

ATOMPHYSIK (A)

Prof. Dr. Jan-Michael Rost
 Max-Planck-Institut für Physik Komplexer Systeme
 Nöthnitzer Straße 38
 01187 Dresden
 E-Mail: rost@pks-dresden.mpg.de

ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN
 (Hörsäle H6 und H7)

Hauptvorträge

A 3.1	Mo	16:30	(H6)	Antiwasserstoff und seine Wechselwirkung mit Materie , Alejandro Saenz
A 4.1	Di	10:40	(H6)	Precise quantum mechanics of few electron atoms , Krzysztof Pachucki
A 5.1	Di	10:40	(H7)	Negative Ions - Fragile Quantum Systems , Dag Hanstorp
A 5.2	Di	11:10	(H7)	Beta decay of stored highly charged ions , Fritz Bosch
A 5.3	Di	11:40	(H7)	Die Ionisationsdynamik von einfachen Atomen und Molekülen im Elektronenstoß , Alexander Dorn , Martin Dürr, Christina Dimopoulou, Nicole Haag, Dhananjay Nandi, Shiping Cao, Claus-Dieter Schröter, Joachim Ullrich
A 5.4	Di	12:10	(H7)	Beobachtung und Kontrolle atomarer und molekularer Stoßvorgänge , Joachim Grosser , Olaf Hoffmann, Frank Reberntrost
A 6.1	Di	14:00	(H6)	Interaction-Induced Localization of an Impurity in a Trapped Bose Condensate , Doerte Blume
A 12.1	Mi	14:00	(H6)	The geometry of time-dependent transition states , T. Bartsch , T. Uzer, J. Moix, R. Hernandez
A 13.1	Mi	14:00	(H7)	Photoelectron spectroscopy of large sodium clusters , Bernd v. Issendorff
A 17.1	Do	10:40	(H7)	Properties of X-Ray Emission during Laser-Cluster Interaction , Emily Lamour
A 17.2	Do	11:10	(H7)	The photophysics of C₆₀: Analysis and control of non-adiabatic multi-electron dynamics , T. Laarmann , I. Shchatsinin, A. Stalmashonak, N. Zhavoronkov, G. Stibenz, G. Steinmeyer, C. P. Schulz, I. V. Hertel
A 17.3	Do	11:40	(H7)	Ultrafast Processes in Photoexcited Metal Cluster studied by Pump-Probe Photoelectron Spectroscopy , M. Neeb , J. Stanzel, F. Burmeister, W. Eberhardt
A 17.4	Do	12:10	(H7)	Metal clusters in intense laser fields: semiclassical modelling of the ion and electron emission , Thomas Fennel , Jörg Köhn, Tilo Döppner, Josef Tiggesbäumker, Karl-Heinz Meiwes-Broer
A 18.1	Do	14:00	(H6)	S-Matrix theory of laser-induced nonsequential double ionization , Carla Figueira de Morisson Faria
A 19.1	Do	14:00	(H7)	Nonlinear Optics in Coherently Prepared Media , Thomas Halfmann
A 19.2	Do	14:30	(H7)	Generation of Extreme Intense Coherent Femto- and Attosecond Pulses , Ulrich Teubner , Dietrich von der Linde
A 23.1	Fr	10:40	(H6)	Bestimmung der Attosekundendynamik von Molekülen mit Hilfe hoher Harmonischer , Manfred Lein

Fachsitzungen

A 1	Präzisionsspektroskopie I	Mo 10:40–12:40	H6	A 1.1–1.8
A 2	Elektronenstreuung und -rekombination	Mo 14:00–16:00	H6	A 2.1–2.8
A 3	Ultrakalte Atomphysik I: Plasmen und Rydbergssysteme	Mo 16:30–18:00	H6	A 3.1–3.5
A 4	Präzisionsspektroskopie II	Di 10:40–12:40	H6	A 4.1–4.7
A 5	Hauptvorträge: Elektronen- und Ionendynamik	Di 10:40–12:40	H7	A 5.1–5.4
A 6	Ultrakalte Atomphysik II: Dynamik mit Bose-Einstein Kondensaten	Di 14:00–15:30	H6	A 6.1–6.5
A 7	Wechselwirkung von Materie mit Ionen	Di 14:30–16:00	H7	A 7.1–7.6
A 8	Poster I: Präzisionsspektroskopie	Di 16:30–18:30	Labsaal	A 8.1–8.16
A 9	Poster I: Ultrakalte Atome und BEC	Di 16:30–18:30	Labsaal	A 9.1–9.15
A 10	Poster I: Wechselwirkung mit Elektronen und Ionen	Di 16:30–18:30	Labsaal	A 10.1–10.20
A 11	Ultrakalte Atomphysik III	Mi 10:40–12:25	H6	A 11.1–11.7
A 12	Atomare Systeme in externen Feldern I	Mi 14:00–16:00	H6	A 12.1–12.7
A 13	Photoionisation	Mi 14:00–15:45	H7	A 13.1–13.6
A 14	Atomare Systeme in externen Feldern II	Mi 16:30–18:15	H6	A 14.1–14.7
A 15	Atomare Cluster	Mi 16:30–17:45	H7	A 15.1–15.5
A 16	Wechselwirkung mit starken Laserpulsen I	Do 10:40–12:25	H6	A 16.1–16.7
A 17	Hauptvorträge: Cluster in starken Laserfeldern	Do 10:40–12:40	H7	A 17.1–17.4
A 18	Wechselwirkung mit starken Laserpulsen II: Ionisation	Do 14:00–15:30	H6	A 18.1–18.5
A 19	Wechselwirkung mit VUV and X-FEL Licht	Do 14:00–16:00	H7	A 19.1–19.6
A 20	Poster II: Atomare Systeme in starken Laserpulsen und statischen Feldern	Do 16:30–18:30	Labsaal	A 20.1–20.22
A 21	Poster II: Multikoinzidenz Imaging	Do 16:30–18:30	Labsaal	A 21.1–21.12
A 22	Poster II: Photoionisation	Do 16:30–18:30	Labsaal	A 22.1–22.12
A 23	Wechselwirkung mit starken Laserpulsen III: Moleküle	Fr 10:40–12:10	H6	A 23.1–23.5

Mitgliederversammlung des Fachverbands Atomphysik

Di 14:00–14:30 H8

- Bericht des Fachverbandsleiters

- Termine und Orte zukünftiger DPG-Tagungen

- Verschiedenes

Anregungen für weitere Tagungsordnungspunkte bitte an den Fachverbandsleiter

Fachsitzungen

– Haupt-, Kurzvorträge und Posterbeiträge –

A 1 Präzisionspektroskopie I

Zeit: Montag 10:40–12:40

Raum: H6

A 1.1 Mo 10:40 H6

Hydrogen Spectrum and Quantum Electrodynamics — ●ULRICH D. JENTSCHURA — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

The quantum electrodynamic (QED) theory of hydrogen and deuterium has advanced over the past 10 years and has recently been combined with a generalized least-squares analysis [1], in order to allow for optimal predictions of transition frequencies, besides the determination of the 2002 CODATA values of the Rydberg constant, which is the most accurate physical constant, and the proton and deuteron charge radii. Some of the predicted transition frequencies have relative uncertainties smaller than that of the g -factor of the electron, which was previously the most accurate prediction of QED. Further advances in theory [2] will pave the way for improvements of fundamental constants, anticipating the results of frequency measurements currently in progress in Garching and Paris.

[1] U. D. Jentschura, S. Kotochigova, E.-O. Le Bigot, P. J. Mohr and B. N. Taylor, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 163003 (2005).

[2] A. Czarnecki, U. D. Jentschura and K. Pachucki, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 180404 (2005).

A 1.2 Mo 10:55 H6

A miniature Electron-Beam Ion Source for in-trap charge breeding of highly charged ions — ●JOSEBA ALONSO^{1,2}, KLAUS BLAUM^{1,2}, SLOBODAN DJEKIC³, HANS-JÜRGEN KLUGE², WOLFGANG QUINT², BIRGIT SCHABINGER¹, STEFAN STAHL³, MANUEL VOGEL², and GÜNTHER WERTH¹ — ¹Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, — ³Stahl-Electronics, Mettenheim, Germany

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). An experiment on hydrogen-like calcium $^{40}\text{Ca}^{19+}$ is being prepared [1], which is expected to yield a precision in the order of 10^{-9} for the electronic g -factor. This experiment makes use of an in-trap electron-beam ion source (EBIS) in which the charge breeding of the ions is performed by electron-impact ionization and with which it is possible to measure the energy dependent cross-sections of such process [2]. The charge breeding technique and first results will be presented.

[1] M. Vogel *et al.*, *Nucl. Inst. Meth. B* **235**, 7 (2005)

[2] J. Alonso *et al.*, accepted by *Rev. Sci. Instr.* (2005)

A 1.3 Mo 11:10 H6

Bestimmung des g -Faktors eines gebundenen Elektrons in hochionisierten Kalzium — ●BIRGIT SCHABINGER¹, JOSEBA ALONSO^{1,2}, KLAUS BLAUM^{1,2}, SLOBODAN DJEKIC³, H.-JÜRGEN KLUGE^{2,4}, WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL³, MANUEL VOGEL² und GÜNTHER WERTH¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, Germany — ²GSI Darmstadt, 64291 Darmstadt, Germany — ³Stahl-Electronics, 67582 Mettenheim, Germany — ⁴Ruprecht-Karls-Universität, 69047 Heidelberg, Germany

Durch Messungen des magnetischen Moments des gebundenen Elektrons in wasserstoff- und lithiumähnlichen Ionen kann die QED gebundener Zustände getestet werden. In der Vergangenheit wurde dies bereits für Kohlenstoff [1] und Sauerstoff [2] gemacht. Da die Stärke der Effekte jedoch mit Z steigt, sollen nun Messungen an Kalzium durchgeführt werden. Im Versuchsaufbau [3] sollen hochgeladene $^{40}\text{Ca}^{19+}$ und $^{40}\text{Ca}^{17+}$ Ionen mit Hilfe einer Elektronenstrahl-Ionenquelle erzeugt und in einer Doppel-Penningfalle bei 4 K gespeichert werden. Die Messung des g -Faktors erfolgt unter Ausnutzung des kontinuierlichen Stern-Gerlach-Effekts, wobei eine Genauigkeit von einigen 10^{-9} angestrebt wird. Um dies zu erreichen, werden neue Messmethoden eingesetzt, wie z.B. ein phasensensitiver Nachweis [4] des Spinflips. Das Prinzip und der Status des Experiments werden vorgestellt.

[1] H. Häffner *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **85**, 25 (2000)

[2] J. Verdu *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 9 (2004)

[3] M. Vogel *et al.*, *Nucl. Inst. Meth. B* **235**, 7 (2005)

[4] S. Stahl *et al.*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **38**, 297 (2005)

A 1.4 Mo 11:25 H6

Status von HITRAP an der GSI Darmstadt* — ●OLIVER KESTER, LUDWIG DAHL, SERGEY ELISEEV, FRANK HERFURTH, H.-JÜRGEN KLUGE, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV, SOPHIE HEINZ, GIANCARLO MAERO, WOLFGANG QUINT, WOLFGANG VINZENZ und DIE HITRAP KOLLABORATION — GSI Darmstadt, Planckstraße 1, D-64291 Darmstadt

Die Anlage zum Abbremsen, Einfangen und Kühlen höchstgeladener Ionen an der GSI, HITRAP, befindet sich im Aufbau im Re-Injektionskanal zwischen Experimentierspeicherung (ESR) und Schwerionensynchrotron (SIS) der GSI Beschleunigeranlage. Ziel des Projektes sind Experimente mit intensiven, gekühlten Strahlen von extrem hochgeladenen Ionen bis zu Uran 92+ bei niedrigen Energien. Diese Ionen werden von der GSI Beschleunigeranlage geliefert und mit dem ESR auf 4 MeV/u abgebremst und in einen entsprechend konzipierten Linearbeschleuniger zum weiteren Abbremsen auf 6 keV/u injiziert. Danach werden die Ionen in einer Penningfalle mittels Elektronen und resistivem Kühlen auf nahezu 4 K gekühlt. Bis zu 100000 Ionen können mit einer Repetitionsrate von 0.1 Hz in Form von hochbrillianten Strahlen den Experimenten zugeführt werden. Dabei können die Ionen in einem kurzen Puls oder quasikontinuierlich aus der Kühlerpenningfalle extrahiert werden. Die Experimente an HITRAP umfassen unter anderem Präzisions- und Laserspektroskopie, neuartige Studien zur Wechselwirkung von Ionen mit Oberflächen sowie Stossexperimente mit vollständiger kinematischer Analyse. Der Status und der Zeitplan dieses mittelfristigen Projektes der GSI sollen diskutiert werden.

A 1.5 Mo 11:40 H6

Cooling of Highly-Charged Ions in a Penning Trap: — ●GIANCARLO MAERO¹, FRANK HERFURTH¹, H.-JÜRGEN KLUGE¹, STEFAN SCHWARZ², and GÜNTHER ZWICKNAGEL³ — ¹GSI Darmstadt, Germany — ²MSU, East Lansing, USA — ³Universität Erlangen, Germany

HITRAP will be a facility able to slow down and cool heavy, highly charged ions up to U^{92+} for low and ultralow energy physics investigation such as collision studies, precision measurements and QED tests. Ions stripped of all electrons will be slowed down by an IH-Linac and an RFQ. In a subsequent Penning trap their energy will be taken down to 4 K via electron and resistive cooling. The storage of 10^5 ions and 10^{10} electrons in the trap volume requires to simulate the dynamics of the processes that take place in the trap from injection to extraction. We focus on the equilibrium conditions of the ion cloud under the effect of both the external and space charge potentials, starting after electron cooling has ended.

A 1.6 Mo 11:55 H6

Elektronenstossionisationsquerschnitte von hochgeladenen Argon- und Eisenionen — ●GUENTER ZSCHORNACK¹, RENE HELLER², MARTIN KRELLER¹, STEFFEN LANDGRAF¹, ALEXANDRA SILZE¹ und FALK ULLMANN³ — ¹TU Dresden, Institut für Angewandte Physik, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden — ²FZ Rossendorf, Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung, PF 510119, 01314 Dresden — ³Leybold Vacuum Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Es wurden Experimente an Ionenquellen der Typen Dresden EBIT und Dresden EBIS durchgeführt, um Ionisationsquerschnitte für die Elektronenstossionisation von hochgeladenen Ionen zu bestimmen. Dabei wurden zwei Techniken verwendet: 1. Zeitaufgelöste Röntgenspektroskopie von KLL-DR-Linien von Eisenionen in der Dresden EBIS. Mit dieser Technik wurde der Ionisationsquerschnitt für Fe^{20+} bestimmt. 2. Analyse von Argon-Extraktionsspektren aus der Dresden EBIT bei festgehal-

tener Elektronenenergie für einzelne Ladungszustände als Funktion der Ionisationszeit. Erhalten wurden Ionisationsquerschnitte für die Einfachionisation von Ar^{10+} bis Ar^{15+} . Die erhaltenen Werte wurden mit Werten aus Approximationsformeln verglichen. Die Bestimmung der Ionisationsquerschnitte erfolgt über Balancegleichungen zur zeitlichen Entwicklung der Ionenladungszustände, aus deren Lösung Übergangsraten der Einfachionisation für verschiedene Ladungszustände erhalten werden. Mit einer effektiven Elektronenstromdichte und dem Überlappfaktor zwischen Elektronenstrahl und Ionenkomponente lässt sich dann der Wirkungsquerschnitt für Einfachionisationsprozesse bestimmen.

A 1.7 Mo 12:10 H6

Messung der Zeitdilatation an schnellen gespeicherten Ionen — ●SASCHA REINHARDT¹, G. SAATHOFF¹, H. BUHR¹, L. A. CARLSON¹, G. GWINNER², M. HAAS¹, T. W. HÄNSCH³, R. HOLZWARTH³, G. HUBER⁴, U. D. JENTSCHURA¹, S. KARPUK⁴, C. H. KEITEL¹, C. NOVOTNY⁴, D. SCHWALM¹, TH. UDEM³, A. WOLF¹ und M. ZIMMERMANN³ — ¹MPI für Kernphysik, Heidelberg — ²University of Manitoba, Winnipeg — ³MPI für Quantenoptik, Garching — ⁴Institut für Physik, Universität Mainz

Am Testspeicherring des MPI für Kernphysik werden ${}^7\text{Li}^+$ -Ionen bei einer Geschwindigkeit von 3% bzw. 6,4% der Lichtgeschwindigkeit gespeichert. Mittels kollinearer Sättigungsspektroskopie wird die Übergangsfrequenz des bewegten Ions bei den zwei Geschwindigkeiten mit einer Genauigkeit von 10^{-10} bestimmt.

Durch Vergleich der beiden Messungen kann im Rahmen der Robertson-Mansouri-Sext-Testtheorie sowohl Abweichungen von der Zeitdilatation der Speziellen Relativitätstheorie als auch die Übergangsfrequenz im Ruhesystem des Ions bestimmt werden. Die

Sensitivität auf eine eventuelle Abweichung von der Zeitdilatation zu dem bisher besten bekannten Wert [1] und auch die Unsicherheit der Übergangsfrequenz des verwendeten Zwei-Niveau-Systems [2] werden um einen Faktor zwei verbessert.

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

[2] E. Riis et al., Phys. Rev. A 49, S. 207-220 (1994)

A 1.8 Mo 12:25 H6

QED Tests und Absolutwellenlängenmessungen an Übergängen in hochgeladenen Ionen mit einem neuartigen Röntgenspektrometer — ●HJALMAR BRUHNS, JOHANNES BRAUN, JOSÉ CRESPO LÓPEZ-URRUTIA und JOACHIM ULLRICH — MPI für Kernphysik, Heidelberg

Die Wellenlängen der $1s2s\ ^3S_1 \rightarrow 1s^2\ ^1S_0$ ("z") und $1s2p\ ^1P_1 \rightarrow 1s^2\ ^1S_0$ ("w") Übergänge in heliumartigen Ar^{16+} , sowie des Lyman- α_1 Übergangs in Cl^{16+} sind mit der Lyman- α_1 Übergangswellenlänge in Ar^{17+} als Referenz mit einem neuen Röntgen-Kristallspektrometer an der Heidelberger Elektronenstrahlionenfalle (HD-EBIT) vermessen worden. Ein neuartiges, hochpräzises Verfahren zur Braggwinkelbestimmung wurde entwickelt, welches zwei Strahlen sichtbaren Lichts zur Feststellung des Strahlengangs der Röntgenstrahlung nutzt und Kollimation überflüssig macht, mit entsprechendem Intensitätsgewinn. Dadurch wurde eine in He-artigen Ionen bisher unerreichte relative Genauigkeit von $\Delta\lambda/\lambda < 10^{-5}$ erreicht. Es ergeben sich Hinweise auf Unvollständigkeiten der theoretischen Beschreibung der elektronischen Struktur heliumartiger Ionen.

Anhand erster Resultate wird gezeigt, daß eine modifizierte Version des Spektrometers Absolutmessungen von Wellenlängen mit $\Delta\lambda/\lambda \approx 10^{-6}$ ermöglicht.

A 2 Elektronenstreuung und -rekombination

Zeit: Montag 14:00–16:00

A 2.1 Mo 14:00 H6

Einfach- und Mehrfachionisation von Xenonionen durch Elektronenstoß — ●J. JUNG, P. LÖFFLER, A. TITTE, J. JACOBI, S. SCHIPPERS und A. MÜLLER — Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität Gießen

Hochgeladene Xenonionen spielen gegenwärtig eine Rolle bei der Erzeugung von extrem-ultravioletter Strahlung (EUV-Strahlung) in den Plasmalampen der EUV-Belichtungsanlagen, die mit einer Belichtungs-wellenlänge von 13,5 nm arbeiten. Diese sollen ab 2010 in der Mikrochipherstellung die nächste Generation von Strukturminiaturisierung jenseits der 50 nm Grenze, die sogenannte EUV-Lithographie, realisieren. Wirkungsquerschnitte für Elektronenstoßionisation werden benötigt, um die Emission der Xenon-Plasmen zu optimieren. Messungen wurden bei Elektronenenergien im Bereich der Ionisationsschwellenenergie bis 1000 eV für die Einfachionisation ($q = 4, 5, 6, 8$), die Doppelionisation ($q = 4, 6, 8$) und die Dreifachionisation ($q = 6$) von Xe^{q+} durchgeführt. Dabei kamen besonders bei der Mehrfachionisation die indirekten Prozesse der Elektronenstoßionisation im Wirkungsquerschnitt zum Vorschein. Unter anderem zeigten sich im Energiebereich um 600 eV deutliche 3d-Resonanzen und im Energiebereich um 900 eV 3p-Resonanzen, verursacht durch den dielektronischen Einfang des freien Elektrons und nachfolgenden Autoionisation.

A 2.2 Mo 14:15 H6

Doppelionisation von Helium durch niederenergetische Elektronen: Einblick in das Vier-Körper Coulomb-Kontinuum — ●MARTIN DÜRR, SHIPING CAO, ALEXANDER DORN und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Bei der Doppelionisation von Helium im Stoß mit einem Elektron erhält man im Endzustand vier geladene Teilchen im Kontinuum. Dieses System ist wegen der durch die Coulombwechselwirkung auftretenden starken Korrelation der Elektronen und dem Ion besonders interessant. Bisherige kinematisch vollständige Experimente wurden bei Projektilenergien über 500 eV durchgeführt. Jedoch wird erst bei niedrigen Projektilenergien die Kopplung des Projektils mit dem Heliumatom so stark, dass man ein korreliertes Vier-Körper-System erhält. Mittels der kombinierten Elektronen- und Rückstoßionen-Impulsspektroskopie (Reaktionsmikroskop) wurde die vollständige Fragmentation von Helium durch Elektronen mit 105 eV Energie untersucht, 26 eV oberhalb der Ionisationsschwelle. Durch koinzidente Detektion zweier Elektronen

und des zweifach geladenen Ions sind die Impulsvektoren aller Fragmente bekannt, was die Bestimmung absoluter vollständig differentieller Wirkungsquerschnitte erlaubt. Die gemessene Winkelkorrelation der Elektronen wird von der gegenseitigen Abstoßung dominiert, weist aber auch Merkmale einer komplexeren Dynamik auf.

A 2.3 Mo 14:30 H6

Absolute winkeldifferentielle Anregungsquerschnitte für Elektron-Neon Streuung im Energiebereich von 16.6 - 19.2 eV — ●K. FRANZ^{1,2}, M. ALLAN¹, H. HOTOP², O. ZATSARINNY³ und K. BARTSCHAT³ — ¹Dép. de Chimie, Univ. de Fribourg, Fribourg, Suisse — ²Fachbereich Physik, Techn. Univ., 67653 Kaiserslautern, Germany — ³Dept. Physics and Astronomy, Drake Univ., Des Moines, Iowa, USA

Stöße niederenergetischer Elektronen mit Edelgasatomen sind wichtige Elementarprozesse in technischen und natürlichen Plasmen, wie z. B. Gasentladungen (Lampen), allerdings ist deren theoretische Beschreibung – außer für Helium – eine große Herausforderung. Ein Fortschritt gelang in Form der semirelativistischen B-spline R -Matrix Methode (BSRM) mit nicht orthogonalen Orbitalen [1]. Mit Hilfe einer hochauflösenden Elektronenstreuapparat [2] haben wir die Anregung von Neon-Atomen in alle vier Zustände der $\text{Ne}(2p^5\ 3s)$ Konfiguration in der Nähe der Einsatzschwelle ($E = 16.6 - 19.2$ eV) untersucht und die winkeldifferentiellen Anregungsquerschnitte in absoluten Einheiten gemessen. Die experimentellen Ergebnisse stimmen mit den Resultaten neuer BSRM Rechnungen von Zatsariny und Bartschat sehr gut überein, und zwar sowohl hinsichtlich der Energieabhängigkeit als auch bezüglich der Größe der absoluten Wirkungsquerschnitte.

Diese Arbeit wurde gefördert von der European Science Foundation durch EIPAM, von der Swiss National Science Foundation, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und von der US National Science Foundation.

[1] O. Zatsariny and K. Bartschat, J. Phys. B **37** (2004) 2173[2] M. Allan, J. Phys. B **25** (1992) 155

A 2.4 Mo 14:45 H6

Messung der $N_2(^2\Sigma_g^+)$ Feshbach-Resonanz mit 5 meV Energieauflösung — ●T. H. HOFFMANN¹, K. FRANZ¹, M. ALLAN², M.-W. RUF¹ und H. HOTOP¹ — ¹Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern, 67653 Kaiserslautern — ²Département de Chimie, Université de Fribourg, 1700 Fribourg, Suisse

Die scharfe ${}^2\Sigma_g^+$ Feshbach-Resonanz in der elastischen Streuung niederenergetischer Elektronen an N_2 [1] wurde mit einer neuartigen Ap-

paratur [2] bei einer Auflösung von 5 meV untersucht. Die Elektronen werden durch resonante Zweistufen-Photoionisation von Kalium-Atomen mit fokussierten cw-Lasern erzeugt, durch ein schwaches elektrisches Feld extrahiert, auf variable Energie beschleunigt und mit einem dreifach differentiell bepumpten Düsenstrahl unter 90° gekreuzt. Fünf unter festen Winkeln angebrachte Gegenfeldspektrometer weisen elastisch gestreute Elektronen nach. Ein zusätzlicher geeignet positionierter Kanal-Elektronenvervielfacher weist N_2 -Moleküle in langlebigen angeregten Zuständen nach. Durch Messung an einem gemischten Argon/ N_2 -Strahl konnte die Energie der $N_2(^2\Sigma_g^+)$ Resonanz zu 11.497 eV kalibriert werden; als Breite der Resonanz wurde in einer vorläufigen Analyse 1.0 meV erhalten.

Diese Arbeit wurde unterstützt durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und den Forschungsschwerpunkt OTLAP

[1] J. Comer, F. H. Read, J. Phys. B **4** (1971) 1055

[2] A. Gopalan et al., Eur. Phys. J. D **22** (2003) 17

A 2.5 Mo 15:00 H6

Multipole mixing and correlation effects on the radiative electron capture by highly-charged, few-electron ions — ●ANDREY SURZHYKOV¹, ULRICH D. JENTSCHURA¹, THOMAS STÖHLKER², and STEPHAN FRITZSCHE³ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ²Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI), Darmstadt, Germany — ³Universität Kassel, Kassel, Germany

During the last two decades, the radiative capture of free or quasi-free electrons (REC) into the bound states of high- Z ions has been intensively studied at the GSI storage ring ESR in Darmstadt. While, however, most experiments in the past have dealt with the *bare* projectiles, more recent interest is focused also on the electron capture into *few-electron* ions. For the latter, interelectronic interaction effects should be taken into account. Recently, for example, REC into the L -shell of (initially) hydrogen-like uranium ions U^{91+} and their subsequent $K\alpha$ radiative decay have been observed [1]. The angular distribution was found to contradict expectations from a one-particle models. — Consequently, in this contribution, we present a density matrix formalism for the description of radiative electron capture into excited states of heavy, few-electron ions and their subsequent decay, including many-electron effects and higher-order multipoles of the radiation field. *A priori*, this formalism neither depends on the number of electrons nor on the shell structure of the ions, but due to the experimental interest, strong emphasis will be laid on detailed calculations for the L - and M -REC of (initially) hydrogen-like and lithium-like uranium ions for a wide range of projectile energies.

[1] A. Gumberidze et al., Hyperfine Interactions **146/147**, 133 (2003).

A 2.6 Mo 15:15 H6

Plasmaratenkoeffizient der Photorekombination von Eisen XIV — ●E. W. SCHMIDT¹, S. SCHIPPERS¹, C. BRANDAU¹, A. MÜLLER¹, M. LESTINSKY², F. SPRENGER², A. WOLF², D. LUKIĆ³, M. SCHNELL³ und D. W. SAVIN³ — ¹Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig-Universität Gießen — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ³Astrophysics Laboratory, Columbia University, New York

Die dielektronische Rekombination (DR) ist ein Prozess, dessen Plasmaratenkoeffizient benötigt wird bei der Modellierung photoionisierter Gase, wie sie z.B. in der Umgebung aktiver Galaxienkerne vorkommen. Für die Gruppe der Eisenionen mit offener M-Schale stammen die meisten verwendeten Plasmaratenkoeffizienten von theoretischen Rechnun-

gen, die DR bei kleinen Energien vernachlässigt oder zu ungenau behandelt haben. Wir haben die Photorekombination des M-Schalen Ions Fe XIV am Heidelberg Schwerionenspeicherring TSR bei Relativenergien zwischen Ionen und Elektronen im Bereich 0–260 eV gemessen. In diesem Energiebereich treten DR Resonanzen vom Typ $1s^2 2s^2 2p^6 3l 3l' nl'''$ und $1s^2 2s^2 2p^6 3l 3l' 4l''' nl''''$ auf. Auffällig an dem gemessenen Ratenkoeffizienten sind extrem starke Resonanzen unterhalb von ≈ 2.5 eV, welche höchstwahrscheinlich zur $3p_{1/2} \rightarrow 3p_{3/2}$ Anregung gehören. Aus unserer Messung wurde ein Plasmaratenkoeffizient abgeleitet. In dem Temperaturbereich, in dem Fe XIV in photoionisierten Plasmen existiert, übertrifft der experimentell bestimmte Ratenkoeffizient theoretische Resultate um Größenordnungen. Dieser Umstand legt nahe, dass gegenwärtige astrophysikalische Modellrechnungen aktiver Galaxienkerne überarbeitet werden müssen.

A 2.7 Mo 15:30 H6

Correlated relativistic electron dynamics in recombination processes — ●ZOLTÁN HARMAN, ULRICH JENTSCHURA, and CHRISTOPH KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg

It is well known that in the case of heavy ions, relativistic contributions to the structural properties of many-electron systems play an important role. The study of recombination processes into few-electron systems offers the possibility to explore such effects in a more dynamical setting. We study the resonant recombination mechanism of dielectronic recombination where electron interaction plays a crucial role. A bound electron is excited resonantly by the interaction with a continuum electron, forming an autoionizing state. This step is followed by subsequent radiative relaxation until the ground state of the recombined ion is reached. The effect of electron correlation and configuration mixing on the cross section and the angular distribution of the emitted radiation is investigated. The results are compared with experimental data in the case of KLL dielectronic recombination into He-, Li-, Be- and B-like Hg ions.

A 2.8 Mo 15:45 H6

Candidate isotopes for experimental observation of nuclear excitation by electron capture — ●ADRIANA PÁLFFY¹, ZOLTÁN HARMAN², and WERNER SCHEID¹ — ¹Institut für Theoretische Physik, Justus-Liebig-Universität, Giessen — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

We investigate the resonant process of nuclear excitation by electron capture (NEEC), in which a continuum electron is captured into a bound state of an ion with the simultaneous excitation of the nucleus. Transition rates and total cross sections for this process, followed by the radiative decay of the nucleus, are calculated for various heavy ion collision systems. NEEC is expected to allow the determination of nuclear transition energies, the study of atomic vacancy effects on nuclear lifetime and population mechanisms of excited nuclear levels. Candidate isotopes and transitions suitable for experimental observation of NEEC are presented. If the initial and final states for NEEC are the same as the ones for the process of radiative recombination, quantum interference may occur between these two channels. Due to the large cross section of radiative recombination, the inclusion of interference terms in the calculation is expected to deliver easier measurable cross sections.

This work is supported by DFG.

A 3 Ultrakalte Atomphysik I: Plasmen und Rydbergssysteme

Zeit: Montag 16:30–18:00

Raum: H6

Hauptvortrag

A 3.1 Mo 16:30 H6

Antiwasserstoff und seine Wechselwirkung mit Materie — ●ALEJANDRO SAENZ — AG Moderne Optik, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Hausvogteiplatz 5-7, 10 117 Berlin

Antimaterie hat die Phantasie von Physikern und Science Fiction-Autoren seit der Vorhersage ihrer Existenz durch Dirac und den anschließenden experimentellen Nachweis stimuliert. Eine der großen Fragen ist die, warum gemäß Standardmodell Materie und Antimaterie in gleichen Mengen entstanden sind, wir aber nur von Materie umgeben zu sein scheinen. Als besonders aussichtsreich zur Untersuchung von möglichen Asymmetrien von Materie und Antimaterie gilt Antiwasserstoff und seine Spektroskopie bei tiefen Temperaturen. Die entsprechenden Experimente am CERN (und geplanten an der GSI) haben das Interesse an

der Wechselwirkung von Antimaterie, insbesondere von Antiwasserstoff, mit Materie neu entfacht. Die Besonderheiten dieser Wechselwirkung, inklusive der Bildung eines "Wasserstoff-Antiwasserstoffmoleküls", und die Konsequenzen für die Erzeugung und Kühlung von Antiwasserstoff sind Inhalt dieses Vortrages.

A 3.2 Mo 17:00 H6

Atomare Wellenpakete in ultrakalten Plasmen — ●CHRISTIAN GOCKE und GERD RÖPKE — Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Hoch angeregte Atomzustände unterliegen in ultrakalten Plasmen starken Stößen durch Ionen und freie Elektronen. Unter Bezugnahme auf ein Modell zur Dephasierung in Quantenpunkten [1] vergleichen wir Energie-

eigenzustände und Wellenpakete als Basis der Bindungszustände unter Einfluss von Stößen durch geladene Teilchen. Der Behandlung von starken Stößen kommt dabei eine besondere Rolle zu, da sie massiven Einfluss auf die Phasen haben, ohne dabei die Lebensdauer eines Zustandes stark herabzusetzen, wie ein Vergleich mit der Behandlung starker Stöße bei der Berechnung von Linienprofilen im Plasma zeigt [2]. Wir untersuchen die Anwendbarkeit von System-Bad Modellen unter verschiedenen Ursachen von starken Stößen, wobei die unterschiedliche Masse der Ionen und Elektronen dominiert. In diesem Rahmen können Dephasierungszeiten von Wellenpaketen unter Berücksichtigung von kollektiven Eigenschaften berechnet und damit die Herausbildung klassischer Bindungszustände mit zunehmender Dichte verfolgt werden.

[1] A. Stern *et al.*, Phys. Rev. A **41**, 3436 (1990).

[2] C. Gocke, G. Röpke, *in* CMT29 Proceedings, *to be published* in (2006).

