



NEWSLETTER 49

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



PREMIATI AL FESTIVAL DEI DUE MONDI DI SPOLETO I SUCCESSI DELLA RICERCA IN FISICA DELLE PARTICELLE

Intervista a Fabiola Gianotti, direttore generale del CERN, e a Peter Higgs, premio Nobel per la Fisica nel 2013, con François Englert, per la teoria sul meccanismo che dà massa alle particelle elementari, p. 2

NEWS

RICERCA

OSSERVATO UNO DEI NODI COSMICI PIÙ DENSÌ DELL'UNIVERSO, p. 6

TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

NASCE IL NETWORK R2I PER L'ITALIA , p. 7

TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

FISICA E BENI CULTURALI: A LUGLIO L'EVENTO DI LANCIO DI CHNET, p. 8

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

DUBNA: VISITA DEL NUOVO AMBASCIATORE ITALIANO AL JINR, p. 9

NOMINE

GIUSEPPE BATTISTONI ELETTO DIRETTORE DEL TIFPA, p. 10

FOCUS



PRIMA OSSERVAZIONE DI NEUTRINI E FOTONI EMESSI DALLA STESSA SORGENTE COSMICA, p. 11

» INTERVISTA



PREMIATI AL FESTIVAL DEI DUE MONDI DI SPOLETO I SUCCESSI DELLA RICERCA IN FISICA DELLE PARTICELLE

Intervista a Fabiola Gianotti, direttore generale del CERN, e a Peter Higgs, premio Nobel per la Fisica nel 2013, con François Englert, per la teoria sul meccanismo che dà massa alle particelle elementari.

“Arte e scienza non sono universi separati”: Fernando Ferroni, presidente dell’INFN, descrive così “Il Mistero dell’origine. Miti, Trasfigurazioni e Scienza”, l’installazione artistica e immersiva prodotta dalla Fondazione Carla Fendi in collaborazione con INFN e CERN per la sessantunesima edizione del Festival dei Due Mondi di Spoleto. L’installazione ha proposto, dall’1 al 15 luglio, un suggestivo viaggio attraverso la storia del nostro universo, dall’esplosione del Big Bang alla formazione di galassie, buchi neri, stelle, pianeti, fino al nostro sistema solare; e ha permesso ai visitatori di conoscere alcuni degli strumenti con cui oggi studiamo l’universo, dai telescopi spaziali, fino ai rivelatori di neutrini e materia oscura dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell’INFN e ai grandi esperimenti del Large Hadron Collider (LHC) del CERN.

La Fondazione Carla Fendi, che quest’anno per la prima volta ha dedicato al Festival dei 2 Mondi uno spazio particolare alla scienza, ha deciso di assegnare il “Premio Carla Fendi 2018” a Peter Higgs e François Englert, premi Nobel 2013 per la fisica per la scoperta del meccanismo che genera massa per le particelle elementari, e a Fabiola Gianotti, direttore generale del CERN, per il suo importante ruolo e il suo contributo alla fisica sperimentale delle particelle. Il premio sarà da devolvere a iniziative volte a incoraggiare e sostenere la divulgazione del pensiero scientifico. In occasione della premiazione, svoltasi il 15 luglio a Spoleto, abbiamo incontrato Peter Higgs e Fabiola Gianotti.

Fabiola Gianotti, lei è alla guida del più grande laboratorio al mondo per fisica delle particelle, il CERN, che cosa vuol dire dirigere un laboratorio grande come il CERN, che cerca ogni giorno di spingere oltre le frontiere della nostra conoscenza?

È un grande privilegio, e un’esperienza bellissima e molto arricchente. Il programma scientifico è

» INTERVISTA

entusiasmante, da LHC, che ci permette di esplorare la cosiddetta “frontiera di energia”, ai progetti quali l’Antiproton Decelerator, l’unica struttura al mondo dedicata allo studio dell’antimateria, e ISOLDE per la produzione di radioisotopi. È anche un privilegio poter lavorare quotidianamente con scienziati di tutto il mondo. Penso che il CERN sia non soltanto una scuola di fisica ma anche una scuola di vita. Almeno per me è stato così sin dal primo giorno in cui approdai qui come laureanda.

Come si definisce una strategia efficace per un laboratorio come il CERN, perché continui a produrre risultati rivoluzionari come la scoperta del bosone di Higgs?

