

MASSENSPEKTROMETRIE (MS)

Lutz Schweikhard
 Institut für Physik
 Universität Greifswald
 Domstr. 10a
 17487 Greifswald
 E-Mail: Lutz.schweikhard@physik.uni-greifswald.de
 Web: <http://www6.physik.uni-greifswald.de>

 ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN
 (HU 3088 und HU Senatssaal)

Hinweis:

Zusammen mit den Fachverbänden Atomphysik (A) und Hadronen und Kerne (HK) veranstaltet der Fachverband MS das Symposium

SYAM: Atomare Präzisionsmassenspektrometrie

(Mo, 10:00 - 12:00 und 14:00 -16:00 im HU Senatssaal)

Hauptvorträge

MS 1.1	Fr	10:15	(HU 3088)	Electron Capture Dissociation in Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry , <u>Gökhan Baykut</u> , Roland Jertz, Matthias Witt, Yury Tsybin, Roman Zubarev, Per Håkansson
MS 3.1	Fr	14:00	(HU 3088)	Laser fragmentation and mass spectrometry of binary clusters , <u>Peter Lievens</u> , Sven Neukermans, Ewald Janssens, Xin Wang, Nele Veldeman, Roger E. Silverans
MS 4.1	Fr	16:30	(HU 3088)	Investigation of actinide-oligomers and colloids by electrospray-mass-spectrometry , <u>Clemens Walther</u> , Markus Fuss, Sergej Koltsov, Thorald Bergmann
MS 5.1	Sa	10:30	(HU 3088)	Latest developments in low energy AMS , <u>Hans-Arno Synal</u> , Michal Grajcar, Max Döbeli, Mark Stalder, Martin Stocker, Martin Suter, Lukas Wacker
MS 7.1	Sa	15:00	(HU 3088)	On-line Lasermassenspektrometrie in der Aerosolanalytik , <u>Klaus-Peter Hinz</u>

Fachsitzungen

MS 1	Ionenfallen	Fr	10:15–11:45	HU 3088	MS 1.1–1.5
MS 2	Posterbeiträge	Fr	11:45–12:30	Poster HU	MS 2.1–2.13
MS 3	Cluster und Aerosole	Fr	14:00–15:45	HU 3088	MS 3.1–3.5
MS 4	Massenspektrometrische Verfahren	Fr	16:30–17:45	HU 3088	MS 4.1–4.4
MS 5	Beschleuniger-Massenspektrometrie 1	Sa	10:30–11:45	HU 3088	MS 5.1–5.4
MS 6	Beschleuniger-Massenspektrometrie 2	Sa	14:00–15:00	HU 3088	MS 6.1–6.2
MS 7	Laser-Massenspektrometrie	Sa	15:00–16:15	HU 3088	MS 7.1–7.4
MS 8	Präzisions-MS kurzlebiger Nuklide 1	Mo	12:00–12:30	HU Senatssaal	MS 8.1–8.2
MS 9	Präzisions-MS kurzlebiger Nuklide 2	Mo	16:15–17:30	HU Senatssaal	MS 9.1–9.5

Mitgliederversammlung des Fachverbands Massenspektrometrie

Sa 11:45–12:15 HU 3088

Tagesordnung:

1. Bericht des Fachverbandsleiters
2. Tagungen
3. Verschiedenes

Fachsitzungen

– Hauptvorträge, Gruppenberichte, Kurzvorträge und Posterbeiträge –

MS 1 Ionenfallen

Zeit: Freitag 10:15–11:45

Raum: HU 3088

Hauptvortrag

MS 1.1 Fr 10:15 HU 3088

Electron Capture Dissociation in Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance Mass Spectrometry — ●GÖKHAN BAYKUT¹, ROLAND JERTZ¹, MATTHIAS WITT¹, YURY TSYBIN², ROMAN ZUBAREV³, and PER HÅKANSSON⁴ — ¹Bruker Daltonik GmbH, Bremen, Germany — ²National High Magnetic Field Laboratory, Tallahassee, FL — ³Biomedical Mass Spectrometry Center, University of Uppsala, Uppsala, Sweden — ⁴Division of Ion Physics, University of Uppsala, Uppsala, Sweden

Since its introduction in 1998, electron capture dissociation (ECD) has been successfully used in Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry of proteins and peptides. The capture of a low energy electron by a multiply protonated protein or polypeptide is an exoergic process which releases an energy in the range of 4–6 eV. This leads to a very fast fragmentation of the ion, estimated to be in a time range of 10^{-12} s, which does not allow a redistribution of the reaction energy in the vibrational modes of the protonated protein (non-ergodic process). The fragmentation pattern resulting from ECD differs from a typical collision induced fragmentation (CID) or infrared multiphoton dissociation (IRMPD) process. For protein analysis and sequencing, this is complementary information. Additionally, the ECD process does not destroy some weaker bonds in post-translationally modified proteins and cleaves the peptide backbone. As the conventional ion fragmentation techniques like CID and IRMPD always cleave the weak bonds in the molecule, electron capture dissociation is considered as a promising new information source for biochemistry and biophysics of proteins.

MS 1.2 Fr 10:45 HU 3088

Aufladung von einzelnen Kern-Schale-Nanopartikeln mit weicher Röntgenstrahlung — ●S. DEMBSKI, C. GRAF, R. LEWINSKI, A. HOFFMANN, A. GABRIEL, B. LANGER, M. GRIMM und E. RÜHL — Institut f. Physikalische Chemie, Universität Würzburg, Am Hubland, 97074 Würzburg

Einzelne Kern-Schale-Nanopartikel werden in einer elektrodynamischen Falle berührungsfrei gespeichert und durch weiche Röntgenstrahlung aufgeladen. Als Proben dienen Zinksulfidkolloide mit Silicaschale, Silicakolloide mit Goldschale sowie Silicakugeln mit multiplen Goldkernen im Partikelinneren. Ladung und Masse der Partikel werden durch langsame Aufladung der Partikel bei konstanter Photonenenergie bestimmt. Aus der energieabhängigen Veränderung der Aufladung lassen sich an den O 1s-, Zn 2p- und Au 3d-Kanten Experimente zur Röntgenabsorptionsfeinstruktur (NEXAFS) in Abhängigkeit vom Ladungszustand der Partikel messen. Silicapartikel mit Goldschale zeigen im Gegensatz zu den unbedeckten Partikeln keine NEXAFS-Strukturen im Bereich der O 1s-Kante. Dies belegt, dass der Goldfilm geschlossen ist. Durch Variation der Photonenenergie wird die Elektronenemissionswahrscheinlichkeit unterhalb und oberhalb der jeweiligen Absorptionskanten bestimmt.

MS 1.3 Fr 11:00 HU 3088

Einfluß des axialen Speicherpotenzials auf Instabilitäten in einer linearen Paulfalle — ●ALEXANDROS DRAKOUKIS, MARTIN SÖLLNER und GÜNTHER WERTH — Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz

Die Speicherung geladener Teilchen in linearen Paulfallen bzw. HF-Quadrupol-Massenspektrometern wird durch die Lösungen der entspre-

chenden kanonischen Mathieu-Differenzialgleichungen beschrieben. Sie unterteilen den Parameterraum, der durch die dimensionlosen Größen q und a gebildet wird in stabile und instabile Bereiche. Innerhalb der stabilen Bereiche treten zudem Regionen verringerter Speichereffizienz auf. Für klassische Paulfallen bzw. HF-Quadrupol-Massenspektrometer ist die Lage dieser sogenannten nichtlinearen Resonanzen bekannt. Für lineare Paulfallen dagegen gibt es bislang keine detaillierten Studien. In ersten Experimenten mit einer kleinen Anzahl gespeicherter $^{40}\text{Ca}^+$ -Ionen konnten wir solche nichtlinearen Resonanzen beobachten. Eine systematische Untersuchung ihres Verhaltens bei Variation des axialen Speicherpotenzials zeigt eine Verschiebung und Aufspaltung der Instabilitäten. Während die Verschiebung linear von der Stärke des axialen Speicherpotenzials abhängt, zeigt die Aufspaltung ein quadratisches Verhalten.

MS 1.4 Fr 11:15 HU 3088

Infrared spectroscopy of gas-phase proteins — ●GERT VON HELDEN¹, JOS OOMENS², NICK POLFER², DAVID T. MOORE², LEX VAN DER MEER², ALAN G. MARSHALL³, JOHN R. EYLER⁴, and GERARD MEIJER¹ for the collaboration — ¹Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Faradayweg 4-6, 14195 Berlin — ²FOM Institute for Plasma Physics, Edisonbaan 14, NL-3439 MN Nieuwegein — ³National High Magnetic Field Laboratory, 1800 E. Paul Dirac Drive, Tallahassee, FL 32310-4005, USA — ⁴Department of Chemistry, University of Florida, Gainesville, FL 32611-7200, USA

The combination of an FT-ICR mass spectrometer with an infrared (IR) free electron laser is used to record IR spectra of a 104 amino-acid protein in the gas phase as a function of its charge state. The spectra are observed to contain clearly resolvable bands in the amide I and II spectral region. Compared to solution, the amide I band is blue-shifted and the amide II band red-shifted, as expected for species in an environment with reduced hydrogen bonding. The band positions are suggestive of a mostly α -helical structure of the protein and their widths are comparable to those in solution, indicating a similar conformational distribution.

