

# Από την Αρχή... Στη Γη!

Πρότζεκτ Β Λυκείου

**ΜΟΥΣΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ**

1 Μαΐου 2014

Σύνταξη από: Συντακτική Ομάδα Εργασίας

# ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ... ΣΤΗ ΓΗ!

---

Πρότζεκτ Β Λυκείου

Εργασία από την Συντακτική ομάδα:

Χαράλαμπος Τοτάκης

Κορομηλάς Χρήστος

Λεωνίδας Φιλόπουλος

Ανδρουτσόπουλος Αριστείδης

Ασημακόπουλος Κωνσταντίνος

Βασιλική Χριστοπούλου

Ιωάννης Μιμίκος

Κωνσταντίνος Βέλμαχος

Άγγελος Θανάσης

Ερωφίλη Παναγιωταρέα

Κοτσώνη Ελευθερία

Κούλικ Βλάντα

Υπεύθυνος καθηγητής: Π. Δεδούσης

## Περιεχόμενα

<b>Η ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ</b> .....	5
ΚΑΤΙ ΣΑΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ: .....	5
ΚΑΙ... ΞΕΚΙΝΑΜΕ! .....	6
ΤΙ ΗΤΑΝ ΤΕΛΟΣ ΠΑΝΤΩΝ ΑΥΤΗ Η ΜΕΓΑΛΗ ΈΚΡΗΞΗ; .....	6
ΤΟΣΟ ΑΠΛΑ ΕΓΙΝΑΝ ΟΛΑ; .....	7
Ο ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ( $T=380.000$ ΧΡΟΝΙΑ).....	7
ΜΙΑ ΜΙΚΡΗ ΣΤΑΣΗ ΓΙΑ ... ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ!.....	7
Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ( $T=1S$ ΕΩΣ $3MIN$ ).....	8
Η ΧΡΥΣΗ ΕΠΟΧΗ ΤΩΝ ΚΟΥΑΡΚ ( $T=10^{-12}$ ΕΩΣ $10^{-6}S$ ) .....	8
Ο ΠΛΗΘΩΡΙΣΜΟΣ ( $T=10^{-35}S$ ) .....	9
Η ΑΡΧΗ, ΚΑΤΑ ΚΑΠΟΙΟΝ ΤΡΟΠΟ ( $T=10^{-43}S$ ) .....	9
ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΕΛΙΚΑ Η ΑΡΧΗ;.....	10
ΒΑΣΙΚΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ: .....	10
ΒΑΣΙΚΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ.....	11
ΚΑΤΙ ΣΑΝ ΕΠΙΛΟΓΟΣ: .....	11
<b>Η ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΓΑΛΑΞΙΩΝ</b> .....	12
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΑΛΑΞΙΩΝ .....	12
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΓΑΛΑΞΙΩΝ.....	13
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ HUBBLE .....	14
ΑΛΛΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΑΛΑΞΙΩΝ .....	16
ΑΣΤΡΟΓΟΝΟΙ.....	16
ΕΝΕΡΓΟΙ ΓΑΛΑΞΙΕΣ .....	17
ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΜΗΝΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΣΜΗΝΗ.....	18
ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΜΗΝΗ.....	19
ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΥΠΕΡΣΜΗΝΗ.....	19
Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ.....	19
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ .....	20
ΔΟΜΗ .....	21
Η ΓΕΙΤΟΝΙΑ ΤΟΥ ΓΑΛΑΞΙΑ.....	23
ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΟΥ ΓΑΛΑΞΙΑ.....	23
Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΉΛΙΟΥ ΣΤΟΝ ΓΑΛΑΞΙΑ .....	24
<b>ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</b> .....	25
ΉΛΙΟΣ.....	26
ΕΡΜΗΣ.....	27
ΑΦΡΟΔΙΤΗ .....	28
ΓΗ .....	28
ΆΡΗΣ.....	29
ΖΩΝΗ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΟΕΙΔΩΝ .....	29
ΔΙΑΣ.....	30
ΚΡΟΝΟΣ.....	30
ΟΥΡΑΝΟΣ.....	31
ΠΟΣΕΙΔΩΝΑΣ.....	31
ΠΛΟΥΤΩΝΑΣ.....	32
ΚΟΜΗΤΕΣ .....	33
ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ.....	33

Η ΓΗ.....	34
ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΕ Η ΓΗ;;.....	34
ΣΕ ΤΙ ΔΙΑΦΕΡΕΙ Η ΓΗ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ ΠΛΑΝΗΤΕΣ;.....	34
ΠΟΙΑ ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΓΗΣ;.....	34
ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΑΝ ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΕΠΟΧΕΣ ;.....	35
ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ ΓΗΣ.....	35
ΠΩΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΘΗΚΑΝ ΟΙ ΉΠΕΙΡΟΙ;.....	35
Η ΡΥΠΑΝΣΗ.....	36
Η ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ.....	36
ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	36
Η ΤΡΥΠΑ ΤΟΥ ΟΖΟΝΤΟΣ.....	36
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ.....	37

## Πρόλογος

*Στην παρακάτω εργασία θα προσπαθήσουμε με όσες γνώσεις διαθέτουμε και όσο πιο απλά γίνεται να ασχοληθούμε με την αναζήτηση της Αρχής του σύμπαντος καθώς και την εξελικτική του πορεία ανά το πέρασμα των χρόνων έως ότου φθάσουμε στο σήμερα.*

## Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

---

Ένα από τα πολλά ερωτήματα της επιστήμης είναι το πώς δημιουργήθηκε το σύμπαν. Από πολύ παλιά έως σήμερα πολλοί σοβαροί ερευνητές και επιστήμονες έχουν διατυπώσει διάφορες θεωρίες περί του θέματος, χωρίς όμως να μπορούν όμως να είναι σίγουροι αν όντως συνέβησαν οι θεωρίες τους.

Η πιο διαδεδομένη καθώς και επιστημονικός αποδεκτή κατά την πλειοψηφία θεωρία για το πώς δημιουργήθηκε ο κόσμος είναι η θεωρία της κοσμογονικής έκρηξης, κοινώς ως Μεγάλη Έκρηξη.

Όλα αυτά τα χρόνια της ύπαρξης μας, ο άνθρωπος ανέπτυξε διάφορες θεωρίες σε σχέση με την δημιουργία των πάντων. Αν και η θεωρία της μεγάλης έκρηξης είναι η πλέον επικρατέστερη, υπάρχουν κι άλλες θεωρίες που πρέπει να αναφερθούν. Στην αρχαιότητα έχουμε την Θεωρία του Ησίοδου καθώς και άλλες θεωρίες βασισμένες πάνω στα στοιχεία της φύσης. Στην σύγχρονη εποχή η θεωρίες είναι περισσότερο αναπτυγμένες και οι γνωστότερες, εκτός της μεγάλης έκρηξης, είναι Κοσμολογία της Συνεχούς Δημιουργίας καθώς και Θεωρία Λίντε.

## Η ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ

### Κάτι σαν εισαγωγή:

Να διαβάσεις και να καταλάβεις για το σύμπαν δεν είναι εύκολο. Αλλά να κάνεις μία εργασία απλή και κατανοητή για αυτό ώστε τελικώς να την εξηγήσεις σε άλλους είναι ίσως ένα από τα δυσκολότερα πράγματα με τα οποία θα καταπιαστείς ποτέ. Προσπαθήσαμε λοιπόν να κάνουμε το καλύτερο δυνατόν και ελπίζουμε για τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.



## Και... ξεκινάμε!

Θα ξεκινήσουμε από την Θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Προτού προχωρήσουμε ας ξεκαθαρίσουμε κάτι: Η Μεγάλη Έκρηξη είναι μία Θεωρία ανάμεσα στις πολλές που υπάρχουν για την δημιουργία του σύμπαντος. Θα την αναλύσουμε αλλά τελικώς κανείς δεν μπορεί να είναι σίγουρος ούτε για μία λέξη από όσα θα ακολουθήσουν.

## Τι ήταν τέλος πάντων αυτή η Μεγάλη Έκρηξη;

Ας ξεκινήσουμε από ένα γεγονός: το σύμπαν διαστέλλεται. Λόγω της διαστολής του σύμπαντος οι γαλαξίες απομακρύνονται ο ένας από τον άλλον. Από αυτό μπορούμε να βγάλουμε ένα λογικό συμπέρασμα: Αφού όλοι οι γαλαξίες απομακρύνονται ο ένας από τον άλλον προς διαφορετικές κατευθύνσεις θα πρέπει λογικά να ξεκίνησαν από το ίδιο σημείο. Και όμως οι γαλαξίες δεν ταξιδεύουν έχοντας ξεκινήσει από ένα και μοναδικό σημείο στο χώρο! Αυτό που μπορούμε να πούμε είναι ότι η Μεγάλη Έκρηξη έγινε παντού και ταυτόχρονα! Είναι ζωτικό να το καταλάβουμε αυτό γιατί οι περισσότεροι άνθρωποι θεωρούν ότι η Μεγάλη Έκρηξη πρέπει να σημειώθηκε κάπου συγκεκριμένα. Όμως όπως είπαμε και πριν αυτό δεν είναι σωστό! Η εξήγηση; Στην διαστολή του σύμπαντος. Όταν πριν βασιστήκαμε στην διαστολή του σύμπαντος και τους απομακρυνόμενους γαλαξίες για να βγάλουμε το συμπέρασμα μας δεν λάβαμε υπ' όψιν μας ένα πράγμα: Ο χώρος μεγαλώνει συνεχώς χωρίς οι γαλαξίες να κινούνται στην πραγματικότητα προς διαφορετικές κατευθύνσεις.

Κρατώντας τελικώς αυτή τη βασική λεπτομέρεια ας επισημάνουμε μία ακόμη πολύ σημαντική λεπτομέρεια.

Το σύμπαν δεν δημιουργήθηκε με προκατασκευασμένους γαλαξίες. Προηγουμένως αναφέραμε ότι λόγω της διαστολής του σύμπαντος οι γαλαξίες μετά την Μεγάλη Έκρηξη απομακρύνονται συνεχώς. Αλλά αν αυτό το πάρουμε κυριολεκτικά σημαίνει πως μετά την Μεγάλη Έκρηξη είχαν την τωρινή μορφή τους. Αυτό φυσικά δεν ισχύει. Αντίθετα, στο ξεκίνημα υπήρχαν μόνο αέρια και σκοτεινή ύλη. Οι γαλαξίες σχηματίστηκαν κατά την διάρκεια της διαστολής. Πώς; Με την βαρύτητα. Είναι γεγονός ότι η ύλη έλκει την ύλη και λίγο μετά την Μεγάλη Έκρηξη υπήρχαν κάποιες περιοχές του σύμπαντος που είχαν λίγο περισσότερη ύλη από κάποιες άλλες. Έτσι τα γειτονικά αέρια και η ύλη θα έλκονταν από αυτές τις περιοχές οι οποίες θα γινόντουσαν όλο και μεγαλύτερες σχηματίζοντας τελικώς τους γαλαξίες που ξέρουμε σήμερα.

## Τόσο απλά έγιναν όλα;

Θα θέλατε ή ίσως θα ελπίζατε. Δυστυχώς ή ευτυχώς αυτή ήταν μια πάρα πολύ γενική εικόνα και σίγουρα θα πρέπει να εμβαθύνουμε και άλλο. Σκεπτόμενοι ποιος θα ήταν ο πιο σωστός τρόπος να εμβαθύνουμε στην δημιουργία του σύμπαντος καταλήξαμε ότι καλό θα ήταν να ακολουθήσουμε μία αντίστροφη πορεία προς τις απαρχές του χρόνου και του ίδιου του σύμπαντος κατά βάση φτάνοντας όσο το δυνατόν πιο πίσω.

