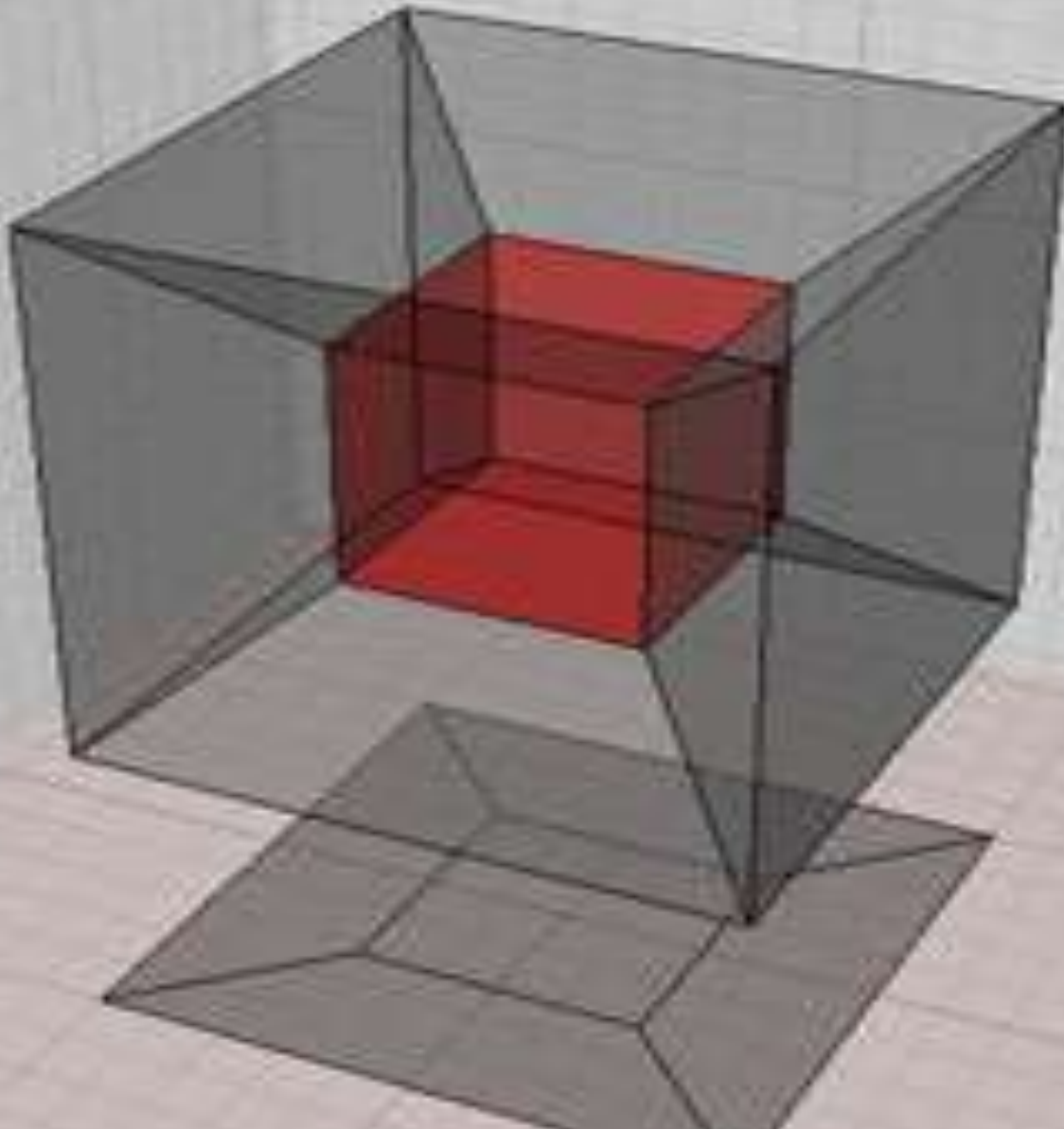


Τμήμα Φυσικής ΕΚΠΑ

Εισαγωγή στην Αστροφυσική Κοσμολογία

*Δρ Μάνος Δανέζης
Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα Φυσικής ΕΚΠΑ*

Νέες ιδέες στη Φυσική και τα Μαθηματικά

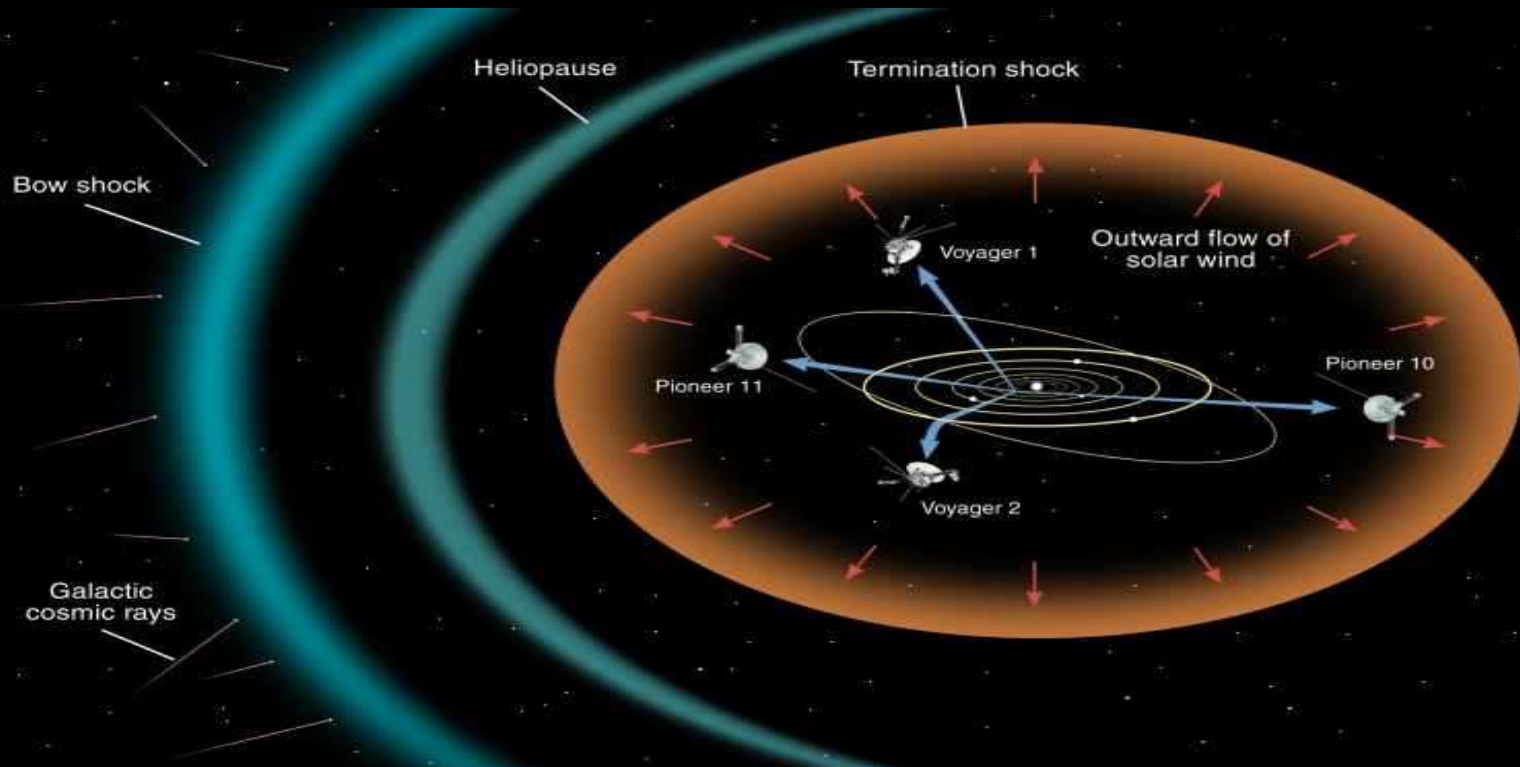
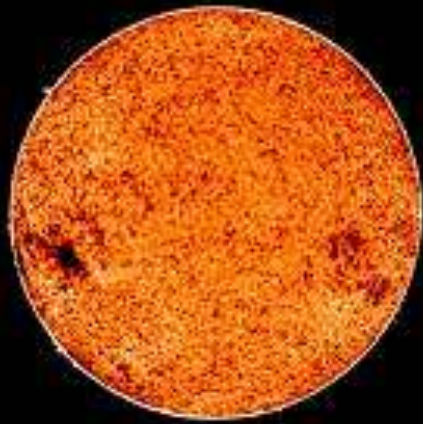


EGRD 77448

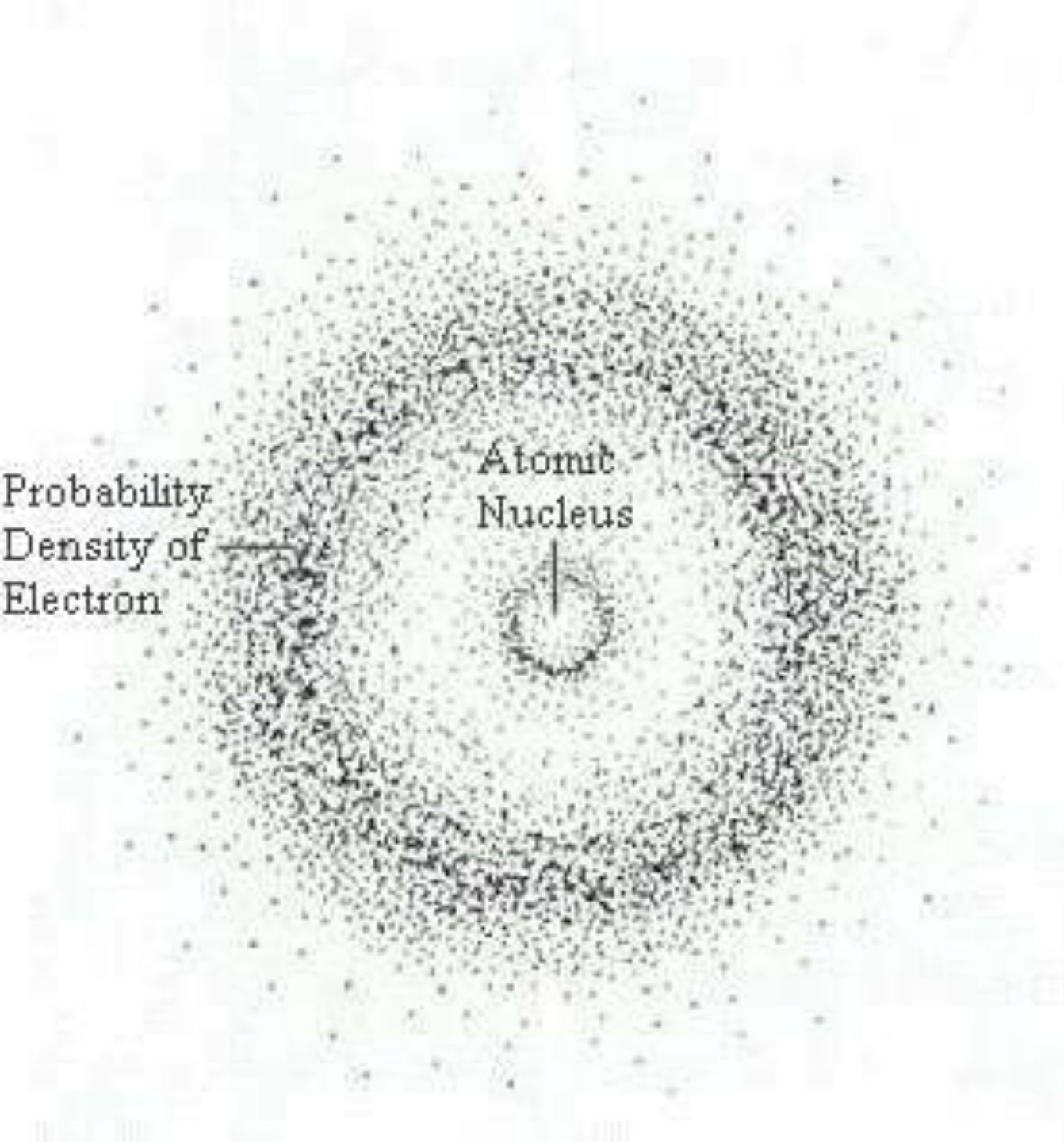
Nikola Romanski

2006

Η φυσική άνευ ορίων



Φωτόσφαιρα –Χρωμόσφαιρα-Στέμμα Ηλιακός άνεμος



Ένα
ηλεκτρόνιο
δεν είναι
πλέον ένα
σφαιρίδιο που
περιστρέφεται
γύρω από τον
πυρήνα του
ατόμου αλλά
ένα γεγονός
το οποίο
εντοπίζεται
σαν σύννεφο
γύρω από τον
πυρήνα

1 άνγκστρομ
(10^{-10}m)

Το νέφος
ηλεκτρονίων
του ατόμου του
άνθρακα.

Ο,τιδήποτε
υπάρχει στον
κόσμο μας είναι
φτιαγμένο από
αυτό...



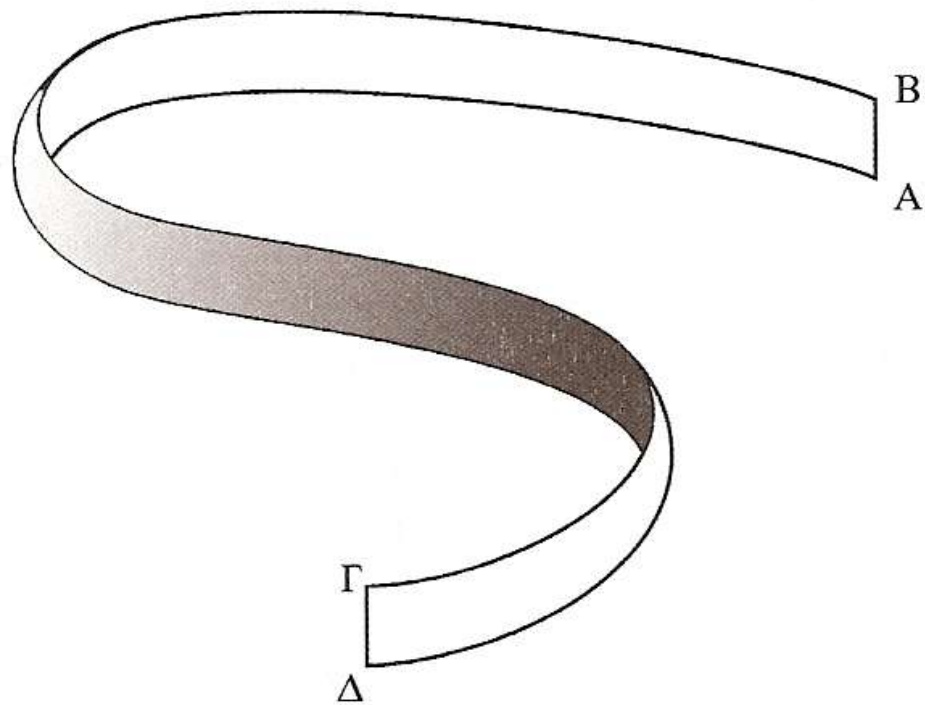
10 πικόμετρα
(10^{-11}m)

Το ηλεκτρόνιο
στο πεδίο ενός
ατόμου.

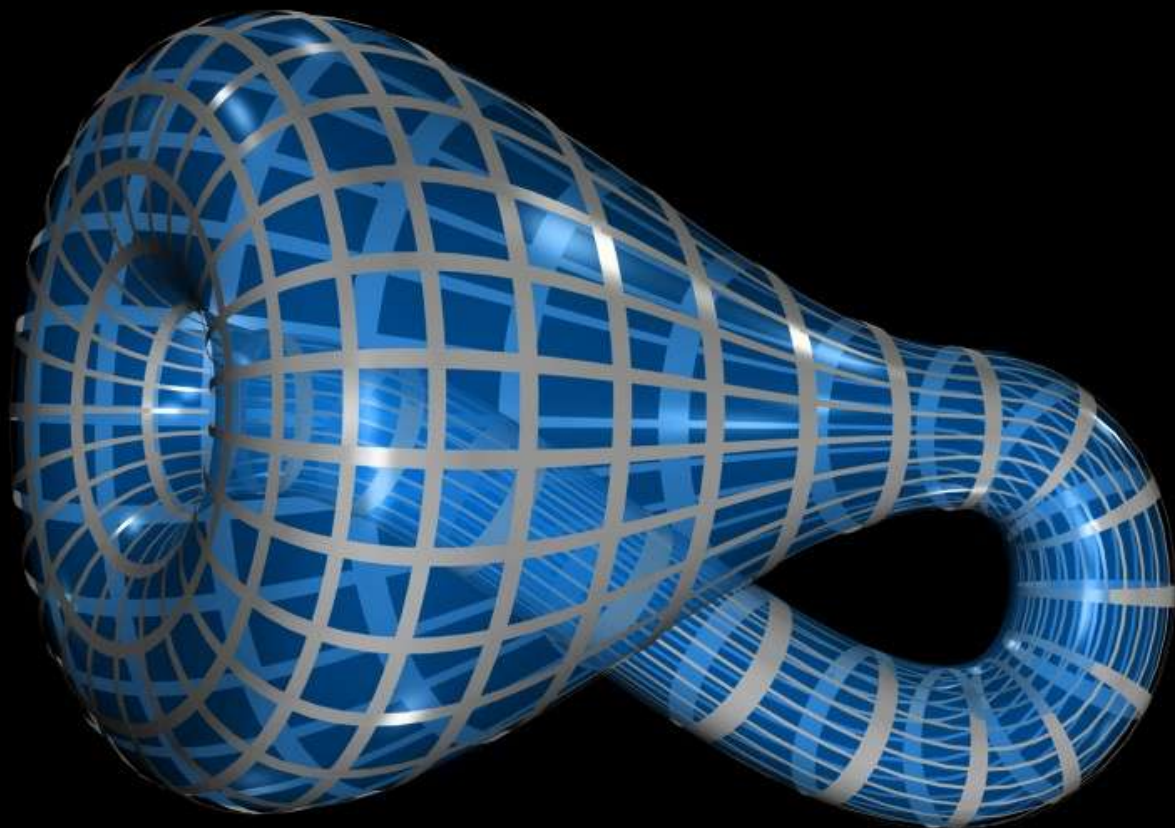


*Το Σύμπαν, αλλά και οι μορφές και τα
σχήματα που υπάρχουν μέσα του δεν
έχουν **μέσα και έξω***



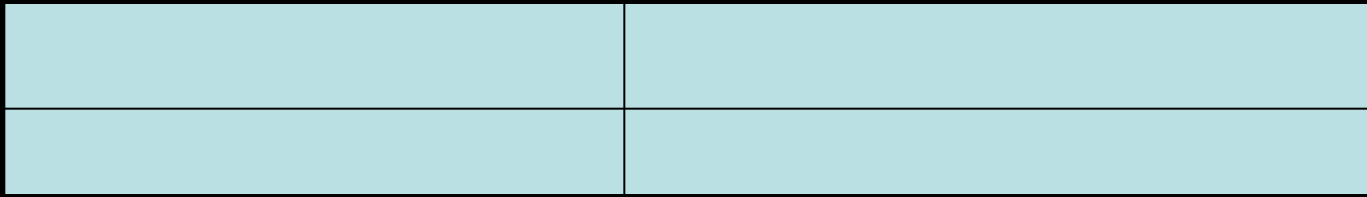


Κορδέλα Μέμπιους



Φιάλη Κλάιν

*Το πρόβλημα της διαίρεσης και του
πολλαπλασιασμού στο Σύμπαν*

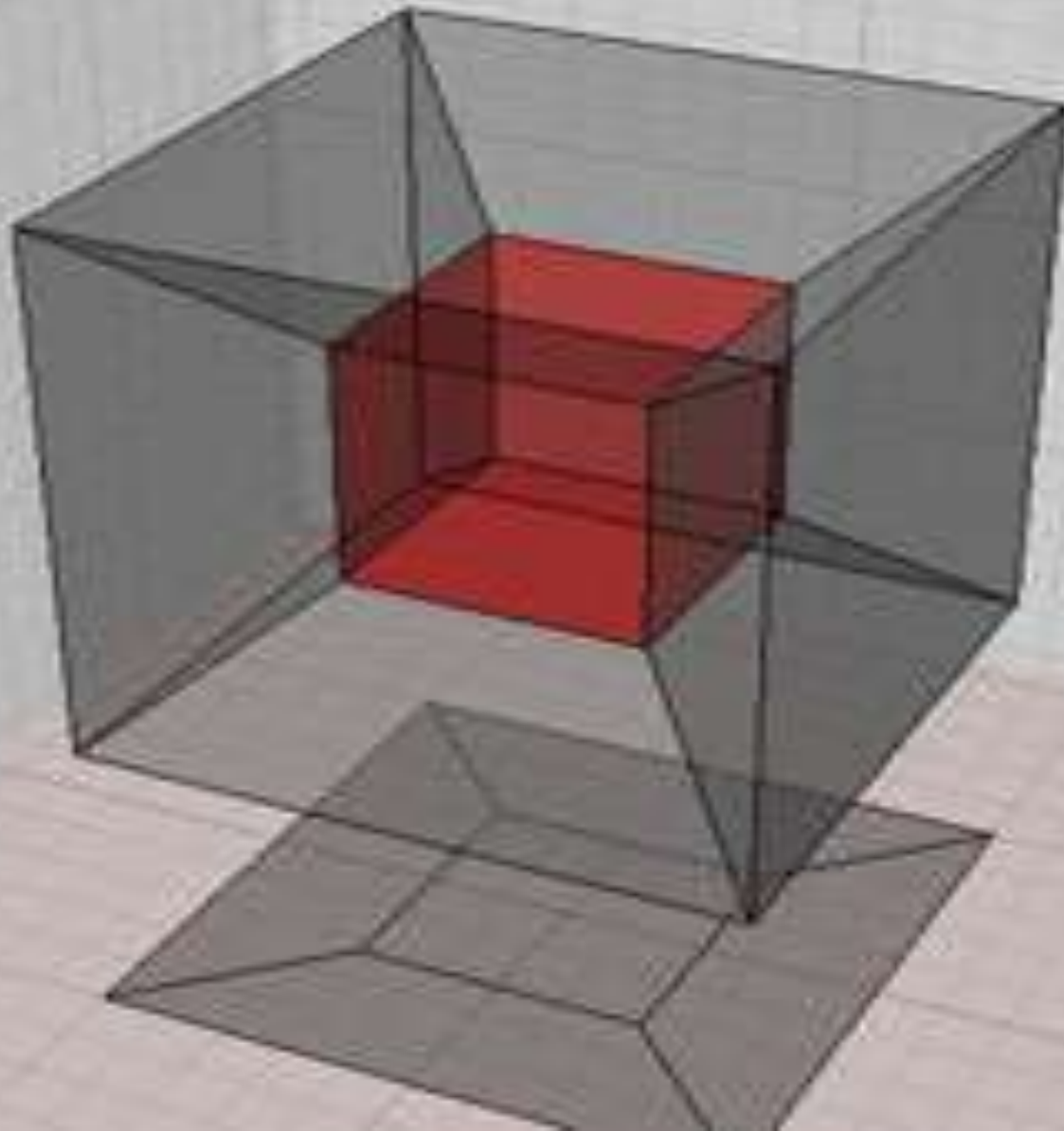


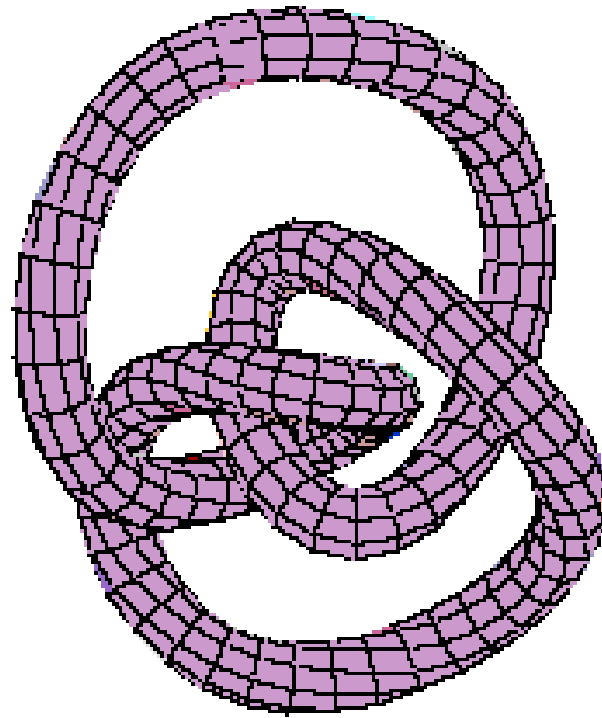
Μπορούνε να κόψουμε ένα παραλληλόγραμμο σε δύο ίσα μέρη με δύο τρόπους

- 1. Κατά μήκος : παίρνουμε δύο ανεξάρτητα κομμάτια μεταξύ τους ίσου μήκους με το αρχικό*
- 2. Κατά πλάτος: παίρνουμε δύο ανεξάρτητα κομμάτια μεταξύ τους και μισού μήκους από το αρχικό (μικρότερα)*

*Αν κόψουμε στη μέση μια Συμπαντική
Μορφή το αποτέλεσμα μπορεί να είναι μια
νέα ενιαία μορφή διπλάσια της πρώτης και
όχι δύο ανεξάρτητες μορφές ίσες μεταξύ
τους*

Η Γεωμετρία Του Σύμπαντος





Η έννοια του Μηδενός

CHARLES SEIFE ΜΗΔΕΝ

Η βιογραφία
μιας επικίνδυνης ιδέας



Εκδοτικός Οίκος
Α. Α. ΛΙΒΑΝΗ



Μπορούμε να διακρίνουμε δύο «μηδέν» με εντελώς διαφορετική επιστημονική σημασία



Το μηδέν ως ισοσταθμικός μέσος

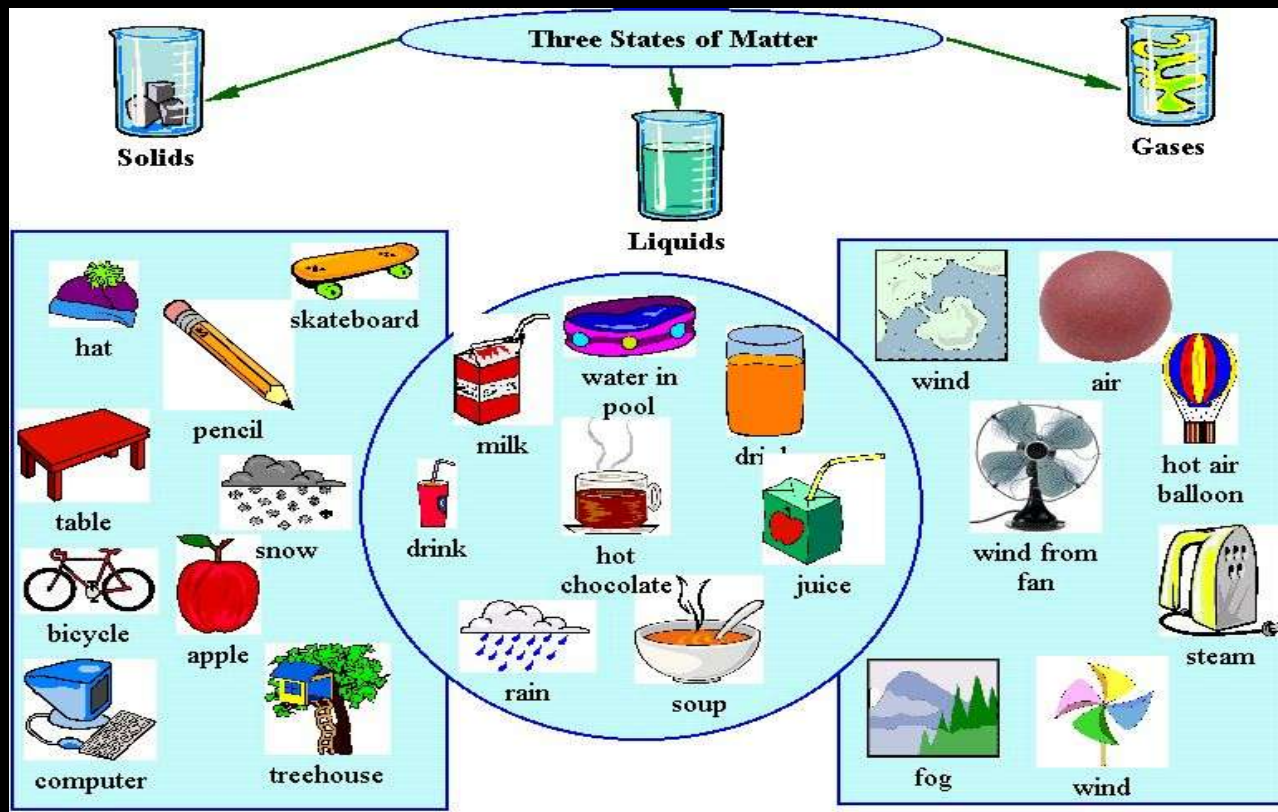
Ορίζουμε ως μηδέν μια οποιαδήποτε τιμή ενός πραγματικού και μετρούμενου μεγέθους.

Με τον τρόπο αυτό οι αρνητικές τιμές είναι πραγματικές αισθητές και μετρούμενες έννοιες

Ως παραδείγματα αναφέρουμε τις έννοιες της «**θερμοκρασίας**» και του «**χρέους**»



Οι αρνητικοί αριθμοί που ορίζονται με τον τρόπο αυτό δομούν τους **φανταστικούς** και **μιγαδικούς** αριθμούς όπως τους γνωρίζουμε σήμερα με το συγκεκριμένο εννοιολογικό περιεχόμενο



Στην περίπτωση κάποιων μεγεθών το μηδέν ορίζεται απόλυτα ως ανυπαρξία αυτού του μεγέθους.

Ως παράδειγμα αναφέρουμε τις περιπτώσεις της «Υλης (Μάζας)» και του «Συμπαντικού Χρόνου»



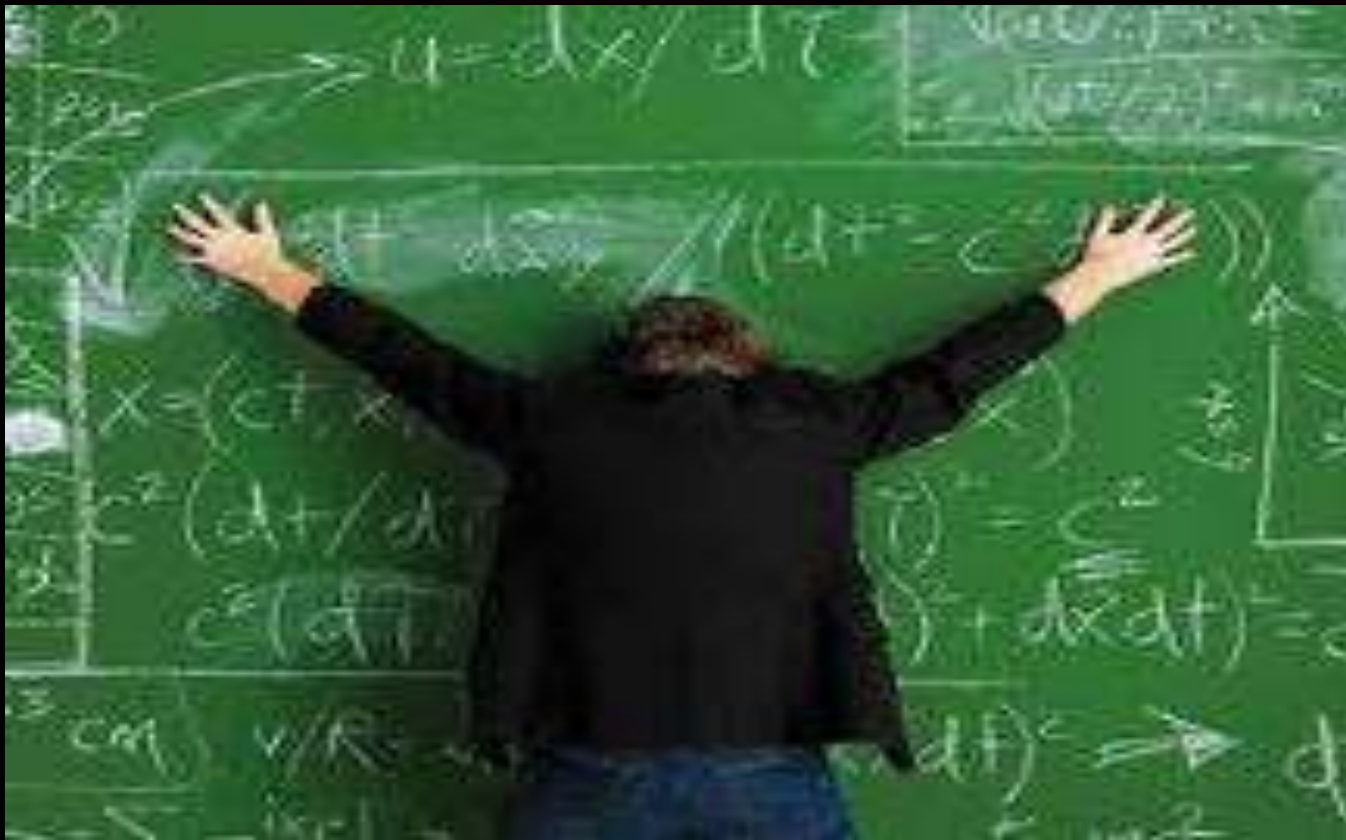
Με τον τρόπο αυτό ορίστηκε και
καταγράφηκε ως έννοια για πρώτη φορά το
μηδέν από τους Ινδούς

Για τους Ινδούς το μηδέν ήταν ένας χώρος που
παρεμβαλλόταν κατά τη μετάβαση από το μη υπάρχον και
αισθητό προς το υπάρχον και μη αισθητό



Η έννοια του **μηδενός** όπως ορίστηκε από του Ινδούς εκφράζεται από το **Λεύκιππο και το Δημόκριτο** με την έννοια **«ουδέν»**.

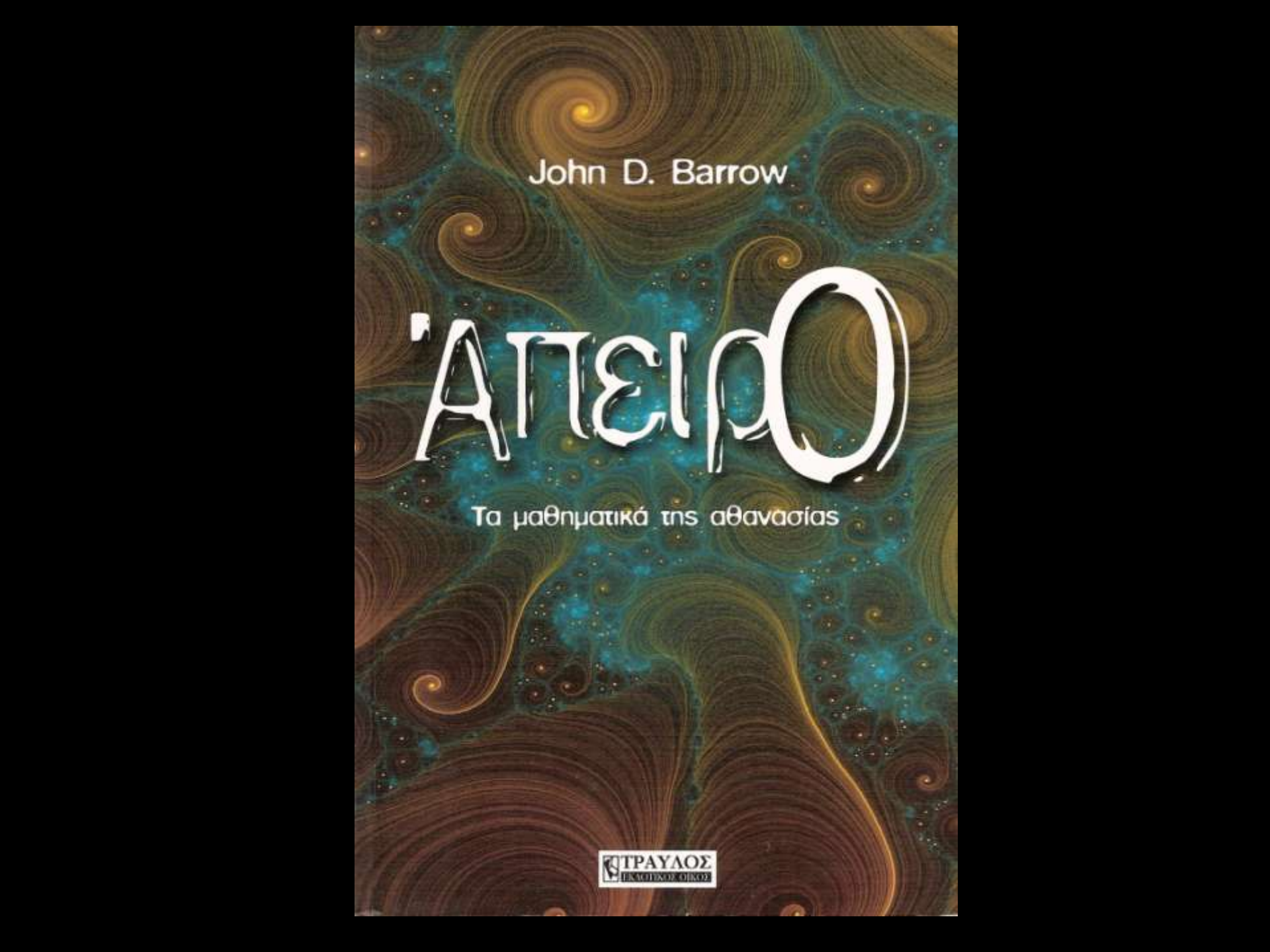
Η έννοια **«ουδέν»**, ταυτίζεται από τους Ατομικούς Φιλοσόφους με τις έννοιες του **«μαθηματικού χώρου»** του **«κενού»** και του **«απείρου»**. Το κενό, άρα και το μηδέν για το Δημόκριτο συμπίπτει με την έννοια του **«μη όντος»** και περιγράφει καταστάσεις μη αισθητές και ως εκ τούτου πραγματικές..



Αν ορίσουμε το μηδέν όπως προηγουμένως οι **φανταστικοί** και **μιγαδικοί** αριθμοί χωρίς να χάνουν την γνωστή μαθηματική τους συγκρότηση **εκφράζουν μια άλλη φυσική πραγματικότητα** την οποία εκμεταλλεύεται η σύγχρονη Φυσική

Οι κλειστές συμπαντικές γραμμές





John D. Barrow

Ἀπειρο

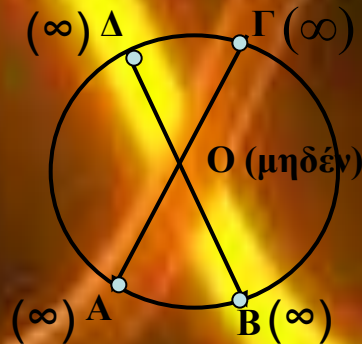
Τα μαθηματικά της αθανασίας

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΕΡΕΥΝΑΣ

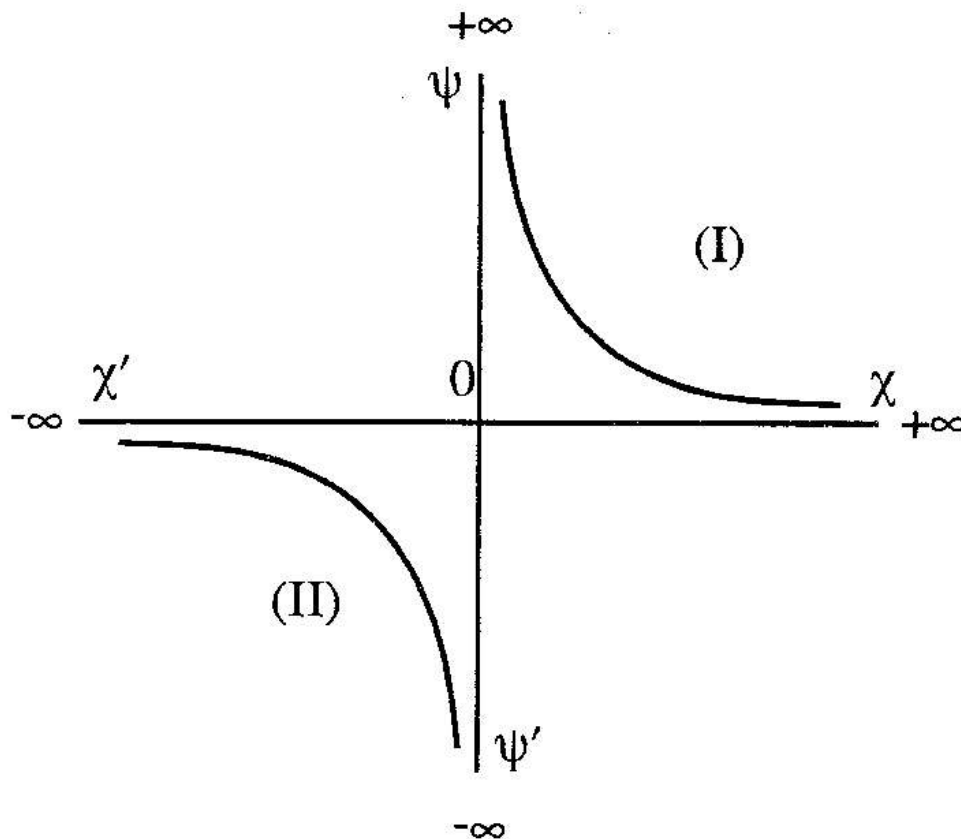


Στο Σύμπαν όλες οι γραμμές στην εξέλιξή τους
είναι κλειστές

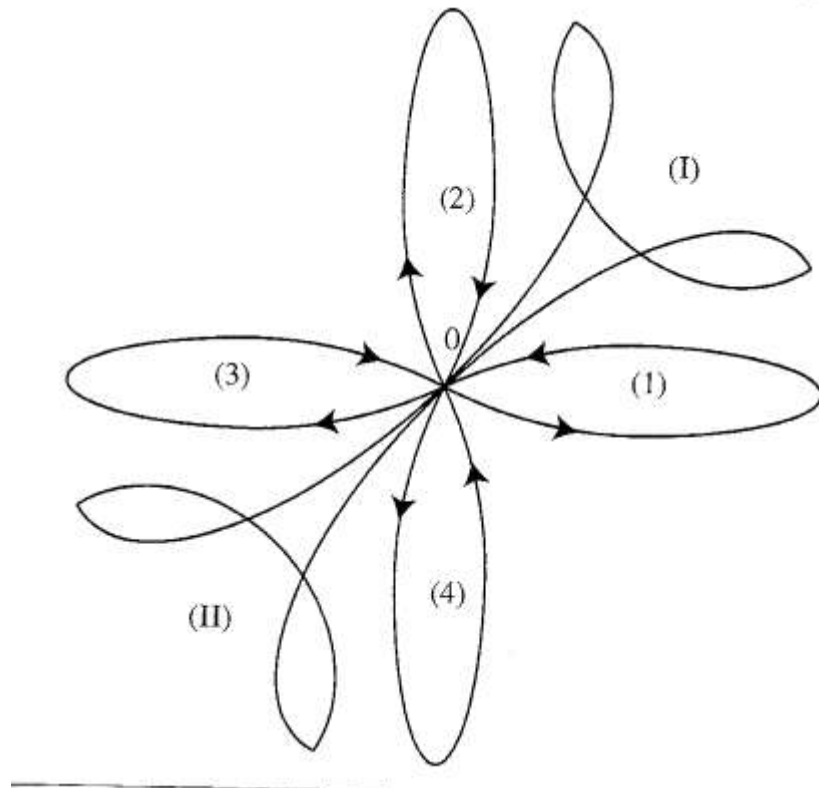
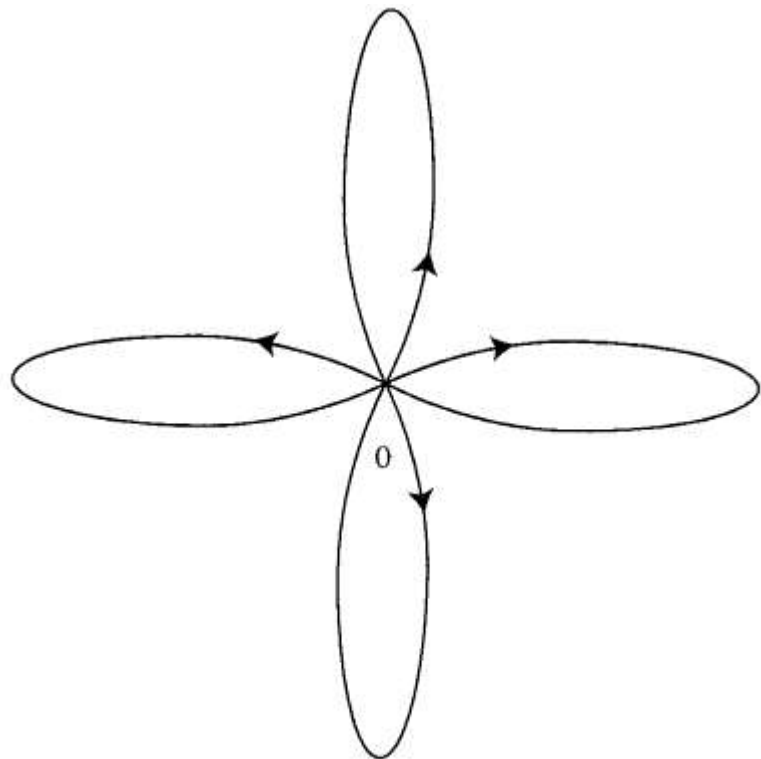
Η έννοια της ευθύγραμμης κίνησης ως αποτέλεσμα της περιορισμένης δυνατότητας των αισθήσεών μας



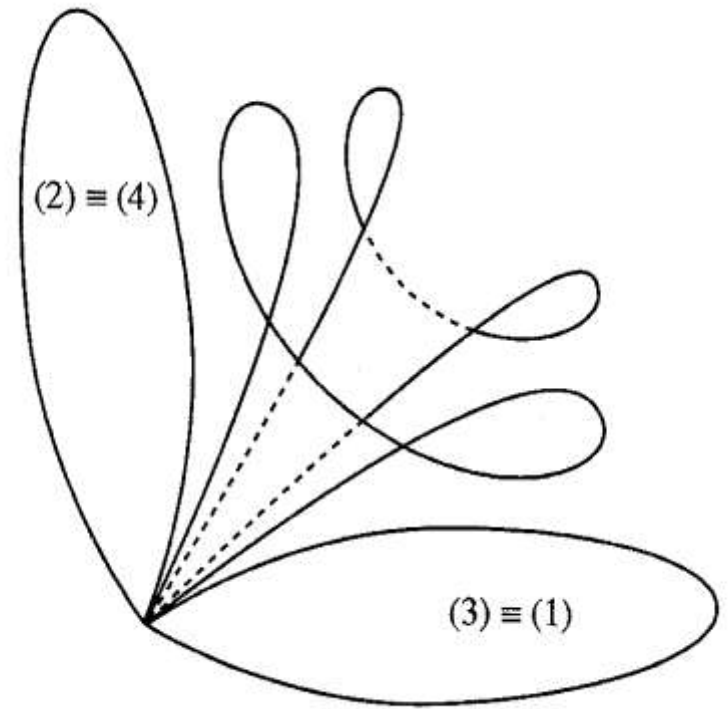
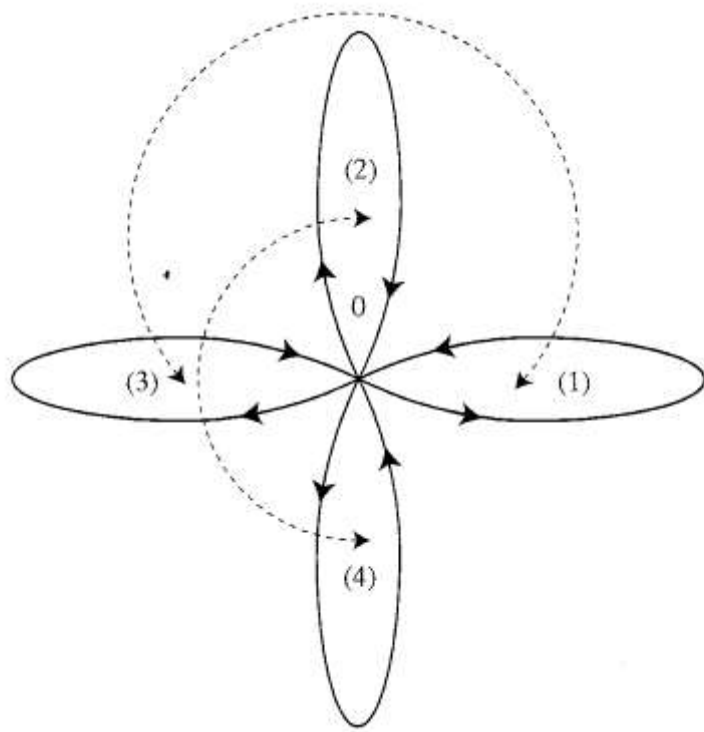
Ο παρατηρητής όταν βρίσκεται στο σημείο μηδέν έχει την δυνατότητα να αντιλαμβάνεται μόνο όσα περιέχονται μέσα στην σημειωμένη περιφέρεια. Επειδή τα τόξα ΟΑ, ΟΒ, ΟΓ, ΟΔ, είναι πολύ μικρά ομοιάζουν με πολύ μεγάλη προσέγγιση σαν ευθύγραμμα τμήματα. Τα άκρα των τμημάτων αυτών ταυτίζονται με το άπειρο (∞)



Όλοι γνωρίζουμε την συνάρτηση της **υπερβολής** η οποία αποτελείται από **δύο ανεξάρτητα και συμμετρικά κομμάτια** ως προς την αρχή των αξόνων. Τα δύο αυτά κομμάτια ποτέ δεν συναντιούνται αλλά προσεγγίζουν επ' άπειρο **ασυμπτωτικά** τους αντίστοιχους καρτεσιανούς άξονες.



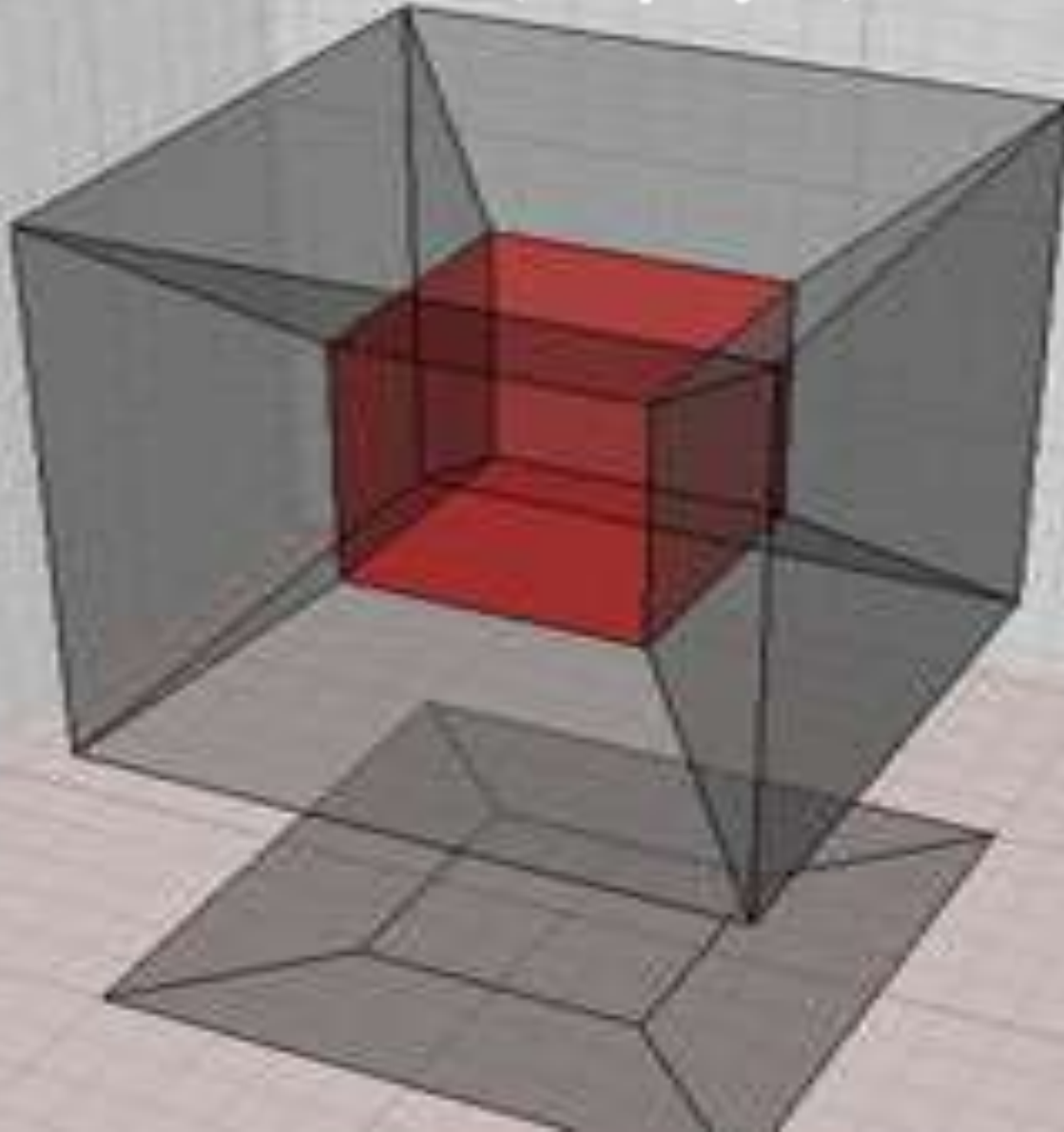
Αν εφαρμόσουμε την αρχή του ότι **«οι κοσμικές γραμμές είναι πάντα κλειστές»** στην περίπτωση των καρτεσιανών αξόνων, αυτοί μετασχηματίζονται όπως φαίνεται στην αριστερή εικόνα. Τότε η γραφική παράσταση της υπερβολής παίρνει την μορφή της δεξιάς εικόνας. Όπως μπορούμε να δούμε, στην περίπτωση αυτή **αίρεται το φαινόμενο της ασύμπτωτης επ' άπειρο προσέγγισης της συνάρτησης με τους αντίστοιχους άξονες, αλλά και του φαινόμενου της ασυνέχειας.**



Αν στους άξονες xx' και $\psi\psi'$ η κλειστή κοσμική καμπύλη είναι μια και όχι δύο και οι αρνητικού αριθμοί δηλώνουν μόνο αντίθετη φορά κίνησης η υπερβολή παίρνει την μορφή του δεξιού σχήματος.

Πάντως και στις δύο περιπτώσεις το διάγραμμα της υπερβολής από επίπεδο δύο διαστάσεων έχει γίνει τρισδιάστατο.

