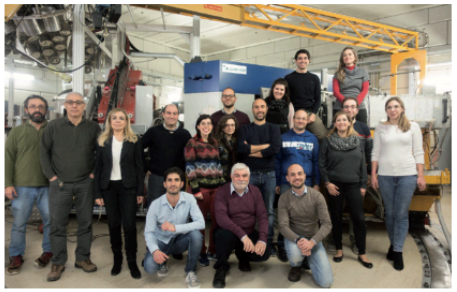
Progetto NUMEN, tra i misteri dei neutrini

Tecnologie d'avanguardia e ricercatori di 14 Paesi cercano i tasselli mancanti nella descrizione dell'Universo

Nel cuore del mediterraneo a Catania presso i Laboratori Nazionali del Sud (LNS) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) nasce il progetto NUMEN con l'ambizione di esplorare aspetti fondamentali della fisica, ad oggi sconosciuti. Il progetto promuove e utilizza tecnologie all'avanguardia, contribuendo all'innovazione tecnologica. L'obiettivo principale di NUMEN è l'estrazione di informazioni sperimentali, utili per la determinazione della massa dei neutrini, dagli esperimenti di doppio decadimento beta senza neutrini. Questi ultimi sono particelle elementari, cioè non ulteriormente divisibili e come tali costituiscono mattoni fondamentali della materia. La ricerca sul loro mistero continua ad essere uno dei temi di punta della fisica moderna. Infatti, che i neutrini hanno una massa è stato dimostrato dalle osservazioni delle oscillazioni di queste particelle. Quel che ancora non si conosce è come queste masse siano ordinate e loro il valore assoluto. Queste conoscenze costituiscono dei tasselli mancanti alla descrizione del nostro Universo e potrebbero spiegare alcune questioni fondamentali ancora aperte, come ad esempio l'asimmetria di materia ed antimateria nell'Universo. NUMEN con le misure che propone darà un contributo chiave a queste ricerche, contribuendo a spostare un po' più avanti l'orizzonte dell'attuale conoscenza. Due pilastri su cui si basa il progetto sono le apparecchiature funzionanti ai LNS. Uno è il Ciclotrone Superconduttore K800, un acceleratore di particelle in grado di accelerare fasci ionici dai protoni all'uranio. Altro pilastro è lo spettrometro magnetico MAGNEX, che consente di rivelare particelle in un ampio intervallo angolare con ottima risoluzione in massa, energia ed angolo. Queste strumentazioni costituiscono l'accoppiata vincente per lo studio di processi molto rari come il doppio scambio di carica, che ha una forte analogia con il doppio decadimento beta senza neutrini. NUMEN è perciò un progetto alla frontiera della conoscenza, a cavallo tra la fisica nucleare e la fisica del neutrino, con ambiziose potenzialità di scoperta. L'infrastruttura di ricerca dei LNS a Catania rappresenta oggi lo stato dell'arte, per queste ricerche, nel contesto internazionale. NUMEN svolge infatti anche un ruolo di attrazione a livello internazionale. Al progetto, di cui sono responsabili Clementina Agodi dei LNS e Francesco Cappuzzello del Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania, oggi afferiscono più di 100 ricercatori appartenenti a 34 Istituzioni scientifiche di 14 diversi paesi. Le attuali limitazioni sulla luminosità dei fasci e sull'intensità di ioni accettabili da MAGNEX indicano la necessità di un sostanziale potenziamento dell'infrastruttura. Ciò al fine di fornire risultati sperimentali accurati in maniera sistematica, necessari per lo studio di tutti i casi di doppio decadimento beta. L'attività di ricerca di NUMEN guida il potenziamento dell'infrastruttura di ricerca dei LNS, finanziato dal Programma Operativo Nazionale (PON), per le infrastrutture di ricerca individuate dal MIUR come prioritarie nel PNIR 2014-2020, su progetti che risultino rispondenti ad uno o più ambiti dell'area dell'European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), con un finanziamento pari a €19,3 mln. Ciò da ulteriore forza al progetto già premiato dalla comunità Europea con un ERC pari a €1,3 mln, assegnato a Manuela Cavallaro, ricercatrice LNS di NUMEN, per supportare altri giovani ricercatori nella ricerca proposta. Nei prossimi anni tutti i ricercatori, coinvolti nel progetto NUMEN, avranno ai LNS dell'INFN un'opportunità di scoperta senza precedenti nell'esplorazione dei mattoni fondamentali che costituiscono l'Universo.



Alcuni componenti del progetto NUMEN

IL NEUTRINO DI MAJORANA E IL MODELLO STANDARD

Nel 1937 il fisico italiano Ettore Majorana fece un'intrigante proposta: per alcune particelle, disse, era possibile essere le proprie antiparticelle. Sappiamo che ciò non può essere vero per la maggior parte delle particelle fondamentali, poiché ad esempio, una particella non può avere sia carica positiva che negativa. Dato che il doppio decadimento beta senza neutrini, non emette appunto neutrini, la sua osservazione confermerebbe che neutrino e antineutrino sono la stessa particella, come previsto da Majorana. Inoltre, se osservato, tale decadimento mostrerebbe che in natura l'esatto bilancio tra materia ed antimateria può essere violato. La conferma diretta che il doppio decadimento beta possa accadere, potenzialmente darebbe ai fisici lo strumento per ridisegnare il Modello Standard che, ancora oggi, descrive la nostra comprensione più avanzata dei pezzi fondamentali che costituiscono l'Universo. Andare oltre l'attuale Modello Standard potrebbe condurre a una Grande Teoria Unificata delle forze fondamentali (elettromagnetica, interazione debole e interazione forte) e svelare la sorgente dell'asimmetria materia-antimateria osservata nell'Universo.