

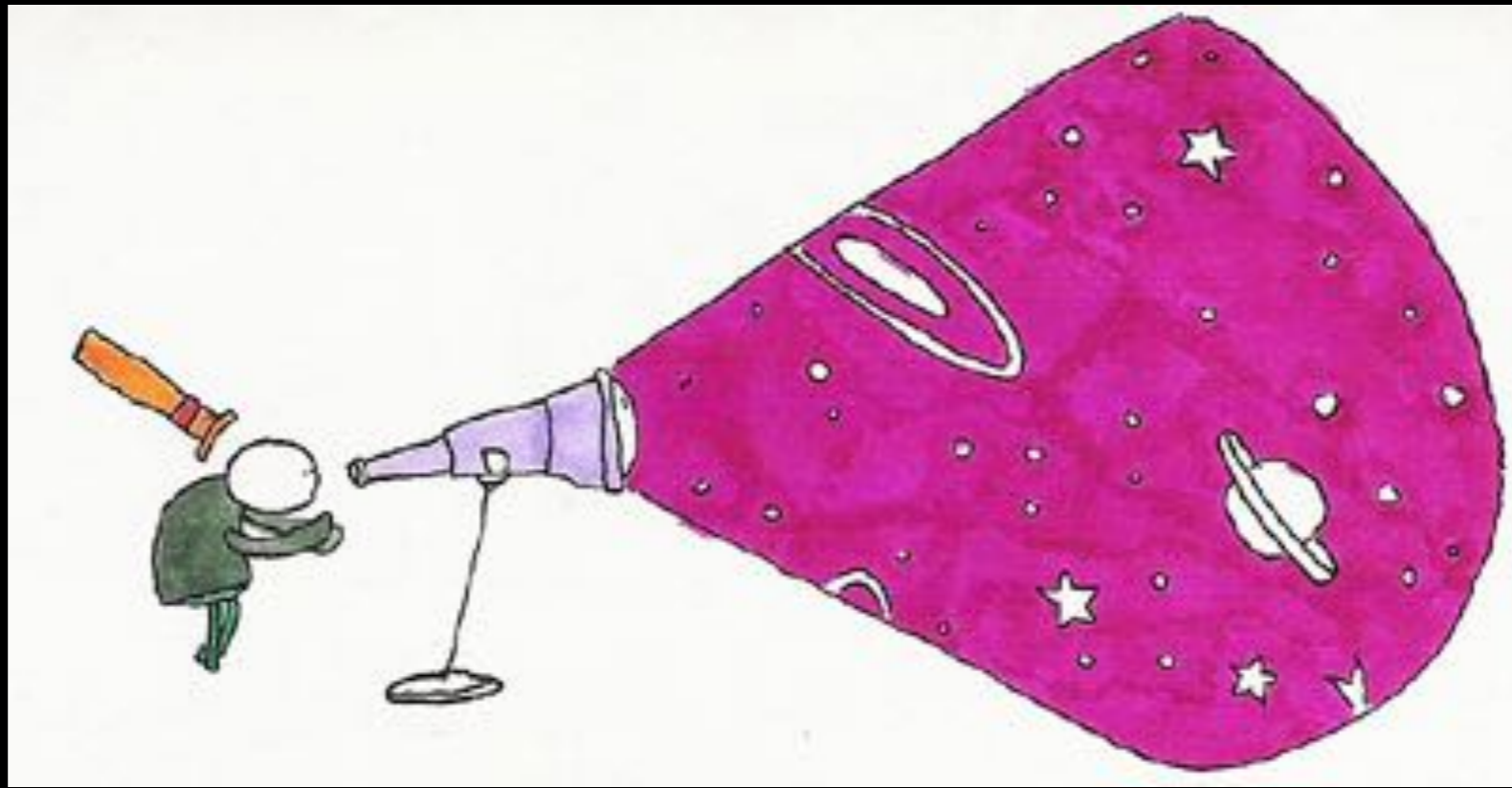


# ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑ

## Η ΔΟΜΗ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ



Γιάννης Νταλιάνης  
Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών  
Ε. Μ. Πολυτεχνείο



Το σύμπαν και οι δομές του  
Η εξέλιξη του σύμπαντος  
Η ύλη στο σύμπαν



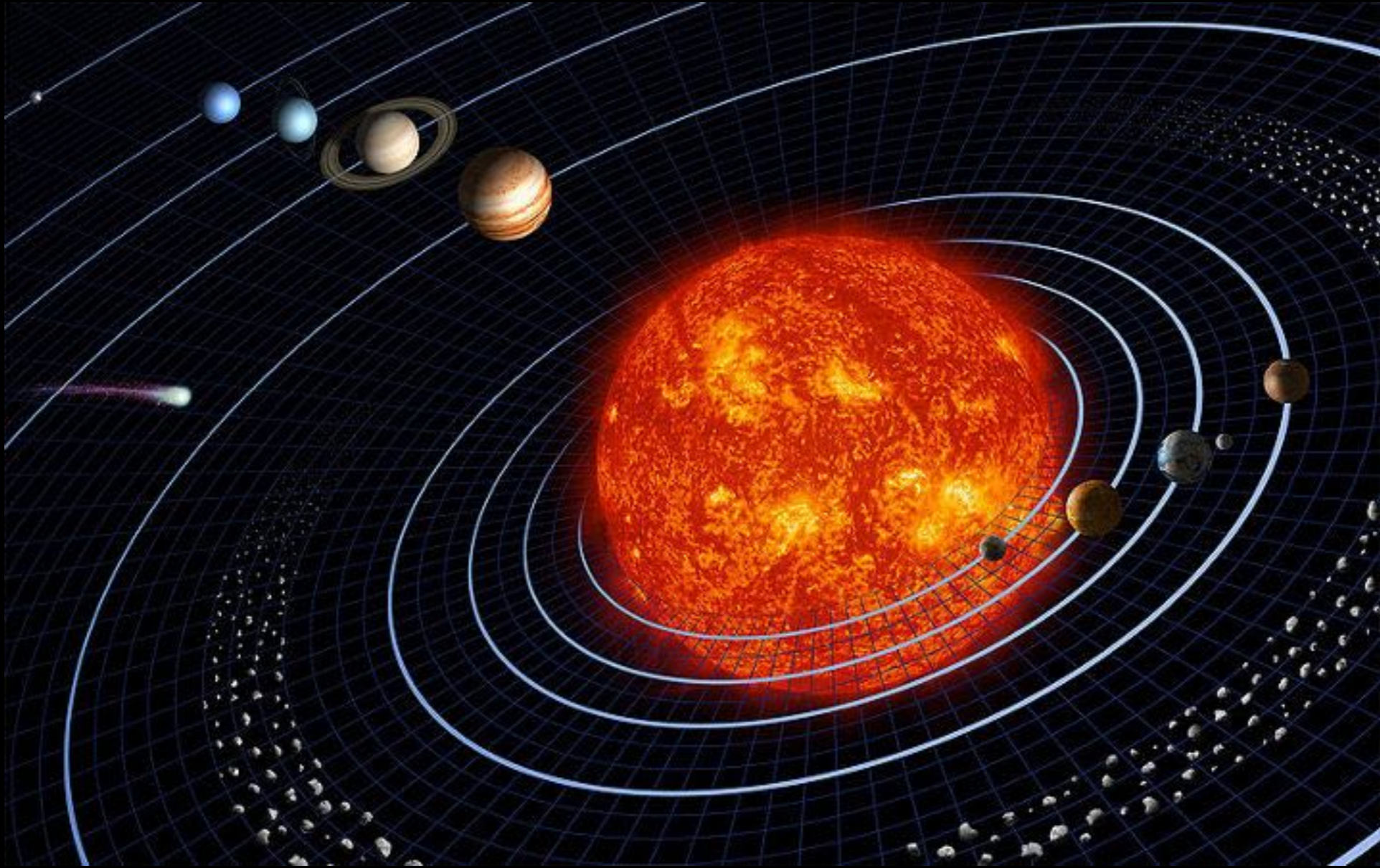
Ο νυχτερινός ουρανός











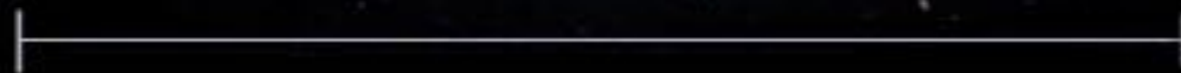




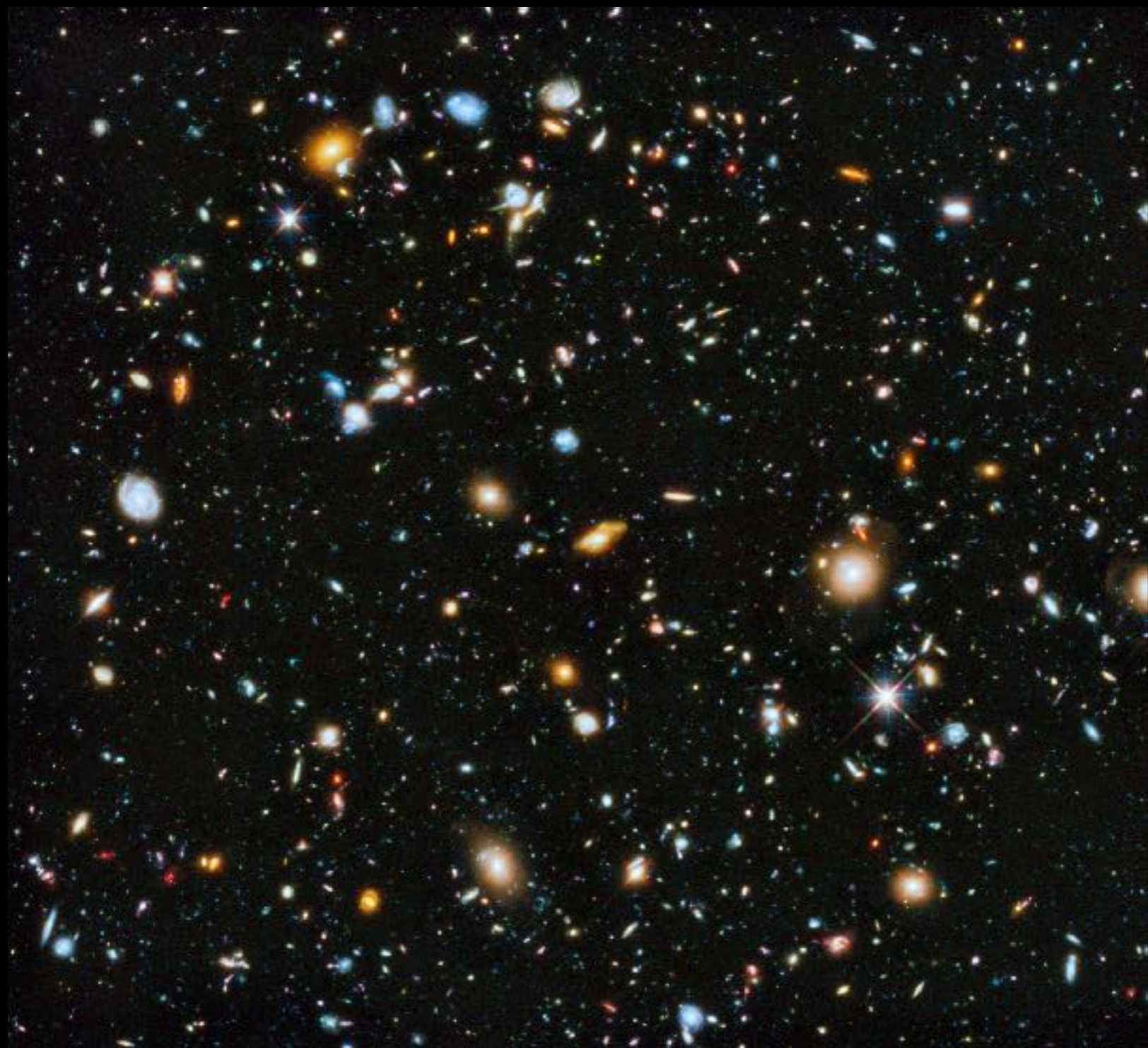




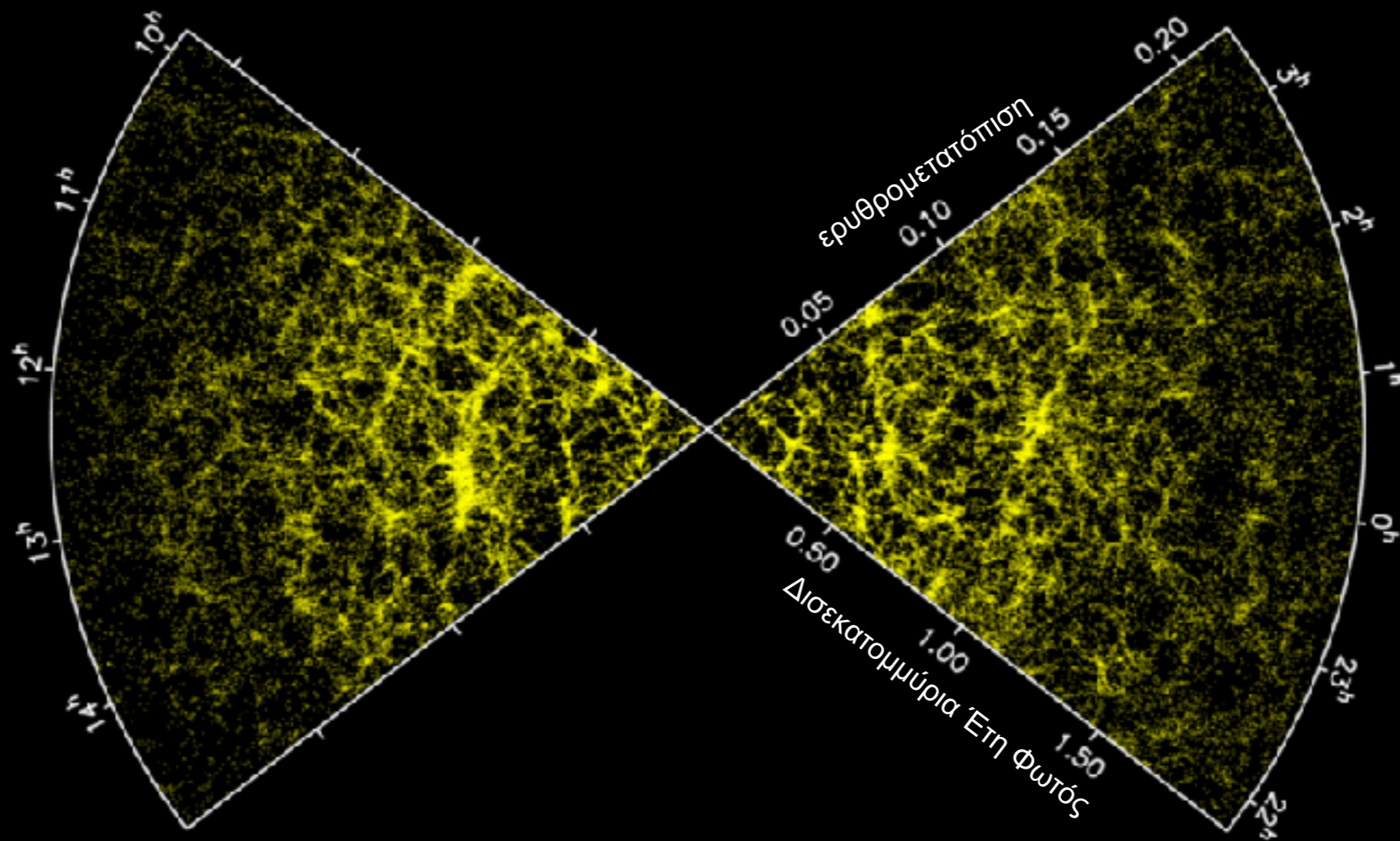




925,000,000,000,000,000 km



# Μία χαρτογράφηση των δομών στο σύμπαν:







Έχουμε κάποια σχέση με τα τόσο μακρινά αστέρια;

# ΤΑ ΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ



# Ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων

Updated after Dave Fish's talk!

## Element Origins

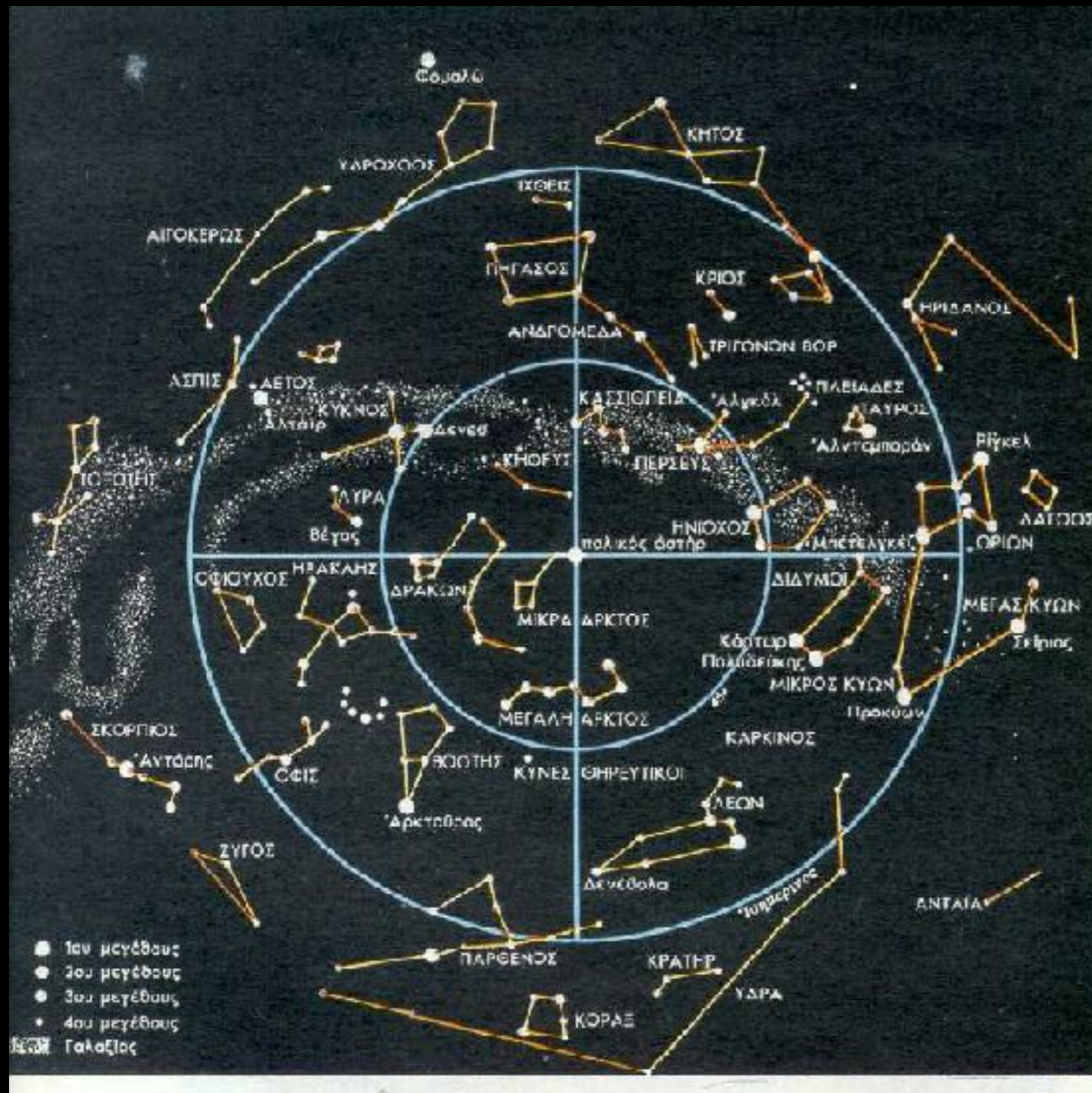
1 H																	2 He	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
55 Cs	56 Ba			72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra																	
		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U													

