

## TIROCINI PROPOSTI LAUREA MAGISTRALE a.a. 2012/13

### PROPOSTA 1

**Titolo del tirocinio:** Algoritmi di classificazione per la ricerca di nuova fisica a LHC

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Dipartimento di Fisica e Astronomia, 7-27 giugno e/o dal 10 settembre in poi, 100 ore in 4 settimane

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Tommaso Dorigo, [tommaso.dorigo@gmail.com](mailto:tommaso.dorigo@gmail.com)

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Lo studente verrà introdotto a tecniche avanzate di discriminazione di segnale da background con l'uso di algoritmi di classificazione, applicandole ai dati raccolti dall'esperimento CMS per migliorare l'osservabilità di segnali di nuova fisica.

Il lavoro verrà svolto usando il programma "root" (vedi <http://root.cern.ch>) compilando macro scritte in linguaggio C++. E' necessaria una conoscenza di base del programma root. Lo studente studierà l'ottimizzazione di algoritmi di classificazione e acquisirà competenze nei problemi di fisica fondamentale in HEP.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 2

### PROPOSTA 2

**Titolo del tirocinio:** Studio delle interazioni del fascio di neutrini CNGS nel bersaglio del rivelatore OPERA

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Dipartimento di Fisica e Astronomia, prioritariamente nei mesi di agosto settembre, le date esatte verranno concordate col candidato interessato, 4 settimane

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Alessandro Bertolin, [bertolin@pd.infn.it](mailto:bertolin@pd.infn.it)

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Il rivelatore OPERA ha misurato le interazioni del fascio di neutrini CERN Neutrino to Gran Sasso (CNGS) dal 2008 al 2012.

Queste interazioni vengono classificate come correnti cariche, quando una lunga traccia muonica viene osservata nel rivelatore, o, nel caso contrario, come correnti neutre.

Lo studente imparerà le principali tecniche di identificazione dei muoni per separare le interazioni osservate in correnti cariche e correnti neutre.

Sarà poi svolto uno studio delle caratteristiche topologiche complessive e una analisi quantitativa sui flussi di eventi osservati per entrambe le categorie. Verranno poi utilizzati metodi statistici per verificare la compatibilità dei flussi misurati con le previsioni della teoria.

Lo studio verrà svolto utilizzando la piattaforma di analisi dati root in ambiente C++.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 1

### PROPOSTA 3

**Titolo del tirocinio:** Struttura di nuclei esotici lontani dalla stabilità

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori Nazionali di Legnaro, Giugno-Settembre 2013

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Jose Javier Valiente Dobon, [valiente@lnl.infn.it](mailto:valiente@lnl.infn.it), sotto la supervisione di S. Lunardi

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Lo studente sarà inserito in un gruppo di ricerca che effettua esperimenti sia a Legnaro che nei principali laboratori europei per lo studio di nuclei esotici lontani dalla stabilità. Parte dell'attività si concentra nello sviluppo di nuove tecnologie nel campo della rivelazione gamma e di particelle cariche emesse in una reazione nucleare con l'utilizzo di elettronica digitale di nuova generazione. Lo studente parteciperà all'analisi e alla interpretazione fisica dei dati ottenuti su nuclei esotici ai limiti dello isospin.

Ci sono tre temi di ricerca dove lo studente può inserirsi.

- Studio delle forze a tre corpi nei Pb ricchi di neutroni utilizzando fasci radioattivi.
- Evoluzione della forma prolata-oblata nucleare negli isotopi di Os più ricchi di neutroni noti.
- Studio della deformazione nucleare mediante misura di vite medie di stati a basso spin.

Lo studente acquisirà familiarità con l'uso di programmi di analisi dati e di trattamento dati per risalire all'informazione fisica.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 2

### PROPOSTA 4

**Titolo del tirocinio:** Sviluppo e caratterizzazione di rivelatori di nuova generazione per indagare materia nucleare esotica.