MS 1.5 Fr 11:30 HU 3088

Free Electron Laser IR Multiphoton Dissociation Spectroscopy Probing Covalent Rearrangements Within Transition Metal Coordination Compounds — ANITA LAGUTSCHENKOV¹, BJÖRN REINHARD¹, JOËL LEMAIRE², PHILIPPE MAITRE², PIERRE BOISSEL², JEAN-MICHEL ORTEGA¹, and ●GEREON NIEDNER-SCHATTEBURG¹ — ¹Fachbereich Chemie, TU Kaiserslautern, 67661 Kaiserslautern, Germany — ²Laboratoire de Chimie Physique, CNRS-UMR-8000, Université de Paris XI, Bâtiment 350, 91405 Orsay Cedex, France

The application of free electron laser generated tunable mid IR radiation to isolated ionic complexes within a compact FT-ICR ion trap allows for the recording of action spectra that are closely related to IR absorption spectra which in turn may be predicted by high level ab initio calculations. Through comparison a structural elucidation of such compounds becomes conclusive to an extent that allows to coin this technique as fingerprinting. Particular examples comprise complexes of multiple acetonitril ligands coordinated to either niobium cations [1] or to various vanadium oxides. It is found that reactive rearrangements within the complexes are governed by activation barriers that depend particularly on the total spin state of these complexes.

[1] B. M. Reinhard et al., J. Phys. Chem. A **108**, 3350 (2004)

MS 2 Posterbeiträge

Zeit: Freitag 11:45–12:30

Raum: Poster HU

MS 2.1 Fr 11:45 Poster HU

Erzeugung und Speicherung von Fullerendianionen in einer Penningfalle — ANDREAS LASSESSON¹, NOELLE WALSH¹, ●FRANKLIN MARTINEZ¹, ALEXANDER HERLERT^{1,2}, GERRIT MARX¹ und LUTZ SCHWEIKHARD¹ — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17487 Greifswald, Germany — ²CERN, Physics Department, 1211 Geneva 23, Switzerland

Die Erzeugung von zweifach negativ geladenen Fullerenen C_n^{2-} , $n \geq 70$, in einer Penningfalle wurde mit dem ClusterTrap Experiment untersucht. Die Produktion der dianionischen Cluster erfolgt über Elektronenanlagerung durch gleichzeitiges Speichern von einfach negativ geladenen Fullerenen und niederenergetischen Elektronen in der Penningfalle. Ziel der Experimente ist die Untersuchung der Stabilität der Fullerendianionen sowie ihre Zerfallsmoden als Funktion der Clustergröße. Neben der Aktivierung durch Stöße mit Edelgasatomen sollen die Wechselwirkung mit Elektronen und Photonen untersucht werden. Erste experimentelle Ergebnisse werden vorgestellt.

MS 2.2 Fr 11:45 Poster HU

Aufbau einer Paulfalle fuer Clusteruntersuchungen — ●HAGEN RITTER¹, ALEXANDER HERLERT^{1,2}, FRANKLIN MARTINEZ¹, GERRIT MARX¹ und LUTZ SCHWEIKHARD¹ — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17487 Greifswald, Germany — ²CERN, Physics Department, 1211 Geneva 23, Switzerland

Die Speicherung, Manipulation und der Nachweis von atomaren Clustern ist Ziel der aktuellen Arbeiten an einer Paulfalle. Dabei wird zunächst die Untersuchung von Fullerenen in verschiedenen Ladungszuständen und deren Wechselwirkung mit Elektronen, Ionen, neutralen Atomen und Photonen im Vordergrund stehen. Der Aufbau des Experimentes sowie erste Ergebnisse werden vorgestellt.

MS 2.3 Fr 11:45 Poster HU

Carbon Cluster Ion Source for Absolute Mass Measurements at SHIPTRAP — ●A. CHAUDHURI for the SHIPTRAP collaboration — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, D-17487, Germany

Carbon clusters are the mass reference of choice for SHIPTRAP, a Penning trap mass spectrometer for precision mass measurements of very heavy elements at GSI [1]. The cluster ions are produced by means of laser induced desorption, fragmentation and ionization of Sigradur[®]. A precision mass measurement is carried out by determining the ion cyclotron frequency $\omega_c = qB/m$, where q/m is the charge to mass ratio of the ion and B is the magnetic field in the precision trap. The unknown mass of the ion of interest is obtained from the comparison of its cyclotron frequency ω_c with that of a well known reference mass. Since the unified atomic mass unit is defined as 1/12 of the mass of the ¹²C atom thus the masses of carbon clusters are exact multiples of the unified atomic mass unit (the atomic binding energies can be neglected) and their use as reference ions will allow absolute mass measurements at SHIPTRAP. In addition the systematic error will be determined by cross reference mass measurements between carbon clusters of different size [2]. References 1. J. Dilling et al., Hyp. Int. 127, 491 (2000) 2. A. Kellerbauer et al., Eur. Phys. J. D 22, 53-64 (2003)

MS 2.4 Fr 11:45 Poster HU

Manipulations- und Nachweismethoden der Ionenbewegung in einer Penningfalle — ●MARTIN BREITENFELDT¹, SUDARSHAN BARUAH¹, ALEXANDER HERLERT^{1,2}, GERRIT MARX¹ und LUTZ SCHWEIKHARD¹ — ¹Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17487 Greifswald, Germany — ²CERN, Physics Department, 1211 Geneva 23, Switzerland

Penningfallen erlauben die Speicherung von Ionen für einen langen Zeitraum innerhalb eines kleinen Volumens. Die hohe Massenselektivität und die Möglichkeit der präzisen Bestimmung der Frequenzen der Ionenbewegung, welche in direktem Zusammenhang zur Masse der gespeicherten Ionen stehen, machen die Penningfalle zu einem wichtigen Werkzeug der Massenspektrometrie. Eine Vielzahl von Methoden zur massenselektiven Manipulation der Ionenbewegung existieren bereits und werden erfolgreich eingesetzt. Neben einem Überblick über aktuelle Methoden werden neue Möglichkeiten und deren Simulation mit der SIMION Software sowie erste experimentelle Resultate vorgestellt.

MS 2.5 Fr 11:45 Poster HU

Simulations of a new excitation scheme for mass determination of exotic nuclides at ISOLTRAP — ●SUDARSHAN BARUAH¹, KLAUS BLAUM^{2,3}, ALEXANDER HERLERT^{1,4}, GERRIT MARX¹, und LUTZ SCHWEIKHARD¹ — ¹Institut für Physik, Universität Greifswald, 17487 Greifswald, Germany — ²Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany — ³GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ⁴CERN, Physics Department, 1211 Geneva 23, Switzerland

Accurate mass measurements on radionuclides are of utmost importance e.g. for nuclear structure studies but also to contribute to tests of the Standard Model. The ISOLTRAP experiment at CERN allows for accurate mass measurements on short-lived radionuclides. They are performed by employing a time-of-flight cyclotron-resonance detection technique by use of a Penning trap, where the ions are excited with a radiofrequency quadrupolar field.

The obtained resolving power is proportional to the time duration for which the quadrupolar excitation is applied. It has been conceived that applying an octupolar excitation instead can improve the resolving power by a factor of 2. The scheme of octupolar excitation is currently being investigated by simulation studies and first results will be presented.

MS 2.6 Fr 11:45 Poster HU

Ein RFQ-basiertes Strahlverteilungssystem für Ion-Catcher-Anlagen — ●MARTIN PETRICK¹, WOLFGANG PLASS¹, CHRISTOPH SCHEIDENBERGER^{1,2}, HANS GEISSEL^{1,2}, GOTTFRIED MÜNZENBERGER² und TIMO DICKEL¹ — ¹II Physikalisches Institut der Justus Liebig Universität Gießen — ²GSI Darmstadt

Radio-Frequenz-Quadrupole (RFQ) eignen sich aufgrund der sehr hohen Transmissionseffizienz ideal zum Transport und zur Kühlung, Bündelung und Pulsung von niederenergetischen Ionenstrahlen im eV-Bereich. Insbesondere bei Ion-Catcher-Anlagen, in denen exotische Kerne in gasgefüllten Stoppzellen abgebremst und extrahiert werden und bei denen auch im Extraktions- und Transportbereich ein signifikanter Gasdruck herrscht, bieten sie gegenüber elektrostatischen Elementen Vorteile als Strahlverteilungs- und Transportsystem von Gaszelle zu Experimenten. Ein solches System, das auf geraden und gekrümmten RFQ basiert, wurde entwickelt, aufgebaut und charakterisiert, wobei zunächst besonderer Wert auf die Untersuchung und Optimierung der einzelnen Elemente gelegt wurde. Gemessen wurde dabei die Transmissionseffizienz in Abhängigkeit von den Betriebsparametern (Spannung und Frequenz, Kühlgasdruck, Abstandsvariation und Phasenkorrelation). Erste Online-Ergebnisse des Strahlverteilungssystems beim Einsatz am FRS-Ion-Catcher der GSI werden präsentiert.

