

IL CERN OLTRE IL BOSONE DI HIGGS

La macchina dei quesiti ancestrali

L'acceleratore di Ginevra deve dare ancora il meglio di sé: rispondere alle grandi domande. Quelle che iniziano dal Big Bang

di Marco Magrini

Ci sono voluti 13,7 miliardi di anni, per arrivare fin qui. Dall'istante del Big Bang, quando materia e antimateria si annullano a vicenda lasciandosi alle spalle materia ed energia sufficienti per costruire un universo; dopo che i più leggeri atomi primordiali vengono cucinati nelle fucine stellari in atomi più complessi; dopo che in un pianetino di periferia quegli stessi atomi si organizzano per formare la Vita. Infine, dopo che la vita diventa intelligente e s'ingegna a costruire il più grande esperimento scientifico di tutti i tempi, si arriva ai giorni nostri. Ma al Cern di Ginevra – ben al di là del Bosone di Higgs "catturato" di recente – quegli atomi arrangiati sotto forma di esseri umani, vogliono scoprire qualcosa di ben più grande: cos'è veramente successo 13,7 miliardi di anni fa.

Il futuro, non lo conosciamo. Ma di sicuro l'Lhc – il Large Hadron Collider piazzato nelle viscere di Svizzera e Francia, un acceleratore circolare di 27 chilometri di circonferenza – deve ancora mietere il vero raccolto scientifico della sua esistenza. Per quanti anni ci vogliano, sarà comunque un batter d'occhio, nella monumentale *timeline* di questa storia.

L'acceleratore di particelle del Cern resterà acceso ancora qualche mese, fino a dicembre. Poi affronterà 20 mesi di manutenzione e aggiustamenti, prima di ripartire più veloce di prima. Eh sì, perché finora l'Lhc ha prodotto violenti scontri di protoni contro protoni con un'energia di 4 TeV (4mila miliardi di electronvolt), ma sfruttando metà della sua potenza, che è di 7 TeV. E siccome con la scoperta di Higgs – sulla quale si attendono comunque ulteriori verifiche e conferme – l'Lhc ha battuto il Tevatron del Fermilab di Chicago proprio

perché era più potente, è facile capire che il bello deve ancora arrivare.

Tantopiù che i cervelli del Cern stanno già progettando una futuribile *escalation* della sua potenza. Il nome c'è già: Super-Lhc. Il quale, intorno al 2020, potrebbe aumentare di dieci volte la luminosità dell'attuale esperimento scientifico planetario, voluto con lungimiranza dai 20 paesi europei che tengono in vita il Cern. Il quale, nato come *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, oggi esiste soltanto per dare una risposta alle domande che originano da quegli eventi di 13 e passa miliardi di anni or sono.

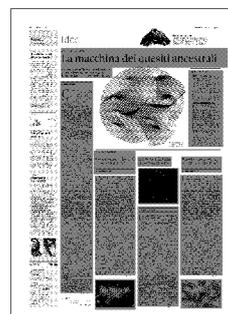
Perché quando l'universo era in fasce c'era più materia di antimateria? Che cos'è quella materia oscura – così battezzata perché non la si vede – che compone il 23% del cosmo? Cos'è quell'energia oscura (il 73%), che consente all'universo di contrarsi invece di espandersi? Ma soprattutto: perché il Modello Standard della fisica delle particelle appare perfetto (e confermato dal bosone più chiaccherato del mondo) eppure la gravità ne resta fatalmente esclusa?

Trovare una risposta a questa domanda era il sogno di Albert Einstein. Il quale, legittimamente, coltivava anche il sogno successivo: si possono unificare tutte le forze della natura in un'unica legge universale?

I suoi successori sono andati avanti con le domande. Le molte, possibili risposte sono meravigliose ed eleganti teorie matematiche: la cosiddetta «fisica oltre il Modello Standard», che va dalla Supersimmetria (c'è una particella "ombra" per ogni particella esistente) alla Teoria delle Stringhe (tutto quel che esiste è vibrazione di armoniche di energia). Ma con implicazioni inaudite, per il senso comune. Eppure non inverosimili. La M-Theory proposta da Ed Witten ad esempio, mirabile unificazione delle teorie delle stringhe, prevede che le dimensioni non siano quattro. Ma undici. E che l'universo non sia uno per davvero. Ma un «multiverso» che ne include una miriade.

