

# ΤΟ ΠΛΗΘΩΡΙΣΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΩΝ  
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

ΩΡΙΩΝ ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΗ  
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΤΡΑΣ

Κ. Ν. ΓΟΥΡΓΟΥΛΙΑΤΟΣ

ΧΕΙΜΩΝΑΣ 2004

# ΣΥΝΟΨΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Το μοντέλο της Μεγάλης έκρηξης εξηγεί με ακρίβεια πολλές από τις ιδιότητες του Σύμπαντος
- Εντούτοις μένουν μερικά κενά, τα οποία προκειμένου να εξηγηθούν πρέπει να υποθέσουμε πως το νεαρό Σύμπαν είχε με πολύ μεγάλη ακρίβεια καθορισμένες ιδιότητες
- Προκύπτει η ανάγκη να απαιτήσουμε μια πιο πειστική λύση από την «απλή σύμπτωση»

# ΒΑΣΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- Πρόβλημα της επιπεδότητας, δηλαδή το γεγονός ότι η τιμή της σημερινής πυκνότητας είναι πάρα πολύ κοντά στην κρίσιμη
- Πρόβλημα του ορίζοντα, δηλαδή η εξαιρετική ομοιομορφία του Σύμπαντος σε περιοχές που δεν είχαν ποτέ αιτιακή επικοινωνία
- Έλλειψη μαγνητικών μονοπόλων
- Ανομοιογένεια σε μικρή κλίμακα

# Η ΒΑΣΙΚΗ ΙΔΕΑ

Προκειμένου να λυθούν τα διάφορα προβλήματα προτάθηκε η Θεωρία του Πληθωρισμού. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία το Σύμπαν πέρασε μια περίοδο ταχύτατης διαστολής, όπου διπλασιαζόταν το μέγεθός του ανά  $10^{-34}$  δευτερόλεπτα κάνοντάς το γιγαντιαίο. Η διαστολή αυτή ξεκίνησε όταν το σύμπαν ήταν ηλικίας μόλις  $10^{-35}$  sec και θερμοκρασίας  $10^{27}$  K.

# Σπάσιμο συμμετρίας- αλλαγή φάσης

- Σε τόσο υψηλή θερμοκρασία οι ισχυρές αλληλεπιδράσεις είναι ενοποιημένες με τις ηλεκτρασθενείς.
- Όταν σπάει η συμμετρία αυτή έχουμε αλλαγή φάσης (όπως όταν ο πάγος λιώνει και μετατρέπεται σε νερό).
- Η διάσταση του σύμπαντος εκείνη την περίοδο ήταν 10cm και η διάσταση των αιτιακών περιοχών  $10^{-27}$  cm.

# Ταχύτατη διαστολή

- Το σύμπαν μεγαλώνει κατά ένα παράγοντα της τάξεως  $10^{50}$
- Οι αιτιακές περιοχές (με διάστασεις υποατομικών σωματίων) αποκτούν μέγεθος μπάλας ποδοσφαίρου.
- Εμείς ζούμε και αντιλαμβανόμαστε μία από αυτές τις περιοχές.
- Υπάρχουν  $10^{150}$  τέτοιες περιοχές- δηλαδή σύμπαντα σαν το δικό μας.

# Ενεργειακή τροφοδοσία του Πληθωρισμού

- Λόγω της αλλαγής φάσης έχουμε έκλυση τεράστιας ποσότητας ενέργειας.
- Θυμίζει την ενέργεια που πρέπει να παρέχουμε για την τήξη ενός κομματιού πάγου.
- Οπότε αν και το σύμπαν διεστάλη η θερμοκρασία του έπεσε μονάχα κατά 5 τάξεις μεγέθους.

