

Curriculum vitae

Rosa ALBA

FORMAZIONE

Laurea in Fisica indirizzo Nucleare presso l'Università degli Studi di Catania

Corso di Specializzazione in Fisica Sanitaria presso l'Università di Bologna

POSIZIONE ATTUALE

Dirigente di Ricerca presso Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - Laboratori Nazionali del Sud

ATTIVITA' di RICERCA

- ◆ Campo di ricerca: fisica nucleare sperimentale con fasci di ioni pesanti
- ◆ Interessi di ricerca: struttura nucleare, dinamica delle reazioni e astrofisica nucleare
- ◆ Principali argomenti studiati: transizione da processi quasi-elastici a processi dissipativi, produzione di fotoni di alta energia in reazioni dissipative e emissione di frammenti complessi a bassa (pochi MeV/nucleone) energia; emissione di pre-equilibrio, risonanza gigante di dipolo, limiti di stabilità dei nuclei ad alta temperatura, multiframmentazione nucleare e equazione di stato della materia nucleare alle energie intermedie (alcune decine di MeV/nucleone); big bang nucleosynthesis con fasci radioattivi
- ◆ Strumentazione sviluppata o caratterizzata: un filtro di molteplicità di NaI, un dispositivo anti-Compton per rivelatori al germanio di bassa efficienza, un array di 6 rivelatori al germanio di alta efficienza, un sistema di rivelazione ad alta efficienza e granularità per fotoni e particelle cariche leggere (MEDEA), un solenoide superconduttore con il suo rivelatore di piano focale (SOLE + MACISTE), un rivelatore per neutroni a termalizzazione ad alta efficienza (POLICUBE)
- ◆ Responsabilità scientifiche: spokesperson e responsabile nazionale di diversi esperimenti
- ◆ Contributo allo sviluppo di facilities presso i LNS: una facility per la produzione in-flight di un fascio secondario di ^8Li , una linea di fascio ottimizzata per studi sulla produzione di neutroni
- ◆ Collaborazioni: rivelatore FAZIA, studio delle proprietà di cristalli di $\text{LaBr}_3\text{:Ce}$, emissione di dipolo dinamico, misure di rese neutroniche da targhetta spessa nell'ambito del progetto strategico INFN-E (ADS)

COMPETENZE

Esperienza in sistemi di rivelazione, logica dei sistemi di trigger, analisi dei dati

Esperto qualificato per la radioprotezione

Curriculum Vitae et Studiorum

Salvatore Tudisco

(redatto ai sensi degli Art. 46 e 47 del D.P.R. 28.12.2000, n. 445)

1. Dati personali

2. Cicli di studio e titoli Accademici

- **Diploma di Maturità Tecnica**, indirizzo Elettronico-Informatico, conseguito presso l'istituto Archimede di Catania nel **Luglio 1989**
- **Laurea in Fisica**, indirizzo Applicativo orientamento Nucleare, conseguita presso l'Università degli Studi di Catania, il **12 Dicembre 1994** con voti 110/110 e lode e dissertazione titolata: "*Il multirivelatore TRASMA*" relatori: Prof. G.Pappalardo, Dr. G.Cardella.
- **Dottorato di Ricerca in Fisica**, titolo conseguito con lode, presso l'Università degli Studi di Catania, il **3 Marzo 2000**, con dissertazione titolata: "*Studio della radiazione gamma nelle collisioni tra ioni pesanti alle energie intermedie: emissione di pre-equilibrio ed equilibrio*" relatore: Prof. G.Pappalardo.
- **Culture della materia:** Fisica Sperimentale e Fisica Nucleare
- **Prof. Incaricato**, Università degli Studi di Catania dal **2004 al 2009** e dal **2012 a oggi**.

3. Corsi di specializzazione e stage post-laurea

- **VIII Seminario Nazionale di Fisica Nucleare e Subnucleare**; Otranto, Italy **Settembre 1995**
- **VI serie delle Giornate di Studio sui Rivelatori**; Torino, Italy, **Febbraio 1996**
- **4th Course: Exotic Nuclei**; Erice, Italy, **Maggio 1997**
- **X Seminario Nazionale di Fisica Nucleare e Subnucleare**; Otranto, Italy **Settembre 1997**
- **VIII serie delle Giornate di Studio sui Rivelatori**, Torino, Italy, **Febbraio 1998**
- **Euroschool on Exotic Beam**; Leuven, Belgium, **Settembre 1998**
- **IV corso specialistico di C++ e analisi e disegno nella programmazione a oggetti**; CNAF-INFN, Bologna, Italy, **Ottobre 1998**
- **European Summer School on Experimental Nuclear Astrophysics**; S.Tecla-Acireale, Italy, **Ottobre 2001**
- **II European Summer School on Experimental Nuclear Astrophysics**; S.Tecla-Acireale, Italy, **Ottobre 2003**

4. Borse di studio

- **Borsa INFN** (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) per laureandi, durata annuale, selezione nazionale per titoli; fruita nel periodo dal **29 aprile 1994 al 28 aprile 1995**.
- **Borsa INFN** per neolaureati, durata biennale, selezione nazionale per titoli e colloquio; fruita nel periodo dal **28 agosto 1995 al 31 ottobre 1996**.
- **Borsa dell'Università degli studi di Catania** a copertura del Dottorato di Ricerca, XII ciclo, selezione nazionale per titoli e colloquio, fruita nel periodo che va dal **1 novembre 1996 al 31 ottobre 1999**.
- **Borsa post-dottorato del CSFNSM - Centro Siciliano di Fisica Nucleare e Struttura della Materia**, selezione nazionale per titoli e colloquio; fruita nel periodo che va dal **1 marzo 2000 al 28 febbraio 2001**

5. Contratti di Ricerca

- IMM-CNR, Catania Italy
- ENEA, Frascati, Roma

Inoltre dal 1996 svolge attività di ricerca in collaborazione con l'industria, in particolare con la **ST-Microelectronics**, azienda multinazionale leader nel campo della produzione di microelettronici a semiconduttori. Grazie a questa collaborazione sono stati ideati e realizzati nuovi dispositivi per la rivelazione di radiazione.

8. Comitati e Arbitraggi

- E' stato membro della:
 - Società Italiana di Fisica (SIF)
 - International Society for optical Engineering (SPIE)
- Ha fatto parte di diversi comitati e gruppi di studio internazionali, oltre a comitati organizzatori di Scuole, Workshop e Conferenze internazionali.
- Ha svolto e svolge attività di **referee** per conto:
 - Di **riviste scientifiche internazionali** tra cui: Nuclear Instruments and Methods, Review of Scientific Instruments, Applied Physics A, Journal of Photochemistry and Photobiology, etc.
 - Del CNCSIS - Romanian National University Research Council.
 - Dell'ERC- European Research Council; nell'ambito del VII programma quadro, Synergy.
 - Del MIUR.

