

HK 57: Poster - Nukleare Astrophysik

Zeit: Mittwoch 16:45–16:45

Raum: HSZ 4.OG

HK 57.1 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Geant4 simulation for proton induced reactions at ESR — ●BO MEI^{1,2}, GANNA RASTREPINA^{1,2}, RENE REIFARTH^{1,2}, MICHAEL HEIL², and RALF PLAG^{1,2} — ¹University of Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany — ²GSI, Darmstadt, Germany

It is essential to measure the cross sections of the (p, γ) reactions in Gamow window of the p-process in order to understand the nucleosynthesis of 35 stable proton-rich nuclides between ⁷⁴Se and ¹⁹⁶Hg [1]. The investigation of proton capture rates of radioactive nuclides in traditional kinematics is limited to nuclides of long half-lives. Therefore, a proof-of-principle experiment in inverse kinematics has been successfully performed at the Experimental Storage Ring (ESR) of GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH. The circulating ions were interacting with a hydrogen gas jet target at ESR. A preliminary result of the ⁹⁶Ru(p, γ)⁹⁷Rh cross section at 10 AMeV is already published [2]. In order to improve the accuracy of the background determination, extensive Geant4 simulations of the experimental setup have been performed to determine the transmission of all proton-induced reaction products. The results agree well with the experimental data. The simulation tool has also been applied for a proposed, improved experiment aiming at cross section measurements down to $E_{CM} \approx 5$ AMeV. The project was supported by Helmholtz International Center for FAIR and Helmholtz Young Investigator Group VH-NG-327.

[1] M. Arnould and S. Goriely, Phys. Rep. 384 (2003) 1.

[2] Q. Zhong et al., Journal of Physics 202 (2010) 012011.

HK 57.2 Mi 16:45 HSZ 4.OG

In-beam Experiments for Nuclear Astrophysics at HORUS — ●JAN MAYER, JANIS ENDRES, LARS NETTERDON, ANNE SAUERWEIN, PHILIPP SCHOLZ, and ANDREAS ZILGES — Institut für Kernphysik, Universität zu Köln

The p process involves a large network consisting of about 20000 reactions on approximately 2000 nuclei. As only few experimental data are available, network calculations are based almost completely on reaction rates predicted by theoretical models. Accurate predictions depend on nuclear physics input, e.g., optical-model potentials. In-beam experiments aim at reactions resulting in stable as well as unstable nuclei which are mostly not accessible in activation measurements and, therefore, provide an important method to improve theoretical models. Additional information, e.g. partial cross sections, can also be obtained.

Located at the 10MV tandem accelerator of the University of Cologne, the high-efficiency HORUS γ -ray spectrometer provides excellent opportunities to improve the experimental situation on charged particle induced reactions relevant for the p process. The experimental setup features a reaction chamber equipped with multiple current readouts, a cooling trap, and a detector for Rutherford-Backscattering Spectrometry. First experiments on ⁸⁹Y have successfully been performed and preliminary results are presented.

Supported by the DFG (Zi 510/5-1). J.M., A.S., and P.S. are members of the Bonn-Cologne Graduate School of Physics and Astronomy.

HK 57.3 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Activation measurements of α -induced reactions relevant for p-process nucleosynthesis — ●PHILIPP SCHOLZ, JANIS ENDRES, JAN MAYER, LARS NETTERDON, ANNE SAUERWEIN, and ANDREAS ZILGES — Institut für Kernphysik, Universität zu Köln

The production of p nuclei, those proton-rich nuclei that are not produced by neutron-capture reactions, is mainly attributed to sequences of photodisintegration reactions - the so called γ process.

Most of the predicted reaction rates for reaction network calculations for the γ process are derived from Hauser-Feshbach calculations which strongly depend on γ -strength functions, nuclear-level densities and adopted nuclear models for optical-model potentials. Experimental data for α -induced reactions at low energies are rare. Hence, the construction of a global optical potential and therefore reliable predictions of reaction rates are difficult.

