

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

selezione pubblica per n.6 posto/i di Ricercatore a tempo determinato in tenure track (RTT), riservata ai sensi dell'art.14 comma 6-septiesdecies del decreto legge 30 aprile 2022, n. 36 convertito con modificazioni, dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79 per il settore concorsuale 02/A1 - Fisica Sperimentale delle Interazioni Fondamentali , settore scientifico-disciplinare FIS/04 - Fisica Nucleare e Subnucleare presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI", (avviso bando pubblicato sulla G.U. n. 81 del 24/10/2023) Codice concorso 5414

Daniele Marangotto

CURRICULUM VITAE

(N.B. IL CURRICULUM NON DEVE ECCEDERE LE 30 PAGINE E DEVE CONTENERE GLI ELEMENTI CHE IL CANDIDATO RITIENE UTILI AI FINI DELLA VALUTAZIONE.

LE VOCI INSERITE NEL FACSIMILE SONO A TITOLO PURAMENTE ESEMPLIFICATIVO E POSSONO ESSERE SOSTITUITE, MODIFICATE O INTEGRATE)

INFORMAZIONI PERSONALI (NON INSERIRE INDIRIZZO PRIVATO E TELEFONO FISSO O CELLULARE)

COGNOME	MARANGOTTO
NOME	DANIELE
DATA DI NASCITA	14/08/1991

TITOLI

TITOLO DI STUDIO

(indicare la Laurea conseguita inserendo titolo, Ateneo, data di conseguimento, ecc.)

Laurea Magistrale in Fisica
Università degli Studi di Milano
110/110 e lode
Tesi discussa il 15/04/2016
Relatori: Prof. Ferdinando Palombo, Nicola Neri
Titolo Tesi: Search for CP violation in $\Lambda_b \rightarrow pK^- \mu^+ \mu^-$ decays

Laurea Triennale in Fisica
Università degli Studi di Milano
110/110 e lode
Tesi discussa il 24/07/2013
Relatore: Prof. Dietmar Klemm
Titolo Tesi: Cosmologie Spazialmente Omogenee

TITOLO DI DOTTORE DI RICERCA O EQUIVALENTI, OVVERO, PER I SETTORI INTERESSATI, DEL DIPLOMA DI SPECIALIZZAZIONE MEDICA O EQUIVALENTE, CONSEGUITO IN ITALIA O ALL'ESTERO

(inserire titolo, ente, data di conseguimento, ecc.)

Dottorato di Ricerca in Fisica, Astrofisica e Fisica Applicata
Università degli Studi di Milano
Tesi discussa il 16/03/2020
Supervisore: Prof. Nicola Neri
Titolo Tesi: Amplitude analysis and polarisation measurement of the Λ_c^+ baryon in the $pK\pi$ final state for electromagnetic dipole moment experiment

CONTRATTI DI RICERCA, ASSEGNI DI RICERCA O EQUIVALENTI

(per ciascun contratto stipulato, inserire università/ente, data di inizio e fine, ecc.)

Assegnista di Ricerca tipo B
Università degli Studi di Milano
ERC Consolidator Grant SELDOM G. A. 771642
01/12/2019 - 30/11/2024

Dottorato di ricerca
Università degli Studi di Milano
01/10/2016 - 30/09/2019

CERN Summer Student Programme
European Organization for Nuclear Research, Svizzera
30/06 - 05/09/2014

ATTIVITÀ DIDATTICA A LIVELLO UNIVERSITARIO IN ITALIA O ALL'ESTERO

(inserire periodo [gg/mm/aa inizio e fine], anno accademico, ateneo, corso laurea, numero ore, ecc.)

- Tutorato per il corso di Laboratorio di Trattamento Numerico dei Dati Sperimentali
Corso di Laurea Triennale in Fisica
Università degli Studi di Milano
Ottobre 2018 - Gennaio 2019
Attività: 36 ore di assistenza in laboratorio.

- Esercitazioni per il corso di Fisica e Informatica
Corso di Laurea Triennale in Scienze e sicurezza chimico-tossicologiche dell'ambiente
Università degli Studi di Milano
Marzo - Giugno 2019
Attività: 20 ore di lezioni frontali, partecipazione agli esami di profitto degli studenti.

- Correlatore di Tesi Magistrale in Fisica di Simone Libralon
Corso di Laurea Magistrale in Fisica
Università degli Studi di Milano
Titolo Tesi: Measurement of Ξ_c^+ baryon polarisation in pp collisions at LHCb
Tesi discussa il 29/11/2022.

DOCUMENTATA ATTIVITÀ DI FORMAZIONE O DI RICERCA PRESSO QUALIFICATI ISTITUTI ITALIANI O STRANIERI;

(inserire anno accademico, ente, corso, periodo, ecc.)

