

ATOMPHYSIK (A)

Prof. Dr. Horst Schmidt-Böcking
 Institut für Kernphysik
 Universität Frankfurt
 Max-von-Laue-Straße 1
 60438 Frankfurt
 E-Mail: schmidt@hsb.uni-frankfurt.de

 ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN
 (Hörsäle)

Hauptvorträge

- A 1.1 Fr 10:15 (HU 3075) **Partial cross sections and β -parameters of doubly excited helium**, R. Püttner, Y. H. Jiang, M. Braune, R. Hentges, J. Viefhaus, M. Poiguine, U. Becker, J.-M. Rost, G. Kaindl
- A 1.2 Fr 10:45 (HU 3075) **Der Photoeffekt bei levitierten Partikeln**, Burkhard Langer, Michael Grimm, Christina Graf, Toralf Lischke, Stefan Schlemmer, Wolf Widdra, Uwe Becker, Dieter Gerlich, Eckart Rühl
- A 2.1 Fr 10:15 (HU 3094) **Ioneninduzierte Fragmentation von Biomolekülen und biologische Strahlenschäden**, Thomas Schlathölter, Fresia Alvarado, Ronnie Hoekstra
- A 2.2 Fr 10:45 (HU 3094) **Mehr-Elektronen Dynamik in Ion-Atom Stößen**, D. Fischer, M. Schulz, T. Ferger, R. Moshhammer, J. Ullrich
- A 3.1 Fr 14:00 (HU 3075) **Laserspektroskopische Bestimmung der Ladungsradien leichter Kerne - Von Wasserstoff zum**, Wilfried Nörtershäuser, Andreas Dax, Guido Ewald, Rodolfo Sanchez, Agnieszka Wojtaszek
- A 3.2 Fr 14:30 (HU 3075) **Bestimmung des magnetischen Momentes des freien Protons**, Stefan Stahl, Klaus Blaum, Slobodan Djekic, H.-Jürgen Kluge, Wolfgang Quint, Tristán Valenzuela, José Verdú, Manuel Vogel, Günther Werth
- A 4.1 Fr 16:30 (HU 3075) **^3He magnetometer for neutron EDM experiments**, Stefan Baeßler, Werner Heil, Vinzenz Kirste, Yury Sobolev, Vladimir Lobashev, Wolfgang Kilian, Herbert Rinneberg, Frank Seifert
- A 4.8 Fr 18:30 (HU 3075) **QED effects in laser fields**, Ulrich D. Jentschura, Jörg Evers, Karen Z. Hatsagortsyan, Martin Haas, Christoph H. Keitel
- A 6.1 Sa 10:30 (HU 3075) **On the Interatomic Coulombic Decay**, Simona Scheit, R. Santra, J. Zobeley, L. S. Cederbaum
- A 6.2 Sa 11:00 (HU 3075) **Experimental Observation of Interatomic Coulombic Decay in Neon Dimers**, Till Jahnke, Achim Czasch, Markus Schöffler, Sven Schössler, Alexandra Knapp, Manuel Käsz, Jasmin Titze, Christine Wimmer, Katharina Kreidi, Robert E. Grisenti, Andre Staudte, Ottmar Jagutzki, Uwe Hergenhahn, Horst Schmidt-Böcking, Reinhard Dörner
- A 6.3 Sa 11:30 (HU 3075) **Femtosekundendynamik von Metallclustern in Helium-Nanotropfen**, T. Döppner, Th. Diederich, A. Przystawik, J. Tiggesbäumker, K.-H. Meiwes-Broer
- A 6.4 Sa 12:00 (HU 3075) **Ultralong-range interactions in a frozen Rydberg gas**, Markus Reetz-Lamour, Thomas Amthor, Johannes Deiglmayr, Kilian Singer, Matthias Weidemüller

A 7.1	Sa	08:30	(HU 3094)	Quantum Path Control Using Attosecond Pulse Trains , Jens Biegert, Arne Heinrich, Christoph P. Hauri, Wouter Kornelis, Philip Schlup, Marcel Anscombe, Ursula Keller, Mette Gaarde, Kenneth J. Schafer
A 7.4	Sa	09:30	(HU 3094)	DFG: Nachwuchsprogramme und Neuigkeiten , Stefan Krückeberg
A 9.7	Sa	12:00	(HU 3094)	Physik mit Attosekunden-Lichtpulsen , Markus Drescher
A 12.1	Di	10:15	(HU 3075)	Präzisionsexperimente zur Quantenelektrodynamik in Starken Felder , Alexandre Gumberidze, Thomas Stöhlker, Dariusz Banaś, Heinrich Beyer, Fritz Bosch, Siegbert Hagmann, Christophor Kozhuharov, Dieter Liesen, Xinwen Ma, Paul Mokler, Andreas Oršić-Muthig, Dominik Sierpowski, Stanislav Tashenov, Andrzej Warczak
A 12.2	Di	10:45	(HU 3075)	A new photon recoil measurement to determine the fine-structure constant α , Holger Müller, Sheng-wei Chiow, Quan Long, Chris Vo, Steven Chu
A 15.1	Di	16:30	(HU 3094)	Ultrakalte Atome in einer Dimension: Von Bosonen über Fermionen zu Solitonen , Joachim Brand

Fachsitzungen

A 1	Photoionisation	Fr	10:15–12:30	HU 3075	A 1.1–1.7
A 2	Multiple Fragmentation of Atoms and molecules	Fr	10:15–12:45	HU 3094	A 2.1–2.8
A 3	Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules I	Fr	14:00–16:00	HU 3075	A 3.1–3.6
A 4	Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules II	Fr	16:30–19:00	HU 3075	A 4.1–4.8
A 5	Atoms in External Fields	Sa	08:30–10:00	HU 3075	A 5.1–5.6
A 6	Atomic Clusters and Cold Atoms I	Sa	10:30–12:30	HU 3075	A 6.1–6.4
A 7	Atoms and Ions in Ultra Short and Strong laser Fields I	Sa	08:30–10:00	HU 3094	A 7.1–7.4
A 8	Poster HU 1	Sa	08:30–18:30	Poster HU	A 8.1–8.54
A 9	Atoms and Ions in Ultra Short and Strong laser Fields II	Sa	10:30–12:30	HU 3094	A 9.1–9.7
A 10	Photoionisation II and Electron Correlation	Mo	10:15–12:15	HU 3075	A 10.1–10.8
A 11	Ion-Atom/Molecule Collisions, Exotic Atoms	Mo	16:30–17:45	HU 3075	A 11.1–11.5
A 12	Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules III	Di	10:15–12:15	HU 3075	A 12.1–12.6
A 13	Poster HU 2	Di	08:30–18:30	Poster HU	A 13.1–13.60
A 14	Electron Recombination	Di	16:30–18:30	HU 3075	A 14.1–14.8
A 15	Cold Atoms; Ultra-cold Atoms; and Atoms in Traps; BEC; I	Di	16:30–18:30	HU 3094	A 15.1–15.7
A 16	Atomic Clusters and Cold Atoms II	Mi	10:15–12:15	HU 3075	A 16.1–16.8
A 17	Cold Atoms; Ultra-cold Atoms; and Atoms in Traps; BEC; II	Mi	14:00–15:00	HU 3075	A 17.1–17.4

Mitgliederversammlung des Fachverbands Atomphysik

Di 12:15–12:45 HU 3075

Tagesordnung:

1. Bericht des Vorsitzenden
2. Frühjahrstagungen 2006 und 2007
3. Wahl des neuen Vorsitzenden und des Stellvertreters
4. Verschiedenes

Fachsitzungen

– Haupt-, Fachvorträge und Posterbeiträge –

A 1 Photoionisation

Zeit: Freitag 10:15–12:30

Raum: HU 3075

Hauptvortrag

A 1.1 Fr 10:15 HU 3075

Partial cross sections and β -parameters of doubly excited helium — ●R PÜTTNER¹, Y. H. JIANG^{1,2}, M. BRAUNE³, R. HENTGES³, J. VIEFHAUS³, M. POIGUINE¹, U. BECKER³, J.-M. ROST², and G. KAINDL¹ — ¹Freie Universität Berlin, D-14195 Berlin — ²Max-Planck-Institut für Physik Komplexer Systeme, D-01187 Dresden — ³Fritz-Haber Institut Berlin, D-14195 Berlin

Partial photoionization cross sections (PCSs), σ_n , leading to final ionic states of helium, $\text{He}^+(n)$, were measured at BESSY II in the region of doubly excited helium up to the ionization threshold I_9 of He^+ . The experiments were performed with a time-of-flight (TOF) electron spectrometer and high photon resolution, $\Delta E \cong 6$ meV. The results of these measurements are a most critical assessment of the decay dynamics of double-excitation resonances and agree well with those of recent eigenchannel R-matrix calculations. They also confirm the propensity rules [1] set up for the autoionization of double-excitation states. The mirroring behavior in the PCSs predicted recently by Liu and Starace [2] can be understood in a more general context. Preliminary results on angle-resolved measurements below the I_5 and I_6 will also be displayed.

[1] J. M. Rost *et al.*, J. Phys. B **30**, 4663 (1997). [2] Ch.-N. Liu and A. Starace, Phys. Rev. A **59**, R1731 (1999).

Hauptvortrag

A 1.2 Fr 10:45 HU 3075

Der Photoeffekt bei levitierten Partikeln — ●BURKHARD LANGER^{1,2}, MICHAEL GRIMM^{1,2}, CHRISTINA GRAF¹, TORALF LISCHKE³, STEFAN SCHLEMMER⁴, WOLF WIDDRA^{2,5}, UWE BECKER³, DIETER GERLICH⁶ und ECKART RÜHL¹ — ¹Institut für Physikalische Chemie I, Universität Würzburg, 97074 Würzburg — ²Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie, 12489 Berlin — ³Fritz-Haber-Institut der MPG, 14195 Berlin — ⁴Raymond and Beverly Sackler Laboratory for Astrophysics at Leiden Observatory, Leiden (NL) — ⁵Fachbereich Physik, Universität Halle-Wittenberg, 06099 Halle — ⁶Institut für Physik, Technische Universität Chemnitz, 09107 Chemnitz

Wir haben ein Experiment aufgebaut, das es erlaubt, einzelne Partikel elektrodynamisch zu speichern und mit Hilfe von Synchrotronstrahlung zu untersuchen. Diese festen oder flüssigen Partikel können in einer dreidimensionalen Quadrupolfalle (Paul-Typ) über mehrere Tage berührungsfrei gehalten werden. Aus der charakteristischen Bewegungsfrequenz lässt sich das Ladungs-zu-Masse Verhältnis Q/M des gespeicherten Teilchens in der Falle bestimmen. Die Messungen fanden an verschiedenen Undulator-Strahlrohren bei BESSY statt. Als erste Testsysteme wurden feste SiO_2 , ZnS Partikel mit einem Durchmesser von einigen hundert Nanometern in der Nähe der $O\ 1s$ bzw. $\text{Zn}\ 2p$ Kante untersucht. Hierbei wurden sowohl die Wahrscheinlichkeit von Sekundärelektronenprozessen als auch die Aufladung in Abhängigkeit von der Photonenenergie bei unterschiedlichem Ladungszustand des Partikels bestimmt.

Fachvortrag

A 1.3 Fr 11:15 HU 3075

Welle-Teilchen Dualismus bei der nichtlinearen Optik von Lichtpulsen mit wenigen optischen Zyklen Dauer — ●GÜNTER STEINMEYER — Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie, Max-Born-Str. 2a, D-12489 Berlin

Mit der Verfügbarkeit von Laserpulsen von weniger als 2 optischen Zyklen Dauer läßt sich eine Abhängigkeit der Konversionseffizienz von der Carrier-Envelope-Phase bei Multiphoton-Ionisationsprozessen beobachten [1,2,3]. Diese Abhängigkeit wird im allgemeinen als Zusammenbruch der Slowly-Varying Envelope Approximation gedeutet; die Interpretation erfolgt daher gemeinhin im Wellenbild. Eine komplementäre Betrachtungsweise dieser Phasenabhängigkeit bei nichtlinearen optischen Prozessen basiert auf der Interferenz von Quantenpfaden, etwa denen eines 2-Photonen- und eines 3-Photonenprozesses. Bei dieser Betrachtungsweise kommt es nicht so sehr auf die Kürze des wechselwirkenden

Pulses an; vielmehr würden auch zwei schmalbandige aber zueinander kohärente Quellen eine Quantenpfadinterferenz hervorrufen. Die momentan vorliegenden experimentellen Befunde [2,3] mit kurzen Laserpulsen reichen nicht aus, um eine Richtigkeit der einen oder anderen Theorie zu erhärten. Diesbezügliche Testexperimente werden vorgeschlagen.

[1] H. R. Telle *et al.* Appl. Phys. B **69**, 327 (1999).

[2] G. G. Paulus *et al.* Nature **414**, 182 (2001).

[3] A. Apolonski *et al.* Phys. Rev. Lett. **92**, 073902 (2004).

Fachvortrag

A 1.4 Fr 11:30 HU 3075

Vector correlations in atomic and molecular photoionization beyond the dipole approximation — ●ALEXEI GRUM-GRZHIMAILO — Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow 119992, Russia

The theory of photoionization from polarized atoms and molecules has been developed for full multipole expansion of arbitrary polarized radiation in electric and magnetic moments [1,2]. New, experimentally still unobserved, nondipole effects are predicted in the angular distribution of photoelectrons, in the circular and linear dichroism in the angular distribution, in magnetic dichroism, in the angular distribution of molecular dissociative fragments, in the angular correlations between photoelectrons and the fragments (angular distribution from "fixed-in-space" molecules). Features of the nondipole photoionization from chiral molecules and linear molecules will be outlined and compared to the photoionization from polarized atoms.

[1]. A.N.Grum-Grzhimailo, J. Phys. B, 34, L359 (2001). [2]. A.N.Grum-Grzhimailo, J. Phys. B, 36, 2385 (2003).

Fachvortrag

A 1.5 Fr 11:45 HU 3075

Isotopeneffekt und Rumpfloch-Lokalisierung in homonuklearen Molekülen — ●DANIEL ROLLES¹, MARKUS BRAUNE¹, RAINER HENTGES¹, SANJA KORICA¹, AXEL REINKÖSTER¹, JENS VIEFHAUS¹, BJÖRN ZIMMERMANN² und UWE BECKER¹ — ¹Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin — ²Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden

Das Verhalten symmetrisierter Wellenfunktionen lokalisierter Rumpflöcher in homonuklearen zweiatomigen Molekülen einschliesslich der dazugehörigen Photoelektronen kann als molekulares Doppelspaltexperiment interpretiert werden. Dies konnte an Hand der Winkelverteilung der von den σ_g und σ_u 1s Zuständen von N_2 emittierten Photoelektronen experimentell erstmalig gezeigt werden. Der Übergang zum symmetriebrochenen System wurde durch Vergleich verschiedener isotopensubstituierter Stickstoff-Moleküle untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Isotopensubstitution zu einer teilweisen Lokalisation des Rumpflochs mit paritätsgemischten Photoelektronenwellen führt, ein Effekt der für beide Stickstoff-Moleküle mit nichtgebrochener Symmetrie nicht auftritt. Dieser unerwartete Isotopeneffekt auf die elektronische Struktur eines homonuklearen zweiatomigen Moleküls ist der erste experimentell beobachtete Effekt dieser Art.

Fachvortrag

A 1.6 Fr 12:00 HU 3075

Photoelectron diffraction studies in oriented CO — ●B. ZIMMERMANN¹, D. ROLLES², O. GESSNER³, G. PRÜMPER², J. VIEFHAUS², R. DÖRNER⁴, B.V. MCKOY⁵, and U. BECKER² — ¹Max-Planck-Institute for the Physics of Complex Systems, 01187 Dresden, Germany — ²Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, 14195 Berlin, Germany — ³Steele Institute for Molecular Sciences, Ottawa, ON K1A 0R6, Canada — ⁴Institut für Kernphysik, 60486 Frankfurt, Germany — ⁵California Institute of Technology, Pasadena, CA-91125, USA

We investigated diffraction pattern for the heteronuclear molecule CO in a geometry in which the detector is aligned parallel to the light polarization and the molecular axis orientation. If the ionized atom is directed

towards the detector the diffraction pattern as function of the photoelectron momentum is dominated by a single peak whereas the opposite orientation shows a pronounced oscillation. Both features can be attributed to intramolecular scattering, however they reveal different information on the scattering behavior, as will be presented.

Fachvortrag

A 1.7 Fr 12:15 HU 3075

Signatures of molecular symmetry and alignment in strong-field ionization of molecules — ●A. BECKER¹ and F.H.M. FAISAL² — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Strasse 38, D-01187 Dresden — ²Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, Postfach 100 131, D-33501 Bielefeld

Multiphoton ionization of molecules is studied using the strong-field S-matrix approach. Numerical calculations of the angular distribution and the energy spectrum of the photoelectron as well as the total ionization rates and yields in an intense linearly polarized laser pulse are performed. Results are obtained for molecules aligned along the polarization axis and for ensembles of molecules having a random orientation of the molecular axis with respect to the polarization direction. Signatures of the molecular geometry and the orbital symmetry are identified. Predictions of the present theory for the dependence of the total ionization rates and yields on the orientation of the molecule are compared with other theoretical models and recent experimental data.

A 2 Multiple Fragmentation of Atoms and molecules

Zeit: Freitag 10:15–12:45

Raum: HU 3094

Hauptvortrag

A 2.1 Fr 10:15 HU 3094

Ioneninduzierte Fragmentation von Biomolekülen und biologische Strahlenschäden — ●THOMAS SCHLATHÖLTER, FRESIA ALVARADO und RONNIE HOEKSTRA — KVI Atomic Physics, Rijksuniversiteit Groningen, NL-9747 AA Groningen

Biologische Effekte ionisierender Strahlung in lebenden Zellen werden nicht nur durch die direkte Wirkung hochenergetischer Strahlungsquanten verursacht. Einen mindestens ebenso grossen Anteil haben Sekundärteilchen wie niederenergetische Elektronen, Radikale und (mehrfach geladene) Ionen die innerhalb einer Strahlenspur gebildet werden. Die Wechselwirkung von Primär- und Sekundärteilchen mit einzelnen biologisch relevanten Molekülen wie DNA stellt den Ausgangsprozess für die biologische Strahlenwirkung dar. Einfach und mehrfach geladene Ionen sind in diesem Kontext von grossem Interesse sowohl als Primär- (Schwerionentherapie, Strahlungsexposition von Gewebe im Weltraum) als auch als Sekundärpartikel (z.B. nach Auger-Kaskaden infolge von innerschalen-Ionisation). Wir untersuchen die Wechselwirkung z.B. von Wasserstoff, Helium und Kohlenstoffionen verschiedener Ladungszustände und Geschwindigkeiten mit isolierten DNA Bausteinen oder ihren Clustern. Zur Untersuchung der Ionisations- und Fragmentationsdynamik sowie zur Bestimmung der Wirkungsquerschnitte wird hochauflösende Koinzidenz-Flugzeitspektroskopie eingesetzt. Wir beobachten überraschend starke Einflüsse der elektronischen Struktur der eingesetzten Ionen und des Molekültyps, sowie Fragmentenergien die ihrerseits ausreichen um weitere Schäden zu induzieren.

Hauptvortrag

A 2.2 Fr 10:45 HU 3094

Mehr-Elektronen Dynamik in Ion-Atom Stößen — ●D. FISCHER¹, M. SCHULZ², T. FERGER¹, R. MOSHAMMER¹ und J. ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²University of Missouri-Rolla, Rolla, Missouri 65409, USA

Mit Reaktions-Mikroskopen ist es heute möglich die Impulsvektoren aller bei einer atomaren Stoßreaktion auslaufenden Teilchen mit hoher Auflösung zu vermessen. Die so gewonnen kinematisch vollständigen Datensätze erlauben es, die korrelierte Mehr-Elektronen Dynamik bei Ionisationsprozessen in Ion-Atom Stößen detailliert zu studieren und selbst solche Mechanismen zu identifizieren, die in bisherigen Untersuchungen nicht aufgedeckt werden konnten. So offenbaren z.B. voll differentielle Messungen zur Doppelionisation von Helium in Stößen mit sehr schnellen Protonen überraschende nichtlineare Effekte, die nur schwer mit dem allgemeinen Ansatz einer Bornschen Reihe in Einklang zu bringen sind. Im Vortrag wird anhand weiterer ausgewählter Beispiele ein Überblick über die jüngsten Ergebnisse dieser Untersuchungen gegeben.

Fachvortrag

A 2.3 Fr 11:15 HU 3094

Time-dependent calculations describing H₂ in intense ultrashort laser pulses — ●MANOHAR AWASTHI, YULIAN VANNE, and ALEJANDRO SAENZ — Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, AG Moderne Optik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany

The advent of ultra-short laser pulses has increased the interest in the field of laser-matter interaction. With processes like bond softening, bond hardening and enhanced ionisation coming into play, the field is expected to disclose even more phenomena to be discovered. Molecular hydrogen being the simplest molecule provides the basic framework for studying molecule-laser interaction. We solve the three-dimensional time-dependent Schrödinger equation in the basis of field-free states obtained from a configuration-interaction calculation in a B-spline basis. First re-

sults were obtained in the fixed-nuclei approximation. We present ionisation rates and excitation probabilities for different photon energies and intensities. In addition, the orientational dependence is investigated.

Fachvortrag

A 2.4 Fr 11:30 HU 3094

Anregung von C₆₀ durch energiereiche Photonen: Mehrfach-Ionisation und Fragmentation — ●A. REINKÖSTER, S. KORICA, D. ROLLES, M. BRAUNE, J. VIEFHAUS und U. BECKER — Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin

Fullerene sind seit 20 Jahren bekannt, der Photoeffekt seit 100 Jahren verstanden, dennoch erweist sich die Wechselwirkung von energiereichen Photonen und C₆₀ als äußerst komplex: (Mehrfach-) Ionisation, C₂-Abdampfung, Fulleren-spaltung oder Multifragmentation sind möglich (s. [1] und darin enthaltenen Referenzen). In den hier vorgestellten experimentellen Ergebnissen ($h\nu=26-400$ eV) werden Photoelektronen- und C₆₀-Ionenspektren diskutiert, die teilweise auch unter koinzidentem Nachweis erfolgten. Somit erhält man Auskunft über die zugrunde liegenden An- und Abregungsmechanismen bei C₆₀ sowie deren Wahrscheinlichkeiten.

[1] A. Reinköster *et al.*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **37** (2004), 2135

Fachvortrag

A 2.5 Fr 11:45 HU 3094

Projektil- und Rückstoss-Ionen Spektroskopie zur Untersuchung der Ionisations-Dynamik in p + He Stößen — ●MICHAEL SCHULZ, NATASHA MAYDANYUK, AHMAD HASAN und BRIAN TOOKE — University of Missouri-Rolla, Physics Dept., Rolla, MO 65409, USA

Zur Untersuchung von Einfachionisation wurden die vollständig Impuls-analysierten gestreuten Projektil- und Rückstossionen in 75 keV p + He Stößen in Koinzidenz gemessen. Der Impuls der ionisierten Elektronen wurde aus Impulserhaltung bestimmt. Aus den Daten erhielten wir voll-differentielle drei-dimensionale Winkel-Verteilungen der ionisierten Elektronen mit einer Energie von 5.5 eV für mehrere Projektil-Streuwinkel. Die Daten zeigen klare Peak-Strukturen in Richtung des Impuls-Übertrages q vom Projektil auf das Target-Atom (Binary Peak) und bei kleinen Streuwinkeln auch Maxima in Richtung des einlaufenden Projektil-Strahls. Dagegen sind keinerlei Strukturen in Richtung von -q zu beobachten, wo in der 1. Born Näherung der sogenannte Recoil Peak erwartet wird. Ein Vergleich der Daten mit verschiedenen theoretischen Modellen zeigt, dass die Querschnitte stark von höheren Ordnungsbeiträgen in der Projektil - Elektron Wechselwirkung und von der Wechselwirkung des Projektils mit dem zurückbleibenden Target-Ion beeinflusst sind.

Fachvortrag

A 2.6 Fr 12:00 HU 3094

VUV FEL photodissociation of cold molecular ions — ●SIMON ALTEVOGT¹, HENRIK PEDERSEN¹, ODED HEBER², MICHAEL RAPPAPORT², DIRK SCHWALM¹, DANIEL ZAJFMAN^{1,2}, and ANDREAS WOLF¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg, Germany — ²Department of Particle Physics, Weizmann Institute of Science, Rehovot, 76100, Israel

Photofragmentation at wavelengths near and below 100 nm has a significant influence on the abundance of small molecular ions in astrophysical environments, where these species drive further reactions that control the formation and cooling of interstellar clouds. The fragmentation processes of molecular ions on highly excited potential surfaces, accessible with Vacuum Ultra Violet (VUV) wavelengths, are so far largely unexplored with respect to experimental energy dependent cross sections

and branching ratios. In 2005, the new VUV Free Electron Laser (FEL) facility at Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) will start operation for users. An experimental setup for studies of photodissociation of cold molecular ions, using a combination of fast beam, ion trapping, and imaging techniques has been realized at the Max-Planck-Institute für Kernphysik (MPIK) in Heidelberg, and will be adapted to the new light source during 2005. We will describe the new ion beam line and report results from the first test experiments with UV photodissociation.

Fachvortrag A 2.7 Fr 12:15 HU 3094

Multidetektor-Apparatur für Koinzidenzexperimente — ●MARKUS BRAUNE, HENRIK HAAK, GEORG PRÜMPER, DANIEL ROLLES, JENS VIEFHAUS und UWE BECKER — Fritz-Haber-Institut der MPG, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin

In der Photoelektronen- und Photoionenspektroskopie an Atomen und Molekülen in der Gasphase stellt die Aufklärung der dynamischen Korrelation aller im Photoemissionsprozess beteiligten Teilchen durch koinzidente Erfassung ihrer Emissionswinkel und Energien ein wesentliches Ziel dar.

Eine zu diesem Zweck entwickelten Multidetektor-Apparatur besteht im Kern aus einer kugelförmigen Vakuumkammer mit einem Durchmesser von 655mm, die in der aktuellen Konfiguration 226 CF40-, 3 CF150- und 2 CF200-Flansche besitzt, die alle auf den Kugelmittelpunkt ausgerichtet sind. Passend dazu wurde ein neues Flugzeitspektrometer-Design entwickelt, das es erlaubt, prinzipiell alle CF40-Plätze gleichzeitig zu besetzen.

Erste Ergebnisse aus Messungen mit 12 Elektronen-Spektrometern die-

ser Art werden vorgeteilt.

Fachvortrag A 2.8 Fr 12:30 HU 3094

Abbildung molekularer Aufbruchreaktionen an schnellen Ionenstrahlen mit einem ultra schnell geschalteten Kamerasystem — ●S. NOVOTNY¹, D. STRASSER², V. ANDRIANARIJAONA¹, H. BUHR¹, L. LAMMICH¹, D. ZAJFMAN², D. SCHWALM¹ und A. WOLF¹ — ¹Max-Planck Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

Die Abbildung molekularer Fragmentationsereignisse in Experimenten mit schnellen Ionenstrahlen stellt hohe Anforderungen an die verwendeten Detektoren. Fragmente einer Einzelreaktion kommen innerhalb <5 ns am Detektor an. Die kinematische Rekonstruktion des Prozesses erfordert es, die transversalen und die longitudinalen Relativgeschwindigkeiten aller Fragmente, also Auftrefforte und -zeiten, zu messen.

Ein neuer drei-dimensionaler Detektor wird vorgestellt, der sowohl die Positionen als auch die Auftreffzeiten der Fragmente messen kann. Hierzu untersucht ein Zwei-Kamera System die Lichtintensitäten der auf ein MCP mit Phosphorschirm auftreffenden Fragmente [1]. Eine der beiden Kameras beinhaltet einen ultra schnell ausgelösten optischen Schalter, so daß das Lichtintensitätsverhältnis Rückschlüsse auf die Ankunftszeiten der Fragmente ermöglicht. Zusammen mit der Position auf dem Schirm erlaubt diese Technik die Bestimmung der Geschwindigkeiten einer prinzipiell nicht limitierten Anzahl gleichzeitig auftreffender Teilchen mit einer derzeitigen Zeitauflösung von $\sigma \approx 500$ ps, die bei Testmessungen zur dissoziativen Rekombination von HD⁺ beobachtet wurde.

[1] D. Strasser et al., Rev. Sci. Instrum. **71**, 3092 (2000)

A 3 Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules I

Zeit: Freitag 14:00–16:00

Raum: HU 3075

Hauptvortrag A 3.1 Fr 14:00 HU 3075

Laserspektroskopische Bestimmung der Ladungsradien leichter Kerne - Von Wasserstoff zum — ●WILFRIED NÖRTERSCHÄUSER^{1,2}, ANDREAS DAX³, GUIDO EWALD¹, RODOLFO SANCHEZ¹ und AGNIESZKA WOJTASZEK¹ — ¹GSi Darmstadt — ²Universität Tübingen — ³CERN, Switzerland

Die Spektroskopie an Wasserstoff mit immer hochauflösenderen Methoden hat grundlegend zum Verständnis und der Bestätigung der Quantenmechanik und der Quantenelektrodynamik beigetragen. Heute wird auf diesem Gebiet eine Präzision erreicht, die den Einfluß der inneren Struktur des Atomkernes sichtbar werden läßt. Seit wenigen Jahren ist auch die theoretische Beschreibung von Zwei- und Drei-Elektronen-Systemen ausreichend genau, um Kernstruktureffekte aus der Messung der Isotopieverschiebung extrahieren zu können. Damit eröffnete sich die Möglichkeit die Ladungsradien von Helium- und Lithiumisotopen laserspektroskopisch zu bestimmen. Jüngst gelang es erstmalig diese Methode auf die kurzlebigen Isotope dieser Elemente auszudehnen. Nach einem kurzen Überblick werden diese Entwicklungen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Messung der Isotopieverschiebung der Lithiumisotope; hier wurde nach der zuvor erfolgten Messung von ^{8,9}Li jetzt auch die Isotopieverschiebung des Halokernes ¹¹Li bestimmt.

Hauptvortrag A 3.2 Fr 14:30 HU 3075

Bestimmung des magnetischen Momentes des freien Protons — ●STEFAN STAHL¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, SLOBODAN DJEKIC¹, H.-JÜRGEN KLUGE², WOLFGANG QUINT², TRISTÁN VALENZUELA¹, JOSÉ VERDÚ¹, MANUEL VOGEL¹ und GÜNTHER WERTH¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt

Erstmals soll in einem Experiment das magnetische Moment eines einzelnen freien Protons mit einer relativen Unsicherheit von 10⁻⁹ bestimmt werden. Dazu wird derzeit eine Penning-Ionenfalle an der Universität Mainz aufgebaut, in der supraleitende zerstörungsfreie Nachweiselemente zum Einsatz kommen. Das Umklappen des Spins eines einzelnen in der Falle gespeicherten Protons soll mit Hilfe des kontinuierlichen Stern-Gerlach-Effektes beobachtet werden, der bereits erfolgreich auf Elektronen und Ionen angewendet wurde [1,2]. Ziel ist es, diese Methode mit dem kürzlich etablierten phasensensitiven Bewegungsnachweis eines einzelnen Teilchens zu kombinieren, um das extrem schwache magnetische Moment des Protons bestimmen zu können. Neben dem grundsätzlichen Interesse an der Bestimmung fundamentaler Konstanten in der Physik ist dieses Experiment insbesondere durch den Test der CPT-Verletzung motiviert, da beabsichtigt wird, das hier eingesetzte Verfahren in Zukunft auch auf

freie Anti-Protonen anzuwenden.

[1] H.-G. Dehmelt et al., Z. Phys. D **10** (1988) 127

[2] J. Verdu et al., Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 093002

Fachvortrag A 3.3 Fr 15:00 HU 3075

Zweischleifen-Korrekturen zum g-Faktor gebundener Elektronen — ●U. D. JENTSCHURA¹, K. PACHUCKI² und V. A. YEROKHIN³ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Universität Warschau — ³Universität St. Petersburg, Petrodvorets

Zweischleifen-Korrekturen zum g-Faktor gebundener Elektronen [1] bedingen beträchtliche technische und konzeptuelle Schwierigkeiten bei der theoretischen Analyse. Eine Beschreibung mit Hilfe der Long-Wavelength QED [2] vermittelt einen gangbaren Zugang zur analytischen Beschreibung dieser Korrekturen, der auf einen verbesserten Wert für die Elektronenmasse führt (eine der fundamentalen Naturkonstanten).

[1] K. Pachucki, U. D. Jentschura und V. A. Yerokhin, Phys. Rev. Lett. **93**, 150401 (2004).

[2] K. Pachucki, Phys. Rev. A **69**, 052502 (2004).

Fachvortrag A 3.4 Fr 15:15 HU 3075

Zwei-Photonen-Selbstenergie — ●U. D. JENTSCHURA¹ und K. PACHUCKI² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Universität Warschau

Zweischleifen-Bethe-Logarithmen [1] stellen gewisse Herausforderungen an die theoretische Beschreibung, da Techniken aus der Quantenfeldtheorie (Prozesse mit zwei virtuellen Quanten) auf *gebundene* atomare Zustände angewandt werden müssen. Die Kenntnis der Korrektur verbessert wesentlich unser Verständnis der atomaren Bindungsenergien in Wasserstoff und ermöglicht damit einen weiteren Schritt bei der Bestimmung von Fundamentalkonstanten.

[1] K. Pachucki und U. D. Jentschura, Phys. Rev. Lett. **91**, 113005 (2003); U. D. Jentschura, e-print hep-ph/0409271 (Phys. Rev. A, im Druck).

Fachvortrag A 3.5 Fr 15:30 HU 3075

Calculation of transition probabilities for two-electron ions — ●OLEG YU. ANDREEV¹, LEONTI N. LABZOWSKY², GÜNTER PLUNIEN¹, and GERHARD SOFF¹ — ¹Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, D-01062, Dresden, Germany — ²V. A. Fock Institute of Physics, St. Petersburg State University, Ulyanovskaya 1, 198504, Petrodvorets, St. Petersburg, Russia

We present an accurate QED calculation of the interelectron interac-

tion corrections for transition probabilities for two-electron multicharged ions. The calculation is performed for the low-lying two-electron configurations (K and L-shells). In particular, the quasidegenerate $(1s2p)2^1P_1$ and $(1s2p)2^3P_1$ configurations are under consideration. The total transition probabilities are evaluated. The calculation is performed for ions with the nuclear charge $10 \leq Z \leq 92$.

Fachvortrag

A 3.6 Fr 15:45 HU 3075

Zemach and magnetic radius of the proton from the hyperfine splitting in hydrogen — ●ANDREI V. VOLOTKA^{1,2}, VLADIMIR M. SHABAEV^{1,2}, GÜNTER PLUNIEN², and GERHARD SOFF² — ¹St. Petersburg State University, Oulianovskaya 1, Petrodvorets, St. Petersburg 198504, Russia — ²Institut für Theoretische Physik, Technische Universität Dresden, Mommsenstraße 13, 01062 Dresden, Germany

The current status of the determination of corrections to the hyperfine splitting of the ground state in hydrogen is considered. Improved calculations are provided taking into account the most recent value for the proton charge radius. Comparing experimental data with predictions for the hyperfine splitting, the Zemach radius of the proton is deduced to be 1.045(16) fm. Employing exponential parametrizations for the electromagnetic form factors we determine the magnetic radius of the proton to be 0.778(29) fm. Both values are compared with the corresponding ones derived from the data obtained in electron-proton scattering experiments and the data extracted from a rescaled difference between hyperfine splittings in hydrogen and muonium.

A 4 Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules II

Zeit: Freitag 16:30–19:00

Raum: HU 3075

Hauptvortrag

A 4.1 Fr 16:30 HU 3075

³He magnetometer for neutron EDM experiments — ●STEFAN BAESSLER¹, WERNER HEIL¹, VINZENZ KIRSTE¹, YURY SOBOLEV¹, VLADIMIR LOBASHEV², WOLFGANG KILIAN³, HERBERT RINNEBERG³ und FRANK SEIFERT³ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz — ²Institute of Nuclear Research, Troitsk — ³Physikalisch-Technische Bundesanstalt Berlin

We report on a ³He-magnetometer that is capable of detecting tiny magnetic field fluctuations and gradients on a femtotesla level in an experiment which measures the electric dipole moment (EDM) of the neutron. The precession frequency of ³He atoms is detected in two different ways: One is based on the Ramsey technique of separated oscillating fields, and here the spin polarization of the ³He atoms is detected optically at the end of the Ramsey cycle. The second approach is to detect the spin precession signal directly with a SQUID. The ³He gas is polarized by means of optical pumping and stored in two flat cylindrical vessels of $V \sim 4$ liter in a sandwich type arrangement around a twin-chamber type storage bottle for ultra-cold neutrons.

