

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
 – Dipartimento di Fisica –
 VERBALE N. 18 dd 22/12/2009
 DEL COLLEGIO DEI DOCENTI
 DELLA SCUOLA DI DOTTORATO IN FISICA

Il giorno 22 dicembre 2009 alle ore 14:00, presso il Dipartimento di Fisica dell'Università, aula Teorici, si è riunito, regolarmente convocato, il Collegio dei Docenti. Presiede il Prof. Gaetano Senatore. Sono presenti:

			Università di Trieste	presente	assente	assente
			Dipartimento di:		giustific.	
– Componenti effettivi:						
1. ARFELLI Fulvia	RC	Fisica	X	...	...
2. BENATTI Fabio	RC	Fisica	X	...	...
3. BORGANI Stefano	PA	Fisica	X	...	...
4. BOSISIO Luciano	PA	Fisica	X	...	...
5. BRADAMANTE Franco	PO	Fisica	X	...	...
6. CAMERINI Paolo	PA	Fisica	X	...	...
7. FRANCIOSI Alfonso	PO	Fisica	...	X	...	
8. GIRARDI Marisa	RC	Fisica	...	X	...	
9. GREGORIO Anna	RC	Fisica	X	...	...
10. MATTEUCCI M. Francesca	PO	Fisica	X	...	...
11. PARMIGIANI Fulvio	PO	Fisica	...	X	...	
12. PAVER Nello	PO	Fisica	X	...	...
13. PERESSI Maria	PA	Fisica	X	...	...
14. SCHIAVON Paolo	PO	Fisica	X	...	...
15. SENATORE Gaetano	PO	Fisica	X	...	...
– Componenti in soprannumero:						
1. LANCERI Livio	PO	Fisica	...	...	...

Il Presidente, constatato il numero legale dei componenti effettivi del Collegio intervenuti, apre la riunione alle ore 14:00 per trattare il seguente ordine del giorno:

- 1) Comunicazioni del Coordinatore
 - a. seconda assegnazione posti/borse del XXV ciclo
 - b. possibile bando per le 2 borse rimaste scoperte
 - c. definizione commissioni e date finali (in corso d'opera)
 - d. predisposizione didattica per il XXV ciclo
- 2) Comunicazioni dei membri
- 3) Approvazione verbale n. 17
- 4) Relazione/osservazioni dei membri del Collegio a cio' delegati sulle audizioni degli studenti del XXIV ciclo ed approvazione seduta stante delle loro relazioni di fine anno.
- 5) Relazione/osservazioni dei membri del Collegio a cio' delegati sulle audizioni degli studenti del XXIII ciclo ed approvazione seduta stante delle loro relazioni di fine anno.
- 6) Relazione/osservazioni dei membri del Collegio a cio' delegati sulle audizioni degli studenti del XXI (prorogati) e XXII ciclo e predisposizione ed approvazione seduta stante dei medaglioni/presentazioni
- 7) Pratiche studenti

a. Pinamonti: periodo di 12 mesi al CERN

8) Delega al Direttore sulla determinazione della data d'inizio dell'anno accademico.

9) Varie ed eventuali

0) Approvazione dell'ordine del giorno

L'ordine del giorno è approvato all'unanimità con l'inserimento alle varie ed eventuali di tre punti: (i) associazione dei dottorandi ad enti di ricerca; (ii) cambio del supervisore di un dottorando; (iii) emissione di ulteriore bando per posti/borse rimasti vacanti.

1) Comunicazioni del Direttore

Nella selezione ordinaria per comunitari ed equiparati sono risultati 15 idonei. Si sono immatricolati 9 persone, lasciando libere 2 borse libere e una borsa INFN. Si è proceduto alla riassegnazione (borse libere a Saranno e Cavuoti; borsa INFN a Lea Ramona; gli Uffici competenti hanno inviato i telegrammi ai nuovi assegnatari). Rimangono 2 borse scoperte (1 FEL e 1 Sincrotrone).

2) Comunicazioni dei membri del Collegio

La prof.ssa Matteucci comunica che è stata firmata dal Rettore la convenzione con il Brasile firmata dal Rettore.

Il prof. Borgani comunica che è uscito il bando per il dottorato di astrofisica con le borse titolate.

3) Approvazione verbale n. 17 della Scuola di Dottorato

Si rimanda alla prossima riunione.

4) Relazione/osservazioni dei membri del Collegio a ciò delegati sulle audizioni degli studenti del XXIV ciclo ed approvazione seduta stante delle loro relazioni di fine anno.

Si approvano le relazioni di fine anno e il passaggio al II anno di: Federico Cilento, Federica Piccirilli, Rong Rong Zhan (Fisica della Materia); per Srihari Mohandass si approva il passaggio al II anno con riserva, e il Collegio chiede una valutazione a meta' anno 2010.

Si approvano le relazioni di fine anno e il passaggio al II anno di: Michele Pinamonti e Carmine Elia (Fisica Nucleare e Subnucleare).

Si approvano le relazioni di fine anno e il passaggio al II anno di: Vattakunnel, Barbara Sartoris (Astrofisica); per Xilong Fang si approva il passaggio al II anno con riserva, e il Collegio chiede una valutazione a meta' anno 2010. Francesca Matteucci diventa supervisore effettivo di Xilong Fang e Laura Silva (ricercatrice INAF) cotutrice. Il Collegio approva.

5) Relazione/osservazioni dei membri del Collegio a ciò delegati sulle audizioni degli studenti del XXIII ciclo ed approvazione seduta stante delle loro relazioni di fine anno.

Si approvano le relazioni di fine anno e il passaggio al III anno di: Giacomo Coslovich, Michele Rizzi, Fabio Staniscia (Fisica della Materia).

Si approvano le relazioni di fine anno e il passaggio al III anno di: Giacomo Oliviero Dovier, Giovanna Ierse, Giuseppe Messineo, Guido Sbrizzai, Giulia Pesaro, Massimo Venaruzzo (Fisica

Nucleare e Subnucleare).

Si approva la relazione di fine anno e il passaggio al III anno di: Ugo Marzolino (Fisica Teorica).

Per coloro che non hanno ancora concluso gli esami, il Collegio chiede che vengano tassativamente conclusi entro gennaio 2010, salvo gravi motivazioni.

A seguito di quanto riferito dai membri del Collegio delegati per le audizioni circa la scarsa presenza dei dottorandi alle relazioni altrui, il Collegio esprime un forte disappunto e esprime la necessita' di richiamare i dottorandi alle proprie responsabilita'. Era stata indicata loro l'obbligatorieta' della presenza alle audizioni della propria area.

6) Relazione/osservazioni dei membri del Collegio a cio' delegati sulle audizioni degli studenti del XXI (prorogati) e XXII ciclo e predisposizione ed approvazione seduta stante dei medaglioni/presentazioni

Si approvano i medaglioni per la presentazione all'esame finale di: Maria Grazia Izzo, Enrico Menotti, Enrico Golfetto, Alberto Simoncig (Fisica della Materia).

Si approvano i medaglioni per la presentazione all'esame finale di: Francesca Belloni, Valentina Lozza, Elena Moretti, Andrea Rossi, Stefano Takekawa (Fisica Nucleare e Subnucleare).

Si approva anche la relazione di Totaro (a cui il Collegio ha concesso una proroga).

Si approvano i medaglioni per la presentazione all'esame finale di: Andrea Bignamini, Dunja Fabjan, Emanuele Spitoni, Edoardo Tescari (Astrofisica).

Si approva il medaglione per la presentazione all'esame finale di: Luca Ferialdi, Alexandra Magdalene Liguori (Fisica Teorica).

7) Pratiche studenti

Michele Pinamonti chiede di poter passare un periodo di 12 mesi al CERN e allega un prospetto di attivita' prevista. Il suo supervisore ha inviato una lettera di approvazione. Il Collegio approva.

8) Delega al Direttore sulla determinazione della data d'inizio dell'anno accademico.

Il Collegio delega il Direttore per la determinazione della data d'inizio dell'anno accademico.

9) Varie ed eventuali

(i) Associazione dei dottorandi ad enti di ricerca

L'INFN chiede un nullaosta al Direttore della Scuola come condizione per la concessione dell'associazione ai dottorandi. Si discute brevemente se sia il caso di permettere ai dottorandi l'associazione ad enti di ricerca prima dell'assegnazione del supervisore (con approvazione di un progetto di ricerca di massima), ovvero se l'associazione possa avvenire soltanto dopo. Il Collegio a maggioranza decide che l'associazione possa avvenire soltanto dopo l'approvazione di supervisore e progetto di ricerca di massima. Per snellire le procedure il Collegio accetta la proposta del Direttore e delibera che, fatto salvo il rispetto della tempistica menzionata, per la Scuola nulla osta all'associazione dei propri dottorandi ad enti di ricerca, approvati dal supervisore del dottorando, all'interno della lista di seguito riportata: INFN, CNR, Sincrotrone, INAF. La lista è aggiornabile. Il dottorando, nel richiedere l'associazione, invierà una lettera alla segreteria della Scuola (presso il Dipartimento di Fisica) dichiarando che l'associazione non interferirà in alcun modo con la sua attività di studente a tempo pieno del Dottorato in Fisica.

(ii) Cambio del supervisore di un dottorando

Il Collegio prende atto che il dott. Andrea Perrucchi, di Elettra, e' di fatto il supervisore principale di Federica Piccirilli; il prof. Comelli rimane tutore interno. Il Collegio approva.

(iii) Rimessa a bando di posti/borse rimasti vacanti.

Il Direttore suggerisce di prendere in considerazione la possibilita' di riapertura del bando borse FEL e Sincrotrone, che sono andate deserte in prima assegnazione. Il Collegio delega al Direttore la facoltà di decidere in merito.

La seduta si chiude alle ore 16.30.

IL PRESIDENTE
Prof. G. Senatore

IL SEGRETARIO
Prof. M. Peressi

ALLEGATO AL VERBALE n.18 DELLA SCUOLA DI DOTTORATO IN FISICA - UniTS

Presentazione del candidato Francesca Belloni

(supervisore: dott. Paolo Maria Milazzo)

La candidata ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio, comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

Durante il triennio di dottorato la dottoranda Francesca Belloni ha partecipato attivamente alla realizzazione di esperimenti presso il CERN di Ginevra, nell'ambito dell'esperimento n_TOF, tra i cui obiettivi principali vi è la misura di sezioni d'urto neutroniche di interesse per l'astrofisica nucleare e per lo sviluppo di tecnologie nucleari emergenti. La sua attività di ricerca si è incentrata sullo studio di sezioni d'urto di fissione indotte da neutroni di energia superiore a 500 keV. In particolare l'analisi dei dati raccolti riguarda diversi isotopi di U, Am e Cm; i risultati ottenuti sono rilevanti per quanto concerne le applicazioni al campo energia & ambiente (reattori di IV generazione, smaltimento tramite trasmutazione di scorie radioattive). Accurate sezioni d'urto di attinidi maggiori e minori sono richieste al fine di ridurre le attuali incertezze e permettere la progettazione di reattori nucleari di nuova generazione, quali ad esempio gli Accelerator Driven Systems (ADS).

