



NEWSLETTER 20

Italian National Institute for Nuclear Physics

NEWS

RICERCA

I CUBETTI DI LISA PATHFINDER GALLEGGIANO LIBERI, p. 2

ISTITUZIONI

IL PREMIER RENZI E IL MINISTRO GIANNINI
AI LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO, p. 3

RICONOSCIMENTI

A GIANPAOLO BELLINI IL PREMIO "BRUNO PONTECORVO" 2016, p. 4

INFRASTRUTTURE

PARTITO PER IL GIAPPONE L'ACCELERATORE COSTRUITO DALL'INFN, p. 5



L'INTERVISTA p. 6

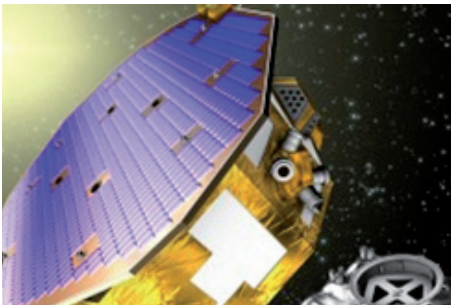
ASCOLTATO IL SUSSURRO DEL COSMO. LA SCOPERTA DELLE ONDE GRAVITAZIONALI NEL RACCONTO DI UNO DEI PROTAGONISTI

Intervista a Fulvio Ricci, spokesperson della Collaborazione internazionale VIRGO



FOCUS ON p. 9

**EUROPEAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY -
IL PROGETTO EXTREMELY BRILLIANT SOURCE**



RICERCA

I CUBETTI DI LISA PATHFINDER GALLEGGIANO LIBERI

Lanciata il 3 dicembre scorso e in posizione operativa dal 22 gennaio, a circa 1.5 milioni di km dalla Terra in direzione del Sole, la sonda LISA Pathfinder ha compiuto ai primi di febbraio il primo passo della sua delicata missione scientifica. Precursore tecnologico dell'osservatorio spaziale di onde gravitazionali pianificato dall'ESA come terza grande missione nel programma scientifico *Cosmic Vision*, LISA Pathfinder intende mettere alla prova il concetto di rivelazione di onde gravitazionali dallo spazio dimostrando che è possibile controllare e misurare con una precisione altissima il movimento di masse in caduta libera gravitazionale. Dal 3 febbraio scorso, e nel corso dei due giorni seguenti, le due masse di prova contenute nella sonda, due cubetti di oro e platino di 46 mm di spigolo, sono stati liberati dalle otto "dita" che le hanno mantenute saldamente ferme durante le procedure di preparazione, di lancio, di messa in orbita della sonda e nel viaggio di 6 settimane verso la posizione operativa. Da allora, i due cubi galleggiano nel cuore del veicolo spaziale, in caduta libera ad alcuni millimetri dalle pareti dell'abitacolo e a una distanza di 38 cm l'uno dall'altro, collegati solo da un fascio laser che ne controlla la posizione. I sensori inerziali, gli strumenti di alta precisione che racchiudono le masse di prova e ne controllano la posizione, sono stati realizzati dall'Agenzia Spaziale Italiana su progetto scientifico dei ricercatori dell'Università di Trento e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. ■



ISTITUZIONI

IL PREMIER RENZI E IL MINISTRO GIANNINI AI LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO

Il Presidente del Consiglio Matteo Renzi si è recato in visita ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN, insieme al ministro dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Stefania Giannini.

