

Photon, Phonon, and Electron Transitions in Coupled Nanoscale Systems

745. WE-Heraeus-Seminar

In Technik und Forschung werden aktuell Nanostrukturen genutzt und untersucht, die so klein sind, dass sich die Wärmeleitung durch Photonen und Phononen sowie die elektrische Leitung durch Elektronen nur mit neuartigen Methoden untersuchen und beschreiben lassen. Dabei kommen auch zusätzliche Oberflächenphänomene zum Tragen, die auf kurzen Distanzen einen teilweise dominierenden Beitrag zum Energie- bzw. Wärmeübertrag leisten. Mittlerweile ist es technisch möglich, die Wärmeleitung und den elektrischen Transport durch wenige oder sogar einzelne Moleküle und Atome zu messen. Dieser Thematik widmete sich dieses Seminar, das vom 18. bis 23. September 2022 im Physikzentrum stattfand.

Die diskutierten Themen waren vielfältig. So wurde eine ganze Reihe experimenteller Methoden vorgestellt, die auf unterschiedlichste Weise elektromagnetische Nahfelder, elektronischen und phononischen Wärmetransport in Nanosystemen charakterisieren. Neuartige Methoden der Rastersondenmikroskopie ermöglichen ein Studium der Verlustmechanismen in dimensionsreduzierten und nanoskopischen Systemen. Neben verschiedensten analytischen Modellen wurden Simulationen vorgestellt, die durch neue Optimierungsmethoden die Feldverteilung auch bei komplexen Geometrien wiedergeben oder die phononische Wärmeleitung bei Kopplungen auf atomaren und molekularen Skalen beschreiben können.

67 Teilnehmer:innen aus 21 Nationen von vier Kontinenten kamen nach einer langen Coronapause für eine sehr informative und diskussionsreiche Arbeitswoche auf hohem wissenschaftlichem Niveau nach Bad Honnef. Das Programm umfasste mehr als 20 eingeladene einstündige Vorträge und 13 angemeldete Vorträge, die jeweils 20 Minuten dauerten. Außerdem wurden 20 Posterbeiträge in einer Kurzpräsentation vorgestellt und in zwei zusätzlichen Postersitzungen diskutiert. Für die Möglichkeit zur Nutzung des Physikzentrums wie auch für die Organisation und freundliche Unterstützung durch die WE-Heraeus-Stiftung sei an dieser Stelle nochmals herzlich gedankt. Die Veranstaltung fand eine durchweg sehr positive Resonanz bei allen Teilnehmenden.

Prof. Dr. Achim Kittel und
PD Dr. Svend-Age Biehs, U Oldenburg

Entropy and the Second Law of Thermodynamics: the Past, the Present and the Future

761. WE-Heraeus-Seminar

Die Entropie bestimmt wie keine zweite thermodynamische Variable den Ablauf thermodynamischer Prozesse und legt mit dem zweiten Hauptsatz fest, ob Prozesse reversibel, irreversibel oder gar nicht ablaufen. Das Konzept der Entropie geht vor allem auf Rudolf Clausius zurück. Seine thermodynamischen Betrachtungen haben inzwischen Einzug in eine Vielzahl von Forschungsrichtungen gefunden. Zu diesen Anwendungen der Entropie sowie den daraus erwachsenen Forschungserkenntnissen kamen vom 14. bis 17. Juli fast 80 Teilnehmer:innen und Teilnehmer aus 22 Ländern in das Physikzentrum Bad Honnef, darunter viele international führende Expert:innen. Das Seminar zeichnete sich vor allem durch die große Interdisziplinarität und thematische Breite aus.

Es wurden insbesondere die Schwerpunkte Entropie und Information, Nichtgleichgewichts- und Quantensysteme, Entropie in molekularen Systemen und biologische Systeme in Experiment und Theorie diskutiert. Dazu gehören die Untersuchung neuartiger thermodynamischer Unschärferelationen und neuer theoretischer Methoden, etwa die „Maximum Caliber Methode“. Darüber hinaus nahmen die experimentellen Untersuchungen von Nichtgleichgewichtsprozessen in levitierenden optomechanischen Systemen sowie in quantenmechanischen Ionenfallen und kalten Atomwolken großen Raum ein. Anwendungen auf biologische Systeme und aktive Materie rundeten das Programm ab. Das Konzept der Entropie eröffnet dabei die Möglichkeit, neuartige Beschreibungen von Nichtgleichgewichtsprozessen zu finden und experimentelle Beobachtungen mit neuen Konzepten zu analysieren und theoretisch zu beschreiben.

