

目 次

第1編 電 磁 界

第1章 電磁界の基礎的法則

§ 1. 電 磁 界	1
1.1 ローレンツの力	1
1.2 磁界の性質	2
§ 2. 電気量の保存	4
§ 3. マクスウェルの方程式	5
§ 4. ベクトルポテンシャルとスカラーポテンシャル	8
§ 5. 電磁界のエネルギーとポインティングベクトル	9
§ 6. マクスウェルの応力と電磁界の運動量	11
6.1 マクスウェルの応力	11
6.2 電磁界の運動量	13
6.3 電磁波の輻射圧	14
§ 7. マクスウェルの方程式と相対性理論	14
7.1 ローレンツ変換	15
7.2 相対性理論と運動方程式	17
7.3 相対性理論とマクスウェルの方程式	19

第2章 静 電 界

§ 8. ポアソンの方程式とクーロンの法則	22
8.1 ポアソンの方程式	22
8.2 クーロンの法則	23
8.3 直線電荷による電界	24
§ 9. 電気双極子	25
9.1 双極子	25

2	目 次	
9.2	多重極と不均一電界	25
9.3	電気二重層	28
§ 10.	プラズマ中の電荷分布	28
§ 11.	導体系	31
11.1	導体表面の電界	31
11.2	導体系	31
11.3	導体球の自己容量係数	32
11.4	静電しゃへい	33
§ 12.	静電界のエネルギー, 導体にはたらく力	34
12.1	静電界のエネルギー	34
12.2	導体にはたらく力	34
12.3	電位計	35
§ 13.	ラプラスの方程式	37
13.1	直角座標による変数分離の方法	37
13.2	球座標による変数分離の方法	38
13.3	一様な電界中の導体球	39
§ 14.	鏡像法	40
14.1	平面導体による鏡像	40
14.2	導体球による鏡像	41
§ 15.	コンデンサー	43
15.1	コンデンサー	43
15.2	平行平板コンデンサー	44
15.3	同心球コンデンサー	44
15.4	同軸円筒コンデンサー	44
15.5	平行円柱コンデンサー	45
§ 16.	中性な導体球の間の力, 分子間力	46
16.1	導体球の間の力	46
16.2	分子間力	48

	目 次	3
	第3章 定常電流と磁界	
§ 17.	定常電流と磁界	50
17.1	定常電流のベクトルポテンシャル	50
17.2	ビオ・サバールの法則	50
17.3	無限に長い直線電流による磁界	51
17.4	円形電流による磁界	52
17.5	単層円筒ソレノイド	53
§ 18.	回路系	54
§ 19.	磁界のエネルギー, 電流にはたらく力	55
19.1	磁界のエネルギー	55
19.2	電流にはたらく力	56
19.3	磁界のエネルギーと電流にはたらく力	57
§ 20.	インダクタンス	60
20.1	内部インダクタンス	60
20.2	同軸円筒ケーブルのインダクタンス	61
20.3	ソレノイドの自己インダクタンス	61
20.4	二つの同軸ソレノイドの相互インダクタンス	62
§ 21.	分布定数回路	63
§ 22.	磁気双極子	65
22.1	磁気双極子	65
22.2	磁位	67
	第4章 電 磁 波	
§ 23.	遅延ポテンシャル	69
§ 24.	振動する双極子による電磁界	71
§ 25.	運動する点電荷による電磁界	75
§ 26.	電磁波の散乱	77
26.1	球による散乱	77
26.2	濁り度	79
26.3	原子による散乱	79

4	目 次	
26.4	散乱波の角度分布	80
§ 27.	ハイゲンスの原理, 電磁気学と光学	82
27.1	ハイゲンスの原理	82
27.2	フレネル帯	84
27.3	電磁気学と光学	85
27.4	幾何光学	86
§ 28.	平 面 波	88
28.1	波動方程式	88
28.2	自由な空間の音波	89
28.3	線路に沿って伝わる波	90
§ 29.	自由空間の平面電磁波	92
§ 30.	導体に沿って伝わる電磁波	94
30.1	2枚の平行な平面導体の間の波	95
30.2	導体に沿って伝わる波の一般的考察	96
30.3	ケーブルの主モード	98
30.4	導波管	99
§ 31.	空洞共振器	102
§ 32.	熱 輻 射	104
32.1	熱輻射	104
32.2	プランクの法則	105
32.3	輻射場の熱力学	107
32.4	抵抗体の熱雑音	108
第5章 荷電粒子の運動		
§ 33.	荷電粒子の運動	110
33.1	電磁界中の荷電粒子の運動	110
33.2	サイクロイド運動	111
33.3	質量分析器	112
§ 34.	加 速 器	113
34.1	静電界によって加速する方法	113

