



INFN NEWSLETTER 82

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



POSSIBILI INDIZI DI NUOVA FISICA DAL COMPORTAMENTO DEL MUONE

Intervista a Graziano Venanzoni, ricercatore INFN della sezione di Pisa e co-portavoce della collaborazione Muon g-2, p. 2

NEWS

INFRASTRUTTURE DI RICERCA

NEUTRINI: INSTALLATE A 3500 METRI DI PROFONDITÀ LE PRIME SEI COMPONENTI DEL TELESCOPIO SOTTOMARINO KM3NET, p. 6

RICERCA

L'ESPERIMENTO CLAS FA LUCE SULLA STRUTTURA INTERNA DI NEUTRONI E PROTONI, p. 7
ONDE GRAVITAZIONALI: SU NATURE LA ROADMAP PER I PROSSIMI 20 ANNI, p. 9

COLLABORAZIONI INTERNAZIONALI

TELESCOPI DA TERRA E DALLO SPAZIO UNITI PER LA PIÙ ESTESA CAMPAGNA OSSERVATIVA DI UN BUCO NERO, p. 8

RICERCA TECNOLOGICA

AL VIA AIDAInnova, PROGETTO EUROPEO DI R&D PER I RIVELATORI DEL FUTURO, p. 10

ACCORDI DI COLLABORAZIONE

INFN E FONDAZIONE SANTA LUCIA IRCCS INSIEME PER APPLICARE ALLE NEUROSCIENZE LA FISICA MEDICA p. 11

PUBLIC ENGAGEMENT

L'INFN PER LA GIORNATA DELLA RICERCA ITALIANA NEL MONDO, p. 12

TAKE PART IN

FOCUS



LPA2, PROTONI ACCELERATI CON LASER PER L'ADROTERAPIA, p. 13

» INTERVISTA



POSSIBILI INDIZI DI NUOVA FISICA DAL COMPORTAMENTO DEL MUONE

Intervista a Graziano Venanzoni, ricercatore INFN della sezione di Pisa e co-portavoce della collaborazione Muon g-2.

Lo scorso 7 aprile i media di tutto il mondo hanno dato notizia dei primi attesi risultati ottenuti da Muon g-2, esperimento ospitato nel principale laboratorio statunitense per la fisica delle particelle, il Fermilab, e dedicato alla misura di precisione del momento magnetico anomalo del muone, un "cugino" pesante dell'elettrone. Il lavoro di analisi dei primi dati acquisiti dall'esperimento, svolto dalla collaborazione internazionale responsabile di Muon g-2, ha infatti fornito nuove evidenze a favore dell'esistenza di una discrepanza con le previsioni del Modello Standard, l'imponente edificio teorico per mezzo del quale oggi descriviamo la natura delle particelle subatomiche e il loro comportamento. Nonostante non abbia ancora raggiunto la significatività statistica necessaria per ottenere lo status di scoperta, il risultato potrebbe rappresentare un entusiasmante indizio della presenza di fenomeni e forze ancora sconosciuti e anticipare, se confermato, una di quelle tappe cruciali per la storia della fisica e del pensiero scientifico.

Attivo dal 2017, Muon g-2 ha usufruito di un importante contributo dell'INFN che, oltre a essere uno dei fondatori dell'esperimento, continua a svolgere un ruolo centrale all'interno della collaborazione attraverso la partecipazione delle proprie sezioni di Napoli, Pisa, Roma 2, Trieste, del gruppo collegato di Udine, e dei Laboratori Nazionali di Frascati. In particolare, i ricercatori italiani hanno fornito un contributo fondamentale sia nella fase di realizzazione e presa dati dell'esperimento sia in quella di analisi dati. A testimoniare la centralità delle attività svolte dall'INFN, anche la nomina, nel settembre del 2020, di Graziano Venanzoni, ricercatore INFN della sezione di Pisa, a co-portavoce della collaborazione Muon g-2.

» INTERVISTA

Graziano Venanzoni, l'esperimento Muon g-2 è dedicato alla misura di precisione del momento magnetico anomalo del muone. Ci può spiegare a quale comportamento del muone questo parametro si riferisce e perché è così importante conoscerne l'esatto valore?

