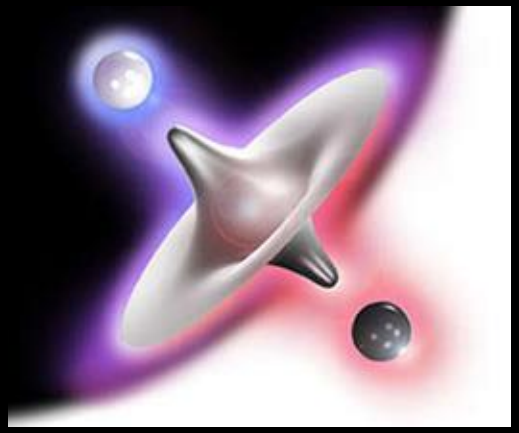


Andrea Buzzanca

FISICA, ULTIMA FRONTIERA

LICEO CLASSICO-SCIENTIFICO PATTI
Anno Scolastico 2011-2012

*Modello standard (**MS**)*
Teoria delle stringhe
*Teoria dell'Universo Simmetrico (**T.U.S.**)*
*Teoria della Supersimmetria (o **SUSY** da **SU**per **SY**mmetry)*
Altre dimensioni, Multiverso

TEORIA DEL TUTTO

Le quattro interazioni

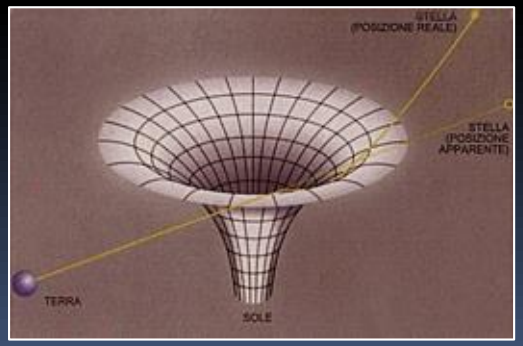
L'intero cosmo è regolato da quattro interazioni (o forze):

Gravitazionale
Elettromagnetica
Forte
Debole

L'INTERAZIONE GRAVITAZIONALE

di gran lunga la più debole tra le forze della natura, è responsabile di tutti i fenomeni che si verificano tra i corpi dotati di quella particolare forma di energia che siamo abituati a chiamare *massa*.

Nella *Fisica classica* è interpretata come una forza di attrazione che agisce fra corpi.



Nella *Relatività generale* di Albert Einstein è una conseguenza della curvatura dello spazio/tempo creata dalla presenza di corpi dotati di massa o di energia.

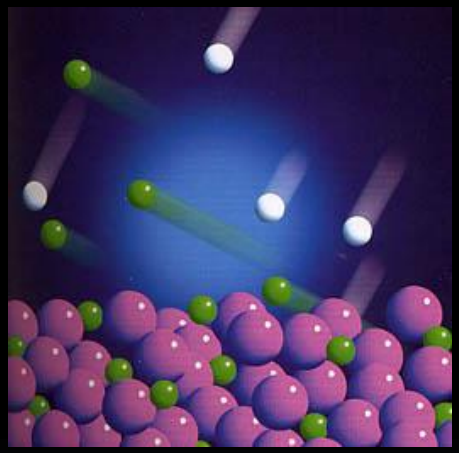
L'INTERAZIONE ELETTROMAGNETICA

è la forza che governa tutte le comodità della vita moderna: luce, tv, telefono, elettrodomestici, computer, ecc. ma è nota all'uomo fin dai primordi grazie ai fulmini.

Una serie di quattro equazioni differenziali, note come **equazioni di Maxwell** descrivono il campo elettrico e quello magnetico, e le loro interazioni con la materia; prevedono anche l'esistenza delle *onde elettromagnetiche.*

L'INTERAZIONE NUCLEARE FORTE

si può definire come la forza che tiene insieme i nuclei degli atomi.

