

CURRICULUM DEL PROF. LUCA VENTURELLI

CURRICULUM VITAE

Laurea in Fisica presso l'Università degli Studi di Milano (a.a.1987-1988).

Nel 1989 vincitore del concorso per titoli ed esami bandito dall'EULO (Consorzio dell'Ente Universitario Lombardia Orientale) per l'assegnazione della **Borsa di Studio e Ricerca a tempo pieno triennale in Fisica Sperimentale** presso l'Università degli Studi di Brescia.

Vincitore nel 1991 del concorso per titoli ed esami a 1 posto di **ricercatore in Fisica Generale** presso la Facoltà di Ingegneria della Università degli Studi di Brescia con presa di servizio il giorno 10 febbraio 1992.

Nel settembre 2001 idoneo nella valutazione comparativa per un posto di professore associato nel settore scientifico-disciplinare Fisica Generale. Dal 1 novembre 2001 **professore associato di Fisica Generale** presso la Facoltà di Ingegneria della Università degli Studi di Brescia.

Dal 23 gennaio 2014 **abilitato a professore prima fascia - 02/A1**: Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali

Dal 1 settembre 2016 **professore ordinario di Fisica Sperimentale** presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione della Università degli Studi di Brescia

Dal 1992 svolge con continuità attività didattica di fisica generale nei corsi universitari.

Membro del Consiglio della Ricerca dell'Università degli Studi di Brescia dal 1998 al 2001 e da novembre 2002 ad ottobre 2010.

Membro del Senato Accademico dell'Università degli Studi di Brescia dal 2006 ad ottobre 2010.

Associato all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) dal 1988

Visitatore al CERN dal 1988. Visitatore ai Laboratori Nazionali di Frascati dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Frascati, Roma) dal 1992 al 2000.

Partecipazione attiva ai seguenti esperimenti: PS201 (OBELIX) al CERN, FINUDA ai L.N.F, ATHENA al CERN, ASACUSA al CERN (tuttora in corso).

Dal 2006 **membro dello Steering Committee di FLAIR al GSI.**

Primo posto nella classifica "**Physics Word 2010 Breakthrough of the Year**" assegnato dalla rivista Physics Word alle Collaborazioni ALPHA e ASACUSA per aver creato nuove modi di controllare gli atomi di anti-idrogeno.

Dal 2012 **responsabile nazionale per l'INFN dell'esperimento ASACUSA al CERN.**

Referente da giugno 2012 dell'Università di Brescia nel progetto ELENA al CERN.

Coautore di più di 180 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali con "referee", e relatore a diversi congressi nazionali ed internazionali.

ATTIVITA' DIDATTICA

E' stato docente presso la Scuola di Fisica Adronica di Folgaria nel 1993.

Ha partecipato, negli anni accademici 1989-90, 1990-91 e 1991-92 in qualità di cultore della materia, alle commissioni d'esame di profitto per l'insegnamento di FISICA 2 di tutti i corsi di Laurea della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Brescia.

Ha svolto, presso l'Università degli Studi di Brescia, i corsi di esercitazioni pratiche e di laboratorio dell'insegnamento di FISICA 2 (denominato dall'a.a. 1996-97 FISICA GENERALE 2): nell'a.a. 1992-1993 (corsi di Laurea in Ingegneria Civile e Ingegneria Meccanica) e negli anni accademici 1993-1994, 1994-1995, 1995-1996, 1999-2000 (corso di Laurea in Ingegneria Elettronica).

Ha avuto, presso l'Università degli Studi di Brescia, l'affido del corso di **FISICA GENERALE 2** : nell'a.a. 1996-1997 (corso di Laurea in **Ingegneria Elettronica**) e negli anni accademici 1997-1998, 1998-1999 (corso di Laurea in **Ingegneria Meccanica e Gestionale**)

Ha avuto, presso l'Università degli Studi di Brescia, l'affido del corso di **FISICA GENERALE Secondo Modulo** nell'a.a. 2000-2001 per il **Diploma Universitario in Ingegneria Meccanica**.

Ha avuto, presso l'Università degli Studi di Brescia, la responsabilità didattica del corso di **FISICA GENERALE** negli anni accademici 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007, 2007-2008, 2008-2009, 2010-2011, 2011-2012 per il Corso di **Laurea Specialistica quinquennale in Ingegneria Edile-Architettura**.

