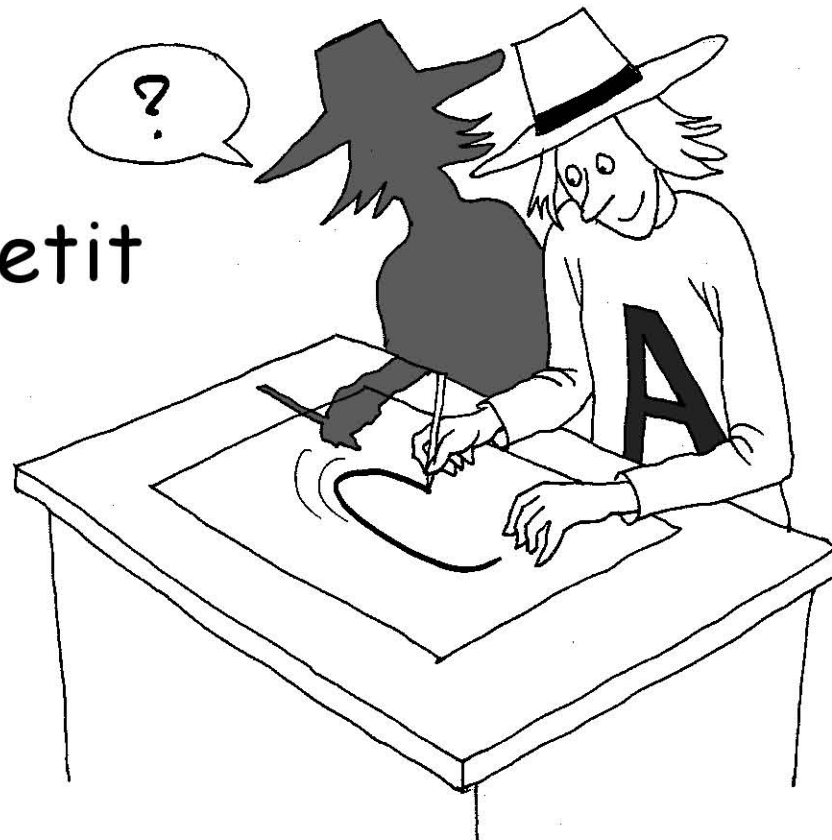


# ΞΕΠΕΡΝΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Jean-Pierre Petit



Ο άνθρωπος  
που ζωγράφισε  
πιο γρήγορα κι απο  
τη σκιά του

Φαίνεσαι αναστατωμένος,  
καλέ μου φίλε. Τί έγινε?

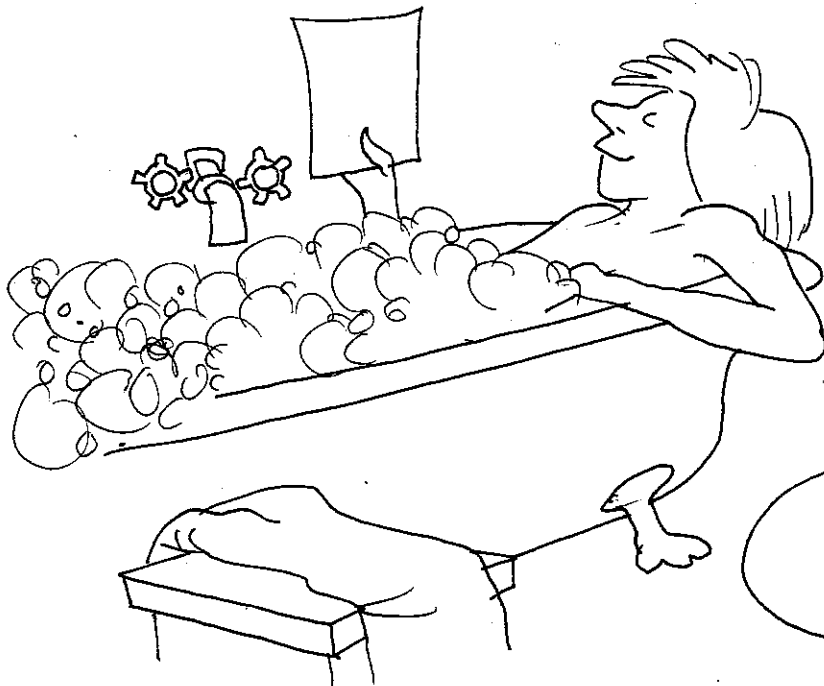


Μόλις επέστρεψα  
απο ένα σεμινάριο  
αστροφυσικής. Δε θέλω  
να το συζητήσω!

Η πρώτη διάλεξη ήταν πάνω στην κοσμική επέκταση.  
Ήθελαν να μάθουν πού ακριβώς έγιναν αυτά τα φαινόμενα.  
Διαστελλόταν η Γή? Όχι! Θα το είχαμε προσέξει! Και το ηλιακό  
σύστημα? Ούτε! Βρίσκονται οι γαλαξίες σε διαστολή?  
Καθόλου!

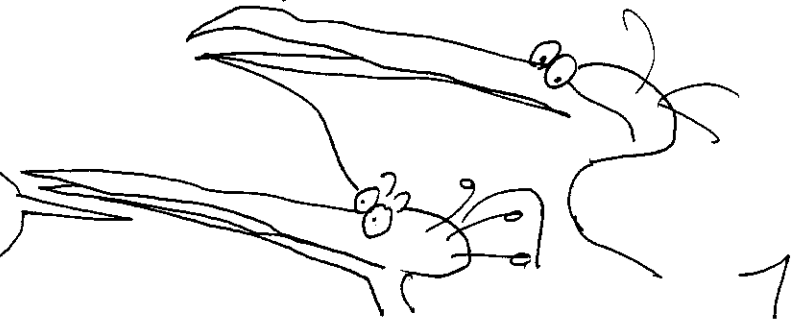


Υποθέτω πως το Σύμπαν  
κάπου πρέπει να διαστέλλεται,  
έτσι?! Είναι τρελό!



Ξέρεις, η παρατήρηση επιβεβαιώνει  
πως κάθε χρόνο, λίγη απο τη δομή του Σύμπαντος,  
γίνεται ΧΑΣΜΩΔΗΣ

Χασμώδης?  
Τί εννοείς με αυτό?



Αφου ανακαλύψαμε πως οι γαλαξίες μπορούν να συναθροίζονται σε ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΑ, όπως αυτό της Παρθένου ή της Κόμης, οι οποίοι περιέχουν χιλιάδες γαλαξίες, σκεφτήκαμε πως ίσως το Σύμπαν παρουσιάζει μια ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ δομή.



Και έτσι, αρχίσαμε να ψάχνουμε για ΥΠΕΡ-ΣΥΜΠΛΕΓΜΑΤΑ, "συμπλέγματα σε συμπλέγματα" κτλ..

Και τι ανακαλύψατε?



Στον επιστημονικό κόσμο, είναι αστείο το γεγονός πως οι λέξεις εμφανίζονται, φουσκώνουν και μετά σκάνε σαν φούσκες. Υπήρχε μια εποχή οπου η λέξη υπερ-σύμπλεγμα ακουγόταν διαρκώς. Και ξαφνικά, πφφφ, εξαφανίστηκε!

Ακριβώς!

Υποθέτω πως αυτό συνέβη γιατί δεν βρέθηκαν ποτέ.

Ωστόσο, οι αστρονόμοι ανακάλυψαν ένα μέρος οπου συγκεντρώνονταν οι γαλαξίες, σε κάποιο είδος πλάκας, που ονομάζουν THE GREAT WALL (\*)

Με άλλα λόγια, πάνω σε αυτή την "πλάκα", υπήρχαν πολλοί γαλαξίες και γύρω απο αυτή δεν υπήρχε τίποτα?



(\*)ΤΟ ΜΕΓΑΛΟ ΤΕΙΧΟΣ

Με το πέρασμα των χρόνων, οι παρατηρήσεις τους έγιναν πιο ακριβείς. Σήμερα γνωρίζουμε πως, οι γαλαξίες, η ύλη, τοποθετούνται γύρω από μεγάλες άδειες φουσαλίδες, με διάμετρο που φτάνει τα εκατό εκατομμύρια έτη φωτός.

Ορίστε, βλέπεις?  
Το πρόβλημά σου λύθηκε.  
Η επέκταση γίνεται μέσα σε αυτές τις "φουσαλίδες"

Χμμ... Άρα τα συμπλέγματα των γαλαξιών, αυτή η συγκέντρωση της ύλης, θα βρίσκεται ασ πουμε, στο σημείο που ενώνονται οι επιφάνειες τριών φουσαλίδων. Όμως, πως σχηματίζεται αυτή η δομή?

Αλίμονο, αγαπητέ μου. Δεν έχουμε την παραμικρή ιδέα..

Υποθέτω όμως, πως στο τέλος,  
θα πρέπει να υπάρχει κάποιο μοντέλο.  
Μπορούμε να κάνουμε απίστευτα πράγματα  
με τους υπολογιστές σήμερα,  
έτσι δεν είναι?

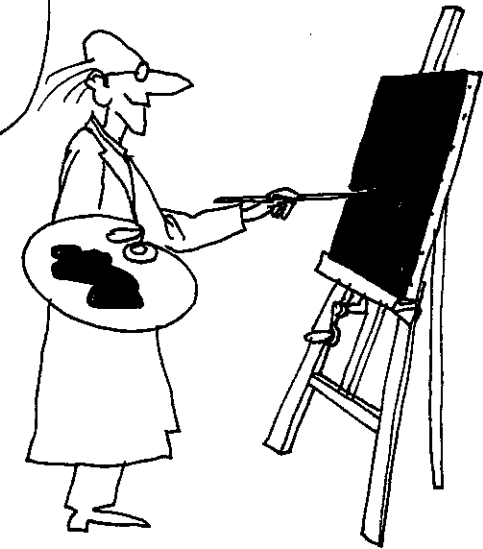
Κάποιοι δημιουργούν  
προσομοιώσεις με την  
ΠΑΓΩΜΕΝΗ ΜΑΥΡΗ ΥΛΗ,  
όμως δεν είναι και πολύ  
πειστικές

Δε βλέπω τίποτα..

Λογικό μου ακούγεται.  
Αφού είναι μαύρη ύλη

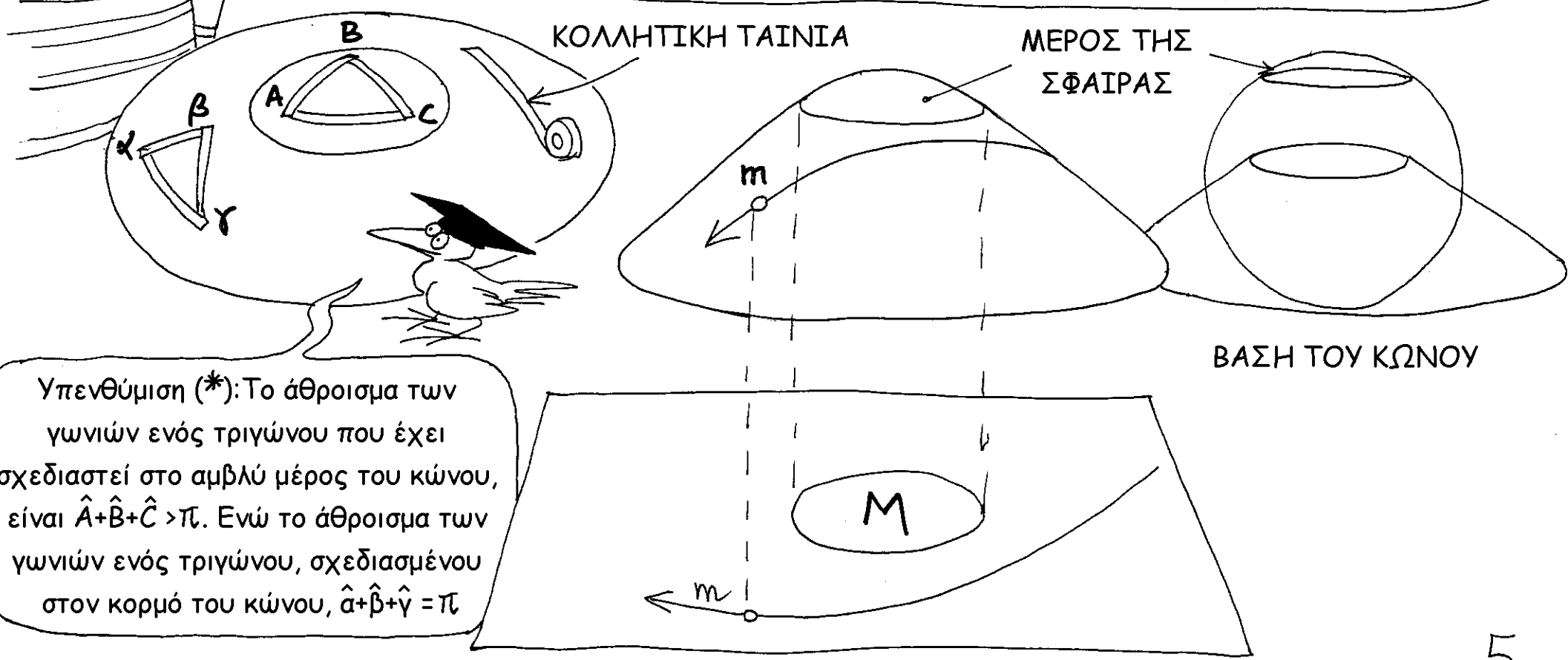
Κύριε Άλμπερτ, πείτε μας τη  
γνώμη σας για όλα αυτά. Έχουν περάσει  
τουλάχιστον δέκα χρόνια απο την τελευταία  
φορά που είχαμε νέα σας σε  
αυτές τις σελίδες.

Α, λοιπόν.. Εγώ επιμένω στην αρχική μου ιδέα:  
Αντικαθιστούμε τις δυνάμεις μέσω της ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ





Πάρε ένα αντικείμενο μάζας  $M$ , ένα αστέρι, ένα πλανήτη, οτιδήποτε.  
 Και ένα σώμα μάζας  $m$  που να βρίσκεται σε κοντινή τροχιά. Η τροχιά του επηρεάζεται απο τη Νευτώνια δύναμη έλξης που ασκεί πάνω του η μάζα  $M$ . Στις δύο διαστάσεις, θα μπορούσαμε να το αντικαταστήσουμε με ένα αμβλύ κώνο. Χρησιμοποιώντας αυτοκόλλητη ταινία, θα μπορούσαμε να δημιουργήσουμε πάνω στην επιφάνειά του ένα ΓΑΙΩΔΑΙΣΙΑΚΟ, το οποίο όταν προβάλλεται στο επίπεδο, μας δίνει την ίδια τροχιά. Η μάζα γίνεται τότε μέρος του χώρου (το σφαιρικό καπέλο) που περιέχει ορισμένη ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ.



Υπενθύμιση (\*): Το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου που έχει σχεδιαστεί στο αμβλύ μέρος του κώνου, είναι  $\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} > \pi$ . Ενώ το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου, σχεδιασμένου στον κορμό του κώνου,  $\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma} = \pi$

(\*). Δες τα "Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ" και "ΜΑΥΡΗ ΤΡΥΠΑ"

Ωραία, συμφωνούμε πως  
ΜΑΖΑ = ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ. Αν το Σύμπαν είναι  
ΧΑΣΜΩΔΕΣ, αυτό σημαίνει πως είναι ΦΤΙΑΓΜΕΝΟ  
απο τρισδιάστατες περιοχές που φανερώνουν  
καμπυλότητα και διαχωρίζονται απο επίπεδες,  
Ευκλείδιες περιοχές, ΧΩΡΙΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑ.

Έτσι δεν είναι?

Φυσικά. Όμως,  
που θές να καταλήξεις?

Αυτό το παιδί  
δε σταματάει  
ποτέ...

Αυτό είναι...εεμ...ακριβές.  
Όμως θα είναι πολύ δύσκολο να ενώσεις  
μέρη ενός τρισδιάστατου, καμπυλωμένου χώρου,  
με εκείνα ενός τρισδιάστατου,  
Ευκλείδιου χώρου.

Ναι, όμως, ακριβώς  
όπως και στην δική σας εικόνα  
παραπάνω, μπορούμε να το κάνουμε  
σε δύο διαστάσεις.

Κοιτάξτε. Παίρνω ένα  
μπαλάκι του πίνγκ πόνγκ

Το κόβω σε οχτώ μέρη

Και γιατί σε οχτώ !?!

Επειδή ένας κύβος  
έχει ΟΧΤΩ κορυφές

Δεν το 'πιασα...

Αρχίζω να  
καταλαβαίνω τι σκέφτηκε  
ο έξυπνος φίλος μας

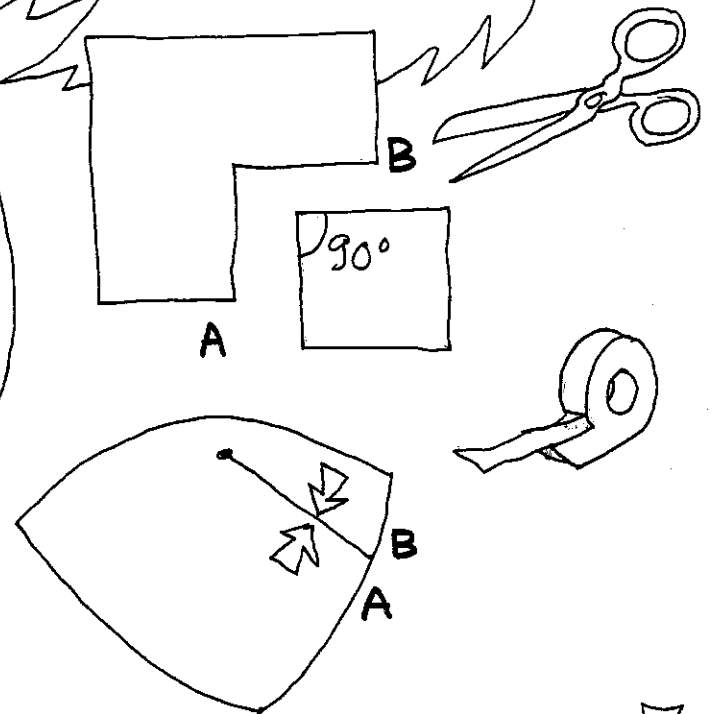
Είναι ζήτημα ΟΛΙΚΗΣ

ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ, όπως περιγράφεται και στο "ΤΟΠΟΛΟΓΙΚΟΝ".

