

Candidato: Chiara Lucarelli
chiara.lucarelli1@stud.unifi.it

Relatore: Giacomo Graziani
graziani@fi.infn.it
Correlatore: Giovanni Passaleva
giovanni.passaleva@unifi.it

Studio di collisioni elastiche dei fasci di protoni di LHC su elettroni atomici a riposo nell'esperimento LHCb

LHCb è uno dei quattro esperimenti che si trovano nei punti di incrocio dei fasci dell'acceleratore LHC, al CERN, ed è dedicato alla ricerca nel campo della fisica dei sapori, attraverso collisioni protone-protone. È caratterizzato da una configurazione in avanti, che lo rende adatto a svolgere misure su un bersaglio fisso gassoso, ottenuto grazie all'apparato SMOG (*System for Measuring Overlap with Gas*). Fra le applicazioni, vi è la misura della sezione d'urto di produzione di antiprotoni \bar{p} negli urti protone-elio, ad un'energia nel centro di massa nucleone-nucleone pari a $\sqrt{s_{NN}} = 110$ GeV; la conoscenza accurata di questo valore è importante per esperimenti come PAMELA e AMS-02, che misurano la frazione di antiprotoni nei raggi cosmici fuori dall'atmosfera. Confrontando i valori misurati con quanto è atteso a seguito delle interazioni tra i raggi cosmici e il mezzo interstellare, costituito principalmente da idrogeno e elio, è possibile evidenziare effetti legati alla possibile presenza di materia oscura nell'universo. Per poter determinare dalle misure con SMOG la sezione d'urto del processo, è necessario conoscere con precisione la luminosità a cui si opera; a questo scopo si utilizzano gli eventi di *scattering* elastico protone-elettrone, di cui la sezione d'urto è ben nota. Questo processo è ben riconoscibile perché è caratterizzato da un evento in cui è presente solo la traccia dell'elettrone nei rivelatori. Il lavoro di tesi svolto è consistito nello studio dei possibili miglioramenti al modello utilizzato per descrivere lo *scattering p-e*, delle relative incertezze e dell'impatto sulla misura della luminosità. Dopo uno studio teorico preliminare dei modelli a disposizione per la descrizione del processo, è stato sviluppato da zero un simulatore di eventi di *scattering* puramente elastici che permetta di scegliere, all'interno della sezione d'urto Rosenbluth, tra diversi modelli per la parametrizzazione, in funzione di q^2 , dei fattori di forma del protone. Gli eventi generati sono stati confrontati con quelli simulati tramite il generatore ESEPP, che genera eventi tenendo conto anche delle correzioni radiative all'ordine più basso. Dal confronto tra queste simulazioni è emerso che l'introduzione nel modello della dipendenza da q^2 dei fattori di forma e delle correzioni radiative hanno effetti contrapposti, e di ordine 1%, sulla sezione d'urto. Gli eventi generati con ESEPP, il modello più accurato, sono stati usati come sorgente per una simulazione Monte Carlo da confrontare con i dati raccolti nel maggio 2016. Sui dati è stata svolta un'analisi multivariata per separare il segnale dal fondo; il fondo residuo è stato sottratto sfruttando la sua simmetria di carica, modellizzandolo dunque attraverso eventi candidati di *scattering p-e* in cui la particella osservata ha carica positiva. Infine, si sono confrontati i dati sperimentali con i risultati della nuova simulazione Monte Carlo e con quelli della simulazione utilizzata finora; dal confronto delle distribuzioni cinematiche si è osservato un miglioramento rispetto alla simulazione precedente nell'accordo con i dati. Con il nuovo modello l'efficienza di ricostruzione è risultata inferiore rispetto a quanto valutato con il modello precedente. In conclusione, a seguito dei miglioramenti apportati alla modellizzazione del processo, la luminosità è risultata più alta del 4.8% rispetto a quanto ottenuto dall'analisi preliminare; la variazione è significativa, se confrontata al 6% di incertezza sistematica sulla luminosità stimata nell'analisi. I risultati dell'analisi sono stati presentati in due occasioni alla collaborazione LHCb. Questo lavoro contribuirà ai risultati finali, di prossima pubblicazione, della misura di produzione di antiprotoni in collisione protone-elio, nonché alle future misure di sezione d'urto condotte da LHCb in collisioni a bersaglio fisso.

