

Padova, 15 aprile 2020

C'E' ANCHE PADOVA SULL'ULTIMA COPERTINA DI «NATURE» Neutrini: un passo avanti per spiegare l'asimmetria materia-antimateria

La collaborazione T2K (Tokai to Kamioka), che da oltre 10 anni studia i fenomeni connessi alle oscillazioni dei neutrini, pubblica oggi, 15 aprile, su Nature uno studio che fornisce indicazioni sempre più stringenti sull'esistenza di una differenza nel comportamento dei neutrini e delle loro antiparticelle (gli antineutrini). I nuovi risultati dimostrano che il fenomeno dell'oscillazione, con cui i neutrini si "trasformano" in neutrini di un altro tipo, si verifica con probabilità diverse per i neutrini rispetto agli antineutrini. In termini tecnici questo effetto viene chiamato "violazione di CP". Questa ricerca apre uno spiraglio nella comprensione di uno dei grandi misteri che riguardano il nostro universo: cioè la netta prevalenza della materia sull'antimateria.

A questa ricerca "Nature" dedica la copertina del suo ultimo che ritrae l'interno del suggestivo rivelatore Super-Kamiokande, equipaggiato con oltre 11.000 occhi elettronici (fotomoltiplicatori) capaci di catturare la luce prodotta dagli elusivi neutrini nelle interazioni con l'acqua purissima (50.000 tonnellate) di cui è riempito. L'esperimento T2K è una collaborazione internazionale a cui l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) partecipa dalle prime fasi di progettazione ricoprendo ruoli di grande responsabilità, e vede contributi delle Sezioni INFN e delle Università di Napoli, Padova e Roma Sapienza, Università e Politecnico di Bari, e dei Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN.

«Questo risultato premia i molti anni di sforzi per costruire, mettere in funzione e operare uno degli apparati più complessi mai realizzati nel nostro settore - **sottolinea Gabriella Catanese, responsabile per l'INFN dell'esperimento T2k e componente del comitato esecutivo dell'esperimento** -. Siamo molto orgogliosi e soddisfatti. Ma non ci fermiamo certamente qui. Stiamo lavorando per migliorare ancora il nostro apparato per essere in grado di fronteggiare le sfide dei prossimi anni».

Come funziona

Per misurare questo fenomeno, nell'esperimento T2K, un potente fascio di neutrini (o anti-neutrini) muonici viene prodotto nel complesso di acceleratori per la ricerca (JPARC) presso il villaggio di Tokai sulla costa orientale del Giappone. I neutrini vengono prima misurati vicino a luogo di produzione e poi rivelati dal gigantesco rivelatore sotterraneo Super-Kamiokande, a Kamioka, nei pressi della costa occidentale del Giappone, a 295 chilometri di distanza. Durante questo tragitto i neutrini (o gli antineutrini) muonici possono "oscillare", trasformandosi in neutrini (o antineutrini) di tipo elettronico.

Il risultato

T2K ha trovato che il numero di antineutrini muonici che oscillano in antineutrini elettronici è inferiore rispetto a quello dei neutrini muonici oscillanti in neutrini elettronici.

Dopo aver analizzato i dati di nove anni, l'esperimento T2K ha raggiunto un livello di significatività statistica sufficientemente alta da poter fornire un'indicazione abbastanza stringente sull'esistenza della violazione della CP in queste particelle fondamentali. In particolare la probabilità che questo fenomeno non esista è inferiore allo 0,3 %. Misurazioni più precise sono necessarie per confermare queste indicazioni. Tuttavia questo risultato rafforza le osservazioni precedenti e apre la strada a scoperte future. La nuova generazione di esperimenti attualmente in preparazione (DUNE negli USA e Hyper-Kamiokande in Giappone) in cui l'INFN è attivamente coinvolto, potrebbe contribuire a dare una risposta al problema dell'antimateria "mancante" nei prossimi dieci anni.