Attività di Ricerca

(referenze definite nella sezione "Produzione Scientifica" del curriculum vitae)

- Assegnista di Ricerca tipo B
Università degli Studi di Milano
01/12/2019 - 30/11/2024

Ho completato la prima analisi di ampiezza ad elevata statistica del principale decadimento del barione charm Λ_c^+ , $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$, con la simultanea ed inedita misura del vettore di polarizzazione del barione Λ_c^+ prodotto da decadimenti semileptonici (producenti una coppia leptone-neutrino) di adroni beauty [2].

Ho ottenuto un modello di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$, utile non solo come descrizione della dinamica della transizione, ma anche come strumento di misura della polarizzazione del barione Λ_c^+ in altri sistemi di produzione. Ho completato la prima misura del vettore di polarizzazione del barione Λ_c^+ in due sistemi di riferimento e l'inedita misura dei parametri di asimmetria di decadimento. Inoltre, il grande valore osservato della sensitività alla polarizzazione del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ mostra come questa transizione permetta di misurare la polarizzazione del barione Λ_c^+ con la miglior precisione statistica. L'analisi di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ con la misura di polarizzazione del barione Λ_c^+ è stata possibile grazie a due ricerche che ho fatto indipendentemente, descritte nel seguito.

Durante il lavoro di analisi ho identificato un errore nel formalismo della descrizione fenomenologica di decadimenti di barioni precedentemente usato in letteratura. Per questo ho affrontato per la prima volta il problema della corrispondenza (matching) dell'elicità di particelle di stato finale fra diverse catene di decadimento nel caso più generale di decadimenti di barioni in un numero arbitrario di particelle finali [7]. Ho derivato l'espressione generale delle ampiezze di elicità per decadimenti generici di particelle a molti corpi caratterizzati da canali di decadimento multipli, sviluppando un metodo che garantisce l'esatta corrispondenza della definizione degli stati di spin delle particelle finali a partire da quelli della particella iniziale.

Ho anche mostrato come il metodo precedentemente usato in letteratura è errato, tale da indurre violazioni non fisiche dell'invarianza sotto rotazioni del decadimento. I risultati ottenuti sono di importanza fondamentale per ogni analisi di ampiezza di decadimenti di particelle con spin caratterizzati da multipli canali di decadimento, per esempio le analisi finalizzate alla ricerca di strutture esotiche come i pentaquarks.

Inoltre ho dimostrato la possibilità di determinare simultaneamente sia le ampiezze di decadimento che il vettore polarizzazione del barione iniziale per il caso del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$, studiando quale informazione può essere estratta dalle distribuzioni cinematiche del decadimento [6]. Ho mostrato come l'intera quantità di informazione contenuta nelle distribuzioni di decadimento può essere estratta in presenza di un sufficiente grado di polarizzazione e di effetti di interferenza fra diversi canali di decadimento.

Riguardo lo studio della polarizzazione del barione Λ_c^+ , avevo precedentemente lavorato allo sviluppo delle tecniche avanzate di analisi di barioni charm basate sull'analisi di decadimenti a molti corpi pubblicate in [5]. Inoltre ho contribuito allo studio di polarimetria [1], basato sull'analisi di ampiezza da me condotta [2] e la cui tecnica è fondata su idee sviluppate in pubblicazioni precedenti [5,8].

Attualmente sto lavorando all'analisi di ampiezza del decadimento $\Xi_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ con misura della polarizzazione del barione Ξ_c^+ in due sistemi di produzione: da decadimenti semileptonici di adroni beauty e direttamente da collisioni protone-protone.

In produzione semileptonica ho ottenuto un modello di ampiezza del decadimento $\Xi_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ e la prima misura di polarizzazione del barione Ξ_c^+ , con gli stessi obiettivi raggiunti per l'analisi fatta per il barione Λ_c^+ . In particolare, il modello di ampiezza abilita per la prima

volta misure di polarizzazione di un barione con charm e stranezza. La ricerca è stata approvata dal gruppo di lavoro Charm della collaborazione LHCb e al momento si trova nella fase di revisione da parte del comitato di revisione interno ad LHCb.

Riguardo lo studio di barioni Ξ_c^+ in produzione diretta da collisioni protone-protone ho supervisionato il lavoro di tesi dello studente di Laurea Magistrale Simone Libralon come correlatore. Sfruttando il modello di ampiezza ottenuto in produzione semileptonica, abbiamo ottenuto una misura preliminare di polarizzazione del barione Ξ_c^+ in funzione della sua cinematica, separatamente per barioni e antibarioni. Al momento stiamo lavorando alla finalizzazione dell'analisi dati, concentrandoci sulla comprensione delle diverse sorgenti di incertezza influenti sulla misura di polarizzazione.

In parallelo sto supportando le attività del progetto ERC CoG SELDOM relative alla realizzazione di un esperimento di test a bersaglio fisso sul fascio dell'acceleratore LHC, lavorando alla progettazione preliminare dell'esperimento e partecipando al test di prototipi di cristalli curvi sul fascio dell'acceleratore SPS.

