

Theoretische Physik II (Quantenmechanik I)

Inhaltsverzeichnis:

I. Die Entwicklung der Quantentheorie

1. Erinnerung: Mechanik Relativistischer Teilchen
2. Das Versagen der klassischen Physik und Welle-Teilchen-Dualismus
 - 2.1 Licht als Teilchen
(Hohlraumstrahlung, Photoelektrischer Effekt, Compton-Effekt (1925), weitere klassische Wellen mit Teilcheneigenschaft)
 - 2.2 Klassisches Teilchen als Welle
(e^- im Atom \neq klassischer Teilchen, Drehimpuls-/Raumrichtungs-Quantisierung, De Brogliesche Hypothese (1923), „Quantentheorie des Atoms“, Davisson und Germer (1927))
 - 2.3 Welle-Teilchen-Dualismus
 - 2.4 Kurze Einföhrung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung
3. Die Schrödinger-Gleichung
 - 3.1 Die freie Schrödinger-Gleichung
 - 3.2 Wellenpakete
(ebene Welle, Fourier-Transformation, Wellenpaket, Mittelwerte, Gruppengeschwindigkeit, Gaußsches Wellenpaket)
 - 3.3 Die Schrödingergleichung
(freie SG, allgemeine SG)
 - 3.4 Kontinuitätsgleichung für $|\psi(\mathbf{r}, t)|^2$
4. Die Meßgrößen der QT = Observablen
 - 4.1 Skalarprodukt und Operatoren
(Skalarprodukt, Operatoren, Kommutatoren, hermitesche Operatoren)
 - 4.2 Erwartungswerte = Mittelwerte von Observablen
(Im Ortsraum, Im Impulsraum, Jordansche Regeln)
 - 4.3 Ehrenfestsches Theorem
 - 4.4 Heisenbergsche Unschärferelation
5. Zeitunabhängige SG und Eigenwertprobleme
 - 5.1 Zeitunabhängige SG

- 5.2 Eigenwertgleichungen hermitescher Operatoren
(\hat{A} mit diskretem EW-Spektrum, \hat{A} mit kontinuierlichem EW-Spektrum, \hat{A} mit diskretem und kont. EW-Spektrum)
- 5.3 Vollständigkeit
(\hat{A} mit diskretem EW-Spektrum, \hat{A} mit kont. EW-Spektrum)
- 5.4 Zeitentwicklung eines Zustandes
- 6. Meßprozess in der QT
 - 6.1 QT-Meßprozess
 - 6.2 Meßwerte der Einzelmessung?
(System im Eigenzustand von \hat{A} , allgemeiner Zustand)
- 7. Axiome der Quantentheorie
- 8. Lösungen der 1 dim. (stationären) SG
 - 8.1 Unendlich tiefer Potentialtopf
 - 8.2 Allgemeine Betrachtung
(allgemeines Potential, symmetrische Potentiale und Parität, Anschlussbedingungen für unstetiges $U(x)$)
 - 8.3 Potentialschwelle-Tunneleffekt
(Problemstellung, Tunneleffekt, Rechnung, Diskussion)
 - 8.4 Harmonischer Oszillator
(Problemstellung, Algebraische Lösungen, Darstellung im Ortsraum, Nullpunktsenergie, kohärente oder quasi-klassische Zustände, Anwendung)

II. Der formale Rahmen der QT

- 9. Mathematische Grundlagen
 - 9.1 Hilbert-Raum der Zustandsvektoren
(Grundlagen, „erweiterter“ Hilbertraum)
 - 9.2 Operatoren und Darstellungstheorie
(Observable und spezielle VONS, Darstellung von Zustandsvektoren, Projektoren, unitäre Operatoren, Darstellung von Operatoren, Transformationstheorie)
- 10. Formale Grundlagen der QT
 - 10.1 Die Axiome der QT
 - 10.2 Vollständiger Satz kommutierender Observabler

10.3 Schrödingerbild

10.4 Heisenbergbild

III. Anwendung der Quantentheorie

11. Der Drehimpuls in der QT

11.1 Definition, Vertauschungsrelationen und Verallgemeinerung
(L generiert Drehungen im Ortsraum, Verallgemeinerung)

11.2 Algebraische Lösung des EW-Problems

11.3 Der Hilbertraum \mathcal{R}

11.4 Ortsdarstellung

12. Das Wasserstoff-Problem - Bewegung im Zentralpotenzial

12.1 Zweikörperproblem

12.2 Bindungszustände des H-Atoms

(Radiale EW-Gleichung für Zentralpotenzial, Coulomb-Potential des H-Atoms, asymptotisches Verhalten, Energieeigenwerte, Radialteil der Energieeigenfunktion, Energieeigenfunktion des Coulomb-Potentials, Bemerkungen)

13. Der Elektronenspin-Vervollständigung der QT

13.1 Elektronen im konstanten Magnetfeld
(Zeeman-Effekt, Diamagnetismus)

13.2 Experimenteller Nachweis des Spins
(Stern-Gerlach-Experiment, der Spin)

13.3 Die Spin-Bahn-Kopplung

13.4 Pauli-Spinoren und Pauli-Gleichung

(„Der Spin wirkt im Raum $\mathcal{R}_{1/2}$ “, Produktraum $\mathcal{H} \otimes \mathcal{R}_{1/2}$, Pauli-Gleichung)

13.5 Rabi-Gleichung

14. Näherungsmethoden für stationäre Zustände

14.1 Zeitunabhängige Störungstheorie (Rayleigh-Schrödinger)

(Störungstheorie ohne Entartung der E_n , Störungstheorie mit Entartung der E_n)

14.2 Ritzsches Variationsprinzip

15. Die Feinstruktur des Wasserstoff-Spektrums

15.1 Addition von Drehimpulsen

15.2 Störungstheorie für $H_0 + H_{SB}$

15.3 Feinstruktur des H-Atoms