Penso che oggi la strategia scientifica migliore risieda nella diversità dei progetti. Le questioni aperte in fisica fondamentale sono molteplici e complesse e non c’è un solo strumento che dia la garanzia di poter rispondere a tutte. Quindi, il meglio che possiamo fare è utilizzare l’insieme degli approcci sperimentali che la fisica delle particelle e astroparticellare hanno sviluppato negli anni, grazie anche al notevole progresso delle tecnologie. Il CERN è specializzato nella costruzione e operazione di acceleratori, che storicamente sono stati e continuano a essere fra gli strumenti più efficaci per l’esplorazione in fisica fondamentale. LHC ci permette di esplorare in modo diretto le energie più elevate, mentre i numerosi progetti agli iniettori sfruttano fasci di energie più basse ma di alta intensità per affrontare le questioni aperte in modo complementare a LHC. È davvero cruciale mantenere un programma il più ampio possibile, perché non sappiamo dove la nuova fisica si trovi in termini di scala di energia e accoppiamenti con le particelle note. Bisogna quindi guardare in tutte le possibili direzioni. Chiaramente è fondamentale perseguire anche altri approcci, come esperimenti in laboratori sotterranei quali i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell’INFN, che permettono, ad esempio, di cercare e studiare la materia oscura in modo complementare agli acceleratori, e progetti di esplorazione del cosmo.

Fin dove siamo riusciti ad arrivare ad oggi con la nostra comprensione della fisica delle particelle? E su cosa punta il CERN?

Abbiamo fatto enormi passi avanti. Con la scoperta del bosone di Higgs abbiamo completato il Modello Standard e, nel corso dei decenni, esperimenti al CERN e in altri laboratori in tutto il mondo hanno permesso di verificare questa teoria con grandissima precisione. Ma sappiamo anche che il Modello Standard non è la teoria ultima delle particelle elementari perché non spiega questioni aperte quali la natura della materia oscura o l’origine dell’asimmetria fra materia e antimateria nell’universo. Quindi la sfida attuale per il CERN e altri laboratori del nostro campo è trovare la nuova fisica.

» INTERVISTA

Il CERN sta anche puntando su un importante upgrade del Large Hadron Collider. Che cos'è HiLumi LHC? Come differirà dall'LHC attuale?

HiLumi LHC è un upgrade di LHC che permetterà di aumentare la luminosità istantanea dei fasci di un fattore circa tre rispetto alla luminosità attuale (raggiungendo così un valore di $5-7 \times 10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$) e consentirà ad ATLAS e CMS di registrare una quantità di dati circa dieci volte superiore a quella di LHC. HiLumi LHC inizierà nel 2027 e si concluderà nel 2037. Questo campione di dati senza precedenti permetterà fra l'altro di eseguire misure molto più precise delle proprietà del bosone di Higgs, incluso l'accoppiamento a fermioni della seconda generazione attraverso il decadimento in due muoni, e di estendere il potenziale di scoperta di nuova fisica di circa il 20-30% in termini di masse di nuove particelle.

Che cosa consiglierebbe a un giovane fisico sperimentale che volesse dare un contributo significativo a una grande collaborazione scientifica? Quale atteggiamento dovrebbe adottare?

Il mio primo pensiero va innanzitutto a quale sia la migliore strategia per permettere a un giovane di intraprendere una carriera brillante nel nostro campo. Il mio consiglio è di lavorare su più aspetti dell'esperimento, dalla costruzione e/o operazione del rivelatore all'analisi dati, in modo da acquisire competenze diverse e crescere "a tutto tondo".

L'inserimento in una grande collaborazione può sembrare difficile, ma nel corso della mia lunga esperienza in uno degli esperimenti LHC, ATLAS, dove ho iniziato a lavorare come giovane post-doc, ho visto centinaia di giovani fisici affermarsi brillantemente. Le idee, ad esempio su come sviluppare una nuova analisi o come risolvere un problema tecnico di un rivelatore, la determinazione e la voglia di imparare sono armi vincenti, riconosciute e visibili anche in grandi collaborazioni.

Peter Higgs, dopo quasi 50 anni dalla formulazione della teoria sul meccanismo che conferisce massa alle particelle lei è stato testimone della sua conferma sperimentale. Che cosa direbbe a un giovane fisico teorico che ambisce a raggiungere un traguardo così importante?