For the improvement of the experimental situation the reactions ¹⁴¹Pr(α ,n)¹⁴⁴Pm, ¹⁶⁸Yb(α ,n)¹⁷¹Hf, and ¹⁶⁸Yb(α , γ)¹⁷²Hf were studied with the activation technique [1]. Additionally, an activation experiment for the reaction ¹⁸⁷Re(α ,n) was recently performed. The counting setup at the Institut für Kernphysik in Cologne as well as experimental

results are presented.

Supported under the DFG contracts (ZI 510/5-1, INST 216/544-1). P.S, J.M. and A.S. are member of the Bonn-Cologne Graduate School of Physics and Astronomy.

[1] A. Sauerwein *et al.*, Phys. Rev. C **84**, 045808 (2011)

HK 57.4 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Zustandsgleichungen von Neutronensternen — ●KATJA KLEEBERG, THEODOROS GAITANOS und HORST LENSKE — Institut für Theoretische Physik, Universität Gießen

Um Aufschluss über das Verhalten von Kernmaterie über große Dichtebereiche zu bekommen und umgekehrt durch vorhandene Kenntnisse auf Eigenschaften eines Neutronensterns rückschließen zu können, löst man die Tolman-Oppenheimer-Volkoff Gleichung für eine geeignete Zustandsgleichung. Entsprechende Zustandsgleichungen gewinnen wir aus dem Skyrme-Energiedichtefunktional, welches die Wechselwirkungen in neutronenreicher Kernmaterie zweckmäßig beschreibt. Die relativen Häufigkeiten von Nukleonen und Leptonen bestimmen die Gleichungen des β -Gleichgewichts. Es werden mehrere Parametersätze gegenüber gestellt. Ein auf den ersten Blick unerwartetes Ergebnis ist, dass einige Parametersätze eine zunächst suspekt erscheinende Schalenstruktur von Protonen und Neutronen im Neutronenstern vermuten lassen. Ergebnisse für die Masse-Radius Zustandsgleichung von Neutronensternen werden vorgestellt.

HK 57.5 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Experimentelle Studie optischer Potentiale mit Relevanz für den astrophysikalischen γ Prozess* — ●JAN GLORIUS für die anpn-Kollaboration — Institut für Angewandte Physik, Goethe Universität Frankfurt am Main, Deutschland

Der astrophysikalische γ Prozess umfasst ein komplexes Reaktionsnetzwerk. Zur Modellierung sind tausende von Reaktionsraten unter stellaren Bedingungen im Rahmen des Statistischen Modells zu berechnen. Dieses Modell stützt sich auf einen Satz von Parametern, der von experimentellen Daten abgeleitet wird. Optische Potentiale sind ein wichtiger Bestandteil dieses Parametersatzes. Die ungenügende Beschreibung der Potentiale in den derzeitigen Modellen gilt als hauptverantwortlich für die großen Unsicherheiten von Vorhersagen für Reaktionen mit Protonen und α -Teilchen. Um diese Beschreibung der Wechselwirkung zwischen Kernen und geladenen Teilchen zu verbessern, wurden die Reaktionen ¹⁶⁶Er(α ,n), ¹⁶⁵Ho(α ,n), ¹⁷⁵Lu(p,n) sowie ¹⁶⁹Tm(p,n) mit der Aktivierungsmethode am FN Tandem der University of Notre Dame gemessen. Bei diesen Messungen liegt eine exklusive Sensitivität auf das optische α -Teilchen- bzw. Protonenpotential vor. Die Daten können folglich als Test für die Vorhersagen des Statistischen Modells sowie als Grundlage zur Verbesserung globaler optischer Potentiale dienen. Den experimentellen Ergebnissen werden Vorhersagen auf Basis aktueller optischer Potentiale gegenübergestellt.

