

Curriculum Vitae et Studiorum
di
Catalina Oana Curceanu

Studi

- **1980 – 1984:** Liceo scientifico Nr. 4 (matematica e fisica), Bucharest, Romania.
- **1984 – 1988:** Facoltà di Fisica, Università di Bucharest, con specializzazione in Fisica Nucleare e delle Particelle Elementari. **B. SC. Degree** ottenuto con il massimo dei voti (10/10), avendo conseguito 10/10 (*highest qualification*) in tutti gli esami sostenuti (*classificata prima in tutta la Romania – per le Facolta' di Fisica*).
- **1988 – 1989:** Corso di “*Master in Science*”, Facoltà di Fisica, Università di Bucharest, con specializzazione in Fisica Nucleare e dei Rivelatori e Fisica delle Particelle Elementari. **M. Sc. Degree** ottenuto con il massimo dei voti (10/10, *highest qualification*), avendo conseguito 10/10 in tutti gli esami sostenuti.
- **1993 – 1999:** Corso di *dottorato* presso l'Istituto di Fisica e Ingegneria Nucleare di Bucharest, con la tesi di diploma “*Studio dei mesoni esotici nell'annichilazione antiprotone-protone*”, nell'ambito dell'esperimento OBELIX al CERN (Ginevra), relatori: Prof. M. Ivascu (IFIN-HH, Bucharest) e Prof. C. Guaraldo (LNF – INFN).
- **2000: Ph. D. in Fisica**, *Summa cum Laude*.
- **Luglio 2000: Laurea in Fisica** presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”, conseguita con *110/110 e lode* avendo ottenuto il riconoscimento di tutti gli esami sostenuti presso l'Università di Bucharest, con una tesi di laurea dal titolo “*Produzione e studio dell'idrogeno kaonico con il collisionatore per elettroni-positroni DAΦNE*”, relatori i Prof. P. Picozza e C. Guaraldo.

Conoscenza delle Lingue

- | | |
|---------------------|--------------------|
| - Italiano: | Ottima |
| - Inglese: | Ottima |
| - Francese: | Buona |
| - Tedesco: | Discreta |
| - Ungherese: | Conoscenza di base |
| - Rumeno: | Madre lingua |

Esperienza lavorativa

- **1989 – 1990: Ricercatore**, Reattore Nucleare di potenza zero, Pitesti, Romania.
- **1990 – 1996: Ricercatore associato**, posizione di staff-member presso IFIN-HH (Istituto di Fisica e Ingegneria Nucleare) dell'Istituto di Fisica Atomica di Bucharest, Romania, in seguito a concorso nazionale.
- **1996 – 2003: Ricercatore principale** presso IFIN – HH in seguito a concorso.
- **1992 – 1994: Ricercatore** presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, con fondi INFN per ricercatori stranieri (FAI).
- **1994 – 1996: Borsista INFN**, in seguito a concorso riservato a cittadini stranieri, con attività presso i LNF – INFN.
- **1996 – 2001: Contratto di lavoro INFN a tempo determinato** (Ricercatore, terzo livello professionale), **ex Art. 23**, per attività di ricerca in fisica sperimentale presso i Laboratori Nazionali di Frascati.
- **15 Novembre 2001 – 31 Dicembre 2003 Contratto d'opera ai sensi degli articoli 2222 e seguenti del codice di procedura civile**, nell'ambito dell'esperimento DEAR presso i Laboratori Nazionali di Frascati.
- **2 Gennaio 2004 – 31 Dicembre 2005: Ricercatore, III livello professionale, con contratto a tempo indeterminato**, presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN.
- **1 Gennaio 2006 – presente: Primo Ricercatore**, presso i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN.
Visiting Scientist
- **Visiting Scientist a RIKEN** (Wako, Saitama Giappone), 18 Gennaio 2010 – 18 Febbraio 2010, per preparazione di proposte futuri esperimenti sull'acceleratore JPARC (Giappone)
- **Visiting Scientist a RIKEN** (Wako, Saitama Giappone), 12 Marzo 2016 – 29 Marzo 2016, per analisi e interpretazione dati esp. E15 e per preparazione di futuri esperimenti sull'acceleratore JPARC (Giappone).
- **Visiting Scientist a IKTP (Kavli Institute for Theoretical Physics), Chinese Academy of Science** (Beijing, China), 29 Marzo 2016 – 7 Aprile 2016, per studi di fisica adronica a nucleare (clustering effects).
- **2016 Women in Physics Lecturer, Australian Institute of Physics: 8 – 31 August 2016**, Australia.

Attività scientifica

La mia attività scientifica comprende:

- I) *Esperienze professionali con incarichi di responsabilità*
- II) *Attività di formazione e divulgazione scientifica*
- III) *Organizzazione di conferenze internazionali*
- IV) *Invited talks a conferenze e workshop*
- V) *Attività editoriale e di referente scientifico*

Il gruppo che **coordino** presso i LNF-INFN è composto da **24 persone tra fisici, ingegneri e tecnici.**

I) **Esperienza professionali con incarichi di responsabilità**

I.1 Collaborazioni internazionali

- *Ricerca nel campo della fisica adronica e nucleare: studio di atomi kaonici e interazione antikaone-nucleone/nucleo*
DEAR **Responsabile** strategia di misura, simulazioni Monte Carlo, analisi dati (1997 – 2003)
SIDDHARTA **Responsabile nazionale e locale** (LNF-INFN) (2004-2010)
 Responsabile strategia di misura e analisi dati (2004-2010)
SIDDHARTA-2 **Spokesperson** (2010-presente)
AMADEUS **Co-spokesperson** (2005-presente)
KAONNIS **Responsabile nazionale e locale** (LNF-INFN) (2010-presente)
- *Ricerca nel campo della meccanica quantistica (studio della possibile violazione del principio di esclusione di Pauli)*
VIP e VIP2 **Spokesperson** (2004-presente)
 Responsabile nazionale e locale (LNF-INFN) (2004-presente)

I.2 Progetti finanziati da EU

- **Gennaio 2004 – Dicembre 2008: Responsabile LNF** per l'attività JRA10 SIDDHARTA nell'ambito del progetto europeo (I3) *HadronPhysics* di FP6.

- **Gennaio 2004 – Dicembre 2008:** *Responsabile EU* per la divulgazione scientifica dell'attività JRA10 nell'ambito del progetto europeo (I3) *HadronPhysics* di FP6.
- **Maggio 2008 – Dicembre 2008:** *Coordinatore del progetto europeo* di FP6 - *Researchers' Night 2008 (Eyes on Scientists)*.
- **Gennaio 2009 – Marzo 2015:** *Responsabile INFN* per le attività WP9 LEANNIS (Network: Low Energy Antikaon-Nucleon/Nuclei Interaction Studies), WP24 JointGEM (Joint Research Activity su rivelatori TPC-GEM) e WP28 SiPM (Joint Research Activity su rivelatori con lettura Silicon PhotoMultipliers) nell'ambito dei progetti europei *HadronPhysics2* e *HadronPhysics3* di FP7.
- **Gennaio 2009 - Marzo 2015:** *Responsabile EU* per la *divulgazione scientifica* per i progetti europei *HadronPhysics2* e *HadronPhysics3* di FP7.
- **Giugno 2011 – Giugno 2015:** *Co-responsabile INFN e rappresentante italiano* per il progetto EU COST MP1006 (European Cooperation in Science and Technology): *Fundamental Problems in Quantum Physics; responsabile delle STSM* (Short Time Scientific Missions) e per *Gender Balance*.
- **da 1 Maggio 2016:** *Rappresentante italiano e Managing Committee member* per il progetto EU COST Action (European Cooperation in Science and Technology): CA15220, Quantum Technologies in Space.

I.3 Progetti finanziati da organismi internazionali

- **1 Settembre 2015 – 31 Agosto 2017:** *Responsabile INFN per il progetto: ““Events” as we see them: experimental test of the collapse models as a solution of the measurement-problem”* finanziato dalla Foundational Question Institute (FQXI).
http://fqxi.org/grants/large/awardees/view/__details/2015/curceanu
- **2 Novembre 2015 – 1 Agosto 2018):** *Responsabile INFN per il progetto: “Hunt for the “impossible atoms”: the quest for a tiny violation of the Pauli Exclusion Principle. Implications for physics, cosmology and philosophy”* finanziato dalla John Templeton Foundation.
- **Luglio 2013 – presente:** *Responsabile INFN nel progetto finanziato dalla Croatian Science Foundation, HRZZ 1680, dedicato alla fisica adronica, che include la fisica di SIDDHARTA2.*

I.4 Progetti finanziati da organismi nazionali

- **Gennaio 2010 – Dicembre 2011:** *Responsabile unita' LNF-INFN* nel Progetto PRIN2008 *“Problemi aperti in meccanica quantistica: aspetti teorici e sperimentali della transizione dal microscopico al macroscopico”*.

