

HK 31: Nukleare Astrophysik

Zeit: Mittwoch 16:30–19:00

Raum: RW 2

Gruppenbericht

HK 31.1 Mi 16:30 RW 2

Investigation of decays of r-process nuclei — ●MICHELE MARTA^{1,2}, IRIS DILLMANN^{1,2}, and ALEXEY EVDOKIMOV^{1,2} for the S323-S410-Collaboration — ¹GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, Germany — ²II. Physikalisches Institut, Justus-Liebig Universität Giessen, Germany

The r-process nucleosynthesis accounts for about half of the solar abundances beyond the iron peak. A complete understanding of the process is complicated by the scarce experimental information of the many short-lived neutron-rich nuclei of interest along the r-process path. Particularly, non-zero β -delayed neutron branchings divert the material flow back to stability during the freeze-out phase and provide additional neutrons which can be recaptured. A recent experimental campaign at the fragment separator FRS facility at GSI has investigated decay half-lives and following neutron emission of unstable nuclei close to the neutron shell closure $N = 82$ and $N = 126$. The fragments produced by a 1 A-GeV primary beam of uranium on a ⁹Be target have been separated in-flight, identified, and implanted in a segmented Si array detector. Thirty ³He counters in a polyethylene matrix surrounded the implantation station and detected the delayed neutrons in coincidence with β -decays in the Si detector. The status of the ongoing analysis and an outlook are presented.

Gruppenbericht

HK 31.2 Mi 17:00 RW 2

Konsistente Beschreibung des Strahlungseinfangs schneller Neutronen und der Photonanabsorption durch schwere Kerne. — ●ECKART GROSSE^{1,2}, ARND R. JUNGHANS¹, RALPH MASSARCZYK^{1,2} und RONALD SCHWENGER¹ für die ERINDA-Kollaboration — ¹Helmholtz Zentrum Dresden Rossendorf — ²IKTP, Technische Universität Dresden

Sowohl für die Transmutation radioaktiven Abfalls als auch für das Verständnis der kosmischen Synthese der schweren Kerne ist der Strahlungseinfang von Neutronen im Energiebereich stark überlappender Resonanzen von entscheidender Bedeutung. Es wurde deshalb versucht, kürzlich zusammengestellte Einfangdaten (<http://www.kadonis.org>) unter Berücksichtigung neuer Informationen zur Photonen-Stärkefunktion zu analysieren. Es werden hierbei sowohl kürzlich mit neuen Methoden - teilweise von Mitgliedern der ERINDA-Kollaboration - gewonnene Daten verwendet als auch kernspektroskopische Publikationen. Da die schlecht messbare Niveaudichte unterhalb der Neutronenseparationsenergie empfindlich eingeht, ergibt sich die Möglichkeit, verschiedene Modellannahmen zu überprüfen. Es wird diskutiert, inwieweit auf Kerne außerhalb des Stabilitätsals extrapoliert werden kann, was sowohl für die Transmutation als auch für den r-Prozess von Bedeutung sein kann.

HK 31.3 Mi 17:30 RW 2

Nuclear correlations and the r-process — ●ALMUDENA ARCONES^{1,2,3} and GEORGE F. BERTSCH⁴ — ¹Technische Universität Darmstadt Institut fuer Kernphysik (Theoriezentrum) Schlossgartenstr. 2, 64289 Darmstadt — ²Department of Physics, University of Basel, Klingelbergstrasse 82, 4056 Basel, Switzerland — ³GSI Helmholtzzentrum fuer Schwerionenforschung, 64291 Darmstadt — ⁴Department of Physics and Institute for Nuclear Theory, University of Washington, Seattle, Washington 98915, USA

We show that long-range correlations for nuclear masses have a significant effect on the synthesis of heavy elements by the r-process. As calculated by Delaroche et al., these correlations suppress magic number effects associated with minor shells. This impacts the calculated abundances before the third r-process peak (at mass number $A=195$), where the abundances are low and form a trough. This trough and the position of the third abundance peak are strongly affected by the masses of nuclei in the transition region between deformed and spherical. Based on different astrophysical environments, our results demonstrate that a microscopic theory of nuclear masses including correlations naturally smoothens the separation energies, thus reducing the trough and improving the agreement with observed solar system abundances.