Le particelle elementari cariche e dotate di un momento angolare intrinseco chiamato spin, che possiamo pensare come il moto di rotazione di una trottola, possiedono anche un momento magnetico, ovvero producono un campo magnetico del tutto analogo a quello dell'ago di una bussola. Il Modello Standard prevede che per ogni particella il valore del momento magnetico sia proporzionale al suo spin tramite un fattore numerico calcolabile e che il suo valore sia leggermente diverso da 2. Tale fattore è usualmente indicato con la lettera g e l'entità dell'anomalia, ovvero la differenza fra il valore reale e 2, è indicata con $g-2$. Questa anomalia associata al momento magnetico è stata rivelata per la prima volta nell'elettrone alla fine degli anni Quaranta del secolo scorso da una misura premiata con il Nobel nel 1955. Altri esperimenti di precisione crescente si sono succeduti nel tempo e all'inizio degli anni 2000 un esperimento con precisione più spinta, analogo al nostro, svolto presso il laboratorio di Brookhaven, nei pressi di New York, ha riscontrato una discrepanza intrigante tra le previsioni teoriche e il risultato sperimentale. La conferma con precisione maggiore di questa differenza con il valore previsto dalla teoria può aiutarci a comprendere se essa sia dovuta all'influenza esercitata sui muoni da particelle sconosciute. L'obiettivo di Muon $g-2$ è proprio quello di verificare questa ipotesi misurando il momento magnetico anomalo del muone con una precisione quattro volte superiore a quella di Brookhaven. Se la discrepanza con quanto previsto dal Modello Standard venisse confermata, saremmo perciò di fronte a una scoperta di grandissimo rilievo che aprirebbe la strada a nuova fisica.

Il 7 aprile la vostra collaborazione Muon g-2 ha pubblicato i primi attesi risultati dell'analisi dei dati raccolti dall'esperimento durante il run 1. Quali indicazioni hanno fornito alla comunità scientifica?

Come ricordato, l'anomalia del momento magnetico anomalo del muone è nota già da tempo e viene attribuita alle fluttuazioni quantistiche previste dalla teoria di campo, che rappresenta la base del Modello Standard. Ad oggi sappiamo che tutti i settori del Modello Standard, elettromagnetico, debole e forte, contribuiscono a determinare il comportamento magnetico anomalo del muone. Nel giugno del 2020 una collaborazione teorica formata da più di cento scienziati ha certificato il valore teorico di riferimento del $g-2$ raggiungendo una precisione di 400 parti per miliardo. Questa stessa collaborazione ha confermato la discrepanza con il valore misurato a Brookhaven. I primi risultati pubblicati ad aprile hanno non solo mostrato che la nostra misura era in ottimo accordo con quella precedente, ma hanno permesso di rafforzare la significatività della discrepanza dal Modello Standard portandola a 4,2 deviazioni standard. In altre parole, siamo passati da una probabilità che il risultato di Brookhaven

» INTERVISTA

fosse dovuto a una fluttuazione statistica di uno su 5.000 a uno su 40.000 combinando le due misure.

Di che cosa si compone l'apparato di Muon g-2 e in quale modo è in grado di effettuare misure tanto precise delle proprietà magnetiche del muone?

Il cuore dell'esperimento è l'anello di accumulazione, ereditato dal laboratorio di Brookhaven, in cui un campo magnetico ad altissima uniformità permette di far circolare i muoni per migliaia di giri durante il tempo di misura di 700 microsecondi. Le particelle vengono accelerate a velocità prossima a quella della luce e iniettate con la direzione dello spin allineata con il piano dell'orbita. Dopodiché, 24 calorimetri a cristalli di tipo Cherenkov distribuiti intorno all'anello permettono di misurare energia e tempo degli elettroni emessi nel decadimento dei muoni e ricostruire la direzione dello spin. Inoltre, due stazioni di *straw tubes*, rivelatori che utilizzano gas ionizzato, posizionate all'interno della camera a vuoto permettono di fare una "tomografia" ad alta precisione del fascio di muoni. Dalla misura di precisione della frequenza di precessione dello spin del muone e del campo magnetico (misurato da apposite sonde NMR - risonanza magnetica nucleare) si misura l'anomalia magnetica del muone con una precisione di 460 parti per miliardo.