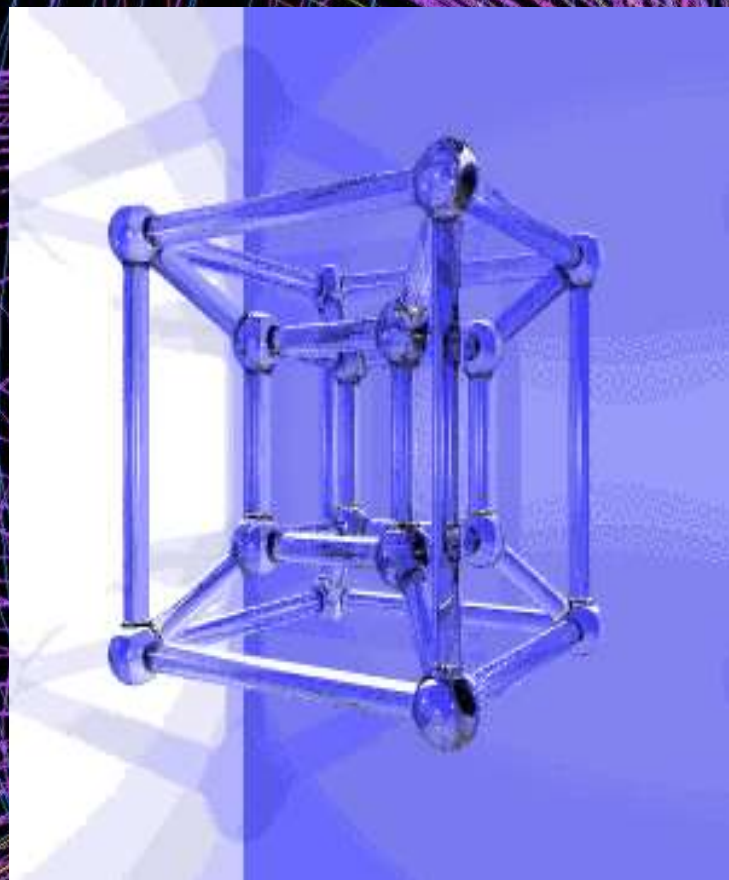
Η Γεωμετρία Του Σύμπαντος (Μέρος 2°)



Τι είναι η Γεωμετρία

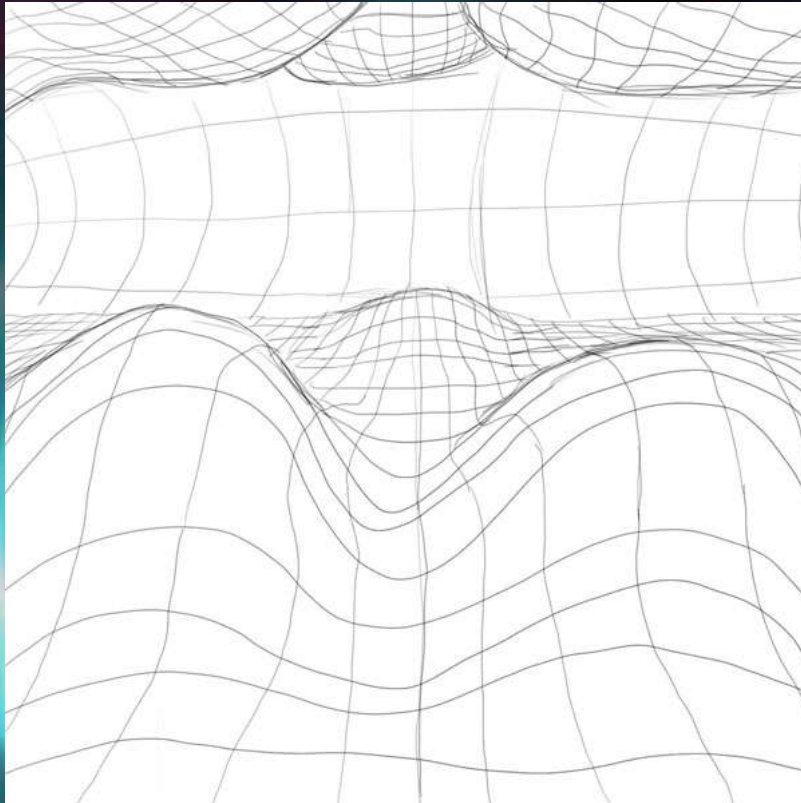


Τι είναι η Γεωμετρία



Η γεωμετρία περιγράφει μια σειρά ιδιοτήτων του χώρου, ανεξαρτήτως του αριθμού των διαστάσεών του.

Έτσι, για παράδειγμα, ένας χώρος **οσονδήποτε** **διαστάσεων** μπορεί να είναι Ευκλείδειος, αν υπακούει στις βασικές ιδιότητες της Ευκλείδειας γεωμετρίας.



Όταν αναφερόμαστε σε
γεωμετρικά σχήματα,
θεωρούμε ως αυτονόητη
την **ύπαρξη ενός χώρου**
μέσα στον οποίο αυτή
αναπτύσσεται και τις
ιδιότητες του οποίου
περιγράφει

Ο χώρος λοιπόν είναι το **αναγκαίο τίποτα**
μέσα στο οποίο πλέουν τα γεωμετρικά
σχήματα

Τι είναι ο χώρος και τι ένα γεωμετρικό σχήμα;

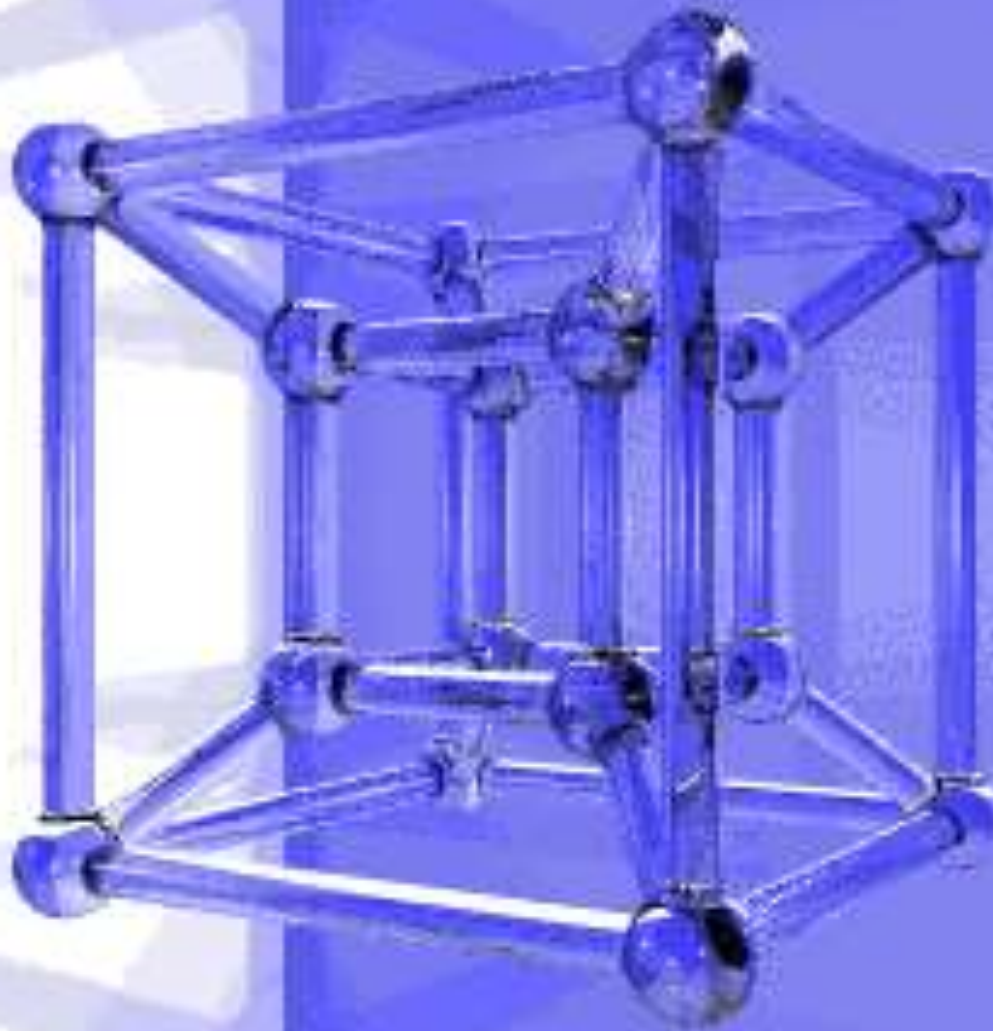


Στα μαθηματικά, η έννοια του χώρου οσονδήποτε διαστάσεων είναι ιδεατή και δεν έχει καμιά σχέση με την υλική συμπαντική πραγματικότητα.

Ομοίως και τα γεωμετρικά σχήματα που μορφοποιούνται μέσα τους είναι ιδεατά και άϋλα και δεν έχουν καμιά σχέση με την υλική πραγματικότητα.

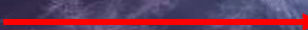
Τα σχήματα και οι μορφές που σχηματοποιούνται μέσα σε αυτούς τους μαθηματικούς χώρους είναι αντίστοιχα των Πλατωνικών ιδεών ή των Πλατωνικών ιδανικών στερεών.

Η έννοια των διαστάσεων

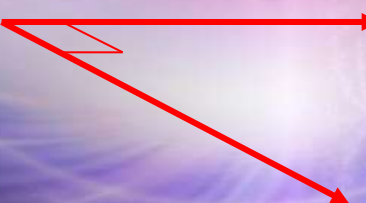


Διάσταση-Μαθηματικός ορισμός

Η έννοια της **διάστασης** ταυτίζεται με την έννοια του **βαθμού ελευθερίας** μέσα σε έναν χώρο με δεδομένες ιδιότητες (Γεωμετρία)
Κάθε διάσταση πρέπει να είναι **κάθετη** πάνω σε όλες τις άλλες



Ένας βαθμός
ελευθερίας



Δύο βαθμοί
ελευθερίας



Τρεις βαθμοί
ελευθερίας

Δεν μπορούμε να αντιληφθούμε και να
χαράξουμε γραφικά έναν τέταρτο
βαθμό ελευθερίας κάθετο πάνω και
στους τρεις προηγούμενους

Λέμε ότι ένας χώρος είναι **n**
διαστάσεων αν μέσα σε αυτόν
μπορεί ένα σημείο να έχει, **κατά**
μέγιστο, **n** βαθμούς ελευθερίας
που ο κάθε ένας είναι κάθετος
πάνω σε όλους τους άλλους.



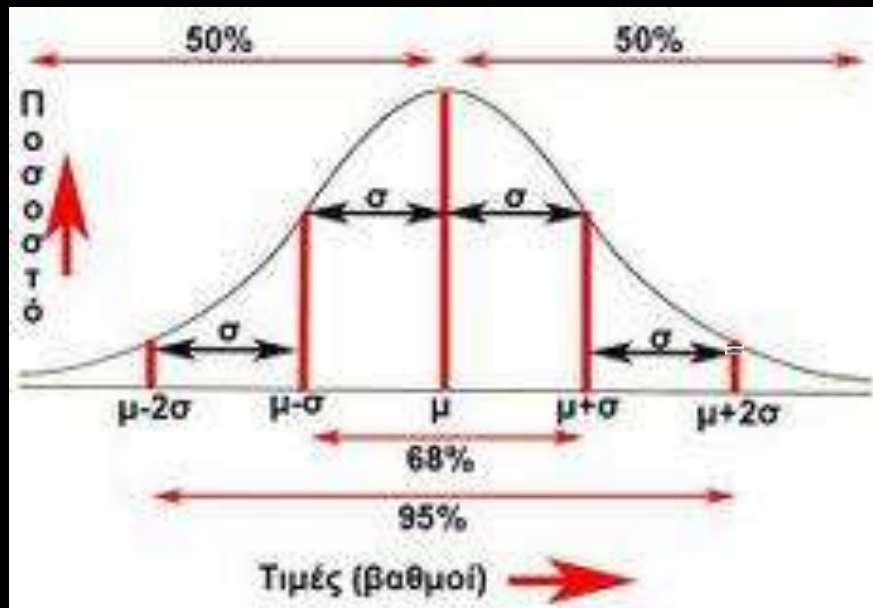
Η ανθρώπινη βιολογία μπορεί
να αντιληφθεί και να
αναπαραστήσει γραφικά **μέχρι**
τρεις βαθμούς ελευθερίας
(διαστάσεις)

Τους επόμενους οσοσδήποτε
βαθμούς ελευθερίας
(διαστάσεις) μπορεί να τους
χειριστεί μόνο μέσω
μαθηματικών σχέσεων
(αναλυτικές μορφές)



Γραφική και αναλυτική έκφραση σχημάτων

Κατανομή Gauss

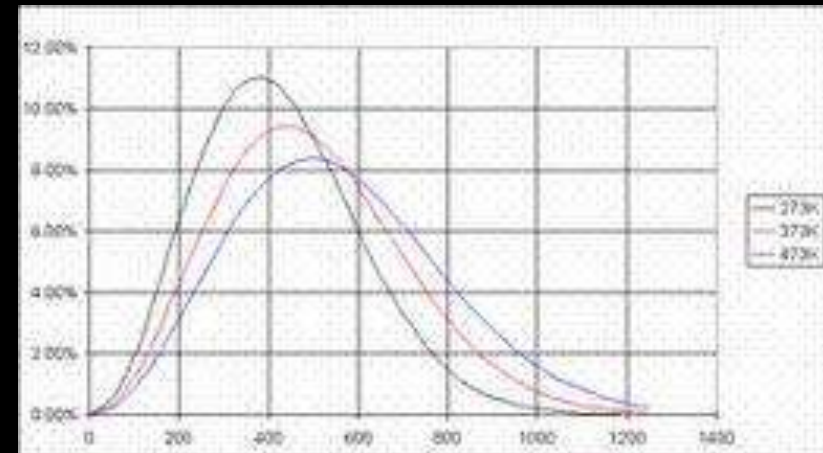


$$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$$

$$\phi(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$



Κατανομή Maxwell



$$f(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{x^2 e^{-x^2/(2\sigma^2)}}{\sigma^3}$$

$$W(\xi) = \frac{2\gamma\left(\frac{3}{2}, \frac{\xi^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{\pi}} = \text{erf}\left(\frac{\xi}{\sqrt{2}\sigma}\right) - \frac{\xi e^{-\xi^2/(2\sigma^2)}}{\sigma} \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

Μία διάσταση



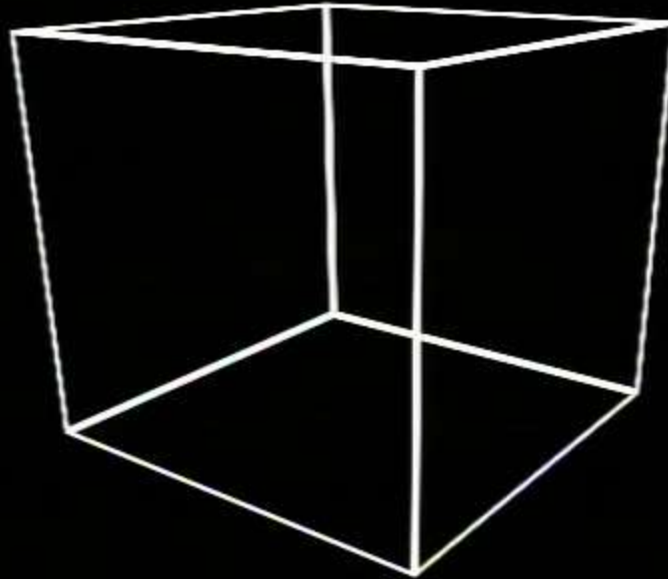
Μήκος ή μονοδιάστατος κύβος. Κίνηση ενός σημείου A κάθετα προς τον εαυτό του

Δύο διαστάσεις



Τετράγωνο ή δισδιάστατος κύβος. Κίνηση ευθείας
κάθετα προς τον εαυτό της.

Τρεις διαστάσεις

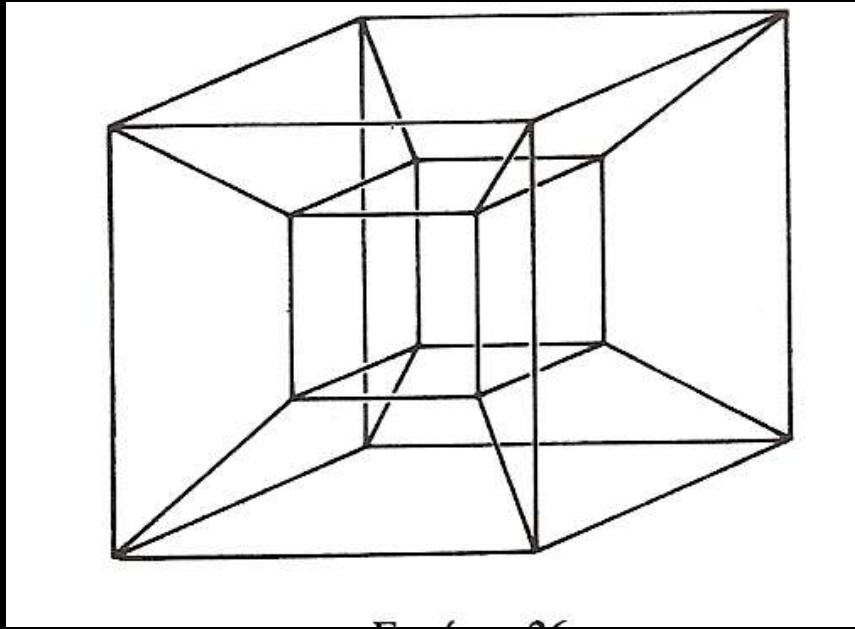


Τρισδιάστατος κύβος. Κίνηση του επιπέδου κάθετα προς
τον εαυτό του

Τέσσερις διαστάσεις;

Τετραδιάστατος κύβος ή Υπερκύβος . Μετατόπιση του κύβου «κάθετα» πάνω στον εαυτό του

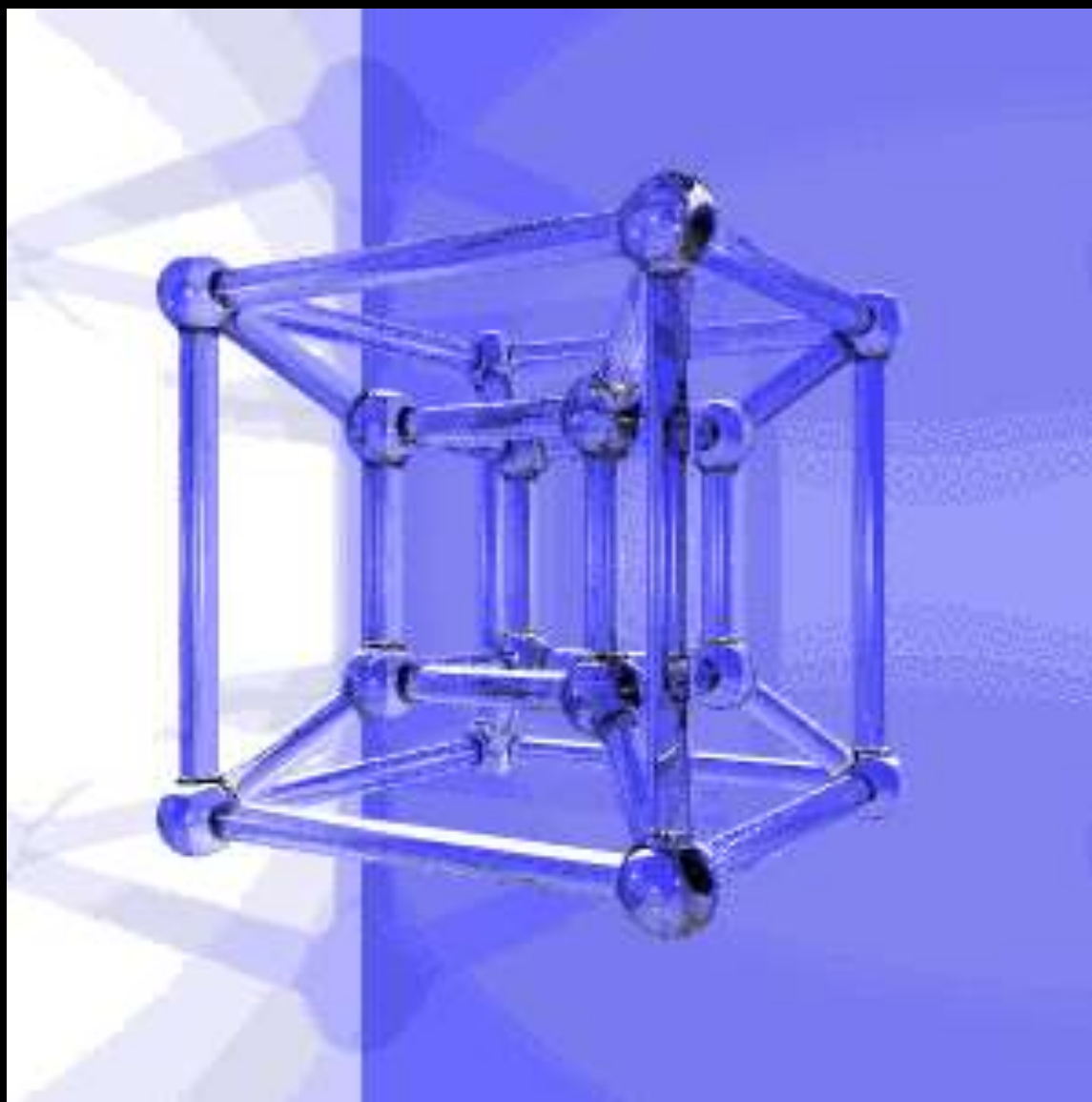
Αυτή η κατάσταση δεν μπορεί να γίνει αντιληπτή από τις ανθρώπινες αισθήσεις, μπορεί όμως να μελετηθεί μέσω μαθηματικών σχέσεων. Εδώ ο νους αντικαθιστά τις αισθήσεις μας. Ο τετραδιάστατος κύβος υπάρχει. Έξω όμως από τις αισθήσεις μας.



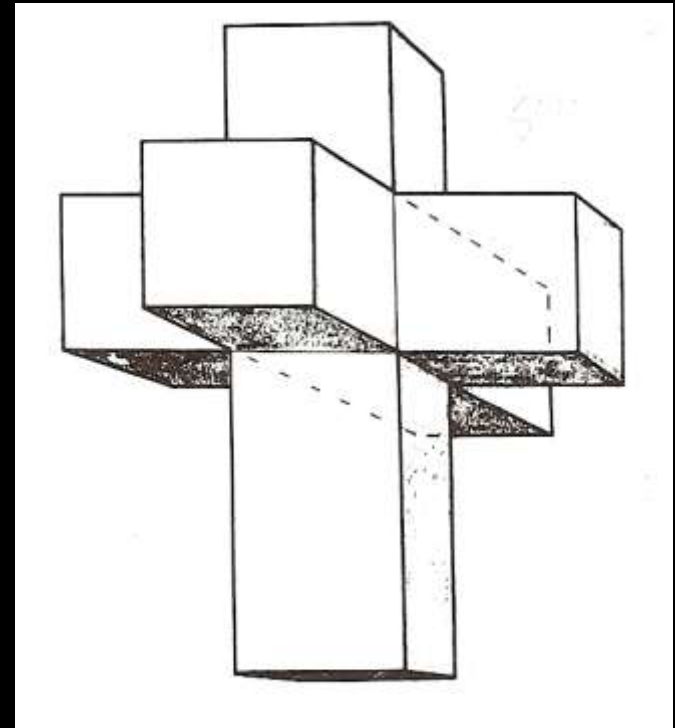
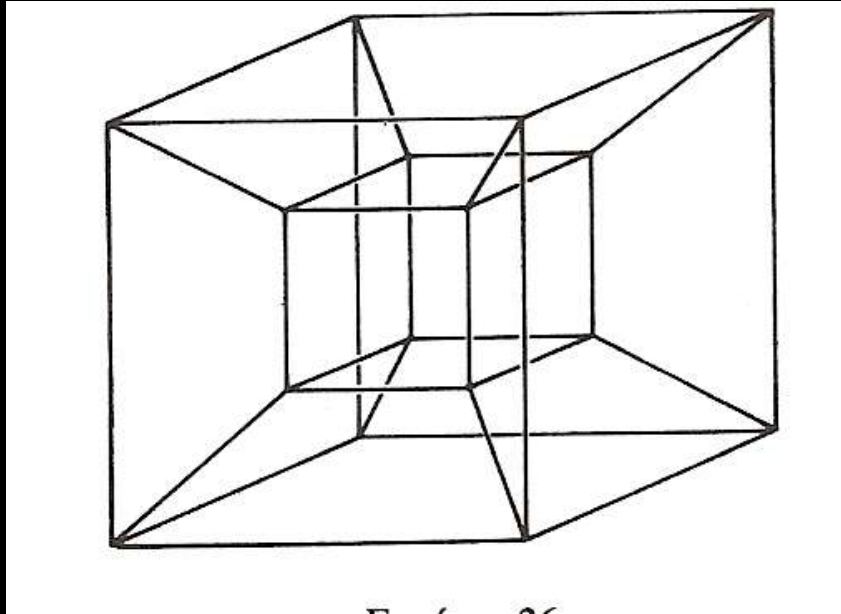
Η προβολή ενός τετραδιάστατου και μη αισθητού κύβου σε έναν χώρο τριών διαστάσεων όπως είναι ο χώρος του παρατηρούμενου Σύμπαντος των αισθήσεών μας

8 τρισδιάστατες όψεις, 24 δισδιάστατες όψεις (επιφάνειες), 32 μονοδιάστατες (ακμές), 16 κορυφές

Μπορούμε να ακουμπήσουμε κάθε εσωτερικό σημείο του χωρίς να ακουμπήσουμε κανένα εξωτερικό !!!!!!!



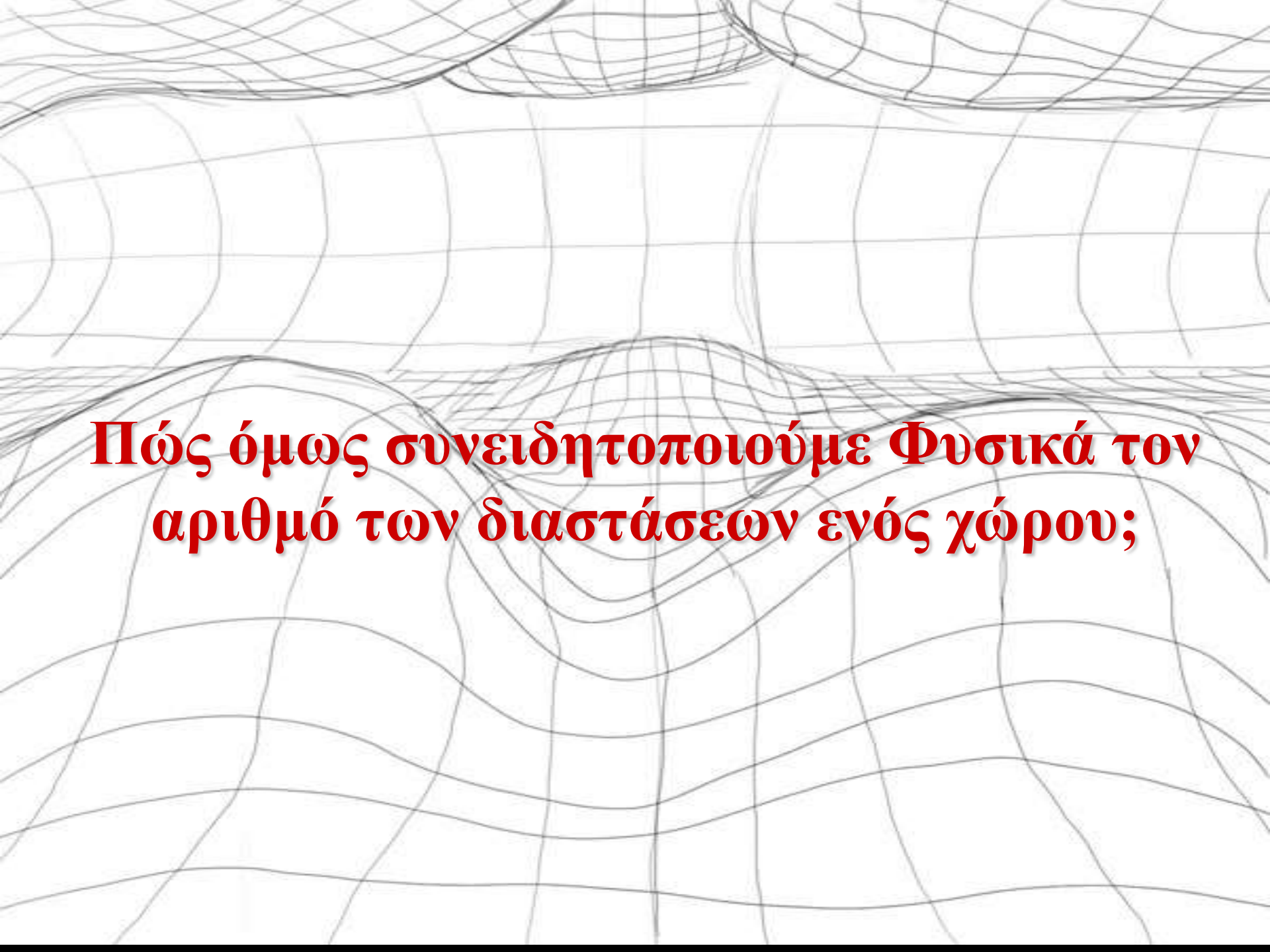
Ένας τετραδιάστατος κύβος κατέχει συγχρόνως όλες τις θέσεις της κίνησης που βλέπουμε (όλα τα σημεία του είναι εξωτερικά) . Η ψευδοκίνησή του δηλαδή είναι απότοκο της Γεωμετρία του



Το ανάπτυγμα της προβολής ενός τετραδιάστατου και
μη αισθητού κύβου μέσα στο χώρο των τριών
διαστάσεων

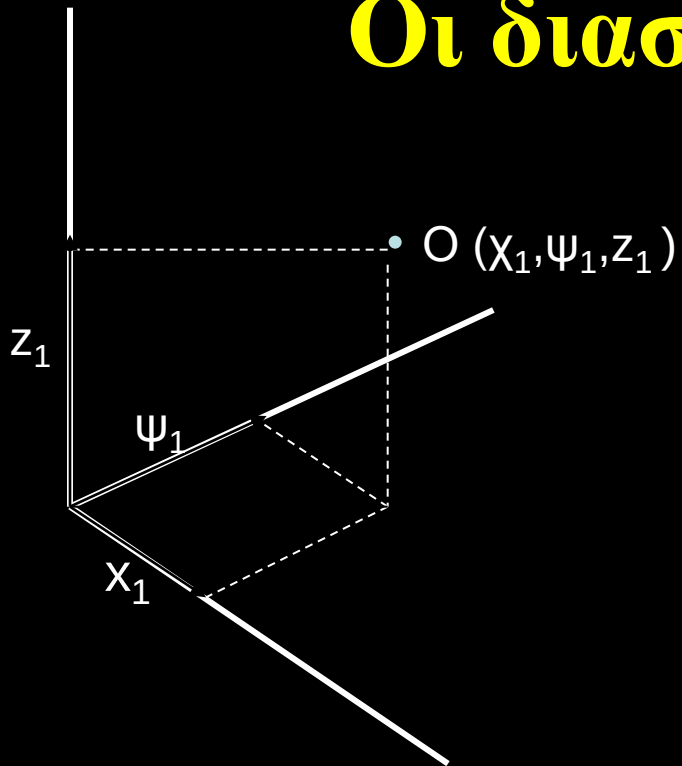
Επειδή **δεν είναι γραφικά εφικτή** η χάραξη ενός τέταρτου (ή και μεγαλύτερου) βαθμού ελευθερίας (διάστασης) κάθετου προς όλους τους προηγούμενους, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι μορφές και σχήματα βαθμών ελευθερίας (διαστάσεων) μεγαλύτερων του τρία βρίσκονται έξω από την δυνατότητα της ανθρώπινης φυσιολογίας

Τα σχήματα και οι μορφές περισσοτέρων των τριών διαστάσεων είναι επιστημονικές έννοιες εφόσον μπορούν να περιγραφούν από τα μαθηματικά



**Πώς όμως συνειδητοποιούμε Φυσικά τον
αριθμό των διαστάσεων ενός χώρου;**

Οι διαστάσεις στη Φυσική



Όπως γνωρίζουμε, μέσα σε έναν χώρο κάθε σημείο του παρίσταται μέσω των καρτεσιανών συντεταγμένων του

Έτσι αν τα σημεία ενός χώρου περιγράφονται από ένα διατεταγμένο σύνολο μιας, δύο, τριών ή τεσσάρων συντεταγμένων, ο χώρος χαρακτηρίζεται αντίστοιχα ως χώρος μιας, δύο, τριών ή τεσσάρων διαστάσεων αντίστοιχα

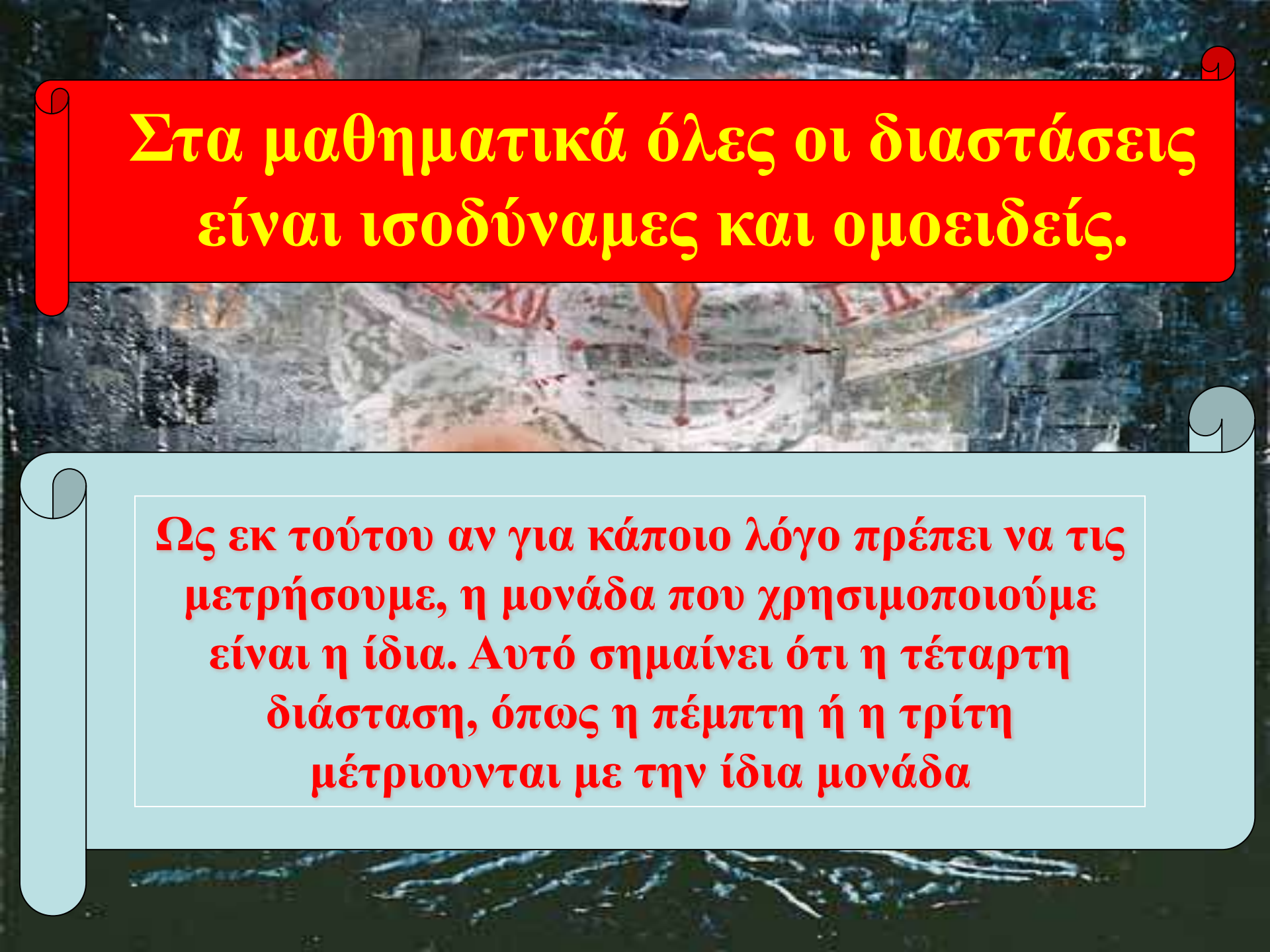
Σύμφωνα με τον προηγούμενο νέο ορισμό μέσα σε ένα η διάστατο χώρο δεν είναι δυνατόν να υπάρξουν ως γνήσια υποσύνολά του χώροι λιγότερων διαστάσεων.

Σαν παράδειγμα αναφέρουμε τον χώρο $3^{\text{ων}}$ διαστάσεων που αποτελείται από ένα σύνολο διατεταγμένων καρτεσιανών **τρισυνόλων**. Μέσα στο σύνολο αυτό δεν υπάρχουν διατεταγμένα καρτεσιανά **δισύνολα** ή **μονοσύνολα** για να συγκροτήσουν αντίστοιχα χώρους **δύο** ή **μιας** **διάστασης**.

Παράδειγμα

Μέσα σε ένα δωμάτιο η ΥΛΙΚΗ επιφάνεια ενός
τραπεζιού, το πάτωμα και το ταβάνι δεν είναι χώροι δύο
διαστάσεων....

Όταν μιλήσουμε για το τι είναι ύλη θα
αντιληφθούμε το γιατί



**Στα μαθηματικά όλες οι διαστάσεις
είναι ισοδύναμες και ομοειδείς.**

**Ως εκ τούτου αν για κάποιο λόγο πρέπει να τις
μετρήσουμε, η μονάδα που χρησιμοποιούμε
είναι η ίδια. Αυτό σημαίνει ότι η τέταρτη
διάσταση, όπως η πέμπτη ή η τρίτη
μέτρουνται με την ίδια μονάδα**

Αν για κάποιο λόγο μετράμε κάποιες διαστάσεις με κάποια μονάδα π.χ το cm και κάποια άλλη με κάποια άλλη μονάδα πχ το sec αυτό σημαίνει ότι συμβαίνει κάτι από τα επόμενα:

1. Οι δύο μονάδες cm και sec είναι ομοειδείς μονάδες και δεν το καταλαβαίνουμε
2. Το γεγονός που μετράμε με την διαφορετική μονάδα μέτρησης (πχ sec) δεν έχει καμιά σχέση με την έννοια της διάστασης αλλά μετράει ένα δευτερογενές γεγονός που προκύπτει από την έννοια της διάστασης

The image shows the interior of a large, modern tunnel. The ceiling is a complex, arched structure made of metal and concrete, with several long, bright light fixtures mounted along its length. The floor is divided into two main sections: a wide, grey concrete area on the left and a red-painted area on the right, separated by a yellow line. The perspective is from the end of the tunnel, looking down its length towards a distant, brightly lit exit. The overall atmosphere is clean, industrial, and well-lit.

Τι συμβαίνει από τα δύο;

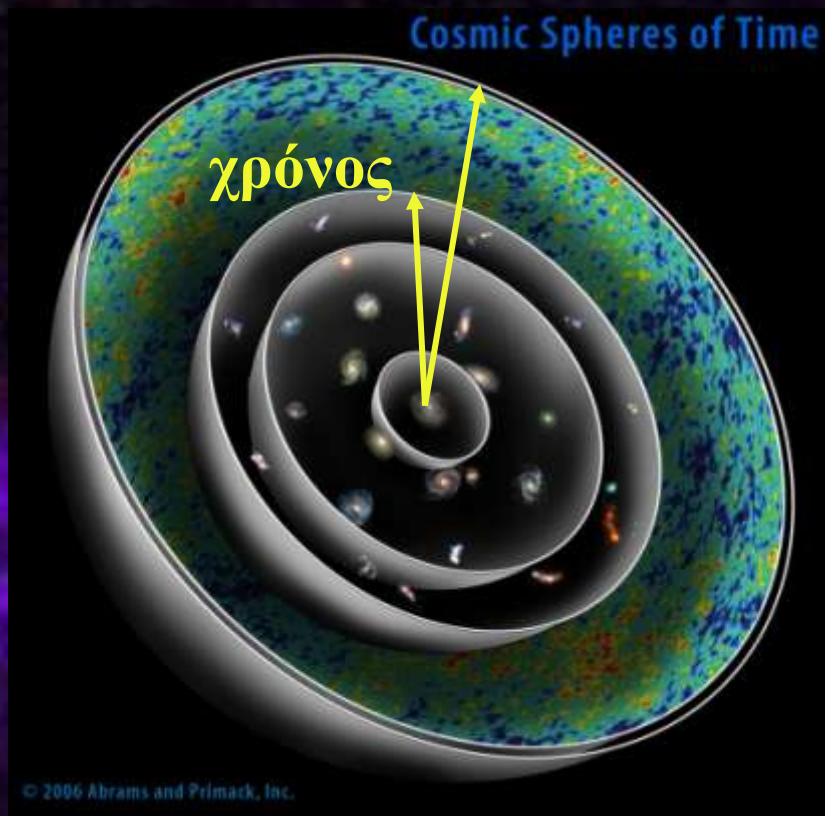
Και τα δύο



Όταν μελετάμε το Σύμπαν στην
ολότητα του

Η έννοια του **cm**

ταυτίζεται με την έννοια του **sec**



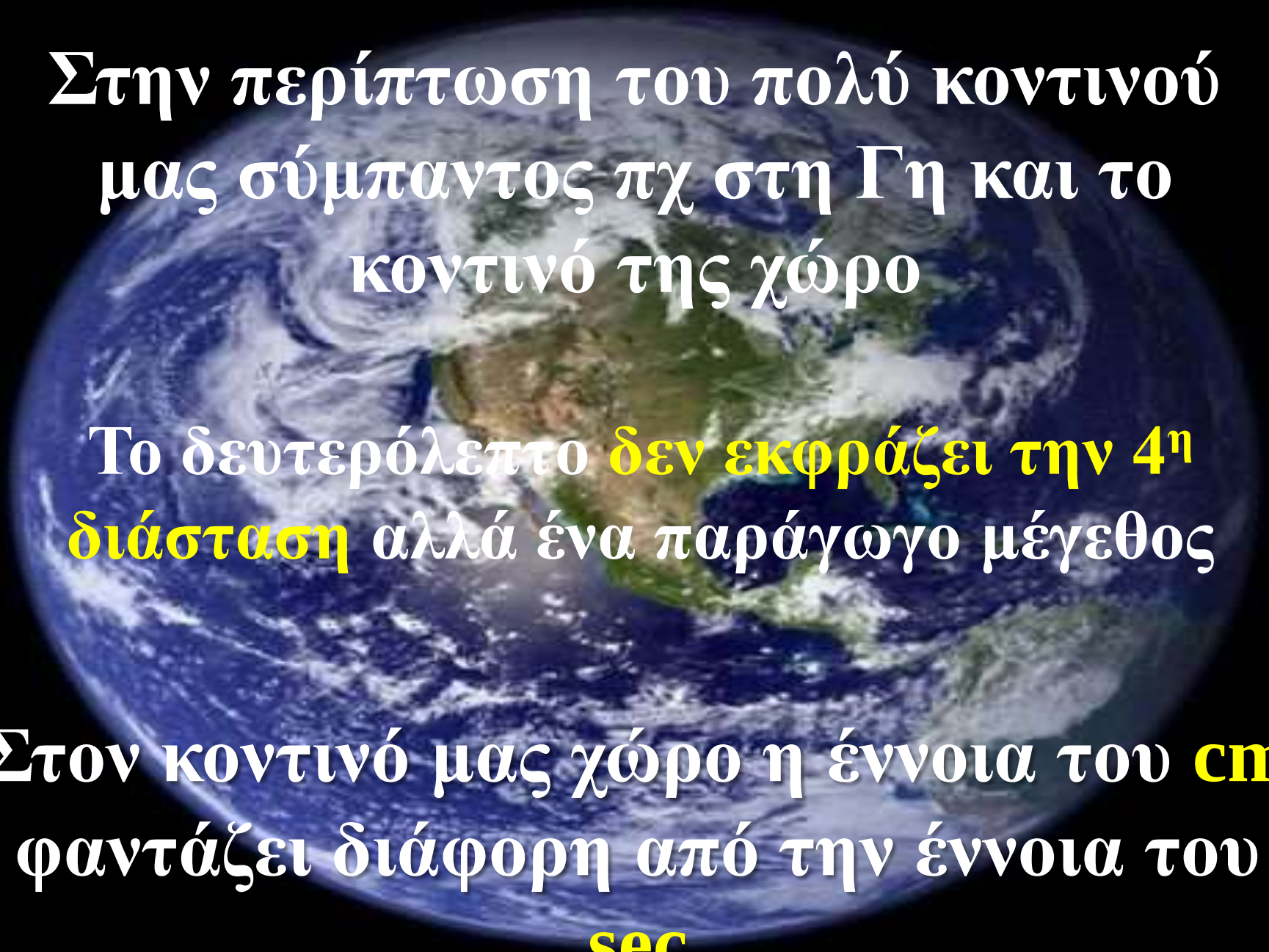
Ως παράδειγμα
αναφέρουμε την ακτίνα του
Σύμπαντος

Ενώ έχουμε την εντύπωση ότι
μετριέται με μονάδες μήκους
Η λύση της εξίσωσης που δίνει
την ακτίνα του σύμπαντος μας
δίνει μονάδες χρόνου

Ακτίνα του σύμπαντος ή παράγοντας κλίμακας

$$R(t)=t^{2/3} \text{ ή } R(t)=t^{1/3}$$

Για τον μέγακοσμο του Σύμπαντος η έννοια του
cm συμπίπτει με την έννοια του **sec**



Στην περίπτωση του πολύ κοντινού
μας σύμπαντος πχ στη Γη και το
κοντινό της χώρο

Το δευτερόλεπτο **δεν εκφράζει την 4^η
διάσταση** αλλά ένα παράγωγο μέγεθος

Στον κοντινό μας χώρο η έννοια του **cm**
φαντάζει διάφορη από την έννοια του
sec

Προσοχή

Δεν πρέπει να ταυτίζουμε επιπόλαια την
έννοια της 4^{ης} διάστασης με την έννοια
του ανθρώπινου χρόνου



Τι συμβαίνει με την 4^η διάσταση;

Την τέταρτη διάσταση, λόγω της βιολογίας μας, δεν μπορούμε να την αντιληφθούμε ευθέως αλλά μόνο εμμέσως μέσω δευτερογενών ιδιοτήτων της.

Λόγω αυτού του γεγονότος έχουμε την ψευδαίσθηση ότι η τέταρτη διάσταση είναι κάτι διαφορετικό από τις άλλες τρεις και ως εκ τούτου την μετράμε με ένα άλλο μέτρο το δευτερόλεπτο της ώρας.

Ο χρόνος των ρολογιών και των ημερολογίων μας δεν έχει καμιά σχέση με την τέταρτη διάσταση αλλά αποτελεί μια ψεύτικη εικόνα του στον χώρο των αισθήσεών μας

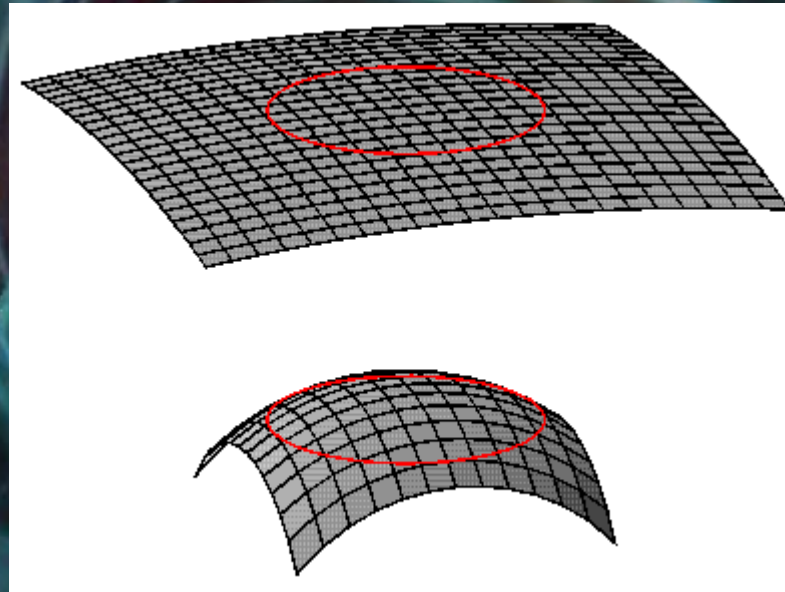
Το παράδειγμα των τετραδύμων



Αν έχουμε τετράδυμα αδέλφια εντελώς όμοια και βλέπουμε τα 3 απευθείας στο πρόσωπο ενώ το τρίτο μέσω ενός παραμορφωτικού καθρέφτη

Το τέταρτο παιδί από τα τετράδυμα έχουμε την ψευδαίσθηση ότι διαφέρει στην όψη από τα άλλα τρία που αντιλαμβανόμαστε ότι είναι εντελώς όμοια

Τι είναι η καμπυλότητα?



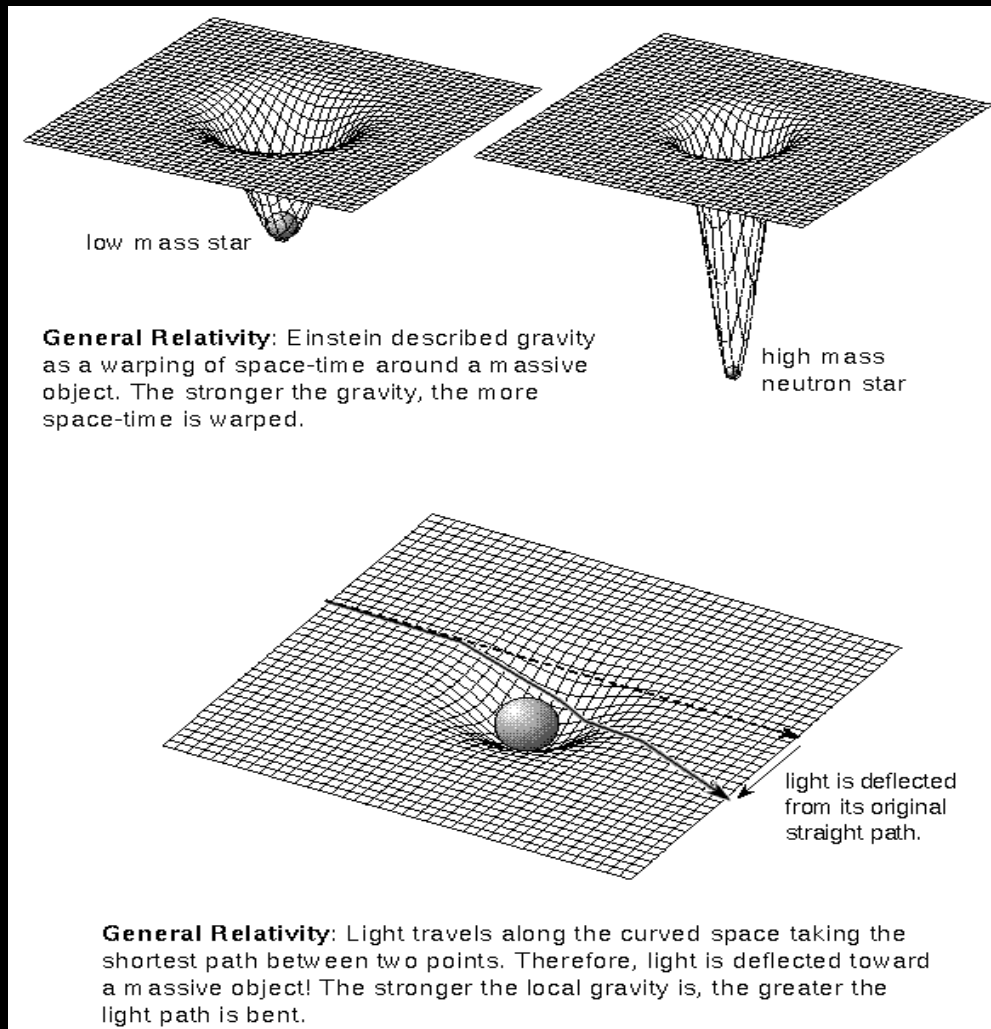


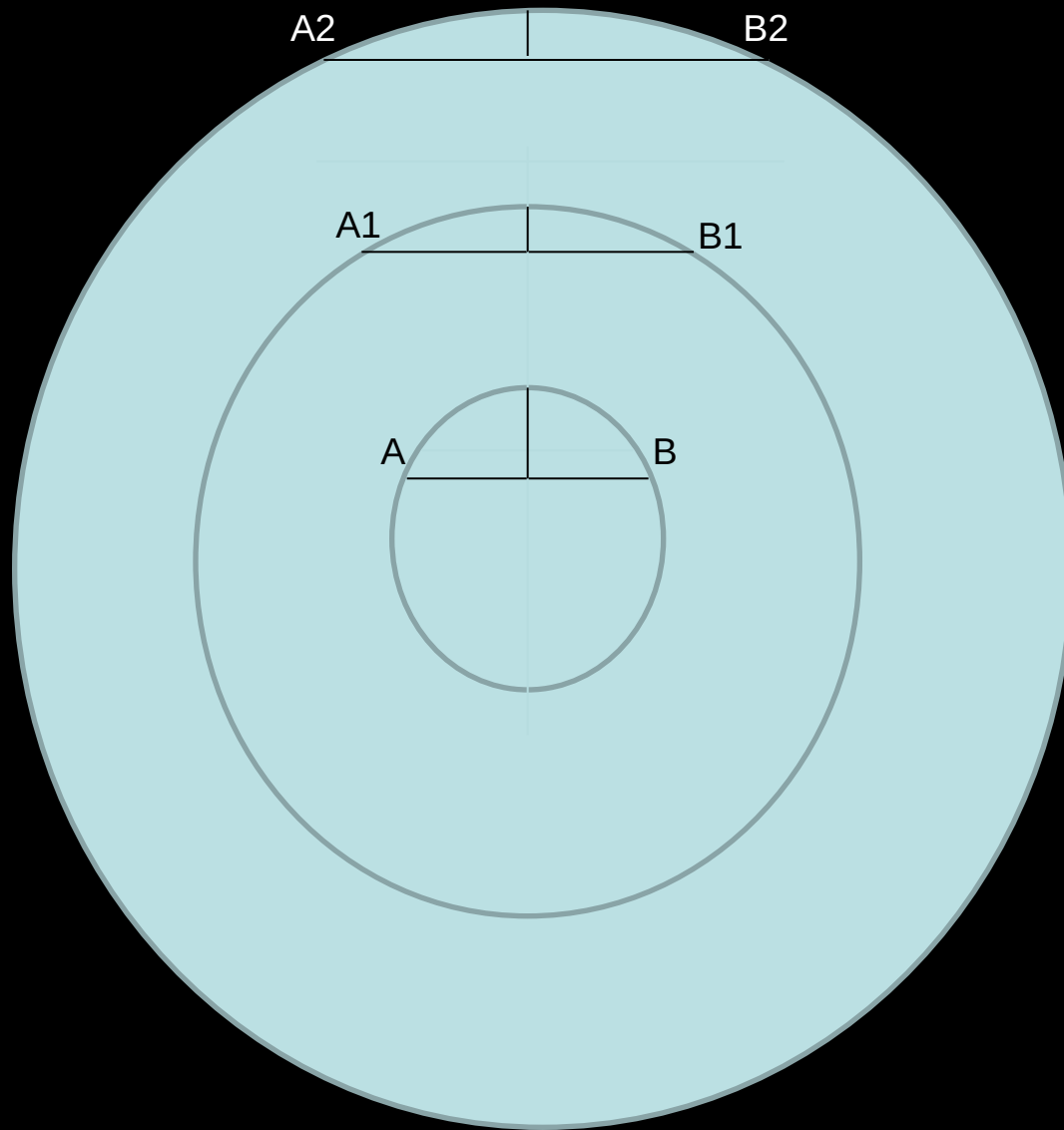
Gauss

Στα μαθηματικά, αναλόγως του προβλήματος και του γεγονότος που θέλουμε να περιγράψουμε, ορίζουμε ως καμπυλότητα διάφορες εκφράσεις της.

