NEWSLETTER 12

Italian National Institute for Nuclear Physics

GIUGNO 2015

NEWS

INFRASTRUTTURE
SULCIS: DALLA MINIERA UNA RISORSA PER LA MATERIA OSCURA E LA RICERCA APPLICATA, p. 2

RICERCA
MATERIA OSCURA: POSSIBILI TRACCE NELLA RADIAZIONE EXTRAGALATTICA , p. 3

RICERCA
QUINTO NEUTRINO TAU RIVELATO DA OPERA, p. 3

RICERCA
MICROSPIE IN ASCOLTO DEL RUMORE DELLO SPAZIOTEMPO, p. 4

RICONOSCIMENTI
A CLAUDIO PELLEGRINI L'ENRICO FERMI AWARD, p. 4

L'INTERVISTA p. 5
UN CENTRO D'ECCELLENZA PER LA RICERCA E LA COOPERAZIONE IN MEDIORIENTE
Intervista a Giorgio Paolucci, direttore scientifico del progetto SESAME.

FOCUS ON p. 8
RIVELATORI ULTRA VELOCI PER FOTOGRAFARE LE PARTICELLE IN 4D

NEWSLETTER 12
Italian National Institute for Nuclear Physics

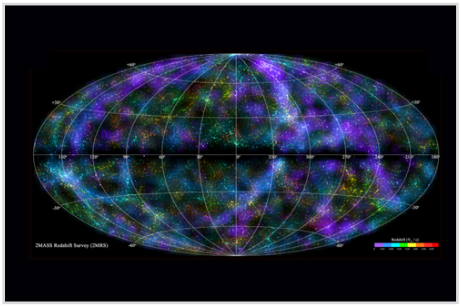
GIUGNO 2015

INFRASTRUTTURE

SULCIS: DALLA MINIERA UNA RISORSA PER LA MATERIA OSCURA E LA RICERCA APPLICATA

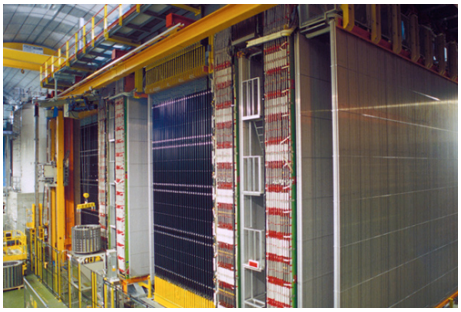
È stato siglato nel mese di giugno un protocollo d'intesa tra INFN e Regione Autonoma della Sardegna per il prossimo sviluppo del progetto Aria, finalizzato alla realizzazione di un'innovativa infrastruttura di ricerca, un impianto tecnologico di altissimo livello, nel bacino carbonifero del Sulcis, in Sardegna. Obiettivo del progetto è la separazione dell'aria nei suoi componenti fondamentali, utili in diversi ambiti di ricerca e applicazione. La separazione dell'argon-40, in particolare, consentirà lo sviluppo di una tecnica d'avanguardia per la ricerca della materia oscura, progettata e realizzata per l'esperimento DarkSide, ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso, da una collaborazione internazionale guidata dall'INFN e composta da 30 istituti di 9 paesi nel mondo. Gli obiettivi complessivi di Aria, tuttavia, oltrepassano gli obiettivi di ricerca da cui traggono origine. Il progetto consentirà infatti la produzione di componenti, quali l'ossigeno-18 e il carbonio-13, che hanno un mercato internazionale di grande rilievo. La maggiore accessibilità di questi elementi contribuirà ad aumentare la disponibilità di tecnologie avanzate per lo screening medico, incluse le tecniche diagnostiche per la lotta al cancro.

Il progetto, senza precedenti a livello internazionale, è reso possibile dalla cooperazione tra INFN, con ruolo di guida e coordinamento dei gruppi di ricerca, e Princeton University, oltre che dal contributo cruciale di aziende italiane. La prima fase di progettazione è già partita, grazie a un finanziamento garantito dalla *US National Science Foundation* (US-NSF). Sempre nel mese di giugno, il 22, l'esperimento Dark Side, dal quale il progetto Aria ha origine, è stato inaugurato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Alla cerimonia hanno partecipato l'ambasciatore Usa in Italia, John Phillips, oltre a rappresentanze della US-NSF, che assieme all'INFN e al *Department Of Energy* (DOE) degli Stati Uniti finanzia DarkSide, e della Kinder Morgan, l'azienda americana che fornisce attualmente l'argon all'esperimento. ■



