

MS 9: Ionenfallen und FT-IZR-MS, Moleküle, Cluster und Reaktionen

Time: Friday 10:30–13:00

Location: F 428

Group Report

MS 9.1 Fr 10:30 F 428

Röntgenabsorptionsspektroskopie isolierter Übergangsmetallcluster in einer Penningfalle: Das neue GAMBIT Experiment bei BESSY — SERGEY PEREDKOV¹, ALI SAVCI¹, MATTHIAS NEEB¹, WOLFGANG EBERHARDT¹, HEINRICH KAMPSCHULTE², JENNIFER MEYER², FABIAN MENGES² und GERERON NIEDER-SCHATTEBURG² — ¹Helmholtz-Zentrum Berlin, Campus Adlershof, BESSY II, Albert-Einstein-Straße 15, 12489 Berlin — ²Fachbereich Chemie und Forschungszentrum OPTIMAS, TU Kaiserslautern, Erwin-Schrödinger-Straße 52, 67663 Kaiserslautern

Bei BESSY wurde ein neue Penning Ionenfalle mit externer Clusterionenquelle an der UE52-PGM beamline aufgebaut. Erste Röntgenabsorptionsspektren von gröfenselektierten Übergangsmetallclustern zeigen die volle Funktionsfähigkeit dieses neuen GAMBIT-Experiments. Über die weiteren Fortschritte bei der Integration einer Fallenkühlung (Design-temperatur 20 Kelvin) wird berichtet. Unter Ausnutzung der umschaltbar zirkularen Polarisierung des Röntgenlichts soll letztlich ein röntgeninduzierter Zirkulardichroismus (XMCD) benutzt werden, um die Spin- und Bahnbeiträge zu den magnetischen Momenten der isolierten Cluster zu bestimmen. Für diese Messungen ist die Thermalisierung der gespeicherten Ionen auf wohldefinierte, niedrige Temperaturen erforderlich.

MS 9.2 Fr 11:00 F 428

Erste Ergebnisse nach dem Umbau der ClusterTrap-Apparatur — ALBERT VASS, FRANKLIN MARTINEZ, FALK ZIEGLER, GERRIT MARX und LUTZ SCHWEIKHARD — Institut für Physik, Ernst-Moritz-Arndt Universität, 17487 Greifswald, Deutschland

Die ClusterTrap-Apparatur dient der Untersuchung atomarer Cluster. Hierbei erlaubt die Kombination von Clusterquelle, Penning-Falle und Flugzeitmassenspektrometer (ToF-MS) eine breite Palette an Experimenten mit gespeicherten Clustern, unter anderem stoßinduzierte Dissoziation (CID), Photodissoziation und Elektronenanlagerung. Nach dem Umbau dient ein linearer Radiofrequenz-Quadrupol als Präparationsfalle zur Akkumulation und axialen Kompression der Clusterwolke. Das Clusterpaket wird über einen neu installierten Quadrupolmenker in die Penning-Falle transferiert, in der die eigentlichen Clusterexperimente durchgeführt werden. Diese Schritte erlauben den beidseitigen Zugang zur Penning-Falle, eine effizientere Clusterpräparation und die Verbesserung des ToF-MS. Den Umbauten vorausgehende und diese begleitende ionenoptische Simulationen, sowie erste Ergebnisse zu Untersuchungen an Aluminiumclustern werden vorgestellt.

MS 9.3 Fr 11:15 F 428

CTF: a new tool for molecular and cluster physics — SEBASTIAN MENK¹, KLAUS BLAUM¹, FLORIAN FELLEBERGER¹, MICHAEL FROESE¹, MANFRED GRIESER¹, ODED HEBER², MICHAEL LANGE¹, FELIX LAUX¹, DIMITRY ORLOV¹, THOMAS SIEBER¹, MICHAEL RAPPAPORT², ROBERT VON HAHN¹, JOZEF VARJU¹, ANDREAS WOLF¹, and DANIEL ZAJFMAN² — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg — ²Weizmann Institut of Science, Rehovot, 76100, Israel

One major goal of constructing the electrostatic Cryogenic Trap for Fast ion beams (CTF) was the development of technology and methods for the construction of the Cryogenic Storage Ring (CSR) which is currently being built. Ions are trapped between two electrostatic mirror electrodes allowing the storage of up to 20 keV ion beams for over 5 minutes. The ability of reaching extremely low vacuum conditions with this kind of assembly has been verified by measuring storage lifetimes and neutral particle count rates of a trapped 7.1 keV N_2^+ ion beam. A residual gas density of about 2000 cm^{-3} ($8 \cdot 10^{-14}$ mbar for same density at room temperature) and the low temperatures below 15 K also gave the opportunity to perform various measurements under previously unavailable conditions. A few highlights of the performed measurements including, for instance, radiative cooling measurements of hot aluminum cluster anions Al_n^- will be presented.