In order to have a high accuracy of the SQUID detection of the spin precession a long transverse relaxation time T_2 of the ³He spins and a high signal to noise ratio (SNR) of the SQUID is needed. We obtained $T_2 \sim 1$ h and $SNR \sim 3000$ Hz^{-1/2} which allows us to reach an accuracy in the magnetic field measurement of 3 fT per neutron storage cycle of 150 seconds. This accuracy is sufficient for a planned EDM experiment.

Fachvortrag

A 4.2 Fr 17:00 HU 3075

Extending g-factor measurements to heavy highly-charged ions — ●JOSEBA ALONSO^{1,2}, THOMAS BEIER¹, SLOBODAN DJEKIC¹, FERNANDO GALVE¹, HANS-JÜRGEN KLUGE², WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL¹, TRISTAN VALENZUELA¹, JOSÉ VERDÚ¹, MANUEL VOGEL¹, and GÜNTHER WERTH¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt

Measurements of the anomalous magnetic moment of the electron bound in hydrogen*like ions with spinless nuclei have proven to be highly sensitive tests of corresponding calculations based on bound-*state quantum electrodynamics (BS-QED). Measurements performed on ¹²C⁵⁺ [1] and ¹⁶O⁷⁺ [2] together with bound-*state QED calculations on the same level of accuracy have achieved sensitivities around 0.25% of the calculated bound-state contributions to the g-*factors of these ions. Currently, a similar experiment on hydrogen*like calcium ⁴⁰Ca¹⁹⁺, lithiumlike calcium ⁴⁰Ca¹⁷⁺ and other systems is prepared [3], which is in principle capable of increasing the sensitivity of this bound-state QED test by more than one order of magnitude. To that end, several novel experimental techniques have been developed. A motivation as well as experimental requirements and techniques for such a measurement are presented and the possible benefits will be discussed.

[1] H. Häffner, et al., Phys. Rev. Lett. 85, 5308-5311 (2000)

[2] J. Verdú, et al., Phys. Rev. Lett. 92, 093002 (2004)

[3] M. Vogel, et al., submitted to Nucl. Inst. Meth. B (HCI-2004 proceedings)

Fachvortrag

A 4.3 Fr 17:15 HU 3075

Präzisionsspektroskopie kurzlebiger Lithiumisotope – der Ladungsradius des Halokerns ¹¹Li — ●RODOLFO SÁNCHEZ¹, DANIEL ALBERS², JOHN BEHR², PIERRE BRICAULT², BRUCE BUSHAW³, ANDREAS DAX⁴, JENS DILLING², MARIK DOMBSKY², GORDON DRAKE⁵, GUIDO EWALD¹, STEFAN GÖTTE¹, REINHARD KIRCHNER¹, THOMAS KÜHL¹, JENS LASSEN², PHIL LEVI², WILFRIED NÖRTERSHÄUSER^{1,6}, MATTHEW PEARSON², ERIKA PRIME², VLADIMIR RYJKOV², AGNIESZKA WOJTASZECK¹, H.-JÜRGEN KLUGE¹, ZONG-CHAO YAN⁷ und CLAUS ZIMMERMANN⁶ — ¹GSI Darmstadt — ²TRIUMF, Vancouver, Kanada — ³PNNL, Richland, USA — ⁴PSI, Villigen, Schweiz — ⁵Univ. Windsor, Kanada — ⁶Univ. Tübingen — ⁷Univ. New Brunswick, Kanada

Mittels hochauflösender Resonanzionisationspektroskopie wurde die Isotopieverschiebung im $2^2S_{1/2} \rightarrow 3^2S_{1/2}$ -Zweiphotonen-Übergang aller Lithiumisotope bestimmt. Die Änderung des mittleren quadratischen Ladungsradius $\delta\langle r_c^2 \rangle$ lässt sich durch den Vergleich mit atomphysikalischen Präzisionsberechnungen bestimmen. Die Differenz zwischen berechnetem Wert und der Messung entspricht dem Feldeffekt, der proportional zu $\delta\langle r_c^2 \rangle$ ist. Die Messungen wurden am TRIUMF in Vancouver durchgeführt. Am dortigen ISAC-Online-Massenseparator ist es möglich das kurzlebige ¹¹Li- Isotop mit einer Rate von ~ 50000 s⁻¹ herzustellen. Die im Weiteren thermalisierten Atome werden spektroskopiert, in einem effizienten Anregungsschema ionisiert und nachgewiesen. Die Ergebnisse liefern den Verlauf der Ladungsradien der Lithium-Isotopenkette in Vergleich zum verwendeten Referenzisotop ⁶Li.

Fachvortrag

A 4.4 Fr 17:30 HU 3075

HITRAP@GSI - nacktes Uran in Ruhe — ●FRANK HERFURTH, THOMAS BEIER, CHRISTOPHOR KOZUHAROV und WOLFGANG QUINT für die HITRAP-Kollaboration — GSI, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt

HITRAP ist die geplante Abbrems- und Ionenfallenanlage zur Produktion intensiver, kalter Strahlen von hochgeladenen Ionen bei niedrigen Energien. An der GSI werden hochgeladene, schwere Ionen bis zum Uran 92⁺ bei 400 MeV/u erzeugt, mit ESR (NESR) auf 4 MeV/u abgebremst und in die neunkonzipierten IH- und RFQ-Strukturen eingeschossen, wo sie weiter bis ca. 6 keV/u abgebremst werden. Danach werden die Ionen mit Hilfe einer Penningfalle auf nahezu 4 K gekühlt. Bis zu 10⁵ Ionen pro 10 Sekunden können darauf monoenergetisch in einem kurzen Puls oder verteilt über 10 s für Experimente zur Verfügung gestellt werden. Die Experimente mit solchen hochgeladenen, ultrakalten Ionenstrahlen reichen von neuartigen Studien zur Wechselwirkung von Ionen mit Oberflächen über Stossexperimente mit vollständiger kinematischer Analyse bis hin zur Präzisionsspektroskopie an einzelnen hochgeladenen Ionen. 2005 ist der geplante Baubeginn der HITRAP Anlage. Erste Experimente mit hochgeladenen, abgebremsten und gekühlten Ionenstrahlen sollen im Jahr 2007 stattfinden. Dieser Beitrag stellt den Status sowie Konzepte für die Penningfalle zur Kühlung der hochgeladenen Ionen vor. HITRAP wird gefördert von der EU unter HPRI-CT-2001-50036.

Fachvortrag

A 4.5 Fr 17:45 HU 3075

Präzise Messung des relativistischen Doppler-Effekts an schnellen Ionen — ●SASCHA REINHARDT¹, G. HUBER², S. KARPUK², C. NOVOTNY², G. SAATHOFF¹, H. BUHR¹, L. A. CARLSON¹, M. HAAS¹, U. D. JENTSCHURA¹, R. HOLZWARTH³, TH. UDEM³, M. ZIMMERMANN³, T. W. HÄNSCH³, C. H. KEITEL¹, D. SCHWALM¹, A. WOLF¹ und G. GWINNER⁴ — ¹MPI für Kernphysik, Heidelberg — ²Institut für Physik, Universität Mainz, Mainz — ³MPI für Quantenoptik, Garching — ⁴University of Manitoba, Winnipeg, Canada

Am Testspeicherring (TSR) in Heidelberg werden mittels kollinearer Sättigungsspektroskopie Frequenzmessungen an einem Übergang in ⁷Li⁺-Ionen durchgeführt, die eine Geschwindigkeit 6,4% bzw. 3% der Lichtgeschwindigkeit haben. Der Vergleich der in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung gemessenen Übergangsfrequenz bei den verschiedenen Ionengeschwindigkeiten erlaubt einen präzisen Test des relativistischen Doppler-Effekts und insbesondere der Zeitdilatation[1].

Bei der Spektroskopie schneller Teilchen sind verschiedene Fehlerquellen zu berücksichtigen, die mit der Teilchengeschwindigkeit zusammenhängen. Eine genaue Untersuchung dieser Fehler und ihrer Geschwindigkeitsabhängigkeit, die relevant sind für die gegenwärtigen Messungen am TSR sowie für geplante Messungen an der GSI bei ca. 33% Lichtgeschwindigkeit, wird präsentiert.

1. G. Saathoff et al., Phys. Rev. Lett. 91,190403 (2003)

Fachvortrag

A 4.6 Fr 18:00 HU 3075

Integrated absorption measurements higher accuracy: a method to assess and eliminate instrumental function errors. — ●GERARDO JOSÉ PADILLA VÍQUEZ and KARL JOUSTEN — PTB - Institut Berlin, Abbe Straße 2-12, 10587 Berlin

We present a new method to identify and eliminate the presence of spectroscopic instrumental function error on integrated absorption (line intensity) measurements. The need of such measurements with high accuracy demands to take care of the effect of the instrumental function upon the line intensity, which is often neglected in the literature. The self-deconvolution methods found on the literature keep the integrated absorption of the lines constant and are often focused on the task of increasing resolution of the spectra to distinguish partially overlapped lines. We have developed a new method to deconvolve absorption spectra without making any assumption on the instrumental function. The method allowed us to identify spectra affected by the instrumental function (in our case, the emission form function of our laser) in such a way that the measured integrated absorption had a systematic error, making it smaller than the real value. The method permits us to correct the men-

tioned error and to find the real line intensity based on the measurements of two absorption spectra, under the restriction that one of them must be taken under Doppler conditions.

Fachvortrag

A 4.7 Fr 18:15 HU 3075

Search for permanent electric dipole moment in Radium — ●U. DAMMALAPATI, S. DE, K. JUNGMANN, and L. WILLMANN — Kernfysisch Versneller Instituut, Zernikelaan 25, 9747 AA Groningen

A permanent electric dipole moment (edm) of a fundamental particle violates time reversal symmetry as well as parity. Any measurable edm would indicate physics beyond the standard model. Recently it was pointed out that due to the atomic structure some short lived Radium isotopes are good candidates for new types of experiments. A new facility (TRIμP: Trapped Radioactive Isotopes: μ-laboratories for fundamental Physics) to produce and trap such radioactive isotopes is currently under construction at our institute. Currently we are working towards trapping and cooling of heavy alkaline earth. We are working on laser cooling and trapping of Barium, which has a level scheme similar to Radium. We will discuss our laser cooling scheme and will show first results. Several lasers for repumping out of metastable states are required. In addition we determine the hyperfine structure, isotope shifts and the lifetimes of ³P states in preparation for a measurement of these quantities in radium. This information is needed as input for atomic structure calculations and an evaluation of the sensitivity of radium for an edm search.

Hauptvortrag

A 4.8 Fr 18:30 HU 3075

QED effects in laser fields — ●ULRICH D. JENTSCHURA, JÖRG EVERS, KAREN Z. HATSAGORTSYAN, MARTIN HAAS, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Various quantum electrodynamic effects in laser fields are presented. The Lamb shift is shown to be modified in a nontrivial way due to the presence of a coherent driving field [1]. For the Mollow spectrum both radiative and relativistic corrections are evaluated and shown to be of non-negligible magnitude for high-precision experiments [2]. Finally, for somewhat more intense laser pulses, the quantum dynamics of positronium is studied. Here emphasis is placed on high harmonic generation and annihilation estimations [3].

[1] U. D. Jentschura, J. Evers, M. Haas, C. H. Keitel, Phys. Rev. Lett. **91**, 253601 (2003).

[2] J. Evers, U. D. Jentschura and C. H. Keitel, Phys. Rev. A, in press.

[3] B. Henrich, K. Z. Hatsagortsyan, C. H. Keitel, Phys. Rev. Lett. **93**, 013601 (2004).

A 5 Atoms in External Fields

Zeit: Samstag 08:30–10:00

Raum: HU 3075

Fachvortrag

A 5.1 Sa 08:30 HU 3075

QED-corrections to laser-dressed atomic multilevel systems — ●J. EVERS, U. D. JENTSCHURA, and C. H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

The treatment of QED-effects in dynamical processes requires a thorough analysis of several relativistic and field-theoretic effects, which all contribute to the atomic population dynamics and to the quasi-energies of the laser-dressed states. Among these, there are relativistic and radiative corrections to the transition dipole moment, Bloch-Siegert shifts, non-resonant corrections, and corrections to the so-called secular approximation, as well as field-configuration dependent corrections [1]. In multilevel systems, further effects have to be considered. We show that the intricacies due to the inclusion of additional atomic states to the analysis are no principle obstacle for a high-precision treatment of the problem [2].

[1] J. Evers, U. D. Jentschura and C. H. Keitel, e-print quant-ph/0403202 (Phys. Rev. A, in print).

[2] U. D. Jentschura, J. Evers and C. H. Keitel, Laser Physics, Festschrift dedicated to H. Walther on the occasion of his 70th birthday (in print).

Fachvortrag

A 5.2 Sa 08:45 HU 3075

Novel efficient semiclassical quantization method for chaotic systems with pruned symbolic dynamics and application to the diamagnetic hydrogen atom — ●J. MAIN — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, Germany

Semiclassical quantization methods have been successfully applied to

the diamagnetic hydrogen atom at low energies and at very high energies, where the classical dynamics is fully hyperbolic and can be described by a complete symbolic dynamics. However, at energies around the field-free ionization limit, where the symbolic dynamics is strongly pruned, the atom has so far resisted all existing semiclassical techniques. We present a novel method based on high-resolution signal processing of the periodic orbit signal with amplitude constraints. A rather small set of ~ 1500 periodic orbits, which have been obtained with a multi-shooting algorithm, is sufficient to calculate about 20 eigenvalues at energy $E = 0$. The new method allows for the first time for the efficient quantization of a large variety of systems with pruned dynamics such as the hyperbola billiard, the closed three-disk billiard and the three-dimensional four-sphere system with touching spheres.

Fachvortrag

A 5.3 Sa 09:00 HU 3075

\hbar -Entwicklungen in semiklassischen Theorien für Systeme mit weichen Potentialen und Anwendung auf das Wasserstoffatom im Magnetfeld — ●HOLGER CARTARIUS, JÖRG MAIN und GÜNTER WUNNER — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart

Für die Berechnung semiklassischer Spektren klassisch chaotischer Systeme ist die Gutzwiller-Spurformel ein wichtiges Instrument. Sie stellt die führende Ordnung in einer Entwicklung des oszillierenden Anteils der Energiezustandsdichte nach Potenzen von \hbar dar. Die nächsthöheren Ordnungen wurden bereits für Billardsysteme berechnet und durch Vergleiche mit quantenmechanischen Rechnungen bestätigt. Für Systeme

mit weichen Potentialen wurde in der Literatur [1] eine Methode vorgestellt, die es gestattet, auch für solche Systeme \hbar -Korrekturen zur Gutzwiller-Spurformel zu berechnen. Wir wenden diese Methode auf das zweidimensionale Wasserstoffatom im Magnetfeld an, wobei wir erstmals die Symmetrie des Potentials voll ausnutzen. Durch harmonische Inversion können die Korrekturterme auch aus einem quantenmechanischen Spektrum extrahiert werden, was einen Test der semiklassischen Werte ermöglicht.

[1] B. Grémaud, Phys. Rev. E **65**, 056207 (2002)

Fachvortrag

A 5.4 Sa 09:15 HU 3075

Gaußsche-Wellenpaket-Dynamik für das Wasserstoffatom in intensiven Magnetfeldern — ●TOMAŽ FABČIČ, JÖRG MAIN und GÜNTER WUNNER — Institut für Theoretische Physik 1, Universität Stuttgart, D-70550 Stuttgart

Gegenüber numerisch exakten zeitabhängigen quantenmechanischen Rechnungen hat die Methode der Gaußschen-Wellenpaket-Dynamik den Vorteil schneller und einfacher Implementierung. Ein weiterer Vorteil der Methode gegenüber anderen semiklassischen Propagatoren wie z.B. dem Herman-Kluk-Propagator besteht darin, dass keine aufwändig zu berechnenden Vorfaktoren auftreten. Die Gaußsche-Wellenpaket-Dynamik ist in der Molekülphysik, in der Potentiale durch harmonische Potentiale gut angenähert werden können, wohl etabliert. Verwendet man regularisierte Koordinaten, lässt sie sich auch auf das nichtintegrable Problem des H-Atoms in starken äußeren Feldern anwenden. Die hohe Effizienz des Verfahrens wird an diesem Beispiel veranschaulicht.

Fachvortrag

A 5.5 Sa 09:30 HU 3075

Rydberg atoms in crossed magnetic and electric fields — ●JAVIER MADRÓNERO and ANDREAS BUCHLEITNER — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

We report on numerically exact quantum calculations on alkali Ryd-

berg atoms in crossed magnetic and electric fields, above the ionization threshold. Quantum spectra are obtained employing the complex rotation technique, used to extend the calculations into the continuum region, and R-matrix theory, to describe the effect of the atomic core on the dynamics of the highly excited electron along its Kepler orbit.

Fachvortrag

A 5.6 Sa 09:45 HU 3075

Rydberg Atoms in Magnetic Quadrupole Traps — ●IGOR LESANOVSKY¹, HANNES BOCK¹, JÖRG SCHMIEDMAYER¹, and PETER SCHMELCHER^{1,2} — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany — ²Theoretische Chemie, Institut für Physikalische Chemie, Universität Heidelberg, INF 229, 69120 Heidelberg, Germany

For the manipulation of ultra-cold atoms inhomogeneous magnetic fields play an essential role. As long as the spatial variation of the magnetic field are much less than the typical atomic length scale an atom behaves like a neutral particle coupling to the external field by its total spin only. For highly excited atoms or sufficient high magnetic field gradients this approximation does not hold. Here the coupling of the charge of the atomic constituents to the magnetic field has to be taken into account. We investigate the electronic structure of excited atoms exposed to magnetic quadrupole field configurations. Here, in contrast to the homogeneous field, the spin and spatial degrees of freedom are coupled leading to unique properties of the electronic states. An inspection of the systems symmetries reveals a two-fold degeneracy of the electronic states in the presence of the field. We analyze the energy-spectrum over a broad regime of field gradients. We show that the three-dimensional magnetic quadrupole field induces a permanent state dependent electric dipole moment of the atom.

References: [1] I. Lesanovsky, J. Schmiedmayer and P. Schmelcher, PRA **69**, 053405 (2004) [2] I. Lesanovsky, J. Schmiedmayer and P. Schmelcher, PRA **70**, 043409 (2004)

A 6 Atomic Clusters and Cold Atoms I

Zeit: Samstag 10:30–12:30

Raum: HU 3075

Hauptvortrag

A 6.1 Sa 10:30 HU 3075

On the Interatomic Coulombic Decay — ●SIMONA SCHEIT, R. SANTRA, J. ZOBELEY, and L. S. CEDERBAUM — Universität Heidelberg, Theoretische Chemie, Im Neuenheimer Feld 229, 69120 Heidelberg

The Interatomic Coulombic Decay (ICD) is the mechanism by which a weakly bound atomic or molecular cluster decays via electron emission following inner valence ionization. The ICD is an electronic decay process of interatomic nature, based on electron correlation between neighboring monomers in a weakly bound cluster, and as such has to be distinguished from the well known Auger decay, which interests core ionized states and is of intraatomic character. In the ICD the inner valence hole, which is localized on one of the monomers building up the cluster, is filled by an outer valence electron of the same monomer; the energy gained by the system in this transition is efficiently transferred to a neighboring monomer and used for the emission of an outer valence electron. The resulting system, which eventually undergoes fragmentation, is a doubly ionized cluster with two outer valence holes localized on two different but neighboring monomers. The relatively large distance between the two positive charges reduces the Coulomb repulsion between them and lowers the threshold for double ionization, rendering a decay via electron emission energetically possible. The ICD process with its underlying dynamics has been theoretically predicted a few years ago and very recently experimentally observed in Ne clusters of various sizes. In this contribution the theoretical description of the ICD with its underlying nuclear dynamics will be presented. As example the ICD in Ne clusters will be discussed.

Hauptvortrag

A 6.2 Sa 11:00 HU 3075

Experimental Observation of Interatomic Coulombic Decay in Neon Dimers — ●TILL JAHNKE¹, ACHIM CZASCH¹, MARKUS SCHÖFFLER¹, SVEN SCHÖSSLER¹, ALEXANDRA KNAPP¹, MANUEL KÄSZ¹, JASMIN TITZE¹, CHRISTINE WIMMER¹, KATHARINA KREIDI¹, ROBERT E. GRISENTI¹, ANDRE STAUDTE¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, UWE HERGENHAHN², HORST SCHMIDT-BÖCKING¹, and REINHARD DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, J. W. Goethe-Universität Frankfurt am Main, Germany — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Garching, Germany

Two decay channels of excited atoms are commonly known today: the release of energy via emission of a photon or an Auger electron. Recently, Cederbaum et al. predicted a third decay mechanism termed Interatomic Coulombic Decay (ICD). It is anticipated to become the dominant decay route, once the excited atom is placed in an environment of other atoms. In that case, the deexcitation energy is transferred by a virtual photon to a neighboring atom, which releases it by emission of a weakly bound electron.

In the current experimental work the process is unambiguously identified after creating an inner valence hole in a neon dimer. Using an adopted version of the well established COLTRIMS-technique, the momenta of the ICD electron and the two ionic fragments of the dimer are measured in coincidence, allowing for the identification of the ICD process by the sum energy of the measured particles. Experimental results including the kinetic energy release of the dimer's Coulomb explosion and the ICD-electron's energy and angular distribution will be presented.

Hauptvortrag

A 6.3 Sa 11:30 HU 3075

Femtosekundendynamik von Metallclustern in Helium-Nanotropfen — ●T. DÖPPNER¹, TH. DIEDERICH², A. PRZYSTAWIK¹, J. TIGGESBÄUMKER¹ und K.-H. MEIWES-BROER¹ — ¹Fachbereich Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock — ²HASYLAB am DESY, Notkestr. 85, 22607 Hamburg

Metallcluster werden durch die Einlagerung von einzelnen Atomen in einer Pick-up-Zelle in superfluiden Heliumtropfen erzeugt [1]. Nach Anregung durch ultrakurze intensive Laserpulse (bis 10^{16} W/cm²) werden die resultierenden Fragmente in einem hochauflösenden Flugzeitmassenspektrometer nachgewiesen. Die Untersuchungen der Aufladungsdynamik mit der Pump-Probe-Technik zeigen einen maximalen Ladungszustand der atomaren Ionen für eine optische Verzögerung von einigen 100 fs. Bei moderateren Intensitäten von $10^{12} \dots 10^{13}$ W/cm² kommt es an Ionen zu einer verstärkten Bildung von Schneeballkomplexen M^+He_N [2]. Für bestimmte N tritt eine erhöhte Stabilität auf, die Schalenabschlüssen zugeordnet werden kann. Dabei stellt man eine signifikante elementspezifische Abhängigkeit fest. In einem Pump-Probe Experiment an Clustern ergibt sich ein Maximum im Schneeballsignal bei einer optischen Verzögerung von etwa 20 ps, die Aufschluss über den Cage-Effekt

in Heliumtropfen liefert.

[1] Th. Diederich, J. Tiggesbäumker, and K.H. Meiwes-Broer, J. Chem. Phys. **116**, 3263 (2002)

[2] T. Döppner, Th. Diederich, J. Tiggesbäumker, and K.H. Meiwes-Broer, Eur. Phys. J. D **16**, 13 (2001)

Hauptvortrag

A 6.4 Sa 12:00 HU 3075

Ultralong-range interactions in a frozen Rydberg gas — ●MARKUS REETZ-LAMOUR, THOMAS AMTHOR, JOHANNES DEIGLMAYR, KILIAN SINGER, and MATTHIAS WEIDEMÜLLER — Physikalisches Institut der Universität Freiburg, 79104 Freiburg, Germany

We review our recent experiments on interaction-induced effects in

a gas of ultracold Rydberg atoms excited from a laser-cooled rubidium cloud [1]. The van-der-Waals interaction between a pair of Rydberg atoms separated as far as 100,000 Bohr radii features two important effects: spectral broadening of the resonance lines and suppression of excitation with increasing Rydberg density. The line broadenings observed in high-resolution Rydberg spectroscopy are interpreted in terms of level shifts of Rydberg pairs due to their interaction. The density-dependent suppression of excitation marks the onset of an interaction-induced local blockade. Additional resonances are interpreted in terms of molecular potential crossovers.

[1] Singer *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93**, 163001 (2004); Singer *et al.*, J. Phys. B, in press (2004).

A 7 Atoms and Ions in Ultra Short and Strong laser Fields I

Zeit: Samstag 08:30–10:00

Raum: HU 3094

Hauptvortrag

A 7.1 Sa 08:30 HU 3094

Quantum Path Control Using Attosecond Pulse Trains — ●JENS BIEGERT¹, ARNE HEINRICH¹, CHRISTOPH P. HAURI¹, WOUTER KORNELIS¹, PHILIP SCHLUP¹, MARCEL ANSCOMBE¹, URSULA KELLER¹, METTE GAARDE², and KENNETH J. SCHAFER² — ¹Physik Department, Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zürich, Switzerland — ²Department of Physics and Astronomy, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, U.S.A.

We show that attosecond pulse trains are a natural tool for controlling strong field processes such as high order harmonic generation and rescattering. When used in combination with an intense infrared laser field, the timing of the pulse train with respect to the IR laser field can be used to microscopically select a single quantum path contribution to a process that would otherwise consist of several interfering components. We demonstrate this strong field control mechanism by manipulating the time-frequency properties of high order harmonics at the single atom level. We then show that the qualitative features remain when investigating the same effect in the strong field approximation including macroscopic propagation. Furthermore we show first experimental results on enhancement of the photon spectrum of high order harmonics.

Fachvortrag

A 7.2 Sa 09:00 HU 3094

A high harmonic laser source for XUV photoionization studies in a cold target recoil ion momentum spectrometer — ●MARTIN BÖTTCHER¹, H. ROTTKE¹, N. ZHAVORONKOV¹, P. AGOSTINI^{2,1}, and W. SANDNER¹ — ¹Max-Born-Institut, Max-Born-Str. 2a, D-12489 Berlin — ²DRECAM/SPAM, Centre d'Etudes de Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette, France

We have set up a high harmonic laser source for investigating gas phase photoionization in a cold target recoil ion momentum spectrometer (COLTRIMS) in the extreme ultraviolet (XUV) wavelength range down to, presently, ≈ 30 nm. High order harmonic radiation is generated by focusing ultra-short Ti:Sapphire laser pulses (pulse width ≈ 40 fs) into Argon gas as the non-linear medium. For efficient generation a laser system is used which delivers up to 6 mJ pulses at 1 kHz repetition rate. Single harmonics are selected with a grazing incidence monochromator and focused with a toroidal mirror on the gas target in our COLTRIMS setup. The target gas is supplied in a well collimated cold atomic beam (density $\approx 5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$). We will present first experimental results on correlated electron-ion momentum spectroscopy after single- and double-(Xe) photoionization of several noble gas targets using this short pulse,

table top XUV light source.

Fachvortrag

A 7.3 Sa 09:15 HU 3094

Transverse momentum balance in strong-field ionization of atoms — ●ARTEM RUDENKO¹, KARL ZROST¹, CLAUDIUS DIETER SCHRÖTER¹, BERNOLD FEUERSTEIN¹, THORSTEN ERGLER¹, VITOR L.B. DE JESUS², ROBERT MOSHAMMER¹, and JOACHIM ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ²Centro Federal de Educacao Tecnologica, Rio de Janeiro, Brasil

The motion of reaction fragments emerging from ionization of atoms in strong linearly polarized laser fields is naturally separated into a longitudinal part, which is parallel to the field polarization, and a transverse part, perpendicular to the field. Since the laser field does not act in the transverse direction, the analysis of electron and ion transverse momenta is particularly suited to explore the role of the final-state Coulomb interaction between one or more electrons as well as the parent ion. Using a Reaction-Microscope we performed high-resolution measurements of transverse momentum distributions of ions and electrons for single and multiple ionization of atoms by intense ultrashort (7-25 fs) laser pulses. For single ionization, the experimental distributions exhibit a sharp cusp at zero transverse momentum, similar that observed in ion-atom collisions but in contradiction to a Gaussian shape predicted by standard tunneling theory [1]. The results are in good agreement with recent semiclassical calculations [2], where it was shown that the cusp appears due to the Coulomb interaction of the outgoing electron with its parent ion. In addition, results for double and multiple ionization will be presented.

[1] N.B. Delone and V.P. Krajinov, Phys. Usp. **41**, 469 (1998)

[2] K. Dimitriou *et al.*, Phys. Rev. A, in press (2004)

Hauptvortrag

A 7.4 Sa 09:30 HU 3094

DFG: Nachwuchsprogramme und Neuigkeiten — ●STEFAN KRÜCKEBERG — Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bonn

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert den wissenschaftlichen Nachwuchs in verschiedenen Programmen, die kurz in ihrem aktuellen Stand vorgestellt werden sollen. Dazu gehören Forschungsstipendien, die Einwerbung der Eigenen Stelle, Nachwuchsgruppen im Emmy Noether-Programm, der European Young Investigator (EURYI) Award sowie das Heisenberg-Programm. Außerdem soll über Veränderungen in anderen Förderverfahren der DFG, wie beispielsweise bei Schwerpunktprogrammen, berichtet werden.

A 8 Poster HU 1

Zeit: Samstag 08:30–18:30

Raum: Poster HU

A 8.1 Sa 08:30 Poster HU

Erzeugung negativer Ionen mit Hochdruck-Gasentladungen — ●M. ODENWELLER, S. SCHÖSSLER, T. JAHNKE, R. DÖRNER und H. SCHMIDT-BÖCKING — Institut für Kernphysik der J. W. Goethe Universität Frankfurt am Main, August-Euler-Str. 6, D-60486 Frankfurt am Main

Vorgestellt wird eine Quelle zur Erzeugung negativer Ionen. Sie basiert auf einer Gasentladung, die bei hohem Druck (bis zu mehreren Bar)

in einer Pore mit typischerweise 60 - 100 μm Durchmesser betrieben wird. Zur Aufrechterhaltung der Entladung sind dabei nur wenige 100 V Gleichspannung notwendig. Die Quelle ist daher geeignet für Dauerstrichbetrieb. Durch Mischungen verschiedener Gase wurden diverse atomare negative Ionen wie H^- , D^- und O^- aber auch molekulare Anionen wie OH^- , O_2^- , CH^- , NH^- und NO^- beobachtet.

A 8.2 Sa 08:30 Poster HU

Ortsauflösende Germanium- Detektoren zur Spektroskopie harter Röntgenstrahlung (10 keV bis 600 keV) — ●UWE SPILLMANN^{1,2}, HEINRICH BEYER², ALEXANDRE GUMBERIDZE^{1,2}, THOMAS KRINGS³, ANDREAS ORSIC MUTHIG^{1,2}, DAVOR PROTIC³, REGINA REUSCHL^{1,2}, THOMAS STÖHLKER^{1,2} und STANISLAV TASHENOV^{1,2} — ¹Institut für Kernphysik, Universität Frankfurt — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung — ³FZ- Jülich

Neuartige Meßmethoden in der Röntgen- Spektroskopie eröffnen sich durch die Verwendung von ortsauflösenden Halbleiterdetektoren. Diese erlauben unter Ausnutzung des Compton- Effekts Aussagen über den Polarisationsgrad, sowie die Lage des Polarisationsvektors von Röntgenstrahlung. Desweiteren ermöglichen sie die hochgenaue Bestimmung von Übergangsenergien bei Verwendung in Kristallspektrometereperimenten, bei gleichzeitig gesteigerter Effizienz im Vergleich zu Schlitz- Systemen. Wir präsentieren aktuelle Ergebnisse zur Charakterisierung eines neuartigen 128x48- Streifen Germanium- Detektors, der dazu aufgebauten Datenaufnahme, sowie der benötigten Infrastruktur.

A 8.3 Sa 08:30 Poster HU

Radiative Rekombination in nacktes und wasserstoffähnliches Uran — ●REGINA REUSCHL^{1,2}, ALEXANDRE GUMBERIDZE², CHRISTOPHOR KOZUHAROV², ANDREAS ORSIC MUTHIG^{1,2}, UWE SPILLMANN^{1,2}, THOMAS STÖHLKER^{1,2} und STANISLAV TASHENOV^{1,2} — ¹Institut für Kernphysik, Universität Frankfurt — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung

Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse einer zustandsselektiven Untersuchung radiativer Rekombination in nacktes und wasserstoffähnliches Uran vor. Das Experiment wurde am Elektronenkühler des ESR- Speicherringes der GSI in Darmstadt durchgeführt. Im Gegensatz zu früheren Experimenten wurden dazu abgebrachte Ionen verwendet. Freie Elektronen können im Inneren des Kühlers mit Ionen rekombinieren. Dabei werden verschiedene gebundene Zustände besetzt. Die intensivsten Linien im Spektrum stammen von direkten Übergängen in die K- Schale des Ions und charakteristischen L→K ($L\alpha$) Übergängen. Aufgrund der Verwendung abgebrachter Ionen konnte die Kühlerspannung reduziert werden. Da bei niedrigen Energien die Kühleffizienz besser ist, konnten geringere Elektronenströme verwendet werden, was zu einer starken Reduktion der Bremsstrahlung führte. Daher war es möglich, den direkten Einfang freier Elektronen in die L- Schale, sowie die Balmerübergänge im niedrigeren Energiebereich des Spektrums zu untersuchen.

A 8.4 Sa 08:30 Poster HU

FLAIR - Die zukünftige GSI-Anlage für Experimente an Antiprotonen und hochgeladenen Ionen — ●WOLFGANG QUINT — GSI, 64291 Darmstadt

Bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) Darmstadt ist die internationale Beschleunigeranlage FAIR in Planung (www.gsi.de). Das Herzstück der geplanten Anlage sind zwei Ringbeschleuniger mit einem Umfang von 1200 Metern, die Ionenstrahlen mit bisher unerreichter Intensität sowie mit höheren Energien liefern werden. Dadurch lassen sich intensive Sekundärstrahlen - zum Beispiel exotische Atomkerne oder Antiprotonen - erzeugen. Diese Sekundärstrahlen werden in einem System von weiteren Speicherringen akkumuliert und gekühlt und können für Experimente bei verschiedenen Energien zur Verfügung gestellt werden. Die Anlage FLAIR - Facility for Low-energy Antiproton and Ion Research - ist ein zentrales Element der Niederenergieexperimente an Antiprotonen und schweren Ionen. Die wesentlichen Komponenten der FLAIR-Anlage sind *i*) ein Experimentier-Cave für Untersuchungen der Wechselwirkung von Ionenstrahlen mit Materie, *ii*) der Speicherring LSR (Low-energy Storage Ring) für die Abbremsung von Antiprotonen- und Ionenstrahlen in den sub-MeV-Energiebereich, *iii*) die Fallenanlage HITRAP zur weiteren Abbremsung und Speicherung von Antiprotonen und Ionen, und *iv*) der Speicherring USR (Ultra-low energy Storage Ring) zur Untersuchung von Stoßprozessen mit Antiprotonen und Ionen.

A 8.5 Sa 08:30 Poster HU

Trapped Radioactive isotopes for testing fundamental Symmetries — ●S. DE, G.P. BERG, U. DAMMALAPATI, P. DENDOOVEN, O. DERMOIS, R. HOEKSTRA, K. JUNGMANN, C.J.G. ONDERWATER, A. ROGACHEVSKIY, M. SOHANI, R.G.E. TIMMERMANS, E. TRAYKOW, L. WILLMANN, and H.W. WILSCHUT — Kernfysisch Versnellend Instituut, Zernikelaan 25, 9747 AA Groningen

We have started a research program to investigate fundamental symmetries and interactions. Some short lived radioactive isotopes allow for

new sensitive tests of possible violations of these symmetries. In the Standard Model symmetry violation are not forbidden, but rather vanishingly small. However, many extensions to the Standard Model require symmetry violation. A new facility (TRI μ P: Trapped Radioactive Isotopes: μ -laboratories for fundamental Physics) to produce isotopes of interest is currently being set up at our institute. In addition we are setting up a laser laboratory spectroscopy and laser cooling and trapping, methods which are indispensable for sensitive experiments. In particular, we want to investigate correlations in the β -decay of trapped ²¹Na or other suitable isotopes. In another approach to study symmetry violations is to search for a permanent electric dipole moment (edm) using radium isotopes. In the preparations for an edm experiment we are currently working on trapping and cooling of barium. The barium level scheme is similar to radium, which allow us to optimize the trapping setup. Current progress and the complementarity of the approach with other activities in both low and high energy experiments will be described.

