

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di valutazione per la chiamata a professore di I fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 24, comma 6, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale: 02/B2 - Fisica Teorica della Materia ,
(settore scientifico-disciplinare FIS/03 - Fisica della Materia)
presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI", Codice concorso 4592

Fabrizio Castelli

CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI (NON INSERIRE INDIRIZZO PRIVATO E TELEFONO FISSO O CELLULARE)

COGNOME	CASTELLI
NOME	FABRIZIO
DATA DI NASCITA	10 SETTEMBRE 1957

Posizione attuale:

- Ricercatore Universitario per il Settore Scientifico Disciplinare FIS/03 (Fisica della Materia) presso il Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli" dell'Università degli Studi di Milano, dal 6/1992;
- Ricercatore Associato all' INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare), sezione di Milano, dal 2008;

Abilitazioni Scientifiche:

- Abilitazione Scientifica Nazionale a Professore Associato, Settore Concorsuale 02/B2 – Fisica Teorica della Materia (Settore Scientifico Disciplinare FIS/03-Fisica della Materia), ASN 2016, validità fino al 2027;
- Abilitazione Scientifica Nazionale a Professore Ordinario, Settore Concorsuale 02/B2 – Fisica Teorica della Materia (Settore Scientifico Disciplinare FIS/03-Fisica della Materia), ASN 2018, validità fino al 2029;

Titoli di studio:

- Dottorato di Ricerca in Fisica (PhD) III ciclo, conseguito presso l'Università degli Studi di Milano (1990);
- Laurea in Fisica (indirizzo Fisica Generale), Università degli Studi di Milano (1985);
- Diploma di Perito Chimico Industriale, conseguito presso l'I.S.I.S. Istituto Tecnico Scientifico "Giulio Natta" a Bergamo, nel 1976;

Posizioni ricoperte in passato (non Universitarie):

- impiegato come tecnico di laboratorio dal 3/2/1977 al 10/10/1981 presso la "Permelec" s.p.a. in Milano;
- impiegato come tecnico di laboratorio dal 12/10/1981 al 11/1/1985 presso la "Oronzio de Nora - Impianti Elettrochimici" s.p.a. in Milano;
- Insegnante di Matematica e Fisica presso l'Istituto legalmente riconosciuto "Niccolò Rezzara", Clusone (BG), nei quinquenni sperimentali biologico-sanitario e psico-pedagogico, cattedra di Matematica e Fisica dal 7/9/1985 al 30/4/1987;
- Titolare di due borse di studio annuali del IEIIT - CNR, afferenti al progetto finalizzato "Telecomunicazioni", sede di lavoro il Politecnico di Torino, dal 1/4/1990 al 31/3/1992;

- Titolare di contratto di ricerca presso l'unità INFN (Istituto Nazionale di Fisica della Materia) di Milano nel 1992; Associato alla corrispondente Sezione A dell' INFN;

Attività didattica universitaria (presso l'Università degli Studi di Milano se non altrimenti specificato)

- esercitazioni per i corsi di “Struttura della Materia” (due corsi) per il corso di laurea in Fisica; dall’a.a. (anno accademico) 1992/93 al 1998/99;
- esercitazioni di “Fisica I” per il corso di Laurea in Ingegneria, Università di Bergamo, a.a. 1991/1992;
- corso per il Dottorato di Ricerca in Fisica “Dinamica dei sistemi ottici non lineari”, a.a. 1991/1992).
- corso di “Fisica I” per il Diploma Universitario in Ingegneria Meccanica, Università di Bergamo, sede di Dalmine, dall’a.a. 1996/97 al 1998/99;
- corso di “Elettronica Quantistica” per la laurea in Fisica, a.a. 1998/1999;
- corso di “Optica non Lineare” per la laurea in Fisica, a.a. 1999/00;
- corso di “Laboratorio di Fisica” per la laurea in Scienze Biologiche dall’a.a. 1999/00 al 2000/01;
- corso di “Fisica II” per il corso di Laurea in Ingegneria, Università di Bergamo, dall’ a.a. 2000/01 al 2002/03;
- corso di “Fisica” per la laurea in Scienze Naturali, dall’ a.a. 1999/00 al 2004/05;
- corso di “Complementi di Fisica” per la laurea Magistrale in Scienze Naturali, dall’a.a. 2003/04 al 2007/08;
- corso di “Optica non Lineare” per il Dottorato di Ricerca in Fisica, dall’a.a. 2003/04 al 2006/07;
- corso di “Struttura della Materia 2” per la Laurea Magistrale in Fisica, dall’a.a 2004/05 fino ad ora;
- corso di “Optica Quantistica” (un modulo) per la Laurea Magistrale in Fisica, dall’a.a. 2011/12 ad ora;
- corso di “Quantum Coherent Phenomena” per il Dottorato di Ricerca in Fisica, dall’a.a. 2018/19 ad ora;

