

NEWSLETTER 16

Italian National Institute for Nuclear Physics

OTTOBRE 2015

NEWS

RICERCA

AI NEUTRINI IL NOBEL PER LA FISICA 2015, p. 2

INFRASTRUTTURE

PRIMA PIETRA PER IL TELESCOPIO CTA-NORD, p. 2

ACCORDI INTERNAZIONALI

A PISA IL BILATERALE TRA INFN E JINR DI DUBNA, p. 3

DIVULGAZIONE

L'INFN AL MAKER FAIRE ROME 2015 CON I RIVELATORI FAI DA TE, p. 3

SPAZIO

EXOMARS, A BORDO LO STRUMENTO ITALIANO TARGATO ASI E INFN, p. 4



L'INTERVISTA p. 5

IL CONSORZIO WAVESCALES GUIDATO DALL'INFN ENTRA NELLO HUMAN BRAIN PROJECT

Intervista a Pier Stanislaw Paolucci, ricercatore INFN e responsabile del progetto WAVESCALES



FOCUS ON p. 8

UNO SCUDO ROMANO PER L'ESPERIMENTO CUORE



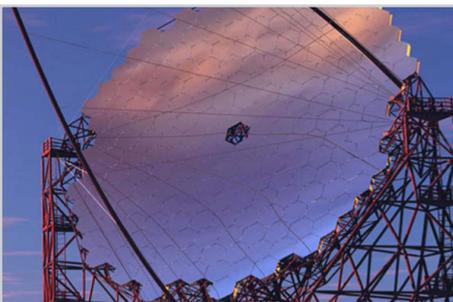
RICERCA

AI NEUTRINI IL NOBEL PER LA FISICA 2015

Il premio Nobel per la Fisica 2015 è stato assegnato al giapponese Takaaki Kajita e al canadese Arthur B. McDonald, per il loro contributo chiave agli esperimenti SuperKamiokande in Giappone e Sudbury Neutrino

Observatory (SNO) in Canada, che hanno dimostrato l'oscillazione del neutrino. I neutrini sono, infatti, particelle camaleonte, in grado di cambiare identità all'interno di tre differenti tipologie, che i fisici chiamano "sapori": elettronico, muonico e tauonico. Questa metamorfosi, contrariamente a quanto affermato dal Modello Standard, richiede che i neutrini abbiano massa, una scoperta che ha cambiato la nostra comprensione dei meccanismi più intimi della materia.

Il Nobel sui neutrini rappresenta per la fisica delle particelle un altro straordinario successo dopo la scoperta del bosone di Higgs, premiata nel 2013, e una delle più promettenti chiavi di accesso alla comprensione dell'universo. Una particella, il neutrino, che parla un buon italiano. A partire dal nome, coniato scherzosamente da Enrico Fermi per distinguerlo dal neutrone, anch'esso privo di carica elettrica ma di massa molto maggiore. Passando poi per Bruno Pontecorvo, il primo a suggerire come osservarlo, in un esperimento con i reattori nucleari, e a ipotizzarne l'oscillazione. Fino ad arrivare ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN. Che hanno permesso, con gli esperimenti MACRO, Gallex/GNO, BOREXINO e OPERA, di chiarire tutti gli aspetti delle oscillazioni. E che sono attualmente impegnati a risolvere il dilemma sulla natura di questa particella, come ipotizzato da Ettore Majorana. ■



