

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 umstetiges $U(x)$)
 - 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
(\mathbf{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 $H_0 + H_{\text{SB}}$

15.3 Feinstruktur des H-Atoms