理	20
1. 17	ハミルトンの原理とラグランジュの運動方程式	20
1. 17. 1	ハミルトンの原理	20
1. 17. 2	ラグランジュの運動方程式	21
1. 17. 3	規準振動	21
1. 18	ハミルトンの正準方程式	22
1. 18. 1	ハミルトンの正準方程式	22
1. 18. 2	固定点をもつ対称こまの運動	23
1. 18. 3	正準変換	24
1. 18. 4	ハミルトン・ヤコビの偏微分方程式	24
1. 18. 5	モーペルチュイの最小作用の原理	25
1. 19	正準不変量	25
1. 19. 1	ポアンカレの積分不変量	25
1. 19. 2	ラグランジュのっこ式	26
1. 19. 3	ポアソンのっこ式	26
1. 20	荷電粒子の運動	27
1. 20. 1	ローレンツ力	27
1. 20. 2	一様な定磁場中での運動	27

1.20.3	一様な定電磁場中での運動	28
--------	--------------	----

第2章 弾性体の力学

2.1	変形とひずみテンソル	31
2.1.1	ひずみテンソル	31
2.1.2	変形	31
2.2	応力テンソル	32
2.3	フックの法則	33
2.3.1	フックの法則	33
2.3.2	応力テンソルとひずみテンソルの関係	34
2.3.3	側面を固定した変形	34
2.4	結晶の弾性定数	35
2.4.1	弾性定数テンソル	35
2.4.2	コーシーの関係	36
2.5	弾性体の変形	36
2.5.1	つりあいの条件	36
2.5.2	半無限弾性体	37
2.5.3	板の変形	38
2.5.4	膜の変形	38
2.5.5	棒の変形	39
2.5.6	弦の変形	40
2.6	弾性波	40
2.6.1	等方的な弾性体の場合	40
2.6.2	表面波	40
2.6.3	結晶の振動	41
2.6.4	板の振動	41
2.6.5	膜の振動	42
2.6.6	棒の振動	43
2.6.7	弦の振動	43

第3章 流体力学

3.1	静止流体	45
3.1.1	流体のつりあい	45
3.1.2	浮力, アルキメデスの原理	45
3.1.3	液体に浮ぶ物体のつりあいと安定	45
3.1.4	パスカルの原理	45
3.1.5	表面張力	45
3.1.6	毛細管現象	46
3.2	流体力学の基礎方程式	46
3.2.1	ラグランジュの方法とオイラーの方法	46

3.2.2	連続の方程式 (質量保存則)	46
3.2.3	運動方程式 (運動量保存則)	47
3.2.4	熱力学の第2法則	47
3.2.5	状態方程式	47
3.2.6	境界条件	48
3.2.7	渦 度	48
3.2.8	ポテンシャル流 (非回転流, 渦なしの流れ)	48
3.2.9	流れ I および循環 Γ	48
3.2.10	流体の運動エネルギー	49
3.2.11	エネルギー, 運動量, 角運動量定理	49
3.3	完全流体の力学	49
3.3.1	渦無し (非回転) 運動	49
3.3.2	ラプラスの方程式の解	49
3.3.3	ベルヌーイの定理の応用	50
3.3.4	2次元定常渦無し運動	50
3.3.5	複素ポテンシャル	51
3.3.6	複素ポテンシャルの例	51
3.3.7	ミルン・トムソンの円定理	52
3.3.8	物体の受ける作用	52
3.3.9	みかけの質量	53
3.3.10	等角写像の応用	53
3.3.11	3次元渦無し運動	54
3.3.12	ラグランジュあるいはヘルムホルツの渦定理	55
3.3.13	ケルビンの循環定理	55
3.3.14	わき出し分布と渦分布	55
3.3.15	安定なカルマン渦	56
3.3.16	カルマン渦による物体の抵抗	56
3.4	粘性流体の力学	56
3.4.1	粘 性	56
3.4.2	レイノルズ数, レイノルズの相似法則	56
3.4.3	ハーゲン・ポアズイユの法則	56
3.4.4	平板の間の流れ	57
3.4.5	共通の軸のまわりに回転する円柱の間の流れ	57
3.4.6	ナビエ・ストークスの方程式の近似	57
3.4.7	排除厚と運動量厚	58
3.4.8	平板に沿う境界層	58
3.4.9	物体の受ける抵抗	59
3.5	圧縮性流体 (高速気流) の力学	59
3.5.1	非回転高速気流の力学の基礎方程式	59
3.5.2	近 似 解 法	60

