

MS 7: Resonance Ionization MS, REMPI, MALDI

Time: Wednesday 16:00–18:15

Location: GÖR 229

Invited Talk

MS 7.1 Wed 16:00 GÖR 229

Laser source of radioactive ion beams at the on-line isotope separation facility ISOLDE at CERN — ●VALENTIN FEDOSSEEV — CERN, Geneva, Switzerland

The Resonance Ionization Laser Ion Source (RILIS) of the ISOLDE on-line isotope separation facility is based on the method of laser step-wise resonance ionization of atoms in a hot metal cavity. The atomic selectivity of the RILIS complements the mass selection process of the ISOLDE separator magnets to provide beams of a chosen isotope with greatly reduced isobaric contamination. RILIS achieves efficient ionization for many elements through the selection of suitable atomic transitions which are excited by high average power dye lasers. Currently, a 10 kHz pulse rate Nd:YAG laser emitting 532 nm and 355 nm beams with total power of 100 W is being used for pumping the dye lasers. During 2010 a fully solid state laser system based on Ti:Sapphire lasers has been built at CERN to compliment the dye laser system. To date, ion beams of 27 different elements have been produced at ISOLDE with RILIS. Combining laser wavelength scanning over a resonance transition of RILIS excitation scheme with the detection of short-lived isotopes by methods of nuclear spectroscopy has enabled very sensitive atomic spectroscopy studies of isotopes far from stability. This new experimental technique called “In-source spectroscopy” has been applied for isotope shifts and hyperfine structure measurements of Cu, Tl, Pb, Bi, Po, as well as for first measurement of the ionization potential of the astatine atom.

MS 7.2 Wed 16:30 GÖR 229

Improving the Selectivity of the ISOLDE Resonance Ionization Laser Ion Source at CERN — ●DANIEL FINK^{1,2}, KLAUS BLAUM^{2,3}, BERNARD CREPIEUX¹, VALENTINE FEDOSSEEV¹, BRUCE MARSH¹, CHRISTOPH MATTOLAT⁴, SEBASTIAN RAEDER⁴, SVEN RICHTER⁴, SEBASTIAN ROTHE^{1,4}, PEKKA SUOMINEN¹, and KLAUS WENDT⁴ — ¹CERN, Genève, Switzerland — ²Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, Germany — ³Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg, Germany — ⁴Institut für Physik, Universität Mainz, Germany

The on-line isotope mass separator ISOLDE at CERN provides radioactive beams for various experiments in many fields of physics. Here, a high ion production rate and isotope selectivity are of utmost importance for on-line experiments with short-lived radionuclides. The most extensively used ionization technique at ISOLDE is the element selective Resonance Ionization Laser Ion Source (RILIS). Nevertheless, even when the RILIS is used, many rare isotope beams produced at ISOLDE remain contaminated with surface ionized isobars. In order to suppress the surface ions, a radio-frequency quadrupole device known as the Laser Ion Source and Trap (LIST) has been developed at the University of Mainz and is now ready for implementation at ISOLDE. First tests of the LIST coupled with a real target unit have been performed at the ISOLDE off-line mass separator producing ion beams of stable isotopes. The results of the latest studies and the stages of the implementation of the LIST and its electronics into the present ISOLDE target unit and front end are given.

MS 7.3 Wed 16:45 GÖR 229

Entwicklung und Optimierung eines Niederenergie-Massenspektrometers zur resonanten Laserionisation — ●JOHANNES ROSSNAGEL, TINA GOTTWALD, AMIN HAKIMI, SEBASTIAN RAEDER und KLAUS WENDT — Universität Mainz, Institut für Physik, Germany

Bei der Resonanzionisations-Massenspektrometrie (RIMS) werden Atome mittels Laserstrahlung elementselektiv ionisiert und anschließend in einem Massenfilter nach ihrem e/m Verhältnis analysiert. Die Methode wird zu relevanten atomphysikalischen Untersuchungen, z.B. der Suche nach atomaren Anregungszuständen in bisher unzureichend bekannten Atomspektren oder der Präzisionsbestimmung von Ionisationspotentialen (IP) eingesetzt; gleichermaßen dient sie auch der effizienten und selektiven Erzeugung von Ionenstrahlen kurzlebiger Nuklide an on-line Isotopentrennern oder aber dem Nachweis geringster Spurenelementgehalten in der Elementanalytik. Zur Optimierung des vorhandenen experimentellen Aufbaus der Mainzer Atomstrahlapparatur zur RIMS an einem Quadrupolmassenspektrometer, speziell zur Steigerung der Selektivität und Effizienz wurde eine neue an die RIMS

angepasste Ionenoptik entwickelt und getestet. Ionenoptische Simulationen und systematische Tests im Vergleich mit dem 60 kV-RISIKO Massenseparator mit einem Sektorfeldmagneten werden vorgestellt.

