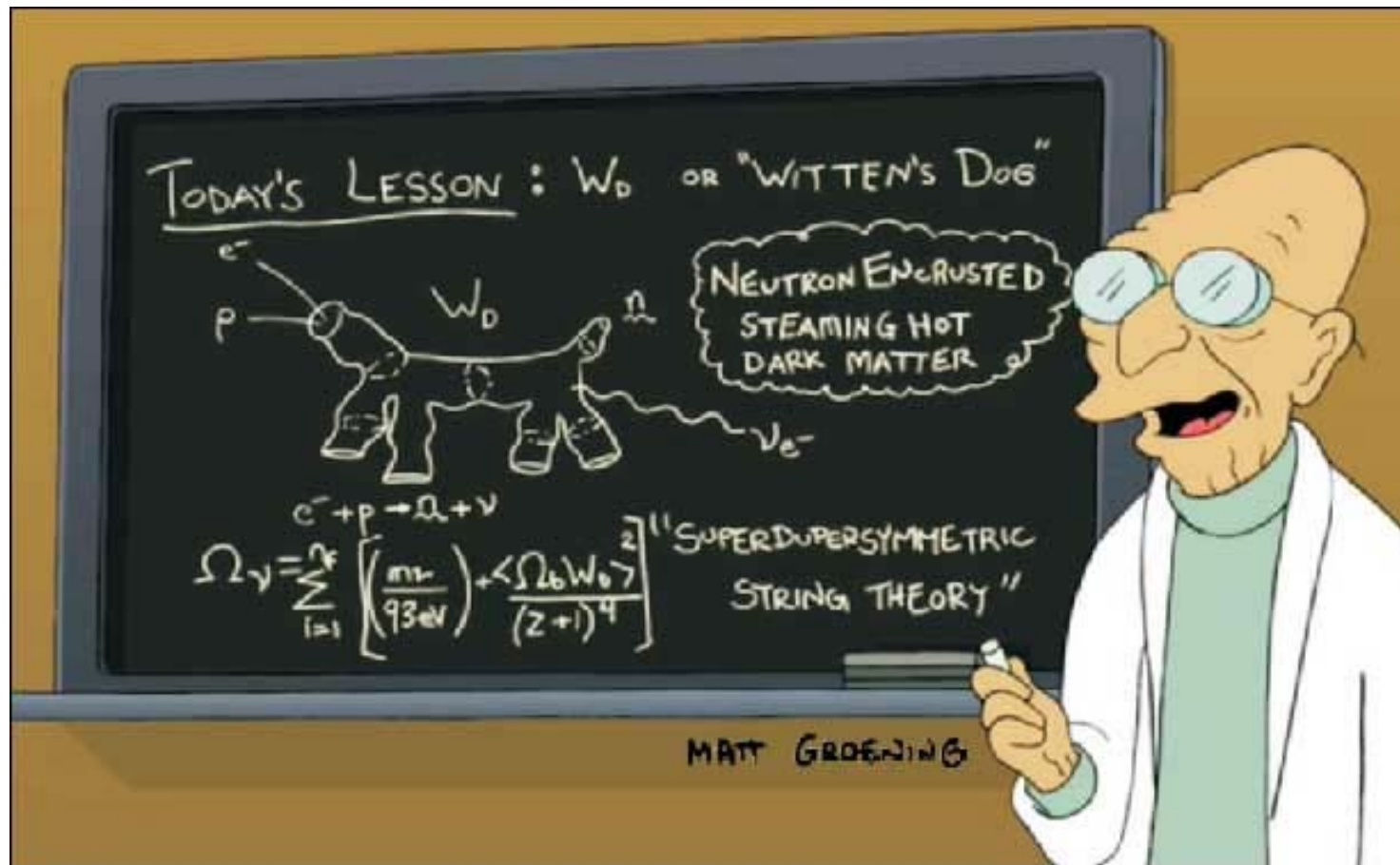


Le Stringhe alla base del nostro Universo

Michele Cicoli

DESY, Amburgo

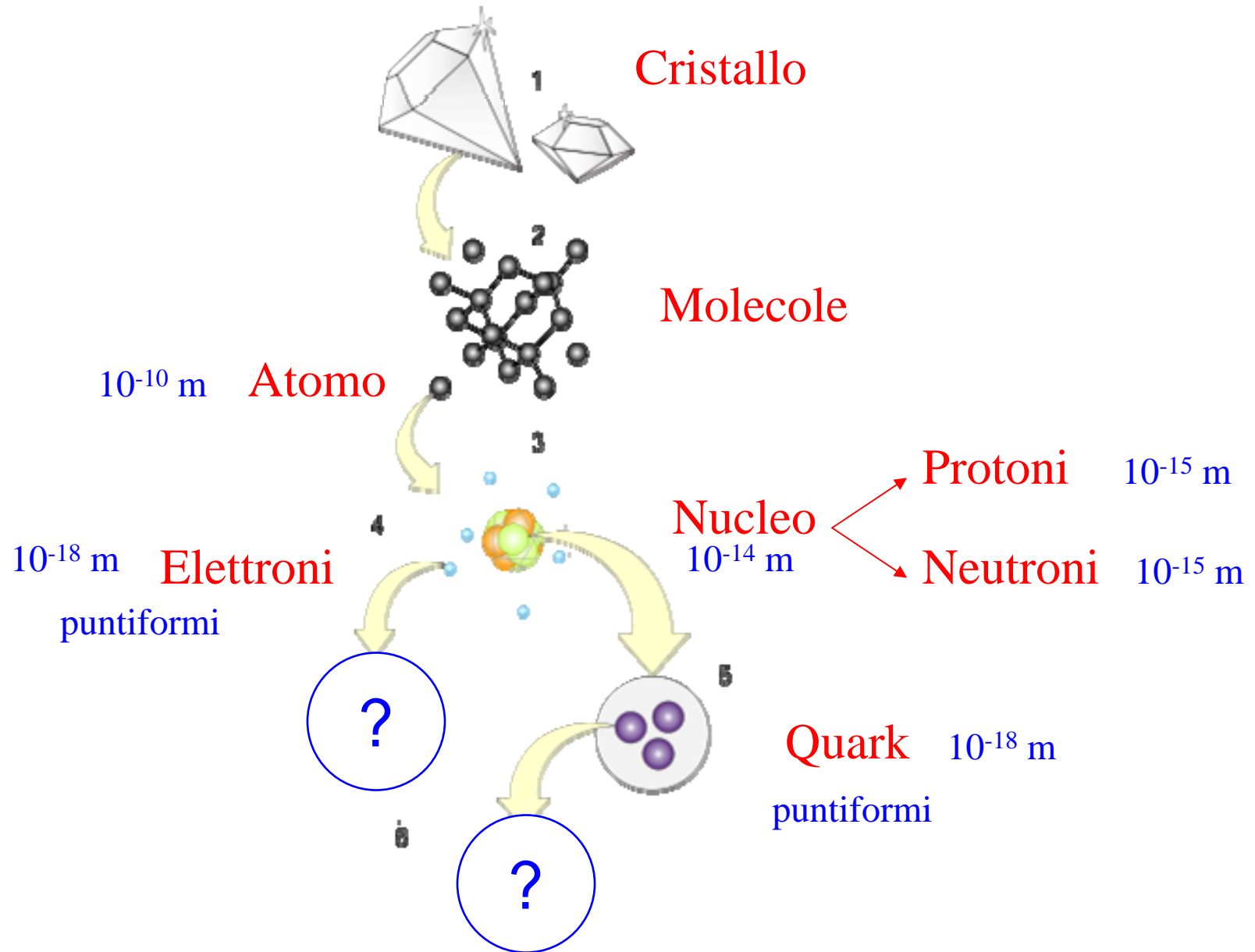
Pesaro, 17 Dicembre 2009



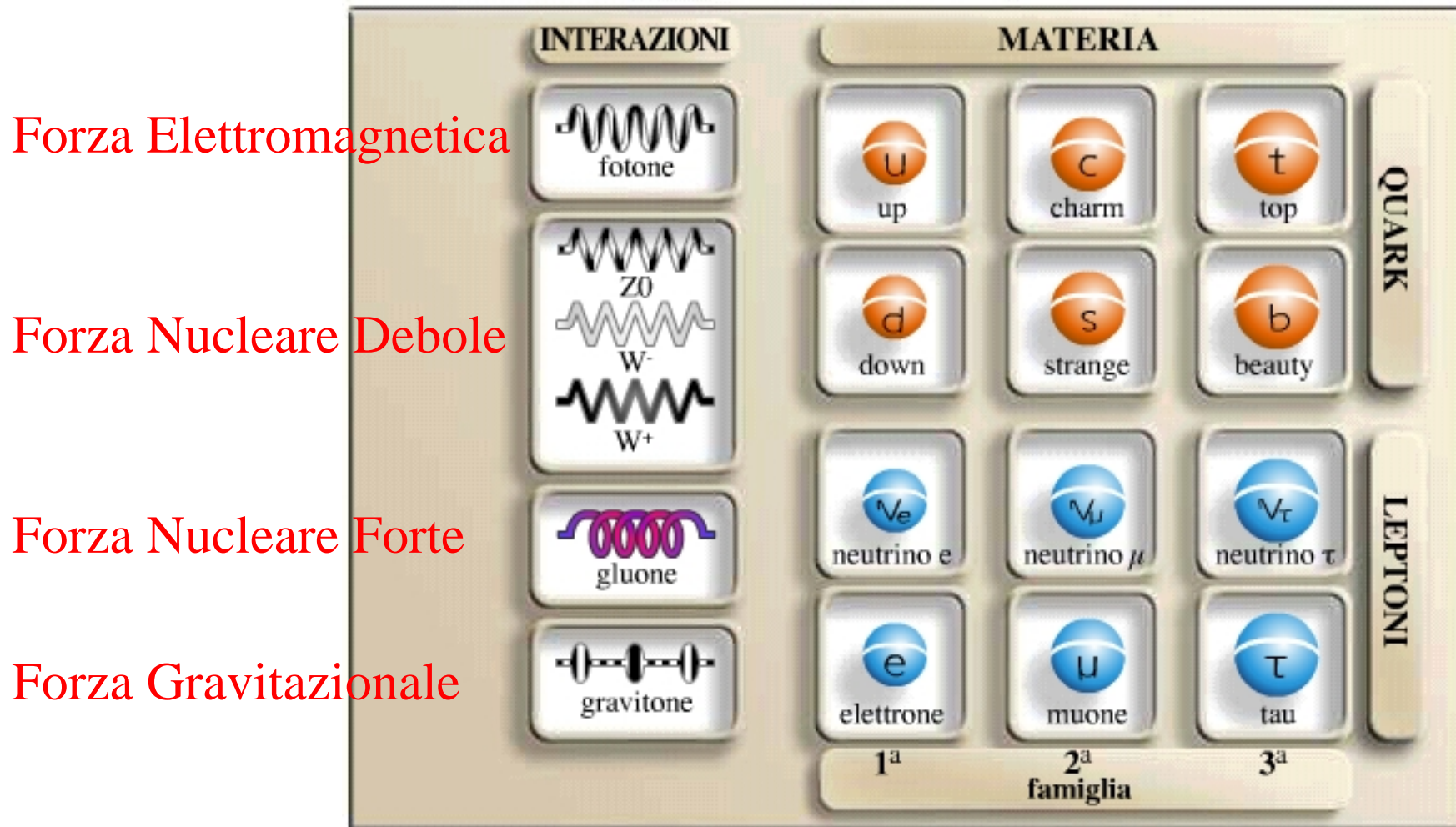
Sommario

- Stato della conoscenza attuale sulle leggi alla base del nostro Universo