Αυτή της σφαίρας είναι  $4\pi$ . Η σφαίρα έχει οχτώ σημεία, έτσι στο ένα όγδοο της σφαίρας, υπάρχει ένα εύρος καμπυλότητας, ίσο με  $4\pi / 8 = \pi/2$ .

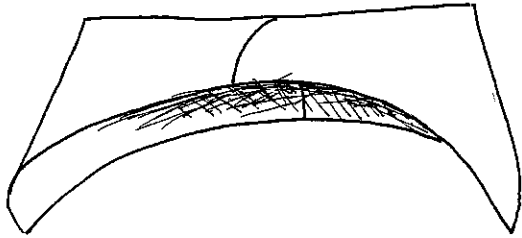
Το ίδιο ισχύει και για ένα ΠΟΣΙΚΩΝΟ κατασκευασμένο με ένα κόψιμο  $\pi/2 = 90^\circ$ . Το αποτέλεσμα είναι ένα ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΜΕΝΟ ΣΗΜΕΙΟ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ

Επίσης, ξαναδιάβασε  
το "Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ"

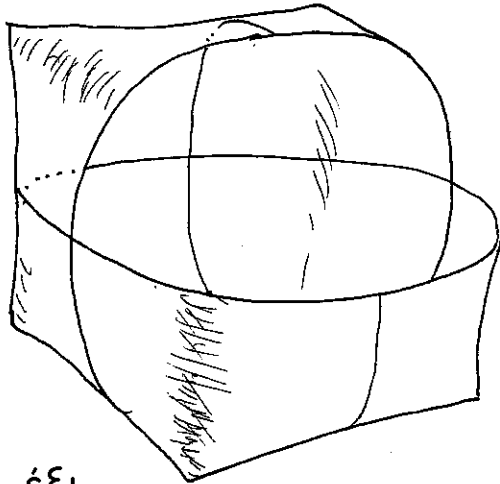
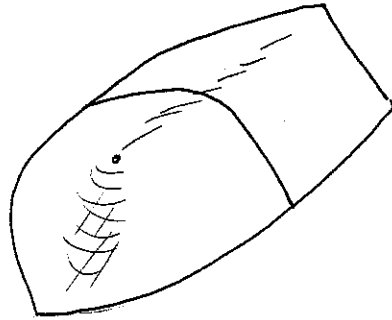




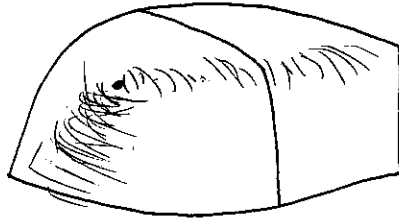
# ΕΝΑΣ ΚΥΒΟΣ ΧΩΡΙΣ ΚΟΡΥΦΕΣ



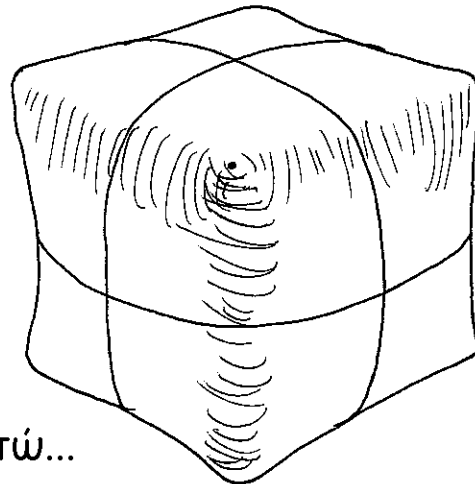
δύο ενωμένοι ΠΡΟΣΙΚΩΝΟΙ



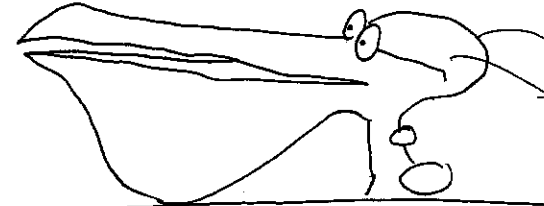
έξι...



οχτώ...

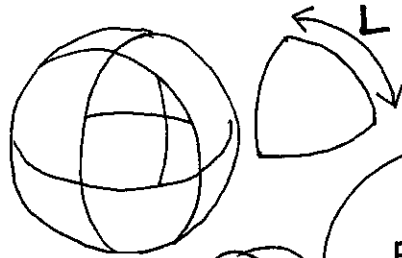
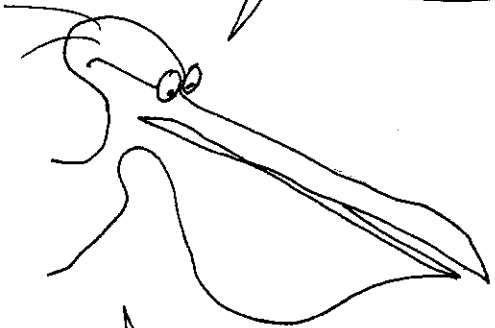


Με αυτόν τον τρόπο,  
ο Ανσελμ, μπορεί να ενώσει 8 κωνικά  
σημεία, που περιέχουν μια συγκεντρωμένη  
καμπυλότητα με τιμή  $\pi/2$



Μα, που είναι οι κορυφές?

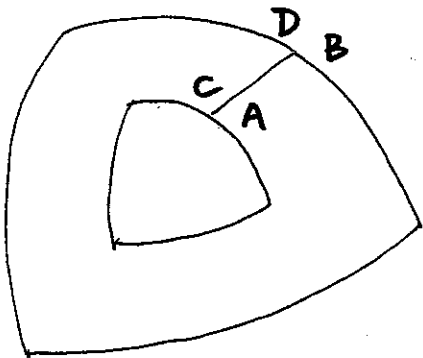
Πολύ όμορφο. Όμως  
τι υποτίθεται πως πρέπει να κάνουμε  
με τα όγδοα απο το μπαλάκι του  
πιναγκ πόνγκ?



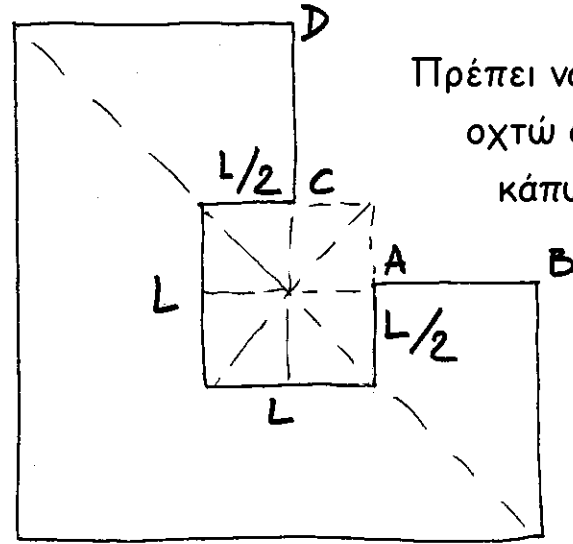
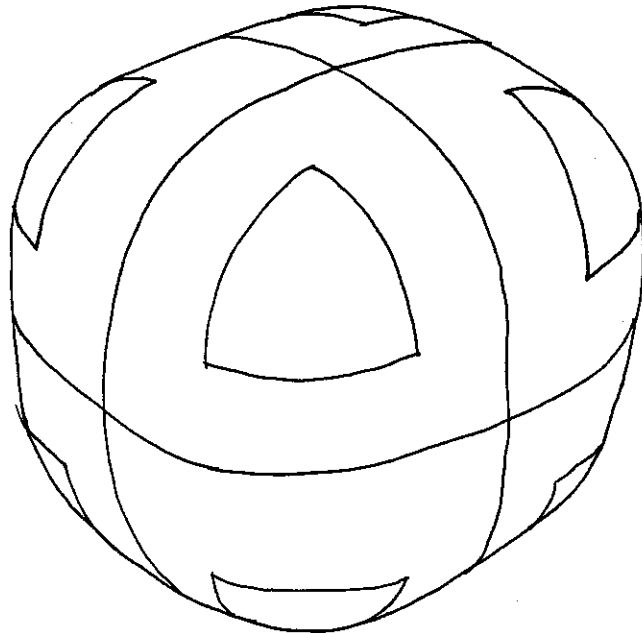
Μα, όχι.  
Εγώ κατάλαβα.  
Θα δείς



Μάλλον έχω χάσει επεισόδια...



Αυτό που μένει τώρα να κάνουμε,  
είναι να προσαρμόσουμε τις σφαιροειδείς γωνίες



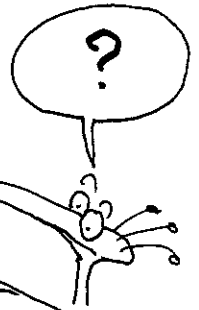
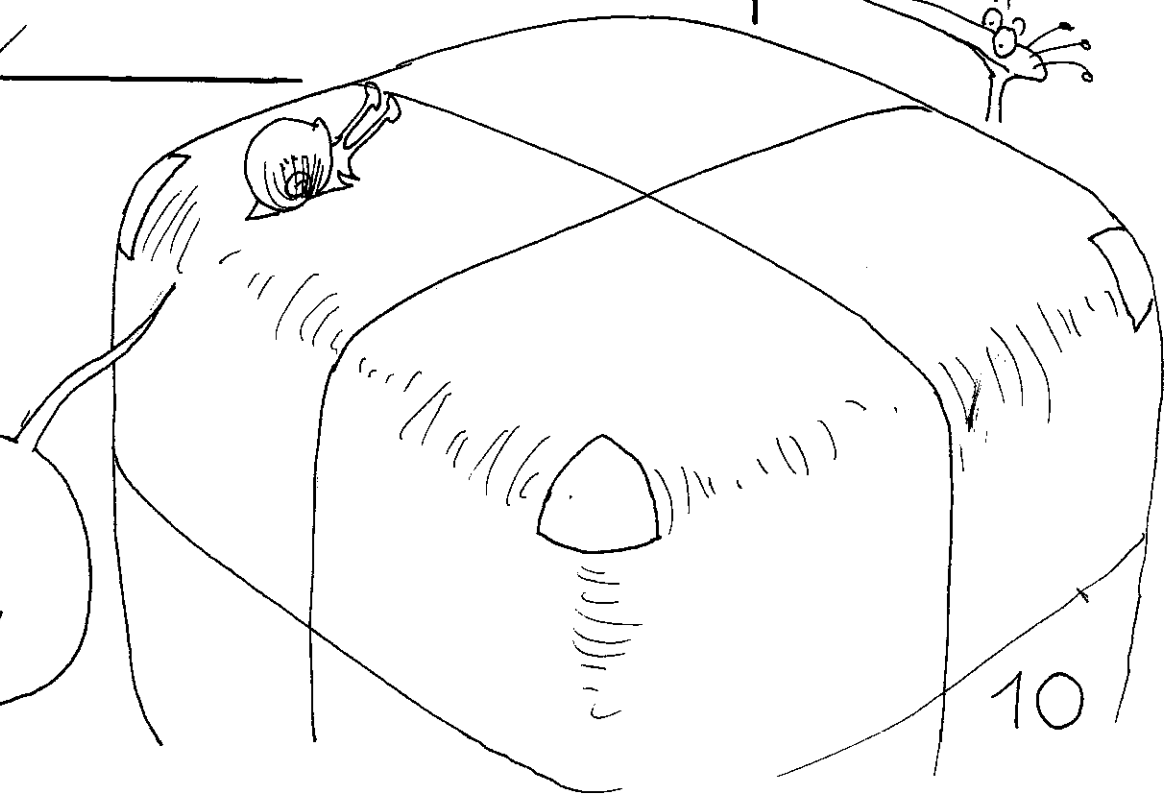
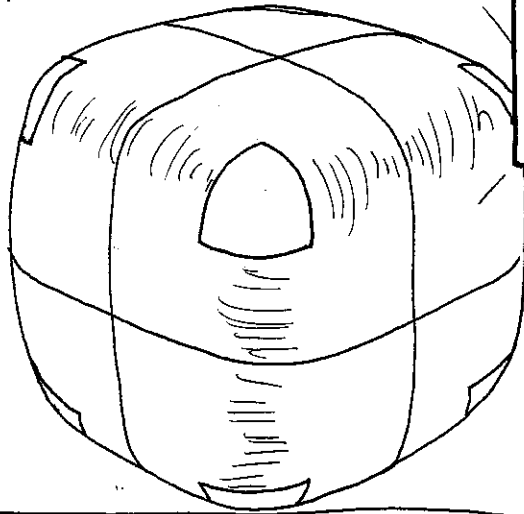
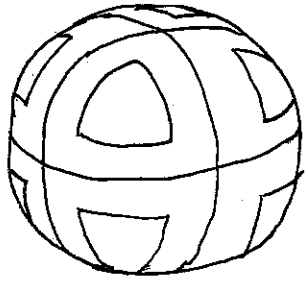
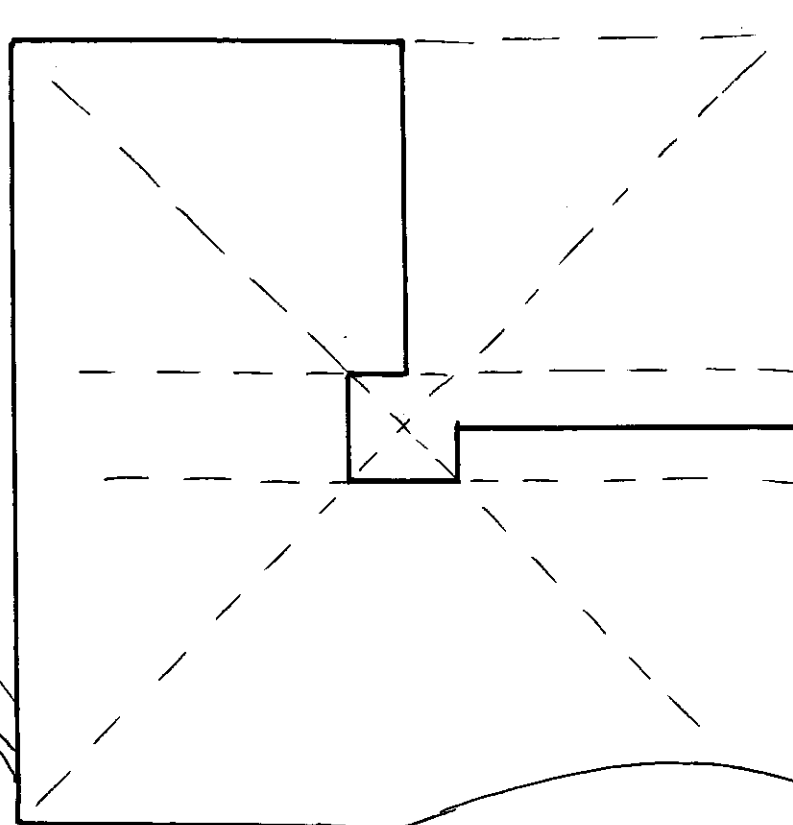
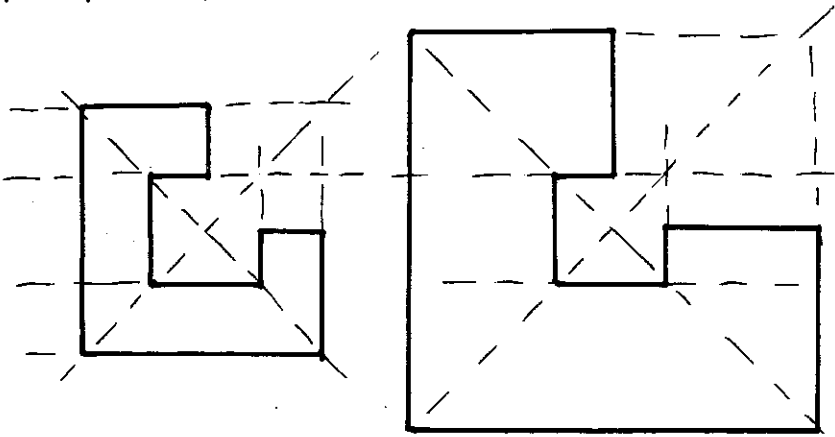
Πρέπει να ετοιμάσεις  
οχτώ στοιχεία,  
κάπως έτσι



Τα εφαπτόμενα  
επίπεδα ενώνονται!!!

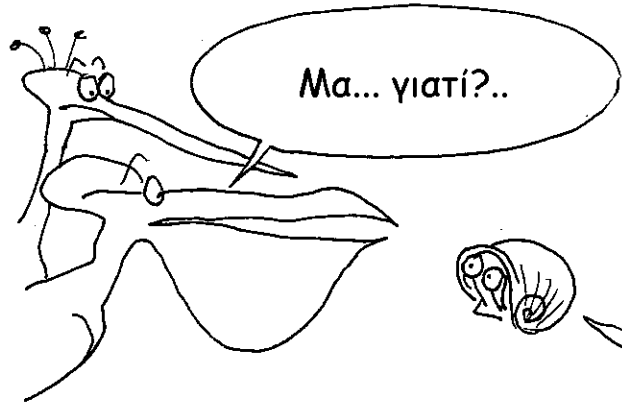
Χμμ...Με λίγη τύχη...

Το γεγονός ότι το κεντρικό τετράγωνο δίνει την εντύπωση πως είναι μειωμένο, είναι απλώς μια οφθαλμαπάτη.



Ας σταματήσουμε τις ανοησίες τώρα.  
Θα υπάρξει συνέχεια του επαπτόμενου επιπέδου,  
ανεξάρτητα από τη σχετική σημασία της περιοχής,  
των οκτώ στρογγυλεμένων γωνιών!

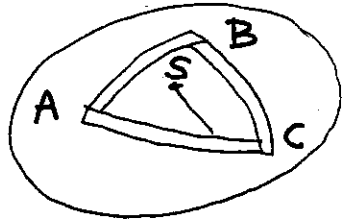
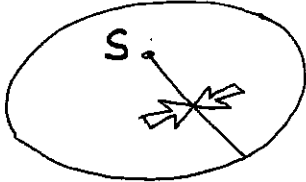
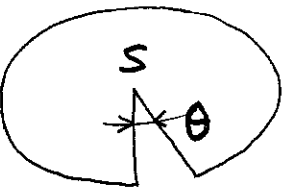
10



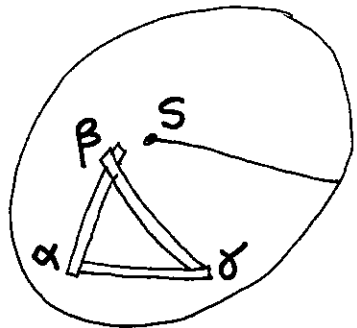
Μα... γιατί?..



