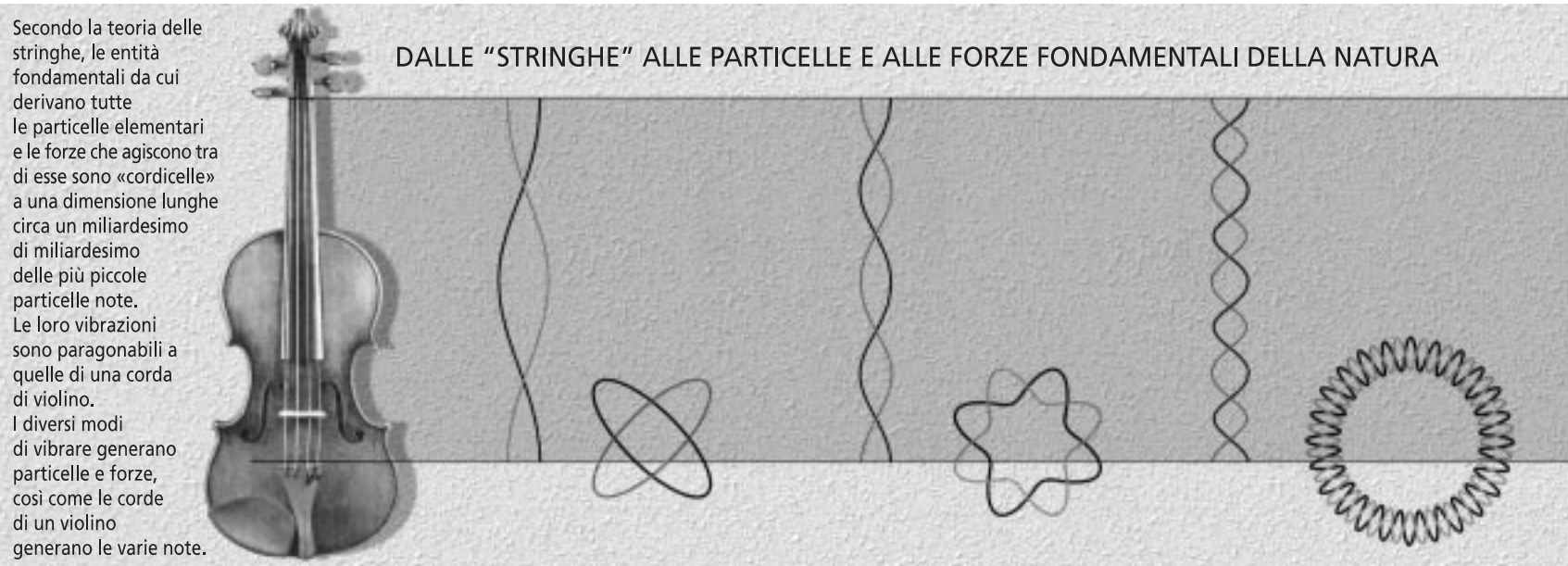


FISICA

IL MODELLO CHE DESCRIVE L'ULTRA-MICROCOSMO



Secondo la teoria delle stringhe, le entità fondamentali da cui derivano tutte le particelle elementari e le forze che agiscono tra di esse sono «cordicelle» a una dimensione lunghissima circa un milionesimo di milionesimo delle più piccole particelle note. Le loro vibrazioni sono paragonabili a quelle di una corda di violino. I diversi modi di vibrare generano particelle e forze, così come le corde di un violino generano le varie note.

DALLE "STRINGHE" ALLE PARTICELLE E ALLE FORZE FONDAMENTALI DELLA NATURA

Mariailuisa Frau, Alberto Lerda (*)

SUPPONIAMO di fare un viaggio dentro la materia e di diventare così piccoli da misurare un miliardesimo di metro: ogni oggetto ci apparirebbe formato da una moltitudine di atomi. Se poi diventassimo ancora diecimila volte più piccoli, potremmo guardare dentro gli atomi e scoprire che questi, oltre a una nube di elettroni, possiedono un nucleo fatto di protoni e neutroni. Riducendo ancora di diecimila volte le nostre dimensioni, potremmo distinguere la struttura interna dei protoni e neutroni e vedere i quark.

