Inhaltsverzeichnis

Seite

I. Der Ausgangspunkt der Quantentheorie 1
§ 1. Einleitung 1
§ 2. Das Bohrsche Modell und seine Ausgestaltung 4
a) Klassische Theorie des Wasserstoffatoms 4
b) Quantisierung der Kreisbahnen 5
c) Die Ellipsenbahnen 7
§ 3. Der Dualismus Welle-Korpuskel 10
a) Die Lichtquanten 10
b) Die Materiewellen 14
§ 4. Grundlagen einer Wellentheorie der Materie 15
§ 5. Die Schrödinger-Gleichung des Einkörperproblems 22
a) Stationärer Fall 22
b) Nichtstationärer Fall 23
c) Realitätsverhältnisse 26
d) Wellenpaket und Unschärferelation 27

II. Das Einkörperproblem in der Schrödingerschen Theorie 30
§ 6. Das Wasserstoffatom 30
§ 7. Näherungsverfahren: Die Störungsmethode 38
a) Beschreibung der Störungsmethode 38
b) Anwendung auf die Alkaliatome 42
c) Störung entarteter Eigenwerte 45
§ 8. Näherungsverfahren: Variationsprinzip 48
a) Die Methode 48
b) Das Wasserstoffatom als Beispiel 51
c) Das Wasserstoffmolekül-Ion als Beispiel 54
§ 9. Streuung im Zentralfeld 62
a) Die Partialwellenmethode 63
b) Die Bornsche Näherung 69
c) Streuung im Coulomb-Feld 74
§ 10. Integralgleichungsmethoden zur Behandlung von Streuproblemen . 78
a) Allgemeine Theorie für Zentralkräfte 78
b) Schwingersches Variationsprinzip 82
c) Gestaltunabhängige Näherung 85
d) Nichtseparierbare Systeme 88
§ 11. Übergang zur klassischen Mechanik 90
§ 12. Weiterer Ausbau der allgemeinen Theorie 97
§ 13. Der Drehimpuls 111
§ 14. Magnetisches Feld 118
a) Die Hamilton-Funktion für elektromagnetische Kräfte 118
b) Erweiterung der Schrödinger-Gleichung auf das Magnetfeld . . . 120
c) Die Impulsdichte für das elektromagnetische Feld 121
d) Theorie des normalen Zeeman-Effektes 122

