

A 2: Precision spectroscopy of atoms and ions I (with Q)

Time: Monday 11:00–12:30

Location: B 302

A 2.1 Mon 11:00 B 302

Progress Towards Antihydrogen Hyperfine Spectroscopy — ●STEFAN ULMER — RIKEN Advanced Science Institute, Hiro-sawa, Wako, Saitama 351-0198, Japan — on behalf of the ASACUSA-CUSP collaboration

The CUSP experiment at the CERN Antiproton Decelerator (AD) is a part of the ASACUSA physics program. It is dedicated to perform precise hyperfine spectroscopy of antihydrogen. A comparison to the hydrogen hyperfine structure provides a sensitive test of matter/ antimatter symmetry. Mixing antiprotons with positrons in a so-called nested trap scheme, antihydrogen is produced. The mixing takes place in the cusp (anti-Helmholz) magnet, which acts as well as a unique spin polarization filter. Transmitted low-field seeking hyperfine states pass a radio frequency spin-flip cavity followed by a sextupole analyser and an antihydrogen detector. A measurement of the antihydrogen signal as a function of the frequency irradiated to the cavity gives direct access to the hyperfine structure. The status of this Rabi-like antiatomic spectroscopy experiment will be reported.

A 2.2 Mon 11:15 B 302

Muonic hydrogen and the proton radius puzzle — ●RANDOLF POHL — Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching

Our recent measurement of the Lamb shift (2S-2P energy splitting) in muonic hydrogen has revealed a ten times more precise value of the proton charge radius, R_p . This new value differs, however, by 7 standard deviations from the 2010 CODATA value of R_p which is extracted from hydrogen spectroscopy and elastic electron-proton scattering.

This so-called "proton radius puzzle" has created many ideas ranging from novel proton structure effects all the way to physics beyond the Standard Model.

We will present new measurements of transitions in muonic hydrogen and deuterium, and give an update on the "proton radius puzzle"

A 2.3 Mon 11:30 B 302

The Lamb shift measurement in muonic helium ions. — ●MARC DIEPOLD and THE CREMA COLLABORATION — Max-Planck-Institute of Quantum Optics, Garching

In 2013, the CREMA collaboration will measure the 2S-2P transition frequencies (Lamb shift) in $\mu^4\text{He}^+$ and $\mu^3\text{He}^+$ using laser spectroscopy.

This measurement will achieve ten times more accurate values for the absolute nuclear charge radii of the lightest helium isotopes, as well as evaluate the $\mu^3\text{He}^+$ hyperfine structure to determine the magnetic moment distribution of the ^3He nucleus.

Charge radii provided by this experiment will serve as a benchmark for few-nucleon nuclear models and as the basis for stringent tests of higher order bound-state QED contributions.

In addition, the muonic helium measurements should be able to shed new light on the "proton size puzzle", i.e. the seven sigma discrepancy of our charge radius determination in muonic hydrogen and the 2009 CODATA value.

A 2.4 Mon 11:45 B 302

Simulation zur Laserkühlung von Antiwasserstoff —

●BURKHARD MAYER^{1,2}, THOMAS DIEHL^{1,2}, DANIEL KOLBE^{1,2}, ANDREAS KOGLBAUER^{1,2}, MATTHIAS STAPPEL^{1,2}, RUTH STEINBORN^{1,2}, ANDREAS MÜLLERS^{1,2} und JOCHEN WALZ^{1,2} — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Deutschland — ²Helmholtz-Institut Mainz, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Deutschland

Die künftige Laserspektroskopie von Antiwasserstoff bietet die Möglichkeit für einen präzisen Test der fundamentalen Symmetrie zwischen Materie und Antimaterie. Dazu werden die Antiwasserstoff-Atome in

einer Ioffe-Falle gespeichert. Für eine präzise Laserspektroskopie soll die Zeeman-Verbreiterung durch das inhomogene Magnetfeld der Falle durch Kühlen minimiert werden.

