

MS 5: Precision Mass Spectrometry and Fundamental Applications

Time: Wednesday 10:30–12:15

Location: GÖR 229

Invited Talk

MS 5.1 Wed 10:30 GÖR 229

Searching for physics beyond the standard model using beta decay — ●MARCUS BECK — Institut für Physik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

The standard model of particle physics is a well established theory. However, it is believed a more general theory with less free parameters exists. This should lead to experimental deviations from the predictions of the Standard Model at some level. One possibility to determine the free parameters of the Standard Model and to search for new physics are precision experiments with beta decay using modern technologies. This will be illustrated with several examples. These include the determination of the first element of the quark mixing matrix, V_{ud} , the determination of the weak coupling constants g_A and g_V , searches for exotic interactions and the determination of the mass of the electron antineutrino. The latter will be discussed on the basis of the KATRIN experiment in greater detail.

MS 5.2 Wed 11:00 GÖR 229

First Mass Measurements with THE-Trap — ●MARTIN HÖCKER¹, CHRISTOPH DIEHL¹, JOCHEN KETTER¹, DAVID B. PINEGAR¹, SEBASTIAN STREUBEL¹, MARIUS TREMER¹, ROBERT S. VAN DYCK JR.², and KLAUS BLAUM¹ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Saupfercheckweg 1, 69117 Heidelberg, Deutschland — ²Department of Physics, University of Washington, Seattle, WA 98195-1560, USA

THE-Trap is a Penning trap mass spectrometer, specifically constructed to measure the mass ratio of tritium (³H) and a light helium isotope (³He) with a relative uncertainty of 10⁻¹¹ or below. It was originally designed and built at the University of Washington, Seattle, and was moved to the MPIK in Heidelberg in 2008. Following modifications and improvements to the experimental setup as well as its environment, several mass measurements of light ion species have been conducted in its commissioning phase. Measuring the well known mass-ratios of different ion species gives a first estimate of the achievable accuracy and precision of our spectrometer.

Our first mass measurements will be presented and current limitations, as well as future upgrades, will be discussed.

MS 5.3 Wed 11:15 GÖR 229

The five-Penning trap mass spectrometer PENTATRAP — ●JULIA REPP^{1,2}, CHRISTINE BÖHM^{1,2}, JOSÉ CRESPO LÓPEZ-URRUTIA¹, ANDREAS DÖRR², SERGEY ELISEEV¹, MIKHAIL GONCHAROV^{1,2}, YURI NOVIKOV⁴, CHRISTIAN ROUX^{1,2}, SVEN STURM³, STEFAN ULMER^{2,3}, and KLAUS BLAUM^{1,2} — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg, Germany — ²Physikalisches Institut, Ruprecht-Karls-Universität, 69120 Heidelberg, Germany — ³Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Physik, 55099 Mainz, Germany — ⁴St. Petersburg Nuclear Physics Institute, 188300 Gatchina, Russia

Currently the new mass spectrometer PENTATRAP is being developed at the Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg. Ions of interest are stable and long-lived highly charged nuclides up to uranium. PENTATRAP aims for an accuracy of few parts in 10¹² for mass ratios of mass doublets and a relative uncertainty of $\approx 10^{-11}$ for absolute mass ratios. The measured mass values will contribute among others to Q -value determinations of relevant β -processes for neutrino physics, stringent tests of quantum electrodynamics in the regime of extreme fields, and a test of special relativity. The five-trap setup allows to choose an optimal measurement scheme for each ionic species of interest. Main features of PENTATRAP are an access to highly charged ions, highly sensitive cryogenic non-destructive detection systems, a fast exchange between different ions and a continuous monitoring of magnetic field fluctuations. This talk will present the experimental setup and the present status of the PENTATRAP experiment.

MS 5.4 Wed 11:30 GÖR 229

Das Massenspektrometer ISOLTRAP auf dem Weg zu höherer Genauigkeit — ●S. KREIM¹, D. BECK², K. BLAUM¹, CH. BÖHM¹, CH. BORGMANN¹, M. BREITENFELDT³, D. FINK⁴,F. HERFURTH², A. HERLERT⁴, M. KOWALSKA⁴, D. LUNNEY⁵, E. M. RAMIREZ², S. NAIMI⁵, D. NEIDHERR¹, M. ROSENBUSCH⁶, S. SCHWARZ⁷, L. SCHWEIKHARD⁵, J. STANJA⁸, R. WOLF⁶ und K. ZUBER⁸ — ¹Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg — ²GSI Darmstadt — ³IKS Leuven — ⁴CERN — ⁵CSNSM-IN2P3-CNRS, Orsay — ⁶Uni Greifswald — ⁷NSCL MSU — ⁸TU Dresden