3.5.3	衝撃波	61
-------	-----	----

第4章 波動・音響

I 波動

4.1	波動方程式	63
4.2	特に重要な波動方程式の解	64
4.2.1	平面波	64
4.2.2	球面波	64
4.2.3	定常波	65
4.2.4	表面波	65
4.3	波の干渉	65
4.3.1	波の干渉	65
4.3.2	波束(群波), うなり	66
4.3.3	群速度	67
4.3.4	位相速度	67
4.4	波動の伝わり方	67
4.4.1	ホイヘンスの原理	67
4.4.2	ホイヘンス・フレネルの原理	67
4.4.3	波の反射および屈折	68
4.4.4	波のエネルギー密度	69

II 音響

4.5	音波	70
4.5.1	音波の波動方程式	70
4.5.2	音波のエネルギー	70
4.5.3	反射, 屈折	71
4.5.4	理想気体中の音速	72
4.5.5	ドップラー効果	72
4.5.6	ウェーバー・フェヒナーの経験法則	73
4.5.7	おもな音響単位	73
4.5.8	管内の規準振動	73
4.5.9	管内の強制振動	75

第5章 電磁気学

	電磁気学の単位	77
5.1	静電界	78
5.1.1	基礎的な諸量	78
5.1.2	静電界の基礎方程式	79
5.1.3	簡単な電荷分布による電界	79
5.1.4	静電気学のいくつかの問題	80

5.1.5	キャパシタンス	84
5.1.6	静電エネルギー	86
5.1.7	誘電体	87
5.2	静磁界	90
5.2.1	基礎的な諸量	90
5.2.2	磁性体	90
5.3	定常電流	92
5.4	定常電流のつくる磁界	93
5.4.1	定常電磁界の基礎方程式	95
5.4.2	磁気多重極	96
5.5	準定常電磁界, 電磁誘導	97
5.5.1	電磁誘導	97
5.5.2	インダクタンス	97
5.5.3	電磁エネルギー	101
5.6	マクスウェルの方程式	101
5.6.1	静止媒質中のマクスウェルの方程式	101
5.6.2	運動する媒質中のマクスウェルの方程式	104
5.7	電磁波	105
5.7.1	波動方程式	105
5.7.2	多重極による放射	107
5.7.3	一様な媒質中の電磁波	111

第6章 回路理論

6.1	回路理論	115
6.1.1	回路理論の基礎	115
6.1.2	インピーダンスとアドミタンス	116
6.1.3	交流	118
6.1.4	共振回路	120
6.1.5	ブリッジ	123
6.1.6	四端子回路	124
6.1.7	S-行列	126
6.2	真空管	127
6.2.1	真空管	127
6.2.2	無限平行板間の空間電荷制限電流	129
6.2.3	円柱電極間の電流	129
6.2.4	雑音	129
6.3	立体回路論	130
6.3.1	立体回路	130
6.3.2	伝送線, 導波管	131
6.3.3	空洞共振器	133

6.3.4	分布定数回路, 電信方程式	135
-------	---------------	-----

第 7 章 光 学

7.1	光の基本的性質	137
7.1.1	光速, 屈折率, 光学距離	137
7.1.2	フェルマーの原理	137
7.1.3	マリユス・デュパンの定理	137
7.1.4	光線の微分方程式	137
7.1.5	アイコナルまたはハミルトンの特性関数	138
7.1.6	幾何光学の基本法則	139
7.1.7	光波の基礎的性質	139
7.1.8	偏 光	139
7.1.9	光 の 強 さ	140
7.1.10	スネルの反射, 屈折の法則	140
7.1.11	フレネルの公式	141
7.1.12	反射率 R , 透過率 T , 偏光度 P	142
7.1.13	全 反 射	143
7.2	結像理論—ガウス光学 (近軸領域)	143
7.2.1	共 線 写 像	143
7.2.2	球面による結像 (近軸光線)	145
7.2.3	収 差	147
7.3	干 渉	147
7.3.1	光の強さと干渉	147
7.3.2	複光源の実験	148
7.3.3	等傾角の干渉 (平行板による縞, ハイディンガーの干渉)	149
7.3.4	等厚の干渉 (薄膜による縞, フィゾーの干渉)	149
7.4	回 折	150
7.4.1	キルヒホッフの回折理論	150
7.4.2	フラウンホーファー回折, フレネル回折	151
7.4.3	光学器械の分解能	155
7.5	結 晶 光 学	156
7.5.1	異方性媒質の光学的性質を表わす諸量	156
7.5.2	異方性媒質中の光の伝播に関するフレネルの公式	157