INFRASTRUTTURE

PRIMA PIETRA PER IL TELESCOPIO CTA NORD

Con la cerimonia inaugurale, che si è svolta il 9 ottobre sull'isola di La Palma alle Canarie e alla quale ha partecipato anche il fisico giapponese Takaaki Kajita, recentemente insignito del Nobel per la Fisica, hanno preso ufficialmente avvio i lavori per la realizzazione del prototipo del *Large Size Telescope* (LST), uno degli occhi ipertecnologici del *Cherenkov Telescope Array* (CTA) Nord, una delle due strutture che costituiranno l'osservatorio per astronomia gamma più grande del mondo. CTA Nord sarà realizzato presso l'osservatorio di *Roque de los Muchachos dell'Instituto de Astrofísica de Canarias* (IAC), a 2200 metri sopra il livello del mare, sull'isola di La Palma nell'arcipelago spagnolo delle Canarie. Mentre il sito prescelto per la costruzione di CTA Sud, nell'emisfero australe, è lo *European Southern Observatory* (ESO) a Paranal, in Cile. Il progetto CTA, cui l'Italia partecipa con l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), l'INFN e un consorzio di università guidato dall'Università di Padova, prevede la realizzazione di oltre 100 telescopi di nuova generazione dedicati allo studio da terra dei fotoni di alta e altissima energia, di origine galattica ed extragalattica. ■



ACCORDI INTERNAZIONALI A PISA IL BILATERALE TRA INFN E JINR DI DUBNA

Si è svolto a metà ottobre, presso il Rettorato dell'Università di Pisa, il bilaterale INFN-JINR (*Joint Institute for Nuclear Research*) di Dubna, per discutere le attività di ricerca delle due Istituzioni scientifiche, e individuare potenziali aree di comune interesse cui estendere la collaborazione tra i due Enti. Tra la Russia e l'Italia esiste, infatti, una lunga storia di collaborazione scientifica. In particolare, tra l'INFN e i fisici di Dubna sono in corso molti progetti in comune, soprattutto ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) con gli esperimenti Borexino, SOX, DarkSide e GERDA e, al di fuori dei LNGS, con JUNO, in Cina, e con mu2e, CDF (*Collider Detector at Fermilab*), al Fermilab di Chicago.

Nell'ambito della due giorni dell'annuale meeting INFN-JINR, c'è stato spazio anche per una serie di conferenze storiche e scientifiche dedicate all'eredità di Bruno Pontecorvo, uno dei ragazzi di Via Panisperna, che a Dubna ha condotto parte delle sue ricerche sui neutrini. Proprio alcuni giorni prima del bilaterale, la brillante intuizione del 1957 del fisico pisano sul fenomeno dell'oscillazione dei neutrini è stata premiata con il Nobel per la Fisica assegnato ai fisici che l'hanno verificata sperimentalmente. ■



DIVULGAZIONE L'INFN AL MAKER FAIRE ROME 2015 CON I RIVELATORI FAI DA TE

Anche l'INFN è da quest'anno partner della Maker Faire, la grande esposizione dedicata ai nuovi artigiani digitali, che ha inaugurato a ottobre l'edizione italiana 2015, alla Sapienza Università di Roma. I *maker* INFN hanno mostrato al pubblico come assemblare con semplici ingredienti un rivelatore di particelle *home-made* e, in particolare, un rivelatore di raggi cosmici e uno scanner per fasci di particelle accelerate. Entrambi gli strumenti sono stati realizzati con software e scheda Arduino Shield "ArduSipm", sviluppati a scopo di ricerca dalla sezione di Roma dell'INFN. Con l'ausilio di pochi componenti elettronici, è stato possibile presentare al pubblico un sistema di acquisizione e controllo di un rivelatore di particelle, replicando in piccolo quello che si fa nei più imponenti esperimenti di fisica dell'INFN, ad esempio al CERN di Ginevra, con i grandi rivelatori dell'acceleratore LHC. La differenza più evidente è il costo di realizzazione, estremamente basso, che rende questi strumenti applicabili a numerose attività di tipo dimostrativo e didattico.

