

NEWSLETTER 10

Italian National Institute for Nuclear Physics

APRILE 2015

NEWS

RICERCA

DALL'ESPERIMENTO AMS, SULLA ISS:
NUOVO ECCESSO DI ANTIMATERIA NEI RAGGI COSMICI , p. 2

COLLABORAZIONE INTERNAZIONALE

RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE:
ACCORDO INFN - AGENZIA PER L'AMBIENTE DELL'ALBANIA, p. 3

EUROPA

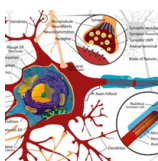
EUROPEAN RESEARCH COUNCIL:
DUE GRANT A RICERCATORI INFN PER STUDI SUI PROTONI, p. 3



L'INTERVISTA p. 4

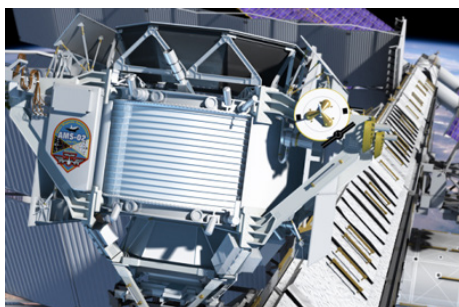
TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA CACCIA ALLA MATERIA OSCURA AI LABORATORI DEL GRAN SASSO

Intervista a Cristian Galbiati, professore di fisica all'Università di Princeton e coordinatore dell'esperimento DarkSide.



FOCUS p. 8

SUPERCALCOLATORI: IL PROGETTO EUROPEO EURETILE IMITA LE RETI CEREBRALI



RICERCA

DALL'ESPERIMENTO AMS, SULLA ISS: NUOVO ECCESSO DI ANTIMATERIA NEI RAGGI COSMICI

Nuove evidenze di un eccesso di particelle di antimateria nei raggi cosmici. A fornirle L'Alpha Magnetic Spectrometer (AMS), il cosiddetto Hubble delle particelle elementari, agganciato dal 2011 alla Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Gli ultimi dati di AMS sono stati presentati al CERN nel corso della tre giorni "AMS Days at CERN".

AMS, al quale l'Italia partecipa con l'INFN e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) ha effettuato, in particolare, una nuova misura del rapporto tra flusso di antiprotoni e protoni nei raggi cosmici, osservando per la prima volta un inatteso eccesso di antiprotoni. La nuova misura è complementare a quella del flusso di antielettroni (positroni), pubblicata dallo stesso AMS nel 2014 e in precedenza, nel 2009, dall'esperimento satellitare PAMELA (*Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics*).

“Siamo eccitati per questi risultati che presentano un quadro difficilmente interpretabile nell'ambito della fisica tradizionale dei raggi cosmici”, commenta Fernando Ferroni, presidente dell'INFN. Gli attuali modelli delle interazioni dei raggi cosmici ordinari con la materia interstellare, infatti, non sono in grado di spiegare i dati. Due le interpretazioni alternative: l'esistenza di nuove sorgenti astrofisiche, o l'effetto di collisioni tra particelle di materia oscura, possibile evidenza indiretta della sua esistenza e natura particellare. “Questo straordinario rivelatore che opera nello spazio ci sta portando alla soglia di una possibile importante scoperta - conclude Ferroni. Aspettiamo con trepidazione i futuri risultati”. ■



COLLABORAZIONE INTERNAZIONALE RADIOATTIVITÀ AMBIENTALE: ACCORDO INFN - AGENZIA PER L'AMBIENTE DELL'ALBANIA

Lo sviluppo di ricerche e tecnologie nucleari applicate al monitoraggio della radioattività ambientale. Questo il tema dell'accordo firmato il 9 aprile a Tirana dall'INFN e dall'Agenzia per l'Ambiente dell'Albania (*Agjencia Kombetare e Mjedisit, AKM*). Il *Memorandum of Understanding (MoU)*, siglato da Fernando Ferroni, presidente dell'INFN, e Julian Beqiri, direttore dell'AKM, alla presenza dei delegati albanesi del Ministero dell'Ambiente, del Ministero dell'Educazione e della Scienza e dei rappresentanti dell'ambasciata italiana in Albania, promuove lo sviluppo di progetti di ricerca congiunti da presentare a istituzioni finanziarie internazionali e alla comunità europea. Alla luce del recente riconoscimento dello *status* di "candidato ufficiale" per l'adesione all'Unione Europea, l'Albania è, infatti, chiamata ad adottare standard e controlli per il monitoraggio della radioattività naturale e artificiale del proprio territorio.

