



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Εισαγωγή στην Αστροφυσική

Ενότητα 6: Κοσμολογία

Ξενοφών Δ. Μουσάς  
Σχολή Θετικών Επιστημών  
Τμήμα Φυσικής



Εθνικό και Καποδιστριακό  
Πανεπιστήμιο Αθηνών

*Εισαγωγή στην Αστροφυσική*

*Γαλαξίες και  
Κοσμολογία*

Ξενοφών Δ. Μουσάς,  
Καθηγ. Φυσικής Διαστήματος

ΑΘΗΝΑ 2011

## Βιβλιογραφία:

Μάνου Δανέζη και Στράτου Θεοδοσίου, Το Σύμπαν που αγάπησα, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 2012, ISBN: 978-960-531-288-6

Χαράλαμπος Βάρβογλη και Γιάννη Χ. Σειραδάκη, Εισαγωγή στη σύγχρονη αστρονομία, Εκδότης: Γαρταγάνης, Αριθμός Σελίδων: 352, 1994

Σταύρου Ι. Αυγολούπη και Ιωάννη Χ. Σειραδάκη, Παρατηρησιακή Αστρονομία, Εκδότης Πλανητάριο Θεσσαλονίκης, 2004, Αριθμός Σελίδων 246, ISBN 960-86810-3-0

B. W. Carroll and D. A. Ostlie  
*An Introduction to Modern Astrophysics*,  
εκδ. Addison-Wesley, 1996 και 2013,  
ISBN-13: 978-1292022932

Επίσης:

<http://www.astro.virginia.edu/class/majewski/ast551/lectures/LECTURE2/lec2b.html>

<http://casswww.ucsd.edu/archive/public/tutorial/Stars.html>

[http://www.astro.washington.edu/users/anamunn/Astro101/Project1/stellar\\_spectroscopy\\_introduction.html](http://www.astro.washington.edu/users/anamunn/Astro101/Project1/stellar_spectroscopy_introduction.html)

<http://handprint.com/ASTRO/>

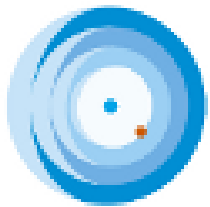
<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Unit1/sptypes.html>

Γενικώς μπορείτε να βρίσκετε επιστημονικά άρθρα σε οποιοδήποτε αντικείμενο, αστροφυσικής, φυσικής, μαθηματικών, φιλοσοφίας ή οτιδήποτε, στην ιστοσελίδα:

[scholar.google.gr/](http://scholar.google.gr/)

Τα άρθρα παρουσιάζονται με αξιολόγηση και

πρώτα αναφέρονται τα πιο χρησιμοποιημένα, τα κατά τεκμήριο πιο σημαντικά.



# Εύδοξος

Ηλεκτρονική Υπηρεσία Ολοκλήρωμένης Διαχείρισης  
Συγγραμμάτων και Λοιπών Βοηθημάτων

## ΒΙΒΛΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

Το σύμπαν που αγάπησα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22684958

Έκδοση: Πανεπιστημιακή Έκδοση/2012

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-288-6

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Το σύμπαν που αγάπησα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 12212

Αριθμός τόμου: Τόμος 1

Έκδοση: 3η έκδ./1999

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-062-2

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Το σύμπαν που αγάπησα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 12213

Αριθμός τόμου: Τόμος 2

Έκδοση: 3η έκδ./1999

Συγγραφείς: Δανέζης Μάνος, Θεοδοσίου Στράτος

ISBN: 978-960-531-063-9

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

Εισαγωγή στην αστροφυσική

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 42022440

Έκδοση: 1η/2014

Συγγραφείς: Αλυσσανδράκης Κ.

ISBN: 978-960-02-3058-1

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΠΑΖΗΣΗ ΑΕΒΕ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ ΚΑΙ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 22846310

Έκδοση: Α' ΕΚΔΟΣΗ/2012

Συγγραφείς: ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, ΖΑΦΕΙΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΑΡΑΤΖΟΓΛΟΥ ΦΙΛΑΡΕΤΗ

ISBN: 978-960-530-148-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): Εταιρεία Αξιοποίησης και Διαχείρισης

Περιουσίας Πανεπιστημίου Πατρών

Διαθέτης (Εκδότης): ΔΙΑΥΛΟΣ Α.Ε. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΒΙΒΛΙΩΝ

ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ Ι

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 280

Αριθμός τόμου: Ι

Έκδοση: 1η/2009

Συγγραφείς: SHU FRANK

ISBN: 978-960-7309-16-7

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ

ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ ΤΟΜΟΣ ΙΙ

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 282

Αριθμός τόμου: ΙΙ

Έκδοση: 1η/2009

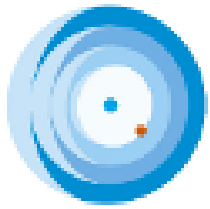
Συγγραφείς: SHU FRANK

ISBN: 978-960-7309-17-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΕΡΕΥΝΑΣ-

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ



# Εύδοξος

Ηλεκτρονική Υπηρεσία Ολοκληρωμένης Διαχείρισης  
Συγγραμμάτων και Λοιπών Βοηθημάτων



## **ΒΙΒΛΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ**

Αστροφυσική Πλάσματος

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 50661503

Έκδοση: 2η Έκδοση/2015

Συγγραφείς: Κανάρης Τσίγκανος

ISBN: 978-960-91748-2-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΚΑΝΑΡΗΣ ΤΣΙΓΚΑΝΟΣ

Αστροφυσική Πλάσματος

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 42116553

Έκδοση: 1η Έκδοση/2015

Συγγραφείς: Κανάρης Τσίγκανος

ISBN: 978-960-91748-2-4

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΚΑΝΑΡΗΣ ΤΣΙΓΚΑΝΟΣ

Κοσμική Ακτινοβολία

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 45309

Έκδοση: 1η έκδ./2009

Συγγραφείς: Μαυρομιχαλάκη - Χριστοπούλου Ελένη

ISBN: 978-960-266-251-9

Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): Σ.ΑΘΑΝΑΣΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΙΑ Ο.Ε.

Γενική Σχετικότητα

Κωδικός Βιβλίου στον Εύδοξο: 6236

Έκδοση: 3/2007

Συγγραφείς: Bernard F. Schutz

ISBN: 960-7122-21-6

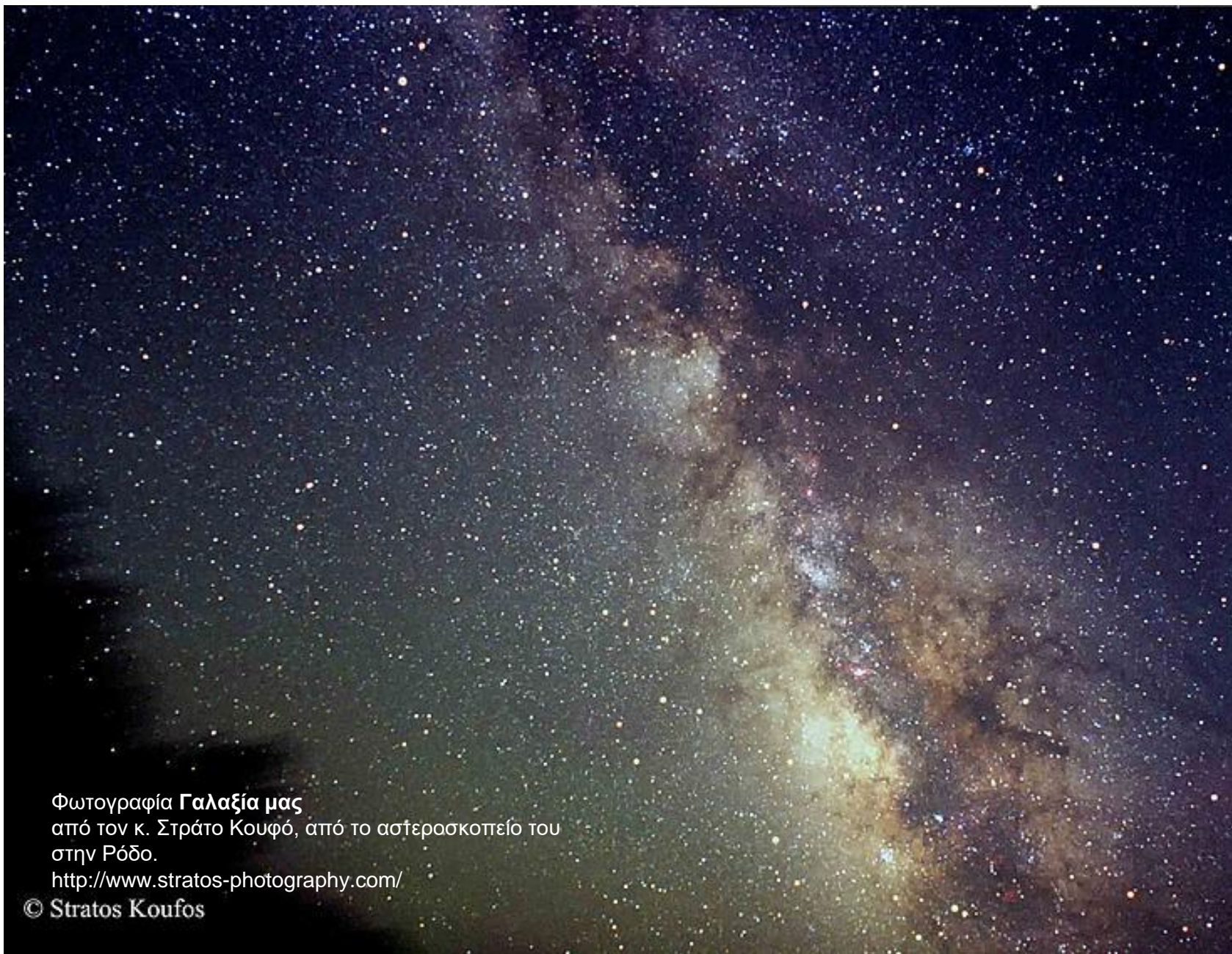
Τύπος: Σύγγραμμα

Διαθέτης (Εκδότης): ΤΡΑΥΛΟΣ & ΣΙΑ ΟΕ

# Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες Ευχαριστίες οφείλονται στη NASA, ESA, ESO, NOAO/NSO/Kitt Peak FTS/AURA/NSF

στους Ερευνητές και λοιπούς συντελεστές των επιγείων τηλεσκοπίων και διαστημικών πειραμάτων, στους κυρίους Στράτο Κουφό, Νίκο Πασχάλη, Πάνο Παπασπύρου για τις εικόνες που χρησιμοποιούνται σε αυτό το μάθημα, σε αυτούς που μας έδωσαν μετρήσεις ή συμβουλές, στην Wikipedia για πολλές πολύτιμες εικόνες που προσφέρονται χωρίς δικαιώματα χρήσης και συνεπώς είναι πολύτιμες σε κάθε δάσκαλο.



Φωτογραφία **Γαλαξία μας**

από τον κ. Στράτο Κουφό, από το ασφεροσκοπείο του  
στην Ρόδο.

<http://www.stratos-photography.com/>

© Stratos Koufos

Φωτογραφία του γειτονικού μας **γαλαξία της Ανδρομέδας**  
από τον κ. Στράτο Κουφό, από το αστεροσκοπείο του στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>



© Stratos Koufos



Φωτογραφία του γαλαξία της Δίνης, ή Messier 51a,  
M51a, ή NGC 5194  
Είναι δυο αλληλεπιδρώντες γαλαξίες  
από τον κ. Στράτο Κουφό, από το αστεροσκοπείο του  
στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>



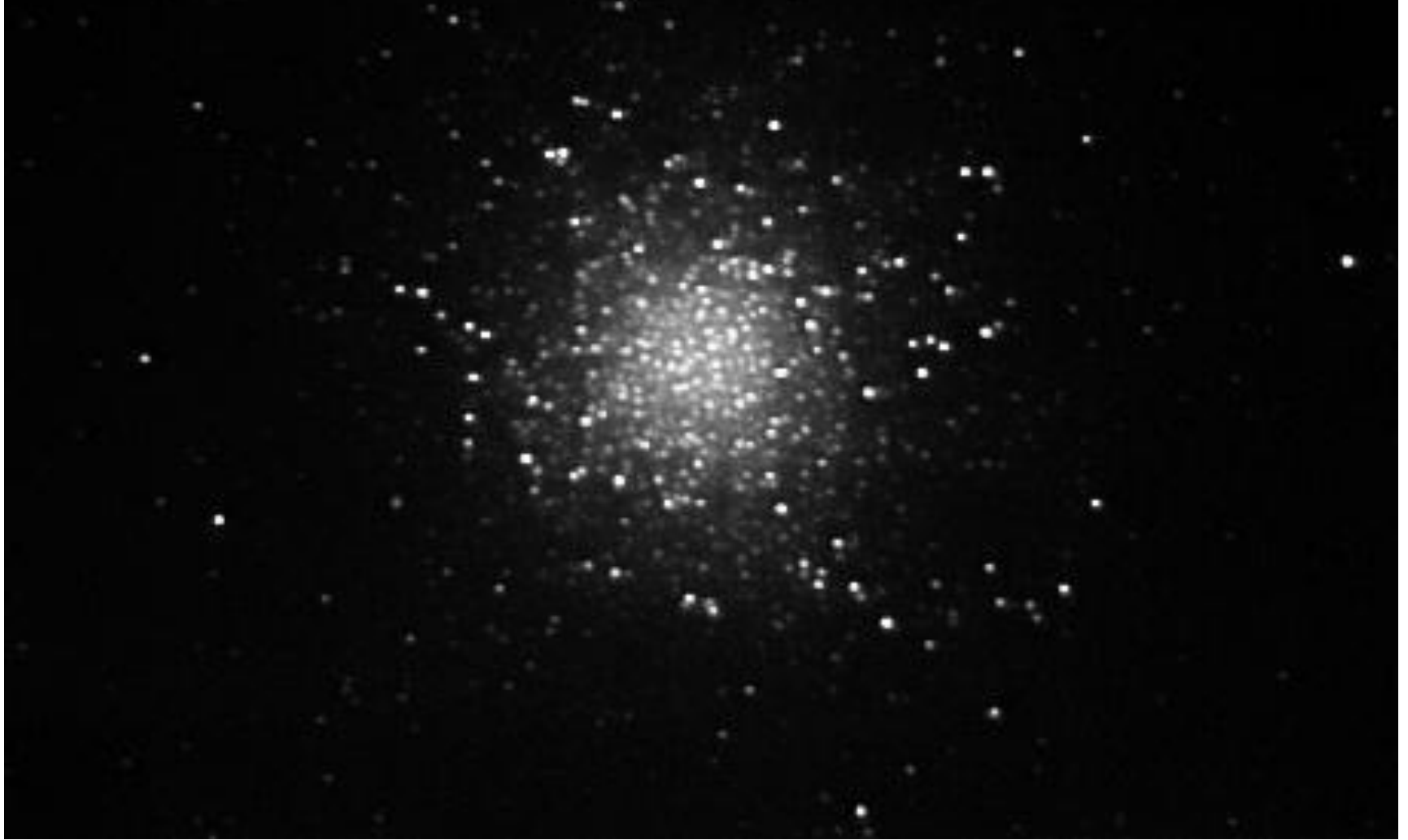
© Stratos Koufos



Φωτογραφία των αστρικών  
σημνών  $\chi$  και  $h$  ή Caldwell 14,  
Σε απόσταση 7500 έτη φωτός,  
σχετικά νέα με ηλικία μόλις 12,8  
εκατομμύρια έτη  
από τον κ. Στράτο Κουφό, από το  
αστεροσκοπείο του στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>

© Stratos Koufos

Φωτογραφία του αστρικού σμήνους του Ηρακλή  
από τον κ. Στράτο Κουφό, από το αστεροσκοπείο του στην Ρόδο.  
<http://www.stratos-photography.com/>



Ο όρος κοσμολογία εισήχθη το  
1730 από τον Christian Wolff στο  
βιβλίο του *Cosmologia Generalis*

κοσμογονία (ή κοσμογενία),  
κόσμος και γί(γ)νομαι / γέγονα

Ωστόσο ο  
"Ιων Χῖος" τραγικός καὶ λυρικός καὶ  
φιλόσοφος,  
υἱὸς Ὀρθομένων, ἔγραψε Περὶ  
μετεώρων ... κτίσις καὶ  
Κοσμολογικὸς

Παλαιότερα ο όρος ήταν Κοσμογονία, που σήμερα σημαίνει  
δημιουργία του ηλιακού συστήματος



# BIG BANG!

Αναπαλλόμενα σύμπαντα!

Τι υπέρχει «έξω» από το σύμπαν...

Περὶ τοῦ ἐκτὸς τοῦ κόσμου, εἴ ἔστι κενόν

Placita philosophorum 887.F.4

- Οἱ μὲν ἀπὸ Πυθαγόρου ἐκτὸς εἶναι τοῦ κόσμου κενόν, εἰς ὃ ἀναπνεῖ ὁ κόσμος καὶ ἐξ οὗ.
- Οἱ δὲ Στωικοί, εἰς ὃ κατὰ τὴν ἐκπύρωσιν ἀναλύεται, τὸ ἄπειρον.

# Κοσμολογία

Η κοσμολογία βασίζεται στην αρχή ότι οι νόμοι της φύσης είναι ίδιοι παντού και πάντοτε (Κοπέρνικος, Ρήγας Φεραίος).

Νεύτων, Einstein, γενική σχετικότητα.

Βασιζόμαστε στις παρατηρήσεις και τη θεωρία, τη δομή του σύμπαντος. στις θέσεις και ταχύτητες των γαλαξιών, των σμηνών των γαλαξιών, την χημική σύσταση σύμπαντος, την γέννηση και την εξέλιξη των άστρων.

## Βιβλιογραφία:

Μάνου Δανέζη και Στράτου Θεοδοσίου, Το Σύμπαν που αγάπησα, Εκδ. Δίαυλος, Αθήνα, 2012, ISBN: 978-960-531-288-6

B. W. Carroll and D. A. Ostlie

*An Introduction to Modern Astrophysics,*

εκδ. Addison-Wesley, 1996 και 2013,

ISBN-13: 978-1292022932

Επίσης:

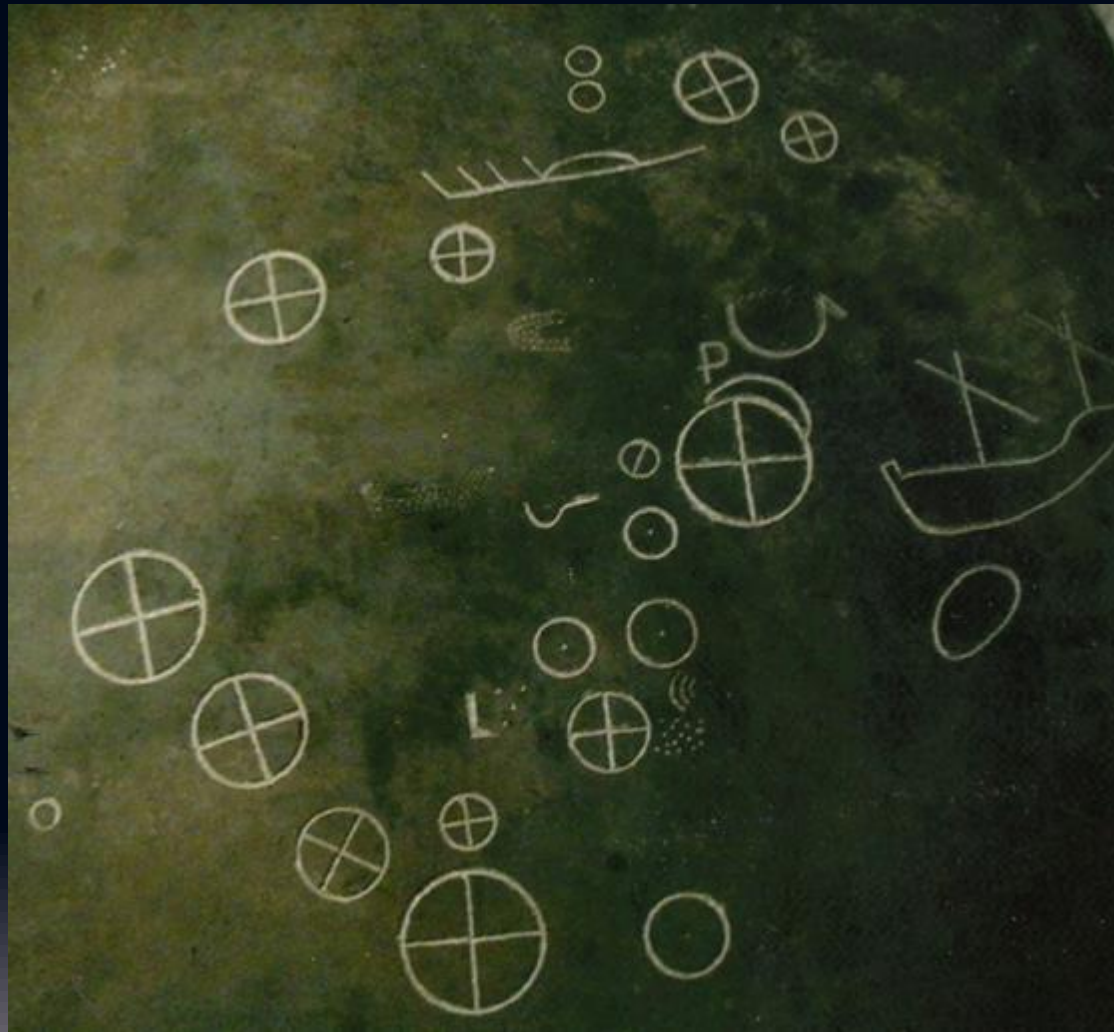
[http://map.gsfc.nasa.gov/universe/bb\\_theory.html](http://map.gsfc.nasa.gov/universe/bb_theory.html)

Και <https://www.astrosociety.org/education/astronomy-resource-guides/cosmology-the-origin-evolution-ultimate-fate-of-the-universe/>

Γενικώς μπορείτε να βρίσκετε επιστημονικά άρθρα σε οποιοδήποτε αντικείμενο, αστροφυσικής, φυσικής, μαθηματικών, φιλοσοφίας ή οτιδήποτε, στην ιστοσελίδα:

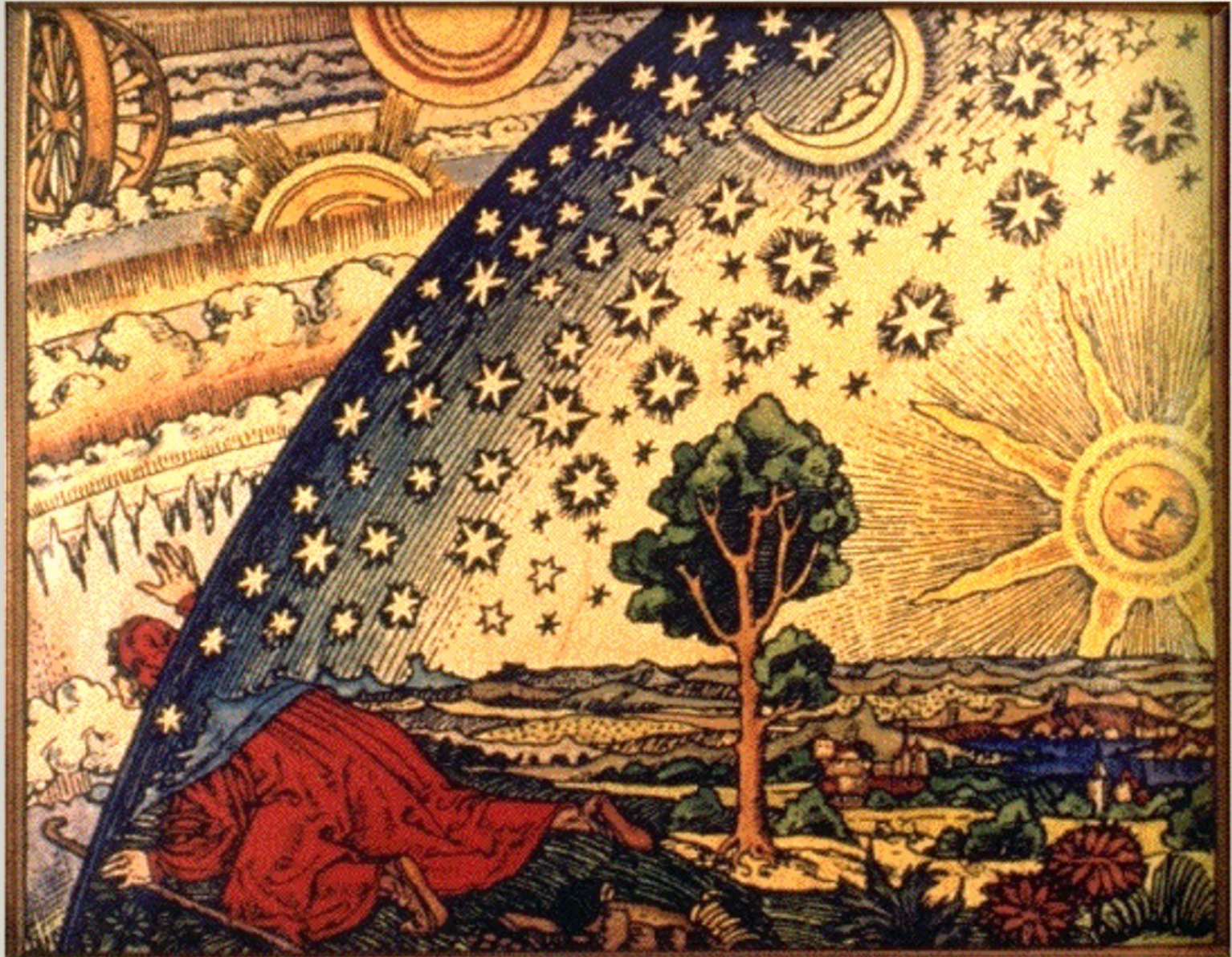
<https://www.google.gr/>

Τα άρθρα παρουσιάζονται με αξιολόγηση και πρώτα αναφέρονται τα πιο χρησιμοποιημένα, τα κατά τεκμήριο πιο σημαντικά.



Προϊστορική βραχογραφία από το Γερούσι της Σύρου με απεικόνιση του Ουρανού;  
Εικόνα του κ. Λούη Ρούσσου.







Pegasus

Andromeda

Cepheus

Cassiopeia

Perseus

Auriga

TAVRVS

GEMINI

Coma Berenices

ARIES

Triangulum

Aries

Tropicus

Cancer

Phaeton

Circulus

Arcetius

Colurus

Torrens flu

Vrta

Hydra

2010

**Κοσμολογία**  
**Αρχαίος κλάδος της**  
**αστροφυσικής**





Ο Ίων ὁ Χῖος· εἶναι φιλόσοφος καὶ ποιητῆς  
[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%8A%CF%89%CE%BD\\_%CE%BF\\_%CE%A7%CE%AF%CE%BF%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%8A%CF%89%CE%BD_%CE%BF_%CE%A7%CE%AF%CE%BF%CF%82)

που μας πληροφοροῦν ὅτι εἶχε γράψει βιβλίον  
για τὴν κοσμολογία:

Ίων ὁ Χῖος· διθύραμβων καὶ τραγωιδίας καὶ  
μελῶν ποιητῆς. ἐποίησε δὲ ὠιδίην, ἧς ἡ ἀρχὴ  
*Ἄοϊον ἀεροφοίταν ἀστέρα μείνωμεν ἀελίου  
λευκῆι πτέρυγι πρόδρομον.* (προσέξτε ὅτι  
θεωρεῖ τὸν ἥλιο ἀστέρα ἀρκετὰ χρόνια πρὶν τὸν  
Πλάτωνα) φαίνεται δὲ τετελευκῶς ἐκ τούτων·  
παίζων οὖν ὁ Ἀριστοφάνης ἀοῖον αὐτὸν φησι  
ἀστέρα κληθῆναι. περιβόητος δὲ ἐγένετο.  
ἔγραψε δὲ καὶ κωμωιδίας καὶ ἐπιγράμματα καὶ  
παιᾶνας καὶ ὕμνους καὶ σκολιὰ καὶ ἐγκώμια καὶ  
ἐλεγεία, καὶ καταλογάδην τὸν Πρεσβευτικὸν  
λεγόμενον, ὃν νόθον ἀξιούσιν εἶναι τινες καὶ  
οὐχὶ αὐτοῦ. φέρεται δὲ αὐτοῦ καὶ Χίου κτίσις καὶ  
**Κοσμολογικός** καὶ Ὑπομνήματα καὶ ἄλλα τινά.  
καὶ πάνυ δόκιμος ἦν. φασὶ δὲ αὐτὸν ὁμοῦ  
διθύραμβον καὶ τραγωιδίαν ἀγωνισάμενον ἐν  
τῇ Ἀττικῇ νικῆσαι, καὶ εὐνοίας χάριν προῖκα  
Χῖον οἶνον πέμψαι Ἀθηναίοις.

# Επισημαίνω ότι:



## ΠΑΡΑΘΕΤΩ

Παλαιες δημοσιευσεις και  
Αρχαια κειμενα,

Διοτι επιτρεπουν να αντιληφθουμε καλυτερα την εξελιξη των επιστημων

Δεν ειναι απαραιτητο να τα διαβασετε,  
Αλλα πρεπει να προσπαθησετε.

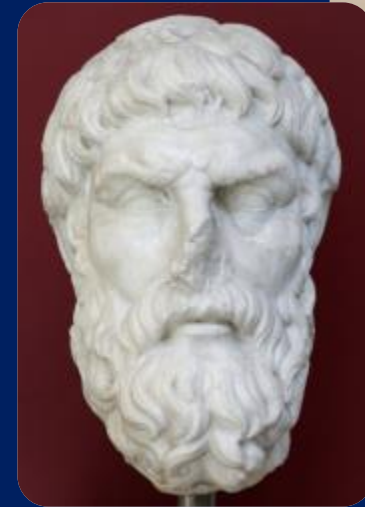
Θα σας βοηθησουν να κατανοησετε καλυτερα ποιοι ειμαστε, απο που ερχομαστε  
και που μπορουμε να παμε, η πιο ζωστα που μπορειτε να πατε.

Πολυ ενδιαφερουσες αυθεντικες προφορικες αναφορες θα βρειτε στην ιστοσελιδα:  
[Http://www.Bbc.Co.Uk/science/space/universe/scientists/](http://www.Bbc.Co.Uk/science/space/universe/scientists/)

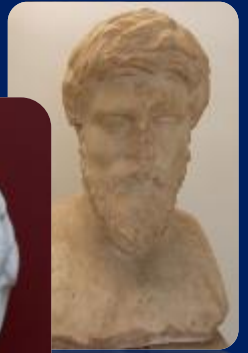
Δυο βασικές αρχές της  
έρευνας και της επιστήμης

Πού βασίζεται η έρευνα;  
ο Πλούταρχος μας λέει:  
στην **Θεία περιέργεια**

στο βιβλίο *ὅτι οὐδέ ζην ἔστιν ἠδέως κατ' Ἐπίκουρον*



*Ἐπίκουρος*



- Εὐδοξος δ' ἤρχετο παραστάς τῷ ἡλίῳ καὶ καταμαθὼν τὸ σχῆμα τοῦ ἄστρου καὶ τὸ μέγεθος καὶ τὸ εἶδος ὡς ὁ Φαέθων **καταφλεγῆναι**

Το *ξυράφι του Όκαμ*  
(ερμηνεύουμε τα φυσικά φαινόμενα με τον  
απλούστερο τρόπο) κατά Πρόκλον,  
*σχόλια στου Πλάτωνα*

- τῶν μὲν γὰρ Πυθαγορείων  
παρακέλευσμα ἦν ... δι' **ἐλαχίστων**  
**καὶ ἀπλουστάτων** ὑποθέσεων  
χρῆναι τὴν φαινομένην ἀνωμαλίαν  
τῶν οὐρανίων ἀπευθύνειν εἰς  
ὁμαλότητα καὶ τάξιν·



Albert Einstein, speech on the radio at the opening of the 7  
*Deutsche Funkausstellung* in Berlin, 1930



- *"...The origin of all technical achievements is the divine curiosity [of Plato] and the play instinct of the working and thinking researcher as well as the constructive fantasy of the technical inventor..."*



# η Αστροφυσική του Ορφέα



- Ο Ορφέας αναφέρεται στην Φύση που περιλαμβάνει Γη, θάλασσα, αέρα (αιθέρα) και Ουρανό (τα ουράνια σώματα).
- Στα *Ορφικά* συζητείται παρουσιάζεται και αναλύεται για πρώτη φορά η φύση των ουρανίων σωμάτων.
- Για τον Ουρανό αναφέρεται ο όρος **πρεσβυγένεθλος**, που γεννήθηκε πρώτος, συνεπώς δέχονται ότι το σύμπαν έχει αρχή, όπως και *αδάμαστος*, και *ατελής* (χωρίς τέλος)
- Η Φύση **απάτωρ αυτοπάτωρ**, δηλαδή γεννήθηκε χωρίς πατέρα από μόνη της και είναι **αιδίη** δηλαδή αιώνια.
- Η Φύση είναι *πανταυγής*, *σελασφόρος* δηλαδή παντού φωτεινή που φέρει φως, *παμμείτηρα Φύσις*, *πάντων πατήρ*, δηλαδή μας έχει γεννήσει όλους η Φύση, η οποία είναι και *Φερέσβιος* (δηλαδή φέρει τη ζωή), *Πανδότεира*, *παντροφος*, μας δίνει τα πάντα και μας τρέφει όλους, *κοσμήτειρα*, ομορφαινει τον Κόσμο και *παντικράτειρα* και
- **Ωρειάς** (μας δίνει τις ώρες και τις εποχές).

# Θεογονία του Ησίοδου

- αρχή το  
Χάος

Πώς φτιάχθηκε ο κόσμος (τα πρωταρχικά χημικά στοιχεία από τα οποία φτιάχθηκε ο Κόσμος, ή από στα οποία βασίστηκε για να φτιαχθεί)

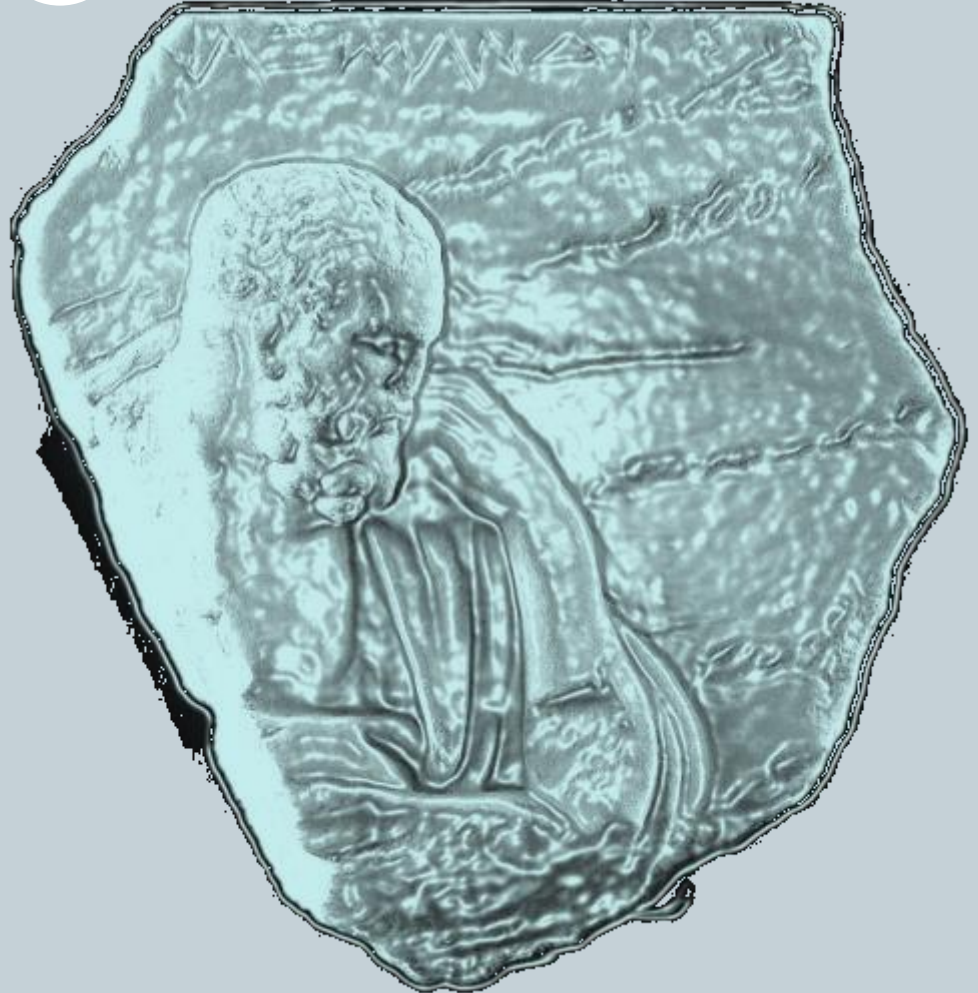


- Ἐμπεδοκλῆς δὲ **Φιλίαν** ὁμοῦ καὶ **Νεῖκος**,
- Ἡράκλειτος δὲ παλίντροπον **ἄρμονίην** κόσμου ὅκως περ λύρης καὶ τόξου,
- Παρμενίδης δὲ **φῶς** καὶ σκότος,
- Ἀναξαγόρας δὲ **νοῦν** καὶ **ἀπειρίαν**,
- Ζωροάστρης δὲ θεὸν καὶ δαίμονα, τὸν μὲν Ὠρομάσδην καλῶν τὸν δ' Ἀρειμάνιον.

# Φιλόσοφοι που διατύπωσαν θεωρίες για την κοσμολογία



- Θαλής
- Φερεκύδης
- Αναξίμανδρος
- Αναξίμενης
- Πυθαγόρας
- Ξενοφάνης
- Ηράκλειτος
- Παρμενίδης
- Ζήνων ο Ελεάτης
- Μέλισσος ο Σάμιος
- Εμπεδοκλής
- Αναξαγόρας
- Λεύκιππος
- Δημόκριτος
- Γοργίας
- Πρόδικος
- Ιππίας



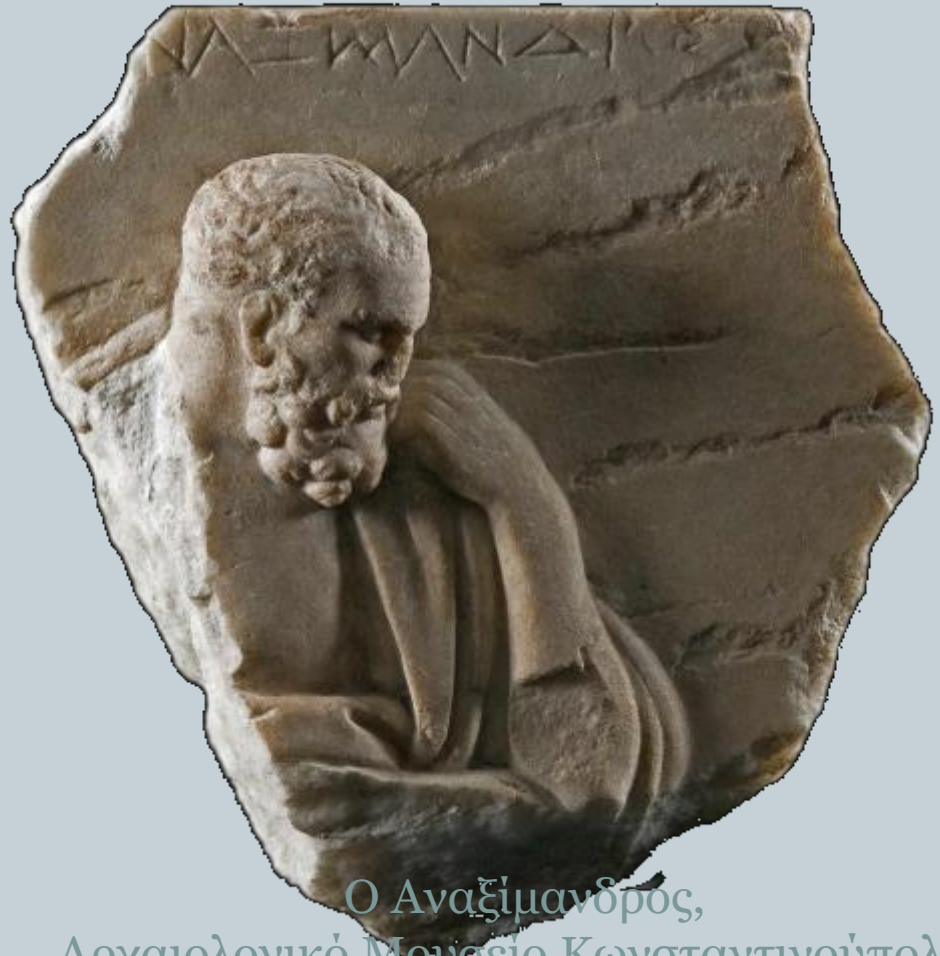
# Μερικά Κοσμολογικά Ερωτήματα



- Ἄξιον οὖν τοὺς ζητοῦντας εἰ ἄφθαρτος ὁ κόσμος (Φίλων ο Ιουδαίος),

# Αναξίμανδρος

- Άπειρον
- Πολλοί κόσμοι  
(κόσμοι = σύμπαντα,  
άστρα, πλανήτες )



Ο Αναξίμανδρος,  
Αρχαιολογικό Μουσείο Κωνσταντινούπολης

# Κοσμολογία Θαλής, Αναξίμανδρος

## πρωταρχικά στοιχεία από τα οποία φτιάχθηκε ο κόσμος



- **Κατά Πλούταρχον**
- **Θάλητα** πρῶτον πάντων φασὶν ἀρχὴν τῶν ὄλων ὑποστήσασθαι τὸ ὕδωρ· ἐξ αὐτοῦ γὰρ εἶναι τὰ πάντα καὶ εἰς αὐτὸ χωρεῖν.
- μεθ' ὃν **Ἀναξίμανδρον**, Θάλητος ἐταῖρον γενόμενον, τὸ **ἄπειρον** φάναι τὴν πᾶσαν αἰτίαν ἔχειν τῆς τοῦ παντὸς γενέσεώς τε καὶ φθορᾶς· ἐξ οὗ δὴ φησι τοὺς τε οὐρανοὺς ἀποκεκρίσθαι, καὶ καθόλου τοὺς ἅπαντας ἀπείρους ὄντας κόσμους. ἀπεφήνατο δὲ τὴν φθορὰν γίνεσθαι καὶ πολὺ πρότερον τὴν γένεσιν, ἐξ ἀπείρου αἰῶνος **ἀνακυκλουμένων πάντων αὐτῶν**. ὑπάρχειν δὲ φησι τῷ μὲν σχήματι τὴν γῆν κυλινδροειδῆ, ἔχειν δὲ τοσοῦτον βάθος ὅσον ἂν εἴη τρίτον πρὸς τὸ πλάτος. φησὶ δὲ τὸ ἐκ τοῦ αἰδίου γόνιμον θερμοῦ τε καὶ ψυχροῦ κατὰ τὴν γένεσιν τοῦδε τοῦ κόσμου ἀποκριθῆναι, καὶ τινὰ ἐκ τούτου φλογὸς σφαῖραν περιφυῆναι τῷ περὶ τὴν γῆν ἀέρι ὡς τῷ δένδρῳ φλοιόν, ἧς ἀπορραγείσης καὶ εἰς τινὰς ἀποκλεισθείσης κύκλους, ὑποστήναι τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην καὶ τοὺς ἀστέρας. ἔτι φησὶν ὅτι κατ' ἀρχὰς
- **ἐξ ἀλλοειδῶν ζώων ὁ ἄνθρωπος ἐγεννήθη**, ἐκ τοῦ τὰ μὲν ἄλλα δι' ἑαυτῶν ταχὺ νέμεσθαι, μόνον δὲ τὸν ἄνθρωπον πολυχρονίου δεῖσθαι τιθηνήσεως· διὸ καὶ κατ' ἀρχὰς οὐκ ἂν ποτε τοιοῦτον ὄντα διασωθῆναι. ταῦτα μὲν οὖν ὁ Ἀναξίμανδρος.



## Συγγραφέας που ονομάζεται Ψευδοπλούταρχος



- Ἀναξίμανδρος δ' ὁ Μιλήσιός φησι τῶν ὄντων τὴν ἀρχὴν εἶναι τὸ ἀπειρον·
- ἐκ γὰρ τούτου πάντα γίνεσθαι καὶ **εἰς τοῦτο πάντα φθείρεσθαι**·
- διὸ καὶ γεννᾶσθαι **ἀπείρους κόσμους**,
- καὶ πάλιν **φθείρεσθαι** εἰς τὸ ἐξ οὗ γίνονται (διατήρηση της ὕλης).

# Αέτιος



- Τῶν ἀπείρους ἀποφηναμένων τοὺς κόσμους Ἀναξίμανδρος τὸ ἴσον αὐτοὺς ἀπέχειν ἀλλήλων (οἱ ἀποστάσεις μεταξύ των ἀστρων εἶναι ἴσες),
- Ἐπίκουρος ἄνισον εἶναι τὸ μεταξύ τῶν κόσμων διάστημα (οἱ ἀποστάσεις μεταξύ των ἀστρων εἶναι ἄνισες).

# Μεγάλη έκρηξη κατά Ηράκλειτο και Στωικούς, από άτομα αυτομάτως ο Επίκουρος



- ΠΩΣ ΦΤΙΑΧΤΗΚΕ [Ἡ Πῶς ΘΑ ΚΑΤΑΣΤΡΑΦΕΙ] Ο ΚΟΣΜΟΣ:
- τὴν ἐκπύρωσιν τοῦ παντὸς κόσμου, ἥς δόξης ἦν καὶ ὁ Ἡράκλειτος.
- οἱ μὲν γὰρ Ἐπικούρειοι αὐτόματα φησὶ καὶ ἀπὸ ἀτόμων·
- οἱ δὲ Στωϊκοὶ σῶμα καὶ ἐκπύρωσιν·



Τμήμα του Γαλαξίας μας, όπως φαίνεται με γυμνό μάτι σε μια περιοχή που δεν έχει φωτεινή μόλυνση



Ο Γαλαξίας μας κατά τον  
Χέρσελ, William Herschel,  
1785

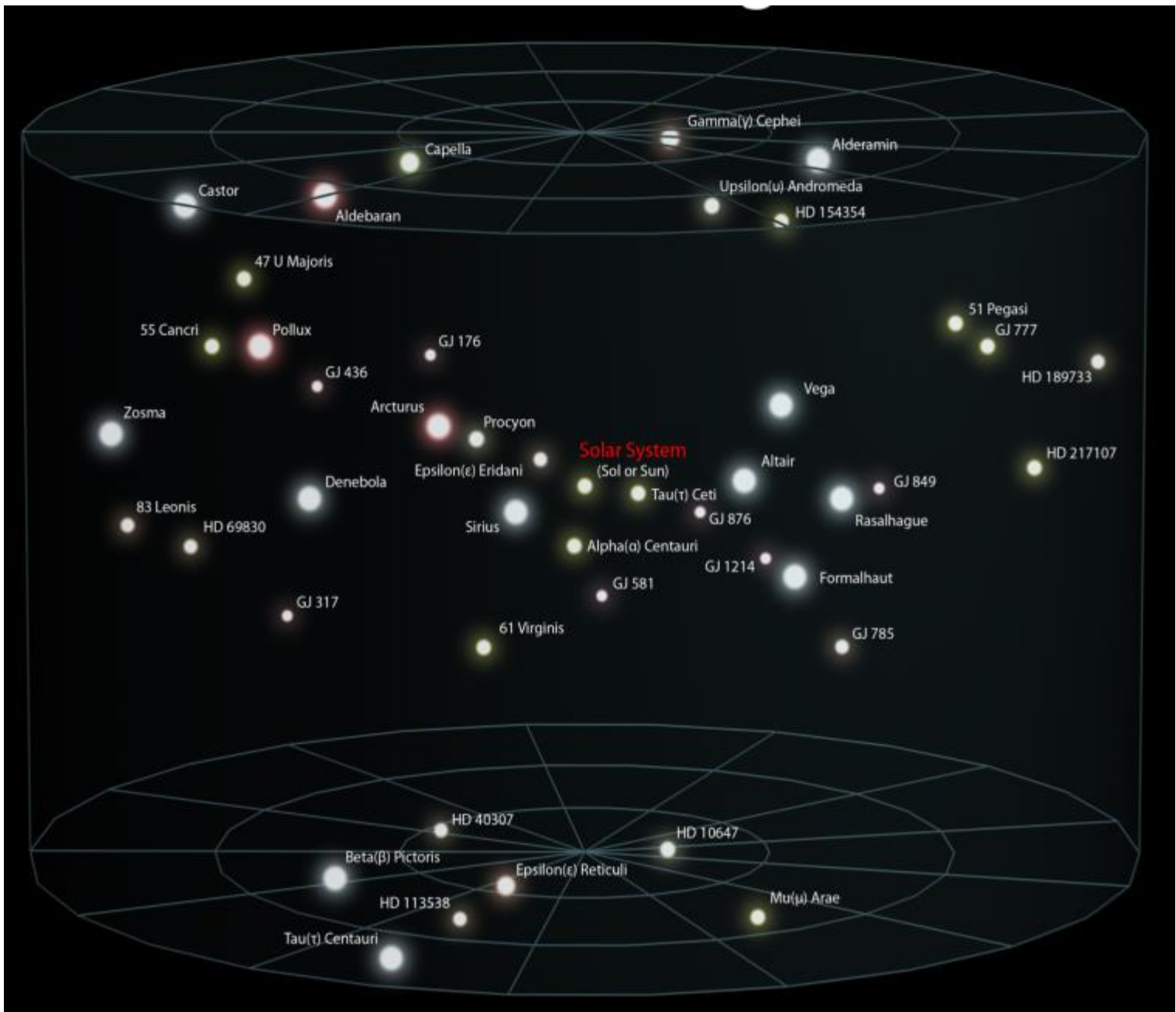
Λεύκιππος, Δημόκριτος

William Herschel  
υπό Lemuel  
Francis  
Abbott, National  
Portrait  
Gallery NPG 98



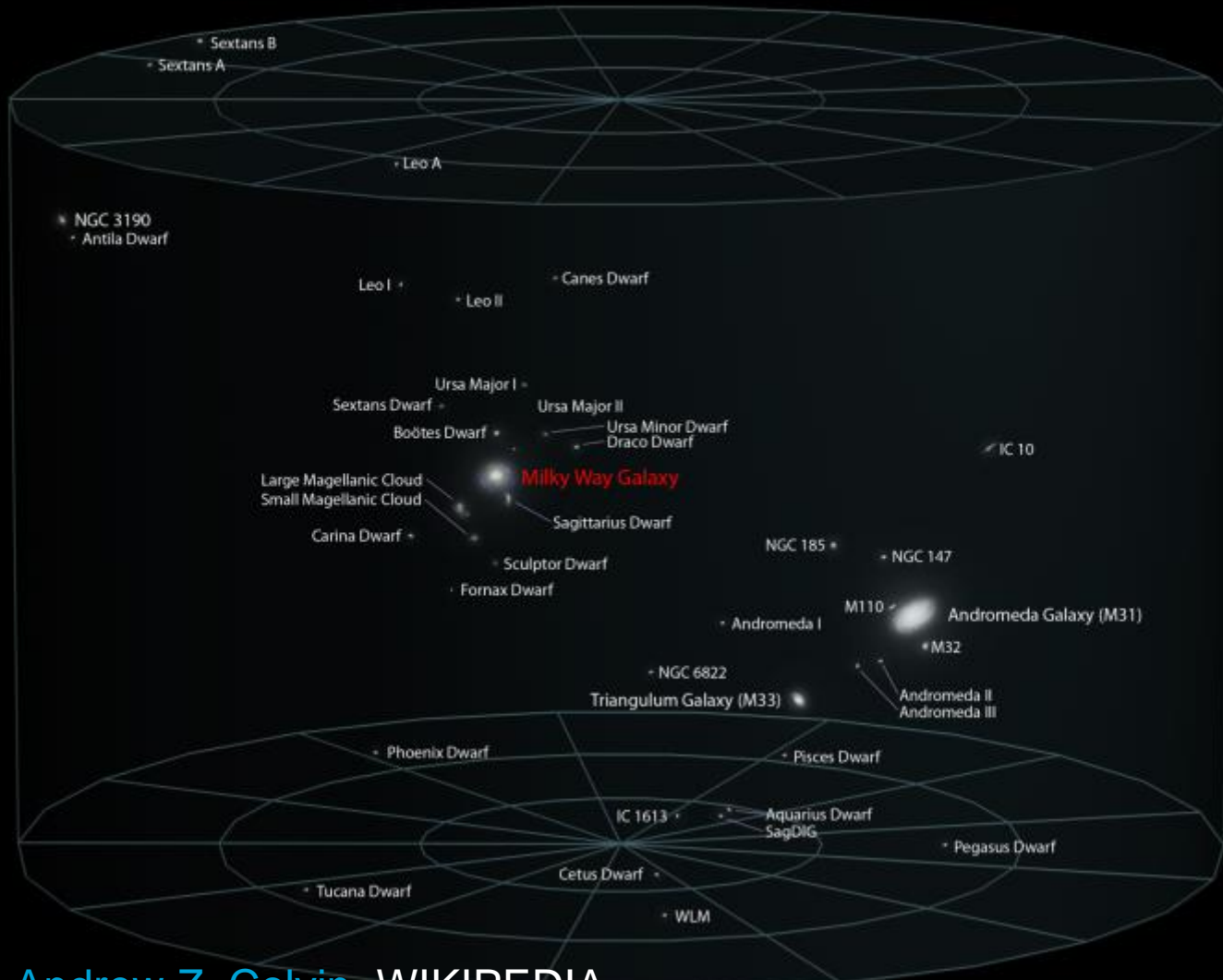


**Η δομή του σύμπαντος σε  
μεγάλη κλίμακα  
γύρω από τον Ήλιο**



Η γειτονιά του Ηλιου στον Γαλαξία, τα κοντινά άστρα, υπό Andrew Z. Colvin, WIKIPEDIA

# ΤΟΠΙΚΗ ΟΜΑΔΑ ΓΑΛΑΞΙΩΝ



[Andrew Z. Colvin](#), WIKIPEDIA



# Γαλαξίες και Κοσμολογία

10 εκατομμύρια έως  
1 τρις ( $10^7$  -  $10^{12}$ ) αστέρες  
μάζα  $6 \cdot 10^{10}$  έως  $2 \cdot 10^{10}$  ηλιακές μάζες  
1000 με 100 000 parsecs

"NASA-HS201427a-HubbleUltraDeepField2014-20140603" by NASA, ESA, H. Teplitz and M. Rafelski (IPAC/Caltech), A. Koekemoer (STScI), R. Windhorst (Arizona State University), and Z. Levay (STScI) - <http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2014/27/image/a/> (image link). Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NASA-HS201427a-HubbleUltraDeepField2014-20140603.jpg#mediaviewer/File:NASA-HS201427a-HubbleUltraDeepField2014-20140603.jpg>

NGC 4414 τυπικός γαλαξίας στην Κόμη  
της Βερενίκης, με διαστάσεις γύρω στα  
55000 έτη φωτός,  
σε απόσταση 60 000 000 έτη φωτός



Ο κοντινός γαλαξίας της Ανδρομέδας





Ο γαλαξίας της δίνης ή Μεσιέ 51α, M51α ή ngc 5194. Σπειροειδής γαλαξίας με καθαρή δομή βραχιόνων που αλληλεπιδρά με τον NGC 5195 που είναι σε απόσταση 23 Mly στον αστερισμό των θηρευτικών κυνών



Plate by [Sidney Hall](#) and Richard Rouse Bloxam from [Urania's Mirror](#). Coma Berenices can be seen on the right.

# γαλαξίες

The Hubble Ultra Deep Field, is an image of a small region of space in the constellation Fornax, composited from Hubble Space Telescope data accumulated over a period from September 3, 2003 through January 16, 2004. The patch of sky in which the galaxies reside was chosen because it had a low density of bright stars in the near-field.

