

Esperimento EXOCHIM attività prevista 2009

Dopo l'attività di montaggio del rivelatore condotta nel primo semestre del 2008, per il secondo semestre 2008 e per il primo semestre del 2009 è prevista una intensa attività sperimentale presso i Laboratori Nazionali del Sud. Al prossimo PAC dei LNS, che si terrà presumibilmente a fine 2008, verranno infatti presentate varie richieste di esperimento. Un primo gruppo di esse riguarderà l'attività con fasci di frammentazione, in particolare si punterà all'utilizzo di fasci proton rich per lo studio sia dei meccanismi di reazione che della struttura nucleare.

Per lo studio della dipendenza dall'isospin dei meccanismi di reazione è importante disporre di un ampio spettro di fasci con differenze apprezzabili nel rapporto N/Z. Di particolare interesse risulta l'utilizzo di fasci radioattivi nella regione dei proton rich, in quanto non sono disponibili in natura fasci con numero di protoni maggiore del numero di neutroni. Una prima richiesta di esperimento verterà sull'utilizzo di fasci di $^{21,20}\text{Na}$, ^{18}Ne prodotti con abbondanza con la tecnica di frammentazione. Le sezioni d'urto di reazione potranno essere confrontate con quelle ottenute con fasci di $^{20,22}\text{Ne}$ su vari bersagli. Si richiederà inoltre un test di produzione di frammenti neutron rich a partire dal ^{22}Ne per una eventuale estensione della tematica. Una seconda richiesta, naturale estensione del vecchio esperimento LIMITING, prevederà l'utilizzo di un fascio primario di ^{36}Ar per generare fasci proton rich come ^{34}Ar e similari. Mandando questi fasci prodotti a circa 25 MeV/A su target relativamente spessi di ^{48}Ca e $^{46,48}\text{Ti}$ si estenderà e completerà lo studio fatto con fascio N=Z (^{40}Ca) sugli stessi target ed i cui risultati sono presentati nel rapporto di attività del 2008. L'obiettivo principale dell'esperimento sarà lo studio dell'andamento della resa di fusione all'allontanarsi dalla valle di stabilità del nucleo composto formato.

Per quanto riguarda gli studi di struttura nucleare abbiamo intenzione di investigare sul decadimento dei nuclei nella regione della proton drip line. Sarà fondamentale sfruttare le buone caratteristiche di rivelazione ed identificazione cinematica dei neutroni per la ricerca di nuclei o risonanze prossimi alla drip line. L'utilizzo di reazioni (p,n) o (d,n) per ulteriormente arricchire in protoni i nuclei proiettile e studiarne il decadimento sarà basilare. Una prima proposta di esperimento verterà sull'utilizzo di fasci $^{21,20}\text{Na}$, ^{18}Ne , la cui produzione da un fascio primario di ^{20}Ne è già ben conosciuta. Studieremo reazioni di tali fasci su protoni e deutoni utilizzando bersagli di plastica e plastica deuterata. La copertura del 95% dell'angolo solido di CHIMERA, implementata a 0° con lo zerodeg detector, permetterà di ottenere efficienze dell'85% per la completa rivelazione di eventi con coincidenze triple per particelle cariche, mentre per la rivelazione dei neutroni avremo un'efficienza sino al 10%, estremamente competitiva nel panorama attuale della fisica dei fasci radioattivi. Un esempio di reazione da studiare è la $^{20}\text{Na}(p,n)^{20}\text{Mg}$ con la quale si può esplorare il nucleo ^{20}Mg di cui è conosciuto il solo livello fondamentale. In parallelo può essere studiata la reazione $^{20}\text{Na}(p,d)^{19}\text{Na}$ dove il ^{19}Na è un nucleo dalla vita media di soli 40ns di cui è incerto anche lo spin; eventuali eventi $^{20}\text{Na}(p,t)^{18}\text{Na}$ potrebbero dare informazioni sul ^{18}Na che è una risonanza con vita media dell'ordine di 10^{-21}s . Un ulteriore proposal sarà basato sull'utilizzo di fasci primari di ^{13}C da 200 W (il fascio attualmente utilizzato da EXCYT). Impostando il campo magnetico sulla selezione di ^{13}B il programma di simulazione Lise prevede la produzione ed il trasporto di fasci dell'ordine di qualche kHz di $^{13,12}\text{B}$, $^{11,10,9}\text{Be}$, $^{7,8}\text{Li}$; con questi fasci, utilizzando vari bersagli e la tecnica delle coincidenze cinematiche, si possono investigare ad esempio il comportamento del ^{11}Be , noto neutron halo. Una tipica reazione potrebbe essere la $^{12}\text{B}(d,^3\text{He})^{11}\text{Be}$. La disponibilità di molteplici fasci permetterà lo studio in contemporanea di vari canali di reazione e quindi l'estrazione di dettagliate informazioni spettroscopiche sui nuclei investigati. Interessantissimo sarebbe ad esempio il confronto delle reazioni $^{12}\text{B}(d,^3\text{He})^{11}\text{Be}$ e $^{13}\text{B}(p,^3\text{He})^{11}\text{Be}$. Il cono cinematico per la rivelazione del ^{11}Be è di circa 11° , mentre gli ^3He , emessi in coincidenza, andrebbero sino a circa 45° ; potremo quindi ottenere, anche sfruttando la doppia soluzione cinematica, distribuzioni angolari con almeno 20-25 punti e quindi sufficientemente dettagliate da estrarre le informazioni spettroscopiche richieste.