Il MoU rappresenta la naturale prosecuzione di un percorso formativo che ha coinvolto molti giovani ricercatori albanesi con tesi di laurea magistrale, dottorati di ricerca e postdoc presso i Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL) dell'INFN e le Università impegnate nel progetto ITALRAD (*ITALian RADioactivity project*). Il MoU tra INFN e AKM assume un'importanza strategica per la cooperazione e lo sviluppo di progetti da inserire anche nel programma quadro europeo per la ricerca e l'innovazione tecnologica. ■



EUROPA EUROPEAN RESEARCH COUNCIL: DUE GRANT A RICERCATORI INFN PER STUDI SUI PROTONI

Assegnati a due ricercatori dell'INFN, per altrettante ricerche sui protoni, due dei *Consolidator Grant* dell'*European Research Council (ERC)*, con l'obiettivo di sostenere gruppi di ricerca europei di eccellenza. Destinatari

del riconoscimento sono Piero Giubilato, ricercatore dell'INFN di Padova e della locale università, e Alessandro Bacchetta, della sezione INFN e dell'Università di Pavia. Il primo studioso riceverà il Grant per il progetto "iMPACT", (*innovative Medical Protons Achromatic Calorimeter and Tracker*), sullo sviluppo di una nuova tecnica di adroterapia oncologica basata sui protoni, mentre Bacchetta per il progetto "3DSPIN", dedicato allo studio della struttura interna del protone. Le due ricerche, della durata di cinque anni, riceveranno, rispettivamente, un finanziamento di 1,8 e 1,5 milioni di euro.

"Lo scopo del progetto padovano - spiega Giubilato - è riuscire a realizzare un'immagine 3D del paziente, usando come particelle i protoni, anziché i più convenzionali fotoni, meno adatti a distinguere tra i tipi di tessuto interessati dal tumore". Il progetto pavese si propone, invece, di studiare in 3D, anziché in una sola dimensione, la distribuzione di quark e gluoni, particelle elementari che compongono i protoni. "Mappare il protone in 3D - racconta Bacchetta - è un livello totalmente diverso di complicazione tecnica e... divertimento". ■

» L'INTERVISTA



TECNOLOGIE INNOVATIVE PER LA CACCIA ALLA MATERIA OSCURA AI LABORATORI DEL GRAN SASSO

Intervista a Cristian Galbiati, professore di fisica all'Università di Princeton e coordinatore dell'esperimento DarkSide.

L'esperimento DarkSide, installato dal 2011 ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, ha da poco presentato i primi risultati sull'efficacia di un'innovativa tecnologia per la rivelazione della materia oscura, che fa uso di argon estratto da giacimenti sotterranei. Abbiamo intervistato Cristian Galbiati che coordina l'esperimento.

Ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, protetti dai 1400 metri di roccia della montagna per schermarsi dai raggi cosmici, sono attivi diversi esperimenti per la ricerca della materia oscura. Altri sono in corso in diversi laboratori nel mondo. Che cosa differenzia questi esperimenti?

I rivelatori oggi in funzione per la ricerca diretta della materia oscura hanno come obiettivo quello di rivelare gli urti delle particelle di materia oscura sui nuclei del materiale utilizzato come massa bersaglio o, in alcuni e limitati casi, degli urti sugli elettroni. Tra le varie tecnologie in uso, i rivelatori bolometrici con cristalli puri come massa bersaglio spiccano per la loro bassa soglia di rivelazione, tuttavia la loro costruzione e qualificazione è molto dispendiosa e onerosa e rende poco appetibile la costruzione di rivelatori molto grandi con questa tecnica.