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori Nazionali di Legnaro, Giugno-Settembre 2013

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Daniele Mengoni, [mengoni@pd.infn.it](mailto:mengoni@pd.infn.it), Dipartimento di Fisica e Astronomia sotto la supervisione di S. Lunardi

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** All'interno di un gruppo di ricerca internazionale, lo studente apprenderà le principali tecniche di rivelazione di radiazione elettromagnetica, X e gamma, particelle cariche e neutroni, nonché le nuove tecnologie sviluppate nella ricerca fondamentale nell'ambito della Fisica Nucleare Sperimentale. Lo studente verrà a contatto in modo critico con le diverse fasi di sviluppo e test di un rivelatore, dalla simulazione, ai test sperimentali con sorgenti di calibrazione e sotto fascio, ed infine con l'analisi dei dati raccolti. Il tirocinio prevede l'apprendimento e l'utilizzo di linguaggi di programmazione di alto livello e la conoscenza delle moderne suite di programmazione e simulazione (Root, Geant).

**Numero massimo di studenti ammessi:** 2

#### **PROPOSTA 5**

**Titolo del tirocinio:** Rottura della simmetria di isospin in bande rotazionali analoghe nella shell sd.

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Dipartimento di Fisica ed Astronomia, Agosto-Settembre 2013

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Francesco Recchia, recchia@pd.infn.it, Dipartimento di Fisica e Astronomia, sotto la supervisione di S. Lunardi

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Lo studente parteciperà all'analisi di dati dalla reazione  $^{12}\text{C}+^{16}\text{O}$ , alla ricerca di anomalie di origine nucleare nella rottura della simmetria di isospin tra nuclei mirror nella shell sd.

Tecniche numeriche di elaborazione dati, sviluppo di algoritmi avanzati per l'identificazione di neutroni in rivelatori a scintillazione, tecniche di analisi di correlazioni gamma-gamma.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 2

#### **PROPOSTA 6**

**Titolo del tirocinio:** Studio della produzione di quark top a LHC

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Dipartimento di Fisica ed Astronomia, Settembre, 4 settimane

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Ugo Gasparini ([ugo.gasparini@pd.infn.it](mailto:ugo.gasparini@pd.infn.it)), Paolo Ronchese ([paolo.ronchese@pd.infn.it](mailto:paolo.ronchese@pd.infn.it))

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Il quark top è prodotto copiosamente nelle interazioni pp al Large Hadron Collider del Cern; la sua osservazione costituisce un importante banco di prova per la ricostruzione dei getti adronici e lo studio degli algoritmi di b-tagging, essenziali per la ricerca di nuova fisica. Lo studente analizzerà i dati raccolti nel 2011 e 2012 dall'esperimento Compact Muon Solenoid (CMS) a LHC, ricostruendo i decadimenti completamente adronici  $\text{top} \rightarrow \text{bW}$ , con  $\text{W} \rightarrow \text{jj}$  in eventi triggerati da decadimenti semi-leptonici del secondo top dell'evento.

Lo studente studierà le efficienze di identificazione dei b-jets e la loro risoluzione in energia, confrontando la simulazione MonteCarlo con i dati reali, familiarizzandosi con le tecniche di analisi dati e le problematiche di rivelazione di un esperimento di Fisica delle Alte Energie.

Acquisirà inoltre alcune competenze di base di programmazione in C++ e di analisi statistica dei dati.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 1

#### **PROPOSTA 7**

**Titolo del tirocinio:** Studio della produzione isotopica nel bersaglio di produzione del progetto SPES attraverso l'utilizzo del codice Montecarlo FLUKA

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori INFN di Legnaro, 4 settimane da concordare durante i mesi di Giugno e Luglio

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** A. Andrichetto ([andrichetto@lnl.infn.it](mailto:andrichetto@lnl.infn.it))

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Il candidato dovrà utilizzare il codice FLUKA [1] per studiare la produzione di isotopi prodotti nel bersaglio ISOL del progetto SPES, il cui acceleratore è in fase di costruzione presso i Laboratori INFN di Legnaro (PD). Il primo periodo si concentrerà sull'apprendimento del programma stesso, il successivo sullo studio della produzione dei nuclei di fissione generati nel target. Nell'ultima parte tali dati saranno essere comparati con quelli già ottenuti attraverso l'utilizzo del codice MCNPX per un confronto dei risultati con i due differenti codici. Lo studente acquisirà competenze sull'utilizzo e la programmazione di codici Montecarlo e affronterà e approfondirà le tematiche relative ai processi fisici di produzione di ioni in seguito alle interazioni nucleari indotte da protoni di energia di alcune decine MeV. [1] <http://www.fluka.org/fluka.php>

**Numero massimo di studenti ammessi:** 2

#### **PROPOSTA 8**

**Titolo del tirocinio:** Misura dell'anisotropia azimutale di mesoni  $D^0$  prodotti in reazioni piombo-piombo a LHC con l'esperimento ALICE

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Dipartimento di Fisica e Astronomia, Settembre 2013, 4 settimane

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Andrea Dainese [andrea.dainese@pd.infn.it](mailto:andrea.dainese@pd.infn.it)

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** La/o studente sarà introdotta/o alle attività dell'esperimento ALICE, il cui scopo è quello di studiare il Quark-Gluon Plasma prodotto in collisioni tra nuclei di piombo al LHC del CERN.

