

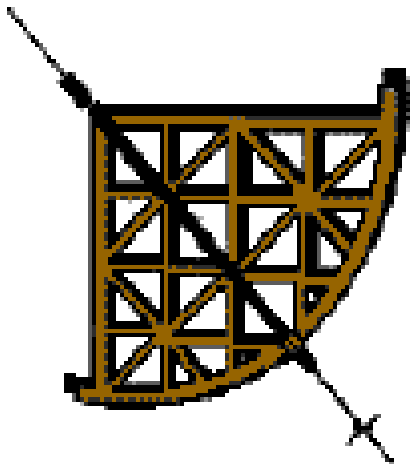
Introduzione alla Cosmologia Fisica Lezione 19

Come far tornare i “dettagli”: Inflazione, quintessenza, la teoria delle stringhe

Giorgio G.C. Palumbo

Università degli Studi di Bologna

Dipartimento di Astronomia



Che cos'è la materia scura?

“In problemi come questo, la verità può solo arrivare mettendo insieme molte variazioni di errore.”

**-- Virginia Wolf
*A Room of Ones Own***

La natura della materia scura è un fenomeno naturale molto complesso.

SUSY è una spiegazione semplice, elegante, affascinante.

“Per ogni fenomeno naturale complesso c’è sempre una spiegazione semplice, elegante, affascinante e sbagliata.

- Tommy Gold

Inflazione

L'Inflazione può essere divisa in tre parti

1. Inizio

*Inflazione eterna, funzione d'onda dell' Universo,
L'Universo ha avuto un inizio ????*

4. Metà

*Perturbazioni di densità, onde gravitazionali,
(produzione di particelle nell' Universo in
espansione)*

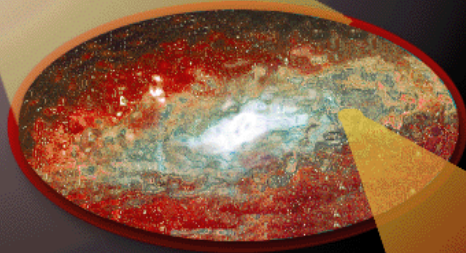
7. Fine

*disgelo, riscaldamento, preriscaldamento,
bariogenesi, transizioni di fase, materia scura,
(produzione di particelle nell'Universo)*

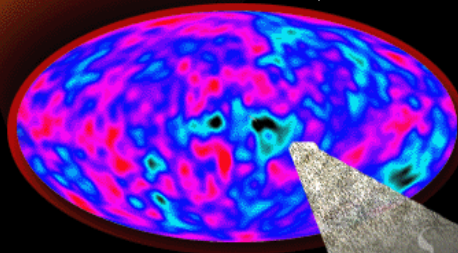
La firma dell' Inflazione

BIG BANG

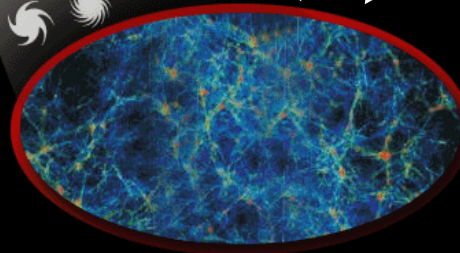
Inflazione
Big Bang più
 10^{-35} ? secondi



