

Goethe-Universität Frankfurt am Main

Fachbereich Physik Vorträge im Physikalischen Kolloquium Sommersemester 2011

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

13.04.11 **PD Dr. Dennis D. Dietrich**, Centre for Particle Physics Phenomenology University of Southern Denmark, Odense

Antrittsvorlesung

Origin of Mass

Finding the answer to the question after the origin of all the mass in our Universe is pivotal to our understanding of Nature. In the case of the mass of the elementary particles the standard (model's) answer is the Higgs mechanism. Being, however, based on an elementary scalar, it comes with the usual set of related shortcomings. Further, the Higgs particle remains a prediction. In fact, we have not seen even a single elementary scalar, to date. Nature actually provides us with guidance when it comes to the mechanism of electroweak symmetry breaking, in the form of superconductivity and quantum chromodynamics. This gives rise to the idea of dynamical electroweak symmetry breaking, which will be the topic of this lecture.

04.05.11 **Prof. Dr. Christian Weinheimer**, Institut für Kernphysik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

*Auf der Suche nach der Neutrinomassenskala:
Das Karlsruhe Tritium Neutrinoexperiment KATRIN*

Die verschiedenen Neutrinooszillationsexperimente zeigen klar, dass Neutrinos Masse besitzen, sie können aber nur Differenzen zwischen quadratischen Neutrinomassen bestimmen, nicht aber die Massen selbst. Die Größe der Neutrinomassen ist sehr bedeutend sowohl für die Kern- und Teilchenphysik als auch für die Kosmologie und Astrophysik. Sie kann indirekt aus kosmologischen Analysen oder dem neutrinolosen Doppelbetazerfall sowie direkt aus einem schwachen Zerfall bestimmt werden.

Das KARlsruher TRItium Neutrinoexperiment KATRIN wird die Neutrinomasse modellunabhängig mit einer sehr genauen Vermessung des Endpunktspektrums des Tritium-Betazerfall mit einer Empfindlichkeit von $0,2 \text{ eV}/c^2$ suchen, so dass zwischen hierarchischen und quasi-degenierten Neutrinomassenszenarien unterschieden und der ganze kosmologisch relevante Neutrinomassenbereich untersucht werden kann.

KATRIN's Prinzip basiert auf einer fensterlosen, gasförmig molekularen Tritiumquelle und einem hochauflösenden Spektrometer vom MAC-E-Filter-Typ. Viele Vorexperimente demonstrieren die verbesserten und neuen Methoden des KATRIN-Experiments.

Das KATRIN-Experiment wird von einer internationalen Kollaboration am Karlsruher Institut für Technologie KIT aufgebaut. Der Großteil der KATRIN-Komponenten, z.B. der Quelldemonstrator, die supraleitende differentielle Pumpstrecke sowie die Vor-, Haupt- und Monitorspektrometer - befinden sich in der Test- und Inbetriebnahmephase. Nach einer ausführlichen Einleitung wird das KATRIN-Experiment, sein Status und verschiedene Testexperimente vorgestellt.

11.05.11 Prof. Dr. Ronald Tetzlaff, Professur für Grundlagen der Elektrotechnik, Technische Universität Dresden

Das Geheimnis des Memristors: Das vierte Basiselement

Zusätzlich zu den bereits bekannten Bauelementen Widerstand, Kondensator und Spule, postulierte Leon Chua (UC Berkeley) 1971 aus Symmetrie-Gründen die Existenz eines vierten Basiselements. Bei diesem als Memristor bezeichneten Bauelement ist der Fluss mit der Ladung gekoppelt. Erst im Jahr 2007 gelang der Forschergruppe unter Stanley Williams (Hewlett-Packard Laboratories, Palo Alto, CA, USA) die Realisierung eines Memristors, der aus einer wenigen Nanometer dicken Titandioxid-Schicht besteht, die an ihren Enden jeweils mit einer Platinelektrode verbunden ist. Seit dieser Entdeckung wurde eine Vielzahl weiterer Realisierungen vorgeschlagen.

Im dem Vortrag wird nach einem kurzen historischen Rückblick der Memristor vorgestellt und dessen Eigenschaften ausführlich besprochen.

18.05.11 Dr. Olga Rosmej, GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Darmstadt

Plasma Physics with Intense Heavy Ion and Laser Beams

The research program on the high energy density physics at GSI, Darmstadt takes advantage of the unique combination of the accelerator and laser systems, which allow creating of plasmas with a wide spectrum of properties: from strongly coupled near solid density, equilibrium plasmas produced via volumetric heating of bulk targets with intense heavy ion beams, up to extremely transient non-Maxwellian plasmas resulting from the interaction of sub-picosecond intense laser pulses with matter. Current experimental activities of the Plasma Physics Department, GSI and the research program at FAIR will be discussed.