MS 2.7 Fr 11:45 Poster HU

Charakterisierung eines Multi-Reflektions-Flugzeitspektrometers zur direkten Massenmessung von exotischen Kernen — ●TIMO DICKEL¹, HANS GEISSEL^{1,2}, GOTTFRIED MÜNZENBERGER², MARTIN PETRICK¹, WOLFGANG R. PLASS¹ und CHRISTOPH SCHEIDENBERGER^{1,2} — ¹II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig-Universität Gießen — ²GSI, Darmstadt

Die Flugzeitmassenspektrometrie stellt aufgrund der sehr kurzen Zykluszeiten und des grossen Massenbereichs eine neuartige Methode dar, direkte Massenmessungen an exotischen Kernen durchzuführen. Allerdings reicht das Massenauflösungsvermögen von linearen oder einfach reflektierenden Geräten in den meisten Fällen nicht zur Isobarentrennung aus. Diese Limitierung kann durch Verwendung von einem vielfach reflektierenden Flugzeitmassenspektrometers (MR-TOF-MS) überwunden werden.

Eine Testversion eines MR-TOF-MS mit interner Elektronenstossionenquelle wurde aufgebaut und charakterisiert. Insbesondere wurden die Eigenschaften seiner Bestandteile untersucht. Bei der Quelle wurde die anfängliche Temperatur und Energieverteilung der Ionen bestimmt. Der Detektor wurde hinsichtlich seiner Nachweeffizienz und Pulshöhenverteilungen untersucht und optimiert. Dazu wurde die Pulshöhenverteilung für verschiedene Vielkanalplatten-Spannungen, Detektorkonfigurationen, Ionenströme und Ionenenergien gemessen.

MS 2.8 Fr 11:45 Poster HU

Sympathetic cooling of highly charged ions in laser-cooled plasmas for precision mass measurements[†].

— •M. BUSSMANN, U. SCHRAMM, V.S. KOLHINEN, J. SZERYPO, and D. HABS — LMU München, Department für Physik

We analyze the prospects of sympathetic cooling of highly charged ions in a cold one component plasma (OCP) by computer-simulation. Highly charged ions exiting an EBIS with an energy of about 100 eV are guided into a linear Paul trap. Inside the Paul trap an OCP of singly charged Magnesium ions ($^{24}\text{Mg}^+$) is permanently cooled to a few millikelvin using Doppler laser cooling. Each highly charged ion experiences single ion collisions within the cold plasma, thereby losing a part of its kinetic energy. Fast $^{24}\text{Mg}^+$ ions are lost from the trap similar to evaporative cooling while the slower ions interact with the ions in the cloud, heating up the whole ion ensemble. The aim of this cooling scheme is to sympathetically cool highly charged ions to temperatures suitable for efficient injection into a Penning trap, allowing for precise measurements of the ion mass. Using molecular dynamics simulation[1] we examine the feasibility of this novel cooling technique. We give estimates for cooling times and for the stability of the OCP during the cooling process. This project is linked to the MLLTRAP-project[2] for precise mass measurements of medium-mass and heavy neutron-rich isotopes.

[†] funded by DFG (Ha 1101/7)

[1] Poster M. Bussmann et al. *Probing the structure of crystalline ion beams*[2] Poster V.S. Kolhinen et al. *Status of MLLTRAP*

MS 2.9 Fr 11:45 Poster HU

A High-Current EBIT for Charge-Breeding of Radionuclides for the TITAN Penning Trap Mass Spectrometer — •GÜNTHER SIKLER — MPI für Kernphysik

The TITAN Penning trap mass spectrometer is designed for making high-precision mass measurements on radionuclides by determining the cyclotron frequency of the ions confined within the Penning trap. The cyclotron frequency, ν depends not only upon the mass of the ion but also upon the magnetic field of the trap and the charge-state of the ions; $\nu = Bq/m$. For a given accuracy in the frequency determination, $\Delta\nu$, which depends principally upon the duration of the measurement; the relative accuracy of the mass measurement can be increased by preparing the ions of interest in a higher charge-state. Also, as a consequence of the ions being in high charge-states, a desired accuracy can be attained within a shorter measurement interval. This is an important issue for high-accuracy mass measurements on rare isotopes with nuclear half-lives significantly shorter than 1 second.

In order to rapidly charge-breed the ions to any charge-state (including fully stripped systems) an EBIT (Electron Beam Ion Trap) is a well-suited device. A high-current electron beam from an electron gun is compressed by means of a strong magnetic field and collected behind the magnet. The space charge field of the electrons traps the ions while they are continuously charge-bred due to the impact of the electrons. An EBIT is currently under construction by the Heidelberg EBIT group, in collaboration with TITAN. A report on the status of the project and results of first tests will be given.

MS 2.10 Fr 11:45 Poster HU

Kopplung der Resonanzionisations-Massenspektrometrie an die Kapillarelektrophorese zur Speziation der leichten Actiniden im Ultraspurenbereich — •S. BÜRGER¹, N. BANIK¹, R. BUDA¹, J.V. KRATZ¹, B. KUCZEWSKI¹, G. PASSLER² und N. TRAUTMANN¹ — ¹Institut für Kernchemie, Universität Mainz — ²Institut für Physik, Universität Mainz

Das Verhalten der leichten Actiniden (z.B. Np, Pu) bei sehr niedrigen Konzentrationen ist in Hinblick auf die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle von besonderer Bedeutung. Die Bestimmung der Oxidationsstufen dieser Elemente trägt entscheidend zur Vorhersage der physikalisch-chemischen Wechselwirkungen bei und ermöglicht damit Aussagen über das Migrationsverhalten der Actiniden im Umfeld eines Endlagers.

Die Oxidationsstufen des Plutoniums und Neptuniums können mit der Kapillarelektrophorese (CE) aufgrund der unterschiedlichen Ladungs-/Radius-Verhältnisse getrennt werden. Mit dieser Technik ist es möglich, alle umweltrelevanten Oxidationsstufen des Plutoniums und des Neptuniums zu untersuchen.

Neben der etablierten Kopplung der CE mit der ICP-Massenspektrometrie (ICP-MS) soll hier eine Kopplung der CE mit der ultrasensitiven Resonanzionisations-Massenspektrometrie (RIMS) vorgestellt wer-

den. Bei einer Nachweisgrenze (NWG) der RIMS von $\leq 10^7$ Atomen mit eindeutiger Isotopenzuordnung wird eine Verbesserung der NWG um bis zu 2 Größenordnungen gegenüber der ICP-MS erwartet, so dass mit der CE-RIMS Oxidationsstufenbestimmungen im Ultraspurenbereich möglich sein sollten.

MS 2.11 Fr 11:45 Poster HU

Spatially Resolved Uranium Trace Analysis of Grain Samples —•ILIA STRACHNOV¹, KLAUS EBERHARD², GERHARD HUBER¹, SERGEJ KARPUK¹, JOCHEN MAUL¹, GERD PASSLER¹, MARIA CARMEN ROCA¹, MAXIM SELIVERSTOV¹, NORBERT TRAUTMANN², and KLAUS WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Staudingerweg 7, 55099 Mainz — ²Institut für Kernchemie, Fritz-Strassmann-Weg 2, 55099 Mainz

A method for spatially resolved isotope-selective determination of actinides in dust grains is presented. In a first step metal samples and salt grains have been investigated. A BRUKER MALDI-TOF mass spectrometer has been equipped with additional pulsed laser beams for postionization. The built-in nitrogen laser is focused with moderate pulse energy on the target surface. Neutral atoms and ions are desorbed. The ions can be completely suppressed by an additional electric field pulse repelling them back to the target. With a delay of 600 ns the atoms are selectively ionized with the additional laser beams by multi-step resonant excitation. Resonant two step excitation with dye lasers has been combined with an IR ionization step for high atom selectivity. The detection of molecular compounds could be enhanced using non-resonant UV light at $\lambda = 355$ nm. The photo-ions are extracted after $1\mu\text{s}$ and analyzed by the TOF spectrometer in the linear or reflectron modes.