A 3.3 Mo 17:15 H6

High-Resolution Rydberg-spectroscopy on ultracold Rubidium atoms — ●ROLF HEIDEMANN, AXEL GRABOWSKI, VERA BENDKOWSKY, EVA KUHNLE, JÜRGEN STUHLER, and TILMAN PFAU — Universität Stuttgart, 5. Physikalisches Institut, Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart

Rydberg atoms can have - depending on the state - huge static electric dipole moments, so they are perfectly suited for the investigation of electric dipole-dipole interaction. The project is also devoted to the investigation of the interaction between Rydberg atoms and ground-state atoms of a BEC [1].

The starting point of our Rydberg spectroscopy measurements is a cloud of magneto-optically trapped ^{87}Rb -atoms. Using two narrow band, frequency stabilized cw laser systems, we perform two-photon excitation via the $5P_{3/2}$ -level of ground state ($5S_{1/2}$) Rb atoms to Rydberg states.

For our objectives, we need high spectral resolution and precise control of the Rabi-frequencies on both of the transitions. To demonstrate the spectral resolution and stability of our system, we investigated the Stark splitting of the two 41D-finestructure-states by measuring the number of Rydberg atoms as a function of the excitation frequency and the electric fields. We found it to be in excellent agreement with our calculations using perturbation theory on the Rb-wavefunctions. The Rabi-frequencies were measured by observation of the Autler-Townes-splitting while driving one of the transitions strongly and probing the other one [2].

[1] Chris H. Greene *et al.*, PRL **85** (2000) 2458

[2] Axel Grabowski *et al.*, arXiv:quant-ph/0508082 v1

Ionization processes induced by ultralong-range interactions in an ultracold Rydberg gas — ●T. AMTHOR¹, M. REETZ-LAMOUR¹, S. WESTERMANN¹, J. DENSKAT¹, J. DEIGLMAYR¹, A.L. DE OLIVEIRA^{2,3}, and M. WEIDEMÜLLER¹ — ¹Physikalisches Institut Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg — ²Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Física, Joinville, SC 89223-100, Brazil — ³Universidade de São Paulo, Instituto de Física, São Carlos, SP 13560-970, Brazil

In early investigations of many-body effects in an ultracold Rydberg gas, the atoms were considered to be at rest ("frozen gas") [1]. It was soon found that this cloud of Rydberg atoms can spontaneously evolve into a quasi-neutral plasma [2]. While the low temperature excludes any considerable thermal motion, the attractive interaction between the atoms can lead to acceleration, collisions, and finally Penning ionization [3]. This process can trigger the efficient ionization of the whole cloud.

We present spectroscopically resolved measurements of the ionization dynamics of different Rydberg states in an initially cold sample, which provide information about long-range interaction potentials.

[1] Anderson *et al.*, PRA **80**, 249 (1998), Mourachko *et al.*, PRA **80**, 253 (1998)

[2] Gallagher *et al.*, JOSA B **20**, 1091 (2003)

[3] Li *et al.*, PRL **94**, 173001 (2005)

A 3.5 Mo 17:45 H6

Blockade und Antiblockade von Rydberganregungen in ultrakalten Gasen — ●CENAP ATEŞ¹, THOMAS POHL², THOMAS PATTARD¹ und JAN-MICHAEL ROST¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden — ²ITAMP, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden Street, MS14, Cambridge, MA 02138, USA

Intensive Untersuchungen des Einflusses starker, quasistatischer Wechselwirkungen zwischen Rydbergatomen auf die Anregungsdynamik in ultrakalten Gasen haben u. a. zum Nachweis der Dipolblockade und einer Sub-Poissonschen Zählstatistik in diesen Systemen geführt [1]. Um diese Effekte theoretisch behandeln zu können, haben wir eine Methode entwickelt, die es uns ermöglicht die Dynamik dieses wechselwirkenden Vielteilchensystems mikroskopisch zu beschreiben. Unser Verfahren beruht auf einer näherungsweise Berechnung der Dynamik der einzelnen Atome mittels einer Ratengleichung und einer klassischen Monte-Carlo Simulation des Vielteilchensystems. Wir vergleichen in unseren Ergebnissen die Fälle der Anregung aus einem Gas und aus einer geordneten Struktur, wie sie z. B. in einem optischen Gitter realisiert werden könnte. Wir zeigen, dass es im letzteren Fall unter gewissen Voraussetzungen sogar zur Umkehrung des Blockade-Effekts kommen kann.

[1] T. Cabel Liebisch *et al.*, PRL **95**, 253002 (2005)

A 4 Präzisionspektroskopie II

Zeit: Dienstag 10:40–12:40

Raum: H6

Hauptvortrag

A 4.1 Di 10:40 H6

Precise quantum mechanics of few electron atoms — ●KRZYSZTOF PACHUCKI — Institute of Theoretical Physics, Warsaw University, Hoza 69, 00-681 Warsaw, Poland

Recent accurate results for hydrogen and few electron atoms will be presented, including higher-order relativistic and QED effects. The precision achieved for hydrogen, helium, lithium and beryllium allows for determination of physical constants such as the electron mass, the fine structure constant and the nuclear charge radii.

A 4.2 Di 11:10 H6

Genaue Bestimmung der Lebensdauer des ^{39}K $4p$ Zustands aus Molekülspektren — ●ST. FALKE, I. SHERSTOV, E. TIEMANN und CH. LISDAT — Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

Die Lebensdauer von atomaren Zuständen kann aus dem Verhalten der langreichweitigen Wechselwirkung bestimmt werden. Im Fall des $4p$ -Zustands von ^{39}K ist sie direkt aus dem C_3 -Koeffizienten des langreichweitigen Teils des Wechselwirkungspotentials zu erhalten. Photoassoziationsexperimente können die relevanten Molekülniveaus spektroskopisch untersuchen und damit die Lebensdauer bestimmen [1] deren Genauigkeit vergleichbar oder besser der direkter Messungen ist [2]. Wir haben diese Niveaus in einem elektronischen Zustand mit höherer Genauigkeit unter-

sucht. Unsere Messungen erweitern den Datensatz und ermöglichen den Anschluss der Photoassoziationsdaten an den tiefgebundenen Bereich [3]. Die Verbindung der energetischen Intervalle wurde durch schrittweise Laseranregung in einem K_2 Strahl erreicht. Neben einer genauen Bestimmung der Lebensdauer wurde damit auch die Analyse des kompletten $A^1\Sigma_u^+$ Zustands von K_2 ermöglicht.

[1] W. Wang *et al.*, Phys. Rev. A **55**, R1569 (1997).

[2] U. Volz und H. Schmoranzner, Phys. Scr. **T65**, 48 (1996).

[3] M. R. Manaa, J. Chem. Phys. **117**, 11208 (2002).

A 4.3 Di 11:25 H6

Frequenzmessung der $^{39,40,41}\text{K}$ D Linien: Beseitigung der Diskrepanz zwischen Literaturwerten. — ●CH. LISDAT¹, ST. FALKE¹, H. SCHNATZ², G. GROSCHE² und E. TIEMANN¹ — ¹Institut für Quantenoptik, Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover — ²Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Bundesallee 100, 38116 Braunschweig

Die Übergangsfrequenzen der Resonanzlinien der Alkalimetalle wurden schon vielfach mit hoher Präzision vermessen. Trotzdem besteht im Falle der Kalium D Linien des Isotops 39 eine Abweichung von mehreren 100 MHz zwischen den Ergebnissen von Scherf [1] und Banerjee [2,3]. Diese Diskrepanz überschreitet die jeweilige Messunsicherheit um ein Vielfaches.

Wir haben die Frequenzen aller Übergänge der $4s^2S - 4p^2P$ Linien der Isotope ^{39}K , ^{40}K und ^{41}K mit Hilfe eines fs-Frequenzkamms an einem Atomstrahl vermessen. Die Messunsicherheit ist kleiner als 100 kHz. Unsere Messungen bestätigen die Ergebnisse in Ref. [1]. Sie erlauben ausserdem die genaue Bestimmung von Hyperfeinparametern im $4p^2P$ Zustand und der Isotopieverschiebungen.

Wir werden unsere Messungen vorstellen und mögliche Ursachen der Abweichungen zwischen [1] und [2,3] diskutieren.

[1] Scherf *et al.*, Z. Phys. D **36**, 31 (1996).

[2] A. Banerjee *et al.*, Phys. Rev. A **70**, 052505 (2004).

[3] A. Banerjee *et al.*, Europhys. Lett. **65**, 172 (2004).

A 4.4 Di 11:40 H6

First test experiment for precise Lamb shift measurements on hydrogen-like heavy ions with low temperature calorimeters —

•S. KRAFT-BERMUTH¹, V. ANDRIANOV¹, K. BECKERT¹, P. BELLER¹, A. BLEILE¹, P. EGELHOF¹, A. GUMBERIDZE¹, C. KILBOURNE², H. J. KLUGE¹, D. MCCAMMON³, J. P. MEIER¹, U. POPP¹, R. REUSCHL¹, T. STÖHLKER¹, and S. TROTSSENKO¹ — ¹Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt, Germany — ²Goddard Space Flight Center, Greenbelt, USA — ³Univ. of Wisconsin, Madison, USA

The precise determination of the Lamb shift in hydrogen-like heavy ions provides a sensitive test of quantum electrodynamics in very strong Coulomb fields, not accessible otherwise. To increase the accuracy of the Lamb shift measurement on stored $^{238}\text{U}^{91+}$ ions at the ESR storage ring at GSI, a high-resolution calorimetric low temperature detector for hard X-rays was developed. The experimental requirements for the detector are a high absorption efficiency and a relative energy resolution of about 10^{-3} for 50–100 keV X-rays. The detector consists of arrays of silicon thermistors and X-ray absorbers made of high-Z material. A test array consisting of 4 pixels was recently applied in a first test experiment for Lamb shift measurements at the ESR. A 89 MeV/u $^{238}\text{U}^{92+}$ beam stored in the ESR interacted with a 10^{11} cm^{-3} internal argon gas-jet target. The Lyman- α lines emitted from the charge-exchanged $^{238}\text{U}^{91+}$ ions were clearly identified. An energy resolution of $\Delta E = 149\text{ eV}$ was obtained at $E_\gamma = 70\text{ keV}$ and a total detection efficiency of 1×10^{-7} was reached. The results of this test experiment as well as future perspectives will be discussed.

A 4.5 Di 11:55 H6

Spektroskopie und Autoionisation im Uran — •SEBASTIAN RAEDER¹, BRUCE BUSHAW², PHILIPP SCHUMANN¹ und KLAUS WENDT¹ — ¹WA LARISSA, Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, D-55099 Mainz — ²Chemical Sciences Division, Pacific Northwest National Laboratory, Richland, WA 99352, USA

Mittels dreistufiger Resonanzionisationsspektroskopie mit kontinuierlichen, schmalbandigen Lasern wurden Anregungszustände und Übergangsstärken im Spektrum des neutralen Uranatoms untersucht. Die Studien dienen dabei sowohl als Vorbereitungsschritt zur Entablierung eines empfindlichen und selektiven laserspektroskopischen Nachweisverfahrens für ^{236}U als auch dem Verständnis des hochkomplexen atomaren Spektrums des Urans. Als erster Anregungsschritt wurde der bekannte starke Übergang vom Grundzustand 0 cm^{-1} ($J_0 = 6$) zum angeregten Zustand 24066.565 cm^{-1} ($J_1 = 7$) bei 415 nm gewählt, während die Laser für die 2. und 3. Schritte im Bereich von $763\text{ nm} - 781\text{ nm}$ durchgescannt

wurden. Um hohe Ionisationseffizienz zu gewährleisten, wurde dabei die Gesamtenergie der drei Laser konstant in Resonanz mit einem früher vermessenen autoionisierenden Zustand bei $49961,370\text{ cm}^{-1}$ ($J_3 = 7$) fixiert. Im Spektralbereich von $36862,12\text{ cm}^{-1}$ bis $37165,82\text{ cm}^{-1}$ wurden insgesamt 13 intermediäre Anregungszustände gerader Parität mit J-Werten von 6, 7 oder 8 untersucht. Nachfolgend wurden jeweils Laserscans im 3. Schritt über den Bereich autoionisierenden Resonanzen nahe der Ionisationsgrenze aufgenommen.

A 4.6 Di 12:10 H6

Optische Bestimmung der Kernladungsradien der Lithium Isotope ^6Li bis ^{11}Li . — •N. MISKI-OGLU¹, W. NÖRTERS-HÄUSER^{1,2}, B. A. BUSHAW³, G. W.F. DRAKE⁴, G. EWALD⁵, CH. GEPPERT¹, H.-J. KLUGE², R. SÁNCHEZ², D. TIEDEMANN¹, Z.-C. YAN⁵ und C. ZIMMERMANN⁵ — ¹Universität Mainz — ²GSI Darmstadt — ³Pacific Northwest National Laboratory, USA — ⁴University Windsor, Kanada — ⁵Universität Tübingen

Die Messung der Isotopieverschiebung bei Lithium-Isotopen ist von großem Interesse. In Kombination mit genauen Berechnungen des Masseneffekts lässt sich daraus der Volumeneffekt und somit die Änderung des Ladungsradius Δr_c bestimmen. Die Änderung Δr_c zwischen ^9Li und ^{11}Li erlaubt Rückschlüsse auf den Einfluss der Haloneutronen auf den Rumpf des Atomkerns zu machen. In vorangegangenen Experimenten sind die Δr_c aller Lithium-Isotope mittels Resonanzionisationsspektroskopie gemessen worden. Dabei diente der durch Elektronenstreuung gemessene Ladungsradius von ^7Li als absolute Referenz. Die Unsicherheit im Wert dieser Referenz dominiert die Unsicherheit aller Lithium-Ladungsradien. Um dies zu verbessern wird die Absolutfrequenz des atomaren Übergangs bestimmt. Unter Zuhilfenahme der Berechnungen des Masseneffekts der Ladungsradius absolut bestimmt werden. Um die gewünschte Genauigkeit zu erzielen ist noch eine Verbesserung der Berechnungen, insbesondere der relativistischen Beiträge, notwendig. Dies ist jedoch in naher Zukunft zu erwarten.

A 4.7 Di 12:25 H6

Neue hochliegende Energieniveaus des Tantal-Ions — •L. WINDHOLZ und U. ZAHEER — Institut für Experimentalphysik, Technische Universität Graz, Petersgasse 16, A-8010 Graz, Österreich, windholz@tugraz.at

Im Spektrum des Tantal-Ions gibt es im ultravioletten Spektralbereich eine Vielzahl starker nicht klassifizierter Linien. Hochauflösende Fourier-Transformations-Spektren ermöglichten es, zunächst die Hyperfeinstruktur-Konstanten A und B von etwa 170 Energieniveaus zu bestimmen. Danach wurden die Hyperfeinstrukturen der nicht klassifizierten Linien untersucht. Zeigen mehrere Linien gleiche Konstanten A und B, liegt der Schluß nahe, daß ein gemeinsames, noch unbekanntes Niveau am Zustandekommen dieser Linien beteiligt ist, dessen Lage sich aus den Wellenzahlen und Wellenzahldifferenzen der untersuchten Linien errechnen läßt. Auf diese Weise wurden hochliegende gerade Niveaus im Energiebereich über 72000 Wellenzahlen gefunden. Dies sind die energiereichsten bisher bekannten stationären Zustände der Elektronenhülle des Tantal-Ions.

Wir danken R.Engleman (Univ. of New Mexico, Albuquerque) und J.Pickering (Imperial College London) für die Bereitstellung der Spektren.

A 5 Hauptvorträge: Elektronen- und Ionendynamik

Zeit: Dienstag 10:40–12:40

Raum: H7

Hauptvortrag

A 5.1 Di 10:40 H7

Negative Ions - Fragile Quantum Systems — •DAG HANSTORP — Department of Physics, Göteborg University, SE-41296 Göteborg, Sweden

Negative ions are fragile quantum systems with binding energies about an order of magnitude smaller than in atoms. The extra electron does not experience the Coulomb force from the nucleus at large distances. Instead, core polarization induced by the extra electron stabilizes the ion. The correlated motion of the electrons require theoretical models that go beyond the independent particle approximation, and experimental investigations of the structure and dynamics of negative ions can hence lead to an increased understanding of many-electron effects. A review of the progress in the exploration of the structure and dynamics of negative ions will be presented. In particular, result obtained using new experimental techniques, such as resonance ionisation spectroscopy, storage

rings, synchrotron radiation will be discussed. The experimental results will, wherever possible, be compared with recent theoretical studies. Further, the possible use of laser photodetachment as a tool to improve the selectivity in Accelerator Mass Spectrometry (AMS) will be discussed.

Hauptvortrag

A 5.2 Di 11:10 H7

Beta decay of stored highly charged ions — •FRITZ BOSCH — GSI Darmstadt, Planckstr.1

The ion storage-cooler ring ESR at GSI allows to address for the first time beta decays under conditions that prevail in hot stellar plasmas during the synthesis of the elements. I will focus on the achievements obtained in this field during the last years, emphasizing their astrophysical impact. In particular I will report on the first direct observation of bound-state beta decay, the investigation of 'cosmic clocks' and, finally on the most recently started 'single ion decay spectroscopy'.

Hauptvortrag

A 5.3 Di 11:40 H7

Die Ionisationsdynamik von einfachen Atomen und Molekülen im Elektronenstoß — ●ALEXANDER DORN, MARTIN DÜRR, CHRISTINA DIMOPOULOU, NICOLE HAAG, DHANANJAY NANDI, SHIPING CAO, CLAUS-DIETER SCHRÖTER und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Reaktions-Mikroskope (RM) erlauben die koinzidente Messung der Impulsvektoren aller bei Ionisationsprozessen entstehenden Targetfragmente. Mit einem speziell für niederenergetische Elektronenstöße konzipierten RM, bei dem darüber hinaus der Impuls des gestreuten Projektils bestimmt wird, können eine Reihe neuer Untersuchungen zur Dynamik fundamentaler Mehr-Teilchen-Systeme durchgeführt werden. Dies wird an folgenden Beispielen demonstriert. Bei der *Einfachionisation von Helium* zeigen dreidimensionale Bilder der Elektronenemission bisher unverstandene Strukturen, die in konventionellen, auf die Projektilstreuenebene beschränkten Experimenten nicht beobachtbar waren. Messungen zur *Doppelionisation von Helium* bei Schwellenenergien erlauben erstmals detaillierte Einblicke in ein stark korreliertes Drei-Elektronen-Kontinuum. Schließlich zeigen Experimente zur *Einfachionisation von H₂-Molekülen* die Abhängigkeit der Stoßdynamik von der Ausrichtung der Molekülachse relativ zum Projektilstrahl.

A 6 Ultrakalte Atomphysik II: Dynamik mit Bose-Einstein Kondensaten

Zeit: Dienstag 14:00–15:30

Hauptvortrag

A 6.1 Di 14:00 H6

Interaction-Induced Localization of an Impurity in a Trapped Bose Condensate — ●DOERTE BLUME — Department of Physics and Astronomy, Washington State University, Pullman, WA 99164-2814

The behaviors of weakly interacting Bose gases have been successfully modeled within a mean-field framework. To this end, one replaces the true atom-atom potential by a contact interaction, and solves the resulting many-body Schroedinger equation at the Hartree level. The resulting non-linear single-particle Schroedinger equation, also referred to as Gross-Pitaevskii equation, predicts many behaviors of inhomogeneous Bose gases accurately, including the onset of instability for Bose systems with negative two-body s-wave scattering length for a critical number of particles. Motivated by rapid experimental progress, we study the ground state properties of a trapped Bose condensate with a neutral impurity. Our self-consistent mean-field treatment provides a first step towards a systematic understanding of impurities in a Bose condensate. We find that the degree of localization of the impurity at the trap center can be controlled by varying the strength of the attractive atom-impurity interactions. As the impurity becomes more strongly localized the peak condensate density, which can be monitored experimentally, grows markedly. For strong enough attraction, the impurity can make the condensate unstable by strongly deforming the atom density in the neighborhood of the impurity. This "collapse" can possibly be investigated in bosonovatype experiments. We also discuss a simple variational treatment which reproduces the key features of the self-consistent results. *This work is supported by the NSF.

A 6.2 Di 14:30 H6

BEC Magnetic Field Microscopy of Polycrystalline Gold Wires — ●SIMON AIGNER¹, LEONARDO DELLA PIETRA¹, RON FOLMAN², and JÖRG SCHMIEDMAYER¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Germany — ²Ben Gurion University, Israel

A Bose Einstein Condensate on an atom chip can be used to measure magnetic field deviations of the trapping potential to unprecedented accuracy [1]. From the measured magnetic field map one can reconstruct angular deviations from straight current flow down to better than 10⁻⁴rad. We use this magnetic field microscope to characterize the electric current flow in precisely prepared nano fabricated test wires of thin polycrystalline gold. The wires have different combinations of grain size (50nm and 140nm), thickness (0.25μm and 2μm) and width (5μm to 200μm), while the edges show a roughness between 10nm-40nm. From our measurements we hope to get a better understanding for the material parameters that lead to deviations in the current direction and the resulting fragmentation potentials in atom chip experiments. The test chip has been fabricated by the group of Ron Folman at Ben Gurion University. We want to acknowledge support by the DFG SCHM1599/2-2, EU:HPRN-CT-2002-00304 (FASTNet) and German-Israel Project DIP-F 2.2.

[1] Wildermuth et al, Nature 435, 440 (26 May 2005)

Hauptvortrag

A 5.4 Di 12:10 H7

Beobachtung und Kontrolle atomarer und molekularer Stoßvorgänge — ●JOACHIM GROSSER¹, OLAF HOFFMANN¹ und FRANK REBENTROST² — ¹Universität Hannover, Institut für Gravitationsphysik — ²Max-Planck-Institut für Quantenoptik Garching

Durch die optische Anregung während des Stoßes ergeben sich neuartige Beobachtungs- und Eingriffsmöglichkeiten für atomare und molekulare Stöße. Polarisationsexperimente zeigen die geometrische Anordnung im Stoßkomplex. Phasen- und Amplitudenbeziehungen zwischen unterschiedlichen Polarisationsrichtungen können vom Lichtfeld gezielt auf das Stoßpaar übertragen werden. Die Besetzung ausgewählter Elektronenzustände während des Stoßes verbunden mit einer Endzustandsanalyse gestattet die direkte Beobachtung nichtadiabatischer Elementarprozesse. Mit molekularen Targets beantworten solche Experimente aktuelle Fragen der chemischen Reaktionsdynamik. Schließlich erlauben die oszillierenden differentiellen Querschnitte Potentialbestimmungen mit Genauigkeiten bis in den Bereich von 1 cm⁻¹.

Raum: H6

A 6.3 Di 14:45 H6

Atomic current across an optical lattice — ●ALEXEY PONOMAREV^{1,2}, JAVIER MADRONERO^{1,3}, ANDREY KOLOVSKY^{1,2}, and ANDREAS BUCHLEITNER¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, D-01187 Dresden — ²Kirensky Institute of Physics, Ru-660036 Krasnoyarsk — ³Physik Department, Technische Universität München, James-Frank-Straße, D-85747 Garching

We devise a microscopic model for the emergence of a collision-induced, fermionic atomic current across a tilted optical lattice. Tuning the – experimentally controllable – parameters of the microscopic dynamics allows to switch from Ohmic to negative differential conductance. We show that relevant parameters can be calculated using the theory of (a)diabatic transitions between instantaneous eigenstates of a time-dependent Hamiltonian.

[1] A. V. Ponomarev, J. Madronero, A. R. Kolovsky, A. Buchleitner, cond-mat/0509602

A 6.4 Di 15:00 H6

Microscopic dynamics of Bose atoms in a parabolic lattice — ●ANDREY KOLOVSKY^{1,2}, ALEXEY PONOMAREV^{1,2}, and ANDREAS BUCHLEITNER¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, D-01187 Dresden — ²Kirensky Institute of Physics, Ru-660036 Krasnoyarsk

We consider bosonic atoms in an anisotropic three dimensional optical lattice, created by standing laser waves with amplitudes $V_z \ll V_x, V_y \sim 30E_R$ (E_R being the recoil energy). The strong transverse confinement of the atoms reduces the problem to that for a small ($N < 100$) ensemble of bosonic atoms in a 1D parabolic lattice, where the atom-atom interaction plays a crucial role. We study the dynamical response of the system to a sudden perturbation (like switching off the magnetic field which compensates the gravitational force), in dependence of the atom number N , and of the amplitude V_z of the optical potential along the weak axis of the 3D lattice.

A 6.5 Di 15:15 H6

Thermally Induced Fluctuations of the Relative Phase between two Coupled Bose-Einstein Condensates — ●RUDOLF GATI, BÖRGE HEMMERLING, TIMO OTTENSTEIN, JEROME ESTEVE, and MARKUS K. OBERTHALER — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg, Im Neunheimer Feld 227, 69120 Heidelberg

The effects caused by a thermal background play an important role for the experimental investigation of quantum physics with Bose-Einstein condensates. This is due to the fact that real experiments are always performed at finite temperature, even if the thermal background is not directly observable. By introducing an energy scale which is on the order of the thermal energy the effects arising from arbitrarily low temperatures become accessible. Since a Josephson junction consisting of two weakly coupled Bose-Einstein condensates allows for the adjustment of the tunnelling coupling and thus the tuning of the characteristic energy scale it is an ideal probe for the investigation of thermal effects.

Here we report on the experimental investigation of fluctuations of the relative phase between two Bose-Einstein condensates arising from the coupling to a thermal environment and show quantitative agreement with a classical model. Due to this agreement we can apply the measurements of the phase fluctuations as a tool for measuring the temperature

in a regime where standard methods fail. With this we are able to monitor the heating up of a Bose-Einstein condensate and deduce the heat capacity of the degenerate weakly interacting Bose gas. The observed heat capacity agrees well with the prediction confirming the third law of thermodynamics.

A 7 Wechselwirkung von Materie mit Ionen

Zeit: Dienstag 14:30–16:00

Raum: H7

A 7.1 Di 14:30 H7

Sputtering of uranium dioxide and lithium fluoride by highly charged ions — ●HERMANN ROTHARD, JEROME LENOIR, FABIEN HARANGER, THORSTEN JALOWY, SMAÏL BOUDJADAR, BRIGITTE BANDETAT, PHILIPPE BODUCH, SERGE BOUFFARD, AMINE CASSIMI, HENNING LEBIUS, BRUNO MANIL, and LAURENT MAUNOURY — CIRIL-Ganil, BP5133, F-14070 Caen Cedex 05, France

Sputtering of uranium dioxide was studied at CIRIL-Ganil both at high energy in the electronic stopping power regime (MeV/u; NIMB141,1998,372), and with low-energy highly charged ions (q keV) where nuclear stopping is important. Further effects related to the high projectile charge (potential sputtering) can occur. Angular distributions and total sputter yields were measured by means of the catcher technique (Physica Scripta T110 (2004) 389) with Xe ions of different charge ($q=1-25$) and kinetic energy (1.5-81 keV). We have also measured the contribution of emitted (UOx) $_n$ clusters ($n=1-7$) by time-of-flight secondary ion mass spectroscopy (Eur. Phys. J. D32 (2005) 19). Furthermore, we applied the TOF-XY-imaging technique to ion-surface collisions in the two different velocity regimes, i.e. at 10 MeV/u (electronic stopping) and at low velocity (0.1 atomic units). This technique allows to study the momentum distribution of emitted secondary ions (velocity and angle). We present first results obtained with uranium dioxide and lithium fluoride.

A 7.2 Di 14:45 H7

Correlated electron emission in collisions of Krypton ions (64 MeV/u) with Carbon targets — ●HERMANN ROTHARD¹, GAETANO LANZANO², ENRICO DE FILIPPO², SIEGBERT HAGMANN³, and CLAUDE VOLANT⁴ — ¹CIRIL-Ganil (CEA/CNRS/ENSICAEN/Univ. de Caen), BP5133, F-14070 Caen Cedex 05, France — ²INFN and Dipartimento di Fisica e Astronomia, Via S. Sofia 64, I-95123 Catania, Italy — ³IKF, Univ. Frankfurt, D-60438 Frankfurt am Main, and GSI, D-64291 Darmstadt, Germany — ⁴DAPNIA/SPhN, CEA/Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France

The large detector array ARGOS, initially designed for nuclear physics studies, was adapted for the study of electron emission in atomic collisions and used at GANIL and at LNS/Catania. We measured the angular dependence of binary encounter-, convoy-, and in-flight emitted projectile Auger electrons with a Kr beam ($q=32$ and 34 , 64 MeV/u) traversing thin carbon foils at GANIL. A unique feature of the ARGOS multidetector is the possibility to measure the coincident emission of particles. Therefore, the correlated emission of electrons can be observed (Nucl. Instrum. Meth. B205 (2003) 841). We present preliminary results on electron-electron coincidences between three sets of electron detectors. Two of them were placed in forward direction in a plane on the left- and right- hand side of the beam, one of them perpendicular to this plane. Only for in-plane coincidences a peak is observed which seems to be related to an inelastic binary encounter with momentum transfer to an inner shell projectile electron. This is a particular ionization process involving a target and a projectile electron simultaneously.

A 7.3 Di 15:00 H7

New measurements on the Casimir-Polder force between a ³He atom and a dielectric surface — ●LODEWIJK ARNTZEN — Physikalisches Institut Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg.

We measured the Casimir-Polder force between a ³He atom and a variety of surfaces making use of quantum reflection. This force depends on the polarizability of the atom, and the dielectric function of the surface. Recently, we measured the retarded potential parameter C_4 , of a ³He atom and silicon while varying the temperature of the substrate between 300 and 1200 K. The dielectric function of a semi-conductor depends strongly on temperature. Experimentally, we find C_4 to change by a factor 1.6 ± 0.016 in this range. In our analysis, we include a detailed model of the dynamic dielectric function of silicon, in order to extract the temperature dependence of the Casimir-Polder force from our data.

A 7.4 Di 15:15 H7

Energieverschiebung des Grundzustands von He-Atom vor einer Aluminium-Oberfläche — ●STEPHAN WETHEKAM und HELMUT WINTER — Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Newtonstr. 15, D-12489 Berlin

He-Atome und -Ionen mit Energien von einigen keV werden streifend an einer sauberen, atomar ebenen Al(111)-Oberfläche gestreut und die resultierenden Winkel- und Ladungsverteilungen mit Hilfe eines ortsauflösenden Channelplates analysiert. Das System He-Al gilt als Modellsystem zum Studium der "Auger-Neutralisation", ein fundamentaler Ladungstransfermechanismus zwischen Atom und Festkörper. Geladene Projektile werden an der Oberfläche durch diesen Prozeß fast vollständig neutralisiert. Die Analyse der Verschiebung der Winkelverteilungen gestreuter geladener sowie neutraler Projektile bei Variation des Abstands der dichtesten Annäherung der Projektile an die Oberfläche (einstellbar durch Energie und Einfallswinkel) liefert die Verschiebung der He-Grundzustandsenergie als Funktion des Abstands zur Oberfläche. Als Folge der Wechselwirkung des He-Grundzustands mit dem Al-Leitungsband (Hybridisierung) zeigt sich eine ausgeprägte Abweichung von einem klassischen dielektrischen Verhalten, die für ein detailliertes Verständnis der mikroskopischen Wechselwirkungsprozesse von Atomen mit Festkörperoberflächen von großer Bedeutung ist.

A 7.5 Di 15:30 H7

Radiative Electron Capture to the Continuum Cusp (RECC) and the short-wavelength limit of electron nucleus Bremsstrahlung in inverse kinematics for 90 AMeV $U^{88+} + N_2$ — ●M. NOFAL^{1,2}, S HAGMANN^{3,2}, C. KOZHUHAROV², T. STÖHLKER², X. WANG⁴, A. GUMBERIDZE², U. SPILLMANN², R. REUSCHL², S. HESS², S. TROTSSENKO², D. BANAS², F. BOSCH², D. LIESEN², D. JAKUBASSA⁵, M. STECK², P. BELLER², K. BECKERT², and B. FRANZAK² — ¹Max Planck Inst. f. Kernphysik, Heidelberg — ²GSI-Darmstadt — ³Inst. f. Kernphysik, Univ. Frankfurt — ⁴Fudan University, Shanghai — ⁵Rechenzentrum LMU-München

We have investigated for 90 AMeV $U^{88+} + N_2$ coincidences between cusp electrons around $v_{elec} \approx v_{Proj}$ analyzed with the imaging forward electron spectrometer in the ESR - and x-rays detected at 90° with respect to the beam axis. In the coincident x-ray spectra we see nearly exclusively photons from the short wave length limit of electron nucleus Bremsstrahlung, corroborating identification of the coincident electrons as RECC cusp. We found a strong asymmetry of the coincident RECC electron cusp distribution [1] which is skewed towards the high-energy side of the electron spectrum; we compare the RECC cusp with the non-radiative electron capture (ECC) and loss (ELC) cusp peaks in the forward electron spectrum.

[1] D.Jakubassa J.Phys.B36 (2003)1971

A 7.6 Di 15:45 H7

Charge state and energy loss by highly charged-decelerated heavy ions under crystal channeling conditions — ●ANGELA BRÄUNING-DEMIAN¹, FRITZ BOSCH¹, HARALD BRÄUNING², MICHEL CHEVALLIER³, CAMILLE COHEN⁴, DENIS DAUVERGNE³, ALEXANDER GUMBERIDZE¹, ALAIN LHOIR⁴, ROBERT KIRSCH³, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV¹, DIETER LIESEN¹, PAUL MOKLER¹, JEAN-CLAUDE POIZAT³, CEDRIC RAY³, JEAN-PIERRE ROZET⁴, THOMAS STÖHLKER¹, ETIENNE TESTA³, MARCEL TOULEMONDE⁵, and PUNITA VERMA¹ — ¹GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ²Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig Universität, 35392 Giessen, Germany — ³Institut de Physique Nucleaire de Lyon, 69622 Villeurbanne cedex, France — ⁴GPS, Universites Paris VI-Paris VII, 75251 Paris cedex 05, France — ⁵CIRIL, 14040 Caen cedex, France

Ions channelled in a crystal are repelled by the aligned target atoms. Thus their interaction with matter is dominated by collisions at large impact parameter with the atoms, and to close collisions with the valence

electron gas. The use of highly-charged, decelerated heavy ions such as U91+ ions at energies below 20 MeV/u leads to specific features for charge exchange and energy loss under channeling conditions. In particular, although these ions sample a reduced electron density, their energy

loss rate is very high, due to the dependence of the stopping force on the square of the ion charge state Q . This contribution will report on recent results obtained at GSI.

