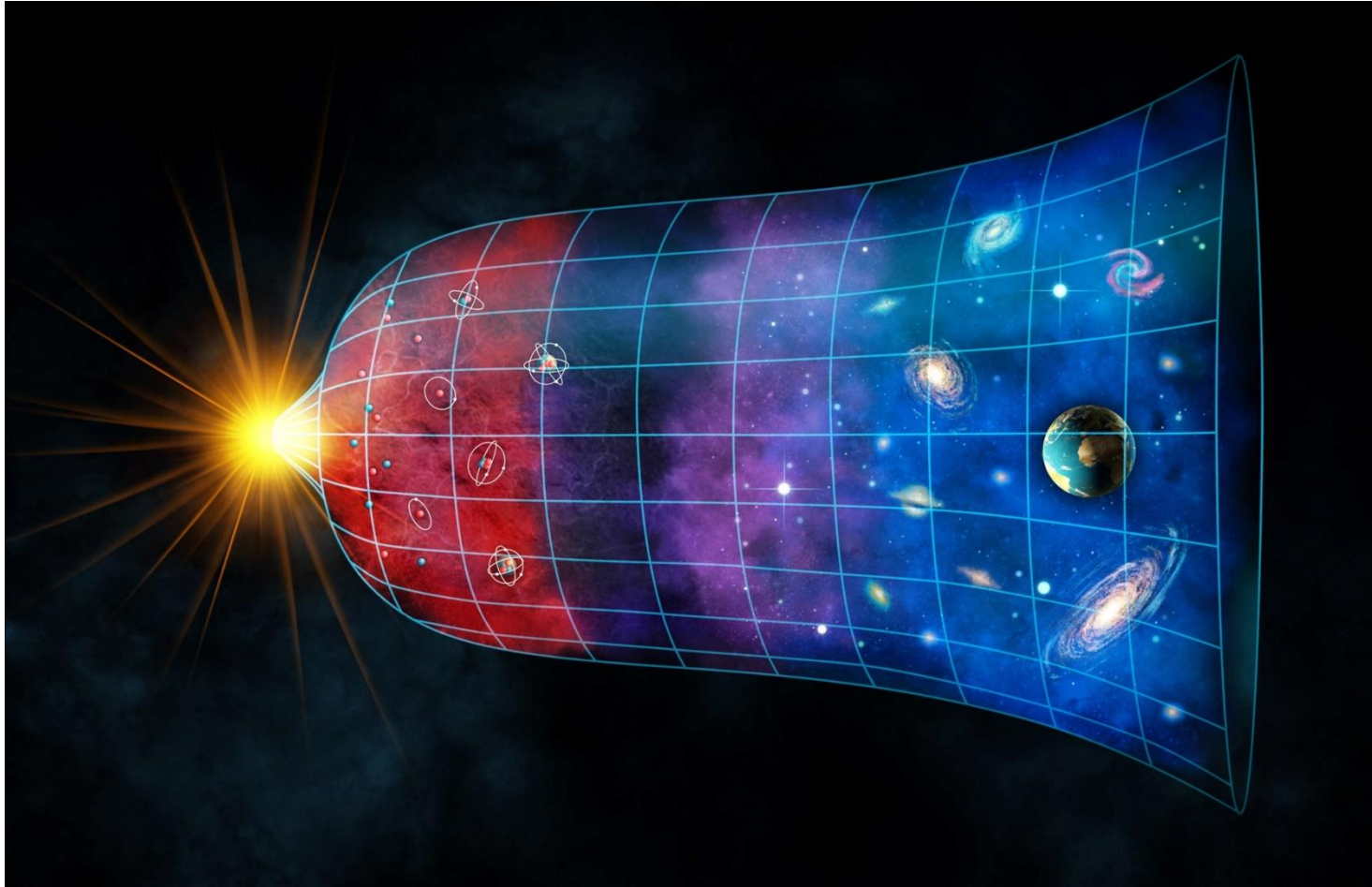


# L'Universo

Marco Giammarchi

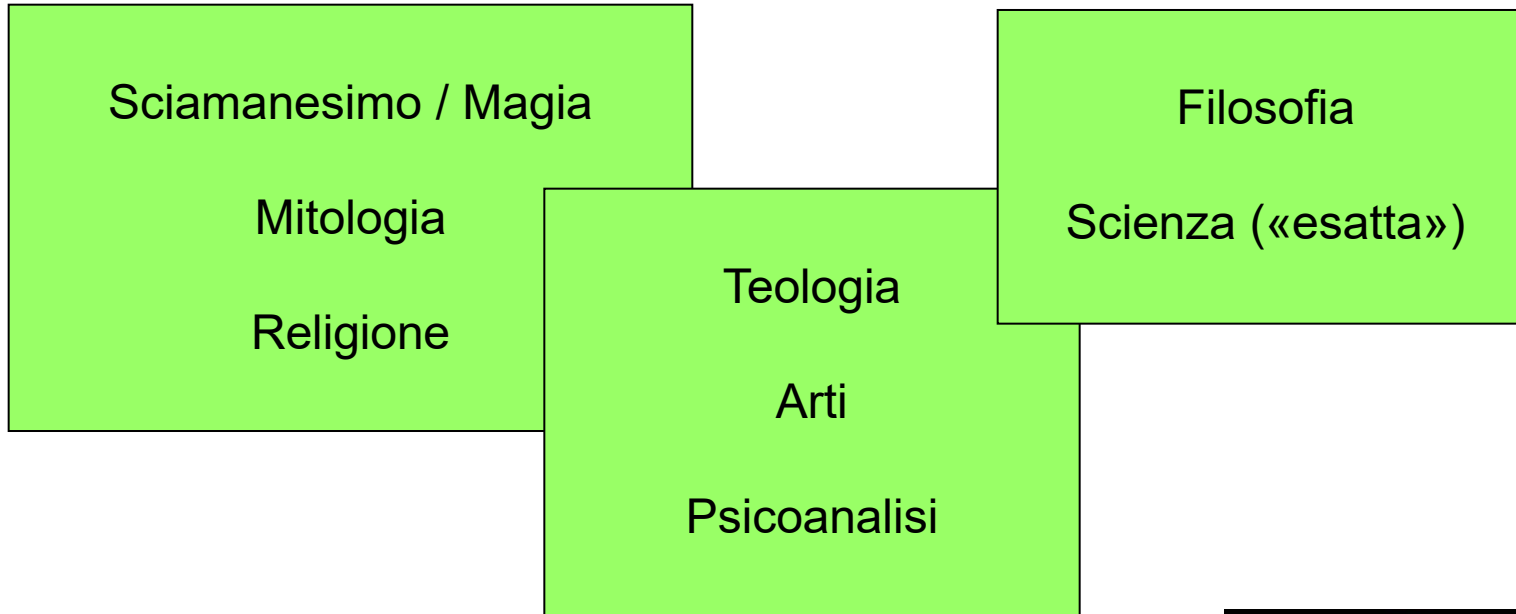
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – Sezione di Milano



*Due cose riempiono l'animo di ammirazione e venerazione sempre nuova e crescente, quanto piú spesso e piú a lungo la riflessione si occupa di esse: **la cosmologia sopra di me, e la fisica quantistica in me.** (M. Giammarchi, in parte cit.)*