Il consiglio che darei a un giovane fisico teorico è sempre quello di mantenere il proprio sguardo sui vari aspetti della fisica teorica il più ampio possibile. Posso affermarlo grazie alla mia esperienza personale. Il mio lavoro sul "bosone" stava producendo una teoria ispirata a qualcosa che aveva avuto successo in un'area apparentemente molto diversa della fisica. Si trattava fondamentalmente di un adattamento di una teoria di successo della superconduttività, il fenomeno per cui a temperature basse alcuni materiali perdono la resistenza elettrica. E curiosamente gli esperimenti di LHC del CERN erano legati alla superconduttività: erano dipendenti dalla loro abilità di usare con successo materiali superconduttivi

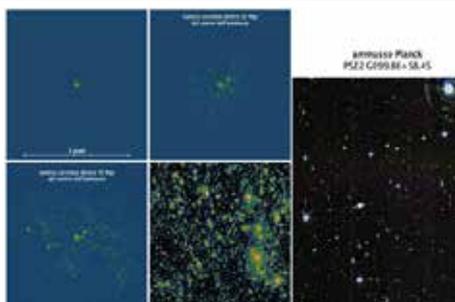
» INTERVISTA

nei magneti. Quindi il mio consiglio ai teorici è di mantenere lo sguardo aperto, perché quello che ha avuto successo in un'area della fisica potrebbe essere adatto anche a un'altra area. Questo è quello che è successo a me.

Il 4 luglio 2012, le collaborazioni degli esperimenti ATLAS e CMS del CERN hanno annunciato la scoperta del bosone di Higgs, che lei ha teorizzato negli anni sessanta. Quali sono state le sue emozioni all'annuncio della scoperta?

Per anni sono stato consapevole che il bosone sarebbe stato rivelato una volta entrato in funzione LHC, il Large Hadron Collider del CERN, ideato proprio per arrivare a questa scoperta. Ho dovuto quindi affrontare le sfide legate al fatto che il mio lavoro realizzato nel 1964 avrebbe cambiato la mia vita. È stata un'esperienza abbastanza impegnativa da affrontare.

Tornando alle emozioni legate all'annuncio della scoperta, penso che siano state descritte molto bene in un film registrato all'epoca. Mi riferisco a *"Particle Fever"*, il film che racconta della "caccia" degli scienziati al bosone di Higgs. Credo che le emozioni che il film riporta, registrate in occasione dell'annuncio al CERN, siano molto chiare. ■



RICERCA

OSSERVATO UNO DEI NODI COSMICI PIÙ DENSII DELL'UNIVERSO

Un gruppo internazionale di ricerca, di cui fanno parte scienziati dell'INFN, dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) e dell'Università di Bologna, è riuscito a localizzare uno dei nodi cosmici più densi dell'universo conosciuto. È l'ambiente cosmico intorno all'ammasso di galassie noto come PSZ2 G099.86+58.45. Il sistema presenta una densità di materia circa sei volte maggiore rispetto alla media degli altri ammassi osservati. I ricercatori hanno misurato la distribuzione di massa intorno all'ammasso fino a una distanza di 30 megaparsec, cioè circa 6 mila miliardi di volte la distanza media della Terra dal Sole. Studiare questa "ragnatela cosmica" è particolarmente complicato anche perché ci sono componenti fondamentali dell'universo – la materia oscura e l'energia oscura – di cui ancora ignoriamo le proprietà. I ricercatori sono riusciti a rilevare l'alta densità di materia dell'ammasso grazie a un effetto noto come "lente gravitazionale", legato alla capacità della gravità di deviare la luce e creare così distorsioni nell'immagine degli oggetti celesti che osserviamo. In questo caso, quindi, la luce prodotta dalle galassie che si trovano dietro all'ammasso studiato viene deviata e amplificata dal suo campo gravitazionale. Analizzando la forma di oltre 150.000 galassie, il gruppo di ricerca è così riuscito a calcolare la grande concentrazione di materia che si trova intorno all'ammasso stesso. L'interpretazione delle analisi osservative è avvenuta grazie a un elevato numero di simulazioni numeriche della formazione delle strutture cosmiche, che ci hanno permesso di quantificare che meno dell'1% degli ammassi di galassie ha una così fitta ragnatela cosmica. I risultati dello studio sono stati pubblicati su *Nature Astronomy*. ■



TRASFERIMENTO TECNOLOGICO NASCE IL NETWORK R2I PER L'ITALIA

Usufruire delle tecnologie sviluppate dall'INFN e dal CERN ora è un'opportunità concreta per molte imprese, *spin-off* e piccole imprese hi-tech italiane che hanno deciso di puntare e investire sull'innovazione. Sono stati, infatti, firmati gli accordi tra l'INFN e i primi BIC, Business Innovation Centre, vale a dire gli incubatori e acceleratori d'impresa che hanno presentato domanda di partecipazione e sono stati selezionati per far parte del *Network R2I (Research To Innovation)*.