Ως παράδειγμα αναφέρουμε τις καμπυλότητες, Gauss, Hamel, Lebesgue, Hausdorff, Krull και την Αρνητική Διάσταση

Ο θεμελιακός ορισμός της καμπυλότητας ενός χώρου



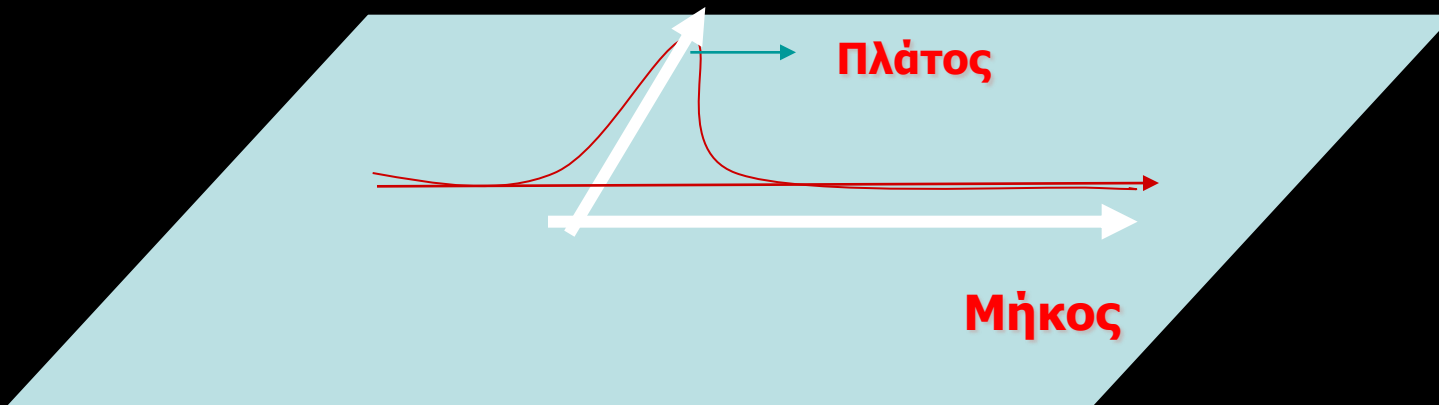


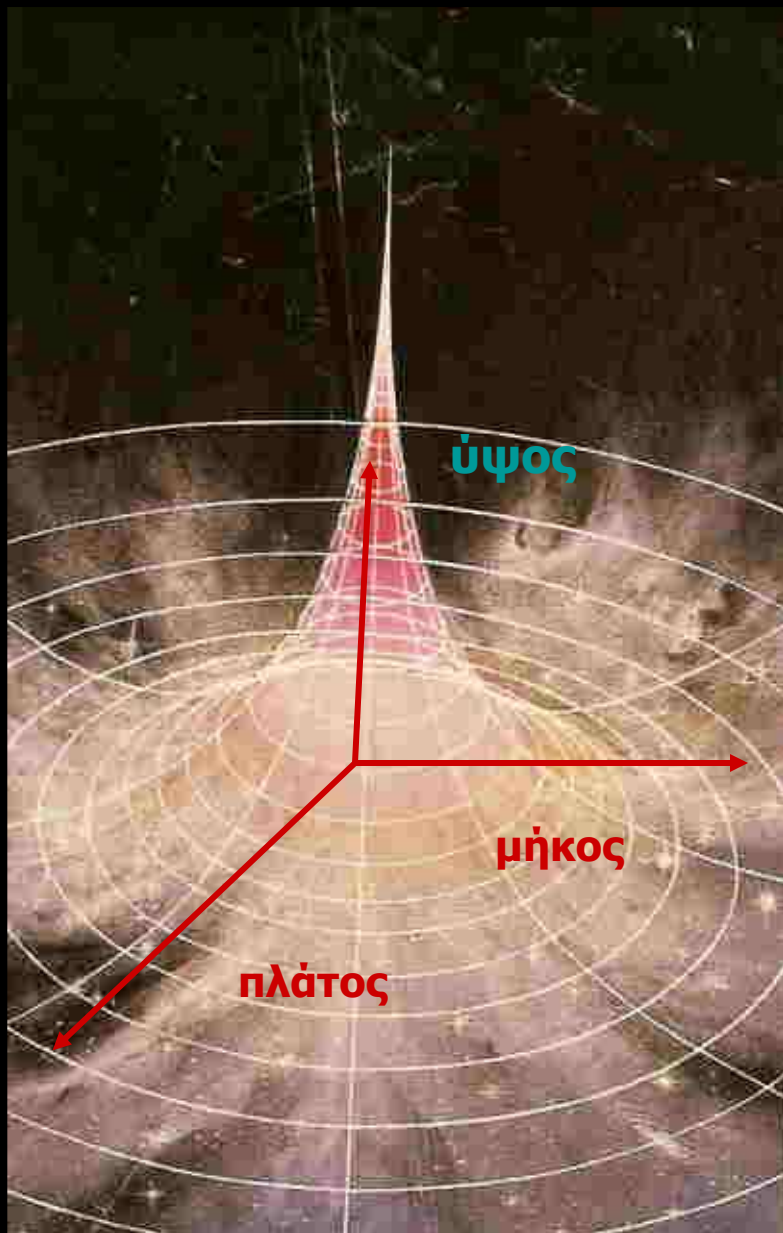
Εάν έχουμε τρεις ομόκεντρες περιφέρειες και ορίσουμε πάνω τους τρία τόξα ίσου μήκους τότε η καμπυλότητα κάθε τόξου είναι ανάλογη της απόστασης του κέντρου του τόξου από το κέντρο της αντίστοιχης χορδής του

Έστω ένας χώρος μιας διάστασης, (η ευθεία)

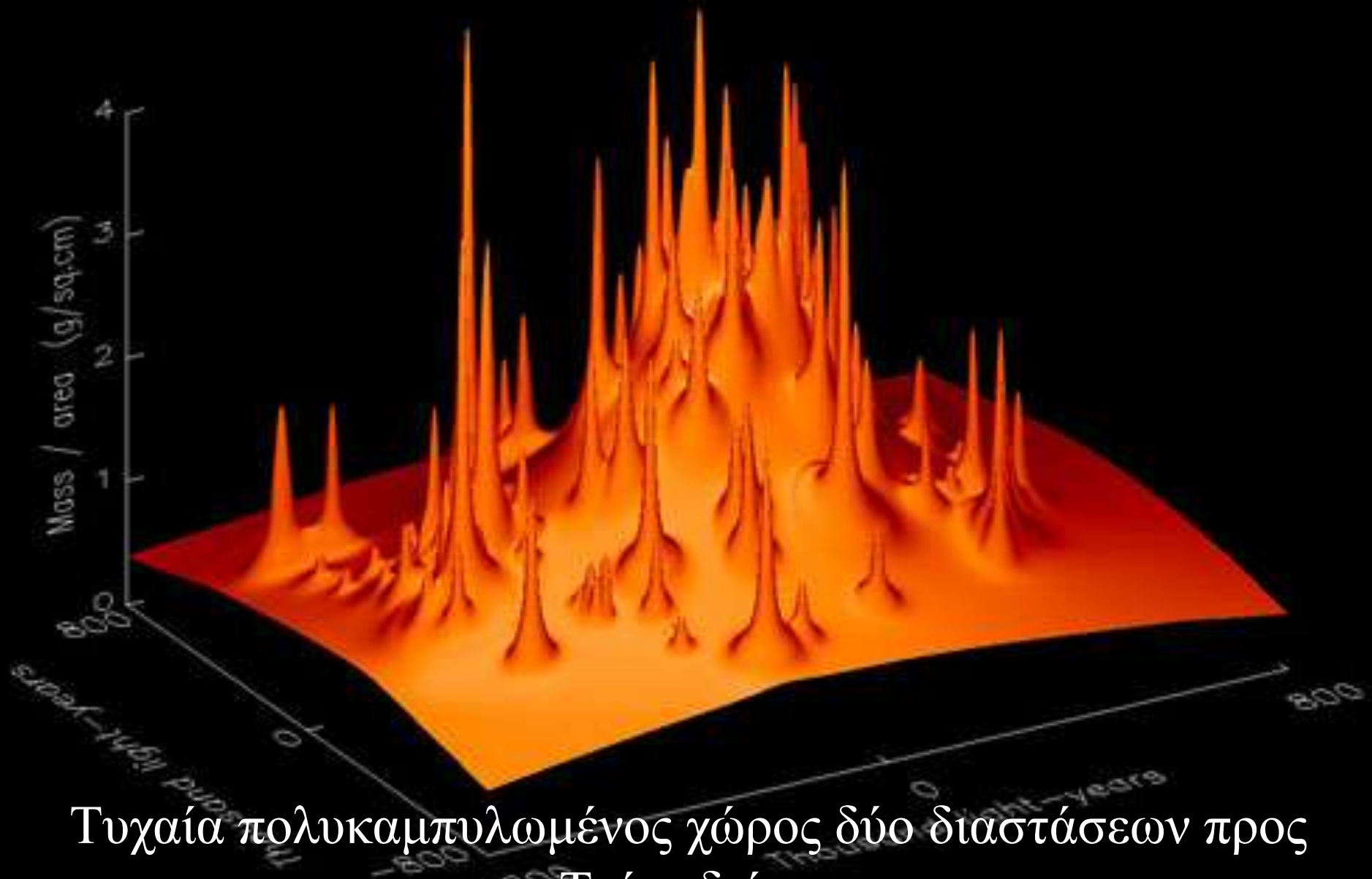


Ο χώρος μιας διάστασης καμπυλώνεται προς την κατεύθυνση της δεύτερης διάστασης, του πλάτους

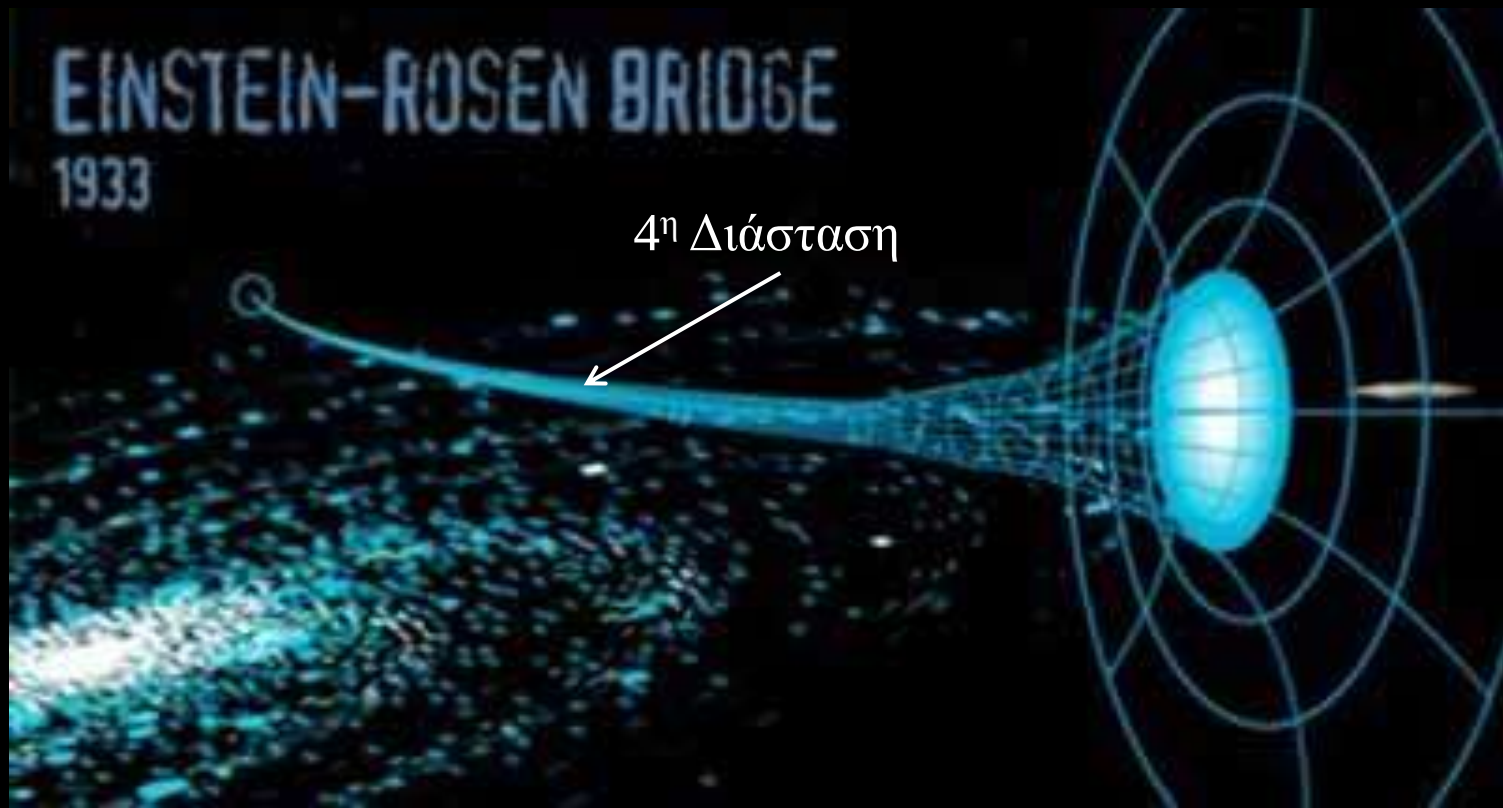




Ένας χώρος δύο διαστάσεων
καμπυλώνεται προς την
διάσταση **ύψος**



Τυχαία πολυκαμπυλωμένος χώρος δύο διαστάσεων προς
την Τρίτη διάσταση

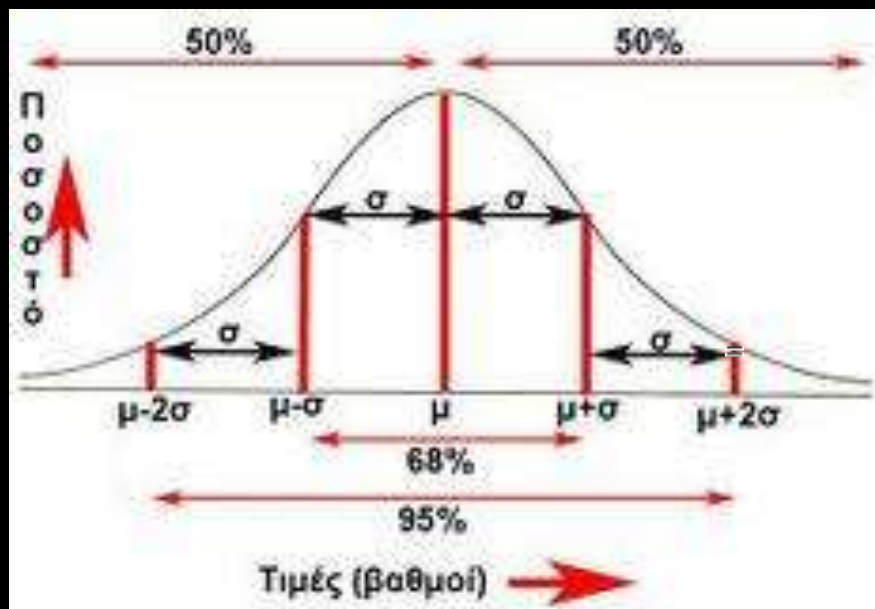


Όταν μιλάμε για **καμπύλωση** του Ευκλείδειου συμπαντικού χώρου των τριών διαστάσεων που μπορούν να αντιληφθούν οι αισθήσεις μας, απλώς **εννοούμε μια κύρτωσή** του προς την τέταρτη διάσταση (όχι χρόνος).



Γραφική και αναλυτική έκφραση σχημάτων

Κατανομή
Gauss

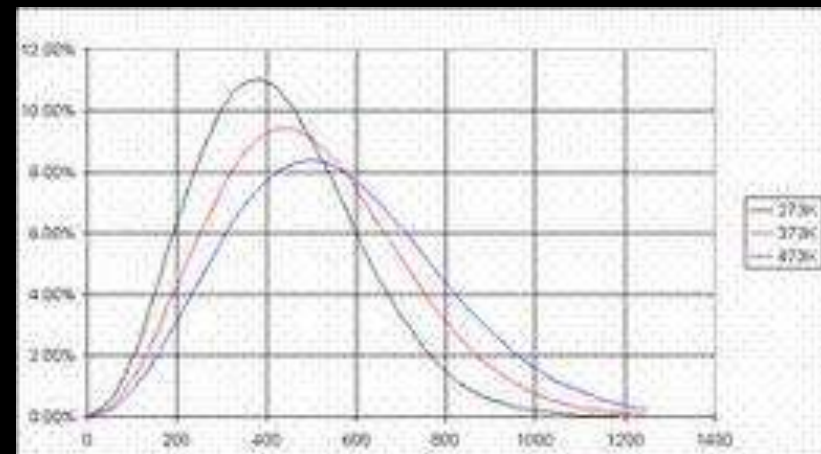


$$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)$$

$$\phi(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$



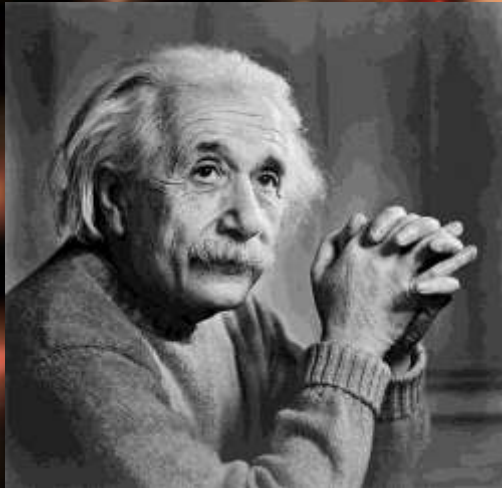
Κατανομή
Maxwell



$$f(x) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{x^2 e^{-x^2/(2\sigma^2)}}{\sigma^3}$$

$$f(x) = \frac{2\gamma\left(\frac{3}{2}, \frac{x^2}{2\sigma^2}\right)}{\sqrt{\pi}} = \text{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}\sigma}\right) - \frac{x e^{-x^2/(2\sigma^2)}}{\sigma} \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

Σκέψεις πάνω στη Θεωρία της Σχετικότητας



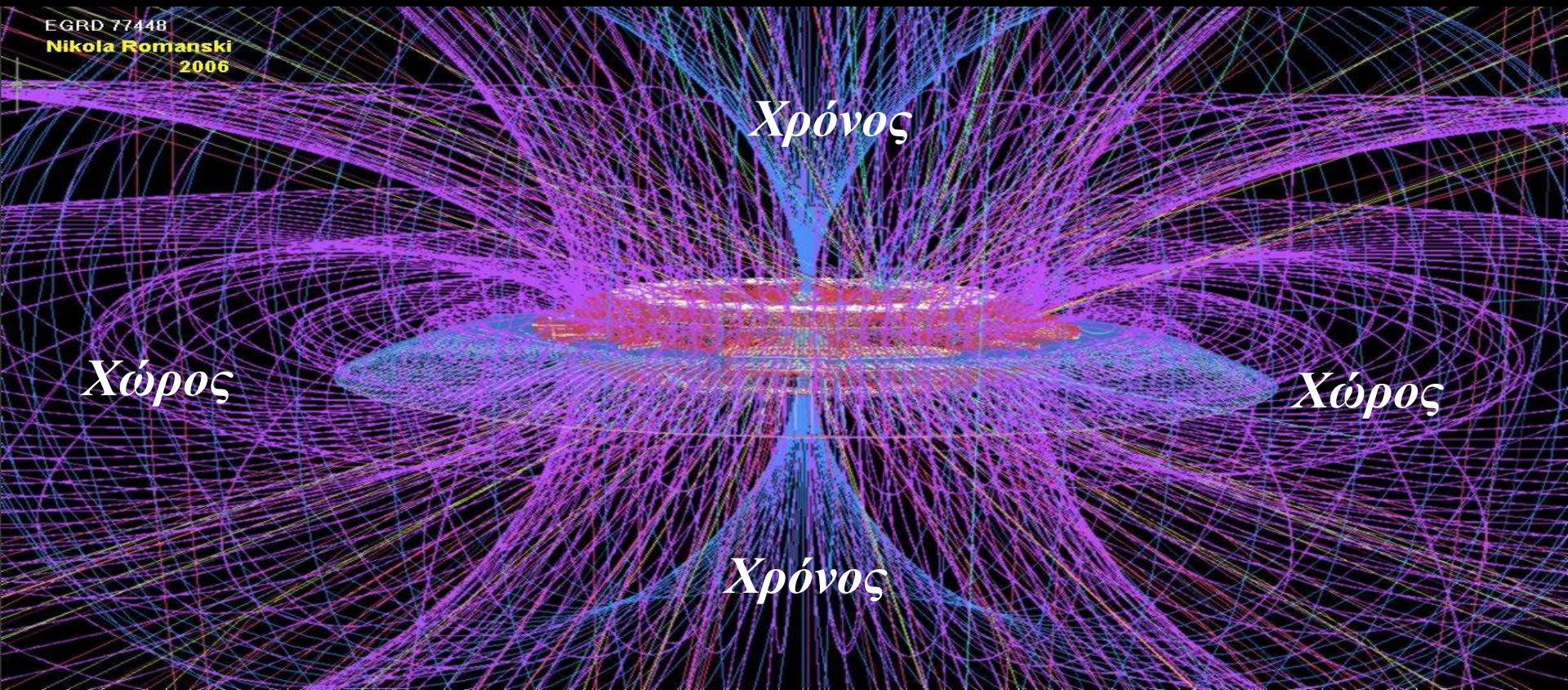
Χωροχρονικό Συνεχές
είναι άτμητο και αδιαίρετο



Χωροχρονικό Συνεχές

Αν τμήσουμε το χωροχρονικό συνεχές τα παραγόμενα μέρη
δεν έχουν καμιά από τις ιδιότητες του χωροχρονικού συνεχούς
ούτε και το περιγράφουν.

Αυτό σημαίνει ότι αν το σπάσουμε σε χώρο και χρόνο, ούτε ο
χρόνος ούτε ο χώρος περιγράφουν την Συμπαντική
πραγματικότητα





Ο χρόνος και ο χώρος όπως τον περιγράφουν και τον μετράνε
τα ρολόγια τα ημερολόγια και οι μεζούρες μας αντίστοιχα,
δεν έχουν καμία σχέση , ούτε περιγράφουν την
πραγματικότητα της Συμπαντικής Δημιουργίας



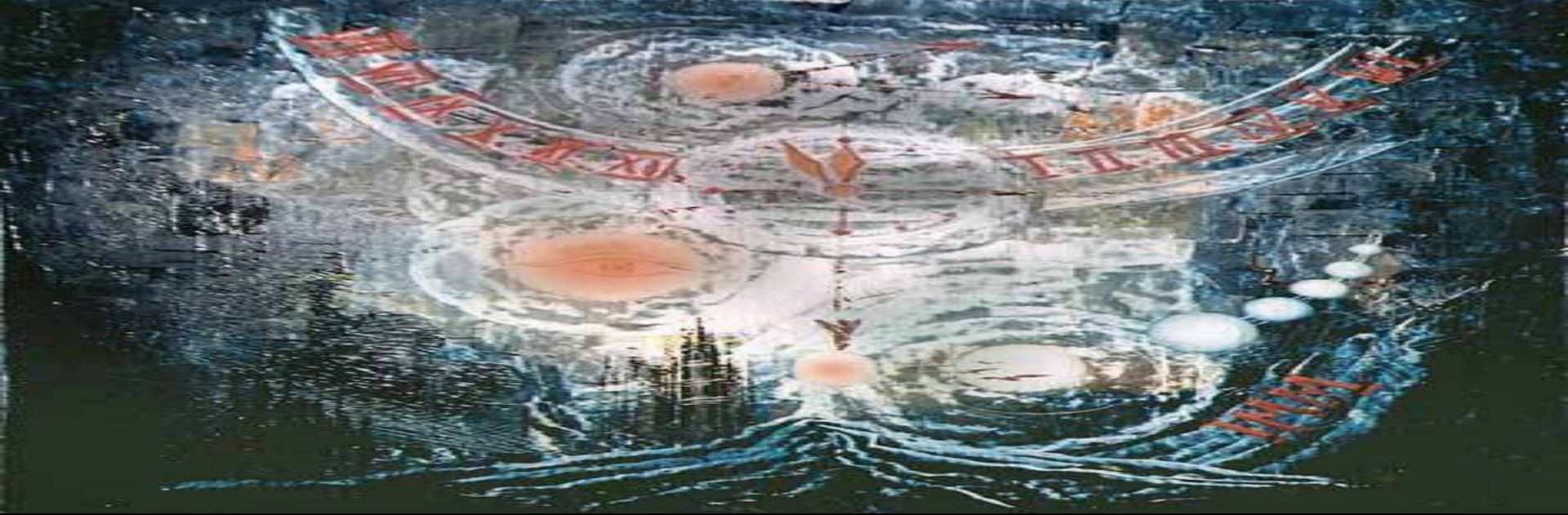
Μέσα στο χωροχρονικό συνεχές δεν μπορούμε να ορίσουμε σημεία χρόνου t και χώρου x, y, z .

Ο λόγος που δεν μπορούμε να τα ορίσουμε είναι ότι για να γίνει αυτό θα έπρεπε πρώτα να χωρίσουμε το χωροχρονικό συνεχές σε χώρο και χρόνο και μέσα στα κομμάτια αυτά να ορίσουμε τα σημεία χώρου και χρόνου.



Αν δεν μπορούμε να ορίσουμε
νεξάρτητα σημεία χώρου και χρόνου
μπορούμε να ορίσουμε σημεία που να
έχουν συγχρόνως συντεταγμένες και
χώρου και χρόνου δηλαδή σημεία
 $A(x, y, z, t)$;

Η απάντηση είναι και πάλι όχι.....
διότι αν ορίζαμε κάποιο σημείο στο
χωροχρονικό συνεχές θα ήταν σαν να
το χωρίζαμε σε δύο κομμάτια το
σημείο και όλο το άλλο χωροχρονικό
συνεχές. Αυτό όμως όπως είπαμε έχει
σαν συνέπεια τα δύο αυτά κομμάτια
να μην έχουν καμιά ιδιότητα του
Συμπαντικού χωροχρονικού συνεχούς.

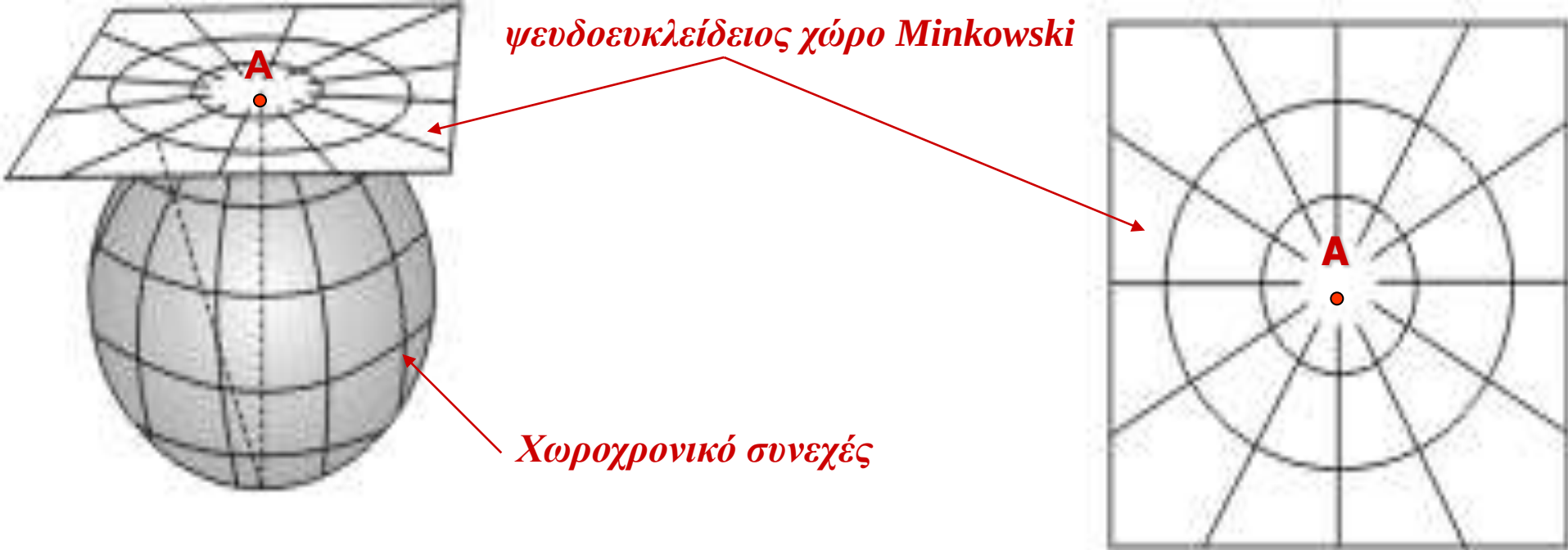


Αν όμως δεν μπορούμε να ορίσουμε σημεία χρόνου και χώρου μέσα στο χωροχρονικό συνεχές του σύμπαντος, δεν μπορούμε να ορίσουμε και διαστήματα Χρόνου dt και Χώρου $dx, d\psi, dt$

ΤΟΤΕ ΤΟ ΕΡΩΤΗΜΑ ΕΙΝΑΙ

Στην μετρική $dS^2 = dx^2 + d\psi^2 + dz^2 - c^2 dt^2$

Τα διαστήματα **χρόνου** και **χώρου** πού ορίζονται;;



Σε κάθε σημείο του χωροχρονικού συνεχούς του Σύμπαντος ορίζουμε ένα **ψευδή και μη υπαρκτό εφαπτόμενο τρισδιάστατο Ευκλείδειο χώρο** που τον ονομάζουμε **ψευδοευκλείδειο χώρο Minkowski**.

Μέσα σ' αυτόν τον ψεύτικο χώρο προβάλλουμε όλα τα **συμπαντικά γεγονότα** και ξεχωρίζουμε τον χώρο από τον χρόνο. Πάνω σ' αυτόν ορίζουμε τα τμήματα χρόνου και χώρου που χρησιμοποιούμε. Όπως είναι φανερό μέσα στον **ψευδοευκλείδειο χώρο Minkowski** εξελίσσονται όλα τα φαινόμενα της Θεωρίας της Σχετικότητας. Αυτός λοιπόν είναι ο χώρος της αισθητής πραγματικότητάς μας.

Άρα η αισθητή πραγματικότητα είναι το καθρέφτισμα του σύμπαντος και όχι το πραγματικό Σύμπαν



ψευδοευκλείδειο χώρο Minkowski

Τα χωρικά διαστήματα x_1x_2 , x_3x_4 και το χρονικό διάστημα t_1t_2 ορίζονται μέσα στον **ψευδο-ευκλείδειο χώρο Minkowski**, δηλαδή μέσα σε έναν χώρο που ήδη έχει χωριστεί ο χρόνος από το χώρο δηλαδή δεν εκφράζει το πραγματικό Σύμπαν

Το Ερώτημα είναι :

ΤΙ ΣΧΕΣΗ ΕΧΕΙ Ο Ψευδοευκλείδειος Χώρος Minkowski ΜΕ ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΟΝΟΜΑΖΟΥΜΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΣΥΜΠΛΗΝ ΤΩΝ ΑΙΣΘΗΣΕΩΝ ΜΑΣ;

Χωροχρονικό Συνεχές

Το χωροχρονικό Συνεχές του πραγματικού Σύμπαντος έχει δύο ιδιότητες:

A. Έχει 4 διαστάσεις και

B. Η Γεωμετρία που το μετράει και το περιγράφει δεν είναι η Ευκλείδεια αλλά η γεωμετρία Riemann

Όπως όμως γνωρίζουμε μορφές και σχήματα τα οποία είναι 4 διαστάσεων και περιγράφονται από την Γεωμετρία Riemann δεν είναι δυνατόν να γίνουν αισθητά από την ανθρώπινη βιολογία.

Οι μορφές και τα σχήματα Riemann μελετώνται μόνο μέσω μαθηματικών σχέσεων. Η ανθρώπινη βιολογία μπορεί να αντιληφθεί μέσω των αισθήσεών της και των οργάνων της μορφές και σχήματα τα οποία είναι Ευκλείδεια και μέχρι 3 διαστάσεων

Μια σημαντική ιδιότητα των χώρων Riemann



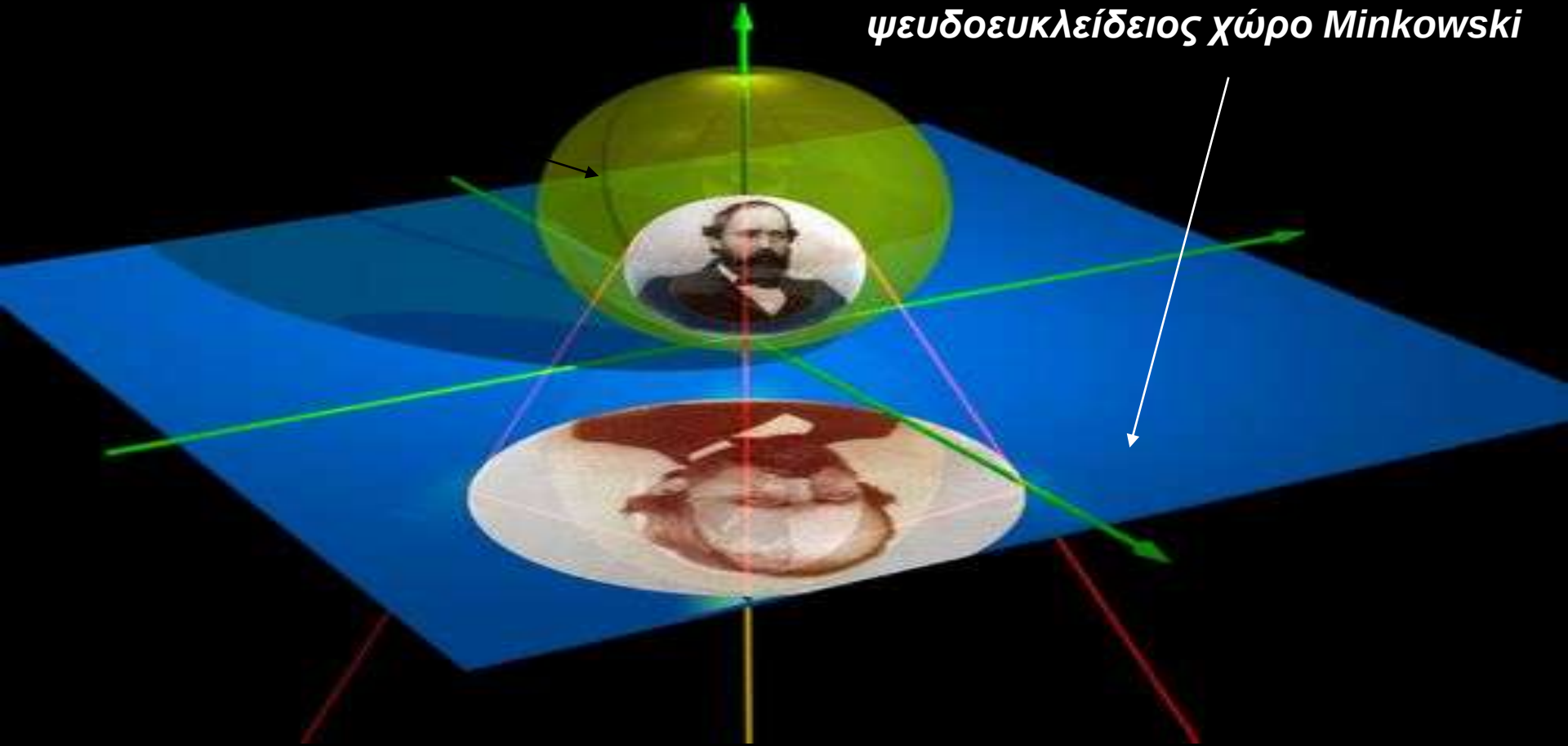
Αν από έναν χώρο Riemann σαν αυτό του πραγματικού Σύμπαντος αποκόψουμε ένα πολύ μικρό κομμάτι τότε το μικρό αυτό κομμάτι συμπεριφέρεται με πολύ μεγάλη ακρίβεια σαν ένας Ευκλείδειος τρισδιάστατος χώρος, δηλαδή σαν ένας χώρος τον οποίον έχουν την δυνατότητα να αντιληφθούν οι ανθρώπινες αισθήσεις

Τι κάνουν οι ανθρώπινες αισθήσεις

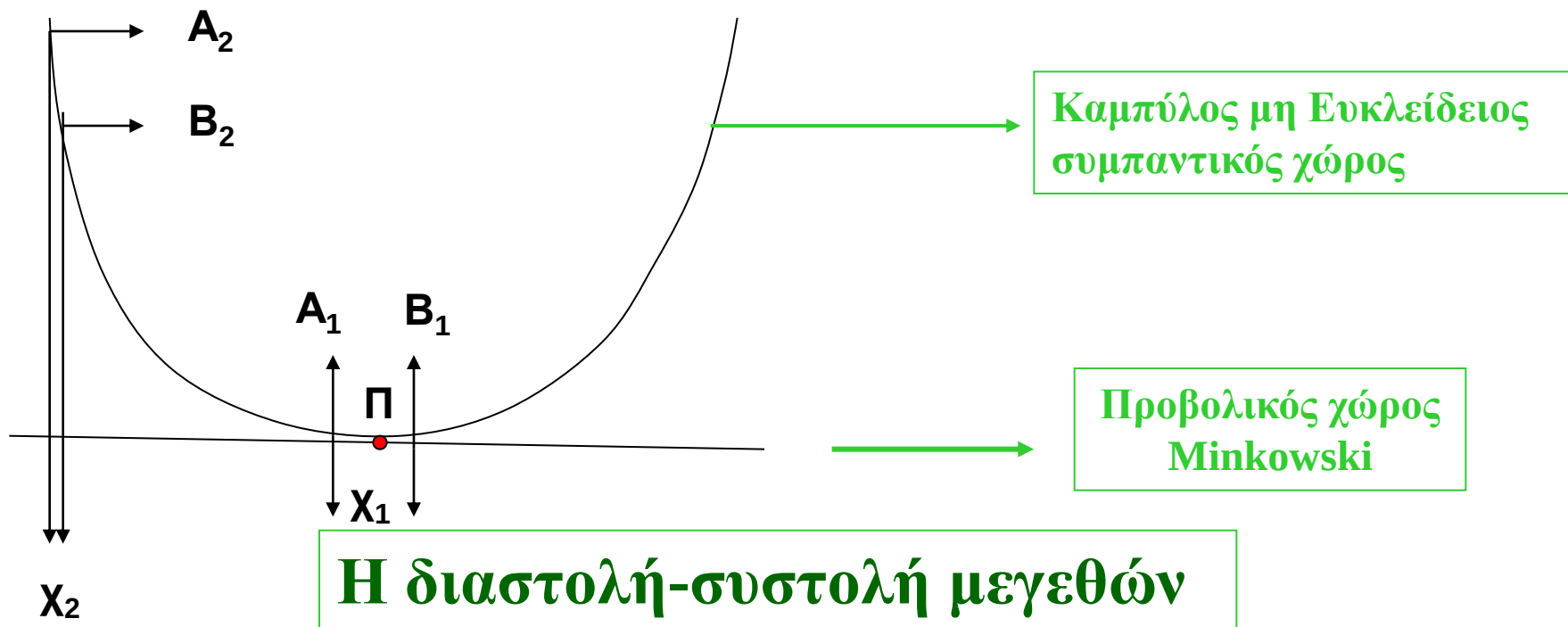


Οι μειωμένη εμβέλεια των ανθρώπινων αισθήσεων απομονώνει γύρω από τον παρατηρητή ένα ελαχιστότατο συμπαντικό κομμάτι του τετραδιάστατου και μη Ευκλείδειου Συμπαντικού χωροχρονικού Συνεχούς. Το ελαχιστότατο αυτό κομμάτι λόγω της προηγούμενης ιδιότητας είναι Ευκλείδειο και τρισδιάστατο. Μέσα σε αυτό το κομμάτι εξελίσσεται ο κόσμος των αστρονομικών και γενικότερα των επιστημονικών μας παρατηρήσεων

ψευδοευκλείδειος χώρο Minkowski



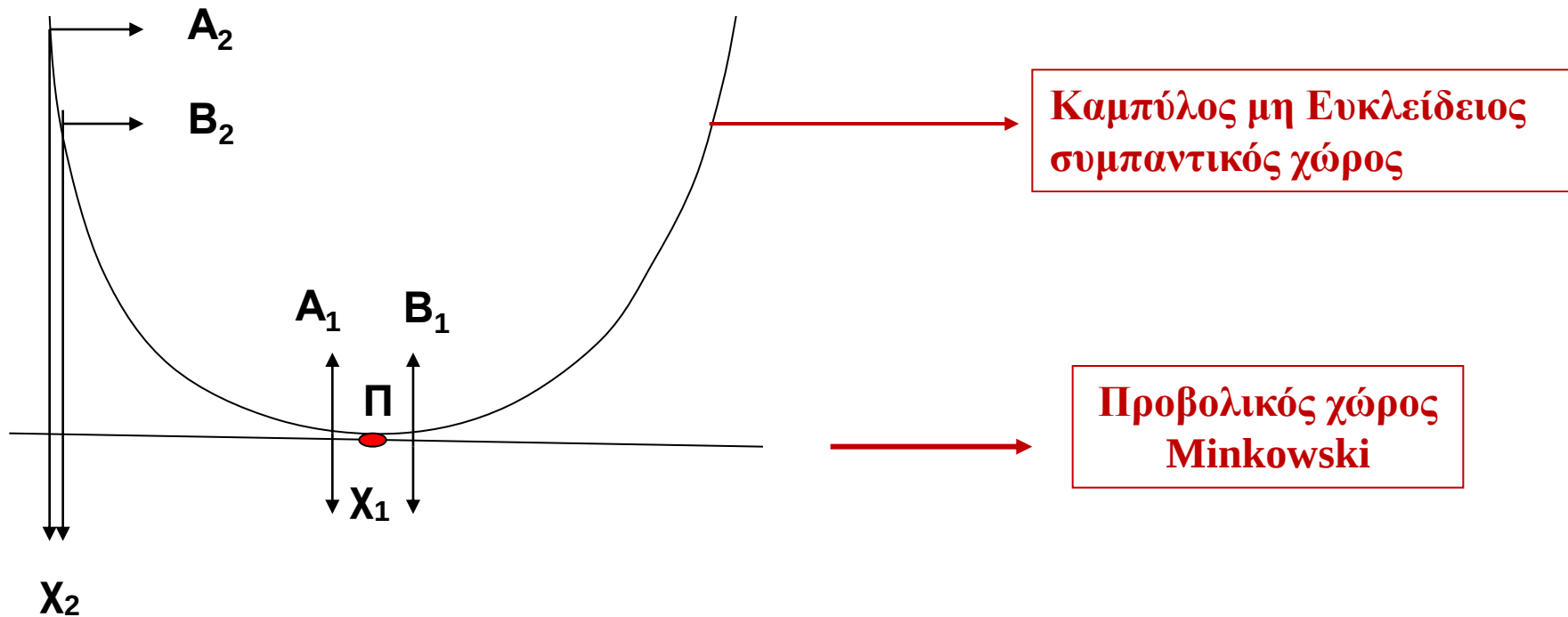
Αυτό το οποίο αντιλαμβανόμαστε και μετράμε ως Σύμπαν
δεν είναι το πραγματικό τετραδιάστατο και μη Ευκλείδειο
πραγματικό Σύμπαν αλλά η προβολή του μέσα στον
ψευδοευκλείδειο χώρο Minkowski



Το τόξο A_1B_1 στην θέση που βρίσκεται, σε μικρή ακτίνα γύρω από τον παρατηρητή Π σχεδόν συμπίπτει σε μήκος με την προβολή του χ_1 .

Το τόξο $A_2B_2 = A_1B_1$ στην θέση που βρίσκεται, μακριά από τον παρατηρητή, δίνει προβολή χ_2 πολύ μικρότερη του μήκους του τόξου αλλά και της προβολής χ_1 .

Ο παρατηρητής Π που δεν αντιλαμβάνεται τον καμπύλο χώρο αλλά τον προβολικό χώρο και «βλέπει» αντί του τόξου την προβολή του, έχει την ψευδαίσθηση ότι το μήκος του τόξου μικραίνει



Ο πολύ κοντινός στον παρατηρητή χώρος συμπεριφέρεται με πολύ καλή προσέγγιση **σαν τρισδιάστατος Ευκλείδειος** χώρος. Όσο ο χώρος απλώνεται όλο και πιο μακριά από τον παρατηρητή η γεωμετρία του χώρου σιγά-σιγά **αποκλίνει από την Ευκλείδεια.**

Η ερώτηση

Πόσο μικρός πρέπει να είναι ο χώρος γύρω από τον παρατηρητή Π, για να είναι σχεδόν Ευκλείδειος; Δηλαδή ποια τιμή πρέπει να έχουν οι διαστάσεις του κομματιού του χώρου, dx , $d\psi$, dz , dt , γύρω από τον παρατηρητή Π, για να είναι κατά προσέγγιση Ευκλείδειο;

Απάντηση

Δεν γνωρίζουμε τις ανεξάρτητες τιμές των διαστάσεων του αποκοπτόμενου κομματιού γνωρίζουμε όμως ότι ισχύει η σχέση:

$$dx/dt, d\psi/dt, dz/dt < 300.000$$

(καθαρός αριθμός αφού οι διαστάσεις μετρούνται με την ίδια μονάδα)

Η ταχύτητα του φωτός

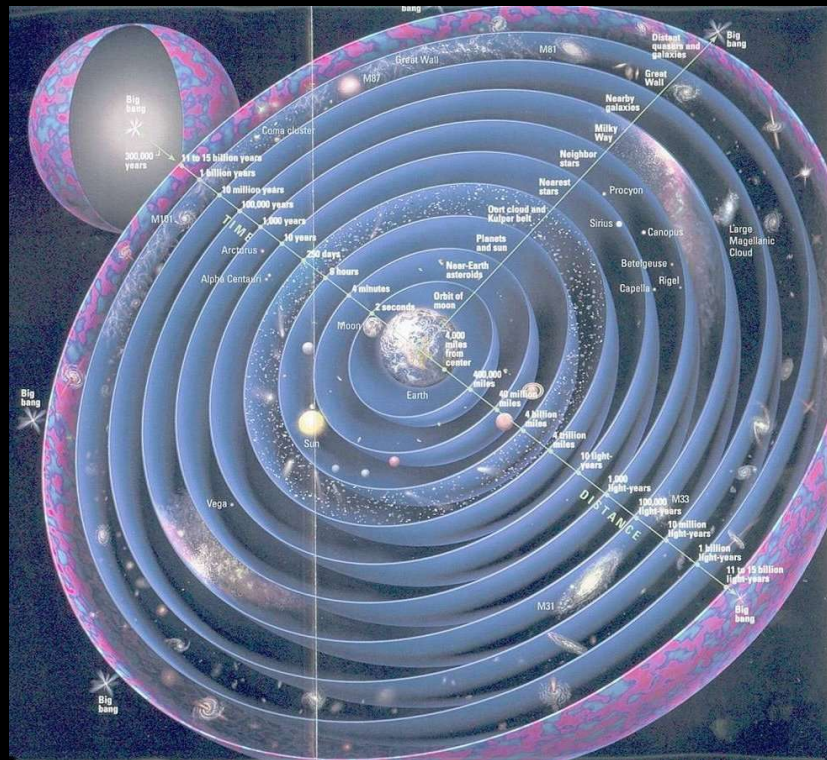
Όπως είναι προφανές αν θεωρήσουμε (έστω εσφαλμένα) ότι τα dx , $d\psi$, dz , μετρούνται σε cm και το dt σε sec και ότι το cm είναι διαφορετικό από το sec τότε

$$dx/dt, d\psi/dt, dz/dt < 300.000 \text{ Km/sec} = \text{ταχύτητα φωτός}$$

Η ταχύτητα δεν είναι παρά ένα κριτήριο για το πόσο ο χώρος γύρω μας αποκλίνει της Ευκλείδειας Γεωμετρίας. Όσο μεγαλώνει η ταχύτητα, τόσο η γεωμετρία του χώρου και οι ιδιότητές του αποκλίνουν της Ευκλείδειας Γεωμετρίας. Η ταχύτητα του φωτός είναι το ανώτατο όριο μετά το οποίο ο χώρος παύει στο σύνολό του να είναι Ευκλείδειος άρα και να υποπίπτει στο πεδίο της ανθρώπινης βιολογίας.

Αποτέλεσμα του Νόμου του Hubble είναι:

Γαλαξίες ισαπέχοντες από τη Γη να απομακρύνονται
με την αυτή ταχύτητα και ως εκ τούτου να έχουν την
ίδια κοσμική ηλικία

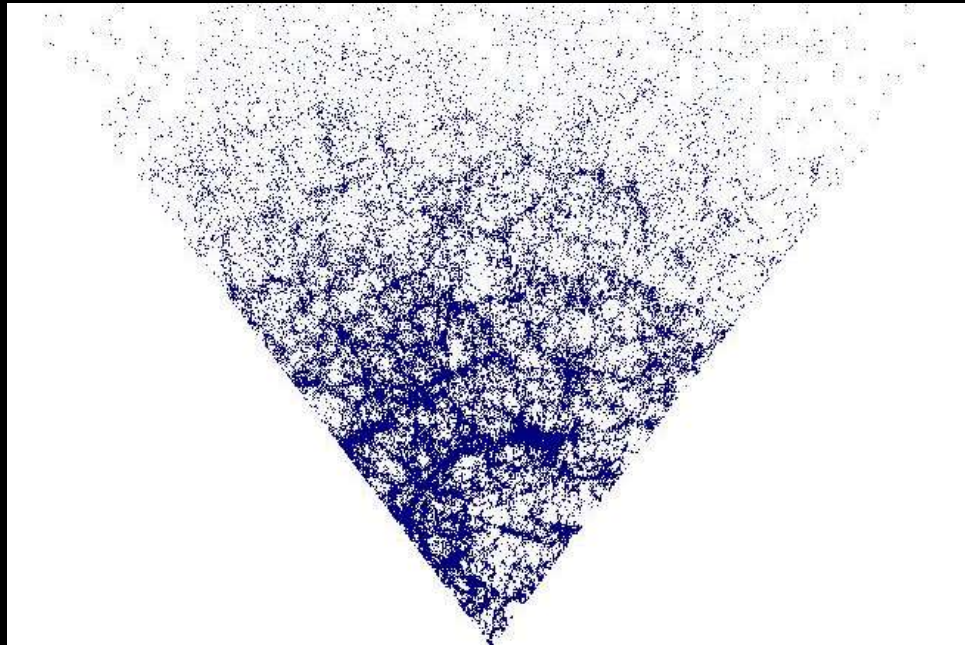


Οι γαλαξίες κατανέμονται σε σφαιρικές επιφάνειες.

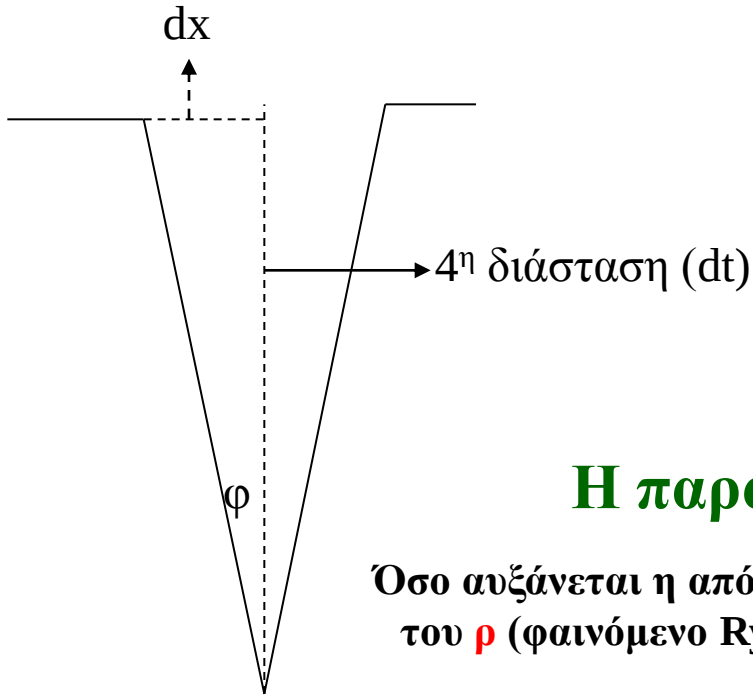
Φαινόμενο Ryle

Η πυκνότητα των γαλαξιών μεγαλώνει όσο μεγαλώνει η απόσταση από τον παρατηρητή.

Αυτό σημαίνει ότι όσο πιο μακριά νομίζουμε ότι απομακρυνόμαστε από τον παρατηρητή τόσο πιο κοντά βρισκόμαστε στην στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης, τότε που το Σύμπαν ήταν πιο πυκνό.



