

Plenarvortrag

PV I Mo 9:00 1A

Cavity Quantum Electrodynamics — ●H. JEFF KIMBLE — Norman Bridge Laboratory of Physics MC 12-33, California Institute of Technology, Pasadena, CA 91125, USA

Across a broad front in physics, an important advance in recent years has been the ability to observe and manipulate the dynamic processes of individual quantum systems. In this endeavor, cavity quantum electrodynamics (cavity QED) has played a leading role by way of investigations of strong interactions of single atoms and photons. Beyond traditional nonlinear optics, qualitatively new phenomena arise in the quantum regime of strong atom-photon coupling, including photon blockade with photon-photon interactions mediated by one atom. Because of several unique advantages, cavity QED is playing an important role in the new science of quantum information, such as for the realization of complex quantum networks. My presentation will provide an overview of the development of cavity QED and survey the diverse research activities worldwide. I will then focus on recent advances in the Quantum Optics Group at Caltech, including a new paradigm for cavity QED by way of micro-toroidal resonators.

Plenarvortrag

PV II Mo 9:45 1A

Laser Induced Molecular Imaging — ●PAUL CORKUM — National Research Council of Canada, Ottawa, Ontario, Canada

Molecular multiphoton ionization in the tunneling limit is similar to tunneling in a scanning tunneling microscope. In both cases an electron (or electron wave packet) escapes from the outer regions of the orbital to the continuum. However, in the case of multiphoton ionization, both the momentum of the electrons and the ions can be measured. As we rotate the molecule, the photoelectron spectrum samples filter projections of the momentum wave function of the ionizing orbital.

Some electrons created during multiphoton ionization re-collide with their parent ion. The re-colliding electron can:

1. Diffract, revealing the scattering potential of the ion. That is, revealing the molecular structure).

and

2. Interfere with the initial orbital from which it separated creating attosecond XUV pulses or pulse trains. The amplitude and phase of the radiation contains all information needed to re-construct the image of the orbital (just as a sheared optical interferometer can fully characterize an optical pulse).

All of these methods and supported by experiment and are compatible with measuring dynamics. Thus, multiphoton ionization is providing an extensive range of new tools to apply to important atomic or molecular problems.

Plenarvortrag

PV III Mo 12:15 1A

Superschwere Elemente — ●SIGURD HOFMANN — Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt — Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt

Das Schalenmodell für Atomkerne sagt voraus, dass der nächste doppeltmagische Schalenabschluss oberhalb von ^{208}Pb bei Protonenzahlen von 114, 120 oder 126 und einer Neutronenzahl von 184 liegen sollte. Die Synthese und das Studium der Eigenschaften von Isotopen in diesem Gebiet superschwerer Kerne mit erwarteter erhöhter Stabilität und langen Lebensdauern war eines der wichtigsten Argumente für den Bau des Schwerionenbeschleunigers UNILAC und der Gründung der GSI in Darmstadt.

Erste negative Ergebnisse zeigten jedoch, dass diese Kerne mit kleineren Bildungsquerschnitten erzeugt werden als zunächst erwartet. Die schrittweise Verbesserung des Rückstoss-Separators SHIP zu höherer Effizienz und der Einsatz ortsempfindlicher Si Detektoren als Nachweisgeräte ermöglichten es, Zerfälle einzelner Kerne gebildet mit Picobarn Wirkungsquerschnitten und mit Halbwertszeiten im Bereich von Mikrosekunden bis Stunden zu vermessen und eindeutig zuzuordnen.

Die gewonnenen Ergebnisse aus den Experimenten zur Erzeugung von Isotopen der neuen Elemente mit Ordnungszahlen von 107 bis 112 zusammen mit den jüngsten Ergebnissen der Dubna Gruppe zu Elementen bis 118, die zum Teil am SHIP bestätigt wurden, ergeben nunmehr ein recht detailliertes Bild von der Synthese und den Zerfallseigenschaften der Kerne am oberen Ende der Nuklidkarte. Eine Erweiterung zu noch schwereren Elementen erscheint möglich.