25.05.11 Dr. Gerhard Hummer, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA

Water at the nanoscale: from nanotubes to proton pumps

Water in nanoscale confinement exhibits unusual structural, dynamic, and energetic properties that are relevant for processes ranging from biomolecular self-assembly and protein function to lubrication, desalination, and the efficient conduction of protons in fuel cells. We used computer simulations and statistical mechanical models to study water in nano-confinement and at interfaces. We find in simulations and experiment that water in weakly polar protein cavities and pores can be metastable. The

resulting equilibrium between empty and water-filled states is highly sensitive to environmental perturbations, which is a likely factor in the control of water mediated proton transfer in enzymes, ion channels, and the bioenergetic machinery. Simulation and theory also suggest that the quasi-one-dimensional water chains in narrow carbon nanotubes remain dipole-ordered up to macroscopic dimensions. This result, combined with the ~40-times higher proton mobility along ordered water chains compared to bulk, suggests possible applications in capacitors and fuel cell membranes. These unique properties of water in weakly polar environments help explain the rapid flow of water through molecular pores, including biological water channels, the controlled delivery of protons in enzymes, the gating of ion transport through membrane channels, and the function of mitochondrial proton pumps.

08.06.11 **Prof. Dr. Markus Oberthaler**, Kirchhoff-Institut für Physik,
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Modern matterwave optics

Matterwave optics is a well developed field and has led to experimental demonstrations of many fundamental effects arising from the de Broglie wave nature of particles. It has led to high precision measurements of gravitational acceleration as well as time. The advent of Bose Einstein condensates allow nowadays experimentally to extend the single particle physics to the many particle level. As one of the fundamental systems for interferometry the simple problem of N interacting particles in two modes will be discussed and corresponding experiments presented. How entangled states can be generated in this system improving matterwave interferometry beyond the classical precision bounds will be explained in detail.

15.06.11 **Prof. Dr. Roger Erb**, Institut für Didaktik der Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Antrittsvorlesung

Das Experiment im Physikunterricht

Das Experiment nimmt im Physikunterricht eine herausragende Rolle ein. Zum einen dient es dazu, wie auch in der Wissenschaft eine „Frage an die Natur“ zu beantworten. Darüber hinaus aber hat es eine Reihe weiterer Funktionen, wie etwa Schülerinnen und Schüler zu motivieren, sich mit einem neuen Thema im Unterricht auseinander zu setzen. Aufgabe der Fachdidaktik in diesem Zusammenhang ist es sowohl, zu untersuchen, wie Schülerinnen und Schüler das Experiment im Unterricht erleben und was sie durch das Experimentieren lernen, als auch, Anregungen für neue Experimente zu geben.

Im Vortrag wird auf diese beiden Aspekte eingegangen. Es werden Forschungsergebnisse zu den Fragen, was Schülerinnen und Schüler zum eigenständigen Experimentieren motiviert und wie sie selbst die Bedeutung des Experimentierens einschätzen, ausgeführt. Weiter wird die Entwicklung eines Experiments zur Messung der Lichtgeschwindigkeit nach der Methode von Fizeau vorgestellt, mit dem es gelingt, dieses motivierende Experiment auch in Projekten im Physikunterricht oder in Schülerlaboren einzusetzen.

22.06.11 **Prof. Dr. Holger Gies**, Theoretisch-Physikalisches Institut, Friedrich-Schiller-Universität Jena

Fundamentale Physik in starken Feldern

Die moderne Physik beschreibt die elementare Materie und ihre Wechselwirkungen als Quantenfelder. Bereits der Grundzustand der Quantenfelder, das Quantenvakuum, zeigt Eigenschaften eines komplexen Mediums: Fluktuationen der Quantenfelder können nichtlokale und nichtlineare Phänomene erzeugen.

In diesem Vortrag sollen neuartige Experimente mit starken Feldern, mit denen das Quantenvakuum studiert werden kann, diskutiert werden. Daneben werden anschauliche Theoriemethoden vorgestellt, die ein intuitives Verständnis von Quantenfluktuationen und Quantenvakua erlauben. Schließlich skizziert der Vortrag aktuelle Ideen, wie starke Felder bei der Suche nach "Neuer Physik" helfen können.

06.07.11 **Prof. Dr. Thomas Stöhlker**, Helmholtz-Institut Jena and Physikalisches Institut, Universität Heidelberg

Test of Quantum Electrodynamics in Strong Coulomb and Intense Photon Fields

The unique combination of the accelerator facilities at GSI makes it possible to accelerate, store, and cool heavy ion beams at their highest charge state. In atomic physics experiments these ion species can be exploited for stringent tests of Quantum Electrodynamics in the strong and critical field limit. Highly-charged ions also provide a unique access for the determination of fundamental atomic and nuclear properties. In this overview, the present status of the experiments aiming on the precise determination of the 1s Lambshift, the Hyperfine Structure and the g-factor of hydrogenlike ions at high-Z will be given. In addition the novel research opportunities will be reviewed as provided by the new trap facility for highly charged ions HITRAP and by new high-power laser systems such as PHELIX at GSI or POLARIS at Jena. At HITRAP, heavy ions in their highest charges state will be provided even at rest in the laboratory, allowing for a new generation of precision experiments. Combining intense laser pulses with stored and trapped ions will allow for precision investigations of the properties of stable and exotic nuclei. It may also open up novel possibilities for the study of parity violating effects in atomic systems.

13.07.11 **Prof. Dr. Norbert Pietralla**, Institut für Kernphysik, Technische Universität Darmstadt

Mannschaftsspiel der Nukleonen – Aspekte der Kernstrukturformation

Where do the chemical elements come from? Where does the periodic table of elements end? How do stars explode?

The quantum structure of atomic nuclei is one important key to answering these fundamental questions besides being an intriguing problem to nuclear structure physicists and quantum many-body scientists in itself.

This talk will address some predominant aspects that govern the formation of nuclear structure in the light of recent experimental developments.