La rimarchevole risoluzione energetica, l'elevata intensità del flusso neutronico e la larga banda di energie disponibili presso la *facility* n_TOF permettono da qualche anno di raccogliere nuovi e più accurati dati, contribuendo a una costante revisione delle librerie nucleari, per rispondere ad una pressante richiesta della comunità internazionale.

Dopo un primo periodo dedicato all'acquisizione degli strumenti di analisi dei dati la Candidata ha partecipato ad una serie di esperimenti, sia per quanto riguarda la preparazione della misura, sia la successiva presa dati. Inoltre la Candidata ha messo a punto alcuni programmi di simulazione necessari alla caratterizzazione del rivelatore a gas utilizzato.

La Candidata ha completato in piena autonomia l'analisi dei dati relativi a campioni di misura di ^{233}U , ^{238}U , ^{241}Am , ^{243}Am e ^{245}Cm .

L'estrazione delle sezioni d'urto del ^{233}U in reazioni (n,f) riveste un'importanza fondamentale, essendo il ^{233}U il principale isotopo fissile nel ciclo di combustibile Th/U. ^{238}U , ^{241}Am , ^{243}Am e ^{245}Cm rappresentano un azzardo da un punto di vista ambientale e un potenziale dal punto di vista energetico, e sezioni (n,f) accurate sono indispensabili in vista della necessità del loro incenerimento e dello studio degli effetti della loro presenza in reattori veloci.

I risultati ottenuti sono oggetto di pubblicazioni in fase di preparazione e sono stati presentati a conferenze internazionali.

Concludendo, la dott.ssa Belloni si è impadronita nel corso di questo triennio sia di conoscenze sperimentali legate ai rivelatori utilizzati, sia di tecniche di analisi dati.

La Candidata è coautrice dei seguenti tre articoli su riviste internazionali con referee:

- G.Tagliente et al., Physical Review C78 (2008) 045804
- C.Guerrero et al., Nuclear Instrument and Methods A608 (2009) 424
- M.Calviani et al., Physical Review C80 (2009) 044604

Grazie alle competenze ed alla affidabilità mostrate dalla Candidata il CEA (Commissariat pour l'Energie Atomique) ha già messo a disposizione una borsa di studio post-dottorale per permetterle la sua fruttuosa partecipazione alla collaborazione n_TOF.

Presentazione del candidato Andrea Bignamini
(supervisor: dr. Paolo Tozzi; prof. Stefano Borgani).

Andrea Bignamini ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze internazionali.

L'argomento della tesi di dottorato del Candidato riguarda un campo molto attivo dell'astronomia extragalattica, ovvero lo studio degli ammassi di galassie in raggi X. Nel corso del lavoro di tesi, il Candidato ha assemblato e studiato un nuovo campione di ammassi di galassie utilizzando l'archivio del telescopio a raggi X (X-Ray Telescope, o XRT) a bordo del satellite Swift. Il Candidato ha realizzato la survey in ogni sua fase, a partire dalla riduzione ed analisi dei dati Swift-XRT, ed ha inoltre sviluppato un nuovo algoritmo di identificazione degli ammassi, grazie anche ad un accurato studio delle caratteristiche dello strumento. Al fine di quantificare le performance dell'algoritmo di rivelazione di sorgenti estese, il Candidato ha realizzato un simulatore di immagini nella banda X. Questo complesso lavoro ha originato il catalogo della Swift X-ray Cluster Survey (SXCS) basata su 390 campi XRT, e che consiste di circa 250 gruppi ed ammassi di galassie, per la maggior parte nuovi, ben caratterizzato per completezza e contaminazione. Tale survey si situa a livello competitivo, sia per qualità che per statistica, rispetto a tutte le altre survey di ammassi di galassie attualmente presenti in letteratura.

Nel corso dei tre anni, Andrea Bignamini ha ottenuto importanti ed originali risultati sulle proprietà chimiche e termodinamiche del mezzo Intracluster (ICM) responsabile dell'emissione nella banda X. L'analisi dettagliata delle 32 sorgenti più brillanti del campione SXCS ha permesso di misurare temperatura, abbondanza del Ferro, frazione barionica, massa totale, luminosità e redshift di tutte le sorgenti. Per verificare l'efficienza della misura dei redshift dai dati X, il Candidato ha sottomesso con successo un proposal al Telescopio Nazionale Galileo per ottenere una misura spettroscopica del redshift per 16 ammassi del campione brillante. Grazie a questo ha potuto dimostrare che il redshift misurato dall'analisi spettrale X del campione brillante è affidabile entro il 15%. È la prima volta che un campione di tale estensione viene caratterizzato completamente sulla base dei soli dati X.

Il Candidato ha utilizzato la sua esperienza per realizzare un ulteriore lavoro originale su un campione di 11 ammassi selezionati otticamente a redshift $z \sim 1$ (un sottocampione della Red Cluster Sequence Survey) e osservati con il satellite X Chandra. L'analisi spettrale e morfologica dei dati ha permesso di identificare importanti differenze rispetto agli ammassi selezionati direttamente nella banda X, come quelli del campione SXCS. Questa attività ha anche portato alla collaborazioni in due lavori sull'analisi morfologica e spettrale di ammassi ad alto redshift.

L'ultima fase della sua attività di ricerca è stata dedicata al progetto di una missione spaziale nell'ambito di una vasta collaborazione internazionale. Sulla base dell'algoritmo di simulazioni sviluppato per Swift-XRT, il Candidato ha sviluppato un simulatore di immagini più sofisticato per la missione Wide Field X-ray Telescope (WFXT). Le simulazioni realizzate, basate su una popolazione realistica di ammassi di galassie e Nuclei Galattici Attivi, sono parte rilevante del caso scientifico (incluso le applicazioni cosmologiche) presentato nella proposta di missione, appena sottomessa alla Decadal Survey della NASA. Tale lavoro è diventato patrimonio comune della collaborazione.

Concludendo, Andrea Bignamini ha affrontato il lavoro di tesi con approccio critico e maturo, con una spiccata originalità nell'escogitare nuove soluzioni, ha sviluppato in modo autonomo il software necessario ad analizzare i dati e ad elaborare le analisi che hanno portato ai risultati ottenuti, e si è impadronito di una molteplicità di conoscenze sia dal punto di vista osservativo che dal punto di vista interpretativo. La mole di lavoro svolto è notevole, considerato che la survey di ammassi, risultato principale del suo lavoro di ricerca, è stata realizzata interamente dal Candidato, incluso gran parte degli strumenti di analisi. Andrea Bignamini ha al suo attivo tre articoli (più uno in fase di

sottomissione) su riviste internazionali con referee (di cui due a primo nome), oltre ad avere due lavori in fase di preparazione, e aver partecipato a proposal osservativi e ad una proposta di missione.

Lista di lavori pubblicati o sottomessi:

- **Bignamini, A.**, Tozzi, P., Borgani, S., Ettori, S., & Rosati, P. 2008, “*Intra cluster medium properties and AGN distribution in high-z RCS clusters*”, A&A, 489, 967
- Santos, J. S., Rosati, P., Tozzi, P., Boehringer, H., Ettori, S., & **Bignamini, A.** 2008, “*Searching for cool core clusters at high redshift*”, A&A, 483, 35
- Rzepecki, J., Lombardi, M., Rosati, P., **Bignamini, A.**, & Tozzi, P. 2007, “*Strong lensing analysis of the cluster RCS0224-0002 at $z = 0.772$* ”, A&A, 471, 743
- R. Giacconi, S. Borgani, P. Rosati, P. Tozzi, R. Gilli, S. Murray, M. Paolillo, G. Pareschi, G. Tagliaferri, A. Ptak, A. Vikhlinin, K. Flanagan, M. Weisskopf, **A. Bignamini**, M. Donahue, A. Evrard, W. Forman, C. Jones, S. Molendi, J. Santos, G. Voit 2009, “*Galaxy clusters and the cosmic cycle of baryons across cosmic times*”, Science White Paper submitted to the US Astro2010 Decadal Survey, arXiv:0902.4857
- **A. Bignamini**, P. Tozzi, A. Moretti, G. Tagliaferri, P. Rosati, J. Santos, S. Borgani, D. Fugazza, S. Campana, F. Guglielmetti 2009, “*A new, complete sample of X-ray clusters of galaxies from the Swift X-ray Telescope Cluster Survey*”, A&A, in preparation
- A. Moretti, **A. Bignamini**, et al. 2010, “The Swift X-ray Cluster Survey: the catalog”, in preparation

Presentazione della candidata Dunja Fabjan

(supervisore: prof. S. Borgani; co-supervisore: Dr. M. Viel)

La candidata ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

L'argomento della Tesi di Dottorato ha riguardato lo studio delle proprietà fisiche del mezzo intergalattico contenuto all'interno degli ammassi di galassie (il cosiddetto "intra-cluster medium", ICM) tramite simulazioni numeriche idrodinamiche, ed il loro confronto con i dati osservativi più recenti in banda X ottenuti dai satelliti Chandra, XMM e Suzaku. A tale scopo la Dr.ssa Fabjan ha realizzato ed analizzato un esteso campione di simulazioni di ammassi di galassie, partendo da condizioni iniziali cosmologiche consistenti con i vincoli posti dal fondo cosmico di micro-onde, quale osservato dal satellite WMAP. Tali simulazioni sono state realizzate con il codice cosmologico idrodinamico TreePM+SPH "Gadget-2". La versione del codice utilizzata per tali simulazioni include la descrizione del processo di arricchimento in metalli prodotto da diverse popolazioni stellari, nonché il feedback in energia associato sia all'esplosione di supernove che all'accrescimento di gas all'interno di Buchi Neri supermassivi (SMBHs) ospitati all'interno delle galassie.

Lo scopo ultimo dell'analisi condotta dalla dr.ssa Fabjan è stato di verificare in che misura i dati osservativi sulle proprietà termidamiche e chimiche dell'ICM diano informazione sui processi astrofisici che hanno influenzato l'evoluzione dei barioni cosmici e la formazione delle galassie.