9. Responsabilità Scientifiche

- Dal 2003 al 2009 su incarico della direzione LNS è stato coordinatore del Laboratorio di Radio-Biologia e Biofisica dei Laboratori Nazionali del Sud.
- Dal 2009 al 2012 su incarico della direzione LNS è stato Team-Manager del gruppo di gestione dello spettrometro **MAGNEX**. Durante questo periodo è stato portato a finalizzato l'intero progetto in particolare con la realizzazione della sliding-seal e dei servizi necessari al funzionamento del set-up sperimentale. Inoltre è stato ingegnerizzato l'apparato di misura che oggi è una delle Facility disponibili ai LNS.
- Dal 2013 cura un laboratorio Laser, all'interno dei LNS, per sperimentazione in Fisica Nucleare e applicazioni, il Laboratorio LENS - Lasers Equipment for Nuclear Science.
- Dal 2016 su incarico della direzione LNS è referente locale per il Trasferimento Tecnologico dell'INFN.

E' stato responsabile delle seguenti linee di ricerca approvate e finanziate dell'INFN:

- Nel biennio 2002-2003 è stato **responsabile locale della linea di ricerca "DELOS-DElayed Luminiscence for Optical "Screening"** approvata e finanziata dalla V commissione scientifica Nazionale dell'INFN.
- Nel triennio 2004-2006 è stato **responsabile locale della linea di ricerca "SINPHOS-SINGle PHOton Spectrometer"** approvata e finanziata dalla V commissione scientifica Nazionale dell'INFN.
- Nel triennio 2007-2009 è stato **responsabile Nazionale della linea di ricerca "SINPHOS² -SINGle PHOton Sensor"** approvata e finanziata dalla V commissione scientifica Nazionale dell'INFN.
- Nel quadriennio 2010-2014 è stato **responsabile Nazionale della linea di ricerca "TRIS - Time Resolved Imaging Devices"** approvata e finanziata dalla V commissione scientifica Nazionale dell'INFN.
- Nel Biennio 2011-2012 è stato **responsabile Nazionale della linea di ricerca "NDT-Nanostructured Deuterated Target"** approvata e finanziata dalla V commissione scientifica Nazionale dell'INFN.

12. Attività Didattica

E' iniziata nel 1998 attraverso incarichi presso istituti d'istruzione secondaria superiore ed è proseguita, dal 2000, prevalentemente all'Università di Catania.

- Nell'ottobre 1998 è stato **docente di Matematica e Fisica** presso il liceo Scientifico Statale "Principe Umberto di Savoia" di Catania.
- Nel settembre 1999 è stato **docente di Matematica e Fisica** presso il liceo Ginnasio Statale M. Cutelli di Catania.
- Nel settembre 2000 è stato **docente di Matematica e Fisica** presso il liceo Scientifico Statale Principe Umberto di Savoia di Catania.

- Nell'anno accademico 2000-2001 è stato **membro delle commissioni d'esami** di Fisica sperimentale I dei corsi di laurea in Ingegneria Edile, Meccanica ed Elettronica della facoltà d'Ingegneria dell'Università di Catania.
- Nell'anno accademico 2001-2002 ha svolto **le esercitazioni in aula** e le attività tutoriali relative all'insegnamento di **Fisica Sperimentale I** per il corso di laurea in Ingegneria Edile presso la facoltà d'Ingegneria dell'Università di Catania, titolare del corso Prof. C. Spitaleri.
- Nell'anno accademico 2002-2003 ha svolto **le esercitazioni in aula** e le attività tutoriali relative all'insegnamento di **Fisica Sperimentale I** per il corso di laurea in Ingegneria Civile e Telecomunicazioni dell'Università di Catania, titolare del corso Prof. F. Musumeci. Nell'anno stesso è stato **docente** di un corso sulle "*Radiazioni ionizzanti e loro rivelazione*" nell'ambito delle attività didattiche del Dottorato di ricerca in Ingegneria Fisica della facoltà d'Ingegneria dell'Università di Catania.
- Nell'anno accademico 2003-2004 ha svolto **le esercitazioni in aula** e le attività tutoriali relative all'insegnamento di **Fisica Sperimentale I** per il corso di laurea in Ingegneria Civile dell'Università di Catania, titolare Prof. F. Musumeci. Nello stesso anno accademico è stato **docente** del corso di "*Tecniche sperimentali per la spettroscopia di singolo fotone*" nell'ambito delle attività didattiche del Dottorato di ricerca in Ingegneria Fisica della facoltà d'Ingegneria.
- Dal 2004 al 2009 è stato **Prof. Incaricato** dell'insegnamento di "**Fondamenti di Fisica sperimentale II**" per il corso di laurea in Ingegneria Civile dell'Università degli Studi di Catania.
- Nel 2009 è stato Invited Professor presso IFIN-HH dove, nell'ambito delle attività didattiche del dottorato di ricerca, ha tenuto un ciclo di lezioni: "*Experimental Nuclear Techniques of AstroPhysical Interest*".
- Nel 2009 è stato Invited Professor presso Università di Bucharest dove, nell'ambito delle attività didattiche del dottorato di ricerca, ha tenuto un ciclo di lezioni: "*Interdisciplinary Application of Experimental Nuclear Techniques*".
- Nel 2012 è stato **docente** del modulo d'insegnamento "*Energia da Nucleare: fissione e fusione*", nell'ambito del Master di secondo livello in "*Efficienza Energetica e Risorse Energetiche Alternative*" dell'Università degli Studi di Enna "Kore".
- Dal 2012 a oggi è **Prof. Incaricato** degli insegnamenti di "**Fisica sperimentale I e Fisica sperimentale II**" per il corso di laurea in Ingegneria Industriale dell'Università degli Studi di Catania.

E' stato relatore e correlatore di diverse tesi di laurea e dottorato della Facoltà di Scienze e della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Catania oltre che responsabile delle attività di ricerca all'interno dei LNS-INFN di diversi studenti del dottorato di ricerca in Fisica e Ingegneria Fisica.

