

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ-ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

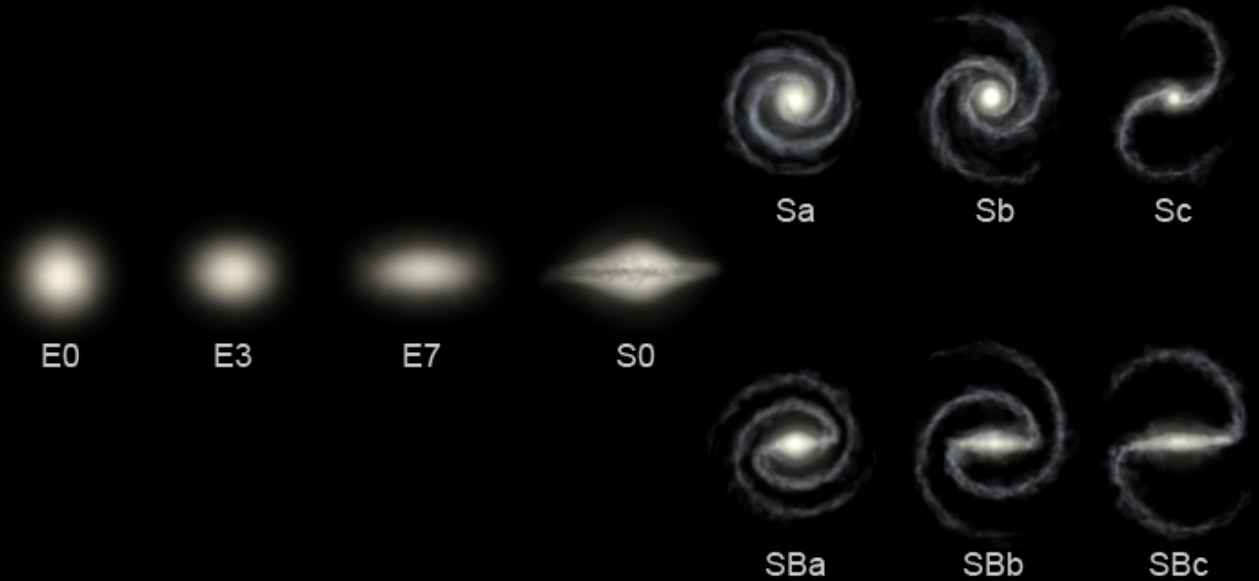
Μανώλης Πλειώνης

Η κατανομή της ύλης στο Σύμπαν

- **Γαλαξίες...** Οι **δομικοί λίθοι** του Σύμπαντος (περιέχουν άστρα, σκόνη, αέρια, πλανήτες...)
- **Σμήνη Γαλαξιών – Ομάδες Γαλαξιών** (περιέχουν γαλαξίες, σκοτεινή ύλη & θερμό αέριο που εκπέμπει ακτίνες-Χ).
- **Υπερμήνη Γαλαξιών** (περιέχουν σμήνη γαλαξιών)
- **Κενές περιοχές** (όπου δεν υπάρχουν γαλαξίες)

ΓΑΛΑΞΙΕΣ

- Διάφορα μεγέθη, από νάνοι έως γιγάντιοι
- Διάφορα σχήματα
 - Σπειρωειδείς
 - Ελλειπτικοί
 - Φακοειδείς
 - Ανώμαλοι

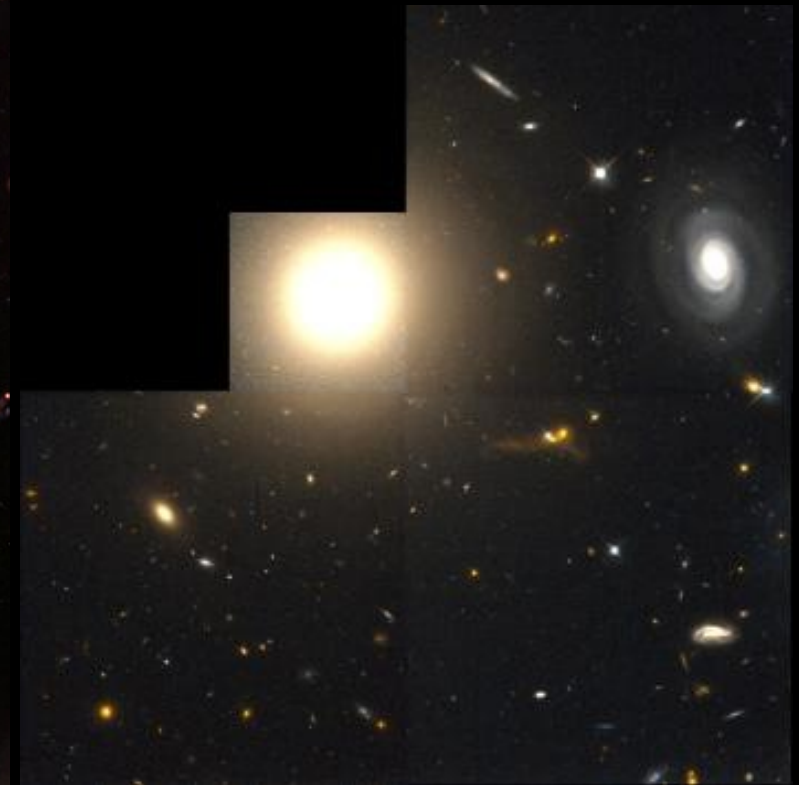


Σπειρωειδείς (μεγάλοι γαλαξίες με πολύ
αέριο και σκόνη, έντονη αστρογένεση,
κεντρική περιοχή με γηραιότερα αστέρια)





Ελλειπτικοί (ελάχιστο άεριο, κυρίως
γηραιά αστέρια, υπάρχουν και νάνοι)



Φακοειδείς (είναι δισκοειδείς όπως οι σπειρωειδείς αλλά χωρίς σπείρες, λίγο αέριο και κυρίως γηραιά αστέρια)

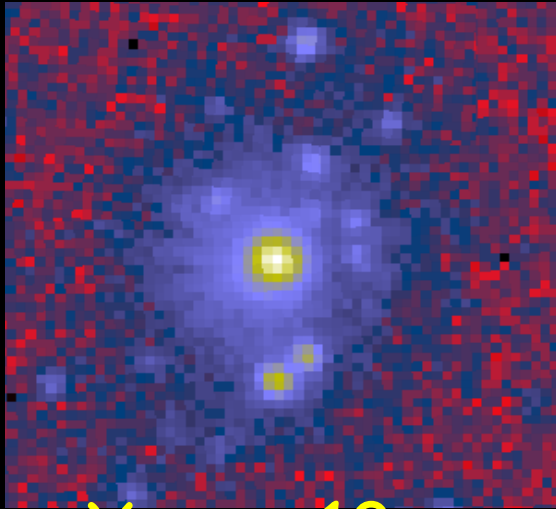


Image at <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/galaxy/elliptical/2002/07/results/50/>

Ανώμαλοι/Ασχημάτιστοι: Περιέχουν πολύ αέριο σκόνη και νεαρά αστέρια, διαταραγμένη μορφολογία πιθανότατα λόγω αλληλεπιδράσεων και συγκρούσεων με άλλους γαλαξίες



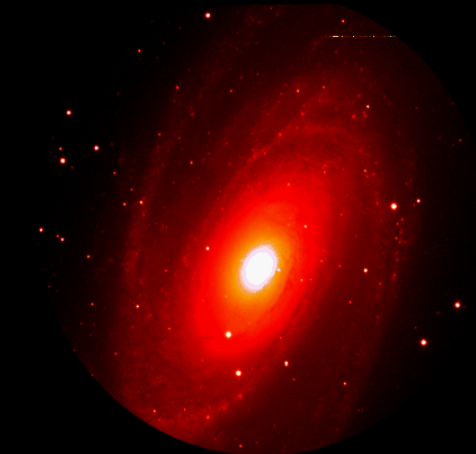
Ο Γαλαξίας M81



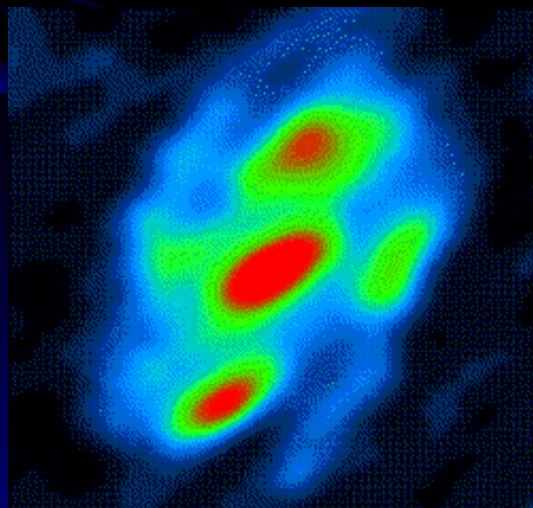
X-ray: 10 nm



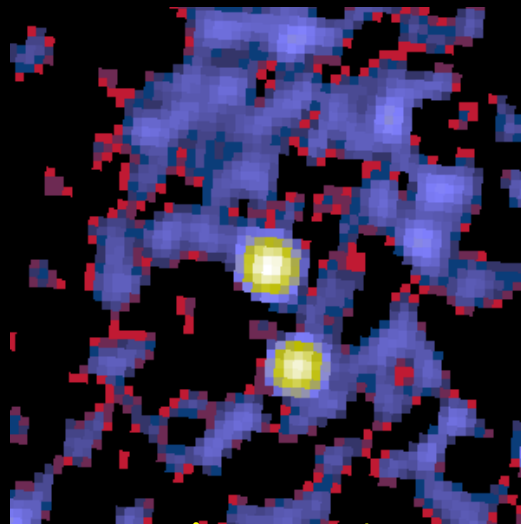
UV: 200 nm



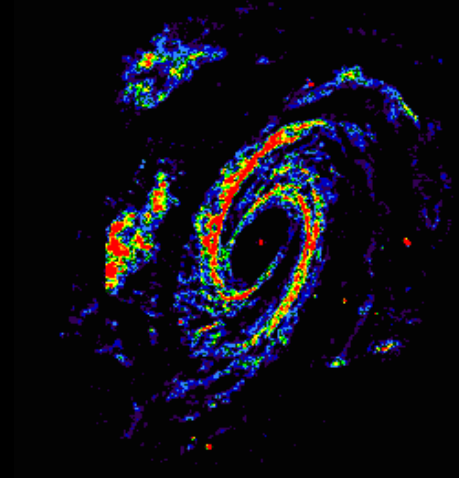
M81 VIS
Visible: 600 nm



Infrared: 100 nm

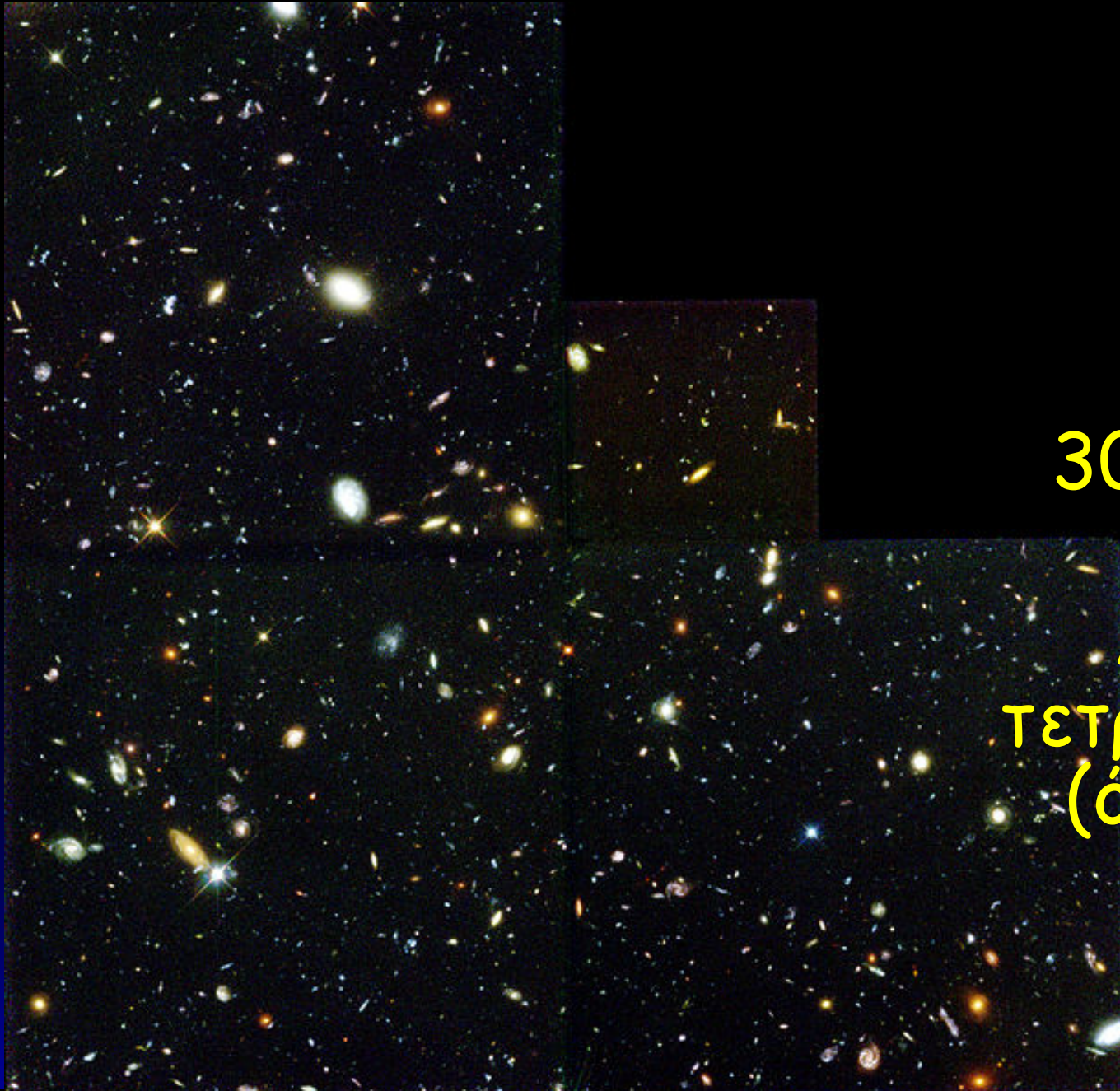


Radio: 21cm



Radio - HI filter

Πόσοι γαλαξίες υπάρχουν στο Σύμπαν;



