

## Q 64: Precision spectroscopy of atoms and ions IV

Time: Friday 10:30–12:15

Location: V47.03

Q 64.1 Fri 10:30 V47.03

**Lifetime and population of muonic hydrogen and deuterium in the metastable 2S state.** — MARC DIEPOLD and THE CREMA COLLABORATION — Max-Planck-Institute for Quantum Optics, Garching

Recently, the CREMA collaboration succeeded to measure the Lamb shift (2S-2P energy difference) in muonic hydrogen doing laser spectroscopy.

In the present study we analyze the data sets taken with muonic hydrogen and muonic deuterium, and investigate the deexcitation of the metastable 2S state of muonic hydrogen and deuterium. We have observed a long-lived and a short-lived component, and determined the populations and lifetimes. Interesting differences between muonic hydrogen and muonic deuterium are revealed.

The results serve as an important observable for cascade calculations in exotic atoms. In addition, precise knowledge of populations and lifetimes of the 2S state will enable improvements for the next generation muonic hydrogen 2S-2P spectroscopy experiment.

Q 64.2 Fri 10:45 V47.03

**Atomic Parity Violation in a single Ra ion** — M. NUNES PORTELA, H. BEKER, G. GIRI, K. JUNGMANN, C.J.G. ONDERWATER, S. SCHLESSER, R.G.E. TIMMERMANS, O.O. VERSOLATO, L. WILLMANN, and H.W. WILSCHUT — KVI, University of Groningen, NL

Precision measurements of atomic parity violation is the only path to determine the electroweak mixing angle in the Standard Model of particle physics at low energy scale. A single trapped Ra<sup>+</sup> ion is the most promising candidate for such an experiment. The system combines the advantages of large parity violation amplitudes due to the faster than Z<sup>3</sup> scaling, the possibility to perform accurate atomic structure calculation on this one valence electron system and the ability to precision frequency measurements on trapped ion. Our first laser spectroscopy on an ensemble of trapped short-lived <sup>209–214</sup>Ra<sup>+</sup> isotopes in a linear Paul trap provided hyperfine structure of the 6d <sup>2</sup>D<sub>3/2</sub> states and isotope shift of the 6d <sup>2</sup>D<sub>3/2</sub> - 7p <sup>2</sup>P<sub>1/2</sub> transition [1,2]. These results provide input for the ongoing precision atomic structure calculations. The next step of the experiments towards laser cooling of a single trapped radium ion. The experimental setup is being commissioned with Ba ions.

[1] O.O. Versolato et al. Phys. Lett. A 375 (2011) 3130-3133.

[2] G.S. Giri et al. Phys. Rev. A 84 (2011) 020503(R).

Q 64.3 Fri 11:00 V47.03

**g-faktor Messungen am gebunden Elektron in wasserstoff- und lithiümähnlichem Silizium <sup>28</sup>Si<sup>13+,11+</sup>** — ANKE WAGNER<sup>1</sup>, SVEN STURM<sup>1,2</sup>, FLORIAN KÖHLER<sup>3</sup>, WOLFGANG QUINT<sup>3</sup>, BIRGIT SCHABINGER<sup>1,2</sup>, GÜNTER WERTH<sup>2</sup> und KLAUS BLAUM<sup>1</sup> — <sup>1</sup>MPI für Kernphysik, 69117 Heidelberg, Deutschland — <sup>2</sup>Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Deutschland — <sup>3</sup>GSI, 64291 Darmstadt, Deutschland

Hochpräzisionsmessungen des gyromagnetischen Faktors (*g*-Faktors) des Elektrons gebunden an hochgeladenen mittelschweren Ionen bieten die Möglichkeit Rechnungen zur Quantenelektrodynamik gebundener Systeme (BS-QED) unter extremen Bedingungen sehr genau zu testen. Zu diesem Zweck wurde der *g*-Faktor des Elektrons gebunden in wasserstoffähnlichem Silizium <sup>28</sup>Si<sup>13+</sup> mit einer relativen Unsicherheit von nur  $5 \cdot 10^{-10}$  gemessen und stellt derzeit den zwingendste Test der BS-QED in starken Feldern dar [1]. Die *g*-Faktor Messung an einem lithiümähnlichem System des gleichen Elements <sup>28</sup>Si<sup>11+</sup> ermöglicht im Vergleich mit dem wasserstoffähnlichem System einen Test der Elektronen-Elektronen Wechselwirkung. Aus diesem Grund soll als nächster Schritt der *g*-Faktor des Elektrons gebunden in <sup>28</sup>Si<sup>11+</sup> gemessen werden. Um den *g*-Faktor zu bestimmen, werden die Larmorfrequenz und die freie Zyklotronfrequenz eines einzelnen Ions in einer Penningfalle gemessen. Die Messmethode sowie die Ergebnisse werden präsentiert.