# Supernova Near Nucleus of Galaxy M51

Ο Υπερκαινοφανής  
SN1994 I

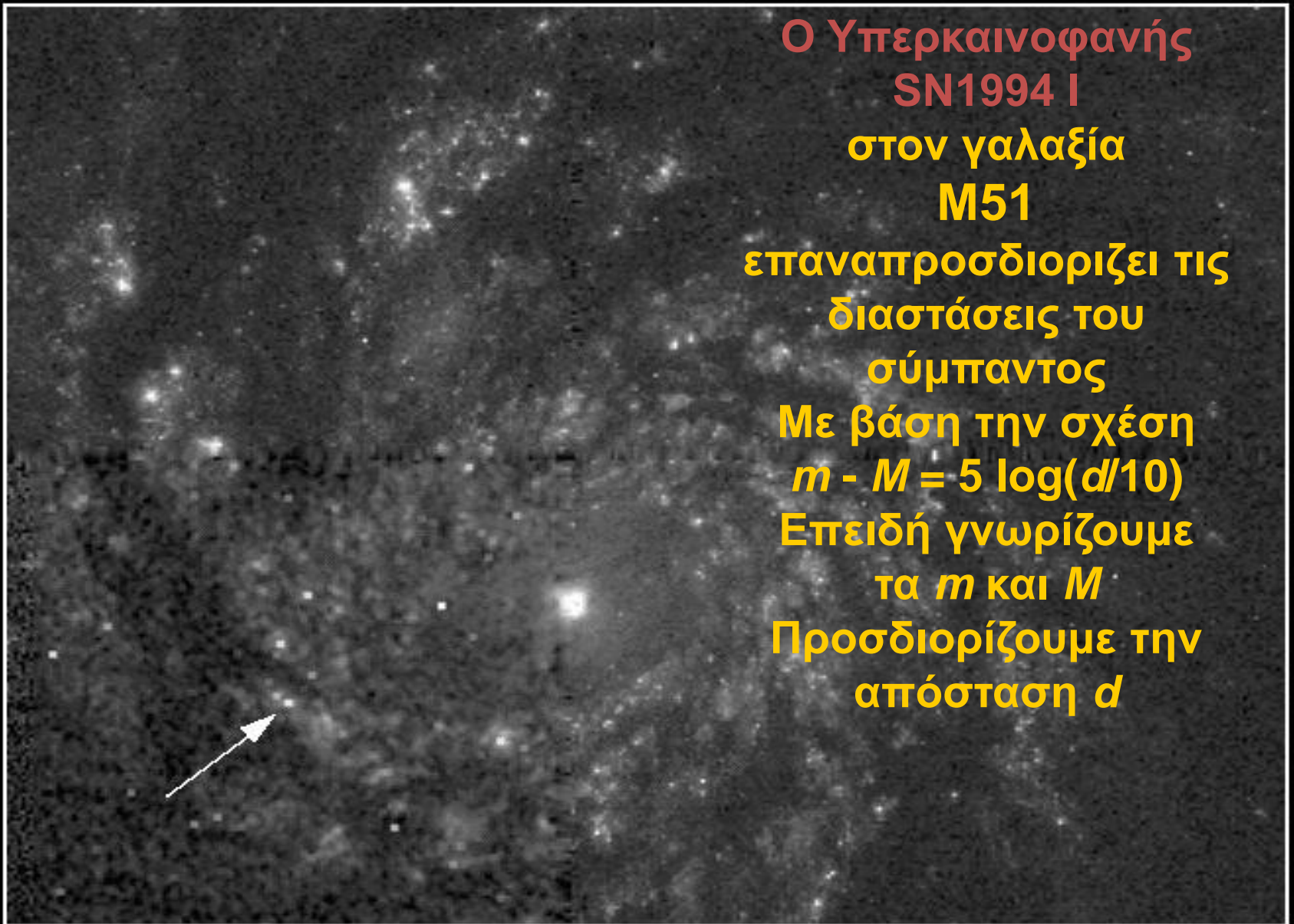
στον γαλαξία  
M51

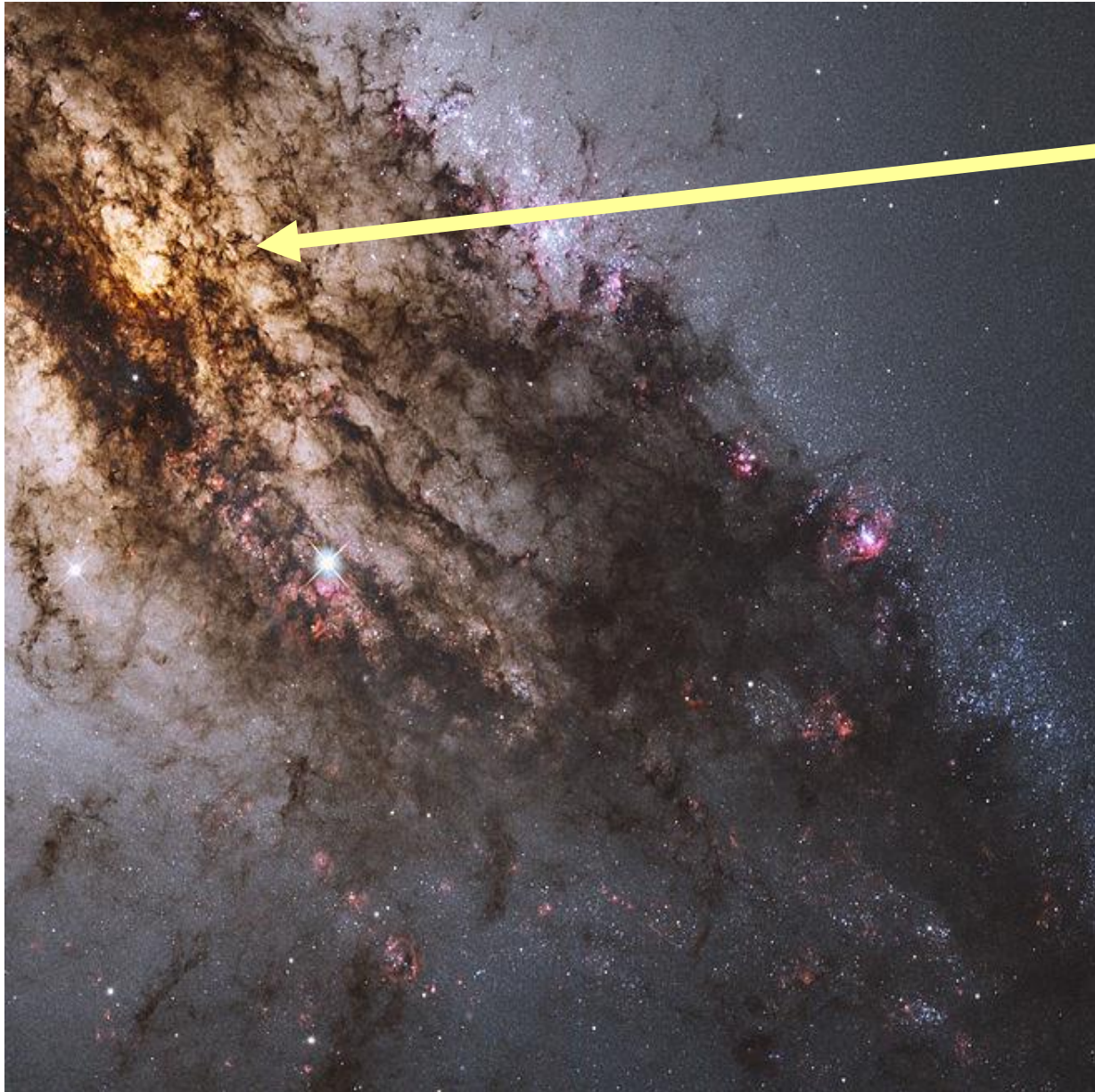
επαναπροσδιορίζει τις  
διαστάσεις του  
σύμπαντος

Με βάση την σχέση  
 $m - M = 5 \log(d/10)$

Επειδή γνωρίζουμε  
τα  $m$  και  $M$

Προσδιορίζουμε την  
απόσταση  $d$

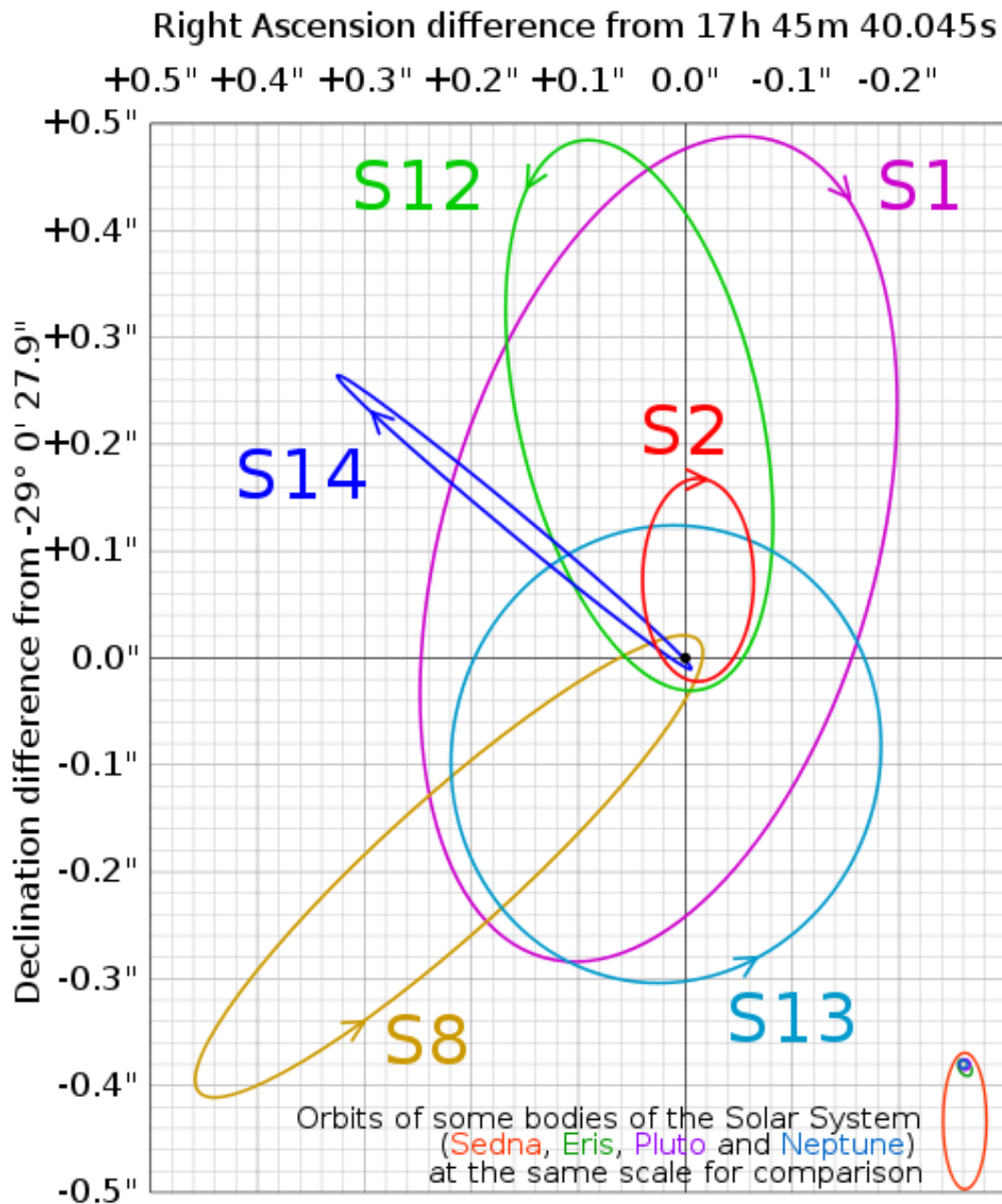




# Κέντρο του ραδιογαλαξία Α Κενταύρου

Image credit: NASA / ESA / Hubble  
Heritage / STScI / AURA / Hubble  
Collaboration / R. O'Connell,  
University of Virginia / WFC3  
Scientific Oversight Committee.  
This image was taken in July 2010  
with Hubble's Wide Field Camera 3.  
[http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image\\_feature\\_2192.html](http://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_2192.html)





Άστρα γύρω από το κέντρο του Γαλαξία μας περιφέρονται με την τεράστια βαρύτητα μιας μαύρης τρύπας (;)

Eisenhauer, F. et al. (July 20, 2005). "[SINFONI in the Galactic Center: Young Stars and Infrared Flares in the Central Light-Month](#)". *The Astrophysical Journal* **628**: 246–259.  
[doi:10.1086/430667](https://doi.org/10.1086/430667)

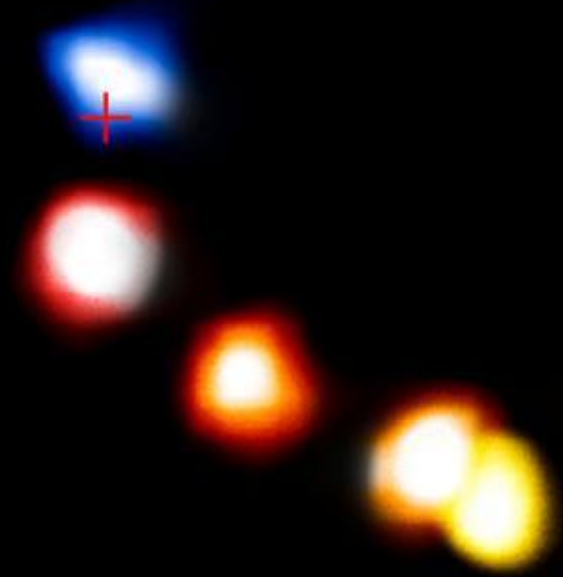
## Κέντρο του Γαλαξία μας στον Α Τοξότη.

Διακρίνουμε μεμονωμένα άστρα που  
κινούνται γύρω από πιθανή μαύρη  
τρύπα

This composite image shows the motion of the dusty cloud G2 as it closes in on, and then passes, the supermassive black hole at the centre of the Milky Way.

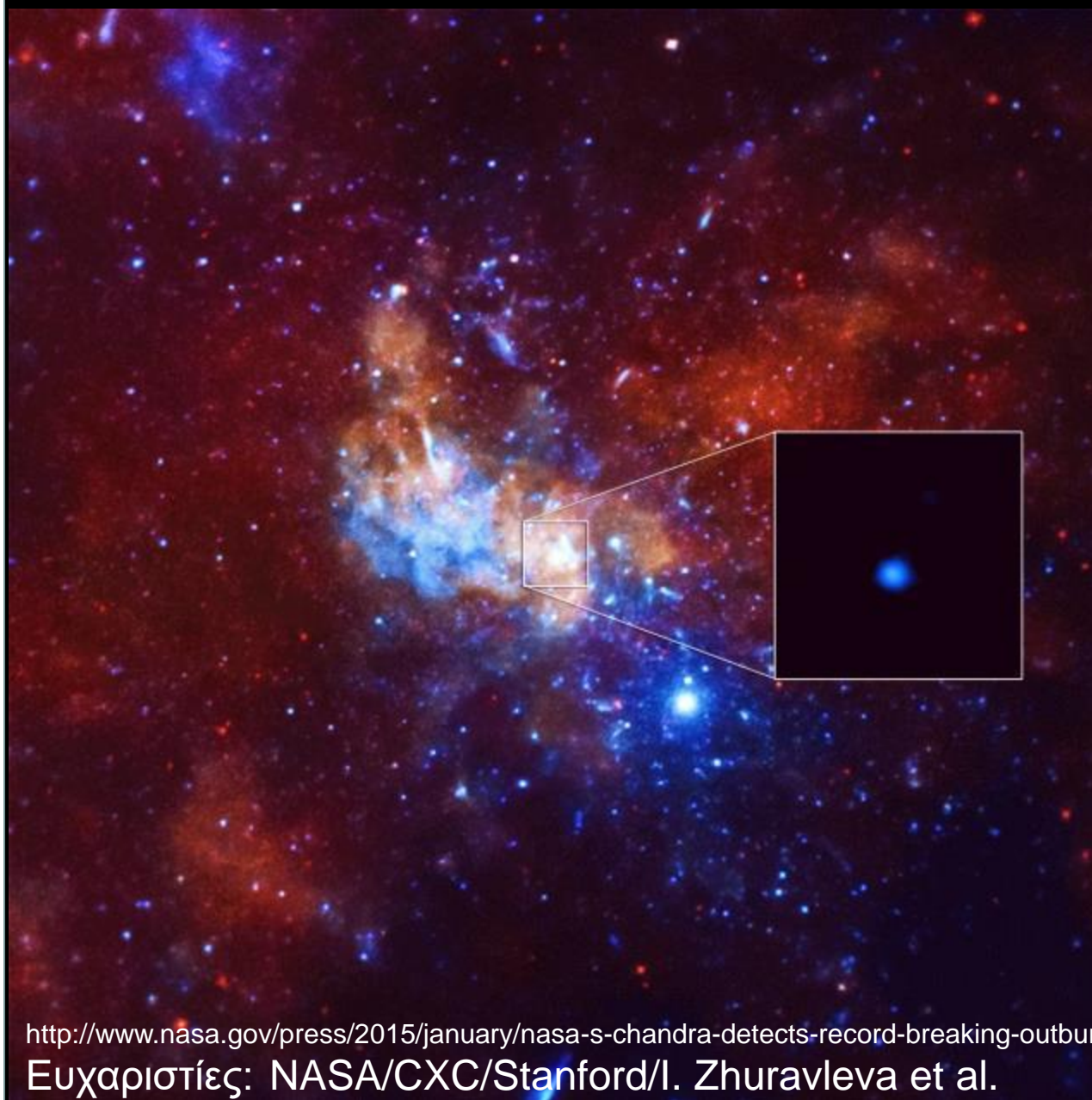
These new observations with ESO's VLT have shown that the cloud appears to have survived its close encounter with the black hole and remains a compact object that is not significantly extended. In this image the position of the cloud in the years 2006, 2010, 2012 and February and September 2014 are shown, from left to right. The blobs have been colourised to show the motion of the cloud, red indicated that the object is receding and blue approaching.

The cross marks the position of the supermassive black hole.



Source <http://www.eso.org/public/images/es01512a/>

Author ESO/A. Eckart



Κέντρο του  
Γαλαξία μας  
στον  
Α Τοξότη.  
Διακρίνουμε  
έντονη εκπομπή  
σε ακτίνες Χ  
από έκρηξη  
άστρου

<http://www.nasa.gov/press/2015/january/nasa-s-chandra-detects-record-breaking-outburst-from-milky-way-s-black-hole/>

Ευχαριστίες: NASA/CXC/Stanford/I. Zhuravleva et al.

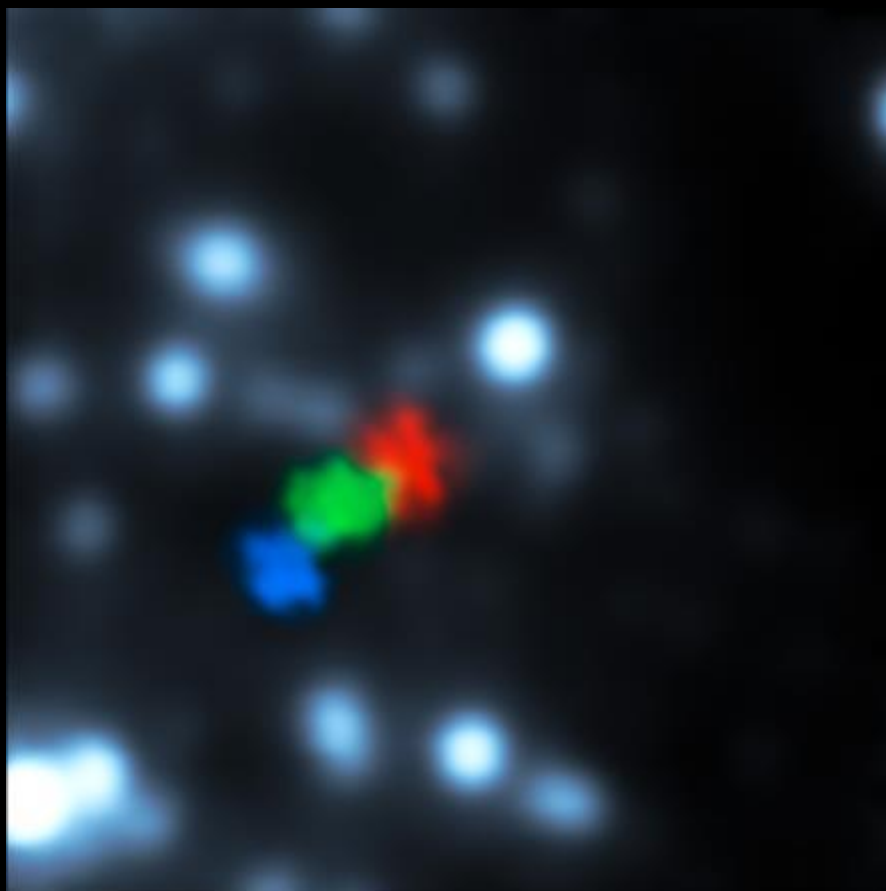
# Το κέντρο του Γαλαξία μας στην υπέρυθρο περιοχή του φάσματος

Hubble: NASA, ESA, and Q.D. Wang (University of Massachusetts, Amherst); Spitzer: NASA, Jet Propulsion Laboratory, and S. Stolovy (Spitzer Science Center/Caltech)



# Το κέντρο του Γαλαξία μας

A false-color infrared image of the core of the Milky Way Galaxy taken by NASA's Spitzer Space Telescope. Older cool stars are blue, dust features lit up by large hot stars are shown in a reddish hue, and the bright white spot in the middle marks the site of [Sagittarius A](#)



Κέντρο του Γαλαξία  
μας  
διακρίνουμε ένα  
τεράστιο νέφος που έχει  
διαρραγεί διότι  
αλληλεπιδρά με μια  
μαύρη τρύπα

New observations from ESO's Very Large Telescope show for the first time a gas cloud being ripped apart by the supermassive black hole at the centre of the galaxy. Shown here are VLT observations from 2006, 2010 and 2013, coloured blue, green and red respectively. Due to its distance, and the fact that we see the orbit at a steep angle as the cloud falls towards the black hole, only the position, not the shape, of the cloud can be discerned in this image. The stretching of the cloud is seen in observations of its velocity, which allow astronomers to work out where on its orbit the different parts of the cloud are now located. Ευχαριστίες: ESO/S. Gillessen

## Το κέντρο του Γαλαξία μας σε ακτίνες Χ



This 400 by 900 light-year mosaic of several Chandra images of the central region of our Milky Way galaxy reveals hundreds of white dwarf stars, neutron stars, and black holes bathed in an incandescent fog of multimillion-degree gas. The supermassive black hole at the center of the Galaxy is located inside the bright white patch in the center of the image. The colors indicate X-ray energy bands - red (low), green (medium), and blue (high).

The mosaic gives a new perspective on how the turbulent Galactic Center region affects the evolution of the Galaxy as a whole. This hot gas appears to be escaping from the center into the rest of the Galaxy. The outflow of gas, chemically enriched from the frequent destruction of stars, will distribute these elements into the galactic suburbs. Because it is only about 25,000 light years from Earth, the center of our Galaxy provides an excellent laboratory to learn about the cores of other galaxies.

NASA/UMass/D. Wang et al.

# Σφαιρωτά σμήνη Globular Clusters



Το σφαιρωτό σμήνους του Ηρακλή που έχει περισσότερα από 300,000 άστρα.  
Ευχαριστίες Rawastrodata



Το κέντρο του σφαιρωτού σμήνους του Ηρακλή.

Ευχαριστίες ESA/Hubble and NASA -

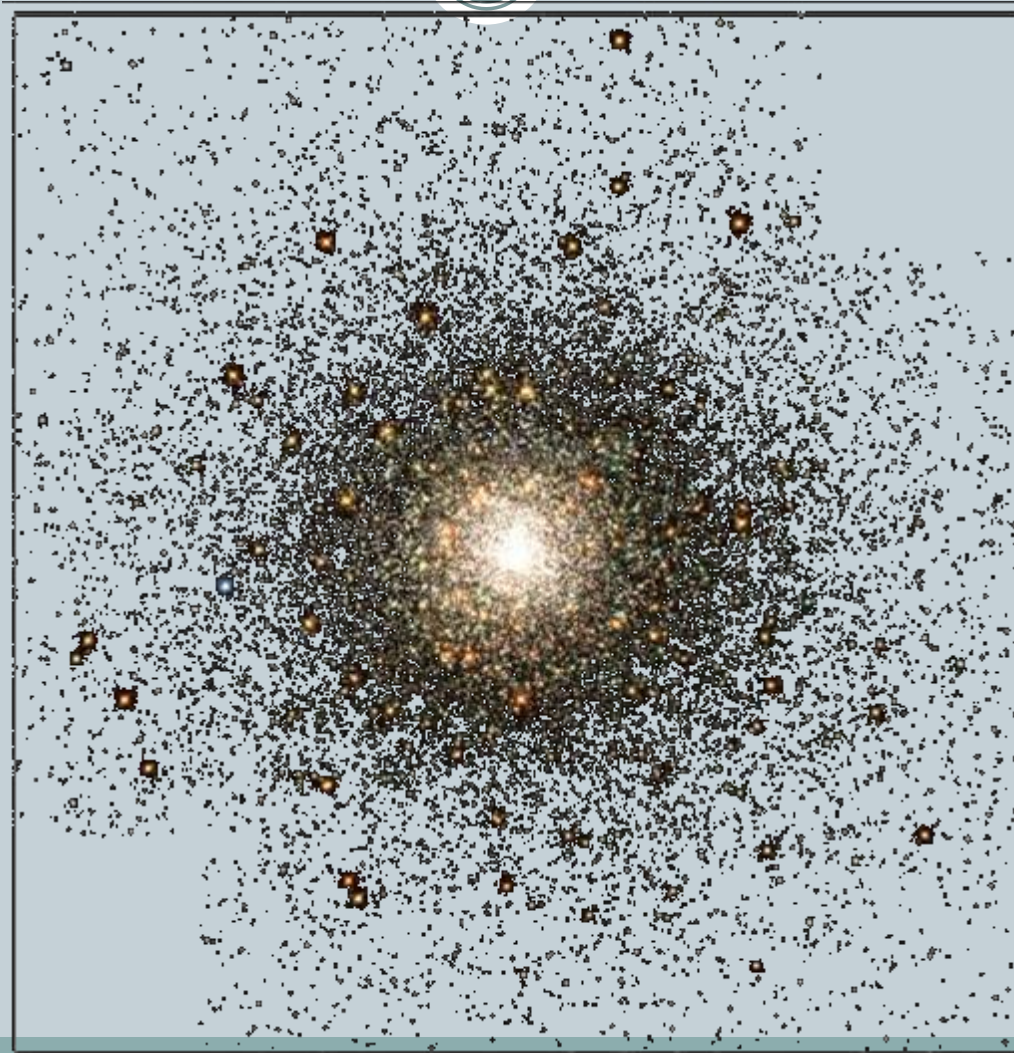
<http://www.spacetelescope.org/images/potw1011a/>.

Licensed under Public Domain via Commons -

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heart\\_of\\_M13\\_Hercules\\_Globular\\_Cluster.jpg#/media/File:Heart\\_of\\_M13\\_Hercules\\_Globular\\_Cluster.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heart_of_M13_Hercules_Globular_Cluster.jpg#/media/File:Heart_of_M13_Hercules_Globular_Cluster.jpg)

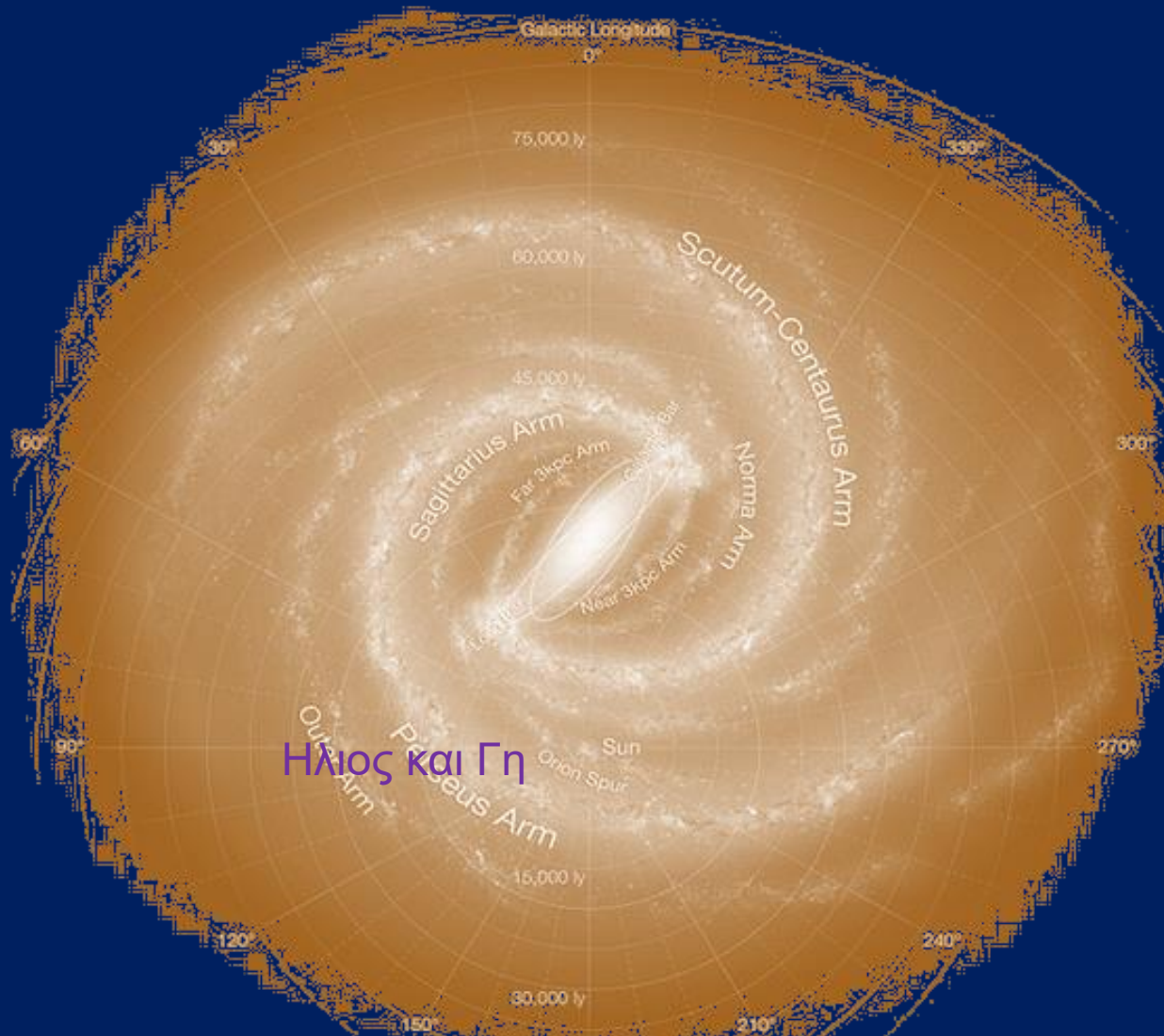


# Σφαιρωτά σμήνη Globular Clusters

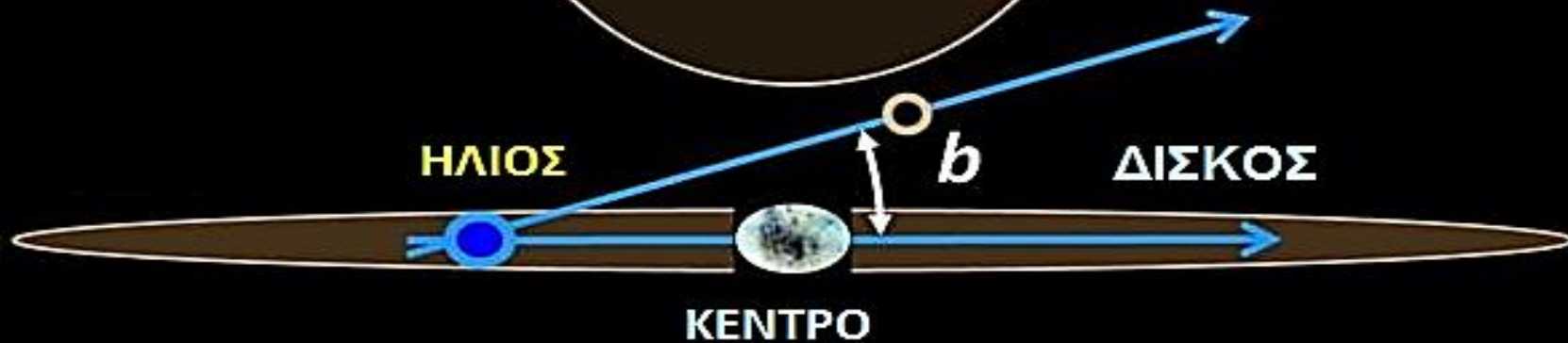
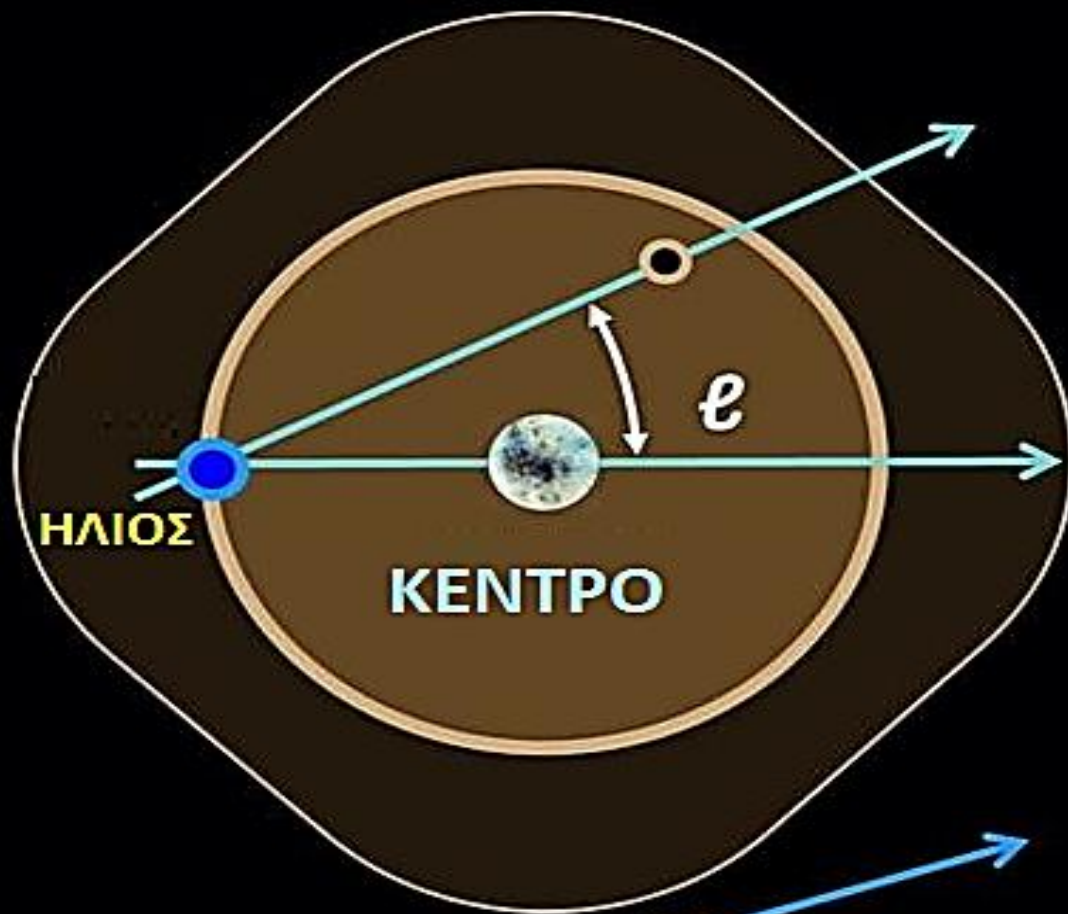


# Σφαιρωτά σμήνη Globular Clusters

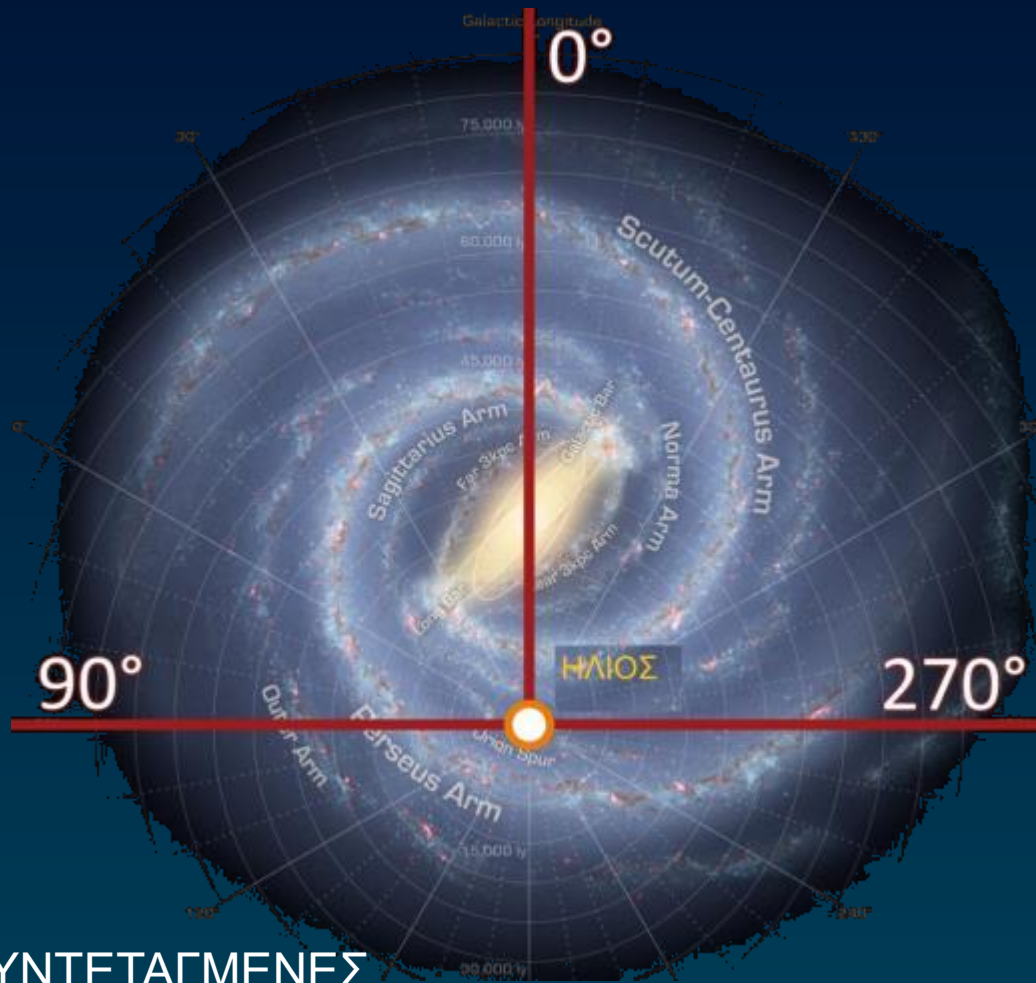




Artist's conception of the spiral structure of the Milky Way with two major stellar arms and a bar  
NASA/JPL-Caltech/ESO/R. Hurt - <http://www.eso.org/public/images/eso1339e/>



γαλαξιακές συντεταγμένες  $l, b$



ΓΑΛΑΞΙΑΚΕΣ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ

Brews added grid to original NASA

file - PD-USGov-NASA, PD-USGov-NASA/copyright (ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟ)

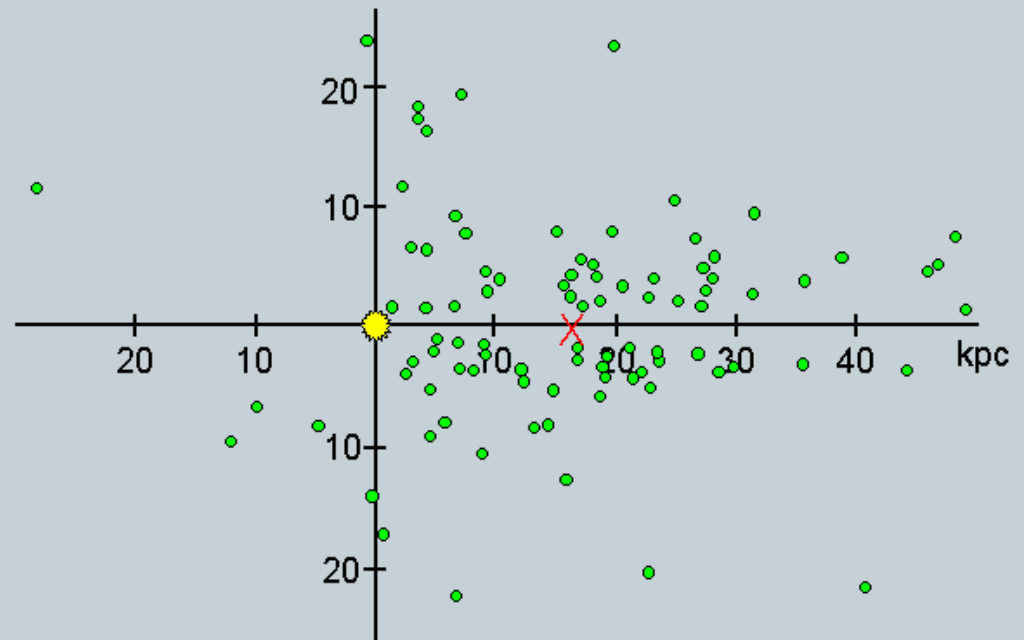
NASA/JPL-Caltech/ESO/R. Hurt

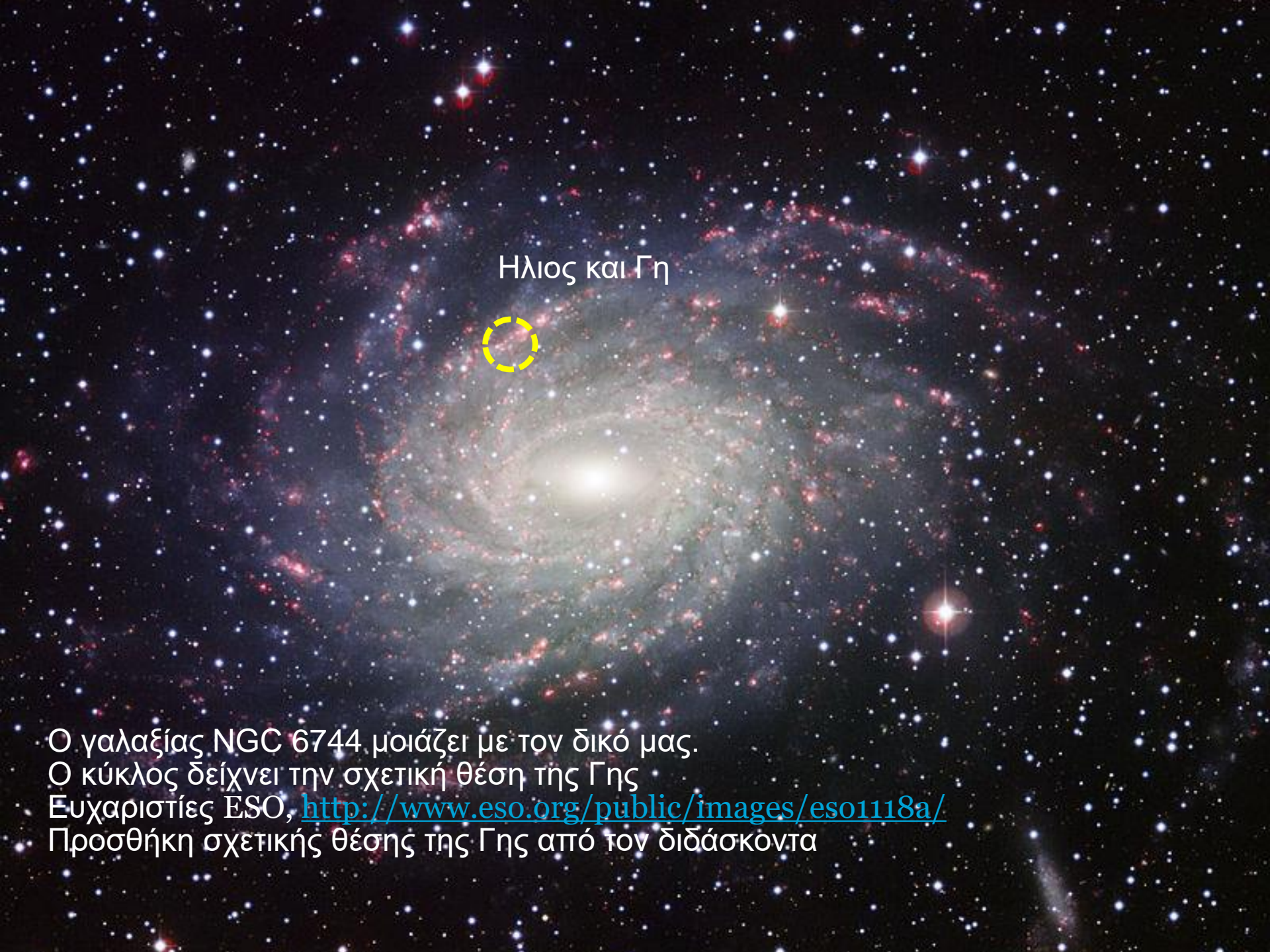
# Σφαιρωτά σμήνη Globular Clusters



- Most galaxies, including our own, contain dense clusters of  $10^3$  –  $10^6$  stars known as **globular clusters**
- The observed distribution of globular clusters tells us that the Sun is **NOT** at the center of the Milky Way galaxy

Shapley's Globular Cluster Distribution





Ηλιος και Γη

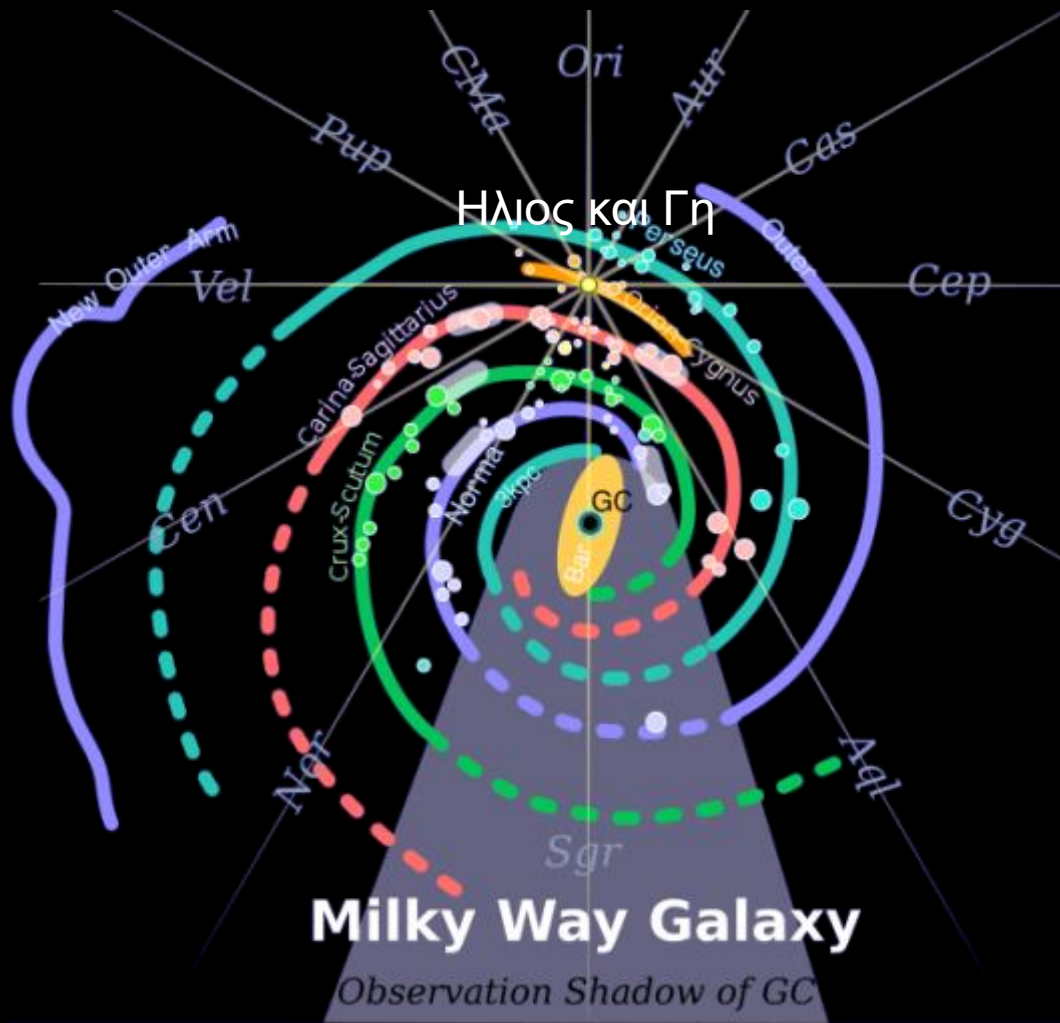


Ο γαλαξίας NGC 6744 μοιάζει με τον δικό μας.

Ο κύκλος δείχνει την σχετική θέση της Γης

Ευχαριστίες ESO, <http://www.eso.org/public/images/eso1118a/>

Προσθήκη σχετικής θέσης της Γης από τον διδάσκοντα

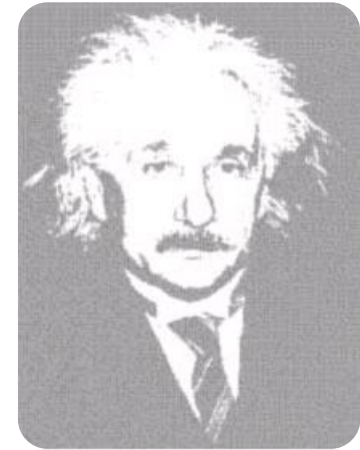


A redevelopment of Image:Milky Way Arms-Hypothetical.png details about **method** below. User:YUL89YYZ, User:Ctachme, Kevin Krisciunas, Bill Yenne: "The Pictorial Atlas of the Universe", page 145, ISBN 1-85422-025-X  
By User:Rursus [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) or CC-BY-SA-3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)], via Wikimedia Commons



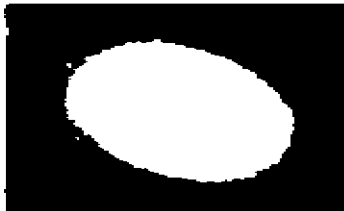
**1910:** Harlow Shapley σφαιρωτά σμήνη Γαλαξία  
**1924:** Edwin Hubble Κηφείδες στον γαλαξία της  
Ανδρομέδας, υπολογισμός απόστασης εκτός  
Γαλαξία μας

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \sqrt{\frac{1 + v/c}{1 - v/c}} - 1$$



# κοσμολογία

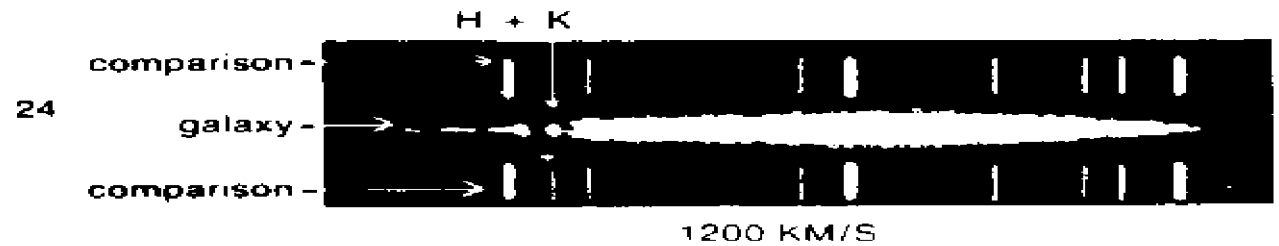
A MEMBER OF  
A CLUSTER OF  
GALAXIES IN



VIRGO

DISTANCE IN  
MEGAPARSECS

REDSHIFTS



URSA MAJOR

300



BOOTES

780



HYDRA

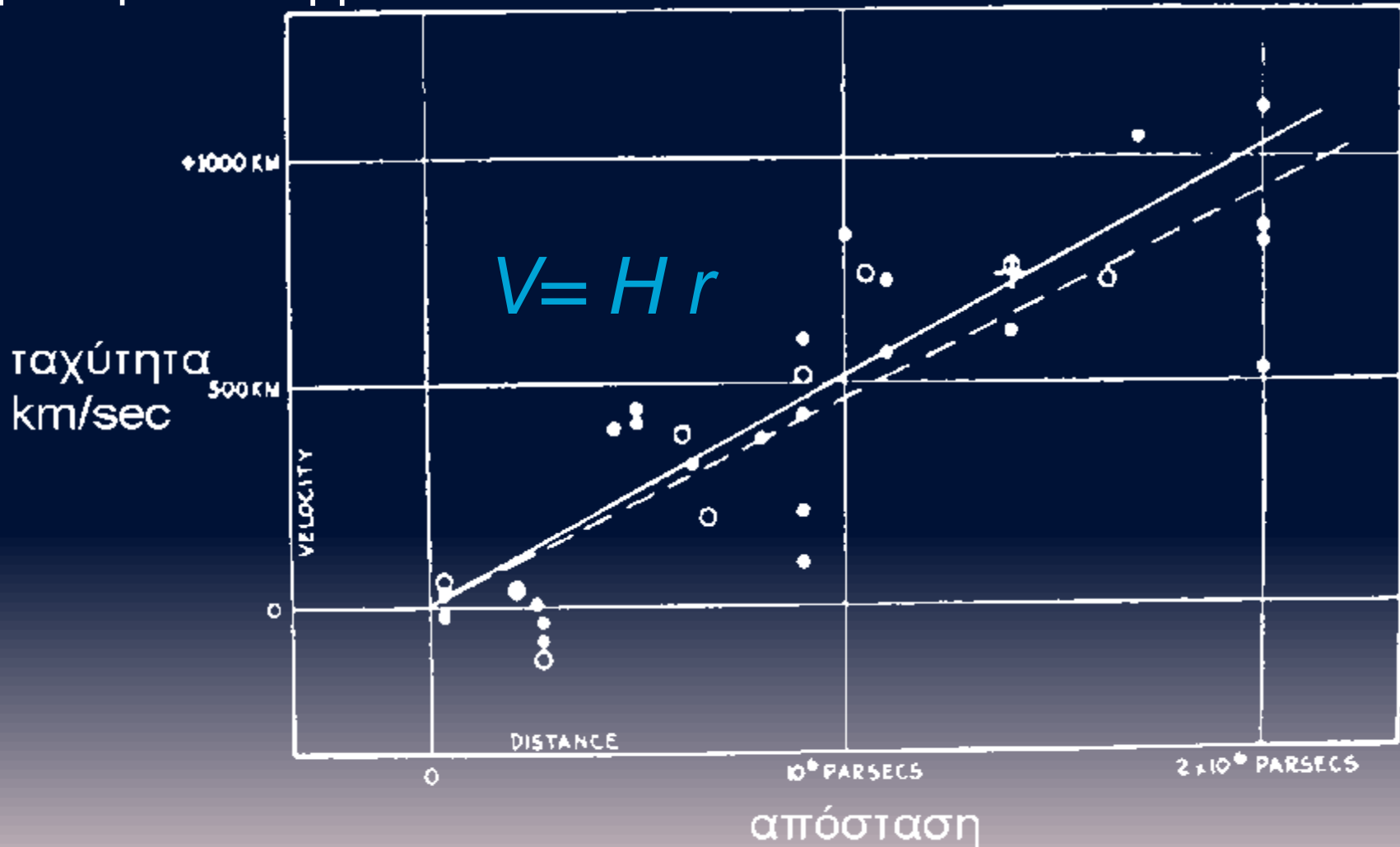
1220



Κοσμολογία: ο νόμος του Hubble, 1936,  $v=Hr$

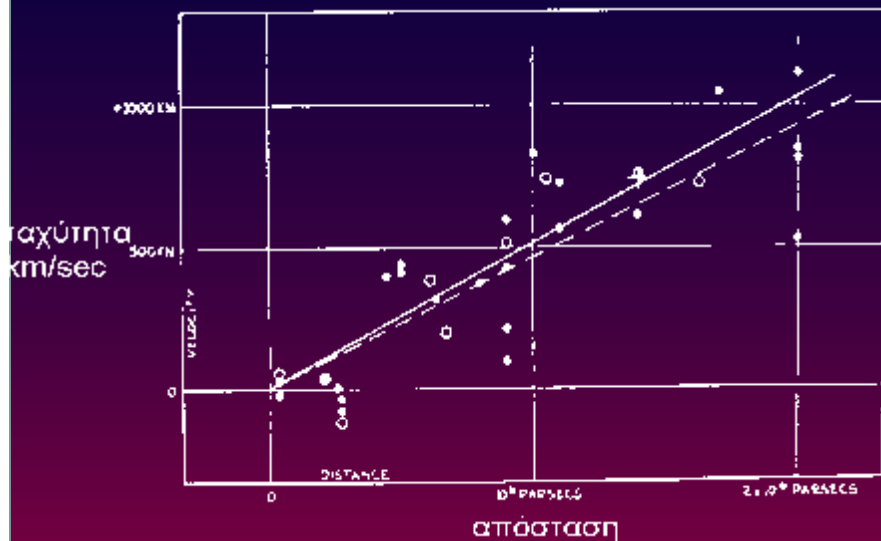
Η γραμμική σχέση απόστασης ταχύτητας, βασισμένη στο φαινόμενο Doppler

Edwin Powell Hubble, Yale University Press, 1936 - 207 σελίδες



Το διαστημικό πείραμα WMAP (2003) έδωσε  $H_0=71\pm 4(\text{km/s})/\text{Mpc}$ ,

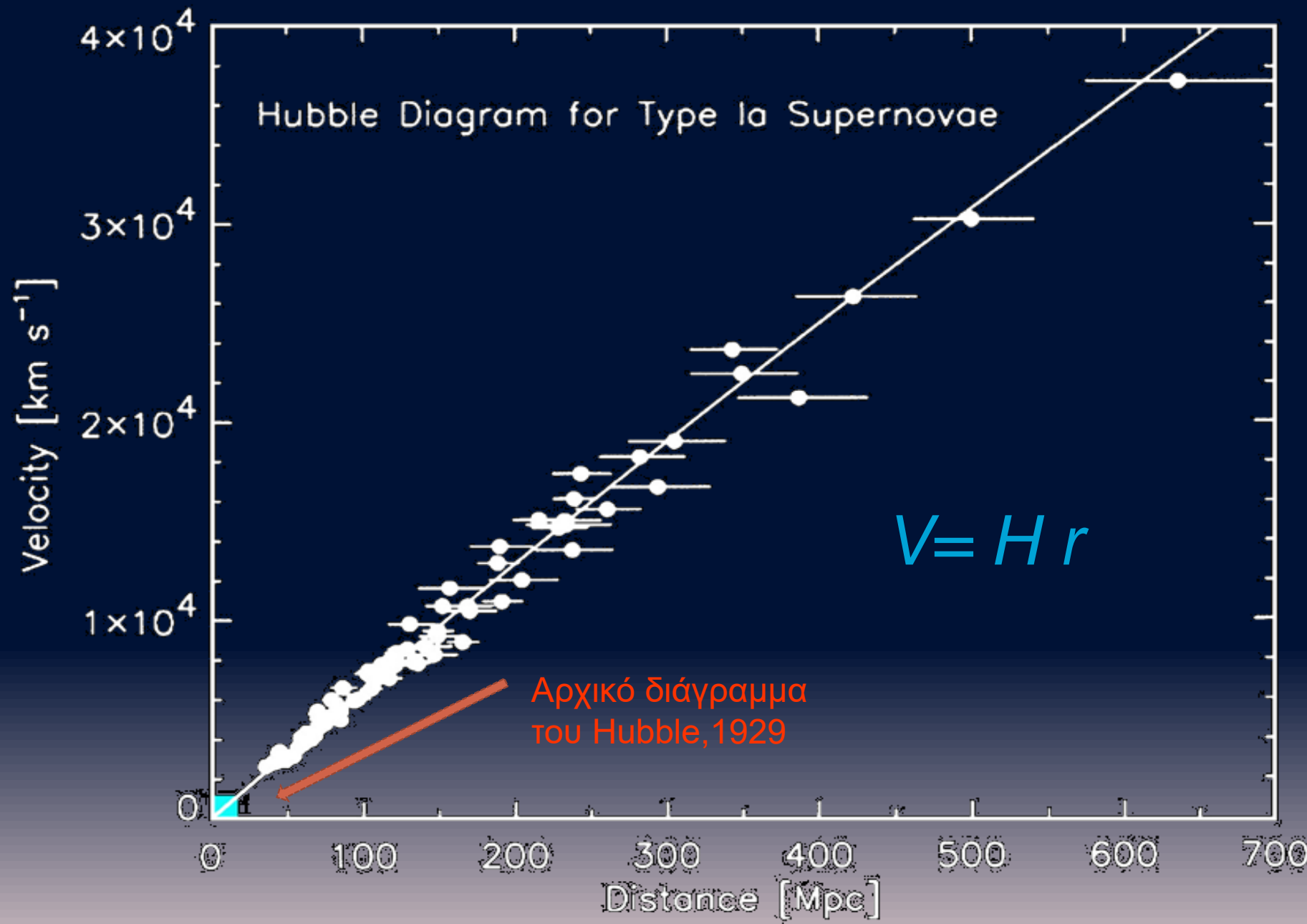
Το Chandra X-ray Observatory (2006) έδωσε  $77 (\text{km/s})/\text{Mpc}\pm 15\%$



$$V = H r$$



# Hubble Diagram for Type Ia Supernovae



Αρχικό διάγραμμα του Hubble, 1929

$$V = H r$$

# Κοσμολογία: ο νόμος του Hubble

$H_0 = 100$

$H_0 = 67$

$H_0 = 50$

$$V = H r$$

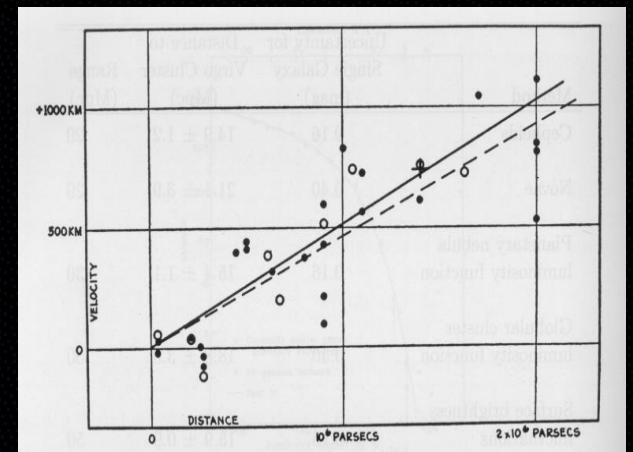
Speed  $V$  (km/sec)

13.000  
12.000  
11.000  
10.000  
9.000  
8.000  
7.000  
6.000  
5.000  
4.000  
3.000  
2.000  
1.000

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200

Distance  $d$  (Mpc)

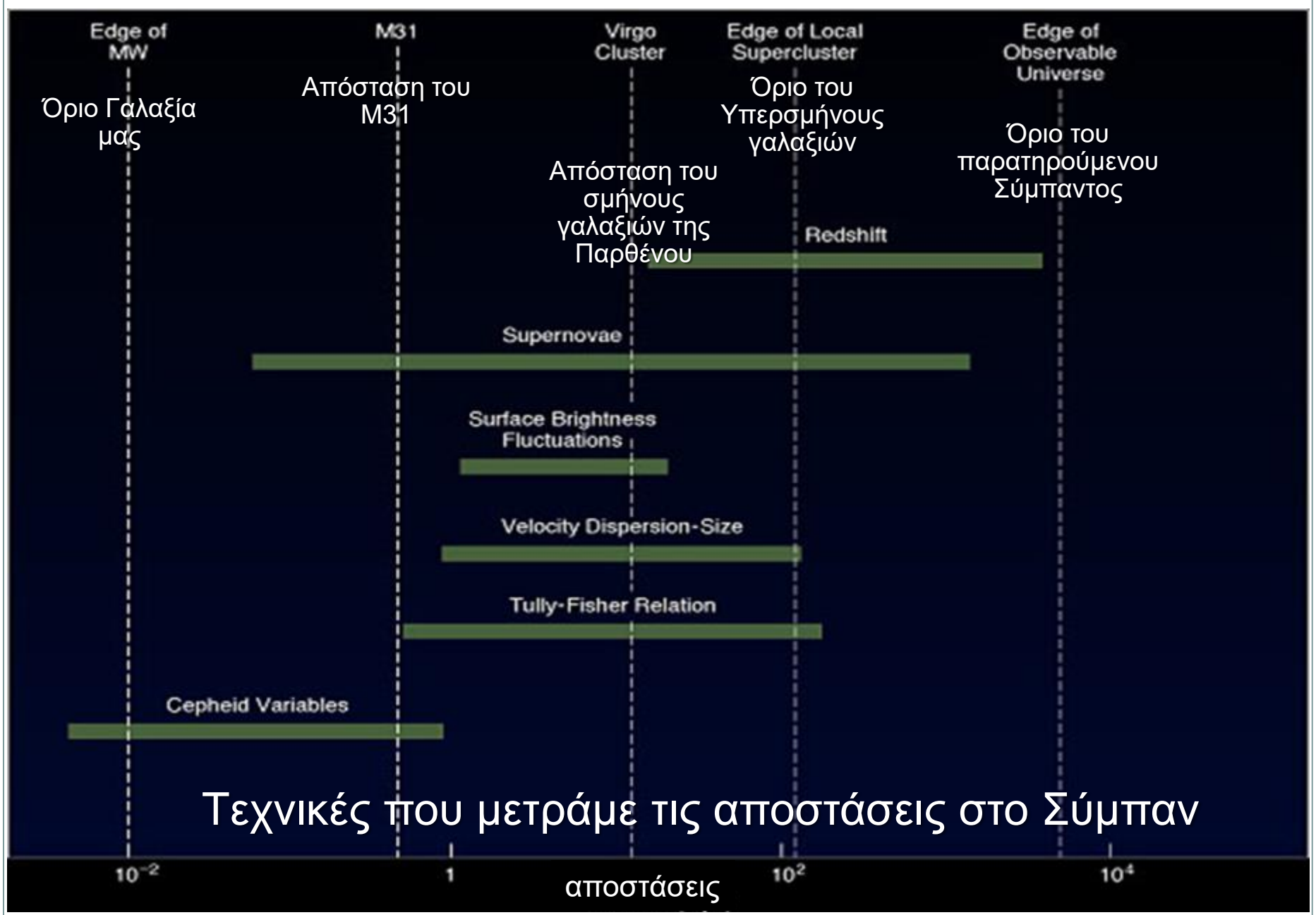
Source : NASA



## Προσδιορισμός των αποστάσεων μέχρι το σμήνος γαλαξιών της Παρθένου

μέθοδος	σφάλμα (Mag)	Από απόσταση (Mpc)	σφάλμα (Mpc)	Μέχρι Απόσταση (Mpc)
Cepheids	0.16	14.9	1.2	20
Novae	0.40	21.1	3.9	20
Plan. Nebulae	0.16	15.4	1.1	30
Glob. Clusters	0.40	18.8	3.8	50
S. Bright. Fluct.	0.16	15.9	0.9	50
Tully- Fisher	0.28	15.8	1.5	>100
D-Sigma	0.50	16.8	2.4	>100
Supernova (1a)	0.53	19.4	5.0	>1000