Ecco perché esiste il Large Hadron Collider: per rispondere a domande ancor più che ancestrali. «Ci aiuterà anche a porci le domande giuste – diceva tempo fa a Nòva Fabiola Gianotti, la fisica italiana che dirige l'esperimento Atlas dell'Lhc – perché sono quelle, che fanno avanzare il progresso scientifico».

L'Lhc è costato circa 8 miliardi di euro e il Cern costa 850 milioni all'anno. Ma l'investimento non va guardato nel breve termine, come qualcuno potrebbe fare in tempi di crisi e d'austerità fiscale. Nell'ottica grandiosa dell'Evoluzione, sono quattro spiccioli spesi benissimo.



A CACCIA DI RISPOSTE

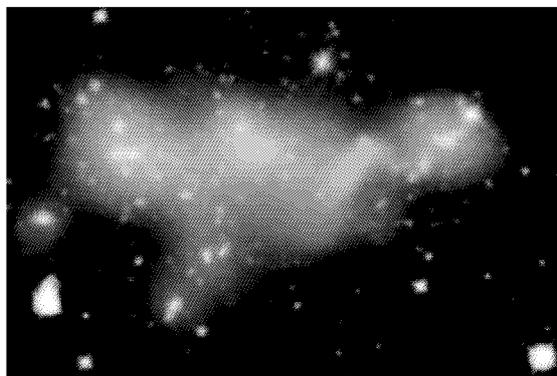
Dove cercare i filamenti di materia oscura?

di Marco Passarello

Oggi conosciamo l'Universo con notevole precisione: siamo in grado di identificare oggetti che distano decine di miliardi di anni luce dalla Terra. Ma non è abbastanza: gli scienziati ritengono che più dei quattro quinti della massa dell'Universo siano composti da materia oscura, impossibile da osservare. Individuare le particelle che compongono la materia oscura è un altro degli obiettivi da raggiungere per approfondire la nostra conoscenza del Cosmo.

Come si può dedurre l'esistenza di qualcosa che non è osservabile? Le prove indirette sono molte e concordi. Già negli anni Trenta l'osservazione dei movimenti stellari fece dedurre per la nostra Galassia una massa molto maggiore di quella visibile. Lo studio di altri fenomeni quali la rotazione delle galassie, la dispersione dei gruppi di galassie o gli effetti di lente gravitazionale ha portato a identiche conclusioni: l'83% della massa non è osservabile. Inizialmente si è pensato che la massa nascosta fosse quella di gas, polveri, nane brune e altri oggetti poco o per nulla luminosi. I calcoli attuali, tuttavia, stabiliscono che questa può essere solo una piccola parte della materia oscura. Il resto deve essere formato da particelle non ancora note. La materia oscura sarebbe prevalente nell'Universo, la cui struttura sarebbe determinata dai suoi invisibili filamenti.

Svariate teorie hanno tentato di predire le caratteristiche della materia oscura, o di dare una spiegazione differente dei fenomeni cui è associata. L'idea prevalente, tuttavia, è che la materia oscura sia composta principalmente da Wimp (Weak interacting massive particles), particelle dotate di massa ma insensibili all'interazione elettromagnetica. Un risultato molto importante, oscurato dall'enfasi sulla scoperta del bosone di Higgs, potrebbe essere stato ottenuto proprio quest'anno: in un articolo pubblicato su «Nature», l'astrofisico Manoj Kaplinghat della University of California-Irvine sostiene di averne identificato un filamento. Lungo 58 milioni di anni luce, collega tra loro due ammassi di galassie. La sua esistenza è stata dedotta per via indiretta, misurando la distorsione che la gravità del filamento impone alla luce stellare. Se confermata, sarebbe la prima volta che della materia oscura è stata effettivamente localizzata. Nel frattempo, Ann Arbor e George Church, delle Università del Michigan e di Harvard, stanno preparando un «sensore di materia oscura»: formato da foglie d'oro e filamenti di Dna, sarebbe in grado di percepire gli urti a minima energia, e verificare così l'esistenza di un «vento di materia oscura» dovuto al movimento della Terra mentre attraversa gli invisibili filamenti.