- Dottorato di ricerca
Università degli Studi di Milano
01/10/2016 - 30/09/2019

Ho lavorato ad una proposta di misura dei momenti di dipolo elettromagnetici di barioni strani e charm, sia presso l'esperimento LHCb, sia considerando un futuro esperimento a bersaglio fisso sull'acceleratore LHC [10,12]. In questo ambito ho contribuito allo sviluppo delle equazioni di precessione di spin di barioni canalizzati all'interno di cristalli curvi, all'ottimizzazione dell'apparato sperimentale proposto con valutazione della precisione raggiungibile sui momenti di dipolo elettromagnetici, alla caratterizzazione degli eventi di segnale e alle strategie per la reiezione di decadimenti di fondo. Questi studi sono stati alla base della proposta di progetto ERC CoG SELDOM.

Ho contribuito allo sviluppo di un nuovo metodo per la misura dei momenti di dipolo elettromagnetici del leptone τ [8]. Ho studiato come selezionare leptoni τ polarizzati da decadimenti di mesoni D_s^+ , mostrando l'importanza di eventi ad elevato momento e del controllo dell'angolo fra mesone D_s^+ e leptone τ . Ho sviluppato un'inedita tecnica di misura della polarizzazione del leptone τ sfruttando decadimenti parzialmente ricostruibili (con neutrini), basata su templates ottenuti da analisi multivariata. Inoltre, ho valutato la precisione statistica raggiungibile sui momenti di dipolo elettromagnetici del leptone τ e ho contribuito alla strategia per il rigetto degli eventi di fondo.

Ho lavorato all'analisi di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ su dati di decadimenti semileptonici di adroni beauty prodotti da collisioni protone-protone registrati dall'esperimento LHCb [Tesi dottorato]. Ho sviluppato il codice per un fit di ampiezza sull'intero spazio fasi a 5 dimensioni del decadimento basato sul formalismo di elicità, in grado di determinare simultaneamente un modello della struttura del decadimento e la polarizzazione del barione Λ_c^+ . Ho sviluppato, testato ed applicato il codice ai dati, ottenendo un modello preliminare del decadimento in grado di riprodurre le distribuzioni di massa invariante osservate.

Ho lavorato all'analisi di decadimenti $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ prodotti in collisioni p-Gas registrati dal rivelatore LHCb [Tesi dottorato]. Ho sviluppato una selezione preliminare e mostrato come sia possibile misurare la polarizzazione del barione Λ_c^+ usando un modello ottenuto tramite l'analisi di ampiezza di dati di collisioni protone-protone con incertezze sistematiche trascurabili rispetto alle incertezze statistiche.

Ho fatto indipendentemente uno studio di fattibilità per analisi angolari e di misure di violazione della simmetria CP per decadimenti $\bar{B} \rightarrow D^{*+} l^- \bar{\nu}_l$ ad esperimenti basati su collisori adronici, tipo LHCb [9]. Ho mostrato come la polarizzazione longitudinale del mesone D^{*+} ed un'osservabile di violazione di CP sono misurabili con buona precisione usando solo informazione relativa alla parte visibile del decadimento.

Inoltre, ho studiato la possibilità di usare tracce ricostruite dal rivelatore LHCb dopo il suo magnetite per studiare particelle a lunga vita media [arXiv:2211.10920] e ho partecipato al test di un prototipo di cristallo curvo su fascio presso l'acceleratore SPS del CERN [5].

- Tesi di Laurea Magistrale
Università degli Studi di Milano
Discussa il 15/04/2016

Ho lavorato all'analisi del decadimento raro elettrodebole $\Lambda_b \rightarrow pK^-\mu^+\mu^-$ su dati dell'esperimento LHCb. Ho ottenuto la prima osservazione della transizione ed effettuato la prima misura di violazione di CP per un decadimento barionico elettrodebole di corrente neutra con cambio di sapore, sensibile a possibili contributi di fisica oltre il Modello Standard. La tesi consiste dell'intero processo di analisi dati: la scelta delle osservabili di violazione di CP, la selezione di eventi $\Lambda_b \rightarrow pK^-\mu^+\mu^-$ da decadimenti di fondo con l'uso di un'analisi multivariata, la misura delle osservabili tramite fit di maximum likelihood e l'assegnazione delle incertezze sistematiche. Ho misurato due diverse osservabili di violazione di CP, trovate compatibili con l'ipotesi di conservazione della simmetria CP, con precisione assoluta attorno al 5%.

- CERN Summer Student Programme
European Organization for Nuclear Research, Svizzera
30/06 - 05/09/2014

Ho lavorato ad un progetto relativo allo studio del mixing del mesone D^0 in anti- D^0 tramite decadimenti in stati finali $D^0 \rightarrow K^+ \pi^- \pi^0$ e $D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^0$. Ho studiato la ricostruzione dei decadimenti nel rivelatore LHCb, la selezione degli stessi tramite analisi multivariata ed effettuato il fit in massa invariante di decadimenti $D^0 \rightarrow K^- \pi^+ \pi^0$, dimostrando la possibilità di effettuare la misura di mixing usando questi decadimenti con incertezze statistiche minori rispetto agli altri esperimenti.