Un secondo gruppo di proposte sarà presentato per l'utilizzo dei fasci EXCYT. Il principale riguarderà l'utilizzo dei fasci di ^9Li per lo studio della risonanza del ^{10}Li popolata mediante la reazione $^9\text{Li}(d,p)^{10}\text{Li}$. Il ^{10}Li è una risonanza a vita brevissima e decade in volo con l'emissione di un neutrone; grazie all'efficienza di rivelazione dei neutroni di CHIMERA potremo anche studiarne il decadimento cercando le coincidenze cinematiche tra il gruppo p, ^9Li ed il neutrone emesso in volo. Uno dei fini dell'esperimento sarà anche la ricerca di eventuali risonanze a più alta energia, sino ad oggi non osservate. Chiederemo inoltre lo sviluppo di nuovi fasci come il ^{11}Be o il ^{17}F per lo studio delle reazioni di break-up.

Per quanto riguarda invece l'utilizzo di fasci stabili, dopo i test di fattibilità da svolgere a ottobre per l'esperimento CORRELATION, puntiamo alla realizzazione della reazione di breakup del ^{12}C su vari target per la popolazione di nuclei esotici come il ^{10}B e lo studio dei suoi livelli eccitati tramite la rivelazione completa dei prodotti finali del decadimento $2p, 2\alpha$ e similari. Per tale studio è necessario implementare ulteriormente la granularità dell'apparato con l'inserimento di alcuni rivelatori a strip doppia faccia utili a migliorare la risoluzione angolare in una limitata regione angolare. Grazie al miglioramento della risoluzione angolare di Chimera, si potrà prospettare anche un'estensione di studi di correlazioni particella-particella finalizzati ad indagare sulla dinamica delle reazioni tra ioni pesanti. In particolare, misure ad alta risoluzione consentono di applicare tecniche di "imaging" per estrarre i profili delle sorgenti di emissione di particelle e frammenti. Tali studi effettuati alle energie del CS completano quelli effettuati con LASSA ed HiRA (anche essi costituiti da rivelatori a strips double-sided di silicio) presso l'MSU ad energie più alte. I modelli del trasporto prevedono una sensibilità della forma delle sorgenti di emissione al termine di simmetria dell'equazione di stato e alla sua dipendenza dalla densità. A tal proposito, si segnalano i primi risultati che recentemente sono stati estratti nello studio di collisioni centrali $^{40,48}\text{Ca} + ^{40,48}\text{Ca}$ ad $E/A=80$ MeV presso l'MSU con il rivelatore a strips HIRA, esperimento al quale la Sezione di Catania (Gruppo Isospin) ha partecipato nel Novembre 2006 sia per la raccolta dati che nell'analisi di imaging delle funzioni di correlazione misurate. Tali effetti dell'isospin possono essere estesi ad energie più basse al CS per poter migliorare le indagini sugli effetti isosopici. Un'ulteriore possibile applicazione di tecniche di interferometria d'intensità consiste nello studio dei tempi di emissione dei protoni emessi nelle reazioni $^{40}\text{Ca} + ^{40,48}\text{Ca}$, ^{46}Ti a $E/A=25$ MeV già studiate nell'esperimento limiting. Il raggiungimento di una condizione di "limiting temperature" può dar luogo ad una forte diminuzione dei tempi di emissione di particelle. Le sorgenti estratte tramite analisi di imaging sono sensibili a tali tempi di emissione e, pertanto, possono fornire una sonda dinamica delle condizioni di raggiungimento dello stato di temperatura limite.