# Αποτελέσματα

- Το Σύμπαν διαστέλλεται ταχύτατα (δεν πρέπει να μας ξενίζει το γεγονός της ταχείας διαστολής, γιατί δεν αναφερόμαστε σε μετακίνηση σωμάτων η οποία μπορεί το πολύ να γίνει με την ταχύτητα του φωτός, αλλά σε διαστολή του περιβάλλοντος χώρου) με αποτέλεσμα περιοχές που ήταν αρχικά κοντά να απομακρυνθούν πάρα πολύ. Όμως επειδή είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά τα διατήρησαν και για αυτό το σύμπαν φαίνεται ίδιο σε εξαιρετικά μεγάλες αποστάσεις
- Λόγω της ταχύτατης διαστολής, το Σύμπαν αποκτά την επιθυμητή επιπεδότητα
- Εξαφανίζονται τα μαγνητικά μονόπολα



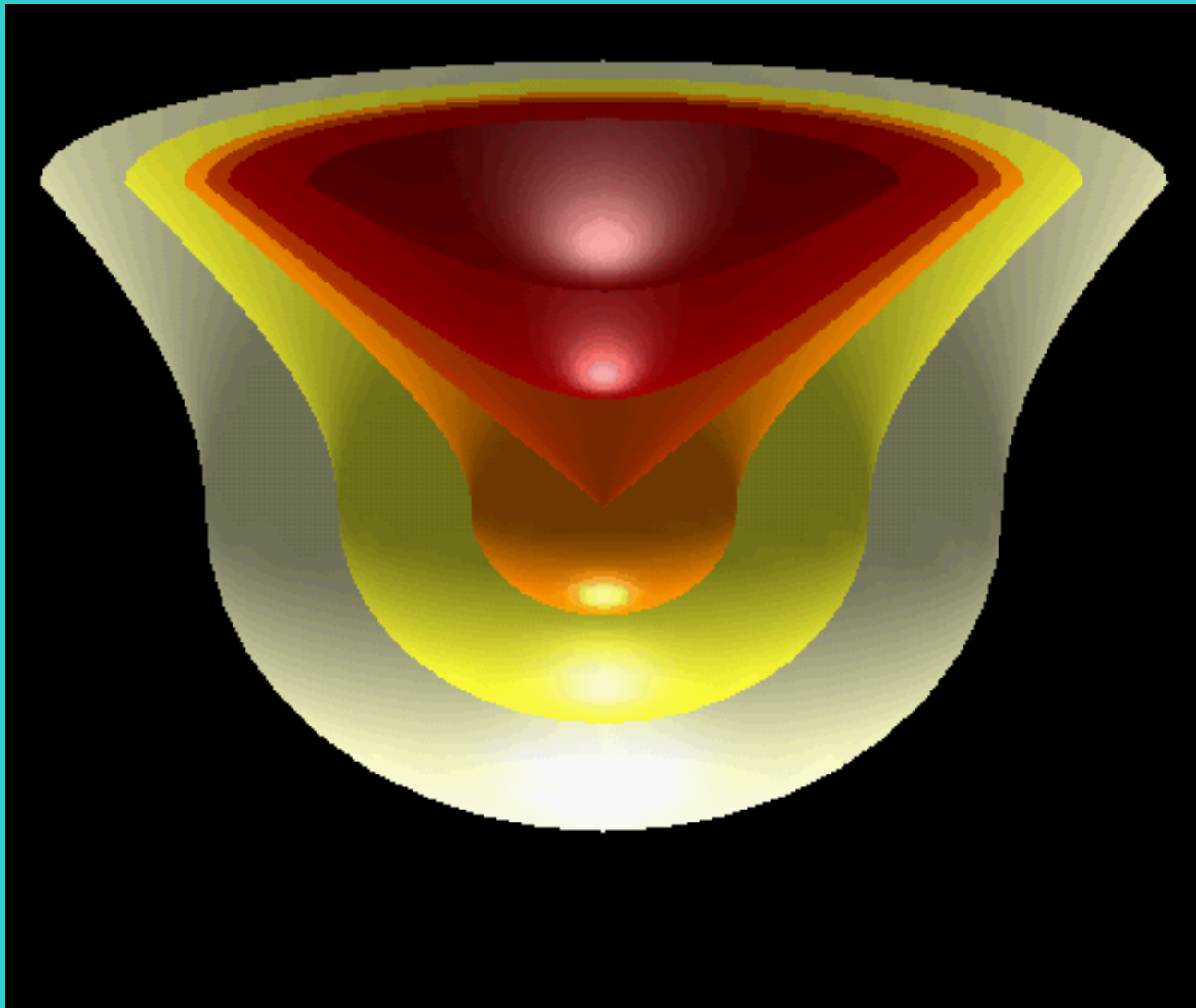
# Λύση του Προβλήματος της Ομοιογένειας

- Εφόσον όλο το σύμπαν που μπορούμε να αντιληφθούμε προέρχεται από μια πολύ μικρή περιοχή τότε δίχως άλλο, εφόσον βρισκόταν σε θερμοδυναμική ισορροπία, θα ήταν ομοιογενές.
- Τα υπόλοιπα κομμάτια του Σύμπαντος που δεν επικοινωνούσαν αιτιακά με το δικό μας θα βρίσκονται σε διαφορετική κατάσταση αλλά αυτό δεν μας ενοχλεί, αφού εκ των πραγμάτων δεν μπορούμε να τα παρατηρήσουμε.

# Λύση του Προβλήματος της Επιπεδότητας

- Επειδή παρατηρούμε ένα πάρα πολύ μικρό κομμάτι του Σύμπαντος μας φαίνεται σε πάρα πολύ καλή προσέγγιση επίπεδο, ανεξάρτητα από την πραγματική γεωμετρία του ολικού Σύμπαντος.
- Αυτό συμβαίνει για τον ίδιο ακριβώς λόγο για τον οποίο μια πολύ μικρή περιοχή μιας σφαίρας μπορεί να προσεγγιστεί γεωμετρικά από ένα εφαπτόμενο επίπεδο.

Ένα Σύμπαν που έχει υποστεί ταχύτατη διαστολή επιπεδοποιείται



# Εξαφάνιση Μαγνητικών Μονοπόλων

Λόγω της ταχύτατης διαστολής τα μονόπολα και άλλα εξωτικά σωματίδια «σαρώνονται» και δεν επιβιώνουν στο μελλοντικό Σύμπαν. Η εξήγηση για αυτό το θέμα είναι ιδιαίτερα περίπλοκη και απαιτεί ειδικές γνώσεις.