Από το θαυμάσιο βιβλίο *An Introduction to Modern Astrophysics*, των **B. W. Carroll and D. A. Ostlie**, εκδ. Addison-Wesley, 1996 και 2013, ISBN-13: 978-1292022932

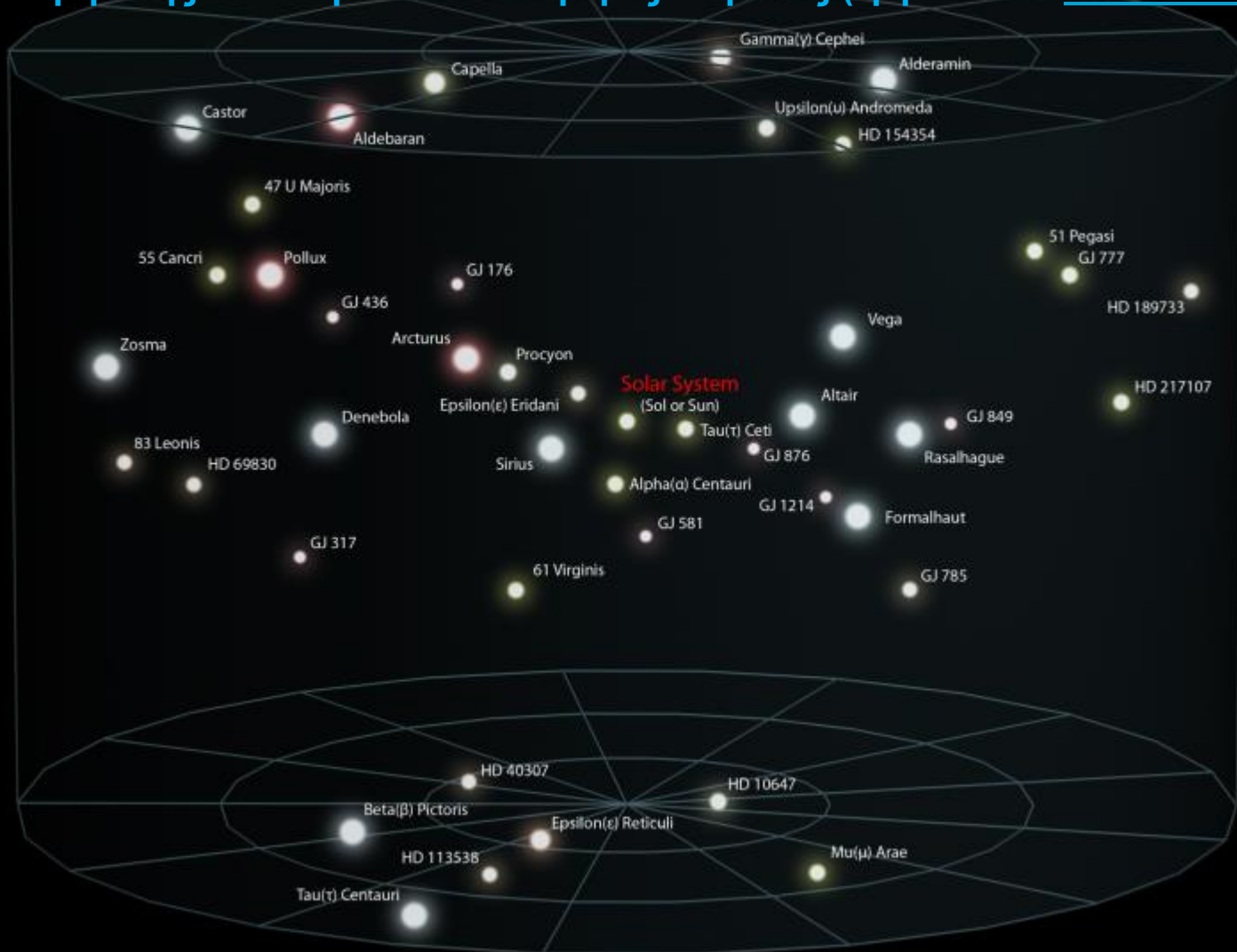


# Τεχνικές που μετράμε τις αποστάσεις στο Σύμπαν



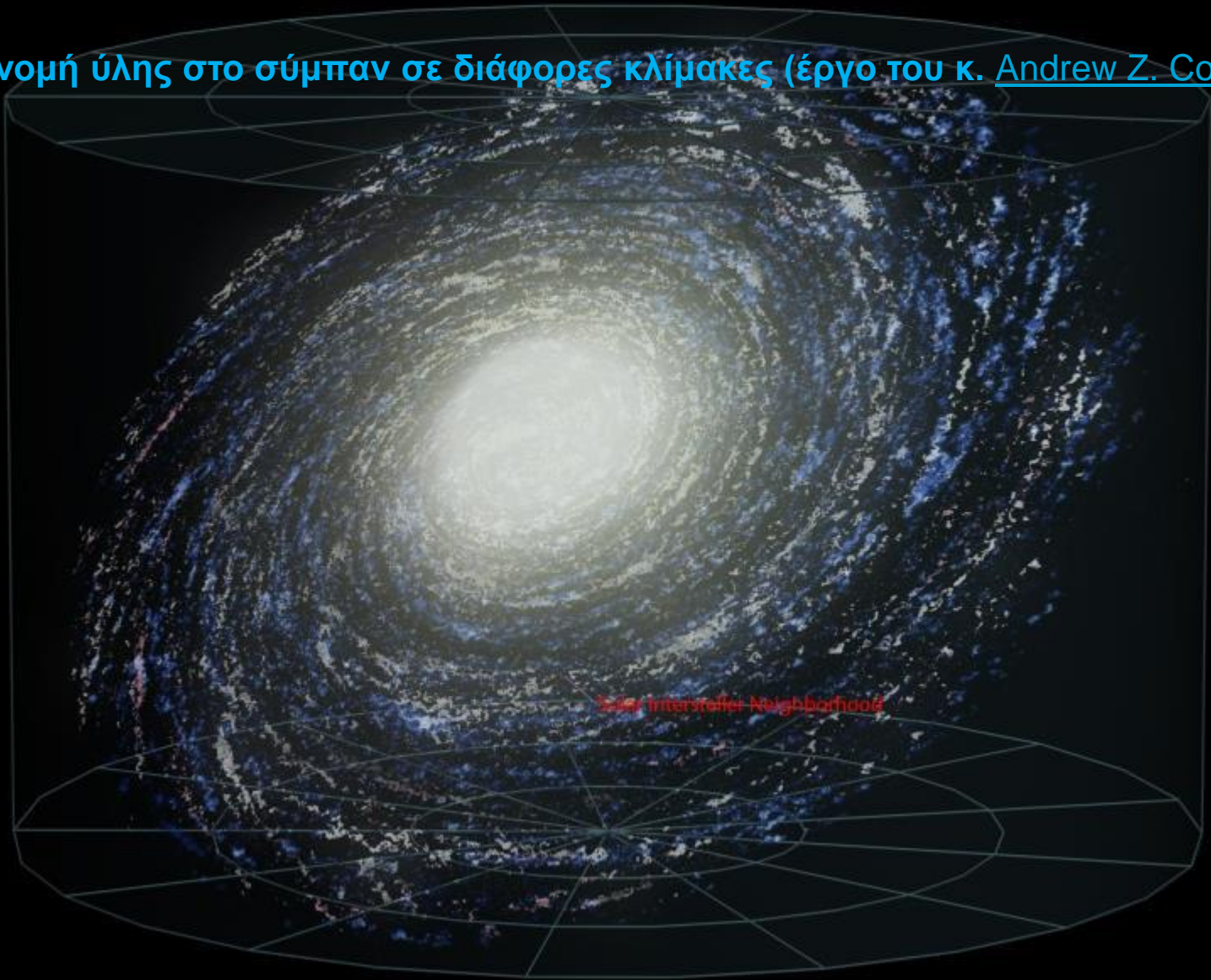
# Solar Interstellar Neighborhood

η κατανομή ύλης στο σύμπαν σε διάφορες κλίμακες (έργο του κ. [Andrew Z. Colvin](#))



# Milky Way Galaxy

η κατανομή ύλης στο σύμπαν σε διάφορες κλίμακες (έργο του κ. [Andrew Z. Colvin](#))



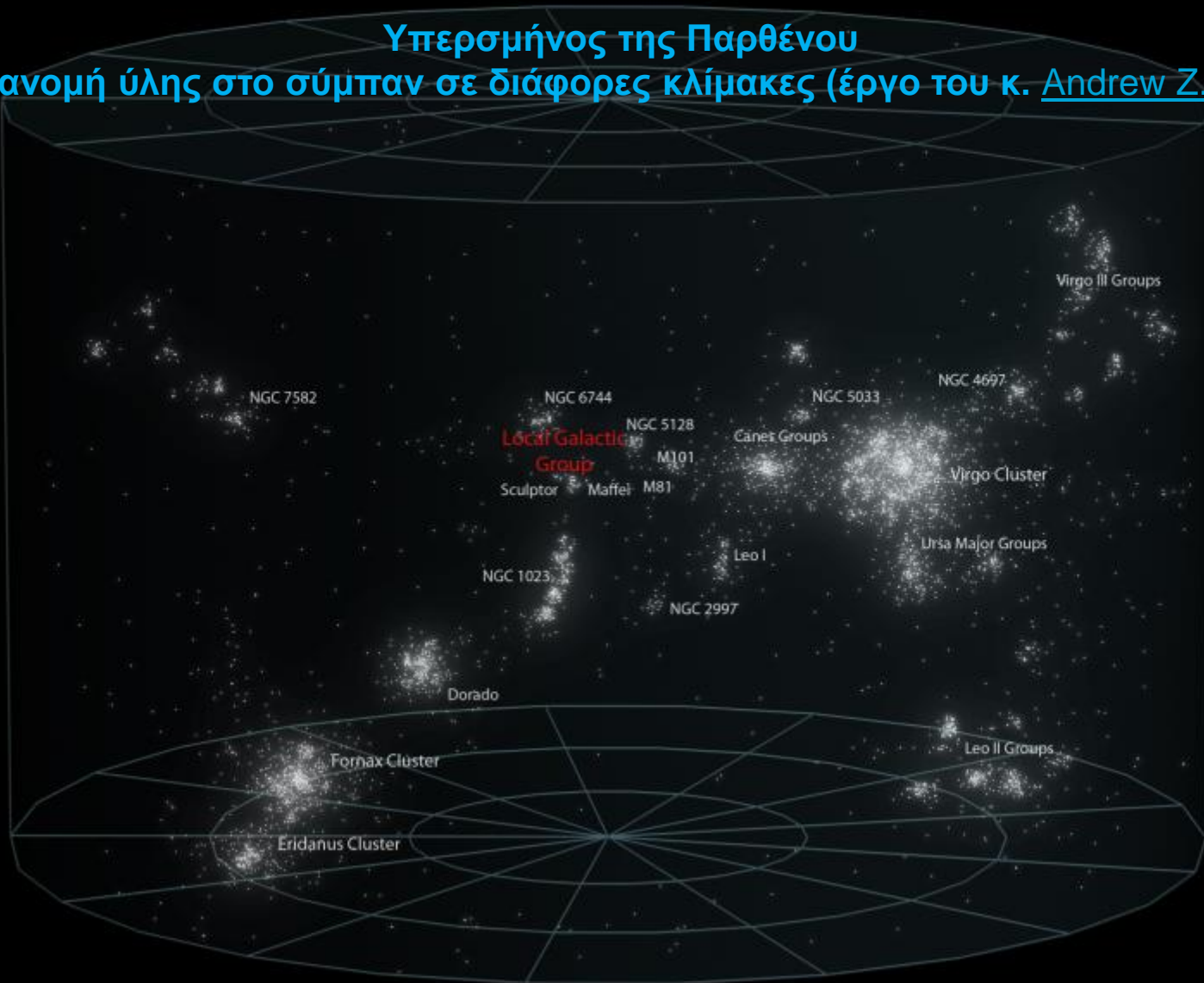
# Local Galactic Group

η κατανομή ύλης στο σύμπαν σε διάφορες κλίμακες (έργο του κ. [Andrew Z. Colvin](#))



# Virgo Supercluster

Υπερσμήνος της Παρθένου  
η κατανομή ύλης στο σύμπαν σε διάφορες κλίμακες (έργο του κ. [Andrew Z. Colvin](#))



# Local Superclusters

η κατανομή σμηνών γαλαξιών στο σύμπαν σε διάφορες κλίμακες (έργο του κ. [Andrew Z. Colvin](#))

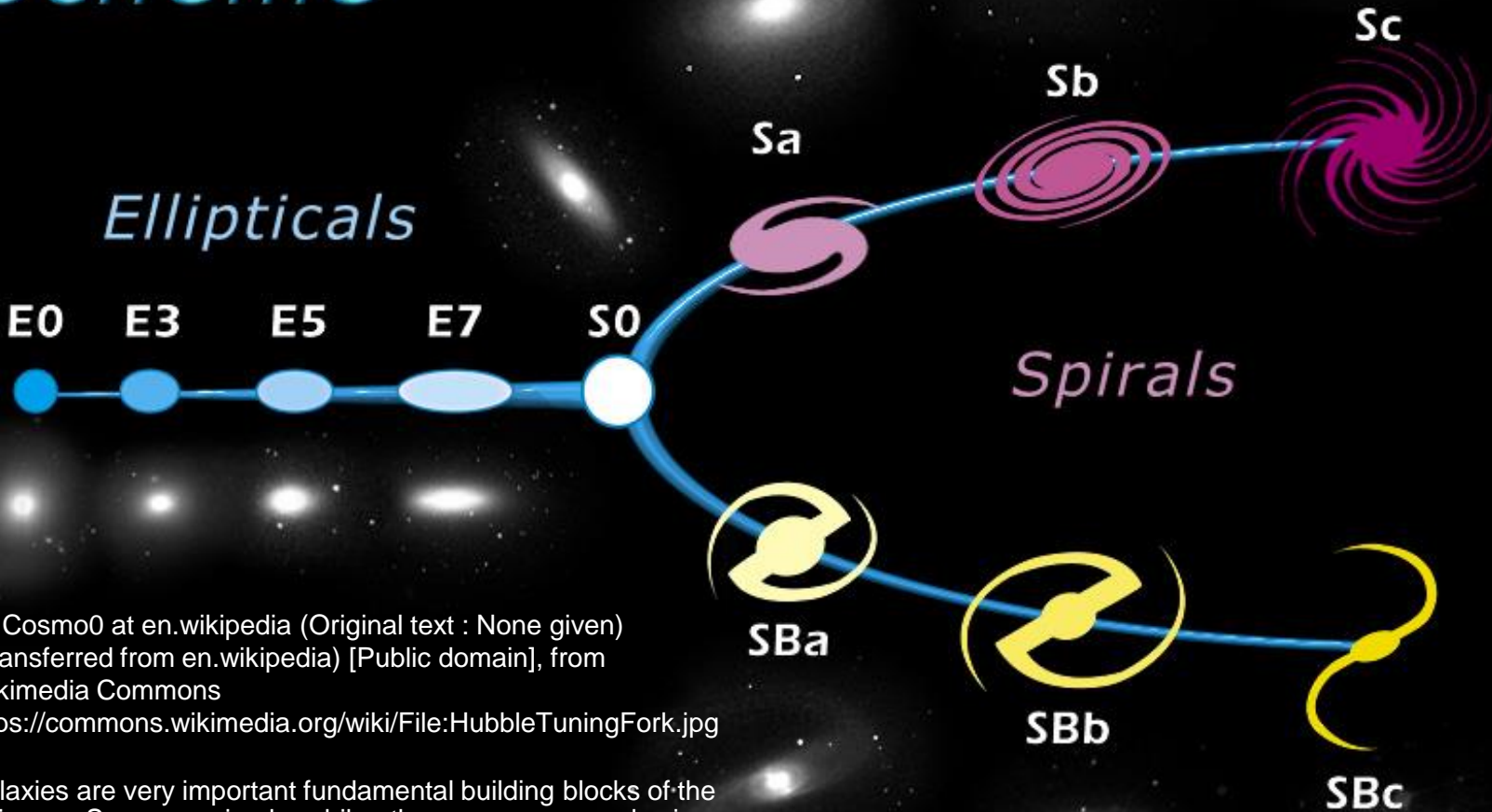


# Observable Universe

η κατανομή ύλης στο σύμπαν σε διάφορες κλίμακες (έργο του κ. [Andrew Z. Colvin](#))



## Edwin Hubble's Classification Scheme



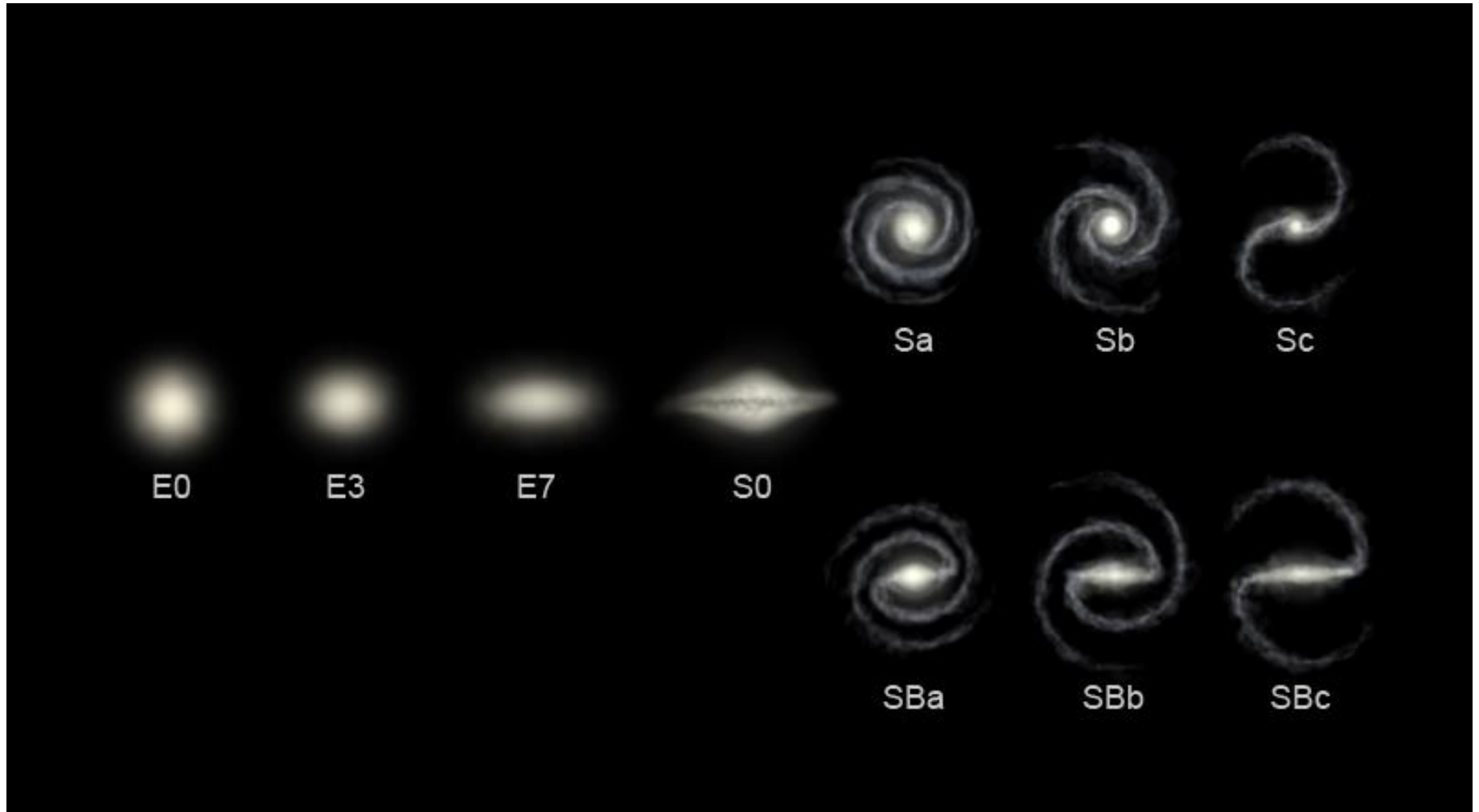
By Cosmo0 at en.wikipedia (Original text : None given)  
(Transferred from en.wikipedia) [Public domain], from  
Wikimedia Commons  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HubbleTuningFork.jpg>

Galaxies are very important fundamental building blocks of the Universe. Some are simple, while others are very complex in structure. As one of the first steps towards a coherent theory of galaxy evolution, the American astronomer Edwin Hubble, developed a classification scheme of galaxies in 1926. Although this scheme, also known as the Hubble tuning fork diagram, is now considered somewhat too simple, the basic ideas still hold.

# Ταξινόμηση γαλαξιών κατά Hubble

(σχήμα του κ. Ville Koistinen)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble\\_sequence\\_photo.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hubble_sequence_photo.png)





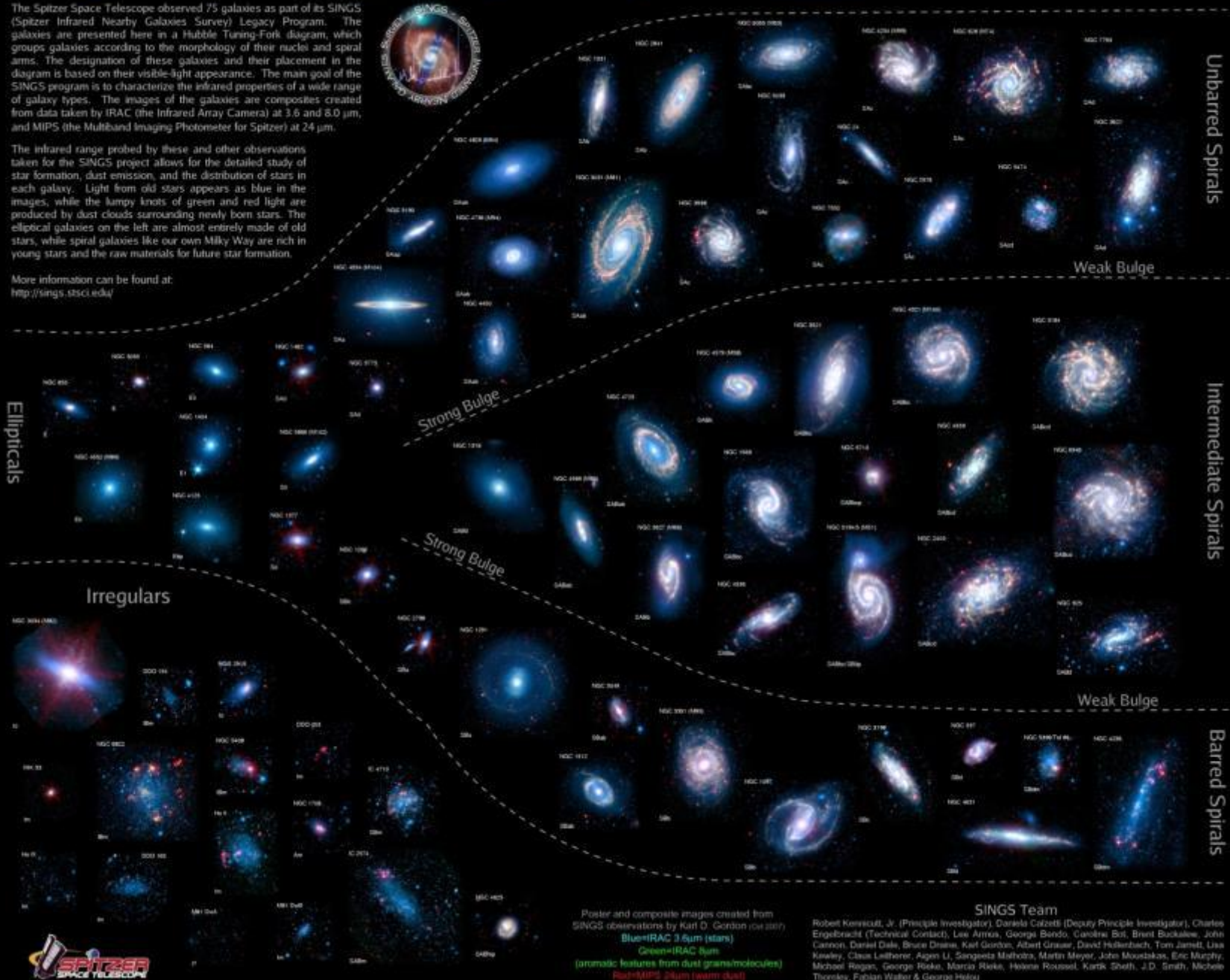
# Ταξινόμηση γαλαξιών

## The Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey (SINGS) Hubble Tuning-Fork

The Spitzer Space Telescope observed 75 galaxies as part of its SINGS (Spitzer Infrared Nearby Galaxies Survey) Legacy Program. The galaxies are presented here in a Hubble Tuning-Fork diagram, which groups galaxies according to the morphology of their nuclei and spiral arms. The designation of these galaxies and their placement in the diagram is based on their visible-light appearance. The main goal of the SINGS program is to characterize the infrared properties of a wide range of galaxy types. The images of the galaxies are composites created from data taken by IRAC (the Infrared Array Camera) at 3.6 and 8.0  $\mu\text{m}$ , and MIPS (the Multiband Imaging Photometer for Spitzer) at 24  $\mu\text{m}$ .

The infrared range probed by these and other observations taken for the SINGS project allows for the detailed study of star formation, dust emission, and the distribution of stars in each galaxy. Light from old stars appears as blue in the images, while the lumpy knots of green and red light are produced by dust clouds surrounding newly born stars. The elliptical galaxies on the left are almost entirely made of old stars, while spiral galaxies like our own Milky Way are rich in young stars and the raw materials for future star formation.

More information can be found at:  
<http://sings.stsci.edu/>



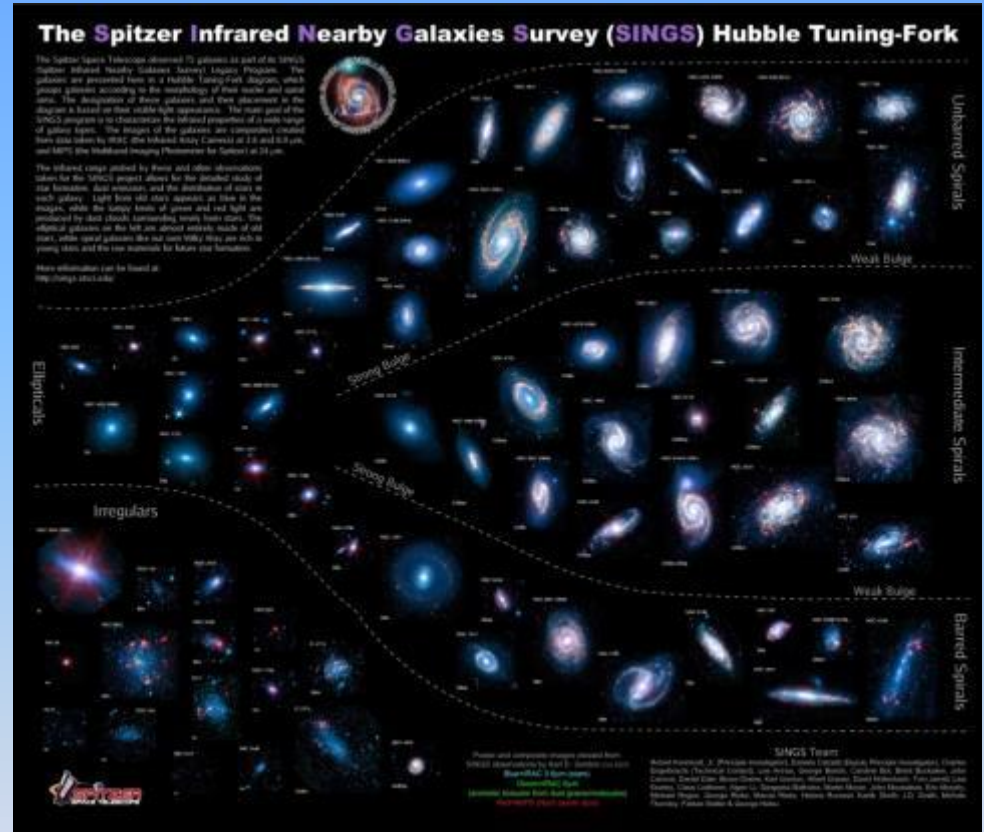
Poster and composite images created from SINGS observations by Karl O. Gordon (oak@stsci.edu)  
 Blue=IRAC 3.6um (stars)  
 Green=IRAC 8um  
 (aromatic features from dust grains/molecules)  
 Red=MIPS 24um (warm dust)

**SINGS Team**  
 Robert Kennicutt, Jr. (Principal Investigator), Daniela Calzetti (Deputy Principle Investigator), Charles Engelbracht (Technical Contact), Lee Armus, George Bendo, Gordon Bos, Brent Buckalew, John Danmon, Daniel Dale, Bruce Draine, Karl Gordon, Albert Goren, Gordon Hogg, David Hubble, Tom Jarrett, Lisa Kewley, Claus Leitherer, Apurvi L., Sangeeta Madhava, Martin Meyer, John Moustakas, Eric Murphy, Michael Reges, George Rieke, Marcia Rieke, Helena Russell, Karik Sheth, J.D. Smith, Michele Thronley, Fabian Walter & George Helou

# Ταξινόμηση γαλαξιών

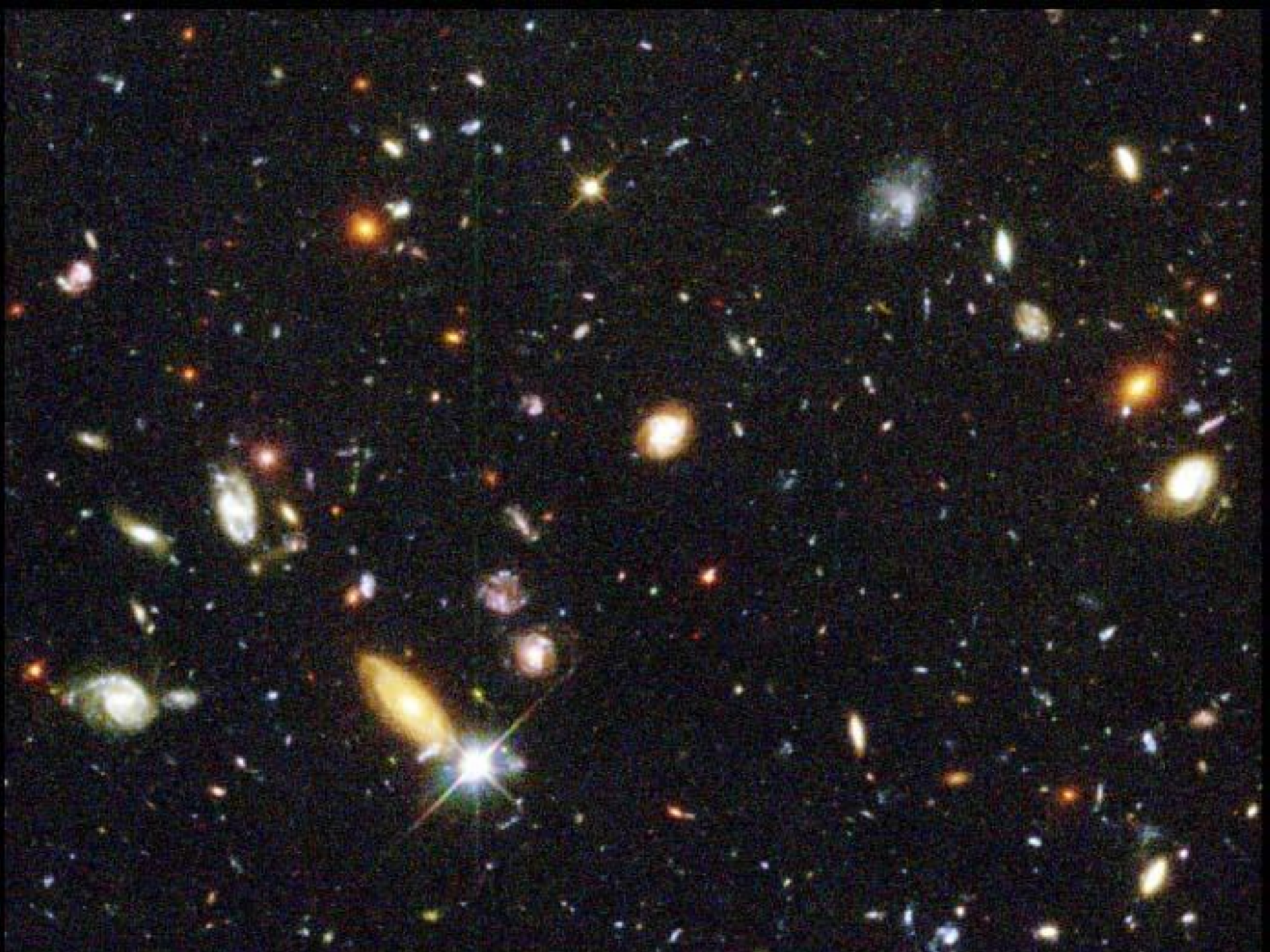
This poster displays the 75 SINGS galaxies arranged in a tuning fork based on their optical morphology. The color images of each galaxy were created from the SINGS IRAC 3.6um (blue), IRAC 8.0um (green), and MIPS 24um (red) images. This poster represents summarizes a large amount of work carried about by the SINGS team in writing the original proposal, planning the observations, reducing the data, and many studies devoted to understanding what the images mean. Most of the work for the poster itself was carried about by [Karl Gordon](#) with significant help from Robert Hurt. Many SINGS team members and [Spitzer Science Center](#) staff contributed helpful comments and advice.

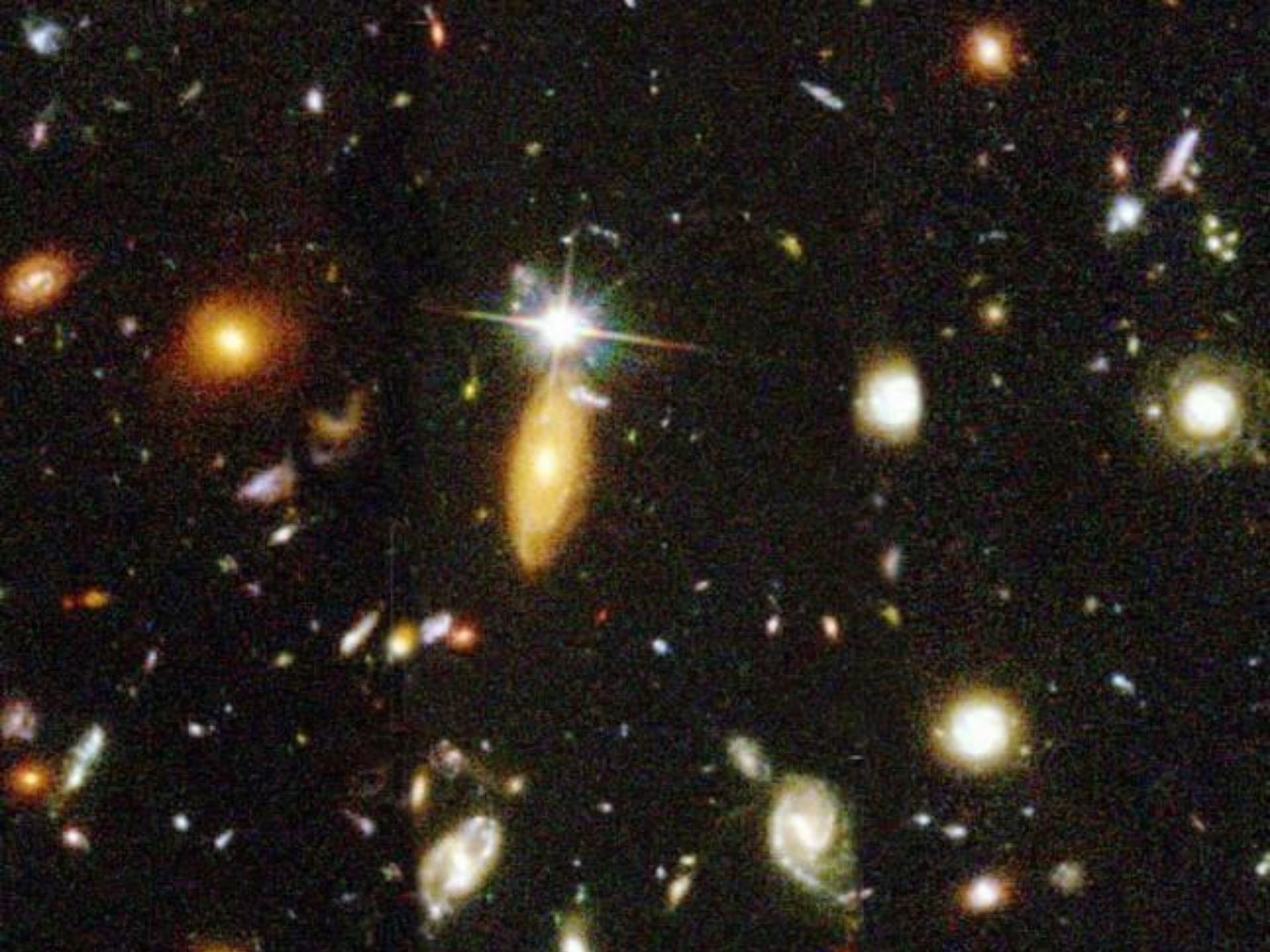
The [Spitzer Science Center](#) has a [feature article](#) on this poster. Questions about the poster should be directed to Karl Gordon ([kgordon@stsci.edu](mailto:kgordon@stsci.edu)). The poster can be used for any non-commercial application without requesting permission. For commercial use, please contact Karl Gordon ([kgordon@stsci.edu](mailto:kgordon@stsci.edu)).

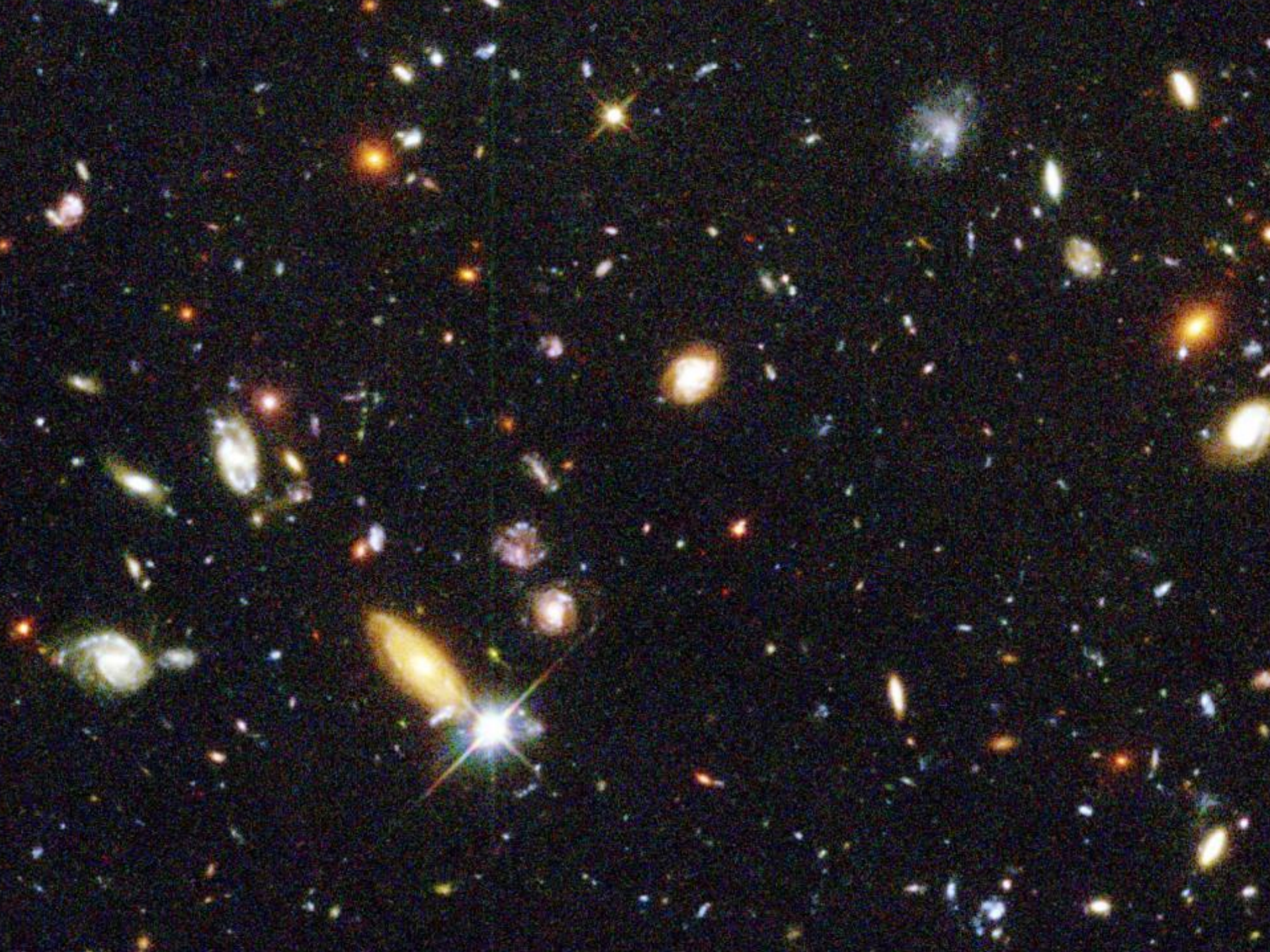


The NASA/ESA Hubble Space Telescope has snapped the best ever image of the Antennae Galaxies. Hubble has released images of these stunning galaxies twice before, once using observations from its Wide Field and Planetary Camera 2 (WFPC2) in 1997, and again in 2006 from the Advanced Camera for Surveys (ACS). Each of Hubble's images of the Antennae Galaxies has been better than the last, due to upgrades made during the famous servicing missions, the last of which took place in 2009. The galaxies — also known as NGC 4038 and NGC 4039 — are locked in a deadly embrace. Once normal, sedate spiral galaxies like the Milky Way, the pair have spent the past few hundred million years sparring with one another. This clash is so violent that stars have been ripped from their host galaxies to form a streaming arc between the two. In wide-field images of the pair the reason for their name becomes clear — far-flung stars and streamers of gas stretch out into space, creating long tidal tails reminiscent of antennae. This new image of the Antennae Galaxies shows obvious signs of chaos. Clouds of gas are seen in bright pink and red, surrounding the bright flashes of blue star-forming regions — some of which are partially obscured by dark patches of dust. The rate of star formation is so high that the Antennae Galaxies are said to be in a state of starburst, a period in which all of the gas within the galaxies is being used to form stars. This cannot last forever and neither can the separate galaxies; eventually the nuclei will coalesce, and the galaxies will begin their retirement together as one large elliptical galaxy. This image uses visible and near-infrared observations from Hubble's Wide Field Camera 3 (WFC3), along with some of the previously-released observations from Hubble's Advanced Camera for Surveys (ACS).









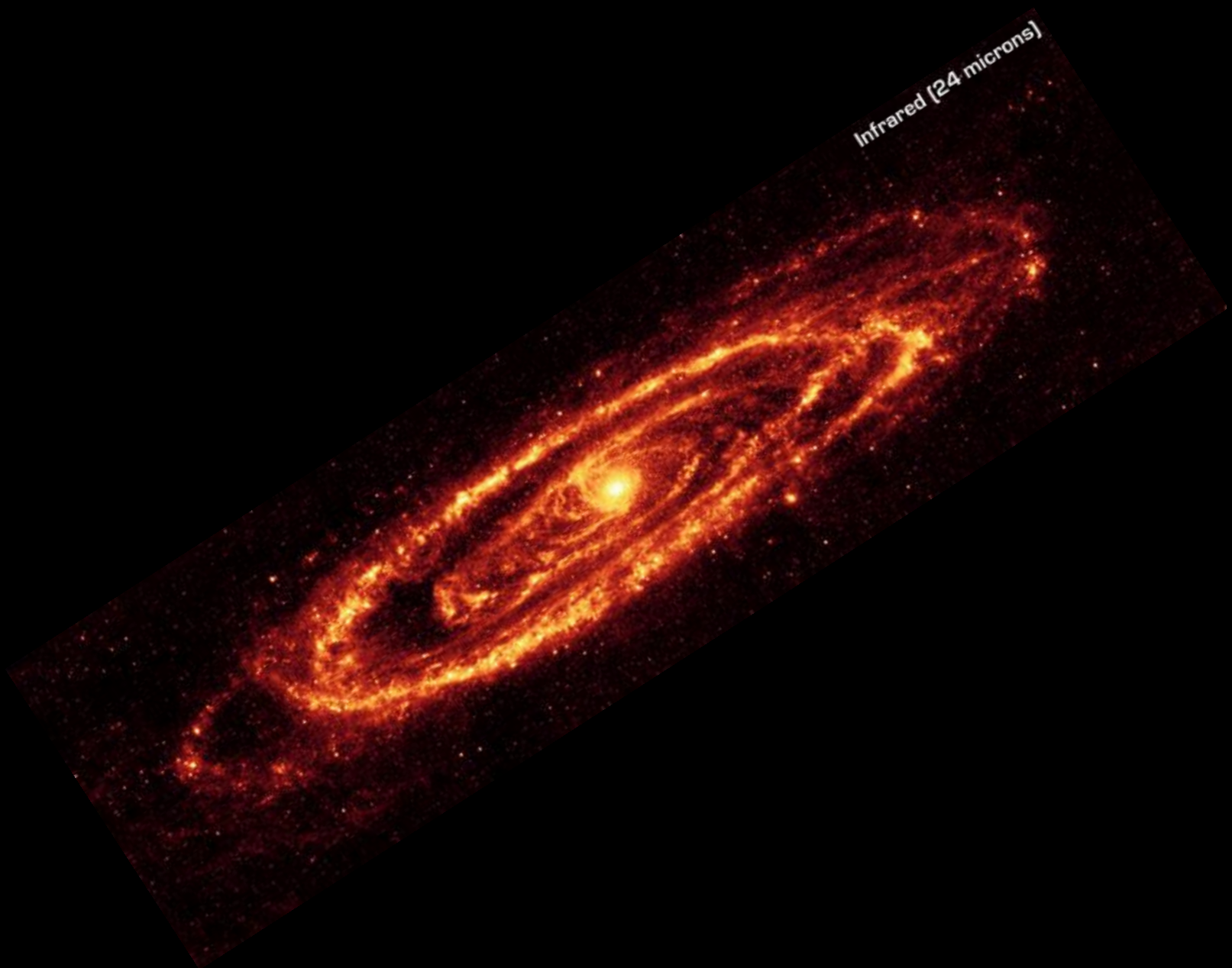








Infrared (24 microns)








Whirlpool Galaxy • M51



Hubble  
Heritage

NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)  
Hubble Space Telescope WFC2 • STScI-PRC01-10





Galaxies can take many forms — elliptical blobs, swirling spiral arms, bulges, and discs are all known components of the wide range of galaxies we have observed using telescopes like the NASA/ESA Hubble Space Telescope. However, some of the more intriguing objects in the sky around us include ring galaxies like the one pictured above — Zw II 28. Ring galaxies are mysterious objects. They are thought to form when one galaxy slices through the disc of another, larger, one — as galaxies are mostly empty space, this collision is not as aggressive or as destructive as one might imagine. The likelihood of two stars physically colliding is minimal, and it is instead the gravitational effects of the two galaxies that causes the disruption. This disruption upsets the material in both galaxies, causing it to redistribute to form a dense central core, encircled by bright stars. All this commotion causes clouds of gas and dust to collapse and triggers new periods of intense star formation in the outer ring, which is thus full of hot, young, blue stars and regions that are actively giving rise to new stars. The sparkling pink and purple loop of Zw II 28 is not a typical ring galaxy due to its lack of a visible central companion. For many years it was thought to be a lone circle on the sky, but observations using Hubble have shown that there may be a possible companion lurking just inside the ring, where the loop appears to double back on itself. The galaxy has a knotty, swirling ring structure, with some areas appearing much brighter than others. A version of this image was entered into the Hubble's Hidden Treasures image processing competition by contestant Judy Schmidt.

# Γαλαξίας

πυρήνας

NGC 4414, a typical spiral galaxy in the constellation Coma Berenices, is about 55,000 light-years in diameter and approximately 60 million light-years away from Earth. NASA Headquarters - Greatest Images of NASA (NASA-HQ-GRIN)

<http://nix.larc.nasa.gov/info;jsessionid=1sl2so6lc9mab?id=GPN-2000-000933&orgid=12>

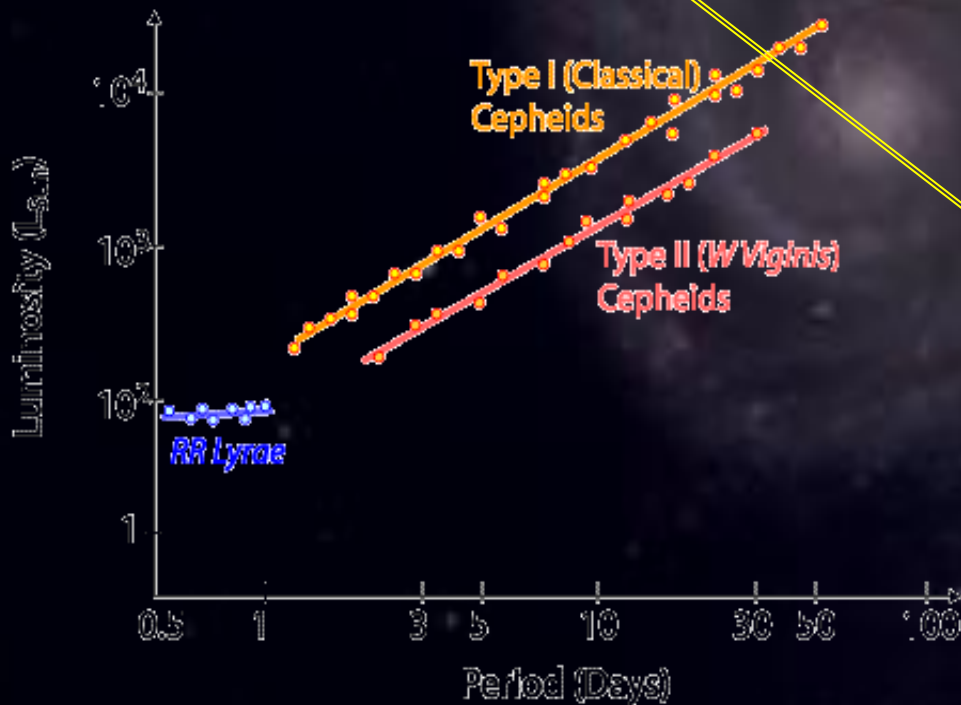


$$5 \log_{10} \frac{D}{\text{kpc}} = m - M - 5,$$

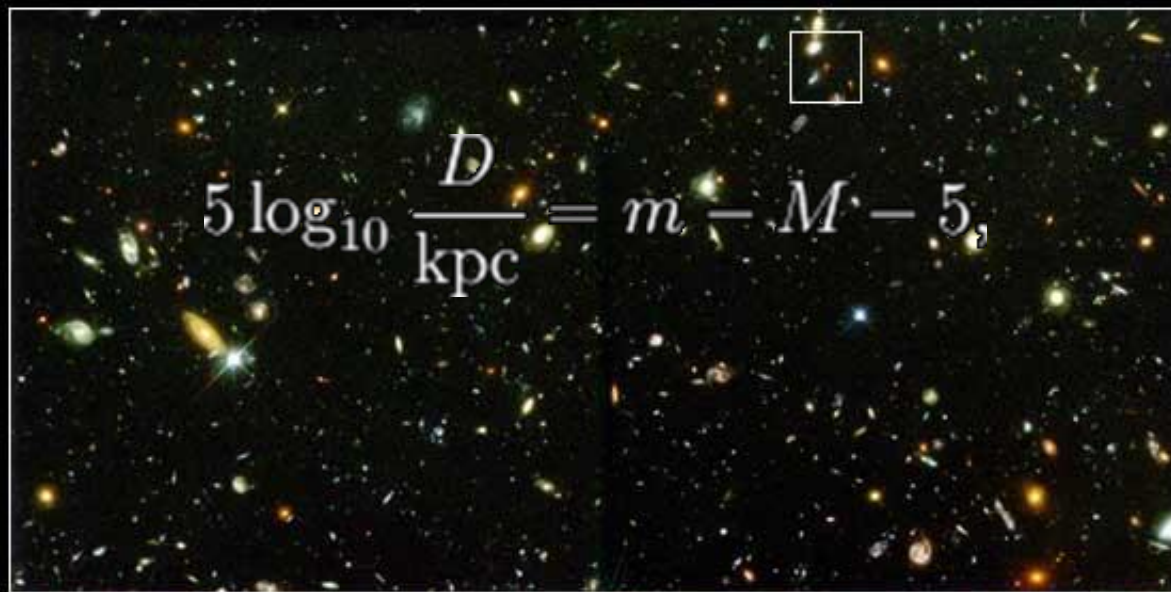
**M51**

$$M_v = -2.81 \log(P) - (1.43 \pm 0.1)$$

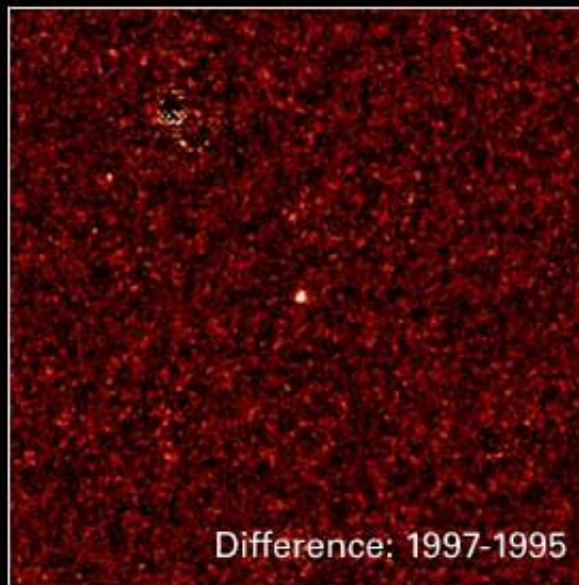
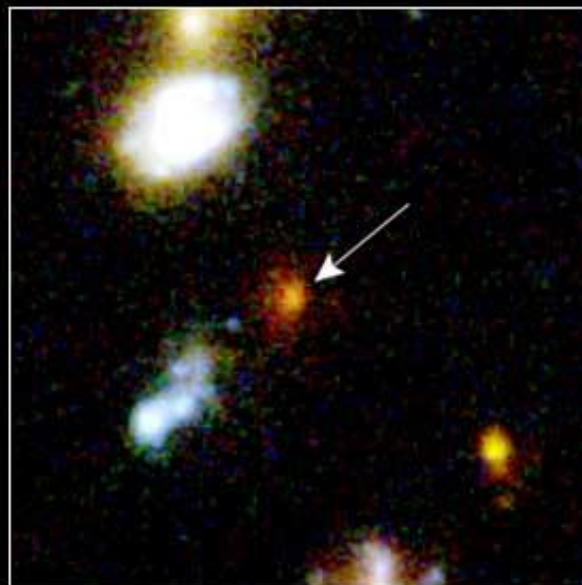
PERIOD - LUMINOSITY RELATIONSHIP



Πώς υπολογίζουμε τις αποστάσεις στο σύμπαν με βάση τις περιόδους διαφόρων τύπων μεταβλητών αστρων, των Κηφείδων. Μετράμε το φαινόμενο μέγεθος  $m$  και επειδή το απόλυτο μέγεθος  $M$  είναι συνάρτηση της περιόδου μεταβολής,  $P$ , υπολογίζουμε την απόσταση  $D$



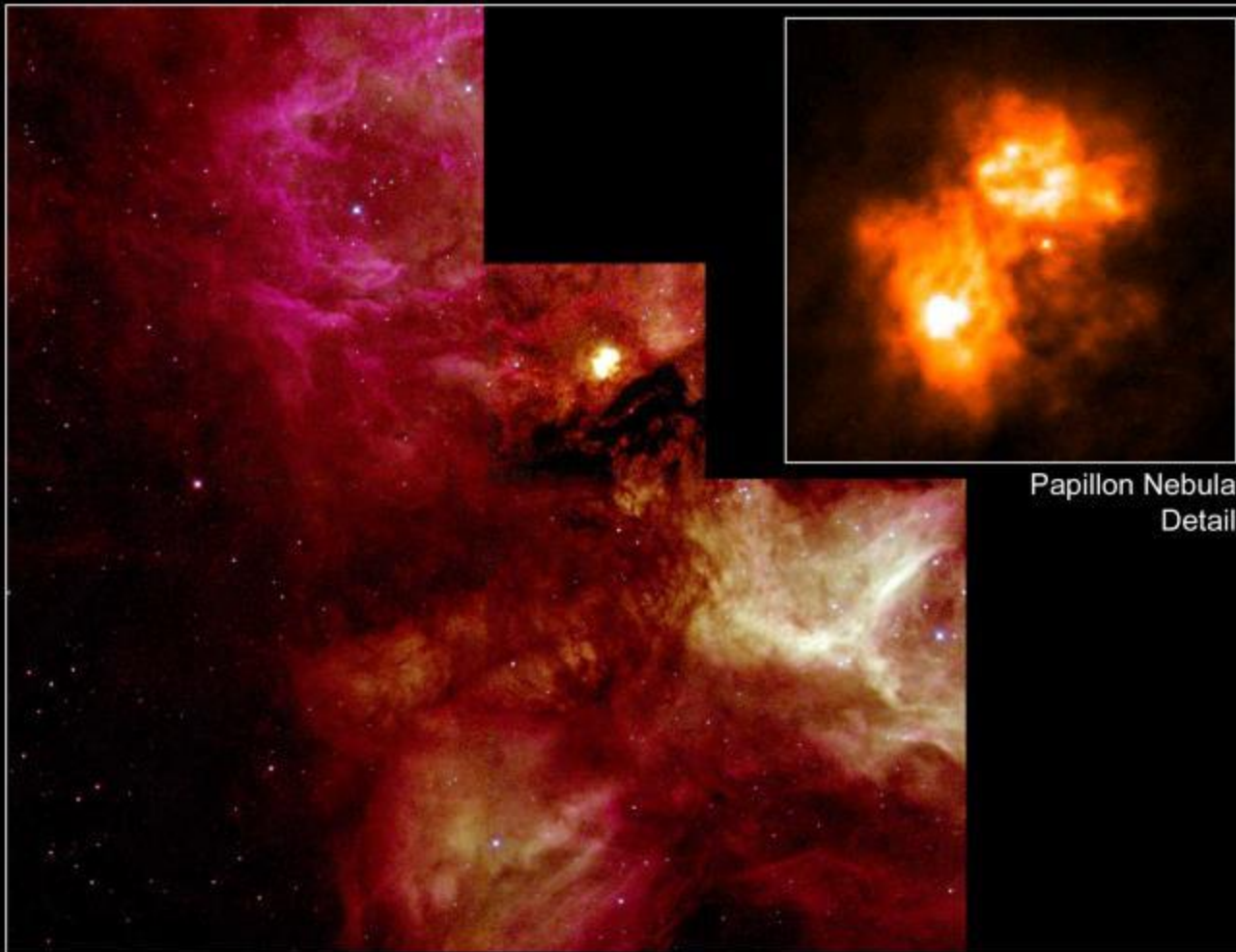
Υπολογισμός  
απόστασης  
μακρινού  
γαλαξία με  
παρατηρήσεις  
υπερκαινοφανούς



**Distant Supernova in the Hubble Deep Field**

**HST • WFPC2**

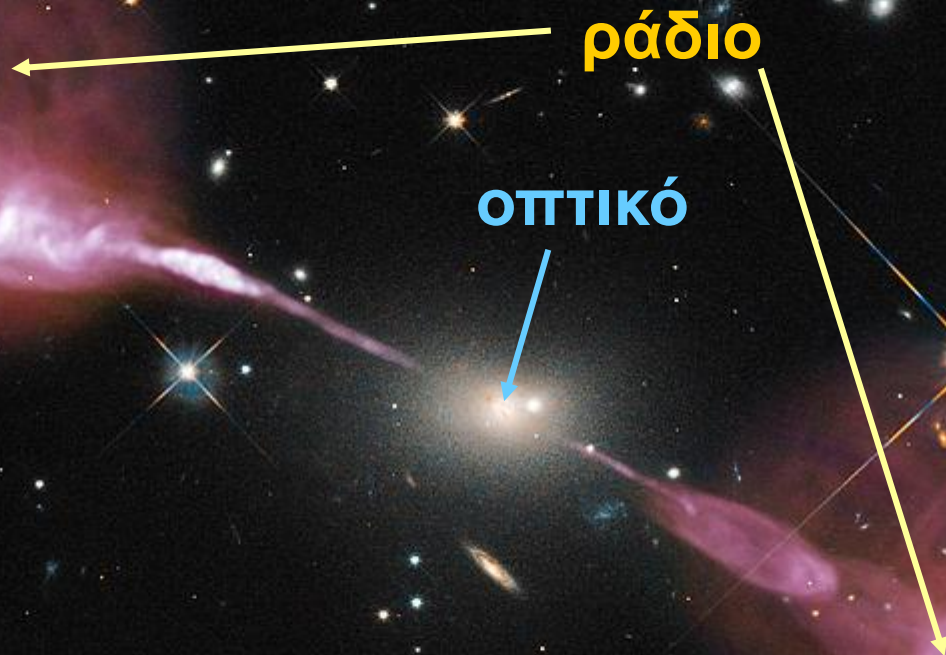
NASA and A. Riess (STScI) • STScI-PRC01-09



Papillon Nebula  
Detail

**N159 in the Large Magellanic Cloud**  
Hubble Space Telescope • WFPC2

# Ραδιογαλαξίας



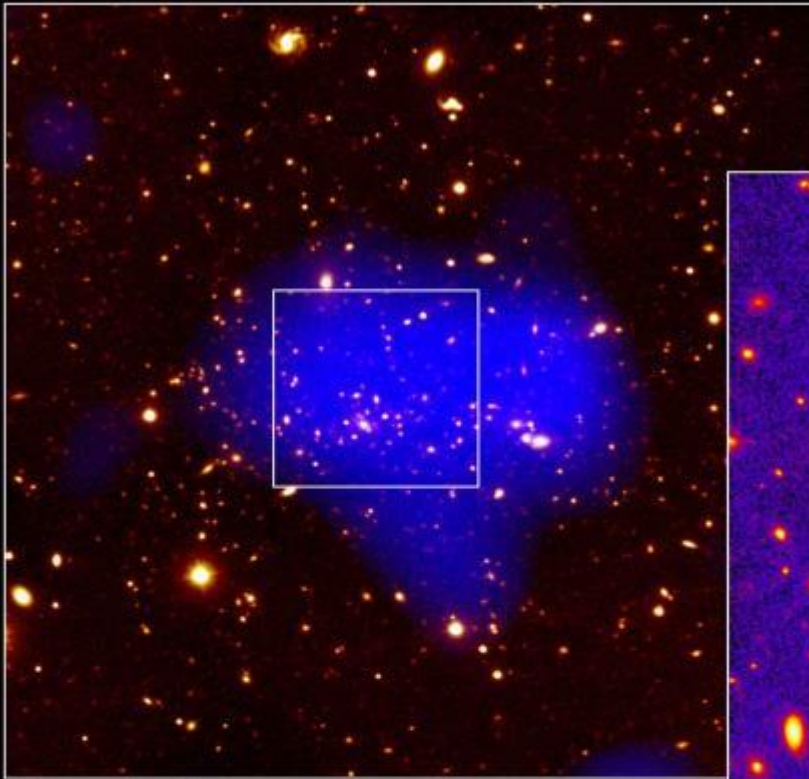
Visible light image obtained by the [Earth](#)-orbiting [Hubble Space Telescope](#) superposed with a radio image taken by the [Very Large Array](#) (VLA) of radio telescopes in New Mexico, USA.

