

## PROPOSTE ARGOMENTI UTILI PER TESI DI LAUREA (TRIENNALE) NEL CAMPO DELL'ASTROFISICA NUCLEARE

**Titolo:** Valutazione dell'impatto cosmologico della reazione nucleare  ${}^3\text{H}(d,n){}^4\text{He}$ .

**Contatti:** Prof. R.G. Pizzone (UniCT-DFA)

email: rgpizzone@lns.infn.it

### ABSTRACT

Nella nucleosintesi primordiale intervengono molteplici reazioni. Tra queste alcune sono indotte da nuclidi radioattivi e tra queste ha una grossa importanza la reazione  ${}^3\text{H}(d,n){}^4\text{He}$ . Si richiede allo studente di valutare l'impatto di questo rate di reazione all'interno del network di nucleosintesi primordiale con una particolare attenzione allo svolgimento dello studio della sensibilità delle abbondanze di  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^4\text{He}$  and  ${}^2\text{H}$  alla variazione di questo tasso di reazione. Per fare questo lo studente utilizzerà il codice PRIMAT. Questo costituirà il primo passo verso una futura misura della sezione d'urto della reazione  ${}^3\text{H}(d,n){}^4\text{He}$  attraverso il metodo del Cavallo di Troia.

**Titolo:** La reazione di fotodissociazione  ${}^{24}\text{Mg}(\gamma,\alpha){}^{20}\text{Ne}$  di interesse per l'astrofisica nucleare

**Contatti:** Prof. L. Lamia (UniCT-DFA), Dr. G.L. Guardo (INFN-LNS)

contact- email: llamia@lns.infn.it

email: guardo@lns.infn.it

### ABSTRACT

Il bruciamento del silicio (*silicon burning*) fissa la composizione chimica stellare nelle fasi precedenti a quelli di esplosione di SuperNova (SN), rappresentando quindi un fase importante per i bruciamenti stellari responsabili della produzione di diversi isotopi. Studi di sensibilità dimostrano che il rate della reazione di fotodissociazione  ${}^{24}\text{Mg}(\gamma,\alpha){}^{20}\text{Ne}$  governa la successiva nucleosintesi del  ${}^{28}\text{Si}$ . Tuttavia, ad oggi, tale rate di reazione viene dedotto tramite misure della  ${}^{20}\text{Ne}(\alpha,\gamma){}^{24}\text{Mg}$  con incertezze anche di un fattore 2 alle energie di rilievo per l'astrofisica. Per questo motivo è pianificata una campagna sperimentale per misurare tale reazione di fotodissociazione sul  ${}^{24}\text{Mg}$  utilizzando fotoni da 10-12 MeV prodotti dalla facility High Intensity Gamma-Ray Source (HIγS). Lo studente quindi verrà chiamato a svolgere attività di studio della problematica astrofisica, valutare l'impatto della reazione sugli scenari astrofisici basandosi sulla già esistente letteratura scientifica, collaborare alla pianificazione dell'esperimento anche utilizzando software informatici quale il codice appositamente sviluppato GROOT.

**Titolo:** Studi preliminari per la misura indiretta della sezione d'urto della reazione termonucleare  ${}^{11}\text{C}(\alpha,p){}^{14}\text{N}$  nel contesto della nucleosintesi di Supernova.

**Contatti:** Prof. M.L. Sergi (UniCT-DFA)

contact- email: sergi@lns.infn.it

### ABSTRACT

La nucleosintesi indotta da neutrini nelle Supernove contribuisce alla produzione di diversi nuclidi tra cui  ${}^7\text{Li}$ ,  ${}^{11}\text{B}$ ,  ${}^{19}\text{F}$ ,  ${}^{92}\text{Nb}$ ,  ${}^{98}\text{Tc}$ ,  ${}^{138}\text{La}$  and  ${}^{180}\text{Ta}$ . Recentemente, l'impatto della nucleosintesi coinvolgenti nuclei nella regione di massa  $A=11$  è stato ampiamente studiato con particolare riferimento al ruolo della reazione nucleare  ${}^{11}\text{C}(\alpha,p){}^{14}\text{N}$  per la quale, attualmente, non sono disponibili dati sperimentali nell'intervallo energetico 0.25-1 MeV di interesse astrofisico. Per questa ragione, è prevista nel prossimo futuro la realizzazione di un esperimento mirato alla misura indiretta della sezione d'urto della reazione inversa  ${}^{14}\text{N}(p,\alpha){}^{11}\text{C}$  tramite applicazione del Trojan Horse Method (THM). Al fine quindi lo studente sarà coinvolto nella progettazione utile per la realizzazione dell'esperimento, realizzando specifici calcoli di cinematica necessari per l'individuazione di tutte le condizioni sperimentali necessarie per la misura.