Attività di Formazione

- CERN-JINR European School of High-Energy Physics, 2018, Maratea (PZ).
Scuola di fisica delle particelle per dottorandi, 32 lezioni e 9 sessioni di discussione.

- Inverted CERN School of Computing, 2018, European Organization for Nuclear Research, Svizzera
Lezioni di informatica tenute da ex studenti delle scuole di informatica del CERN, 19 ore.

- Inverted CERN School of Computing, 2017, European Organization for Nuclear Research, Svizzera
Lezioni di informatica tenute da ex studenti delle scuole di informatica del CERN, 12 ore.

- CERN Summer Student Programme, 2014, European Organization for Nuclear Research, Svizzera
Programma di lezioni su fisica delle particelle teorica e sperimentale, 80 ore.

ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO DI GRUPPI DI RICERCA NAZIONALI E INTERNAZIONALI, O PARTECIPAZIONE AGLI STESSI

(per ciascuna voce inserire anno, ruolo, gruppo di ricerca, ecc.)

Partecipazione a progetti di ricerca

- Assegnista di ricerca su progetto ERC Consolidator Grant SELDOM G. A. 771642. Ho contribuito anche al lavoro preliminare di preparazione della proposta di progetto.

Collaborazioni principali

- Associato alla collaborazione LHCb, periodi 30/06/2014 - 05/09/2014 e 08/04/2015 - 30/11/2024.
- Autore delle pubblicazioni della collaborazione LHCb dal 01/04/2017.
- Collaborazione con il gruppo di ricerca diretto dal Prof. F. Martinez Vidal, IFIC, Universitat de València-CSIC, Spagna. Quattro pubblicazioni congiunte, dal 2017.
- Collaborazione con il gruppo di ricerca diretto dal Prof. V. Guidi, Università degli Studi di Ferrara. Due pubblicazioni congiunte, anni 2017 e 2021.
- Collaborazione con il gruppo di ricerca diretto dal Prof. G. Cavoto, Università di Roma "La Sapienza". Due pubblicazioni congiunte, anni 2017 e 2021.
- Collaborazione con il gruppo di ricerca diretto da Prof. M.A. Giorgi, Università di Pisa. Una pubblicazione congiunta, anno 2019.

Attività di revisione scientifica

Revisore esterno per tre riviste peer-reviewed:

- Chinese Physics C
- Nuclear Physics B
- JHEP

Membro del comitato di revisione interno alla collaborazione LHCb per due ricerche:

- Updated search for B_c^+ decays to two charm mesons, JHEP 12 (2021) 117.
- Amplitude analysis of $\Lambda_b \rightarrow pK^- \gamma$ decays, in preparazione.

Revisore del gruppo di lavoro Charm della collaborazione LHCb per la ricerca:

- Observation of the doubly charmed baryon decay $\Xi^{++}_{cc} \rightarrow \Xi'^{+}_c \pi^+$, JHEP 05 (2022) 038.

Partecipazione alla revisione istituzionale degli articoli della collaborazione LHCb assegnati al gruppo LHCb di Milano, dal 2017.

Responsabilità all'interno della collaborazione LHCb

Responsabile dello stripping (preparazione dei dati per le analisi) per il gruppo di lavoro Ion and Fixed-target della collaborazione LHCb, da Ottobre 2018 a Marzo 2023.

Responsabile della qualità dati in sala di controllo durante la presa dati dell'esperimento LHCb nel 2018 per 13 turni.

Attività relativa a società scientifiche

Membro della Società Italiana di Fisica (SIF) dal 2013.

Membro del comitato per la selezione delle migliori comunicazioni al congresso SIF 2021.

ATTIVITÀ DI RELATORE A CONGRESSI E CONVEGNI NAZIONALI E INTERNAZIONALI (inserire titolo congresso/convegno, data, ecc.)

Conferenze internazionali

- La Thuile 2022 - Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste, La Thuile (AO), 06 - 12/03/2022.

- *Classical and Exotic Spectroscopy at LHCb*, relazione su invito a nome della collaborazione LHCb, 20', sessione plenaria.

- HADRON 2021, Virtuale, 26/07 - 01/08/2021.

- *Tool kit for baryon amplitude analyses and polarization measurements*, relazione su invito, 20', sessione parallela.

- FPCP 2020, Virtuale, 08 - 12/06/2020.

- *Fixed Target and Proton-Ion results at LHCb*, relazione su invito a nome della collaborazione LHCb, 25', sessione parallela.

- 54th Rencontres de Moriond 2019 QCD and High Energy Interactions, La Thuile (AO), 23 - 30/03/2019.