Η ταχύτητα του φωτός και η καμπυλότητα του χώρου (ϵ)



Επειδή η γεωμετρία του σύμπαντος δεν είναι Ευκλείδεια

$$dt \downarrow \longrightarrow \phi \uparrow \longrightarrow \epsilon \phi \uparrow \longrightarrow v \uparrow$$

Η παρατήρηση δείχνει ότι

$$v \uparrow \longrightarrow \rho \uparrow$$

Όσο αυξάνεται η απόσταση στο Σύμπαν αυξάνεται η πυκνότητα της υλοενέργειας του ρ (φαινόμενο Ryle). Ομοίως αυξάνεται η ταχύτητα φυγής του υλικού του v (Νόμος του Hubble).

$$\text{Κλίση} = \epsilon \phi = dx/dt = \text{ταχύτητα } (v)$$

Και από τη θεωρία της Σχετικότητας

$$\rho \uparrow \longrightarrow \epsilon \uparrow$$

$$(\epsilon = [\pi k R^{2/3} (k \rho / 6H^2)] \cdot [(k \rho / 6H^2) - 1/2])$$

$$\text{Άρα } v \uparrow \longrightarrow \epsilon \uparrow$$

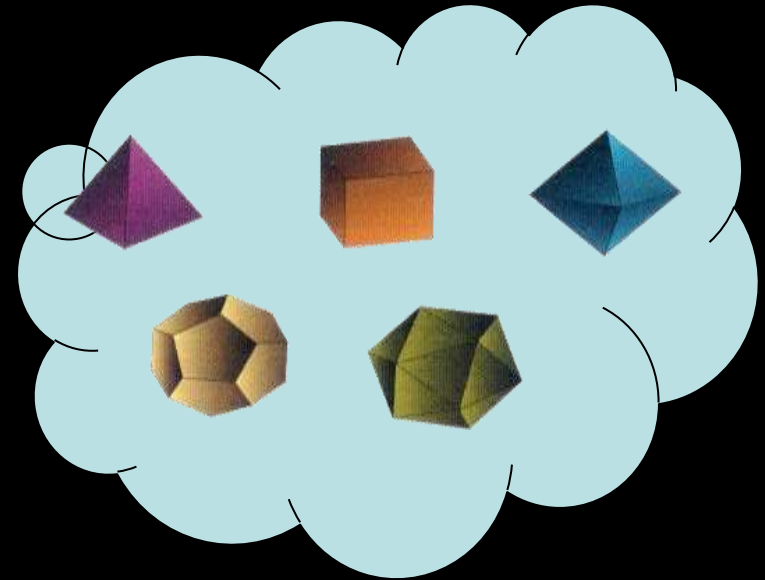
ϵ (καμπυλότητα)

ρ (Πυκνότητα υλοενέργειας)

Δηλαδή στο Σύμπαν όσο μεγαλώνει η ταχύτητα τόσο μεγαλώνει η καμπυλότητα του χώρου

**Η ταχύτητα είναι ένα μέτρο της
καμπυλότητας του χώρου**

**Ο Φυσικός όμως δεν αντιλαμβάνεται
αφηρημένα μαθηματικά σχήματα αν
αυτά δεν παρουσιάζουν την ιδιότητα της
Ύλης**



Διακρίναμε δύο επιστημονικούς κόσμους

Αφηρημένος κόσμος
των μαθηματικών

Υλικός Κόσμος
Της Φυσικής

(Μαθηματική σφαίρα)

(Υλική σφαίρα της Γης)

$$K = (\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3)$$

K κέντρο της σφαίρας

$$(x_1 - \kappa_1)^2 + (x_2 - \kappa_2)^2 + (x_3 - \kappa_3)^2 = R^2$$

Όπου R η ακτίνα της σφαίρας



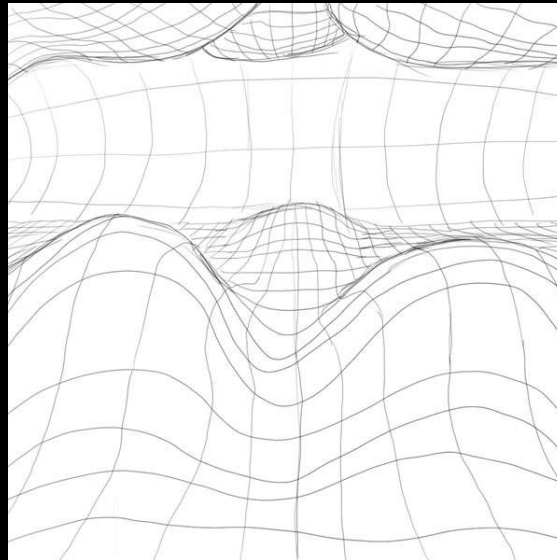
Μαθηματικά



Βασική έννοια
Χώρος



Βασική ιδιότητα
του χώρου
Καμπυλότητα
(ϵ)



Φυσική



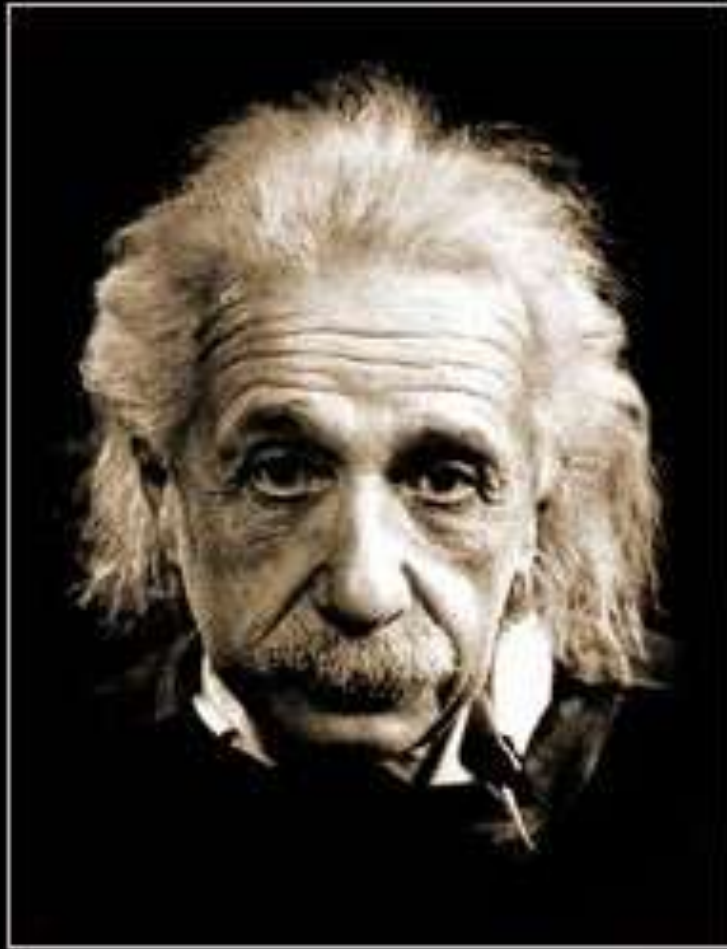
Βασική Έννοια
Ύλη



Βασική ιδιότητα
της ύλης **Μάζα**
Ενέργεια

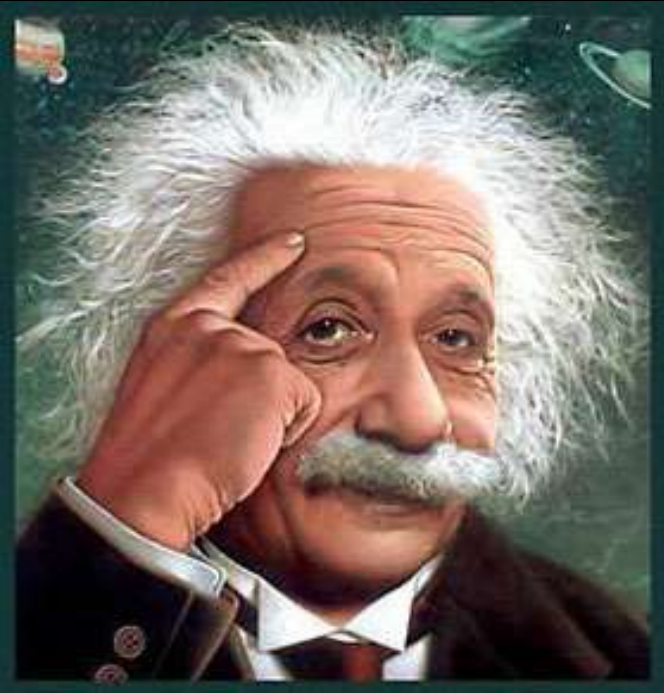


Πυκνότητα
Ύλης-Ενέργειας
(ρ)



Η σύνδεση αυτών των δύο κόσμων έγινε
μέσω της Θεωρίας της Σχετικότητας.

Τι είναι ύλη



Η μεγαλοφυΐα του Θείου Αλβέρτου συνέλαβε την ιδέα ότι το κύριο συστατικό της κλασικής Φυσικής, η ύλη, δεν είναι παρά καμπύλωση του κύριου συστατικού του κόσμου των μαθηματικών, του χώρου.

Όμως επειδή ο χώρος είναι ένα τίποτα
ύλη είναι η καμπύλωση του τίποτα

Ας δούμε τη μαθηματική σχέση που το επιβεβαιώνει

Καμπυλότητα και πυκνότητα υλοενέργειας

$$\epsilon = [\pi k R^2 / 3 (k \rho / 6 H^2)] \cdot [(k \rho / 6 H^2) - 1/2]$$

Παράγοντας
καμπυλότητας του
χώρου

Πυκνότητα της
Υλο-Ενέργειας

Η καμπυλότητα ϵ και η πυκνότητα υλοενέργειας ρ
είναι ποσά ανάλογα

Όπως όταν έχουμε τη σχέση $E=mc^2$ λέμε ότι:

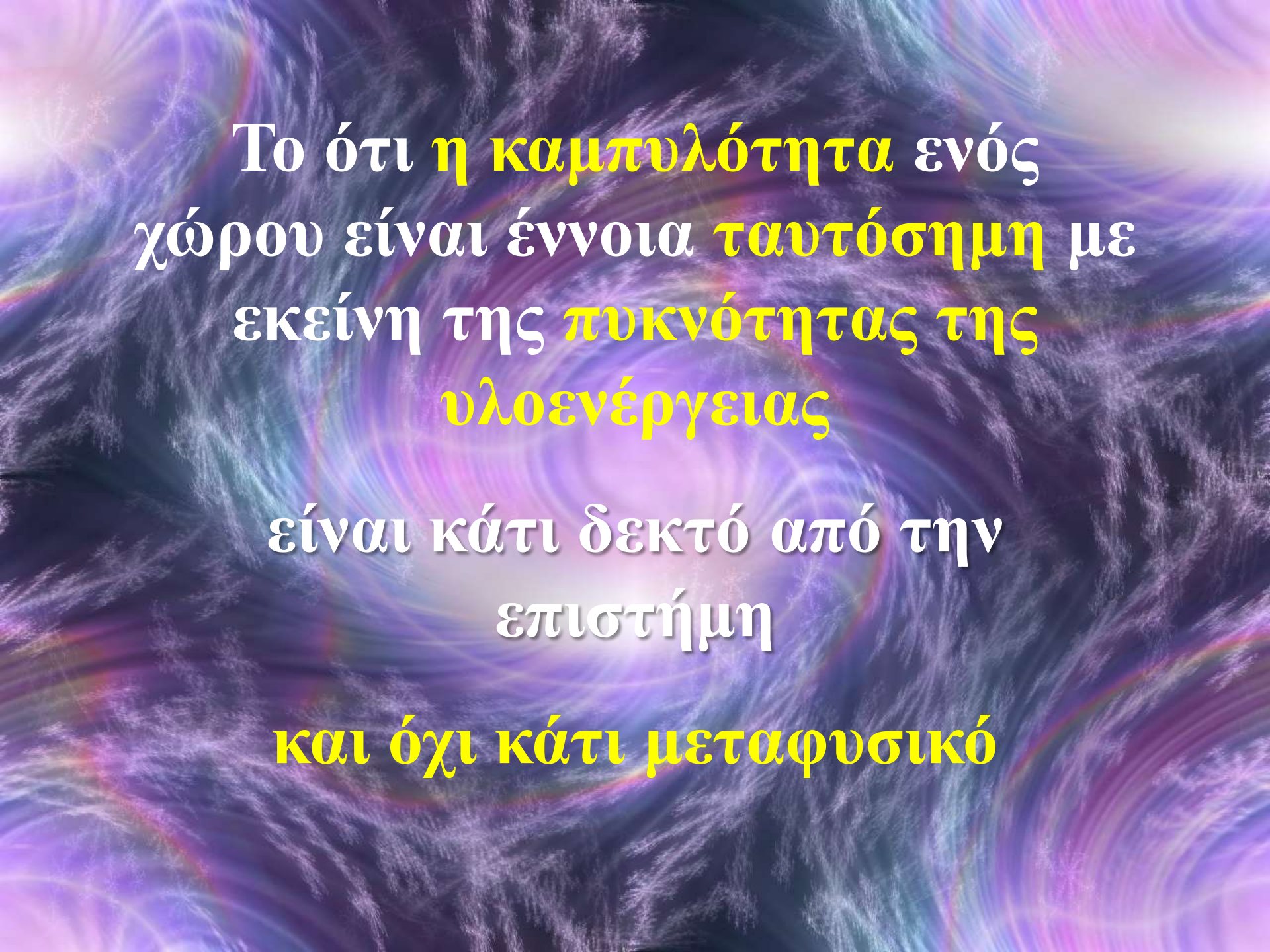
«Η σχέση αυτή μας δείχνει ότι οι έννοιες της μάζας και της ενέργειας είναι ισοδύναμες και ταυτόσημες»

Με τον ίδιο τρόπο η σχέση:

$$\varepsilon = [\pi k R^2 / 3 (k \rho / 6 H^2)] \cdot [(k \rho / 6 H^2) - 1/2]$$

μας λέει ότι:

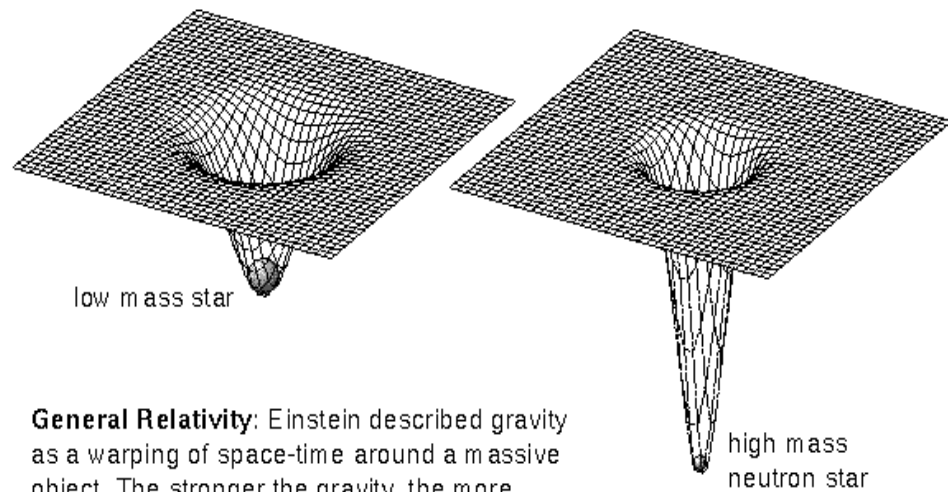
«Οι έννοιες της καμπυλότητας και της πυκνότητας της υλοενέργειας είναι ταυτόσημες και ισοδύναμες»



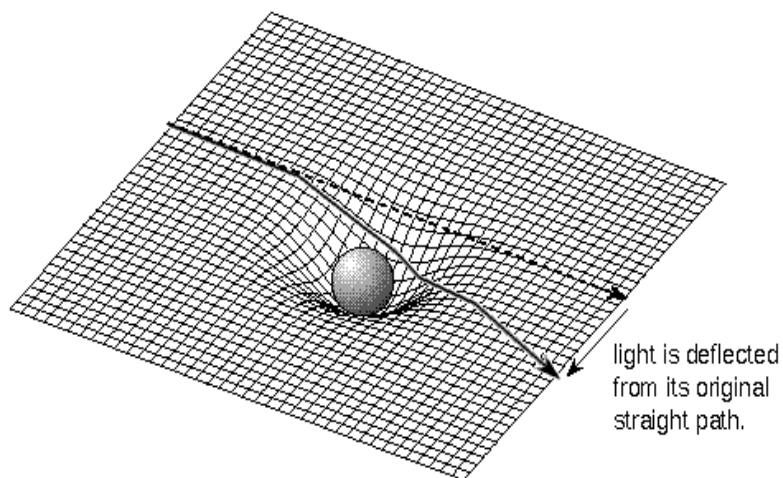
Το ότι **η καμπυλότητα** ενός
χώρου είναι έννοια **ταυτόσημη** με
εκείνη της **πυκνότητας της**
υλοενέργειας

είναι κάτι δεκτό από την
επιστήμη

και όχι κάτι μεταφυσικό

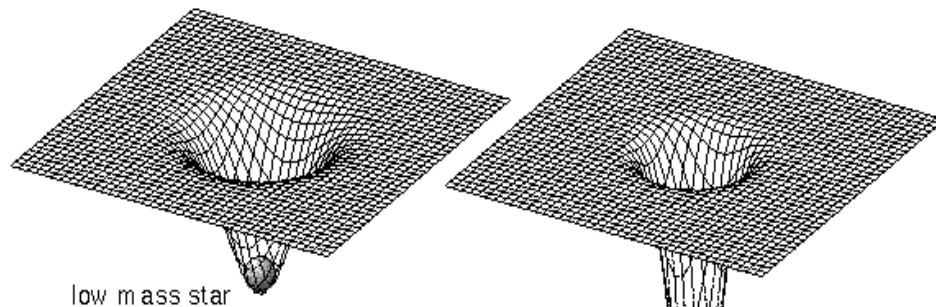


General Relativity: Einstein described gravity as a warping of space-time around a massive object. The stronger the gravity, the more space-time is warped.

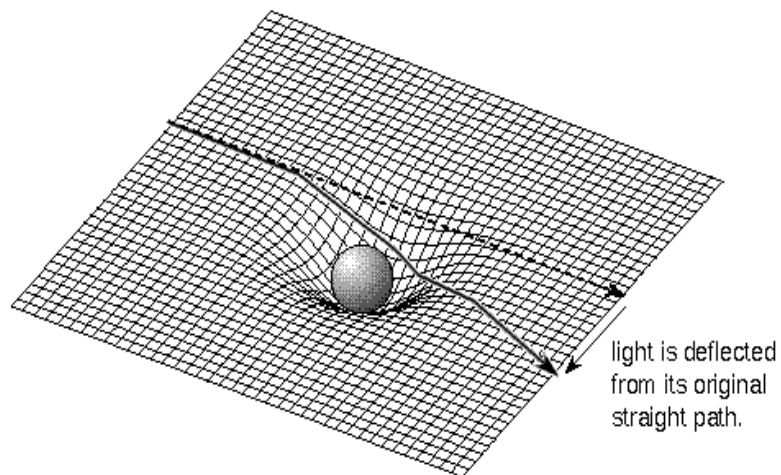
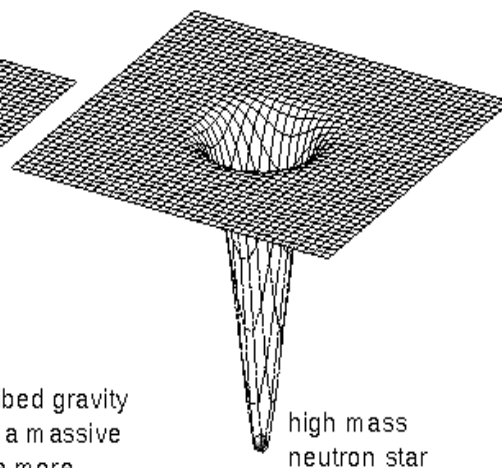


General Relativity: Light travels along the curved space taking the shortest path between two points. Therefore, light is deflected toward a massive object! The stronger the local gravity is, the greater the light path is bent.

Όταν ο «χώρος» των
τριών διαστάσεων
καμπυλώνεται προς
την 4^η διάσταση πέραν
ενός ορίου, τότε οι
αισθήσεις μας
αντιλαμβάνονται αυτή
την καμπύλωση σαν
πυκνότητα ύλης



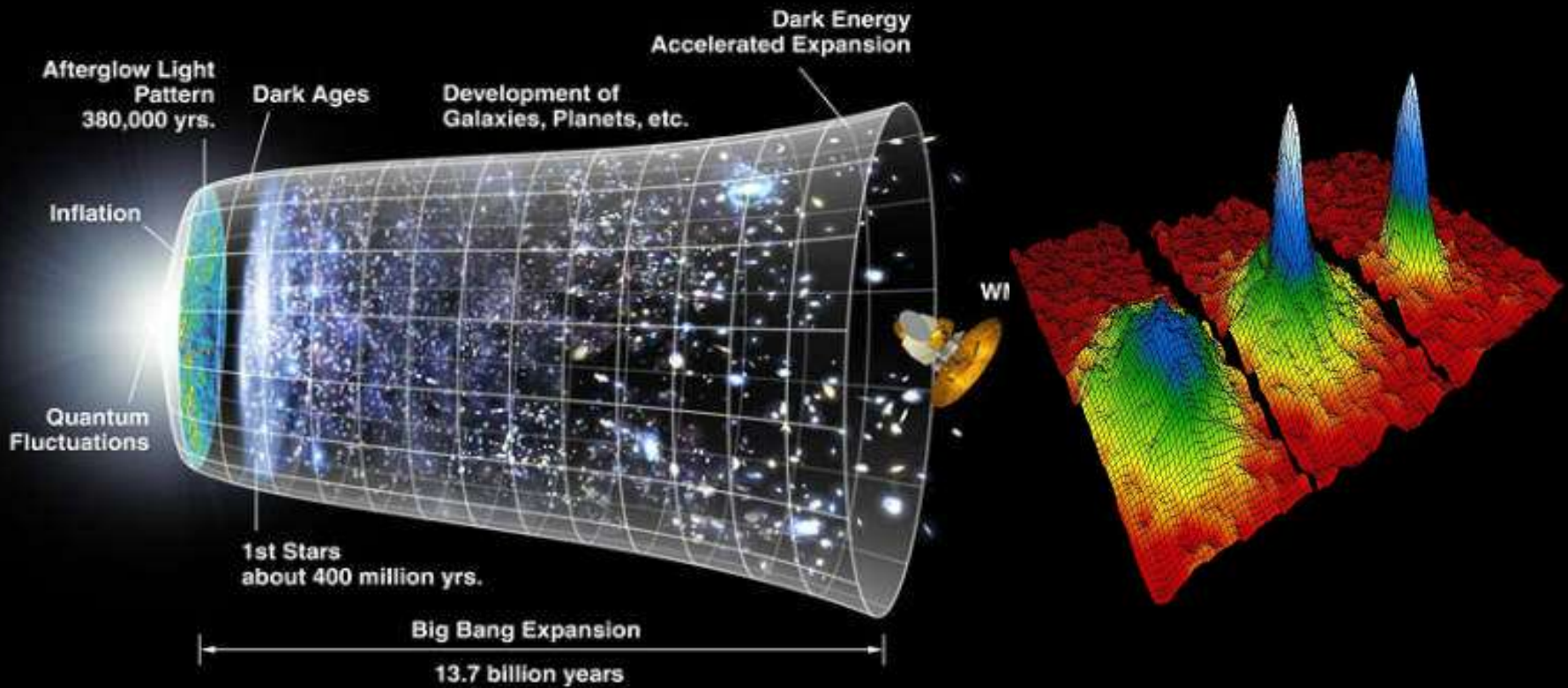
General Relativity: Einstein described gravity as a warping of space-time around a massive object. The stronger the gravity, the more space-time is warped.



General Relativity: Light travels along the curved space taking the shortest path between two points. Therefore, light is deflected toward a massive object! The stronger the local gravity is, the greater the light path is bent.

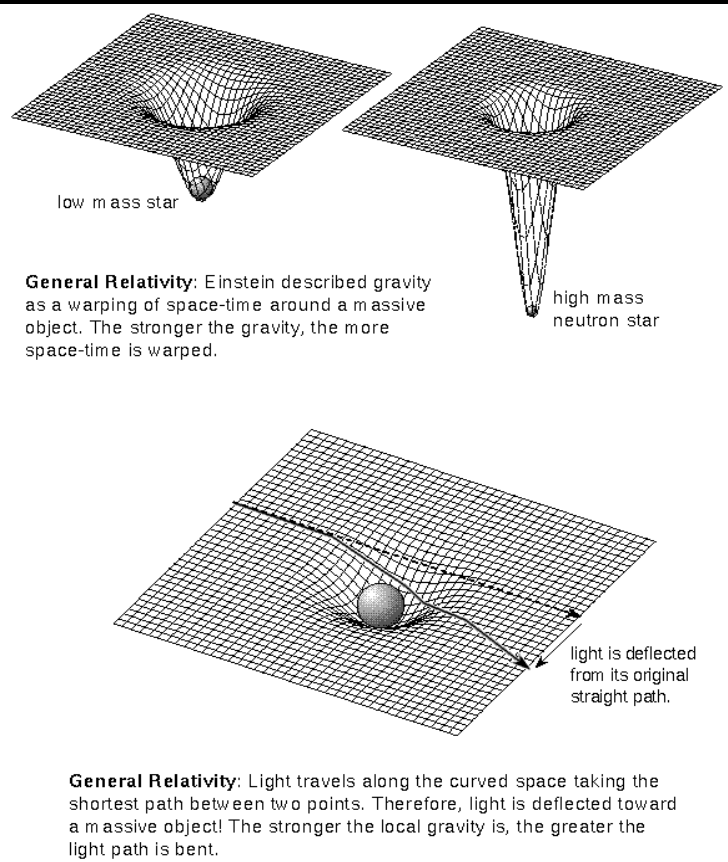
**Η αυξομείωση της
καμπυλότητας μιας
περιοχής ενός χώρου
σηματοδοτεί τη γέννηση,
την εξέλιξη και το θάνατο
μιας υλικής ύπαρξης.**

**Το πόσο ο χώρος
καμπυλώνεται προς τη
τέταρτη διάσταση είναι η
βασική παράμετρος που
χαρακτηρίζει την εξέλιξη
μιας υλικής ύπαρξης.**



Αισθητή και παρατηρούμενη Ύλη ονομάζουμε την καμπύλωση του μαθηματικού χώρου μεταξύ μιας ελάχιστης και μιας μέγιστης τιμής. Και επειδή ο μαθηματικός τρισδιάστατος χώρος είναι ένα αισθητό τίποτα, Ύλη είναι η καμπύλωση του τίποτα.

Η δύναμη του φιλοσοφικού δόγματος

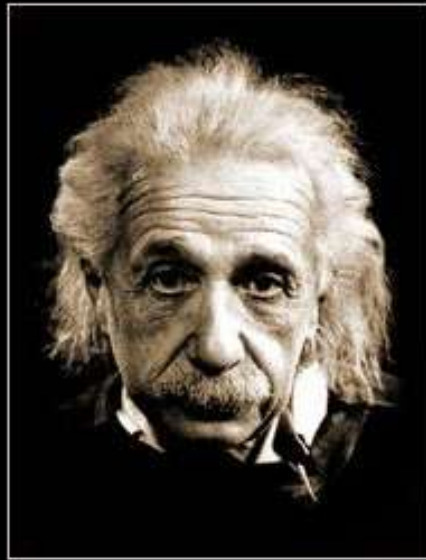


Στο σχήμα δεν χρειάζεται να ζωγραφίζουμε και την καμπυλότητα του χώρου και την μπαλίτσα ύλης μέσα της. Η μπαλίτσα ύλης απλά μας δείχνει το τι υπάρχει στην πραγματικότητα (η καμπυλότητα) και τι αντιλαμβάνεται ο Φυσικός (ύλη).

Αντίθετα με αυτή την πραγματικότητα το πραγματιστικό πολιτισμικό δόγμα θέλει την ύλη σαν κάτι ανεξάρτητο της καμπυλότητας το οποίο την παράγει.

Εν αρχή δηλαδή υπάρχει η ύλη και όχι ο χώρος

Δηλαδή εδώ έχουμε μια σύγκρουση φιλοσοφικών απόψεων

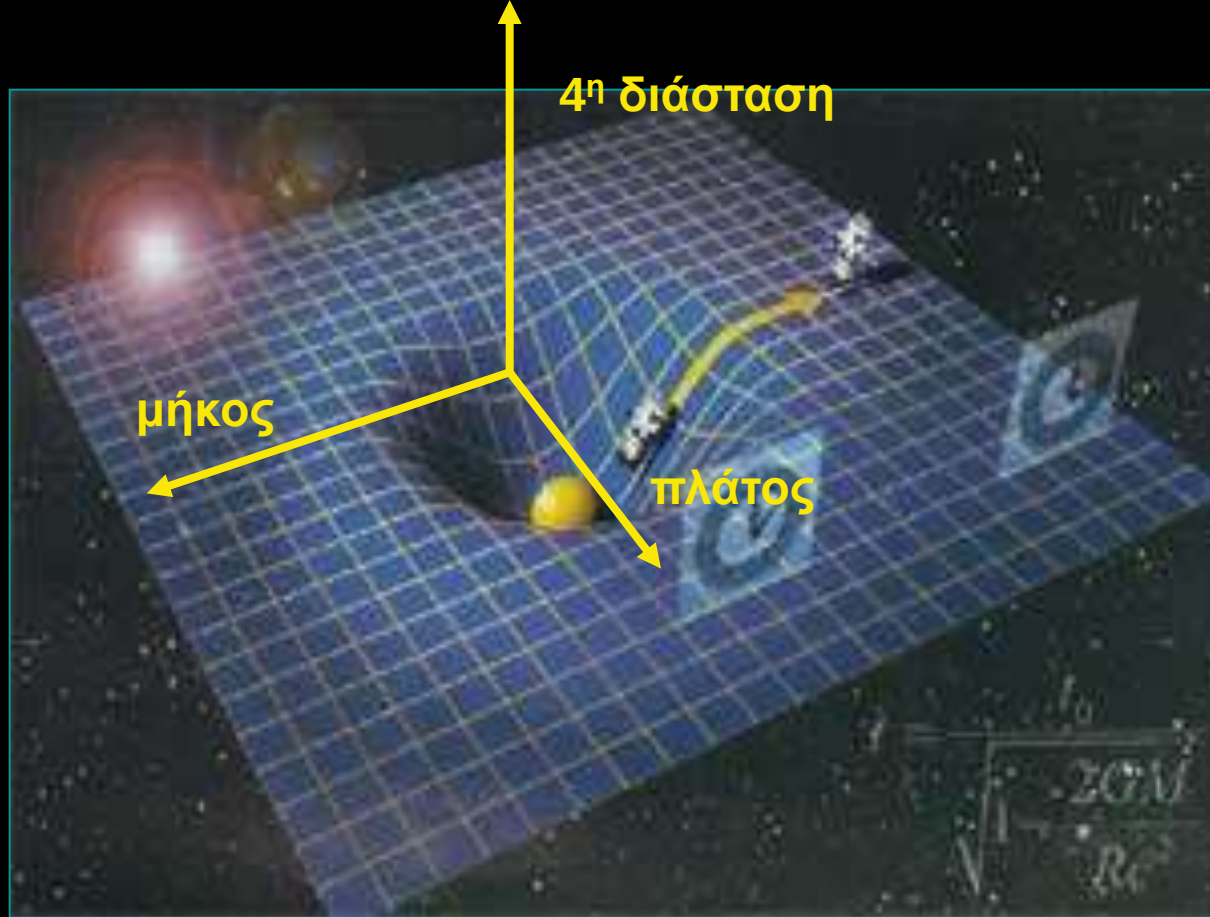


Τι υπήρχε εν αρχή, η
χονδρή και αντιληπτή
από τις αισθήσεις μας
ύλη, ή ο μη αισθητός
μαθηματικός χώρος;

Η πρώτη άποψη έχει τις φιλοσοφικές της ρίζες στην
Μεγάλη Επιστημονική Επανάσταση του 16^{ου} -17^{ου} αιώνα,
η δεύτερη την Ελληνική Προσωκρατική σκέψη, και την
σύγχρονη Επιστημονική άποψη (20^{ος} αιώνας)

Ποια είναι η σχέση μεταξύ 4^{ης} διάστασης και του
ανθρωπίνως μετρούμενου Χρόνου;



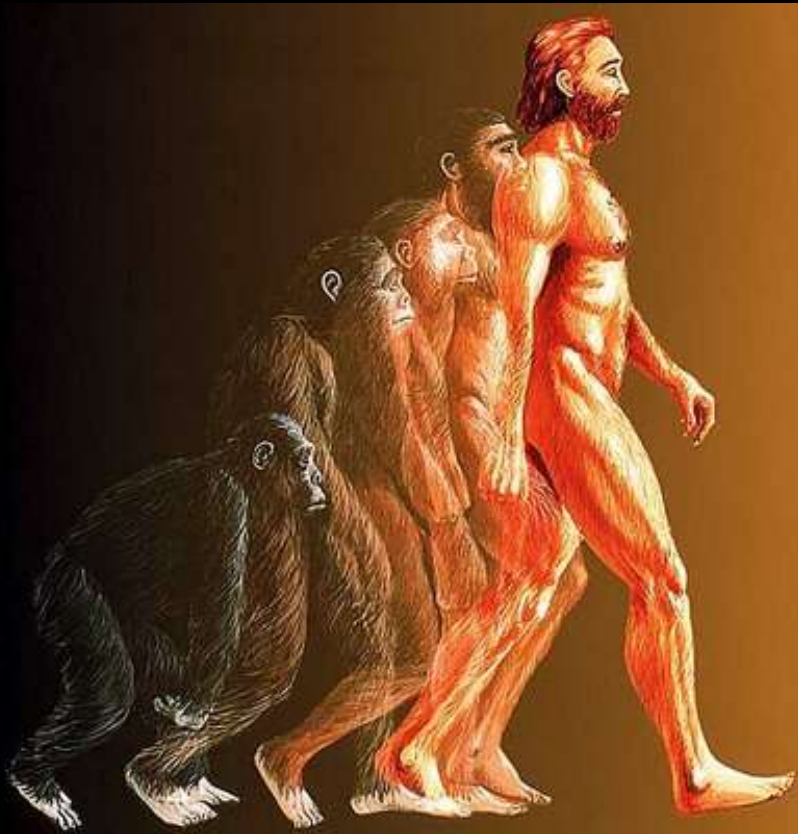


Το βάθος του
πηγαδιού της
καμπύλωσης
είναι η 4^η
διάσταση

Τι σχέση έχει όμως η 4^η διάσταση με την
έννοια του ανθρώπινου χρόνου

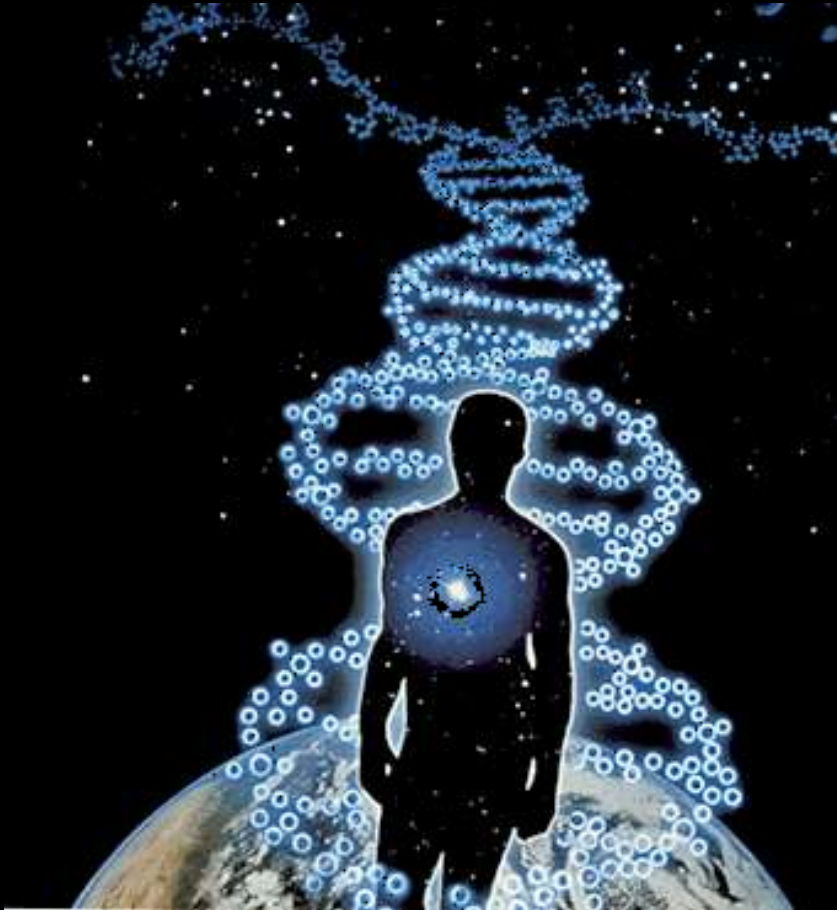
Συμπίπτουν;

Όπως είπαμε προηγουμένως η αυξομείωση της καμπυλότητας του τρισδιάστατου χώρου προς την 4^η διάσταση εκφράζεται στην Φυσική ως μεταβολή της πυκνότητας της υλοενέργειας σε μια συγκεκριμένη περιοχή



Η μεταβολή αυτή, στην περίπτωση της υλικής υπόστασης του ανθρώπου μεταφράζεται πρακτικά ως Ανάπτυξη και Φθορά (κύκλος ζωής)

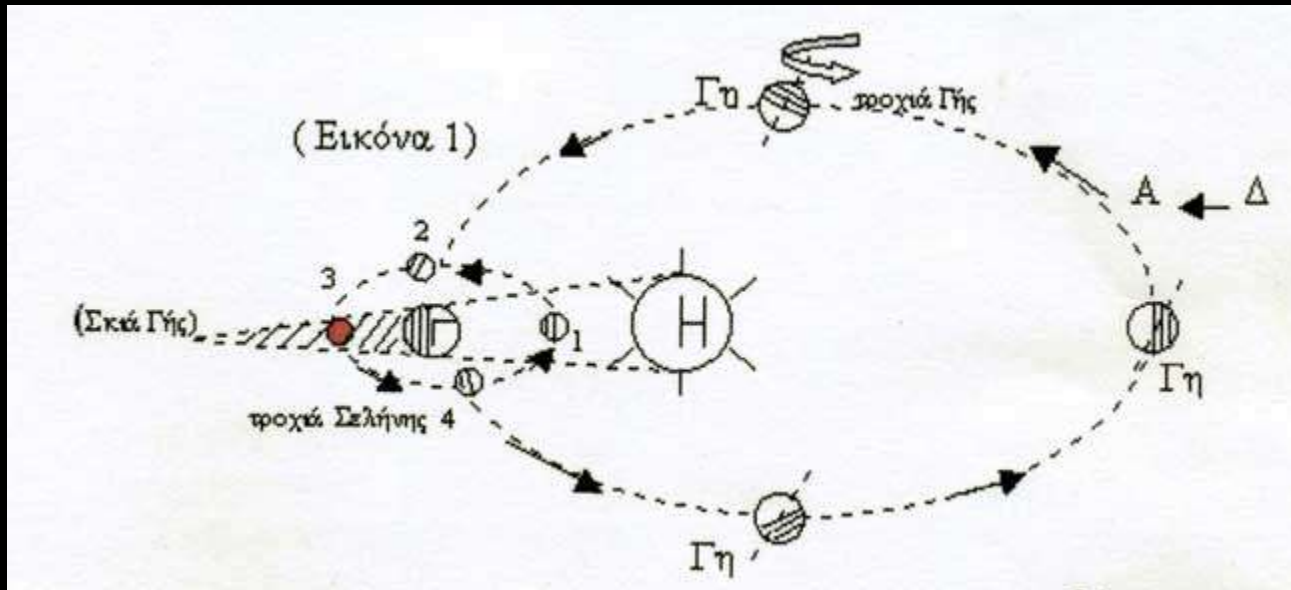
Η ανθρώπινη βιολογία δεν μπορεί να αντιληφθεί αμέσως την 4η διάσταση και τις μεταβολές της, δηλαδή την καμπυλότητα του χώρου



Μπορεί όμως να αντιληφθεί ένα ισοδύναμο και παραγόμενο από την καμπυλότητα γεγονός, την ανάπτυξη και την φθορά της υλοενέργειας.

Δηλαδή τον κύκλο της λεγόμενης ζωής

Χρειαζόμαστε ένα μέτρο προκειμένου να μετράμε την μέση διάρκεια της ζωής ενός γεγονότος

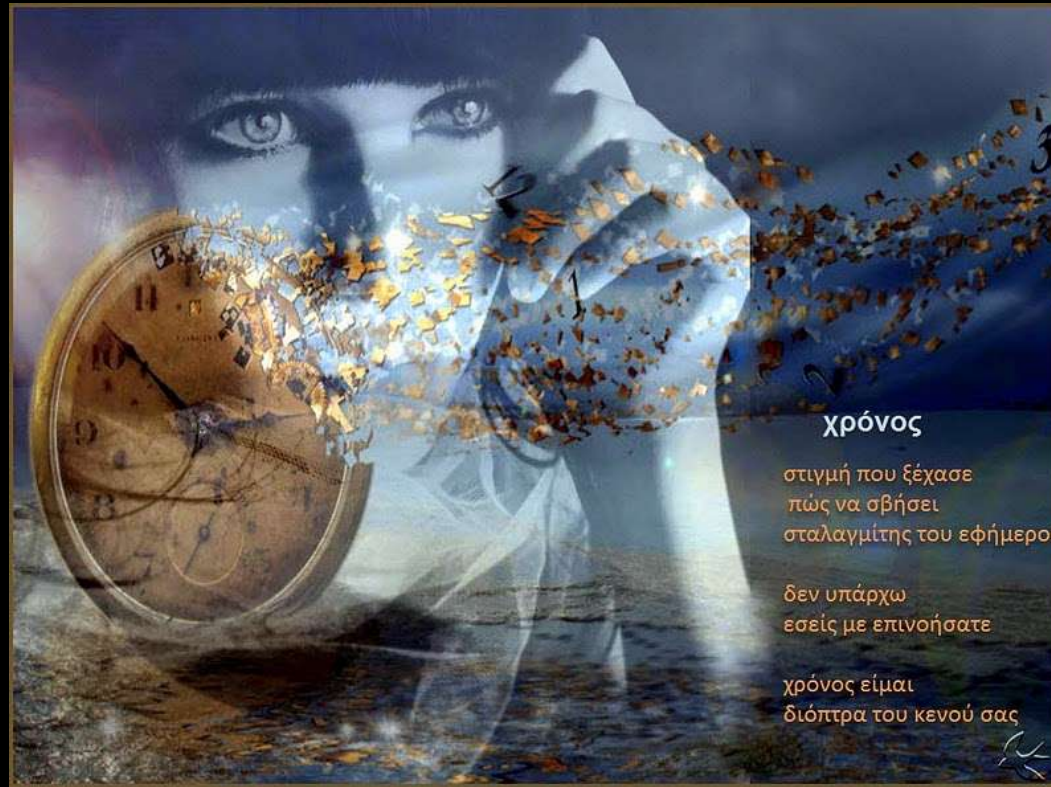


Μετράμε λοιπόν πόσες φορές η Γη θα γυρίσει γύρω από τον άξονά της (ημερονύκτιο), ή γύρω από τον Ήλιο (έτος) κατά τη διάρκεια της μέσης ζωής ενός γεγονότος



Το αποτέλεσμα αυτής της μέτρησης το ονομάσαμε «Χρόνο», εκ του ονόματος του Θεού Κρόνου ο οποίος σύμφωνα με τον μύθο ήταν υπεύθυνος για το σταμάτημα της ζωής (θάνατο) ενός βιολογικού συστήματος. Τον Χρόνο τον χωρίσαμε σε μήνες, μέρες, ώρες, λεπτά και δευτερόλεπτα με βασική ελάχιστη μονάδα την διάρκεια του δευτερολέπτου (sec)

Ο ανθρωπίνως μετρούμενος Χρόνος δεν μετράει την 4^η διάσταση και τις μεταβολές της αλλά ένα παράγωγο μέγεθος, την διάρκεια ζωής ενός υλικού γεγονότος.



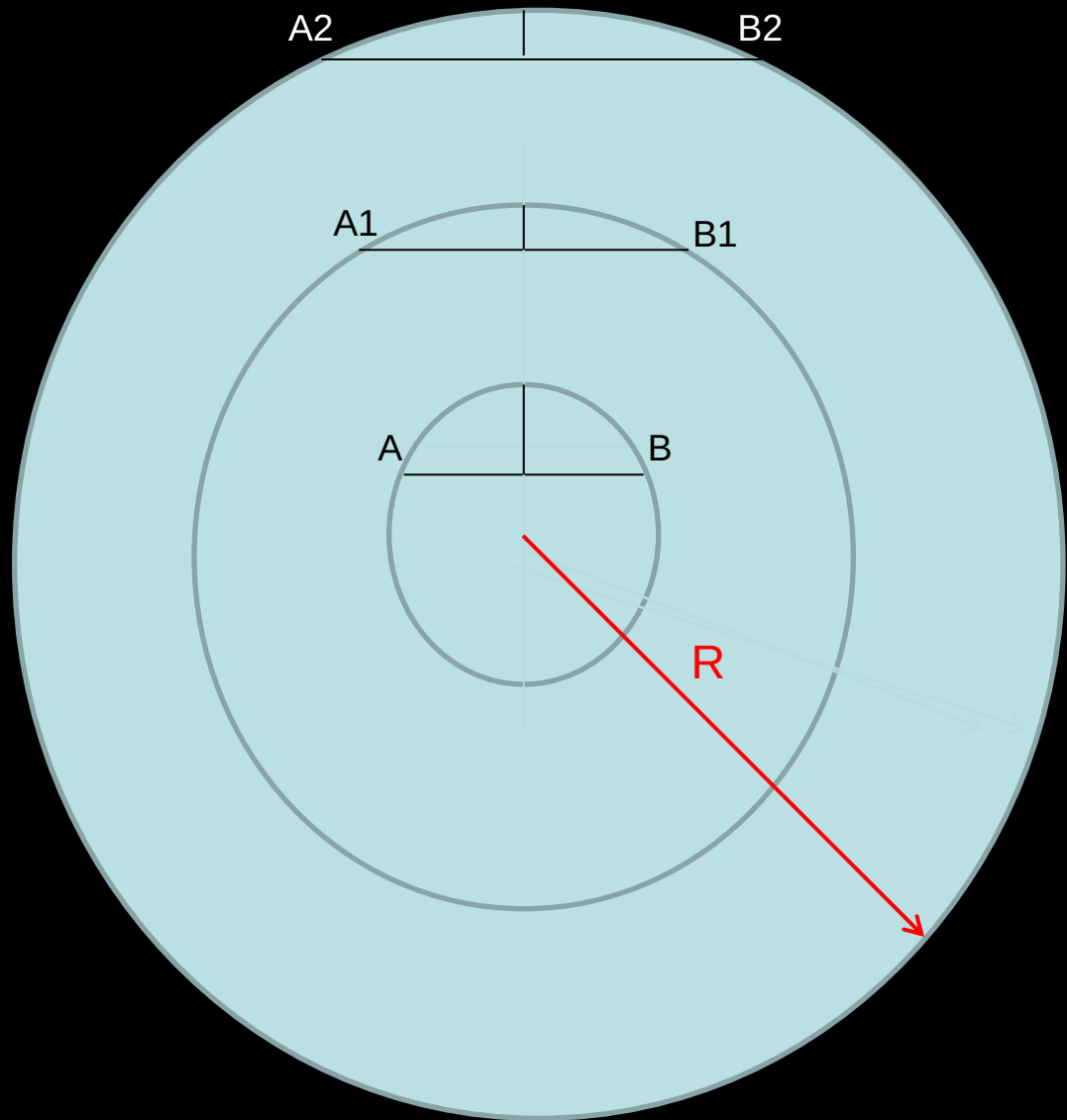
Με άλλα λόγια μετράει την διάρκεια κατά την οποία η τοπική καμπυλότητα του χώρου έχει τέτοιες τιμές που η ανθρώπινη βιολογία να τις αντιλαμβάνεται ως ύλη. Ο Χρόνος μετράει την διάρκεια της ανθρώπινης ζωής και όχι την 4^η διάσταση της οποίας είναι ένα δευτερογενές φαινόμενο.

Είναι Το Σύμπαν Ευκλείδειο;



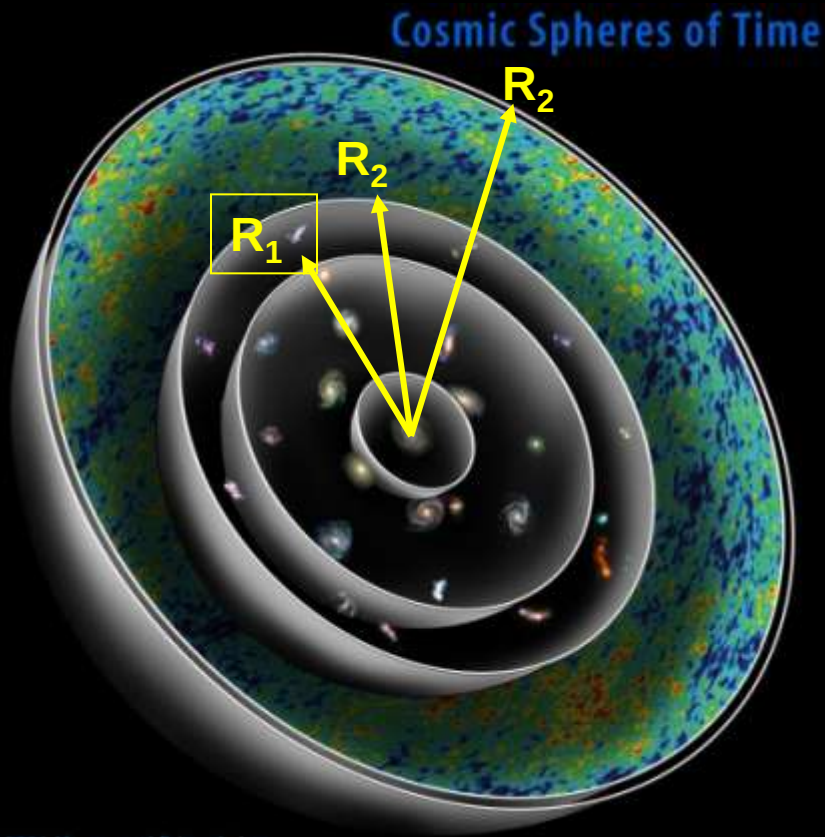
Ευκλείδεια Γεωμετρία

Η καμπυλότητα είναι
αντιστρόφως ανάλογη
της ακτίνας
καμπυλότητας



Εάν έχουμε τρεις ομόκεντρες περιφέρειες και ορίσουμε πάνω τους τρία τόξα ίσου μήκους τότε η καμπυλότητα κάθε τόξου είναι ανάλογη της απόστασης του κέντρου του τόξου από το κέντρο της αντίστοιχης χορδής του

Αν η Ουράνια σφαίρα ήταν Ευκλείδεια

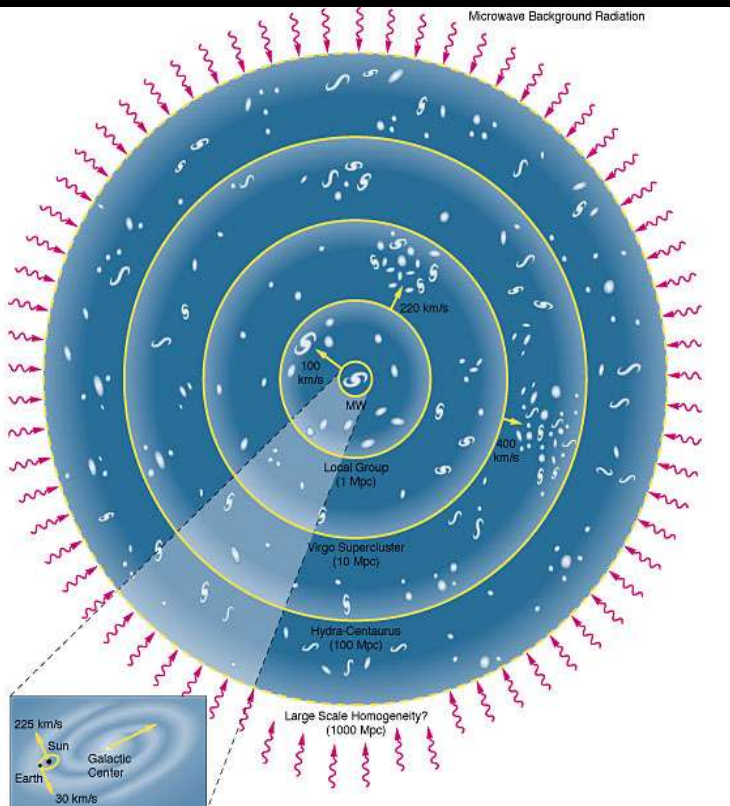


© 2006 Abrams and Primack, Inc.

Αυξανόμενης της
ακτίνας της (R_1 , R_2 , R_3)
θα έπρεπε να μειώνεται
η καμπυλότητα

Για το λόγο αυτό η
μεταβαλλόμενη αυτή
ακτίνα ονομάζεται
«ακτίνα καμπυλότητας»

Τι μετράμε στην Ουράνια σφαίρα



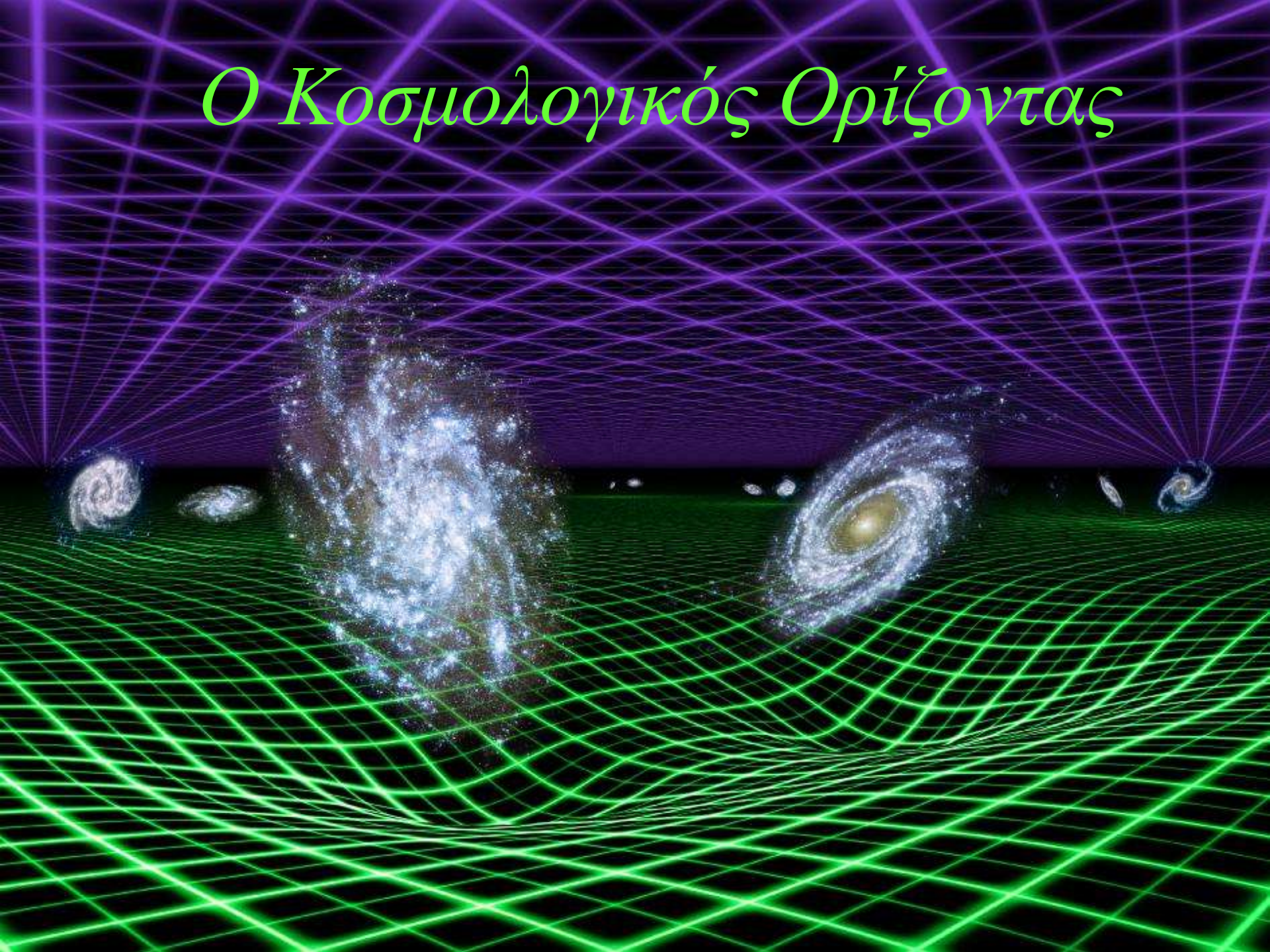
Αυξανόμενης της ακτίνας της (R1, R2, R3), αυξάνεται η πυκνότητα της υλοενέργειας (φαινόμενο Ryle) άρα αυξάνεται η καμπυλότητα εφόσον

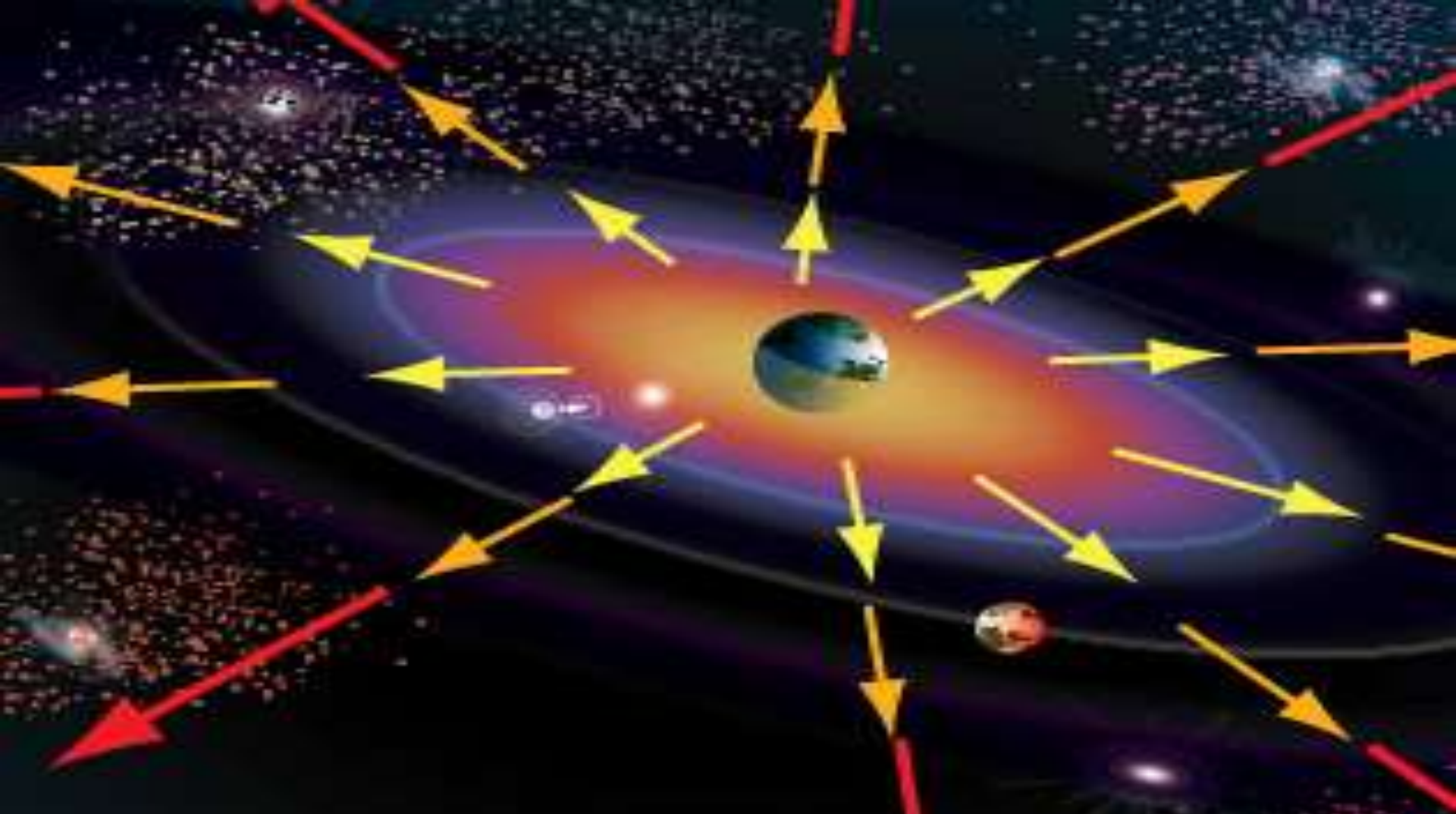
$$(\epsilon = [\pi k R^2 / 3 (k \rho / 6 H^2)] \cdot [(k \rho / 6 H^2) - 1/2])$$

Άρα το Σύμπαν δεν είναι Ευκλείδειο



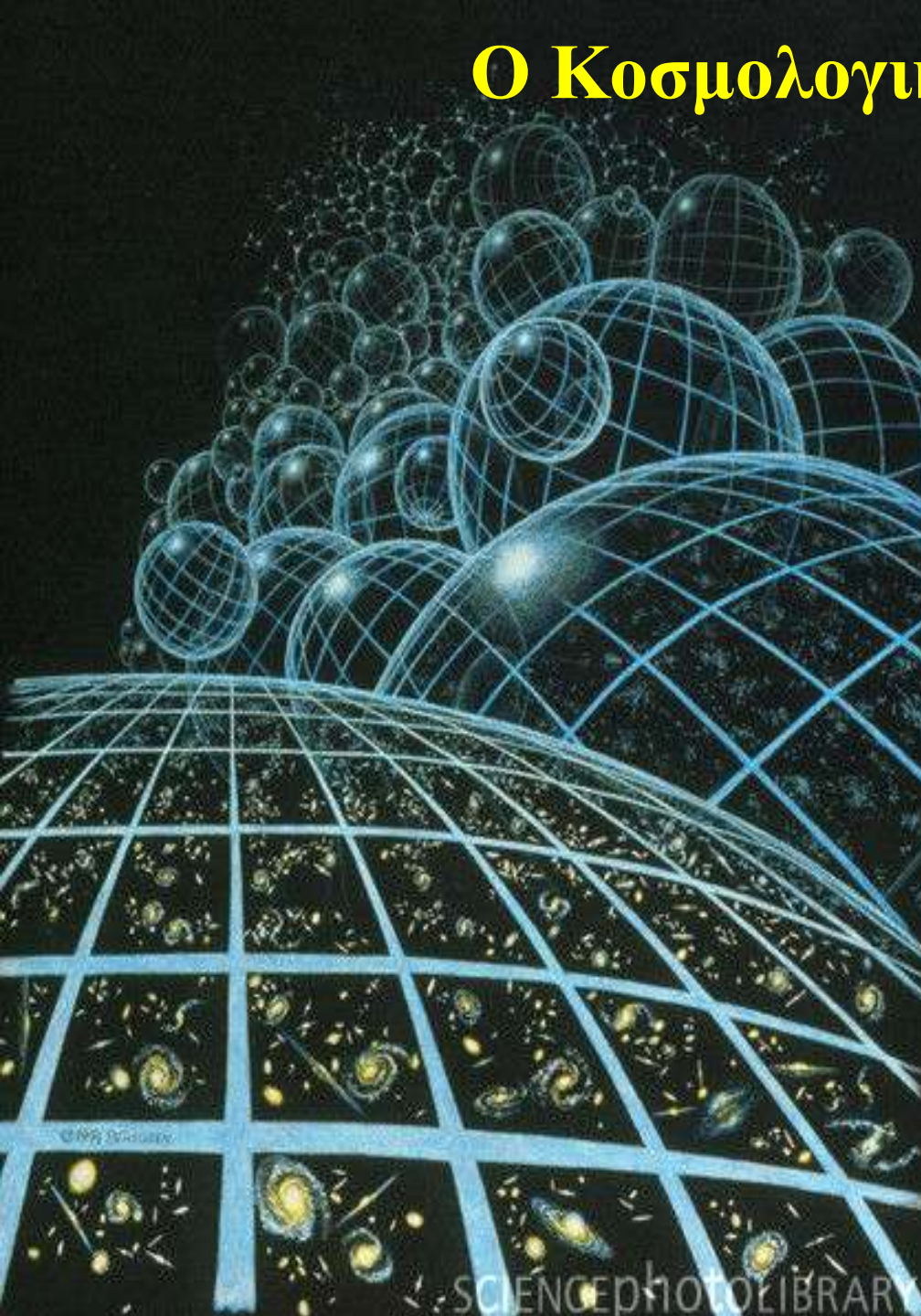
Ο Κοσμολογικός Ορίζοντας





*Σύμφωνα με τον νόμο του Hubble, οι γαλαξίες γύρω
μας απομακρύνονται με ταχύτητα που αυξάνεται
όσο αυξάνεται η απόστασή τους από εμάς*

Ο Κοσμολογικός Ορίζοντας



Στο Σύμπαν όμως δεν μπορούμε να παρατηρήσουμε ταχύτητες μεγαλύτερες του φωτός.

Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να παρατηρήσουμε γαλαξίες που η ταχύτητα απομάκρυνσής τους δεν ξεπερνά την ταχύτητα του φωτός.

Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένας ορίζοντας πέραν του οποίου δεν μπορούμε να παρατηρήσουμε τίποτα

Ο Κοσμολογικός Ορίζοντας

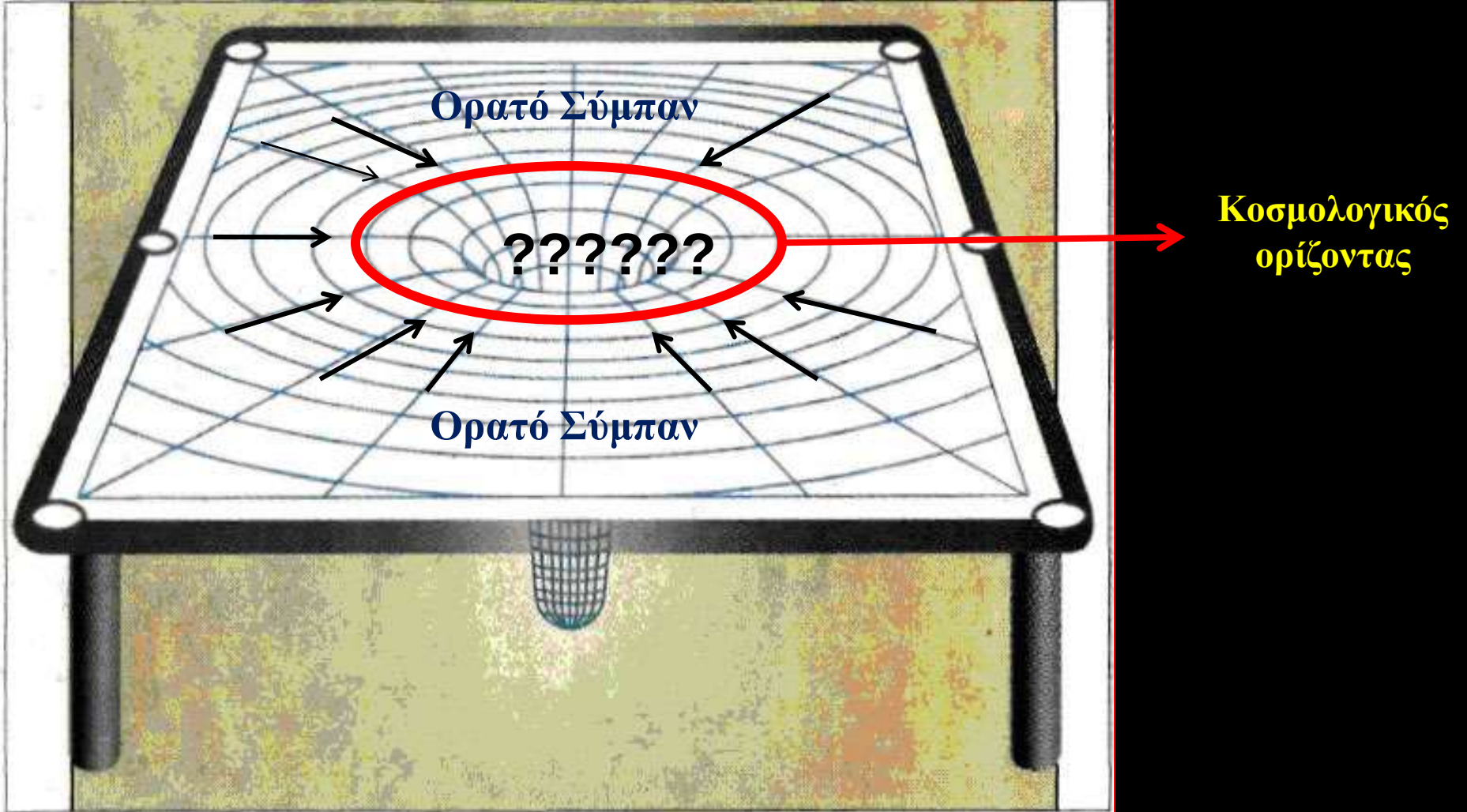


Το παρατηρούμενο Σύμπαν
παρουσιάζει και αυτό έναν
ορίζοντα με τις ιδιότητες του
ορίζοντα της Γής.

Όταν κάτι περάσει τον
ορίζοντα δεν μπορούν να τον
αντιληφθούν οι αισθήσεις μας,
χωρίς αυτό να σημαίνει ότι
αυτό το κάτι έπαψε να υπάρχει

*Τι υπάρχει πέρα από το όριο του
Κοσμολογικού ορίζοντα ;*



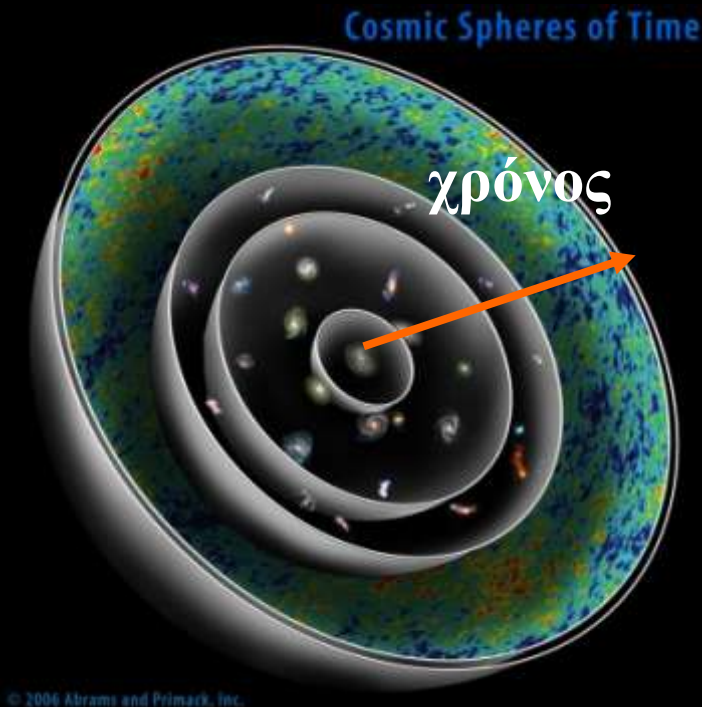


Πέρα από τον κοσμολογικό ορίζοντα τα αντικείμενα
κινούνται με ταχύτητες που είναι μεγαλύτερες του φωτός.
Για το λόγο αυτό δεν γίνονται αντιληπτά από την
ανθρώπινη φυσιολογία



Το ταξίδι προς το παρελθόν

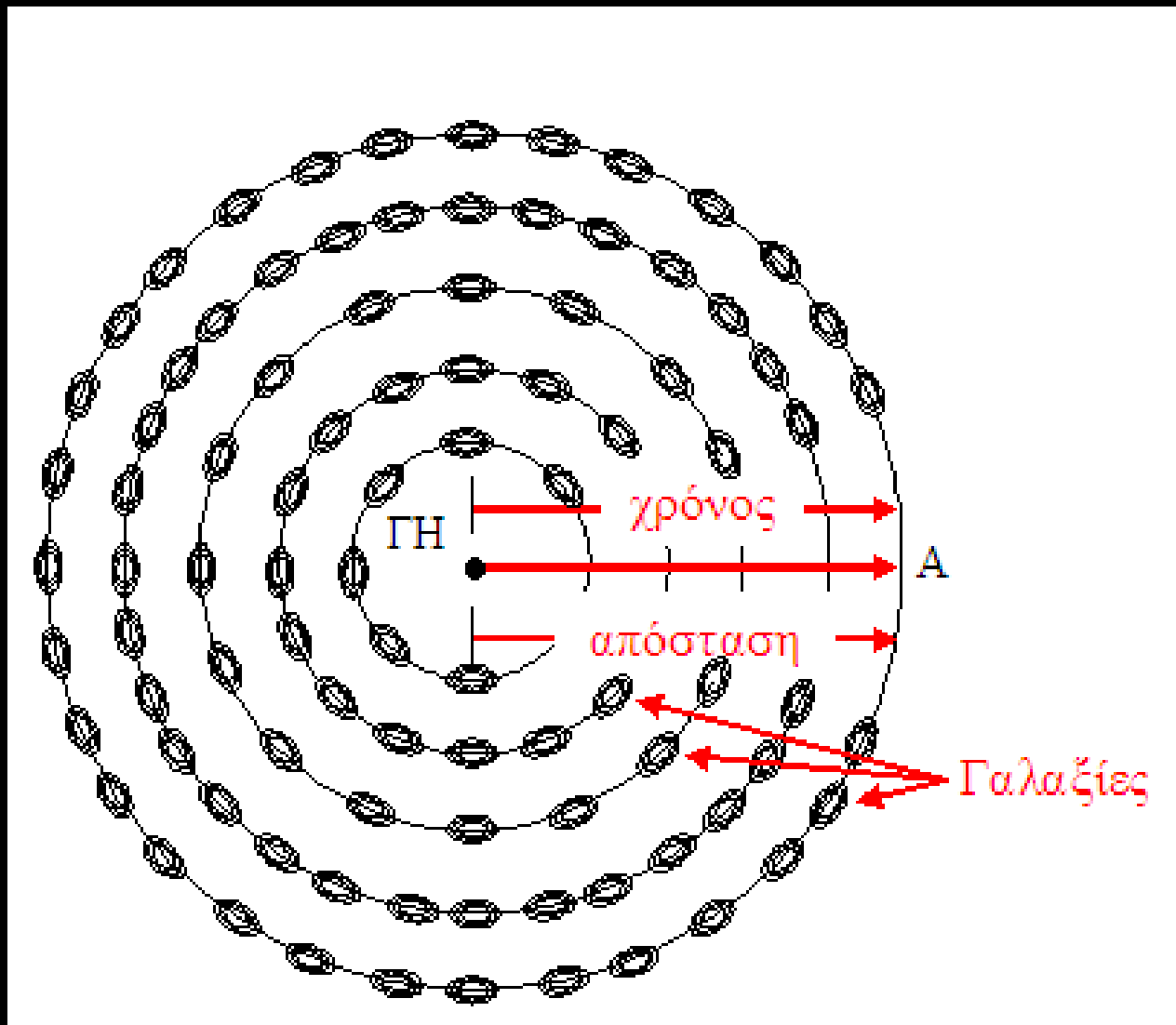
Η παρελθοντική εικόνα του Σύμπαντος



Λόγω του πεπερασμένου της ταχύτητας του φωτός ενώ παίρνουμε την εικόνα μακρινών γαλαξιών αυτοί μπορεί να έχουν ήδη καταστραφεί

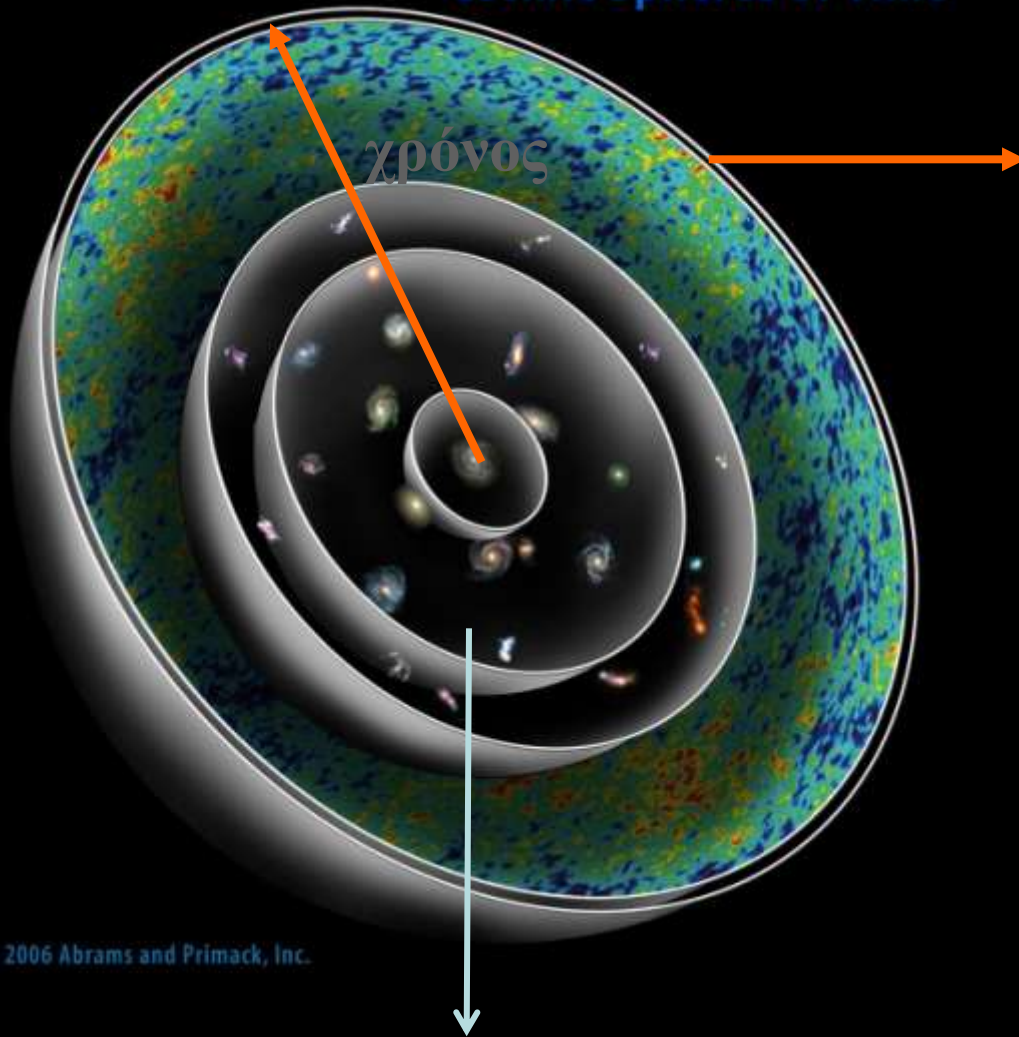
Δεν μελετάμε τους γαλαξίες όπως είναι τώρα αλλά τις παρελθοντικές εικόνες του

Το Σύμπαν των παρατηρήσεων μας αποτελεί μian εικόνα του παρελθόντος του και όχι το πραγματικό τωρινό Σύμπαν.



Μελετώντας Γαλαξίες διαφορετικών αποστάσεων, είναι σαν να μελετάμε την εικόνα του Σύμπαντος σε διαφορετικές εποχές του παρελθόντος του

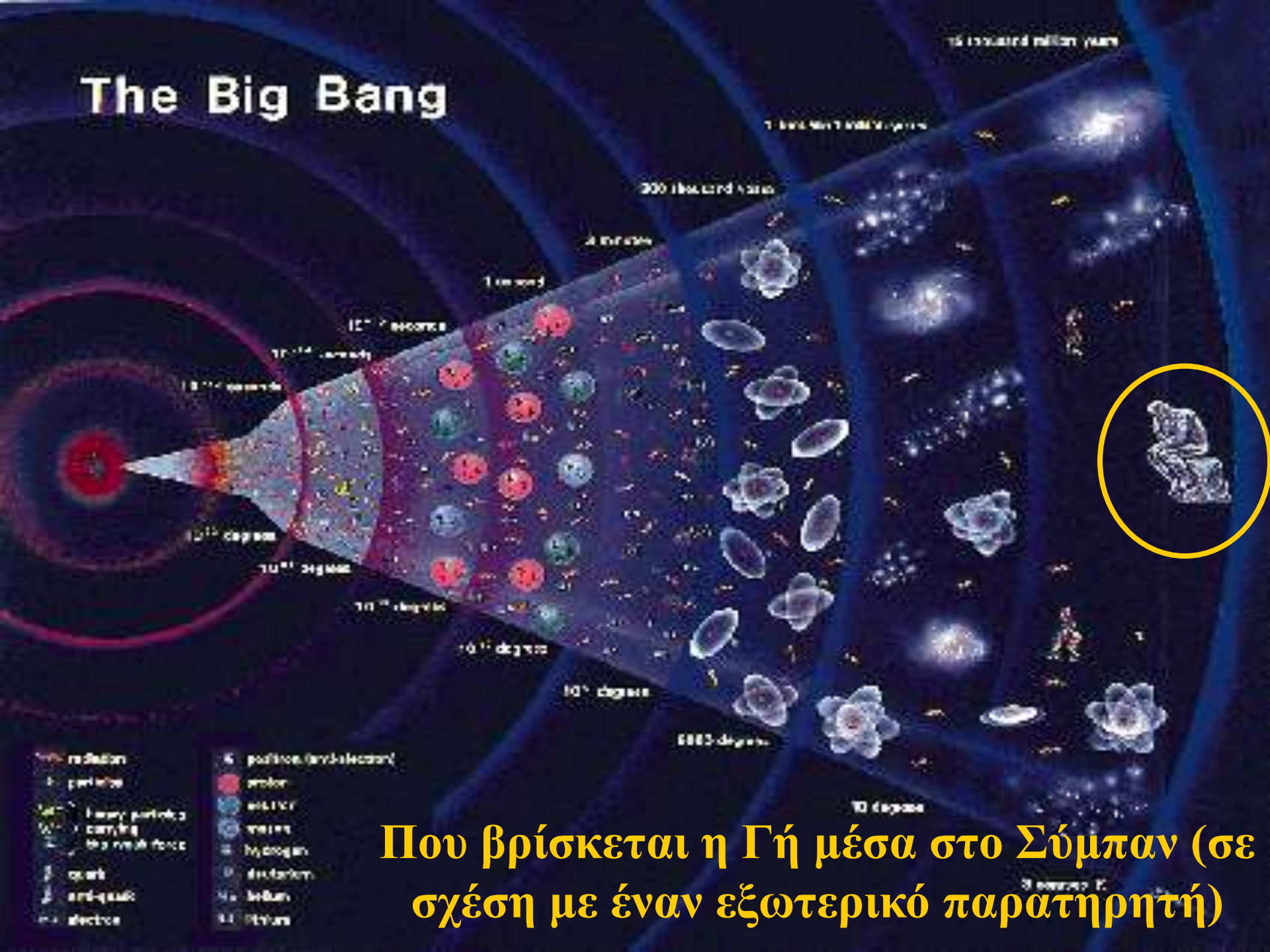
Cosmic Spheres of Time



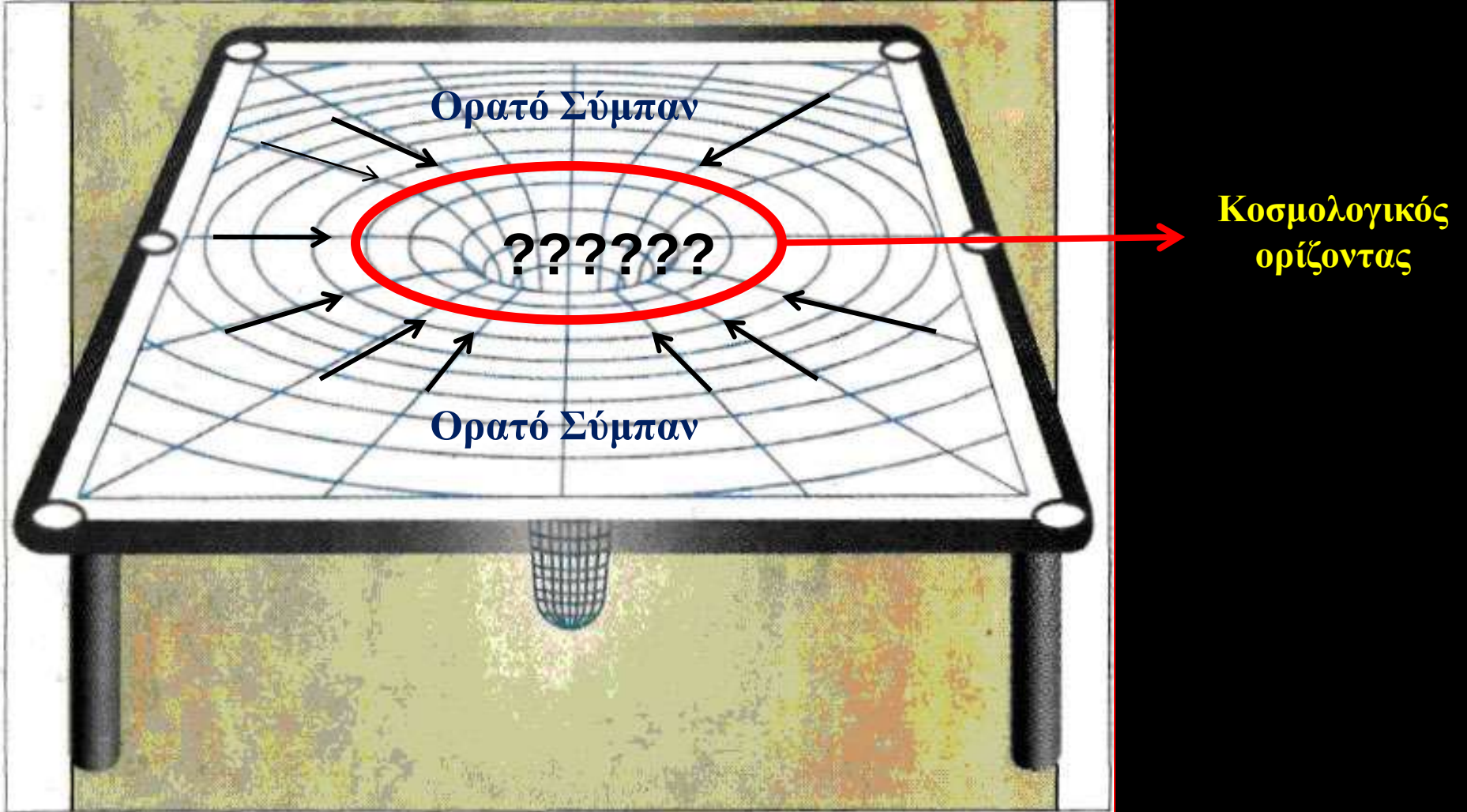
Κοσμολογικός ορίζοντας
Προς Μεγάλη
έκρηξη
Παρελθόν

Το Σύμπαν μας

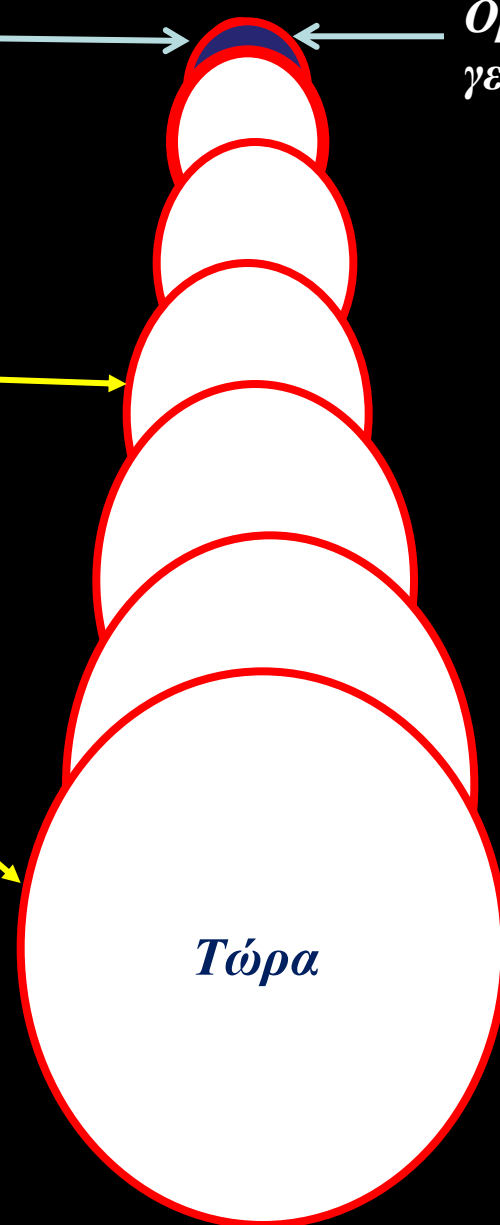
The Big Bang



Που βρίσκεται η Γή μέσα στο Σύμπαν (σε σχέση με έναν εξωτερικό παρατηρητή)



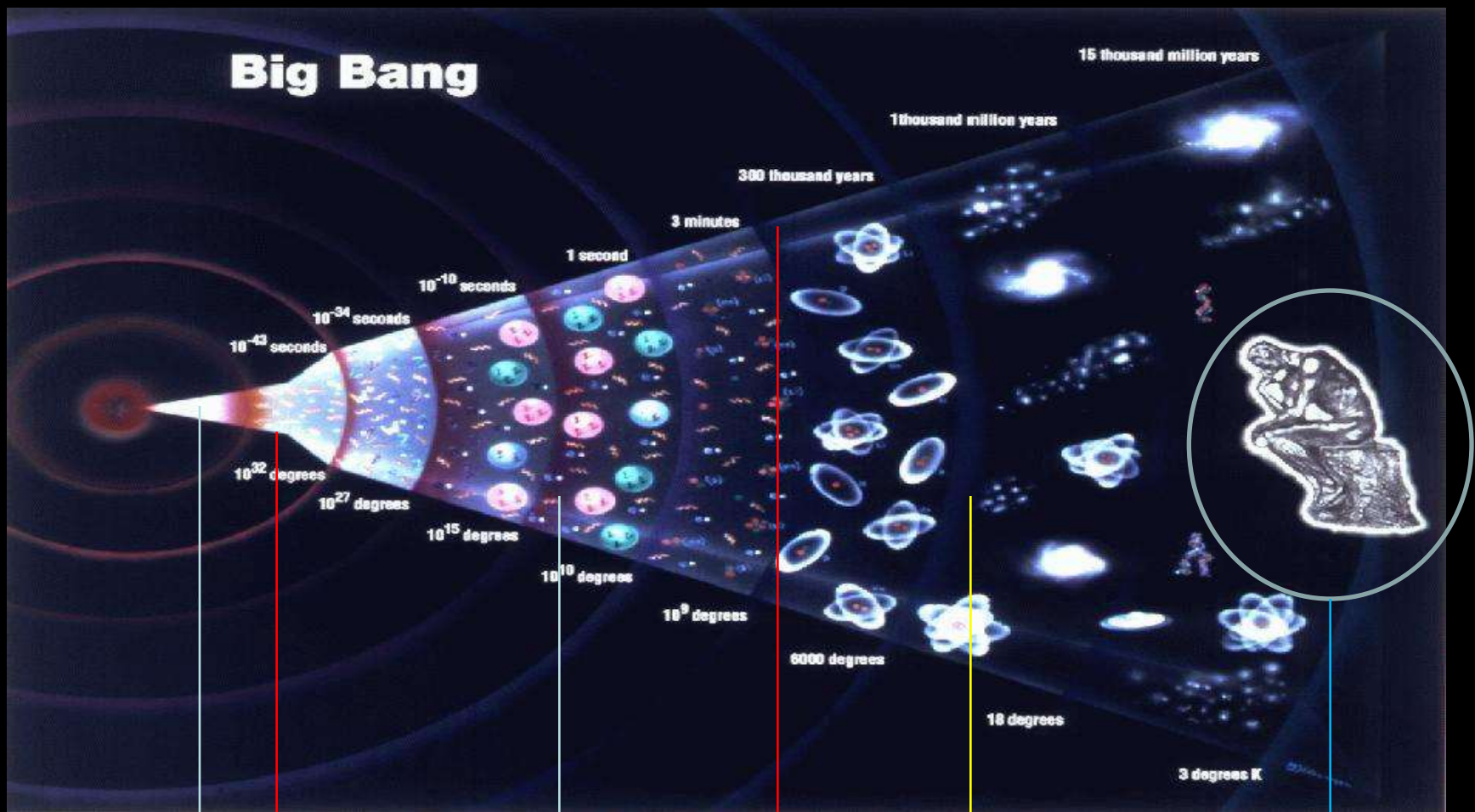
Πέρα από τον κοσμολογικό ορίζοντα τα αντικείμενα
κινούνται με ταχύτητες που είναι μεγαλύτερες του φωτός.
Για το λόγο αυτό δεν γίνονται αντιληπτά από την
ανθρώπινη φυσιολογία



Ορίζοντας γεγονότων

Τώρα

*Το παρατηρούμενο προς τα έξω είναι
στην πραγματικότητα προς τα μέσα*



Θεωρία Πληθωρισμού

Νευτώνεια Φυσική και
Ευκλείδεια Γεωμετρία

Κβαντική Φυσική μη
Ευκλείδεις Γεωμετρίες

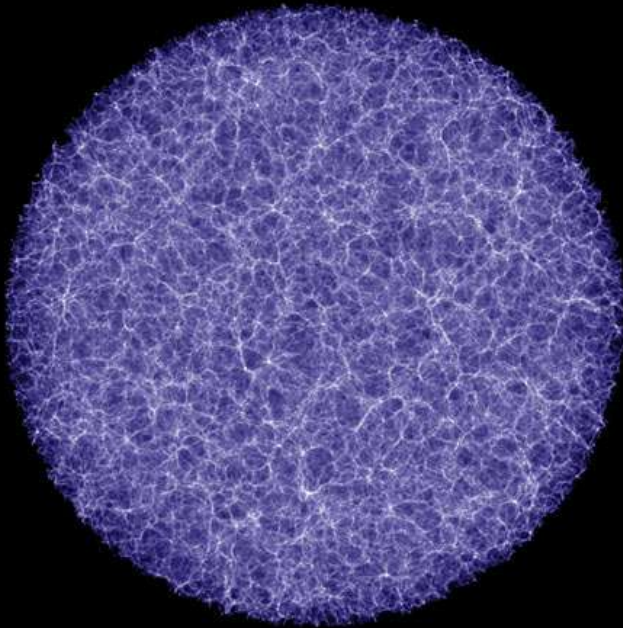
Θεωρία της Σχετικότητας μη
Ευκλείδεις Γεωμετρίες

Μεγάλη Έκρηξη

Κοσμολογικός Ορίζοντας

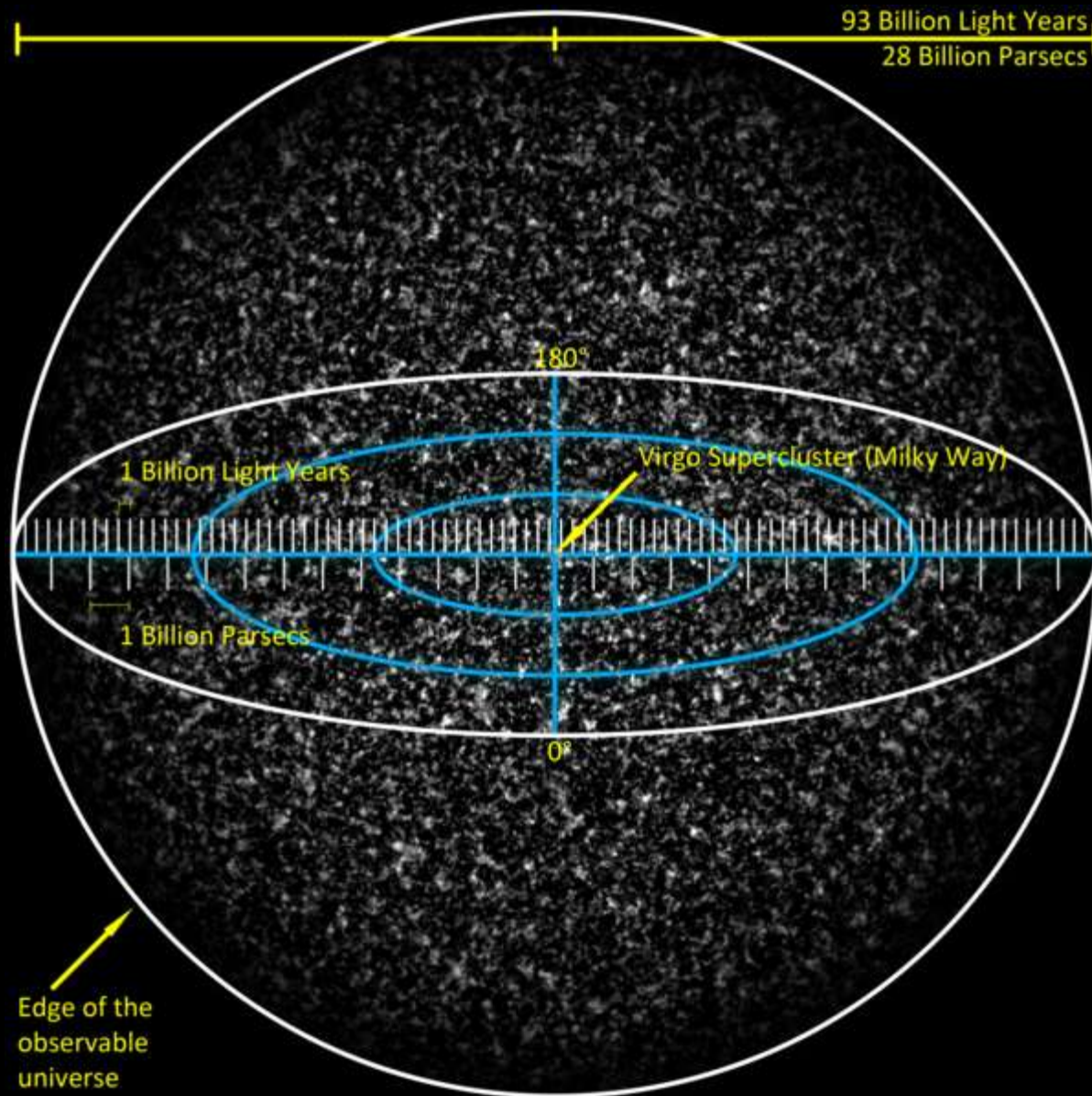
Έννοιες της κλασικής -παρατηρησιακής Κοσμολογίας

Κοσμολογική Αρχή



Όταν λέμε ότι **το Σύμπαν είναι ισότροπο** εννοούμε ότι για έναν σχετικά ακίνητο παρατηρητή, παρουσιάζει τα ίδια φυσικά χαρακτηριστικά προς όποια κατεύθυνση κι αν αυτός το ερευνήσει

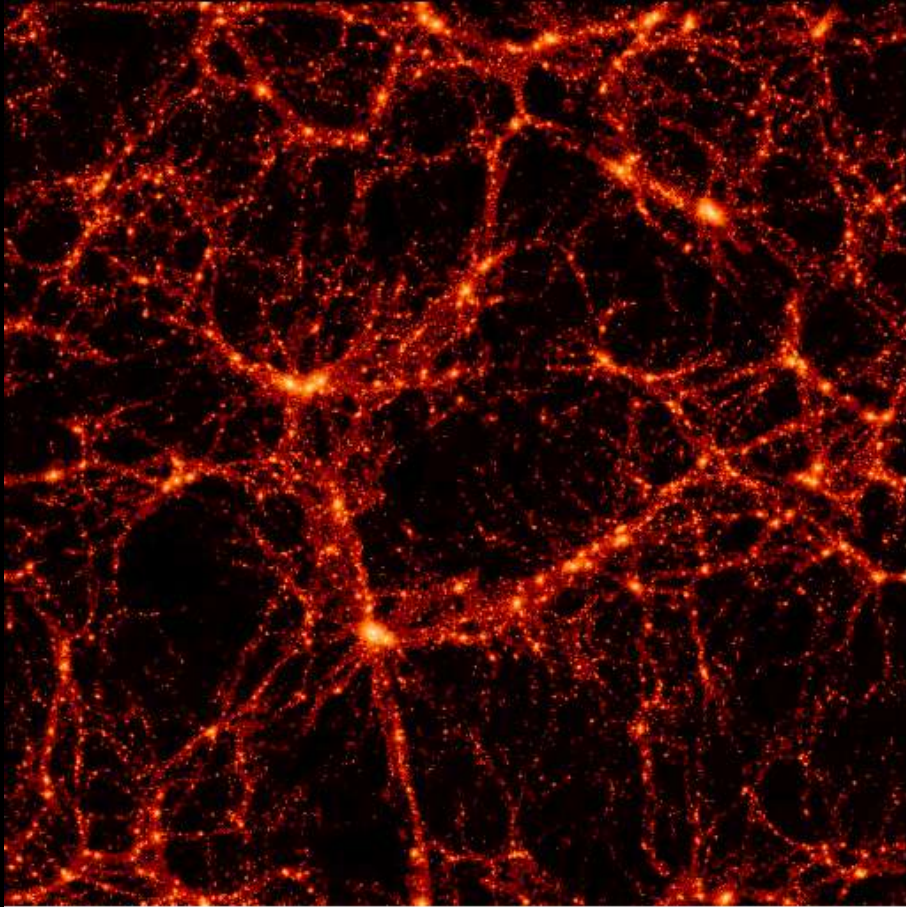
Δίνοντας στο Σύμπαν τον χαρακτηρισμό του ομογενούς εννοούμε ότι από όποιο σημείο του και αν κάνουμε τις παρατηρήσεις μας, θα διαπιστώσουμε ότι γύρω μας επικρατούν οι ίδιες γενικά φυσικές ιδιότητες.



Οι δύο αυτές συμπαντικές αρχές, αναφέρονται ενιαία με το όνομα
«κοσμολογική αρχή».

Ενδείξεις ισχύος της Κοσμολογικής Αρχής

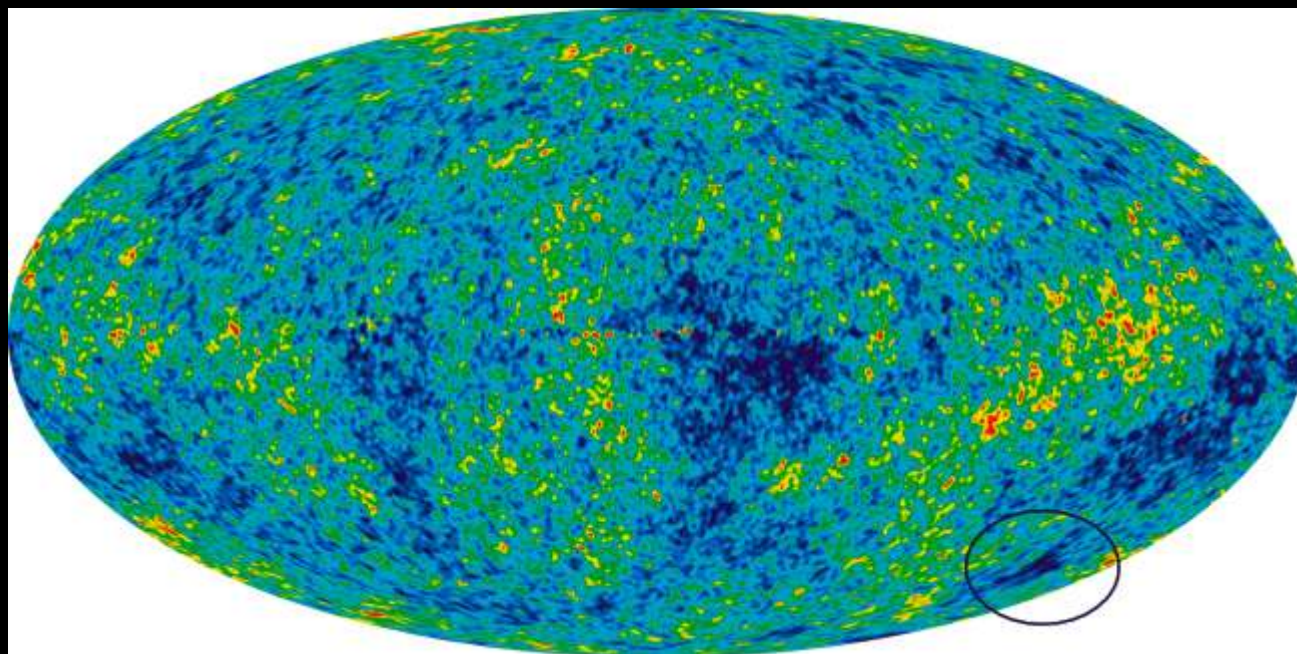
Ισοτροπία



α. Αν λάβουμε υπόψη μας τη μεσοαστρική απορρόφηση που ελαττώνει το φως πολλών γαλαξιών, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η κατανομή των γαλαξιών προς όλες τις διευθύνσεις είναι ισότροπη. Δηλαδή προς οποιανδήποτε διεύθυνση και αν κοιτάξουμε, στη μονάδα του συμπαντικού όγκου, θα εντοπίσουμε τον ίδιο περίπου αριθμό γαλαξιών.



β. Μια δεύτερη ένδειξη της ισοτροπίας του Σύμπαντος αποτελεί η **ένταση της ακτινοβολίας μικροκυμάτων και των ακτίνων X**, που είναι περίπου η ίδια, ασχέτως της διεύθυνσης στην οποία είναι εστραμμένοι οι δέκτες μας.



Ομοιογένεια

Όσον αφορά την ομογένεια του Σύμπαντος, μια πρώτη ένδειξή της έδωσε το 1958 ο **Abell**, ο οποίος μελετώντας την κατανομή των σμηνών γαλαξιών *ανακάλυψε ότι δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά στα δύο γαλαξιακά ημισφαίρια, ούτε σημαντικές μεταβολές συναρτήσει της απόστασης.*

Αποτέλεσμα των ερευνών του ήταν ότι το Σύμπαν παρουσιάζει αρκετές ενδείξεις ομογένειας σε μια κλίμακα της τάξης των 1000 Kpc.

Τέλεια Κοσμολογική Αρχή

Κοσμολογία της Συνεχούς Δημιουργίας



Φρεντ Χόουλ

Κοσμολογική θεωρία που υποστηρίζει ότι στο Σύμπαν γεννιέται συνεχώς ύλη από το μηδέν. Είναι γνωστή και ως θεωρία *Σταθερής Κατάστασης*. Εισηγητές της θεωρίας ήταν το 1948 οι **Φρεντ Χούλ**, **Χέρμαν Μπόντι** και **Τόμας Γκόλντ**, όταν σε ξεχωριστές εργασίες τους υποστήριζαν ότι εκτός της **Κοσμολογικής Αρχής** πρέπει το Σύμπαν να είναι και **σταθερής πυκνότητας**. Αυτό ονομάστηκε **τέλεια Κοσμολογική Αρχή**. Δεδομένης όμως της πειραματικά διαπιστωμένης διαστολής του Σύμπαντος για να παραμείνει σταθερή η πυκνότητά του θα έπρεπε να δημιουργείται **ύλη από το μηδέν**.



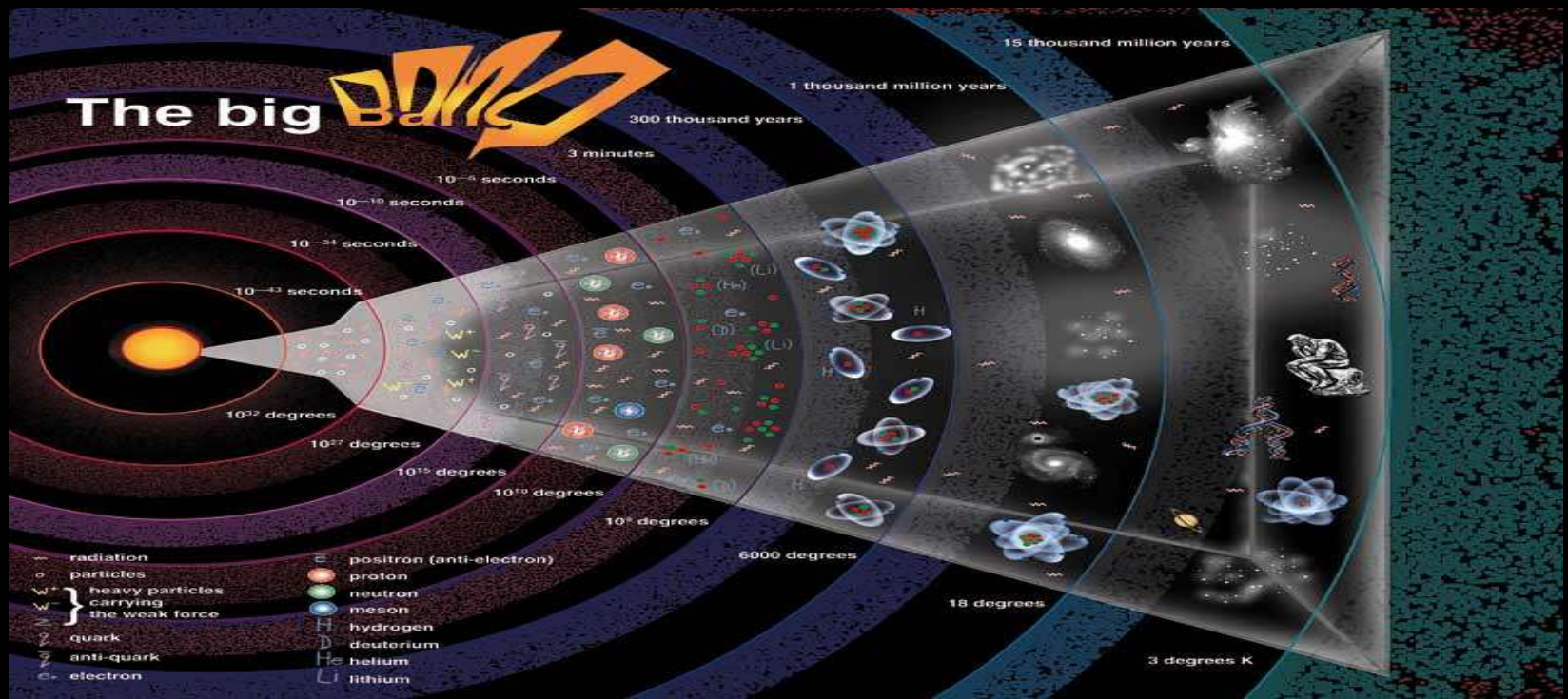
Η θεωρία προχώρησε με την διατύπωση του Σερ Φρέντ Χόουλ που υποστήριξε ότι η δημιουργία από την ανυπαρξία ενός ατόμου υδρογόνου ανά κυβική παλάμη κάθε 1,000,000,000 έτη είναι δυνατή και ικανή να κρατήσει την πυκνότητα του Σύμπαντος σταθερή. Αξίζει να σημειωθεί ότι, μολονότι δημιουργείται νέα ύλη από το μηδέν, το μοντέλο κατορθώνει να διατηρήσει την συνολική ποσότητα ενέργειας στο Σύμπαν σταθερή. Το μοντέλο κατορθώνει έτσι να είναι συμβατό με τις θεμελιώδεις αρχές διατήρησης της Φυσικής

Θεώρημα Hogging Penrose



Το 1969 οι Άγγλοι θεωρητικοί αστροφυσικοί Stephen Hawking (1942-) και Roger Penrose (1931-), διατύπωσαν το επόμενο θεώρημα: Οποιοδήποτε Σύμπαν που πληροί τις παρακάτω συνθήκες προέρχεται από μια μαθηματική ανωμαλία. Οι συνθήκες αυτές είναι:

- α.** Αληθεύει η Θεωρία της Σχετικότητας.
- β.** Δεν υπάρχουν κλειστές χρονοειδείς καμπύλες, δηλαδή τίποτα δεν μπορεί να επιστρέψει στο παρελθόν του.
- γ.** Ο χώρος δεν παρουσιάζει καμπυλότητα μηδέν.
- δ.** Υπάρχει μια κλειστή χρονοειδής υπερεπιφάνεια, γεγονός που φαίνεται να εξασφαλίζεται από την παρατηρηθείσα ισοτροπία της ακτινοβολίας μικροκυμάτων.
- ε.** Η ενέργεια του Σύμπαντος έχει πάντα θετικές τιμές.



Ενδιαφέρον είναι να σημειωθεί ότι το θεώρημα των Hawking και Penrose δεν προϋποθέτει την απόλυτη ομογένεια και ισοτροπία του Σύμπαντος.

Τελικά το συμπέρασμα στο οποίο μπορούμε να καταλήξουμε βάσει του προηγούμενου θεωρήματος είναι ότι όλα τα ανισότροπα και ανομοιογενή μοντέλα Συμπάντων, που είναι συμβατά με τα γενικά χαρακτηριστικά του παρατηρούμενου Σύμπαντος προβλέπουν ως αρχή τους ένα αρχικό ανώμαλο σημείο (σημειακή ιδιομορφία).

Το παράδοξο του Olbers

Στις αρχές του περασμένου αιώνα είχε συγκροτηθεί μια εικόνα του Σύμπαντος που περιγραφόταν από τις επόμενες τέσσερις βασικές παραδοχές:

α. **Το Σύμπαν είναι ομογενές** δηλαδή η πυκνότητα των αστεριών καθώς και η συνολική ενέργειά τους στη μονάδα του χρόνου είναι ανεξάρτητη από τη θέση του παρατηρητή μέσα σ' αυτό.

β. **Ο συμπαντικός χώρος είναι ευκλείδειος και το Σύμπαν άπειρο.**

γ. **Η μέση τιμή της ενέργειας των αστεριών παραμένει σταθερή με την πάροδο του χρόνου.**

δ. **Το Σύμπαν είναι στατικό**, δηλαδή δεν μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου.

Γνωρίζοντας όλα τα προηγούμενα ο Γερμανός αστρονόμος **Heinrich Wilhelm Olbers** (1758-1840) διατύπωσε το 1826 μια «αφελή», εκ πρώτης όψεως, ερώτηση:

«Γιατί ο ουρανός είναι σκοτεινός τη νύχτα;»

Μια επιπόλαια απάντηση στο ερώτημα αυτό θα μπορούσε να είναι η ακόλουθη:

«Διότι δεν υπάρχουν αρκετά αστέρια στον ουρανό ή ακόμα ότι το φως των αστεριών που υπάρχουν δεν είναι αρκετά έντονο».

Με βάση τις τέσσερις προηγούμενες κοσμολογικές παραδοχές της περιόδου εκείνης, οι αστρονόμοι είχαν τη δυνατότητα να υπολογίσουν ότι η συνολική ενέργεια που θα έπρεπε να στέλνουν τ' αστέρια κατά τη διάρκεια της νύχτας ήταν αρκετή, ώστε ο ουρανός μετά τη δύση του Ήλιου να είναι το ίδιο λαμπρός όσο και τη μέρα.

Στο σημείο αυτό, λοιπόν, η θεωρητική κοσμολογική άποψη εκείνης της περιόδου συγκρουόταν με την πραγματικότητα, δημιουργώντας ένα πραγματικό παράδοξο, που από τότε αναφέρεται ως **«παράδοξο του Olbers»**, σύμφωνα με το οποίο ένα άπειρο Σύμπαν θα έπρεπε κατ' ανάγκη να έχει έναν λαμπρό ουρανό τη νύχτα εξαιτίας των απείρων λαμπρών άστρων που περιέχει.

Το παράδοξο ερώτημα του *Olbers* οδήγησε σε μια δραστική αναθεώρηση των κοσμολογικών ιδεών

Η αμφισβήτηση της ομοιογένειας του Σύμπαντος μπορεί να οδηγεί στη λύση του προβλήματος, αλλά είναι ισχυρή η βεβαιότητα της αλήθειας της.

