

SIMULAZIONE DEL CALORIMETRO PER RAGGI COSMICI CALET E STIMA DELLA SEPARAZIONE ELETTRONE-PROTONE

Tesi di Laurea Specialistica in Fisica

CALET (CALorimetric Electron Telescope) è un calorimetro elettromagnetico concepito per lo studio della radiazione cosmica. L'obiettivo scientifico principale della missione è la misura dello spettro elettronico inclusivo di elettroni e positroni cosmici in 5 anni di presa dati sulla Stazione Spaziale Internazionale, a partire dal 2013–2014. Per quanto riguarda le prestazioni dello strumento è di particolare importanza il potere di reiezione dei protoni, poiché essi costituiscono la causa principale di contaminazione nell'ambito della misura dello spettro elettronico. Per avere una buona separazione elettrone-protone, il potere di reiezione richiesto è molto alto, dell'ordine di 10^5 nella regione del TeV dove il flusso di protoni cosmici è circa tre ordini di grandezza superiore al flusso elettronico. Il cuore dello strumento è costituito dal Calorimetro ad Assorbimento Totale (o TASC, Total Absorption Calorimeter) che, con la sua profondità di ben 27 lunghezze di radiazione (X_0), fornisce il contributo più importante alla reiezione.

Il presente lavoro di tesi si sviluppa intorno alla realizzazione di una simulazione dell'apparato CALET con GEANT4, una piattaforma scritta in C++ per la simulazione del passaggio di particelle nella materia. La prima parte del lavoro comprende innanzitutto l'implementazione della geometria dello strumento e dei suoi sottorivelatori, e in secondo luogo la stesura di tutto il software necessario per costruire, a partire dall'output grezzo prodotto nel corso delle simulazioni, grandezze significative riguardanti gli eventi simulati. Tra le grandezze calcolate dal software di analisi, le più importanti riguardano variabili discriminanti studiate per distinguere gli sciami elettromagnetici da quelli adronici, generati nel calorimetro rispettivamente da elettroni e protoni incidenti.

Nella seconda parte il lavoro si è concentrato sullo studio del potere di reiezione dei protoni. Utilizzando la simulazione appena messa in opera, si sono studiate le differenti risposte dello strumento al passaggio di elettroni e protoni di alta energia. Poiché CALET è uno strumento puramente calorimetrico, la discriminazione elettrone-protone è affidata totalmente a tecniche di *imaging* nel calorimetro che, essendo segmentato sia longitudinalmente che lateralmente, consente di effettuare studi sulla morfologia degli sciami di particelle: gli sciami elettromagnetici sono relativamente stretti, si sviluppano molto presto nel calorimetro e si esauriscono rapidamente; gli sciami adronici sono invece tendenzialmente più larghi, si sviluppano più in profondità nel calorimetro e, una volta iniziati, si esauriscono più lentamente. In questa parte del lavoro vengono presentate alcune variabili discriminanti il cui scopo è fornire una distinzione tra elettroni e protoni in base al diverso sviluppo longitudinale e laterale degli sciami nel calorimetro. Utilizzando queste variabili si propone poi un esempio di semplici tagli di selezione, volti a dare una valutazione del potere di reiezione di CALET. I risultati delle simulazioni e i tagli applicati mettono in piena luce le prestazioni dello strumento, il quale presenta un'ottima capacità di separazione tra elettroni e protoni. Alla fine del lavoro è stato possibile dare una stima del limite inferiore per il potere di reiezione dello strumento nella regione del TeV, che risulta essere dell'ordine di $R \gtrsim 2 \times 10^5$. Le simulazioni svolte con GEANT4 in questo lavoro confermano le prestazioni per le quali lo strumento è stato progettato. Questi risultati fanno ben sperare che nei prossimi anni CALET sarà in grado di dare un contributo significativo alle misure degli spettri elettronici nei raggi cosmici anche alle alte energie.

Candidato: Giacomo Mazzamuto
g.mazzamuto@gmail.com

Relatore: Prof. Oscar Adriani
oscar.adriani@fi.infn.it