Abendvortrag

PV IV Di 20:00 1A/B/C

Verschränkung von Quantensystemen: Von fundamentalen Fragestellungen zu Anwendungen in der Quanteninformatik — ●ANTON ZEILINGER — Fakultät für Physik, Universität Wien — Institut für Quantenoptik und Quanteninformation der Österreichischen

Akademie der Wissenschaften

Verschränkung von Quantensystemen, von Albert Einstein als „spukhafte Fernwirkung“ bezeichnet, stellte für Erwin Schrödinger *das* wesentliche Charakteristikum der Quantenphysik dar. Sie bedeutet unter anderem den Zusammenbruch der klassischen Vorstellungen, dass die Welt lokal und realistisch definiert ist. Diesbezügliche aus fundamentalem Interesse motivierte Experimente haben die Grundlagen für eine Informationstechnologie – zum Beispiel Quantenkryptografie und Quantencomputer – geschaffen, in der Verschränkung *die* zentrale Rolle spielt. Auf der fundamentalen Seite zeigen neueste Präzisionsexperimente an verschränkten Photonen, dass gewisse Klassen nichtlokaler realistischer Konzepte der Welt ebenfalls nicht haltbar sind, was die Diskussion über die Grundlagen der Quantenphysik neu eröffnet.

Plenarvortrag

PV V Mi 9:00 1A/B/C

Tiefenwasser des Ozeans: Umwälzung - Wärmespeicher - CO₂-Senke — ●WOLFGANG ROETHER — Institut für Umweltphysik, Universität Bremen

Das Tiefenwasser weist ein hoch strukturiertes Strömungssystem auf, das aus wenigen Quellen gespeist wird und Zeitskalen bis zu 1000 Jahren aufweist. Seine Umwälzung erzeugt das milde Klima Europas, während sich sein riesiger Wärmehalt sonst nur bei Klima-induzierten Änderungen der Umwälzung bemerkbar macht. Kalklösung am Meeresboden bildet eine prominente Langzeitsenke für anthropogenes CO₂. Das großräumige Strömungsfeld wurde erstmalig auf der Reise der historischen METEOR 1925-27 im Südatlantik systematisch untersucht. Bewegungen auf kleineren Skalen unterliegen wirbel- und wellenartigen Vorgängen; Vertikalbewegungen sind begrenzt durch stabile Schichtung bei minimalem Energieeintrag. In Kombination mit komplizierten Randbedingungen (Bodentopographie, Wechselwirkung mit Wasserkörpern in geringerer Tiefe, Variabilität der Quellen) ist bis heute nur die Untersuchung von Teilbereichen möglich oder ein numerischer Zugang, der aber der Realität bisher auch nur begrenzt nahe kommt. Ein neues, großes Programm autonomer Driftkörper erlaubt es erstmalig, die Struktur des Ozeans weltweit bis in ca. 2 km Tiefe operativ zu erkunden. Ein spezieller Zugang sind radioaktive oder anthropogene Spurenstoffe, die Information über Zeitskalen, vertikalen Transport und Vermischung liefern. Die laufende Forschung lässt in den kommenden Jahren große Fortschritte im quantitativen Verständnis des Tiefenwassers erwarten.

Plenarvortrag

PV VI Mi 9:45 1A/B/C

Sunlight, Purple Bacteria, and Quantum Mechanics — ●JÜRGEN KÖHLER — Experimental Physics IV and Bayreuth Institute for Macromolecular Research (BIMF), University of Bayreuth, D-95440 Bayreuth, Germany

The primary reactions of purple bacterial photosynthesis, i.e. light-harvesting and electron transfer, take place within two well defined ring-shaped pigment-protein complexes the peripheral light-harvesting 2 complex, LH2, and the core reaction centre / light-harvesting 1 complex, RC-LH1. By now it has been established that the spatial arrangement of the pigments determine to a large extent the spectroscopic features of these complexes and that collective excitations (Frenkel excitons) play an important role.

Commonly, the great difficulty to determine the various parameters that play a role in the description of the electronic structure of light-harvesting complexes and the process of energy transfer is the fact that the optical absorption lines are inhomogeneously broadened as a result of heterogeneity in the ensemble of absorbing pigments. We circumvent this problem by employing single-molecule spectroscopic techniques which allows to uncover spectral signatures predicted by quantum mechanics that would be completely masked by ensemble averaging in conventional optical experiments. The talk provides an overview over our work on this topic during the last years.

