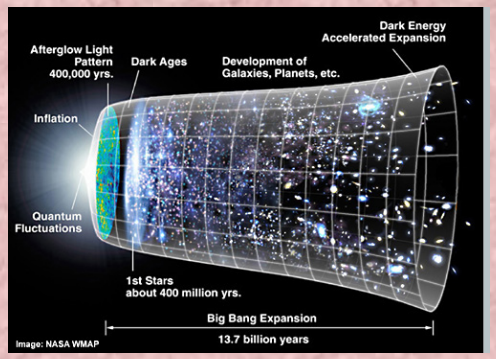
Big-bang, inflazione, ed universo piatto…

Stefano Covino

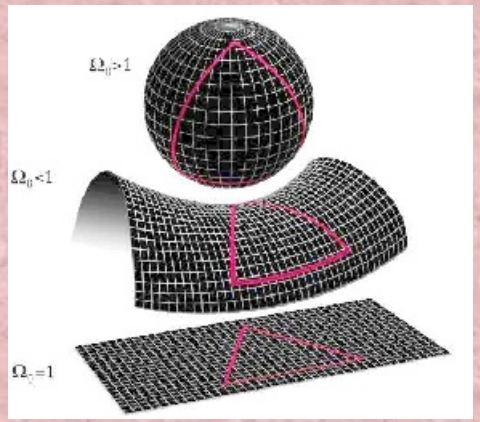
INAF - Osservatorio Astronomico di Brera

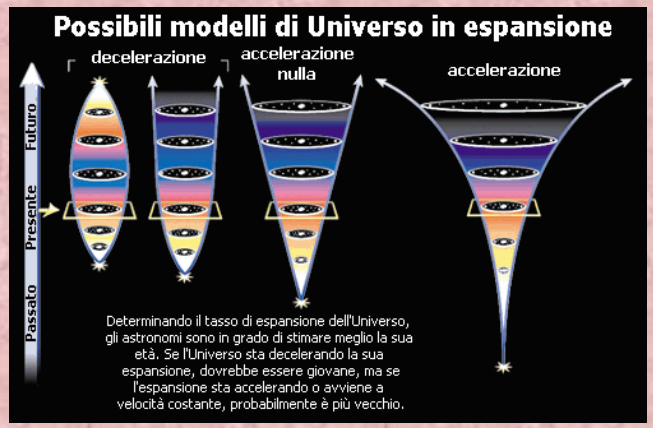
Planetario di Lecco 8 aprile 2011

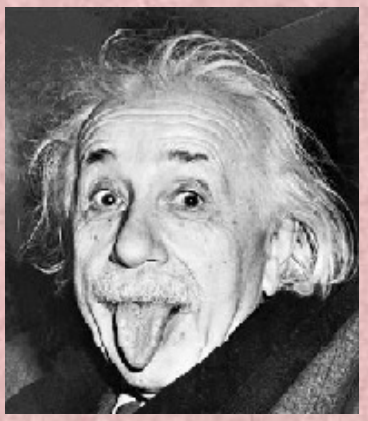

theBIG
BANG
THEORY


Afterglow Light Pattern 400,000 yrs.
Dark Ages
Development of Galaxies, Planets, etc.
Dark Energy Accelerated Expansion
Inflation
Quantum Fluctuations
1st Stars about 400 million yrs.
Big Bang Expansion
13.7 billion years
Image: NASA WMAP


CARO MIO, AUMENTA DI NUOVO L'INFLAZIONE...
VORRÀ DIRE CHE PER MORIRE DI FAME SI SPENDERÀ DI PIÙ!
FRANCESCO DOTTI


$\Omega_0>1$
$\Omega_0<1$
$\Omega_0=1$


Possibili modelli di Universo in espansione
decelerazione
accelerazione nulla
accelerazione
Futuro
Presente
Passato
Determinando il tasso di espansione dell'Universo, gli astronomi sono in grado di stimare meglio la sua età. Se l'Universo sta decelerando la sua espansione, dovrebbe essere giovane, ma se l'espansione sta accelerando o avviene a velocità costante, probabilmente è più vecchio.

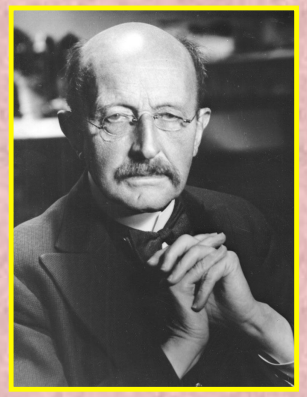


L'universo ha avuto un inizio o è sempre esistito?

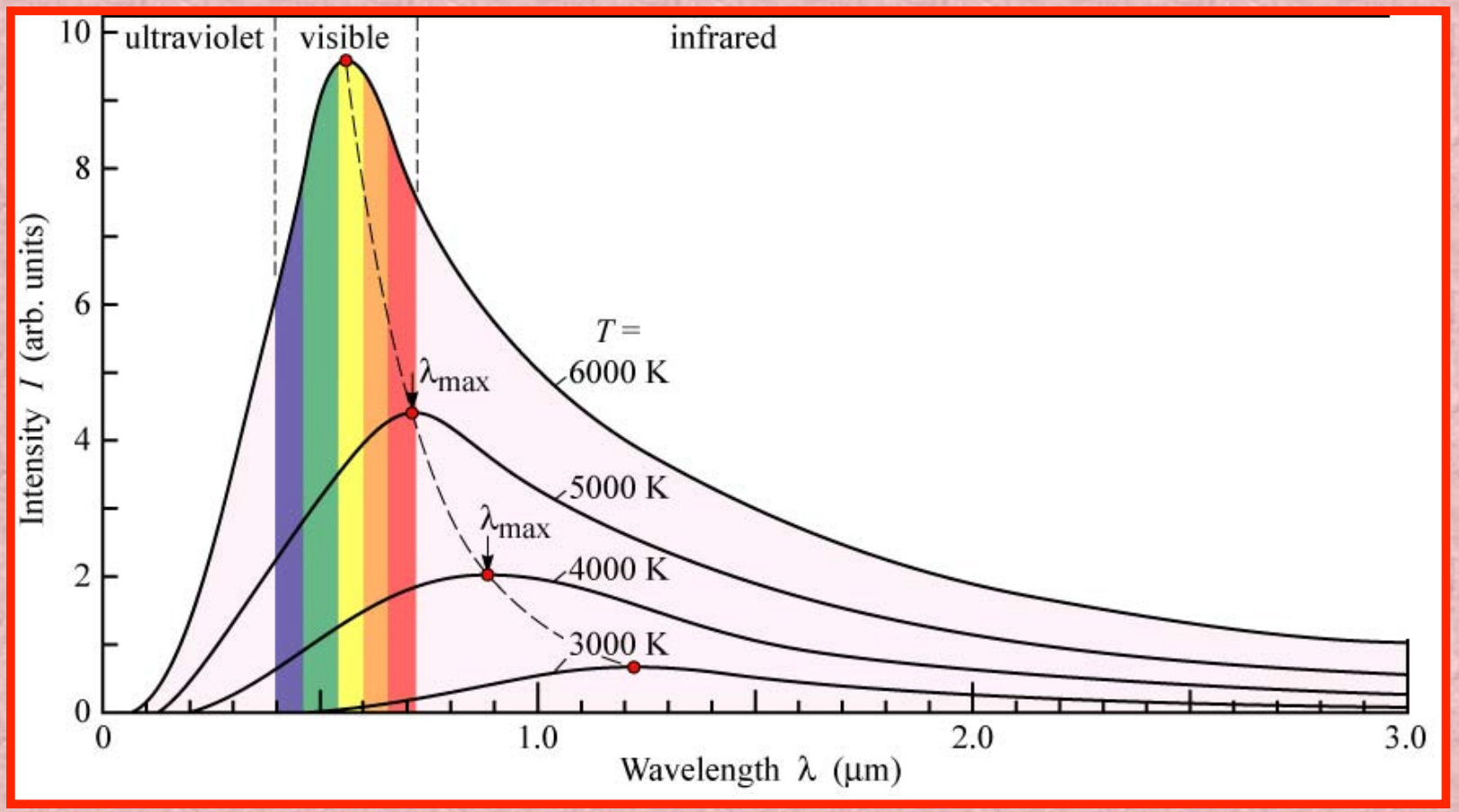
- nell'ambito della teoria del big-bang l'universo si è evoluto da uno stato inziale con temperature e densità elevate;
- la formazione di stelle e galassie è avvenuta in tempi successivi.

Ci sono tre grandi evidenze sperimentali a favore del big-bang:

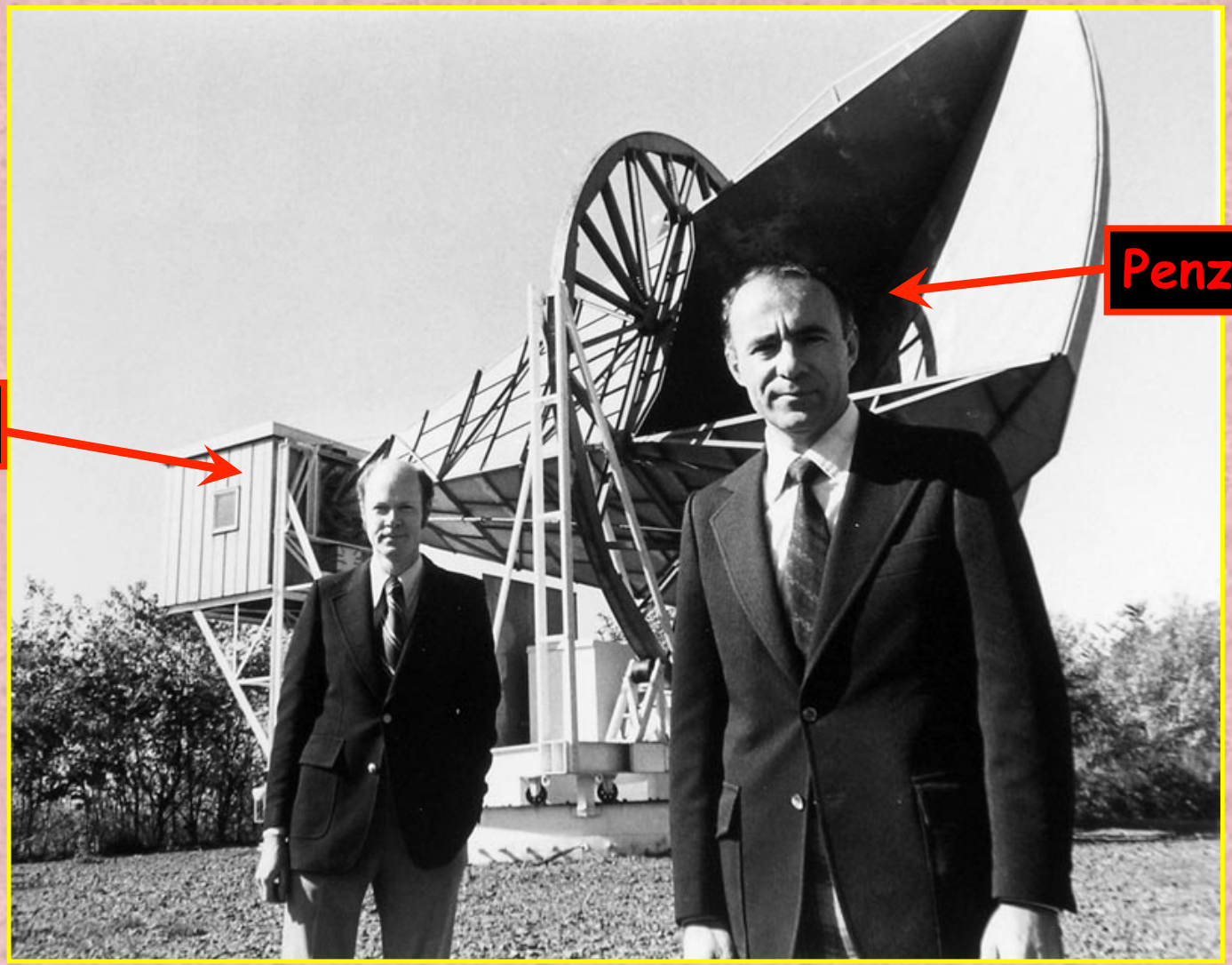
- La radiazione cosmica di fondo;
- La recessione delle galassie;
- Le abbondanze cosmiche degli elementi.