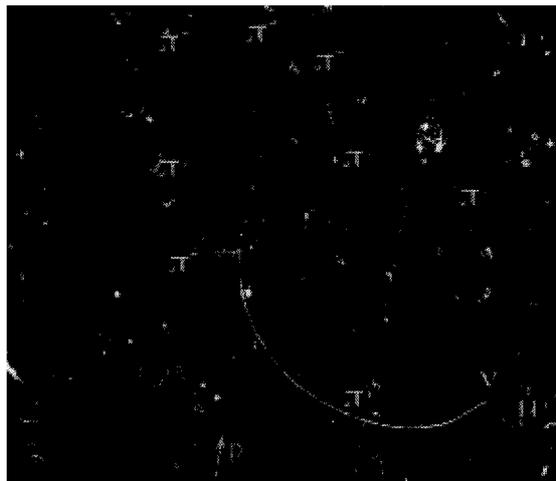
L'antimateria, fonte di energia infinita?

di Leopoldo Benacchio

Un litro di benzina costa caro, pesa 750 grammi e con un'utilitaria ci fai, se va bene, 20 chilometri. Invece, col motore giusto, per farla correre per 100mila anni basterebbe 1 grammo di antimateria. Da tempo uscita dalla fantascienza questa è fra noi tutti i giorni: la Pet, l'utilissima Tomografia a Positroni, sfrutta appunto questi ultimi, che sono le antiparticelle degli elettroni, quelli che girano continuamente attorno ai nuclei atomici. Ogni momento siamo poi trapassati, senza alcun danno, da super energetici raggi cosmici che arrivano dalle profondità dell'Universo e che, impattando con l'atmosfera, producono qualche particella di antimateria. Infine un paio di anni fa il satellite Fermi di Nasa, in cui è coinvolta anche l'Italia, scoprì che di queste se ne formano anche durante forti tempeste ad alta quota.

Ma che cos'è questa antimateria? Facilissimo: ogni particella elementare, compreso la new entry, il bosone di Higgs, ha una particella corrispondente, identica ma simmetrica nella carica, come la coppia elettrone, che ha carica negativa, e positrone. Fu scoperta nel 1928 da Paul Dirac. Inserendo la novità di allora, la Relatività di Einstein, nella fisica dell'infinitamente piccolo, trovò che ogni particella

può essere descritta da un'equazione che ha due soluzioni simmetriche, una col segno "+" e una col segno "-". Lo scetticismo iniziale si sciolse come neve al sole tre anni dopo quando fu scoperto il primo positrone. Oggi sappiamo costruire centinaia di antiparticelle in laboratorio, ma ci vuole un sacco di energia e appena formate se ne vanno, dato che appena toccano, diciamo così, una particella di materia scompaiono entrambe in un lampo di energia. Tenerla ferma, l'antimateria, poi è complicatissimo, bisogna ingabbiarla con una rete elettromagnetica e comunque si riesce per poco. Un record nel 2011: ingabbiati per 1.000 minuti, un'eternità nel mondo subatomico, ben 309 atomi di anti idrogeno al Cern di Ginevra. Insomma la strada da fare è tanta per arrivare a quel grammo. E lo è anche quella per capire come mai nell'Universo ne troviamo tanto poca, quasi niente. Dato che è altrettanto probabile dalle equazioni avere materia o antimateria dove è finita quest'ultima? Le soluzioni finora trovate non sono soddisfacenti. Per tornare all'energia da antimateria è noto che l'astronave Enterprise di Star Trek funziona con quella, ma ahimè solo sugli schermi TV. Comunque Nasa, Università di Berkely e altri stanno investendo parecchio in questo campo, in cui nulla è neanche lontanamente simile al mondo che vediamo coi nostri sensi. Sperano evidentemente di trovare la vera fonte di energia infinita.