第 8 章 特殊相対論

8.1	相 对 性 原 理	159
8.2	変 換 式	159
8.3	電磁場の方程式	160
8.4	運動している物質中の電磁場と電流	162
8.5	ポインティングベクトルとマクスウェルの応力テンソル	163

8.6	相対論的力学	164
8.7	熱力学における変換	166

第9章 熱力学

9.1	熱力学の基礎法則	169
9.1.1	熱力学第1法則	169
9.1.2	熱力学第2法則	169
9.1.3	可逆サイクル, 不可逆サイクル	170
9.1.4	熱力学第3法則 (ネルンスト・プランクの定理)	170
9.2	熱力学関数	171
9.2.1	ルジャンドル変換	171
9.2.2	熱力学関数の定義	171
9.2.3	微分式	171
9.2.4	ギブス・デューエムの関係	171
9.2.5	その他の熱力学関数	172
9.3	熱力学の関係式	172
9.3.1	熱容量	172
9.3.2	圧縮率と熱膨張率	172
9.3.3	$(\partial x/\partial y)_z + (\partial x/\partial z)_y \cdot (\partial z/\partial y)_x = 0$ から得られる関係	173
9.3.4	マクスウェルの関係式 (相反定理)	173
9.3.5	状態量の2階微分から得られる関係	174
9.3.6	$(\partial w/\partial y)_x = (\partial w/\partial z)_x \cdot (\partial z/\partial y)_x$ から得られる関係	174
9.4	熱平衡の条件	174
9.4.1	安定な熱平衡	174
9.4.2	2相平衡 (P, T 一定)	174
9.4.3	ギブスの相律	174
9.4.4	熱力学不等式 I	174
9.4.5	熱力学不等式 II	175
9.4.6	熱力学不等式の物理的解釈	175
9.5	状態方程式: $f(p, V, T) = 0$ または $U = U(V, T)$	176
9.5.1	理想気体	176
9.5.2	混合理想気体	176
9.5.3	ファン・デル・ヴァールスの状態方程式	176
9.5.4	ビリアル展開	177
9.5.5	ジュール・トムソン効果	177
9.6	種々の体系	178
9.6.1	境界面	178
9.6.2	誘電体	179
9.6.3	磁性体	180
9.6.4	熱放射	182

9.6.5	弾 性 体	182
9.6.6	相 転 移	182
9.7	非可逆過程の熱力学：一般論	183
9.7.1	エントロピーのつりあい	183
9.7.2	局 所 平 衡	184
9.7.3	保 存 則	184
9.7.4	エントロピー生成	186
9.7.5	一般化された力と流束	186
9.7.6	現象論的な線型理論	186
9.7.7	キュリーの原理	187
9.7.8	オンサーガーの相反定理	187
9.7.9	最小エントロピー生成の原理	187
9.8	確 率 過 程	188
9.8.1	ウィーナー・ヒンチンの定理	188
9.8.2	因 果 律	189
9.8.3	クラマース・クロネツヒの関係	189
9.8.4	揺動散逸定理	190
9.8.5	ブラウン運動	192
9.8.6	アインシュタインの関係	193
9.8.7	フォッカー・プランクの方程式	193
9.9	輸 送 現 象	194
9.9.1	熱 拡 散	194
9.9.2	熱 電 効 果	196

第10章 統計力学

10.1	分 子 運 動 論	199
10.1.1	マクスウェルの速度分布	199
10.1.2	理想気体の状態方程式	199
10.1.3	エネルギー等分配則	199
10.1.4	マクスウェル・ボルツマン分布(またはボルツマン分布)	200
10.1.5	ボルツマン方程式	200
10.1.6	H 定 理	200
10.2	統計力学の一般論	201
10.2.1	リュウビルの定理	201
10.2.2	ミクロカノニカル集団(または小正準集団)	201
10.2.3	状態密度と状態数	202
10.2.4	エルゴード定理	202
10.2.5	孤立系のエントロピー	202
10.2.6	カノニカル集団(または正準集団)	203
10.2.7	カノニカル集団における熱力学関数	203