Oltre a presentare il lavoro dei suoi *maker*, l'INFN ha partecipato all'edizione 2015 di Maker Faire con un contributo alla mostra "La Scienza illumina": un percorso sulla luce per sensibilizzare grandi e piccoli sul tema della sostenibilità e del risparmio energetico, progettato e realizzato dalla Sapienza Università di Roma. ■


SPAZIO
**EXOMARS, A BORDO LO STRUMENTO ITALIANO
TARGATO ASI E INFN**

L'Europa si prepara a sbarcare sul Pianeta Rosso, nel 2016, con la missione robotica ExoMars dell'European Space Agency (ESA). Una missione in cui l'Italia ha un ruolo centrale, che si arricchisce ulteriormente in questi giorni. Sale, infatti, a bordo il microriflettore laser INRRI (*INstrument for landing-Roving laser Retroreflector Investigations*) realizzato dall'ASI e dall'INFN, con la supervisione scientifica di Simone Dell'Agnello, fisico dei Laboratori Nazionali di Frascati (LNF) dell'INFN.

Dopo avere superato con successo tutti i test previsti, lo strumento è stato consegnato a tempo di record ed è stato da poco installato sul modulo di discesa marziano ExoMars EDM (*Entry, descent and landing Demonstrator Module*) battezzato Schiaparelli, dal nome dell'astronomo italiano Giovanni Schiaparelli che disegnò la prima mappa del Pianeta Rosso.

INRRI diventerà il primo bersaglio laser passivo sulla superficie marziana e il primo oltre la Luna. Dovrebbe essere l'antesignano di una serie di microriflettori portati da futuri lander o rover, che assieme formeranno un Mars Geophysics Network (MGN): una rete di punti di riferimento per misure di geodesia di Marte e test di Relatività Generale. A lungo termine, MGN potrebbe diventare una rete di posizionamento di precisione simile a quella dei retroriflettori laser delle missioni Apollo e Lunokhod sulla Luna. Non è escluso, infine, che INRRI possa essere anche usato come nuovo punto di riferimento geodetico primario e di precisione di Marte: una sorta di Greenwich marziano. ■

» L'INTERVISTA



IL CONSORZIO WAVESCALES GUIDATO DALL'INFN ENTRA NELLO HUMAN BRAIN PROJECT

Intervista a Pier Stanislao Paolucci, ricercatore INFN e responsabile del progetto WAVESCALES

L'INFN entra nel progetto internazionale della Commissione Europea per lo studio del cervello umano, lo Human Brain Project (HBP). Sarà capofila del consorzio WAVESCALES (WAVE SCALING Experiments and Simulations), uno dei 4 vincitori, su 57 proposte, della Call for Expressions of Interest (CEoI) di HBP. A coordinare il consorzio WAVESCALES è il ricercatore INFN Pier Stanislao Paolucci, dal quale ci siamo fatti raccontare qual è il significato di questo risultato e in che cosa consiste il progetto vincitore della selezione.

Cos'è lo Human Brain Project (HBP)?

Lo *Human Brain Project* è una collaborazione di ricerca internazionale finanziata dall'Unione Europea, con un budget di circa 500 milioni di euro per il periodo 2013 - 2023. E' uno dei due grandi progetti bandiera europei (*Future and Emerging Technology, FET, Flagships*) attivi per il prossimo decennio, insieme a quello sul grafene. L'obiettivo finale del progetto è riuscire a ottenere una migliore comprensione del cervello umano, e una prima riproduzione delle sue capacità cognitive per mezzo di una simulazione. L'HBP opera in sinergia - ma anche in competizione scientifica - con altre collaborazioni di ricerca, come l'*Allen Institute for Brain Science* e la *BRAIN Initiative* dei *National Institutes of Health (NIH)*, entrambe statunitensi. La missione specifica dello HBP è la costruzione di una "infrastruttura tecnologica informatica", che integri dati sperimentali ottenuti dalle neuroscienze e dalla medicina con strumenti di simulazione del cervello umano, e di quello del topo.

Può descrivere in che cosa consiste il progetto WAVESCALES, vincitore della call internazionale di HBP?

