

La fisica con LHC

Imparare sperimentando

mostra interattiva di esperimenti di fisica e scienze

www.impararesperimentando.it



LA FISICA CON LHC

La massa è la quantità di materia presente in un oggetto. Sulla Terra, noi pesiamo le cose per conoscere la loro massa. A dispetto del fatto che questo sembra essere un concetto molto semplice, quando si parla di particelle elementari ci si scontra con una domanda fondamentale: la massa da cosa ha origine e

Perché le particelle senza una struttura interna hanno massa?

La risposta può essere cercata in quello che viene definito come il meccanismo di Higgs. Secondo questa teoria, in ogni posto e a ogni epoca l'Universo è permeato dal campo di Higgs e le particelle acquisiscono la loro massa interagendo con questo campo. Le particelle che interagiscono maggiormente saranno più pesanti di quelle che hanno un'interazione più debole. Il bosone di Higgs è la manifestazione di questo campo in forma di particella e l'energia di collisione prodotta dall'LHC è esattamente quella necessaria per produrre questa particella.

LHC e Planck, compagni di viaggio

Planck dallo spazio, a più di 1 milione di chilometri dalla Terra, e LHC, a 100 metri nel sottosuolo di Ginevra, sono alleati nel cercare di cosa è fatto quasi un terzo dell'Universo, la così detta materia oscura.

Di cosa è fatto il 30% dell'Universo? Che proprietà potrà mai avere?

Da alcune osservazioni astronomiche, sappiamo che il 96% dell'Universo è sconosciuto. Circa il 26% risulta composto da una nuova forma di materia chiamata "oscura" perché non è mai stata né misurata né osservata direttamente; il resto, circa il 70%, sarebbe invece una nuova forma di energia, anch'essa chiamata "energia oscura".

L'antimateria viene regolarmente prodotta nei laboratori come il CERN e in natura si forma spontaneamente quando i raggi cosmici incontrano l'atmosfera. Nonostante materia e antimateria siano state prodotte in simili quantità al tempo del Big Bang, oggi giorno sembra che nel nostro Universo sia sopravvissuta soltanto la materia.

Dov'è andata tutta l'antimateria prodotta nel Big Bang?

La spiegazione potrebbe essere in una differenza ancora sconosciuta tra materia e antimateria. Sono state osservate delle sottili differenze di comportamento, note come effetti dovuti alla violazione di simmetria (CP violation), ma, secondo le attuali teorie, questi non possono spiegare la scomparsa dell'antimateria. All'LHC ci sono gli strumenti più avanzati per dimostrare le differenze tra materia e antimateria.

Tra le 4 forze fondamentali, è facile pensare che la gravità sia quella meglio conosciuta. Dopotutto, ci troviamo coi piedi per terra grazie alla gravità! Però, mentre negli esperimenti sono state scoperte le particelle associate a tutte le altre forze, il gravitone manca ancora all'appello.

Il gravitone si cela nelle dimensioni nascoste?

L'Universo potrebbe avere altre dimensioni oltre alle 4 di cui abbiamo esperienza, tre spaziali più una temporale. Le dimensioni nascoste non sono mai state osservate forse perché sono intrecciate tanto strettamente. Alcune teorie prevedono che collisioni di particelle ad alta energia possano generare i gravitoni provenienti da altre dimensioni. Gli esperimenti all'LHC possono fornire l'evidenza di queste ulteriori dimensioni e permettere lo studio delle proprietà dei gravitoni da esse provenienti.

Dalle osservazioni astronomiche, sappiamo che il 96% dell'Universo è sconosciuto. Circa il 70% è composto da una nuova energia, detta energia oscura, mentre il 26% è di materia oscura. Diversamente della materia ordinaria, la materia oscura non emette radiazione e per questo motivo non può essere osservata dagli strumenti.

Di cosa è fatto un terzo dell'Universo?

Una spiegazione può essere fornita da particelle supersimmetriche molto massive chiamate neutralini, aventi carica elettrica nulla, non sono ancora state scoperte. Se esistono le particelle supersimmetriche, queste potranno colmare alcune lacune del Modello Standard, la teoria che racchiude tutte le nostre conoscenze attuali sulla natura. Gli esperimenti potranno trovare le particelle supersimmetriche più leggere, questo grazie alle alte energie disponibili all'LHC.

I quark sono i costituenti più profondi della materia e sono stati trovati nei protoni e nei neutroni, che, a loro volta, compongono i nuclei atomici. Alle nostre temperature, i quark sono racchiusi nelle particelle che compongono e non è possibile trovarli liberi, ecco perché è molto difficile studiarli.

Quali sono le proprietà nascoste dei quark?

Nell'LHC le collisioni ad alta energia tra fasci di nuclei di piombo raggiungono temperature superiori di 100000 volte quella del centro del Sole. In queste condizioni, i quark sono liberi e la materia assume le caratteristiche di un brodo estremamente caldo e denso, chiamato quark-gluon plasma. I fisici potranno così studiare questo stato della materia esistito solamente qualche istante dopo il Big Bang, mettendo in luce le proprietà elementari dei quark.

Il telescopio Planck, lanciato nello spazio nel 2009 dall'European Space Agency (ESA), misurerà con una precisione mai raggiunta prima, le minuscole variazioni di temperatura presenti nella radiazione cosmica di fondo (Cosmic Microwave Background, CMB in inglese), una sorta di impronta fotografica dell'Universo primordiale. Dal canto suo, l'LHC ricrea le condizioni esistenti pochi istanti dopo il Big Bang. Insieme, i due strumenti, pur utilizzando tecniche molto diverse, saranno in grado di dire se esiste un nuovo tipo di particelle (particelle supersimmetriche) e se siano esse le componenti fondamentali della materia oscura.