10.2.8	グランド・カノニカル集団 (または大正準集団, $T-\mu$ 分布).....	204
10.2.9	グランド・カノニカル集団における熱力学関数.....	204
10.2.10	定圧正準集団 ($T-p$ 分布).....	205
10.2.11	ゆ ら ぎ.....	205
10.2.12	鞍点法 (ファウラー・ダーウィンの方法).....	206
10.3	基礎的な例題.....	206
10.3.1	理想気体.....	206
10.3.2	調和振動子.....	207
10.3.3	2原子分子の回転運動.....	207
10.3.4	一様な電場中の有極性分子.....	207
10.3.5	重力場における理想気体.....	208
10.3.6	理想フェルミ気体.....	208
10.3.7	理想ボース気体.....	209
10.3.8	古典的極限.....	209
10.4	密度行列.....	209
10.4.1	密度行列の定義.....	209
10.4.2	q (位置)-表示における密度行列の表現.....	210
10.4.3	位相空間分布.....	211
10.4.4	ブロッホ方程式.....	211
10.4.5	径路積分の方法.....	211
10.5	応 用.....	212
10.5.1	気体の粘性率.....	212
10.5.2	不完全気体.....	212
10.5.3	ボース・アインシュタイン凝縮.....	215
10.5.4	液 体.....	215
10.5.5	アイジングモデル.....	216
10.5.6	合金の秩序無秩序転移.....	217

第11章 物 理 化 学

11.1	化学平衡.....	219
11.1.1	質量作用の法則, 平衡定数.....	219
11.1.2	平衡定数と標準自由エネルギー.....	220
11.1.3	平衡定数の温度変化.....	220
11.2	化学反応.....	221
11.2.1	反応速度.....	221
11.2.2	逐次反応.....	221
11.2.3	連鎖反応 (逐次反応の1種).....	221
11.2.4	反応速度と温度.....	222
11.2.5	反応の衝突理論.....	222

11.2.6	活性錯合体理論	223
11.2.7	キルヒホッフの法則	223
11.3	稀薄溶液	223
11.3.1	ギブスの自由エネルギー	223
11.3.2	溶媒相の接触	224
11.3.3	2相間の蒸気圧の溶解による変化	224
11.3.4	2相間の転移温度の溶解による変化	224
11.3.5	溶質に関する平衡	225
11.3.6	浸透圧	225
11.4	電解質	225
11.4.1	電離平衡	225
11.4.2	デバイ・ヒュッケルの理論	225
11.4.3	電気伝導率	226
11.4.4	ファラデーの電離法則	226
11.4.5	可逆電池	226
11.5	界面現象	227
11.5.1	溶液による吸着	227
11.5.2	固体表面における吸着	227

第12章 量子力学

12.1	量子力学の基礎	229
12.2	簡単なポテンシャルの場合の解	233
12.2.1	自由粒子	233
12.2.2	調和振動子 (1次元)	233
12.2.3	井戸型ポテンシャル (1次元)	234
12.2.4	1次元障壁ポテンシャル	234
12.2.5	2体問題	235
12.2.6	球対称ポテンシャル	236
12.2.7	クーロン・ポテンシャル	237
12.2.8	電場, 磁場中の運動	239
12.2.9	ヘルマン・ファイマンの定理	241
12.2.10	ビリアル定理	241
12.3	角運動量	241
12.3.1	角運動量	241
12.3.2	軌道角運動量	242
12.3.3	スピン角運動論	242
12.3.4	角運動量の合成 $\mathbf{j}_1 + \mathbf{j}_2 = \mathbf{j}$	242
12.3.5	ベクトル演算子の行列要素	243
12.4	摂動論 (定常状態)	243
12.4.1	レーリー・シュレーディンガーの摂動論	243