HK 31.4 Mi 17:45 RW 2

s-Prozess Simulationen in AGB Sternen — ●ALEXANDER KOLOCZEK für die NuGrid-Kollaboration — Goethe Universität Frankfurt a. M.

Um den s-Prozess zu simulieren, braucht man einerseits ein Modell für TP-AGB Sterne und andererseits ein vollständiges Reaktionsnetzwerk, das mit experimentellen Daten untermauert werden muss. Die NuGrid Kollaboration hat Programme entwickelt, mit denen zuerst die Sternmodelle und nachträglich die Nukleosyntheseprozesse berechnet werden. Auf diese Weise wird der Rechenaufwand reduziert und unterschiedliche Reaktionsnetzwerke können problemlos für das gleiche Sternmodell verwendet werden.

Hier werden Sensitivitätsstudien präsentieren, welche die Auswirkungen von Änderungen des Reaktionsnetzwerks auf die Elementverteilung in einem Stern mit 3 Sonnenmassen zeigen. Dies hilft dabei, entscheidende Reaktionsraten zu identifizieren, die in zukünftigen Experimenten gemessen werden sollten.

Dieses Projekt wurde durch das Helmholtz International Center for FAIR und die Helmholtznachwuchsgruppe VH-NG-327 unterstützt.

HK 31.5 Mi 18:00 RW 2

^{13,14}B(n, γ) via Coulomb dissociation in inverse kinematics for the r-process nucleosynthesis — ●SEBASTIAN ALTSTADT for the R3B-Collaboration — Goethe Universität, Frankfurt

Model calculations of r-process nucleosynthesis in a neutrino-driven wind scenario with a short dynamical timescale indicate, that light, neutron-rich nuclei may have a crucial influence on final r-process abundances [M. Terasawa et al., ApJ, 2001]. However, nuclear reaction rates of unstable nuclei far from stability are rarely known and extremely difficult to determine. Therefore, a kinematically complete measurement was performed with the R³B/LAND setup at GSI. To obtain the neutron capture cross sections of ¹³B and ¹⁴B, which are thought to be on the main flow path among the light elements with $Z < 10$ [T. Sasaqui et. al, ApJ, 2005], the time-reversed reactions ¹⁴B(γ, n) and ¹⁵B(γ, n) were measured via Coulomb dissociation. The presentation focuses on the current status of the analysis and will discuss first results.

This project was supported by the Helmholtz International Center for FAIR and the Helmholtz Young Investigator Group VH-NG-327.

HK 31.6 Mi 18:15 RW 2

⁵⁹Fe(n, γ)/⁶⁰Fe constrained by Coulomb Dissociation — ●TANJA HEFTRICH for the s389-Collaboration — Goethe Universität Frankfurt a. M., Germany

One of the fundamental signatures for active nucleosynthesis in our galaxy is the observation of long-lived radioactive elements using γ -ray observatories such as INTEGRAL. Of particular importance are the two long-lived radioactive isotopes ²⁶Al and ⁶⁰Fe. The production of ⁶⁰Fe is associated with the Helium shell burning phase in AGB stars or with the hot carbon/oxygen shell burning phase in massive pre-supernova stars. Very little is known about the reactions associated with the nucleosynthesis of ⁶⁰Fe. The production rate ⁵⁹Fe(n, γ)/⁶⁰Fe is very difficult to measure directly because of the short half-life of ⁵⁹Fe ($t_{1/2} = 44.5$ d). Coulomb dissociation measurements of ⁵⁹Fe and ⁶⁰Fe were performed at the R³B/LAND setup at GSI. The unstable iron isotopes were produced by fragmentation of a 660 AMeV primary beam of ⁶⁴Ni on a 4 g/cm² Be target. The dissociation cross section ⁶⁰Fe(γ, n)/⁵⁹Fe allows to constrain the theoretical estimates of the inverse neutron capture reaction ⁵⁹Fe(n, γ)/⁶⁰Fe via detailed balance. In order to prove this method, ⁵⁹Fe(γ, n)/⁵⁸Fe was studied in addition to compare with the already directly measured ⁵⁸Fe(n, γ)/⁵⁹Fe cross section. The astrophysical motivation, an overview of the experimental setup and the status of the analysis will be presented. This project is supported by the HGF Young Investigator Project VH-NG-327.