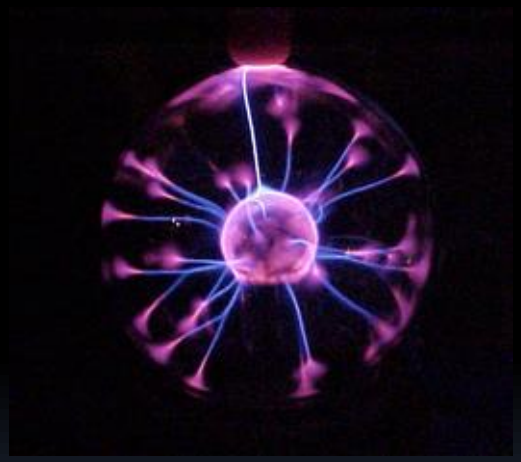


L'*interazione nucleare forte è* la più intensa di esse. Oggi si ritiene che potrebbe esistere un'altra interazione ancora più intensa "la forza più forte": mancano però in proposito dati sperimentali e misure quantitative. Sull'interazione nucleare forte i dati invece sono numerosi e verificabili: in particolare è possibile stabilire i diversi rapporti dell'intensità delle altre interazioni rispetto all'intensità di questa che, a ragione, può essere assunta come *unità di misura*.

L'INTERAZIONE NUCLEARE DEBOLE

è responsabile dei processi nucleari detti di *decadimento*.

I nuclei di alcune sostanze possono spontaneamente spezzarsi o comunque modificarsi: un certo numero di particelle si allontanano dal nucleo dell'atomo e la "specie" dell'atomo stesso cambia.



Senza questa forza, le reazioni nucleari non sarebbero possibili, nemmeno quelle che alimentano il sole.

Il Modello standard 1

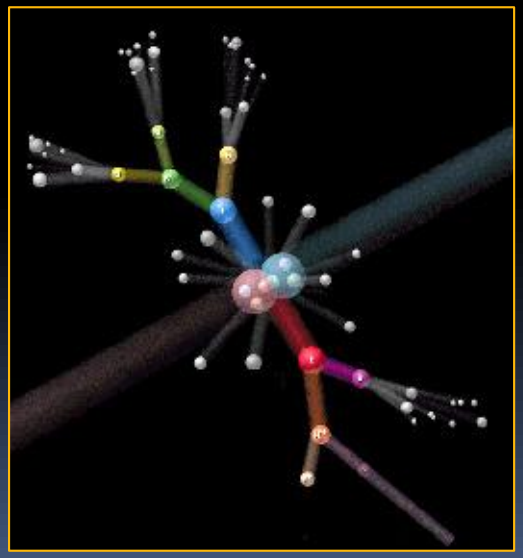
è una teoria coerente con la meccanica quantistica (che descrive il comportamento delle particelle) e con la meccanica classica (che descrive il comportamento dell'universo); ma prende in considerazione tre delle quattro interazioni fondamentali (esclude quella gravitazionale) e non prevedere l'esistenza della *materia oscura*, che costituisce gran parte della materia dell'universo.

Il Modello standard 2

Le previsioni del Modello standard sono state in larga parte verificate sperimentalmente con un'ottima precisione (rimane la rilevazione del *bosone di Higgs*), tuttavia esso, non comprendendo la gravità, per la quale non esiste ad oggi una teoria quantistica coerente, non può essere considerato una *teoria completa delle interazioni fondamentali*.