12.4.2	ブリルアン・ウィグナー展開	246
12.5	変分法	246
12.5.1	レーリー・リッツの方法	246
12.5.2	変分法の例: He 型原子の基底状態	247
12.5.3	基底状態のエネルギーの上限, 下限	247
12.6	W.K.B. 法	248
12.6.1	適用条件	248
12.6.2	波動関数	248
12.7	摂動が時間を含む場合の近似法	249
12.7.1	定数変化法	249
12.7.2	断熱近似	252
12.8	散乱	252
12.8.1	弾性散乱	253
12.8.2	散乱の一般論	260
12.8.3	非弾性散乱	263
12.9	相対論的波動方程式	265
12.9.1	クライン・ゴルドンの波動方程式(スピン 0)	265
12.9.2	ディラックの方程式 (スピン 1/2)	265
12.10	第 2 量子化	268
12.10.1	フェルミ粒子	268
12.10.2	ボース粒子	268
12.10.3	波動場の量子化	269
12.11	放射場と粒子の相互作用	270
12.11.1	古典論	270
12.11.2	量子論	272
12.11.3	光の散乱	274
12.11.4	光電効果 (非相対論的)	276

第 13 章 原子・分子

I 原 子

13.1	L - S またはラッセル・ソーンダース結合	279
13.2	j - j 結合	279
13.3	中間結合	280
13.4	電子間の磁氣的相互作用	280
13.4.1	スピン軌道相互作用	280
13.4.2	スピンスピン相互作用	280
13.4.3	軌道軌道相互作用	280
13.4.4	スピン他軌道相互作用	281
13.5	電子と原子核との相互作用	281
13.5.1	核磁気モーメントとの相互作用	281

13.5.2	核の多重極モーメントとの相互作用	281
13.6	電磁場中の原子	282
13.6.1	光の吸収, 放出	282
13.6.2	振動子強度	283
13.6.3	ゼーマン効果	284
13.6.4	パッシュェン・バック効果	284
13.6.5	シュタルク効果	284
13.6.6	常磁性帯磁率	284
13.6.7	反磁性帯磁率	285
13.6.8	分極率	285
13.7	原子波動関数を求めるための近似法	285
13.7.1	ハートリーの方程式	285
13.7.2	ハートリー・フォックの方程式	285
13.7.3	トーマス・フェルミの方程式	287

II 分子

13.8	断熱近似	287
13.9	水素分子の波動関数とエネルギー	288
13.9.1	ハイトラー・ロンドン法	288
13.9.2	分子軌道法	290
13.10	ベンゼンの LCAO 分子軌道	291
13.11	混成軌道	292
13.12	正8面体場における d 準位の分裂	293
13.13	多原子分子の振動状態	293
13.14	モースのポテンシャル	294
13.15	分子の回転状態	294
13.15.1	線型分子	294
13.15.2	対称こま型分子	295

第14章 固体論

14.1	結晶の種類, 結晶構造	297
14.1.1	結晶構造	297
14.1.2	イオン結晶の結合エネルギー	299
14.2	格子振動	300
14.2.1	2種類の原子の1次元鎖	300
14.2.2	一般論	300
14.2.3	ブリルアン帯	301
14.2.4	振動数分布, ヴァン・ホーヴェの特異点	303
14.2.5	格子比熱	304
14.2.6	熱膨張	305
14.3	周期場内の電子	306

14.3.1	ブロッホ関数	306
14.3.2	ワニア関数	306
14.3.3	$k \cdot p$ 摂動法	307
14.3.4	種々の近似法	307
14.3.5	波束の運動方程式, 有効質量	309
14.4	摂動を受けた周期場内の電子	310
14.4.1	有効質量近似	310
14.4.2	ワニア関数を使う方法	313
14.5	周期場内の多電子系	313
14.5.1	状態密度	313
14.5.2	金属の自由電子論	313
14.5.3	電子フォノン相互作用	317
14.6	半 導 体	319
14.6.1	真性半 導 体	319
14.6.2	p型, n型半 導 体	320
14.7	回 折	322
14.7.1	X線回折	322
14.7.2	中性子線回折	323
14.8	磁性 (主に化合物の)	324
14.8.1	常 磁 性	324
14.8.2	スピン系のハミルトニアン	324
14.8.3	分子場近似による強磁性理論	325
14.8.4	分子場近似による反強磁性理論	326
14.8.5	スピン波近似による強磁性理論	327
14.8.6	スピン波近似による反強磁性理論	328
14.8.7	異方性エネルギーの例	329
14.9	誘 電 性	329
14.9.1	局 所 電 流	329
14.9.2	誘電率と分極率	330
14.9.3	分極率の種類と結晶	330
14.10	電磁場と物質の相互作用	331
14.10.1	分散の一般論	331
14.10.2	金属の光吸収	332
14.10.3	絶縁体における分散	332
14.10.4	磁 気 共 鳴	333