- Problemi fondamentali
- Soluzione: Teoria delle Stringhe
- Implicazioni della Teoria delle Stringhe
- Come si fa ricerca in fisica teorica

Fisica Subnucleare



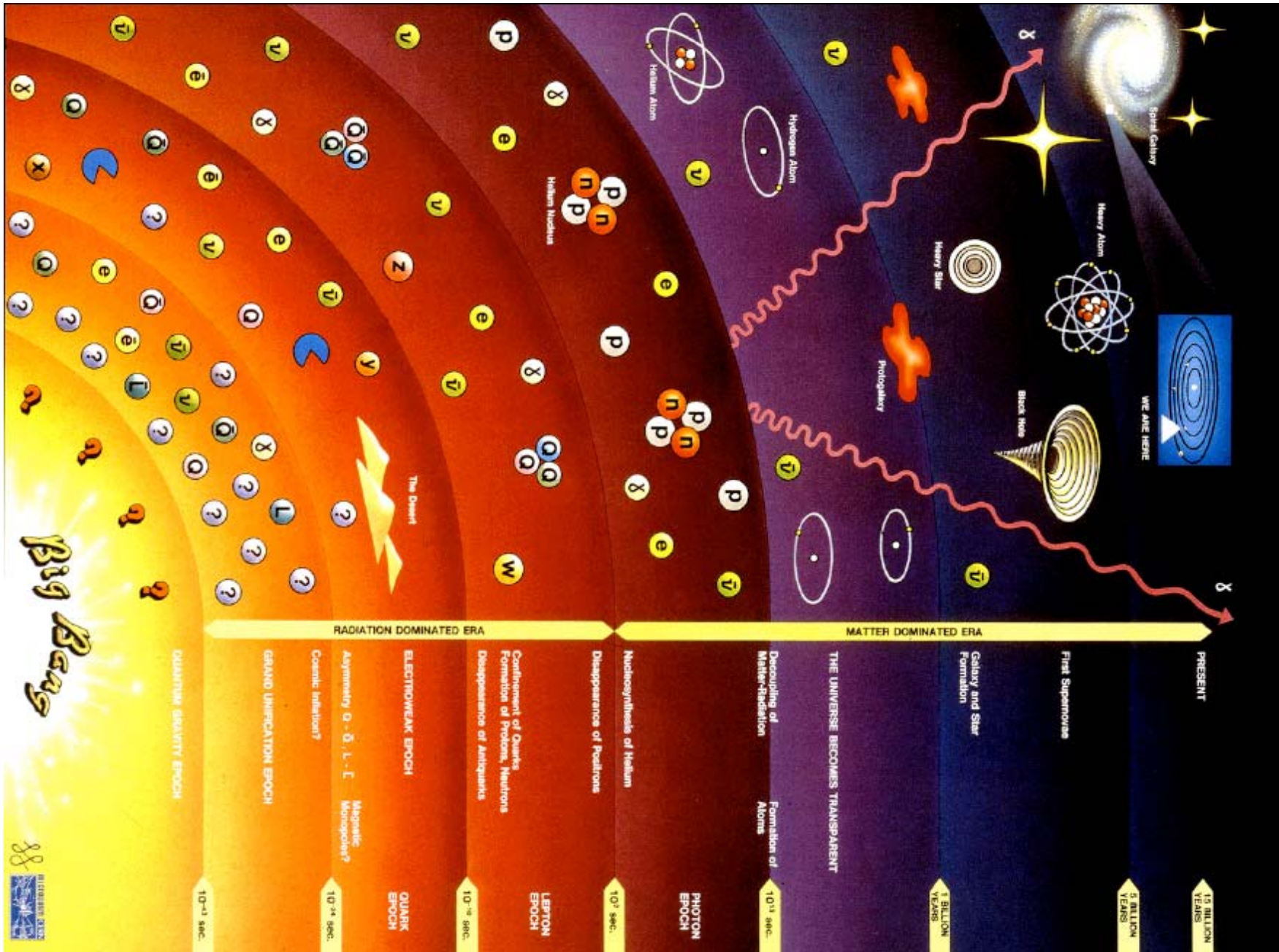
Particelle Elementari + Interazioni Fondamentali