NASA, ESA, S. Baum and C. O'Dea (RIT), R. Perley and W. Cotton (NRAO/AUI/NSF), and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA) -

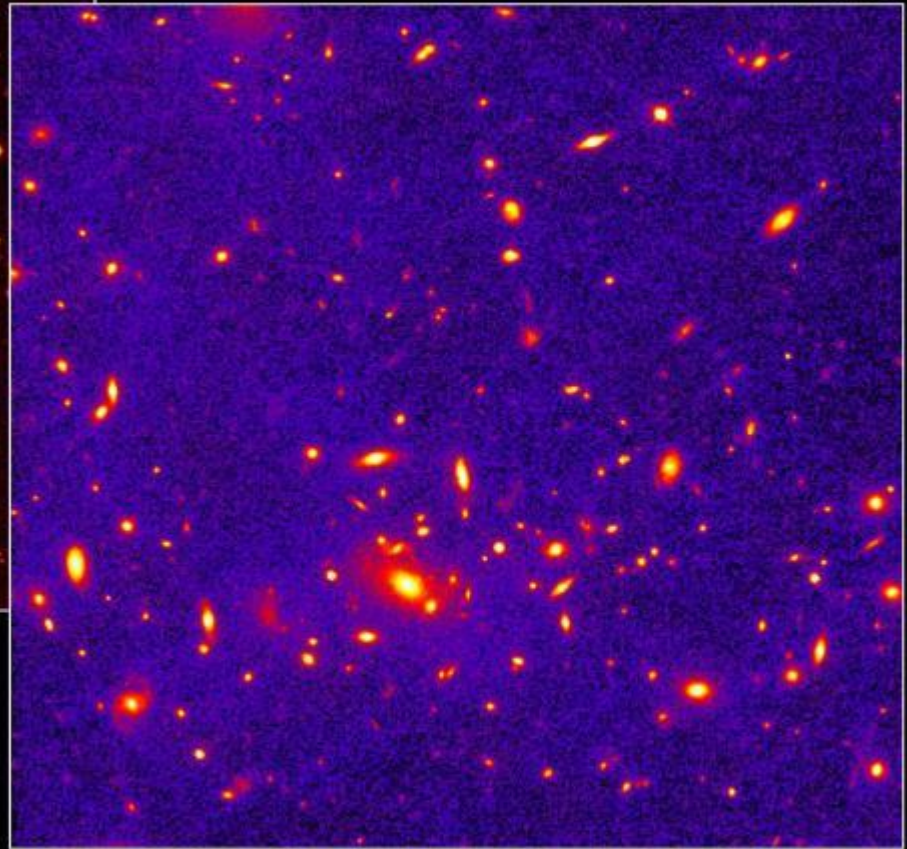
<http://www.spacetelescope.org/images/opo1247a/>

# Μακρινό σμήνος γαλαξιών

HST

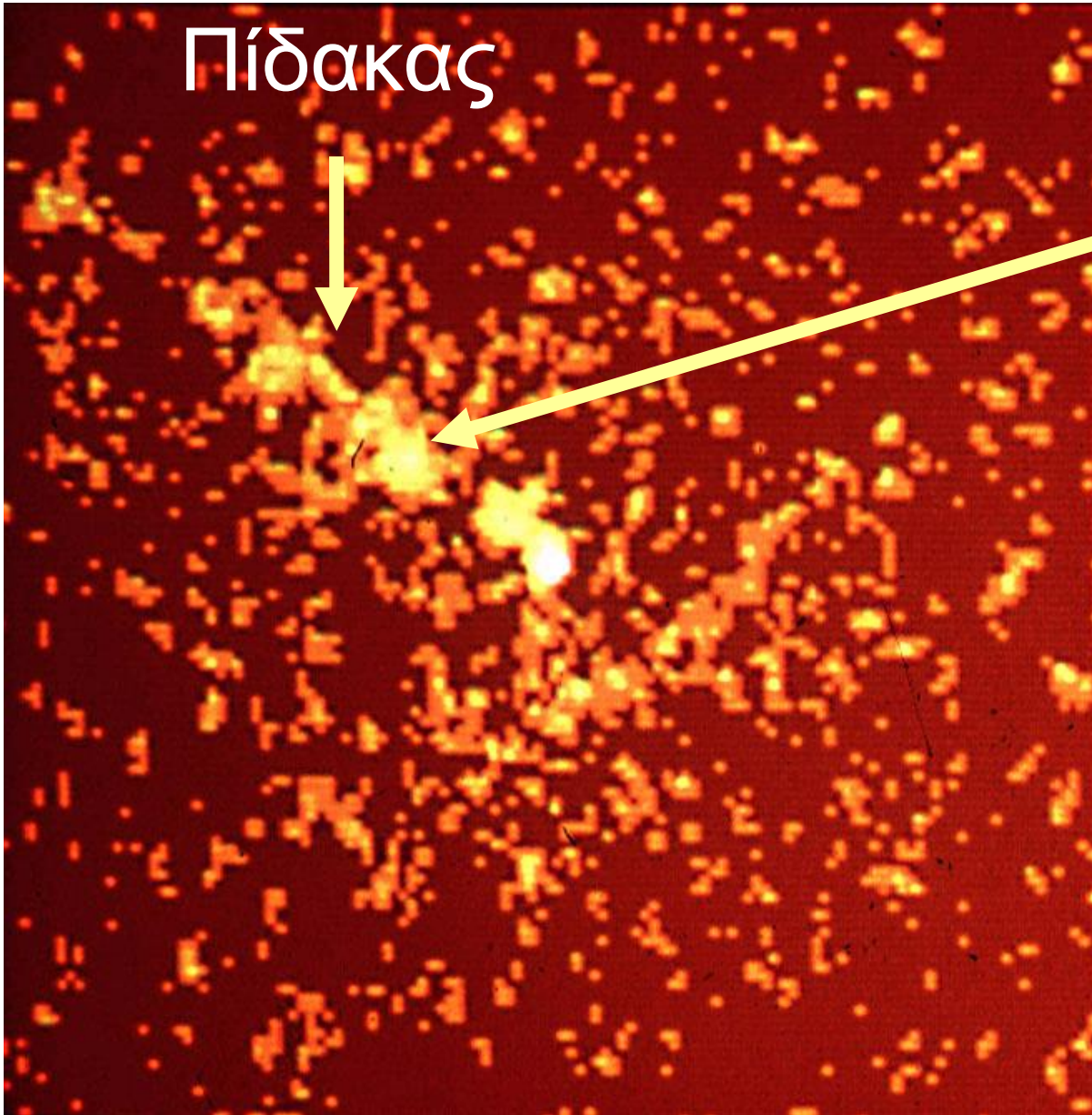


Ground + X-ray



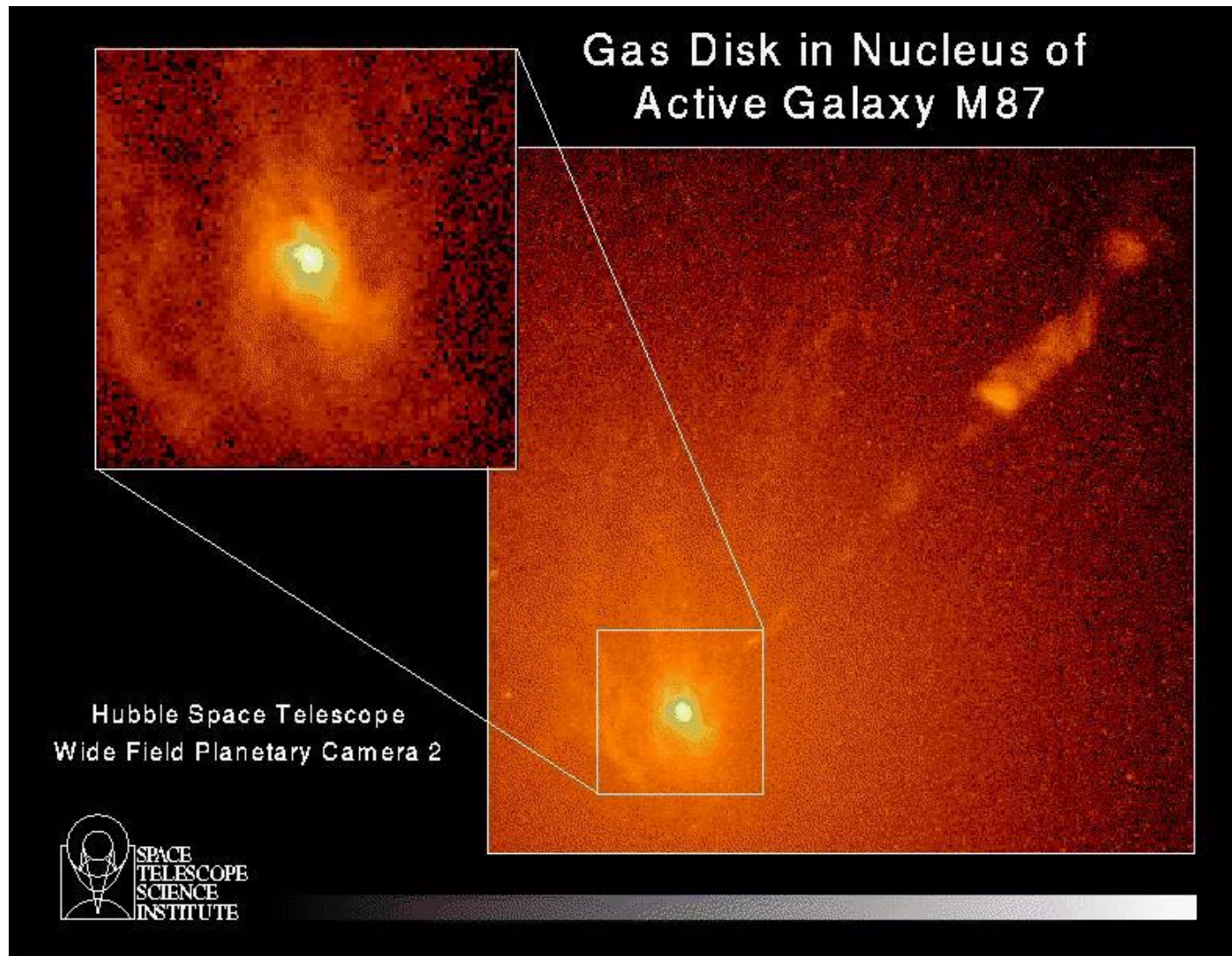
**Distant Galaxy Cluster MS1054-0321**  
Hubble Space Telescope • Wide Field Planetary Camera 2

Πίδακας



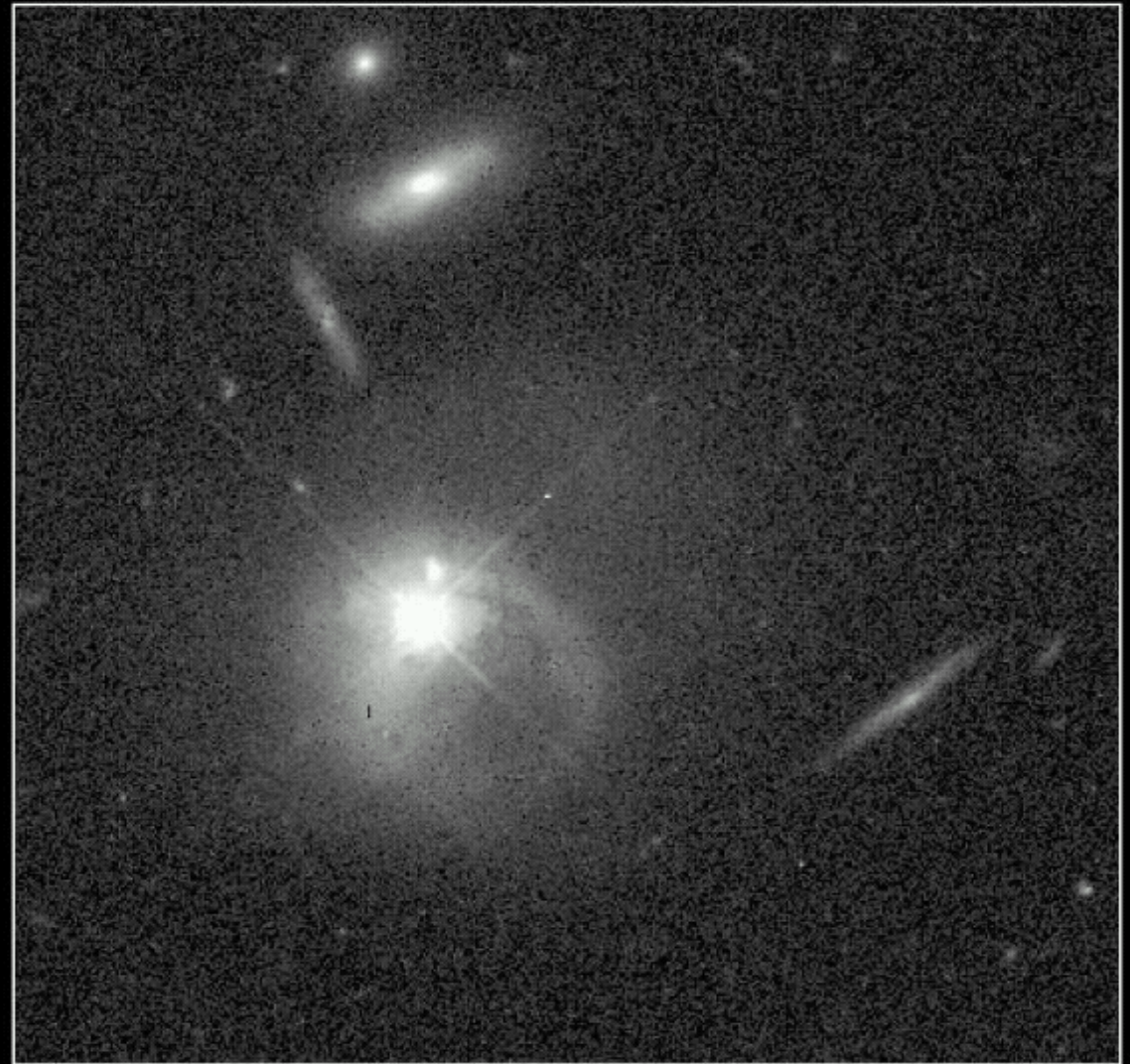
**quasar**  
παρατηρήσει  
ς με το  
διαστημικό  
τηλεσκόπιο  
ακτίνων X  
**Einstein**

# Κέντρο ενεργού γαλαξία



# Quasars

τα τέρατα του  
σύμπαντος;



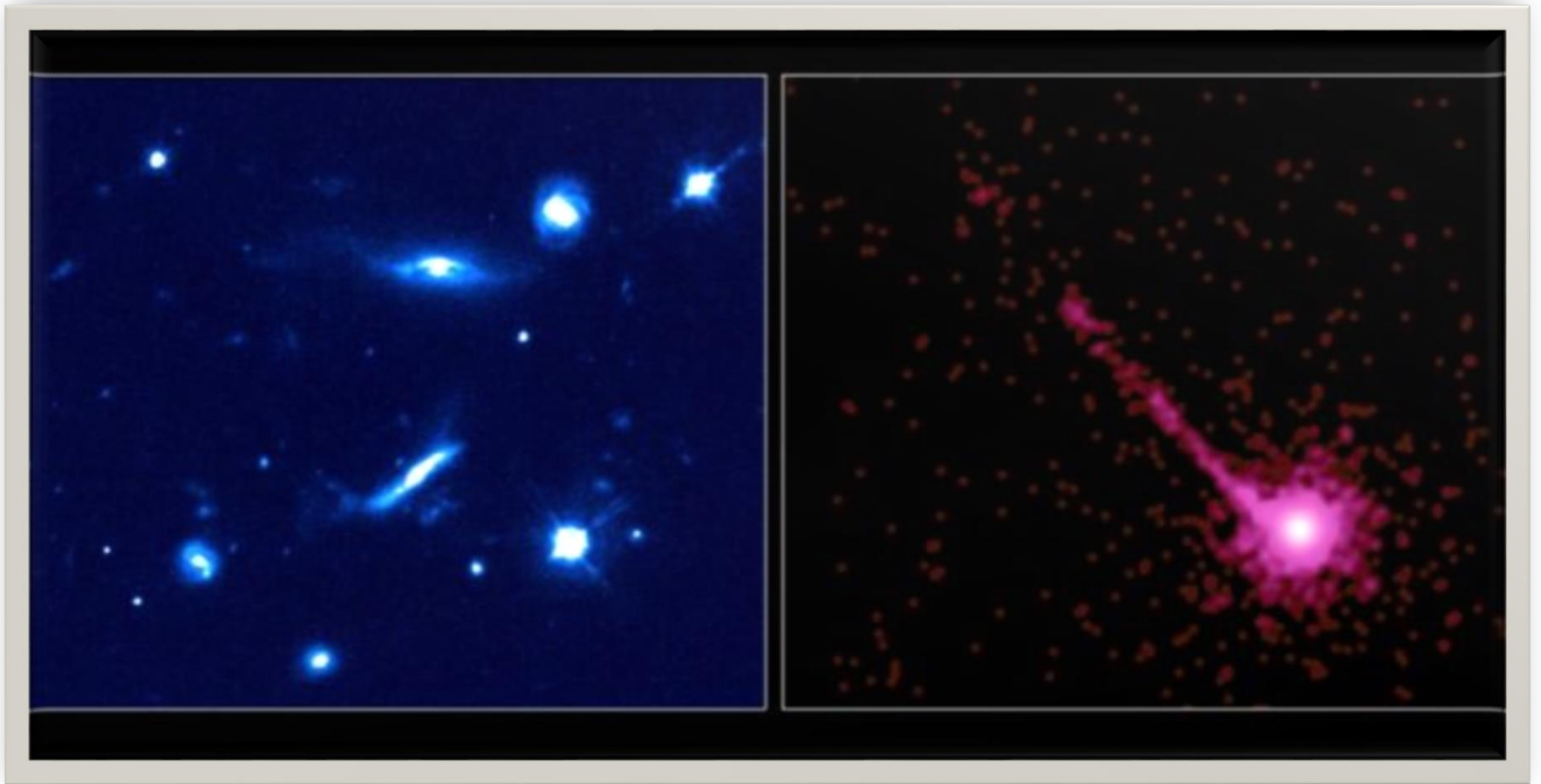
**Quasar PKS 2349**

**HST · WFPC2**

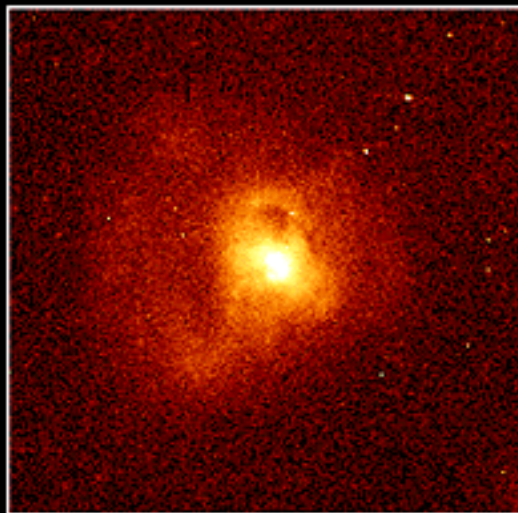
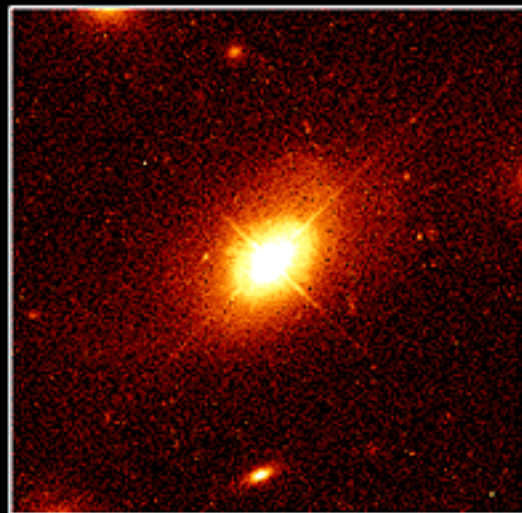
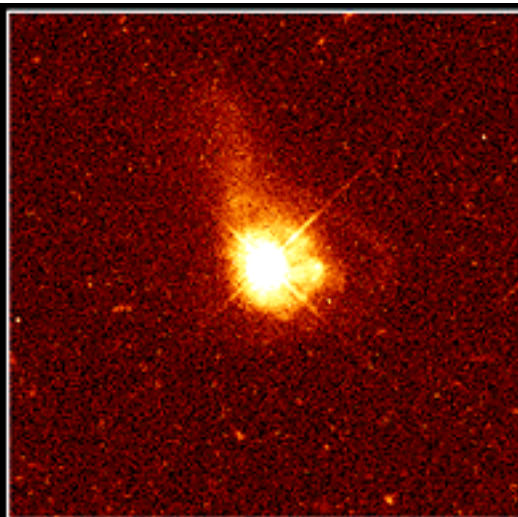
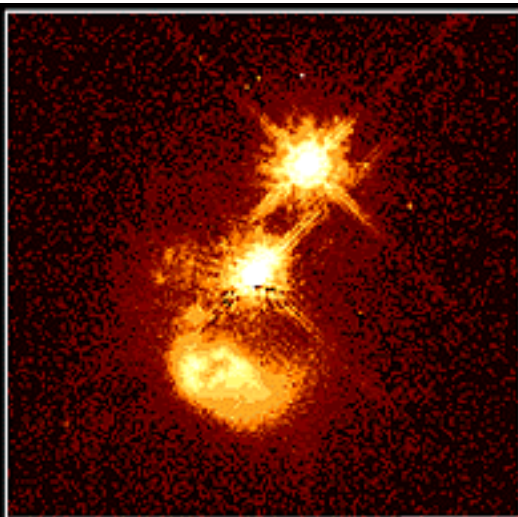
ST ScI OPO · January 1995 · J. Bahcall (Princeton), NASA



# Quasars



**Quasars**  
τα τέρατα του  
σύμπαντος;



## Quasar Host Galaxies

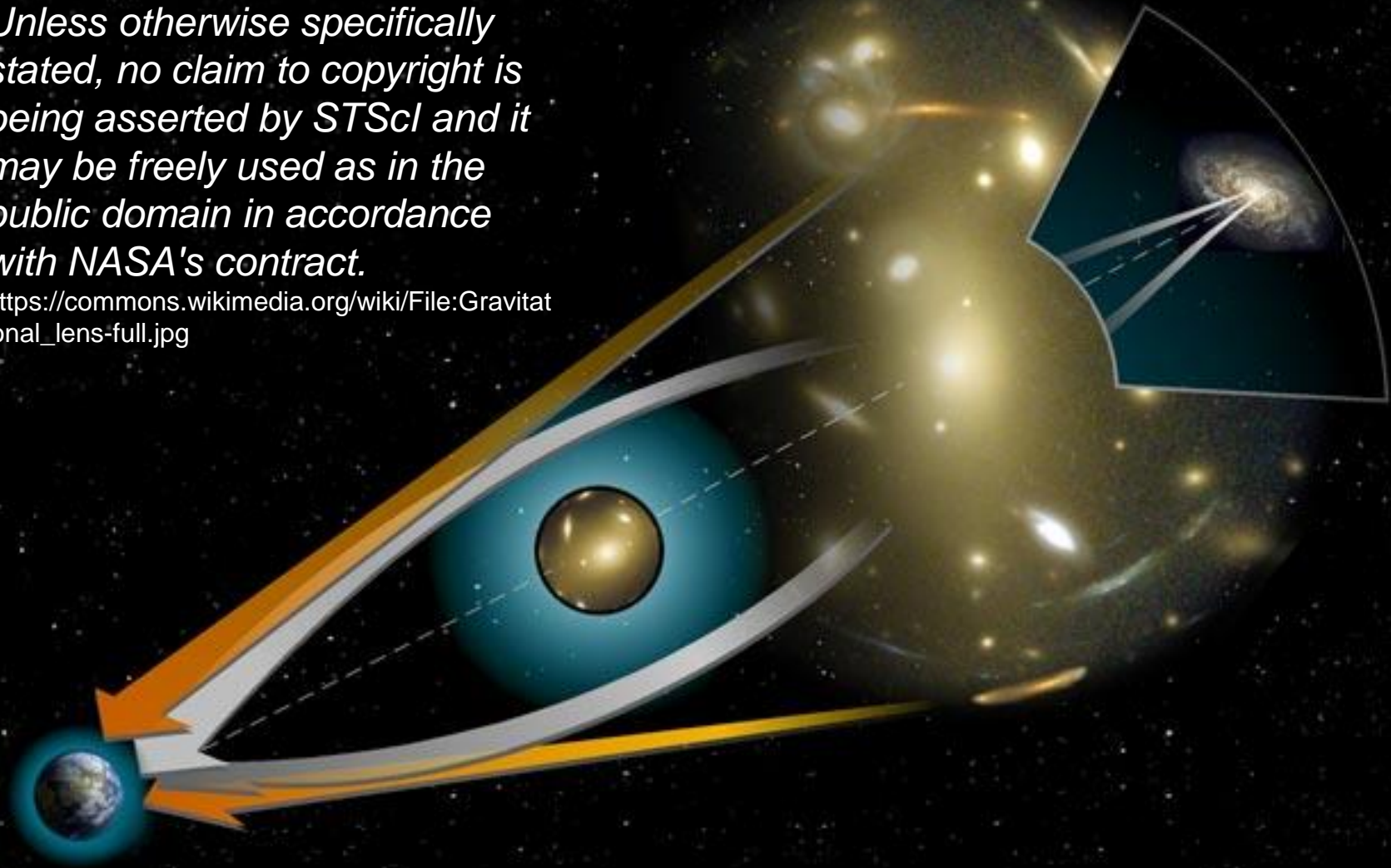
HST • WFPC2

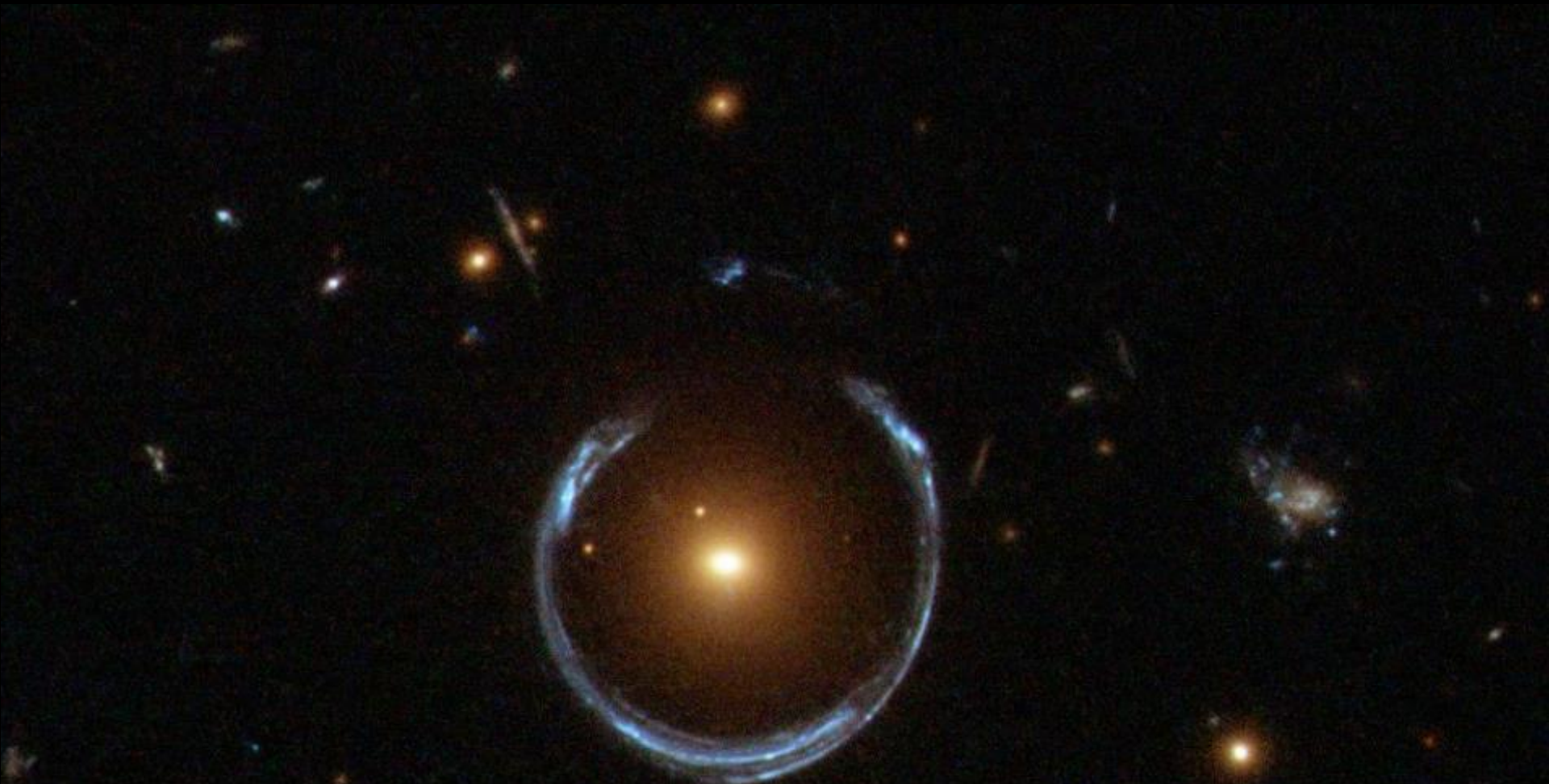
PRC96-35a • ST ScI OPO • November 19, 1996

J. Bahcall (Institute for Advanced Study), M. Disney (University of Wales) and NASA

*Material credited to STScI on this site was created, authored, and/or prepared for NASA under Contract NAS5-26555. Unless otherwise specifically stated, no claim to copyright is being asserted by STScI and it may be freely used as in the public domain in accordance with NASA's contract.*

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gravitational\\_lens-full.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gravitational_lens-full.jpg)

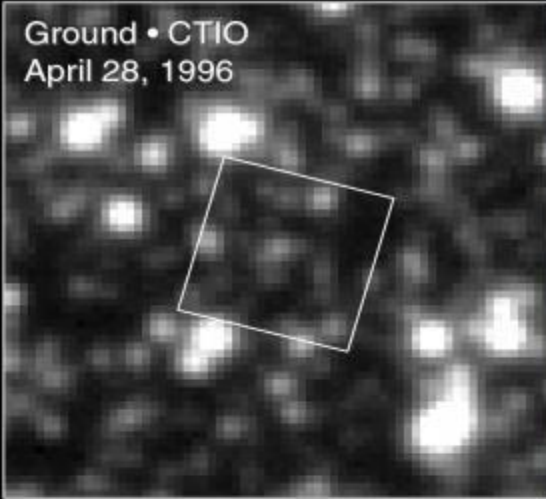




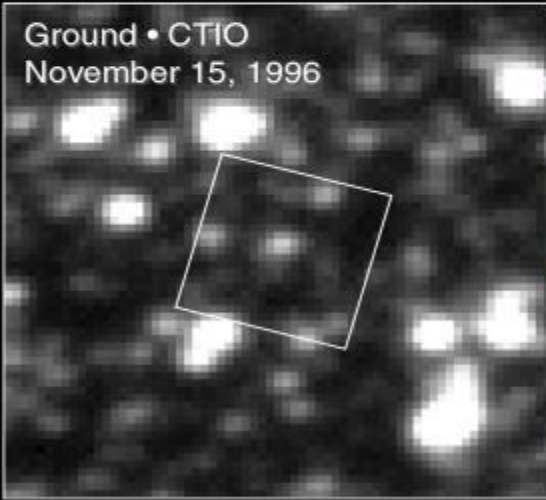
**A Horseshoe Einstein Ring from Hubble, [ESA/Hubble](#) & [NASA](#)**

What's large and blue and can wrap itself around an entire galaxy? A gravitational lens mirage. Pictured above, the gravity of a luminous red galaxy (LRG) has gravitationally distorted the light from a much more distant blue galaxy. More typically, such light bending results in two discernible images of the distant galaxy, but here the lens alignment is so precise that the background galaxy is distorted into a horseshoe -- a nearly complete ring. Since such a lensing effect was generally predicted in some detail by Albert Einstein over 70 years ago, rings like this are now known as Einstein Rings. Although LRG 3-757 was discovered in 2007 in data from the Sloan Digital Sky Survey (SDSS), the image shown above is a follow-up observation taken with the Hubble Space Telescope's Wide Field Camera 3. Strong gravitational lenses like LRG 3-757 are more than oddities -- their multiple properties allow astronomers to determine the mass and dark matter content of the foreground galaxy lenses. ([citation from APOD](#))

Ground • CTIO  
April 28, 1996



Ground • CTIO  
November 15, 1996



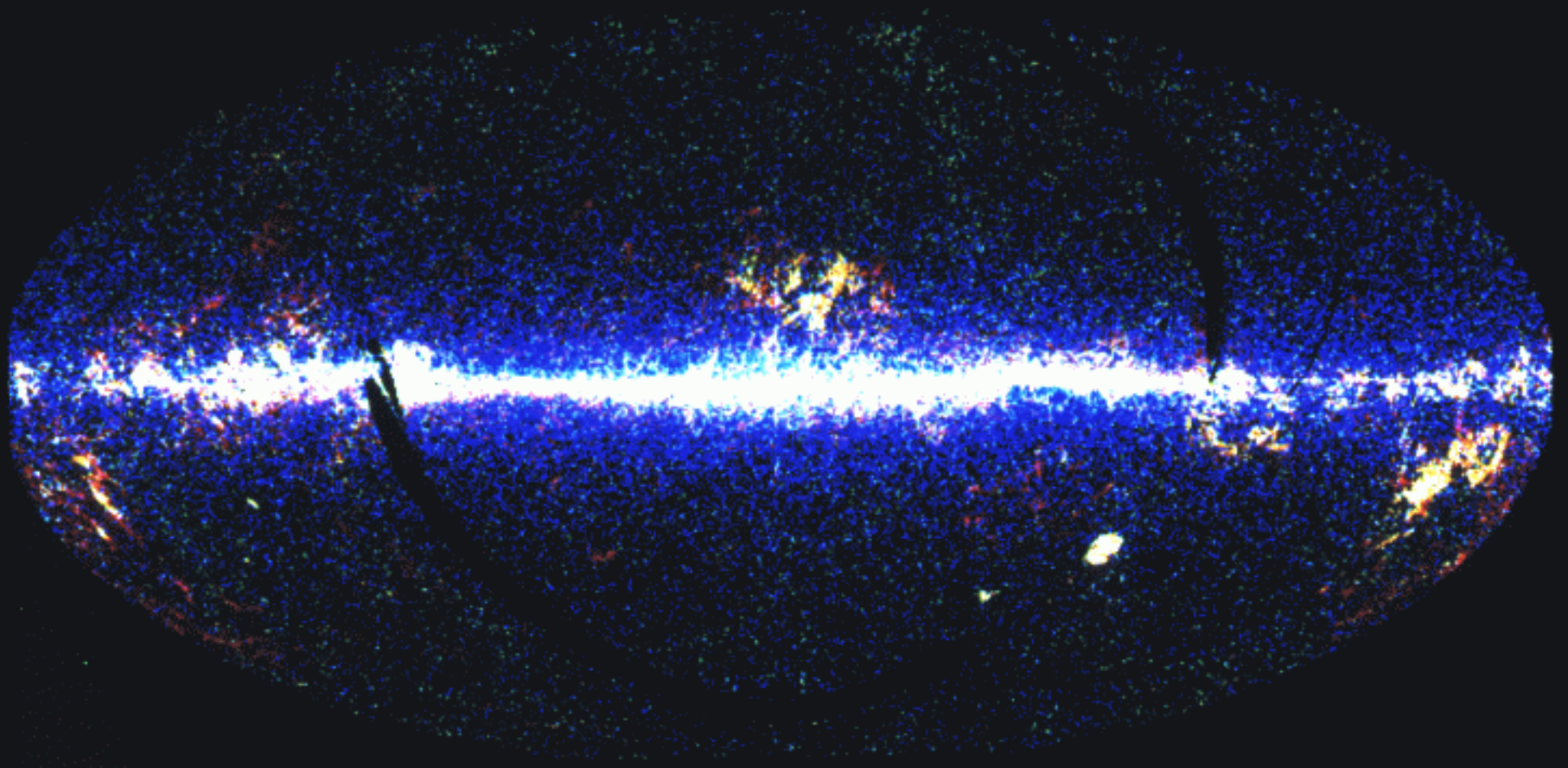
HST • WFPC2



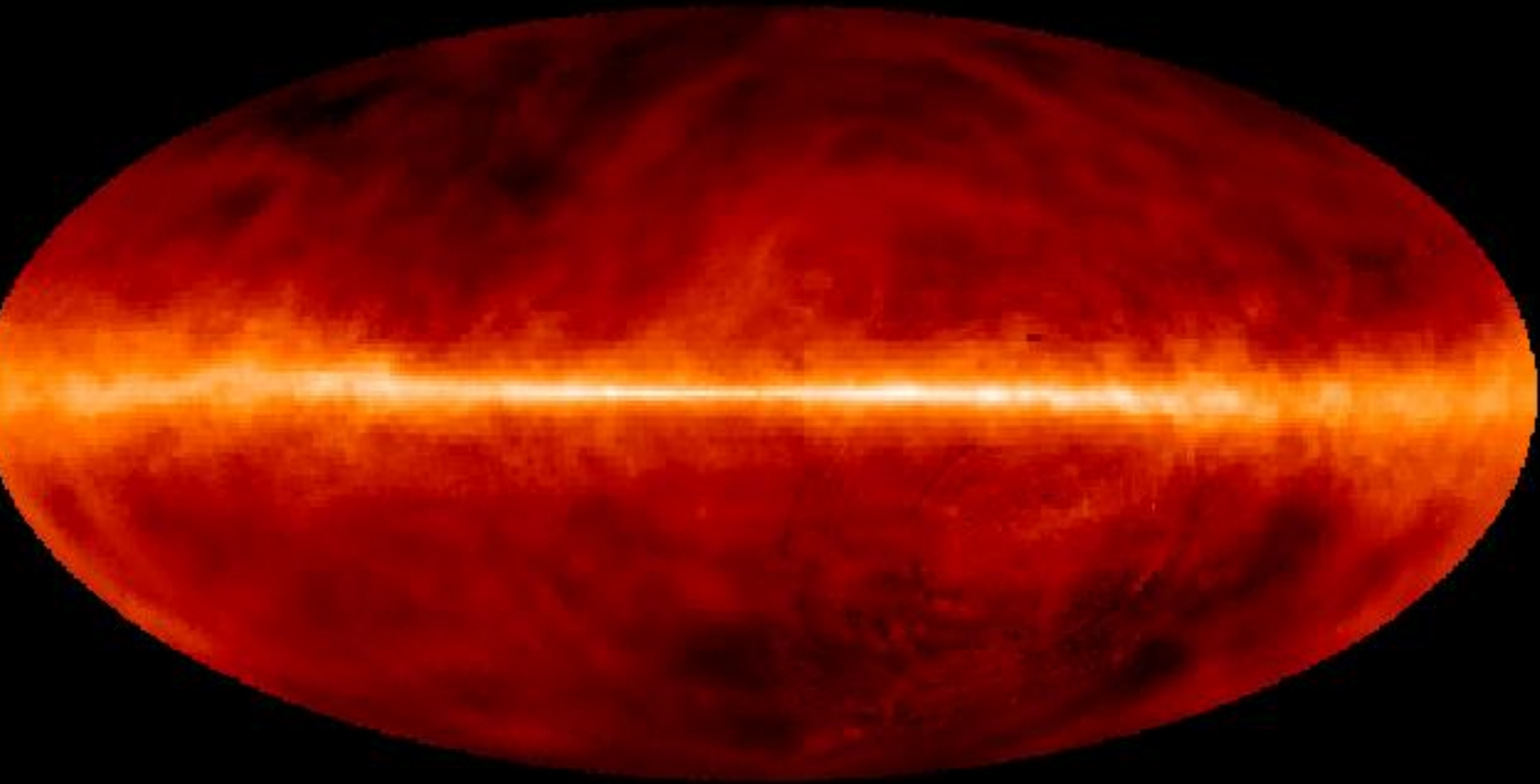
# Μικροφακός από MACHO ή μαύρη τρύπα;

**Microlens Event MACHO-96-BLG-5**  
Hubble Space Telescope • WFPC2

# IR το σύμπαν στο υπέρυθρο

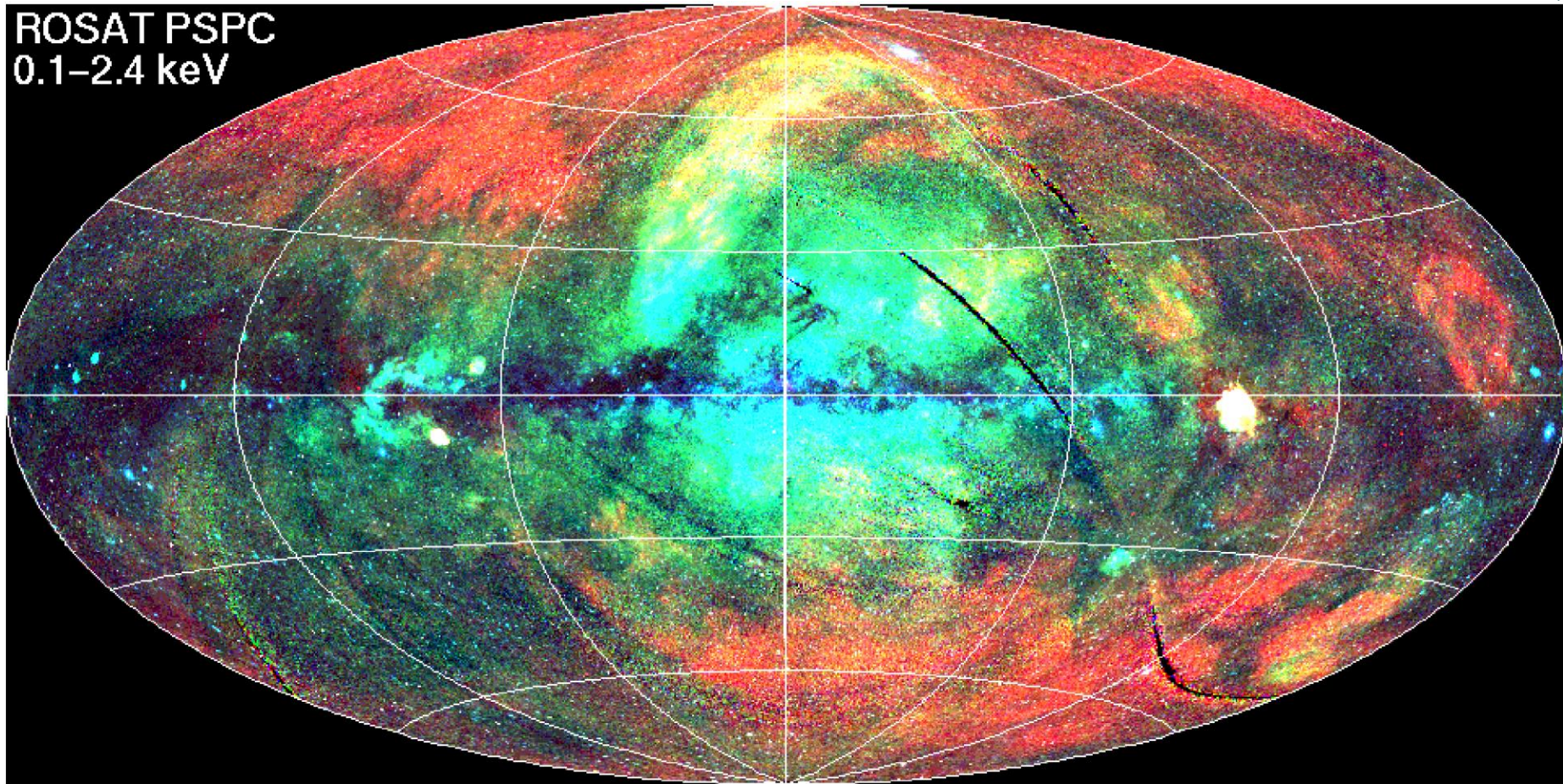


# το σύμπαν στην γραμμή του υδρογόνου $H_\alpha$



# το σύμπαν σε ακτίνες X

ROSAT PSPC  
0.1–2.4 keV

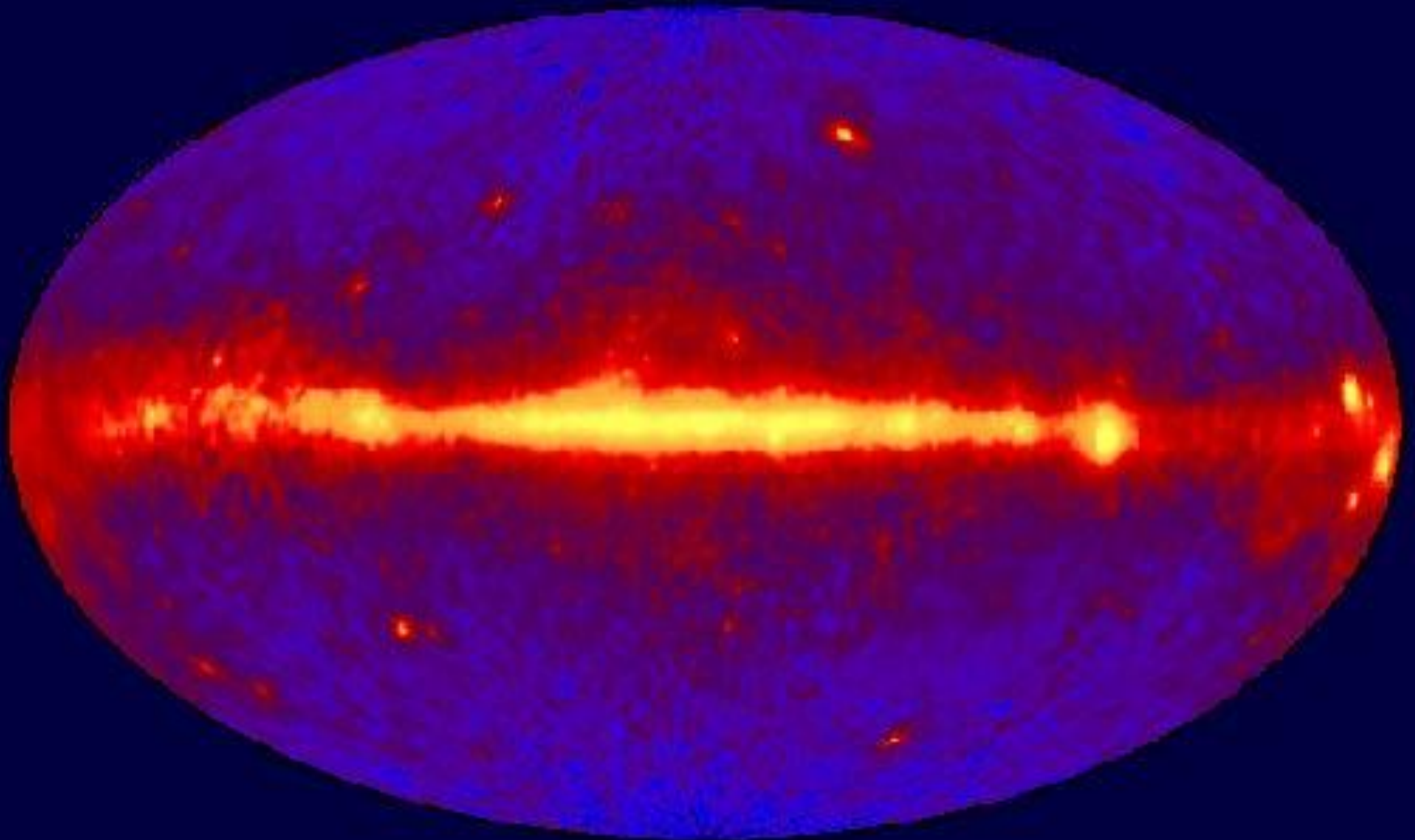


Μετρήσεις από το διαστημόπλοιο ROSAT του οποίου σχεδιάσαμε την μαγνητική ασπίδα της wide field UK camera



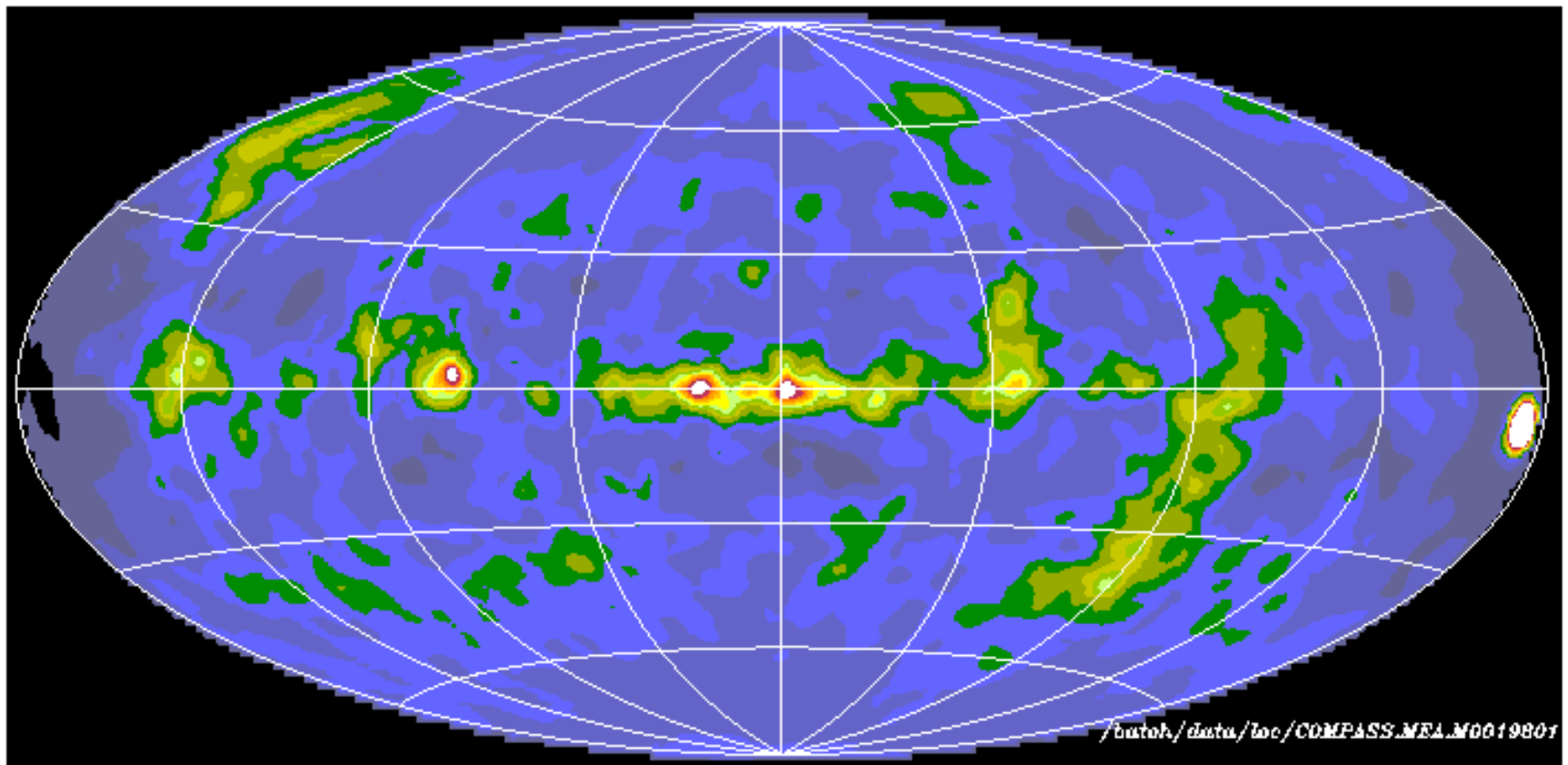
# το σύμπαν σε ακτίνες $\gamma$

EGRET All-Sky Gamma-Ray Survey Above 100 MeV

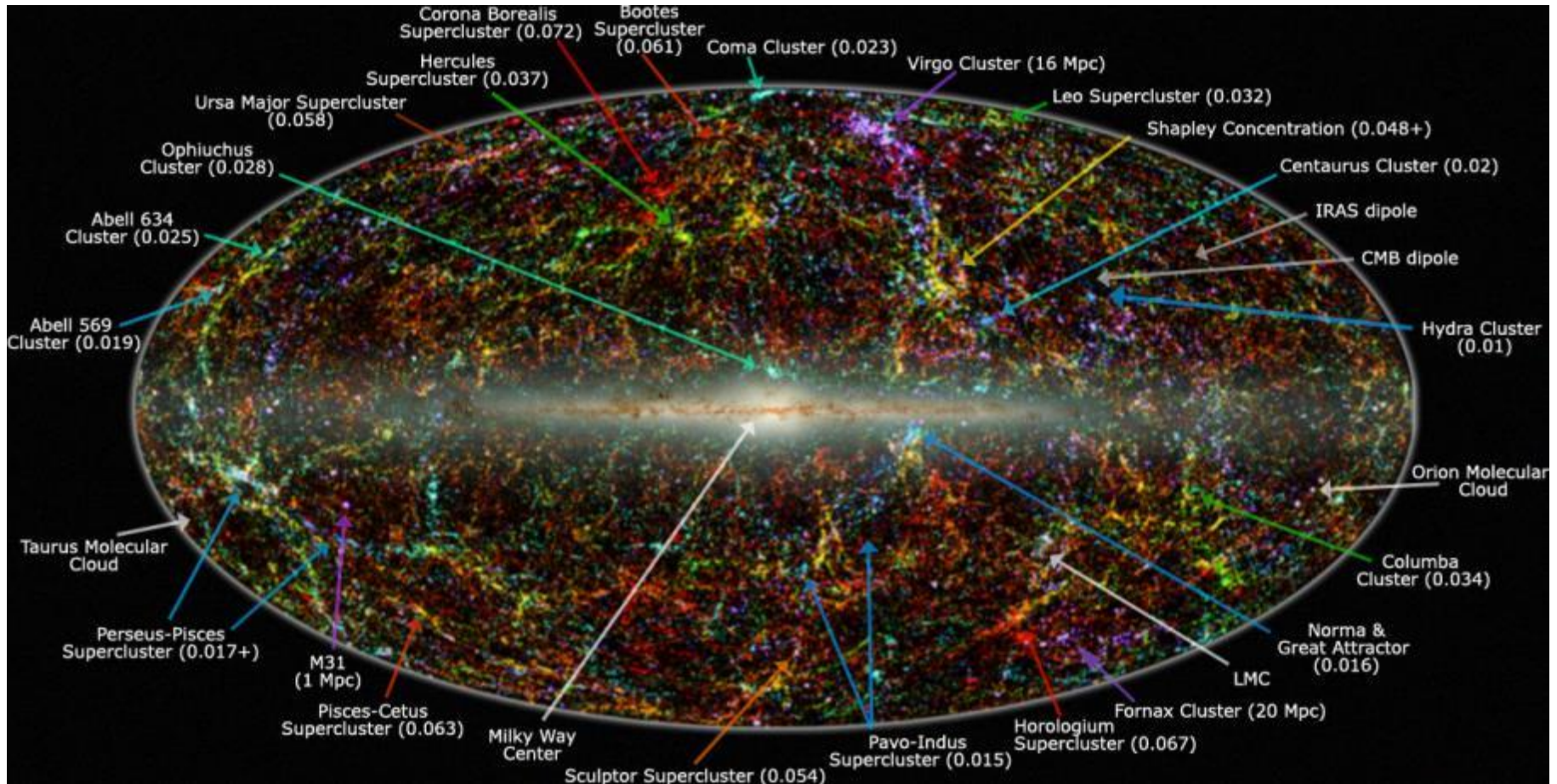


# ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ ΣΕ ΑΚΤΙΝΕΣ $\gamma$

*Phase 1+2+3      1-3    MeV*



# η κατανομή των γαλαξιών στο σύμπαν



"Large Scale Structure in the Local Universe: The 2MASS Galaxy Catalog", Jarrett, T.H. 2004, PASA, 21, 396

Author IPAC/Caltech, by Thomas Jarrett

Panoramic view of the entire near-infrared sky reveals the distribution of galaxies beyond the [Milky Way](#). The image is derived from the [2MASS Extended Source Catalog \(XSC\)](#)—more than 1.5 million galaxies, and the Point Source Catalog (PSC)—nearly 0.5 billion Milky Way stars. The galaxies are color coded by [redshift](#) (numbers in parentheses) obtained from the [UGC](#), [CfA](#), Tully NBGC, LCRS, [2dF](#), 6dFGS, and [SDSS](#) surveys (and from various observations compiled by the [NASA Extragalactic Database](#)), or photo-metrically deduced from the [K band](#) (2.2  $\mu\text{m}$ ). Blue/purple are the nearest sources ( $z < 0.01$ ); green are at moderate distances ( $0.01 < z < 0.04$ ) and red are the most distant sources that 2MASS resolves ( $0.04 < z < 0.1$ ). The map is projected with an equal area Aitoff in the Galactic system (Milky Way at center).