Promosso dall'INFN e dal CERN, il Network R2I vuole dare supporto alle iniziative di trasferimento tecnologico nel nostro paese, promuovendo lo sviluppo di prodotti innovativi e servizi, a partire dalle tecnologie di frontiera sviluppate nell'ambito della ricerca fondamentale in fisica delle particelle. Fulcro del progetto è proprio la rete di BIC, gestita dall'INFN, di cui sono già entrati a far parte gli incubatori I3P, Incubatore Imprese Innovative del Politecnico di Torino, *BioIndustry Park* di Colletterto Giacosa (Torino), e Cubact dell'Università di Sassari che ora dovranno individuare, con un processo di valutazione e selezione, le *start up* interessate alle tecnologie dell'INFN e del CERN, impegnandosi a fornire supporto attraverso finanziamenti, infrastrutture e consulenza per un valore di 40mila euro. Il prossimo appuntamento importante di R2I sarà a settembre, quando verrà pubblicato, sui siti del Trasferimento Tecnologico dell'INFN e dei BIC partecipanti alla rete, il primo bando cui potranno partecipare le aziende interessate al progetto. ■



TRASFERIMENTO TECNOLOGICO FISICA E BENI CULTURALI: A LUGLIO L'EVENTO DI LANCIO DI CHNET

Si è svolto a Roma il 9 luglio l'evento di lancio di CHNet, *Cultural Heritage Network*, la rete dedicata ai beni culturali dell'INFN. L'evento, organizzato in collaborazione con il Ministero dei Beni e delle Attività

Culturali, è stato l'occasione per fare il punto sulle esperienze, le tecnologie e le competenze maturate in oltre trent'anni di attività nel settore multidisciplinare della fisica applicata ai beni culturali, dove decisiva è sempre stata proprio la collaborazione fra la ricerca e la tutela e l'operatività delle strutture del MiBAC. Analisi, Ricerca, Training e Sostenibilità (ARTS) sono le sezioni in cui si è articolato il convegno e che ripercorrono le linee di sviluppo della rete CHNet: dall'analisi all'avanguardia al servizio di musei, soprintendenze, archivi, luoghi della cultura pubblici e privati, alla ricerca multidisciplinare e di frontiera, per essere sempre più competitivi e riconoscibili a livello internazionale, non solo per le bellezze del nostro patrimonio ma anche per le tecnologie e l'innovazione con cui sono conservate, tutelate, valorizzate e fruite; dall'alta formazione, per rispondere alla sempre maggiore richiesta di competenze trasversali, alle attività di *public engagement* per grandi e piccoli. La giornata si è chiusa affrontando il tema della sostenibilità dell'attività della rete CHNet, che si svolge in collaborazione con gli attori del settore e nel contesto nazionale e internazionale, e per la quale è cruciale la collaborazione tra l'INFN e il *Grant Office* del MiBAC, l'ufficio di supporto per l'attrazione di investimenti pubblici e privati a favore delle attività legate al patrimonio culturale e alla produzione artistica. ■



COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

DUBNA: VISITA DEL NUOVO AMBASCIATORE ITALIANO AL JINR

Si è svolta il 17 luglio la prima visita ufficiale dell'Ambasciatore straordinario e plenipotenziario della Repubblica Italiana nella Federazione Russa, Pasquale Terracciano, all'Istituto congiunto per la ricerca nucleare (*JINR, Joint Institute for Nuclear Research*) di Dubna. L'Ambasciatore è stato accompagnato dal Primo Consigliere del Dipartimento per la promozione della cultura, della scienza e della lingua italiana, e per il coordinamento della rete consolare, Walter Ferrara, e dell'Attaché Scientifico Aldo Spallone. Hanno inoltre preso parte alla visita il presidente dell'INFN Fernando Ferroni e il vicepresidente dell'INFN Antonio Masiero. Pasquale Terracciano è stato nominato rappresentante ufficiale della Repubblica Italiana nella Federazione Russa all'inizio del 2018.