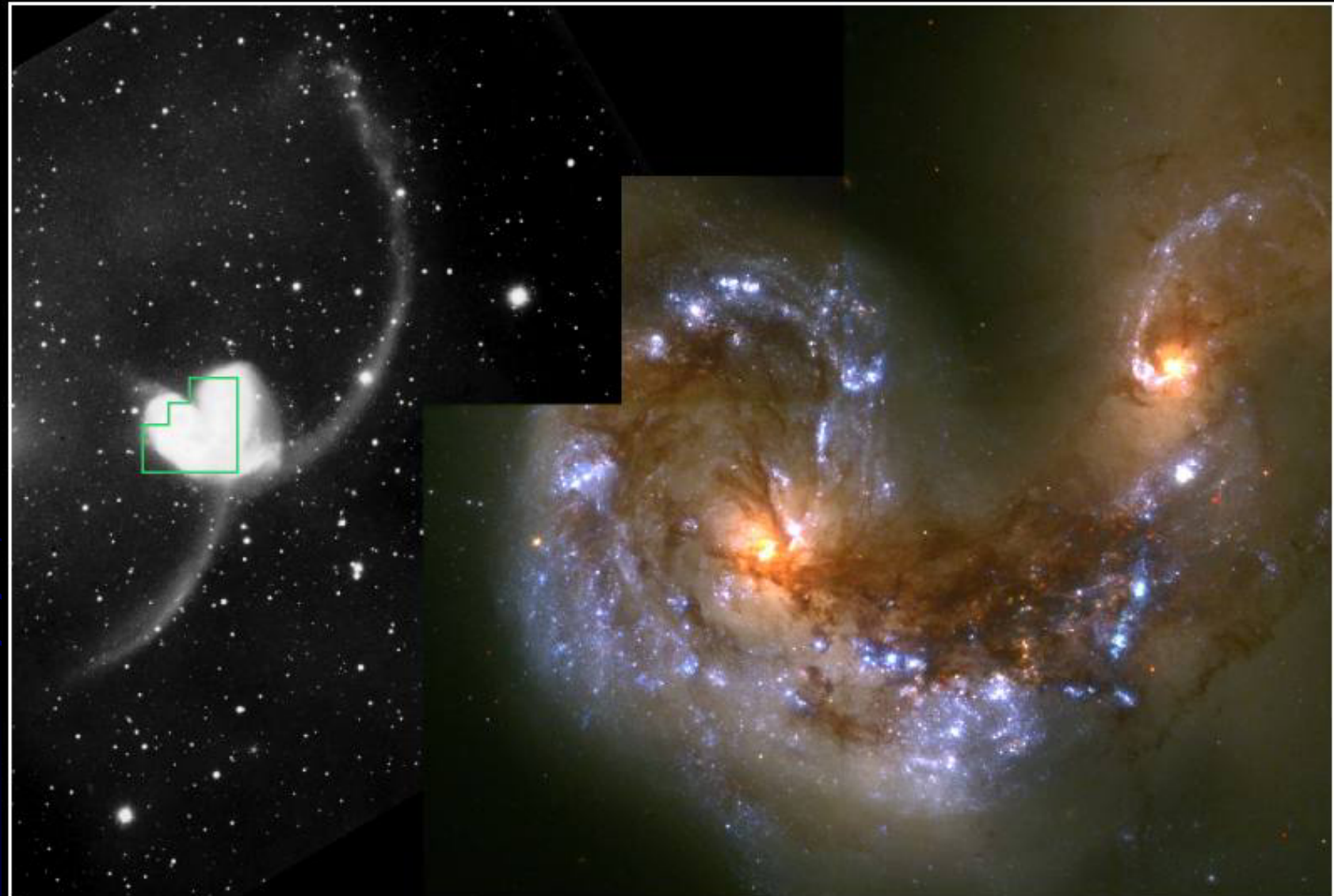
3000 γαλαξίες σε
2.5'x2.5'

Άρα σε 41253
τετραγωνικές μοίρες
(όλος ο ουρανός)
έχουμε $\sim 10^{11}$
γαλαξίες

Συγκρούσεις γαλαξιών

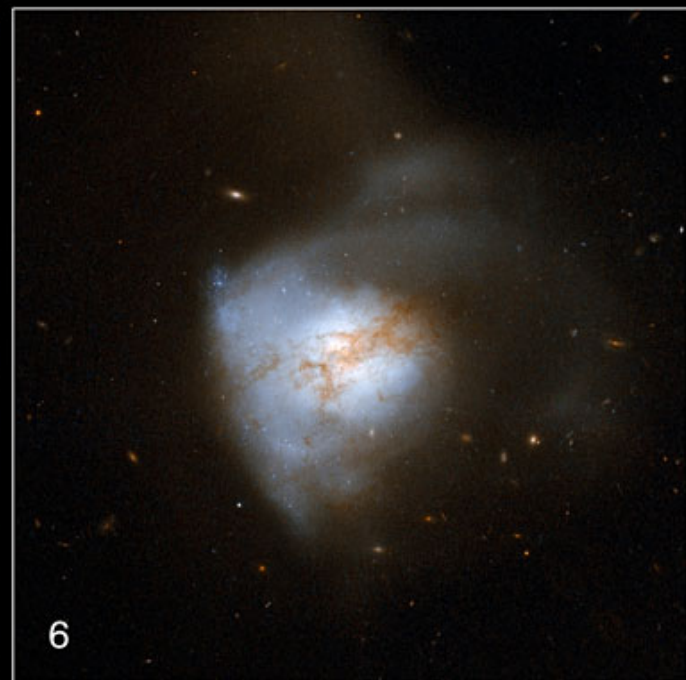
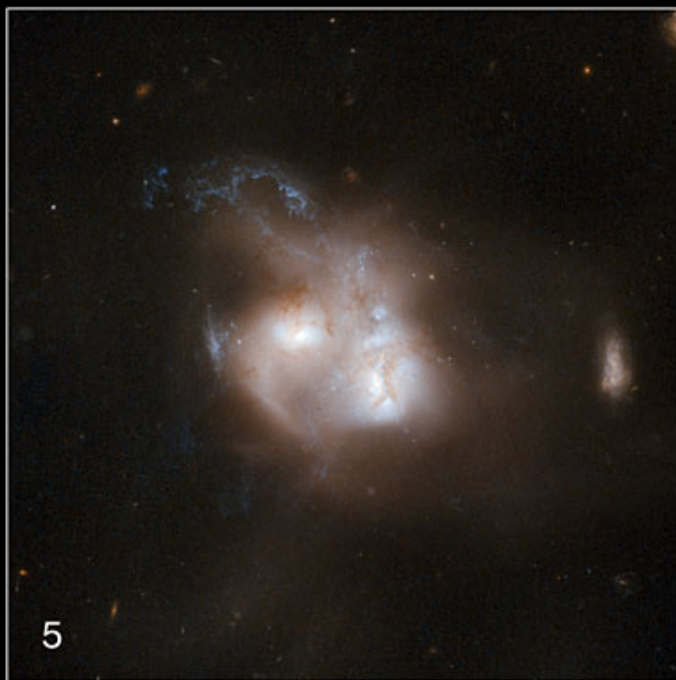
- Θεωρείτε βέβαιο ότι ένας αριθμός γαλαξιών συγκρούεται με άλλους σε περιοχές σχετικά μεγάλης πυκνότητας (ομάδες γαλαξιών)
- Ένα παράδειγμα είναι το Τοπικό Σύστημα γαλαξιών όπου ο Γαλαξίας και η Ανδρομέδα προσπίπτουν ο ένας στον άλλο με ταχύτητα 128 km/sec και θα συγκρουστούν μετά από περίπου 5.3 δις χρόνια
- Μέσω συγκρούσεων μετασχηματίζονται Σπειρωειδείς γαλαξίες σε Ελλειπτικούς.

Antennae or Mice



Το αποτέλεσμα της σύγκρουσης
ορισμένες φορές δημιουργεί
δακτυλιδωτούς γαλαξίες

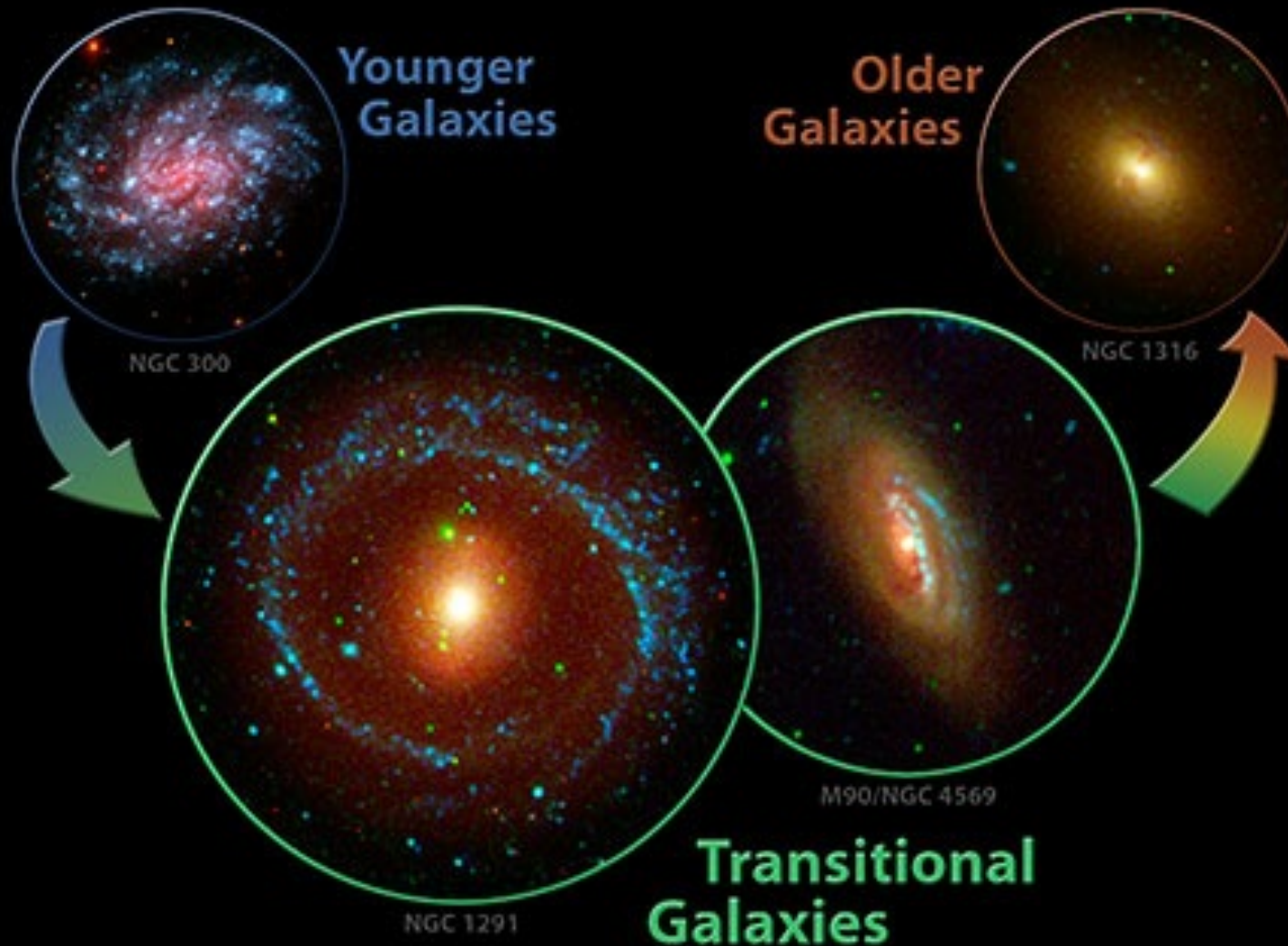




Προσομοίωση Συγκρούσης Γαλαξιών

Εξέλιξη γαλαξιών

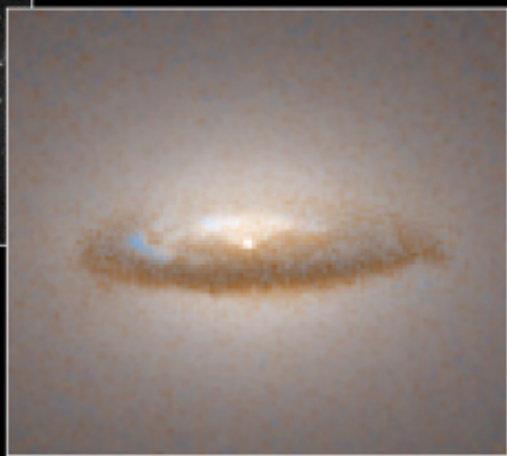
Οι γαλαξίες γεννιούνται, εξελίσσονται και αλλάζουν, είναι δηλαδή δυναμικά συστήματα και όχι στατικά.



Μελανές οπές στα κέντρα γαλαξιών



Ground



HST • WFPC2

Disk in Galaxy NGC 7052



Hubble Space Telescope
WFPC2

Active Galaxy
NGC 4438



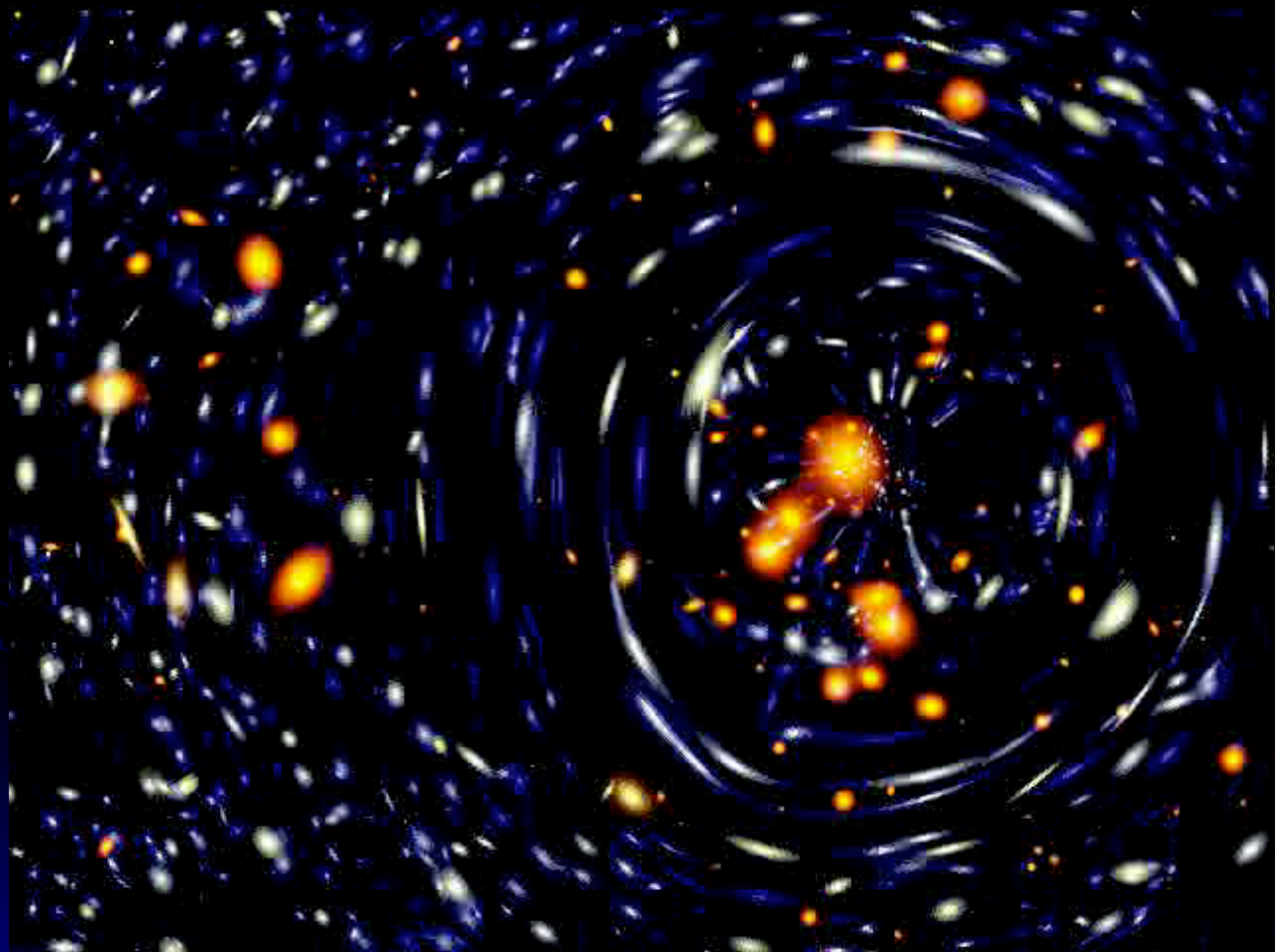
NASA and J. Kenney (Yale University)
STScI-PRC00-21