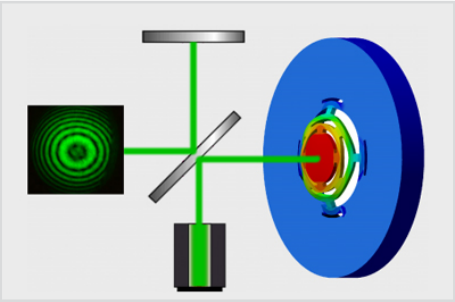
RICERCA
MATERIA OSCURA: POSSIBILI TRACCE NELLA RADIAZIONE EXTRAGALATTICA

A dispetto del suo nome, la materia oscura potrebbe non essere poi così oscura, ma associata alla radiazione elettromagnetica. È l'ipotesi di un team di scienziati delle sezioni INFN di Torino, Roma Tre e Trieste, dell'INAF e della *Chinese Academy of Science*.
Lo studio, pubblicato su *Physical Review Letters* (PRL), descrive una possibile correlazione fra l'emissione gamma extragalattica catturata dal telescopio spaziale Fermi, cui INFN e INAF collaborano, e la distribuzione di materia oscura cosmica ricostruita dal catalogo di galassie 2MASS (*Two Micron All Sky Survey*). Secondo gli autori, potrebbe trattarsi di un'impronta indiretta della materia oscura: la sua prima eventuale traccia non gravitazionale.
Lo studio mostra, infatti, che il segnale è compatibile con l'ipotesi che la materia oscura possa essere costituita dalle cosiddette *Weakly Interacting Massive Particle* (WIMP). Le WIMP intergiscono debolmente, quindi dovrebbero andare incontro a un possibile processo di mutua annichilazione o di decadimento. Obiettivo dello studio è cercare al di fuori del gruppo di galassie di cui fa parte la nostra Via Lattea, il cosiddetto Gruppo Locale, un segnale gamma associabile a questi processi. A questo scopo, la mappa della radiazione gamma misurata dal satellite Fermi è stata correlata alla distribuzione di galassie di 2MASS ed è stato possibile mostrare che il segnale individuato in questo modo è compatibile con le WIMP. ■



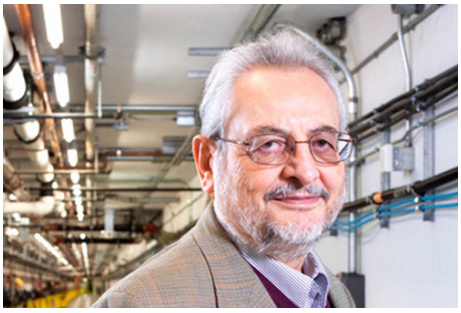
RICERCA
QUINTO NEUTRINO TAU RIVELATO DA OPERA

L'esperimento internazionale OPERA (*Oscillation Project with Emulsion-tRacking Apparatus*) ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN ha rivelato la quinta interazione di neutrino tau. Il neutrino ha iniziato il suo "volo" al CERN come neutrino muonico e, dopo avere attraversato la crosta terrestre per 730 km, ha raggiunto i Laboratori del Gran Sasso, manifestandosi come neutrino tau. La rivelazione di neutrini tau originati dall'oscillazione di neutrini muonici è molto difficile a causa di due contrapposte richieste: un rivelatore enorme, molto pesante, e un'accuratezza micrometrica. La sfida è stata raggiungere la scala delle migliaia di tonnellate con un rivelatore basato sulla tecnologia delle emulsioni nucleari, una tecnica fotografica unica nell'assicurare l'accuratezza richiesta.
Nel 1998 fu mostrato che i neutrini muonici prodotti nelle interazioni dei raggi cosmici con l'atomosfera giungono sulla Terra meno numerosi di quanto atteso. Il risultato di Opera conferma definitivamente che i neutrini muonici possono oscillare in neutrini tau. La rivelazione del quinto neutrino tau è molto importante: l'osservazione diretta della transizione da neutrini muonici a tau ha ora raggiunto per la prima volta la precisione statistica di 5 sigma, il livello richiesto per una scoperta nella fisica delle particelle elementari. È dunque possibile annunciare con certezza la scoperta dell'apparizione di neutrini tau in un fascio di neutrini muonici. Questo risultato emerge dall'analisi dei dati raccolti da OPERA durante la sua attività ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso. La costruzione di OPERA è stata completata nella primavera del 2008 e l'esperimento è stato attivo fino alla fine del 2012 ■