A 8 Poster I: Präzisionsspektroskopie

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

A 8.1 Di 16:30 Labsaal

Experimental and theoretical wavelength of EUV emission lines from highly charged xenon ions — ●CHRISTOPH BIEDERMANN¹, RAINER RADTKE¹, JEAN-LOUIS SCHWOB², and PINHAS MANDELBAUM² — ¹Institut für Physik der Humboldt-Universität, Lehrstuhl Plasmaphysik, Newtonstraße 15, 12489 Berlin und Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Germany — ²Racah Institute of Physics, The Hebrew University, 91904

In the effort to support fusion work with atomic physics data at the Berlin electron beam ion trap (EBIT), we investigate the line radiation from highly charged xenon ions. Xenon has been proposed as a coolant of the plasma edge region of future large tokamaks, such as the International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER). To estimate the radiated power, it is important to obtain information on the ionization state and the transitions producing line emission. With EBIT a narrow range of ion charge states can be selectively produced, stored for extended periods of time and excited by the electron beam. The EUV emission lines have been measured with high resolution over a wide wavelength range from 50 to 800 Å. We observe and identify lines or groups of lines for individual ion charge states ranging from Tc-like Xenon (11+) to Li-like xenon (51+). The data is compared with theoretical calculations using the multiconfiguration relativistic HULLAC computer code (helping to classify the observed lines) as well as measurements at the TFR-tokamak and the W7-AS stellarator.

A 8.2 Di 16:30 Labsaal

Eine laserspektroskopische Methode zur Kernladungsradienbestimmung des Neutronen Halokerns ¹¹Be — ●W. NÖRTERSCHÄUSER^{1,2}, B. A. BUSHAW³, G. W.F. DRAKE⁴, G. EWALD⁵, CH. GEPPERT², H.-J. KLUGE², N. MISKI-UGLU², R. SANCHEZ², F. SCHMIDT-KALER⁶, D. TIEDEMANN¹, Z.-C. YAN⁷ und C. ZIMMERMANN⁵ — ¹Universität Mainz — ²GSI Darmstadt — ³Pacific Northwest National Laboratory, USA — ⁴University Windsor, Kanada — ⁵Universität Tübingen — ⁶Universität Ulm — ⁷University New Brunswick, Kanada

Die Messung der Kernladungsradien von Halokernen ist von größtem Interesse. Sie gibt Aufschluß über den Einfluß der Haloneutronen auf den Rumpfkern. Ladungsradien kurzlebiger Isotope können kernmodellunabhängig nur durch die Messung des Kernvolumeneffektes der Isotopieverschiebung in einem elektronischen Übergang bestimmt werden. Er beträgt bei leichten Elementen nur etwa 10^{-5} des dominanten Masseneffektes. Daher ist eine präzise Bestimmung der Übergangsfrequenzen ebenso wie eine genaue theoretische Berechnung des Masseneffektes nötig. Dies gelang in den vergangenen 2 Jahren für die Zwei-Neutronen-Halokerne ¹¹Li mittels Resonanzionisationsspektroskopie und ⁶He mittels Spektroskopie in einer magneto-optischen Falle. Die BeTINA Kollaboration (Beryllium Trap for the Investigation of Nuclear Charge Radii) hat das Ziel den Ladungsradius des Ein-Neutronen-Halokerns ¹¹Be durch Laserspektroskopie an lasergekühlten Berylliumionen in einer Paulfalle zu bestimmen. Das im Aufbau befindliche Experiment und Anforderungen an die Präzision der Messung werden diskutiert.

A 8.3 Di 16:30 Labsaal

Spektroskopische Untersuchungen an gespeicherten relativistischen ⁷Li⁺-Ionen für den Test des Zeitdilatationsfaktors an der GSI — ●C. NOVOTNY¹, G. HUBER¹, S. KARPUR¹, W. NÖRTERSCHÄUSER¹, S. REINHARDT², G. SAATHOFF², D. SCHWALM², A. WOLF², G. GWINNER³, F. BOSCH⁴, G. EWALD⁴, C. GEPPERT⁴, H.J. KLUGE⁴, T. KÜHL⁴, M. STECK⁴, T. STÖHLKER⁴, T.W. HÄNSCH⁵, R. HOLZWARTH⁵, T. UDEM⁵ und M. ZIMMERMANN⁵ — ¹Johannes Gutenberg Universität Mainz — ²MPI für Kernphysik, Heidelberg — ³University of Manitoba, Winnipeg, Canada — ⁴Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt — ⁵MPI für Quantenoptik, Garching

Im Rahmen von ersten spektroskopischen Untersuchungen an relativistischen ⁷Li⁺-Ionen am Experimentier-Speicherring (ESR) der GSI

konnte gezeigt werden, dass einfach positiv geladenes Lithium bei einer Geschwindigkeit von 33,4% der Lichtgeschwindigkeit mit sehr guter Ionenstrahlqualität gespeichert werden kann. Hierbei wurde durch antiparallele Laseranregung des elektronen-gekühlten Ionenstrahls die Lebensdauer der metastabilen Fraktion im ESR auf $\tau = 45s \pm 3s$, sowie die relative Impulsverteilung auf einen Wert von $\frac{\Delta p}{p} \approx 5 \times 10^{-6}$ bestimmt. Bei den im nächsten Schritt geplanten Experimenten soll die Präzision gegenüber dem Vorgängerexperiment am Testspeicherring des MPI für Kernphysik, das bei einer niedrigeren Ionengeschwindigkeit von 6,4% der Lichtgeschwindigkeit durchgeführt wurde und die bisher genaueste Messung der Zeitdilatation liefert [1], um mehr als eine Größenordnung erhöht werden.

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

A 8.4 Di 16:30 Labsaal

Two color polarization spectroscopy in indium vapor cell — ●JAE-IHN KIM and DIETER MESCHEDE — Institute for applied physics, University of Bonn, Wegelerstr.8, 53115 Bonn

Polarization spectroscopy in a multi level Λ system is demonstrated. The In Λ transition, $5^2P_{1/2} - 6^2S_{1/2} - 5^2P_{3/2}$, is driven with a violet 410 nm and a blue 451 nm lasers. On contrast to typical polarization spectroscopy where one laser frequency is used, violet light with circular polarization was used as pump beam and blue light with linear polarization was only used as probe beam. We find dispersive resonance line with another sharp dispersive line at the center. The expected line-shape was calculated by a simplified 3 level model including velocity changing collisions.

A 8.5 Di 16:30 Labsaal

Experiments with an ultracold gas of Rydberg atoms — ●J. DENSKAT¹, M. REETZ-LAMOUR¹, T. AMTHOR¹, A.L. DE OLIVEIRA^{2,3}, S. WESTERMANN¹, J. DEIGLMAYR¹, and M. WEIDEMÜLLER¹ — ¹Physikalisches Institut Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg — ²Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Física, Joinville, SC 89223-100, Brazil — ³Universidade de São Paulo, Instituto de Física, São Carlos, SP 13560-970, Brazil

Atoms in highly excited states (Rydberg atoms) are far more strongly influenced by external fields than ground state atoms: The electric polarizability scales with the principal quantum number n as n^7 , the van-der-Waals interaction as n^{11} and the size of the electronic wavefunction as n^2 . Rydberg atoms in an ultracold gas (*i.e.* the initial motion can be ignored on the relevant timescales given by the Rydberg lifetime, typically a few 10 μ s), therefore constitute a unique tool to study controlled (many-body) interactions.

In our experiment we cool ⁸⁷Rb atoms in a magneto-optical trap and excite the atomic cloud into Rydberg states with two photons (780nm, 480nm) from continuous wave lasers. Recent measurements focussed on the coherent excitation (efficiency up to 90%) [1] and the dynamics of resonant energy transfer processes [2]. The experimental details and results will be presented.

[1] Deiglmayr *et al.*, OptComm subm.

[2] Westermann *et al.*, EPJD subm.

A 8.6 Di 16:30 Labsaal

Fine- and hyperfine structure analysis of the odd configuration system tantalum atom — ●BRONISLAW ARCIMOWICZ¹, JERZY DEMBCZYNSKI¹, and LAURENTIUS WINDHOLZ² — ¹Chair of Atomic Physics, Poznan University of Technology, Nieszawska 13, PL-60-965 Poznan, Poland — ²Institute of Experimental Physics, Graz University of Technology, Petersgasse 16, 8010 Graz, Austria

For the atomic and ionic tantalum, above 5000 spectral lines are observed. But, the classification of these lines is still incomplete. The previous attempts of the fine- and hyperfine structure analysis for the odd configurations of tantalum atom were unsatisfactory.

The new experimental results of the fine- and hyperfine structure investigations of L.Windholz and co-workers stimulated us to perform para-

metric reanalysis in the extended basis of 27 configurations :

$$5d^4n^1f (n'=5-7) + 5d^4n^1p (n''=6-10) + 5d^36sn^1f (n'=5-7) + 5d^36sn^1p (n''=6-10) + 5d^36p7s + 5d^36p6d + 5d^25f6s^2 + 5d^26s^2n^1p (n''=6-10) + 5d^26s^27p + 5d^26s6p7s + 5d^26s6p6d + 5d^26p^3.$$

Magnetic-dipole hyperfine interaction constants A were calculated using the fine structure eigenvectors and adjusting radial integrals in a least-squares procedure which compare the calculated A constants with the experimental values. Moreover, the values of energy for the levels up to now unidentified and hyperfine structure A constants were predicted.

A 8.7 Di 16:30 Labsaal

Fine- and hyperfine structure analysis of the even configuration system of tantalum atom — ●JERZY DEMBCZYNSKI¹, MAGDALENA ELANTKOWSKA¹, JAROSLAW RUCZKOWSKI¹, and LAURENTIUS WINDHOLZ² — ¹Chair of Atomic Physics, Poznan University of Technology, Nieszawska 13, PL-60-965 Poznan, Poland — ²Institute of Experimental Physics, Graz University of Technology, Petersgasse 16, 8010 Graz, Austria

The experimental work of L.Windholz and co-workers, concerning observation of the tantalum spectrum, yield many informations about new energy levels and hyperfine structure splittings. In this report the new findings are presented on the systematic studies of the tantalum atom and ion performed last years. We contribute the results of the complex parametric studies of the fine- and hyperfine structure of the mentioned element up to second-order of perturbation theory. The work has been performed for the systems including at least 23 configurations. The values of the radial parameters describing the one- and many-body interactions effects on atomic structure are given. We predicted values of energy levels and their A- and B- hyperfine structure constants, also for experimentally levels not observed up to now.

A 8.8 Di 16:30 Labsaal

Fine- and hyperfine structure analysis of the odd configuration system of Ta II — ●JERZY DEMBCZYNSKI¹, JAROSLAW RUCZKOWSKI¹, MAGDALENA ELANTKOWSKA¹, and LAURENTIUS WINDHOLZ² — ¹Chair of Atomic Physics, Poznan University of Technology, Nieszawska 13, PL-60-965 Poznan, Poland — ²Institute of Experimental Physics, Graz University of Technology, Petersgasse 16, 8010 Graz, Austria

The fine structure of the odd levels of the single ionised tantalum has been analyzed by simultaneous parametrization of one- and two-body interactions for the system of 23 configurations:

$$5d^3n^1f (n'=5-7) + 5d^3n^1p (n''=6-10) + 5d^26sn^1f (n'=5-7) + 5d^26sn^1p (n''=6-10) + 5d^26p7s + 5d^25f6s^2 + 5d^26s^26p + 5d^26s^27p + 5d^26s6p7s + 5d^26s6p6d + 5d^26p^3.$$

The analysis was stimulated by the new experimental data obtained by L.Windholz and co-workers. Magnetic-dipole hyperfine interaction constants A were calculated using the fine structure eigenvectors and adjusting radial integrals in a least-squares procedure which compare the calculated A constants with the experimental values. Moreover, the values of energy for the levels up to now unidentified and hyperfine structure A constants were predicted.

A 8.9 Di 16:30 Labsaal

Detection of nonlinear resonances for trapped Pr⁺ ions — ●ADAM BUCZEK, GUSTAW SZAWIOLA, ADRIAN WALASZYK, WOJCIECH KOCZOROWSKI, DANUTA STEFANSKA, and EWA STACHOWSKA — Chair of Atomic Physics, Poznan University of Technology, Nieszawska 13, PL-60-965 Poznan, Poland

A Paul trap allows selection of trapped ions according to ionization stage and mass. Following [1,2,3], the deviation of the trap potential from ideal quadruple form leads to nonlinear resonances. The observation of this effects are presented for Pr⁺ ions confined in a Paul trap with a ring electrode diameter of 2 cm.

The presented work has been supported by the project of Poznan University of Technology BW 63-028/06.

[1] F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, Charged Particle Traps, Springer - Atomic, Optical and Plasma Physics 37, Berlin 2005

[2] R. Alheit, K. Enders, G. Werth, Appl. Phys. B 62, 511-513 (1996)

[3] R. Alheit, C. Hennig, R. Morgenstern, F. Vedel, G. Werth, Appl. Phys. B 61, 277-283 (1995)

A 8.10 Di 16:30 Labsaal

Optical diagnostic of nonneutral plasma of Pr⁺ ions confined in a rf trap — ●WOJCIECH KOCZOROWSKI, GUSTAW SZAWIOLA, ADRIAN WALASZYK, ADAM BUCZEK, DANUTA STEFANSKA, and EWA STACHOWSKA — Chair of Atomic Physics, Poznan University of Technology, Nieszawska 13, PL-60-965 Poznan, Poland

The ion cloud in a quadrupole rf trap constitutes simply a confined plasma. There exist a few theoretical models, which describes such systems [1,2,3]. However, discrepancies between theory and experiment are still being observed. This contribution shows also evidence of such differences concerning the trapped rare earth element, e.g. Pr⁺. The experimental method used for plasma diagnostics is based on a standard laser induced fluorescence technique.

The presented work has been supported by the project of Poznan University of Technology BW 63-028/06.

[1] F.G. Major, V.N. Gheorghe, G. Werth, Charged Particle Traps, Springer - Atomic, Optical and Plasma Physics 37, Berlin 2005

[2] R. Alheit, K. Enders, G. Werth, Appl. Phys. B 62, 511-513 (1996)

[3] R. Alheit, C. Hennig, R. Morgenstern, F. Vedel, G. Werth, Appl. Phys. B 61, 277-283 (1995)

A 8.11 Di 16:30 Labsaal

Fine- and hyperfine structure analysis of the even configuration of Ta II — ●EWA STACHOWSKA¹, JERZY DEMBCZYNSKI¹, and LAURENTIUS WINDHOLZ² — ¹Chair of Atomic Physics, Poznan University of Technology, Nieszawska 13, PL-60-965 Poznan, Poland — ²Institute of Experimental Physics, Graz University of Technology, Petersgasse 16, 8010 Graz, Austria

This work contributes to the analysis of the complex atomic structure of tantalum atom and ion. The analysis was stimulated by the new experimental data obtained by the last author. Semi-empirical calculations of fine- and hyperfine structure of the system of 25 configurations have been performed;

$$5d^4 + 5d^3n^1g (n'=5-6) + 5d^36s + 5d^36d + 5d^26s^2 + 5d^26sn^1g (n'=5-6) + 5d^26sn^1d (n''=6-10) + 5d^26sn^1s (n'''=7-10) + 5d^25f6p + 5d^26p^2 + 5d6s^27s + 5d6s^2n^1d (n''=6-7) + 5d6s6p^2 + 5d5f6s6p + 5d5f6s7p + 5d6s6d7s.$$

A 8.12 Di 16:30 Labsaal

Challenges for Atomic Physics with Highly-Charged Ions — ●THOMAS STÖHLKER¹, ANGELA BRÄUNING-DEMIAN¹, WOLFGANG QUINT¹, REINHOLD SCHUCH², and EBERHARD WIDMANN³ — ¹GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ²Manne Siegbahn Laboratory, 10405 Stockholm, Sweden — ³Stefan Meyer Institute for Subatomic Physics, 1090 Vienna, Austria

The future international accelerator Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) has key features that offer a range of new and challenging opportunities for atomic physics and related fields. The proposed facility will provide the highest intensities for relativistic beams of both stable and unstable heavy nuclei, in combination with the strongest possible electromagnetic fields, thus allowing to extend atomic spectroscopy virtually up to the limits of atomic matter. Due to a tremendous improvement concerning intensity and energy, new fields will be opened in addition by the strongly enhanced production yields for unstable nuclei. Moreover, the new facility will produce the highest flux of antiprotons in the world and will opening up the possibility to create low-energy antiprotons at high intensities and high brilliance. Here, the atomic physics program comprises a broad range of experiments such as atomic collision studies using ultra-slow, cooled antiproton beams in storage rings and precision spectroscopy of antiprotonic atoms and of antihydrogen.

A 8.13 Di 16:30 Labsaal

Neue Energieniveaus im Termschema des Praseodym-Atoms — ●L. WINDHOLZ¹, U. ZAHEER¹, D. EL BAKKALI² und G.H. GUTHÖHRLEIN² — ¹Institut für Experimentalphysik, Technische Universität Graz, Petersgasse 16, A-8010 Graz, Österreich, windholz@tugraz.at — ²Labor für Experimentalphysik, Univ. d. Bundeswehr Hamburg, Holstenhofweg 85, D-22043 Hamburg

Für Atome mit offenen Elektronenschalen ist die Kenntnis der Energieniveaus der Elektronenhülle noch immer mangelhaft. Daher sind viele der Spektrallinien nicht als Übergänge zwischen bestimmten Niveaus erklärbar. Ein Beispiel für ein derartiges Atom ist Praseodym. Die Vielzahl der Emissionslinien des Praseodym-Spektrums bringt es mit sich, daß bei der Laser-Anregung eines Übergangs in der Regel eine große Zahl von Linien beobachtet wird, die laser-induzierte Fluoreszenz zeigen.

Nimmt man zu den Wellenzahlen der Anregungs- und Fluoreszenzlinien als Zusatzinformation die Hyperfeinstrukturkonstanten dazu, könne die beteiligten Energieniveaus zweifelsfrei identifiziert werden. Dies führt zur Einführung neuer, bislang unbekannter Energieniveaus. Anhand der vorliegenden experimentellen Ergebnisse konnten etwa 50 neue Niveaus aufgefunden werden.

A 8.14 Di 16:30 Labsaal

Kalibrierbares wellenlängendispersives Spektrometer für die absolute Bestimmung atomarer Fundamentalparameter im Energiebereich von 0.27 keV bis 1.85 keV — ●MATTHIAS MÜLLER¹, ROLF FLIEGAUF¹, BURKHARD BECKHOFF¹, BIRGIT KANNGIESSER² und GERHARD ULM¹ — ¹Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Abbestraße 2-12, 10587 Berlin — ²Technische Universität Berlin, Hardenbergstr. 36, 10623 Berlin

Ein kalibrierbares wellenlängendispersives Spektrometer wurde aufgebaut, das im PTB-Laboratorium bei BESSY II am Plangittermonochromatorstrahlrohr für Undulatorstrahlung eingesetzt werden wird. Es soll ermöglichen, atomare Fundamentalparameter wie Coster-Kronig-Koeffizienten, Übergangswahrscheinlichkeiten von Fluoreszenz- und Satellitenlinien sowie Streuquerschnitte der resonanten Ramanstreuung im Energiebereich von 0.27 keV bis 1.85 keV absolut zu bestimmen. Der gewählte Energiebereich deckt die K-Linien leichter Elemente (C bis Si), L-Linien von Übergangsmetallen sowie M-Linien seltener Erden ab.

Das Spektrometer ist auf Kalibrierbarkeit, hohes Energieauflösungsvermögen (500), gute Effizienz und sehr gute Stabilität ausgelegt. Es besteht aus einem Eintrittspalt, einem sphärischem Reflexionsgitter und einem CCD-Detektor, angeordnet auf einem Rowlandkreis.

Der aktuelle Stand der Charakterisierung des Gerätes sowie Ergebnisse erster Experimente werden vorgestellt.

A 8.15 Di 16:30 Labsaal

Projectile x-ray emission in relativistic collisions of Be-like uranium ions with gaseous target. — ●S. TROTSSENKO^{1,2}, D. BANAS³, A. GOJSKA⁴, A. GUMBERIDZE^{1,2}, S. HAGMANN^{1,2}, S. HESS^{1,2}, CH. KOZHUHAROV¹, D. LIESEN¹, M. NOFAL¹, R. REUSCHL^{1,2}, J. RZADKIEWICZ^{1,4}, U. SPILLMANN^{1,2}, and TH. STÖHLKER^{1,2} — ¹GSI, Darmstadt, Germany — ²IKF, Universität Frankfurt, Germany — ³Institute of Physics, Swietokrzyska Academy, Kielce, Poland — ⁴The Soltan Institute for Nuclear Studies, Swierk, Poland

A 9 Poster I: Ultrakalte Atome und BEC

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

A 9.1 Di 16:30 Labsaal

Thermostatistics of ultracold Bose gases in 1D periodic potentials — ●MATTHIAS ROSENKRANZ, OLIVER ZOBAY, and GERNOT ALBER — Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Darmstadt, 64289 Darmstadt

We calculate critical properties of an ideal ultracold Bose gas at the condensation point in a one-dimensional optical lattice and transverse harmonic potential. The limiting cases for weak and strong lattice potentials at low and high condensation temperatures are characterized analytically. Intermediate regimes are investigated numerically on the basis of the exact dispersion relations. We also address changes to the ideal case due to the atomic interactions.

A 9.2 Di 16:30 Labsaal

Rydbergatome als Mittel zur Kontrolle der Elektronentemperatur ultrakalter Plasmen? — ●THOMAS POHL¹ und THOMAS PATTARD² — ¹ITAMP, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden Street, Cambridge, MA 02138, USA — ²Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, D-01187 Dresden

Ein neues Feld im Bereich der Plasmaphysik ist die Untersuchung ultrakalter, durch Photoionisation lasergekühlter atomarer Gase erzeugter Plasmen. Eines der Ziele dieser Experimente ist die Erzeugung eines "stark gekoppelten" Plasmas, in dem die elektrostatische Wechselwirkungsenergie über die thermische kinetische Energie der Teilchen dominiert. Intrinsische Heizeffekte führen dazu, dass dieses Regime trotz der extrem niedrigen Anfangstemperaturen zunächst nicht erreicht wird.

Wir diskutieren hier einen Vorschlag [1], die Temperatur der Plasmaelektronen durch Einbringen zusätzlicher Rydbergatome in das Plasma zu kontrollieren. Die Idee besteht hierbei darin, dass die Rydbergatome

during recent years the process of K-shell ionization of Li-like high-Z ions in relativistic collisions with gaseous targets was studied at the ESR storage ring at GSI. This process has proven to be a highly-selective mechanism for the population of excited ($n=2$) s-states. In the present study, the state selective investigation was extended to the study of initially Be-like ions allowing us to produce almost exclusively an excited state in Li-like uranium which is expected to undergo predominantly an exotic two electron-one photon decay. The experiment was performed with cooled Be-like uranium ions colliding with N₂ gas target at the energy of 90 MeV/u at the storage ring ESR. The x-rays produced in this process were measured under different angles with respect to the propagation direction of the ion beam. In particular the radiative transitions in the Li-like uranium ions caused by K-shell ionization of the initial projectile were studied. The spectral data and preliminary analysis results will be presented.

A 8.16 Di 16:30 Labsaal

VUV spectroscopy from TESLA-EBIT — ●G. BAŞAK BALLI, SASCHA EPP, JOSÉ R. CRESPO LÓPEZ-URRUTIA, and JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg, Germany

An electron beam ion trap (TESLA-EBIT) will be installed in the new free electron laser (FEL) beam line at the TESLA facility in Hamburg. A soft x-ray flat-field grazing-incidence grating spectrometer has been recently implemented to the EBIT. This spectrometer is equipped with a cryogenically cooled back-illuminated charge-coupled device (CCD) camera. It has a 2400 grooves/mm grating which spectral region varies from 1 to 5 nm (VUV). Preliminary results of K-shell lines in hydrogenlike and heliumlike O, N, and C ions are presented here. The differences between a monoenergetic and a Maxwellian-like electron beam will also be studied for the L-shell transitions in highly charged Ar ions.

durch Stöße mit den Plasmaelektronen ionisiert werden und diese dabei kühlen. Ein gewisser Grad an Kontrolle über die Elektronentemperatur kann so bei geeigneter Wahl der Parameter (Hauptquantenzahl, Dichte etc.) in der Tat erreicht werden. Das Ausmaß der erzielbaren Kühlung ist jedoch begrenzt, und es erscheint fraglich, ob das Regime starker Kopplung auf diese Weise erreicht werden kann [2].

[1] N. Vanhaecke, D. Comparat, D.A. Tate, P. Pillet, Phys. Rev. A **71**, 013416 (2005)

[2] T. Pohl, D. Comparat, N. Zahzam, T. Vogt, P. Pillet, T. Pattard, in Vorbereitung für Eur. Phys. J. D

A 9.3 Di 16:30 Labsaal

Manipulating and trapping Rydberg atoms in magnetic quadrupole fields — ●IGOR LESANOVSKY¹ and PETER SCHMELCHER^{1,2} — ¹Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Germany — ²Theoretische Chemie, Universität Heidelberg, INF 229, 69120 Heidelberg, Germany

We discuss the dynamics of Rydberg atoms being exposed to a magnetic quadrupole field. In contrast to ground state atoms, excited (Rydberg) atoms cannot be considered to be neutral point-like particles which couple only through their magnetic moment to the external field. Instead one has to account for the coupling of the charge and of the magnetic moments of the atomic constituents to the external field [1]. We present a Hamiltonian describing the coupled electronic and center of mass dynamics of alkali atoms in an arbitrarily shaped linear magnetic field configuration. For atoms in Rydberg configuration the underlying Schrödinger equation is solved by employing an adiabatic approach. After having obtained the adiabatic energy surfaces we provide an analysis of the adiabatic center of mass quantum states. We discuss under which

circumstances trapped center of mass states are achievable and analyze their lifetimes with respect to radiative decay.

[1] Igor Lesanovsky, Jörg Schmiedmayer, and Peter Schmelcher, J.Phys. B 38 S151 (2005)

[2] Igor Lesanovsky and Peter Schmelcher, Phys. Rev. Lett. 95, 053001 (2005)

[3] Igor Lesanovsky and Peter Schmelcher, Phys. Rev. A 72, 053410 (2005)

A 9.4 Di 16:30 Labsaal

Decay dynamics of a small number of 1D bosons in open potentials — ●SUNGYUN KIM^{1,2}, ARTEM DUDAREV^{1,2,3}, QIAN NIU², MARK RAIZEN^{2,3}, and JOACHIM BRAND¹ — ¹MPI-PKS, Nöthnitzer Str. 38, Dresden 01187, Germany — ²Department of Physics, The University of Texas, Austin, TX 78712-1081, USA — ³CNLD, The University of Texas, Austin, TX 78712-1081, USA

We consider the decay dynamics of bosonic atoms with delta-function interaction in one dimensional potential. We examine two model situations: (i) decay of metastable several-particle states and (ii) dynamics in a well of finite depth with parameters changing in time. We treat the problems perturbatively and fully numerically. In particular we focus on the time dependence of the mean atom number in the traps.

A 9.5 Di 16:30 Labsaal

Dipolblockade in ultrakalten Rydberggasen — ●CENAP ATEŞ¹, THOMAS POHL², THOMAS PATTARD¹ and JAN-MICHAEL ROST¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden — ²ITAMP, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, 60 Garden Street, MS14, Cambridge, MA 02138, USA

Mithilfe magneto-optischer Fallen ist es heutzutage möglich atomare Gase in den μ -Kelvin Bereich zu kühlen. Bei diesen Temperaturen spielen binäre Stöße keine dominante Rolle mehr, und es ist möglich quasistatische Wechselwirkungen zwischen den Atomen zu untersuchen. Solche Wechselwirkungen sind insbesondere bei Rydbergatomen aufgrund ihrer riesigen Polarisierbarkeit besonders stark. Sie können beispielsweise zu einer Anregungsblockade um ein Rydbergatom führen.

Die quantenmechanische Beschreibung dieses wechselwirkenden Vielteilchensystems erweist sich aufgrund der sehr großen Dimension des zugrundeliegenden Hilbertraumes als extrem zeitaufwendig. Basierend auf einer Näherung für die Dynamik eines einzelnen Atoms haben wir eine Methode entwickelt dieses System mit einer klassischen Monte-Carlo Simulation zu behandeln. Sie ist in besonderer Weise dazu geeignet Informationen über die Anregungsstatistik in ultrakalten Rydberggasen zu erhalten. Wir diskutieren den Anwendungsbereich unserer Methode und vergleichen unsere Resultate mit experimentellen Ergebnissen [1,2].

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

[2] T. Cubel *et al.*, angenommen bei PRL

A 9.6 Di 16:30 Labsaal

Addressing BEC with sculptured wires — ●LEONARDO DELLA PIETRA — University Heidelberg, 69120 Heidelberg, Philosophenweg 12

Lithographically patterned wires and electrodes are a common tool for creating and manipulating BEC; current technology limits are on one side the wire quality (definition, crystal structure), affecting the otherwise uniform current flow and giving rise to disorder potentials, and on the other side the resolution, particularly important when considering structures as high as a few μm . These limits can be overcome by sculpturing the wires with focused ion beam (FIB) milling. We present experimental results of a trap made from a step in a wire edge, and measurements with a BEC on a wire polished to reduce fragmentation. The high precision ($<20\text{nm}$) and high aspect ratio (height/width >30) attainable with a FIB enable the creation of specialized current flow patterns and therefore micro-designed magnetic trapping potentials. We give designs for a double barrier, a double well and a lattice, and show how similar structures can be realized engineering electric potentials.

A 9.7 Di 16:30 Labsaal

Fluorescence Atom Camera — ●J. ROTTMANN, B. HESSMO, and J. SCHMIEDMAYER — Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Philosophenweg 12, D-69120 Heidelberg

Ultra cold atoms can be detected with spatial resolution in time of flight by fluorescence imaging using a light sheet, high numerical aperture light collection and a high sensitivity CCD camera [1]. In this poster we present a detailed analysis of the advantages and limitations of such a *Fluorescence Atom Camera* compared to regular absorption imaging.

First steps towards an experimental implementation in the atom chip environment to detect small ensembles of atoms will be discussed. Supported by DFG and the EU AtomChip MC-network.

[1] F. Payr, Diplomarbeit Universität Innsbruck (1999)

A 9.8 Di 16:30 Labsaal

Bose-Einstein Condensation in a far detuned dipole trap — ●RIAD BOUROUIS, AJAY TRIPATHI, CHRISTOPH KAEFER, MORTEN FRANZ, and HANSPETER HELM — Physikalisches Institut Albert-Ludwigs Universität Freiburg

We employ a double-MOT system where atoms are first collected and precooled in 3D-geometry in a high pressure region. From this source region the atoms are efficiently transferred into a conventional MOT inside a UHV chamber with capture rates exceeding 10^8 atoms/s. After a loading time of 1s and a molasses phase of 60 ms about 1% of the atoms are trapped in a tight CO_2 Laser focus ($\nu_r=2400$ Hz, $\nu_z=150$ Hz). Evaporative Cooling is optimized by lowering the dipole trap depth over a 7s period, leading to condensates of typically 30000 atoms at densities exceeding $2 \cdot 10^{13}$ atoms/cm³. We present a detailed characterization of the system and its diagnostic tools.

A 9.9 Di 16:30 Labsaal

Transition from a BEC to a Tonks-Girardeau Gas: An Exact Diagonalization Study — ●FRANK DEURETZBACHER¹, KAI BONGS², KLAUS SENGSTOCK², and DANIELA PFANNKUCHE¹ — ¹I. Institut für Theoretische Physik, Universität Hamburg, Jungiusstr. 9, 20355 Hamburg, Germany — ²Institut für Laserphysik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Germany

We study ground state properties of a quasi 1D system consisting of spinless bosons which are confined in a harmonic trap and interact via a repulsive delta potential. Using the exact diagonalization method we analyze various quantities in the weak, intermediate and strong coupling regime. In particular the kinetic and interaction energy show a rich, unexpected behavior which cannot be explained within a mean-field approximation. Correlation effects - induced by the repulsive, short ranged force - start to dominate the system at rather low coupling strengths. It is known that the bosons behave very similar to non-interacting fermions in the strong coupling regime. We show the evolution from a BEC-like density to a density of non-interacting fermions. However, other quantities like the momentum distribution or the mean occupation of the oscillator eigenfunctions do not show fermionic behavior.

A 9.10 Di 16:30 Labsaal

A lithium-MOT target in a reaction microscope — ●JOCHEN STEINMANN, GANJUN ZHU, ALEXANDER DORN, and JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

The dynamics of few-particle quantum systems can be studied in detail by experiments on impact ionization of atoms, where the momenta of all fragments are determined simultaneously. For the first time we perform kinematically complete studies of double and triple ionization of lithium by electron impact or intense laser fields. Kinematically complete data of simple atomic systems with structureless final states, for example the extensively studied single- and double-ionization of H and He respectively, are essential for the understanding of such processes and in particular for precise testing of theoretical models. For generation of an ultracold target the widely used supersonic beam technique can hardly be applied in the case of lithium, but a magneto-optical trap (MOT) of lithium atoms with temperatures well below 1 mK is an almost ideal target for high resolution momentum spectroscopy.

This is at present the only experiment combining a reaction microscope (recoil-ion and electron spectrometer) with a MOT. However, the incompatibility of the magnetic fields of the atomic trap and the electron spectrometer and the goal of high event-rates imposes stringent conditions on design and operation of the apparatus.

We present first results on the performance of the setup.

A 9.11 Di 16:30 Labsaal

A toolbox for the theoretical description of ultracold atomic collisions — ●YULIAN VANNE and ALEJANDRO SAENZ — AG Moderne Optik, Institut für Physik, Humboldt-Universität zu Berlin, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin

The theoretical description of collisions between ultracold atoms is very challenging. It starts with the requirement for a very accurate description of the interatomic potential curve which usually needs a combined

theoretical and experimental input and continues with the solution of the Schrödinger equation describing scattering processes that occur on these potential curves. In the case of alkali atoms, the number of vibrational states supported by a single potential curve can easily exceed 100, and this leads to a numerically difficult description of scattering processes, especially if short-range interactions are important like in tight traps. Since a number of fascinating experiments in the field of ultracold physics of dilute atomic gases is based on magnetic-field induced Feshbach resonances, their description is also vital. We report on a recently developed program package that allows for very accurate calculations of the potential curves between (effective) one-electron atoms (of the same or different species), the solution of the nuclear-motion problem in these potential curves in the single channel case, and the treatment of the multi-channel case needed for the evaluation of magnetic Feshbach resonances. Examples of the performance of the package are given.

