

Problems and Developments in Classical Electrodynamics

475. WE-Heraeus-Seminar

Auch in der klassischen Elektrodynamik gibt es noch konzeptionell herausfordernde, technisch anspruchsvolle und physikalisch relevante ungelöste Probleme. So ist z. B. die Frage nach der „richtigen“ Bewegungsgleichung eines geladenen Punktteilchens mit Berücksichtigung der Strahlungsrückwirkung bisher unbeantwortet. Es gibt zwar die Lorentz-Dirac-Gleichung, diese hat aber pathologische Eigenschaften wie z. B. „Runaway Solutions“ und „Pre-Acceleration“. Eine konsistente Beschreibung der Strahlungsrückwirkung geladener Teilchen ist nicht nur von grundsätzlicher, sondern auch von praktischer Bedeutung, insbesondere im Hinblick auf die neuerdings mit Laserpulsen erreichbaren Beschleunigungen geladener Teilchen. Zur Lösung dieses Problems sind u. a. nichtlineare Modifizierungen der Maxwell'schen Gleichungen vorgeschlagen worden. Die älteste und am besten untersuchte derartige Theorie ist die Born-Infeld-Theorie. Sie hat in jüngster Zeit im Rahmen der Stringtheorie eine unerwartete Renaissance erfahren, wo sie als effektive Theorie auftritt. Zur Untersuchung solcher Theorien ist die sog. prämetrische Formulierung der Elektrodynamik hilfreich, bei der zunächst keine Raumzeit-Metrik verwendet wird. Damit lassen sich strukturelle Fragestellungen, z. B. die eindeutige Lösbarkeit des Anfangswertproblems oder die Existenz von Doppelbrechung, auf einen Schlag für ganze Klassen von Theorien beantworten. Diese drei miteinander verwobenen Themenkomplexe – Strahlungsrückwirkung, Nichtlineare Elektrodynamik, Prämetrische Formulierung – standen im Mittelpunkt dieses Seminars, das vom 21. bis zum 25. März im Physikzentrum Bad Honnef stattfand. Es gab 16 eingeladene Vorträge, 14 Kurzvorträge und 5 Poster-Beiträge.^{#)}

Als besonders fruchtbar erwiesen sich einstündige Diskussionsrunden am Ende jedes Tages. Dank der großzügigen finanziellen Unterstützung durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung war es möglich, einige der besten Kenner der Materie als Redner zu gewinnen, sodass alle Teilnehmer auf den aktuellen Stand der Forschung gebracht wurden. Als Fazit mag die folgende Nachricht dienen, die uns einer der prominentesten Teilnehmer nach dem Ende der Tagung schickte: „I would like to thank you for inviting me to a most enjoyable and successful meeting. It was a very coherent conference as well as a very friendly one. I made quite a few new friends, and also, rather crucially, learned about the present importance of classical electrodynamics.“

Domenico Giulini und Volker Perlick

Diamond – Spintronics, Photonics, Bio-Applications

476. WE-Heraeus-Seminar

Diamantdefekte und ihre vielfältigen Anwendungen waren das Thema des 476. WE-Heraeus-Seminars, das vom 4. bis 7. April im Physikzentrum Bad Honnef stattfand. Diese Defektzentren erregen in jüngster Zeit großes Interesse, insbesondere in der Spintronik, der Nanophotonik und der Biophysik.

Von Interesse für die Spintronik ist dabei in erster Linie das NV-Zentrum (Nitrogen-Vacancy). Dieses besitzt im Grundzustand einen Spin, der sich optisch auslesen und laserkühlen lässt. Damit ist das Zentrum in vieler Hinsicht äquivalent zu einem einzelnen Ion, gefangen im Diamantgitter statt in einer Paul-Falle. Es ist damit ein geeignetes Testobjekt für die Quanteninformationsverarbeitung. Anwendungspotenzial besitzt es als hochempfindlicher und trotzdem atomar kleiner Magnetfeldsensor, indem die Zeeman-Verschiebung seiner Energieniveaus spektroskopisch ausgelesen wird.

Für die Nanophotonik sind Defekte in Diamant wegen ihrer schmalbandigen Emissionslinien attraktive Kandidaten für Einzelphotonenquellen. Die Biophysik nutzt Nanodiamanten mit Farbzentren als neuartige Fluoreszenzmarker. Diese sind photostabiler als organische Fluorophore und zudem oft optisch schaltbar, also geeignet für fernfeldoptische Nanoskopie wie Stimulated Emission Depletion-Mikroskopie (STED) oder Photo Activated Localization Microscopy (PALM).