- *Results from proton-lead and fixed-target collisions at LHCb*, relazione su invito a nome della collaborazione LHCb, 15', sessione plenaria.

- SM@LHC 2017, Amsterdam (Paesi Bassi), 02 - 05/05/2017.

- *Rare decays at the LHC*, relazione su invito a nome delle collaborazioni ATLAS, CMS, LHCb, 18', sessione plenaria.

Workshop internazionali

- 2nd Workshop on electromagnetic dipole moments of unstable particles, Gargnano (BS), 26-28/09/2022.

- *Charm baryon amplitude analysis and polarization measurements*, 20'.

- International Workshop on Partial Wave Analyses and Advanced Tools for Hadron Spectroscopy, Bristol (Regno Unito), 06 - 10/09/2021.

- *Amplitude analyses of $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi$* , 20'.

- 96th LHCb Week, Virtuale, 08 - 12/06/2020.

- *Amplitude analysis of $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi$ decays*, 15'.

- JPAC collaboration meeting, ECT*, Trento, 18 - 20/12/2019.

- *Helicity formalism revisited for polarised particle decays*, 30'.

- Issues in Baryon Spectroscopy Workshop, MIAPP, Monaco (Germania), 28 - 29/10/2019.

- *Amplitude analyses for heavy baryon electromagnetic dipole moment measurement*, 30'.

- Workshop on electromagnetic dipole moments of unstable particles, Milano, 03 - 04/10/2019.

- *Amplitude analyses for MDM/EDM measurements*, 20'.

- 70th LHCb Analysis & Software week, CERN (Svizzera), 22 - 26/01/2018.

- *Amplitude analyses of $\Lambda_c^+ \rightarrow p\pi\pi$ decays*, 20'.

- Low-energy probes of new physics, MITP, Magonza (Germania), 15 - 24/05/2017.

- *On the search for the electric dipole moment of strange and charm baryons at LHC*, 45'.

- LHCC open session, LHC students poster session, CERN (Svizzera), 22/02/2017.

- *Search for CP violation in $\Lambda_b \rightarrow pK^- \mu^+ \mu^-$ decays at LHCb*, poster.

Congressi nazionali

- Congresso SIF 2021, Virtuale, 13 - 17/09/2021.

- *Produzione di Heavy Flavour e Spettroscopia in LHCb*, relazione su invito, 20'.

- Incontri di Fisica delle Alte Energie (IFAE) 2017, Trieste, 19 - 21/04/2017.

- *Search for CP violation in baryon decays at LHCb*, 15', sessione plenaria.

- *On the search for the electric dipole moment of strange and charm baryons at LHC*, poster.

- Congresso SIF 2016, Padova, 26 - 30/09/2016.
- *Search for CP violation in $\Lambda_b \rightarrow pK^- \mu^+ \mu^-$ decays at LHCb*, comunicazione, 12'.

Workshop nazionali

- LHCb Italia meeting, Frascati (RM), 18 - 19/07/2022.
- *Λ_c^+ , Ξ_c^+ amplitude analyses and polarization measurements in pp collisions*, 20'.

ATTIVITÀ DIVULGATIVA

Seminario, *Anomalies in particle physics: when physics plays hide-and-seek*, Università degli Studi di Milano, 21/05/2019.
Introduzione per studenti di fisica alle più interessanti deviazioni dal modello standard osservate in fisica delle particelle.

Seminario, *Preparatory measurements for a search of charm baryon EDM at LHCb*, Università degli studi di Milano, 11/10/2017.
Presentazione ricerca degli studenti del primo anno della scuola di dottorato.

Presentazione pubblica, *La scuola estiva del CERN*, Malnate (VA), 21/05/2015.
Presentazione pubblica relativa alla mia esperienza come CERN Summer Student. In collaborazione con l'associazione culturale "L'Accademia dei Curiosi".

PRODUZIONE SCIENTIFICA

PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

(per ciascuna pubblicazione indicare: nomi degli autori, titolo completo, casa editrice, data e luogo di pubblicazione, codice ISBN, ISSN, DOI o altro equivalente)

Pubblicazioni su riviste peer-reviewed

Informazioni ottenute dal database INSPIRE-HEP il 12/11/2023.

Pubblicazioni totali: 298
Pubblicazioni della collaborazione LHCb: 291
Pubblicazioni con collaboratori esterni a LHCb: 4
Pubblicazioni ad autore singolo: 3

Pubblicazioni presentate per il concorso codice 5414

[1] LHCb collaboration, *Λ_c^+ polarimetry using the dominant hadronic mode*, JHEP 07 (2023) 228, doi:10.1007/JHEP07(2023)228, 1 citation.

[2] LHCb collaboration, *Amplitude analysis of the $\Lambda_c^+ \rightarrow pK^+\pi^+$ decay and Λ_c^+ baryon polarization measurement in semileptonic beauty hadron decays*, Phys. Rev. D. 108 (2023) 012023, doi:10.1103/PhysRevD.108.012023, 10 citations.