Nella prima parte del suo progetto di Tesi, la dr.ssa Fabjan ha studiato l'effetto del feedback da supernove sul livello di arricchimento in metalli dell'ICM e sull'evoluzione di tale metallicità. I risultati di tale analisi hanno mostrato che i profili di metallicità dell'ICM prodotti nelle simulazioni sono generalmente più ripidi di quanto indicato dai dati osservativi. Nonostante ciò, le simulazioni mostrano un'evoluzione della metallicità dell'ICM in buon accordo con i dati osservativi. I risultati di tale analisi sono stati pubblicati nel lavoro Fabjan et al. (2008, MNRAS, 386, 1265) ed in un articolo di rassegna (Borgani, Fabjan et al. 2008, SSRv, 134, 379).

Nella seconda parte del progetto di dottorato la dr.ssa Fabjan ha studiato il diverso effetto che i feedback da supernove e da SMBH hanno sulle proprietà termiche e chimiche dell'ICM. Il risultato di tale analisi è stato che il feedback da BH è assai efficiente nel sopprimere la formazione stellare nelle galassie di ammasso e nel distribuire i metalli nell'ICM in modo più uniforme, migliorando così decisamente l'accordo con i dati osservativi. I risultati di tale analisi sono contenuti in un lavoro ora in stampa (Fabjan et al. 2009, MNRAS, tmp, 1737).

Infine, in un terzo progetto, la dr.ssa Fabjan ha analizzato un esteso campione di simulazioni di ammassi di galassie, ottenute variando in diversi modi la descrizione dell'idrodinamica dell'ICM, allo scopo di studiare la stabilità di diversi indicatori osservativi per inferire la massa totale degli ammassi. Tale analisi ha dimostrato che tali indicatori sono assai stabili al variare della fisica dell'ICM, supportando quindi la loro applicazione per l'utilizzo degli ammassi di galassie quali strumenti per cosmologia di precisione. I risultati di tale analisi saranno presentati in un lavoro ora in preparazione (Fabjan et al. 2009).

Durante lo svolgimento di tali progetti, la dr.ssa Fabjan ha avuto la responsabilità della realizzazione delle simulazioni su macchine massivamente parallele, dello sviluppo del software di analisi, nonché dell'implementazione nel codice di simulazione di due diverse varianti del meccanismo di feedback da SMBH.

Alla fine del secondo anno di dottorato la dr.ssa Fabjan ha visitato per circa un mese e mezzo il Dept.

of Physics of the Michigan University, dove ha proficuamente avviato collaborazioni con il locale gruppo di ricerca attivo su simulazioni di ammassi di galassie.

La candidata presenta 3 lavori pubblicati su riviste con referee, di cui 2 come primo autore nonchè un lavoro in fase di scrittura. Infine, i risultati sono stati presentati dalla dr.ssa Fabjan con 2 interventi orali e 3 poster a conferenze internazionali, nonchè 2 interventi orali a scuole internazionali.

La dr.ssa Fabjan risulta vincitrice di una borsa di ricerca fino ad Agosto 2010 presso l'Università di Trieste.

Lista delle pubblicazioni:

- The Chemical Enrichment of the ICM from Hydrodynamical Simulations: Borgani, S.; Fabjan, D.; Tornatore, L.; Schindler, S.; Dolag, K.; Diaferio, A., 2008, Space Science Reviews, 134, 379
- Evolution of the metal content of the intracluster medium with hydrodynamical simulations: Fabjan, D.; Tornatore, L.; Borgani, S.; Saro, A.; Dolag, K., 2008, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 386, 1265
- Simulating the effect of active galactic nuclei feedback on the metal enrichment of galaxy clusters: Fabjan, D.; Borgani, S.; Tornatore, L.; Saro, A.; Murante, G.; Dolag, K., 2010, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 401, 1670

Presentazione del candidato Luca Ferialdi

(supervisore: Angelo Bassi)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

L'argomento della tesi di dottorato del candidato ha riguardato lo studio di modelli di riduzione dinamica non-markoviani.

I modelli di riduzione dinamica sono modelli alternativi alla meccanica quantistica standard, in cui termini stocastici e non-lineari vengono aggiunti all'equazione di Schroedinger. Questi termini sono tali da indurre il collasso della funzione d'onda, impedendo in questo modo la formazione di sovrapposizioni macroscopiche. La transizione dal micro (= quantistico) al macro (= classico) viene regolata dai parametri che determinano l'intensità del collasso. Il suo carattere random è determinato da un processo stocastico sia nelle variabili spaziali che temporali. Esso rappresenta un campo di rumore diffuso in tutto lo spazio, con il quale ogni sistema massivo si accoppia (non-linearmente).

Nei modelli di riduzione finora analizzati, questo campo ha le caratteristiche di un white noise, ovvero un rumore a temperatura infinita, in cui tutte le frequenze sono presenti con lo stesso peso. In anni recenti si è cercato di sostituire questo campo con uno fisicamente più ragionevole, in modo da ottenere risultati fisicamente più consistenti. Un primo passo è considerare un campo a temperatura finita (analisi del 2005). Un secondo passo è considerare un campo colorato, in cui le frequenze sono presenti con pesi diversi; un campo di questo tipo induce una dinamica non-Markoviana. Questo è stato il compito assegnato al candidato.

Nel suo lavoro di ricerca, il candidato ha studiato il modello QMUPL (Quantum Mechanics with Universal Position Localizations) di collasso della funzione d'onda, generalizzato a rumori Gaussiani, non bianchi nel tempo. I risultati ottenuti sono originali e molto importanti, poiché permettono di comprendere il comportamento dei modelli di riduzione in presenza di effetti non-Markoviani. In particolare, si menzionano i seguenti risultati. i) È stata dimostrata la separazione delle variabili del centro di massa da quelle delle coordinate relative, sotto opportune condizioni generali. Come conseguenza, è stato dimostrato il meccanismo di amplificazioni: più massivo è il sistema, più veloce è il collasso della sua funzione d'onda. ii) È stata ottenuta una formula esplicita per il propagatore, nel caso di una particella libera, nello spazio delle coordinate. Questo è un risultato significativo, essendo la dinamica non-Markoviana. iii) È stato analizzato nel dettaglio il caso di una funzione di correlazione esponenziale, in particolare in rapporto al caso bianco. Si è visto che il collasso avviene sempre con le medesime modalità del caso bianco, con la differenza che la soppressione delle alte frequenze rallenta la velocità del collasso. iv) È stata studiata l'evoluzione dei valori medi di posizione e impulso di una generica soluzione, ritrovando il teorema di Ehrenfest. v) È stata studiata analiticamente l'evoluzione di funzioni d'onda Gaussiane. Si è ritrovato il comportamento previsto: oggetti microscopici si comportano quantisticamente (funzioni d'onda molto diffuse); oggetti macroscopici evolvono classicamente (funzioni d'onda molto ben localizzate). È stata inoltre studiata la dipendenza della dinamica dai parametri.

In conclusione, Luca Ferialdi ha pienamente raggiunto gli obiettivi formativi e scientifici assegnatigli in relazione al tema specifico del suo dottorato di ricerca. I risultati delle sue ricerche, presentati in diversi seminari, sono stati oggetto delle seguenti pubblicazioni:

Lista di lavori pubblicati o sottomessi:

- Angelo Bassi, Luca Ferialdi: "Non-Markovian quantum trajectories: an exact result", *Phys. Rev. Lett.* **103**, 050403 (2009).
- Angelo Bassi, Luca Ferialdi: "Non-Markovian dynamics for a free quantum particle subject to spontaneous collapse in space: general solution and main properties", *Phys. Rev. A* **80**, 012116 (2009).

Altri due lavori sono in fase di completamento.

Presentazione del candidato Enrico Golfetto

(supervisore: dott. A. Baraldi)

Il candidato ha portato a compimento l'attività formativa approvata dal collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

L'attività di ricerca svolta nel corso del triennio dal candidato Enrico Golfetto ha riguardato lo studio sperimentale delle proprietà elettroniche e strutturali di sistemi (cristalli singoli, strati pseudomorfici e nano aggregati atomici) composti da metalli di transizione mediante un approccio basato prevalentemente sull'utilizzo della spettroscopia di fotoemissione dei livelli elettronici profondi.

L'attività di ricerca sperimentale si è svolta principalmente presso il Laboratorio di Fisica delle Superfici del CNR TASC-INFM e presso le beamline SuperESCA di ELETTRA.

Il candidato ha raggiunto una buona padronanza delle tecniche sperimentali di fisica delle superfici con particolare riguardo all'uso della radiazione di sincrotrone ed in parallelo ha dimostrato buone capacità nell'analisi dei dati sperimentali. Il suo contributo allo svolgimento dell'attività di ricerca del laboratorio è stato positivo, soprattutto per quanto riguarda il set-up di una camera sperimentale utilizzata per la crescita di strati pseudomorfici e di clusters.

In una prima fase il candidato ha studiato la crescita del Pd sulla superficie (0001) del Ru e la variazione delle proprietà elettroniche in dipendenza del numero di strati pseudomorfici depositati. L'esperimento, svolto presso la beamline SuperESCA di ELETTRA, si è basato sullo studio dei core level shifts di Pd e Ru ed ha permesso di realizzare un confronto tra le misure sperimentali dei CLSs e gli spostamenti del baricentro della banda d, calcolati teoricamente dal gruppo guidato dal Prof. Alfè del University College di Londra. In questo modo è stata evidenziata una correlazione tra le proprietà elettroniche e quelle connesse alla reattività superficiale.

Successivamente il candidato si è dedicato allo studio della modalità di crescita ed alla stabilità termica di clusters di Pd su supporti a base di carbonio, come la grafite ed i nanotubi a parete singola. Anche in questo caso l'esperimento si è giovato del supporto dei calcoli teorici, questa volta ad opera del gruppo del Prof. de Gironcoli della SISSA. L'analisi dati e le simulazioni teoriche hanno portato allo sviluppo di un'originale interpretazione degli spostamenti dei livelli di core evidenziati nei dati sperimentali in termini di interazione dei nanocluster con il supporto e non più come effetto di caricamento del cluster stesso. È stato altresì messo in evidenza il ruolo che i difetti di superficie hanno nello spostamento dei livelli di core.

Le proprietà chimiche dei nano cluster di Pd sono poi state investigate seguendo il processo di ossidazione dei nanoclusters di Pd cresciuti sui nanotubi al variare della temperatura e della pressione d'ossigeno. La ridotta dimensionalità del sistema studiato e l'interazione tra il metallo ed il supporto generano delle deviazioni dal comportamento del Pd cristallino, soprattutto per quanto riguarda le dinamiche di chemisorbimento. A conclusione dell'analisi dei nanoclusters di Pd su supporto carbonaceo, il candidato ha studiato la deposizione dei nanocluster su un foglio di grafene, cresciuto a sua volta su Ir(111). L'analisi dati ha evidenziato una forma di riga degli spettri 3d5/2 del Pd nettamente diversa da quanto riscontrato sugli altri supporti a base di carbonio precedentemente studiati, causata da una forte interazione dei cluster stessi con il supporto di Ir.