Μεγάλης Κλίμακος Δομή του Σύμπαντος

- Υπάρχει ιεραρχική δομή στην κατανομή των γαλαξιών
- Οι γαλαξίες δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένοι στο χώρο, αλλά συγκεντρώνονται σε μικρές ή μεγάλες ομάδες.
- Οι ομάδες γαλαξιών μπορούν να περιέχουν από λίγες δεκάδες γαλαξίες, ενώ τα σμήνη μπορούν να περιέχουν και χιλιάδες γαλαξίες.
- Η Τοπική ομάδα γαλαξιών περιέχει 2 μεγάλους σπειρωειδείς (τον Γαλαξία και την Ανδρομέδα) αλλά και 30 περίπου μικρούς/νάνους γαλαξίες.
- Το τοπικό σμήνος (της Παρθένου), σε απόσταση 20 Mpc, περιέχει μερικούς εκατοντάδες μεγάλους γαλαξίες και χιλιάδες μικρότερους. Η τοπική ομάδα προσπίπτει στο σμήνος της Παρθένου με σχετική ταχύτητα ~ 220 km/sec

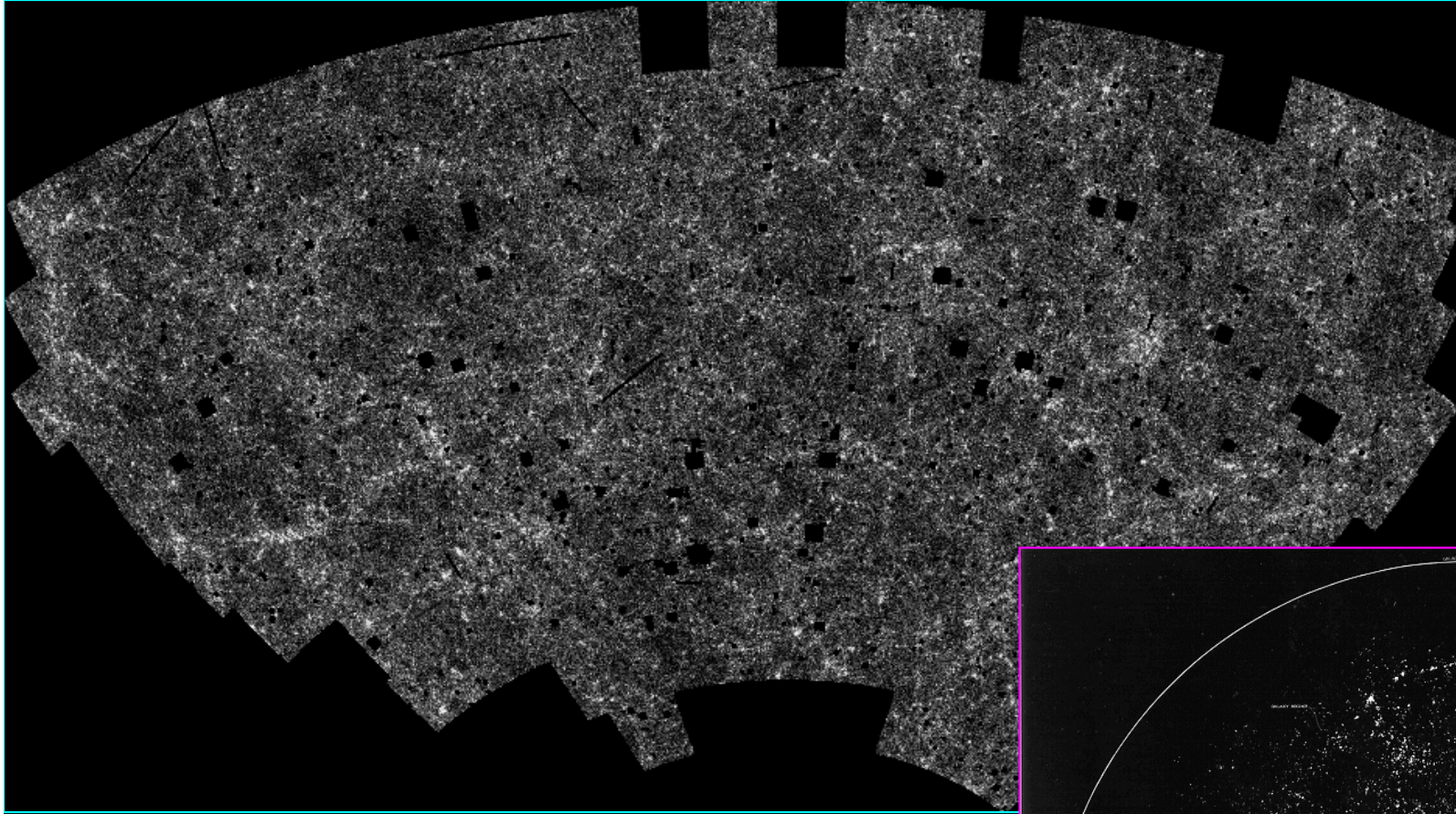
Σμήνος της Κόμης



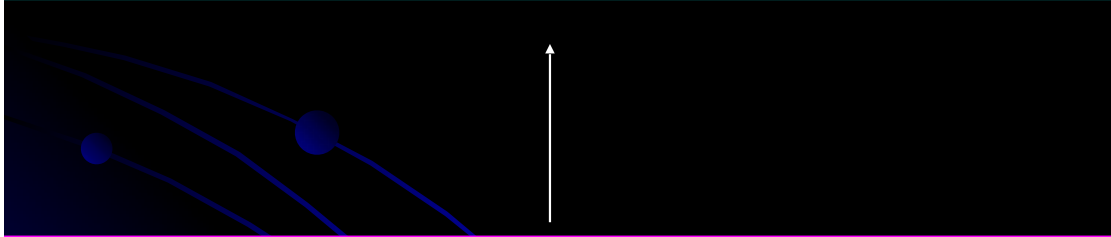


Υπερσμήνοι & Κενά γαλαξιών

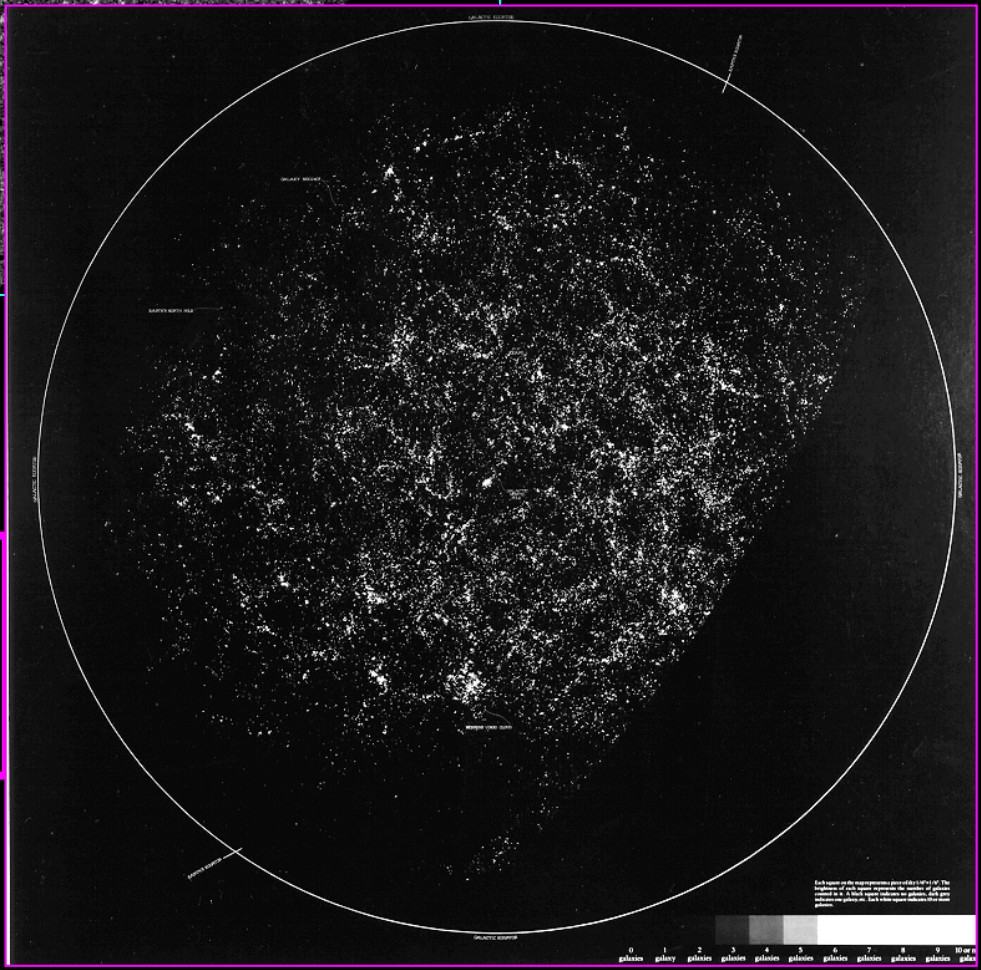
- Τα σμήνη γαλαξιών συγκεντρώνονται σε μεγαλύτερες δομές, που συνήθως έχουν νηματωειδές σχήμα, με μήκος έως και 100 Mpc και πλάτος λίγες δεκάδες Mpc.
- Μεταξύ των υπερσμηνών υπάρχουν τεράστιες περιοχές χαμηλής πυκνότητας, τα λεγόμενα κενά γαλαξιών (δεν είναι εντελώς κενά).



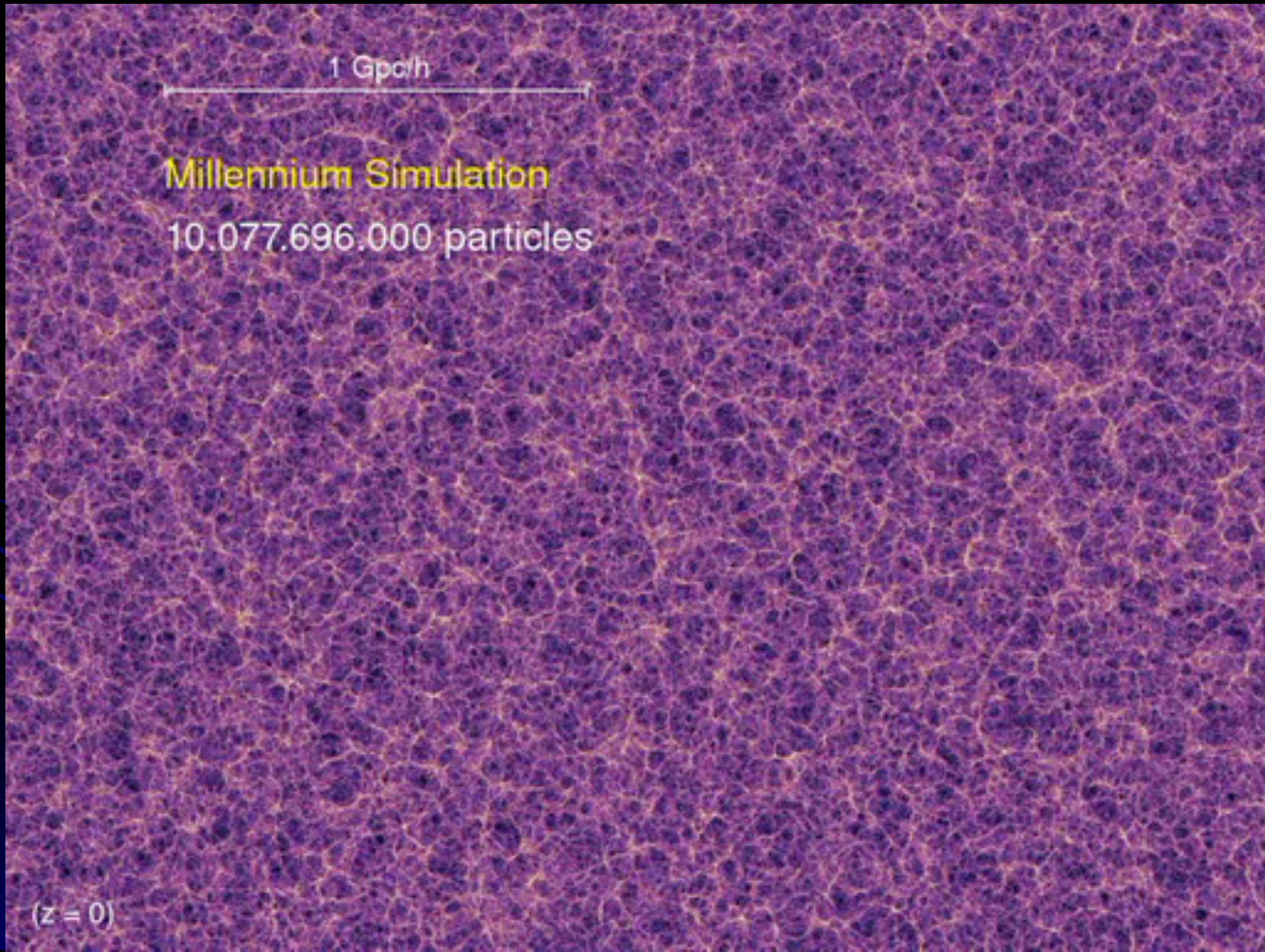
Βόρειο
Γαλαξιακό
Ημισφαίριο:
κατάλογος
Lick: 1000000
γαλαξίες με
 $m \sim 18.8$



Νότιο Γαλαξιακό Ημισφαίριο: κατάλογος
Automatic Plate Measuring Machine - (APM) με
4000000 γαλαξίες σε 2 χρωματα και με όριο
φαινομένου μεγέθους $m \sim 21$




Η δομή μεγάλης κλίμακος του Σύμπαντος μέσω προσομοίωσης



ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΑ

Κοσμολογία είναι η επιστήμη που μελετά την **ΓΕΝΝΗΣΗ και ΕΞΕΛΙΞΗ** του ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ και αντίστοιχα την γέννηση και εξέλιξη των **ΚΟΣΜΙΚΩΝ ΔΟΜΩΝ** που περιέχει.