**Merging Neutron Stars**  
**Dying Low Mass Stars**

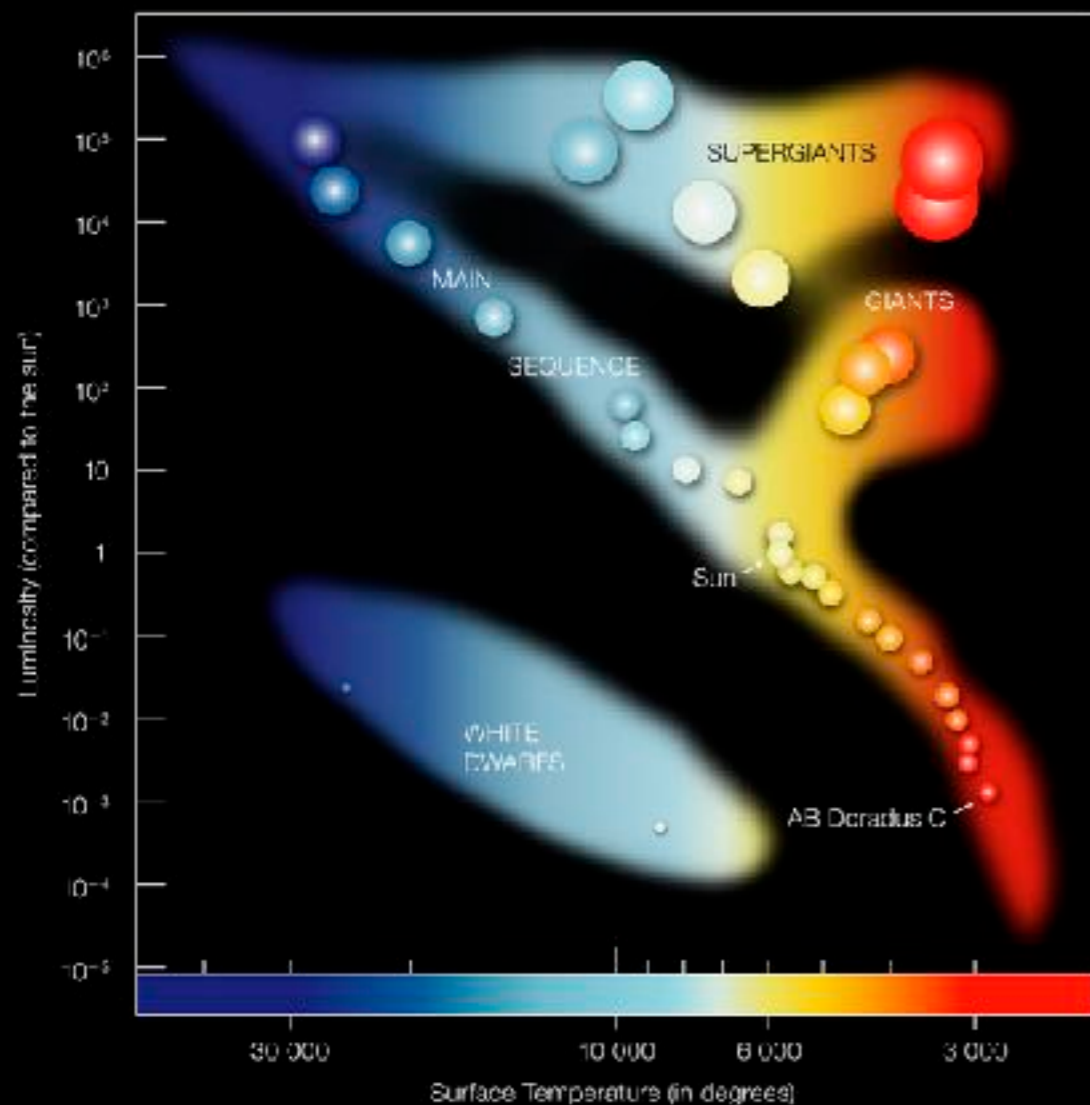
**Exploding Massive Stars**  
**Exploding White Dwarfs**

**Big Bang**  
**Cosmic Ray Fission**

Based on graphic created by Jennifer Johnson

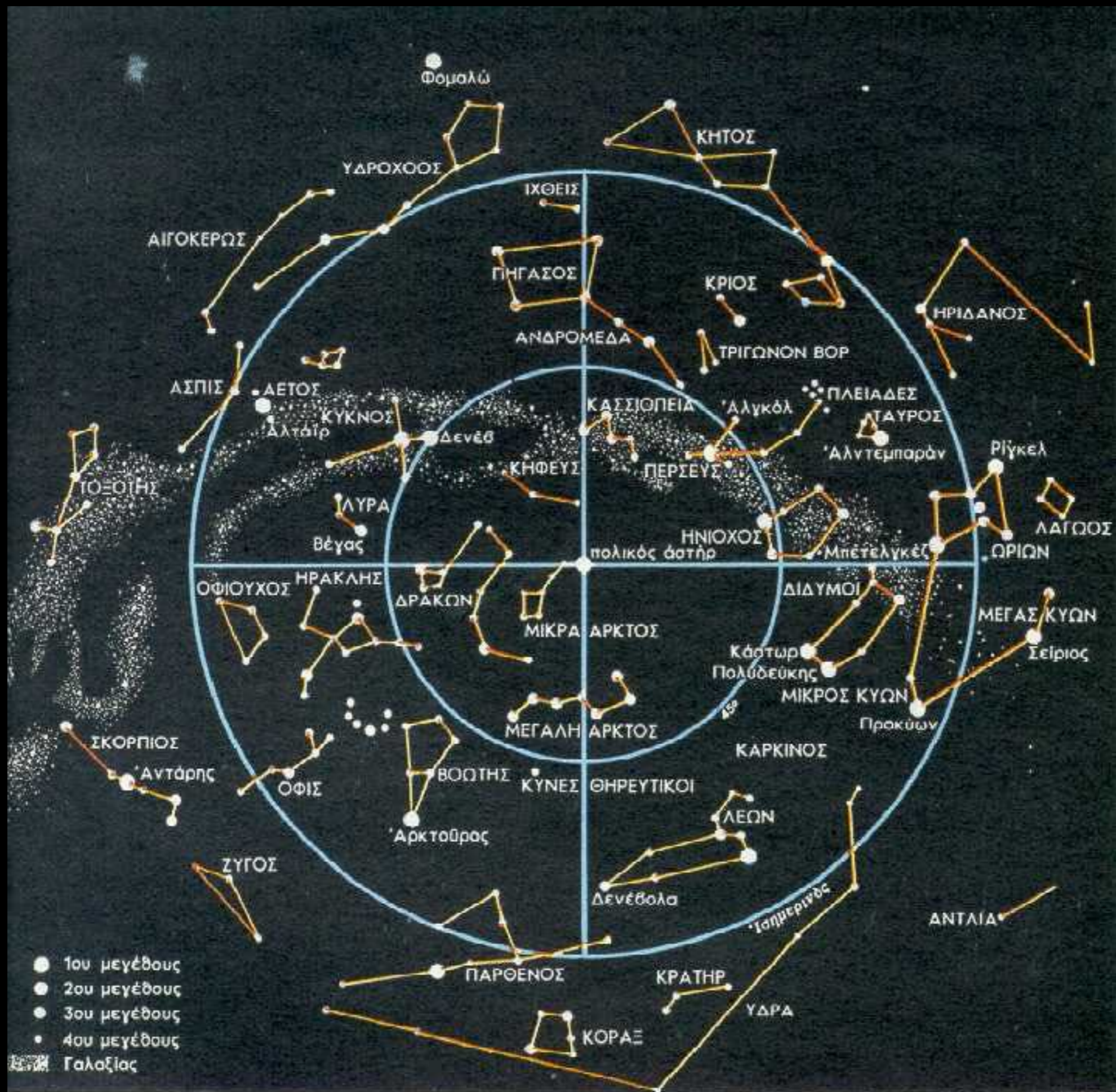


# Ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων και τα άστρα

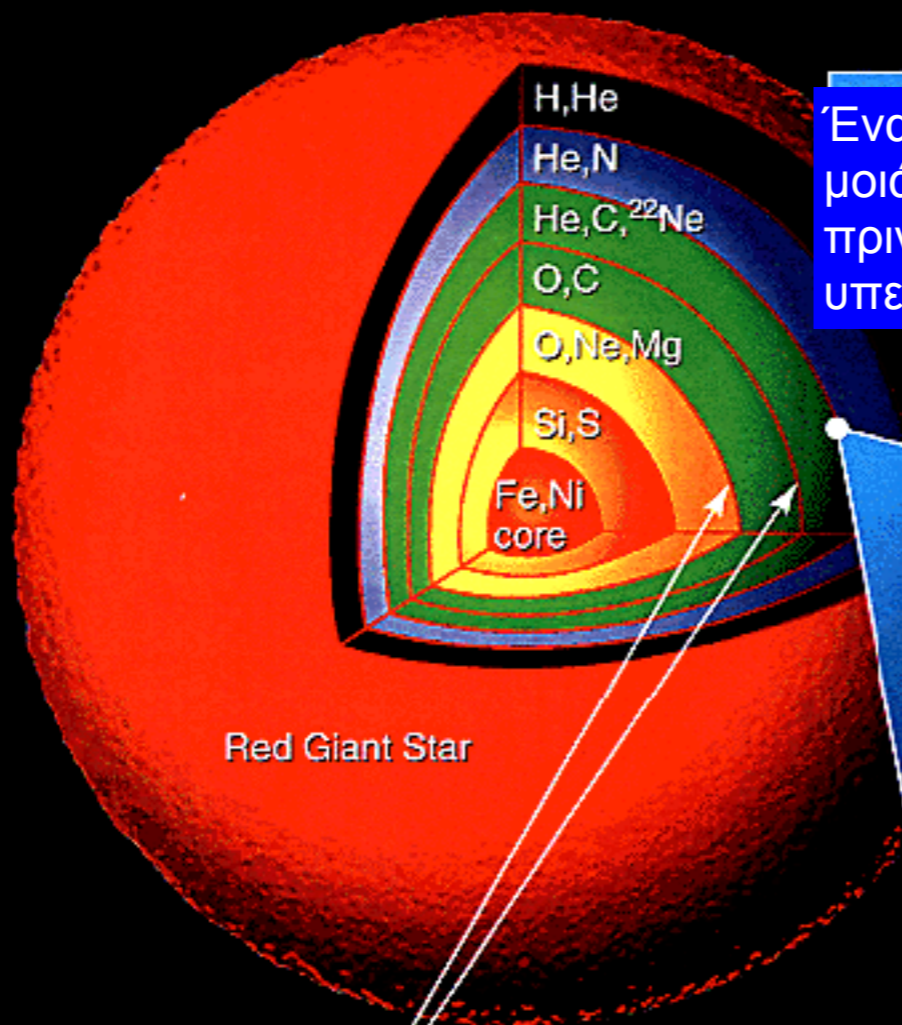


H																				He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne			
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
Fr	Ra																			
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

■ Big Bang  
■ Supernovae  
■ Large Stars  
■ Small Stars  
■ Cosmic Rays

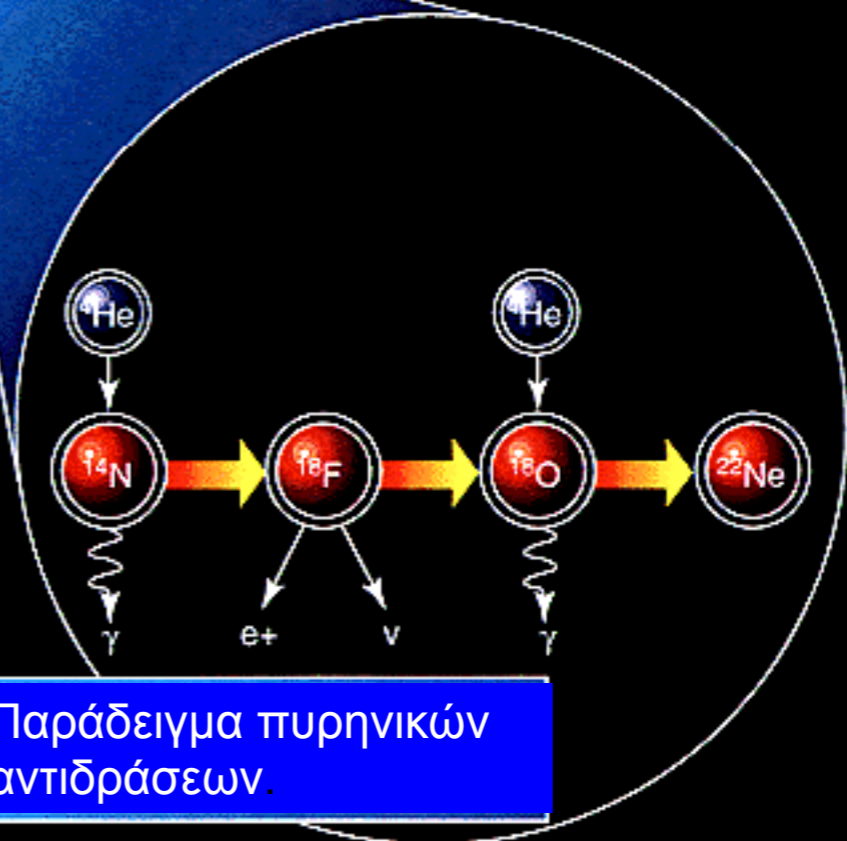


Πώς δημιουργούνται τα χημικά στοιχεία στα αστέρια;



Ένα άστρο μεγάλης μάζας μοιάζει με κρεμμύδι πριν γίνει η έκρηξη υπερκαινοφανούς

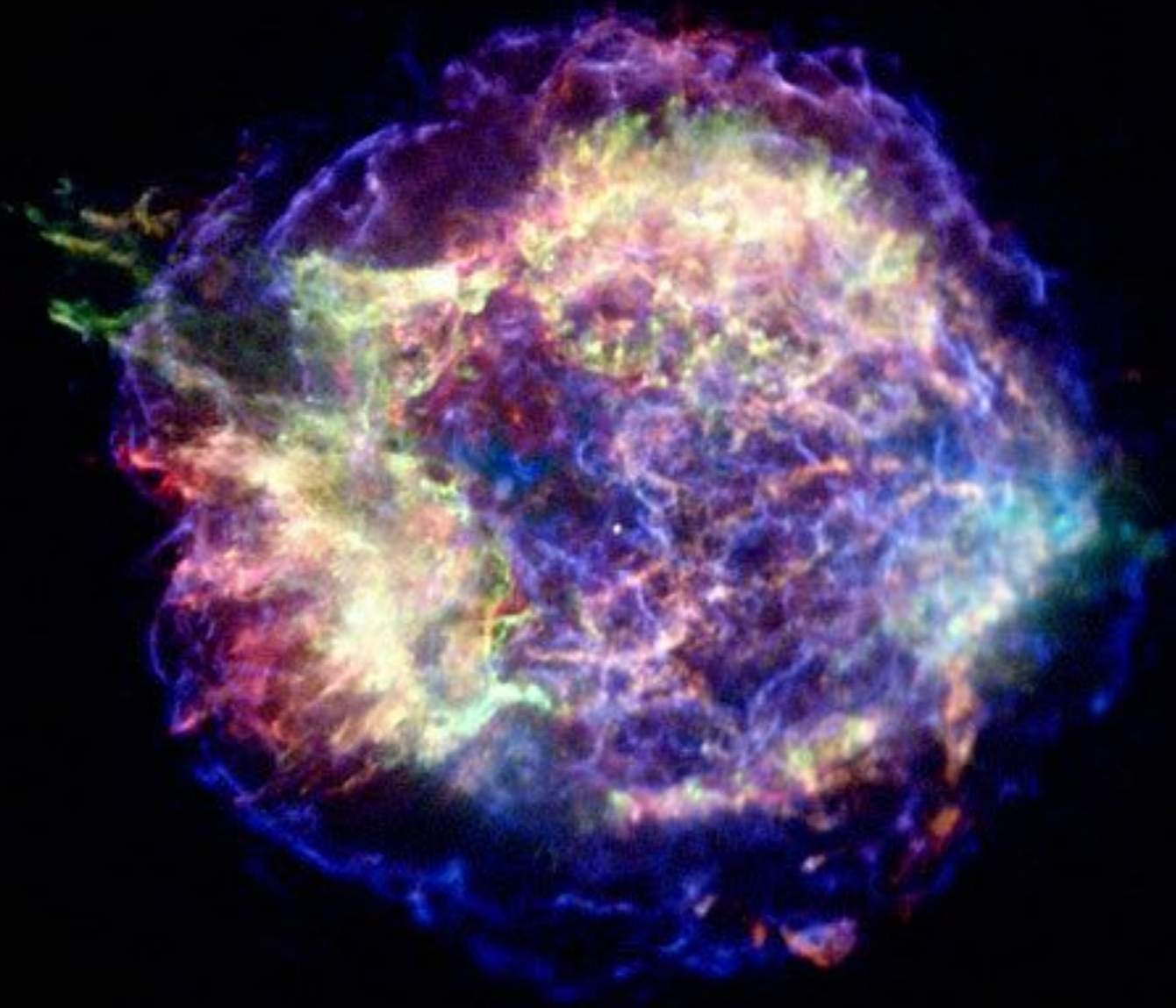
Είναι ένα γιγάντιο πυρηνικό εργοστάσιο

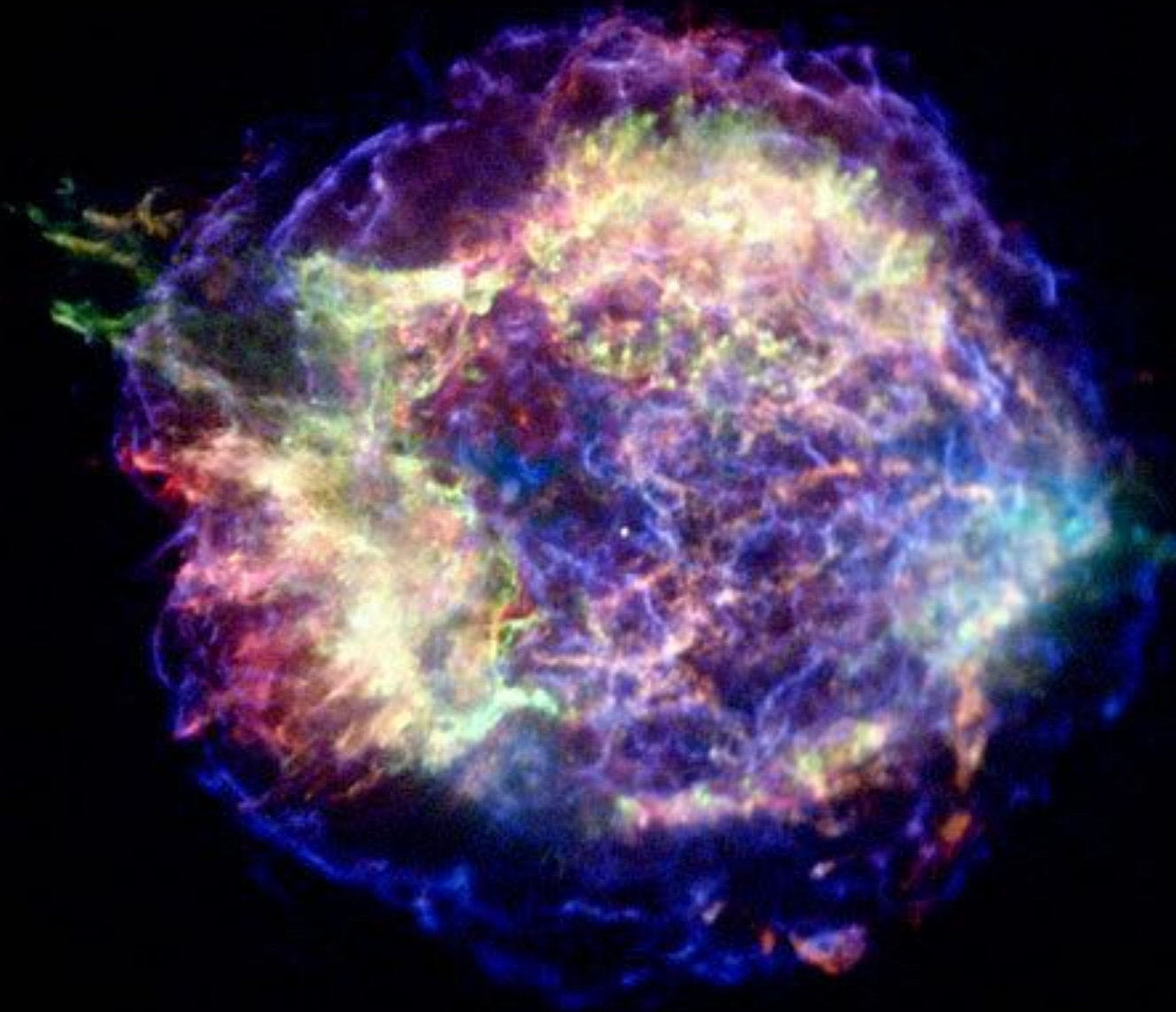


Παράδειγμα πυρηνικών αντιδράσεων.