*gefördert durch DFG (SFB 634, SO 907/2-1), DAAD (50141757), JINA (NSF, USA), HIC for FAIR und HGS-HIRE

HK 57.6 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Bestimmung der Lichtausbeute von NeuLAND-Szintillatoren — ●JERSON ANDRES BONILLA GUZMAN, CLAUDIA LEDERER, MORITZ POHL und RENE REIFARTH für die R3B-Kollaboration — Goethe Universität Frankfurt

Bei der Untersuchung exotischer neutronenreicher Nuklide spielt die Detektion schneller Neutronen eine wichtige Rolle. Mit steigender Neutron-Proton Asymmetrie sinkt die Neutronenseparationsenergie und die Emission von Neutronen wird der dominierende Zerfallsprozess. Am R³B Aufbau (Reactions with Relativistic Radioactive Beams) werden zukünftig Reaktionen mit relativistischen exotischen Teilchenstrahlen mit Energien von bis zu 1 \sim AGeV untersucht. Der R³B Aufbau wird am künftigen FAIR Beschleunigerzentrum am GSI Helmholtz-Zentrum betrieben werden. Der NeuLAND (New Large Area Neutron Detector) ist ein wichtiger Bestandteil des R³B Aufbaus und in der Lage, Neutronen mit Energien zwischen 0,1 und 1 GeV nachzuweisen. NeuLAND wird eine hohe Effizienz und eine dreifach bessere Energieauflösung als sein Vorgänger LAND aufweisen. NeuLAND wird aus 3000 Submodulen (Plastiksintillatoren) mit den Dimensionen 5 x 5 x 270 cm³ bestehen. Sie werden in 30 Doppelebenen mit jeweils 100

Szintillatoren so angeordnet, so dass eine Detektionsfläche von 270 x 270 cm² und eine Tiefe von 3 m erreicht werden. Jeder einzelne Szintillator muss eine Qualitätskontrolle durchlaufen. In diesem Beitrag werden Möglichkeiten zur schnellen und sicheren Untersuchung der Szintillatorstäbe vorgestellt, die sich später zur massenhaften Anwendung eignen. Dieses Projekt wird von BMBF (06FY71051) unterstützt.

HK 57.7 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Entwicklung eines Prototypen zur Neutronenproduktion via ⁷Li(p,n) — ●STEFAN FIEBIGER¹, CLEMENS BEINRÜCKER¹, MICHAEL BERGER¹, MICAELA FONSECA⁴, TANJA HEFTRICH¹, FRANZ KÄPPELER³, ANTONIN KRÁSA², CLAUDIA LEDERER¹, RALF PLAG¹, ARJAN PLOMPEN², RENÉ REIFARTH¹, STEFAN SCHMIDT¹ und KERSTIN SONNABEND¹ — ¹Goethe Univ. Frankfurt a. M. — ²European Commission, JRC, Institute for Reference Materials and Measurements, Geel, Belgien — ³Karlsruher Institut für Technologie — ⁴Centro de Física Nuclear da Universidade de Lisboa, Portugal

Für den FRANZ-Beschleuniger an der Goethe Universität in Frankfurt a. M. wurde ein Prototyp zur Neutronenproduktion entwickelt. Beim Beschuss mit Protonen mit einer Energie von etwa 2 MeV und einem gepulsten Strom von 2 mA werden Neutronen mit Hilfe der ⁷Li(p,n) Reaktion produziert. Wegen den hohen thermischen Anforderungen lag der Schwerpunkt der Entwicklung auf der Planung und Auslegung der Kühlung. Die Kühlung erfolgt, indem die Rückseite der mit Lithium bedampften Kupferscheibe direkt überströmt wird. Simulationen mit GEANT 3 zeigen, dass die Wasserkühlschicht auf schnelle Neutronen um 100 keV besonders moderierend wirkt. Erste Tests des Prototypen am IRMM (Institute for Reference Materials and Measurements) zeigen eine gute Übereinstimmung mit den simulierten Ergebnissen. Die Simulationen zeigen weiterhin, dass schweres Wasser (D₂O) einen geringeren Einfluss auf das Neutronenspektrum hat.

Dieses Projekt wurde unterstützt durch EFNUDAT und die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327.