Infine il candidato è stato coinvolto nello studio della reattività chimica di cluster di Pt depositato su MgO, cresciuto sulla superficie (001) dell'Ag. Dopo la prima fase di caratterizzazione della crescita dell'ossido svolta presso il laboratorio di fisica delle superfici del TASC-INFM, si è passati alle misure con luce di sincrotrone. Dopo avere caratterizzato la deposizione di Pt e la stabilità termica dei nanocluster, le misure di reattività si sono incentrate sullo studio della reazione modello $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$. I risultati hanno messo in evidenza gli effetti di dimensionalità dei cluster sulla reattività chimica.

Il candidato ha partecipato a due scuole internazionali, ossia la "Psi-K Marie Curie Summer School on Modern Concepts for Creating and Analyzing Surfaces and Nanoscale Material", organizzata dal Fritz-Haber Institute di Berlino, che si è tenuta presso San Feliu de Guixols (Spagna) nel maggio 2008

e la “Reactivity of nanoparticles for more efficient and sustainable energy production”, organizzata dalla Danmarks Tekniske Universitet di Copenhagen, si è tenuta presso Sandbjerg Gods (Danimarca) nell’Agosto 2009. In entrambi i casi ha presentato dei contributi sotto forma di poster.

Il candidato presenta un lavoro pubblicato su *J. Phys. Chem. C* e quattro lavori in preparazione connessi direttamente all’attività di tesi. Il candidato presenta altresì un lavoro in preparazione che non è direttamente attinente all’argomento della tesi in collaborazione con il gruppo del Dr. C. Carbone del CNR.

Lista delle pubblicazioni:

[1] M. Bianchi, D. Cassese, A. Cavallin, R. Comin, F. Orlando, L. Postregna, E. Golfetto, S. Lizzit, A. Baraldi, *Surface core level shifts of clean and oxygen covered Ir(111)*, *New J. Phys.* **11**, 063002 (2009).

[2] E. Golfetto, A. Baraldi, M. Pozzo, D. Alfè, A. Sala, E. Vesselli, P. Lacovig, S. Lizzit, G. Comelli, R. Rosei, *Determining the Chemical Reactivity Trends of Pd/Ru(0001) Pseudomorphic Overlayers: Core-Level Shift Measurements and DFT Calculations*, *J. Phys. Chem. C* **114**, 436 (2010).

[3] R. Sabatini, E. Golfetto, R. Larciprete, A. Baraldi, P. Lacovig, E. Vesselli, S. de Gironcoli, S. Lizzit, The role of support defects in Pd nanoclusters growth on graphite and single walled carbon nanotubes: structural determination by core level shift measurements and density functional theory calculations (in preparation)

[4] R. Larciprete, E. Golfetto, A. Baraldi, P. Lacovig, S. Lizzit, E. Vesselli, P. Vilmercati, Temperature and pressure effects in oxidation mechanisms of Pd nanoclusters on single walled carbon nanotubes studied by core level shift measurements (in preparation).

[5] J. Lipton-Duffin, E. Golfetto, A. Baraldi, P. Lacovig, R. Larciprete, E. Vesselli, G. Comelli, S. Lizzit, F. Esch and U. Heiz, *Carbon monoxide oxidation on Pt nanocluster deposited on Mg(001)/Ag(001)* (in preparation).

Presentazione della candidata MariaGrazia Izzo

(supervisori: Prof. G. Pastore e Dr. C. Masciovecchio)

La candidata ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze sia nazionali sia internazionali.

La candidata ha sviluppato un progetto di ricerca dedicato allo studio dei modi collettivi in miscele binarie. Lo scopo del progetto è la caratterizzazione del disaccoppiamento dei modi collettivi delle due specie di particelle costituenti, tematica attorno alla quale verte un vivace dibattito tra la comunità scientifica che studia la fisica dei liquidi. Il lavoro si incentra sullo studio di due diverse classi di sistemi: (i) sistemi del tipo Lennard-Jones, gassosi e liquidi, e (ii) miscele ioniche. Tenendo conto delle diverse caratteristiche dei sistemi da analizzare si è ritenuto opportuno utilizzare tre differenti tecniche sperimentali: diffusione anelastica di ultravioletto per miscele gassose (beamline IUVS ad ELETTRA, Trieste), diffusione anelastica di raggi-X (beamline ID28 a ESRF, Grenoble) e neutroni (beamlines BRISP a ILL, Grenoble, e HET/MERLIN a ISIS, Oxford) per le miscele ioniche.

Le due miscele neutre He/Ne e H₂/Ne in diverse condizioni termodinamiche sono state studiate presso la beamline ID28 a ESRF. In particolare sono state analizzate le dinamiche ad alta frequenza a partire dalla regione mesoscopica fino alla cosiddetta regione di approssimazione di impulso, dove la risposta del sistema può essere descritta come rinculo libero della particella bersaglio. Lo studio svolto in tale regione del piano cinematico risulta particolarmente appropriato per miscele caratterizzate da un rapporto di massa degli elementi costituenti molto maggiore di uno. In questo caso, infatti, il disaccoppiamento dei modi collettivi è ritenuto essere legato all'inefficienza, a tempi brevi, dello scambio di energia cinetica tra particelle pesanti e leggere. Gli spettri di diffusione anelastica di raggi-X sono stati analizzati utilizzando una generalizzazione della funzione viscoelastica. Questo tipo di analisi ha permesso di estrapolare i parametri caratteristici relativi alle singole specie componenti la miscela e quindi di caratterizzarne i modi collettivi e i processi di rilassamento. Gli spettri raccolti nella regione di approssimazione di impulso sono stati, invece, analizzati al fine di ricavare la distribuzione dei momenti di singola particella. Ciò ha permesso un riscontro sperimentale diretto della cosiddetta teoria delle due temperature che prevede l'esistenza di due temperature microscopiche differenti relative ai due sottosistemi associati alle due componenti. Lo studio sulle miscele neutre binarie è stato completato da una serie di esperimenti di diffusione anelastica di luce ultravioletta (eseguiti sulla beamline IUVS ad Elettra) sulla miscela H₂/Ne a differenti pressioni per caratterizzare la velocità del suono nella regione idrodinamica.

Parte della presente ricerca è stata convogliata sullo studio della miscela binaria ionica RbF. Questo genere di sistemi sono particolarmente indicati per lo studio del ruolo giocato dalle cosiddette eccitazioni di tipo ottico nel fenomeno di disaccoppiamento della dinamica. Infatti questo genere di eccitazioni sono enfatizzate a causa dell'interazione Coulombiana a lungo raggio. A tal fine si è scelto di studiare la miscela proposta per mezzo di diffusione anelastica di neutroni perché la regione di transizione (dall'idrodinamica al regime di disaccoppiamento) per il RbF è facilmente accessibile. Gli esperimenti sono stati eseguiti sulle due stazioni sperimentali BRISP a ILL e MARI a ISIS. Si è evidenziata la presenza di due modi collettivi le cui energie caratteristiche non sono confrontabili con quelle relative ad eccitazioni di tipo ottico, in contrasto con quanto predetto da recenti modelli.

In conclusione la candidata ha perfettamente portato a termine il lavoro di dottorato, acquisendo un bagaglio di conoscenze rimarchevole sia da un punto di vista teorico che sperimentale.

La candidata ha presentato i risultati del suo lavoro presso conferenze internazionali, ed è coautrice di due lavori pubblicati e altri due attualmente sottomessi per pubblicazione su riviste internazionali.

- F. Bencivenga, A. Cimattori, A. Gessini, M. G. Izzo, C. Masciovecchio "Anomalous density dependence of structural relaxation time in water" - *Phil. Mag.* **88**, 4137 (2008).

- F. Bencivenga, A. Gessini, M. G. Izzo, and C. Masciovecchio "Temperature and density dependence of the structural relaxation time in water by inelastic ultraviolet scattering" - *J. Chem. Phys.* **131**

144502 (2009).

- M. G. Izzo, F. Bencivenga, F. D'Amico, A. Gessini and C. Masciovecchio "*Acoustic-like Character of Fast Sound in Binary Mixtures*" submitted to *PRL*.
- S. Sacconi, A. Cimattoribus, F. Bencivenga, A. Gessini, M. G. Izzo, and C. Masciovecchio "*Mixed longitudinal-transverse nature of collective modes in water*" submitted to *NJP*.

Presentazione della candidata Alexandra Magdalene Liguori.

(supervisore: dr. Fabio Benatti)

La candidata ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

L'argomento della tesi di dottorato della candidata ha riguardato lo studio degli effetti sull'entanglement derivato dell'accoppiamento debole di sistemi quantistici bipartiti (a due componenti) con un ambiente esterno. In particolare, la sua attività di ricerca si è focalizzata sulla possibilità di generare correlazioni quantistiche su tempi piccoli e che queste permangano asintoticamente.

La presenza di interazioni deboli, ma non trascurabili, tra un sistema quantistico e l'ambiente che lo circonda, lo rende un sistema quantistico aperto, la cui evoluzione temporale, descritta da una master equation, è irreversibile ed affetta da dissipazione e rumore che causano usualmente fenomeni di decoerenza. Tuttavia, ingegnerizzando opportunamente l'interazione con l'ambiente, ne possono anche derivare effetti di coerenza quantistica di pure origine dissipativa, caratterizzabili dalla forma del generatore della master equation.

Nel suo lavoro di ricerca, la candidata ha studiato

- condizioni necessarie e sufficienti perché il generatore della master equation di un sistema quantistico bipartito aperto possa creare entanglement a tempi brevi sulla scala temporale tipica dell'approssimazione Markoviana;
 - la possibilità di determinare i parametri fenomenologici della master equation tramite misure fisiche;
- la relazione tra la produzione asintotica di entanglement e la produzione di entropia, correggendo una congettura presentata nella recente letteratura sul comportamento dell'entanglement nei sistemi quantistici aperti.

L'attività di ricerca della candidata ha richiesto che ella si impadronisse preliminarmente delle tecniche proprie della descrizione teorica dei sistemi quantistici aperti da una parte e, dall'altra, di quelli della teoria dell'entanglement. I suoi studi hanno in seguito portato alle seguenti pubblicazioni su riviste internazionali:

- F. Benatti, A.M. Liguori, A. Nagy, *Environment Induced Bipartite Entanglement*, J. Math. Phys. 48 (2007), 052103
- A.M. Liguori, G. Moras, *Determination of the noise parameters in a one-dimensional open quantum system*, Phys. Lett. A 372 (2008), 7038
- F. Benatti, A.M. Liguori, G. Paluzzano, *Entanglement and entropy rates in open quantum systems*, to appear in Journal of Physics A

La candidata ha presentato i suoi risultati in posters e seminari in scuole e conferenze; ha avuto due offerte di post-doc presso la National University of Singapore e l'Università di Ulma. Dal Gennaio 2010 inizierà a lavorare presso il neo-costituito gruppo di Martin Plenio all'Università di Ulm su tematiche Quantum-Bio.