"Si parla spesso di fuga dei cervelli, i Laboratori del Gran Sasso, con il 30% di ricercatori italiani e il 70% di stranieri sono, invece, un esempio di attrazione dei cervelli", ha dichiarato il premier incontrando i fisici dell'INFN. "Nelle prossime settimane e nei prossimi mesi stanzeremo 60 milioni di euro per i LNGS, per miglioramenti infrastrutturali funzionali a mantenere la leadership sulla ricerca di materia oscura con importanti ricadute industriali". "Confermo - ha aggiunto Renzi - quanto ho già dichiarato nel corso della mia visita al CERN di Ginevra: occorre liberare dai vincoli della Pubblica Amministrazione gli istituti di ricerca più prestigiosi, come l'INFN, che hanno bisogno di regole più semplici", ha concluso il premier. ■



RICONOSCIMENTI

A GIANPAOLO BELLINI IL PREMIO "BRUNO PONTECORVO" 2016

Il fisico italiano Gianpaolo Bellini ha vinto il prestigioso premio internazionale "Bruno Pontecorvo" 2016, assegnato annualmente dal *Joint Institute for Nuclear Research* (JINR) di Dubna. La giuria del premio - presieduta da Alexander Olshevskiy e formata da Samoil Bilenky, Luciano Maiani (vincitore del premio Pontecorvo nel 2014), Arthur McDonald (premio Nobel 2015) e Yoichiro Suzuki - ha assegnato a Bellini l'importante riconoscimento "per i suoi eccezionali contributi allo sviluppo di metodi di rivelazione di neutrini a bassa energia, la loro realizzazione nel rivelatore Borexino e gli importanti risultati sui neutrini solari e i geoneutrini ottenuti da questo esperimento". Il premio Pontecorvo in passato è già stato assegnato ad altri quattro scienziati italiani: Ugo Amaldi, Antonino Zichichi, Luciano Maiani ed Ettore Fiorini. Tra i successi di Borexino, la prima misura della luminosità solare con i neutrini (risultato nominato fra i "Top Ten Breakthroughs 2014" dal britannico Institute of Physics), la misura dell'oscillazione dei neutrini nel regime di vuoto e dei flussi solari provenienti da tutte le reazioni nucleari attive nel Sole, risultati che hanno permesso di confermare le previsioni del Modello Solare Standard. Infine, la misura dei geoneutrini con una evidenza maggiore del 99,9999993% di probabilità. Attualmente, Borexino è al lavoro per ottenere una nuova importante misura riguardante le stelle massive, e per testare l'esistenza di un quarto neutrino: il cosiddetto neutrino sterile. ■



INSFRASRUTTURE

PARTITO PER IL GIAPPONE

L'ACCELERATORE COSTRUITO DALL'INFN

È partito a metà febbraio dai Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL) diretto in Giappone un acceleratore di altissima intensità costruito dall'INFN per il prototipo della *International Fusion*

Material Irradiation Facility (IFMIF). L'acceleratore, progettato e realizzato da un team di fisici e ingegneri dei LNL e delle sezioni INFN di Padova, Torino e Bologna, produrrà in Giappone flussi di neutroni estremamente intensi, che andranno a colpire le componenti critiche delle future centrali nucleari a fusione, per verificare la loro resistenza a questi urti. Si tratta di un RFQ, quadrupolo a radiofrequenza, un sistema molto avanzato per ottenere le massime intensità del fascio di particelle accelerate. Quello di Legnaro è uno dei pochi laboratori al mondo dove sono disponibili tecnologie e competenze per costruire acceleratori di questo tipo.

Questo RFQ rappresenta il principale contributo dell'Italia a un progetto internazionale cui il nostro Paese partecipa assieme a Francia, Spagna e, naturalmente, Giappone, dove è stato costruito il sito che ospiterà la sperimentazione nei prossimi anni. È stato finanziato dal MIUR, con uno stanziamento speciale di 25 milioni di euro all'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare.

Dopo la progettazione e la realizzazione dei prototipi e delle parti più complesse, fatte all'interno delle strutture INFN, la costruzione è stata affidata, sotto la supervisione dell'INFN, ad aziende specializzate con gare a partecipazione internazionale, in cui le aziende italiane hanno avuto risultati particolarmente brillanti. ■

» L'INTERVISTA



ASCOLTATO IL SUSSURRO DEL COSMO. LA SCOPERTA DELLE ONDE GRAVITAZIONALI NEL RACCONTO DI UNO DEI PROTAGONISTI

*Intervista a Fulvio Ricci, spokesperson della
Collaborazione internazionale VIRGO*

È la notizia scientifica del 2016. La scoperta, attesa da un secolo, delle onde gravitazionali previste da Albert Einstein nella sua teoria della Relatività Generale. Un traguardo rivoluzionario, che cambia il nostro sguardo sull'universo.