# Ma «dove» ci troviamo?

## Una «classificazione» della conoscenza occidentale

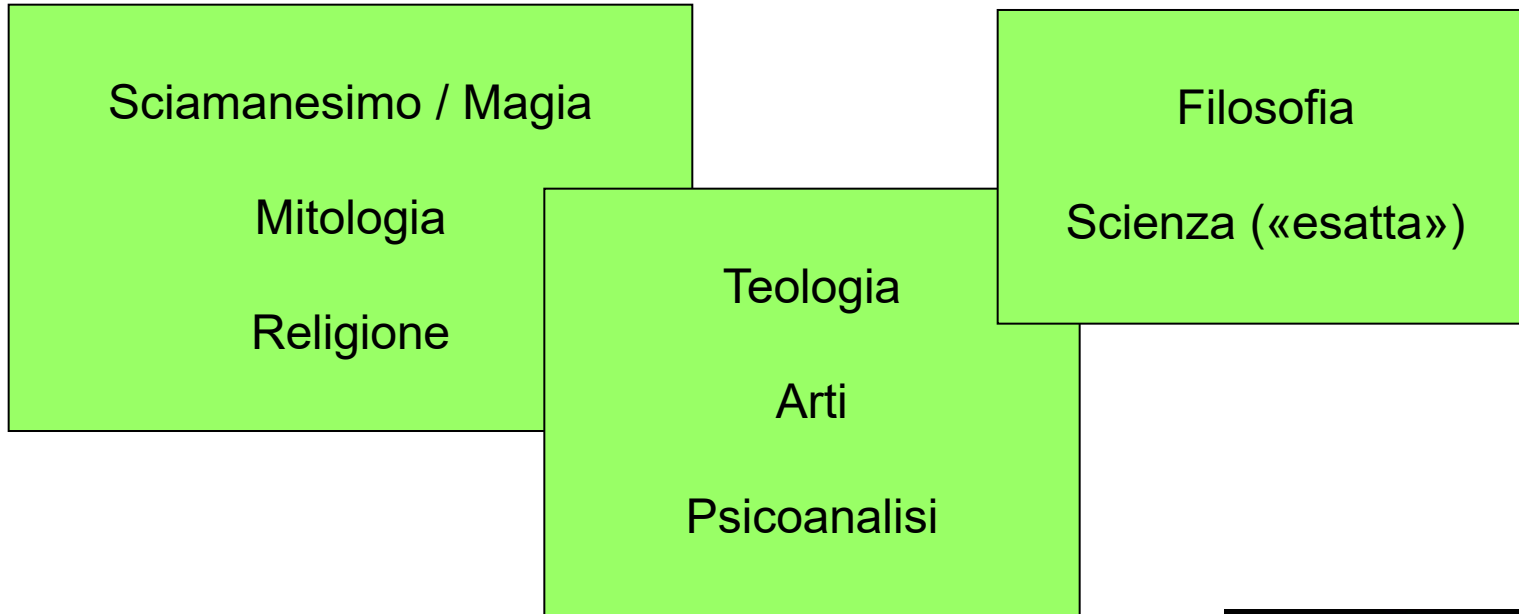


Dalla mitologia all'astrofisica non ci spaventiamo  
di nulla... ma rimaniamo affascinati da tutto



# Ma «dove» ci troviamo?

## Una «classificazione» della conoscenza occidentale



Dalla mitologia all'astrofisica non ci spaventiamo  
di nulla... ma rimaniamo affascinati da tutto



Il fascino del  
Cielo

Complesso di  
Saqqara (Egitto)

Tomba di Djoser  
2900 a.C.



# Cosa possiamo dire dell'Universo?

- E' grande
- Ha una storia
- Per descriverlo serve la fisica quantistica
- Perché la Cosmologia è Scienza?

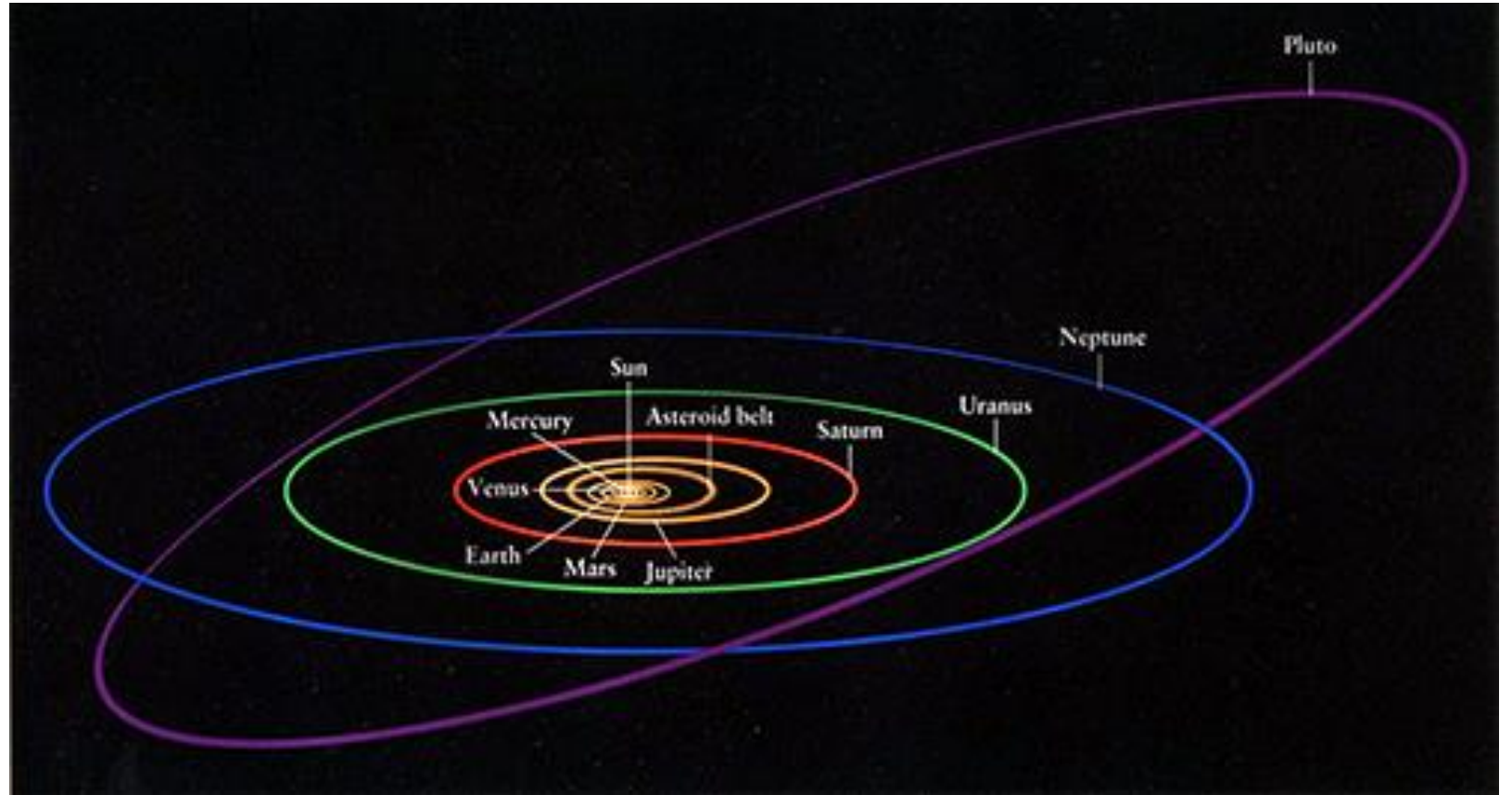
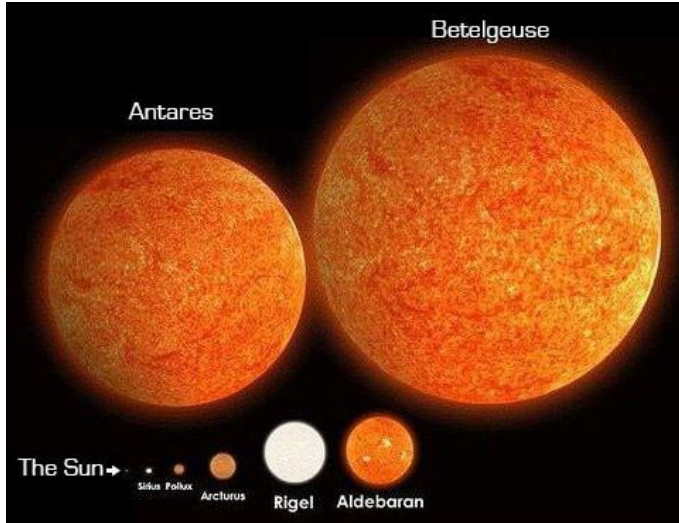
Molto grande