Il consorzio *WAVESCALES*, guidato dall'INFN, è un team di cinque istituti di ricerca. Include tre partner specializzati nelle misure sperimentali su cervelli umani e di roditori, e altri due che si

» L'INTERVISTA

concentreranno sulla creazione di modelli teorici e simulazioni computerizzate. Il laboratorio *Array Processor Experiment* (APE lab) dell'INFN svilupperà il simulatore di reti neurali, che sarà capace di riprodurre il comportamento generato da molte decine di miliardi di connessioni nervose, le sinapsi. I partner sperimentali misureranno le *slow waves*, onde cerebrali che si propagano sulla corteccia durante il sonno profondo e durante la transizione agli stati coscienti, e osserveranno la risposta corticale a perturbazioni spazio-temporali localizzate. L'insieme delle tecniche sperimentali includerà osservazioni non invasive nell'uomo. Tra queste, la risposta elettroencefalografica ad alta risoluzione a una stimolazione magnetica transcranica, effettuata dal team di Marcello Massimini dell'Università di Milano. E misure elettrofisiologiche sui roditori in risposta a stimolazioni opto-farmacologiche, condotte dai team guidati da Maria Victòria Sánchez-Vives, dell'*Institut D'Investigacions Biomèdiques August Pi i Sunyer* (IDIBAPS) di Barcellona, e da Pau Gorostiza, dell'*Institut de BioEnginyeria de Catalunya* (IBEC), anch'esso di Barcellona. I modelli teorici saranno, invece, sviluppati dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS), sotto la guida di Maurizio Mattia e Paolo Del Giudice.

Nel progetto si fa riferimento alle reti neurali: può spiegarci cosa sono?

Il cervello umano è un sistema di enorme complessità. Pensiamo che includa approssimativamente 90 miliardi di neuroni e alcune centinaia di migliaia di miliardi (una cifra a 14 zeri) di sinapsi, cioè connessioni tra neuroni. In un modello estremamente semplificato possiamo dire che i neuroni eseguono calcoli utilizzando le informazioni trasmesse dalle sinapsi, in base alle quali decidono se passare da uno stato di riposo - come lo zero di un sistema binario - a uno stato di risposta, il potenziale d'azione (*spike*) - come l'unità del sistema binario - che dura all'incirca un millisecondo. Tipicamente, ogni neurone produce decine di potenziali, di *spike*, al secondo. Il fatto incredibile è che se un singolo neurone effettua un calcolo differente, il cervello può, in meno di un secondo, modificare sensibilmente il suo stato e i suoi obiettivi. Pertanto, per comprendere i principi che si celano dietro l'attività computazionale del cervello è necessario simulare l'attività di una rete, un network, di neuroni piuttosto estesa.

Qual è il contributo di competenze e tecnologie dell'INFN in un campo apparentemente così diverso come le neuroscienze?

Un singolo computer non è capace di effettuare simulazioni di network di neuroni sufficientemente grandi. Sono necessari computer che lavorano in parallelo, processori che elaborano dati in modo simultaneo e coordinato e una serie di algoritmi dedicati. All'interno dell'INFN abbiamo tradizioni consolidate che potranno fornire un contributo chiave alla ricerca sul cervello umano. Un asset strategico è l'APE lab, creato da Nicola Cabibbo e Giorgio Parisi, figure chiave nei campi delle simulazioni numeriche e dei sistemi complessi. Sin dal 1984 l'APE lab è uno dei centri di ricerca chiave nel cosiddetto *computing* in parallelo. Negli anni l'INFN ha sviluppato diverse generazioni di computer

» L'INTERVISTA

e algoritmi che lavorano in parallelo, e di sistemi d'interconnessione dedicati. Originariamente, l'attività dell'APE lab era focalizzata sulle simulazioni di fisica subnucleare, in particolare in Cromo Dinamica Quantistica (QCD - *Quantum-Chromo Dynamics*). Poi, col passare del tempo, abbiamo sviluppato un *know how* che abbiamo applicato anche a svariati altri campi che richiedevano elevate prestazioni nel processamento dei dati, incluse le simulazioni di *network* neuronali. Non dobbiamo, inoltre, dimenticare che uno dei pionieri della neuroscienza computazionale teorica è stato Daniel Amit, che ha lavorato in INFN e ha creato a Roma una scuola di scienziati esperti in questo settore.