δίσκος



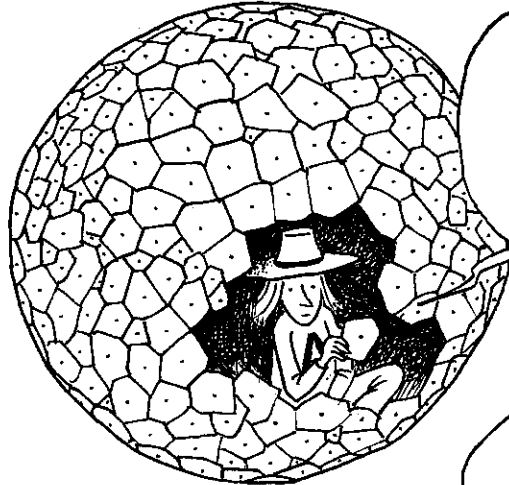
$$\hat{A} + \hat{B} + \hat{C} = \pi + \theta$$



$$\hat{\alpha} + \hat{\beta} + \hat{\gamma} = \pi$$

(\*) "Η ΜΑΥΡΗ ΤΡΥΠΑ", σελίδα 9

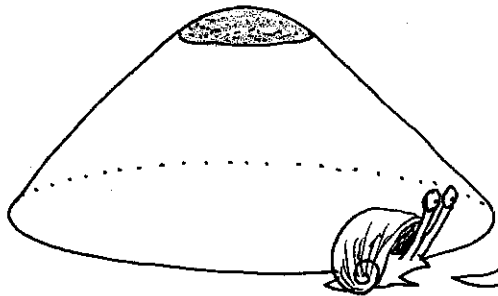
(\*). Πήγαινε πίσω και ξαναδιάβασε τα κόμικ στα οποία εμφανίζεσαι εδώ και τριάντα χρόνια! ("Η ΜΑΥΡΗ ΤΡΥΠΑ", σελίδες 8 και μετά) Δημιουργείς ένα ΠΟΣΙΚΩΝΟ τεμαχίζοντας μια γωνία  $\theta$ . Αν σχεδιάσεις ένα τρίγωνο με 3 γεωδαισιακά, έχουμε 2 πιθανότητες: Είτε το τρίγωνο περιέχει το άθροισμα  $S$  και στη συγκεκριμένη περίπτωση, το άθροισμα των γωνιών  $\pi + \theta$ , είτε δεν το περιέχει και το άθροισμα των γωνιών στις κορυφές είναι το ΕΥΚΛΕΙΔΙΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ που ισούται με  $\pi$ . Αν ενώσεις δύο ποσικώνους που ανταποκρίνονται στα κοψίματα  $\theta_1$  και  $\theta_2$ , το άθροισμα των γωνιών ενός τριγώνου που περιέχει τις δύο κορυφές  $S_1 + S_2$ , θα είναι το Ευκλείδειο άθροισμα, αυξημένο κατά  $\theta_1 + \theta_2$ .



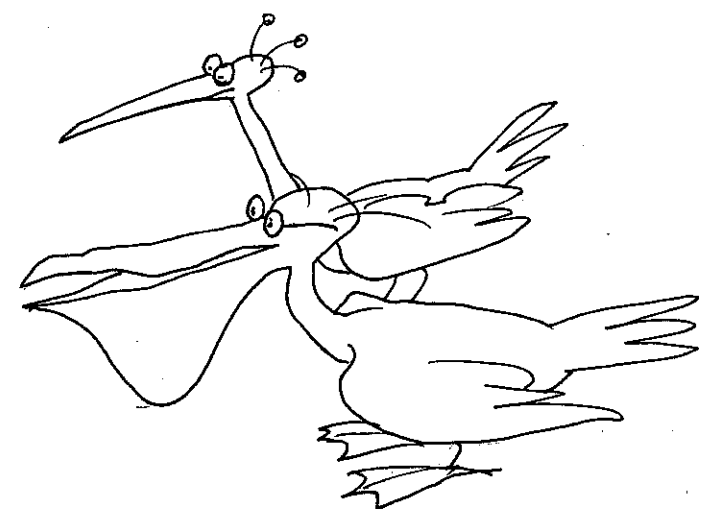
Συναθροίζοντας  $N$  μικροκώνους με γωνίες  $\theta$ , με όσο μεγαλύτερη συχνότητα γίνεται, παρατηρώ πως όταν  $N \times \theta = 720^\circ$ , τότε έχω...μια σφαίρα!

Φυσικό είναι. Η τιμή της ΟΛΙΚΗΣ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ της σφαίρας είναι  $720^\circ$

Τώρα, βγές από 'κεί, γλυκέ μου



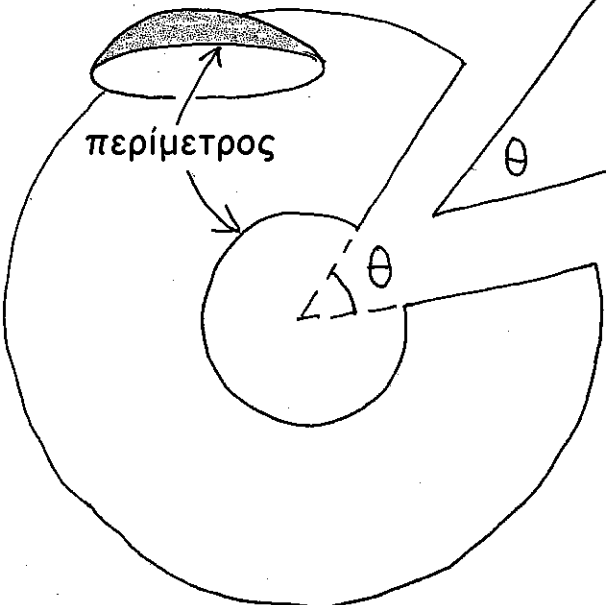
Όταν θες να βάλεις ένα καμπυλωτό αντικείμενο μέσα σε ένα Ευκλείδιο, πρέπει απλώς να βεβαιωθείς πως οι καμπυλότητες είναι συμβατές. Για παράδειγμα, ας πούμε πως θες να κατασκευάσεις ένα αμβλύ κώνο.



$$S = 4\pi R^2$$

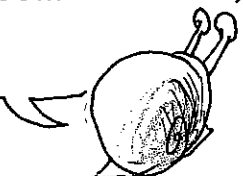
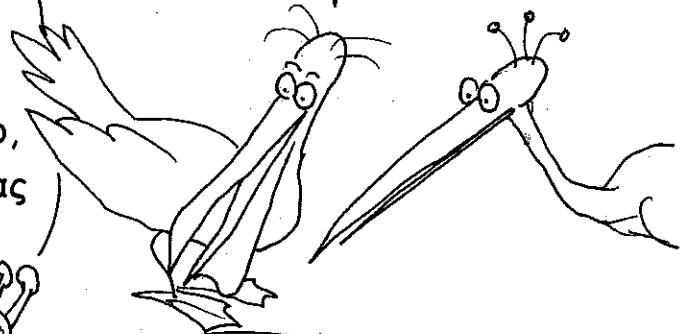
$$720^\circ$$

Η ποσότητα καμπυλότητας που περιέχεται στο σφαιρικό καπέλο, είναι ίση με  $\theta = 720^\circ \times \frac{A}{4\pi R^2}$



Η πλευρά που κατέχει ένας αμβλός κώνος, είναι μέρος ενός κώνου που ανταποκρίνεται στο κόψιμο αυτής της γωνίας  $\theta$ . Πρέπει απλώς να κόψεις την κορυφή του κώνου με τέτοιο τρόπο, ώστε οι περίμετροι να εφάπτονται ο ένας με τον άλλο και ιδου...

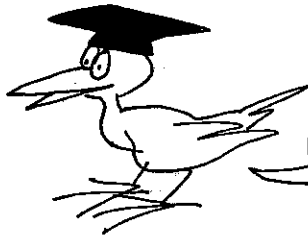
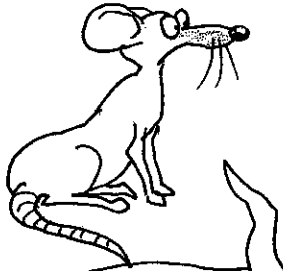
!?



Απλό!

# ΥΛΗ, ΚΕΝΟ...

Λοιπόν, αν κατάλαβα καλά, η ύλη στο Σύμπαν καταλαμβάνει κάτι σαν νησάκια στο χώρο, με αρκετό κενό ανάμεσά τους. Μα τι είναι το ΚΕΝΟ?



Για έναν φυσικό, το τέλειο κενό, που δεν περιέχει απολύτως ΤΙΠΟΤΑ, δεν υπάρχει. Για να γίνει αυτό, θα έπρεπε ολόκληρο το Σύμπαν να βρίσκεται στο απόλυτο μηδέν. Θα ήταν αδύνατον να απομονώσεις αυτό το τέλειο κενό, ακόμη και με ένα εντελώς ερμητικό περιβάλλον, γιατί αυτό θα ακτινοβολούσε και αυτό το "κενό" θα γέμιζε με φωτόνια που παράγονται από το τείχος του (\*)

Με άλλα λόγια, αυτά τα μεγάλα κενά ανάμεσα στους γαλαξίες είναι γεμάτα φωτόνια που παράγονται από...τα αστέρια?

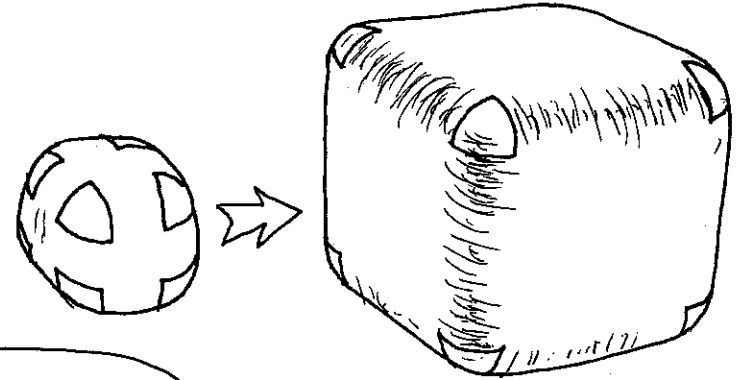


Αξίζει να ρίξεις άλλη μια ματιά στο "BIG BANG". Παρατηρήσεις που έγιναν το 1967, φανέρωσαν την παρουσία μεγάλου αριθμού φωτονίων στο Σύμπαν (ένα δισεκατομμύριο φορές περισσότερα από τα σωματίδια της ύλης) τα οποία σχηματίζουν το ΦΟΝΤΟ ΤΗΣ ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ στους 3° Κ. Πέφτοντας το ένα πάνω στο άλλο, τα φωτόνια συγκροτούν αυτό που ονομάζουμε "Κοσμικό Κενό", το οποίο κατοικεί σε αυτές τις φυσαλίδες με διάμετρο 100 εκατομμύρια έτη φωτός.

(\*) Που ανταποκρίνεται στο  $h\nu = \frac{hc}{\lambda} = kT$ , όπου  $T$ , η απόλυτη θερμοκρασία του τείχους,  $c$  η ταχύτητα του φωτός,  $h$  η σταθερά του Πλάνκ και  $k$  η σταθερά του Μπόλτσμαν.

Εν ολίγοις, να η εικόνα που προτείνει ο Ανσελμ:  
ένας κύβος με στρογγυλεμένες γωνίες απο τα όγδοα μιας  
σταθερής σφαίρας, που ενώνονται με μια εκτενή επιφάνεια,  
ένα "κενό" που αποτελείται απο "συνδεδετικά φωτόνια".

Δεν είναι καθόλου κακό.



Μα, τα φωτόνια κινούνται! Δεν  
καταλαβαίνω καθόλου την εικόνα αυτου  
του "υλικού απο συνδεδετικά φωτόνια".

Έχεις δίκιο. Τα κύματα κινούνται, επίσης. Ίσως θα ήταν καλύτερα να φανταστείς ένα "ΙΣΤΙΟΦΟΡΟ",  
που τaráσσεται συνεχώς απο τα κύματα και το μήκος κύματός του είναι μερικά χιλιοστά (\*)

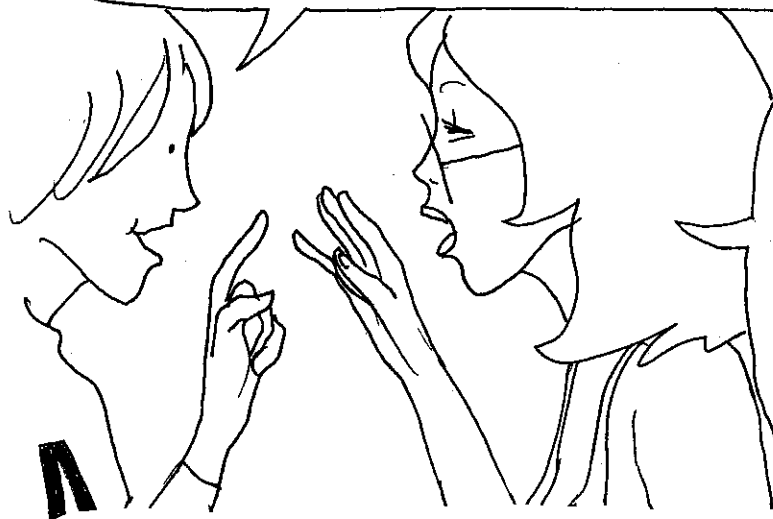
Άρα, αν αυτό το "ΙΣΤΙΟΦΟΡΟ"  
διασταλλεί, αυτο σημαίνει πως θα  
εμφανιστούν νέα "κύματα"

Όχι, τα "κύματα" είναι αυτά που διαστέλλονται.  
Το μήκος κύματος  $\lambda$  αυτών των "κοσμολογικών"  
φωτονίων αυξάνεται με τη διάσταση R του Σύμπαντος

$$\begin{aligned} (*) \quad \lambda &= \frac{Rc}{kT} ; R = 6.63 \cdot 10^{-34} \\ c &= 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} ; k = 1,38 \cdot 10^{-23} \\ T = 3^\circ \text{K} &\Rightarrow \lambda = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

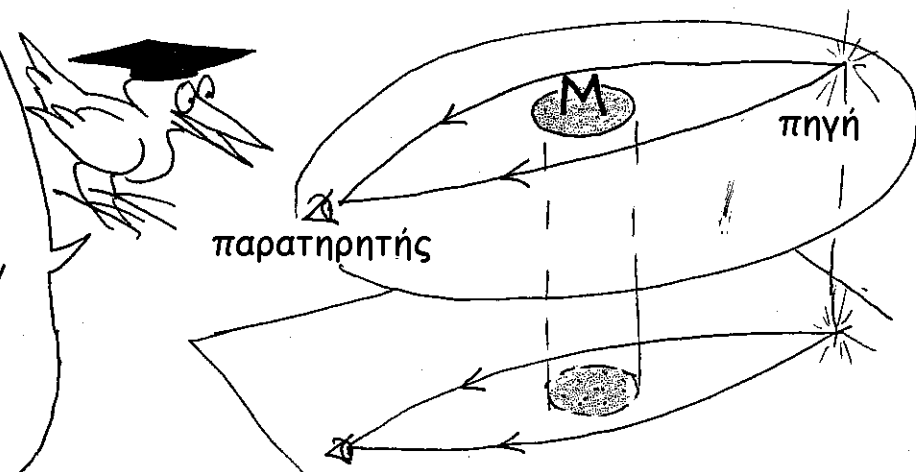
Σόφι, η ενέργεια που περιέχει το Σύμπαν, είναι το άθροισμα δύο πραγμάτων. Η ενέργεια των σωματιδίων  $mc^2$ , δίνει ότι η μάζα διατηρείται, αν  $m$  και  $c$  είναι σταθερές, και ότι η ενέργεια των κοσμολογικών φωτονίων  $E_{\nu} = \frac{hc}{\lambda}$  είναι σταθερή. Αν ο αριθμός τους δεν μεταβάλλεται, τότε το μήκος κύματός τους  $\lambda$  αυξάνεται με την ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ  $R$  του Σύμπαντος, που σημαίνει πως η ενέργειά τους μειώνεται.

Συνεπώς, Ο ΚΟΣΜΟΣ ΧΑΝΕΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Μη νομίζεις πως όλα είναι έτσι όμορφα και απλά. Το ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ είναι ένα απλό ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ, η λύση της ΕΞΙΣΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΪΝΣΤΑΙΝ, η οποία είναι ανίκανη να χειριστεί την ύπαρξη των σωματιδίων. Αυτά τα αναλαμβάνει η ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ και όπως ξέρεις αυτά τα δυο δεν έχουν ενωθεί ακόμα.

Με άλλα λόγια, παίρνουμε μια ΥΠΕΡΕΠΙΦΑΝΕΙΑ 4 ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ και τοποθετούμε σε αυτή σωματίδια, υποθέτωντας πως ακολουθούν γεωδαισιακά. Αυτή η ΥΠΟΘΕΣΗ μας επιτρέπει να κάνουμε ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ για τα φωτόνια, όπως την παρέκκλισή τους κατά μάζα, που μας δίνει το ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΒΑΡΥΤΙΚΟΥ ΦΑΚΟΥ, όπως επιβεβαιώθηκε μέσω παρατήρησης το 1915, κατά τη διάρκεια ολικής έκλειψης ηλίου.