Questo primo successo della vostra collaborazione è stato un successo anche della fisica italiana. Quale è stato e quale continua a essere il contributo dell'INFN a Muon g-2?

L'INFN ha dato un contributo estremamente importante e altamente apprezzato dalla collaborazione Muon g-2. Innanzitutto, grazie anche alla collaborazione con l'Istituto Nazionale di Ottica del CNR, abbiamo costruito un sistema di calibrazione laser essenziale per raggiungere la precisione nella misura della frequenza di precessione anomala dello spin del muone, denominata ω_a . Inoltre siamo presenti in molti aspetti dell'esperimento. Contribuiamo infatti all'analisi della misura di ω_a , allo studio della dinamica di fascio, alla misura del campo magnetico, alla presa dati e alla ricostruzione software dei dati stessi. Attività che vengono svolte grazie anche al contributo di validissimi giovani ricercatori. Infine, ricopriamo ruoli di responsabilità in molti ambiti della gestione dell'esperimento.

Lei è uno dei due portavoce della collaborazione Muon g-2. Che cosa ha provato quando ha osservato per la prima volta i risultati e che cosa spera questi ultimi possano comportare per il futuro della fisica delle particelle?

Ho avuto delle sensazioni contrapposte. Da una parte l'enorme eccitazione ed emozione nel vedere un risultato così lungamente atteso; d'altra parte, ho sentito su di me la responsabilità, come co-portavoce dell'esperimento, di comunicare un risultato così importante. Il risultato che abbiamo annunciato è

» INTERVISTA

relativo al 6% dei dati che ci aspettiamo di prendere a conclusione dell'esperimento. Nel frattempo, abbiamo già acquisito i dati di una seconda e terza campagna di attività, e una quarta è attualmente in fase di svolgimento. Entro un paio d'anni dovrebbe essere pronta l'analisi dei dati della seconda e terza campagna che dovrebbe permettere di ridurre l'incertezza di un fattore 2, ottenendo così una misura ancora più precisa. La speranza è quella che i nostri sforzi, insieme ai risultati di altri esperimenti che verranno realizzati nel prossimo futuro al CERN e in Giappone dove è in programma la misura del momento anomalo del muone con un metodo alternativo, possano confermare la discrepanza rispetto alle previsioni del Modello Standard e l'esistenza di nuova fisica. Naturalmente, potrebbe anche accadere che, alla luce del nostro risultato, i teorici rivedano la loro predizione, trovando magari un valore più vicino alla misura sperimentale. Ma questo è parte integrante del modo in cui evolve il progresso scientifico, attraverso un confronto continuo e serrato tra misura sperimentale e predizione teorica. Vorrei infine fare una nota personale: vorrei dedicare questo risultato ad Antonio Anastasi, mio primo studente in Muon g-2, ragazzo straordinario e di grande talento, che purtroppo non ha avuto la possibilità di assistere alla realizzazione del suo lavoro. ■