MS 2.12 Fr 11:45 Poster HU

Einphotonenionisations- Massenspektrometrie mit einer elektronenstrahlgepumpten Vakuum-Ultraviolett (VUV) Excimerlampe — •F. MÜHLBERGER¹, J. WIESER², A. MOROZOV³, A. GÖRTLER², A. HOHLA², G. KORNFELD⁴, R. STEINHÜBL⁴, A. ULRICH³ und R. ZIMMERMANN^{1,5,6} — ¹GSF-Forschungszentrum, Neuherberg — ²TuLaser, Germering — ³TU-München, Physik E12 — ⁴THALES Electron Devices — ⁵BIFA, Augsburg — ⁶Universität Augsburg

Bei der Einphotonenionisation mit VUV-Licht werden je nach VUV-Wellenlänge bzw. Photonenenergie nur Verbindungen mit einem Ionisationspotential kleiner als die Photonenenergie ionisieren und im Vergleich zu anderen Ionisationsverfahren nur wenige Molekülfragmenten erzeugt. Durch die Kombination der weichen und teils selektiven Einphotonenionisation mit massenspektrometrischen Methoden lassen sich sehr empfindliche analytische Geräte zum Nachweis von Spurenbestandteilen in komplexen Gasen verwirklichen.

Mit Hilfe von elektronenstrahlgepumpten Excimerlampen zur VUV-Erzeugung für die Einphotonenionisierung konnte ein robustes und mobiles Quadrupol-Massenspektrometer aufgebaut werden. Nachweisempfindlichkeiten bis in den ppb-Bereich konnten in ersten Messungen erreicht werden. Online Messungen von Autoabgasen zeigen, dass sich das Gerät für die kontinuierliche Prozessüberwachung eignet.

MS 2.13 Fr 11:45 Poster HU

Der elektronische Grundzustand (S0) und der elektronisch angeregte Zustand (S1) von Anisol, Anisol-d3 und Anisol-d8 — •L. J. H. HOFFMANN, S. MARQUARDT, A.S. GEMECHU und H. BAUMGÄRTEL — Freie Universität Berlin, Institut für Chemie-Physikalische und Theoretische Chemie,

Die vibronische Struktur von Phenol im elektronischen Grundzustand und im angeregten Zustand ist in der Literatur gut untersucht. Für Anisol liegen dagegen nur wenige Literaturdaten vor. Aus diesem Grunde wurden hier Anisole mit unterschiedlichem Deuterierungsgrad untersucht.

Für den elektronischen Grundzustand (S0) wurden quantenchemische Rechnungen unternommen und die Schwingungsreihenfolge mit der von Phenol verglichen und Unterschiede aufgezeigt.

Für den elektronisch angeregten S1-Zustand wurden die Anisole mit der seeded-beam-Technik erzeugt. Mit der REMPI-Technik wurden die Absorptionsspektren aufgenommen und Vergleiche des S1-Zustandes untereinander angestellt. Dadurch konnten jeweils alle 42 Normalschwingungen und zahlreiche Obertöne und Kombinationsschwingungen im S1-Zustand erstmals zugeordnet werden. Beim Übergang vom Grundzustand S0 in den angeregten Zustand S1 konnten dabei erhebliche Frequenz-Verschiebungen der intramolekularen Schwingungsmoden festgestellt werden. Desweiteren wurde der Einfluss des Deuterierungsgrades auf die Verschiebungen einzelner Schwingungen beim Wechsel vom Grundzustand in den angeregten Zustand näher untersucht.

MS 3 Cluster und Aerosole

Zeit: Freitag 14:00–15:45

Raum: HU 3088

Hauptvortrag

MS 3.1 Fr 14:00 HU 3088

Laser fragmentation and mass spectrometry of binary clusters — ●PETER LIEVENS, SVEN NEUKERMANS, EWALD JANSSENS, XIN WANG, NELE VELDEMAN, and ROGER E. SILVERANS — Laboratorium voor Vaste-Stoffysica en Magnetisme, K.U.Leuven, B-3001 Leuven, Belgium

We report on recent studies of metal atom doped clusters of noble metals (Ag and Au) and group IVa elements (Si, Ge, Sn, Pb). Beams of binary clusters are produced with a dual-target dual-laser vaporization source. Size and composition dependent stability fluctuations are investigated with photofragmentation and mass spectrometry. Evidence is presented for the existence of combined highly symmetric closures of shells of atoms and shells of electrons for specific binary cluster species. Phenomenological interpretations of new electronic shell closures are given and compared with density functional theory calculations of their geometrical and electronic structure.

This work was supported by the Fund for Scientific Research - Flanders (FWO), the Flemish Concerted Action (GOA) program, and the Belgian Interuniversity Poles of Attraction (IAP) program.

MS 3.2 Fr 14:30 HU 3088

Gold cluster carbonyls: Saturated adsorption of CO on gold clusters, vibrational spectroscopy and implications for the cluster structures — ●ANDRÉ FIELICKE¹, GERT VON HELDEN¹, GERARD MEIJER¹, DAVID P. PEDERSEN², BENOIT SIMARD², and DAVID M. RAYNER² — ¹Fritz-Haber-Institut der MPG, Faradayweg 4-6, D-14195 Berlin — ²Steacie Institute for Molecular Sciences, NRC, 100 Sussex Drive, Ottawa, Ontario K1A 0R6, Canada

We report on the interaction of carbon monoxide, CO, with cationic and anionic gold clusters in the gas phase. Successive adsorption of CO molecules on the gold clusters proceeds until a cluster size specific saturation coverage is reached. Structural information for the bare gold clusters is obtained by comparing the saturation composition with the number of available equivalent sites presented by candidate structures. By inference we also establish the structure of the saturated $Au_n(CO)_m$ complexes. In certain cases we find evidence suggesting that successive adsorption of CO can distort the metal cluster framework. We measure the vibrational spectra of the $Au_n(CO)_m$ complexes in both the CO stretching region and in the region of the Au-C stretch and the Au-C-O bend using infrared multiple photon dissociation spectroscopy. The vibrational spectra further aid in the Au_n structure determination, provide information on the structure of the CO complexes and allow comparison with CO adsorbates on deposited clusters or surfaces.

MS 3.3 Fr 14:45 HU 3088

Adsorption und Reaktion von (nicht)aromatischen Kohlenwasserstoffmolekülen auf Übergangsmetallcluster-Oberflächen — ●GEREON NIEDNER-SCHATTEBURG, ANITA LAGUTSCHENKOV, BRITTA PFEFFER, STEFFI WIES, JENS BRÜCK, MATTHIAS VETTER und TOBIAS PANKIEWITZ — Fachbereich Chemie, TU Kaiserslautern, 67661 Kaiserslautern

Isolierte Übergangsmetallcluster-Ionen werden in der Ionenfalle eines FT-ICR-Massenspektrometers gespeichert und anschließend wahlweise aromatischen oder nicht-aromatischen Kohlenwasserstoffmolekülen aus-

gesetzt. Aus der Kinetik der Adsorption und Reaktivität an den Clusterflächen ergeben sich clustergrößenabhängige Geschwindigkeitskonstanten, die erste Auskünfte über die elektronischen und geometrischen Strukturen der Cluster geben können, wo ein Zugang über andere Methoden nicht möglich ist.

MS 3.4 Fr 15:00 HU 3088

Zerfall und Reaktivität metalloider Cluster — ●RALF BURGERT, KATHARINA KOCH und HANSGEORG SCHNÖCKEL — Institut für Anorganische Chemie, Universität Karlsruhe (TH), Engesserstr. 15, Geb. 30.45, 76128 Karlsruhe

Unsere Arbeitsgruppe beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Darstellung metalloider Clusterverbindungen der dritten Hauptgruppe, insbesondere mit Aluminium- und Galliumclustern. Beispiele dafür sind $Al_7R_6^-$, $Ga_{19}R_6^-$, (R=Ligand, z.B. $[C(SiMe_3)_3]$). Die von uns eingeführte Definition "metalloid" besagt, dass die Anzahl der direkten Metallatom-Metallatom-Bindungen in solchen Clustern größer ist als die Anzahl der Metallatom-Ligand-Bindungen. Alle metalloiden Cluster bestehen aus Metallatomen im Zentrum, das von einer schützenden Hülle organischer Liganden umgeben ist. Dadurch wird die Reaktivität der Clustermoleküle soweit herabgesetzt, dass diese in ausreichender Menge synthetisiert, als Kristalle erhalten und strukturell aufgeklärt werden können. Aufgrund ihrer Löslichkeit in THF lassen sich einige Vertreter durch ESI (Elektrospray-Ionisierung) unzerlegt in die Gasphase überführen. Daneben gibt es Beispiele für die erfolgreiche Anwendung von LDI (Laserdesorptions-Ionisierung). Im Rahmen des Vortrags sollen FT-ICR-massenspektrometrische Untersuchungen zum Abbau und zur Reaktivität solcher Cluster anhand aktueller Beispiele vorgestellt werden.

