

NEWSLETTER 17

Italian National Institute for Nuclear Physics

NOVEMBRE 2015

NEWS

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

SI RAFFORZA L'ALLEANZA ITALIA-ARGENTINA PER LA RICERCA IN FISICA FONDAMENTALE E APPLICATA, p. 2

RICERCA

DALL'ITALIA I CRISTALLI PIEGATI CHE "PULISCONO" I FASCI DI LHC, p. 3

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

L'INFN IN MISSIONE IN CINA CON IL MINISTRO GIANNINI, p. 4

DIVULGAZIONE

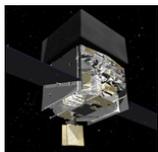
IL DONO DELLA MASSA DELL'INFN ALL'ARTSCIENCE MUSEUM DI SINGAPORE, p. 5



L'INTERVISTA p. 6

LA PIÙ GRANDE TRAPPOLA PER LA MATERIA OSCURA

Intervista a Elena Aprile, della Columbia University di New York, coordinatrice dell'esperimento XENON1T, inaugurato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN



FOCUS ON p. 9

UN OCCHIO SPAZIALE SULL'UNIVERSO DI ALTISSIMA ENERGIA



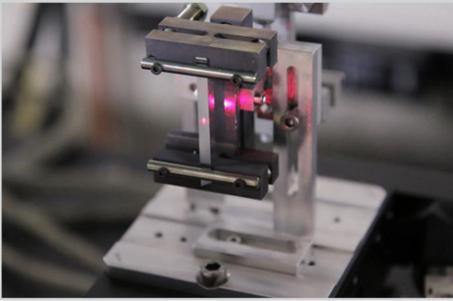
COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

SI RAFFORZA L'ALLEANZA ITALIA-ARGENTINA PER LA RICERCA IN FISICA FONDAMENTALE E APPLICATA

Due importanti passi compiuti negli ultimi giorni da Italia e Argentina intensificano la collaborazione esistente tra i due Paesi nel campo della fisica nucleare e astroparticellare.

A Buenos Aires i rappresentanti della *Comisión Nacional de Energía Atómica* (CNEA) e dell'INFN hanno siglato un accordo di collaborazione per la ricerca in fisica nucleare, particellare e astro particellare. L'intesa prevede la cooperazione scientifico-tecnologica in attività di ricerca fondamentale e applicata e il rilancio di iniziative di trasferimento tecnologico per il *computing* avanzato, lo sviluppo e applicazione degli acceleratori di particelle e la medicina nucleare. In particolare, l'accordo consentirà di intensificare la fruttuosa collaborazione esistente tra CNEA e INFN di Pavia sulla ricerca nel campo della BNCT (*Boron Neutron Capture Therapy*) - per la terapia oncologica - facilitando lo scambio di giovani ricercatori.

Un secondo importante impegno è stato assunto dall'INFN, e dalle principali agenzie ed enti di ricerca mondiali, nello studio dei raggi cosmici di altissima energia. È stato firmato a Malargue, nella sede dell'Osservatorio Pierre Auger, il più grande e importante osservatorio di raggi cosmici al mondo, il rifinanziamento del progetto per i prossimi dieci anni. La nuova fase di operatività dell'osservatorio, rinominato AugerPrime, ha come obiettivo primario di indagare la composizione dei raggi cosmici prodotti alle energie più elevate di tutto l'universo visibile, che forniscono informazioni su collisioni tra particelle elementari a energia molto più alta di quella raggiungibile nei grandi acceleratori come LHC. ■


RICERCA
**DALL'ITALIA I CRISTALLI PIEGATI CHE
"PULISCONO" I FASCI DI LHC**

CERN di Ginevra, collaborazione internazionale UA9. Grazie all'uso di innovativi cristalli, realizzati in parte in Italia, dall'INFN e in parte in Russia, al *Petersburg Nuclear Physics Institute* (PNPI), i ricercatori di UA9 hanno ottenuto un primato mondiale, "canalizzando" con un cristallo piegato un fascio di particelle a 6.5 TeV, l'energia a cui sono accelerati i protoni del *Large Hadron Collider* (LHC). Scopo della ricerca è consentire l'aumento del numero di particelle accelerate in LHC, sviluppando un'efficiente tecnologia di "pulitura" dei fasci grazie alla collimazione con cristalli. Lo sviluppo di tecnologie utili a migliorare le prestazioni di LHC e, in particolare, la sua luminosità – la densità di particelle collidenti nei fasci – è di grande interesse nell'ambito del progetto *High Luminosity LHC* (HiLumi), in corso di sviluppo al CERN con l'obiettivo di aumentare il potenziale di scoperta degli esperimenti in funzione presso l'acceleratore.