Attività in qualità di relatore di tesi di Laurea o di Dottorato e/o membro di commissioni relative (presso l'Università degli Studi di Milano se non altrimenti specificato)

- Relatore o correlatore di oltre 60 Tesi per il conseguimento della Laurea in Fisica (quadriennale, triennale e magistrale);
- Relatore (Supervisore) per le Tesi di Dottorato di Ricerca in Fisica, Astrofisica e Fisica applicata, per gli studenti:
 - 1) Fabio Villa (ciclo XXIV), “Laser system for positronium excitation to Rydberg levels for Aegis experiment” (2011)
 - 2) Zeudi Mazzotta (ciclo XXIX), “Positronium laser excitation in the AEgIS experiment“, (2016)
 - 3) Michele Sacerdoti (ciclo XXX), “Simulation of antihydrogen production in AEGIS” (2017)
 - 4) Giacomo Tanzi Marlotti (XXXI), “Theory of positronium interactions with porous materials” (2019)
- Membro della commissione giudicatrice per l’esame finale di Dottorato dei seguenti studenti:
 - 1) Lea di Noto, Dottorato in Fisica presso l’Università di Trento (ciclo XXVI), “Positronium in AEgIS experiment: study on its emission from nanochanneled samples and design of a new apparatus for Rydberg excitations” (2014)
 - 2) Tommaso Corti, Dottorato di Ricerca in Fisica presso l’Università dell’Insubria (ciclo XXX), “Temporal properties of counterpropagating twin photons” (2017)
- Membro della Giunta del Dipartimento di Fisica dal 2001 al 2004;

Attività di referaggio scientifico di progetti, editorial board e/o membro di commissione (recenti)

- Membro dell’Editorial Board di Physics Letters A.
- Membro del Collegio dei Docenti della Scuola di Dottorato di Ricerca in Fisica, Astrofisica e Fisica Applicata dell’Università degli Studi di Milano (dal 2003 ad oggi);
- Appartenente all’albo degli esperti scientifici REPRISSE del MIUR, sezione Ricerca di Base.
- Valutatore di alcuni progetti di ricerca presentati sotto le seguenti call:
 - a) FUTURO IN RICERCA 2012, Università degli Studi di Padova (Caterina Braggio “Una facility eterogenea di generazione di fasci di atomi di Rydberg ad alta energia per studiare processi di fisica fondamentale”);

- b) PRIN 2012, Politecnico di Milano, (Giuseppe della Valle, “Nuovi scenari per il trasporto della luce in reticoli fotonici: dalla simulazione di modelli quantistici fondamentali ai meta-materiali e dispositivi ottici PT-simmetrici”);
- c) FARE 2018, Università di Firenze (Nicola Poli, Quantum Correlation in atomic clocks and atomic gravimeters”);
- Membro delle commissioni per il conferimento di:
 - a) assegno di Ricerca presso l’Università degli Studi di Milano (2016)
 - b) assegno di Ricerca presso l’Università dell’Insubria (2016)
 - c) assegno di Ricerca presso l’Università di Firenze (2018)
 - d) finanziamento di progetto competitivo per RTD presso l’Università di Firenze (2017)
 - e) assunzione di ricercatore a tempo determinato presso l’Università dell’Insubria (2016)
 - f) proroga di contratto per ricercatore universitario a tempo determinato presso l’Università dell’Insubria (2016)