## 0 Συνδυασμός (t=380.000 χρόνια)

Περίπου 380.000 χρόνια μετά την Μεγάλη Έκρηξη, το σύμπαν τσιγαριζόταν στους 3.000 βαθμούς Κελσίου και είχε μέγεθος περίπου 1.200 φορές μικρότερο από το σημερινό. Αυτή η στιγμή ονομάζεται “συνδυασμός” ή “ανασυνδυασμός” και είναι η στιγμή που ουσιαστικά άλλαξαν τα πάντα.

Πριν τον συνδυασμό το σύμπαν ήταν τόσο θερμό που ουσιαστικά δεν υπήρχαν ουδέτερα άτομα υδρογόνου, τα οποία πρόκειται για τα πιο απλά άτομα και αποτελούνται από ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο. Τι εννοούμε δεν υπήρχαν; Το σύμπαν ήταν τόσο θερμό και τα φωτόνια είχαν πάρα πολύ υψηλή ενέργεια. Τα φωτόνια βομβάρδιζαν τα άτομα υδρογόνου και λόγω των πολύ υψηλών ενεργειών που είχαν διαχώριζαν τα πρωτόνια από τα ηλεκτρόνια. Έτσι πριν τον συνδυασμό δεν υπήρχαν άτομα αλλά διάσπαρτα πρωτόνια και ηλεκτρόνια που βομβαρδίζονταν συνεχώς από φωτόνια υψηλής ενέργειας. Μετά τον συνδυασμό το σύμπαν είχε ψυχθεί μέχρι του σημείου να μην μπορούν πλέον τα φωτόνια να αποσπάσουν τα ηλεκτρόνια από τα πρωτόνια τους. Έτσι μπόρεσαν να σχηματιστούν τα ουδέτερα άτομα υδρογόνου. Οπότε τα φωτόνια που τους αρέσει να “παίζουν” με φορτισμένα σωματίδια δεν είχαν με ποιον να παίζουν. Έκτοτε περιφέρονται στο σύμπαν για πάντα.

## Μια μικρή στάση για ... πληροφορίες!

Θα κάνουμε μία μικρή στάση στο ταξίδι μας για να επισημάνουμε μερικά πράγματα σχετικά με την διάσπαση των σωματιδίων. Προηγουμένως αναφέραμε τα φωτόνια υψηλής ενέργειας και πως αυτά διαχώριζαν τα πρωτόνια από τα ηλεκτρόνια. Είναι πολύ σημαντικό να ξέρουμε πως εάν δύο φωτόνια υψηλής ενέργειας συγκρουστούν θα καταστραφούν και τα δύο και θα μετατραπούν σε ένα σωματίδιο και στο αντισωματίδιο του. Φυσικά ισχύει και το αντίστροφο. Επίσης εάν ένα σωματίδιο, π.χ. ένα νετρόνιο, διασπαστεί θα δημιουργηθούν άλλα σωματίδια, π.χ. ένα πρωτόνιο, ένα ηλεκτρόνιο και ένα νεutrino. Γενικώς όμως το συμπέρασμα είναι ότι τίποτα στο σύμπαν δεν καταστρέφεται και δεν αποκαθιστάται.



Γιατί τα αναφέρουμε όλα αυτά; Επειδή καθώς θα συνεχίσουμε το ταξίδι μας πίσω στον χρόνο αυτές οι διασπάσεις και οι συγκρούσεις σωματιδίων ήταν πολύ συχνό φαινόμενο και έπαιξαν μεγάλο ρόλο στην εξέλιξη του σύμπαντος. Ας συνεχίσουμε λοιπόν!

## Η γέννηση των στοιχείων ( $t=1\text{s}$ έως $3\text{min}$ )

Κατά την διάρκεια του πρώτου δευτερολέπτου της ζωής του, το σύμπαν ζεματούσε στους 15 δισεκατομμύρια βαθμούς Κελσίου. Παρόλα αυτά τα φωτόνια είχαν ψυχρανθεί αρκετά ώστε με την σύγκρουση τους να μην μπορούν να δημιουργήσουν σωματίδια με μεγάλη μάζα όπως τα πρωτόνια και τα νετρόνια. Σίγουρα όμως είχαν αρκετή ενέργεια για να δημιουργήσουν ελαφρύτερα σωματίδια όπως π.χ. τα νετρίνα και τα αντινετρίνα. Πριν το πρώτο δευτερόλεπτο μετά την Μεγάλη



Έκρηξη τα νετρίνα είχαν αρκετή ενέργεια ώστε να μπορούν να αλληλεπιδρούν με πρωτόνια και νετρόνια αλληλομετατρέποντάς τα και διατηρώντας πάνω κάτω την ισορροπία τους. Μετά το πρώτο δευτερόλεπτο μετά την Μεγάλη Έκρηξη τα νετρίνα δεν είχαν αρκετή ενέργεια για να αλληλεπιδράσουν με πρωτόνια και νετρόνια. Έτσι τα νετρίνα όπως και τα φωτόνια που αναφέραμε στον συνδυασμό απλά συνέχισαν να τριγυρνούν στο σύμπαν. Τα πρωτόνια και νετρόνια όμως άρχισαν έναν χορό συντήξεων και σχάσεων δημιουργώντας ενδεχομένως όλο και βαρύτερα στοιχεία. Μέχρι τώρα όμως έχουμε πει πως τα πρωτόνια και τα νετρόνια ήταν σε ίση αναλογία. Το σύμπαν γινόταν όμως όλο πιο αραιό και ψυχρό έτσι μέσα στα πρώτα λεπτά της ζωής του σύμπαντος κάποια νετρόνια διασπάστηκαν δημιουργώντας πρωτόνια και έτσι χάλασε αυτή η αναλογία. Έτσι δημιουργήθηκαν τα πρώτα ιχνοστοιχεία όπως το δευτέριο, το ήλιο, το λίθιο. Όλα τα άλλα τα βαρύτερα στοιχεία όπως ο άνθρακας, το οξυγόνο κ.τ.λ. δημιουργούνται στα άστρα, αφού αυτά φυσικά δημιουργήθηκαν από τα ελαφρύτερα στοιχεία που αναφέραμε πριν.

## Η Χρυσή Εποχή των κουάρκ ( $t=10^{-12}$ έως $10^{-6}$ s)

Ας ταξιδέψουμε σε μία εποχή όταν το σύμπαν δεν είχε καν ολοκληρώσει το πρώτο δευτερόλεπτο της ζωής του. Πιο συγκεκριμένα όταν είχε ηλικία

10-12 s περίπου. Πριν από αυτή την χρονική στιγμή το σύμπαν ήταν τόσο θερμό που το σωματίδιο Χιγκς δεν μπορούσε να συμπυκνωθεί στην παρούσα κατάσταση του ως σωματίδιο.

Τι σημαίνει αυτό; Το σωματίδιο Χιγκς είναι αυτό που δίνει μάζα σε όλα τα άλλα σωματίδια και εφόσον αυτό δεν μπορούσε να συμπυκνωθεί ως σωματίδιο κανένα άλλο σωματίδιο εκείνη την περίοδο δεν είχε μάζα. Αυτό σημαίνει πως δεν υπήρχε ουσιαστική διαφορά μεταξύ των σωματιδίων. Έτσι τα φωτόνια, τα οποία είναι φορείς της ηλεκτρομαγνητικής δύναμης δεν διέφεραν από τα σωματίδια W και Z, τα οποία είναι φορείς της ασθενούς δύναμης. Έτσι εκείνη την εποχή οι δύο αυτές δυνάμεις δεν είχαν διαφορά και θα μπορούσαμε να μιλάμε για μία ηλεκτρασθενή δύναμη. Όμως στα 10-12 s το κενό περνά από μία κατάσταση υψηλής ενέργειας σε μία χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση. Έτσι το σωματίδιο Χιγκς συμπυκνώνεται και δίνει μάζα στα σωματίδια διαχωρίζοντας αυτήν την ηλεκτρασθενή δύναμη. Γιατί όμως την ονομάσαμε χρυσή εποχή των κουάρκ; Γιατί σε αυτό το διάστημα από 10-12 έως 10-6 s περίπου τα κουάρκ είχαν τόσο υψηλή ενέργεια που δεν μπορούσαν να συγκρατηθούν μέσα στα πρωτόνια και τα νετρόνια. Ύστερα από αυτό το σύμπαν είχε ψυχθεί τόσο ώστε τα κουάρκ δεν βρέθηκαν ποτέ ξανά έξω από τα πρωτόνια ή τα νετρόνια.

### Ο Πληθωρισμός ( $t=10^{-35}$ s)

Πριν από την εποχή των κουάρκ τα σωματίδια είχαν τόσο υψηλές ενέργειες ώστε αλληλοσυγκρούονταν και αλληλοκαταστρέφονταν συνεχώς, μία πολύ ταραχώδης εποχή. Στα 10-35 s περίπου μετά την Μεγάλη Έκρηξη οι ενέργειες στο σύμπαν ήταν αρκετά υψηλές ώστε να μπορούν να ενοποιηθούν η ισχυρή δύναμη με την ενωμένη ηλεκτρασθενή, που αναφέραμε προηγουμένως. Θα ονομάσουμε αυτή την



ένωση Μεγάλη Ενοποίηση. Οι θερμοκρασίες κατά την εποχή της Μεγάλης Ενοποίησης ήταν παράλογα υψηλές, 1027 βαθμοί Κελσίου. Λίγο μετά τον διαχωρισμό της ισχυρής από την ηλεκτρασθενή δύναμη, το σύμπαν πέρασε μία περίοδο εκθετικής διαστολής: το μέγεθός του αυξήθηκε κατά 1040 φορές μέσα σε ένα ελάχιστο κλάσμα του δευτερολέπτου. Αυτό ονομάζεται πληθωρισμός. Τι προκάλεσε όμως αυτήν την διαστολή; Με τον διαχωρισμό της ισχυρής και της ηλεκτρασθενούς δύναμης προκλήθηκε μία μετάπτωση φάσης στο σύμπαν και για αυτό προκλήθηκε αυτή η διαστολή. Σύμφωνα όμως με ότι έχουμε πει μέχρι τώρα μια τέτοια διαστολή σημαίνει πως το σύμπαν πρέπει να ψυχθεί σημαντικά. Όμως σύμφωνα με το πληθωριστικό μοντέλο το πεδίο πληθωρισμού που υπήρχε εκείνη την εποχή είχε μία σημαντική ιδιότητα: Ότι δεν μειώνεται η ενεργειακή του πυκνότητα καθώς διαστέλλεται. Αυτό σημαίνει πως το σύμπαν και μετά τον πληθωρισμό παρέμεινε τσουρουφλιστό όπως ήταν και πριν.