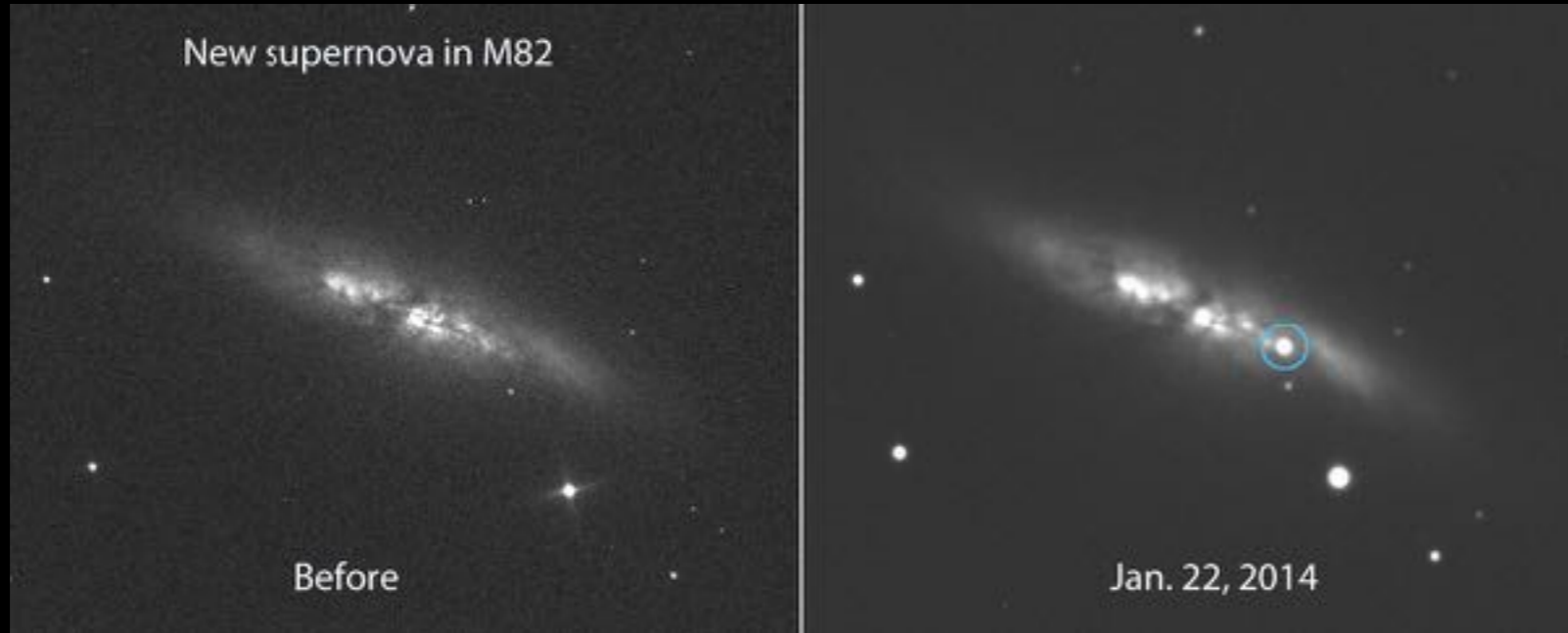
Και πώς αυτά δραπετεύουν από τα αστέρια για να  
δημιουργηθούν πλανήτες, ζωή κλπ ;;



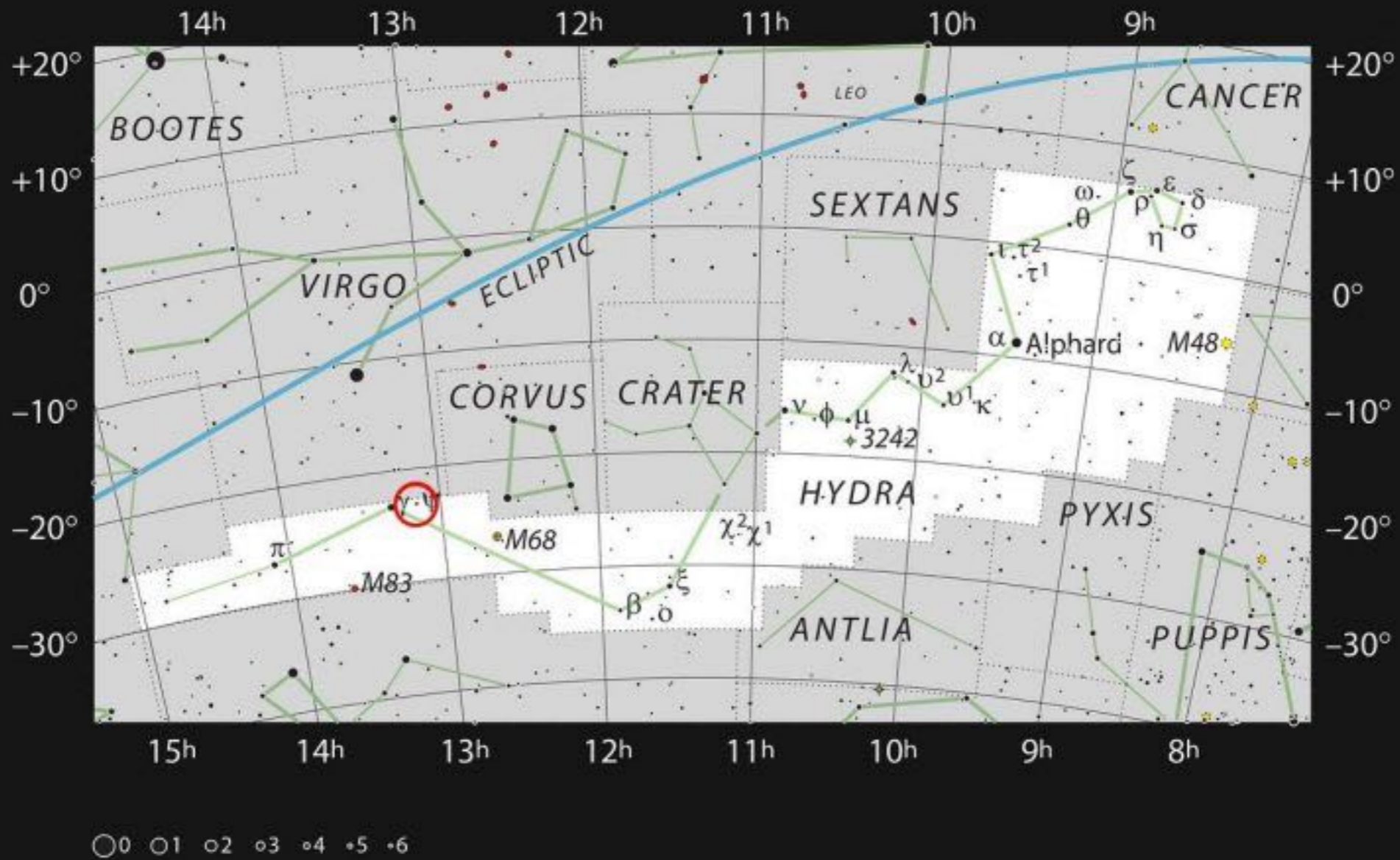


...χωρίς αστέρια, χωρίς ζωή

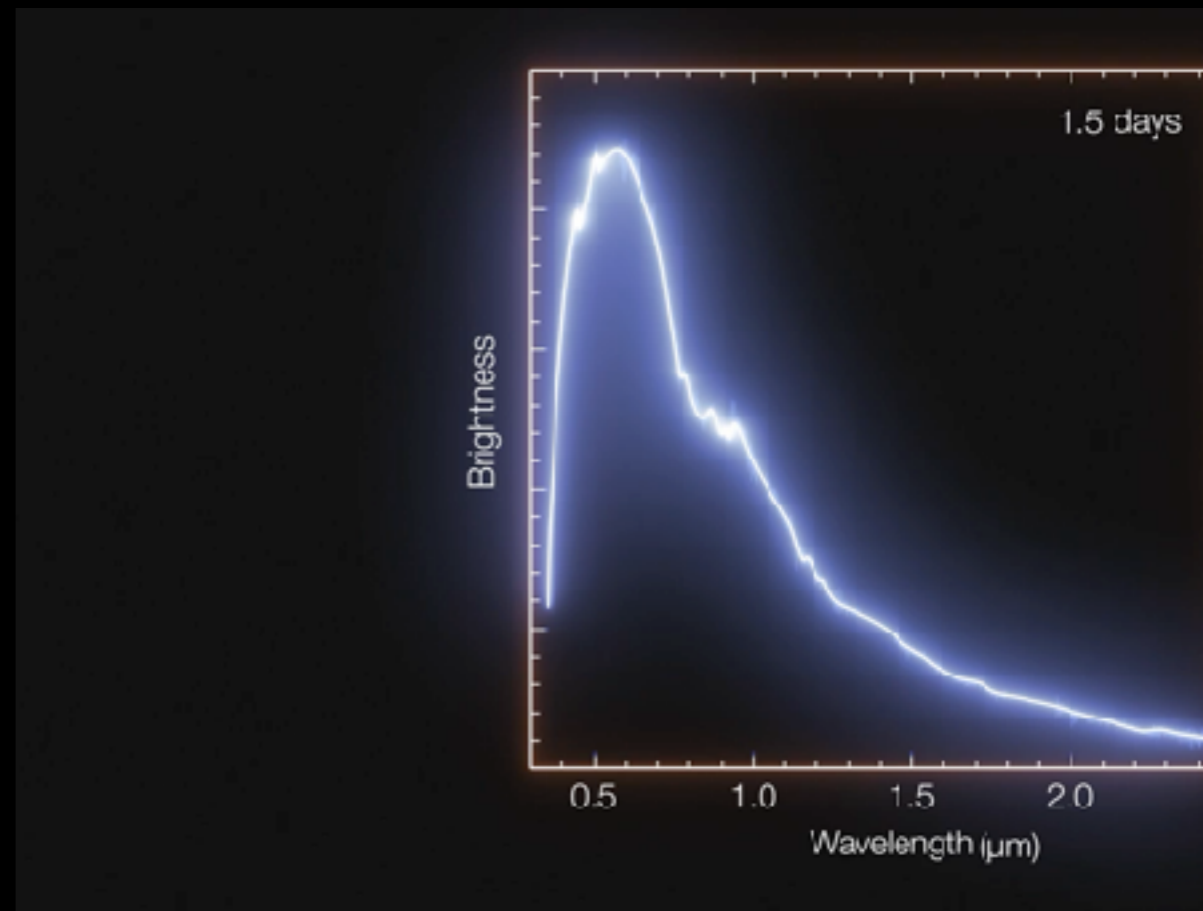
Πόσο συχνά συμβαίνουν εκρήξεις υπερκαινοφανών;



Συγχώνευση αστέρων νετρονίων και εκρήξεις Κιλονόβα



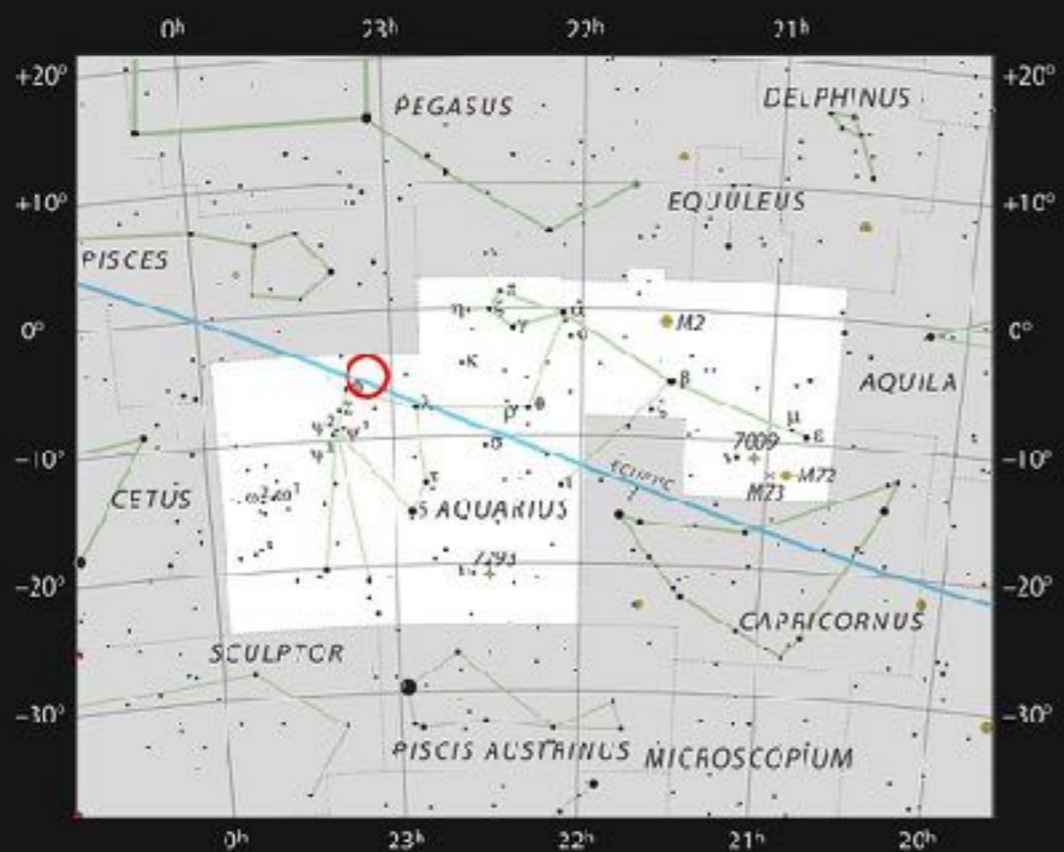
This chart shows the sprawling constellation of Hydra (The Female Sea Serpent), the largest and longest constellation in the sky. Most stars visible to the naked eye on a clear dark night are shown. The red circle marks the position of the galaxy NGC 4993, which became famous in August 2017 as the site of the first gravitational wave source that was also identified in light visible light as the kilonova GW170817. NGC 4993 can be seen as a very faint patch with a larger amateur telescope. Credit: ESO, IAU and Sky & Telescope





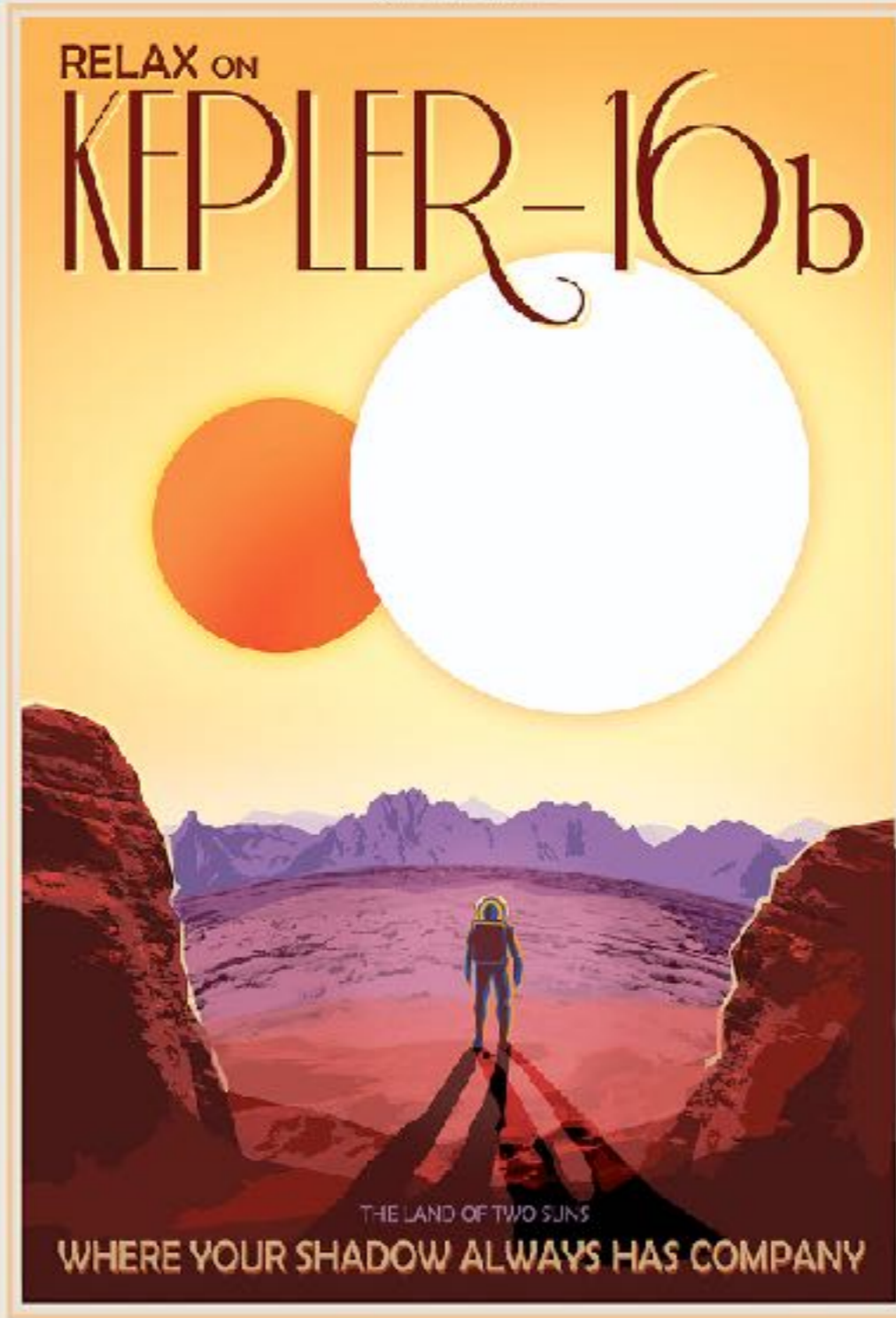
Άλλα Ηλιακά συστήματα;;;

# Εξωπλανήτες: Trappist-1



01 02 03 04 05 06

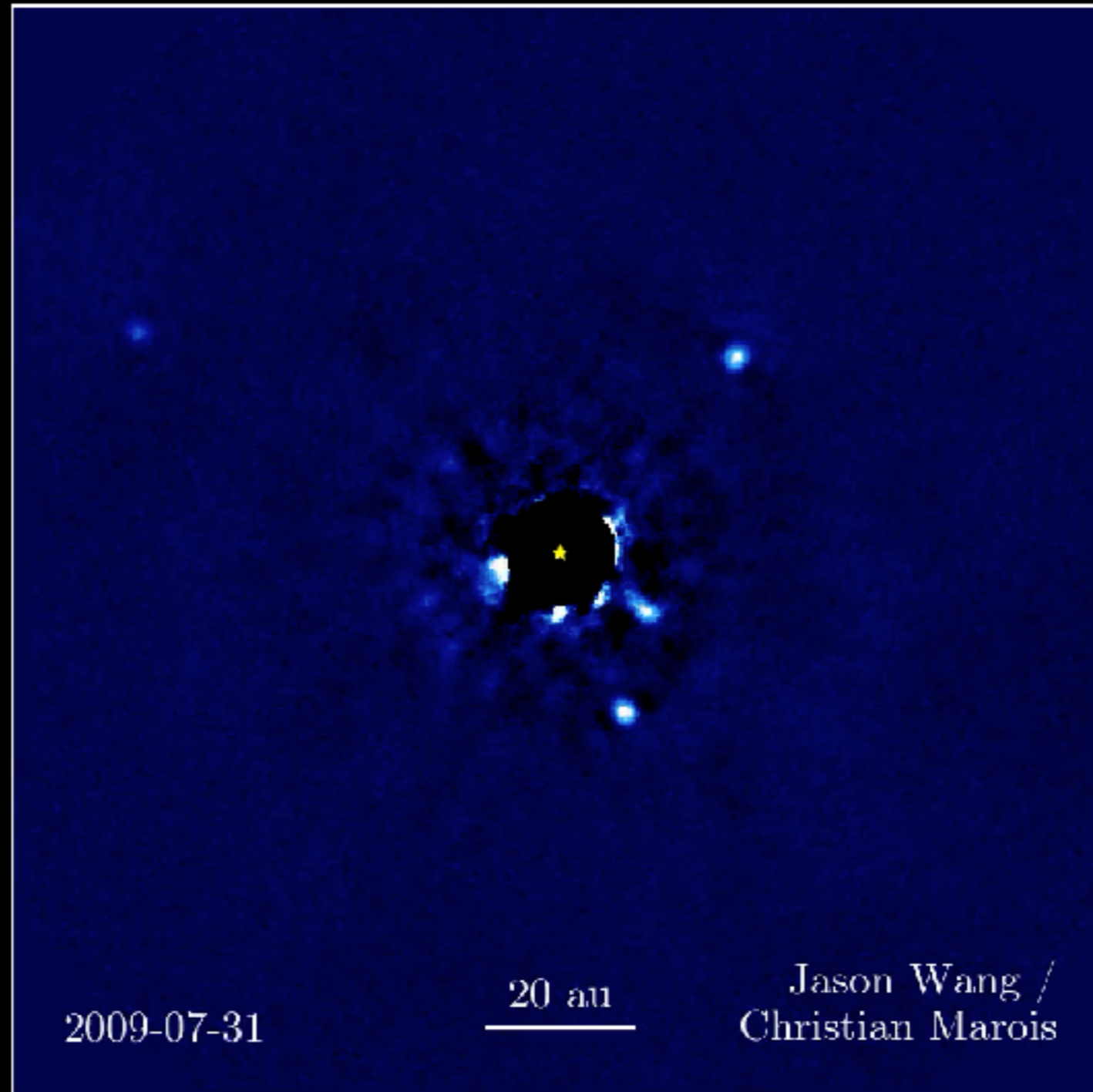




The Land of Two Suns is a sci-fi thriller starring Ryan Reynolds and Jennifer Lopez. The film is based on the novel by Michael Chabon. The story follows a man who is sent to a planet with two suns. The film is a science fiction thriller that is both entertaining and thought-provoking. The film is a must-watch for anyone who loves sci-fi.