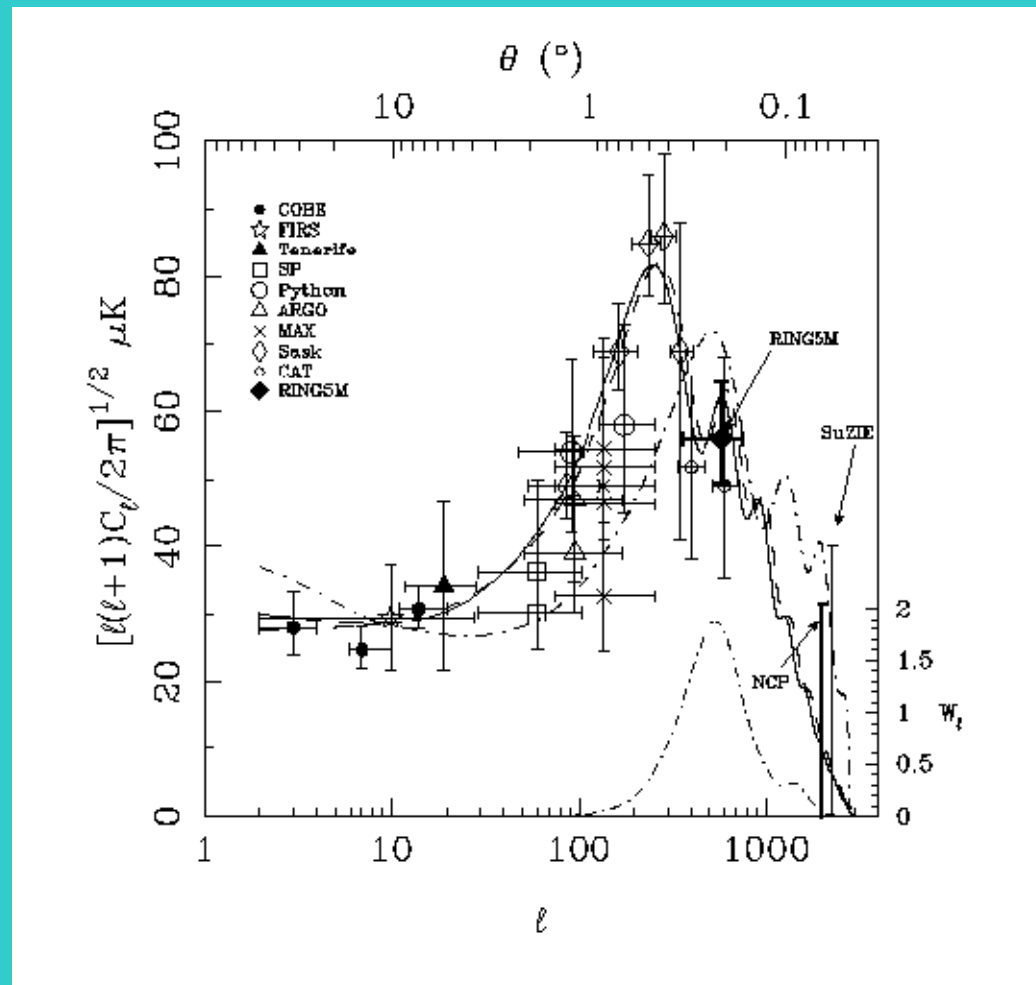
# Ανομοιογένεια σε Μικρή Κλίμακα

- Γιατί το Σύμπαν αν και ήταν σε κατάσταση ομοιογένειας έδωσε την δυνατότητα να δημιουργηθούν δομές όπως οι γαλαξίες, οι οποίες διαταράσσουν αυτή την ομοιογένεια και δεν είναι απλά ένα συνεχές νέφος αερίου.
- Ο πληθωρισμός αφήνει κάποιο περιθώριο για μια μικρή ανομοιογένεια. Δηλαδή αν και σαρώνει όλο το σύμπαν, εντούτοις αφήνει μικρές ατέλειες οι οποίες θα οδηγήσουν στη συνέχεια στους γαλαξίες.

# Έλεγχος του Πληθωριστικού Μοντέλου

- Μέτρηση της Γεωμετρίας του Σύμπαντος.
- Αναφερόμαστε ασφαλώς σε κάτι ακριβέστερο από την κατά προσέγγιση μέτρηση της ύλης που περιέχει το Σύμπαν.
- Πιθανόν αν βρούμε τις «ρυτιδώσεις» της ακτινοβολίας υποβάθρου, να έχουμε ένα επιχείρημα υπέρ του Πληθωρισμού.

Οι συνεχείς καμπύλες παρουσιάζουν τις αποκλίσεις από την ανομοιογένεια της Κοσμικής Ακτινοβολίας Υποβάθρου για τα διάφορα μοντέλα πληθωρισμού, ενώ τα πειραματικά σημεία, είναι τα αποτελέσματα παρατηρήσεων από ειδικούς δορυφόρους.



# Σχηματισμός των Γαλαξιών

- Μία ενδιαφέρουσα πτυχή του Πληθωριστικού μοντέλου είναι ότι μπορεί να εξηγήσει τον σχηματισμό των Γαλαξιών.