A 8.6 Sa 08:30 Poster HU

Laser cooling of relativistic C³⁺ ion beams at the ESR[†].

— ●U. SCHRAMM¹, M. BUSSMANN¹, D. HABS¹, M. STECK², T. KÜHL², K. BECKERT², P. BELLER², B. FRANZKE², F. NOLDEN², G. SAATHOFF³, S. REINHARD³, and S. KARPUK⁴ — ¹LMU München, Department für Physik — ²GSI, Darmstadt — ³MPI für Kernphysik, Heidelberg — ⁴Universität Mainz, Institut für Kernphysik

We present results of the first laser cooling experiment with relativistic C³⁺ beams at 1.47 GeV energy at the Experimental Storage Ring (ESR) at GSI. A bunched beam of several 10 μ A was laser-cooled by a counterpropagating laser beam kept at a fixed wavelength of $\lambda = 257$ nm. With pure laser cooling[1] the regime of a longitudinally space-charge dominated beam with a momentum spread of $\Delta p/p \approx 10^{-7}$ was reached – a value unprecedented at the ESR.

These experiments represent an important intermediate step for the development of laser cooling techniques proposed for beams of highly-charged heavy ions at the future SIS300 synchrotron (GSI-FAIR) in a regime where no other cooling scheme seems feasible.

[†] funded by BMBF (06ML183)

[1] Poster M. Bussmann et al. *Probing the structure of crystalline ion beams*

A 8.7 Sa 08:30 Poster HU

Probing the structure of crystalline ion beams[†].

— ●M. BUSSMANN, U. SCHRAMM, and D. HABS — LMU München, Department für Physik

We present methods to determine the spatial and temporal structure of crystalline ion beams at the storage ring PALLAS.

In the PALLAS table top storage ring coasting and bunched crystalline beams of ²⁴Mg⁺ ions can be routinely generated using Doppler laser cooling. Moreover PALLAS serves as a test environment for laser cooling schemes planned at large storage ring experiments[1].

A new experimental technique to probe the structural characteristics and dynamics of ion beams by measuring an optically detected Schottky noise signal of the fluorescent ions is depicted. Accompanying the experiment a new molecular dynamics package[2] has been developed at the LMU to study the form and structure of bunched crystalline beams and the dynamics of the phase transition. The results from simulations are compared to experimental data.

[†] funded by DFG (Ha 1101/7)

[1] Poster U. Schramm et al. *Laser cooling of relativistic C³⁺ ion beams at the ESR*[2] Poster M. Bussmann et al. *Sympathetic cooling of highly charged ions in laser-cooled plasmas for precision mass measurements*

A 8.8 Sa 08:30 Poster HU

Transport of highly charged ions through nanoscale capillaries — ●FRANCES ALLEN¹, THOMAS SCHENKEL², ARUN PERSAUD², and SANG-JOON PARK² — ¹Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, Lehrstuhl Plasmaphysik, Newtonstraße 15, D-12489 Berlin, Germany — ²E. O. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA 94720, USA

The transmission of highly charged ions through nanoscale capillaries is investigated. Our goal is to extend previous work in the field and to obtain benchmark data for the single ion implantation technique being developed at Lawrence Berkeley National Laboratory.

When a highly charged ion approaches a solid surface valence electrons

from the target are resonantly captured into Rydberg states of the ion. This process is described by the classical over-the-barrier model which is widely used to estimate the critical distance for charge transfer.

Relatively slow multiply charged ions (eg 0.3 keV/u Ar³⁺) from a sputter gun ion source and highly charged ions (eg 3 keV/u Xe⁴⁴⁺) from an Electron Beam Ion Trap are directed onto capillary targets. These are silicon nitride membranes of thickness 200-500 nm into which arrays of holes of diameter 50-300 nm have been drilled using a Focussed Ion Beam system. The ion beam transported through the capillaries is analyzed via electrostatic charge state separation and subsequent position sensitive detection with a resistive anode microchannel plate detector.

A description of the experimental set-up is given together with a selection of results and a comparison with theoretical values.

A 8.9 Sa 08:30 Poster HU

Untersuchung des Speicherverhaltens einer Elektronenwolke in einer Penning-Ioffe Falle — ●CARMEN ANGELESCU und GÜNTHER WERTH — Institut für Physik der Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55099 Mainz

In den Experimenten zur Erzeugung von kaltem Antiwasserstoff [1,2] wurden Penningfallen zur Akkumulation von Positronen und Antiprotonen verwendet. Für zukünftige Präzisionsexperimente an Antiwasserstoff wie z.B. Untersuchungen der CPT-Invarianz ist es erforderlich, die kalten Antiwasserstoffatome in einer Magnetfalle, z.B. einer Ioffe-Falle, zu speichern. Durch die Überlagerung des Magnetfelds der Ioffefalle wird die Axialsymmetrie gebrochen und die Speichereigenschaften der Penningfalle verändert. Eine theoretische Untersuchung [3] sagt eine stabile Speicherung vorher, wenn bestimmte Resonanzen vermieden werden, die zum Teilchenverlust führen. In einer Serie von Experimenten mit Elektronen wurde das Speicherverhalten einer Penning-Ioffe Falle für verschiedene Verhältnisse $R_0 = \frac{B_0}{B_1}$, wobei B_0 das homogene Magnetfeld und B_1 der Gradient der Ioffe-Falle ist, untersucht. Dabei war eine stabile Speicherung für verschiedene Werte von R_0 möglich, wenn man Resonanzen vermeidet, die für $n\omega_+ + m\omega_z = 0$ auftreten. Dabei sind n, m und k ganze Zahlen, die mit den höheren Ordnungen des Speicherpotentials zusammenhängen.

[1] M. Amoretti et al., Nature(London) 419, 456 (2002)

[2] G. Gabrielse et al., Phys. Rev. Lett. 89, 213401 (2002)

[3] T.M. Squires et al., Phys. Rev. Lett. 86, 5266 (2001)

A 8.10 Sa 08:30 Poster HU

High precision measurements of QED-sensitive forbidden transitions in HCI — ●R. SORIA ORTOS¹, J. R. CRESPO LÓPEZ-URRUTIA¹, J. BRAUN¹, G. BRENNER¹, H. BRUHNS¹, A. J. GONZÁLEZ MARTÍNEZ¹, A. LAPIERRE¹, V. MIRONOV¹, V. SHABAEV², H. TAWARA¹, I. TUPITSYN², and J. ULLRICH¹ — ¹Max Planck Institute for Nuclear Physics — ²St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

An experimental study of the visible magnetic dipole (M1) transitions in the B- and Be-like argon ions (Ar XIV, Ar XV) using an EBIT has been recently carried out. Their wavelengths were determined with for highly charged ions unprecedented accuracy up to the sub-ppm level and compared with predictions. The QED contributions calculated in this work are four orders of magnitude larger than the experimental error. The Zeeman splitting of these transitions has also been resolved. The transition probability was measured with an error smaller than 0.2% in the case of the Ar¹³⁺ $2s^2 2p^1 \ ^2P_{1/2} - ^2P_{3/2}$ transition, where the QED contribution modifies the lifetime by roughly 1%. Thus these results allow to benchmark theoretical models used to predict both the energy levels (in the present work configuration interaction Dirac-Fock, CIDF) and the transition matrix elements under inclusion of QED. Ultimately, the techniques developed in these experiments will be applied to the study of the hyperfine ground state transitions in hydrogenic heavy ions and isotopic shifts.

A 8.11 Sa 08:30 Poster HU

X-Ray Resonant Raman Scattering (RRS) studies on Nickel — ●CH. ZARKADAS¹, M. MÜLLER², A.G. KARYDAS¹, B. BECKHOFF², M. KOLBE², R. FLIEGAUF², and G. ULM² — ¹Laboratory for Material Analysis, Institute of Nuclear Physics, N.C.S.R "Demokritos", Aghia Paraskevi 15310, Athens, Greece — ²Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestraße 2-12, 10587 Berlin, Germany

The Resonant Raman Scattering (RRS) effect on Nickel was studied by means of highly monochromatic polarized and unpolarized exciting radiation, respectively. Experiments involving polarized exciting radiation

were carried out at the four-crystal monochromator (FCM) beamline for synchrotron radiation from 2 keV to 10 keV in the radiometry laboratory of the Physikalisch-Technische Bundesanstalt at the electron storage ring BESSY II. Resonant Raman spectra of thin Ni foils, having variable thickness, were accumulated at the Ni-K α and Cu-K α X-ray beam energies. In the Institute of Nuclear Physics of the NCSR "Demokritos", at the 5.5 MV Tandem accelerator, the Resonant Raman spectrum of a thick Nickel target was also recorded for an unpolarized Cu-K α exciting beam produced after the proton ionization of a thick Cu target by 1.7 MeV protons in a three-axial orthogonal geometry. In each case, the individual spectra characteristics are described and compared in terms of the excitation conditions. The experimentally determined RRS cross-sections are presented, while the contribution of the RRS effect in the mass attenuation coefficients below the Ni-K edge is also discussed.

A 8.12 Sa 08:30 Poster HU

Wie weit stoßen sich gleiche Ladungen ab? — Pulsdynamik in der "Zajfman trap" — ●TIHAMER GEYER¹ und DAVID J TANNOR² — ¹Zentrum f. Bioinformatik, Univ. d. Saarlandes, D-66041 Saarbrücken — ²Dept. of Chemical Physics, Weizman Inst., Rehovot 76100, Israel

Normalerweise füllen gleich geladene Ionen das in einer Falle zur Verfügung stehende Volumen vollständig aus; in dem von Zajfman et al. eingeführten "ion beam resonator" jedoch bleiben die Ionen bei bestimmten Feldkonfigurationen als kurzer Ionenpuls beieinander ("bunching"). Dieser Ionenpuls oszilliert für makroskopische Zeiten wie ein einzigen "Superteilchen" zwischen den beiden elektrostatischen Spiegeln hin und her. Dies erlaubt, mit dieser "table top"-Falle ein Massenspektrometer mit einer Auflösung aufzubauen, wie sie bisher nur in Speicherringen möglich war.

Wir beschreiben den Mechanismus und die Bedingungen, unter denen Bunching auftritt, anhand eines einfachen Modells aus drei linearen Abbildungen. Weiter zeigen wir, wie das Modell durch explizite Berücksichtigung der Ionenwechselwirkung erweitert werden kann und dann Aussagen über die Größe des Pulses, dessen Stabilität sowie die Konsequenzen für die Massenspektroskopie liefert.

A 8.13 Sa 08:30 Poster HU

Erste Ergebnisse des neuen Röntgenspektrometers an der Heidelberg-EBIT an hochgeladenen Argon-Ionen — ●HJALMAR BRUHNS und JOHANNES BRAUN — Max-Planck-Institut fuer Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Erste Messungen eines neuen Röntgen-Spektrometers an der Heidelberg-EBIT, bei denen eine neuartige Methode zur Bestimmung des Bragg-Winkels genutzt wurde, werden vorgestellt. In dem neuen Instrument werden Strahlen sichtbaren Lichts, welche auf dem Bragg-Kristall reflektiert werden, als Referenz verwendet, um den Reflexionspunkt der Röntgenstrahlung auf dem Kristall zu bestimmen. Mit dieser Methode kann auf Kollimierspalte verzichtet werden, und es werden viele Unsicherheiten geometrischer Natur eliminiert. Als erster Test des Spektrometers wurde mit Bezug zu der Lyman- α Strahlung von wasserstoffartigem Argon die $1s2p \ ^1P_1 \rightarrow 1s^2 \ ^1S_0$ ("w") Linie von heliumartigem Argon vermessen. Das Ergebnis hat einen statistischen Fehler von nur 0.3 ppm, die systematischen Fehlerquellen führen zusammen zu einem Fehler von etwa 10 ppm. Diese Fehlerquellen können durch kleine Modifikationen des Aufbaus und eine genaue, unabhängige Charakterisierung der verwendeten Kristalle minimiert werden. In Zukunft wird es mit dieser neuen Methode möglich sein, Fehlerbalken nahe 1 ppm bei Lyman- α Übergängen in wasserstoffartigen Ionen mittlerer Kernladungszahl zu erreichen und dazu beizutragen, zwischen verschiedenen theoretischen Ansätzen zu unterscheiden.

A 8.14 Sa 08:30 Poster HU

Laser spectroscopy of highly charged ions at the Heidelberg-EBIT — ●GÜNTHER BRENNER — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

An experimental setup for high resolution laser spectroscopy of highly charged ions has been installed at the Heidelberg electron beam ion trap (EBIT). Heavy ions with few (or even only one electron) are ideal systems to investigate relativistic and nuclear size effects as well as QED in strong fields and to test the corresponding models. The combination of an EBIT and a tunable laser should provide very appropriate conditions for high-precision studies on trapped highly charged ions. A pulsed Nd:YAG laser is used to pump a tunable dye laser. The spectral range 210-800 nm can be accessed with a resolution of 0.04 cm⁻¹. The laser beam is superimposed axially upon the trapped ion cloud by means of off-axis

parabolic mirrors inside a complex UHV vacuum chamber. The Fluorescence detection system uses both a cooled photomultiplier and large area photodiode. The setup went through initial tests and adjustments under ion trapping conditions and is now being optimized to reduce scattered light which currently hinder the detection of the fluorescence signal.

A 8.15 Sa 08:30 Poster HU

Measuring the two-electron contribution to the ground-state energy of Xe using an EBIT — ●C. J. OSBORNE, J. R. CRESPO LÓPEZ-URRUTIA, A. J. GONZÁLEZ MARTÍNEZ, and J. ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg.

The two-electron contribution to the ground state binding energy of high-Z atoms provides a useful test of second-order QED calculations. This contribution manifests itself as the 1s Lamb shift, defined as the difference in measured binding energy of the 1s level and the binding energy predicted by the Dirac atomic model with a point-like nucleus. It is proposed to measure this Lamb shift in Xe ions using an Electron Beam Ion Trap (EBIT), by observing the difference in energy of radiative recombination (RR) of beam electrons into initially bare and H-like Xe ions prepared in the trap. Observing the trapped ensemble with a Ge-detector through a thorium foil and scanning the electron beam energy across the Th K-shell absorption edge will achieve very high resolution for this measurement, limited essentially only by the width of the K-shell absorption edge, rather than the resolution of the Ge-detector. This precise knowledge of the RR photon energy, combined with a high-accuracy and precise measurement of the electron beam energy through a voltage divider will yield the energy of the two states and hence, the Lamb shift.

A 8.16 Sa 08:30 Poster HU

Präzisionsmessungen an hochgeladenen Ionen mit dem Röntgenkristallspektrometer der Heidelberger EBIT. — ●JOHANNES BRAUN und HJALMAR BRUHNS — Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg

Um den Beitrag der QED zur Bindungsenergie zu bestimmen eignen sich besonders H- und Li- artige Ionen, da sie durch ihre kleine Anzahl an Elektronen eine verhältnismäßig einfache elektronische Struktur aufweisen. In der Heidelberger Electron Beam Ion Trap (EBIT) werden solche hochgeladenen Ionen erzeugt als auch gespeichert und mittels eines neu entwickelten Kristallspektrometers untersucht. Das Spektrometer verwendet ebene Kristalle und einen kryogenischen Detektor (CCD-Kamera) zum Nachweis der Röntgenstrahlung. Durch die Verwendung verschiedener Kristalle mit unterschiedlichen Gitterkonstanten ist es möglich, eine absolute Wellenlängenbestimmung allein anhand von Winkelmessungen durchzuführen. Zur Demonstration dieser Meßmethode wurde ^{22}Ti mit beschleunigten Elektronen zur Emission von Strahlung angeregt und die charakteristische $K_{\alpha 1}$ -Linie vermessen. Der Meßvorgang, der systematische Ausschluß von Fehlerquellen und wie die gewünschte Genauigkeit von 10ppm erreicht werden soll, werden dargestellt.

A 8.17 Sa 08:30 Poster HU

The hybrid Penning trap — ●JOSÉ VERDÚ¹, J. ALONSO², K. BLAUM¹, S. DJEKIC², R. FERRER¹, F. GALVE¹, H.-J. KLUGE¹, S. KREIM², W. QUINT², T. VALENZUELA¹, M. VOGEL¹, C. WEBER¹, and G. WERTH¹ — ¹Institut fuer Physik, 55099, Mainz — ²GS1,64291, Darmstadt

Penning Traps used for high-precision mass [1] and g-factor measurements [2],[3] are usually designed with one of the two shapes: cylindrical or hyperbolic. The cylindrical one allows the analytical calculation of the electric potential, enabling the trap designer the fast computation of the best trap dimensions required for the experiment. The hyperbolic one has some advantages over the cylindrical, mainly its big volume of harmonicity. In this poster a novel trap design for high-precision experiments will be presented: the hybrid Penning trap, consisting of cylindrical endcaps and correction electrodes and an oval (hyperbolic or toroidal) ring. The Laplace equation within this trap is solved analytically and its main features are discussed. Its application to the future proton g-factor measurement [4] is presented. [1]H.-J. Kluge, et al., *Physica Scripta* T104, 167-177 (2003) [2] H. Haefner, et al., *Phys. Rev. Lett.* 85, 5308-5311 (2000) [3] J. Verdu, et al., *Phys. Rev. Lett.* 92, 093002 (2004) [4] W.Quint, et al., *Nucl. Inst. Meth. B*, 214, 207-210 (2004)

A 8.18 Sa 08:30 Poster HU

Measuring \hbar/M_{Cs} using atom interferometry for a determination of the fine structure constant α — ●CHRIS VO, SHENG-WEY CHIOU, QUAN LONG, HOLGER MÜLLER, and STEVEN CHU — Physics Department, Stanford University, Stanford, CA-94305

We present an atom interferometer to measure \hbar/M_{Cs} , where \hbar is Planck's constant and M_{Cs} is the mass of a cesium atom, aiming for an accuracy exceeding 10^{-9} . This will lead to a better determination of α . Comparing this result to measurements of α based on the anomalous magnetic moment of the electron will allow us to test the underlying quantum field theory with sensitivity to non-QED effects.

The experiment will measure the recoil frequency $\omega_r = \hbar k^2/M_{\text{Cs}} \sim 2\pi \cdot 4\text{kHz}$ in a fountain of molasses and lattice cooled cesium atoms. We will use $\pi/2$ atom beam splitters based on multi-photon Bragg diffraction. To increase the number of recoils we plan to apply additional π -pulses. To cancel vibrational noise and other systematic effects a system for differential measurement between two interferometers with counterpropagating laser beams is being build. Therefore, each of the pulsed beams contains two frequencies. We achieve a noise of -138dBc/Hz for the differential phase within each beam. Common-mode phase noise is removed within each pulse using a high-speed feedback system. The correct beam alignment will be provided with microradian accuracy by a feedback system based on optical interferometry.

A 8.19 Sa 08:30 Poster HU

Extreme Ultraviolet (EUV) Emission Lines of Highly Charged Xenon Ions — ●R. RADTKE¹, C. BIEDERMANN¹, G. FUSSMANN¹, J.L. SCHWOB² und P. MANDELBAUM² — ¹Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, Lehrstuhl Plasmaphysik, Newtonstraße 15, 12489 Berlin und Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Bereich Plasmadiagnostik, EURATOM Association, Germany — ²Racah Institute of Physics, The Hebrew University, 91904 Jerusalem, Israel

As part of our program to generate accurate atomic physics data in support of the fusion work, the Berlin electron beam ion trap (EBIT) has been used to measure the line radiation from highly charged xenon ions. Xenon has recently been proposed as a coolant for the plasma edge region of future large tokamaks, such as the International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER). In order to estimate the radiated power, knowledge of the transitions giving rise to line emission is an essential issue. EBIT has the capability to select a particular, narrow ionization balance and, in conjunction with our grazing incidence spectrometer, allows measurements of the EUV emission lines over a wide range of charge states. We have performed scans of the line radiation for ions with charge state 11+ (Te-like xenon) to 51+ (Li-like xenon) in the 50-800-Å range. Very distinct lines or groups of lines could be identified for individual ion charge states. We also compare our measurements with theoretical calculations using the multiconfiguration relativistic HULLAC computer code. For some transition wavelengths large deviations between the measured and predicted values are noted.

A 8.20 Sa 08:30 Poster HU

Status of MLLTRAP — ●V. S. KOLHINEN, M. BUSSMANN, D. HABS, S. HEINZ, J. NEUMYER, U. SCHRAMM, J. SZERYPO, and P. THIROLF — Ludwig-Maximilians-Universität, München, Department für Physik

An ion trap system, MLLTRAP, is now in its construction phase in the MLL-laboratory in Munich. The ions will be charge bred in an EBIS to obtain higher cyclotron frequencies. The highly charged ions are then sympathetically cooled with Mg+ ions [1] before being injected into the measurement traps. The goal of the project is to investigate medium-mass and heavy neutron-rich isotopes from both thermal fission and fusion reactions. As main experiments, the precise mass measurements and charged particle spectroscopy in-trap are foreseen. Both TOF-method and FT-ICR-method will be used to determine masses of ions. This poster will present the present status of the project.

[1] Poster of M. Bussmann et al. Sympathetic cooling of highly charged ions in laser-cooled plasmas for precision mass measurements

A 8.21 Sa 08:30 Poster HU

The RATIP program. Recent developments and extensions — ●S. FRITZSCHE¹, G. GAIGALAS², and B. FRICKE¹ — ¹Institut für Physik, Universität Kassel, D-34132, Germany — ²Vilnius University Research Institute of Theoretical Physics and Astronomy, Vilnius, Lithuania

During the past years, the RATIP program [1] has been found useful for calculating a variety of atomic data including level structures,

transition probabilities, Auger parameters as well as a number of excitation, ionization and capture cross sections. Here, the recent extensions to the RATIP program are reviewed which helped analyze and explain various experiments from atomic spectroscopy. Making use of this code, it is demonstrated that accurate predictions are possible today even for open-shell atoms and ions, if the effects of relativity and many-particle correlations are treated consistently on the same theoretical basis.

[1] S. Fritzsche, *J. Electr. Spec. Rel. Phenon.* **114–116**, 1155–64 (2001).

A 8.22 Sa 08:30 Poster HU

Instabilitäten von Ionenwolken in Paulfallen — ●HEIKO LEUTNER und GÜNTHER WERTH — Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz

In zwei fast identischen Paulfallen wurden Wolken aus Stickstoff- bzw. Bariumionen gespeichert und destruktiv bzw. optisch nachgewiesen. Bei Variation der Fallenspannungen ist auch innerhalb des theoretischen Speicherbereichs nicht für alle Spannungen stabile Speicherung möglich. Für unterschiedliche Anzahl gespeicherter Ionen in der Falle wurden Messungen der Instabilitäten [1] durchgeführt.

[1] R. Alheit, C. Hennig, R. Morgenstern, F. Vedel, G. Werth, *Appl. Phys. B* **61**, 277 (1995)

A 8.23 Sa 08:30 Poster HU

Hochauflösende Resonanzionisationsmassenspektrometrie an Samarium — ●ANNETTE SCHMITT¹, BRUCE BUSHAW² und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Pacific Northwest National Laboratory, Richland, USA

Die hochauflösende Resonanzionisations-Spektroskopie mit schmalbandigen kontinuierlichen Lasern ist ein geeignetes Verfahren sowohl für die Spektroskopie atomarer Zustände als auch für die Ultraspurenbestimmung. Üblicherweise wird sie mit einem nachfolgenden Massenselektionsschritt kombiniert, wobei dieses Verfahren der RIMS sich durch eine extrem hohe Element- und Isotopenselektivität auszeichnet. Im Bereich der Seltenen Erdelemente existiert sowohl auf spektroskopischer als auch analytischer Seite ein hohes Interesse an entsprechenden Untersuchungen. Der Grund liegt in der Elektronenkonfiguration, die sich für alle Seltenen Erden nur durch die Elektronenzahl in der energetisch tiefer liegenden 4f-Schale unterscheidet und mit bis zu 4 offenen Schalen zu sehr komplexen Spektren führt. Für den analytischen Einsatz der mehrstufigen RIMS ist die genaue Kenntnis der Eigenschaften der verwendeten Energieniveaus, i.e. Isotopieverschiebung, Hyperfeinstruktur und Übergangsstärke von entscheidender Bedeutung. Erste Resultate für Samarium werden präsentiert und diskutiert.

A 8.24 Sa 08:30 Poster HU

Photon-photon angular correlation in the two-photon decay of heavy hydrogen-like ions. — ●PETER KOVAL, ANDREY SURZHYKOV, and STEPHAN FRITZSCHE — Heinrich-Plett-Str. 40, University of Kasel, Germany.

For many years, the two-photon decay of heavy atoms and ions has been the subject of intensive investigations, both by experiment and theory. While in the past, however, most of these studies were focused on the total decay rates, much of the present interest is focused on the angular correlations between two emitted photons [1]. In this contribution, we study the angular correlations in the two-photon decay of heavy hydrogen-like ions. Second-order perturbation approach, based on Dirac's equation, is applied in our theoretical description in order to explore how the angle-angle correlations are affected by the relativistic contraction of the wavefunctions as well as by the higher multipoles in the decomposition of radiation field [2]. Apart from these—relativistic and retardation—effects, we also discuss the energy dependence of the photon-photon correlations. In particular, for $3s_{1/2} \rightarrow 1s_{1/2}$ decay it is found that the angular correlation function $1 + \cos^2(\theta)$ to $2 + \sin^2(\theta)$ in dependence on the energy of one of the emitted photons.

[1] P. H. Mokler *et al.*, *Phys. Rev. A* **70** (2004) 032504.

[2] A. Surzhykov *et al.*, *Phys. Rev. A* (2004), submitted.

A 8.25 Sa 08:30 Poster HU

Zum Test der Zeitdilatation mit relativistischen ${}^7\text{Li}^+$ -Ionen am ESR der GSI — ●C. NOVOTNY¹, S. KARPUK¹, G. HUBER¹, S. REINHARDT², G. SAATHOFF², D. SCHWALM², A. WOLF², G. GWINNER³, H.-J. KLUGE⁴, T. KÜHL⁴, W. NÖRTERSCHÄUSER⁴, T. STÖHLKER⁴, T.W. HÄNSCH⁵, R. HOLZWARTH⁵, T. UDEM⁵ und M. ZIMMERMANN⁵ — ¹Universität Mainz, Mainz — ²MPI für Kernphysik, Heidelberg — ³University of Manitoba, Winnipeg, Canada — ⁴GSI, Darmstadt — ⁵MPI für Quantenoptik, Garching

Bei jüngsten Messungen am Testspeicherring des MPI für Kernphysik in Heidelberg wurde mittels kollinearer Sättigungsspektroskopie an einem bei 6,4% der Lichtgeschwindigkeit gespeicherten ${}^7\text{Li}^+$ -Ionenstrahl die bisher kleinste Obergrenze von $2,2 \times 10^{-7}$ für potenzielle Abweichungen vom Zeitdilationsfaktor ermittelt [1].

Eine weitere Verbesserung der Genauigkeit um mehr als eine Größenordnung wird von einer deutlichen Erhöhung der Ionengeschwindigkeit erwartet. Daher ist ein entsprechendes Experiment an einem ${}^7\text{Li}^+$ -Ionenstrahl bei 33% Lichtgeschwindigkeit am Experimentierspeicherring (ESR) der GSI in Vorbereitung. Der hierfür erforderliche Laseraufbau und die Frequenzkalibrierung mittels eines Frequenzkamms sowie die Kontrolle systematischer Fehlerquellen bei diesem Experiment werden diskutiert.

[1]. G. Saathoff *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 190403 (2003)

A 8.26 Sa 08:30 Poster HU

High-Frequency Oscillations in Electron Emission Interferences from H_2 — ●JOHN TANIS¹, SABBIR HOSSAIN¹, and NIKOLAUS STOLTERFOHT² — ¹Western Michigan University, Kalamazoo, Michigan 49008 USA — ²Hahn-Meitner-Institut, D-14109 Berlin

High-frequency oscillations are observed in the electron emission spectra of H_2 by 1-5 MeV H^+ impact. These oscillations, which are superimposed on the primary and secondary interference structures observed previously, have a frequency significantly higher than those observed for the primary structures, and do not appear to vary with the electron observation angle or the collision velocity. A tentative explanation is proposed based on the fact that for $\text{H}^+ + \text{H}_2$ collisions the projectile and target centers are identical. It is postulated that the passing H^+ ion in combination with a target center forms a transient molecule of large effective internuclear separation from which coherent electron emission takes place, with the consequence that oscillations occur for small intervals of the ejected electron velocity. In such a scenario, the resulting projectile-target two-center emission from the transient molecule gives rise to interference between the amplitude for direct ionization and that for ionization followed by postcollisional scattering in the field of the passing H^+ ion. Furthermore, because electron emission occurs primarily at large impact parameters for the collision velocities considered here, an orientational effect might be expected due to the fact that ionization is most likely as the ion passes at its distance of closest approach, i.e., when the transient molecule is oriented with its internuclear axis perpendicular to the beam direction.

A 8.27 Sa 08:30 Poster HU

Interferenzen beim dissoziativen Elektronentransfer in Proton- D_2 -Stößen — ●TITZE JASMIN, MARKUS SCHÖFFLER, ACHIM CZASCH, MIRKO HATTASS, TILL JAHNKE, MATTHIAS ODENWELLER, CHRISTINE WIMMER, L. PH. H SCHMIDT, OTTMAR JAGUTZKI, REINHARD DÖRNER und HORST SCHMIDT-BÖCKING — Institut für Kernphysik, J. W. Goethe-Universität, Frankfurt am Main

Es wurde die Reaktion $p + \text{D}_2 \rightarrow \text{H} + \text{D} + \text{D}^+$ vermessen. Hierzu wurde ein Protonenstrahl mit einer Energie von 300 keV mit einem gekühlten Deuteriumgasstrahl gekreuzt. Mit einem Abbildungssystem nach dem COLTRIMS-Prinzip konnten die Impulse des Rückstoßions in allen 3 Raumrichtungen und des Projektils in zwei Raumrichtungen bestimmt werden. Die Selektion der dissoziativen Kanäle ermöglichte, die Richtung der Molekülachse festzulegen. Das besondere Augenmerk lag auf der Streuwinkelmessung des Projektils: Die zwei identischen Streuzentren im D_2 -Molekül lassen Interferenzen beim Elektronentransfer erwarten. Nach Deb *et al.* [1] können Moleküle, die senkrecht zur Strahlrichtung ausgerichtet sind, als Doppelspalt interpretiert werden. Daher wurde zur Verbesserung der Streuwinkelaufösung in der Kollimationstrecke eine elektrostatische Quadrupollinse eingebaut, die den Durchmesser des Protonenstrahl auf dem Projektildetektor um einen Faktor 2,5 reduziert. Es werden die aktuellen Ergebnisse präsentiert.

[1] N. C. Deb, A. Jain, J.H. McGuire, *Phys. Rev. A* **38**, 3769, 1988

A 8.28 Sa 08:30 Poster HU

Transferionisation in schnellen p-He-Stößen - Ein Fingerabdruck der Heliumgrundzustandswellenfunktion — ●MARKUS S. SCHÖFFLER, J. TITZE, L. PH. H. SCHMIDT, O. JAGUTZKI, R. DÖRNER und H. SCHMIDT-BÖCKING — Institut für Kernphysik der J. W. Goethe-Universität, Frankfurt am Main

Der kinematische Einfang (OBK) in schnellen Ion-Atom-Stößen ist sensitiv auf die hohen Impulskomponenten der Grundzustandswellenfunktion. "Shake off" Elektronen, emittiert nach einem Elektroneneinfang tragen Informationen der Elektron-Elektron-Korrelation. Mit einem Abbildungssystem nach dem COLTRIMS-Prinzip, das uns die gleichzeitige Detektion von schnellen Elektronen und Ionen mit 4π Raumwinkel erlaubt. Der vollständige Wirkungsquerschnitt für Projektile mit 630 keV wurde vermessen und wird mit theoretischen Rechnungen verglichen. Es konnten zwei verschiedene Wege der Transferionisation identifiziert werden.

A 8.29 Sa 08:30 Poster HU

Alignment des $2p_{3/2}$ -Zustands von Uran in langsamen Kollisionen — ●ANDREAS ORŠIĆ MUTHIG^{1,2}, ALEXANDRE GUMBERIDZE^{1,2}, SIEGBERT HAGMANN^{1,2}, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV¹, REGINA REUSCHL^{1,2}, UWE SPILLMANN^{1,2}, THOMAS STÖHLKER^{1,2}, STANISLAV TASHENOV^{1,2} und SERGIY TROTSSENKO^{1,2} — ¹Institut für Kernphysik, Universität Frankfurt — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung

In einem Experiment am ESR wurde die Emission der charakteristischen Strahlung von Uranionen untersucht; die Lyman α -Strahlung konnte aufgrund der grossen Feinstrukturaufspaltung des $2p_{3/2}$ -Niveaus nach der Besetzung der magnetischen Unterzustände untersucht werden. Hierbei wurde deutlich, dass der Einfangmechanismus einen starken Einfluss auf die Besetzung der magnetischen Unterzustände und damit auf die Winkelabhängigkeit der Emission der charakteristischen Photonen hat. Darüberhinaus konnte an einem schweren Stossystem die aus der Mischung der E1 und M2-Übergänge resultierende Interferenz beim Ly α_1 -Übergang nachgewiesen werden; es ergab sich eine sehr gute Übereinstimmung mit der theoretischen Vorhersage. Unter Einbeziehung der Multipolmischung stimmt die Vorhersage der CDW-Theorie mit den Messwerten überein, hingegen unterschätzt die CTMC-Theorie das Alignment des $2p_{3/2}$ -Zustands und die daraus folgende Anisotropie der Lyman α_1 -Strahlung. Es muss hervorgehoben werden, dass es durch die Anwendung der Abbremstechnik für nacktes Uran gelungen ist, diese Prozesse in einem Bereich extrem starker Störung (Q/v) zu untersuchen. Dieser Bereich ist im allgemeinen experimentell nicht zugänglich und ist eine Herausforderung für die theoretische Beschreibung.

A 8.30 Sa 08:30 Poster HU

Untersuchung mikroskopischer Responseeffekte in Ion-Atom-Stößen mit Hilfe zeitabhängiger Dichtefunktionaltheorie — ●MATTHIAS KEIM¹, HANS JÜRGEN LÜDDE¹ und TOM KIRCHNER² — ¹Institut für Theoretische Physik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Robert-Mayer-Straße 8, 60054 Frankfurt — ²Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, Leibnizstraße 10, 38678 Clausthal-Zellerfeld

In jüngster Vergangenheit wurde zeitabhängige Dichtefunktionaltheorie (TDDFT) [1] verwendet, um Elektroneneinfang im Stoßsystem $Ar^{8+} - Ar$ [2] und Ionisation im System $\bar{p} - He$ [3,4] zu untersuchen. In diesem Beitrag sollen mikroskopische Responseeffekte in $p - He$ und $He^{2+} - He$ Stößen im Rahmen der TDDFT detailliert betrachtet werden. Dabei werden zeitabhängige Polarisations- und Austauscheffekte berücksichtigt, wohingegen Korrelationseffekte gänzlich vernachlässigt werden. Der Vergleich zu den verfügbaren experimentellen Daten und einer Vielzahl weiterer theoretischer Ansätze gibt Aufschluss über verschiedene Aspekte der Elektron-Elektron-Wechselwirkung.

[1] E. Runge and E.K.U. Gross, Phys. Rev. Lett 52, 997 (1984).

[2] R. Nagano et al., Phys. Rev. A 62, 062721 (2000).

[3] X.M. Tong et al., Phys. Rev. A 66, 032709 (2002).

[4] M. Keim et al., Phys. Rev. A 67, 062711 (2003).