Ha avuto, presso l'Università degli Studi di Brescia, l'affido del corso di **FISICA SPERIMENTALE C** nell'a.a. 2009-2010 per il Corso di **Laurea Specialistica in Ingegneria Civile (N.O.)** e il Corso di **Laurea Specialistica in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio e Ingegneria Civile ((N.O.))**.

Ha avuto, presso l'Università degli Studi di Brescia, la responsabilità didattica del corso di **FISICA SPERIMENTALE 1** negli anni accademici 2012-13, a.a. 2013-14 (sez.1 dei corsi di **Laurea Triennale in Ingegneria Civile ed Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**) e negli anni accademici 2014-15 e 2015-16 (corso di **Laurea Triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio**)

ATTIVITA' SCIENTIFICA

L'attività di ricerca scientifica e' indirizzata ad argomenti di fisica fondamentale, affrontati prevalentemente con esperimenti realizzati usando acceleratori di particelle di bassa energia, nell'ambito di collaborazioni internazionali.

I suoi principali interessi scientifici in particolare riguardano:

- (1) interazioni di antiprotoni di bassa energia con nucleoni e nuclei (dinamica dell'annichilazione);
- (2) interazione di antiprotoni di bassa energia con atomi e molecole (studio del potere frenante);
- (3) spettroscopia di mesoni leggeri e ricerca di mesoni esotici e glueball;
- (4) formazioni di atomi esotici (elio antiprotonico e protonio) e loro studio per verificare la simmetria CPT;
- (5) formazione di anti-atomi (anti-idrogeno) e loro studio per verificare la simmetria CPT;

Visitatore al CERN (Organizzazione Europea per la Ricerca Nucleare-Ginevra, Svizzera) dal 1988.
Visitatore ai Laboratori Nazionali di Frascati dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Frascati, Roma) dal 1992 al 2000.

Nell'**esperimento PS201 (OBELIX)** al CERN ha svolto ricerche sperimentali sull'interazione di antinucleoni a riposo o a basse energie con protoni e nuclei, nell'ambito di un programma centrato sulla spettroscopia di mesoni leggeri convenzionali ed esotici, sulla dinamica delle interazioni forti e su tematiche di frontiera tra la fisica atomica, dei nuclei e delle particelle elementari.

Oltre ad aver partecipato attivamente alle fasi di presa dati e ad avere contribuito alla realizzazione dei programmi di simulazione Monte Carlo delle prestazioni dell'apparato, ha ideato nuove tecniche e strategie di misure che hanno permesso di misurare il potere frenante (stopping power) di antiprotoni dapprima fra 0.5 keV e 1.1 MeV in idrogeno ed elio gassosi (mostrando chiaramente l'effetto Barkas) e in seguito a energie inferiori evidenziando l'effetto dovuto alle collisioni coi nuclei degli atomi bersagli.

Il ruolo di Luca Venturelli e' stato determinante anche nel perfezionare le tecniche sperimentali che hanno portato a misurare la sezione d'urto di annichilazione di antiprotoni su diversi nuclei gassosi a energie molto basse. Quest'ultimo tema di ricerca sar  poi ripreso da Luca Venturelli nell'esperimento ASACUSA.

Dal 1992 al 2000 ha partecipato all'**esperimento FINUDA** ai L.N.F. di Frascati il cui programma di ricerca prevedeva, attraverso misure ad alta risoluzione e grande statistica, di ottenere informazioni uniche su diversi temi di fisica nucleare e delle particelle, quali la struttura del nucleo, l'interazione iperone nucleone e la struttura dell'hamiltoniana debole a quattro barioni.

Luca Venturelli e' stato tra i proponenti dell'esperimento e ha contribuito al lavoro di progettazione dell'apparato sperimentale, alla scrittura dei programmi di simulazione Monte Carlo e di ricostruzione degli eventi. Ha inoltre realizzato i programmi di simulazione e ricostruzione "off-line" del rivelatore di microstrip al silicio.

Nell'**esperimento ATHENA** al CERN ha realizzato ricerche sperimentali sulla formazione dell'anti-idrogeno e del protonio.