Presentazione della candidata Valentina Lozza

(supervisore: prof. Giovanni Cantatore)

La candidata ha positivamente e con profitto portato a termine l'attività formativa approvata dal Collegio, comprensiva di corsi di dottorato e della partecipazione a scuole e conferenze.

Durante il periodo del suo dottorato Valentina Lozza ha partecipato con grande impegno alle attività di ricerca condotte nell'ambito dei progetti PVLAS, PVLAS Fase II e BaRBE, tutti finanziati dall'INFN. Gli esperimenti PVLAS e PVLAS Fase II, suo successore, hanno come tematica principale l'utilizzo di tecniche di polarimetria ottica ad alta sensibilità per studiare la struttura microscopica del vuoto quantistico, con risvolti anche nella ricerca di particelle WISP (Weakly Interacting Sub-eV Particles), non previste dal modello standard e possibili candidati costituenti la materia oscura. Il progetto BaRBE riguarda la realizzazione di un sistema di conteggio del singolo fotone a basso fondo sensibile a bassa energia (1-2 eV) da applicarsi in tutti quelle situazioni sperimentali in cui, a fronte di un basso rateo di eventi aspettati, sia necessario avere un rumore più piccolo possibile. I due percorsi di ricerca si integrano sia nella ricerca di WISPs, sia per quanto riguarda i vantaggi derivanti da un rivelatore a basso fondo.

La candidata ha iniziato la sua attività partecipando ai turni di misura finali di PVLAS presso LNL e soprattutto occupandosi in maniera autonoma delle modifiche da apportare all'apparato principale per poter utilizzare un secondo magnete, di tipo permanente, ed eseguire misure preliminari di "rigenerazione dei fotoni" alla ricerca di ALPs (Axion Like Particles). In questa fase la candidata ha direttamente eseguito le misure e curato l'analisi dei dati.

Successivamente, l'attenzione di Valentina Lozza si è concentrata sul progetto BaRBE in cui ha condotto in prima persona misure di laboratorio di caratterizzazione di rivelatori, tipo tubo fotomoltiplicatore (PMT) e Avalanche PhotoDiode (APD), ed ha collaborato alla realizzazione del sistema di accoppiamento di detti rivelatori al magnete dell'elioscopio solare per ALPs CAST del CERN. Ha quindi partecipato al montaggio del sistema stesso su CAST, alle due specifiche campagne di misura eseguite al CERN, nonché ai turni generali di misura dell'esperimento CAST.

Nella parte finale del suo triennio di dottorato la candidata ha collaborato all'allestimento dell'ellissometro ottico da banco "PVLAS Fase II" ed alle prime prove di sensibilità sullo stesso, curando in maniera particolare i test sui modulatori di ellitticità ed il montaggio del magnete permanente rotante. In primissima persona si è occupata, sempre in questo periodo, dell'evoluzione del progetto BaRBE verso rivelatori di fondo sempre più basso studiando il comportamento ed il fondo di rumore di un rivelatore APD usato in Geiger mode e raffreddato alla temperatura dell'azoto liquido. Allo scopo, dopo aver reperito i sensori adatti alle prove, ha progettato e realizzato un criostato dotato di un dito freddo, in cui inserire il sensore APD da provare, completo di un montaggio ottico per accoppiare una fibra ottica, proveniente dall'esterno del criostato, con la superficie sensibile del rivelatore. Ha quindi completato questo apparato con la necessaria elettronica di lettura ed acquisizione dati eseguendo poi una serie di misure di caratterizzazione. I risultati ottenuti, oggetto di una presentazione a conferenza e di una pubblicazione su rivista, sono molto incoraggianti e mostrano, almeno per i sensori provati, una riduzione del rumore di fondo di un fattore quasi 10^5 .

In tutte le attività di ricerca condotte nel triennio di dottorato Valentina Lozza ha evidenziato notevoli qualità, tra cui completezza e accuratezza nella documentazione, autonomia di progetto e realizzazione, abilità nella conduzione delle misure, inventiva e capacità di innovazione nella fase sperimentale. La candidata è coautrice di 3 pubblicazioni su rivista internazionale e 3 atti di conferenze pure internazionali:

- E. Zavattini et al., "New PVLAS results and limits on magnetically induced optical rotation and ellipticity in vacuum", Phys. Rev. D **77**, (2008) 032006
- M. Bregant et al., "Limits on Low Energy Photon-Photon Scattering from an Experiment on Magnetic Vacuum Birefringence", Phys. Rev. D **78**, (2008) 032006
- G. Cantatore, R. Cimino, M. Karuza, V. Lozza, G. Raiteri, "Polarization measurements and their

perspectives: PVLAS Phase II", Proceedings of the "4th Patras Workshop on Axion, WIMPs and WISPs" Amburgo, 2008, A. Lindner, G. Redondo and A. Ringwald Editors, Verlag DESY, Amburgo (2008) e arXiv:0809.4208

- G. Cantatore for the CAST collaboration, "*Search for low energy solar axions with CAST*", Proceedings of the "4th Patras Workshop on Axion, WIMPs and WISPs" Amburgo, 2008, A. Lindner, G. Redondo and A. Ringwald Editors, Verlag DESY, Amburgo (2008) e arXiv:0809.4581

- CAST Collaboration, "*Solar axion search with the CAST experiment*", Proceedings of the ICHEP 2008 conference, arXiv:0810.1874

- G. Cantatore, M.Karuza, V. Lozza, G. Raiteri, "*Search for solar Axion Like Particles in the low energy range at CAST*", in stampa su Nucl. Instr. and Meth. for Phys. Res. A, <http://dx.doi.org/10.1016/j.nima.2009.10.098>

La candidata ha, inoltre, partecipato ad un progetto, finanziato dall'Università di Trieste e rivolto ai giovani ricercatori, i cui risultati sono in corso di brevetto. In conclusione, Valentina Lozza ha pienamente raggiunto ed anche superato gli obiettivi formativi e scientifici del suo triennio di dottorato.

Presentazione del candidato Enrico Menotti

(supervisore: F. Parmigiani)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole internazionali.

Nel corso del dottorato il candidato ha svolto la sua attività di ricerca nell'ambito dello sviluppo di nuove sorgenti laser ad elettroni liberi, interessandosi di alcune problematiche teoriche e tecniche caratteristiche delle cosiddette sorgenti "single pass".

La prima parte del lavoro, in seguito non inclusa nella Tesi di Dottorato, ha riguardato lo studio degli acceleratori lineari di elettroni, con particolare attenzione per l'acceleratore che farà parte del progetto FERMI@Elettra (laser ad elettroni liberi "single pass" in corso di costruzione alla Sincrotrone Trieste scpa). Il candidato ha appreso gli elementi fondamentali della teoria dell'accelerazione di elettroni tramite guide d'onda caricate con dischi. Egli ha discusso con i ricercatori del Gruppo Acceleratori alla Sincrotrone Trieste alcune osservazioni personali sulle problematiche legate alla propagazione di gruppo all'interno delle guide d'onda sopracitate. Si è inoltre interessato ai conseguenti effetti sul tempo di riempimento e sulla distribuzione di campo elettromagnetico presente nella guida durante il passaggio degli elettroni. Queste osservazioni sono state recentemente utilizzate nella caratterizzazione sperimentale del comportamento della prima sezione acceleratrice del FERMI. Inoltre, il candidato si è interessato a questioni teoriche e tecniche riguardanti la stabilità del fascio elettronico: ha seguito una campagna di misure sulla stabilità del campo elettromagnetico all'uscita dei klystrons del vecchio acceleratore lineare della Sincrotrone Trieste ed ha analizzato i dati risultanti, producendo una relazione che è stata pubblicata come nota tecnica interna relativa al progetto FERMI.

La seconda parte del lavoro, che costituisce l'argomento della Tesi di Dottorato, ha riguardato lo studio prettamente teorico del fenomeno fisico sul quale si basa l'emissione di radiazione da parte dei laser ad elettroni liberi. Il candidato ha appreso la teoria monodimensionale di tale fenomeno, nella sua formulazione originaria ad opera di W. B. Colson, dimostrandone una buona comprensione, e si è poi interessato della sua estensione tridimensionale: ha esplorato la vasta letteratura esistente sull'argomento, studiando articoli prodotti nell'arco di vent'anni che affrontano il problema da punti di vista molto diversi. Ha inoltre dimostrato buone capacità di sintesi nel raccogliere risultati che sono stati ottenuti con i più vari approcci matematici. I contributi originali riguardano sostanzialmente due punti:

- Il candidato ha prodotto dimostrazioni originali di formule (monodimensionali) già note. Rispetto a quelle originarie, queste nuove dimostrazioni sono molto più semplici (matematicamente) e fisicamente trasparenti, mettono maggiormente in evidenza le condizioni sotto le quali le formule sono valide, consentono un più facile confronto con le altre formulazioni della teoria, e si prestano meglio all'estensione tridimensionale.
- Il candidato ha proposto un'estensione tridimensionale della teoria di Colson. In particolare, ha mostrato come sia possibile estendere la cosiddetta "Equazione Integrale" del laser ad elettroni liberi ed ha sviluppato in questo contesto la cosiddetta "Descrizione a Guida Dielettrica Virtuale", che è stata proposta da E. Hemsing, A. Gover e J. Rosenzweig in un articolo del 2008 nell'ambito dello studio del fenomeno sulla base della teoria del plasma. Seppure limitata all'approssimazione di "Singolo Modo Gaussiano", la nuova descrizione è evidentemente molto più semplice rispetto alla sua formulazione originaria ed a maggior ragione rispetto alle altre formulazioni della teoria tridimensionale.

In conclusione, Enrico Menotti ha raggiunto gli obiettivi formativi e scientifici previsti dal titolo del suo dottorato di ricerca (finanziato dalla Sincrotrone Trieste scpa).

Publicazione:

- G. D'Auria, et al.: Proceedings of the LINAC 2006 conference, August 21 – 25, 2006, Knoxville, Tennessee, USA (www.jacow.org); paper MOP015, page 61, "Linac Design for the FERMI Project"

Presentazione della candidata Elena Moretti.