[3] LHCb collaboration, *Observation of the doubly charmed baryon decay $\Xi^{++}_{cc} \rightarrow \Xi^+_{cc} \pi^+$* , JHEP 05 (2022) 038, doi:10.1007/JHEP05(2022)038, 22 citations.

[4] LHCb collaboration, *Updated search for B_c^{*+} decays to two charm mesons*, JHEP 12 (2021) 117, doi:10.1007/JHEP12(2021)117, 6 citations.

[5] S. Aiola, L. Bandiera, G. Cavoto, F. De Benedetti, J. Fu, V. Guidi, L. Henry, D. Marangotto, F. Martinez Vidal, V. Mascagna, J. Mazorra de Cos, A. Mazzolari, A. Merli, N. Neri, M. Prest, M. Romagnoni, J. Ruiz Vidal, M. Soldani, A. Sytov, V. Tikhomirov, E. Vallazza, *Progress towards the first measurement of charm baryon dipole moments*, Phys. Rev. D. 103 (2021) 072003, doi:10.1103/PhysRevD.103.072003, 20 citations.

[6] D. Marangotto, *Extracting maximum information from polarised baryon decays via amplitude analysis: the $\Lambda_c^+ \rightarrow p K \pi^+$ case*, Advances in High Energy Physics (2020) 7463073, doi:10.1155/2020/7463073, 4 citations.

[7] D. Marangotto, *Helicity Amplitudes for Generic Multibody Particle Decays Featuring Multiple Decay Chains*, Advances in High Energy Physics (2020) 6674595, doi:10.1155/2020/6674595, 8 citations.

[8] J. Fu, M.A. Giorgi, L. Henry, D. Marangotto, F. Martinez Vidal, A. Merli, N. Neri, J. Ruiz Vidal, *Novel method for the direct measurement of the tau lepton dipole moments*, Phys. Rev. Lett. 123 (2019) 011801, doi:10.1103/physrevlett.123.011801, 26 citations.

[9] D. Marangotto, *Angular and CP-violation analyses of $\bar{B} \rightarrow D^{*+} \ell^- \bar{\nu}_\ell$ decays at hadron collider experiments*, Advances in High Energy Physics (2019) 5274609, doi:10.1155/2019/5274609, 5 citations.

[10] E. Bagli, L. Bandiera, G. Cavoto, V. Guidi, L. Henry, D. Marangotto, F. Martinez Vidal, A. Mazzolari, A. Merli, N. Neri, J. Ruiz Vidal, *Electromagnetic dipole moments of charged baryons with bent crystals at the LHC*, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 828, doi:10.1140/epjc/s10052-017-5400-x, 49 citations.

[11] LHCb collaboration, *Observation of the decay $\Lambda_b \rightarrow p K^- \mu^+ \mu^-$ and a search for CP violation*, JHEP 06 (2017) 108, doi:10.1007/JHEP06(2017)108, 39 citations.

[12] F. J. Botella, L. M. Garcia Martin, D. Marangotto, F. Martinez Vidal, A. Merli, N. Neri, A. Oyanguren, J. Ruiz Vidal, *On the search for the electric dipole moment of strange and charm baryons at LHC*, Eur. Phys. J. C 77 (2017) 181, doi:10.1140/epjc/s10052-017-4679-y, 64 citations.

Descrizione contributo personale alle pubblicazioni presentate

[1] Ho condotto l'analisi di ampiezza su cui lo studio di polarimetria è basato e contribuito allo sviluppo della tecnica usata, fondata su idee sviluppate da me e collaboratori in pubblicazioni precedenti riguardanti lo studio di tecniche di misura di polarizzazione di barioni Λ_c^+ [2,5] e leptoni τ [8].

[2] Ho lavorato all'intera ricerca, parte del lavoro di tesi di dottorato, dall'analisi dati all'analisi di ampiezza, fino alla scrittura della pubblicazione, incluso il lavoro relativo alla revisione della ricerca all'interno della collaborazione LHCb e da parte della rivista Phys. Rev. D.

Ho sviluppato la prima analisi di ampiezza ad elevata statistica del principale decadimento del barione charm Λ_c^+ , $\Lambda_c^+ \rightarrow p K \pi^+$, con la simultanea ed inedita misura del vettore di polarizzazione del barione Λ_c^+ prodotto da decadimenti semileptonici di adroni beauty. Ho sviluppato il codice per l'analisi di ampiezza adattando pacchetti software esistenti al caso nuovo di un fit di ampiezza per decadimenti a tre corpi di barioni polarizzati.

Durante il lavoro di analisi ho identificato un errore nel formalismo della descrizione fenomenologica di decadimenti di barioni precedentemente usato in letteratura. Ho corretto questo errore sviluppando un metodo generale per risolvere il problema della corrispondenza (matching) dell'elicità di particelle di stato finale fra diverse catene di decadimento, valido per decadimenti a N-corpi generici, pubblicato in [7]. Inoltre ho dimostrato la possibilità di determinare simultaneamente le ampiezze di decadimento e il

vettore polarizzazione del barione, per il caso del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$, pubblicato in [6].