Le strategie di analisi saranno chiarite con esercizi basati sull'utilizzo della simulazione, sia con modelli semplificati (toy models) che con lo strumento 'vero': AliRoot, il pacchetto di simulazione e analisi di ALICE, in cui è inclusa una descrizione dettagliata delle caratteristiche del rivelatore.

Lo stage si concluderà con un'analisi dei dati reali provenienti dalle collisioni piombo-piombo realizzate a LHC, al fine di ricostruire la massa invariante del mesone  $D^0$  nel canale di decadimento  $K^- \pi^+$  e effettuare la misura della asimmetria azimutale rispetto al piano della reazione. Questa asimmetria è sensibile alla dinamica dei quark charm nel Quark-Gluon Plasma.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 1

## PROPOSTA 9

**Titolo del tirocinio:** Tecniche di rivelazione e identificazione di nuclei prodotti in reazioni con ioni pesanti

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori Nazionali di Fisica Nucleare di Legnaro (LNL) dell'INFN nel periodo giugno-luglio 2013 e per la durata di 4 settimane.

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Montagnoli Giovanna [montagnoli@pd.infn.it](mailto:montagnoli@pd.infn.it)

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Lo studente potrà partecipare alla preparazione ed alla presa dati di un esperimento di fisica nucleare realizzato con fasci accelerati di ioni pesanti ad energie vicine alla barriera coulombiana, presso i Laboratori Nazionali di Legnaro.

Nelle prime due settimane verranno effettuati diversi test dei rivelatori che vengono usati per la rivelazione e identificazione dei nuclei prodotti nelle reazioni con ioni pesanti.

Il lavoro in laboratorio consisterà nel caratterizzare il comportamento di rivelatori veloci a micro-channel plates usati per misure di tempo di volo. Verrà osservata la forma del segnale, la risoluzione in tempo e l'efficienza di questi rivelatori.

Si studierà in particolare la tecnica utilizzata per rendere questi rivelatori sensibili alla posizione dello ione in due dimensioni.

Nella seconda parte del tirocinio si potrà osservare l'utilizzo dei rivelatori durante un esperimento di fusione nucleare con formazione del nucleo composto che verrà identificato in massa attraverso la misura del tempo di volo su una base nota in coincidenza con la misura della sua energia con un rivelatore convenzionale a stato solido.

L'obiettivo è di fornire allo studente gli strumenti necessari per la caratterizzazione di rivelatori attraverso l'osservazione di segnali analogici e la misura di parametri fondamentali come efficienza e risoluzione.

Inoltre si avrà la possibilità di osservare la procedura che dalla selezione degli eventi di interesse in una reazione nucleare, permette di ottenere la sezione d'urto.

**Numero massimo di studenti ammessi:** 2

## PROPOSTA 10

**Titolo del tirocinio:** Interpretazione teorica della funzione di eccitazione per la fusione sotto barriera di ioni pesanti, nel modello a canali accoppiati.

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL) dell'INFN nel periodo luglio o settembre 2013 per la durata di 3-4 settimane.

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Stefanini Alberto [stefanini@lnl.infn.it](mailto:stefanini@lnl.infn.it)

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Lo studente parteciperà all'analisi teorica della funzione di eccitazione della sezione d'urto di fusione per alcuni sistemi recentemente misurati a LNL e ad Argonne National Laboratory, USA ( $^{28}\text{Si}+^{28}\text{Si}$  e  $^{60}\text{Ni}+^{100}\text{Mo}$  rispettivamente).

La fusione tra ioni pesanti ad energie prossime alla barriera coulombiana è fortemente influenzata dalla struttura dei nuclei interagenti, in particolare dalle eccitazioni inelastiche di natura collettiva, dall'eventuale deformazione permanente e dai canali di trasferimento quasi-elastico di nucleoni.