Se da un lato i rivelatori con massa bersaglio nella forma di gas nobili condensati hanno una soglia di rivelazione intrinsecamente più alta, dall'altro consentono di purificare continuamente la massa bersaglio e di rimuovere da essa le contaminazioni radioattive. Inoltre le difficoltà connesse con il programma di espansione dei rivelatori, necessario per avanzare il programma di scoperta della materia oscura, sono sensibilmente minori.

L'esperimento italiano DAMA (*DARK MATter experiment*) - che utilizza cristalli scintillanti di ioduro di sodio - merita una menzione a parte: i suoi risultati hanno evidenziato una modulazione stagionale

» L'INTERVISTA

del segnale, che potrebbe essere dovuta a interazioni di materia oscura oppure a fondi sperimentali di altra natura, ad oggi ignoti o incompresi. Ci auguriamo che in un futuro prossimo il segnale di DAMA sia verificato in modo indipendente da esperimenti che fanno utilizzo della stessa tecnologia, per essere validato oppure no. È l'essenza stessa del metodo scientifico: "Provare e riprovare", diceva Galileo.

Lei coordina la collaborazione internazionale DarkSide, un esperimento di nuova generazione per lo studio della materia oscura, installato dal 2011 ai Laboratori del Gran Sasso. Qual è l'aspetto più innovativo del rivelatore?

La vera e propria arma segreta di DarkSide è l'argon depleto, cioè impoverito dell'isotopo di massa 39 (^{39}Ar), un isotopo prodotto nell'atmosfera dai raggi cosmici, che è radioattivo e che "sporca" l'argon estratto dall'atmosfera. Quando quasi dieci anni fa siamo partiti con questa avventura, inizialmente nell'esperimento WARP (*Wimp Argon Programme*), sempre ai Laboratori del Gran Sasso, ci siamo fin da subito resi conto che la chiave del successo futuro dell'esperimento risiedeva nella capacità di acquisire grandi quantità di argon depleto. Il problema che ci trovammo ad affrontare era che l'unica modalità di produzione commerciale, vale a dire la separazione isotopica tramite centrifughe, risultava di costi esorbitanti, dell'ordine di 50.000 euro al chilogrammo, e tempi di produzione biblici. Per questo siamo partiti con un progetto innovativo di estrazione dell'argon da giacimenti sotterranei. L'argon di DarkSide è molto più puro del gas atmosferico, dal punto di vista del contenuto in radioattività, poiché è stato protetto per milioni di anni dalla crosta terrestre e non ha subito il bombardamento da parte dei raggi cosmici. Questa purezza abbassa di molto il rumore di fondo, aumentando notevolmente la sensibilità del rivelatore e permettendo la costruzione di rivelatori molto più grandi.

L'altro elemento che contribuisce a rendere DarkSide totalmente innovativo rispetto ai precedenti esperimenti che fanno uso di gas liquido è il fatto che la nostra è l'unica collaborazione mondiale ad autoprodurre il gas utilizzato come rivelatore, estraendolo dalle viscere della Terra. La gran parte delle unità di processo necessarie per la produzione sono state disegnate da fisici o ingegneri italiani. Questi due fattori sono motivo di profondo orgoglio per la collaborazione intera.

La prima generazione di DarkSide sta operando da inizio aprile con i primi 150 kg di argon depleto, estratti da una miniera dismessa al confine tra New Mexico e Colorado. I risultati sono eccellenti e sono stati presentati per la prima volta al Comitato Scientifico dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso lo scorso 28 aprile.

Nei giorni scorsi i ricercatori dell'esperimento AMS, installato sulla ISS, hanno annunciato la rivelazione di un nuovo segnale che potrebbe essere riconducibile a collisioni tra particelle di materia oscura. Se l'origine "oscura" fosse confermata, che implicazioni avrebbe sulla vostra

» L'INTERVISTA

ricerca?