- **Gennaio 2012 – dicembre 2015: Coordinatore INFN** per i progetti leadership industriale PED4PV– Pulsed Electron Deposition for Photovoltaic, e CIGS Thin Films, finanziati dal MISE.
- **Gennaio 2012 – Dicembre 2015: Coordinatore** del Progetto “*Problemi Aperti della Meccanica Quantistica – Sistemi di Rivelatori SSD e Modelli di Riduzione Dinamica*” presso il Museo Storico della Scienza e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi, Roma.
- **Gennaio 2016 – presente: Coordinatore** del Progetto “*Problemi aperti della Meccanica Quantistica – Nuovi sviluppi teorici, ricerche sperimentale innovative*” presso il Museo Storico della Scienza e Centro Studi e Ricerche Enrico Fermi, Roma.

Gestione fondi progetti di ricerca (management)

Negli ultimi 10 anni ho gestito fondi per progetti di ricerca finanziati dall’INFN, dal MIUR e MISE, progetti finanziati dalla UE e altri progetti internazionali per un valore di circa **3.5 Milioni di Euro**.

II) Attività di formazione e divulgazione scientifica

- **Relatore/coordinatore di 10 tesi di laurea triennale, 5 tesi specialistiche e 12 tesi di dottorato** presso Università italiane (Roma Tor Vergata) e estere (Romania e Giappone).
- **Coordinatore di attività post-doc stranieri presso i LNF-INFN: 9 post-docs**
- **Gennaio 2010 – presente: Coordinatore Stages Invernali** LNF per studenti scuola secondaria di secondo grado (<http://www.lnf.infn.it/edu/stagelnf/2015/invernali/>)
- **Gennaio 2011 – presente: Responsabile Scientifico Percorsi Formativi per le scuole**, per LNF-INFN (<http://www.lnf.infn.it/edu/percorsi-formativi/2014/>)
- **2011 – presente: Responsabile per i LNF-INFN per il programma INFN/DOE Summer Students**
- **Marzo 2011 – presente: Direttore del corso: Incontri di Fisica (IdF)**, organizzato dai LNF-INFN (<http://www.lnf.infn.it/edu/incontri>)
- **Marzo 2011 – presente: Coordinatore scientifico** per l’organizzazione degli *International Masterclass* presso i LNF-INFN (es: <http://www.lnf.infn.it/edu/stagelnf/2014/international-masterclass/>)
- **10-12 Luglio 2013: Organizzatore Summer Camp “Ballando con le particelle. La fisica moderna per ragazzi curiosi”** (http://www.lnf.infn.it/edu/stagelnf/2013/prog_AISTAPsumcamp13.html)
- **4-5 Agosto 2014: Organizzatore Mini-stage in Modern Physics: Challenges and Opportunities** (<http://www.lnf.infn.it/edu/stagelnf/2014/summer-mini-stage/>)

- **Organizzatore e relatore corsi formazione per l'amministrazione INFN** (su aspetti della fisica moderna), dal **2007 al 2014**.
- **Dal 2015: Direttore scientifico** scuola internazionale: INSPYRE "INternational School on modern PhYsics and Research" presso i LNF-INFN– per edizione 2016: <http://edu.lnf.infn.it/inspyre-2016/>
- **Presentazione nell'ambito del "International Year of Light", LNF-INFN, 21/06/2015:** <http://edu.lnf.infn.it/programma-seminari-divulgativi-2015/gennaio/> e video su: <https://www.youtube.com/watch?v=JRAig1qShMg> – con *piu' di 12000 visualizzazioni*.
- **Organizzatore corso formazione in progettazione avanzata elettronica: lettura per dispositivi a silicio: 12-14 Ottobre 2015** (LNF-INFN)
- **2015 – 2016: Lezioni di fisica per ragazzi Scuole Medie: Le Meraviglie dell'Universo per ragazzi curiosi. Magic Kids**, presso la Biblioteca Casa di Pia, Frascati
- **2015 e 2016: Corso di Relatività, meccanica quantistica e cosmologia**, per l'Associazione Tuscolana di Astronomia, Livio Gratton, <http://lnx.ataonweb.it/wp/2016/01/2451/> (per corso 2016)
- **25 Nov 2015: FISICAST Radio Scienza:** – *intervista: Chi ha "rubato" l'antimateria?:* <http://www.radioscienza.it/2015/11/25/chi-ha-rubato-lantimateria>
- **25 Novembre 2015: Presentazione: Dai Buchi Neri all'Adroterapia. Un viaggio nella Fisica Moderna, all'evento: Nelle stanze segrete:** <http://www.libreriaassaggi.it/2015/11/06/nelle-segrete-stanze-v-con-barucca-caminiti-curceanu/>, Libreria Assaggi, Roma
- **26 Febbraio 2016: Speaker al Convegno "Una rivoluzione copernicana nel XX secolo: la fisica quantistica"**, organizzata da Rotary Roma Sud Est ed il Club Rotary Roma Centenario.
- **9 Aprile 2016: relatore all'evento: TEDxRoma, Game Changers,** <http://tedxroma.com/> e <http://tedxroma.com/portfolio-items/catalina-curceanu/> con la presentazione: *Sinfonia quantistica nei computer di domani: dal bit al qubit*
- **Videoconferenza per ScienceHub, 16 Aprile 2016,** https://www.youtube.com/watch?v=ucZu_lPoaKk&feature=youtu.be - 7 misteri e fisici moderne
- **Relatore varie Conferenze MENSA Lazio; l'ultimo evento: "La ricerca delle onde gravitazionali: la storia, la scoperta e il futuro", 30 aprile 2016, Roma.**
- **Mattinees di scienza: Bim-Bum-Bang: Dal Big Bang alla terapia dei tumori con gli acceleratori di particelle, 15 Aprile 2016, LNF-INFN; Circuitiamo? Dietro le quinte delle grandi scoperte della Fisica Moderna, LNF-INFN, 6 maggio 2016.**

III) Organizzazione di Conferenze Internazionali – ultimi 5 anni

- International Workshop “*Speakable in quantum mechanics: atomic, nuclear and subnuclear physics tests*”, ECT* Trento, 29 August – 2 September 2011 (**Chair**);
- International Workshop “*New trends in low-energy QCD in the strangeness sector, experimental and theoretical aspects*”, ECT* Trento, 15-19 October 2012 (**Chair**);
- 12th International Workshop on Meson Production, Properties and Interaction MESON 2012, KRAKÓW, POLAND, 31 May – 5 June 2012 (**Organizer**);
- International Workshop “*Strangeness in the Universe? Theoretical and experimental progress and challenges*”, ECT* Trento, 21-25 October 2013 (**Chair**);
- International Workshop “*Quantum mechanics tests in Particle Atomic, Nuclear and Complex Systems: 50 years after Bell’s renowned theorem*” ECT*, Trento (Italy) 24-25 February 2014, (**Organizer**);
- 13th International Workshop on Meson Production, Properties and Interaction MESON 2014, KRAKÓW, POLAND, 29 May - 3 June 2014 (**Organizer**);
- Workshop “*Questioning fundamental physics principles*”, CERN, 6-9 May 2014 (**Organizer**);
- Workshop “*Achievements and Perspectives in Low-Energy QCD with Strangeness*”, ECT*, Trento (Italy), 27-31 October 2014 (**Chair**);
- Workshop “*Fundamental Problems in Quantum Physics*”, Erice (Italy), 23-27 March 2015, (**Chair**);
- Workshop “*Is quantum theory exact? The endeavor for the theory beyond standard quantum mechanics*” – FQT2015, Frascati (Italy), 23-25 September 2015, (**Chair**);
- Workshop “*Frontiers in hadron and nuclear physics with strangeness and charm*”, ECT*, Trento (Italy), 19-23 October 2015, (**Chair**);
- 12th International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics, HYP2015, Sendai (Japan), 7-12 September 2015 (**IAC member**);
- 14th International Workshop on Meson Production, Properties and Interaction MESON 2012, Krakow, POLAND, 2-7 June 2016 (**Organizer**);
- Meeting “*Strangeness, Gravitational waves and neutron stars*”, Frascati (Italy), 10 June 2016 (**Organizer**);
- Workshop “*Testing the limits of the quantum superposition principle in nuclear, atomic and optomechanical systems*”, ECT*, Trento (Italy), 11-16 September 2016, (**Organizer**).

Sono stata, inoltre, **Membro di Local Organizing Committees di conferenze internazionali** quali:

Channeling 2004, Frascati, Italia; *DAΦNE2004: Physics at Meson Factories*, Frascati, Italia; *Comunicare Fisica 2005*, Frascati, Italia; *Channeling 2006*, Frascati, Italia; *Frascati Spring School 2007*, Frascati, Italia; *HADRON07*, Frascati, Italia; *Comunicare Fisica 2010*, Frascati, Italia; *Channeling 2010*, Ferrara, Italia; *Channeling 2012*,

Alghero, Italia; *Channeling 2014*, Capri, Italia; *EDIT2015*, Frascati; *Channeling 2016*, Desenzano del Garda.