Bei der Massenmessung von kurzlebigen Radionukliden erreicht das Penningfallen-Massenspektrometer ISOLTRAP routinemäßig eine relative Genauigkeit von $1 \cdot 10^{-8}$. Je nach Messung wird dabei die Genauigkeit durch unterschiedliche Faktoren bestimmt. Zum Beispiel ist bei der Auflösung von isomeren Gemischen nicht nur die Vermeidung isobarer Kontaminationen des vom Isotopenseparator ISOLDE gelieferten Ionenstrahl eine entscheidende Voraussetzung, sondern auch ein entsprechend gutes Vakuum. So ist vor kurzem die Bestimmung der Anregungsenergie des isomeren Zustands von ¹⁹⁴Tl gelungen. Ebenso kann in speziellen Fällen eine Wechselmessung mit kurzem Messablauf von Vorteil sein um systematische Fehler zu verringern, wie bei der Q -Wert Messung des Isotopenpaares ¹¹⁰Pd/¹¹⁰Cd. Zusätzlich benötigt man abseits der Stabilität aufgrund der geringen Statistik eine bessere Effizienz. Ausgehend von den 2010 durchgeführten Messungen werden Entwicklungen hin zu höheren Genauigkeiten vorgestellt.

MS 5.5 Wed 11:45 GÖR 229

Investigation of the accuracy limit at the Penning trap mass spectrometer TRIGA-TRAP — ●CHRISTIAN SMORRA^{1,2}, THOMAS BEYER^{1,3}, KLAUS BLAUM^{1,3}, JENS KETELAER³, SZILARD NAGY^{3,4}, DENNIS NEIDHERR⁵, DENNIS RENISCH^{2,3}, and THE TRIGA-TRAP COLLABORATION^{2,3,4} — ¹Ruprecht-Karls-Universität, 69117 Heidelberg — ²Johannes Gutenberg-Universität, 55128 Mainz — ³Max-Planck-Institut für Kernphysik, 69117 Heidelberg — ⁴GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, 64291 Darmstadt — ⁵Helmholtz-Institut Mainz, 55128 Mainz

Penning-trap mass spectrometry is a way to determine nuclear binding energies very accurately by measuring the cyclotron frequency of a trapped ion. The cyclotron frequency is then compared to a reference measurement of an ion with well-known mass. The double Penning-trap mass spectrometer TRIGA-TRAP, which is part of the TRIGA-SPEC facility, was installed at the research reactor TRIGA-Mainz. In order to investigate the uncertainty limit of the mass measurements, systematic studies have been performed using carbon clusters from ¹²C₁₀⁺ to ¹²C₂₃⁺, thus covering the whole mass range of the radionuclides available at the TRIGA reactor. Effects like magnetic field fluctuations and mass dependent frequency shifts have been studied and their amplitudes quantified. The well-known mass of ¹⁹⁷Au has been measured and used as a consistency check at the level of $2.7 \cdot 10^{-8}$. The present status as well as the results of first mass measurements on stable rare-earth nuclides will be presented.

MS 5.6 Wed 12:00 GÖR 229

Massenspektrometrie in der Nuklearen Entsorgung — ●CLEMENS WALTHER, MICHAEL STEPPERT, SEBASTIAN BÜCHNER, MARKUS FUSS, ANDREAS GEIST und HORST GECKEIS — Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Nukleare Entsorgung, PO 3640, 76021 Karlsruhe

Massenspektrometrie hat vielfältige Anwendung im nuklearen Umfeld. Neben der Spurenanalytik von Radioisotopen hilft die MS auch, viele Prozesse auf molekularer Ebene zu verstehen, die für den Brennstoffkreislauf interessant sind. Dieses Spektrum reicht von der Herstellung des Brennstoffs und Erforschung neuer Materialien bis zur sicheren tiefeingeologischen Entsorgung. Mittels nano-Elektrospray Massenspektrometrie werden Polymerisierungsvorgänge in stark sauren Plutonium Lösungen untersucht, die relevant sind für Brennstoffherstellung oder Brennstoffauflösung. Die Kolloidbildung von Actiniden im Nahfeld eines Endlagers wird am Beispiel des Thorium betrachtet. Ein weiteres wichtiges Feld unserer Untersuchungen betrifft Reaktionen, die dazu beitragen, den Transport von Radionukliden aus dem Endlager zu verhindern, wie den Einbau von Actiniden in Aluminium-haltige Phasen. Weiterhin untersuchen wir chemische Liganden, die selektiv langlebige Actiniden von kurzlebigen Spaltprodukten abtrennen können.