

» **FOCUS**



**XENON1T HA MISURATO IL
DECADIMENTO PIÙ RARO
OSSERVATO NELL'UNIVERSO**

L'universo ha quasi 14 miliardi di anni, un tempo talmente lungo che può sfuggire alla percezione umana. Eppure, questo intervallo di tempo è estremamente breve se paragonato a quello tipico di alcuni processi fisici. Ci sono, infatti, nuclei radioattivi che decadono su scale temporali molto più lunghe. Ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) dell'INFN, l'esperimento XENON1T, progettato per rivelare la materia oscura, ha recentemente misurato in modo diretto, per la prima volta, la cosiddetta doppia cattura elettronica dello xenon-124, il processo di decadimento più raro mai registrato in un rivelatore. La vita media (o tempo di dimezzamento) misurata per lo xenon-124, ossia il tempo dopo il quale la metà dei nuclei radioattivi è decaduta, è circa mille miliardi di volte maggiore dell'età dell'universo. Il risultato, pubblicato il 25 aprile in copertina su Nature, può fornire informazioni utili per la comprensione della struttura nucleare e per indagini su processi rari.

XENON1T ha come principale obiettivo scientifico la ricerca diretta di materia oscura sotto forma di WIMP (particelle massive debolmente interagenti), ed è attualmente il rivelatore più grande mai realizzato per questo scopo, con una massa sensibile di 2 tonnellate di xenon, e allo stesso tempo presenta il più basso fondo mai ottenuto. Grazie a queste caratteristiche dal 2017 è l'esperimento più sensibile per la ricerca di WIMP. Esso si basa su una camera a proiezione temporale a xenon liquido/gassoso: è un rivelatore cilindrico, di circa un metro di diametro e altezza, riempito di xenon liquido alla temperatura di -95°C , con una densità tre volte maggiore di quella dell'acqua. In XENON1T la prova dell'interazione di una particella con un nucleo di xenon è data da un debole lampo di luce di scintillazione accompagnato da una "manciata" di elettroni, i quali a loro volta sono convertiti in un lampo di luce una volta raggiunta la regione di xenon gassoso. Entrambi i segnali luminosi sono registrati grazie a fotosensori ultrasensibili, e permettono di ottenere l'informazione sulla posizione 3D e l'energia evento per evento.

» FOCUS

Nel processo di doppia cattura elettronica, durante il quale lo xenon-124 si trasforma in tellurio-124, due protoni del nucleo dello xenon catturano simultaneamente due elettroni del primo livello circostante, trasformandosi in due neutroni, con l'emissione di due neutrini. La nuvola elettronica reagisce alla mancanza dei due elettroni catturati con un processo a cascata, che porta all'emissione di una quantità di energia fissa. Nel caso dello xenon, questa energia corrisponde a circa 64 keV. La misura è consistita quindi nel cercare un eccesso di eventi con energia pari a quella prevista, rispetto al fondo quasi costante in energia presente nel rivelatore. Utilizzando una massa interna di xenon pari a 1,5 tonnellate e un tempo di acquisizione dati di circa 180 giorni, sono stati osservati 126 eventi nella regione di energia prevista. Grazie a questa misura, gli scienziati hanno così potuto calcolare che il processo ha una vita media di $1,8 \times 10^{22}$ anni. I nuovi risultati mostrano quanto l'esperimento XENON1T sia efficace nel rivelare processi rari e rigettare i segnali di fondo. Essere riusciti a osservare questo processo dimostra infatti le grandi potenzialità dell'esperimento, anche al di là degli obiettivi scientifici per cui è stato progettato, ottenute grazie allo sforzo messo in atto durante la sua costruzione per ridurre il fondo radioattivo naturale.

XENON1T ha acquisito dati dal 2016 fino a dicembre 2018. Ora è in costruzione il suo successore XENONnT, che presenterà una massa sensibile del rivelatore tre volte maggiore e un livello di fondo ulteriormente ridotto, aumentando ancor più la sensibilità del rivelatore.

L'INFN, con i LNGS e le sezioni di Bologna e Torino, fa parte del progetto XENON1T fin dal suo inizio, nel 2009. Con l'aggiunta di ricercatori delle sezioni INFN di Napoli e Ferrara i gruppi italiani sono coinvolti anche nell'attuale estensione del progetto, con il rivelatore XENONnT, in fase di costruzione presso i LNGS. ■