

» FOCUS



LNGS, XENON1T OSSERVA UN INATTESO ECCESSO DI EVENTI: TRIZIO, ASSIONI SOLARI O MOMENTO MAGNETICO DEL NEUTRINO?

XENON1T, uno degli esperimenti di punta nella ricerca diretta della materia oscura, operativo dal 2016 al 2018 presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN, ha presentato il 17 giugno, nel corso di un seminario online dai LNGS, l'analisi dei suoi ultimi dati, mostrando un inatteso eccesso di eventi. Quando i dati di XENON1T, che contiene 3,2 tonnellate di xenon liquido ultra-puro, di cui 2 t sono racchiuse nella zona sensibile del rivelatore, sono stati messi a confronto con il fondo atteso, si è, infatti, osservato un eccesso di 53 eventi rispetto ai 232 che ci si aspettava di osservare. L'eccesso è presente soprattutto a bassa energia, al di sotto di 7 keV, ed è dovuto a eventi distribuiti uniformemente nel volume sensibile del rivelatore e lungo il periodo di acquisizione dati. La natura di questo eccesso, che potrebbe anche essere dovuto a una semplice fluttuazione statistica, non è ancora del tutto compresa, perché ha caratteristiche che lo rendono compatibile con varie ipotesi. Potrebbe, infatti, essere dovuto a una minuscola presenza di trizio, un isotopo dell'idrogeno. Ma potrebbe anche essere un segnale di qualcosa di molto più eccitante che porterebbe oltre il Modello Standard, come l'esistenza di nuove particelle, per esempio gli assioni solari, oppure, altra ipotesi interessante, potrebbe coinvolgere nuove proprietà dei neutrini.

Nel primo caso, l'eccesso potrebbe risiedere in una nuova sorgente di fondo, non considerata inizialmente nella stima, dovuta a una piccola quantità di trizio. Il trizio, che può essere presente naturalmente in piccole tracce nei materiali, è un isotopo dell'idrogeno che decade spontaneamente emettendo un elettrone con energia simile a quanto osservato. Sarebbe sufficiente anche solo la presenza di pochi atomi di trizio su 10^{25} atomi di xenon per spiegare l'eccesso osservato. Al momento non ci sono misure indipendenti che permettano di confermare o confutare la presenza di trizio nel rivelatore, quindi una risposta definitiva a questa spiegazione non è ancora possibile.

Un'altra spiegazione, molto più stimolante, potrebbe essere l'esistenza di una nuova particella. Infatti,

» FOCUS

l'eccesso osservato ha uno spettro energetico simile a quello previsto nel caso di assioni prodotti nel Sole. Gli assioni sono una ipotetica particella proposta per spiegare una particolare simmetria nelle interazioni nucleari forti, e il Sole potrebbe essere una potente sorgente di queste particelle. Gli assioni solari non sono candidati a costituire la materia oscura, ma la loro scoperta segnerebbe la prima osservazione di una classe di particelle ben motivata teoricamente e ancora mai osservata, con un grande impatto nella comprensione della fisica delle particelle e dei fenomeni astrofisici. Se fosse confermato, questo risultato avrebbe un grande impatto anche per la ricerca di materia oscura in quanto gli assioni, questa volta prodotti nell'universo primordiale, rappresentano un possibile candidato per la sua costituzione. In alternativa l'eccesso potrebbe anche essere dovuto ai neutrini, miliardi dei quali attraversano indisturbati il nostro corpo ogni secondo. Questa interpretazione implicherebbe che il momento magnetico del neutrino – una proprietà delle particelle elementari legata al loro spin – sia più grande di quanto previsto dal Modello Standard. E ciò sarebbe una forte indicazione in favore di un nuovo modello fisico per spiegare il fenomeno.

Delle tre possibili spiegazioni considerate dalla collaborazione XENON, l'eccesso osservato presenta un accordo migliore con un segnale di assioni solari. In termini statistici, l'ipotesi degli assioni solari ha una significanza di 3,5 sigma, pari a circa una probabilità di 2 su 10.000 che l'eccesso sia dovuto a una fluttuazione casuale del fondo, anziché a un nuovo segnale. Sebbene questa significanza sia piuttosto elevata, non è però ancora sufficiente per concludere la definitiva osservazione degli assioni solari. La significanza delle ipotesi trizio e momento magnetico del neutrino corrisponde a 3,2 sigma, quindi anch'esse sono ben compatibili con i dati sperimentali.

Il risultato di XENON1T testimonia il valore delle soluzioni tecnologiche adottate e sviluppate dalla Collaborazione e le straordinarie potenzialità del rivelatore, che si conferma il più sensibile al mondo nella ricerca diretta di materia oscura, e in generale nella ricerca di diversi eventi rari. Per comprendere meglio la natura di questo eccesso sarà determinante il potenziamento del rivelatore con la nuova fase chiamata XENONnT. Grazie all'aiuto dello staff dei LNGS e del personale della Collaborazione XENON operativo sul posto, l'attuale emergenza sanitaria non ha fermato i lavori di potenziamento, che sono stati solo un po' rallentati: XENONnT sarà in acquisizione dati ai Laboratori del Gran Sasso entro la fine dell'anno. ■