L'esperimento è stato realizzato ed è gestito da una collaborazione internazionale che conta circa 500 scienziati di 67 istituzioni in 12 paesi [Canada, Francia, Germania, Italia, Giappone, Polonia, Russia, Spagna, Svizzera, Regno Unito, Stati Uniti d'America e Vietnam]. Per le ricerche svolte con il rivelatore Super-Kamiokande, che hanno portato "Alla scoperta delle oscillazioni del neutrino che mostrano che il neutrino ha massa" il fisico giapponese Takaaki Kajita, nel 2015, è stato insignito del Premio Nobel per la Fisica, condiviso con il fisico canadese Arthur McDonald. Lo stesso anno, per i fondamentali contributi alla scoperta delle oscillazioni dei neutrini nel novembre 2015 i componenti della collaborazione T2K sono stati insigniti del prestigioso premio "Breakthrough Prize for Fundamental Physics".

La partecipazione italiana a T2K è coordinata dall'INFN e vede contributi delle sezioni INFN e delle Università di Napoli, Padova e Roma Sapienza, Università e Politecnico di Bari, e dei Laboratori



In senso orario da sinistra Gabriella Catanese, Mauro Mezzetto, Gianmaria Collazuol e Andrea Longhin

Nazionali di Legnaro dell'INFN. In particolare i gruppi dell'INFN hanno attualmente ruoli di primo piano sia nello sviluppo e nell'analisi dei dati che nella realizzazione di rivelatori di nuova generazione che verranno utilizzati (nei prossimi anni) per migliorare i risultati attuali.

I ricercatori padovani dell'INFN e del Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei" dell'Università di Padova

- DFA - fanno parte dell'esperimento T2K fin dalle sue origini, agli inizi degli anni 2000. Cronologicamente la collaborazione con i colleghi giapponesi era già iniziata nei primi anni Novanta, per una felice intuizione di Milla Baldo Ceolin e con il lavoro pionieristico di Marco Laveder del DFA. Successivamente, sotto il coordinamento di Mauro Mezzetto dell'INFN di Padova, si è organizzata la partecipazione italiana all'esperimento T2K. Nel 2016 la stretta cooperazione con i ricercatori giapponesi è stata suggellata dalla Laurea Honoris Causa conferita dall'Università di Padova al Prof. Takaaki Kajita, premio Nobel per la Fisica

nel 2015 e fondatore degli esperimenti Super-Kamiokande e T2K.

«I nostri ricercatori - dice **Gianmaria Collazuol del DFA e associato INFN Padova che coordina il gruppo di lavoro** - sono impegnati nell'analisi dei dati raccolti da T2K e Super-Kamiokande e sono responsabili dei sensori per tracciare le particelle nel rivelatore presso J-PARC. Non solo, sono coinvolti nelle attività sperimentali per la costruzione di nuovi tracciatori per T2K, in collaborazione anche con i Laboratori Nazionali di Legnaro dell'INFN. Strettamente collegato agli sviluppi di T2K segnalò l'esperimento ENUBET guidato da Andrea Longhin, sempre del DFA e INFN Padova, e finanziato con un Consolidator Grant dell'European Research Council. Il gruppo - **conclude Gianmaria Collazuol** - collabora anche alla preparazione del futuro progetto Hyper-Kamiokande, già approvato in Giappone, disegnato per poter completare le ricerche di violazione di CP nelle oscillazioni di neutrini».

T2K è sostenuto dal ministero giapponese per la Cultura, Sport, Scienza e Tecnologia, ed è ospitato congiuntamente dall'High Energy Research Accelerator Organization (KEK) e dall'Institute for Cosmic Ray Research (ICRR) dell'Università di Tokyo. La fondamentale importanza di queste ricerche ha recentemente convinto il Giappone ad approvare e finanziare un poderoso upgrade dell'esperimento, chiamato Hyper-Kamiokande, in grado di porre la parola finale alle misure di violazione di CP nei neutrini.

Si possono scaricare una selezione di immagini a questo link
<https://pandora.infn.it/public/215c7e>