IV) Invited talks più rappresentativi negli ultimi anni

Ho tenute circa 70 talks (di cui circa 40 su invito) in conferenze e workshop internazionali e colloquia scientifici. Riporto in seguito l'elenco degli "invited talks" più rappresentativi negli ultimi anni:

Invited Colloquia a: SMI-Vienna, University of Vienna; University of Zagabria, Jagiellonian University, Cracovia; IHEP Beijing; RIKEN Japan.

Invited talks:

- 1) **KITPC**, Beijing - China, Clustering effects of nucleons in nuclei and quarks in multi-quark states, *"From strange atoms and strange nuclei to the stars. Experiments with low-energy kaons at the DAFNE Collider in Italy"*, Beijing (China), 6 April 2016 (22 March – 22 April)
- 2) **HYP2015** – XII International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics, *"Strangeness in the Universe? Low-energy kaon-nuclei interactions studies with AMADES at DAFNE"*, Sendai (Japan), 7-12 September 2015.
- 3) **QTFT 2015** Conference, *"The X-ray machine for the Quantum Mechanics examination"*, Vaxjo (Sweden), 8-11 June 2015.
- 4) **Quantum 2014** Workshop, *"Hunting the impossible atoms: Pauli Exclusion Principle Violation and spontaneous collapse of the wave function at test"*, Torino (Italy), 25 – 30 May 2014.
- 5) **Hadrons in Nuclei**, **YITP** Conference, *"Advances and perspectives in the low-energy kaon-nucleon/nuclei interactions studies at the DAFNE Collider"*, Kyoto (Japan) 30 October – 2 November 2013.
- 6) **INPC2013**, International Nuclear Physics Conference, *"Unveiling the strangeness secrets: low-energy kaon-nucleon/nuclei interaction studies at DAFNE"*, Firenze (Italy), 3-7 May 2013.
- 7) **HYP2012-XI** International Conference on Hypernuclear and Strange Particle Physics, *"Unlocking the secrets of the antikaon-nucleon/nuclei interactions at low energies. The SIDDHARTA and the AMADEUS experiments at the DAFNE Collider"*, Barcelona (Spain), 1-5 October 2012.
- 8) **NDIP2011**, 6th International Conference Nouveaux Développements En Photodétection, *"Experimental tests of the trigger prototype for the AMADEUS experiment based on SciFi read by SiPM"*, Lyon (France), 4 – 8 July 2011.

- 9) **EFB21**, European Few Body Conference, “*Low energy kaon-nucleon/nuclei interaction studies at DAFNE (SIDDHARTA and AMADEUS)*”, Salamanca (Spain), 29 August - 3 September 2010.
- 10) **EXA08** International Conference on Exotic Atoms, “*Kaonic atoms measurements at the DAΦNE Collider*”, Vienna (Austria), 15 – 18 September 2008.
- 11) **QCD08** 14th International QCD Conference, “*Kaonic atoms and nuclei measurements at the DAΦNE accelerator*”, Montpellier (France), 7 – 12 July 2008.
- 12) **MENU07**, Meson Nucleon Physics and the Structure of Nucleon, “*Kaonic atoms experimental studies at DAΦNE*”, Juelich (Germany), 10 – 14 September 2007.
- 13) **CHIRAL07**, Chiral Symmetry in Hadron and Nuclear Physics, “*Kaonic atoms/nuclei measurements at DAΦNE, SIDDHARTA and AMADEUS experiments*”, Osaka, Japan, 13 – 16 November 2007.

V) Attività editoriale e di referente scientifico

- **Editor proceedings conferenze** (P1-P6 dall’elenco pubblicazioni)
- **Rapporteur conferenze** (C1-C8 dall’elenco pubblicazioni)
- **Referee per le riviste internazionali** *European Journal of Physics* e *Foundation of Physics*.
- **Referente scientifico** (international projects evaluation boards) per: *Accademia Austriaca delle Scienze; Accademia Ceca delle Scienze; Ministero della scienza e dell’educazione della Romania; MIUR – Italia; Ministero della scienza e dell’educazione del Kazakistan*.
- **Referente scientifico per valutazione proposte progetti scientifici per:** *National Science Foundation* (NSF), USA.
- **Referente e membro consiglio accademico per conferimento del titolo di “Dottore in fisica” (Ph D):** *Jagiellonian University, Cracovia (Polonia); Vienna University (Austria)*.

International Awards

- *The 2010 Celebrity of the year in science*, awarded by Accademia di Romania, Roma, Italy
- **2012: The American Romanian Academy of Arts and Sciences “Prof. Dr. Mircea Sabau ARA Award” for Excellence in Physics/Chemistry** in the recognition of the distinguished contribution to the advancement of the Arts and Sciences in the spirit of the free exchange of values and ideas, Bari, Italy, June 2012.

- **2015: Terzo premio della 50^a Edizione "Carnevale della Fisica" per disseminazione scientifica (Genova)**
- **2015: The American Romanian Academy of Arts and Sciences "ARA Award for Excellence in Science", Frascati (Roma, Italy)**
- **Settembre 2015: Award della Foundational Question Institute (FQXI) per il progetto: " "Events" as we see them: experimental test of the collapse models as a solution of the measurement-problem" (1 September 2015 – 31 August 2017)**
- **November 2015: Award della John Templeton Foundation per il progetto: "Hunt for the "impossible atoms": the quest for a tiny violation of the Pauli Exclusion Principle. Implications for physics, cosmology and philosophy"**
- **2016: Australian Institute of Physics (AIP) Women in Physics Lecturer award for 2016.**
- **March 2016: The 7th Technology Incentive Award in RIKEN (with TES group)**

Membro Accademie e Associazioni

- **Aprile 2013: Full Member e General Secretary della "American Romanian Academy of Arts and Sciences" (ARA).**
- **2014: membro nel consiglio scientifico dell'ATA (Associazione Tuscolana di Astronomia Livio Gratton).**
- **Gennaio 2016: membro della Foundational Question Institute (FQXi).**
- **Gennaio 2016: membro board di NUPECC per Long Range Plan (Working Group 5 – Fundamental Interactions and Symmetries).**

Achievements (ultimi 3 anni) delle persone che hanno lavorato nel mio gruppo

Oton Vazquez Doce (post-doc traniero e contratto ex-art 36) – vincitore borsa di studio all'Universe Excellence Cluster Universe, TUM, Muenchen (Germay), 2013.

Hexi Shi (ha svolto il dottorato di ricerca nell'ambito della collaborazione SIDDHARTA) – vincitore borsa post-doc stranieri INFN, 2014.

Alessandro Scordo (ha svolto dottorato di ricerca ed e' stato assegnista) – vincitore "Bando CSNV Giovani 2015".

Hideyuki Tatsuno (post-doc straniero) – vincitore post-doc all'Universita' di Lund (Sweden), 2015.

Kristian Piscicchia (ha svolto il dottorato di ricerca nell'ambito della collaborazione AMADEUS) – vincitore assegno ricerca presso il Centro Fermi (Roma), 2016.

Shinji Okada (post-doc straniero) – attualmente a RIKEN, Giappone, vincitore dell'award *The 7th Technology Incentive Award* in RIKEN, March 2016.

Attività di ricerca

Top 10 scientific achievements:

Spettroscopia mesonica:

- *lo studio della risonanza "E/t",* pubblicazione 1) dall'elenco pubblicazioni allegate

QCD non-perturbativa:

- *la misura piu' precisa dell'idrogeno kaonico,* pubblicazioni 2) e 7) dall'elenco pubblicazioni allegate
- *la prima misura dell'elio-3 kaonico* pubblicazione 8) dall'elenco pubblicazioni allegate
- *la prima misura dell'elio-4 kaonico con bersaglio gassoso* pubblicazione 8) dall'elenco pubblicazioni allegate e le relative referenze
- *il primo studio sperimentale del deuterio kaonico* pubblicazione 9) dall'elenco pubblicazioni. allegate
- *la prima determinazione degli yields per la L-series dell'elio-3 kaonico (prima misura) e dell'elio-4 kaonico (prima misura su bersaglio gassoso),* pubblicazione 10) dall'elenco pubblicazioni allegate
- *la prima misura degli atomi πK ,* pubblicazione 3) dall'elenco pubblicazioni allegate

Fisica fondamentale (quantum mechanics):

- *miglior limite sulla probabilità di violazione del Principio di Esclusione di Pauli* per elettroni, pubblicazione 4) dall'elenco pubblicazioni allegate
- *miglior limite sul parametro modelli di collasso della funzione d'onda, λ ,* pubblicazione 6) dall'elenco pubblicazioni allegate
- *primo studio per la fattibilita' di studi del collasso della funzione d'onda in sistemi oscillanti* (neutrino, kaoni, molecole chirali), pubblicazione 5) dall'elenco pubblicazioni allegate

1) Fisica Nucleare

Ho iniziato l'attività di ricerca nel terzo anno di facoltà (1987), sotto la guida del Prof. D.B. Ion, un fisico teorico dell'IFIN-HH di Bucharest con forte propensione ai modelli fenomenologici.

I miei studi riguardavano l'emissione di pioni in processi di fissione sia spontanea (^{252}Cf) che indotta da neutroni termici su ^{235}U .