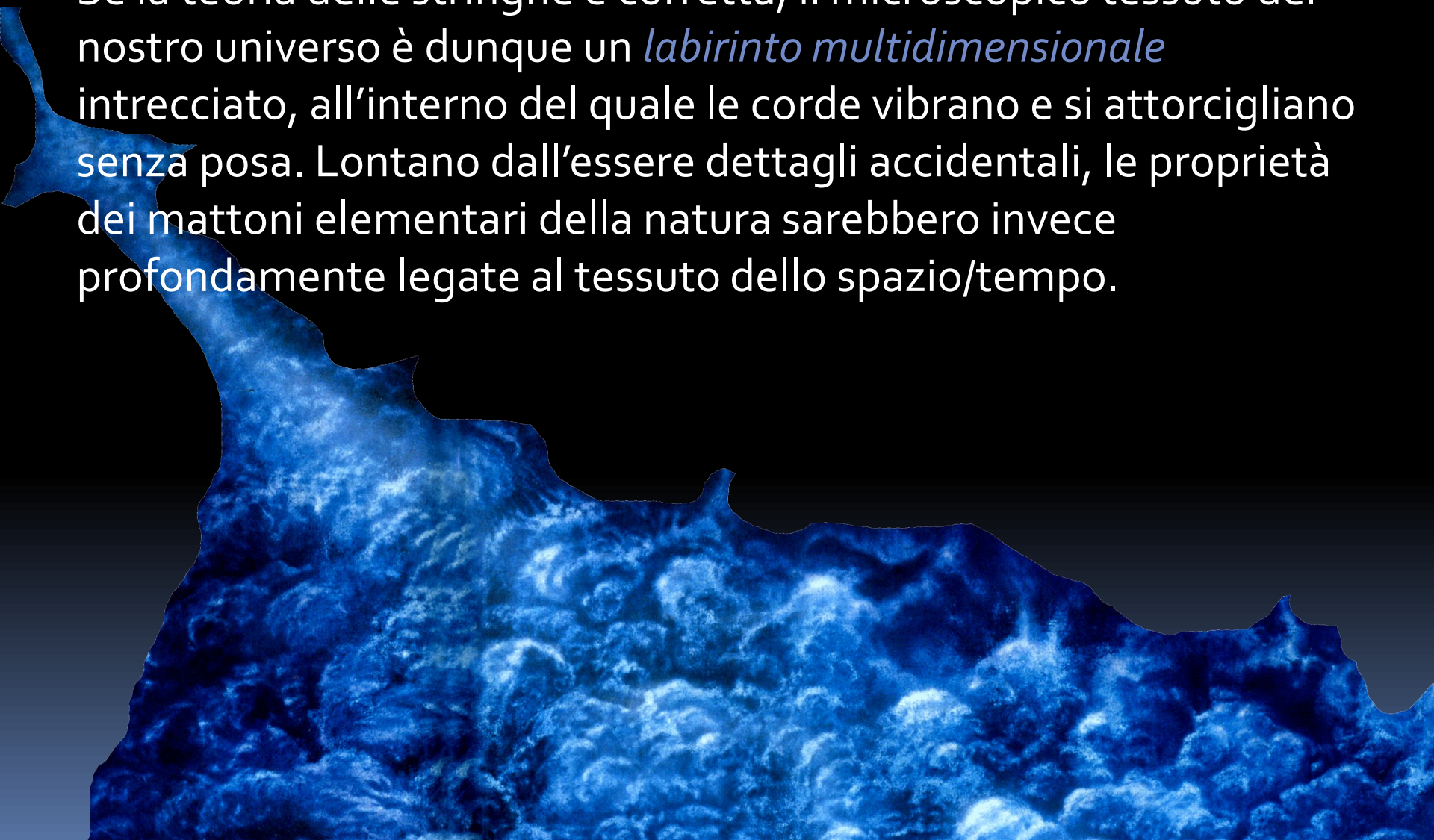
La Teoria delle stringhe 1

Secondo questa teoria, se potessimo esaminare le particelle fondamentali, come quark ed elettroni, con un ingrandimento centomila miliardi di volte maggiore di quello che ci è permesso dalle tecnologie attuali scopriremmo che esse non sono sferiche ma minuscole linee o anelli sottilissimi, *stringhe* (o *p-brane*), che possono vibrare, come corde di un violoncello.



La Teoria delle stringhe 2

Se la teoria delle stringhe è corretta, il microscopico tessuto del nostro universo è dunque un *labirinto multidimensionale* intrecciato, all'interno del quale le corde vibrano e si attorcigliano senza posa. Lontano dall'essere dettagli accidentali, le proprietà dei mattoni elementari della natura sarebbero invece profondamente legate al tessuto dello spazio/tempo.