Additional Information: Fox.com  
www.fox.com

HR 8799 129 έτη φωτός μακριά στον αστερισμό του Πήγασου

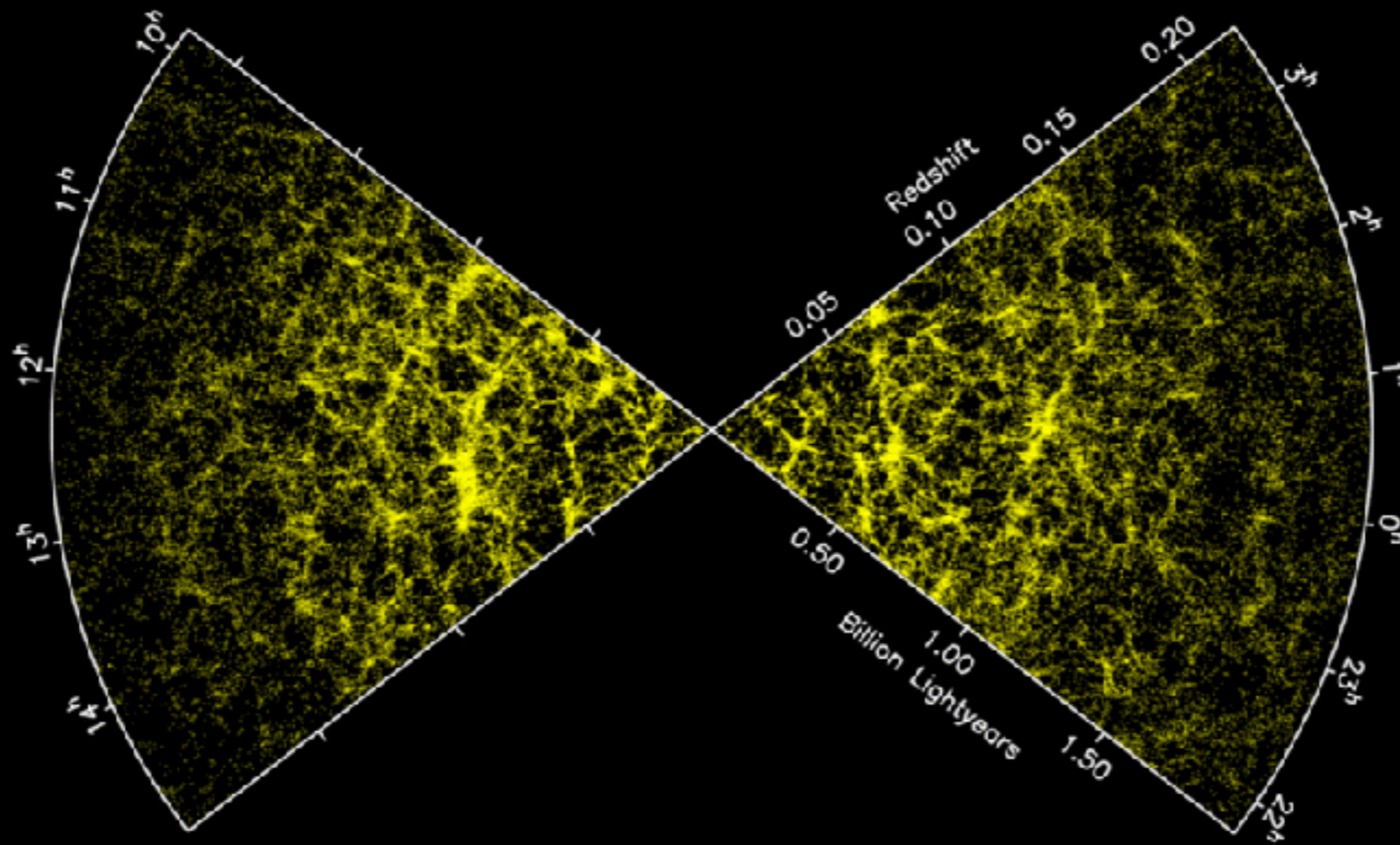






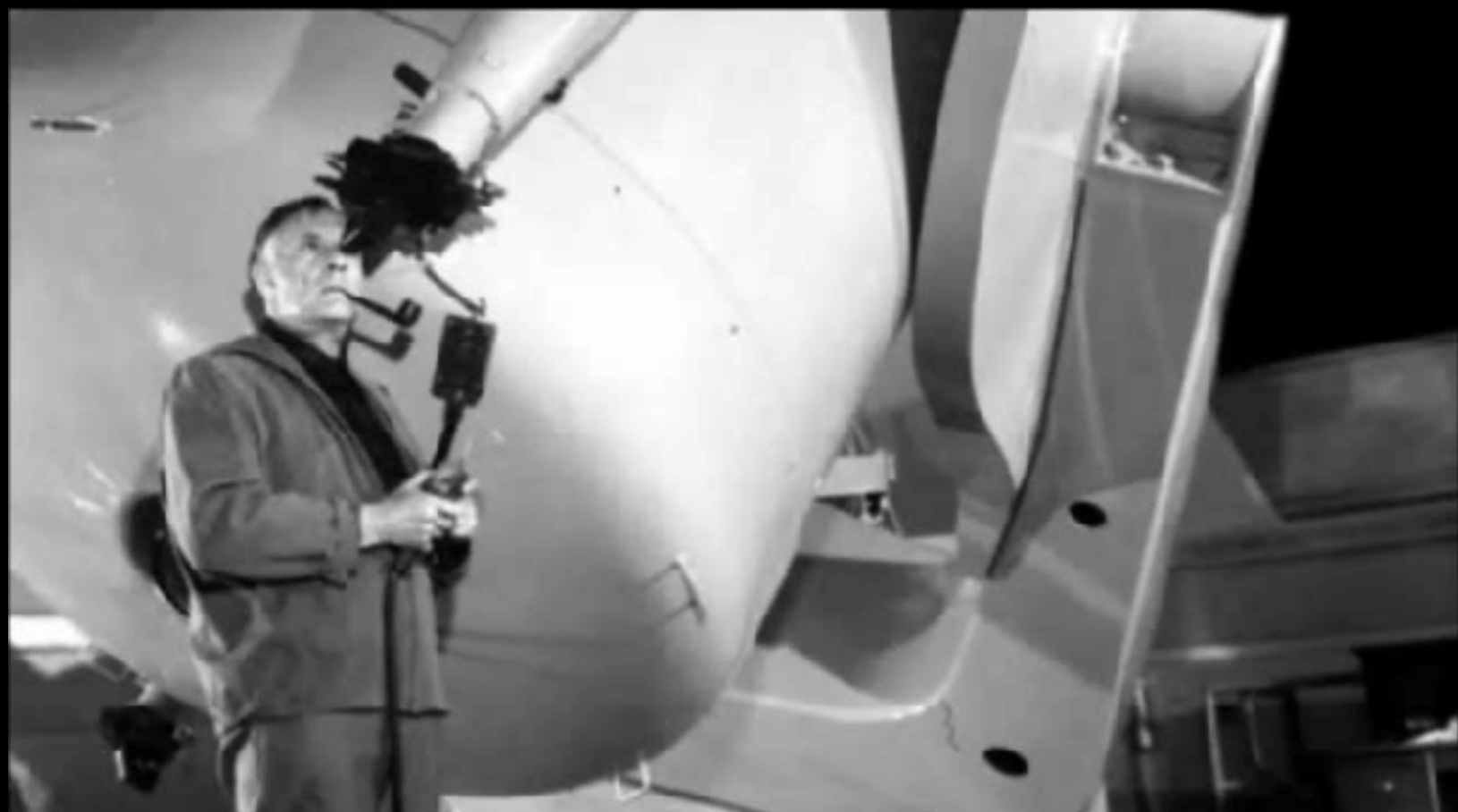
# ΟΙ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ

**Μια εικόνα για τις πιο μεγάλες δομές στο σύμπαν:**

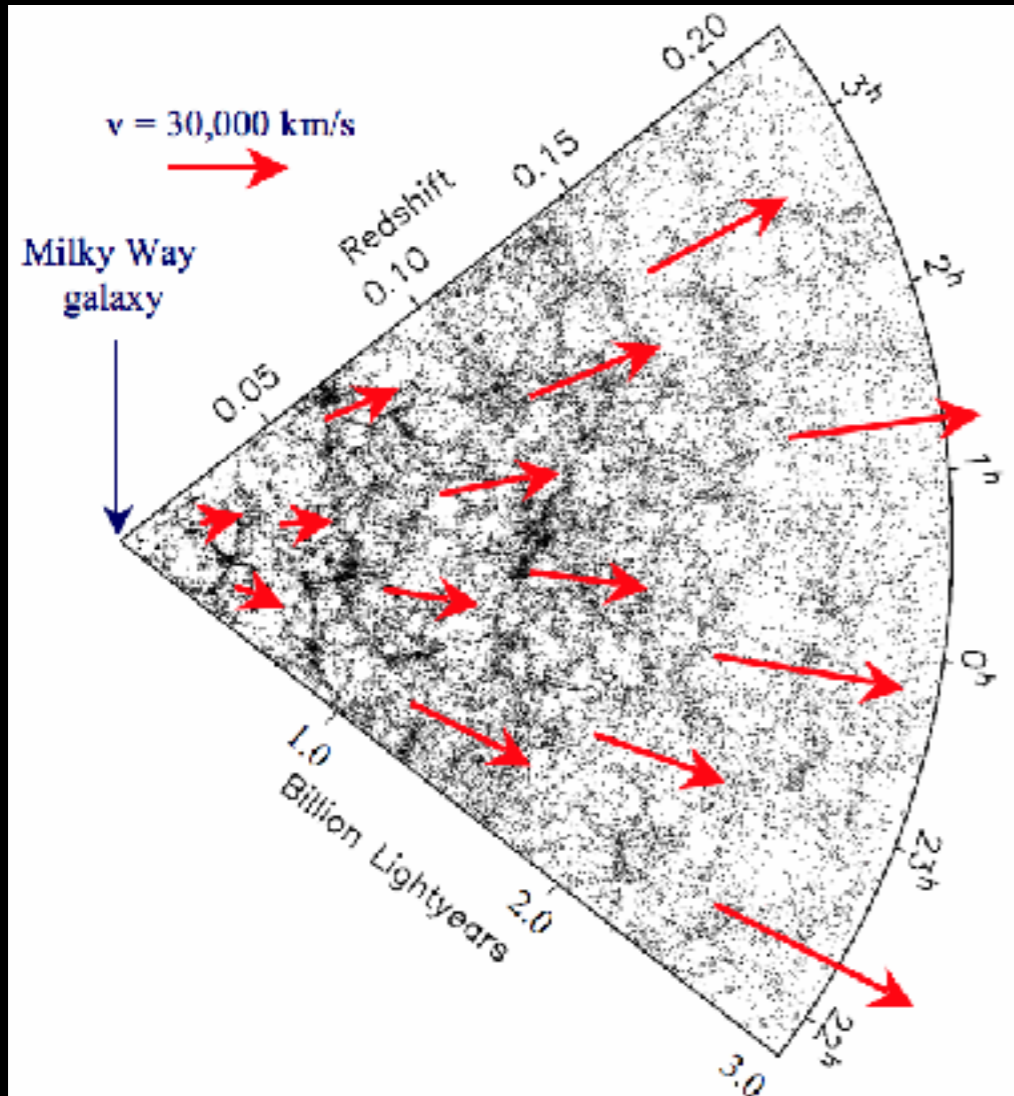


- 1) Ομοιογένεια
- 2) Εξέλιξη



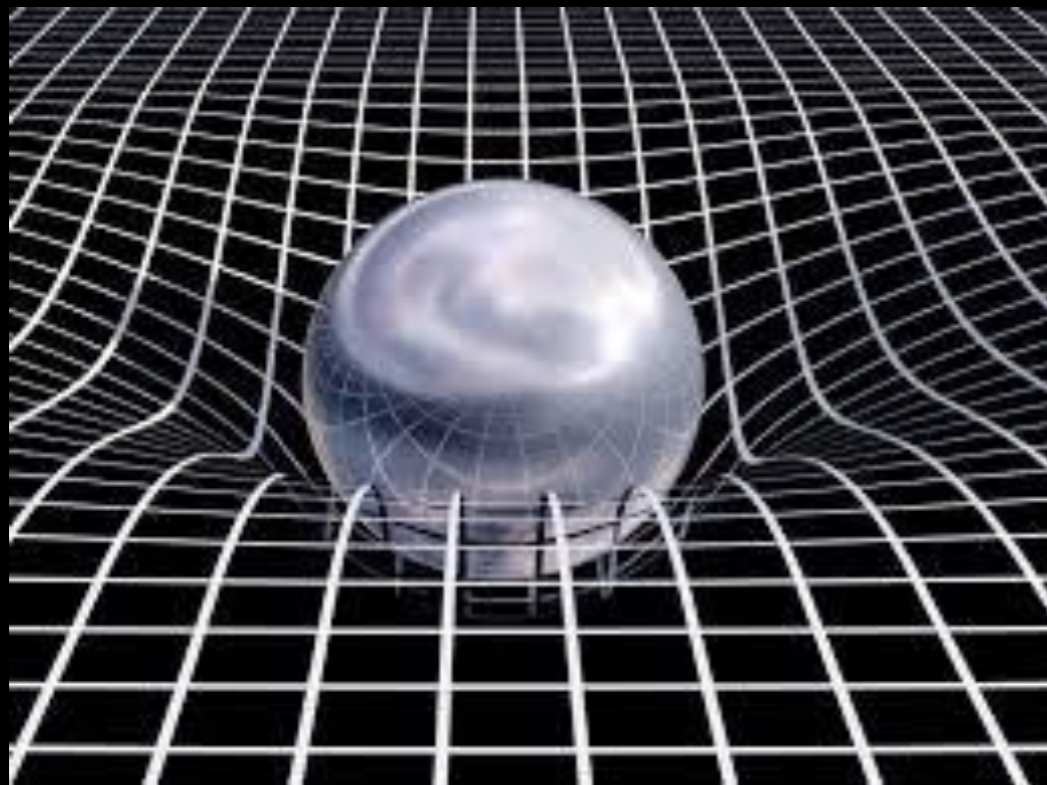


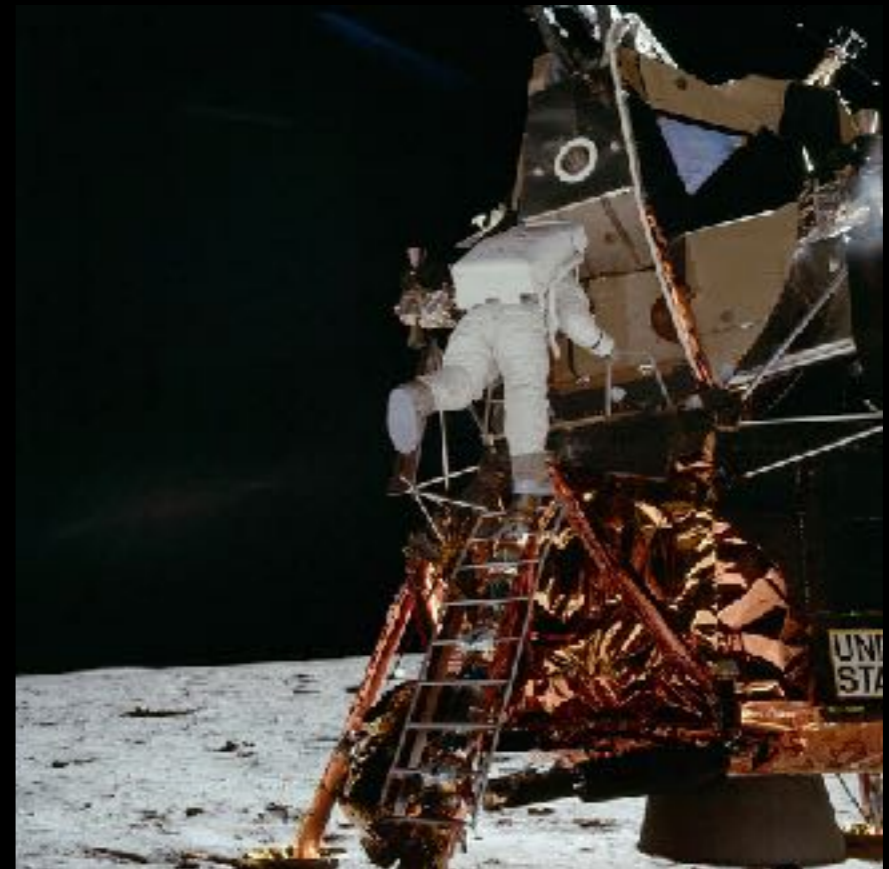
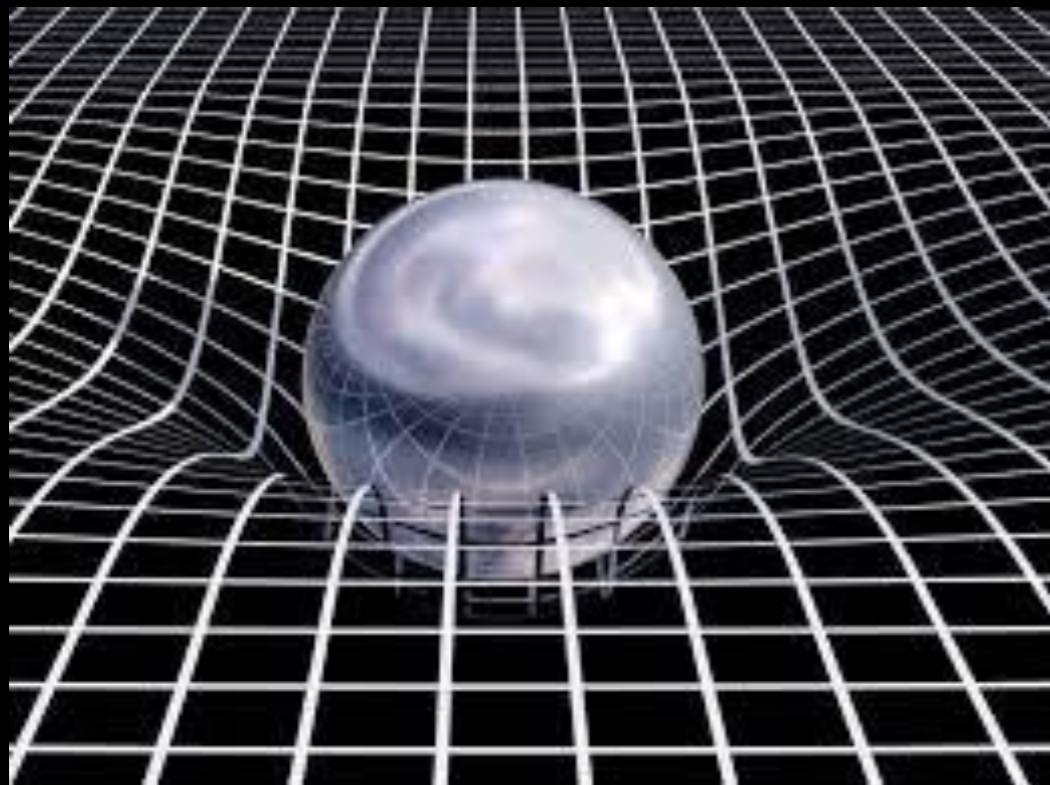
# Η διαστολή του σύμπαντος



