

» FOCUS



I 25 ANNI DI LUNA

LUNA (*Laboratory for Underground Nuclear Astrophysics*) è un esperimento internazionale basato su un piccolo acceleratore lineare, l'unico al mondo a essere installato in un laboratorio sotterraneo al riparo dalla pioggia di particelle che provengono dal cosmo. L'esperimento, del quale si celebrano i 25 anni il 1 dicembre, è installato ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN, dove i 1400 metri di roccia, che proteggono l'infrastruttura dai raggi cosmici, permettono l'osservazione di processi estremamente rari. LUNA ha l'obiettivo di studiare le reazioni di fusione termonucleare che avvengono nelle stelle, nel cuore delle quali da miliardi di anni, e ancora oggi, sono prodotti gli elementi che compongono la materia. L'esperimento ricrea in laboratorio le energie dei nuclei al centro delle stelle, da decine ad alcune centinaia di keV, riportando con il suo acceleratore l'orologio indietro nel tempo. In questo modo LUNA è in grado di ricreare le condizioni della materia stellare fino a cento milioni di anni dopo il Big Bang, quando si formavano le prime stelle e si innescavano quei processi che hanno dato origine a misteri che non abbiamo ancora completamente compreso, come l'enorme variabilità nella quantità degli elementi presenti nell'Universo.

Il cuore di LUNA è un acceleratore lineare di piccole dimensioni (tensione al terminale 400 kV), che fornisce fasci di idrogeno o elio con corrente molto elevata (fino a circa 600 μA), per inviarli su un bersaglio solido o gassoso e indurre reazioni di fusione nucleare. Appositi rivelatori al silicio, al germanio, o a cristalli scintillanti fotografano i prodotti delle collisioni e identificano la reazione a partire dalle particelle prodotte e dalla radiazione emessa. Per sfruttare a pieno le peculiari condizioni dei Laboratori del Gran Sasso, i materiali utilizzati nell'esperimento, in particolare i rivelatori, sono selezionati per avere una bassissima radioattività interna. Grazie a questo, LUNA detiene il record di sensibilità in un esperimento di fisica nucleare, avendo potuto osservare e isolare, in un particolare esperimento, un unico evento in due mesi di interazione continua tra il fascio di proiettili e gli atomi bersaglio.

La prima fase di LUNA è stata dedicata allo studio delle reazioni fondamentali della catena di

» FOCUS

fusione protone-protone e del ciclo di reazioni nota come “CNO” (Carbonio-Azoto-Ossigeno). Successivamente, l’attività si è concentrata sui processi di combustione dell’idrogeno nei cicli che si innescano a temperature maggiori di quella del Sole, come le reazioni Ne-Na (neon-sodio) e Mg-Al (magnesio-alluminio). Più recentemente, sono stati ottenuti importanti risultati relativi anche alla “nucleosintesi primordiale” ovvero alla rete di reazioni nucleari che hanno avuto luogo nei primissimi istanti dopo il Big Bang e che determinano l’abbondanza di idrogeno ed elio nel materiale che si estende nello spazio a partire dal lampo iniziale.

Dopo i numerosi successi ottenuti in oltre 15 anni di lavoro, nel 2007 la collaborazione ha proposto l’installazione di LUNA-MV, una macchina capace di raggiungere energie più elevate e di aprire allo studio di reazioni che avvengono nelle stelle a temperature tra i 500 milioni e il miliardo di gradi. L’installazione del nuovo acceleratore, che occuperà un’area complessiva di circa 400m², è prevista per l’autunno 2018 nella sala B dei LNGS. L’acceleratore sarà in grado di fornire intensi fasci di protoni, particelle alfa e ioni di carbonio a due diverse linee di fascio, una attrezzata con bersagli solidi e l’altra con bersagli di tipo gassoso. La macchina e le linee di fascio saranno ospitate all’interno di un’infrastruttura di cemento spessa 80 cm, che garantirà una completa schermatura dell’acceleratore rispetto al resto dei LNGS.

LUNA è una collaborazione internazionale di circa 40 ricercatori tra italiani, tedeschi, scozzesi e ungheresi, cui partecipano l’INFN e il GSSI per l’Italia, l’*Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf* per la Germania, l’*Hungarian Academy of Sciences - Institute for Nuclear Research* (MTA-ATOMKI), per l’Ungheria, la *School of Physics and Astronomy* dell’Università di Edimburgo, per il Regno Unito. In Italia collaborano all’esperimento i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell’INFN, le sezioni INFN e le Università di Bari, Genova, Milano, Napoli, Padova, Roma La Sapienza, Torino e l’Osservatorio INAF di Teramo. ■