13. Attività Scientifica

Le caratteristiche delle funzioni d'eccitazione misurate le differenziano notevolmente dalle fluttuazioni di Ericson, infatti si osservano su stati finali definiti, nel caso delle fluttuazioni osservate per i prodotti dissipativi l'integrazione è fatta su di uno spettro continuo, risultante dalla convoluzione di numerosi stati finali. L'osservazione delle fluttuazioni implica che tali stati siano popolati coerentemente. Infatti, la popolazione incoerente di N stati finali ridurrebbe di un fattore $1/N$ l'ampiezza delle stesse. E' evidente come la coerenza dei canali finali porti come conseguenza la non validità dell'ipotesi di Bohr d'indipendenza tra canale iniziale e finale della reazione. L'analisi statistica, dei dati sperimentali raccolti, permette l'estrazione delle larghezze di coerenza delle funzioni d'eccitazione. Nell'ambito della teoria di Ericson, queste larghezze sono legate, tramite la relazione d'indeterminazione, alle vite medie dei livelli nucleari eccitati. Da dati si osserva come tali larghezze di coerenza, e quindi le vite medie apparenti, dipendano fortemente dall'angolo di rivelazione. E' evidente perciò come questi tempi comunichino informazioni sia sulla vita media dei sistemi popolati, che sulla dinamica della reazione. La variazione delle vite medie osservate ai vari angoli è stata quindi tentativamente connessa alla velocità di rotazione del sistema dinucleare. Tale effetto può essere spiegato assumendo la coerenza dei momenti angolari intervenenti nella reazione che, come ben noto, permette di spiegare la focalizzazione delle distribuzioni angolari nelle reazioni dissipative, e più in particolare la popolazione dei livelli del sistema di nucleare intermedio formato nella collisione.

Studio degli effetti di "halo" sulla sezione d'urto di fusione ad energie attorno alla barriera coulombiana fluttuazioni dalle funzioni d'eccitazione dei processi dissipativi in collisioni tra ioni pesanti - Il recente studio di reazioni indotte da nuclei instabili ha reso manifeste alcune caratteristiche peculiari della loro struttura; tra queste l'*halo* di neutroni. La funzione d'onda di questi nuclei "esotici" è molto estesa e da origine a un raggio nucleare che è dal 10% + 30% più grande di quello riportato nelle sistematiche. Alcuni lavori teorici prevedono che la presenza dell'*halo* abbia effetti sulla sezione d'urto di fusione a energie prossime o al di sotto della barriera Coulombiana; in particolare ci si aspetta, per tali nuclei, una più consistente sezione d'urto di fusione a causa della più bassa barriera Coulombiana e a causa dall'accoppiamento con modi d'oscillazioni dipolari. Altri modelli predicono una riduzione a causa dell'elevata sezione d'urto di break-up dovuta ai nucleoni debolmente legati. Per sciogliere tale controversia è stata misurata la sezione d'urto di scattering elastico, di transfer e di fusione ad energie attorno alla barriera Coulombiana del sistema ${}^6\text{He}+{}^{64}\text{Zn}$ e per confronto anche quella del sistema ${}^4\text{He}+{}^{64}\text{Zn}$. La difficoltà più grande di tali esperimenti consiste soprattutto nella misura della sezione d'urto di fusione. Essendo infatti l'energia dei residui molto bassa (~ 1 MeV) la maggior parte di questi si arrestano nella targhetta mentre la frazione che emerge ha un'energia corrispondente all'elevato fondo β prodotto dal decadimento dello stesso ${}^6\text{He}$. Da qui la scelta del nucleo ${}^{64}\text{Zn}$ come bersaglio, dettata dal fatto che i residui di fusione prodotti sono per la maggior parte radioattivi, quindi dalla misura off-line dei prodotti del loro decadimento (come i raggi x e γ) si può estrarre la sezione d'urto di fusione. Tale tecnica è denominata come "di attivazione della targhetta". In questo modo quindi sono state misurate le distribuzioni angolari dello scattering elastico e attraverso una analisi basata sul modello ottico è stata estratta la sezione d'urto totale di reazione. Si è riscontrato che quella relativa al sistema ${}^6\text{He}+{}^{64}\text{Zn}$ risulta circa un fattore due più grande di quella del ${}^4\text{He}+{}^{64}\text{Zn}$ misurate entrambe alla stessa energia nel centro di massa. Inoltre si è osservato che una grossa parte della sezione d'urto totale di reazione è dovuta a processi diretti come transfer e breakup. La misura della funzione di eccitazione del processo di fusione ha evidenziato, nel range di energie esplorato, un grosso enhancement della sezione d'urto indotta dal ${}^6\text{He}$ rispetto a quella del nucleo di ${}^4\text{He}$. In particolare questo grosso aumento è dovuto solo a un particolare prodotto di reazione ${}^{65}\text{Zn}$, per cui si è dedotto che altri meccanismi di reazione quali il trasferimento $1n$ e $2n$ contribuiscano a tale sezione d'urto misurata per il nucleo ${}^{65}\text{Zn}$. La funzione d'eccitazione dove il contributo misurato della sezione d'urto per il nucleo ${}^{65}\text{Zn}$ è rimpiazzato con quello calcolato dal codice statistico CASCADE non evidenzia nessun aumento rispetto a quella indotta dall' ${}^4\text{He}$.

13.2 Gli studi di struttura nucleare

13.3 Le misure di sezioni d'urto nucleari d'interesse astrofisico

Misure indirette di sezioni d'urto - Nell'ultimo decennio l'astrofisica nucleare è divenuta una dei temi scientifici più studiati e dibattuti. In una qualsiasi reazione nucleare il numero di particelle rivelate per unità di tempo è proporzionale alla sezione d'urto. Nel caso di reazioni che coinvolgono particelle cariche a energie bassissime come quelle d'interesse astrofisico, la sezione d'urto è spesso inferiore al nanobarn per cui la limitazione principale di queste misure è rappresentata dal fondo. Un'alternativa alle misure dirette per estrarre tali informazioni altrimenti difficilmente accessibili è rappresentata dai metodi indiretti, tra i quali si colloca il Trojan Horse (TH). Su questa tematica è basata l'attività svolta all'interno della sigla ASFIN (ASTROFISICA Nucleare) approvata e finanziata a tutt'oggi dalla III commissione scientifica nazionale dell'INFN.

La validità del metodo è stata ampiamente dimostrata attraverso sia uno studio sistematico dell'influenza e delle caratteristiche del moto relativo all'interno del proiettile o bersaglio usati comunemente come nucleo cluster, sia attraverso un confronto tra le sezioni d'urto estratte col metodo TH e le ben note sezioni d'urto dirette nella parte di alta energia incidente. E' da rilevare inoltre come il metodo permetta di superare il problema tipico della barriera Colombiana delle reazioni dirette.