Max Planck, nel 1900 aveva derivato una fondamentale relazione fra temperatura e radiazione.



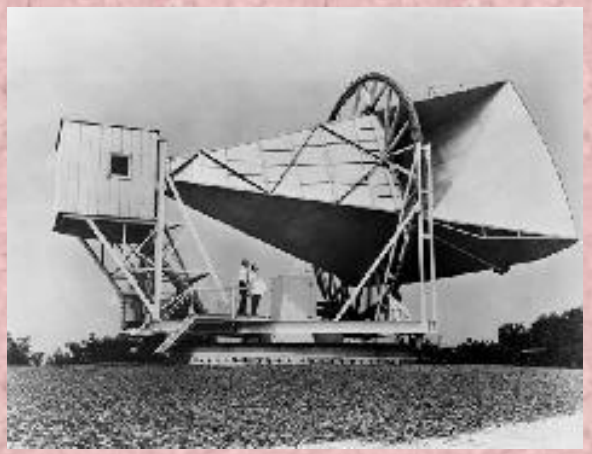
Premi Nöbel per la fisica nel 1978!

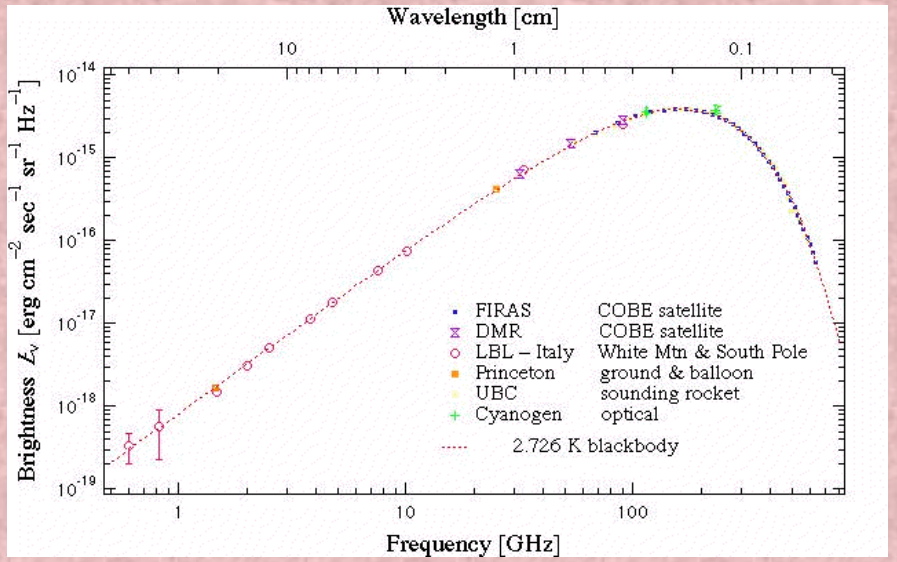


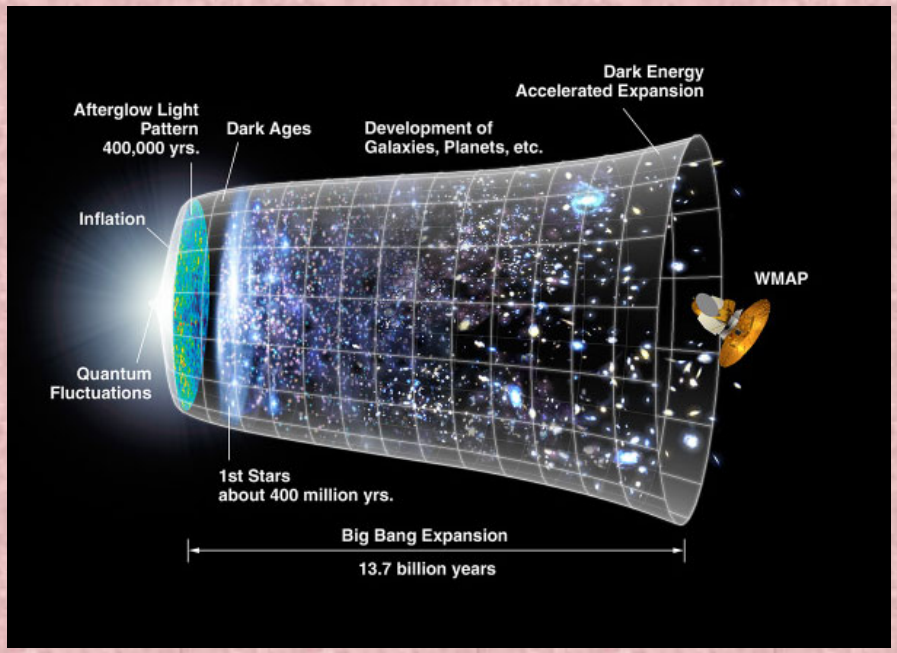
Nel 1964 due ingegneri dei Bell Laboratories stavano studiando le prestazioni di antenne per le telecomunicazioni e…

Cosa hanno visto esattamente?

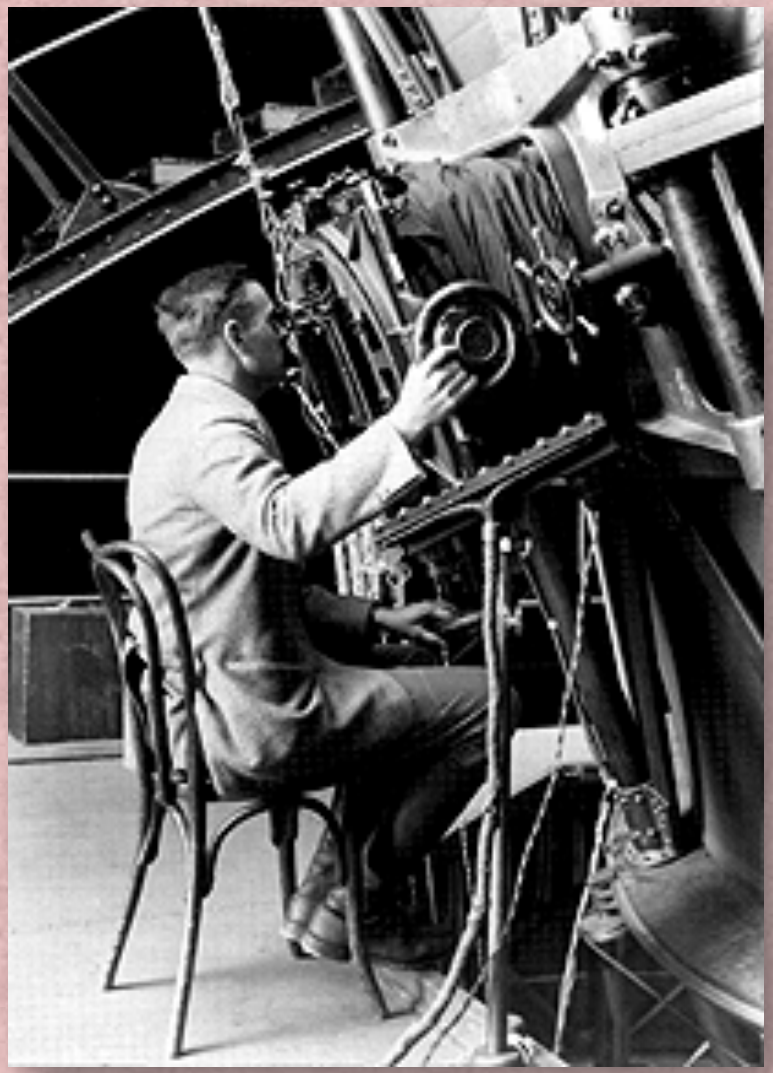
Il famoso fondo cosmico a microonde!