È stato tra i proponenti dell'esperimento e nella prima fase ha contribuito in particolare allo studio del sistema di confinamento dell'anti-idrogeno. Nella seconda fase si e' occupato di analizzare i dati acquisiti dall'esperimento, contribuendo in modo fondamentale alla scoperta che in ATHENA, accanto all'anti-idrogeno, veniva prodotto anche il protonio mediante una reazione chimica tra materia e antimateria dove nello stato iniziale sono coinvolti una molecola ionizzata positivamente di idrogeno e un antiprotone. Questa scoperta ha avuto una grande risonanza sia nel mondo scientifico (e' stata inclusa dalla Societ  Americana di Fisica nelle "Physics Highlights" del 2006) che in ambito divulgativo.

Dal 2004 membro della **Collaborazione ASACUSA** che utilizza il fascio di antiprotoni a bassa energia fornito dall'Antiproton Decelerator (AD) al CERN.

Dal 2012 responsabile nazionale per l'INFN dell'esperimento ASACUSA al CERN.

Il vasto programma di fisica comprende i seguenti argomenti.

- 1) Spettroscopia ad alta precisione di atomi e ioni di elio antiprotonico;
- 2) Test di simmetria CPT attraverso la misura della struttura iperfine dello stato fondamentale dell'anti-idrogeno;
- 3) Misura delle sezioni d'urto di annichilazione antiprotone nucleo a basse energie (5 MeV e 100 keV di energia cinetica del proiettile).

Pi  in dettaglio:

1)

Una frazione di atomi di elio antiprotonico (atomo di elio dove un suo elettrone e' stato sostituito da un antiprotone) ha la caratteristica di vivere sufficientemente a lungo (qualche milionesimo di secondo) per poter essere studiata con luce laser.

Misurando le frequenze di transizione e' stato possibile determinare la massa dell'antiprotone con una precisione migliore di una parte su un miliardo. Questo livello di precisione e' vicino a quello con cui e' nota la massa del protone e rappresenta un notevole risultato sperimentale se pensiamo che il nostro mondo e' fatto di materia, mentre l'antimateria deve essere appositamente prodotta. Con queste elevate precisioni e' possibile quindi fare un confronto altamente significativo tra la massa del protone e quella dell'antiprotone per verificare la simmetria CPT.

La rilevanza dei risultati ottenuti e' testimoniata anche da fatto che sono stati pubblicati sulla rivista Nature (2011) e sono stati inclusi in "CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2010" (pubblicato nel 2012).

L'attività in corso è finalizzata a migliorare ulteriormente la precisione delle misure in modo da testare sempre meglio la simmetria CPT. Per questo, oltre a essere passati dalla spettroscopia a singolo fotone a quella a due fotoni che permette di cancellare al primo ordine l'allargamento Doppler delle righe spettrali, si sta utilizzando un bersaglio di elio alla temperatura di 1.5 K. Questo ha permesso di migliorare, ad esempio, la precisione nella misura di una delle transizioni già misurate in passato di un fattore 20 e ha dimostrato che in linea di principio con la tecnica attuale si può raggiungere nell'immediato futuro una precisione nella misura della massa dell'antiprotone del tutto confrontabile alla precisione della misura realizzata su materia per la massa del protone..

2)

L'obiettivo principale dello studio dell'anti-idrogeno e' realizzare verifiche della simmetria CPT attraverso il confronto con l'idrogeno. La via seguita dalla Collaborazione ASACUSA e' quella di misurare le transizioni iperfini dello stato fondamentale degli atomi di anti-idrogeno inviati sotto forma di fascio polarizzato verso una cavità a microonde.

La Collaborazione ASACUSA ha recentemente (2010) sintetizzato atomi di anti-idrogeno in condizioni idonee alla realizzazione del fascio per la misura. Questo risultato e' stato possibile grazie all'utilizzo del rivelatore di vertice con barre scintillanti realizzato dalla componente italiana della collaborazione.

Va segnalato che questi risultati della collaborazione ASACUSA di creare antidrogeno in condizioni idonee per la realizzazione di un fascio di antiatomi hanno ricevuto il riconoscimento di risultare al primo posto (insieme ai risultati della Collaborazione ALPHA sull'intrappolamento di anti-idrogeno) nella speciale classifica delle migliori 10 innovazioni della Fisica nell'anno 2010 stilata dalla prestigiosa rivista Physics World.