Neben dem Vortragsprogramm stand viel Zeit für Diskussionen zur Verfügung, etwa während der abendlichen Postersitzungen. Abgerundet wurde das wissenschaftliche Programm durch einen Festakt der Universität zur Feier des 200. Geburtstages von Rudolf Clausius mit Vorträgen der Nobelpreisträger Steven Chu und Jean Marie Lehn sowie mit einer Einführung zum Leben und zu den Arbeiten von Rudolf Clausius.

Das Seminar war aufgrund seiner thematischen Breite eine große Bereicherung. Wir bedanken uns im Namen aller Teilnehmenden bei der WE-Heraeus-Stiftung für die Möglichkeit, dieses Seminar durchzuführen, und für die organisatorische Unterstützung.

Prof. Dr. Jens Bredenbeck, U Frankfurt,
Prof. Dr. Eric Lutz, U Stuttgart,
Prof. Dr. Artur Widera, U Kaiserslautern

Quantum Electron Optics

770. WE-Heraeus-Seminar

Vom 27. bis 30. Juni hat ein besonderes WE-Heraeus-Seminar in Israel stattgefunden. Im Hörsaal des Nahsholim Seaside Resort, direkt am Strand von Nahsholim gelegen, trafen sich rund 80 Teilnehmer, um sich zur kohärenten Wechselwirkung von freien Elektronen und Licht auszutauschen. Dieses recht junge und schnell wachsende Forschungsgebiet vereint Elektronenstrahlen, häufig in Elektronenmikroskopen, und optische Nahfelder, die mithilfe von Nanostrukturen erzeugt werden. Fast alle weltweit führenden Gruppen waren vertreten, und die Mischung aus älteren Arbeitsgruppenleitern und jungen Teammitgliedern hat zu einer vibrierenden Workshop-Atmosphäre geführt, im Hörsaal, aber gerne auch am Strand oder im Mittelmeer.

Die gemeinsame israelisch-deutsche Organisation passte hier besonders gut, da viele der führenden Arbeitsgruppen aus diesen beiden Ländern stammen. So hat Wolfgang Schleich (Ulm) einen wie gewohnt lehrreichen und anregenden Vortrag gehalten, der die Verbindung der Quantenelektronen-Optik zur Atomoptik aufgezeigt hat; Claus Ropers (Göttingen), Ido Kaminer (Technion, Haifa) und Peter Baum (Konstanz) haben den aktuellen experimentellen Stand von Arbeiten in ultraschnellen Transmissions-Elektronenmikroskopen dargelegt, der die Demonstration von Q-Bits, die im Energiespektrum der Elektronen kodiert sein können, ebenso umfasst wie die Erzeugung von Attosekunden-kurzen Elektronen-Wellenpaketen sowie die korrelierte Detektion von Elektron und dem von ihm emittierten Photon, was auch Mathieu Kociak (Paris-Saclay) zeigte. Auf Theorie-seite haben Javier Garcia de Abajo (ICFO, Barcelona) und Avi Gover (Tel Aviv) vor allem die Kopplung von freien und speziell strukturierten Elektronenwellenpaketen an Quantensysteme diskutiert. Auf positive Resonanz stießen auch die Vorträge von Nirit Dudovich (Weizmann, Rehovot) zum verwandten Thema der Elektroneninterferenz von Attosekunden-Elektronenpulsen sowie von Roy Shiloh (Erlangen) zur nanophotonischen Laserbeschleunigung und zu kohärenter Elektronen-Licht-Kopplung in einem Raster-Elektronenmikroskop.

Die Postersitzung, eingeleitet mit Flash-Präsentationen, war äußerst lebendig, und der Besuch der Ruinen der nahegelegenen römischen Hafenstadt Caesarea mit wunderbarem Abendessen waren das nichtwissenschaftliche Highlight. Teilnehmer und Organisatoren sind der WE-Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung dieses in jeder Hinsicht grandiosen Seminars dankbar.

Prof. Dr. Ady Arie, U Tel Aviv, Israel,
Prof. Dr. Peter Hommelhoff, U Erlangen,
Prof. Dr. Nahid Talebi, U zu Kiel