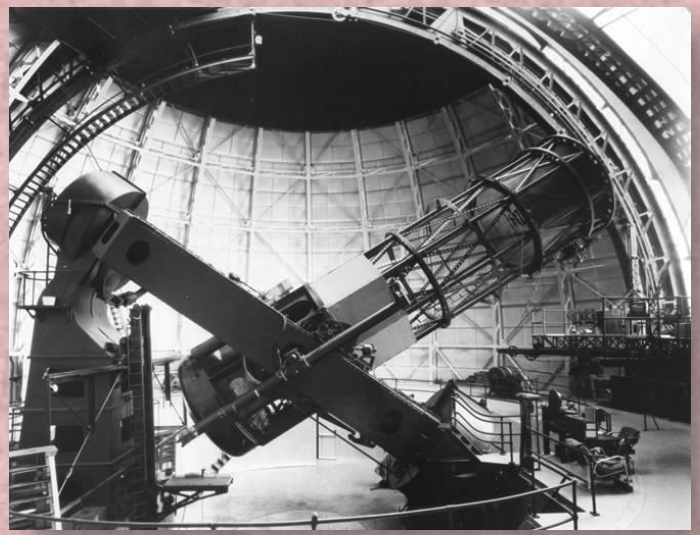


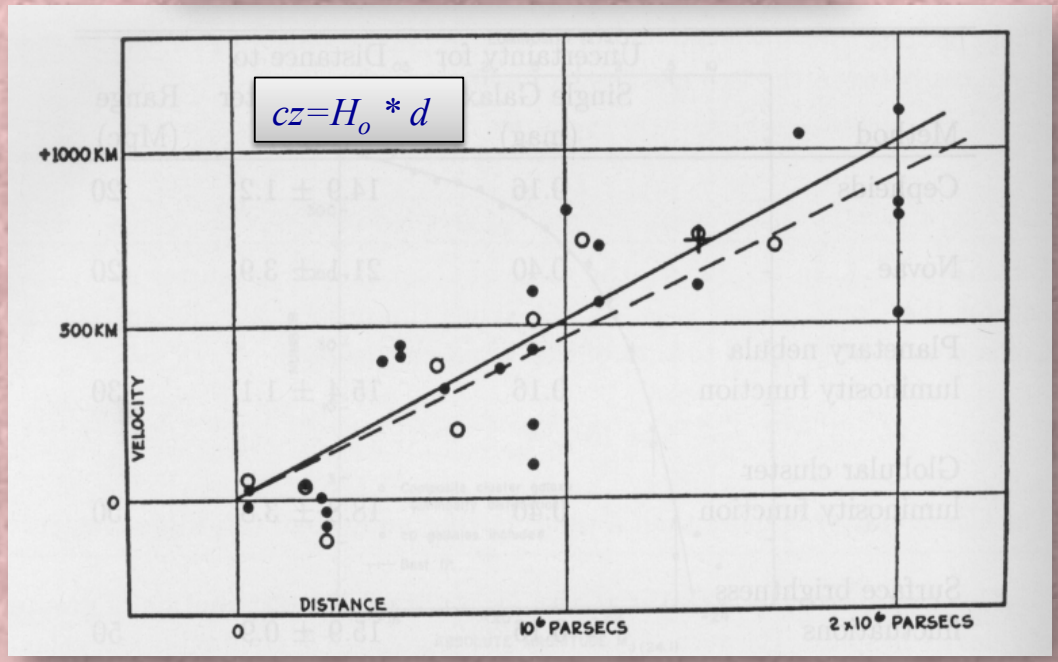




Edwin Hubble 1929

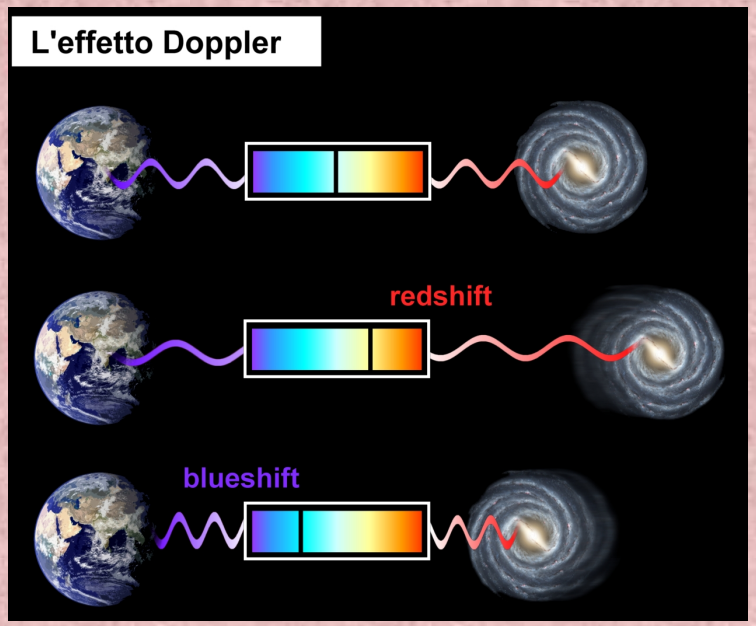


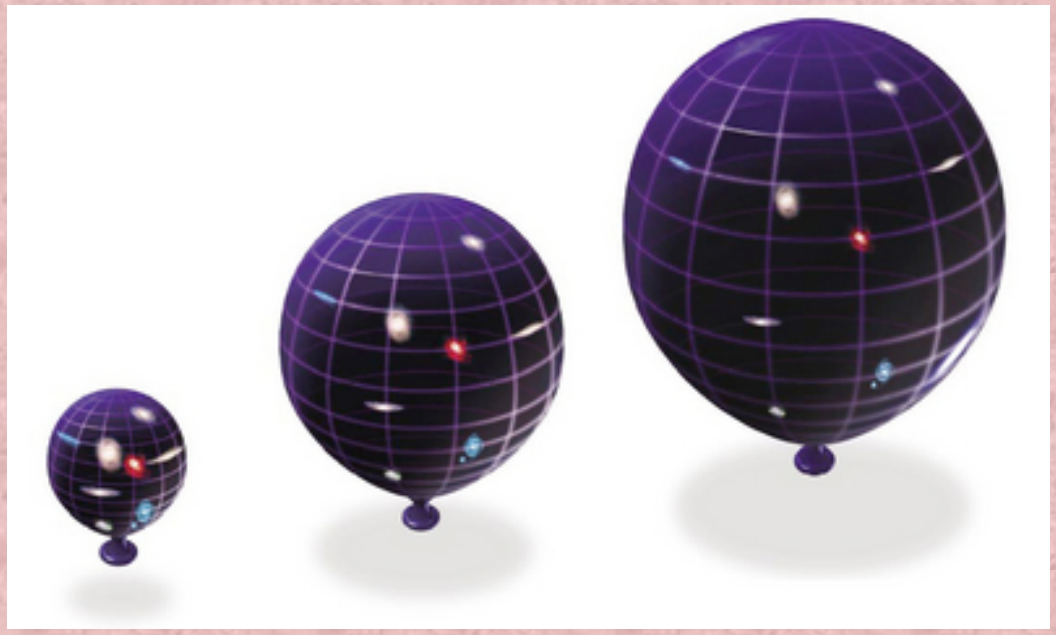




Velocità di recessione v=cz

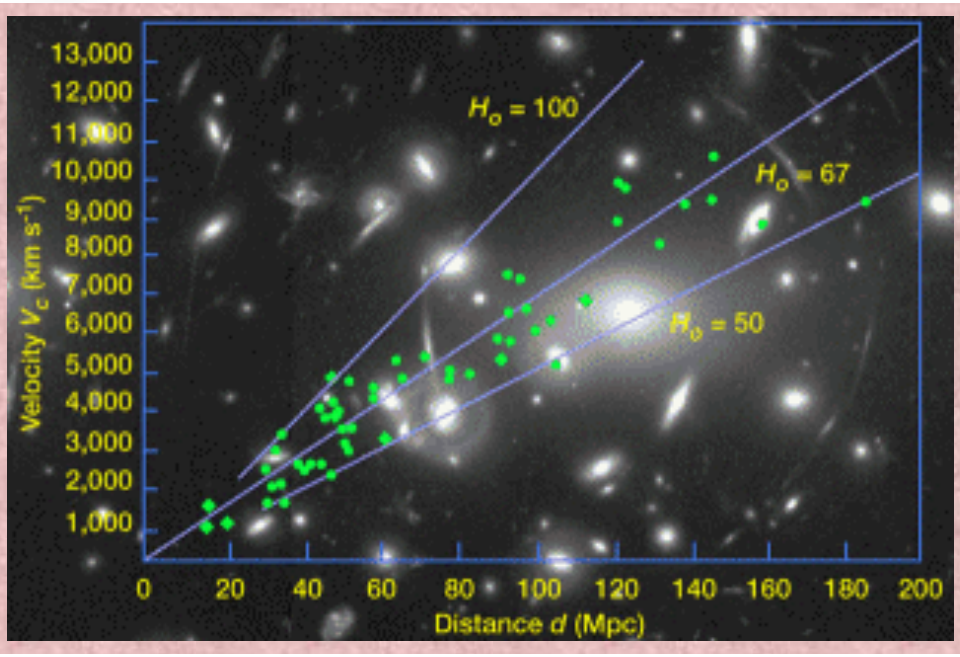
Distanza

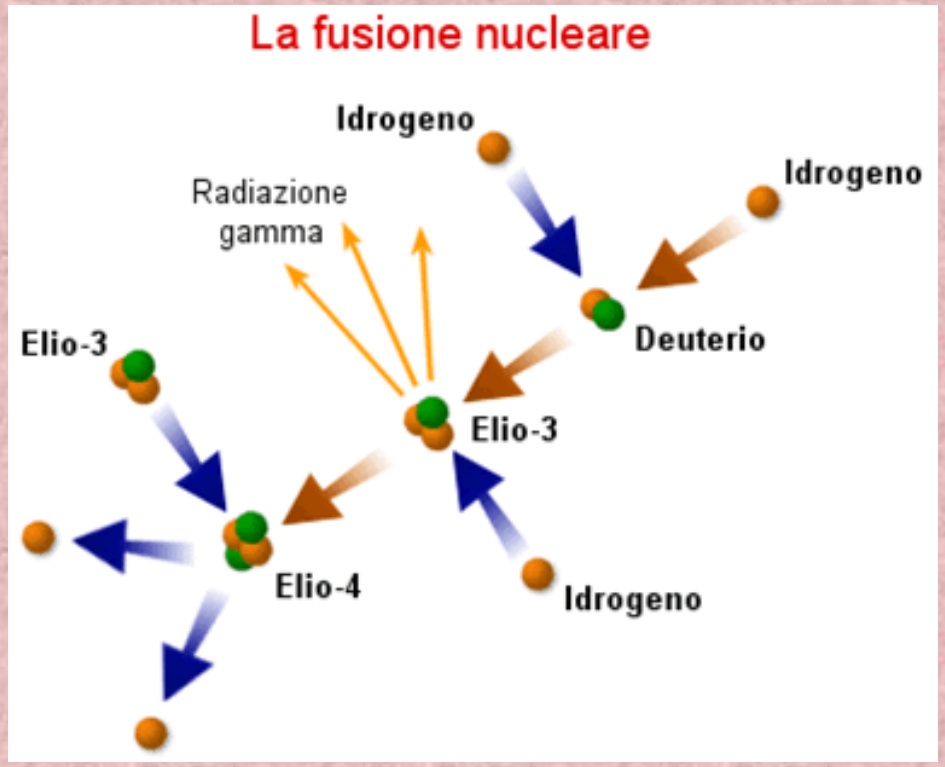


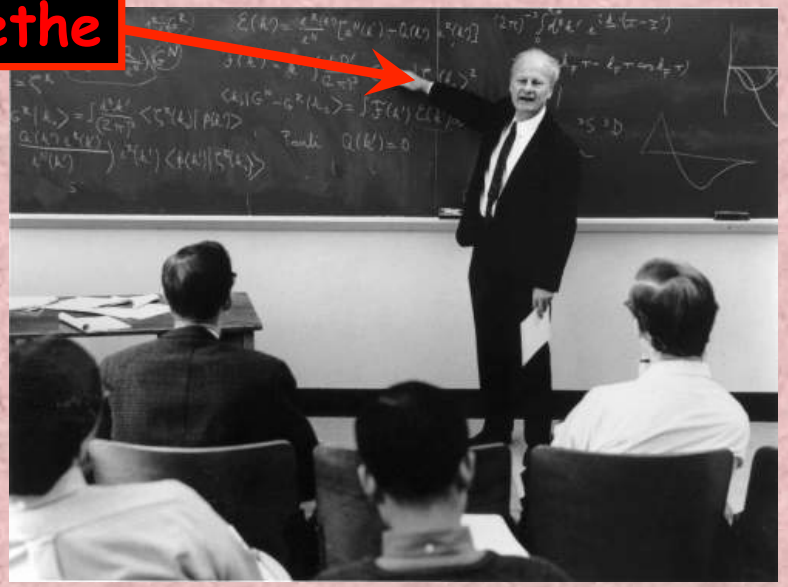


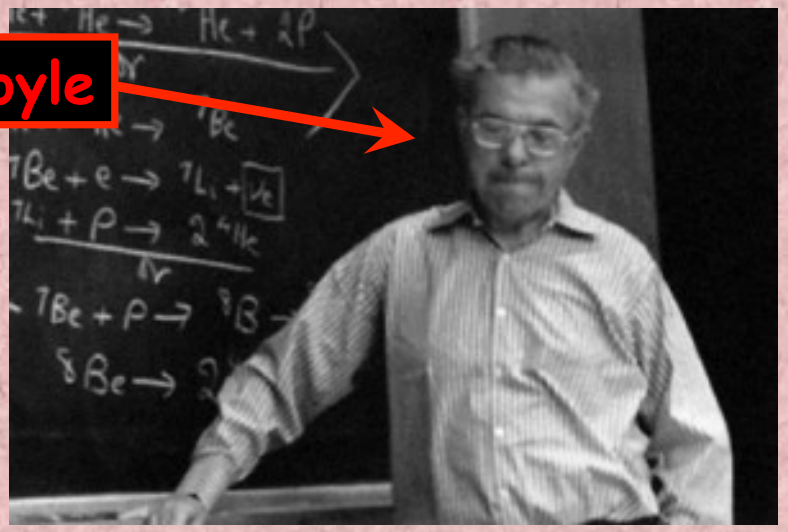
$$V = H\,d$$

1/H è una stima approssimativa della durata dell'espansione, ovvero dell'età dell'universo!