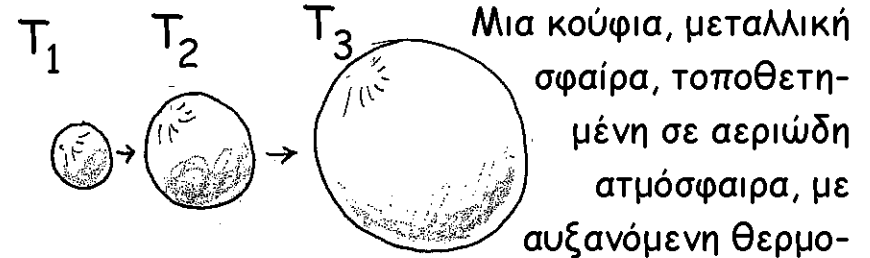
φαινόμενο ΒΑΡΥΤΙΚΗΣ ΟΦΘΑΛΜΑΠΑΤΗΣ



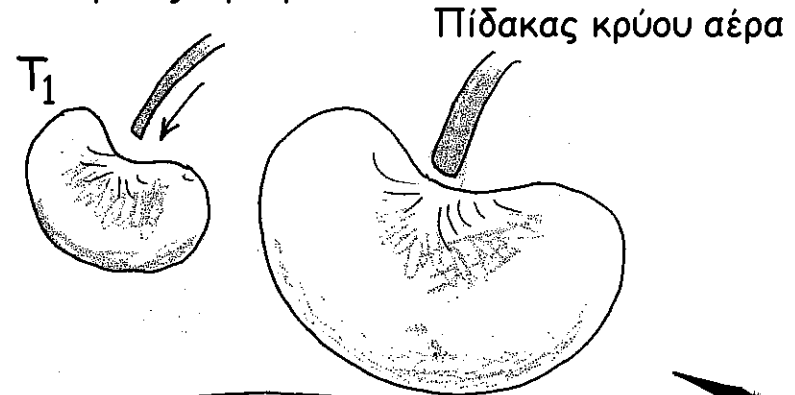
# ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Ένα ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ είναι μια λύση σε μια εξίσωση πεδίου, όπως αυτή του Αϊνστάιν  $S \leftarrow \chi T$ , η οποία πρέπει να διαβάζεται με την "κατεύθυνση του βέλους". Το  $T$  αντιπροσωπεύει το ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-ΥΛΗΣ του Σύμπαντος, η οποία ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ μιας ΥΠΕΡΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ τεσσάρων διαστάσεων, που θα γίνει ο ΧΩΡΟ-ΧΡΟΝΟΣ. Ας δείξουμε πως η διανομή ενέργειας σε ένα αντικείμενο, μπορεί να προσδιορίσει τη γεωμετρία του. Φαντάσου ένα σφαιρικό κάλυμμα με σταθερή θερμοκρασία. Το ζεσταίνουμε ανομοιόμορφα, τοποθετώντας το, για παράδειγμα, σε αεριώδη ατμόσφαιρα, της οποίας η θερμοκρασία αυξάνεται συνεχώς. Την ίδια στιγμή ψύχουμε ένα μέρος του εκτοξεύοντας κρύο αέρα. Το αντικείμενο διαστέλλεται και η μορφή του, η γεωμετρία του, θα εξαρτηθεί από την τιμή της θερμοκρασίας σε κάθε σημείο του μεταλλικού καλύμματος.

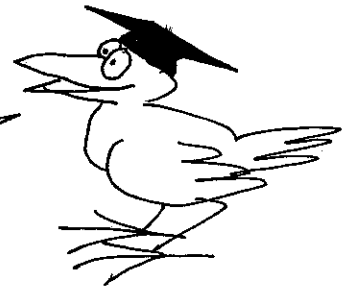
*Η Διευθύντρια*



Μια κούφια, μεταλλική σφαίρα, τοποθετημένη σε αεριώδη ατμόσφαιρα, με αυξανόμενη θερμοκρασία, διαστέλλεται και ταυτόχρονα διατηρεί την ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑ της. Όμως, αν για παράδειγμα, σταματήσουμε τοπικά την διαστολή με ένα πίδακα κρύου αέρα, τότε θα αρχίσει να μοιάζει με φιστίκι:



Μπορούμε να το ονομάσουμε ΠΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ



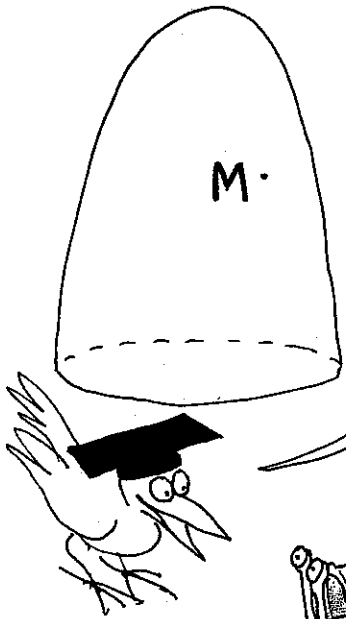
Ο Ανσελμ κατασκεύασε ένα ΔΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ, γεωμετρικό μοντέλο, ανομοιογενούς Σύμπαντος, με περιοχές που δεν διαστέλλονται και περιβάλλονται απο αχανή κενά που επεκτείνονται. Αυτή είναι μια απο τις απόψεις - κλειδιά σχετικά με τον κόσμο όπως τον γνωρίζουμε σήμερα. Πριν απο αυτό, οι κοσμολόγοι παρουσίαζαν το Σύμπαν ως ομοιόμορφο αέριο, τα "μόρια" του οποίου είναι οι γαλαξίες (\*). Αυτό το μοντέλο δεν ισχύει πια. Όμως, κανείς σήμερα δεν είναι ικανός να δώσει μια λύση στην εξίσωση του Αϊνστάιν που να μην έχει την συμμετρία της σφαίρας S3. Επομένως, κάποιοι προσπάθησαν να περιγράψουν ένα θεμελιώδη, ανομοιογενή και χασμώδη κόσμο, επικαλούμενοι εντελώς "λείες", ομογενείς λύσεις. Όταν χρησιμοποιούμε την εξίσωση πεδίου του Αϊνστάιν, για να κατασκευάσουμε μια λύση, τότε πρόκειται για μια υπερεπιφάνεια τεσσάρων διαστάσεων. Μένει να το ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΟΥΜΕ, να εφαρμόσουμε σε αυτό, ένα σύστημα συντεταγμένων (x, y, z, t). Τα πρώτα τρία αναφέρονται στη θέση ενός σημείου της υπερεπιφάνειας και το τέταρτο αντιπροσωπεύει το ΧΡΟΝΟ. Και τότε είναι που ο ΓΕΩΜΕΤΡΗΣ δίνει την σκυτάλη στον ΦΥΣΙΚΟ.



(\* ) Ένα Σύμπαν γεμάτο "σκόνη", εξαιτίας της ταχύτητας αναταραχής των γαλαξιών, είναι μικρό σε σχέση με την ταχύτητα του φωτός C.

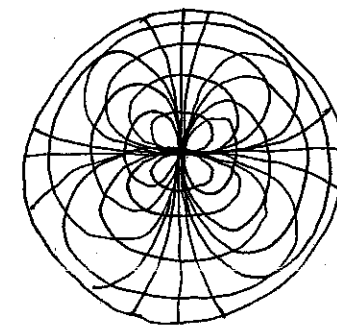
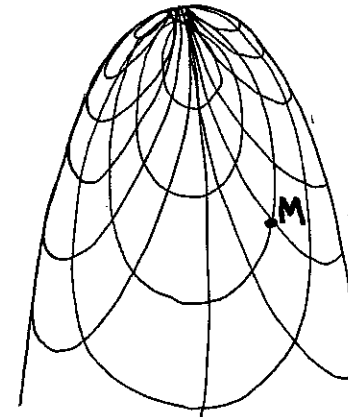
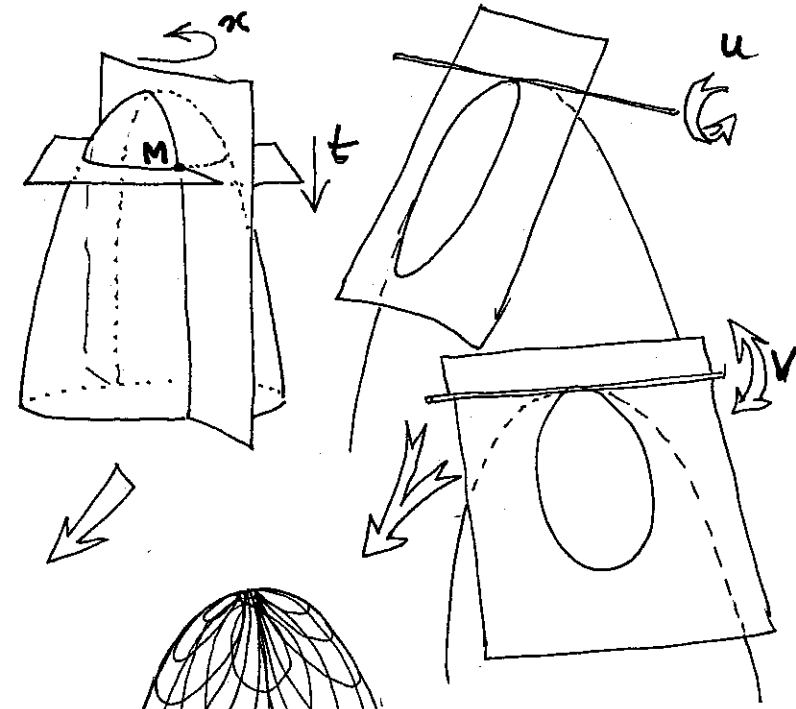
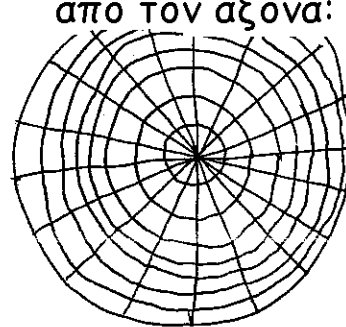
# ΚΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗ

Ας φανταστούμε μια επιφάνεια με παραβολικό σχήμα, σαν ένα "κομμάτι βούτυρο". Μπορούμε να εντοπίσουμε τη θέση ενός σημείου  $M$ , με τη βοήθεια δύο αριθμών που ονομάζουμε ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ. Όμως, για την ίδια επιφάνεια υπάρχουν άπειρες επιλογές από πιθανά ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΩΝ. Μπορούμε, για παράδειγμα να το κόψουμε με δυο οικογένειες επιπέδων και τα τμήματα να αποτελούνται από δυο οικογένειες καμπυλών.



Αν υποτίθεται πως αυτό το κομμάτι βούτυρο θα δημιουργήσει μια εικόνα ενός χωρο-χρόνου δυο διαστάσεων, τότε θα πρέπει να υπάρχει συγκεκριμένη επιλογή συντεταγμένων που θα προσδιορίζει αναμφίβολα τον ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ?

Όπως φαίνεται από τον άξονα:

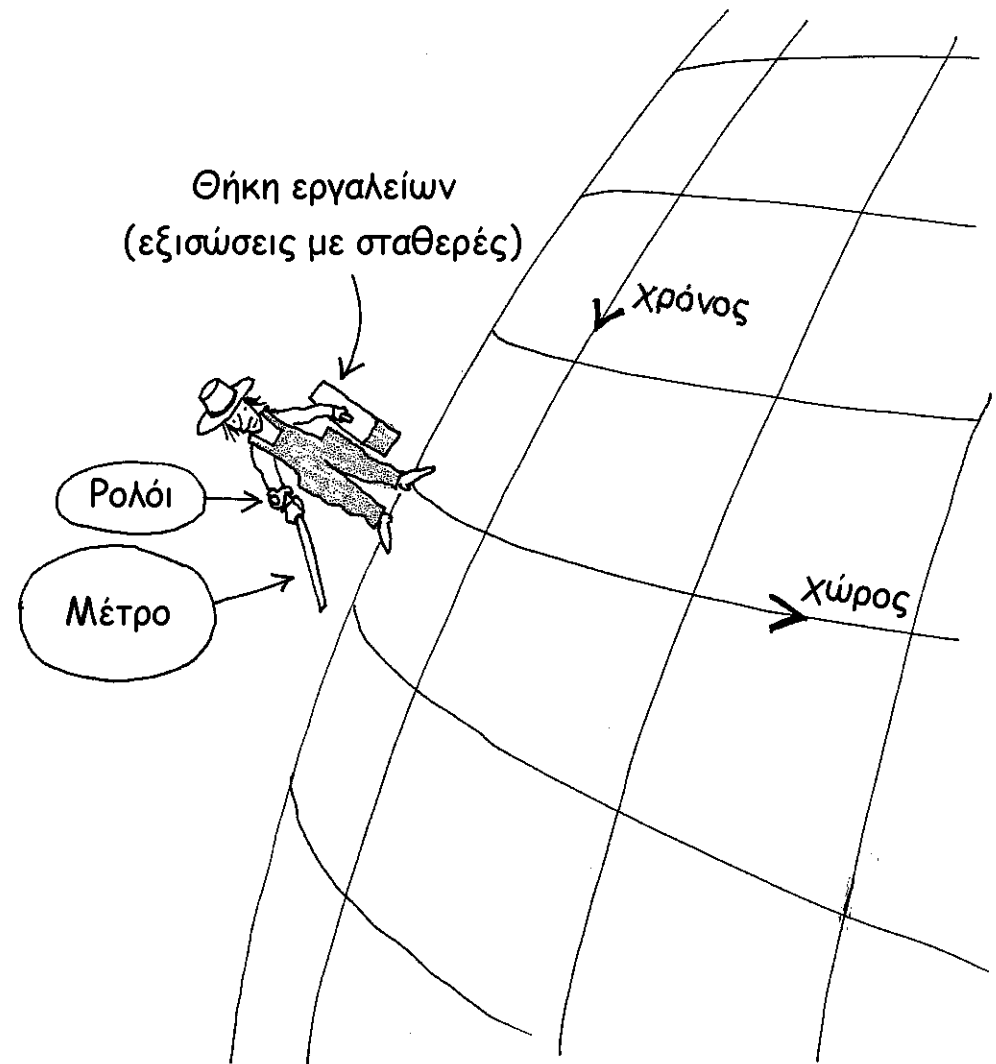


# ΖΟΓΡΑΦΙΣΕ ΜΟΥ ΕΝΑ ΑΡΝΙ (\*)

Μια απο τις μεγαλύτερες αλλαγές στο μοντέλο που έγιναν στις αρχές του αιώνα ήταν η θεώρηση πως στην πραγματικότητα δεν ζουμε σε ενα ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟ ΧΩΡΟ αλλα σε μια ΥΠΕΡΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ. Την ίδια χρονική περίοδο, νέες εξισώσεις έρχονται να ολοκληρώσουν αυτές που γνωρίζαμε ήδη, όπως οι ηλεκτρομαγνητικές εξισώσεις του Μάξγουελ. Τα ΝΕΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ συνοδεύονται απο νέα ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΙΜΑ μεγέθη, όπως το ηλεκτρικό φορτίο. Στον ΦΥΣΙΚΟ, έχει δωθεί μια "εργαλειοθήκη" η οποία περιέχει αλληλένδετες εξισώσεις στις οποίες εμφανίζονται "σταθερές".

- $G$  : Βαρυτική σταθερά
- $c$  : Ταχύτητα φωτός
- $m$  : Στοιχειώδεις μάζες (πυρήνες, ηλεκτρόνια)
- $\hbar$  : Σταθερά Πλάνκ
- $e$  : "Στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο"
- $\mu$  : Μαγνητική διαπερατότητα στο κενό
- $\alpha$  : Σταθερά λεπτής υφής (γεωμετρία των ατόμων)

Ανακαλύψαμε πως υπήρχαν τα ίδια άτομα παντού στο Σύμπαν, πως εξελίσσονταν, είχαν παρελθόν και μέλλον και πως κατοικούμε σε ένα μικροσκοπικό κομμάτι του χωρο - χρόνου



(\*) Απο το βιβλίο "Ο Μικρός Πρίγκιπας" του Αντουάν ντε Σεντ Εξυπερύ

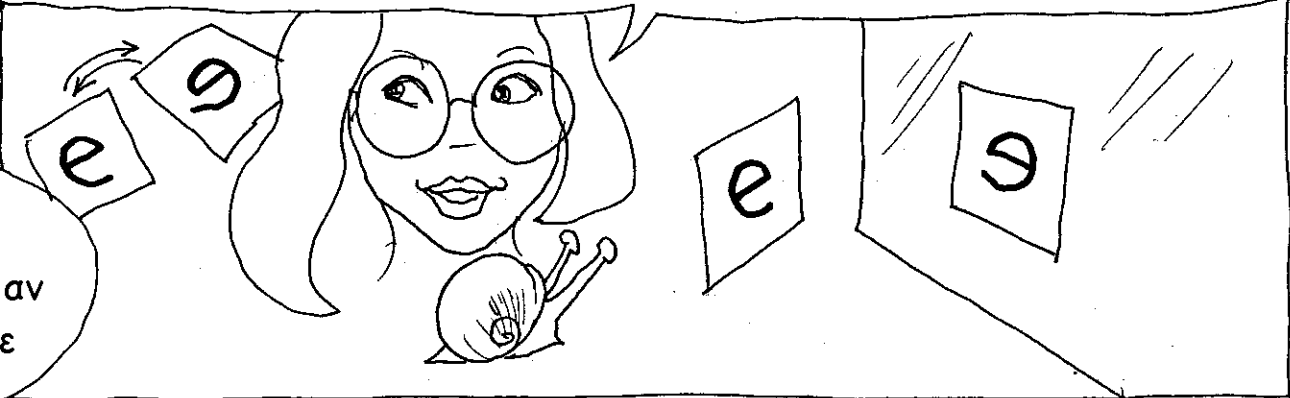
Ανακαλύψαμε πως η ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ και η ΥΛΗ ήταν απλώς δύο όψεις του ίδιου νομίσματος, της ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-ΥΛΗΣ, σύμφωνα με τη διάσημη εξίσωση  $E = mc^2$  και σύντομα κάποιοι άρχισαν να κάνουν πολύ όμορφα πειράματα έξω στον καθαρό αέρα.

Τώρα μένει να μελετήσουμε ΤΟΠΙΚΑ τις ιδιότητες που κατέχει το δικό μας περιβάλλον - υπερεπιφάνεια.