Big Bang più
380,000 anni

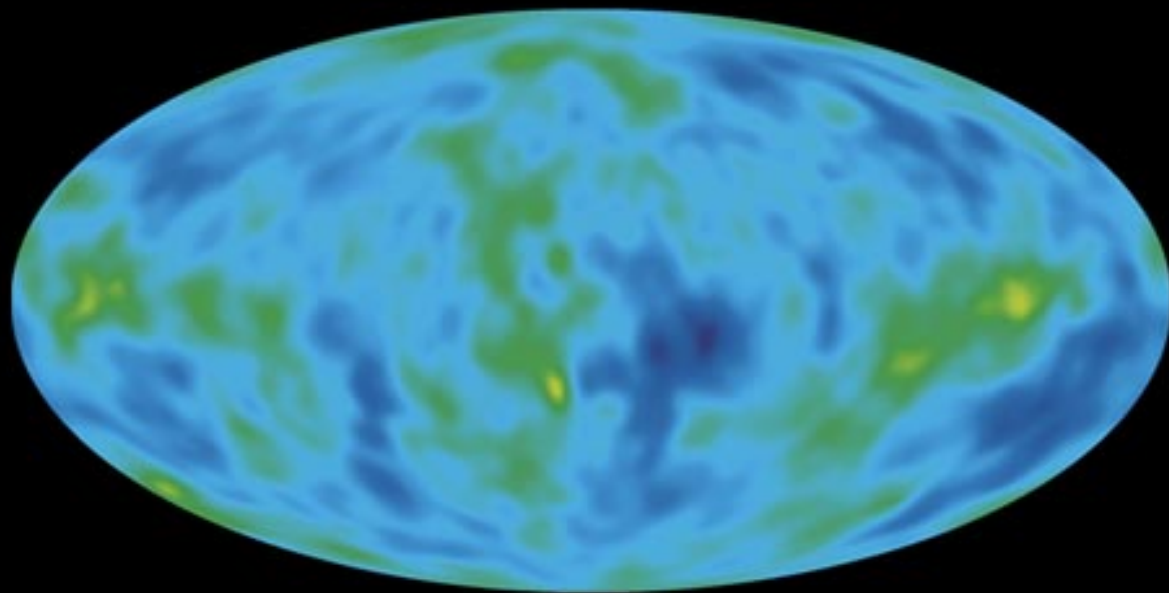


Big Bang più 14
Miliardi di anni

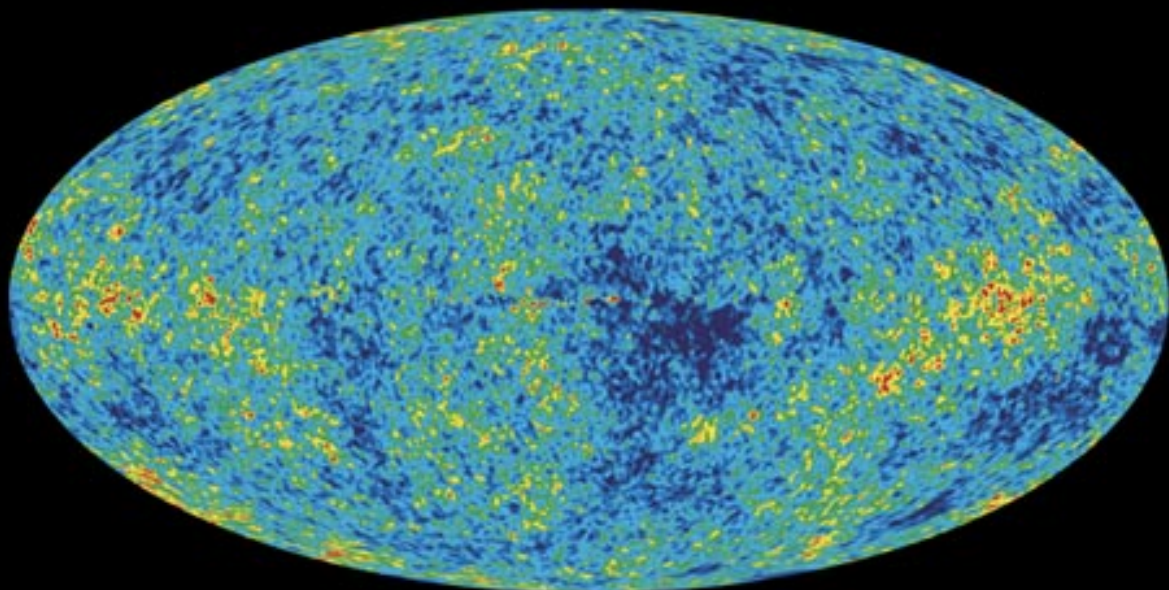


**Semi delle Strutture
+
Onde Gravitazionali**