Molto lunga

Molta

Molto scienza

L'Universo è grande



Astronomia e Astrofisica

Spesso (forse sempre) una stella ha dei pianeti

2 ore luce



Le stelle (i sistemi solari) sono organizzate in Galassie

Di solito una galassia ha 100 miliardi di stelle

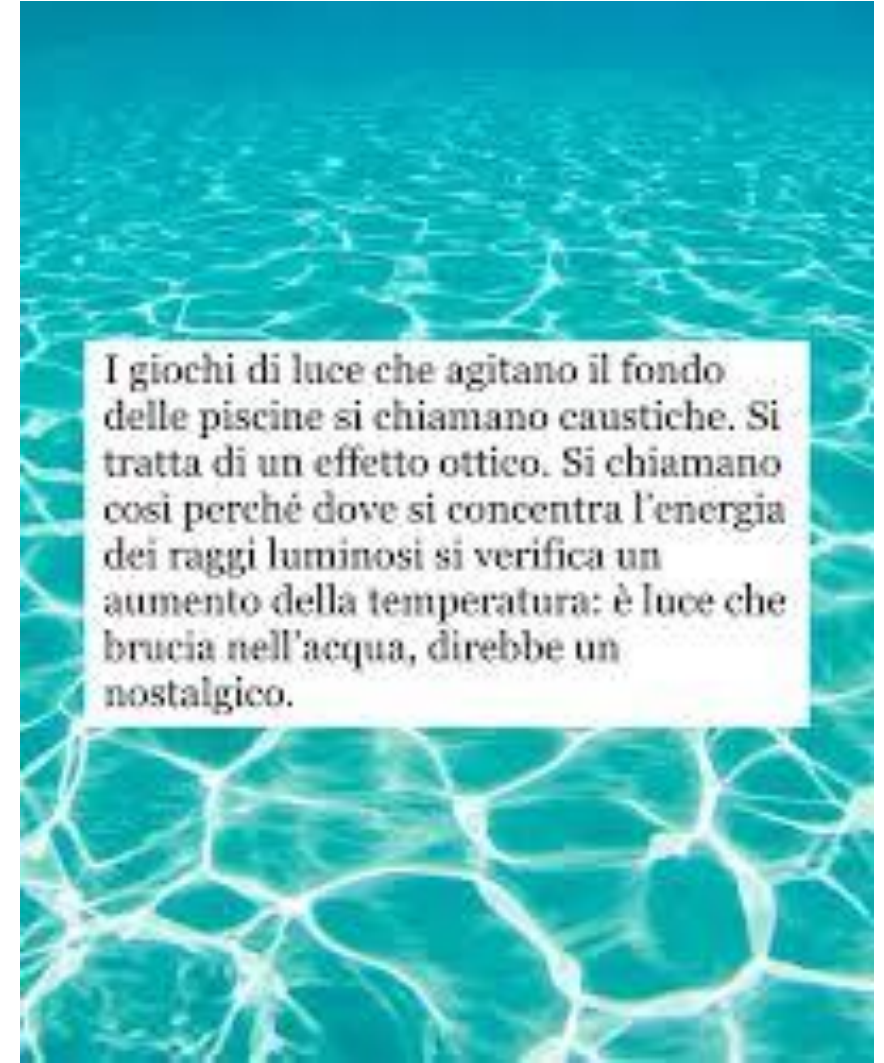
300 mila anni luce

La galassia di Andromeda è simile alla nostra

## Organizzazione di gruppi galassie



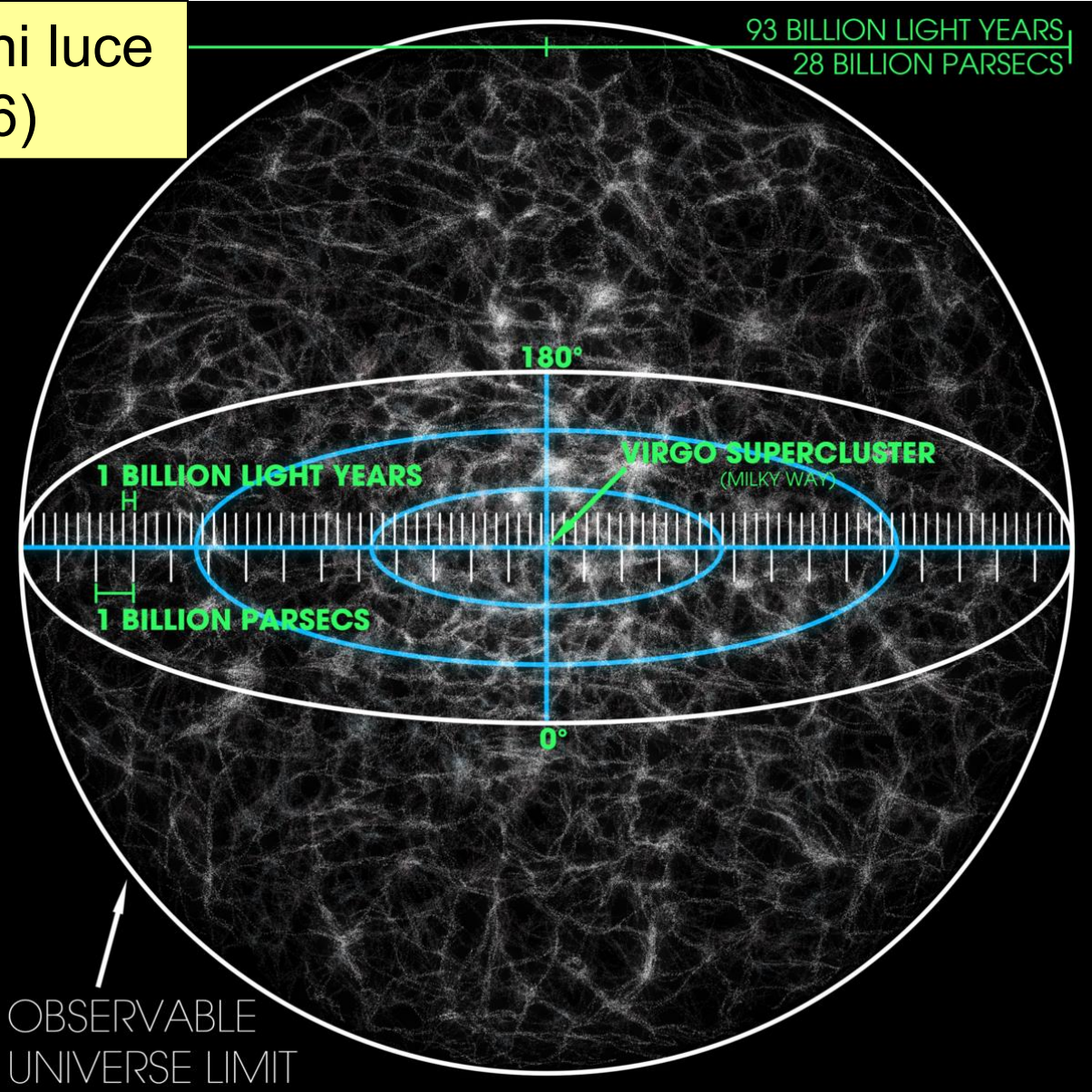
## Organizzazione di gruppi galassie



I giochi di luce che agitano il fondo delle piscine si chiamano caustiche. Si tratta di un effetto ottico. Si chiamano così perché dove si concentra l'energia dei raggi luminosi si verifica un aumento della temperatura: è luce che brucia nell'acqua, direbbe un nostalgico.