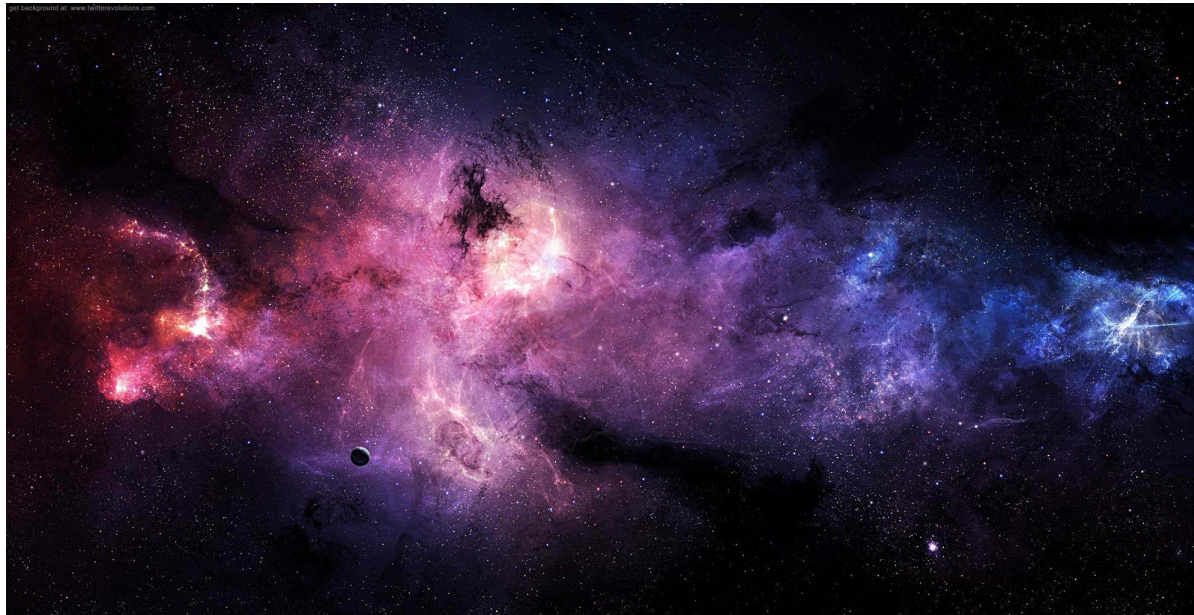
### Η αρχή, κατά κάποιον τρόπο ( $t=10^{-43}$ s)

Φτάνουμε λοιπόν όσο πιο πίσω θα μπορούσαμε να πάμε στον χρόνο: 10-43 δευτερόλεπτα μετά την Μεγάλη Έκρηξη. Για να καταλάβουμε καλύτερα τι σημαίνει 10-43 θα σας πούμε απλά ότι σημαίνει 42 μηδενικά μετά την υποδιαστολή. Αυτός ο μαγικός αριθμός είναι γνωστός και ως χρόνος Πλανκ και είναι ο χρόνος πριν τον οποίο δεν μπορεί κανείς να πει πως ήταν το σύμπαν. Το σύμπαν δεν μπορεί να γίνει νεότερο ή μικρότερο από ότι ήταν εκείνη την χρονική στιγμή. Ακούγεται παράλογο; Σίγουρα. Κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει τι έγινε πριν τον χρόνο Πλανκ και κατά συνέπεια κανείς δεν μπορεί να γνωρίζει τι έγινε πριν την Μεγάλη Έκρηξη.

## Ποιά είναι τελικά η Αρχή;

Η πιο έγκυρη απάντηση είναι: Κανείς δεν ξέρει! Αν μέχρι τώρα κάναμε απλές υποθέσεις για τα στάδια που ακολούθησαν την Μεγάλη Έκρηξη θα πρέπει να χαθούμε στον κόσμο των εικασιών με απειροελάχιστες πιθανότητες να είμαστε σωστοί για να πούμε τι έγινε ή υπήρχε πριν την Μεγάλη Έκρηξη. Ένα πράγμα όμως μπορούμε να πούμε με σιγουριά: Η Μεγάλη Έκρηξη ταυτίζεται με την δημιουργία του σύμπαντος, η οποία συμπεριλαμβάνει την δημιουργία του χρόνου. Κατά συνέπεια δεν υφίσταται χρόνος πριν την Μεγάλη Έκρηξη. Ακούγεται παράλογο; Σίγουρα αλλά αυτό συμβαίνει μόνο και μόνο διότι έχουμε συνηθίσει ότι πάντα κάτι πρέπει να προηγείται μιας κατάστασης. Το να προσπαθούμε να ρωτήσουμε τι υπάρχει πριν την Μεγάλη Έκρηξη είναι σαν να ρωτάμε τι υπάρχει πιο νότια από τον Νότιο πόλο. Άρα κανείς δεν ξέρει τι συνέβη πριν την Μεγάλη Έκρηξη.

## Βασικά Επιχειρήματα Κατά της Θεωρίας:



1. Οι λύσεις της Θεωρίας της Σχετικότητας προέβλεπαν ως αρχή του Σύμπαντος μια μαθηματική ανωμαλία
2. Εφόσον η εντροπία (το μέτρο της αταξίας) του Σύμπαντος αυξάνει συνεχώς θα υπήρχε στιγμή στο παρελθόν με ελάχιστη εντροπία όπου η Ύλη θα είχε την μέγιστη δυνατή πυκνότητα.



## Βασικά Επιχειρήματα Υπέρ της Θεωρίας

1. Το σύμπαν διαστέλλεται. Το γεγονός ότι οι γαλαξίες υποχωρούν από μας προς όλες τις κατευθύνσεις είναι μια συνέπεια αυτής της αρχικής έκρηξης και ανακαλύφθηκε αρχικά από τον αστρονόμο Hubble. Υπάρχουν τώρα καθαρά στοιχεία (η έντονη μετατόπιση των φασματικών γραμμών των μακρινών γαλαξιών προς το ερυθρό) για το νόμο του Hubble, που λέει ότι η ταχύτητα που απομακρύνεται ένας γαλαξίας είναι ανάλογη προς την απόστασή του από μας. Αν κάνουμε προβολή των μέσων τροχιών των γαλαξιών, χρονικά προς τα πίσω, βλέπουμε ότι συγκλίνουν σε μια κατάσταση υψηλής πυκνότητας - η αρχική πύρινη βολίδα.
2. Η Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου, η οποία τώρα βρίσκεται σε μια θερμοκρασία περίπου 2.7 βαθμών πάνω από απόλυτο μηδέν, που δείχνει πως το Σύμπαν προέρχεται από μια πυκνή, ισοθερμική κατάσταση. Περίπου 100.000 έτη μετά από το Big Bang, η θερμοκρασία του Σύμπαντος (~3.000 βαθμοί) είχε μειωθεί αρκετά ώστε τα ελεύθερα ηλεκτρόνια και οι πυρήνες που υπήρχαν μπόρεσαν να συνδυαστούν έτσι ώστε να σχηματίσουν τα άτομα του υδρογόνου (τα πιο απλά άτομα). Από αυτήν την περίοδο και μετά, η ακτινοβολία ήταν πρακτικά ανίκανη να αλληλεπιδράσει με το αέριο του υποβάθρου. Χωρίς όμως ελεύθερα ηλεκτρόνια το φως δεν μπορούσε να αλληλεπιδράσει με την ύλη για να διασκορπιστούν (scattering) τα φωτόνια, κι έτσι το Σύμπαν έγινε διαφανές στην ακτινοβολία. (Είναι αυτό το φως που θεωρούμε σήμερα ως Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου). Διαδίδεται λοιπόν ελεύθερα από τότε, χάνοντας συνεχώς ενέργεια επειδή το μήκος κύματός του αυξάνεται λόγω διαστολής του σύμπαντος. Αρχικά, η θερμοκρασία της Κοσμικής Ακτινοβολίας ήταν περίπου 3.000 βαθμοί, ενώ σήμερα έχει πέσει στους 3K μόνο - ένα φάντασμα της αφάνταστης έντονης θερμότητας της αρχέγονης πύρινης βολίδας του Big Bang.

### Κάτι σαν επίλογος:

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή όλο αυτό είναι μία θεωρία για την δημιουργία του σύμπαντος και σίγουρα δεν είναι η μόνη. Τίποτα από αυτά που αναφέρθηκαν δεν είναι απολύτως σίγουρα. Καθώς και εμείς οι ίδιοι δεν είμαστε επαγγελματίες στον τομέα αυτόν προσπαθήσαμε να κάνουμε τις έννοιες όσο δυνατόν πιο ευκολονόητες ώστε να μπορούμε να τις καταλάβουμε πρώτα απ' όλα εμείς και ύστερα ο κάθε τυχών αναγνώστης. Ελπίζουμε να τα καταφέραμε. Η κρίση δική σας!

# ΓΑΛΑΞΙΕΣ

---

## Η εξελικτική πορεία των γαλαξιών

Τα κοσμολογικά μοντέλα που έχουμε σήμερα για την περιγραφή της πρώιμης ιστορίας του σύμπαντος μας βασίζονται στη θεωρία του Big Bang. 300.000 χρόνια μετά από αυτό το κοσμολογικό γεγονός άρχισαν να σχηματίζονται τα άτομα υδρογόνου και ηλίου. Σχεδόν όλα τα υδρογόνα βρίσκονταν σε ουδέτερη κατάσταση( μη ιονισμένα) , απορρόφησαν εύκολα την ακτινοβολία και δεν είχαν συσταθεί ακόμη άστρα, γι' αυτό αυτή η εποχή ονομάστηκε και «Αστρικός Μεσαίωνας». Στην κατανομή αυτής της αρχέγονης ύλης όμως εμφανιστήκαν κάποιες διακυμάνσεις στην πυκνότητα, οι οποίες δημιούργησαν τελικά τις μεγαλύτερες δομές στο σύμπαν.

Οι πρώτοι γαλαξίες εμφανίζονται περίπου 1 δισεκατομμύριο χρόνια μετά την απαρχή του χωροχρόνου ,όταν η βαρυονική ύλη άρχισε να συμπυκνώνεται με τη μορφή φωτοστέφανων ψυχρής σκοτεινής ύλης. Μέσα σε ένα δισεκατομμύριο χρόνια από το σχηματισμό ενός γαλαξία, οι βασικές δομές αρχίζουν να εμφανίζονται: τα σφαιρωτά σμήνη, η κεντρική μαύρη τρύπα , και μια γαλαξιακή δίογκωση αποτελούμενη από των φτωχών σε μέταλλα αστέρια (πληθυσμού II). Κατά τη διάρκεια αυτής της πρώιμης εποχής, οι γαλαξίες έχουν υποστεί ριζικές εκρήξεις σχηματισμού νέων άστρων.

Κατά τα επόμενα δύο δισεκατομμύρια χρόνια, η συσσωρευμένη ύλη εγκαθίσταται σε ένα γαλαξιακό δίσκο. Η ύλη αυτή είναι κυρίως υδρογόνο και ήλιο. Ο κύκλος της αστρικής γέννησης και του θανάτου αυξάνει σιγά-σιγά την αφθονία των βαρέων στοιχείων, και τελικά επιτρέπει το σχηματισμό των πλανητών. Η εξέλιξη των γαλαξιών μπορεί να επηρεαστεί σημαντικά από τις αλληλεπιδράσεις και συγκρούσεις, καθώς η πλειονότητα των γαλαξιών βρίσκονταν κοντά μεταξύ τους.

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΑΛΑΞΙΩΝ

### - Σύσταση

Όπως απέδειξαν οι έρευνες των τελευταίων 10ετιών, καθένας των γαλαξιών συνίσταται από αστέρες, νεφελώματα και μεσοαστρική ύλη. Οι αστέρες καθενός γαλαξία είναι ήλιοι και ο αριθμός τους υπολογίστηκε ότι κυμαίνεται μεταξύ 10αδων και 1000αδων δισεκατομμυρίων ανά γαλαξία. Τα νεφελώματα καθενός γαλαξία είναι ύλη νεφελώδης, σχετικά πυκνή, συνήθως σκοτεινή εκτός και αν φωτίζεται από γειτονικούς αστέρες. Τέλος η μεσοαστρική ύλη είναι πολύ αραιή και διάσπαρτη ύλη από αέρια και αστρική σκόνη, η οποία επειδή γεμίζει το χώρο μεταξύ των αστέρων του κάθε γαλαξία ονομάστηκε μεσοαστρική.

### - Μέγεθος

Οι διαστάσεις των γαλαξιών προσδιορίζονται πάντα με δύο αριθμούς. Εκ των οποίων, ο ένας δίνει τη διάμετρο του γαλαξία, ενώ ο άλλος παρέχει το μήκος του μικρού άξονα που αντιστοιχεί στο πάχος του γαλαξία. Συνήθως τα μεγέθη των μεγάλων αξόνων των γαλαξιών κυμαίνονται μεταξύ 20 – 60 έτη φωτός. Ο μικρός άξονας περιορίζεται γενικά στο δέκατο του μεγάλου.