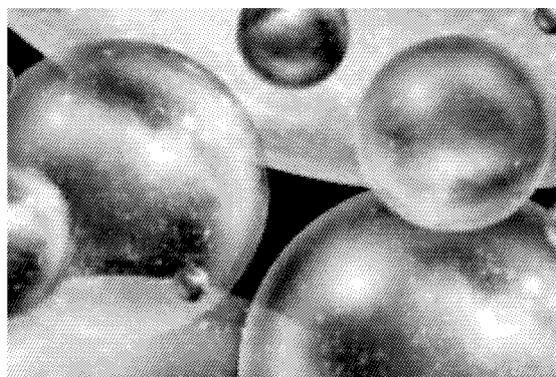
Siamo in un universo o in un «multiverso»?

di Andrea Carobene

La fisica non è finita con la verifica dell'esistenza del Bosone di Higgs. Sono ancora tantissime le domande che attendono una risposta dalla ricerca scientifica. Tra le questioni irrisolte ve ne sono alcune legate alla possibilità che il nostro Cosmo sia immerso in una pluralità di Universi paralleli. Questa teoria ha a che fare con la nozione di "paesaggio", un termine che il fisico Leonard Susskind, dell'Università californiana di Stanford, introdusse per la prima volta in un articolo del 2003. Susskind partiva dall'analisi matematica della teoria delle stringhe, l'ipotesi che dovrebbe riuscire a conciliare la relatività con la meccanica quantistica, notando che le equazioni di questa teoria permettono l'esistenza di Universi paralleli.

Il numero di Universi possibili descritti dai calcoli non è dell'ordine di decine o centinaia, e neppure milioni o miliardi, ma si misura in googol, un termine che indica un 1 seguito da 100 zeri. Il "paesaggio" è dunque un insieme di innumerevoli possibilità matematiche, di mondi a diverse dimensioni. Ognuno di questi Universi si caratterizza per almeno una piccola differenza in una delle costanti fisiche che noi conosciamo, dalla velocità della luce alla massa del protone. Il "paesaggio" è lo sfondo nel quale si situano i diversi possibili Universi che popolano l'unico grande Megaverso. In altre parole, il Cosmo dentro il quale viviamo non sarebbe altro che uno tra le

miriadi di mondi possibili che affollano il "paesaggio", una sorta di bolla immersa in un oceano di altre bolle alcune delle quali destinate a durare e altre effimere, o ancora alcune enormi ed altre minuscole. L'ipotesi del "paesaggio" è molto discussa, e non deve quindi sorprendere che i fisici si dividano ulteriormente nel descrivere come potrebbe essere costituito lo stesso Megaverso. C'è infatti chi parla di multiverso inflazionario: un Universo in espansione che produce gigantesche bolle tra cui il nostro Cosmo. Un'altra ipotesi immagina che il nostro Universo fluttui su una superficie tridimensionale, chiamata brana, vagante in un mare di Universi paralleli. C'è chi invece ipotizza che i diversi Universi si dispieghino non all'interno di spazi paralleli, ma attraverso tempi paralleli. I detrattori dell'ipotesi del Megaverso sostengono tuttavia che questa non è una teoria scientifica, in quanto per principio non può essere dimostrata l'esistenza di Universi paralleli al nostro. In realtà, esistono delle verifiche sperimentali che, se non possono provare senza alcun dubbio la presenza di una miriade di mondi paralleli, ne rendono più plausibile l'esistenza corroborando particolari aspetti della teoria delle stringhe. La scoperta delle particelle supersimmetriche previste da questa teoria, ad esempio, costituirebbe un indizio importante della possibile esistenza del Megaverso.



✦ PAROLA CHIAVE

Modello standard

Nella fisica delle particelle, è la teoria che riunisce le forze elettromagnetiche, forte e debole. Sviluppata da molte "beautiful minds" nell'arco di oltre sessant'anni, descrive le interazioni fra le particelle, è matematicamente e sperimentalmente confermata ed è coerente con la meccanica quantistica. Il guaio è che nel Modello Standard la gravità - e quindi la Relatività generale - non si incastrano. Per questo, qualcuno la chiama «La Teoria di quasi tutto».

Teoria delle stringhe

È giustappunto il tentativo di

rinconciliare la meccanica quantistica con la gravità. Nella fisica classica, si considera che l'unità fondamentale della materia sia fatta di particelle estremamente piccole (molto, molto più piccole di un atomo) con una dimensione puntiforme. Nella Teoria delle Stringhe queste particelle elementari hanno in realtà una forma: sono come dei filamenti, delle stringhe appunto, che definiscono la materia e le quattro forze a seconda della loro vibrazione, come nelle corde di un violino. Volendo un po' forzare la descrizione, si potrebbe dire che l'intero universo è fatto di musica. Se la Teoria fosse corretta, noi non vivremmo in un mondo a 4 dimensioni, ma a 10. Anzi, per la cosiddetta M-Theory sono undici.