Questo scenario non è fantascienza ma è ciò che i fisici delle particelle elementari hanno confermato sperimentalmente nel corso del Novecento: oggi è noto come Modello Standard delle particelle elementari.

In questo modello le forze nucleari chiamate «forti» e «deboli» e le forze elettromagnetiche, i cui effetti ci appaiono molto diversi nell'esperienza comune, vengono interpretate nell'ambito della teoria quantistica come aspetti differenti di un'unica interazione fondamentale. Da questa unificazione è però esclusa la forza di cui ci accorgiamo più facilmente nella vita quotidiana: la gravità. Arrivare a una teoria unificante per tutte le forze fondamentali è fin dai tempi di Einstein uno dei principali obiettivi della fisica teorica.

Oggi esiste un modello convincente di questa unificazione. Per descriverlo immaginiamo di continuare il nostro viaggio nella materia riducendo ancora le nostre dimensioni. Se riuscissimo a diventare cento milioni di miliardi di volte più piccoli dei quark, arrivando alla cosiddetta «lunghezza di Planck», potremmo scoprire che le particelle che prima vedevamo puntiformi sono in realtà delle stringhe!

I costituenti fondamentali della materia sarebbero cioè minuscole cordicelle, dette appunto stringhe, le cui vibrazioni produrrebbero le varie particelle elementari, così come le vibrazioni di una corda di violino producono le diverse note musicali. La cosa sorprendente è che fra le

Lo spazio a 9 dimensioni

SORPRENDENTI RISULTATI DALL'UNIONE DELLE CINQUE TEORIE-BASE DI «SUPERSTRINGA»

I COSTITUENTI ULTIMI DELLA MATERIA SAREBBERO MINUSCOLE CORDICELLE, LE CUI VIBRAZIONI PRODURREBBERO FORZE E PARTICELLE ELEMENTARI, COME UNA CORDA DI VIOLINO DA VITA ALLE DIVERSE NOTE

stata sviluppata in varie fasi a partire dalla fine degli Anni 60 e da allora sono stati formulati molti modelli per descrivere il mondo delle particelle elementari, tutti però riconducibili a cinque teorie-base dette teorie di superstringa.

Queste teorie, che si basano su una elegante struttura matematica, presentano tuttavia anche alcuni aspetti sconcertanti, primo fra tutti quello di prevedere che lo spazio non abbia solo le tre dimensioni che vediamo ma ne abbia in realtà nove.

Nella seconda metà degli Anni 90 si è fatto un ulteriore e decisivo passo verso l'unificazione completa, scoprendo che le cinque teorie di superstringa sono in realtà aspetti diversi di una sola teoria fondamentale chiamata «teoria M», cioè la madre di tutte le teorie.

Una delle sue caratteristiche principali è che essa non prevede solo l'esistenza di stringhe ma anche di oggetti più estesi, cioè membrane, e loro generalizzazioni a più dimensioni, dette «brane».

Possiamo intuire cosa siano queste «brane» della teoria M pensando alla superficie di gomma di un palloncino gonfiabile

UN CONGRESSO-SCUOLA A TORINO

In questi giorni, fino all'11 gennaio, si svolge presso il Dipartimento di Fisica teorica dell'Università di Torino un congresso-scuola per giovani ricercatori nel campo della teoria delle stringhe dal titolo "Strings, Supergravity and Gauge Theory". Al centro dell'incontro, i più recenti sviluppi del settore, presentati da docenti di numerose università europee e americane e da oltre cento giovani scienziati provenienti da tutta l'Europa. E' una iniziativa del progetto europeo RTN "The quantum structure of space-time and the geometric nature of fundamental interactions", coordinato da Antoine Van Proeyen dell'Università Cattolica di Lovanio, a cui partecipano una ventina di università europee oltre ai tre atenei piemontesi. Il congresso si tiene nell'ambito del programma di internazionalizzazione del dottorato di ricerca promosso dall'Istituto Studi Avanzati dell'Università di Torino (ISASUT) ed è sponsorizzato dalle Università di Torino e del Piemonte Orientale, dall'Università di Milano e dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Il programma dell'incontro (aperto da un intervento di Enrico Predazzi, preside della Facoltà di Scienze di Torino) è disponibile nel sito: www.rtnschool.to.infn.it

di spiegare alcune delle proprietà dei buchi neri che non era stato possibile giustificare altrimenti.