### - **Περιστροφή**

Συνήθως ο μικρός άξονας του ελλειψοειδούς σχήματος ενός γαλαξία είναι συγχρόνως και ο «άξονας περιστροφής» του. Οι βραχίονες ενός σπειροειδούς γαλαξία μαρτυρούν τη φορά που περιστρέφεται. Με τη βοήθεια του φασματοσκοπίου κατορθώθηκε να μετρηθεί η ταχύτητα περιστροφής τους, η οποία φθάνει ή και υπερβαίνει τα 300 km /s στα εξωτερικά όρια των βραχιόνων.

### - **Μάζα**

Η ταχύτητα περιστροφής ενός γαλαξία επιτρέπει να υπολογισθεί και η μάζα του. Βρέθηκε πως η μάζα των μεγάλων γαλαξιών μπορεί να είναι και 300 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη της μάζας του Ηλίου μας. Οι περισσότεροι όμως γαλαξίες έχουν μάζα μικρότερη της τάξεως των  $6 \cdot 10^{10}$  και  $2 \cdot 10^{10}$  ηλιακών μαζών. Υπάρχουν όμως και γαλαξίες με μάζα ίση προς ένα μόνο δισεκατομμύριο φορές τη μάζα του Ηλίου μας.

## **ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΓΑΛΑΞΙΩΝ**

Η μέση απόσταση μεταξύ των γαλαξιών είναι μια τάξη λίγο μεγαλύτερη από την ακτίνα τους, για αυτό το λόγο είναι συχνότατες οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους. Οι συγκρούσεις εμφανίζονται όταν δύο γαλαξίες περνούν απευθείας ο ένας μέσα από τον άλλο και έχουν επαρκή σχετική ορμή. Λαμβάνοντας υπόψη τις αποστάσεις μεταξύ των άστρων, η πλειονότητα τους μένει ανεπηρέαστη. Ωστόσο, το αέριο και σκόνη μέσα στους δύο γαλαξίες θα αλληλεπιδράσουν προκαλώντας εκρήξεις σχηματισμού νέων άστρων. Επίσης οι συγκρούσεις μπορεί να προκαλέσουν σοβαρή στρέβλωση στο σχήμα τους ,σχηματίζοντας ράβδους, δαχτυλίδια ή δομές που μοιάζουν με ουρές.

Ακραία περίπτωση της αλληλεπίδρασης είναι οι γαλαξιακές συγχωνεύσεις ,όπου η σχετική ορμή δεν είναι επαρκής για να περάσουν ο ένας μέσα από τον πάλλονταν αυτού, βαθμιαία συγχωνεύονται για να σχηματίσουν έναν ενιαίο, μεγαλύτερο γαλαξία, με μεγάλη πιθανότητα αλλαγής του σχήματος τους συνολικά. Στην περίπτωση που ο ένας γαλαξίας είναι πολύ μεγαλύτερος από τον άλλον, το φαινόμενο είναι γνωστό ως «κανιβαλισμός».

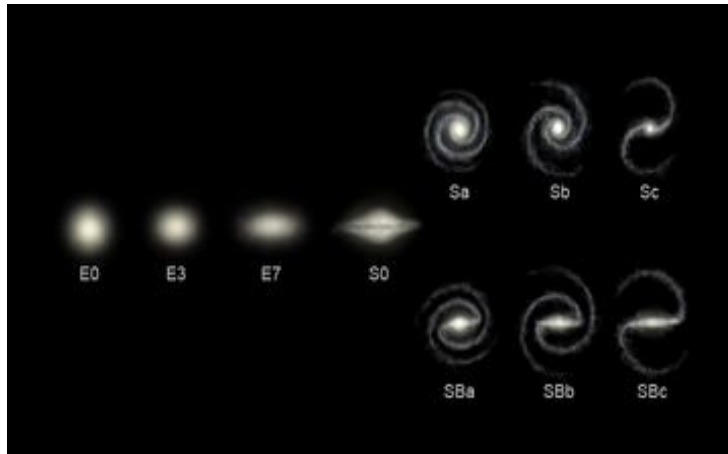


**NGC 6050 και IC 1179, αλληλεπιδρώντες σπειροειδείς γαλαξίες.**

## ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ HUBBLE

Οι γαλαξίες αποτελούνται συνήθως από τρία κύρια μέρη: το κέντρο του γαλαξία, περιοχή με υψηλή πυκνότητα άστρων, στην οποία πιθανώς βρίσκεται μία τεράστια μαύρη τρύπα, το γαλαξιακό δίσκο, όπου βρίσκονται συγκεντρωμένα τα περισσότερα άστρα του γαλαξία και την άλω του γαλαξία, που περιέχει λιγότερα και διαφορετικού τύπου άστρα, αέριο και σκοτεινή ύλη.

Για την ταξινόμηση τους, ο αμερικανός αστρονόμος Edwin Hubble πρότεινε μια ταξινόμηση πριν από 80 σχεδόν χρόνια, η οποία χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα. Σύμφωνα με αυτήν οι γαλαξίες διαιρούνται σε τρεις κύριες κατηγορίες. Σε ελλειπτικούς, σπειροειδείς και ανώμαλους.



### - Ελλειπτικοί (Συμβολίζονται με το γράμμα E)

Ελλειπτικοί γαλαξίες είναι οι γαλαξίες εκείνοι που μοιάζουν ως δίσκοι κυκλικοί ή ελλειπτικοί και η λαμπρότητα του μειώνεται από τα χείλη προς το κέντρο. Ανάλογα με την ελλειπτικότητά τους οι ελλειπτικοί γαλαξίες ταξινομούνται από 0, που είναι σχεδόν σφαιρικοί, έως 7, που εμφανίζουν έντονη επιμήκυνση. Περιέχουν ελάχιστη σκόνη και αέριο. Οι ελλειπτικοί γαλαξίες αντιπροσωπεύουν το 17% του συνόλου των γαλαξιών.



Ο γιγάντιος ελλειπτικός γαλαξίας **ESO 325-G004**

- Σπειροειδείς(Με το γράμμα S για απλούς ή Sb για ραβδωτούς)

Ως σπειροειδείς γαλαξίες ορίζονται οι περισσότεροι των γαλαξιών, από τη σπειροειδή όψη που παρουσιάζουν. Μορφολογικά μπορούμε να παρατηρήσουμε ένα κεντρικό εξόγκωμα φτωχό σε αέριο και σκόνη από το οποίο ξετυλίγονται οι βραχίονες στο επίπεδο του δίσκου. Αν ξεκινούν απευθείας από το εξόγκωμα τότε έχουμε έναν απλό σπειροειδή γαλαξία, ενώ εάν υπάρχει ένας ραβδόμορφος σχηματισμός έχουμε τον σπειροειδή με ράβδο. Το όλο σύστημα περιβάλλεται από μια σφαιρική άλω από σφαιρωτά σμήνη.

Όσο μετακινούμαστε προς το δεξιό άκρο του διαγράμματος τόσο αυξάνει και η περιεκτικότητα σε μέταλλα. Οι S αντιπροσωπεύουν τα 2/3 του συνόλου των σπειροειδών, ενώ οι SB το 1/3 των σπειροειδών γαλαξιών. Το πλήθος αυτών των γαλαξιών αντιπροσωπεύει το 80% του συνόλου των γνωστών γαλαξιών.



**NGC 1300**, ένα παράδειγμα σπειροειδή με ράβδο και **NGC 4414** ένας τυπικός σπειροειδής γαλαξίας

- Ανώμαλοι (Συμβολίζονται με τα γράμματα Irr )

Οι γαλαξίες που δεν εμπίπτουν στις δύο παραπάνω κατηγορίες κατατάσσονται στους ανώμαλους γαλαξίες. Έχουν ακανόνιστο σχήμα και χαρακτηριστικά και συνήθως είναι αποτέλεσμα σύγκρουσης ή βαρυτικής αλληλεπίδρασης γαλαξιών. Στους περισσότερους ανώμαλους γαλαξίες παρατηρείται σχηματισμός αστέρων που οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητά τους σε αέριο. Αντιπροσωπεύουν το 3% του συνόλου των γαλαξιών.



**NGC 1427A**. Παράδειγμα ακανόνιστου γαλαξία.



- Φακοειδείς(συμβολίζονται με S0 οι απλοί ή SB0 με ράβδο)

Οι φακοειδείς γαλαξίες είναι μια ενδιάμεση περίπτωση από τους σπειροειδείς και του ελλειπτικούς, δηλαδή περιέχουν ένα δίσκο και ένα κεντρικό εξόγκωμα αλλά δε περιέχουν σπειροειδείς βραχίονες. Εάν το κεντρικό εξόγκωμα παρουσιάζει ραβδωτή μορφή τότε ονομάζονται φακοειδείς με ράβδο .



**NGC 5866**, παράδειγμα φακοειδή γαλαξία

## ΑΛΛΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΓΑΛΑΞΙΩΝ

### Αστρογόνοι

Ορισμένοι γαλαξίες έχουν παρατηρηθεί να σχηματίζουν αστέρια με εξαιρετικά ταχύ ρυθμό, το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως αστρική έκρηξη. Οι αστρογόνοι γαλαξίες αντλούν ταχύτατα τα αποθέματα τους σε σκόνη και αέρια, σε ένα χρονικό διάστημα μικρότερο από τη διάρκεια ζωής τους, ως εκ τούτου αστρογόνο δραστηριότητα συνήθως διαρκεί μόνο 10 εκατομμύρια χρόνια, μια σχετικά σύντομη περίοδος στην ιστορία ενός γαλαξία. Οι αστρογόνοι γαλαξίες ήταν συχνότεροι κατά τη διάρκεια της πρώιμης ιστορίας του σύμπαντος και προς το παρόν εξακολουθούν να συνεισφέρουν το 15% του συνολικού ποσού δημιουργίας αστέρων.

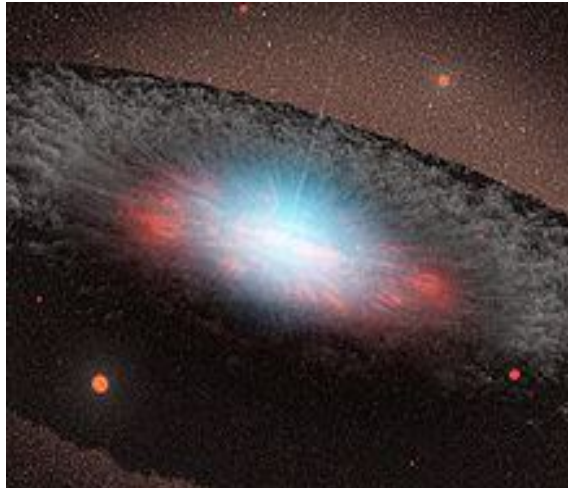


Ο γαλαξίας **Μεσιέ 82**, ο αρχέτυπος των αστρογόνων γαλαξιών, παράγει 10 φορές περισσότερους αστέρες απ' ότι ένας κανονικός γαλαξίας.

## Ενεργοί γαλαξίες

Οι περισσότεροι από τους γαλαξίες αυτούς ανακαλύφθηκαν τα τελευταία 40 χρόνια και χαρακτηρίζονται από ιδιαιτέρως λαμπρούς και μεταβλητούς πυρήνες. Οι πυρήνες στους παρουσιάζουν ισχυρές διακυμάνσεις λαμπρότητας και ονομάζονται ενεργοί γαλαξιακοί πυρήνες.