# *Ενδείξεις για Σκοτεινή ύλη*

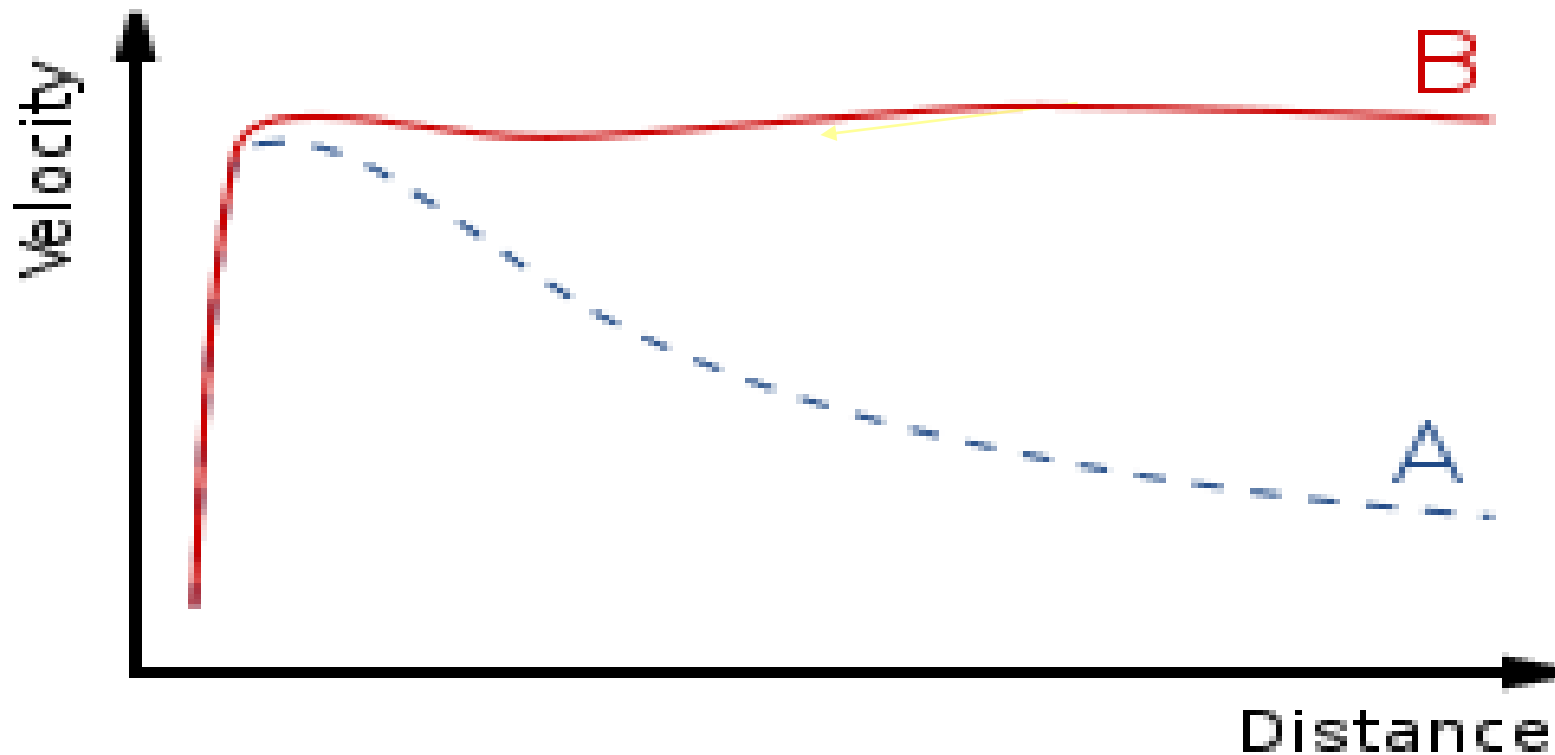


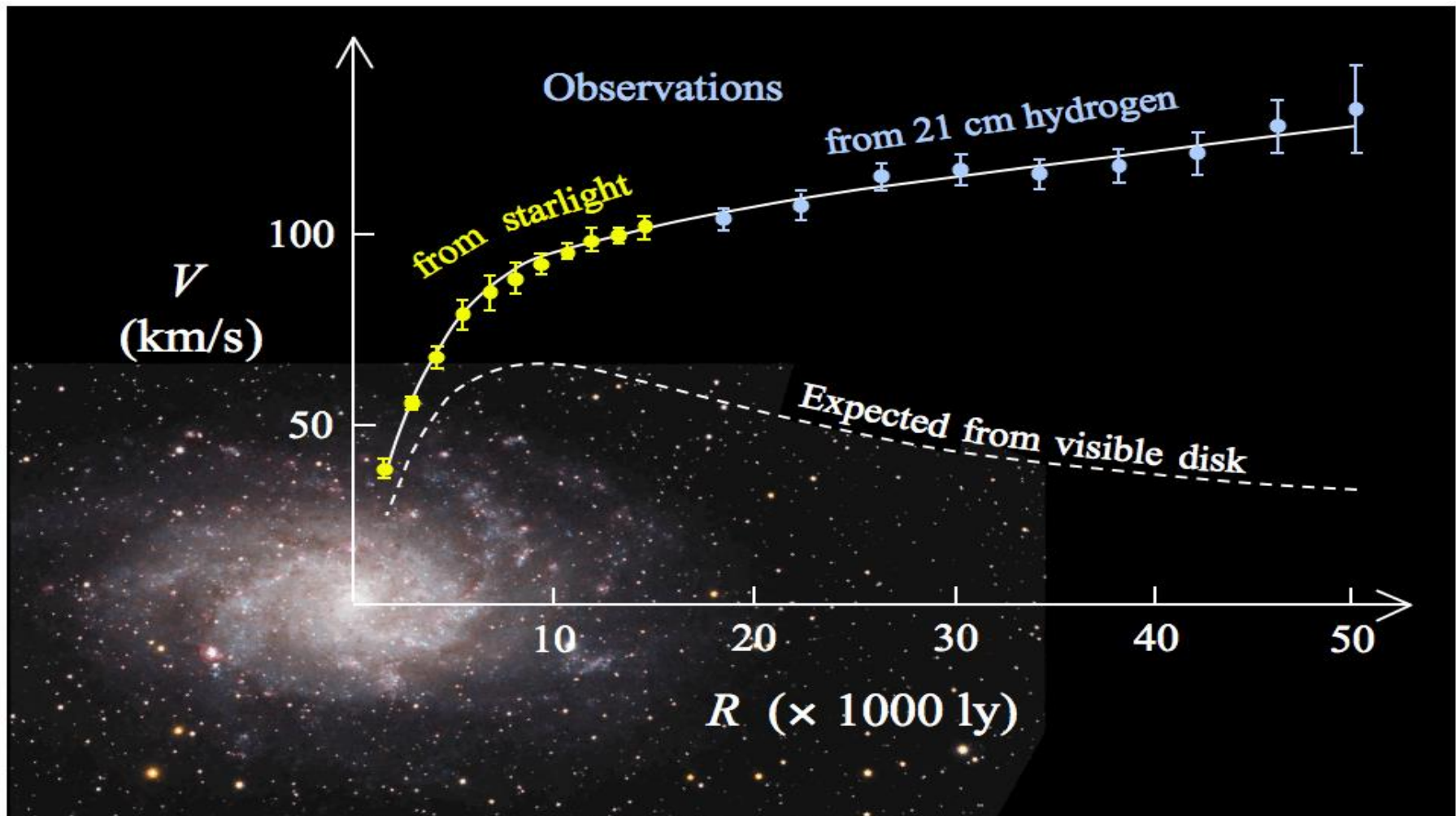
Αντιλαμβανόμαστε ότι πρέπει να υπάρχει  
σκοτεινή ύλη στο σύμπαν από τις επιδράσεις  
που έχει στις ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΟΥΡΑΝΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ  
Π.Χ. Περιστροφή αστεριών γύρω από το κέντρο  
κάθε γαλαξία

# Ταχύτητα περιστροφής Γαλαξία

η καμπύλη A είναι η αναμενόμενη ταχύτητα περιστροφής για γαλαξία με βάση τα ορατά άστρα και η **καμπύλη B** είναι η παρατηρούμενη

Η διαφορά οδηγεί στο συμπέρασμα ότι **στον γαλαξία υπάρχει ύλη που δεν την βλέπουμε**, αλλά την αντιλαμβανόμαστε από τα αποτελέσματα που έχει στην παρατηρούμενη ταχύτητα περιστροφής (σχήμα από wikipedia)





Rotation curve of the typical spiral galaxy M 33 έργο τηςκ. [Stefania deluca](http://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy_rotation_curve#cite_note-1) (yellow and blue points with errorbars) and the predicted one from distribution of the visible matter (white line). The discrepancy between the two curves is accounted for by adding a dark matter halo surrounding the galaxy, [http://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy\\_rotation\\_curve#cite\\_note-1](http://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy_rotation_curve#cite_note-1)

Jog, C. J., 2002, "Large-scale asymmetry of rotation curves in lopsided spiral galaxies", A&A, 391,471.

βλέπε το ιστορικό άρθρο:

[http://ads.nao.ac.jp/cgi-bin/nph-iarticle\\_query?1939LicOB..19...41B&data\\_type=PDF\\_HIGH&whole\\_paper=YES&type=PRINTER&filetype=.pdf](http://ads.nao.ac.jp/cgi-bin/nph-iarticle_query?1939LicOB..19...41B&data_type=PDF_HIGH&whole_paper=YES&type=PRINTER&filetype=.pdf)

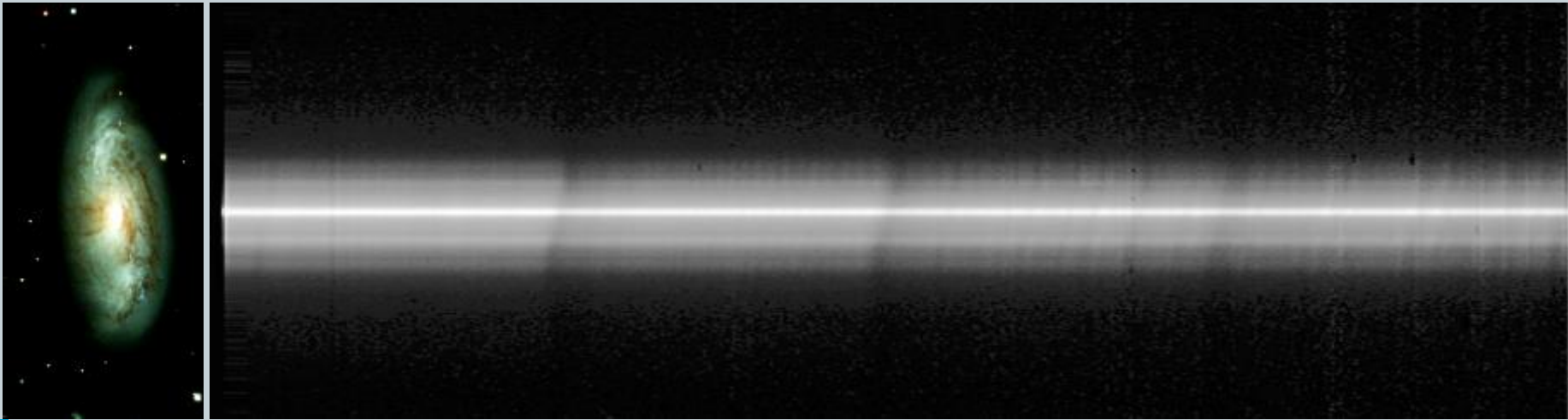
This is a photo of an active galaxy that was observed with ISAAC during the programme being carried out. It shows the central areas of NGC 1808 (H-band). The bar-like structure and the luminous centre where the Black Hole is located is visible. The distance to this galaxy is approximately 35 million light-years; the local scale is indicated in the photo. **Credit:**ESO



Η εικόνα του γαλαξία NGC 1808 από την Ομάδα CGS

- Luis C. Ho (PI; KIAA and Carnegie Observatories)
- Aaron J. Barth (UC Irvine)
- Song Huang (Nanjing University, Carnegie Observatories)
- Zhao-Yu Li (Shanghai Astronomical Observatory)
- Chien Y. Peng (GMTO, Carnegie Observatories)

<http://cgs.obs.carnegiescience.edu/CGS/Home.html>

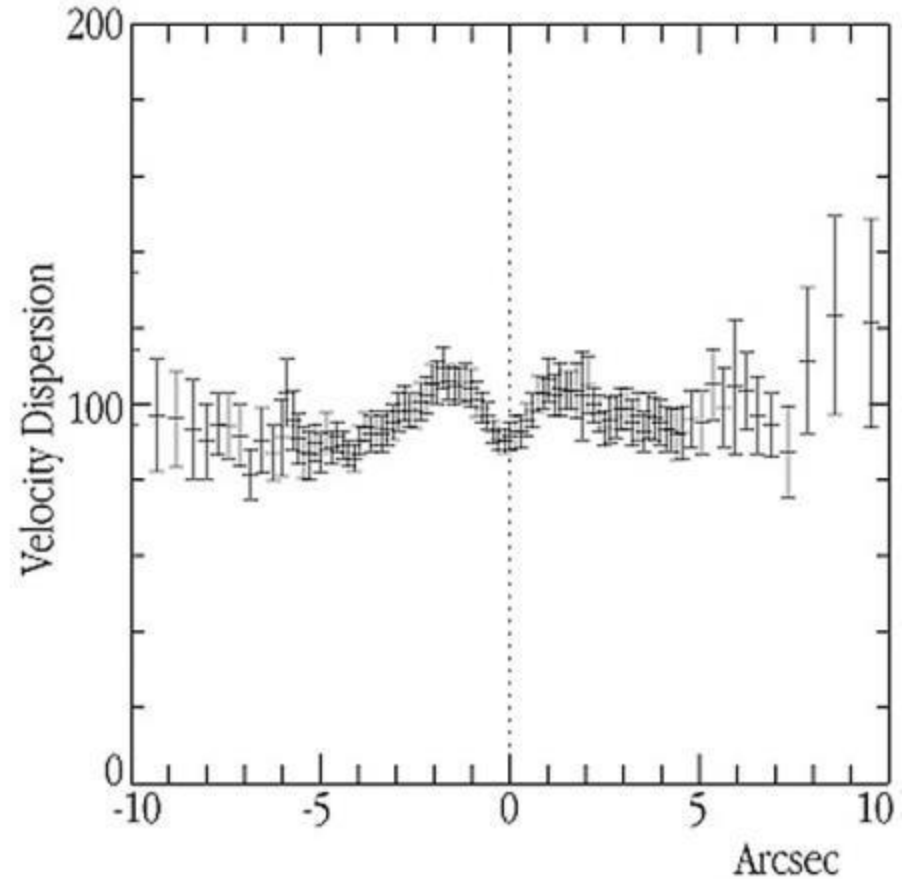
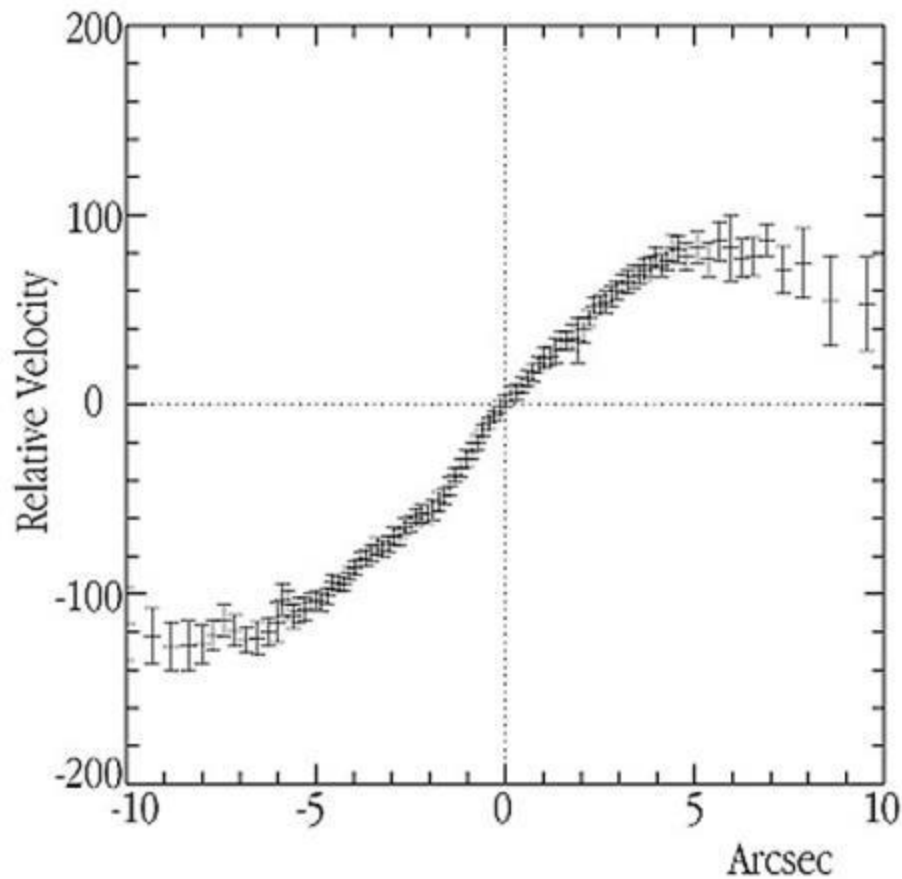


Φάσμα ενός γαλαξία με σύγχρονη μέθοδο φασματοσκοπίας. Η σιγμοειδής κάμψη των γραμμών του φάσματος οφείλεται στην περιστροφή των άστρων γύρω από το κέντρο του γαλαξία

This image is a reproduction of a long-slit ISAAC spectrum of the central region of the active galaxy NGC 1808. It is in the 2.3  $\mu\text{m}$  spectral region and the wavelength increases towards right. Several strong, vertical bands are seen; they are caused by CO-molecules in the atmospheres of the stars in this area. The bright band at the centre corresponds to the nucleus of the galaxy within which the central black hole is located. The characteristic S-shape is a result of the rotation of the stars around this centre, due to the Doppler effect.

*Technical information: this image shows a raw, long-slit IR-spectrum in the 2.3  $\mu\text{m}$  wavelength region, obtained with ISAAC along the major axis of this galaxy.*

**Credit:** ESO



In this chart, the measured velocities (ordinate) of the stars near the centre of NGC 1808 are plotted at different distances from the nucleus (abscissa). The right half shows the corresponding curve after "removal" of the effect from the rotation — the remaining spread is a direct measure of the "velocity dispersion" and the individual stellar motions. As can be clearly seen, the width of the "band" decreases towards the centre, indicating the presence of a "dynamically cool" central stellar system.

**Credit:** ESO

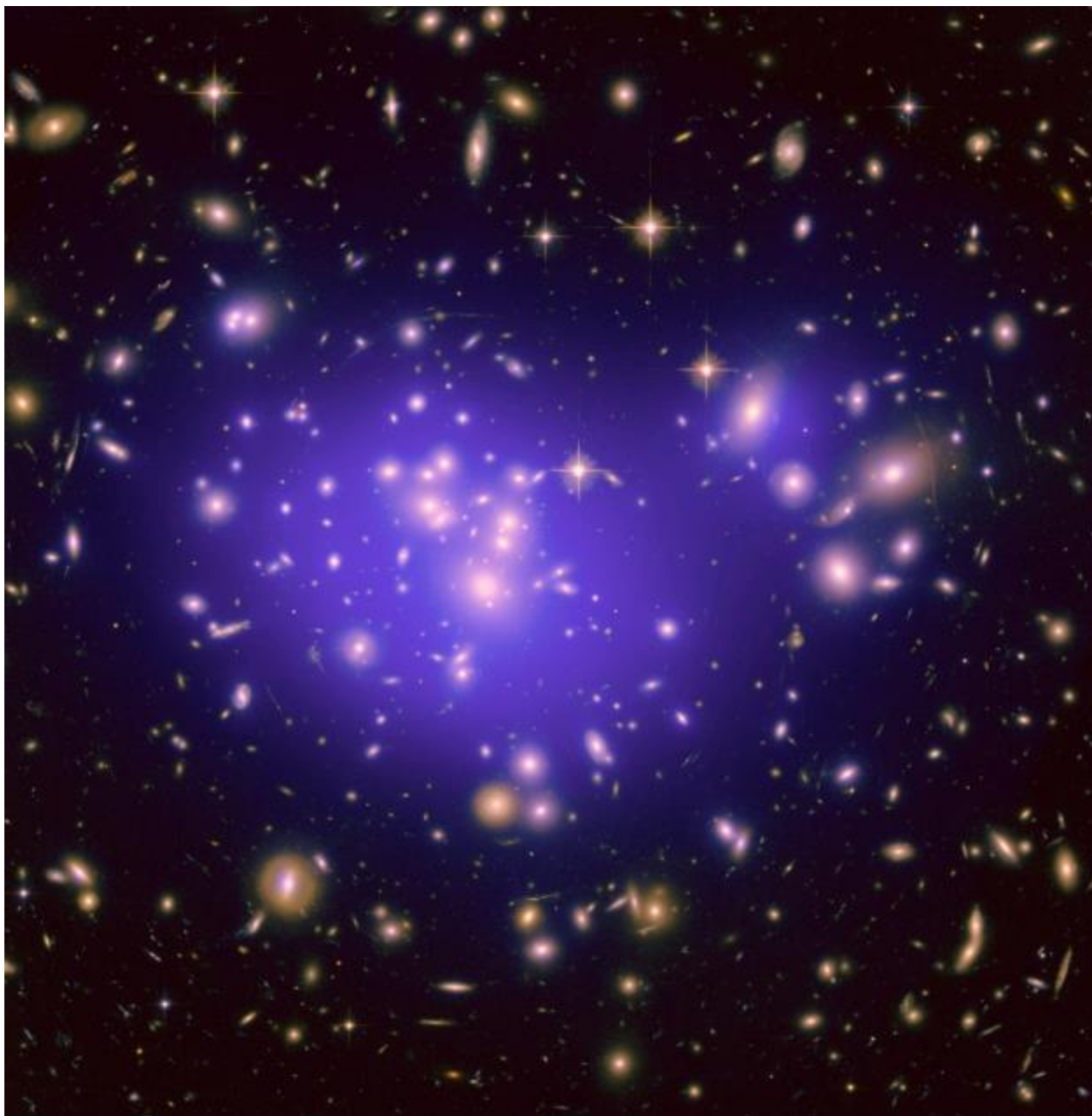


NASA, ESA, M.J. Jee and H. Ford (Johns Hopkins University) -  
<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2007/17/image/a/>



## ΣΚΟΤΕΙΝΗ ΎΛΗ

*Dark matter* is invisible. Based on the effect of gravitational lensing, a ring of *dark matter* has been detected in this image of a galaxy cluster (CL0024+17) and is represented in blue.



## Βαρυονική Σκοτεινή Ύλη;

NASA, ESA, E. Jullo (JPL/LAM),  
P. Natarajan (Yale) and J-P.  
Kneib (LAM). -  
[www.spacetelescope.org/images/heic1014a/](http://www.spacetelescope.org/images/heic1014a/)

This image shows the galaxy cluster Abell 1689, with the mass distribution of the dark matter in the gravitational lens overlaid (in purple). The mass in this lens is made up partly of normal (baryonic) matter and partly of dark matter. Distorted galaxies are clearly visible around the edges of the gravitational lens. The appearance of these distorted galaxies depends on the distribution of matter in the lens and on the relative geometry of the lens and the distant galaxies, as well as on the effect of dark energy on the geometry of the Universe.



# προβλήματα:




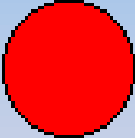
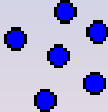
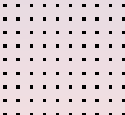


- Αντιλαμβανομαστε ότι πρέπει να υπάρχει σκοτεινή ύλη στο σύμπαν από τις επιδράσεις που έχει στις κινήσεις ουράνιων σωμάτων
- π.χ. Περιστροφή αστρων γυρω από το κεντρο κάθε γαλαξια ή κατανομή γαλαξιών σε ένα σμήνος

- η συνολική μάζα-ενέργεια του σύμπαντος φαίνεται να περιέχει **4,9%** συνήθη ύλη, **26,8%** σκοτεινή ύλη και **68,3%** σκοτεινή ενέργεια

Peebles, P. J. E. and Ratra, Bharat (2003). «The cosmological constant and dark energy». *Reviews of Modern Physics* 75 (2): 559–606. [doi:10.1103/RevModPhys.75.559](https://doi.org/10.1103/RevModPhys.75.559).  
[Bibcode: 2003RvMP...75..559P.](#)

## Baryonic Dark Matter Candidates

-  neutron stars
-  black holes
-  black dwarf stars
-  brown dwarf stars
-  planets
-  rocks

## problems

Universe too young

how formed?

Universe too young

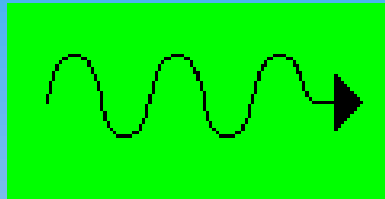
not seen nearby

not seen nearby

not seen nearby

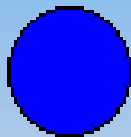
## Non-Baryonic Dark Matter Candidates

### problems



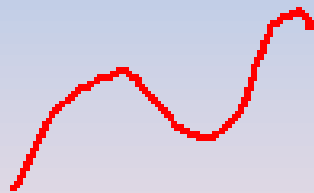
massive neutrino

they exist, but very low mass



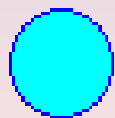
Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)

little to no evidence of their existence



cosmic strings

little to no evidence of their existence

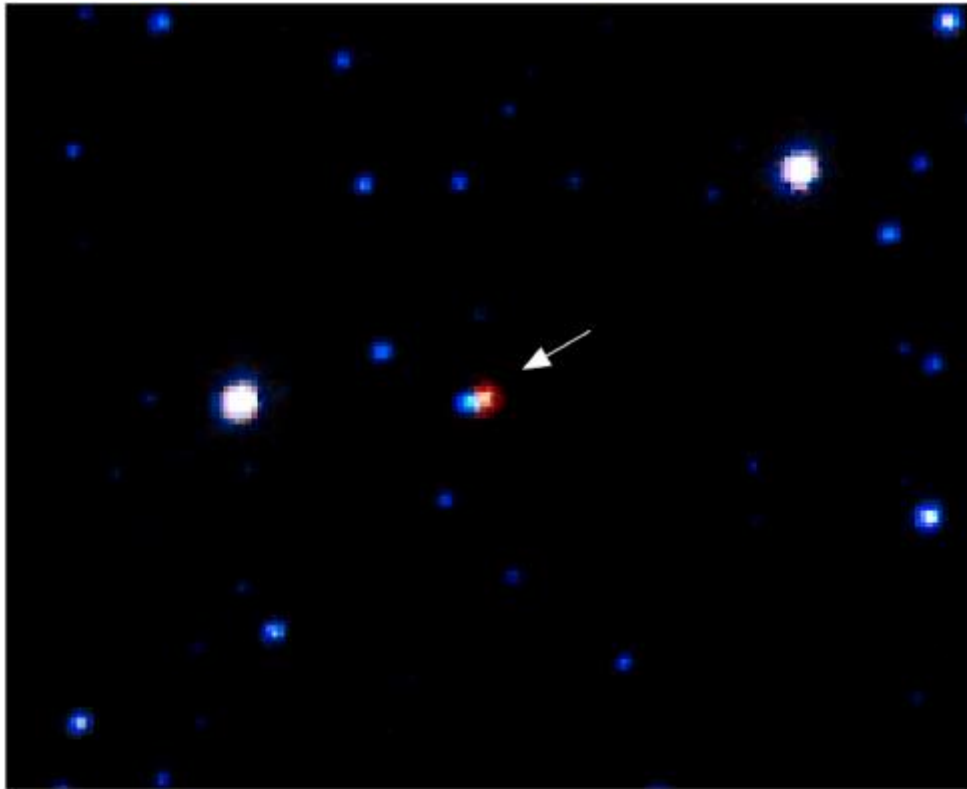


$a \ll a_0$

modified gravity

little to no evidence of their existence

# MAssive Compact Halo Objects (MACHOs)



first image of a Dark Matter object - a MACHO (a massive compact object). It is the red object that is indicated with an arrow and very near to the upper left (at 2 o'clock) of a blue background star.

This MACHO is a nearby red dwarf star that gravitationally focused light from the blue background star in another galaxy in a so-called microlensing event.

Since the event six years ago, the MACHO has moved 0.134 arcseconds on the sky and can now be clearly separated in the Hubble image.

Image of a MACHO  
(NASA/ESA HST + WFPC 2)

ESO PR Photo 35a/01 (5 December 2001)

© European Space Agency  
and MACHO Project Team



# Η Μεγάλη έκρηξη



**ΚΟΣΜΙΚΗ  
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ  
ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ**



# Η Μεγάλη έκρηξη



**ΚΟΣΜΙΚΗ  
ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ  
ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ**

# Μεγάλη Έκρηξη

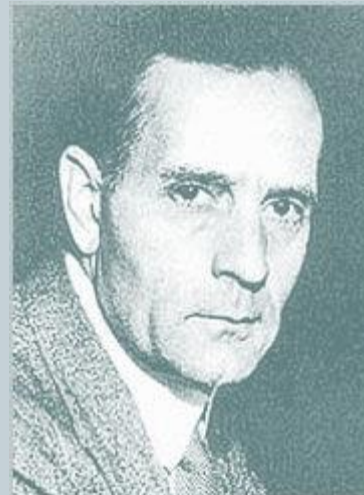
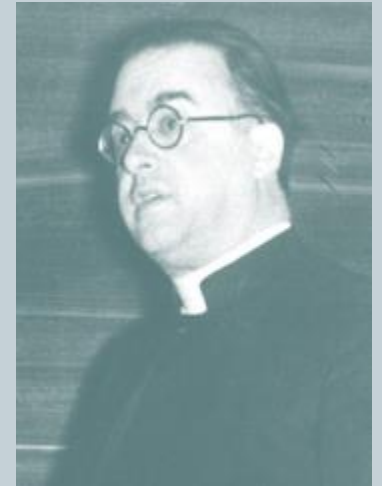


- Η Μεγάλη Έκρηξη θεωρία που θεωρεί ότι το σύμπαν δημιουργήθηκε από υπέρπυκνη και υπέρθερμη κατάσταση, πριν 13,7 δισεκατομμύρια έτη.
- Αλεξέη Φρίντμαν, 1922
- Αββάς Georges Lemaître, 1927.
- Ed. Hubble, 1929
- Διαστολή Σύμπαντος φαινόμενο της μετατόπισης προς το ερυθρό, που ερμηνεύεται ως διαστολή του σύμπαντος
- Ακτινοβολία μικροκυμάτων, υπόλειμμα της μεγάλης έκρηξης,

# Οι πρωταγωνιστές της Μεγάλης Έκρηξης



- Αλεξέη Φρίντμαν, 1922
- Αββάς Georges Lemaître, 1927.
- Ed. Hubble, 1929

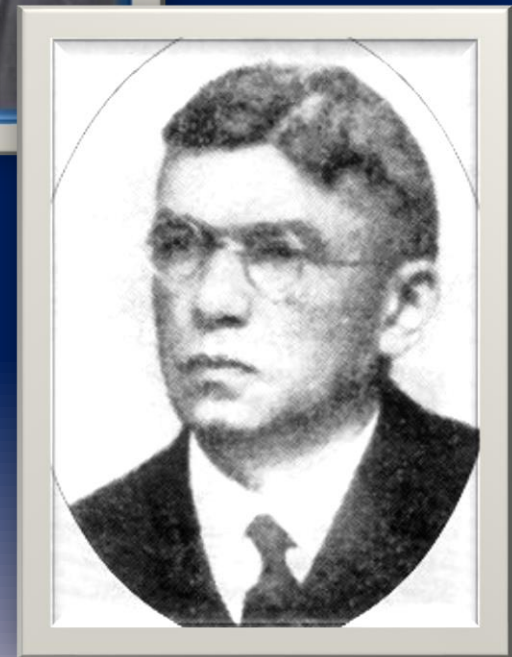
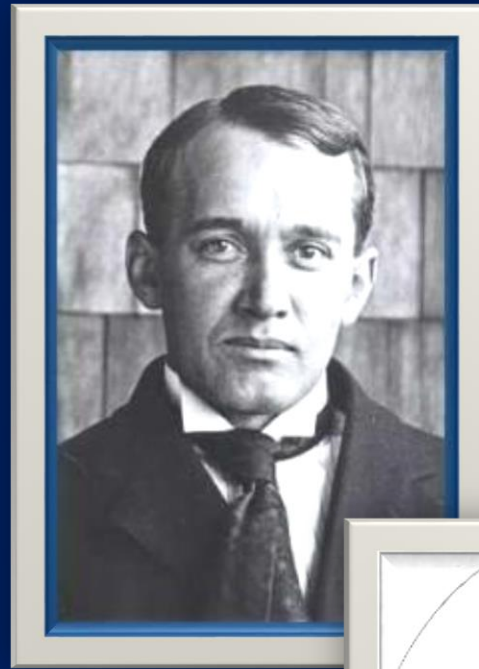


# Βιβλιογραφία



- Lemaître, G. (1927). "Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extragalactiques". [\*Annals of the Scientific Society of Brussels\*](#) **47A**: 41.
- Lemaître, G. (1931). "A Homogeneous universe of Constant Mass and Growing Radius Accounting for the Radial Velocity of Extragalactic Nebulae". [\*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society\*](#) **91**: 483–490.
- Edwin P. Hubble, 'A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae', [\*Proceedings of the National Academy of Sciences\*](#), vol. 15, n<sup>o</sup> 3, 1929, p. 168-173

το 1910  
ο Vesto Slipher  
και αργότερα  
ο Carl Wilhelm Wirtz  
αποδίδουν την  
μετατόπιση στο ερυθρό  
με βάση το φαινόμενο  
Doppler ότι οφείλεται σε  
απομάκρυνση των  
*νεφελωμάτων*, που δεν  
ήξεραν ακόμη ότι είναι  
γαλαξίες, από τη Γη.





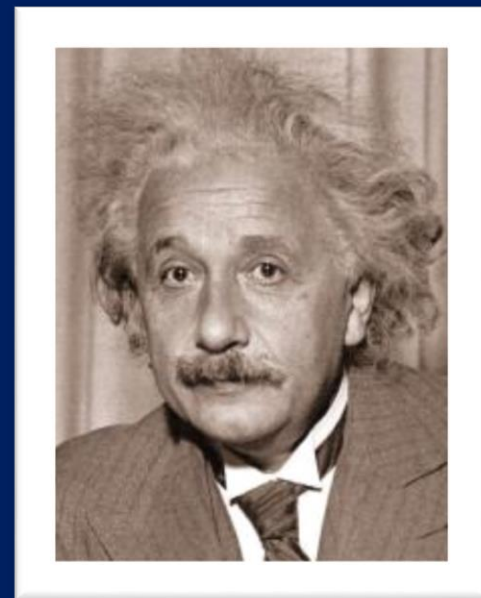
Θεωρούμε ότι το Σύμπαν είναι ομογενές και ισότροπο.

Ο Einstein το 1915 για να φτιάξει ένα στατικό σύμπαν, όπως πίστευαν τότε ότι είναι το σύμπαν εισάγει την κοσμολογική σταθερά,  $\Lambda$ , ώστε να συγκρατείται το σύμπαν.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

όταν ανακαλύφθηκε η διαστολή του σύμπαντος ο Einstein διαγράφει το  $\Lambda$ .

Το 1990 παρατηρείται η επιτάχυνση του σύμπαντος



$$D = \frac{1}{c} \frac{dl}{dt} = \frac{1}{c} \frac{dP}{d\tau}$$

$$D^2 = \frac{1}{p^2} \frac{P_0 - P}{P} \sim \frac{1}{p^2} \quad (1a)$$

$$D^2 = \frac{kg}{3} \frac{P_0 - P}{P_0} \sim 4\kappa\rho \quad (2a)$$

$$D^2 \sim 10^{-58}$$

$$\rho \sim 10^{-26}$$

$$P \sim 10^2 \text{ g}\cdot\text{g}$$

$$\kappa \sim 10^{20} \text{ (M}^2\text{)} \cdot\text{g}$$

# Οι πρωταγωνιστές της Μεγάλης Έκρηξης



Οι Penzias και Wilson στην κεραία του Holmdel που κατέγραψαν τον απόηχο της μεγάλης έκρηξης

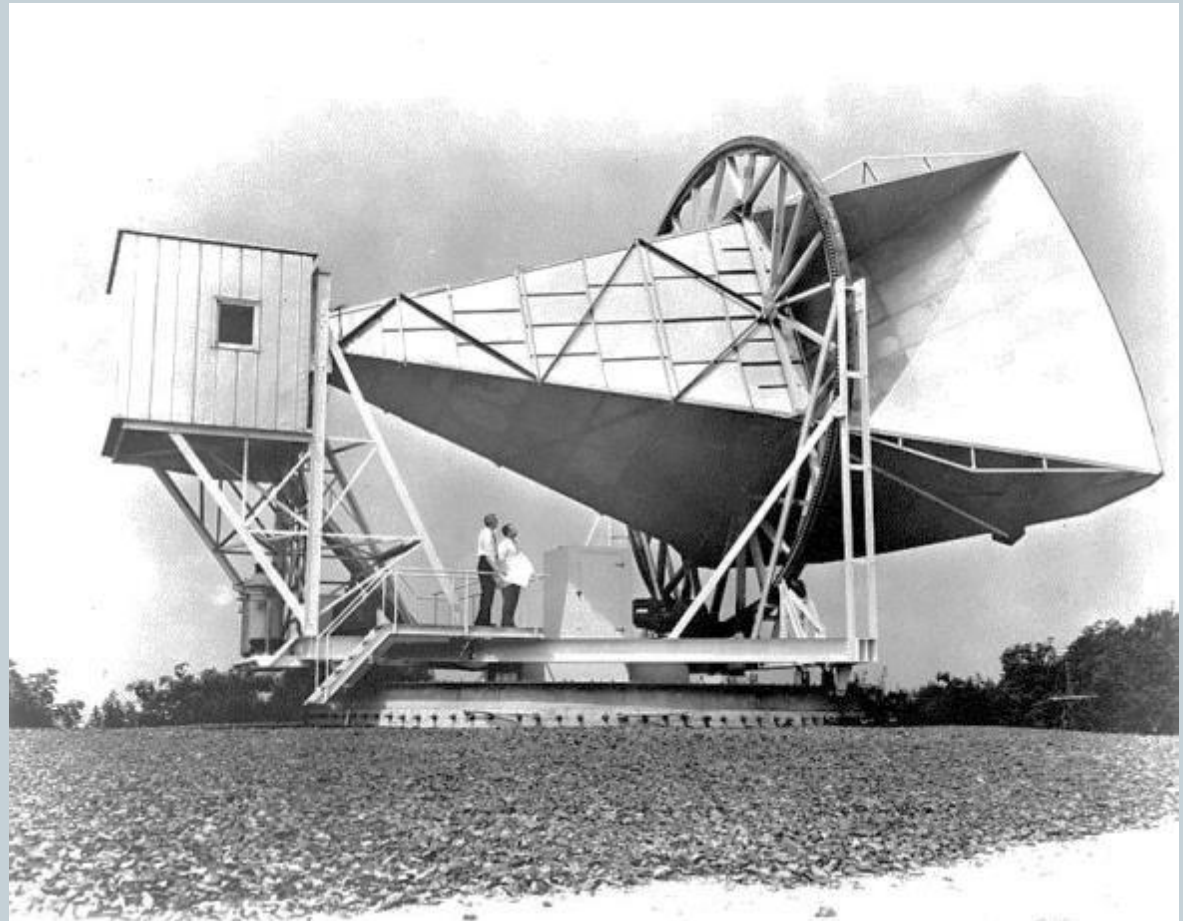
Βιβλιογραφία

Βλ. Wilson, R. W.; Penzias, A. A. (1967). "Isotropy of Cosmic Background Radiation at 4080 Megahertz".

Περιοδικό Science 156 (3778): 1100–1101

Ψάξτε επίσης

[www.bbc.co.uk/science/space/universe/scientists/](http://www.bbc.co.uk/science/space/universe/scientists/)







**Ο DR. R.W. WILSON, NOBEL PRICE (3K MICROWAVE FROM BIG BANG)**

**ΠΟΥ ΑΝΑΚΑΛΥΨΕ ΤΗΝ ΚΟΣΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΜΕ ΤΟΝ ΞΕΝ. ΔΙΟΝ.ΜΟΥΣΑ, ΣΤΗΝ UNESCO, ΣΤΟ ΠΑΡΙΣΙ, ΣΤΗΝ INTERNATIONAL YEAR OF ASTRONOMY 2009**

Τι είναι η *μεγάλη έκρηξη*;

είναι μια θεωρία σύμφωνα με την οποία το Σύμπαν προέρχεται ένα σημείο και από τότε που δημιουργήθηκε διαστέλλεται και ψύχεται.

η θεωρία ερμηνεύει πολλές παρατηρήσεις του σύμπαντος, αλλά όχι όλες.

Παρατηρούμε τα φάσματα των γαλαξιών που παρουσιάζουν μετατόπιση των γραμμών προς το ερυθρό και με βάση το φαινόμενο Doppler εκτιμούμε ότι απομακρύνονται αλλήλων και ότι επιπλέον έχει παρατηρηθεί μια ακτινοβολία σε μικροκύματα που μπορεί να ερμηνευθεί ότι είναι υπόλειμμα της μεγάλης έκρηξης.

Η χημική σύσταση του σύμπαντος (H, He, Li) συμπίπτει με τις προβλέψεις της θεωρίας

Είναι η μεγάλη έκρηξη μια πραγματική έκρηξη;

Ασφαλώς δεν ξέρουμε ακόμη τι έγινε ακριβώς.

Το διάστημα ή ο χώρος δημιουργήθηκε με την «Μεγάλη Έκρηξη»

Η μεγάλη Έκρηξη δεν είναι έκρηξη.

Δεν πρόκειται για μια έκρηξη βόμβας για παράδειγμα.

Δεν εκτοξεύθηκαν διάφορα αντικείμενα στον τριγύρω χώρο.

Τι υπήρχε πριν τη μεγάλη έκρηξη;  
Τι έγινε κατά τη μεγάλη έκρηξη;

Δεν ξέρουμε ακόμη!

Για να διατυπώσουμε τις ερωτήσεις και τις απαντήσεις χρειάζεται να αναπτύξουμε τη θεωρία της κβαντικής βαρύτητας, δηλαδή να συνδυάσουμε τη κβαντική θεωρία με τη θεωρία της βαρύτητας για να κατανοήσουμε το πρόβλημα και μετά να το λύσουμε.

Πού έγινε η μεγάλη έκρηξη;

«Παντού»!

Δεν υπάρχει κέντρο του Σύμπαντος

Τι προβλέπει η θεωρία της μεγάλης έκρηξης για την ύλη που είναι φτιαγμένο το Σύμπαν;

η θεωρία της μεγάλης έκρηξης προβλέπει την θερμοκρασία και την πυκνότητας της ύλης που είναι φτιαγμένο το Σύμπαν για κάθε χρονική στιγμή.

Άλλες θεωρίες συμβάλλουν στην πρόβλεψη της χημικής σύστασης του Σύμπαντος.

Τα ελαφρά στοιχεία έγιναν με θερμοπυρηνικές αντιδράσεις όταν το Σύμπαν ήταν νεαρό και καυτό

# Είναι ενδεχόμενο να είναι λανθασμένη η θεωρία της μεγάλης έκρηξης;

Είναι πιθανό η θεωρία της μεγάλης έκρηξης να είναι λανθασμένη.

Είναι βέβαιο ότι κάποιοι από εσάς θα τη βελτιώσουν ή θα την απορρίψουν.

Όλες οι θεωρίες αλλάζουν, βελτιώνονται ή απορρίπτονται.

Ηλικία	Θερμοκρασία	<a href="http://www.physics4u.gr/articles/2007/Big_Bang_theory.html">www.physics4u.gr/articles/2007/Big_Bang_theory.html</a> Κατάσταση
$10^{-43}$ sec	άπειρη	Το σύμπαν περνά από μια υπερταχύτατη διαστολή (πληθωρισμό), στην οποία επεκτείνεται από το μέγεθος ενός ατόμου σε αυτό ενός πορτοκαλιού, σε μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου
$10^{-32}$ sec	$10^{27}$ C	Μετα-πληθωριστική εποχή του σύμπαντος, στην οποία ο Κόσμος αποτελείται από μια ταραγμένη, καυτή σούπα ηλεκτρονίων, κουάρκ και άλλων σωματιδίων
$10^{-6}$ sec	$10^{13}$ C	Μια ταχύτητα ψύξης του Κόσμου επιτρέπει στα κουάρκ να συγκεντρωθούν για πάντα μέσα στα πρωτόνια και νετρόνια
3 min	$10^8$ C	Το σύμπαν είναι ακόμα πολύ καυτό για να σχηματιστούν τα άτομα, τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια εμποδίζουν το φως να λάμψει. Το σύμπαν είναι μια υπέρθερμη ομίχλη.



3 min	$10^8$ C	<a href="http://www.physics4u.gr/articles/2007/Big_Bang_theory.html">www.physics4u.gr/articles/2007/Big_Bang_theory.html</a> Το σύμπαν είναι ακόμα πολύ καυτό για να σχηματιστούν τα άτομα, τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια εμποδίζουν το φως να λάμψει. Το σύμπαν είναι μια υπέρθερμη ομίχλη.
380.000 έτη	10.000 C	Τα ηλεκτρόνια επιτέλους μπορούν να συνδεθούν με τα πρωτόνια και τα νετρόνια φτιάχνοντας τα άτομα. Το δε φως μπορεί τελικά να λάμψει.
1 δισ. έτη	-200 C	Η βαρύτητα αναγκάζει το αέριο του υδρογόνου και ηλίου να σχηματίσουν τεράστια νέφη που θα γίνουν γαλαξίες, ενώ τα μικρότερα τμήματα νέφους γίνονται τα πρώτα άστρα.
13.7 δισ. έτη	-270 C	Σχηματίζονται σμήνη γαλαξιών κάτω από την επίδραση της βαρύτητας, ενώ τα πρώτα άστρα πεθαίνουν, και διασκορπίζονται βαριά στοιχεία στο διάστημα. Αυτά τελικά θα σχηματίσουν νέα άστρα και πλανήτες.

$$\hbar/2\pi = \hbar_{\text{bar}} = ML^2/T$$

$$c = L/T$$

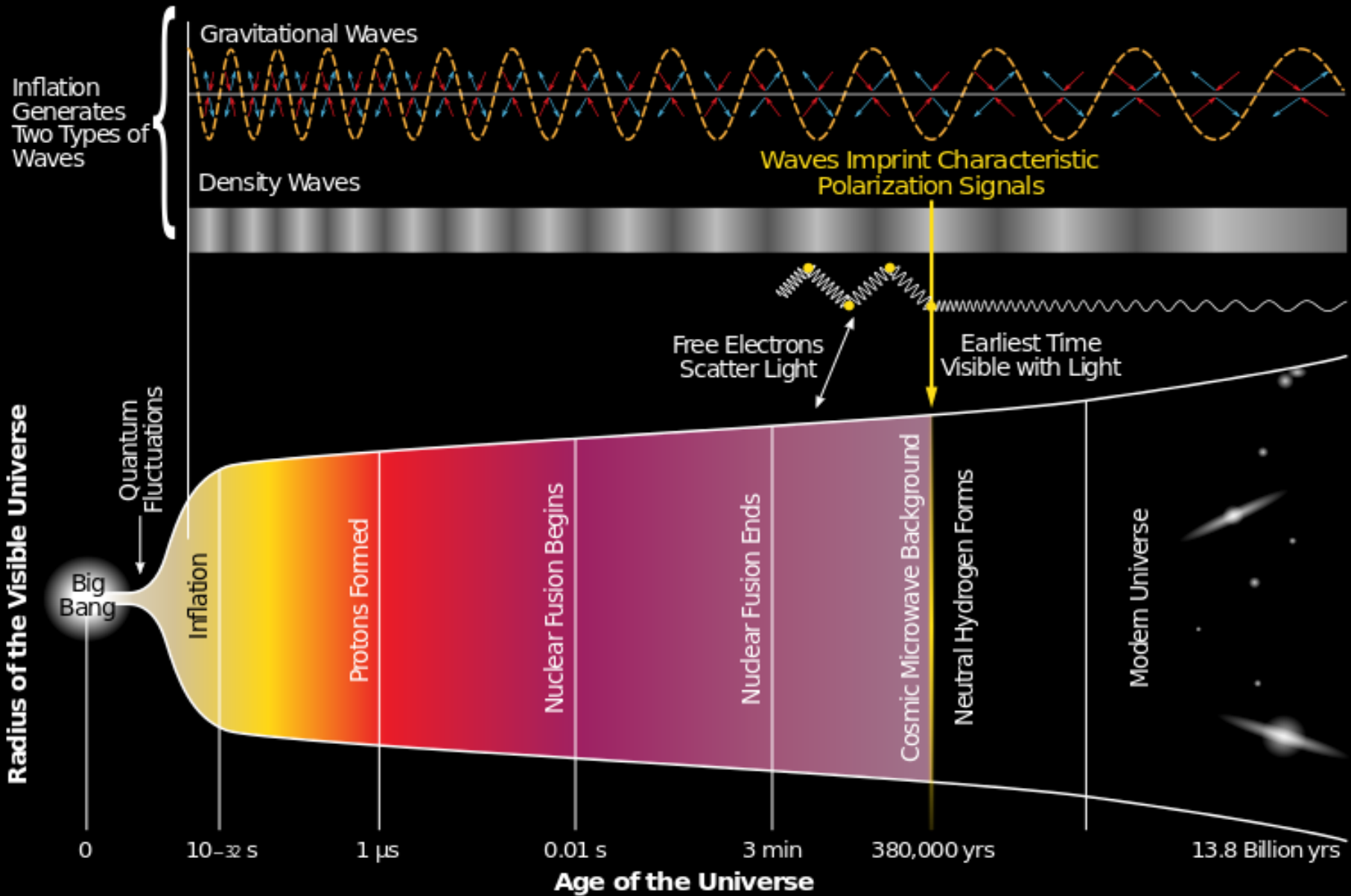
$$G = \text{δύναμη} \times \text{απόσταση}^2 / \text{μάζα}^2 = (ML/T^2) L^2/M^2 = L^3/MT^2$$

και λαμβάνουμε

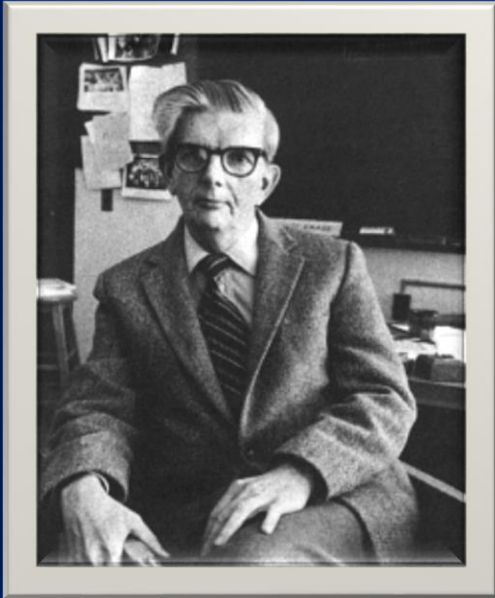
$$l = (\hbar_{\text{bar}} G/c^3)^{1/2}$$

$$l_P = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1.61624(12) \times 10^{-35}$$

# History of the Universe



- Σχήμα του κ. Yinweichen



## η Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων

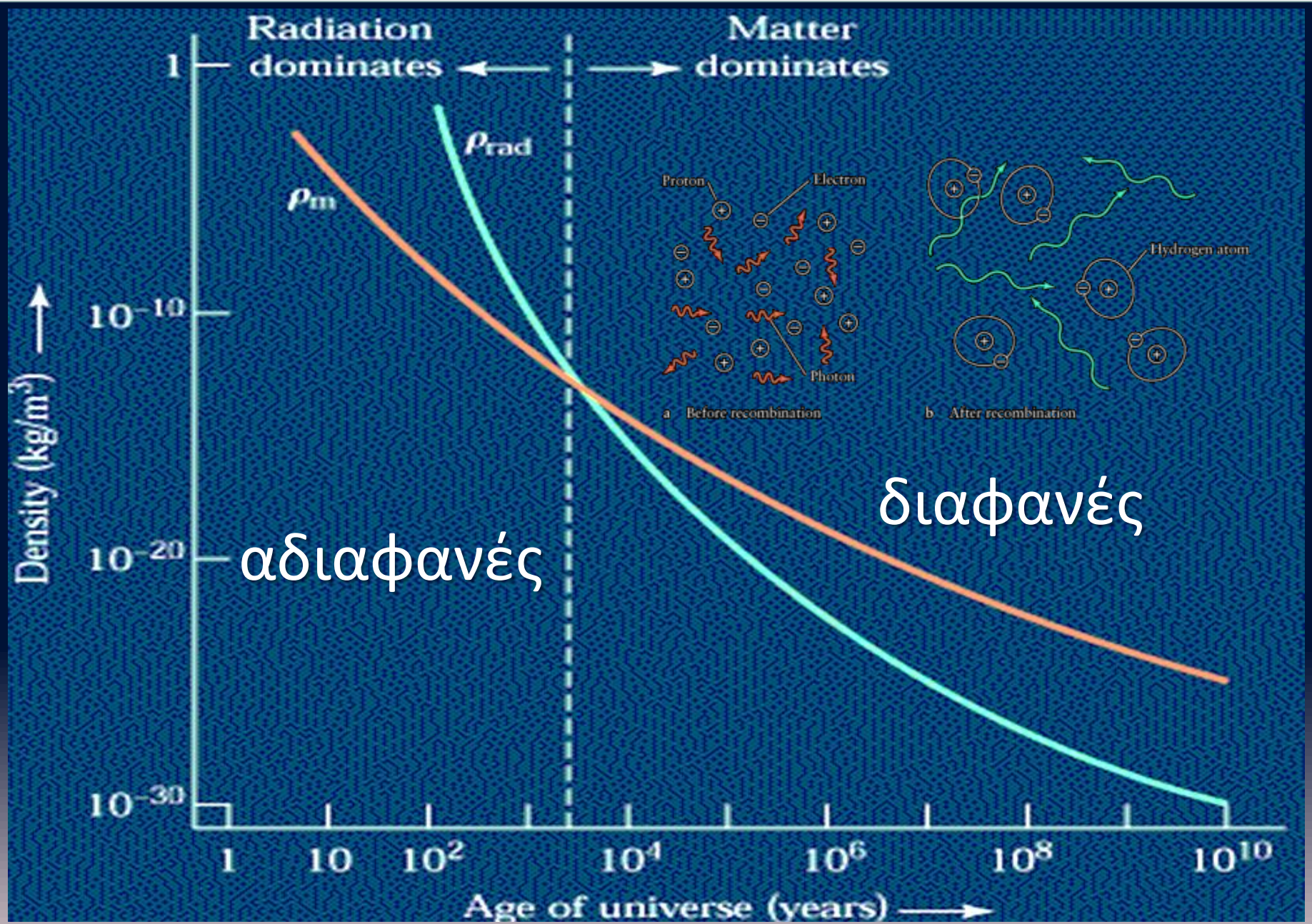
η προβλεφθείσα από τους κοσμολόγους Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων παρατηρήθηκαν τυχαία το 1965 από τους φυσικούς των εργαστηρίων Bell Arno Penzias και Robert Wilson.

Ο Robert Dicke έψαχνε για την ακτινοβολία της Μεγάλης Έκρηξης. Ο Dicke πρότεινε ότι το Σύμπαν προήλθε από ένα προηγούμενο σύμπαν και η θερμοκρασία που χρειάζεται ήταν δισεκατομμύρια βαθμοί.

Ο Dicke υπολόγισε ότι η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου της Μεγάλης Έκρηξης έχει φάσμα 3 Kelvin.



Ο George Gamow βελτιώνει την θεωρία του Lemaître, με βάση την κβαντική θεωρία με ένα αρχικό πυρήνα που περιείχε νετρόνια, πρωτόνια και ηλεκτρόνια με αρχική θερμοκρασία ένα δισεκατομμύριο Kelvin και υπολόγισε ότι σε ηλικία πέντε λεπτών το σύμπαν καθώς ψυχόταν σταματούν να αλληλεπιδρούν τα σωματίδια δεν θα έχουμε πλέον πυρηνική σύντηξη, και αρχίζουν να σχηματίζονται τα άτομα.