A 9.12 Di 16:30 Labsaal

Bose-Einstein condensate in a double-well potential at finite temperature — ●BÖRGE HEMMERLING, RUDOLF GATI, TIMO OTTENSTEIN, JEROME ESTEVE, and MARKUS K. OBERTHALER — Kirchhoff-Institut für Physik, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 227, D-69120 Heidelberg

Here we present the experimental implementation of a single bosonic Josephson junction and discuss our latest results on the influence of thermal effects. The bosonic Josephson junction is realized by splitting a Bose-Einstein condensate with a double-well potential into two localized modes and couple them via tunnelling through the barrier. The potential is generated by the superposition of a dipole trap and a standing light wave and thus allows for a high degree of control over the experimental parameters. Especially the height of the barrier leading to different tunnelling couplings can be accessed directly. Additionally, the temperature of the trapped atoms can be varied over a wide range by holding the sample for different times in the trap. With this bosonic Josephson junction we investigate random fluctuations of the relative phase between the localized modes as a function of the coupling strength and the temperature of the thermal background. The quantitative agreement of our results with a classical model allows for the application of the measurements for thermometry. With this new tool it becomes possible to observe the heating up of a Bose-Einstein condensate in a regime where the standard time-of-flight method fails. These experiments reveal that the heat capacity of the degenerate Bose gas is in agreement with the theoretical prediction confirming the third law of thermodynamics.

A 9.13 Di 16:30 Labsaal

Towards heteronuclear Fermi-Fermi mixtures using a new resonator optical dipole trap — ●ANDREAS TRENKWALDER — Institut für Quantenoptik und Quanteninformation, ICT-Gebäude, Technikerstraße 21a, 6020 Innsbruck, Austria

We are setting up an experiment to study ultracold heteronuclear gas mixtures of lithium, potassium and strontium. We will focus on Fermions to study e.g. the BEC-BCS transition. In addition the setup allows mixtures including Bosons, which might for example lead to the condensation of strontium. Future plans include exploration of optical Feshbach resonances in alkaline/alkaline-earth mixtures.

The atoms will be collected in a two species MOT and transferred to

an optical dipole trap where they are cooled to BEC. We intend to use Feshbach resonances to enhance the elastic collision rate during evaporative cooling. A new resonator optical dipole trap design enlarges the trapping volume and depth which should result in increased capture of atoms from the MOT. We present a study of the influence of the glass-cell on the performance of the resonator.

A 9.14 Di 16:30 Labsaal

Ultracold Rydberg Atoms in a Structured or Unstructured Environment — ●IVAN C. H. LIU and JAN M. ROST — Max-Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Nöthnitzer Str. 38, D-01187, Dresden, Germany

We are interested in the traces the Rydberg atoms leave in an ultracold atomic gas. We distinguish the usual disordered gas (unstructured environment) and the ordered case, where Rydberg and ground-state atoms populate an optical lattice (structured environment). In the former case, we determine the optical spectrum and, in the latter, the adiabatic energy levels as a function of the lattice constant [1]. Further more, we will discuss the realizability of the predicted “trilobite” molecules [2], and the signature of such type of interaction in a pressure broadening experiment. [1] I. C. H. Liu and J. M. Rost, arxiv.org/physics/0512059, (2005). [2] C. H. Greene et al PRL 85, 2458 (2000).

A 9.15 Di 16:30 Labsaal

Networking surface-electrode ion traps for large-scale QIP* — ●R. REICHLE¹, S. SEIDELIN¹, J. CHIAVERINI², R.B. BLAKESTAD¹, J.J. BOLLINGER¹, J. BRITTON¹, R. EPSTEIN¹, D. HUME¹, W.M. ITANO¹, J.D. JOST¹, E. KNILL¹, C. LANGER¹, D. LEIBFRIED¹, R. OZERI¹, J. WESENBERG¹, and D.J. WINELAND¹ — ¹NIST, Time and Frequency Division, Boulder, CO 80305 — ²Los Alamos National Laboratory, NM 87545

We discuss how surface-electrode ion traps, i.e., planar miniaturized Paul traps where all electrodes reside in a single plane and ions reside above the plane, have many advantages over their multilayer variants for large scale trapped-ion quantum computing. In addition to their relatively simple manufacturing by standard microfabrication techniques, we consider some issues that make them preferable for their use in large scale structures. In the proposed multiplexing versions for large scale ion trap architectures, nodal points are required. These nodes serve as junctions for the ion qubits, to reliably and arbitrarily transfer quantum information from one location to another in the two planar dimensions. We propose optimized geometric layouts for these nodal points that allow for simple concatenation to a multiplexed architecture. High-fidelity simulations show that the proposed layouts are capable of reliably shuttling ion qubits between these elementary units. More explicitly, we identify problems that might arise in the realization of the nodal points and show how they can be eliminated. We provide accurate analytical models for surface-electrode ion traps for characterizing their global behavior, discuss design issues to avoid sites of anti-binding, introduce electrode shapes to smooth the transport characteristics near nodal points, and present ideas to compensate for micromotion in surface-electrode traps. Comparisons between simulations and preliminary experimental data are consistent to within a few percent.

*Supported by DTO and NIST.

A 10 Poster I: Wechselwirkung mit Elektronen und Ionen

Zeit: Dienstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

A 10.1 Di 16:30 Labsaal

Zerfall von Neon Dimeren durch Shake-up-induzierten ICD — ●TILL JAHNKE¹, ACHIM CZASCH¹, MARKUS SCHÖFFLER¹, MANUEL KÄSZ¹, JASMIN TITZE¹, KATHARINA KREIDI¹, ROBERT GRISENTI¹, ANDRE STAUDTE¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, LOTHAR SCHMIDT¹, UWE HERGENHAHN², HORST SCHMIDT-BÖCKING¹ und REINHARD DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, J. W. G. Universität Frankfurt, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt — ²Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM association, Boltzmannstr. 2, 85748 Garching

Mit Interatomic Coulombic Decay (ICD)[1] wurde in den letzten 2 Jahren ein neuartiger, interatomarer Zerfallsmechanismus, der nur in Clustern auftritt, experimentell nachgewiesen [2,3]. In diesen Untersuchungen wurde ICD nach der Erzeugung einer Innerschalenvakanze beobachtet. Kürzlich wurde gezeigt, daß ICD auch durch eine einfache elektronische

Anregung eines der Atome eines Clusters ausgelöst werden kann [4]. Die hier vorgestellten Untersuchungen zeigen: Ein ICD-artiger Prozess findet auch als Folge der Besetzung atomarer Shake-up-Zustände statt. Insbesondere tritt der beobachtete Zerfall nur für Shake-up-Zustände bestimmter Symmetrie auf, so daß sich hierdurch der Dipolcharakter des virtuellen Photons, das zwischen den beteiligten Atomen ausgetauscht wird, direkt zeigt.

[1] L.S. Cederbaum et al. Phys. Rev. Lett., 79:4778, 1997.

[2] S. Marburger, et al. Phys. Rev. Lett., 93:203401, 2003.

[3] T. Jahnke, et al. Rev. Lett., 93:163401, 2004.

[4] S. Barth, et al. J. Chem. Phys. 122, 241102, 2005.

A 10.2 Di 16:30 Labsaal

Photon emission in few-electrons heavy ion - atom collisions

— ●SHADI SALEM^{1,2}, FRITZ BOSCH¹, ANGELA BRÄUNING-DEMIAN¹, HARALD BRÄUNING³, SHYAMAL CHATTERJEE¹, ROBERT DUNFORD⁴, SIEGBERT HAGMANN², CHRISTOPHOR KOZHUHAROV¹, DIETER LIESEN¹, PAUL MOKLER¹, MUAFFAQ NOFAL^{1,2}, ZBIEGNIW STACHURA⁵, and ANDRZEJ WARCZAK⁶ — ¹GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ²Institut für Kernphysik, J. W. Goethe Universität, 40638 Frankfurt, Germany — ³Institut für Atom- und Molekülphysik, Justus-Liebig Universität, 35392 Giessen, Germany — ⁴Argonne National Laboratory, 60439 Argonne, USA — ⁵INP, Cracow, Poland — ⁶Institute of Physics, Cracow University, Cracow, Poland

The interaction of few-electrons heavy ions, at intermediate energies, with atoms in solid state targets provide a tool to investigate fundamental processes which lead to the population of different excited states in projectiles under the influence of strong central field, i.e. in highly charged ions with high atomic number Z . Collisions of Lead ions having one, two and three electrons, at 110 MeV/u, provided by the SIS/ESR heavy ion facility at GSI, with Aluminium solid targets have been investigated. This contribution will report on the analysis of x-ray emission spectra measured in coincidence with the projectile final charge state.

A 10.3 Di 16:30 Labsaal

Basis-Generator-Method calculations for collisions of He⁺ ions with noble gas atoms

— ●T. SPRANGER¹, M. ZAPUKHLYAK¹, M. KEIM^{1,2}, T. KIRCHNER¹, and H.J. LÜDDE² — ¹Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, Leibnizstraße 10, D-38678 Clausthal-Zellerfeld — ²Institut für Theoretische Physik, Goethe-Universität, Max-von-Laue-Straße 1, D-60438 Frankfurt/Main

He⁺-He collision processes (with and without active He⁺ projectile electron) and the effect of projectile potential choice have been investigated theoretically based on the nonperturbative basis generator method (BGM) [1,2] and its two center extension, TCBGM [3]. The analysis of single-particle solutions is performed on the level of the independent particle model with inclusion of the Pauli principle. Ionization, capture, and projectile electron loss cross sections are presented in the energy range from 1 to 10000 keV/amu. Good agreement with available experimental data is found except for projectile electron loss. A detailed comparison between TCBGM and BGM calculations as well as the importance of the correct asymptotic charges on both centers before the collision will be discussed.

[1] H.J. Lüdde *et al.*, J. Phys. B **29**, 4423 (1996)[2] O.J. Kroneisen *et al.*, J. Phys. A **32**, 2141 (1999)[3] M. Zapukhlyak *et al.*, J. Phys. B. **38**, 2353 (2005)

A 10.4 Di 16:30 Labsaal

Vielfachionisation und -einfang in F⁹⁺-Ne Stößen — ●M. KEIM^{1,2}, T. SPRANGER¹, M. ZAPUKHLYAK¹, T. KIRCHNER¹ und H.J. LÜDDE² — ¹Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, Leibnizstraße 10, D-38678 Clausthal-Zellerfeld — ²Institut für Theoretische Physik, Goethe-Universität, Max-von-Laue-Straße 1, D-60438 Frankfurt/Main

Totale Wirkungsquerschnitte für Umladungsprozesse in schnellen Stößen hochgeladener Ionen an Vielelektronenatomen sind vielfältig vermessen und berechnet, aber nur in wenigen Fällen befriedigend analysiert und durch Rechnungen erklärt worden. Beispielsweise deuteten quantenmechanische Rechnungen für das Stoßsystem F⁹⁺-Ne bei einer Projektilenergie von 1 MeV/amu an, dass sowohl dynamische Abschirmungseffekte als auch indirekte Ionisationsprozesse Einfluss auf die Resultate nehmen. Es konnte jedoch keine gute Übereinstimmung mit experimentellen Daten erzielt werden [1].

In diesem Beitrag präsentieren wir neue Rechnungen auf der Grundlage der kürzlich vorgestellten Zweizentren-Erweiterung der Basis Generator Methode [2]. Die Bedeutung dynamischer Abschirmungseffekte und indirekter Ionisationsprozesse wird anhand systematischer Modelle im Vergleich mit den experimentellen Daten untersucht.

[1] T. Kirchner *et al.*, Physica Scripta **T80**, 416 (1999)[2] M. Zapukhlyak *et al.*, J. Phys. B. **38**, 2353 (2005)

A 10.5 Di 16:30 Labsaal

Charge Exchange of Highly Charged Ions from the Berlin EBIT with a Gas Target

— ●FRANCES ALLEN, CHRISTOPH BIEDERMANN, RAINER RADTKE, and GERD FUSSMANN — Institut für Physik der Humboldt-Universität zu Berlin, AG Plasmaphysik, Newtonstraße 15, 12489 Berlin and Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Bereich Plasmediagnostik, EURATOM Association, Germany

Highly Charged Ions (HCIs) are produced nearly at rest with an Electron Beam Ion Trap (EBIT) and extracted with a potential of 5 kV for interactions with a gas target. The ions in the extraction pulses are selected according to their mass-to-charge ratio using a Wien filter and the target gas is injected into the beamline using a pulsed supersonic jet.

When a HCI approaches a gas neutral, electron capture into Rydberg states of the ion occurs. The classical over-the-barrier (COB) model for slow HCIs describes this process and predicts the principle quantum number (n) of the state into which the electron is transferred. The excited electron then cascades to ground level resulting in a radiative emission spectrum characteristic of the interacting species and the capture state.

For charge exchange between Ar ^{q} ($q=17,18$) ions and Ar neutrals the COB model predicts preferential capture into $n=8$. Theoretical emission spectra for electron capture into all the $n=8$ orbital angular momentum (ℓ) states of Ar ^{$17+,18+$} have been calculated and are compared with experimental spectra measured with an x-ray detector. Of particular interest is the velocity dependence of the ℓ -capture state and deceleration grids before the target enable investigation with ions of energies below 100q eV.

A 10.6 Di 16:30 Labsaal

Differential Cross Sections for Single and Multiple Ionization in 3.6 AMeV Cr⁷⁺ and Cr²⁰⁺ + Ar Collisions

— ●M. NOFAL^{1,2}, S. HAGMANN^{3,2}, C. KOZHUHAROV², R. MOSHAMMER¹, and N. LINEVA² — ¹Max Planck Inst. f. Kernphysik, Heidelberg — ²GSI-Darmstadt — ³Inst. f. Kernphysik, Univ. Frankfurt

We have investigated single and multiple ionization of Ar using 3.6 AMeV Cr⁷⁺ and Cr²⁰⁺ beams from the UNILAC. The perturbation strength characterized by the Sommerfeld parameter q/v varied between 0.6 and 1.7. Electrons and recoil ions emitted in the collision were momentum analyzed using a reaction microscope. We present differential cross sections as a function of electron and recoil longitudinal momentum for a number of electron multiplicities. We compare data with cross sections [1] derived for Ar ionized with strong perturbations $q/v = 4.4$.

[1] R. Moshhammer *et al* Phys. Rev. Lett. **83**(4721) 1999

A 10.7 Di 16:30 Labsaal

Electron energy and angular distributions following the projectile ionization in relativistic ion-atom collisions

— ●S. FRITZSCHE¹, A. SURZHYKOV², and T. STÖHLKER³ — ¹Universität Kassel, D-34132 Kassel, Germany — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg, Germany — ³Gesellschaft für Schwerionenforschung, D-64291 Darmstadt, Germany

The projectile ionization of highly-charged, hydrogen-like ions is studied within the framework of first-order perturbation theory and Dirac's relativistic equation [1]. Emphasis is placed, in particular, on the angular and energy distributions of the emitted electrons as observed in both, the projectile and the laboratory frame. Detailed computations are carried out to investigate the effects from the excited states of the projectiles upon the energy-differential ionization cross sections. For relativistic U⁹¹⁺ ions, for instance, a small partial population of the excited 2s_{1/2} state results in a much narrower energy spectrum of the emitted electrons than obtained for the case of a pure K-shell ionization. This behaviour of the differential cross sections might help understand a recent observation by Vane *et al.* [2] on the ionization of heavy, hydrogen-like projectiles in ultra-relativistic ion-atom collisions. Our calculations clearly indicate that a proper size of the partial-wave expansions is critical in order to ensure an accurate evaluation of the electron energy and angular distributions.

[1] A. Surzhykov and S. Fritzsche, J. Phys. **B38**, 2711–2721 (2005).[2] C. Vane *et al.*, Proc. 21st Int. Conf. of the Physics of Electronic and Atomic Collisions (Sendai, Japan), 709 (2000).

A 10.8 Di 16:30 Labsaal

A transportable high density magneto-optical trap

— ●W. SALZMANN, J. ENG, U. POSCHINGER, R. WESTER, and M. WEIDEMÜLLER — Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str.3, 79104 Freiburg

We present act and mobile magneto-optical trap as a target for atom, ion and photon beams. Total numbers of 10⁷ atoms are trapped at densities of 10¹¹ 1/cm³ in a forced DarkSPOT and temperatures of 100 μ K. Molecules produced in the trap are REMPI ionized and mass-analysed with a quadrupole mass spectrometer. Alternatively, atoms ionized in collision can be momentum analyzed with a COLTRIMS detector.

At present the apparatus is employed in a collaboration project with

the group of L. Wöste at the FU Berlin, investigating the photoassociation of ultracold molecules with shaped femtosecond pulses [1]. The status of the experiment will be reported

[1] W. Salzmann *et al.* physics/0509056

A 10.9 Di 16:30 Labsaal

Channel-selective electron emission spectra from fragmentation of CO_2 and H_2 by fast proton impact. — ●CHRISTINA DIMOPOULOU¹, R. MOSHAMMER¹, A. DORN¹, D. FISCHER¹, C. HÖHR¹, J. ULLICH¹, M.E. GALASSI², R.D. RIVAROLA², and P.D. FAINSTEIN³ — ¹MPI für Kernphysik, Heidelberg — ²Instituto de Fisica Rosario, Argentina — ³Centro Atomico Bariloche, Argentina

Dissociative ionization of H_2 and CO_2 by 6 MeV proton impact was studied in a reaction microscope. Channel-selective low-energy electron spectra were recorded, by measuring the momenta of the emitted electron and the recoil ionic fragment in coincidence. The data for CO_2 are compared with a CDW-EIS calculation for molecular orbitals. A good qualitative agreement is observed even though the model does not account for the vibrational motion. The electron energy spectra show rich structure due to molecular excitation channels which undergo radiationless decay, via autoionization and predissociation [1]. The interference patterns recently observed in electron emission from ion-impact ionization of H_2 , in analogy to Young's two-slit experiment [2], are predicted to be more pronounced if the orientation of the molecular axis could be fixed in space at the instant of the collision [3]. Experimentally, the dissociative ionization of H_2 gave access to molecular-frame angular distributions of emitted electrons. They are compared with the CDW-EIS calculation [4]. [1] C. Dimopoulou *et al.*, J. Phys. B 38, 3173 (2005) [2] N. Stoltherfoht *et al.*, Phys. Rev. Lett. 87, 023201 (2001) [3] G. Laurent *et al.*, J. Phys. B 35, L495 (2002) [4] C. Dimopoulou *et al.*, J. Phys. B 38, 593 (2005)

A 10.10 Di 16:30 Labsaal

Fragmentation von CF_4 in Stößen mit schnellen Ionen — ●UDO WERNER¹ und BÄRBEL SIEGMANN² — ¹Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, 33615 Bielefeld — ²Institut für Physik, Universität Dortmund, 44221 Dortmund

Es wurde die Ionisation und Fragmentation von CF_4 in Stößen mit schnellen Ionen untersucht. Die im Stoß erzeugten Fragmentionen werden durch ein elektrisches Feld separiert und mit einem orts- und zeitauflösenden Mehrteilchen-Detektor in Koinzidenz nachgewiesen. Infolge der praktisch vernachlässigbaren Totzeit des Systems können auch komplexere Fragmentationskanäle wie z.B. $CF_4 \rightarrow CF_2^+ + 2F^+$ oder $CF_4 \rightarrow C^{++} + 4F^+$ identifiziert und analysiert werden. Für Ereignisse bei denen alle entstehenden Fragmente in Koinzidenz nachgewiesen werden, ermöglichen die gemessenen Positionen und Flugzeiten eine kinematisch vollständige Beschreibung des Fragmentationsprozesses.

A 10.11 Di 16:30 Labsaal

Interferenzen beim dissoziativen Elektronentransfer in Proton-D2-Stößen — ●JASMIN TITZE, MARKUS SCHÖFFLER, LOTHAR PH. H. SCHMIDT, ACHIM CZASCH, MIRKO HATTASS, TILL JAHNKE, SVEN SCHÖSSLER, OTTMAR JAGUTZKI, CHRISTINE WIMMER, REINHARD DÖRNER und HORST SCHMIDT-BÖCKING — Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt

Es wurde die Reaktion $p + D_2 \rightarrow H + D + D^+$ 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 Streuwinkelauflösung in der Kollimationstrecke eine elektrostatische Quadrupollinse eingebaut, die den Durchmesser des Protonenstrahl auf dem Projektildetektor um einen Faktor 2,5 reduziert. Es werden die Ergebnisse präsentiert.

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

A 10.12 Di 16:30 Labsaal

Transferionisation in schnellen Ion-Atom-Stößen - Fin gerabdruck der Grundzustandswellenfunktion — ●MARKUS S. SCHÖFFLER, JASMIN N. TITZE, LOTHAR PH. H. SCHMIDT, OTTMAR JAGUTZKI, VOLKER MERGEL, REINHARD DÖRNER und HORST SCHMIDT-BÖCKING — Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Max-von-Laue-Straße 1, 60438 Frankfurt/Main

Der kinematische Elektronentransfer (OBK) in schnellen Ion-Atom-Stößen ist empfindlich auf die hohen Impulskomponenten der Grundzustandswellenfunktion. In Stößen von H^+ , He^+ und He^{2+} -Projektilen mit einem Heliumtarget wurden die vollständig differenziellen Wirkungsquerschnitte der Transferionisation (TI) mittels der COLTRIMS-Technik in einem Energiebereich von 40 keV/u bis 630 keV/u gemessen. Die Elektronenimpulsverteilung ist stark von der Projektilgeschwindigkeit abhängig und wird von verschiedenen Prozessen dominiert. Während bei niedrigen Geschwindigkeiten ($v_p < 2a.u.$) die meisten Elektronen aus molekularen Prozessen stammen, sind bei hohen Geschwindigkeiten binary encounter und shake off Prozesse für die Kontinuumslektronen verantwortlich. Diese Shake-off-Elektronen tragen u. a. Informationen über Grundzustandskorrelationen und werden in rückwärtiger Richtung emittiert. Außerdem wird der Einfluss verschiedener Projektilen gezogen.

A 10.13 Di 16:30 Labsaal

Vergleichende Experimente von Transfer- zu Einfachionisation in $H^+ - He$ -Stößen — ●MARKUS S. SCHÖFFLER¹, J. N. TITZE¹, L. PH. H. SCHMIDT¹, O. JAGUTZKI¹, A. HASAN^{2,3}, N. V. MAYDANYUK², M. SCHULZ², H. SCHMIDT-BÖCKING¹ und R. DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Max-von-Laue-Straße 1, 60438 Frankfurt/Main — ²Department of Physics and Laboratory for Atomic, Molecular and Optical Research, University of Missouri-Rolla, Rolla, MO, 65409, USA — ³Department of Physics, University of the United Arab Emirates, P.O. Box 17551, Al Ain, Abu Dhabi, United Arab Emirates

Experimentelle Untersuchungen von Ionisationsprozessen in Ion-Atom-Stößen konzentrieren sich traditionell auf Energie und Winkelverteilungen der emittierten Elektronen. Wegen der großen Masse sind der Streuwinkel des Projektils und die Energie des Rückstoßions winzig klein und damit auch schwer zu messen, weshalb nur wenige weitere Experimente existieren. Durch Messung der Impulsvektoren von Rückstoßion und Elektron bzw. Projektilstreuwinkel, dessen Energieverlust sowie ebenfalls der Impulsvektoren des Rückstoßions - beide nach der COLTRIMS-Methode - ist es möglich, kinematisch vollständige Experimente durchzuführen. Der Vergleich zwischen Transfer- und Einfachtargetionisation bei niedrigen Projektilenergien (60 bzw. 75 keV/u) in $H^+ - He$ -Stößen offenbart vor allem den bisher nur wenig berücksichtigten Einfluss der Wechselwirkung des emittierten Elektrons mit dem Targetionentrumpf.

A 10.14 Di 16:30 Labsaal

Dissoziativer Elektroneneinfang bei langsamen Stößen — ●LOTHAR SCHMIDT, MARKUS SCHÖFFLER, JASMIN TITZE, THORSTEN WEBER, HORST SCHMIDT-BÖCKING und REINHARD DÖRNER — Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Max-von-Laue-Straße 1, 60438 Frankfurt am Main

Es wurde der dissoziative Elektroneneinfang in einfach geladene, zweiatomige Moleküle bei Stoßgeschwindigkeiten unterhalb von 1 a.u. vermessen. Durch Kombination von COLTRIMS zur Bestimmung des Impulsübertrages auf das Target (und insbesondere des Q-Wertes), kombiniert mit einer Streuwinkel- und einer Relativflugzeitmessung für die Fragmente des molekularen Projektils wurde der Endzustand kinematisch vollständig bestimmt. In vielen Fällen kann die "Axial Recoil Approximation" als gültig angenommen werden, d.h., die gemessene Dissoziationsachse bestimmt die Orientierung des Moleküls während der Reaktion. Anhand der gemessenen Verteilungen können verschiedene Reaktionswege im Korrelationsdiagramm des Moleküls identifiziert werden. Die Winkelverteilung der Molekülachse, gemessen in Bezug zur Strahlrichtung und dem Impulstransfer auf das Target, spiegelt für kleine Impulsüberträge die Elektronendichte des molekularen Zustands wider, der besetzt wurde.

A 10.15 Di 16:30 Labsaal

Complete Double Differential Cross Sections for Low Energy Electron Emission in Solids Induced by Swift Heavy Ion Impact — •NATALIA LINEVA¹, SIEGBERT HAGMANN^{1,2}, CHRISTOPHOR KOZHUHAROV¹, MICHAEL KRÄMER¹, GERHARD KRAFT¹, and HERMANN ROTHARD³ — ¹GSI-Darmstadt — ²Institut f.Kernphysik, Univ.Frankfurt — ³CIRIL-GANIL Caen, Frankreich

The knowledge of the double differential cross section (DDCS) for the low energy electron emission after passage of swift heavy ions through condensed matter is an ingredient of a conformal modeling of the radiotherapy plans with C^{12} ions at GSI. We initiated an extended investigation of the low energy electron emission induced by swift heavy ion impact on thin solid foils. Yields of low energy electrons (from 0 up to 1000eV) emitted from the foils after heavy ion impact between 0 and $\pm 180^\circ$ with respect to the beam axis are energy and angle analyzed with a toroidal electrostatic electron spectrometer. From energy shift, broadening and attenuation of the Auger electron peak, transport properties from the ion track to the surface in solid state targets are derived. This facilitates Monte Carlo methods to derive the DDCS for the electron emission. A wide range of materials with different Z and different densities is used as solid state targets in order to assess the influence of free electron density etc. on low energy electron emission. For arriving at reliable scaling of DDCS a sequence of projectiles with a range of Z between C up to U and energies between 3.6 and 15 AMeV from UNILAC GSI will be used. First results with 3.6 AMeV C^{2+} are presented.

A 10.16 Di 16:30 Labsaal

($e, e\gamma$) und ($e, 2e$) Koinzidenzexperimente mit spinpolarisierten Elektronen — •F. JÜTTEMANN¹, G. AUSSENDORF¹, Z. PETUKER¹, S. SCHMITTER¹, A. TEPE¹, B. LOHMANN² und G. F. HANNE¹ — ¹Physikalisches Institut, Universität Münster, 48149 Münster — ²Centre for Quantum Dynamics, Griffith University, Nathan, Qld, Australia, 4111

Die theoretische Beschreibung der Streuung von Elektronen an leichten Atomen wie Na erzielte ihren entscheidenden Durchbruch in den letzten 10 Jahren in Form konvergierender Verfahren nur dadurch, dass nahezu vollständige und sehr genaue Messungen verschiedenster Streuparameter vorlagen, mit denen theoretische Ansätze verglichen werden konnten. Insbesondere spinaufgelöste Messungen trugen hierzu maßgeblich bei. Der Stand der theoretischen Beschreibung für komplexe Targets wie Hg ist jedoch nach wie vor recht unbefriedigend; es ist ein Ziel der Forschungsarbeit in unserer Arbeitsgruppe, für Modell-Targets wie Hg die verschiedensten Stoßphänomene (Orientierung, Ausrichtung, Spinaustausch, explizit spinabhängige Kräfte) gezielt zu studieren und sehr genaue und möglichst vollständige experimentelle Daten zu liefern, die zu einem ähnlich erfolgreichen Durchbruch der theoretischen Beschreibung auch für schwere Targets führen könnte.

Wir berichten über abgeschlossene Elektron-Photon-Koinzidenz-Messungen, sowie erste ($e, 2e$)-Koinzidenz-Messungen an Hg, wobei der Einsatz eines Multi-Detektorsystems, das es erlaubt, eine Reihe verschiedener Streu- und Ablenkwinkel simultan zu beobachten, eine große Hilfe sein soll.

A 10.17 Di 16:30 Labsaal

Elektronenaustausch bei Elektron-Molekül-Streuprozessen — •I. HOLTKÖTTER und G. F. HANNE — Physikalisches Institut, Universität Münster, 48149 Münster

In der Physik der Erdatmosphäre und in der Plasmaphysik sind Streuprozesse von niederenergetischen Elektronen mit einfachen paramagnetischen Molekülen wie O_2 , NO und NO_2 von zentraler Bedeutung. Bei diesen Streuprozessen kann man Elektronen-Austausch-Prozesse direkt beobachten, wobei das einlaufende Elektron mit einem Elektron des Targets ausgetauscht wird. Die experimentelle Untersuchung dieser Mechanismen ist ein entscheidender Schritt bei der Weiterentwicklung von theoretischen Modellen zur Beschreibung von Elektron-Atom/Molekül-Streuprozessen. Bereits in früheren Experimenten wurden Diskrepanzen zwischen den experimentellen Werten und den theoretischen Berechnungen festgestellt, die durch aktuelle Messungen bestätigt werden konnten. Ziel unserer Arbeit ist es, diese Unterschiede genauer zu untersuchen und einen tieferen Einblick in die beteiligten Prozesse zu gewinnen. In unserem aktuellen Experiment wird der Elektronenspin als Markie-

rung der Elektronen benutzt. Spinpolarisierte Elektronen werden an einem Targetgas wie z. B. O_2 gestreut, unter einem Streuwinkel bis 130° aufgefangen und in einer Mott-Kammer zur Bestimmung der Spinpolarisation nach dem Streuprozess nachgewiesen.

A 10.18 Di 16:30 Labsaal

Effects of the target polarization on the diagnostics of spin-polarized ion beams at storage rings — •ANDREY SURZHYKOV¹ and STEPHAN FRITZSCHE² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ²Universität Kassel, Kassel, Germany

During the last years, experiments with spin-polarized heavy ion beams at storage rings have attracted substantial interest in atomic, nuclear and high-energy physics. Apart from the production of polarized ions, any practical realization of such experiments requires also an effective tool for the diagnostics of the beam polarization. Recently, we have proposed to utilize the radiative capture of a target electron into a bound states of the projectile ions (REC) as a "polarization probe" process. In particular, we demonstrated that the linear polarization of the recombination x-ray photons is uniquely defined by the spin state of the ion beam [1]. This important result, however, was obtained by assuming that the target electrons are themselves *unpolarized*. The emphasis on unpolarized electrons seems to be appropriate for nowadays collision studies, but experiments with polarized targets are likely to be performed at the GSI facility in Darmstadt in forthcoming years. In our presentation, therefore, we discuss how a (non-zero) target polarization may affect the linear polarization of the recombination photons and, hence, may result in some uncertainties concerning the spin-diagnostics of the ion beams. Detailed calculations are presented for the capture of polarized electrons by polarized (hydrogen-like) ions, using a wide range of nuclear charges and projectile energies.

[1] A. Surzhykov *et al.*, Phys. Rev. Lett. **94**, 203202 (2005).

A 10.19 Di 16:30 Labsaal

Streuwindeldifferenziereller Wirkungsquerschnitt für Ein- und Zweielektronentransfers in H^+ - und $He^{1,2+}$ -Stößen mit Helium — •MARKUS S. SCHÖFFLER¹, JASMIN N. TITZE¹, LOTHAR PH. H. SCHMIDT¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, REINHARD DÖRNER¹, HORST SCHMIDT-BÖCKING¹ und IVAN MANCEV² — ¹Institut für Kernphysik, Johann-Wolfgang-Goethe Universität Frankfurt — ²Department of Physics, University of Nis

Mittels der COLTRIMS-Technik, wurde der differenzielle Wirkungsquerschnitt für Ein- und Zweielektronentransfer in Proton-Helium-, $He^+ - He$ - und $He^{2+} - He$ -Stößen bestimmt. Die Projektilenergien betragen 40 bis 630 keV/u und decken damit sowohl den Bereich großer und kleiner Störungen ab. Außerdem Bei höchsten Energien konnte der Elektron-Thomas-Prozess experimentell beobachtet werden. wird der Vergleich mit neuen theoretischen Ergebnissen der four-body one-channel distorted wave Modelle (CDW-BFS, CDW-BIS und BDW) gezogen, die in guter Übereinstimmung mit den experimentellen Daten stehen.

A 10.20 Di 16:30 Labsaal

Chaotic scattering of electrons by Hydrogen — •I.A. YASTREMSKY and J.M. ROST — Max-Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Dresden

The irregular fluctuations in cross section (Ericson fluctuations) are known to exist in many physical systems when the mean energy spacing D between resonances becomes much less than their typical width Γ [1-3]. The theory of Ericson fluctuations has been developed for systems with short range forces [1, 3]. Here we have investigated the chaotic scattering of electron on Hydrogen (long range forces) when the total energy E is close to the double-ionization threshold semiclassically. We shall demonstrate that the semiclassical autocorrelation function $c(\Delta) = \langle S(E)S(E + \Delta) \rangle$ for the S -matrix has not the standard Lorentzian shape as predicted in [1, 3] for the systems with short range forces. This behavior is due to the fact that the dynamic of H^- is neither fully chaotic nor regular.