L'importante risultato è stato raggiunto, grazie ai dati dei due rivelatori gemelli LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory) negli Stati Uniti, dalle Collaborazioni Scientifiche LIGO (che include la Collaborazione GEO600 e l'Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy) e VIRGO, che fa capo allo European Gravitational Observatory (EGO), fondato dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dal Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) francese.

Abbiamo chiesto a uno dei protagonisti di questa impresa scientifica, Fulvio Ricci, spokesperson della Collaborazione VIRGO, di raccontarci come si è giunti a questo risultato e come cambieranno d'ora in poi le nostre conoscenze sul cosmo.

Il primo segnale diretto di un'onda gravitazionale è stato catturato il 14 settembre 2015 dopo un secolo di attesa. Può descriverci quali sensazioni ha provato quel giorno?

Ricordo di avere ricevuto la prima notizia sul segnale via mail da Marco Drago, un giovane ricercatore formato in Italia dall'INFN e da un anno in Germania, al *Max Planck Institute* di Hannover. La mia prima reazione è stata di scetticismo e incredulità. Poi, andando a vedere più in dettaglio le prime verifiche, la mia convinzione che fossimo di fronte a qualcosa di particolarmente interessante è cresciuta. Devo dire, però - forse perché lavoro in questo settore da tanti anni ormai e ho visto in passato alcuni falsi allarmi - che il mio cambiamento d'animo è stato lento. E, di sicuro, è stato influenzato dalle reazioni dei miei colleghi, in particolar modo dai più giovani, che invece hanno reagito da subito con maggiore entusiasmo. Adesso, siamo tutti coscienti dell'importanza fondamentale del passo che abbiamo compiuto.

» L'INTERVISTA

Che cosa ci racconta questa scoperta?

Siamo riusciti a vedere, anzi è più corretto dire ad ascoltare, un processo di collisione ad altissima energia di due buchi neri con masse di circa 36 e 29 masse solari, che si sono scontrati a una velocità impressionante, circa metà della velocità della luce. Una collisione con un'energia nel centro di massa spaventosamente più elevata di quella che vediamo a LHC, il superacceleratore del CERN di Ginevra. Un risultato straordinario e di grandissima soddisfazione.

Questi buchi neri sono degli oggetti cosmici straordinari ma anche i più semplici che si possano descrivere con la Relatività Generale: bastano, infatti, spin, massa e carica. Oggi abbiamo in mano un segnale di coalescenza tra buchi neri che riusciamo a seguire a partire da 20Hz. Ma il fatto di essere sensibili a frequenze così basse, lo si deve a una felice intuizione di Adalberto Giazotto, uno dei "padri" di VIRGO. Il progresso della fisica delle onde gravitazionali si può, infatti, considerare una costruzione di tanti mattoni. Ad esempio, l'interferometro americano LIGO, a differenza di VIRGO, ha aperto la finestra delle basse frequenze solo negli ultimi tempi, con Advanced LIGO. Ed è subito riuscito ad ascoltare le onde gravitazionali.

Ancora una volta, quindi, Einstein aveva visto giusto...

Sicuramente aveva ragione. Ma, anche se nell'immaginario collettivo spesso si è portati a ritenere che una persona sola possa determinare una rivoluzione culturale, Einstein non era solo. Basti pensare al prezioso contributo alla formulazione matematica della Relatività Generale dei matematici italiani Luigi Bianchi, Gregorio Ricci Curbastro e Tullio Levi Civita.