Οι ενεργοί γαλαξίες εκπέμπουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Πιθανότατα η πηγή είναι ο δίσκος προσαύξεσης μίας τεράστιας μαύρης τρύπας στον πυρήνα του γαλαξία με μάζα από μερικά εκατομμύρια έως και ένα δισεκατομμύριο ηλιακές μάζες. Η ενέργεια εκλύεται από τα υλικά από τον δίσκο που πέφτουν μέσα στην μαύρη τρύπα.



Εντύπωση καλλιτέχνη σχετικά με το δίσκο προσαύξεσης μιας τεράστιας μαύρης τρύπας.

### - *Γαλαξίες τύπου Seyfert και BL Lac*

Οι γαλαξίες αυτοί αποτελούν το 10% περίπου των φωτεινότερων γαλαξιών και χαρακτηρίζονται από πολύ λαμπρούς πυρήνες. Οι γαλαξίες τύπου Seyfert περιβάλλονται από ένα σπειροειδή δίσκο, οι τύπου BL Lac παρουσιάζουν χαρακτηριστικά ελλειπτικών γαλαξιών. Και οι δύο τύποι εκπέμπουν σημαντική ενέργεια υπό μορφή ραδιοκυμάτων.

### - *Οι ραδιογαλαξίες*

Οι γαλαξίες αυτοί είναι ισχυρές πηγές ραδιοκυμάτων. Αποτελούν τη μεγαλύτερη τάξη ενεργών γαλαξιών, στην οποία περιέχονται δύο ειδών ραδιογαλαξίες: Οι συμπαγείς και οι εκτεταμένοι.

- Οι συμπαγείς ραδιογαλαξίες εμφανίζουν ένα μικρό πυρήνα με έντονη εκπομπή ραδιοκυμάτων. Γύρω από αυτόν υπάρχει μια εκτεταμένη περιοχή, η άλως, που εκπέμπει ραδιοκύματα με μικρότερη ένταση.
- Εκτεταμένοι ραδιογαλαξίες είναι εκείνοι των οποίων η ραδιοακτινοβολία προέρχεται από μια τεράστια περιοχή. Σ' αυτή παρατηρούμε ένα ασθενή πυρήνα με δύο λοβούς.



Σύνθετη εικόνα του **Κένταυρου Α** που συνδυάζει οπτικό φως, ακτίνες Χ (μπλε) και ραδιοκύματα (πορτοκαλί). Διακρίνονται οι λοβοί και οι πίδακες του γαλαξία.

#### - **Quasars**

Οι Quasars αποτελούν ένα ιδιαίτερο παράδειγμα γαλαξιών με ενεργό πυρήνα. Είναι από τα πιο μακρινά αντικείμενα που μπορούμε να παρατηρήσουμε σήμερα στο διάστημα, καθώς εκπέμπουν τεράστια ποσά ενέργειας.

Κάθε Quasar, παρ' όλο που σε μέγεθος είναι μικρότερο από ένα τυπικό γαλαξία, ακτινοβολεί τόση ενέργεια όση εκατοντάδες γαλαξίες μαζί. Η φωτεινότητά τους αντιστοιχεί σε 20 τρισεκατομμύρια Ήλιους ή 1.000 γαλαξίες σαν το δικό μας.



Εντύπωση καλλιτέχνη για το **ULAS J1120+0641**, ένα πολύ μακρινό κβάζαρ του οποίου η ακτινοβολία προέρχεται από μια μαύρη τρύπα με μάζα 2 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από αυτή του Ήλιου.

#### **ΓΑΛΑΞΙΑΚΑ ΣΜΗΝΗ ΚΑΙ ΥΠΕΡΣΜΗΝΗ**

Το 95% (πιθανώς) του συνόλου των ερευνημένων γαλαξιών με βρίσκονται σε συσχέτιση μεταξύ τους. Μόνο το 5% του συνόλου το αποτελούν γαλαξίες που είναι μεμονωμένοι σχηματισμοί.

## Γαλαξιακά Σμήνη

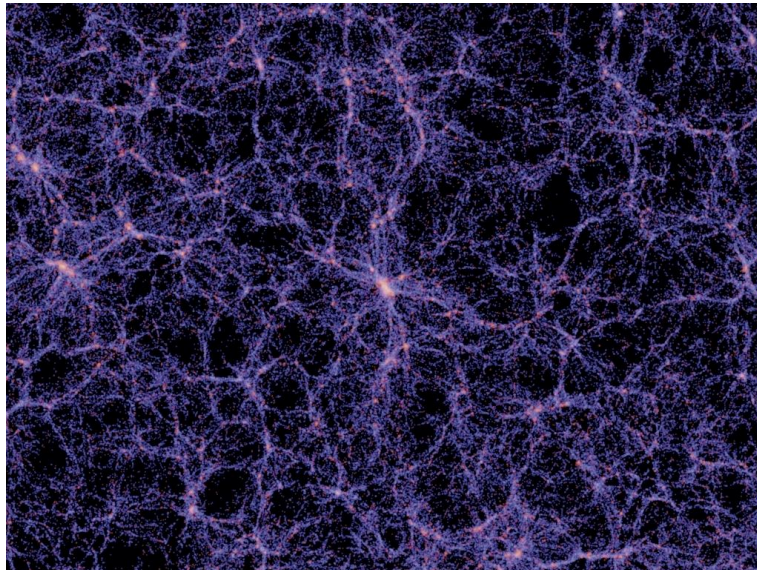
Τα γαλαξιακά σμήνη προσχηματίστηκαν στις αρχές του σύμπαντος, καθώς μεγάλες ποσότητες σκοτεινής ύλης τράβηξαν μαζί τους γαλαξίες. Έπειτα κοντινές ομάδες συγχωνεύθηκαν για να σχηματίσουν συμπλέγματα μεγαλύτερης κλίμακας.

Οι μεγαλύτερης κλίμακας δομές που περιέχουν πολλές χιλιάδες γαλαξίες σε μια περιοχή λίγων μεγαπαρσέκ (περίπου 30.000.000 εφ.) ονομάζονται γαλαξιακά σμήνη. Συνήθως στο κέντρο κάθε γαλαξιακού σμήνους κυριαρχεί ένας γιγάντιος ελλειπτικός γαλαξίας, ο οποίος συγκρατεί βαρυτικά τους άλλους.

Στα γαλαξιακά σμήνη οι γαλαξίες είναι κατανεμημένοι σε μια «φράκταλ» ιεραρχία συμπλέγματος δομών, με τη μικρότερη των ενώσεων να ονομάζεται ομάδα. Αυτοί οι σχηματισμοί περιέχουν την πλειονότητα των γαλαξιών. Για να παραμείνουν οι γαλαξίες συνδεδεμένοι σε μια τέτοια ομάδα πρέπει να υπερβαίνουν μια ελάχιστη ταχύτητα, διαφορετικά θα καταλήξουν σε ομάδα με μικρότερο αριθμό γαλαξιών μέσω συγχωνεύσεων.

## Γαλαξιακά Υπερσμήνη

Τα γαλαξιακά υπερσμήνη περιέχουν δεκάδες χιλιάδες γαλαξίες, που βρίσκονται σε σμήνη, ομάδες και μερικές φορές απομονωμένοι. Στην κλίμακα των υπερσμηνών, οι γαλαξίες είναι τοποθετημένα σε φύλλα και οι συνεχείς ίνες γύρω από τεράστια κενά. Πάνω απ' αυτήν την κλίμακα, το σύμπαν φαίνεται να είναι ισότροπο και ομοιογενές.



## Ο ΓΑΛΑΞΙΑΣ ΜΑΣ

Ο όρος «γαλαξίας» προέρχεται από τις λέξεις «γάλα» και «άξονας» και δόθηκε λόγω της ορατής από τη Γη θαμπής γαλακτόχρωμης ζώνης (άξονα) του λευκού φωτός που εμφανίζεται στην ουράνια σφαίρα. Η θαμπή αυτή ζώνη, που ονομάζεται «γαλαξιακή ζώνη», περιέχει άστρα και άλλα υλικά. Ο Γαλαξίας μας φαίνεται λαμπρότερος προς το κέντρο του.

Πρόκειται για έναν σπειροειδή γαλαξία που αποτελεί μέρος της Τοπικής Ομάδας γαλαξιών. Αποτελείται από τουλάχιστον 200 δισεκατομμύρια αστέρες και ενδεχομένως έως και 400

δισεκατομμύρια αστέρες. Ανάμεσα στα τουλάχιστον 35 μέλη της Τοπικής Ομάδας, έρχεται δεύτερος σε αριθμό αστέρων, πίσω μόνο από τον Γαλαξία της Ανδρομέδας, ο οποίος αποτελείται από ένα τρισεκατομμύριο αστέρες.

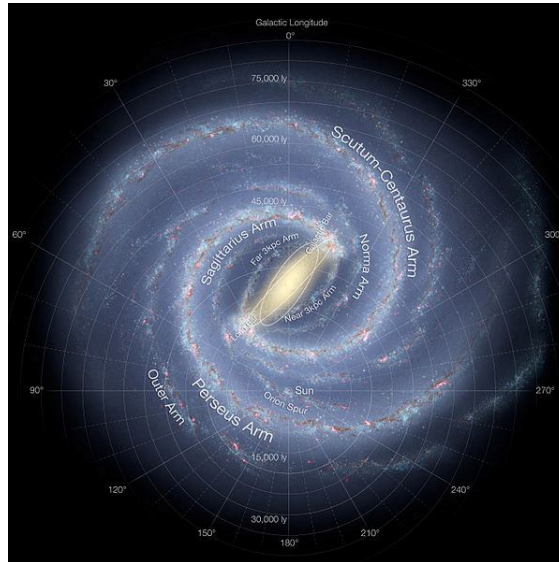


Άποψη του γαλαξία μας από τη Γη

## ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Είδος: Ραβδωτός σπειροειδής γαλαξίας (SBc)
- Διάμετρος: 80.000 -100.000 έτη φωτός
- Περίμετρος: 250 -300 χιλιάδες έτη φωτός
- Πάχος: περίπου 1.000 έτη φωτός στον δίσκο
- Αριθμός άστρων: 400 δισεκατομμύρια ( $4 \times 10^{11} \pm 2 \times 10^{11}$ )
- Παλαιότερο αστέρι: πάνω από 13.6 δισεκατομμύρια έτη
- Μάζα:  $1-1.5 \times 10^{12}$  ηλιακές μάζες
- Απόσταση του Ήλιου :  $27.2 \pm 1.1$  έτη φωτός από το κέντρο
- Περίοδος περιστροφής: 240 εκατομμύρια χρόνια του Ήλιου
- Περίοδος περιστροφής : 50 εκατομμύρια χρόνια των σπειροειδών βραχιόνων
- Περίοδος περιστροφής : 15-18 εκατομμύρια χρόνια της ράβδου
- Σχετιστική ταχύτητα :  $552 \pm 6$  km/s με την κοσμική ακτινοβολία υπόβαθρου





Απεικόνιση του σπειροειδούς σχήματος του Γαλαξία με τους δυο κύριους σπειροειδείς βραχίονες και τη ράβδο στο κέντρο

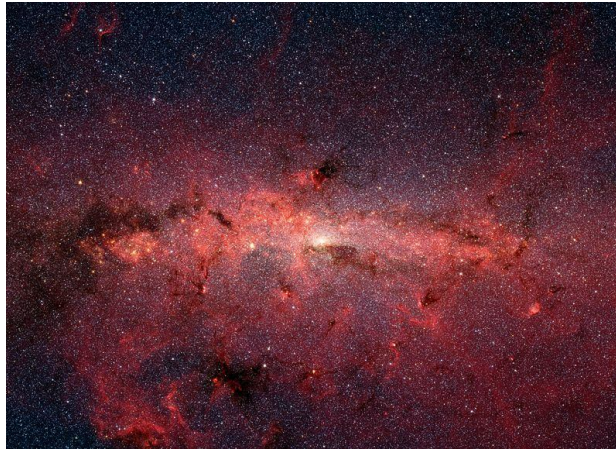
## ΔΟΜΗ

Ο Γαλαξίας μας αποτελείται κυρίως από ένα πυρήνα, του οποίου το σχήμα είναι φακοειδές, πολύ πεπλατυσμένο. Από δύο εκ διαμέτρου αντίθετα άκρα του φακοειδούς αυτού πυρήνα εκφύονται οι δύο βραχίονές του, οι οποίοι και ελίσσονται γύρω από το κύριο φακοειδές σώμα του.