Ho utilizzato la tecnica delle emulsioni nucleari, analizzando le lastre fotografiche esposte al reattore nucleare dell'IFIN-HH di Bucharest nel caso del processo indotto da neutroni termici. Il risultato di questa ricerca è stata la prima determinazione dei limiti superiori per i branching ratio dei processi di emissione di pioni [R1, R2].

Questa tematica ha costituito parte integrante della mia tesi di laurea, intitolata "Studio dell'efficienza di rivelazione dei pioni emessi nella fissione dell' ^{235}U , indotta dai neutroni termici nelle emulsioni nucleari, per mezzo di una simulazione Monte Carlo".

2) Studi fenomenologici delle interazioni adroniche

2.1) Teorie di ottimizzazione

Ho conseguito il diploma di *Master in Science* presso l'Università di Bucharest, su un progetto di ricerca (proposto dal Prof. D.B. Ion) nel campo dell'analisi fenomenologica della diffusione elastica adrone-adrone, utilizzando il modello cosiddetto degli "stati ottimali". La tesi originata da questi studi aveva per titolo "Introduzione allo studio delle interazioni adrone-adrone e adrone-nucleo attraverso un principio di ottimizzazione".

Ho applicato questo modello alla diffusione di pp , $p\bar{p}$ e KN , con riferimento ai dati presenti in letteratura per le sezioni d'urto differenziali e quelle elastiche. Ho dimostrato che, per i casi studiati, i risultati numerici ottenuti a partire dalla teoria degli stati ottimali sono in buon accordo con i dati sperimentali per impulsi nel sistema del laboratorio a partire da 3 GeV/c. Ho anche dimostrato che, in certe situazioni, lo sviluppo delle ampiezze di diffusione in funzione degli stati ottimali rappresenta una valida alternativa alle analisi in onde parziali o, almeno, un'informazione complementare ad essa [R3, R4, R6 e R7].

2.2) Effetto Cherenkov generalizzato

Un altro settore di ricerca nel campo della fenomenologia delle interazioni adroniche, che mi ha visto impegnata dopo la laurea all'IFIN-HH di Bucharest, è stato lo studio della produzione di mesoni ad alta energia utilizzando un altro modello fenomenologico, detto "effetto Cherenkov generalizzato". Tale modello si fonda sull'assunto che la produzione di mesoni nell'interazione adrone-adrone ad alti impulsi incidenti può essere descritta da un meccanismo di tipo Cherenkov.

Ho contribuito allo sviluppo del metodo nella versione classica del meccanismo Cherenkov, applicato alla produzione di un singolo mesone nelle interazioni pp , $\bar{p}p$ e K^+p ad alte energie. L'analisi è stata sviluppata facendo l'ipotesi che l'adrone è rappresentato da una struttura spaziale estesa, il cosiddetto mezzo adronico, con una singolarità centrale, dove la carica è concentrata, e nel caso ideale in cui l'assorbimento da parte del mezzo adronico è assente.

Ho dimostrato che, per le reazioni considerate, la dipendenza dall'energia della sezione d'urto di produzione di un mesone pseudoscalare o vettoriale è riprodotta in modo soddisfacente ad alte energie, mentre, come è naturale aspettarsi, alcune discrepanze si trovano a basse energie [R5 e R8]

3) Spettroscopia mesonica

Nel 1993 sono entrata a far parte della Collaborazione OBELIX (CERN-Ginevra, acceleratore LEAR), lavorando nel gruppo LNF-INFN, con una fellowship biennale per studiosi stranieri.

OBELIX aveva come obiettivi scientifici lo studio delle interazioni antinucleone-nucleone e antinucleone-nucleo a basse energie, con lo scopo di evidenziare l'eventuale esistenza di stati "esotici", nonché lo studio della dinamica del processo di annichilazione. Gli stati esotici, previsti dalla teoria della Cromodinamica Quantistica (QCD), sono sistemi a multiquark (per esempio due quark e due antiquark) o sistemi in cui il gluone ha un ruolo di valenza, come nelle glueball (gg o ggg) o negli ibridi ($q\bar{q}g$). La ricerca di mesoni esotici ha rivestito e continua a rivestire interesse in quanto permette di verificare la QCD in regime non-perturbativo.

La caccia ai mesoni esotici è resa particolarmente difficile dalla coesistenza nella stessa regione di massa dei mesoni convenzionali e dei loro stati eccitati; questo tipo di ricerca ha spesso originato situazioni contraddittorie sia sul piano dell'interpretazione dei dati, che sui risultati stessi di diversi esperimenti. Il "puzzle della E/ι " è un'esempio emblematico di questa situazione: sin dalla prima evidenza nel 1963 e durante i trent'anni successivi, la storia della ricerca della E/ι ha visto l'apparire di risonanze e la loro sparizione, o la riapparizione con altri numeri quantici. Nella regione tra 1400 e 1500 MeV sono stati identificati fino a due stati pseudoscalari e un vettore assiale. OBELIX, e in particolare i gruppi di Frascati e di Cagliari, hanno cercato di chiarire il famoso "puzzle della E/ι " utilizzando un fascio di antiprotoni dalle caratteristiche uniche, quale quello di LEAR, e uno spettrometro in grado di misurare contemporaneamente particelle cariche e neutre.

Per poter selezionare lo stato iniziale dell'annichilazione antiprotone-protone sono state utilizzate targhette a varie densità [R12, R15, R84]: idrogeno in condizioni normali di temperatura e pressione, dove l'annichilazione avviene con uguale probabilità in onda S e in onda P; idrogeno liquido, dove domina l'annichilazione in onda S e infine l'idrogeno a bassa pressione (4 mbar), dove l'annichilazione avviene soprattutto dall'onda P [R74].

In questo ambito ho partecipato ai turni di misura (essendo responsabile della calibrazione del rivelatore di tempo di volo) e all'analisi dei dati.

In particolare ho analizzato il canale a 4-prong

$$\bar{p}p \rightarrow K^{\pm}\pi^{+}\pi^{-} \quad (1)$$

su un campione di 18 milioni di eventi in idrogeno liquido e 24 milioni di eventi in idrogeno a NTP.

Nello studio del campione di dati a NTP [R21], oggetto della mia tesi di dottorato, un problema che ho affrontato in modo originale è stato quello della riduzione del fondo combinatoriale dovuto alla presenza di due pioni della stessa carica nello stato finale. Questo problema è stato risolto selezionando, senza perdita di informazioni, una regione nello spazio delle fasi in cui soltanto una delle due combinazioni $K\bar{K}\pi$ è "attiva", cioè presenta una struttura risonante, mentre l'altra è "passiva", cioè segue l'andamento dello spazio delle fasi.

I risultati da me ottenuti, che ancor oggi rimangono *tra i più importanti in letteratura nello studio del "puzzle dello E/τ "*, si possono così sintetizzare:

- la cosiddetta E/τ è in realtà costituita da 3 risonanze: due di tipo pseudoscalare (la prima, la $\eta(1405)$ con un contributo del $\sim 50\%$, la seconda, la $\eta(1460)$ con un contributo del $\sim 5\%$), più un vettore assiale ($f_1(1420)$ con un contributo pari a $\sim 5\%$);
- un secondo vettore assiale $f_1(1285)$ è presente, con un contributo del $\sim 4\%$;
- non è stata rilevata la presenza della risonanza pseudoscalare $\eta(1295)$.

La domanda fondamentale se uno o più di questi stati possa essere una struttura non- $q\bar{q}$ non ha una risposta semplice o priva di ambiguità. Se la $\eta(1460)$ viene interpretata come il membro $s\bar{s}$ del nonetto 2^1S_0 , allora la $\eta(1405)$ non trova più posto in un nonetto di $SU(3)$, e vi sono argomenti in favore di una sua interpretazione come glueball o ibrido.

Anche per il vettore assiale $f_1(1420)$ tutte le ipotesi rimangono valide: dall'interpretazione $q\bar{q}$ a quelle più esotiche. La $f_1(1420)$ è uno degli oggetti di studio più interessanti nel campo della spettroscopia mesonica, specialmente in considerazione delle sue frazioni di decadimento.

4) Fisica dell'interazione forte kaone-nucleone/nucleo a bassa energia - lo studio della QCD in regime non-perturbativo.

4.1) Fisica degli atomi kaonici; determinazione di effetti dell'interazione forte in sistemi elementari

4.1.1) Esperimento DEAR

Nel 1995 sono stata *uno dei tre proponenti* di un esperimento di fisica atomica, DEAR, su DAΦNE, allora in costruzione nei Laboratori Nazionali di Frascati [N2]. L'esperimento DEAR (DAΦNE Exotic Atom Research) - una collaborazione internazionale di 50 ricercatori da 12 Istituti di 7 Paesi - intendeva studiare l'interazione kaone-nucleone a bassa energia, un problema complesso, con pochi dati sperimentali disponibili [R44]. L'obiettivo principale dell'esperimento era la determinazione delle lunghezze di diffusione KN , attraverso la misura della posizione e della larghezza della riga $K\alpha$ dell'idrogeno e del deuterio kaonici utilizzando come rivelatori X i Charged-Coupled Devices (CCD). Una misura di

precisione delle lunghezze di diffusione $K\bar{N}$ rappresenterebbe un decisivo passo avanti nella comprensione della fenomenologia dell'interazione antikaone-nucleone a bassa energia, nonché della dinamica della $\Lambda(1405)$, e aiuterebbe nella determinazione dei sigma terms kaone-nucleone, che sono una misura del grado di rottura della simmetria chirale. Lunghezze di diffusione note a qualche percento permetterebbero la prima determinazione sperimentale dei sigma terms KN al meglio del 20% [R26, R36, R44, R78].