MS 7.4 Wed 17:00 GÖR 229

Circular dichroism in ion yields employing femtosecond laser ionization — ●PHILIPP HORSCH¹, GUNTER URBASCH¹, DOMINIK KRÖNER², and KARL-MICHAEL WEITZEL¹ — ¹Philipps-Universität Marburg, Chemistry Department — ²Universität Potsdam, Chemistry Department

Recently, we have demonstrated the determination of circular dichroism (CD) in mass spectrometry using left- and right-circular polarized femtosecond laser pulses. [1] To address the pivotal question, whether the CD depends on the laser pulse duration, we have investigated the CD in ion yield of 3-methyl-cyclopentanone by means of experiment and theory as a function of the laser pulse duration. [2] In the experiment the CD in ion yield is measured by femtosecond laser ionization *via* a one-photon resonant excited state. In the theoretical part the CD is calculated by solving laser driven quantum electron dynamics for the same resonant excitation based on *ab initio* electronic structure calculations. Both the experimentally measured CD in ion yields and the calculated CD in excited state populations exhibit a marked increase of the CD for pulse duration increasing from 50 fs to about 200 fs. Beyond 200 fs pulse duration the CD levels off. The combination of experimental and theoretical evidence indicates that the CD decreases with increasing laser intensity connected to the increased coupling between the excited state manifold. [1] H. G. Breunig, G. Urbasch, P. Horsch, J. Cordes, U. Koert, K. M. Weitzel, ChemPhysChem, 2009, 10, 1199-1202. [2] P. Horsch, G. Urbasch, K. M. Weitzel, D. Kröner, Phys. Chem. Chem. Phys., 2010, *in press*

MS 7.5 Wed 17:15 GÖR 229

Measurement of the hyperfine structure of ^{229g}Th — ●VOLKER SONNENSCHNEIN¹, SEBASTIAN RAEDER², TINA GOTTWALD², IAIN MOORE¹, SEBASTIAN ROTHE³, and KLAUS WENDT² — ¹Department of Physics, FI-40014 University of Jyväskylä, Finland — ²Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität, D - 55099 Mainz — ³CERN, Geneva, Switzerland

In preparation for an identification of the low-lying 7.6eV isomer ^{229m}Th, $I = 3/2^+$, through its respective hyperfine structure (HFS), the HFS of the ground state nucleus ^{229g}Th, $I = 5/2^+$, was measured using Resonance Ionization Spectroscopy.

Three transitions originating from the atomic ground state were probed with the help of a frequency doubled (tripled) narrow bandwidth (20 MHz) injection-seeded Ti:sapphire laser. Subsequent excitation into autoionizing states with broadband (5+ GHz) Ti:sapphire lasers was used for ionization. Though the HFS was not fully resolved in the resulting spectra of each transition, the combination of the data was used to give first estimates for the atomic ground state hyperfine coupling constants A_0 and B_0 .

Preparations for further experiments related to the isomer search are in progress at the IGISOL facility in Finland. These experiments will likely use an off-line ion-guide based quadrupole mass spectrometer setup with a ²³³U recoil ion guide for ^{229g,m}Th production. Alternatively the collinear laser spectroscopy beam line will be available at the newly constructed IGISOL-4 site.

MS 7.6 Wed 17:30 GÖR 229

Resonante Laserionisation in einer Gaszelle: Erzeugung exotischer Isotope mit unterschiedlichen Lasersystemen — ●SVEN RICHTER¹, PIET VAN DUPPEN², MARK HUYSE², TOBIAS KRON¹, YURI KUDRYAVTSEV², CHRISTOPH MATTOLAT¹, SEBASTIAN RAEDER¹, JOHANNES ROSSNAGEL¹, SEBASTIAN ROTHE⁴, VOLKER SONNENSCHNEIN³ und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg Universität, 55099 Mainz — ²CRC, 1348 Louvain la Neuve, Belgien — ³Department of Physics, University of Jyväskylä, 40014 Jyväskylä, Finnland — ⁴ISOLDE, CERN, 1211 Genf, Schweiz