Si tratta di risultati estremamente interessanti, di interpretazione non immediata. Siamo in fervente attesa di ulteriori elementi da parte dei colleghi sperimentali e teorici che possano contribuire alla piena comprensione e valutazione del significato di questi importantissimi dati. Il nuovo fenomeno osservato nei raggi cosmici da AMS potrebbe essere dovuto a una prima manifestazione della natura particellare della materia oscura, e in questo caso ulteriori e più estese misure realizzate con la stessa tecnica potrebbero fornire una indicazione precisa sulla massa delle particelle della materia oscura, orientando conseguentemente tutti gli altri esperimenti, inclusi quelli attivi ai Laboratori del Gran Sasso, a ricercare la materia oscura in un intervallo definito di massa. Oppure il nuovo fenomeno potrebbe essere dovuto a nuovi e inesplorati meccanismi di generazione dei raggi cosmici e in questo caso nuovi esperimenti, che cercheranno di verificare con più precisione i risultati di AMS e dell'altro satellite dedicato PAMELA (*Payload for Antimatter Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics*), potranno dare ulteriori contributi a un ramo nobile della fisica delle particelle che tanto deve alla scuola italiana e all'INFN in particolare.

Lei conta una già lunga esperienza nella rivelazione di deboli segnali come quelli prodotti da materia oscura o da neutrini. Come hanno influito queste esperienze sullo sviluppo successivo di DarkSide?

Sono stato impegnato a lungo con il primo esperimento per lo studio della materia oscura con bersaglio ad argon, WARP condotto da una collaborazione internazionale, e ideato e diretto dal Premio Nobel Carlo Rubbia. DarkSide utilizza la stessa tecnica ma vede l'apporto aggiuntivo di nuove tecnologie a supporto, che si sono rivelate fondamentali nel rendere competitiva la fisica dei rivelatori ad argon.

Ma forse ciò che più ha influito nello sviluppo di DarkSide sono stati i 21 anni di lavoro sull'esperimento Borexino per lo studio dei neutrini solari. Mi ritengo veramente fortunato di essere capitato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso nel 1994, nel periodo più interessante per l'esperimento. Borexino mi ha offerto la possibilità di osservare da vicino il *modus operandi* di fisici di altissimi livello – tra i quali, Gianpaolo Bellini, Frank Calaprice, Franz von Feilitzsch, Martin Deutsch, Giulio Manuzio, Raju Raghavan, e molti altri – dei veri fuoriclasse nei quali ho ammirato un'impostazione rigorosa del metodo di ricerca, e la perseveranza necessaria per poter raggiungere risultati che sembravano un tempo al di fuori della nostra portata. Non a caso Borexino ha lasciato un'impronta indelebile nello sviluppo di tecnologie ora adottate con successo da molte altre collaborazioni internazionali.

La sua attività si svolge a cavallo tra due centri di ricerca d'eccellenza a livello mondiale,

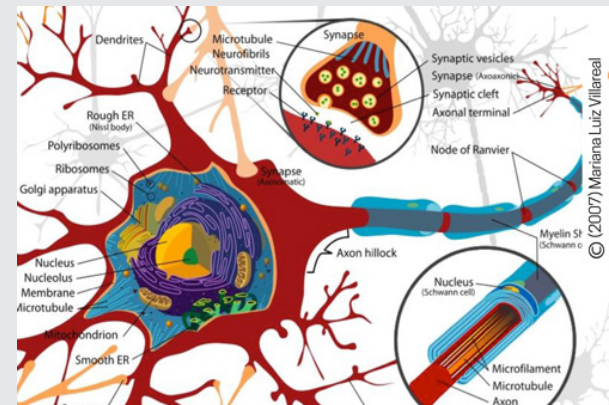
»» L'INTERVISTA

l'Università di Princeton e l'INFN. Immagino che lo scambio di competenze e di attitudine culturale tra ricercatori dei due continenti sia un forte incentivo all'innovazione delle idee e dei metodi della ricerca.

L'esperienza sui due lati dell'oceano è stata fondamentale per la mia crescita professionale. Gli anni formativi per la fisica di base sono stati quelli di Milano e del Gran Sasso, nel gruppo di Gianpaolo Bellini. A Princeton, nel gruppo diretto da Frank Calaprice, ho acquisito esperienze complementari e cruciali nel disegno e nell'ingegnerizzazione di apparati. La collaborazione su progetti INFN ai Laboratori del Gran Sasso è da sempre il filo conduttore, mai interrotto, della mia carriera.