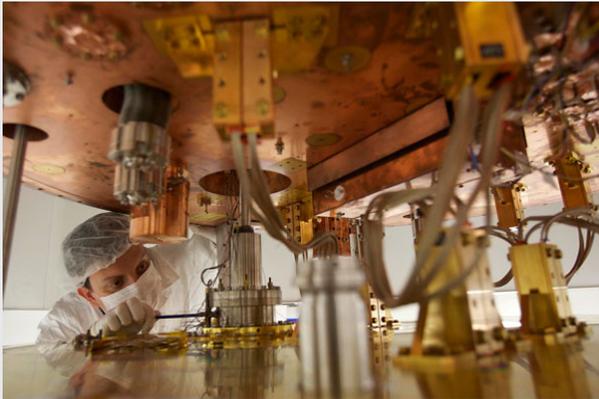
Perché è così importante lo studio del cervello?

In Europa il costo delle malattie e dei traumi cerebrali è stato stimato per il 2010 in 798 miliardi di euro. Senza sostanziali progressi nella comprensione del cervello, questo costo è destinato a crescere, a causa dell'invecchiamento progressivo della popolazione. Inoltre, la comprensione del funzionamento del cervello umano è stata da sempre considerata una delle grandi sfide intellettuali. Ora, soprattutto per la combinazione di nuove tecniche sperimentali e delle tecnologie dell'informazione, la *Brain Research* sta emergendo come una nuova scienza quantitativa, con un impatto potenziale impressionante.

Quali sviluppi può avere in prospettiva futura la partecipazione dell'INFN nello HBP?

Il progetto *WAVESCALES* studierà la risposta complessiva del cervello a perturbazioni puntiformi nel suo stato più semplice, il sonno profondo, e durante la transizione agli stati coscienti. Se saremo in grado di costruire una teoria che riproduca fedelmente queste risposte per mezzo di una simulazione di rete neurale a larga scala, significherà che avremo scoperto alcuni elementi fondamentali nell'architettura complessiva del cervello. Ma il cervello umano contiene un numero di elementi computazionali molto maggiore di quello che potremo riprodurre con le nostre simulazioni nei prossimi anni. Perciò, il campo di ricerca legato alle attività di simulazione cerebrale su elaboratori paralleli e sistemi di calcolo dedicati sarà fondamentale per molti decenni.

Inoltre, lo studio del cervello richiederà lo sviluppo di tecniche sperimentali con un numero crescente di canali di acquisizione e migliori risoluzioni temporali e spaziali. L'INFN potrà sicuramente contribuire con un ruolo chiave anche al settore sperimentale, grazie alla sua pluridecennale esperienza nella costruzione dei più complessi apparati sperimentali esistenti al mondo. Questi apparati raggiungono, infatti, risoluzioni temporali e spaziali molto migliori di quelli attualmente utilizzati nelle neuroscienze. ■

» FOCUS ON

**UNO SCUDO ROMANO
PER L'ESPERIMENTO CUORE**

È iniziato a ottobre l'assemblaggio dello schermo del criostato dell'esperimento CUORE (*Cryogenic Underground Observatory for Rare Events*) ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). CUORE è un esperimento ideato per studiare le proprietà dei neutrini e, in particolare, un fenomeno raro chiamato doppio decadimento beta senza emissione di neutrini. Questo processo non è ancora mai stato osservato e per riuscirci è necessario che vi siano condizioni ambientali di estrema purezza, in particolare di bassissima radioattività. Per proteggere l'esperimento CUORE, quindi, è stata escogitata una soluzione davvero originale, proposta da Ettore Fiorini e portata avanti dall'Università e dalla sezione INFN di Milano Bicocca, e la cui realizzazione è stata seguita in tutti i suoi passaggi dai Laboratori del Gran Sasso. I ricercatori hanno progettato di dotarlo di uno schermo realizzato grazie alla fusione di lingotti di piombo recuperati da una nave romana affondata oltre 2000 anni fa, al largo delle coste della Sardegna. L'utilizzo di questo materiale per la schermatura dell'esperimento consente, infatti, di preservare i rivelatori dall'inquinamento dovuto alla radioattività ambientale. Poiché il piombo è un materiale molto denso e con alto numero atomico, è ottimo per schermare. Ma il piombo "normale" contiene un isotopo radioattivo (il piombo 210), che decade con un tempo di dimezzamento di circa 22 anni: così, il piombo romano, grazie al fatto che è stato prodotto 2000 anni fa, non contiene più piombo 210.