Die Vorträge und Poster zeigten vor allem zwei Trends in diesen Bereichen: Einerseits beginnen mehrere Gruppen, diese Zentren mit supraleitenden Qubits und Resonatoren zu koppeln. Andererseits eröffnen sich in der Photonik ungeahnte Möglichkeiten durch die Verfügbarkeit einkristalliner, nur wenige μm dicker Diamantmembranen, die sich zu photonischen Mikrostrukturen mit integrierten Farbzentren verarbeiten lassen.

Das große Highlight des Seminars waren drei vierstündige Workshops zu den Themen Elektronenspinresonanz (G. Jeschke, ETH Zürich), Photonik (C. Becher, U Saarbrücken) und Gruppentheorie (J. Maze, U Santiago de Chile). Diese Workshops boten anfängertaugliche Einführungen, wurden aber auch von den anwesenden Experten begeistert besucht.

Das Seminar führte zum ersten Mal eine Forschungsgemeinde zusammen, die sich vorher lediglich auf spezialisierten Konferenzen getroffen hatte. Dementsprechend war die Nachfrage sehr hoch. Unser großer Dank gilt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung, die es uns ermöglicht hat, eine solch attraktive Veranstaltung auszuschreiben.

Friedemann Reinhard, Helmut Fedder und Jörg Wrachtrup

Unconventional Superconductivity

477. WE-Heraeus-Seminar

Fast auf den Tag genau 100 Jahre nach der Entdeckung der Supraleitung fand vom 11. bis 13. April im Physikzentrum Bad Honnef das 477. WE-Heraeus-Seminar zum Thema „Unkonventionelle Supraleitung“ statt. Ziel war es, aktuelle experimentelle und theoretische Fortschritte im Verständnis der unkonventionellen Supraleitung zu erfassen und dadurch neue Forschungsimpulse zu generieren. 25 weltweit führende Wissenschaftler konnten als eingeladene Sprecher zu den wichtigsten international beachteten Fragestellungen gewonnen werden. Etwa die Hälfte der Beiträge konzentrierte sich auf die erst 2008 entdeckten Eisenpniktide und -chalkogenide und bildete damit einen klaren wissenschaftlichen Schwerpunkt. Wesentliche Anteile hatten aber auch aktuelle Beiträge zu Kuprat-Supraleitern, Strontium-Ruthenaten, Schwer-Fermion-Systemen und organischen Supraleitern.

Wichtige Highlights bzw. Resultate waren für die Physik der Eisenpniktide:

- Die Belege für eine entscheidende Bedeutung magnetischer Fluktuationen für den Mechanismus der Supraleitung häufen sich zunehmend.
- Die magnetische Ordnung lässt sich gut im Rahmen einer itineranten Beschreibung verstehen und ist durch die Fermiologie bestimmt.
- Die Bedeutung von durch Dotierung erzeugter Unordnung für die Unterdrückung des statischen Magnetismus zugunsten von Supraleitung wurde kritisch diskutiert.

Für die Physik der Kuprate gab es aufgrund neuer Belege für die Existenz eines mit der Supraleitung konkurrierenden Ordnungsparameters neue Impulse für das Verständnis der Pseudogap-Phase. Weiterhin gelten hier Spinfluktuationen als essentiell für den Mechanismus der Supraleitung. Hervorzuheben sind auch das inzwischen weit fortgeschrittene Verständnis der magnetischen Anregungen in Strontium-Ruthenaten, der Zusammenhang zwischen Quantenkritikalität und Supraleitung in Schwer-Fermion-Systemen sowie Belege für einen FFL0-Zustand in organischen Supraleitern.

Das Seminar zeichnete sich durch eine außerordentlich rege Diskussionsatmosphäre aus, die zusätzlich zu den Vorträgen durch 40 Posterbeiträge bereichert wurde. Die hohe Qualität der Beiträge und der Diskussionen wurde von vielen Teilnehmern explizit gewürdigt. Das 477. WE-Heraeus-Seminar wurde so insgesamt zu einer außerordentlich gelungenen Veranstaltung, für deren großzügige finanzielle und organisatorische Unterstützung durch die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung wir herzlich danken.

Christian Heß, Sergey Borisenko und Bernd Büchner

Prof. Dr. Domenico Giulini und Dr. Volker Perlick, Universität Bremen, ZARM

Dr. Friedemann Reinhard, Dr. Helmut Fedder und Prof. Dr. Jörg Wrachtrup, 3. Physikalisches Institut, U Stuttgart

Dr. Christian Heß, Dr. Sergey Borisenko und Prof. Dr. Bernd Büchner, Leibniz Institut für Festkörper- und Werkstofforschung, Dresden

^{#)} Alle Vorträge sind auf der Homepage www.itp.uni-hannover.de/_giulini/Heraeus/Seminar475/ abrufbar.