(Supervisore Prof Guido Barbiellini Amidei , Co-supervisore Dr Francesco Longo)

La candidata ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

L'argomento della tesi di dottorato della candidata ha riguardato lo studio dei Gamma Ray Bursts (G.R.B.), le più potenti esplosioni che in maniera non prevedibile per pochi istanti dominano l'emissione di fotoni tra 10 Kev e 1 Mev su tutte le altre sorgenti dell'Universo. I GRB sono stati scoperti negli anni 60 e studiati successivamente con grande statistica da un esperimento dedicato (BATSE) a bordo della missione Compton Gamma Rays Observatory (CGRO) una missione attiva per circa 10 anni sino al 2000. Un importante contributo alla natura dei GRB è stato prodotto dal satellite Italiano olandese Beppo SAX con la scoperta di una componente ritardata (afterglow) di lunga durata che ha permesso la localizzazione della galassia ospite del GRB e la misura del suo red shift. La conoscenza della origine cosmologica dei GRB ha reso possibile la misura dell'energia emessa, che in ipotesi di emissione isotropa corrisponde all'energia di una massa solare bruciata in pochi secondi.

A bordo del CGRO un esperimento dedicato a fotoni di energia superiore ai 100 Mev, EGRET, ha scoperto in 5 GRB una componente ad alta energia presente sia nel segnale prompt che nell'afterglow. Dopo sette anni dalla fine della missione CGRO è stato lanciato il satellite italiano AGILE e un anno dopo la missione internazionale GLAST successivamente rinominata Fermi in onore al noto fisico italiano che per primo introdusse una teoria sull'origine dei raggi cosmici. I due esperimenti sono basati sulle stessa tecnica di rivelazione dei gamma con tracciatori di silicio alternati da convertitori al tungsteno e un calorimetro per la misura dell'energia della coppia di conversione. A bordo dei due satelliti sono installati dei sistemi atti a triggerare la fase prompt di energia intorno al Mev.

Nel periodo di attività la missione AGILE ha rivelato 3 GRB con componente di alta energia e la missione Fermi circa 12 GRB con simile componente sia prompt che ritardata.

La tesi della candidata riguarda la ricerca del limite superiore della componente di alta energia per quei GRB che cadono nel campo di vista dei tracciatori delle due missioni e che hanno il trigger sia interno che da parte di un altro rivelatore.

Il contributo originale della candidata è costituito dalla complessa analisi statistica di un eventuale segnale S debole in presenza di un fondo B entrambi con fluttuazioni poissoniane nell'intervallo di tempo della sola fase prompt. Per questa analisi la candidata ha utilizzato un metodo Bayesiano proposto nel 1983 da Helene.

Il limite superiore sul flusso ottenuto varia tra 1×10^{-3} e 1×10^{-2} ph/cm² nell'analisi fatta con i dati dell'esperimento AGILE, mentre è di circa 5×10^{-5} ph/cm² dai dati dell'esperimento Fermi/LAT.

Questo lavoro è stato presentato a tre conferenze, due delle quali con un contributo orale mentre la terza tramite un poster. Ne sono derivate tre pubblicazioni (sottomesse) come proceedings delle conferenze e due articoli (in scrittura) per presentare le due analisi svolte.

La candidata ha inoltre svolto del lavoro di servizio per entrambe le collaborazioni come turni di monitoring dei GRB, preparazione di tool automatici per il monitoring e l'analisi dei GRB e la presentazione di un tutorial per lo svolgimento del turno di monitoring dei GRB.

Lista delle pubblicazioni:

[1] A. Pellizzoni et al., "Detection of Gamma-Ray Emission from the Vela Pulsar Wind Nebula with AGILE," Accepted by Science, arXiv:0912.2921 [astro-ph.HE].

[2] Y. Evangelista et al., "Temporal properties of GX 301-2 over a year-long observation with SuperAGILE," *Astrophys. J.* 708 (2010) 1663 [arXiv:0911.3743 [astro-ph.HE]].

- [3] A. A. Abdo et al. "Fermi Large Area Telescope Observations of the Crab Pulsar and Nebula," *Astrophys. J.* 708 (2010) 1254 [arXiv:0911.2412 [astro-ph.HE]].
- [4] M. Feroci et al., "Monitoring the hard X-ray sky with SuperAGILE," Accepted by *Astronomy & Astrophysics* arXiv:0910.4895 [astro-ph.IM].
- [5] I. Donnarumma et al., "Multiwavelength observations of 3C 454.3 II. The AGILE 2007 December campaign," *Astrophys. J.* 707 (2009) 1115 [arXiv:0910.4883 [astro-ph.CO]].
- [6] A. A. Abdo et al. "Fermi observations of high-energy gamma-ray emission from GRB 080825C," *Astrophys. J.* 707 (2009) 580 [arXiv:0910.4192 [astro-ph.HE]].
- [7] A. A. Abdo et al. "Fermi Observations of GRB 090902B: A Distinct Spectral Component in the *Astrophys. J.* 706 (2009) L138 [arXiv:0909.2470 [astro-ph.HE]].
- [8] A. Giuliani et al., "Agile Detection of Delayed Gamma-Ray Emission from the Short Gamma-Ray Burst GRB 090510," *Astrophys. J.* 708, (2009) L84 arXiv:0908.1908 [astro-ph.HE].
- [9] M. Marisaldi et al., "Observation of GRBs with AGILE," Proceeding prepared for ICRC 2009 arXiv:0906.1446 [astro-ph.HE].
- [10] D. L. Band et al., "Prospects for GRB Science with the Fermi Large Area Telescope," *Astrophys. J.* 701 (2009) 1673 [arXiv:0906.0991 [astro-ph.HE]].
- [11] A. A. Abdo et al. "Measurement of the Cosmic Ray e^+ plus e^- spectrum from 20 GeV to 1 TeV with the Fermi Large Area Telescope," *Phys. Rev. Lett.* 102 (2009) 181101 [arXiv:0905.0025 [astro-ph.HE]].
- [12] M. Tavani et al., "Detection of Gamma-ray Emission from the Eta-Carinae Region," *Astrophys. J.* 698 (2009) L142 [arXiv:0904.2736 [astro-ph.HE]].
- [13] A. A. Abdo et al. "The On-orbit Calibrations for the Fermi Large Area Telescope," *Astropart. Phys.* 32 (2009) 193 [arXiv:0904.2226 [astro-ph.IM]].
- [14] A. A. Abdo et al. "Fermi Observations of High-Energy Gamma-Ray Emission from GRB 080916C," *Science* 323 (2009) 1688.
- [15] C. Pittori et al., "First AGILE Catalog of High Confidence Gamma-Ray Sources," *Astronomy & Astrophysics*, 506, (2009) 1563 arXiv:0902.2959 [astro-ph.HE].
- [16] W. B. Atwood et al. "The Large Area Telescope on the Fermi Gamma-ray Space Telescope Mission," *Astrophys. J.* 697 (2009) 1071 [arXiv:0902.1089 [astro-ph.IM]].
- [17] A. A. Abdo et al. "Fermi LAT Observations of the Vela Pulsar," *Astrophys. J.* 696, (2009) 1084 arXiv:0812.2960 [astro-ph].
- [18] G. Barbiellini et al., "The AGILE silicon tracker," Proceeding prepared for 5th Workshop on Science with the New Generation High Energy Gamma-ray Experiments (SciNe-GHE07): The Light of the Dark: Solving the Mysteries of the Universe, Frascati, Rome, Italy, 18-20 Jun 2007
- [19] A. A. Abdo et al., "Testing Einstein's special relativity with Fermi's short hard gamma-ray burst GRB090510," *Nature*, 462, (2009) 331 [arXiv:0908.1832 [astro-ph.HE]].
- [20] Moretti E, et al. "Upper limits on GRB prompt emission by the AGILE Gamma-ray Imaging Detector", Proceeding prepared for The Shocking Universe Venice, Italy, 14-18 Sep 2009
- [21] Moretti E, et al. "The Fermi LAT observations of the Gamma Ray Bursts", Proceeding prepared for 7th Workshop on Science with the New Generation High Energy Gamma-ray Experiments (SciNe-GHE09): Gamma Ray Physics in the LHC Era, Assisi, Italy, 7-9 Oct 2009
- [22] Moretti E, et al. "AGILE GRBs: detections and upper limits", Proceeding prepared for 7th AGILE Workshop The Bright Gamma-Ray Sky, Frascati, Rome, Italy, 29 Sep - 1 Oct 2009

Presentazione del candidato **Andrea Rossi**

(supervisore: dott. Enrico Fragiacomò)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio, comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

Durante il triennio il dottorando Andrea Rossi ha svolto la sua attività di ricerca nell'ambito dell'esperimento di fisica degli ioni pesanti ultra-relativistici ALICE presso il Large Hadron Collider del CERN di Ginevra. Il candidato si è inserito perfettamente nella collaborazione internazionale, prendendo parte alle riunioni periodiche al CERN e conducendo lavori originali di concerto con il gruppo offline di ALICE. Ha partecipato inoltre alle prese dati con raggi cosmici.

Il lavoro di Andrea Rossi ha riguardato la ricostruzione del decadimento di mesoni D^0 nel canale $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ in collisioni protone-protone, riferimento essenziale per le collisioni tra nuclei pesanti. Il dottorando si è interessato alle procedure necessarie per ricostruire i vertici secondari di decadimento e si è dedicato in particolare all'applicazione di un metodo per stimare la frazione di D^0 primari prodotti nel vertice di interazione primario tra i protoni dei fasci, distinguendoli da quelli secondari provenienti dal decadimento di mesoni B .

Parte cospicua e originale del lavoro di Andrea Rossi, peraltro funzionale ad altri programmi di fisica dell'esperimento ALICE, ha riguardato l'allineamento software del rivelatore di vertice ITS (Inner Tracking System). L'ITS è formato da 2198 moduli di rivelatori al silicio, di tre differenti tecnologie, disposti su sei strati, ed è essenziale per la ricostruzione dei mesoni D^0 . Il posizionamento all'interno dell'apparato dei 2198 moduli avviene con una precisione finita e ciò causa un deterioramento delle prestazioni del rivelatore, in particolare della risoluzione spaziale sulle tracce ricostruite. È perciò essenziale disporre di una strategia e di metodi di allineamento che permettano di ricavare a posteriori la reale posizione nello spazio dei moduli dei rivelatori. Il candidato si è inserito nel progetto sull'allineamento dell'ITS sin dal suo inizio nel febbraio 2007. Il lavoro di Andrea Rossi è iniziato con la stima delle conseguenze che un posizionamento dei moduli dell'apparato diverso da quello nominale può avere sulle prestazioni degli algoritmi di ricostruzione delle tracce (efficienze e risoluzioni spaziali). Si è successivamente interessato agli algoritmi e alle procedure necessarie per allineare i moduli ed ha in particolare contribuito in modo determinante alla realizzazione di uno dei due algoritmi utilizzati. Dopo il lavoro su dati simulati svolto nel primo anno, ha testato il metodo su dati ottenuti da eventi da raggi cosmici rivelati dall'esperimento ALICE a partire da febbraio 2008, partecipando attivamente alla presa dati stessa.

