

Vorträge im Physikalischen Kolloquium

Wintersemester 2010/11

Mittwochs 17 Uhr c.t., Hörsaal _111 (EG), Max-von-Laue-Str. 1

20.10.10 Prof. Dr. Owe Philipsen, Institut für Theoretische Physik Goethe-Universität Frankfurt

Antrittsvorlesung

Nuclear Matter between Heaven and Earth: the QCD Phase Diagram

The study of nuclear matter and the strong interactions at high temperature and/or density plays an important role for many experimental programmes, ranging from the physics of the early universe and astro-particle physics to heavy ion collisions at RHIC, LHC and FAIR. QCD, the fundamental theory for the strong interactions, predicts at least three different forms of nuclear matter, described by the QCD phase diagram: besides the usual hadronic matter of nuclear physics, a quark gluon plasma is expected at high temperatures (as in the early universe) and condensed quark matter is expected at high densities (as in compact stars). However, QCD can only be solved with the help of large scale numerical simulations on supercomputers, and even there has to face fundamental theoretical difficulties. After an introduction to the physics of hot and dense QCD, I review our present understanding of the QCD phase diagram.

3.11.10 Prof. Dr. Wolfgang Sandner, Max-Born Institut und Technische Universität Berlin
Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Kinematische Effekte des Lichts: Laser-Teilchenbeschleunigung bei hohen und höchsten Intensitäten

Die Beschleunigung von Teilchen mittels hochintensiver Laserstrahlung ist ein Gebiet höchster Aktualität und Dynamik. Es eröffnet auch eine Schnittstelle zwischen historisch disjunkten Teildisziplinen der Physik. Moderne Hochintensitätslaser erlauben die Untersuchung neuartiger Beschleunigungsmechanismen für Elektronen, Protonen und Ionen mit Hilfe lasererzeugter Plasmen. Vollständig dioden-gepumpte Systeme zeigen Wege zu den mittleren Leistungen, die für reale Laser-Beschleuniger einer künftigen Generation notwendig sind.

Das Max Born Institut trägt seit einigen Jahren mit Forschungen zur Ionenbeschleunigung und zu neuartigen Architekturen von Hochleistungslasern maßgeblich zu diesen Entwicklungen bei. Experimente zur relativistischen Plasmadynamik, die in Zusammenarbeit mit der LMU München und dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, durchgeführt wurden, ergaben unter anderem die erste Demonstration der Beschleunigung von Ionen durch den Lichtdruck des Strahlungsfeldes. Daneben wurde ein bislang unbeachteter Beschleunigungsmechanismus für elektrisch neutrale Atome gefunden. Die ponderomotorische Wechselwirkung eines einzelnen Elektrons mit dem äußeren optischen Feld kann zu einer Beschleunigung von neutralen Helium-Atomen in Höhe der 1014-fachen Erdbeschleunigung führen - ein Rekord für neutrale Teilchen im Labor. Der Vortrag berichtet über diese und andere Ergebnisse.

10.11.10.1 Prof. Dr. Serguei Semenov, School of Medicine, Keele University, EMIaging Ltd. United Kingdom

Novel Electromagnetic Imaging Modality for Functional Biomedical Imaging

Electromagnetic Tomography (or microwave tomography) is an emerging biomedical imaging modality. The technology when in clinical practice might present a safe, mobile and cost-effective supplement to current imaging modalities for non-invasive assessment of acute and chronic functional and pathological conditions of soft tissues.

This presentation briefly reviews the state of the art of the technology, presents the latest biomedical imaging results and discusses the potential clinical applications of EMT imaging. Three areas of clinical applications of EMT are covered in the topic: brain imaging, extremities imaging and breast cancer detection.

17.11.10 Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Peter Hänggi, Institut für Physik, Universität Augsburg

Brownian Motion Reigning Manipulation and Transport on the Nanoscale: Stochastic Resonance and Brownian Motors

Since the turn of the 20-th century noise stemming from Brownian motion has continuously disclosed a rich variety of phenomena in and around physics. The understanding of this jittering motion of suspended microscopic particles has undoubtedly helped to reinforce and substantiate those pillars on which the basic modern physical theories are resting: Its formal description provided the key to great achievements in statistical mechanics, the foundations of quantum mechanics and also astrophysical phenomena, to name only a few [1]. -- Brownian motion determines the rate limiting step in most transport phenomena on the nanoscale and microscale via escape events that help to overcome obstructing bottlenecks [2], or triggers oscillatory dynamics in excitable media [3].