RICERCA
MICROSPIE IN ASCOLTO DEL RUMORE DELLO SPAZIOTEMPO

HUMOR (*Heisenberg Uncertainty Measured with Opto-mechanical Resonators*) è il primo esperimento ad aver ideato e realizzato un modo nuovo di sondare lo spaziotempo a dimensioni estremamente piccole. Frutto di una collaborazione tra Università di Firenze, INFN, LENS e CNR-Istituto Nazionale di Ottica, HUMOR pubblica sulla prestigiosa rivista *Nature Communications* i primi risultati, che pongono un nuovo limite superiore all'esplorazione dello spaziotempo a livelli microscopici. La misura di altissima precisione è stata possibile grazie all'utilizzo di "microspie" sensibilissime, progettate per ascoltare il flebile rumore delle fluttuazioni dello spaziotempo. Usando esperimenti "da tavolo" a bassissime energie è stato possibile effettuare, per mezzo di laser e sensori elettromagnetici, misure di spostamenti e tempi con una precisione molto elevata, rilevando le microscopiche vibrazioni di oscillatori di diverse dimensioni e masse, da qualche nanogrammo fino a qualche milligrammo.
Questi strumenti non hanno ancora osservato una granulosità dello spaziotempo, ma sono riusciti a porre nuovi limiti. La strada per una chiara comprensione del tessuto spaziotemporale che ci circonda è ancora lunga, ma i risultati attuali possono già essere utilizzati per verificare le previsioni delle teorie che mirano a unificare gravità e fisica quantistica, costituendo un importante punto di partenza per l'analisi sperimentale di queste problematiche. ■



RICONOSCIMENTI
A CLAUDIO PELLEGRINI L'ENRICO FERMI AWARD

Il fisico italiano Claudio Pellegrini ha vinto l'Enrico Fermi Award, uno dei più prestigiosi riconoscimenti scientifici conferiti dal Governo degli Stati Uniti. Istituito nel 1956 per onorare la memoria del Nobel italiano a due anni dalla scomparsa, il premio è stato assegnato anche a Charles V. Shank, dell'*Howard Hughes Medical Institute* e del *Lawrence Berkeley National Laboratory*. A consegnare il riconoscimento sarà lo stesso presidente americano Barack Obama.
Lo scienziato italiano riceverà l'Enrico Fermi Award per i suoi studi pionieristici sui laser a elettroni liberi (FEL). Una tecnologia che permetterà, ad esempio, di studiare struttura e funzione delle biomolecole, come le proteine, con un livello di dettaglio, a scala atomica, mai raggiunto prima.
"È un grande onore ricevere questo premio. Ho da poco compiuto 80 anni e questo è un meraviglioso, quanto inatteso, regalo di compleanno", sono state le prime parole dello scienziato, nell'apprendere la notizia.
Fisico presso lo *SLAC National Accelerator Laboratory* e la *University of California*, Los Angeles (UCLA), prima di trasferirsi negli Usa Claudio Pellegrini, ha iniziato la sua carriera nei Laboratori Nazionali di Frascati dell'INFN, dove ha lavorato al design e allo sviluppo dei collisori elettroni-positroni, scoprendo ad Adone un'instabilità, il cosiddetto "effetto testa coda", che può limitare la luminosità di queste macchine acceleratrici circolari. ■

» L'INTERVISTA

UN CENTRO D'ECCELLENZA PER LA RICERCA E LA COOPERAZIONE IN MEDIORIENTE

Intervista a Giorgio Paolucci, direttore scientifico del progetto SESAME, per la costruzione, in Giordania, di una infrastruttura per la ricerca e la tecnologia avanzata.