## η Κοσμική Ακτινοβολία Μικροκυμάτων

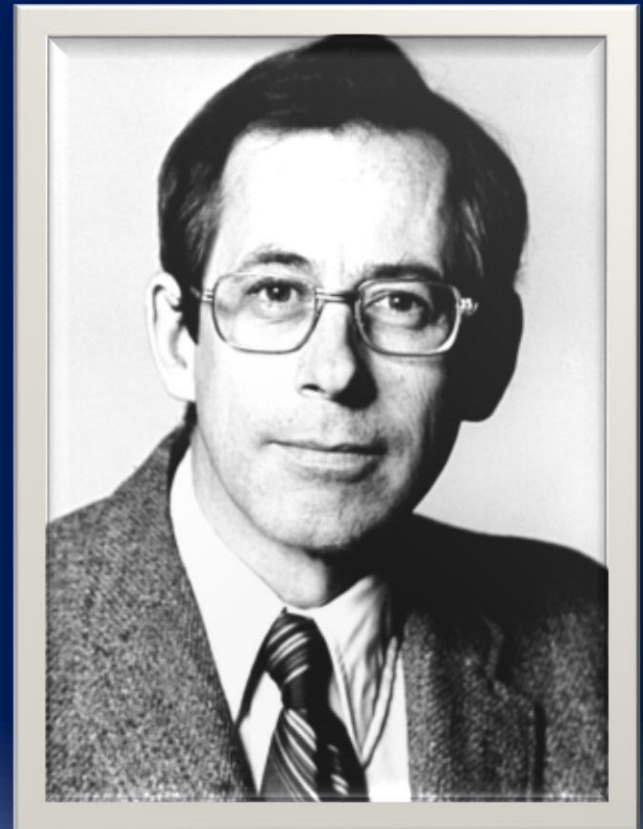
Αργότερα ο Jim Peebles πρότεινε ότι όταν η θερμοκρασία κατέβηκε στους  $3000^{\circ}$  Kelvin σχηματίσθηκαν πρωτόνια και πυρήνες ηλίου από το υδρογόνο,

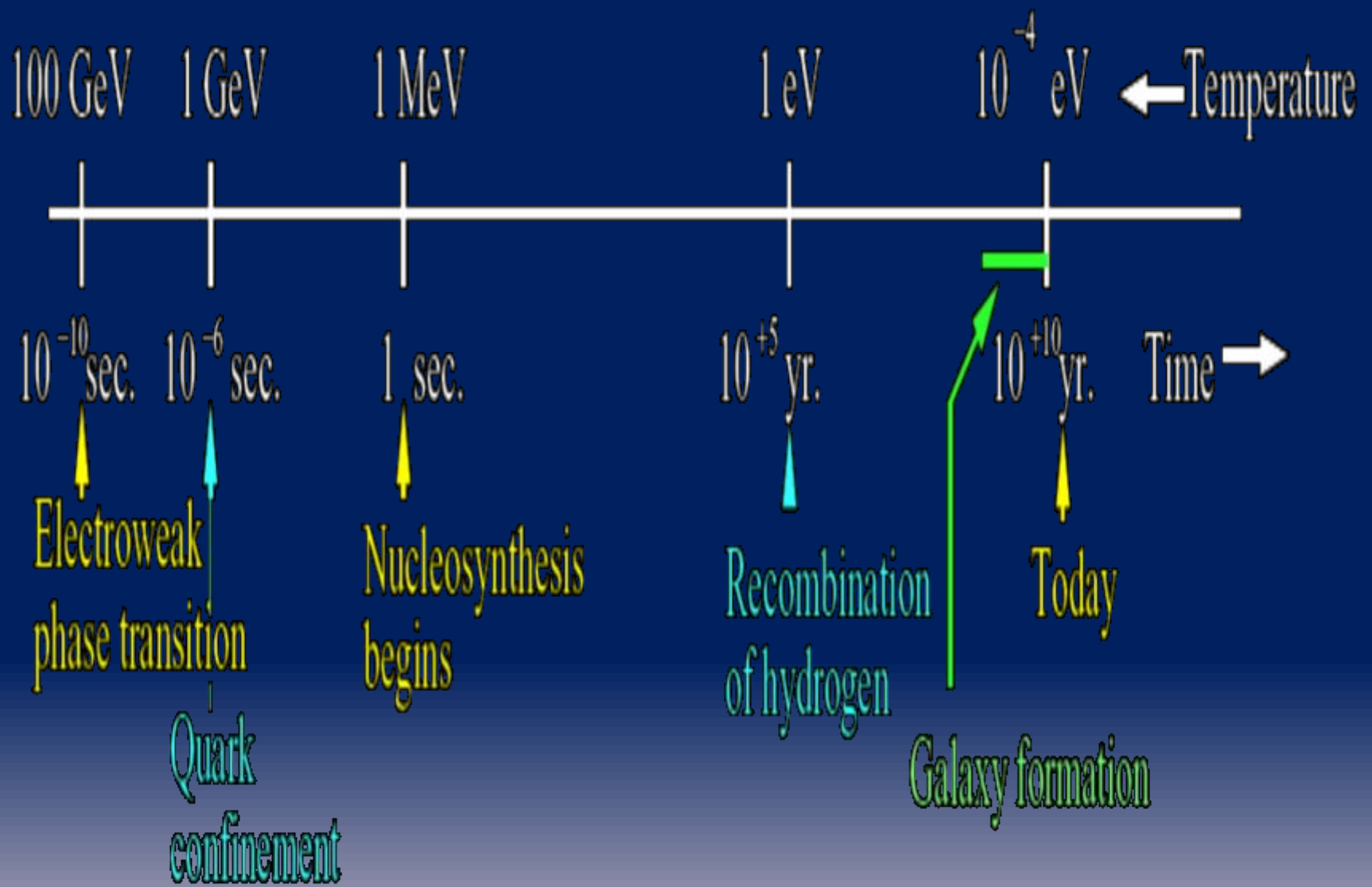
Η 75%, He 25%, ίδια με την αρχική χημική σύσταση όλων των άστρων πρώτης γενεάς

όταν η θερμοκρασία έγινε  $\sim 3000^{\circ}$  K το σύμπαν διογκώθηκε 1000 φορές

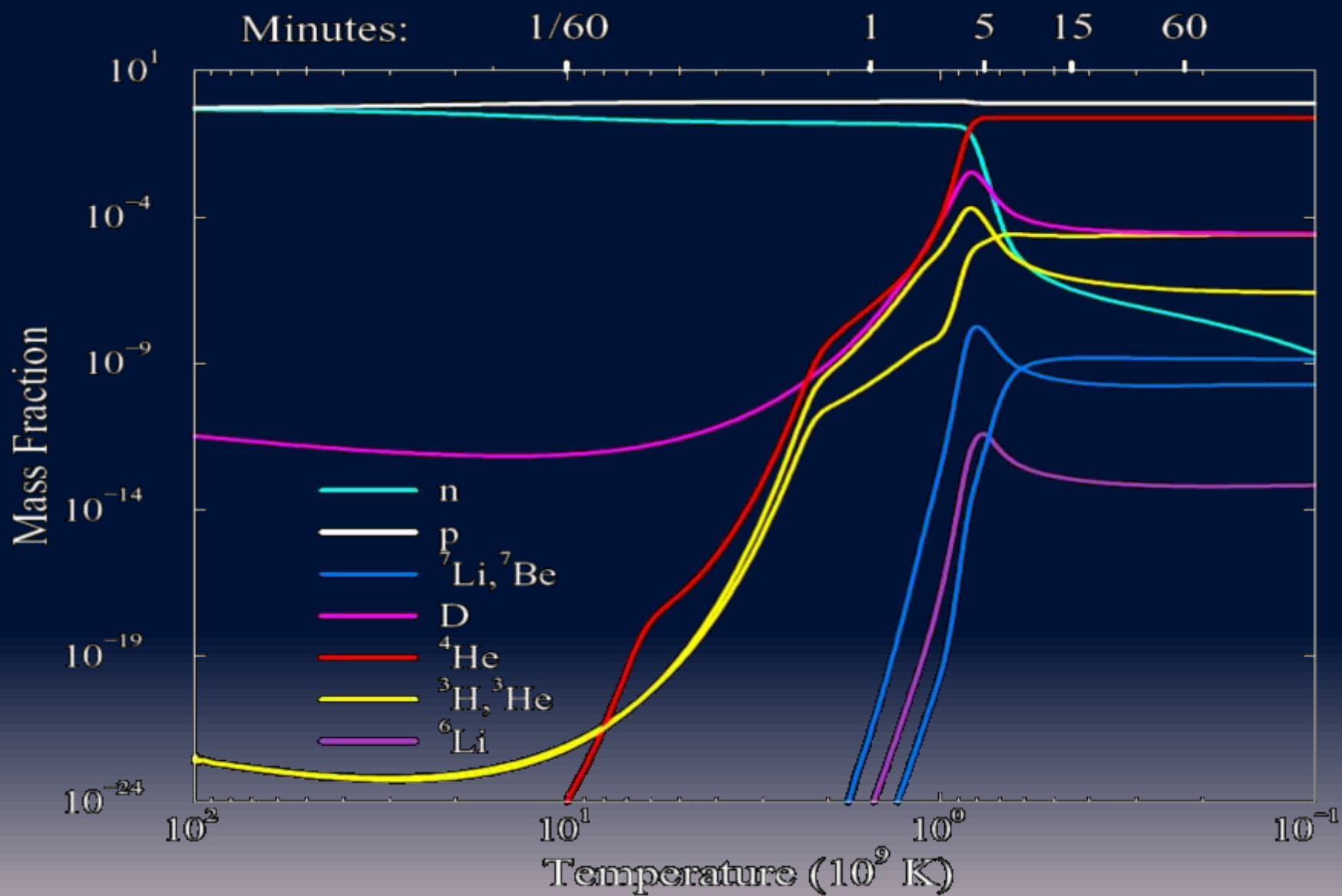
και η θερμοκρασία έπεσε στους  $\sim 10^{\circ}$  K,

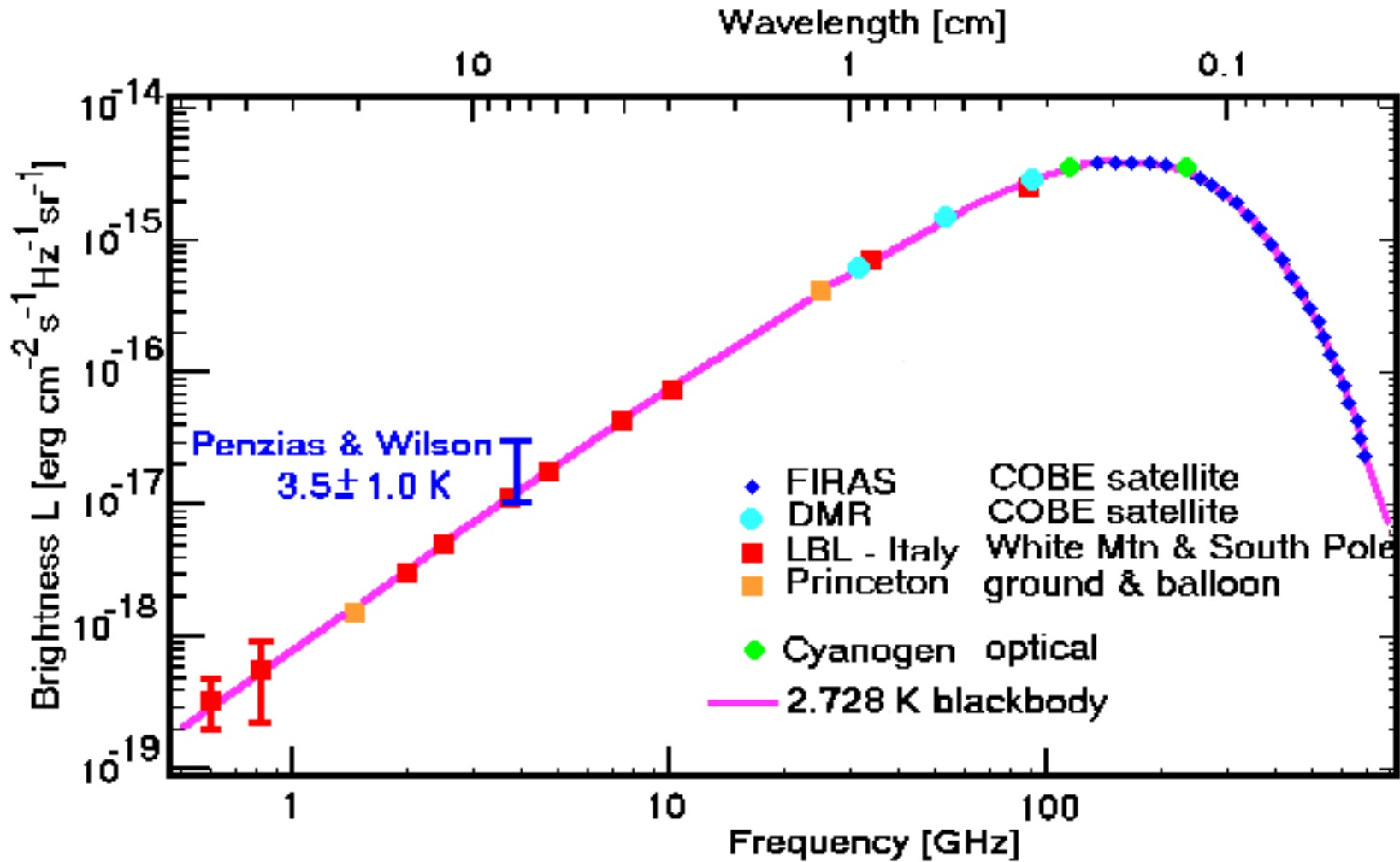
που επαναπροσδιορίσθηκε σε πιο σωστή τιμή  $3^{\circ}$  K.



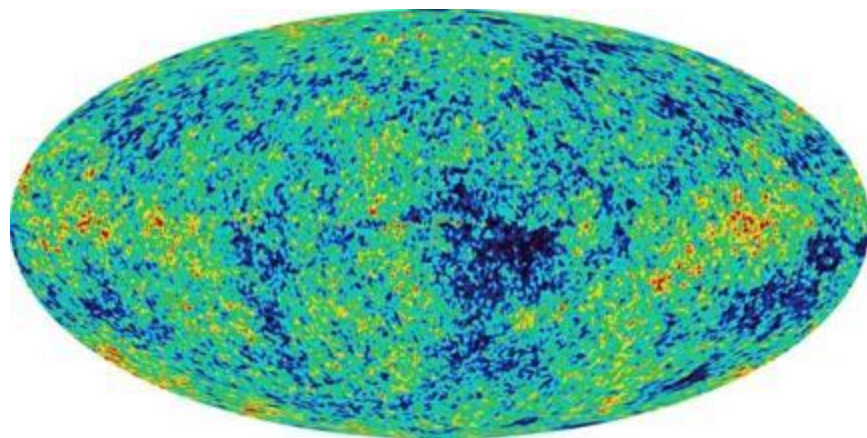
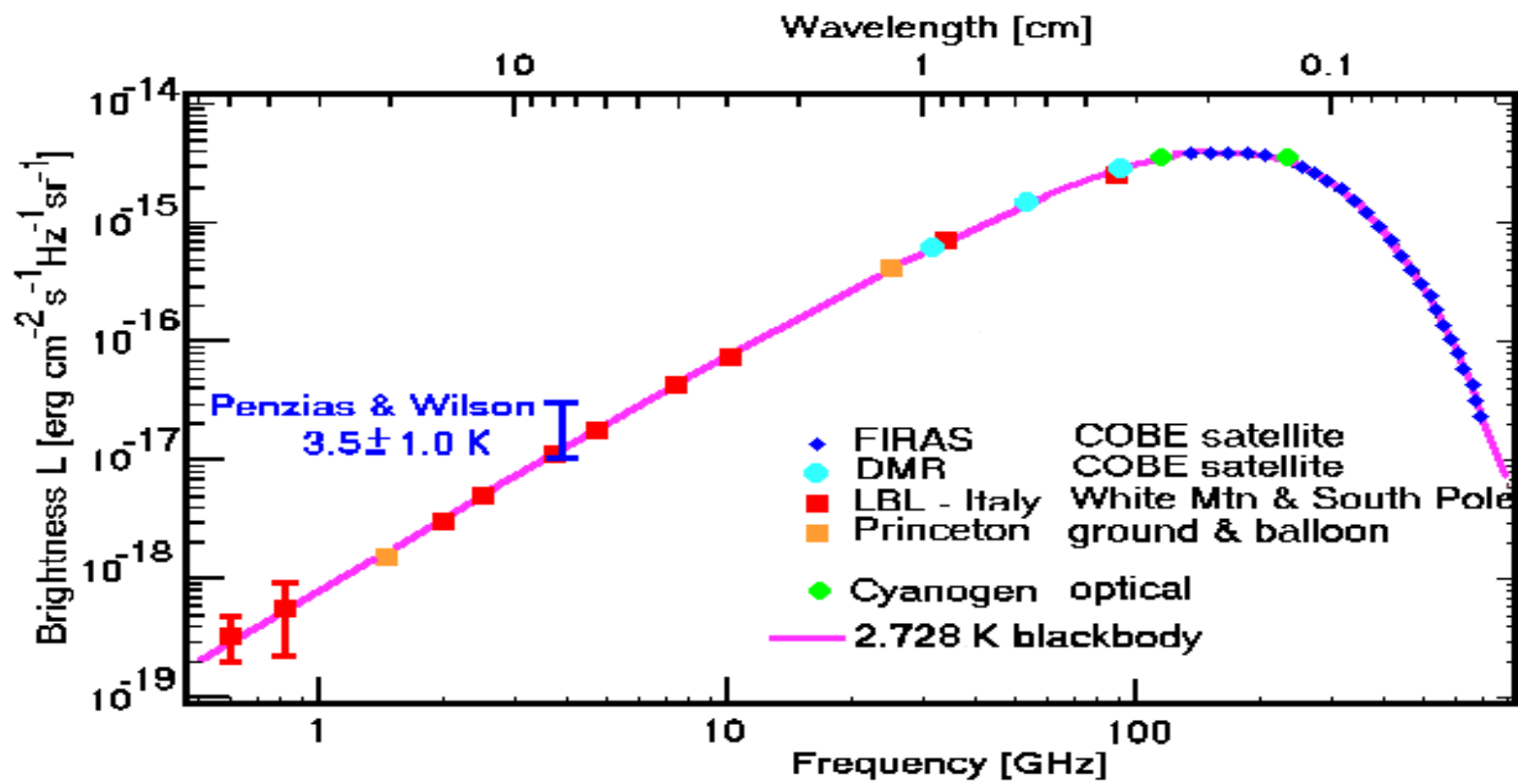




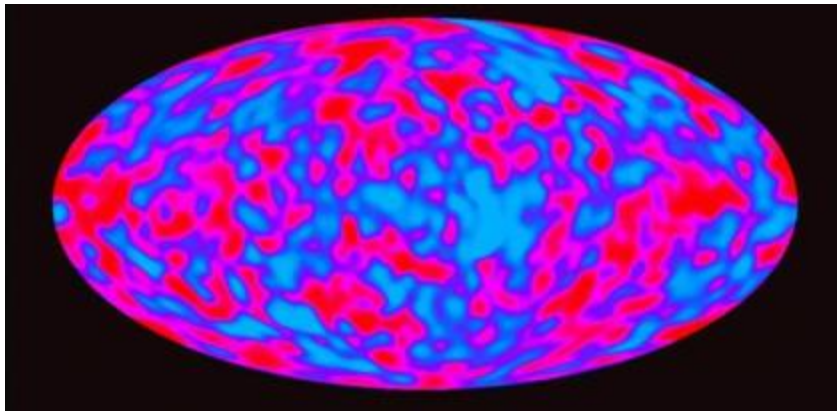
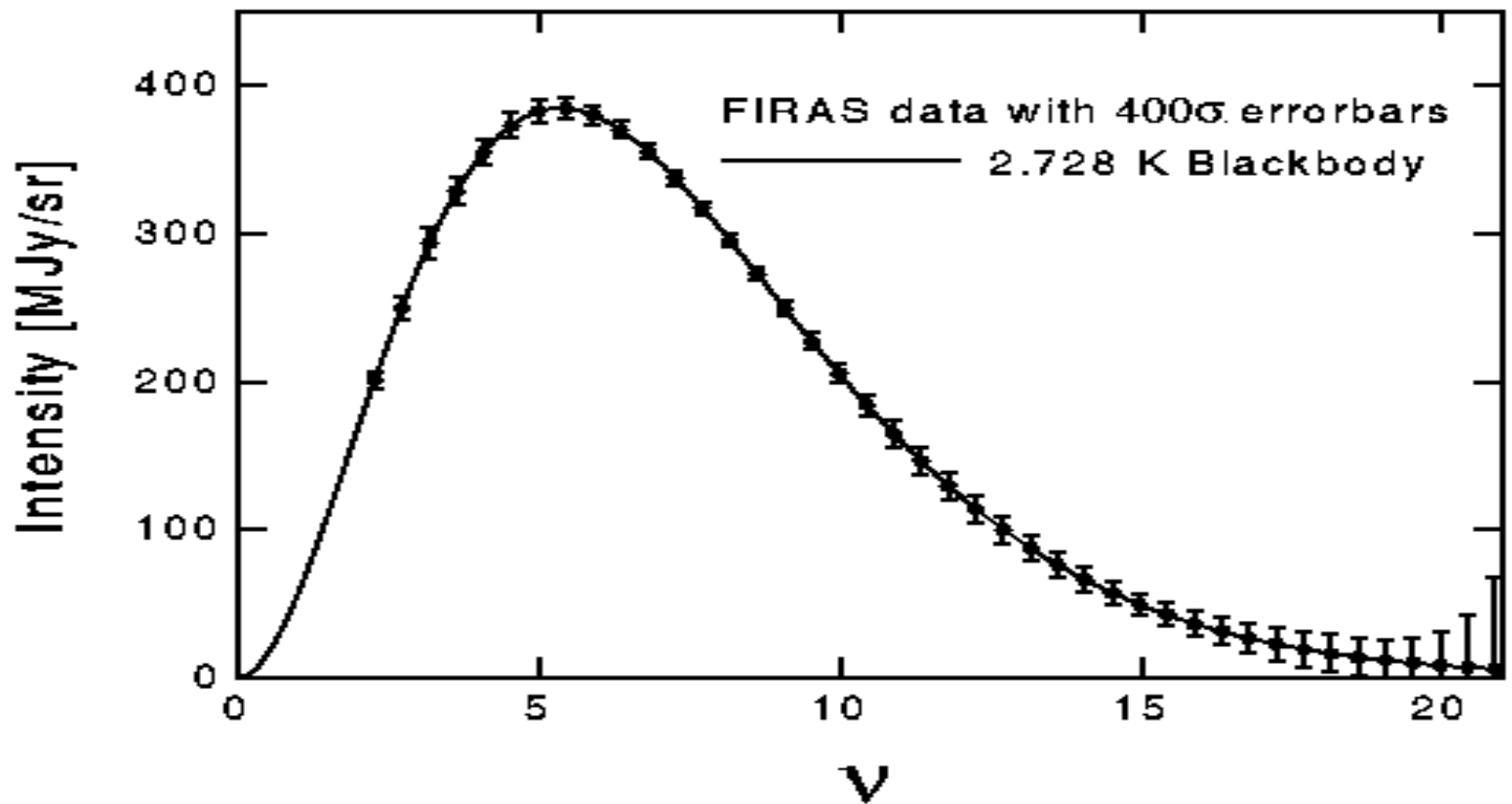




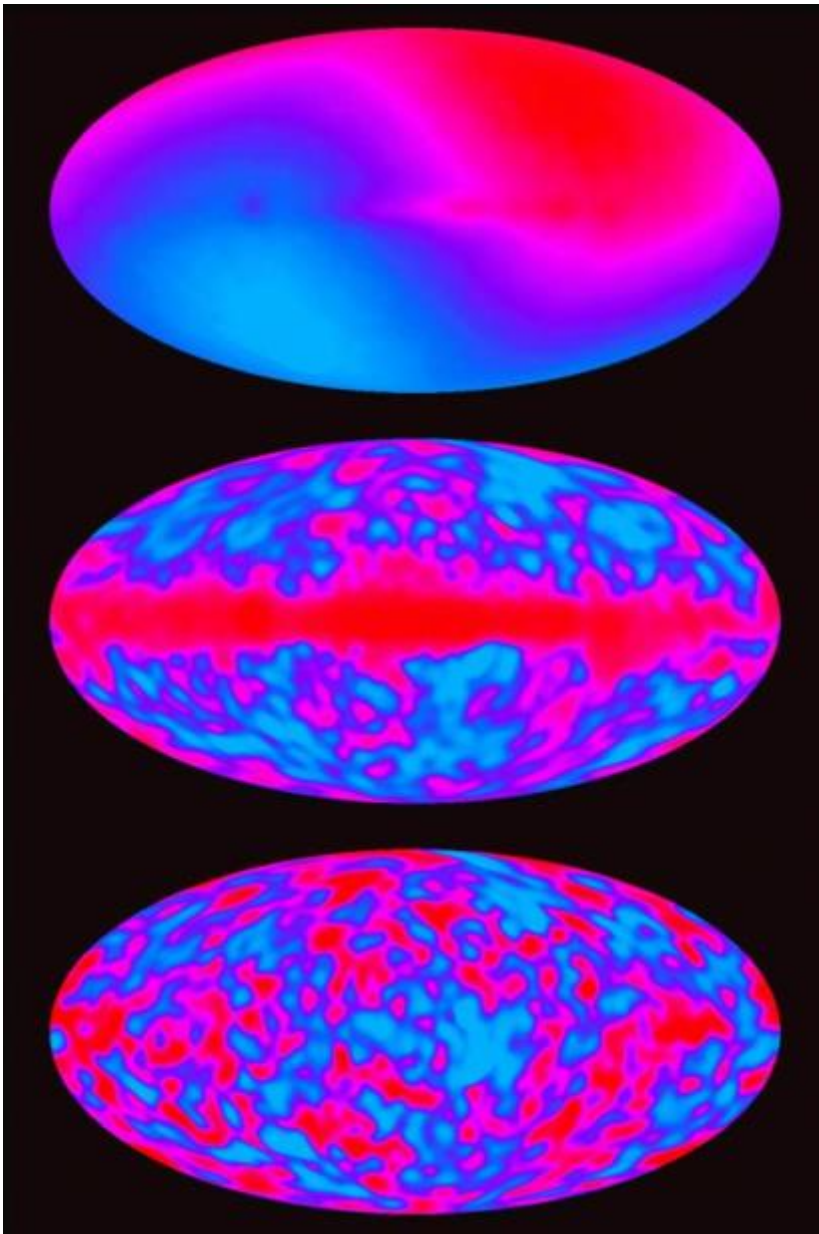
The COBE (Cosmic Background Explorer) satellite made very careful measurements of the shape of the spectrum of this emission. It is a perfect blackbody at a temperature of 2.728K; it is often termed the "3K background". (From R. McCray, <http://cosmos.colorado.edu/astr1120/lesson12.html>)



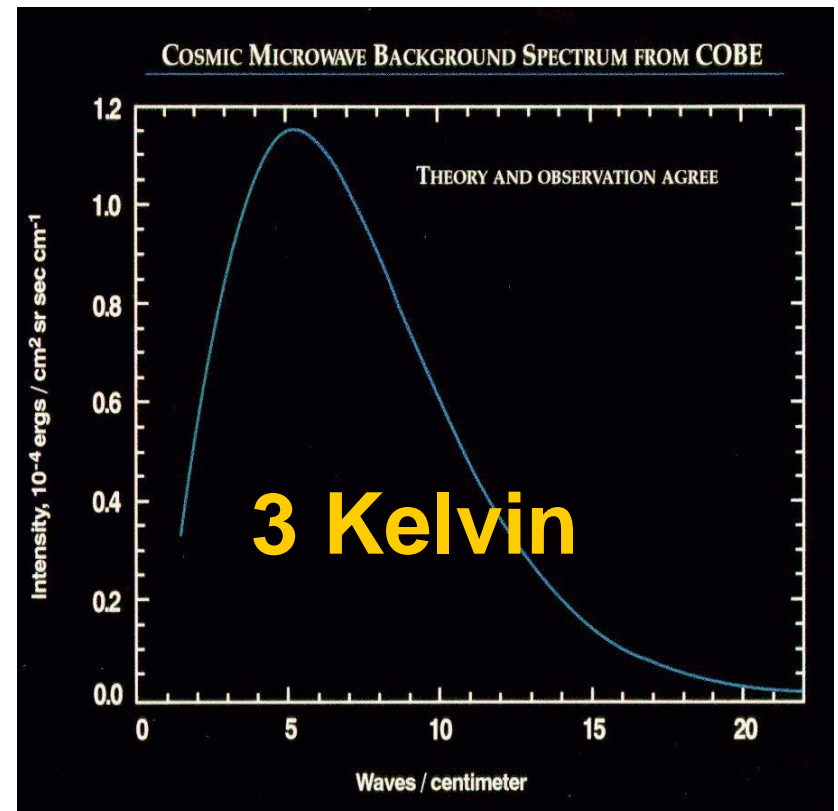
Ακτινοβολία  
υποβάθρου



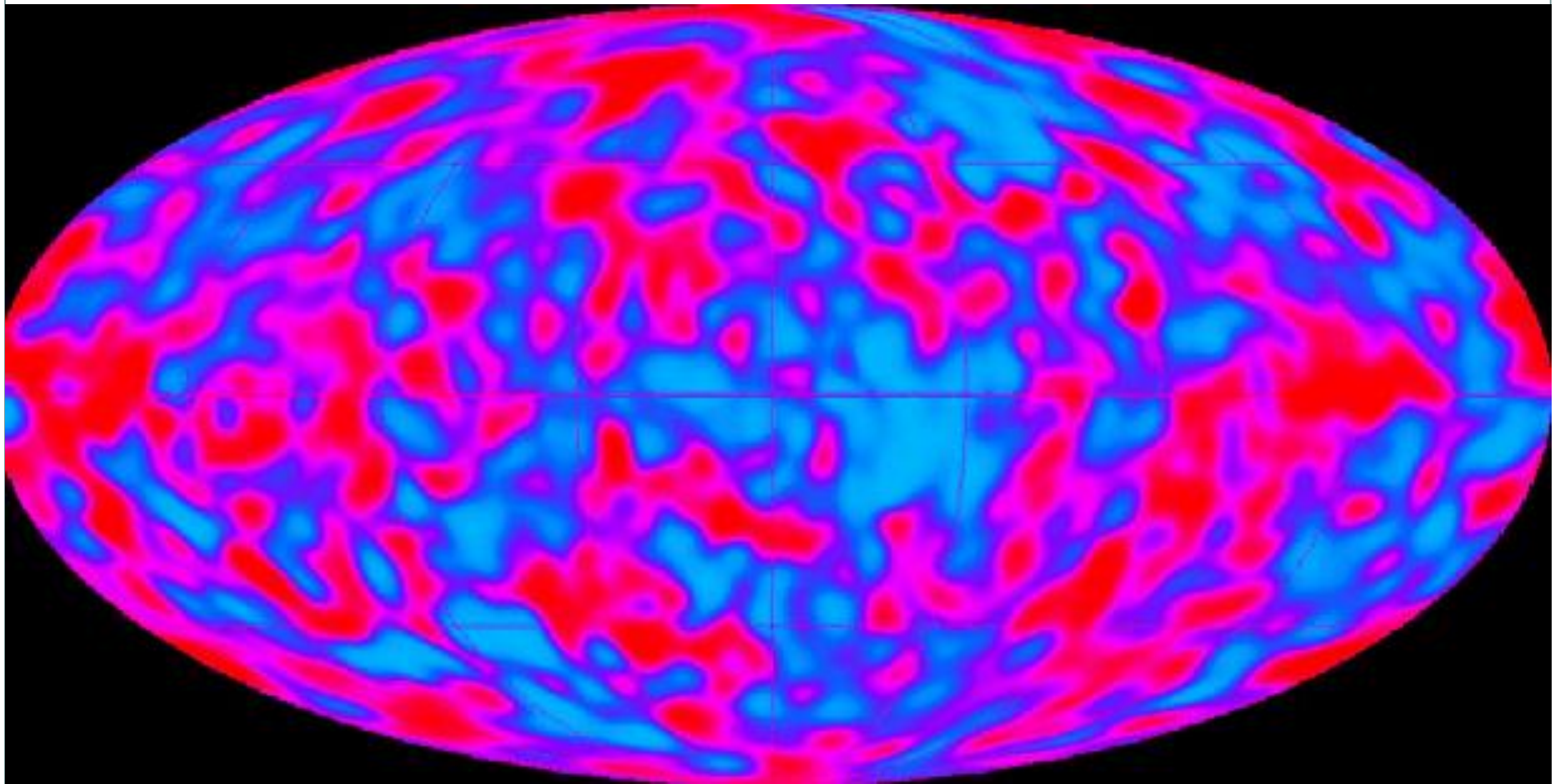
Ακτινοβολία  
υποβάθρου  
COBE



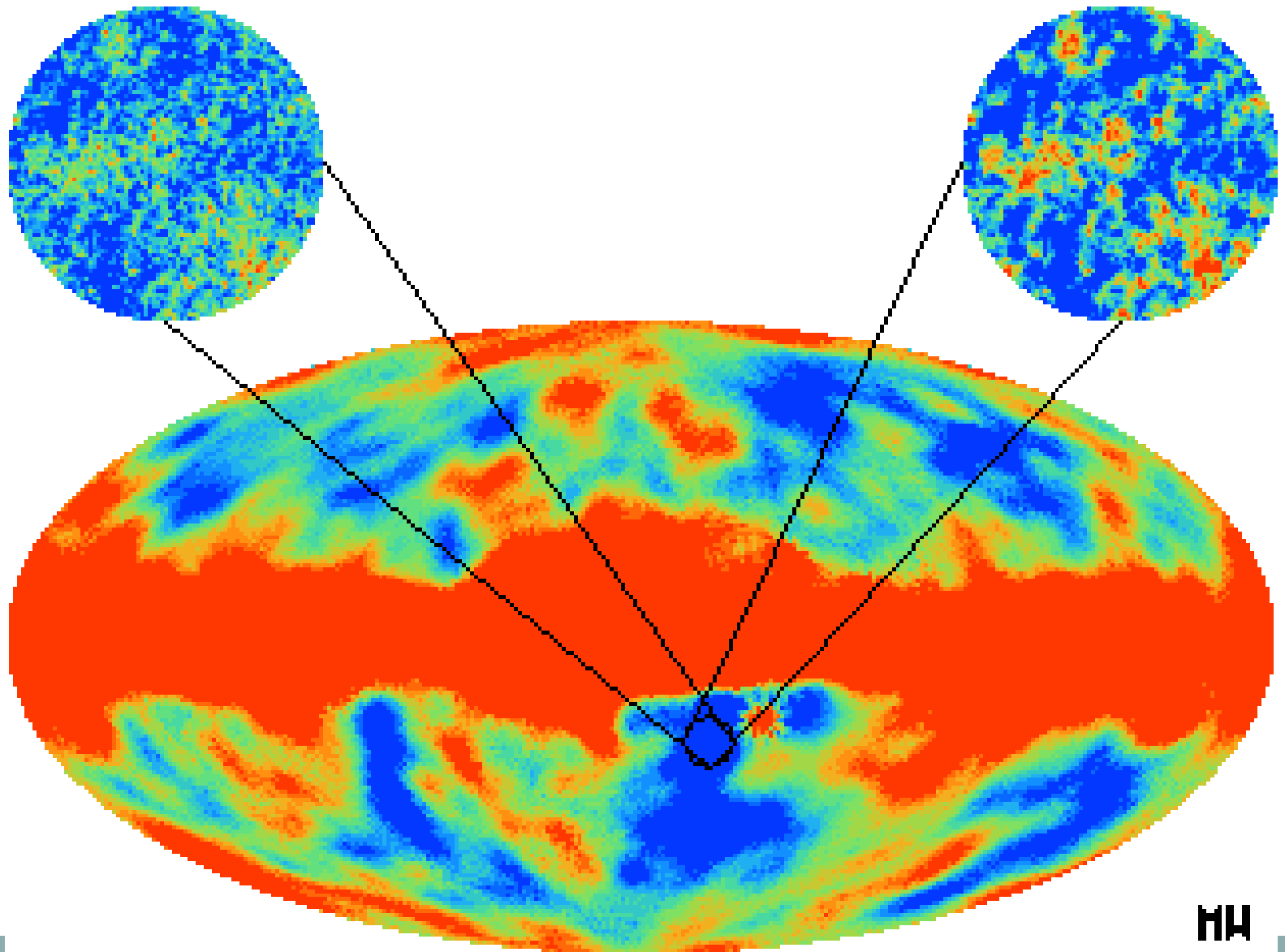
# Ακτινοβολία υποβάθρου COBE

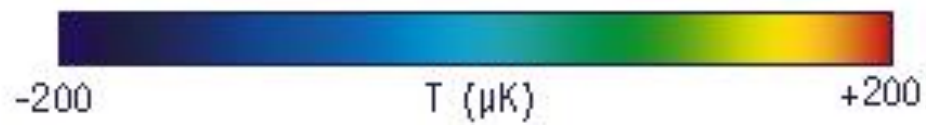
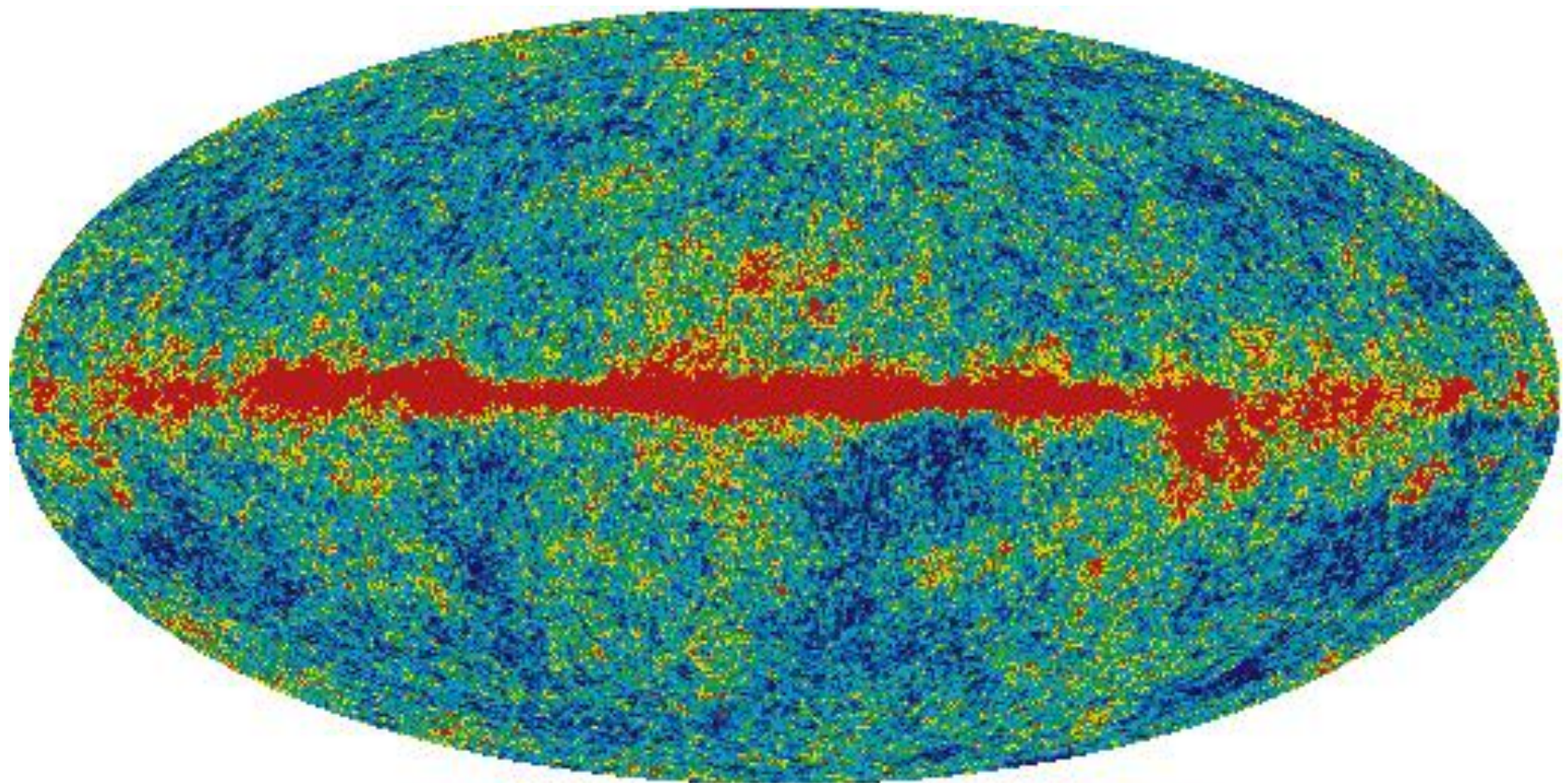


# Ακτινοβολία υποβάθρου COBE



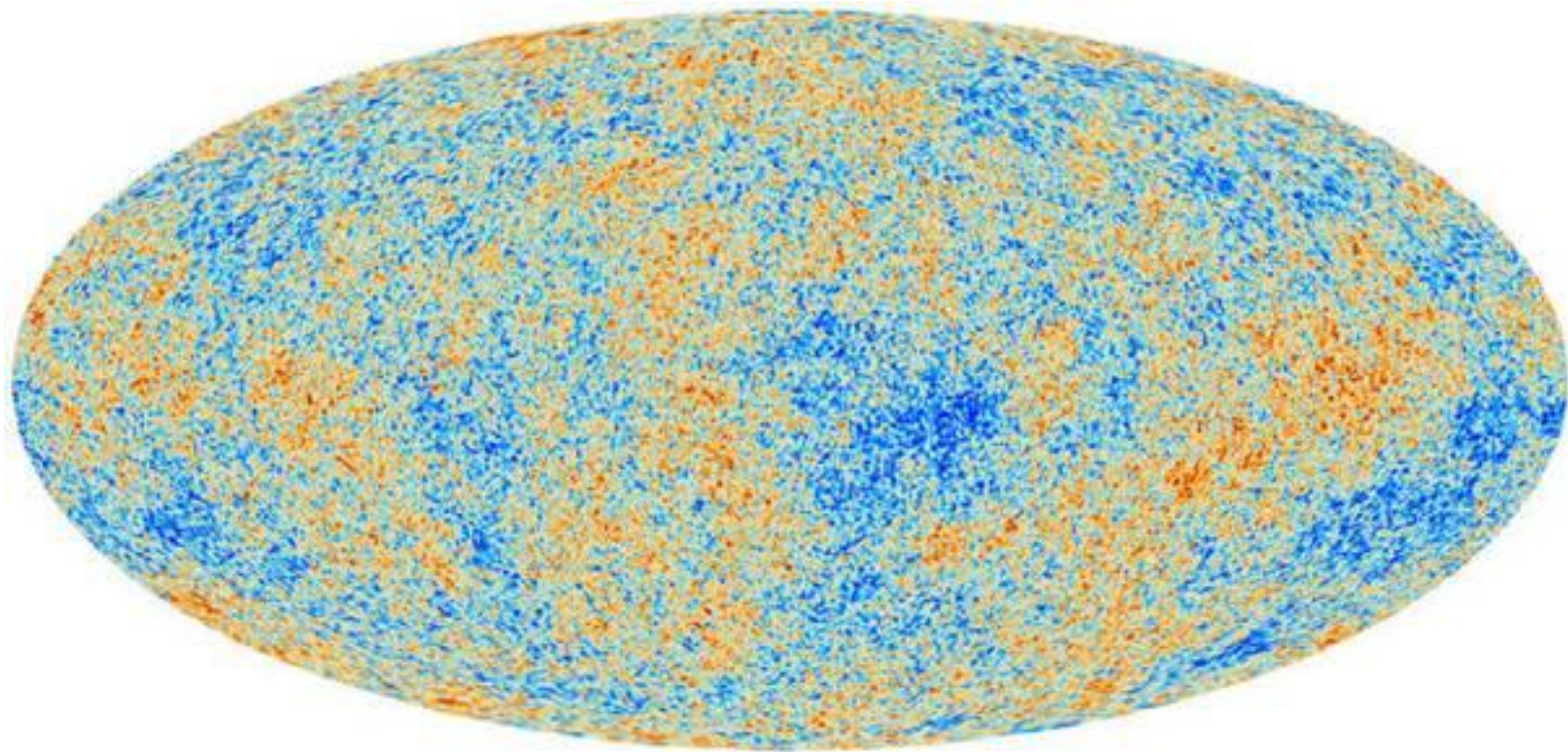
# Ακτινοβολία υποβάθρου COBE

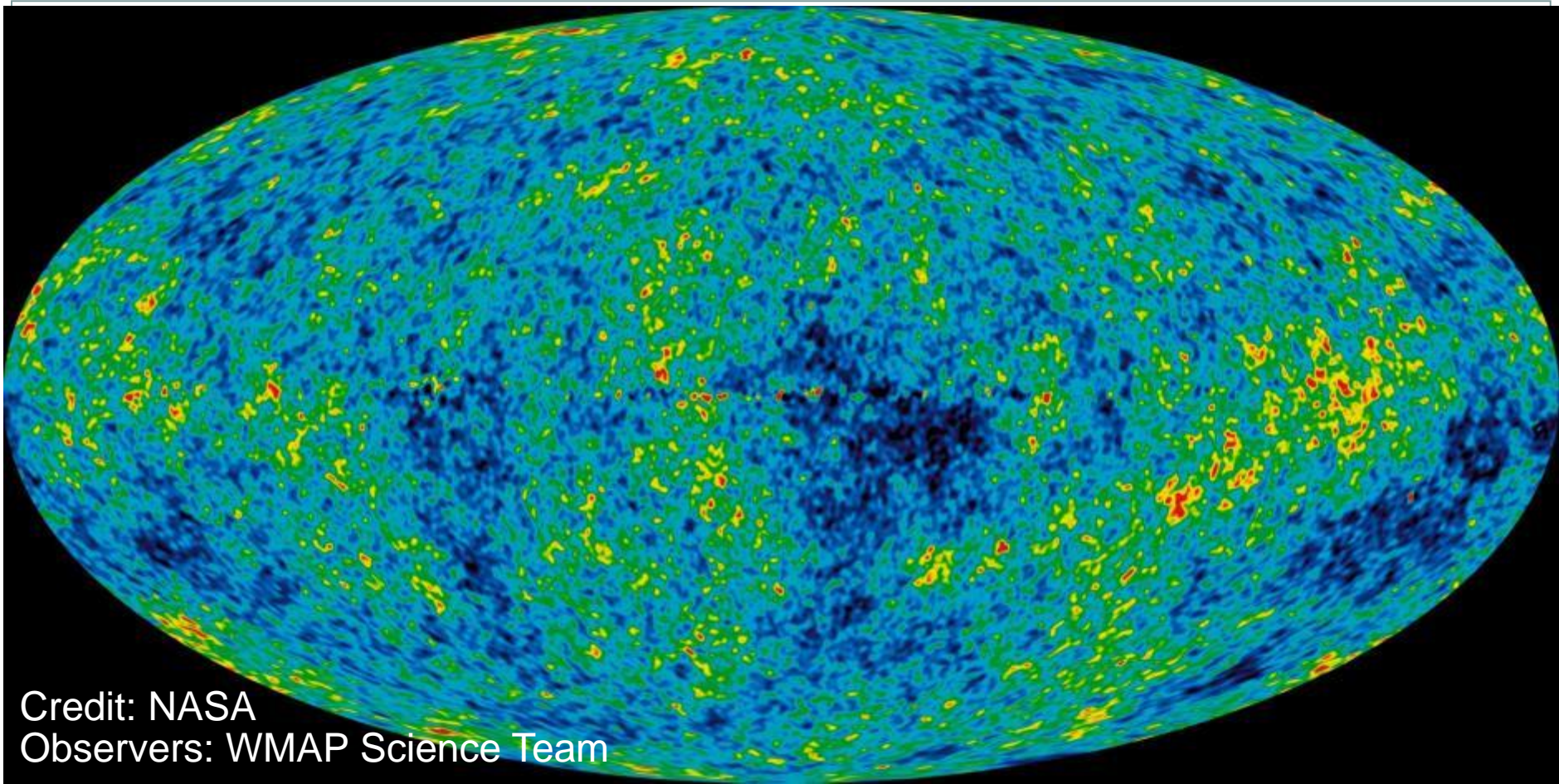




**Ακτινοβολία  
υποβάθρου**





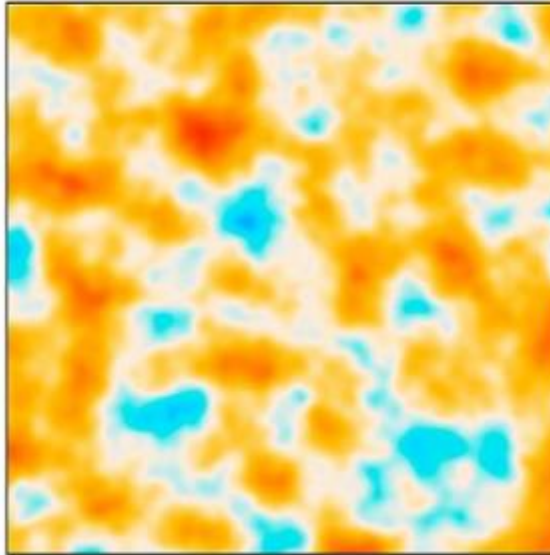


Credit: NASA  
Observers: WMAP Science Team

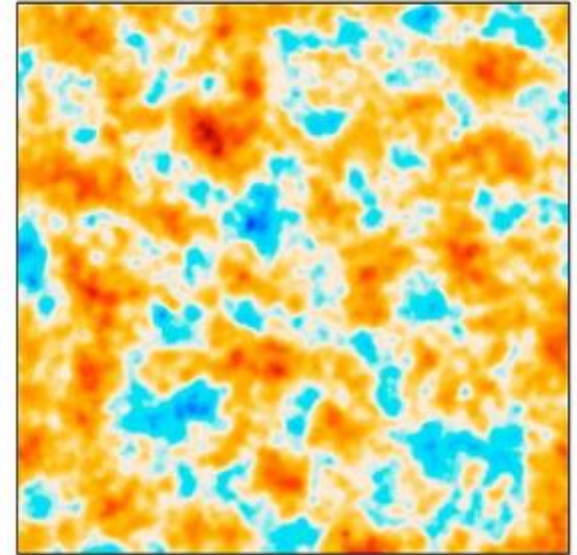
# COBE



# WMAP

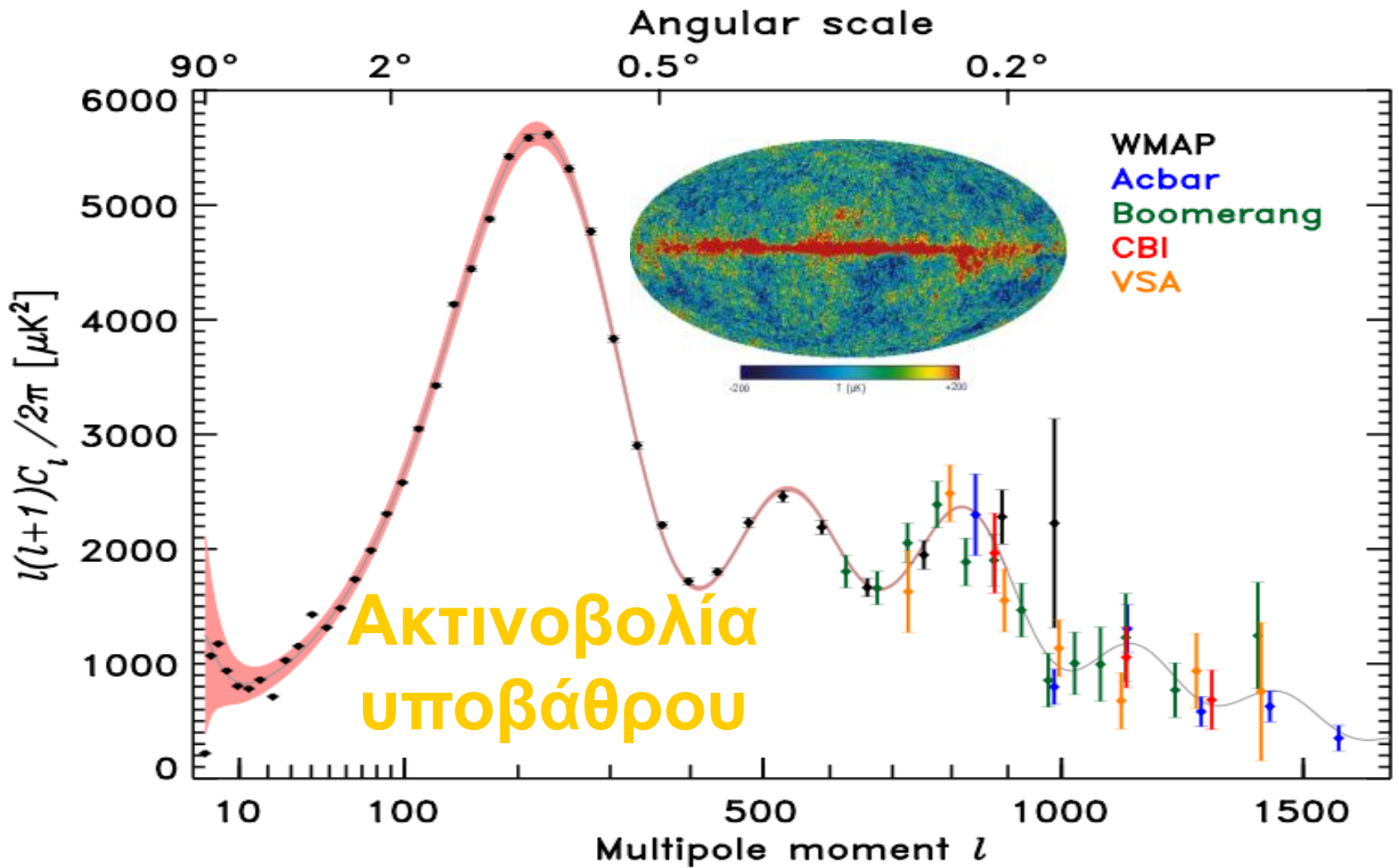


# Planck

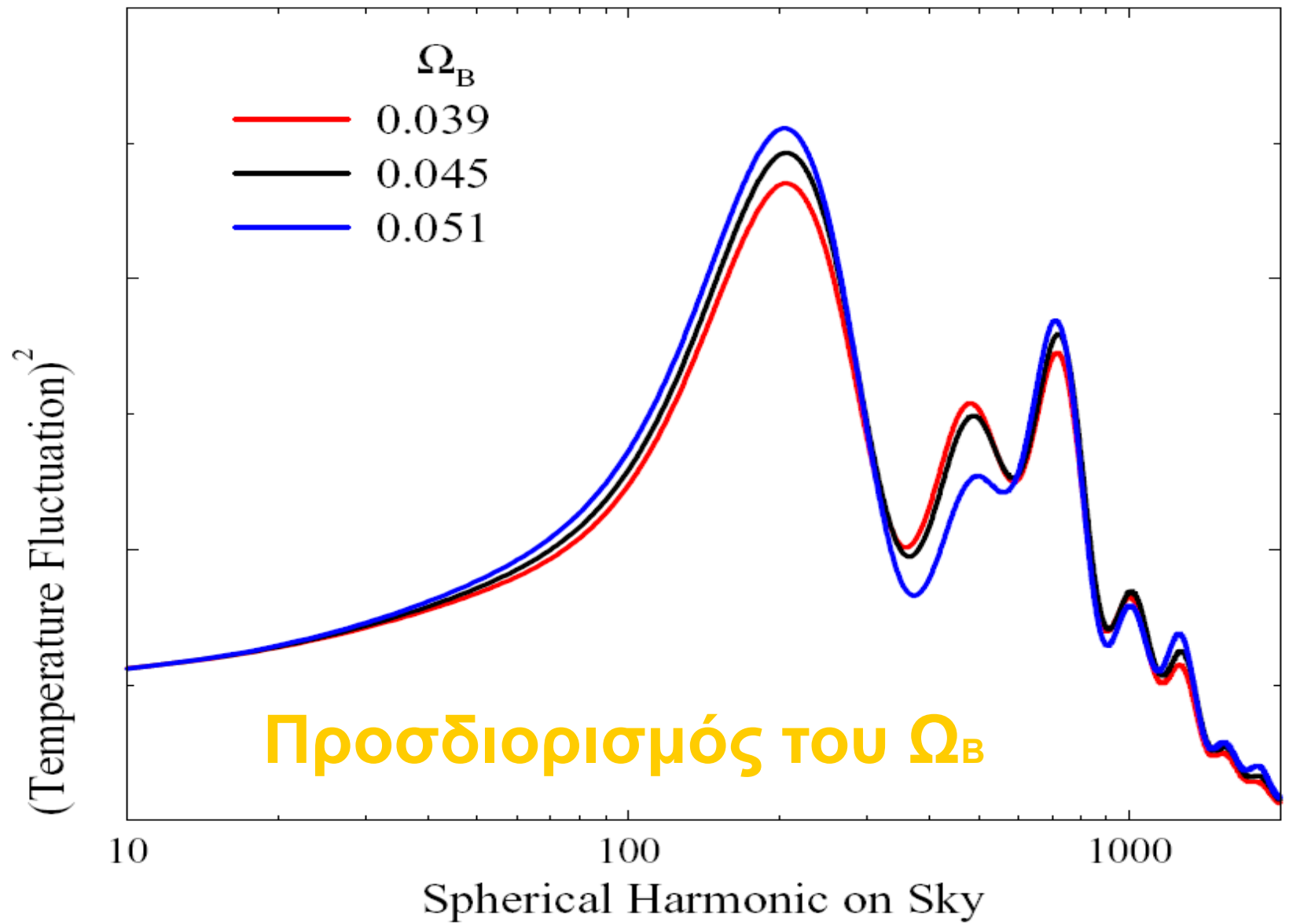


Η βελτίωση των μετρήσεων της μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου επιτρέπει καλύτερη μελέτη του σύμπαντος

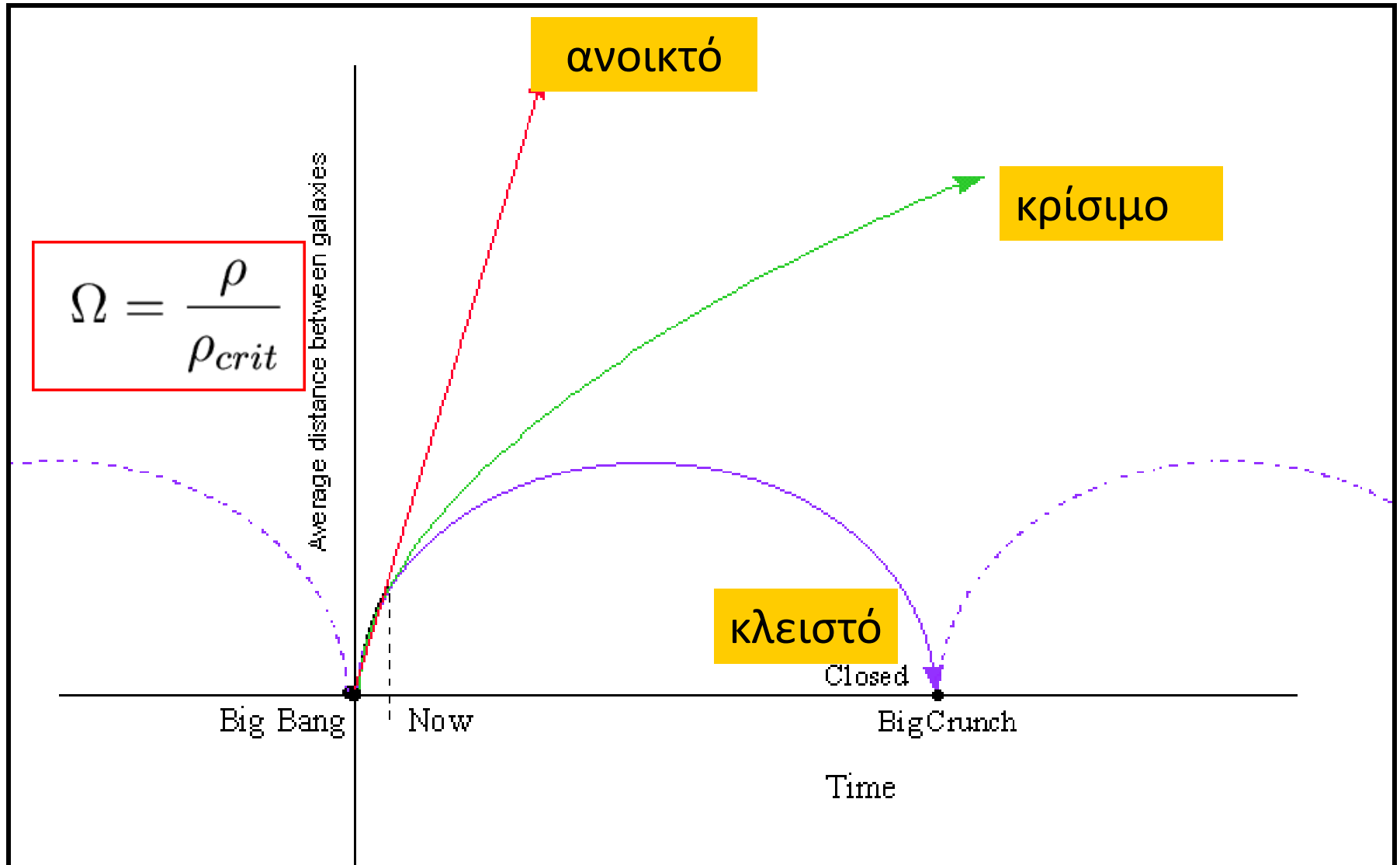
This graphic illustrates the evolution of satellites designed to measure ancient light leftover from the big bang that created our universe 13.8 billion years ago. Called the cosmic microwave background, this light reveals secrets of the universe's origins, fate, ingredients and more. The three panels show 10-square-degree patches of all-sky maps created by space-based missions capable of detecting the cosmic microwave background. The first spacecraft, launched in 1989, is NASA's Cosmic Background Explorer, or COBE (left panel). Two of COBE's principal scientists earned the Nobel Prize in Physics in 2006 for the mission's evidence supporting the big bang theory, and for its demonstration that tiny variations in the ancient light reveal information about the state of the universe. These variations, called anisotropies, came into sharper focus with NASA's next-generation spacecraft, the Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, or WMAP (middle panel). This mission, launched in 2001, found strong evidence for inflation, the very early epoch in our universe when it expanded dramatically in size, and measured basic traits of our universe better than ever before. The most advanced satellite yet of this type is Planck, a European Space Agency mission with significant NASA contributions. Planck, launched in 2009, images the sky with more than 2.5 times greater resolution than WMAP, revealing patterns in the ancient cosmic light as small as one-twelfth of a degree on the sky. Planck has created the sharpest all-sky map ever made of the universe's cosmic microwave background, precisely fine-tuning what we know about the universe. Planck is a European Space Agency mission, with significant participation from NASA. NASA's Planck Project Office is based at NASA's Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Calif. JPL contributed mission-enabling technology for both of Planck's science instruments. European, Canadian and U.S. Planck scientists work together to analyze the Planck data. More information is online at <http://www.nasa.gov/planck>, <http://planck.caltech.edu> and <http://www.esa.int/planck>.



The power spectrum of the cosmic microwave background radiation temperature anisotropy in terms of the angular scale (or [multipole moment](#)). The data shown comes from the [WMAP](#) (2006), [Acbar](#) (2004), [Boomerang](#) (2005), [CBI](#) (2004), and [VSA](#) (2004) instruments. Also shown is a theoretical model (solid line). WMAP 3-year Power spectrum of [CMB](#) compared to recent measurements of [BOOMERanG](#), [CBI](#), [VSA](#) and [ACBAR](#). See Fig. 18 of [Hinshaw et al. \(2006\)](#).