Eine Möglichkeit ist die Laserkühlung auf dem geschlossenenem 1S – 2P Übergang mit einer Wellenlänge $\lambda_{\text{Lyman-}\alpha} = 121,56$ nm. Zur Bestimmung der optimalen Kühlparameter ist eine Simulation des Kühlvorgangs sinnvoll und wichtig. In der Simulation werden die Energieniveaushiftung im Fallenpotential, das Fallenpotential, die Anregungsraten und die Bewegungsgleichung der Atome mit analytischen und numerischen Verfahren berechnet. Es werden die aktuellen Ergebnisse der Simulation und der unterschiedlichen Verfahren präsentiert.

A 2.5 Mon 12:00 B 302

Precision spectroscopy of the 2S – 4P_{1/2} transition in atomic hydrogen on a cold thermal beam of optically excited 2S atoms — ●AXEL BEYER¹, NIKOLAI KOLACHEVSKY¹, JANIS ALNIS¹, DYLAN C. YOST¹, KSENIA KHABAROVA², ARTHUR MATVEEV¹, CHRISTIAN G. PARTHEY¹, RANDOLF POHL¹, THOMAS UDEM¹, and THEODOR W. HÄNSCH^{1,3} — ¹Max-Planck-Institut für Quantenoptik, 85748 Garching — ²FSUE 'VNIIFTRI', 141570 Moscow — ³Ludwig-Maximilians-Universität, 80799 München

The 'proton size puzzle', i.e. the discrepancy between the values for the proton r.m.s. charge radius deduced from precision spectroscopy of atomic hydrogen and electron-proton-scattering on one side and the value deduced from muonic hydrogen spectroscopy on the other side, has been persisting for more than two years now. Although huge efforts have been put into trying to resolve this discrepancy from experimental and theoretical side, no convincing argument could be found so far. In this talk, we report on a unique precision spectroscopy experiment on atomic hydrogen, which is aiming to bring some light to the hydrogen part of the puzzle: In contrast to any previous high resolution experiment probing a transition frequency between the meta-stable 2S state and a higher lying nL state ($n = 3, 4, 6, 8, 12$, $L = S, P, D$), our measurement of the 2S – 4P_{1/2} transition frequency is the first experiment being performed on a cold thermal beam of hydrogen atoms optically excited to the 2S state. We will discuss how this helps to efficiently suppresses leading systematic effects of previous measurements and present the preliminary results we obtained so far.

A 2.6 Mon 12:15 B 302

Eine um eine Größenordnung verbesserte Elektronenmasse

— ●FLORIAN KÖHLER^{1,2}, SVEN STURM³, ANKE WAGNER^{1,3}, GÜNTER WERTH⁴, WOLFGANG QUINT^{1,2} und KLAUS BLAUM^{1,3} — ¹Fakultät für Physik, Universität Heidelberg, 69120 Heidelberg, Germany — ²GSF Darmstadt, 64291 Darmstadt, Germany — ³Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg, Germany — ⁴Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Germany

Zur Bestimmung des g -Faktors des gebundenen Elektrons benötigt man neben dem experimentell gemessenen Frequenzverhältnis aus Larmor- und Zyklotronfrequenz, die Ionen- und die Elektronenmasse. Durch die Hochpräzisionsmessung des g -Faktors von wasserstoffähnlichem Silizium $^{28}\text{Si}^{13+}$ wurden die Rechnungen der Quantenelektrodynamik gebundener Zustände (BS-QED) mit einer relativen Genauigkeit von $8.5 \cdot 10^{-10}$ erfolgreich bestätigt [1]. Aufgrund der Skalierung einiger theoretischer Beiträge mit $Z\alpha$ kann der g -Faktor von wasserstoffähnlichem Kohlenstoff $^{12}\text{C}^{5+}$ auf mindestens $1.5 \cdot 10^{-11}$ genau berechnet werden. Durch eine Reihe von Verbesserungen [2], kann das Verhältnis Larmor- zur Zyklotronfrequenz bei $^{12}\text{C}^{5+}$ auf etwa $2 \cdot 10^{-11}$ gemessen werden. Dies ermöglicht eine Bestimmung der Elektronenmasse, die um mindestens eine Größenordnung genauer ist als der derzeitige CODATA Wert. Der momentane Stand des Experiments, sowie erste Ergebnisse, werden präsentiert.

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

[2] S. Sturm *et al.*, Phys. Rev. Lett. **107**, 143003 (2011)