[1] Sturm et al., Phys. Rev. Lett. **107**, 023002 (2011)

Q 64.4 Fri 11:15 V47.03

**X-ray laser spectroscopy with trapped highly charged ions at the free-electron laser LCLS** — SVEN BERNITT — Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Ger-

many

The emission lines of highly charged iron ions are prominent in the spectra of many astrophysical objects. However, some features, such as the relative intensities of two prominent bright Fe XVII lines around 15Å, are not well reproduced by today's most sophisticated spectral models. This limits the reliability of information that can be extracted from spectra. For this reasons, precise laboratory wavelength and intensity measurements with highly charged ions in the X-ray range are urgently needed. Laser spectroscopy is a remarkably successful experimental method, but the X-ray regime was not accessible due to the lack of appropriate lasers. In recent years, a new kind of ultrabright light sources, free electron lasers, have become available. Results of a first experiment overlapping x-ray laser pulses with highly charged ions in an electron beam ion trap and directly addressing photonic excitations will be presented. The experiment introduced the techniques of laser spectroscopy into the x-ray spectral range, opening new possibilities, not only for astrophysics, but also for benchmarking general atomic theory.

Q 64.5 Fri 11:30 V47.03

**Ein transversales Elektrontarget zur Untersuchung von Elektron-Ion-Wechselwirkungen** — SABRINA GEYER<sup>1,2</sup> und OLIVER KESTER<sup>1,2</sup> — <sup>1</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt — <sup>2</sup>Institut für Angewandte Physik, Goethe-Universität Frankfurt

Ein neuartiges Konzept für Untersuchungen von Elektron-Ion-Wechselwirkungen an Speicherringen ist ein transversales Elektrontarget. Dort bietet es vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, beispielsweise in der Spektroskopie von emittierten Elektronen und Photonen unter großen Raumwinkeln, sowie der genauen Messung von absoluten Wirkungsquerschnitten. Im Vergleich zu einem Gastarget führt ein Elektrontarget zu einer wesentlich besseren Energieauflösung, lediglich begrenzt durch die thermische Energieverteilung der Elektronen. Das Target-Design basiert auf einem Schichtstrahl, der im Vergleich zu einer runden Geometrie nicht nur eine längere Wechselwirkungszone generiert, sondern vor allem auch hohe Strahlströme bei niedrigeren Potentialdepressionen ermöglicht. Zur Fokussierung des Strahls werden rein elektrostatische Felder gewählt. Die Strahlenergie in der Wechselwirkungszone beträgt zwischen einigen 10eV und einigen keV. Das Elektrontarget wird für den Einsatz des FAIR-Projekts (Facility for Antiproton and Ion Research) an der GSI gebaut und in nächster Zeit am elektrostatischen Speicherring FLSR (Frankfurt Low Energy Storage Ring) der Universität Frankfurt getestet. Eine Übersicht über den Fortschritt des Elektrontargets wird präsentiert.

Q 64.6 Fri 11:45 V47.03

**Einsatz von Grafikkarten zur Simulation von Ionenwolken in Penningfallen** — JOCHEN STEINMANN<sup>1,2</sup>, JUERGEN GROSS<sup>2</sup>, GUENTER ZWICKNAGEL<sup>3</sup>, FRANK HERFURTH<sup>1</sup> und SVETLANA FEDOTOVA<sup>1</sup> — <sup>1</sup>GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung — <sup>2</sup>Hochschule Darmstadt — <sup>3</sup>Universität Erlangen-Nürnberg

An der HITRAP-Anlage (Highly Charged Ion Trap) der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) sollen Präzisionsexperimente mit hochgeladenen Ionen, bis hin zu nacktem Uran (U92<sup>+</sup>), durchgeführt werden. Teil der HITRAP-Anlage ist eine kryogene Penningfalle, in der bis zu 10<sup>5</sup> Ionen gespeichert werden können, die durch Elektronen- und anschließender Widerstandskühlung bis auf 4 K abgekühlt werden. Der Abkühlprozess führt im Potentialminimum der Falle zu einem Anstieg der Ionendichte, sodass Coulombwechselwirkung zunehmend das Verhalten des Vielteilchensystems bestimmt und somit die Bewegungsgleichungen der Ionen nicht mehr als entkoppeltes System betrachtet werden können. Der Rechenaufwand zur Lösung solcher Differentialgleichungssysteme skaliert quadratisch mit der Teilchenzahl, selbst für Hochleistungsrechner ergeben sich daher schnell Simulationszeiten auf einer Zeitskala von Jahren. Aufgrund des hohen Parallelisierungsgrades des Vielteilchensystems ist eine drastische Senkung der Simulationszeit durch den Einsatz von Grafikkarten möglich. Es konnte bereits die Abkühlung von bis zu 10000 Teilchen simuliert werden, unter Verwendung handelsüblicher Grafikkarten.

Q 64.7 Fri 12:00 V47.03

**Van der Waals interaction with a complex surface** — ELAD

---

EIZNER<sup>1</sup>, BARUCH HOROVITZ<sup>1</sup>, and CARSTEN HENKEL<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Ben Gurion University of the Negev, Beer Sheva, Israel — <sup>2</sup>Universität Potsdam, Germany

When an atom or molecule approaches a surface, it is subject to a (typically) attractive interaction due to fluctuations in its electric and magnetic dipole moments (London 1930, Casimir and Polder 1948, Lifshitz 1955). We discuss the impact of mobile charges localized at and below the surface on this well-known van der Waals potential. This is

relevant, for example, in miniaturized traps (atom chips) and in the scattering of atomic beams. The charges at the surface participate in the screening of the fields due to the molecular dipole. As a result, new regimes and power laws emerge when the surface distance gets comparable to the electronic screening length. We analyze different materials (metals and semiconductors) and suggest that the interaction can be used as a probe of charge transport at the surface. The temperature-dependence of the van der Waals potential is compared to the macroscopic Casimir force between two conducting plates.