Seite

III. Das Mehrkörperproblem in der Schrödingerschen Theorie 124

§ 15. Aufstellung der Wellengleichung 124

§ 16. Schwerpunkt 128

a) Separation der Schwerpunktsbewegung 129

b) Zweikörperproblem 130

§ 17. Das Heliumatom im Grundzustand 134

a) Die Heisenbergsche Näherung 134

b) Verbesserte Variationsverfahren 137

§ 18. Austauschentartung 140

§ 19. Homöopolare Bindung 150

a) Die *s*-*s*-Bindung 151

b) Die *s*-*p*-Bindung 158

c) Zusammenwirken mehrerer Elektronen des gleichen Atoms . . . 162

§ 20. Die Kernbewegung in Molekülen 165

a) Die Näherung von BORN und OPPENHEIMER 165

b) Die Bewegung der Kerne 169

§ 21. Mehrere Teilchen im Zentralfeld 174

a) Formulierung des Problems 174

b) Zusammensetzung zweier Drehimpulse 176

IV. Die geometrisch-algebraische Formulierung der Quantenmechanik . . . 182

§ 22. Einführung des Hilbert-Raumes 182

§ 23. Einbeziehung der Zeit in die Theorie 194

§ 24. Aufbau der Quantenmechanik für stationäre Zustände 199

§ 25. Der harmonische Oszillator 209

a) Matrizenmethode 209

b) Koordinatenfreie Formulierung im Hilbert-Raum 212

c) Zusammenhang mit der Schrödingerschen Theorie 216

§ 26. Die Drehimpulssätze 218

a) Vertauschungsrelationen 218

b) Drehinvarianz 220

c) Entartung und Matrixdarstellung 223

§ 27. Teilchen im Zentralfeld 227

a) Drehimpulssätze 227

b) Energiestufen im Coulomb-Feld 232

§ 28. Zeitabhängige Probleme 235

a) Die Schrödinger-Darstellung 235

b) Die Heisenberg-Darstellung 237

§ 29. Ein Beispiel zur Störungstheorie 241

a) Behandlung im Schrödinger-Bild 241

b) Behandlung im Heisenberg-Bild 245

c) Behandlung im Wechselwirkungsbild 246

V. Unrelativistische Spintheorie. Pauli-Prinzip 250

§ 30. Einführung des Spins 250

a) Grundbegriffe 250

b) Einführung des Spinraumes 251

c) Die Pauli-Matrizen 254

d) Transformationstheorie im Spinraum 258

Seite

§ 31. Ein Elektron im Zentralfeld 263
a) Eigenfunktionen des Gesamtdrehimpulses 263
b) Feinstruktur 268
c) Magnetisches Moment 271
d) Zeeman-Effekt 276

§ 32. Potentialstreuung mit Spin-Bahn-Kopplung 278
a) Ebene Welle von Fermionen. Polarisation 278
b) Streukinematik 280
c) Streulängen. Optisches Theorem 283

§ 33. Spinformalismus für zwei Fermionen. Pauli-Prinzip 286

§ 34. System aus zwei Fermionen 290
a) Eigenfunktionen der Spinoperatoren von zwei Fermionen . . . 290
b) Zwei gleichartige Fermionen, zwischen denen eine Zentralkraft besteht 292

§ 35. Vielteilchenproblem und Fermi-Statistik 295
a) Klassische Statistik und Quantenstatistik 295
b) Der Grundzustand des Fermi-Gases 297
c) Angeregte Zustände, Fermi-Statistik 300
d) Die spezifische Wärme der Leitungselektronen 306
e) Die Periodizität des Gitters 309
f) Das Atommodell von THOMAS und FERMI 313

VI. Quantentheorie der Vorgänge 314

§ 36. Allgemeine Theorie der Prozesse 314

§ 37. Strahlungslose Prozesse 325
a) Elastische Streuung als Prozeß 325
b) Unelastische Streuung 327

§ 38. Störung durch eine Lichtwelle 333
a) Wechselwirkung mit einer Lichtwelle 333
b) Photoeffekt 335
c) Dispersion des Lichtes 341

VII. Relativistische Quantenmechanik 344

§ 39. Hamiltonsche Form der klassischen Relativitätsmechanik 344

§ 40. Ansätze zur Quantisierung der relativistischen Mechanik 351
a) Problemstellung 351
b) Der Ansatz von SCHRÖDINGER 352
c) Der Ansatz von DIRAC 355

§ 41. Die Klein-Gordon-Gleichung 358
a) Eichinvarianz 358
b) Unrelativistischer Grenzfall 359
c) Erhaltungssätze. Physikalische Deutung der Wellenfunktion . . 360
d) Zentralkraft. Feinstruktur 363

§ 42. Der algebraische Aufbau der Diracschen Theorie 366

§ 43. Lorentz-Invarianz der Diracschen Gleichung und Erhaltungssätze . 373
a) Nachweis der Invarianz. Dirac-Spinoren 373
b) Spinorkovarianten 376
c) Erhaltungssatz der Ladung 381

Seite

d) Drehimpuls und Spin 383
e) Feldtheoretische Behandlung 387
§ 44. Ladungskonjugation. Spiegelsymmetrie 392
a) Ladungskonjugation 392
b) Spiegelungen 395
§ 45. Die Diracsche Gleichung im kräftefreien Fall 398
a) Ebene Wellen 398
b) Zustände negativer Energie 403
§ 46. Das Kleinsche Paradoxon 405
§ 47. Zentralkraftfeld nach der Diracschen Theorie 413
a) Eigenfunktionen des Drehimpulses 413
b) Zentralkraftfeld 414
c) Kepler-Problem 417
§ 48. Die Foldy-Wouthuysen-Transformation. Unrelativistischer und extrem relativistischer Grenzfall 424
a) Problemstellung 424
b) Die Foldy-Wouthuysen-Transformation im kräftefreien Fall . . 426
c) Die Foldy-Wouthuysen-Transformation im elektromagnetischen Feld 429
d) Helizität. Theorie des Neutrinos 432

Sachverzeichnis 438