

Priv.-Doz. Dr. Stefan Kettemann, Jacobs University Bremen; Prof. Tomi Ohtsuki, Tokyo, Department of Physics, Sophia University, Tokyo, Japan

Prof. Dr. Harald Fritzsche, Fakultät für Physik, LMU München; Prof. Dr. Willibald Plessas, Prof. Dr. Wolfgang Schweiger, Institut für Physik, Universität Graz

Dr. Jens Ebbecke, EPS / Physics, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK

Network Models in Quantum Physics

411. WE-Heraeus-Seminar

Quanten-Netzwerkmodelle (QNM) wurden von Chalker und Coddington zur effizienten numerischen Untersuchung des Quanten-Hall-Übergangs eingeführt. Heute bilden sie die Basis zur Untersuchung von Quantenphasenübergängen in ungeordneten Systemen. Dieses mit einer Sommerschule kombinierte Seminar auf dem Campus der Jacobs University in Bremen (21. bis 25. 7. 2008) brachte mehr als 40 Studierende, junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie führende Experten aus zwölf Ländern zusammen, um in Vorlesungen, in über zwanzig eingeladenen Vorträgen und einer Postersitzung neueste Entwicklungen und Anwendungen von QNMs kennenzulernen und sich auszutauschen.^{#)}

Von besonderem Nutzen für alle Teilnehmenden waren die einführenden Vorlesungen, die nicht nur einen Überblick über QNMs (Ohtsuki) gaben, sondern auch Einblicke in die numerischen (MacKinnon, Slevin, Evers) und analytischen Methoden (Efetov, Gruzberg, Tsvetik) ermöglichten, die zu ihrer Untersuchung entwickelt wurden. Besonders überraschend war hier die Einsicht, dass die analytische Behandlung von QNMs direkt auf Superspinnketten führt, deren Spinfreiheitsgrade auf einem supersymmetrischen Raum definiert sind. So ist die aktuelle Forschung an QNMs und die Suche nach deren kritischen Exponenten eng mit der Untersuchung supersymmetrischer konformer Feldtheorien verknüpft, wie sie auch in der Superstringtheorie von entscheidender Bedeutung sind (Schomerus, Gade, Frahm).

Die Vortragenden stellten neue Ergebnisse zu QNMs vor: So sind neuartige Quanten-Hall-Phasenübergänge entdeckt worden, die durch quantisierte Spin-Hall- und thermische Hall-Leitfähigkeit charakterisiert sind. Zu den neuesten Entwicklungen zählt hier die Entdeckung, dass sich die multifraktalen Dimensionen von kritischen Zuständen an Oberflächen ändern. Seit kurzem werden QNMs außerdem zur Untersuchung von monolagigem Graphit sowie in der Quanteninformationstheorie angewandt.

Die Tagung endete mit einem Ausblick auf das noch weitgehend unverstandene kritische Verhalten in wechselwirkenden, ungeordneten Systemen. Das Seminar zeichnete sich durch lebhaftes Diskussionswährend und zwischen den Vorträgen und bis in die späten Abendstunden aus, und wurde als wichtiger Beitrag zur Weiterentwicklung dieses aktiven Forschungsgebietes gesehen. Wir bedanken uns bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Finanzierung und freundliche Unterstützung.

Stefan Kettemann und Tomi Ohtsuki

Approaches to Quantum Chromodynamics

419. WE-Heraeus-Seminar

Über 40 Jahre nach Schaffung der Quanten-Chromodynamik (QCD) als der grundlegenden Theorie der starken Wechselwirkung gibt es noch immer keine umfassende Lösung dieser sogenannten nicht-Abelschen Quanten-Eichtheorie. Wesentliche Eigenschaften der QCD, wie das Confinement oder die dynamische Brechung der chiralen Symmetrie, sind bislang unverstanden. Sowohl in der Teilchenphysik als auch in der Kernphysik wären Resultate auf Basis der QCD, die bei allen Energien verlässlich sind, höchst willkommen. Eine zentrale Frage ist dabei immer wieder, welche Freiheitsgrade auf den verschiedenen Energieskalen wesentlich sind.

Beim 419. WE-Heraeus-Seminar trafen sich vom 7. bis 13. 9. 2008 in Oberwölz, Österreich, ca. 70 Physikerinnen und Physiker aus 22 Nationen, um Zugänge zur Lösung der QCD sowie zur Erklärung ihrer Eigenschaften zu diskutieren. Besonderes Augenmerk wurde darauf gelegt, angesehene Expertinnen und Experten mit jüngeren Forscherinnen und Forschern zusammenzubringen. Die Präsentationen setzten sich aus ca. 20 Hauptvorträgen und 30 Seminarvorträgen zusammen.