Η μεταβολή της γεωμετρίας του συμπαντικού χώρου, αποδεικνύεται ότι δεν δίνει λύση στο πρόβλημα.

Αν απορρίψουμε την άποψη ότι η μέση τιμή της ενέργειας των αστεριών είναι σταθερή στον χρόνο, γεγονός που αληθεύει, και αν συγχρόνως θεωρήσουμε ότι η ύλη γεννήθηκε εφ' άπαξ, τότε το παράδοξο λύνεται.

Αν όμως δεχθούμε ότι συνεχώς δημιουργείται ύλη από το μηδέν, το παράδοξο παραμένει και δεν απομένει παρά να αμφισβητήσουμε την τελευταία παραδοχή μας, τη στατικότητα του Σύμπαντος.

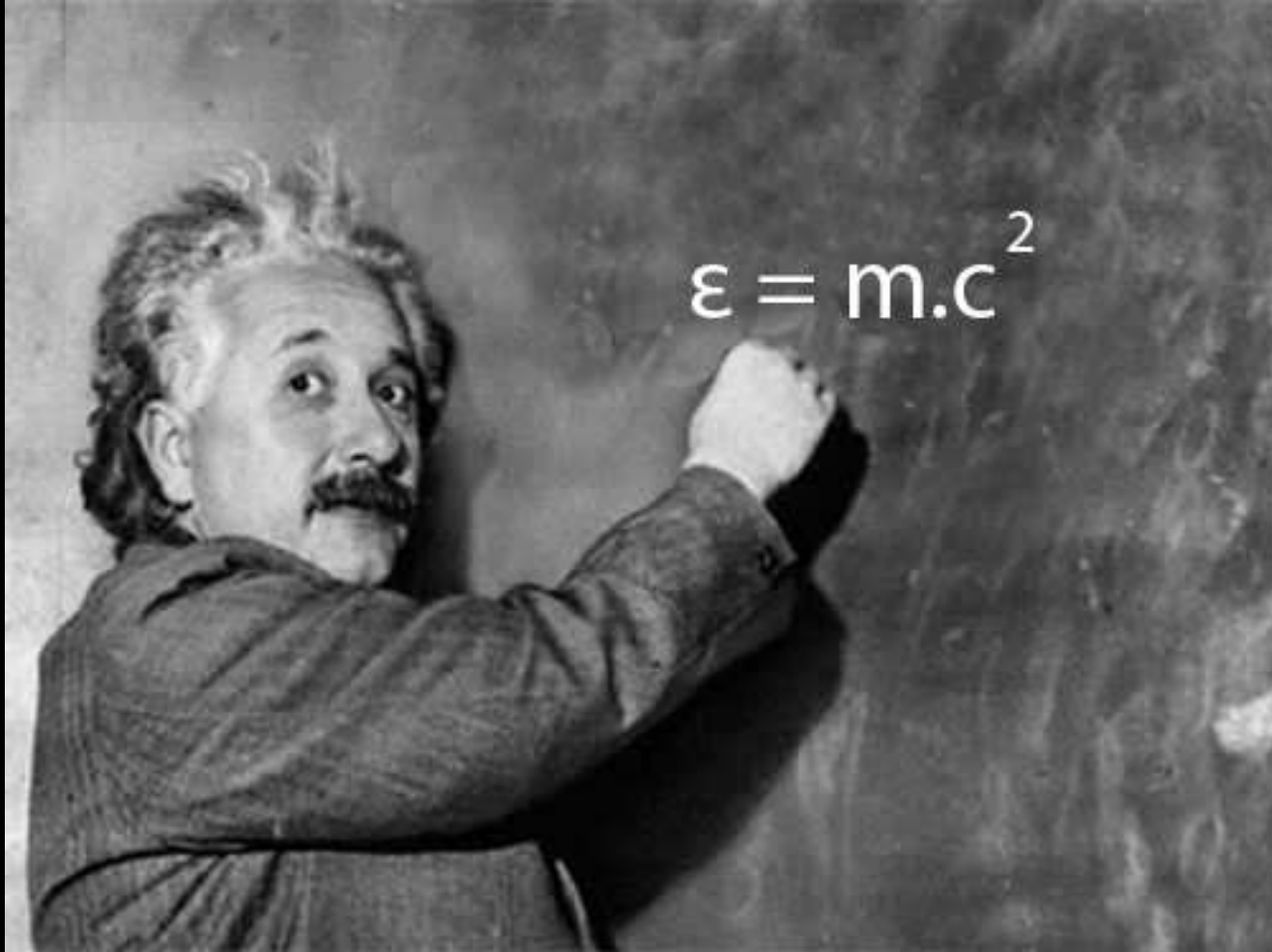
. Η απόρριψη της στατικότητας και η παραδοχή της διαστολής του Σύμπαντος δίνει σε κάθε περίπτωση λύση στο παράδοξο.

Με τον προηγούμενο τρόπο η διερεύνηση της ορθότητας των τεσσάρων βασικών κοσμολογικών παραδοχών έκανε τους αστρονόμους να καταλήξουν στα επόμενα κοσμολογικά συμπεράσματα που δίνουν λύση στο παράδοξο:

Στην περίπτωση που το Σύμπαν είναι στατικό, συμπαντική ύλη δημιουργήθηκε εφ' άπαξ και η ηλικία του είναι πεπερασμένη.

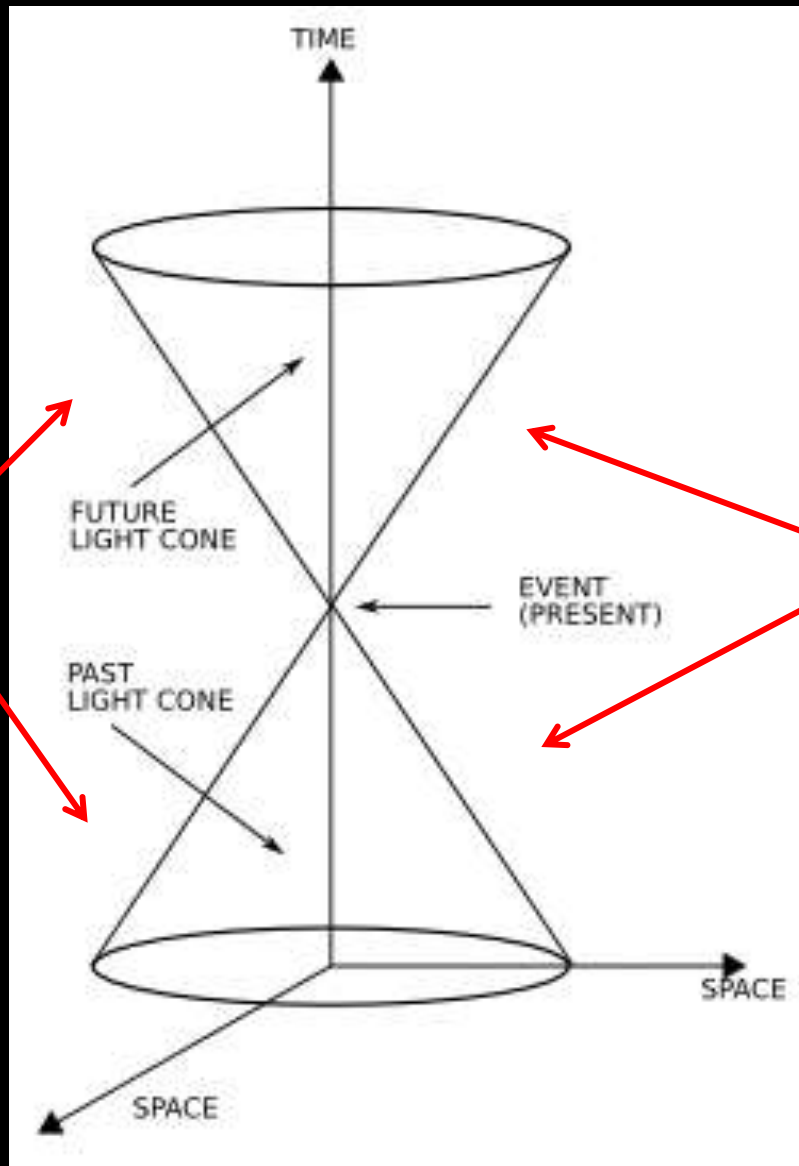
Στην περίπτωση που το Σύμπαν είναι διαστελλόμενο και δεν δημιουργείται συνεχώς νέα ύλη, υπάρχει ένα αρχικό σημείο διαστολής και η ηλικία του είναι πεπερασμένη. **Στην αντίθετη περίπτωση,** της συνεχούς δημιουργίας ύλης, το Σύμπαν έχει άπειρη ηλικία, ενώ συγχρόνως η ηλικία των αντικειμένων του είναι πεπερασμένη.

Κοσμολογία και σχετικότητα



Κώνος Φωτός

Οπουδήποτε αλλού

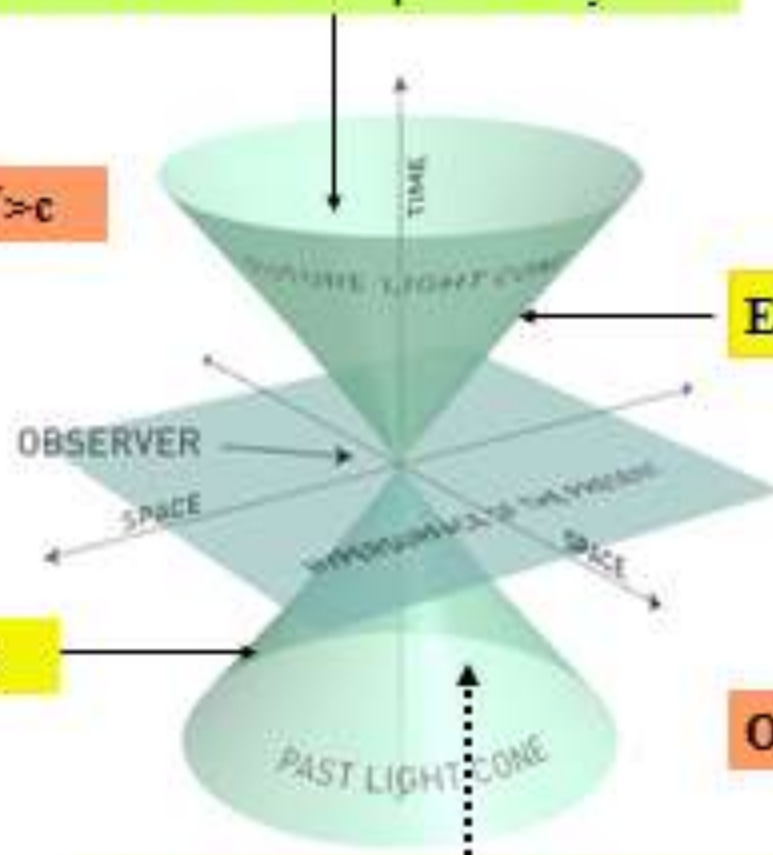


Οπουδήποτε αλλού

Μέσα στον κώνο του μέλλοντος $V < c$

Οπουδήποτε αλλού $V > c$

Επιφάνεια Κώνου $V = c$

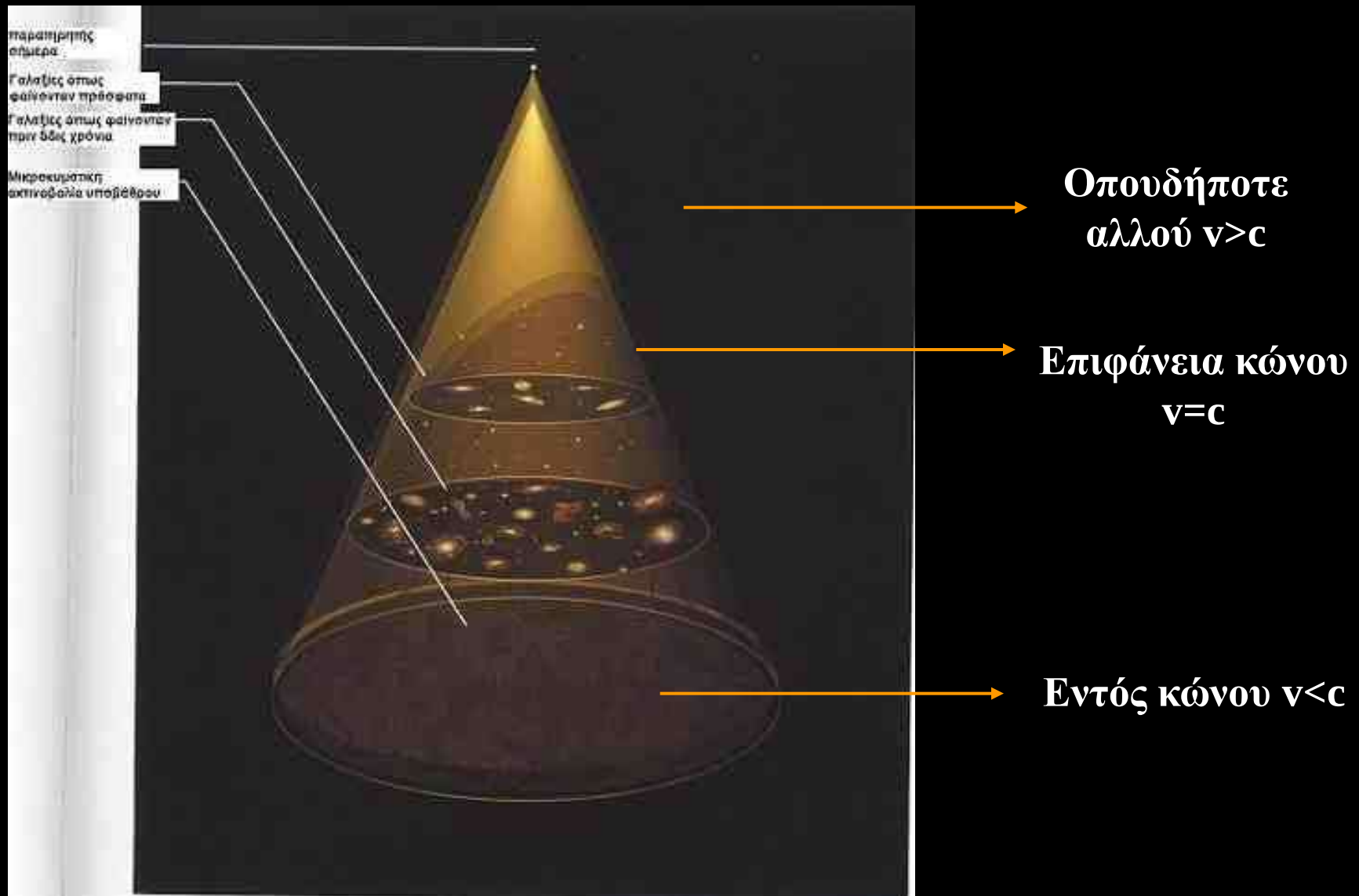


Επιφάνεια Κώνου $V = c$

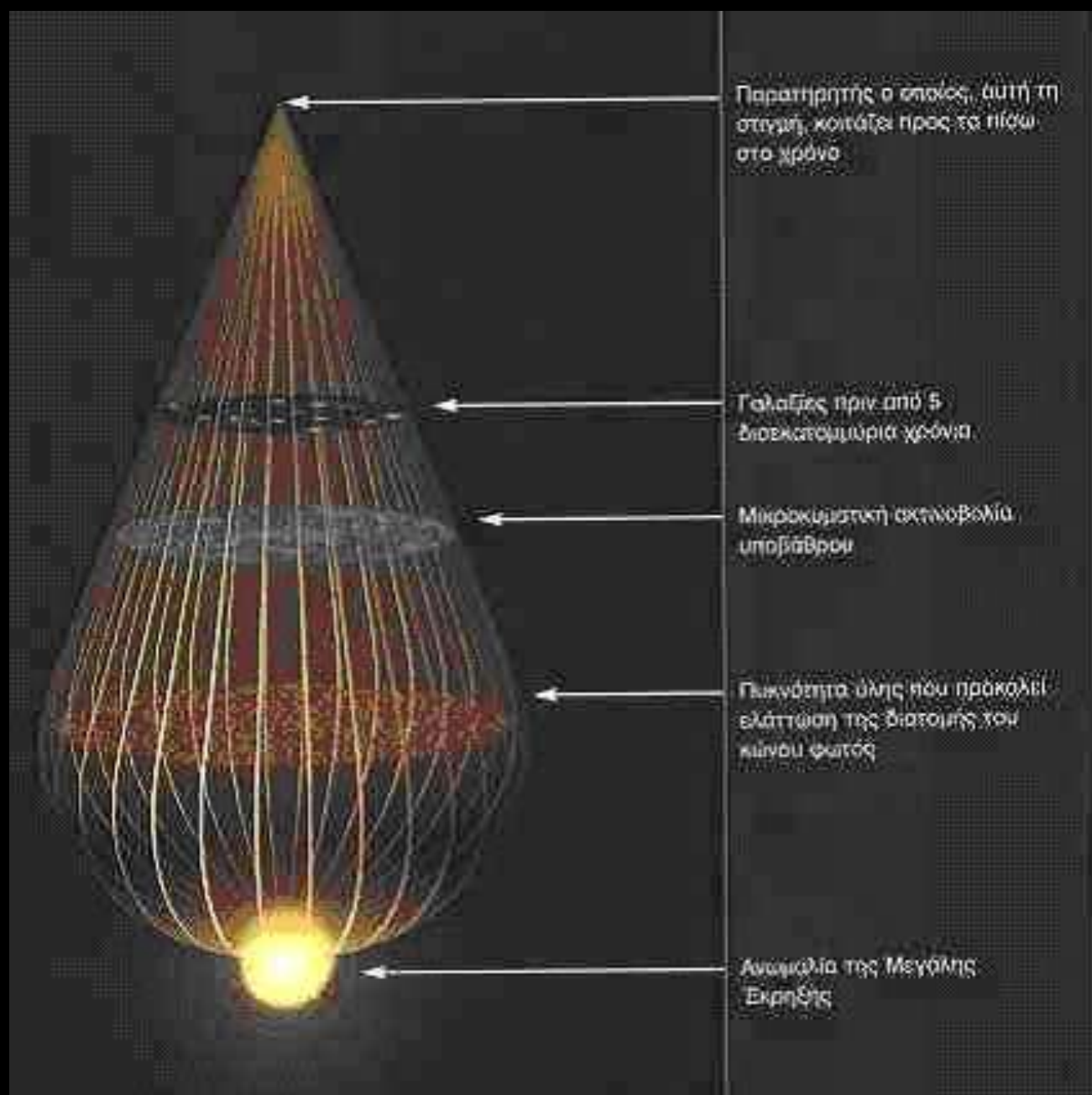
Οπουδήποτε αλλού $V > c$

Μέσα στο χώρο του παρελθόντος $V < c$

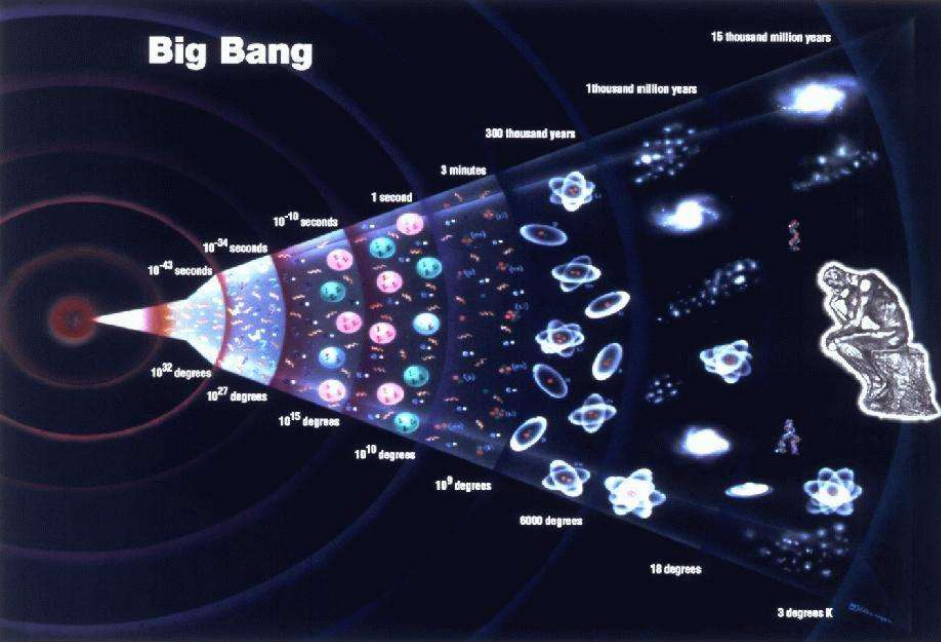
Ο χώρος του κώνου του παρελθόντος είναι το παρατηρούμενο σύμπαντος. Υπάρχουν περιοχές του σύμπαντος με $V > c$ αλλά βρίσκονται εκτός των δυνατοτήτων των αισθήσεών μας.



Το παρατηρούμενο Σύμπαν αποτελεί
τον κώνο του παρελθόντος

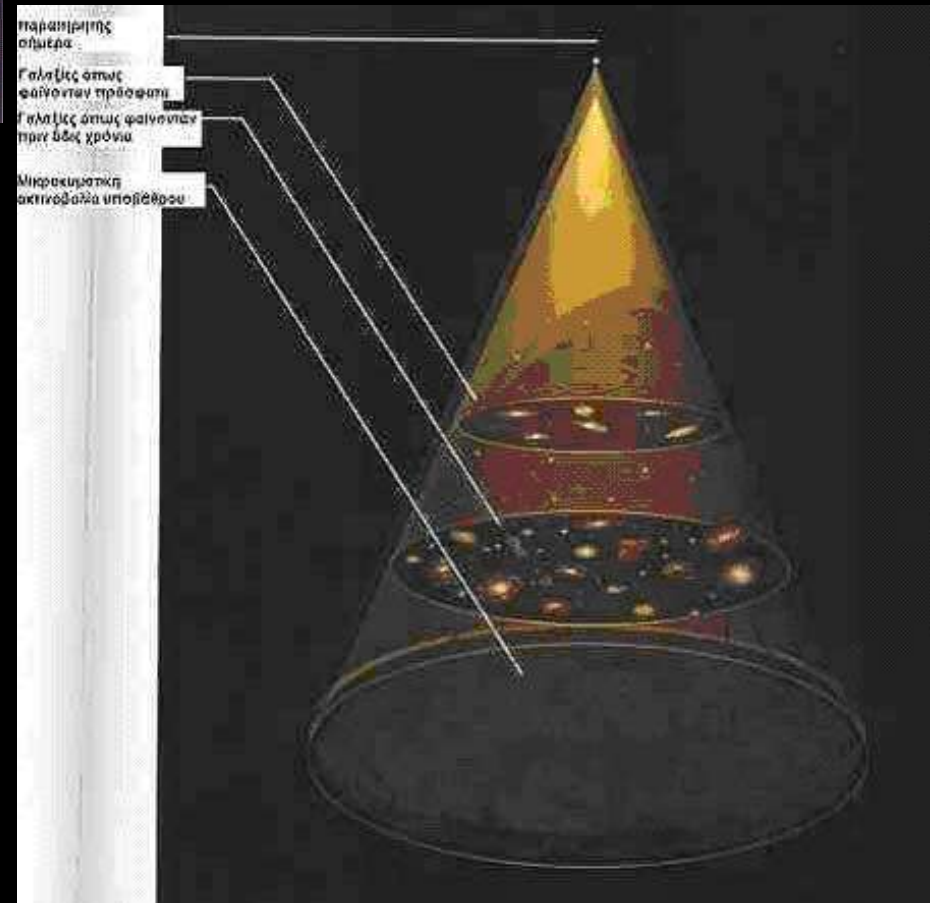


Big Bang



Η Κοσμολογική Πραγματικότητα

Τι παρατηρούμε



Συνοπτικά οι βασικές εξισώσεις πεδίου οι οποίες προκύπτουν από τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας έχουν τη μορφή:

$$G_{\mu\nu} = k T_{\mu\nu} \quad (1)$$

όπου ο παράγοντας k ισούται με: $k = 8\pi G/c^4$

G είναι η **παγκόσμια σταθερά της βαρύτητας** και c η **ταχύτητα του φωτός**.

$T_{\mu\nu}$ είναι ο **τανυστής ενέργειας και ύλης** και εξαρτάται από την κατανομή της ύλης και της ενέργειας **στον** χώρο.

Ο παράγοντας $G_{\mu\nu}$, **τανυστής Einstein**, δίνεται αναλυτικά από τη σχέση: $G_{\mu\nu} = R_{\mu\nu} - 1/2 g_{\mu\nu} R$ όπου:

$R_{\mu\nu}$ ονομάζεται **τανυστής Ricci**.

$g_{\mu\nu}$ ονομάζεται **μετρικός τανυστής** (metric tensor) με 16 συνιστώσες $g_{\mu\nu}(x, y, z, t)$ από τις οποίες ορίζεται η απόσταση dS μεταξύ δύο σημείων x_μ και $x_\mu + dx_\mu$ μέσω της εξίσωσης: $dS^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu$.

Τέλος, η ποσότητα:

$R = g_{\mu\nu} R_{\mu\nu}$ ονομάζεται **βαθμωτή καμπυλότητα (scalar curvature)**.

Επειδή όμως ο Αϊνστάιν αρχικά πίστευε ότι **το Σύμπαν είναι στατικό** και ακόμα ότι η στατικότητα αυτή δεν μπορεί να προκύψει ως λύση των προηγούμενων εξισώσεων πεδίου, πρόσθεσε σ' αυτές έναν επιπλέον αυθαίρετο παράγοντα δίνοντας στις εξισώσεις πεδίου τη μορφή:

$$G_{\mu\nu} + \lambda g_{\mu\nu} = kT_{\mu\nu}$$

Ο παράγοντας $\lambda (\neq 0)$ ονομάζεται **κοσμολογική σταθερά**.

ο Βέλγος αστροφυσικός **abbé G.E. Lemaitre** (1894-1966) απέδειξε ότι **η στατική λύση που πρότεινε ο Αϊνστάιν δεν είναι ευσταθής** και πως η παραμικρή διαταραχή οδηγούσε σε συμπαντικά μοντέλα διαστελλόμενα ή παλλόμενα. Αυτό σημαίνει ότι παρά την αυθαίρετη εισαγωγή τού επιπλέον παράγοντα η στατική λύση δεν επετεύχθη.

Λόγω των όσων αναφέρθηκαν, τόσο ο Αϊνστάιν όσο και οι μετά απ' αυτόν κοσμολόγοι, χρησιμοποίησαν τις εξισώσεις πεδίου δεχόμενοι ότι **$\lambda=0$** .

Τα συμπαντικά μοντέλα που προκύπτουν απ' αυτήν την παραδοχή ονομάζονται **«μοντέλα Friedmann-Lemaitre»**.

Όπως απέδειξε ο Βέλγος αστροφυσικός **abbé Lemaitre**, από τις εξισώσεις πεδίου (1) προκύπτουν οι δύο επόμενες βασικές συνθήκες:

$$(4/3)\pi R^3(t)\rho = M = \text{σταθ.} > 0 \quad (2)$$

$$(dR/dt)^2 = kM/4\pi R(t) + (\lambda R^2(t)/3) - \varepsilon \quad (3)$$

όπου **R(t)** είναι μια συνάρτηση που εξαρτάται μόνο από τον χρόνο και ονομάζεται «**παράγων κλίμακος**» ή «**ακτίς του Σύμπαντος**», **ρ** η πυκνότητα της ύλης του Σύμπαντος, **M** η συνολική μάζα του και **ε** ο παράγων καμπυλότητας, ο οποίος υποδηλώνει το είδος της γεωμετρίας του Σύμπαντος παίρνοντας κατά περίπτωση τις τιμές:

ε=-1 αν το Σύμπαν είναι υπερβολικό* (μη ευκλείδειο),

ε=+1 αν το Σύμπαν είναι σφαιρικό* (μη ευκλείδειο), και

ε=0 αν το Σύμπαν είναι ευκλείδειο (επίπεδο).

Η πρώτη σχέση, δηλώνει ότι **η συνολική ποσότητα υλοενέργειας του Σύμπαντος παραμένει σταθερή, όσο και αν μεταβληθεί η ακτίνα του $R(t)$** . Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι δυνατή η γένεση ύλης και ενέργειας από το τίποτα.

Η δεύτερη σχέση είναι **μια διαφορική εξίσωση της οποίας κάθε μία από τις λύσεις οδηγεί και σε ένα διαφορετικό μοντέλο εξέλιξης του Σύμπαντος**.

Με τον τρόπο αυτόν δημιουργούνται δύο βασικές σειρές κοσμολογικών μοντέλων:

1. Αν ισχύουν οι συνθήκες:

α. $\epsilon=0$ και $\lambda>0$ ή

β. $\epsilon=-1$ και $\lambda>0$ ή

γ. $\epsilon=+1$ και $\lambda>\lambda_c$ όπου $\lambda_c = 64\pi^2/9\kappa^2 M^{29}$,

τότε η ακτίνα του Σύμπαντος θα αυξάνεται συνεχώς εκκινώντας από την κατάσταση $R(t)=0$, όταν $t=0$. Σ' αυτή δηλαδή την περίπτωση **θα διαστέλλεται επ' άπειρον**.

2. Αν ισχύουν οι συνθήκες:

α. $\epsilon=0$ και $\lambda<0$ ή

β. $\epsilon=-1$ και $\lambda<0$ ή

γ. $\epsilon=+1$ και $\lambda<\lambda_c$

τότε το Σύμπαν εκκινώντας από την κατάσταση $R=0$, όταν $t=0$, θα φθάσει σε μια κατάσταση μέγιστης διαστολής, όπου η ακτίνα του ($R_{\max}$) θα εξαρτάται από την ολική μάζα του.

Από το σημείο αυτό και έπειτα **θα αρχίσει να συστέλλεται**

Ενδιαφέρον είναι να αναφερθεί ότι **η στατική λύση** του Αϊνστάιν (1917) προκύπτει αν

$$\varepsilon=+1, \lambda=\lambda_c.$$

Στην περίπτωση αυτή, η ακτίνα του στατικού Σύμπαντος θα είναι

$$R_{\max}=1/\text{τετραγωνική ρίζα του } \lambda.$$

Στην περίπτωση που δεχθούμε ότι $\lambda=0$, τότε από τις σχέσεις (2) και (3) προκύπτει η επόμενη σχέση:

$$\varepsilon=(\pi k R^2/3q).(q-1/2) \quad (4)$$

όπου

$$q=k\rho/6H^2$$

και **q καλείται παράγων επιβράδυνσης.**



$$\varepsilon = [\pi k R^2/3 (k \rho /6H^2)].[(k \rho /6H^2) -1/2]$$

Όπως παρατηρούμε η μορφή του Σύμπαντος εξαρτάται από τον παράγοντα q .

Αν $q > 1/2$ τότε $\epsilon > 0$, οπότε το Σύμπαν πρέπει να είναι σφαιρικό, ενώ αν $q < 1/2$ τότε το $\epsilon < 0$, οπότε το Σύμπαν θα είναι υπερβολικό.

Στην περίπτωση που $q = 1/2$ τότε το $\epsilon = 0$ και το Σύμπαν θα είναι ευκλείδειο.

Ο παράγων q , όμως, εξαρτάται από την τιμή που έχει η πυκνότητα της υλοενέργειας του Σύμπαντος. Αυτό σημαίνει ότι τελικά η μορφή του Σύμπαντος εξαρτάται από την πυκνότητα της ύλης του. Ειδικότερα:

α. Αν $q > 1/2$ τότε $\rho > \rho_c$ (όπου $\rho_c = 3H^2/8\pi G$). Δηλαδή το Σύμπαν σ' αυτήν την περίπτωση θα είναι σφαιρικό (μη ευκλείδειο) και παλλόμενο*.

β. Αν $q < 1/2$ τότε $\rho < \rho_c$. Το Σύμπαν, κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, θα είναι υπερβολικό (μη ευκλείδειο) και θα διαστέλλεται επ' άπειρο.

γ. Το πιο ενδιαφέρον όμως είναι ότι, παρά τις αρχικές απόψεις του Αϊνστάιν, στατική λύση για το μέλλον του Σύμπαντος προκύπτει και στην περίπτωση ακόμα που $\lambda = 0$, αν $q = 1/2$, οπότε $\rho = \rho_c$.

Το 1927 ο **Georges Edouard Lemaître** έκανε δύο βασικές φυσικές διαπιστώσεις:

α. Οι λύσεις των εξισώσεων πεδίου της Θεωρίας της Σχετικότητας προέβλεπαν πάντα ως αρχή του Σύμπαντος ένα μαθηματικά ανώμαλο σημείο (σημειακή ιδιομορφία).

β. Εφ' όσον η **εντροπία του Σύμπαντος αυξάνεται**, τότε κατά τις πρώτες περιόδους της ζωής του ($R=0$, $t=0$) θα έπρεπε να επικρατούσε μια κατάσταση ελάχιστης εντροπίας, όπου η **ύλη πρέπει να είχε τη μεγαλύτερη δυνατή οργάνωση**.

Εντροπία είναι το μέτρο της επικρατούσης αταξίας των φυσικών δομών. Με βάση τον δεύτερο θερμοδυναμικό νόμο η εντροπία ενός συστήματος μπορεί να ελαττωθεί σε βάρος κάποιου άλλου συστήματος. Όπως δεχόμαστε σήμερα η ολική εντροπία του Σύμπαντος αυξάνει συναρτήσει του χρόνου

Με βάση τις δύο προηγούμενες παρατηρήσεις ο Lemaitre διατύπωσε ένα μοντέλο του Σύμπαντος σύμφωνα με το οποίο **ολόκληρη η μάζα του τη στιγμή $R=0$, $t=0$, ήταν συγκεντρωμένη σ' ένα σημείο το οποίο ονόμασε αρχικό άτομο.**

Το πρωταρχικό αυτό άτομο εν καιρώ εξερράγη και από την εκτοξευθείσα ύλη γεννήθηκαν οι γαλαξίες και τ' αστέρια του σημερινού Σύμπαντος. Αυτή η άποψη ιστορικά πλέον αναφέρεται ως Θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης

Το 1948 ο Gamow, μελετώντας τα χαρακτηριστικά της υπέρπυκνης κατάστασης που επικρατούσε στο Σύμπαν τις πρώτες στιγμές της Μεγάλης Έκρηξης, διαπίστωσε ότι:

α. Κατά τα πρώτα τέσσερα λεπτά της Μεγάλης Έκρηξης, θα πρέπει να **γεννήθηκε το ήλιον και τα άλλα ελαφρά στοιχεία**, και

β. Θα έπρεπε μέχρι και σήμερα να είναι ανιχνεύσιμη μια ισότροπη ακτινοβολία, η οποία θα αποτελούσε απόδειξη της ύπαρξης, στο απώτατο παρελθόν, του υπέρθερμου αρχικού ατόμου.

Ένας από τους διασημότερους μελετητές των γαλαξιακών φαινομένων υπήρξε ο Αμερικανός αστρονόμος **Vesto Melvin Shliper** (1875-1969), ο οποίος το 1914 εργαζόμενος στο Αστεροσκοπείο Lowell και μελετώντας τα φάσματα 40 γαλαξιών διαπίστωσε ότι οι φασματικές τους γραμμές ήταν μετατοπισμένες προς την ερυθρή περιοχή του φάσματος.

Ειδικότερα ο **E. Hubble** το 1929 κατόρθωσε να βρει έναν μαθηματικό νόμο που συνέδεε την ταχύτητα απομάκρυνσης των γαλαξιών με την απόστασή τους. Σύμφωνα με τον νόμο του Hubble η ακτινική ταχύτητα απομάκρυνσης των γαλαξιών είναι ανάλογη της απόστασης, όπως περιγράφει η σχέση:

$$V = H_0 \cdot r \quad \text{νόμος του Hubble}$$

όπου **V** είναι η ακτινική ταχύτητα απομάκρυνσης σε χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο, **r** η απόσταση του γαλαξία σε Μεγαπαρσέκ και **H₀** η σταθερά του Hubble της οποίας η τιμή σύμφωνα με τις απόψεις διαφόρων ερευνητών κυμαίνεται από **50-80 Km. sec⁻¹ Mpc.**

Η Σχετικιστική μετατόπιση Doppler

Σύμφωνα με τον νόμο D-F η ακτινική ταχύτητα απομάκρυνσης των γαλαξιών v δίνεται από τη σχέση:

$$z = v/c = \Delta\lambda/\lambda$$

όπου λ το μήκος κύματος μιας τυχαίας φασματικής γραμμής του γαλαξία και $\Delta\lambda$ η μετατόπισή της λόγω του φαινομένου D-F.

Με τον τρόπον αυτόν ο **νόμος του Hubble παίρνει τη μορφή:**

$$c.z = H.r$$

Στην περίπτωση που η v πλησιάζει την ταχύτητα του φωτός το z δίνεται ακριβέστερα από τη σχέση:

$$z = \text{τετραγωνική ρίζα του } \left[\frac{(1+v/c)}{(1-v/c)} \right] - 1$$

Τέλος, αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι η ακριβής έκφραση του νόμου του Hubble δίνεται από τη σχέση:

$$z.c = Hr + (H^2 r^2 / 2c). (q-1)$$

όπου η ποσότητα q καλείται παράγων επιβράδυνσης.

Η βαρυτική μετατόπιση

Οι φασματικές γραμμές του φωτός ενός γαλαξία, όταν περάσουν σε απόσταση **R** από ένα πεδίο βαρύτητας που δημιουργείται από μια μάζα **M**, θα μετατοπιστούν κατά έναν παράγοντα **z** που δίνεται από τη σχέση:

$$z = G \cdot M / R \cdot c^2$$

όπου **z** = $\Delta\lambda/\lambda$, **c** η ταχύτητα του φωτός, **G** η παγκόσμια σταθερά της βαρύτητας, **λ** το μήκος κύματος μιας τυχαίας φασματικής γραμμής του γαλαξία και **Δλ** η μετατόπισή της λόγω του φαινομένου D-F.

Η ανακάλυψη αυτού του φαινομένου επαναφέρει στο προσκήνιο την υπόθεση της διαστολής του Σύμπαντος των γαλαξιών και τις κοσμολογικές θεωρίες που στηρίζονται σ' αυτήν.

Ο κοσμολογικός ορίζοντας

Η απομάκρυνση των γαλαξιών με βάση τον νόμο του Hubble δημιουργεί το φαινόμενο του κοσμολογικού ορίζοντα. Σύμφωνα με το φαινόμενο αυτό, ο γήϊνος παρατηρητής δεν μπορεί να παρατηρήσει περιοχές του Σύμπαντος στις οποίες η σχετική ταχύτητα φυγής των γαλαξιών είναι μεγαλύτερη εκείνης του φωτός.

Αν στον νόμο του Hubble τοποθετηθεί ως ταχύτητα v , η ταχύτητα του φωτός c , τότε η απόσταση

$$r=c/H$$

υπολογίζει την ακτίνα του κοσμολογικού ορίζοντα.

Όπως πιστεύουμε σήμερα ο κοσμολογικός αυτός ορίζοντας βρίσκεται **15 περίπου δισεκατομμύρια έτη φωτός μακριά μας.**

Αν θεωρήσουμε ότι το Σύμπαν είναι ευκλείδειο και ότι το υλικό του Σύμπαντος εκτοξεύθηκε κατά τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης με σταθερή ταχύτητα v θα έχουμε ότι:

$$v=r/t_0$$

όπου t_0 είναι ο χρόνος που πέρασε από τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης μέχρι σήμερα.

Επειδή όμως ισχύει ο νόμος του Hubble και $v=H_0 \cdot r$, η προηγούμενη σχέση μετασχηματίζεται. Έτσι, έχουμε

$$r/t_0=H_0 \cdot r \text{ και } t_0=H_0^{-1}$$

Δηλαδή ο χρόνος διαστολής του Σύμπαντος ισούται με το αντίστροφο της σταθεράς του Hubble και ονομάζεται **«χρόνος Hubble»**.

Αν δεχθούμε για τη σταθερά H_0 μια πιθανή τιμή $50 \text{ Km sec}^{-1}.\text{Mpc}$, τότε η ηλικία του Σύμπαντος θα είναι περίπου **$20 \cdot 10^9$ έτη***.

Η προηγούμενη τιμή της ηλικίας του Σύμπαντος προέκυψε μετά την παραδοχή ότι **η διαστολή του είναι γραμμική μέσα σ' έναν ευκλείδειο χώρο.**

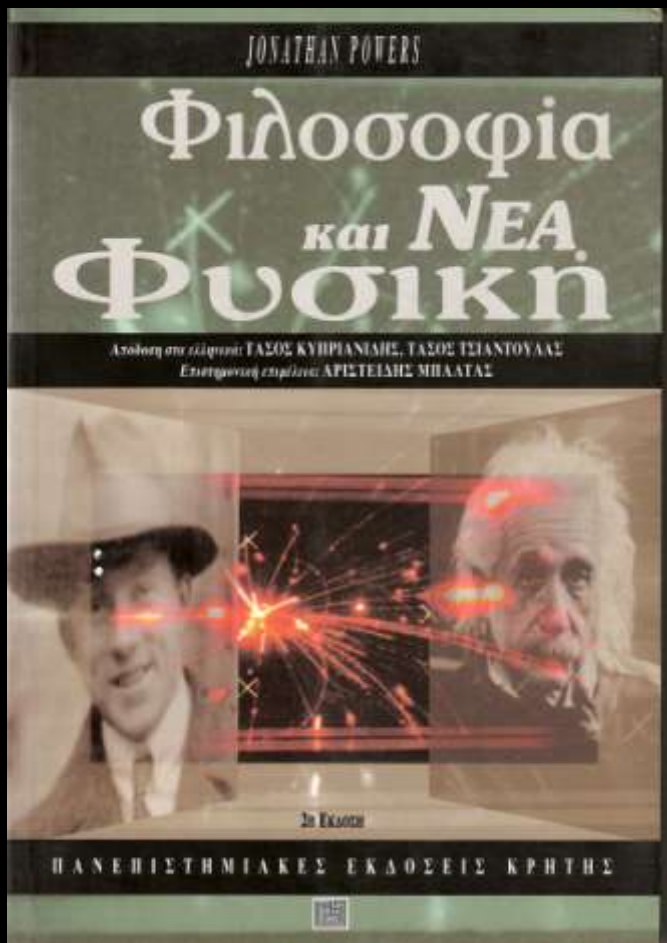
Όπως όμως έχει αποδειχθεί, **αν το Σύμπαν είναι σφαιρικό ($\epsilon=1$) η ηλικία του θα είναι μικρότερη από $13 \cdot 10^9$ έτη.**

Στην περίπτωση ενός υπερβολικού Σύμπαντος ($\epsilon=-1$) η ηλικία του θα έχει κάποια τιμή μεταξύ $20 \cdot 10^9$ - $13 \cdot 10^9$ έτη.

Όπως διαπίστωσαν οι Tamman και Sandage (1980), δεδομένου ότι **το Σύμπαν σήμερα θεωρείται ανοικτό με τιμή τού παράγοντα επιβράδυνσης $q=0,002$, η ηλικία του θα πρέπει να είναι περίπου $19 \cdot 10^9$ έτη.**



Έχει νόημα η μέτρηση
της ηλικίας του Σύμπαντος ;



Jonathan Powers

*Αντιπρύτανης του Πανεπιστημίου του Derby της
Αγγλίας*

Επειδή κάποιοι πιστεύουν μόνο επιστήμονες με ξένα ονόματα...

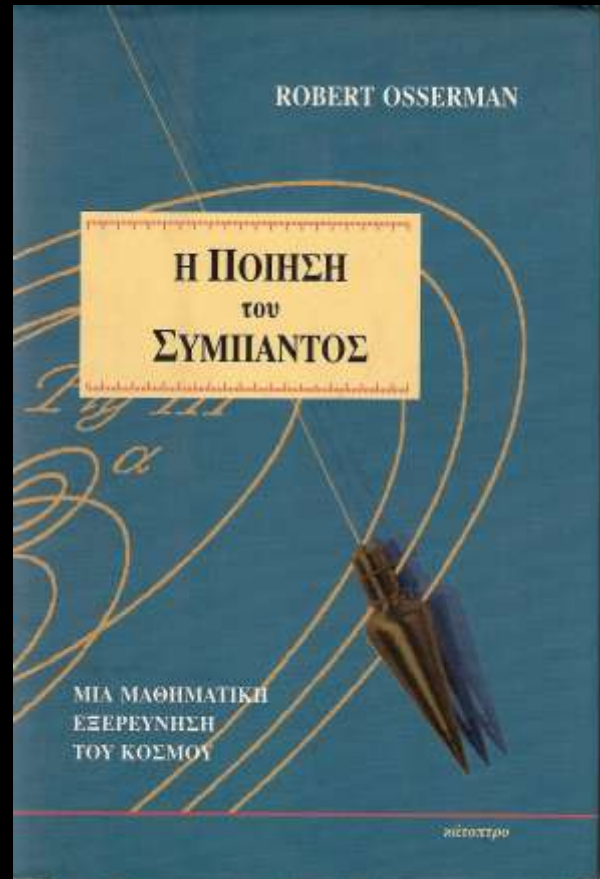
***Η ηλικία του Σύμπαντος, σύμφωνα με τη Θεωρία
της Σχετικότητας είναι άθροισμα δευτερολέπτων
άνισης διάρκειας***

*Δεχόμαστε ως κάτι μετρούμενο την ηλικία του
Σύμπαντος κάνοντας την παραδοχή ότι:*

*Αν η διάρκεια του χρόνου συστέλλόταν κατά τις
διάφορες συμπαντικές περιόδους τότε και η
διάρκεια της μεζούρας μας μεταβαλλόταν
ομοιόμορφα έτσι ώστε το αποτέλεσμα της
μέτρησης να είναι πάντα το αυτό*



Η χαρτογράφηση του Σύμπαντος



Poetry of the Universe
Anchor Books, N.Y 1995
Η Ποίηση του Σύμπαντος-
Μια Μαθηματική εξερεύνηση του Κόσμου



Robert Osserman

Διετέλεσε καθηγητής των μαθηματικών στο Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ από το 1955.

Από το 1990 ασκούσε ταυτόχρονα και τα καθήκοντα του υποδιευθυντή του Κέντρου Έρευνας των Μαθηματικών Επιστημών στο Μπέρκλεϋ της Καλιφόρνια.

Χρημάτισε Πρόεδρος του Τμήματος Μαθηματικών του Πανεπιστημίου του Στάνφορντ την περίοδο 1973-79.

Έχει τιμηθεί με το βραβείο Dean για εξαίρετη διδασκαλία.



DE GLOBI CREATIONE AC DIVISIONE LIBER PRIMUS

Quia in hoc libro tractatur de mundi creatione, et divisione, et de rebus quibuslibet in eo contentis, et de his quae ad naturam mundi pertinent, et de his quae ad usum hominum sunt utiles, et de his quae ad gloriam dei pertinent, et de his quae ad salutem animarum sunt necessariae, et de his quae ad beatitudinem eternam sunt necessariae, et de his quae ad gloriam dei pertinent, et de his quae ad salutem animarum sunt necessariae, et de his quae ad beatitudinem eternam sunt necessariae.

De mundi creatione et divisione. In hoc libro tractatur de mundi creatione, et divisione, et de rebus quibuslibet in eo contentis, et de his quae ad naturam mundi pertinent, et de his quae ad usum hominum sunt utiles, et de his quae ad gloriam dei pertinent, et de his quae ad salutem animarum sunt necessariae, et de his quae ad beatitudinem eternam sunt necessariae.

De mundi creatione et divisione. In hoc libro tractatur de mundi creatione, et divisione, et de rebus quibuslibet in eo contentis, et de his quae ad naturam mundi pertinent, et de his quae ad usum hominum sunt utiles, et de his quae ad gloriam dei pertinent, et de his quae ad salutem animarum sunt necessariae, et de his quae ad beatitudinem eternam sunt necessariae.

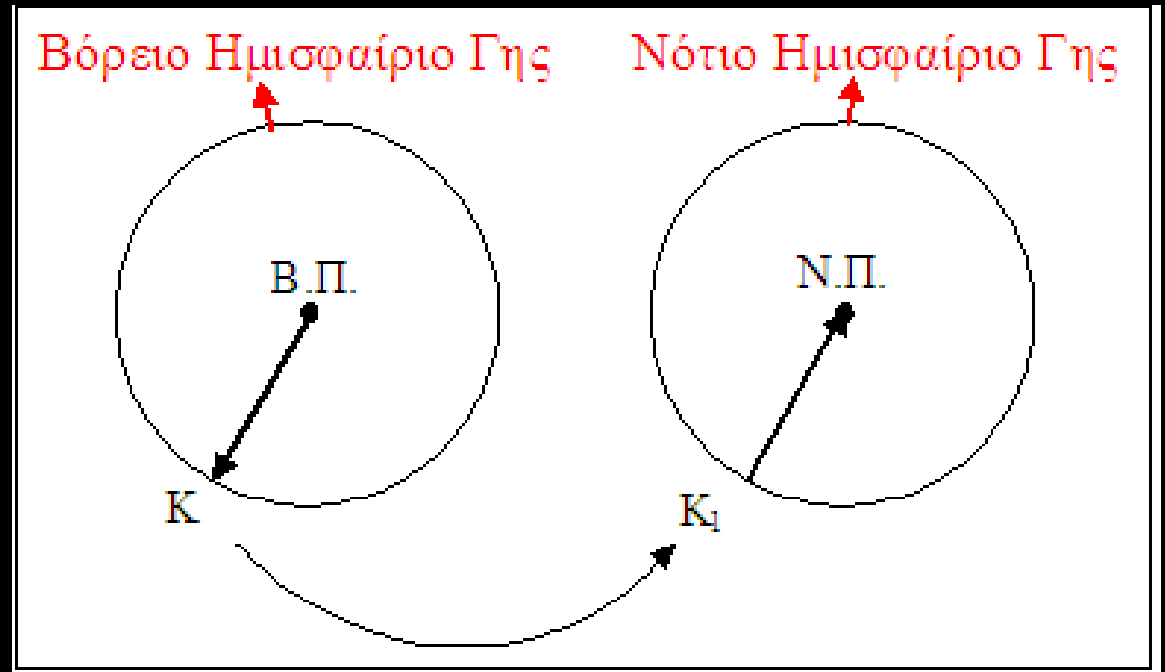
De mundi creatione et divisione. In hoc libro tractatur de mundi creatione, et divisione, et de rebus quibuslibet in eo contentis, et de his quae ad naturam mundi pertinent, et de his quae ad usum hominum sunt utiles, et de his quae ad gloriam dei pertinent, et de his quae ad salutem animarum sunt necessariae, et de his quae ad beatitudinem eternam sunt necessariae.