Inoltre, nella storia della caccia alle onde gravitazionali c'è chi ha detto che le onde non si sarebbero mai viste. Anche lo stesso Einstein era di questo avviso. La scoperta di questi giorni dimostra che su questo, invece, si era sbagliato.

Qual è il ruolo dell'Italia e dell'INFN in questa importante impresa scientifica?

L'INFN è stato ed è l'ente che in Europa ha più di tutti investito in questo settore, e lo sta facendo dal 1980. Solo la *National Science Foundation* (NSF) americana ha investito di più nel mondo. L'INFN ha, ad esempio, formato moltissimi ricercatori sparsi per il mondo, che stanno dando un contributo cruciale in LIGO. La lista degli studiosi italiani formati alla scuola di onde gravitazionali dell'INFN è, infatti, lunghissima, tanto che il project leader della collaborazione LIGO, di recente, si è timidamente scusato di averci portato via alcuni fisici estremamente validi formati dall'INFN. Molti italiani hanno, infatti, ruoli di primo attore, come il *run coordinator* di LIGO Elisa Barsotti, dell'MIT, o Gabriele Vaiente, del Caltech, che ha dato un contributo determinante alla caratterizzazione del rivelatore, o ancora Marco Cavaglià, *deputy* della *LIGO Scientific Collaboration* (LSC), e Laura Cadonati, coordinatore del *data analysis* di LIGO.

Come cambia con questa scoperta il nostro sguardo sull'universo?

» L'INTERVISTA

Questo risultato rappresenta una pietra miliare nella storia della fisica, ma ancor di più è l'inizio di un nuovo capitolo per l'astrofisica. Osservare il cosmo attraverso le onde gravitazionali cambia, infatti, radicalmente le nostre possibilità di studiarlo. Le onde gravitazionali sono un messaggero completamente nuovo, che ci fa studiare fenomeni invisibili alle radiazioni elettromagnetiche. Fenomeni che finora è stato impossibile analizzare.

Le potenzialità di questa scoperta sono enormi. Si potrà, ad esempio, studiare il comportamento della materia in condizioni estreme di temperatura, pressione e compattezza degli oggetti, irripetibili in laboratorio. Non è ancora noto, per esempio, che cosa ci sia all'interno di una stella di neutroni, caratterizzato da densità elevatissime in cui più masse solari sono concentrate in appena 10 km di diametro. Ci sono molti modelli che ipotizzano la presenza di quark liberi. La sonda delle onde gravitazionali potrà dare, in proposito, informazioni fondamentali sullo stato della materia in questi oggetti cosmici. Fino a ora, infatti, è come se avessimo guardato il cosmo tramite delle radiografie, mentre adesso possiamo fare l'ecografia del nostro universo.

La scoperta rappresenta anche la prima osservazione diretta di un buco nero

Su questo ci sono ancora pareri discordanti. Le osservazioni del vento di particelle cariche che emette raggi X in sistemi binari in cui una compagna sembra essere un buco nero sono state già fatte. Quello che noi possiamo dire con la nostra scoperta è che è la prima volta che ascoltiamo un sistema di due buchi neri.

Sarà possibile catturare anche le onde gravitazionali primordiali emesse subito dopo il Big Bang?

Gli interferometri terrestri, in linea di principio, possono misurare la radiazione cosmica di fondo di origine gravitazionale. Ma, se il fondo è dovuto esclusivamente alla radiazione gravitazionale prevista dalla teoria della Relatività Generale, alle frequenze caratteristiche di questi interferometri l'impresa è più difficile, quasi disperata. La loro sensibilità dovrebbe essere ulteriormente migliorata, anche se esistono una serie di modelli, come la teoria delle stringhe che fanno previsioni più ottimistiche.

C'è, però, un'ulteriore difficoltà: bisognerebbe distinguere i segnali delle onde dal rumore di fondo di tutti i fenomeni astrofisici di coalescenza, ad esempio tra buchi neri o tra stelle di neutroni. L'insieme di tutte queste coalescenze è una sorta di boato dello stadio dovuto a tutti i tifosi che urlano, o ancora di suono prodotto da tanti fuochi d'artificio che scoppiano tutti insieme.