[1] T. Ericson, Annal of Physics, 23, 390-414 (1963)

[2] R. Püttner, B. Gremaud, D. Delande, M. Domke, M. Martins, A. S. Schlachter, and G. Kaindl, Phys. Rev. Lett., 86, 3747-3750 (2001)

[3] R. Blümel and U. Smilansky, Phys. Rev. Lett., 60, 477-480 (1998)

A 11 Ultrakalte Atomphysik III

Zeit: Mittwoch 10:40–12:25

Raum: H6

A 11.1 Mi 10:40 H6

Atomic fountain clocks: recent results — ●P. ROSENBUSCH¹, S. BIZE¹, F. CHAPELET¹, PH. LAURENT¹, H. MARION¹, C. VIAN¹, CH. SALOMON², and A. CLAIRON¹ — ¹SYRTE, Observatoire de Paris, FRANCE — ²LKB, ENS, Paris, FRANCE

In 1967 the second was defined through the hyperfine transition of ¹³³Cs. Since then much effort has been spent on realising a macroscopic, usable clock signal. The best approach today are atomic fountain clocks, regularly serving as primary standards. About 10⁹ atoms are laser cooled to 1 μ K and launched up vertically. On their way up and down the atoms pass through a microwave cavity, where they interact with a reference microwave signal for about 12 ms. The duration between the two interactions is typically 0.5 s. This Ramsey interrogation leads to a 1 Hz FWHM of the central fringe [1].

In this conference we will present recent improvements on the 3 fountains operated by SYRTE and discuss their clock performances. We will demonstrate a relative clock stability of near to $1 \cdot 10^{-14}$ at 1 s and an accuracy of a few 10^{-16} . We give details on the first direct comparison between two fountain clocks having a stability of $6 \cdot 10^{-14}$ at 1 s [2]. Clock comparisons between Cs and Rb test the possible variation of fundamental constants such as α . We find no variation of α above $7 \cdot 10^{-17}$ /year [1,3].

[1] S. Bize *et al.*, C. R. Physique **5**, 829 (2004); S. Bize *et al.*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **38**, S449 (2005)

[2] C. Vian *et al.*, IEEE Trans. Instrum. Meas. **54**, 833 (2005)

[3] H. Marion *et al.*, Phys. Rev. Lett. **90**, 150801 (2003)

A 11.2 Mi 10:55 H6

Precision spectroscopy with entangled states — ●MICHAEL CHWALLA, CHRISTIAN ROOS, DANY CHEK-AL-KAR, MARK RIEBE, JAN BENHELM, KIHWAN KIM, PIET SCHMIDT, WOLFGANG HÄNSEL, HARTMUT HÄFFNER, TIMO KÖRBER und RAINER BLATT — Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck, Technikerstrasse 25, A-6020 Innsbruck

The use of entangled states can provide an increased sensitivity in quantum-limited spectroscopic measurements, leading to an uncertainty that is inversely proportional to the number of particles instead of the usual square-law dependence.

In this contribution, we show that spectroscopy with maximally entangled states of atoms also offers significant advantages over experiments done with single atoms. As a first example, we demonstrate that entanglement of two ⁴⁰Ca⁺ ions can be used for measuring tiny frequency shifts of the $S_{1/2} \rightarrow D_{5/2}$ transition arising from second-order Zeeman effect and electric quadrupole shifts due to the trapping potential. Secondly, we discuss how entanglement can be used to effectively eliminate first-order Zeeman shifts in spectroscopy with ⁴⁰Ca⁺ even though there are no $m = 0 \rightarrow m = 0$ transitions.

A 11.3 Mi 11:10 H6

Hydrodynamic shape oscillations in non-degenerate Bose gases — ●CHRISTIAN BUGGLE^{1,2}, PAOLO PEDRI³, WOLF VON KLITZING^{1,4}, and JOHANNES T.M. WALRAVEN¹ — ¹FOM-Institute for Atomic and Molecular Physics, Kruislaan 407, 1098SJ Amsterdam and Van der Waals-Zeeman Institute, University of Amsterdam, Valckenierstraat 65-67, 1018XE Amsterdam, The Netherlands — ²Ecole Normale Supérieure, 24, rue Lhomond, 75231 Paris, France — ³Institut für Theoretische Physik III Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57 V, 70550 Stuttgart, Germany and LPTMS Université Paris-Sud, bâtiment 100, Centre Scientifique d'Orsay, 91405 Orsay, France — ⁴IESL-FORTH, P.O. Box 1527, 711 10 Heraklion, Greece

We have investigated collective oscillations of non-degenerate clouds of ⁸⁷Rb atoms as a function of density in an elongated magnetic trap. For the low-lying $M=0$ monopole-quadrupole shape oscillation we have measured the oscillation frequencies and damping rates. At the highest densities the mean-free-path is smaller than the axial dimension of the sample, which corresponds to collisionally hydrodynamic conditions. This allows us to cover the cross-over from the collisionless to the hydrodynamic regime. We present our experimental results, which show good agreement with theory. We also demonstrate a detailed analysis of the influence of trap anharmonicities on the oscillations in relation to observed temperature dependencies of the dipole and quadrupole oscil-

lation frequencies. We present convenient expressions to quantify these effects.

A 11.4 Mi 11:25 H6

Quantum reflection traps — ●JAVIER MADRONERO, ALEXANDER JURISCH, and HARALD FRIEDRICH — Physik Department, Technische Universität München, 85747 Garching b. München

First estimates of survival times for atoms in a quantum reflection trap are based on simple one-dimensional sharp step potential models [1]. We investigate a more realistic description for higher-dimensional traps, in particular with regard to the atom-surface potential for nontrivial geometries.

[1] A. Jurisch and H. Friedrich, Phys. Lett. A (available online since 16 Sept. 2005).

A 11.5 Mi 11:40 H6

Cavity QED Detection of Interfering Matter Waves — ●TOBIAS DONNER, THOMAS BOURDEL, STEPHAN RITTER, ANTON ÖTTL, MICHAEL KÖHL, and TILMAN ESSLINGER — Institute of Quantum Electronics, ETH Zurich, CH-8093 Zurich, Switzerland

The duality between waves and particles is a fundamental concept of quantum mechanics. In a double-slit experiment with cold atoms we demonstrate the build-up of a matter wave interference pattern from single atom detection events.

The interference arises from two overlapping atom laser beams extracted from a Rubidium Bose-Einstein condensate. 36mm beneath the condensate, the atoms are detected in a high-finesse optical cavity. It works in the strong coupling regime of cavity quantum electrodynamics and is capable to identify single atom transits. The experiment reveals simultaneously the granular and the wave nature of matter.

A 11.6 Mi 11:55 H6

Laser Cooling of Barium — ●SUBHADEEP DE, UMAKANTH DAMMALAPATI, ARAN MOL, KLAUS JUNGSMANN, and LORENZ WILLMANN — KVI, Zernikelaan 25, 9747AA Groningen, The Netherlands

Laser cooled and trapped atoms are increasingly used worldwide for variety of high precision experiments. The TRI μ P (Trapped Radioactive Isotopes: μ icro-Laboratories for Fundamental Physics) at KVI is aimed to investigate new physics beyond the Standard Model by precision measurement of fundamental interactions and symmetries. Our approach is the search for permanent electric dipole moment (edm) in atom where radium (Ra) is a promising candidate. Its dipole moment is enhanced by orders of magnitude due to close lying states of opposite parity, i.e. 3P1 and 3D2 [1]. Radium is also interesting for measurements of atomic parity violation effects [2].

Since radium has a similar level structure to barium, we investigate as a first step laser cooling of barium. We slow down atoms from a thermal barium beam using 1S0-1P1 transition at 553.7 nm as a cooling cycle. Since the rather strong leakage into metastable D-states, the use of repumping lasers is essential (1130 nm and 1500 nm). We show that we increase the flux of atoms at low velocities relative to the Maxwell-Boltzmann distribution. We work on confining these slowed atoms in a MOT.

[1] V.V. Flambaum, Phys. Rev. A **60**, R2611 (1999); V.A. Dzuba *et al.*, Phys. Rev. A **61**, 062509 (2000). [2] V.A. Dzuba *et al.*, Phys. Rev. A **63**, 062101 (2001).

A 11.7 Mi 12:10 H6

Zeitdauer von Transmission und Quantenreflexion in langreichweitigen attraktiven Potenzialen — ●ESKENDER MESFIN und HARALD FRIEDRICH — Physik Department T30, T.U. München

In langreichweitigen attraktiven atomaren Potenzialen ist die Bewegung nicht nur bei sehr großen Abständen klassisch, sondern auch bei „kleineren“ Abständen, die allerdings noch einige dutzend atomare Einheiten betragen können. Dazwischen — für schwelennahe Energien bei einigen tausend atomaren Einheiten — liegt ein quantenmechanischer Bereich, an dem von fern einlaufende Teilchen auch ohne klassischen Umkehrpunkt reflektiert werden können. Die Wahrscheinlichkeiten für und der zeitliche Ablauf von solcher Quantenreflexion wurde für typische atomare Potenziale in den letzten Jahren untersucht [1–3].

Der gegenwärtige Beitrag widmet sich dem Zeitablauf der Transmission durch den quantenmechanischen Bereich im Potentialschwanz. Die ermittelten Transmissionszeiten ergänzen stimmig die bekannten Resultate für Quantenreflexion der von fern einlaufenden Teilchen. Gleichzeitig erhalten wir aber auch Informationen über die Reflexionszeiten für Wellenpakete, die vom klassischen Bereich bei „kleineren“ Abständen nach

außen laufen und zurück reflektiert werden. Diese Quantenreflexionszeiten im Innenbereich scheinen naiven Kausalitätsüberlegungen zu widersprechen und bedürfen einer genaueren Interpretation.

- [1] H. Friedrich, G. Jacoby, C.G. Meister, Phys. Rev. A 65 (2002) 032902
- [2] H. Friedrich, A. Jurisch, Phys. Rev. Lett. 92 (2004) 103202
- [3] A. Jurisch, H. Friedrich, Phys. Rev. A 70 (2004) 032711

A 12 Atomare Systeme in externen Feldern I

Zeit: Mittwoch 14:00–16:00

Raum: H6

Hauptvortrag

A 12.1 Mi 14:00 H6

The geometry of time-dependent transition states — •T. BARTSCH, T. UZER, J. MOIX, and R. HERNANDEZ — Center for Nonlinear Science, School of Physics, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA

The paradigm of Transition State Theory, though taken from chemical reaction dynamics, is applicable to processes as diverse as the ionization of atoms and the capture of asteroids. We present a construction that makes Transition State Theory available to systems under external driving and promises applications to atoms and molecules in laser fields or atomic recombination in plasmas.

A 12.2 Mi 14:30 H6

Hydrogenic Stochastic Resonance — •KAMAL P. SINGH and JAN M. ROST — Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Dresden

Stochastic resonance is a counterintuitive mechanism whereby noise enhances the response of nonlinear systems to a weak coherent signal. Despite its presence in remarkably diverse physical systems, only a few quantum mechanical examples of bistable systems have been discussed [1-3]. Here we shall demonstrate the existence of stochastic resonance effect in the simplest atomic system, namely hydrogen. Both the classical and the quantum mechanical description of associated electron dynamics allows us to further investigate the nature of the classical-quantum correspondence principle for the stochastic resonance. We also discuss the possibility of observing the proposed signature in a real experimental setting.

- [1] R. Löfstedt and S. N. Coppersmith, Phys. Rev. Lett. 72, 1947 (1994)
- [2] L. Gammaitoni, P. Hänggi, P. Jung, and F. Marchesoni, Rev. Mod. Phys. 70, 223 (1998)
- [3] T. Wellens, V. Shatokhin, and A. Buchleitner, Rep. Prog. Phys. 67, 45 (2004)

A 12.3 Mi 14:45 H6

Molecular response to noise — •ANATOLE KENFACK¹, JAN MICHAEL ROST¹, and FRANK GROSSMANN² — ¹Max-Planck Institute for the Physics of Complex Systems, Dresden, Germany — ²Institute for Theoretical Physics, Dresden University of Technology, D-01062 Dresden, Germany

Ionization versus fragmentation of the Hydrogen molecular ion under noise will be addressed beyond the Born-Oppenheimer approximation. Furthermore, we will show that this noise source is an efficient way, as compared to intense laser fields, to dissociate diatomic molecules such as HCl, HF, etc. without ionizing them [A. Kenfack and Jan M. Rost, JCP **123**, 204322 (2005)].

A 12.4 Mi 15:00 H6

Microwave-driven Rydberg atoms: From multiphoton ionisation to Einstein's photo effect — •ALEXEJ SCHELLE¹, ARTEM DUDAREV¹, DOMINIQUE DELANDE², and ANDREAS BUCHLEITNER¹ — ¹Max Planck Institut fuer Physik komplexer Systeme Noethnitzer Str. 38, 01187 Dresden - Germany — ²Laboratoire Kastler Brossel, Université Pierre et Marie Curie 4, place Jussieu, 75252 Paris 05 - France

We report on numerically exact ab initio quantum calculations on alkali Rydberg atoms under microwave driving. Here, we focus on the competition between different ionisation processes as the driving field frequency is continuously tuned from multiphoton to single-photon transitions from the atomic initial state to the atomic continuum.

Our numerical results, which are obtained by combining the Floquet picture with R-matrix theory and complex rotation of the Hamiltonian, on

the most advanced supercomputing facilities, are compared with recent experimental data for different atomic species.

A 12.5 Mi 15:15 H6

Ericson fluctuations in an open, deterministic quantum system: theory meets experiment — •JAVIER MADRONERO¹ and ANDREAS BUCHLEITNER² — ¹Physik Department, Technische Universität München — ²Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden

We report on numerically exact quantum calculations on alkali Rydberg atoms in crossed magnetic and electric fields, above the ionization threshold in a regime of overlapping resonances. The calculated photoexcitation cross sections for rubidium Rydberg states are in quantitative agreement with recent experimental observations [1] and exhibit a clear transition towards the Ericson regime [2].

- [1] G. Stania and H. Walther, Phys. Rev. Lett. **95**, 194101 (2005)
- [2] J. Madroñero and A. Buchleitner, preprint Phys. Rev. Lett.

A 12.6 Mi 15:30 H6

Resonance-assisted decay of nondispersive wave packets in microwave-driven hydrogen Rydberg atoms — •SANDRO WIMBERGER¹, PETER SCHLAGHECK², CHRISTOPHER ELTSCHKA², and ANDREAS BUCHLEITNER³ — ¹CNR-INFM and Dipartimento di Fisica E. Fermi, Università degli Studi di Pisa, Largo Pontecorvo 3, I-56127 Pisa — ²Institut für Theoretische Physik, Universität Regensburg, D-93040 Regensburg — ³MPI für Physik komplexer Systeme, Noethnitzerstr. 38, D-01187 Dresden

We present a quantitative semiclassical theory for the decay of nondispersive electronic wave packets that are formed in resonantly driven hydrogen Rydberg atoms. This decay is induced by a classically forbidden coupling process through the dynamical barriers of the regular island on which the wave packets are localized. The associated coupling rate is determined by the high-order nonlinear resonance that most dominantly manifests within this island. This resonance-assisted tunneling process is combined with quantum transport across a chaotic phase space region, and with the subsequent one-photon decay to the atomic continuum. We thus obtain an analytical semiclassical expression for the average decay rate of the wave packets, which is in excellent agreement with the exact rates obtained by a numerical diagonalization of the Floquet problem.

A 12.7 Mi 15:45 H6

Exceptional points in the spectra of atoms in static external fields — •HOLGER CARTARIUS, JÖRG MAIN, and GÜNTER WUNNER — I. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart

The coalescence of two complex eigenvalues in systems which depend on a parameter is called an exceptional point. Exceptional points can appear in open quantum systems with decaying unbound states which have complex energies and are described by a non-Hermitian Hamiltonian. They have been observed in the laser induced ionization of atoms, acoustical systems, microwave cavities, and atom waves in optical lattices. However, no exceptional points have been discovered in atoms in static external fields yet.

We search for exceptional points in the spectrum of the hydrogen atom in crossed electric and magnetic fields at energies above the ionization threshold. This is a fundamental physical system which fulfills the conditions for a coalescence of two eigenvalues in the complex plane. The calculation of the eigenvalues requires the diagonalization of large complex symmetric matrices.

A 13 Photoionisation

Zeit: Mittwoch 14:00–15:45

Raum: H7

Hauptvortrag

A 13.1 Mi 14:00 H7

Photoelectron spectroscopy of large sodium clusters — ●BERND V. ISSENDORFF — Fakultät für Physik, Universität Freiburg, Stefan Meier Str. 21, 79104 Freiburg, Germany

Small simple metal particles are fascinating quantum objects; many of their properties can be understood in a "superatom" picture, which assumes atom-like delocalized electron wavefunctions. This makes them ideal model systems for, e.g., the study of the dynamics of a finite fermion system. For this purpose it is of course necessary to characterize the electron system of the clusters as closely as possible. Therefore cold size selected sodium cluster anions have been studied in a very broad size range ($N=3-3000$) by photoelectron spectroscopy. The results are in overall good agreement with the free electron model, but exhibit a decisive influence of the cluster geometry as well. Icosahedral symmetry was found to prevail in the size range at least up to $N=400$. Additionally precise values of the cluster charging energies could be extracted from the spectra, which constitute a good general test for theoretical calculations. Finally new measurements of the angular distribution of the photoelectrons are discussed, which give detailed information about the character of the electron wavefunctions in the cluster.

A 13.2 Mi 14:30 H7

Auger-Spektroskopie laserangeregter Alkaliatome in der Gasphase — ●JOACHIM SCHULZ¹, KARI JÄNKÄLÄ¹, MARKO HUTTULA¹, TORBJÖRN RANDER², SVANTE SVENSSON², SEPO AKSELA¹ und HELENA AKSELA¹ — ¹Department of Physical Sciences, University of Oulu, Box 3000, FIN-90014, Finland — ²Department of Physics, Uppsala University, Box 530, SE-75121 Uppsala, Sweden

Auger-Spektroskopie ist eine bewährte Methode zur Erforschung der atomaren Struktur von Festkörpern und Atomen. Da in der Struktur der Auger-Spektren sowohl die angeregten, einfach ionisierten Anfangszustände als auch die doppelt ionisierten Endzustände eingehen, ist es zu ihrer Interpretation hilfreich, die Besetzungen der Anfangszustände charakterisieren und modifizieren zu können.

In diesem Beitrag stellen wir Auger-Spektroskopie von laserangeregten Alkaliatomen vor. Am Undulator-Strahlrohr I411 des Speicherrings MAX II in Lund (Schweden) sowie mit einer Elektronenquelle wurden Kalium LMM, Rubidium MNN und Cäsium NOO Auger-Spektren aufgenommen. Um die Grundzustände zu charakterisieren wurden K 2p, Rb 3d und Rb 4d Photoelectronenspektren gemessen. Bei der Interpretation der Auger-Spektren ist es unerlässlich shakeup-Prozesse in der Innerschalen-Ionisation zu berücksichtigen. Hierbei stellt es sich als hilfreich heraus, die Auger-Spektren mit Spektren laserangeregter Atome zu vergleichen. Die Differenzspektren von laserangeregten Atomen und Atomen im Grundzustand erlauben es den Auger-Zerfall unterschiedlicher Anfangszustände experimentell zu trennen und erlauben so tieferen Einblick in den Auger-Prozess.

A 13.3 Mi 14:45 H7

Kontinuumsanregung von Plasmonen bei der K-Schalenphotoionisation von C60 — ●AXEL REINKÖSTER, MARKUS BRAUNE, SANJA KORICA, DANIEL ROLLES, JENS VIEFHAUS und UWE BECKER — Fritz-Haber-Institut der MPG, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin, Germany

Die Anregung kollektiver Bewegungsmoden von Elektronen (Plasmonen) können an Fullereren auftreten. So führt sie zur resonanzartigen Erhöhung des Photoionisationswirkungsquerschnitts in der Valenzschale. Aber auch bei der K-Schalenphotoionisation tritt diese Anregung zusätzlich zum primären Ionisationsprozess in Erscheinung. Bislang war hier jedoch der Zerfall dieser Plasmonen – durch Augerzerfall oder Doppelaugerzerfall – unbekannt. An Hand von Elektron-Elektron-Koinzidenzspektroskopie wurden die Plasmonanregungen und die zugehörigen Zerfallsprozesse untersucht. Die Resultate helfen auch beim Verständnis nicht koinzidenter Elektronspektren, sowie bei der Interpretation von Doppel- und Dreifachionisationsraten, welche man in C60-Ionenspektren beobachtet.

A 13.4 Mi 15:00 H7

Vibrations- und Symmetrie-aufgelöste Auger-Spektroskopie von molekularem Stickstoff — ●JENS VIEFHAUS, MARKUS BRAUNE, SANJA KORICA, AXEL REINKÖSTER, DANIEL ROLLES und UWE BECKER — Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin

Die Anwendung der Elektron-Elektron-Koinzidenz-Methode mit mehreren Flugzeitspektrometern in Verbindung mit höchstauflösenden XUV-Strahlrohren ermöglicht die Untersuchung von Auger-Spektren in einer bisher unerreichten Detailliertheit [1].

Beispielsweise kann beim molekularen Stickstoff nach Innerschalen-Ionisation das Auger-Spektrum in Abhängigkeit vom Vibrations- und Symmetrie-Zustand des N:1s-Lochzustands gemessen werden.

Erste Ergebnisse dazu werden im Hinblick auf mögliche Dekohärenz-Effekte durch Isotopen-Substitution, wie sie kürzlich in der Photoelektronenemission beobachtet wurden [2], diskutiert.

[1] U. Becker, J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom. 112 (2000) 47

[2] D. Rolles et al., Nature 437 (2005) 711

A 13.5 Mi 15:15 H7

Photoionisation und Autoionisation von atomarem Singulett-Sauerstoff — ●ROMAN FLESCHE, ANDREAS WIRSING, MATHIAS BARTHEL, JÜRGEN PLENGE und ECKART RÜHL — Institut f. Physikalische Chemie, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg

Atomarer Singulett-Sauerstoff ($O(^1D)$) tritt in der Erdatmosphäre durch Photolyse von Ozon (O_3) und anderen Spurengase auf. Sein Nachweis ist von entscheidender Bedeutung zur Charakterisierung atmosphärischer Photoprozesse.

Es werden die Ein-Photon-Ionisation und der massenspektrometrische Nachweis von $O(^1D)$ im Anregungsbereich $13\text{ eV} < h\nu < 100\text{ eV}$ charakterisiert. Im Bereich $h\nu < 16\text{ eV}$ werden charakteristische autoionisierende Rydbergserien gefunden, die einen resonanzverstärkten Nachweis ermöglichen. Im Bereich um 20 eV wird erstmal eine intensive Coster-Kronig-Resonanz experimentell nachgewiesen, die bisher nur im Rahmen des OPACITY-Projektes theoretisch postuliert wurde [1]. Der absolute Photoionisationsquerschnitt wird im Bereich bis 100 eV bestimmt.

[1] K. L. Bell, P. G. Burke, A. Hibbert, A. E. Kingston, J. Phys B 22, 3197 (1989).

A 13.6 Mi 15:30 H7

Angle and spin resolved Auger emission analysis from the resonantly excited $Ar^*(2p_{1/2}^{-1}3d_{3/2})_{J=1}$ state — ●BERND LOHMANN¹, G TURRI², B LANGER³, G SNELL⁴, S CANTON⁵, U BECKER⁶, and N BERRAH⁵ — ¹Inst. f. Theo. Physik, Univ. Münster, 48149 Münster — ²Creol Coll. of Opt. and Phot., Univ. of Central Florida, USA — ³MBI f. Nichtlin. Optik und Kurzzeitspekt., 12489 Berlin — ⁴ALS, Lawrence Berkeley Natl. Labs., Berkeley, USA — ⁵West. Michigan Univ., Dept. of Physics, Kalamazoo, USA — ⁶Fritz-Haber-Inst. der MPG, 14195 Berlin

Using circularly polarized synchrotron radiation for a primary photoionization process, the subsequently emitted Auger electrons are usually spin polarized due to polarization transfer. The transferred spin polarization can be expected large due to the asymmetric m -sublevel population generated by the circularly polarized light. On the other hand, the emitted Auger electrons can show a dynamic spin polarization induced by linearly or even unpolarized light, which is caused by the inherent alignment of the exciting photons due to their transversal character. The dynamic spin polarization exhibits higher values only if certain conditions for the number of contributing partial waves, relative phases and, in part, fine structure splitting are fulfilled. We report on a combined experimental and theoretical analysis and interpretation of the angle and spin resolved $L_2M_{2,3}M_{2,3}$ Auger emission following a resonant excitation to the $Ar^*(2p_{1/2}^{-1}3d_{3/2})_{J=1}$ states using either circularly or linearly polarized light. Our numerical results obtained within a relativistic distorted wave approximation (RDWA), and our experimental data obtained at the Advanced Light Source (ALS) in Berkeley are presented.

A 14 Atomare Systeme in externen Feldern II

Zeit: Mittwoch 16:30–18:15

Raum: H6

A 14.1 Mi 16:30 H6

Diffusions-Quanten-Monte-Carlo-Methode für Atome in sehr starken Magnetfeldern — •STEFFEN BÜCHELER, JÖRG MAIN und GÜNTER WÜNNER — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 57 // IV, 70550 Stuttgart

Atomare Daten für Atome und Ionen in intensiven Neutronensternmagnetfeldern sind für die Interpretation thermischer Spektren von Neutronensternen, die mit dem Chandra-Satelliten gemessen wurden, von großer Bedeutung. Die Lösung der Schrödinger-Gleichung mittels Hartree-Fock-Gleichung in adiabatischer Näherung liefert lediglich approximative Energieeigenwerte. Durch Anwendung der *Diffusions-Quanten-Monte-Carlo-Methode* lassen sich die Energieeigenwerte und damit die Werte der Wellenlängen verbessern. Die Transformation der Schrödinger-Gleichung in imaginärer Zeit τ ergibt eine Diffusionsgleichung, die sowohl die Propagation, als auch die Erzeugung/Vernichtung („Branching“) der „Walker“ beschreibt. Eine entscheidende Rolle für das Verfahren spielt die Führungswellenfunktion Ψ_G . Hierfür wird die Hartree-Fock-Wellenfunktion in adiabatischer Näherung herangezogen.

A 14.2 Mi 16:45 H6

Gaußsche-Wellenpakete im Wasserstoffatom in intensiven Magnetfeldern — •TOMAZ FABČIČ, JÖRG MAIN und GÜNTER WÜNNER — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart

Die Methode der Lösung der Schrödingergleichung mittels zeitabhängigem Variationsprinzip findet in der Molekül- und Kernphysik breite Anwendung. Insbesondere sind hier Gauß-Wellenpakete beliebte Testfunktionen. Für die Parameter der Testfunktionen erhält man gewöhnliche Differentialgleichungen erster Ordnung. Die Regularisierung des singularären Coulomb-Potentials erlaubt es, die Methode der Gauß-Wellenpakete auch auf das Wasserstoffatom in äußeren Feldern anzuwenden. Im feldfreien Wasserstoffatom liefert ein einzelnes Gauß-Wellenpaket bereits exakte Ergebnisse. Bei Anwesenheit äußerer Felder werden gute Resultate erst durch die Benutzung gekoppelter Gauß-Wellenpakete erzielt, allerdings treten bei der Integration der DGL numerische Schwierigkeiten auf, wenn die Überlappmatrix der Gauß-Wellenpakete singular wird. Lösungsmöglichkeiten zu diesem Problem werden vorgestellt.

A 14.3 Mi 17:00 H6

Hartree-Fock calculations for medium-Z atoms in strong magnetic fields — •DIRK ENGEL, JÖRG MAIN, and GÜNTER WÜNNER — 1. Institut für Theoretische Physik, Universität Stuttgart, 70550 Stuttgart

We present an enhanced algorithm to compute energy levels and oscillator strengths of astrophysically relevant atoms and ions in the range $Z = 2, \dots, 26$ at neutron star magnetic field strengths in different ionization stages. The Hartree-Fock equations are solved using finite element and B-spline techniques. Excited Landau levels are included to calculate electrons close to the nucleus more accurately and to extend the range of the magnetic fields to smaller strengths.

A 14.4 Mi 17:15 H6

Doubly excited helium in combined static and alternating electric fields — •ARTEM DUDAREV¹, ALEXEJ SCHELLE¹, JAVIER MADRONERO^{1,2}, DOMINIQUE DELANDE³, and ANDREAS BUCHLEITNER¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Dresden — ²Physik Department, Technische Universität München, München — ³Laboratoire Kastler Brossel, Paris

We consider planar helium driven by an electromagnetic field. Non-dispersive two-electron wave packets propagating along classical periodic orbits were previously identified in the Floquet spectrum. It was shown that the autoionization rates of such wave packets, in a two dimensional configuration space, are orders of magnitude larger than in a configuration space restricted to one spatial coordinate. Here we study how a transverse confinement of the electronic motion by an additional static electric field affects the wave packets' lifetimes.

A 14.5 Mi 17:30 H6

A Novel Trap Design for the Determination of the Proton g -Factor — •SUSANNE KREIM¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, WOLFGANG QUINT^{2,3}, STEFAN STAHL⁴, STEFAN ULMER^{1,3}, JOSE VERDU³, and JOCHEN WALZ¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz, — ²GSI, 64291 Darmstadt — ³Ruprecht-Karls-Universität, 69047 Heidelberg — ⁴Stahl-Electronics, 67582 Mettenheim

Determining the g -factor of a single, isolated proton in a double Penning trap setup results from an accurate measurement of its cyclotron and spin precession frequency. This frequency can be determined by inducing radio frequency transitions between the two spin states in the homogeneous magnetic field region of the first, precision Penning trap. The spin-flip transition is detected in another region, namely the magnetic bottle field of the analysis trap. There, the spin direction is monitored by measuring the respective axial frequency of the trapped particle via a phase-sensitive measurement exploiting the continuous Stern-Gerlach effect. However, the proton spin-flip is very small compared to measurements with the bound electron. Therefore, a new analysis trap had to be developed - the hybrid Penning trap. In the center it consists of a toroidal, highly ferromagnetic ring increasing the difference in axial frequency by an order of magnitude. To this end, an adept combination of magnetic and electrical properties had to be found. The result of these calculations as well as the current design of the hybrid trap will be discussed.

A 14.6 Mi 17:45 H6

Ein Kryostat zur Messung des g -Faktors des Protons — •STEFAN ULMER^{1,2}, KLAUS BLAUM^{1,3}, SUSANNE KREIM¹, WOLFGANG QUINT^{3,2}, STEFAN STAHL⁴, JOSE VERDU² und JOCHEN WALZ¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany — ²Ruprecht-Karls-Universität, 69047 Heidelberg, Germany — ³GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ⁴Stahl-Electronics, 67582 Mettenheim, Germany

Zur Präzisionsmessung des g -Faktors eines einzelnen Protons in einer Doppel-Penningfalle, wird eine kryogene Umgebung benötigt. Der g -Faktor ist proportional zum Quotienten aus der freien Zyklotronfrequenz und der Larmorfrequenz des Protons. Aus den charakteristischen Eigenfrequenzen des Protons in der Falle kann die freie Zyklotronfrequenz extrahiert werden. Die Larmorfrequenz kann ermittelt werden, indem man ein RF-Feld einstrahlt und die Spinflip-Wahrscheinlichkeit gegen die Frequenz aufträgt. Das in der Falle oszillierende Teilchen induziert in den Elektroden Spiegelströme, die Ankopplung dieser an Schwingkreise hoher Güte führt zu scharfen Resonanzkurven, was zu einer hohen Messgenauigkeit führt. Eine hohe Güte kann erreicht werden, indem man zur Herstellung der Induktivitäten supraleitendes Material verwendet. Um den Übergang in die supraleitende Phase zu erreichen, muss die Tieftemperatur zur Verfügung gestellt werden. Ein weiterer begünstigender Effekt ist der Anstieg des Signal/Rausch Verhältnisses, dieses steigt durch das Ausfrieren der Phononen mit kleiner werdender Temperatur. Ferner wird die Speicherzeit des Protons durch den Kryopumpeffekt erhöht. In diesem Vortrag werden die Konzeption und die Eigenschaften des Kryostaten vorgestellt.

A 14.7 Mi 18:00 H6

Atomic beam spin echo and parity violating effects — •TIMO BERGMANN and OTTO NACHTMANN — Institut für Theoretische Physik, Philosophenweg 16, 69120 Heidelberg

We present a study of the theory of longitudinal atomic beam spin echo (ABSE). A master formula for the description of an atom, traversing stationary electric and magnetic fields is derived and applications concerning parity violating effects in light, hydrogen like atoms are discussed. Parity violating contributions to polarized atomic beams and to geometrical phase factors are investigated. Some ABSE-experiments for the measurement of these effects are suggested and numerical results are shown.

A 15 Atomare Cluster

Zeit: Mittwoch 16:30–17:45

Raum: H7

A 15.1 Mi 16:30 H7

Elektron-Elektron-Stöße in Metall-Clustern — •JÖRG KÖHN, THOMAS FENNEL, KARL-HEINZ MEIWES-BROER und RONALD REDMER — Institut für Physik, Universität Rostock, 18051 Rostock

Eine leistungsfähige Methode zur Beschreibung der Ionsationsdynamik von Metall-Clustern in intensiven Laserfeldern sind zeitabhängige Simulationen auf der Basis der Vlasov-Gleichung [1]. Die langreichweitige Coulombwechselwirkung der Elektronen läßt sich dabei mit einem Mean-Field-Ansatz beschreiben.

Die Erweiterung des Modells zur Einbeziehung von Elektron-Elektron-Stößen kann mit einem Vlasov-Ühling-Uhlenbeck-Schema erfolgen [2]. Bisher wurden die dazu benötigten Streuquerschnitte auf Grundlage von Thomas-Fermi-Abschirmrängen im Grundzustand des Clusters bestimmt. Es wird ein Konzept vorgestellt, um die Streuprozesse in Abhängigkeit von der Temperatur und der lokalen Dichte im expandierenden Cluster zu berücksichtigen und ihren Einfluß auf die Clusterdynamik zu studieren.

[1] T. Fennel et al., Eur. Phys. J. D, **29**, 367 (2004)

[2] A. Domsps et al., Ann. Phys., **260**, 171 (1997)

A 15.2 Mi 16:45 H7

Elektronische Struktur von grössenselektierten Diamantclustern (Diamondoids) — •CHRISTOPH BOSTEDT¹, TREVOR WILLEY², JEREMY DAHL³, TONY VAN BUUREN², BOB CARLSON³, LUIS TERMINELLO² und THOMAS MÖLLER¹ — ¹Technische Universität Berlin — ²Lawrence Livermore National Laboratory — ³Chevron Diamond Technologies

Molekulare Diamanten (Diamondoids) sind ideale Systeme um grundlegende Fragestellungen der Clusterphysik zu untersuchen: sie können grössen- und sogar strukturselektiert werden und verfügen über eine ideale Oberflächenpassivierung. Das erste Diamantmolekül Adamantane besteht aus der kleinsten zusammenhängenden Zelle des Diamantgitters, alle weiteren werden durch hinzufügen einzelner Gitterkäfige gebildet. [1] Mittels Röntgenabsorption wurde die elektronische Struktur der unbesetzten Zustände der Diamantcluster in der Gasphase untersucht. Die Messungen zeigen, dass die C-C bindungs-basierten, volumenartigen Zustände keine grössenabhängigen Energieverschiebungen zeigen. Desweiteren wird der Absorptionseinsatz durch CH und CH₂ Oberflächenzustände dominiert, die unterhalb der Absorptionskante der Diamantkristallreferenz liegen. Diese Ergebnisse widersprechen den grundsätzlichen Vorhersagen des quantum confinement models und zeigen, dass im molekularen Limit für festkörperähnliche Diamantstrukturen die Oberflächenpassivierung einen dominanten Einfluss hat.[2]

[1] J. E. Dahl et al., Science 299, 96 (2003).