In particolare sono state studiate reazioni come la: ${}^6\text{Li}(p,a){}^3\text{He}$ la ${}^7\text{Li}(p,a){}^4\text{He}$ la ${}^9\text{Be}(p,a){}^6\text{Li}$ la ${}^{10}\text{B}(p,a){}^7\text{Be}$. L'abbondanza degli elementi leggeri Litio, Berillio e Boro, rappresenta uno dei temi astrofisici più dibattuti; è connesso ai differenti scenari della nucleosintesi primordiale e stellare. L'abbondanza del Berillio può essere un potente mezzo per discriminare tra omogeneità e in omogeneità nella nucleosintesi primordiale, la sua abbondanza nelle stelle giovani, insieme al litio e al boro può essere significativa per la comprensione dei processi strutturali. Sono state studiate e/o in fase di studio inoltre la ${}^{18}\text{O}(p,a){}^{15}\text{N}$ la ${}^{17}\text{O}(p,a){}^{14}\text{N}$ e la ${}^6\text{Li}(n,a){}^3\text{H}$ quest'ultima interessantissima perché utilizza per la prima volta, grazie al TH, un fascio di neutroni "virtuale", quello ottenuto dal break-up del deutone. Con tale risultato si spera di rafforzare maggiormente l'utilità del TH come mezzo d'indagine per lo studio di sezioni d'urto altrimenti inaccessibili.

In tutti i casi discussi, dopo la normalizzazione, l'andamento dell' $S(E)$ estratto per via indiretta è diverso da quello ottenuto dalle misure dirette nella regione che va da 0 + 100 KeV, dove l'effetto di screening elettronico non è più trascurabile per i dati diretti. Il Trojan Horse permette quindi l'estrazione del fattore astrofisico di nucleo nudo e quindi presenta l'ulteriore vantaggio di dare accesso a informazioni su quello che oggi è considerato un argomento di grandissima attualità, lo screening elettronico.

Misure dirette di sezioni d'urto - Sempre nell'ambito della linea di ricerca ASFIN, un altro tema affrontato è stato la misura diretta della sezione d'urto ${}^8\text{Li}(\alpha,n){}^{11}\text{B}$. La misura di tale sezione d'urto è di notevole interesse dal punto di vista astrofisico perché costituisce la reazione chiave della nucleosintesi inhomogenea. Una misura preliminare è stata ideata e realizzata ai LNS usando una particolare tecnica di produzione del nucleo di ${}^8\text{Li}$ radioattivo: un fascio di ${}^7\text{Li}$ a $E_{\text{lab}} = 24.6$ MeV con corrente di circa 100 pA è stato fatto incidere su di un target solido di deuterio dove attraverso la reazione $d({}^7\text{Li},p){}^8\text{Li}$ veniva prodotto il ${}^8\text{Li}$. Entrambi i nuclei, il proiettile ${}^7\text{Li}$ e il ${}^8\text{Li}$ lasciavano il target con uno stato di carica medio 3^+ . Il ${}^8\text{Li}$ è stato quindi separato attraverso un ulteriore filtraggio in momento da un magnete a 66° in combinazione con un doppietto di quadrupoli e focalizzato sulla cella contenente il target gassoso di ${}^4\text{He}$ (l'intensità media raggiunta di ${}^8\text{Li}$ sul target era di circa 10^3 particelle al secondo). In queste condizioni la reazione ${}^8\text{Li}(a,n){}^{11}\text{B}$ è stata studiata attraverso l'identificazione e misura del neutrone. La sezione d'urto misurata di 500 ± 170 (statistico) ± 70 (sistematico) mb a un'energia media nel centro di massa di 1.25 MeV è consistente, all'interno degli errori, con i risultati di precedenti lavori riportati in letteratura. In seguito la misura è stata ripetuta, alla stessa energia e a un valore più basso, utilizzando il primo fascio (${}^8\text{Li}$) della nuova facility per la produzione di fasci radioattivi EXCYTE disponibile ai LNS. In questo nuovo run, oltre alle migliori condizioni per quanto riguarda il fascio incidente è stato ottimizzato il set-up sperimentale nella parte del tagging del fascio stesso. Le grandi sezioni d'urto misurate confermano sia i dati precedenti sia i risultati di lavori riportati in letteratura.

13.3.1 Misure dirette di sezioni d'urto in plasma (*)

livello internazionale, gli esperimenti che tentano di misurare la vita media di questo decadimento (GERDA, KamLAND-Zen, EXO, CUORE, Majorana e SuperNEMO). La sua osservazione permetterebbe di determinare se il neutrino è una particella di Dirac o Majorana oltre a dare una stima della sua massa media. L'estrazione della massa richiede comunque la conoscenza degli elementi di matrice nucleari, $M^{(0\nu\beta\beta)}$, che appaiono nell'espressione dell'inverso della vita media.

$$|T_{1/2}|^{-1} = G^{(0\nu)} |M^{(0\nu\beta\beta)}|^2 |f(m_i, U_{ei})|^2$$

Ogni esperimento quindi che cerchi di trarre informazioni sugli elementi di matrice è di notevole importanza. Il progetto NUMEN dei LNS-INFN, di cui lo scrivente è uno dei proponenti, mira a trarre informazioni sugli elementi di matrice nucleare attraverso lo studio delle reazioni di "Doppio Scambio di Carica (DSC)" tra ioni pesanti. Questi ultimi processi sono caratterizzati dal trasferimento di due unità della componente di isospin (due protoni che si trasformano in due neutroni o viceversa), lasciando inalterato il numero di massa. Nel boson exchange model dell'interazione nucleare questi meccanismi sono determinati dallo scambio di due mesoni isovettoriali come il π , ρ e δ . Nonostante l'interazione fondamentale del doppio scambio di carica sia differente da quella del doppio decadimento beta, vi è un certo numero di similarità che li accomuna.

Le reazioni DSC indotte da ioni pesanti possono essere studiate, con buona accuratezza e risoluzione, solo in pochissimi laboratori; tra questi i Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN. Ai LNS è infatti presente sia un acceleratore ciclotrone superconduttore (CS) K800 capace di produrre diversi fasci in un vasto range di energie, sia lo spettrometro magnetico a grande accettazione MAGNEX, capace di identificare con ottima risoluzione gli isotopi di reazione. MAGNEX è disegnato per investigare processi caratterizzati da sezioni d'urto molto basse; permette l'identificazione di ioni pesanti in: massa ($\sim 1/200$), angolo ($\sim 0.2^\circ$), energia ($\sim 1/1000$), il tutto ricoprendo un grande range in angolo solido (~ 50 msr) e in momento ($\sim 25\%$). MAGNEX inoltre garantisce la misura a 0° , che è la regione più importante da esplorare per questo tipo di ricerche. Il progetto prevede: nella prima fase una serie di esperimenti nelle attuali condizioni sperimentali; nella seconda fase è previsto l'up-grade dei rivelatori di piano focale dello spettrometro, la realizzazione di altri apparati di rivelazioni ancillari e l'up-grade del CS alle alte intensità.