INFRASTRUTTURE DI RICERCA

NEUTRINI: INSTALLATE A 3500 METRI DI PROFONDITÀ LE PRIME SEI COMPONENTI DEL TELESCOPIO SOTTOMARINO KM3NET

Si sono concluse con successo le operazioni di ampliamento, con una nuova junctions box per l'erogazione della potenza elettrica, dell'infrastruttura sottomarina IDMAR, coordinata dai Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN e cofinanziata dalla Regione Sicilia, e l'installazione di cinque nuove stringhe di rivelatori del telescopio per neutrini KM3NeT/ARCA, a circa 80 chilometri al largo di Capo Passero in Sicilia, a una profondità fino a 3500 metri. Il telescopio ARCA, insieme a ORCA, situato al largo di Tolone in Francia, verrà a costituire il telescopio sottomarino multisito KM3NeT che, nella sua configurazione, occuperà complessivamente un volume di un chilometro cubo, sfruttando l'acqua marina come massa di interazione per i neutrini. L'osservatorio sottomarino consentirà così agli scienziati di identificare le sorgenti dei neutrini di alta energia provenienti da eventi catastrofici nell'universo e di studiare le proprietà fondamentali di queste particelle. Nella sua configurazione finale, l'apparato KM3NeT/ARCA prevede una rete di oltre duecento stringhe di rivelazione alte 700 m, composte ciascuna da 18 moduli ottici, equipaggiati con sensori di luce ultra-sensibili in grado di registrare, nel buio più profondo degli abissi del Mar Mediterraneo, i debolissimi lampi di luce generati dalle particelle prodotte dalle interazioni dei neutrini cosmici con l'acqua. In totale, sono ora in funzione sei stringhe di rivelazione che rappresentano il nucleo iniziale del telescopio per neutrini KM3NeT/ARCA. In aggiunta alle sei già in operazione in ORCA, esse consentono a KM3NeT di superare la sensibilità dell'apparato predecessore ANTARES, in presa dati dal 2008 e anche questo realizzato con un forte contributo italiano.

L'INFN, con i Laboratori Nazionali del Sud, le sezioni di Catania, Genova, Napoli, Bologna, Bari, Roma e gruppo collegato di Salerno, è coinvolto nell'integrazione delle linee di misura di recente installazione, di parte dei moduli ottici, della totalità dei moduli di base e di parte dei componenti elettronici e meccanici. ■

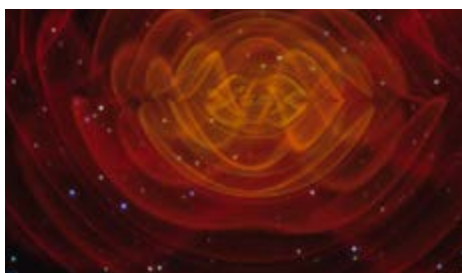


RICERCA

L'ESPERIMENTO CLAS FA LUCE SULLA STRUTTURA INTERNA DI NEUTRONI E PROTONI

Uno studio condotto da un gruppo internazionale di ricercatori sui dati raccolti dal rivelatore CLAS, esperimento ospitato fino al 2018 al Jefferson Lab che ha visto un decisivo contributo dell'INFN, i cui risultati sono stati pubblicati il 12 aprile sulla rivista *Nature*, fornisce nuovi dettagli sulla struttura interna dei nucleoni, cioè protoni e neutroni nei nuclei atomici. Grazie all'utilizzo di una metodologia che sfrutta fasci di elettroni polarizzati e accelerati a basse energie, è infatti stato possibile ricostruire il movimento e la disposizione dei quark all'interno di protoni bersaglio, con uno *spin* orientato in un forte campo magnetico, a partire dall'analisi della distribuzione degli elettroni a seguito della loro interazione con gli stessi protoni. La misura, insieme ad altre analoghe che saranno effettuate dal successore di CLAS, CLAS12, potrebbe consentire di migliorare la capacità della cromodinamica quantistica (QCD), la teoria fisica che descrive la forza fondamentale forte, di rendere conto delle complesse interazioni tra quark e gluoni e di come queste determinino la massa e lo spin dei nucleoni.

La misura di CLAS rappresenta l'ultimo risultato di un ambito di ricerca inaugurato nei primi anni Duemila, che ha come obiettivo quello di migliorare la nostra conoscenza della struttura interna dei nucleoni e l'accuratezza dei modelli teorici che utilizziamo per descriverla, che oggi non offrono previsioni sufficientemente accurate per le interazioni a basse energie, in cui le generalizzazioni della QCD non sono applicabili. ■