### - Γαλαξιακός πυρήνας

Το γαλαξιακό κέντρο φιλοξενεί το ιδιαίτερα πολύπλοκο σύμπλεγμα το Τοξότης Α (Sagittarius A), στο κεντρικό πυρήνα του οποίου έχει εντοπιστεί ένα συμπαγές αντικείμενο μεγάλης μάζας και ραδιοεκπομπής, το οποίο ονομάζεται Τοξότης Α\* (Sagittarius A\*) και θεωρείται το κεντρικότερο σημείο του Γαλαξία. Υπάρχουν σοβαρές υποψίες ότι το αντικείμενο αυτό πρόκειται για μια τεράστια μαύρη τρύπα με μάζα εκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από την ηλιακή.

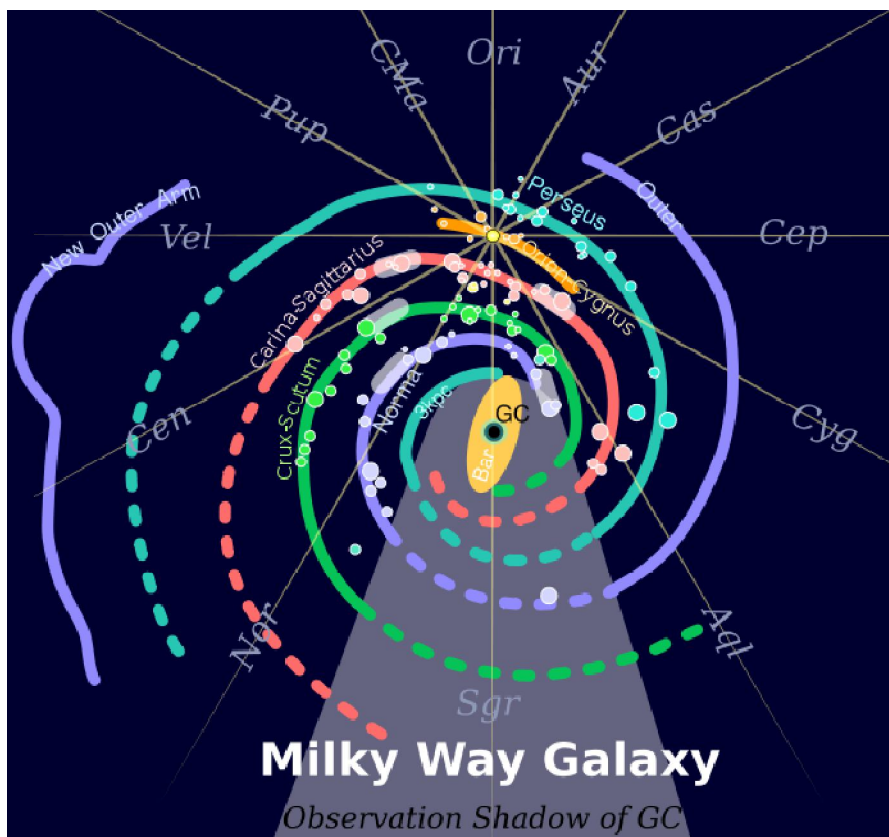
Η ράβδος του Γαλαξία πιστεύεται ότι έχει μήκος 27.000 έτη φωτός και αποτελείται κυρίως από ερυθρούς νάνους αστέρες, που πιστεύεται ότι είναι πανάρχαιοι.



Εικόνα της περιοχής του κέντρου του Γαλαξία με μη πραγματικά χρώματα όπως τραβήχτηκε από το Spitzer Space Telescope της NASA. Τα παλαιότερα ψυχρά αστέρια είναι μπλε, η σκόνη που φωτίζεται από τα θερμά αστέρα φαίνεται με κόκκινο και το λαμπρό άσπρο χρώμα στο κέντρο είναι ο Sagittarius A\*, μια υπερμεγέθης μαύρη τρύπα στο κέντρο του γαλαξία.

#### - Σπειροειδείς βραχίονες

Κάθε βραχίονας περιγράφεται με μια λογαριθμική σπείρα με κλίση 12 μοιρών και πιστεύεται ότι υπάρχουν 4 μεγάλοι βραχίονες. Ωστόσο παρατηρήσεις δείχνουν ότι ο Γαλαξίας έχει μόνο δύο σπειροειδείς βραχίονες ενώ οι υπόλοιποι δύο είναι συνακόλουθοι ή μικρής σημασίας.

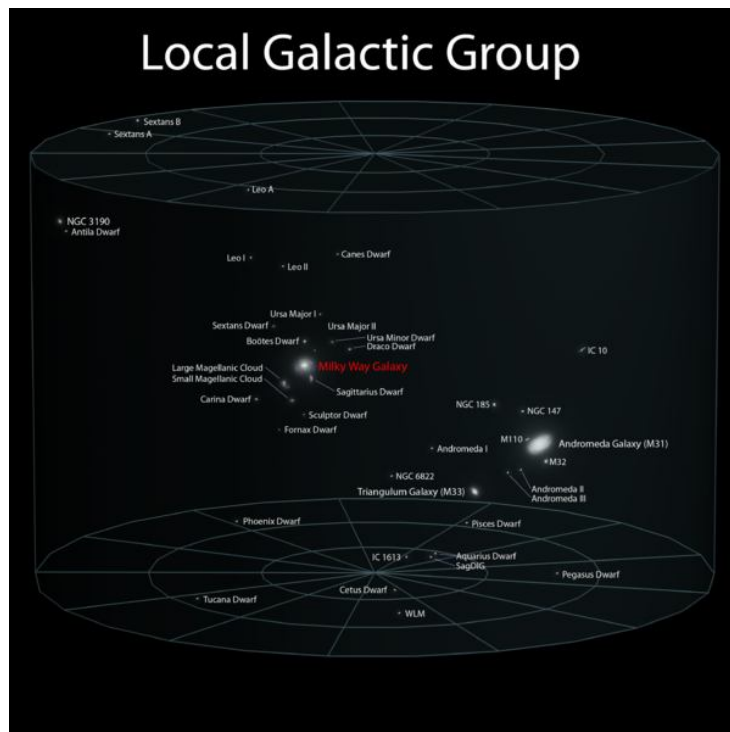


## - Γαλαξιακή Άλως

Ο γαλαξιακός δίσκος περιβάλλεται από μία Γαλαξιακή άλω παλαιών αστέρων και σφαιρωτών σμηνών με διάμετρο από 250.000 έως 400.000 ετών φωτός.

## Η γειτονιά του Γαλαξία

Ο Γαλαξίας μας, ο Γαλαξίας της Ανδρομέδας και ο Γαλαξίας του Τριγώνου αποτελούν τα κύρια και τα τρία μεγαλύτερα σε μέγεθος μέλη της Τοπικής Ομάδας, μιας ομάδας τουλάχιστον 35 βαρυτικά συνδεδεμένων γαλαξιών. Όλοι τους περιφέρονται γύρω από ένα βαρυτικό κέντρο που βρίσκεται ανάμεσα στον Γαλαξία μας και στον Γαλαξία της Ανδρομέδας. Η Τοπική Ομάδα αποτελεί μέρος του Υπερσμήνου της Παρθένου.



## Το μέλλον του Γαλαξία

Μετρήσεις δείχνουν ότι ο γαλαξίας της Ανδρομέδας μας πλησιάζει με ταχύτητα 300 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο και μπορεί να συγκρουστεί με τον Γαλαξία μας σε 3 ως 4 δις χρόνια. Αν συγκρουστούν, πιστεύεται ότι ο Ήλιος αλλά και άλλοι αστέρες μάλλον δεν θα συγκρουστούν με αστέρες της Ανδρομέδας, αλλά οι δύο γαλαξίες θα σχηματίσουν έναν ενιαίο ελλειπτικού σχήματος γαλαξία. Η διαδικασία της ένωσης αυτής εκτιμάται ότι θα διαρκέσει 1 δις χρόνια.