E' l'aspetto più affascinante della teoria M: partendo dallo studio della struttura della materia nell'infinitamente piccolo si è arrivati a formulare ipotesi sulla struttura dell'universo nell'infinitamente grande e forse sarà proprio dalle osservazioni astrofisiche e cosmologiche che potrà venire in futuro una conferma sperimentale di questo scenario.

La scuola torinese di fisica teorica ha avuto fin dall'inizio un ruolo importante nella formulazione e nello sviluppo della teoria delle stringhe e oggi i gruppi di ricerca dell'Università e del Politecnico di Torino e dell'Università del Piemonte Orientale continuano questa tradizione partecipando attivamente ad un progetto europeo che coinvolge alcune fra le più prestigiose università d'Europa e formando nuove generazioni di scienziati che potranno contribuire allo sviluppo di queste teorie.

(*) Università di Torino e del Piemonte Orientale

MATERIALI

UNA MOSTRA A LONDRA

Tra moda e Hi-Tech l'alluminio tuttofare

DALLA PRIMA APPARIZIONE PUBBLICA NELL'ESPOSIZIONE PARIGINA DEL 1855 ALL'ATTUALE UTILIZZO NELL'INDUSTRIA AEROSPAZIALE E AUTOMOBILISTICA

Carlo Ratti (*)

HA conquistato molti aspetti della nostra vita. Ormai lo adoperiamo tutti i giorni: per impacchettare un panino, cuocere una torta o trasportare dei liquidi (la birra, la Coca-Cola) in leggeri contenitori cilindrici impiantabili uno sull'altro (le lattine). Ma in tempi non troppo remoti, alla fine dell'Ottocento, l'alluminio era un metallo prezioso, da usare con parsimonia per la produzione di oggetti esclusivi come documenta un'interessante mostra al Design Museum di Londra: «Le avventure dell'Alluminio: dalla gioielleria ai jet» (aperta fino al 19 gennaio).

Nel 1855, all'Esposizione Universale di Parigi, l'alluminio fa la sua prima, prodigiosa apparizione pubblica. «Questo prezioso metallo possiede il candore dell'argento, l'inalterabilità dell'oro, la tenacità del ferro, la malleabilità del rame e la leggerezza del vetro» - scrive pochi anni dopo Jules Verne, preannunciando l'impiego nella costruzione dell'immaginaria astronave che avrebbe dovuto permettere il viaggio "Dalla Terra alla Luna" (profezia realizzata ai tempi delle missioni Apollo).

Tuttavia è solo trent'anni più tardi, nel 1886, che si scopre un efficiente processo industriale per produrre alluminio in grandi quantità. Un metodo basato sull'elettrolisi, che consente, pur con un notevole dispendio di energia

E' STATO USATO NELL'ARREDAMENTO E PERSINO (NEL 1969 DA PACO RABANNE) PER FARNE ABITI DI ALTA CLASSE

elettrica, di ottenere il metallo con un elevato grado di purezza dalla bauxite, un minerale abbondante nella crosta terrestre.

Il prezzo ne risente (scende del 93% in pochi anni) e successivamente la produzione esplose. All'inizio gli impieghi restano limitati ai prodotti di nicchia o d'élite (in mostra a Londra ci sono numerosi gioielli, uno stendardo imperiale di Napoleone III, una statua di Eros gemella di quella, sempre in alluminio, presente a Piccadilly Circus, nonché un violino prodotto negli Anni Trenta da un'ormai tramontata Aluminium Musical Instrument Company). In seguito le applicazioni si estendono ai prodotti per la casa, che, anticipando la promessa di un mondo più igienico e funzionale, vengono propagandati come accessori indispensabili per una casalinga



L'alluminio utilizzato in un insolito ed elegante design di arredamento: la poltrona «Lockheed Lounge», opera di Marc Newson, datata 1986



Levità: l'«Airstream Trailer» (Usa), in alluminio, trainato dal ciclista francese Latourneau nel 1947

moderna al passo coi tempi.

