

L'esperimento internazionale Borexino, ai Laboratori del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), sta osservando, con un ritmo di circa 35 eventi al giorno, neutrini di bassissima energia provenienti dal Sole. E' la prima volta al mondo che si osservano in tempo reale neutrini solari con un'energia uguale o inferiore a 1 MeV (mega elettronVolt) e quindi relativi a reazioni nucleari che avvengono con una notevole frequenza all'interno del Sole. E' come se i fisici facessero - dalle profondità delle sale dei Laboratori del Gran Sasso - una specie di Tac al Sole per analizzarne il suo comportamento, utilizzando i neutrini che sono le uniche "sonde" ad altissima penetrazione che ci danno informazioni su quanto avviene all'interno del Sole.

L'esperimento internazionale Borexino, ai Laboratori del Gran Sasso dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), ha già raggiunto alcuni primi risultati relativi alla conoscenza del funzionamento del Sole.

Per la prima volta si sono osservati in tempo reale i neutrini di bassa energia (di energia inferiore a 1 MeV, cioè a milione di elettronVolt) provenienti da una importante catena di reazioni nucleari che si prevede debbano avvenire nel cuore del Sole. Fino ad ora erano stati osservati in tempo reale, da esperimenti effettuati in Canada e Giappone, solo i neutrini di alta energia (energia maggiore di 5 MeV) provenienti da una diversa e relativamente rara catena di reazioni nucleari.

Dal punto di vista teorico è stato formulato da tempo un modello (Modello Standard del Sole) che descrive tutte le catene di reazioni nucleari che avvengono nel Sole. I risultati dell'esperimento Borexino saranno fondamentali per lo studio della natura dei neutrini e per la conferma del Modello Solare Standard.

Queste osservazioni sono di per sé un successo per la fisica mondiale.

Un secondo motivo di importanza dell'esperimento è che, per uscire dal cuore del sole, i neutrini debbono attraversare la materia solare e lo studio della intensità e delle proprietà dei neutrini che arrivano fino a noi ci porta informazioni su caratteristiche della materia stessa del sole.

E' come se i fisici facessero - dalle profondità delle sale dei Laboratori del Gran Sasso - una specie di Tac al Sole per analizzarne il suo comportamento, utilizzando i neutrini che sono delle "sonde" di altissima penetrazione che ci portano direttamente informazioni su quanto avviene nella parte più interna del Sole: infatti i neutrini, che vengono prodotti in una piccola regione attorno al centro del sole, ne escono indisturbati impiegando circa 2 secondi subito dopo essere stati prodotti. I fotoni, ad esempio, impiegano invece circa 100.000 anni per compiere lo stesso percorso subendo molte interazioni che alterano completamente le informazioni di cui inizialmente essi sono portatori.

Borexino consentirà anche di osservare i "geoneutrini", cioè i neutrini provenienti dal centro della Terra, ove le reazioni nucleari sono le principali cause dell'alta temperatura presente negli strati interni del pianeta. L'unico modo di studiare tali reazioni all'interno della Terra è di osservare i neutrini, che vengono emessi in tali reazioni. La zona dove si trova il Gran Sasso è particolarmente adatta a questa osservazione perché molto lontano da centrali nucleari nelle vicinanze: i geoneutrini, infatti, si confonderebbero con quelli, altrettanto innocui, provenienti dalle reazioni nucleari di una centrale.

L'esperimento Borexino è stato preceduto da lunghi anni di ricerche tecnologiche che hanno permesso di selezionare materiali, purificare gas e liquidi dalla presenza di sostanze radioattive, ad un livello mai raggiunto finora. Ricadute di questi sviluppi tecnologici potranno avere un importante impatto sull'industria dei componenti elettronici e su quella farmaceutica.

Per saperne di più:

Come è fatto Borexino

L'esperimento, a cui lavorano circa 100 persone tra fisici, ingegneri e tecnici, ha avuto come maggiore finanziatore l'INFN con importanti contributi da Stati Uniti, Germania, Francia e Russia.

All'esperimento prendono parte le sezioni INFN e le Università di Milano, Genova, Perugia, i Laboratori del Gran Sasso, la Technische Universität di Monaco, il Max Planck Institut di Heidelberg, l'APC francese, la Jagellonian University di Cracovia, il JINR di Dubna e il Kurchatov Institute di Mosca e infine gli statunitensi della Princeton University e del Virginia Polytechnical Institute.

Borexino continuerà la sua presa dati per almeno 10 anni, la durata di un ciclo della vita solare.

L'esperimento visto dall'esterno appare come una cupola di sedici metri di diametro al cui interno si trova una sorta di "matryoska", una di quelle bambole russe che entrano l'una nell'altra. Dentro la cupola infatti vi è una massa di 2.400 tonnellate di acqua che serve come primo schermo per le emissioni radioattive delle rocce e dell'ambiente, e come rivelatore per i pochissimi residui di raggi cosmici che attraversano le migliaia di metri di roccia sotto le quali si trova il Laboratorio.

All'interno del volume dell'acqua si trova una sfera di acciaio che contiene, nella parte interna 2.200 fotomoltiplicatori, cioè apparati che possono registrare la presenza di lampi di luce provocati dai neutrini. Questa sfera contiene mille tonnellate di pseudocumene, un idrocarburo, utilizzato per schermare la parte sensibile dell'esperimento.

Infine, il cuore ultimo di Borexino contiene, dentro una sfera di nylon 300 tonnellate di liquido scintillante. L'acqua e l'idrocarburo di schermo nonché lo scintillatore posseggono una radiopurezza mai ottenuta finora a livelli così bassi.

Il funzionamento assomiglia a quello di un vecchio flipper: quando i neutrini si "scontrano" con gli elettroni dello scintillatore trasferiscono loro parte dell'energia incidente, provocando un lampo luminoso nel liquido. Questi lampi vengono visti dai fotomoltiplicatori grazie alla trasparenza delle sfere interne. L'apparato consente di misurare l'energia e la posizione degli urti provocati dai neutrini incidenti.

L'apparato CTF

Per essere sicuri di non essere disturbati nelle osservazioni di particelle così sfuggenti come i deboli neutrini sotto 1 MeV di energia, i ricercatori hanno dovuto assicurarsi che la radioattività naturale dei materiali impiegati per la costruzione del rivelatore fosse ridotta fino a livelli "innaturali". Cioè una radioattività molto più bassa di quella normalmente esistente in natura.

I ricercatori hanno sviluppato nuove tecnologie con una ricerca di più di 8 anni per garantirsi queste prestazioni. Così hanno selezionato i materiali più rispondenti a queste caratteristiche, quindi hanno purificato i liquidi e i gas dai residui radioattivi. I risultati raggiunti sono straordinari: si è arrivati ad avere per ogni grammo di sostanza utilizzata una presenza radioattiva pari a 0,00000000000000001 cioè zero virgola 16 volte zero. L'azoto utilizzato nell'esperimento ha un'emissione radioattiva di circa 1 miliardo di volte inferiore rispetto all'azoto reperibile in natura.

Per misurare conteggi così estremamente bassi, è stato costruito un apparato di test chiamato CTF (Counting Test Facility) contenente mille tonnellate di acqua purissima più cinque tonnellate di liquido rivelatore. Aver raggiunto questa purezza e poterla misurare è un successo tecnologico che

potrà essere adottato dalle industrie che richiedono sostanze particolarmente pure, come quella farmaceutica o dei materiali.