Απεικόνιση της Γης σε δύο επίπεδους κύκλους



Η Γη

Ο χάρτης των δύο ημισφαιρίων της Γης

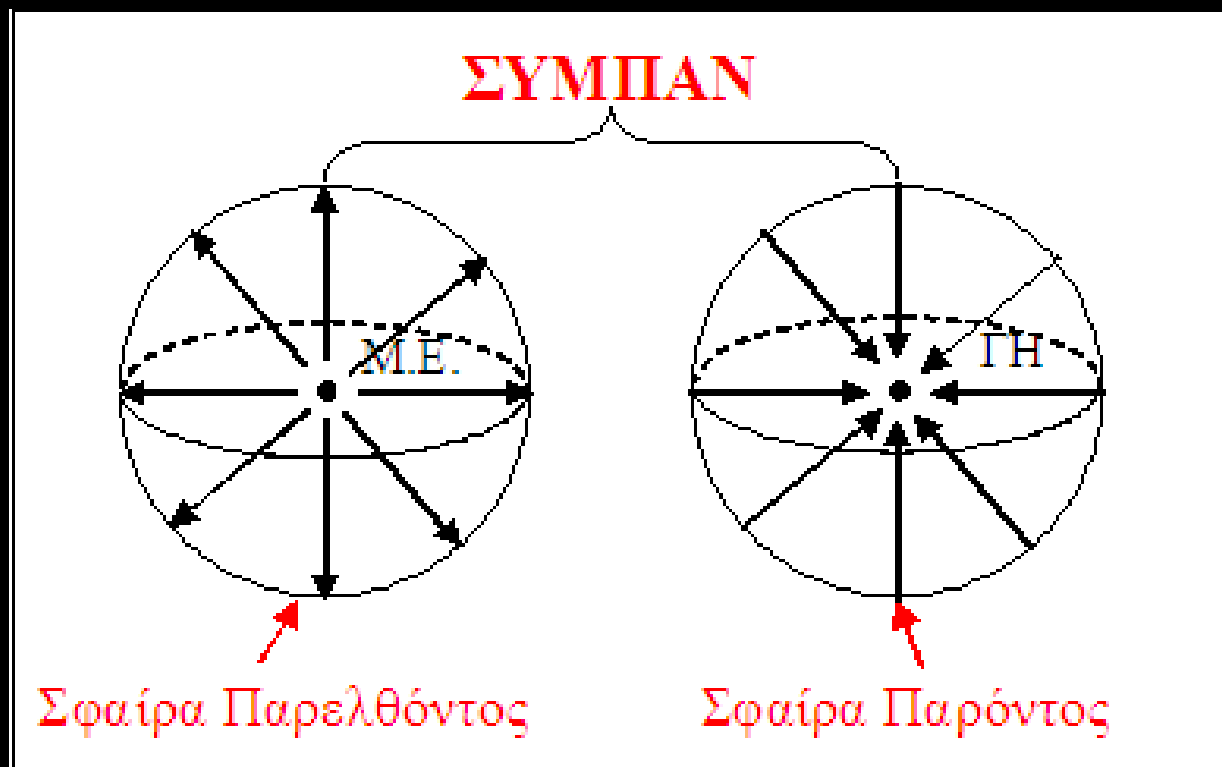


**Οι δύο επίπεδοι χάρτες συνυπάρχουν στα
πλαίσια της τρισδιάστατης Γης**

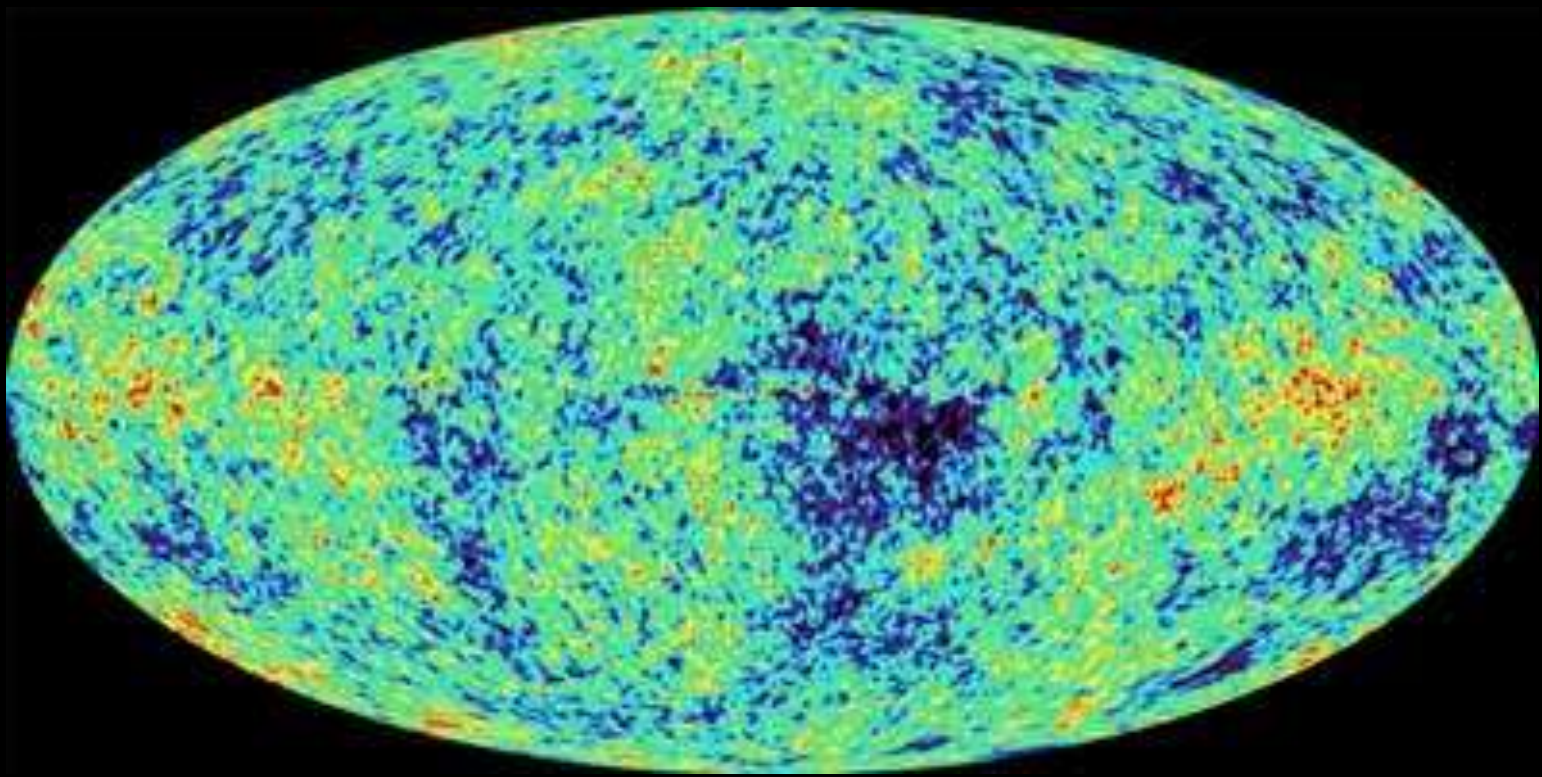


**Το τετραδιάστατο
Σύμπαν**

Ο χάρτης του τετραδιάστατου Σύμπαντος

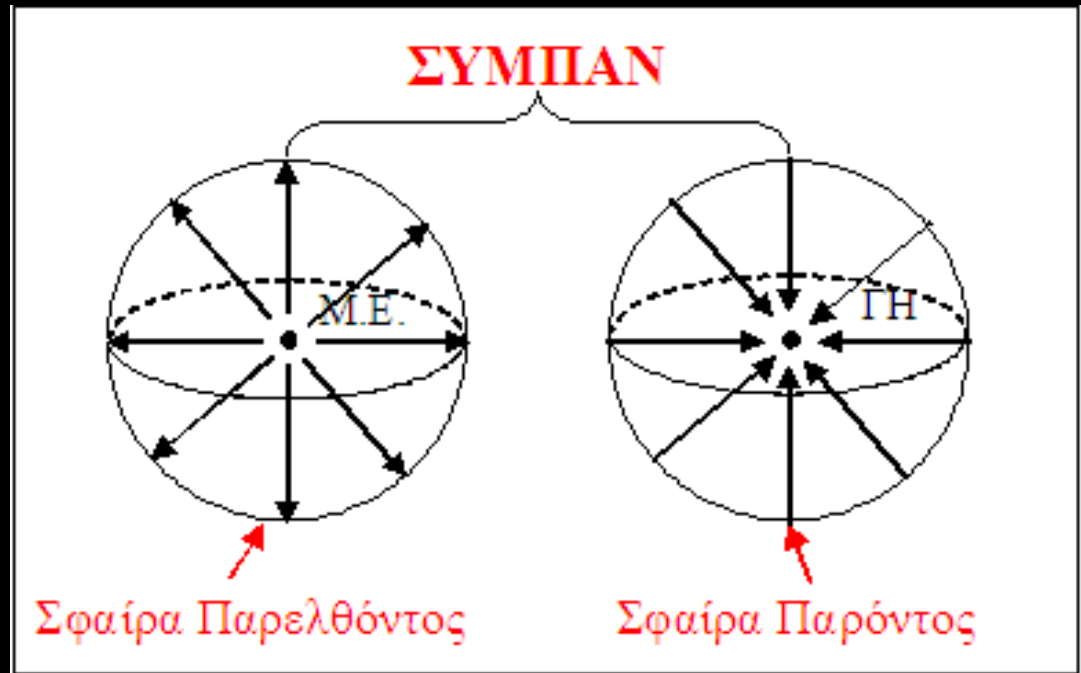
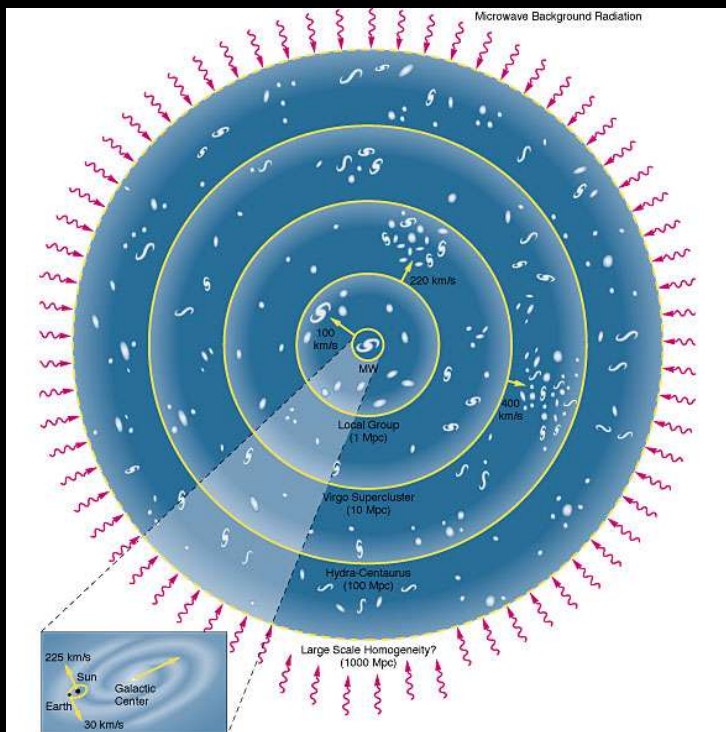


**Οι δύο τρισδιάστατοι χάρτες συνυπάρχουν
στα πλαίσια του τετραδιάστατου Σύμπαντος**



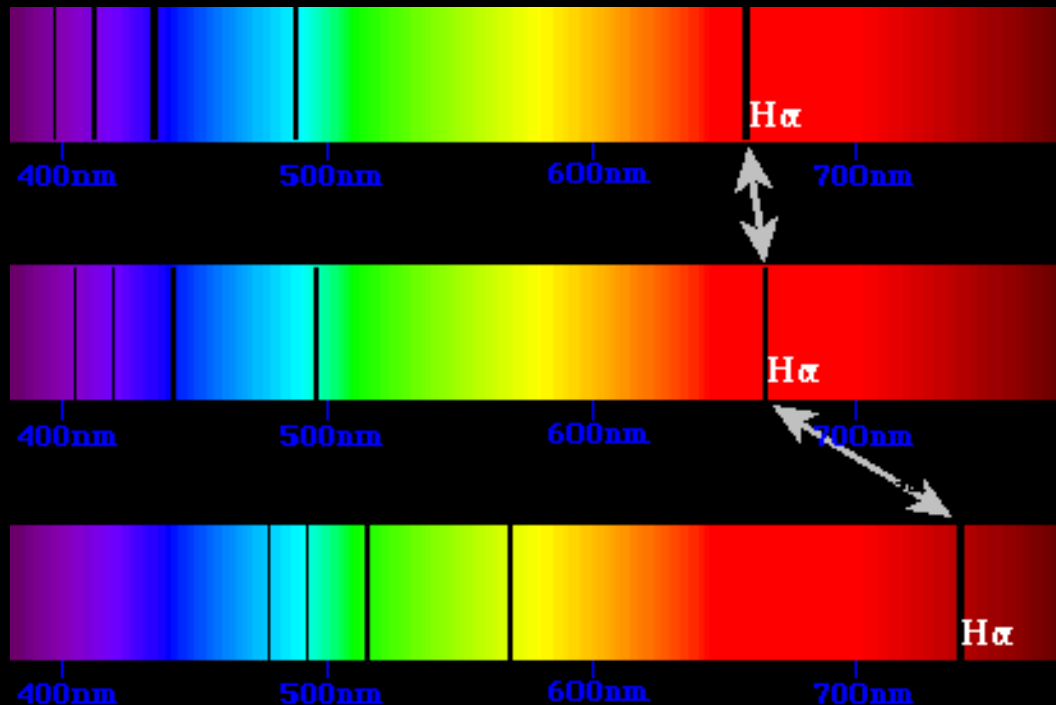
Με το προηγούμενο μοντέλο χαρτογράφησης
ερμηνεύεται η ακτινοβολία μικροκυμάτων

Ότι διαστέλλεται (απομακρύνεται από το σημείο της Μεγάλης
Έκρηξης) στην σφαίρα του Παρελθόντος, όπως η ακτινοβολία,
εμφανίζεται παντού πάνω στην επιφάνεια της σφαίρας του Παρόντος
(κοσμολογικός ορίζοντας) να συγκλίνει προς το κέντρο της
(παρατηρητής)



Ακτινοβολία μικροκυμάτων

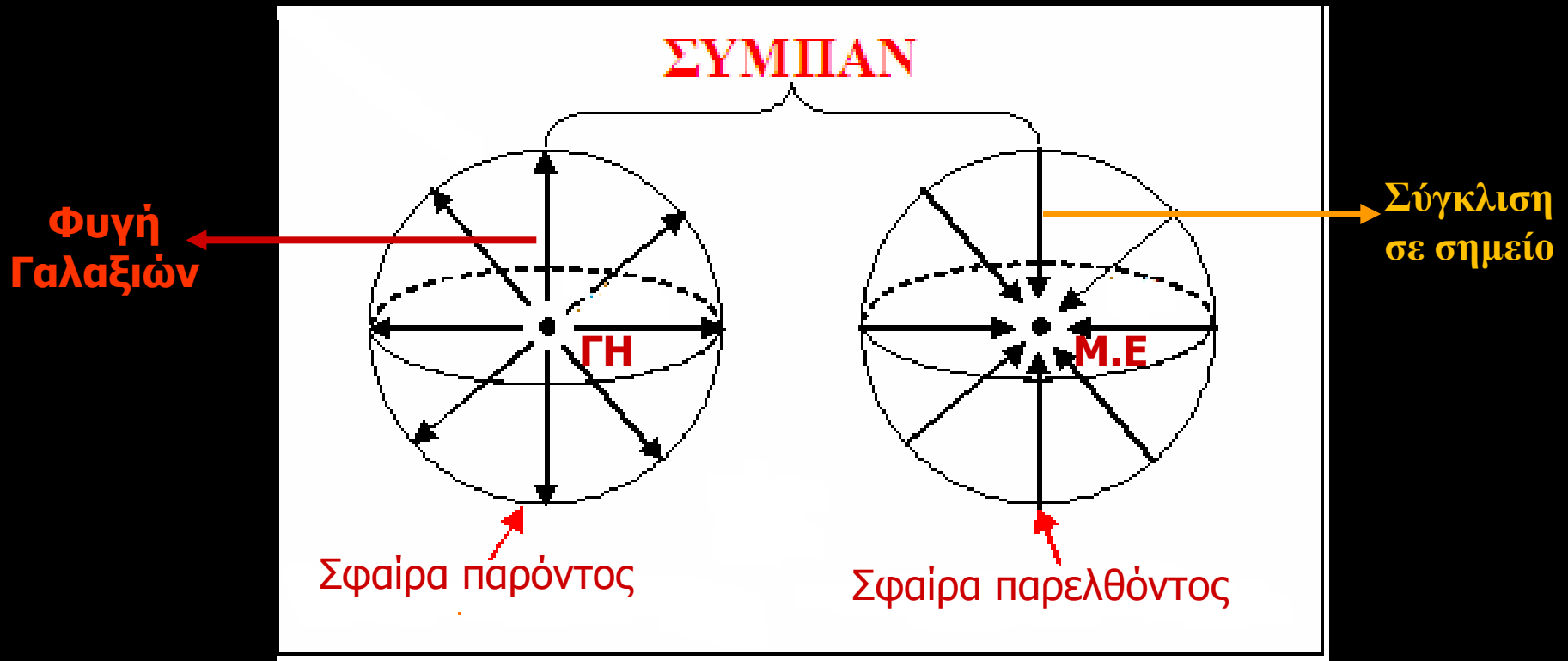
Πως ερμηνεύεται η διαστολή του σύμπαντος και η
φαινόμενη απομάκρυνση των γαλαξιών από τον
παρατηρητή;



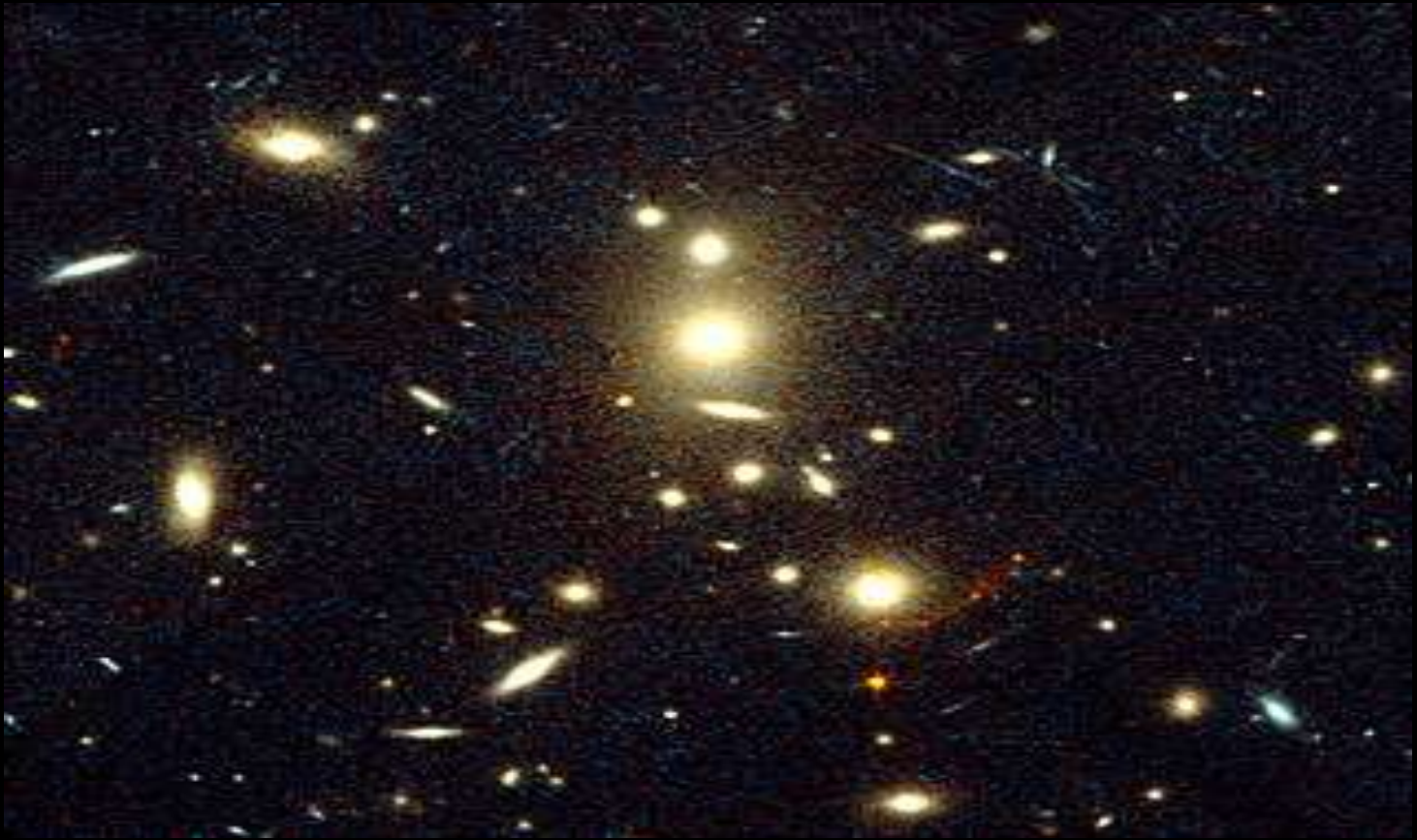
 *Redshift*

Φυγή Γαλαξιών

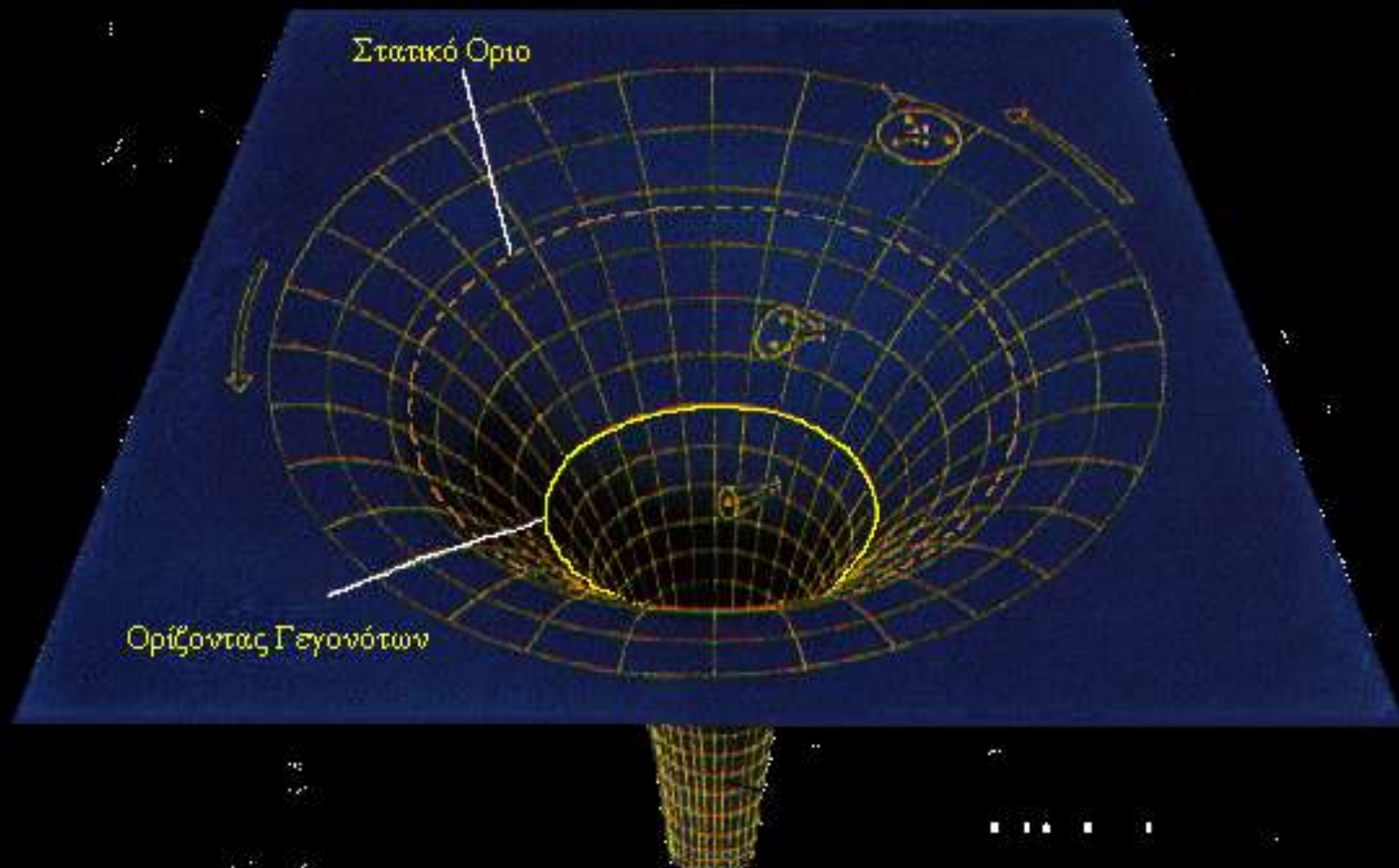
Διαστολή του Σύμπαντος



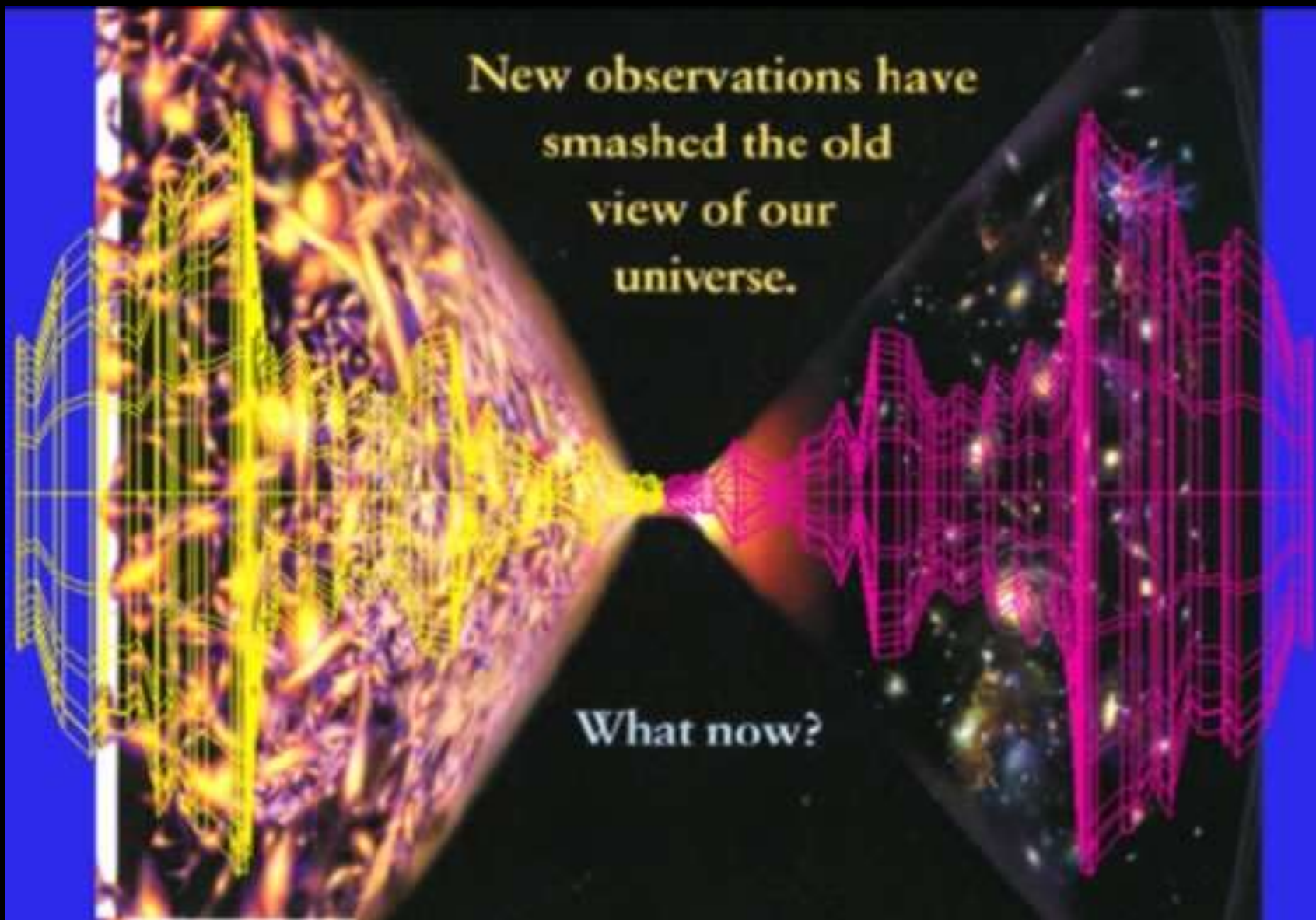
Ότι αποκλίνει από τη σφαίρα του παρόντος,
συγκλίνει στη σφαίρα του παρελθόντος



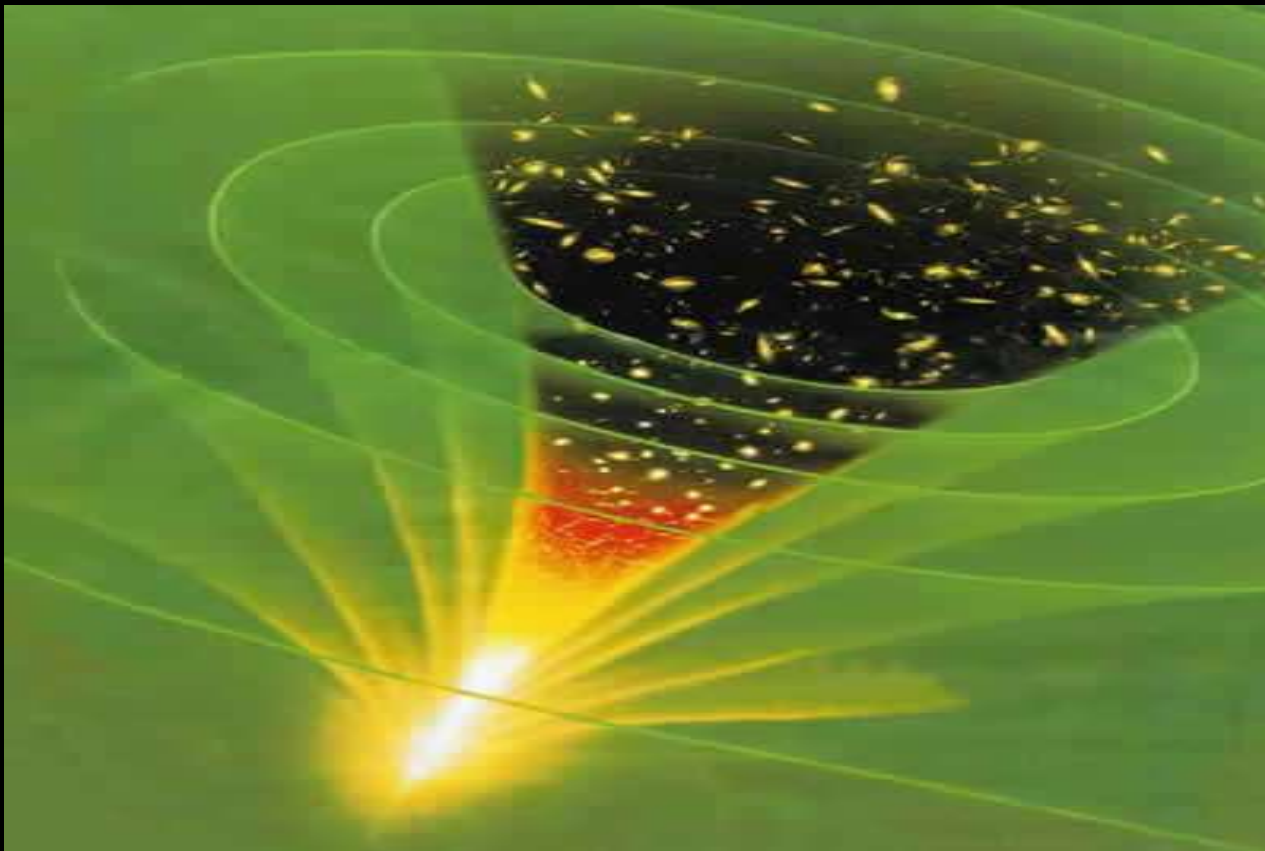
Η φυγή των Γαλαξιών ...δεν σημαίνει διαστολή
του Σύμπαντος αλλά συστολή στην αόρατη
σφαίρα του παρελθόντος



Το Σύμπαν μας εξελίσσεται στα πλαίσια μιας
τετραδιάστατης Μελανής Οπής



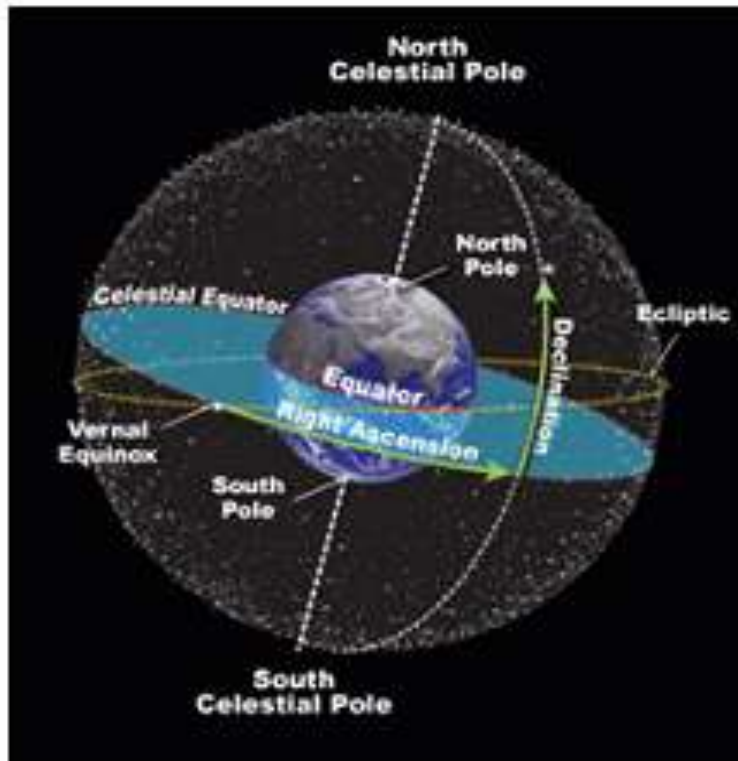
Το Σύμπαν των αισθήσεών μας γεννιέται από μια λευκή οπή και εξελίσσεται στα πλαίσια μιας μελανής οπής



1. Το ότι η ύλη των γαλαξιών συγκλίνει σε ένα σημείο, μιας περιοχής, έξω από την αισθητή πραγματικότητα της σφαίρας του παρόντος, γέννησε την θεωρία ότι το Σύμπαν εξελίσσεται στα πλαίσια μιας μελανής οπής.
2. Το μέλλον ταυτίζεται με το παρελθόν εφόσον η σφαίρα του παρόντος έχει σαν μέλλον της τη σφαίρα του παρελθόντος της

Αυτό το οποίο αντιλαμβανόμαστε ως
Αισθητό, παρατηρούμενο και μετρούμενο
Σύμπαν δεν είναι παρά το ένα κομμάτι, όχι
του Σύμπαντος, αλλά του τρισδιάστατου
ΧΑΡΤΗ του.

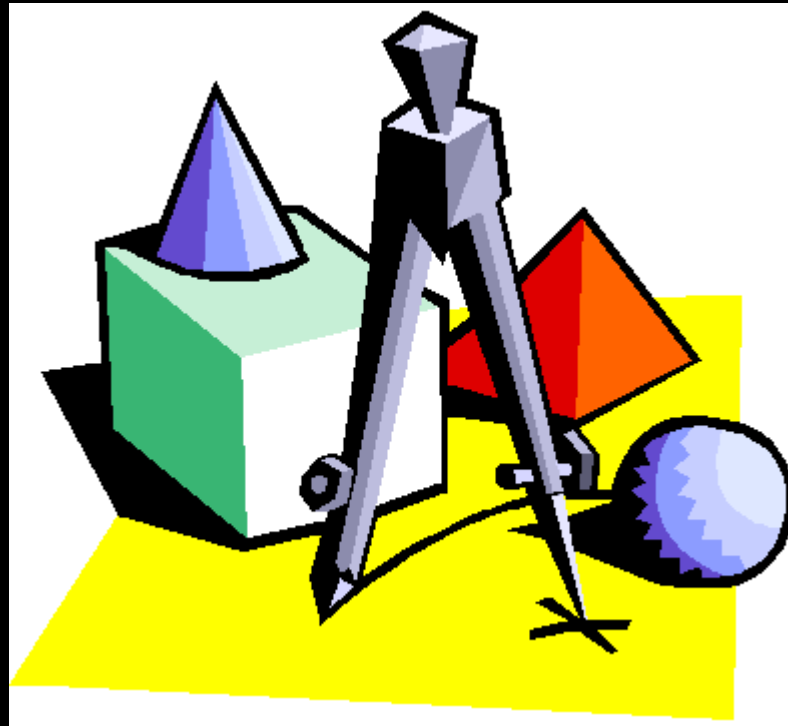
Με λίγα λόγια αντιλαμβανόμαστε ένα
κομμάτι του τρισδιάστατου χάρτη του
Σύμπαντος ΚΑΙ....ΟΧΙ ΕΝΑ ΚΟΜΜΑΤΙ
ΤΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟ Σ

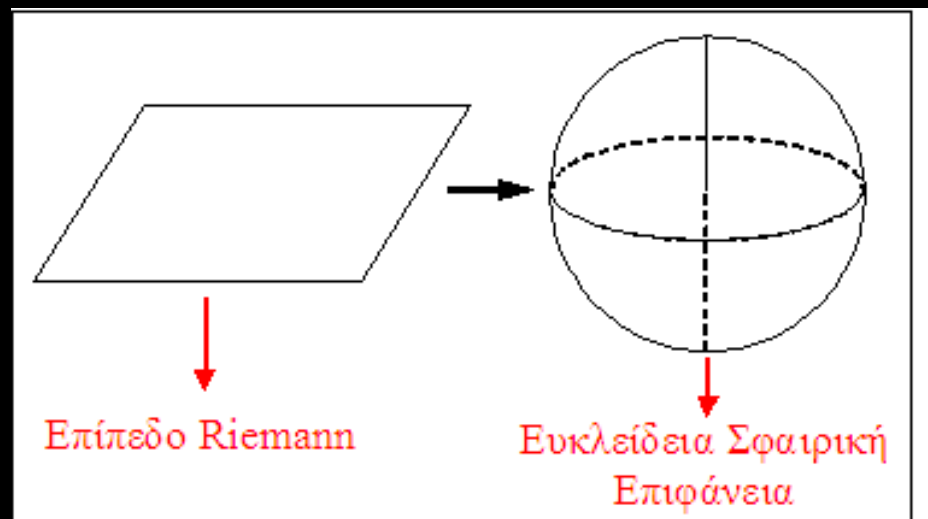


Εικόνα 1: η ουράνια σφαίρα
Φαίνονται επίσης και δύο
μέγιστοι κύκλοι: ο ουράνιος
ισημερινός και η Εκλειπτική

Τι απεικονίζει στην
πραγματικότητα το
τριδιάστατο μέρος του
χάρτη του Σύμπαντος
που αντιλαμβανόμαστε
ως αισθητό,
παρατηρούμενο, και
μετρώμενο Σύμπαν

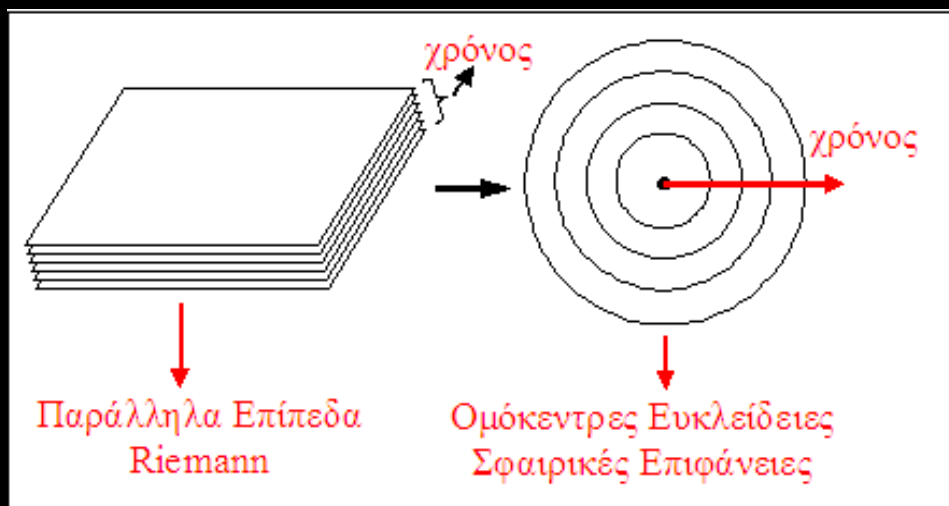
Αρχικά ...Λίγη ακόμα Γεωμετρία





Ένα επίπεδο ενός
τετραδιάστατου χώρου
Riemann απεικονίζεται σε
έναν τρισδιάστατο χώρο ως
η επιφάνεια μιας σφαίρας

Ένα πακέτο παραλλήλων
επίπέδων ενός

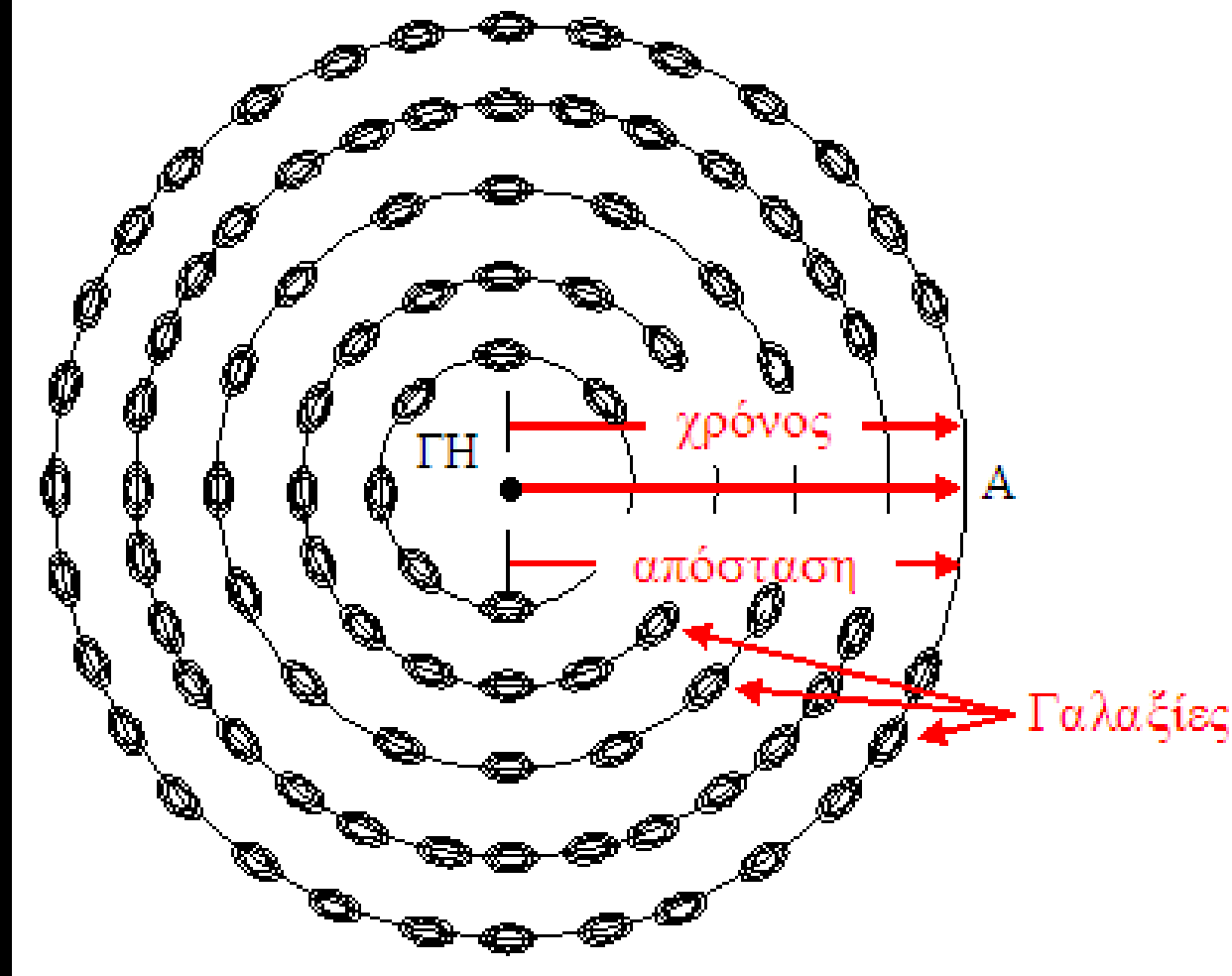


τετραδιάστατου χώρου
Riemann απεικονίζεται σε
έναν τρισδιάστατο χώρο ως
ένα σύστημα ομόκεντρων
σφαιρικών επιφανειών που
μεταξύ τους απέχουν
απόσταση χρόνου

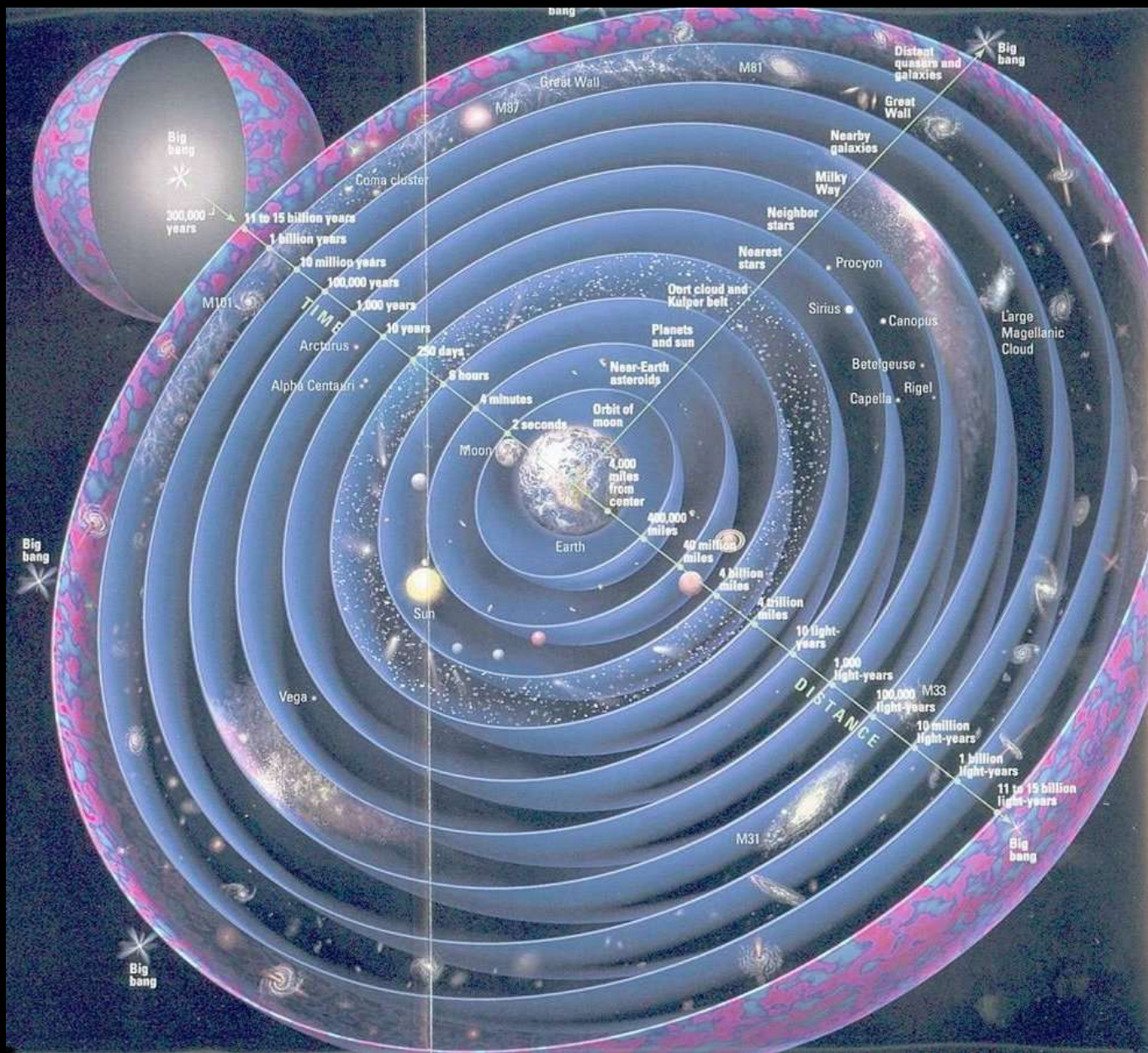
Ας μεταφερθούμε στον ουρανό



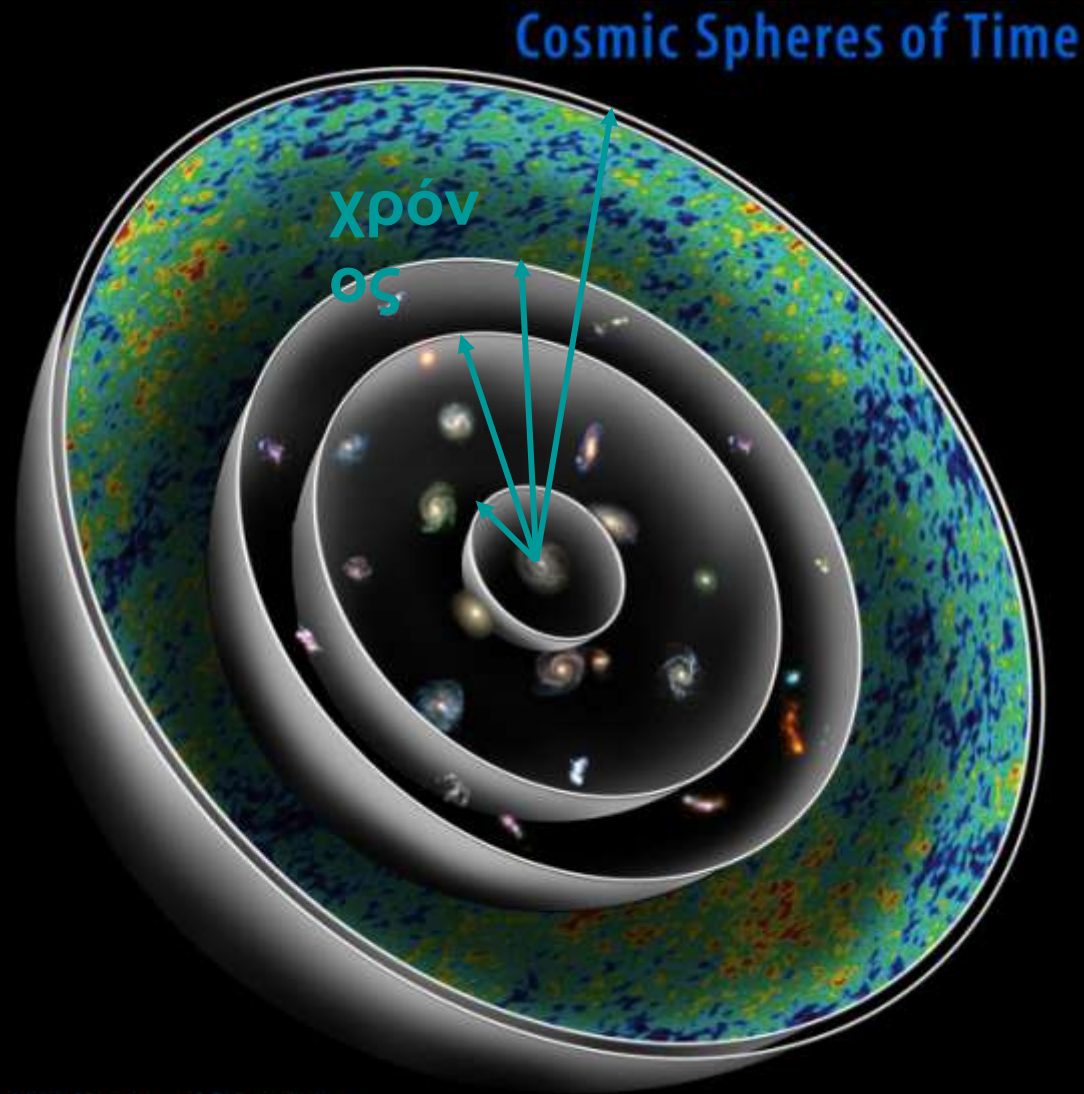
Το φαινόμενο Ryle



Μελετώντας Γαλαξίες διαφορετικών αποστάσεων, είναι σαν να μελετάμε την εικόνα του Σύμπαντος σε διαφορετικές εποχές του παρελθόντος του

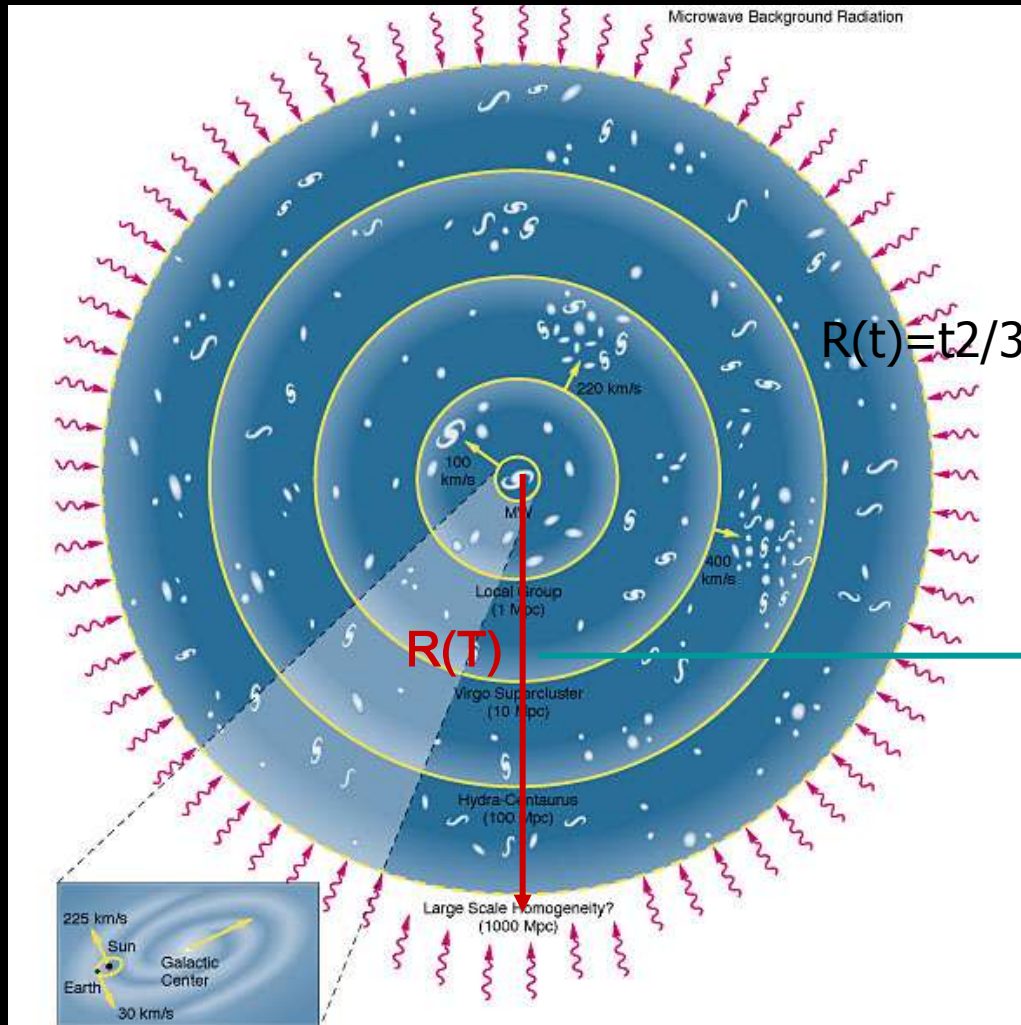


Το φαινόμενο Hubble: Μπορούμε να δούμε την σφαίρα του παρελθόντος και την σφαίρα του παρόντος.



Το αισθητό Σύμπαν ως ένα σύστημα επάλληλων σφαιρικών φλοιών διαφορετικής κοσμικής ηλικίας. Δηλαδή οι αποστάσεις των διαδοχικών φλοιών **είναι αποστάσεις χρόνου**

Αυτό που ονομάζουμε στην Κοσμολογία «Ακτίνα του Σύμπαντος» μετράτε σε χρόνο

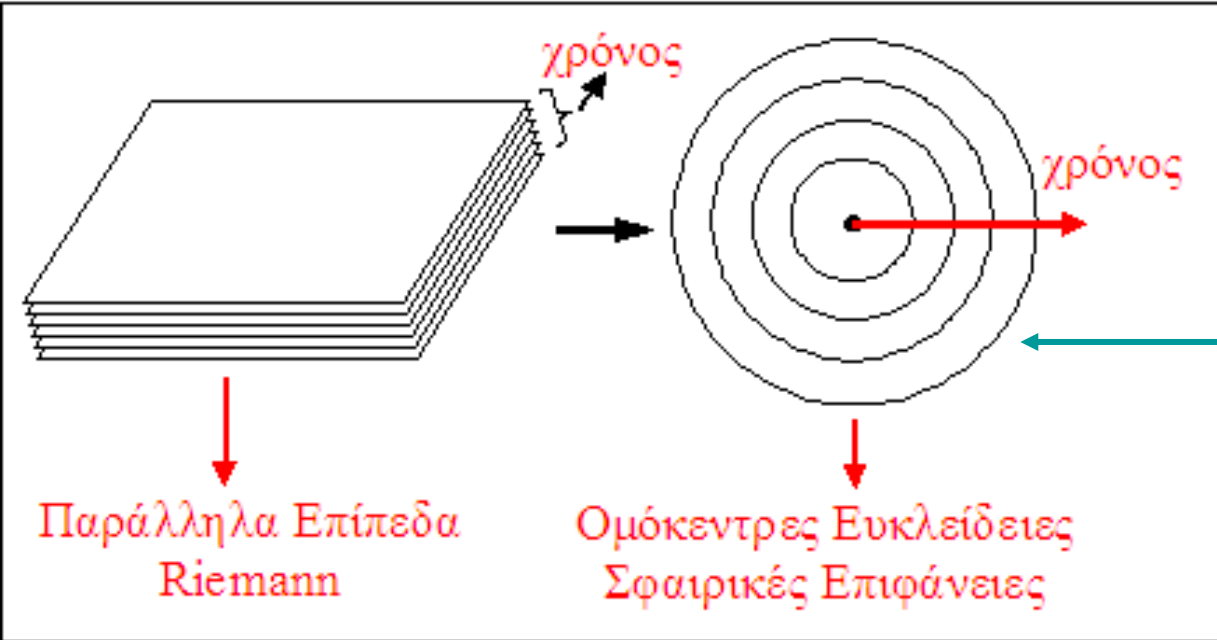


Ακτίνα του σύμπαντος ή
παράγοντας κλίμακας
 $R(t)=t^{2/3}$ ή $R(t)=t^{1/3}$

Χρόνος

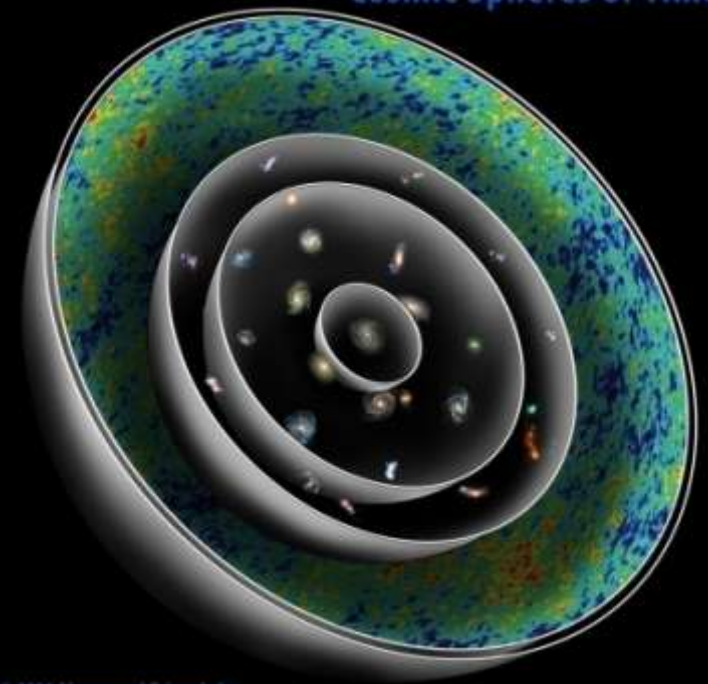
Και πάλι λίγη σύγχρονη Γεωμετρία





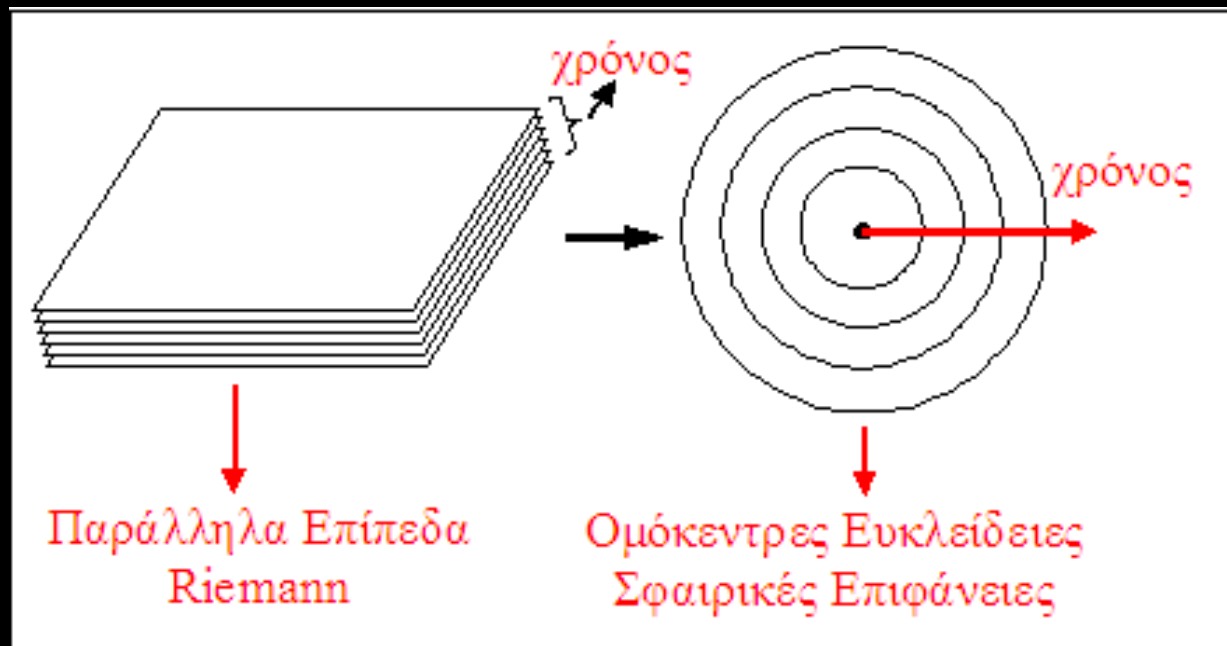
Ομόκεντρες
σφαίρες

Cosmic Spheres of Time

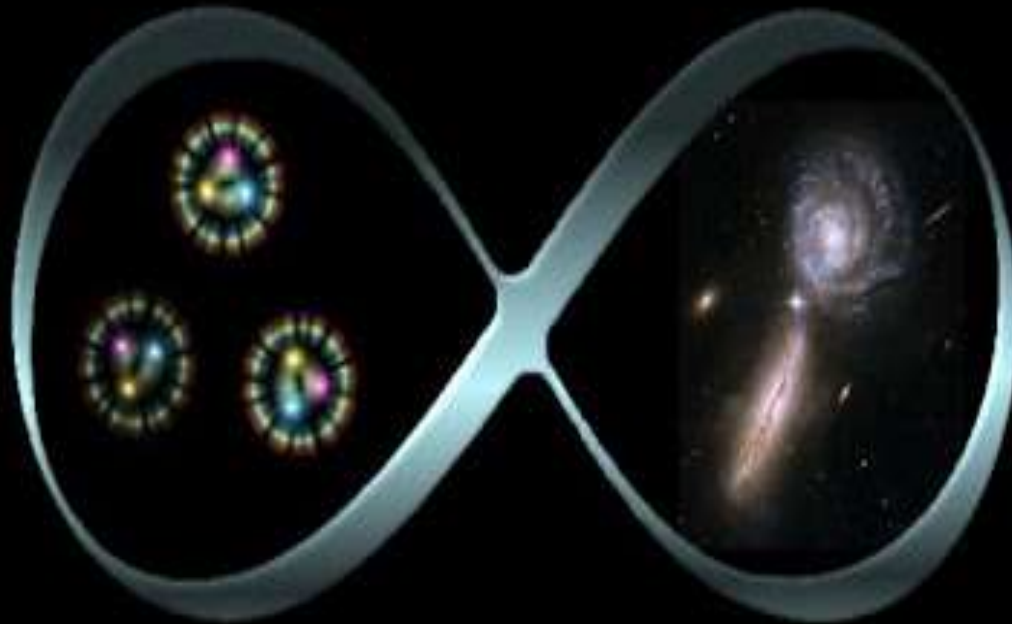


?

