

MS 4: AMS-Applications

Zeit: Dienstag 10:30–13:00

Raum: VMP 8 R05

Hauptvortrag MS 4.1 Di 10:30 VMP 8 R05
Nuclear Astrophysics and AMS — ●ANTON WALLNER — VERA Labor, Fakultät für Physik, Univ. Wien, Währinger Strasse 17, 1090 Wien, Austria

Nuclear astrophysics aims at describing nuclear processes relevant to nucleosynthesis. Except for the very light elements, the abundance pattern of our solar system is the product of nucleosynthesis within many generations of stars. Isotopic abundances can be studied in the laboratory via nuclear cross-section measurements at the relevant energy regimes. In cases of longer-lived nuclides or nuclides with an unfavorable decay scheme, counting atoms directly via Accelerator Mass Spectrometry (AMS) rather than their decay rates, is the far more sensitive method.

The general isotopic pattern for elements heavier than Fe can be understood as the result of a few distinct processes, like s-, r- or p-process. Interestingly, recent observations of very old, so-called ultra-metal-poor (UMP) stars indicate that our knowledge of nucleosynthesis is still limited. New precise AMS measurements will help to clarify this recently found discrepancy in UMP stars. In addition, the search for certain supernova-produced, long-lived radionuclides on Earth, like ^{60}Fe , ^{182}Hf , ^{244}Pu and possibly super-heavy elements, will give an improved insight into explosive nucleosynthesis scenarios.

An overview on recent activities of the AMS technique in nuclear astrophysics will be given, including measurements relevant for Big-Bang nucleosynthesis and the search for SN-produced radionuclides on Earth.

MS 4.2 Di 11:00 VMP 8 R05

Suche nach schwersten primordialen Radionukliden — ●JOHANNES LACHNER¹, IRIS DILLMANN¹, THOMAS FAESTERMANN¹, UDO GERSTMANN², GUNTHER KORSCHINEK¹, CHRISTOPH LIERSE³, MIKHAIL POUTIVTSEV¹, GEORG RUGEL¹ und ANDREAS TÜRLER³ — ¹Physik Department, Technische Universität München — ²Helmholtz-Zentrum München — ³Institut für Radiochemie, Technische Universität München

Langlebige Radioisotope ermöglichen unter anderem Untersuchungen von Vorgängen während des Frühstadiums des Sonnensystems. Am Münchner Beschleunigerlabor können mithilfe einer Flugzeitmessung hochempfindliche und untergrundfreie Messungen von solchen Nukliden durchgeführt werden.

Dieser Aufbau wurde auch für die Suche nach natürlichem ^{244}Pu ($T_{1/2}=81$ Ma) benutzt, von dem man annimmt, dass es sowohl das kurzlebigste als auch das schwerste primordiale Nuklid auf der Erde ist. Nach mehreren indirekten Nachweisen von zerfallenem ^{244}Pu über die Messung fissioner Xenon-Isotope gelang einmalig (Hoffman et al., Nature, 234:132-134, 1971) die direkte Bestimmung des natürlichen Vorkommens von ^{244}Pu in dem Seltenerdmineral Bastnaesit. Unsere Messungen des gleichen Minerals zeigen jedoch kein ^{244}Pu und schließen insgesamt ein natürliches Vorkommen dieses Nuklids in der bei Hoffman et al. angegebenen Häufigkeit aus.