- Cosmologia

93 miliardi di anni luce  
(raggio di 46)



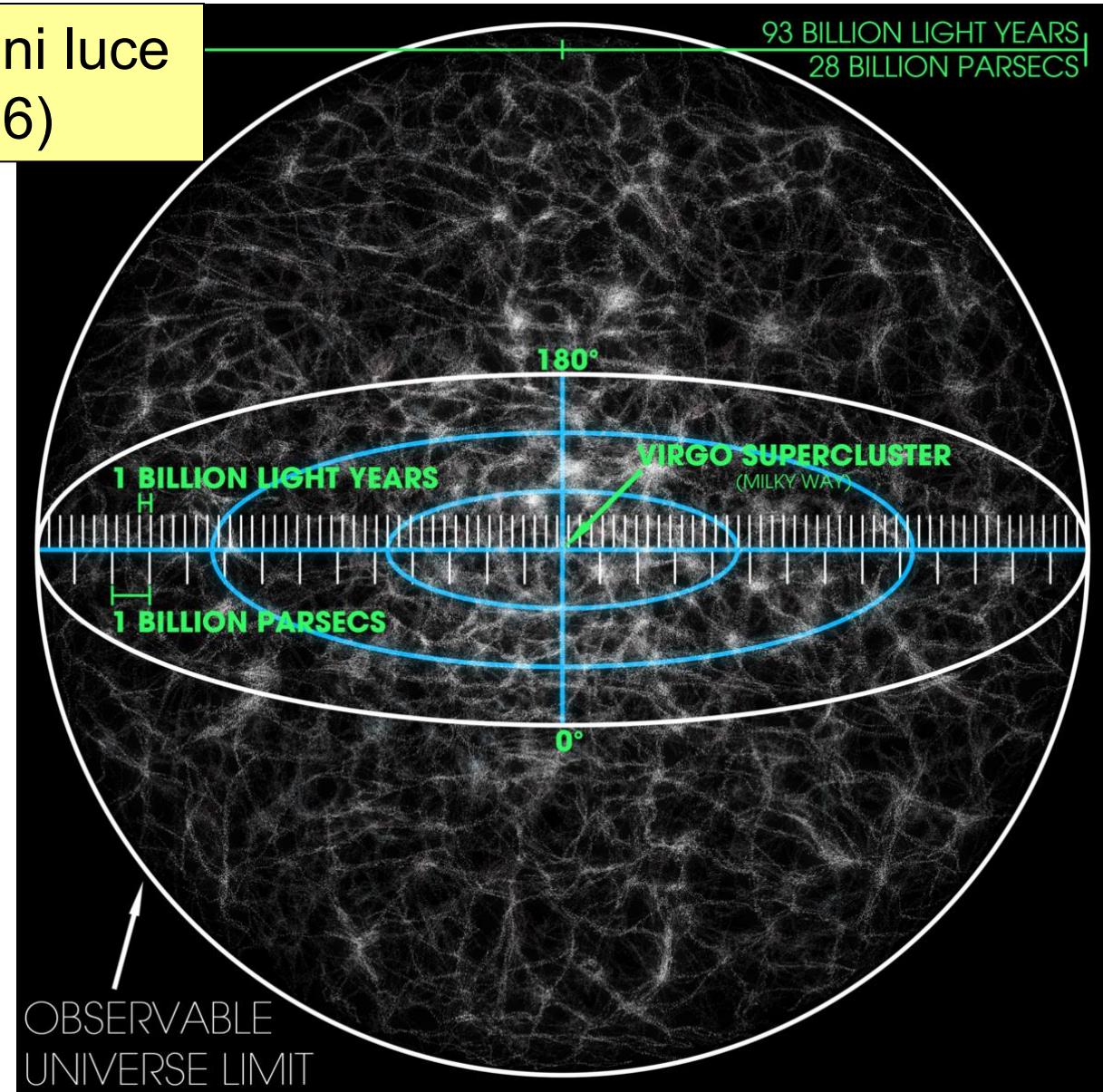
- Cosmologia

93 miliardi di anni luce  
(raggio di 46)

Ma quale è il «punto» della cosmologia?

E' un cubetto di lato 100 Mpc

$100 \times 3,26 \times 10^6 \text{ ly} = 300 \text{ milioni ly}$



- Cosmologia

93 miliardi di anni luce  
(raggio di 46)

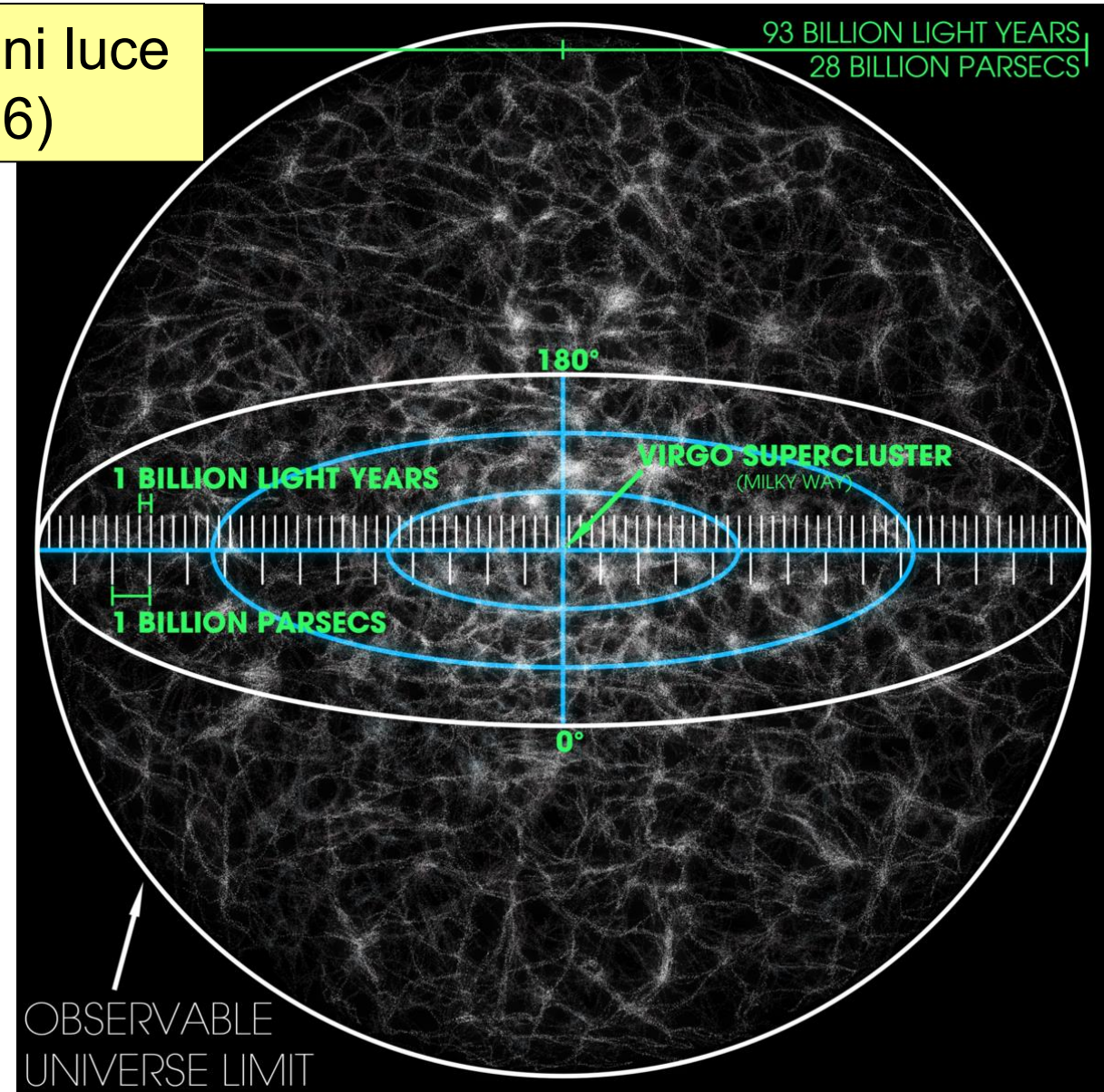
Ma quale è il «punto» della cosmologia?