La collaborazione internazionale UA9 include oltre a CERN e INFN, il laboratorio LAL (*Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire*)-Orsay di Parigi, l'Imperial College di Londra, i laboratori russi PNPI, IHEP (*Institute for High Energy Physics*) di Protvino e JINR (*Joint Institute for Nuclear Research*) di Dubna. La realizzazione del cristallo piegato è frutto di uno sforzo congiunto tra l'INFN e il Laboratorio Sensori e Semiconduttori dell'Università di Ferrara, dedicato allo sviluppo di avanzate tecniche di lavorazione dei cristalli. ■



COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

L'INFN IN MISSIONE IN CINA CON IL MINISTRO GIANNINI

Si è svolta a novembre la *China-Italy Science (CAS)*, Technology & Innovation Week. Il Ministro dell'Istruzione, Università e Ricerca, Stefania Giannini, ha fatto tappa a Pechino, Tianjin, Shanghai, Chongquin e Zhengzhou, accompagnata da una delegazione rappresentativa di 160 realtà del mondo della ricerca, dell'università e dell'industria nazionali, tra cui l'INFN e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). Scopo del viaggio è il rafforzamento delle relazioni tra i due Paesi nei settori della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica. A Pechino, in particolare, il Ministro ha visitato lo IHEP (*Institute of High Energy Physics*), l'Istituto cinese omologo all'INFN, con cui da anni esistono solide collaborazioni su progetti di grande rilevanza scientifica. Come l'esperimento BESIII, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito di Horizon 2020, il satellite DAMPE, che sarà lanciato entro il 2015, e il rivelatore per neutrini JUNO, in via di costruzione grazie anche all'importante contributo italiano. "Tutto questo non è a beneficio solo della ricerca scientifica, della nostra comprensione dell'universo e delle leggi che lo governano, - ha sottolineato il Ministro Giannini - ma anche dello sviluppo industriale ed economico dei nostri due Paesi, grazie al potenziale enorme da cogliere nelle collaborazioni in essere e in quelle future". La visita del Ministro è stata anche l'occasione per rinnovare, nella sede dell'IHEP, l'accordo quadro tra la CAS e l'INFN, allo scopo di rafforzare le collaborazioni scientifiche esistenti e di favorirne di nuove. Il programma di mobilità associato all'accordo permetterà, inoltre, uno scambio continuo e bidirezionale di ricercatori cinesi e italiani tra i due Istituti. ■


DIVULGAZIONE
IL DONO DELLA MASSA DELL'INFN ALL'ARTSCIENCE MUSEUM DI SINGAPORE

Il *Dono della Massa*, l'installazione interattiva nata dall'incontro tra fisica e video-arte, grazie alla collaborazione dell'INFN con artisti italiani, sarà fino al prossimo 14 febbraio all'*ArtScience Museum* di

Singapore, insieme alla mostra *Collider* dello *Science Museum* di Londra, nell'ambito di un'esposizione che intreccia arte d'avanguardia e scoperte scientifiche.

L'installazione interattiva il *Dono della Massa* è un'opera immersiva che accompagna il visitatore alla scoperta del meccanismo con cui le particelle acquistano massa, ispirata a una delle conquiste più importanti della fisica contemporanea, la scoperta del bosone di Higgs. Protagonista dell'esposizione, la mostra *Collider* guida poi il pubblico nel superacceleratore LHC del CERN di Ginevra, in un'emozionante viaggio nella fisica delle particelle, con gli strumenti e i protagonisti della ricerca scientifica. "Questa esposizione unisce la ricerca di base, l'innovazione tecnologica e l'avanguardia artistica, così da raccontare alcuni dei più affascinanti aspetti dell'universo in modo coinvolgente e accessibile a diversi tipi di pubblico", ha commentato all'inaugurazione Honor Harger, direttore esecutivo del museo. L'*ArtScience Museum* di Marina Bay Sands è un'istituzione culturale di primo piano del Sud-Est asiatico, che esplora la relazione tra arte, scienza, tecnologia e cultura. Dotato di 21 gallerie, il museo ha messo in scena grandi mostre di artisti chiave del XX° secolo, tra cui Salvador Dalí, Andy Warhol e Vincent Van Gogh, così come grandi esposizioni che esplorano aspetti della storia scientifica. ■