Quella di SESAME (*Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East*) è una storia lunga più di 25 anni.
Il progetto scientifico, a carattere internazionale, prevede la costruzione, ad Allan, nei pressi di Amman, in Giordania, di una infrastruttura di ricerca, basata su una sorgente di luce di sincrotrone di terza generazione, un supermicroscopio per applicazioni in diversi campi: il primo del Medio Oriente.
Entro pochi mesi, SESAME costituirà un centro internazionale di eccellenza per la ricerca e la tecnologia avanzata, in grado di attrarre scienziati provenienti da settori molto diversi: dall'archeologia alla biologia, dalla chimica alla fisica, alla medicina. Opererà sotto l'egida dell'UNESCO, che è anche l'istituzione depositaria degli statuti del centro di ricerca, la cui istituzione fu approvata proprio dal Consiglio Esecutivo dell'UNESCO nel maggio 2002. Oggi, a pochi mesi dal diventare operativo, grazie al supporto della comunità mondiale, SESAME rappresenta un brillante esempio di impegno globale, che vede lavorare insieme Stati che non si erano mai seduti allo stesso tavolo per un progetto scientifico: Autorità Nazionale Palestinese, Bahrain, Cipro, Egitto, Iran, Israele, Giordania, Pakistan e Turchia. Inoltre, vi collaborano Italia, Francia, Spagna, Brasile, Cina, Germania, Grecia, Giappone, Kuwait, Russia, Svezia, Svizzera, Stati Uniti e Gran Bretagna. L'Italia vi partecipa con INFN, Sapienza Università di Roma e Città della Scienza.
L'importanza di un laboratorio internazionale con una sorgente di luce di sincrotrone in questa regione del mondo fu riconosciuta per la prima volta negli anni '90 del secolo scorso da eminenti scienziati, tra cui il premio Nobel pakistano Abdus Salam. Questa necessità fu poi sottolineata anche dal CERN e dal MESC (Cooperazione Scientifica del Medio Oriente), sotto la guida di Sergio Fubini. Gli sforzi del MESC per promuovere non solo la cooperazione regionale nel campo della scienza, ma anche la solidarietà e la pace, iniziarono concretizzarsi nel 1995, con l'organizzazione a Dahab, in Egitto, di una riunione, durante la quale il ministro egiziano dell'Istruzione Superiore, Venice Gouda,

» L'INTERVISTA

ed Eliezer Rabinovici, membro del MESC e professore alla Hebrew University di Israele, assunsero una posizione ufficiale a sostegno della cooperazione arabo-israeliana. L'occasione propizia per dare il via al progetto si presentò nel 1997, quando Herman Winick dello *SLAC National Accelerator Laboratory* negli USA, e Gustav-Adolf Voss di DESY, *Deutsches Elektronen SYnchrotron* in Germania, suggerirono la costruzione di una fonte di luce di sincrotrone in Medio Oriente utilizzando componenti della struttura BESSY, che sarebbe stata presto dismessa a Berlino.
In seguito all'approvazione del progetto da parte dell'UNESCO, la Giordania è stata scelta per ospitare il centro, in competizione con altri cinque Paesi della regione. Lo stato giordano ha fornito il terreno, così come i fondi per la costruzione dell'edificio.
Nelle ultime settimane, la comunità degli utenti di SESAME, composta da oltre 300 scienziati della regione, si è preparata per i primi studi nel nuovo laboratorio, che è in procinto di lanciare il suo programma di ricerca. Nel corso di un incontro promosso alla Sapienza Università di Roma abbiamo incontrato Giorgio Paolucci, direttore scientifico di SESAME.

Quali sono gli obiettivi di SESAME? Quelli scientifici ma non solo
Sono fare ricerca d'avanguardia nel campo della scienza dei materiali, dove con materiale intendiamo qualsiasi cosa compresa tra un atomo isolato e un essere vivente, passando per le nanoscienze, la chimica, l'archeometria, l'analisi di manufatti antichi e moderni. SESAME intende offrire agli scienziati della regione mediorientale una possibilità di crescita e di conoscenza. In qualche modo SESAME vuole contribuire al rovesciamento della fuga di cervelli, fenomeno comune e diffuso in molti Paesi, come ben sappiamo, ma che è particolarmente forte nell'area mediorientale. Ma SESAME intende anche contribuire al dialogo interculturale.

Che cosa significa essere riusciti a intraprendere e portare a concretezza un progetto complesso e di portata globale come SESAME in un'area difficile e delicata come quella mediorientale?
Io lavoro al progetto relativamente da poco, circa un anno e mezzo, ma chi mi ha preceduto si è sicuramente impegnato molto e ha lavorato tantissimo per la sua realizzazione. SESAME non è ancora operativo ma possiamo dire di aver raggiunto grandi risultati che, alla luce di quello che quotidianamente accade in quella regione del mondo, sembrerebbero impensabili. E invece a breve SESAME diventerà una realtà operativa, manca davvero poco ormai. Quella che è stata condotta è un'operazione che presentava delle grossissime difficoltà: è la prima volta che un progetto di questo tipo viene realizzato in Medioriente. Ma quello che stiamo vedendo, giorno dopo giorno, il suo progredire, che a noi appare sempre sicuramente più lento di quello che vorremmo, è motivo di grandissima soddisfazione per noi, come scienziati e come uomini.

