



NEWSLETTER 27

Italian National Institute for Nuclear Physics

NEWS

RICERCA

CUORE: COMPLETATA L'INSTALLAZIONE DEL RIVELATORE, p. 2

RICERCA

DALLE VISCERE DEL GRAN SASSO AL CUORE DELLE GIGANTI ROSSE, p. 3

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

L'INFN ALL'AFRICAN SCHOOL OF PHYSICS 2016 PER RILANCIARE LA RICERCA NEL CONTINENTE, p. 4

INCARICHI

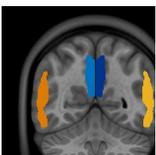
PAOLO GIUBELLINO DIRIGERÀ IL GSI E FAIR, IN GERMANIA , p. 5



L'INTERVISTA p. 6

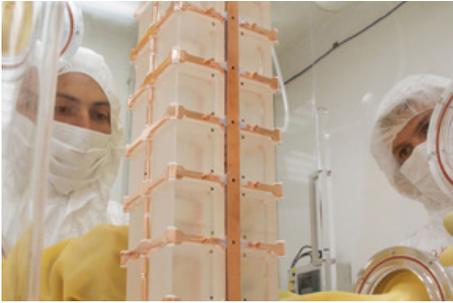
L'EUROPA PREMIA UN PROGETTO INFN PER LO STUDIO DEI NEUTRINI

Intervista a Manuela Cavallaro, ricercatrice dei Laboratori Nazionali del Sud (LNS) di Catania dell'INFN, premiata dall'European Research Council con un ERC Starting Grant 2016



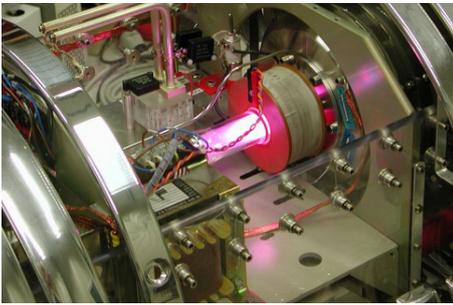
FOCUS p. 9

DALLO STUDIO DELLE ONDE GRAVITAZIONALI UN PROTOCOLLO PER LA DIAGNOSI DELL'ALZHEIMER


RICERCA
CUORE: COMPLETATA L'INSTALLAZIONE DEL RIVELATORE

L'esperimento CUORE (*Cryogenic Underground Observatory for Rare Events*) ha completato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN l'installazione delle 19 torri che compongono il rivelatore. L'operazione, delicatissima e di estrema precisione, ha richiesto la collaborazione di un team di scienziati, ingegneri e tecnici e si è recentemente conclusa. Tutte le 19 torri che costituiscono il rivelatore, composto da 988 cristalli di ossido di tellurio e con un peso di quasi 750 kg, sono ora sospese al punto più freddo del criostato dell'esperimento. Ora la collaborazione si sta preparando per gli ultimi ritocchi al sistema per poi procedere, nei prossimi mesi, alla chiusura del criostato, al suo raffreddamento e all'inizio delle operazioni scientifiche.

CUORE è un esperimento ideato per studiare le proprietà dei neutrini. In particolare, l'esperimento cerca un fenomeno raro chiamato doppio decadimento beta senza emissione di neutrini. Rivelare questo processo consentirebbe, non solo di determinare la massa dei neutrini, ma anche di dimostrare la loro eventuale natura di particelle di Majorana fornendo una possibile spiegazione alla prevalenza della materia sull'antimateria nell'universo. L'esperimento è frutto di una collaborazione internazionale formata da circa 157 scienziati provenienti da trenta istituzioni in Italia, USA, Cina e Francia. Per l'INFN partecipano le sezioni di Bologna, Genova, Milano Bicocca, Padova e Roma oltre ai Laboratori Nazionali di Frascati, Gran Sasso e Legnaro. ■