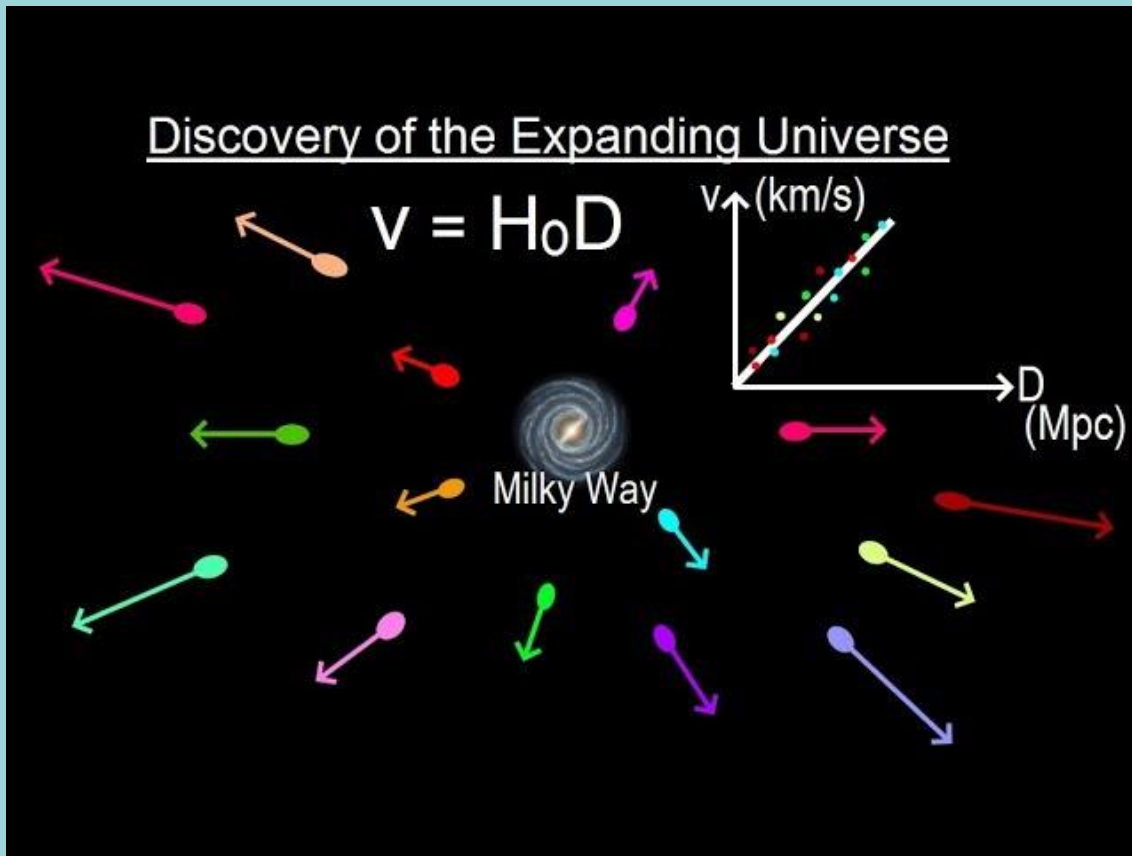
E' un cubetto di lato 100 Mpc

$100 \times 3,26 \times 10^6 \text{ ly} = 300 \text{ milioni ly}$

L'Universo è in espansione

A causa del valore di  $c$  quello che vediamo è sempre «antico»