Gruppenbericht

MS 3.5 Fr 15:15 HU 3088

Real-time characterization of individual bioaerosol particles with bioaerosol mass spectrometry — ●MATTHIAS FRANK¹, JAMES M. BIRCH¹, ABNEESH SRIVASTAVA¹, PAUL T. STEELE¹, KEITH R. COFFEE¹, DAVID P. FERGENSON¹, HERBERT J. TOBIAS¹, MAURICE E. PITESKY², VINCENT J. RIOT¹, SUE I. MARTIN¹, ERIC E. GARD¹, CARLITO LEBRILLA², GREGG A. CZERWIENIEC², SCOTT C. RUSSELL², and ERICA L. MCJIMPSEY² — ¹Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore CA 94551, USA — ²University of California Davis, Davis CA 95616, USA

We are developing a single-particle bioaerosol mass spectrometry system that can rapidly analyze individual biological particles (e.g. spores or vegetative bacteria) that are sampled directly from air into a mass spectrometer. Mass spectra from both positive and negative ions created by matrix-free or matrix-assisted laser desorption and ionization are recorded simultaneously and can be analyzed and classified in real-time. Our present system is capable of discriminating, particle by particle, between bacterial spores and other biological and non-biological background materials using the mass fingerprints obtained from those particles. We will describe recent results including the comprehensive identification of critical marker peaks from spores by isotope labeling, the reduction of the shot-to-shot mass spectral variability by laser profile conditioning, and the demonstration of sub-attomole detection limits for peptide standards. We will also discuss the prospects for potential future applications in the detection of respiratory diseases.

MS 4 Massenspektrometrische Verfahren

Zeit: Freitag 16:30–17:45

Raum: HU 3088

Hauptvortrag

MS 4.1 Fr 16:30 HU 3088

Investigation of actinide-oligomers and colloids by electrospray-mass-spectrometry — ●CLEMENS WALTHER¹, MARKUS FUSS¹, SERGEJ KOLTSOV² und THORALD BERGMANN³ — ¹Institut für Nukleare Entsorgung, Forschungszentrum Karlsruhe, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe — ²Institute for Analytical Instrumentation, Russian Academy of Sciences, 198103 St. Petersburg, Rizhsky st. 26 — ³BME KG, Bahnhofstr. 14, 82418 Murnau

Tetravalent actinides and their homologues exhibit a strong tendency towards formation of polynuclear species in solution. At the same time the highly charged ions readily undergo hydrolysis. The formation process of

colloids is followed by investigating the different steps from the 'free' hydrated ion at very acidic conditions via hydrolysed species and oligomers towards nm-sized-colloids. A recent modification of the 'BME-Albatros' system will allow to study the element-composition of small colloids by means of trapping and laser vaporisation prior to the TOF-MS.

MS 4.2 Fr 17:00 HU 3088

Quadrupol- und Flugzeit-Massenspektrometrie mit einer elektronenstrahlgepumpten VUV-Excimerlampe zur Einphotonenionisation: Technische Ausführungen und erste Messergebnisse — ●F. MÜHLBERGER¹, J. WIESER², A. MOROZOV³, A. GÖRTLER², A. HOHLA², G. KORNFELD⁴, R. STEINHÜBEL⁴, A. ULRICH² und R. ZIMMERMANN^{1,5,6} — ¹GSF-Forschungszentrum, Neuherberg — ²TuiLaser, Germering — ³TU-München, Physik E12 — ⁴THALES Electon Devices — ⁵BIFA, Augsburg — ⁶Universität Augsburg

Die Einphotonenionisation mit VUV-Licht ist ein sehr gut geeignetes Ionisationsverfahren für die weiche und teilelektive Ionenerzeugung in der Massenspektrometrie. Massenspektrometrie in Verbindung mit der Einphotonenionisation ermöglicht eine schnelle online Charakterisierung von komplexen Gasgemischen, wie sie bei vielen industriellen Prozessen vorkommen.

Mit Hilfe einer elektronenstrahlgepumpten Excimerlampe, die je nach Gasfüllung VUV-Licht ab 121nm emittiert, ist es möglich ohne teure und komplizierte Laser empfindliche und robuste Einphotonenionisations-Massenspektrometer-Systeme aufzubauen. Die Lampe kann kontinuierlich und gepulst betrieben werden. Sie ist geeignet für den Einsatz als VUV-Photonenquelle in den Ionenquellen von Quadrupol- und Flugzeit-Massenspektrometern. In dem Beitrag werden die Kopplung der Lampe mit einem Quadrupol- und einem Flugzeit-Massenspektrometer vorgestellt und erste Anwendungen diskutiert.

MS 4.3 Fr 17:15 HU 3088

Organische Moleküle im Molekularstrahl — ●TIM KRAUSE, HOLGER NOACK, ADNAN SARFRAZ und WOLFGANG CHRISTEN — Institut für Chemie, Humboldt-Universität zu Berlin, 12489 Berlin

Der Transport nichtflüchtiger oder thermisch labiler Moleküle in die Gasphase ist für zahlreiche Anwendungen von großer Bedeutung. Beispi-

le hierfür sind die analytische Massenspektrometrie, die optische Spektroskopie oder das epitaktische Wachstum dünner Filme. Eine Möglichkeit, auch biologisch relevante Moleküle intakt und „kalt“ in die Gasphase zu transportieren, besteht in der Expansion eines überkritischen Fluids als (gepulster) Molekularstrahl. Das überkritische Fluid, etwa CO₂, dient dabei als Lösungsmittel für den Feststoff.

Wir berichten den erfolgreichen Transport einiger interessanter Moleküle (z. B. Vitamine, Aminosäuren) in die Gasphase. Mit der massenspektrometrischen Charakterisierung des Molekularstrahles wird die Löslichkeit als Funktion von Druck und Temperatur untersucht.

MS 4.4 Fr 17:30 HU 3088

Ion surface collisions with diamond surfaces — ●VERENA GRILL¹, T. TEPNUAL¹, L. FEKETEVOVA¹, H. DREXEL², D. STEINMÜLLER², P. SCHEIER¹, Z. HERMAN³, and T.D. MÄRK¹ — ¹Institut für Ionenphysik, Universität Innsbruck, Technikerstr. 25, 6020 Innsbruck, Austria — ²r-BeSt coating HartstoffbeschichtungsGmbH Erlach 165, 6150 Steinach, Austria — ³J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry, Academy of Sciences of the Czech Republic, Dolejškova 3, CZ-182 23 Prague, Czech Republic

Ion/surface collisions have been performed using a homebuilt tandem mass spectrometer in the energy range of up to about 40 eV collision energy. Two diamond surfaces, one terminated in air and the other one in oxygen, have been compared with a standard stainless steel surface. As projectiles in all cases ethane ions produced in an electron impact ion source have been used. The collision energy resolved mass spectra (CERMS) of the secondary ions have been used to compare the influence of termination on the energy transfer, neutralization rate and fragmentation of the projectile ion. Collision data on diamond surfaces are important for modelling the behaviour of the plasma edge in fusion devices. Work supported by the FWF, Wien

MS 5 Beschleuniger-Massenspektrometrie 1

Zeit: Samstag 10:30–11:45

Raum: HU 3088

Hauptvortrag

MS 5.1 Sa 10:30 HU 3088

Latest developments in low energy AMS — ●HANS-ARNO SYNAL¹, MICHAL GRAJCAR², MAX DÖBEL¹, MARK STALDER², MARTIN STOCKER¹, MARTIN SUTER², and LUKAS WACKER¹ — ¹PSI c/o ETH Höggerberg — ²ETH Höggerberg

In recent years, low energy radiocarbon dating systems using accelerators with terminal voltages of less than 1 MV have demonstrated their ability to produce high quality radiocarbon dates. In addition, it has been demonstrated that this type of facilities have also a potential for the detection of other radioisotopes, but the background measured was in general higher compared to the larger accelerators. We focus on improvements of detectors for low energetic heavy particles and on modifications in the ion optics of low energy AMS spectrometers leading to conditions, which provide now competitive results for most relevant radioisotopes studied by AMS. Experiments at our laboratory showed that radiocarbon detection remains feasible at terminal voltages of 200 kV. Based on our results we have built a novel tabletop sized radiocarbon detection system with overall dimensions of 2 m x 3 m only for which the terminal voltage can be provided by a commercial power supply with a maximum voltage of 200 kV. The system is now operational and first test have demonstrated its capability of high performance radiocarbon isotopic ratio measurements. The physical processes behind the method will be discussed and an overview on the technical concept of the prototype of this new generation of AMS spectrometers will be given.