RICERCA
**DALLE VISCERE DEL GRAN SASSO
AL CUORE DELLE GIGANTI ROSSE**

Nel silenzio cosmico dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, l'esperimento LUNA (*Laboratory for Underground Nuclear Astrophysics*) ha osservato, con una precisione mai raggiunta in precedenza, una rara reazione nucleare che avviene nelle stelle, in particolare nelle giganti rosse. In dettaglio, si è scoperto che l'ossigeno-17, un raro isotopo dell'ossigeno, più pesante dell'ossigeno presente in atmosfera, viene distrutto a una velocità doppia rispetto a quanto ritenuto finora. Il risultato rappresenta una tappa fondamentale della ricerca condotta dalla collaborazione LUNA sull'origine degli elementi della materia che compone la materia dell'universo, e che da miliardi di anni, e ancora oggi, sono prodotti nelle reazioni nucleari nel cuore delle stelle. LUNA è una struttura di ricerca basata su un piccolo acceleratore lineare, unico al mondo a essere installato in un laboratorio sotterraneo per consentire l'osservazione di processi estremamente rari. L'esperimento ricrea in laboratorio le energie che caratterizzano il cuore delle stelle, riportando l'orologio indietro nel tempo fino a cento milioni di anni dopo il Big Bang, quando si formavano le prime stelle. Tra i processi che non abbiamo ancora completamente compreso di questa fase della formazione dell'universo, vi sono quelli che hanno condotto all'enorme variabilità nella quantità degli elementi esistenti.

LUNA è una collaborazione internazionale di circa 40 ricercatori tra italiani, tedeschi, scozzesi e ungheresi, cui partecipano, per l'Italia, i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, le sezioni INFN e le università di Bari, Genova, Milano, Napoli, Padova, Sapienza Università di Roma, Torino e l'Osservatorio INAF di Teramo. Il recente risultato di LUNA è pubblicato su *Physical Review Letters*. ■



COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

L'INFN ALL'AFRICAN SCHOOL OF PHYSICS 2016 PER RILANCIARE LA RICERCA IN AFRICA

Si è conclusa a Kigali, in Rwanda, la quarta edizione dell'*African School of Fundamental Physics and Applications* (ASP-2016), che ha visto la partecipazione di 75 studenti provenienti dalle università di 28 Paesi africani. L'evento è stato reso possibile grazie al supporto di numerosi laboratori, università e istituti di ricerca americani ed europei, tra cui l'INFN, che ha contribuito all'ultima edizione della scuola per circa il 20% del *budget* complessivo. La scuola africana di fisica, che ha cadenza biennale, nasce nel 2010 per incrementare la capacità di sviluppo del continente africano in fisica fondamentale e applicata. Il programma scientifico dell'edizione 2016 è stato principalmente incentrato sulla fisica subnucleare e sulla fisica oltre il Modello Standard, con cenni a tematiche di astrofisica e fisica nucleare. Spazio anche a seminari monografici su argomenti di grande impatto scientifico e mediatico, come la scoperta delle onde gravitazionali. Si è poi svolto all'università del Rwanda il *Forum Day*, alla presenza del ministro dell'educazione ruandese e di numerosi esponenti della *East African Union*, in particolare dell'*East African Science and Technology Commission* (EASTCO). In questo contesto, è stata presentata dall'INFN la possibilità di sviluppo di un'infrastruttura di ricerca compatta, come incubatore per l'*African Light Source* (ALS), un'ambiziosa iniziativa, che punta a dotare l'Africa di una sorgente di luce di sincrotrone, per stimolare la *capacity building* del continente africano, attraverso applicazioni avanzate in medicina, paleontologia e life science. Il progetto sarà uno dei temi centrali della prossima edizione della Scuola africana. L'appuntamento è fissato per il 2018 a Windhoek, in Namibia. ■


INCARICHI
**PAOLO GIUBELLINO DIRIGERÀ
IL GSI E FAIR, IN GERMANIA**

Paolo Giubellino, dirigente di ricerca dell'INFN, è stato nominato Direttore Scientifico del prestigioso GSI *Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung* (Centro Helmholtz GSI per la ricerca sugli ioni pesanti) a Darmstadt, in Germania. Contestualmente prenderà anche la direzione di FAIR (*the Facility for Antiproton and Ion Research in Europe*), laboratorio internazionale attualmente in fase di costruzione, contiguo al GSI. Giubellino entrerà in carica il 1 gennaio del prossimo anno, al termine del suo mandato come responsabile dell'esperimento ALICE al CERN, una collaborazione internazionale di oltre 1500 fisici da 42 nazioni, della quale Giubellino è spokesperson dal 2011 e che lo vede tra i fondatori. Torinese, classe 1960, Paolo Giubellino fa parte dal 2000 dell'*Instrumentation Panel* dell'ICFA (*International Committee for Future Accelerators*), l'organizzazione che raggruppa a livello mondiale i laboratori di fisica delle Alte Energie. Ricopre numerose cariche di coordinamento e valutazione della ricerca in diversi paesi. Ha ricevuto onorificenze scientifiche in Messico, Cuba, Ucraina e Slovacchia. Nel 2014, primo italiano, è stato insignito del premio "Lise Meitner", il più importante premio per la fisica nucleare della Società Europea di Fisica. È autore di oltre 300 articoli su riviste scientifiche internazionali. ■