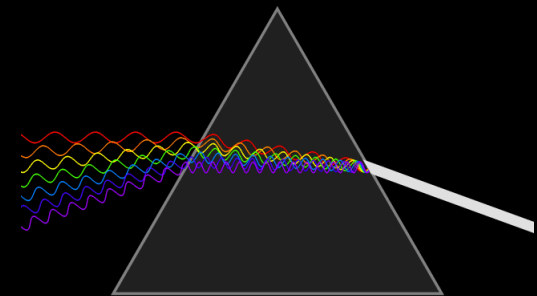
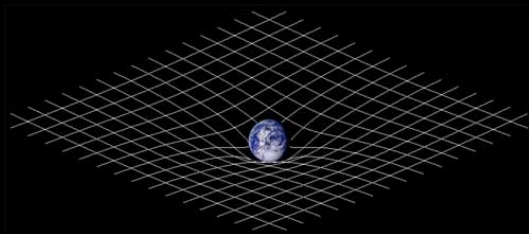
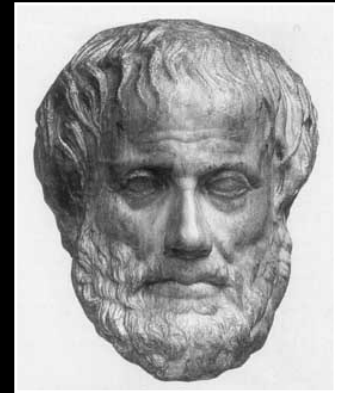
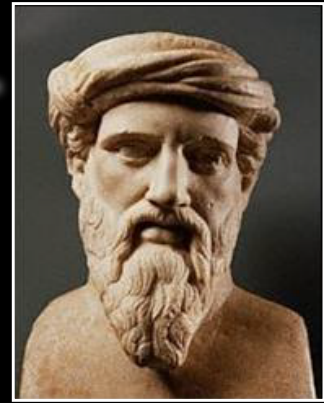


Διαχρονική πορεία της Κοσμολογικής Σκέψης

Αρχικά Θεολογικές και Φιλοσοφικές προσεγγίσεις.

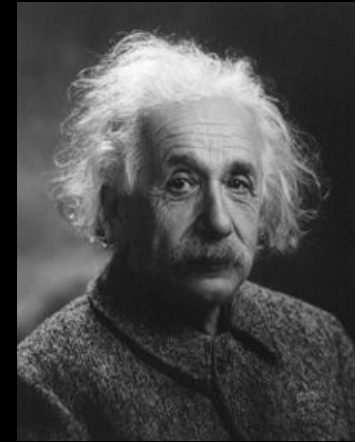
- Αρχαία Ελληνική Κοσμολογία: Ησίοδος, Ίωνες φυσικοί φιλόσοφοι, Αριστοτέλης, Πυθαγόριοι, Αρίσταρχος τον Σάμιο (310 – 230 πΧ) με την Ηλιοκεντρική του Θεωρία, κλπ
- Χριστιανική Μεσαιωνική πνευματική αποδόμηση και Αναγεννησιακή επιστροφή (Galileo, Copernicus etc)
- Σύγχρονη Κοσμολογία: Einstein, Friedmann, Lemaitre, Hubble, Gamow....

Επιστήμη του 20^{ου} αιώνα: Αναπτύχθηκε με την θεμελίωση της **Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας**, με την ανάπτυξη της **φασματοσκοπίας** και των **μεγάλων κατοπτρικών τηλεσκοπίων**.



Η κυρίαρχη Κοσμολογική Θεώρηση: Το Μοντέλο της **Μεγάλης Έκρηξης**

- Θεωρητική πρόβλεψη της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του **Einstein** είναι το δυναμικά εξελισσόμενο Σύμπαν (**Friedmann** 1922). Παρόλο το «τα πάντα ρεί» του Ηράκλειτου, η κυρίαρχη διαχρονικά άποψη περί στατικότητας του Σύμπαντος, ώθησε τον Einstein να την βάλει με «το χέρι» στις εξισώσεις του, μέχρι την ορθή διόρθωση –παρέμβαση του Friedmann.



Ο **Lemaître** υπέθεσε ότι εάν το Σύμπαν διαστέλλεται τότε στο παρελθόν θα ήταν σε κατάσταση υψηλότερης θερμοκρασίας και πυκνότητας που λόγω διαστολής ψύχεται και αραιώνει συνέχεια. Όμως έως 10^{-43} δευτερόλεπτα διαθέτουμε ερμηνευτικά εργαλεία... Επομένως η έννοια του χρόνου, και η ίδια η υπόσταση του σύμπαντος παραμένει άγνωστη πριν από τον χρόνο Planck

3 Αποδεικτικοί Πυλώνες της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης

ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΡΗΞΗΣ

```
graph TD; A[ΘΕΩΡΙΑ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΡΗΞΗΣ] --> B[ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ]; A --> C[ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ]; A --> D[ΠΥΡΗΝΟΓΕΝΕΣΗ];
```

ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ

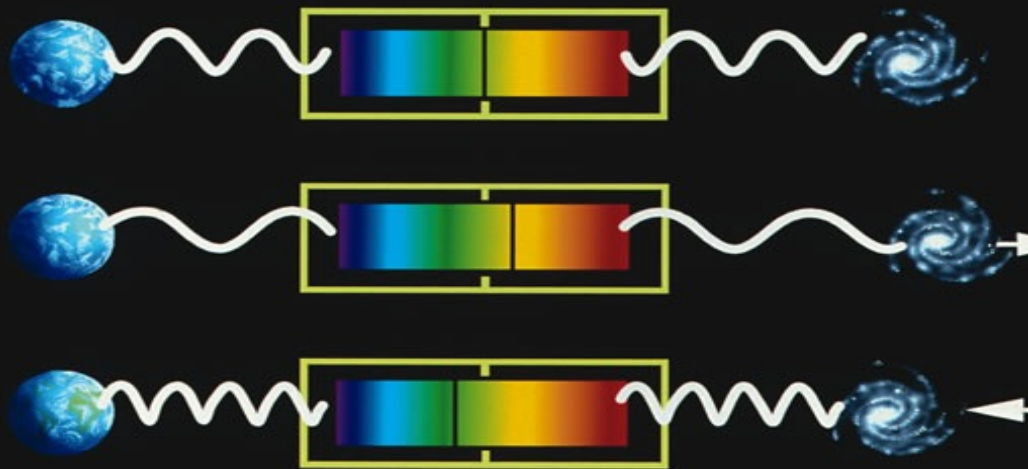
ΠΥΡΗΝΟΓΕΝΕΣΗ

Πυλώνας Νο 1: Διαστολή του Σύμπαντος

Το 1929 ο Hubble χρησιμοποιώντας το τηλεσκόπιο 2.5μ του Mt.Wilson, ανακάλυψε ότι τα φάσματα γαλαξιών είναι μετατοπισμένα στο ερυθρό $z = (\lambda_0 - \lambda) / \lambda = \Delta\lambda / \lambda$

λ = μήκος κύματος ηρεμίας

λ_0 = παρατηρούμενο μήκος κύματος



Φαινόμενο που προσομοιάζει αυτό
του **Doppler**

Ο Νόμος του Hubble

$$cz = v_{\text{exp}} = H_0 r$$

$$H_0 = 73 \text{ kms}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$$

H_0 = σταθερά του Hubble

Από τον ρυθμό διαστολής του Σύμπαντος:

$$t_{\text{max}} = 1/H_0 = 13.450.000.000 \text{ yr}$$



Δυναμική Εξέλιξη του Σύμπαντος

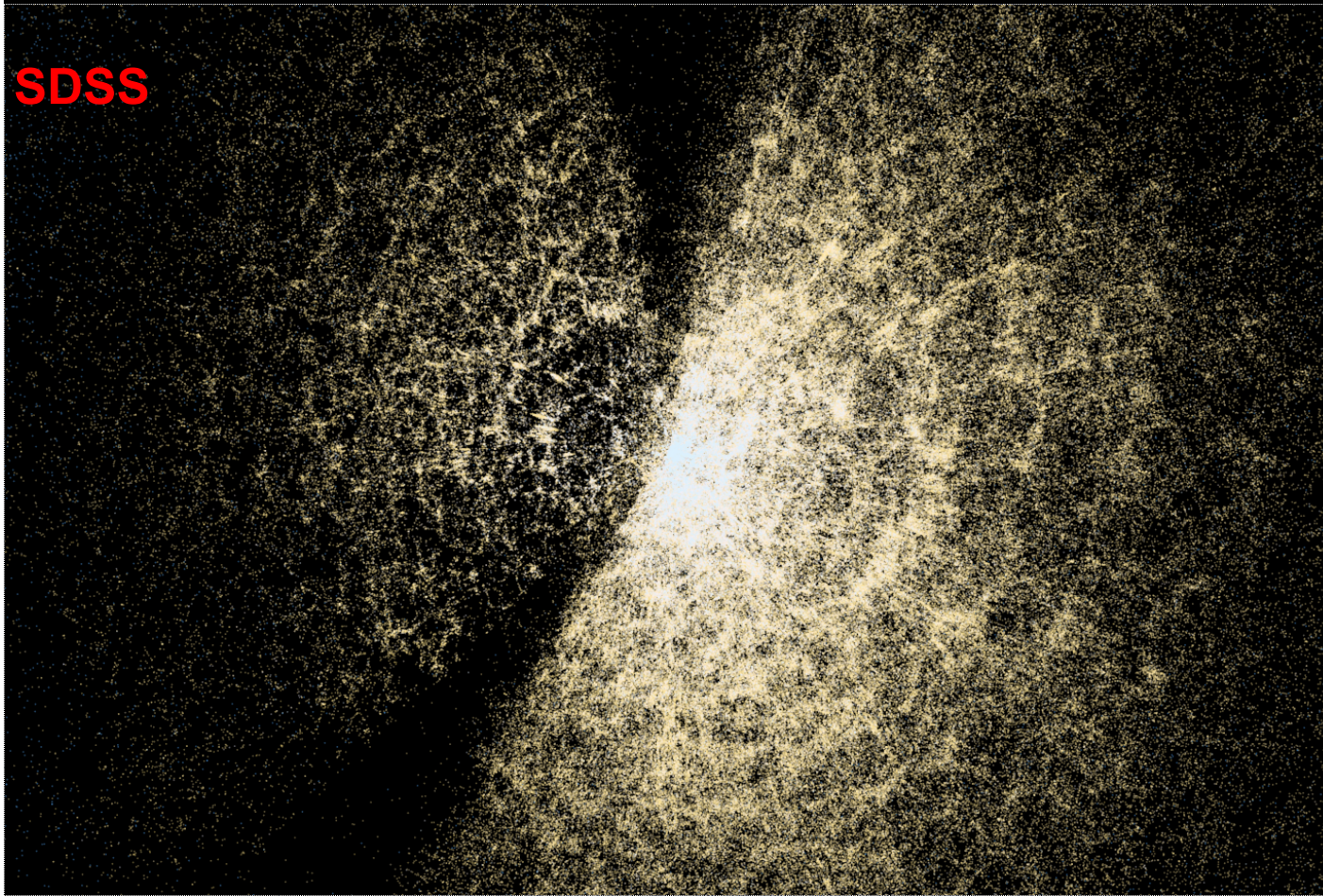
Οι εξισώσεις παίρνουν την μορφή: όπου ο παράγοντας Λ (Κοσμολογική σταθερά) μπαίνει από τον Αϊνστέιν με το χέρι για να επιτραπούν «στατικές» λύσεις. Ο Alexander Friedmann αποδεικνύει ότι είναι ασταθής η «στατικότητα» ακόμα και με αυτόν τον παράγοντα.

$$H^2 = \left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 = \frac{8\pi G\rho}{3} + \frac{\Lambda c^2}{3} - \frac{kc^2}{R^2}$$

$$\frac{\ddot{R}}{R} = -\frac{4\pi G}{3} \left[\rho + \frac{3p}{c^2}\right] + \frac{\Lambda c^2}{3}$$

Εξισώσεις Friedmann

SDSS



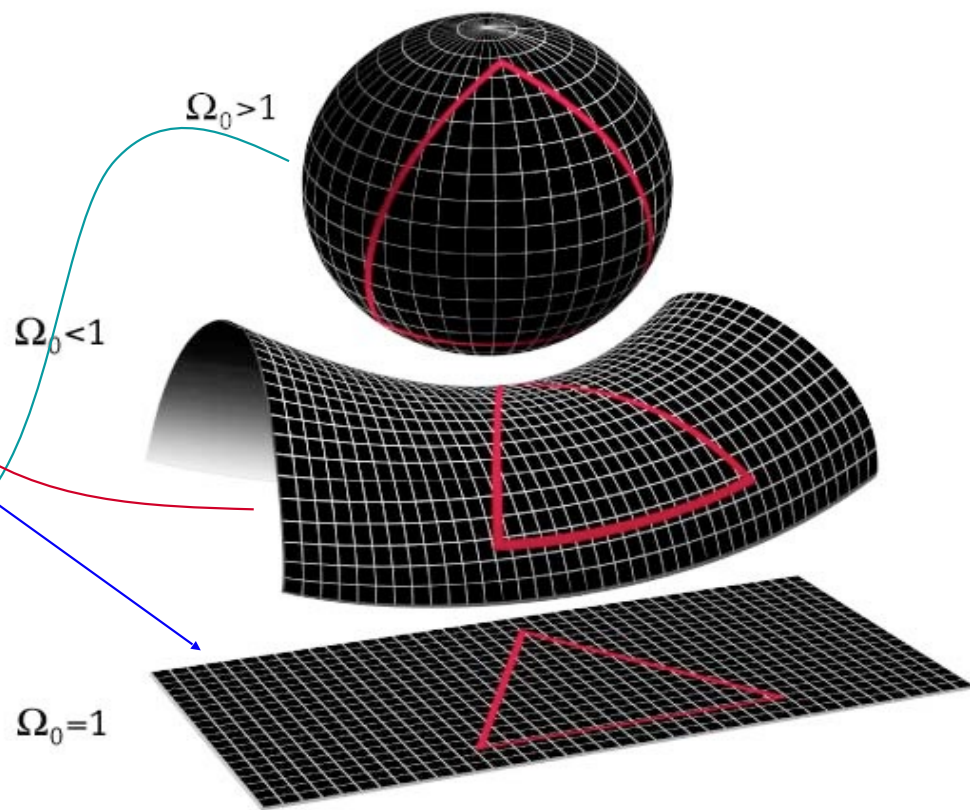
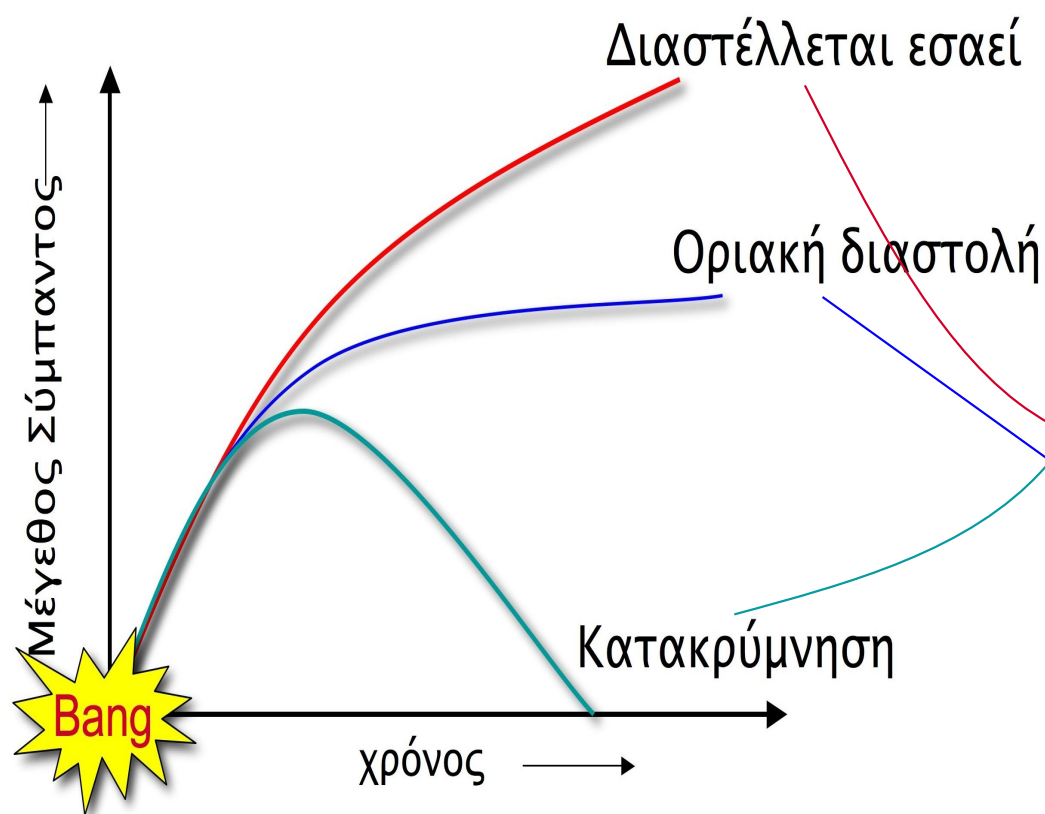
Ο ρυθμός διαστολής του Σύμπαντος