Ho partecipato a tutte le fasi dell'esperimento, dalla sua concezione e preparazione del proposal, alla costruzione, commissioning del setup finale e presa dati, nonché, naturalmente, all'analisi dati. *Queste due ultime fasi sono state da me coordinate.*

Un primo problema da affrontare in fase di progetto dell'esperimento era legato alla simulazione, dove, a causa delle piccolissime energie in gioco, non si potevano utilizzare in maniera acritica i programmi di uso generale quali GEANT3. La simulazione di DEAR ha comportato una modifica del codice GEANT 3.21 allo scopo di poter trattare fenomeni fino all'energia di 1 keV (il codice standard non scende sotto 10 keV). Per ottenere ciò, ho modificato alcune routines di GEANT concernenti il trattamento del processo di Bremsstrahlung. In particolare, ho riscritto la routine GBRSGE, che non produceva risultati attendibili per valori del parametro di cutoff inferiori a 10 keV [N2]. I risultati delle simulazioni sono stati successivamente verificati con successo sia per quanto riguarda il calcolo dei fondi macchina, sia nella valutazione del segnale dell'azoto kaonico, misurato come prima fase del programma scientifico DEAR [R69, N6, N7, N8, N9, N11, N24, N25].

La misura dell'idrogeno kaonico è stata preceduta da quella dell'azoto kaonico, che era al contempo una dimostrazione della tecnica di DEAR ed un potente strumento di test ed ottimizzazione dell'apparato costruito secondo le indicazioni della simulazione. L'azoto kaonico è particolarmente adatto allo scopo, perchè lo *yield* delle sue transizioni è circa 30 volte superiore a quello dell'idrogeno kaonico e perciò rende possibile un rapido feedback sull'ottimizzazione del degrader e del bersaglio, che determinano la distribuzione e il numero dei kaoni fermati. La geometria del degrader non è banale, perchè gli spessori devono variare per tener conto del fatto che le Φ sono prodotte in volo, con un boost intorno a 15 MeV/c.

Inoltre, la misura dello spettro dell'azoto kaonico, mai effettuata prima, ha una rilevanza scientifica di per se, in quanto la determinazione degli *yields* relativi delle due transizioni d'interesse, $7 \rightarrow 6$ a 4.6 keV e $6 \rightarrow 5$ a 7.6 keV, che sono nel range accessibile all'apparato DEAR, contribuiscono con delle importanti informazioni allo studio dei processi di cascata negli atomi kaonici [N33].

Lo spettro dell'azoto kaonico, misurato nel Maggio 2001, ha rappresentato un primo significativo successo dell'esperimento DEAR. ed è stato oggetto di vari lavori [R82, N33]. La misura ha anche suggerito la possibilità di effettuare – implementando il setup – una misura di precisione della massa del kaone [R82].

La misura dell'idrogeno kaonico è stata eseguita alla fine del 2002 ed è stata preceduta dalla rimisurazione dell'azoto kaonico, con lo scopo di verificare sperimentalmente l'ottimizzazione del degrader.

Nel mese di Ottobre 2002 sono stati raccolti dati ad alta statistica sull'azoto kaonico, che hanno permesso non soltanto l'ottimizzazione del degrader per la misura dell'idrogeno kaonico, ma anche fornito un risultato di rilevanza per quel che riguarda le transizioni X nell'azoto kaonico: per la prima volta in assoluto sono state misurate le tre transizioni dell'azoto kaonico: $7 \rightarrow 6$ a 4.6 keV; $6 \rightarrow 5$ a 7.6 keV e $5 \rightarrow 4$ a 14.0 keV e i loro yields relativi, che sono risultati in buon accordo con i calcoli di cascata atomica, effettuati sotto lo stimolo dei primi risultati di DEAR. *Anche in questo caso sono stata responsabile del coordinamento della presa dati e dell'analisi dati.*

L'eccellente rilevanza statistica (14σ) ha permesso la determinazione della massa del K con una precisione di circa 250 keV, confermando così la potenzialità del metodo per una misura di precisione della massa del kaone [R93].

Negli ultimi due mesi del 2002 è stata, infine, effettuata la misura dell'idrogeno kaonico, raccogliendo complessivamente una luminosità integrata di circa 60 pb^{-1} . La misura dell'idrogeno kaonico comprendeva una misura del fondo, effettuata nelle stesse condizioni della misura dell'idrogeno, ma con i due fasci separati (no-collision data).

I risultati della misura fornivano i parametri dell'interazione forte:

$$\varepsilon_{1s} = -193 \pm 37 \text{ (stat.)} \pm 6 \text{ (sys.) eV}$$

$$\Gamma_{1s} = 249 \pm 111 \text{ (stat.)} \pm 30 \text{ (sys.) eV}$$

Tali risultati rendono la misura di DEAR *la migliore effettuata sino ad allora.*

I risultati sono stati pubblicati [R100, R102, R104] e presentati in numerose conferenze, generando un'intensa attività di interpretazione teorica.

Nuove analisi, per esempio nell'ambito delle teorie effettive di campo della simmetria chirale SU(3) (chiral SU(3) effective field theories), abbinate ad approcci relativistici di canali accoppiati, usano i dati di DEAR come verifica delle previsioni sulla rottura della simmetria chirale in sistemi con quark strani.

Il successo di DEAR ha generato la nascita di un nuovo esperimento, SIDDHARTA, che proseguiva la linea scientifica di DEAR, ampliandola.

4.1.2) Esperimento SIDDHARTA

Malgrado i più che lusinghieri risultati ottenuti, gli obiettivi originari del programma scientifico di DEAR – una misura dell'idrogeno kaonico entro qualche eV e la prima misura del deuterio kaonico – sono stati solo parzialmente raggiunti e non sarebbe stato realistico pensare di migliorarne ulteriormente la qualità semplicemente aumentando la statistica. Per misurare con precisione più alta lo shift della riga K_{α} ed effettuare la prima misura del deuterio kaonico occorreva migliorare drasticamente il rapporto segnale/fondo. Con questo obiettivo è nata, nel 2003, la collaborazione internazionale SIDDHARTA.

SIDDHARTA, una collaborazione fra 9 istituti da 6 paesi diversi, di cui *sono stata uno dei tre promotori, nonché responsabile nazionale e locale (LNF-INFN)*, è stato lo strumento per effettuare misure uniche al mondo nel campo degli atomi kaonici. Il potere di reiezione del fondo di DEAR era basato sulla grande granularità dei suoi sensori CCD (12 Mpixels), che permettevano di discriminare agevolmente tra fotoni, che in media depositano la loro energia in un singolo pixel e particelle ionizzanti, caratterizzate da un rilascio che coinvolge più di un pixel. Il punto debole di questi sensori era costituito dalla loro lentezza: di fatto essi sono rivelatori in continua, e pertanto non si possono utilizzare finestre temporali per discriminare il fondo dal segnale.

SIDDHARTA (Silicon Drift Detector for Hadronic Atom Research by Timing Application), impiegava invece rivelatori al silicio a deriva triggerabili, SDD, [R106, R118, R122-R124, R127, R128, R135, R139, R141], *sviluppati e costruiti nell'ambito della collaborazione.*

Utilizzando questi sensori in coincidenza con un segnale associato alla produzione di una coppia di K^+K^- (e quindi alla possibile formazione di un atomo kaonico), si ottiene un grandissimo fattore di reiezione del fondo, che è inversamente proporzionale al tempo in cui il sensore è attivo. Per sviluppare SIDDHARTA è stato pertanto necessario agire in parallelo su due aspetti:

- Lo sviluppo di sensori di grande area e della loro elettronica associata
- Il design del nuovo apparato sperimentale, incluso il sistema di trigger per i kaoni, per trarre il massimo vantaggio dall'uso dei nuovi rivelatori.

SIDDHARTA ha ottenuto importanti contributi finanziari per quanto riguarda lo sviluppo del rivelatore nell'ambito dell'attività JRA10 dell'iniziativa integrata HadronPhysics I3 del VI Programma Quadro dell'EU. *Di questo progetto EU sono stata co-Responsabile Nazionale e responsabile per LNF-INFN.*

Ho coordinato la costruzione dei sensori di grande area SDD e dell'elettronica associata; questi progressi sono stati convalidati da due campagne di presa dati alla beam test facility BTF dei LNF.

