



Dipartimento Interateneo di Fisica “*Michelangelo Merlin*”

Dottorato di Ricerca in Fisica XXXI ciclo

Dottoranda:

Damone Lucia Anna

Titolo programma di ricerca

Studio delle sezioni d'urto di reazioni indotte dai neutroni nell'ambito Astrofisico presso la facility n_TOF al CERN

Proposta Tutore/i

Dott. Nicola Colonna, Dott. Pino Tagliente, Dott. Massimo Barbagallo

Introduzione / Obiettivi del programma

Il mio lavoro di dottorato sarà incentrato sullo studio di un problema di interesse Astrofisico: il problema del Litio Cosmologico.

La teoria della nucleosintesi del Big Bang (BBN) riproduce fedelmente l'abbondanza di tutti gli elementi primordiali, ad eccezione del ${}^7\text{Li}$ che risulta invece sovrastimato di un fattore 3-5. Sempre secondo questa teoria, il 95% del ${}^7\text{Li}$ viene prodotto dal decadimento del ${}^7\text{Be}$ (tempo di dimezzamento 53.2 giorni) relativamente tardi dopo il Big Bang, quando ormai l'Universo si è già sufficientemente raffreddato, consentendo così agli elettroni e ai nuclei di formare i primi atomi. Da ciò risulta chiaro che l'abbondanza del ${}^7\text{Li}$ è essenzialmente legata alla produzione e distruzione del ${}^7\text{Be}$.

Mentre la principale reazione di produzione del ${}^7\text{Be}$ è relativamente ben nota, ${}^3\text{He}(\alpha,\gamma){}^7\text{Be}$, lo stesso non si può dire sulle sezioni d'urto delle reazioni responsabili della sua distruzione. Le diverse misure di reazioni indotte da particelle cariche quali protoni, deutoni e ${}^3\text{He}$ sul ${}^7\text{Be}$, hanno escluso la possibilità che queste possano essere responsabili della distruzione del ${}^7\text{Be}$. Resta da indagare il ruolo ricoperto dalle reazioni indotte dai neutroni sul ${}^7\text{Be}$, in particolare le reazioni ${}^7\text{Be}(n,\alpha){}^4\text{He}$ e ${}^7\text{Be}(n,p){}^7\text{Li}$.

Nel 1988, è stata effettuata alla facility LANSCE a Los Alamos una misura a bassa risoluzione energetica sulla sezione d'urto della reazione ${}^7\text{Be}(n,p){}^7\text{Li}$ dal termico fino a 13.5 keV. I risultati hanno escluso un impatto significativo di questa reazione sul problema del ${}^7\text{Li}$. Tuttavia, dato il limitato range energetico ricoperto nella misura, ci si è dovuti basare su alcune assunzioni per poter stimare il rate di reazione alle temperature della BBN, comprese fra 0.3 e 1GK, corrispondenti ad una energia dei neutroni tra 20 e 100 keV circa.

Un'altra reazione di distruzione del ${}^7\text{Be}$, è la ${}^7\text{Be}(n,\alpha){}^4\text{He}$, per la quale però non è nota la sezione d'urto. In letteratura è riportata solo una misura effettuata ad ISPRA nei primi anni '60 utilizzando la colonna termica del reattore ivi presente. Tale misura fornisce un valore per la sezione d'urto solo all'energia termica. Tutt'oggi non esistono dunque misure dirette nel range energetico di interesse per lo studio del problema del Litio Cosmologico.

È quindi oltremodo necessario misurare entrambe le sezioni d'urto indotte da neutroni. Una prima



misura è già stata effettuata per la reazione ${}^7\text{Be}(n,\alpha){}^4\text{He}$ nella seconda area sperimentale della facility n_TOF “neutron time of flight” al CERN nel range energetico di interesse del problema. Ad Aprile 2016 partirà invece la misura della sezione d’urto della reazione ${}^7\text{Be}(n,p){}^7\text{Li}$ della quale mi occuperò durante il mio lavoro di dottorato.

Grazie all’elevato flusso istantaneo di neutroni nella seconda area sperimentale, $10^7\text{n/cm}^2/\text{pulse}$, è possibile misurare le reazioni indotte dai neutroni su isotopi radioattivi di breve vita media, quale appunto il ${}^7\text{Be}$.

Il Set-Up sperimentale per la misura della sezione d’urto della reazione ${}^7\text{Be}(n,p){}^7\text{Li}$ sfrutterà il metodo del Silicon Telescope $\Delta E-E$: verranno utilizzati due rivelatori a strip di Silicio (16 strips , $5\times 5\text{ cm}^2$) di spessore rispettivamente pari a 20 e $300\ \mu\text{m}$. Questa tecnica sarà utile a discriminare il protone dalle altre particelle prodotte nel substrato del bersaglio o dal background.

Bibliografia

- [1] R.H. Cyburt et al., Phys. Rev. D 69, 123519 (2004).
- [2] M. Barbagallo et al., *Measurement of ${}^7\text{Be}(n,\alpha){}^4\text{He}$ and ${}^7\text{Be}(n,p){}^7\text{Li}$ cross sections for the Cosmological Li problem in EAR2 at n_TOF.*
- [3] P. Bassi et al., Il Nuovo Cim. XXVIII (1963) 1049.
- [4] Coc, Alain; Vangioni, Elisabeth, *Lithium and Big-Bang Nucleosynthesis*, 23–27 Maggio, 2005.
- [5] A. Mucciarelli, M. Salaris, P. Bonifacio, L. Monaco and S. Villanova, *The Cosmological Lithium Problem outside the Galaxy: the Sagittarius globular cluster M54*, 30 July 2014.
- [6] C. Angulo et al., ApJ 630 (2005) L105.
- [7] O.S. Kirsebom, and B. Davids, Phys. Rev. C 84 (2011) 058801.
- [8] P. Koehler et al., Phys. Rev. C 37, 917 (1988).
- [9] P. D. Serpico et al., Jour. Cos. Astropart. Phys. 12 (2004) 010.
- [10] C. Brogini et al., Journ. Cosm. Astrop. Phys. 6, 30 (2012).

Bari, 9/11/2015

Firma

Lucia Anna Balsamo