A 8.31 Sa 08:30 Poster HU

Experimentelle Untersuchung der Zwei-Zentren Elektron-Elektron Wechselwirkung in H^- -He Stößen — ●THOMAS FERGER, DANIEL FISCHER, MICHAEL SCHULZ, ROBERT MOSHAMMER und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

In einem kinematisch vollständigen Experiment wurde die gleichzeitige Ionisation von Projektil und Target in Stößen von H^- mit He untersucht. Dazu wurde ein gut kollimierter Strahl (1×1 mm) von 200 keV H^- -

Ionen in einem "Reaktions-Mikroskop" mit einem kalten He-Gasstrahl gekreuzt und das entstehende Target-Ion sowie alle freigesetzten Elektronen impuls aufgelöst in Koinzidenz mit dem auslaufenden H-Atom vermessen. Spezielles Augenmerk gilt hierbei dem Reaktionskanal, bei dem das schwach am Projektil gebundene Elektron in einem direkten Stoß mit einem Targetelektron das He-Atom ionisiert. Dies führt mit großer Wahrscheinlichkeit auch zu einer Ionisation des Projektils. Dieser Ionisations-Mechanismus sollte damit eine sehr große Ähnlichkeit zur Elektronenstoß-Ionisation ($e,2e$) von He offenbaren, wenn man für die Stoßenergie die äquivalente Elektronenergie von in unserem Fall ca. 100 eV annimmt. Anhand von voll differentiellen Querschnitten wird ein Vergleich mit entsprechenden ($e,2e$)-Daten vorgestellt sowie die Doppelionisation von He, die bei dieser Stoßenergie gerade noch möglich sein sollte, diskutiert.

A 8.32 Sa 08:30 Poster HU

Diagnostics of spin-polarized heavy ions at storage rings — ●ANDREY SURZHYKOV¹, STEPHAN FRITZSCHE¹, THOMAS STÖHLKER², and STANISLAV TASHENOV² — ¹Institut für Physik, Universität Kassel, D-34132, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), D-64291, Germany

Experiments with spin-polarized, heavy ion beams at storage rings currently attract much interest in atomic, nuclear and high-energy physics. While, however, a scheme for *producing* polarized heavy ions has been discussed at a number of places [1, 2], the measurement (and, hence, the diagnostics) of the ion polarization remains up to now an unresolved problem. In this contribution, we propose to utilize the radiative electron capture (REC) into high-Z projectiles as a *probe* process for determining the spin-polarization of the ion beams. In particular, we demonstrate that the *linear polarization* of the recombination x-ray photons is quite sensitive to the spin states of the particles, involved in the collision. For the K-shell electron recombination of heavy, hydrogen-like ions, for instance, a non-zero polarization of the ions results in an overall *rotation* of the linear polarization of REC photons out of the reaction plane, which may be observed by applying the position-sensitive polarization detectors. Detailed calculations have been carried out for the electron capture into hydrogen-like europium Eu^{62+} and bismuth Bi^{82+} ions and show the dependence of the rotation angle as function of the ion polarization and the projectile energies.

[1] A. Prozorov *et al.*, Phys. Lett. B **574** (2003) 180.[2] A. Surzhykov *et al.*, Phys. Rev. Lett. (2004) submitted.

A 8.33 Sa 08:30 Poster HU

Ion-Ion-Stöße mit Fulleren-Ionen — ●A. DIEHL¹, H. BRÄUNING¹, R. TRASSL¹, A. THEISS¹, H. KERN¹, E. SALZBORN¹, L. P. PRESNYAKOV² und A. A. NARITS² — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik der Universität Gießen, Leihgesterner Weg 217, 35392 Gießen — ²P. N. Lebedev Institut, 117924 Moskau, Rußland

In erstmals durchgeführten Experimenten wurden die Ladungstransfer-Reaktionen $Li(3+) + C60(+) \rightarrow Li(2+) + C60(2+)$ sowie $He(2+) + C60(+) \rightarrow He(+) + C60(2+)$ für Schwerpunktsenergien im Bereich 25-150keV bzw 25-200keV untersucht. Vorläufige totale Wirkungsquerschnitte werden vorgestellt und experimentelle Schwierigkeiten diskutiert. Erste Vergleiche der experimentellen Daten mit Rechnungen von Presnyakov et al. zeigen eine gute Übereinstimmung. Außerdem wurde beim zuletzt genannten Stoßsystem auch der Wirkungsquerschnitt der Ionisation bestimmt: $He(2+) + C60(+) \rightarrow He(2+) + C60(2+) + e^-$. Hierbei kam die Meßmethode der gepulsten Ionenstrahlen zum Einsatz, während bei den Ladungstransfer-Reaktionen die Koinzidenzmethode zur Untergrund-Separation angewandt wurde. Es zeigt sich, daß bei kleinen Schwerpunktsenergien der Ladungstransfer, bei höheren Energien die Ionisation dominierend ist.

A 8.34 Sa 08:30 Poster HU

Diagnostics of spin-polarized heavy ions at storage rings — ●ANDREY SURZHYKOV¹, STEPHAN FRITZSCHE¹, THOMAS STÖHLKER², and STANISLAV TASHENOV² — ¹Institut für Physik, Universität Kassel, D-34132, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), D-64291, Germany

Experiments with spin-polarized, heavy ion beams at storage rings currently attract much interest in atomic, nuclear and high-energy physics. While, however, a scheme for *producing* polarized heavy ions has been discussed at a number of places [1, 2], the measurement (and, hence, the diagnostics) of the ion polarization remains up to now an unresolved problem. In this contribution, we propose to utilize the radiative electron

capture (REC) into high- Z projectiles as a *probe* process for determining the spin-polarization of the ion beams. In particular, we demonstrate that the *linear polarization* of the recombination x-ray photons is quite sensitive to the spin states of the particles, involved in the collision. For the K -shell electron recombination of heavy, hydrogen-like ions, for instance, a non-zero polarization of the ions results in an overall *rotation* of the linear polarization of REC photons out of the reaction plane, which may be observed by applying the position-sensitive polarization detectors. Detailed calculations have been carried out for the electron capture into hydrogen-like europium Eu^{62+} and bismuth Bi^{82+} ions and show the dependence of the rotation angle as function of the ion polarization and the projectile energies.

[1] A. Prozorov *et al.*, Phys. Lett. B **574** (2003) 180.

[2] A. Surzhykov *et al.*, Phys. Rev. Lett. (2004) submitted.

A 8.35 Sa 08:30 Poster HU

Ionisation und Fragmentation von Kohlenwasserstoffen in Stößen mit schnellen hochgeladenen Ionen — B. SIEGMANN¹, ●U. WERNER² und R. MANN³ — ¹Institut für Physik, Universität Dortmund, 44221 Dortmund — ²Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, 33615 Bielefeld — ³Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), 64291 Darmstadt

Die Mehrfachionisation und Fragmentation von einfachen Kohlenwasserstoffen wurde in Stößen mit schnellen ($v > 12v_0$) hochgeladenen Xe-Ionen untersucht. Hierzu wurde ein orts- und zeitaufösender Detektor verwendet, der eine koinzidente Messung der Fragmentimpulse ermöglicht. Der Detektor arbeitet nach dem 'crossed wire'-Prinzip, so daß auch Fragmentionen, die gleichzeitig auf verschiedenen Drähten auftreffen, nachgewiesen werden können. Dies ist insbesondere für die Untersuchung der Multifragmentation von Kohlenwasserstoffen von Bedeutung, wo mehrere Fragmente mit gleicher Masse entstehen. Neben relativen Wirkungsquerschnitten für einzelne Prozesse, wie z.B. $\text{C}_2\text{H}_4 \rightarrow 2\text{CH}_2^+$ oder $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_2^+ + 2\text{H}^+$, können auch Winkelkorrelationen und die kinetische Energie der Fragmente bestimmt werden. Im Vergleich zu früheren Messungen mit einfach geladenen und langsamen hochgeladenen Ionen zeigen sich deutliche Veränderungen in den Fragmentationsmustern und den relativen Querschnitten. Besonders interessant ist, daß bei einigen Stoßsystemen neben H^+ und H_2^+ auch H_3^+ Fragmente auftreten. Während bei CH_4 die Abspaltung von H_3^+ praktisch vernachlässigbar ist, ist sie bei Stößen von 300 keV He^+ auf CH_3Cl von derselben Größenordnung wie die H^+ -Abspaltung.

A 8.36 Sa 08:30 Poster HU

Totale und differentielle Querschnitte in H^+ -He und He^2 -He Stößen — ●J. ANTON und B. FRICKE — Institut für Physik, Universität Kassel, 34109 Kassel

In den letzten zehn Jahren ist mit der COLTRIMS-Methode eine experimentelle Möglichkeit entstanden [1,2], die es gestattet, hochdifferenziell die Vielfach-Ionisation von Atomen und Molekülen nach Anregung durch Ionenstoß oder Laserpulse zu untersuchen, wobei die Impulsverteilung der Rückstoßkerne sowie die einzelnen emittierten Elektronen gemessen werden können. In den letzten Jahren ist in unserer Arbeitsgruppe eine Methode entwickelt [3], die nicht nur die totalen Wirkungsquerschnitte zu berechnen erlaubt, sondern auch einen Zugang zu den differentiellen Querschnitten verschafft. Mit Hilfe einer Fourier-Transformation ist es möglich, die Ergebnisse, die zunächst im Ortsraum erzielt wurden, im Impulsraum darzustellen. Wir stellen die berechneten differentiellen Wirkungsquerschnitte für die einfachsten Viel-Elektronen Stoßsysteme p-He und He^{2+} -He sowohl im Ortsraum als auch Impulsraum vor und vergleichen sie mit experimentellen Werten.

[1] J. Ullrich, R. Dörner, V. Mergel, O. Jagutzki, L. Spielberger und H. Schmidt-Böcking, Comments At. Mol. Phys. **30**, 285 (1994)

[2] V. Mergel *et al.*, Phys. Rev. Lett. **74**, 2200 (1995)

[3] J. Anton, K. Schulze, D. Geschke, W.-D. Sepp und B. Fricke, Phys. Lett. A **268**, 85 (2000)

A 8.37 Sa 08:30 Poster HU

Vollständig differentielle Untersuchung der Ionisation von Helium in relativistischen Schwerionenstößen — ●D. FISCHER¹, M. SCHULZ², R. MOSHAMMER¹, A. VOITKIV¹, B. NAJJARI¹ und J. ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ²University of Missouri-Rolla, Rolla, Missouri 65409, USA

In einem kinematisch vollständigen Experiment wurde die Ionisation von Helium durch den Stoß mit 1 GeV/amu U^{92+} -Ionen (90% Lichtge-

windigkeit) vermessen. Die gewonnene Information über den Endzustandsimpulsraum erlaubt dabei Rückschlüsse auf dynamische Mechanismen in den beobachteten Stößen. Von besonderem Interesse ist dabei, inwieweit mehrfache Stöße zwischen dem Projektil und dem Targetatom, also höhere-Ordnungs-Prozesse, die Stoßdynamik beeinflussen. In dem untersuchten Stoßsystem ist die Störung des Targets durch das Projektil, also das Verhältnis von Projektilladung zur Projektilgeschwindigkeit, bereits recht groß ($Z_P/v_P = 0.8$ a.u.). Aufgrund der hohen Projektilgeschwindigkeit sind Prozesse höherer Ordnung in der Projektil-Targetelektron-Wechselwirkung aber nur von geringer Bedeutung. Anhand der vollständig differentiellen Querschnitte wird gezeigt werden, daß die Wechselwirkung zwischen dem Projektil und dem Targettrumpf, die ebenfalls einem höheren-Ordnungs-Prozeß entspricht, die Stoßdynamik jedoch erheblich beeinflusst.

A 8.38 Sa 08:30 Poster HU

Inner- and outer-shell electron dynamics in H^+ -Na collisions — ●M. ZAPUKHLYAK¹, T. KIRCHNER¹, H.J. LÜDDE², S. KNOOP³, R. MORGENSTERN³, and R. HOEKSTRA³ — ¹Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, Leibnizstraße 10, 38678 Clausthal-Zellerfeld — ²Institut für Theoretische Physik, Universität Frankfurt, Robert-Mayer-Straße 8-10, 60054 Frankfurt — ³KVI, Atomic Physics, Rijksuniversiteit Groningen, Zernikelaan 25, NL 9747 AA Groningen, The Netherlands

Electron transfer and ionisation in H^+ -Na collisions are dominated by one-electron transitions of the initial Na(3s) electron. Accordingly, one-electron descriptions with frozen inner target electrons were employed in previous theoretical works. However, inner-shell capture was observed very recently in a MOTRIMS (Magneto Optical Trapping Recoil Ion Momentum Spectroscopy) experiment [1] calling for a more complete treatment of the collision system.

In the present study the basis generator method [2] is used to propagate *all* initially occupied orbitals of the Na atom in an effective single-particle potential made up of the Coulomb potentials of the nuclei and a term that accounts for the electron-electron interaction. The single-particle solutions are then analysed on the level of the independent particle model. We address inner- and outer-shell capture and ionisation in the 2–100 keV impact energy regime. Detailed comparisons with previous and, in particular, with new MOTRIMS experiments will be presented, and the role of multi-electron dynamics will be discussed.

[1] S. Knoop *et al.*, Phys. Rev. A (to be published)

[2] O.J. Kroneisen *et al.*, J. Phys. A **32**, 2141 (1999)

A 8.39 Sa 08:30 Poster HU

Break-up of H_2 in singly ionizing collisions with fast protons. — ●CHRISTINA DIMOPOULOU¹, R. MOSHAMMER¹, D. FISCHER¹, C. HÖHR¹, A. DORN¹, P.D. FAINSTEIN², J. R. CRESPO LÓPEZ URRUTIA¹, C.D. SCHRÖTER¹, S. HAGMANN³, H. KOLLMUS³, R. MANN³, and J. ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg — ²Centro Atómico Bariloche, 8400 Bariloche, Argentina — ³Gesellschaft für Schwerionenforschung, Planckstr.1, D-64291 Darmstadt

Single ionization of H_2 by 6 MeV proton impact has been studied in a kinematically complete experiment using the COLTRIMS technique (reaction-microscope). Basically, two channels contribute: in the first case a H_2^+ ion is formed after the collision ("pure" ionization), whereas, with a small probability, the molecule dissociates into a proton and a H-atom (ground state dissociation)[1]. For both reaction pathways, the momenta of the electron and the recoil ion have been recorded in coincidence. Thus, electron energy distributions have been obtained. For pure ionization, FDCS have been measured as well. Sizeable contributions from purely molecule-specific channels have been identified. The electron spectra reveal the role of the autoionization of the doubly and singly excited states of H_2 . The latter explicitly involve the coupling between the electronic and the nuclear motion of the molecule. This is a clear manifestation of a breakdown of the Born-Oppenheimer approximation [2].

[1] I. Ben-Itzhak *et al.*, J. Phys. B **29**, L21 (1996)

[2] C. Dimopoulou *et al.*, Phys. Rev. Lett., **93**, 123203 (2004)

A 8.40 Sa 08:30 Poster HU

Fragmentation durch Teilchenstoß — ●JENS ROBIN GÖTZ — Universität Freiburg, Physikalisches Institut, Hermann-Herder-Str. 3, D-79104 Freiburg

Untersucht wird die Fragmentation von H und He durch Elektronen- und Ionenstoß.

A 8.41 Sa 08:30 Poster HU

Alignment and orientation studies for the radiative electron capture by high-Z, heavy ions — ●ANDREY SURZHYKOV¹, STEPHAN FRITZSCHE¹, THOMAS STÖHLKER², and ANDREAS ORSIĆ MUTHIG² — ¹Institut für Physik, Universität Kassel, D-34132, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), D-64291, Germany

Recently, a number of experiments have been performed at the GSI storage ring in order to explore the radiative electron capture (REC) into the *excited* states of heavy projectile ions. The great promise of such studies is that the measurements on the subsequent decay of the excited states provide unique information about both, their population *dynamics* as well as the electronic *structure* of the ions. For the proper analysis of these – structural and dynamical – properties of heavy projectiles, however, a precise knowledge is required on the *magnetic* sublevel population of the (excited) ion states. In practice, this population arises not only from the direct electron capture into the given state but also from the *cascade* feeding from the high-lying levels.

In this contribution, we present theoretical calculations for the magnetic sublevel population of the excited states of hydrogen-like, heavy ions, following the radiative capture of free electrons. Similar to the previous studies, we consider the population mechanisms of the excited ions from both, the direct electron capture as well as from the feedings from the upper levels. Special emphasis is placed on the magnetic sublevel population of the $2p_{3/2}$ state for which the alignment and orientation parameters are calculated for a wide range of projectile energies and for different spin states of electron target and projectile ions.

A 8.42 Sa 08:30 Poster HU

Multiphotonen-Ionisation von Atomen und Präzisionsspektroskopie von hochgeladenen Ionen mit VUV-FEL Strahlung — ●R. MOSHAMMER, J. R. CRESPO LÓPEZ-URRUTIA, C. D. SCHRÖTER, A. DORN, G. SIKLER, C. OSBORNE, S. EPP, B. FEUERSTEIN, A. RUDENKO und J. ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

Unsere Gruppe bereitet Experimente vor, die am Freien Elektronenlaser (FEL) am DESY bereits Mitte 2005 in Betrieb gehen sollen. Ziel ist es, unter Verwendung eines Reaktionsmikroskops, die Bedeutung nicht-linearer Prozesse, Fragen der Kohärenz etc. im Detail bei der Wechselwirkung von Strahlung mit einzelnen Atomen, Molekülen, Molekülionen sowie mit hochgeladenen Ionen zu untersuchen. Es werden erste kinematisch vollständige Experimente mit einfachen Atomen, wie z.B. mit Helium, wo in Kürze für den entsprechenden Wellenlängenbereich *ab initio*-Rechnungen zur Verfügung stehen werden, durchgeführt. Darüberhinaus wird es der FEL erstmals erlauben, aufgrund der nun zur Verfügung stehenden kurzen Wellenlängen, „Laserspektroskopie“ an hochgeladenen Ionen zu betreiben, wobei eine erhebliche Steigerung der Meßgenauigkeit (bis einige Größenordnungen) bei praktisch allen Übergängen zu erwarten ist. Dafür wurde eine neue EBIT (electron beam ion trap) aufgebaut, in der hochgeladene Ionen der FEL-Strahlung ausgesetzt werden. Extrahiert man diese Ionen und bringt sie in einem Reaktionsmikroskop zur Überlagerung mit dem FEL-Strahl, so werden erstmals differentielle, sowie kinematisch vollständige Experimente zur Photoionisation solcher Ionen in hohen Ladungszuständen durchführbar.

A 8.43 Sa 08:30 Poster HU

Hard X-ray polarimetry - studies of the K-REC transition into highly charged ions — ●STANISLAV TASHENOV, THOMAS STOEHLKER, ALEXANDER GUMBERIDZE, ANDREAS ORSIĆ-MUTHIG, REGINA REUSCHL, DAREK BANAS, and UWE SPILLMANN — Atomic Physics, GSI, Plankstrasse 1, 64291 Darmstadt

For bare uranium ions a polarization study for recombination transitions was performed at the jet-target of the storage ring ESR, GSI. For this purpose a 4x4 planar germanium pixel detector with a pixel size of 7x7 mm has been used. In the experiment the degree of the photon polarization was obtained by analyzing Compton scattering inside the detector. It will be shown that the RR radiation is found to be strongly linearly polarized (up to 80%) within the scattering plane and that the degree of polarization depends markedly on the beam energy and the observation angle. The results will also be discussed in the context of recently performed relativistic calculations.

A 8.44 Sa 08:30 Poster HU

Einfachionisation hochgeladener Blei-Ionen durch Elektronenstoß — ●KARL KRAMER, KURT HUBER, FRANK SCHEUERMANN und ERHARD SALZBORN — Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität Giessen, 35392 Giessen

In einem „crossed-beams“ Experiment wurden für die Einfachionisation von einfach bis zehnfach geladenen Blei-Ionen durch Elektronenstoß absolute Wirkungsquerschnitte von der Einsatzschwelle bis 1 keV gemessen. Die Blei-Ionen wurden aus einer 14GHz-EZR-Ionenquelle extrahiert, in welche das Blei mit Hilfe eines Verdampferofens eingebracht wurde. Der Ionenstrahl wurde für die Messung der Wirkungsquerschnitte mit einem intensiven Elektronenstrahl ($I_e^{max} = 430$ mA) gekreuzt. Für Blei-Ionen mit $q = 2$ bis $q = 5$ wurden signifikante Anteile metastabiler Ionen beobachtet. Die gemessenen Wirkungsquerschnitte werden mit der Lotz-Formel [1] verglichen.

[1] W. Lotz; Zeitschrift für Physik **232** (1970) 101

A 8.45 Sa 08:30 Poster HU

Elektronenstoß-Doppelionisation von Blei-Ionen — ●BENJAMIN FABIAN, KARL KRAMER, FRANK SCHEUERMANN und ERHARD SALZBORN — Institut für Atom- und Molekülphysik, Leihgesterner Weg 217, 35392 Giessen

Absolute Wirkungsquerschnitte für die Doppelionisation von Blei-Ionen durch Elektronenstoß wurden im Giessener „crossed-beams“-Experiment erstmalig gemessen. Dabei wurden Ladungszustände von $q = 1$ bis $q = 11$ untersucht. Die Blei-Ionen wurden aus einer 14-GHz-EZR-Ionenquelle extrahiert, in die das Blei mit Hilfe eines Verdampferofens eingebracht wurde. Die Stoßenergien lagen im Bereich bis zu 1 keV. Die Wirkungsquerschnitte werden mit semiempirischen Formeln von Fisher et al. [1] sowie Belenger et al. [2] und einer neuentwickelten semiempirischen Formel für die Doppelionisation leichter Elemente von Shevelko et al. [3] verglichen.

[1] V. Fisher, Y. Ralchenko, A. Goldgirsh, D. Fisher, Y. Maron; J. Phys. B28 (1995) 3027

[2] C. Belenger, P. Defrance, E. Salzborn, V.P. Shevelko, H. Tawara, D.B. Uskov; J. Phys. B30 (1997) 2667

[3] V.P. Shevelko, H. Tawara, F. Scheuermann, B. Fabian, A. Müller and E. Salzborn; J. Phys. B eingereicht

A 8.46 Sa 08:30 Poster HU

Quantum two-particle scattering on finite cavities — ●K. MORAWETZ^{1,2}, M. SCHREIBER¹, B. SCHMIDT¹, A. FICKER¹, and P. LIPAVSKÝ³ — ¹Institute of Physics, Chemnitz University of Technology, 09107 Chemnitz, Germany — ²Max-Planck-Institute for the Physics of Complex Systems, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden, Germany — ³Institute of Physics, Academy of Sciences, Cukrovarnická 10, 16200 Praha 6, Czech Republic

Correlated two-particles are considered which interact with themselves and with a finite cavity. Choosing a separable two-particle potential, our method leads to exact solutions for the two-particle problem in the presence of the cavity. As a result the two-particle phase shift is calculated and compared to the single-particle one. A Fano resonance is observed caused by the interference of single- and two-particle channels. In addition, we investigate the two-particle bound state behavior and the influence of the cavity on the binding properties.

[1] K. Morawetz, M. Schreiber, B. Schmidt, A. Ficker, P. Lipavský, Phys. Rev. B sub., cond-mat/0409325

A 8.47 Sa 08:30 Poster HU

Cobined optical and magnetic trap on an atom chip — ●DANIEL GALLEGRO GARCIA, ELMAR HALLER, SEBASTIAN HOFFERBERTH, IGOR LESANOVSKY, STEPHAN WILDERMUTH, MAURITZ ANDERSSON, PETER KRÜGER, and JÖRG SCHMIEDMAYER — Universität Heidelberg, Physikalisches Institut, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg

We present a combination of an optical and a magnetic trap on an atom chip. In addition to a wire based magnetic trap we use an optical trap that is configured as a near resonant red detuned dipol trap. This introduces an additional degree of freedom for the atom manipulation on the chip. The status of first experiments in various geometries will be presented. The possible configurations include a standing wave pattern created by the reflection from the chip surface. Another approach is to form a light sheet for transverse confinement where micro-manipulation potentials are provided by magnetic and electric structures on the (near) chip.

A 8.48 Sa 08:30 Poster HU

Fully differential cross sections of Helium double ionization in intense laser pulses. — ●ANDRE STAUDTE¹, DIRK ZEIDLER², DAVID VILLENEUVE², DAVID RAYNER², PAUL CORKUM², ANDREAS BECKER³, and REINHARD DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, August-Euler-Straße 6, 60486 Frankfurt, Germany — ²National Research Council, 100 Sussex Drive, Ottawa, Ontario K1A 0R6, Canada — ³Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 3801187 Dresden, Germany

We present fully differential cross sections of Helium double ionization in intense laser pulses. The correlated electron emission perpendicular to the polarization axis is examined experimentally and compared with S-Matrix calculations revealing the dominant role of electron-electron interaction in the final state.

A 8.49 Sa 08:30 Poster HU

Riesen-Dipolresonanzen mehrfach angeregter Atome in gekreuzten Feldern — ●SASCHA ZÖLLNER und PETER SCHMELCHER — Theoretische Chemie, Im Neuenheimer Feld 229, 69120 Heidelberg

Bei der Erforschung der Wechselwirkung von Atomen mit elektrischen und magnetischen Feldern setzte man lange Zeit voraus, dass sich der Kern unabhängig von den Elektronen bewegt. Falls Magnetfelder wirken, sind die Bewegungen des Schwerpunktes und der Elektronen jedoch gekoppelt. Dies ist der Ausgangspunkt sogenannter Riesen-Dipolzustände, bei denen sich mehrere Elektronen in Abständen von vielen Tausend Angstrom vom Kern anordnen können. Die Stabilität dieser Riesen-Dipolkonfigurationen wird dabei allgemein für N Elektronen und in Abhängigkeit von elektrischem und magnetischem Feld im Rahmen einer Normalmoden-Analyse untersucht. Darüber hinaus studieren wir den Spezialfall des Zwei-Elektronen-Systems mittels Wellenpaket-Dynamik. Dabei zeigt sich, dass die Zustände stabil sind – zumindest für hinreichend große elektrische Felder und über sehr lange Zeiten.

A 8.50 Sa 08:30 Poster HU

An ultracold gas of Rydberg atoms — ●MARKUS REETZ-LAMOUR, THOMAS AMTHOR, JOHANNES DEIGLMAYR, KILIAN SINGER, and MATTHIAS WEIDEMUELLER — Phys. Inst. Univ. Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg

When ultracold atoms are excited into Rydberg states a strongly interacting gas is created. Because the atoms do not move appreciably over the timescales given by the Rydberg atoms' lifetime this gas resembles an amorphous solid. Combined with the strong interaction between Rydberg atoms this system therefore constitutes a unique model for the study of many body effects.

We present our experimental setup and prospects of our experiment together with the latest measurements. This includes the demonstration of the dipole blockade [1], which has prospects for quantum information processing with neutral atoms [2].

[1] Tong *et al.*, PRL **93** 063001 (2004); Singer *et al.*, PRL **93** 163001 (2004)

[2] Jaksch *et al.*, PRL **85** 2208 (2000); Lukin *et al.*, PRL **87** 037901 (2001)

A 8.51 Sa 08:30 Poster HU

Ionisation von N₂ und O₂ in starken Laserfeldern — ●M. SMO-LARSKI¹, A. STAUDTE¹, A. BECKER², D. ZEIDLER³, S. KAMMER¹, M. WECKENBROCK¹, V.R. BHARDWAJ³, D.M. RAYNER³, D.M. VILLENEUVE³, H. SCHMIDT-BÖCKING¹ und R. DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik der J. W. Goethe — ²Max Planck Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden — ³National Research Council, Ottawa, Kanada

Im Verlauf des Experiments wurde die Einfachionisation von N₂ und O₂ in starken Laserfeldern (800nm, Intensität $2 \cdot 10^{14}$ W/cm², 35fs) untersucht. Dieses Experiment liefert die Elektronenimpulsverteilung bei der Einfachionisation. Weiterhin ist eine Energieabhängigkeit der Ausrichtung der molekularen Fragmente aus dem (1,0) Kanal gefunden worden.

A 8.52 Sa 08:30 Poster HU

Der Doppel-Auger-Effekt bei Molekülen — ●JENS VIEFHANUS, MARKUS BRAUNE, SANJA KORICA, AXEL REINKÖSTER, DANIEL ROLLES und UWE BECKER — Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin

Der Doppel-Auger-Effekt ist genau wie die Doppel-Photoionisation ein Prozess, der nur in einem Bild beschrieben werden kann, welches über das Ein-Teilchen-Modell hinausgeht und die Elektronen-Korrelationen des Systems beinhaltet.

Die direkte Doppel-Auger-Emission, bei der eine Innerschalen-Vakanz durch gleichzeitige Aussendung von mindestens zwei Auger-Elektronen zerfällt, wurde bisher nur in atomaren Systemen (Argon $2p^{-1}$ und Neon $1s^{-1}$ [1,2]) koinzident nachgewiesen [1,2].

Neueste Ergebnisse an innerschalen-angeregten Molekülen zeigen jedoch, dass auch in molekularen Systemen die direkte Doppel-Auger-Emission einen signifikanten Zerfallskanal darstellt.

[1] J. Viefhaus *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **92** (2004), 083001

[2] J. Viefhaus, A. N. Grum-Grzhimailo, N. M. Kabachnik, U. Becker, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **141** (2004), 121

A 8.53 Sa 08:30 Poster HU

Zeitaufgelöste Analyse der Ionisation von Kryptonionen in der Dresden EBIT — ●GÜNTER ZSCHORNACK¹, FRANK GROSSMANN², ULRICH KENTSCH², STEFFEN LANDGRAF¹, VLADIMIR P. OVSYANNIKOV², MIKE SCHMIDT², FALK ULLMANN², RENE HELLER¹ und MARTIN KRELLER¹ — ¹TU Dresden, Institut für Angewandte Physik, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden — ²Leybold Vacuum Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Mit der zeitaufgelösten energiedispersiven Röntgenspektroskopie wird die Emission charakteristischer Röntgenstrahlung während einzelner Ionisationszyklen der EBIT detektiert. Damit können Prozesse der Verdampfungskühlung von Ionen im hochdichten Elektronenstrahl der Quelle analysiert werden, ebenso der Verlauf der Strahlkompensation bei verschiedenen Quellenbetriebsbedingungen. Vergleiche von Modellrechnungen mit experimentell bestimmten, zeitlich aufgelösten Ionenladungsverteilungen ermöglichen einen Zugang zur Bestimmung der effektiven Elektronenstromdichte und des wirksamen Ionisationsfaktors. Unter vereinfachenden Annahmen wird es möglich, über die gemessenen Zeitabhängigkeiten des Auftretens individueller Ionenladungszustände Elektronenstoßionisationsquerschnitte für hochgeladene Ionen im für den Betrieb von EBIT charakteristischen Elektronenenergiebereich abzuleiten.

A 8.54 Sa 08:30 Poster HU

Dielektronische Rekombination in beryllium- bis sauerstoffähnlichen Kryptonionen — ●GÜNTER ZSCHORNACK¹, FRANK GROSSMANN², ULRICH KENTSCH², STEFFEN LANDGRAF¹, VLADIMIR P. OVSYANNIKOV², MIKE SCHMIDT² und FALK ULLMANN² — ¹TU Dresden, Institut für Angewandte Physik, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden — ²Leybold Vacuum Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Über die energiedispersive Röntgenspektroskopie in Verbindung mit der Aufnahme von Scatterplots (Darstellung der Röntgenemission als Funktion der Elektronenanregungsenergie) werden an der Dresden EBIT KLL-, KLM-, KLN- und KLO-Linien der Dielektronischen Rekombination für beryllium- bis sauerstoffähnliche Kryptonionen detektiert und analysiert. Neben der Aufnahme von Anregungsfunktionen für einzelne Resonanzen erfolgen Untersuchungen des Einflusses des Elektronenstromes auf die effektiv in der Ionenquelle wirkenden elektrischen Beschleunigungspotentiale. Weiter wird aus der für einzelne Resonanzen erhaltenen Linienform auf die Energieunschärfe der Elektronen im Strahl geschlossen. Die vorgestellte Methode ermöglicht es, atomare Anregungsprozesse in Elektronenenergieschritten von 1 eV zu scannen.

A 9 Atoms and Ions in Ultra Short and Strong laser Fields II

Zeit: Samstag 10:30–12:30

Raum: HU 3094

Fachvortrag

A 9.1 Sa 10:30 HU 3094

Elektron-Positron-Paarerzeugung in hochenergetischen Kern-Laser-Stößen — ●CARSTEN MÜLLER^{1,2}, ALEXANDER B. VOITKIV¹ und NORBERT GRÜN² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg — ²Institut für Theoretische Physik, Heinrich-Buff-Ring 16, D-35392 Gießen

Wir haben totale und differentielle Raten für die Produktion von Elektron-Positron-Paaren durch Multiphotonen-Absorption im Stoß eines relativistischen Atomkerns mit einem intensiven Laserstrahl berechnet [PRA 67, 063407 (2003); 70, 023412 (2004)]. Im Vortrag zeigen wir durch die Betrachtung verschiedener Stoßsysteme, dass der untersuchte Prozess Analogien zu bekannten Phänomenen bei der Ionisation von Atomen in starken Laserfeldern aufweist.

Fachvortrag

A 9.2 Sa 10:45 HU 3094

Above-threshold ionization in few-cycle laser pulses: extracting quantum orbit information from the full ab initio solution of the time-dependent Schrödinger equation — ●DIETER BAUER¹, DEJAN MILOSEVIC², and WILHELM BECKER³ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ²University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina — ³Max-Born-Institut, Berlin, Germany

As the laser pulse duration approaches the few-cycle regime, angle-resolved photoelectron spectra become strongly dependent on the carrier-envelope phase. Pronounced interference patterns in the rescattering plateau have been attributed to the interference of the relevant electron trajectories that lead to the same final energy. This interpretation in the spirit of Feynman's path integral approach yields an intuitive physical understanding while the actual calculation requires several simplifying assumptions, in particular the neglect of Coulomb effects once the electron is emitted, and a simplified view of the rescattering process. The numerical solution of the time-dependent Schrödinger equation (TDSE), on the other hand, yields the exact final wave function and thus all observables of interest, often, however, without revealing the dominant physical processes. A window-operator method is proposed that allows to extract energy-resolved wave packet information from the exact wave function, facilitating a sensitive test of quantum orbit theory. The case of atomic hydrogen in linearly and circularly polarized few-cycle pulses is discussed. Photoelectron spectra obtained from the numerical solution of the TDSE are compared with those predicted by the strong field approximation.

Fachvortrag

A 9.3 Sa 11:00 HU 3094

Momentum distribution in nonsequential ionization of rare gases: a time-dependent density functional approach — ●PETER KOVAL and DIETER BAUER — Saupfercheckwegstr. 1, MPI für Kernphysik, Heidelberg, Germany

Over two past decades, strong-field phenomena attracted experimental and theoretical attention. Recently, the development of experimental imaging techniques, for instance, allowed to measure a correlated electron momentum spectrum in ionization of rare gas atoms [1]. Such measurements permit a kinematically complete analysis of double ionization.

In this contribution, we study the behavior of (light) noble-gas atoms exposed to the electric field of a short-pulse laser. Time-dependent density functional theory (TDDFT) is employed to describe the electron emission in single and double ionization. The simple *crapola model* [2] is employed in order to account for the nonrelativistic, correlated dynamics in the two-electron continuum. Due to the relative low computational cost of TDDFT, we are able to consider the problem in full 3D dimensionality. Ionization yields and correlated electron momentum distributions for multiple ionization in intense laser fields will be presented. The method can be easily extended to more complex systems.

[1] R. Dörner *et al*, Phys. Rep. **330** (2000) 96–192.[2] A. J. Tolley, J. Phys. B **32** (1999) 3439–3461.[3] J. B. Watson *et al*, Phys. Rev. Lett. **78** (1997) **32** 1884–1887.**Fachvortrag**

A 9.4 Sa 11:15 HU 3094

Numerical study of an atom in a strong laser pulse: The role of the pulse shape — ●P. PANEK and A. BECKER — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden

We study the response of an atom to an intense shaped laser pulse. To this end, we use the single-active-electron approach and numerically solve the Schrödinger equation in the discrete basis built by atomic eigenstates. Excitation and ionization probabilities are calculated for different peak intensities and frequencies. Especially, the influence of the shape of the pulse on the electron dynamics is investigated. Our results may give useful insights in the control mechanism of excitation of an atom in intense laser fields.

