

» **FOCUS**



**NUMEN: I NUCLEI E
LA NATURA FONDAMENTALE
DEL NEUTRINO**

Sono stati presentati a maggio sull'*European Physical Journal, Hadrons and Nuclei*, i primi risultati del progetto NUMEN (*NUclear Matrix Elements of Neutrinoless double beta decay*), insieme a una panoramica aggiornata e dettagliata delle attività R&D relative al progetto e degli sviluppi teorici connessi.

Installato ai Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN, a Catania, NUMEN aggrega una collaborazione internazionale che include per l'Italia anche le sezioni INFN di Catania, Torino e Genova. Il progetto è dedicato allo studio delle caratteristiche nucleari del fenomeno del doppio decadimento beta senza neutrini, con importanti implicazioni per la fisica del neutrino e la fisica astroparticellare, per lo studio dei neutrini cosmici e della materia oscura.

I neutrini, particelle prive di carica e con massa piccolissima, interagiscono pochissimo con la materia, ma giocano un ruolo centrale nel funzionamento delle stelle, nell'esplosione delle supernovae e nella formazione degli elementi durante il Big Bang. Oggetto di studio da parte di diversi gruppi sperimentali, una proprietà fondamentale dei neutrini è al momento ancora sconosciuta: se siano particelle di Majorana, identiche alle loro antiparticelle o siano invece particelle di Dirac, distinguibili dalla loro controparte di antimateria. Nel caso neutrini e antineutrini fossero identici, dovremmo poter osservare il fenomeno del decadimento doppio beta senza neutrini: un processo mai osservato sperimentalmente, che, sebbene proibito dal Modello Standard delle particelle elementari, è previsto da molte teorie accreditate. Nel decadimento doppio beta senza neutrini, due neutroni all'interno di un nucleo decadono simultaneamente in due protoni e due elettroni, senza emissione di neutrini. La ricerca del decadimento doppio beta senza emissione di neutrini implica però una strenua battaglia contro altri eventi naturali molto più comuni, i "processi di fondo", che simulano il segnale ricercato,

» FOCUS

inquinandolo e rendendone difficile la rivelazione.

Per questo, la tecnica proposta da NUMEN ai Laboratori del Sud propone uno studio indiretto del fenomeno attraverso l'utilizzo di opportune reazioni nucleari di doppio scambio di carica (DCE), realizzate in laboratorio, per la determinazione delle probabilità di transizione nucleare che caratterizzano il doppio decadimento beta senza neutrini. Nonostante i due processi, il decadimento doppio beta senza neutrini e le reazioni DCE, siano innescati da forze diverse (rispettivamente, la forza debole e la forza nucleare forte) si ritiene che i due fenomeni presentino importanti analogie. In particolare, l'aspetto cruciale è la coincidenza fra gli stati quantistici iniziali e finali dei nuclei coinvolti nelle reazioni di doppio scambio di carica e nel doppio decadimento beta, una caratteristica che consente di ottenere informazioni quantitative sul processo del doppio decadimento beta senza neutrini. I principali strumenti sperimentali per questo progetto sono il Ciclotrone Superconduttore K800, per l'accelerazione dei fasci di ioni pesanti ad alta risoluzione e bassa emittanza, e il rivelatore MAGNEX, lo spettrometro magnetico a grande accettazione angolare e in impulso, per la rivelazione dei prodotti della reazione.

I primi risultati sperimentali ottenuti da NUMEN per le reazioni ($^{18}\text{O},^{18}\text{Ne}$) e ($^{20}\text{Ne},^{20}\text{O}$) su bersagli di ^{40}Ca , ^{76}Ge , ^{116}Cd e ^{130}Te a energie comprese tra 270 e 300 MeV, forniscono un'indicazione incoraggiante sulla capacità della tecnica proposta di accedere a informazioni quantitative rilevanti.

Sebbene la tecnica consenta buoni risultati in termini di risoluzione e sensibilità, NUMEN prevede per il prossimo futuro un significativo miglioramento delle performance complessive, grazie all'upgrade già programmato (2019-2021) delle infrastrutture dei Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN. ■