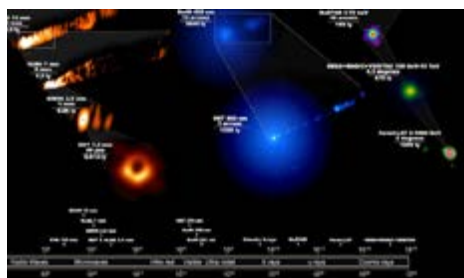


RICERCA

ONDE GRAVITAZIONALI: SU NATURE LA ROADMAP PER I PROSSIMI 20 ANNI

La rivista scientifica *Nature* ha pubblicato una *review* dedicata al futuro prossimo della ricerca delle onde gravitazionali, uno degli ambiti di ricerca che ci ha regalato le emozioni più grandi degli ultimi anni, segnato da scoperte epocali, come l'osservazione delle onde gravitazionali annunciata dalle collaborazioni LIGO-Virgo nel febbraio 2016, e l'osservazione della fusione di due stelle di neutroni, rivelata nel 2017 per la prima volta, sia con le onde gravitazionali dagli interferometri LIGO e Virgo, sia con la radiazione elettromagnetica dai telescopi a terra e nello spazio. Il lavoro si concentra sui prossimi venti anni discutendo i progetti più importanti per la fisica e l'astronomia gravitazionale secondo il parere del *Gravitational Wave International Committee* (GWIC), organismo nato nel 1997 per facilitare la collaborazione e la cooperazione internazionale nella costruzione e nel funzionamento delle principali infrastrutture dedicate alla ricerca delle onde gravitazionali. Tra i progetti di punta per il prossimo futuro, due in particolare vedono un importante coinvolgimento dell'Italia e dell'INFN: l'osservatorio europeo ET (*Einstein Telescope*)*, per cui il nostro paese ha candidato la Sardegna a sito ospitante, e il rivelatore spaziale LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) il cui lancio in orbita è previsto intorno alla metà degli anni '30. Insieme ai rivelatori interferometrici, i telescopi *Pulsar Timing Arrays* (PTA) continueranno a evolversi con nuove reti di antenne, ricevitori più sensibili e a banda larga, fornendo informazioni uniche sulle dinamiche delle galassie più grandi dell'universo. ■

* L'Einstein Telescope è candidato per la Roadmap 2021 di ESFRI *European Strategy Forum on Research Infrastructure*. In vista di questi sviluppi, le Istituzioni scientifiche che coordinano il progetto, INFN e Nikhef, hanno recentemente ampliato la struttura organizzativa di ET istituendo una nuova direzione di progetto, alla quale sono stati designati i fisici Fernando Ferroni (INFN e GSSI) e Jo van den Brand (Nikhef) ■



RICERCA

TELESCOPI DA TERRA E DALLO SPAZIO UNITI PER LA PIÙ ESTESA CAMPAGNA OSSERVATIVA DI UN BUCO NERO

Una nuova, estesa campagna osservativa promette di dare una visione senza precedenti del buco nero al centro della galassia M87

- la cui prima immagine è stata prodotta nel 2019 dalla collaborazione *Event Horizon Telescope (EHT)* - e del sistema che lo alimenta.

I dati sono stati raccolti tra fine marzo e metà aprile del 2017 da un team di 760 scienziati e ingegneri da quasi 200 istituzioni e 32 Stati, utilizzando 19 osservatori finanziati da agenzie ed enti di ricerca di tutto il mondo. A questo notevole sforzo internazionale hanno partecipato anche l'INFN, l'INAF Istituto Nazionale di Astrofisica e l'ASI Agenzia Spaziale Italiana, e varie Università italiane. Le osservazioni si sono concentrate sui getti di particelle prodotti dal buco nero della galassia M87, che emettono radiazione nell'intero spettro elettromagnetico, con caratteristiche diverse per ogni buco nero che variano nel tempo. Tale variabilità ha reso necessario coordinare le osservazioni di molti telescopi, sia a terra sia nello spazio, coprendo così tutte le bande dello spettro elettromagnetico.