MS 5.2 Sa 11:00 HU 3088

Routine AMS-Messungen von CO₂-Proben — ●THOMAS UHL, WOLFGANG KRETSCHMER, WOLFGANG LUPPOLD und ANDREAS SCHARF — AMS Radiokarbonlabor Erlangen Physikalisches Institut IV Erwin-Rommel-Str. 1 91058 Erlangen

Das Erlanger Radiokarbonlabor nutzt zur Radiokarbonatierung die Beschleunigermassenspektrometrie. Bestimmt wird hierbei das Verhältnis der Kohlenstoffisotope ¹⁴C zu ¹³C. Zur Erzeugung der zu messenden Ionen wird die Hybridionenquelle '40 MGF-SNICS' von NEC verwendet. Mit dieser Art Ionenquelle, können sowohl graphitisierte als auch gasförmige (in Form von CO₂) Kohlenstoffproben gemessen werden. Bei der Verwendung von gasförmigen Proben ist lediglich eine Verbrennung des kohlenstoffhaltigen Materials notwendig. Ein in Erlangen ent-

wickeltes Gashandlingssystem ermöglicht die direkte Kopplung der Verbrennungseinheit (Elementaranalysator) mit der Hybridionenquelle zur Messung von Probenmengen von Mikrogramm bis Milligramm. Es wird über den Stand der Technik des Gashandlingssystems berichtet, die Routinemessungen von gasförmigen Kohlenstoffproben ermöglicht.

MS 5.3 Sa 11:15 HU 3088

¹³¹I-Dosisrekonstruktion durch ¹²⁹I-Messungen von Bodenproben aus der FSU — ●STEFAN MAHNKE, HERBERT REITHMEIER, VITALI LAZAREV und ECHEHART NOLTE — TUM

Die Aufbereitungsanlage Majak (Tscheljabinsk, Rußland) emittierte seit der Inbetriebnahme im Jahre 1949 große Mengen an radioaktiven Spaltprodukten. Bis 1955 bildete das kurzlebige Isotop ¹³¹I dabei einen wesentlichen Beitrag.

Boden ist ein gutes Archiv für die ¹²⁹I-Fluenz. Dadurch kann die Depositionsfluenz von ¹³¹I rekonstruiert werden.

Am MLL in Garching sollen dazu Bodenproben aus der Tscheljabinsk-Region mit Hilfe der Beschleunigermassenspektrometrie auf ihren ¹²⁹I-Gehalt untersucht werden. Die benötigte zeitliche Auflösung der ¹²⁹I-Depositionsflüsse wurde durch Messung eines Gletschereisbohrkerns (Altai, Rußland) bestimmt. Baumproben sollen die Ergebnisse bestätigen.

MS 5.4 Sa 11:30 HU 3088

Kalziummessungen in der Niederenergie-Beschleunigermassenspektrometrie — ●MARTIN STOCKER¹, MAX DÖBEL², MICHAL GRAJCAR¹, MARK STALDER¹, MARTIN SUTER¹, HANS-ARNO SYNAL² und LUKAS WACKER¹ — ¹ETH Höggerberg — ²PSI c/o ETH Höggerberg

Die 600 kV Anlage von PSI/ETH wurde zu einem universellen System für Beschleunigermassenspektrometrie (AMS) erweitert. Aufgrund von ionenoptischen Verbesserungen, sowie durch den Einsatz von einem neuen hochauflösenden Gasionisationsdetektor konnten Testmessungen mit Be-10, C-14, Al-26, Ca-41, I-129, U-236 und Pu erfolgreich durchgeführt werden. Die kompakte Bauweise macht diese AMS-Anlage zu einer attraktiven Alternative in biomedischen Anwendungen. Besonders interessant scheint die Messung von Kalzium zu sein. In diesem Beitrag wird das Potential der AMS vom Ca-41 bei tiefen Energien diskutiert.

MS 6 Beschleuniger-Massenspektrometrie 2

Zeit: Samstag 14:00–15:00

Raum: HU 3088

Gruppenbericht

MS 6.1 Sa 14:00 HU 3088

Erster Einsatz kalorimetrischer Tieftemperatur-Detektoren in der Beschleuniger-Massenspektrometrie zur Spurenanalyse von ^{236}U — ●S. KRAFT-BERMUTH^{1,2}, V. ANDRIANOV^{1,2}, A. BLEILE^{1,2}, P. EGELHOF^{1,2}, R. GOLSER³, A. KISELEVA¹, O. KISELEV¹, W. KUTSCHE-RA³, J.P. MEIER^{1,2}, H.J. MEIER^{1,2}, A. SHRIVASTAVA^{1,2}, A. PRILLER³, P. STEIER³, C. VOCKENHUBER³ und M. WEBER^{1,2} — ¹GSi Darmstadt — ²Inst. f. Physik, Univ. Mainz — ³Inst. f. Isotopenforschung, Univ. Wien

Kalorimetrische Tieftemperatur-Detektoren erreichen für niederenergetische schwere Ionen (Energiebereich $E < 0.3 \text{ MeV/amu}$) eine relative Energieauflösung von 4.6×10^{-3} , was eine Verbesserung von einer Größenordnung gegenüber konventionellen Detektoren darstellt. Damit bietet sich ihr Einsatz in der Beschleunigermassenspektrometrie (AMS) zur Untergrundreduzierung und Steigerung der Effizienz insbesondere für schwere Isotope an. In einem AMS-Experiment zur Präzisions-Bestimmung des Isotopenverhältnisses von ^{236}U , einem sensitiven Monitor-Nuklid für Neutronenflüsse, zu ^{238}U in natürlichem Uran wurden zum ersten Mal solche Detektoren eingesetzt. In dieser Messung, die am Tandembeschleuniger VERA der Universität Wien durchgeführt

wurde, konnte die Sensitivität um eine Größenordnung gesteigert und das weltweit kleinste $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ -Verhältnis von 6.1×10^{-12} gemessen werden. Im Vortrag werden Detektionsprinzip und technische Realisierung sowie der Einsatz der Detektoren in der AMS diskutiert.

Gruppenbericht

MS 6.2 Sa 14:30 HU 3088

Höchstempfindliche Beschleunigermassenspektrometrie mit Anwendungen in Dosimetrie, Astrophysik, Geologie — ●G. RUGEL^{1,2}, A. ARAZI¹, T. FAESTERMANN¹, K. KNIE¹, G. KORSCHINEK¹, M. POUTIVTSEV¹, W. RÜHM² und A. WALLNER^{1,2} — ¹Technische Universität München, Fakultät für Physik — ²Ludwig Maximilians Universität München, Strahlenbiologisches Institut

Am Münchner Tandembeschleuniger werden seit vielen Jahren höchstempfindliche Messungen von Radionukliden im Massebereich von ^{26}Al bis ^{244}Pu durchgeführt. Die Kombination der hohen Energie des Tandembeschleunigers mit einem gasgefüllten Analysier-Magneten (GAMS) ermöglicht die Isobarentrennung in einer ortsempfindlichen Frischgitter-Ionisationskammer. Die erzielten Empfindlichkeiten bis etwa 10^{-16} $^{60}\text{Fe}/\text{Fe}$ ermöglichen es in vielen Gebieten einzigartige Resultate zu erzielen. Ergebnisse im Bereich der Dosimetrie, der Astrophysik, und der Geologie werden vorgestellt.

MS 7 Laser-Massenspektrometrie

Zeit: Samstag 15:00–16:15

Raum: HU 3088

Hauptvortrag

MS 7.1 Sa 15:00 HU 3088

On-line Lasermassenspektrometrie in der Aerosolanalytik — ●KLAUS-PETER HINZ — Inst. für Anorg. u. Analyt. Chemie, Justus-Liebig-Universität Giessen, Schubertstrasse 60, 35392 Giessen

Die bipolare on-line Lasermassenspektrometrie gestattet die Bestimmung von Größe und chemischer Zusammensetzung von Aerosolpartikeln. Die Partikel werden dazu impaktfrei direkt in die Ionenquelle des Flugzeitmassenspektrometers eingelassen. Nach Detektion des Streulichts an einem kontinuierlichen Laserstrahl erfolgt die Verdampfung und Ionisation der Partikel mittels zeitlich abgestimmter Laserdesorption durch einen UV-Laserpuls. Der simultane Nachweis der erzeugten positiv und negativ geladenen Ionen ermöglicht eine detaillierte chemische Charakterisierung der Einzelpartikel. Durch statistische Auswertung der registrierten Massenspektren können ähnliche Partikel zu Partikelklassen zusammengefasst werden. Mit transportablen Geräten dieser Art ist sowohl eine schnelle und aussagekräftige vor-Ort-Aerosolanalytik als auch die Registrierung zeitlicher Veränderungen von Partikelpopulationen möglich, wie z.B. in der Atmosphärenchemie, Reinraumtechnologie und Umweltforschung.

