

Scoperte L'anomalia di una particella entusiasma gli scienziati ma fa moltiplicare gli inviti alla cautela. Parla Graziano Venanzoni, l'italiano che guida i ricercatori a Chicago

Ecco il muone: può aprire la strada alla nuova fisica

di GIOVANNI
CAPRARA

Sarà il muone il primo protagonista della nuova fisica? Una misura ottenuta al Fermilab di Chicago all'inizio di aprile avrebbe registrato un'anomalia nel comportamento di questa particella infiammando l'entusiasmo per una possibile scoperta in grado di aprire la porta a una realtà finora soltanto immaginata.

Proprio il famoso bosone di Higgs scoperto a Ginevra completò nel 2012 il modello ideale della natura con tutte le particelle elementari e le forze note che le governano — l'elettrone, vari tipi di neutrini, i quark, il tau e, appunto, il muone. Sono tutte particelle uniche, puntiformi, e al loro interno non ne nascondono altre (almeno per quello che sappiamo ora).

Lo zoo delle particelle è tuttavia molto ricco e i fisici sanno che questo è solo un punto di partenza. Al di fuori dell'ormai storica griglia compilata quarant'anni fa c'è «un giardino incantato», come lo chiama Fabiola Gianotti, direttrice del Cern, tutto da scoprire; la nuova fisica, appunto.

Per affrontare l'affascinante avventura gli scienziati si sono incamminati per due vie. Una riguarda il

mondo delle alte energie raggiungibili costruendo acceleratori sempre più potenti nei quali si scontrano fra loro i protoni (costituiti da quark) nell'Lhc di Ginevra e si riproducono le condizioni dell'universo alle sue origini. Dagli impatti escono nuove particelle che potrebbero appartenere alla nuova fisica.

La seconda via è la ricerca nell'«alta intensità» dei fenomeni emergenti dalle fluttuazioni del «vuoto quantistico», do-

ve in gioco ci sono energie non rilevanti ma nelle quali si cerca di scoprire qualche comportamento sconosciuto delle

particelle, altrettanto rivelatore di una fisica ignota. Qui entra in scena il muone, che dai risultati ottenuti al Fermilab sembra disobbedire alle leggi note aprendo un varco in un'inedita comprensione dell'universo. «Abbiamo visto con una precisione incredibile un'anomalia nelle proprietà magnetiche del muone. Il suo momento magnetico appare diverso da quello ipotizzato dalla teoria standard», spiega Graziano Venanzoni dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) alla guida, assieme all'americano Chris Polly, dell'esperimento «Muon g-2» che a Chicago coinvolge duecento fisici di sette nazioni, una trentina dei quali italiani.



Come siete arrivati al risultato dal quale sono nate grandi speranze ma anche critiche?

«La storia inizia nel 2000 al Brookhaven National Laboratory vicino a New York, quando un esperimento ha portato a concludere con una incertezza eccezionale di appena 500 parti per miliardo che il momento magnetico sfuggiva alle regole previste dal Modello Standard. Ai nostri occhi era poco probabile che una misura tanto precisa fosse emersa per caso; questo ha fatto nascere la convinzione che ci fosse qualcosa di inaspettato in grado di produrre il risultato».

Come mai avete scelto di esplorare il muone e non altre particelle?

«Perché ha una massa duecento volte più alta dell'elettrone e nei nostri calcoli la probabilità di una nuova fisica è legata alla massa: più è elevata, più è promet-



Le immagini

In alto: l'acceleratore con magneti superconduttori al Fermilab di Chicago usato nell'esperimento; qui sopra: Graziano Venanzoni, maceratese, cinquantenne, che guida il laboratorio con l'americano Chris Polly; in alto a sinistra: Bruce Nauman (1941), *Double Poke in the Eye II* (1985, installazione, neon e alluminio, particolare)



tente. Con gli elettroni, ad esempio, la probabilità è 40 mila volte inferiore. Inoltre, quando il muone viene iniettato nell'acceleratore portandolo a velocità prossime a quelle della luce i tempi della sua normale sopravvivenza di 2,2 milionesimi di secondo prima del decadimento in

un elettrone e due neutrini, si dilatano secondo la teoria della relatività fino a 64 milionesimi di secondo. Questo consente misure e studi più dettagliati».