Διαφορετική είναι η εξέλιξη του Σύμπαντος ανάλογα με το συνολικό ποσό υλο-ενέργειας που εμπεριέχει:

Μικρό ποσό → το Σύμπαν θα διαστέλλεται επ' άπειρο (**Lobachevski**).

Μεγάλο ποσό → το Σύμπαν θα ξανασυσταλεί μετά από κάποιο χρονικό διάστημα (**Riemann**)

Οριακό ποσό → (ανάμεσα στα δύο) αποτελεί το **Ευκλείδειο** Σύμπαν που θεωρείται σήμερα το ορθό μοντέλο... Ερμηνεία; Πιθανή «ανθρωπική» εξήγηση;

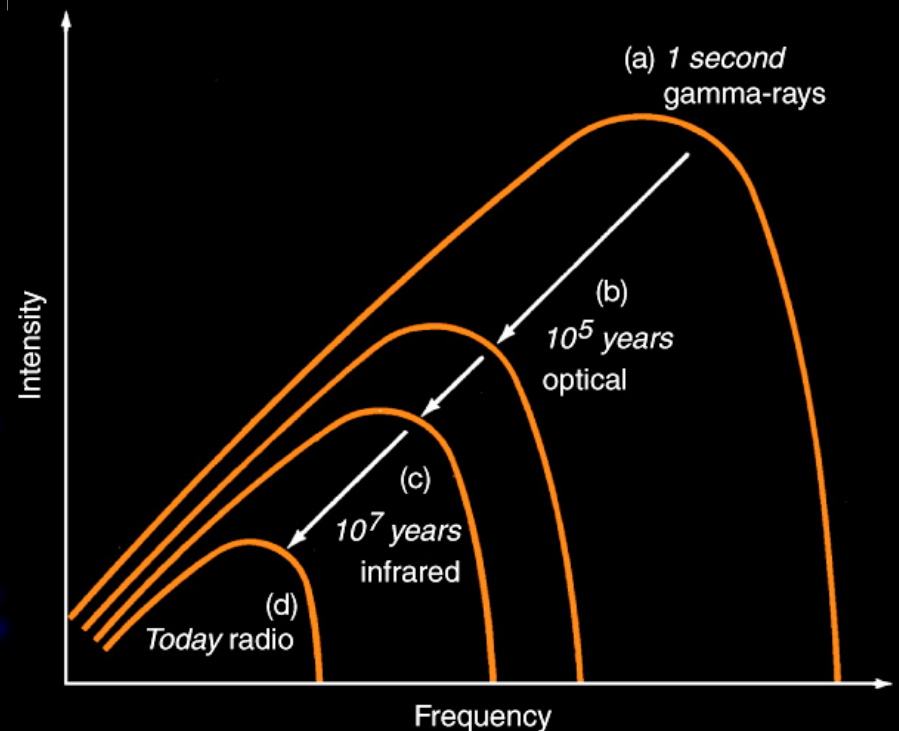


Πυλώνας Νο 2: ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΙΚΡΟΚΥΜΑΤΩΝ

Απολίθωμα της αρχέγονης ακτινοβολίας του Big-Bang, όταν αυτή απελευθερώθηκε από τα δεσμά που την κρατούσαν σε σύζευξη με την ύλη.

Η ύπαρξη της και η θερμική προέλευση της είχε προβλεφθεί από τον **Gamow, Alpher & Herman** το 1948 σαν αποτέλεσμα της αρχικά υπέρθερμης κατάστασης του Σύμπαντος. Βρέθηκε τυχαία από τους **Penzias & Wilson** το 1967 (Νόμπελ Φυσικής) με θερμοκρασία περίπου 3 K (πολύ κοντά στην αρχική πρόβλεψη)

- Αρχικά η θερμική ακτινοβολία του Big Bang ήταν στις **ακτίνες-γ**
- Η ακτινοβολία ερυθρομετατίθεται λόγω διαστολής του Σύμπαντος έτσι ώστε σήμερα το μέγιστο της κατανομής έντασης της ακτινοβολίας βρίσκεται στην περιοχή των **μικροκυμάτων**.
- Σημερινή θερμοκρασία ακτινοβολίας είναι 2.73 K

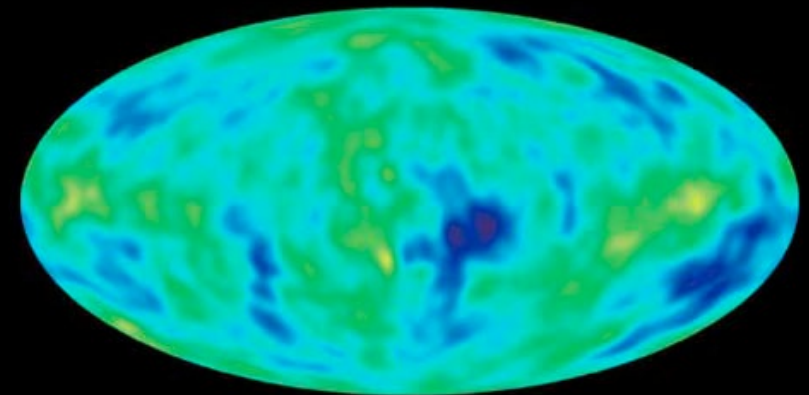
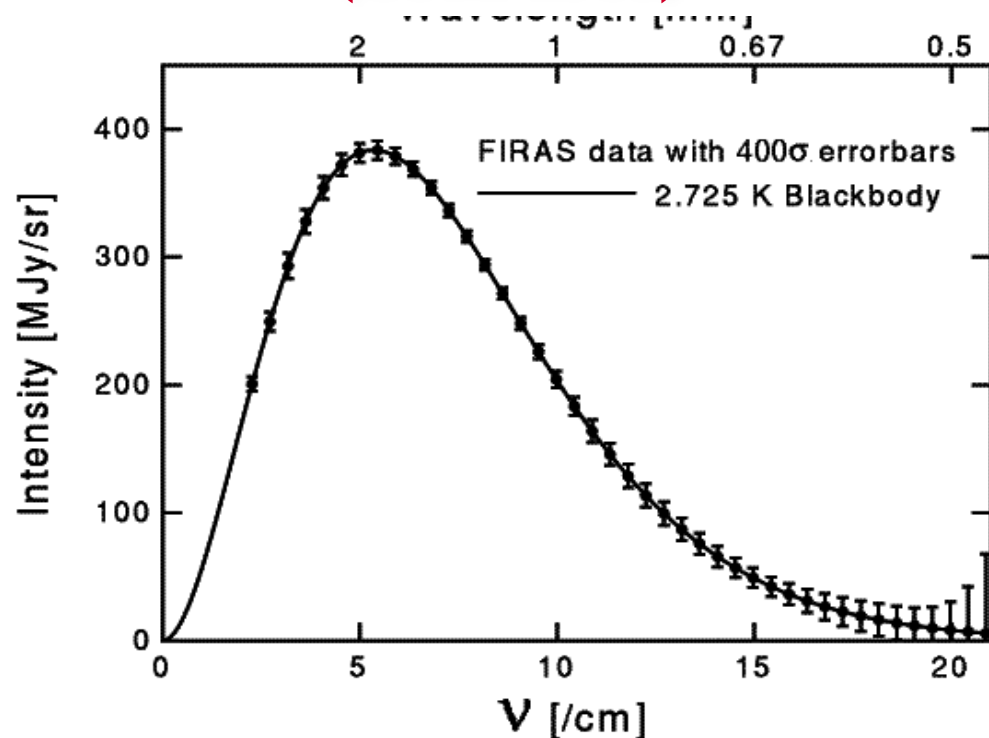


Παρατηρήσεις Κοσμικής Ακτινοβολίας Υποβάθρου

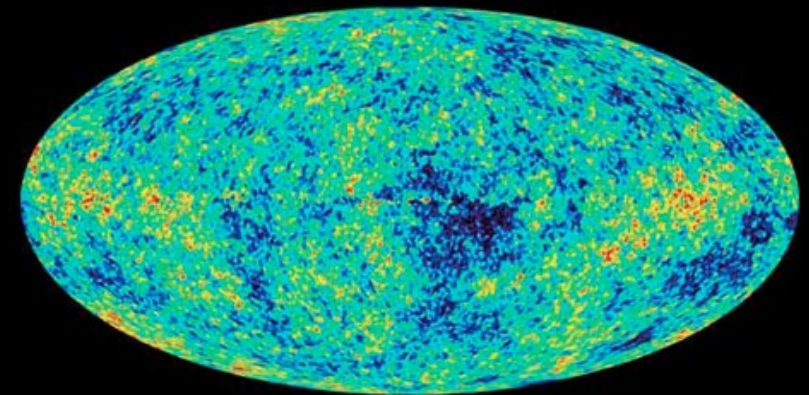
Δορυφόρος **COBE (1989)** που για πρώτη φορά μέτρηση με εκπληκτική ακρίβεια τη κατανομή έντασης της ακτινοβολίας υποβάθρου και απέδειξε τη θερμική της καταγωγή

Δορυφόρος **WMAP (2001)** μέτρησε με ακρίβεια το φάσμα διαταραχών θερμοκρασίας (πλάτους $\sim 10^{-5}$) και απέδειξε ότι η γεωμετρία του χώρου είναι Ευκλείδεια

**Η πιο ακριβής μέτρηση
ακτινοβολίας μέλανος σώματος
(COBE 1989)**



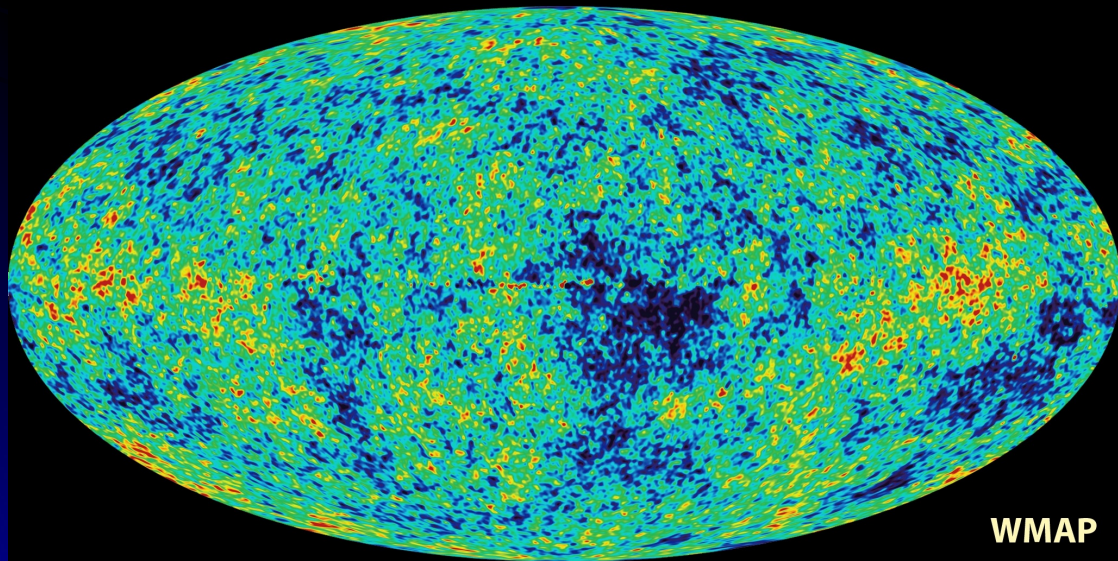
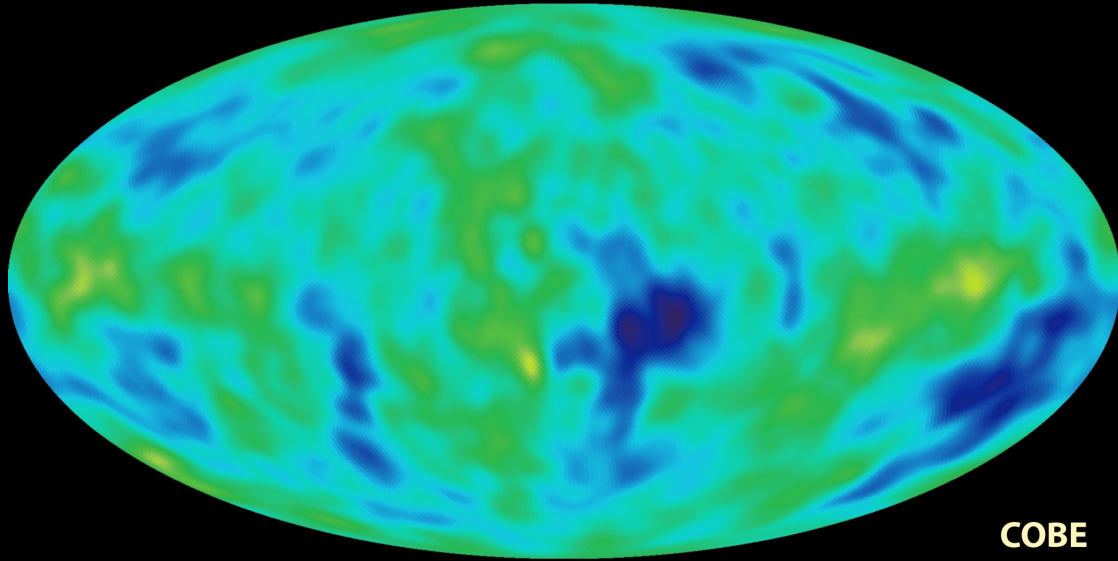
COBE