Φανταστείτε πως ζούμε σε μια επιφάνεια, της οποίας η καμπυλότητα δε διαφέρει και πολύ απο το ένα σημείο στο άλλο. Θα μπορούσαμε να σύρουμε πάνω της ένα στένσιλ: **e**

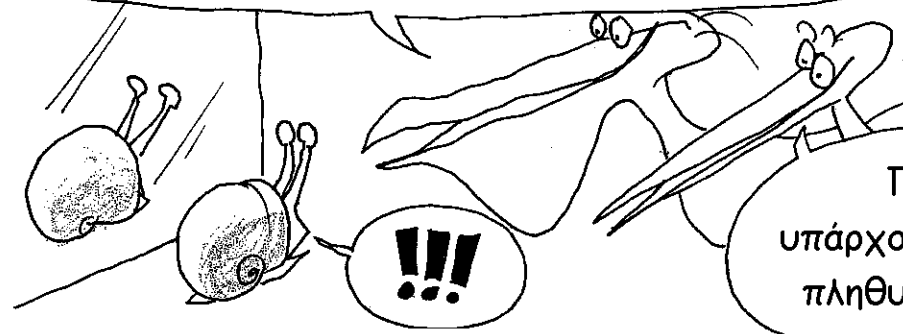
Τώρα, αν ΓΥΡΙΣΟΥΜΕ το στένσιλ απο την άλλη πλευρά, παρατηρούμε πως το μέγεθός του δεν έχει αλλάξει καθόλου. Το ίδιο και όταν το επιστρέψουμε στην αρχική του κατάσταση (αναλλοίωτη κατοπτρισμού)



Θα μπορούσαμε επίσης να πούμε πως το στένσιλ είναι ΑΝΑΛΛΟΙΩΤΟ αν το περιστρέψουμε ή το μετακινήσουμε (λιγάκι, όχι πολύ) (\*)

(\*) Θα μπορούσαμε να πούμε πως αυτός ο χώρος είναι τοπικά αναλλοίωτος απο ΟΜΑΔΕΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΩΝ και ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

Αγαπητέ μου Τειρεσία, το ήξερες πως το κέλυφός σου δεν είναι πανομοιότυπο με το είδωλό του στον καθρέφτη? Είσαι ένα "αριστερό" ή ένα "δεξί" σαλιγκάρι?



Πραγματικά, υπάρχουν τέτοιου είδους πληθυσμοί στην φύση?

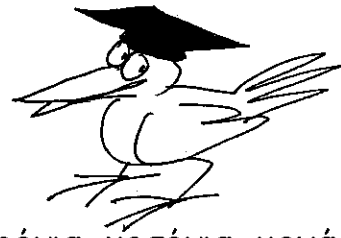
Δεν κάνουμε συζητήσεις πολιτικού περιεχομένου σε αυτό το βιβλίο!

Αυτή η συμμετρία θυμίζει την ΔΥΪΚΟΤΗΤΑ ΥΛΗΣ-ΑΝΤΙΥΛΗΣ (\*), η οποία αντιστρέφει, συγκεκριμένα, το ηλεκτρικό φορτίο:

$$\Theta = -e$$

Το γεγονός ότι το μέγεθος του χαρακτήρα μένει ίδιο, μας δείχνει πως η μάζα ενός σωματιδίου αντιύλης είναι ίδια με αυτή ενός σωματιδίου από το οποίο παράγεται η συμμετρία:

$$m = m$$



(\*). Όλα τα σωματίδια: νετρόνια, μεσόνια, κουάρκ, κ.τ.λ, έχουν το αντισωματίδιό τους, με εξαίρεση το ΦΩΤΟΝΙΟ που είναι το αντισωματίδιο του εαυτού του



Δε γίνεται απολύτως  
ΤΙΠΟΤΑ!

Θυμίζει το  
"στένσιλ", το οποίο  
μετακινήσαμε, αλλά στις  
4 διαστάσεις

Και τι γίνεται με τις ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΕΣ  
σε αυτό τον χώρο 4 διαστάσεων?

Είμαστε αναλλοίωτοι  
ως προς τη χωροχρονική μεταφορά

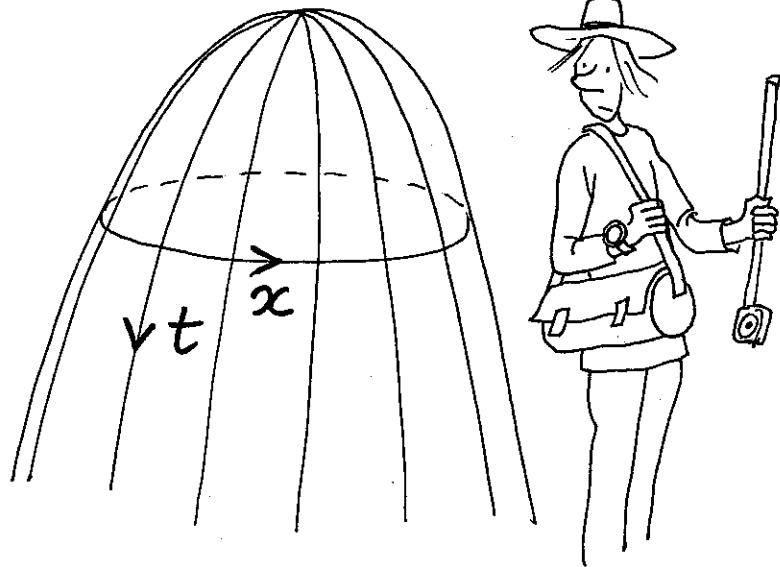
Υπάρχει μια ισοδυναμία, όμως είναι  
αδύνατον να την αναπαραστήσουμε, επειδή τα "στένσιλ 4  
διαστάσεων" είναι αναλλοίωτα ως προς τις περιστροφές μιας  
ΚΑΘΑΡΑ ΝΟΗΤΗΣ γωνίας η οποία αποτελεί  
την ΟΜΑΔΑ ΛΟΡΕΝΤΖ. (\*)

Η εργαλειοθήκη του ΦΥΣΙΚΟΥ, λειτουργεί ακόμη  
πολύ καλά, στη μικρή μας γωνία του χωρο-χρόνου, (αν εξαιρέσουμε τις  
απόψεις πάνω στην αστροφυσική που συζητήσαμε στο άλμπουμ ΤΟ ΔΙΔΥΜΟ  
ΣΥΜΠΤΑΝ). Έτσι ο πειρασμός ήταν πολύ μεγάλος στο να θεωρήσουμε πως  
τα στοιχεία της εργαλειοθήκης θα μπορούσαν να είναι παγκόσμια και  
συγκεκριμένα, οι σταθερές των εξισώσεων να είναι  
ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ

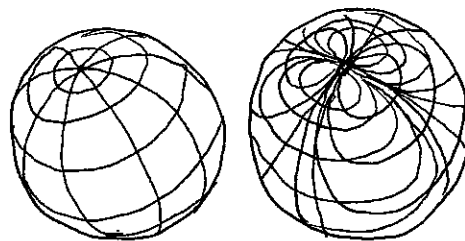
$G c^2 R m$   
 $e a \mu_0$

(\*) Απο μόνη της αυτή η ιδιότητα του Λορεντζιανού αναλλοίωτου μέσω περιστροφών,  
συγκεντρώνει τις παραγμένες πλευρές της ΕΙΔΙΚΗΣ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

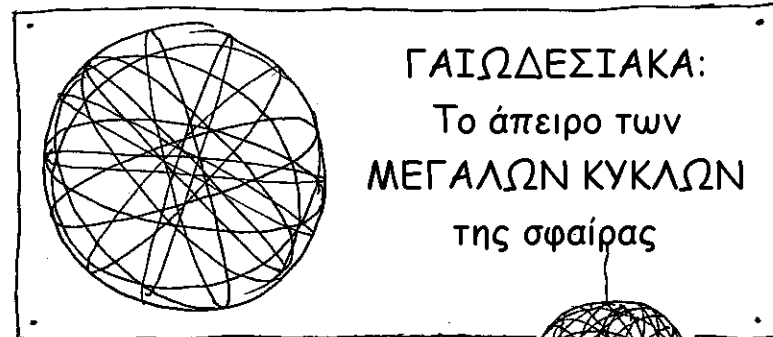
# BIG BANG



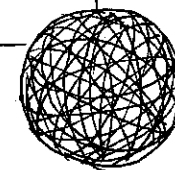
Στην υπερεπιφάνεια, η οποία αποτελεί τη λύση στην εξίσωση του ΑΪΝΣΤΑΙΝ, υπάρχουν συγκεκριμένες καμπύλες οι οποίες παραμένουν ίδιες, όποιο σύστημα συντεταγμένων και να επιλέξουμε. Αυτές οι καμπύλες λέγονται ΓΑΙΩΔΕΣΙΑΚΕΣ. Το άπειρο των γαιωδεσιακών που χαράσσονται πάνω στην σφαίρα, είναι ανεξάρτητο από το σύστημα συντεταγμένων που περιγράφει την επιφάνεια.



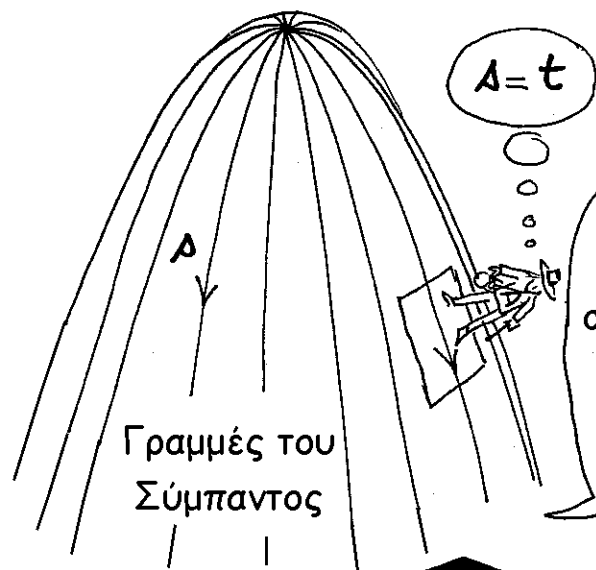
Ομάδες Συντεταγμένων



ΓΑΙΩΔΕΣΙΑΚΑ:  
Το άπειρο των  
ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΥΚΛΩΝ  
της σφαίρας

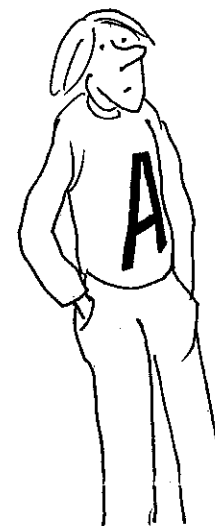


Ντισκομπάλα που αποτελείται από γαιωδεσιακά



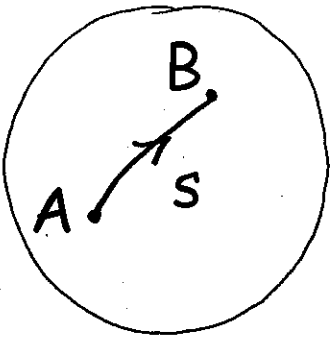
Γραμμές του Σύμπαντος

Πάνω στην υπερεπιφάνεια, επιλέγεται μια οικογένεια γαιωδεσιακών η οποία συγκλίνει σε ένα σημείο. Αποφασίσαμε να εξακριβώσουμε την καμπυλωμένη τετμημένη  $s$ , μετρώντας κατά μήκος των καμπυλών και αλλάζοντας το όνομα σε ΓΡΑΜΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ θα αναγνωρίζεται σαν ΚΟΣΜΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ  $t$ .



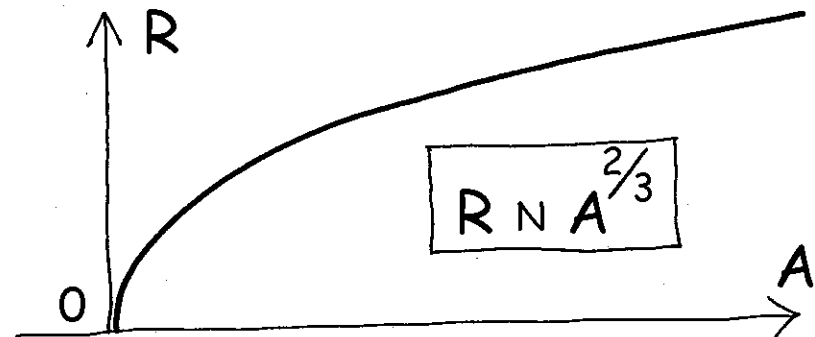


Κάθετη σε αυτές τις γραμμές, συγκροτημένη από σημεία τοποθετημένα τον ίδιο ΧΡΟΝΟ  $s$ , υπάρχει μια υπερεπιφάνεια τριών διαστάσεων, την οποία αναγνωρίζουμε ως ΦΥΣΙΚΟ χώρο. Δες την εικόνα δύο διαστάσεων απέναντι.

Το μέγεθος  $s$  έχει ένα ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΧΑΡΑΚΤΗΡΑ. Σε κάθε τροχιά  $AB$  πάνω στη σφαίρα, η απόσταση που έχει καλυφθεί είναι  $s$ .

Το κοσμολογικό μοντέλο, που ονομάζεται επίσης και ΚΑΘΙΕΡΩΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ, είναι μια λύση



Και όλα αυτά με ένα σύστημα εξισώσεων που περιέχει τις τιμές  $G, c, m, e, a, m_0$ , οι οποίες θεωρούνται ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ. Η ταύτιση του  $s$  με το χρόνο λειτούργησε πολύ καλά. Αυτή η ιδέα οδήγησε στο μοντέλο του BIG BANG.



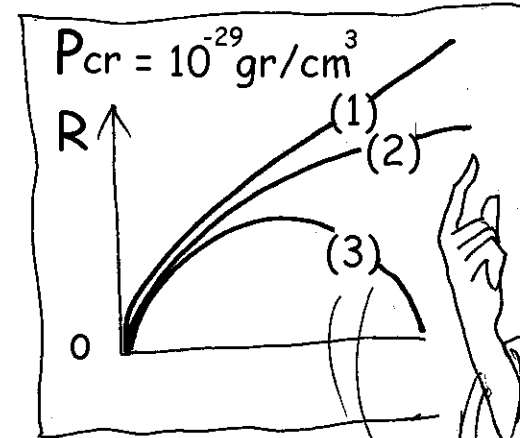
Και λοιπόν?



(\* ) Αυτό μπορεί να το πεί κανείς και ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΤΟΥ ΓΚΑΟΥΣ

## Αυτό το ΚΑΘΙΕΡΩΜΕΝΟ

ΜΟΝΤΕΛΟ είχε τις δικές του στιγμές δόξας, τους υποστηρικτές και τους ιερείς του. Είχαν ακόμη υπολογίσει πως το μακρινό μέλλον του Σύμπαντος εξαρτώνταν από την υπάρχουσα πυκνότητα και κατά πόσο ήταν ανώτερη, ίση ή κατώτερη από  $10^{-29} \text{ gr/cm}^3$  (\*). Η ανακάλυψη, αντιθέτως, πως το Σύμπαν επιτάχυνε, σήμανε και το τέλος αυτού του μοντέλου.  
(Δες το "ΔΙΔΥΜΟ ΣΥΜΠΑΝ")



Οι άνθρωποι άρχισαν λοιπόν να γυρίζουν στο παρελθόν?

Η ΚΒΑΝΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ δηλώνει ανίκανη να περιγράψει φαινόμενα που συμβαίνουν στο χρόνο, κατώτερα από τον

$$\text{ΧΡΟΝΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΚ } t_p = \sqrt{\frac{hG}{c^3}} = 10^{-43} \text{ sec}$$

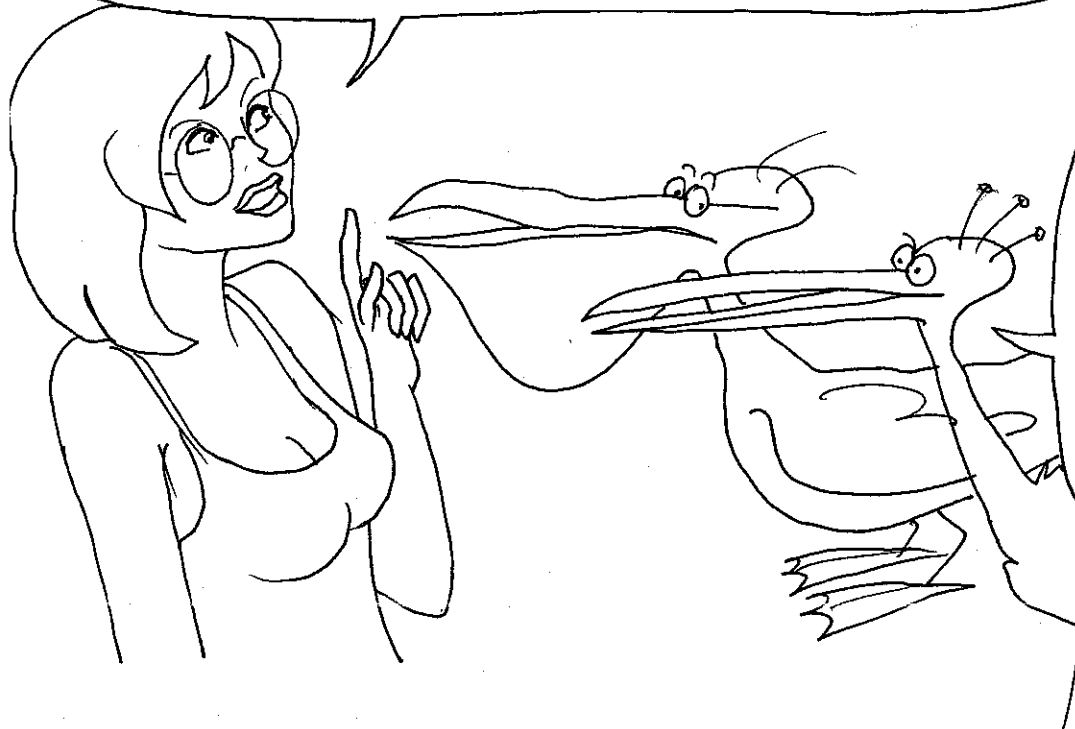
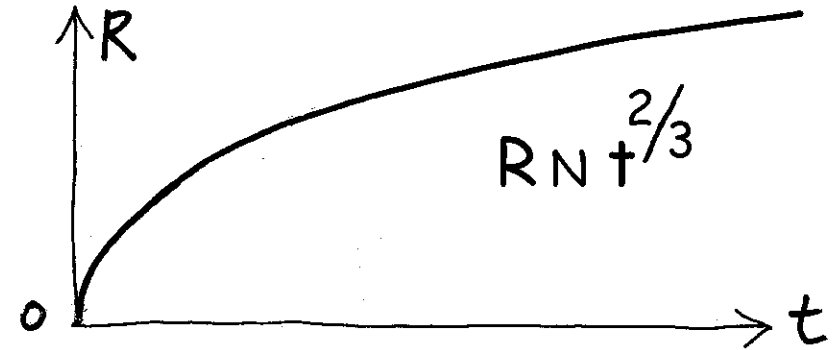
ή στην απόσταση, κατώτερα από το

$$\text{ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΚ } l_p = \sqrt{\frac{hG}{c^5}} = 10^{-33} \text{ cm}$$

(\*). Δες τις τελευταίες σελίδες του "Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ" (1980)

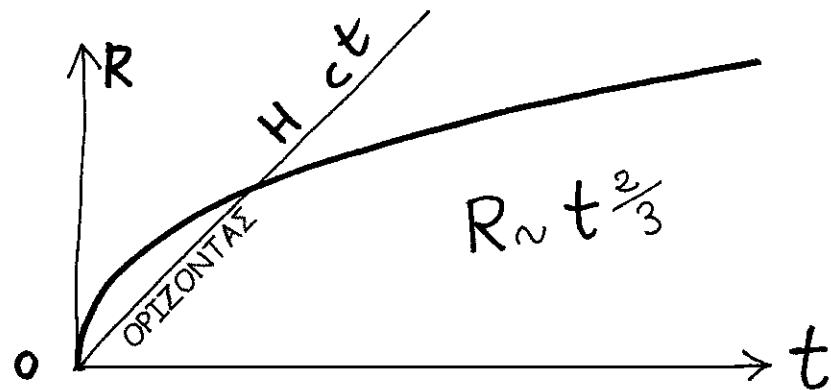
# Ο ΤΟΙΧΟΣ ΤΟΥ ΠΛΑΝΚ

Καθώς κανείς δεν αμφέβαλε πως, κάθε τι που λειτουργεί σήμερα θα είχε την ίδια εγκυρότητα και στο μακρινό παρελθόν, υπήρχε μεγάλος προβληματισμός σχετικά με την πιθανή κατάσταση του Σύμπαντος όταν ο χρόνος  $t$  θα ήταν κατώτερος από τον χρόνο του Πλάνκ. Και χωρίς να συλλογιστούμε για ένα λεπτό, ότι αυτό βασικά στηρίζεται στην υπόθεση πως οι  $G$ ,  $h$  και  $c$ , είναι ΑΠΟΛΥΤΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ, ανεπηρέαστες από την κοσμική εξέλιξη.