Noto che nei media italiani si parla spesso di "cervelli in fuga" e ritengo quest'espressione una sineddoche mal riuscita. La comunità dei fisici delle particelle, per esempio, è una delle più internazionalizzate e i giovani fisici italiani sono veri cittadini del mondo. Sono abituati a confrontarsi con problemi difficili e a cogliere le occasioni più fruttifere per le loro carriere e per l'avanzamento della loro cultura, motivati e supportati dal livello eccellente della preparazione che ricevono nei dipartimenti Universitari italiani e nelle sezioni INFN collegate. Girare i laboratori del mondo per credere. ■

» FOCUS



SUPERCALCOLATORI: IL PROGETTO EUROPEO EURETILE IMITA LE RETI CEREBRALI

Pubblicate recentemente dalla Commissione Europea le conclusioni del progetto europeo EURETILE (*EUropean REference TILed architecture Experiment*), un innovativo sistema di programmazione multi-processo e interconnessione hardware, nato per studiare nuove tecniche di supercalcolo finalizzate alla risoluzione di problemi d'interesse scientifico e industriale. Finanziato dalla Commissione Europea e coordinato dall'INFN, EURETILE si basa sulla struttura del cervello. Include, infatti, la simulazione del funzionamento cerebrale per mezzo delle cosiddette "reti neurali", modelli matematici di neuroni e sinapsi artificiali che imitano le molteplici interconnessioni delle cellule cerebrali e la loro enorme plasticità. "Abbiamo ideato un promettente paradigma di progettazione gerarchico, in grado di emulare i tre livelli di organizzazione del cervello (colonne corticali, aree corticali, corteccia)", spiega Pier Stanislao Paolucci, ricercatore INFN e coordinatore di EURETILE. "Nei prossimi dieci anni, infatti, - aggiunge Paolucci - i veicoli a guida autonoma e i sistemi robotici adotteranno sistemi multi-sensoriali, in cui saranno incluse applicazioni scientifiche come la cosiddetta *brain simulation*, per aumentarne la capacità di comprensione dell'ambiente".

I risultati della collaborazione internazionale, che comprende cinque partner europei - oltre all'INFN, lo *Swiss Federal Institute of Technology* di Zurigo, in Svizzera, la *TARGET Compiler Technologies*, in Belgio, la *RWTH Aachen University*, in Germania e il *TIMA Laboratory* presso l'Université Joseph Fourier, in Francia - troveranno applicazione immediata, anche industriale, nei prossimi progetti di ricerca e sviluppo dei gruppi coinvolti finanziati da programmi nazionali o internazionali.

Tre gli esempi di applicazione del progetto. Il primo è il confronto dei dati delle simulazioni cerebrali sviluppate dall'INFN con le misure in vitro realizzate sui tessuti biologici. A partire dal 2015, infatti, le tecnologie di simulazione cerebrale sviluppate dall'INFN sono utilizzate nel progetto europeo CORTICONIC, in collaborazione con l'ISS (Istituto Superiore di Sanità). "Si tratta - chiarisce Paolucci - di studiare l'attività di un segmento di tessuto cerebrale, sia attraverso tradizionali tecniche sperimentali, basate su sonde elettriche e ottiche, sia mediante innovative tecnologie di simulazione. Del resto, - aggiunge Paolucci - la scienza si basa ormai su tre

» FOCUS

elementi d'indagine. Teoria ed esperienza sono i più tradizionali e tra questi due s'inserisce il terzo, per l'appunto la simulazione. I primi risultati di CORTICONIC sono attesi già alla fine di quest'anno".

Una seconda applicazione di EURETILE è rappresentata dall'utilizzo dell'hardware d'interconnessione APEnet+ - l'evoluzione di più generazioni di supercomputer per le simulazioni di fisica, sviluppati dall'INFN a partire dal 1984 grazie all'impulso iniziale di Nicola Cabibbo e Giorgio Parisi - nell'ambito del progetto europeo che realizzerà l'hardware dei prossimi supercalcolatori europei EXASCALE. Un terzo esempio di applicazione, infine, è l'incorporazione, a partire dal 2016, del sistema di progettazione di multiprocessori sviluppato da uno dei nostri partner tra gli strumenti offerti da un leader mondiale nel mercato dell'*Electronic Design Automation* (EDA). ■

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