Utilizzando il fascio di elettroni del Linac di DAΦNE, abbiamo realizzato un ambiente in cui era possibile misurare le performances dei rivelatori in presenza di un fondo sia sincrono che asincrono con la produzione dei raggi X. Variando il rate del fondo, è possibile misurare il fattore di reiezione del fondo, in funzione dei parametri di trigger e di gate e contemporaneamente studiare la risoluzione e la stabilità della scala energetica in funzione delle condizioni del fascio. *Ho coordinato entrambe le campagne di presa dati alla BTF (nel Luglio 2003 e nel Luglio 2004), che hanno prodotto risultati estremamente positivi, confermando la scelta di questi rivelatori per la misura di atomi kaonici [N35, N38, N39].*

Nel periodo 2005 – 2008 l'intero apparato SIDDHARTA è stato costruito (vacuum chamber, bersaglio criogenico, elettronica di readout, sistema di acquisizione dati, slow control, rivelatori SDD finali, sistema trigger), assemblato e testato in laboratorio. In parallelo, DAΦNE cambiava radicalmente la macchina – andando verso una nuova ottica (crab cross e crab waist).

Il setup finale SIDDHARTA è stato installato su DAΦNE nell'autunno del 2008. Sino alla fine del 2008, mentre la macchina era ancora in fase di sviluppo, abbiamo ottimizzato il degrader, (fatto a scalini per seguire il boost della Φ attraverso la misura dell'elio kaonico. L'analisi di questi dati ha dato risultati estremamente importanti – una precisione di pochi eV, e hanno costituito l'oggetto della prima pubblicazione di risultati di fisica di SIDDHARTA [R133] che hanno confermato i risultati dell'esperimento E570 effettuato a KEK (di cui sono stata membro e co-autore delle pubblicazioni, vedi R119, R129), risolvendo definitivamente il cosiddetto “puzzle dell'elio kaonico”.

Nel 2009 SIDDHARTA ha effettuato un'intensa campagna di misure di atomi kaonici leggeri (*da me coordinata*), con i seguenti risultati:

- *la misura dell'idrogeno kaonico piu' precisa al mondo, migliorando la misura di DEAR [R181, R194, R222]*
- *la prima misura al mondo dell'elio-4 kaonico con elio gassoso [R133, R192, R201]*
- *una prima misura esplorativa del deuterio kaonico [R213]*
- *la prima misura al mondo dell' elio-3 kaonico [R192, R201]*
- *misure di yields di transizioni di varie tipologie di atomi kaonici (anche in questo caso prime misure al mondo) [R205, R217, R253].*

I risultati delle misure di SIDDHARTA danno una forte accelerata al settore della QCD non-perturbativa, con stranezza, fondamentale per capire aspetti della rottura della simmetria chirale. Le implicazioni vanno dalla fisica nucleare e particellare all'astrofisica (possibile ruolo della stranezza nelle stelle di neutroni). In questo ambito va sottolineato anche il mio ruolo di *coordinatore INFN dei Networks EU HP2 e HP3 – LEANNIS (Low Energy Antikaon Nucleon Nuclei Interaction Studies)*, nonché il ruolo che ho avuto e continuo ad avere al livello internazionale con l'organizzazione di conferenze nel settore.

4.1.3) Esperimento SIDDHARTA-2

Dal 2010 sono *Spokesperson della collaborazione internazionale SIDDHARTA-2*, una collaborazione fra 11 istituti da 7 paesi, che ha come obiettivo di effettuare un “major upgrade dell'apparato SIDDHARTA, per la misura del deuterio kaonico, fondamentale per la determinazione delle lunghezze di diffusione antikaone-nucleone dipendenti dall'isospin [R202, R224].

SIDDHARTA-2 prevede l'utilizzo di nuovi rivelatori di tipo SDD (prodotti da FBK-irst Trento), con un miglior rapporto fra la superficie attiva e quella totale, con una nuova elettronica di readout (CUBE) sviluppata dal Politecnico di Milano, e di due nuovi rivelatori di veto per abbassare il livello del fondo. Il guadagno in termini di Segnale/Fondo, stimato attraverso simulazioni Monte Carlo GEANT4, è di un fattore circa 20.

Attualmente sto coordinando la costruzione, l'assemblaggio e test del nuovo apparato, con l'obiettivo di effettuare entro i prossimi 2 anni la prima misura al mondo del deuterio kaonico.

Il programma scientifico di SIDDHARTA-2 non si esaurisce con la misura del deuterio kaonico; misure di altri tipi di atomi esotici (kaonici e sigmonici), nonché una misura di precisione della massa del kaone negativo (per risolvere il "puzzle" riportato nel PDG) fanno parte del programma scientifico di SIDDHARTA-2, che prevede, inoltre, per alcune di queste misure, l'utilizzo di nuove tipologie di rivelatori (cristalli o Transition Edge Sensors – TES). Nell'ambito di vari progetti europei da me coordinati per l'INFN (HadronPhysics3), e di proposte in atto in vari call di HORIZON 2020, stiamo effettuando un'intensa attività di R&D per questi nuovi rivelatori, che potrebbero trovare interessanti applicazioni anche in altri campi, quali: medicina, industria, sicurezza e ambiente.

DEAR, SIDDHARTA e SIDDHARTA-2 hanno rappresentato e continuano a rappresentare una scuola formativa per i giovani; ho coordinato varie tesi (triennali, specialistiche e di dottorato), nonché borse di studio (Post Doc) nell'ambito di questi esperimenti.

4.2) AMADEUS: fisica dei "deeply bound kaonic nuclear states" – l'interazione a bassa energia dei kaoni carichi con la materia nucleare

Uno degli aspetti attualmente più intriganti nel settore della QCD con stranezza a bassa energia è rappresentato dai cosiddetti "deeply bound kaonic nuclear states", che dovrebbero formarsi quando un kaone negativo si ferma in un bersaglio nucleare, entra nel nucleo e – per effetto della forte interazione attrattiva col protone – forma livelli nucleari con un'energia di legame di 50 – 100 MeV (per il prototipo formato da due protoni e un kaone negativo). Attualmente il caso è molto controverso – sia dal punto di vista teorico che sperimentale, con pochi dati, incompleti. Quello che è necessario è una misura completa, sia nel processo di formazione che di decadimento, di questi eventuali nuclei esotici.

Sono stata promotrice e attualmente sono *co-spokesperson* (assieme al Prof. Johann Zmeskal, del SMI-Vienna), *responsabile nazionale e locale* per LNF-INFN di una nuova iniziativa, AMADEUS, volta a effettuare le misure più precise e complete al mondo sulla formazione e decadimento di questi stati (di- e tri- barionici). La proposta, da me presentata al comitato scientifico internazionale dei LNF, prevede l'utilizzo del rivelatore KLOE con un'implementazione nella regione centrale di un bersaglio riempito di gas in condizioni criogeniche, di un trigger per i kaoni carichi e di un tracker. La proposta ha incontrato parere positivo da parte di KLOE, con cui è iniziata una collaborazione molto promettente.

È stata formata un'ampia collaborazione internazionale, lo sforzo più grande nel settore (vedi N47 e N48). Il programma scientifico è stato arricchito e ampliato – con

misure di scattering a bassa energia dei kaoni carichi e studi di formazione e decadimenti di vari iperoni, fra cui spicca la $\Lambda(1405)$.

Ho promosso un'intensa collaborazione con KLOE per l'analisi dei dati da loro raccolti nel periodo 2002-2005 alla ricerca di deeply bound nuclear states e di altri processi adronici generati dai kaoni che si fermano nei materiali del setup – in particolare nel gas della drift chamber [R128, R132, R136, R141, R161, R163, R168, R187, R215, R221, R242, R248, R257]. Sto coordinando questa attività nell'ambito della quale sono tutor di tre dottorati (K. Piscicchia, I. Tucakovic e R. Del Grande) . Questa collaborazione ha permesso una presa dati dedicata con un bersaglio di carbonio puro inserito all'interno della Drift Chamber di KLOE nella seconda metà del 2012.

Per quel che riguarda l'apparato AMADEUS, siamo nella fase di R&D per il setup specifico all'interno della Drift Chamber utilizzando anche finanziamenti da vari progetti EU FP7 HadronPhysics2 e HadronPhysics3 (WP24 e WP28), che ho coordinato al livello dell'INFN: il sistema di trigger (fibre scintillanti lette da rivelatori tipo Silicon PhotoMultipliers) e un tracker interno (TPC-GEM) [R158, R195, R209, R239].

L'obiettivo di AMADEUS è di arrivare nei prossimi anni ad effettuare la migliore misura al mondo per i deeply bound kaonic nuclear states – di- e tri-barionici, risolvendo l'ambiguità attualmente in atto e di effettuare altre misure altrettanto importanti (scattering a bassa energia di kaoni, misure di iperoni e delle loro interazioni in materia nucleare) dando un importante contributo alla fisica nel settore della QCD non-perturbativa, con implicazioni che vanno dalla fisica particellare e nucleare all'astrofisica (l'equazione di stato delle stelle di neutroni). La fisica di AMADEUS è stata parte del Network EU LEANNIS (HP2 e HP3, nell'ambito del FP7 Europeo) – che ho coordinato per l'INFN.