Attività di referaggio scientifico: riviste e libri

- Referee per le seguenti riviste internazionali (per un totale di più di 120 referaggi):
 - a) Physics Letters A
 - b) Physical Review Letters
 - c) Physical Review A
 - d) Physical Review B
 - e) Journal of Physics B
 - f) European Journal of Physics B
 - g) International Journal of Quantum Chemistry
 - h) Optics Letters
 - i) Applied Optics
 - j) Optics Express
 - k) Journal of the Optical Society of America B
 - l) Optics Communications
- Referee del libro “Mathematical for the Physical Sciences” di L.Copley, De Gruyter Open Editor;

Attività seminariale per convegni o scuole di carattere scientifico (solo su invito e recenti)

- Relatore alla INTERNATIONAL SCHOOL OF PHYSICS ENRICO FERMI “ PHYSICS WITH MANY POSITRONS”, July 2009 (VARENNIA –ITALY). Titolo della relazione "Laser-driven Ps excitation in the Aegis antimatter experiment" (<http://events.unitn.it/en/positrons-varenna/program>);
- Relatore al convegno "What next - Antimatter, Axions, Cold Gases, Quantum Simulations" dell'INFN, Firenze maggio 2015, titolo della relazione "Positronium and Fundamental Physics" (<https://agenda.infn.it/conferenceOtherViews.py?view=standardshort&confId=9367>);
- Relatore alla "Scuola nazionale estiva per insegnanti: La scienza in 4D" (Piano Nazionale Lauree Scientifiche), Siena luglio 2016. Titolo della relazione "Einstein e la Relatività Generale: i primi cento anni (1915 - 2015)" (<https://www.dsfta.unisi.it/it/ricerca/laboratori/laboratorio-di-ricerca-didattica-fisica/pls-scuola-nazionale-residenziale-3>);
- Relatore alla "Scuola nazionale estiva per insegnanti: La scienza in 4D" (Piano Nazionale Lauree Scientifiche), Siena luglio 2017. Titolo della relazione "Materia e antimateria: dalle particelle elementari agli enigmi del cosmo" (<https://www.dsfta.unisi.it/it/ricerca/laboratori/laboratorio-di-ricercadidattica-fisica/pls-scuola-nazionale-residenziale-4>);
- Relatore alla "Scuola nazionale estiva per insegnanti: La scienza in 4D" (Piano Nazionale Lauree Scientifiche), Siena luglio 2018. Titolo della relazione "Della luce e del colore: una passeggiata storica dagli antichi Greci alla visione scientifica moderna"

(<https://www.dsfta.unisi.it/it/ricerca/laboratori/laboratorio-di-ricerca-didattica-fisica/pls-scuolanazionale-residenziale-5>);

- Relatore alla "Scuola nazionale estiva per insegnanti: La scienza in 4D" (Piano Nazionale Lauree Scientifiche), Siena luglio 2019. Titolo della relazione "La simmetria: arte, geometria, scienza & Fisica" (<https://www.dsfta.unisi.it/it/ricerca/laboratori/laboratorio-di-ricerca-didattica-fisica/pls-scuola-nazionale-residenziale-6>);
- Relatore nell'ambito del progetto "Seminari di Fisica" – Formazione docenti Ambito 4, presso l'Istituto Statale di Istruzione Superiore (ISIS) "Giulio Natta", Bergamo, tre conferenze su argomenti di Fisica Moderna, per i giorni 22.02.2018, 20.03.2018, 19.04.2018;

Partecipazione alle attività di gruppi di ricerca caratterizzati da collaborazioni nazionali e internazionali, e di progetti di ricerca finanziati. Sono elencati solo i progetti a partire dal 2006, altri meno recenti sono discussi nella Sezione "attività di ricerca"

- Collaborazione al progetto di ricerca dell'INFN "SPARC/PLASMONX" (generazione di impulsi laser da impiegare nell'accelerazione di particelle), sede principale Frascati dal 2006 al 2010;
- Collaborazione al progetto di ricerca internazionale AEGIS (Antimatter Experiment: Gravity, Interferometry, Spectroscopy) che si propone lo studio della gravità su antimateria,, sede principale al CERN (Ginevra), con partecipazione di diverse Università e centri di ricerca a partire dal 2008 ad oggi; (<https://aegis.web.cern.ch/home.html>)
- Collaborazione al progetto di ricerca internazionale QUPLAS (QUantum interferometry and gravity with Positrons and LASers), per lo studio dell'interferometria delle onde di materia positroniche, con partecipazione dell'INFN sezione di Milano e del Politecnico di Milano, sede di Como, e delle Università di Brescia, Bologna e Firenze e dell'Università di Berna, a partire dal 2015 ad oggi; (<https://sites.google.com/site/positronlaboratoryofcomovepas/visit-the-positron-laboratory/quplas>)
- Collaborazione al progetto di ricerca internazionale "Gamma Factory" per la realizzazione di una sorgente gamma ad alta intensità, sede principale al CERN (Ginevra) e partecipazione di vari centri di ricerca, dal 2018 ad oggi (<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01872040>).