+ Antimateria e Higgs (?) \Rightarrow circa 65 particelle elementari!!!

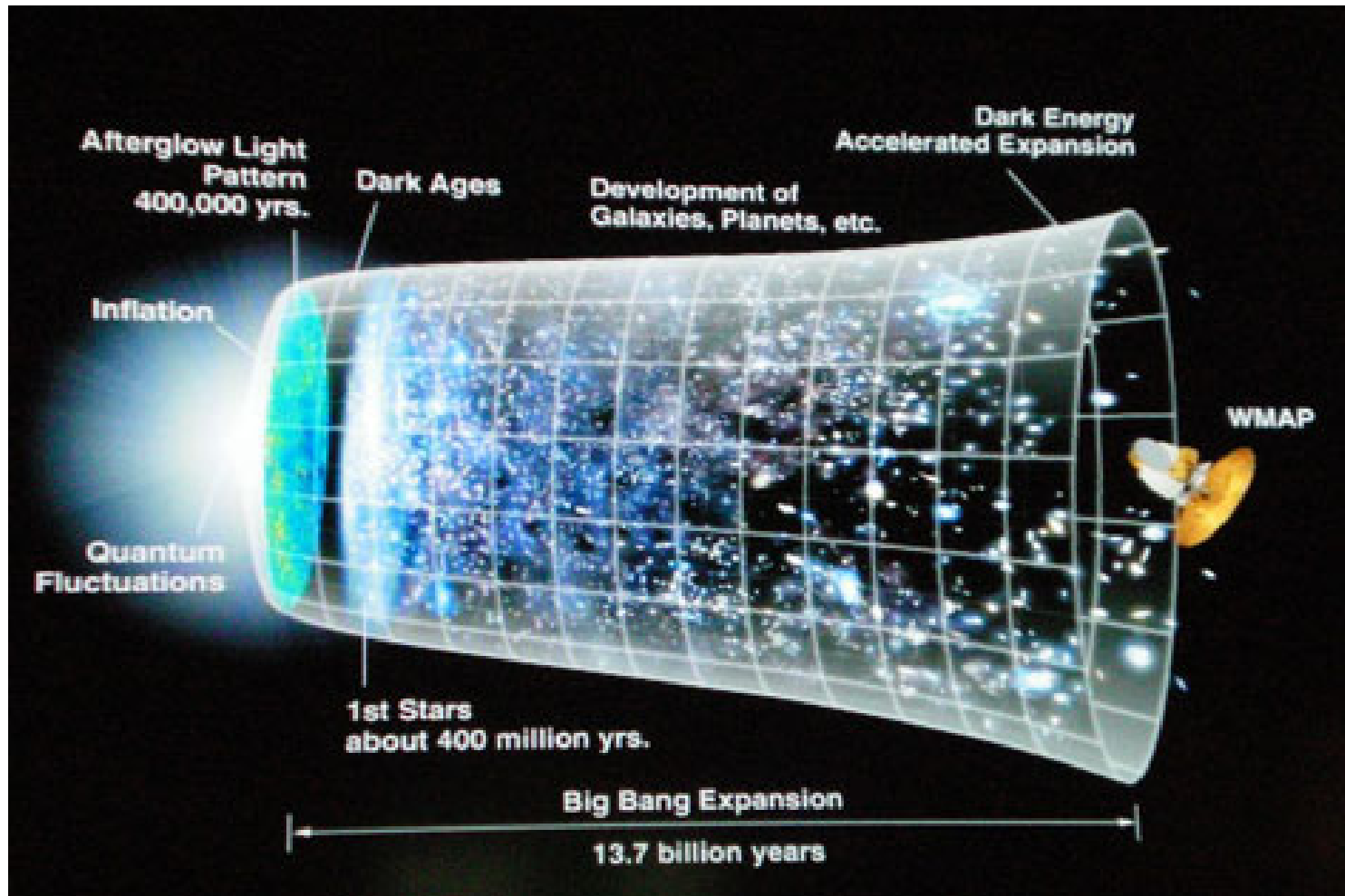
↑
Origine della massa!!

Storia dell'Universo

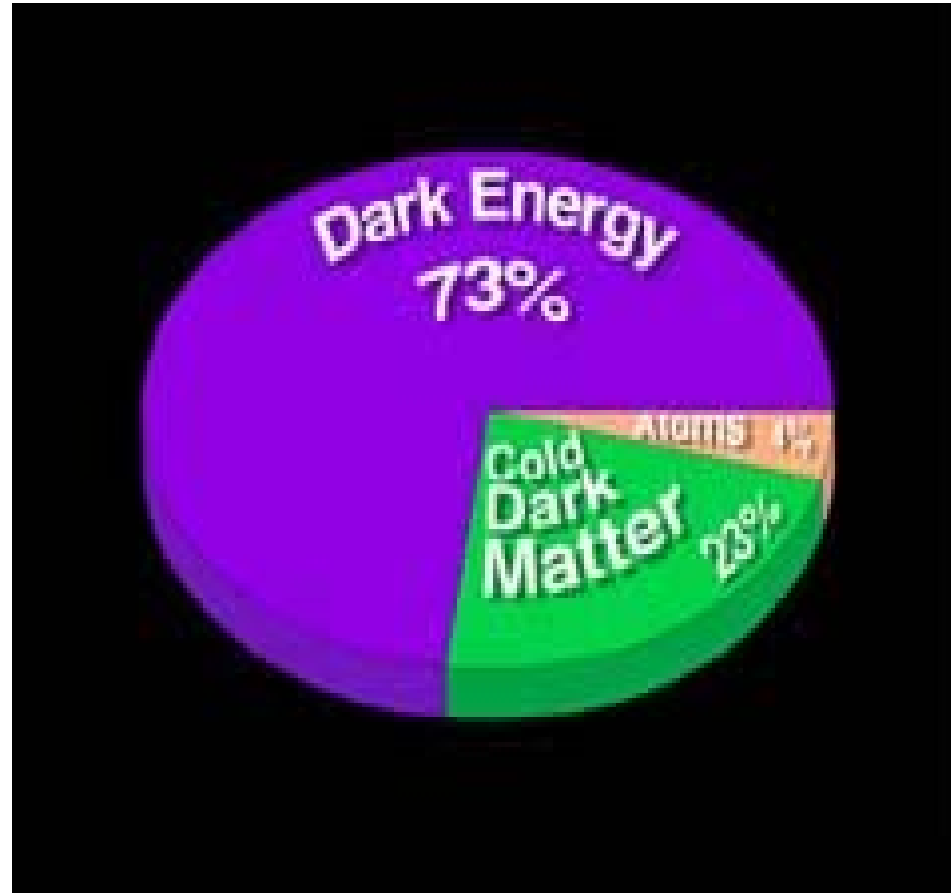


Inflazione Cosmologica

Fase iniziale di espansione esponenziale!!