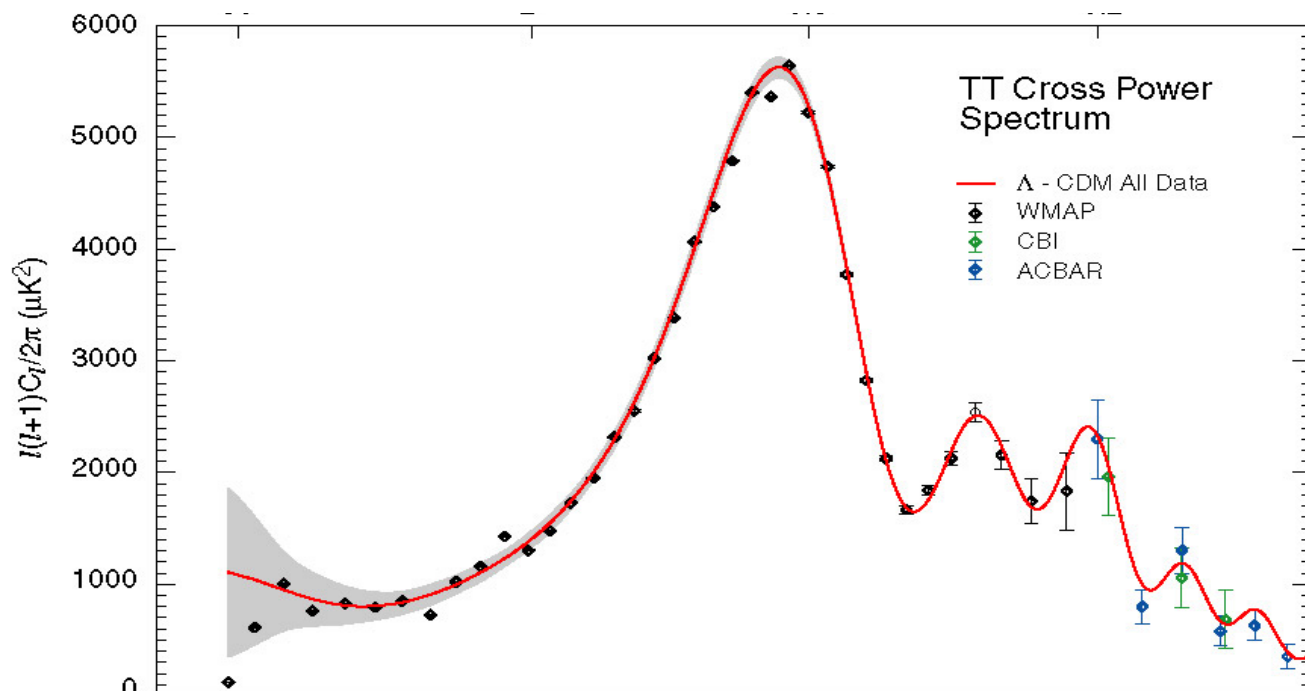




COBE

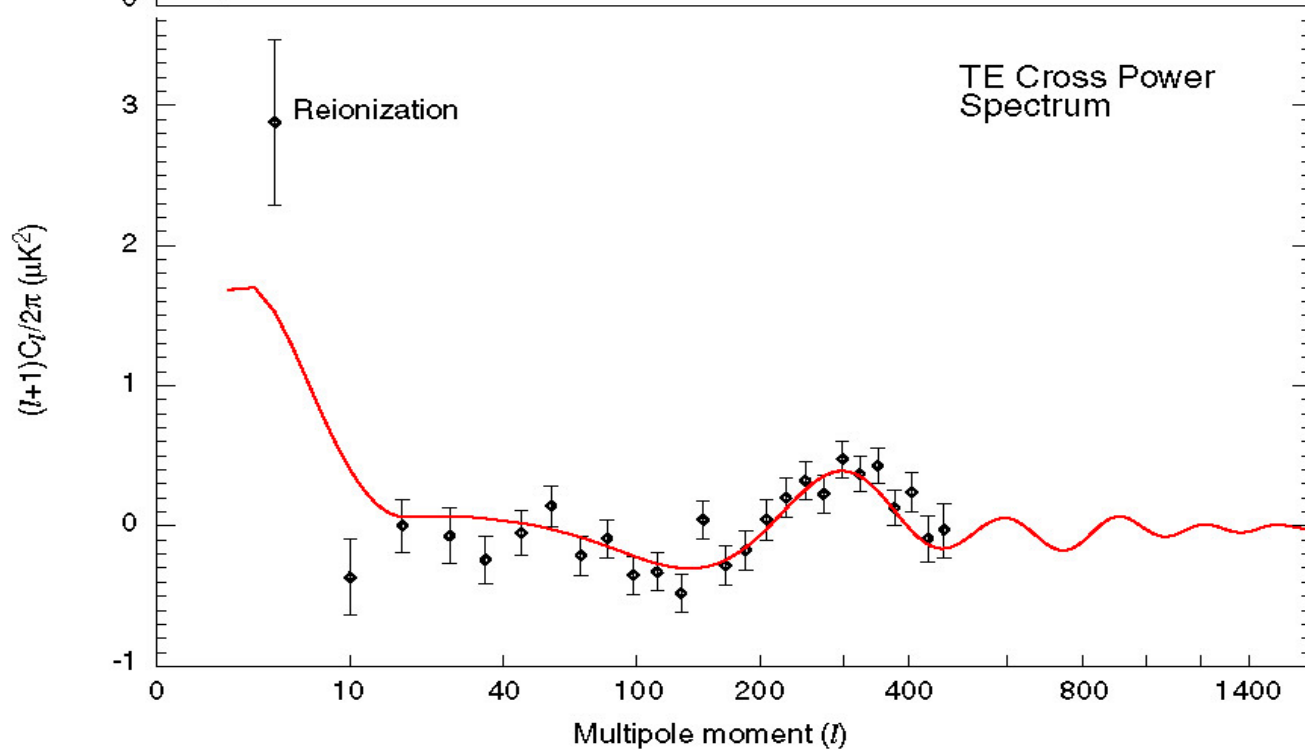


WMAP



valori medi

$$\Omega_{\text{tot}} = 1.02$$



$$\Omega_{\text{m}} = 0.27$$

$$\Omega_{\text{b}} = 0.045$$

$$\Omega_{\text{dm}} = 0.225$$

Energia Scura

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \Lambda \pi G T_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu}$$