Fachvortrag

A 9.5 Sa 11:30 HU 3094

Helium-Doppelionisation im starken Feld - verbesserte Dichtefunktionalbeschreibung — ●STEPHAN KÜMMEL und MANFRED LEIN — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Straße 38, D-01187 Dresden

Die zeitabhängige Dichtefunktionaltheorie hat sich in vielen Bereichen zur Berechnung von Anregungen in Vielteilchensystemen etabliert. Aufgrund ihres im Vergleich zu Wellenfunktionsmethoden geringen Rechenaufwandes erlaubt sie insbesondere, die nichtlineare, nichtperturbative Dynamik von Elektronen in starken Feldern „from first principles“ zu berechnen. Allerdings werden Qualität und Vorhersagekraft der Rechnungen entscheidend von dem zur Beschreibung der Austausch- und Korrelationseffekte verwendeten Funktional beeinflusst. Eines der Paradebeispiele für Starkfeldeffekte, das „Knie“ im Intensitätsverlauf der Doppelionisation von Edelgasatomen, wurde mit allen gängigen Dichtefunktionalen bisher nicht einmal qualitativ korrekt beschrieben. Wir haben durch Inversion der Kohn-Sham Gleichungen für ein Modell-Helium Atom das exakte zeitabhängige Austausch-Korrelationspotential berechnet. Eine daraus entwickelte einfache, neue Näherung führt zu einer deutlich verbesserten Beschreibung der Helium-Doppelionisation.

Fachvortrag

A 9.6 Sa 11:45 HU 3094

Reduced ionization due to nearly separable motion in atoms and C₆₀ — ●MANFRED LEIN — Max-Planck-Institut f. Kernphysik, D-69117 Heidelberg

The barrier-suppression intensity of a system is the laser intensity where the tunneling barrier is pushed below the electron binding energy. It is often used as an estimate of the saturation intensity in strong-field ionization. It is demonstrated here that the common definition of the barrier-suppression intensity should be modified in systems with separable or nearly separable electron motion, including important cases such as hydrogen-like atoms and C₆₀ molecules. For C₆₀, this leads to an additional explanation of ionization suppression, which has been attributed to field-induced polarization previously.

Hauptvortrag

A 9.7 Sa 12:00 HU 3094

Physik mit Attosekunden-Lichtpulsen — ●MARKUS DRESCHER — Universität Bielefeld, Fakultät für Physik, Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld und Universität Hamburg, Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg — Träger des Gustav-Hertz-Preises

Die Möglichkeiten zeitauflösender Anrege-Abfrage Experimente hängen unmittelbar von den Eigenschaften der eingesetzten Lichtpulse ab. Seit Kurzem können Pulse weicher Röntgenstrahlung als Harmonische hoher Ordnung von intensiver Laserstrahlung erzeugt werden; die Kombination von Photonenenergien über 90 eV ($n > 61$) und Pulsdauern von 0,25 fs erlaubt neuartige quantenoptische und atomphysikalische Experimente mit Attosekunden-Zeitauflösung. So wurde – vermittelt durch den Photoeffekt – erstmals die Oszillation eines sichtbaren Lichtfeldes abgetastet. Der hier genutzte Impulstransfer zwischen Elektron und Lichtfeld kann ebenfalls zum Vermessen der Form von Wellenpaketen, z.B. von Augerelektronen aus dem Zerfall eines Innerschalenzustands, eingesetzt werden. Die damit demonstrierte Messung des Augerzerfalls wirft grundsätzliche Fragen nach der Bedeutung zeitbasierter Messungen im Vergleich zu konventioneller Spektroskopie in der Energiedomäne auf.

A 10 Photoionisation II and Electron Correlation

Zeit: Montag 10:15–12:15

Raum: HU 3075

Fachvortrag

A 10.1 Mo 10:15 HU 3075

Photoionisation von C_{60} und C_{70} Fullerenionen — ●S. SCHIPPERS¹, H. S. CHAKRABORTY², E. D. EMMONS³, M. F. GHARAIBEH³, A. L. D. KILCOYNE³, M. E. MADJET², A. MÜLLER¹, R. A. PHANEUF³, J. M. ROST², A. S. SCHLACHTER⁴ und S. W. J. SCULLY³ — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität, 35392 Gießen — ²Max-Planck-Institut für die Physik komplexer Systeme, 01187 Dresden — ³Department of Physics, University of Nevada, Reno, Nevada 89557, USA — ⁴Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, California 94720, USA

Am Undulator-Strahlrohr 10.0.1 der Advanced Light Source in Berkeley wurden mit der „merged-beam“-Technik absolute Wirkungsquerschnitte für die ein- und mehrfache Photoionisation von C_{60}^{q+} und C_{70}^{q+} $q=1-3$ Ionen gemessen. Die beobachteten Strukturen im Wirkungsquerschnitt für die Einfachionisation können kollektiven Anregungen der Valenzelektronen wie der bereits aus Experimenten mit neutralem C_{60} und C_{70} bekannten Dipol-Riesen-Resonanz bei Photonenenergien von ca. 21 eV zugeordnet werden. Darüberhinaus finden wir bei ca. 40 eV eine weitere kollektive Anregung, die sich als Volumen-Plasmon interpretieren lässt, das im Gegensatz zu Metallclustern nur aufgrund der besonderen Geometrie der Fullerenionen einen signifikanten Anregungsquerschnitt aufweist. Bei noch höheren Energien ab ca. 280 eV treten in den gemessenen Photoionisationsquerschnitten Strukturen auf, die sich auf die Anregung der K-Schale des Fullerenionenrumpfes zurückführen lassen.

Fachvortrag

A 10.2 Mo 10:30 HU 3075

Der Doppel-Auger-Effekt bei Molekülen — ●JENS VIEFHAUS, MARKUS BRAUNE, SANJA KORICA, AXEL REINKÖSTER, DANIEL ROLLES und UWE BECKER — Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin

Der Doppel-Auger-Effekt ist genau wie die Doppel-Photoionisation ein Prozess, der nur in einem Bild beschrieben werden kann, welches über das Ein-Teilchen-Modell hinausgeht und die Elektronen-Korrelationen des Systems beinhaltet.

Die direkte Doppel-Auger-Emission, bei der eine Innerschalen-Vakanz durch gleichzeitige Aussendung von mindestens zwei Auger-Elektronen zerfällt, wurde bisher nur in atomaren Systemen (Argon $2p^{-1}$ und Neon $1s^{-1}$ [1,2]) koinzident nachgewiesen [1,2].

Neueste Ergebnisse an innerschalen-angeregten Molekülen zeigen jedoch, dass auch in molekularen Systemen die direkte Doppel-Auger-Emission einen signifikanten Zerfallskanal darstellt.

[1] J. Viefhaus *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **92** (2004), 083001

[2] J. Viefhaus, A. N. Grum-Grzhimailo, N. M. Kabachnik, U. Becker, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **141** (2004), 121

Fachvortrag

A 10.3 Mo 10:45 HU 3075

Hochauflösende isotopenauflösende Spektroskopie an atomarem Uran vom Grundzustand bis zum Kontinuum — ●PHILIPP SCHUMANN¹, BRUCE A. BUSHAW² und KLAUS D.A. WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Pacific Northwest National Laboratory, Richland (WA), USA

Die mehrstufige optische Anregung in autoionisierende Zustände des Uran-Atoms wurde erstmals mit kontinuierlichen Lasern realisiert. Dazu wurde die hochauflösende Resonanzionisations-Massenspektrometrie (HR-RIMS) eingesetzt. Dieses leistungsfähige Verfahren ermöglicht die Spektroskopie und den Spurennachweis seltenster Isotope, z.B. des U-236. Die hohe Frequenzauflösung der Anregung im Bereich von wenigen MHz erlaubt sowohl eine präzise Bestimmung von Hyperfeinstrukturen und Isotopieverschiebungen in verschiedensten an den untersuchten Anregungsleitern beteiligten Energieniveaus als auch detaillierte Untersuchungen der Kontinuumsstruktur. Die Linienformen von interferierenden autoionisierenden Resonanzen können mit Hilfe eines Streumatrix-Formalismus beschrieben und angepasst werden. Die erhaltenen Parameter lassen auf eine starke Unterdrückung der Kontinuumsionisation schließen.

Fachvortrag

A 10.4 Mo 11:00 HU 3075

Combined laser and synchrotron spectroscopy on Sodium — ●JOACHIM SCHULZ^{1,2}, SAMI HEINÄSMÄKI³, RAMI SANKARI³, EDWIN KUKK³, HELENA AKSELA³, SEPPO AKSELA³, TORBJÖRN RANDER², MAXIM TCHAPLYGUINE^{1,2}, OLLE BJÖRNEHOLM², and SVANTE SENSSON² — ¹MAX-LAB, Lund University, Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden — ²Department of Physics, Uppsala University, Box 530, SE-751 21 Uppsala, Sweden — ³Department of Physical Sciences, P.O.Box 3000, FIN-90014 University of Oulu, Finland

At beamline I411 of the storage ring MAX II in Lund (Sweden) a continuous wave laser facility to study laser excited atoms, molecules and surfaces with synchrotron radiation has been build. In this talk first results from this project are presented. Free sodium atoms have been prepared by a resistively heated oven. The outer 3s electron of the atoms has been excited into the 3p shell using 590 nm laser light. The properties of this excited state have been studied with 2p photoelectron spectroscopy. Both polarization effects and the influence of the angular momentum coupling have been studied. Depending on the progress of the program new results from other alkaline metals will be presented as well.

Fachvortrag

A 10.5 Mo 11:15 HU 3075

The role of configuration space dimension in helium — ●JAVIER MADROÑERO¹, PETER SCHLAGHECK², LAURENT HILICO³, BENOÎT GRÉMAUD³, DOMINIQUE DELANDE³, and ANDREAS BUCHLEITNER¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden — ²Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg — ³Laboratoire Kastler Brossel, Paris

Quantum states associated with two characteristic configurations of the three body Coulomb problem are identified in ab initio quantum calculations on helium confined to a one, two and three dimensional configuration space. We compare the autoionization rates of these states and find that the two dimensional restriction leads to results that are in quantitative agreement with those of the real physical system, whilst confinement of the nucleus and the two electrons to one single dimension can lead to a dramatic underestimation of the actual decay rates (by orders of magnitude).

Fachvortrag

A 10.6 Mo 11:30 HU 3075

Decay channels for nondispersive two-electron wave packets in periodically driven helium — ●JAVIER MADROÑERO and ANDREAS BUCHLEITNER — Max-Planck-Institut für Physik komplexer System

Non-dispersive two-electron wave packets propagating along classical periodic orbits are found in the Floquet spectrum of planar helium driven by an electromagnetic field. We discuss the decay mechanisms which limit the (notwithstanding rather long) life times of these states, with particular emphasis on the decay channel associated with the degree of freedom transverse to the polarization axis of the driving field.

Fachvortrag

A 10.7 Mo 11:45 HU 3075

Towards a time-dependent density-matrix functional theory — ●HEIKO APPEL and E.K.U. GROSS — Institut für Theoretische Physik, Freie Universität Berlin, Arnimallee 14, D-14195 Berlin

Starting with the BBGKY hierarchy for reduced-density matrices we present equations of motion for the natural spin-orbitals and their occupation numbers. We propose a local-density-type functional for the occurring cumulant terms in these equations. This approximation is based on Löwdin's exact representation for correlated two-electron wave functions in terms of natural spin-orbitals and occupation numbers.

The time-evolution of the natural spin orbitals and of the corresponding occupation numbers is shown for fully correlated one-dimensional models of helium in a laser pulse and for stretched H_2 .

Fachvortrag

A 10.8 Mo 12:00 HU 3075

Erzeugung hochgeladener Ionen mit Permanentmagnet-EBIT's — ●GÜNTER ZSCHORNACK¹, FRANK GROSSMANN², ULRICH KENTSCH², STEFFEN LANDGRAF¹, VLADIMIR P. OVSYANNIKOV², MIKE SCHMIDT² und FALK ULLMANN² — ¹TU Dresden, Institut für Angewandte Physik, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden — ²Leybold Vacuum Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Vorgestellt wird die Entwicklung von drei Generationen der Dresden

EBIT als kompakte Raumtemperatur-Quellen hochgeladener Ionen. Anhand röntgenspektroskopischer Untersuchungen und von Ionenextraktionsexperimenten wird das Leistungsvermögen dieser Quellen demonstriert, die vollständig ionisierte Atome bis etwa $Z=30$ erzeugen können und die für schwere Elemente wie Iridium oder Quecksilber in der La-

ge sind, neonähnliche Ionen zu erzeugen. Die Eignung der entwickelten Ionenquellen für Experimente der Grundlagenforschung und für Anwendungsforschungen bis hin zu möglichen technologischen Einsätzen wird diskutiert und an Hand ausgewählter Beispiele belegt.

A 11 Ion-Atom/Molecule Collisions, Exotic Atoms

Zeit: Montag 16:30–17:45

Raum: HU 3075

Fachvortrag

A 11.1 Mo 16:30 HU 3075

Untersuchung des interatomaren Wechselwirkungspotentials bei axialer Oberflächengitterführung schneller Atome — ●ANDREAS SCHÜLLER und HELMUT WINTER — Physik der Grenzflächen und dünnen Schichten, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Newtonstraße 15, 12489 Berlin

Bei der streifenden Streuung schneller Atome an atomar ebenen Einkristalloberflächen werden im Regime des axialen Channelings definierte Maxima in den Winkelverteilungen der gestreuten Projektile beobachtet, welche als Regenbogenstreuung interpretiert werden. Der resultierende Regenbogenwinkel zeigt eine ausgeprägte Abhängigkeit vom Wechselwirkungspotential zwischen Projektil und den Atomen der Oberfläche. Ein Vergleich mit Ergebnissen aus Trajektorien-Simulationen ermöglicht die experimentelle Überprüfung der Beschreibung der interatomaren Wechselwirkungspotentiale im Energiebereich von 1 eV bis zu einigen 10 eV. Ergebnisse für die Streuung verschiedener Atome an Ag(111), Cu(111) und Al(111) werden mit Simulationen verglichen, die auf verschiedenen Approximationen sowie auf individuell berechneten interatomaren Potentialen basieren. Während man mit den individuell berechneten Potentialen die Messdaten gut beschreiben kann, zeigen die Näherungen zum Teil deutliche Abweichungen. Dies gilt insbesondere für das häufig verwendete ZBL-Potential.

Fachvortrag

A 11.2 Mo 16:45 HU 3075

Slowing-down-experiments with (40-300)MeV/u ^{58}Ni -ions — ●R. KNÖBEL¹, F. ATTALLAH², K. H. BEHR², V. CHICHKINE², S. ELISSEEV¹, H. GEISSEL^{1,2}, H. HAUSMANN², B. KINDLER², B. LOMMEL², M. MAIER^{1,2}, G. MÜNZENBERG², N. NANKOV^{1,2}, T. OHTSUBO², M. PORTILLO², G. SAVARD³, C. SCHEIDENBERGER^{1,2}, K. SÜMMERER², H. WEICK^{1,2}, and M. WINKLER^{1,2} — ¹II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Gießen, Heinrich-Buff-Ring 16, D-35392 Gießen, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung, Planckstrasse 1, D-64291 Darmstadt, Germany — ³Physics Division, Argonne National Laboratory, 9700 South Cass Ave, Argonne, IL 60439, USA

New experimental results of ^{58}Ni -ions slowed down in matter at the FRS at GSI will be presented. The measurements were performed at projectile energies of 300MeV/u, 100MeV/u, 70MeV/u and 50MeV/u. The ions penetrate through various target materials (Be, C, Al, Cu, Ag, Au) of different thicknesses. Measured charge-state distributions, stopping power and energy straggling will be shown. The experimental results are compared with calculations employing different theoretical models.

Fachvortrag

A 11.3 Mo 17:00 HU 3075

Numerical solutions of scattering integral equations — ●IVO HÄRING — Am Buntengraben 4, 79576 Weil-Haltingen

When examining analytical properties of quantum mechanical scattering various integral equations are elegant and effective tools (e.g. PRL **91** 070403). However, actual computations of scattering quantities often resort to single or two point boundary value problems equivalent to the integral formulations. We numerically investigate direct solutions of

the integral equations. For generic radial potentials and selected methods achievable accuracies and needed computational resources in terms of time and memory are discussed.

Fachvortrag

A 11.4 Mo 17:15 HU 3075

Evaporation of negative ions out of a 22-pole ion trap — ●J. MIKOSCH^{1,2}, U. FRÜHLING², M. WEIDEMÜLLER², D. SCHWALM¹ and R. WESTER² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg — ²Physikalisches Institut, Universität Freiburg, 79104 Freiburg

Ion traps with controllable temperature offer a ideal environment for reactions of molecular ions with neutral buffer gas molecules. In our experiment a multipole RF ion trap is used as a source for state-selected ions for a crossed beam experiment.

In this work we have studied the storage conditions in this trap with Cl^- anions. These are selected from a supersonic expansion ion source via time of flight and analyzed after storage with a second time of flight detector. We achieve storing conditions, where there are practically no reactive collisions taking place in the trap. This enables us to investigate trap losses dominated by elastic collisions of the ions with the buffer gas and by interactions among the ions themselves. We have studied the dependence of the evaporation rate on buffer gas density, temperature and trap depth. These results are compared with models of the evaporation process.

Fachvortrag

A 11.5 Mo 17:30 HU 3075

A new Measurement of the Decay Rate of the Positronium Negative Ion — ●F. FLEISCHER¹, G. GWINNER¹, K. DEGREIF¹, M. LESTINSKY¹, V. LIECHTENSTEIN², F. PLENGE¹, and D. SCHWALM¹ — ¹MPI für Kernphysik, 69029 Heidelberg — ²Kurchatov Institute, Moscow

Consisting of two electrons and a positron, the positronium negative ion (Ps^-) represents the simplest three-body-system with a bound state. As no perturbations due to strong interactions have to be considered and because of its unique mass ratio the system provides interesting opportunities to test our understanding of the three-body problem and quantum electrodynamics. Previous experiments have so far only proved the existence of Ps^- [1] and determined the decay rate with 4% accuracy [2]. To allow for a test of radiative corrections and bound-state contributions to the decay rate an increase in precision is necessary. Other parameters of particular interest are the photodetachment cross section with its narrow resonances predicted around the $\text{Ps}(n = 2, 3, 4 \dots)$ threshold and the $3\gamma/2\gamma$ -branching ratio. An experiment has been built up at the MPI für Kernphysik to investigate the decay rate and other properties of Ps^- in more detail. The results of a new measurement of the decay rate as well as possibilities for further experiments concerning the properties of Ps^- — using the new high-flux positron source NEPOMUC at the FRM II research reactor in Munich — will be discussed.

[1] A.P. Mills, Jr., Phys. Rev. Lett. **46**, 717(1981)

[2] A.P. Mills, Jr., Phys. Rev. Lett. **50**, 671(1983)

A 12 Precision Spectroscopy of Atoms and Molecules III

Zeit: Dienstag 10:15–12:15

Raum: HU 3075

Hauptvortrag

A 12.1 Di 10:15 HU 3075

Präzisionsexperimente zur Quantenelektrodynamik in Starken Felder — ●ALEXANDRE GUMBERIDZE^{1,2}, THOMAS STÖHLKER^{1,2}, DARIUSZ BANAS³, HEINRICH BEYER¹, FRITZ BOSCH¹, SIEGBERT HAGMANN^{1,2}, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV¹, DIETER LIESEN¹, XINWEN MA⁴, PAUL MOKLER¹, ANDREAS ORŠIĆ-MUTHIG¹, DOMINIK SIERPOWSKI⁵, STANISLAV TASHENOV^{1,2} und ANDRZEJ WARCZAK⁵ — ¹Gesellschaft für Schwerionenforschung 64291 Darmstadt Germany — ²Institut für Kernphysik University of Frankfurt 60486 Frankfurt Germany — ³Institute of Physics Swietokrzyska Academy 25-406 Kielce Poland — ⁴Institute of Modern Physics 730000 Lanzhou China — ⁵Institute of Physics Jagiellonian University 30-059 Cracow Poland

Die Quantenelektrodynamik (QED) ist eine der am besten überprüften Theorien der Physik. Für die extrem starken elektrischen Felder in den schwersten Atomen werden allerdings QED-Effekte höherer Ordnung vorhergesagt, deren experimentelle Überprüfung noch aussteht. Hierzu bietet der ESR-Speicherring der GSI-Darmstadt ideale Voraussetzungen, wie es bereits in mehreren Experimenten am wasserstoffähnlichen Uran gezeigt werden konnte. Neben einer Darstellung dieser Untersuchungen, sollen die gegenwärtigen Projekte diskutiert werden, die eine wesentliche Steigerung der experimentellen Präzision zum Ziel haben. Hierbei kommt dem Einsatz zweidimensionaler, planarer Germaniumdetektoren, wie sie gegenwärtig am IKP-Jülich entwickelt werden, eine entscheidende Rolle zu.

Hauptvortrag

A 12.2 Di 10:45 HU 3075

A new photon recoil measurement to determine the fine-structure constant α — ●HOLGER MÜLLER, SHENG-WEY CHIOU, QUAN LONG, CHRIS VO, and STEVEN CHU — Physics Department, Stanford University, Stanford, CA94305

We aim for measuring the recoil frequency $\omega_r = \hbar k^2 / M_{\text{Cs}} \sim 2\pi \cdot 4\text{kHz}$ of a Cs atom that emits/absorbs photon momenta $\hbar k$ for a new determination of α with an accuracy better than 10^{-9} . This allows us to test the quantum field theoretical calculation of the electron's anomalous magnetic moment, arguably the most accurate prediction in science, with sensitivity to the muon and non-QED terms.

We use a differential measurement between two atom interferometers having up to 100 positive and negative recoils, respectively. We use multiphoton Bragg diffractions between different momentum states, leaving the atomic states unaffected. We thus remove systematics such as sensitivity to magnetic fields and the ac Stark effect. The two interferometers are addressed simultaneously to cancel vibrational noise by two counter-propagating Raman laser pulses that consist of two frequencies each. Our setup generates these pulses with an ultra-low phase noise of -138dBc/Hz . We further stabilize the phase of the pulses as seen by the atoms, using a high-speed feedback that locks the phase of each pulse anew. We also present a feedback system that reduces misalignment of the counter-propagating beams to microradian accuracy, based on optical interferometry.

Fachvortrag

A 12.3 Di 11:15 HU 3075

X-ray spectroscopy of He-like argon, sulfur, and chlorine produced in an ECRIT — ●D. GOTTA¹, E.-O. BIGOT², S. BIRI³, S. BOUCARD², D.S. COVITA⁴, P. INDELICATO², B. LEONI⁵, A. HIRTL⁶, J.M.F. DOS SANTOS⁴, L. SIMONS⁵, L. STINGELIN⁵, M. TRASSINELLI², J.F.C.A. VELOSO⁷, A. WASSER⁵, and J. ZMESKAL⁶ — ¹IKP, Forschungszentrum Jülich, Germany — ²Lab. Kastler-Brossel, Univ. P. et M. Curie, Paris, France — ³Inst. Nucl. Res. (ATOMKI), Debrecen, Hungary — ⁴Phys. Dept., Univ. Coimbra, Portugal — ⁵PSI, Villigen, Switzerland — ⁶IMEP, ⁷Osterr. Ak. der Wiss., Vienna, Austria — ⁷Phys. Dept., Univ. Aveiro, Portugal

In order to produce X-rays from multi-charged ions an Electron Cyclotron Resonance Ion Trap (ECRIT) was set up at the Paul-Scherrer-Institut (PSI, Villigen, Switzerland). It is of hybrid type, combining a superconducting split coil magnet, special iron inserts to achieve a suitable mirror field, and a permanent magnetic hexapole. The high frequency was provided by a 6.4 GHz microwave emitter. The X-rays were energy analysed by a Johann-type Bragg spectrometer having a resolution of about 0.4 eV. High intense X-ray spectra were obtained of multicharged F-like to He-like argon, sulfur and chlorine with one 1s hole. In particular, from He-like ions $1s2s^3S_1 \rightarrow 1s2^1S_0$ M1 and $1s2p^3P_2 \rightarrow 1s2^1S_0$ M2 transitions were observed with unprecedented statistics. The M1 lines allow the precise determination of the response function of the spherically bent Bragg crystals in the few keV range.

Fachvortrag

A 12.4 Di 11:30 HU 3075

Absolute Bestimmung der Wirkungsquerschnitte der resonanten Raman Streuung an Silizium — ●MATTHIAS MÜLLER¹, BIRGIT KANGIESSER², BURKHARD BECKHOFF¹ und GERHARD ULM¹ — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestraße 2-12, 10587 Berlin, Germany — ²Technische Universität Berlin, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin

Inelastische Streuung von Röntgenstrahlung an gebundenen Elektronen weist Resonanzen bei den Energien der einfallenden Strahlung auf, die den Bindungsenergien der tiefer gebundenen Elektronen des Atoms entsprechen. Diese sogenannte Resonante Raman Streuung (RRS) wird von der Kramers-Heisenberg Formel als einstufiger Prozess beschrieben. Wir bestimmten die absoluten totalen und die doppelt differentiellen Wirkungsquerschnitte der RRS für monochromatische, linear polarisierte Strahlung an Silizium 2p-Elektronen für verschiedene Photonenenergien nahe der Silizium K-Absorptionskante. Diese Messungen wurden unter Nutzung absolut kalibrierter Detektoren im Radiometrielabor der PTB bei BESSY II durchgeführt.

Fachvortrag

A 12.5 Di 11:45 HU 3075

Frequency metrology on the Mg 3s² → 3s4p line at 202 nm for comparison with quasar data — ●SANDRO HANNEMANN, ERIC-JAN VAN DULJN, KJELD EIKEMA, and WIM UBACHS — Laser Centre, Vrije Universiteit, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands

Possible cosmological variation of the fine structure constant α can be derived from comparison of spectra of quasars at high red-shift with laboratory spectra obtained in the modern epoch. For this purpose laboratory data at accuracies of $< 10^{-7}$ are required. Together with other lines found in quasar spectra, the Mg 3s² → 3s4p transition at 202.5 nm has hitherto not been measured that precisely [1].

Here, a narrowband pulsed deep-UV laser based on an injection seeded gain switched Titanium:Sapphire (TiSa) oscillator is used for a LIF spectroscopy on a Mg atomic beam. The nearly Fourier limited output of the oscillator is enhanced in a bowtie TiSa amplifier and nonlinearly upconverted to the fourth harmonic. For absolute frequency calibration the cw seeding light at 810 nm is referenced to a femtosecond laser frequency comb.

[1] J.C. Berengut et al., arXiv:physics/0408017 v1 4 Aug 2004

Fachvortrag

A 12.6 Di 12:00 HU 3075

Spurenanalyse von Mangan durch laserinduzierte Breakdown Spektroskopie in Kavitationsblasen — ●SANDRA KOCH¹, ROBERT COURT¹, WALTER GAREN¹, WALTER NEU¹ und RAINER REUTER² — ¹Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, Constantiaplatz 4, 26723 Emden — ²Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Institut für Physik, 26111 Oldenburg

Die Transportphänomene des Gezeitenstroms im Wattenmeer können mit der Mangankonzentration (0,5 - 90 ppb) korreliert werden. Systematische Untersuchungen zur Kalibrierung wurden an einer Verdünnungsreihe von Mangan in destilliertem Wasser mit laserinduzierter Breakdown Spektroskopie (LIBS) durchgeführt. Als Nachweisgrenze ergab sich 80 ppb. Da in Flüssigkeiten starke Quenching-Prozesse auftreten, wird LIBS innerhalb einer laserinduzierten Kavitationsblase genutzt. Ein fasergeführter Nd:YAG-Laserdoppelpuls erzeugt sowohl die Kavitationsblase als auch das Analyseplasma auf einem Siliziumtarget. Plasmaemission und atomare Fluoreszenz des verdampften Mangans werden über eine Quarzfaser, die in unmittelbarer Nähe der Kavitationsblase positioniert ist, zu einem intensivierten optischen Vielkanalanalysator geführt. Die quantitative Spurenanalytik erfolgt über die Korrelation der Intensitäten charakteristischer Spektrallinien von Mangan gegen Strontium als internen Standard.

A 13 Poster HU 2

Zeit: Dienstag 08:30–18:30

Raum: Poster HU

A 13.1 Di 08:30 Poster HU

Electron photodetachment dynamics of the negative fluorine ion in intense laser fields — ●ZUNAIRA ANSARI, IGOR KIYAN, BORIS BERGUES und HANSPETER HELM — Physikalisches Institute, Albert-Ludwigs Universität D-79104 Freiburg, Germany

We have previously reported the observation of the quantum interference effect manifest in energy and angular momentum resolved spectra

recorded for photodetached electrons emitted from negative ions in an intense laser field. One of the aims before us is to study the quantum interference effect systematically. We report on the experimental study (angular momentum resolved spectra) of photodetachment of electrons from the negative fluorine ion subjected to strong laser fields using the velocity map imaging technique. The photodetachment was studied for a fixed (i) wavelength (1387 nm) varying the strength of the laser field

(from 10^{13} - 10^{14} W/cm²), (ii) laser field strength (10^{14} W/cm²) varying the wavelength (1200 nm-1600nm). We compare our results to a Keldysh-like theory proposed by Gribakin and Kuchiev. This theory does not take into account the re-scattering mechanism, but is able to reproduce the hot electron plateau in the spectrum qualitatively.

References: I. Yu Kiyon and H. Helm, Physical Review Letters, 90, 183001 (2003).

A 13.2 Di 08:30 Poster HU

Aufbau und Charakterisierung eines abbildenden Photoelektronenspektrometers für femtosekunden-zeitaufgelöste Experimente — ●MARC KRUG, CHRISTIAN HORN, MATTHIAS WOLLENHAUPT und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

In der Flugzeit-Photoelektronen-Spektroskopie wird die Energie der Elektronen durch ihre Flugzeit in einem Driftrohr bestimmt. In einem abbildenden Photoelektronenspektrometer wird die Elektronenverteilung zusätzlich winkelaufgelöst gemessen, indem die Elektronenwolke im Wechselwirkungsgebiet mit einem elektrischen Feld auf einen Multi-Channel-Plate-Detektor abgebildet wird. Zur Fokussierung der Elektronen wird das sogenannte velocity-map-imaging[1] Verfahren verwendet. Wir charakterisieren die Energie- und Winkelauflösung des abbildenden Photoelektronenspektrometers und zeigen erste Experimente zur femtosekunden-zeitaufgelösten Ionisationsdynamik.

[1] B.J. Whitaker, Imaging in Molecular Dynamics, Cambridge University Press, 2003

A 13.3 Di 08:30 Poster HU

Kohärenzeffekt im Ionisationskontinuum: Vom schwachen zum starken Feld — ●DIRK LIESE, MATTHIAS WOLLENHAUPT, CRISTIAN SARPE-TUDORAN, MARC WINTER und THOMAS BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

In der konventionellen Photoelektronenspektroskopie bildet das Spektrum der kinetischen Energie die ungestörten atomaren Energieniveaus ab. Bei den hohen Intensitäten von fs-Lasern werden die atomaren Zustände kohärent gekoppelt und diese Kohärenzen ins Kontinuum abgebildet. Kohärente Effekte im Photoelektronenspektrum von Kaliumatomen, die von einem 25 fs, 790 nm Femtosekundenlaserpuls ionisiert werden, werden untersucht. Um den Übergang zwischen dem schwachen und dem starken Laserfeld gründlich zu erfassen, werden Spektren für verschiedene Laserenergien zwischen 0,1 mJ und 100 mJ aufgenommen. Die Photoelektronen werden hierbei mit einer magnetischen Flasche (Time-of-Flight Spektrometer) zeitlich aufgelöst, so dass eine Energieauflösung von 30 meV erreicht wird. Die Spektren umfassen die Threshold Elektronen bei 0,37 eV, als auch die durch Above Threshold Ionisation (ATI) ionisierten höher energetischen Elektronen.

A 13.4 Di 08:30 Poster HU

Kohärente Anregung eines atomaren Vierniveau-Systems mit amplituden- und phasenmodulierten Femtosekunden-Laserpulsen — ●T. BAYER, M. WOLLENHAUPT, A. PRÄKELT, D. LIESE, L. HAAG und T. BAUMERT — Universität Kassel, Institut für Physik und CINSaT, Heinrich-Plett-Str. 40, D-34132 Kassel, Germany

Wir untersuchen die kohärente Anregung eines Vierniveau-Systems in Rb-Atomen mit amplituden- und phasenmodulierten ultrakurzen Laserpulsen. In den durchgeführten Experimenten erfolgt die Anregung des atomaren Systems durch einen modulierten fs-Laserpuls, bevor der so präparierte Systemzustand durch einen weiteren Puls der Länge 10 ns abgefragt wird. Für die Erzeugung dieser Puls-Sequenz wurde ein Ti:Saphir-Lasersystem mit einem Nd:YAG-Laser synchronisiert. Das Vierniveau-system bilden die Zustände $5s_{1/2}$, $5p_{1/2}$, $5p_{3/2}$ und $5d_{3/2}$, deren Übergangsfrequenzen innerhalb der spektralen Breite des fs-Lasers liegen. Durch den Einsatz von Photoelektronen-Spektroskopie als Nachweismittel gelingt es uns, sowohl die Anregungs- und Ionisationsdynamik des Systems, als auch die Besetzung aller relevanter Zustände simultan abzubilden. Informationen über die Systemdynamik erhalten wir dabei aus dem Photoelektronen-Signal der direkten Ionisation durch den fs-Laser, während wir aus den Signalen der Ionisation durch den YAG-Laser auf die Zustandsbesetzungen schließen können. Anhand der Photoelektronen-Spektren werden die Effekte verschiedener amplituden- und phasenmodulierter fs-Pulse auf das Atom studiert. Zur Realisierung der spektralen Modulationen wird ein in der Arbeitsgruppe entwickelter Pulsformer verwendet.

A 13.5 Di 08:30 Poster HU

Control of laser-induced atomic quantum dynamics by additional external fields — ●R. FISCHER and C.H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

With increasing laser intensity atomic electrons subjected to a laser field can be accelerated to velocities reaching a few percent of the speed of light. In this weakly relativistic regime the magnetic field component of the laser field induces a drift of the electrons. However, having an experimental situation or a technological application in mind, the generation of high harmonic radiation for example, this drift is to be regarded as rather detrimental. The question of how this drift can be controlled arises. Therefore we have solved the time-dependent Schrödinger equation numerically beyond the dipole approximation for a hydrogen-like two-dimensional model ion subjected to a strong laser pulse. We have shown that the electronic quantum dynamics can be controlled to some degree by means of a static electric and a time-dependent electric field, respectively[1].

We also plan to present recent studies aiming to control the atomic quantum dynamics in strong laser fields by an external static magnetic field.

[1] R. Fischer, A. Staudt, C.H. Keitel, Comp. Phys. Comm. **157** (2004) 139-146

A 13.6 Di 08:30 Poster HU

Dynamik in Wannier-Stark Systemen — ●ANDREA SCHULZE, STEFAN MOSSMANN und H. JÜRGEN KORSCH — TU Kaiserslautern

Es wird die Dynamik in periodischen Potentialen mit einer zusätzlichen Kraft, s.g. Wannier-Stark Systemen, untersucht. Im eindimensionalen System mit konstanter Kraft zeigen Wellenpakete bei scharf lokalisierendem Impuls periodische Schwerpunktsbewegungen (Blochoszillationen) und bei einer großen Impulsbreite variiert die Breite des Wellenpakets periodisch. Für einen zusätzlichen periodischen Antrieb findet man interessante Transportphänomene, aber auch, für spezielle Amplituden- und Frequenzverhältnisse, dynamische Lokalisierungen, die den Transport unterdrücken. Am Beispiel des bichromatischen Antriebs wird gezeigt, dass sich die Schwerpunktsbewegung in einen zeitlich linearen und einen zeitlich oszillierenden Anteil separieren lässt. Die Zeitentwicklung des Systems kann in einer Lie-algebraischen Beschreibung analysiert werden, die es erlaubt auf einfache Weise die Erwartungswerte der zeitabhängigen Operatoren zu berechnen. Die benutzten Verfahren werden auf das zweidimensionale System übertragen. Hier ist die Blochoszillation durch eine gerichtete Bewegung senkrecht zum Feld überlagert.

A 13.7 Di 08:30 Poster HU

Anregung von C₆₀ durch energiereiche Photonen: Mehrfach-Ionisation und Fragmentation — ●A. REINKÖSTER, S. KORICA, D. ROLLES, M. BRAUNE, J. VIEFHAUS und U. BECKER — Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin

Fullerene sind seit 20 Jahren bekannt, der Photoeffekt seit 100 Jahren verstanden, dennoch erweist sich die Wechselwirkung von energiereichen Photonen und C₆₀ als äußerst komplex: (Mehrfach-) Ionisation, C₂-Abdampfung, Fulleren-spaltung oder Multifragmentation sind möglich (s. [1] und darin enthaltenen Referenzen). In den hier vorgestellten experimentellen Ergebnissen ($h\nu=26-400$ eV) werden Photoelektronen- und C₆₀-Ionenspektren diskutiert, die teilweise auch unter koinzidentem Nachweis erfolgten. Somit erhält man Auskunft über die zugrunde liegenden An- und Abregungsmechanismen bei C₆₀ sowie deren Wahrscheinlichkeiten.