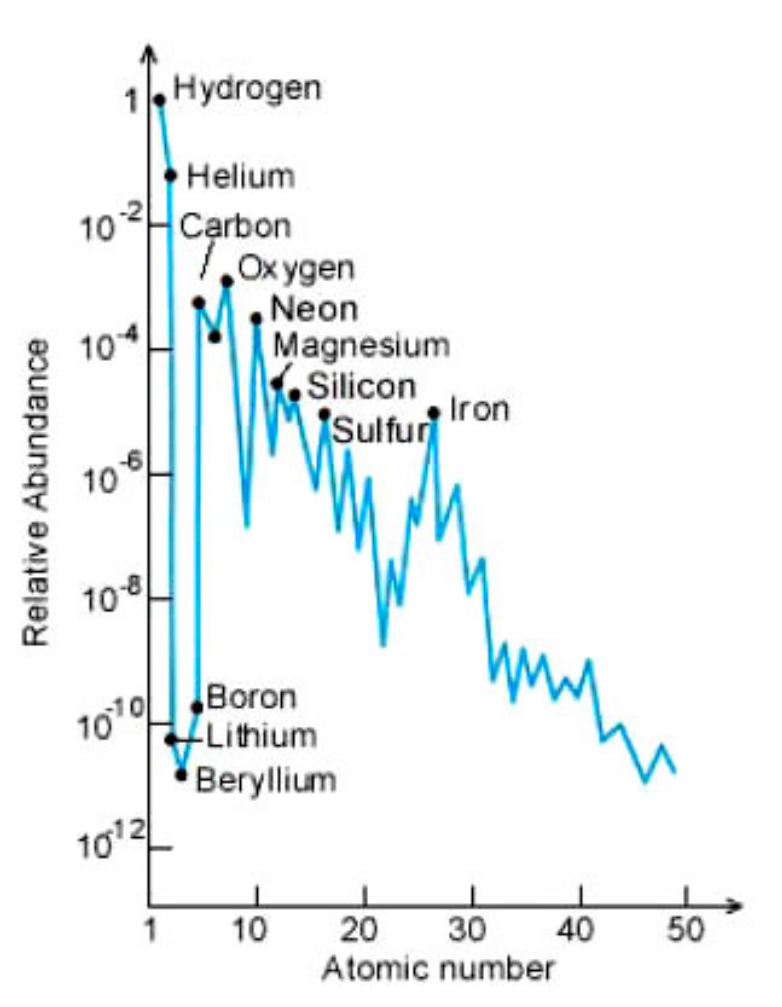






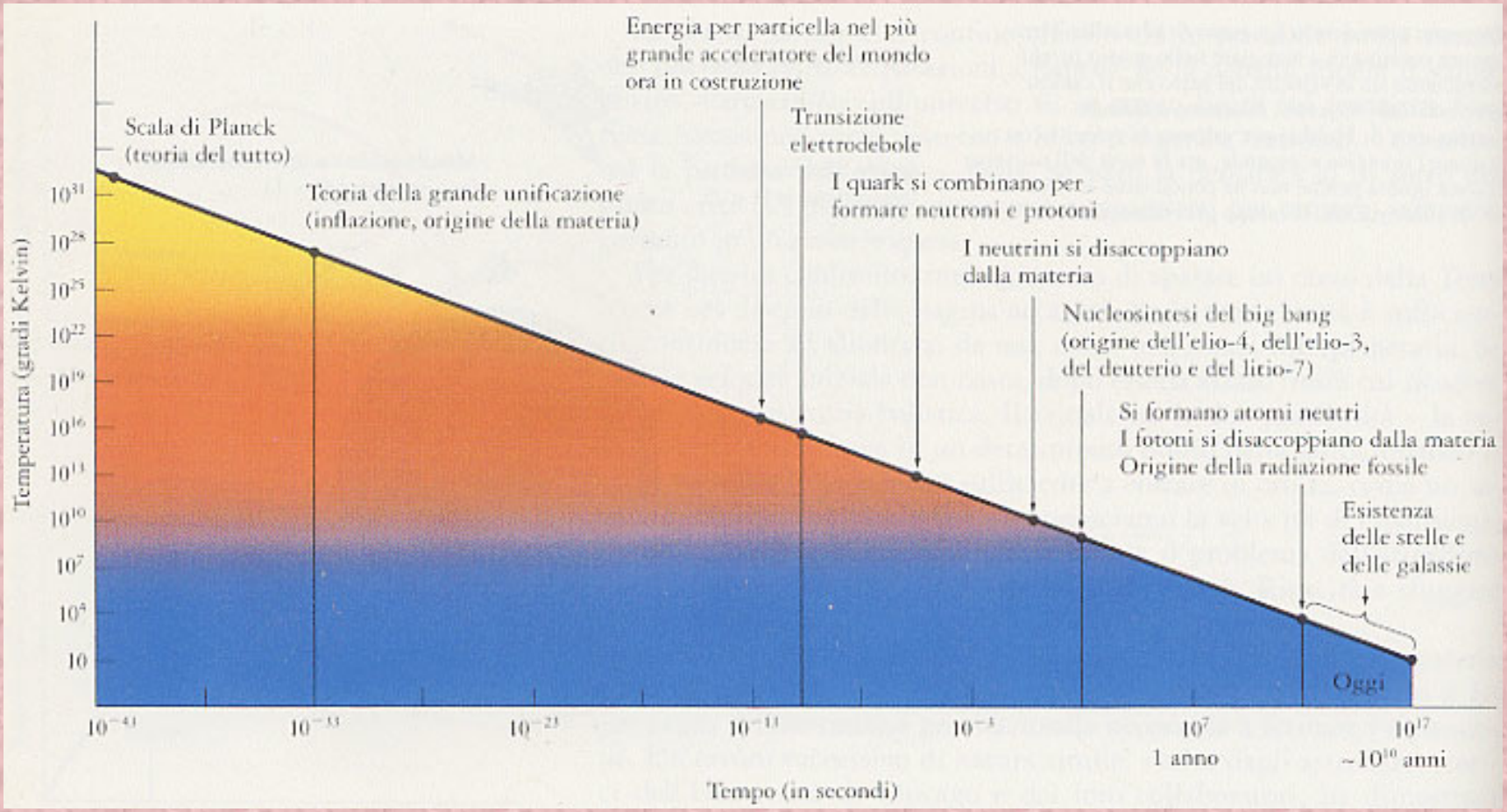
Nel 1938 Hans Bethe identifica il principale meccanismo di produzione di energia delle stelle. Fred Hoyle negli anni '50 propone altre reazioni che completano il quadro.

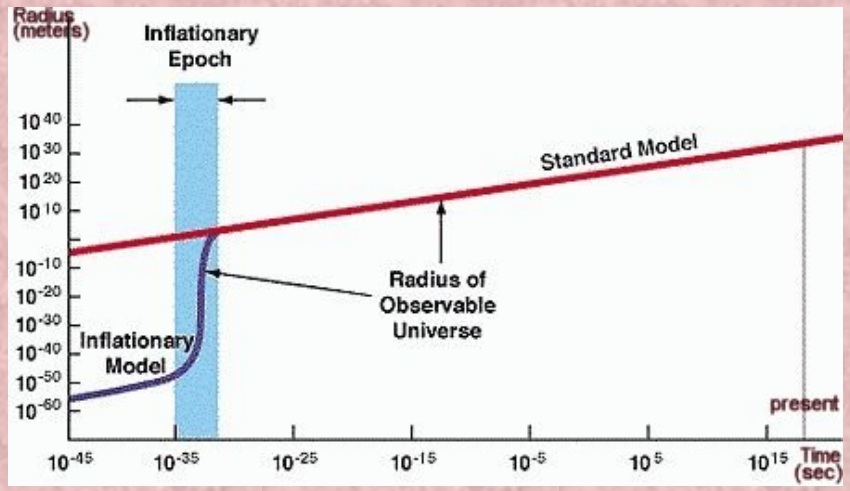
Gli elementi chimici che conosciamo si formano per fusione nucleare all'interno di stelle, e durante le fasi di esplosione di una supernova.

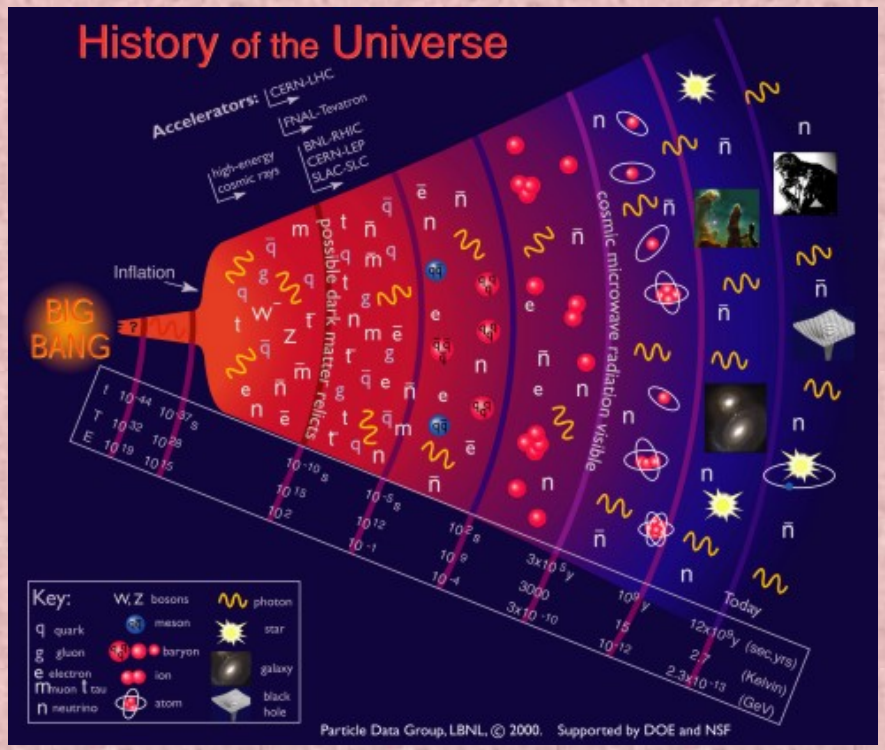


In realtà cosa sia successo al tempo "zero" non lo sappiamo…

In effetti sappiamo ben poco… le nostre conoscenze sono "soddisfacenti" solo a partite da circa 10^{-11}s dal big-bang. Un'enormità!

