

Modul P8: Physik in der Praxis — Physikalisches Seminar

Bär, Uwer, Wolff

Wintersemester 2013/2014

16. Oktober 2013

Vorbesprechung: Mittwoch, 16.10.2013, 15:00 in Raum NEW 15 1'403

Vorträge: jeweils Mittwoch, 15:00 – 17:00, NEW 15 1'403, Termine werden noch festgelegt

Voraussetzung für den Erwerb von Studienpunkten ist das Halten eines Vortrages sowie die aktive Teilnahme am Seminar.

Eine verbindliche Anmeldung (per email an Peter.Uwer@physik.hu-berlin.de) mit Nennung von drei Wunschthemen muß bis zum 22.10.13 erfolgen.

Mögliche Vortragsthemen:

1. Pfadintegral-Formulierung der nichtrelativistischen Quantenmechanik (Wolff)

Neben der Schrödinger (Wellen) und der Heisenberg (Matrix) Formulierung der Quantenmechanik hat die Feynman Pfadintegral-Formulierung eine große Bedeutung. Hier wird über *alle* klassischen Wege summiert, wobei jeder mit einer Wahrscheinlichkeitsamplitude gewichtet wird. Diese, den anderen äquivalente Darstellung, soll an einfachen Beispielen eingeführt werden.

Literatur: Feynman, Hibbs: Quantum Mechanics and Path Integrals (Anfangskapitel)

2. Numerische Berechnung des Pfadintegrals (Wolff)

Die numerische Behandlung von quantenmechanischen Problemen vieler Freiheitsgrade basiert fast immer auf der Pfadintegral-Formulierung. Dies wird hier in einem einfachen Beispiel aufbauend auf Vortrag 1. vorgeführt.

Literatur: Wie 1. und Creutz, Freedman, A Statistical Approach to Quantum Mechanics, Annals of Physics 132, 427 (1981).

3. Symmetrien in der Quantenmechanik (Uwer)

Quantenmechanische Realisierung von Transformation, Drehungen, Translation, Paritätstransformation, Zeitumkehr

Einführende Literatur: Schiff "Quantum Mechanics", Sakurai "Modern Quantum Mechanics"

4. O(4) Symmetrie des Coulombpotentials (Bär)

Klassisches Keplerproblem und Runge-Lenz-Vektor, Erhaltungsgrößen im Wasserstoffatom, O(4) Symmetrie, algebraische Berechnung des Energiespektrums.

Einführende Literatur: Schiff "Quantum Mechanics", Weinberg "Lectures on Quantum Mechanics"

5. **Supersymmetrische Quantenmechanik I (Uwer)**
Einfaches supersymmetrisches Modell, Erzeuger und Vernichter, SUSY-Operatoren, supersymmetrischer Hamiltonoperator, Spektrum, Superpotential
Einführende Literatur: Schwabl "Quantenmechanik", Kalka, Soff "Supersymmetrie"
6. **Supersymmetrische Quantenmechanik II (Uwer)**
Herleitung des Superpotential aus dem Grundzustand, Partnerpotential, Kastenpotential als Beispiel, Streuzustände, reflexionslose Potentiale, exakt lösbare Potentiale.
Einführende Literatur: Schwabl "Quantenmechanik", Kalka, Soff "Supersymmetrie"
7. **Quantenlogik (Propositional Calculus) (Wolff)**
Sowohl in der Quantenmechanik als auch in der klassischen kann man Observable im Prinzip auf ja/nein Fragen reduzieren, dargestellt klassisch durch Teilmengen im Phasenraum, quantenmechanisch durch eindimensionale Projektoren im Hilbertraum (Eigenwerte = Messergebnisse 0 oder 1). Teilmengen mit Durchschnitt und Vereinigung bilden eine Boole'sche Algebra, die man durch bestimmte Axiome charakterisieren kann. Ein ähnliches aber charakteristisch abweichendes System formalisiert die QM. Die Standard Formalismen erscheinen "nur" als math. Realisierung des unterliegenden Systems, ähnl. Darstellungen von Gruppen. Dieser Formalismus führt allerdings (bisher) zu keinen neuen oder abweichenden Resultaten, sondern ist nur ein interessanter Blickwinkel auf das Bekannte.
Originalarbeit: Garret Birkhoff, John von Neumann, The Logic of Quantum Mechanics Annals of Mathematics, Vol.37 1936 (!!) bei COM vorhanden
Lehrbuch: J.M. Jauch: Foundations of Quantum Mechanics, Addison Wesley 1968 (vorhanden in Physik Bibliothek)
8. **Berry-Phase und der Aharonov-Bohm-Effekt (Uwer)**
Herleitung der geometrischen Phase für adiabatische Prozesse, Adiabatensatz, Aharonov-Bohm-Effekt als Berry-Phase
Einführende Literatur: Griffiths "Quantenmechanik", Sakurai "Advanced Quantum Mechanics"
9. **Verschränkung und Nichtlokalität (Bär)**
EPR (Einstein-Podolsky-Rosen) Argument, Verschränkung, Theorien mit versteckten Parametern, Bellsche Ungleichung, experimentelle Tests
Einführende Literatur: Griffiths "Quantenmechanik", Schwabl "Quantenmechanik"
10. **Messprozess und Dekohärenz (Bär)**
Messprozess, Kopenhagener Deutung, Dichtematrix, Kohärenz und Dekohärenz
Einführende Literatur: Schwabl "Quantenmechanik"; Auletta, Fortunato, Parisi "Quantum Mechanics", Zurek "Decoherence and the transition from quantum to classical"
(<http://arxiv.org/pdf/Quant-Ph/0306072.pdf>)
11. **Das quantisierte elektromagnetische Feld I (Uwer)**
Das elektromagnetische Feld als System unendlich vieler Oszillatoren, heuristische Quantisierung, Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren, Zustandsraum, Bose-Einsteinstatistik
Einführende Literatur: Sakurai "Advanced Quantum Mechanics", Landau, Lifschitz, Bd.4 "Quantenelektrodynamik"

12. **Das quantisierte elektromagnetische Feld II (Uwer)**

Wechselwirkung von Photonen mit Materie, Emission und Absorption von Photonen durch Atome, Rayleigh- und Thomsonstreuung, Raman Effekt

Einführende Literatur: Sakurai "Advanced Quantum Mechanics"