[1] A. Reinköster *et al.*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **37** (2004), 2135

A 13.8 Di 08:30 Poster HU

Femtosekunden Pump-Probe Experimente zur Fragmentation von Atomen und Molekülen in intensiven Laserpulsen — ●THORSTEN ERGLER, ARTEM RUDENKO, KARL ZROST, BERNOLD FEUERSTEIN, CLAUDIUS DIETER SCHRÖTER, ROBERT MOSHAMMER und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg

In Pump-Probe Experimenten wurde die Fragmentation von Atomen und einfachen Molekülen (z.B. H₂) in intensiven (0,2 bis 2,0 PW/cm²), ultrakurzen (6 bis 23 fs) Laserpulsen untersucht. Der Strahl eines Titan-Saphir-Lasers (800 nm Wellenlänge) durchläuft zunächst ein Mach-Zehnder-Interferometer mit sub-fs Auflösung um zwei Laserpulse mit einem zeitlich wohl definierten Abstand von Null bis zu einigen 100 fs zu generieren. Diese werden dann in einem Reaktions-Mikroskop auf einen kalten Atom- bzw. Molekülstrahl fokussiert. Im Experiment werden die Impulsvektoren aller bei der Reaktion entstehenden Fragmente (Ionen

und Elektronen) koinzident als Funktion des Delays zwischen den beiden Laserpulsen vermessen. Im Falle von atomaren Targets liefern die Ergebnisse wichtige Rückschlüsse über eine eventuelle Population von angeregten atomaren Zuständen in starken Laserfeldern sowie deren Lebensdauern. Bei molekularen Proben erhält man Informationen über die zeitliche Entwicklung der molekularen Fragmentationsdynamik in intensiven Laserfeldern. Erste Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

A 13.9 Di 08:30 Poster HU

Zwei- und Drei-Teilchen Korrelationen in Einfachionisation von He durch Ionen-Stoss — ●MICHAEL SCHULZ^{1,2}, ROBERT MOSHAMMER³, DANIEL FISCHER³ und JOACHIM ULLRICH³ — ¹University of Missouri-Rolla, Physics Dept., Rolla, MO 65409, USA — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ³Universität Frankfurt, Institut für Kernphysik, August-Euler Str. 6, 60486 Frankfurt

Einfachionisation von He durch 100 MeV/amu C^{6+} und 3.6 MeV/amu $Au^{24,53+}$ Stößen wurde in kinematisch vollständigen Experimenten untersucht. Die Analyse der doppelt differentiellen Querschnitte (DDCS) als Funktion der Impulse von jedem Zwei-Teilchen-Untersystem (d.h. Elektron - Rückstossion, Elektron - Projektil und Projektil - Rückstossion) offenbart die Bedeutung der Wechselwirkungen innerhalb jedes dieser Teilchenpaare. Ausserdem wurden Dalitz-Diagramme erzeugt, in welchen die relativen Impuls-Quadrate für die drei Stoss-Fragmente in einem Spektrum dargestellt werden. Dadurch konnte auch der Einfluss von simultanen Wechselwirkungen zwischen allen drei Teilchen untersucht werden. Schliesslich wurden sowohl für die DDCS als auch für die Dalitz-Diagramme die dazugehörigen Korrelationsfunktionen erzeugt. Während die absoluten DDCS einen dominanten Impuls-Austausch zwischen dem Elektron und dem Rückstossion bestätigen, zeigen die Korrelationsfunktionen, dass auch die anderen beiden Teilchen-Paare stark korreliert sind. Schliesslich wurden auch nicht vernachlässigbare Drei-Teilchen Korrelationen gefunden, die in Störungsrechnungen nicht berücksichtigt sind.

A 13.10 Di 08:30 Poster HU

Korrelations-Effekte und Dipol-Auswahlregeln in Doppelsonionisation von He durch 6 MeV Protonen — ●MICHAEL SCHULZ^{1,2}, DANIEL FISCHER³, ROBERT MOSHAMMER³ und JOACHIM ULLRICH³ — ¹University of Missouri-Rolla, Physics Dept., Rolla, MO 65409, USA — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ³Universität Frankfurt, Institut für Kernphysik, August-Euler Str. 6, 60486 Frankfurt

Wir haben für Doppelsonionisation in 6 MeV $p + He$ Stößen die Impuls-Vektoren beider Elektronen in Koinzidenz mit den impuls-analysierten Rückstoss-Ionen gemessen. Das Hauptinteresse dieser Studie gilt Elektron-Elektron Korrelationseffekten. Wir haben vor Kurzem eine neue Methode vorgestellt, mit der solche Effekte besonders sensitiv untersucht werden können¹. Dabei wurde die Korrelationsfunktion $R = I_{cor}(\Delta p)/I_{unc}(\Delta p)$ analysiert, wobei Δp die Impuls-Differenz zwischen den beiden Elektronen ist. I_{cor} und I_{unc} sind die Spektren, für 2 im gleichen Stoss bzw. in 2 unabhängigen Stößen emittierten Elektronen. Hier haben wir diese Methode auf die zwei-dimensionale Korrelationsfunktion $R = I_{cor}(\Theta_1, \Theta_2)/I_{unc}(\Theta_1, \Theta_2)$ erweitert, wobei Θ_1 und Θ_2 die Elektronen-Emissionswinkel sind. In den Daten konnten klare Signaturen nicht nur von Korrelationseffekten, sondern auch von Dipol-Auswahlregeln gefunden werden, die in den entsprechenden absoluten Querschnitten nicht einmal andeutungsweise zu erkennen sind.

¹M. Schulz et al., Phys. Rev. Lett. 84, 863 (2000)

A 13.11 Di 08:30 Poster HU

Branching Ratios of the Radiative Decay of Doubly Excited He — ●KARL-HEINZ SCHATNER¹, SASCHA MICKAT¹, RÜDIGER SCHILL¹, SVEN KAMMER¹, LUTZ WERNER², STEPHAN KLUMPP², ARNO EHRESMANN², and HANS SCHMORANZER² — ¹Physikalisches Institut Universität Giessen, D-35392 Giessen — ²Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern, D-67653 Kaiserslautern

In the radiative decay of $(n, 0)^1P$, $(n, -1)^1P$ and $(n, +1)^1P$ with $N = 2$ doubly excited He states, three photons are consecutively emitted. Spectra for the corresponding cascades are registered using photon induced fluorescence spectroscopy (PIFS) in the spectral range of the VUV and the visible. Cross sections for the photon emission were measured and are compared with calculations. Good agreement is observed. Especially,

for the $(n, -1)$ - states a broad decay pattern is predicted with the $(n - 1)d \rightarrow 2p$ transition having the largest relative probability. The experimental results confirm this prediction. Finally, the alignment of the $1s4d^1D$ state is measured.

A 13.12 Di 08:30 Poster HU

Lokale Anregungsblockade in ultrakalten atomaren Gasen — ●CENAP ATEŞ, THOMAS PATTARD und JAN-MICHAEL ROST — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden

Experimente an sehr kalten atomaren Gasen, bei denen Atome durch Lasereinstrahlung in hohe Rydberg-Zustände angeregt werden, zeigen eine starke Unterdrückung dieser Anregungen bei hohen Laserintensitäten bzw. hohen atomaren Dichten [1,2]. Dieser Effekt wird auf die hohe Polarisierbarkeit von Rydberg-Atomen und damit auf starke langreichweitige Wechselwirkungen zurückgeführt, die die Niveaus der benachbarten Atome aus der Resonanz mit dem Laser bringen und so für eine lokale Anregungsblockade um ein angeregtes Atom sorgen. Wir untersuchen diesen Blockade-Effekt auf einem Gitter in Hinblick auf die Ausbildung von Domänen mithilfe einer numerischen Simulation und vergleichen unsere Ergebnisse mit denen eines mean-field Modells [1].

[1] D. Tong *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93**, 063001 (2004)

[2] K. Singer *et al.* Phys. Rev. Lett. **93**, 163001 (2004)

A 13.13 Di 08:30 Poster HU

Two-electron photoemission from polarized atoms — ●NIKOLAY KABACHNIK^{1,2} and JAMAL BERAKDAR³ — ¹Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, 33615 Bielefeld, Germany — ²Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow 119992, Russia — ³Max-Planck Institut für Mikrostrukturphysik, 06120 Halle, Germany

Double ionization of a polarized atom by a single photon with an arbitrary polarization is theoretically considered. General expressions for the triple differential cross section are obtained and analyzed. We point out the existence of a circular and a linear dichroism in the angular distributions of photoelectrons. Generally two types of sources for the dichroism are distinguished: one connected with the initial polarization of the target, and the another one is related to the two-electron final-state properties. We show how these two types of dichroic effects can be experimentally investigated separately by choosing appropriately the detection geometry. As an example, the photo-double ionization of 2P excited and polarized states of atomic helium is considered. We show that a study of the circular dichroism in double photoionization allows to map out the phase properties of the two-electron wave function. Possible applications of circular dichroism measurements to the study of superconductors and orbitally ordered materials are discussed. In particular, we demonstrate that under certain experimental arrangements the circular dichroism in double photoemission can be employed as a sensor for the existence of two-particle orbital orientation in correlated systems and as an indicator for the spontaneous breaking of time-reversal symmetry.

A 13.14 Di 08:30 Poster HU

Interference between Direct and Resonant Kr 3d⁹5p Raman Auger Decay Modes — ●KARL-HEINZ SCHATNER¹, RÜDIGER SCHILL¹, SASCHA MICKAT¹, SVEN KAMMER¹, LUTZ WERNER², STEPHAN KLUMPP², ARNO EHRESMANN², HANS SCHMORANZER², VIKTOR SUKHORUKOV³, and BORIS LAGUTIN³ — ¹Physikalisches Institut Universität Giessen, D-35392 Giessen — ²Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern, D-67653 Kaiserslautern — ³Rostov State University of Transport Communications, 344038 Rostov-on-Don, Russia

The energy dependence of alignment and orientation of Kr+ 4p⁴5p states was measured across the resonantly excited Kr 3d⁹5p ¹P - states with a bandwidth within their natural line width. Interference processes between overlapping resonances due to lifetime broadening were observed which confirmed our predictions that resonances separated by even 15 times the natural line width can not be regarded as isolated. In this contribution we test experimentally our prediction that interference between direct and resonant excitation produces an energy dependence for the photon induced population of the Kr+ 4p⁴(¹D)5p ²P_{3/2} state within the line width of the 3d⁹₂5p_{3/2} resonance centred at 91.2 eV. I.e. the two-step model separating resonant excitation and Auger decay is not applicable in this case.

A 13.15 Di 08:30 Poster HU

Above-Threshold Ionization in the weakly relativistic regime — ●MICHAEL KLAIBER, KAREN Z. HATSAGORTSYAN, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg, Germany

A generalization of the analytical theory of above-threshold ionization (ATI) in the single active electron approximation is developed while taking into account of leading non-dipole and relativistic corrections in the starting Hamiltonian. Special interest is placed on the high energy part of the photoelectron spectrum which consists of a plateau and a characteristic cutoff. It is shown that the correction due to the magnetic component of the laser field gives rise to a decrease of the plateau height, to an increase of the maximal cutoff energy and a drift of the emitted electrons in propagation direction of the laser field. Furthermore, the influence of the relativistic mass shift may become nonnegligible by reducing the cutoff energy significantly. Spin effects or the Zitterbewegung play a comparably minor role in the investigated parameter regime of sub-optical frequencies and high laser intensities.

A 13.16 Di 08:30 Poster HU

Wechselwirkung von intensiver VUV-Strahlung eines Freielektronenlasers mit Edelgasclustern — ●CHRISTOPH BOSTEDT¹, A.R.B. DE CASTRO², T. LAARMANN³, H. WABNITZ⁴ und T. MÖLLER¹ — ¹Technische Universität Berlin — ²LNLS, Campinas, Brasil — ³Max Born Institut, Berlin — ⁴CEA-SPAM, Saclay, France

Der Freielektronen Laser (FEL) am DESY in Hamburg produziert vakuum-ultraviolette Strahlung bis 100 nm und Pulslängen von 50 - 100 fs mit bisher ungekannter Intensität im Gigawatt Bereich. Erste Experimente zur Wechselwirkung von FEL-Strahlung mit Materie an freien Xe₂₅₀₀-Clustern zeigten eine unerwartet hohe Absorption von durchschnittlich 600 eV bzw 50 Photonen pro Atom und Coulomb Explosion mit ionischen Fragmenten von bis zu 3 keV kinetischen Energien. Bei Untersuchungen an Ar₈₀₀ Clustern konnte bei hohen Leistungsdichten über 10¹² W/cm² kein Unterschied zwischen resonanter und nicht-resonanter Anregung bezüglich der Coulomb Explosion festgestellt werden. In dem Beitrag werden weiterführende Studien präsentiert in welchen das Ionisationspotential durch 2-Photonen (Ar, Kr Cluster) gegenüber 1-Photonen (Xe Cluster) Anregung erreicht wird. Ausserdem wird der Einfluss der Clustergroße auf das Absorptionsvermögen der Cluster im FEL Strahl untersucht und mittels einfacher Modelle interpretiert.

A 13.17 Di 08:30 Poster HU

Untersuchung der Dissoziation und Coulomb-Explosion von Clustern und Molekülen mit einem COLTRIMS-Detektor — ●MATTHIAS HOENER¹, CHRISTOPH BOSTEDT¹, A. R. B. DE CASTRO² und THOMAS MÖLLER¹ — ¹Technische Universität Berlin, Institut für Atomare Physik und Fachdidaktik — ²LNLS, Campinas SP, Brasilien

Mittels COLTRIMS (Cold-Target-Ion-Recoil-Momentum-Spectroscopy) können Elektronen und ionische Fragmente aus Atom- und Molekülreaktionen über einen 4 π -Raumwinkel unter Erhalt der Impulsinformationen nachgewiesen werden [1]. Dies ist für die Untersuchung der Coulomb-Explosion von kleinen Clustern und Molekülen besonders vorteilhaft, da man hier durch die Detektion aller Fragmente Rückschlüsse auf die Reaktionsdynamik ziehen kann. Wir zeigen Simulationen für die speziellen Anforderungen der Coulomb-Explosion an den COLTRIMS Detektor bei Anregung mit VUV-Laserstrahlung und soft x-ray Synchrotronstrahlung. Es werden erste Testmessungen in Kollaboration mit der Frankfurter Gruppe Dörner/Schmidt-Böcking über die Coulomb-Explosion von kleinen Molekülen als Funktion der Laserintensität gezeigt und die Ergebnisse diskutiert.

[1] Dörner et al., Physics Report 330, 95-192 (2000).

A 13.18 Di 08:30 Poster HU

Ultracold Rydberg Atoms in a Structured Environment — ●IVAN C.H. LIU and JAN-MICHAEL ROST — Max-Planck Institute for Physics of Complex Systems, Nöthnitzer Str. 38, D-011870, Dresden, Germany

We investigate the properties of a single Rydberg atom surrounded by regularly spaced groundstate atoms as created by an optical lattice. Interesting questions arise in the context of the recently discussed dipole blockade in ultracold gases [1,2], where a Rydberg atom is surrounded by an unstructured environment of gaseous atoms, for instance, how the angular momentum characteristics of the Rydberg wavefunction influence the range of the dipole blockade.

[1] D. Tong et al PRL 93, 063001 (2004)

[2] K. Singer et al PRL 93, 163001 (2004)

A 13.19 Di 08:30 Poster HU

Electron-electron collisions in semiclassical cluster dynamics — ●JÖRG KÖHN, THOMAS FENNEL, KARL-HEINZ MEIWES-BROER, and RONALD REDMER — Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock

The dynamics of the Coulomb explosion of metal clusters irradiated by intense laser pulses is studied. A well proven tool for the investigation of the cluster ionization dynamics is the semiclassical theory based on the Vlasov equation. An efficient numerical implementation of the method is able to cope with systems up to some hundred atoms in a fully three-dimensional manner [1]. This Thomas-Fermi-Vlasov (TFV) molecular dynamics treats the ions as classical particles and the electrons are represented by a swarm of pseudoparticles.

However, the Vlasov method covers the long range coulomb interaction between electrons by a mean field. We extend this method by including a Boltzmann-like electron-electron collision term, leading to the Vlasov-Ühling-Uhlenbeck (VUU) approach. First results for simple metal clusters are presented and compared with TFV-MD calculations.

[1] T. Fennel, G.-F. Bertsch and K.-H. Meiwes-Broer, Eur. Phys. J. D, **29**, 367 (2004)

A 13.20 Di 08:30 Poster HU

Correlated multi-electron dynamics in ultrafast laser - atom interactions — ●ARTEM RUDENKO¹, BERNOLD FEUERSTEIN¹, KARL ZROST¹, THORSTEN ERGLER¹, VITOR L.B. DE JESUS², CLAUS DIETER SCHRÖTER¹, ROBERT MOSHAMMER¹, and JOACHIM ULLRICH¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ²Centro Federal de Educacao Tecnologica, Rio de Janeiro, Brazil

Multiple ionization of Ne and Ar by strong 25 and 7 fs laser pulses has been studied using a dedicated combined recoil-ion and electron momentum spectrometer. High resolution ion momentum distributions for double, triple and four-fold ionization as well as coincident electron spectra will be presented. For the case of a Ne target we find that essentially only one pathway contributes to multiple electron removal, namely the instantaneous emission of up to four electrons due to recollision of the first ionized electron with the singly charged parent ion. Surprisingly, triply and four-fold charged ions are predominantly produced by highly correlated sub-cycle few-electron emission even at those intensities where the dominating mechanism of double ionization does not involve electron correlation. In Ar, instead, different types of less correlated multi-electron pathways involving recollisional induced excitation and cascades of sequential and non-sequential processes are important. By using few-cycle pulses we were able to suppress such processes that occur on time scales longer than one laser cycle.

A 13.21 Di 08:30 Poster HU

Eine Lithium-MOT als Target in einem Reaktionsmikroskop — ●JOCHEN STEINMANN, FREDERIK SPIEGELHALDER, ALEXANDER DORN und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Die Dynamik von Mehrteilchen-Quantensystemen lässt sich in kinematisch vollständigen Experimenten zur Stoßionisation von Atomen, in denen die Impulse aller beteiligten Fragmente bestimmt werden, im Detail untersuchen. Wesentlich, besonders zur Überprüfung von theoretischen Ansätzen, sind dabei Daten für möglichst einfache und im Endzustand strukturlose Targetatome, wie für die anhand von H bzw. He eingehend untersuchte Einfach- und Doppelionisation. Als nächst komplexes System bietet sich Lithium an. In diesem Experiment kann erstmals die Zweifach- und Dreifachionisation von Lithium, z.B. durch Elektronenstoß, kinematisch vollständig vermessen werden. Kamen in bisherigen Studien zur Ionisationsdynamik überwiegend Überschall-Gasjets als Target geringer Impulsbreite zum Einsatz, wird in diesem Experiment erstmals ein Reaktionsmikroskop (kombiniertes Rückstoßionen- und Elektronen-Impulsspektrometer) mit einer Magneto-optischen Falle (MOT) kombiniert. Die Unvereinbarkeit der magnetischen Felder der MOT und des Elektronenspektrometers sowie das Ziel hoher Ereignisraten stellt besondere Anforderungen an die Konzeption der Apparatur. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über den Aufbau des Experiments und präsentiert erste Ergebnisse.

A 13.22 Di 08:30 Poster HU

Rydberg series of Kr doubly excited states between 29 eV and 30 eV observed after excitation with extremely narrow bandwidth monochromatized synchrotron radiation — ●STEPHAN KLUMPP¹, LUTZ WERNER¹, SEBASTIAN LUCHT¹, HANS SCHMORANZER¹, ARNO EHRESMANN¹, SASCHA MICKAT², SVEN KAMMER², RÜDIGER SCHILL², KARL-HEINZ SCHATNER², IVAN D. PETROV³, BORIS M. LAGUTIN³, PHILIP V. DEMEKHIN³ und VICTOR L. SUKHORUKOV³ — ¹Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Str., D-67663 Kaiserslautern, Germany — ²I. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Giessen, D-35392 Giessen, Germany — ³Rostov State University of Transport Communications, 344038 Rostov-on-Don, Russia

Rydberg series of doubly excited states between exciting-photon energies of 29 eV to 30 eV were observed using photon-induced fluorescence spectroscopy (PIFS). For these experiments synchrotron radiation of extremely narrow bandwidth from the electron storage ring BESSY II, Berlin, at the new undulator beamline U125/2-10mNIM monochromatized by a normal incidence monochromator with a lever arm of 10 m and a grating of 12001/mm was used. It will be discussed whether a part of the measured Rydberg series energies can be used as highly accurate marks for energy calibration.

A 13.23 Di 08:30 Poster HU

A planar Penning trap — ●PAULA FERNÁNDEZ VEGA¹, JOSEBA ALONSO^{1,2}, SLOBODAN DJEKIC¹, FERNANDO GALVE¹, WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL¹, TRISTÁN VALENZUELA¹, JOSÉ VERDÚ¹, MANUEL VOGEL¹, and GÜNTHER WERTH¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt

We present a new concept of a Penning trap, which is planar and allows for the implementation of novel confinement techniques. The trap provides confinement perpendicular to its plane by an electrical potential minimum while a superimposed magnetic field provides radial confinement. Both the axial position and the depth of the potential minimum can be controlled by the applied voltages. In this poster we are going to present both theoretical and experimental studies, the former being a complete characterization supported by numerical simulation demonstrating the possibility of confinement with precision. The experimental part is presently preliminary, but a quantitative overview of our results will be given.

A 13.24 Di 08:30 Poster HU

Ion-energy distributions after Coulomb explosion of atomic clusters — ●MD. RANAUL ISLAM, ULF SAALMANN, and JAN M ROST — MPI Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden

In recent experiments the fragmentation dynamics of atomic clusters irradiated by strong laser pulses is studied. One of the basic observables measured are spectra of kinetic energy distributions of the ions emerging from the highly charged clusters. These distributions differ qualitatively from the one of a single cluster illuminated by a spatially homogeneous laser beam, the typical scenario of theoretical investigations. Using a simple analytical model for the Coulomb explosion we have found three main effects responsible for the discrepancy: (i) the spatial profile of the laser beam, (ii) the cluster size distribution in the experiment, and (iii) possible saturation effects in the ionization. Each of these effects leads to a characteristic modification of the ionic distribution which allows an interpretation of the measured spectra.

A 13.25 Di 08:30 Poster HU

Generation of Intense Mass-Separated Nanoparticle Beams — ●JOHANNES PASSIG¹, RALF METHLING², JOSEF TIGGESBÄUMKER¹, and KARL-HEINZ MEIWES-BROER¹ — ¹Institut für Physik, Universität Rostock, Germany, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock — ²Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V., Germany, Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 19, 17489 Greifswald

The increasing interest in metallic nanoparticles demands development of novel particle-generating techniques. Especially for the deposition of nanoparticles on surfaces and for experiments investigating the interactions between free clusters and light, narrow beams with a high intensity are required.

The continuously working arc cluster ion source ACIS has been advanced to produce intense beams of metal-clusters with a broad size-distribution from about 1 nm up to 20 nm. For the first time aerodynamic lenses were applied to collimate the particle-beam of metal clusters. Mass separation was accomplished by an electrostatic quadrupole filter. The

influences of gas composition and aerodynamic devices on the particle-beam has been evaluated by energy- and time-of-flight-measurements. Furthermore, the deposition of clusters with in-situ controlled masses was attempted.

A 13.26 Di 08:30 Poster HU

Bildung und Stabilität von Schneeballkomplexen in Heliumtröpfchen — ●T. DÖPPNER, J.P. MÜLLER, A. PRZYSTAWIK, J. TIGGESBÄUMKER und K.-H. MEIWES-BROER — Fachbereich Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Cluster verschiedener Metalle (Ag, Pb, Cd, Zn, Mg) werden durch die Einlagerung von einzelnen Atomen in einer Pick-up-Zelle in superfluide Heliumtröpfchen erzeugt [1]. Der Nachweis der Cluster erfolgt nach Ionisation mit Elektronenstoß oder fs-Laserpulsen in einem hochauflösenden Flugzeitmassenspektrometer. Es stellt sich heraus, daß lediglich am Monomer signifikante Anlagerungen von He-Atomen zu verzeichnen sind [2]. Diese Verbindungen vom Typ M^+He_N werden als Schneeballkomplexe bezeichnet. Für bestimmte N tritt eine erhöhte Stabilität auf, die Schalenabschlüssen zugeordnet werden kann. Mit einer fs-Pump-Probe Messung ist es außerdem möglich, die Bildung von solchen Schneeballkomplexen zu untersuchen. Bei einer Anregung der eingelagerten Cluster im Bereich von $10^{12} \dots 10^{13}$ W/cm² wird ein Maximum im Schneeballsignal bei einer optischen Verzögerung von etwa 20 ps erzielt.

[1] Th. Diederich, J. Tiggesbäumker, and K.H. Meiwes-Broer, J. Chem. Phys. **116**, 3263 (2002)

[2] T. Döppner, Th. Diederich, J. Tiggesbäumker, and K.H. Meiwes-Broer, Eur. Phys. J. D **16**, 13 (2001)

A 13.27 Di 08:30 Poster HU

Electronic transport through metallic clusters at surfaces — ●MARIO DE MENECH¹, ULF SAALMANN¹, and MARTIN E GARCIA² — ¹MPI Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden — ²Universität Gh Kassel, Theoretische Physik, Heinrich-Plett-Str.40, 34132 Kassel

The investigation of clusters at surfaces is currently a very active field of research for possible technical applications which may take advantage of their peculiar properties, different both from individual atoms and bulk solids. In particular, scanning tunnelling spectroscopy is in principle the ideal tool to obtain information on the electronic structure of these supported particles. The theoretical understanding of the features observed in the measured spectra, however, is still rather limited.

We consider noble metal clusters having up to a hundred atoms deposited on an ideal graphite surface, and calculate their electronic structure with an approximated DFT/LCAO method. Electronic transport is described within the non-equilibrium Green function formalism, which allows us to include consistently the non-linear effects due to charge redistribution at finite biases. The effects of the probe set point and the spectral density of the substrate on the differential conductance are discussed in detail, and related to the actual density of states of the supported clusters.

A 13.28 Di 08:30 Poster HU

Analytical Approach to Wave Packet Dynamics of Laser-Driven Particles beyond the Dipole Approximation — ●MARIO VERSCHL and CHRISTOPH KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

An analytical approach to quantum mechanical wave packet dynamics of laser-driven particles is presented. The dynamics of an electron exposed to a linearly polarized plane wave of arbitrary shape is found by solving the time-dependent Schrödinger equation. The calculation includes effects of order $1/c$, i.e. the magnetic field is accounted for. Effects like wave packet shearing and particle drift in laser propagation direction are recovered. Analytical expressions for the time-dependent widths of the wave packet and its orientation allow for a simple understanding of the wave packet dynamics in propagating laser fields.

D.B. Milosevic and F. Ehlotzky, Advances in Atomic, Molecular and Optical Physics **49**, 373-532 (2003)

M. Verschl and C.H. Keitel, Laser Physics, in press (2004)

A 13.29 Di 08:30 Poster HU

Relativistische Quantendynamik eines gebundenen Elektrons im MeV-Bereich — ●GUIDO R. MOCKEN^{1,2} und CHRISTOPH H. KEITEL² — ¹Theoretische Quantendynamik, Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Straße 3, D-79104 Freiburg, Germany — ²MPI für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Die Verfügbarkeit hochintensiver Laserstrahlung hat das Interesse an laserinduzierten Kernreaktionen geweckt [1]. Mithilfe numerischer Dirac-Codes untersuchen wir die relativistische Quantendynamik des Grundzustands eines wasserstoffartigen Ions, das einem kurzweiligen hochintensiven Laserpuls [2] ausgesetzt ist, und zeigen, daß auf diese Weise Elektron-Kern-Kollisionen im MeV-Bereich möglich sind [3]. Feldstärken, die die hierzu benötigten hohen ponderomotiven Energien ermöglichen, verursachen gleichzeitig eine so große Vorwärtsdrift, daß eine Rekollision des getriebenen Elektrons mit dem Ionkern normalerweise unmöglich ist. Um diese Drift zu verringern, sind sehr große Frequenzen nötig. Diese sind experimentell durch den Doppler-Effekt erreichbar, welcher sich durch eine sehr starke Vorbeschleunigung des gesamten Ions auf Energien im TeV-Bereich [4] realisieren läßt.

[1] T. Ditmire *et al.*, Nature **398**, 489 (1999); D. Umstadter, Nature **404**, 239 (2000); H. Schworer *et al.*, Phys. Rev. Lett. **86**, 2317 (2001)

[2] F. G. Omenetto *et al.*, Appl. Phys. B **64**, 643 (1997)

[3] G. R. Mocken, C. H. Keitel, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **37**, L275 (2004)

[4] The Large Hadron Collider, CERN/AC/95-05(LHC) (1995)

A 13.30 Di 08:30 Poster HU

Paarerzeugung in starken Feldern — ●MATTHIAS RUF¹, GUIDO R. MOCKEN^{1,2}, KAREN Z. HATSAGORTSYAN² und CHRISTOPH H. KEITEL² — ¹Theoretische Quantendynamik, Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg — ²MPI für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Die Erzeugung von Teilchen aus dem "Nichts" (hier speziell die Entstehung von Elektron-Positron Paaren) ist wohl eines der befremdlichsten und gleichzeitig interessantesten Phänomene der Physik. Naiv versteht man unter solch einer Paarerzeugung den Übergang eines Elektrons von einem negativen in einen positiven Energiezustand. Dieser Effekt wurde schon 1950 von J. Schwinger, für den Fall eines statischen E-Feldes sowie 1970 [1] für oszillierende E-Felder betrachtet. Allerdings waren und sind die benötigten Feldstärken und Frequenzen weit außerhalb des realisierbaren. In jüngster Zeit jedoch, werden Laserintensitäten erreicht, die die Untersuchung von Paarerzeugung im Vakuum möglich machen könnten. Umstrittene analytische Rechnungen für gegenläufige Laserpulse [2] lassen einen beobachtbaren Effekt erwarten. Durch numerische Propagation [3] eines Dirac-Elektrons im Feld zweier gegenläufiger Laserpulse, sowie auch in oszillierenden elektrischen Feldern wird die Möglichkeit, Elektron-Positron Paare zu erzeugen, erneut untersucht.

[1] E. Brezin, C. Itzykson, Phys. Rev. D **2**, 1191 (1970)

[2] H.K. Avetissian *et al.*, Phys. Rev. E **66**, 016502 (2002)

[3] G.R. Mocken und C.H. Keitel, J. Comp. Phys. **199**, 558 (2004)

A 13.31 Di 08:30 Poster HU

Atomic interactions of impurities in a quantum gas — ●CHRISTIAN GRACHTRUP, DANIEL FRESE, MICHAEL HAAS, VANESSA LEUNG, ARNO RAUSCHENBEUTEL, and DIETER MESCHDE — Institut für Angewandte Physik, Universität Bonn, Bonn 53115

At the Bonn BEC experiment we aim to study the interaction of ultracold cesium with a rubidium condensate. A rubidium BEC of approximately 10^5 atoms has already been realized. In addition we are currently able to trap rubidium and cesium simultaneously. In this presentation we will discuss our latest experimental progress and results.

A 13.32 Di 08:30 Poster HU

Ionisation und Stabilisierung eines Zwei-Elektronen-Modellatoms jenseits der Dipolnäherung — ●ANDREAS STAUDT^{1,2} und C.H. KEITEL^{2,1} — ¹Theoretische Quantendynamik, Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg — ²MPI für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Heutige Lasersysteme sind in der Lage, Pulse von so hoher Intensität zu erzeugen, daß bei der Wechselwirkung mit Atomen hochgradig nichtperturbative Effekte auftreten. Eines der ungewöhnlichsten Phänomene im Fall hoher Laserfrequenzen und -intensitäten ist die

sogenannte Stabilisierung [1]. Hierunter versteht man, daß die Ionisationswahrscheinlichkeit von Atomen trotz steigender Laserintensität nicht zwangsläufig monoton zunimmt, sondern sogar sinken kann.

Mit Hilfe eines Zwei-Elektronen-Modellatoms, welches die Integration der Schrödingergleichung in zwei Raumdimensionen unter Einbeziehung der Magnetfeldeffekte des Laserpulses ermöglicht [2], werden die Ionisationsdynamik und die Stabilisierung von Helium und den beiden heliumähnlichen Ionen Li^+ und Be^{2+} in starken Laserfeldern untersucht. Es zeigt sich, daß das Stabilisierungsverhalten dieser Systeme durch die unterschiedlichen Kopplungsstärken der Elektronen und ihre Wechselwirkung miteinander maßgeblich beeinflusst wird. Weiterhin werden die Effekte der Retardierung und der Form des Laserpulses diskutiert.

[1] J.H. Eberly und K.C. Kulander, Science **262**, 1229 (1993); M. Gavrilin, J. Phys. B **35**, R147 (2002)

[2] A. Staudt und C.H. Keitel, J. Phys. B **36**, L203 (2003)

A 13.33 Di 08:30 Poster HU

Untersuchung der Wellenlängenabhängigkeit der nicht-sequentiellen Doppelionisation von Xenon in starken Laserfeldern — ●PATRICK KAMINSKI¹, ROLF WIEHLE¹, WOLFGANG KAMKE¹, BERND WITZEL² und HANSPETER HELM¹ — ¹Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Stefan-Meier-Str. 19, D-79104 Freiburg, Germany — ²Université Laval, Dép. de physique, Québec City, Canada

Die nichtsequentielle Doppelionisation von Edelgasen in starken Laserfeldern ist noch immer ein nicht vollständig verstandener Vorgang. Unklarheit besteht vor allem über den dominierenden physikalischen Prozess, der für die sog. Kniestruktur im Signal der doppelt geladenen Ionen in Abhängigkeit von der Intensität verantwortlich ist. Zahlreiche Ergebnisse lassen sich durch das sog. Rückstreumodell erklären, bei dem angenommen wird, dass zunächst ein Elektron durch das Laserfeld abgelöst und danach durch das oszillierende elektrische Feld zum Ion zurückgetrieben wird. Damit ist es möglich ein weiteres Elektron zu befreien. Im Bereich niedriger Intensität (Multiphotonenionisation, MPI) gewinnt das erste Elektron danach jedoch nicht genug Energie um das Ion weiter zu ionisieren oder anzuregen. Wir präsentieren Ergebnisse zu Experimenten an Xenon im MPI-Bereich, die einen signifikanten Beitrag der Zweifachionisation zeigen. Der koinzidente Nachweis von Elektronen deren Impuls- und Winkelverteilung mit einem Bildspektrometer gemessen wird, und der Ionen erlaubt einen genaueren Einblick in den Entstehungsprozess. Als erste präsentieren wir eine systematische Untersuchung der Wellenlängenabhängigkeit (790-830 nm, 1200-1500 nm).

A 13.34 Di 08:30 Poster HU

Hydrogen atom in an inhomogeneous magnetic field treated as a two-body problem: the quadrupole trap — ●HANNES BOCK — Universität Heidelberg

Theoretical/Numerical Investigation of the dynamics of a hydrogen-like atom in a magnetic quadrupole trap as used in cold atom experiments. The system is treated as a two-body problem, i.e. charge- and spin-coupling of both nucleus and electron to the quadrupole field are taken into account. Fine- and Hyperfine interactions are neglected. An adiabatic approximation is used to calculate the electronic energy surfaces as a function of the center of mass position. The symmetries of the quadrupole field (rotational- and mirror symmetry) are exploited to reduce the number of degrees of freedom. For the numerical computation, a basis set method (variational principle) is employed.