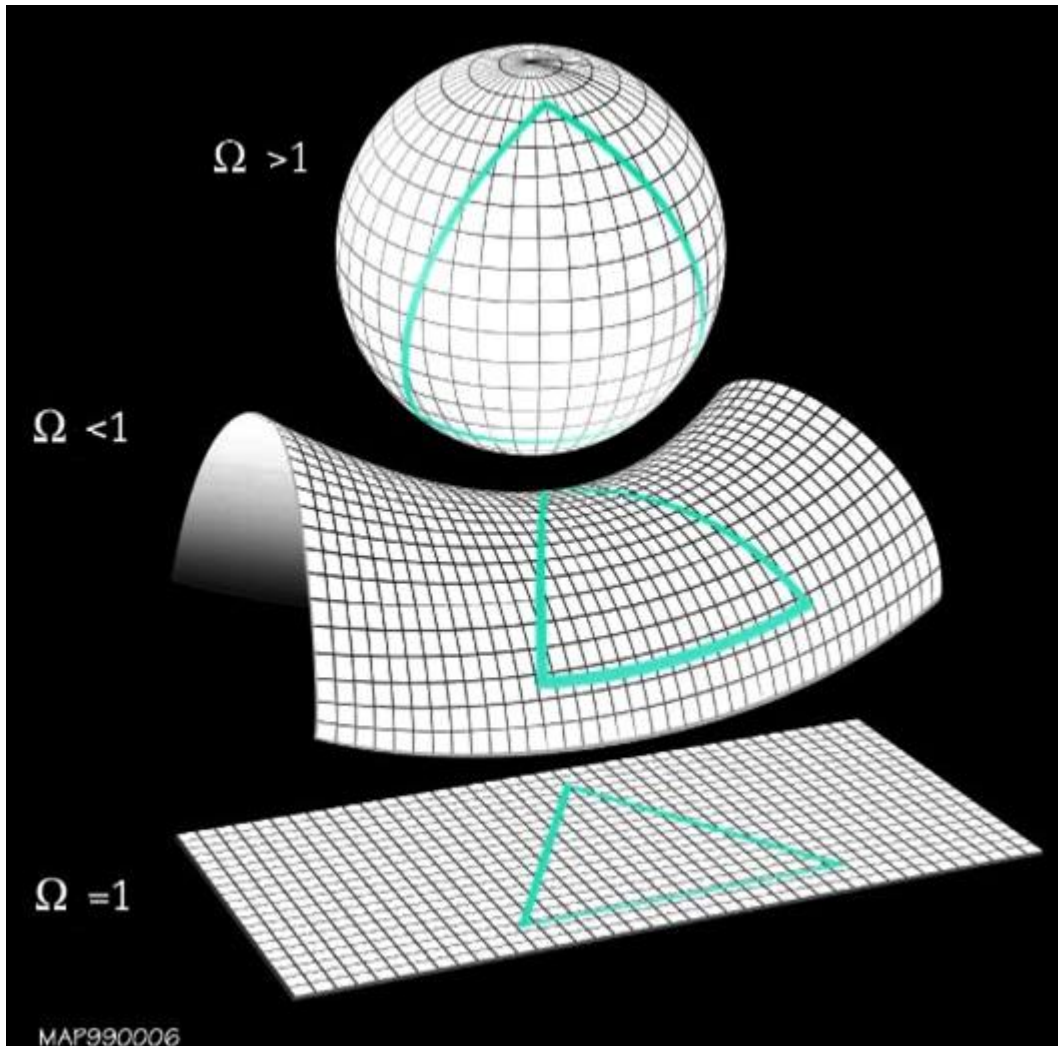


# Ανοικτό ή κλειστό σύμπαν



**Ανοικτό  
ή  
κλειστό σύμπαν**

# Η γεωμετρία του σύμπαντος



κρίσιμη πυκνότητα

$$\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$$

Παράμετρος πυκνότητας

$$\Omega \equiv \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{8\pi G\rho}{3H^2}$$

$\Omega > 1$ , σφαιρικό σύμπαν

$\Omega < 1$  υπερβολικό

$\Omega = 1$  επίπεδο σύμπαν



$\Omega_M$  Πυκνότητα ύλης  
 $\Omega_\Lambda$  Πυκνότητα σκοτεινής ενέργειας

$\Omega_M = 0.3, \Omega_\Lambda = 0.7$

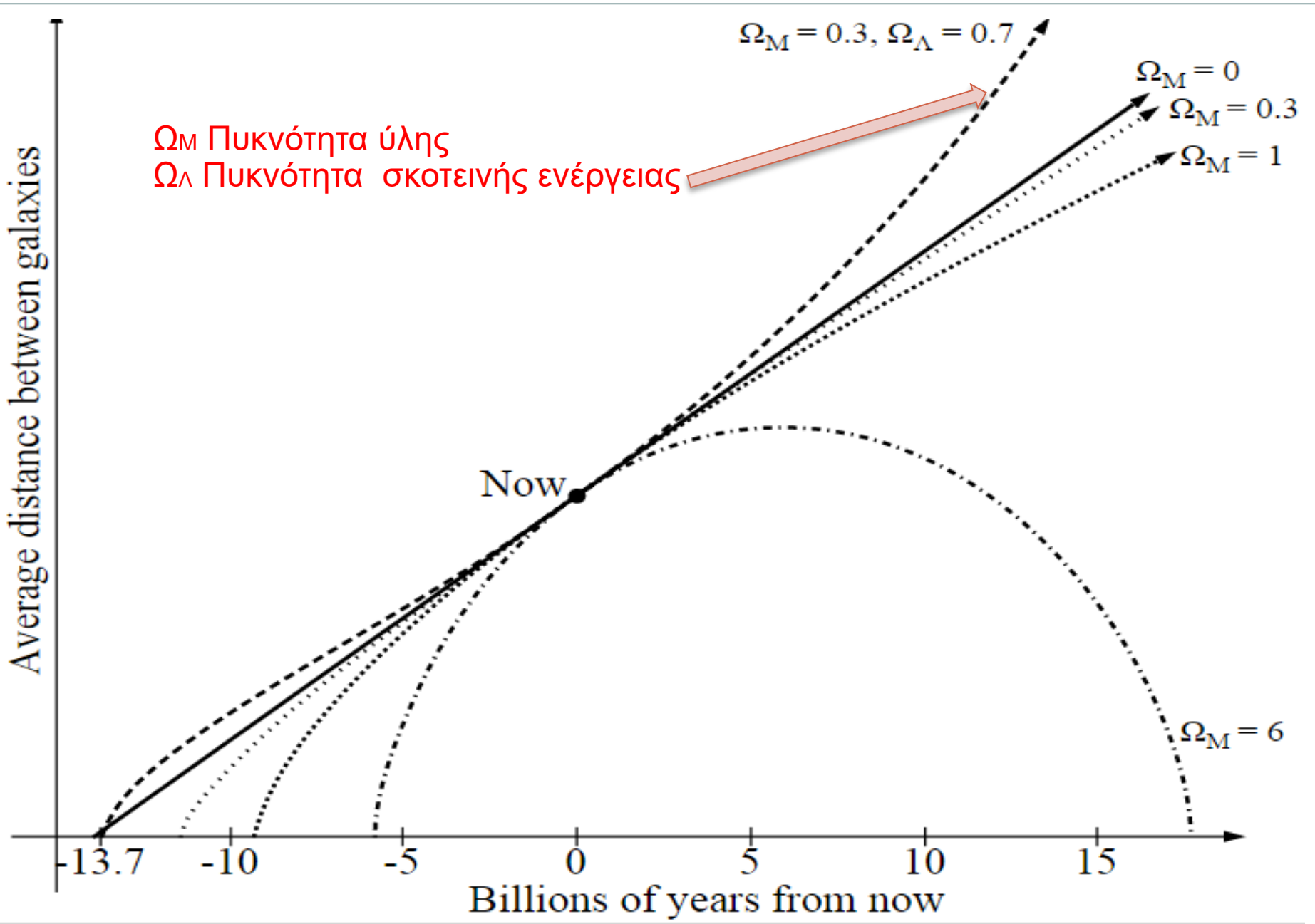
$\Omega_M = 0$   
 $\Omega_M = 0.3$   
 $\Omega_M = 1$

Now

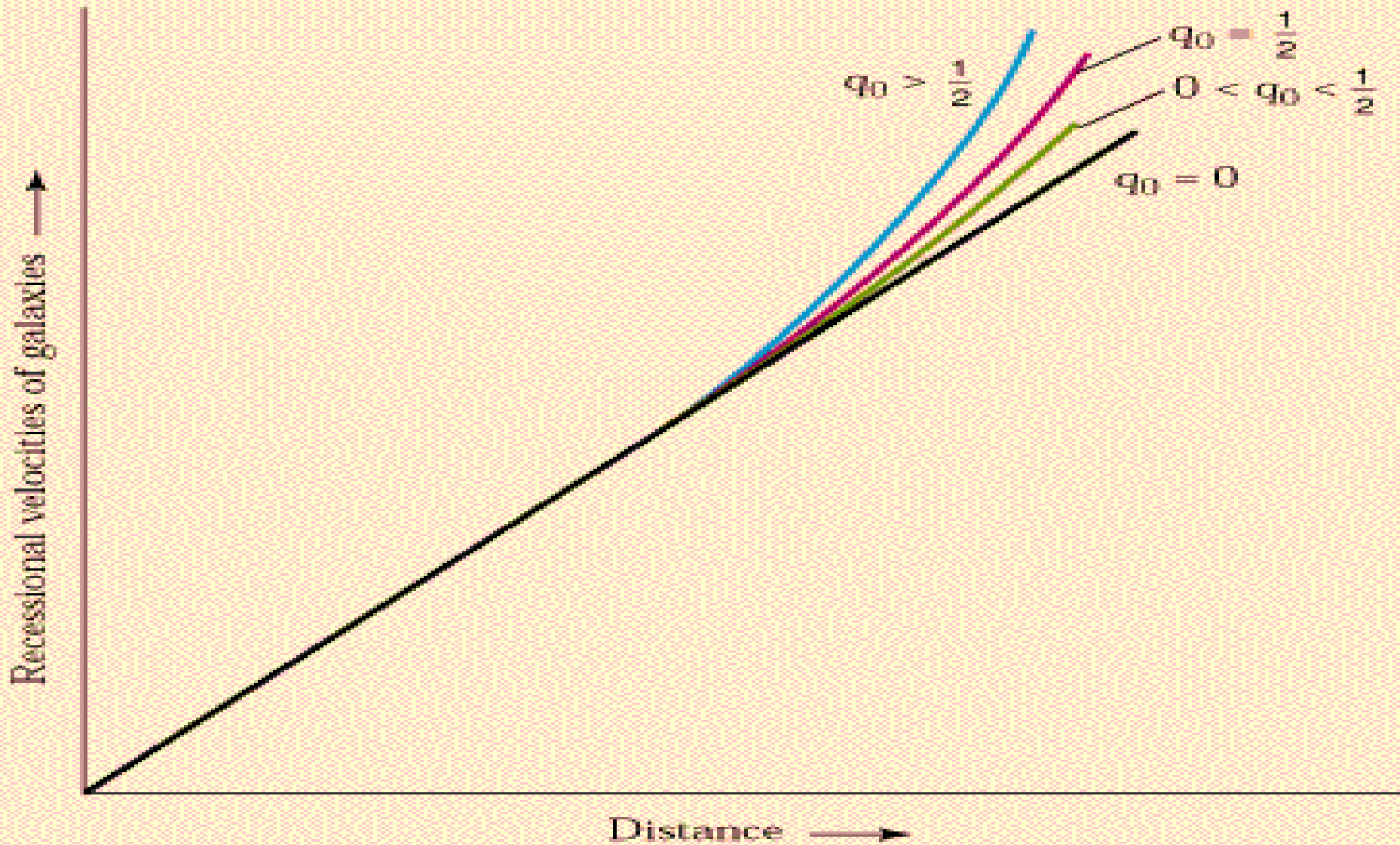
$\Omega_M = 6$

Average distance between galaxies

Billions of years from now



# Ανοικτό ή κλειστό σύμπαν



# Πολύ μακρινοί γαλαξίες



Τέσσερεις πάρα πολύ μακρινοί γαλαξίες  
με υπερκαινοφανείς που επέτρεψαν να  
μετρήσουμε καλύτερα τις πολύ μεγάλες  
αποστάσεις στο σύμπαν  
φωτογραφήθηκαν πριν και μετά την  
έκρηξη του υπερκαινοφανούς

NASA's Hubble Space Telescope, reveal five supernovae, or exploding stars, and their host galaxies.

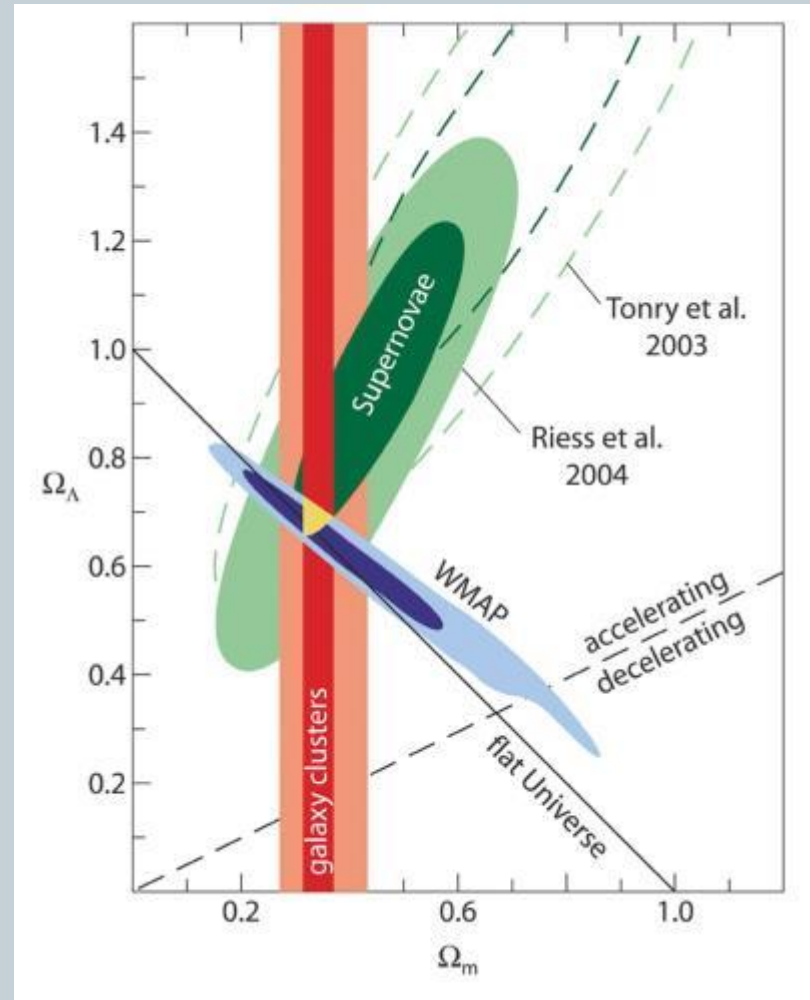
<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2006/52/image/a/>

# Σε τι είδους σύμπαν βρισκόμαστε



Current observational constraints on the cosmic density of all matter including dark matter ( $\Omega_m$ ) and the dark energy ( $\Omega_\Lambda$ ) relative to the density of a critical-density Universe (i.e., an expanding Universe which approaches zero expansion asymptotically after an infinite time and has a flat geometry). All three observational tests by means of supernovae (green), the cosmic microwave background (blue) and galaxy clusters converge at a Universe around  $\Omega_m \sim 0.3$  and  $\Omega_\Lambda \sim 0.7$ . The dark red region for the galaxy cluster determination corresponds to 95% certainty (2-sigma statistical deviation) when assuming good knowledge of all other cosmological parameters, and the light red region assumes a minimum knowledge. For the supernovae and WMAP results, the inner and outer regions correspond to 68% (1-sigma) and 95% certainty, respectively. References: Schuecker et al. 2003, A&A, 398, 867 (REFLEX); Tonry et al. 2003, ApJ, 594, 1 (supernovae); Riess et al. 2004, ApJ, 607, 665 (supernovae)

**Credit:** ESO













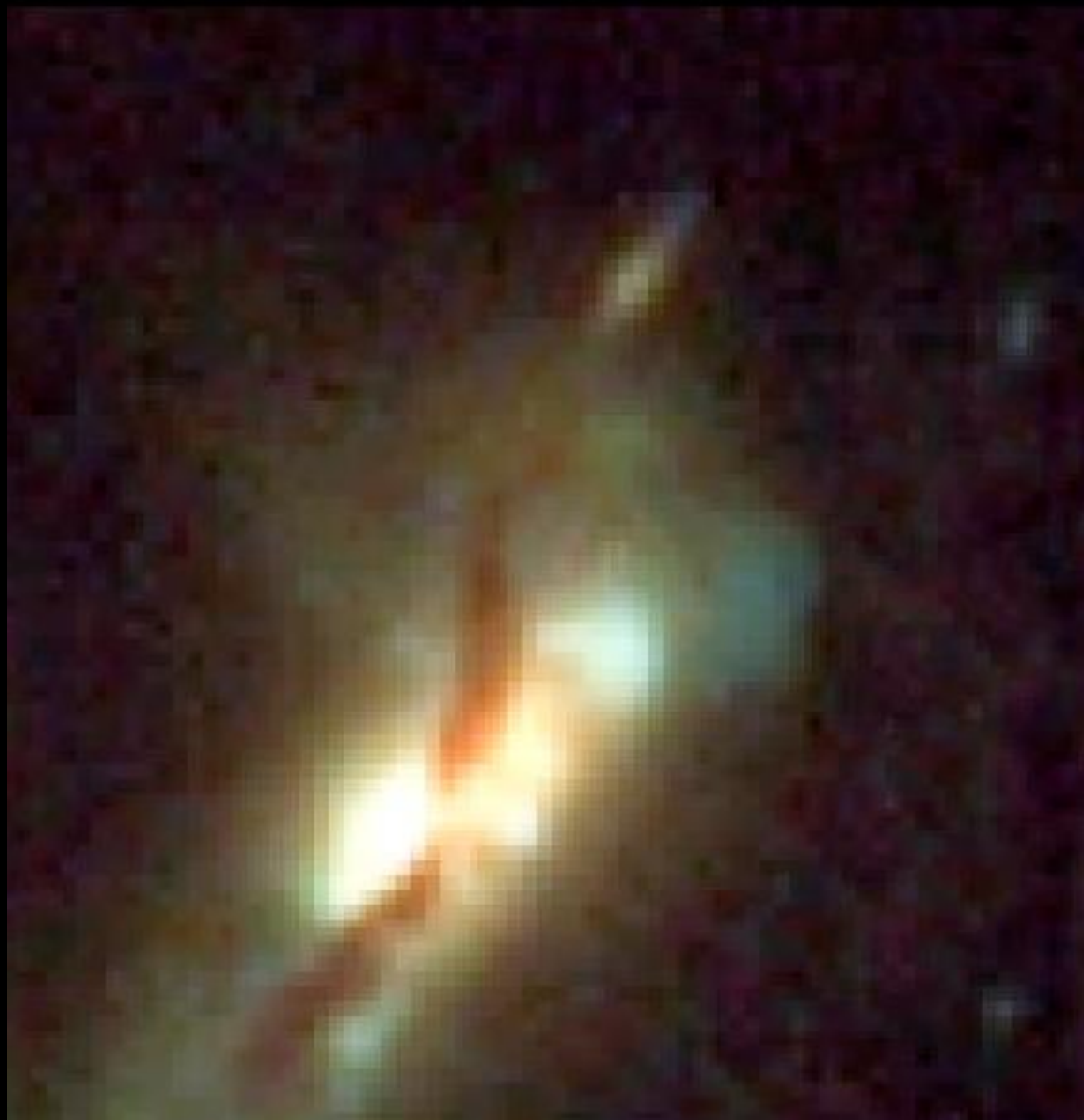


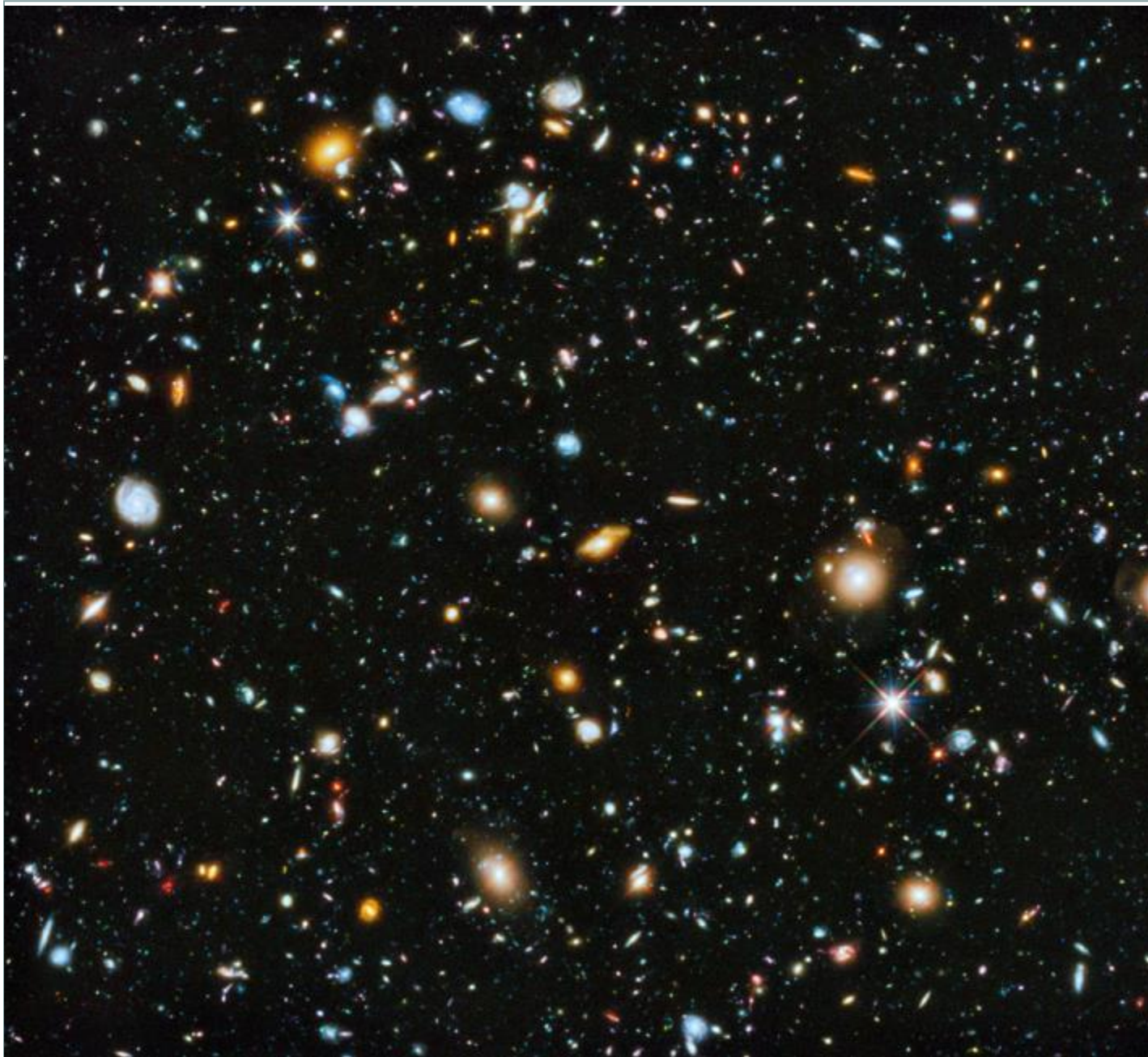




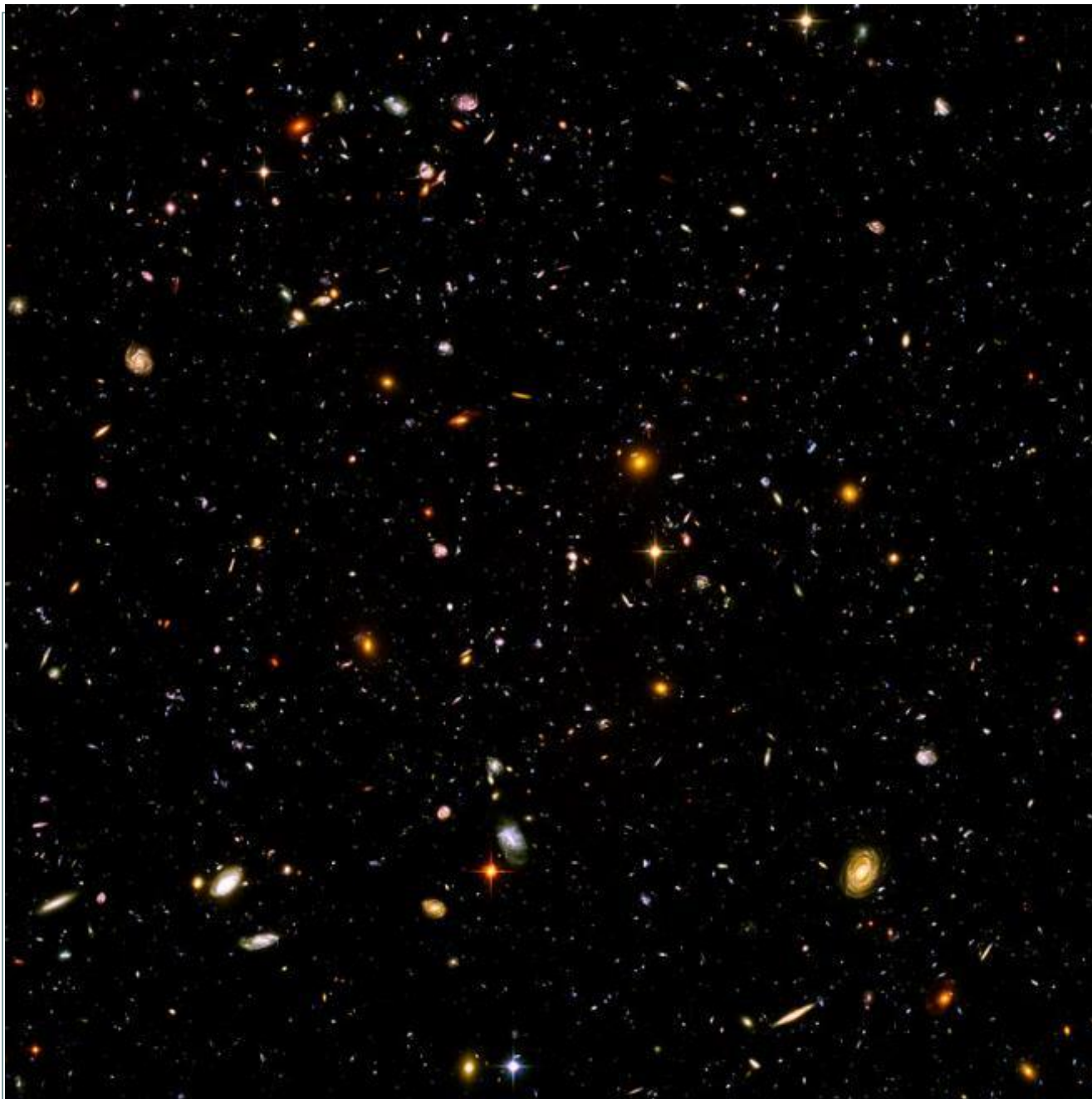








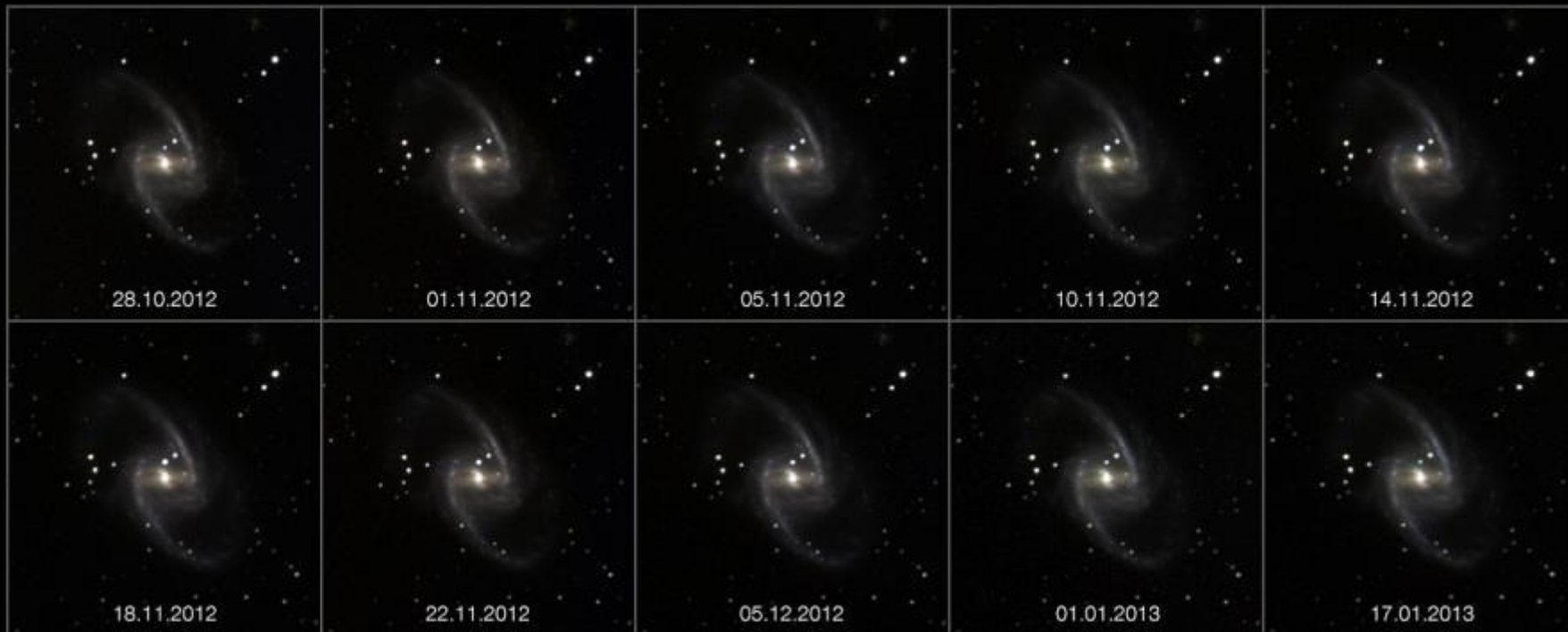
**Hubble Ultra-Deep Field (HUDF) image** (full range of [ultraviolet](#) to [near-infrared](#) light) includes some of the most distant [galaxies](#) to have been imaged by an [optical telescope](#), existing shortly after the [Big Bang](#) (June 2014). (This photo has the same field of view as the 2012 DF, but NASA reverted to the older moniker of HUDF with the photo's release.) NASA, ESA, H. Teplitz and M. Rafelski (IPAC/Caltech), A. Koekemoer (STScI), R. Windhorst (Arizona State University), and Z. Levay (STScI)



10 000 πολύ μακρινοί  
γαλαξίες  
NASA and the  
European Space  
Agency.

[http://hubblesite.org/  
newscenter/archive/rele  
ases/2004/07/image/a/  
warn/](http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2004/07/image/a/warn/)





## Σειρά φωτογραφιών ενός υπερκαινοφανούς που επιτρέπει να προσδιορίσουμε την απόσταση ενός γαλαξία

Video: [TAROT discovers a bright supernova in NGC 1365](#)

Video: [TAROT discovers a bright supernova in NGC 1365 \(excerpt\)](#)

**Contacts** Alain Klotz Institut de Recherche en Astrophysique et Planetologie Toulouse, France Tel: +33 05 61 55 66 66

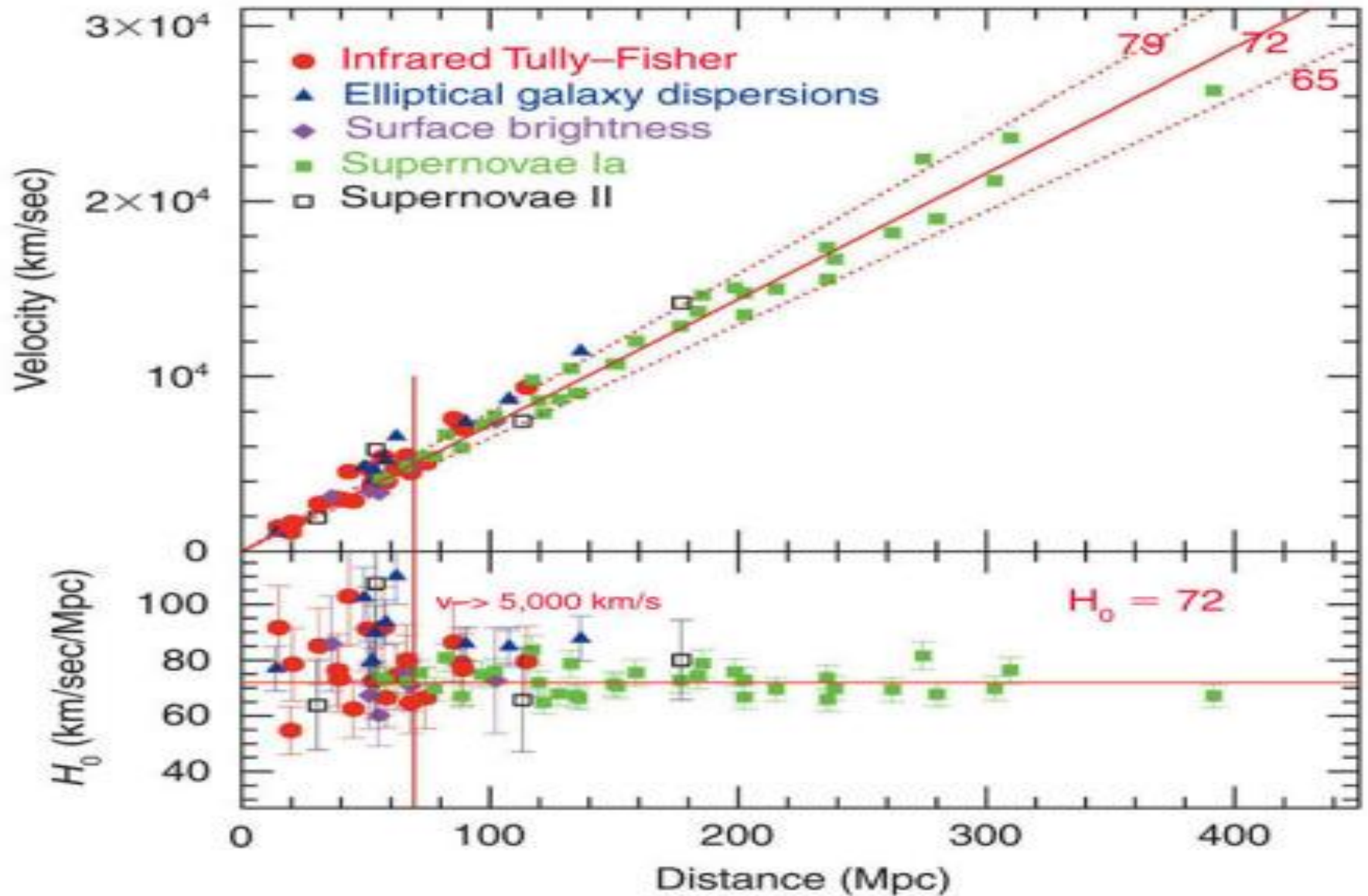
Email: [alain.klotz@irap.omp.eu](mailto:alain.klotz@irap.omp.eu)

Richard Hook, ESO, La Silla, Paranal, E-ELT & Survey Telescopes Press Officer Garching bei München, Germany

Email: [rhook@eso.org](mailto:rhook@eso.org)

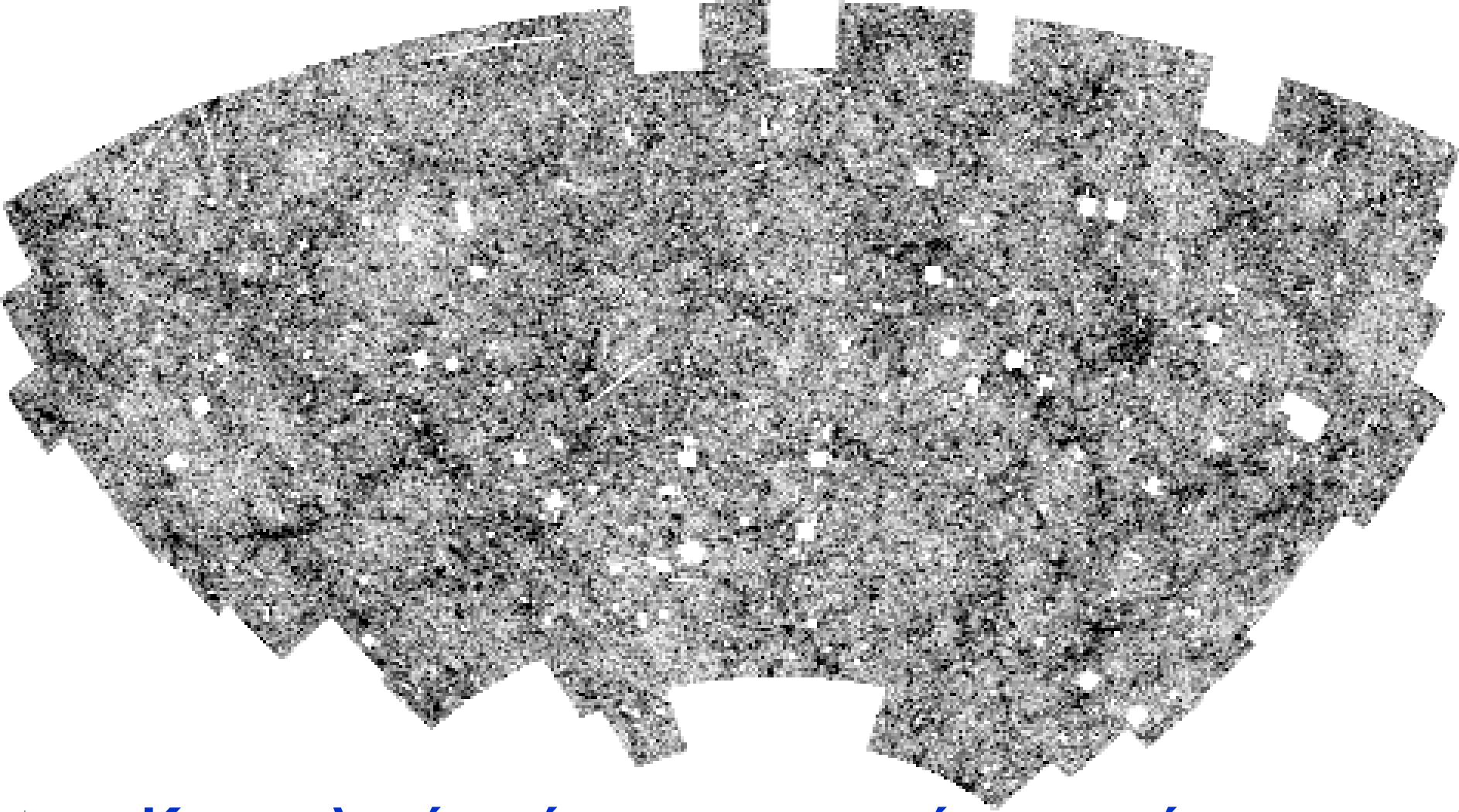
**ευχαριστίες:** ESO/IRAP-CNRS-UPS/A.Klotz

# Κοσμολογία: ο νόμος του Hubble



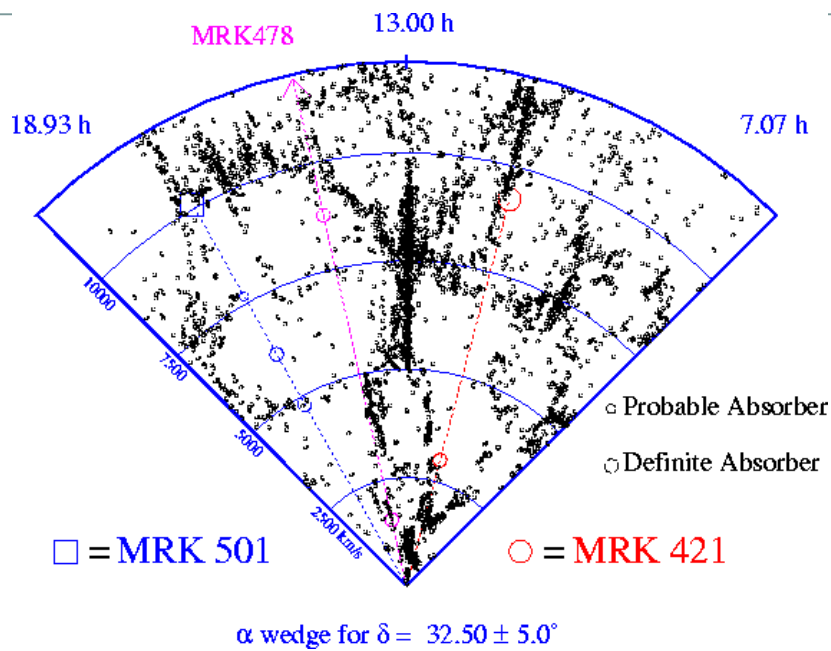
**B**

(Wendy L. Freedman, Observatories of the Carnegie Institution of Washington, and NASA)



## Κοσμολογία σύμπαν ομογενές και ισότροπο

*The APM survey of thousands of galaxies showing their large-scale angular distribution on the sky*



Large-scale cosmological structure, consisting of filaments of galaxies surrounding voids, is seen in the CfA2 redshift survey (Huchra 1999). This "pie-diagram" shows the distribution in recession velocity and right ascension of bright galaxies and four Ly absorbers found by HST/GHRS toward Mrk 501 and Mrk 421 (Penton, Stocke, & Shull 1999). Evidently, the voids are not entirely empty: two Ly clouds lie in voids, with the nearest bright galaxies more than 4 Mpc away

# σύμπαν ομογενές και ισότροπο;

2dFGRS data

Γαλαξίας

Γη και Ήλιος

10: J055314.2122 [7.603]

11: J055314.2122 [7.603]

12: J055314.2122 [7.603]

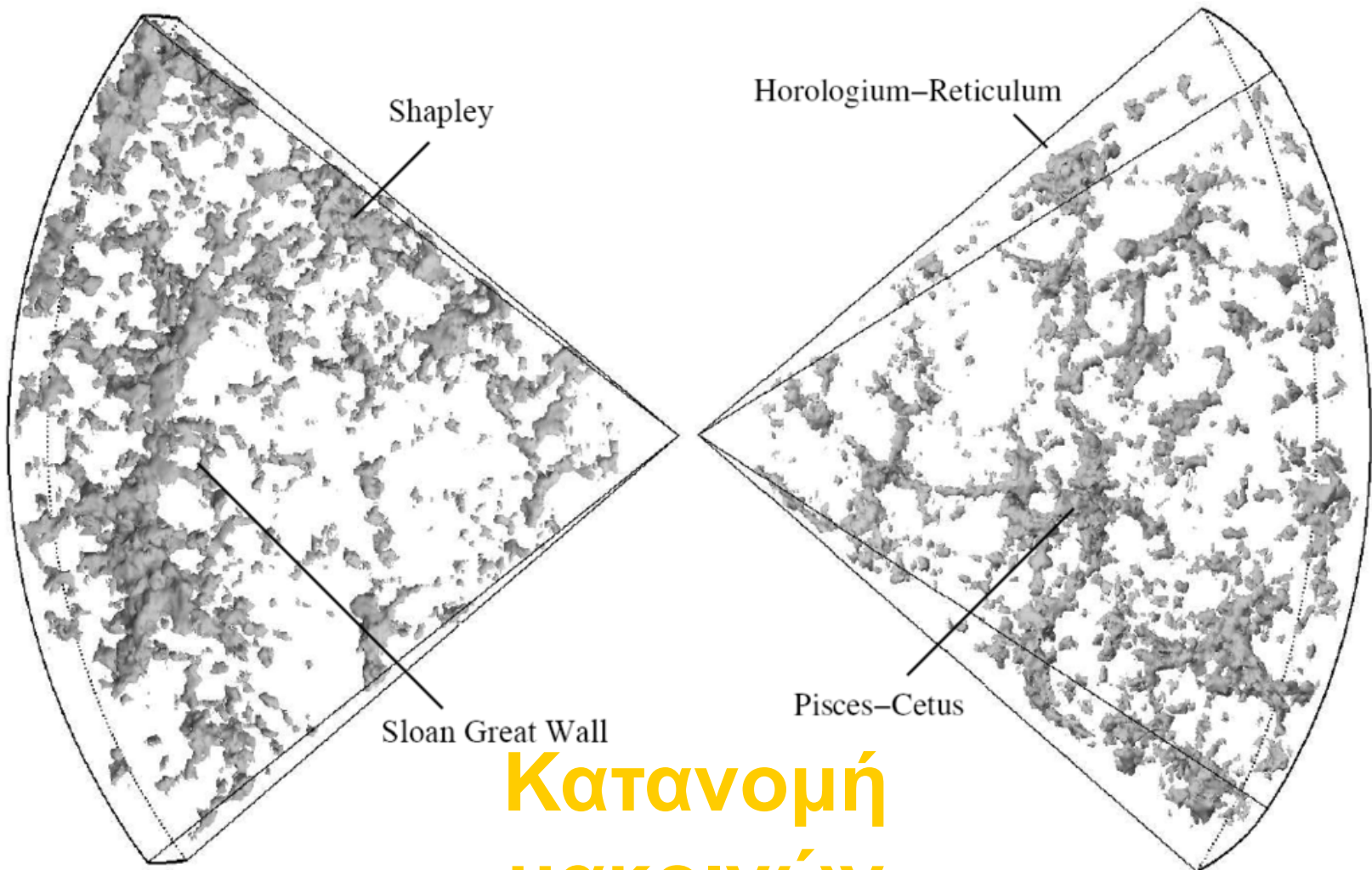
13: J055314.2122 [7.603]

14: J055314.2122 [7.603]

15: J055314.2122 [7.603]

16: J055314.2122 [7.603]

Περιοχές του σύμπαντος  
που μελετήθηκαν  
Συγκρίνετε με τα απόμακνα σχήματα



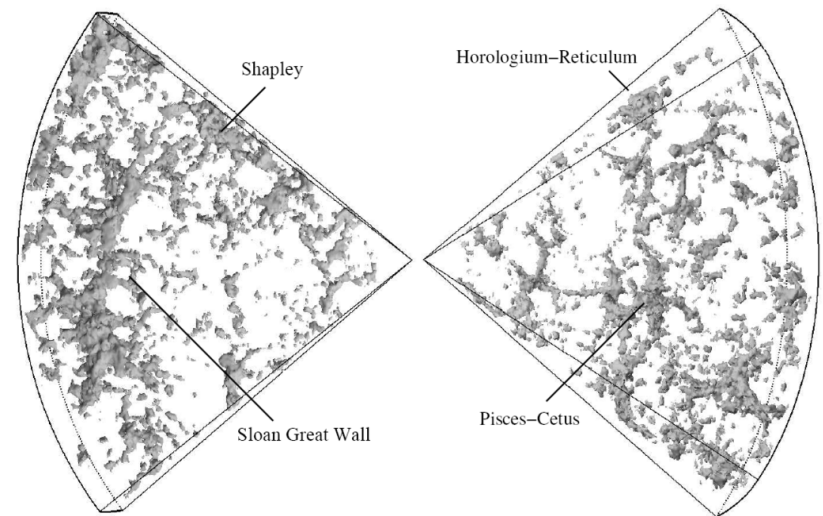
# Κατανομή μακρινών γαλαξιών

# Κατανομή μακρινών γαλαξιών

Three-dimensional [DTFE](#) reconstruction of the inner parts of the [2dF Galaxy Redshift Survey](#).

The figure reveals an impressive view on the cosmic structures in the nearby universe. Several [superclusters](#) stand out, such as the Sloan Great Wall, once known as the largest structure in the universe until discovery of the [Huge-LQG](#) in January 2013.

This picture was featured on 7 November 2007 on [Astronomy Picture of the Day](#) (APOD).

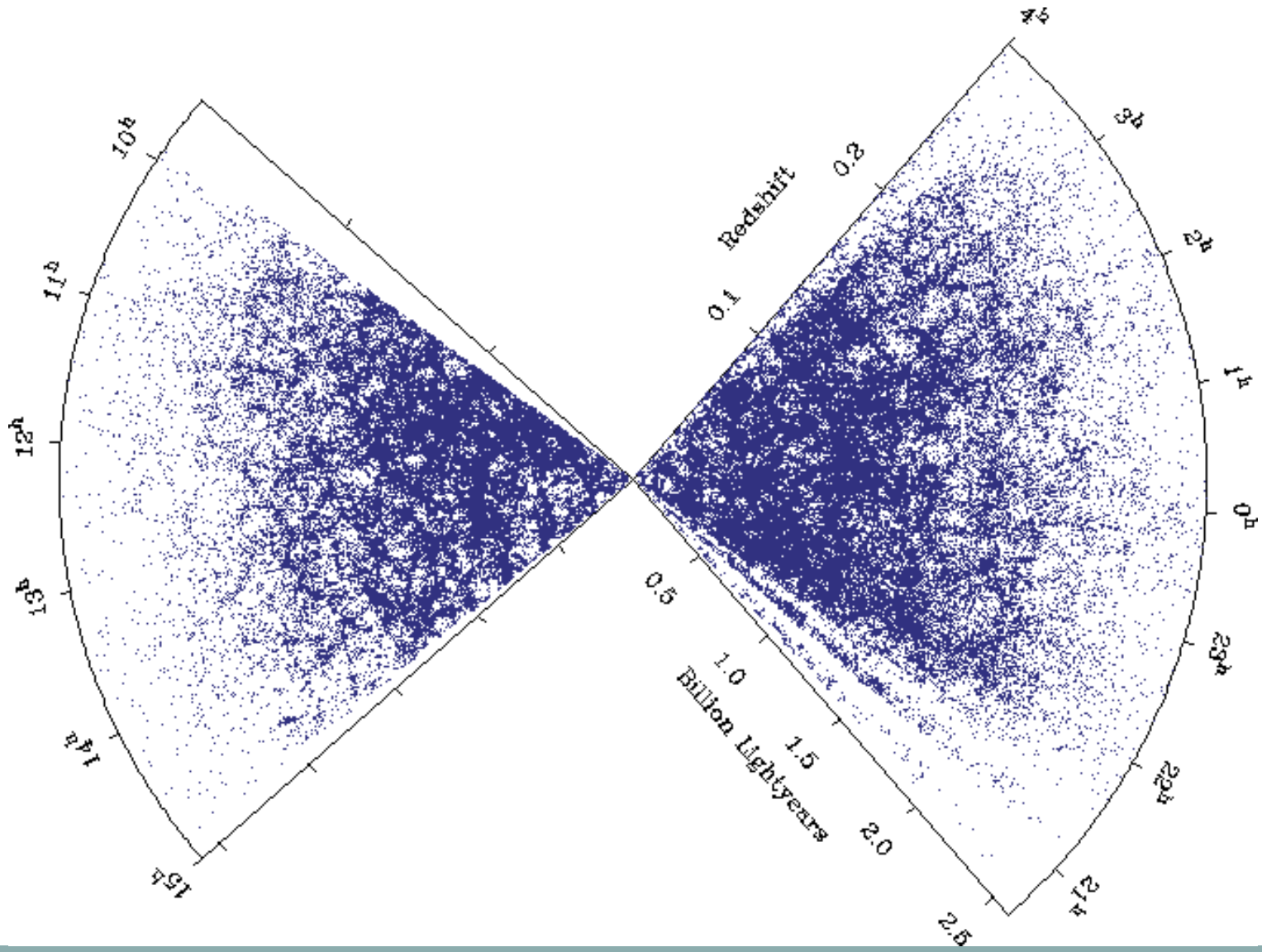


Date 7 November 2007

Source [http://en.wikipedia.org/wiki/Sloan\\_Great\\_Wall](http://en.wikipedia.org/wiki/Sloan_Great_Wall)