$$\vec{v} = H(t)\vec{r}$$



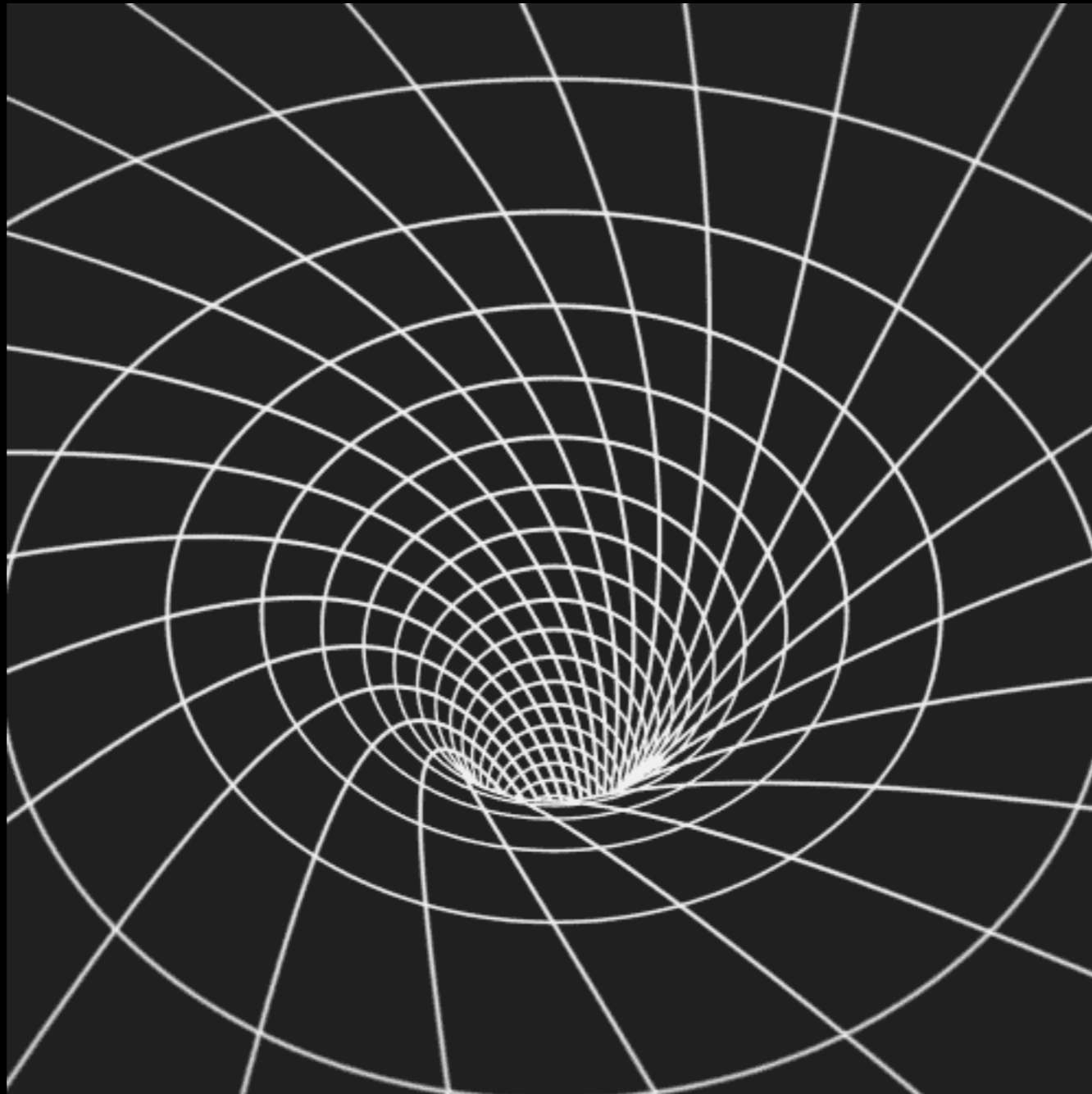


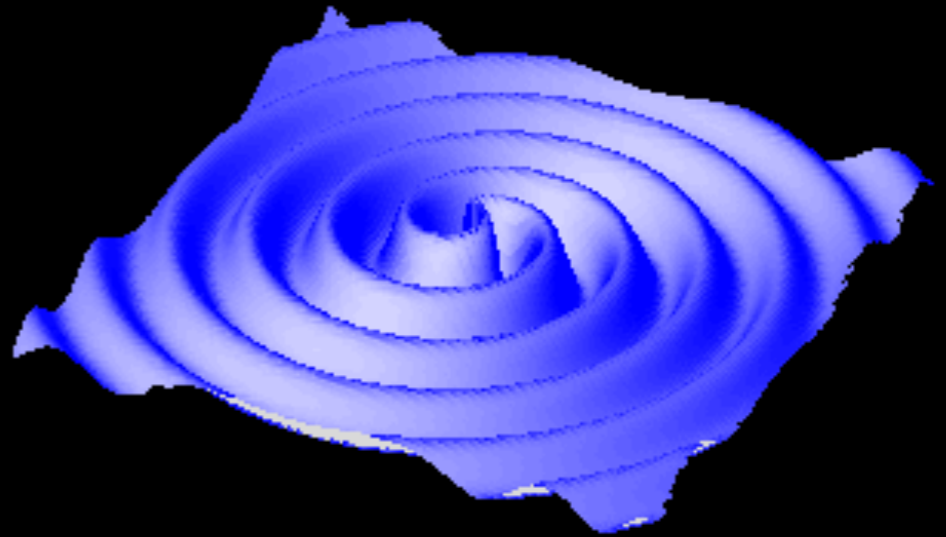
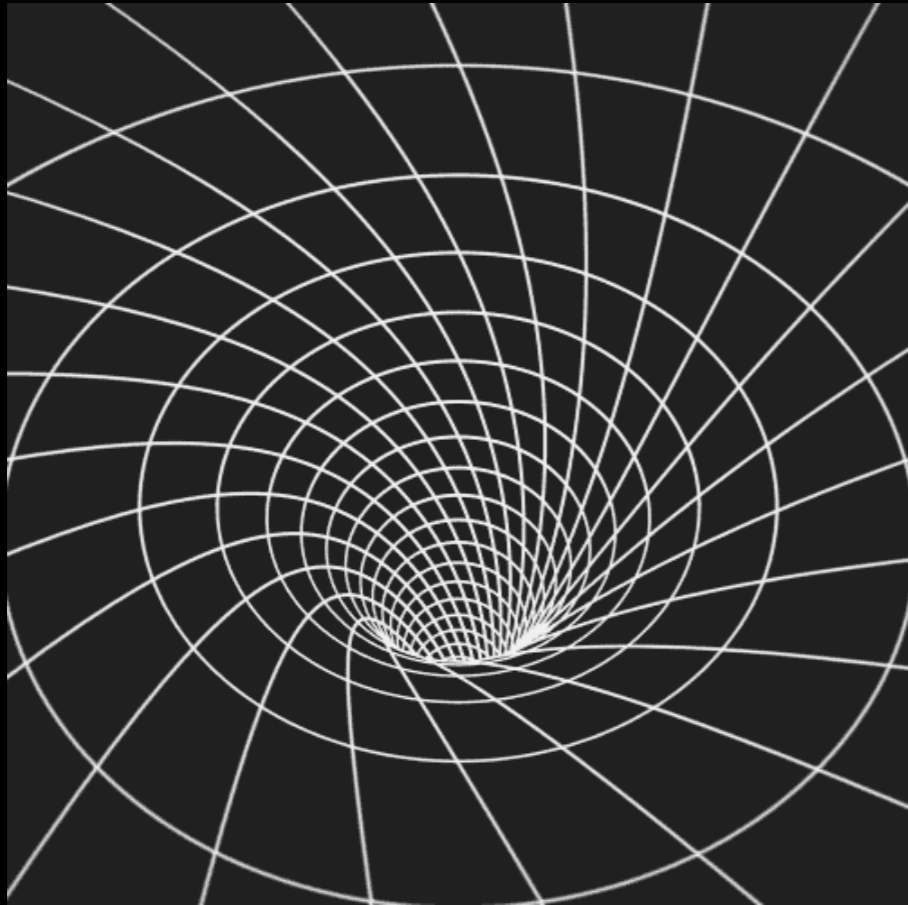




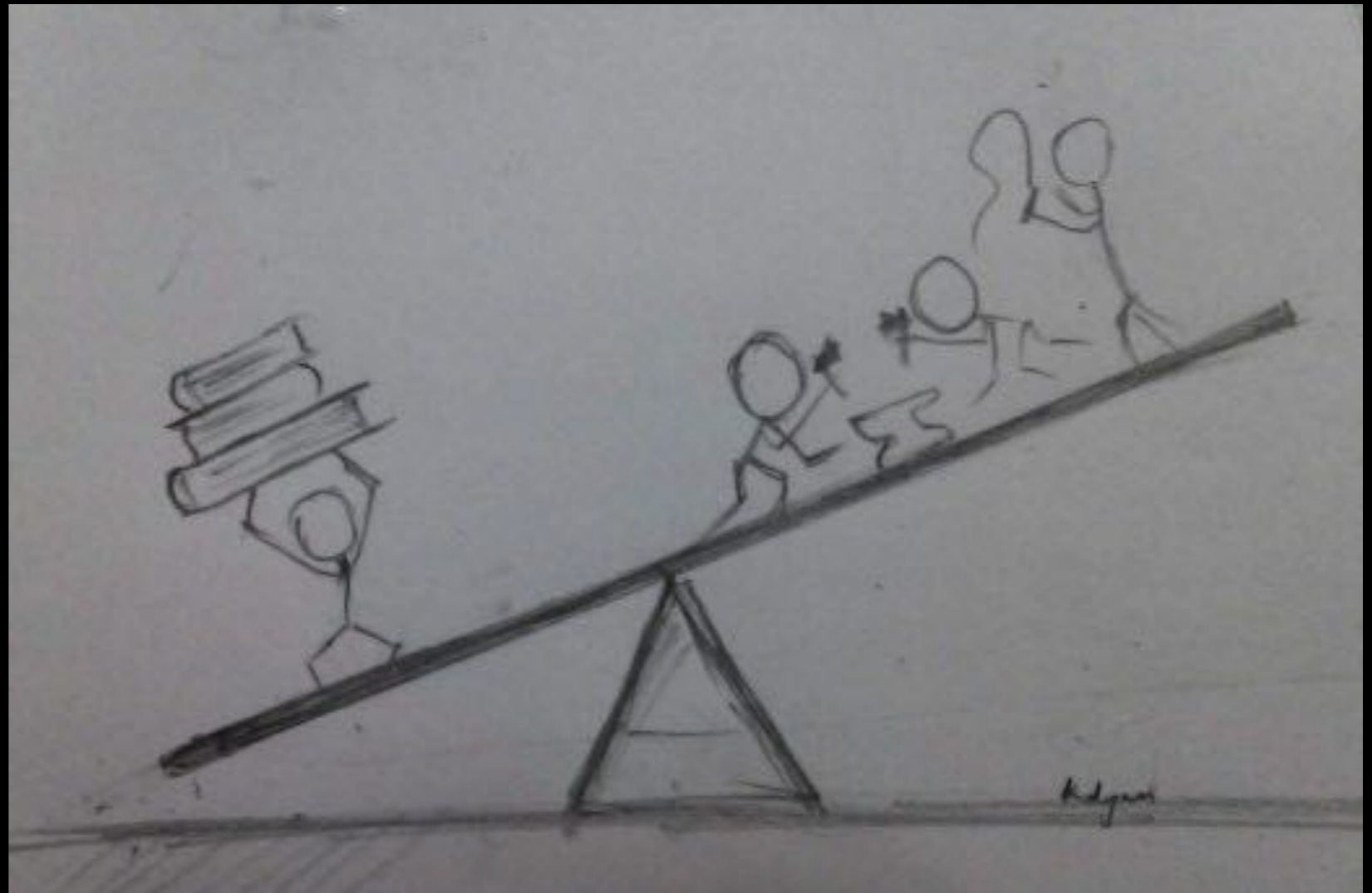
WELL, WHAT ARE YOU WAITING FOR?!

GRAVITY.



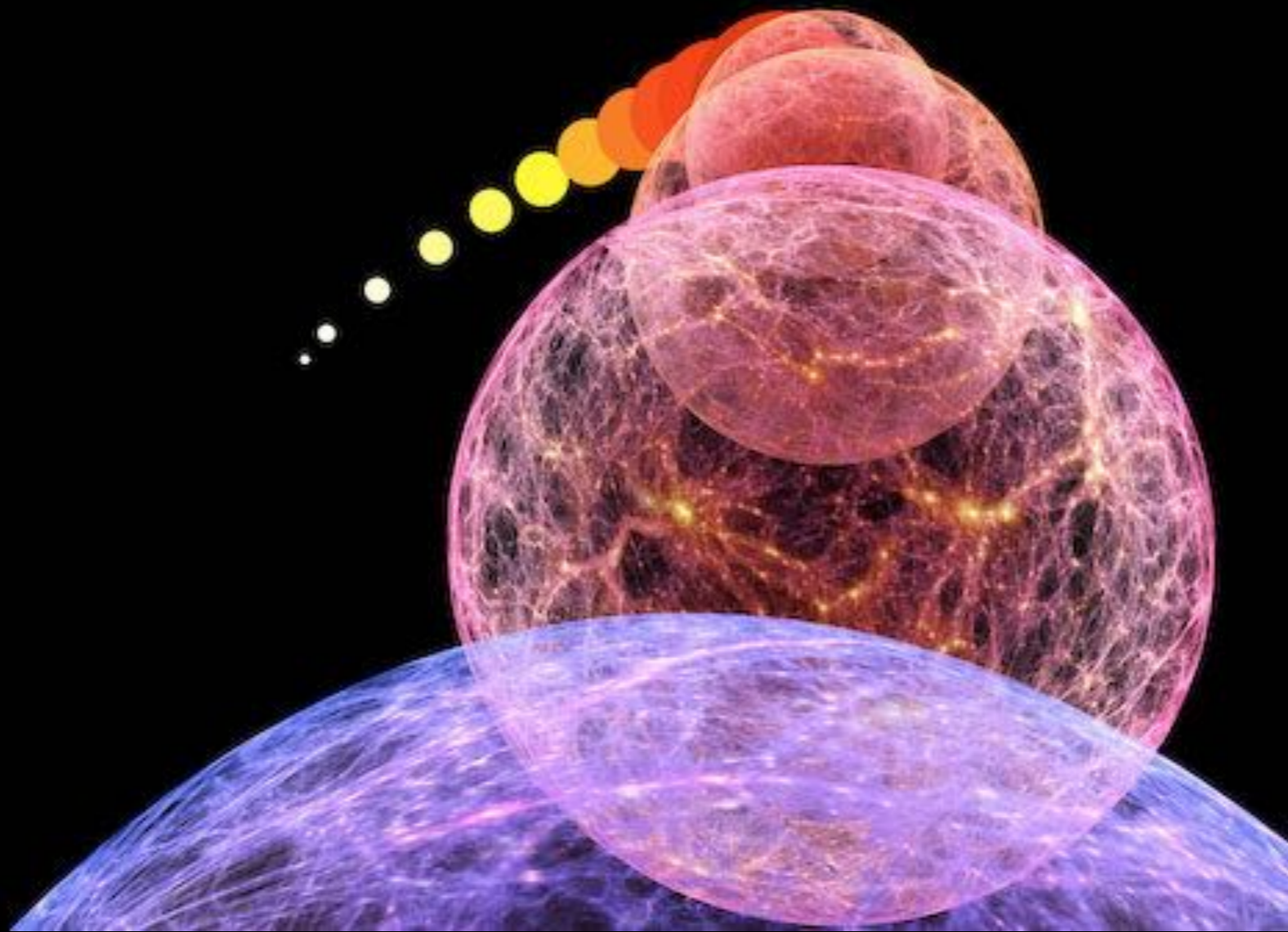




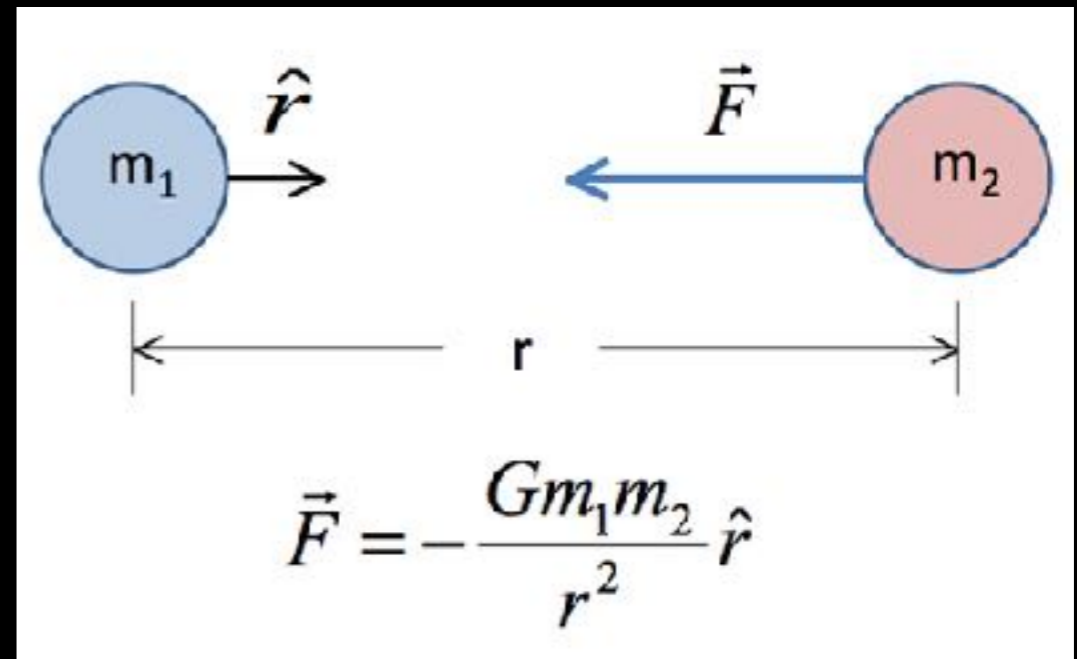
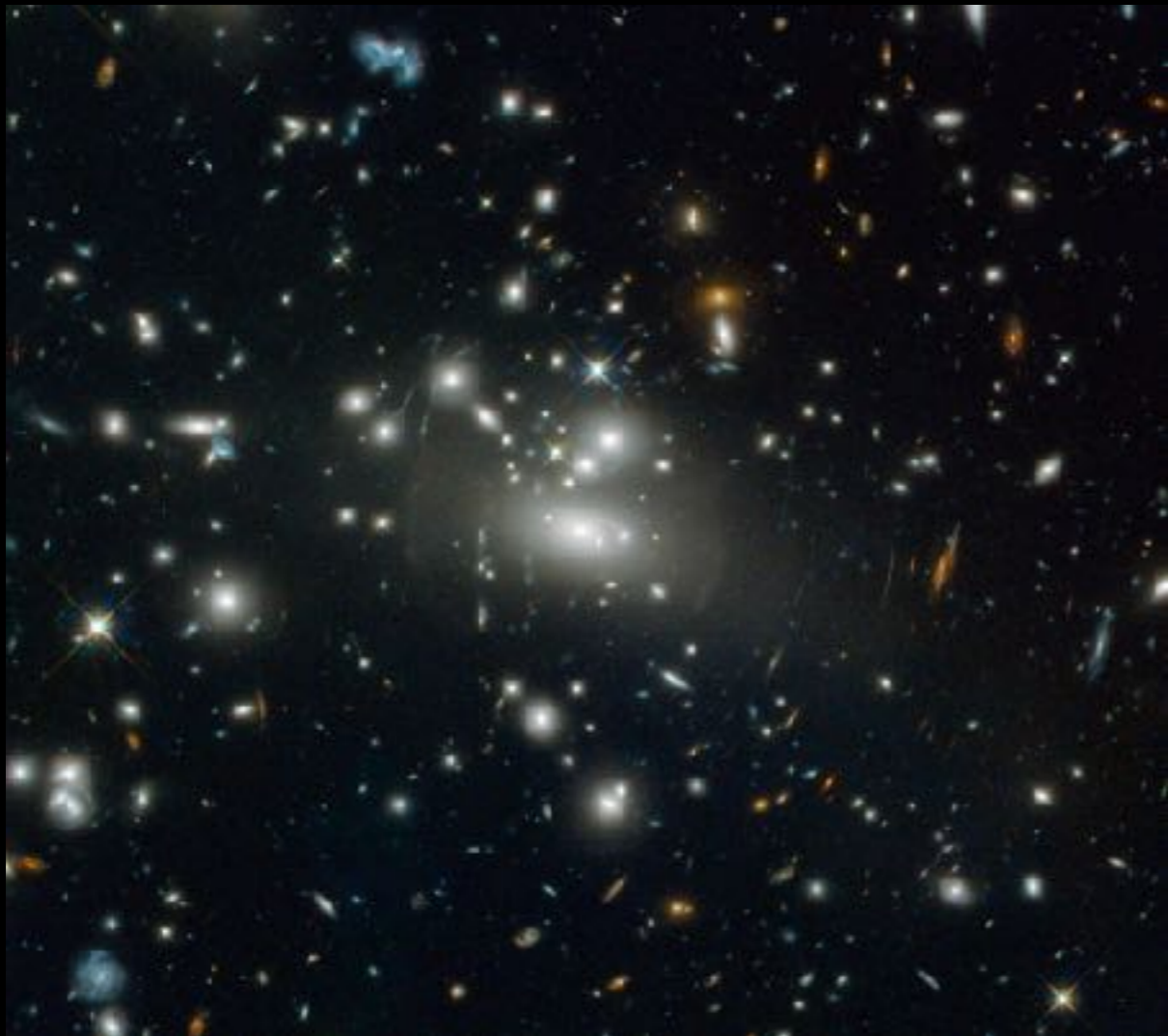