Contenuto di Energia dell'Universo



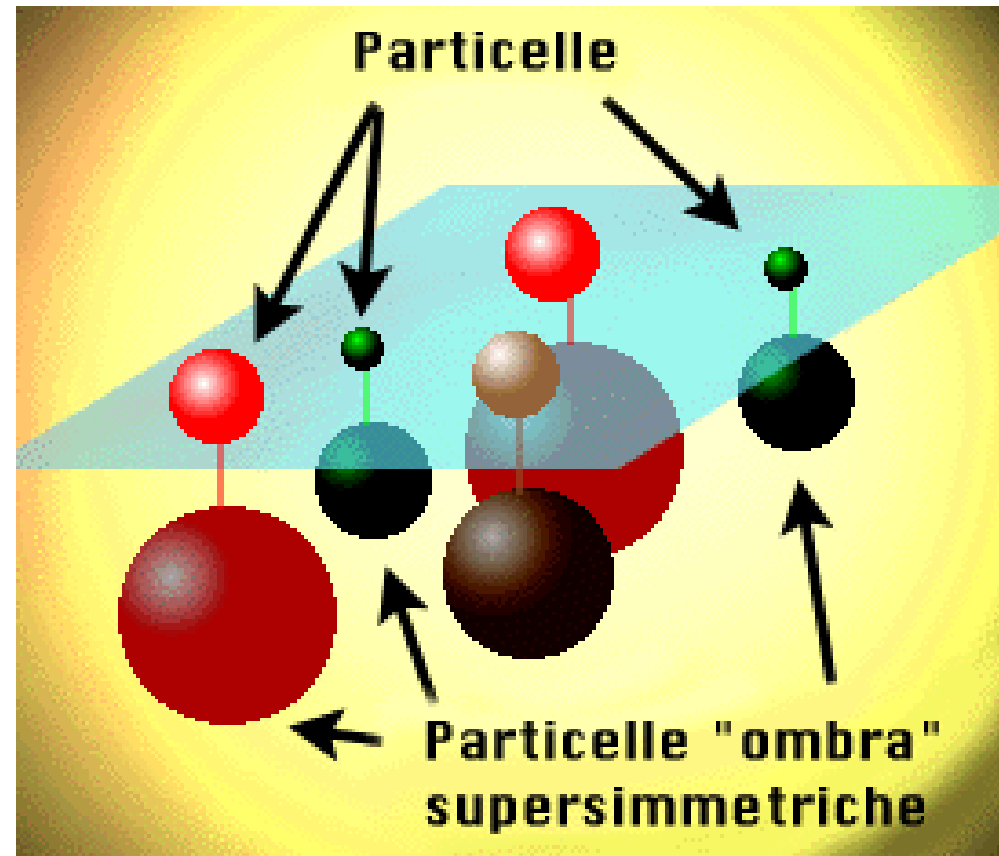
Capiamo solo il 4% del nostro Universo!!!

Modello Standard

- Teoria Quantistica (piccole distanze) e Relativistica (alte energie) delle particelle elementari e delle loro interazioni
- Funziona molto bene: più accurata teoria mai formulata!
- MA ci sono alcuni seri problemi:
 - 1) Bosone di Higgs ancora non scoperto!
 - 2) Teoria predice un bosone di Higgs troppo massivo!
 - 3) Non c'è alcuna unificazione delle forze!
 - 4) Non contiene nessuna particella che possa essere la materia oscura!
 - 5) Tanti parametri senza spiegazione!
 - 6) Non contiene la Gravità!

Supersimmetria

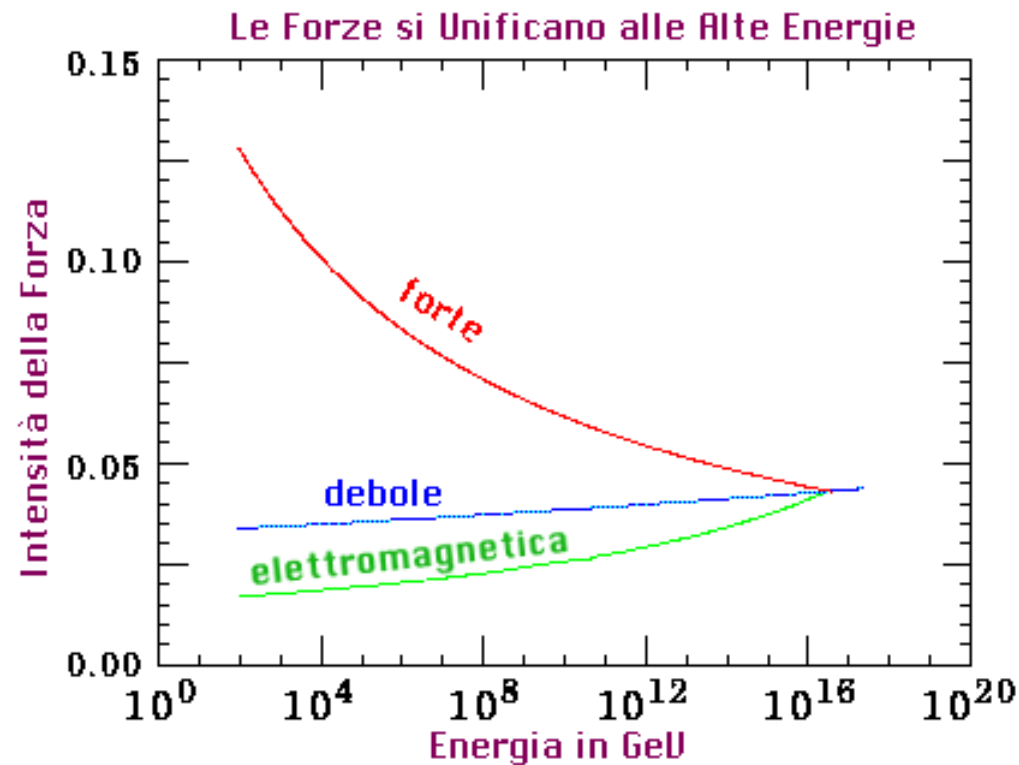
- Ogni particella nota ha un partner supersimmetrico con proprietà simili ma spin e massa diverse
- Il numero di particelle elementari è raddoppiato! dell'ordine di 130!
- Molti più parametri senza spiegazione!