MS 9.4 Fr 11:30 F 428

Ion bunching properties at extremely high vacuum in the Cryogenic Trap for Fast ion beams (CTF) — MICHAEL FROESE¹, KLAUS BLAUM¹, FLORIAN FELLEBERGER¹, MANFRED GRIESER¹, ODED HEBER², MICHAEL LANGE¹, FELIX LAUX¹, SE-

BASTIAN MENK¹, DMITRY A. ORLOV¹, ROLAND REPNOW¹, THOMAS SIEBER¹, YONI TOKER², ROBERT VON HAHN¹, and ANDREAS WOLF¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg, Germany — ²Weizman Institute of Science, Rehovot, 76100, Israel

The electrostatic Cryogenic Trap for Fast ion beams (CTF) employed the already demonstrated extremely high vacuum (room temperature equivalent pressure of $8 \cdot 10^{-14}$ mbar or a residual gas density around 2000 cm^{-3}) to investigate ion bunching properties. Since the main ion loss processes are dramatically reduced at these residual gas pressures, beam lifetimes of over 5 minutes were measured. Coherent ion bunches were observed for tens of seconds, demonstrating a dramatic increase from previous measurements using room-temperature electrostatic ion beam traps (EIBTs) with durations of around 100 ms. The observed decays demonstrate that a minimum charge density is required to sustain the bunch. Both N_2^+ and Al_n^- ion bunches stored at energies between 6.0 and 7.1 keV demonstrate qualitatively similar decays. These ion bunch decays in addition to a determination of the initial bunch shape using a laser probing technique will be presented. The implications of these bunch decays for using EIBTs as mass spectrometers will also be discussed.

MS 9.5 Fr 11:45 F 428

Status of a non-destructive broad-band FT-ICR detection system for the KATRIN experiment — MARTA UBIETO DÍAZ¹, R. BURCU ÇAKIRLI^{1,2}, MICHAEL HECK¹, DANIEL RODRÍGUEZ³, STEFAN STAHL⁴, and KLAUS BLAUM¹ — ¹Max-Planck-Institute for Nuclear Physics, Heidelberg, Germany — ²Department of Physics, University of Istanbul, Istanbul, Turkey — ³Departamento de Física Atómica Molecular y Nuclear, Universidad de Granada, 18071 Granada, Spain — ⁴Stahl Electronics, Kellerweg 23, 67528 Mettenheim, Germany

The Karlsruhe TRITium Neutrino experiment KATRIN aims at improving the upper limit of the mass of the electron antineutrino to about 0.2 eV (90% c.l.) by investigating the β -decay of tritium gas molecules $T_2 \rightarrow ({}^3HeT)^+ + e^- + \bar{\nu}_e$. The experiment is currently under construction to start first data taking in 2012. One source of systematic uncertainties in the KATRIN experiment is the formation of ion clusters when tritium decays and decay products interact with residual tritium molecules. It is essential to monitor the abundances of these clusters since they have different final state energies than tritium ions. For this purpose, a prototype of a cylindrical Penning trap has been constructed and tested at the Max-Planck-Institute for Nuclear Physics in Heidelberg (MPIK), which will be installed in the KATRIN beam line. This system employs the technique of Fourier-Transform Ion-Cyclotron-Resonance in order to measure the abundances of the different stored ion species. The status and results will be presented.

MS 9.6 Fr 12:00 F 428

Experimental and theoretical studies of FT-ICR Measurements — MICHAEL HECK¹, MARTA UBIETO-DÍAZ¹, DANIEL RODRÍGUEZ², R. BURCU ÇAKIRLI^{1,3}, STEFAN STAHL¹, LUTZ SCHWEIKHARD⁴, and KLAUS BLAUM¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Germany — ²Universidad de Granada, 18071, Granada, Spain — ³Department of Physics, University of Istanbul, Istanbul, Turkey — ⁴Institut of Physics, Ernst-Moritz-Arndt-University Greifswald, 17487 Greifswald, Germany

Fourier-Transform Ion-Cyclotron-Resonance Mass Spectrometry (FT-ICR MS) is a standard technique in Chemistry for ion identification with very high resolution. It makes use of ion confinement in a Penning trap and, in contrast to methods applied to short-lived nuclides for precision mass determination, FT-ICR MS is a non-destructive detection technique, where the ions are still trapped after mass measurement and thus available for further studies. This property is of high interest for rare nuclides which are difficult to produce. The technique has not been used for high precision mass measurement on radionuclides at the level required for fundamental physics studies, but we are currently working on modifications to serve this purpose. Recent results from these studies at the Max-Planck-Institute for Nuclear Physics in Heidelberg, in particular the performance of a broad-band FT-ICR Penning trap system tested with ${}^7Li^+$ ions in comparison with simulation and theoretical investigations, will be presented.