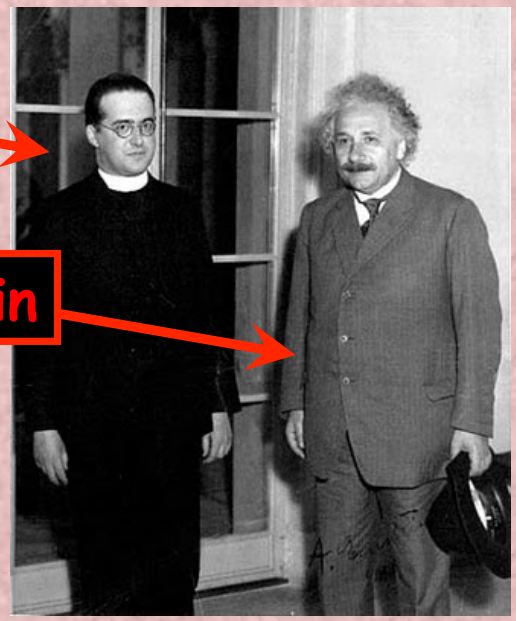




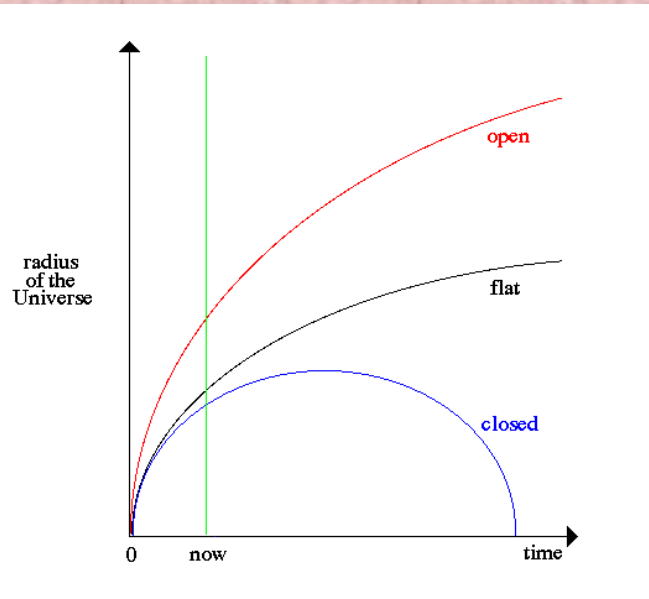


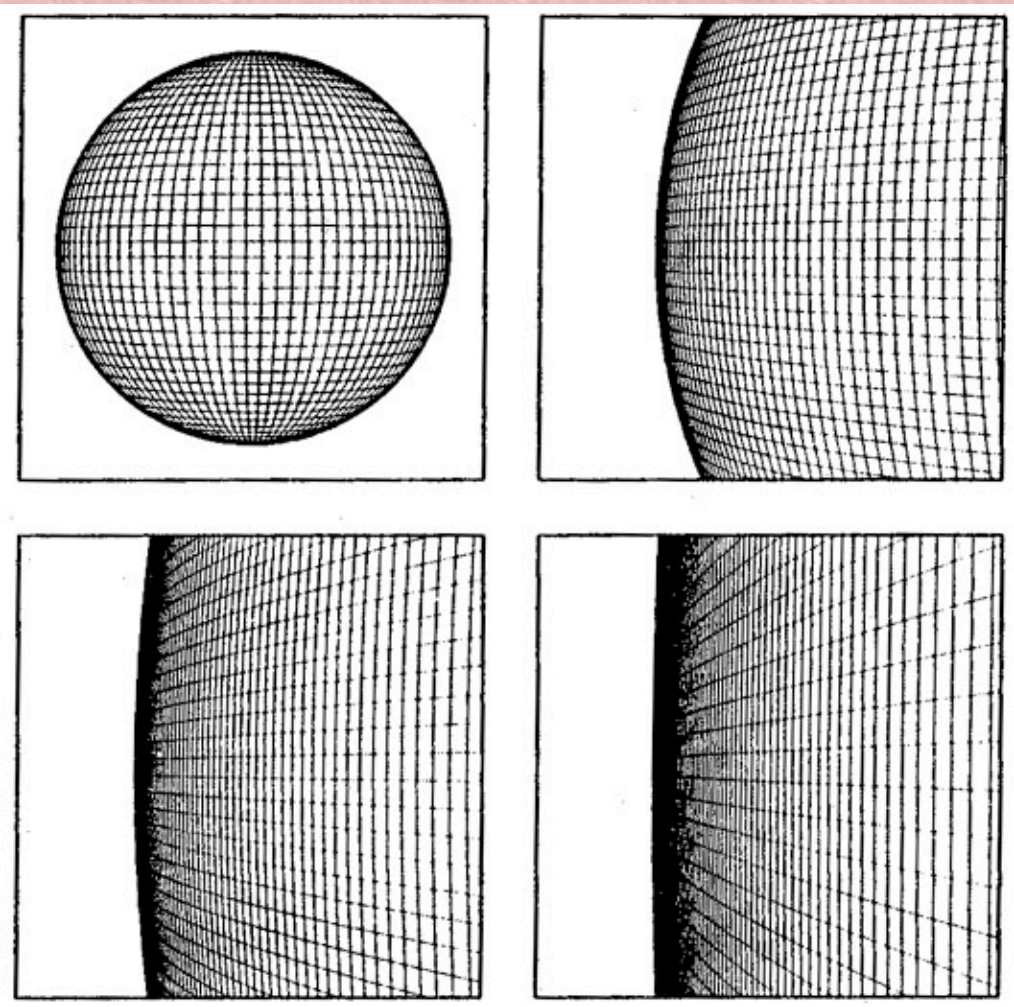
Lemaitre

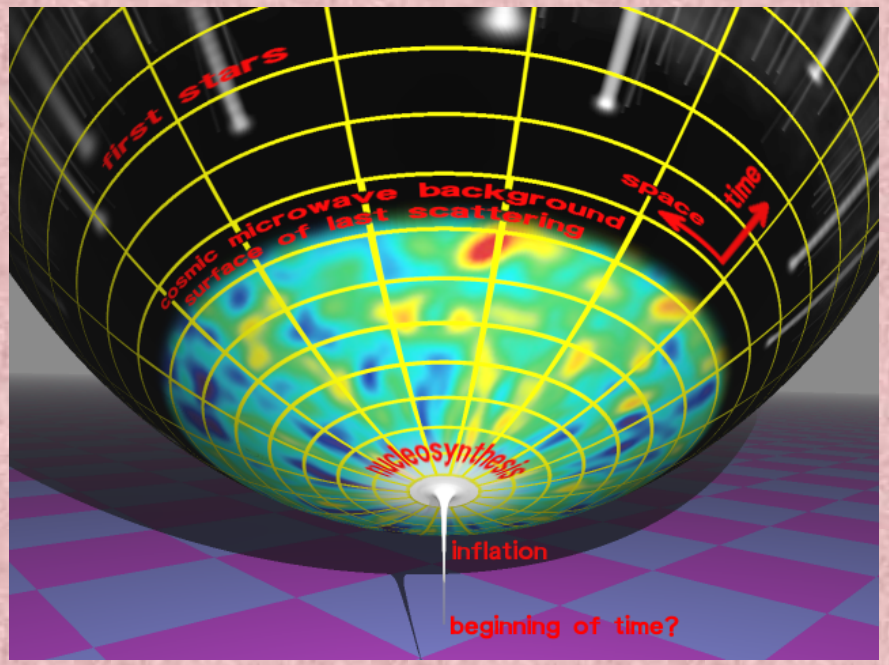
Einstein



Inflazione?





