

# INHALTSVERZEICHNIS

## Vorwort

### 1. KAPITEL: Die Dirac-Gleichung

1.1 Formulierung einer relativistischen Quantentheorie . . .	13
1.2 Erste Versuche . . . . .	15
1.3 Die Dirac-Gleichung . . . . .	18
1.4 Nichtrelativistischer Grenzfall . . . . .	22
Aufgaben . . . . .	26

### 2. KAPITEL: Lorentz-Kovarianz der Dirac-Gleichung

2.1 Kovariante Form der Dirac-Gleichung . . . . .	27
2.2 Nachweis der Kovarianz . . . . .	29
2.3 Raumspiegelung . . . . .	36
2.4 Bilineare Kovarianten . . . . .	37
Aufgaben . . . . .	38

### 3. KAPITEL: Lösungen der Dirac-Gleichung für freie Teilchen

3.1 Ebene Wellen . . . . .	39
3.2 Projektionsoperatoren für Energie und Spin . . . . .	44
3.3 Physikalische Interpretation der freien Lösungen und Wellenpakete . . . . .	47
Aufgaben . . . . .	55

### 4. KAPITEL: Die Foldy-Wouthuysen-Transformation

4.1 Einleitung . . . . .	56
4.2 Transformation für freie Teilchen . . . . .	57
4.3 Die allgemeine Transformation . . . . .	58
4.4 Das Wasserstoffatom . . . . .	63
Aufgaben . . . . .	72

### 5. KAPITEL: Löcher-Theorie

5.1 Das Problem der Lösungen mit negativer Energie . . . . .	74
5.2 Ladungskonjugation . . . . .	77
5.3 Vakuum-Polarisation . . . . .	81
5.4 Zeitumkehr und andere Symmetrien . . . . .	82
Aufgaben . . . . .	86

**6. KAPITEL : Propagator-Theorie**

6.1 Einleitung	88
6.2 Der nichtrelativistische Propagator	88
6.3 Formale Definition und Eigenschaften der Greensfunktionen	94
6.4 Der Propagator in der Positron-Theorie	100
Aufgaben	109

**7. KAPITEL : Anwendungen**

7.1 Coulomb-Streuung von Elektronen	111
7.2 Spurbildung mit Dirac-Matrizen; der Coulomb-Wirkungsquerschnitt bei Mitteilung über die Spins	115
7.3 Coulomb-Streuung von Positronen	118
7.4 Elektronstreuung an einem Dirac-Proton	120
7.5 Korrekturen höherer Ordnung zur Elektron-Proton-Streuung	128
7.6 Bremsstrahlung	133
7.7 Compton-Streuung	140
7.8 Paarvernichtung zu Gammastrahlen	145
7.9 Elektron-Elektron- und Elektron-Positron-Streuung	149
7.10 Streuung polarisierter Elektronen	153
Aufgaben	159

**8. KAPITEL : Korrekturen höherer Ordnung zur Streumatrix**

8.1 Elektron-Positron-Streuung in vierter Ordnung	161
8.2 Vakuum polarisation	166
8.3 Benormierung der äußeren Photonlinien	174
8.4 Selbstmasse des Elektrons	175
8.5 Renormierung des Elektron-Propagators	177
8.6 Die Vertex-Korrektur	180
8.7 Die Lamb-shift	191
Aufgaben	190

**9. KAPITEL : Die Klein-Gordon-Gleichung**

9.1 Einleitung	191
9.2 Der Propagator für Klein-Gordon-Teilchen	201
9.3 Einführung der elektromagnetischen Potentiale	201
9.4 Streuamplituden	20
9.5 Streuprozesse niedriger Ordnung	20
9.6 Prozesse höherer Ordnung	20

9.7 Der nichtrelativistische Grenzfall der Klein-Gordon-Gleichung und seine Interpretation . . . . .	213
Aufgaben . . . . .	221
<b>10   KAPITEL : Nichtelektromagnetische Wechselwirkungen</b>	
10.1 Einleitung . . . . .	223
10.2 Starke Wechselwirkungen . . . . .	224
10.3 Der Isotopenspin-Formalismus . . . . .	235
10.4 Erhaltene Ströme . . . . .	240
10.5 Näherungsrechnungen; Nukleon-Nukleon-Streuung . . . . .	241
10.6 Meson-Nukleon Streuung . . . . .	245
10.7 Projektionsoperatoren für Isospin und Drehimpuls . . . . .	248
10.8 Wirkungsquerschnitte für die Pion-Nukleon-Streuung . . . . .	251
10.9 Die elektromagnetische Struktur der Mesonen und Nukleonen . . . . .	255
10.10 Schwache Wechselwirkungen . . . . .	261
10.11 Der Beta-Zerfall . . . . .	262
10.12 Zweikomponenten-Theorie des Neutrinos . . . . .	273
10.13 Der Myon-Zerfall . . . . .	276
10.14 Der Pion-Zerfall . . . . .	280
10.15 Zweierlei Neutrinos . . . . .	284
10.16 Die Hypothese der Vektorstrom-Erhaltung . . . . .	286
10.17 Näherungsweise Erhaltung der Axialvektor-Kopplung . . . . .	290
Aufgaben . . . . .	295
<b>ANHANG A : Notation</b>	
Orts- und Impulskoordinaten . . . . .	298
Dirac-Matrizen und Spinoren . . . . .	299
Spuren und Identitäten mit $\gamma$ -Matrizen . . . . .	301
<b>ANHANG B :</b>	
Regeln für Feynman-Graphen . . . . .	303
Spinor-Elektrodynamik . . . . .	305
Elektrodynamik eines Bosons mit Spin Null . . . . .	3 0 6
$\gamma_5$ -Meson-Nukleon-Streuung . . . . .	306
Elektrodynamik eines Bosons mit Spin Eins . . . . .	307
Sachregister . . . . .	309