A 13.35 Di 08:30 Poster HU

Neue Ionen-Quelle zur Untersuchung negativer Metall-Ionen mittels Photodetachment-Mikroskopie — ●SOPHIE KRÖGER¹, CHRISTOPHE BLONDEL², WALID CHAIBI², CHRISTIAN DELSART² und CYRIL DRAG² — ¹Institut für Atomare Physik und Fachdidaktik, TU Berlin, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin — ²Laboratoire Aimé Cotton, Bât. 505, F-91405 Orsay, Frankreich

Die Photodetachment-Mikroskopie hat sich als hochauflösende Messmethode zur Bestimmung der Elektronen-Affinität negativer Ionen bewährt [1]. Bisher war diese Methode aufgrund der verwendeten Ionen-Quelle auf negative Ionen beschränkt, die durch Dissoziation von Molekülen in einer Gasentladung entstehen. Um diese Methode in Zukunft auch für die Untersuchung negativer Metall-Ionen zugänglich zu machen, wurde eine neue Ionen-Quelle nach dem Vorbild einer Ionen-Quelle von Hotop und Lineberger [2] entwickelt, in der die negativen Ionen durch Sputtern erzeugt werden. Damit ist es erstmalig

möglich, negative Metall-Ionen mittels Photodetachment-Mikroskopie zu untersuchen. Erste Messungen am Element Gold werden vorgestellt und der Einfluss der Polarisation der Laserstrahlung auf das Interferenzbild der Elektronen diskutiert.

- [1] C. Blondel *et al.*, Euro. Phys. J. D, **5**, 207 (1999).
 [2] H. Hotop, W. C. Lineberger, J. Chem. Phys. **58**, 2379 (1973).

A 13.36 Di 08:30 Poster HU

Absolute ionization cross sections of rare gases as background for VUV photon diagnostics — ●A.A. SOROKIN^{1,2}, I.L. BEIGMAN³, S.V. BOBASHEV², A. GOTTWALD¹, M. RICHTER¹, K. TIEDTKE⁴, and L.A. VAINSHTEIN³ — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, PTB, Abbestr. 2-12, 10587 Berlin, Germany — ²A. F. Ioffe Physico-Technical Institute RAS, Politekhnikeskay 26, 194021 St.Petersburg, Russia — ³P. N. Lebedev Physical Institute RAS, Leninsky prosp. 53, 117924 Moscow, Russia — ⁴Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY, Notkestr. 85, 22603 Hamburg, Germany

By accurate measurements of total cross section ratios for photoionization (PI) and electron-impact ionization (EI), we recently determined total EI and PI cross sections of rare gas atoms (He, Ne, Ar, Kr, Xe) with relative standard uncertainties below 3 [1]. The data represent an accurate and reliable cross-section database needed for testing theoretical models, modeling fusion plasmas, and realizing photon metrology for new powerful VUV and EUV radiation sources. Here, we compare our experimental data with calculations and present an example of their utilization for a quantitative characterization of the highly intense and strongly pulse VUV free- electron-laser radiation at the TESLA test facility in Hamburg realized by a recently developed gas-monitor detector, which is based on atomic photoionization of rare gases at low particle density [2].

[1] A.A. Sorokin *et al.*, J. Phys. B **37** (2004) 3215 [2] M. Richter *et al.*, Appl. Phys. Lett **83** (2003) 2970

A 13.37 Di 08:30 Poster HU

Elektronenaustausch in Stößen hochgeladener schwerer Ionen mit neutralen Atomen — ●D. FISCHER, V. MIRONOV, R. MOSHAMMER, J. CRESPO, G. BRENNER, H. BRUHNS, C. DIMOPOULOU, TH. FERGER, A. GONZALEZ, A. LAPIERRE, C. OSBORNE, G. SICKLER, R. SORIA and J. ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

In Stößen hochgeladener Ionen mit neutralen Atomen ist bei niedrigen Stoßgeschwindigkeiten der Einfang eines oder mehrerer Elektronen aus dem Targetatom ins Projektilion die dominierende Reaktion. In kinematisch vollständigen Experimenten wurden Stöße zwischen Atomen und hochgeladenen Ionen bis hin zu U^{64+} experimentell untersucht. Die Erzeugung der langsamen Ionen mit solch hohen Ladungszuständen erfolgte mit der Heidelberger EBIT (electron beam ion trap), die einen gut kollimierten (2 mm^2) Ionenstrahl mit einer Energie von 14 keV/q lieferte. Der Ionenstrahl wurde mit einem neutralen Atomstrahl in einem "Reaktions-Mikroskop" überlappt und der Impulsvektor der entstehenden Target-Ionen mit hoher Auflösung vermessen. Auf diese Weise konnte der Endzustand der Stoßpartner bis hin zur Hauptquantenzahl der aktiven Elektronen aufgelöst werden. Dieses Experiment erlaubt einerseits einen Test klassischer "Over-Barrier" Modelle, die bisher nur für erheblich niedrigere Projektilladungen bestätigt werden konnten, andererseits kann auch die Neuordnung der Elektronenschalen des nach dem Einfang hoch angeregten Projektilions untersucht werden. Ein Überblick über die neuesten Ergebnisse dieser Untersuchungen wird vorgestellt.

A 13.38 Di 08:30 Poster HU

Photodoppelionisation von Helium 100 eV und 450 eV über der Schwelle — ●ALEXANDRA KNAPP¹, B. KRÄSSIG², A. KHEIFETS³, I. BRAY⁴, TH. WEBER^{1,5,6}, A. L. LANDERS⁷, S. SCHÖSSLER¹, T. JAHNKE¹, O. JAGUTZKI¹, L. PH. H. SCHMIDT¹, T. OSIPOV^{5,6}, M. H. PRIOR⁶, H. SCHMIDT-BÖCKING¹, L. COCKE⁵ und R. DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, August-Euler-Straße 6, D-60486 Frankfurt am Main — ²Chemistry Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL 60439, USA — ³Research School of Physical Sciences and Engineering, Australian National University Canberra ACT 0200, Australia — ⁴Centre for Atomic, Molecular and Surface Physics, Murdoch University, Perth, 6150 Australia — ⁵Department of Physics, Kansas State University, Manhattan KS 66506, USA — ⁶Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA 94720, USA — ⁷Physics Department, Auburn Univ., Auburn, AL 36849, USA

Wir haben die vollständig differentiellen Wirkungsquerschnitte für die Photodoppelionisation von Helium bei einer Energie von 100 eV und 450 eV über der Doppelionisationsschwelle mit der COLTRIMS-Technik gemessen. Das Poster geht sowohl auf die Gemeinsamkeiten als auch auf die Unterschiede zwischen den differentiellen Wirkungsquerschnitten bei den zwei verschiedenen Überschussenergien ein. Auch wird unter anderem der Verlauf des Zirkulären Dichroismus für die beiden Überschussenergien und die gerade und ungerade Amplituden und deren relative Phase zueinander für unterschiedliche Energieaufteilungen präsentiert.

A 13.39 Di 08:30 Poster HU

A transportable target of ultracold rubidium atoms — ●U. POSCHINGER, W. SALZMANN, R. WESTER, and M. WEIDEMÜLLER — Physikalisches Institut, Universität Freiburg, 79104 Freiburg

We present a transportable setup of a rubidium magneto-optical trap combined with a recoil-ion momentum spectrometer for ion collision and laser interaction experiments. The design features a compact and robust diode laser system which delivers the laser beams for a three-beam magnet-optical trap through three optical fibres. This allows for a minimum number of optical components near the vacuum vessel. The first application of the setup is a Rb_2 photoassociation experiment using shaped femtosecond laser pulses to investigate coherent control of cold molecule formation (see W. Salzmann *et al.* at this meeting). This experiment is carried out in collaboration with the group of L. Wöste at the Freie Universität Berlin. Future experiments of ion-atom collisions and strong-field ionization are discussed.

A 13.40 Di 08:30 Poster HU

MULTIPHOTON DETACHMENT OF F^- IN A STRONG CIRCULAR POLARIZED LASER FIELDS — ●BORIS BERGUES, ZUNAIRA ANSARI, HANSPETER HELM, and IGOR YU. KIYAN — Department of Optical and Molecular Physics, Stefan-Meier-Str. 19, 79104 Freiburg, Germany.

Negative fluorine ions are exposed to strong circular polarized infrared laser pulses of approximately 120 fs duration and peak intensity of the order of 10^{13} W/cm^2 . The photodetached electrons are projected onto a 2D position sensitive detector. Taking advantage of the cylindrical symmetry with respect to the propagation axis of the laser beam, the full 3D information is recovered by a back projection algorithm, yielding the angular resolved energy spectrum of the photoelectrons. In contrast to our previous experiments using linear polarized light [1], the spectrum doesn't exhibit any structure that can be associated with the quantum interference effect. This result is in accord with our recent theoretical predictions published in Ref.[2]. The experiment also revealed, that the length gauge is appropriate for the description of the field interaction in the Keldysh theory. This work is supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft, Grant No. KI 865/1-1.

- [1] R. Reichle, H. Helm and I. Yu. Kiyon, PRL **87**, 243001 (2001)
 [2] S. Beiser, M. Klaiber and I. Yu. Kiyon, PRA **70**, 011402 (2004)

A 13.41 Di 08:30 Poster HU

Doubly excited autoionizing states of H_2 converging to the $H(n=2)+H(n'=2)$ limit — ●YULIAN VANNE and ALEJANDRO SAENZ — AG Moderne Optik, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Hausvogteiplatz 5-7, D-10117 Berlin, Germany

The renewed interest in diatomic molecules, especially alkali dimers, motivated us to implement a new state-of-the-art *ab initio* code that should allow the accurate treatment of (effective) two-electron diatomic molecules. The diatomic two-electron problem is solved using B splines that have already earlier been shown to provide a good tool for treating atoms as well as molecules. However, in contrast to previous work a prolate-spheroidal coordinate system is used that allows to fully explore the diatomic symmetry. The (effective) one-electron problem is solved first in order to provide a suitable basis for the subsequent (full) configuration interaction (CI) calculation. The doubly excited $Q(2)$ states of H_2 , which are of interest for $H(2s)+H(2s)$ collisions, have been calculated for short as well as for large internuclear distances. In the asymptotic region good agreement is found with the van-der-Waals behaviour given by C_3 , C_5 , and C_6 coefficients. In fact, the quality of the *ab initio* results allowed to detect errors in previous calculations of these van-der-Waals coefficients.

A 13.42 Di 08:30 Poster HU

Photoassociation of ultra-cold atomic gases in tight traps — ●SERGEY GRISHKEVICH und ALEJANDRO SAENZ — AG Moderne Optik, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin, Germany

Over the past few years there has been a rapidly increasing interest in the physics of cold atoms and molecules. This interest was stimulated by the observation of Bose-Einstein condensation in dilute atomic gases. These atomic condensates exhibit many qualitatively new and fascinating features. One of them is the possibility for the atoms to form diatomic molecules. This process may be induced by photoassociation. In this process two colliding ground-state atoms absorb a photon and become a bound excited molecule. In the present work we investigate the influence of a trapping potential on the photoassociation process. As a specific example the formation of ${}^6\text{Li}_2$ molecules is considered. More specifically, photoassociation of spin-polarized ${}^6\text{Li}$ atoms (interacting via the $a^3\Sigma_u^+$ potential) into all vibrational bound states of the $1^3\Sigma_g^+$ is investigated; discussing the influence of the tightness of the trap on the association rate. The results obtained with realistic molecular potentials are compared to those where the atomic interaction is modeled by a regularized δ function (with energy-independent and -dependent scattering lengths).

A 13.43 Di 08:30 Poster HU

Photoionisation kaliumähnlicher Kalzium-, Scandium- und Titanionen — ●S. SCHIPPERS¹, A. MÜLLER¹, R. A. PHANEUF², T. VAN ZOEST¹, A. AGUILAR², C. CISNEROS³, A. M. COVINGTON², E. D. EMMONS², M. F. GHARAIBEH², G. HINOJOSA³, A. S. SCHLACHTER⁴ und S. W. J. SCULY² — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität, 35392 Gießen — ²Department of Physics, University of Nevada, Reno, Nevada 89557, USA — ³Centro de Ciencias Físicas, UNAM, Cuernavaca 62131, México — ⁴Advanced Light Source, Lawrence Berkeley National Laboratory, California 94720, USA

Am Undulator-Strahlrohr 10.0.1 der Advanced Light Source in Berkeley wurden mit der „merged-beam“-Technik absolute Wirkungsquerschnitte für die Photoionisation von Ca^+ , Sc^{2+} und Ti^{3+} Ionen mit hoher Auflösung gemessen. Die experimentellen Photonenenergien umfassten jeweils die Bereiche, in denen Resonanzen auftreten, die auf $3p \rightarrow 3d$ und $4s \rightarrow 3d$ Anregungen mit nachfolgender Autoionisation zurückzuführen sind. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der bis zu 1.5 eV breiten $3p^5(3d^2\ ^3F)^2F$ Riesenresonanz, die bei Ti^{3+} so nahe an der Ionisationsschwelle auftritt, dass sie von dieser abgeschnitten wird. Die gemessenen Sc^{2+} und Ti^{3+} Photoionisationsquerschnitte werden mit experimentellen Wirkungsquerschnitten für die zeitinverse Photorekombination von Sc^{3+} bzw. Ti^{4+} verglichen. Aus dem Vergleich erhält man zustandsselektive Photoionisationsquerschnitte und partielle Rekombinationsratenkoeffizienten auf rein experimenteller Basis. Literatur: S. Schippers et al., Phys. Rev. Lett. **89**, 193002 (2002); Phys. Rev. A. **67** 032702 (2003); J. Phys. B **37**, L209 (2004).

A 13.44 Di 08:30 Poster HU

Resonanter Elektronentransfer in laserassistierten Stößen — ●MATTHIAS POPP und TOM KIRCHNER — Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, Leibnizstraße 10, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Laserassistierte Ion-Atom-Stöße haben in jüngster Zeit starkes theoretisches Interesse gefunden und werden höchstwahrscheinlich in naher Zukunft auch experimentell zugänglich sein und im Detail untersucht werden.

In asymmetrischen Stoßsystemen fällt der feldfreie Elektronentransfer zu sehr kleinen Projektilenergien hin in der Regel steil ab. Erste Rechnungen für das Prototyp-System $\text{He}^{2+}\text{-H}$ ergaben, dass der totale Wirkungsquerschnitt in diesem Bereich um mehr als eine Größenordnung angehoben werden kann, wenn der Stoß in ein geeignetes Laserfeld eingebettet wird [1].

In diesem Beitrag soll untersucht werden, wie sich das Bild ändert, wenn man statt einem asymmetrischen ein resonantes Streusystem betrachtet, in dem feldfreier Einfang in langsamen Stößen ($E_p \leq 1$ keV) sehr stark ist. Wir werden Ergebnisse für laserassistierte p-H Stöße vorstellen, die kürzlich im Rahmen einer zweidimensionalen Modellstudie betrachtet [2], jedoch noch nicht systematisch als Funktion der Kontrollparameter untersucht worden sind.

[1] T. Kirchner, Phys. Rev. A **69** 063412 (2004)[2] T. Niederhausen et al., Phys. Rev. A **70** 023408 (2004)

A 13.45 Di 08:30 Poster HU

Kinetische Beschreibung und Molekulardynamik-Simulation ultrakalter Rydberggase und Plasmen — ●THOMAS POHL, THOMAS PATTARD und JAN MICHAEL ROST — Max-Planck-Institut für Physik Komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, D-01187 Dresden

Wir stellen zwei verschiedene theoretische Ansätze zur Beschreibung ultrakalter Rydberggase und Plasmen vor, nämlich ein kinetisches Modell mit näherungsweise Berücksichtigung von Korrelationseffekten einerseits sowie ein Hybrid-Molekulardynamikverfahren andererseits [1]. Das kinetische Modell stellt eine einfache Beschreibung dar, die neben einer schnellen und effizienten numerischen Behandlung auch Einblicke in die grundlegenden physikalischen Mechanismen vermittelt und den einfachen Einbau atomphysikalischer Prozesse ermöglicht. Demgegenüber erlaubt der wesentlich aufwändigere alternative Zugang eine akkurate und ortsaufgelöste Beschreibung der Ionendynamik inklusive starker Korrelationseffekte und ermöglicht damit weitergehende Untersuchungen sowie einen stringenten Test des kinetischen Modells.

Wir werden zeigen, dass dieser zweigleisige Zugang die Simulation ultrakalter Rydberggase und Plasmen in hervorragender Übereinstimmung mit jüngsten Experimenten erlaubt, und wir werden die Zeitentwicklung einiger relevanter Systemparameter wie elektronische Temperatur, Population gebundener Rydbergzustände u.a. diskutieren.

[1] T. Pohl, T. Pattard and J.M. Rost, Phys. Rev. A **70**, 033416 (2004).

A 13.46 Di 08:30 Poster HU

Alkali-Spektroskopie mit Distributed Feedback (DFB) Laserdioden — ●ANSELM DENINGER¹, SEBASTIAN KRAFT², FRANK LISON¹ und CLAUS ZIMMERMANN² — ¹TOPTICA Photonics AG, Fraunhoferstr. 14, 82152 Martinsried — ²Physikalisches Institut, Universität Tübingen, Auf der Morgenstelle 14, 72076 Tübingen

Distributed feedback (DFB) Laserdioden sind neuerdings bei Resonanzwellenlängen der Alkali-Atome Rubidium und Cäsium verfügbar (D_1 und D_2 Übergänge sowie ausgewählte Zwei-Photonen-Resonanzen). Wir haben die spektralen Eigenschaften und das Durchstimmverhalten von single-mode DFB-Dioden bei 778-780 nm und 852 nm untersucht und die Dioden zur hochauflösenden Rb- bzw. Cs-Spektroskopie eingesetzt. Die Wellenlänge der Dioden ließ sich um bis zu 2.4 nm (1180 GHz) modensprungfrei abstimmen. Die Frequenzänderung bei Temperatur- bzw. Strommodulation betrug ca. 25 GHz/K oder 1 GHz/mA. Ohne aktive Stabilisierung wurde auf Zeitskalen $< 5 \mu\text{s}$ eine Linienbreite von < 2 MHz gemessen. Sättigungsspektren der D_2 -Linien von ${}^{85}\text{Rb}$, ${}^{87}\text{Rb}$ und ${}^{133}\text{Cs}$ wurden mit einer Auflösung nahe der natürlichen Linienbreite aufgenommen. Die Ausgangsleistung von 80 mW erlaubte den Einsatz der Diode zur Zwei-Photonen-Spektroskopie des 5S-5D-Übergangs von ${}^{87}\text{Rb}$. DFB-Dioden sind somit geeignete Lichtquellen zur Laserkühlung und zur optischen Manipulation ultrakalter Atome und zeichnen sich zudem durch einfache Handhabung aus.

A 13.47 Di 08:30 Poster HU

Quantitative investigation of the enhancement of x-ray fluorescence by photoelectron secondary excitation — ●B. BECKHOFF¹, M. KOLBE¹, M. MÜLLER¹, G. ULM¹, A.G. KARYDAS², CH. ZARKADAS², T. GERALIS², K. KOUSOURIS², N. KAWAHARA³, T. YAMADA³, and M. MANTLER⁴ — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestraße 2-12, 10587 Berlin, Germany — ²Institute of Nuclear Physics, N.C.S.R "Demokritos", Aghia Paraskevi 15310, Athens, Greece — ³R&D Lab., Rigaku Industrial Corp., Akaoji 14-8, Takatsuki, Osaka 569-1146, Japan — ⁴Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Wien, Wiedner Hauptstraße 8-10, A-1040 Wien, Austria

State-of-the-art quantitation in x-ray fluorescence analysis is mostly based on theoretical calculations accounting only for photon-in photon-out processes. However, as modern applications of x-ray spectroscopy often require drastically improved uncertainties, secondary processes (such as the excitation by photoelectrons created as a consequence of primary ionizations) have to be included. A straightforward approach for determining the impact of a secondary process on the fluorescence intensity requires sufficiently accurate knowledge of the flux of the incident monochromatic radiation, the solid angle of detection and the fluorescence count rate accessible through absolutely calibrated x-ray detectors. The energy dependence of the enhancement of K-shell fluorescence intensities by photoelectrons was investigated for several low Z elements ranging from carbon to silicon employing thin specimens. The experimental results and corresponding theoretical calculations are compared for selected cases.

A 13.48 Di 08:30 Poster HU

Vector correlations in atomic and molecular photoionization beyond the dipole approximation — ●ALEXEI GRUM-GRZHIMAILO — Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow 119992, Russia

The theory of photoionization from polarized atoms and molecules has been developed for full multipole expansion of arbitrary polarized radiation in electric and magnetic moments [1,2]. New, experimentally still unobserved, nondipole effects are predicted in the angular distribution of photoelectrons, in the circular and linear dichroism in the angular distribution, in magnetic dichroism, in the angular distribution of molecular dissociative fragments, in the angular correlations between photoelectrons and the fragments (angular distribution from "fixed-in-space" molecules). Features of the nondipole photoionization from chiral molecules and linear molecules will be outlined and compared to the photoionization from polarized atoms.

[1]. A.N.Grüm-Grzhimailo, J. Phys. B, 34, L359 (2001). [2]. A.N.Grüm-Grzhimailo, J. Phys. B, 36, 2385 (2003).

A 13.49 Di 08:30 Poster HU

Vielteilchendynamik in Elektronstößen an Helium bei Schwellenenergien — ●MARTIN DÜRR, ALEXANDER DORN, CLAUS-DIETER SCHRÖTER, BENNACEUR NAJJARI und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Mit dem REAKTIONSMIKROSKOP (RM), einem kombinierten Elektronen- und Rückstoßionen-Impulsspektrometer lässt sich die Dynamik von atomaren Stoß- und Fragmentationsprozessen im Detail untersuchen. Mit einem speziell für niederenergetische Elektronenstoßprozesse konzipierten RM können nun kinematisch vollständige Untersuchungen nahe der Ionisationsschwelle durchgeführt werden. In diesem Beitrag werden Ergebnisse zur Einfach- und Doppelionisation ((e,2e) und (e,3e) Prozesse) von Helium bei $E_0 = 100$ eV und darunter vorgestellt. Diese umfassen den vollen Raumwinkel für die ionisierten Elektronen und einen großen Bereich von Projektilstreuungswinkeln. Es werden erste (e,3e) Daten für eine Projektilenergie, die nur 20 eV oberhalb der Doppelionisationsschwelle liegt, präsentiert. Man erhält detaillierten Einblick in die Dynamik dreier stark korrelierter, im Feld des zurückbleibenden Ions auslaufender, Kontinuumselektronen.

A 13.50 Di 08:30 Poster HU

Doubly excited helium in the extreme excitation regime: from integrability to chaos — ●Y.H. JIANG¹, R. PÜTTNER¹, D. DELANDE², M. MARTINS³, and G. KAINDL¹ — ¹Freie Universität Berlin, D-14195 Berlin — ²Laboratoire Kastler-Brossel, Université Pierre et Marie Curie, F-75252 Paris Cedex 05, France — ³Universität Hamburg, D-22761 Hamburg

Recent studies of doubly excited helium below the ionization threshold I_9 of He^+ showed a transition to quantum chaos by analyzing the nearest neighbor spacing (NNS) distribution [1]. This analysis showed a breakdown of the radial quantum number N , but not for the angular correction quantum number K . Now we present new measurements in the energy region up to the ionization threshold I_{15} of He^+ , which show excellent agreement with new complex-rotation calculations. Based on these results a statistical analysis of the NNS distribution is performed. Preliminary analysis of these data also showed that at least up to the ionization threshold I_{13} the quantum number K is not completely broken down.

[1] R. Püttner *et al.*, Phys. Rev. Lett. **86**, 3747 (2001).

A 13.51 Di 08:30 Poster HU

Simple models for resonances of the one-dimensional Non-linear Schrödinger Equation — ●KEVIN RAPEDIUS, DIRK WITTHAUT, STEFAN MOSSMANN, and HANS JÜRGEN KORSCH — Fachbereich Physik Technische Universität Kaiserslautern Erwin Schrödinger-Straße, Gebäude 46 D-67663 Kaiserslautern, Postanschrift: Postfach 3049, 67653 Kaiserslautern

We discuss scattering and resonance states of the one-dimensional Non-linear Schrödinger Equation for two simple model potentials which allow analytical solutions. For an attractive square-well-potential we find bistable behaviour and a shift of resonance positions due to the nonlinear interaction and discuss the transition from resonances to bound states. We furthermore study the properties of resonance states in a repulsive delta-shell-potential.

A 13.52 Di 08:30 Poster HU

Efficient loading from high pressure MOT into UHV dipole trap — ●A. TRIPATHI, R. BOURQUIS, A. THOMAN, C. KAEFER, A. KIENZLER, W. LEWOCZKO, and H. HELM — Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Physikalisches Institut, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg

We describe an experiment of cooling and trapping Rb-atoms using a low velocity source of Rb-atoms. Atoms are precooled in a 2D-MOT at relatively high Rb-pressure and then transferred into a UHV chamber where they are first captured in a conventional MOT and then loaded into a high power CO_2 laser trap. We have optimized the loading time of MOT in UHV chamber to be fast (1sec.) and efficient ($2.5 \cdot 10^8$ atoms/sec). In order to realize a tight focus for the dipole trap we use a short focal length lens which is located together with miniature coils inside the UHV chamber. This new setup allows us to load Rb atoms into a deeper potential and thus obtain a high density dipole trap at a temperature of a few μK .

A 13.53 Di 08:30 Poster HU

Collisions in an ultra cold 6Li - ${}^{87}Rb$ mixture — ●CHRISTOPH VOM HAGEN, STEPHAN SCHNEIDER, MARTIN GÖBEL, CHRISTOPH HUFNAGEL, LOUW FEENSTRA, and JÖRG SCHMIEDMAYER — Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany

On our route towards an degenerate Fermi gas of 6Li atoms on an Atom Chip, we have studied the collisional properties of ultra cold 6Li - ${}^{87}Rb$ mixture. This mixture has been studied in an magneto-optical trap (MOT) and further research will be extended to magnetic micro traps. Only minimal losses in the dual species MOT were observed and the loss parameters could be measured for the first time. The results from these experiments and first lifetime studies in a magnetic trap give hope that this system is suitable for sympathetic cooling. With this poster we will report on our experimental progress towards achieving degeneracy in a mixed 6Li - ${}^{87}Rb$ system using magnetic micro traps and Atom Chips[Fol02].

This work was supported by the Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft: DFG SPP 1116 "Interactions in ultra cold atomic and molecular gases" and FASTnet (HPRN-CT 2002-00304)

Fol02 Folman *et al.*, Adv. At., Mol. Opt. Phys. **48**, 263 (2002) for a detailed review on Atom Chip technology.

A 13.54 Di 08:30 Poster HU

Xenon Clusters in Soft X-Ray Laser Fields — ●IONUT GEORGESCU, ULF SAALMANN, and JAN-MICHAEL ROST — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden

The new X-Ray free electron laser sources under construction at DESY in Hamburg and at the LCLS in Stanford will open new land in the exploration of properties of matter – such as electronic and magnetic structure, chemical composition etc. Moreover it will allow us to study dynamical processes with atomic resolution and on a femtosecond time scale.

First experiments on the ionization of atomic clusters in intense soft X-Rays from a free electron laser [1] have revealed an average absorption of up to 50 photons per atom. In contrast, single atoms exposed to the same laser pulses would undergo just one ionization by one-photon absorption.

This phenomenon can be explained [2] by strong absorption through inverse bremsstrahlung in a very dense, highly collisional nanoplasma formed through inner ionization of the atoms in the cluster. Based on this model, we present here a study of the absorption of radiation in clusters with sizes varying from 55 to several thousand atoms.

[1] H. Wabnitz *et al.*, Nature **420**, 482 (2002)

[2] C. Siedschlag and J.M. Rost, PRL **93**, 043402 (2004)

A 13.55 Di 08:30 Poster HU

1D experiments on atom chips — ●ELMAR HALLER¹, SEBASTIAN HOFFERBERTH¹, STEPHAN WILDERMUTH¹, PETER KRÜGER¹, DANIEL GALLEGÓ-GARCÍA¹, SÖNKE GROTH^{1,2}, MAURITZ ANDERSON¹, ISRAEL BAR-JOSEPH², and JÖRG SCHMIEDMAYER¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg — ²Weizmann Institut, Rehovot, Israel

Atom chips allow to control and manipulate thermal clouds and BECs using magnetic and electrostatic fields. Current and charge carrying structures on the chip surface give great flexibility in the design of complex trapping potentials. This poster focuses on the possibility to use these potentials to confine atoms to an essentially one dimensional motion. First experiments in the quasi one-dimensional regime will be pre-

sented, reaching aspect ratios greater than 1000 between transversal and longitudinal trap frequencies. For thermal clouds the temperature can be decreased below the spacing of the transversal energy levels and in case of Bose-Einstein condensates the transverse ground state energy exceeds the chemical potential. By changing the aspect ratio locally and time dependent, transitions between different regimes of the quantum gas can be examined continuously.

A 13.56 Di 08:30 Poster HU

Photodoppelionisation von H₂ bei hohen Energien — ●K. KREIDL¹, T. JAHNKE¹, TH. WEBER^{1,2}, A. STAUDTE¹, A. ALNASER³, C. MAHARJAN³, P. RANITOVIC³, A.L. LANDERS⁴, T. OSIPOV², O. JAGUTZKI¹, C.L. COCKE³, M.H. PRIOR², H. SCHMIDT-BÖCKING¹ und R. DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, University of Frankfurt, August-Euler Str 6, D-60486 Frankfurt, Germany — ²Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA 94720, USA — ³Department of Physics, Kansas State University, Cardwell Hall, Manhattan, KS 66506, USA — ⁴Physics Department, Auburn University, Auburn, AL 36849, USA

Mit Hilfe der COLTRIMS-Technik wurde die Photodoppelionisation von H₂-Molekülen untersucht. Die Orte und Flugzeiten der Photofragmente wurden mit einer Raumwinkelakzeptanz von 4π in Koinzidenz gemessen. Aus den gemessenen Größen wurden die Impulse und infolgedessen die Winkelverteilungen der Elektronen im Bezug zur Molekülachse bestimmt. Bei der gewählten Photonenenergie von 240 eV erkennt man, ähnlich wie bei einem Doppelspalt-Experiment, deutliche Interferenzerscheinungen in den Elektronenwinkelverteilungen. Gewisse Details dieser Verteilungen widersprechen allerdings den theoretischen Voraussagen.

Die Messung wurde an der Advanced Light Source in Berkeley durchgeführt. Unterstützt wurde das Experiment vom BMBF und der DFG.

A 13.57 Di 08:30 Poster HU

Electron impact single ionization of Ar₂ in comparison with Ar — ●CHRISTINA DIMOPOULOU, M. DÜRR, A. DORN, D. NANDI, and J. ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117, Heidelberg

Argon van der Waals dimers as well as atomic Ar, both present in the same supersonic gas-jet, have been ionized by 1 keV electron impact in a kinematically complete experiment using the COLTRIMS technique (reaction microscope). The momenta of the emitted electron and the recoil ion (Ar₂⁺ or Ar⁺, respectively) have been measured in coincidence. Thus, the obtained electron energy distributions for Ar₂ and Ar could be compared directly in order to identify "molecular" effects for the dimer. First, since the de Broglie wavelength of the emitted electron was comparable to the interatomic distance of Ar₂, two-center interference effects are expected. Second, for Ar₂ the emission of very low-energy electrons is enhanced. This is due to excitation of Ar₂ followed by autoionization, an effect involving the coupling between the electronic and the nuclear motion in the dimer. The experimental results will be presented and discussed. Whenever possible, a comparison with previous data on single ionization of H₂ [2] and with theoretical calculations will be made.

[1] N. Stolthorft et al., Phys. Rev. Lett., 87, 023201 (2001)

[2] C. Dimopoulou et al., Phys. Rev. Lett., 93, 123203 (2004)

A 13.58 Di 08:30 Poster HU

Fermionic atoms and molecule formation in a 3D optical lattice — ●KENNETH GÜNTHER, THILO STÖFERLE, HENNING MORITZ, CHRISTIAN SCHORI, MICHAEL KÖHL, and TILMAN ESSLINGER — ETH Zurich, Institute of Quantum Electronics, Hönggerberg, CH-8093 Zurich, Switzerland

Thanks to recent experimental progress the study of degenerate atomic

Fermi gases has gained much momentum. Such a gas constitutes a rich and well controllable system which serves as a unique model for quantum many-body physics. When the atoms feel the periodic potential of an optical lattice even the system's dimensionality can be adjusted and the atom-atom interaction can be tuned by the confinement strength.

We load a spin mixture of 40K atoms into an optical lattice and directly image the Fermi surfaces. Gradual filling of the lattice transforms the system from a normal state into a band insulator. By using a Feshbach resonance we increase the interaction between the two spin states. Doing so, we are able to dynamically induce coupling between the lowest energy bands. The strong confinement in the lattice can shift the coupling with respect to the case in free space.

Adiabatically crossing the Feshbach resonance allows us to form molecules reversibly and to study their physics in the optical lattice.

A 13.59 Di 08:30 Poster HU

Phase fluctuations in a two-dimensional, harmonically trapped, dilute Bose gas at finite temperatures — ●CHRISTOPHER GIES¹ and D. A. W. HUTCHINSON² — ¹Institut für Theoretische Physik, Universität Bremen — ²Department of Physics, University of Otago, Dunedin, New Zealand

Experimental realization of Bose-Einstein condensation (BEC) in lower dimensions is a very recent achievement and holds yet unexplored features. We present a fully quantum mechanical Hartree-Fock-Bogoliubov treatment of the dilute Bose gas which is spatially confined to two dimensions, following the methods described in [C. Gies et al., PRA 70, 043606 (2004)]. We investigate the possibility of BEC at finite temperatures and focus on the influence of long wavelength phase fluctuations. These lead to a transition from the true BEC to a quasicondensate at sufficiently high temperatures, where the phase coherence remains only over a finite length smaller than the system size. This regime and its relation to the Kosterlitz-Thouless phase, where global phase coherence is destroyed by vortex/antivortex pairs, is discussed.

Our results include low-lying excitation frequencies, first order coherence function and momentum spectrum of the condensate in the temperature regime below the critical temperature. The momentum spectrum, from which the coherence function can be derived, could be measured via Bragg spectroscopy and is, thus, of importance for experimental verification. The low-lying excitation spectrum holds a peculiarity due to the symmetry of the two-dimensional contact interaction potential, which we confirm numerically.

A 13.60 Di 08:30 Poster HU

Ionisation und Anregung von Wasserstoff- und Deuteriummolekülen mit Synchrotronstrahlung — ●L. FOUCAR¹, M.H. PRIOR², M. SCHÖFFLER¹, L.P.H. SCHMIDT¹, R. DÖRNER¹, H. SCHMIDT-BÖCKING¹, A. LANDERS³, T. OSIPOV^{4,2}, E.P. BENIS^{4,5} und C.L. COCKE⁴ — ¹Institut für Kernphysik der J. W. Goethe — ²Lawrence Berkeley National Laboratory, California, — ³Auburn University, Auburn, Alabama, USA — ⁴Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA — ⁵University of Crete, Heraklion, Greece

Es wurden elektronische Anregungen von Wasserstoff und Deuterium mit Hilfe der Photoionisation bei Photonen-Energien von 27 eV bis 60 eV für die Reaktion H₂/D₂ + hν → H⁺/D⁺ + H(n=x)/D(n=x) untersucht. Als Untersuchungsmethode wurde die "Cold Target Recoil Ion Momentum Spectroscopy", kurz COLTRIMS, benutzt. Im Besonderen wurde der Zerfall von doppelt angeregten repulsiven Zuständen der Moleküle betrachtet.

A 14 Electron Recombination

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: HU 3075

Fachvortrag

A 14.1 Di 16:30 HU 3075

Höchauflösende Messung der dielektronischen Rekombination lithiümähnlicher Kupferionen — ●EIKE W. SCHMIDT¹, STEFAN SCHIPPERS¹, CARSTEN BRANDAU¹, ALFRED MÜLLER¹, SEBASTIAN BÖHM¹, MICHAEL SCHNELL², MICHAEL LESTINSKY², FRANK SPRENGER² und ANDREAS WOLF² — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität Gießen — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

Die dielektronische Rekombination (DR) lithiümähnlicher Cu²⁶⁺-Ionen wurde am Heidelberger Schwerionenspeicherring TSR hochauflösend untersucht. Der Ionenstrahl wurde während der Messung ununterbrochen mit einem Elektronenkühler gekühlt. Die experimentellen Elektron-Ion-Stoßenergien lagen im Bereich von 0 bis 90 eV. Damit wurden die Rydbergserien der 1s²2p_{1/2}nl- und 1s²2p_{3/2}nl-Resonanzen bis zu den jeweiligen Seriengrenzen aufgenommen. Durch die niedrige longitudinale Elektronentemperatur des Targets entsprechend kT_{||} = 8 · 10⁻² meV, welche bei hohen Energien die Energieauflösung dominiert, konnten Re-

sonenzen von $n = 11$ bis $n = 34$ aufgelöst werden. Die ermittelten Seriegrenzen sind in guter Übereinstimmung mit plasmaspektroskopischen Daten für die $2p_{1/2} \rightarrow 2s_{1/2}$ und $2p_{3/2} \rightarrow 2s_{1/2}$ Übergangsenenergien. Unterhalb von 800 meV findet sich die Gruppe der $1s^2 2p_{1/2} 13l_j$ -Resonanzen. Dank der niedrigen Vertikaltemperatur im Elektronenstrahl, welche in diesem Energiebereich die Auflösung dominiert, konnte die $1s^2 2p_{1/2} 13p_{1/2} (J = 1)$ -Resonanz bei 330 meV isoliert werden. Ihre Resonanzenergie wurde mit einer Genauigkeit besser als 2 meV bestimmt.

