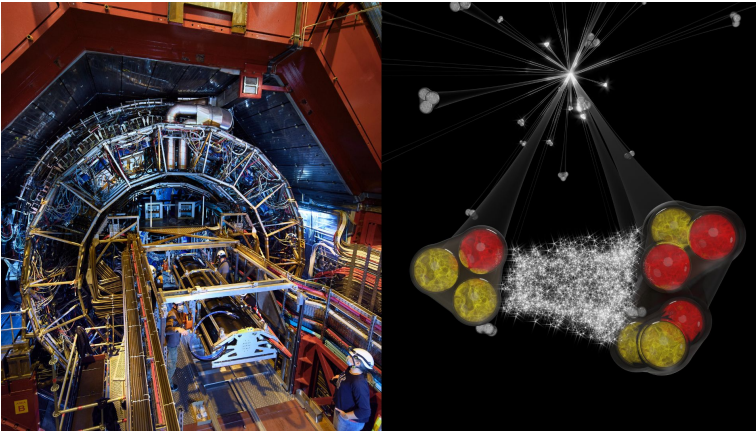


ALICE ESPLORA L'INTERAZIONE FORTE NEI SISTEMI A TRE CORPI



Una forza fondamentale è solitamente descritta come un'interazione tra due corpi, ovvero si ipotizza che la forza tra due corpi non sia influenzata in alcun modo dalla presenza di altri nelle vicinanze. Ma quando si passa da semplici coppie a sistemi più complessi, la descrizione della dinamica di questa interazione diventa particolarmente sfuggente, specie da un punto di vista sperimentale. In uno studio recentemente pubblicato su [Physical Review X](#), l'esperimento

ALICE all'acceleratore LHC del CERN ha testato un innovativo metodo sperimentale per indagare i sistemi nucleari a tre corpi, aprendo la strada alla misura precisa delle loro interazioni, con la possibilità di includere anche particelle esotiche.

Lo studio si concentra sulle correlazioni tra deutoni e kaoni, e tra deutoni e protoni, prodotti dalle collisioni protone-protone ad alta energia a LHC. Queste collisioni generano un gran numero di particelle che, emesse molto vicine tra loro, a distanze dell'ordine di 10^{-15} m (un femtometro), possono risultare soggette, in coppia, a effetti dovuti alla statistica quantistica, alla forza di Coulomb, e all'interazione forte tra di loro. Tuttavia, alcune coppie, formate in apparenza da due elementi, nascondono un sistema a tre corpi, e dunque rispondono diversamente alle interazioni a corto raggio. È il caso delle coppie contenenti deutoni, composti a loro volta da un protone e un neutrone legati dall'interazione forte.

La collaborazione ALICE ha applicato ai sistemi kaone-deutone e protone-deutone il metodo della *femtoscopia*, misurando la correlazione tra l'impulso di queste particelle quando sono prodotte nella collisione. I risultati ottenuti, nel caso della correlazione kaone-deutone – due particelle perfettamente distinguibili –, possono essere descritti utilizzando un modello a due corpi, mentre nel caso delle correlazioni protone-deutone, la struttura interna del deutone (un protone e un neutrone) complica la dinamica, e per spiegarla occorre prendere in considerazione un sistema a tre nucleoni.

Nelle collisioni protone-protone a LHC, esiste la possibilità che particelle emesse in direzioni relativamente parallele, e che rimangono vicine durante il moto, interagiscano brevemente prima che le loro traiettorie si separino. Questa possibilità consente di studiare le forze anche tra particelle molto esotiche. Negli ultimi anni, il metodo della femtoscopia è stato utilizzato da ALICE per studiare l'interazione forte tra coppie di particelle che non erano accessibili con i metodi tradizionali. Adesso, il metodo è stato esteso per analizzare anche le dinamiche a tre corpi.

I risultati dell'esperimento ALICE permettono di estrarre preziose informazioni sulle interazioni di kaoni, iperoni e altre particelle instabili con i nucleoni, informazioni molto difficili da ottenere in esperimenti tradizionali di scattering. Nel caso della correlazione protone-deutone il paragone tra dati sperimentali e calcoli teorici ha

permesso di esaminare i modelli di coalescenza (formazione di nuclei), e di valutare l'attuale conoscenza delle interazioni tra due e tre nucleoni. La particolare sensibilità della correlazione protone-deutone alla struttura interna del deutone permette infatti di valutare effetti della forza a tre nucleoni, uno degli elementi meno conosciuti dell'interazione nucleare, attualmente oggetto di intensi studi.

Per il raggiungimento di questi risultati è stata fondamentale la sinergia tra i fisici sperimentali dell'esperimento ALICE, e in particolare i colleghi INFN di Frascati che hanno portato avanti questo studio, e il gruppo teorico dell'INFN di Pisa, responsabile dei calcoli.

I risultati di questo lavoro rappresentano un significativo passo in avanti per l'approfondimento di fenomeni complessi come la struttura dei nuclei, le proprietà della materia nucleare densa e la composizione dei nuclei delle stelle di neutroni. Il metodo inaugurato con questo lavoro consentirebbe di studiare in modo diretto le forze a tre corpi nei sistemi con quark strani e charm, particelle instabili prodotte copiosamente nelle collisioni nucleari a LHC, e che si ritiene possano giocare un ruolo fondamentale nella composizione delle stelle di neutroni.