I dati raccolti, in combinazione con altre campagne osservative condotte da EHT, permetteranno di condurre studi in alcuni campi dibattuti dell'astrofisica, oltre a fornire nuove informazioni sull'origine dei raggi cosmici, particelle estremamente energetiche che bombardano la Terra dallo spazio estremo. I getti lanciati dai buchi neri sono infatti ritenuti la sorgente più probabile dei raggi cosmici ad alta energia, ma sono ancora molte le domande aperte sui meccanismi che ne regolano la produzione. ■

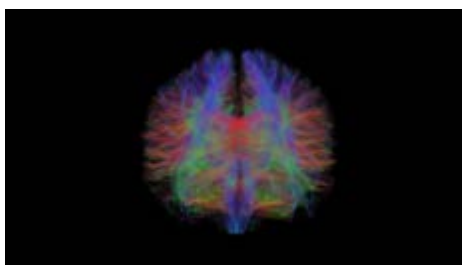


RICERCA

AL VIA AIDAInnova, PROGETTO EUROPEO DI R&D PER I RIVELATORI DEL FUTURO

AIDAInnova, progetto di ricerca e innovazione tecnologica per lo sviluppo di nuove soluzioni per i rivelatori di particelle del futuro, è ai blocchi di partenza. Approvato lo scorso novembre dalla Commissione Europea con un finanziamento di 10 milioni di euro, AIDAInnova ha recentemente radunato oltre 300 esperti per discutere le attività e pianificare i prossimi passi per realizzare gli ambiziosi obiettivi del progetto. AIDAInnova esplorerà l'applicazione di soluzioni tecnologiche innovative, per validarne le potenzialità di misura e di scoperta, alle future macchine acceleratrici per la fisica delle alte energie e dei neutrini: rivelatori di vertice e tracciamento al silicio che implementeranno anche la misura del tempo (4D), rivelatori a gas di grandi aree e volumi resistenti alle radiazioni e agli alti flussi di particelle, calorimetria innovativa ad alta granularità (5D) e su larga scala, rivelatori criogenici di grande volume per i neutrini.

Valore aggiunto di AIDAInnova è fornire un ambiente di discussione per ricercatori che operano in progetti diversi; durante i quattro anni del progetto, saranno coinvolti oltre 150 fisici e ingegneri in quasi tutte le sezioni INFN, e saranno banditi ben 40 assegni di ricerca. Anche le industrie faranno parte del consorzio di ben 45 beneficiari da 15 Paesi diversi. Per l'Italia, a cui è stato attribuito il 18% del finanziamento europeo, partecipano l'INFN con le ditte CAEN SpA ed Eltos SpA, e la Fondazione Bruno Kessler. ■



ACCORDI DI COLLABORAZIONE

INFN E FONDAZIONE SANTA LUCIA IRCCS INSIEME PER APPLICARE ALLE NEUROSCIENZE LA FISICA MEDICA

L'INFN e la Fondazione Santa Lucia IRCCS di Roma, primo istituto di ricerca italiano nelle neuroscienze, hanno recentemente siglato una nuova collaborazione con l'obiettivo di studiare le scienze della vita avvalendosi delle competenze e degli strumenti della fisica medica, e di sviluppare nuovi strumenti diagnostici per rendere più accessibili ed efficaci gli esami necessari per la prevenzione di malattie neurologiche.

Un esempio cruciale in tal senso per la ricerca nelle neuroscienze è la risonanza magnetica, una tecnologia nota ma con immense possibilità di sviluppo. Gli apparati di risonanza magnetica catturano le vibrazioni che i nuclei di idrogeno presenti in ogni organismo subiscono in un campo magnetico. La ricerca si concentra attualmente sullo studio di altri atomi, aprendo così la possibilità di entrare in dettaglio in meccanismi fisiologici e biochimici in parte ancora inesplorati.