Πώς συνδέονται η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας  
και η διαστολή του Σύμπαντος;





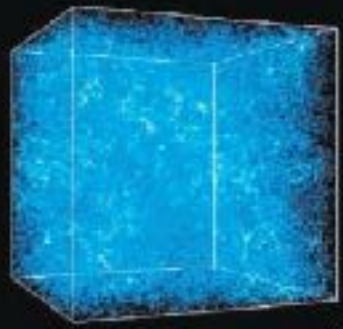
# Η βαρύτητα και η διαστολή του σύμπαντος



$$U = -G\frac{m_1m_2}{r}$$

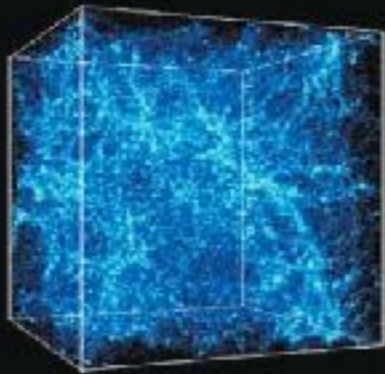
$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

0.5 billion years



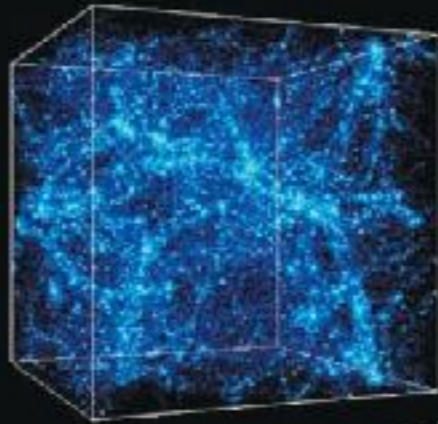
13 million light-years

2.2 billion years



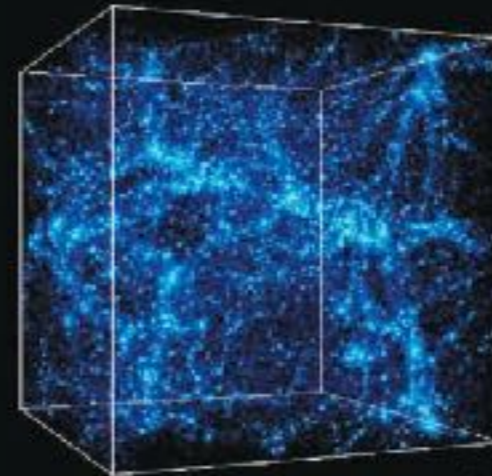
35 million light-years

5.9 billion years



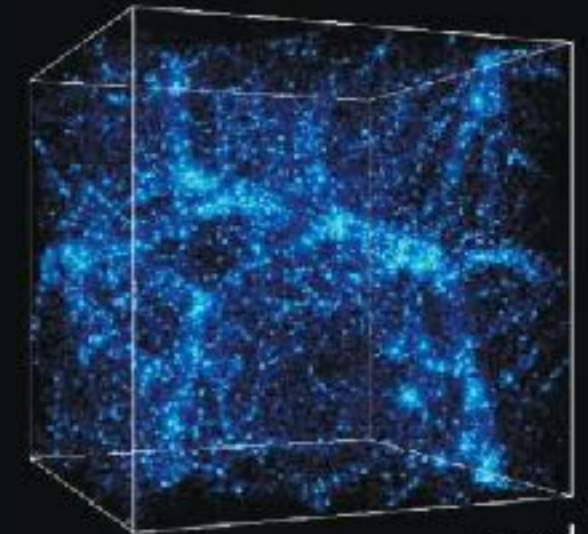
70 million light-years

8.6 billion years



93 million light-years

13.7 billion years



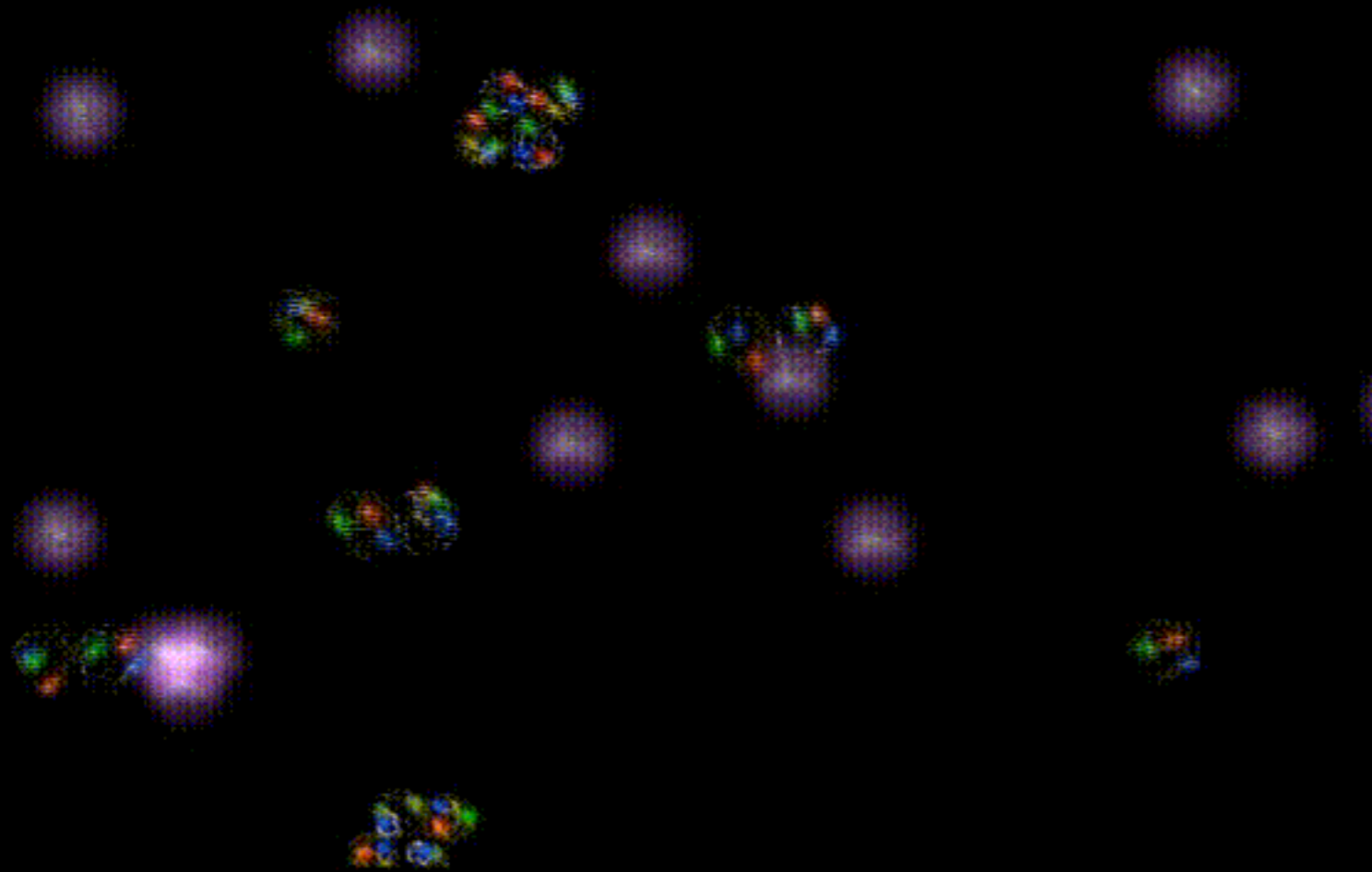
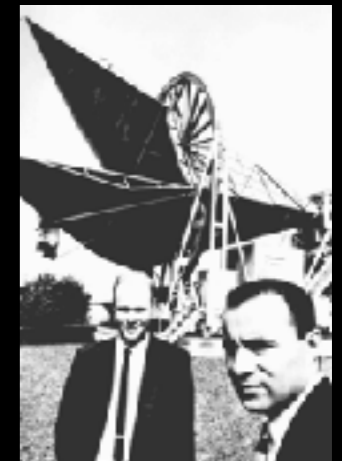
140 million light-years

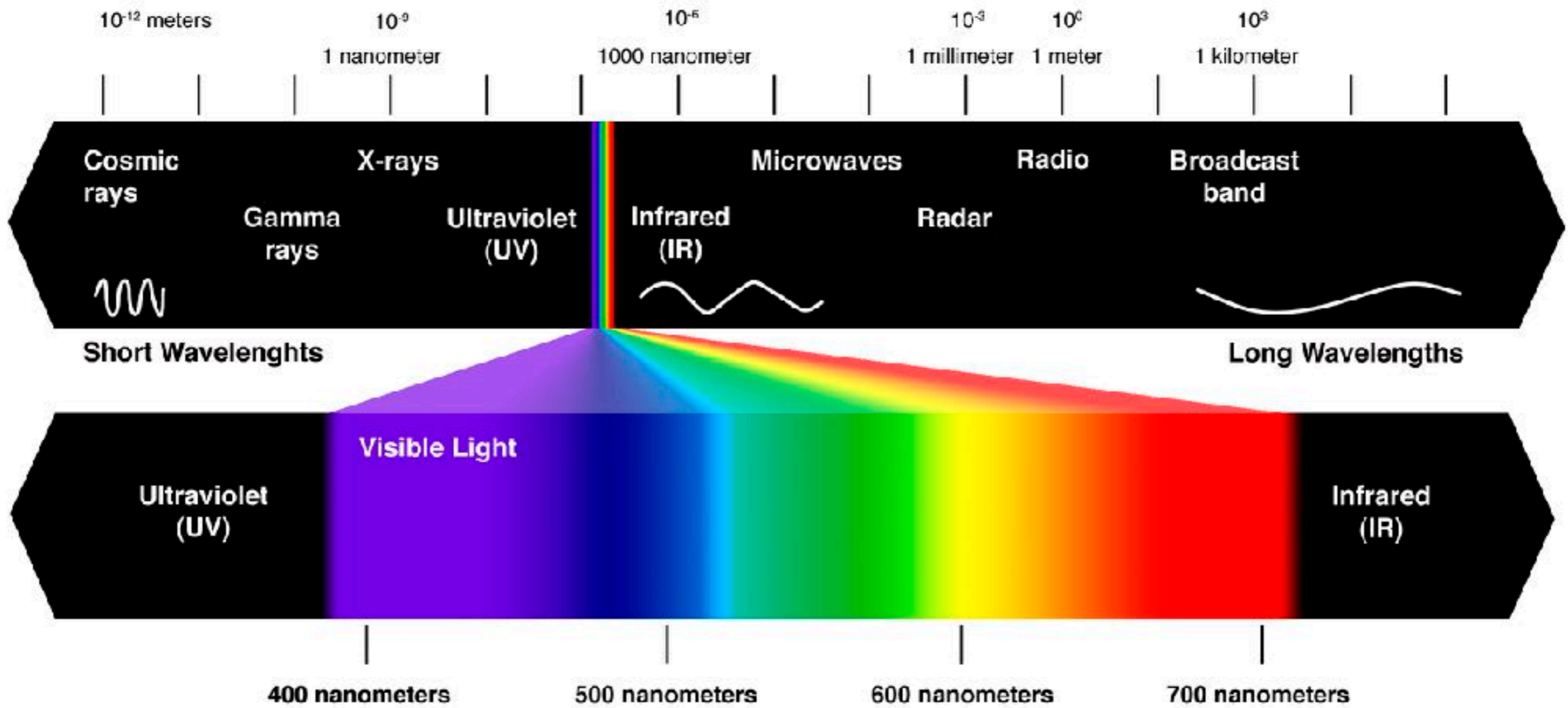
*As the universe expands over time, denser regions draw in more and more matter, creating a "lumpy" distribution.*

*Not to scale!*

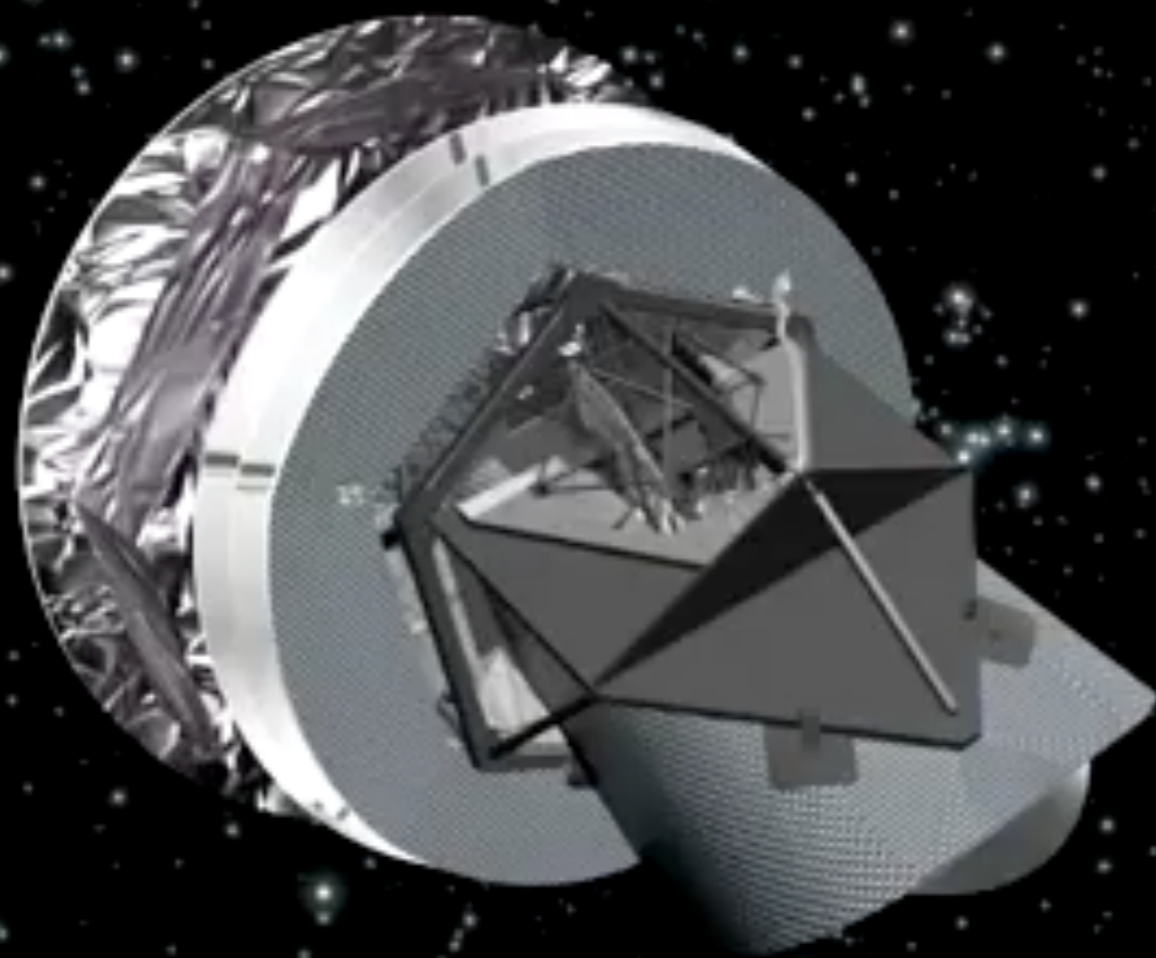
# Το κοσμικό φως (φωτόνια)

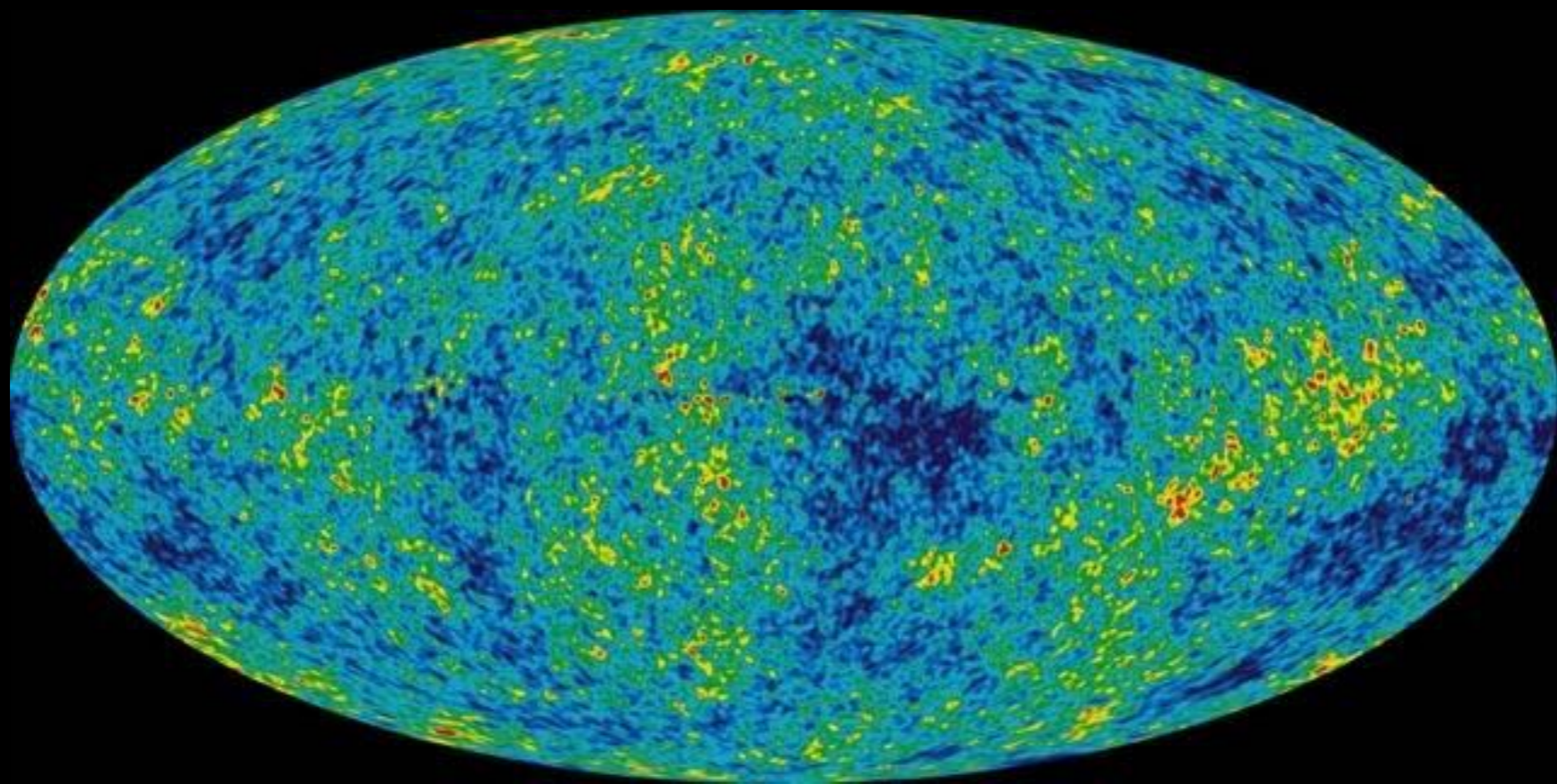
*400.000 χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη*