MS 4.3 Di 11:15 VMP 8 R05

Über die Halbwertszeiten von Be-10 und Fe-60 — ●GEORG RUGEL¹, ANDREAS BERGMAIER², IRIS DILLMANN¹, THOMAS FAESTERMANN¹, UDO GERSTMANN³, INES GÜNTHER-LEOPOLD⁴, NIKO KIVEL⁴, KLAUS KNIE¹, GUNTHER KORSCHINEK¹, JOHANNES LACHNER¹, CHRISTOPH LIERSE VON GOSTOMSKI⁵, MOUMITA MAITI¹, MIKHAIL POUTIVTSEV¹, ARIANE REMMERT⁵, DOROTHEA SCHUMANN⁴, ANTON WALLNER⁶, REGIN WEINREICH⁴ und MICHAEL WOHLMÜTHER⁴ — ¹Fachbereich Physik, Technische Universität München — ²Universität der Bundeswehr München — ³Helmholtz Zentrum München — ⁴Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen, Schweiz — ⁵Institut für Radiochemie, Technische Universität München — ⁶VERA Wien, Österreich

Die genaue Kenntnis sehr langer Halbwertszeiten (im Bereich von Millionen Jahre) von Radionukliden ist von großer Wichtigkeit in oft sehr verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, die von der Astrophysik (^{60}Fe , Nucleosynthese in unserer galaktischen Umgebung) bis zur Geologie (^{10}Be , Expositionsdatierung) reichen. Die Bestimmungen erfordern dedizierte Methoden, da die Zerfallskurven außerhalb des Beobachtungszeitraumes liegen. Aus der Messung der Anzahl der Nuklide sowie der jeweiligen Aktivität, wird dann auf die jeweilige Halbwertszeit geschlossen. Die Anzahl wird durch unterschiedlichste massenspe-

zifische Techniken bestimmt, die Aktivität entweder direkt oder durch die Beobachtung des Aufbaus sekundärer Zerfälle. Im Vortrag wird detailliert auf unsere neuesten Messungen zu den Halbwertszeiten von ^{10}Be und ^{60}Fe eingegangen.

Diese Arbeit wurde von der DFG durch EXC 153 gefördert.

MS 4.4 Di 11:30 VMP 8 R05

Carrier-free Be-10/Be-9 measurements at low energies — ●MARCUS CHRISTL¹, COLIN MADEN², PETER W. KUBIK¹, ARNOLD MÜLLER¹, and HANS-ARNO SYNAL¹ — ¹Laboratory of Ion Beam Physics, ETH-Zurich, Switzerland — ²Institute of Isotope Geochemistry and Mineral Resources, ETH Zurich, Switzerland

A new method to directly measure the natural Be-10/Be-9 ratio of environmental samples with a compact low energy AMS system (0.6 MV) has been developed recently. This method allows us to use standard sample preparation methods and AMS techniques. In some cases, when the only the relative variation of the natural Be-10/Be-9 ratio is needed, the direct measurement of Be-10/Be-9 significantly reduces sample preparation time, enables higher sample throughput in the lab, provides more precise data, and avoids all problems related to possible systematic offsets between both AMS and ICP-MS.

Applications of carrier free Be-10/Be-9 measurements like dating of manganese crusts or the reconstruction of the solar- or the geomagnetic field are discussed. First results of the newly developed method applied to marine samples will be presented and systematic ion source efficiency studies with artificial samples will be discussed.

MS 4.5 Di 11:45 VMP 8 R05

Iod-129 und andere anthropogene Radionuklide in der Nordsee — ●LÜBBERT TOSCH¹, ROLF MICHEL¹, HARTMUT NIES², HANS-ARNO SYNAL³ und VASILY ALFIMOV³ — ¹Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Leibniz Universität Hannover, Deutschland — ²Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg, Deutschland — ³Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich, Schweiz