Resonante Laserionisationsquellen sind hocheffiziente und elementselektive Methoden zur Ionisation exotischer Nuklide an on-line Produktionsanlagen. Weit verbreitet ist der Einsatz an Hot-Cavity Ionenquellen. Am Centre de Recherches du Cyclotron (CRC) in Louvain la Neuve, Belgien werden kurzlebige Radionuklide durch den Beschuss von

Target-Folien mit hochenergetischen geladenen Teilchen in einer Gaszelle erzeugt. Zweistufige-resonante Laserionisation erfolgt dort aktuell durch Laserstrahlung zweier 200 Hz Excimer/Dye-Lasersysteme. Mittels eines Sextupole Ion Guide SPIG in der Extraktionsöffnung zum Massenseparator werden die selektiv erzeugten Ionen vom Gasfluss abgetrennt. Während die Ionisation in der Gaszelle auch mit niedrig repetierenden Lasersystemen um 100 Hz erfolgen kann, ist eine deutliche Effizienzsteigerung bei Ionisation im SPIG durch Einsatz hochrepetierender Lasersysteme zu erwarten. Entsprechende Experimente mit dem 10 kHz Nd:YAG/Titan:Saphir-Lasersystem der Universität Mainz werden aktuell durchgeführt und sollen hierzu Aufschluss geben.

MS 7.7 Wed 17:45 GÖR 229

Systematische Untersuchungen zu Isotopenverhältnismessungen in Plutonium mittels RIMS — •AMIN HAKIMI¹, SEBASTIAN RAEDER¹, NILS STÖBENER², NORBERT TRAUTMANN² und KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, JGU Mainz, Staudinger Weg 7, 55128 Mainz — ²Institut für Kernchemie, JGU Mainz, Fritz-Strassmann-Weg 2, 55128 Mainz

Die quantitative Ultrapurenbestimmung von Aktiniden in Umweltproben ist für die Detektion von anthropogenen radioaktiven Kontaminationen von besonderer Bedeutung, wobei speziell die Isotopenzusammensetzung von Plutonium Aufschluss über Herkunft und Historie einer Probe geben. Für die Detektion kleinster Mengen ist eine hochselektive und empfindliche Nachweismethode erforderlich. Die Resonanzionisations-Massenspektrometrie (RIMS) kombiniert einen elementselektiven Ionisationsprozess mit der Isotopenselektion eines Massenspektrometers. In der vorgestellten Anwendung wurde ein gepulstes Titan:Saphir-Lasersystem zur hocheffizienten Resonanzionisation zusammen mit einer Massenselektion in einem Quadrupol-

Massenspektrometer (QMS) genutzt. Nach der Charakterisierung des Systems an synthetischen Proben und erster Demonstration an Umweltproben wurde mit der Untersuchung systematischer Effekte bei der Isotopenverhältnismessung mittels RIMS begonnen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sowie geplante Verbesserungen werden vorgestellt.

MS 7.8 Wed 18:00 GÖR 229

Entwicklung einer Referenzzelle für die resonante Laserionisation — •TOBIAS KRON, SVEN RICHTER, SEBASTIAN RAEDER, JOHANNES ROSSNAGEL, AMIN HAKIMI, CHRISTOPH MATTO LAT und KLAUS WENDT — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die elementselektive Ionisation über resonante Laserstrahlung ist eine effiziente Methode zur Produktion von Ionenstrahlen seltener Spezies wie auch zur Ultrapurenbestimmung. Dazu werden Atome in der Gasphase mittels Laserstrahlung schrittweise, über mehrere energetische Zwischenniveaus, angeregt und schlussendlich ionisiert. Die individuellen Lagen der atomaren Niveaus stellen dabei einen unverwechselbaren Fingerabdruck eines jeden Elements dar und gewährleisten eine absolute Elementselektion, die in beiden Anwendungen von größter Bedeutung ist. Um die Energieniveaus schnell zu finden und die Abstimmung der Laser zu überprüfen, ist eine kompakte, robuste Referenzapparatur hilfreich. Diese beinhaltet einen Atomstrahllofen, in dem gleichzeitig die Verdampfung der Atome als auch deren Wechselwirkung mit dem Laser erfolgt, sowie einen Faraday-Cup und/oder Sekundärelektronenvervielfacher, die zusammen mit einer einfachen Ionenoptik den Nachweis der resonanten Ionisation ermöglichen. Die Konstruktion einer entsprechenden Zelle wird zusammen mit ersten Charakterisierungsmessungen vorgestellt.