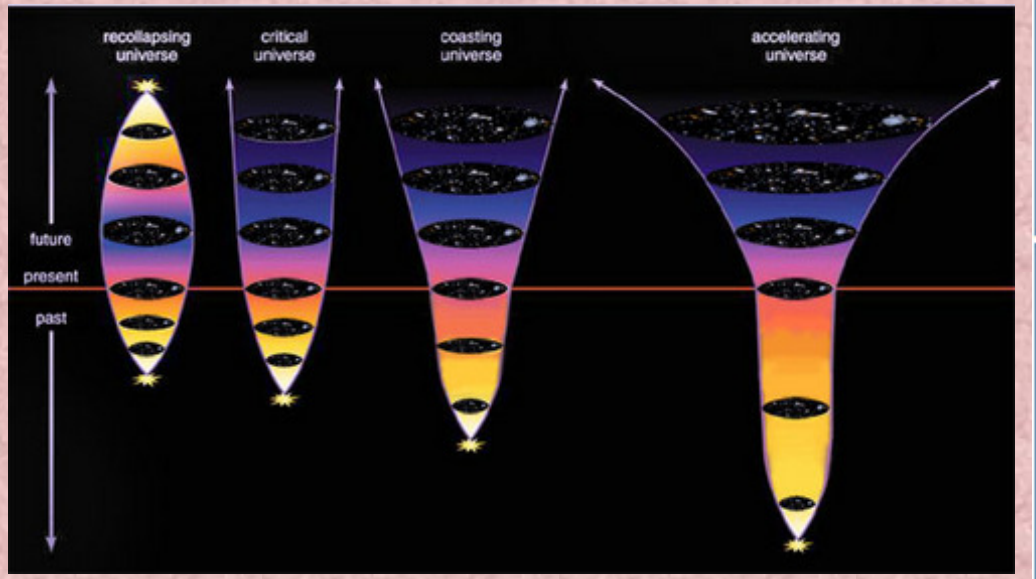


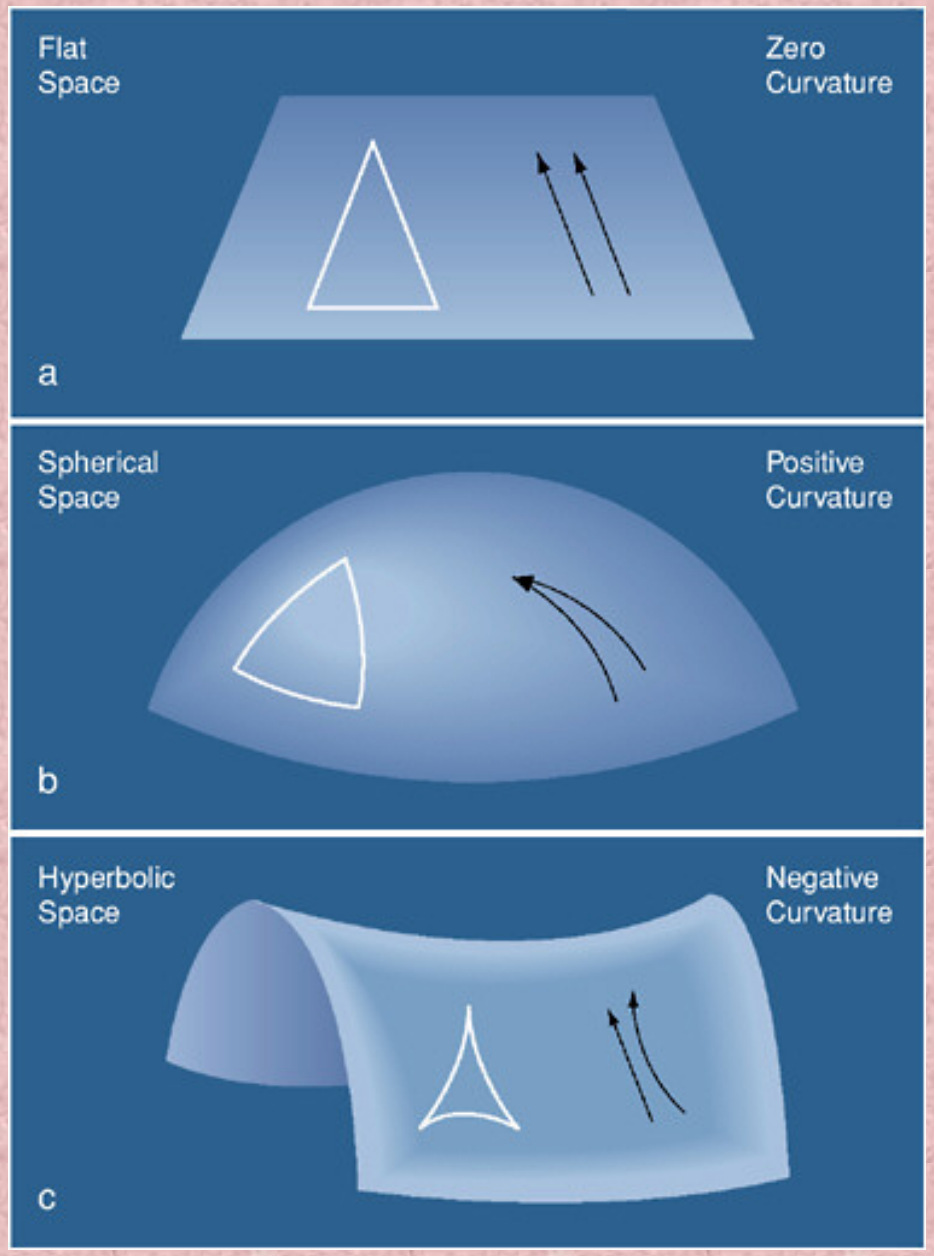
L'universo inflazionario è un universo "senza memoria"…

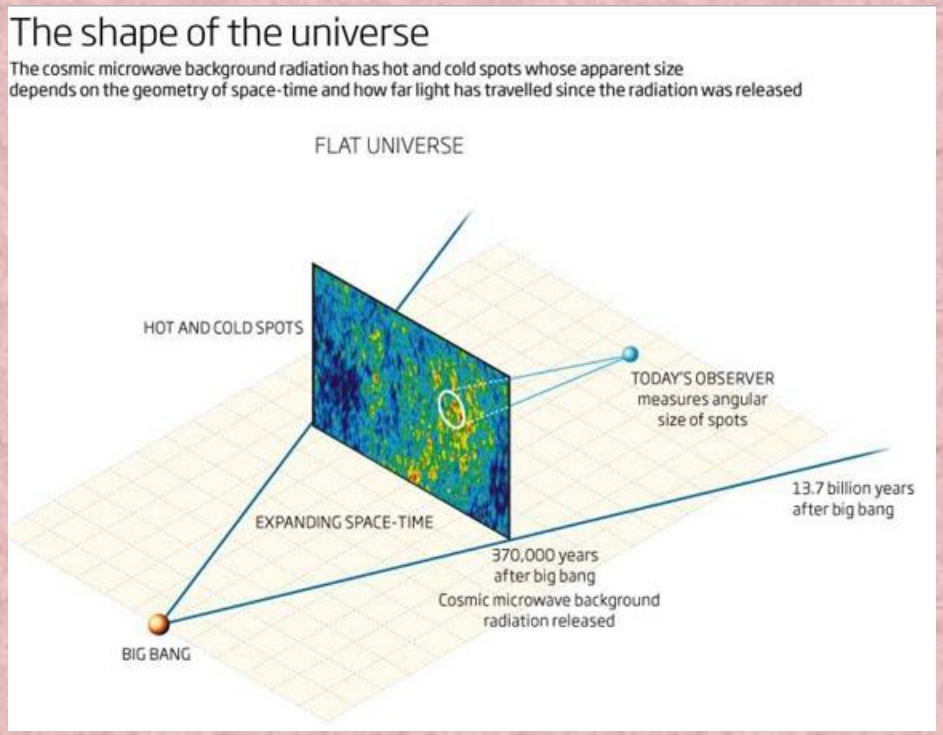
E quindi, per così dire, disaccoppia "l'origine" dall'universo attuale.

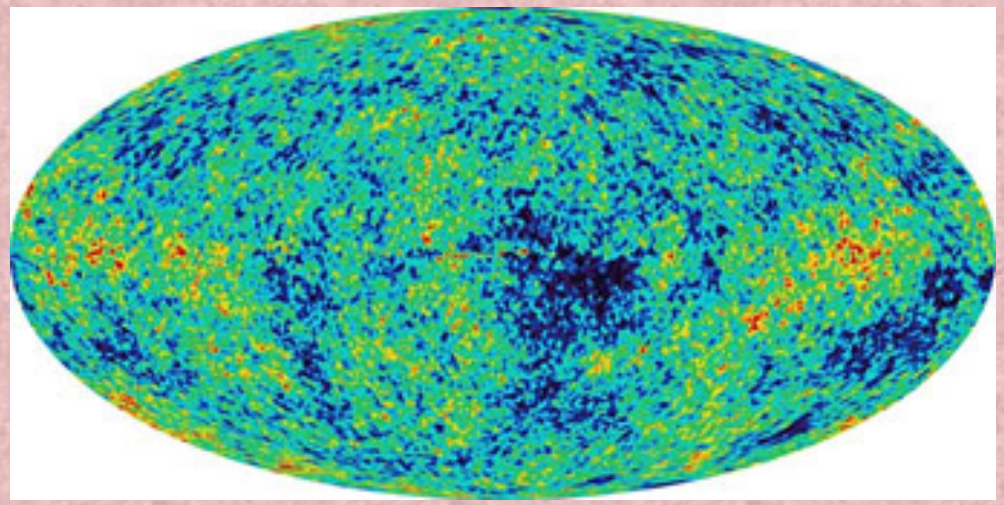
Che “forma” ha l’universo?

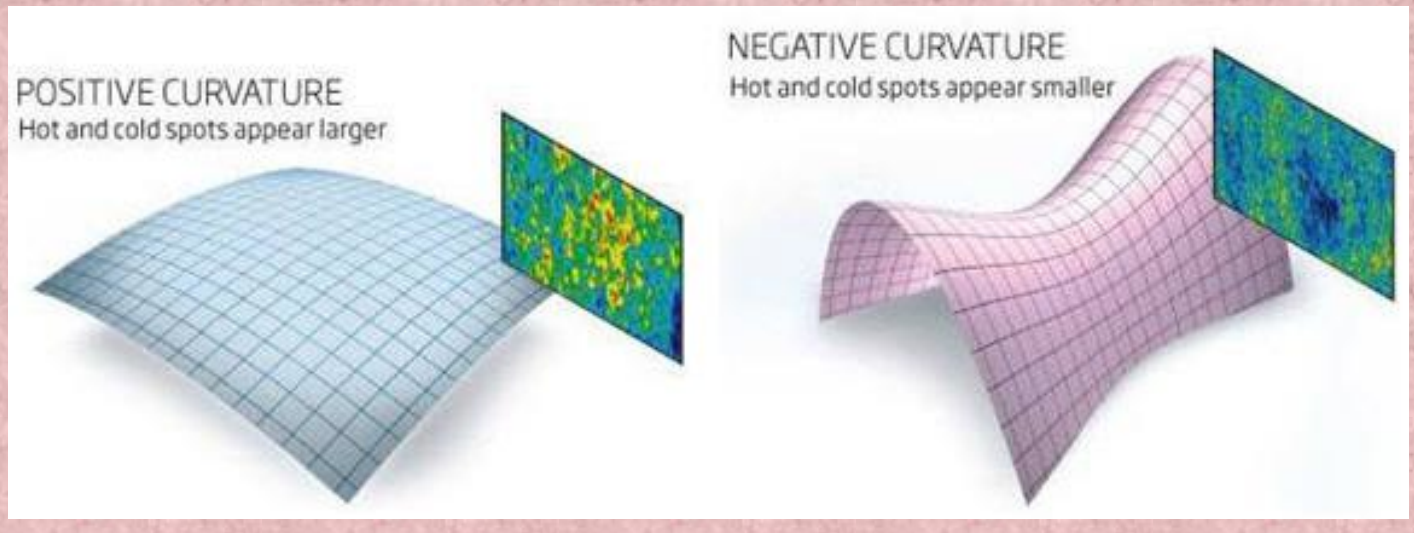
Se passiamo da un piano a spazi pluri-dimensionali le cose diventano alquanto interessanti…