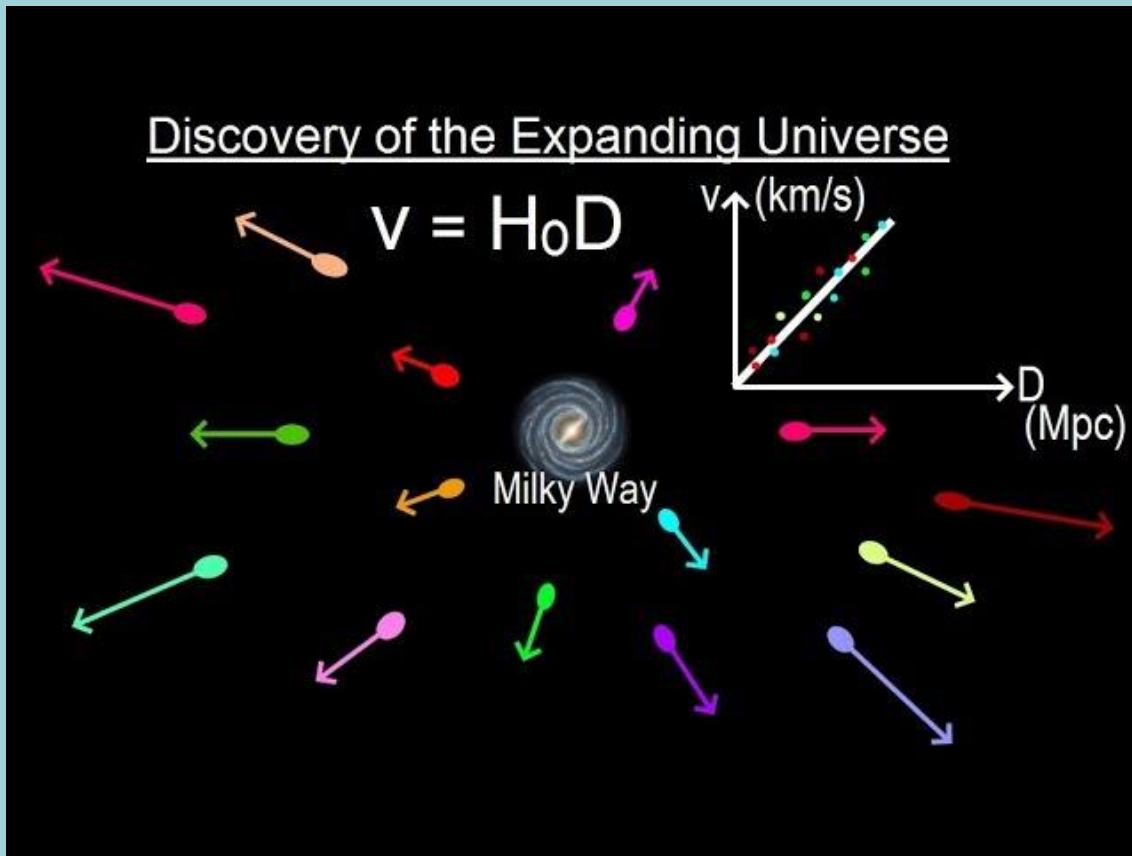




$$v = H_0 d$$

$$c = H_0 d_H$$

A un certo punto l'espansione diventa superluminale



$$v = H_0 d$$

$$c = H_0 d_H$$

A un certo punto l'espansione diventa superluminale

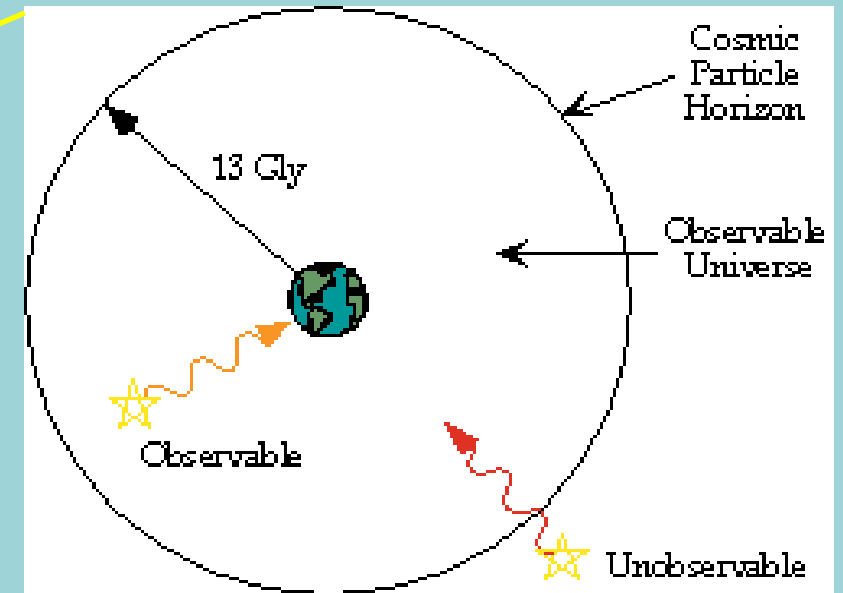
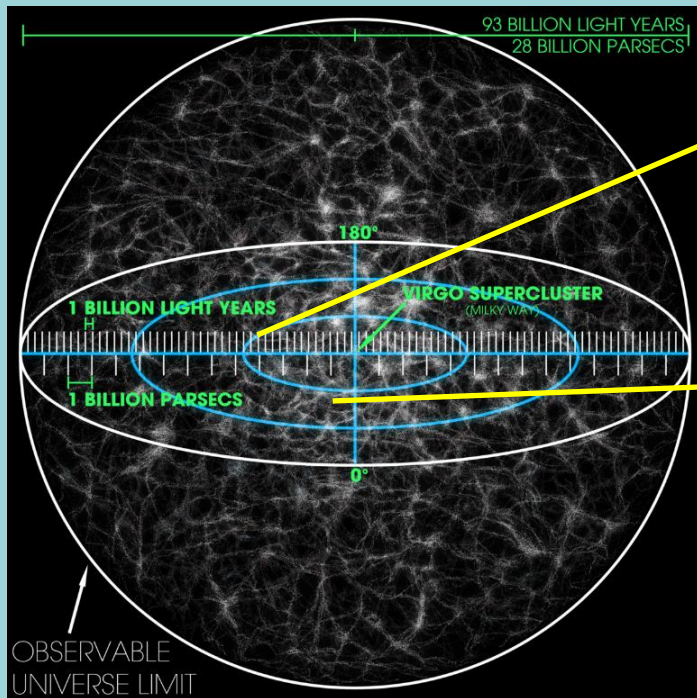
A che distanza?

$$d_H = \frac{c}{H_0} = \frac{300,000 \text{ km/s}}{70 \text{ km/sMpc}} \cong 4.2 \text{ Gpc} \cong 14 \text{ Gly}$$

- Orizzonti

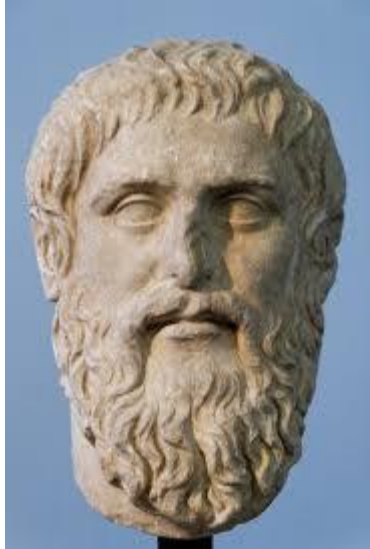
<https://explainingscience.org/2021/04/30/cosmic-horizons/>

93 miliardi di anni luce (raggio di 46)  
Particle horizon (tutto quello che ci può avere mandato segnali dall'inizio dell'Universo ad ora)



Ma solo una sfera di raggio minore di 14 miliardi di anni luce può inviarci OGGI un segnale che possiamo vedere. Oltre no perché la recessione diventa superluminale

L'Universo ha una storia



Osservatore «filosofico»