	目 次	5
34.2	誘導電界によって加速する方法	114
34.3	交流電界によって多段に加速する方法	116
§ 35.	粒子線の収束, 電子レンズ	117
35.1	電子レンズ	117
35.2	ブラウン管	120
35.3	電子顕微鏡	121
§ 36.	電子管	122
36.1	二極真空管の特性	123
36.2	増幅作用	124
§ 37.	気体の放電	125
37.1	放電の開始	125
37.2	グロー放電とアーク放電	127
§ 38.	気体プラズマ	129
38.1	プラズマの温度	129
38.2	プラズマ振動	129
38.3	電磁流体力学	130
§ 39.	波と粒子の相互作用	132

第2編 物質中の電磁界

第6章 物質中の電磁界

§ 40.	物質中の電磁界	135
40.1	微視場と巨視場	135
40.2	分極電荷と磁化電流	136
40.3	物質中のマクスウェル方程式	138
40.4	$E-B$ 対応と $E-H$ 対応	139
40.5	磁 荷	139
§ 41.	導体, 誘電体, 磁性体	140
第7章 導 体		
§ 42.	オームの法則	144

42.1	オームの法則とホール効果	144
42.2	導体中の電荷	147
42.3	熱伝導率と導電率	149
§ 43.	導電率の諸因子による変化	149
43.1	温度変化	150
43.2	電界による変化, 抵抗の非オーム性	150
43.3	磁界による変化	152
43.4	ひずみによる変化	153
§ 44.	定常電流の場合	153
44.1	電流の分布	153
44.2	抵抗	154
§ 45.	ジュール熱	155
45.1	ジュール熱	155
45.2	最小発熱の原理	156
§ 46.	起電力	158
46.1	起電力	158
46.2	電磁界による起電力	159
46.3	起電力の例	159
46.4	回路理論	160
§ 47.	表皮効果	161
47.1	表皮効果	161
47.2	$\sqrt{\omega\sigma\mu}r \gg 1$ のばあい	162
47.3	$\sqrt{\omega\sigma\mu}r \ll 1$ のばあい	163
§ 48.	うず電流	163
48.1	うず電流	163
48.2	$\sqrt{\omega\sigma\mu}r \ll 1$ のばあい	164
48.3	$\sqrt{\omega\sigma\mu}r \gg 1$ のばあい	165
§ 49.	導体中の電磁波	165
49.1	導体中の電磁波	165

49.2	導体表面での電磁波の反射	167
49.3	導電率の周波数変化	168
§ 50.	導体の表面	169
50.1	表面電位と接触電位差	169
50.2	摩擦帯電	171
50.3	電子放射	172
50.4	導体と液体との界面	173
第8章 誘電体		
§ 51.	分極・誘電率	176
51.1	分極	176
51.2	誘電率に影響する諸因子	177
§ 52.	誘電体の界面	177
52.1	誘電体の界面	177
52.2	一様な電界の中におかれた誘電体球	178
§ 53.	不均一系の誘電率	180
53.1	層状不均一系	181
53.2	分散系	181
§ 54.	分極の機構	183
54.1	分極の機構	183
54.2	光学分極	183
54.3	赤外分極	184
54.4	双極子の配向	186
§ 55.	局所場	189
55.1	局所場	189
55.2	ローレンツ局所電界	190
55.3	分子間の相関	192
55.4	水の誘電率	194
§ 56.	誘電体のエネルギー	195
56.1	誘電体のエネルギー	195