[2] T. M. Willey, C. Bostedt, et al., Phys. Rev. Lett. 95, 113401 (2005).

A 15.3 Mi 17:00 H7

Fast electrons from laser-irradiated atomic clusters — •MD. RANAUL ISLAM, ULF SAALMANN, and JAN-MICHAEL ROST — MPIPKS, Nöthnitzer Straße 38, 01187 Dresden, Germany

Experiments with atomic clusters subjected to intense laser radiation have shown a very effective energy absorption followed by a complete disintegration of the clusters into fast (keV) ionic fragments. Aside, fast (keV) electrons and X-ray photon have been measured. By means of microscopic calculations for xenon clusters of sizes from 10²–2⁵

up to 10⁴ atoms we study the mechanism behind the electron heating leading to fast ionized electrons as well as to the creation of core holes by electron-impact ionization (and subsequent X-ray emission). We will show that the laser-cluster interaction allows to accelerate electrons to energies much higher than the ponderomotive energy of the driving laser.

A 15.4 Mi 17:15 H7

Vergleich der Aufladungscharakteristik von Metall- und Edelgasclustern in starken Laserfeldern — •T. DÖPPNER, J.P. MÜLLER, A. PRYZTAWIK, CH. SCHAAL, J. TIGGESBÄUMKER und K.-H. MEIWES-BROER — Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Durch Einlagerung einzelner Atome in einer Pick-up Kammer in superfluide Heliumtröpfchen [1] können sowohl Metall- als auch Edelgascluster erzeugt, und ihre Wechselwirkung mit intensiven Laserfeldern (10¹²...10¹⁶ W/cm²) bei ansonsten identischen experimentellen Parametern verglichen werden. Aus früheren Messungen ist bekannt, dass sowohl die zeitliche Struktur der Laserpulse als auch die Spitzenintensität die Aufladung der Cluster maßgeblich beeinflussen [2]. Mit Hilfe der z-Scan Technik [3] wird die Intensitätsabhängigkeit des Aufladungsprozesses bei verschiedenen Laserpulsparametern untersucht, und am Beispiel von Ag- und Xe-Cluster verglichen. Es zeigen sich signifikante Unterschiede in den gemessenen Ladungsverteilungen sowie den Schwellenintensitäten zur Erzeugung bestimmter Ladungszustände Z. Während diese für Ag^{Z+} im Bereich von 10¹³...10¹⁵ W/cm² liegen, wurden für Xe^{Z+} Werte zwischen 10¹⁴ und 10¹⁵ W/cm² gefunden.

[1] A. Bartelt, J.D. Close, F. Federmann et al., Phys. Rev. Lett. **77**, 3525 (1996)

[2] T. Döppner, Th. Fennel, Th. Diederich et al., Phys. Rev. Lett. **94**, 013401 (2005)

[3] T.R.J. Goodworth, W.A. Bryan, I.D. Williams et al., Phys. Rev. B **38**, 3083 (2005)

A 15.5 Mi 17:30 H7

Cluster in starken Laserfeldern: Eine neue Methode zur Untersuchung der Intensitätsabhängigkeit — •J. P. MÜLLER, T. DÖPPNER, A. PRYZTAWIK, J. TIGGESBÄUMKER und K.-H. MEIWES-BROER — Institut für Physik, Universität Rostock, Universitätsplatz 3, 18051 Rostock

Bei der Wechselwirkung von Clustern mit intensiven Laserpulsen (10¹²...10¹⁶ W/cm²) kommt es als Folge der Coulomb-Explosion zur Emission hochgeladener Ionen mit einer von den Laserparametern abhängigen Dynamik [1]. Gegenstand dieses Beitrages ist die Untersuchung der Intensitätsabhängigkeit der Erzeugung bestimmter Ladungszustände. Dabei tritt das Problem auf, dass die gemessene Zählrate aus der Mittelung eines weiten Intensitätsbereichs resultiert. Eine mögliche Lösung besteht in der Anwendung der z-Scan-Methode [2,3], hier erstmals für Cluster angewandt. Dabei wird durch Variation der Linsenstellung der Überlapp zwischen Laserfokus und Clusterstrahl kontinuierlich verändert. Erste Ergebnisse zu Ag- und Xe-Clustern werden diskutiert.

[1] T. Döppner et al., Phys. Rev. Lett. **94**, 013401 (2005)

[2] T.R.J. Goodworth et al., Phys. Rev. B **38**, 3083 (2005)

[3] P. Hansch, M. A. Walker, and L. D. Van Woerkom, Phys. Rev. A. **57**, R701 (1998)

A 16 Wechselwirkung mit starken Laserpulsen I

Zeit: Donnerstag 10:40–12:25

Raum: H6

A 16.1 Do 10:40 H6

Qualitative analysis of relativistic multiphoton processes — •KAREN Z. HATSAGORTSYAN, CARSTEN MÜLLER, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany

We propose a simple, qualitative method to estimate probabilities of multiphoton processes, which also allows us to get insight into the relativistic quantum dynamics of the respective atomic system in a strong laser field. We illustrate the method by considering the known processes

of above-threshold ionization, pair production in a Coulomb and a strong laser field, and pair production by a γ -quantum in a strong laser field. As an application of the method we analyze the nonperturbative multiphoton regime of the pair production process in a standing laser wave.

A 16.2 Do 10:55 H6

Ionisationsunterdrückung angeregter Atome jenseits des Stabilisierungsbereiches — ●A. STAUDT¹, C. H. KEITEL¹ und J. S. BRIGGS² — ¹MPI für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ²Theoretische Quantendynamik, Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg

Bei der Wechselwirkung atomarer Systeme mit hochfrequenten Laserfeldern kann es zur sogenannten Stabilisierung kommen [1], bei der die Ionisationswahrscheinlichkeit nicht zwangsläufig mit der Intensität zunehmen muß, sondern stagnieren oder sogar abnehmen kann. Mit Hilfe eines zweidimensionalen Modellatoms, welches die Integration der Schrödingergleichung unter Einbeziehung der Magnetfeldeffekte des Lasers ermöglicht [2], wird das Ionisationsverhalten des angeregten 2s-Zustandes des Heliumions in solch starken Hochfrequenzpulsen untersucht. Es zeigt sich, daß bei Intensitäten, bei denen die Stabilisierung zusammenbricht, ein zusätzlicher Effekt der Ionisationsunterdrückung auftritt, der durch einen dynamischen Populationstransfer in den Grundzustand erklärt werden kann [3]. Eine zeitunabhängige Betrachtung sowie die Analyse der Wellenpaketsdynamik geben Aufschluß über die Ursachen dieses Effekts. Weiterhin wird der Einfluß der Nichtdipoleffekte auf die Ionisationswahrscheinlichkeiten 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); R. Fischer, A. Staudt und C.H. Keitel, *Comput. Phys. Comm.* **157**, 139 (2004)

[3] A. Staudt, C.H. Keitel und J.S. Briggs, arXiv:physics/0510234 (2005)

A 16.3 Do 11:10 H6

Particle production from laser-driven positronium — ●CARSTEN MÜLLER, KAREN Z. HATSAGORTSYAN, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg

We calculate muon pair creation in electron-positron collisions, where the electron and positron originate from a positronium atom that is submitted to a strong laser field. It is shown that the threshold intensity of this process is almost reached by the most powerful present laser systems. The total production rate, however, turns out to be very small due to a destructive interference effect.

A 16.4 Do 11:25 H6

Dirac-Elektronen in starken Laserfeldern: Freie und gebundene Dynamik, Erzeugung von Harmonischen und e^+e^- -Paarbildung — ●GUIDO R. MÖCKEN, HENRIK G. HETZHEIM, MATTHIAS RUF und CHRISTOPH H. KEITEL — MPI für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Die relativistische Quantendynamik von Eielektronensystemen wird gewöhnlich durch die Dirac-Gleichung beschrieben [1]. Zu ihrer Lösung haben wir eine Implementierung des Split-Operator-Verfahrens geschaffen [2], die dank Parallelverarbeitung und adaptiver numerischer Gitter einen Einblick in Gebiete ermöglicht, der bisher nichtrelativistischen Schrödinger-Rechnungen bei entsprechend schwächeren Laserparametern und Ionenladungen vorbehalten war, wie z.B. die mehrfache lasergetriebene Streuung eines Elektrons an hochgeladenen Ionen, die gebundene Dynamik eines vorbeschleunigten Ions oder die Erzeugung von Harmonischen der Laserstrahlung mithilfe freier und gebundener Elektronen [3]. Die Elektron-Positron-Paarbildung ist schließlich eine der faszinierendsten Voraussagen der Dirac-Theorie. Wir demonstrieren diesen Effekt in einem extrem starken oszillierenden elektrischen Feld.

[1] A. Maquet, R. Grobe, *J. Mod. Opt.* **49**, 2001–2018 (2002); C. H. Keitel, *Contemp. Phys.* **42**, 353–363 (2001).

[2] G. R. Mocken, C. H. Keitel: *J. Comp. Phys.* **199**, 558–588 (2004).

[3] G. R. Mocken, C. H. Keitel: *Phys. Rev. Lett.* **91**, 173202 (2003); *Comput. Phys. Commun.* **166**, 171–190 (2005); *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **37**, L275–L283 (2004).

A 16.5 Do 11:40 H6

High-harmonic generation in rare-gas atoms — ●PETER KOVAL, DIETER BAUER, and CHRISTOPH KEITEL — Max-Planck Institut for Nuclear Physics, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

There are two alternatives to describe non-relativistic many-electron atoms within *ab initio* quantum mechanics: Schrödinger equation or

density-functional theory. The wavefunctions of many-electron atoms are extremely complex objects. Their determination suffers from the exponential growth of the computational cost with the particle number (exponential wall) [1].

In contrast, density-functional theory remains computationally relatively inexpensive. It can deal with much more complex atoms, although the effective potential of electron–electron interaction has to be approximated in practice. In the framework of time-dependent density functional theory (TDDFT), effective potentials have been developed and tested for several applications such as the simulation of harmonic spectra, the computation of excitation energies and transport properties. However, the development of accurate effective potentials is far from complete [2].

In this contribution, we study the influence of electron–electron interaction on the high-order harmonic generation in rare-gas atoms. Aiming to improve the effective potentials within TDDFT, we present the spectra of the emitted harmonics. Predictions of single-active-electron approximation and TDDFT with exchange-only effective potentials will be consistently compared.

[1] W. Kohn, *Rev. Mod. Phys.* **71**, 1253–1266 (1999).

[2] K. Burke, *et al.*, *J. Chem. Phys.* **123**, 062206 (2005).

A 16.6 Do 11:55 H6

Nonlinear resonant absorption in intense laser-cluster interaction — ●MRITYUNJAY KUNDU and DIETER BAUER — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Postfach 103980, 69029 Heidelberg, Germany

Energy absorption by clusters in intense laser fields is known to be particularly efficient. It is known from computer simulations that collisional absorption does not play a major role at laser wavelengths ≥ 800 nm. Although various mechanisms of collisionless absorption in clusters have been proposed it is not easy to identify, to validate (or invalidate) and to separate them by investigating the outcome of computer simulations.

It is well known that the occurrence of the linear resonance $\omega_{\text{laser}} = \omega_{\text{Mie}}$ during the cluster expansion leads to efficient absorption of laser energy and cluster ionization. In this work, instead, we focus on the ultrashort laser pulse-regime or the early cluster dynamics in the long pulse-regime where the above linear resonance condition is not fulfilled. We show that even in this case absorption is efficient and that the dominant absorption mechanism in this regime is nonlinear resonance absorption (NRA) [1,2]. We prove this assertion by clearly identifying NRA in particle-in-cell (PIC) simulations of Xe_N clusters (with N up to 14000) in intense laser fields.

[1] Toshihiro Taguchi and Thomas M. Antonsen Jr., Howard M. Milchberg, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 205003 (2004)

[2] P. Mulser and M. Kanopathipillai, *Phys. Rev. A* **71**, 063201 (2005)

A 16.7 Do 12:10 H6

Controlling high-harmonic generation and above-threshold with an attosecond-pulse train — ●CARLA FIGUEIRA DE MORISSON FARIA¹, PASCAL SALIERES², PIERRE VILLAIN², and MACIEJ LEWENSTEIN^{3,4} — ¹Centre for Mathematical Science, City University, London EC1V 0HB, United Kingdom — ²Groupe Attophysique, CEAS-SPAM, Bât. 522, Centre d'Etudes de Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette, France — ³ICFO, Institut de Ciències Fotòniques, E-08860 Castelldefels (Barcelona), Spain — ⁴Institut für theoretische Physik, Universität Hannover, Appelstr. 2, D-30167 Hannover, Germany

We perform a detailed analysis of how high-order harmonic generation (HHG) and above-threshold ionization (ATI) can be controlled by an attosecond-pulse train superposed to a strong, near-infrared laser field, and exhibiting a time delay with respect to it. In particular we show that the high-harmonic and photoelectron intensities, the high-harmonic plateau structure and cutoff energies, and the ATI angular distributions can be manipulated by changing this delay. This is a direct consequence of the fact that the attosecond pulse train can be employed as a tool for constraining the instant an electronic wave packet is ejected in the continuum. A change in such initial conditions strongly affects its subsequent motion in the laser field, and thus HHG and ATI. In our studies, we employ the Strong-Field Approximation and explain the features observed in terms of interference effects between various electron quantum orbits. Such results are in very good agreement with results obtained from the numerical solution of the time dependent Schrödinger equation, or observed in experiments.

A 17 Hauptvorträge: Cluster in starken Laserfeldern

Zeit: Donnerstag 10:40–12:40

Raum: H7

Hauptvortrag

A 17.1 Do 10:40 H7

Properties of X-Ray Emission during Laser-Cluster Interaction — ●EMILY LAMOUR — Universites Paris 6 et 7, INSP, campus Boucaut, 40 rue de Lourmel, 75015 Paris

When large rare gas clusters are submitted to intense femtosecond laser pulses, the experimental results show a strong energetic coupling between radiation and matter leading to the observation of atomic ions with up to MeV energies, hot electrons of few keV, as well as X-rays in the keV range. We have measured *absolute* X-ray yields as a function of physical parameters governing the interaction; namely laser intensity, pulse duration, wavelength or polarization state of the laser light, size and nature of the clusters (Ar, Kr, Xe). The X-ray emission is related to the production of highly stripped ions giving, hence, a direct signature of inner shell vacancies creation on a very short time scale (down to few fs). Indeed, we have studied de-excitation of species from Ar¹²⁺ to Ar¹⁶⁺ with K vacancy for Ar clusters and from Xe²⁴⁺ to Xe³⁴⁺ with L vacancies for Xe clusters. We have highlighted, for the first time, a laser intensity threshold in the X-ray production very low (for instance $\sim 2.10^{14} \text{W/cm}^2$ for a pulse duration of 300 fs); well below the laser intensity where the ponderomotive energy of the electrons is sufficient to create inner shell vacancies. This effect may be explained by the role of electron-ion collisions inside the cluster. In addition, to better understand the role of electron heating mechanisms involved, the influence of the pulse duration and of the wavelength (400 nm / 800 nm) has been investigated under well controlled conditions. Finally, a saturation of the X-ray emission probability above a critical cluster size ($\sim 5 \cdot 10^5$ atoms per cluster for Ar) has been found.

Hauptvortrag

A 17.2 Do 11:10 H7

The photophysics of C₆₀: Analysis and control of non-adiabatic multi-electron dynamics — ●T. LAARMANN, I. SHCHATSININ, A. STALMASHONAK, N. ZHAVORONKOV, G. STIBENZ, G. STEINMEYER, C. P. SCHULZ, and I. V. HERTEL — Max-Born-Institut, Max-Born Str. 2a, D-12489 Berlin, Germany

Non-adiabatic multi-electron dynamics (NMED) of molecules in intense laser fields has recently attracted great interest. C₆₀ can be regarded as an ideal model system for the investigation of strong-field phenomena in molecules with extended π electron system [1]. Under the influence of a fs-laser pulse the 240 valence electrons couple strongly among each other and with the nuclear degrees of freedom of the system. Recent model calculations have shown that many electrons may be excited even at relatively moderate intensities above some 10^{10}Wcm^{-2} : the single active electron (SAE) picture commonly used for atoms and small molecules cannot be used to explain details of the photophysics of many-body systems in strong electromagnetic fields. We have studied the energetic and dynamics of C₆₀ with laser pulses of different wavelength, at laser intensities ranging from 10^{10} to 10^{14}Wcm^{-2} and pulse durations as short as 9 fs. By photoelectron and photoion spectroscopy in combination with pump-probe and optimal control schemes, new insights into the basic mechanisms of energy deposition, redistribution, ionisation and fragmentation are obtained.

[1] I. V. Hertel, T. Laarmann, and C. P. Schulz, *Ad. At. Mol. and Opt. Phys.* 50, 219 (2005)

Hauptvortrag

A 17.3 Do 11:40 H7

Ultrafast Processes in Photoexcited Metal Cluster studied by Pump-Probe Photoelectron Spectroscopy — ●M. NEEB, J. STANZEL, F. BURMEISTER, and W. EBERHARDT — BESSY, Albert-Einstein Str. 15, D-12489 Berlin

Pump-Probe photoelectron spectroscopy with ultrashort laser pulses is a unique tool to receive real-time information on the excited-state dynamics such as nuclear motion and electron relaxation of photoexcited species. In this respect metal clusters have attracted considerable attention as their size-dependent properties address the gap between the discrete nature of atoms and molecules and the continuous band structure associated with condensed materials. For transition metal clusters with an open d-shell, such as W_n, Ni_n, Pd_n, Pt_n, it turns out that even very small clusters show ultrafast electron dynamics, thermalisation and photodesorption of ligand molecules which are typically for bulk systems. Time scales of tens to hundreds of femtoseconds have been measured. On the other hand, photoexcited states of noble metal clusters with a large HOMO-LUMO band gap, e.g. Au_n, show a typical molecular-like dynamical behaviour, which is mainly attributed to configurational changes of the geometry such as wavepacket motion and isomerisation of the photoexcited species. In this contribution the dynamics of different metal cluster anions will be discussed by means of time-resolved photoelectron spectroscopy with femtosecond laser pulses.

Hauptvortrag

A 17.4 Do 12:10 H7

Metal clusters in intense laser fields: semiclassical modelling of the ion and electron emission — ●THOMAS FENNEL, JÖRG KÖHN, TILO DÖPPNER, JOSEF TIGGESBÄUMKER, and KARL-HEINZ MEIWES-BROER — Institut für Physik, Universität Rostock

The response of small metal clusters subject to strong laser excitation is investigated using a microscopic simulation including electron-electron collisions. The theoretical model is based on semiclassical time-dependent density-functional theory. The self-consistent electron dynamics are described on the level of the semiclassical Vlasov approach including exchange and correlations in LDA [1] linked to a velocity dependent Vlasov-Ühling-Uhlenbeck collision term to mimic dynamical correlations. In particular we focus on the ion and electron emission following the excitation of Na_N clusters with dual pulses. In accordance with the experimental results [2] a dramatic increase both in the atomic charge state of the ions and the maximum electron kinetic energy is observed for a certain delay of the pulses. Results of the calculations are discussed which indicate that enhanced cluster ionization as well as the generation of fast electrons coincide with resonant plasmon excitation.

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

[2] T. Döppner Th. Fennel, P. Radcliffe, J. Tiggesbäumker and K.H. Meiwes-Broer (submitted to *Phys. Rev. A*)

A 18 Wechselwirkung mit starken Laserpulsen II: Ionisation

Zeit: Donnerstag 14:00–15:30

Raum: H6

Hauptvortrag

A 18.1 Do 14:00 H6

S-Matrix theory of laser-induced nonsequential double ionization — ●CARLA FIGUEIRA DE MORISSON FARIA — Centre for Mathematical Science, City University, Northampton Square, London EC1V 0HB, United Kingdom

We investigate laser-induced nonsequential double ionization (NSDI), considering a physical mechanism in which the first electron dislodges the second by electron-impact ionization, within an S-Matrix framework. We investigate the influence of the type of interaction by which the second electron is dislodged, of final-state electron-electron repulsion, of the initial electronic bound states and of the external laser field on the electron momentum distributions.

Furthermore, we have obtained a very good agreement between the S-Matrix computation and a simple classical model. The latter model has

been extended to more than two electrons, and has led to an estimate, from existing experimental data, of electron thermalization times in the attosecond (10^{-18} s) regime.

Finally, we have shown that NSDI by few-cycle driving pulses can be used for absolute-phase measurements. In this case, the electron momentum distributions are either concentrated in the region of positive or negative parallel electron momentum. Around a critical value of the absolute phase, the distributions shift from one region to the other. Such a behavior can be traced back to a change in the dominant set of trajectories of an electron rescattering with its parent ion.

For a review c.f. C. Figueira de Morisson Faria, X. Liu and W. Becker, *Progress in Ultrafast Intense Laser Science*, Springer, 2005 (in press).

A 18.2 Do 14:30 H6

Recoil Ion Momentum Spectra in Non-Sequential Double Ionization: Comparison of Different Theoretical Approaches — ●FLORIAN WILKEN and DIETER BAUER — Max Planck Institute for Nuclear Physics, P.O. Box 10 39 80, 69029 Heidelberg, Germany

Atomic ionization processes in low-frequency strong fields exhibit an increased double ionization probability due to non-sequential double ionization in certain intensity regions [1]. Calculations for one-dimensional model atoms using different theoretical approaches have been successful in reproducing a “knee structure” [2,3,4] in the double ionization probability. We solve numerically the exact time-dependent Schrödinger equation for a one-dimensional model Helium atom in a short laser pulse for various intensities. Double ionization probabilities and momentum distributions of the recoil ion are obtained in agreement with experiments and previous works [5]. Numerical solutions for different theoretical approaches are calculated. The resulting ionization probabilities and momentum distributions are compared to the exact Schrödinger solution. The underlying process of the enhanced double ionization probabilities can be inferred from the momentum distribution of the recoil ion. A first assessment is made whether these approaches describe the non-sequential double ionization process satisfactorily.

[1] B. Walker et al., Phys. Rev. Lett. **73**, 1227 (1994).

[2] J.B. Watson et al., Phys. Rev. Lett. **78**, 1884 (1997).

[3] N.E. Dahlen and R. van Leeuwen, Phys. Rev. A **64**, 23405 (2001).

[4] M. Lein and S. Kümmel, Phys. Rev. Lett. **94**, 143003 (2005).

[5] M. Lein et al., Phys. Rev. Lett. **85**, 4707 (2000).

A 18.3 Do 14:45 H6

Ionisationsdynamik in der Dichtefunktionaltheorie — ●MICHAEL MUNDT^{1,2} and STEPHAN KÜMME² — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, D-01187 Dresden — ²Institut für Theoretische Physik, Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth

Für die Beschreibung nicht-linearer und nicht-perturbativer Effekte, wie sie z.B. in starken Laserfeldern auftreten, bietet die zeitabhängige Dichtefunktionaltheorie (TDDFT) einen ‘first principle’ Zugang. Dabei wird das zu untersuchende System einzig und alleine durch seine Dichte beschrieben. Der daraus resultierende geringe numerische Aufwand ermöglicht die Beschreibung von Systemen, für welche eine Lösung der vollen zeitabhängigen Schrödingergleichung nicht möglich ist. Die entscheidende Größe bei praktisch allen TDDFT Rechnungen ist das Austausch-Korrelationspotential, welches nicht explizit bekannt ist und genähert werden muss. Dabei ist es wichtig, möglichst viele exakte Eigenschaften zu kennen und Näherung zu verwenden, die diese Eigenschaften haben. Unser Beitrag befasst sich mit einer solchen Eigenschaft: Dem Einfluss der Teilchenzahl auf das Austausch-Korrelationspotential. Anhand der Simulation eines Ionisationsprozesses eines Li Atoms wird gezeigt, daß diese Eigenschaft eine wichtige Rolle spielt für Prozesse, die zu separierten Untersystemen führen, wie z.B. in Ionisations- und Dissoziationsprozessen.

A 18.4 Do 15:00 H6

A new adiabatic density-functional treatment of ionisation in Helium — ●ASTRID S. DE WIJN¹, STEPHAN KÜMME², and MANFRED LEIN³ — ¹MPIPKS Dresden — ²University of Bayreuth — ³MPI für Kernphysik Heidelberg

Past investigations have shown that present day time-dependent density functionals do not properly describe the double ionisation of Helium. Recently, it has been suggested that this problem may be related to the absence of a derivative discontinuity in these functionals [1]. We introduce a new, adiabatic time-dependent density-functional which includes the exact ground-state correlation potential for a fractional particle number that corresponds to the present number of bound electrons. The other terms in the Kohn-Sham potential are calculated exactly. For one-dimensional Helium with a softened Coulomb potential, we compare this “exact” adiabatic approximation to fully exact results as well as results from Hartree-Fock calculations. We find that the adiabatic approximation reproduces the knee structure in the laser-intensity dependence of the double-ionisation probability.

[1]M. Lein and S. Kümmel, Phys. Rev. Lett. **94**, 143003 (2005).

A 18.5 Do 15:15 H6

Ionisation von Edelgasen mit ultrakurzen zirkular polarisierten Laserpulsen — ●MATHIAS SMOLARSKI¹, ANDRÉ STAUDTE¹, MARKUS SCHÖFFLER¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, REINHARD DÖRNER¹, PHILIP SCHLUP², PETRISSA R. ECKLE², ANOUSH AGHAJANI-TALESH², JENS BIEBERT² und URSULA KELLER² — ¹Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Max-von-Laue-Str. 1, D-60438 Frankfurt am Main, GERMANY — ²ETH Zurich, Department of Physics, Institute of Quantum Electronics, Wolfgang-Pauli-Str. 16, CH-8093 Zurich, SWITZERLAND

In einer COLTRIMS Messung wurde ein direkter Einfluss der carrier-envelope offset (CEO) Phase auf die Impulsverteilung von Argon Ionen beobachtet, die mittels eines ultrakurzen, phasenstabilisierten, zirkular polarisierten Laserpulses erzeugt wurden. Ein ähnliches Phänomen wurde bereits zur Bestimmung der CEO Phase in linear polarisierten ultrakurzen Laserpulsen benutzt [1]. Zur Erklärung der Impulsverteilung wird eine klassische Monte Carlo Simulation herangezogen, welche die Impulsverteilungen von Fragmenten aus der Einfachionisation von Atomen in ultrakurzen Laserpulsen mit zirkularer Polarisation simuliert. Die Ionisationswahrscheinlichkeit wird zu jedem Zeitpunkt des Laserpulses nach der ADK-Theorie [2] berechnet. In der Simulation werden Elliptizität und Chirp berücksichtigt, die beim Durchgang durch eine Verzögerungsplatte entstehen. Desweiteren werden die Voraussagen der Simulation für Helium vorgestellt.

[1] G.G. Paulus et al. Phys. Rev.Lett. 91 (2003) 253004 [2] M.V. Amosov, N.B. Delone and V.P. Krainov Sov. Phys. JEPT 64 (1986) 2008

A 19 Wechselwirkung mit VUV und X-FEL Licht

Zeit: Donnerstag 14:00–16:00

Raum: H7

Hauptvortrag

A 19.1 Do 14:00 H7

Nonlinear Optics in Coherently Prepared Media — ●THOMAS HALFMANN — Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern, Erwin-Schroedingerstrasse, 67653 Kaiserslautern

Nonlinear optics provide a powerful tool to extend the wavelength regime of coherent radiation. In particular, short-wavelength, i.e. vacuum- (VUV) or extreme ultraviolet (XUV) radiation, is of significant interest for lithography, high-resolution microscopy or spectroscopy. Atomic gases exhibit typical nonlinear optical media to drive frequency conversion processes to the VUV or XUV. However, nonlinear optical processes in gaseous media suffer from low conversion efficiencies. Coherent preparation of the media, adiabatically driven by laser pulses with moderate intensities, serves to overcome these difficulties and permits the significant enhancement of frequency conversion processes. The talk reports on enhancement of four-wave mixing in media, prepared in maximum coherence by Stark-chirped rapid adiabatic passage (SCRAP). The efficiency of the frequency conversion processes, yielding VUV and XUV radiation, is enhanced by more than one order of magnitude with respect to the case of conventional frequency conversion. Even less efficient preparation of coherences, induced by ultra-short radiation pulses, per-

mits the significant enhancement of frequency conversion. The generation of coherent ultra-broad spectra in molecular systems is strongly enhanced by stimulated coherences. Thus, these results demonstrate the significant potential of coherent preparations in nonlinear optical media paving the way towards enhanced sources for coherent radiation.

Hauptvortrag

A 19.2 Do 14:30 H7

Generation of Extreme Intense Coherent Femto- and Attosecond Pulses — ●ULRICH TEUBNER and DIETRICH VON DER LINDE — Fachbereich Physik, Universität Duisburg-Essen, Lotharstr. 1, 47048 Duisburg

It is well known that today coherent radiation in the extreme ultraviolet (XUV) could be obtained via the generation of high-order harmonics (HH) in gases. However, although extraordinary results such as HH with attosecond pulse duration have been demonstrated, there are difficulties with phase matching and the maximum applicable laser intensity limits the intensity of the harmonics. On the other hand it is less well known that HH generation down to the XUV is also possible at solid density surfaces and this without the mentioned disadvantages. The generated HH are as well coherent, of femto- or even attosecond pulse duration

and moreover they could be very intense. We will give an overview on this topic and discuss HH generation with femtosecond laser pulses up to relativistic intensities which results in extreme intense XUV pulses.

A 19.3 Do 15:00 H7

Wechselwirkung von intensiver VUV-FEL Strahlung mit Edelgasclustern — ●H. THOMAS¹, C. BOSTEDT¹, M. HOENER¹, E. EREMINA¹, T. MÖLLER¹, E. PLÖNIES², M. KUHLMANN² und H. WABNITZ² — ¹TU Berlin — ²DESY Hamburg

Experimente über die Wechselwirkung von höchstintensiver ultravioletter Strahlung des TTF1-FEL bei 100 nm und 10^{13} W/cm² mit Edelgasclustern haben zu überraschenden Ergebnissen geführt. Es wurde eine unerwartet hohe Absorption der Strahlung in den Clustern gemessen, die zur Coulombexplosion der Cluster mit Ladungszuständen von bis zu 8+ führte. Als Erklärung für die beobachtete starke Absorption der Strahlung in den Clustern wurden aus theoretischer Sicht neue Ansätze wie atomare Korrekturen für das Potential im inversen Bremsstrahlungsprozess vorgeschlagen. Der neue DESY VUV-FEL arbeitet bei einer Wellenlänge von 32 nm und ähnlichen Intensitäten. Ein Vergleich von Ergebnissen bei 32 mit den bei 100 nm kann wichtige Information über die Rolle der Absorption durch inverse Bremsstrahlung liefern.

A 19.4 Do 15:15 H7

Photoionisation of rare gas atoms by VUV-FEL radiation — ●MICHAEL WELFHÖFER¹, JON TOBIAS HOEFT¹, MICHAEL MARTINS¹, WILFRIED WURTH¹, MARKUS BRAUNE², and JENS VIEFHAUS² — ¹Institut für Experimentalphysik, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg, Germany — ²Fritz-Haber-Institut, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin, Germany

The Vacuum Ultra Violet - Free Electron Laser (VUV-FEL) at Hasylab/DESY has been set in operation in the beginning of 2005. This unique novel source yields very short laser pulses, typically 50fs and less, with very high photon flux up to 10^{13} photons per pulse. Due to the Self Amplified Spontaneous Emission (SASE) process of the VUV-FEL each pulse differs from the previous in intensity and wavelength. This demands a complete new data acquisition system to correlate the measurements with the individual pulse properties. Furthermore the VUV-FEL does not only generate laser pulses with one distinct wavelength, but also higher harmonics. Thus, to perform experiments with a well defined photon energy, e.g. for high resolution spectroscopy, a monochromator beamline has been designed and set in operation for user experiments mid 2005. The high intensity of the VUV-FEL allows not only experiments on diluted targets such as single atoms or free clusters within a single shot, but also experiments probing the non linearity of photon absorption. Thus,

the full spectral information of a single shot is required. This can be accomplished by using zero order and first order beam simultaneously. In my talk I will present first results of photoionisation experiments on rare gas atoms.

A 19.5 Do 15:30 H7

Messungen mit einer Multi-TOF-Apparatur am Freien Elektronen-Laser — ●MARKUS BRAUNE, AXEL REINKÖSTER, JENS VIEFHAUS und UWE BECKER — Fritz-Haber-Institut der MPG, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin

In ersten Messungen am VUV-FEL bei DESY in Hamburg kamen Elektronen-Flugzeitspektrometer und Ionen-Massenspektrometer mit MCP-Detektoren zum Einsatz. Die MCP-Signale wurden mithilfe eines Digitizer-Systems bzw. eines digitalen Speicher-Oszilloskops im Transienten-Modus nachgewiesen. Mit dem unfokussierten FEL-Strahl der nullten Ordnung am Monochromator-Strahlrohr wurden winkelaufgelöste Elektronenflugzeitspektren von Edelgasen und Ionen-Flugzeitspektren von C60 aufgenommen. Auch in den Einzelschußspektren war das Signal-Rausch-Verhältnis gut genug, um beispielsweise die Photonenenergie der FEL-Strahlung von Puls zu Puls zu charakterisieren. Die erfolgreiche Durchführung zeigt, daß ein solches Meßdatenerfassungssystem unter FEL-Bedingungen für die in Kürze geplanten Messungen der 2-Photonen-Ionisation an Helium und 2-Photonen-Fragmentation an C60 gut geeignet ist.