» L'INTERVISTA

**LA PIÙ GRANDE TRAPPOLA
PER LA MATERIA OSCURA**

Intervista a Elena Aprile, della Columbia University di New York, coordinatrice dell'esperimento XENON1T, inaugurato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN

È partita ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN una nuova impresa scientifica, l'esperimento XENON1T. Il progetto è ambizioso: capire che cosa ci nasconde ancora l'universo. Circa un quarto di ciò che compone il cosmo, infatti, è costituito da un tipo di materia la cui natura è ancora ignota: la materia oscura. I fisici sanno che esiste, che circonda ad esempio la Via Lattea come una fitta nebbia, ma non sanno com'è fatta. Come gli esploratori del passato, in cerca di un continente sconosciuto, le stanno dando la caccia ovunque. Innanzitutto nello spazio, con l'Alpha Magnetic Spectrometer (AMS), il cosiddetto Hubble delle particelle elementari, ancorato alla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) come una scialuppa di salvataggio. Ma anche al CERN di Ginevra, con il superacceleratore Large Hadron Collider (LHC). E nei principali laboratori sotterranei del mondo, a partire dai LNGS.

Ci siamo fatti raccontare da Elena Aprile, della Columbia University di New York, spokesperson di XENON1T, perché il nuovo esperimento appena inaugurato ai LNGS ha le carte in regola per avere successo in questa difficile impresa.

Come nasce l'idea di XENON1T e come opera l'esperimento?

Il progetto XENON ha avuto inizio a dicembre del 2002 e, a regime, sarà il più sensibile per la ricerca diretta di materia oscura. XENON1T - ospitato nei LNGS dell'INFN, sotto 1400 metri di roccia che schermano gli esperimenti dalla pioggia incessante di raggi cosmici - è il terzo di una serie di rivelatori del progetto XENON, dopo XENON10 e XENON100.

I rivelatori delle tre generazioni di XENON sono basati sulla tecnologia della Camera a Proiezione di Tempo (TPC), che utilizza lo xenon sotto forma liquida e gassosa. Quando una particella rilascia energia nello xenon, si produce sia eccitazione che ionizzazione degli atomi. L'eccitazione genera un primo segnale luminoso grazie alla scintillazione, mentre a causa della ionizzazione si liberano

» L'INTERVISTA

elettroni che vengono portati da un opportuno campo elettrico fino alla regione gassosa, dove sono accelerati per creare un secondo segnale luminoso. Entrambi i segnali sono poi rivelati da due gruppi di fotomoltiplicatori, 248 sensori in totale, posti sopra e sotto al volume di xenon.

Perché usare lo xenon? Che cosa rende questo elemento adatto alla ricerca della materia oscura?

Lo xenon è un gas nobile, e in quanto tale è facilmente separabile da contaminazioni di altri elementi radioattivi. Inoltre, allo stato liquido è tre volte più denso dell'acqua, e questo permette di utilizzarlo efficacemente come schermo rispetto alla radiazione esterna. Infine, ha ottime caratteristiche come rivelatore, perché ha sia proprietà di scintillazione - emissione di luce quando eccitato da un rilascio di energia - che di ionizzazione fra le migliori per quanto riguarda i vari gas nobili.

Sono in tanti a cercare la materia oscura: in che cosa XENON1T si differenzia da altri esperimenti, al CERN o a bordo dell'ISS?

E' certamente un momento molto esaltante per la ricerca della materia oscura, alla luce dei vari esperimenti dedicati a rivelarla. E' fondamentale condurre la ricerca in modalità differenti e fra loro complementari. Con esperimenti come XENON1T, infatti, si utilizza la cosiddetta modalità diretta, per osservare l'interazione delle WIMP (*Weakly Interactive Massive Particles*) - nome con cui i fisici indicano uno dei candidati più favoriti per costituire la materia oscura - con i nuclei dei materiali del rivelatori. AMS, posto sulla ISS, cerca, invece, segnali di anti-particelle generate nell'annichilazione di WIMP nella galassia. Negli acceleratori di particelle, come LHC al CERN, si cerca tramite la collisione di protoni di altissima energia di osservare la produzione di nuove particelle che possano soddisfare le caratteristiche della materia oscura.

Quali sono, invece, le differenze con i predecessori XENON10 e XENON100?

La differenza principale riguarda le dimensioni del rivelatore e, di conseguenza, anche la massa di xenon presente al suo interno. Questo incremento - di circa un fattore 10 per ogni fase del progetto XENON - permette di aumentare la massa bersaglio per l'interazione delle WIMP, ma anche di diminuire il livello di fondo, in quanto le radiazioni più pericolose provengono dai materiali esterni. Con un rivelatore più grande, quindi, le radiazioni esterne sono schermate da uno strato maggiore di xenon.