I lingotti di piombo romano, dopo il loro recupero dal fondo del mare in collaborazione con la Soprintendenza ai Beni Culturali di Cagliari, che li ha successivamente studiati, sono stati trasportati ai LNGS, dove negli ultimi anni sono stati conservati e sottoposti ad alcune lavorazioni. Come da accordi con la Soprintendenza, la parte di interesse archeologico è stata preservata e restituita: quindi da ciascun lingotto è stata ritagliata per la conservazione l'iscrizione romana apposta sulla parte superiore. I lingotti, 230 in totale, sono stati poi ripuliti dalle incrostazioni superficiali con la tecnica del *cryoblasting*, che consiste nell'abrasione delle superfici tramite un getto di ghiaccio secco ad alta

» FOCUS ON

pressione, tecnica che non induce contaminazioni radioattive, e successivamente sono stati fusi per ottenere i segmenti e gli spicchi necessari all'assemblaggio dello schermo dell'esperimento. Le operazioni condotte presso la ditta tedesca MTH Metall-Technik Halsbrücke GmbH & Co KG, hanno richiesto più di due mesi di lavoro. Lo schermo di CUORE avrà una forma a bicchiere e sarà composto da 26 anelli più un disco di base assemblati in una struttura di sostegno fatta di rame ultrapuro. Ogni anello è composto da 6 segmenti mentre il disco di base è diviso in 20 spicchi. Lo spessore di questo scudo di piombo sarà di 6 centimetri, per un peso complessivo di 5 tonnellate e verrà raffreddato alla temperatura di circa 4 kelvin (-269 °C).

Questa originale soluzione per la schermatura dell'esperimento è stata dettata dal fatto che gli obiettivi scientifici di CUORE sono davvero ambiziosi. Il decadimento doppio beta senza emissione di neutrini è, infatti, un evento rarissimo, così raro che finora non è mai stato rivelato. Riuscire a osservarlo, e quindi a verificarne l'esistenza, consentirebbe non solo di determinare la massa dei neutrini, ma anche di dimostrare la loro eventuale natura di particelle di Majorana, fornendo una possibile interpretazione della prevalenza della materia sull'antimateria nell'universo. Il doppio decadimento beta è un processo per cui, all'interno di un nucleo, due neutroni si trasformano in due protoni, emettendo due elettroni e due antineutrini. Nel doppio decadimento beta senza emissione di neutrini non vi è, appunto, emissione di neutrini, poiché uno degli antineutrini si è trasformato, all'interno del nucleo, in neutrino. Il Modello Standard prevede che i neutrini siano esclusi da questa trasformazione, ma se come ipotizzato negli anni '30 dal fisico italiano Ettore Majorana i neutrini e gli antineutrini fossero due manifestazioni della stessa particella, come le due facce di una stessa moneta, la transizione tra materia e antimateria risulterebbe possibile. Questo fenomeno, seppur attualmente raro, potrebbe esser stato frequente nell'universo primordiale immediatamente dopo il Big Bang e aver determinato la prevalenza della materia sull'antimateria. CUORE è una collaborazione internazionale formata da circa 157 scienziati provenienti da 30 istituzioni in Italia, USA, Cina, Spagna e Francia. Per l'INFN partecipano le sezioni di Milano-Bicocca, Bologna, Genova, Padova, Roma La Sapienza, e i Laboratori Nazionali INFN del Gran Sasso, di Frascati e di Legnaro. ■

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