

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort

11. KAPITEL: Allgemeiner Formalismus

| | | |
|------|---|----|
| 11.1 | Konsequenzen einer Beschreibung durch lokale Felder . . . | 14 |
| 11.2 | Der kanonische Formalismus und das Quantisierungsverfahren für Teilchen | 16 |
| 11.3 | Kanonischer Formalismus und Quantisierung von Feldern . | 22 |
| 11.4 | Symmetrien und Erhaltungssätze | 28 |
| 11.5 | Andere Formulierungen | 34 |
| | Aufgaben | 34 |

12. KAPITEL: Das Klein-Gordon-Feld

| | | |
|------|---|----|
| 12.1 | Quantisierung und Teilcheninterpretation | 36 |
| 12.2 | Symmetrie der Zustände | 42 |
| 12.3 | Meßbarkeit des Feldes und Mikrokausalität | 43 |
| 12.4 | Vakuum-Fluktuationen | 45 |
| 12.5 | Das geladene Skalarfeld | 46 |
| 12.6 | Der Feynman-Propagator | 50 |
| | Aufgaben | 52 |

13. KAPITEL: Zweite Quantisierung des Dirac-Feldes

| | | |
|------|--|----|
| 13.1 | Die Quantenmechanik n geladener Teilchen | 53 |
| 13.2 | Die Teilchendarstellung für Fermionen | 55 |
| 13.3 | Die Dirac-Theorie | 63 |
| 13.4 | Entwicklungen im Impulsraum | 65 |
| 13.5 | Relativistische Kovarianz | 71 |
| 13.6 | Der Feynman-Propagator | 72 |
| | Aufgaben | 74 |

14. KAPITEL: Quantisierung des Elektromagnetischen Feldes

| | | |
|------|--|----|
| 14.1 | Einleitung | 75 |
| 14.2 | Quantisierung | 76 |
| 14.3 | Kovarianz des Quantisierungsverfahrens | 80 |
| 14.4 | Entwicklungen im Impulsraum | 81 |

| | |
|---|----|
| 14.5 Der Spin des Photons | 84 |
| 14.6 Der Feynman-Propagator für transversale Photonen . . . | 85 |
| Aufgaben | 87 |

15. KAPITEL : Wechselwirkende Felder

| | |
|---|-----|
| 15.1 Einleitung | 90 |
| 15.2 Die elektromagnetische Wechselwirkung | 90 |
| 15.3 Lorentz- und Translationsinvarianz | 94 |
| 15.4 Entwicklungen im Impulsraum | 96 |
| 15.5 Die Selbstenergie des Vakuums; Normalordnung | 97 |
| 15.6 Andere Wechselwirkungen | 106 |
| 15.7 Symmetrie-Eigenschaften der Wechselwirkungen | 102 |
| 15.8 Starke Wechselwirkungen von Pi-Mesonen und Nukleonen . | 105 |
| 15.9 Symmetrien der seltsamen Teilchen | 107 |
| 15.10 Diskrete Symmetrietransformationen | 114 |
| 15.11 Parität | 114 |
| 15.12 Ladungskonjugation | 119 |
| 15.13 Zeitumkehr | 125 |
| 15.14 Das ICP-Theorem | 130 |
| Aufgaben | 134 |

16. KAPITEL: Vakuumerwartungswerte und S-Matrix

| | |
|---|-----|
| 16.1 Einleitung | 136 |
| 16.2 Eigenschaften physikalischer Zustände | 136 |
| 16.3 Die Konstruktion von In-Feldern und In-Zuständen; die Asymptotenbedingung | 139 |
| 16.4 Die Spektraldarstellung für den Vakuumerwartungswert von Kommutator und Propagator eines Skalarfeldes | 144 |
| 16.5 Die Out-Felder und Out-Zustände | 148 |
| 16.6 Definition und allgemeine Eigenschaften der S-Matrix . . . | 150 |
| 16.7 Die Reduktionsformel für skalare Felder. | 153 |
| 16.8 In- und Out-Felder und Spektraldarstellung in der Dirac- Theorie | 157 |
| 16.9 Die Reduktionsformel für Dirac-Felder | 166 |
| 16.10 In- und Out-Zustände und die Reduktionsformel für Pho- tonen | 169 |
| 16.11 Die Spektraldarstellung für Photonen | 172 |
| 16.12 Der Zusammenhang von Spin und Statistik | 177 |
| Aufgaben | 179 |