- Οι ανισοτροπίες στην Κοσμική Ακτινοβολία υποβάθρου προκάλεσαν ένα κρουστικό κύμα πυκνότητας που εξελίχθηκε στους γαλαξίες.



# Συμπεράσματα

- Το μοντέλο του Πληθωριστικού Σύμπαντος δίνει απαντήσεις σε κεφαλαιώδη ερωτήματα της Κοσμολογίας, χωρίς να διαταράσσει αισθητά το Μοντέλο της Μεγάλης Έκρηξης.
- Από την εμφάνισή του (1980) μέχρι σήμερα έχει υποστεί διάφορες παραλλαγές οι οποίες δίνουν μεγαλύτερη ακρίβεια στις προβλέψεις του.
- Δημιουργούνται όμως επιπλέον φιλοσοφικά προβλήματα.

# Βιβλιογραφία Πηγές

- [http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/public/inf\\_lowden.html](http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/public/inf_lowden.html)
- <http://www.physics4u.gr>
- Περί Αστέρων και Συμπάντων, Βασίλη Ξανθόπουλου
- Κοσμολογία, Κωτσάκη & Κοντόπουλου
- Cosmological Physics, Peacock
- Introduction to Cosmology, Liddle
- Galaxies in the Universe, an Introduction, Sparke & Gallagher
- Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Θεωρίας Πεδίου, Ιωάννης Μπάκας
- Πανεπιστημιακές Παραδόσεις Κοσμολογίας, Βασίλειος Γερογιάννης
- Cosmology Lectures, Anne Davies