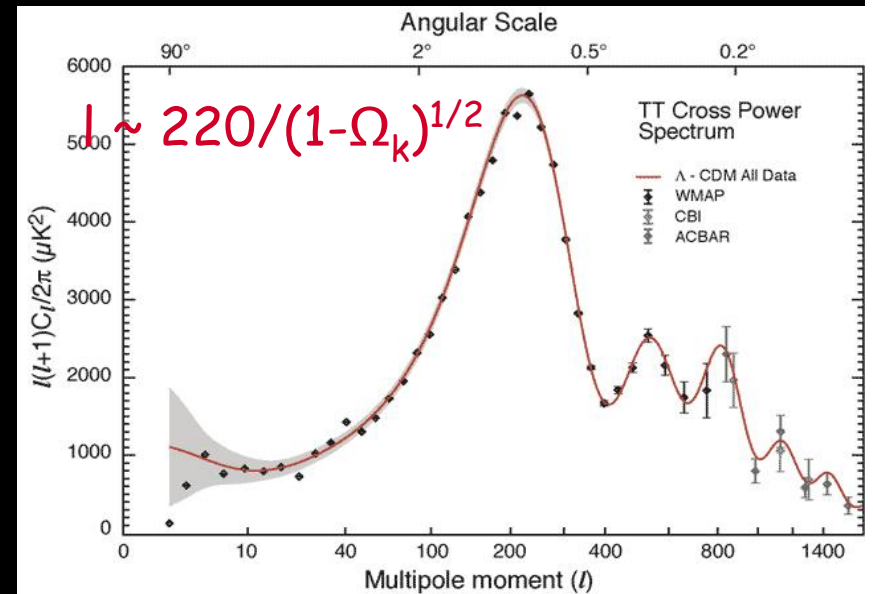
MAP

Σηματικότερη Ανακάλυψη: Γεωμετρία του χώρου ΕΥΚΛΕΙΔΙΑ

Καμπυλότητα του χώρου είναι μηδενική, --> Ευκλείδειος χώρος



Οι διαταραχές θερμοκρασίας της ακτινοβολίας μικροκυμάτων από τις παρατηρήσεις του δορυφόρου **WMAP & PLANCK** !



Πυλώνας Νο 3: ΠΥΡΗΝΟΓΕΝΕΣΗ

(πάντρεμα Μικρόκοσμου και Μεγάκοσμου)

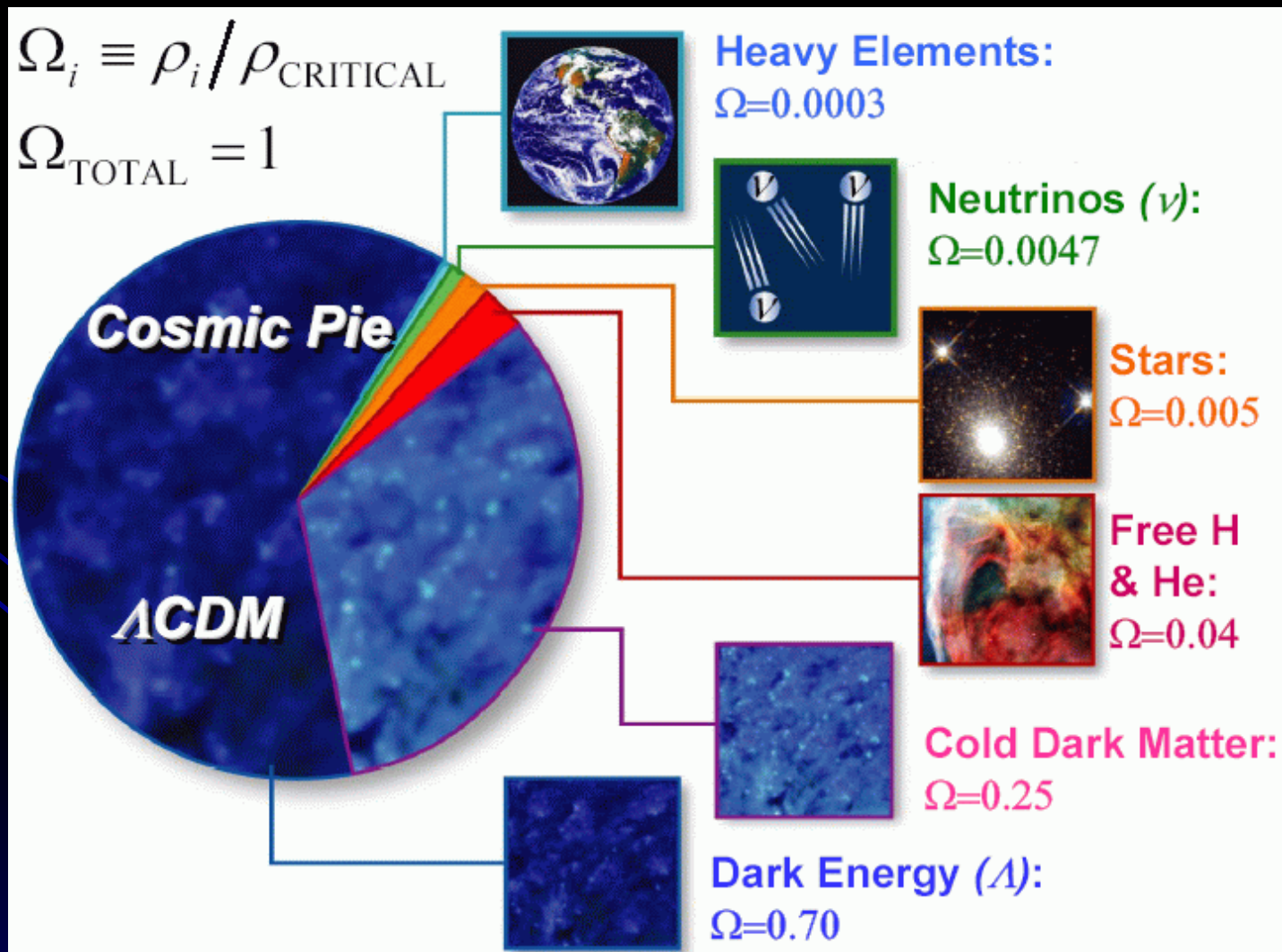
Άλλη πρόβλεψη του Gamow είναι ότι στην υπέρθερμη αρχική κατάσταση δεν υπάρχουν ατομικοί πυρήνες αλλά μια θάλασσα στοιχειωδών σωματιδίων (p, n, ν) σε θερμοδυναμική ισορροπία. Στα ~3 δευτερόλεπτα μετά το BB η θερμοκρασία έχει πέσει αρκετά ώστε να ξεκινήσει η δημιουργία των ελαφροτέρων ατομικών πυρήνων (Υδρογόνου και Ηλίου κύρια).

1																	18
1 1																	1 2
H																	He
2 3	2 4											2 5	2 6	2 7	2 8	2 9	2 10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3 11	3 12											3 13	3 14	3 15	3 16	3 17	3 18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4 19	4 20	4 21	4 22	4 23	4 24	4 25	4 26	4 27	4 28	4 29	4 30	4 31	4 32	4 33	4 34	4 35	4 36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5 37	5 38	5 39	5 40	5 41	5 42	5 43	5 44	5 45	5 46	5 47	5 48	5 49	5 50	5 51	5 52	5 53	5 54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6 55	6 56	*	6 72	6 73	6 74	6 75	6 76	6 77	6 78	6 79	6 80	6 81	6 82	6 83	6 84	6 85	6 86
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7 87	7 88	**	7 104	7 105	7 106	7 107	7 108	7 109	7 110	7 111	7 112	7 113	7 114	7 115	7 116	7 117	7 118
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	-	-	-
			6 57	6 58	6 59	6 60	6 61	6 62	6 63	6 64	6 65	6 66	6 67	6 68	6 69	6 70	6 71
			La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
			7 89	7 90	7 91	7 92	7 93	7 94	7 95	7 96	7 97	7 98	7 99	7 100	7 101	7 102	7 103
			Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Τα 2 Μεγάλα Ερωτηματικά της Σύγχρονης Κοσμολογίας:

Σκοτεινή Ύλη & Σκοτεινή Ενέργεια

95% της υλο-ενέργειας του Σύμπαντος είναι άγνωστης μορφής



Το Σκοτεινό Σύμπαν .. 1 ..

Σκοτεινή Ύλη: Είναι ένα ιδιαίτερος τύπος ύλης που αλληλεπιδρά μόνο βαρυτικά μεταξύ της και με άλλες μορφές ύλης και επομένως δεν εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Την ύπαρξη της την γνωρίζουμε έμμεσα, μόνο δηλαδή από τα αποτελέσματα των βαρυτικών αλληλεπιδράσεων.

Ενδείξεις ύπαρξης Σκοτεινής Ύλης: Σμήνη Γαλαξιών

Πρώτη διαπίστωση της ύπαρξης τις κινήσεις γαλαξιών μέσα σε σμήνη γαλαξιών το 1933 από τον **Φριτζ Zwicky**.

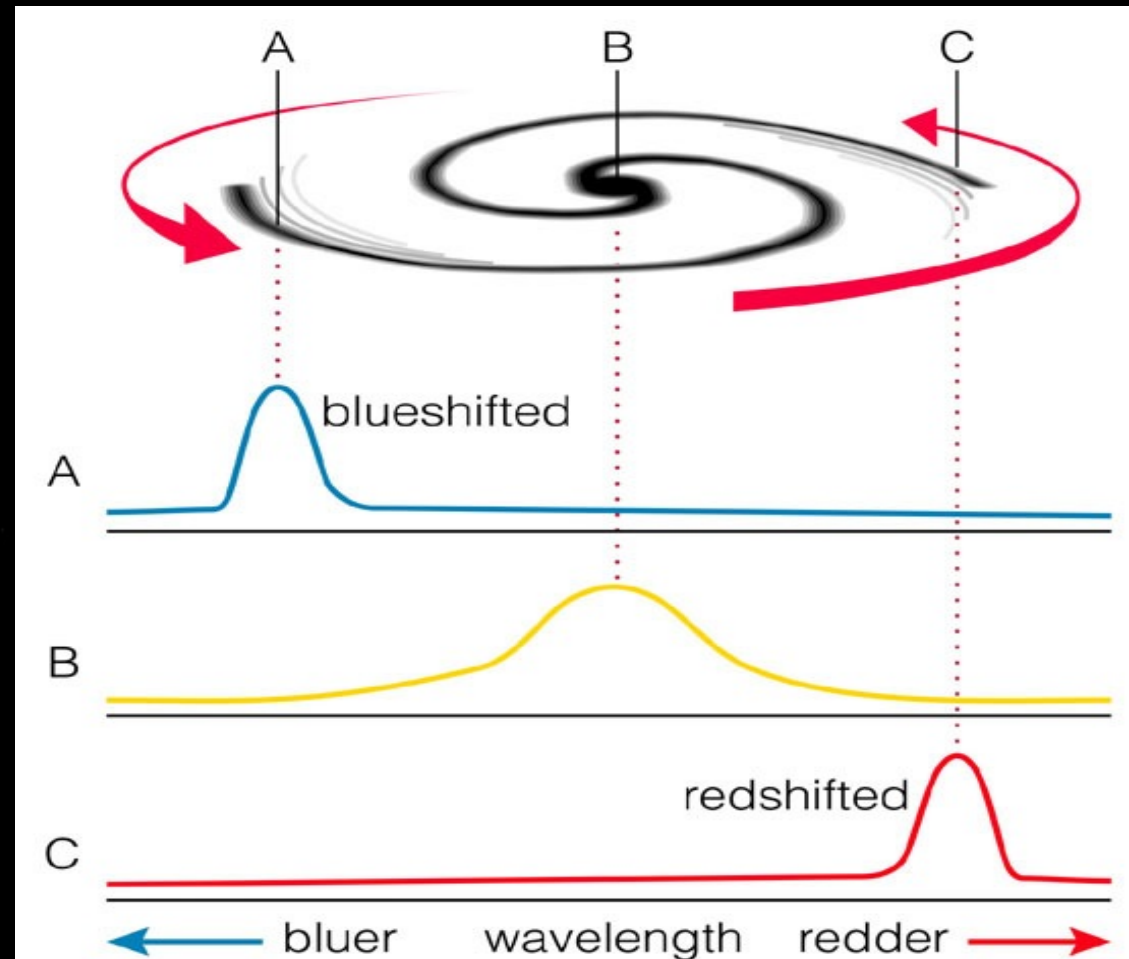
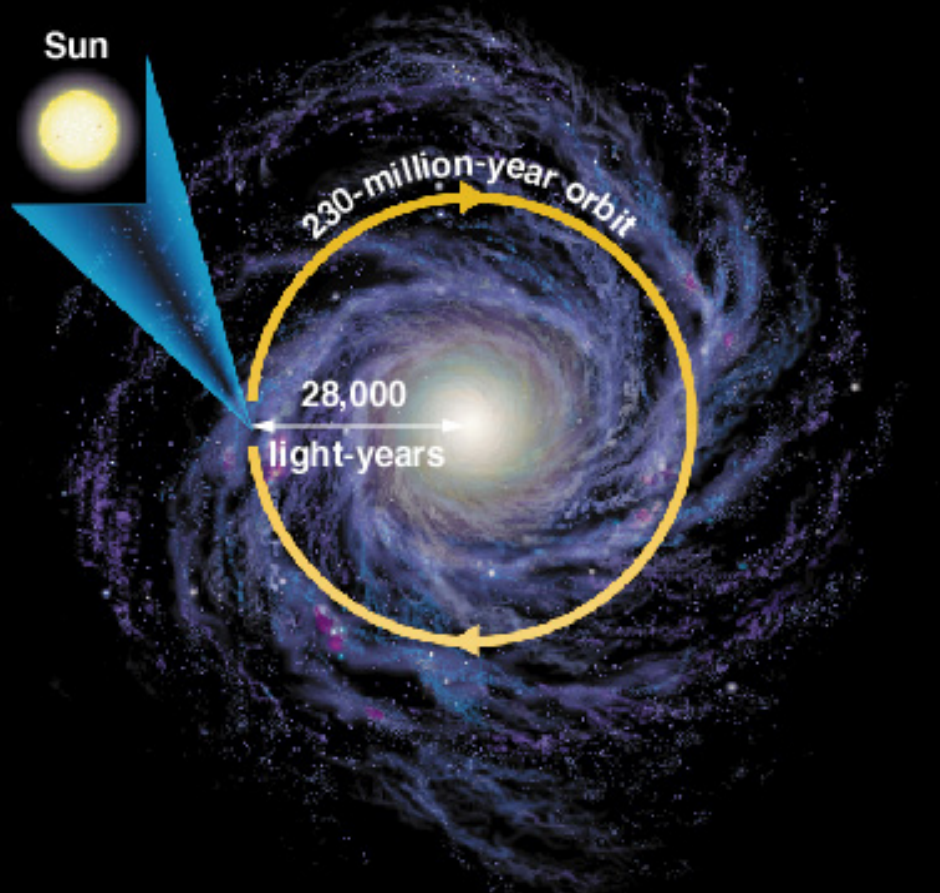
Ουσιαστικά βρήκε ότι οι γαλαξίες είχαν ταχύτητες μεγαλύτερες από αυτές που επέτρεπε το βαρυτικό πεδίο του σμήνους (> από ταχύτητα διαφυγής)



Οι ταχύτητες γαλαξιών μετρούνται από την μετατόπιση των φασματικών γραμμών

Ενδείξεις ύπαρξης Σκοτεινής Ύλης: Περιστροφή Σπειρωειδών Γαλαξιών

~1970: Vera Rubin, Ken Freeman μετρήσανε την ταχύτητα περιστροφής, μέσω φαινομένου Doppler, των σπειρωειδών γαλαξιών από την ακτινοβολία στα 21cm του ατομικού υδρογόνου.