17. **KAPITEL: Störungstheorie**

| | | |
|-------|---|-----|
| 17.1 | Einleitung | 180 |
| 17.2 | Die U-Matrix | 181 |
| 17.3 | Die Störungsreihe für die t-Funktionen und die S-Matrix | 185 |
| 17.4 | Das Wicksche Theorem | 187 |
| 17.5 | Graphische Darstellung | 191 |
| 17.6 | Vakuum-Amplituden | 194 |
| 17.7 | Spin und Isotopenspin; n-Meson-Nukleon-Streuung | 195 |
| 17.8 | II-II-Streuung | 199 |
| 17.9 | Regeln für Graphen der Quantenelektrodynamik | 204 |
| 17.10 | Die Abstrahlung weicher Photonen von einer klassischen Stromverteilung; die Infrarotkatastrophe | 208 |
| | Aufgaben | 213 |

18. **KAPITEL : Dispersionsrelationen**

| | | |
|-------|---|-----|
| 18.1 | Die Kausalität und die Kramers-Krönig Relation | 215 |
| 18.2 | Anwendung auf die Hochenergiephysik | 219 |
| 18.3 | Analytische Eigenschaften von Vertexgraphen in der Störungstheorie | 221 |
| 18.4 | Verallgemeinerung auf beliebige Graphen und Analogie zu elektrischen Stromkreisen | 225 |
| 18.5 | Schwellensingularitäten für den Propagator | 232 |
| 18.6 | Singularitäten eines allgemeinen Graphen und die Landau-Bedingungen | 237 |
| 18.7 | Die analytische Struktur von Vertexgraphen; Anomale Schwellen | 241 |
| 18.8 | Dispersionsrelationen für eine Vertexfunktion | 248 |
| 18.9 | Singularitäten von Streuamplituden. | 252 |
| 18.10 | Anwendung auf die Pion-Nukleon-Streuung in Vorwärtsrichtung | 260 |
| 18.11 | Axiomatische Herleitung der Dispersionsrelationen für Pion-Nukleon-Streuung in Vorwärtsbewegung. | 271 |
| 18.12 | Dynamische Berechnungen der Pion-Pion-Streuung mit Hilfe von Dispersionsrelationen | 277 |
| 18.13 | Die Elektromagnetische Struktur des Pions | 287 |
| | Aufgaben | 291 |

19. **KAPITEL: Renormierung**

| | | |
|------|--|-----|
| 19.1 | Einleitung | 293 |
| 19.2 | Eigentliche Selbstenergie- und Vertexteile und der Elektron-Positron-Kern | 294 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 19.3 | Integralgleichungen für die Selbstenergie- und Vertexteile . . | 300 |
| 19.4 | Integralgleichungen für die t-Funktionen und den Kern K; Skelettgraphen | 303 |
| 19.5 | Ein topologischer Satz | 308 |
| 19.6 | Die Ward-Identität | 309 |
| 19.7 | Definition der Renormierungskonstanten und Renormierungs- Vorschrift | 313 |
| 19.8 | Zusammenfassung: Die renormierten Integralgleichungen . | 319 |
| 19.9 | Analytische Fortsetzung und intermediäre Renormierung . | 322 |
| 19.10 | Divergenzgrad und Konvergenzkriterium | 327 |
| 19.11 | Beweis, daß die renormierte Theorie endlich ist | 341 |
| 19.12 | Beispiel: Ladungsrenormierung in vierter Ordnung | 356 |
| 19.13 | Theorem über die Compton-Streuung bei kleinen Energien . | 369 |
| 19.14 | Asymptotisches Verhalten der Feynman-Amplituden . . . | 376 |
| 19.15 | Die Renormierungsgruppe | 381 |
| | Aufgaben. | 389 |

ANHANG A: Notation

| | |
|---|-----|
| Orts- und Impulskoordinaten | 391 |
| Dirac-Matrizen und Spinoren | 392 |
| Spuren und Identität mit γ -Matrizen | 394 |

ANHANG B: Regeln für Feynman-Graphen

| | |
|---|-----|
| Graphenregeln | 395 |
| Spinorelektrodynamik | 397 |
| Elektrodynamik eines Bosons mit Spin Null | 398 |
| γ_5-Meson-Nukleon-Streuung | 399 |
| Elektrodynamik eines Bosons mit Spin Eins | 400 |

| | |
|--|-----|
| ANHANG C : Kommutator- und Propagatorfunktionen | 402 |
|--|-----|

| | |
|---------------------|-----|
| Sachregister | 406 |
|---------------------|-----|