Einen Schwerpunkt bildeten Vorträge über grundlegende Eigenschaften der QCD. Speziell in Bezug auf das Confinement spielten dabei auch Vergleiche mit anderen Eichtheorien sowie Eigenschaften von Theorien, die über die eigentliche QCD hinausreichen, wie der Stringtheorie, eine Rolle. Zur dynamischen Brechung der chiralen Symmetrie wurden neuere Entwicklungen referiert, welche von effektiven Modellen zu den verschiedenen Phasen der QCD, über die mögliche Existenz einer neuen Form von QCD-Materie (quarkyonic matter), bis zu grundsätzlichen Überlegungen zu Symmetriebrechungen reichten. Weitere Vorträge befassten sich mit mehr phänomenologischen Aspekten der QCD, von der Energieskala des LHC bis zu kernphysikalischen Prozessen. Neben traditionellen Zugängen stießen auch Resultate aus der Gitter-Eichtheorie auf großes Interesse.

Insgesamt verlief das Seminar sehr erfolgreich, sowohl in wissenschaftlicher Hinsicht als auch durch die Möglichkeit zum Gedankenaustausch. Besonders angetan waren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer von der abgeschlossenen Atmosphäre in einem ansprechenden und gastfreundlichen Ambiente. Der Tagungs-ort hat sich bei den Seminareinrichtungen und der Betreuung der Teilnehmenden als besonders adäquat und ökonomisch erwiesen.

Harald Fritzsche, Willibald Plessas und Wolfgang Schweiger

Single Charge Effects in Semiconductor Nanostructures

413. WE-Heraeus-Seminar

Seit Beginn der modernen Informationstechnologie findet eine Größenreduzierung der Bauelemente wie z. B. der Transistoren statt. Mittlerweile sind hierbei Dimensionen erreicht, bei denen Quanteneffekte nicht mehr zu vernachlässigen sind. Durch die Miniaturisierung reichen heute weniger als 1000 Elektronen zur Speicherung eines Informationszustandes aus. Dabei gewinnen zunehmend Effekte an Bedeutung, in denen einzelne Ladungsträger eine tragende Rolle spielen. Dies bildete die Motivation für das 413. WE-Heraeus-Seminar, das vom 29. 9. bis 1. 10. 2008 in Bad Honnef stattfand. Fast die Hälfte der 36 Teilnehmer kam aus dem europäischen Ausland, was zusätzlich für eine hohe Qualität der Beiträge sorgte.

Thematisch umfasste das Seminar Themen von verschiedensten Effekten in unterschiedlichen Halbleiter-Nanostrukturen. Im Mittelpunkt standen Einfach- und Mehrfach-Quantenpunkte in verschiedenen Materialsystemen. Zentral waren hierbei Fragestellungen des Einzelladungstransports sowie der Manipulation und Lebensdauer von Spinzuständen in Quantenpunkten, realisiert in GaAs/AlGaAs-Heterostrukturen, aber auch in selbstorganisierten Systemen, Halbleiter-Nanodrähten, Kohlenstoff-Nanoröhren und dem neuen, attraktiven Materialsystem Graphen. Weiterhin gab es experimentelle und theoretische Beiträge zum Elektronenzählen und damit verbundenes Rauschen in Transportuntersuchungen. Weitere aktuelle Themengebiete, die im Rahmen des Seminars mit Bezug auf Einzelladungszustände erörtert wurden, waren Aspekte der Kondo-Physik, des Aharonov-Bohm-Effekts, der Elektron-Phonon-Wechselwirkung, der Ladungs- und Spin-Quantenbits, der Ratscheneffekte, der hybriden Materialien, des Einzelladungstransports in Molekülen, der dynamischen Quantenpunkte, der optischen Detektion von Ladungszuständen in Quantenpunkten sowie Realisierungsmöglichkeiten von Einzelphotonenquellen. Dieses breite Spektrum der Vorträge und Poster erhöhte die Attraktivität des Seminars zusätzlich.

Die Teilnehmer und der wissenschaftliche Organisator danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sehr herzlich für die großzügige Förderung und Organisation des Seminars sowie dem Physikzentrum in Bad Honnef, das in Zusammenarbeit mit der Stiftung für einen perfekten Ablauf des Seminars sorgte.

Jens Ebbecke

#) Alle Vorlesungen und Vorträge stehen unter www.jacobs-university.de/schools/ses/nmqp/index.php zur Verfügung.