Il rapporto tra JINR e l'Italia ha origini storiche legate a Bruno Pontecorvo e al lavoro ispiratore che ha condotto in questo centro di ricerca, ma conta anche su una lunga tradizione di cooperazione in campo scientifico, in particolare in fisica. Un accordo importante tra le istituzioni di ricerca italiane e il centro di Dubna è stato firmato nel 1996, e da qui rinnovato e rilanciato con ancora maggiore ambizione nel 2017, in occasione della visita del Presidente della Repubblica Italiana Sergio Mattarella all'Ambasciata Italiana a Mosca. La collaborazione tra Italia e Federazione Russa in questo campo è divenuta particolarmente significativa negli ultimi anni, da quando il JINR ha dato inizio a una fase di intenso sviluppo, con l'ambizioso progetto scientifico dell'acceleratore NICA (*Nuclotron-based Ion Collider fAcility*). Un esempio dei numerosi risultati di questa proficua collaborazione tra INFN e JINR è offerto dallo sviluppo del cuore dell'esperimento MPD (*Multi Purpose Detector*) di NICA, realizzato in Italia, a Genova, con il contributo dell'INFN. ■



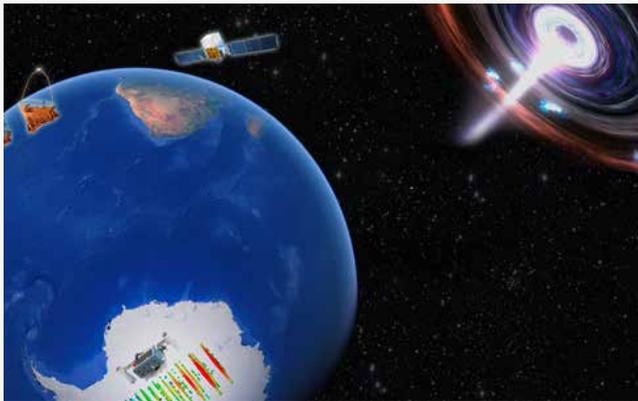
NOMINE

GIUSEPPE BATTISTONI ELETTO DIRETTORE DEL TIFPA

Sarà Giuseppe Battistoni il nuovo direttore del TIFPA (*Trento Institute for Fundamental Physics and Applications*), il Centro Nazionale dell'INFN dedicato alla ricerca in fisica delle particelle e allo sviluppo di tecnologie d'avanguardia nei settori della sensoristica, della ricerca spaziale, del supercalcolo e della biomedicina. Battistoni, che entrerà in carica il prossimo 2 settembre, succedendo a Marco Durante, ha dedicato gli ultimi quindici anni della sua carriera all'applicazione della fisica nucleare e delle particelle alla medicina, in particolare all'adroterapia. In questo campo si occupa sia di sviluppo di simulazioni Montecarlo, sia di esperimenti su processi nucleari rilevanti per la terapia, partecipando a sviluppi di tecniche per il monitoraggio in vivo dei trattamenti.

Nato dalla collaborazione tra l'INFN, l'Università di Trento, la Fondazione Bruno Kessler e l'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari (APSS), il TIFPA è una realtà unica in Italia per la capacità di integrare ricerca di base, trasferimento tecnologico e innovazione, e si avvale di infrastrutture quali il Centro Materiali e Microsistemi, il centro di fisica teorica ECT di FBK, e il nuovo acceleratore per la protonterapia oncologica gestito da APSS.■

» FOCUS



**PRIMA OSSERVAZIONE DI
NEUTRINI E FOTONI EMESSI
DALLA STESSA SORGENTE
COSMICA**

Per la prima volta, è stato possibile individuare la possibile sorgente di un neutrino cosmico grazie all'associazione con una sorgente di raggi gamma. Si tratta di un blazar, ossia una galassia attiva con un buco nero supermassiccio al centro, distante 4,5 miliardi di anni luce dalla Terra, in direzione della costellazione di Orione. A questo straordinario risultato, pubblicato su *Science*, i ricercatori sono arrivati combinando i dati del rivelatore di neutrini IceCube, che opera tra i ghiacci del Polo Sud, e altri 15 esperimenti per la rivelazione dei fotoni da terra e nello spazio. L'INFN, l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e varie Università italiane hanno dato contributi determinanti attraverso la partecipazione dei propri ricercatori a molti degli esperimenti e osservatori coinvolti nella scoperta.