Durch anthropogene Freisetzungen wurde das Vorkommen des langlebigen Radionuklids Iod-129 ($T_{1/2}=15,7\text{Ma}$) nachhaltig verändert. Natürliches ^{129}I entsteht durch Spontanspaltung von ^{238}U und durch Spallationsreaktionen von Xenon mit kosmischer Strahlung. Künstliches ^{129}I wird bei der neutroneninduzierten Spaltung von ^{235}U und ^{239}Pu gebildet. Anthropogenes ^{129}I wird in erster Linie durch die Wiederaufarbeitungsanlagen in La Hague und Sellafield in die Umwelt freigesetzt, weitere Quellen sind Kernwaffentests und Unfälle in kerntechnischen Anlagen. Es wird über eine systematische Beprobung der Nordsee und des Englischen Kanals in Hinblick auf ^{129}I im Meerwasser berichtet. Durch anthropogene Beimengungen werden $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ -Isotopenverhältnisse von mehr als 10^{-6} angetroffen, das natürliche Isotopenverhältnis liegt bei 10^{-12} . Die Emissionen aus La Hague lassen sich innerhalb der Nordsee verfolgen. Es zeigt sich, dass sich die Kompartimente in Europa in Ungleichgewicht befinden. Die Ergebnisse werden auch in Hinblick auf die Radionuklide ^{90}Sr , ^{99}Tc und ^{137}Cs in Nordseewasser diskutiert. Die $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ -Isotopenverhältnisse wurden mit AMS an der ETH Zürich bestimmt und die ^{127}I -Gehalte wurden mit ICP-MS ermittelt.

MS 4.6 Di 12:00 VMP 8 R05

The systematics of the ^{36}Cl production rate calculations in limestone — ●VASILY ALFIMOV and SUSAN IVY-OCHS — Ion Beam Physics, ETH Zurich, 8093 Zurich, Switzerland

One of the major radionuclides that are measured by Accelerator Mass Spectrometry (AMS) is chlorine-36 ($T_{1/2} = 301$ kyr). It is produced by cosmic rays in the atmosphere and the upper meters of the lithosphere. Since limestone contains no or very little quartz, and hence ^{10}Be cannot be used, surface exposure dating of this rock type has to be done with ^{36}Cl . There are several production pathways of ^{36}Cl in calcite: spallation of Ca by fast neutrons, capture of slow negative muons on ^{40}Ca , fast-muon induced reactions on Ca, capture of thermal and epithermal neutrons on ^{35}Cl , where these neutrons are also produced by several pathways. The complexity of ^{36}Cl production makes it difficult to calibrate each separate pathway and ultimately to use this radionuclide in surface exposure dating. Here we summarize our investigation into the ^{36}Cl production systematics and draw an outline for the recommended calibration constants and calculation procedure.

MS 4.7 Di 12:15 VMP 8 R05

Be-10 and Cl-36 interlaboratory comparisons — ●SILKE MERCHEL^{1,2}, WOLFRAM BREMSER³, VASILY ALFIMOV⁴, MAURICE ARNOLD¹, GEORGES AUMAÎTRE¹, LUCILLA BENEDETTI¹, DIDIER L. BOURLÈS¹, RÉGIS BRAUCHER¹, MARC CAFFEE⁵, MARCUS CHRISTL⁴, L. KEITH FIFIELD⁶, ROBERT C. FINKEL^{1,7}, STEWART P.H.T. FREEMAN⁸, AARÓN RUIZ-GÓMEZ⁹, PETER W. KUBIK⁴, DYLAN H. ROOD⁷, KIMIKAZU SASA¹⁰, PETER STEIER¹¹, STEPHEN G. TIMS⁶, ANTON WALLNER¹¹, KLAUS M. WILCKEN⁸, and SHENG XU⁸ — ¹CEREGE, Aix-en-Provence, France — ²FZD, Dresden, Germany — ³BAM, Berlin, Germany — ⁴PSI/ETH Zurich, Switzerland — ⁵PRIME Lab, Purdue, IN, USA — ⁶ANU, Canberra, Australia — ⁷LLNL, Livermore, CA, USA — ⁸SUERC, East Kilbride, UK — ⁹CNA, Sevilla, Spain — ¹⁰University of Tsukuba, Japan — ¹¹VERA, Wien, Austria