La Teoria della simmetria

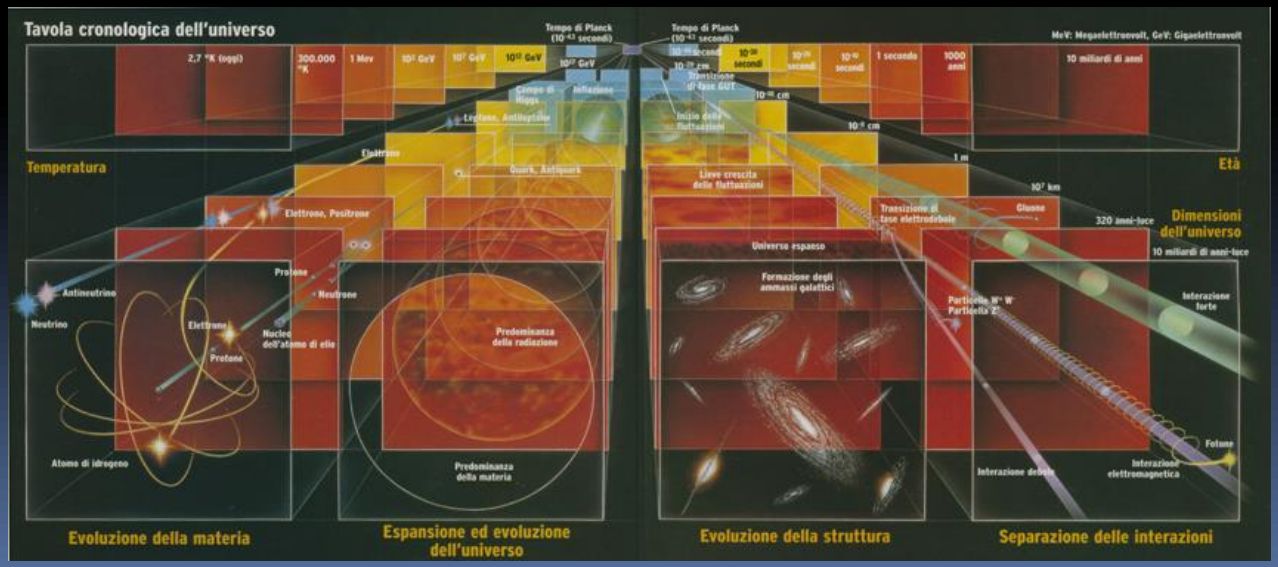
La *Teoria dell'Universo Simmetrico* descrive in maniera semplice ed intuitiva come è fatto l'universo, quali siano i suoi confini e quale sarà il suo destino. Essa assimila l'universo (tutto ciò che esiste) ad un sistema isolato per il quale, in fisica, valgono tutti i principi di conservazione. Dalla stretta interdipendenza tra simmetria e principi di conservazione conclude che l'universo debba esistere ed evolversi in forma perfettamente simmetrica.

Mondi paralleli

nel momento del *Big Bang* esisteva un *vuoto fluttuante* perfettamente omogeneo, indistinto ed uniforme che, espandendosi nello spazio/tempo, ha generato tutto ciò che è osservabile in natura. Se ciò è accaduto da una parte del centro dell'esplosione, identicamente deve essere avvenuto nella parte opposta. In altre parole, poiché si è generato un sistema solare con il pianeta Terra, agli antipodi dell'universo dovrà esistere un altro sistema solare ed un altro pianeta Terra, identico al nostro, dove i mutamenti avvengono contemporaneamente e sono identici ai nostri (**mondi paralleli**, uno fatto di *materia/energia* e l'altro di *antimateria/energia*).

La Teoria della supersimmetria 1

propone un compagno supersimmetrico massiccio per ogni particella del Modello standard convenzionale. La supersimmetria prevede l'esistenza di particelle stabili pesanti che hanno interazioni debolissime con la materia ordinaria. Queste particelle sono state candidate a spiegare la cosiddetta materia oscura dell'universo; potrebbe costituire un'alternativa al semplice *meccanismo di Higgs* per spiegare l'origine della massa.