Costruisce una cosmologia  
Immaginando di essere fuori

06/02/2026

Osservatore «fisico»  
Compie osservazioni



Newton, Einstein, Friedmann, LeMaitre, Hubble

Filosofia sui Navigli - L'Universo

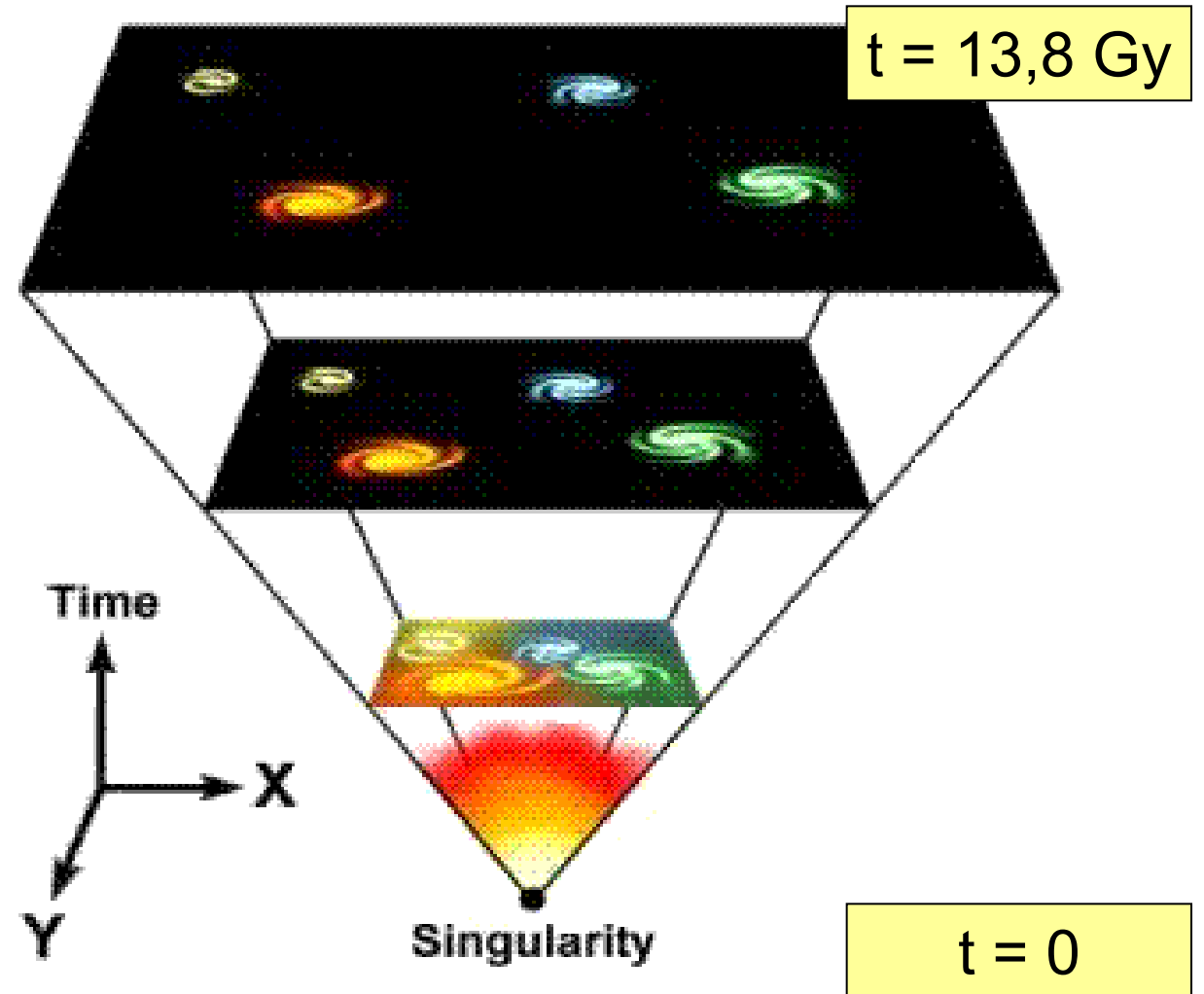
L'Universo ha una storia

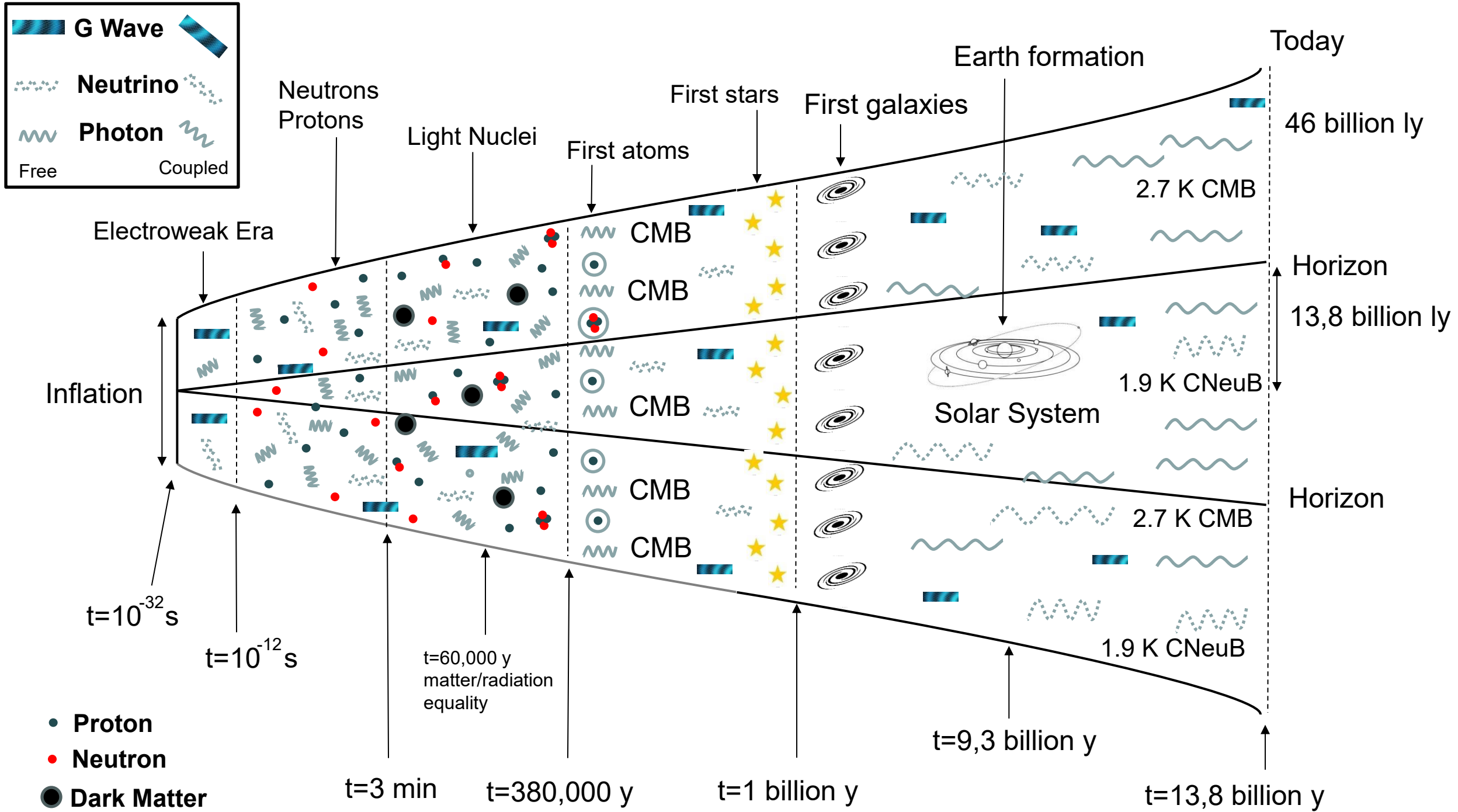
Lo schema con cui si descrive la nascita e l'evoluzione dell'Universo è quello del

**BIG BANG**

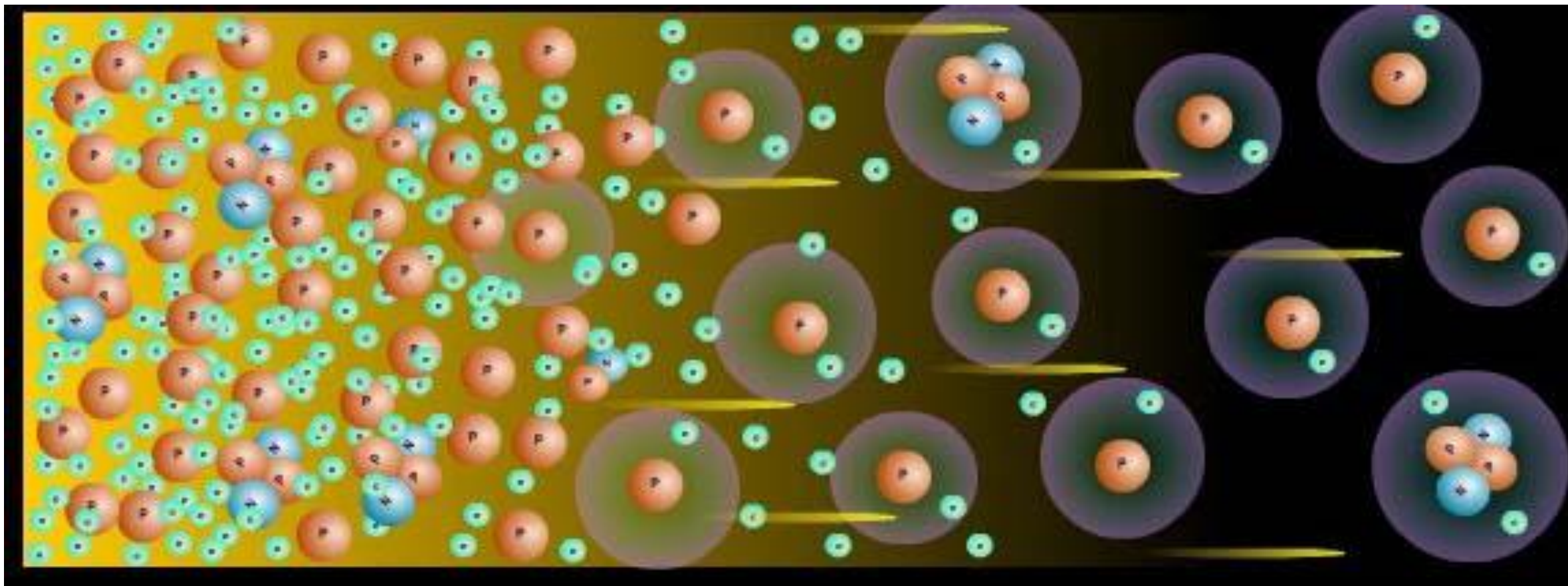
Una grande espansione che dura da  
13,8 miliardi di anni