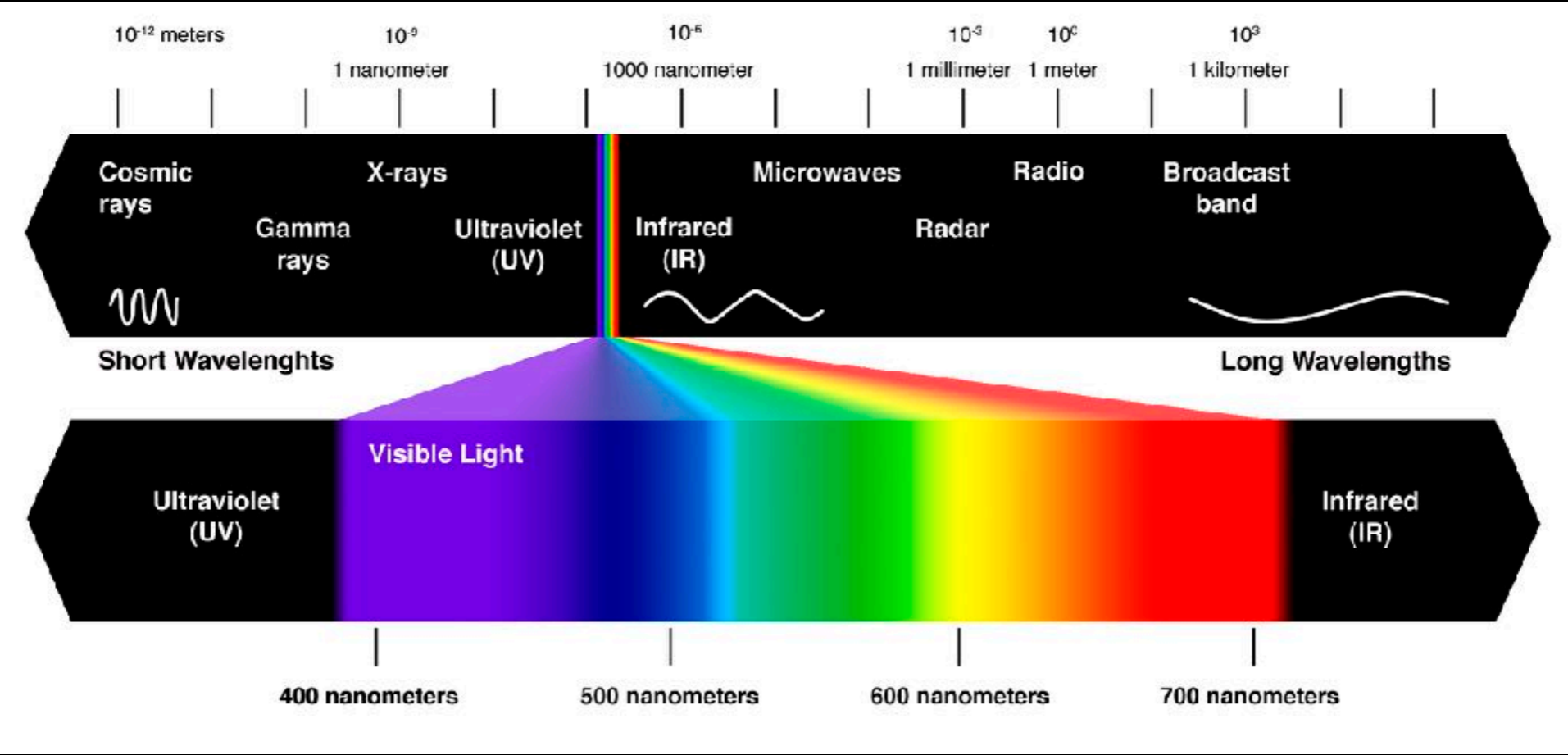


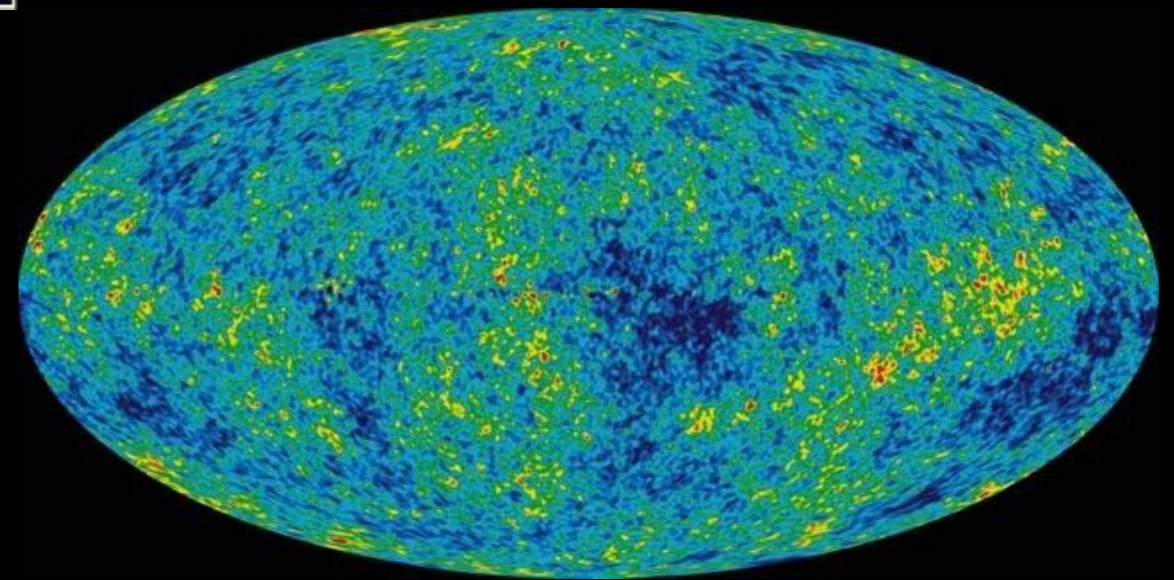
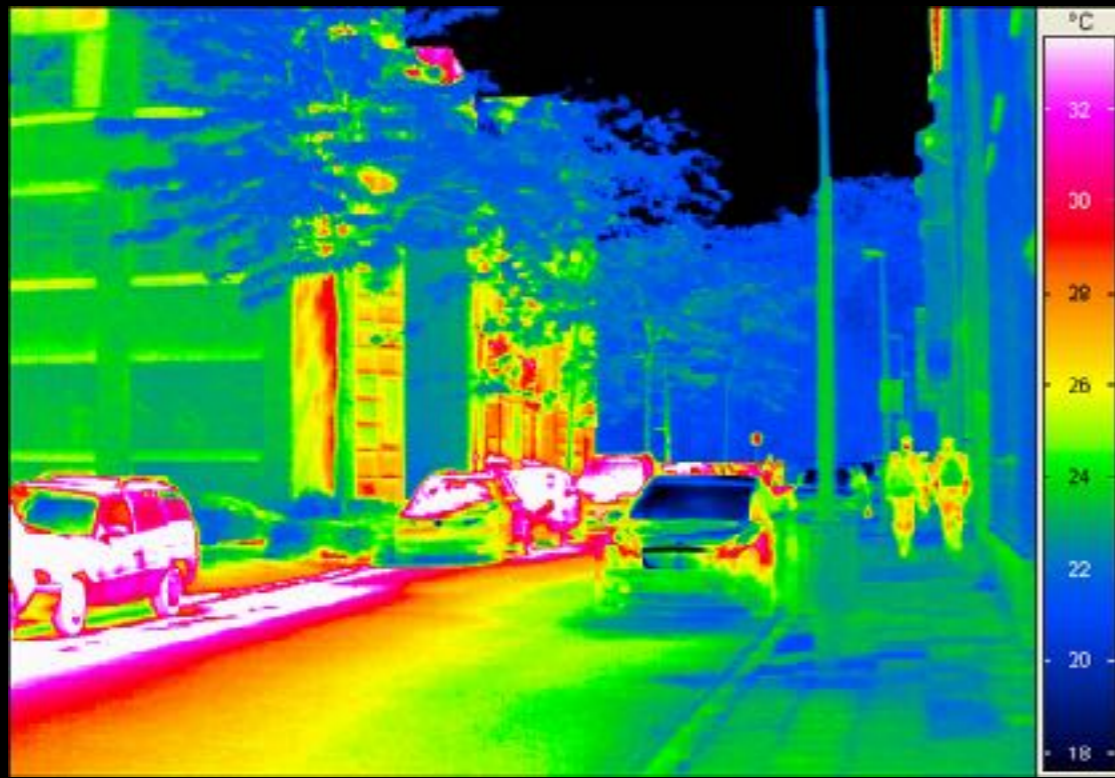




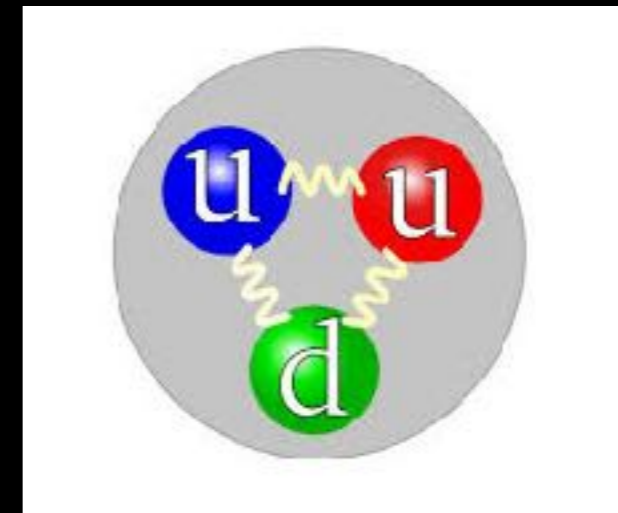
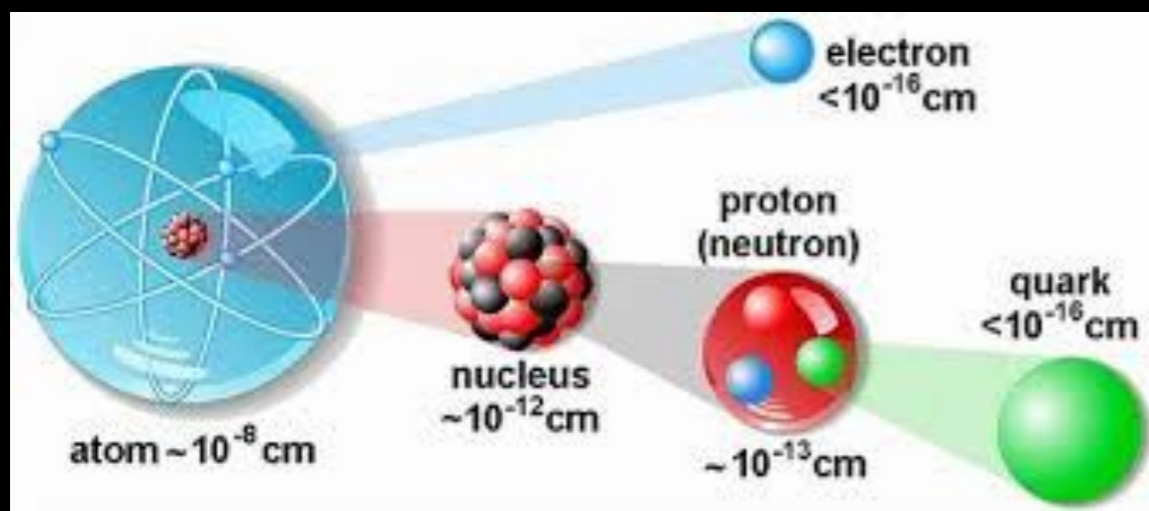
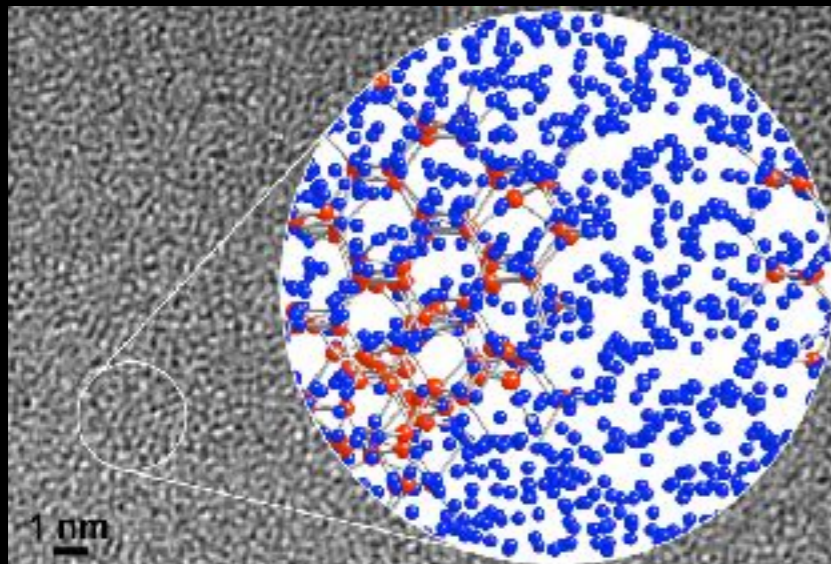


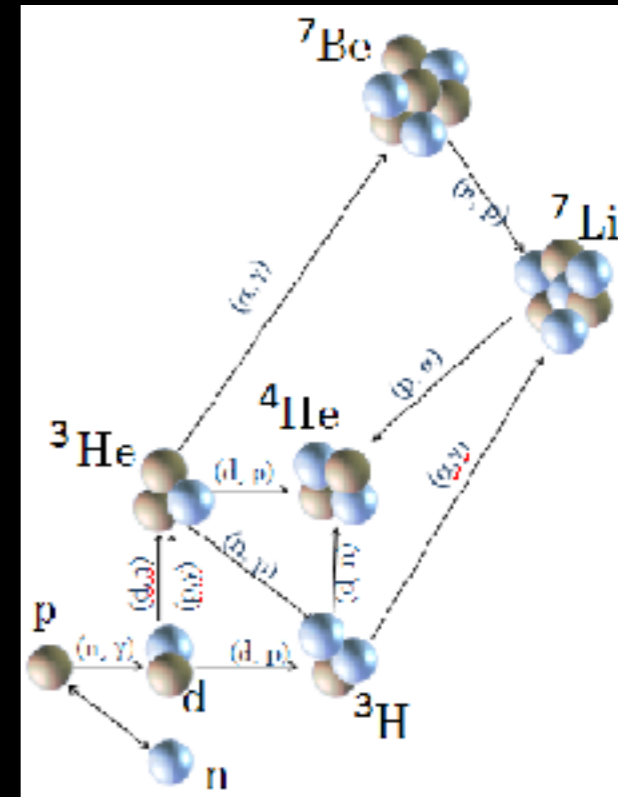




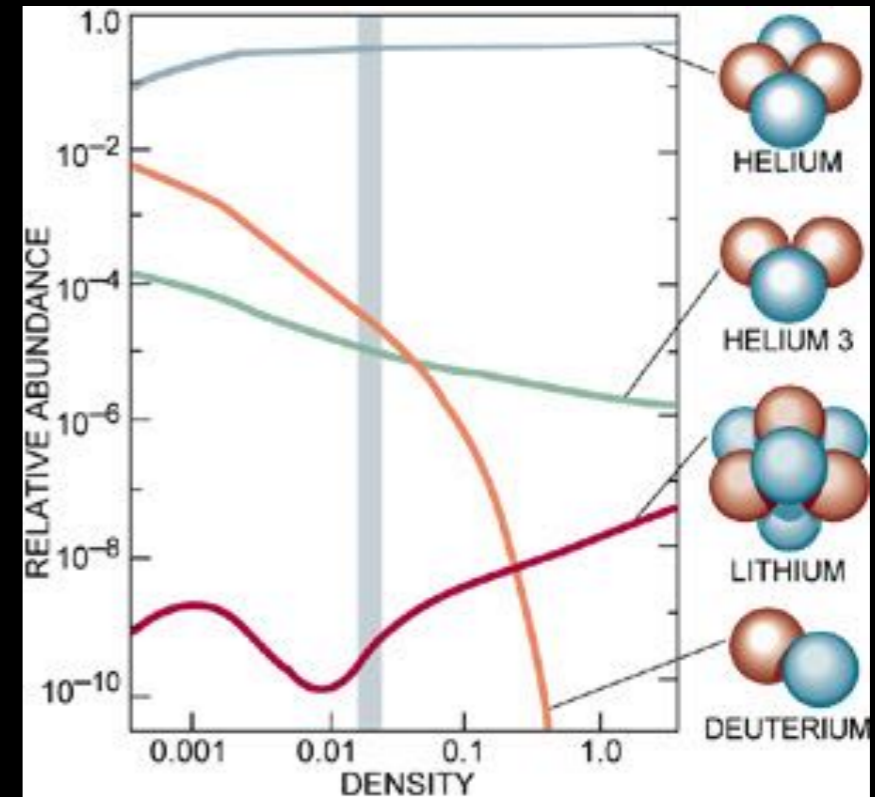


# Φυσικής της ύλης

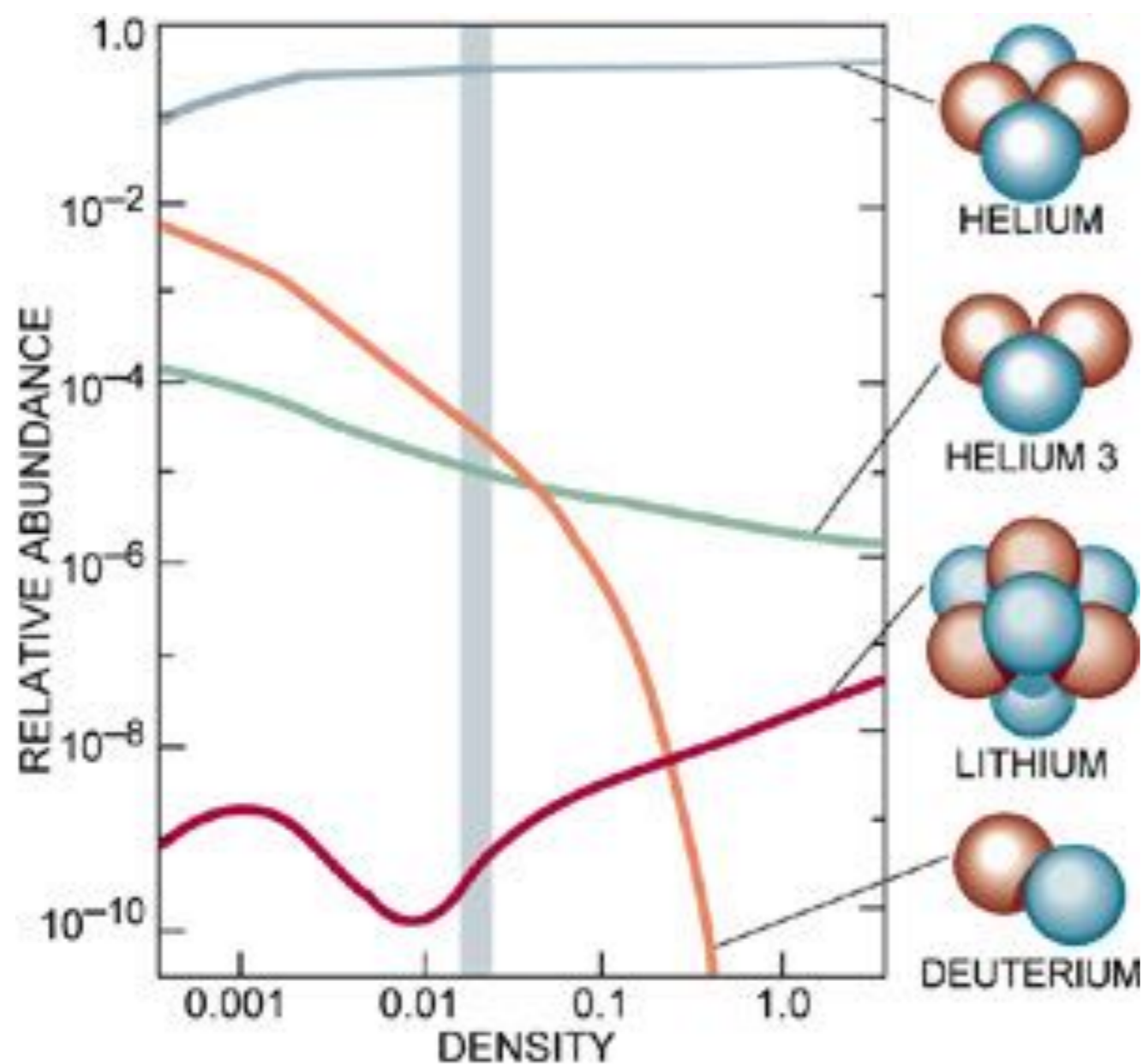




Η κοσμική (αρχέγονη) πυρηνοσύνθεση

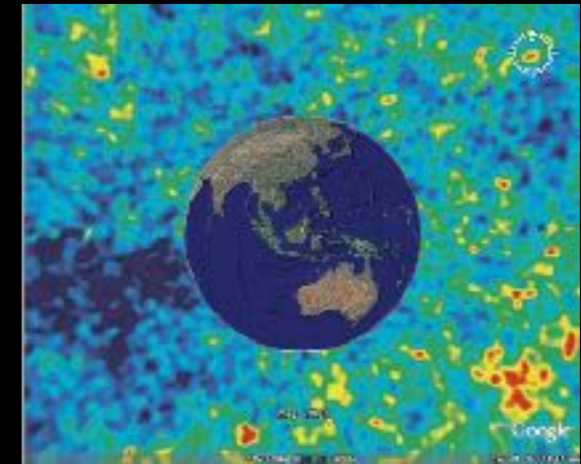
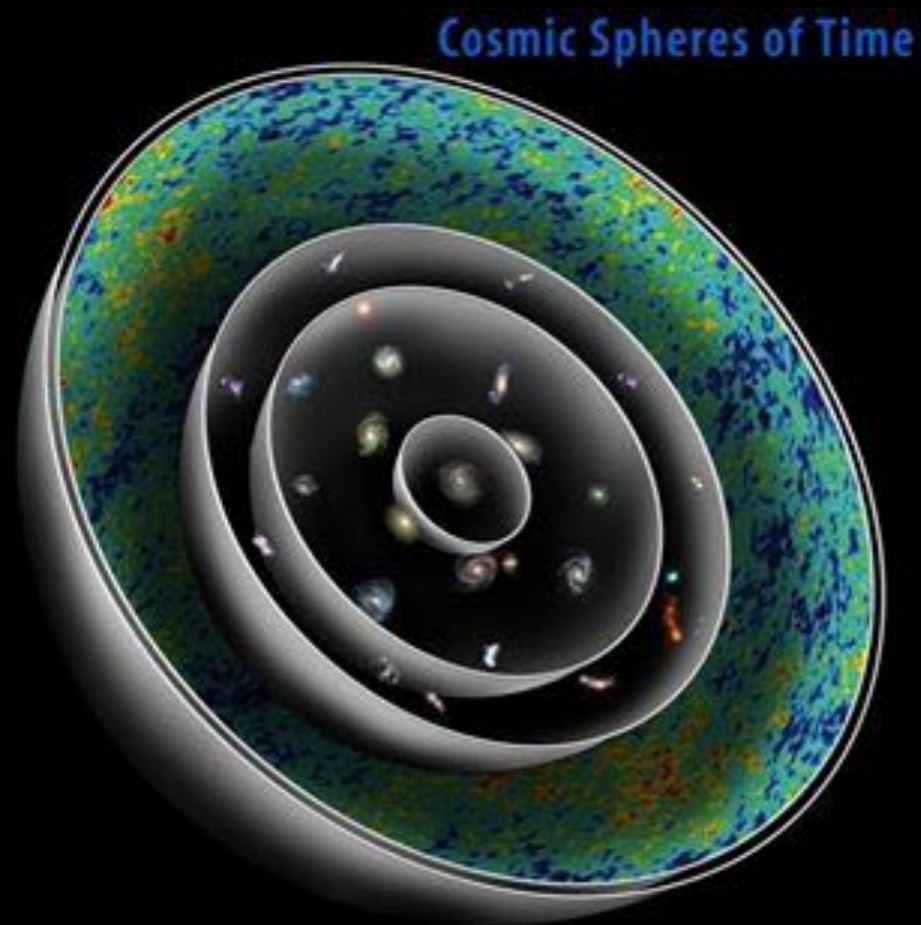