Dopo la seconda guerra mondiale, con la riconversione dell'industria bellica aeronautica (a cui negli Stati Uniti era stato immolato il vasellame domestico, alluminio alla Patria), si verifica un ulteriore, grande balzo in avanti. E' in quegli anni che il metallo diventa un'icona della modernità, imponendosi in modo estensivo nella produzione di oggetti di uso quotidiano. Nella mostra questo periodo è rappresentato da pentole, i vassoi, lampade, aspirapolvere, caffettiere, automobili, roulotte (il fantastico Airstream, simbolo dell'America Anni 50), mobili e capi d'abbigliamento (un trasgressivo corsetto in squame metalliche disegnato da Paco Rabanne nel 1969). Interessante l'ampia collezione di sedie d'autore, che documentano l'estrema versatilità dell'alluminio: dalla sinuosa Lockheed Lounge, simile alla fusoliera di un aereo e paragonata dal suo progettista Marc Newson a una «gigantesca goccia di mercurio»

(compare tra l'altro nel video di Madonna per «Rain»); fino alla semplice «armchair» disegnata dal grande maestro del minimalismo Donald Judd: forse la sedia più scomoda che sia mai stata prodotta, un duro parallelepipedo di lamiera che, in ottemperanza a un incorruttibile ideale di purezza geometrica, non concede al comfort dello sfortunato utente nemmeno uno spigolo arrotondato.

Non poteva mancare la lattina. Forse il segno più forte della nostra epoca, esordisce nel 1956 (anche se l'invenzione dell'apertura a strappo, chiave del suo successo, è di qualche anno dopo). Oggi ne utilizziamo oltre 200 miliardi di esemplari all'anno (quanto basterebbe, se venissero messi una in fila all'altra, per fare più di 500 volte il giro della Terra - come ha calcolato qualche buontemponone), di cui circa il 50 per cento viene riciclato. Stranamente questa percentuale è in declino rispetto a un massimo virtuoso raggiunto una decina d'anni fa: è un peccato, visto che il processo garantisce non solo il recupero di una materia prima preziosa, ma anche un notevole risparmio di

energia elettrica (in ogni lattina ne è immagazzinata tanta quanta basterebbe per tenere acceso un televisore per tre ore).

La mostra si chiude con alcune utilizzazioni avveniristiche dell'alluminio. Che sta resistendo bene all'insidia dei materiali industriali dell'ultima generazione, come kevlar, titanio e fibra di carbonio. In combinazione con altri elementi viene usato per comporre leghe sempre più leggere e robuste, finalizzate a innovative applicazioni nell'industria aerospaziale o automobilistica (è utilizzato per i telai di vetture di lusso come Jaguar, Ferrari e Audi). Sembra l'unico materiale che non si porta addosso il segno di un'epoca e ancora oggi riesce ad essere, al tempo stesso, nuovissimo e nostalgico.

Mostra al Design Museum, Shad Thames, Londra; orario: 10-18 tutti i giorni.

www.designmuseum.org
Siti web interessanti:
<http://www.world-aluminum.org>

<http://www.aluminum.org>
<http://www.anodizing.org/>
(*) Massachusetts Institute of Technology, Boston

ASTRONOMIA

Amaltea? Un formaggio con i buchi

Cesare Guaita (*)

C'ERA molta curiosità, a San Francisco, al congresso annuale della American Geophysical Union, per la comunicazione di John Anderson sui risultati del sorvolo di Amaltea alla distanza di appena 160 chilometri da parte della sonda «Galileo» durante la 34ª ed ultima orbita attorno a Giove.