HK 31.7 Mi 18:30 RW 2

Messung der ⁶³Ni(n, γ)-Reaktion mit dem 4 π -BaF₂-Kalorimeter DANCE — ●M. WEIGAND¹, T.A. BREDEWEG², A. COUTURE², M. JANDEL², F. KÄPPELER⁴, G. KORSCHNEK³, J.M. O'DONNELL², R. REIFARTH¹, J.L. ULLMANN² und A. WALLNER⁵ — ¹Goethe Universität, Frankfurt, Germany — ²LANL, Los Alamos, USA — ³TUM, Garching, Germany — ⁴FZK, Karlsruhe, Germany — ⁵Universität Wien, Austria

Die kosmische Häufigkeitsverteilung der Elemente und Isotope hängt von den Reaktionsraten während verschiedener Syntheseprozesse ab. Die meisten Elemente schwerer als Eisen wurden und werden durch Neutroneneinfänge in Sternen verschiedener Entwicklungsphasen pro-

duziert. Etwa die Hälfte davon entsteht während des langsamen Neutroneneinfangprozesses, dem s-Prozess. Der genaue Verlauf der Nukleosynthese hängt dabei von Temperatur, Neutronendichte und Wirkungsquerschnitten ab. Hierbei sind Verzweigungspunkte von besonderem Interesse, an denen verschiedene mögliche s-Prozess-Pfade konkurrieren. Einen solchen Verzweigungspunkt stellt das radioaktive Isotop ^{63}Ni mit $t_{1/2} \approx 100$ Jahren dar. Hier konkurriert der β^- -Zerfall mit dem Neutroneneinfang; je nach Verzweigungsrate beeinflusst dies beispielsweise die Häufigkeiten der Kupfer-Isotope. Daher ist es notwendig, den Wirkungsquerschnitt für die $^{63}\text{Ni}(n,\gamma)$ -Reaktion möglichst genau zu kennen. Ein Experiment zu dessen Bestimmung fand am Los Alamos National Laboratory mit dem kalorimetrischen 4π -BaF₂-Aufbau DANCE statt. Hierzu werden vorläufige Resultate präsentiert. Unterstützt durch das HGF Nachwuchsgruppen-Projekt VH-NG-327.

HK 31.8 Mi 18:45 RW 2

The $^{152}\text{Sm}(p,n)$ reaction measurements in inverse kinematics
— ●MORITZ POHL for the s405-Collaboration — Goethe Universität Frankfurt am Main, Germany

Under stellar conditions, low-lying excited states in nuclei are in thermal equilibrium with the ground state. If those excited states undergo β -decays with a higher rate than the ground state, the β -decay half-life of this nucleus is dominated by the excited state. The corresponding life-times are extremely difficult to measure directly on earth, since the excitation occurs mostly via internal transition.

If the β -decay occurs via the Gamow-Teller transition, charge exchange reactions allow to investigate the decay strength. In order to verify the method of measuring the $B(\text{GT})$ strength of unstable heavy nuclei via inverse kinematics, the reaction $p(^{152}\text{Sm}, ^{152}\text{Eu})n$ was used as a test case. This measurement allows to set constraints on the temperature dependent electron capture of ^{152}Eu , which is an important s-process branching point. The s405 experiment took place at the R³B/LAND setup at GSI. A newly developed Low Energy Neutron detector Array (LENA) was used to measure the recoil neutrons, which are emitted at large angles relatively to the incoming beam. Preliminary results will be presented. This project was supported by the Helmholtz International Center for FAIR and the Helmholtz Young Investigator Group VH-NG-327.