A 19.6 Do 15:45 H7

Nuclear quantum optics with x-ray laser pulses — ●THOMAS BÜRVENICH¹, JÖRG EVERS², and CHRISTOPH KEITEL² — ¹Frankfurt Institute for Advanced Studies, Johann Wolfgang Goethe University, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt am Main, Germany — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany

We discuss direct interactions of nuclei with super-intense laser fields and demonstrate that present and upcoming high-frequency laser facilities, especially together with a moderate acceleration of the target nuclei, do allow for resonant laser-nucleus interaction. These direct interactions may be utilized for the optical measurement of nuclear properties such as the transition frequency and the dipole moment, thus opening the field of nuclear quantum optics. As ultimate goal, one may hope that direct laser-nucleus interactions could become a versatile tool to enhance preparation, control and detection in nuclear physics. Also off-resonant laser-nucleus interactions may provide interesting insight into nuclear properties and dynamics.

A 20 Poster II: Atomare Systeme in starken Laserpulsen und statischen Feldern

Zeit: Donnerstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

A 20.1 Do 16:30 Labsaal

Relativistic classical and quantum dynamics in intense crossed laser beams — ●M. VERSCHL and C. H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

The dynamics of an electron in crossed laser fields is investigated analytically. Two different standing wave configurations are considered which have the property that they possess certain axes where the Lorentz force of the magnetic field vanishes. If the electron moves along these axes, the electron drift which occurs in strong single laser beams [1] is avoided. This is useful because the drift motion reduces the effectiveness of recollision processes in atomic systems [2].

The laser configurations are given by two counter-propagating waves that are linearly polarized in the first and circularly polarized in the second case.

Depending on the laser field strength different approaches are implemented to describe the electron wave packet. In the non-relativistic limit the electron dynamics can be described quantum mechanically. Relativistic effects are discussed by considering the lowest order relativistic correction term of the Klein-Gordon equation. A fully relativistic description is given by a classical wave packet approach. Significant differences of the two configurations are shown to appear only in the relativistic regime.

[1] M. Verschl, C.H. Keitel,

Laser Physics **15**, 529-535 (2005)

[2] D.B. Milosevic, F. Ehlotzky,

Advances in Atomic, Molecular and Optical Physics **49**, 373-532 (2003)

A 20.2 Do 16:30 Labsaal

Laserassistierter Elektronentransfer in p-Ne Stößen — ●TOM KIRCHNER — Institut für Theoretische Physik, TU Clausthal, 38678 Clausthal-Zellerfeld

Ein vielversprechendes Szenario für die Untersuchung zeitaufgelöster Elektronendynamik ist die Einbettung eines atomaren Stoßes in einen Laserpuls. Erste theoretische Studien für Prototyp-Einelektronen-Stoßsysteme deuten eine Reihe signifikanter Effekte an, namentlich einen stark erhöhten Elektronentransfer in langsamen asymmetrischen Ion-Atom-Stößen [1,2].

In diesen Beitrag wird der Elektronentransfer in dem Mehrelektronenproblem p-Ne untersucht. Die vorgestellten Rechnungen beruhen auf der Basis Generator Methode zur quantenmechanischen Beschreibung der Elektronendynamik in den klassisch betrachteten Feldern der Kerne und des Lasers. Auch in diesem System ist der totale Transferquerschnitt in langsamen laserassistierten Stößen signifikant größer als im feldfreien Fall. Bei etwas höherer Projektilenergie kann durch die Polarisation der Laserfeldes die Ausrichtung der aktiven Ne(2p) Orbitale abgetastet werden.

[1] T. Kirchner, Phys. Rev. Lett. **89** 093203 (2002)

[2] T. Kirchner, Phys. Rev. A **69** 063412 (2004)

A 20.3 Do 16:30 Labsaal

The Role of Rescattering in the Multiphoton Detachment of Br^- in a Strong Linearly Polarized Laser Field — ●BORIS BERGUES, HANSPETER HELM, and IGOR YU. KIYAN — Department of Optical and Molecular Physics, Universität Freiburg, Stefan-Meier-Str. 19, 79104 Freiburg, Germany.

Negative bromine ions are exposed to strong linearly polarized infrared laser pulses of approximately 100 fs duration with a peak intensity on the order of 10^{13} to 10^{14} W/cm². The photodetached electrons are projected onto a 2D position sensitive detector. Taking advantage of the axial symmetry with respect to the polarization axis, the full 3D information is recovered by a back projection algorithm, yielding the angular resolved energy spectrum of the photoelectrons. In our previous experiments using linearly as well as circularly polarized light, we showed that the KFR theory of direct electrons qualitatively describes all the features of the measured photodetachment spectra. The extended KFR theory which takes into account the rescattering of the photodetached electron from its parent core predicts a plateau of hot electrons in the photoelectron spectrum. In the present work, we investigate the role of the rescattering effect for negative bromine ions. This work is supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft, Grant No. KI 865/1-1.

A 20.4 Do 16:30 Labsaal

Mechanismen der Mehrfach-Ionisation von Atomen in intensiven fs Laserpulsen — ●BERNOLD FEUERSTEIN, ARTEM RUDENKO, THORSTEN ERGLER, KARL ZROST, CLAUS DIETER SCHRÖTER, ROBERT MOSHAMMER und JOACHIM ULLRICH — Max Planck Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg

Mit Hilfe eines Reaktions-Mikroskops wurden die Impulse von mehrfach geladenen Ionen, die bei der Ionisation von Neon und Argon in intensiven Laserfeldern (25 und 7 fs, 800 nm) erzeugt werden, vermessen. Die gewonnenen Daten geben Aufschluss über die zugrunde liegenden Ionisationsmechanismen und ermöglichen erstmals weitergehende Aussagen über die Rolle von sequentiellen und nicht-sequentiellen Ionisationspfaden bei der Erzeugung von bis zu 7-fach geladenen Ionen. So wird z.B. die 4-fache Ionisation von Ne bei Intensitäten unterhalb von 2.0 PW/cm² im Wesentlichen durch einen einzigen Reaktionskanal dominiert, nämlich die gleichzeitige Emission von bis zu vier Elektronen als Folge einer Rekollision des zuerst ionisierten Elektrons mit dem Mutter-Ion. Im Gegensatz dazu treten bei Argon überwiegend Kaskaden von sequentiellen und nicht-sequentiellen Prozessen auf. Durch systematische Untersuchungen konnte gezeigt werden wie sich die Beiträge unterschiedlicher Ionisationskanäle als Funktion der Spitzen-Intensität im Laserpuls verschieben. Die Ergebnisse werden vorgestellt und im Hinblick auf die zugrunde liegenden Mechanismen interpretiert.

A 20.5 Do 16:30 Labsaal

Impact of a static magnetic field on high harmonic spectra — ●R. FISCHER¹, C. H. KEITEL¹, R. JUNG², G. PRETZLER², and O. WILLI² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ²Institut für Laser- und Plasmaphysik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universitätsstr. 1, D-40225 Düsseldorf, Germany

As an atom is subjected to a linearly polarized laser field, the magnetic field component of the laser beam is able to cause the electrons to drift in the laser propagation direction. Together with the attraction of the nucleus, this electron motion results in a wiggly motion which gives rise to high harmonic radiation. In our numerical study we solved the time-dependent Schrödinger equation beyond the dipole approximation for a two-dimensional model of an He^+ ion subjected to an intense laser beam. We have found that the signal heights of the radiation described above can be affected by a static magnetic field of the order of 30 Tesla which is directed perpendicular to the plane spanned by the laser polarization and propagation direction. The dependence of the signal strength on the external magnetic field suggests a method which might be used to measure strong magnetic fields.

A 20.6 Do 16:30 Labsaal

Relativistic quantum optics in multiply charged ions — ●HENRIK G. HETZHEIM, GUIDO R. MOCKEN, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany

The interaction of ultra-intense laser fields with highly charged ions via multiphoton coupling [1, 2] is known to be the source of a large variety of quantum phenomena. To analyze these, we start with the generation of the energy eigenstates of Ne^{9+} by means of

an autocorrelation spectral method. Then, employing a split-operator algorithm, we investigate the time resolved population transfer from the ground state to the various excited states during the interaction with a linearly polarized laser field and its dependence on the laser pulse's length and intensity, as well as on the initial quantum state of the ionic system. The numerical calculations are carried out in the multiphoton regime so that the associated radiation spectrum includes only non-tunneling harmonics [3]. The results are obtained by using the full Dirac equation in 2D, which provides a more precise picture of the occurring multiphoton resonances than other nonrelativistic treatments. The role of relativistic coherence and interference effects will be discussed.

- [1] C. H. Keitel, Contemporary Physics, **42**, 353–363 (2001).
- [2] S. X. Hu and C. H. Keitel, Phys. Rev. A **63**, 053402 (2001).
- [3] S. X. Hu, A. F. Starace, W. Becker, W. Sandner and D. B. Milošević, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **35**, 627–650 (2002).

A 20.7 Do 16:30 Labsaal

e^+e^- -Paarbildung in starken Feldern — ●MATTHIAS RUF, GUIDO R. MOCKEN, CARSTEN MÜLLER, KAREN Z. HATSAGORTSYAN und CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Eine der faszinierendsten Voraussagen der Dirac-Theorie stellt die Elektron-Positron-Paarbildung dar. Dieser Effekt wurde schon 1950 für den Fall eines statischen E-Feldes sowie 1970 näherungsweise für oszillierende E-Felder betrachtet [1,2]. Allerdings waren und sind die vorausgesagten Feldstärken und Frequenzen weit außerhalb des Realisierbaren.

Umstrittene analytische Rechnungen für gegenläufige Laserpulse [3] lassen einen beobachtbaren Effekt bei Laserintensitäten erwarten, welche in naher Zukunft zur Verfügung stehen werden. Durch numerische Propagation [4] eines Dirac-Elektrons wird diese Möglichkeit erneut untersucht.

- [1] J. Schwinger, Phys. Rev. **82**, 664 (1951)
- [2] E. Brezin, C. Itzykson, Phys. Rev. D **2**, 1191 (1970)
- [3] H.K. Avetissian et al., Phys. Rev. E **66**, 016502 (2002)
- [4] G.R. Mocken und C.H. Keitel, J. Comp. Phys. **199**, 558 (2004)

A 20.8 Do 16:30 Labsaal

Wave Packet Evolution of Highly Relativistic Electrons — ●D. STIFF, G. R. MOCKEN, and C. H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

We present the results of a numerical study of highly relativistic electrons with initial γ factors ranging from 2 to 100 in the presence of intense fields. Using both 2 and 3 dimensional models, we investigate the evolution of several properties, such as the shape of the wave packet and the mixture of positive and negative energy states, to look for differences that may be attributed to the reduced dimensionality of the 2D model. The strength of electric field and magnetic field studied range from 0 to 10^{20} V/m and 0 to 10^8 T respectively.

A 20.9 Do 16:30 Labsaal

Simultaneous real-time tracking of wave packets evolving on two different potential curves in H_2^+ and D_2^+ — ●B. ULRICH^{1,2}, A. S. ALNASER², X. M. TONG², I. V. LITVINYUK², C. M. MAHARJAN², P. RANITOVIC², T. OSIPOV², R. ALI², S. GHIMIRE², Z. CHANG², C. D. LIN², and C. L. COCKE² — ¹Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe Universität, Max-von-Laue Str.1, 60438 Frankfurt — ²J.R.Macdonald Laboratory, Physics Department, Kansas State University, Manhattan, Kansas 66506-2601, USA

In a pump probe experiment with intense few-cycle laser pulses we have measured the simultaneous evolution of wave packets on two different potential curves created when H_2 (D_2) molecules were ionized. Measuring in coincidence the kinetic energy of the proton (deuteron) pairs produced in the Coulomb explosion of the H_2^+ (D_2^+) molecular ions as a function of time delay between the pump and probe pulse allowed us to take experimental "snapshots". The time evolution was sufficient to reveal not only the evolution of the wave packet centroid but also the fundamentally wavelike features of the packets. The observed features of the nuclear motion are in good agreement with full quantum calculation.

A 20.10 Do 16:30 Labsaal

Diatomic molecules in intense laser fields — ●STEFAN VOSS^{1,2}, A. S. ALNASER², X.-M. TONG², T. OSIPOV², B. ULRICH^{1,2}, C. D. LIN², H. SCHMIDT-BOECKING¹, R. DOERNER¹, and C. L. COCKE² — ¹Institut für Kernphysik, Johann Wolfgang Goethe Universität, Max-von-Laue-Str. 1, D-60438 Frankfurt am Main — ²J.R. Macdonald Laboratory, Physics Department, Kansas State University, Manhattan, KS, 66502, U.S.A.

Using cold target recoil ion momentum spectroscopy (COLTRIMS) we measured the full momentum vector of Coulomb exploding H⁺, N⁺ or O⁺ fragments generated by double ionized Hydrogen, Nitrogen or Oxygen respectively with laser peak intensities between 1 and 20 · 10¹⁴ W/cm². We show alignment effects of the inter nuclear axis with respect to the polarisation vector due to the outmost orbital electron configuration. Using linear and circularly polarized light, we identify two mechanisms for the production of these states, rescattering and sequential ionization. By using 8 fs pulses, we observe that the internuclear distance can be frozen during the pulse.

A 20.11 Do 16:30 Labsaal

Dynamics of gas clusters exposed to VUV-FEL radiation: time-resolved scattering — ●EKATERINA EREMINA, CHRISTOPH BOSTEDT, MATTHIAS HOENER, HEIKO THOMAS, and THOMAS MÖLLER — TU Berlin, Hardenbergstrass 36, 10623 Berlin

We propose a two colour pump-probe based experimental technique for studying the fragmentation and explosion dynamics of rare gas clusters exposed to vacuum-ultraviolet radiation by the DESY Free-Electron-Laser. Two separated 50-fs FEL pulses of the first and third harmonics are used as the pump and probe correspondingly. The fragmentation processes induced by the first-harmonic pulse at a wavelength around 30 nm can be studied with time-resolved scattering of the third-harmonic at 10 nm.

A 20.12 Do 16:30 Labsaal

Experimente zur Multiphotonen-Ionisation von Atomen in intensiver VUV-FEL Strahlung — ●ROBERT MOSHAMMER¹, LUTZ FOUCAR², CLAUDIUS DIETER SCHRÖTER¹, ARTEM RUDENKO¹, THORSTEN ERGLER¹, DANIEL FISCHER³, STEFAN LÜDEMANN¹, JASMIN TITZE², MARKUS SCHÖFFLER², TILL JAHNKE², THORSTEN WEBER², REINHARD DÖRNER², THEO ZOUROS⁴, THOMAS FERGER¹, KAI-UWE KÜHNEL¹, KARL ZROST¹, ALEXANDER DORN¹ und JOACHIM ULLRICH¹ — ¹Max Planck Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²Institut für Kernphysik, Universität Frankfurt — ³Stockholm University, Stockholm, Schweden — ⁴University of Crete, Heraklion, Greece

Am Freie-Elektronen Laser (FEL) bei DESY in Hamburg wurden erste differentielle Messungen zur Ionisation von Atomen mit intensiver VUV-Strahlung (44 nm bzw. 28 eV) durchgeführt. Hierzu wurde ein Überschall-Atomstrahl in einem Reaktions-Mikroskop mit dem fokussierten FEL Strahl (ca. 50 µm Durchmesser) gekreuzt und die bei der Ionisation entstehenden Ionen und Elektronen mit Multi-Hit fähigen Detektoren nachgewiesen. Der im Experiment erfolgte Nachweis von bis zu 4-fach geladenen Ar-Ionen bei Licht-Intensitäten im unteren 10¹³ W/cm² Bereich ermöglicht erstmals detaillierte Aussagen über die gleichzeitige Absorption (innerhalb eines Laserpulses von ca. 40 fs Länge) von mehreren Photonen. Die gemessenen Impulsverteilungen von Ionen und Elektronen erlauben wichtige Rückschlüsse auf mögliche Ionisationsmechanismen. So kann zum Beispiel geklärt werden, ob mehrere Photonen instantan oder sequentiell von einem einzigen Atom absorbiert werden. Die experimentellen Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

A 20.13 Do 16:30 Labsaal

Imaging of Atomic Clusters with Intense Femtosecond XFEL Pulses — ●CHRISTIAN GNODTKE, ULF SAALMANN, and JAN-MICHAEL ROST — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzerstrasse 38, D-01187 Dresden, Germany

We investigate the possibility of imaging atomic clusters with intense femtosecond laser pulses as will be available from X-ray free electron laser (XFEL) sources in the future. The X-ray diffraction pattern is simulated and a phase-retrieval algorithm using the oversampling method [1] is employed to reconstruct the cluster geometry. Since the image quality is limited by appreciable radiation damage to the cluster (ionization and subsequent expansion) even for femtosecond pulses, we consider the laser-induced dynamics. Using quantum-mechanical transition rates combined with a molecular dynamics simulation of free electrons and ions [2], we investigate the constraints on the experimental parameters for imaging purposes.

[1] J. Miao, D. Sayre and H. N. Chapman. *J. Opt. Soc. Am. A* **15**, 1662 (1998)[2] U. Saalman and J.-M. Rost. *Phys. Rev. Lett.* **89**, 143401 (2002)

A 20.14 Do 16:30 Labsaal

Probing the cluster dynamics with atto-second VUV and XUV laser pulses — ●IONUȚ GEORGESCU, ULF SAALMANN, and JAN-MICHAEL ROST — Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden, Germany

First experiments [1] with soft X-Ray (VUV range) radiation coming from a free-electron laser were conducted in Hamburg on Xe clusters. They showed an unexpectedly large energy absorption resulting into fast, highly charged ions.

Although several theoretical models [2-5] manage to explain the large energy absorption and the ionic spectra observed after the explosion, the mechanisms which they propose lead to different charge states of the atoms during the interaction with the laser pulse. We investigate how atto-second probe pulses in the VUV and XUV range can be used for time-resolved studies of the charge states of the atoms, thus, providing more insight into the energy absorption mechanisms.

[1] Wabnitz et.al., *Nature* **420**, 482 (2002)[2] R. Santra and C.H. Greene, *PRL* **91**, 233401 (2003)[3] C. Siedschlag and J.M. Rost, *PRL* **93**, 043402 (2004)[4] Jungreuthmayer et.al., *J. Phys. B* **38**, 3029 (2005)[5] M. Rusek and A. Orlowski, *PRA* **71**, 043202 (2005)

A 20.15 Do 16:30 Labsaal

Photoelectron Spectroscopy on Mass-Selected Metal Clusters using VUV-FEL Radiation — ●V. SENZ¹, T. FISCHER², J. STANZEL³, M. NEEB³, F. BURMEISTER⁴, M. NIEMITZ², T. WEBER⁵, U. KRAMM¹, P. OELSSNER¹, E. RÜHL⁶, M. MARTINS⁷, H. THOMAS⁸, C. BOSTEDT⁸, A. CZASCH⁵, W. EBERHARDT³, G. GANTEFÖR², T. MÖLLER⁸, H. SCHMIDT-BÖCKING⁵, R. DÖRNER⁵, W. WURTH⁷, J. TIGGESBÄUMKER¹, and K. MEIWES-BROER¹ — ¹Universität Rostock — ²Universität Konstanz — ³BESSY Berlin — ⁴ICM, BMC, Uppsala University — ⁵Universität Frankfurt am Main — ⁶Universität Würzburg — ⁷Universität Hamburg — ⁸Technische Universität Berlin

Metal clusters with only a few atoms are known to exhibit new and interesting properties. In particular, the exact number of atoms has a pronounced influence on the electronic structure. The promising method to study the electronic and geometric structure of the clusters is photoelectron spectroscopy after mass-selection. So far, however, no photon source except the VUV free electron laser at HASYLAB/DESY is available, which provides the appropriate radiation of several tens of eV with sufficient intensity and thus allows to investigate the complete valence band and shallow core levels. We report on the status of a dedicated experimental setup and experiences during the first beamtime at the FEL. A BMBF funded consortium of seven groups planned the project and participates in the experiments.

A 20.16 Do 16:30 Labsaal

Ionisation and recombination in atto-second electric field pulses — ●JULIAN POLOCZEK, DARKO DIMITROVSKI, and JOHN S. BRIGGS — Theoretische Quantendynamik, Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg

We study ionisation and excitation of a hydrogenic atom from the ground and first excited states in short electric field pulses of several cycles. A process of ionisation and recombination which occurs periodically in time is identified, both for small and extremely large peak electric field strengths. In the limit of large electric peak fields closed-form analytic expressions for the population of the initial state after single- and few-cycles pulses are derived. These formulae, strictly valid for asymptotically large momentum transfer from the field, give an excellent agreement with the fully numerical calculations for all momentum transfers.

A 20.17 Do 16:30 Labsaal

Effects of weak hyperfine decoupling on metastability exchange optical pumping of ³He — ●MARION BATZ¹, PIERRE-JEAN NACHER², GENEVIÈVE TASTEVIN², and WERNER HEIL¹ — ¹Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physik, Staudingerweg 7, 55099 Mainz, Germany — ²Laboratoire Kastler Brossel, Département de Physique de l'E.N.S., 24 Rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05, France

In order to improve the efficiency of metastability exchange optical pumping of ³He and to obtain a more thorough understanding of the complex relaxation mechanisms in a gas discharge, we set up a ³He op-

tical pumping experiment in magnetic fields up to 30 mT. The gas discharge is the main source of relaxation for the nuclear polarisation of ^3He , e.g. due to the emission of circularly polarised fluorescence light in the plasma that is a significant angular momentum loss mechanism. Up to 100 mT, the strong hyperfine coupling in the 2^3S state and the metastability exchange process are almost unaffected by the applied field. In contrast, above 10 mT electronic and nuclear angular momenta in the excited states involved in the radiative cascade are strongly decoupled and this relaxation mechanism is prevented. We present systematic optical pumping measurements, in which the effects of the magnetic field, of the discharge intensity, of the gas pressure, of the pump laser line and power have been investigated. Our first results indicate that applying a moderate field tends to decrease nuclear relaxation and yields a relative increase in nuclear polarisation by 5-10%.

A 20.18 Do 16:30 Labsaal

Optical measurement of nuclear polarisation of ^3He gas in arbitrary magnetic field — ●MARION BATZ¹, PIERRE-JEAN NACHER², GENEVIÈVE TASTEVIN², and WERNER HEIL¹ — ¹Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Institut für Physik, Staudingerweg 7, 55099 Mainz, Germany — ²Laboratoire Kastler Brossel, Département de Physique de l'E.N.S., 24 Rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05, France

Gaseous ^3He can be spin polarised by metastability exchange optical pumping, through excitation of the ground state atoms into the 2^3S metastable state by a radiofrequency discharge, and pumping with a 1083 nm-laser on the 2^3S - 2^3P transition. In other excited states populated in the plasma, hyperfine interaction transfers nuclear orientation to electronic angular momentum. Monitoring the circular polarisation of a selected He spectral line is a standard optical detection technique, but it is difficult to accurately calibrate and its sensitivity decreases with gas pressure and in high applied magnetic fields (above a few mT, due to hyperfine decoupling in the involved excited states). We present an optical method to measure the nuclear polarisation of ^3He based on absorption measurements of a weak probe laser at 1083 nm. It relies on the fact that metastability exchange collisions enforce a spin-temperature-like distribution of populations in the probed metastable state sublevels that reflect the nuclear polarisation of the ground state. We have performed systematic measurements up to 30 mT in various conditions to assess the accuracy of this technique. Very high SNR (up to 10000) can be obtained, and the effects of an intense pumping laser and of the gas pressure have been studied.

A 20.19 Do 16:30 Labsaal

Relativistic gauge-invariant strong-field approximation for Above-Threshold Ionization — ●MICHAEL KLAIBER, KAREN Z HATSAGORTSYAN, and CHRISTOPH H KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, D-69117 Heidelberg

A gauge-invariant version of the strong-field approximation is developed for the relativistic treatment of Above-Threshold Ionization (ATI). The gauge invariance is achieved by means of employment of an eigenstate of the physical energy operator for the initial atomic state. Both a comparison and analysis of predictions of the gauge-invariant theory with usual not gauge-invariant results are given for direct ionized electrons. Further we expand the model based on the Klein-Gordon equation by including rescattering of the ionized electron in the relativistic regime.

A 20.20 Do 16:30 Labsaal

Doppelt angeregte Heliumatome in starken Magnetfeldern — ●ARMIN LÜHR und PETER SCHMELCHER — Theoretische Chemie, Im Neuenheimer Feld 229, 69120 Heidelberg

Das Wellenlängenspektrum von Heliumatomen in starken Magnetfeldern ist von großem Interesse für die astrophysikalische Erforschung von magnetischen Weißen Zwergen. Starke Magnetfelder sind bekannt dafür, die Struktur und Dynamik atomarer Systeme grundlegend zu verändern. Im Gegensatz zu gebundenen Heliumatomen, bei denen (dominant) nur ein Elektron angeregt ist, wurde das Verhalten von doppelt angeregten Zuständen im Magnetfeld B bisher noch nicht untersucht. Betrachtungen dieser Zustände für $B = 0$ legen nahe, dass es sich um stark korrelierte Resonanzzustände handelt, welche nicht durch unabhängige Teilchen beschrieben werden können.

Unter Verwendung der complex scaling Methode wurde die Magnetfeldabhängigkeit von doppelt angeregten Heliumatomen für $B = 0 - 2.355 \cdot 10^7$ T berechnet. Daraus ergibt sich, dass die untersuchten Zustände (im Gegensatz zu $B = 0$) für starke Felder $B > 2 \cdot 10^5$ T durch Konfigurationen aus einem Heliumion- und einem Wasserstofforbital im Magnetfeld beschrieben werden können. Dies ist ein erster Schritt zum Verständnis und zur Bestimmung des Spektrums von doppelt angeregten Heliumatomen im Magnetfeld.

A 20.21 Do 16:30 Labsaal

Laser-assisted bremsstrahlung — ●ERIK LÖTSTEDT, STEPHAN SCHNEZ, ULRICH D. JENTSCHURA, KAREN Z. HATSAGORTSYAN, and CHRISTOPH H. KEITEL — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg

The process of spontaneous bremsstrahlung in a laser field is theoretically studied. We present the fully relativistic differential cross section for spontaneous bremsstrahlung from a relativistic electron scattered by a Coulomb potential in a laser field. The electron-laser interaction is taken into account exactly by treating the laser as an external classical field, while the electron-nucleus interaction and the interaction with the bremsstrahlung radiation are treated in first-order perturbation theory. The full, laser-dressed Green's function of the Dirac equation is used for the propagator.

Numerical results are obtained for the differential cross section integrated over the solid angle of the final electron, for relativistic electron energies and laser intensities of up to the order 10^{22} W/cm² and for both linear and circular polarization of the laser.

We focus in particular on the case when high-harmonic generation is possible, that is, when the bremsstrahlung frequency is an (high) integer multiple of the laser frequency. We show that it is possible to obtain bremsstrahlung spectra showing the features of a plateau and a cutoff.

A 20.22 Do 16:30 Labsaal

Muonic atoms in strong laser fields — ●ATIF SHAHBAZ¹, CARSTEN MÜLLER¹, THOMAS J. BÜRVENICH^{1,2}, and CHRISTOPH H. KEITEL¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany — ²Johann Wolfgang Goethe University, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt am Main, Germany

We study the influence of an intense laser wave on a muonic atom. The large muon mass can be accounted for by separating the centre-of-mass and relative coordinates of motion. Scaling laws in terms of the muon mass are reviewed and applied to strong-field ionization and high-harmonic generation. It is found that the maximum harmonic frequency achievable with an electronic or muonic atom is practically identical, although much stronger fields can be applied to the latter. In addition, we consider the muonic bound-state dynamics in view of possible laser-induced nuclear reactions.

A 21 Poster II: Multikoinzidenz Imaging

Zeit: Donnerstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

A 21.1 Do 16:30 Labsaal

Orts- und zeitauflösende planare Germaniumdetektoren zur Spektroskopie und Polarimetrie hochenergetischer Röntgenstrahlung — ●UWE SPILLMANN^{1,2}, H. BEYER¹, S. CHATTERJEE¹, A. GUMBERIDZE^{1,2,3}, S. HESS^{1,2}, CH. KOZHUKHAROV¹, TH. KRINGS⁴, D. PROTIC⁴, R. REUSCHL^{1,2}, TH. STÖHLKER^{1,2}, S. TASHENOV¹ und S. TROTSENKO^{1,2} — ¹GSi, Darmstadt, Germany — ²IKF, J.W. v. Goethe Universität, Frankfurt am Main, Germany — ³Tbilisi State University, Georgia — ⁴IKP, FZ Jülich, Jülich, Germany

Strukturierte Halbleiterdetektoren öffnen die Tür zu neuartigen Messmethoden in der Röntgen-Spektroskopie. Unter Ausnutzung des Compton-Effekts ermöglichen diese Systeme Aussagen über den Polarisationsgrad sowie die Lage des Polarisationsvektors der Röntgenstrahlung. Eine weitere wichtige Anwendung ist die hochpräzise Vermessung von atomaren Übergangsenergien in Kristallspektrometereperimenten. Hier wird neben der hervorragenden Energieauflösung eine deutlich gesteigerter Effizienz im Vergleich zu klassischen Schlitssystemen erreicht. Zentraler Gegenstand der aktuellen Arbeit ist die Analyse der geometrischen und elektronischen Responsefunktion eines beidseitig strukturier-

ten 128x48-Streifendetektors aus hochreinem Germanium. Die im Rahmen einer Strahlzeit an der ESRF (Grenoble, France) gewonnenen Ergebnisse werden bezüglich geometrischer Positionsempfindlichkeit und Polarisationsempfindlichkeit diskutiert.

A 21.2 Do 16:30 Labsaal

Experimente zum Ladungsbrüten mit der MAXEBIS an der GSI Darmstadt — •HOLGER ZIMMERMANN¹, OLIVER KESTER², REINARD BECKER³ und MICHAEL KLEINOD³ — ¹LMU-München, Schellingstraße 4, D-80799 München — ²GSI-Darmstadt, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt — ³IAP-Frankfurt, Max-von-Laue-Str. 1, 60438 Frankfurt am Main

Das Verfahren des Ladungsbrütens erlaubt es hochgeladene Ionen langlebiger Isotope zur Nachbeschleunigung sowie für Experimente zur Verfügung zu stellen. Dieses Verfahren wird schon in existierenden Anlagen wie REX-ISOLDE eingesetzt. Zukünftige Anlagen wie MAFF, SPES, SPIRAL II und EURISOL zeigen aus Kostengründen die Notwendigkeit von Ladungsbrütungs-Systemen. Die Erforschung dieser Anlagen wird daher im Rahmen des I3-EURONS-Projektes und der EURISOL-DS unterstützt. Im Rahmen dieser Projekte wurde die Frankfurter MAXEBIS, eine Elektronenstrahl-Ionenquelle, zwecks Studien zur Optimierung des Ladungsbrütens, an die GSI gebracht und in Betrieb genommen. An der MAXEBIS wurden die Elektronenkanone, die innere Elektrodenstruktur sowie der Kollektor auf hohe Ladungsdichten des Elektronenstrahls optimiert. Als weitere wichtige Aufgabe soll die MAXEBIS als Testinjektor für die HITRAP-Kühlerfalle, die Niederenergie-Strahllinie und Experimente dienen. Die Vorbereitungen und der Status werden vorgestellt.

A 21.3 Do 16:30 Labsaal

Kompaktes konventionelles hocheffizientes Niederenergie-Elektronenpolarimeter — •V. HAMELBECK und G. F. HANNE — Physikalisches Institut, Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Str. 10, 48149 Münster.

Vorgestellt wird die Entwicklung eines Elektronenpolarimeters, das auf der spinabhängigen Streuung von Elektronen an dünnen Goldfolien bei Energien von einigen zehn bis hundert keV basiert (MOTT-Streuung).

Der neue Detektor ist in konventioneller Anordnung entworfen und besitzt eine elektrische Feldkonfiguration, die an ein sphärisches Feld angelehnt ist. Kleine Dimensionen (Durchmesser: 225 mm, Länge: 175 mm) und eine niedrige Streuenergie ermöglichen eine Verringerung der Hochspannungsschutzmassnahmen im Labor.

Theoretische Berechnungen [1] zeigen für 50 keV eine Güte in der Größenordnung von 10^{-4} , die in etwa der eines bisher verwendeten konventionellen MOTT-Detektors mit Streuenergien von 100 bis 120 keV entspricht. Bestandteil unserer Untersuchungen ist, inwieweit diese Voraussage zutrifft.

[1] S. Qiao *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **68** (1997), 4017.

A 21.4 Do 16:30 Labsaal

Ionisationsdynamik von Argonionen im hochdichten Elektronenstrahl einer EBIT — •GÜNTER ZSCHORNACK¹, RENE HELLER², MARTIN KRELLER¹, ALEXANDRA SILZE¹ und FALK ULLMANN³ — ¹TU Dresden, Institut für Angewandte Physik, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden — ²FZ Rossendorf, FWI, PF 510119, 01314 Dresden — ³Leybold Vacuum Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Messungen an der Zweistrahlanlage des FZ Rossendorf ermöglichen es, die zeitliche Entwicklung einzelner Ladungszustände von Argonionen, die im Elektronenstrahl einer Dresden-EBIT erzeugt werden, zu untersuchen. Das Messprinzip beinhaltet eine im Millisekundenbereich variierbare Ionisationszeit in der Dresden-EBIT, die Ladungszustandsseparation extrahierter Ionen und die Messung der pro Fallenzklus erzeugten Ionenzahlen. Damit kann die Entwicklung einzelner Ladungszustände über extrahierte Ionen zahlen zeitlich hoch aufgelöst verfolgt werden. Unter Berücksichtigung von Elektronenstromdichte und des Überlappfaktors zwischen Elektronenstrahl und Ionenwolke konnten damit Wirkungsquerschnitte zur Elektronenstosseinzulionisation von Argonionen bestimmt werden. Die Ergebnisse demonstrieren das Potential, nach weiterer vertiefender Untersuchung verbleibender Einflussparameter präzise Ionisationsquerschnitte für einen breiten Elektronenenergiebereich, verschiedene Elemente und unterschiedliche Ladungszustände zu bestimmen. Der Vergleich gemessener Ionisationsdynamiken mit Modellrechnungen dient weiter als Bewertungskriterium zum Verständnis und zum Einfluss einzelner, sich in der EBIT vollziehender Wechselwirkungen zwischen dem Elektronenstrahl und den gespeicherten Ionen.