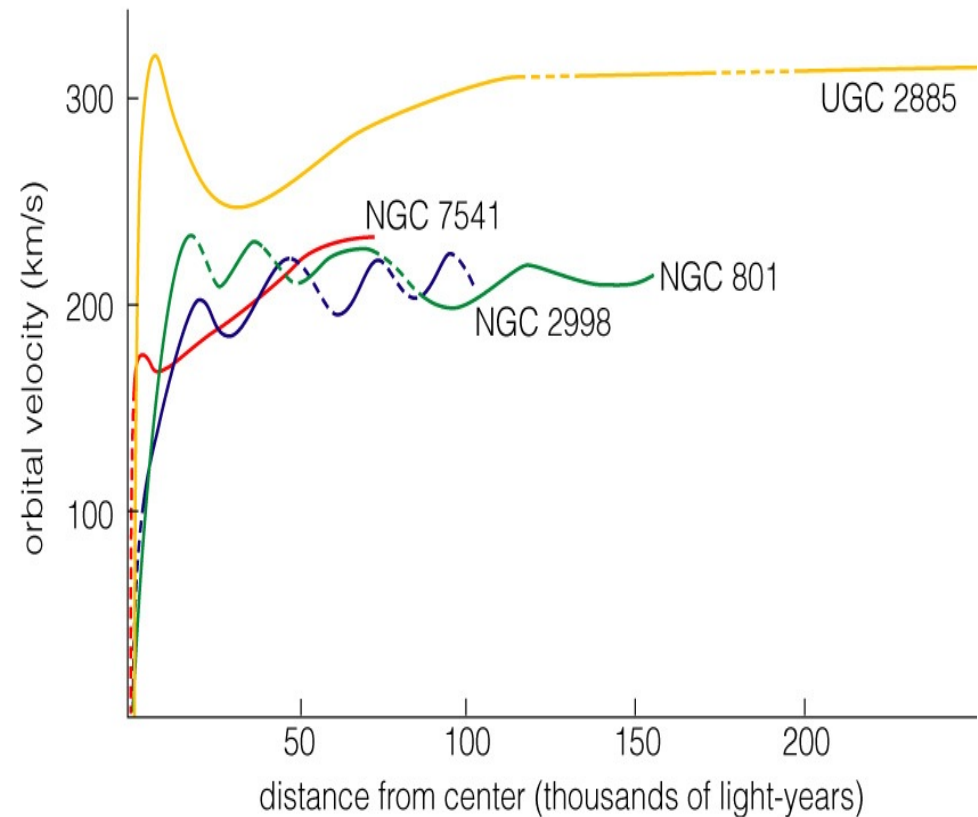
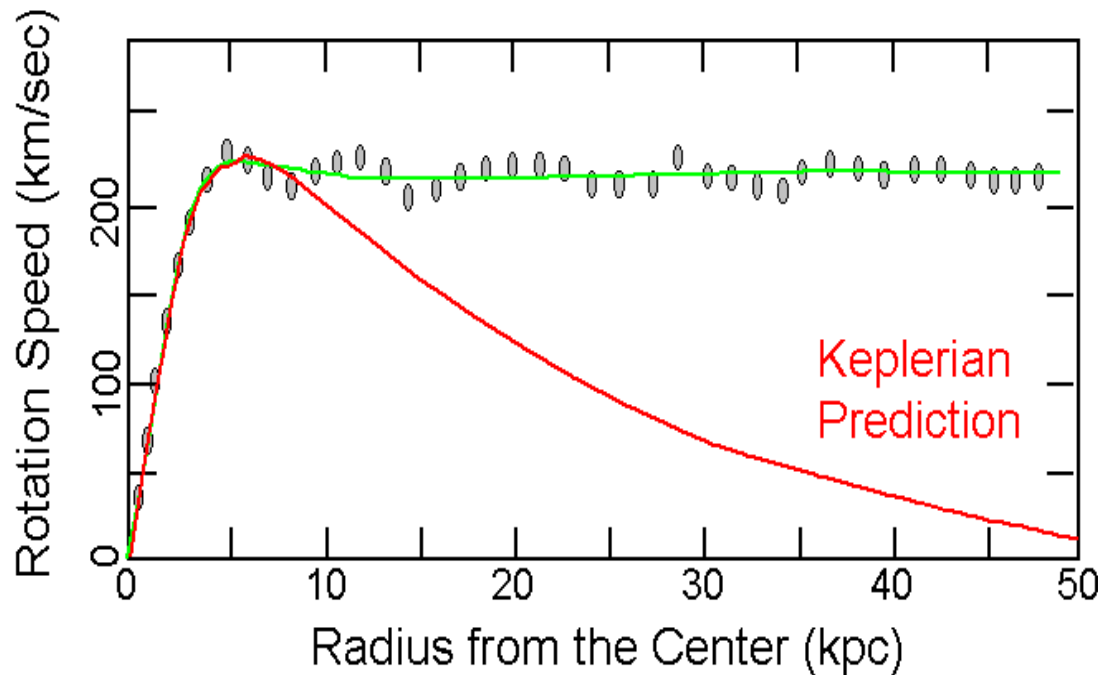


Ενδείξεις ύπαρξης Σκοτεινής Ύλης: Περιστροφή Σπειρωειδών Γαλαξιών

Καμπύλες Περιστροφής Σπειρωειδών γαλαξιών →

$$m v^2/R = G M m/R^2 \rightarrow M \sim R$$

Observed vs. Predicted Keplerian



Ποιές είναι όμως οι πιθανές ερμηνείες της Σκοτεινής Ύλης;

1. Κάποιο είδος σωματιδίων που δεν αλληλεπιδρούν ηλεκτρομαγνητικά και έτσι δεν παράγουν φως (είτε νέο είδος ύλης ή κανονική -βαρυονική -ύλη υπό μορφή πλανητών, «αποτυχημένων» αστέρων ή ακόμα διάσπαρτων μελανών οπών)
2. Η θεωρία βαρύτητας (Νευτώνια και Γενική Θεωρία της Σχετικότητας) είναι ελλιπής. Πχ. Πιθανόν η σταθερά της βαρύτητας να είναι συνάρτηση της απόστασης ή και του χρόνου.

→ Κυρίαρχη άποψη η 1 γιατί σώζει όλα τα φαινόμενα...

Το Σκοτεινό Σύμπαν .. 2 ..

Σκοτεινή Ενέργεια:

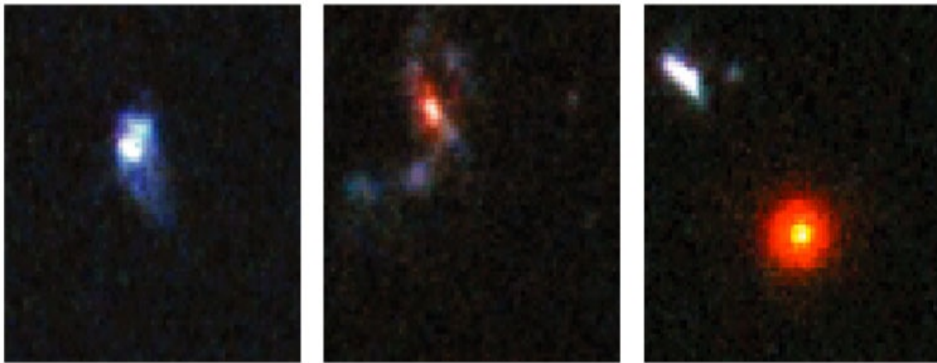
Άγνωστη μορφή ενέργειας, με «περίεργη» συμπεριφορά (αρνητική πίεση που δρά ως αντι-βαρύτητα), η ύπαρξη της οποίας είναι αναγκαία για να ερμηνεύσουμε την επιταχυνόμενη διαστολή του Σύμπαντος.



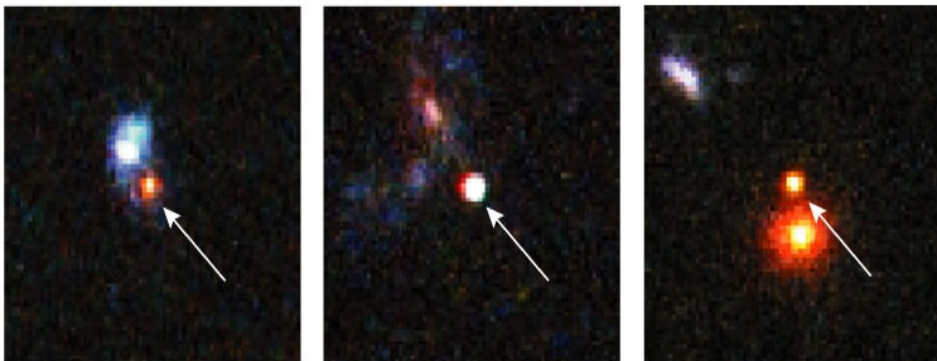
Σύγχρονες παρατηρήσεις μακρινών υπερκαινοφανών αστέρων (**supernova SNIa**) με το διαστημικό τηλεσκόπιο Hubble, μας δείχνουν ότι το Σύμπαν διαστέλλεται με επιταχυνόμενο ρυθμό. Δηλαδή οι **SNIa** βρίσκονται σε πιο μακρινές αποστάσεις από ότι θα περίμενε κανείς σε ένα επιβραδυνόμενο Σύμπαν.

Μακρυνοί γαλαξίες με SNIa

Distant galaxies before supernova explosions



The same galaxies after supernova explosions

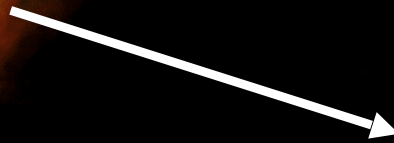
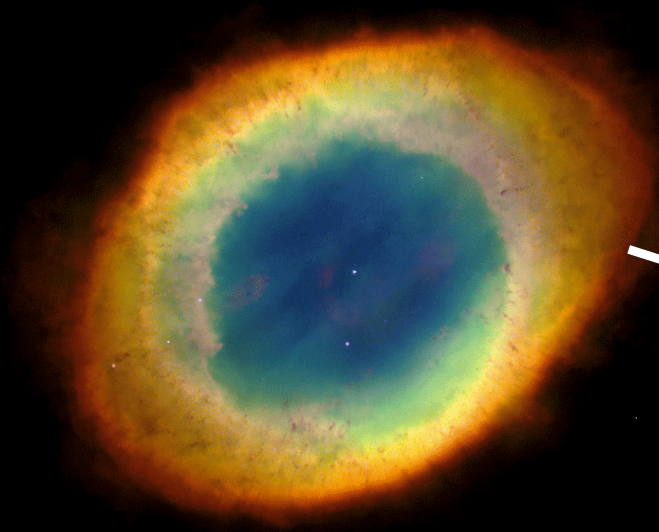


Κοντινός γαλαξίας με SNIa



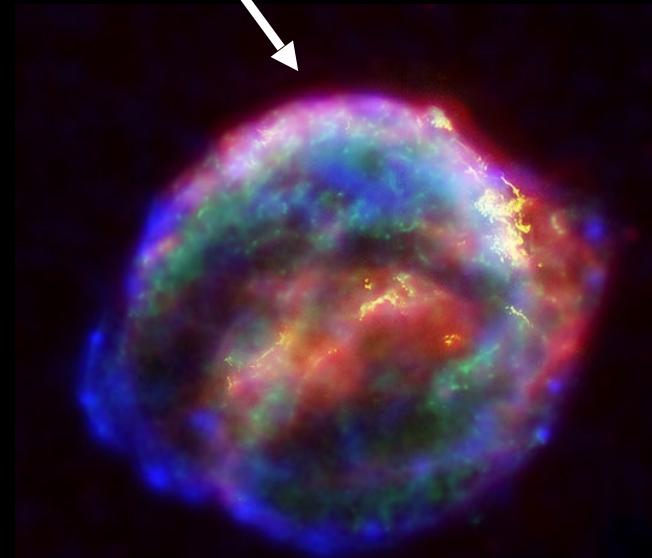
SN 1994d

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ SUPERNOVA Ia ;

