L'esperimento CUORE che si trova ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN ha ottenuto un record mondiale portando una struttura di rame del volume di un metro cubo alla temperatura di 6 millikelvin: è la prima volta che un esperimento riesce a raggiungere una temperatura così prossima allo zero assoluto (0 Kelvin) con una massa ed un volume di questa entità. La struttura di rame così raffreddata, pari a circa 400 kg, è stata per 15 giorni, il metro cubo più freddo dell'Universo.

CUORE (acronimo per Cryogenic Underground Observatory for Rare Events) è un esperimento ideato per studiare le proprietà dei neutrini che vede un'importante collaborazione tra Istituto Nazionale di Fisica nucleare e Università di Milano-Bicocca per la realizzazione del sistema criogenico necessario per raffreddarne i rivelatori (scarica le foto). In particolare, l'esperimento cerca un fenomeno raro chiamato doppio decadimento beta senza emissione di neutrini. Rivelare questo processo consentirebbe, non solo di determinare la massa dei neutrini, ma anche di dimostrare la loro eventuale natura di particelle di Majorana fornendo una possibile interpretazione dell'asimmetria tra materia e antimateria che caratterizza il nostro Universo. Cuore è progettato per lavorare in condizioni di ultrafreddo: è infatti composto da cristalli di Tellurite impiegati come bolometri (rivelatori di radiazione) e progettati per funzionare a temperature di circa 10 millikelvin, cioè dieci millesimi di grado sopra lo zero assoluto (guarda la Gallery).

«Si tratta di un risultato importante che testimonia come la scienza italiana raggiunga un solido primato nella tecnologia del ultrafreddo grazie all'integrazione e alla collaborazione tra ricerca, università e aziende. - commenta Carlo Bucci, ricercatore INFN e Spokesperson italiano di CUORE - La temperatura raggiunta nel criostato dell'esperimento, 6 millikelvin, equivale a -273,144 gradi centigradi, una temperatura vicinissima allo zero assoluto pari a -273,15 centigradi. Nessuno ha mai raffreddato a queste temperature una massa di materiale ed un volume simili».

«Il criostato di CUORE – spiega Angelo Nucciotti, docente di fisica nucleare dell'Università di Milano-Bicocca e responsabile della progettazione del criostato - è unico al mondo non solo per dimensioni e potenza refrigerante ma anche perché, grazie all'utilizzo di materiali appositamente selezionati e di speciali tecniche costruttive, garantisce che l'esperimento si svolga in un ambiente con bassissimi livelli di radioattività. Una volta completo, il rivelatore sarà racchiuso in una copertura di piombo antico di età romana, un materiale caratterizzato da una radioattività intrinseca estremamente bassa che fungerà da schermo».

La sfida tecnologica posta dalla necessità di raffreddare a pochi millikelvin l'intera massa (quasi 2 tonnellate) dei rivelatori e della struttura in rame che li contiene in un criostato con contaminazioni radioattive minime è stata possibile grazie a una forte collaborazione con partner industriali di altissimo livello come l'olandese Leiden Cryogenics BV, che ha prodotto il refrigeratore a diluizione più potente al mondo, e l'italiana Simic SpA, che ha curato la realizzazione degli schermi in rame del criostato.

Il raffreddamento è stato completato, per la prima volta, nel settembre 2014 da un team di ricerca internazionale guidato da Paolo Gorla dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso. Il

sistema criogenico di Cuore è stato finanziato interamente dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e si basa su una tecnologia di frontiera chiamata "cryogen free" che evita l'impiego dell'elio liquido in quanto risorsa non rinnovabile. Questo eccezionale risultato è stato raggiunto a conclusione di quasi dieci anni di attività di progettazione, costruzione ed ottimizzazione del complesso apparato. Il coordinamento del team di ricerca che ha progettato il sistema criogenico è stato affidato all'Università di Milano-Bicocca.

CUORE è una collaborazione internazionale formata da circa 130 scienziati provenienti da trenta istituzioni in Italia, USA, Cina, Spagna e Francia. Per l'INFN partecipano le sezioni di Milano-Bicocca, Bologna, Genova, Padova, Roma La sapienza, e i Laboratori Nazionali INFN del Gran Sasso, di Frascati e di Legnaro.

Il futuro

Una volta completato Cuore sarà composto da 1000 cristalli di Tellurite e dovrà raffreddare una massa totale di quasi 2 tonnellate. Il rivelatore sarà inoltre schermato con circa 5 tonnellate di piombo romano.