» L'INTERVISTA



L'EUROPA PREMIA UN PROGETTO INFN PER LO STUDIO DEI NEUTRINI

Intervista a Manuela Cavallaro, ricercatrice dei Laboratori Nazionali del Sud (LNS) di Catania dell'INFN, premiata dall'European Research Council con un ERC Starting Grant 2016

Oscilla tra entusiasmo e incredulità il tono delle parole di Manuela Cavallaro, all'indomani della notizia dell'assegnazione da parte dell'*European Research Council* (ERC) di uno dei prestigiosi *ERC Starting Grant* (ERC-2016-SGT) assegnati anche quest'anno a giovani e promettenti ricercatori all'inizio della loro carriera. Ricercatrice dei Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'INFN, la fisica catanese è risultata vincitrice per una ricerca di fisica fondamentale. Si tratta dello sviluppo del progetto NURE (*NUclear REactions for neutrinoless double beta decay*) che è stato approvato per l'intero finanziamento richiesto, pari a 1,271 milioni di euro. A fronte di quasi 3000 domande, l'*European Research Council* ha assegnato 325 ERC-2016-SGT a giovani ricercatori europei, per un finanziamento complessivo di 485 milioni.

Abbiamo chiesto alla giovane studiosa dei LNS di raccontarci l'importanza di questa ricerca .

In che cosa consiste il progetto premiato dall'ERC?

Si tratta di un progetto di fisica fondamentale, a cavallo tra la fisica del neutrino e quella nucleare. Possiamo dire che fa po' da ponte tra questi due aspetti diversi della fisica, caratteristica che l'Europa ha apprezzato molto nel momento di decidere sull'assegnazione dell'ERC.

Ai LNS realizzeremo esperimenti su alcuni dei sistemi d'interesse per il doppio decadimento beta, un rarissimo decadimento spontaneo, ancora mai rivelato, in cui un nucleo si trasforma in un altro nucleo. L'idea alla base del progetto è utilizzare le reazioni nucleari, in particolare le reazioni di doppio scambio di carica, per ottenere informazioni essenziali sugli elementi di matrice nucleare che entrano in gioco nel cruciale fenomeno del doppio decadimento beta senza emissione di neutrini. I due processi, doppio decadimento beta e reazione di doppio scambio di carica, pur essendo mediati da interazioni diverse, hanno, infatti, numerosi aspetti in comune, che possono essere esplorati in laboratorio.

» L'INTERVISTA

Perché è importante lo studio di questo fenomeno?

Il progetto si propone d'indagare alcuni aspetti legati alla natura dei neutrini. Come la loro massa, e la verifica dell'ipotesi formulata da Ettore Majorana circa 80 anni fa sulla natura duale del neutrino. Un'ipotesi secondo la quale, il neutrino sarebbe sia un pezzetto di materia, che la sua controparte nell'antimateria: l'antineutrino.

Con il nostro progetto diamo, in particolare, un contributo sperimentale alla misura di un mattoncino della Natura, l'elemento di matrice nucleare, che collega la vita media del nucleo che decade alla massa del neutrino, e che è basato finora su modelli teorici. In questo senso, il nostro esperimento può essere, infatti, considerato complementare a quelli condotti altrove, ad esempio nei Laboratori Nazionali INFN del Gran Sasso (LNGS).

Qual è stata la sua reazione quando le è stata comunicata l'assegnazione del premio?

Quando ho ricevuto la prima comunicazione, mi trovavo negli Stati Uniti per un congresso scientifico. Ancora mi emoziona il pensiero. Si tratta del successo più grande della mia carriera. Un risultato che mi riempie di soddisfazione, e del quale al tempo stesso sento tutta la responsabilità. Adesso, infatti, è il momento di rimboccarsi le maniche.

Il riconoscimento è anche un esempio di come si possa fare ricerca d'eccellenza, restando in Italia.