Για περίμενε! Θα μπορούσα να σου αναφέρω άπειρα άρθρα από πολύ σοβαρούς ανθρώπους, οι οποίοι έχουν δείξει πως αν αλλάξουμε μια από αυτές τις σταθερές, αν υποθέσουμε έστω και την μικρότερη παρέκλιση κατά τη διάρκεια της εξέλιξης, τότε αυτό θα προκαλέσει σοβαρές αντιφάσεις σχετικά με τις παρατηρήσεις μας.

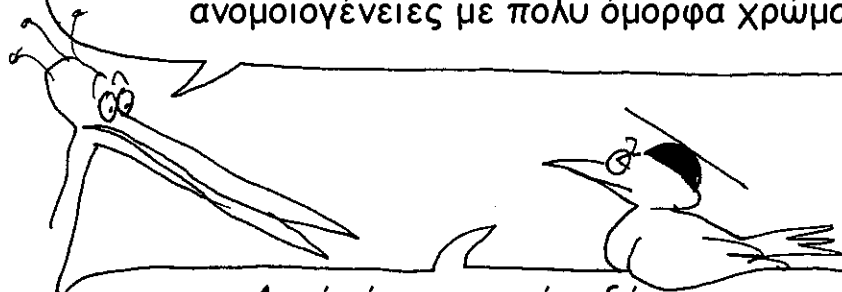
# ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ ΠΑΡΑΚΑΛΟ! ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΤΙΠΟΤΑ ΝΑ ΔΕΙΤΕ



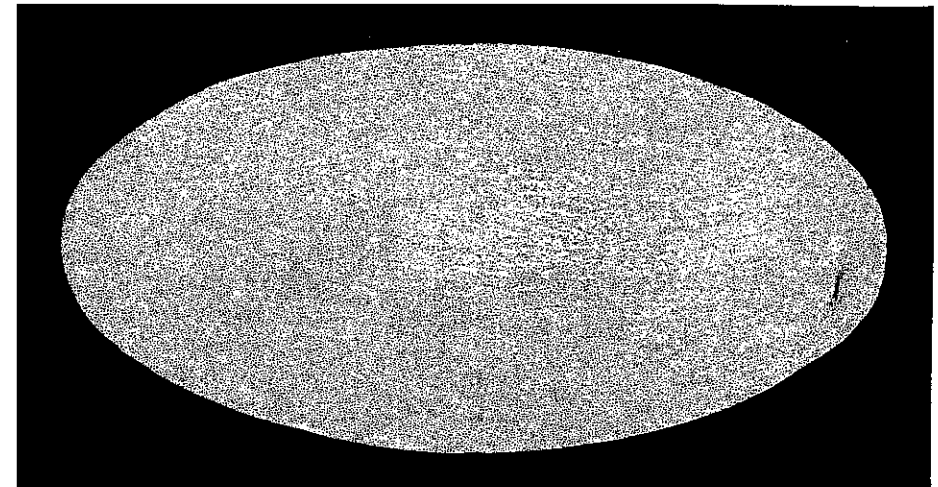
Το 1992, ο δορυφόρος COBE κατέγραψε τις πρώτες ακριβείς μετρήσεις της αρχέγονης ακτινοβολίας, το CMB (\*), που παρουσίαζε την εικόνα του Σύμπαντος τις πρώτες στιγμές ζωής του και έδειχνε πως ήταν περίπου εκατό εκατομμύρια φορές περισσότερο ομοιογενές

Σε αποκλειστικότητα: Το αρχέγονο Σύμπαν

Δε καταλαβαίνω. Σε διάφορα άρθρα και στο διαδίκτυο, μπορείς να δείς πλήθος απο ανομοιογένειες με πολυ όμορφα χρώματα.



Αυτό γίνεται γιατί αυξάνεται η αντίθεση της εικόνας στον υπολογιστή. Διαφορετικά, η πραγματική εικόνα θα έμοιαζε με τη διπλανή.



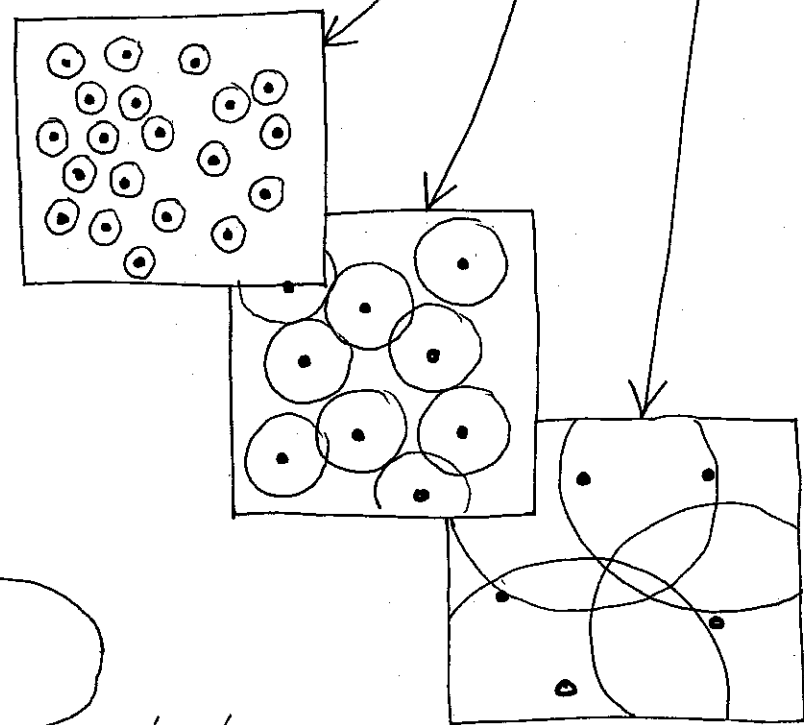
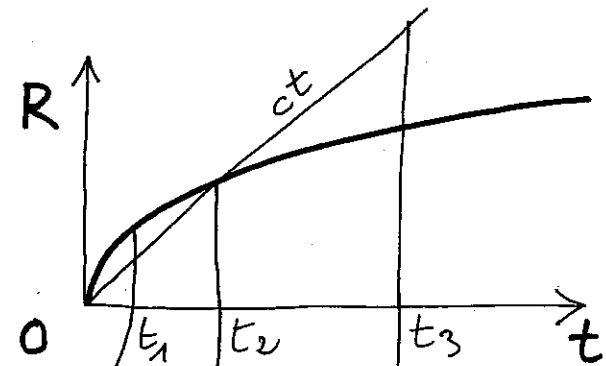
όπως είναι στην πραγματικότητα!

(\* ) Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου Μικροκυμάτων (Cosmic Microwave Background)

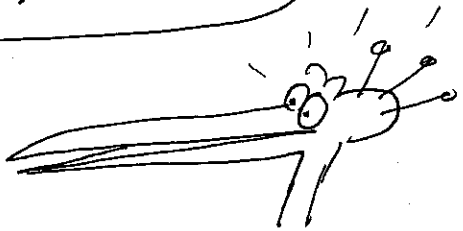
Αυτή η φανταστική ομογένεια είναι και ένα αναπόφευκτο παράδοξο. Αν η ταχύτητα του φωτός είναι συνεχής, τότε ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα (\*) που εκπέμπεται τη στιγμή μηδέν, θα μεταδωθεί σε μια φουσαλλίδα ακτίνας  $ct$ , το οποίο θα ονομάσουμε ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΟΡΙΖΟΝΤΑ. Όμως, παρατηρώντας την καμπύλη της προηγούμενης σελίδας, βλέπουμε πως η απόσταση μεταξύ των σωματιδίων αυξάνεται όπως το  $R$ . Έτσι, σε αυτή την περίοδο τα σωματίδια απομακρύνονται όταν η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη από τη  $c$ . Αγνοούν εντελώς το ένα το άλλο. Πρόκειται για ένα αυτιστικό Σύμπαν. Πως αλλιώς να εξηγήσει κανείς, πως υπο αυτές τις συνθήκες, ένα Σύμπαν του οποίου τα σωματίδια δεν αλληλεπιδρούν, παρουσιάζει τέτοιο βαθμό ομογένειας?

*Η Βιεννιζήτισση*

(\*) Μετατόπιση στην ταχύτητα του φωτός



Ίσως υπάρχει μια λύση: πως η ταχύτητα του φωτός ήταν μεγαλύτερη στο παρελθόν (\*\*)

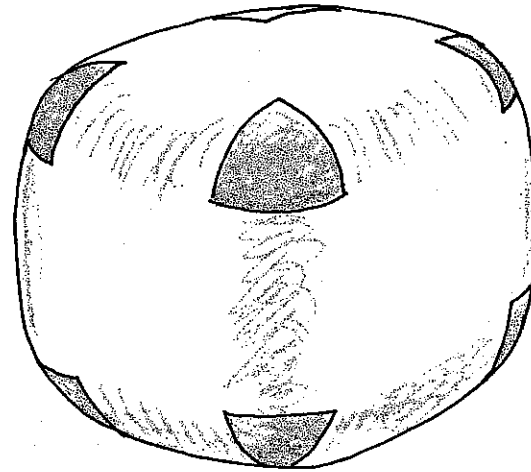
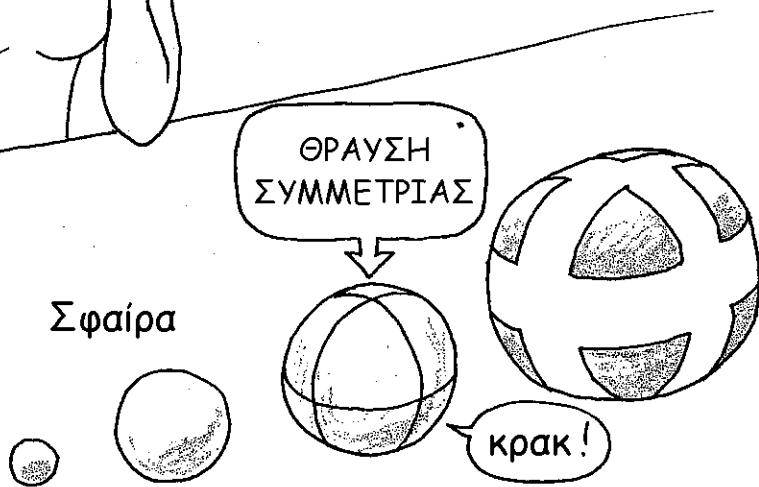


(\*\*) Ιδέα που αναπτύχθηκε πρώτη φορά από τον συγγραφέα το 1988, "An interpretation of cosmological model with variable light velocity" ("Μια ερμηνεία του κοσμολογικού μοντέλου με μεταβλητή ταχύτητα φωτός")  
Modern Phy. Lett A Vol3 n° 16 σελ. 1527

# ΘΡΑΥΣΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ



Αν θέλουμε να βρούμε μια ένδειξη, νομίζω πως πρέπει να ξαναπάρουμε την εικόνα του Άνσελμ και να γυρίσουμε πίσω στο χρόνο. Θα πρέπει να υπήρξε κάποια στιγμή όπου οι οχτώ στρογγυλεμένες γωνίες ενός κύβου, ενώνονταν για να σχηματίσουν μια σφαίρα.



Κύβος, του οποίου οι οχτώ κορυφές είναι μη επεκτάσιμα μέρη μιας σφαίρας,

Ένα αντικείμενο με τη συμμετρία του κύβου κατέχει συγκεκριμένο αριθμό επιπέδων συμμετρίας και άξονες συμμετρίας διακριτής περιστροφής  $\pi/2$ ,  $\pi$ ,  $3\pi/2$ . Ο βαθμός συμμετρίας της σφαίρας είναι απείρως υψηλότερος (\*) και αυτό συμβαίνει γιατί κάθε επίπεδο που περνάει από το κέντρο της είναι επίπεδο συμμετρίας και γιατί η σφαίρα μένει αναλλοίωτη μέσω της περιστροφής κατά γωνία, γύρω από οποιονδήποτε άξονα που επίσης περνάει από το κέντρο της.

(\*) Συμμετρία  $O(2)$

Όμως, ο κύβος με τις αμβλείες γωνίες, δεν ήταν εκεί για να ορίσει ιδέες, με δεδομένη μια εικόνα ενός Σύμπαντος που περιέχει οχτώ "συμπλέγματα ύλης" και κατασκευασμένο σαν κανονικό πολυέδρο. Ακόμη, στις δύο διαστάσεις, θα μπορούσαμε να φανταστούμε μια σφαίρα που σπάει σε χιλιάδες άκαμπτα κομμάτια που συνδέονται μεταξύ τους με επεκτάσιμα, Ευκλείδεια στοιχεία επιφάνειας. Έτσι, χάνει την αρχική της συμμετρία και ακολουθεί αυτό που αποκαλούμε ΘΡΑΥΣΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ. Παρ' όλα αυτά, στη θεωρητική φυσική, ένα τέτοιο γεγονός είναι συνώνυμο με μεγάλες αλλαγές, όπως για παράδειγμα τον τρόπο που λειτουργεί η επέκταση του Σύμπαντος.

Και αντιστρόφως, όταν υπάρχει συμμετρία, υπάρχει και αναλλοίωτη. Ποιά όμως?

Στο διάσημο βιβλίο του, "Τα πρώτα τρία λεπτά" (\*), ο νικήτης του βραβείου Νόμπελ, Στίβεν Γουάινμπεργκ, δήλωσε πως αν γυρίσουμε αρκετά πίσω στο χρόνο, βλέπουμε πως η ακτινοβολία δημιουργεί συνεχώς ζευγάρια σωματιδίων και αντισωματιδίων, τα οποία εκμηδενίζουν το ένα το άλλο και πως η ταχύτητα θερμικής αναταραχής όλων αυτών των αντικειμένων, επιτυγχάνει την ταχύτητα του φωτός. Και από αυτό συμπεραίνουμε, όπως είπε και ο ίδιος, πως: "ΤΟ ΣΥΜΠΑΝ ΕΙΝΑΙ ΓΕΜΑΤΟ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΕΙΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ"

Και λοιπον?



(\*). Το οποίο σχεδίασε ο συγγραφέας στο "BIG BANG", το 1982

Σύμφωνα με αυτή την ιδέα, όταν τα σωματίδια της ύλης (\*) συγκλίνουν στην ταχύτητα του φωτός, τότε συμπεριφέρονται ως...ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ. Συνεπώς...

...μοιάζουν με "αέριο φωτονίων" :  
ΣΥΜΠΙΕΣΤΑ

Για μισό λεπτό, μη βιάζεστε τόσο! Το μήκος κύματος  $\lambda_{\phi}$  των φωτονίων μεταβάλλεται όπως η R. Αν ισχύουν όσα λέτε, τότε το ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΚΟΜΤΟΝ, που μας δίνει το μέγεθος των σωματιδίων

$$\lambda_c = \frac{h}{mc}$$

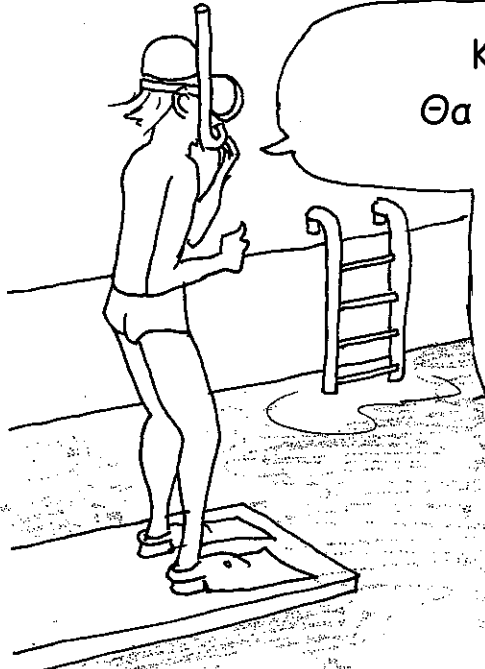
θα μεταβάλλεται με τον ίδιο τρόπο! Και γι' αυτό το λόγο, θα πρέπει να μεταβάλλεται με τη σειρά της και μια από τις σταθερές, για παράδειγμα η c.