Pubblicazioni

Autore di oltre 100 pubblicazioni su riviste internazionali. L'elenco completo delle pubblicazioni è consultabile sul sito <https://orcid.org/0000-0002-1485-6737>.

Indici e citazioni possono essere estratte dalle seguenti banche dati:

Scopus: Documenti 130, Citazioni 1244, H-index 17 (scopus identifier 57208353202)

Web of Science: Documenti 114, Citazioni 1464, H-index 19

In particolare, le 12 pubblicazioni selezionate per il bando sono citate e discusse, con particolare riguardo al contributo personale, nella Sezione "Attività di ricerca scientifica".

Attività di ricerca scientifica

L'attività di ricerca è principalmente di carattere teorico e copre un ampio spettro di argomenti che spaziano dall'Ottica Quantistica e Non Lineare alla Fisica dei Laser, e dagli atomi esotici (anche con antimateria) alla fisica fondamentale, anche nella materia condensata. Spesso in stretta connessione con gruppi che svolgono ricerche sperimentali. I risultati della ricerca sono stati pubblicati su diverse riviste scientifiche (vedi lista pubblicazioni) e sono state presentate numerose relazioni (ad invito, orali o poster) a conferenze e workshop, nazionali e internazionali.

Nel seguito viene presentata una descrizione abbastanza esaustiva, quasi completamente cronologica, dei vari settori nei quali può essere suddivisa l'attività, con segnalazione dei progetti finanziati e riferimento particolare alle pubblicazioni selezionate per il bando, che comunque riguardano argomenti di ricerca recenti.

1) Ottica Quantistica, effetti non-classici, misure QND, stati entangled

- a) Nel periodo fino al 1988 si sono studiati gli effetti del rumore in sistemi dinamici dissipativi descritti in termini di processi stocastici e/o con Master Equations, anche in presenza di cavità risonante, al fine di evidenziare le proprietà degli stati non-classici di “squeezing” nella radiazione trasmessa.
→ *Segnalo in particolare che al lavoro “Squeezing in Optical Bistability without Adiabatic Elimination”, pubblicato su Nuovo Cimento D, vol.10, p.183 (1988) è stato attribuito il premio come “miglior lavoro teorico” apparso sul Nuovo Cimento.*
- b) Nel periodo 1991--1993, nell'ambito del progetto ESPRIT--NOROS della CEE, coinvolgente una decina di istituti europei, si sono studiate le instabilità e le proprietà di riduzione delle fluttuazioni quantistiche nella radiazione emessa da svariati sistemi ottici atomici, e in particolare nella miscelazione ottica a 4 onde, di interesse sia teorico che applicativo per l'utilizzo nelle comunicazioni su base ottica. Si sono studiati in particolare modelli basati su atomi a due livelli, e le loro connessioni con modelli parametrici empirici.
- c) Nel periodo 1993-1996, nell'ambito del progetto ESPRIT--QUINTEC della CEE e del progetto "Nonclassical Light" -- CEE Human Capital and Mobility Network 920887, si sono sviluppati modelli per l'interazione di radiazione con atomi a tre livelli in varie configurazioni (Ladder o Lambda), allo scopo di implementare misure di tipo non distruttivo, dal punto di vista delle interazioni quantistiche (misure QND), linea di ricerca di carattere fondamentale ma anche di forte impatto applicativo. Si sono studiate, e verificate sperimentalmente, le condizioni sotto le quali è possibile il trasferimento del rumore quantistico tra diversi fasci laser, ed è realizzabile una situazione di squeezing "ideale".
- d) Nel periodo 2008-2013 mi sono di nuovo occupato di esperimenti di Ottica Quantistica (eseguiti presso il laboratorio del Dipartimento) in particolare dello studio delle correlazioni puramente quantistiche tra i fasci di radiazione emessi da oscillatori parametrici ottici (OPO) e della generazione di fotoni “entangled” quando il laser di pompa in continua possiede una bassa coerenza.
→ *Su questi argomenti la pubblicazione n.10 presenta lo studio teorico (mio contributo) e sperimentale delle proprietà di coerenza e della visibilità degli stati entangled prodotti nella down-conversion.*

2) Laser a elettroni liberi (FEL)

Questo è stato l'argomento della ricerca durante il periodo del Dottorato (anni dal 1987 al 1990).