Considero questo risultato, non solo motivo di grande soddisfazione personale, ma anche un messaggio positivo in senso più generale. Il segno che anche in Italia si fa ricerca di eccellenza e che, con tanto impegno e forza di volontà, è possibile ottenere risultati importanti. Questo pensiero mi ha accompagnato anche le volte in cui ho dovuto fare i conti con l'idea di andare all'estero, per continuare le mie ricerche. Per fortuna, alla fine nella mia città ho trovato le condizioni giuste per restare, grazie anche alla formazione di alto livello fornita dall'Università di Catania e ai Laboratori del Sud dell'INFN, che hanno permesso al progetto di competere a livello europeo.

Come sarà utilizzato il finanziamento?

C'è un aspetto legato all'ERC, per me fondamentale, che mi piace sottolineare.

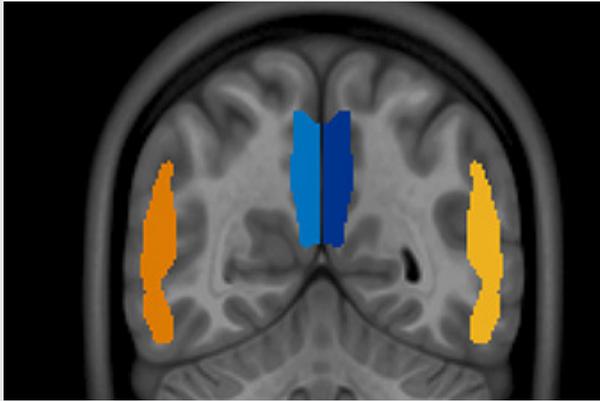
Il finanziamento europeo sarà interamente utilizzato per il personale, e non per la realizzazione di nuova strumentazione scientifica, già presente nei Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN, a Catania. Questo *grant* europeo offre, infatti, anche un'opportunità di lavoro a giovani ricercatori. Il gruppo è composto da cinque persone in tutto, me compresa, che insieme a tutto il *team* dell'Università di Catania e dei LNS nei prossimi cinque anni saranno impegnate nella realizzazione degli esperimenti e nell'analisi dei dati raccolti.

»» L'INTERVISTA

Quali sono i possibili sviluppi futuri del progetto?

Il progetto s'inserisce in *What Next?* - il programma di confronto interno all'INFN, che ha avuto inizio nel 2014 - nell'ambito di un progetto più ampio denominato NUMEN (*NUclear MEthods for the ENvironment*). Nell'arco di una decina di anni, NUMEN dovrebbe portare a un *upgrade* del ciclotrone superconduttore catanese e del rivelatore, lo spettrometro magnetico MAGNEX (*MAGNetic spectrometer for EXcyt beams*). Alla fine di questo *upgrade*, sarà più facile studiare il fenomeno del doppio scambio di carica. Sarà, infatti, possibile farlo in meno tempo, e su tutti i nuclei candidati, poco più di una decina. ■

» FOCUS



DALLO STUDIO DELLE ONDE GRAVITAZIONALI UN PROTOCOLLO PER LA DIAGNOSI DELL'ALZHEIMER

È in fase di sperimentazione in questi mesi, a Genova, il protocollo di diagnosi medica frutto del progetto nextMR, esempio di applicazione diretta alla diagnostica medica di un *know-how* maturato nella ricerca in fisica di base. Tra gli obiettivi primari, la diagnosi precoce della malattia di Alzheimer e, in generale, la diagnosi medica in campo neurologico e oncologico. Il progetto nextMR sviluppa l'applicazione diretta dell'analisi dati, una capacità che in termini di risorse umane e di calcolo caratterizza fortemente la ricerca in fisica. A tutti i livelli, infatti, dalla fisica delle alte energie alla ricerca della materia oscura e delle onde gravitazionali, i ricercatori hanno dovuto sviluppare sistemi sempre più sofisticati per fare misure, per estrarre cioè i segnali dal rumore di fondo, realizzando inoltre adeguate risorse di calcolo. A partire da questo potenziale, una decina di anni fa un *team* fisici della sezione INFN di Genova ha dato il via allo sviluppo di metodi e sistemi di analisi di dati clinici, con tecniche di elaborazione che in parte erano già impiegate per la ricerca di base, ma che richiedevano un forte adattamento per essere impiegate in medicina.