## Προσδιορίζοντας το ποσό της Βαρυονικής Ύλης στο Σύμπαν από την αρχέγονη πυρηνοσύνθεση



Οι λόγοι μάζας των στοιχείων  $D$ ,  ${}^3\text{He}$ ,  ${}^4\text{He}$  και  ${}^7\text{Li}$  ως συνάρτηση της πυκνότητας των βαρυονίων. Η κάθετες λωρίδες αντιστοιχούν στην παρατηρούμενη πυκνότητα του αρχέγονου δευτερίου. Η κάθετη γραμμή μας δείχνει πόση θα πρέπει να ήταν η πυκνότητα του κάθε στοιχείων αν η βαρυονική ύλη ήταν στην κρίσιμη πυκνότητα. Χαρακτηριστική είναι η έντονη εξάρτηση του δευτερίου από την βαρυονική πυκνότητα. Το πλάτος των καμπυλών δηλώνει την αβεβαιότητα στις προβλέψεις. [Schramm & Turner 1998]

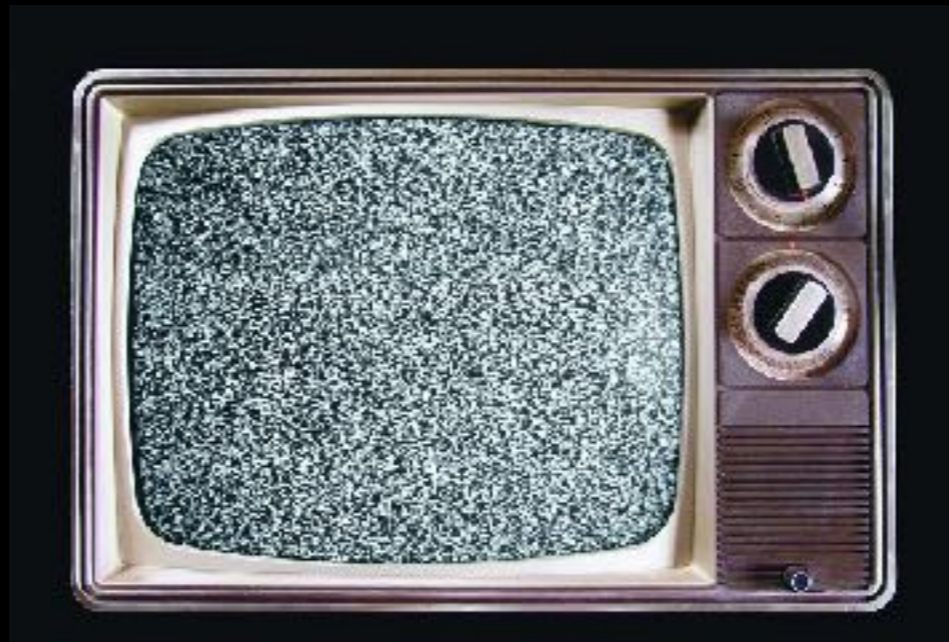
**Τα φωτόνια της CMB (ΚΑΜΥ) έρχονται από  
τα έσχατα σημεία του σύμπαντος**



## Quiz

**Πώς μπορούμε να  
ακούσουμε / δούμε  
την ΚΑΜΥ σπίτι μας;**





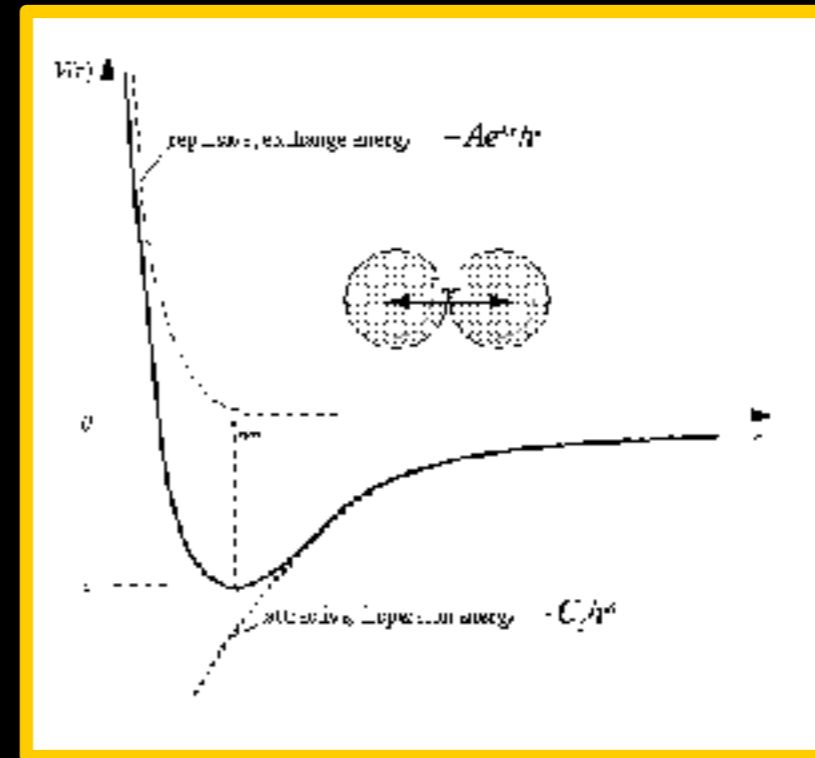
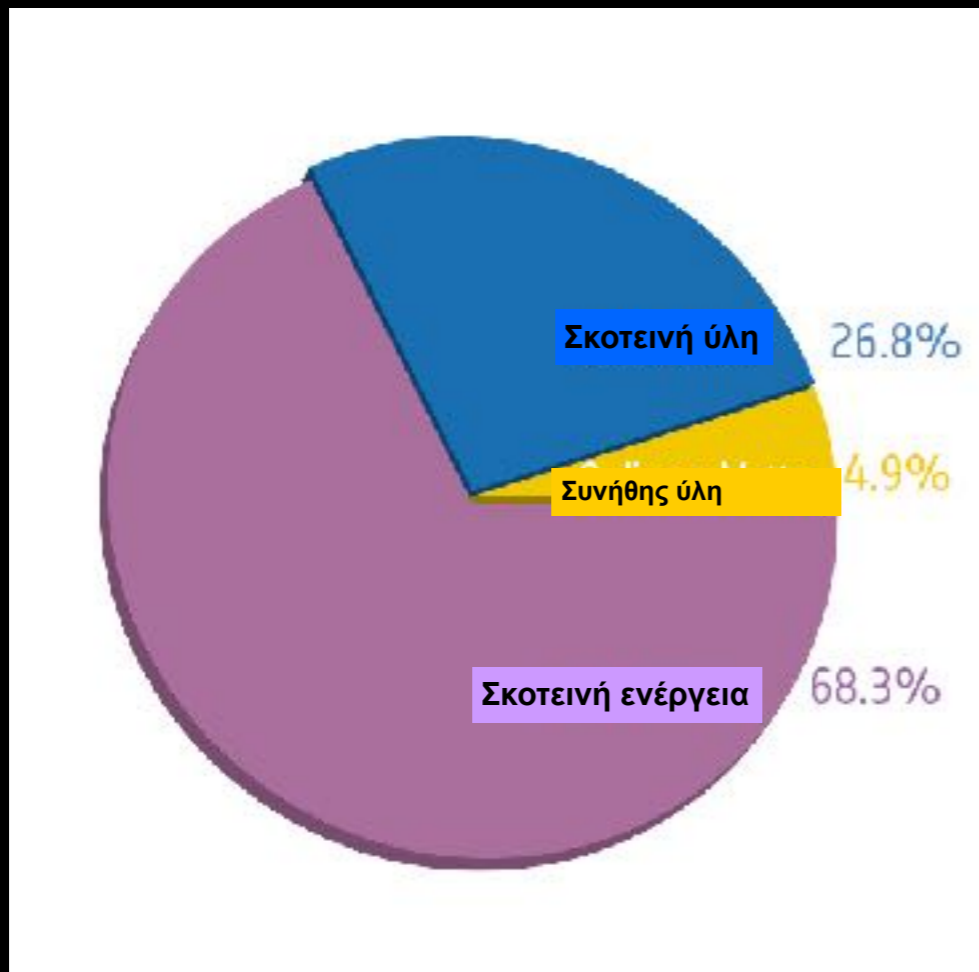




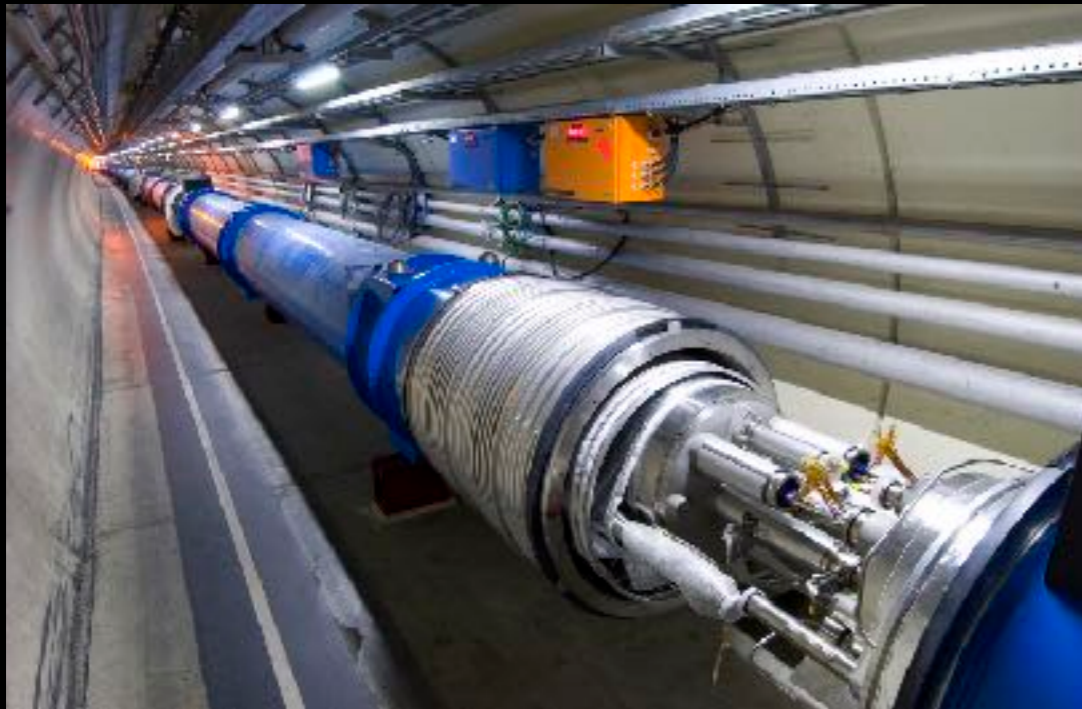




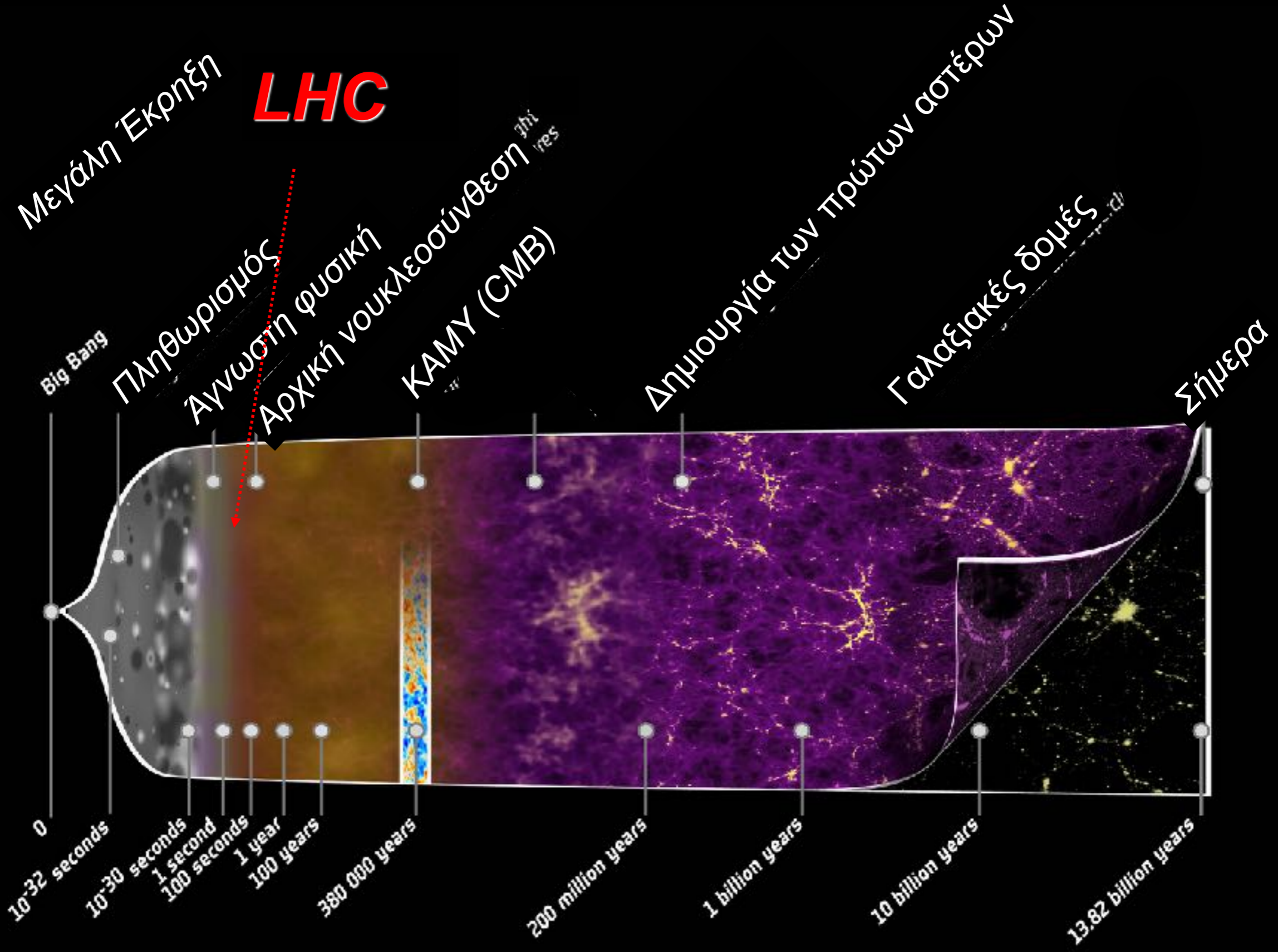
# Η ενέργεια στο σύμπαν (σήμερα)



## Το πείραμα του CERN



# LHC



Μεγάλη Έκρηξη

Big Bang

Πληθωρισμός

Άγνωστη φυσική

Αρχική νουκλεοσύνθεση

ΚΑΜΥ (CMB)

Δημιουργία των πρώτων αστερών

Γαλαξιακές δομές

Σήμερα

0

$10^{-32}$  seconds

$10^{-30}$  seconds

1 second

100 seconds

1 year

100 years

380 000 years

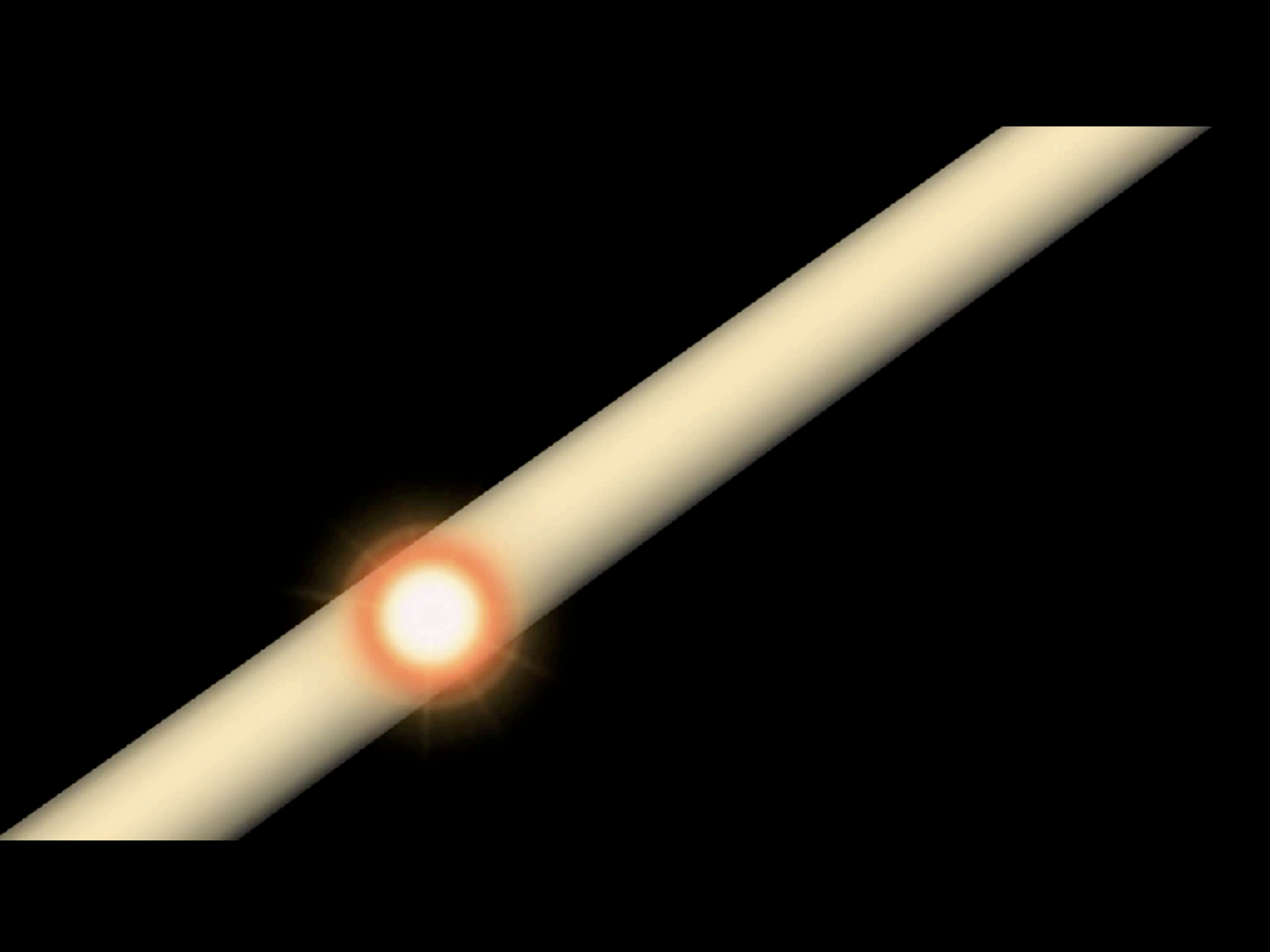
200 million years

1 billion years

10 billion years

13.82 billion years





*Ερωτήσεις;*