Και γιατί ΜΙΑ σταθερά παρακαλώ? Γιατί όχι ΟΛΕΣ οι σταθερές μαζί την ίδια στιγμή, να ξεμπερδεύουμε?

Γίνεται όλο και πιο συναρπαστικό!


(\*) Η αντίυλη κατέχει θετική μάζα m και θετική ενέργεια  $mc^2$





Καλώς. Πάντα έρχεται κάποια στιγμή που πρέπει να βουτήξουμε στα βαθιά!  
Θα επιτρέψω, λοιπόν, σε ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ της φυσικής να μεταβάλλονται,  
απο κοινού, επιλέγοντας τις παρακάτω τέσσερις υποθέσεις:

- Όλες οι εξισώσεις της φυσικής πρέπει να ικανοποιούνται
- Όλα τα χαρακτηριστικά μήκη πρέπει να μεταβάλλονται όπως η  $R$
- Όλα τα χαρακτηριστικά του χρόνου πρέπει να μεταβάλλονται όπως  $t$
- Όλες οι ενέργειες, υπο οποιαδήποτε πιθανή μορφή, θα διατηρούνται



Στη ΓΕΝΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΟΤΗΤΑ, βρίσκουμε ένα χαρακτηριστικό μήκος, το οποίο είναι η ΑΚΤΙΝΑ ΤΟΥ SCHWARZSCHILD  $R_s$

$$L_s = \frac{2Gm}{c^2} \text{ έτσι συνεχίζουμε για } \frac{Gm}{c} \sim R \quad (*)$$

η  $G$  είναι η "σταθερά της βαρύτητας"

(\*) Το σύμβολο  $\sim$  σημαίνει "μεταβάλλεται όπως"

Στον κλάδο της Γενικής Σχετικότητας, η διάσημη εξίσωση του Αϊνστάιν εξακολουθεί να γράφεται:

$$S = - \frac{8\pi G}{c^2} T$$

όπου το κλάσμα αντιπροσωπεύει την ΣΤΑΘΕΡΑ ΤΟΥ ΑΪΝΣΤΑΙΝ (\*). Για μαθηματικούς λόγους πρέπει να είναι αναλλοίωτη, το οποίο μου δίνει:

$$G \sim c^2$$

Συνδυάζοντάς τα, έχω τον πρώτο νόμο:

$$m \sim R$$

Η μάζα  $m$  αυξάνεται με τη χαρακτηριστική διάσταση  $R$  του Σύμπαντος. Φυσικά, γιατί όχι? Ας τη συνδυάσουμε με την θεωρία μου διατήρησης της ενέργειας  $mc^2 = \text{ΣΤΑΘΕΡΑ}$

$$c \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Για κοίτα εδώ, ένα μοντέλο με μεταβλητή ταχύτητα του φωτός! Ας συνεχίσουμε...

Στη συνέχεια, αυτό θα μου δώσει τη σταθερά της βαρύτητας που μεταβάλλεται όπως

$$G \sim \frac{1}{R}$$

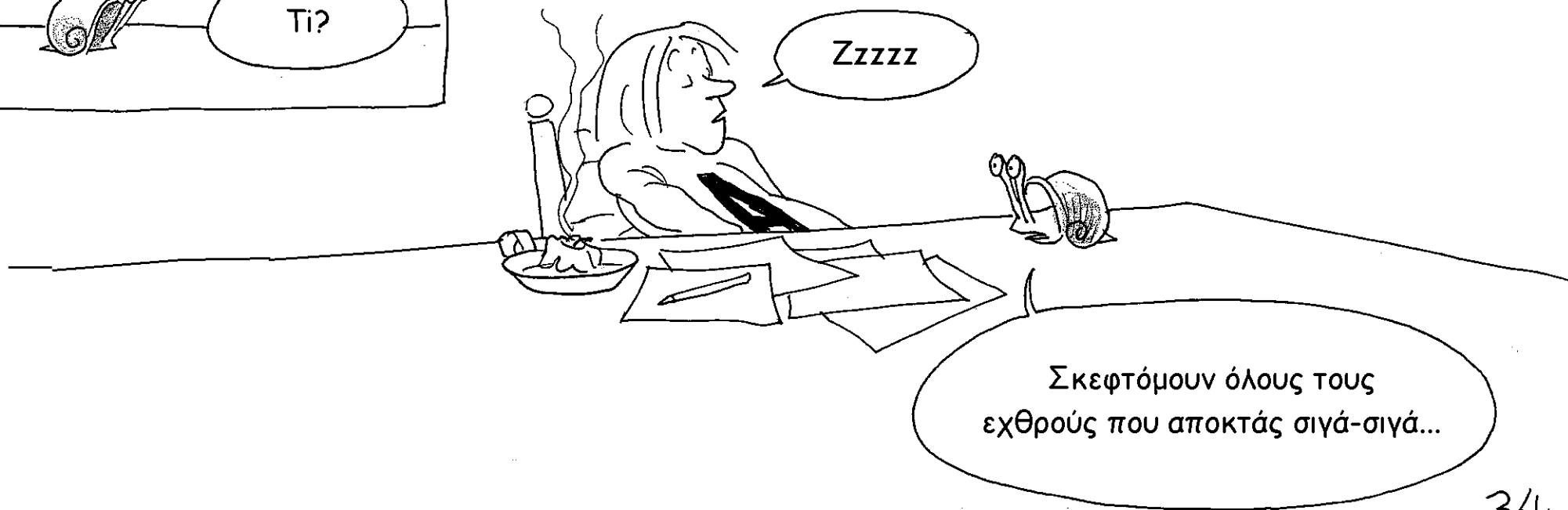
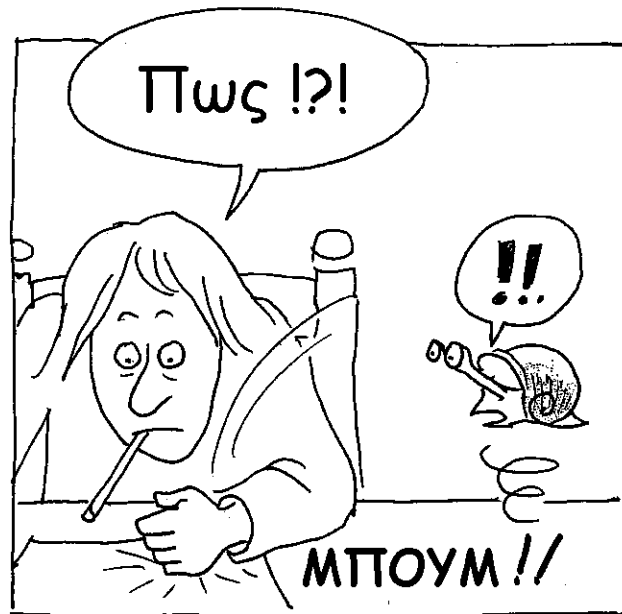
Και τώρα θα προσθέσω το γεγονός πως τα σωματίδια είναι συμπιεστά, δηλαδή

$$\lambda_c = \frac{h}{mc} \sim R$$

Αυτό που παίρνω, είναι μια σταθερά του Πλάνκ, η οποία εξελίσσεται έτσι

$$h \sim R^{3/2}$$

(\* ) που σε πρόσφατες δουλειές γράφεται  $\chi = - \frac{8\pi G}{c^4}$ . Όμως αυτή η διαφορά προκύπτει από τον τρόπο που γράφονται οι όροι του τανυστή  $T$



# ΤΗΝ ΕΠΟΜΕΝΗ ΜΕΡΑ

Όλα καλά μέχρι εδώ,  
μα απλώς ρωτάω: Που εξυπηρετεί όλο αυτό?  
Ο Άνσελμ ανακάλυψε απλά πως οι εξισώσεις της  
φυσικής, χωρίς καμία εξαίρεση (\*), είναι αναλλοίωτες  
ως προς αυτό που ονομάζουμε **ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟ**  
**ΒΑΘΜΙΔΑΣ**

Μα να θυμάστε ένα πράγμα: Τα  
εργαλεία μέτρησης και παρατήρησης  
κατασκευάζονται με τη χρήση των  
ίδιων εξισώσεων

Συμπέρασμα: Με αυτό το σύστημα  
είναι ουσιαστικά αδύνατο να συλλάβει κανείς ένα  
πείραμα ή κάποιο όργανο παρατήρησης, που θα επέτρεπε  
την ελάχιστη **ΜΕΤΑΒΟΛΗ**, καθώς αυτά τα εργαλεία  
μέτρησης και παρατήρησης "μεταβάλλονται παράλληλα"  
με τις ποσότητες που υποτίθεται πως μετράνε.

Όλα όσα έχω κάνει μέχρι τώρα  
ήταν μάταια, λοιπόν?

(\* ) Σχετικά με την αναλλοίωτη των εξισώσεων των Μάξουελ, Σρέντινγκερ κ.λ δεσ το παράρτημα

Δεν είναι και άσχημο σαν μαθηματική άσκηση, όμως δεν έχει κανένα ενδιαφέρον αν δε μπορείς να μετρήσεις τίποτα, έτσι? Είναι σαν να προσπαθείς να δείξεις την αύξηση της θερμοκρασίας σε ένα δωμάτιο, μετρώντας το πόσο διαστέλεται ένα σιδερένιο τραπέζι με ένα χάρακα κατασκευασμένο από το ίδιο μέταλο.

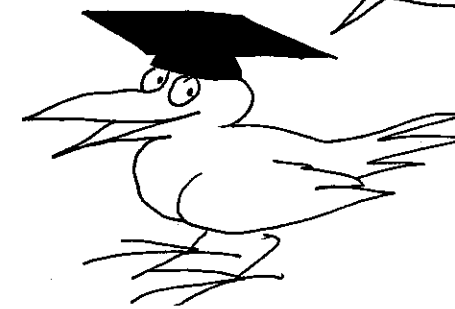


Χι, χι!

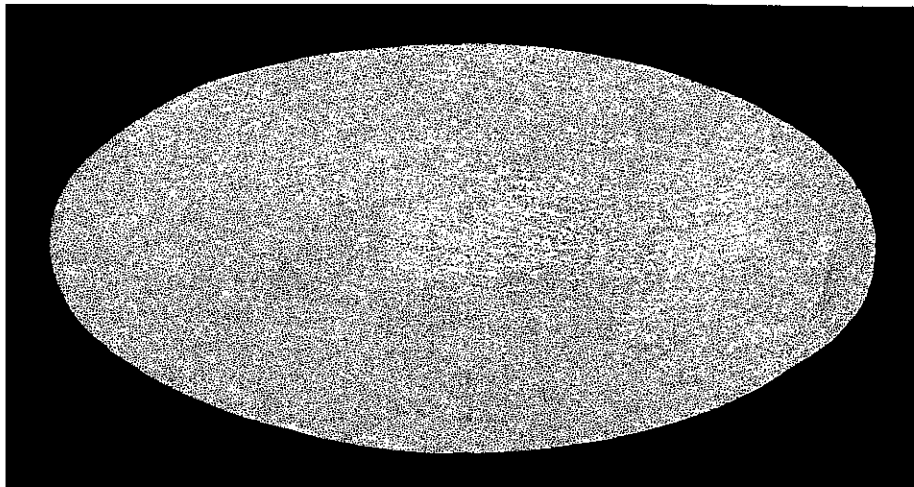
Για περίμενε.  
Υπάρχει κάτι που ΠΑΡΑΤΗΡΟΥΜΕ και που το μοντέλο θα ήταν σε θέση να εξηγήσει



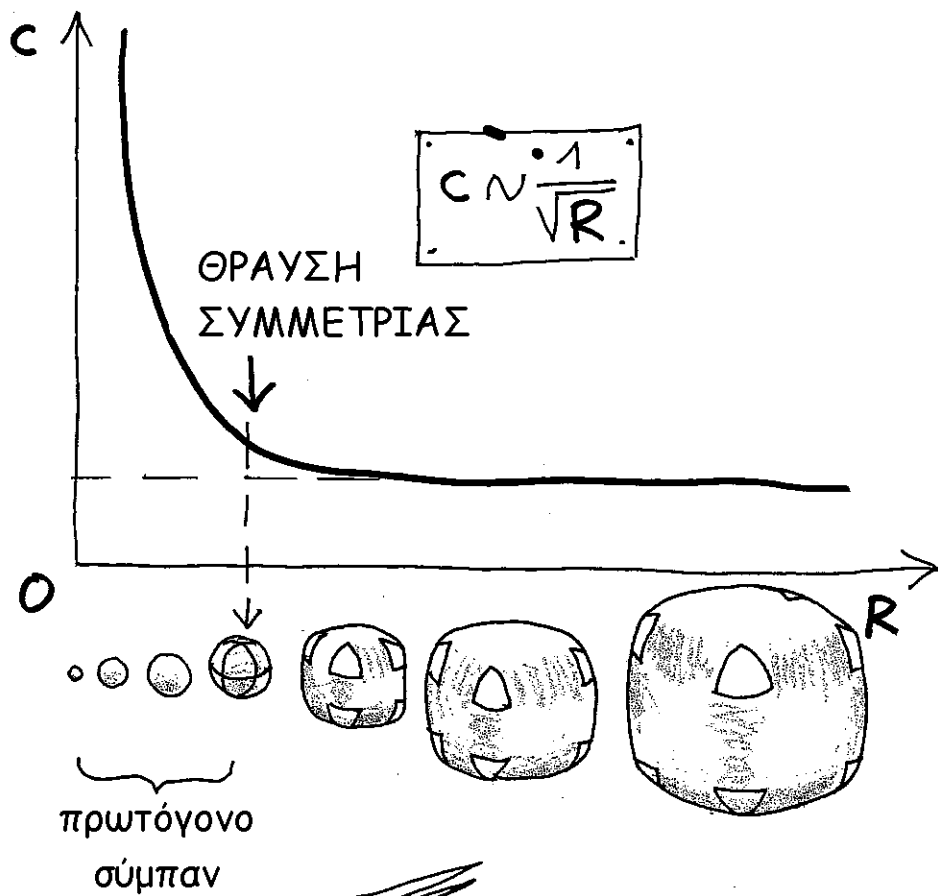
Α, ωραία!  
Και τι είναι αυτό?



Ιδου!



Το Πρωτόγονο Σύμπαν



$$c \sim \frac{1}{\sqrt{R}} \quad G \sim \frac{1}{R} \quad \hbar \sim R^{3/2}$$

$$m \sim R \quad e \sim \sqrt{R} \quad \epsilon_0 = \text{const}$$

$$\alpha = \text{const} \quad \mu_0 \sim R \quad (*)$$

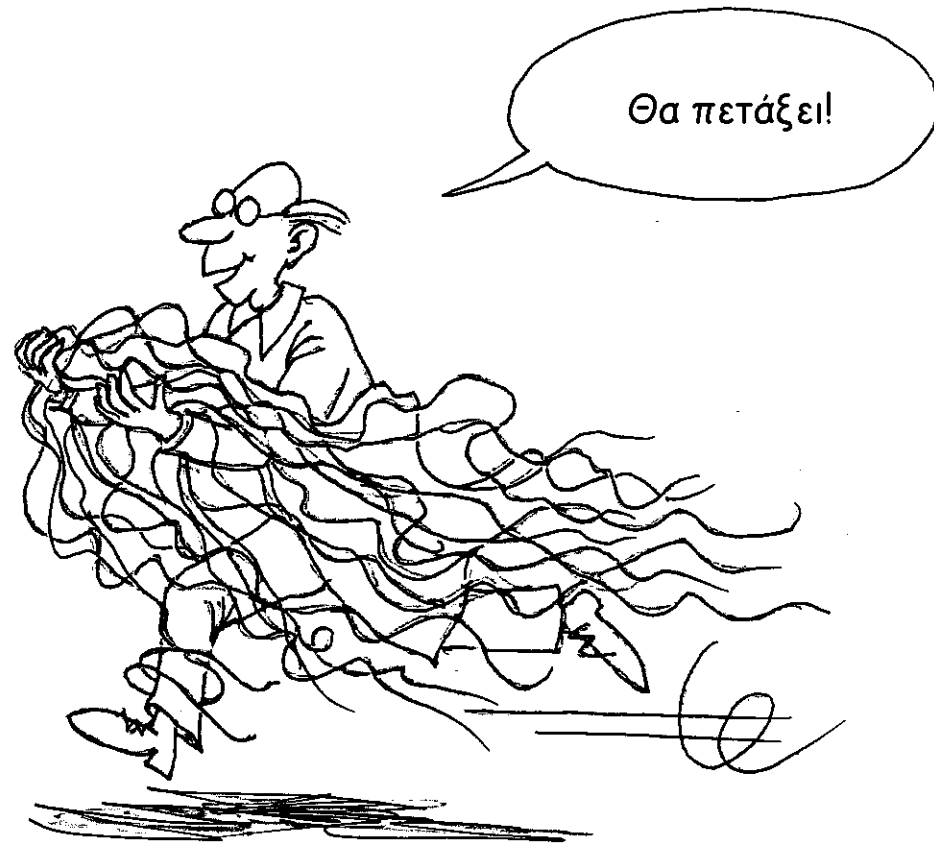
(Δες παράρτημα)

Στο μοντέλο του Άνσελμ (\*) η ταχύτητα του φωτός ήταν αναλλοίωτη όταν το Σύμπαν βρισκόταν ακόμη στην αρχέγονη μορφή του, πριν τη ΘΡΑΥΣΗ ΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ. Τότε ο ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ δεν είναι πλέον  $ct$ , με σταθερά τη  $c$ , αλλά υπολογίζεται με τη χρήση ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΑΤΟΣ (Δες παράρτημα). Βλέπουμε μετά πως αυτός ο ορίζοντας μεταβάλλεται όπως...η  $R$ , κάτι που δικαιολογεί την ΟΜΟΓΕΝΕΙΑ του Σύμπαντος στις μακρινές εκείνες περιόδους



Μην αφήνετε τις ΥΠΕΡΧΟΡΔΕΣ σας να σέρνονται έτσι, αλλιώς θα σκοντάψετε!

(\*) Δημοσιεύθηκε απο τον συγγραφέα σε πανεπιστημιακές αναθεωρήσεις υψηλού επιπέδου με "επιτροπή διάλεξης", τις χρονιές 1988-89, 1995, 2001 και αντιμετώπιστηκε με πλήρη αδιαφορία...