L'obiettivo, per molti aspetti identico a quello della ricerca in fisica di base, consiste nel produrre una misura estraendo un segnale dal rumore, ovvero la patologia dalla "normalità". Nel caso di dati medici, tuttavia, il "rumore di fondo" è descritto dalla storia e dalla tipicità del singolo paziente e non da famiglie di particelle costituite da "soggetti" tra loro identici, come accade in fisica. L'insieme dei dati ha caratteristiche statistiche molto diverse da quelle della fisica e bisogna fare i conti con una variabilità molto estesa e non caratterizzabile a priori. In un contesto di questo tipo, molte ipotesi applicabili alla fisica fondamentale cadono e si è reso necessario adattarle o ripensarle del tutto.

Il gruppo di Genova che è oggi impegnato in nextMR ha una storia di "ordinaria" ricerca di base nel campo delle onde gravitazionali, un ambito che si è rivelato inaspettatamente affine a quello della diagnostica delle malattie degenerative. In modo analogo a quanto accade in diagnostica medica, infatti, per individuare un segnale di onda gravitazionale in un gruppo di dati è necessario conoscere

» FOCUS

le caratteristiche del potenziale segnale e “inserirlo” nell’insieme dei dati, per verificare l’eventuale corrispondenza. I possibili “template” di segnale sono molti ed è necessario confrontare i dati di gran parte di essi. Nella diagnosi delle malattie degenerative il problema è molto simile: la malattia lascia una sorta di firma nelle neuro-immagini della parte colpita, un’anomalia che è possibile riconoscere dopo avere confrontato l’immagine con numerose “firme” possibili.

Rendere più efficace la diagnostica consente alla medicina di spostarsi più rapidamente verso il trattamento preventivo, ovvero di predire il probabile decorso per intervenire con un trattamento più efficace, molto prima che il sintomo si palesi. Questo è particolarmente vero per la malattia di Alzheimer, che insorge del tutto sottotraccia circa 15-20 anni prima che compaiano i sintomi, e che danneggia il cervello in modo sempre meno reversibile, fin quando – alla comparsa dei sintomi – non è più possibile bloccarla ma solo controllarne blandamente gli effetti.

Un aspetto non trascurabile, indispensabile per il successo dell’analisi dati, è poi quello del calcolo. Dovendo maneggiare grandi quantità di dati, la ricerca in fisica di base sviluppa per i suoi obiettivi sistemi di calcolo distribuito all’avanguardia, e strumenti di programmazione molto avanzati. Può permettersi scoperte come quella del bosone di Higgs o delle onde gravitazionali soltanto con l’utilizzo di algoritmi molto complessi e risorse di calcolo molto potenti e per la diagnostica medica queste capacità di elaborazione di archiviazione sono una risorsa preziosissima.

Una delle linee di ricerca di nextMR sta entrando in questi mesi nella fase dell’effettiva applicazione clinica. La verifica della tecnica di analisi è già stata pubblicata ed è ora in fase di validazione clinica all’Ospedale di Genova. Il protocollo prevede che la diagnosi medica finale, a carico della struttura ospedaliera e del medico, sia supportata dai fisici con un report sui dati di *imaging* - ottenuti dalla sintesi tra un’innovativa tecnica di tomografia a emissione di positroni (PET) e dati di risonanza magnetica (MR). Il referto dà così al medico indicazioni quantitative su regioni del cervello di maggiore interesse.

L’intera metodologia emerge dalla stretta collaborazione con i medici e ha portato alla formazione di un gruppo di lavoro interdisciplinare che ha pochi precedenti nella storia della fisica e della medicina. L’intero progetto nextMR – che segue la fase precedente, denominata MIND (*Medical Imaging for Neurodegenerative Diseases*) – è frutto della collaborazione tra l’INFN, e, in particolare, le sezioni di Trieste, Genova, Pisa, Cagliari Bari Catania, L’Aquila, Bologna, il consorzio pisano Imago7, l’EADC (*European Alzheimer’s Disease Consortium*), Ospedali di Pisa, Genova, Catania, Trieste e l’infrastruttura di calcolo Recas. ■

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

REDAZIONE

Coordinamento: Francesca Scianitti

Progetto e contenuti:

Eleonora Cossi, Francesca Scianitti, Antonella Varaschin

Grafica: Francesca Cuicchio

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162

Immagine di copertina

Vista dall'alto delle torri di CUORE installate nel criostato.