Come fanno i fisici dei LNGS a cercare qualcosa di cui non si conosce ancora l'aspetto, come nel caso della materia oscura? Non è un po' come brancolare nel buio?

E' vero che non si conoscono i dettagli delle particelle che compongono la materia oscura, ma le varie

» L'INTERVISTA

indicazioni sperimentali che vengono dalla cosmologia e dall'astrofisica permettono di delineare con chiarezza le caratteristiche generali di queste particelle: devono essere dotate di massa, e interagire solo debolmente. Inoltre, anche la loro abbondanza è nota con buona precisione. Gli esperimenti sono, quindi, progettati per rivelare particelle con queste caratteristiche. Sappiamo di cercare un segnale debole e raro, un vero e proprio ago in un pagliaio, ma siamo al tempo stesso speranzosi di riuscire a vincere questa sfida.

Che cosa vi aspettate di trovare esattamente con XENON1T? E se l'esperimento non dovesse vedere nulla?

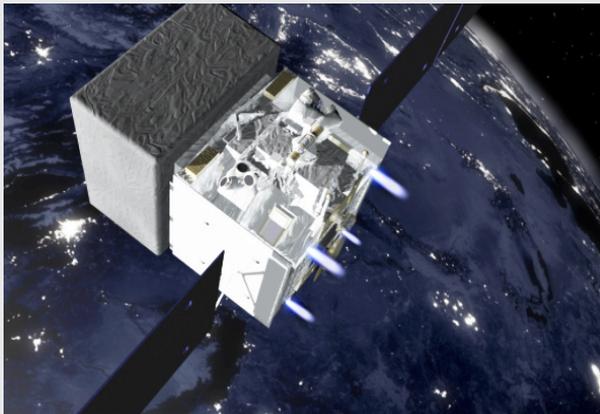
Il candidato più comunemente cercato è la WIMP, che produce una interazione sui nuclei del rivelatore. In XENON è possibile distinguere fra interazioni nucleari, che rappresentano il segnale, ed elettromagnetiche, che sono invece un fondo. L'interazione di una WIMP è, quindi, riconoscibile con una buona probabilità. Ci sono, però, alcuni modelli che ipotizzano che la materia oscura possa avere anche interazioni con gli elettroni dello xenon. Anche in questo caso con XENON1T la ricerca è possibile, grazie al fondo molto basso presente nella parte centrale del rivelatore.

Se non si dovesse rivelare nulla, avremo comunque definito con precisione quali sono le proprietà che la materia oscura non possiede, ponendo per esempio un limite superiore alla loro sezione d'urto d'interazione. L'esperimento XENON1T potrebbe fornire un range di massa per le WIMP non ancora accessibile agli acceleratori. In questo senso, anche non osservare nulla sarebbe comunque un risultato.

Quando inizierà la presa dati di XENON1T? Qual è il futuro dell'esperimento?

L'assemblaggio del rivelatore è stato completato in questi giorni. Ora inizia la fase di rodaggio, dove tutti i componenti, che sono già stati controllati separatamente, saranno verificati nella configurazione finale. Nel giro di pochi mesi, quindi, saremo pronti per il run scientifico vero e proprio. Con una settimana di dati saremo in grado di raggiungere la sensibilità degli esperimenti attuali, mentre ci serviranno circa due anni di dati per raggiungere la sensibilità di progetto dell'esperimento. Siamo, comunque, già pronti ad aumentare ulteriormente le dimensioni del rivelatore, utilizzando quasi completamente tutte le strutture ausiliarie sviluppate per XENON1T, per portarlo a una quantità doppia di xenon. Il nuovo rivelatore si chiamerà XENONnT. Con il progetto XENON ci piacerebbe essere i primi a capire cosa ci nasconde l'universo. ■

» FOCUS ON


**UN OCCHIO SPAZIALE SULL'UNIVERSO DI
ALTISSIMA ENERGIA**

Nel mese di ottobre la rivista *Science* ha riportato la prima rivelazione di un intenso flusso di raggi gamma proveniente da una pulsar, una stella di neutroni in rapida rotazione, al di fuori della Galassia. La brillante sorgente gamma si trova all'interno della Grande Nube di Magellano, una galassia satellite della Via Lattea. Il risultato è stato ottenuto dalla collaborazione internazionale del satellite della NASA Fermi, cui l'Italia partecipa con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), l'INFN e l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF). Dall'11 giugno 2008, quando fu lanciato con un vettore Delta II dal Kennedy Space Center di Cape Canaveral, in Florida, il satellite Fermi orbita intorno alla Terra, a 550 km di altezza. Da allora, ha continuato a fornirci fotografie dettagliatissime del cielo, visto sotto una particolare radiazione, la radiazione gamma, costituita da fotoni di alta e altissima energia. Fermi è dotato di due strumenti: il LAT (*Large Area Telescope*) sensibile alla radiazione gamma di altissima energia (da 20 MeV fino al TeV), e il GBM (*Gamma-Ray Burst Monitor*), per lo studio dei fenomeni a energie relativamente più basse (tra 8 keV e 40 MeV).