56.2	電歪効果	196
56.3	水和	196
56.4	誘電体の熱力学	197
§ 57.	強誘電体	199
57.1	自発分極	199
57.2	強誘電体の熱力学	200
57.3	分域構造	203
§ 58.	誘電率の異方性	205
58.1	結晶の誘電率	205
58.2	結晶中の電磁波	206
58.3	ファラデー効果	207
58.4	旋光性物質	209
58.5	電界による誘電率の変化	210
58.6	ひずみによる誘電率の変化	211
§ 59.	変化する電界の中の誘電体	212
59.1	共鳴分散	212
59.2	誘電緩和	213
59.3	吸収電流と緩和現象	215
§ 60.	電磁波の反射と屈折	219
60.1	波の反射と透過	219
60.2	垂直入射のばあいの電磁波の反射と透過	221
60.3	反射防止膜	221
60.4	電磁波の斜め入射	222
60.5	全反射	223
§ 61.	誘電体中の電磁波の散乱	225
61.1	誘電体球による電磁波の散乱	225
61.2	一様な誘電体中の電磁波の散乱	227
61.3	散乱波のスペクトル	230

第9章 磁性体

§ 62.	磁性	233
§ 63.	原子の磁気モーメント	234
63.1	電子の軌道運動による磁気モーメント	234
63.2	電子スピン磁気モーメント	235
63.3	原子の磁気モーメント	235
63.4	核スピン磁気モーメント	236
§ 64.	磁化の機構	237
64.1	軌道電子の反磁性	237
64.2	原子の常磁性	238
64.3	伝導電子の磁性	240
§ 65.	強磁性	241
65.1	自発磁化	241
65.2	磁区と履歴現象	243
§ 66.	反磁界	244
§ 67.	磁石と磁気回路	246
67.1	永久磁石	246
67.2	電磁石	248
67.3	磁気回路	249
§ 68.	磁性体のエネルギー	250
68.1	磁性体のエネルギー	250
68.2	断熱消磁	251
68.3	磁性体が一様でない磁界から受ける力	252
§ 69.	磁気共鳴と磁気緩和	253
69.1	磁気共鳴	253
69.2	磁気緩和	256

第3編 電磁界と他の自由度との結合系

第10章 結合系の一般論

§ 70. 熱力学	259
70.1 熱力学の第1法則	259
70.2 熱力学ポテンシャル	260
70.3 平衡状態の物質定数	261
70.4 熱平衡の条件	261
70.5 非可逆過程	262
§ 71. 静的結合系	263
71.1 静的結合系	263
71.2 熱膨張	265
71.3 高次の静的結合系	265
§ 72. 動的結合系	266
72.1 動的結合系	266
72.2 オンセイジャーの相反定理	267
§ 73. 結合系によるエネルギー変換	268
73.1 静的結合系のばあい	268
73.2 効 率	269
73.3 動的結合系のばあい	270
第11章 静的結合系	
§ 74. 静電的電気機械変換器	274
74.1 静電変換	274
74.2 交流動作	275
§ 75. 圧電性	276
75.1 圧電性	276
75.2 圧電結晶振動子	278
75.3 超音波干渉計	281
§ 76. 電歪と磁歪	283

76.1 電歪と磁歪	283
76.2 磁歪素子の交流動作	284
§ 77. 焦電気, 断熱消磁などによる電磁気・熱エネルギー変換	285
第12章 動的結合系	
§ 78. 電磁的電気機械変換	287
78.1 電磁的変換	287
78.2 動コイル形スピーカー	287
78.3 検流計	289
§ 79. 熱電効果	290
79.1 熱電効果	290
79.2 熱電冷却	292
79.3 熱電対	292
79.4 熱電子発電	293
§ 80. 電 池	294
80.1 拡散電流現象	294
80.2 濃淡電池	296
80.3 化学電池	297
参 考 書	301
付 録	303
1. 電磁気学の単位系	303
2. 電磁気量の単位の換算	306
3. 電磁気学に関係あるおもな研究の年代	307
4. 重要な物理定数	313
5. 数学公式	314
6. 物理学における各種の効果	317
7. 電磁波の分類	319
問題の解答およびヒント	321
索 引	331