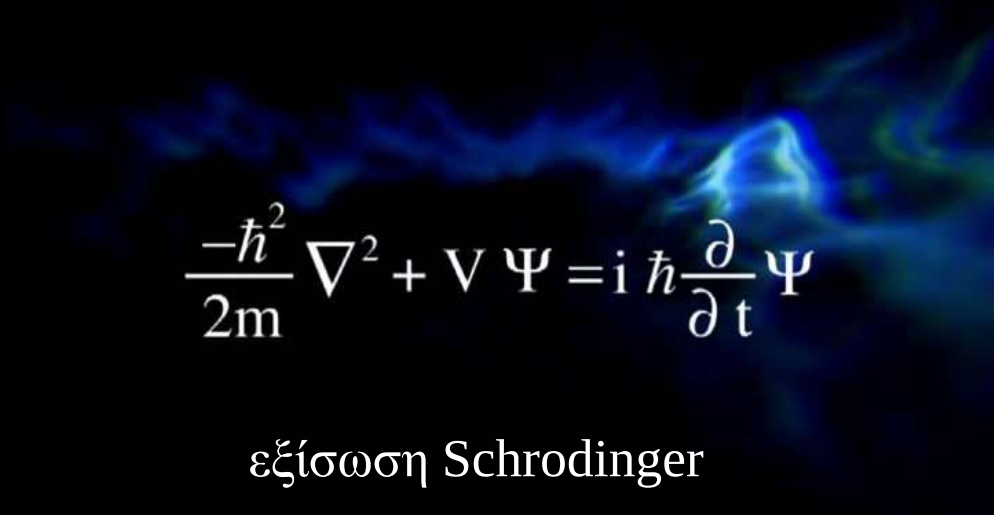
Το αισθητό, παρατηρούμενο και μετρούμενο
Σύμπαν που απλώνεται γύρω μας είναι
η εικόνα μιας επίπεδης φέτας του
πραγματικού τετραδιάστατου και μη
Ευκλείδειου χώρου του Σύμπαντος



Οι Εποχές του Σύμπαντος



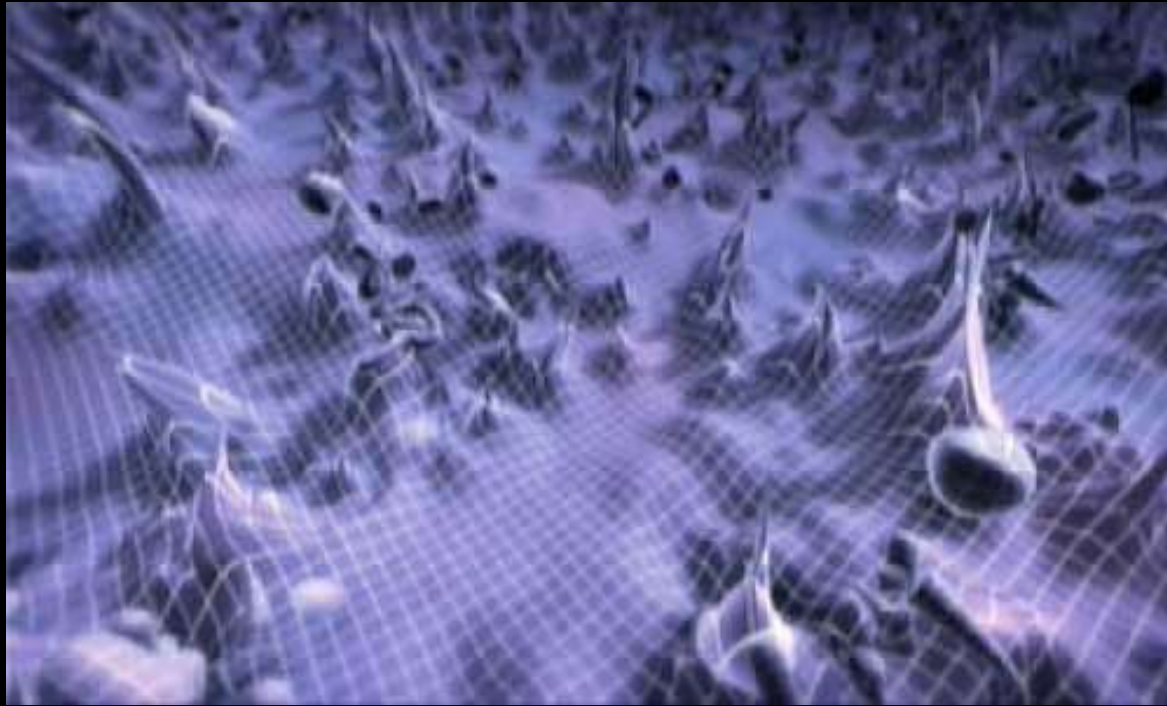
Εποχή του Πλανκ ή Κβαντική περίοδος


$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V \Psi = i \hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi$$

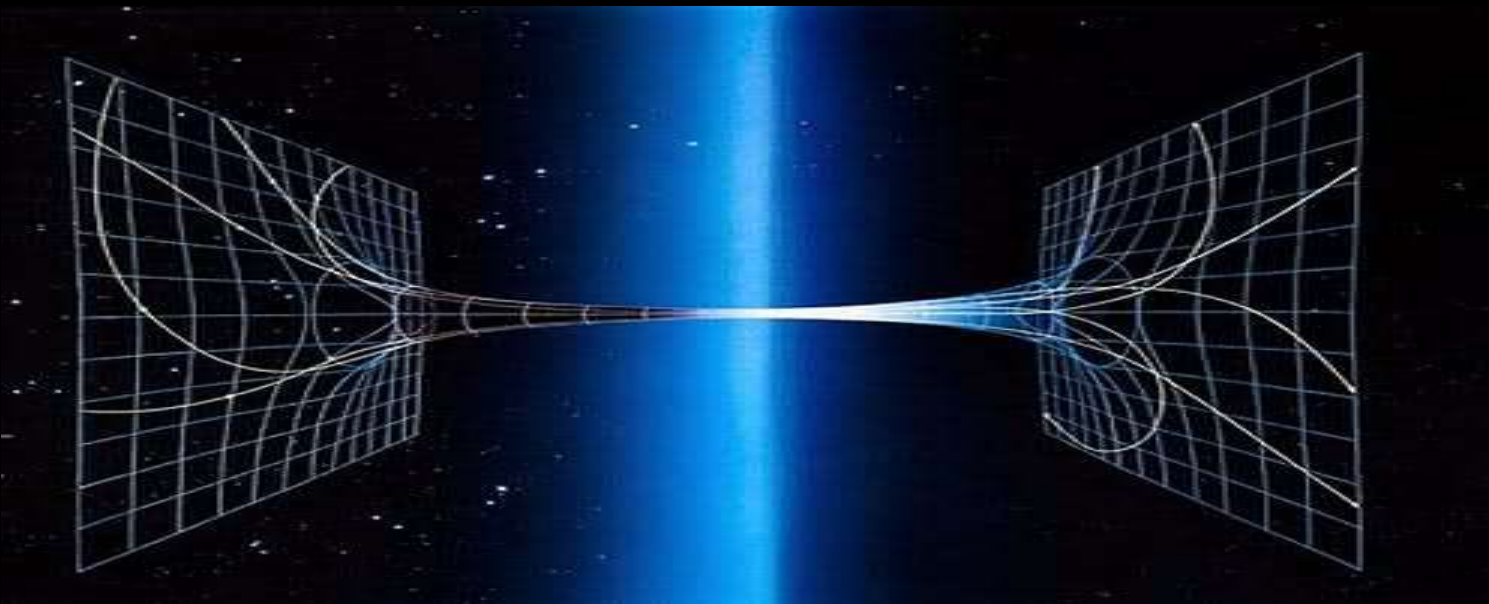
εξίσωση Schrodinger

Την περίοδο μετά το χρόνο 0 μπορούμε να τη χωρίσουμε σε μια σειρά χρονικών συμβάντων τις οποίες ονομάζουμε «**Εποχές του Σύμπαντος**».

Πρώτη είναι η Εποχή του Πλανκ ή Κβαντική περίοδος: Η περίοδος αυτή διήρκεσε περίπου μέχρι και **10^{-43} δευτερόλεπτα** από τον χρόνο και, όπως υπολογίζεται, στο τέλος της η πυκνότητα του Σύμπαντος ήταν πάρα πολύ μεγάλη, περίπου **10^{94} γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό** και η αντίστοιχη θερμοκρασία γύρω στους **10^{32} βαθμούς Κέλβιν**.



Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου **οι τρεις από τις τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις** που συναντάμε στη φύση γύρω μας—**εξαιρουμένης της Βαρύτητας**— **ήταν ενοποιημένες σε μία.** Την περίοδο αυτή η μάζα ήταν τόσο πυκνή, ώστε ένα ολόκληρο σμήνος γαλαξιών θα είχε περίπου τις διαστάσεις ενός ατόμου υδρογόνου.



Κατά τη διάρκειά αυτής της περιόδου της ζωής του Σύμπαντος η πυκνότητα της ενέργειας, όσο και η καμπυλότητα του χώρου έτειναν προς το άπειρο. Αυτό σημαίνει ότι το Σύμπαν αυτή την περίοδο εξελισσόταν στο πλαίσιο μιας σημειακής ιδιομορφίας μέσα από την οποία γεννήθηκε.

Εκείνη την περίοδο το Σύμπαν αναπτυσσόταν στο πλαίσιο δέκα ή —κατ' άλλους ερευνητές— έντεκα διαστάσεων, ενώ η Θεωρία της Σχετικότητας δεν ίσχυε λόγω της σχεδόν άπειρης καμπυλότητας του χωροχρόνου.

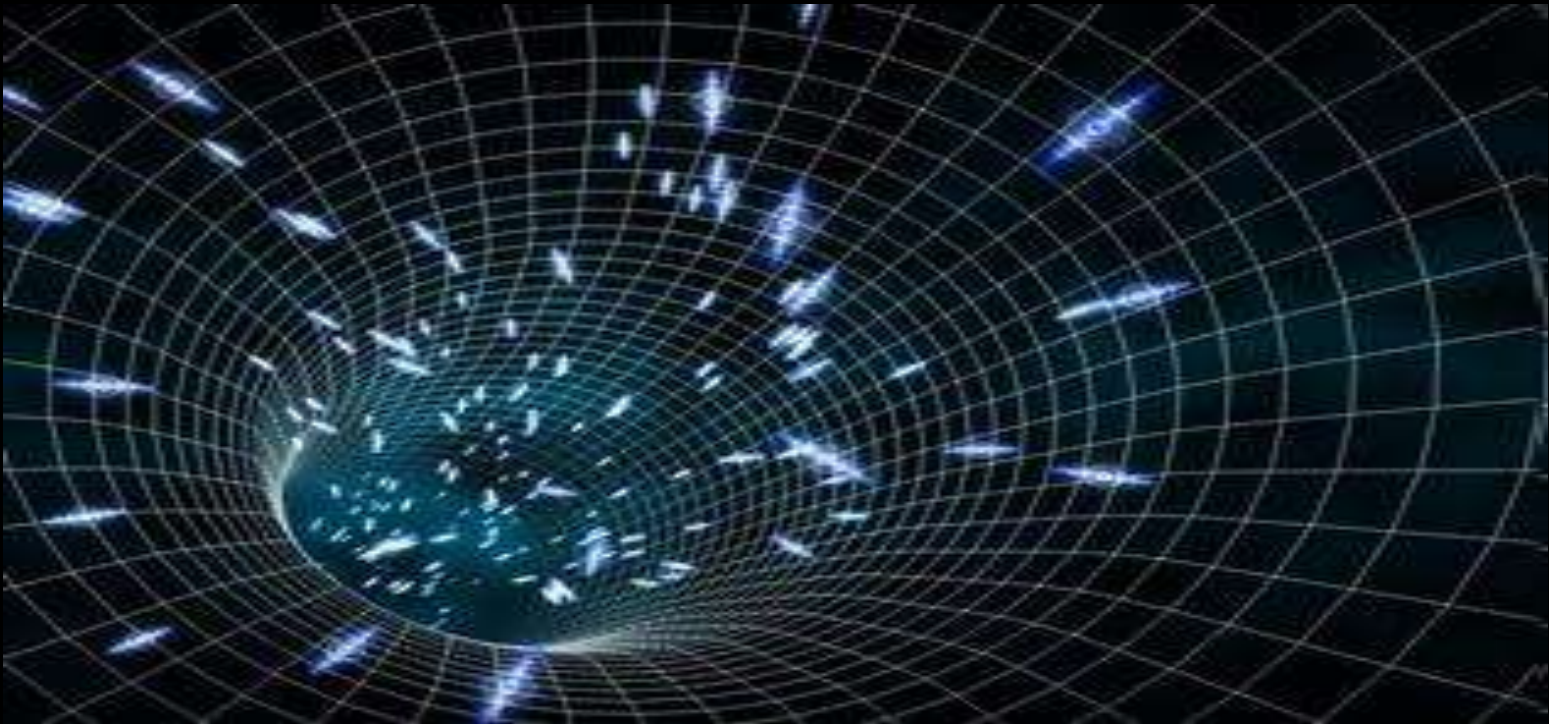
Εποχή της πληθωριστικής διόγκωσης



Η δεύτερη περίοδος είναι η Εποχή της πληθωριστικής διόγκωσης:

Η εποχή αυτή αρχίζει μετά την εποχή Πλανκ και τελειώνει 10^{-36} δευτερόλεπτα από την πρώτη στιγμή της δημιουργίας. Η θερμοκρασία ήταν περίπου 10^{27} βαθμούς Κέλβιν. Η ψύξη της ύλης ήταν τόσο γρήγορη, ώστε οι τρεις από τις τέσσερις θεμελιώδεις δυνάμεις συνέχισαν να παραμένουν ενωμένες. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου η ολική ενέργεια του Σύμπαντος αυξήθηκε, όπως και ο όγκος του, ενώ ο ρυθμός διαστολής του επιταχύνθηκε.

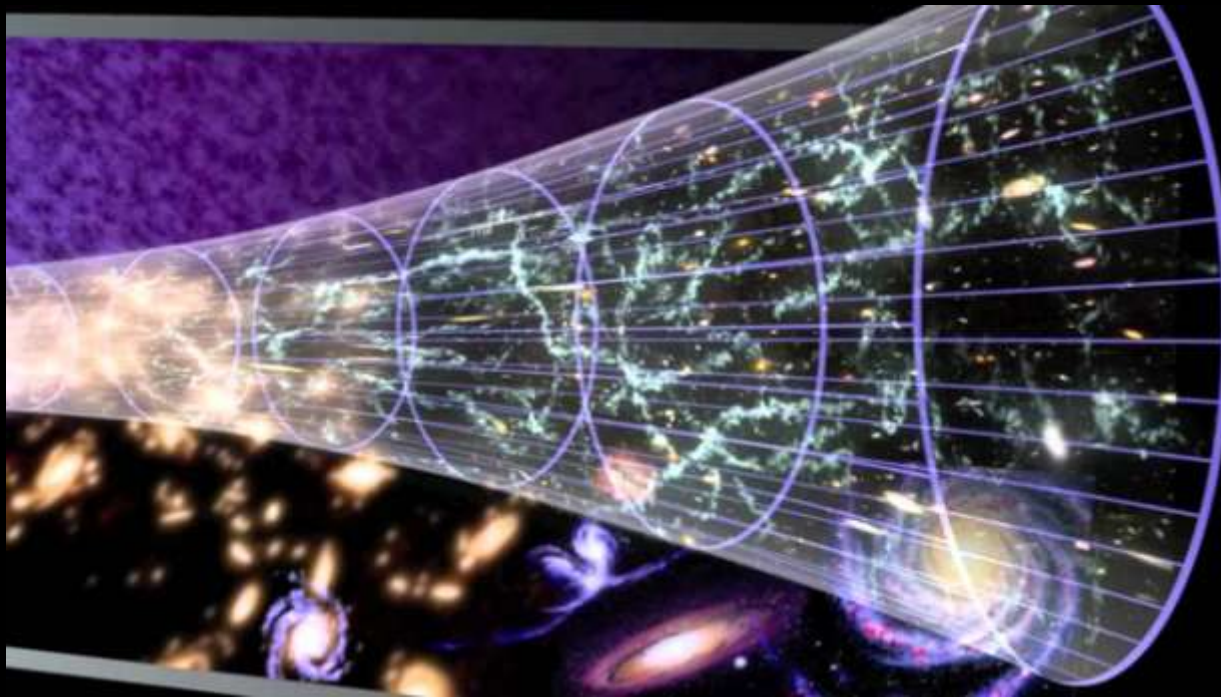
Εποχή της Μεγάλης Έκρηξης:



Η τρίτη συμπαντική περίοδος είναι η Εποχή της Μεγάλης Έκρηξης: Η περίοδος αυτή που διήρκεσε από χρόνο τα 10^{-36} μέχρι τα 10^{-32} δευτερόλεπτα από την αρχή μέτρησης του χρόνου, χαρακτηρίζεται από τον διαχωρισμό της ισχυρής πυρηνικής αλληλεπίδρασης, η οποία έμελλε να συνδέσει αργότερα τα σωματίδια των ατομικών πυρήνων, από την ενότητα των θεμελιωδών δυνάμεων.



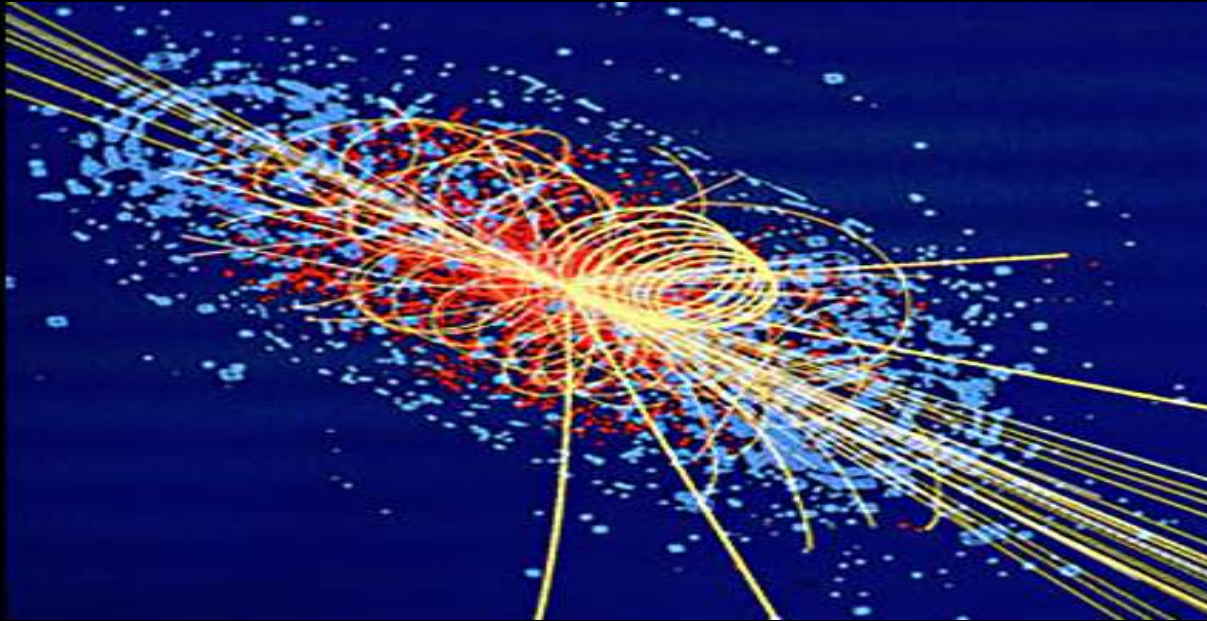
Τη στιγμή της απελευθέρωσης της ισχυρής αλληλεπίδρασης συντελέστηκε αυτό που ονομάζουμε σήμερα **Μεγάλη Έκρηξη**. Τότε, μέσα σ' ένα ελάχιστο κλάσμα του δευτερολέπτου, **το Σύμπαν διεστάλη πολύ περισσότερο από όσο έχει διασταλεί τα επόμενα 15 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια** που πέρασαν από τότε μέχρι σήμερα. Αμέσως μετά, **η Βαρύτητα άρχισε να επιβραδύνει τη διαστολή**. Η πυκνότητα της ύλης ήταν ακόμα πολύ μεγάλη, και **ποσότητα μάζας όση αυτή της Γης, μπορούσε να χωρέσει μέσα σε μια δακτυλήθρα**.



Η θερμοκρασία ήταν ακόμα υψηλή, περίπου ίση με 10^{26} βαθμούς Κέλβιν. Κατά την περίοδο αυτή, οι 7 από τις 11 υπάρχουσες διαστάσεις του χώρου «διπλώθηκαν στο εσωτερικό τους». Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «φαινόμενο συμπαγοποίησης».

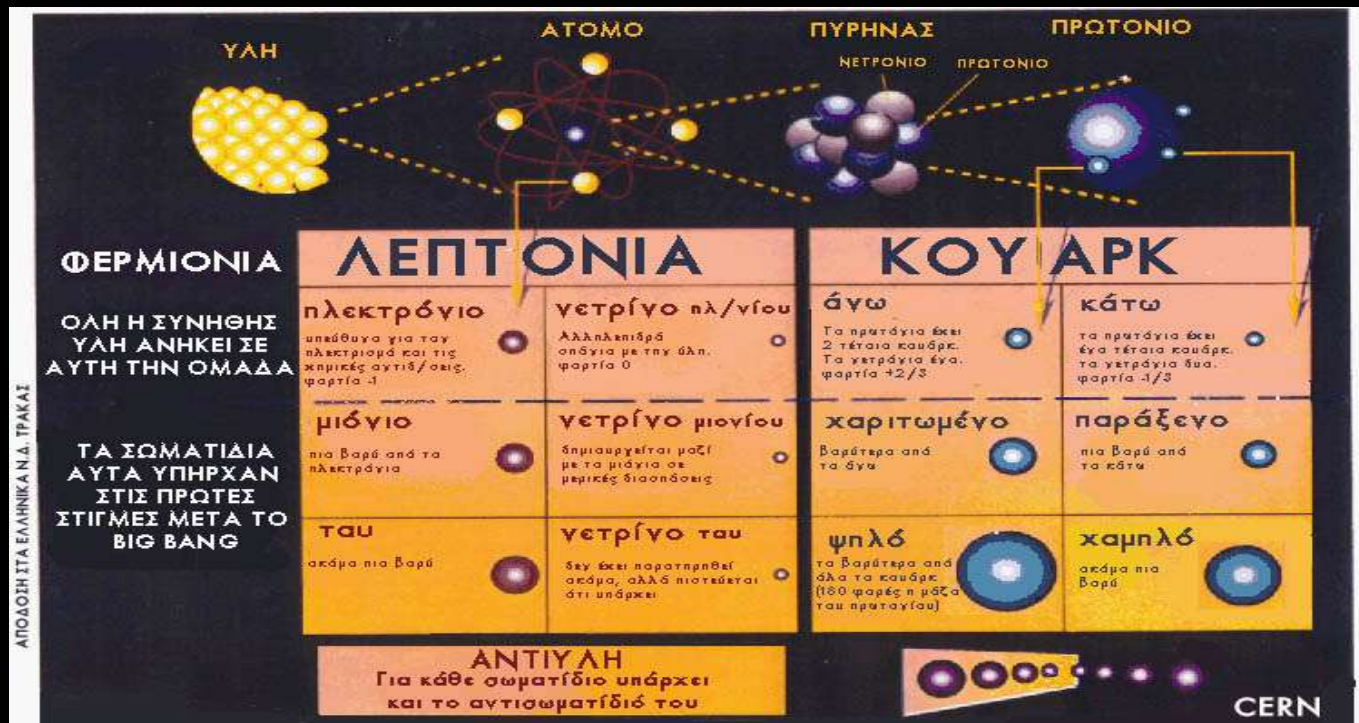
Από τότε μέχρι και σήμερα αυτές οι διαστάσεις βρίσκονται φυλακισμένες στο εσωτερικό μικροσκοπικών χώρων, διαστάσεων 10^{-33} του χιλιοστού, και συνοδεύουν αόρατα κάθε σημείο των γνωστών και κατανοητών σε όλους μας διαστάσεων.

Εποχή των Αδρονίων



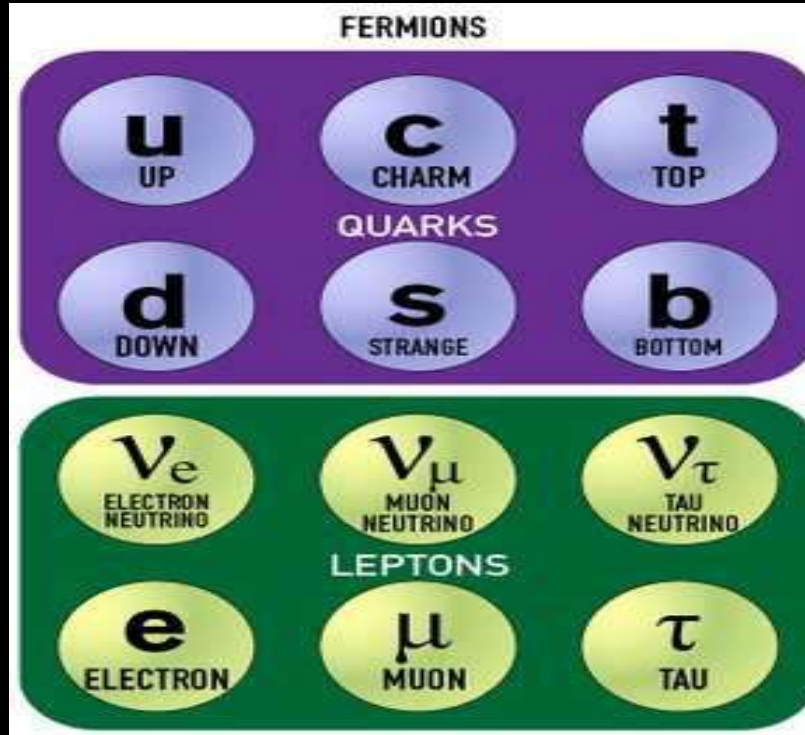
.Η τέταρτη περίοδος του σύμπαντος είναι η **Εποχή των Αδρονίων**: Η εποχή αυτή αρχίζει μετά τα **10^{-32} δευτερόλεπτα** και **τελειώνει 10^{-5} δευτερόλεπτα** μετά την αρχή μέτρησης του χρόνου.

Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου **η θερμοκρασία του Σύμπαντος ήταν 10^{12} βαθμοί Κέλβιν**, ενώ η πυκνότητα της ύλης προσέγγιζε τα **10^{14} γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό**.



Την εποχή αυτή **τελειώνει η φάση της Μεγάλης Έκρηξης** και δημιουργήθηκαν τα πιο βαριά θεμελιώδη **υποσωματίδια κουάρκς και αντικουάρκς**, που αποτελούν τα μικρότερα γνωστά στοιχεία της ύλης. Αυτά, στη συνέχεια, συνέθεσαν **τα αδρόνια και αντιαδρόνια**, δηλαδή τα **πρωτόνια-αντιπρωτόνια, νετρόνια-αντινετρόνια, υπερόνια-αντιϋπερόνια και μεσόνια-αντιμεσόνια**. Συγχρόνως διαχωρίστηκαν, από την ενότητα των δυνάμεων, η ηλεκτρομαγνητική δύναμη και η ασθενής πυρηνική αλληλεπίδραση

Εποχή Λεπτονίων



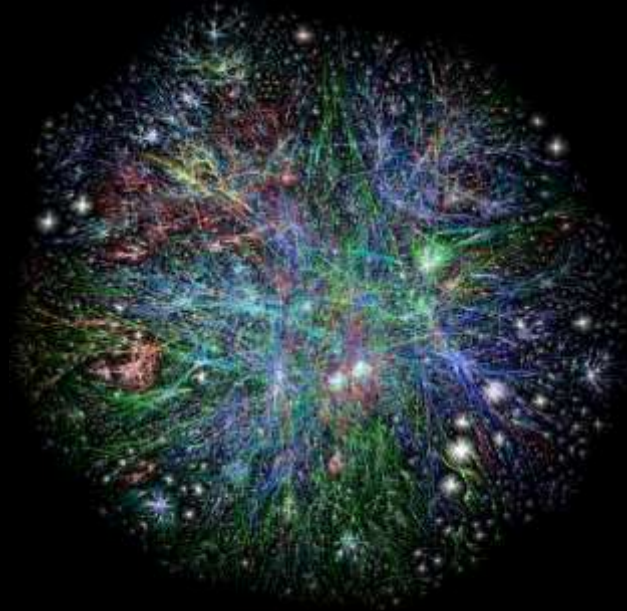
Η πέμπτη περίοδος της ζωής του σύμπαντος είναι η **Εποχή των Λεπτονίων** που διήρκεσε μέχρις ότου η ηλικία του Σύμπαντος έγινε **5 δευτερόλεπτα**. Την περίοδο αυτή, στο τέλος της οποίας η θερμοκρασία έπεσε στους **6.000.000.000 K**, δημιουργήθηκαν τα **λεπτόνια** και τα αντισωματίά τους, δηλαδή τα **ηλεκτρόνια-αντιηλεκτρόνια** και τα **νετρίνα-αντινετρίνα**.

Εποχή της ακτινοβολίας

Αμέσως μετά την εποχή των λεπτονίων έχουμε την **Εποχή της ακτινοβολίας** κατά τη διάρκεια της οποίας άρχισαν να δημιουργούνται οι πρώτοι πυρήνες ατόμων. Κατά τη διάρκεια των επόμενων 3,5 λεπτών το 25% του αρχικού υλικού του Σύμπαντος είχε μετατραπεί σε πυρήνες ηλίου, ενώ το υπόλοιπο 75% βρισκόταν υπό μορφή πρωτονίων.

Αυτό όμως που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι καθ' όλη τη διάρκεια της εποχής της ακτινοβολίας, που διήρκεσε περίπου 500.000 χρόνια, το Σύμπαν είχε τη μορφή μιας διαστελλόμενης πύρινης σφαίρας στο πλαίσιο της οποίας, παρόλο που η ύλη αυξανόταν συνεχώς σε βάρος της ενέργειας, η πυκνότητα της ακτινοβολίας ήταν μεγαλύτερη από την πυκνότητα της ύλης

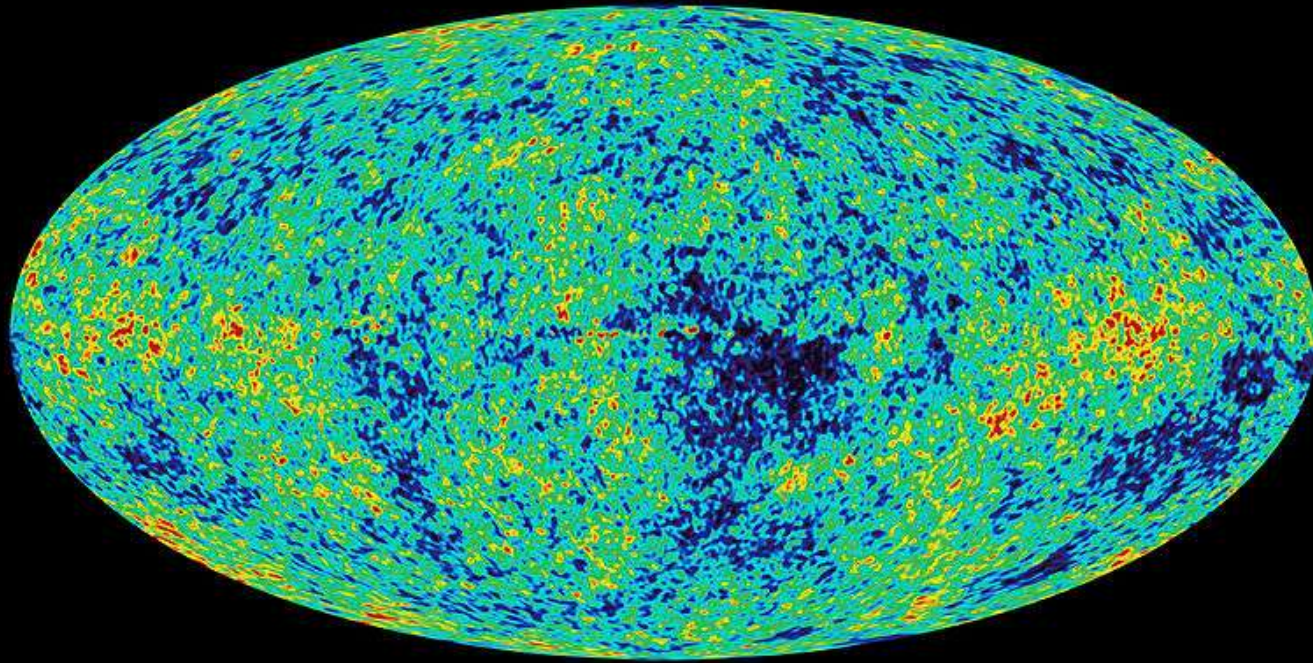
Εποχή Σύνδεσης



Όταν η θερμοκρασία ήταν **4.000 βαθμούς Κέλβιν**, η πυκνότητα της ύλης και της ακτινοβολίας εξισώθηκαν σηματοδοτώντας μ' αυτόν τον τρόπο την έναρξη μιας νέας συμπαντικής εποχής, **εκείνης της ύλης**. Αυτή η περίοδος του Σύμπαντος **διήρκεσε μέχρις ότου η ηλικία του προσέγγισε τα 700.000 έτη** και η θερμοκρασία του έφτασε τους **3.000 βαθμούς Κέλβιν**. Κατά τη διάρκεια αυτής της εποχής συντελέστηκε το θαύμα της **σύνδεσης πυρήνων και ηλεκτρονίων που δημιούργησε τα άτομα υδρογόνου και ηλίου**.



Λόγω του υπέροχου αυτού γεγονότος η εποχή αυτή ονομάστηκε και **εποχή σύνδεσης**, ενώ συνολικά η διάρκεια των 700.000 ετών, **χρόνος σύνδεσης**. Ένα δεύτερο σημαντικό γεγονός της συμπαντικής αυτής περιόδου υπήρξε η **πλήρης αποδέσμευση της ακτινοβολίας από την ύλη** που είχε ως τελικό αποτέλεσμα **τα φωτόνια να κινούνται πλέον ελεύθερα κατά τρόπο ισότροπο και ομογενή**.



Όπως πιστεύουμε σήμερα κατά την περίοδο αυτή **γεννήθηκε η ισότροπη ακτινοβολία μικροκυμάτων**, που αντιστοιχεί σε ακτινοβολία μέλανος σώματος θερμοκρασίας **2,7 βαθμών Κέλβιν**, η οποία, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, ανακαλύφθηκε από τους **Πενζίας και Γουίλσον το 1965**.

Αστρική Εποχή



Τέλος, έχουμε την **Αστρική Εποχή**: που διαρκεί μέχρι σήμερα, και είναι η τελευταία της ζωής του Σύμπαντος.

Την περίοδο αυτή, **ισχυρές διαταραχές της πυκνότητας της ύλης** δημιούργησαν τεράστιες συμπυκνώσεις υλικού που στη συνέχεια συγκρότησαν **υπερσμήνη και σμήνη γαλαξιών, άστρα** και γενικά ολόκληρο το δημιούργημα που σήμερα ονομάζουμε Σύμπαν.

Accelerators: CERN-LHC
 FNAL-Tevatron
 high-energy cosmic rays
 BNL-RHIC
 CERN-LEP
 SLAC-SLC

BIG BANG

Inflation

t	10^{-44}	10^{-37} s
T	10^{32}	10^{28}
E	10^{19}	10^{15}

possible dark matter relics

cosmic microwave radiation visible

Key:

q quark
 g gluon
 e electron
 m muon
 n neutrino

W,Z bosons

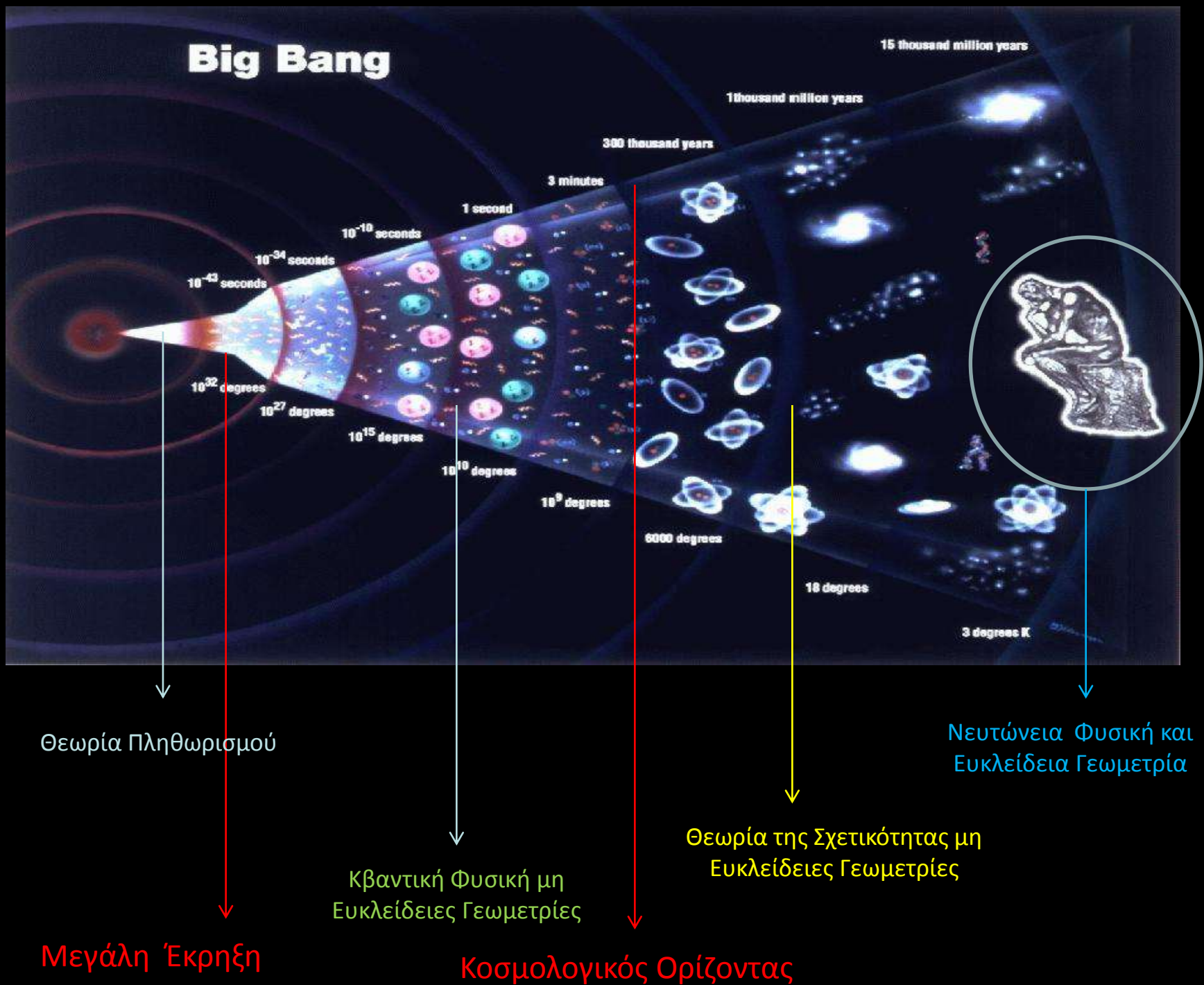
meson
 baryon
 ion
 atom

photon

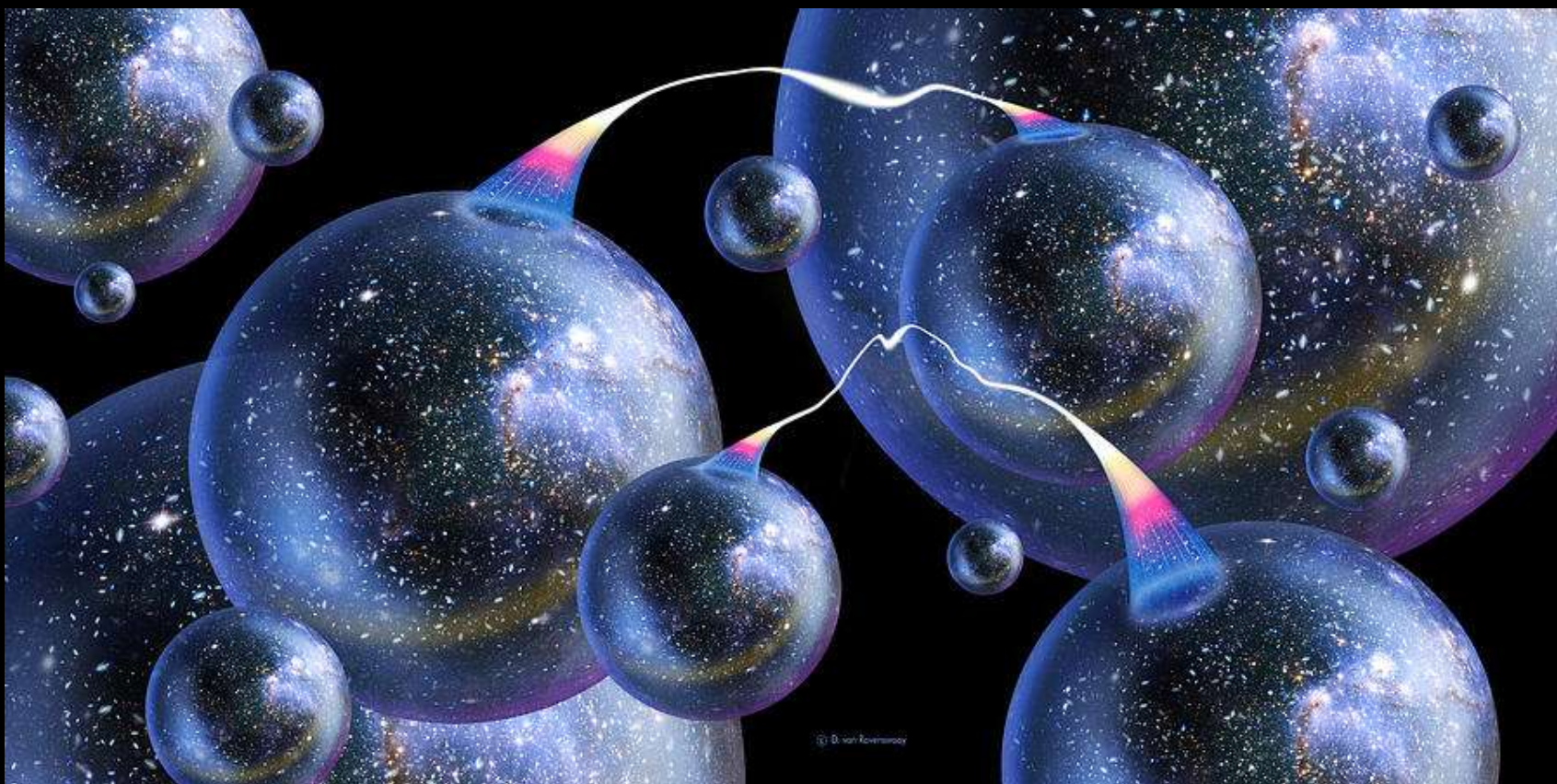
star
 galaxy
 black hole

Today

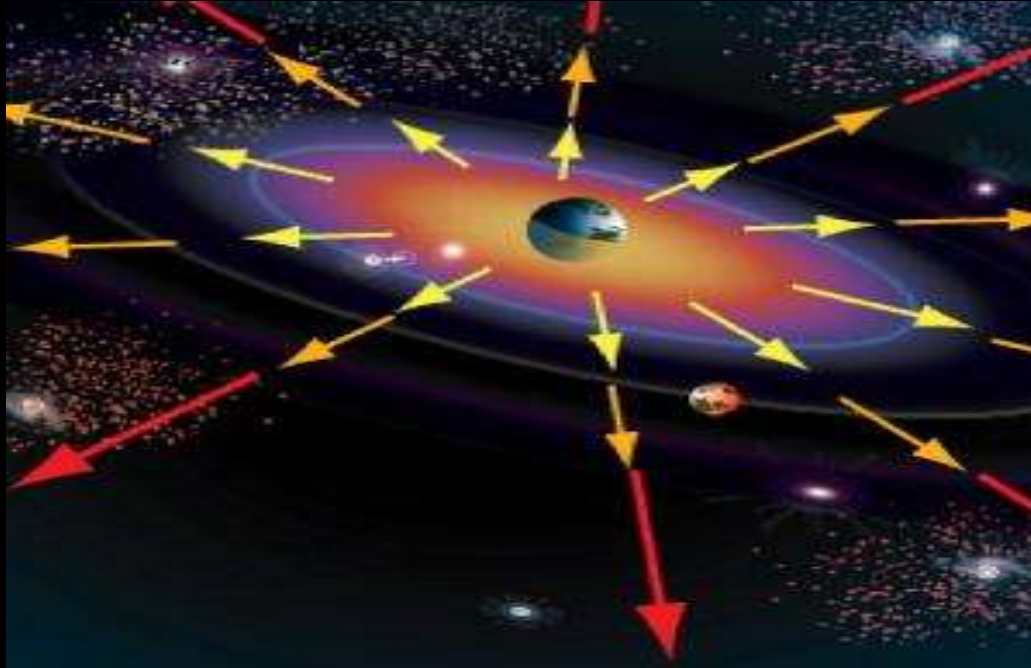
12×10^9 y (sec.yrs)
 2.7 (Kelvin)
 2.3×10^{-13} (GeV)



Το μέλλον του Σύμπαντος



Διαστελλόμενο Σύμπαν

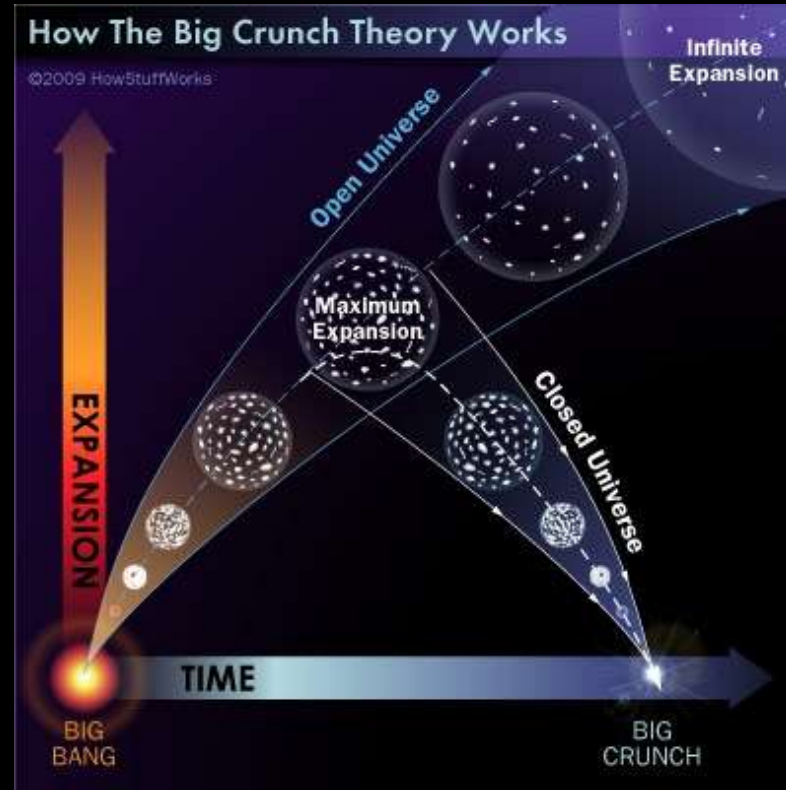


Στην περίπτωση αυτή το Σύμπαν θα διαστέλλεται συνεχώς και ταυτόχρονα η πυκνότητά του θα μειώνεται συνεχώς. Παράλληλα, το σύνολο των αστεριών του θα φτάσει στο τελικό στάδιο εξέλιξής του κατά τέτοιον τρόπο ώστε μετά από 100 τρισεκατομμύρια χρόνια, το Σύμπαν να αποτελείται μόνο από μελανούς νάνους, αστέρες νετρονίων και μελανές οπές.

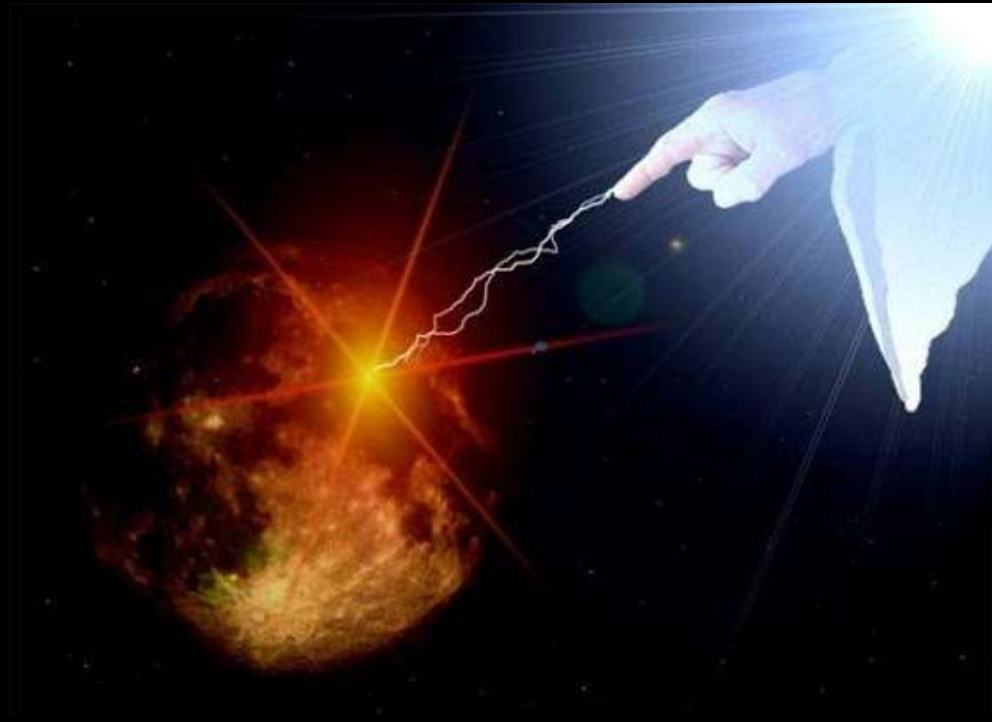


Τα πλανητικά συστήματα θα διαλυθούν, όπως και οι γαλαξίες, καθώς η ακτινοβολία τους θα μειώνεται μέχρι να πάψει σχεδόν να υπάρχει στο τέλος μιας περιόδου 10^{19} ετών. Τότε το Σύμπαν μας θα γίνει ένας κρύος, νεκρός απέραντος χώρος

Παλλόμενο Σύμπαν



Στην περίπτωση που το Σύμπαν μας είναι παλλόμενο, τη σημερινή διαστολή του θα την αντικαταστήσει κάποτε μια συστολή. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης του, οι γαλαξίες θα πλησιάσουν ξανά μεταξύ τους τόσο ώστε θ' αρχίσουν να συγκρούονται, ενώ η ακτινοβολία μικροκυμάτων θα αυξάνεται διαρκώς πυρπολώνοντας τον κοσμικό χώρο.



Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες **τ' αστέρια θα καταστραφούν**. Το υλικό τους θα μετατραπεί **σε στοιχειώδη σωμάτια και στη συνέχεια σε φωτόνια**. Η **συστολή** όμως θα συνεχιστεί μέχρις ότου ολόκληρο το φλεγόμενο υλικό του Σύμπαντος **θα συμπιεστεί σε ένα ανώμαλο σημείο του χωροχρόνου**, όπως στην αρχή της δημιουργίας του. Η αρχική σημειακή ανωμαλία, που γέννησε το Σύμπαν, δεν έχει καμιά σχέση, ούτε ταυτίζεται με το ανώμαλο σημείο του τέλους του.