

FORTGESCHRITTENE QUANTENMECHANIK (SS 11)

1.- Zweite Quantisierung

- Identische Teilchen: Vertauschung, Transpositionsoperator, Permutationen, Unbeobachtbare Konsequenzen einer Permutation, Bosonen und Fermionen, Normierung.
- Bosonen: Fock-Raum, Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren, Vertauschungsrelationen, Teilchenzahl-Operator, Einteilchen-Operatoren, Zweiteilchen-Operatoren.
- Fermionen: Slater-Determinante, Pauli-Prinzip, Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren, Antikommutationsregeln, Hamilton-Operator.
- Feldoperatoren: Transformationen zwischen Basissysteme, Ortsraumbasis: Feldoperatoren, Kommutationsregeln, Operatoren als Funktion von Feldern, Teilchendichteoperator, Gesamtteilchenzahloperator, Feldgleichungen, Kontinuitätsgleichung.
- Impulsraum: Hamilton-Operator, Diagramme
- Spin: Operatoren mit expliziter Spinabhängigkeit, Spindichteoperator

2.- Streutheorie

- Motivation, Streuung in 1D
- Streuung in 3D: Streuamplitude, differentieller Wirkungsquerschnitt
- Berechnung der Streuamplitude, Green'sche Funktion
- Born'sche Näherung, Gültigkeit der Born'sche Näherung
- Streuung an Zentralpotentialen: Partialwellen, Phasenverschiebungen
- Streuung für sehr niedrigen Energien: Streulänge
- Beispiel: hartes Kugelpotential
- Phasenverschiebungen in der Born'schen Näherung
- Zweiteilchenstreuung: Streuung identischer Teilchen, Bosonen und Fermionen

3.- Schwachwechselwirkende Bose Gase: Suprafluidität

- Streulänge und Pseudopotential
- Mehrteilchensysteme: Hamilton-Operator und elementare Anregungen, Bogoliubov Transformation
- Das Bogoliubov-Spektrum
- Suprafluidität

4.- Relativistische Quantenmechanik I: Klein-Gordon- und Dirac-Gleichung

- Auffrischung der speziellen Relativitätstheorie
- Klein-Gordon-Gleichung: Korrespondenzprinzip und Probleme der KG-Gleichung
- Dirac-Gleichung
- Klein-Gordon- und Dirac-Gleichung mit elektromagnetischem Feld: Minimalkopplung
- Nichtrelativistischer Grenzfall: Pauli-Gleichung

5.- Relativistische Quantenmechanik II: Spinors

- Lorentz-Transformation
- Lorentz-Invarianz der Dirac-Gleichung
- Allgemeine Form der Spinortransformation
- Lorentz-Transformation im engeren Sinn (Lorentzboost)
- Drehungen um eine Achse
- Rausspiegelung, Parität
- Drehimpuls: Bahndrehimpuls und Spin
- Adjungierter Spinor, Skalarprodukt

6.- Relativistische Quantenmechanik III: Relativistische Lösungen

- Lösungen der Dirac-Gleichung für freie Teilchen
- Dirac-Gleichung für das Coulomb-Potential, Wasserstoffatom.
- Wellenpakete und Zitterbewegung
- Klein-Paradoxon
- Löcher-Theorie

7.- Feynman-Pfadintegral

- Klassische Wirkung
- Quantenmechanische Amplituden, klassischer Limes
- Pfadintegral
- Wellenfunktion
- Die Schrödinger-Gleichung
- Propagator im freien Raum
- Harmonischer Oszillator
- Stationäre Zustände
- Störungstheorie, Bornsche Reihe
- Pfadintegrale und Statistische Mechanik
- Wentzel-Kramers-Brillouin (WKB)-Methode
 - WKB-Formel
 - Verknüpfung mit Pfadintegralen
 - Beispiel: Alpha-Zerfall