Si è studiato il FEL nella configurazione di oscillatore con cavità ottica, sia con modello a N corpi sia con modelli collettivi, descriventi la dinamica con propagazione degli elettroni interagenti con la radiazione. Si è dimostrato l'effetto di “Mode--pulling”, e si è analizzata la competizione tra i modi della cavità in collegamento con gli esperimenti eseguiti a UCSB -- Santa Barbara. Si è mostrato come nell' oscillatore FEL con segnale esterno, sia possibile un comportamento bistabile.

3) Dispositivi ottici attivi e passivi a base di semiconduttori a Multiple Quantum Well (MQW)

Questa linea di ricerca è partita nel 1990 nell'ambito dei Progetti Finalizzati del CNR “Telecomunicazioni” e “Tecnologie per comunicazioni ottiche”, con sede l'Istituto IEIIT sito presso il Politecnico di Torino.

Si sono studiati microdispositivi ottici a base di semiconduttori e strutture MQW, di interesse per l'elaborazione ottica dell'informazione e per la conversione di frequenza di segnali ottici. Ci si è occupati dapprima dello sviluppo di modelli e dell'analisi delle caratteristiche di dispositivi ottici bistabili. Si è analizzato il fenomeno della conversione di frequenza negli amplificatori a semiconduttore, con lo studio delle instabilità che innescano il fenomeno, di notevole interesse anche teorico.

Tale ricerca è stata svolta anche per sistemi atomici a due livelli in cavità ottica, dove si è dimostrata una notevole e profonda connessione tra la risposta del sistema ai segnali multifrequenza e le note instabilità dinamiche di Risken--Nummedal.

4) Instabilità e proprietà quantistiche di strutture spaziali ottiche non lineari

Dal 1991 la linea di ricerca (1) è anche proseguita nella direzione dello studio delle proprietà quantistiche delle strutture ottiche spaziali che emergono spontaneamente nel piano trasverso alla direzione di propagazione del campo elettromagnetico. Si è dimostrata la presenza di correlazioni puramente quantistiche tra fasci di radiazione emessi da un oscillatore ottico parametrico. Questo fenomeno può essere sfruttato per esperimenti su aspetti fondamentali e ancora dibattuti della Meccanica Quantistica; in particolare si è proposto un possibile schema sperimentale per l'implementazione del noto “paradosso EPR”.

→ Il più recente prodotto di questa linea di ricerca è costituito dalla pubblicazione n.5 della lista, che raccoglie in particolare il mio specifico lavoro per la deduzione del modello che descrive la formazione spontanea delle strutture, partendo dalle note equazioni di Maxwell-Bloch.

5) Laser e microcavità a semiconduttore

Nel periodo 1997-2006, nell'ambito dei progetti ESPRIT--ACQUIRE e VISTA della CEE, PAIS – INFN, MADESS II – CNR e infine “VCSELs for Information Society Technology Applications” (VISTA) della CEE (Human Potential - Research Training Network) l'attività di ricerca ha riguardato i modelli quantistici per microcavità ottiche a base di semiconduttori e MQW. Tali sistemi presentano promettenti possibilità per il controllo dell'emissione spontanea e per la realizzazione di dispositivi e laser senza soglia; in particolare ci si è concentrati sullo studio dei fenomeni dissipativi che giocano un fondamentale ruolo nella dinamica dei portatori di carica e degli eccitoni, sullo studio delle proprietà quantistiche di laser a semiconduttore sia di tipo bulk che VCSEL tramite modelli microscopici da principi primi. Tra i molti risultati ottenuti, di notevole importanza è quello che spiega in modo soddisfacente per la prima volta i risultati sperimentali sul rumore quantistico residuo presente nei laser a semiconduttore, mai soddisfacentemente spiegati in precedenza, tramite il contributo che nasce dal “pump-blocking”, cioè dalle proprietà della statistica fermionica dei portatori di carica. Si sono anche studiate le proprietà e la dinamica degli stati di polarizzazione di laser VCSEL (laser a cavità verticale) con vari modi attivi.