Tra questi sviluppi è previsto l'up-grade del rivelatore di piano focale dello spettrometro che dovrà essere in grado di sostenere un incremento di due ordini di grandezza della corrente di fascio, oltre all'incremento previsto sulla presa dati degli esperimenti, necessario per assicurare una significatività statistica adeguata alle sezioni d'urto in gioco.

In questo quadro in Gr V si sta svolgendo un R&D (SiCILIA) sul Carburo di Silicio, materiale estremamente promettente dal punto di vista delle prestazioni in termini di radiation hardness, da cui ci si aspetta possano venire fuori le tecnologie utili alla realizzazione di rivelatori telescopici da utilizzare su MAGNEX e sulle altre attività tra cui NRLP dove l'alta resistenza al danno da radiazione e la insensibilità alla radiazione elettromagnetica nel visibile sono prerogative indispensabili.

13.5 Studio e sviluppo di nuova strumentazione

Sviluppo di sistemi di rivelazione per ioni pesanti a bassa soglia energetica d'identificazione - Lo studio di tematiche inerenti la Fisica dei fasci di ioni radioattivi così come lo studio dell'emissione gamma nelle reazioni di Fusione/Fissione sono state le motivazioni principali che hanno spinto verso lo sviluppo di nuovi dispositivi atti a discriminare in carica e con soglia energetica di rivelazione che sia la più bassa possibile, i frammenti pesanti emessi in una collisione nucleare.

In generale l'identificazione in carica è realizzata attraverso l'utilizzo di rivelatori telescopici a due stadi. Il limite maggiore di questa tecnica riguarda la soglia energetica d'identificazione determinata dallo spessore dello stadio ΔE . Spesso, quest'ultimo è realizzato utilizzando un rivelatore a gas dove lo spessore effettivo può essere semplicemente regolato attraverso il cambio di pressione.

La dove sono richiesti specifici limiti di compattezza e granularità, i rivelatori al silicio sono preferiti a quelli a gas. Sfortunatamente, commercialmente, sono disponibili rivelatori con spessori minimi fino a $5 \mu\text{m}$ (per ovvie ragioni tecnologiche) il che equivale a fissare dei limiti della soglia energetica di

debole dopo esser state illuminate. Tale luminescenza è dipendente dal tipo di cellule. Tuttavia esistono diversi problemi in più rispetto al caso delle cellule vegetali. Infatti, in questo caso, la DL si presenta con un'intensità notevolmente ridotta, rispetto a quella delle cellule vegetali e la dinamica di decadimento è notevolmente più rapida. Inoltre lo spettro di eccitazione della luminescenza ritardata è spostato verso le alte frequenze e si sovrappone in questo caso a quello dei materiali generalmente usati come contenitori. Il segnale acquisito è quindi fortemente influenzato non solo dal fondo strumentale ma anche dalla luminescenza ritardata del contenitore. Questo fa sì che vi siano in realtà poche misure riportate in letteratura e, in questi pochi casi, le evidenze sperimentali siano rese farraginose da complicati trattamenti dei dati che devono tener in conto i fenomeni di diffusione e di assorbimento per calcolare alla fine il contributo alla luminescenza riguardante le sole celle. Allo scopo di estendere le potenzialità di questo tipo di analisi anche alle cellule, a tessuti (biopsia ottica) è stata sviluppata una strumentazione, basata sull'utilizzo di tecniche e rivelatori utilizzati nell'ambito della fisica nucleare, capace di misurare i singoli fotoni da qualche microsecondo in poi e con un buon rapporto segnale rumore. Tali attività sono state finanziate all'interno della V commissione scientifica nazionale dell'INFN sotto le sigle DELOS - DElyed Luminescence for Optical Screening, e SINPHOS - SINGLE PHOTon Spectrometer. La prima ha portato alla realizzazione di un apparato di misura costituito: da un set di fotomoltiplicatori (selezionati per il conteggio di singolo fotone) su cui sono stati sviluppati dei partitori attivi gettabili in tempo per la reiezione del segnale di fluorescenza pronta (presente all'atto della foto eccitazione del campione); e da elettronica e sistemi di acquisizione dati utilizzati in ambito nucleare. Con la seconda sigla è stata finanziata un'attività per la realizzazione di uno spettrometro ottico miniaturizzato (basato su un prisma e micro lenti) per i conteggi di fotoni singoli. La micro componentistica ottica è stata realizzata attraverso la DLP (Deep Litografia with Particles) mentre i rivelatori di singolo fotone sono stati sviluppati e realizzati in collaborazione con la ST-Microelectronics. Tali rivelatori denominati SPADs - Single Photon Avalanche Diodes sono oggi alla base dei più comuni dispositivi denominati SiPM - Silicon Photomultipliers.

Fotorivelatori per studi di sezioni d'urto in plasma - Lo sviluppo dei rivelatori SPAD effettuato in collaborazione con la ST-Microelectronics ha generato nuove prospettive per la realizzazione di nuovi dispositivi e rivelatori. Tra questi gli array di SPAD sono stati i primi prototipi di SiPM testati e utilizzati nella lettura di scintillatori.

Il rivelatore di neutroni proposto per la sperimentazione a ELI-NP è stato ideato sui SiPM per le loro performance; bassa tensione di lavoro, insensibilità ai campi elettromagnetici, ottima risoluzione temporale etc., requisiti fondamentali per le misure in laboratori Laser di alta potenza, dove sono generati plasmi da interazioni Laser-Materia.

La possibilità di poter realizzare matrici con un gran numero di elementi unita all'ideazione di un innovativa tecnica d'indirizzamento ha portato lo sviluppo di un dispositivo capace di realizzare l'imaging risolto in tempo a singolo fotone. Tali dispositivi sono utilissimi per la caratterizzazione ottica del plasma generato nell'interazione laser-materia quindi per la sperimentazione a ELI-NP. Tali attività sono state finanziate dalla V commissione scientifica dell'INFN nelle sigle SINPHOS² e TRIS.