Il modello a canali accoppiati rende conto, entro certi limiti, di questi effetti di struttura sulla dinamica della reazione.

Il gruppo di ricerca metterà a disposizione un codice sviluppato per questo tipo di calcoli.

Lo studente potrà utilizzarlo e applicarlo al calcolo delle sezioni d'urto citate sopra, inserendo i parametri di struttura disponibili in letteratura per i nuclei considerati.

Lo studente acquisirà competenze specifiche sul modello a canali accoppiati che viene utilizzato in svariati campi della fisica, sugli aspetti della struttura nucleare importanti per la fusione a bassa energia e sulla dinamica della fusione stessa, che ha importanti conseguenze in campo astrofisico.

**Numero massimo di studenti ammessi: 2**

### **PROPOSTA 11**

**Titolo del tirocinio:** Identificazione e tracciamento di nuclei prodotti in reazioni con ioni pesanti mediante l'utilizzo di rivelatori a gas

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori Nazionali di Fisica Nucleare di Legnaro (LNL) dell'INFN durante il mese di settembre 2013 e per la durata di 4 settimane

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Enrico Fioretto [fioretto@lnl.infn.it](mailto:fioretto@lnl.infn.it)

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** Lo studente sarà coinvolto nella caratterizzazione di un sistema di rivelazione da accoppiare allo spettrometro magnetico a grande angolo solido PRISMA per misure di coincidenza cinematica in reazioni di trasferimento a molti nucleoni. Il sistema è costituito essenzialmente da due rivelatori a gas: una camera a ionizzazione a campo assiale (che fornisce le informazioni di energia e picco di Bragg -legato al numero atomico- dei frammenti prodotti in una reazione nucleare) e un Multi-Wire Proportional Counter (che fornisce un segnale di timing per misure di tempo di volo -identificazione in massa dei prodotti della reazione- e le informazioni spaziali X e Y utili per la correlazione cinematica dell'evento identificato nello spettrometro magnetico con quello identificato nella camera assiale).

Diversi test saranno effettuati in laboratorio utilizzando una sorgente  $\alpha$ . Questi permetteranno allo studente di comprendere:

- i principi di funzionamento di una camera a ionizzazione e di un rivelatore proporzionale;
- la tecnica di identificazione in numero atomico basata sulla Bragg Curve Spectroscopy (BCS);
- il metodo delle delay-line utilizzato per estrarre le informazioni di posizione (X,Y) da un Multi-Wire Proportional Counter.

Lo studente avrà modo di osservare le caratteristiche dei segnali analogici (tempi di salita, curva di Bragg, ecc.) e verificare le prestazioni dei rivelatori in termini di risoluzione in energia per la camera assiale, risoluzione temporale e spaziale, ed efficienza per il Multi-Wire Proportional Counter.

**Numero massimo di studenti ammessi: 2**

### **PROPOSTA 12**

**Titolo del tirocinio:** Sviluppo di un interferometro Michelson-Morley per misure di variazione di indice di rifrazione in cristalli non lineari.

**Luogo, periodo di svolgimento e durata:** Laboratori Nazionali di Fisica Nucleare di Legnaro (LNL), laboratorio di cui è responsabile il dott. G. Carugno, 3-4 settimane a giugno/luglio

**Docente/Ricercatore responsabile delle attività e indirizzo e-mail dello stesso:** Caterina Braggio e/o G. Carugno ([caterina.braggio@unipd.it](mailto:caterina.braggio@unipd.it) / [carugno@pd.infn.it](mailto:carugno@pd.infn.it))

**Breve descrizione delle attività e delle competenze acquisite dallo studente:** L'attività prevede lo sviluppo di un interferometro Michelson-Morley con lo scopo di studiare variazioni dell'indice di rifrazione indotte da impulsi laser in un cristallo non lineare (KTP). Gli impulsi laser, nel dominio dell'infrarosso, si ripetono alla frequenza di alcuni gigahertz e l'interferometro sviluppato dovrebbe essere in grado di misurare la modulazione di proprietà dielettriche e/o ottiche a questi elevati valori di frequenza.

Alcune delle competenze acquisite sono: tecniche di interferometria laser, sistemi di feedback per misure di elevata precisione con sistemi laser, ottica non lineare.

**Numero massimo di studenti ammessi: 1**