L'analisi ha prodotto un modello di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$, utile non solo come descrizione della dinamica della transizione, ma anche come strumento di misura della polarizzazione del barione Λ_c^+ in altri sistemi di produzione, la prima misura del vettore di polarizzazione del barione Λ_c^+ in due sistemi di riferimento e l'inedita misura dei parametri di asimmetria di decadimento. Inoltre, il grande valore osservato della sensitività alla polarizzazione del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ mostra come questa transizione permetta di misurare la polarizzazione del barione Λ_c^+ con la miglior precisione statistica.

[3] Ho revisionato questa ricerca come membro del gruppo di lavoro Charm della collaborazione LHCb.

[4] Ho revisionato questa ricerca come membro del comitato di revisione interno alla collaborazione LHCb. In particolare ho suggerito una migliore valutazione delle incertezze sistematiche legate alla selezione dei dati e alla calibrazione della simulazione dell'esperimento LHCb.

[5] Ho lavorato allo sviluppo delle tecniche avanzate di analisi di barioni charm basate sull' studio di decadimenti a molti corpi. In particolare ho determinato un valore preliminare della sensitività alla polarizzazione del barione Λ_c^+ del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$. Inoltre, ho partecipato al test di prototipi di cristalli curvi sul fascio dell'acceleratore SPS.

[6] Ho studiato quale informazione, e sotto quali condizioni, può essere estratta dalle distribuzioni cinematiche del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$. Ho mostrato come l'intera quantità di informazione contenuta nelle distribuzioni di decadimento, descritto usando modelli di ampiezza, può essere estratta tramite analisi di ampiezza in presenza di un sufficiente grado di polarizzazione e di effetti di interferenza fra diversi canali di decadimento. Questo dimostra la possibilità di ottenere simultaneamente sia un modello di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ sia il vettore di polarizzazione del barione Λ_c^+ . I risultati di questa pubblicazione hanno permesso l'analisi di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ su dati dell'esperimento LHCb [2].

[7] Ho derivato l'espressione generale delle ampiezze di elicità per decadimenti generici di particelle a molti corpi caratterizzati da canali di decadimento multipli. Ho affrontato per la prima volta il problema della corrispondenza (matching) dell'elicità di particelle di stato finale fra diverse catene di decadimento nel caso più generale di decadimenti di barioni in un numero arbitrario di particelle finali. Ho proposto un metodo in grado di garantire l'esatta corrispondenza della definizione degli stati di spin delle particelle finali a partire da quelli della particella iniziale. Ho anche mostrato come il metodo precedentemente usato in letteratura è errato, tale da indurre violazioni non fisiche dell'invarianza sotto rotazioni del decadimento. I risultati ottenuti sono di importanza fondamentale per ogni analisi di ampiezza di decadimenti di particelle con spin caratterizzati da multipli canali di decadimento, per esempio le analisi finalizzate alla ricerca di strutture esotiche come i pentaquarks. I risultati di questa pubblicazione hanno permesso l'analisi di ampiezza del decadimento $\Lambda_c^+ \rightarrow pK\pi^+$ su dati dell'esperimento LHCb [2].

[8] Ho studiato le condizioni cinematiche necessarie per selezionare leptoni τ polarizzati da decadimenti di mesoni D_s^+ . Ho scoperto l'importanza di eventi ad elevato momento per ottenere una componente di polarizzazione longitudinale e del controllo dell'angolo fra mesone D_s^+ e leptone τ per raggiungere un elevato grado di polarizzazione trasversa. Ho sviluppato l'innovativa tecnica di misura della polarizzazione del leptone τ da decadimenti parzialmente rivelati, basata su templates ottenuti da analisi multivariata. In particolare ho concepito la possibilità di considerare la misura di polarizzazione come un problema di classificazione fra leptoni con diversi stati di spin. Inoltre, ho contribuito allo studio di sensitività ai momenti di dipolo elettromagnetici, calcolando la precisione statistica ottenibile dalla misura di polarizzazione, e aiutando ad identificare le caratteristiche dei decadimenti del leptone τ utili per la selezione degli eventi di fondo.

[9] Ho valutato la fattibilità di analisi angolari e di misure di violazione della simmetria CP per decadimenti $\bar{B} \rightarrow D^{*+} l^- \bar{\nu}_l$ ad esperimenti basati su collisori adronici, come LHCb. Ho

studiato l'utilizzo di algoritmi di ricostruzione delle quantità angolari che sfruttano l'informazione ottenibile dalla parziale ricostruzione del decadimento. Ho valutato la risoluzione sulle quantità angolari e sviluppato un metodo per correggere gli effetti delle incertezze legate alla ricostruzione parziale sulle grandezze misurabili. Ho stimato la riduzione in precisione statistica rispetto al caso ideale di una ricostruzione completa del decadimento, mostrando come la polarizzazione longitudinale del mesone D^{*+} e una osservabile di violazione di CP sono misurabili con buona precisione. Inoltre, ho delineato la strategia per una futura analisi, incluso il trattamento degli eventi di fondo e la valutazione delle incertezze sistematiche.