4.2.1 Rivelazione di neutroni – esperimento KLONE

Nell'ambito di AMADEUS, per effettuare una misura completa, c'è bisogno di misurare, oltre alle particelle cariche e ai fotoni, anche i neutroni. Per questo, ho proposto nel 2005 di verificare le performances del calorimetro di KLOE (piombo e fibre scintillanti) per i neutroni. La mia proposta si è concretizzata in un'esperimento indipendente da KLOE, KLONE, promosso ed effettuato da un gruppo misto proveniente da KLOE e AMADEUS. Nell'ambito di KLONE abbiamo effettuato due campagne di presa dati al fascio di neutroni del TSL – Uppsala, nel 2006 e 2007, che ho coordinato, assieme a Stefano Miscetti. I risultati, un'efficienza del prototipo del calorimetro di KLOE intorno a 30 – 40%, sono ottimi, e sono stati presentati in numerose conferenze internazionali, nonché pubblicati in riviste internazionali [R116, R142, R148].

5) Studi di macchina: progettazione degli scrapers di DAΦNE

DEAR ha dato un notevole contributo all'operazione di DAΦNE, studiando in dettaglio la riduzione dei fondi nelle zone di interazione.

All'inizio della presa dati, subito dopo l'installazione (febbraio 1999), DEAR ha verificato che gli scrapers già predisposti sulla macchina non davano una riduzione significativa del fondo. Tutto ciò era la conseguenza del fatto che sia il posizionamento che la forma degli scrapers non erano ottimizzati.

Uno studio condotto assieme ai fisici di macchina ha mostrato che:

- i blocchetti di tungsteno avevano una forma che non era ideale per la riduzione dei fondi – cioè la geometria stessa degli scrapers invece di assorbire gli elettroni e i positroni, in effetti li moltiplicava attraverso processi di cascata nel tungsteno stesso;
- il posizionamento degli scrapers non era quello ideale – cioè non erano stati posti nei punti in cui la separazione tra le particelle di fondo ed il fascio “buono” è maggiore.

Avendo identificato questi due problemi, si è passato a “curarli”, attraverso delle simulazioni più accurate e realistiche della situazione sperimentale. La simulazione si è basata su tre parti principali. La prima consiste nel tracciamento delle particelle perse per effetto Touschek attraverso la macchina. Questo permette di descrivere in ogni punto dell'anello la distribuzione in angolo, spazio ed energia delle particelle perse. La seconda utilizza questo “fascio” per la modellazione delle interazioni con gli scrapers, facendo uso di GEANT3. La terza, infine, prende le particelle eventualmente sopravvissute alla interazione con gli scrapers, o particelle secondarie, e le traccia fino alle zone di interazione.

Il mio contributo si è concretizzato nello sviluppo della seconda parte di questa simulazione. Con questa procedura è stato possibile ottimizzare la posizione, la forma e la composizione degli scrapers. I risultati sono stati presentati alla conferenza PAC2001 (Chicago). La simulazione evidenziava che la forma degli scrapers aveva un ruolo assai rilevante nella loro capacità di ridurre il fondo. La stessa simulazione è stata poi utilizzata per studiare l'effetto di nuovi scrapers in punti ad alta dispersione nella macchina. Questi nuovi scrapers sono stati installati su DAΦNE nel Gennaio 2001 ed hanno contribuito a ridurre ulteriormente i fondi.

La nuova configurazione degli scrapers su DAΦNE ha permesso di ridurre i fondi nel setup DEAR di un ulteriore fattore > 4.

6) Studi di principi fondamentali della fisica

6.1) Esperimento VIP

Il Principio di Esclusione di Pauli (PEP) è uno dei principi fondamentali della fisica moderna. Benché al momento non ci sia motivo di dubitare della sua validità è

lecito chiedersi se il principio non sia solo una approssimazione, per quanto buona, della realtà, e quindi cercare di trovarne delle piccole violazioni. E' proprio quello che stiamo facendo nell'ambito dell'esperimento VIP (Violation of the Pauli Exclusion Principle). In principio, la verifica sperimentale del principio di Pauli per gli elettroni può essere fatta in 2 modi:

- la ricerca di atomi "non-Pauliani"
- la ricerca di transizioni di raggi X "anomale", cioè transizioni di elettroni in orbitali già occupati con un numero massimo di elettroni permesso dal principio di Pauli.

Il secondo metodo è utilizzato in VIP per porre dei limiti sulla probabilità che il PEP venga violato (oppure per trovare la violazione).

L'idea è di introdurre "nuovi" elettroni in una sbarra di rame (nuovi, in quanto gli elettroni già esistenti nella sbarra di rame hanno avuto il tempo per compiere transizioni convenzionali), e cercare di misurare transizioni X di tipo K (in particolare la $2p \rightarrow 1s$) nelle quali il livello $1s$ è già occupato da 2 elettroni. Una tale transizione, ovviamente, sarebbe possibile soltanto se il principio di Pauli venisse violato per gli elettroni.

La caratteristica delle transizioni "anomale" è la loro energia: invece degli 8.05 keV aspettati per una transizione $2p \rightarrow 1s$ in rame, si misurerebbe l'energia "anomala" di 7.6 keV.

Nel 2004, completato l'esperimento DEAR, ho avanzato la proposta di utilizzare parte dell'apparato DEAR per una verifica del principio di Pauli, con l'obiettivo di migliorare il limite superiore sulla probabilità di violazione del PEP di almeno due ordini di grandezza.

Il nuovo esperimento VIP [N42], una collaborazione internazionale fra 9 Istituti di 4 paesi della quale sono *Spokesperson*, è stato approvato nel Settembre 2004 dalle rispettive funding agencies.

Il setup VIP è stato costruito a partire dal setup di DEAR, ma in questo caso i rivelatori CCD, invece di circondare una targhetta gassosa, sono stati disposti attorno ad un bersaglio in rame – in cui viene fatto circolare una corrente, ossia gli elettroni "nuovi" di cui abbiamo bisogno.

VIP ha già migliorato il precedente limite sulla probabilità di violazione del principio di Pauli ottenuto da Ramberg e Snow, di vari ordini di grandezza: all'inizio in una misura di fattibilità presso i LNF effettuata a Dicembre 2005 [R109] e poi in un misura di tre anni, effettuata presso i LNGS a partire dalla primavera del 2006 [R117, R125, R126, R137, R144, R147, R167, R211, R214], stabilendo il miglior limite al mondo sulla probabilità di violazione del PEP con un metodo pulito (che rispetta la superselection rule di Greenberg-Messiah).

Ho coordinato anche l'upgrade dell'apparato VIP: VIP2 utilizza nuovi rivelatori (SDD al posto delle CCD) e un sistema di veto per i fondi che ci permetterà di migliorare di circa due ordini di grandezza il limite sulla possibile violazione (o, perché no, scoprirne la violazione!) [R236, R240, R241, R245]. VIP2 è stato costruito

nel periodo 2012 – 2015, ed e' stato installato ai LNGS-INFN a Novembre 2015. Attualmente e' in fase di presa dati.

Sulla fisica di VIP ho vinto l'award della John Templeton Foundation e sono responsabile INFN per il progetto: "Hunt for the "impossible atoms": the quest for a tiny violation of the Pauli Exclusion Principle. Implications for physics, cosmology and philosophy" (2 November 2015 – 1 August 2018).

Nell'ambito di VIP ho coordinato 4 tesi triennali e una tesi di dottorato.

6.2) Test della Meccanica Quantistica

Sto coordinando vari progetti di ricerca nell'ambito della fisica fondamentale, in particolare per effettuare test sperimentali sul collasso della funzione d'onda. In questo ambito ho vinto: il progetto PRIN2008; i progetti presso il Centro Fermi, nonche' il large grant della Foundational Question Institute (FQXI) con il progetto: "*Events as we see them: experimental test of the collapse models as a solution of the measurement-problem*" (1 September 2015 – 31 August 2017). Partecipo con i test di meccanica quantistica a vari progetti europei, quali: COST MP1006, e COST Action CA15220, Quantum Technologies in Space.

Abbiamo effettuato una prima misura di test sulla "radiazione spontanea" nell'ambito di modelli di collasso tipo CSL (Continuous Spontaneous Localization) ai LNGS-INFN utilizzando un rivelatore ultra-puro di germanio, nonche' analizzato dati della collaborazione IGEX. *Questi studi ci hanno permesso di stabilire il miglior limite al mondo sul parametro di collasso λ ($10^{-13} s^{-1}$).* Da questi studi, nonche' dalla collaborazione con vari teorici in questo campo sono risultate una serie di pubblicazioni [R184, R196, R197, R206, R214, R247, R250, R254] e presentazioni su invito a varie conferenze internazionali.

In futuro intendo intensificare questi studi, con ulteriore misure dedicate, nell'ambito di progetti internazionali, per arrivare o a stabilire un limite sul parametro di collasso λ al di sotto del valore proposto dalla teoria (Ghirardi-Rimini-Weber), $10^{-16} s^{-1}$ oppure per scoprire segnali dovuti ad una modifica della meccanica quantistica standard (in questo caso con implicazioni enormi nella fisica moderna).