In futuro questi segnali potranno diventare comuni?

I modelli teorici hanno un intervallo molto ampio di previsione della percentuale di questi eventi. Ai livelli di sensibilità che ci sono adesso, e a quelli che raggiungeremo già nei prossimi run scientifici, penso che ci sia la possibilità di raccogliere in un anno di osservazione almeno una decina di eventi. ■

» FOCUS ON



EUROPEAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY - IL PROGETTO EXTREMELY BRILLIANT SOURCE

ESRF-EBS (*Extremely Brilliant Source*) è un grande progetto per la realizzazione di una nuova generazione di sincrotroni, con prestazioni uniche al mondo. Si tratta di un'autentica sfida tecnologica per realizzare un anello di accumulazione concettualmente nuovo e primo nel suo genere che fornirà agli scienziati una nuova generazione di fasci di raggi X a elevatissima brillantezza per l'esplorazione della materia. Il progetto punta sulla collaborazione tra Francia e Italia, con l'INFN, per lo sviluppo di componenti tecnologiche d'avanguardia. Il progetto, unico nel suo genere, è supportato dai 21 Paesi membri di ESRF, inclusa la Francia, il Paese ospitante, il cui contributo è il 27,5% di ESRF, e l'Italia, che contribuisce con il 13,2%. Lo scopo principale di questo progetto è costruire, nel periodo compreso tra il 2015 e il 2022, un nuovo anello di accumulazione che misura 844 metri di circonferenza.

L'8 febbraio a Grenoble, il direttore generale dell'*European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) Francesco Sette, il presidente del Consiglio dell'ESRF Bertrand Girard e il presidente dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) Fernando Ferroni hanno firmato un accordo di collaborazione per il progetto ESRF-EBS (*Extremely Brilliant Source*). L'intesa, siglata alla presenza del Ministro italiano dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca Stefania Giannini e dell'omologo francese Thierry Mandon, rappresenta una tappa fondamentale per la realizzazione di una nuova generazione di sincrotroni, con prestazioni uniche al mondo. L'accordo è un passo chiave per le fasi di costruzione e installazione del nuovo anello di accumulazione di ESRF-EBS. Si tradurrà, infatti, in uno scambio di expertise e in un rafforzamento dell'assistenza tecnica tra ESRF e INFN.

La collaborazione tra ESRF e INFN risale alla nascita dell'ESRF, negli anni ottanta. A partire dal 2011, la collaborazione con i Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN si è ulteriormente rafforzata con l'ideazione e il disegno ingegneristico del nuovo rivoluzionario anello di accumulazione ESRF-EBS. L'INFN, con il suo pionieristico lavoro su DAFNE (il primo acceleratore realizzato quasi interamente con camere a vuoto di alluminio), è stato di grande aiuto in tutti gli aspetti del disegno e della costruzione

» FOCUS ON

delle camere di alluminio di ESRF-EBS.

In particolare le esperienze maturate a DAFNE e nello studio italiano innovativo per il progetto Super b per un collisore elettrone positrone (poi abbandonato prima della costruzione per ragioni di budget) sono connesse allo sviluppo di una tecnica innovativa inventata ai Laboratori Nazionali di Frascati per migliorare le performance degli acceleratori. Per spingere i limiti delle macchine acceleratrici, infatti, è possibile esplorare una via alternativa all'aumento di energia, ovvero "strizzare" i fasci per aumentare il numero degli eventi per ogni collisione. Questa tecnica è stata proposta ai Laboratori Nazionali di Frascati da Pantaleo Raimondi, allora a capo della divisione acceleratori, e oggi direttore della divisione acceleratori e sorgente a ESRF. Oggi, sia le camere a vuoto in alluminio di DAFNE, sia la tecnica di strizzamento dei fasci rappresentano un ottimo esempio di condivisione e cooperazione nella ricerca in fisica delle particelle. ■

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