Rivelatori Telescopici $\Delta E-E$ in Carburo di Silicio^(**)** - Il SiC è uno dei materiali più interessanti per la realizzazione di rivelatori altamente resistenti al danno da radiazione soprattutto per le sue caratteristiche intrinseche di avere una band-gap e una energia di Displacement intermedia tra il Silicio e il Diamante. Queste caratteristiche lo rendono anche insensibile, come il Diamante, alla radiazione elettromagnetica nella dominanza di frequenze associate alla luce visibile. Un rivelatore in SiC è quindi utilissimo per lo studio e l'identificazione dei prodotti di reazione emessi all'interno di plasmi generati da Laser. I dispositivi in SiC hanno delle ottime performance anche in applicazioni relative alla rivelazione dei raggi X. La bassissima corrente di leakage associata alle giunzioni SiC fa sì che questi dispositivi accoppiati ad elettronica di basso rumore possono essere utilizzati per rivelare raggi X con energie dell'ordine delle decine di keV a temperatura ambiente, con ottime prestazioni anche in termini di timing (centinaia di ps).

Gli attuali limiti tecnologici nella realizzazione di rivelatori SiC sono associati prevalentemente: i) agli spessori di rivelazione (tipicamente non superiori agli 80 micron, ottenuti per crescita epitassiale); ii) alla presenza di un substrato di materiale inerte (dello spessore alcune centinaia di micron) di supporto

CURRICULUM VITÆ

LUCIANO PANDOLA

PERSONAL DETAILS

Citizenship: Italian

Email: pandola@lns.infn.it

ORCID ID: 0000-0003-2867-0121

Staff Researcher at INFN, Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy

Office phone number: +39 095 542291

LANGUAGE KNOWLEDGE

Italian	native
English	fluent

EDUCATION

09/1996–10/2001 Enrolled at Physics University in L'Aquila (Italy). Degree with full marks (110/110) cum laude obtained on October 31st, 2001.

Specialization: Particle Physics

Thesis: *Tecniche neurali di selezione degli eventi di neutrini solari nell'ambito dell'esperimento GNO presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso*

Supervisors: Prof. E. Bellotti and Prof. F. Cavanna

03/2002–02/2005 Ph. D. student at the University of L'Aquila and Gran Sasso National Laboratory. Thesis successfully defended on May 2005.

Thesis: *Measurement of the solar neutrino interaction rate on ^{71}Ga with the radio-chemical experiment GNO*

Supervisors: Prof. E. Bellotti and Prof. F. Cavanna.

POSITIONS

10/2000–02/2005 INFN affiliation as diploma and Ph. D. student at the INFN Gran Sasso National Laboratory, Italy.

03/2005 Activity within the Consorzio di Ricerca del Gran Sasso, Italy.

- 12/2011–09/2013 Elected LNGS representative in the INFN “Commissione Scientifica Nazionale 2” (CSN2). Member ex officio of the LNGS Laboratory Council (Consiglio di Laboratorio).
- 2012–2016 National (co)-coordinator of the project MC-INFN in the INFN “Commissione Scientifica Nazionale 5” (CSN5)
-

EXPERIMENT PARTICIPATION

Present:

- Since 2004 GERDA (GERmanium Detector Array) - neutrinoless double beta decay
- Since 2002 Geant4 - Monte Carlo simulation particle interaction with matter
- Since 2014 NUMEN - Measurements of nuclear matrix elements of interest for neutrinoless double beta decay
- Since 2016 Dark Side - WIMP dark matter search

Past:

- 2000-2005 GNO (Gallium Neutrino Observatory) - solar neutrinos
- 2002-2004 LENS R&D (Low-Energy Neutrino Spectroscopy) - solar neutrinos
- 2005 Double Chooz - reactor neutrinos (only letter of intent)
- 2005-2010 WArP (WIMP Argon Programme) - dark matter
-

SOFTWARE EXPERIENCE

Programming	FORTRAN, C/C++, bash (basic), Perl (basic), Pascal (basic)
Operating Systems	Linux, Unix, Windows
Monte Carlo simulation	Geant4, Geant3
Analysis tools	PAW, MS-Excel, AIDA, ROOT
Other software	L ^A T _E X, MS-Word, MS-PowerPoint, MS-Access, FORTRAN CERN Libraries, CLHEP, CVS, SVN, Git, Joomla!

PAPERS AND CONFERENCE PRESENTATIONS

Papers to refereed journals

1. L. Pandola et al., *Neural network pulse shape analysis for proportional counters events*, Nucl. Instr. Meth. A **522** (2004), 521
2. L. Pandola, *Search for time modulations in the Gallex/GNO solar neutrino data*, Astropart. Phys. **22** (2004) 219
3. C.M. Cattadori et al., *Observation of β decay of ^{115}In to the first excited level of ^{115}Sn* , Nucl. Phys. A **748** (2005) 333
4. P. Belli et al., *Response of low-noise miniaturized proportional counters in the keV region*, Nucl. Instr. Meth. A **541** (2005) 354
5. GNO Collaboration, M. Altmann et al., *Complete results for five years of GNO solar neutrino observations*, Phys. Lett. B **616** (2005) 174
6. K. Amako et al., *Comparison of Geant4 electromagnetic physics models against the NIST reference data*, IEEE Trans. Nucl. Sci. **52** (2005) 910
7. GEANT4 Collaboration, J. Allison et al., *Geant4 developments and applications*, IEEE Trans. Nucl. Sci. **53** (2006) 270
8. J.N. Abdurashitov et al., *The BNO-LNGS joint measurement of the solar neutrino capture rate in ^{71}Ga* , Astropart. Phys. **25** (2006) 349
9. E. Bellotti et al., *Gamma-ray spectrometry of soil samples from the Provincia di L'Aquila (Central Italy): preliminary results*, Appl. Radiation and Isotopes **65** (2007) 858
10. L. Pandola et al., *Monte Carlo evaluation of the muon induced background in the GERDA double beta decay experiment*, Nucl. Instrum. Meth. A **570** (2007) 149
11. I. Abt et al., *Background suppression in neutrinoless double beta decay experiments using segmented detectors - a Monte Carlo study*, Nucl. Instrum. Meth. A **570** (2007) 479
12. P. Benetti et al., *Measurement of the specific activity of ^{39}Ar in natural argon*, Nucl. Instrum. Meth. A **574** (2007) 83
13. K. Kröniger et al., *Feasibility study of the observation of the neutrino accompanied double beta decay of ^{76}Ge to the 0_1^+ -excited state of ^{76}Se using segmented germanium detectors*, Ukr. J. of Phys. **52** (2007) 1036
14. WARP Collaboration, A.G. Cocco et al., *First results from a Dark Matter search with liquid Argon at 87 K in the Gran Sasso Underground Laboratory*, Astropart. Phys. **28** (2008) 495
15. V.A. Kudryavtsev et al., *Neutron- and muon-induced background in underground physics experiments*, Eur. Phys. J. A **36** (2008) 171
16. D. Acosta-Kane et al., *Discovery of underground argon with low level of radioactive ^{39}Ar and possible applications to WIMP Dark Matter detectors*, Nucl. Instrum. Meth. A **587** (2008) 46

35. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Production, characterization and operation of ^{76}Ge enriched BEGe detectors in GERDA*, Eur. Phys. J. C **75** (2015) 39
36. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Results on $\beta\beta$ decay with emission of two neutrinos or Majorons in ^{76}Ge from GERDA Phase I*, Eur. Phys. J. C **75** (2015) 416
37. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Improvement of the Energy Resolution via an Optimized Digital Signal Processing in GERDA Phase I*, Eur. Phys. J. C **75** (2015) 255
38. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *$2\nu\beta\beta$ decay ^{76}Ge into excited states with GERDA Phase I*, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. **42** (2015) 115201
39. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Flux Modulations seen by the Muon Veto of the GERDA Experiment*, Astrop. Phys., **84** (2016) 29
40. C.M. Cattadori and L. Pandola, *Experimental and analysis methods in radiochemical experiments*, Eur. Phys. J A **52** (2016) 100
41. M. Cavallaro et al., *Neutron decay of ^{15}C resonances by measurements of neutron time-of-flight*, Phys. Rev. C **93** (2016) 064323
42. Geant4 Collaboration, J. Allison et al., *Recent Developments in Geant4*, Nucl. Instr. Meth. A **835** (2016) 186
43. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Limit on the Radiative Neutrinoless Double Electron Capture of ^{36}Ar from GERDA Phase I*, Eur. Phys. J. C **76** (2016) 652
44. E. Bagli et al., *Allowing for crystalline structure effects in Geant4*, in press on Nucl. Instr. Meth. B, doi:10.1016/j.nimb.2017.03.092
45. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Background free search for neutrinoless double beta decay with GERDA Phase II*, in press, preprint arXiv:1703.00570 [nucl-ex]
46. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Limits on uranium and thorium bulk content in GERDA Phase I detectors*, Astropart. Phys. **91** (2017) 15
47. D. Bolst et al., *Validation of Geant4 fragmentation for heavy ion therapy*, submitted to Nucl. Instr. Meth. A

Other publications

1. I. Abt et al., *A new ^{76}Ge Double Beta Decay Experiment at LNGS*, arXiv:hep-ex/0404039v1
2. F. Ardellier et al., *Letter of intent for Double-CHOOZ: a search for the mixing angle θ_{13}* , arXiv:hep-ex/0405032v1
3. I. Abt et al., *GERDA: The GERmanium Detector Array for the search of neutrinoless $\beta\beta$ decay of ^{76}Ge at LNGS*, Proposal, <http://www.mpi-hd.mpg.de/gerda/home.html>
4. L. Pandola, *Measurement of the solar neutrino interaction rate on ^{71}Ga with the radiochemical experiment GNO* (Ph.D. thesis), CERN Document Server generic/public/cer-002644004
5. Y.-D. Chan et al., *MAGE - a GEANT4-based Monte Carlo framework for low-background experiments*, arXiv:0802.0860v1 [nucl-ex]

19. C. Cattadori et al., *Search for the neutrinoless $\beta\beta$ decay in ^{76}Ge with the GERDA experiment*, Nucl. Phys B (Proc. Suppl.) **221** (2011) 382
20. P. Benetti et al., *First physics results from WARP 2.3 litre prototype*, Nucl. Phys B (Proc. Suppl.) **221** (2011) 53
21. S. Schönert et al., *Status of the Germanium Detector Array (GERDA) in the search of neutrinoless $\beta\beta$ decays of Ge-76 at LNGS*, Phys. Atom. Nuclei **69** (2006) 2101
22. L. Pandola, *Muon-induced signals and isotope production in the GERDA experiment*, American Institute of Physics, Conference Proceedings **897** (2007) 105
23. C. Cattadori et al., *The GERmanium Detector Array read-out: Status and developments*, Nucl. Instrum. Methods A **572** (2007) 479
24. S. Chauvie et al., *Validation of Geant4 bremsstrahlung models: first results*, IEEE Nucl. Sci. Symp., Conf. Record 2006, IEEE **3** (2007) 1511
25. C. Galbiati et al., *Discovery of underground argon with a low level of radioactive ^{39}Ar and possible applications to WIMP dark matter detectors*, J. Phys., Conf. Series **120** (2008) 042015
26. F. Longo et al., *New Geant4 developments for Doppler broadening simulations in Compton scattering - Development of charge transfer simulation models in Geant4*, IEEE Nucl. Sci. Symp., Conf. Record 2008, IEEE **1** (2009) 2865
27. R. Acciarri et al., *Effects of Nitrogen and Oxygen contamination in liquid Argon*, Nucl. Instrum. Meth. A **607** (2009) 169
28. A. D'Andragora et al., *Spectroscopic Performances of the GERDA Cryogenic Charge Sensitive Amplifier based on JFET-CMOS ASIC, coupled to Germanium Detectors*, IEEE Nucl. Sci. Symp., Conf. Record 2009 (2009) 396
29. A. di Vacri et al., *Characterization of Broad Energy Germanium Detector (BEGe) as a candidate for the GERDA Experiment*, IEEE Nucl. Sci. Symp., Conf. Record 2009 (2009) 1761
30. R. Acciarri et al., *Effects of Nitrogen and Oxygen contamination in liquid Argon*, Nucl. Phys. B, Proc. Suppl., **197** (2009) 70
31. R. Acciarri et al., *The WArP Experiment*, J. Phys., Conf. Series **203** (2010) 012006
32. V. Ivanchenko et al., *Recent Improvements in Geant4 Electromagnetic Physics Models and Interfaces*, Progress in Nucl. Scie. and Techn. **2** (2011) 898
33. M. Agostini et al., *Procurement, production and testing of BEGe detectors depleted in ^{76}Ge* , Nucl. Phys. B, Proc. Suppl. **229-232** (2012) 489
34. L. Pandola, *Overview of the European Underground Facilities*, American Institute of Physics, Conference Proceedings, **1338** (2011) 12
35. R. Acciarri et al., *The WArP Experiment*, J. Phys., Conf. Ser. **308** (2011) 012005
36. R. Acciarri et al., *Neutron to Gamma Pulse Shape Discrimination in Liquid Argon Detectors with High Quantum Efficiency Photomultiplier Tubes*, Physics Procedia **37** (2012) 1113