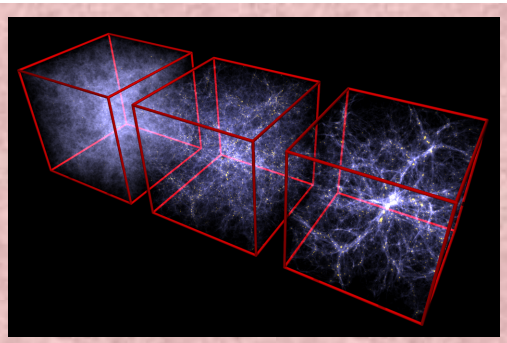




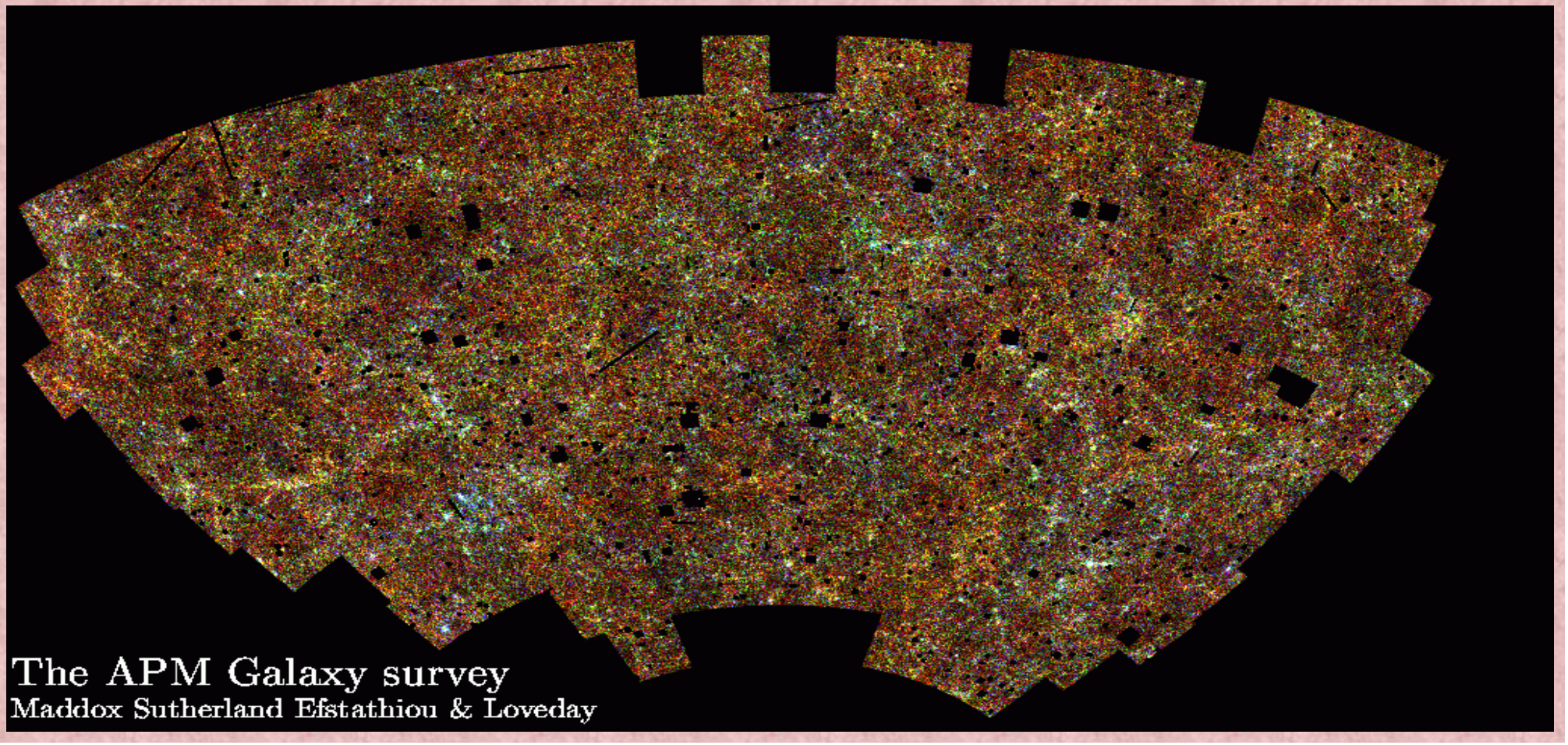




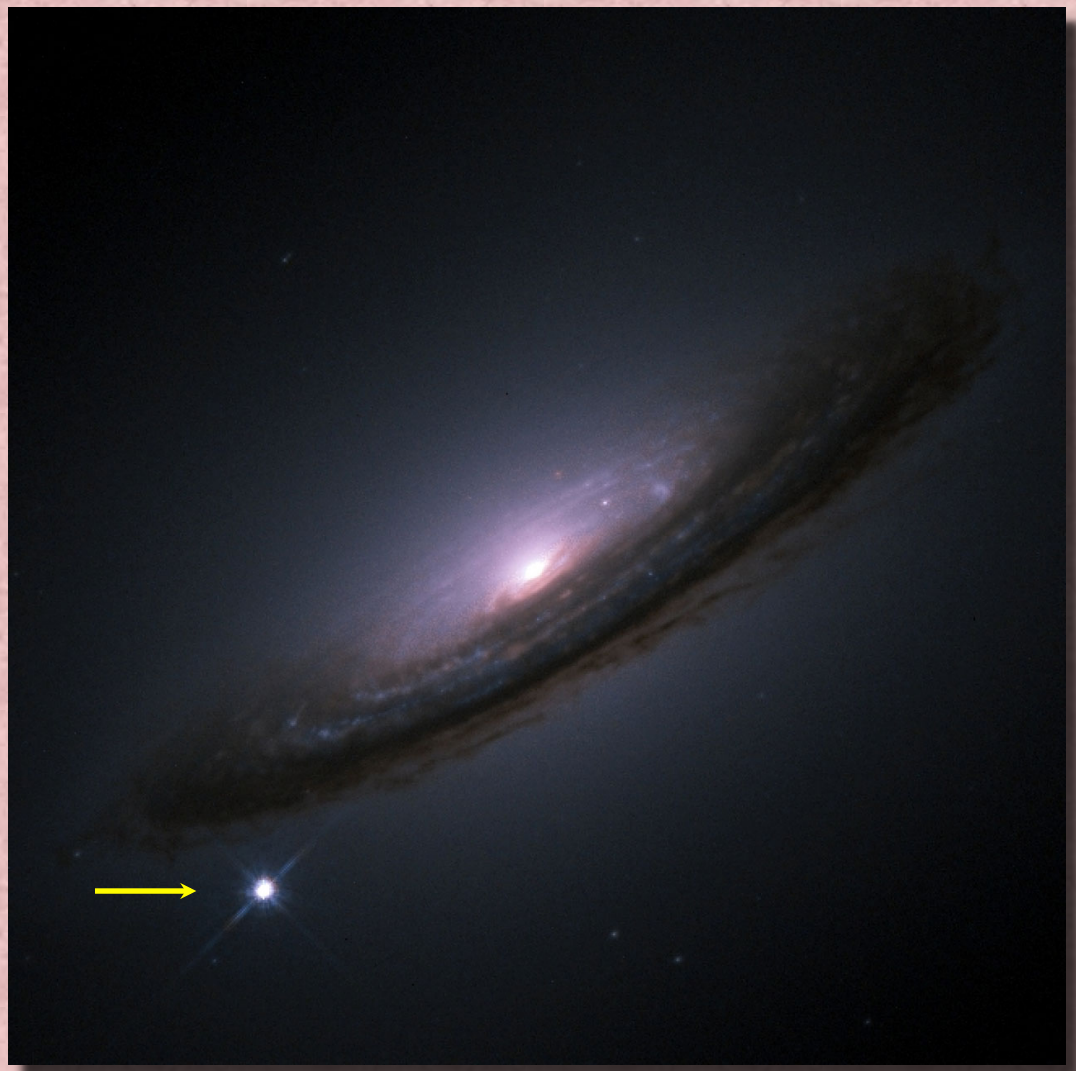
Il satellite Planck

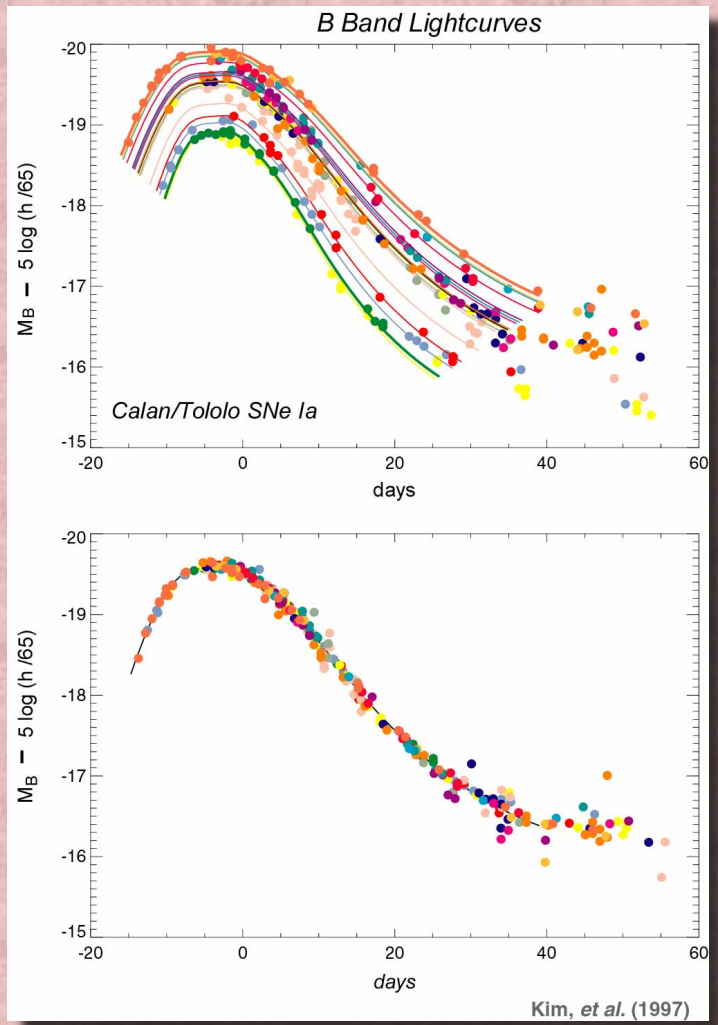


Come le galassie si distribuiscono dipende dalla geometria ed altri parametri.

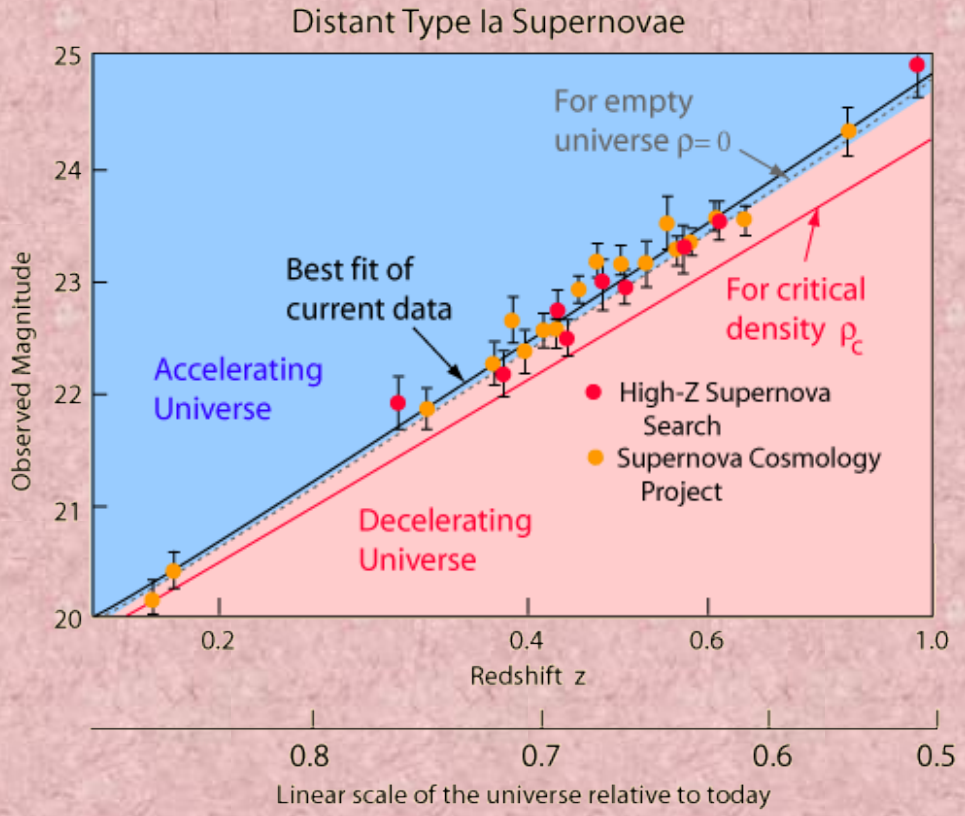


Le supernove di tipo Ia: i migliori indicatori di distanza!