La possibilità di condurre tali studi dipende fortemente dalla risoluzione angolare e da una buona copertura in angolo solido. Tali caratteristiche potranno essere accessibili nella accoppiamento del rivelatore 4π a rivelatori sensibili alla posizione quali strips di silicio.

Un altro fascio che richiederemo, in collaborazione con il gruppo di Varsavia, è quello di Au a 23 MeV/A per lo studio della reazione Au+Au, prosecuzione dell'esperimento dissipation (Au+Au a 15 MeV/A) sulla evoluzione del processo di fissione ternaria. Un complemento utile alle misure con i fasci di frammentazione sarà inoltre lo studio della reazione $^{36}\text{Ar} + ^{46,48}\text{Ti}, ^{48}\text{Ca}$ a 25 MeV/A.

Dopo l'effettuazione della campagna 2009 presso i LNS, Nella seconda metà del 2009 saremo pronti a spostare una ring del rivelatore al GSI per effettuare un test sperimentale, che in caso di risultati positivi, ci consentirà di proporre una campagna di misura al GSI. Allo scopo di comprendere meglio il comportamento dei rivelatori di CHIMERA in situazioni sperimentali diverse dal loro impiego "normale" alle energie del CS, è prevista la digitalizzazione di un numero di segnali provenienti dal CSI in modo tale da accumulare anche la forma dei segnali. A tale scopo saranno utilizzate le competenze già acquisite dal gruppo, soprattutto grazie alla collaborazione con Milano, in questi anni utilizzando anche nuovi moduli digitalizzatori a 64 canali prodotti dalla CAEN.

Nel 2010 la sfera di CHIMERA resterà disponibile presso i LNS ed accoppiata con i rivelatori a strip doppia faccia ed i rivelatori Zerodeg permetterà di effettuare misure con i fasci EXCYT che si

renderanno disponibili. E' in particolare preventivata una nuova campagna CECILIII in collaborazione con il gruppo di Rochester per lo studio dell'emissione di particelle di equilibrio e non equilibrio in reazioni di fusione. L'apparato prevede l'utilizzo di rivelatori di neutroni, di un rivelatore anulare e di strip detectors che utilizzeranno lo spazio lasciato libero dalle corone, vedi figura allegata estratta da un proposal preliminare sottoposto al DOE dal gruppo di Rochester per il finanziamento.