6) Ottica non lineare e laser impulsati

Nel periodo 2006-2010 ho collaborato al progetto di ricerca SPARC/PLAMONX a Frascati. In particolare mi sono occupato dell'analisi e controllo degli impulsi di radiazione laser al picosecondo generati in processi non lineari di amplificazione in seconda e terza armonica, di notevole importanza per la produzione di radiazione coerente impulsata in regioni di frequenze non direttamente generabili, sia per ricerche di carattere fondamentale, sia per le applicazioni nel campo della accelerazione di particelle. Un sottoprodotto di questa ricerca ha riguardato lo studio di possibili effetti superluminali, ben oltre la lunghezza di coerenza, per singoli fotoni prodotti dai processi non lineari.

7) Progetto AEGIS, positronio e studi di carattere fondamentale con antimateria

A partire dal 2008 collaboro al progetto di ricerca internazionale AEGIS, con la partecipazione dell'INFN e (attualmente) di una dozzina di istituti europei, con sede principale il CERN a Ginevra. Questo progetto riguarda la sintesi di antiidrogeno (\bar{H}) per studi di carattere fondamentale sulle proprietà dell'antimateria. L'obiettivo principale è la prima misura della accelerazione gravitazionale su antimateria, un argomento che presenta interesse crescente per gli studi sulle simmetrie CPT e sul principio di equivalenza gravitazionale (di Einstein) nella fisica delle particelle.

Mi sono occupato in particolare, e in modo continuativo, della teoria e delle applicazioni per l'eccitazione del positronio (P_s) a stati Rydberg tramite una sequenza opportuna di due impulsi laser al nanosecondo in ambiente con campi elettrici e magnetici. Il P_s è infatti un intermedio essenziale nel processo proposto per la produzione di \bar{H} .

→ La mia teoria dell'eccitazione del P_s in campi elettrici e magnetici è presentata basicamente nella pubblicazione n.12 della lista, ed approfondita nella pubblicazione n.11. Nella n.9 si riporta lo studio dell'apparato che viene proposto per la misura dell'accelerazione di gravità di \bar{H} . La realizzazione sperimentale del primo stadio di eccitazione del P_s (che lo porta livello $n=3$), con alcuni risultati preliminari per il secondo stadio di eccitazione (a livelli Rydberg) è descritta nella n.7, con la mia analisi teorica e statistica dei risultati. Nella pubblicazione n.4 si studia la produzione dello stato $2S$ a lunga vita del P_s tramite decadimento spontaneo dallo stato eccitato $3P$, mentre nella n.3 si realizza lo stesso processo ma tramite emissione stimolata con l'ausilio di un ulteriore sistema laser. Infine, nella pubblicazione n.1 viene studiata la distribuzione delle velocità del P_s prodotto a livelli Rydberg e la sua probabilità di autoionizzazione. In questi ultimi lavori è stata applicata la teoria da me formulata, in particolare anche specializzando opportuni modelli semplificati per una realistica applicazione agli esperimenti e una completa descrizione dei risultati.

8) Progetto QUPLAS, interferometria quantistica di positroni e positronio

A partire dal 2015 collaboro col progetto di ricerca QUPLAS, partecipato da INFN e da varie Università, che intende dimostrare e studiare l'interferometria atomica con antimateria, in particolare con positroni e atomi di P_s , allo scopo di verificare la simmetria CPT, studiare l'effetto Aharonov-Bohm con antimateria

(che è nella fase di progettazione presso l'Università di Brescia) e misurare l'accelerazione gravitazionale su antimateria sfruttando questa seconda importante strada. Tali fondamentali test di meccanica quantistica con antimateria, mai affrontati finora, hanno avuto recentemente la prima conferma con la dimostrazione dell'interferenza quantistica con positroni eseguita al Laboratorio NESS del Politecnico di Milano, sede di Como.

→ Nella pubblicazione n.8 è presentata e discussa la teoria di base per la realizzazione dell'interferometria con particelle di antimateria.