55. F. Cappuzzello et al., *The nuclear matrix elements of $0\nu\beta\beta$ decay and the NUMEN project at INFN-LNS*, EPJ Web Conf. **117** (2016) 10003
56. A. Muoio et al., *Silicon carbide detectors study for NUMEN project*, EPJ Web Conf. **117** (2016) 10006
57. C. Agodi et al., *NUMEN Project LNS : Heavy Ions Double Charge Exchange as a tool towards $0\nu\beta\beta$ Nuclear Matrix Element*, J.Phys., Conf. Ser. **724** (2016) 012001
58. M. Cavallaro et al., *Neutron decay of the Giant Pairing Vibration in ^{15}C* , J.Phys., Conf. Ser. **724** (2016) 012006
59. F. Cappuzzello et al., *The nuclear matrix elements of $0\nu\beta\beta$ decay and the NUMEN project at INFN-LNS*, J.Phys., Conf. Ser. **730** (2016) 012006
60. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *First results from GERDA Phase II*, to appear in the Proceedings of Neutrino2016
61. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *Search for Neutrinoless Double Beta Decay with the GERDA experiment: Phase II*, PoS(ICHEP2016) (2016) 493
62. M. Cadeddu et al., *Recoil Directionality Studies in Two-Phase Liquid Argon TPC Detectors*, to appear in the Proceedings of ICNFP2016 (EPJ Web Conf.)
63. A. Bagulya et al., *Recent progress of Geant4 electromagnetic physics for LHC and other applications*, to appear in the Proceedings of CHEP2016
64. GERDA Collaboration, M. Agostini et al., *First results of GERDA Phase II and consistency with background models*, J.Phys.Conf.Ser. **798** (2017) 012106

Conference presentations

1. *Analisi dei segnali nell'esperimento GNO*, LXXXVII Congress of the Italian Physics Society (SIF), Milano Bicocca, Italy, 24-29 September 2001
2. *Neural network analysis for GNO events: methods and results*, III International Workshop on Low Energy Solar Neutrinos, Heidelberg, Germany, 22-24 May 2002
3. *The GNO experiment*, XII International School "Particle and Cosmology", Baksan, Russia, 21-26 April 2003
4. *Geant4 and its validation*, IX Topical Seminar on Innovative Particle and Radiation Detectors, Siena, Italy, 23-26 May 2004
5. *Risultati di fisica nucleare ottenuti in LENS R&D*, XC Congress of the Italian Physics Society (SIF), Brescia, Italy, 20-25 September 2004
6. *Ricerca del decadimento doppio beta senza neutrini con l'esperimento GERDA*, XCI Congress of the Italian Physics Society (SIF), Catania, Italy, 26-30 September 2005
7. *GERDA, the GERmanium Detector Array for the search of neutrinoless double beta decay in ^{76}Ge* Particles and Nuclei International Conference (PANIC05), Santa Fe, NM, United States, 24-28 October 2005

Lectures and training courses

1. *Geant4 training course*, Oak Ridge National Laboratory Oak Ridge, TN, Unites States, 19-23 May, 2008
2. *Corso per l'utilizzo del codice GEANT4 in campo medico*, Training course ID-094-C09 organized by the Istituto Superiore di Sanità, Catania, Italy, 12-14 October 2009
3. *Utilizzo del toolkit di simulazione Geant4*, National training course organized by INFN (Piano Formativo 2010), Assergi, Italy, 8-12 November 2010
4. *INFN Course on C++, Root and GEANT 4*, Training course, Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy, 13-14 December 2010
5. *Geant4 beginner course*, Training course, Queen's University, Belfast, United Kingdom, 21-24 January 2013
6. *Monte Carlo Techniques*, Ph.D. course (10 hours), Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy, 9-12 December 2013 and 13-16 January 2014
7. *Geant4 beginner course*, Training course, Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy, 12-16 May 2014
8. *ROOT beginner course*, Set of lectures, XI Seminario sul Software per la Fisica Nucleare, Subnucleare e Applicata, Alghero, Italy, 26-29 May 2014
9. *Monte Carlo Simulations*, Tri-Institute Summer School on Elementary Particles, Laurentian University, Sudbury, ON, Canada, 2-6 June 2014
10. *2nd GEANT4 international school and ROOT analysis concepts*, Training Course, Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy, 17-21 November 2014
11. *Monte Carlo Techniques*, Ph.D. course (10 hours), Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy, 7-9 January 2015 and 26-29 January 2015
12. *ROOT beginner course*, Set of lectures, XII Seminario sul Software per la Fisica Nucleare, Subnucleare e Applicata, Alghero, Italy, 25-29 May 2015
13. *Geant4 beginner course*, Training course, Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy, 6-10 July 2015
14. *3rd International Geant4 and GPU programming school*, Training Course, Laboratori Nazionali del Sud, Catania, Italy, 9-13 November 2015
15. *Monte Carlo Techniques*, Ph.D. course (10 hours), Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy, 11-14 January and 1-4 February 2016
16. *Geant4 beginner course*, Set of lectures, XIII Seminario sul Software per la Fisica Nucleare, Subnucleare e Applicata, Alghero, Italy, 5-11 June 2016
17. *Geant4 beginner course*, Training course, Gran Sasso Science Institute, L'Aquila, Italy, 26-30 June 2016

Last update: March 31, 2017

Dichiaro di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96, che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa. Autorizzo, ai sensi e per gli effetti delle legge 196/03 la pubblicazione del presente curriculum vitae su una pagina web dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, nel rispetto della vigente normativa in materia di trasparenza.

Oggetto: Fwd: LNS - Bando n. 19699 - Borsa neolaureati

Mittente: Anna Di Virgilio <anna.divirgilio@Inf.infn.it>

Data: 29/03/2018 12:26

A: arianna Caligaris Spagnuolo <arianna.caligarisspagnuolo@Inf.infn.it>

----- Messaggio Inoltrato -----

Oggetto: LNS - Bando n. 19699 - Borsa neolaureati

Data: Wed, 28 Mar 2018 13:01:46 +0200

Mittente: Alessia Capitani <alessia.Capitani@presid.infn.it>

A: AC.DirPers.assegni-borse@Inf.infn.it <AC.DirPers.assegni-borse@Inf.infn.it>

Si invia in allegato la proposta di commissione per il bando in oggetto con il **parere favorevole** del **Presidente** LNS

Secondo quanto disposto dall'art. 35 bis D.Lgs n. 165/2001, si allegano le dichiarazioni sottoscritte da tutti i componenti della commissione.

Si allegano, altresì, i CV di tutti i componenti.

Cordiali saluti
Alessia Capitani

— Parte allegato al messaggio —

— Parte allegato al messaggio —

— Allegati: —

LNS_19699.pdf	1,4 MB
Parte allegato al messaggio	3,4 kB