[10] Ho generalizzato le equazioni di precessione di spin per cristalli curvi con canali di potenziale elettrico non armonici e per condizioni di canalizzazione assiale. Questo permette di estendere la tecnica di misura dei momenti di dipolo elettromagnetici con cristalli curvi al caso di particelle negative, oltre a quelle cariche positivamente, il cui confronto permette un test della simmetria CPT. Ho contribuito all'ottimizzazione dell'esperimento proposto, alla caratterizzazione degli eventi di segnale e allo studio di sensibilità.

[11] Ho lavorato all'intera ricerca, costituente lavoro di tesi magistrale, dall'analisi dati fino alla scrittura della pubblicazione, incluso il lavoro relativo alla revisione della ricerca all'interno della collaborazione LHCb e da parte della rivista JHEP.

Ho condotto la prima ricerca di violazione della simmetria CP in un decadimento barionico di interazione debole a corrente neutra con cambio di sapore, $\Lambda_b \rightarrow p K^- \mu^+ \mu^-$. Questo decadimento raro è sensibile a possibili contributi di sorgenti di violazione di CP oltre il Modello Standard.

Ho ottenuto la prima osservazione di questo decadimento, sviluppando una selezione accurata degli eventi di segnale basata sulla combinazione di diversi tipi di informazione tramite analisi multivariata. Ho misurato due diverse osservabili di violazione di CP, trovate compatibili con l'ipotesi di conservazione della simmetria CP, con precisione assoluta attorno al 5%.

[12] Ho contribuito alla parte relativa alla proposta di misura dei dipoli elettromagnetici di barioni charm da precessione di spin in cristalli curvi. Ho sviluppato le equazioni di precessione di spin per particelle positive in canalizzazione planare all'interno di cristalli curvi, trovando la peculiare caratteristica legata alla precessione indotta da un dipolo elettrico. Inoltre ho mostrato come gli effetti relativi ai gradienti del campo elettromagnetico siano trascurabili sulla precessione di spin. Ho sviluppato lo studio di sensibilità stimando la precisione ottenibile dalla misura dei dipoli elettromagnetici, potenzialmente migliore degli attuali limiti di esclusione teorici.

Preprints

LHCb collaboration, *Long-lived particle reconstruction downstream of the LHCb magnet*, arXiv:2211.10920, submitted to Eur. Phys. C.

Ho studiato le potenzialità dell'esperimento LHCb relative alla ricerca di particelle a lunga vita media previste in modelli teorici di fisica oltre il Modello Standard. Ho stimato la sensibilità potenziale dell'esperimento LHCb in funzione delle sue diverse regioni di tracciamento.

Proceedings di conferenze

D. Marangotto, *Classical and exotic spectroscopy at LHCb*, Il Nuovo Cimento C, doi:10.1393/ncc/i2023-23012-3

G. Tonani, A. Merli, F. Martinez Vidal, N. Neri, D. Marangotto, E. Spadaro Norella, I. Sanderswood, J. Fu, J. Ruiz-Vidal, Z. Wang, *Experiment for direct measurements of short-lived particle dipole moments at LHC*, PoS ICHEP2022 1189, doi:10.22323/1.414.1189.

L. Henry, D. Marangotto, A. Merli, N. Neri, J. Ruiz, F. Martinez Vidal, *Search for new physics via baryon EDM at LHC*. Published as part of Proceedings of the 28th International

Symposium on Lepton Photon Interactions at High Energies, World Scientific, [doi:10.1142/11393](https://doi.org/10.1142/11393)

D. Marangotto, *Results from proton-lead and fixed-target collisions at LHCb*, arXiv:1905.10794. Published as part of Proceedings of the 54th Rencontres de Moriond 2019 QCD and High Energy Interactions, ARISF, ISBN:9791096879113.

D. Marangotto, *Searches for CP violation in beauty baryons at LHCb*, Il Nuovo Cimento C, [doi:10.1393/ncc/i2018-18044-5](https://doi.org/10.1393/ncc/i2018-18044-5)

D. Marangotto, *On the search for the electric dipole moment of strange and charm baryons at LHC*, Il Nuovo Cimento C, [doi:10.1393/ncc/i2018-18045-4](https://doi.org/10.1393/ncc/i2018-18045-4)

Tesi di dottorato

D. Marangotto, *Amplitude analysis and polarisation measurement of the Λ_c^+ baryon in the $pK\pi$ final state for electromagnetic dipole moment experiment*, discussa il 16/03/2020, <https://cds.cern.ch/record/2713231>.

Data

12/11/2023

Luogo

Milano