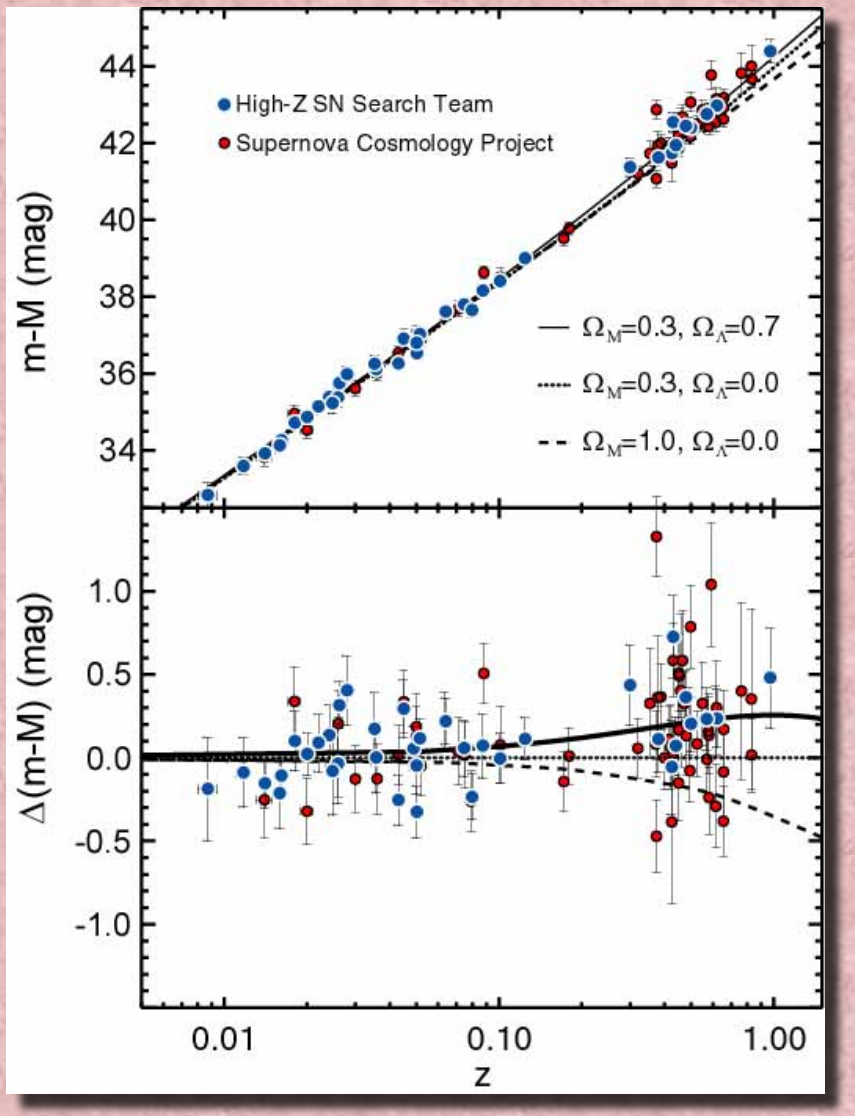




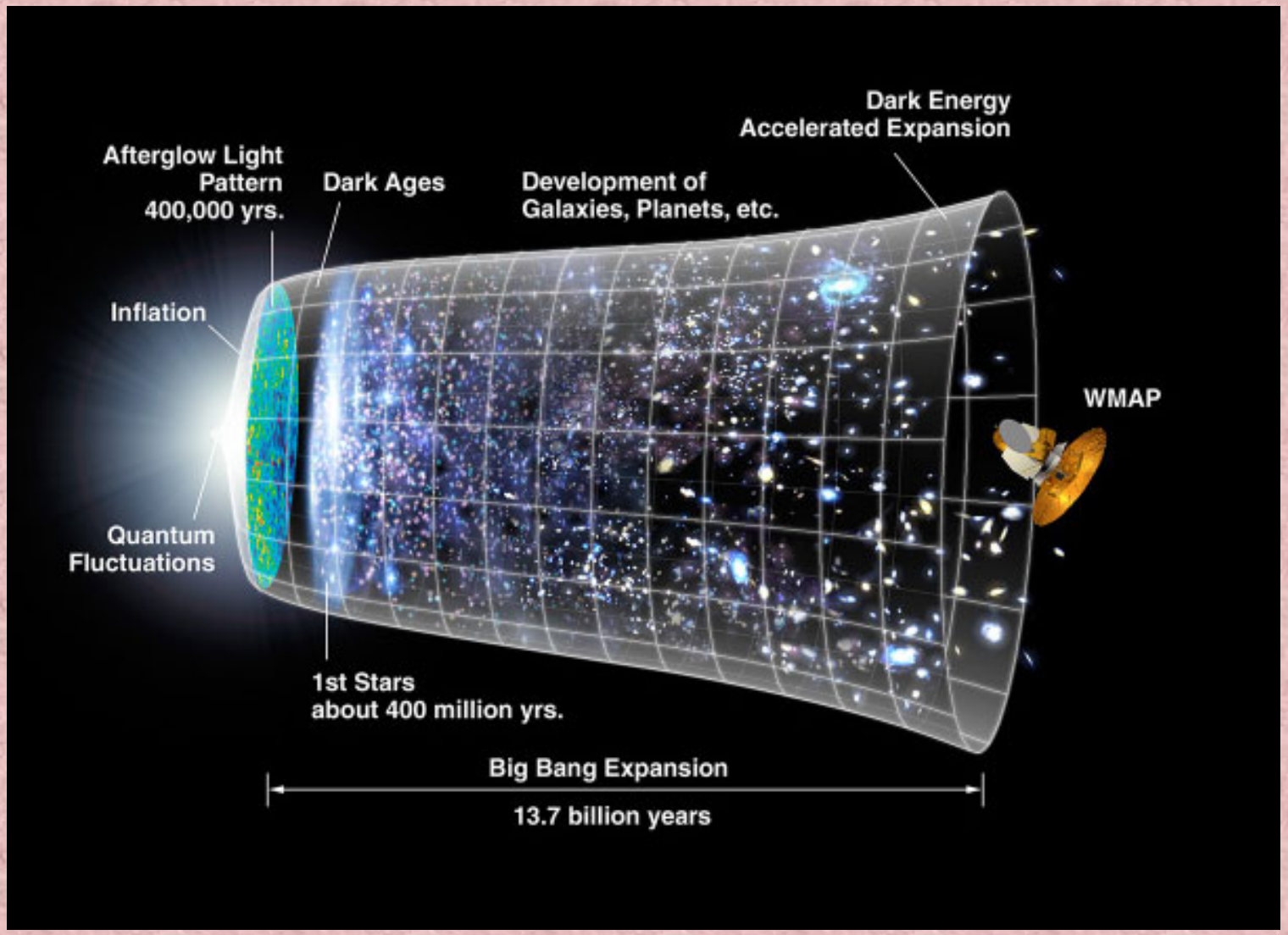
E dalle supernove si è scoperto che l'universo è in accelerazione!



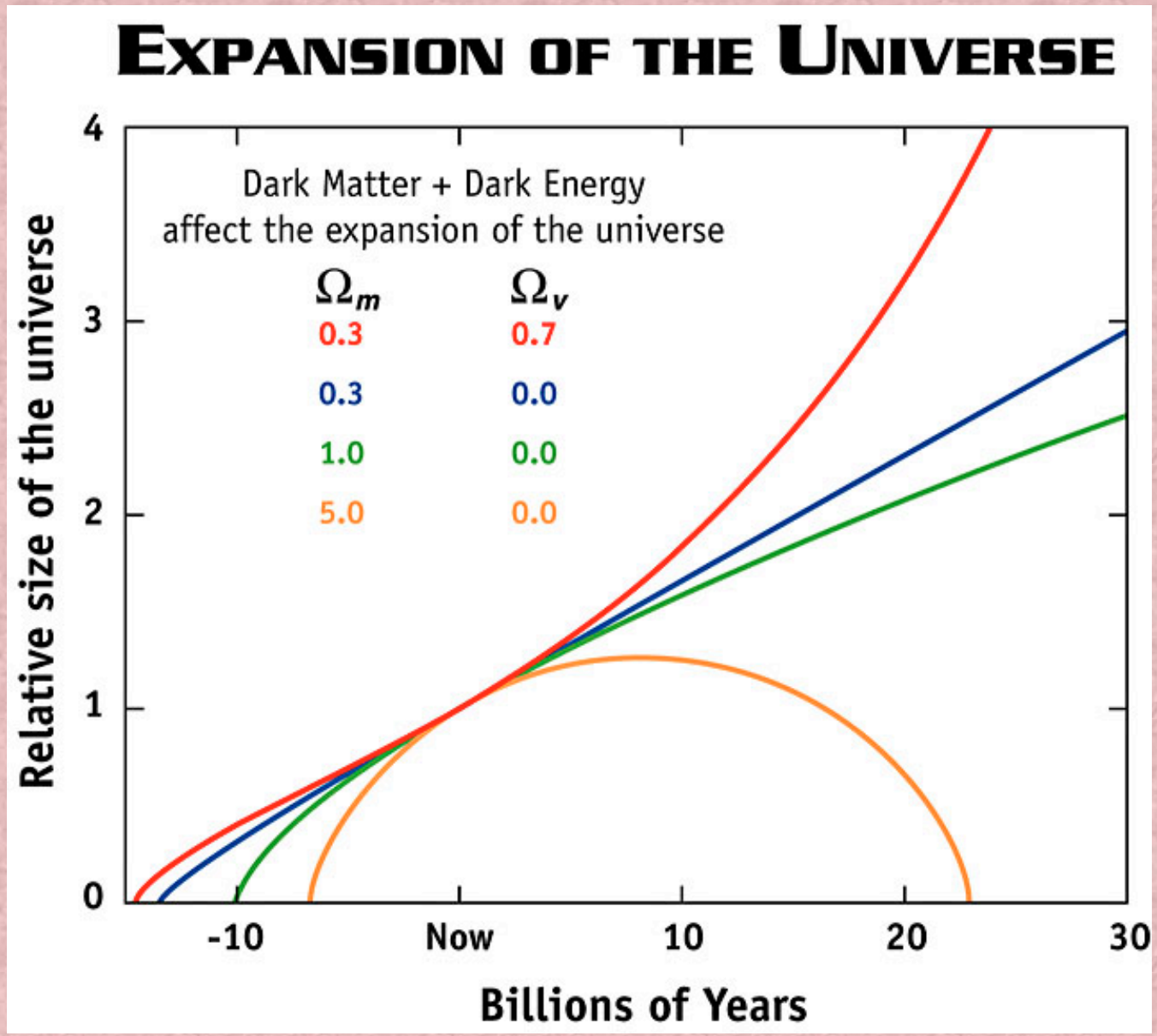
log(*Distanza* d_L)



Redshift



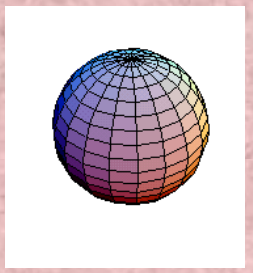
Lo scenario attuale

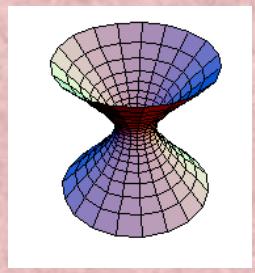


Materia, energia, vuoto…

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3}\rho$$

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3}(\rho + 3p)$$





- La componente visibile pesa solo per ≈ 4% dell'energia totale dell'Universo.

- Le altre componenti sono oscure.

  ≈ 23% è *materia oscura.*

  ≈ 73% è qualche tipo di energia chiamata *energia oscura*.