Fachvortrag

A 14.2 Di 16:45 HU 3075

Rekombination berylliumähnlicher Magnesiumionen mit freien Elektronen: Ratenkoeffizienten für astrophysikalische Anwendungen — ●S. SCHIPPERS¹, M. SCHNELL², C. BRANDAU¹, S. KIESLICH¹, A. MÜLLER¹ und A. WOLF² — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität, 35392 Gießen — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69029 Heidelberg

Am Heidelberger Schwerionenspeicherring TSR wurden Ratenkoeffizienten der radiativen Rekombination (RR) und der dielektronischen Rekombination (DR) berylliumähnlicher Mg^{8+} -Ionen gemessen. Bei Relativenergien zwischen Ionen und Elektronen im Bereich von 0 bis 207 eV wurden DR Resonanzen beobachtet, die auf $2s \rightarrow 2p$ ($\Delta N = 0$) und auf $2s \rightarrow 3l$ ($\Delta N = 1$) Anregungen zurückzuführen sind. Bei sehr kleinen Relativenergien unterhalb von 150 meV wird der Ratenkoeffizient durch die Gruppe der $1s^2 (2s 2p^3 P) 7l$ Resonanzen dominiert. Die stärkste Resonanz dieser Gruppe tritt bei einer Relativenergie von nur 21 meV auf. Eine genaue Bestimmung dieser Resonanzposition ist für die Herleitung eines akkuraten Plasmaratenkoeffizienten, wie er z. B. für die plasmaphysikalische Modellierung photoionisierter Gase in der Umgebung aktiver Galaxienkerne benötigt wird, unerlässlich. Literatur: S. Schippers et al., *Astron. Astrophys.* **421**, 1185 (2004).

Fachvortrag

A 14.3 Di 17:00 HU 3075

Hochauflösende Messungen zur dielektronischen Rekombination mehrfach geladener Ionen bei kleiner Relativenergie — ●M LESTINSKY¹, S BÖHM², C BRANDAU³, D ORLOV¹, S SCHIPPERS², E SCHMIDT², F SPRENGER¹, A MÜLLER² und A WOLF¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg — ²Institut für Atom- und Molekülphysik, Uni Giessen, D-35392 Giessen — ³GSI, D-64291 Darmstadt

Messungen der dielektronischen Rekombination (DR) sind ein empfindliches Werkzeug für Atomstrukturuntersuchungen und mehrfach geladenen Ionen. Präzisionsmessungen bei kleinen Relativenergien, die u.a. im Hinblick auf QED- und Isotopie-Effekte durchgeführt werden, stellen besonders hohe Ansprüche an die Qualität sowohl der Elektronen- als auch der Ionenstrahlen. Im Schwerionenspeicherring TSR in Heidelberg sind dazu zwei Elektronenstrahlapparaturen vorhanden, die dediziert jeweils zur Kühlung des Ionenstrahls und als Target für Elektron-Ion-Stoßexperimente eingesetzt werden. Auf diese Weise wird insbesondere der Ionenstrahl kontinuierlich gekühlt und bei konstanter mittlerer Energie gehalten. Im Elektronentarget wurde im Jahr 2004 die verwendete thermische Kathode durch eine stickstoffgekühlte Photokathode ersetzt, wodurch sich die Anfangstemperatur der emittierten Elektronen von 110 meV auf etwa 10 meV absenkt. Durch adiabatische Expansion und Beschleunigung werden Temperaturen von $kT_{\perp} = 0.5$ meV und $kT_{\parallel} = 20$ μ eV erreicht. Es werden die verwendeten experimentellen Methoden und erste Ergebnisse von DR-Messungen diskutiert.

Fachvortrag

A 14.4 Di 17:15 HU 3075

Plasmaratenkoeffizienten der dielektronischen Rekombination für astrophysikalisch relevante niedrig-Z Ionen — ●SEBASTIAN BÖHM¹, ALFRED MÜLLER¹, STEFAN SCHIPPERS¹, WEI SHI¹, NILS EKLÖW², MICHAEL FOGLE², PETER GLANS², REINHOLD SCHUCH², HÅKAN DANARED³ und NIGEL BADNELL⁴ — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität, 35392 Gießen — ²Stockholm University, SCFAB, Fysikum, 10691 Stockholm, Sweden — ³Manne Siegbahn Laboratory, 10405 Stockholm, Sweden — ⁴Department of Physics and Applied Physics, University of Strathclyde, Glasgow, G4 0NG, United Kingdom

Die dielektronische Rekombination (DR) ist ein wichtiger Prozess, der bei der Bestimmung der Ladungsverteilung in einem Plasma, z. B. astrophysikalischer Natur, berücksichtigt werden muß. Der größte Teil der hierfür verwendeten Ratenkoeffizienten basiert auf theoretischen Rechnungen. Diese können vor allem im Bereich niedriger Temperaturen erheblich von experimentellen Ergebnissen abweichen. Um die Entwicklung

der theoretischen Methoden zur Berechnung der DR voranzubringen, sind Experimente zu deren Überprüfung notwendig. Hierzu werden im Überblick experimentelle Ergebnisse zur DR von N^{4+} , O^{5+} und Ne^{7+} vorgestellt, die am Schwerionenspeicherring CRYRING gewonnen wurden. Die experimentellen Energiebereiche enthalten alle zur $2s \rightarrow 2p$ Anregung gehörenden Resonanzen der DR. Der Plasmaratenkoeffizient wurde bestimmt und mit theoretischen Rechnungen verglichen. Zusätzlich wurde der Einfluß elektromagnetischer Felder auf die DR untersucht.

[1] S. Böhm, et al. 2003, *Astron. & Astrophys.*, 405, 1157.

Fachvortrag

A 14.5 Di 17:30 HU 3075

Elektron-Elektron-Wechselwirkung und Korrelationen bei der dielektronischen Rekombination in wasserstoff- und berylliumartige schwere Ionen — ●ZOLTÁN HARMAN^{1,2}, NORBERT GRÜN¹ und WERNER SCHEID¹ — ¹Institut für Theoretische Physik, Justus-Liebig-Universität Giessen, Heinrich-Buff-Ring 16, 35392 Giessen — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

In diesem Beitrag werden Rechnungen zum resonanten Prozess der dielektronischen Rekombination (DR) präsentiert. Bei der DR wird ein Kontinuumslektron unter gleichzeitiger Anregung eines gebundenen Elektrons in das Ion eingefangen, und anschließend erfolgt ein radiativer Zerfall des so gebildeten Zustands. Wir untersuchen die Elektron-Elektron-Wechselwirkung zwischen den aktiven Elektronen beim Einfang in hochgeladene schwere Ionen. Zusätzlich zur Coulomb-Wechselwirkung liefert die verallgemeinerte Breit-Wechselwirkung einen nicht vernachlässigbaren Beitrag zu den Einfangsdaten. Hierzu berechnen wir Korrekturen höherer Ordnung zur Elektronenwechselwirkung im Rahmen zweier verschiedener theoretischer Formalismen und präsentieren Ergebnisse für wasserstoffartige schwere Ionen. Außerdem wird der Einfluß von Korrelationseffekten auf den Wirkungsquerschnitt der DR in berylliumartigen Xenon-Ionen analysiert.

Fachvortrag

A 14.6 Di 17:45 HU 3075

Asymmetric resonances in photorecombination of few-electron mercury ions — ●A. J. GONZÁLEZ MARTÍNEZ¹, J. BRAUN¹, G. BRENNER¹, H. BRUHNS¹, J. R. CRESPO LÓPEZ-URRUTIA¹, S. EPP¹, A. LAPIERRE¹, V. MIRONOV¹, C. OSBORNE¹, A. ROHR¹, J. SCOFIELD², G. SIKLER¹, R. SORIA ORTOS¹, H. TAWARA¹, M. TRINCZEK¹, and J. ULLRICH¹ — ¹Max Planck Institut für Nuclear Physics, Heidelberg, Germany — ²Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, USA

Quantum interferences occur when direct and resonant pathways are possible for atomic processes, as it is the case for photoionization. The expected interference results in asymmetric resonance line profiles. The asymmetry of the resonances are characterized with the so-called Fano-factor. We present new experimental observations of such an effect between the time-reversed processes, namely radiative recombination (RR) and dielectronic recombination (DR), in few-electron mercury ions ($Hg^{+75...+78}$). The present experiment has been carried out in the Heidelberg-EBIT. Our energy resolution and data-analyzing techniques allow us to isolate DR resonances in single charge states. The observed Fano-factors have been determined with accuracies as low as 4% and, in most cases, are in a good agreement with the predictions of relativistic Multi-Configuration Dirac-Fock calculations.

Fachvortrag

A 14.7 Di 18:00 HU 3075

Performance of photocathode electron sources for high resolution merged beam experiments. — ●DMITRY ORLOV¹, FRANK SPRENGER¹, MICHAEL LESTINSKY¹, UDO WEIGEL¹, ALEXANDER TEREKHOV², DIRK SCHWALM¹, and ANDREAS WOLF¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69029 Heidelberg, Germany — ²Institute of Semiconductor Physics, 630090 Novosibirsk, Russia

An ultra cold electron source was developed for the storage ring TSR in Heidelberg to study electron-ion interactions with high energy resolution. The heart of the source is a GaAs photocathode which provides electrons with energy spreads below 10 meV [1]. Photoemitted electrons are extracted in the space charge mode and then undergo adiabatic magnetic expansion and acceleration to obtain an ultra cold electron beam which is overlapped with the stored ion beam in a straight section of the ring [2]. In the first recombination measurements of HD^+ and H_3^+ unprecedented low energy resonances were found demonstrating a transverse and longitudinal temperature of the electron beam of about 0.5 meV and 0.02 meV, respectively. We present the performance of the

photocathode source under experimental condition, show how to get intense cold electron beams with a GaAs photocathode, and discuss the requirements for merged beam experiments to obtain energy resolution much below one meV.

- [1] D.A. Orlov et al, NIM A **532** (2004) 418.
 [2] F. Sprenger et al, NIM A **532** (2004) 298.

Fachvortrag

A 14.8 Di 18:15 HU 3075

Theory of excitation of heavy nuclei by electron capture — ●ADRIANA PÁLFFY, ZOLTÁN HARMAN, and WERNER SCHEID — Institut für Theoretische Physik, Justus-Liebig-Universität Giessen, Heinrich-Buff-Ring 16, 35392 Giessen

We consider the resonant process of nuclear excitation by electron capture (NEEC), in which an electron from the continuum is captured into a bound state of an ion with the simultaneous excitation of the nucleus. This process is the time-inverse process of the internal conversion. The excited nuclear state can then decay radiatively by the emission of a photon or by internal conversion. The investigation of the NEEC opens the possibility to explore the spectral properties of heavy nuclei through atomic physics experiments. We calculate the transition rate of this process considering heavy nuclei which can be excited by E2 or M1 transitions with energies that make the resonant process possible. We present NEEC cross sections for various collision systems.

Work supported by DFG.

A 15 Cold Atoms; Ultra-cold Atoms; and Atoms in Traps; BEC; I

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: HU 3094

Hauptvortrag

A 15.1 Di 16:30 HU 3094

Ultracold Atome in einer Dimension: Von Bosonen über Fermionen zu Solitonen — ●JOACHIM BRAND — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

Bei den kältesten Temperaturen werden die Eigenschaften atomarer Gase wesentlich durch die Quantenstatistik und kohärente Wechselwirkungen bestimmt. In eindimensionalen Geometrien verschwimmen die Unterschiede zwischen Quantenstatistik und Wechselwirkung [1], und durch Veränderung der Wechselwirkungsstärke läßt sich aus bosonischen Atomen ein Gas mit fermionischen Eigenschaften, das Tonks-Girardeau-Gas erzeugen. Erst kürzlich gelang es, die atomaren Streueigenschaften eindimensionaler Bosonen durch ein fermionisches Pseudopotential auszudrücken. Somit läßt sich die Dualität zwischen Bosonen und Fermionen in einer Dimension ausnutzen, um das stark wechselwirkende Bose-Gas störungstheoretisch zu beschreiben. Mit Hilfe der Random Phase Approximation (RPA) erhalten wir Einblicke in verschiedene Korrelationsfunktionen, welche mit bisherigen Methoden nicht zugänglich waren [1]. Insbesondere erlaubt die Berechnung des dynamischen Strukturfaktors Rückschlüsse auf den Zusammenbruch der Superfluidität im stark korrelierten Bose Gas mit Hilfe des Landau-Kriteriums. Die Methode gibt auch Aufschluß über nichtlineare Anregungen wie Solitonen im stark-wechselwirkenden Bereich.

- [1] J. Brand, J. Phys. B, **34**, S287 (2004)
 [2] J. Brand und A. Yu. Cherny, cond-mat/0410311.

Fachvortrag

A 15.2 Di 17:00 HU 3094

Spectroscopy of ultracold interacting Rydberg atoms — ●MARCEL MUDRICH, NASSIM ZAHZAM, THIBAUT VOGT, DANIEL COMPARAT, and PIERRE PILLET — Laboratoire Aimé Cotton, 91405 Orsay, France

Rydberg atoms have regained great interest in the past years in particular since strong dipole-dipole forces make them a candidate system for realizing quantum information schemes. The first step in this direction has recently been undertaken by observing the suppression of excitation due to dipole-dipole interaction between Rydberg atoms ("dipole blockade"), which goes along with spectral broadening [1,2]. We present high resolution spectroscopic measurements in an ultracold gas of cesium Rydberg atoms. We compare a combined pulsed and cw excitation scheme with a scheme in which Rydberg atoms are excited by a pulsed laser and depumped into a short-lived state using a cw laser. We observe strong spectral broadening due to the inhomogeneous Stark-shift induced by photo-ions. This broadening can be suppressed in the cw excitation scheme by strong coupling which leads to "hole burning", or in the depumping scheme by time-delayed depumping to let the ions move away from the Rydberg atoms. Thus we are able to spectrally resolve the resonant dipole-dipole interaction between ultracold Rydberg atoms.

- [1] D. Tong *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93** 063001 (2004)
 [2] K. Singer *et al.*, Phys. Rev. Lett. **93** 163001 (2004)

Fachvortrag

A 15.3 Di 17:15 HU 3094

Magnetic contribution to the Casimir-Polder interaction between ultracold atoms and a metallic surface — ●CARSTEN HENKEL¹, BRIAN POWER^{1,2}, and FERNANDO SOLS² — ¹Universität Potsdam, Germany — ²Universidad Complutense, Madrid, Spain

The van der Waals-Casimir-Polder interaction between an atom and a solid surface is a paradigmatic result of quantum electrodynamics.

Usually, it is computed by coupling a mode expansion for the electromagnetic field to the atomic electric dipole moment, magnetic dipoles and higher multipoles being neglected [1]. We show here that for the particular case of a metallic surface, the magnetic contribution is potentially comparable with the electric one at distances in the micron range. The main effect is an increase of the atom-surface interaction strength. We compare preliminary results with recent experimental data obtained with ultracold atoms and Bose-Einstein condensates in miniaturized surface traps [2]. In these traps, the surface interaction distorts the trapping potential and leads to an increased trap loss. We also discuss possible implications for quantum reflection experiments [3].

- [1] J. M. Wylie and J. E. Sipe, Phys. Rev. A **30** (1984) 1185.
 [2] Y. J. Lin, I. Teper, C. Chin, and V. Vuletić, Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 050404.
 [3] T. A. Pasquini et al., cond-mat/0405530.

Fachvortrag

A 15.4 Di 17:30 HU 3094

Bloch oscillations of Bose-Einstein condensates: Breakdown and revival — ●DIRK WITTHAUT, MAURO WERDER, STEFAN MOSSMANN, and HANS JÜRGEN KORSCH — Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern

We investigate the dynamics of Bose-Einstein condensates (BEC) in a tilted one-dimensional periodic lattice within the mean-field (Gross-Pitaevskii) description.

For weak static fields a BEC carries out Bloch oscillations well-known from the linear case. However, one observes a breakdown of the oscillations due to nonlinear dephasing and pronounced revival phenomena. Breakdown and revival can be explained with an integrable model constructed by an expansion in Wannier-Stark resonance states.

For stronger static fields the system shows a pulsed output, whereas the nonlinearity characteristically deforms the pulses.

Fachvortrag

A 15.5 Di 17:45 HU 3094

Towards a Degenerate Fermi Gas on an Atom Chip — ●CHRISTOPH HUFNAGEL, CHRISTOPH VOM HAGEN, STEPHAN SCHNEIDER, MARTIN GÖBEL, LOUW FEENSTRA, and JÖRG SCHMIEDMAYER — Physikalisches Institut der Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany

We suggest to apply Atom Chips [Fol02] to manipulate fermionic systems. These tight trapping potentials will lead to 1-D Fermi systems. With the freedom of design of these microscopic, strongly confining trapping potentials a variety of mesoscopic systems, similar to quantum electronics and Ising like systems can be studied. Furthermore the combination of bose and fermi systems is possible.

We studied the properties of an ultra cold ⁶Li - ⁸⁷Rb mixture, as the first step towards sympathetic cooling of ⁶Li in this Bose Fermi mixture. Only small losses in the magneto-optical trap and magnetic trap were observed, which gives hope that the ⁶Li - ⁸⁷Rb system is suitable for sympathetic cooling.

With an Atom Chip in our system we will study the cooling behavior of this mixture, and will report on our experimental progress towards achieving degeneracy in a mixed ⁶Li - ⁸⁷Rb system. This work was supported by the Schwerpunktprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft: DFG SPP 1116 "Interactions in ultra cold atomic and molecular gases" and FASTnet (HPRN-CT 2002-00304)

Fol02 Folman et al., Adv. At., Mol. Opt. Phys. **48**, 263 (2002) for a detailed review on Atom Chip technology.

Fachvortrag

A 15.6 Di 18:00 HU 3094

BEC unter Schwerelosigkeit — ●E M RASEL¹, T VAN ZOEST¹, T KÖNEMANN¹, W ERTMER¹, K BONGS², A VOGEL², M SCHMIDT², A PETERS³, T SCHULDT³, W LEWOCZKO³, J REICHEL⁴, T STEINMETZ⁴, R WALSER⁵, W SCHLEICH⁵, H-J DITTUS⁶, P PRENGEL⁶ und W BRINKMANN⁶ — ¹Institut für Quantenoptik, Universität Hannover — ²Institut für Laserphysik, Universität Hamburg — ³Institut für Physik, Humboldt-Universität Berlin — ⁴Max-Planck Institut für Quantenoptik, München — ⁵Institut für theoretische Physik, Universität Ulm — ⁶Zentrum für angewandte Raumfahrt und Mikrogravitation, Universität Bremen

Schwerelose Bose-Einstein Kondensate (BEC) bieten neuartige Möglichkeiten, um die nicht-klassische Natur kondensierter Quantensysteme zu untersuchen. Die Schwerelosigkeit sollte den Weg zu neuen Temperaturrekorden dank der Möglichkeit der vollständigen adiabatischen Expansion eröffnen sowie eine kohärente Entwicklung des Kondensats im Sekundenbereich erlauben.

Im Zentrum des Projekts steht eine Studie der technischen Machbarkeit eines kompakten, robusten und mobilen Experiments zur Erzeugung eines BEC's für den Einsatz im Fallturm (ZARM, Bremen). Das Experiment muss Beschleunigungen bis zu 50 g Stand halten. Ermöglicht wird die kompakte Realisierung der Apparatur durch einen Atom-Chip (Jakob

Reichel, MPQ München) und robusten DFB-Diodenlasersystemen (Vortrag Anika Vogel) sowie der Einsatz von Fasertechnologien. Das Projekt ist finanziert mit Mitteln des DLR (DLR 50 WM 0346).

Fachvortrag

A 15.7 Di 18:15 HU 3094

Adiabatische Passage als Weg zu robusten Quantengattern mit neutralen Atomen — ●JOHANNA SIMON, MAURITZ ANDERSSON und JÖRG SCHMIEDMAYER — Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Wir untersuchen Einqubitgatter, die aus einem neutralen Atom in einem Doppelmuldenpotential bestehen. Um die bekannten Schwierigkeiten beim Rabi-Betrieb derartiger Gatter zu vermeiden, benutzen wir das Prinzip der adiabatischen Passage. Eine Besonderheit stellt die abgebrochene Passage dar, mit der die Hadamard-Operation realisiert wird.

Neu ist das Abflachen des Potentials als Mittel, um den Kontakt zwischen den beiden Mulden herzustellen. Der Zusammenhang zwischen Adiabaticität, Gatterzeit und kleinstem Muldenabstand beziehungsweise kleinster Muldenfrequenz wird systematisch aufgezeigt. Die Technik der adiabatischen Passage ermöglicht es, die erforderlichen Orts- und Zeitgenauigkeiten um Faktoren 20–30 gegenüber dem Rabi-Betrieb zu senken und so robuste Gatteroperationen zu gewährleisten.

A 16 Atomic Clusters and Cold Atoms II

Zeit: Mittwoch 10:15–12:15

Fachvortrag

A 16.1 Mi 10:15 HU 3075

Modell für eine Quantenreflexionsfalle — ●ALEXANDER JURISCH und HARALD FRIEDRICH — Physik-Department, Technische Universität München, 85747 Garching bei München

Fällt ein atomares Wellenpaket auf eine Oberfläche ein, so wird es mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit *quantenreflektiert*, bevor es die Oberfläche erreicht. Als Funktion der Energie verhält sich die Quantenreflexionswahrscheinlichkeit wie $P_R(E \rightarrow 0) \rightarrow 1$. Quantenreflexion ist ein universeller und unempfindlicher Mechanismus, der ultrakalte Atome von einer Oberfläche fernhält. Diese Eigenschaft ist bei der Konstruktion atom-optischer Elemente wichtig und kann auch zur Konstruktion einer Falle verwendet werden.

Unter realistischen Annahmen wird das Verhalten eines atomaren Wellenpaketes in einer Quantenreflexionsfalle behandelt. Dabei werden insbesondere die Zeitabhängigkeit des Zerfalls des Wellenpaketes und seine Abkühlung untersucht.

Referenzen:

T. A. Pasquini, Y. Shin, C. Sanner, M. Saba, A. Schirotzek, D. E. Pritchard and W. Ketterle, arXiv.org/abs/cond-mat/0405530, 2004

A. Jurisch, H. Friedrich, Phys. Rev. **70**, 032711, 2004

Fachvortrag

A 16.2 Mi 10:30 HU 3075

Cosmic inflation and Bose-Einstein condensates — ●RALF SCHÜTZHOLD — TU Dresden

Within our present standard model of cosmology, basically all inhomogeneities – including the seeds for the formation of structures such as our galaxy – originate from quantum fluctuations of the so-called inflaton field in the very early universe. The mechanism for the amplification of these quantum fluctuations can be reproduced for phonons within Bose-Einstein condensates under appropriate external conditions and could be measurable with present-day technology. This provides an opportunity to simulate exotic quantum effects of the very early universe in the laboratory.

Fachvortrag

A 16.3 Mi 10:45 HU 3075

UV-visible Fluorescence of 2p-excited argon clusters — ●ROMAN FLESCHE¹, IOANA BRADEANU¹, MICHAEL MEYER², and ECKART RÜHL¹ — ¹Institut f. Physikalische Chemie, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany — ²L.U.R.E., Centre Universitaire Paris-Sud, Batiment 209D, F-91898 Orsay Cedex, France

Fluorescence of 2p-excited argon clusters in the wavelength range between 150 nm and 650 nm is measured by using for primary excitation tunable soft-X-ray undulator radiation between 240 eV and 270 eV at the UE-52-PGM beamline of the storage ring BESSY. Two complementary sets of experiments are performed: (a) Fluorescence yields show the highest intensity from clusters in the 2p-continuum. Weaker intensity comes

Raum: HU 3075

from exciton formation in the pre-edge regime. Such shape of the fluorescence yield indicates that predominantly doubly charged argon clusters lead to emission of ultraviolet fluorescence photons; (b) Dispersed fluorescence spectra are recorded in the 200-600-nm range where the clusters are excited in the Ar 2p-continuum. A broad fluorescence continuum is found which is centered between 250 and 300 nm. The origin of this continuous emission is discussed with respect to possible relaxation mechanisms of core-excited clusters.

Fachvortrag

A 16.4 Mi 11:00 HU 3075

Correlation in the Ion and Electron Emission from Silver Nanoparticles after Exposure to Strong Laser Fields — ●PAUL RADCLIFFE, TILO DÖPPNER, CHRISTIAN SCHAAL, JOSEF TIGGESBÄUMKER, and KARL-HEINZ MEIWES-BROER — Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

In the interaction between intense laser light and metallic systems, collective excitations play an important role. So far nothing is known about the kinetic energy of the emitted electrons when small particles are exposed to laser intensities in the region from 10^{13} – 10^{14} W/cm². In a dual pulse experiment we have investigated the correlation between the ion and electron emission dynamics.

For the first time detailed time and energy-resolved electron spectra were measured. A striking time dependence of the ionization efficiency and electron emission is seen for Ag nanoparticles. We obtain electron energies of up to 350 eV and charge states up to $z = 13$ which are much higher compared to the single atom interaction. The dynamics of the fast electrons was found to have an almost one-to-one correspondence with the generation of highly charged ions.

Fachvortrag

A 16.5 Mi 11:15 HU 3075

Semiclassical calculations of dual-pulse excitation of simple metal clusters — ●THOMAS FENNEL and JOSEF TIGGESBÄUMKER — Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Motivated by recent measurements the time-dependent response of silver clusters have been explored theoretically within the dual-pulse excitation scheme for optical wavelengths ($\lambda = 800$ nm) [1]. Based on semiclassical time-dependent density-functional theory a microscopic simulation of the cluster dynamics is used to investigate the laser cluster interaction [2]. In accordance with the experimental results a strong dependence on the pulse delay is found for the ionization efficiency of the cluster. The major mechanism behind this effect is the known plasmon enhanced ionization, which remains efficient even for laser photon energies far below the collective resonance of the cluster groundstate. The delay-dependence of the coupling of the second pulse to the cluster as well as patterns within electron spectra are extracted from the calculations, for linearly and circular polarized pulses

respectively. Key features, such as timescales for resonant coupling and maximum kinetic energies of the emitted electrons are estimated in dependence of the laser intensity.

- [1] T. Döppner, Th. Fennel, Th. Diederich, J. Tiggesbäumker and K.-H. Meiwes-Broer, submitted to *Phys. Rev. Lett.*, 2004
 [2] T. Fennel, G.F. Bertsch, and K.-H. Meiwes-Broer, *Eur. Phys. J. D* **29**, 367 (2004)

Fachvortrag

A 16.6 Mi 11:30 HU 3075

Post-Collision Interaction of Free Van der Waals Clusters —
 •IOANA L. BRADEANU¹, HIROYUKI SETOYAMA², TAKAKI HATSUR³,
 NOBUHIRO KOSUGI², and ECKART RÜHL^{1,2} — ¹Institut für Physikalische Chemie, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg, Germany — ²Institute for Molecular Science, Myodaiji, Okazaki, 444-8585, Japan — ³The Graduate University for Advanced Studies, Myodaiji, Okazaki, 444-8585, Japan

The line shapes of photoelectron spectra of atoms and molecules depend in the core-level excitation regime strongly on the core hole lifetime. In the regimes above the core ionization energies there is additional asymmetric broadening, which is due to the interaction between the photoelectron and the Auger electrons. This is commonly known as post-collision interaction (PCI). PCI is investigated in free, variable size krypton and argon clusters near the Kr3d- and Ar2p-ionization energies. The experimental photoelectron spectra are fitted by using a formalism which is known to be valid even close to core ionization thresholds of atoms. The peak shapes are convoluted with a Gaussian in order to account for the experimental resolution. It is found that the asymmetry, which is due to PCI, is characteristically smaller for clusters than for isolated atoms. Moreover, there is less asymmetry for bulk-sites than for surface-sites in variable size rare gas clusters. We rationalize these results in terms of a mechanism, which is based on the classical model of post-collision interaction.

Fachvortrag

A 16.7 Mi 11:45 HU 3075

Attosecond measurement and control of electronic motion —
 •K. O'KEEFFE, M. KITZLER, and M. LEZIUS — Photonics Institute, Vienna Technical University, Gusshausstr. 27/387, Vienna, 1040 AUSTRIA

Control over the absolute phase between the carrier and the envelope of

a laser pulse creates sufficient temporal precision to enter the attosecond domain. This temporal precision is based on the fact that in few cycle fields atoms preferentially ionize within an attosecond time window: Electrons are liberated with "attosecond" precision. Recent Stereo-ATI measurements [1] have proven that electrons are preferentially ejected into distinct solid angles, depending on the phase. Momentum transfer of the returning electron onto the remaining ion core was also measured [2]. For future attosecond experiments such rescattering processes are an interesting subject. Typical rescattering scenarios contain most of the necessary ingredients to trace back the trajectories of electrons. Control over the motion of attosecond wavepackets asks for precision control over laser fields, which is optically feasible. Measurement of electron motion, however, asks for a complete diagnostic of the momentum transfer during rescattering. This is possible using momentum microscopy (COLTRIMS). We will demonstrate that we have developed the necessary tools for attosecond measurement and control.

- [1] G.G. Paulus et al., *Phys. Rev. Letters* 91(25) 253004 (2003)
 [2] X. Liu et al., *Phys. Rev. Letters*, in print (2004)

Fachvortrag

A 16.8 Mi 12:00 HU 3075

Solid State Valence Electron Distributions of C₇₀ examined by photoelectron intensity variations — •SANJA KORICA¹, AXEL REINKÖSTER¹, DANIEL ROLLES¹, JENS VIEFHAUS¹, MARKUS BRAUNE¹, UWE BECKER¹, and BURKHARD LANGER² — ¹Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin, Germany — ²Max-Born-Institut, Max-Born-Str. 2a, 1248 Berlin, Germany

We have performed high resolution measurements of emitted photoelectrons from the valence shell of solid C₇₀ to derive branching ratios and partial cross sections. Our PES results give evidence for photon energy dependent oscillations in the partial photoionization cross sections of the two highest occupied molecular orbitals HOMO and HOMO-1. The results are compared with advanced ab initio theoretical calculations [1] based on the local density approximation (LDA). The characteristic oscillations are analysed in terms of geometrical properties, the analysis is based on the Fourier transform of the cross section oscillations. We compare our results for amorphous condensed phase C₇₀ with corresponding measurements of the free molecules.

- [1] P. Decleva, private communication

A 17 Cold Atoms; Ultra-cold Atoms; and Atoms in Traps; BEC; II

Zeit: Mittwoch 14:00–15:00

Raum: HU 3075

Fachvortrag

A 17.1 Mi 14:00 HU 3075

Laserinduzierte Manipulation von kalten Atompaaarstößen —
 •ST. FALKE, CHR. SAMUELIS, H. KNÖCKEL und E. TIEMANN — Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

Die Beeinflussung von kalten Atompaaarstößen durch Magnetfelder hat sich als große Hilfe in Experimenten der Grundlagenforschung erwiesen. Als Alternative zu Magnetfeldern wurden u.a. Laserfelder zur Manipulation von Atomwechselwirkungen vorgeschlagen [1].

Wir benutzen einen Natriumstrahl, um den Einfluss von Laserfeldern auf schwach-gebundene Molekülzustände im Na₂ systematisch zu untersuchen. Die Spektroskopie dieser Zustände erlaubte bereits das Vermessen von kalten Atomstößen, z.B. der Streulängen von Natrium [2]. Modelle der Lasermanipulation des s+p-Stoßes [3] sowie des Stoßes zweier Grundzustandsatome wurden entwickelt. Berechnungen von Linienformprofilen nach diesen Modellen erlauben den quantitativen Vergleich von Experiment und Theorie. Somit können wir mittels molekülspektroskopischer Experimente die Gültigkeit der Multi-Channel Quantum-Defect Theorie [4] prüfen, die in Atomfallenexperimenten angewendet wird [5]. Dies dient insbesondere zur quantitativen Vorhersage der Streulänge unter Einfluss eines Laserfeldes.

- [1] P.O. Fedichev *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **77**, 2913 (1996)
 [2] Chr. Samuelis *et al.*: *Phys. Rev. A* **63**, 012710 (2001)
 [3] Chr. Samuelis *et al.*: *Eur. Phys. J. D* **26**, 307 (2003)
 [4] J.L. Bohn, P.S. Julienne: *Phys. Rev. A* **60**, 414 (1999)
 [5] M. Theis *et al.*: *Phys. Rev. Lett.* **93**, 123001 (2004)

Fachvortrag

A 17.2 Mi 14:15 HU 3075

Absorptionsspektren dipol-dipol gekoppelter Systeme —
 •MARIUS SCHAEFER, ALEXANDER EISFELD und JOHN S. BRIGGS — Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Straße 3 79104 Freiburg

In letzter Zeit werden viele Anstrengungen unternommen Quantenverschränkung und Kohärenz in Atomfallen und Quantendotaggregaten zu erreichen. Die Exzitonenzustände von molekularen Aggregaten, bestehend aus organischen Farbstoffen, können als Lehrbuchfall mesoskopischer Quantenverschränkung und Kohärenz angesehen werden. Mit Hilfe der CES-Näherung konnten wir die außergewöhnlichen optischen Eigenschaften dieser Aggregate in sehr guter Übereinstimmung mit Experimenten beschreiben und die Kohärenzlänge berechnen (1). Wir haben mit Hilfe dieser Näherung andere Systeme in welchen ähnliche Wechselwirkungen vorherrschen, wie z.B. gekoppelte Quantendots oder ultrakalte Rydberggase, untersucht.

- (1) A. Eisfeld, J.S. Briggs; *Chem. Phys.* **281** (2002) 61-70

Fachvortrag

A 17.3 Mi 14:30 HU 3075

Dekohärenz von Rydberg-Atomen im Plasma — •CHRISTIAN GOCKE und GERD RÖPKE — Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, D-18051 Rostock

Hoch angeregte Atomzustände verlieren ihre rein quantenmechanischen Eigenschaften durch Wechselwirkung mit einem Hintergrund. System-Bad-Modelle erlauben für diesen Prozess der Dekohärenz von Rydberg-Atomen einfache Abschätzungen. Unter Bezugnahme auf Experimente an ultrakalten Plasmen untersuchen wir Stöße von Rydberg Atomen mit geladenen Teilchen, die in diesen Systemen maßgebend zu den atomaren Übergängen beitragen. Dabei ist die dem System-Bad

Modell zugrunde liegende Born-Näherung für die Wirkungsquerschnitte nicht ausreichend. Wir betrachten den Dekohärenzprozess von Rydberg-Atomen mit Erweiterung der Born-Näherung im System-Bad-Modell unter Berücksichtigung der kollektiven Anregungszustände eines (Elektron-)Plasmas.

Fachvortrag

A 17.4 Mi 14:45 HU 3075

Mixed-Species Ion Plasmas in a Linear RF-Trap — ●PETER BLYTHE, ULF FRÖHLICH, BERNHARD ROTH, HELMUT WENZ, and STEPHAN SCHILLER — Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Low-temperature sources of particles are of interest in many areas of physics, e.g. precision measurements to test QED effects and fundamental constants. One promising avenue towards the generation of new ultracold

atomic and molecular species not accessible to direct cooling is sympathetic cooling in ion traps. For strong cooling a phase transition from a fluid state to an ordered (crystalline) state occurs and the properties of such plasmas can be studied.

In a linear rf-trap, we have produced ultracold mixed-species ion plasmas by sympathetic cooling of light atomic and molecular ions (molecular hydrogen and helium isotopes, BeH^+ , BeD^+) using laser-cooled $^9\text{Be}^+$. We have studied the properties of the generated ion plasmas, both for spheroidal and ellipsoidal symmetry, as well as observed chemical reactions between the atomic coolants and neutral light molecules with high spatial resolution down to the single particle level. The experimental results are compared with molecular dynamics simulations to elucidate the sympathetic cooling mechanism and to determine crystal properties.