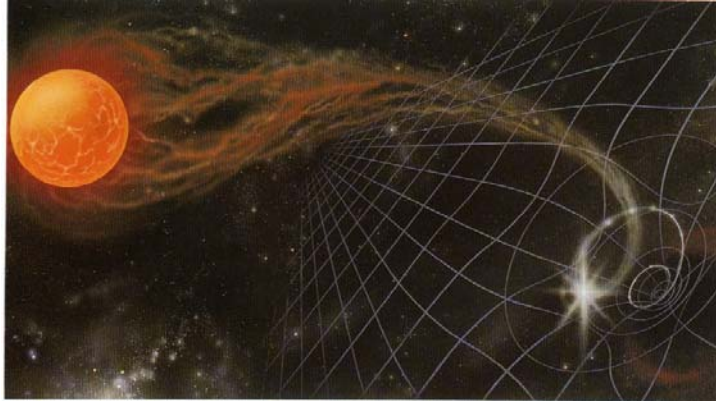
Sempre senza contenere la Gravità!

Vantaggi provenienti dalla Supersimmetria

- 1) Teoria predice un bosone di Higgs con la corretta massa
- 2) Contiene un ottimo candidato di materia oscura
- 3) Predice l'unificazione delle 3 forze non-gravitazionali



Problema più importante: e la Gravità?



- Buchi neri?

- Big Bang?



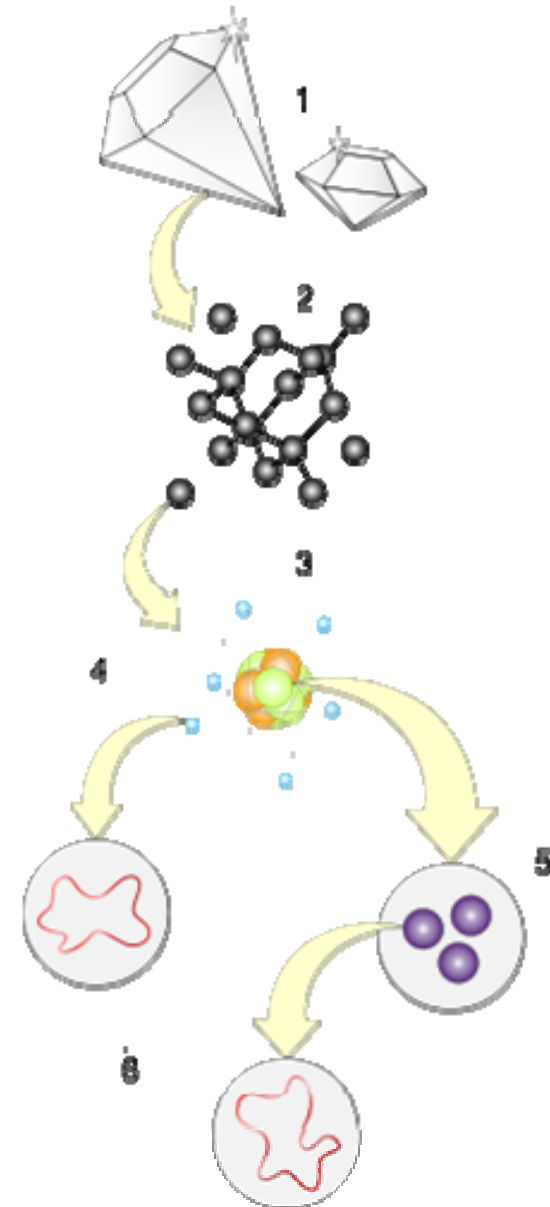
- Energia oscura?

- Più grande enigma della fisica: Gravità quantistica!!

Teoria delle Stringhe: l'idea

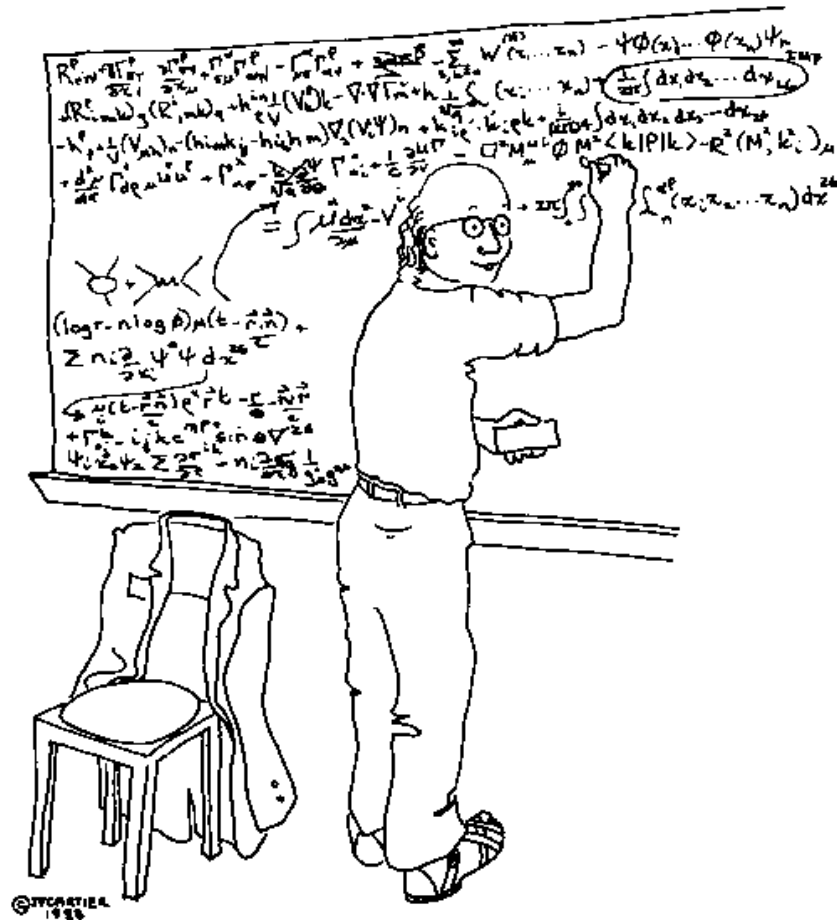
Necessità di cambiare totalmente
visione: sostituire particelle puntiformi
con oggetti unidimensionali!!

- 1) TUTTI I tipi di particelle sono semplicemente diversi modi di oscillazione della stessa stringa
- 2) Unificazione di materia e forze!!
- 3) Contiene la gravità quantistica!
- 4) Esiste solo un parametro da cui si deriva tutto!
- 5) Contiene le teorie già note!



Teoria del TUTTO!

Dimensioni Extra



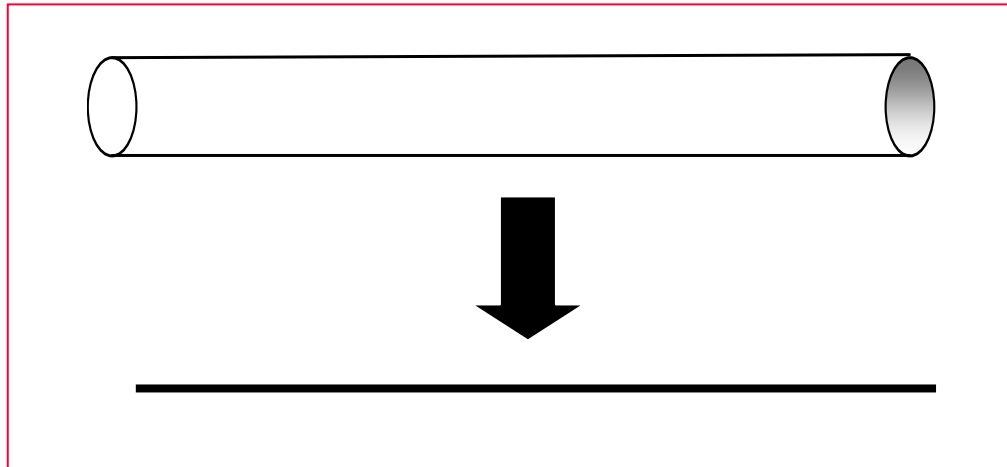
"At this point we notice that this equation is beautifully simplified if we assume that space-time has 92 dimensions."

