

» **FOCUS**



**DALLE SUPERNOVAE
AI RADIOFARMACI:
GLI ACCELERATORI
POTENZIATI DEI LABORATORI
DI LEGNARO**

Comprendere i processi che portano alla formazione dei nuclei pesanti all'interno delle fucine stellari è tra gli obiettivi scientifici cui si sta lavorando ai Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL) dell'INFN, grazie al complesso di acceleratori *PIAVE* (*Positive Ion Accelerator for low VELOCITY ions*) e *ALPI* (Acceleratore Lineare Per Ioni). In particolare, un fascio di piombo ^{206}Pb è stato prodotto e accelerato all'energia di 1,2 GeV (Gigaelettronvolt), e fatto poi interagire con un bersaglio di stagno ^{118}Sn . Il fascio di piombo è stato così utilizzato per studiare la reazione fra ioni pesanti di piombo su stagno, e i nuclei prodotti da questa reazione sono stati poi analizzati grazie a *PRISMA*: uno spettrometro magnetico appositamente progettato e costruito ai LNL per misurare con grande dettaglio alcune caratteristiche del processo di produzione di nuclei pesanti, come la distribuzione delle loro masse, la loro carica nucleare e l'energia di eccitazione. I nuclei prodotti sono stati identificati mediante l'utilizzo di specifici rivelatori, per la maggior parte a gas, che forniscono le informazioni necessarie per ricostruire la traiettoria degli ioni attraverso i campi magnetici dello spettrometro. Nel recente passato, questa tecnica era già stata utilizzata ai LNL con grande successo per lo studio della popolazione di nuclei ricchi di neutroni, accoppiando *PRISMA* con rivelatori per raggi gamma a grande efficienza, come *CLARA* e *AGATA*: in questo modo era stato possibile associare i raggi gamma, prodotti in reazioni nucleari, a nuclei non ancora studiati in precedenza. Nella reazione $^{206}\text{Pb}+^{118}\text{Sn}$ si è indagato, in particolare, il processo di trasferimento di coppie di neutroni, che modifica la composizione isotopica sia del proiettile, sia del bersaglio. L'importanza di questo esperimento risiede nel fatto che questi processi, coinvolgendo appunto coppie di nucleoni, forniscono informazioni sulle correlazioni nucleone-nucleone, essenziali per comprendere le proprietà strutturali dei nuclei. Più generale, l'utilizzo dei fasci di piombo e di ioni molto pesanti è importante

» FOCUS

per lo studio della popolazione di nuclei ricchi di neutroni. Lo studio dettagliato dei meccanismi di produzione di questi nuclei e delle loro proprietà è di grande rilievo per l'astrofisica e per i modelli di evoluzione delle stelle. In certe regioni della carta dei nuclidi è, infatti, molto forte la competizione fra il processo di decadimento beta, che genera nuclei verso la cosiddetta valle della stabilità (dove si collocano i nuclei più stabili, appunto), e il processo chiamato di "cattura rapida neutronica", che porta alla formazione nelle strutture stellari, come per esempio nelle supernovae, di nuclei via via più ricchi di neutroni. Il fascio utilizzato per l'esperimento è stato generato in modo stabile da una sorgente a risonanza di ciclotrone a 14.4 GHz, ed è stato poi accelerato grazie ai quadrupoli a radiofrequenza e ai risonatori a quarto d'onda: tutte componenti superconduttive, che operano a -269 °C, degli acceleratori PIAVE e ALPI. La combinazione PIAVE-ALPI ha consentito di superare i 90 nA (nanoAmpere) di corrente di fascio per gran parte della misura, durata 10 giorni. Queste misure sono il risultato di un importante lavoro di potenziamento degli RFQ superconduttivi, che ora superano le specifiche per le quali erano stati progettati e vedono incrementata la loro affidabilità. Inoltre, è stato ammodernato il sistema di controllo dei criostati e dell'impianto di refrigerazione di ALPI. Mentre, l'aggiornamento dei sistemi di controllo della radiofrequenza, del trasporto e della diagnostica del fascio, nonché l'allineamento dell'acceleratore con tecnologia laser, hanno permesso un trasporto del fascio più efficiente lungo l'acceleratore. Molte di queste migliorie sono funzionali anche all'impiego di ALPI per i fasci esotici riaccelerati del futuro progetto multidisciplinare dei Laboratori di Legnaro, SPES (*Selective Production of Exotic Species*), che prevede la realizzazione di un apparato altamente innovativo per generare e accelerare nuclei non stabili su bersagli fissi. SPES aprirà la strada a importanti ricerche di fisica di base, come lo studio di reazioni nucleari e di isotopi nucleari ancora poco conosciuti, e al contempo consentirà l'impiego in altri settori, come la produzione di radiofarmaci. ■