» L'INTERVISTA

Quali sono i prossimi passi che attendono SESAME?
Al momento i componenti dell'acceleratore principale sono in parte in fase di costruzione in vari laboratori del mondo, in parte sono in fase di assemblaggio al CERN di Ginevra, altri ancora sono in fase di costruzione in Italia, anche nei laboratori e nelle sezioni dell'INFN. Tutti questi componenti arriveranno in Giordania tra la fine del 2015 e i primi mesi del 2016. Lì verrà ultimato il loro assemblaggio in quella che sarà la loro posizione operativa, e pensiamo di arrivare alla configurazione finale dell'acceleratore per la metà del 2016. Poi inizieremo la messa in funzione della macchina e, infine, quando avremo verificato la funzionalità e l'efficienza della nuova sorgente di luce di sincrotrone, finalmente arriveranno i primi esperimenti con fasci di raggi X, verso la fine dell'anno prossimo e l'inizio del 2017.

Quale prevedete possa essere l'impatto sul territorio di un progetto con queste caratteristiche?
I progetti di questa portata che sono stati realizzati in altre parti del mondo hanno sempre avuto un impatto importante. È un po' difficile definire a priori che cosa succederà, ma sicuramente in Francia, in Italia e negli Stati Uniti intorno a centri di questo tipo sono nate una costellazione di laboratori di ricerca, non necessariamente connessi in modo diretto alla ricerca che si fa nel laboratorio originario. Inoltre, sono nate anche piccole e medie aziende che sviluppano tecnologie e applicazioni, sia nello stesso campo di ricerca sia in altri settori. E questo sinceramente mi aspetto che accada anche da noi. Non abbiamo ancora un *business plan*, come si suol dire, ma sicuramente questo grande centro di ricerca scientifica, l'unico nel suo genere in questa regione del mondo, inviterà la gente a venire. C'è una frase che mi piace molto, è una battuta di un film, pronunciata da Kevin Costner quando deve realizzare un campo da baseball in una zona dove nessuno aveva mai pensato di farlo, e dice: "Io lo costruisco, e poi loro verranno". E io sono sicuro che funzionerà così anche nel nostro caso, anche il laboratorio del sincrotrone di SESAME farà venire da noi in Giordania scienziati tra i più brillanti, da tutto il mondo. ■

» FOCUS ON

RIVELATORI ULTRA VELOCI PER FOTOGRAFARE LE PARTICELLE IN 4D

Sviluppare un nuovo rivelatore ultra veloce basato sul silicio e capace di restituire un'immagine a quattro dimensioni delle particelle che lo attraversano, "fotografando" contemporaneamente sia la loro posizione sia il loro tempo di passaggio: è questo il cuore del progetto *Ultra-Fast Silicon Detector* (UFSD) proposto da Nicolo Cartiglia, della sezione di Torino dell'INFN, e vincitore di un finanziamento ERC *Advanced Grant* dell'importo di 1.8 milioni euro e della durata di cinque anni.

Il progetto si basa sullo sviluppo di un nuovo tipo di rivelatore al silicio, simile a quelli impiegati in molti esperimenti di fisica delle particelle, ma che si contraddistingue per la capacità di determinare il tempo di passaggio di una particella in modo estremamente accurato, con una risoluzione di circa 10 picosecondi. Ovvero: un rivelatore capace di una precisione di 10 millesimi di miliardesimo di secondo e pari, nella dimensione spaziale, allo spessore di un capello molto sottile.

La possibilità di aggiungere la dimensione temporale al processo di tracciamento è fondamentale per associare correttamente le particelle che appartengono allo stesso evento, scartando quelle che invece sono passate nel rivelatore in tempi successivi. Questo nuovo tipo di tecnologia trova applicazione in contesti in cui il rivelatore debba essere molto sottile oppure molto resistente alle radiazioni come ad esempio nell'ambito dell'adroterapia oncologica in cui si sviluppano tecnologie di altissima precisione da impiegare in dosimetria.

L'attività che ha portato a proporre il progetto *Ultra-Fast Silicon Detector* è iniziata nel 2013 nell'ambito delle ricerche dalla Quinta Commissione Nazionale dell'INFN, che si occupa di ricerche tecnologiche e interdisciplinari, e grazie alla collaborazione tra gruppi INFN di Torino, Trento, Firenze e la Fondazione Bruno Kessler (FBK). La sezione INFN di Torino, che coordina UFSD, si occuperà della progettazione, del disegno e della fase di test dei sensori, e sarà inoltre impegnata nello sviluppo di un simulatore di rivelatori al silicio (progetto *Weightfield2*).

Nel 2014 UFSD è stato riconosciuto come "Progetto di grande rilevanza scientifica Italia – USA", ha ricevuto un finanziamento della durata di due anni dal Ministero degli Affari Esteri e dal 2015 è inserito all'interno del progetto europeo AIDA2 (*Advanced European Infrastructures for Detector Accelerators*). ■

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