- La teoria delle Stringhe predice che il nostro Universo abbia 9 dimensioni spaziali e 1 temporale.
- *Aggiornamento Sperimentale:* il numero osservato di dimensioni (grandi) è 3 spaziali e 1 temporale

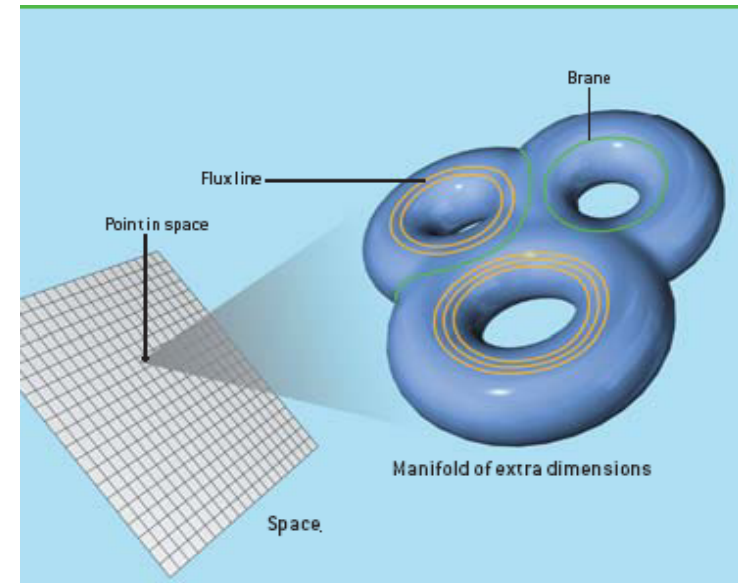
Soluzione

Nostro Universo: $10D = 4D$ grandi + $6D$ estremamente piccole

$$d < 10^{-18} \text{ m}$$



Non si sa ancora *predire* la
grandezza di tutte le
dimensioni!



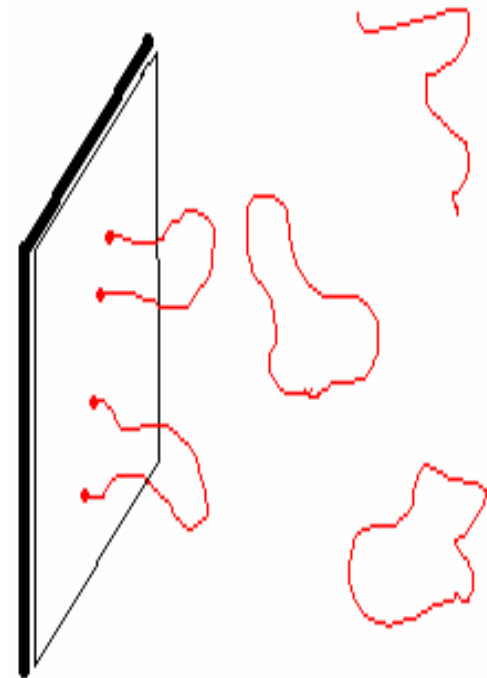
D-Brane

- La teoria delle Stringhe è più ampia di quanto si credesse.

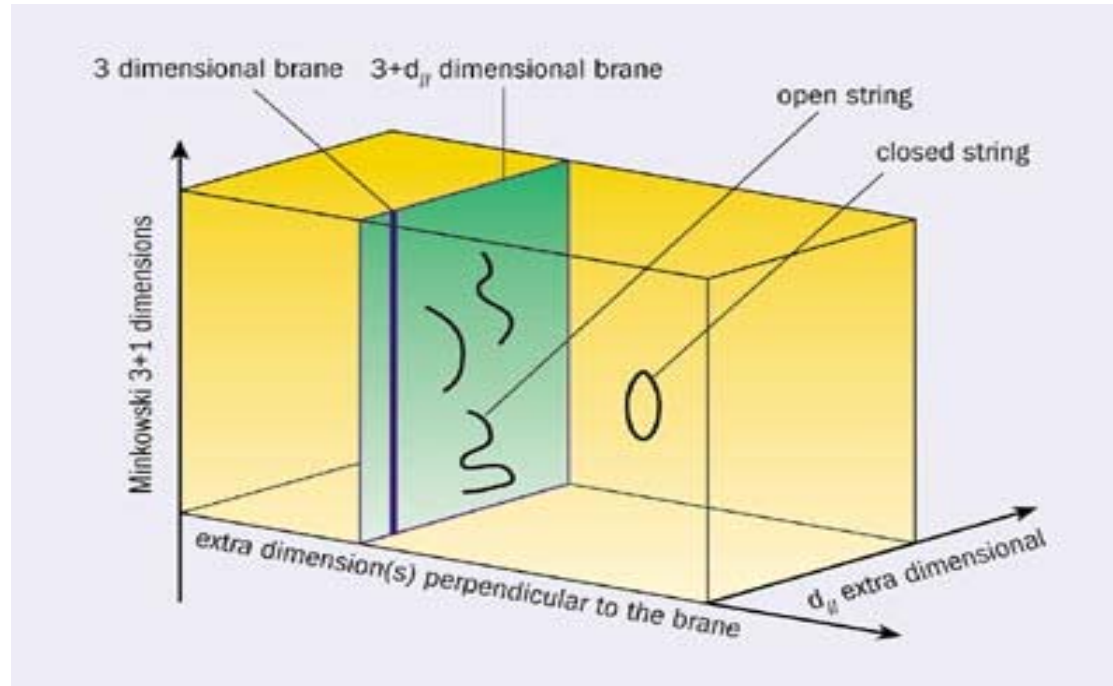
Normalmente, i punti finali di stringhe aperte si muovono liberamente alla velocità della luce.

Possono anche esistere stringhe i cui punti finali sono ancorati su superfici.

- Tali superfici sono interpretate come grandi oggetti massivi, chiamati *D-brane*, nello spaziotempo

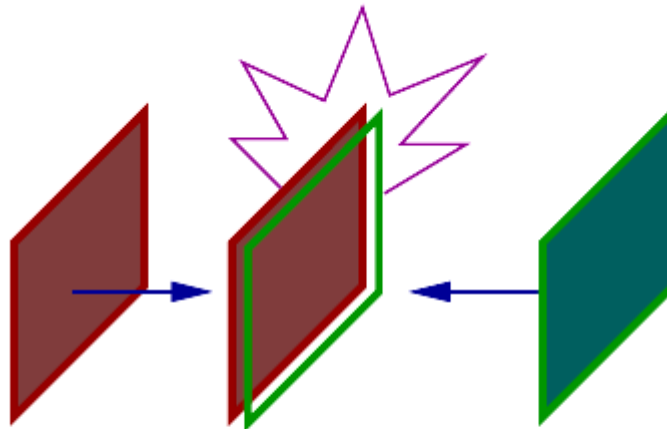


Universo Brana



- Alcuni stati sono intrappolati sulle brane e altri sono liberi di muoversi attraverso tutte le dimensioni dello spaziotempo.
- Tutte le note particelle ed interazioni (eccetto la gravità) fondamentali sono confinate sulla brana in questo modo
- Dimensioni extra GRANDI!! Rilevabili tramite modifiche della gravità!!
- Universi paralleli?
- Effetti delle stringhe rilevabili presto tramite gli esperimenti!!