Più recentemente (Nature Communications 2014) la Collaborazione ASACUSA e' riuscita nell'intento di formare il primo fascio di anti-atomi freddi di idrogeno. Questo risultato rappresenta un passo fondamentale per poter effettuare la spettroscopia a microne dei livelli iperfini dello stato fondamentale dell'anti-idrogeno. Il confronto con l'analoga misura dell'idrogeno permetterebbe una verifica diretta (indipendente da modelli) della simmetria CPT la cui eventuale violazione potrebbe aiutare a risolvere uno di misteri della fisica, ovvero la prevalenza della materia rispetto all'antimateria nel cosmo. Va inoltre notato che questo risultato (primo fascio di anti-atomi) ha avuto una grande risonanza sia nel mondo scientifico che nella società civile destando un'attenzione notevole da parte dei mezzi di comunicazione di massa. Luca Venturelli ha svolto un'intensa attività divulgativa partecipando a diverse trasmissioni radiofoniche e televisive (Radio3Scienza, Radio Vaticana, Tgcom, Radio Deejay, Unomattina RAI1, ...).

Luca Venturelli e' responsabile del rivelatore di vertice a barre scintillanti dalla sua progettazione (2008) e per il quale ha anche realizzato il programma di simulazioni Monte Carlo.

3)

La misura delle sezioni d'urto di annichilazione antiprotone nucleo a basse energie può contribuire a comprendere la dinamica del processo di annichilazione (fornendo informazioni utili sia per modelli a quark sia per determinare i parametri dei modelli a potenziale dell'interazione antinucleone-nucleone con scambi di bosone). Di interesse e' anche la ricerca di stati risonanti o legati antinucleone-nucleone che sono previsti sia dai modelli a quark che da quelli a potenziale.

La conoscenza delle sezioni d'urto di annichilazione per antinucleoni, specialmente su nuclei leggeri, e' importante anche per la cosmologia. Al fine di spiegare perché l'universo appare costituito essenzialmente di materia, sono stati formulati modelli basati sui processi di annichilazione materia-antimateria a basse energie per i quali la conoscenza dei valori delle sezioni d'urto di annichilazioni e' fondamentale.

Inizialmente sono state misurate le sezioni d'urto di annichilazione su bersagli medio-pesanti e pesanti all'energia cinetica di 5.3 MeV superando le difficoltà sperimentali legate al fatto che il fascio di antiprotoni di AD e' impulsato. I risultati confermano le valutazioni teoriche che prevedono un aumento dei valori delle sezioni d'urto a seguito dell'effetto di focheggiamento degli antiprotoni dovuto all'attrazione coulombiana dei nuclei bersaglio.

Nella seconda fase si è scesi a energie più basse. I risultati ottenuti nella presa dati del 2012 rappresentano le prime annichilazioni antiprotone-nucleo osservate nella regione di energie così basse (dell'ordine dei 100 keV) e dimostrano che anche a queste energie la misura e' possibile aprendo quindi la strada a questo tipo di sperimentazione anche alla futura facility ELENA al CERN.

Recentemente e' stato messo in rilievo che i dati delle sezioni d'urto di annichilazione dell'antineutrone su diversi nuclei (C, Al, Cu, Ag, Sn, Pb) misurati a LEAR dall'esperimento OBELIX, se confrontati con quanto ci si aspetta per l'antiprotone e con il dato da noi (ASACUSA) pubblicato nel 2011 sullo stagno, mostrano un comportamento sorprendente. E' come se anche per l'antineutrone esistesse un fenomeno di focheggiamento verso il nucleo bersaglio, che nel caso dell'antiprotone e' dato dall'attrazione coulombiana.

Poiché i dati con antiprotone a queste energie sono precisi solo su idrogeno e' necessario disporre di più informazioni sperimentali per poter chiarire questo puzzle ed e' per questo che abbiamo deciso di realizzare nel 2015 una misura su carbonio a 5.3 MeV di energia cinetica degli antiprotoni.

I dati raccolti con la stessa tecnica sperimentale già utilizzata per le misure effettuate nella regione dei 100 keV sono di buona qualità e dovrebbero permettere di estrarre con una buona precisione il valore della sezione d'urto di annichilazione di antiprotoni per un confronto diretto con l'antineutrone sullo stesso bersaglio nella stessa regione di energia.

Per tutta questa attività il candidato e' stato coideatore delle misure realizzando il progetto delle misure e dell'apparato sperimentale e del programma di simulazione. E' anche responsabile dell'apparato sperimentale e responsabile dell'analisi dei dati.