1917 Einstein propose la Costante cosmologica

1929 Hubble scopre L'espansione dell'Universo

1934 Einstein la definisce "il mio più grande errore"

1998 Gli Astronomi trovano evidenze in suo favore



Λ : l'ospite inatteso

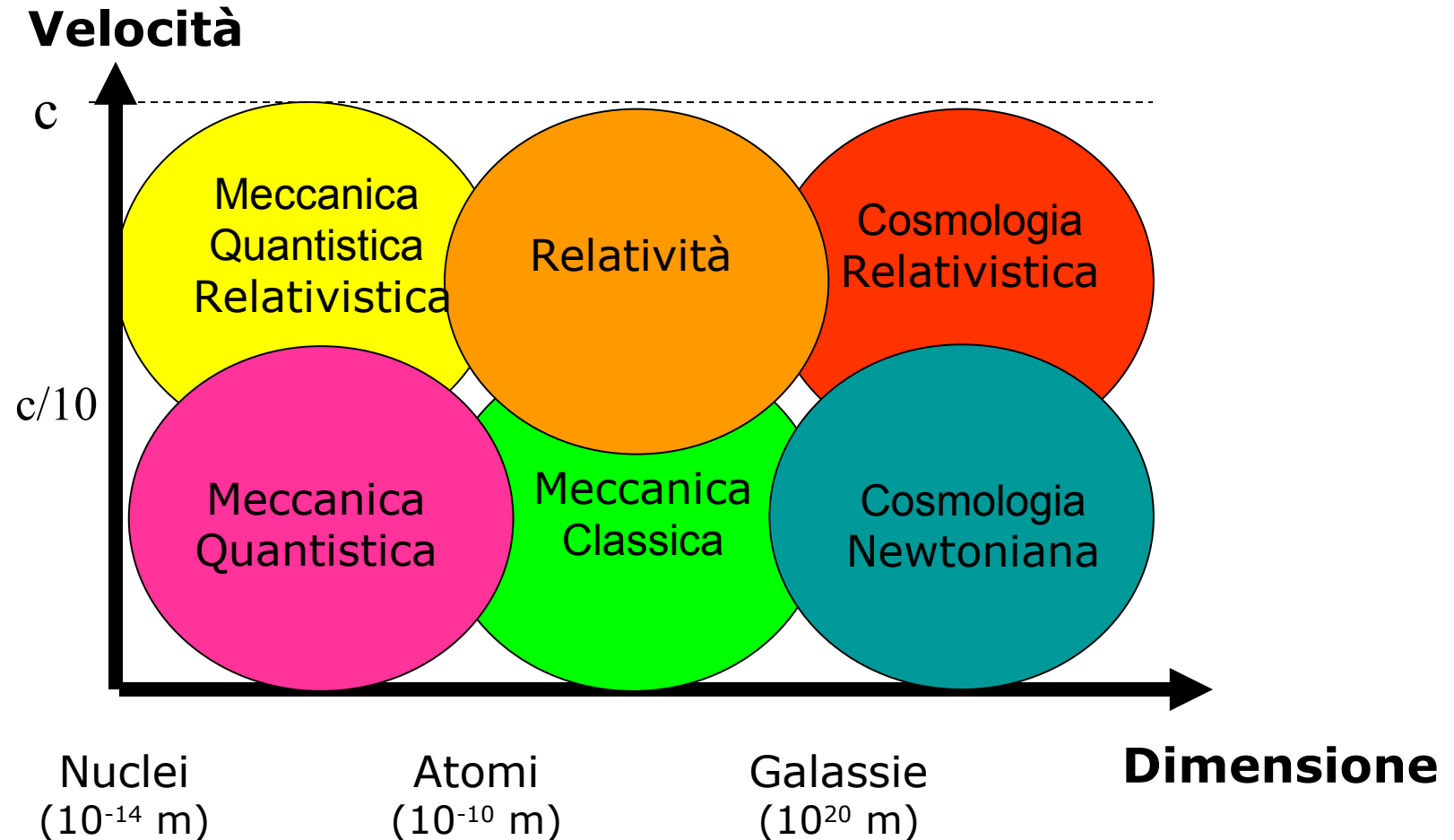
- Nessuna simmetria non rotta richiede $\Lambda=0$
- Nulla fissa la scala – piccolo è innaturale
- Le scale sembrano scorrelate da qualsiasi scala di energia