Per le neuroscienze, inoltre, lo sviluppo di macchinari sempre più potenti significa anche maggiore capacità di analisi dei dettagli. Ad oggi i risultati diagnostici migliori sono ottenuti con macchine che operano a 3 tesla, che permettono di vedere anche le strutture microscopiche che compongono il sistema nervoso. La ricerca dell'INFN insieme al Santa Lucia IRCCS includerà anche l'utilizzo di macchinari di risonanza magnetica ad altissimo campo (7 tesla) ad esclusivo uso della ricerca, per sviluppare modelli che aiutino a comprendere le dinamiche più profonde del sistema nervoso. ■

**PUBLIC ENGAGEMENT****L'INFN PER LA GIORNATA DELLA RICERCA ITALIANA NEL MONDO**

Il 15 aprile, in occasione dell'anniversario della nascita del genio italiano Leonardo da Vinci, si è celebrata la IV Giornata della Ricerca Italiana nel Mondo, istituita nel 2018 dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, d'intesa con il Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale e il Ministero della Salute, con l'obiettivo di promuovere e valorizzare la competenza e il contributo dei ricercatori italiani al mondo della ricerca, nonché l'immagine dell'Italia come Paese produttore di scienza e innovazione di eccellenza. L'INFN e i suoi ricercatori hanno partecipato a numerosi eventi nel corso dell'intera giornata: da una grande maratona scientifica organizzata dal Festival delle Scienze di Roma a tanti incontri con consolati, ambasciate e Istituti Italiani di Cultura all'estero.■

tutti gli eventi

[L'INFN per la giornata della ricerca italiana nel mondo](#)



TAKE PART IN LA SCIENZA RACCONTATA AI PIÙ PICCOLI CON FISICA X KIDS

Dai neutrini fantasma al “rompiatomi” attraversando l’universo: Fisica per Kids è una serie di eventi online, dal 29 aprile, ogni giovedì alle 11:00 sulla pagina [Facebook](#) e sul [canale Youtube](#) dell’INFN, dedicata a bambini e ragazzi dagli 8 ai 12 anni, per avvicinarli ad alcuni temi della fisica di base con le animazioni e il dialogo diretto con ricercatori e ricercatrici. Partita lo scorso 29 aprile con l’appuntamento [Neutrini Fantasma](#) con **Giuliana Galati**, ricercatrice presso l’Università di Bari e l’INFN e coordinatrice del Corso per Indagatori di Misteri del CICAP, è proseguita poi 6 maggio con del [Rompiatomi e altre storie sulla materia](#) con **Pierluigi Paolucci**, ricercatore della sezione INFN di Napoli. Entrambi gli appuntamenti hanno visto una forte partecipazione di bambini e ragazzi, con più di 200 classi collegate da tutta Italia per ognuno dei due appuntamenti. A chiudere la rassegna giovedì **13 maggio alle 11.00** sarà **Fernando Ferroni**, professore di fisica al GSSI e ricercatore ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell’INFN, che condurrà i ragazzi in un viaggio di esplorazione del cosmo verso i suoi angoli più remoti, un’avventura fra stelle, pianeti e buchi neri per andare a vedere [Dove sta andando l'universo](#).

DAL 17 AL 19 MAGGIO: L’INFN A PINT OF SCIENCE 2021

Torna “Pint of Science”, il format che porta i ricercatori in bar e pub a raccontare la propria ricerca, quest’anno in un’edizione completamente online. Anche l’INFN sarà presente.

Tutti gli eventi saranno trasmessi sulla pagina [Facebook](#) e sul canale [Youtube](#) di Pint of Science.

19 MAGGIO, ore 17:00: LA MUSICA NASCOSTA DELL’UNIVERSO. VIRGO E LA CACCIA ALLE ONDE GRAVITAZIONALI

In collaborazione con Centrale dell’Acqua di Milano - MMspa (CAMi)

Primo di una serie di appuntamenti dedicati ad alcune fra le grandi infrastrutture di ricerca INFN realizzati in collaborazione con [Centrale dell’Acqua di Milano](#) – MMspa.

Con Chiara Meroni, membro della Giunta esecutiva dell’INFN, Giovanni Losurdo, Dirigente di Ricerca INFN, Spokesperson della Collaborazione Virgo e Luca Montani, Direttore Comunicazione e Relazioni Istituzionali di MMspa.

La diretta sarà trasmessa sul canale [Facebook](#) e [Youtube](#) di CAMi.

29 MAGGIO: CERIMONIA DI PREMIAZIONE VI EDIZIONE PREMIO ASIMOV PER L’EDITORIA SCIENTIFICA

La cerimonia di premiazione si terrà in diretta sul canale [YouTube](#) del Premio Asimov.