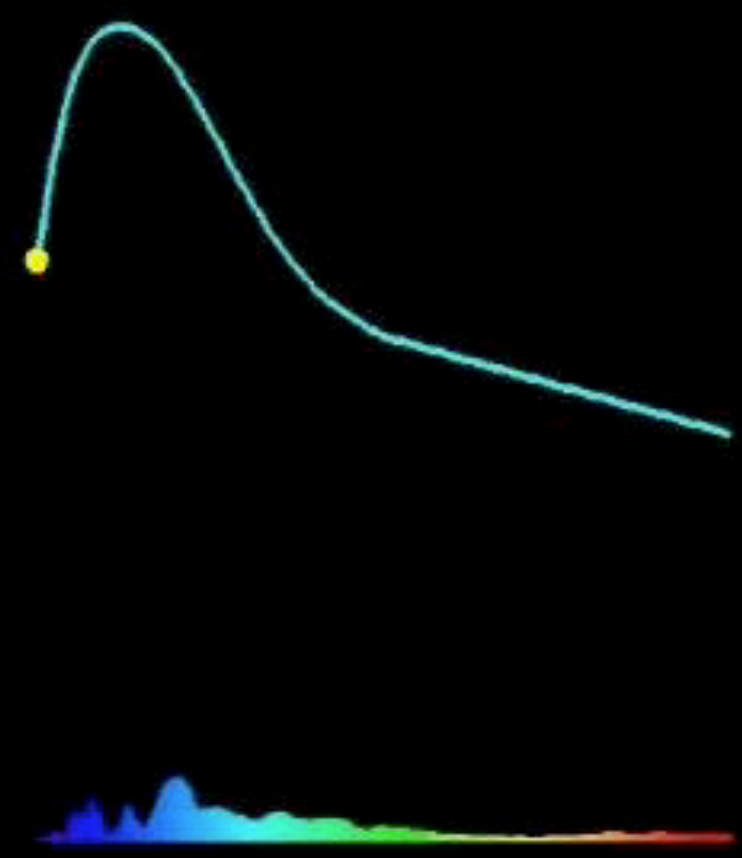


απορροφά μάζα από συνοδό

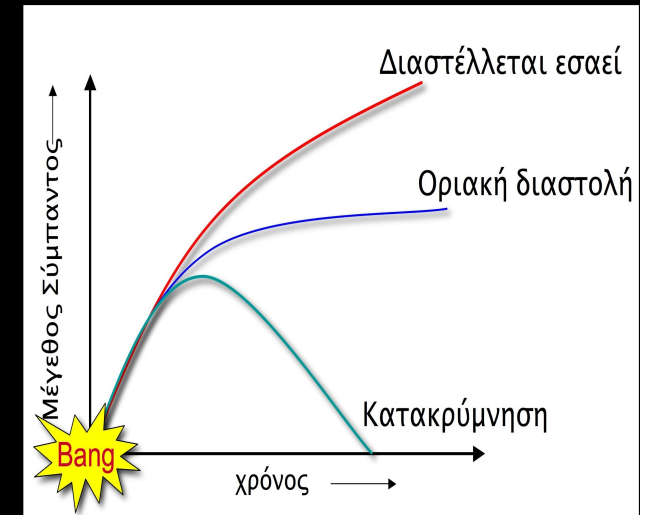
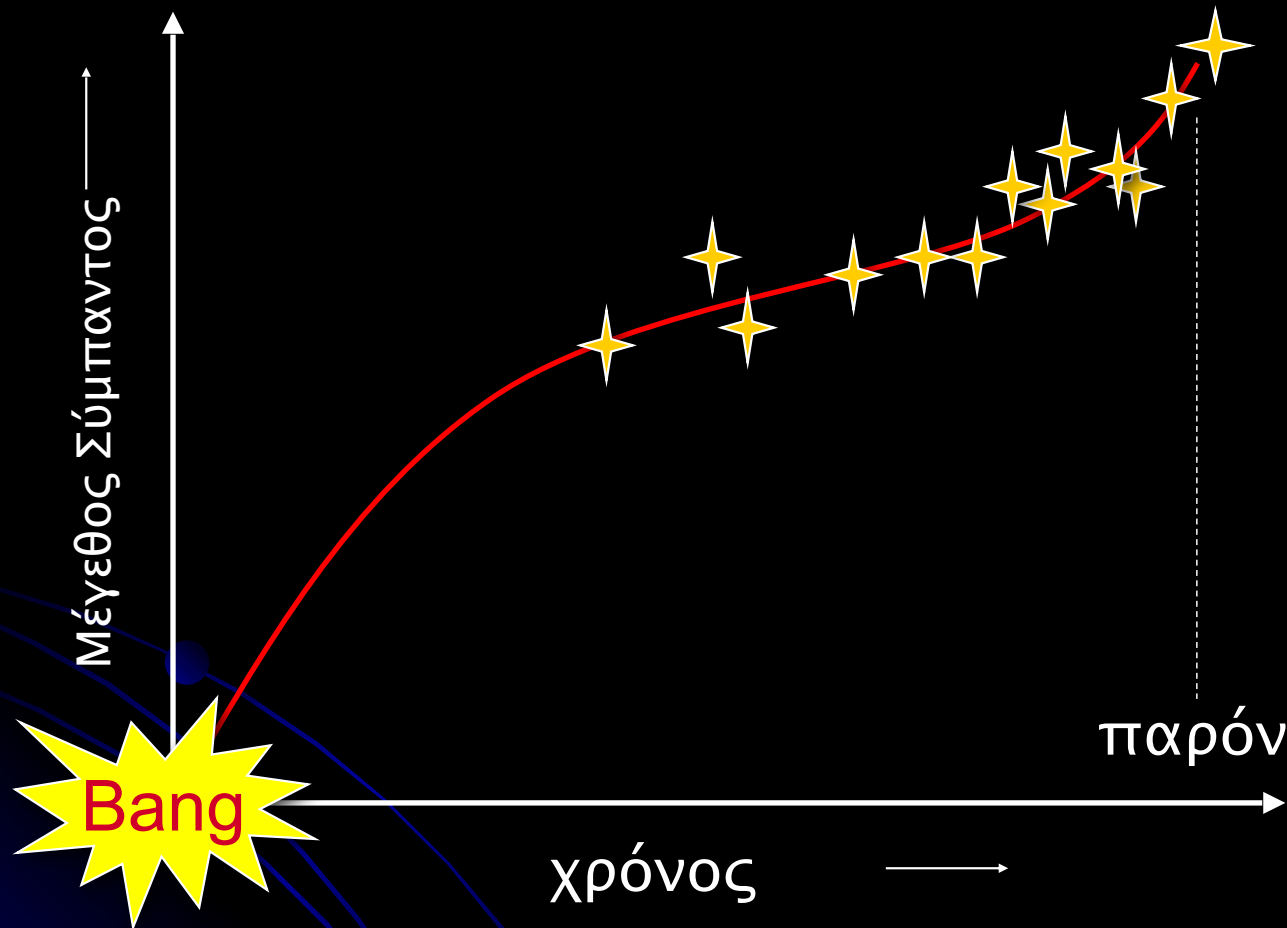
Θάνατος αστέρων -->
Δημιουργία Λευκού Νάνου.



.... και εν τέλει εκρήγνυται



Το Νέο Μοντέλο (Επιταχυνόμενης) Διαστολής του Σύμπαντος

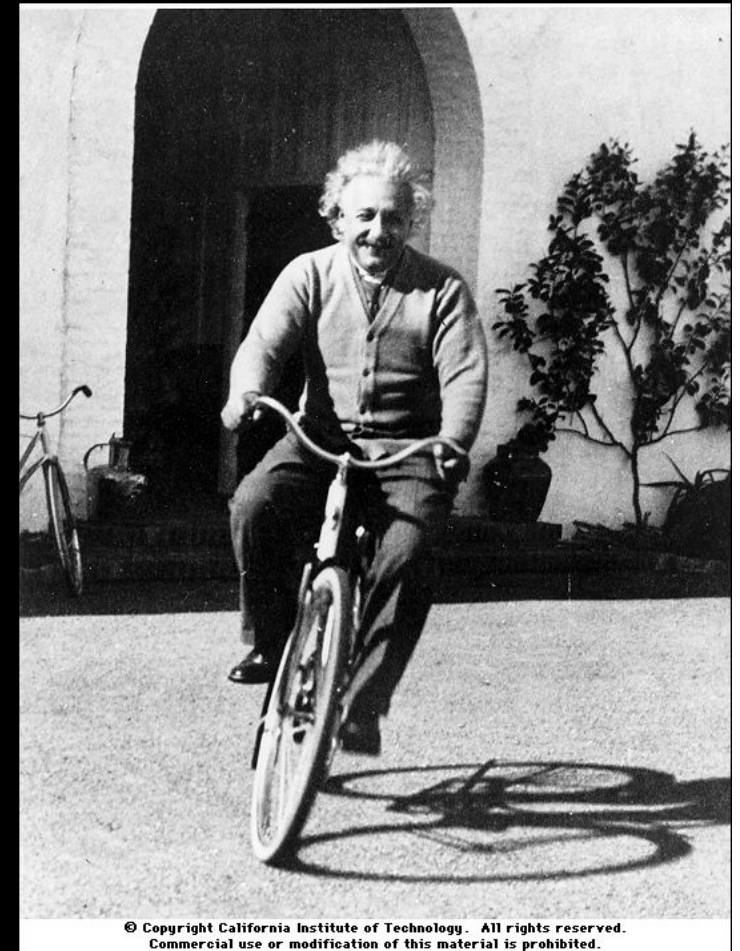


Τι μπορεί να είναι η Σκοτεινή Ενέργεια;

Μια πιθανότητα είναι το Σύμπαν να είναι γεμάτο από μια ενέργεια με σταθερή (διαχρονικά) και ομογενή (χωρικά) πυκνότητα. Αυτή είναι η λεγόμενη **Κοσμολογική Σταθερά (Λ)**, που επέβαλε ο Einstein στις εξισώσεις του για να τους προσδώσει σταθερές λύσεις, και που αργότερα απαλείφθηκε όταν ανακαλύφθηκε η διαστολή του Σύμπαντος.

Ερμηνεύεται ως η ενέργεια του κενού που υποστηρίζεται από την κβαντομηχανική (από το γεγονός ότι ζεύγη σωματίων & αντι-σωματίων δημιουργούνται από το κενό και παρόλο που ζουν ελάχιστα δίνουν στο κενό μη-μηδενική δυναμική ενέργεια). Στην Γ.Θ.Σ. όλες οι μορφές ενέργειας δημιουργούν βαρυτικό πεδίο, άρα το αυτό και η ενέργεια του κενού.

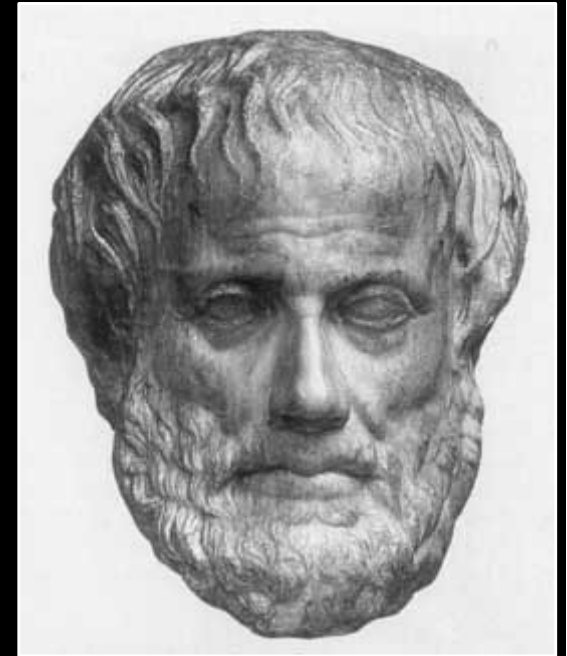
Όμως από θεωρητική άποψη η τιμή του Λ πρέπει



© Copyright California Institute of Technology. All rights reserved.
Commercial use or modification of this material is prohibited.

Τι μπορεί να είναι η Σκοτεινή Ενέργεια;

Άλλη πιθανότητα είναι η λεγόμενη **πεμπτουσία (quintessence)** που είναι ένα δυναμικό πεδίο του οποίου η ενέργεια εξελίσσεται στον χώρο και τον χρόνο.



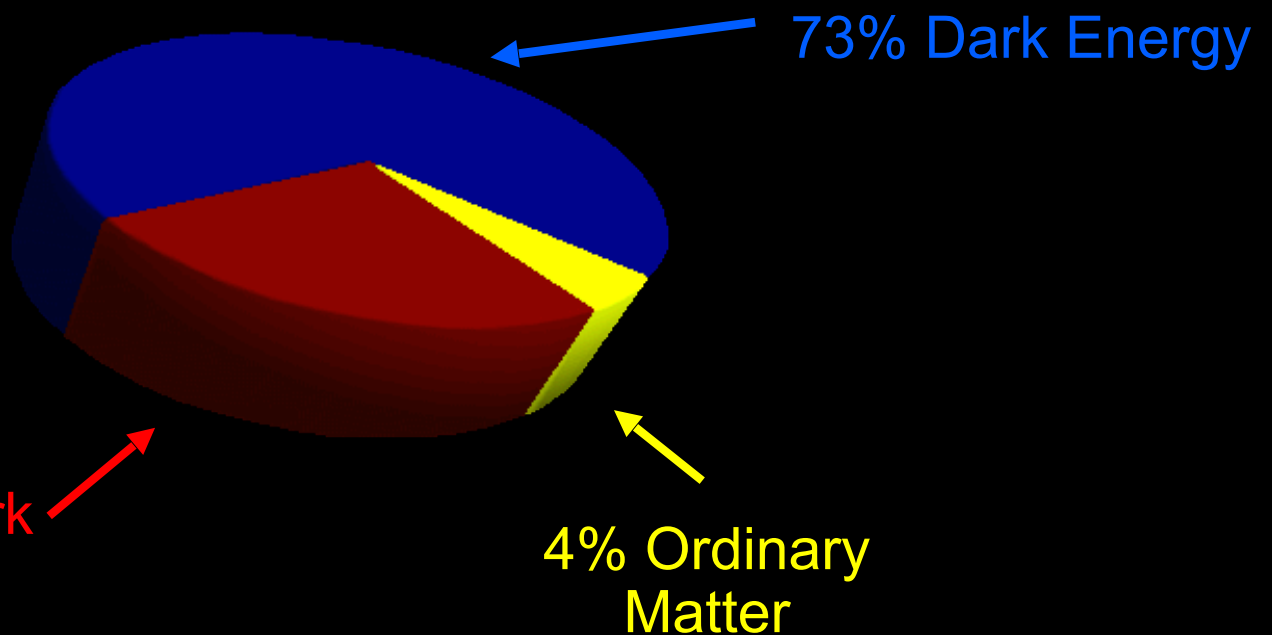
Ο Αριστοτέλης πρόσθεσε στην τετράδα των στοιχείων που θεωρούσαν οι Έλληνες Ίωνες φιλόσοφοι ότι αποτελούν την βάση της Φύσης (Γή, ύδωρ, πύρ και αήρ) τον αιθέρα ο οποίος θα αποτελέσει την πέμπτη ουσία την «πεμπτουσία». Το στοιχείο αυτό παρουσιάζει πολύ ενδιαφέρουσες «κοσμολογικές» ιδιότητες: είναι **αγέννητο, αγήρατο, άφθαρτο και αναλλοίωτο.....**

Κοσμολογικά Συμπεράσματα

- ✓ Το Σύμπαν διαστέλλεται με επιταχυνόμενο ρυθμό !
- ✓ Το ~5% της ύλης είναι η κοινή ύλη (άτομα, πρωτόνια, ηλεκτρόνια → Βαρυονική ύλη) δηλαδή από αυτή που είμαστε και εμείς φτιαγμένοι και 25% είναι σκοτεινή ύλη !
- ✓ Υπάρχει και μεγάλο ποσό ενέργειας του κενού, άγνωστο πώς!
- ✓ Η ηλικία του Σύμπαντος είναι 13.300.000.000 χρόνια

ΠΕΔΙΟ ΔΟΞΗΣ
ΛΑΜΠΡΟ ΓΙΑ ΝΕΟΥΣ
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ

23% Dark
Matter



4% Ordinary
Matter