

W. Franz

Quantentheorie

Mit 38 Abbildungen



Springer-Verlag Berlin · Heidelberg · New York 1970

Inhalt

Einleitung

I. Erfahrung, Evolution und Revolution in der physikalischen Wissenschaft	1
II. Entstehung der Quantenphysik	4

Kapitel I. Heuristische Einführung in die Quantentheorie

§ 1. Die Prinzipien der klassischen Mechanik	9
§ 2. Geodätische Linien	10
§ 3. Dynamik eines abgeschlossenen Systems wechselwirkender Massenpunkte	13
§ 4. Offenes Einteilchen-System	17
§ 5. Eichtransformationen	20
§ 6. Invarianzen und Erhaltungssätze	21
§ 7. Zusammenhang zwischen klassischer Wirkung und quantenmechanischer Phase	25
§ 8. Fokussierung von Elektronenstrahlen	30
§ 9. Beugung am Doppelspalt, Indeterminismus	36
§ 10. Schrödinger-Gleichung	41
§ 11. Erwartungswerte für physikalische Größen	44
§ 12. Eigenwerte, Messung und Voraussage	50
§ 13. Impulsverteilung, Fourierscher Integralsatz	52
§ 14. Hauptachsen im Raum der Wellenfunktionen	57
§ 15. Quantenmechanische Bewegungsgleichung	63

Kapitel II. Prinzipien der Quantentheorie

§ 16. Hilbert-Raum der Quantenzustände	67
§ 17. Eigenvektoren und Projektionen	72
§ 18. Koordinaten-Transformationen im Hilbert-Raum	77
§ 19. Uneigentliche Hilbert-Vektoren	80
§ 20. Lineare Transformationen des Hilbert-Raums	83
§ 21. Information und Voraussage, Statistischer Operator	84
§ 22. Änderung der Information	89
§ 23. Bedeutung des Wortes „Zustand“ in der klassischen und in der Quantenmechanik	94

§ 24. Grundprinzipien der Quantentheorie	96
§ 25. Unitäre Transformationen des Hilbert-Raums, Bilder	99
§ 26. Nichtvertauschung von Operatoren, Unschärfe	104
Anhang: Beweis der Schwarzschen Ungleichung	108
§ 27. Permutationssymmetrie, Pauli-Prinzip	108

Kapitel III. Quantentheorie atomarer Systeme

§ 28. Linearer harmonischer Oszillator	111
§ 29. Analyse des Oszillators aus der Schrödinger-Gleichung	117
§ 30. Linearimpuls	120
§ 31. Drehimpuls	123
Anhang: Addition von Drehimpulsen	131
§ 32. Bahndrehimpuls	134
Anhang: Potentialtheorie, Legendresche Polynome und zugeordnete Kugelfunktionen	138
§ 33. Spin („Eigendrehimpuls“)	141
§ 34. Diagonalisierung von Energie und Drehimpuls des freien Teilchens	144
§ 35. Diagonalisierung des harmonischen Oszillators von gegebenem Bahndrehimpuls	147
§ 36. Wasserstoff-Atom	154
§ 37. Allgemeine Lösungen der radialen Gleichung des Wasserstoffatoms	159
§ 38. Normierung der Wasserstoff-Spektralfunktionen	164
§ 39. Teilchen im Zentral-Potential endlicher Reichweite, Streuamplitude	168
Anhang: Nichtzentrales Potential endlicher Reichweite	176
§ 40. Geladenes Teilchen im homogenen elektrischen Feld	179
§ 41. Geladenes Teilchen im homogenen Magnetfeld	185
Anhang: Konstantes elektromagnetisches Feld	190
§ 42. Eichtranslationen	191
§ 43. Teilchen im Potentialtopf	194
§ 44. Potentialtopf mit Wall	201
§ 45. WKB-Verfahren	205

Kapitel IV. Streuung und Zerfall

§ 46. Streuung am Zentralpotential	209
§ 47. Bedeutung von Resonanzen für die Streuung	215
§ 48. Lebensdauer von Resonanzen	220
§ 49. Störungstheorie und Resolvente	235
§ 50. Störungsrechnung im diskreten Spektrum	240

§ 51. Stark-Effekt des Wasserstoff-Atoms	246
§ 52. Störungstheorie im kontinuierlichen Spektrum, Greensche Funktion	251
§ 53. Bornsche Näherung der Streutheorie	256
§ 54. Streuung eines geladenen Teilchens am Wasserstoff-Atom . .	263
§ 55. Nichtstationäre Störungstheorie	272
 Kapitel V. Feldquantisierung	
§ 56. Quantisierung der Hohlraumstrahlung	277
§ 57. Ausstrahlung eines atomaren Systems.	281
§ 58. Kanonische Formulierung einer klassischen Feldtheorie . .	285
§ 59. Klassisches Schrödinger-Feld	289
§ 60. Quantisierung des skalaren Schrödinger-Feldes	291
§ 61. Quantisierung der Pauli-Gleichung	296
Namen- und Sachverzeichnis	301