Perché avete battezzato l'esperimento «Muon g-2»?

«Le origini della vicenda risalgono addirittura agli anni Venti del secolo scorso, quando per spiegare il comportamento degli elettroni di un atomo due studenti olandesi proposero che il fattore giromagnetico g (che lega il momento magnetico allo spin, cioè la rotazione) fosse uguale a 2 attirandosi le critiche di Wolfgang Pauli, uno dei padri della meccanica quantistica. Ma nel 1927 un altro padre della meccanica quantistica, Paul Dirac, mostrò di crederci, spiegandolo in formule adeguate a unire per la prima volta la teoria della relatività alla meccanica quantistica. La loro unione portò in seguito a fenomeni strani non spiegabili con la meccanica classica, tra cui il fenomeno del vuoto quantistico dove ora noi guardiamo. Allora il muone non era ancora stato scoperto; lo si troverà nel 1936 con i raggi cosmici. Negli anni Quaranta iniziarono le misure del momento magnetico partendo dall'elettrone e trovando che era diverso da due; 2,002 per l'esattezza. È questo valore oltre la virgola a indicare l'anomalia magnetica. Noi lo misuriamo con la precisione di 500 parti per miliardo, proprio per scovare discrepanze».



Veniamo al 7 aprile 2021. Il vostro annuncio fa il giro del mondo con 2,3 miliardi di visualizzazioni...

«Ripetendo l'esperimento abbiamo misurato con altissima precisione la frequenza del moto di precessione del muone, analogo a quello di una trottola, registrando un momento magnetico diverso dalla teoria, raggiungendo un'affidabilità statistica di 3 sigma, vale a dire una probabilità di uno su mille che il valore misurato sia compatibile con la predizione del Modello Standard. Nel frattempo, nel 2020 un gruppo di oltre cento fisici teorici ha consolidato la predizione teorica. Quindi, la combinazione del nuovo risultato con il precedente di Brookhaven ha portato il valore finale della discrepanza a 4,2 sigma, cioè poco meno dei 5 sigma considerati la soglia per annunciare la scoperta. A quel punto, infatti, la probabilità di compatibilità con il Modello Standard scende a una su due milioni. È stato un giorno straordinario. Eravamo davanti a due risultati ottenuti in tempi e modi diversi che ci portano sulla soglia della nuova fisica. Naturalmente occorreranno conferme da indagini in corso».

Su «Nature» un gruppo di fisici teo-

rici ha ridimensionato il risultato...

«Hanno compiuto una simulazione che ha ridotto la discrepanza con il Modello Standard da 4,2 a 1,5 deviazioni standard; un livello che riduce le possibilità di una nuova fisica. Questa è la bellezza della scienza. Ora le possibilità che abbiamo sono tre: che entrambi gli esperimenti di Brookhaven e Fermilab siano sbagliati, che il gruppo dei teorici critici abbia ragione, che la nostra conclusione sia giusta e apra le porte a un nuovo mondo della fisica».

Il fisico Carlo Rovelli, sul «Corriere» del 15 aprile, ha invitato alla prudenza ricordando le tante aspettative del passato finite male. Troppo cauto?

«L'articolo è molto ragionevole e le sue affermazioni sono sensate. È chiaro che il bosone di Higgs o le onde gravitazionali hanno confermato una fisica nota e prevista dalla teoria, mentre noi ci avventuriamo in un territorio inesplorato. Il Modello Standard non è sufficiente per spiegare la nostra misura. Dobbiamo aspettare la convalida della nuova teoria da parte dei fisici teorici. Intanto altri esperimenti con muoni si stanno preparando negli Stati Uniti, in Giappone, a Zurigo e al Cern di Ginevra con tecnologie diverse».

E se alla fine tutto crollasse ?

«Così va la scienza. A me rimarrebbe la gioia di avere effettuato una delle misure più accurate della fisica».

© RIPRODUZIONE RISERVATA