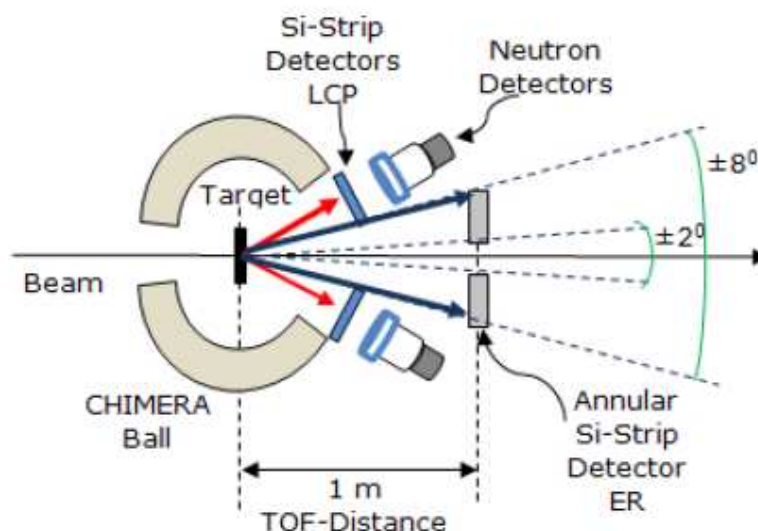


Figure 24: Schematic setup of fusion experiment with CHIMERA Ball, annular Si-strip ER detector, Si-strip detector telescopes for light charged particles (LCP), and neutron detectors. (Not to scale). The angular acceptance depends on the TOF distance chosen (≤ 1 m).

Stato man power:

Per quanto riguarda il man-power l'esperimento gode attualmente di buona salute abbiamo diversi nuovi acquisti che sono già o stanno per entrare a fare parte della forza lavoro disponibile per l'esperimento. Hanno vinto un concorso per ricercatore presso l'università di Catania e presso l'università Kore di Enna i dr. Elena Geraci e Gaetano Lanzalone. Entrambi avevano fatto le tesi di laurea e di dottorato su tematiche di CHIMERA e dopo alterne vicende sono ora rientrati al 70% ciascuno in forza all'esperimento associati presso la sezione di Catania ed il Laboratorio del Sud.

Abbiamo da Dicembre 2007 due nuovi dottorandi, la drssa Laura Grassi ed il dr Ivano Lombardo associati rispettivamente presso la Sezione di Catania ed il Laboratorio del Sud. Un altro dottorando ha deciso già dallo scorso anno di associarsi al nostro esperimento presso la Sezione di Catania, il dr. Gianluca Giuliani per condurre analisi dei dati con speciale enfasi alle simulazioni condotte con il modello COMDII sviluppato da M.Papa.

Un giovane ricercatore cinese, il dr. Han Jianlong del laboratorio di Lanzhou ha vinto una delle borse post-doc per sperimentali stranieri e verrà a lavorare con noi ai Laboratori del Sud dal prossimo mese di Settembre, non risulta attualmente nei moduli in quanto non associato a Giugno 2008.

Il gruppo di Milano guadagna una piccola percentuale di due altri collaboratori (prof. Andrea Castoldi e Prof. Chiara Guazzoni) esperti nello sviluppo dei rivelatori al silicio interessati alle problematiche dei rivelatori monolitici, dei rivelatori a strip ed alla digitalizzazione dei segnali.

A fronte delle new entry dobbiamo purtroppo registrare anche delle defezioni, Due dottorandi di Messina terminano il loro impegno con noi e la diminuzione della loro percentuale è solo parzialmente compensata dall'incremento di quella della dr.ssa Marina Trimarchi attualmente professore a contratto.

MILESTONES proposte

30-4-2009 Completamento sistema di raffreddamento della sfera

30-5-2009 Realizzazione sistema tagging temporale con MCP di grande superficie

30-6-2009 Messa in opera rivelatori ZERO DEG e per correlazione p-p

30-6-2009 Presentazione proposal GSI

30-9-2009 Effettuazione turni con fasci di frammentazione e/o fasci Excyt e/o fasci stabili

30-12-2009 Sottomissione articoli su fissione dinamica ed emissione frammenti dal neck

30-12-2009 Preparazione test GSI

30-12-2009 Effettuazione test digitalizzazione CsI con digitalizzatori CAEN