

Titolo del progetto di ricerca:

Direct reactions studied in an active gas target under development in the SPES perspective

Dottorando: Antonio Maria Buccola

Tutor: Sandro Barlini

Negli ultimi decenni i fisici nucleari hanno dedicato numerosi sforzi allo studio dei nuclei lontani dalla valle di stabilità. Essi sono caratterizzati da un numero di protoni Z e neutroni N tali che il rapporto N/Z può essere ben diverso da 1 ed hanno, inoltre, una vita media tipicamente compresa tra $\tau \sim 1 \text{ ns} - 100 \text{ ms}$.

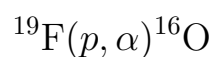
Questo tipo di nuclei (detti *esotici*), possono presentare caratteristiche particolari circa la loro struttura, quali, ad esempio, nuclei con alone di neutroni, coesistenza di forme nucleari diverse, chiusure di shell corrispondenti a combinazioni di Z e N non previste dal modello a shell standard, decadimenti via emissione di uno o più protoni. L'analisi delle **reazioni dirette** è un importante strumento per studiare la struttura nucleare ed è un metodo complementare allo studio del decadimento γ dei nuclei eccitati: analizzando i prodotti di reazione e conoscendo i meccanismi di interazione, è possibile risalire alla struttura di uno dei due nuclei coinvolti, nota la struttura dell'altro. A causa della natura instabile dei nuclei esotici, è impossibile realizzare con essi un bersaglio. Sono nate, pertanto, numerose strutture nel mondo capaci di produrre fasci di nuclei esotici (**RIBs**, Radioactive Ion Beams) che possono essere utilizzati per sondare le regioni ancora non note della carta dei nuclidi. Attualmente in Italia è in via di completamento la struttura presso Laboratori Nazionali di Legnaro che accoglierà l'acceleratore SPES (Selective Production of Exotic Species), che sarà basato sulla tecnica ISOL [1].

Un grosso problema dei RIBs è la bassa intensità del fascio, rispetto ad uno stabile, dovuto alle tecniche con cui il fascio stesso è prodotto [2]. È importante, quindi, rivelare con la più alta efficienza possibile i frammenti generati da una reazione, senza, però, inficiare la risoluzione energetica. Una possibile soluzione che coniughi entrambe queste necessità è l'uso di un **bersaglio attivo** [3]. In questo caso, infatti, il mezzo utilizzato per la rivelazione - un gas - è anche il

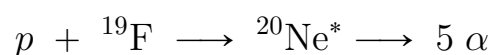
bersaglio su cui collide lo ione del fascio. A seguito di un'interazione, i frammenti possono essere frenati completamente dentro il gas, oppure attraversarlo completamente ed essere rivelati da apparati ausiliari posti all'esterno del bersaglio attivo. Con opportune procedure di *tracking*, è possibile ricostruire la traiettoria del frammento per misurarne l'energia, la distanza percorsa e la posizione del vertice d'interazione.

Il progetto di questo dottorato di ricerca prevede lo studio delle reazioni dirette mediante un bersaglio attivo, specificatamente l'apparato ACTAR-TPC (ACTive TARget - Time Projection Chamber) [4] in costruzione presso i Laboratori Nazionali di Legnaro. Nel 2017 sono stati approvati due esperimenti, in programma per il 2018 presso i Laboratori Nazionali del Sud, per testarne le funzionalità e le prestazioni [5].

Il primo esperimento si propone di misurare con accuratezza i profili di perdita di energia specifica di alcuni ioni in gas comunemente utilizzati per la rivelazione; il secondo avrà come obiettivo la misura di sezioni d'urto e distribuzione angolare dei prodotti nella reazione



per lo studio della struttura del ^{20}Ne , con attenzione al canale



È stata, inoltre, presentata una lettera d'intenti alla Scientific Advisory Committee di SPES [6], nella quale si propone di utilizzare l'apparato ACTAR - TPC per studiare la struttura degli isotopi *n-rich* dello stagno ($N = 82$ e superiori) tramite reazioni dirette, cercando di evidenziare la presenza di una nuova chiusura di shell per $N = 90$. Tale fenomeno è previsto da modelli nucleari che introducano effetti di interazioni a tre corpi [7].

Questa tesi di dottorato si svolgerà nell'ambito della collaborazione NUCL-EX e prevede quindi la partecipazione attiva anche a tutti gli altri esperimenti previsti nel suo programma scientifico.

Riferimenti

- [1] M. Lindroos - *Review of ISOL-type radioactive beam facilities*-
Proceedings of EPAC 2004, Lucerne, Switzerland
- [2] R. Raabe, Eur. Phys. J. Plus (2016) 131: 362
- [3] S. Beceiro-Novo et al. - *Progress in Particle and Nuclear Physics* -
84 (2015) 124 - 165
- [4] T. Roger - *ACTAR TPC: an active target and time projection
chamber for nuclear physics* - COMEX 5, 17 settembre 2015
- [5] T. Marchi, R. Raabe, T. Roger, G. F. Grinyer, et al.- *Performan-
ce test and optimization of the ACTAR Demonstrator for heavy
ion beams experiments* - Laboratori Nazionali del Sud - Proposta
sottoposta al Program Advisory Committee.
- [6] R. Raabe et al. - *Shell structure in the vicinity of ^{132}Sn with an
active target* - INFN - Laboratori Nazionali di Legnaro, Lettera
d'intenti per la Scientific Advisory Committee di SPES, 31 Marzo
2014
- [7] S. Sarkar and M. Saha Sarkar, J. Phys.: Conf. Ser. 267 012040,
2011