

Presentazione del Dott. Andrea Simonelli
Dottorato di Ricerca in Fisica - XXXIV Ciclo
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Andrea Simonelli

Relatore: Mariaelena Boglione

Titolo della tesi:

Universality and factorization of QCD hadronic processes
A TMD study for $e^+e^- \rightarrow hX$ events

Durante il triennio di dottorato il dott. Andrea Simonelli ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- Introduction to the large N limit - Prof. Marco Panero
- Effective Field Theory Techniques for New Physics Searches - Dr. Martin Jung
- Advanced Topics in Higgs Physics- Prof. Andre David
- QCD Resummation - Prof. Eric Laenen
- Introduction to SUSY - Prof. Igor Pesando
- Introduction to on-shell amplitudes - Prof. Simon Badger

L'attività di ricerca del Dott. Andrea Simonelli ha riguardato lo studio dei teoremi di fattorizzazione dei processi adronici in QCD, con particolare focus sulla dinamica partonica tridimensionale in cui la componente trasversa del momento partonico gioca un ruolo fondamentale (TMD physics). La fattorizzazione di un processo adronico è cruciale nello studio della QCD in quanto permette di scrivere la sezione d'urto in una forma adatta alle applicazioni fenomenologiche, separandola in una parte "dura" calcolabile perturbativamente e rinormalizzabile con tecniche standard, in una parte "soffice" ed una parte "collineare", oggetti tipicamente non perturbativi che hanno bisogno di un trattamento particolare per riassorbire le divergenze (dette appunto divergenze soffice e collineari e divergenze di rapidità, queste ultime tipiche dei fenomeni TMD).

La procedura per la fattorizzazione TMD è ben nota, sia nello schema di Collins Soper Sterman (CSS) sia nell'ambito della Soft Collinear Effective Theory (SCET), per i processi che appartengono alla cosiddetta "2-hadron

class", ma non era nota per processi in cui appare un solo adrone, come per esempio il processo $e^+e^- \rightarrow hX$. Recenti misure della Collaborazione BELLE a KeK hanno però mostrato come la sezione d'urto di questo processo dia una informazione diretta sul momento trasverso partonico, informazione dal valore inestimabile, che non può e non deve andare inutilizzata.

In questo ambito il Dott. Simonelli, nel suo lavoro di dottorato, ha proposto un nuovo schema di fattorizzazione, ispirato all'approccio CSS ma applicabile anche ai processi che appartengono alla "1-hadron class". Questo lavoro, che si è concretizzato in due articoli pubblicati su due prestigiose riviste scientifiche internazionali, presenta una enorme potenzialità in quanto apre il campo ad un vastissimo panorama di applicazioni fenomenologiche. Una di queste applicazioni è già stata presentata in alcune conferenze internazionali e sarà presto oggetto di pubblicazione.

Al momento il Dott. Simonelli sta ultimando un altro progetto, legato ad una trattazione più generale e formalmente più elegante della fattorizzazione di questo tipo di processi, che consiste nel rilasciare alcune approssimazioni del formalismo CSS. In questo caso i calcoli diventano più complessi, ma si ottiene una struttura molto più ricca, che può essere organizzata in termini di tre regioni cinematiche, per ciascuna delle quali devono essere definiti teoremi di fattorizzazione diversi. In particolare, per la seconda regione (la regione centrale dal punto di vista cinematico) il corrispondente teorema di fattorizzazione risulta non essere consistente nell'usuale schema CSS, e per questo motivo il Dott. Simonelli ha elaborato una forma diversa di fattorizzazione, che riassume le divergenze di rapidità non più tramite l'uso di un cut off, ma piuttosto usando un meccanismo del tutto analogo a quello del gruppo di rinormalizzazione.

Durante la sua attività di ricerca il Dott. Andrea Simonelli ha mostrato una fortissima indipendenza e una innata capacità di astrazione. La sua maturità scientifica è molto superiore a quella di un normale studente di dottorato, paragonabile piuttosto a quella di un post doc di comprovata esperienza. Il Dott. Simonelli è un giovane ricercatore estramente brillante e fortemente motivato, in grado di entrare nel mondo della ricerca scientifica ad un livello elevatissimo.

Pertanto si esprime grande apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Andrea Simonelli durante il triennio del Dottorato di Ricerca.

Torino, 4 Luglio 2021

Il tutore



Partecipazione a scuole e conferenze

- "TMDs at JLab: present and future (2018)" - Università degli studi di Pavia
- PhD School : "Frontiers in Nuclear and Hadronic Physics 2019" - Firenze, Galileo Galilei Institute for Theoretical Physics - presentazione orale
- "XXVII International Workshop on Deep Inelastic Scattering and Related Subjects (DIS2019)" - Torino, Aula Magna della Cavallerizza - presentazione orale
- "Sardinian Workshop on Spin studies (SarWorS2019)" - Cagliari, Cittadella dei Musei - presentazione orale
- "Resummation, Evolution, Factorization (REF 2019)" - Università di Pavia - presentazione orale
- "Correlations in Partonic and Hadronic Interactions (CPHI-2020)" - CERN - Ginevra - presentazione orale
- "Jets for 3D imaging at the EIC" (2020)- on-line workshop - presentazione orale
- "Resummation, Evolution and Factorization (REF-2020)" - University of Glasgow (UK) - presentazione orale
- "EIC opportunities for Snowmass (2021)" - on-line workshop - presentazione orale
- XXVIII International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects (DIS2021)" - Stony Brook, New York (USA)
- "QCD Evolution Workshop 2021" - UCLA, Los Angeles (CA), USA

Elenco delle pubblicazioni

- [1] "Universality-breaking effects in e^+e^- hadronic production processes"
M. Boglione and A. Simonelli,
Eur.Phys.J.C 81 (2021) 1, 96
- [2] "Factorization of $e^+e^- \rightarrow HX$ cross section, differential in z , P_T and thrust, in the 2-jet limit",
M. Boglione and A. Simonelli,
JHEP 02 (2021) 076