

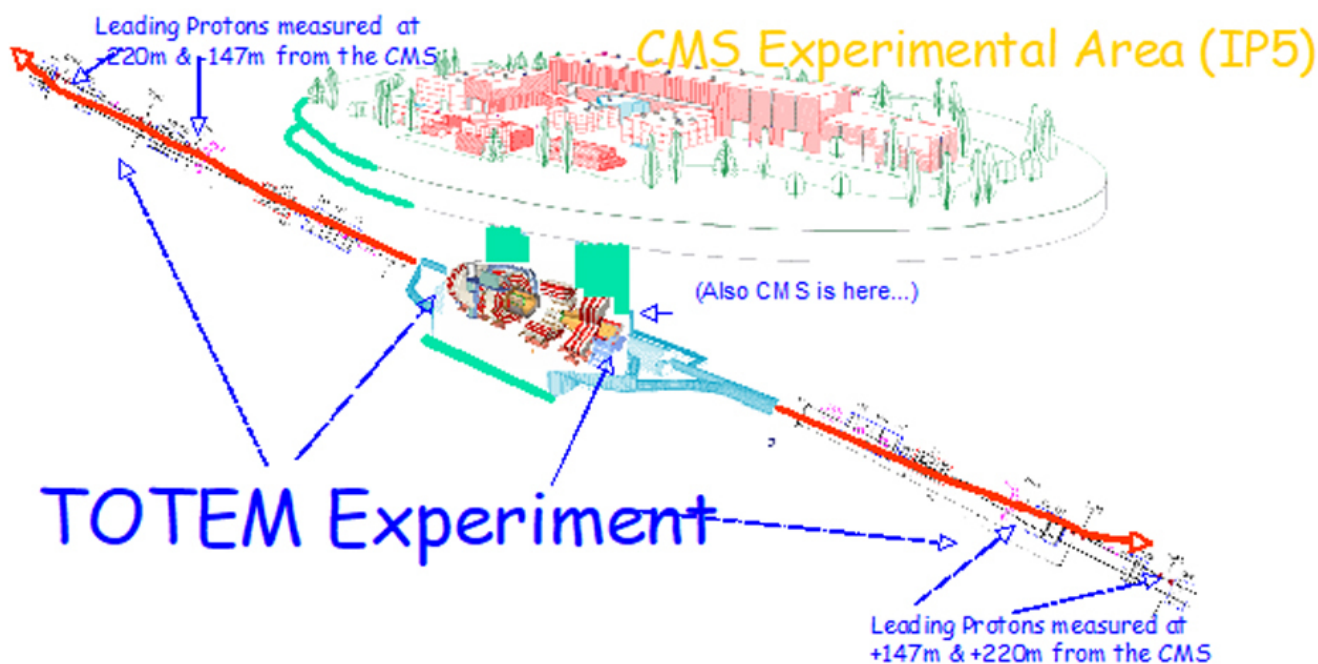
L'Odderon: una scoperta teorica e sperimentale

✍ A. Scribano 📅 29-04-2021 🔗 <http://www.primapagina.sif.it/article/1290>

L'interazione nucleare forte, responsabile dell'attrazione tra protoni e neutroni che costituiscono i nuclei atomici di tutti i materiali esistenti sulla Terra, viene esercitata tramite lo scambio di gluoni o aggregati di gluoni. Le "cariche" dell'interazione forte sono chiamate "colori".

L'Odderon è uno stato "effimero" di tre gluoni con cariche di colore diverse e complessivamente neutro rispetto alla carica di colore. È stato previsto (dal 1973) nel quadro della teoria di Regge e successivamente dalla cromodinamica quantistica per spiegare il meccanismo di interazione nucleare forte in alcune reazioni, quali, per esempio, le collisioni elastiche protone-protone e protone-antiprotone ad alta energia. Spesso però, nelle collisioni di protoni, viene scambiato uno stato di due gluoni (Pomeron) piuttosto che l'aggregato molto più raro di tre gluoni (Odderon). Questo è il motivo per cui per quasi 50 anni l'Odderon è sfuggito all'osservazione e la sua caratterizzazione è rimasta ignota, al punto che la maggioranza degli studi fenomenologici in questi decenni ne ha negato l'esistenza. Sono stati necessari i dati di esperimenti diversi al CERN e al Fermilab per dimostrare l'osservazione sperimentale degli effetti dell'Odderon.

Già a febbraio del 2018 i ricercatori dell'esperimento TOTEM al Large Hadron Collider del CERN avevano trovato, nei dati delle collisioni protone-protone nelle quali i protoni rimangono intatti dopo la collisione stessa ma cambiano direzione (diffusione elastica), le prime evidenze della possibile esistenza dell'Odderon. Non poteva tuttavia essere esclusa, a causa di una casistica ancora insufficiente, la possibilità di una fluttuazione statistica.



La Collaborazione TOTEM è costituita da circa 90 fisici provenienti da 12 istituzioni scientifiche di 8 nazioni. TOTEM ha, tra i diversi esperimenti presso il Large Hadron Collider del CERN, la configurazione sperimentale più "lunga": i suoi rivelatori si trovano a una distanza di circa mezzo chilometro. La specificità dell'esperimento è la misura dello scattering di protoni ad angoli molto piccoli. Poiché gli angoli di diffusione sono estremamente piccoli, i rivelatori devono essere avvicinati al fascio di protoni ad una distanza di circa un millimetro.

La scoperta è stata confermata all'inizio di quest'anno come risultato delle differenze osservate nel confronto tra le dinamiche delle interazioni elastiche tra protone-protone e di quelle protone-antiprotone, determinate sulla base della distribuzione delle particelle dopo le collisioni. Questo perché la teoria prevede che mentre i Pomeron (numeri pari di gluoni) scambiati nell'interazione non fanno differenze tra particelle e antiparticelle, gli Odderon (numeri dispari di gluoni) invece sì. Quindi differenze osservate nella dinamica delle interazioni protone-protone rispetto a protone-antiprotone rappresentano la firma dell'Odderon. Il lavoro di confronto si basa su un'analisi indipendente dei dati del CERN e del Fermilab, con misure a diversi angoli di diffusione. La combinazione dei risultati delle due analisi, quella di TOTEM del 2018 e l'ultima effettuata da TOTEM e dall'esperimento D0 al Fermilab, ha rafforzato l'evidenza iniziale portandola a livello di scoperta.

La scoperta dell'Odderon permette di esplorare le caratteristiche più profonde dell'interazione nucleare forte aggiungendo un tassello

sperimentale mancante alla cromodinamica quantistica. L'Odderon infatti dimostra sperimentalmente che un numero dispari di cariche di colore, interagendo fra se stesse, può dare una carica complessiva neutra schermando l'interazione forte (così come in ottica si può produrre il bianco dalla combinazione di tre colori).



Angelo Scribano - Laureato in fisica, è attualmente il chairman del Collaboration Board dell'esperimento TOTEM al CERN e presidente del Comitato Tecnico Scientifico del Consortium GARR. Professore ordinario di Fisica presso l'Università di Siena, è stato vice presidente dell'INFN dal 2000 al 2004 e direttore prima e vice presidente poi dell'European Gravitational Observatory (EGO). È stato uno dei fondatori e il primo presidente del Consortium GARR dal 2002 al 2003. La sua attività di ricerca, tutta sperimentale nel campo della fisica subnucleare delle alte energie e della fisica astroparticellare ha portato a circa 400 pubblicazioni su riviste internazionali.