Although noise is usually thought of as the enemy of order it in fact also can be of constructive influence. The phenomena of Stochastic Resonance [4,5] and Brownian motors [6,7] present two such archetypes wherein random Brownian dynamics together with unbiased nonequilibrium forces beneficially cooperate in enhancing detection and/or in facilitating directed transmission of information or matter. The applications range from innovative information processing devices in physics, chemistry, and in physical biology to new hardware for medical rehabilitation. Particularly, those additional nonequilibrium disturbances enable the rectification of haphazard Brownian noise so that quantum and classical objects can be directed around on a priori designed routes against external bias forces (Brownian machinery).

Literature:

[1] W. Ebeling and I. M. Sokolov, Statistical thermodynamics and stochastic theory of nonequilibrium systems, Adv. Stat. Mech. Vol. 8 (World Scientific, Singapore 2005). [2] P. Hänggi, P. Talkner, and M. Borkovec, Reaction-rate theory: fifty years after Kramers, Rev. Mod. Phys. 62: 251 (1990). [3] B. Lindner, J. Garcia-Ojalvo, A. Neiman and L. Schimansky-Geier, Effects of noise in excitable systems, Phys. Rep. 392: 321 (2004). [4] L. Gammaitoni, P. Hänggi, P. Jung and F. Marchesoni, Stochastic Resonance, Rev. Mod. Phys. 70: 223 (1998). [5] P. Hänggi, Stochastic Resonance in Physics and Biology, ChemPhysChem 3, 285 (2002). [6] R. D. Astumian and P. Hänggi, Brownian motors, Physics Today 55 (11): 33 (2002). [7] P. Hänggi and F. Marchesoni, Artificial Brownian motors: Controlling transport on the nanoscale, Rev. Mod. Phys. 81: 387 (2009)

24.11.10 Prof. Dr. Dr. h. c. Horst Stöcker, Institut für Theoretische Physik, Goethe-Universität; Frankfurt Institute for Advanced Studies (FIAS); GSI, Darmstadt

Kosmische Materie im Labor – FAIRe Perspektiven für die Forschung

Wie sah das Universum in den ersten Sekundenbruchteilen aus? Wann und wie sind die Protonen und Neutronen entstanden? Wo und über welche verschlungenen Produktionspfade wurden die chemischen Elemente im Universum erzeugt? Warum findet sich keine Antimaterie im Universum? Antworten auf solche grundlegenden Fragen zum Aufbau und zur Entstehung der Materie in den Weiten des Universums – das versprechen sich die Forscherinnen und Forscher von der Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR), die in den nächsten sieben Jahren in internationaler Kooperation auf dem Gelände des GSI Helmholtzzentrums in Darmstadt aufgebaut wird. An FAIR wird es möglich sein, "kosmische Materie" im Labor zu erzeugen und zu untersuchen; dabei stoßen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu gänzlich neuen Erscheinungsformen der Materie vor, wie zum Beispiel heiße, dichte Sternmaterie und Hypermaterie, wie man sie im Inneren von großen Sternen, in Supernovaexplosionen sowie in Neutronensternen vermutet. Auch Antimaterie wird an der FAIR-Anlage für Experimente zugänglich und Aufschluss über fundamentale Symmetrien (und Symmetrieverletzungen) in den Naturgesetzen liefern. Im Vortrag wird ein Überblick über den Stand des FAIR-Projektes und das geplante FAIR-Forschungsprogramm gegeben.

1.12.10 Prof. Dr. René Reifarth, Institut für Angewandte Physik, Goethe-Universität Frankfurt; GSI, Darmstadt

Antrittsvorlesung

Bestimmung stellarer Reaktionsraten im Labor

Eine der zentralen Problemstellungen der modernen Astrophysik ist der Ursprung der Elemente. Wir wissen heute, dass alle Elemente, die schwerer als Lithium sind, während verschiedener Phasen der Sternentwicklung entstanden sind und immer noch entstehen. Abhängig von der Masse der Sterne werden verschiedene Elemente bevorzugt erzeugt.

An der Goethe Universität Frankfurt und dem nahen GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH (GSI) besteht die Möglichkeit zur Messung nuklearer Reaktionsraten unter stellaren Bedingungen. Diese stellen das notwendige Bindeglied zwischen den zahlreich vorhandenen astronomischen Beobachtungen der Sternoberfläche und den Eigenschaften des Sterninneren, die nicht direkt beobachtet werden können, dar.

8.12.10 Prof. Dr. Oliver Kester, Institut für Angewandte Physik, Goethe-Universität Frankfurt; GSI, Darmstadt

Antrittsvorlesung

Schwerionenbeschleuniger: Von der Quelle bis zum Experiment

Teilchenbeschleuniger sind eines der wichtigsten Instrumente der Forschung zur Erkundung der Struktur der Materie. Die Kern- und Teilchenphysik treiben die Entwicklung und Forschung im Bereich der Beschleunigerphysik zu Strahlen höchster Intensität und Brillianz. Teilchenbeschleuniger im Allgemeinen und Beschleunigertechniken im Speziellen haben auch den Weg in viele Anwendungen gefunden von der Halbleiterdotierung über die Materialanalyse bis hin zur Tumorthherapie. Von der Ionenquelle bis hin zu Hochenergie-Ringbeschleunigern sind viele Entwicklungen und Techniken in den letzten Jahren vorangetrieben worden, die es Wert sind einmal genauer betrachtet zu werden.

