

Elementare Quantenfeldtheorie

von

Dr. Ernest M. Henley

Prof. für Physik

University of Washington

und

Dr. Walter Thirring

Vorstand des Institutes für

Theoretische Physik, Universität Wien



Bibliographisches Institut Mannheim/Wien/Zürich
B. I. - Wissenschaftsverlag

INHALTSVERZEICHNIS

ERSTER TEIL: FREIE FELDER

KAPITEL I – <i>Einführung</i> –	11
1.1. Die Beziehung zwischen Quantenfeldtheorie und klassischer Feldtheorie	11
1.2. Kette aus schwingenden Atomen	12
1.3. Schwingende kontinuierliche Kette	15
KAPITEL II – <i>Der harmonische Oszillator</i> –	19
2.1. Eigenwerte von H	19
2.2. Eigenschaften der Eigenzustände von H	21
2.3. Zeitabhängigkeit der Bewegung	23
KAPITEL III – <i>Gekoppelte Oszillatoren</i> –	31
3.1. Eigenwerte des Hamiltonoperators	31
3.2. Quantenhafte Erscheinungen	34
3.3. Dynamische Aspekte	35
KAPITEL IV – <i>Felder</i> –	38
4.1. Kontinuierlich gekoppelte Oszillatoren	38
4.2. Herleitung von Feldgleichungen aus einer Lagrangefunktion	45
KAPITEL V – <i>Observablen</i> –	51
5.1. Energie, Impuls und Drehimpuls	51
5.2. Die Parität	58
5.3. Teilchenzahl und Teilchendichte	60
5.4. Lokale Observablen	62
KAPITEL VI – <i>Zustände</i> –	67
6.1. Das Vakuum und Einteilchenzustände	67
6.2. Zweiteilchenzustände	73
6.3. Vielteilchenzustände	75
KAPITEL VII – <i>Innere Freiheitsgrade</i> –	81
7.1. Felder mit zwei inneren Freiheitsgraden	81
7.2. Drei und mehr Freiheitsgrade	87

ZWEITER TEIL: LÖSBARE WECHSELWIRKUNGEN

KAPITEL VIII – <i>Allgemeine Orientierung</i> –	93
8.1. Feldgleichungen	93
8.2. Quantisierung	98
8.3. Streu- und Wellenmatrix	101
KAPITEL IX – <i>Statische Quelle</i> –	107
9.1. Interpretation einer statischen Quelle	107
9.2. Die Energie eines gekoppelten Systems	109
9.3. Die Beziehung zwischen nackten und physikalischen Zuständen	112
9.4. Fluktuationen des Feldes	116
9.5. Mehrere Quellen	117
KAPITEL X – <i>Erzeugung von Teilchen</i> –	120
10.1. Allgemeine Bemerkungen	120
10.2. Spezielle Beispiele	124
KAPITEL XI – <i>Klassische Paartheorie</i> –	129
11.1. Allgemeine Bemerkungen	129
11.2. Gebundene Zustände	134
11.3. Verhalten der Wellenmatrix Ω	137
11.4. Streuung	141
KAPITEL XII – <i>Quantenmechanische Paartheorie</i> –	145
12.1. Quantisierungsrelationen im Beisein eines gebundenen Zustandes	145
12.2. Streuung	147
12.3. Energie als Funktion der asymptotischen Felder	153
12.4. Virtuelle Teilchen	157
KAPITEL XIII – <i>Das Lee-Modell: Zustände mit $Q = \pm 1/2$</i> –	163
13.1. Einführung	163
13.2. Vertauschungsrelationen und Bewegungsgleichungen	165
13.3. Physikalische Nukleonen	168
13.4. Streuzustände	170
13.5. Vollständigkeit	171
13.6. Phasenverschiebung	175

KAPITEL XIV – <i>Das Lee-Modell: Zustände mit $Q = -\frac{3}{2}$</i> – . . .	179
14.1. Streuung; Die Lowgleichung	179
14.2. Die $\pi^- + n$ -Streuung	182
14.3. Verhalten von $T(k)$ für niedrige und hohe Energien . . .	187

DRITTER TEIL: PIONPHYSIK

KAPITEL XV – <i>Einführung</i> –	194
15.1. Das statische Modell	194
15.2. Vertauschungsrelationen und Bewegungsgleichungen . . .	201
15.3. Vergleich mit anderen Modellen	206
KAPITEL XVI – <i>Allgemeine Züge des statischen Modells</i> – . . .	210
16.1. Klassische Behandlung der stationären Bewegung	210
16.2. Klassische Behandlung der Streuung	217
16.3. Quantenmechanische Behandlung des statischen Modells	221
KAPITEL XVII – <i>Der Grundzustand</i> –	226
17.1. Exakte Resultate	226
17.2. Störungstheorie	231
17.3. Tamm-Dancoff-Näherung	233
17.4. Die mittlere Kopplungsnäherung von Tomonaga	235
17.5. Die starke Kopplungsnäherung	243
17.6. Numerische Methoden	248
KAPITEL XVIII – <i>Pionstreuung</i> –	250
18.1. Einführung	250
18.2. Die Streumatrix	251
18.3. Eigenschaften der Streumatrix	253
18.4. Elastische Streuung im Limes niedriger und hoher Energien	256
18.5. Die Diagonalisierung der T -Matrix	258
18.6. Beziehung von Low-Gleichungen zum Experiment . . .	263
18.7. Näherungslösung der Low-Gleichung	266
18.8. Zusammenfassung	271

KAPITEL XIX – <i>Eigenschaften des Nukleons</i> –	276
19.1. Der Erwartungswert des Feldes	276
19.2. Der Grundzustandserwartungswert von Observablen	277
19.3. Renormierungskonstanten und andere Parameter des statischen Modells	280
19.4. Die Selbstenergie des Nukleons	282
19.5. Ladungs- und Stromverteilung des physikalischen Nukleons	283
KAPITEL XX – <i>Elektromagnetische Phänomene</i> –	293
20.1. Beiträge zu den Ladungs- und Stromoperatoren	293
20.2. Die Erzeugungsamplitude	297
20.3. Allgemeine Eigenschaften des Streuquerschnittes	305
20.4. Vergleich mit dem Experiment	308
20.5. Comptonstreuung	312
KAPITEL XXI – <i>Kernkräfte</i> –	313
21.1. Klassische Berechnung der nuklearen Wechselwirkungs- energie	313
21.2. Quantenmechanische Darstellung des Potentials	317
21.3. Vergleich mit dem Experiment	320
21.4. Abschließende Bemerkungen	322
ANHANG	324
VERZEICHNIS DER VERWENDETEN SYMBOLE	327
REGISTER	333