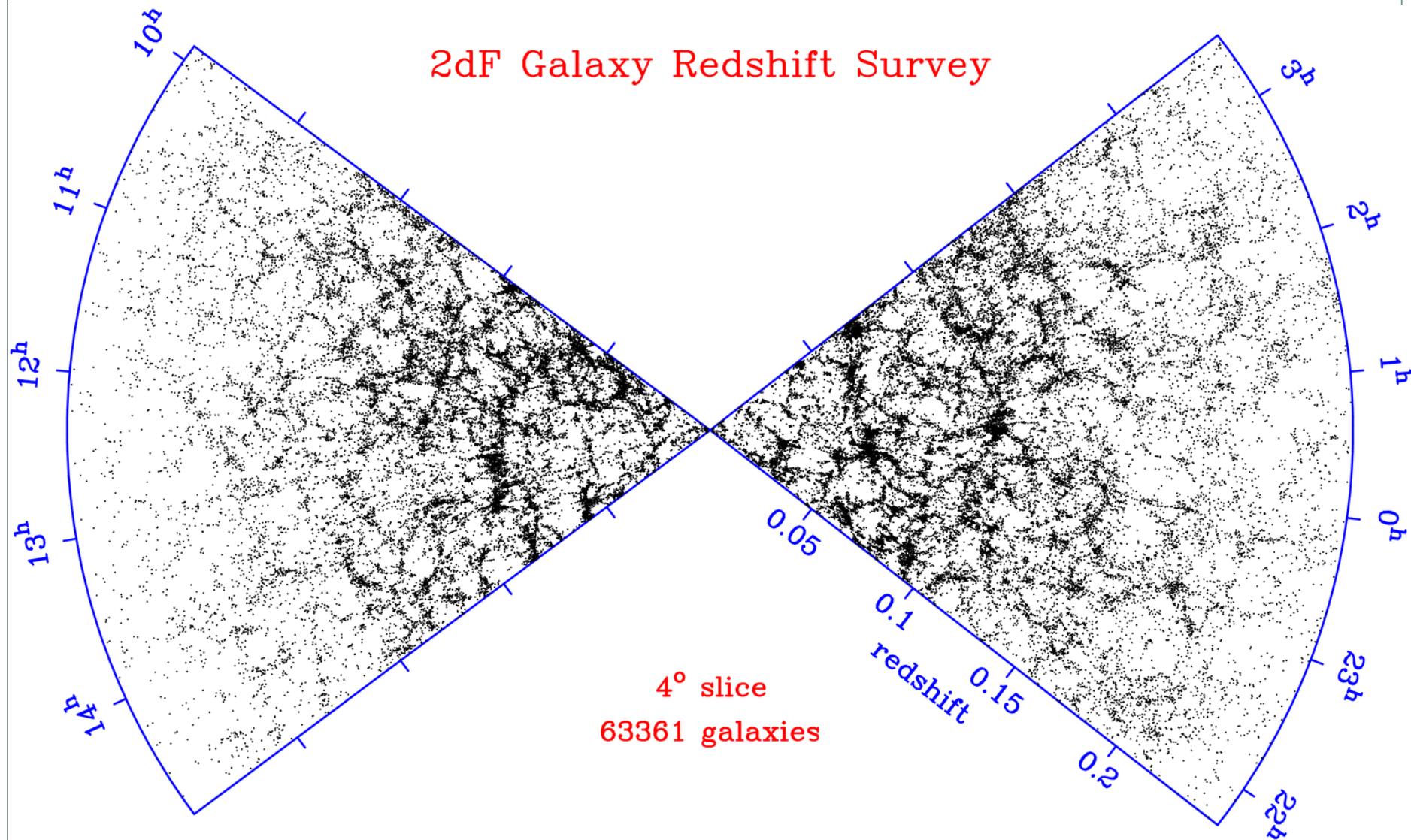
Author Willem Schaap

# σύμπαν ομογενές και ισότροπο



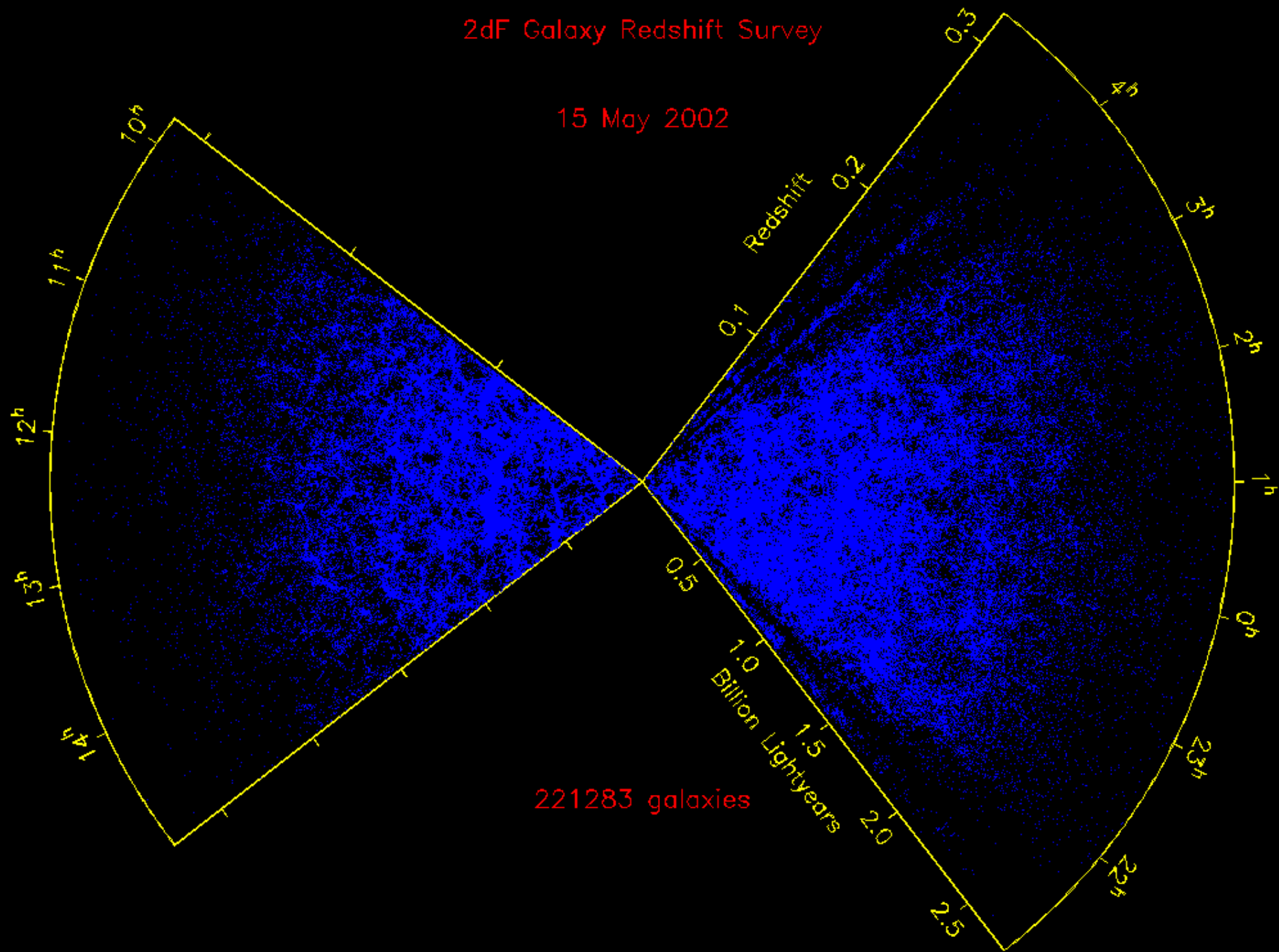


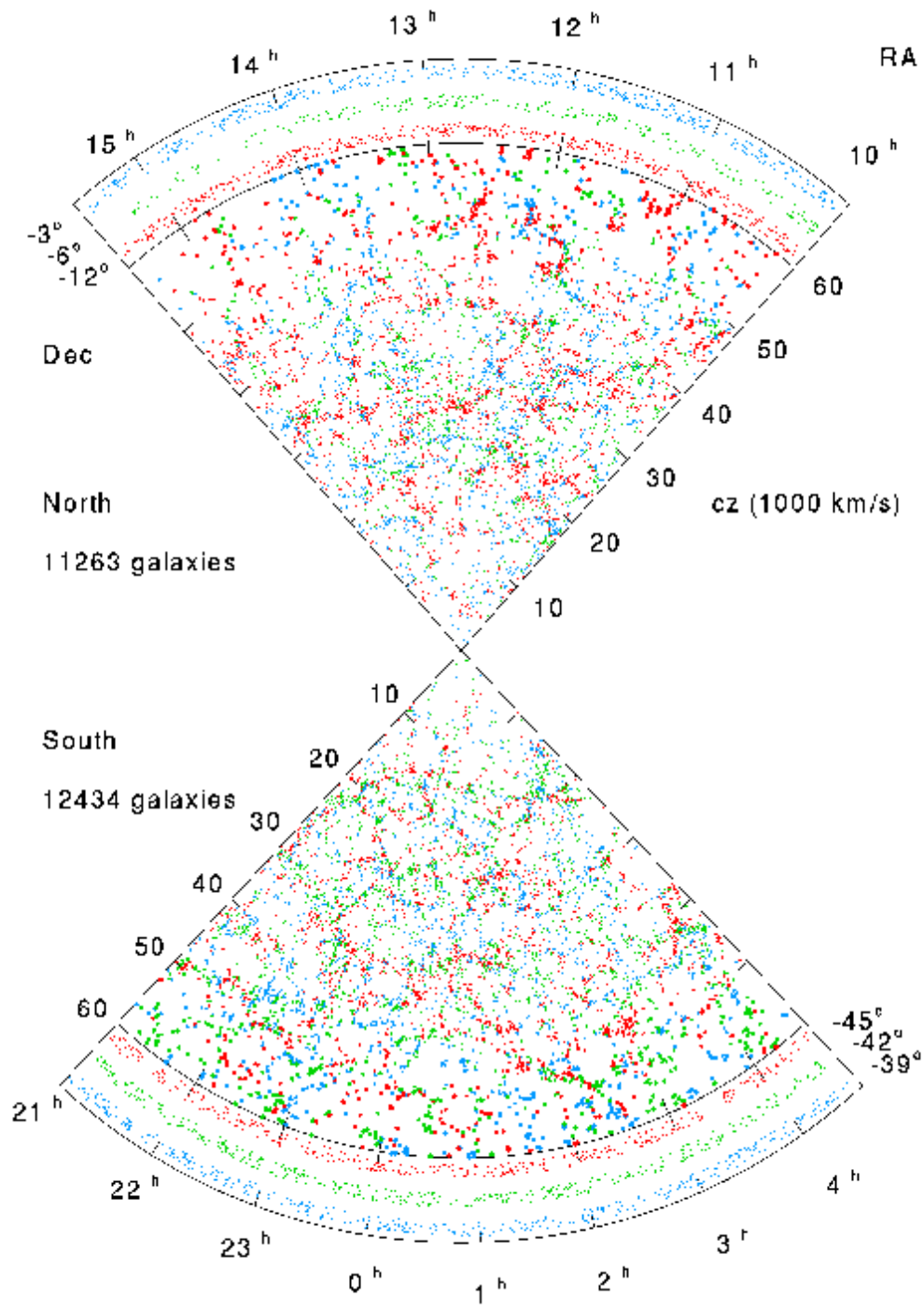
# σύμπαν ομογενές και ισότροπο



# 2dF Galaxy Redshift Survey

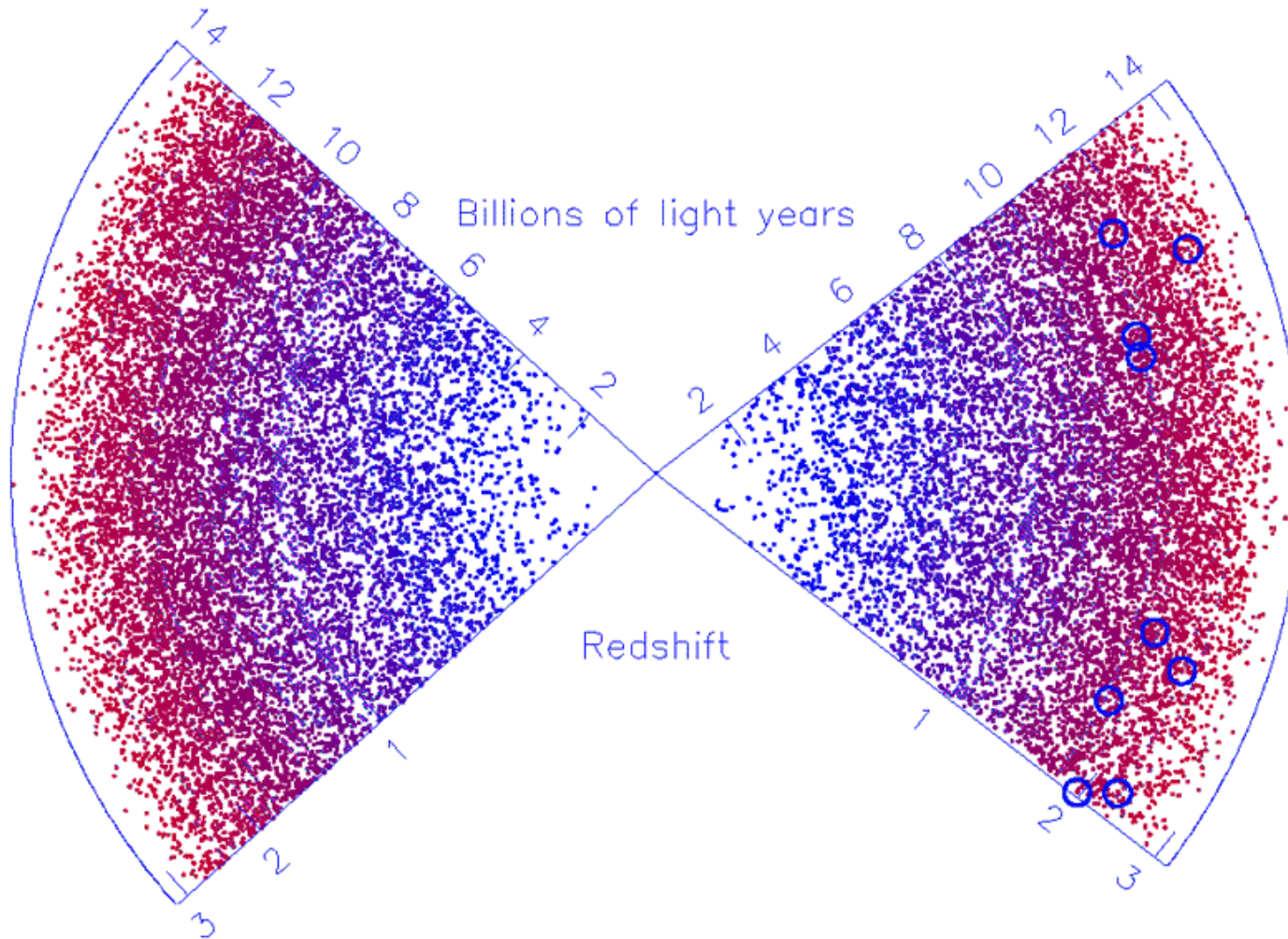
15 May 2002





# Κατανομή μακρινών γαλαξιών

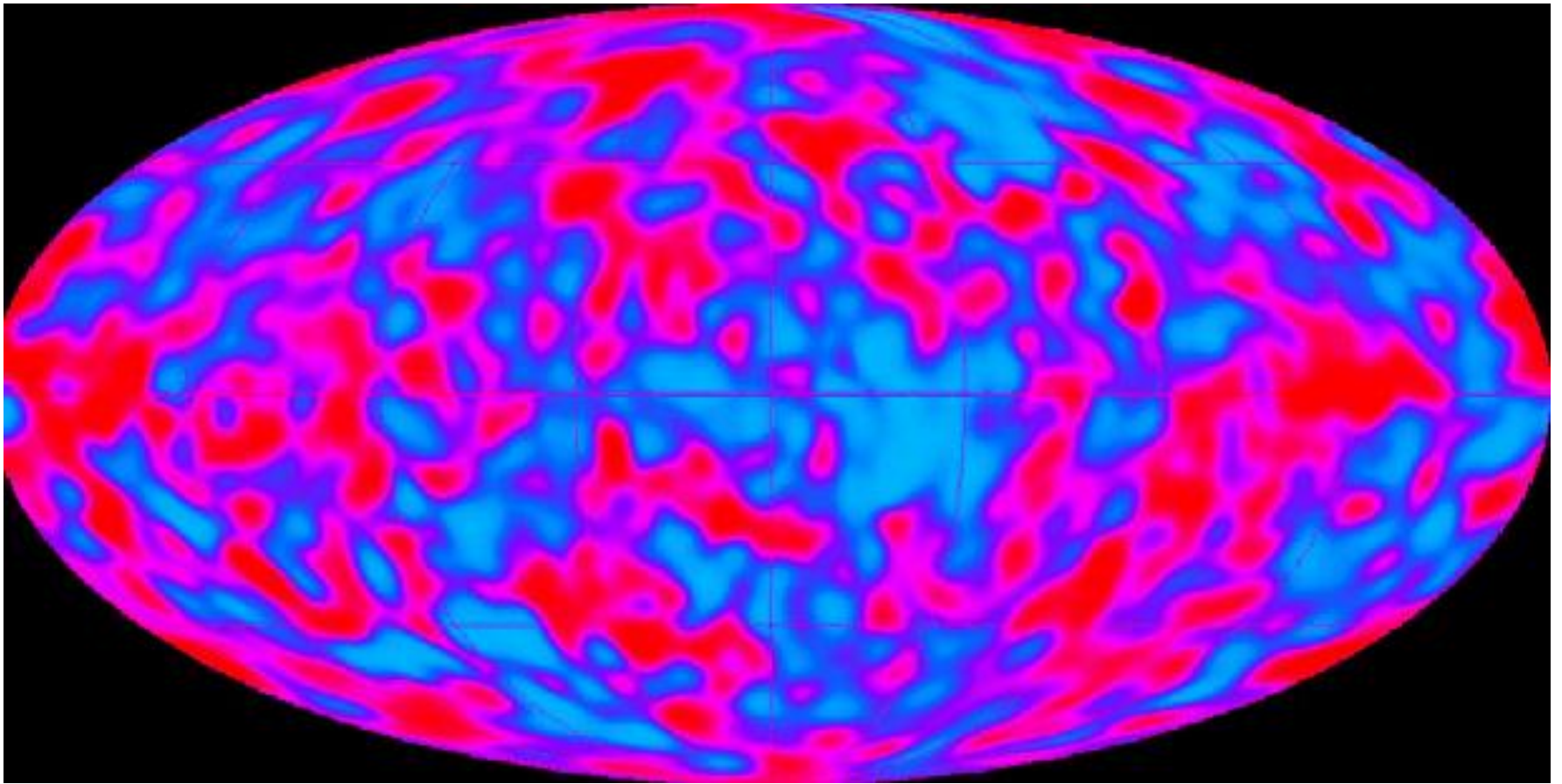
## The 2dF Quasar Redshift Survey



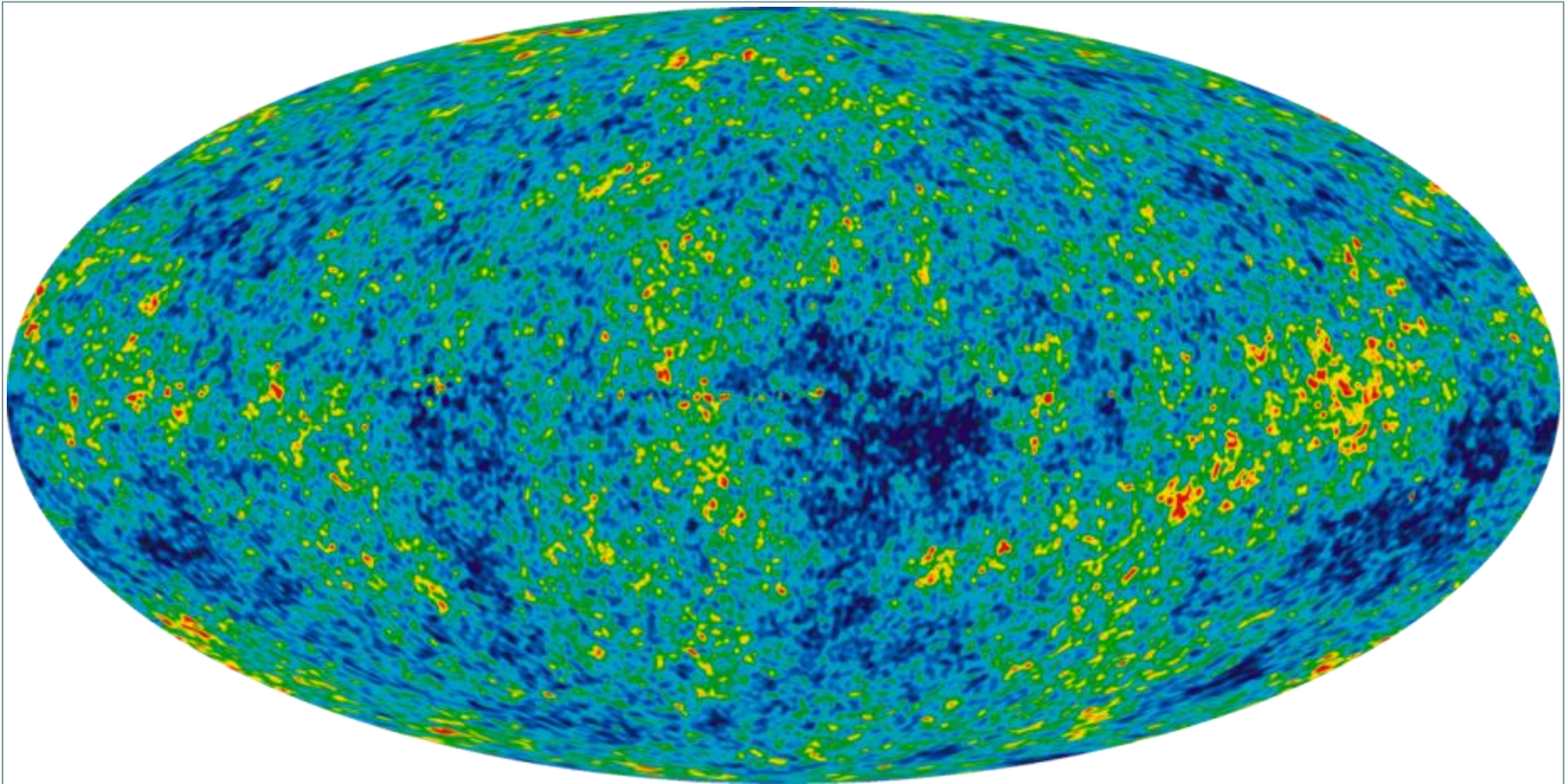
Τα κβάζαρ είναι πολύ παλαιά αστρονομικά αντικείμενα και η κατανομή τους δίνει πληροφορίες για το πρωταρχικό σύμπαν. The distribution of all quasars found in the 2dF QSO Redshift Survey at the Anglo-Australian Telescope. We are located at the centre of the plot, with quasars at increasingly large distances moving away from the centre. Even amongst all these quasars, only a handful had nearby bright stars so that adaptive optics could be used. The quasars imaged by Gemini are **circled in blue and are typically about 12 billion light years away.**

<http://www.gemini.edu/project/announcements/press/2004-11.html#media>

Ευχαριστίες στον καθηγητή κ. Tom Shanks, University of Durham και την ομάδα Gemini



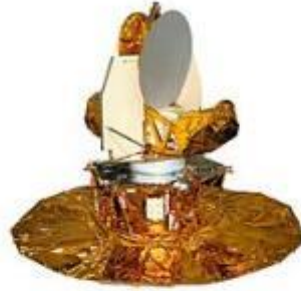
Παρατήρηση των υπολειμμάτων της μεγάλης έκρηξης από το Διαστημόπλοιο COBE/NASA



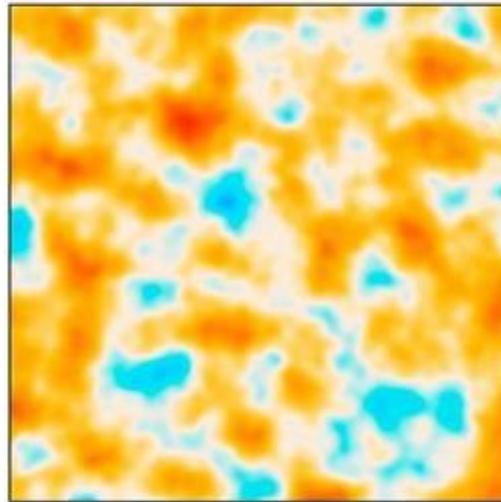
Παρατήρηση των υπολειμμάτων της μεγάλης έκρηξης από το  
Διαστημόπλοιο WMAP/NASA

NASA / WMAP Science Team

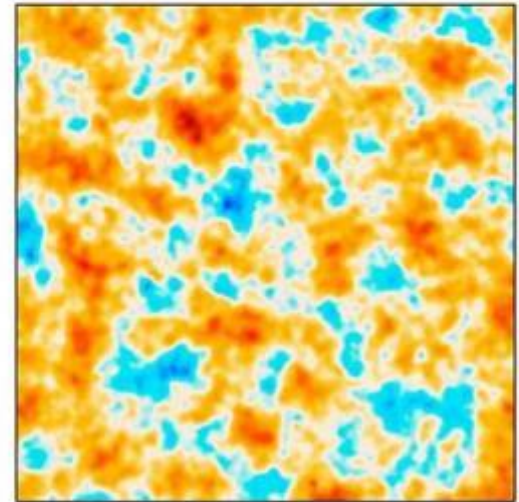
[http://map.gsfc.nasa.gov/media/121238/ilc\\_9yr\\_moll4096.png](http://map.gsfc.nasa.gov/media/121238/ilc_9yr_moll4096.png)



COBE



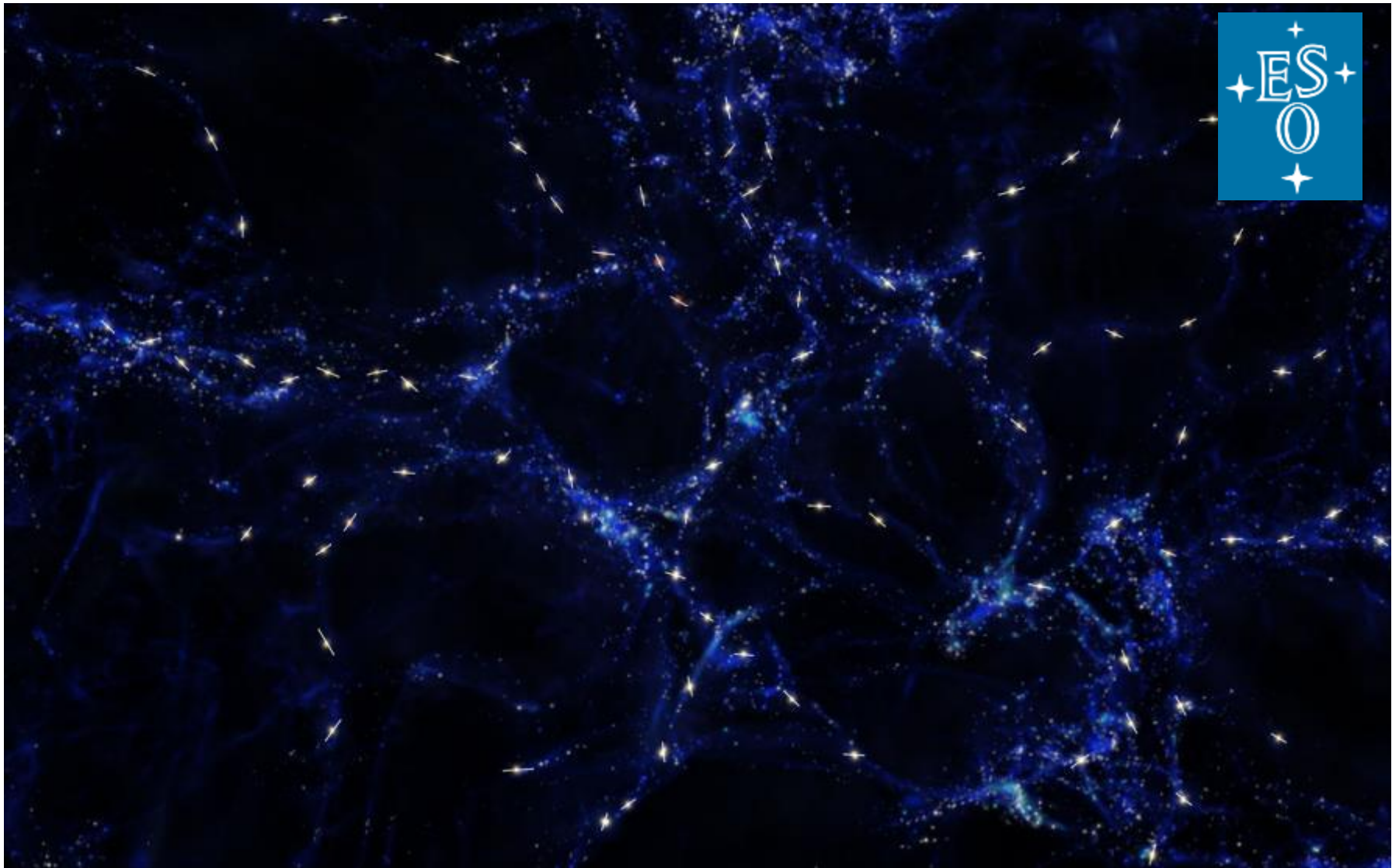
WMAP



Planck

Σύγκριση της διακριτικής ικανότητας των τριών διαστημικών αποστολών που μετράνε το υπόβαθρο της μικροκυματικής ακτινοβολίας της Μεγάλης Έκρηξης [COBE](#), [WMAP](#) και [Planck](#)

NASA/JPL-Caltech/ESA - <http://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA16874>



**Κατανομή μακρινών quasar που έχουν προσανατολισμένους τους άξονες περιστροφής τους με παράδοξο τρόπο (σχηματική παράσταση από καλλιτέχνη)**

Artist's impression of mysterious alignment of quasar rotation axes

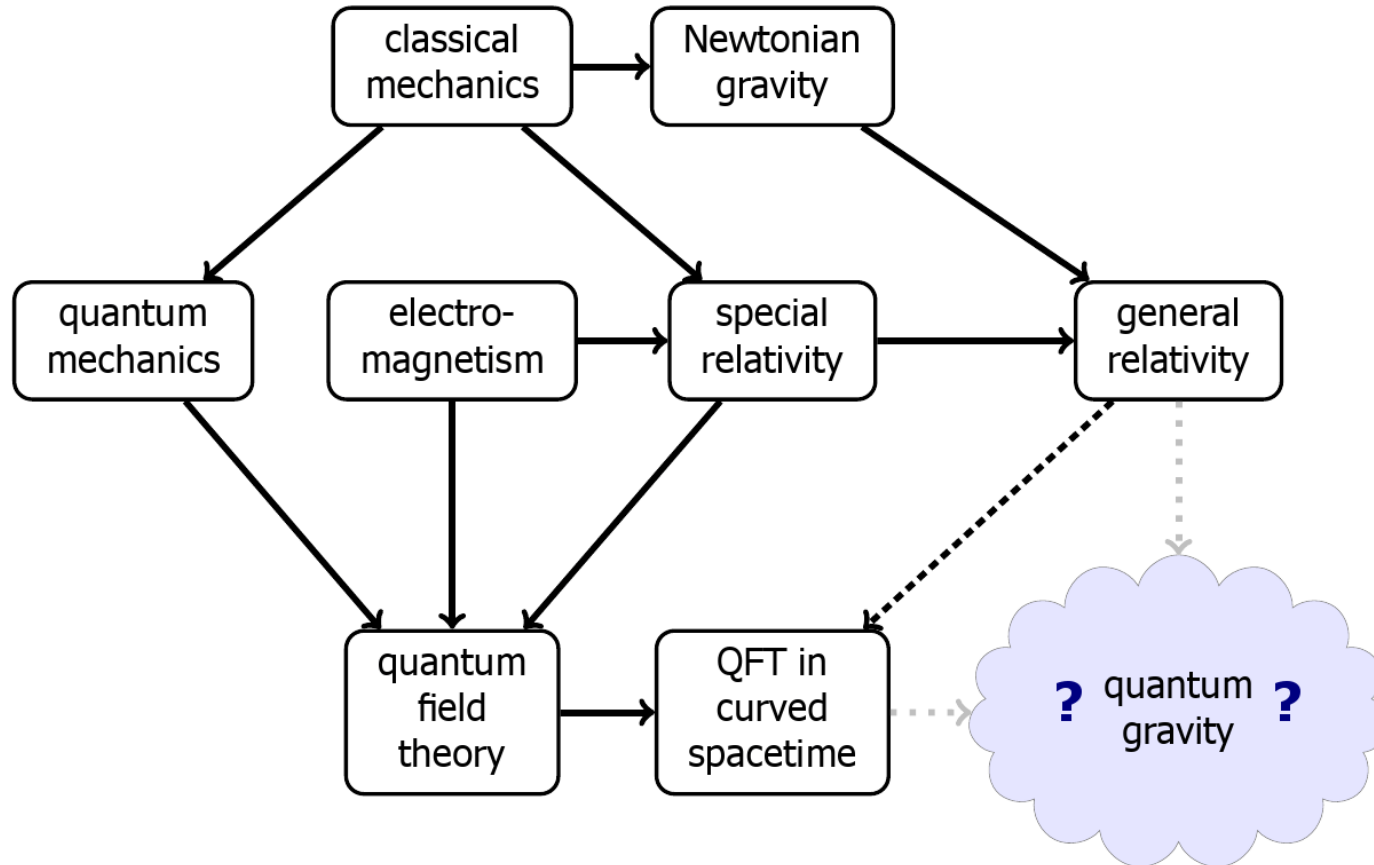
<http://www.eso.org/public/news/eso1438/>



# Δυνάμεις στο Σύμπαν

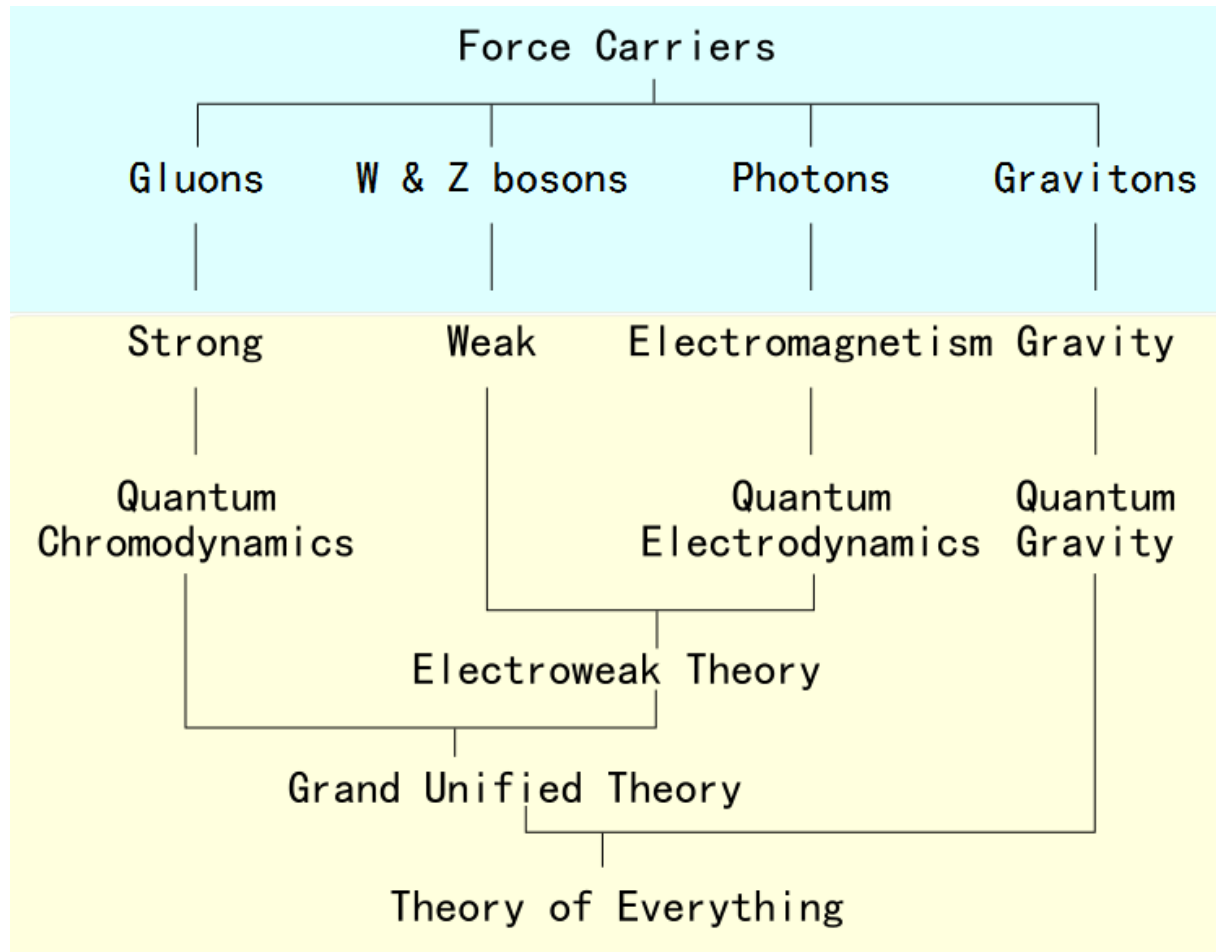


# Grand Unified Theories (GUTS)



Εικόνα του κ. Raidr, wikipedia

# Οι δυνάμεις και οι φορείς τους

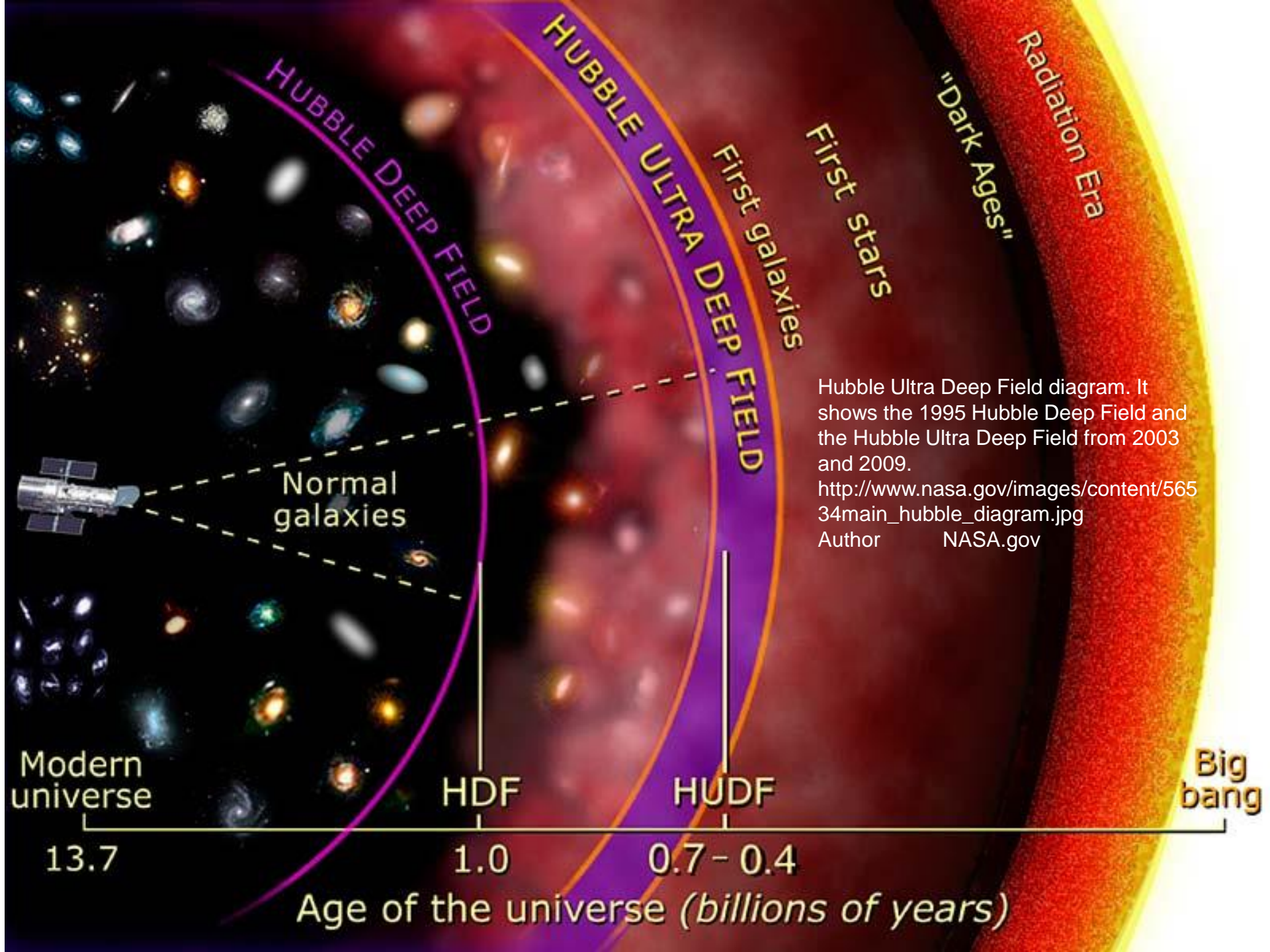


Μέρος σχήματος από wikipedia

[https://en.wikipedia.org/wiki/Fundamental\\_interaction#/media/File:Particle\\_overview.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/Fundamental_interaction#/media/File:Particle_overview.svg)

# Εξέλιξη του Σύμπαντος



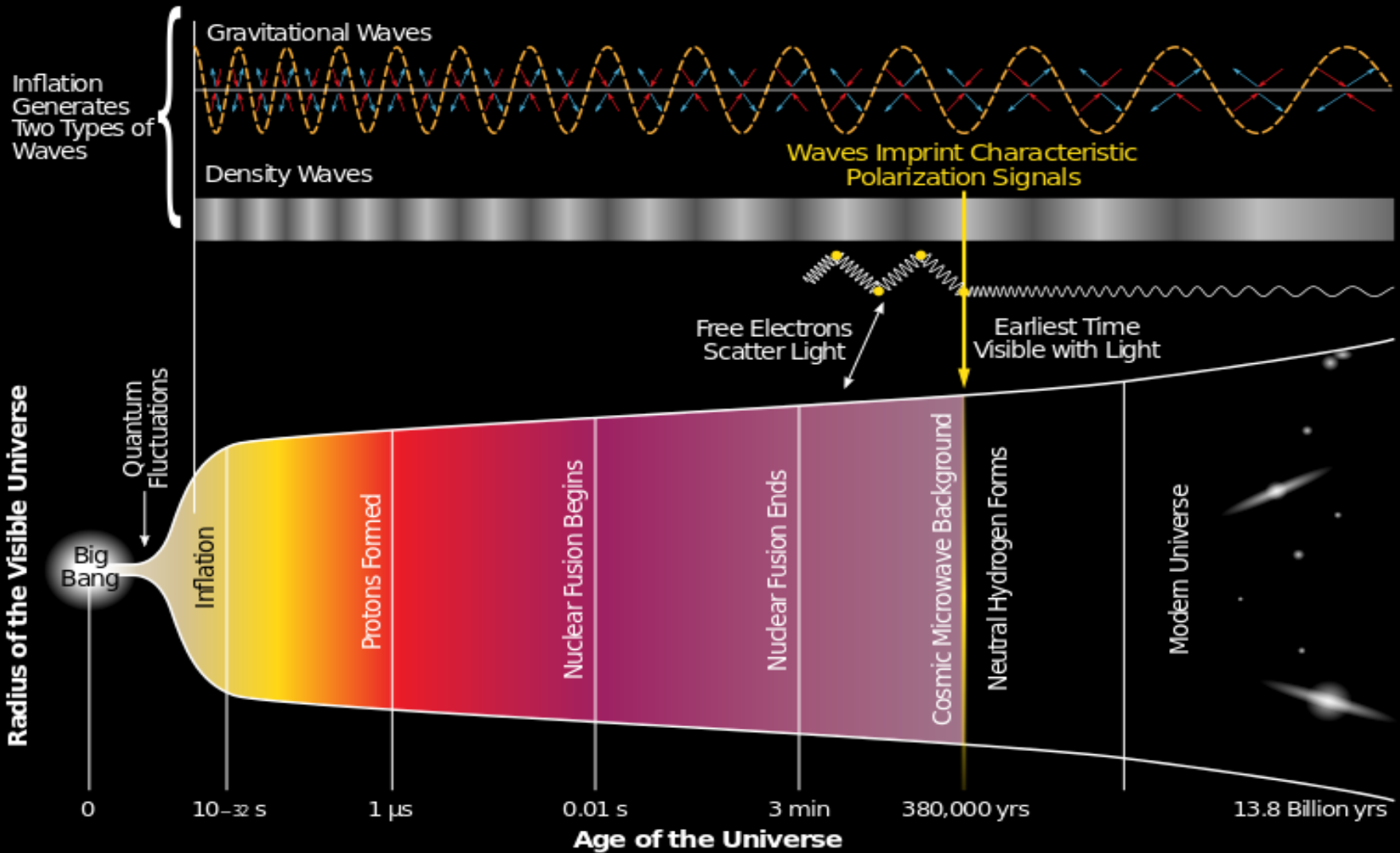


Hubble Ultra Deep Field diagram. It shows the 1995 Hubble Deep Field and the Hubble Ultra Deep Field from 2003 and 2009.

[http://www.nasa.gov/images/content/56534main\\_hubble\\_diagram.jpg](http://www.nasa.gov/images/content/56534main_hubble_diagram.jpg)

Author NASA.gov

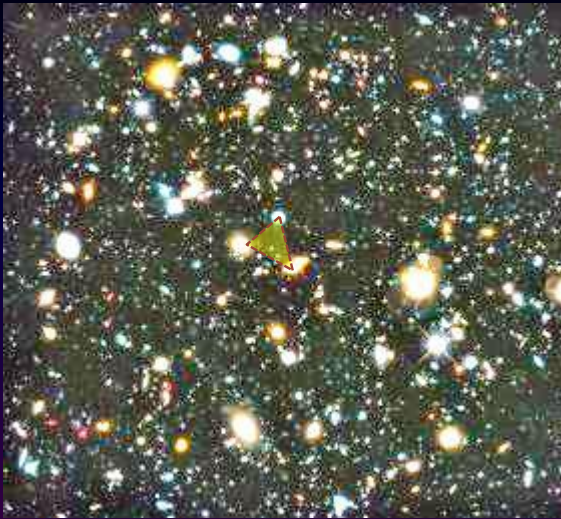
# History of the Universe



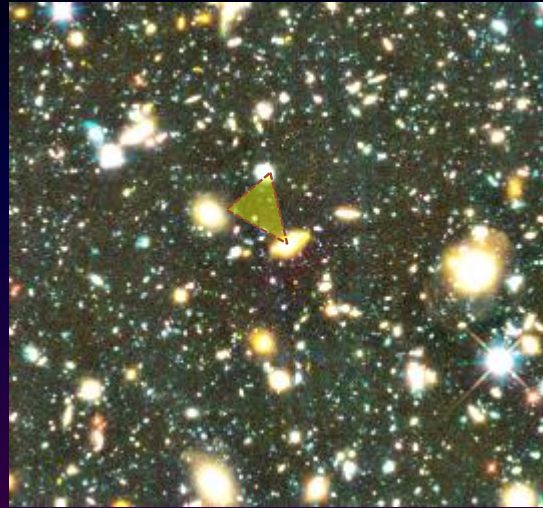
National Science Foundation (NASA, JPL, Keck Foundation, Moore Foundation, related) - Funded BICEP2 Program

<http://bicepkeck.org/faq.html>

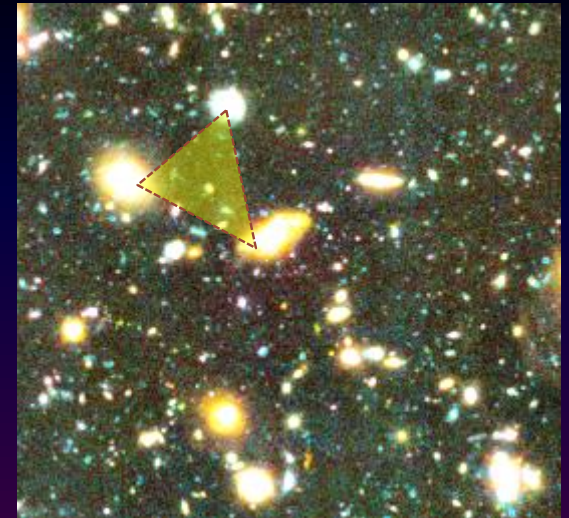
- Σχήμα του κ. Yinweichen



t1



t2

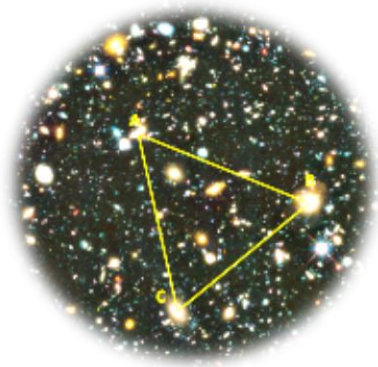


t3

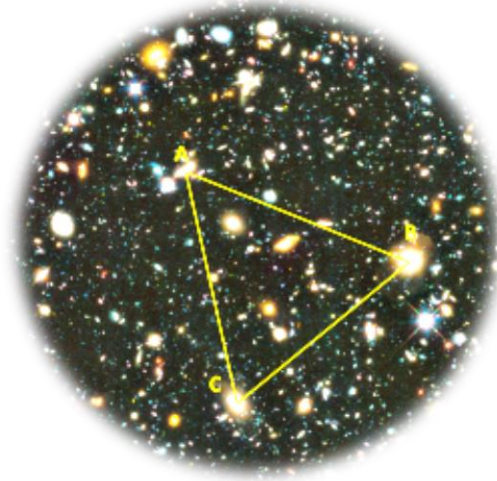
## Σχηματική εξέλιξη γαλαξιών στο σύμπαν

Προσέξτε πώς αλλάζει η απόσταση των τριών γαλαξιών που είναι στις κορυφές του τριγώνου

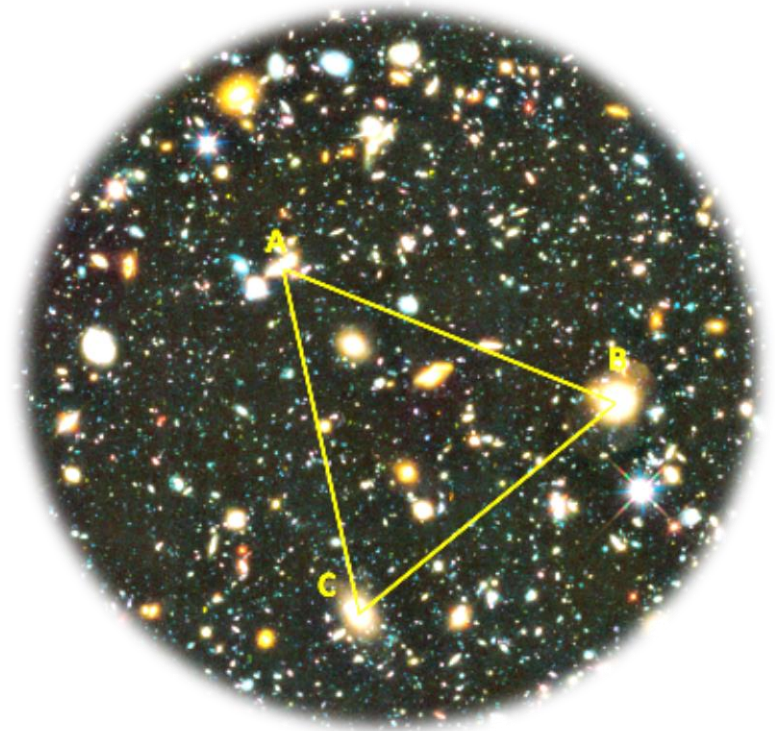
σύνθεση από το διδάσκοντα



t1



t2



t3

## Σχηματική εξέλιξη γαλαξιών στο σύμπαν

Προσέξτε πώς αλλάζει η απόσταση των γαλαξιών που είναι στην φωτογραφία του Hubble Space Telescope NASA/ESA/HSTC

σύνθεση από το διδάσκοντα



# εξέλιξη γαλαξιών



NASA, ESA, M. Kornmesser - <http://www.spacetelescope.org/images/heic1315a/>  
This image shows "slices" of the Universe at different times throughout its history (present day, and at 4 and 11 billion years ago). Each slice goes further back in time, showing how galaxies of each type appear. The shape is that of the Hubble tuning fork diagram, which describes and separates galaxies according to their morphology into spiral (S), elliptical (E), and lenticular (S0) galaxies. On the left of this diagram are the ellipticals, with lenticulars in the middle, and the spirals branching out on the right side. The spirals on the bottom branch have bars cutting through their centres. The present-day Universe shows big, fully formed and intricate galaxy shapes. As we go further back in time, they become smaller and less mature, as these galaxies are still in the process of forming. This image is illustrative. the Hubble images of nearby and distant galaxies used were selected based on their appearance; their individual distances are only approximate.



1990



Ground-based observatories



1995



Hubble Deep Field



2004



Hubble Ultra Deep Field



2010



Hubble Ultra Deep Field-IR

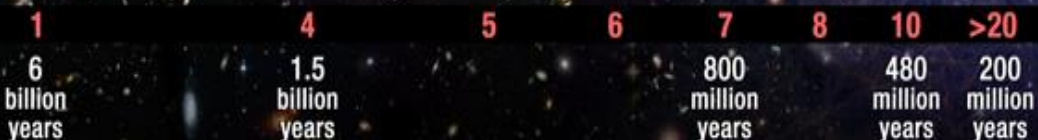


μέλλον



James Webb Space Telescope

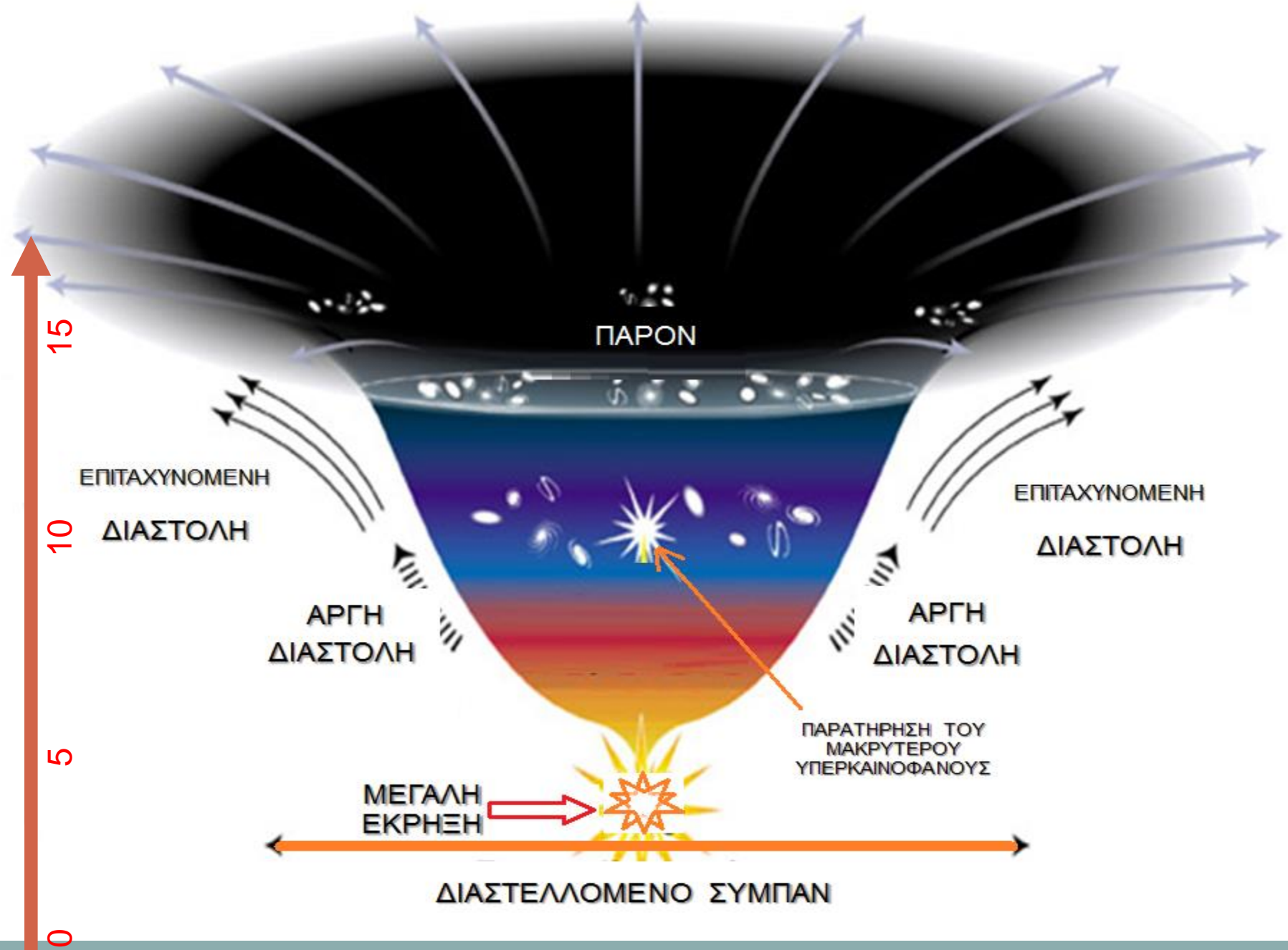
μετατόπιση στο ερυθρό



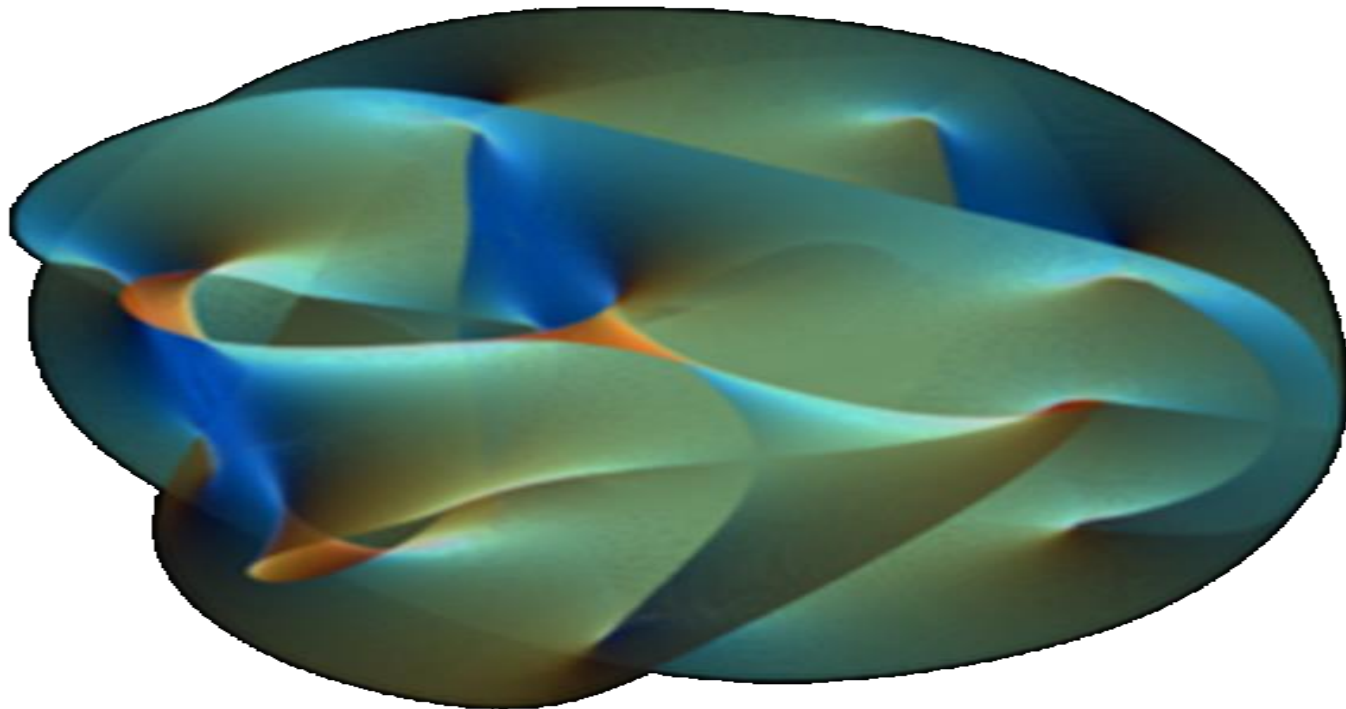
χρόνος μετά την μεγάλη έκρηξη

Πόσο μακριά βλέπουμε μέχρι σήμερα με τα σύγχρονα τηλεσκόπια και πόσο θα βλέπουμε αύριο NASA chart depicting evolution of detecting the early universe, from ground-based space telescopes to [HST](#) and the future [JWST](#).

ΧΡΟΝΟΣ ΣΕ ΔΙΣΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΕΤΗ



# ΠΟΛΛΑ ἢ ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΣΥΜΠΑΝΤΑ;



# ΠΟΛΛΑ ἢ ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΣΥΜΠΑΝΤΑ;

Επιστολή του Ἐπίκουρου στον Ἡρόδοτο:

“Ἐπίκουρος. Ἡροδότῳ χαίρειν. “

... Ἀλλὰ μὴν καὶ **κόσμοι ἄπειροί** εἰσιν, οἳ θ' **ὅμοιοι** τούτῳ καὶ **ἀνόμοιοι**. αἶ τε γὰρ **ἄτομοι ἄπειροι** οὔσαι, ὡς ἄρτι ἀπεδείχθη, φέρονται καὶ πορρωτάτῳ. οὐ γὰρ κατανήλωνται αἱ τοιαῦται ἄτομοι ἐξ ὧν ἂν γένοιτο κόσμος ἢ ὑφ' ὧν ἂν ποιηθεῖη, οὔτ' εἰς ἓνα οὔτ' εἰς πεπερασμένους, οὔθ' ὅσοι τοιοῦτοι οὔθ' ὅσοι διάφοροι τούτοις. ὥστε οὐδὲν τὸ ἐμποδοστατήσόν ἐστι πρὸς τὴν **ἀπειρίαν τῶν κόσμων**. ...

# ΠΟΛΛΑ, ΠΟΛΛΑΠΛΑ ή ΈΝΑ ΣΥΜΠΑΝ;

ὄν Ἀναξίμανδρον, Θάλητος ἐταῖρον γενόμενον, τὸ ἄπειρον (=αυτό που δεν ξέρουμε τι είναι) φάναι τὴν πᾶσαν αἰτίαν ἔχειν τῆς τοῦ παντός γενέσεώς τε καὶ φθορᾶς· ἐξ οὗ δὴ φησι τοὺς τε οὐρανοὺς ἀποκεκρίσθαι, καὶ καθόλου τοὺς ἅπαντας ἀπείρους ὄντας κόσμους.

Ἀναξίμανδρος Ἀναξιμένης Ἀρχέλαος Ξενοφάνης Διογένης Λεύκιππος Δημόκριτος Ἐπίκουρος ἀπείρους κόσμους ἐν τῷ ἀπείρῳ κατὰ πᾶσαν περιαγωγήν.

Ἀλλά:

Θαλῆς Πυθαγόρας Ἐμπεδοκλῆς Ἴεκφαντος Παρμενίδης Μέλισσος Ἡράκλειτος Ἀναξαγόρας Πλάτων Ἀριστοτέλης Ζήνων ἓνα τὸν κόσμον

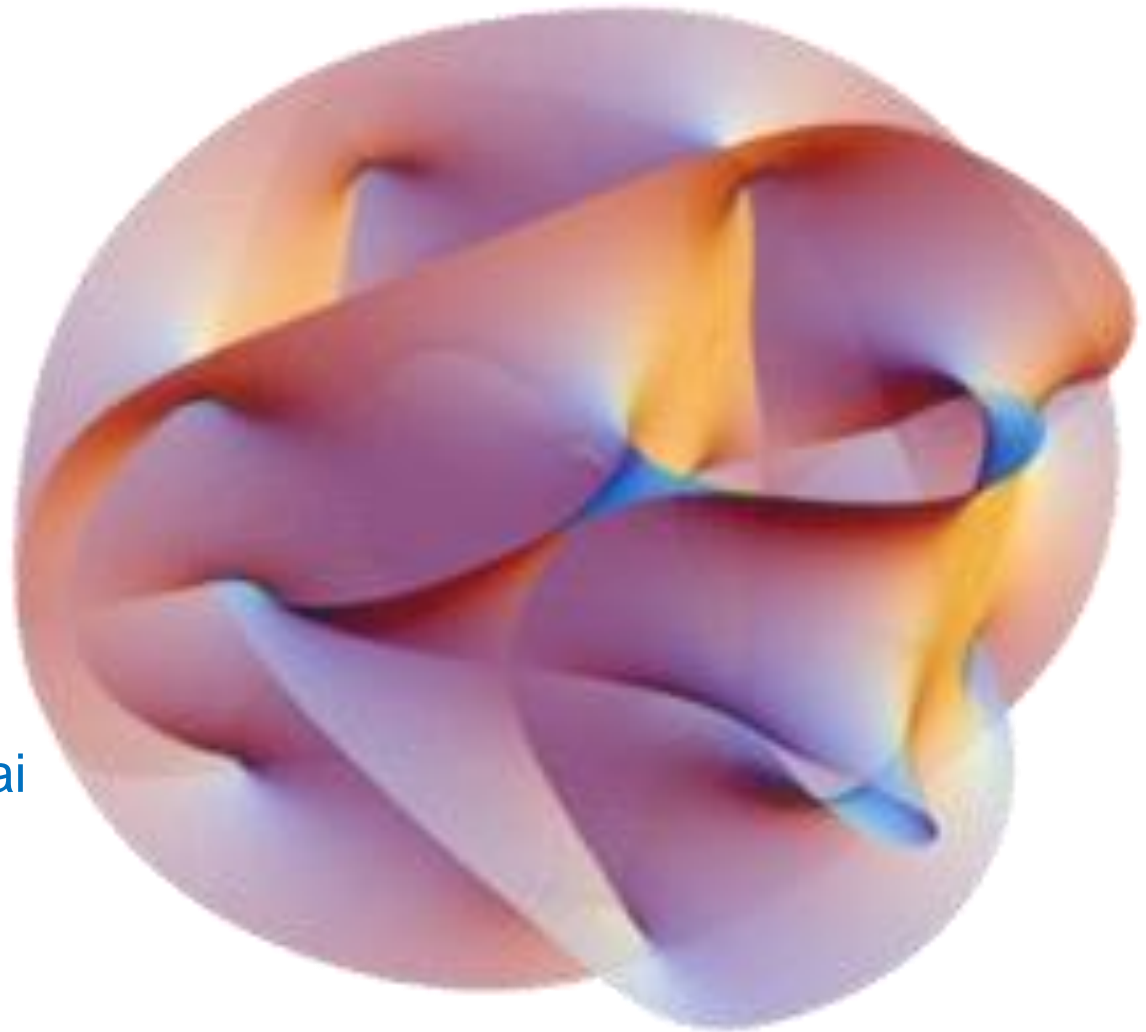
Ἐπίσης

Ἀναξίμανδρος Ἀναξιμένης Ἀναξαγόρας Ἀρχέλαος Διογένης Λεύκιππος φθαρτὸν τὸν κόσμον. Τῶν ἀπείρους ἀποφνημαμένων τοὺς κόσμους Ἀναξίμανδρος τὸ ἴσον αὐτοὺς ἀπέχειν ἀλλήλων, Ἐπίκουρος ἄνισον εἶναι τὸ μεταξὺ τῶν κόσμων διάστημα.

String  
Brane  
D-brane

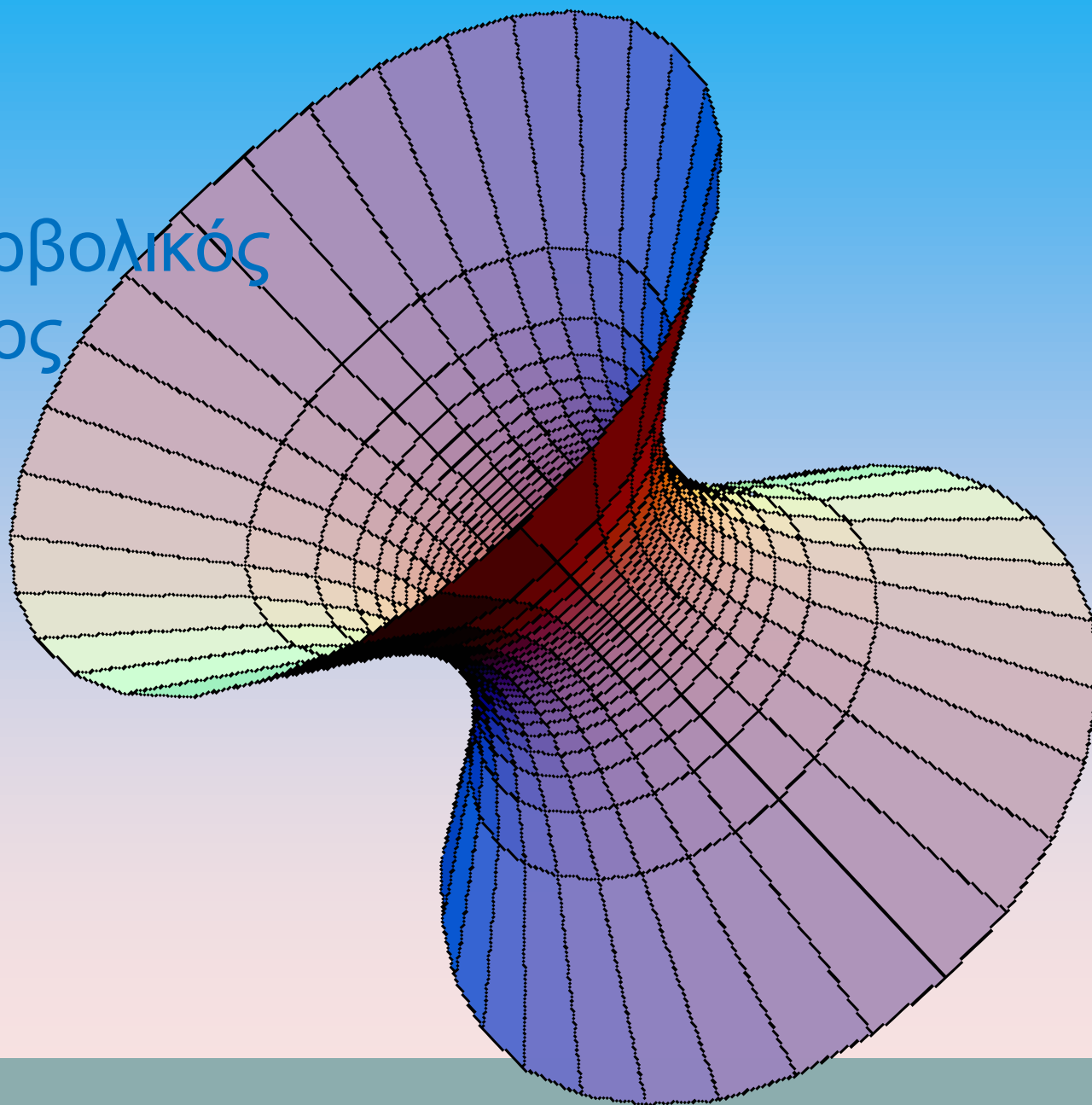
Τομή ενός  
Calabi–Yau manifold

Σχήμα του κ. J. Bourjai  
(Jbourjai)



<http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Calabi-Yau.png>

Υπερβολικός  
χώρος





Πολυσύμπαν, ή πολλά σύμπαντα φυσαλίδες που  
το καθένα έχει τις δικές του φυσικές σταθερές



Original by [K1234567890y](#) Vectorisation by [Lokal Profil](#) - Vectorisation of [Multiverse - level II.GIF](#) (by [K1234567890y](#)), by [Lokal Profil](#). Μετατροπή από το διδάσκοντα

Τέλος Ενότητας

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.0.



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Ξενοφών Δ. Μουσάς 2015. «Εισαγωγή στην Αστροφυσική. Κοσμολογία». Έκδοση :1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση : <http://opencourses.uoa.gr/courses/PHYS1/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