9) Positronio confinato in cavità subnanometriche

Sempre dal 2015 ho avviato una attività di ricerca in collaborazione col Prof. Consolati del Politecnico di Milano, che riguarda lo studio delle proprietà del Ps confinato in cavità subnanometriche, o nanovuoti, nella materia condensata. Oltre al notevole interesse teorico, questa ricerca è importante perchè il Ps è praticamente l'unica sonda nota per lo studio delle caratteristiche elettroniche dei materiali nano- o subnanoporosi. Si sono investigati modelli semi-analitici e numerici formulando una teoria full-quantum a due particelle (mentre in letteratura il Ps è quasi sempre considerato come un'unica entità) e in particolare si sono studiati 1) il parametro detto "contact density", che è essenzialmente la probabilità di trovare l'elettrone nella posizione del positrone e che governa il tasso di annichilazione, e 2) le correlazioni quantistiche di scambio dell'elettrone del Ps con gli elettroni vicini, fondamentali per la teoria esatta dei tassi di annichilazione del Ps nella materia, i quali sono praticamente le uniche quantità misurabili sperimentalmente.

→ Nella pubblicazione n.6 viene esposta la mia teoria a due particelle che offre per la prima volta una chiara spiegazione al fatto che il Ps nei nanovuoti assume, per la "contact density", dei valori inferiori rispetto al valore atteso nel vuoto, contrariamente a quello che ci si potrebbe aspettare da semplici considerazioni intuitive. Nella pubblicazione n.2 viene sviluppata la teoria completa dell'annichilazione del Ps nei nanovuoti nella materia, tenendo conto degli effetti delle correlazioni quantistiche di scambio tra elettroni.

10) Progetto di ricerca "Gamma Factory"

Dal 2018 collaboro alla collaborazione internazionale "Gamma Factory" stabilita al CERN, che si propone la progettazione di una facility per la produzione di raggi gamma tramite scattering di impulsi laser su ioni a velocità relativistiche. Vedi <https://cds.cern.ch/record/2690736?ln=it> per la proof-of-principle.

Altra attività didattiche, seminariali o di conferenze a carattere divulgativo (ambito Terza Missione)

- Dispensa su alcuni argomenti del corso di Fisica per Scienze naturali, Editore CUSL (2000);
- Conduzione di tre siti web didattici per l'Università degli Studi di Milano sotto <https://ariel.unimi.it/>, per i corsi di Fisica per la laurea in Scienze Naturali, Struttura della Materia 2 e Ottica Quantistica per la laurea Magistrale in Fisica;
- Conferenza "La Teoria della Relatività: spazio, tempo, gravitazione", Rotary Club Codogno, 13 aprile 2015;
- Conferenza "Materia oscura: un racconto tra Fisica e Fantascienza", Bergamo Science Center, 8 marzo 2019;
- Seminari didattici su argomenti di Fisica Moderna (dal 2016), in particolare sui seguenti argomenti:
 - a) Albert Einstein e la scoperta delle onde gravitazionali
 - b) Viaggio nel mondo dei Quanti e nei misteri della Meccanica Quantistica
 - c) Materia e antimateria: dalle particelle elementari agli enigmi del cosmo
 - d) Della luce e del colore: una passeggiata storica
 - e) Simmetria e invarianza nelle leggi della Fisica

presso le seguenti scuole superiori e istituti scolastici, per classi quarte e quinte:

Collegio Vescovile S.Alessandro, Bergamo

Istituto Statale di Istruzione Superiore (ISIS) "Giulio Natta", Bergamo

Liceo Scientifico "Mascheroni", Bergamo

Liceo Scientifico Salesiano - Istituto S.Ambrogio Milano

Istituto Gadda Rosselli Gallarate

Liceo Scientifico "Primo Levi", San Donato Milanese

Riconoscimenti e premi

- Premio della SIF (Societa' Italiana di Fisica) per il miglior lavoro teorico alla pubblicazione "Squeezing in Optical Bistability without Adiabatic Elimination", pubblicato su Nuovo Cimento D, vol.10, p.183 (1988);
- Riconoscimento come "Outstanding Referee" dall'American Physical Society nel 2016.

Data

14 maggio 2021

Luogo

Milano