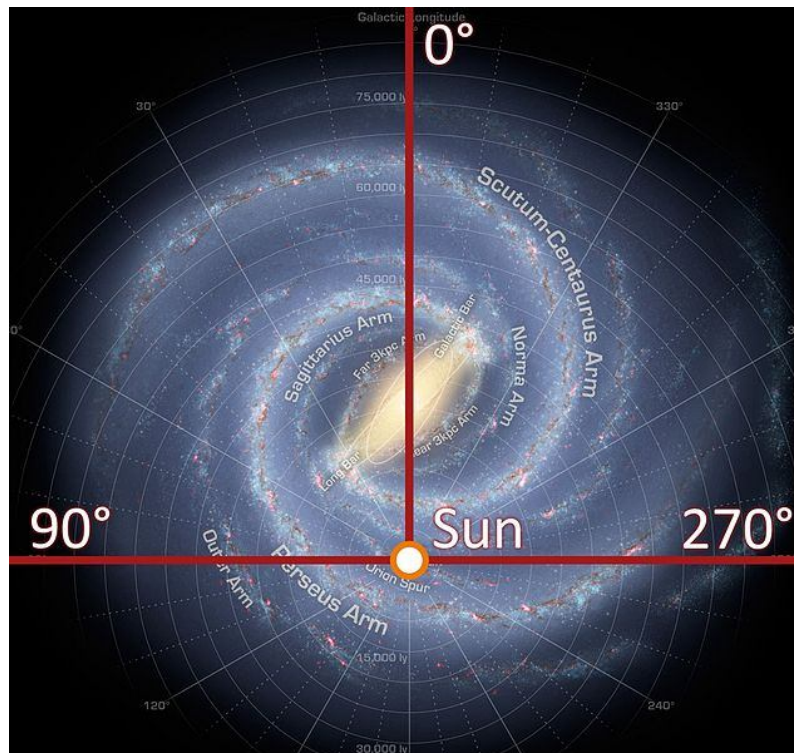




## Η θέση του Ήλιου στον Γαλαξία

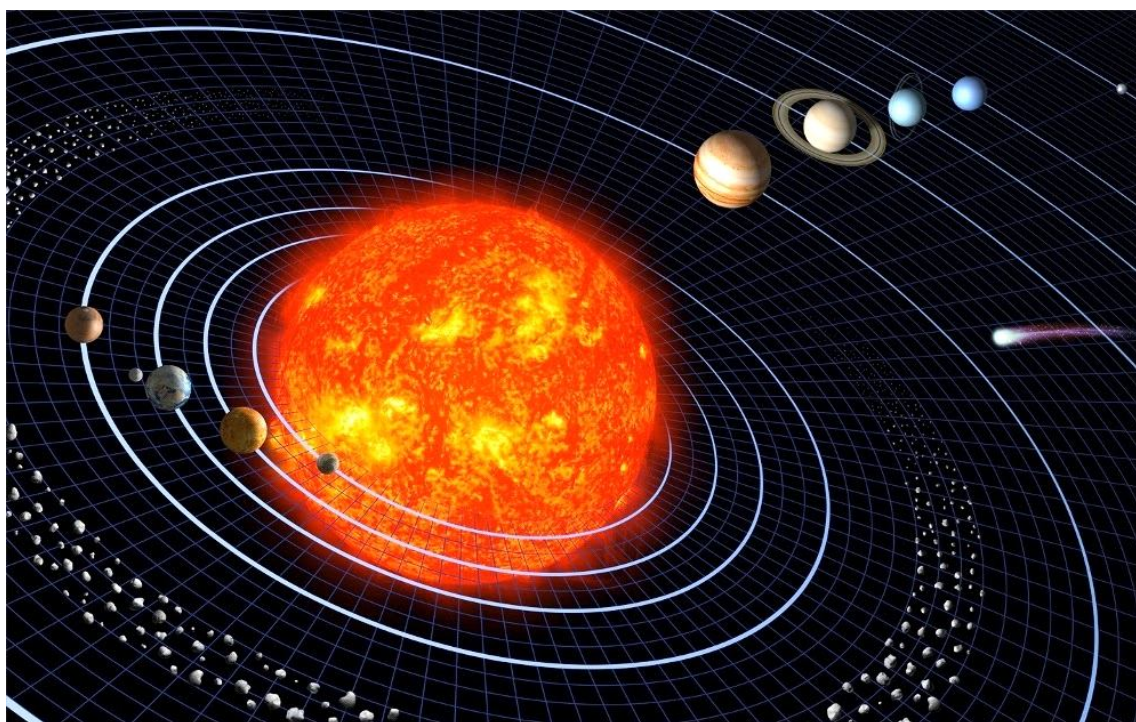
Ο Ήλιος (έτσι κι η Γη και το Ηλιακό Σύστημα) βρίσκεται αρκετά κοντά στον εσωτερικό δακτύλιο του Βραχίονα του Ωρίωνα, στο τοπικό νέφος, σε απόσταση  $7,94 \pm 0,42$  kpc από το Γαλαξιακό Κέντρο. Ο Ήλιος και κατ' επέκταση το Ηλιακό Σύστημα, βρίσκονται σε αυτό που οι επιστήμονες αποκαλούν Γαλαξιακή κατοικήσιμη Ζώνη.

Το Ηλιακό Σύστημα χρειάζεται γύρω στα 225 - 250 εκατομμύρια χρόνια για να συμπληρώσει μία τροχιά (ένα Γαλαξιακό Έτος), άρα εικάζεται ότι έχει εκτελέσει περί τις 20-25 περιφορές στη διάρκεια της ζωής του. Η τροχιακή ταχύτητα του Ηλιακού Συστήματος είναι 217 km/s.



Διάγραμμα της θέσης του Ήλιου στο Γαλαξία. Οι γωνίες αναπαριστούν το γεωγραφικό μήκος στο γαλαξιακό σύστημα συντεταγμένων

# ΠΛΑΝΗΤΕΣ



## Ηλιακό Σύστημα

Ως Ηλιακό Σύστημα θεωρούμε τον Ήλιο και όλα τα αντικείμενα που συγκρατούνται σε τροχιά γύρω του χάρις στη βαρύτητα, που σχηματίστηκαν όλα πριν 4,6 δις έτη σε ένα γιγάντιο μοριακό νέφος. Τα αντικείμενα με τη μεγαλύτερη μάζα που περιφέρονται γύρω από τον Ήλιο είναι οκτώ πλανήτες, των οποίων οι τροχιές είναι σχεδόν ελλειπτικές και βρίσκονται πάνω στο επίπεδο που ορίζει η εκλειπτική. Οι τέσσερις εσώτεροι, ο Ερμής, η Αφροδίτη, η Γη και ο Άρης αποτελούν τους λεγόμενους γήινους πλανήτες και αποτελούνται κυρίως από πετρώματα και μέταλλα. Οι τέσσερις εξώτεροι πλανήτες ονομάζονται αέριοι γίγαντες. Από αυτούς, οι δύο μεγαλύτεροι, ο Δίας και ο Κρόνος αποτελούνται από υδρογόνο και ήλιο και οι άλλοι δύο, ο Ουρανός και ο Ποσειδώνας αποτελούνται από νερό, αμμωνία και μεθάνιο.

Αν θα θέλαμε να είμαστε ακριβείς όμως, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας και πολλά άλλα ουράνια σώματα που υπάρχουν μέσα στο πεδίο βαρύτητας του Ήλιου. Οι κυριότερες ζώνες που υπάρχουν σε αυτά τα αντικείμενα είναι η κύρια Ζώνη Αστεροειδών, μεταξύ Άρη και Δία, και τα μεταποσειδώνια αντικείμενα, που βρίσκονται πέρα από τη τροχιά του Ποσειδώνα. Σε αυτές τις περιοχές βρίσκονται πέντε αντικείμενα, γνωστά ως πλανήτες νάνοι, η Δήμητρα, ο Πλούτωνας, η Χαουμέια, ο Μακεμάκε και η Έρις, και πολλά άλλα μικρότερα σώματα. Επίσης, πέρα από αυτά τα αντικείμενα υπάρχουν οι κομήτες, οι Κένταυροι, οι μετεωρίτες και διαπλανητική σκόνη, που κινούνται ελεύθερα ανάμεσα στους πλανήτες.

Ο ηλιακός άνεμος, μία ροή σωματιδίων από τον Ήλιο, σχηματίζει μια φουσαλίδα στο διαστρικό ενδιάμεσο γνωστή ως ηλιόσφαιρα με διάμετρο από 100 με 200 Αστρονομικές Μονάδες (AU).

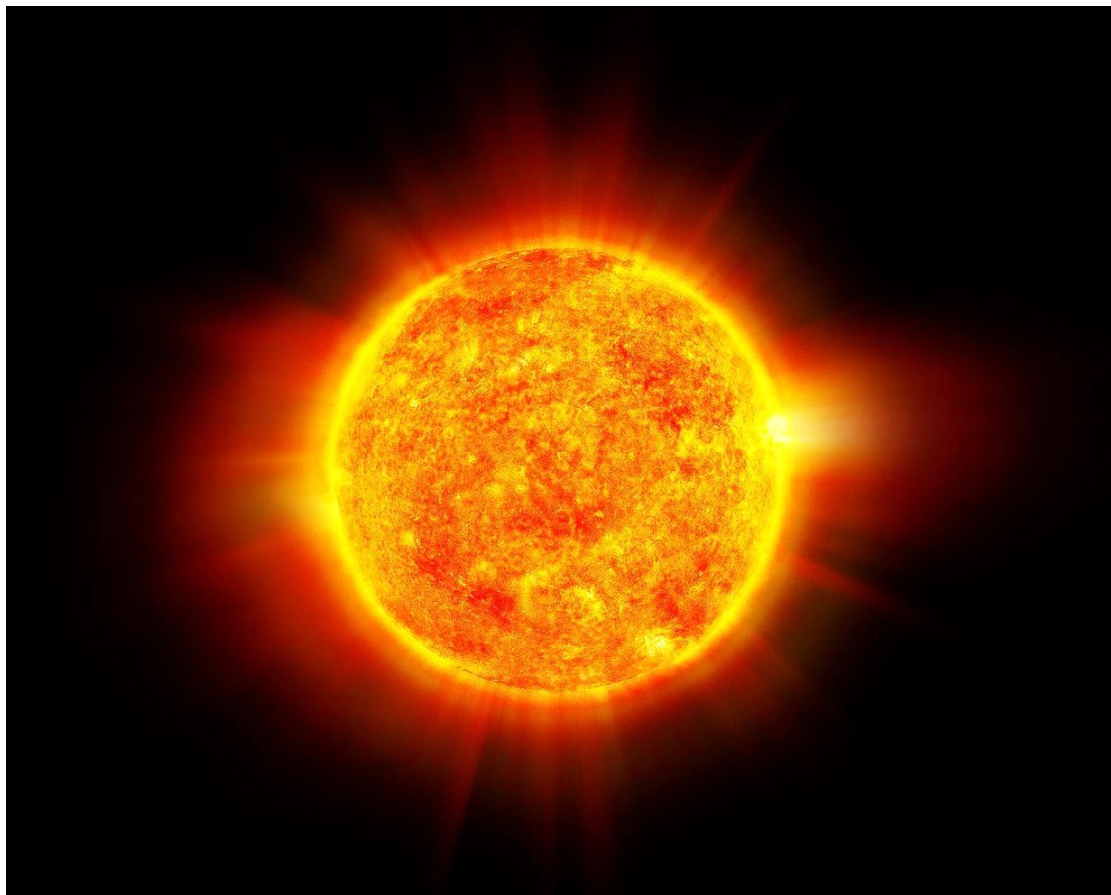
Επίσης υπάρχει το Νέφος του Οort που θεωρείται πηγή των κομητών, που βρίσκεται σε απόσταση πολύ μεγαλύτερη από την ηλιόπαυση.

Δεν πρέπει να ξεχνάμε τους δορυφόρους που περιφέρονται γύρω από τους 6 από τους 8 πλανήτες και 3 από τους 5 πλανήτες νάνους, που έχουν συνήθως το χαρακτηρισμό "φεγγάρια", αν και αυτός ο όρος αναφέρεται μονάχα στη Σελήνη, δορυφόρο της Γης. Οι αέριοι γίγαντες διαθέτουν και δακτυλίους, οι οποίοι αποτελούνται από πάγο και σκόνη.

#### Σύντομη περιγραφή

Το Ηλιακό Σύστημα χοντρικά χωρίζεται σε τέσσερις περιοχές: σ' αυτή των Εσωτερικών (ή Γήινων) Πλανητών, με τέσσερις πλανήτες που έχουν στέρεα επιφάνεια και σύσταση παρόμοια με αυτή της Γης (πυρίτιο και σίδηρο), στη Ζώνη των Αστεροειδών, που περιέχει μικρά σώματα, στους Εξωτερικούς Πλανήτες ή Γίγαντες Αερίων, με τέσσερις πλανήτες που αποτελούνται κυρίως από αέρια και είναι πολύ μεγαλύτεροι απ' τη Γη και στην εξωτερική περιοχή του Συστήματος, που περιλαμβάνει τον Πλούτωνα, τη Ζώνη του Kuiper και το Νέφος του Oort.

### Ήλιος



Ο Ήλιος είναι ο αστέρας του ηλιακού συστήματος και το λαμπρότερο σώμα του ουρανού. Είναι σχεδόν μια τέλεια σφαίρα με διάμετρο 1,4 εκατομμύρια χιλιόμετρα (109 φορές περισσότερο από τη Γη), και η μάζα του ( $2 \times 10^{30}$  κιλά) αποτελεί το 99.86% της μάζας του ηλιακού συστήματος. Η φωτεινότητά του είναι τέτοια, ώστε κατά την διάρκεια της ημέρας να μην



επιτρέπει, λόγω της έντονης διάχυσης του φωτός, σε άλλα ουράνια σώματα να εμφανίζονται (με εξαίρεση τη Σελήνη και σπανιότερα την Αφροδίτη). Ο Ήλιος είναι το κοντινότερο στη Γη άστρο, σε απόσταση 149,6 εκατομμυρίων χιλιομέτρων (1 ΑΜ). Ο Ήλιος είναι ένας κίτρινος αστέρας νάνος που βρίσκεται στην κύρια ακολουθία, με φασματικό τύπο G2V. Ο φασματικός τύπος G2 υποδεικνύει ότι η επιφανειακή του θερμοκρασία είναι περίπου 5.800 βαθμοί Κέλβιν. Ο Ήλιος ακολουθεί μία τροχιά μέσα στον Γαλαξία σε μία απόσταση 25.000 με 28.000 έτη φωτός από το κέντρο του, ολοκληρώνοντας μία περιφορά σε περίπου 226 εκατομμύρια έτη (Κοσμικό έτος).