Die Leistungsfähigkeit der Methode wird anhand der Ergebnisse verschiedener Messkampagnen und von neuesten Laboruntersuchungen zur Charakterisierung von Aerosolpartikeln dargestellt.

MS 7.2 Sa 15:30 HU 3088

Nachweis von Technetium mit gepulster Lasermassenspektrometrie — ●KATJA WIES¹, GERD PASSLER¹, KLAUS D. A. WENDT¹, NICOLE ERDMANN² und NORBERT TRAUTMANN² — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Im Umfeld der Kernenergienutzung ist der empfindliche Nachweis des langlebigen Isotops ^{99g}Tc ($2,14 \times 10^5 \text{ a}$) in verschiedensten Umweltproben von Bedeutung, da ^{99}Tc bei der Spaltung von ^{235}U mit hoher Ausbeute gebildet wird. Die Nachweismethode der Resonanzionisations-Massenspektrometrie (RIMS) bietet sowohl eine herausragende Empfindlichkeit, als auch die nötige hohe Elementselektivität, um vorhandene Isobarenkontaminationen zu unterdrücken. Zur Resonanzionisation von Technetium wird ein modernes, wartungsarmes Lasersystem mit drei leistungsstarken hochrepetierend gepulsten Ti:Sa Lasern eingesetzt. Dafür ist es notwendig, geeignete optische Anregungs- und Ionisationsschemata zu ermitteln. Die erzeugten Ionen werden anschließend in einem Flugzeit-Massenspektrometer (TOF-MS) getrennt und detektiert. Ergebnisse zur optischen Spektroskopie an Tc, zum Vergleich verschiedener Anregungsschemata, Abschätzungen zur Effizienz, sowie die geplanten analytischen Untersuchungen werden vorgestellt.

MS 7.3 Sa 15:45 HU 3088

Erstmaliger Nachweis von U-236 mittels HR-RIMS — ●PHILIPP SCHUMANN¹, SERGEI F. BOULYGA², CHRISTOPHER GEPPERT¹, GERD PASSLER¹, ANNETTE SCHMITT¹, NORBERT TRAUTMANN³ und KLAUS D. A. WENDT¹ — ¹Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ²Institut für Anorganische Chemie und Analytische Chemie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz — ³Institut für Kernchemie, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die hochauflösende Resonanzionisations-Massenspektrometrie (HR-RIMS) erlaubt den Nachweis seltener Isotope mit höchster Selektivität und Isobarenunterdrückung. Spektroskopische Voraussetzung ist die Spezifikation geeigneter effizienter optischer Anregungsleitern im atomaren Spektrum des jeweiligen Elements. Zum empfindlichen Nachweis des wichtigen Ultraspurenisotops U-236 kann über eine dreistufige Anregung, die vorwiegend mit Diodenlasern realisierbar ist, eine schmalbandige autoionisierende Resonanz im Kontinuum angeregt werden und damit hohe Effizienz im Bereich von 10^{-6} erzielt werden. Hiermit konnte erstmals U-236 laserspektroskopisch in analytischen Proben nachgewiesen werden. Die aktuellen Spezifikationen des Verfahrens, insbesondere Untergrundquellen, sowie Weiterentwicklungen und geplante analytische Anwendungen werden diskutiert.

MS 7.4 Sa 16:00 HU 3088

Erste Messungen mit der Laser-Ionen-Quellen-Falle LIST — ●KIM BRÜCK¹, CHRISTOPHER GEPPERT¹, THOMAS KESSLER¹, GERD PASSLER¹, KATJA WIES¹, KLAUS WENDT¹, MANAS MUKHERJEE², H.-JÜRGEN KLUGE², KLAUS BLAUM³ und STEFAN SCHWARZ⁴ — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSi, 64291 Darmstadt — ³CERN, CH-1211 Geneva 23, Switzerland — ⁴MSU, Eas Lansing, USA

Für die Erzeugung radioaktiver Ionen Strahlen an On-Line Isotopenseparatorn, wie etwa ISOLDE am CERN, wird heute überwiegend die Technik der Resonanzionisation durch Laser verwendet. Das Verfahren ist in seiner Selektivität aber durch Kontamination mit oberflächenionisierten Isobaren limitiert. Die an der Universität Mainz entwickelte Laser-Ionen-Quellen-Falle (LIST) unterdrückt diese Isobarenkontamination durch vollständige Entkopplung der Prozesse der Atomisation und Ionisation über eine Repellerelektrode, welche die oberflächenionisierten Isobaren im Ionenstrahl unterdrückt. Zusätzlich wird durch die Verwendung einer gasgefüllten Radiofrequenz-quadrupolfalle (RFQ) ein gepulster Ionenstrahl mit geringer Emittanz erzeugt. Vorbereitend wurden Demonstrationsmessungen zu Emittanz und Effizienz von Ionenquellen bei Oberflächen- und Laserionisation ohne RFQ an off-line Massenseparatoren am CERN sowie am Oak Ridge National Laboratory durchgeführt. Aufbauend auf diesen Resultaten wurde das LIST System optimiert und es werden erste Ergebnisse mit der RFQ in Mainz diskutiert und mit umfangreichen Simulationsstudien verglichen.

MS 8 Präzisions-MS kurzlebiger Nuklide 1

Zeit: Montag 12:00–12:30

Raum: HU Senatssaal

MS 8.1 Mo 12:00 HU Senatssaal

Absolute Massenmessung von ^{35}K zum Test der Massengleichung für Isobarenmultipletts — ●A. HERLERT^{1,2}, K. BLAUM^{3,4}, G. BOLLEN⁵, P. DELAHAYE², S. GEORGE⁴, C. GUÉNAUT⁶, F. HERFURTH³, A. KELLERBAUER², H.-J. KLUGE³, D. LUNNEY⁶, M. MUKHERJEE³, S. SCHWARZ⁵, L. SCHWEIKHARD¹ und C. YAZIDJIAN^{3,2} für die ISOLTRAP-Kollaboration — ¹Inst. f. Physik, Universität Greifswald, 17487 Greifswald, Germany — ²CERN, Physics Department, 1211 Geneva 23, Switzerland — ³GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ⁴Inst. f. Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz, Germany — ⁵NSCL, Michigan State University, East Lansing, MI 48824-1321, USA — ⁶CSNSM-IN2P3-CNRS, 91405 Orsay-Campus, France

Die Massen von Nukliden eines Isospinmultipletts können mit einer einfachen quadratischen Gleichung im Rahmen des Standardmodells vorhergesagt werden (Wigners isobaric multiplet mass equation, IMME). Dabei geht prinzipiell nur die Projektion des Isospins T in die Berechnung ein. Das Massenspektrometer ISOLTRAP bei ISOLDE/CERN konnte bereits bei zwei Isospinmultipletts mit der Massenbestimmung von ^{32}Ar ($T = 2$) und ^{33}Ar ($T = 3/2$) zu einem zwingenden Test der quadratischen Form beitragen [1]. Terme höherer Ordnung der IMME können dabei auf Abweichungen des Standardmodells hinweisen. Mit einer neuen Massenbestimmung von ^{35}K wird ein weiterer Wert für Isospinquartetts geliefert. Die experimentellen Ergebnisse werden vorgestellt und im Hinblick auf die Auswirkungen auf den Test der IMME diskutiert.

[1] K. Blaum et al., Phys. Rev. Lett. 91, 260801 (2003)

MS 8.2 Mo 12:15 HU Senatssaal

The first on-line mass measurement at the iontrap facility SHIPTRAP — ●SAIDUR RAHAMAN — GSI, Darmstadt, Germany

The ion trap facility SHIPTRAP at GSI Darmstadt was set-up to enable various experiments on heavy elements produced in fusion evaporation reactions at the velocity filter SHIP. In the first phase SHIPTRAP focuses on precision mass measurements of nuclei not available at other trap facilities. The speciality of SHIPTRAP is the access to the region of the heaviest elements where the majority of the masses is only known from extrapolations with a few 100 keV precision. However, most of the masses in this region are linked to only a few α -decay chains. Hence direct mass measurements from which nuclear binding energies can be deduced are required.

The commissioning of the SHIPTRAP facility included extensive off-line tests in order to characterize and optimize all individual components. In on-line experiments the efficiency of the stopping cell was measured with radioactive ions to be 5-8%. This limits the overall efficiency of the SHIPTRAP to currently about 1%. In a beam time in July 2004 radionuclides around ^{147}Ho were produced in the reaction $^{92}\text{Mo}(^{58}\text{Ni}, xpnn)$ with a primary beam energy of 4.35 MeV/u. In this run the first mass measurements with the SHIPTRAP Penning traps were performed. The masses of ^{147}Ho , ^{147}Er and ^{148}Er were measured for the first time with a precision of 10^{-7} .