A 21.5 Do 16:30 Labsaal

Die Zweiquellenionenstrahlanlage des FZ Rossendorf - Neue Möglichkeiten für Experimente mit hochgeladenen Ionen — •ZSCHORNACK GÜNTER¹, STEFAN FACSKO², FRANK GROSSMANN³, RENE HELLER², ULRICH KENTSCH³, DANIEL KOST², MARTIN KRELLER¹, STEFFEN LANDGRAF¹, WOLFHARD MOELLER², VLADIMIR OVSYANNIKOV³, MIKE SCHMIDT³, RAINER SCHLENK², FALK ULLMANN³ und BERND WUSTMANN² — ¹TU Dresden, Institut für Angewandte Physik, Mommsenstr. 13, 01062 Dresden — ²FZ Rossendorf, Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung, PF 51 01 19, 01314 Dresden — ³Leybold Vacuum Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, 01109 Dresden

Die Rossendorfer Zweiquellenionenstrahlanlage stellt eine weltweit einmalige Kombination aus einer Elektron-Zyklotron-Resonanz-Ionenquelle und einer bei Raumtemperatur arbeitenden Elektronenstrahl-Ionenquelle, der Dresden EBIT, dar. Die Ionenstrahlen beider Quellen münden in eine gemeinsame Targetkammer und stehen dort für Experimente zur Verfügung. Die erreichbaren Ladungszustände, die Ionenströme sowie die Energien der Ionen beider Quellen unterscheiden sich aufgrund der verschiedenen Wirkungsprinzipien und gewährleisten so ein breites Spektrum an Experimenten. Die aus beiden Quellen extrahierten Ionen können auf Energien unter q-100 V abgebremst werden. Die Untersuchung der Wechselwirkung langsamer hochgeladener Ionen mit Festkörperoberflächen, insbesondere der Einfluss der Potentialenergie der Ionen, ist neben der Ionenquellendiagnostik Gegenstand aktueller Forschungen an der Rossendorfer Zweiquellenanlage.

A 21.6 Do 16:30 Labsaal

A reaction microscope with toroidal sectors — •X. WANG¹, S. HAGMANN^{2,3}, and M. NOFAL^{3,4} — ¹Fudan University, Shanghai — ²Inst. f. Kernphysik, Univ. Frankfurt — ³GSI-Darmstadt — ⁴Max Planck Inst. f. Kernphysik, Heidelberg

In a conventional reaction microscope an electric extraction field E and a guiding magnetic field B , both nearly parallel to the projectile beam axis, image slow electrons and recoil ions from the target zone onto large 2D position sensitive detectors thus facilitating kinematically complete investigations of ion-atom collisions. We have conducted simulation calculations for a new type of magnetic toroidal sector analyzer for the electron branch of the reaction microscope. This configuration conserves the symmetry almost entirely but has the advantage to remove the large 2D position sensitive electron detectors from the immediate vicinity of the coating beams in a storage ring environment. Preliminary results of the calculations will be presented.

A 21.7 Do 16:30 Labsaal

Dresden EBIS-A: Entwicklung und Betriebsparameter — •GÜNTER ZSCHORNACK¹, FRANK GROSSMANN², RENE HELLER³, MARTIN KRELLER¹, ULRICH KENTSCH², STEFFEN LANDGRAF¹, VLADIMIR 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 — ³FZ Rossendorf, FWI, PF 510119, 01314 Dresden

Der Betrieb der Ionenquellen Dresden EBIT und Dresden EBIS hat erfolgreich demonstriert, dass hochgeladene Ionen unter Verzicht auf kryogene Quellentechnik langzeitstabil und kostengünstig erzeugt werden können. Mit der Entwicklung und Inbetriebnahme einer dritten Quellengeneration, der Dresden EBIS-A, wurde eine Ionenquelle geschaffen, die gegenüber den Vorgängertypen bis zu einer Größenordnung mehr Ionenstrom ermöglicht. Bei einer Falllänge von 6 cm und einem maximalen Elektronenstrom von 500 mA werden Elektronendichten von $> 200 \text{ A cm}^{-2}$ erreicht. Das mit Permanentmagneten erzeugte Magnetfeld beträgt 620 mT auf der Quellenachse. Die Quelle ist für Elektronenenergien bis 45 keV konzipiert.

A 21.8 Do 16:30 Labsaal

Die Emission niederenergetischer Elektronen in alle Raumrichtungen nach Einfachionisation von Helium durch Elektronenstoß — •MARTIN DÜRR, CHRISTINA DIMOPOULOU, BENNACEUR NAJJARI, ALEXANDER DORN und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Die Untersuchung der Einfachionisation von Atomen durch geladene Projektile bietet Einblick in das dynamische Drei-Körper-Problem der Quantenmechanik. Mit dem Reaktionsmikroskop, einem kombinierten Elektronen- und Rückstoßionen-Impulsspektrometer, lässt sich dieser Prozess im Detail untersuchen. Mit dieser Technik werden niederenergeti-

sche Elektronen über den vollen Raumwinkel erfasst, so dass die Emission des ionisierten Elektrons als dreidimensionales Bild dargestellt werden kann. Bei der Einfachionisation von Helium durch schnelle C^{6+} Ionen wurde dadurch außerhalb der Streuebene eine erhöhte Emission beobachtet, welche mit den verfügbaren theoretischen Modellen nicht reproduziert werden konnte [1]. Mit einem speziell für Elektronenstoßprozesse konzipierten RM wurden kinematisch vollständige Messungen zur Einfachionisation von Helium durch Elektronen für zwei verschiedene Projektilenergien $E_0 = 1$ keV und $E_0 = 100$ eV durchgeführt. Dort wird ebenfalls eine erhöhte Emission wie beim Ionenstoß beobachtet, welche auf höhere Ordnungen in der Wechselwirkung zwischen dem Projektil und dem Atom zurückzuführen sind. Während die theoretische Rechnung beim Elektronenstoß richtige Vorhersagen trifft, bleibt der Grund für die beim Ionenstoß bestehenden Diskrepanzen unklar.

[1] M. Schulz et al., Nature(London) **422**, 48 (2003)

A 21.9 Do 16:30 Labsaal

Impulsauflösende Spektroskopie an Edelgasatomen und -clustern — ●MATTHIAS HOENER¹, CHRISTOPH BOSTEDT¹, EKATARINA EREMINA¹, HEIKO THOMAS¹, THOMAS MÖLLER¹, LUTZ FOUCAR², OTTMAR JAGUTZKI², REINHARD DÖRNER² und HORST SCHMIDT-BÖCKING² — ¹Technische Universität Berlin — ²Universität Frankfurt

Die COLTRIMS Messmethode ermöglicht es Ionisations- und Dissoziationsprozesse impuls aufgelöst und in Koinzidenz zu messen. Somit können kinematisch vollständige Bilder von Fragmentationsprozessen erstellt werden. Einer der Schwerpunkte der bisherigen, sehr erfolgreichen, Experimente lag in der Untersuchung der Wechselwirkungen von Photon mit Atomen und kleinen Molekülen [1].

Mit dem in unserer Gruppe gebauten COLTRIMS-Detektor soll es möglich sein, Reaktionsdynamiken großer Edelgascluster zu untersuchen. Erste Testmessungen an Neon- und Xenon-clustern an der Undulatorbeamline BW3/HASYLAB wurden bereits durchgeführt. Die TOF- und Impulsspektren der ionischen Fragmente und Elektronen lassen eine Abhängigkeit der Clustergröße und der Anregungsenergie erkennen. Diese ersten Testmessungen dienen als Grundlage zur weiteren Entwicklung und Optimierung des Detektorsystems.

[1] Dörner et al., Physics Reports 330, 95 (2000)

A 21.10 Do 16:30 Labsaal

PHOTO DOUBLE IONIZATION OF HYDROGEN MOLECULES AT THRESHOLD — ●THORSTEN WEBER^{1,2}, MARKUS SCHÖFFLER¹, LOTHAR SCHMIDT¹, JASMIN TITZE¹, BIRTE ULLRICH¹, LUTZ FOUCAR¹, OTTMAR JAGUTZKI¹, HORST SCHMIDT-BÖCKING¹, REINHARD DÖRNER¹, TIMUR OSIPOV³, MIKE PRIOR³, ALLEN LANDERS⁴, and LEW COCKE⁵ — ¹Institut für Kernphysik, Universität Frankfurt, Germany — ²DESY Hamburg, Germany — ³Lawrence Berkeley National Laboratory, UC Berkeley, USA — ⁴206 Allison Laboratory, Auburn University, USA — ⁵Dept. of Physics, Kansas State University, USA

We have studied experimentally the influence of the molecular alignment and spacing on the electron emission from a two body Coulomb potential induced by single photon absorption with 50 eV. Applying successfully the technique of COLTRIMS it was possible to measure doubly differential cross sections (DDCS) for the photo double ionization of hydrogen for fixed in space molecular orientations by detecting three

particles in coincidence. The measurements covered 4pi solid angle.

We present angular distributions of one electron studying the influence of symmetry effects, selection rules and molecular orientations in body fixed frames. Although only one of the two electrons was measured, the angular distributions show a distinct dependency on the molecular orientation and on the Kinetic Energy Release (KER) of the recoiling ions.

Some of the experimental results can be compared with quantum mechanical calculations.

A 21.11 Do 16:30 Labsaal

Auslese eines Delayline Detektors mit einem FlashADC (Acqiris) — ●LUTZ FOUCAR, ACHIM CZASCH, HORST SCHMIDT-BÖCKING und REINHARD DÖRNER — Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main

Moderne Multifragment Experimente benötigen einen experimentellen Aufbau, der in der Lage ist, jedes Fragment mit hoher Auflösung und hoher Rate zu detektieren (Multihitfähigkeit). Ein Detektor, der viele Teilchen detektieren kann, ist der Delayline Detektor. Von diesem kommen 5 (Quadratische Anode) bzw. 7 (Hexagonale Anode) Signale, welche mit hoher Präzision und wenig Totzeit aufgenommen werden müssen. Dies ist möglich mit Hilfe eines schnellen Transientenrekorders (Analog-Digital Wandler mit 1 ns Abtastrate). Ein solches Datenaufnahmesystem ist zum Beispiel der Acqiris Digtizer DC271. Dargestellt werden Software zur Aufnahme und Methoden zur Analyse der gelieferten Signale. Es soll gezeigt werden, mit welchen Methoden eine bessere Auflösung als die 1 ns Abtastrate erzielt werden können. Ausserdem wird gezeigt, wie die Totzeit von 5 ns, die von heutigen schnellen Constant Fraction Discriminatoren vorgegeben ist, reduziert werden kann.

A 21.12 Do 16:30 Labsaal

Simultane Ionisation und Anregung von Helium im Stoß mit 105 eV Elektronen — ●MARTIN DÜRR, ALEXANDER DORN und JOACHIM ULLRICH — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Bei der Einfachionisation von Helium kann das zurückbleibende Ion im Grundzustand oder, mit kleinerer Wahrscheinlichkeit, auch in angeregten Zuständen vorliegen. Im ersten Fall lässt sich das Stoßsystem auf ein effektives Drei-Körper-Problem, bestehend aus dem Projektil, dem ionisiertem Elektron und dem einfach geladenem Ion, zurückführen. Das zweite im Helium gebundene Elektron spielt in diesem Fall nur eine passive Rolle. Bei simultaner Ionisation und Anregung ist nimmt es aktiv an der Reaktion teil und die Elektronenkorrelation der Targetelektronen sowie Stoßprozesse höherer Ordnung spielen eine wichtige Rolle. Dieser Prozess wurde mit einem Reaktionsmikroskop bei einer Projektilenergie von $E_0 = 105$ eV kinematisch vollständig untersucht, wobei die Einfachionisation und gleichzeitige Anregung in den Zustand ($n = 2$) durch die Energiebilanz der Kontinuumselektronen identifiziert wird. In diesem Beitrag werden absolute, vollständig differentielle Wirkungsquerschnitte präsentiert. Doppelt angeregte Zustände des neutralen Heliums, welche unter Emission eines Elektrons in den $n = 2$ Zustand des He^+ -Ions zerfallen, werden als Resonanzen sichtbar. Bei der vorliegenden, niedrigen Projektilenergie stellt die perturbative Behandlung des Projektils keine adäquate Beschreibung dar. Das Experiment stellt somit eine Herausforderung an nicht-perturbative Theorien dar, welche das volle Vier-Körper Problem behandeln.

A 22 Poster II: Photoionisation

Zeit: Donnerstag 16:30–18:30

Raum: Labsaal

A 22.1 Do 16:30 Labsaal

K-Schalen Photoionisation von mit Femtosekunden Laser angeregten Kaliumatomen — ●NADINE NEUMANN — Institut für Kernphysik - Max-von-Laue Str. 1, 60438 Frankfurt

Im Gegensatz zum Edelgas Argon enthält Kalium ein Valenzelektron im 4s Zustand. Das Ziel der hier vorgestellten Messung war es, die Bedeutung dieses 4s Elektrons für das Gesamtsystem zu untersuchen. Das 4s Elektron wurde mit einem 1mJ Femtosekunden-Laser bei einer Wellenlänge von 800nm ionisiert. 750 ps später wurde ein weiteres Elektron aus der K-Schale mittels Röntgenstrahlung herausgelöst. Der darauf folgende Auger-Prozess wurde mit einem Flugzeitspektrometer aufgenommen, und die Anzahl der Elektronen als Funktion der Energie der Röntgenphotonen aufgezeichnet. Um eine Aussage über das 4s Elektron treffen zu können wurde eine zweite Messung durchgeführt, in welcher

der Auger-Prozess ebenfalls durch K-Photoionisation ausgelöst wurde, jedoch das Valenzelektron unberührt blieb. Die analysierten Daten weisen eine überraschend deutliche Verschiebung der K-Schalen Energie nach dem Entfernen des 4s Elektrons auf.

A 22.2 Do 16:30 Labsaal

The search for oscillations in the near-threshold double photoionization cross section of helium — ●U KLEIMAN^{1,2}, T TOPÇU¹, M S PINDZOLA¹, and F ROBICHEAUX¹ — ¹Auburn University, Department of Physics, Auburn, AL 36849, USA — ²Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, D-01187 Dresden, Germany

The double photoionization cross section for helium is calculated in the near-threshold region by direct solution of the time-dependent Schrödinger equation. Full close-coupling results for the $1s^2$ 1S ground

state are found to be in excellent agreement with experimental measurements [1]. The calculations confirm the validity of the Wannier power law from 0.1 eV to about 1.7 eV excess energy and find no oscillations in the threshold cross section beyond numerical uncertainty. Further time-dependent calculations are made in a simpler *s*-wave counterlinear model for both the $1s^2\ ^1S$ ground and $1s2s\ ^1S$ excited states. Although numerical uncertainties are significantly reduced in the helium model calculations, again no oscillations in the threshold cross sections are found beyond the remaining numerical uncertainty.

[1] H Kossmann, V Schmidt and T Andersen, Phys. Rev. Lett. 60, 1266 (1988).

A 22.3 Do 16:30 Labsaal

Photodoppelionisation von H_2 - Eine Analogie zum Doppelspalt? — •KATHARINA KREIDI¹, TILL JAHNKE¹, THORSTEN WEBER¹, ANDRE STAUDTE², ALI ALNASER³, C. MAHARJAN³, P. RANITOVIC³, A.L. LANDERS⁴, T. OSIPOV⁵, OTTMAR JAGUTZKI¹, C.L. COCKE³, M.H. PRIOR⁵, HORST SCHMIDT-BÖCKING¹ und REINHARD DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, University of Frankfurt, Germany — ²National Research Council, 100 Sussex Drive, Ottawa, Ontario, Canada KIA 0R6 — ³Dept. of Physics, Kansas State University, Cardwell Hall, Manhattan KS 66506, USA — ⁴Physics Department, Auburn University, Auburn, AL 36849, USA — ⁵Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA 94720, USA

Mit Hilfe der COLTRIMS-Technik wird die Photodoppelionisation von H_2 -Molekülen untersucht. Die Orte und Flugzeiten der Photofragmente sollen mit einer Raumwinkelakzeptanz von 4π in Koinzidenz gemessen werden. Aus den gemessenen Größen werden die Impulse und infolge dessen die Winkelverteilungen der Elektronen im Bezug zur Molekülachse bestimmt. Bei einer Photonenenergie von 240 eV sollten, ähnlich wie bei einem Doppelspaltexperiment, deutliche Interferenzerscheinungen in den Elektronenwinkelverteilungen auftreten.

A 22.4 Do 16:30 Labsaal

Photoionisation und Photo-Doppelanregung von Wasserstoff und Deuterium-Molekülen — •TILO HAVERMEIER¹, THORSTEN WEBER¹, TILL JAHNKE¹, KATHARINA KREIDI¹, TIMUR OSIPOV², ALI BELKACEM², ALLEN LANDERS³, OTTMAR JAGUTZKI¹, MICHAEL H. PRIOR², HORST SCHMIDT-BÖCKING¹ und REINHARD DÖRNER¹ — ¹Institut für Kernphysik, J.W. Goethe Universität, Max-von-Laue-Strasse 1, 60438 Frankfurt am Main — ²Lawrence Berkeley National Laboratory, One Cyclotron Road, BLDG 2R0300, Berkeley, CA 94720 — ³Department of Physics, 206 Allison Lab, Auburn, Alabama 36849

in diesem Beitrag werden Messergebnisse vorgestellt, die im März 2005 an der Advanced-Light-Source in Berkeley gewonnen wurden. Es wurden dissoziierende Zerfallskanäle von Wasserstoff- und Deuterium-Molekülen durch Photoionisation untersucht. Dazu wurde linear polarisiertes Licht im Bereich von 30 bis 60 eV verwendet, und mit Hilfe der COLTRIMS-Methode die Impulse der entstehenden Photo-Fragmente vermessen.

A 22.5 Do 16:30 Labsaal

Approaches for calculating alignment and orientation of photoionized open shell atoms — •BERND LOHMANN¹ und ULRICH KLEIMAN² — ¹Institut für Theoretische Physik, Universität Münster, 48149 Münster, Germany — ²Dept. of Physics, Auburn University, Auburn, AL 36849, USA

A method is proposed for calculating alignment and orientation for open shell atoms after photoionization of an inner shell by relating the open shell dipole matrix elements to those independent of the outer open shell configuration. Thus, an extended and usually non-trivial numerical open shell approach is avoided. Our method can be applied to different configuration potentials which is illustrated by Hartree-Fock calculations of alignment and orientation which have been performed for the L_3 photoionization of K, Au, Sc and Mn, and for the M_5 and N_7 photoionization of In and Tl, applying different numerical approaches. Dramatic effects have been found for Mn. The alignment of Au is compared to the experiment [1].

[1] Yamaoka *et al.*, J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 32, 309 (2003).

A 22.6 Do 16:30 Labsaal

Charakterisierung eines abbildenden Photoelektronenspektrometers mit geformten Femtosekunden-Laserpulsen — •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 zeigen Experimente zur Charakterisierung der Energie- und Winkelverteilung der Photoelektronen mit geformten Femtosekunden-Laserpulsen und die Verwendung des Elektronenspektrometers als Massenflugzeitspektrometer.

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

A 22.7 Do 16:30 Labsaal

Interference effects on the photo-electron angular distribution of argon across the $2p^5 4s$ and $2p^5 3d\ J = 1$ resonances — •S. FRITZSCHE¹, C. Z. DONG², J. NIKKINEN³, S. HEINÄSMÄKI³, H. AKSELA³, and S. AKSELA³ — ¹Universität Kassel, D-34132 Kassel, Germany — ²Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China — ³Department of Physical Sciences, 90014 University of Oulu, Finland

The angular distribution of the argon $3p$ photo-electron has been observed recently with high resolution in the 90–330 eV photon energy region by using linear polarized synchrotron radiation [1]. In these measurements, emphasis was placed in particular on the $2p^5 4s$ and $2p^5 3d\ J = 1$ resonances which are known to overlap partially and which makes it necessary to describe the photo-electron emission as a resonant process, including the direct photoionization as well as the excitation-ionization via resonantly excited bound states in the continuum.

In this contribution, a detailed comparison is made between recent measurements and accurate multiconfiguration Dirac-Fock computations [2]. Although most of the atomic amplitudes are energy independent, if considered over the region of the resonances, it will be shown and discussed how the coherent superposition of the excitation and decay processes may lead to either a *constructive* or *destructive* interference in the angular distributions and intensities of the observed photon lines.

[1] S. Riez *et al.*, Phys. Rev. A72, 014701 (2005).

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

A 22.8 Do 16:30 Labsaal

Linear polarization of the $2p^5 3s \rightarrow 2p^6$ fluorescence light following the inner-shell photoionization of sodium-like ions — •S. FRITZSCHE¹, A. SURZHYKOV², M. K. INAL³, and G. GAIGALAS⁴ — ¹Universität Kassel, D-34132 Kassel, Germany — ²Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg, Germany — ³Université A. Belkaid, 13000 Tlemcen, Algeria — ⁴Vilnius University Research Institute of Theoretical Physics and Astronomy, Vilnius, Lithuania

The inner-shell photoionization of multiple- and highly-charged, sodium-like ions has been studied theoretically by using multiconfiguration Dirac-Fock wave functions [1]. In these investigations, attention was paid especially to the linear polarization of the characteristic x-ray radiation emitted in the subsequent decay of the $2p$ hole state. Detailed calculations have been carried out for the $2p^5 3s \rightarrow 2p^6$ radiative transitions for sodium-like Fe^{15+} and U^{81+} ions. From the comparison of our calculations, based on the electric dipole approximation and the full relativistic theory, we found that the higher multipoles of the radiation field lead to an *enhancement* of the linear polarization for U^{81+} but to a *reduction* for the Fe^{15+} ions [2]. The most pronounced depolarization effect for the Fe^{15+} ions appears for the $2p^5 3s\ ^3P_1 \rightarrow 2p^6\ ^1S_0$ decay where the Stokes parameter P_L^{E1} decreases by more than 30 % if the non-dipole terms in the photoionization cross sections are taken into account.

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

[2] M. K. Inal, A. Surzhykov and S. Fritzsche, Phys. Rev. A72, 042720 (2005).

A 22.9 Do 16:30 Labsaal

Energiekalibrierung von Photonen im Vakuum-Ultraviolett (VUV) an schmalbandigen Synchrotronstrahlungsquellen — •W. KIELICH¹, S. KLUMPP¹, L. WERNER¹, A. EHRESMANN¹, H. SCHMORANZER², K.-H. SCHARTNER³, I. D. PETROV⁴, PH. V. DEMEKHIN⁴ und V. L. SUKHORUKOV⁴ — ¹Institut für Physik, Universität Kassel — ²Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern — ³I. Physikalisches Institut, Universität Giessen — ⁴Rostov State University of Transport Communications, Rostov-on-Don

Mit Hilfe von Synchrotronstrahlungsquellen der dritten Generation und unter Verwendung neuer, hochauflösender Primärmonochromato-

ren ($\Delta E \leq 2 \text{ meV}$ bei $28,5 \text{ eV}$) ist es erstmalig gelungen Rydbergserien zweifach angeregter Zustände $4s^2 4p^4 n l n' l'$ in KrI, im Anregungsenergiebereich von $28,4 \text{ eV}$ bis $28,7 \text{ eV}$, mit photoneninduzierter Fluoreszenzspektroskopie (PIFS) individuell nachzuweisen und auszuzeichnen. Diese Rydbergserien können zur Bestimmung von Ionisationsschwellen in angeregte KrII Zustände und damit als Methode zur Kalibrierung der Energie von Photonen im VUV genutzt werden. Die Methode ist systematisch genauer als die Kalibrierung auf den halben Intensitätsanstieg an der Ionisationsschwelle, da für diesen Fall hohe Rydbergzustände knapp unterhalb der Konvergenzgrenze spektroskopisch nicht aufgelöst werden können.

A 22.10 Do 16:30 Labsaal

Kohärenz im atomaren Kontinuum — ●MARTIN SCHLESINGER und WALTER STRUNZ — Theoretische Quantendynamik, Physikalisches Institut, Universität Freiburg, Hermann-Herder-Str. 3, 79104 Freiburg

Motiviert durch fs-Ionisationsexperimente mit Atomen [1,2] geben wir einfache analytische Ausdrücke für das Elektronenspektrum bei Ionisation aus einem Autler-Townes-Dublett in das Kontinuum an. Unsere Ergebnisse erlauben eine anschauliche Interpretation der gemessenen Spektren und verdeutlichen deren Abhängigkeit von den experimentellen Kontrollparametern. Desweiteren untersuchen wir zum einen den Einfluss von Phasenfluktuationen des Laserfeldes, zum anderen den Einfluss endlicher Temperatur auf die theoretisch erwarteten Interferenzmuster des Spektrums.

[1] M. Wollenhaupt, A. Assion *et al.*, Phys. Rev. Letters **89**, 17 (2002)

[2] M. Wollenhaupt, A. Assion *et al.*, Phys. Rev. A **68**, 1 (2003)

A 22.11 Do 16:30 Labsaal

Quantum signatures of chaos in doubly excited helium — ●Y. JIANG¹, R. PÜTTNER¹, D. DELANDE², M. MARTINS³, and G. KAINDL¹ — ¹Freie Universität Berlin, D-14195, Berlin — ²Laboratoire Kastler-Brossel Tour 12, 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 (SIT) I_9 of He^+ showed a transition to quantum chaos by analyzing

the nearest neighbor spacing distribution [1]. Present measurements in the energy region up to the SIT I_{15} of He^+ were performed, which show excellent agreement with state-of-the-art complex-rotation calculations. Based on the calculations the spectral features were assigned and no indication of Ericson fluctuations were found. Using the theoretical results we studied the approximate quantum numbers as well as the statistical properties of energy levels, linewidths, and Fano parameters q . Preliminary statistical analysis displayed interesting precursor signatures of quantum chaos in doubly excited helium. This studies prove for the first time the transition region from integrability to chaos to be much larger than expected before since the quantum number K dissolves rather slowly. Reference: [1] R. Püttner *et al.*, Phys. Rev. Lett. **86**, 3747 (2001).

A 22.12 Do 16:30 Labsaal

Differences in the cross section oscillations between gas-phase and amorphous fullerenes — ●SANJA KORICA¹, AXEL REINKÖSTER¹, MARKUS BRAUNE¹, DANIEL ROLLES¹, BURKHARD LANGER², JENS VIEFHAUS¹, and UWE BECKER¹ — ¹Fritz-Haber-Institut der MPG, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin — ²Institut für Physikalische Chemie I, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg

We have performed high resolution measurements of emitted photoelectrons from the valence shell of C70, in the gas phase but also in an amorphous solid formation, in order to derive branching ratio and partial cross sections of the two highest molecular orbitals HOMO and HOMO-1. The experiments have been performed at the beamline BW3 at HASYLAB (DESY) using monochromatized synchrotron radiation and time-of-flight (TOF) detection of photoelectrons. The comparison between the two phases shows an interesting and unexpected difference. The ratio between the corresponding HOMO and HOMO-1 levels, which exhibits photon energy dependent oscillations in both cases, shows an offset of 0.5 for the gas phase measurements compared to the solid state data. The latter one are constantly lower for all energies between 25 and 270 eV. This kind of behavior we did not notice in our earlier measurements for C60 with the same kind of experiment.

A 23 Wechselwirkung mit starken Laserpulsen III: Moleküle

Zeit: Freitag 10:40–12:10

Raum: H6

Hauptvortrag

A 23.1 Fr 10:40 H6

Bestimmung der Attosekundendynamik von Molekülen mit Hilfe hoher Harmonischer — ●MANFRED LEIN — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Als hohe Harmonische bezeichnet man kohärente hochfrequente Strahlung aus einer Abfolge von laserinduzierter Ionisation, Beschleunigung des Elektrons im Laserfeld und Rekombination mit dem Ursprungion. Die Wahrscheinlichkeit für Rekombination hängt vom Überlapp des instantanen Gesamtzustandes mit dem Anfangszustand des Moleküls ab und ist durch eine Art Autokorrelationsfunktion gegeben. Im Falle von Molekülen spiegelt sich eine Momentaufnahme der geometrischen und elektronischen Struktur im Spektrum der Harmonischen wider.

Wir rekonstruieren mittels eines genetischen Algorithmus die laserinduzierte Vibrationsdynamik eines Wasserstoffmoleküls mit einer Zeitauflösung von ca. 100 Attosekunden aus den Spektren unterschiedlicher Isotope [1]. Wir diskutieren Unterschiede zwischen ausgerichteten und zufällig orientierten Molekülen, die Auswirkung der Coulombwechselwirkung zwischen Elektron und Ion sowie die Möglichkeit der Anwendung auf größere Moleküle und auf feldverzernte Born-Oppenheimer-Potentiale.

[1] M. Lein, Phys. Rev. Lett. **94**, 053004 (2005).

A 23.2 Fr 11:10 H6

Inelastische vibronische Ionisation diatomarer Moleküle in intensiven Laserfeldern — ●ARVID REQUATE^{1,2}, ANDREAS BECKER¹ und FARHAD H.M. FAISAL² — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Strasse 38, 01187 Dresden — ²Fakultät für Physik, Universität Bielefeld, Postfach 100131, 33501 Bielefeld

Für den Prozess der Ionisation diatomarer Moleküle in einem Laserfeld unter gleichzeitiger Vibrationsanregung des Ions wird eine Intense-Field Many-Body S -Matrix Theorie der inelastischen vibronischen Ionisation (IVI) [1,2] präsentiert. In Übereinstimmung mit aktuellen experimentellen Daten [3] wird im Falle von molekularem Wasserstoff eine gegenüber der Franck-Condon Verteilung unterdrückte Population höherer Vibrati-

onenzustände festgestellt. Die Analyse zeigt, daß diese Verschiebung nicht auf eine Verletzung der Franck-Condon Näherung zurückzuführen ist, sondern in erster Linie ein Effekt der zunehmenden Energiedifferenz zwischen Anfangs- und Endzustand ist.

[1] A. Becker und F.H.M. Faisal, *J. Phys. B* **38**, R1 (2005).

[2] A. Requate, A. Becker und F.H.M. Faisal, eingereicht.

[3] X. Urbain, B. Fabre, E.M. Staicu-Casagrande, N. de Ruette, V.M. Andrianarijaona, J. Jureta, J.H. Posthumus, A. Saenz, E. Baldit und C. Cornaggia, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 163004 (2004).

A 23.3 Fr 11:25 H6

Pump-Probe Experimente zur zeitaufgelösten Visualisierung der Fragmentation von H2 in intensiven Laserpulsen — ●THORSTEN ERGLER, ARTEM RUDENKO, KARL ZROST, BERNOLD FEUERSTEIN, CLAUS DIETER SCHRÖTER, ROBERT MOSHAMMER und JOACHIM ULLRICH — Max Planck Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Mit der so genannten "Coulomb explosion imaging" Technik ist es möglich Kernwellenpakete von Molekülen auf einer Zeitskala von einigen Femtosekunden abzubilden. Zur Abbildung der Wellenpaketsdynamik gebundener Zustände benötigt man Laserpulse, die deutlich kurzer sind als die molekulare Vibrationszeit T . Für H2 ($T = 12 \text{ fs}$) sind Laserpulse von sub-10 fs nötig. In Pump-Probe Experimenten mit 7 fs Pulsen ist es nun erstmals gelungen den Einfluss der vibronischen Bewegung gebundener molekularer Zustände auf die Ionisationsdynamik bei Intensitäten von 0.2 bis 1.0 PW/cm² zu vermessen. Im Experiment durchläuft der Strahl eines Ti:Sa-Lasers (800 nm) zunächst ein Interferometer und generiert zwei Laserpulse mit einem zeitlich wohl definierten Abstand (Auflösung ca. 300 as) von Null bis 1000 fs. Diese werden dann in einem "Reaktions-Mikroskop" auf einen kalten H2-Molekülstrahl fokussiert und die Impulsvektoren aller Fragmente (Ionen und Elektronen) als Funktion des Delays zwischen den beiden Laserpulsen koinzident registriert. Die gemessenen Daten erlauben Rückschlüsse auf die zeitliche Entwicklung der molekularen Fragmentationsdynamik in intensiven Laserfeldern auf ultrakurzen Zeitskalen.

A 23.4 Fr 11:40 H6

Doppelionisation von H_2 in einem starken Laserpuls — ●SILVIO BAIER¹, CAMILO RUIZ², LUIS PLAJA², LUIS ROSO² und ANDREAS BECKER¹ — ¹Max-Planck-Institut für Physik komplexer Systeme, Nöthnitzer Str. 38, 01187 Dresden — ²Departemento de Física Aplicada, Universidad de Salamanca, 37008 Salamanca, Spanien

Experimentelle und theoretische Arbeiten haben gezeigt, dass für den Prozess der nichtsequentiellen Doppelionisation von Zwei-Elektronen-Systemen in starken Laserfeldern sowohl die Wechselwirkung zwischen dem Laserfeld und den Elektronen als auch der Elektronen untereinander wichtige Rollen spielen. Unser Modell erlaubt es uns, ab-initio-Rechnungen der laserinduzierten Doppelionisation in einem linear polarisierten Laserfeld durchzuführen. Dabei wurde die Schwerpunktskoordinate der beiden Elektronen auf die Polarisationsachse beschränkt, während die volle Dimensionalität der Relativkoordinate beibehalten wurde. Dieses Modell wurde für das H_2 -Molekül mit festen Kernen positioniert entlang der Polarisationsachse angewandt. Die Ergebnisse zeigen, dass verschiedene Beiträge zur Doppelionisation existieren und charakterisiert werden können.

A 23.5 Fr 11:55 H6

Above-threshold ionization in stretched molecules — ●CIPRIAN CHIRILA and MANFRED LEIN — Max Planck Institute for Nuclear Physics, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg

Above-threshold ionization (ATI) is studied in diatomics with large internuclear separations. We solve the time-dependent Schrödinger equation (TDSE) numerically for a one-dimensional H_2^+ molecular ion. The ATI spectra are highly accurate even for large photoelectron-energies and are obtained using a Crank-Nicolson method with high accuracy in both space and time, combined with the window-operator technique.

We show that for certain values of the internuclear separation, the ATI spectrum extends up to $50 U_p$, where U_p is the ponderomotive potential of the electron in the laser field. This can be understood within a classical model including electron scattering: An electron is born in the continuum at one of the nuclei with zero initial kinetic energy and moves under the influence of the laser field only. During its motion, it can scatter from the two nuclei and then escape the interaction region. Plateaus extending beyond the corresponding cutoff-energies can be understood if one takes into account the electron starting with non-zero velocity and weights the trajectories by the instantaneous ionization rate at the time of birth of the electron.