**ΤΕΛΟΣ**

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ας υπολογίσουμε πρώτα τον ΚΟΣΜΟΛΟΓΙΚΟ ΟΡΙΖΟΝΤΑ

Όταν η ταχύτητα του φωτός δεν μεταβάλλεται, ο ορίζοντας είναι απλώς  $H = ct$

Στο νεαρό Σύμπαν η ταχύτητα μεταβάλλεται :  $c \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$

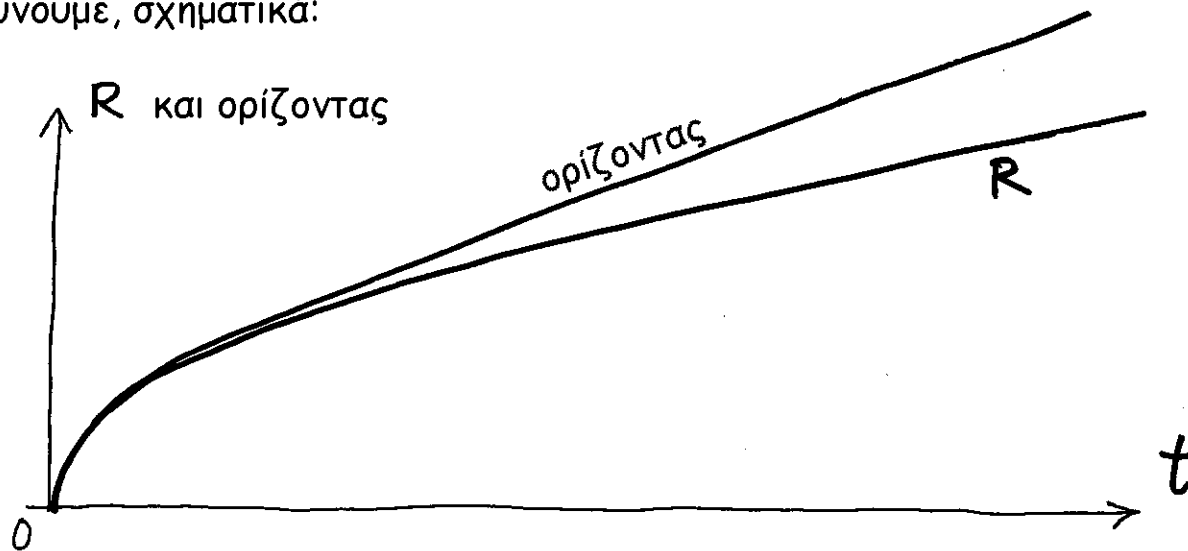
Ο ορίζοντας τότε χρειαζόταν ένα ολοκλήρωμα :

$$H = \int_0^{t(\text{παρόν})} c(t) dt \sim \int_0^{t(\text{παρόν})} \frac{dt}{\sqrt{R}}$$

Όμως  $t \sim R^{3/2} \Rightarrow dt \sim \sqrt{R} dR \Rightarrow \text{ορίζοντας} \sim \int_0^{R(\text{παρόν})} dR = R$

ορίζοντας  $\sim R$

Ανακεφαλαιώνουμε, σχηματικά:





# ΘΕΜΕΛΙΩΔΗΣ ΣΧΕΣΗ ΑΝΑΛΛΟΙΩΤΗΣ ΒΑΘΜΙΔΑΣ

Όλες οι εξισώσεις της φυσικής είναι αναλλοίωτες ως προς αυτούς τους μετασχηματισμούς βαθμίδας, πάνω στους οποίους βλέπουμε όχι μόνο το μέγεθος του χώρου και τη θέση των μεταβλητών, αλλά και τις "σταθερές" που παρουσιάζονται σε αυτές τις εξισώσεις. Κάνοντας αυτές τις εξισώσεις αδιάστατες, παίρνουμε τις εξισώσεις βαθμίδας. Ας πάρουμε για παράδειγμα τις εξισώσεις του Μάξγουελ:

$$\boxed{\nabla \times \mathbf{B} = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}} \quad \boxed{\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}} \quad \boxed{\nabla \cdot \mathbf{B} = 0} \quad \boxed{\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho_e}{\epsilon_0}}$$

Εφαρμογή αυτής της μεθόδου με "γενικευμένη", αδιάστατη μορφή:

$$\mathbf{B} = \mathbf{B} \beta ; \quad \mathbf{E} = \mathbf{E} \epsilon ; \quad c = c \xi ; \quad t = t \tau ; \quad \frac{\partial}{\partial t} = \frac{1}{\tau} \frac{\partial}{\partial \tau}$$

$$\nabla = \begin{cases} \frac{\partial}{\partial x_1} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \xi_1} \\ \frac{\partial}{\partial x_2} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \xi_2} \\ \frac{\partial}{\partial x_3} = \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \xi_3} \end{cases} \quad \text{γράψε } \delta \quad \begin{cases} \frac{\partial}{\partial \xi_1} \\ \frac{\partial}{\partial \xi_2} \\ \frac{\partial}{\partial \xi_3} \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} \frac{\mathbf{B}}{R} \delta \times \beta = -\frac{\mathbf{E}}{c^2 \tau} \frac{\partial \epsilon}{\xi^2 \partial \tau} \\ \frac{\mathbf{E}}{R} \delta \times \epsilon = -\frac{\mathbf{B}}{\tau} \frac{\partial \beta}{\partial \tau} \end{array} \right.$$

Συνδυάζοντας αυτές τις δύο σχέσεις, παίρνουμε:

$$\Rightarrow \boxed{R = c \tau}$$

Το οποίο συμφωνεί με τους παραπάνω υπολογισμούς.

Εισάγουμε την ΑΚΤΙΝΑ ΤΟΥ ΜΠΟΡ που μεταβάλλεται όπως ο συντελεστής της κλίμακας R

$$R_b = \frac{\hbar^2}{m_e e^2} \sim R ; m_e \sim m \sim R ; e \sim \frac{\hbar}{R} ; \hbar \sim R^{3/2} \rightarrow \boxed{e \sim \sqrt{R}}$$

Η σταθερά λεπτής υφής  $\alpha$ , καθορίζει τη γεωμετρία των ατόμων. Επιλέγουμε να κάνουμε μια απόλυτη σταθερά.

$$\alpha = \frac{e}{\epsilon_0 \hbar c} = c_{st} \Rightarrow \boxed{\epsilon_0 = \text{σταθερά}}$$

Τα  $\epsilon_0$  και  $\mu_0$  συνδέονται με τη σχέση  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$  από την οποία παίρνουμε  $\boxed{\mu_0 \sim R}$

Υποθέτουμε πως όλες οι μορφές ενέργειας διατηρούνται. Η πίεση είναι η πυκνότητα της ενέργειας ανα μονάδα όγκου, απ την οποία έχουμε:

$$E_{\text{μαγνητ.}} = R^3 \frac{B^2}{2\mu_0} = c_{st} \Rightarrow \boxed{B \sim \frac{1}{R}}$$

$$E_{\text{ηλεκτρ.}} = R^3 \epsilon_0 E^2 = c_{st} \Rightarrow \boxed{E \sim \frac{1}{R^{3/2}}}$$

$$\Rightarrow \frac{E}{B} = \frac{1}{\sqrt{R}}$$

Σύμφωνα με όσα έχουμε καταφέρει με τις εξισώσεις του Μάξγουελ :  $\frac{E}{B} \sim \frac{R}{t} \sim \frac{1}{\sqrt{R}}$

Πως μεταβάλλεται η ταχύτητα  $V$ ?

Η κινητική ενέργεια είναι:  $\frac{1}{2} m V^2$

Αν διατηρείται:

$$V \sim \frac{1}{\sqrt{R}} \sim C$$

Πυκνότητα μάζας  $\rho = n m$

Ας υποθέσουμε πως ο χώρος διατηρείται:  $n R^3 = \text{cst}$

$$\rho \sim \frac{1}{R^2}$$

Εξετάζουμε το μήκος Τζίνς, χαρακτηριστικό μήκος που σχετίζεται με το φαινόμενο της βαρυτικής αστάθειας:

$$L_J = \frac{V}{\sqrt{4\pi G \rho m}}$$

Βρίσκουμε πως:  $L_J \sim R$

Παρόμοια βλέπουμε και τον χρόνο Τζίνς:

$$t_J = \frac{1}{\sqrt{4\pi G \rho}} \sim t$$

Σε όποιο πεδίο της φυσικής και να εφαρμόσουμε αυτή τη μέθοδο, καταλήγουμε στις βασικές μας υποθέσεις.

Ανακαλύπτουμε για παράδειγμα, πως τα αποτελεσματικά μέρη της σύγκρουσης μεταβάλλονται όπως  $R^2$ .

Επίσης, βλέπουμε πως η απόσταση Ντιμπάι μεταβάλλεται όπως  $R$ , και ούτω καθ' εξής...

Και για να ολοκληρώσουμε τη δουλειά μας, πρέπει τώρα να εξετάσουμε το σύνδεσμο με το διμετρικό μας μοντέλο.

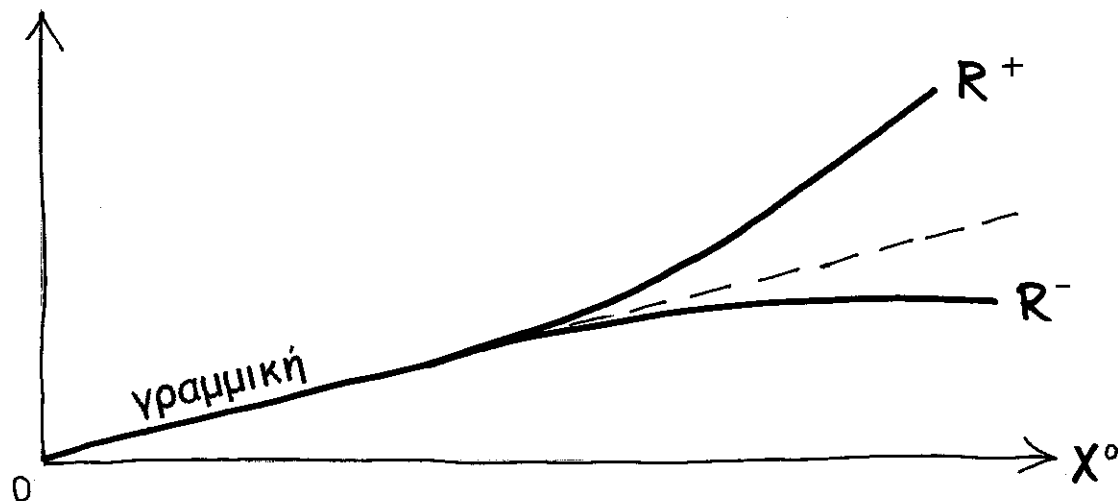
(Δές το ΔΙΔΥΜΟ ΣΥΜΠΛΗΝ)

Σε αυτό το μοντέλο έχουμε δυο συντελεστές κλίμακας  $R^+$  και  $R^-$ .

Εκτελώντας (στην κοσμολογία, δεν μπορούμε να κάνουμε και αλλιώς) τις υποθέσεις της ισοτροπίας και της ομοιογένειας, σε δυο πληθυσμούς των μαζών, αναζητούμε "κοινές λύσεις" με τη μετρική των Ρόμπερτσον - Γουόκερ, που μας οδήγησαν στο σύστημα των δύο συζευγμένων διαφορικών εξισώσεων που θα δούμε παρακάτω:

$$\begin{cases} R^{+''} = \frac{1}{R^{+2}} \left[ \frac{R^{+3}}{R^{-3}} - 1 \right] \\ R^{-''} = \frac{1}{R^{-2}} \left[ \frac{R^{-3}}{R^{+3}} - 1 \right] \end{cases}$$

Η εκκίνηση αυτής της επέκτασης με  $R^+ = R^-$ , είναι γραμμική. Αυτή η λύση είναι ασταθής, καθώς ένας από τους δύο πληθυσμούς βλέπει την επιτάχυνση της επέκτασης του. Αυτός είναι ο δικός μας και είδαμε πως το μοντέλο αυτό αντιπροσωπεύει το εξής:



Απωστική επίδραση της "σκοτεινής ενέργειας"

# Η ΑΝΑΛΛΟΙΩΤΗ ΤΟΥ ΛΟΡΕΝΤΣ

Στο πρώιμο Σύμπαν, ο νόμος της εξέλιξης είναι γραμμικός:  $R^+ = R^- \sim X^0$

Οι μετρικές των Ρόμπερτσον - Γουόκερ, στην υπόθεση όπου οι δείκτες της καμπυλότητας είναι μηδενικοί ( $k = 0$ ) έχουν κοινό τύπο:

$$d\Delta^2 = dX^{02} - R^2 [du^2 + u^2 d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2]$$

Σε καρτεσιανές συντεταγμένες:  $d\Delta^2 = dX^{02} - dx^2 - dy^2 - dz^2$

Ο χώρος αυτός είναι τοπικά αναλλοίωτος από την δράση της ομάδας Λόρεντζ.

Για να το συνδέσουμε με το μοντέλο της μεταβλητής ταχύτητας του φωτός, γράφουμε:

$$X^0 \sim R ; dX^0 \sim dR \sim t^{-\frac{1}{3}} dt \sim \frac{dt}{\sqrt{R}} \sim C(t) dt$$

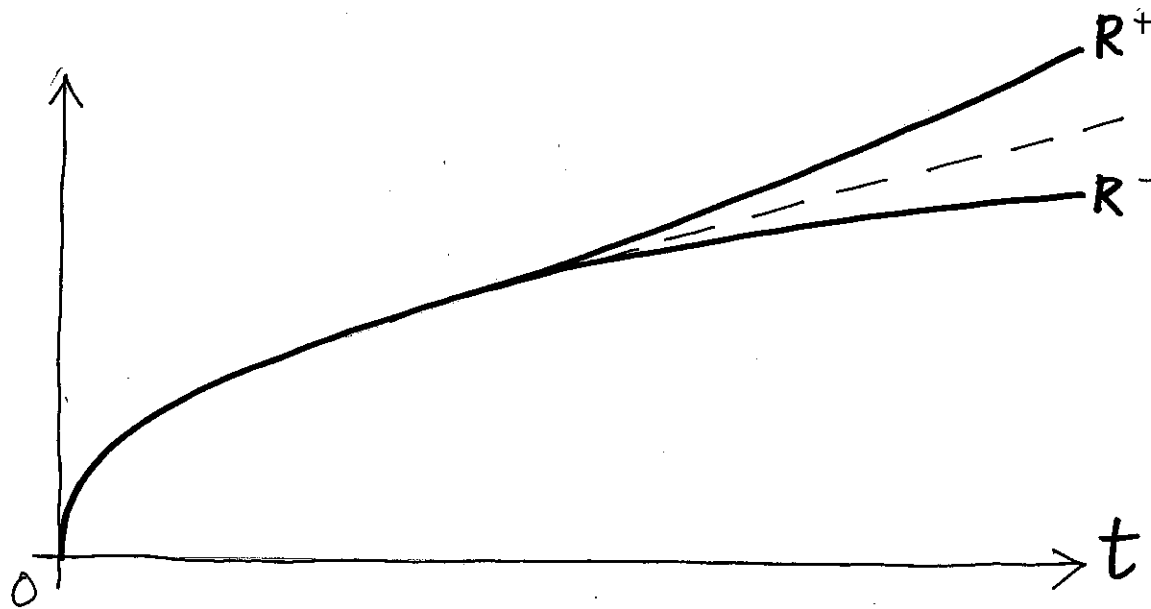
Έτσι, η γενική αυτή σχέση επιτρέπει το πέρασμα της μεταβλητής  $X^0$  του χρόνου:  $dX^0 = C(t) dt$

Πριν τη θραύση συμμετρίας, έχουμε:  $dX^0 \sim t^{-\frac{1}{3}} dt \Rightarrow X^0 \sim t^{\frac{2}{3}}$

Μετά τη θραύση συμμετρίας, όταν η  $C$  περιέχεται ως απόλυτη σταθερά, τότε γίνεται:  $X^0 = ct$

# ΕΞΕΛΙΞΗ

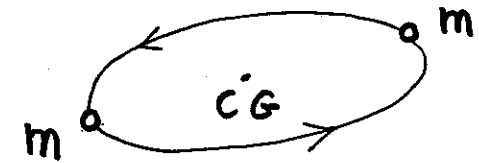
Αυτό μας επιτρέπει να χαράξουμε την εξέλιξη του κοσμικού ζευγαριού σε συνάρτηση με το χρόνο, όπως έχουμε ήδη ορίσει.



# ΤΟ ΠΑΡΑΔΟΞΟ ΤΟΥ ΖΗΝΩΝΑ

Καταφέραμε τελικά να ορίσουμε αυτο το φευγαλέο αντικείμενο, που ονομάζουμε "χρόνο"? Πράγματι, κάτι τέτοιο θα ήταν αλαζονικό απο μέρους μας. Το πολύ να διαπραγματευτούμε το παράδοξο για την ομοιογένεια του πρώιμου Σύμπαντος χρησιμοποιώντας κάτι που φαίνεται εκ των προτέρων ως υποθέσεις για την θεωρία του ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΥ

Όμως, το νοητικό πείραμα που ακολουθεί δείχνει πως φτάσαμε, χωρίς αμφιβολία, στο τέλος των προβλημάτων μας. Σκεφτείτε κάτι σαν ρολόι που αποτελείται απο δύο μάζες σε τροχιά γύρω απο το κοινό τους κέντρο βαρύτητας. Υποθέτοντας πως αυτό το ρολόι, εξίσου "συμπιεστό" με το υπόλοιπο πρώιμο Σύμπαν, είναι σε θέση να διασχίσει τις κοσμικές αναταράξεις με ασφάλεια, θα υπολογίσουμε πόσες στροφές μπορεί να καταφέρει τη "στιγμή μηδέν":



Η περίοδος περιστροφής:  $T = \frac{2\pi r^{3/2}}{Gm}$        $Gm = Cst$        $r \sim R$        $T \sim t \sim R^{3/2}$

Και ορίστε το αποτέλεσμα: 
$$N = \int_0^{R_0} \frac{dR}{R^{3/2}} = \left[ \frac{1}{\sqrt{R}} \right]_0^{R_0} = \text{άπειρο!}$$

Ειλικρινά, θαυμάζω τους ανθρώπους που σκέφτονται σοβαρά τη "στιγμή μηδέν" και ακόμη αναρωτιούνται "πως ήταν πριν".