HK 57.8 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Mass separation with ISOLTRAP's MR-ToF — ●R. WOLF for the ISOLTRAP-Collaboration — Ernst-Moritz-Arndt-Universität, Institut für Physik, 17487 Greifswald

A contaminant-free beam is a crucial condition for mass measurements of short-lived nuclides on an uncertainty level of $\delta m/m = 10^{-8}$, as performed with ISOLTRAP at CERN-ISOLDE. The radioactive beam delivered by an ISOL facility contains a mixture of isobars, where far from stability the ions of interest often amount to only a minute fraction, drowned by contamination. ISOLTRAP has been upgraded with a multi-reflection time-of-flight (MR-ToF) mass analyzer and a Bradbury Nielsen gate, primarily intended as an auxiliary device to provide a faster purification of isobaric mixtures. Mass-resolving power of 10^5 and a contamination suppression of 10^4 have been reached in only a few tens of milliseconds, which decreases the purification period by over an order of magnitude compared to mass-selective buffer-gas centering in a dedicated Penning trap. On the one hand, the system can be used as the only mass separator and selector for very short-lived nuclides, where the buffer-gas filled Penning trap acts only for cooling and bunching. On the other hand, for intermediate half-lives and very high contamination to ion of interest ratios, several Penning-trap capture cycles can be performed to filter the few or even the only one ion of interest, for the actual mass measurement. This improves the ion-of-interest throughput by more than a factor of 10. The application of this method, e.g. for the mass measurement of ⁸²Zn and its astrophysical impact on the neutron-star crust, will be presented.

HK 57.9 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Neutron capture on the s-process branch point nucleus ⁶³Ni — ●M. WEIGAND¹, T.A. BREDEWEG², A. COUTURE², M. JANDEL², F. KÄPPELER⁴, G. KORSCHINEK³, C. LEDERER¹, J.M. O'DONNELL², R. REIFARTH¹, J.L. ULLMANN², and A. WALLNER⁵ — ¹Goethe Universität, Frankfurt, Germany — ²LANL, Los Alamos, USA — ³TUM, Garching, Germany — ⁴KIT, Karlsruhe, Germany — ⁵Australian National University, Australia

One of the important questions in nuclear astrophysics is how the observed abundances of elements came to be. Nearly all of it are either formed by the s- or the r-process in almost equal shares. The precise s-process path depends on stellar parameters like temperature and neutron density. In addition, unstable isotopes act as branching points, creating different possible ways for the nucleosynthesis, neutron capture and β^- -decay compete, depending on the conditions in the star. This affects the isotopic abundances of the heavier elements. There-

fore it is important to know the neutron capture cross section (NCS) for these isotopes. ⁶³Ni is one of these branching points in the weak component of the s-process. In order to determine the NCS in the astrophysical energy region, an experiment has been performed using the calorimetric 4 π -BaF₂ array DANCE at the Los Alamos National Lab (LANL). The results of the ⁶³Ni(n, γ) experiment will be presented. Various ⁶³Ni resonances have been identified based on the energy deposition in the γ -detector. This work is supported by the Helmholtz Nachwuchsgruppe VH-NG-327 and the Nuclear Astrophysics Virtual Institute NAVI.

HK 57.10 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Bestimmung der Zeitaufösung eines FADC-basierten Datenaufnahmesystems — ●RICHARD KRAEMER, OLE HINRICHS, CLAUDIA LEDERER, RALF PLAG, RENE REIFARTH, STEFAN SCHMIDT und KERSTIN SONNABEND — Goethe Universität Frankfurt

An der im Aufbau befindlichen Frankfurter Neutronenquelle am Stern-Gerlach-Zentrum (FRANZ) wird es möglich sein, neutronen- und protoneninduzierte Reaktionen mit astrophysikalischer Motivation zu messen. Der Nachweis der Reaktionen kann in beiden Fällen mit 4 π -Detektoren aus BaF₂ erfolgen. Man will diese Untersuchungen auch an radioaktiven Isotopen durchzuführen, da sie wertvolle Einblicke in das Innere von Sternen in deren Spätphasen liefern.

Um die Anzahl der Probenatome für solche Messungen zu maximieren, ist es notwendig, Datennahmesysteme zu entwickeln, die trotz hoher Zählraten aus dem Zerfall der Probenatome, zuverlässig die seltenen, zu untersuchenden Reaktionen detektieren. Insbesondere ist hier die Diskriminierung von fast gleichzeitig auftretenden Untergrundeignissen gewünschter Ereignissen von entscheidender Bedeutung.