MS 9.7 Fr 12:15 F 428

Non-destructive ion detection at TRIGA-TRAP — ●MARTIN EIBACH^{1,2}, THOMAS BEYER^{2,3}, MICHAEL BLOCK⁴, KLAUS EBERHARDT¹, FRANK HERFURTH⁴, JENS KETELAER⁵, JOCHEN KETTER^{2,3}, KONSTANTIN KNUTH⁵, SZILARD NAGY^{3,4}, CHRISTIAN SMORRA^{1,2}, and KLAUS BLAUM^{2,3} — ¹Institut für Kernchemie, Universität Mainz, D-55128 Mainz — ²Physikalisches Institut, Universität Heidelberg, D-69120 Heidelberg — ³Max-Planck-Institut für Kernphysik, D-69117 Heidelberg — ⁴GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, D-64291 Darmstadt — ⁵Institut für Physik, Universität Mainz, D-55128 Mainz

Tests of nuclear mass models, studies of the nuclear structure of heavy elements and calculations of the astrophysical r-process require high precision atomic mass data. For this purpose the double Penning trap mass spectrometer TRIGA-TRAP has recently been set up in order to explore the less-known neutron-rich area of the nuclide chart. Certain nuclides of interest are produced by thermal neutron-induced fission of an actinoid target with low rates, in the order of a few nuclides per second or less. Thus, the implementation of very efficient means of detection are necessary, such as the non-destructive Fourier transform ion cyclotron resonance (FT-ICR) technique where ultimately a single trapped ion, with a half-life of longer than one second is sufficient for the entire mass measurement. The present status of the implementation of the FT-ICR detection at TRIGA-TRAP will be presented. The potential benefit for other experiments will be discussed.

MS 9.8 Fr 12:30 F 428

Weiterentwicklung der Kohlenstoffclusterquelle zur Erzeugung von Referenzionen für Massenmessungen an ISOLTRAP — ●D. FINK¹, K. BLAUM¹, CH. BÖHM¹, CH. BORGMANN¹, M. BREITENFELD⁴, F. HERFURTH³, A. HERLEIT⁵, M. KOWALSKA⁵, S. KREIM¹, D. LUNNEY², S. NAIMI², D. NEIDHERR⁶, M. ROSENBUSCH⁴, L. SCHWEIKHARD⁴ und K. ZUBER⁷ — ¹MPI für Kernphysik, Heidelberg — ²CSNSM, Orsey, Frankreich — ³GSI, Darmstadt — ⁴Universität Greifswald — ⁵CERN, Genf, Schweiz — ⁶Universität Mainz — ⁷TU Dresden

Am ISOLTRAP-Experiment an ISOLDE/CERN werden Präzisions-

massenmessungen in einer Penningfalle durchgeführt. Ein Limit für die erreichbare Genauigkeit stellt der Massenabstand zum Referenzion dar, welcher zur Kalibrierung des Magnetfelds benötigt wird; dafür sind Kohlenstoffcluster mit einem Abstand von 12u ideal. Zudem sind mit Kohlenstoff als Massenreferenz auch absolute Massenmessungen gegen den mikroskopischen Massenstandard möglich. An ISOLTRAP wird ein Kohlenstofftarget mit einem frequenzverdoppelten Nd:Yag-Laser beschossen, wodurch Kohlenstoffcluster $^{12}\text{C}_n$ bis $^{12}\text{C}_{20}$ leicht produziert werden können. Die Schwierigkeit liegt darin, Cluster über einen langen Zeitraum mit gleichbleibender Zählrate sowie einer hochwertigen Strahlemittanz zu erzeugen. Hierzu wurden Untersuchungen zur Laserenergie, an der Laseroptik und Modifikationen am Extraktionsbereich durchgeführt. In Kürze soll die Quelle zusätzlich als Laserablationsquelle genutzt werden, um Massen- und Q-Wertmessungen durchzuführen.

MS 9.9 Fr 12:45 F 428

Entwicklung eines Experiments zur Analyse von flüssigen Wasserstoff-Isotopologen via Infrarot-Strahlung für die ISS von ITER — ●ANDREAS KOSMIDER — Karlsruhe Institute für Technologie, Institut für experimentelle Kernphysik, Karlsruhe, Germany

Die technische Nutzung der Kernfusion zur Gewinnung elektrischer Energie wird auf dem Fusionsprozess zwischen Deuterium und Tritium basieren und wird im Rahmen des internationalen ITER Projekts demonstriert und weiterentwickelt. Ein zentraler Schritt hin zu einem funktionalen Fusions-Kraftwerk ist die Entwicklung eines stabilen und zuverlässigen Brennstoffkreislaufs. Wichtige Entwicklungen zu diesem Ziel wurden und werden am Tritium Labor Karlsruhe (TLK) vorangetrieben. In diesem Vortrag wird das Design und die Inbetriebnahme eines Prototypen zur quantitativen Analyse von kryogenen Wasserstoff-Isotopologen durch Infrarot-Strahlung zum Einsatz im Isotope-Separation-System (ISS) von ITER vorgestellt. Die Messungen wurden an Wasserstoff und Deuterium in der flüssigen Phase bei 20 K durchgeführt. Neben den technische Anforderungen und physikalische Randbedingungen werden experimentelle Lösungen und vorläufige Ergebnisse vorgestellt. Die technische Realisierbarkeit wird bewiesen und Vorschläge zur weiteren Entwicklung hin zu einer ITER-kompatiblen Anlage werden präsentiert.