Driven by the progress in AMS and its spreading application within geosciences, measurements of increasing numbers of samples with low isotopic ratios will be required in the future. Therefore, we have examined the linearity of ¹⁰Be/⁹Be as a function of isotope ratio by distributing 3 secondary standards (dilutions of NIST4325: 10⁻¹²-10⁻¹⁴) to 9 AMS labs. The problem of low ratio samples is even more crucial for ³⁶Cl mainly due to the high volatility of chlorine. Thus, we have prepared large quantities of 3 ³⁶Cl/Cl solutions from a certified ³⁶Cl activity (NIST4943) by dilution with NaCl. AgCl precipitated from these solutions (10⁻¹¹-10⁻¹³) has been distributed to 9 AMS labs. Some measurements are still ongoing. First results from 6 labs for each nuclide show that these interlaboratory exercises are very valuable.

MS 4.8 Di 12:30 VMP 8 R05

Bestimmung von Plutonium-Isotopen mittels AMS — ●TANJA BISINGER¹, ROLF MICHEL¹, LUKAS WACKER² und HANS-ARNO SYNAL² — ¹Zentrum für Strahlenschutz und Radioökologie, Leibniz Universität Hannover, Deutschland — ²Institut für Teilchenphysik, ETH Zürich, Schweiz

Die Bestimmung von Aktivitätskonzentrationen sowie Isotopenverhältnissen der verschiedenen Plutonium-Isotope ist von besonderem Interesse in der Radioökologie. Plutonium wurde durch Kern-

waffentests, Wiederaufarbeitungsanlagen, Kernreaktoren oder Unfälle in die Umwelt eingebracht. Die Kombination aus Beschleunigermassenspektrometrie (AMS) und Alphaspektrometrie ermöglicht die Untersuchung aller dosis-relevanter Plutonium-Isotope. Der große Vorteil der AMS liegt darüber hinaus in der Messung der ²⁴⁰Pu/²³⁹Pu-Isotopenverhältnisse, der Bestimmung von ²⁴¹Pu, den kurzen Messzeiten sowie der geringen Nachweisgrenze (10⁶ Atome). Proben aus den hoch kontaminierten Gebieten um Tschernobyl, der Nordsee und der Irischen See wurden per Alphaspektrometrie untersucht, um das der AMS nicht zugängliche Isotop ²³⁸Pu zu bestimmen. Anschliessend erfolgte die Messungen der Proben am 500 kV Tandem-Beschleuniger der ETH Zürich. Die gemessenen ²⁴⁰Pu/²³⁹Pu-Isotopenverhältnisse ermöglichen Rückschlüsse auf den Ursprung der Kontamination. Dadurch kann Plutonium, welches während des Reaktorunglücks von Tschernobyl emittiert wurde, von dem Plutonium unterschieden werden, welches aus dem globalen Fallout oder anderen Quellen stammt.

MS 4.9 Di 12:45 VMP 8 R05

AGE: Optimization of the Graphitization Procedure — ●MOJMIŘ NĚMEC¹ and LUKAS WACKER² — ¹Department of Chemistry and Biochemistry, University of Bern, Switzerland — ²Ion Beam Physics, ETH Zurich, Switzerland

The Automated Graphitization Equipment (AGE) was developed at ETH Zurich for fast and efficient sample preparations for radiocarbon measurement by accelerator mass spectrometry. Samples are combusted in an elemental analyzer and the resulting CO₂ is absorbed on a single column filled with zeolite absorber. The CO₂ is then released by heating the zeolite trap and transferred by gas expansion to the reactor, where it is reduced by H₂ to graphite on the iron catalyst.

AGE was optimized to find conditions for the fastest graphitization reaction completion and the smallest isotopic fractionation with minimum formation of molecular fragments. The tuning was focused on the preconditioning of iron catalyst, reaction temperature (540-620°C), H₂/CO₂ ratio (1.8-2.5) and also the suitable timing for each step of the whole procedure.

The results of the optimization experiments and the final graphitization procedure will be presented.