Moderne Aufbauten machen sich dabei Flash-ADC zunutze. In diesem Beitrag werden erste Untersuchungen vorgestellt, bei denen die Zeitaufösung eines FADC-basierten Datennahmesystems mit einem herkömmlichen ADC-System verglichen wird. Dieses System wird in naher Zukunft mit einem schon vorhandenen BaF₂-Kalorimeter an der Goethe-Universität Frankfurt zum Einsatz kommen. Dieses Projekt wird von PIANO (Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327) unterstützt.

HK 57.11 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Production rate of ⁴¹Ca in Interplanetary Dust Particles and the possibility to measure by means of Accelerator Mass Spectrometry (AMS) — ●JOSE MANUEL GÓMEZ-GUZMÁN, THOMAS FAESTERMANN, LETICIA FIMIANI, KARIN HAIN, STEPHAN JAHN, GUNTHER KORSCHINEK, and PETER LUDWIG — Physik Department E12/E15, TU München. D-85748 Garching, Germany.

Interplanetary Dust Particles (IDP) are small grains in orbit around the Sun. The most important source of IDP is the Asteroid Belt located at approximately 3 AU between Mars and Jupiter. During their flight to the Earth they are irradiated by SCR and GCR (solar and galactic cosmic rays) and some radionuclides are formed, including ⁴¹Ca and ⁵³Mn.

⁴¹Ca ($T_{1/2} = 1.03 \times 10^5$ y) can be used as a unique tracer to determine the accretion rate of IDP on Earth because there are no significant terrestrial sources for this radionuclide. In this work, a model describing the irradiation history of these IDP and the expected ⁴¹Ca production rate due to this irradiation are shown. Once known, the ⁴¹Ca accretion rate on Earth can be calculated. This is the first time that ⁴¹Ca will be used as tracer of extraterrestrial matter, due to the very low expected ⁴¹Ca/⁴⁰Ca ratios, in the order of 10^{-15} . The AMS facility of the MLL, with sensitivity down to 10^{-16} for this radionuclide, is presently the only one with the capacity to measure these low ratios.

HK 57.12 Mi 16:45 HSZ 4.OG

Nukleosynthese in Sternen mittlerer und niedriger Masse bei subsolarer Metallizität* — ●CHRISTIAN RITTER^{1,2}, FALK HERWIG², RENE REIFARTH¹ und DIE NUGRID KOLLABORATION³ — ¹University of Victoria, Kanada — ²Goethe-Universität Frankfurt — ³www.nugridstars.org

Sterne mit sehr viel geringerer Metallizität als die Sonne bieten besondere Möglichkeiten die Entwicklung der Elemententstehung im Detail zu untersuchen und sich ein Bild von der galaktischen chemischen Entwicklung zu machen. Sternsimulationen erlauben dabei die beobachteten Parameter, z.B. Häufigkeitsverteilungen, mit individuellen Nukleosyntheseprozessen in Verbindung zu bringen. Dabei spielen in AGB Sternen die Wechselwirkungen zwischen Nukleosynthese und Mischprozessen eine wichtige Rolle. Die simulierten Sternhäufigkeiten

für alle Elemente (einschließlich ihrer Isotope) als Funktion der stellaren Anfangsmasse und Metallizität können mit Beobachtungen vieler neuentdeckter metallarmer Sterne verglichen werden, insbesondere der sogenannten CEMP (Carbon-Enhanced Metal-Poor, $[C/Fe]>1$) Sterne. Die neuesten NuGrid Modellrechnungen schließen Neutroneneinfangprozesse (s-Prozess) in AGB Sternen geringer Metallizität ein

und werden in diesem Beitrag vorgestellt. Die Abhängigkeit der Modellvorhersagen von Unsicherheiten der nuklearen Reaktionsraten, wie z.B. der Neutronen produzierende $^{22}\text{Ne}(\alpha,n)^{25}\text{Mg}$ Rate, sowie einiger repräsentativen Neutroneneinfangraten wird diskutiert. *Gefördert vom DAAD (PROMOS).