Per i dettagli e per consultare l’elenco dei libri finalisti: <https://www.premio-asimov.it/edizioni/edizione-2021/>

» FOCUS



LPA2, PROTONI ACCELERATI CON LASER PER L'ADROTERAPIA

Un recente risultato ottenuto dall'esperimento LPA2 (*Laser Driven Proton Acceleration Applications*), finanziato dalla Commissione Scientifica Nazionale dell'INFN dedicata alla ricerca tecnologica e interdisciplinare (CSN5), in collaborazione con l'Istituto Nazionale di Ottica (INO) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), potrebbe aprire la strada per la realizzazione di una nuova generazione di dispositivi medici per l'adroterapia – che sfruttano particelle cariche come i protoni per distruggere le cellule tumorali – più efficaci e compatti. Grazie all'impiego di un laser in grado di generare impulsi molto brevi, i ricercatori dell'INFN sono riusciti a produrre, selezionare e trasportare un fascio di protoni con intensità, e quindi con energie, ottimali ai fini dei trattamenti oncologici.

Scopo principale di LPA2 è infatti quello di formare e guidare fasci di protoni generati da laser con sufficiente energia e precisione sulle cellule tumorali in tempi ridotti, ottimizzando così l'efficacia delle sedute terapeutiche e la loro durata. Il progetto LPA2 costituisce la prima applicazione in Italia di un fascio di protoni prodotti da laser e guidato verso un punto preciso di irraggiamento.

La campagna sperimentale si è svolta presso il Laboratorio di Irraggiamento con Laser Intensi (ILIL) dell'INO, dove dal 2018 è attivo un impianto laser in grado di generare impulsi molto brevi e di elevata potenza (fino a 200 terawatt), finanziato dal CNR nell'ambito dello sviluppo dell'Infrastruttura Europea ELI (*Extreme Light Infrastructure*). Utilizzando il laser per attivare un meccanismo denominato *Target Normal Sheath Acceleration* (TNSA), è stato possibile produrre e accelerare un fascio di protoni con intensità di interesse per future importanti applicazioni biomediche.

Il sistema di trasporto dei fasci di protoni, costruito e disegnato presso i Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'INFN in collaborazione con la Sezione INFN di Milano, frutto dell'esperienza maturata nel recente passato con quattro progetti finanziati dalla stessa CSN5, insieme ai sistemi diagnostici e dosimetrici avanzati, hanno infine consentito ai ricercatori di selezionare e focalizzare un fascio di

» FOCUS

protoni con un'energia pari a 6 MeV e di erogare quest'ultimo in un unico rilascio con una dose di radiazione ceduta 300.000 volte superiore a quella assorbita durante una radiografia e della durata di 10 nanosecondi. Una misura sperimentale che apre la strada al potenziale uso dei fasci di protoni *laser-driven* anche in regimi *ultra-flash*, ovvero dove il rateo di dose può superare anche di nove ordini di grandezza quello oggi convenzionalmente adoperato nella pratica clinica. L'uso di questi regimi, oggi totalmente inesplorati, può costituire un vantaggio rilevante nel ridurre gli effetti secondari indesiderati sui tessuti sani incrementando nello stesso tempo l'efficacia del trattamento radioterapico.

LPA2 si inserisce all'interno di uno dei temi di ricerca strategici dell'INFN: il trasferimento alla medicina di soluzioni tecnologiche dall'ambito della ricerca sui costituenti ultimi della materia, settore nel quale l'Istituto vanta una lunga tradizione e un primato a livello internazionale. ■

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

COORDINAMENTO:

Francesca Scianitti

REDAZIONE

Eleonora Cossi

Anna Greco

Matteo Massicci

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

GRAFICA:

Francesca Cuicchio

TRADUZIONI:

ALLtrad

ICT SERVICE:

Servizio Infrastrutture e Servizi Informatici Nazionali INFN

COVER

Muon g-2 - Credit: Reidar Hahn, Fermilab

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it