In conclusione, al termine del triennio, il candidato ha perfettamente portato a termine il lavoro che gli era stato proposto, acquistando un bagaglio di conoscenze rimarchevole.

Il candidato è coautore di due articoli già pubblicati e di un terzo pronto per la sottomissione, oltre a cinque tra report e note interne alla collaborazione, pubblicate o in fase di pubblicazione:

Pubblicazioni con referee

- *First proton-proton collisions at the LHC as observed with the ALICE detector: measurement of the charged particle pseudorapidity density at $\sqrt{s} = 900$ GeV*, ALICE Collaboration, arXiv:0911.5430 [hep-ex], 2009

- *The ALICE experiment at the CERN LHC*, ALICE Collaboration, (K. Aamodt et al.), Journal of instrumentation 3:S08002, 2008

in fase di sottomissione a JINST:

- Alignment of the ALICE Inner Tracking System with cosmic-ray tracks

Altre pubblicazioni

- *Alignment of the ALICE Inner Tracking System with cosmic-ray tracks*, C. Bombonati *et al.*, ALICE Internal Note, ALICE-INT-2009-035, 2009.

- *Preparation for alignment of the ALICE Inner Tracking System*, A. Dainese, M. Lunardon, S. Moretto, A. Rossi, LNL- ANNUAL REPORT. ISSN: 1828-8545, 2007

- *ALICE electromagnetic calorimeter technical design report*, ALICE Collaboration, CERN-LHCC-2008-014, CERN-ALICE-TDR-014, 2008

In fase di pubblicazione (ALICE Internal Note):

- *Validation of the survey measurement for the alignment of the Silicon Strip Detector using cosmic-ray tracks*, A. Dainese, A. Rossi, M. Van Leeuwen and N. Vermeer, ALICE Internal Note

- *Charm production Analysis software using the ALICE Environment on the GRID*, R. Bala, A. Dainese, A. Rossi, ALICE Internal Note, ALICE-INT-97-24, 2009.

Presentazione del candidato Alberto Simoncig.

(supervisore: Prof. Fulvio Parmigiani)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio, comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

Lo scopo della tesi di Alberto Simoncig riguarda lo studio della generazione di armoniche di ordine elevato (HHG: high-order-harmonic generation) mediante processi di interazione non-perturbativa tra un impulso di luce IR (800 nm) ultracorto (~ 50 fs) e ultraintenso (~ 2 mJ) e un gas inerte (Ne, Ar e Xe).

Questi processi ottici altamente non-lineari sono oggi utilizzati per realizzare sorgenti di radiazioni X-molli o EUV caratterizzate da impulsi la cui struttura temporale varia da alcune decine di fs ad alcune centinaia di as. Per questo motivo la ricerca in questo settore è molto focalizzata a generare impulsi di luce a lunghezze d'onda sempre più corte e sempre più intensi, trascurando invece lo studio della fisica dei processi HHG per sé, in particolare, per quanto riguarda il modello quantistico che descrive l'interazione non-perturbativa tra radiazione e materia.

Per questo motivo il lavoro di ricerca descritto nella tesi di Alberto Simoncig ha richiesto la costruzione e la messa a punto di strumenti e sistemi ottici ad hoc utilizzati quindi per condurre esperimenti nuovi ed estremamente sofisticati. Questa attività, unitamente allo sviluppo originale dei modelli teorici esistenti, necessario per poterne interpretare i dati sperimentali, hanno prodotto a mio avviso una ricerca completa e importate. I risultati raggiunti si possono riassumere nei seguenti punti:

i- definizione dei regimi di interazione radiazione-materia in funzione del parametro di Keldysh, i.e. regime non-perturbativo, regime ibrido e regime multi-fotonico (A. Simoncig et al. . Appl. Phys. Lett. **95**, 041107 (2009)). Il candidato ha intelligentemente saputo definire in modo chiaro i processi fisici in questi tre regimi, oltre che dimostrare l'esistenza del regime ibrido;

ii- ruolo ed effetti dei meccanismi di diffusione della funzione d'onda dell'elettrone in un capo elettromagnetico non-perturbativo sull'efficienza dei processi HHG (A. Simoncig et al. . sottomesso a Appl. Phys. Lett.);

iii- relazione tra i meccanismi di diffusione della funzione d'onda elettronica e le condizioni di "phase matching" (A. Simoncig et al. . in preparazione);

iv- manipolazione dello stato di polarizzazione degli impulsi HHG al fine di ottenere una sorgente HHG a polarizzazione variabile (lineare e ellittica) per esperimenti di dicroismo magnetico circolare risolti in tempo (in collaborazione con X-Rays Optics (CXRO) del Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL) (A. Simoncig et al., in preparazione).

I risultati ottenuti da Alberto Simoncig sono molto soddisfacenti, e frutto di uno studio sperimentale e teorico, oggi abbastanza raro; anche se il numero delle pubblicazioni è per ora limitato, il materiale frutto della sua ricerca sarà oggetto di lavori di rilevante valore nel settore.

A supporto di questo giudizio, si osserva che al candidato sono già state prospettate due possibilità per svolgere la sua attività di post-dottorato. Una a ALS- LBNL (Berkeley) per la quale ha già fatto un colloquio e una presso il Center for XFEL (CFEL) di MPI Amburgo, nel gruppo del Prof. Adrian Cavalieri, per la quale svolgerà il colloquio il prossimo gennaio, 2010. Altri laboratori hanno richiesto informazioni sul lavoro e i risultati ottenuti da Alberto Simoncig (Dip. di Fisica Univ. di Groningen (NL), MPI Fritz-Haber di Berlino).

Il lavoro del candidato è stato anche presentato a due scuole estive, Zuoz (Svizzera) 2007 "Correlated Electron Materials" e Cargese (Corsica) 2008 "Basics on Quantum control" e a un workshop internazionale "Emerging Sources" a Lund (Svezia) 2007.

Infine, il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio e comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

Il giudizio sul candidato è molto positivo e l'obiettivo del corso di dottorato di formare un giovane fisico capace e maturo e' stato pienamente raggiunto.

Lista delle pubblicazioni:

LAVORI GIA' PUBBLICATI:

Damping of the tunneling mechanism in high-order harmonic generation processes induced by femtosecond visible laser pulses; A. Simoncig, A. Caretta, B. Ressel, L. Poletto, and F. Parmigiani, Appl. Phys. Lett. 95, 041107 (2009) (3 pages)
also selected for Virtual Journal of Ultrafast Science and Elettra Highlight 2009

LAVORI SOTTOMESSI:

Proofing the Lewenstein's conjecture on the efficiency of the high-order harmonic generation processes; A. Simoncig, B. Ressel and F. Parmigiani, submitted to Appl. Phys. Lett.

LAVORI IN PREPARAZIONE:

Analysis of the phase-matching condition in high-order harmonic generation processes induced by visible laser pulses (TITOLO PROVVISORIO), A. Simoncig, B. Ressel and F. Parmigiani

Presentazione del candidato EMANUELE SPITONI

(supervisore: prof.ssa Francesca Matteucci)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio, comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze.

Nel triennio del corso di Dottorato, il candidato dott. Emanuele Spitoni ha svolto attività di studio seguendo corsi e scuole su argomenti di astrofisica e cosmologia, e svolgendo attività di ricerca nel campo della evoluzione delle galassie.

Il candidato ha dedicato una considerevole parte del primo anno allo studio ed ha seguito con profitto i corsi previsti per il XXII ciclo. Ha partecipato alle seguenti scuole: Summer school "The Milky Way Galaxy: Dynamics, Evolution, Matter cycle" in Heidelberg dal 5 Agosto al 5 Settembre 2007, Summer school "Fiat lux - Formation and evolution of cosmic structures" in Novigrad 10-21 Settembre 2007, e alle seguenti conferenze, dove ha sempre presentato il suo lavoro oralmente:

Conference "The cosmic odyssey of the elements" in Aegina(Grecia) dal 23 Giugno al 27 Giugno 2008, con presentazione orale, Conference "The Milky Way and the Local Group - Now and in the Gaia Era" dal 31 Agosto al 4 Settembre 2009, Meeting "Euro VO, Astronomical Infrastructure for DATA Access" dal 30 Novembre al 1 Dicembre 2009.

La sua attività di ricerca si è concentrata sullo studio delle cosiddette fontane galattiche e sull'effetto di tali fontane nella evoluzione chimica del disco della nostra Galassia. Le fontane galattiche sono create dalle esplosioni multiple di supernovae di tipo II (stelle massive) che espellono il gas arricchito in elementi chimici al di fuori del disco. Tale gas ricade poi sul disco stesso a causa dell'attrazione gravitazionale, creando appunto un effetto "fontana". Tali fontane ricche di metalli creati dalle supernovae ricadendo sul disco potrebbero cambiare l'evoluzione chimica del disco stesso. Questo è stato lo scopo principale della tesi di Spitoni: verificare gli effetti delle fontane sull'evoluzione del disco. Il primo risultato ottenuto da Spitoni è che il gas della fontana ricade sempre molto vicini al punto in cui la fontana si è creata. Questo implica che le fontane galattiche influenzano soltanto l'evoluzione dell'area dove si creano e non ad esempio i gradienti di abbondanza nel disco. Questo risultato importante di Spitoni, ottenuto per mezzo di una semplice ma efficace trattazione balistica,

è stato poi confermato da modelli idrodinamici più complessi. L'effetto delle fontane sull'evoluzione chimica è stato poi semplicemente trattato come un ritardo nell'arricchimento chimico nella stessa zona dove avvengono le fontane. I ritardi considerati e derivanti dai conti balistici sono dell'ordine di poche centinaia di milioni di anni e non influenzano sostanzialmente l'evoluzione chimica. Questo risultato è importante poiché prova che l'ipotesi di mescolamento istantaneo sempre adottata nei modelli chimici è una buona approssimazione. Spitoni ha anche considerato un altro tipo di ritardo nell'arricchimento chimico, quello dovuto al raffreddamento del gas ed in questo caso si trovano differenze solo se i tempi di ritardo sono lunghi e l'arricchimento chimico da parte delle stelle è fortemente dipendente dalla metallicità stellare.

Il candidato ha svolto con estremo impegno il proprio lavoro di ricerca nel triennio, mostrando grande iniziativa scientifica ed allargando notevolmente i suoi orizzonti culturali. In particolare, il candidato oltre a risolvere problemi in maniera analitica, cosa in cui eccelle, ha anche imparato ad usare un modello numerico dettagliato di evoluzione chimica. Due lavori, tratti dal suo lavoro di tesi, sono già apparsi su riviste internazionali con "referee" insieme ad altri due dove Spitoni non è primo autore ma ha contribuito sostanzialmente.