La vicinanza di Amaltea a Giove (181.000 km) ha costretto la navicella al passaggio più rischioso da quando venne immessa in orbita attorno a Giove nel dicembre '95: basti dire che è stata investita da una quantità di radiazioni superiore alla dose cumulativa di tutte le orbite precedenti (100 volte superiore a quella letale per un essere umano). Proprio per questa ragione i tecnici del JPL hanno deciso di affidarsi solo alle misure analitiche che avessero una qualche probabilità di successo in un ambiente così estremo.

Si è deciso (pur con rincrescimento) di non attivare nei pressi di Amaltea la camera ottica (che l'eccesso di radiazione avrebbe completamente annesso) e di puntare tutto sullo studio della densità del satellite e su una indagine fisico-chimica dell'anellone di polvere ad esso collegato (il cosiddetto VELO1). L'incontro con Amaltea è in realtà iniziato il 4 novembre 10 ore prima del flyby vero e proprio quando Anderson ha cominciato a tenere sotto controllo i segnali radio provenienti dalla Galileo: la leggera deviazione di traiettoria impressa alla sonda dall'avvicinamento ad Amaltea ha prodotto, per effetto Doppler, un piccolo ma ben misurabile spostamento nella frequenza dei segnali, dalla quale è stato possibile risalire alla massa del satellite.

Dal momento che Peter Thomas (Cornell University) aveva già fatto precise determinazioni della forma (270 x 130 km) e quindi del volume di Amaltea dalle immagini che la Galileo aveva ripreso negli anni precedenti, Anderson non ha avuto difficoltà a risalire alla relativa densità. Con un risultato inatteso: la densità di Amaltea risulta molto vicina a 1, quindi simile a quella dell'acqua! Un fatto, secondo Anderson, apparentemente incompatibile con i dati fotometrici e spettroscopici che parlano di una composizione rocciosa senza alcuna traccia ghiaccio. Ma se è la roccia il materiale base di Amaltea, l'unico modo per spiegarne una densità così bassa è quello di postulare un interno dove le porzioni vuote predominano nettamente su quelle piene, una specie, insomma, di...formaggio coi buchi!

Amaltea, quindi, sarebbe un assemblaggio di frammenti rocciosi altamente irregolari, e per questo incapaci di incastrarsi in maniera compatta gli uni negli altri. Da qui l'inevitabile ipotesi che il corpo abbia subito nel lontano passato una violenta disgregazione collisionale, seguita da una successiva grossolana riaggregazione. Si tratta, indubbiamente, di una informazione inaspettata ma preziosissima per dare una spiegazione plausibile a un altro dei grandi enigmi di Giove: la presenza, al di là del sottile e compatto anello principale, di un secondo anello (VELO) molto rarefatto ma dallo spessore davvero anomalo di circa 8000 km. Che Amaltea avesse qualcosa a che fare con questo anello era noto da tempo: il VELO termina bruscamente in corrispondenza dell'orbita di Amaltea e il suo spessore coincide praticamente con la pur debole inclinazione orbitale del satellite (0,4°).

Adesso, però, i dati della Galileo permettono anche di capirne l'origine: evidentemente il materiale (essenzialmente polvere) dell'anello fu una conseguenza secondaria dell'evento traumatico che disgregò Amaltea nel lontano passato. Chiaro che in questo caso ci deve essere un legame molto stretto tra Amaltea e il materiale del suo anello.

Proprio la ricerca di questa parentela è stato l'obiettivo della Galileo nelle due ore successive al flyby con Amaltea: la navicella è infatti transitata nel cuore dell'anello VELO, riuscendo a farne il primo studio dettagliato con l'analizzatore di polveri. Causa una serie di problemi (ora risolti) al registratore di bordo, i dati, molto importanti, sono attesi a Terra a metà gennaio. Per la Galileo sarà davvero l'ultimo atto: in attesa che il prossimo 21 settembre la sua trionfale avventura scientifica si chiuda per sempre tra le nuvole di Giove.

(*) GAT/Planetario di Milano