Il satellite, inizialmente chiamato *Glast*, fu ribattezzato poi dalla NASA, nell'agosto del 2008, *Fermi Gamma-ray Space Telescope*, in onore di Enrico Fermi. Il grande scienziato italiano, figura poliedrica, pioniere dello studio delle particelle di alta energia, fu il primo a intuire il meccanismo fisico di accelerazione di raggi cosmici che pervadono la nostra galassia, giungendo fino a noi. I dati che Fermi ci ha fornito in questi anni di attività si sono rivelati preziosissimi per studiare il nostro universo. Fenomeni astrofisici fra i più catastrofici, come sistemi binari di stelle di neutroni, buchi neri, stelle pulsar, nuclei galattici attivi causano, infatti, intense emissioni di raggi gamma, che arrivano dritte fino a noi, portandoci informazioni sulle sorgenti che li hanno generati e sullo spazio interstellare da loro attraversato. I fotoni di altissima energia a differenza dei fotoni che compongono la luce visibile, quando interagiscono con la materia, producono coppie elettrone-positrone (antielettrone). La ricostruzione delle tracce di queste particelle consente poi di risalire per ciascun evento alla direzione

» FOCUS ON

del fotone primario che li ha prodotti e di studiarne così le caratteristiche. Questo processo è alla base, in particolare, dello strumento LAT - una struttura che ricorda quella dei rivelatori utilizzati in fisica delle alte energie, per gli acceleratori di particelle - alla cui realizzazione l'INFN ha dato un notevole contributo.

Tra i risultati più interessanti pubblicati da Fermi c'è la prima evidenza di un eccesso di elettroni e positroni di altissima energia registrato nel 2009. Questo risultato, insieme all'eccesso di positroni cosmici misurato dai satelliti Pamela e AMS (*Alpha Magnetic Spectrometer*), può essere spiegato con due meccanismi alternativi, entrambi di notevole interesse. Il primo è una sorgente astrofisica di particelle particolarmente energetica, come una pulsar, vicino a noi, ma ancora sconosciuta, il secondo è un segnale di materia oscura, che nel processo di annichilazione o decadimento produce materia ordinaria tra cui, appunto, elettroni e positroni. Fermi ha raccolto milioni di eventi di elettroni, e gli studi in corso sulla distribuzione angolare di queste particelle ci aiuteranno a capire lo scenario dominante.

Oggi l'attività del satellite Fermi si proietta verso il compimento del decimo anno, nel 2018, con un notevole miglioramento delle sue capacità osservative, grazie a un nuovo software, chiamato Pass 8, che consente ai ricercatori una più precisa ricostruzione degli eventi rivelati e un aumento significativo della sensibilità del telescopio, anche oltre le energie finora esplorate. La nuova generazione di algoritmi, infatti, permette di ricavare con grande accuratezza l'energia e la direzione di ogni fotone gamma che attraversa il telescopio, consentendo di risolvere al meglio le strutture complesse di sorgenti gamma estese, e di vedere sorgenti deboli finora non rivelabili con la precedente generazione di algoritmi.

Ora è quindi possibile isolare sorgenti con caratteristiche eccezionali, come la pulsar recentemente osservata, e verificare pertanto la nostra comprensione dei meccanismi di accelerazione e propagazione dei raggi cosmici, osservando una galassia che, anche se a noi vicina, è comunque diversa dalla nostra. ■

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE**REDAZIONE**

Coordinamento: Francesca Scianitti

Progetto e contenuti: Eleonora Cossi, Davide Patitucci, Francesca Scianitti, Antonella Varaschin

Grafica: Francesca Cuicchio

CONTATTI**Ufficio Comunicazione INFN**

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162

EU INFN Office - Bruxelles

euoffice@presid.infn.it

Valerio Vercesi - Delegate to European Institutions

Alessia D'Orazio - Scientific Officer

+32 2 2902 274