15.12.10 Dr. O. Anatole von Lilienfeld, Surface and Interface Sciences Department, Sandia National Laboratories, Albuquerque, USA

Biomolecular Insights Gained from Atomistic First Principles Simulations

The design of new materials with specific physical, chemical, or biological properties is a central goal of much research in pharmaceutical and materials science. However, due to the combinatorial nature of chemical compound space (stoichiometry space), brute-force computational screening of all possible compounds for interesting properties is beyond any current capacity. Consequently, when it comes to properties or systems that require first principles calculations, reliable optimization algorithms must not only trade-off sufficient accuracy and computational speed, but must also aim for rapid convergence in terms of number of compounds "visited". I will briefly discuss recent progress on two fronts: Accuracy of calculated properties and efficient sampling of compound space. Specifically, density functional theory (DFT) based estimates of interatomic two- and three-body van der Waals contributions to binding energies in gas and condensed phase systems will be presented. Thereafter, I will show how inclusion of nuclear quantum effects can qualitatively alter the classical free energy landscape of proton transfer reactions using DFT based path-integral ab initio molecular dynamics calculations of DNA base pair models at room temperature. Finally, a DFT approach for constructing high-dimensional yet analytical drug property gradients in chemical compound space will be discussed, as well as its application to drug design.

12.1.11 Prof. Dr. Michael Krämer, RWTH Aachen

Exploring New Physics at the LHC

Exploring new phenomena at the Terascale is the major challenge for particle physics in the next two decades and beyond. Experiments at the Large Hadron Collider (LHC) will reveal the mechanism of electroweak symmetry breaking and may discover new physics beyond the Standard Model. We discuss the prospects for Higgs and beyond the Standard Model searches in the early phase of LHC data taking in 2011, and review theoretical calculations and phenomenological analyses needed to test and explore new physics models.

19.1.11 Prof. Dr. Viktor Krozer, Physikalisches Institut, Goethe-Universität Frankfurt

Antrittsvorlesung

Towards Imaging Systems using Terahertz Technology

We will discuss various imaging systems for applications in environment, medicine, biology, and non-destructive testing. We will especially explore synthetic aperture imaging as an advantageous technique with limited number of components. The required components for such imaging systems are not readily available. The development of THz components, especially of vacuum electronics devices will be discussed.

2.2.11.1 Prof. Dr. Peter Koch-Steinheimer, Institut für Theoretische Physik, Goethe Universität Frankfurt

Antrittsvorlesung

Das expandierende digitale Universum

Schon seit einigen Jahren beschäftigen sich Unternehmensberater, Analysten und Regierungsmitarbeiter mit der "Ausmessung" des "digitalen Universums" um aktuelle Entwicklungen und Trends in der Informationstechnologie aufzuzeigen. Eine Studie der International Data Corporation (IDC) spricht nun von einem "explodierenden digitalen Universum" und diskutiert die sozialen und wirtschaftlichen Folgen für unsere Gesellschaft. Der Vortrag schildert aus der Sicht eines Physikers in der IT-Branche die Auswirkungen und Konsequenzen dieser Entwicklung für die Zukunft der Informationsverarbeitung. Dabei fließen neben den "harten" Fakten diverser Analysen auch eigene Beobachtungen, Erfahrungen und Gespräche mit Experten und Kunden ein.

26.1.11 Prof. Dr. Henner Büsching, Institut für Kernphysik, Goethe-Universität Frankfurt

Antrittsvorlesung:

Das Quark Gluon Plasma - Vom RHIC zum LHC

Unter extremer Temperatur oder extremem Druck, wie sie im frühen Universum oder im Inneren von Neutronensternen vorkommen, ändern sich die Eigenschaften der Materie: Die Elementarteilchen der starken Wechselwirkung, die Quarks und Gluonen, sind nicht mehr wie in gewöhnlicher Materie „eingesperrt“ sondern bilden das sogenannte Quark-Gluon-Plasma.

In Kollisionen schwerer Ionen versucht man seit einigen Jahren, die Eigenschaften eines solchen Plasmazustands zu erkunden.

Eine Fülle von Ergebnissen des Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) in Brookhaven und erste Ergebnisse des neuen Large Hadron Collider (LHC) am CERN geben Einblick in die Eigenschaften der Materie kurz nach dem Urknall.