Il Big-Bang?



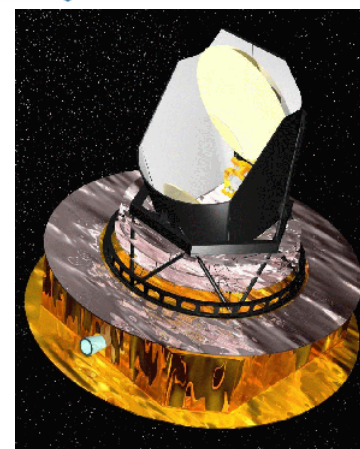
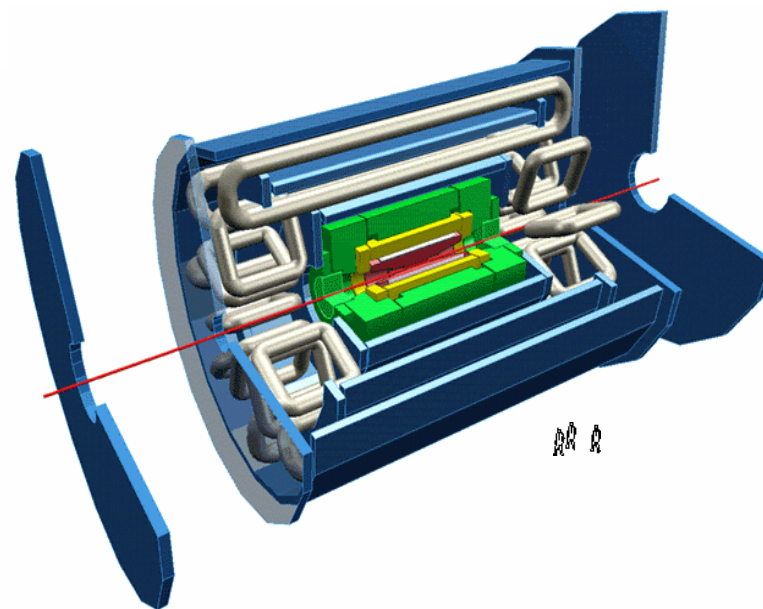
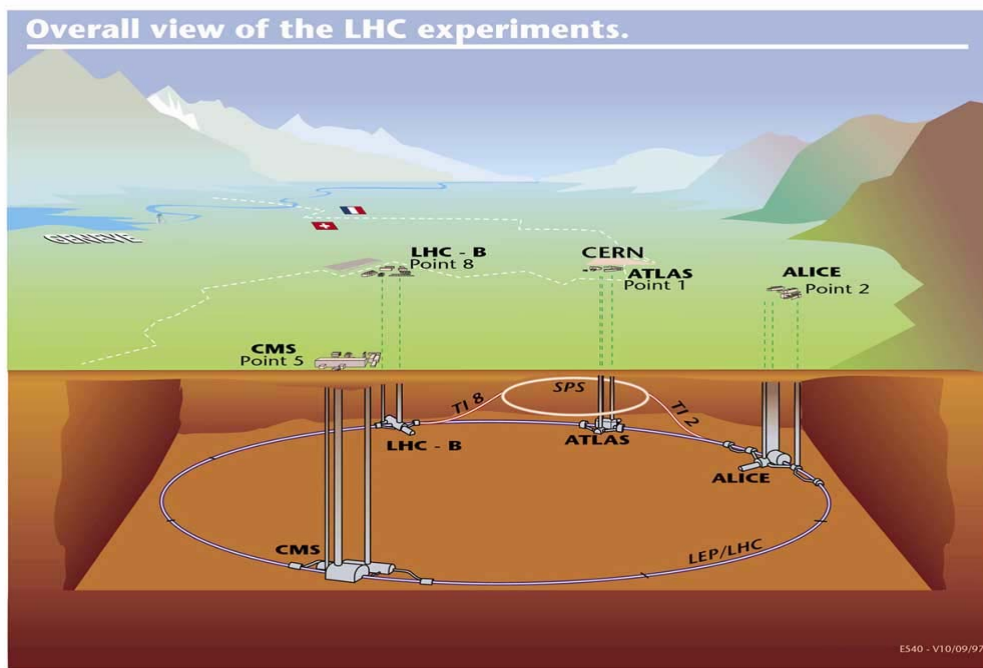
Collisione tra Universi paralleli come spiegazione!!

Obiettivi per la Teoria delle Stringhe

- Riprodurre il Modello Standard e tutti i suoi parametri
- Riprodurre l'Inflazione Cosmica
- Capire i buchi neri
- Capire il big-bang
- Capire l'energia oscura
- Spiegare le “gerarchie”: scale di energia caratteristiche della fisica fondamentale
- Determinare la forma e la grandezza delle dimensioni extra
- Scoprire il cuore matematico della teoria: la teoria “M”
- Trovare una predizione sperimentale!

Futuro Prossimo: Esperimenti in arrivo!!

- **Particelle elementari:** acceleratore “LHC” del CERN di Ginevra: studio di collisioni protone-protone ad altissime energie. Ripartito a novembre 2009!!



- **Cosmologia:** Satellite “Planck” lanciato dall’agenzia spaziale europea nel maggio 2009!

Fare ricerca in Fisica Teorica

- Enigmi sperimentali
- Problemi teorici: incosistenza matematica o fisica della teoria
- Problemi di “Fine-tuning”, cioè “sintonizzazione fine”
- Principi estetici: bellezza della teoria nello spiegare più fenomeni naturali con meno ingredienti, semplificazione ed unificazione
- Elaborare teorie nuove, molte volte, estendere o migliorare teorie già note
- Tali teorie devono risolvere i problemi ma essere in grado di spiegare quello già noto e soprattutto produrre delle predizioni sperimentali
- Verificare o meglio falsificare tali predizioni sperimentali