Il 22 settembre 2017 il rivelatore di neutrini IceCube osservava un interessante neutrino, battezzato poi IC-170922A. Interessante perché la sua energia molto elevata, pari a 290 TeV (teraelettronvolt, mille miliardi di elettronvolt), indicava, con ogni probabilità, che era stato originato da un lontano oggetto celeste molto "attivo". Poiché, in base alle teorie, la produzione di neutrini cosmici è sempre accompagnata da raggi gamma, quando IceCube ha visto IC-170922A ha subito lanciato un'"allerta neutrino" a tutti i telescopi, disseminati nello spazio e sulla Terra, nella speranza che le loro osservazioni potessero aiutare a individuarne con precisione la sorgente. E così è stato: il satellite Fermi, realizzato dalla NASA e che conta su una importante partecipazione di ASI, INAF e INFN, osservando con il telescopio LAT i raggi gamma molto energetici provenienti dalla direzione del neutrino, ha trovato un'emissione coincidente con una sorgente di raggi gamma che era in stato "eccitato", il blazar TXS 0506+056, un nucleo galattico attivo, che espelle un getto di materia relativistica, flussi di particelle e radiazioni energetiche a velocità vicine a quella della luce. Fermi-LAT ha diramato subito l'allerta tramite un telegramma astronomico, che ha consentito a tutti gli altri 14 esperimenti di puntare la sorgente. Il satellite italiano AGILE, realizzato da ASI con il contributo di INAF e INFN, ha quindi confermato l'informazione di Fermi-LAT con un altro telegramma. Anche i telescopi MAGIC, realizzati e gestiti con il contributo importante di INAF e INFN, sull'isola di La Palma alle Canarie, che studiano

» FOCUS

i raggi gamma da terra attraverso la radiazione Cherenkov prodotta dall'interazione dei fotoni gamma provenienti dalle sorgenti celesti con l'atmosfera terrestre, hanno orientato i loro giganteschi specchi verso la sorgente riuscendo, con 12 ore di presa dati, a osservarla a un'energia mille volte maggiore di quella di Fermi, fornendo così un altro importante pezzo per il completamento di questa scoperta.

Questa osservazione senza precedenti ha fornito un solido indizio verso la spiegazione di uno dei maggiori misteri ancora irrisolti: l'origine dei raggi cosmici di altissima energia. I raggi cosmici sono, infatti, composti prevalentemente da protoni, particelle elettricamente cariche che sono quindi deviate dai campi magnetici che permeano lo spazio, impedendoci di risalire alla loro origine. Un aiuto per chiarire questo mistero, che dura da oltre 100 anni, arriva così dai neutrini che sono prodotti proprio dai protoni di alta energia. Essendo particelle neutre e con massa piccolissima, i neutrini non vengono deviati dai campi magnetici e interagiscono pochissimo con la materia, dimostrandosi dunque perfetti messaggeri, in grado di portarci diritti alla loro origine.

Nel blazar TXS 0506+056 il getto, alimentato dalla materia espulsa dal disco di accrescimento del buco nero nel quale era precipitata, è proprio la regione in cui le osservazioni di onde radio e di raggi gamma ci dicono che vengono accelerate particelle di alta energia. Adesso, che oltre ai raggi gamma abbiamo osservato anche un neutrino molto energetico, possiamo concludere che, oltre agli elettroni (e ai positroni), ci sono sicuramente anche protoni accelerati. Possiamo, inoltre, concludere che, per produrre il neutrino osservato, questi protoni sono sicuramente di energia estremamente elevata. Oltre a testimoniare in maniera chiara la presenza di protoni accelerati, il neutrino IC-170922A ci permette, quindi, di risolvere in parte il mistero rappresentato dai raggi cosmici di energie estreme.

Questo straordinario risultato della neonata astronomia multimessaggero conferma dunque la strettissima connessione che sussiste tra i diversi messaggeri cosmici. ■

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

COORDINAMENTO

Francesca Scianitti

REDAZIONE

Eleonora Cossi

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

Grafica:

Francesca Cuicchio

CONTATTI

[Ufficio Comunicazione INFN](#)

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162

Immagine di copertina

Una sorgente distante emette neutrini rilevati sotto il ghiaccio dai sensori di IceCube chiamati DOM,
rendering artistico © IceCube / Nsf