Lista delle pubblicazioni:

- "Galactic fountains and their connection with high and intermediate velocity clouds"; (Spitoni, E., Recchi, S., Matteucci, F., 2008. A&A, 484, 743)
- "The effect of differential galactic winds on the chemical evolution of galaxies"; (Recchi, S., Spitoni, E., Matteucci, F., Lanfranchi, G. A., 2008. A&A, 489, 555)

- “The effect of different type Ia supernova progenitors on Galactic chemical evolution”, (Matteucci, F., Spitoni, E., Recchi, S., Valiante, R., 2009, A&A, 501, 531)
- “Effects of Galactic Fountains and delayed mixing in the chemical evolution of the Milky Way”; (Spitoni., E., Matteucci, F., Recchi, S., Cescutti, G., Pipino, A., 2009, A&A, 504, 87)
- “The origin of the Mass-Metallicity relation: an analytical approach“; (Spitoni., E., Calura, F., Matteucci, F., Recchi,S., Accepted by A&A, arXiv: 1001.4374)

Presentazione del candidato Stefano Takekawa

(supervisore: prof. Franco Bradamante; correlatore: prof. Daniele Panzieri)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva di corsi di dottorato e partecipazione a scuole e conferenze sia nazionali sia internazionali.

Il candidato ha svolto il proprio lavoro nell'ambito dell'esperimento COMPASS al CERN. COMPASS è un esperimento che ha, tra i suoi obiettivi di ricerca, lo studio della struttura di spin del nucleone. Attualmente, a COMPASS, l'accesso alle funzioni di distribuzione partoniche (PDF) del nucleone è consentito dallo studio di processi di diffusione profondamente anelastica inclusivi (DIS) e semi-inclusivi (SIDIS). Un modo alternativo di sondare il nucleone ed estrarre le funzioni di distribuzione partoniche, in particolare quelle dipendenti dal momento intrinseco trasverso dei partoni (TMD PDF), come le funzioni di trasversità, di Sivers e di Boer-Mulders, sfrutta lo studio di processi di Drell-Yan (DY), polarizzati e non. Le informazioni raccolte in una misura di tipo Drell-Yan permettono di verificare importanti predizioni di QCD e forniscono dati complementari a quelli ottenuti tramite processi SIDIS.

Il lavoro del candidato si è incentrato sulla formulazione di una proposta di misura di processi di Drell-Yan con lo spettrometro COMPASS. Il candidato ha fornito un contributo importante allo studio di fattibilità di questa misura, che ha comportato sia l'uso di modelli teorici per la stima degli effetti da misurare, sia complesse simulazioni di Monte Carlo per la valutazione della risposta dell'apparato, sia l'esecuzione di diversi test con fascio di pioni e lo spettrometro COMPASS in diverse configurazioni. In particolare, sono stati effettuati tre test di presa dati DY, alla fine dei run degli anni 2007, 2008 e 2009. Il candidato ha già analizzato i dati raccolti nei run 2007 e 2008, mentre è in corso l'analisi dei dati del 2009, raccolti negli ultimi giorni del run, a novembre. In parallelo, Takekawa ha svolto simulazioni Monte Carlo, utilizzando gli strumenti standard di simulazione e analisi dati della collaborazione COMPASS, e ha studiato il comportamento e la risposta dello spettrometro nelle condizioni di un run di tipo Drell-Yan. Questo lavoro ha permesso di definire le modifiche allo spettrometro che saranno necessarie per effettuare una misura di questo tipo. Inoltre è stato fatto uno studio dell'accettanza dello spettrometro per eventi DY, e tale studio ha spinto il candidato a suggerire opportune modifiche all'apparato.

Gli studi effettuati hanno dato al candidato una buona comprensione del processo fisico, e per il test del 2009, nel quale lo spettrometro COMPASS è stato modificato, portandolo il più possibile a una configurazione simile a quella voluta per la misura Drell-Yan, gli hanno permesso di suggerire un efficace completamento del sistema di trigger che si è tradotto in un aumento della statistica utile raccolta. Analisi preliminari confermano questo importante risultato.

Si può concludere che il candidato, durante i tre anni di lavoro, ha acquisito una buona esperienza e un solido bagaglio fisico, che spazia dall'analisi dei dati ai processi di simulazione, e dalla conoscenza dei rivelatori dello spettrometro COMPASS agli argomenti di fisica studiati in questo esperimento. Il lavoro da lui fatto è di grande utilità nella scrittura della proposta di esperimento, che verrà presentata ai comitati del CERN nel primo trimestre del 2010. Il candidato infine ha già ottenuto un assegno di ricerca che gli permetterà di continuare a contribuire a questo lavoro.

Il candidato ha presentato la proposta di misura Drell-Yan a COMPASS in una conferenza internazionale ed è coautore di nove lavori pubblicati su riviste internazionali.

Lista delle pubblicazioni:

- COMPASS Collaboration, Measurement of the Longitudinal Spin Transfer to Lambda and Anti-Lambda Hyperons in Polarised Muon DIS, *Eur. Phys. J. C* 64 171-179 (2009)
- COMPASS Collaboration, Flavour Separation of Helicity Distributions from Deep Inelastic Muon-Deuteron Scattering, *Phys. Lett. B* 680, 217-224 (2009)
- COMPASS Collaboration, Gluon polarisation in the nucleon and longitudinal double spin asymmetries from open charm muoproduction, *Phys. Lett. B* 676, 31-38 (2009)
- P. Abbon et al., Read-out electronics for fast photon detection with COMPASS RICH-1, *Nucl. Instrum. Meth. A* 587, 371-387 (2008)
- P. Abbon et al., Pattern recognition and PID for COMPASS RICH-1, *Nucl. Instr. Meth. A* 595, 233-236 (2008)
- P. Abbon et al., The COMPASS RICH-1 fast photon detection system, *Nucl. Instr. Meth. A* 595, 23-26 (2008)
- P. Abbon et al., On-line mirror alignment monitoring method for COMPASS RICH-1, *Nucl. Instr. Meth. A* 595, 194-196 (2008)
- P. Abbon et al., The characterisation of the multianode photomultiplier tubes for the RICH-1 upgrade project at COMPASS, *Nucl. Instr. Meth. A* 595, 177-179 (2008)
- P. Abbon et al., The Fast read-out system for the MAPMTs of COMPASS RICH-1, *Nucl. Instr. Meth. A* 595, 204-207 (2008)

Presentazione del candidato Edoardo Tescari

(supervisor: Dr. Matteo Viel, Prof. Stefano Borgani)

Il candidato ha positivamente portato a compimento l'attività formativa approvata dal Collegio comprensiva dei corsi di dottorato e della partecipazione a scuole e conferenze.

L'argomento della Tesi di Dottorato ha riguardato una dettagliata analisi delle proprietà chimiche e fisiche del mezzo intergalattico (IGM) utilizzando simulazioni idrodinamiche di formazione di strutture cosmiche ad alta risoluzione e di grandi volumi cosmologici con un successivo confronto con dati osservativi. Nel corso del lavoro di Tesi il candidato ha affrontato in modo sistematico i seguenti aspetti: ha imparato ad usare il codice idrodinamico di formazione delle strutture cosmiche (Gadget-II) su diverse piattaforme e super-computer paralleli installando le varie librerie e analizzando le simulazioni idrodinamiche; ha sviluppato codici di analisi di simulazioni che individuano gli aloni di materia oscura e caratterizzano le proprietà fisiche e chimiche (temperatura, densità, metallicità) dell'IGM attorno ad essi; ha investigato la relazione che sussiste tra IGM e galassie con particolare enfasi sui sistemi di assorbimento osservati nei quasars (QSOs) e sulla loro evoluzione cosmica; ha confrontato i risultati numerici ottenuti con i dati presenti in letteratura (spettri di QSOs ad alta e bassa risoluzione).

In un primo lavoro pubblicato il candidato ha analizzato le proprietà del mezzo IGM attorno ad aloni che contengono una significativa quantità di idrogeno neutro, il quale, dà luogo nei sistemi di assorbimento dei QSOs a sistemi cosiddetti "Damped". Il Dr. Tescari ha modificato il codice idrodinamico sviluppando diverse implementazioni di "feedback" galattico nella forma di venti e studiandone l'impatto sulla temperatura e sulla chimica dell'IGM (sia ioni metallici che idrogeno neutro) e quindi sulle proprietà osservate dei sistemi Damped. Il principale risultato ha riguardato le statistiche di righe osservate in Lyman-alpha che sono poco sensibili al modello di feedback utilizzato, il quale invece influenza in modo sostanziale le righe metalliche di ioni come il SiII, CIV e OVI. In tale lavoro si è proceduto ad un confronto sistematico con i dati a bassa risoluzione osservati dalla SDSS (Sloan Digital Sky Survey). E' stato inoltre individuato un modello di feedback (venti basati sulla conservazione del momento) che riproduce meglio di altri usati in precedenza (venti basati sulla conservazione dell'energia cinetica) i dati osservati. Questo lavoro utilizza una versione modificata del codice Gadget-2 che segue per la prima volta in modo autoconsistente la metallicità dell'IGM a partire da modelli chimici che seguono i tassi di produzione dei metalli da parte delle stelle (Tornatore et al. 2007, MNRAS, 382, 1050). In un secondo lavoro, in fase di preparazione, il candidato si focalizza sulle proprietà dello ione CIV, il tracciante principale dell'IGM a bassa e media densità, utilizzando nuove simulazioni che egli stesso ha sviluppato e prodotto presso il CINECA, che comprendono anche il feedback da buchi neri supermassivi.

Il candidato ha dimostrato ottima padronanza nello sviluppo di software di analisi di simulazioni e nello studio e confronto sistematico tra le simulazioni stesse ed i molti dati presenti in letteratura. Inoltre egli ha anche potuto imparare a modificare in modo sostanziale parti del codice idrodinamico che riguardano l'implementazione degli schemi di feedback galattico.

Il candidato ha partecipato ad una scuola di calcolo parallelo al CINECA, una scuola di cosmologia e a tre conferenze internazionali sull'IGM presentando il suo contributo in forma di poster.

I risultati ottenuti sono stati presentati nelle seguenti pubblicazioni:

- "Damped Lyman-alpha systems in high-resolution hydrodynamical simulations" Tescari, Viel, Tornatore, Borgani pubblicata su Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 397, 6, pp. 411-430.
- in preparazione: Tescari et al. "Properties of CIV in hydrodynamical simulations".