MS 9 Präzisions-MS kurzlebiger Nuklide 2

Zeit: Montag 16:15–17:30

Raum: HU Senatssaal

MS 9.1 Mo 16:15 HU Senatssaal

The mass of ^{22}Mg — ●MANAS MUKHERJEE¹, D. BECK¹, K. BLAUM^{1,2}, G. BOLLEN³, F. CARREL⁴, P. DELAHAYE⁴, J. DILLING⁵, S. GEORGE², C. GUÉNAUT⁶, F. HERFURTH¹, A. HERLERT^{4,7}, A. KELLERBAUER⁴, H.-J. KLUGE¹, U. KÖSTER⁴, D. LUNNEY⁶, S. SCHWARZ³, L. SCHWEIKHARD⁷, and C. YAZIDJIAN⁴ — ¹GSI, 64291 Darmstadt, Germany — ²Johannes Gutenberg-Universität, 55099 Mainz, Germany — ³NSCL, Michigan State University, East Lansing, MI 48824-1321, USA — ⁴CERN, 1211 Geneva 23, Switzerland — ⁵TRIUMF, Vancouver, V6T 2A3, Canada — ⁶CSNSM-IN2P3-CNRS, 91405 Orsay-Campus, France — ⁷Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17487 Greifswald, Germany

Direct high-precise mass measurements around mass number $A = 22$ are of utmost importance. First, the masses of the superallowed β -emitter ^{22}Mg and its daughter ^{22}Na are needed to test the CVC hypothesis and the CKM-matrix unitarity, both being predictions of the Standard Model. Second, to calculate the reaction rate of $^{21}\text{Na}(p, \gamma)^{22}\text{Mg}$ the involved masses are required. This rate is needed in order to extract an upper limit on the amount of a characteristic γ -radiation emitted from classical nova bursts which has been searched for but not yet detected. At the triple trap mass spectrometer ISOLTRAP, the masses of ^{21}Na , ^{22}Na , and ^{22}Mg have been measured with relative uncertainties of better than 1.5×10^{-8} . This solved a conflict between two available mass values for ^{22}Mg . The mass measurements as well as their impact will be presented.

MS 9.2 Mo 16:30 HU Senatssaal

Investigations of the magnetic field stability at SHIPTRAP — ●C. RAUTH for the SHIPTRAP collaboration — GSI, Planckstrasse 1, D-64291 Darmstadt, Germany

The ion trap facility SHIPTRAP at GSI Darmstadt was set up to study different properties of the heavy elements produced in fusion evaporation reactions at SHIP. First investigations focus on precision mass measurements with a Penning trap mass spectrometer. With these results the nuclear binding energy can be determined to test different nuclear models or to look at shell structure effects. The mass of an ion inside a Penning trap can be determined by measuring the cyclotron frequency ω_c which is given by $\omega_c = eB/m$. In order to calibrate the magnetic field strength inside the trap, the cyclotron frequency of a reference ion with a well known mass is measured. The mass of the ion is calculated from

the cyclotron frequency ratios and the mass of the reference ion. Systematic errors can occur if the magnetic field strength changes significantly between the two frequency measurements. To investigate the temporal stability of the magnetic field, the cyclotron frequency of different reference ions was measured over many days and the changes due to the variation of the magnetic field determined. As reference ions ^{133}Cs and ^{85}Rb from a surface ion source as well as noble gases like ^{40}Ar from a cross beam ion source were used. Cross correlations between these measurements also allow to determine other systematic errors.

MS 9.3 Mo 16:45 HU Senatssaal

Magnetic field stabilization in superconducting magnets for high-precision Penning trap experiments — ●SLOBODAN DJEKIC¹, KLAUS BLAUM^{1,2}, MAXIME BRODEUR³, PIERRE DELAHAYE⁴, JENS DILLING³, SEBASTIAN GEORGE¹, FRANK HERFURTH², ALEX HERLERT^{4,5}, HANS-JÜRGEN KLUGE², WOLFGANG QUINT², LUTZ SCHWEIKHARD⁵, STEFAN STAHL¹, JOSÉ VERDU¹, MANUEL VOGEL¹, GÜNTHER WERTH¹, and CHABOUH YAZIDJIAN^{2,4} — ¹Institut für Physik, Universität Mainz, 55099 Mainz — ²GSI, 64291 Darmstadt — ³TRIUMF, Vancouver, British Columbia V6T 2A3, Canada — ⁴Department of Physics, CERN, 1211 Geneva 23, Switzerland — ⁵Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt-Universität, 17487 Greifswald

Many high-precision experiments with Penning traps are presently limited by magnetic field fluctuations in the superconducting magnet. The magnetic field instabilities originate from external and/or internal sources, e.g. temperature and pressure fluctuations in the helium and nitrogen reservoirs of the superconducting magnets. They cause changes in the properties of the materials surrounding the Penning trap and thus in the magnetic field strength and homogeneity. The effect of temperature and pressure fluctuations was evaluated and a stabilization system for both was implemented resulting in a reduction of the systematic uncertainties. The technical realization and experimental results from the Penning trap mass spectrometer ISOLTRAP at ISOLDE/CERN and the g-factor Penning trap at the University of Mainz will be presented.

MS 9.4 Mo 17:00 HU Senatssaal

Einsatz der Ramsey-Technik bei Präzisionsmassenmessungen mit ISOLTRAP — ●S. GEORGE^{1,2}, K. BLAUM^{2,3}, P. DELAHAYE⁴, ALEXANDER HERLERT^{4,5}, H.-J. KLUGE³, M. KRETZSCHMAR², L. SCHWEIKHARD⁵ und C YAZIDJIAN^{3,4} für die ISOLTRAP-Kollaboration — ¹Institut für Kernphysik, Universität Münster, Wilhelm-Klemm-Str. 9, 48149 Münster — ²Institut für Physik, Universität Mainz, Staudingerweg 7, 55128 Mainz — ³GSI, Planckstr. 1, 64291 Darmstadt — ⁴Physics Departement CERN, 1211 Geneva 23, Switzerland — ⁵Institut für Physik, Universität Greifswald, 17487 Greifswald

Das ISOLTRAP-Massenspektrometer am on-line Isotopenseparator ISOLDE/CERN benutzt eine Penningfalle zur Bestimmung der Massen kurzlebiger Radionuklide. Dazu wird die Zyklotronfrequenz der gespeicherten Ionen in einem homogenen Magnetfeld bestimmt, wobei ein Flugzeitresonanznachweis eingesetzt wird. Um die Genauigkeit bei der Bestimmung der Resonanzfrequenz zu erhöhen, wurde das Schema zur Anregung der Ionenbewegung verändert. Anstelle der kontinuierlichen Anregung wird sie mittels der Ramsey-Technik durchgeführt, d.h. durch zeitlich voneinander getrennter oszillierender Felder. Der Vorteil dieser sogenannten "Ramsey-Fringes" liegt in der kürzeren Anregungsdauer. Eine Linienverbreiterung aufgrund von Feldinhomogenitäten kann dadurch verringert und die Zyklotronfrequenzbestimmung eventuell verbessert werden. Die Methode und erste Ergebnisse werden präsentiert.

MS 9.5 Mo 17:15 HU Senatssaal

A new detection technique for mass spectrometry on radionuclides — ●R. FERRER¹, K. BLAUM^{1,2}, M. BLOCK², F. HERFURTH², H.-J. KLUGE², C. KOZHUHAROV², G. MARX³, M. MUKHERJEE², W. QUINT², S. RAHAMAN², S. STAHL¹, C. WEBER^{1,2}, and AND THE SHIPTRAP COLLABORATION.² — ¹Institute of Physics, Johannes Gutenberg-University, D-55099 Mainz — ²GSI, D-64291 Darmstadt — ³Institute of Physics, Ernst-Moritz-Arndt-University, D-17487 Greifswald

One of the main scientific goals of the SHIPTRAP experiment at GSI is mass spectrometry on heavy transuranium nuclides produced at the velocity filter SHIP. Nowadays the destructive time-of-flight-ICR (Ion Cyclotron Resonance) method is exclusively used for the mass determination of radionuclides in a Penning trap. Since the production rate for the nuclides of interest at SHIP is extremely low, the non-destructive and highly-sensitive Fourier Transform FT-ICR technique will be employed. It enables measurements even on single ions. First experimental tests and specification measurements with the cryogenic trap system will be performed off-line using stable cesium ions. For the future commissioning of the setup and the comparison of both detection schemes a detector tandem consisting of a microchannel plate and a channeltron will be used. In this contribution the detection techniques, the experimental goals as well as first results will be presented