# PROPOSTE ARGOMENTI UTILI PER TESI DI LAUREA (MAGISTRALE) NEL CAMPO DELL'ASTROFISICA NUCLEARE

**Titolo:** Aluminum Destruction In Stars

**Contatti:** Prof. R.G. Pizzone (UniCT-DFA), Dr. M. La Cognata (INFN-LNS)

contact- email: lacognata@lns.infn.it

email: rgpizzone@lns.infn.it

## ABSTRACT

The radioisotope  $^{26}\text{Al}$  is of outstanding importance in astrophysics, as it plays a key role in constraining the circumstances and conditions of the solar system birth and of the chemical evolution of the Galaxy, as well as neutron star formation rate in our Galaxy, which is a key parameter in the field of Multimessenger Astronomy. To ascertain the most likely  $^{26}\text{Al}$  nucleosynthesis scenario, the  $^{26}\text{Al}$  production and destruction mechanisms will be investigated, in the energy range up to about 1 MeV. Two reactions strongly affect  $^{26}\text{Al}$  nucleosynthesis, the  $^{26}\text{Al}(n,p)^{26}\text{Mg}$  and the  $^{26}\text{Al}(n,\alpha)^{23}\text{Na}$ . The Trojan Horse Method (THM) will be used for their study, using deuterons to transfer a neutron and populate  $^{27}\text{Al}$  excited states, later decaying to the  $p+^{26}\text{Mg}$  and  $\alpha+^{23}\text{Na}$  channels. The method offers a great advantage with respect to direct approaches, thanks to the possibility to run at energies much higher than those of astrophysical interest, and to the capability of removing background sources. Within this framework, a high granularity detection setup will be used.

*The candidate student* will work on the development of algorithms for the detector calibration, starting from a variety of experimental data including sources, reactions, and scattering processes, with the aim to determine solid angles and fine angular corrections based on reaction kinematics.

**Titolo:** Direct measurement of the  $^{11}\text{B}(p,\alpha)^8\text{Be}$  cross section at relevant energies for nuclear astrophysics

**Contatti:** Prof. L. Lamia (UniCT-DFA), Dr. G.L. Guardo (INFN-LNS)

contact- email: llamia@lns.infn.it

email: guardo@lns.infn.it

## ABSTRACT

Light elements in astrophysics represent one of the most interesting and intriguing topic. Their importance is indeed related to different scenario affecting the nucleosynthesis in the Cosmos, ranging from primordial nucleosynthesis to the stellar one. With respect to this last aspect, the trio of light elements lithium, beryllium and boron (LiBeB) is used for understanding stellar mixing phenomena acting inside stellar interiors. Besides the role in nuclear astrophysics, the  $^{11}\text{B}(p,\alpha)2\alpha$  reaction has gained prominence primarily due to its relevance in nuclear fusion reactor development, where it seems highly appealing to researchers, because of the lack of neutrons in the reactions products. For such a reason, devoted cross section measurements have been performed during these years. In order to complement the already available information and to measure angular distribution at energy range where no or discordant measurements exist, we aim at investigating the  $^{11}\text{B}(p,\alpha)^8\text{Be}$  reaction with the ELISSA detection setup by using a 3MV accelerator.

*The candidate student* will work on the research activity aimed at analyzing the experimental data (ROOT format), starting from the calibration of the detectors involved, particles identification, reaction channel selection and background evaluation, also performing devoted simulation using GEANT4.

**Titolo:** Study of p-process at the HIGS gamma ray beam facility

**Contatto:** Prof. S. Romano (UniCT-DFA), Dr. G.L. Guardo (INFN-LNS)

contact- email: romano@lns.infn.it

email: guardo@lns.infn.it

## ABSTRACT

The nucleosynthesis of the so-called p-nuclei is one of the most puzzling problems yet to be solved. In order to explain the abundances of these proton-rich nuclei (with mass A between 74 and 196) that cannot be synthesized by neutron-capture processes (s- or r-process), a third mechanism called p-process has been introduced. This mechanism, which is supposed to take place in explosive scenarios, involves s-nuclei as seeds and a succession of  $(\gamma,n)$ ,  $(\gamma,p)$ ,  $(\gamma,\alpha)$  reactions and their inverse processes happening at high temperatures ( $T > 10^9\text{K}$ ) and short time scales. Among the others, the crucial  $(\gamma,\alpha)$  photodisintegration cross section of  $^{112}\text{Sn}$  is still not directly measured. Thus, an experiment was performed at the High Intensity Gamma-Ray Source (HIGS, Duke University) with a collimated photon flux with energies from 11 MeV to 20 MeV using the SIDAR array.

*The candidate student* will work on the research activity aimed at analyzing the experimental data (in ROOT format) starting from the calibration of the detectors involved and performing devoted simulation using GEANT4.