

A 5: Precision spectroscopy II

Zeit: Montag 16:30–18:15

Raum: 6G

A 5.1 Mo 16:30 6G

Bestimmung der Ionisationsenergie von Lithium — ●WILFRIED NÖRTERSCHÄUSER^{1,2}, BRUCE BUSHAW³, JÜRGEN KLUGE^{2,4} und GORDON DRAKE⁵ — ¹Institut für Kernchemie, Universität Mainz — ²GSI Darmstadt — ³Pacific Northwest National Laboratory, Richland WA, USA — ⁴Physikalisches Institut, Universität Heidelberg — ⁵University of Windsor, Ontario, Canada

Mittels Resonanz-Ionisations-spektroskopie gelang uns die bislang genaueste Bestimmung der Ionisationsenergie von Lithium. Durch eine dreifach resonante Anregung mit nachfolgender Feldionisation konnten die Rydberg Zustände der n^2P Serie bis zu etwa $n = 300$ vermessen werden. Schwaches Stark-Mixing durch elektrische Restfelder erlaubte auch die Anregung der n^2S Serie für höhere n . Darüber hinaus wurde die Isotopieverschiebung der Ionisationsgrenze zwischen ⁶Li und ⁷Li bestimmt. Die Resultate werden mit präzisen atomphysikalischen Berechnungen des Drei-Elektronen-Systems Lithium verglichen.

A 5.2 Mo 16:45 6G

The 2s-3s transition frequency in Lithium — ●MONIKA ZAKOVA¹, KAMALESH DASGUPTA³, GUIDO EWALD², CHRISTOPHER GEPPERT², MATTHIAS NOTHHELFER¹, RODOLFO SANCHEZ¹, and WILFRIED NÖRTERSCHÄUSER^{1,2} — ¹Institut für Kernchemie, Mainz, Deutschland — ²GSI, Darmstadt, Deutschland — ³B.A.R.C., Bombay, Indien

We report on an absolute measurement of 2s-3s transition frequency in lithium. This measurement allows a test of theoretical calculations of transition frequencies and isotope shifts in the three-electron system of atomic lithium. It is performed with a Ti:Sa laser at 735 nm that is stabilized to a diode laser via frequency-offset locking. The diode laser is locked to a frequency comb. Resonant excitation of the lithium atoms is detected via resonance ionization mass spectroscopy: after excitation into the 3s states, the atoms are ionized along the 3s-2p-3d-Li⁺ path, mass analyzed with a quadrupole mass filter and then detected with a channeltron-type detector. These measurements will complete previous investigations of the isotope shift of all lithium isotopes.

A 5.3 Mo 17:00 6G

Ein Lasersystem für die Spektroskopie radioaktiver Be-Ionen in einer Paulfalle — CHRISTOPHER GEPPERT¹, JÜRGEN KLUGE¹, ●MATTHIAS NOTHHELFER², DIRK TIEDEMANN², FERDINAND SCHMIDT-KALER³, MONIKA ZAKOVA², CLAUD ZIMMERMANN⁴ und WILFRIED NÖRTERSCHÄUSER^{1,2} — ¹GSI, Darmstadt — ²Kernchemie, Universität Mainz — ³Quanteninformationsverarbeitung, Universität Ulm — ⁴Physikinstitut, Universität Tübingen

Die Isotopieverschiebung (IV) von ^{7,9,10,11}Be soll mittels Laserspektroskopie an lasergekühlten Be⁺-Ionen in einer linearen RF-Falle mit einer Genauigkeit von $\Delta\nu \approx 200$ kHz gemessen werden. Durch den Vergleich der gemessenen IV mit theoretischen Berechnungen des Massen effektes der IV kann der Kernvolumeneffekt bestimmt und daraus der Kernladungsradius modellunabhängig auf wenige Prozent genau berechnet werden. Die radioaktiven Isotope werden on-line an ISOLDE (CERN) erzeugt und in eine RF-Falle überführt. Wir stellen ein Lasersystem für die Kühlung und Spektroskopie der Ionen im $2s_{1/2} \rightarrow 2p_{1/2}$ Übergang (313 nm) vor. Dieses besteht aus zwei Farbstofflasern mit nachfolgender Frequenzverdopplung. Einer der Laser wird direkt auf einen kommerziellen Frequenzstabilisator stabilisiert, während die Frequenz des zweiten Lasers durch einen RF-Offset-Lock relativ zum ersten kontrolliert wird. Mit Hilfe akusto-optischer Modulatoren kann dann rasch zwischen Kühlung und Spektroskopie gewechselt werden. Ausserdem wird ein Sprungverfahren beim Scannen angewendet, um systematische Einflüsse auf die Linienform zu vermeiden.

A 5.4 Mo 17:15 6G

A nanowire based cryogenic electron source — ●STEFAN ULMER^{1,3}, JOSEBA ALONSO^{1,2}, KLAUS BLAUM^{1,2}, HOLGER KRACKE¹, SUSANNE KREIM¹, FLORIAN MAURER⁴, WOLFGANG QUINT^{2,3}, BIRGIT SCHABINGER¹, and JOCHEN WALZ¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt, — ³Ruprecht-Karls-Universität, 69047 Heidelberg — ⁴TU, 64287 Darmstadt, Germany

Metallic nanowires can be produced with a large length-to-diameter ratio. They show remarkable field enhancement properties. With the

polymer template technique, a copper based ensemble of nanowires can be fabricated with high areal densities up to 10^7 per cm^2 . Thus, such a nanowire array is suitable to be used as a field emission electron source delivering high and stable current densities at low voltages. Since the properties of the free electron gas inside the metal show weak temperature dependencies, stable field emission performance can be observed in a wide temperature range. The behavior of such a nanowire ensemble has been tested in a temperature range between 4 K and 300 K. Furthermore, in a superconducting magnet the field emission properties were tested in variable magnetic fields up to 1.9 T. In the talk the results of the measurements will be presented and discussed. One possible application of these field emission arrays are electron impact sources operated at cryogenic temperatures in high magnetic fields. In our experiment - the ultra precise measurement of the g -factor of a single isolated proton, stored in a Penning trap - we plan to use the arrays to create the charged particles under such extreme conditions.