7) Attività di analisi dati e simulazioni Monte Carlo

7.1) Esperimento DIRAC (PS212 CERN)

L'esperimento DIRAC (Dimension Relativistic Atom Complex) [N1, R58, R61, R66, R72, R83, R85, R88, R92, R96, R97, R101, R138, R179] utilizza uno spettrometro magnetico con due rami, per misurare la vita media del sistema atomico $\pi^+\pi^-$ nello stato fondamentale, sul fascio di protoni ad alta intensità del PS al CERN. La vita media (circa 3 fs) è determinata dall'interazione forte, e pertanto una misura con la

precisione di 10% di questa quantità permette di determinare con una precisione del 5% la differenza $|a_0 - a_2|$ delle lunghezze di diffusione pione-pione nell'onda s per i due stati di isospin. Ciò, a sua volta, permette di verificare le previsioni di varie teorie sulla rottura della simmetria chirale, sottoponendo la QCD in regime nonperturbativo ad una verifica cruciale.

Ho partecipato all'esperimento DIRAC dal suo inizio (1995) contribuendo con la simulazione del rivelatore Cherenkov [R61] e con turni di misura.

Ho anche preso parte alle misure e analisi dati del sistema πK , in una campagna di misura a partire dal 2006 [N41, R138].

7.2) Esperimento DIANA

L'esperimento DIANA utilizza una camera a bolle riempita di Xenon liquido all'ITEP di Mosca. La mia collaborazione con questo esperimento è stata circoscritta all'analisi dati [R14, R59, R60, R73, R87, R112, R144, R145, R146, R228]. In particolare, ho partecipato all'analisi dati provenienti dall'interazione di un fascio di K^+ di 850 MeV/c del protosincrotrone dell'ITEP col bersaglio di Xenon liquido. Più di 10^6 tracce sono state acquisite. In particolare, nello studio del processo $K^+Xe \rightarrow K^0pXe$, lo spettro K^0p mostra una struttura risonante a 1539 ± 2 MeV/ c^2 con una larghezza $\Gamma < 9$ MeV/ c^2 . La massa e la larghezza dello stato risonante sono consistenti con il valore aspettato per il partner più leggero dell'antidecupletto barionico esotico del tipo pentaquark.

7.3) Esperimenti in Giappone – E570, E15 e E57

Ho partecipato ai turni di misura e analisi dati per l'esperimento E570 – KEK, che ha pubblicato la misura più precisa al mondo delle transizioni X sul livello $2p$ nell'elio-4 kaonico [R110, R119, R129]. Sto attualmente (vedi anche visiting scientist RIKEN, Giappone) partecipando agli esperimenti E15, E31 e E57, che studiano l'interazione dei kaoni carichi con la materia nucleare, presso l'acceleratore J-PARC [R149, R151, R156, R170, R174, R175, R200, R203, R218, R220, R229, R232, R235, R237].

8) Progetti con ricaduta industriale – Pulsed Electron Deposition Technique

Nel periodo 2012-2015 ho coordinato per l'INFN due progetti finanziati dal MISE: PED4PV e CIGS – Thin Films, con l'obiettivo di studiare nuove tecnologie per la deposizione di film sottili per il fotovoltaico, in particolare la Pulsed Electron Deposition. Il mio gruppo è stato coinvolto nello sviluppo, costruzione e test del cannone utilizzato con successo per la versione demo per un progetto industriale.

9) Attività di divulgazione scientifica, formazione e di servizio

Negli ultimi anni sono stata attivamente coinvolta nel programma di divulgazione e di formazione dei LNF-INFN.

Questo programma è particolarmente articolato e comprende una serie molto grande di attività, di cui farò in quel che segue una selezione delle più rappresentative.

Presso i LNF sono coinvolta nell'organizzazione delle visite ai LNF da parte del pubblico, delle Settimane della Scienza e degli Open Days/ OpenLab, più in una serie di iniziative rivolte agli studenti delle scuole medie superiori (stages, progetti europei Masterclasses, percorsi formativi) e ai loro insegnanti.

In particolare, da qualche anno i Laboratori organizzano gli "Incontri di Fisica", in cui ~ 200 insegnanti provenienti da tutta Italia, per tre giorni assistono a seminari teorici ed effettuano, divisi in gruppi, piccoli esperimenti di fisica. Sono il Direttore Scientifico di quest'attività.

Ho fatto parte dei gruppi di lavoro dell'INFN per la preparazione di varie mostre (*I Microscopi della Fisica, La Natura si fa in 4*), che hanno avuto largo successo e sono state esposte nelle maggiori città italiane e anche all'estero (Alessandria d'Egitto).

Ho partecipato all'organizzazione delle attività dei LNF per l'anno mondiale della Fisica (WYP05).

Ho partecipato all'organizzazione di varie edizioni della Researchers'Night, progetti EU (RN2006, RN2007, RN2008), essendone anche il coordinatore EU dell'edizione 2008. Ho avuto un ruolo chiave nell'organizzazione di un altro progetto europeo – CRESCERE, progetto con esperimenti di fisica interattivi per scuole di 3 paesi EU: Italia, Romania e Portogallo – e che ha riscosso un enorme successo.

Ho tenuto dei corsi di formazione di fisica moderna per il personale dell'amministrazione centrale INFN negli ultimi 7 anni, nonché conferenze di fisica in biblioteche e varie associazioni culturali.

Assieme al collega Giovanni Mazzitelli abbiamo avuto una serie di programmi radiofonici sulla fisica moderna, su RadioRock, vedi:

<http://www.asimmetrie.it/modules/smartsection/item.php?itemid=34>

Sto pubblicando articoli su varie riviste e giornali di divulgazione scientifica e organizzando corsi di formazione e orientamento per le scuole (come coordinatore e/o responsabile scientifico).

Ho coordinando uno stage presso i LNF-INFN nell'ambito del giornalismo scientifico:

http://www.lnf.infn.it/edu/stageInf/2009/interviste09/contenuti_stage.htm

che ha prodotto una pagina web di interviste molto interessante e letta da tutto il mondo:

<http://www.lnf.infn.it/edu/stageInf/2009/interviste09/index.htm>

Nell'ambito EU sono stata responsabile EU per la divulgazione scientifica per il progetto europeo HadronPhysics FP6, attività JRA10; e anche responsabile per la divulgazione scientifica nell'ambito del progetto HadronPhysics3 in FP7.

Ho organizzato nel periodo 12-14 ottobre 2015 un corso di formazione in progettazione avanzata elettronica: lettura per dispositivi a silicio per l'INFN: 12-14 Ottobre 2015 (LNF-INFN).

Il 9 Aprile 2016 sono stata relatore all'evento: TEDxRoma, Game Changers, <http://tedxroma.com/> e <http://tedxroma.com/portfolio-items/catalina-curceanu/> con la presentazione: Sinfonia quantistica nei computer di domani: dal bit al qubit.

Sono stata relatore di varie Conferenze MENSA Lazio; l'ultimo evento: "La ricerca delle onde gravitazionali: la storia, la scoperta e il futuro", 30 aprile 2016, Roma e di Mattinee di scienza, quali: Bim-Bum-Bang: Dal Big Bang alla terapia dei tumori con gli acceleratori di particelle, 15 Aprile 2016, LNF-INFN; Circuitiamo? Dietro le quinte delle grandi scoperte della Fisica Moderna, LNF-INFN, 6 maggio 2016.

Nel 2015 e 2016 ho tenuto il corso di Relatività, meccanica quantistica e cosmologia, per l'Associazione Tuscolana di Astronomia, Livio Gratton, <http://lnx.ataonweb.it/wp/2016/01/2451/>.

Ho realizzato varie presentazioni che sono in video attualmente su youtube, alcune delle quali, come la presentazione nell'ambito del "International Year of Light", LNF-INFN, 21/06/2015: <http://edu.lnf.infn.it/programma-seminari-divulgativi-2015/gennaio/> e <https://www.youtube.com/watch?v=JRAig1qShMg> – con piu' di 12000 visualizzazioni, ha piu' di 12000 visualizzazioni.

Nel 2015 ho realizzato un'intervista per la FISICAST Radio Scienza: Chi ha "rubato" l'antimateria?: <http://www.radioscienza.it/2015/11/25/chi-ha-rubato-lantimateria> e sono stata invitata con la presentazione: Dai Buchi Neri all'Adroterapia. Un viaggio nella Fisica Moderna, all'evento: Nelle stanze segrete: <http://www.libreriaassaggi.it/2015/11/06/nelle-segrete-stanze-v-con-barucca-caminiti-curceanu/>, Libreria Assaggi, Roma

Ho pubblicato il libro di divulgazione scientifica, "*Dai buchi neri all'adroterapia. Un viaggio nella Fisica Moderna*" – Springer. Collana: I Blu (2013) e piu' di 200 articoli di divulgazione scientifica su giornali rumeni e un blog dedicato (vedi D2 e D3 nell'elenco pubblicazioni).

Frascati, 18 giugno 2021

Catalina Oana Curceanu