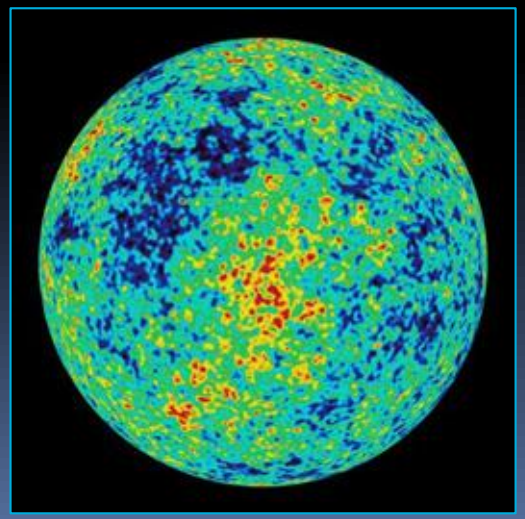


La Teoria della supersimmetria 2

In un mondo supersimmetrico ogni particella, compreso il *bosone di Higgs*, ha un partner identico in tutto e per tutto, eccettuato nello *spin*. In questo mondo, a ogni *fermione* comune corrisponde un *bosone* supersimmetrico privo di spin; per esempio, l'*elettrone* e il *quark*, entrambi con spin 1/2, hanno come partner a spin nullo rispettivamente il *selettrone* e lo *squark*.
Se le particelle supersimmetriche esistessero in natura come copie esatte delle loro controparti, fatta eccezione per lo spin, la maggior parte di esse si sarebbe già dovuta osservare in abbondanza. Nonostante le numerose ricerche eseguite, però, non si è trovata alcuna traccia dei partner supersimmetrici.

Materia ed energia oscura 1

Il termine *materia oscura* può sembrare strano, ma è semplicemente il termine che la comunità scientifica dà alla materia che non emette nessun tipo di radiazione elettromagnetica, nemmeno luce visibile. Oggi si ritiene che nell'universo vi sia molta più materia oscura che materia visibile. Essa sarebbe parte responsabile della struttura dell'universo che osserviamo. L'*energia oscura* è diffusa uniformemente, e si comporta come se fosse intrecciata alla struttura stessa dello spazio.



Materia ed energia oscura 2

Dato che la materia oscura lascia poche tracce, per cercarla sono stati progettati esperimenti sensibilissimi, effettuati in laboratori sotterranei schermati dai raggi cosmici, come quelli dell'*Istituto nazionale di fisica nucleare sotto il Gran Sasso*. Sotto il Gran Sasso ci sono probabilmente i tre esperimenti più importanti al mondo in questo settore. Il primo, DAMA, basato su cristalli di ioduro di sodio in grado di emettere luce in presenza di un rilascio di energia, a partire dal 1997 vede un chiaro segnale che potrebbe avere le caratteristiche della *materia oscura*.

Altre dimensioni

La scoperta non trasformerebbe solo la fisica, ma anche discipline a essa vicine. Le dimensioni extra potrebbero spiegare misteri, come l'accelerazione cosmica e potrebbero addirittura preludere a un ripensamento della nozione di dimensionalità, alimentando la sensazione crescente che spazio e tempo emergano da principi fisici in gioco in un regno parallelo, senza spazio e senza tempo. Con dieci dimensioni abbiamo finalmente raggiunto la favolosa terra della *Teoria delle stringhe*. Questa teoria è al momento l'unica in gara quando si tratta di provare a combinare la *meccanica quantistica* e la *relatività generale* in una *Teoria del tutto*.

Multiverso

Una delle implicazioni delle recenti osservazioni cosmologiche è che il concetto di universi paralleli non è una semplice metafora. Lo spazio sembra avere dimensioni infinite. Da qualche parte, quindi, tutto ciò che è possibile diventa reale, indipendentemente da quanto sia improbabile. Oltre la portata dei telescopi ci sono altre regioni di spazio identiche alla nostra e che rappresentano un tipo di universo parallelo. È persino possibile calcolare la distanza media di questi universi.
Presupponendo altre sfere di Hubble delle stesse dimensioni centrate sui loro pianeti, come il nostro universo, avremmo diversi universi paralleli. Ognuno di essi è quindi semplicemente una piccola parte di un «*multiverso*» più grande.

Conclusioni

Sembra che l'uomo, nonostante tutta la tecnologia di cui si circonda, sappia ben poco sull'origine dell'universo, come si sia formata la materia, perché è così e non in un altro modo, perché due masse si attraggono sempre e mai si respingono, perché l'universo in espansione sta subendo un'accelerazione, perché si forma un buco nero, ecc.
Gli scienziati e ricercatori, oggi, si trovano nella stessa situazione di Paperino nel mondo della matemagica, devono ancora aprire molte porte per capire, per dimostrare, per convalidare o invalidare certe teorie, devono ancora scoprire quelle particelle che rendono accettabili alcune teorie enunciate in questa breve relazione.