Fare ricerca in Fisica Teorica

- Studio personale della letteratura



- Discussione delle idee



- Utilizzo di computer o semplice carta e penna



- Produzione di articoli scientifici

- Comunicazione delle scoperte in conferenze internazionali

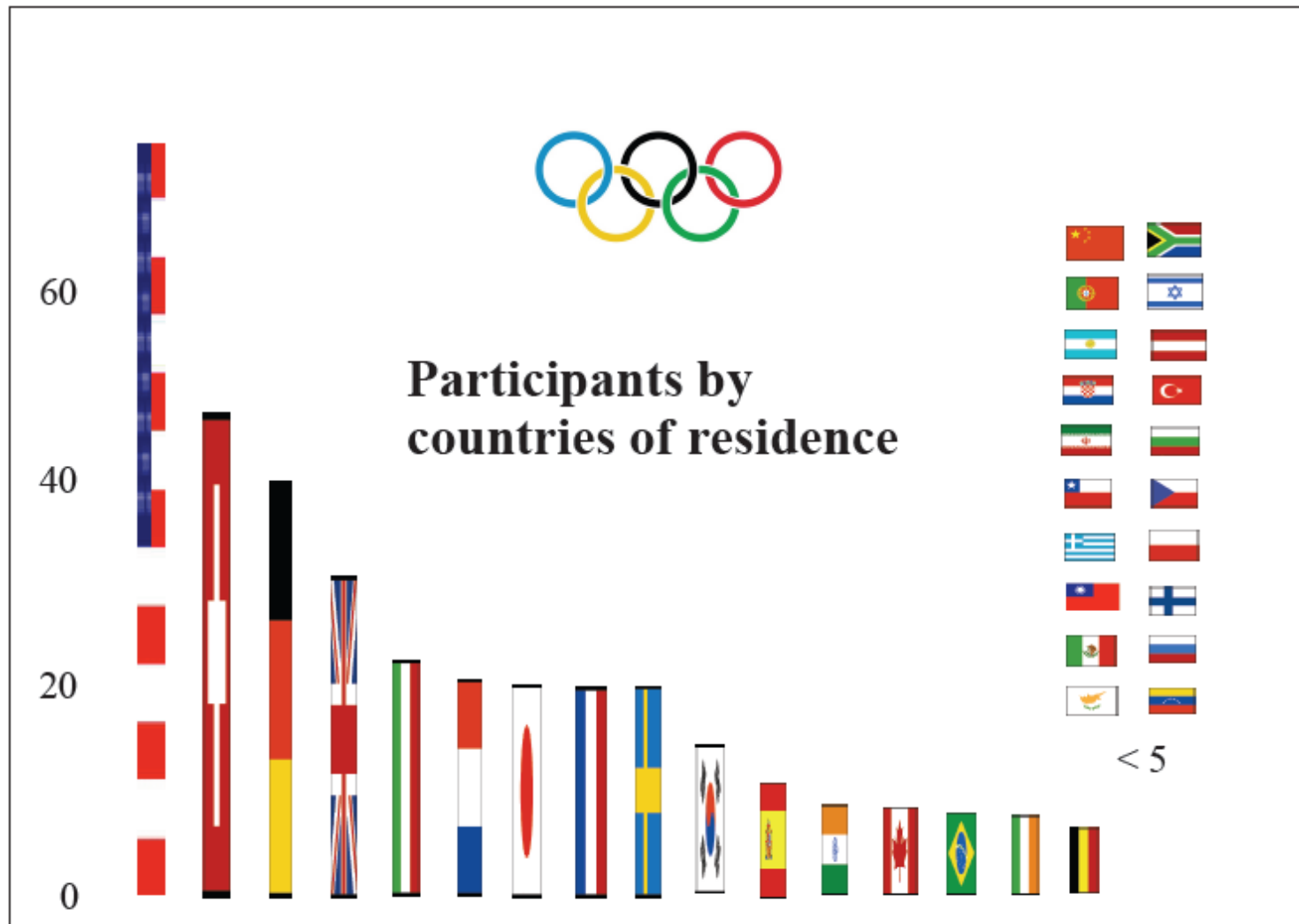
- Necessità di collaborazioni tra fisici di tutto il mondo

- Unica comunità scientifica unita nella ricerca delle leggi fondamentali che governano il cosmo a prescindere da razza, lingua, religione, credo politico, etc, vero gruppo di ricerca globale dove si uniscono le forze

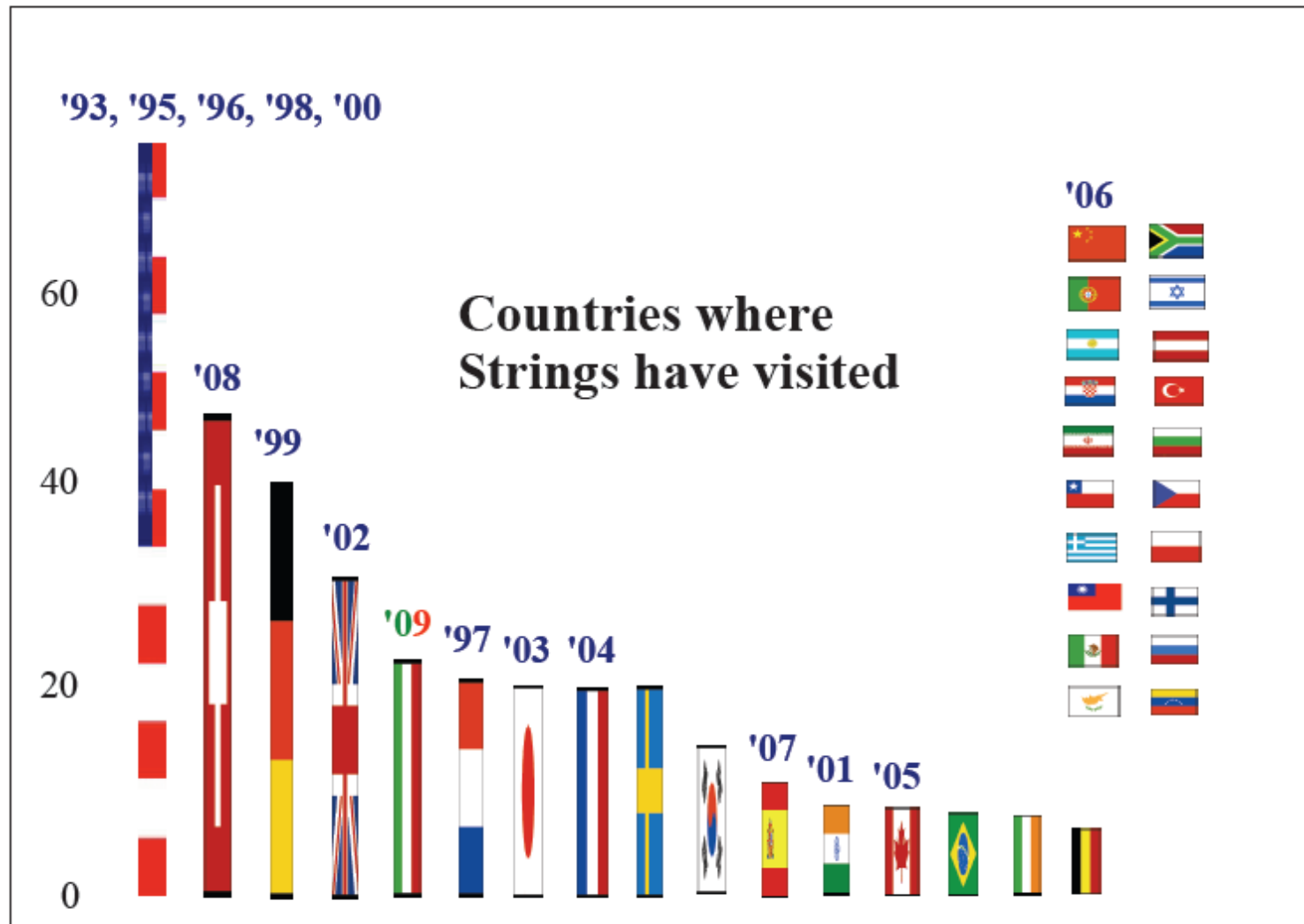


Conferenza internazionale "Strings 2008" presso il CERN, Ginevra

403 Partecipanti provenienti da 63 diverse nazioni!!!



Nazioni che hanno ospitato la Conferenza internazionale "Strings" negli anni precedenti



Molte cose da capire ancora!

- Abbiamo bisogno del vostro aiuto!!!!
- Non è necessario essere dei geni!
- Vi deve piacere viaggiare
- Enorme passione!!!!