A 5.5 Mo 17:30 6G

Nachweiselektronik zur Bestimmung des g -Faktors des Protons in einer Penning-Falle — ●HOLGER KRACKE¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, SUSANNE KREIM¹, WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL⁴, STEFAN ULMER^{1,3} und JOCHEN WALZ¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz, — ²GSI, 64291 Darmstadt, — ³Ruprecht-Karls-Universität, 69047 Heidelberg, — ⁴Stahl-Electronics, 67582 Mettenheim, Germany

Ein einzelnes geladenes Teilchen, das in einer Penning-Falle gefangen ist, kann über die in den Fallenelektroden induzierte Spiegelladung nicht-destruktiv nachgewiesen werden. Im hier vorgestellten Experiment wird beabsichtigt, die Bewegung eines Protons auf diese Weise zu detektieren, woraus der g -Faktor bestimmt werden kann. Die Falle bildet zusammen mit einer Spule einen LC-Schwingkreis, dessen Resonanzfrequenz mit der Bewegungsfrequenz des Protons übereinstimmen muss. Die an der Impedanz abfallende Spannung wird detektiert, wobei die Signalstärke proportional zur Güte des Schwingkreises ist. Um eine hohe Güte zu erreichen, wird eine supraleitende Spule in einem supraleitenden Gehäuse verwendet. Die Platzierung der Spule und der Verstärkereinheit im kryogenen Bereich bei 4 K, in der Nähe der Signalquelle, reduziert das thermische Rauschen und zusätzliche Störungen. Mit dem hierdurch erreichten Signal/Rausch-Verhältnis ist es möglich den Strom, den ein einzelnes Proton induziert, zu messen. Im Vortrag werden Untersuchungen zu den Eigenschaften von Zylinderluftspulen präsentiert. Insbesondere werden die güte-limitierenden Verlustmechanismen und Methoden zu deren Reduktion diskutiert.

A 5.6 Mo 17:45 6G

Progress towards a direct measurement of the proton g -factor in a double Penning trap — ●SUSANNE KREIM¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, HOLGER KRACKE¹, WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL⁴, STEFAN ULMER^{1,3}, and JOCHEN WALZ¹ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt — ³Ruprecht-Karls-Universität, 69047 Heidelberg — ⁴Stahl-Electronics, 67582 Mettenheim, Germany

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. The latter 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 resulting spin state 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 via the continuous Stern-Gerlach effect. This experiment is performed in a 4K cryogenic environment providing an ultra-high vacuum as well as long storage times of the particle. These surroundings bear great challenges for the electronics needed to non-destructively detect the trapped proton. However, it leads to a low Johnson noise of the detection electronics. Together with the use of superconducting alloys, which lead to a high Q -value of the resonant coil, the signal-to-noise ratio can be improved by some orders of magnitude enabling measurements with a very low uncertainty. The sealed system also calls for an in-trap creation of protons with a newly developed cryogenic electron gun.

A 5.7 Mo 18:00 6G

Towards a g -factor determination of the bound electron in highly-charged calcium ions — ●BIRGIT SCHABINGER¹, JOSEBA ALONSO^{1,2}, KLAUS BLAUM^{1,2}, JÜRGEN KLUGE^{2,3}, WOLFGANG QUINT², STEFAN STAHL⁴, MANUEL VOGEL², and GÜNTER WERTH¹ — ¹Institute of Physics, Johannes Gutenberg-University, 55099 Mainz, Germany — ²GSI Darmstadt, 64291 Darmstadt, Germany — ³Ruprecht-Karls-University, 69047 Heidelberg, Germany — ⁴Stahl-Electronics, 67582 Mettenheim, Germany

Bound-state quantum electrodynamical (BS-QED) calculations can be tested by high-precision measurements of the magnetic moment of the electron bound in highly-charged ions. In the past, measurements were performed on hydrogen-like carbon and oxygen [1]. The influence of

the BS-QED contribution to the g -factor increases with the nuclear charge. In the current experiment [2] we plan to measure the g -factor of calcium $^{40}\text{Ca}^{17+}$ and $^{40}\text{Ca}^{19+}$ ions. The ions are created in-trap by a mini electron beam ion source [3]. The g -factor measurement of a single ion is performed in a double Penning-trap setup employing the “continuous Stern-Gerlach-effect”. The aim is to reach a relative uncertainty in the order of 10^{-9} . In the future, we plan to extend our g -factor measurements up to uranium $^{238}\text{U}^{91+}$ at the HITRAP facility. The status of the experiment will be presented.

[1] W.Werth *et al.*, Int. J. Mass Spec. **251**, 152 (2006)

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

[3] J. Alonso *et al.*, Rev. Sci. Instr. **77**, 03A901 (2006)