$$m \sim 10^{-33} \text{ eV}$$

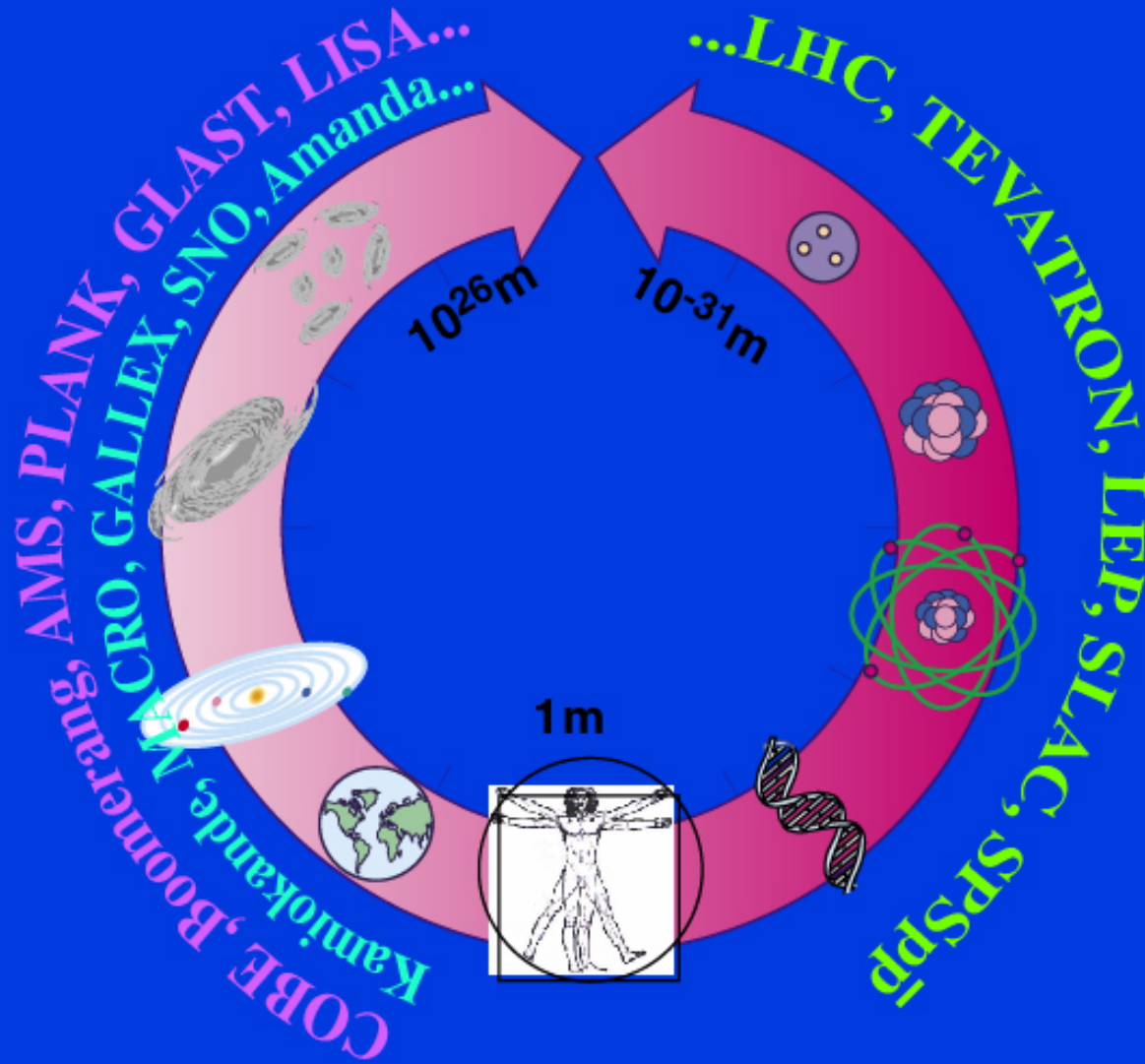
Non l'avrei giammai creduto;
Ma farò quel che potrò.

*Mozart/Da Ponte,
Don Giovanni, Act II*

I campi della Fisica



Astro Particle Physics



Ciò che sappiamo

La densità di materia è dominata da materia scura fredda
Di cui non sappiamo nulla!

L'asimmetria barionica emerge nell'era GUT o EWK e violazioni B, CP, e dell'equilibrio

EWK sembra non funzioni e lo scenario GUT non è semplice!