Osservazioni Cosmologiche

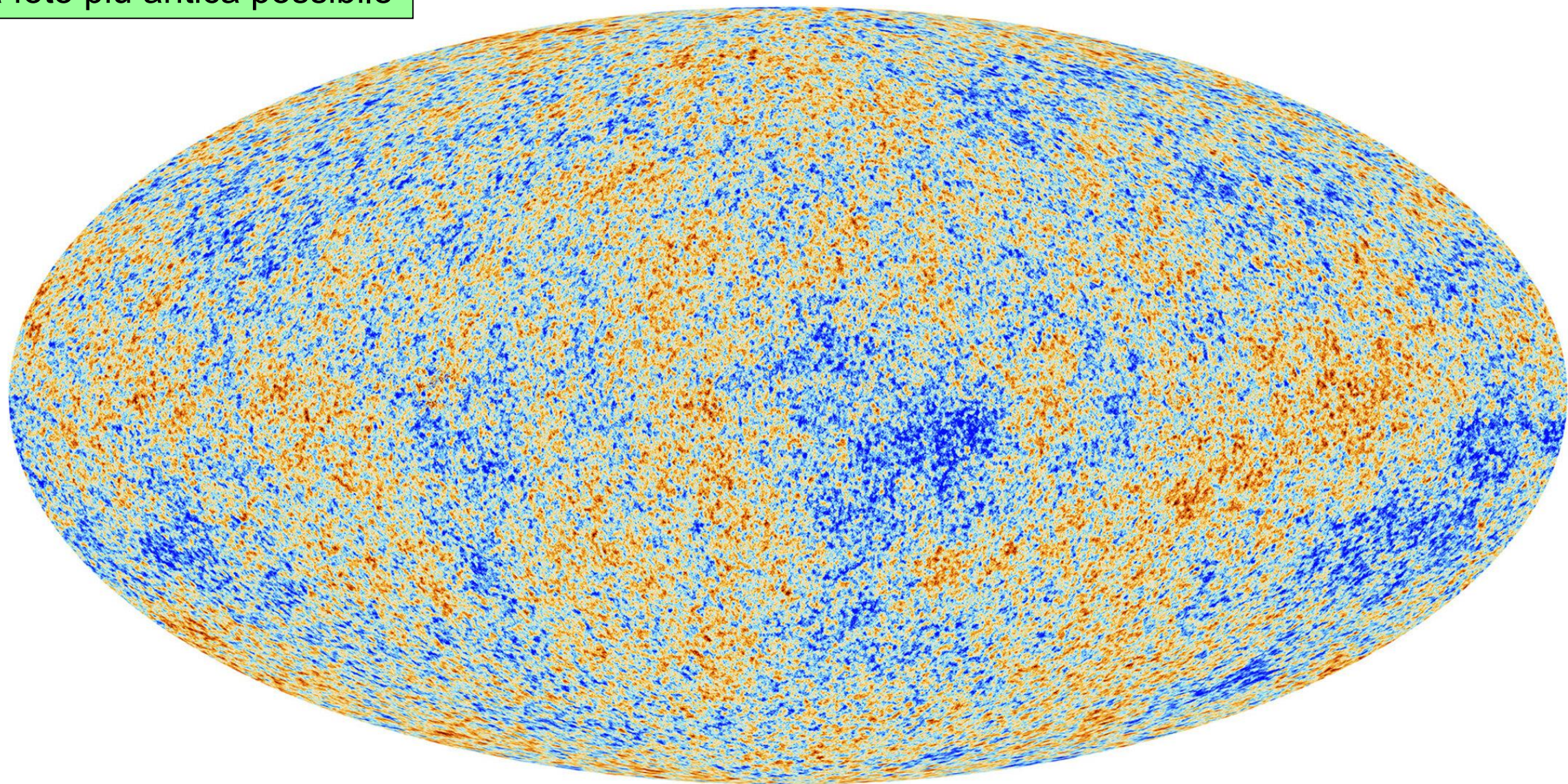




Per descrivere l'Universo ci vuole (anche) la Fisica Quantistica: esempio della CMB



La foto più antica possibile

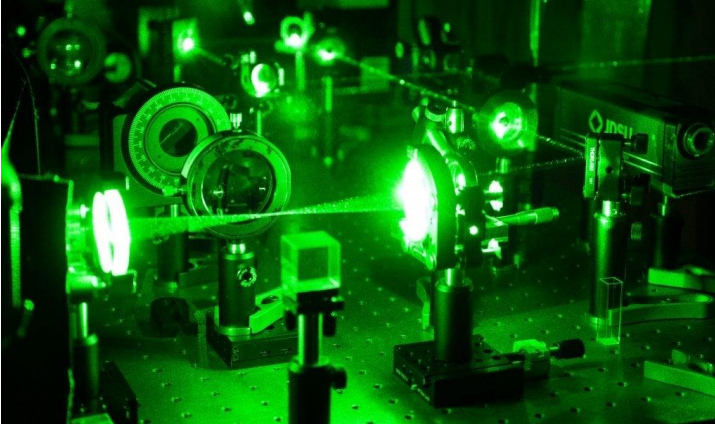


06/02/2026

Filosofia sui Navigli - L'Universo

# Perché la Cosmologia è scienza?

Si ripetizione controllata



Necessarie dimostrazioni

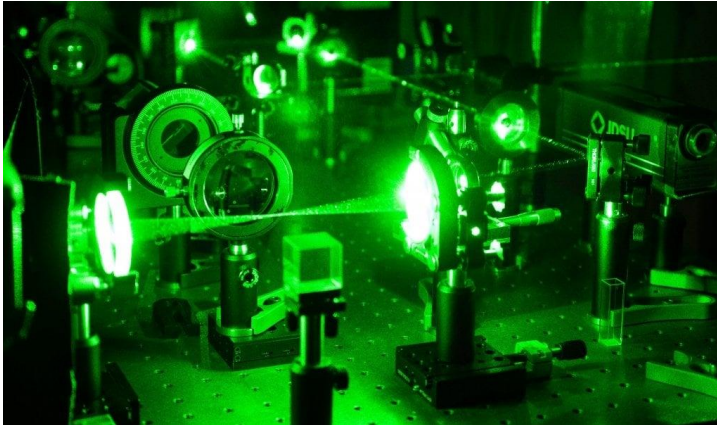
Sensate esperienze



# Perché la Cosmologia è scienza?

Non si può riprodurre un Universo (e neanche una Stella) in laboratorio

Si ripetizione controllata



No ripetizione controllata

Necessarie dimostrazioni

Sensate esperienze

Necessarie ipotesi

Sensate osservazioni



# Cosa possiamo dire dell'Universo?

- E' grande
- Ha una storia
- Per descriverlo serve la fisica quantistica
- Perché la Cosmologia è Scienza?

90 miliardi di anni luce

Di quasi 14 miliardi di anni

Fino a 380,000 anni

Perché è uno schema coerente di  
- sensate ipotesi  
- necessarie osservazioni

# Cosa possiamo dire dell'Universo?

- E' grande
- Ha una storia
- Per descriverlo serve la fisica quantistica
- Perché la Cosmologia è Scienza?

90 miliardi di anni luce

Di quasi 14 miliardi di anni

Fino a 380,000 anni

Perché è uno schema coerente di  
- sensate ipotesi  
- necessarie osservazioni

Grazie per l'attenzione

