

目 次

1. 特殊相対性理論

1.1 慣性系	2
1.2 特殊相対性理論	4
A. 光速度不変の原理	4
B. 特殊相対性理論	5
1.3 4次元時空（ミンコフスキー空間）	8
1.4 ローレンツ変換	12
1.5 相対論的力学	15

2. 電磁場の古典論

2.1 マクスウェルの電磁理論	20
A. エネルギー保存則	22
B. 運動量保存則	24
2.2 ポテンシャルとゲージ	26
A. ローレンツ・ゲージ	28
B. クーロン・ゲージ	29
2.3 マクスウェル方程式の共変性	30
2.4 輻射場と調和振動子	34
2.5 直線偏光と円偏光	41
2.6 古典論における輻射場と物質との相互作用	43

3. 相互作用がない場合のディラック方程式

3.1 クライン・ゴルドンの波動方程式	46
3.2 ディラック方程式	49

3.3	ディラックのガンマ行列の性質	52
3.4	ディラック方程式の相対論的不変性	56
3.5	ディラック方程式の平面波解	60
3.6	角運動量とディラック方程式の球面波解	68

4. 電磁場がある場合のディラック方程式

4.1	電磁場がある場合のディラック方程式	77
4.2	非相対論的近似	80
4.3	水素原子の相対論的取り扱い	83
4.4	空孔理論と荷電共役理論	89
A.	Dirac の空孔理論	89
B.	荷電共役理論	92

5. 場の量子論

5.1	輻射場の量子化	95
5.2	Dirac 場の量子化	103
A.	相互作用がない場合	103
B.	電子と光子との相互作用	110
5.3	時間を含む摂動論	111

6. 光子と物質との相互作用

6.1	輻射場と物質との相互作用	117
A.	原子からの光の放出	119
B.	光の吸収	122
6.2	双極輻射	124
6.3	電気的双極輻射に対する選択則	127
6.4	電子による光の散乱	133
6.5	多重極遷移	138
6.6	ゼーマン効果	144

7. コンプトン散乱

7.1	コンプトン散乱のための摂動計算	147
7.2	コンプトン散乱の遷移行列要素	152
7.3	コンプトン散乱の散乱断面積	156

付 録

A	3次元ベクトルの演算記号	163
B	γ 行列とトレース	165
B.1	γ 行列の代数	165
B.2	γ 行列のトレース	167
C	双一次共変量	170
D	粒子数表現	173
D.1	粒子数表現	173
D.2	生成および消滅演算子	176
a	ボーズ粒子	176
b	フェルミ粒子	178
D.3	粒子数表現での物理量	180
D.4	場の演算子	183
D.5	場の演算子を用いたハミルトニアンと運動方程式	185
D.6	第2量子化一場の量子化	187
索引		191