第 15 章 原子核・場の理論

I 原 子 核

15.1	原子核の性質	335
15.1.1	原子核の大きさと質量欠損	335

15.1.2	ワイゼッカーの半実験的質量公式	335
15.1.3	核 種	336
15.2	核 力	336
15.3	散乱 (低エネルギー散乱)	337
15.3.1	陽子の原子核による散乱	337
15.3.2	有効距離近似	337
15.4	放射 性 崩 壊	338
15.4.1	放射性元素の系列	338
15.4.2	崩壊の法則	338
15.4.3	アルファ崩壊	339
15.4.4	ベータ崩壊	339

II 場の理論

15.5	場の古典論	341
15.6	場の量子化	342
15.6.1	電磁場	342
15.6.2	スピン0の中性粒子の場 (中性スカラー場)	345
15.6.3	スピン0の荷電粒子の場 (複素スカラー場)	346
15.6.4	ディラック粒子の場	347
15.6.5	放射場との相互作用	348

付 録

I ベクトルとテンソル

I.1	極性ベクトル, 軸性ベクトル	351
I.2	ベクトル演算に関する公式 (1)	351
I.3	ベクトル演算に関する公式 (2)	351
I.4	ガウスの定理	352
I.5	ストークスの定理	352
I.6	グリーンの定理	352
I.7	スカラーポテンシャルとベクトルポテンシャル	353
I.8	遅延ポテンシャル	353
I.9	ベクトル演算に関する公式 (3)	353
I.10	ベクトルの反変成分, 共変成分	353
I.11	クリストッフェルの3指標記号	354
I.12	直交曲線座標での $\text{grad}, \text{div}, \text{rot}$	354
I.13	対称テンソルの主値と主方向	355
I.14	テンソル2次曲面	356
I.15	テンソルの積分公式	356
I.16	反変, 共変, 混合テンソル	356
I.17	測地線	357

II 行 列

II. 1	定 義	358
II. 2	行列の乗法	358
II. 3	単位行列, 零行列	358
II. 4	行列の直積	358
II. 5	行列式	359
II. 6	逆行列, 余因子	359
II. 7	行列の対角和	359
II. 8	行列の対称性	360
II. 9	主な行列の種類	360
II. 10	行列の変換	360
II. 11	対角行列への変換	360
II. 12	2次形式(エルミート形式)と主軸変換	361
II. 13	行列の対称性と固有値	361
II. 14	グラム・シュミットの直交化の方法	361
II. 15	行列の関数	362
II. 16	ジョルダンの標準形	362
II. 17	半正值形式, 正值形式	362
II. 18	シルベスターの慣性則	362

III 特 殊 関 数

III. 1	ガンマ関数	363
III. 1. 1	定 義	363
III. 1. 2	諸 公 式	363
III. 1. 3	特 別 な 値	363
III. 1. 4	近似式と漸近展開	363
III. 2	ウェータ関数	364
III. 2. 1	定 義	364
III. 2. 2	諸 公 式	364
III. 2. 3	特 別 な 値	364
III. 2. 4	漸 近 展 開	364
III. 2. 5	積 分 表 示	364
III. 3	楕円関数	365
III. 3. 1	sn, cn, dn 関数	365
III. 3. 2	諸 公 式	365
III. 3. 3	特 別 な 値	366
III. 3. 4	楕円関数の周期	366
III. 3. 5	楕 円 積 分	366
III. 3. 6	特 別 な 値	366
III. 3. 7	展 開	366
III. 4	エルミートの多項式	367