M. Richter et al. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **104**, 16 (2007), 6661-6665

R. J. Cogdell, A. Gall, J. Köhler, *Q. Rev. Biophysics* **39**, (2006), 227-324

Plenarvortrag

PV VII Mi 11:30 1A/B/C

Universality in Cold Atoms and Nuclei — ●HANS-WERNER HAMMER — Helmholtz-Institut für Strahlen- und Kernphysik (Theorie), Universität Bonn

Despite the difference in their fundamental interactions, atoms and nuclei can behave very similarly at low energies – they show universal behavior. Particularly interesting are strongly interacting systems

governed by a large scattering length. For example, they display a geometric spectrum of three-body bound states (so-called Efimov states) and a discrete scale invariance. I will discuss an effective field theory that describes such phenomena and give an overview of applications in cold atoms and nuclei.

Plenarvortrag PV VIII Mi 12:15 1A/B/C
Theory and simulation of plasma turbulence: Recent advances and future challenges — ●FRANK JENKO — Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Boltzmannstr. 2, D-85748 Garching

An ab-initio description of turbulent flows in plasmas on large and small spatial scales is provided, respectively, by magnetohydrodynamic and gyroorbit-averaged kinetic (i.e., gyrokinetic) theory. In both cases, a deeper understanding of the underlying phenomena has been fostered by the exponential growth in computer power which now enables direct numerical simulations with reasonably high resolution. In the second case, progress in the areas of algorithm development and mathematical problem formulation have also contributed significantly. As it turns out, while there naturally exist a number of similarities between plasma turbulence and ordinary fluid turbulence, one also finds several fundamental differences which shall be addressed in the talk. Moreover, various (linear) drive and (nonlinear) saturation mechanisms that govern gyrokinetic plasma turbulence will be illustrated by means of intuitive physical pictures and visualizations of simulation data, and their relationship to magnetohydrodynamic turbulence will be discussed. The respective applications range from fusion research to astrophysics to dynamo theory. The overall focus will be on recent advances and future challenges in these areas.

Plenarvortrag PV IX Fr 9:00 1A
Ultracold gases: a quantum world at the crossing of atomic

and condensed matter physics — ●JEAN DALIBARD — CNRS and Ecole normale supérieure, Paris, France

A decade ago, when Bose-Einstein condensation was achieved in a cold atomic vapour, it came as a nice confirmation of the well established theory of the ideal gas. Since this initial discovery, the research on cold quantum gases has undergone a tremendous advance. It provides experimentalists with a wide variety of tools allowing one to study many-body and strongly correlated quantum systems, with the high control and precision achievable in atomic physics and quantum optics. Atomic motion in the periodic potential of an optical lattice simulates the physics of electrons in solid-state devices. Feshbach resonances are specific tools of atomic physics which enable one to adjust the sign and strength of the interaction between atoms. Quantized vortices in rotating gases lead to physical phenomena strongly connected with the Quantum Hall effect. The talk will review some recent advances in the domain, and show how these cold atomic assemblies can be considered as quantum emulators, mimicking the rich dynamics of condensed-matter systems.

Plenarvortrag PV X Fr 9:45 1A
Scheibenlaser: Ergebnisse und Skalierungsgesetze — ●ADOLF GIESEN — Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Helmholtz-Gemeinschaft, Pfaffenwaldring 38-40, Stuttgart

Das Scheibenlaserdesign als neues Festkörperlaserdesign hat sich in Forschung und Industrie etabliert, da sich damit höchste Laserleistungen bei gleichzeitig guter Strahlqualität und bestem Wirkungsgrad erzielen lassen. In diesem Vortrag werden die bis heute erzielten wesentlichen Ergebnisse für den Scheibenlaser im Dauerstrichbetrieb und im Pulsbetrieb referiert. Weiterhin werden die Skalierungsgesetze für Leistung und Energie erläutert und die Grenzen der Skalierung diskutiert.