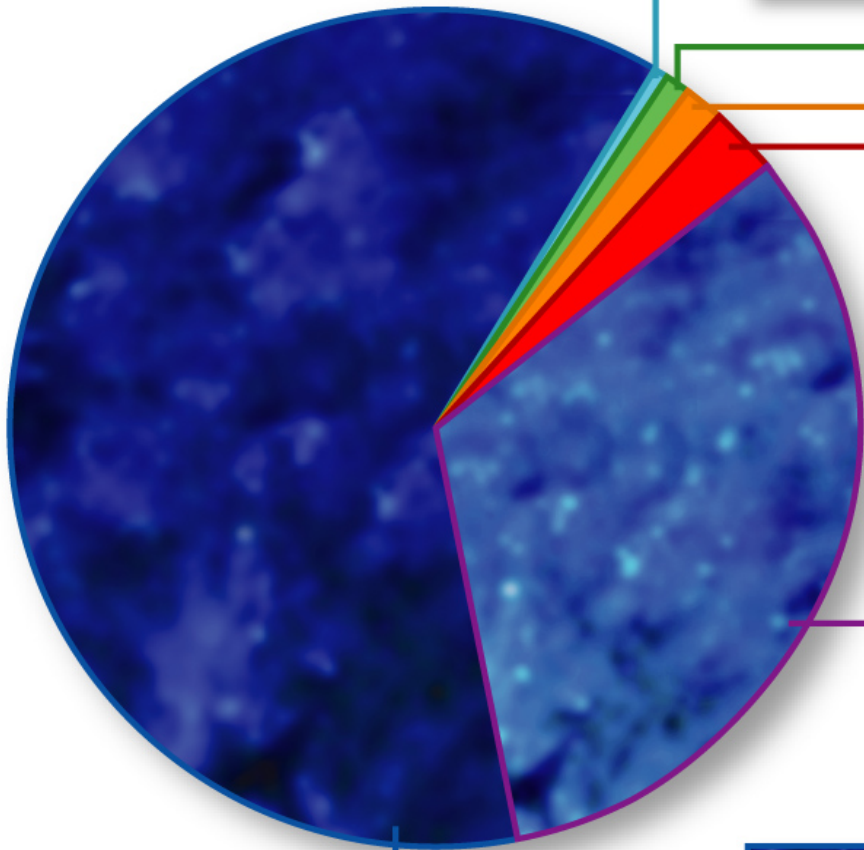
Le perturbazioni nascono dalla dinamica inflazionaria che dipende dalla fisica delle particelle ad alte energie

Di cui non sappiamo nulla!

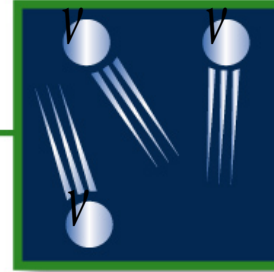
L'Universo è dominato da un termine cosmologico (energia scura, energia strana, quintessenza, polenta, Costante cosmologica, costante cosmo-illogica,)

Di cui sappiamo meno di niente!

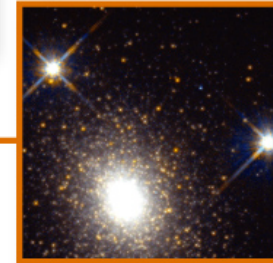
Pizza Cosmica



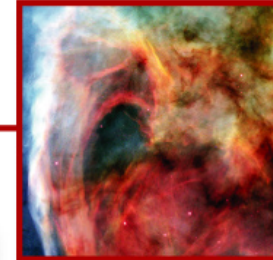
Elementi pesanti:
0.03%



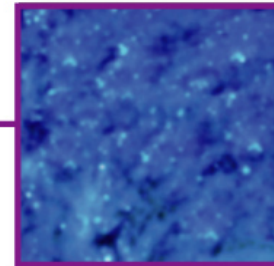
Neutrini:
0.47%



Stelle:
0.5%



H ed He
4%



Materia scura:



Energia scura:
70%

25%

95%
Mistero?

Il futuro dell'universo

Era della radiazione	$0 < t < 10000$ anni	La densità di energia è dominata dalla radiazione.
Era Stellifera	$10^6 < t < 10^{14}$ anni	Energia prodotta dai processi nucleari all'interno delle stelle.
Era della Degenerazione	$10^{15} < t < 10^{37}$ anni	Energia prodotta dal decadimento del protone e dall'annichilamento delle particelle.
Era dei Buchi Neri	$10^{38} < t < 10^{100}$ anni	Gli unici oggetti stellari rimasti sono i buchi neri, che evaporano.
Era Oscura	$t > 10^{100}$ anni	Fotoni, neutrini, positroni ed elettroni.

Gli universi possibili



Alcune facili domande:

1. L'inflazione è "normale" ?
2. Si può descrivere la dinamica dell'inflazione in termini di un unico campo scalare?
3. Qual'è stato il tasso di espansione durante l'inflazione?
4. Qual'era la forma generale del potenziale durante l'inflazione?
5. L'inflazione può dirci qualcosa sulla fisica alle altissime energie (unificazione, stringhe, Planck)?



human curiosity