Ⅲ. 4. 1	定 義	367
Ⅲ. 4. 2	微分方程式	367
Ⅲ. 4. 3	母関数展開	367
Ⅲ. 4. 4	漸化式	367
Ⅲ. 4. 5	特別な値	367
Ⅲ. 4. 6	直交関係	367
Ⅲ. 4. 7	具体的な形	367
Ⅲ. 4. 8	積分表示	367
Ⅲ. 5	ラゲールの多項式および陪多項式	368
Ⅲ. 5. 1	定 義	368
Ⅲ. 5. 2	微分方程式	368
Ⅲ. 5. 3	母関数展開	368
Ⅲ. 5. 4	漸化式	368
Ⅲ. 5. 5	特別な場合	368
Ⅲ. 5. 6	直交関係	368
Ⅲ. 5. 7	具体的な形	368
Ⅲ. 5. 8	積分公式	368
Ⅲ. 6	ルジャンドルの多項式および陪多項式	369
Ⅲ. 6. 1	定 義	369
Ⅲ. 6. 2	微分方程式	369
Ⅲ. 6. 3	母関数展開	369
Ⅲ. 6. 4	漸化式	369
Ⅲ. 6. 5	特別な値	369
Ⅲ. 6. 6	直交関係	369
Ⅲ. 6. 7	具体的な形	369
Ⅲ. 7	合流型超幾何関数	370
Ⅲ. 7. 1	定 義	370
Ⅲ. 7. 2	微分方程式	370
Ⅲ. 7. 3	独立な解	370
Ⅲ. 7. 4	変数変換	370
Ⅲ. 7. 6	漸化式	370
Ⅲ. 7. 6	積分表示	370
Ⅲ. 7. 7	漸近形	371
Ⅲ. 7. 8	積分公式	371
Ⅲ. 7. 9	特別な関数の $F(a, b; z)$ による表示	372
Ⅲ. 8	球ベッセル関数	372
Ⅲ. 8. 1	定 義	372
Ⅲ. 8. 2	微分方程式	373
Ⅲ. 8. 3	漸化式	373
Ⅲ. 8. 4	初等関数による表示	373

Ⅲ. 8. 5	具体的な形	374
Ⅲ. 8. 6	近似式および漸近形	374
Ⅲ. 8. 7	積分表示	374
Ⅲ. 9	球面調和関数	374
Ⅲ. 9. 1	l の定義	374
Ⅲ. 9. 2	球面調和関数 $Y_{lm}(\theta, \Phi)$ の定義	375
Ⅲ. 9. 3	微分方程式	375
Ⅲ. 9. 4	直交関係	375
Ⅲ. 9. 5	パリティ	375
Ⅲ. 9. 6	複素共役	375
Ⅲ. 9. 7	漸化式	375
Ⅲ. 9. 8	具体的な形	375
Ⅲ. 9. 9	加法定理	376
Ⅲ. 9. 10	平面波の展開	376
Ⅲ. 9. 11	$1/r_{ij}, e^{ikr_{ij}}/r_{ij}$ の展開	376

IV 回転とその演算子, 群

IV. 1	回 転	377
IV. 1. 1	回転をあらわす行列	377
IV. 1. 2	回転の積	377
IV. 1. 3	回転の記述の2通りの方法	377
IV. 1. 4	オイラー角	377
IV. 1. 5	無限小回転の演算子	378
IV. 1. 6	回転を表わす演算子	378
IV. 1. 7	回転の表現行列	378
IV. 1. 8	クレプシュ・ゴルダン係数	379
IV. 1. 9	球関数と回転	380
IV. 1. 10	既約なテンソル演算子 $T_q^{(k)}$	380
IV. 1. 11	$C_q^{(k)}$ の行列要素	380
IV. 1. 12	表現行列と対称こま型分子の回転運動の波動関数	383
IV. 2	群	384
IV. 2. 1	群の定義	384
IV. 2. 2	群の表現	384
IV. 2. 3	指 標	384
IV. 2. 4	点群と character table	384
IV. 2. 5	表現の簡約	385

V その他の公式

V. 1	δ 関数	392
V. 1. 1	定 義	392
V. 1. 2	δ 関数の表示	392

V.1.3	δ 関数の性質	392
V.1.4	微分	392
V.1.5	諸公式	392
V.1.6	ζ 関数の定義	393
V.1.7	ζ 関数の表示	393
V.1.8	ζ 関数の性質	393
V.1.9	δ, θ のフーリエ変換	393
V.2	交換しない演算子	393

索引