Η σημασία του Ήλιου στην εξέλιξη και την διατήρηση της ζωής στη Γη είναι καίρια, καθώς με τη θεμελιώδη διαδικασία της φωτοσύνθεσης προσφέρει την απαραίτητη ενέργεια για την ανάπτυξη των ζωντανών οργανισμών, και διατηρεί την επιφανειακή θερμοκρασία της Γης σε ανεκτά για τη ζωή επίπεδα, καθώς επίσης και προκαλεί τα μετεωρολογικά φαινόμενα. Η σημασία του ήταν γνωστή από τα προϊστορικά χρόνια, με αποτέλεσμα ο Ήλιος να λατρεύεται ως θεότητα. Σύμφωνα με την αρχαία ελληνική μυθολογία, ατά τον Όμηρο και τον Ησίοδο, ήταν γιος του Τιτάνα Υπερίωνα. Φοίβος, φωτοβόλος δηλαδή, ήταν η προσωνομία του Ηλίου, η ίδια με του θεού Απόλλωνα. Κατά την εξέλιξη του αρχαίου ελληνικού πολιτισμού, οι ηλιακές ιδιότητες αποδόθηκαν στον θεό Απόλλωνα.

### Ερμής



Αρχίζοντας ένα ταξίδι απ' τον Ήλιο προς τα έξω για να γνωρίσουμε το Ηλιακό Σύστημα, σε απόσταση 0,39 Αστρονομικών Μονάδων (ΑU) θα συναντήσουμε τον Ερμή, τον μικρότερο πλανήτη του ηλιακού μας συστήματος. Ο Ερμής είναι γεμάτος κρατήρες, δεν έχει ατμόσφαιρα και, καθώς είναι πολύ κοντά στον Ήλιο, έχει στην επιφάνειά του θερμοκρασίες που αγγίζουν τους 400 °C. Ο Ερμής κινείται πολύ γρήγορα στο διάστημα (37-56 Χελμ. το δευτερόλεπτο). Εξαιτίας της μεγάλης ταχύτητας και της μικρής απόστασης από τον Ήλιο, ο πλανήτης αυτός έχει το μικρότερο σε διάρκεια έτος από όλους τους άλλους.

## Αφροδίτη



Επόμενος πλανήτης, στις 0,72 AU, είναι η Αφροδίτη. Έχει σχεδόν το ίδιο μέγεθος με τον δικό μας, γι' αυτό παλιά λεγόταν και «αδελφός πλανήτης» της Γης. Εκτός απ' το μέγεθος όμως, ως περιβάλλον δεν έχει σχεδόν κανένα κοινό με τον πλανήτη μας. Καλύπτεται από μια πυκνή ατμόσφαιρα θειικού οξέος και διοξειδίου του άνθρακα, με αποτέλεσμα η επιφάνειά της να μην είναι ποτέ ορατή. Περιστρέφεται αργά γύρω από τον άξονά της και η πυκνή της ατμόσφαιρα δημιουργεί ένα ακραίο φαινόμενο θερμοκηπίου, το οποίο κρατά την μέση θερμοκρασία του πλανήτη σε πολύ υψηλά επίπεδα ακόμα και στις περιοχές που, λόγω της αργής περιστροφής γύρω από τον άξονα της (243 γήινες μέρες), δεν φωτίζονται από τον ήλιο για μεγάλο χρονικό διάστημα.

## Γη



Είναι ο μοναδικός πλανήτης στο σύστημα που έχει θάλασσες (κάτι που υποστηριζόταν παλιότερα για την Αφροδίτη και μέχρι πρόσφατα για το δορυφόρο του Κρόνου Τιτάνα), ο μόνος με έντονη γεωλογική δραστηριότητα και ο μοναδικός (απ' όσο ξέρουμε μέχρι σήμερα) που φιλοξενεί ζωή. Η ατμόσφαιρά του αποτελείται από άζωτο και οξυγόνο, και είναι ο μεγαλύτερος απ' τους εσωτερικούς πλανήτες. Είναι ο πρώτος, από τον Ήλιο, πλανήτης ο οποίος έχει φυσικό δορυφόρο, την Σελήνη. Ο αστρονομικός συμβολισμός της γης αποτελείται από έναν περικυκλωμένο σταυρό, αναπαριστώντας έναν μεσημβρινό και έναν παράλληλο· μία παραλλαγή, τοποθετεί τον σταυρό πάνω από τον κύκλο.

## Άρης



Στις 1,52 AU βρίσκεται ο Άρης. Έχει την μισή διάμετρο από τη Γη και έχει μια αραιή ατμόσφαιρα από διοξείδιο του άνθρακα. Στην επιφάνειά του έχουν παρατηρηθεί γεωλογικοί σχηματισμοί όπως φαράγγια και κοιλάδες, που σημαίνουν ότι ο πλανήτης ήταν γεωλογικά ενεργός κι ότι κάποτε ήταν θερμότερος και στην επιφάνειά του υπήρχε νερό σε υγρή μορφή (κάτι που επιβεβαιώθηκε τον Μάρτιο του 2007 από τον Ευρωπαϊκό δορυφόρο Mars Express). Θεωρείται ο πλανήτης που μοιάζει πιο πολύ με τη Γη και υπάρχει η περίπτωση να βρεθεί κάποτε ζωή εκεί, ή τουλάχιστον απολιθώματα. Ο Άρης έχει δύο μικρούς φυσικούς δορυφόρους, τον Φόβο και τον Δείμο.

## Ζώνη των Αστεροειδών



Το «σύνορο» που χωρίζει τους εσωτερικούς απ' τους εξωτερικούς πλανήτες είναι η Κύρια Ζώνη Αστεροειδών. Πρόκειται για εκατοντάδες χιλιάδες μικρά σώματα, διαμέτρου από μερικά μέτρα έως εκατοντάδες χιλιόμετρα, που όμως όλα μαζί έχουν μάζα μόλις όσο το ένα χιλιοστό της Γης. Οι αστεροειδείς είναι το υλικό για έναν πλανήτη που τελικά δεν σχηματίστηκε, λόγω της μεγάλης έλξης του Δία, ή από κάποιον πλανήτη που υπήρχε εκεί (ανάμεσα στον Άρη και τον Δία) και για κάποιο λόγο καταστράφηκε και διασπάστηκε σε 7.000 περίπου αστεροειδείς.

## Δίας



Ο Δίας, στις 5,2 AU, είναι ο μεγαλύτερος απ' τους πλανήτες (έχει τη διπλάσια μάζα από όλους τους άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος μαζί). Ο Δίας περιστρέφεται τόσο γρήγορα, ώστε η μέρα και η νύχτα του διαρκούν λιγότερο από 10 γήινες ώρες. Η διάμετρός του είναι 11 φορές αυτή της Γης. Αποτελείται από τεράστιες ποσότητες αερίων -κυρίως Υδρογόνο και Ήλιο- που περιστρέφονται γύρω από ένα μικρό στερεό πυρήνα. Μερικές φορές χαρακτηρίζεται και ως «αποτυχημένο άστρο», λόγω ακριβώς της μεγάλης περιεκτικότητας στα δύο αυτά στοιχεία. Είναι τόσο θερμός που θα μπορούσε να λάμπει σαν άστρο, αν ήταν 10 φορές μεγαλύτερος. Είναι γνωστός για την περίφημη Μεγάλη Κόκκινη Κηλίδα, μια καταιγίδα στην ατμόσφαιρά του, που υπάρχει τουλάχιστον από τότε που παρατηρούμε το Δία (και πιθανόν από πολύ πιο πριν). Έχει 63 δορυφόρους, δυο από τους οποίους (η Ευρώπη κι ο Γανυμήδης) είναι πιθανό να έχουν ωκεανούς κάτω απ' την παγωμένη επιφάνειά τους.

## Κρόνος



Ο Κρόνος (9,5 AU) είναι λίγο πιο μικρός (και πολύ πιο ελαφρύς) απ' τον Δία και του μοιάζει σε αρκετά χαρακτηριστικά. Αποτελείται και αυτός κυρίως από αέρια -με λιγότερο υδρογόνο και περισσότερη αμμωνία όμως- έχει και αυτός πολλούς δορυφόρους και είναι γνωστός για τους Δακτυλίους του. Ο Δίας μαζί με τον Κρόνο αποτελούν το 93% της μάζας όλων των πλανητών. Είναι ίσως ο πιο εντυπωσιακός απ' τους πλανήτες αλλά κι ο ελαφρύτερος, με μέση πυκνότητα μικρότερη απ' αυτή του νερού. Ο δορυφόρος του Τιτάνας, που είναι μεγαλύτερος απ' τον Ερμή, έχει ατμόσφαιρα από άζωτο και υδρογονάνθρακες και, αν και είναι πολύ ψυχρός,

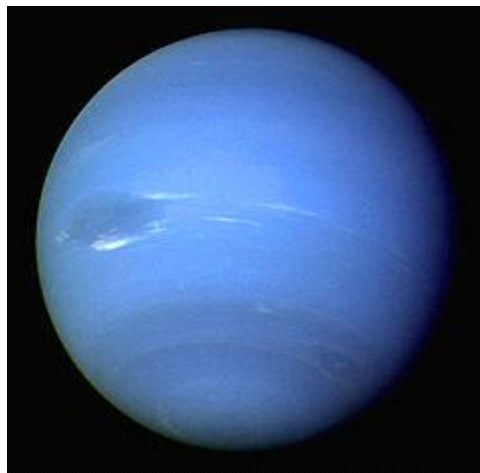
πιθανολογείται ότι μπορεί να φιλοξενεί ζωή. Το σύστημα του Κρόνου θα μελετηθεί τα επόμενα χρόνια απ' τη διαστημοσυσκευή Κασσίνι - Χόιχενς, που βρίσκεται εκεί από το καλοκαίρι του 2004. Μέχρι σήμερα, έχουν επιβεβαιωθεί οι τροχιές 62 δορυφόρων του πλανήτη, από τους οποίους οι 22 έχουν λάβει κάποιο όνομα.

### Ουρανός



Επόμενος σταθμός ο Ουρανός στις 19,2 AU. Αποτελείται κυρίως από αμμωνία και μεθάνιο, έχει και αυτός δακτυλίους και 27 δορυφόρους. Έχει την ιδιαιτερότητα ότι, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους πλανήτες, περιστρέφεται σαν να "κυλάει" πάνω στην τροχιά του, δηλαδή με τον ένα του πόλο πάντα στραμμένο προς τον Ήλιο. Πιθανολογείται ότι αυτό είναι το αποτέλεσμα μιας κατακλυσμιαίας σύγκρουσης με κάποιο άλλο σώμα, κάτι που επιβεβαιώνεται μερικά και από την απουσία διαταραχών στην ατμόσφαιρά του. Ο Ουίλιαμ Χέρσελ ανακοίνωσε την ανακάλυψή του τις 13 Μαρτίου 1781, επεκτείνοντας για πρώτη φορά στην ιστορία τα όρια του ηλιακού συστήματος. Ο Ουρανός ήταν ο πρώτος πλανήτης που ανακαλύφθηκε με τηλεσκόπιο.

### Ποσειδώνας



Τελευταίος μεγάλος πλανήτης είναι ο Ποσειδώνας, σε απόσταση 30 AU από τον Ήλιο. Είναι ο πρώτος πλανήτης που ανακαλύφθηκε βάσει μαθηματικών προβλέψεων για τη θέση του (από τη μελέτη διαταραχών στην τροχιά του Ουρανού). Αποτελείται κυρίως από αέριο μεθανίου, νερού και αμμωνίας και, σε αντίθεση με τον Ουρανό, η ατμόσφαιρά του παρουσιάζει έντονη δραστηριότητα, κάτι απρόσμενο, μιας και βρίσκεται πολύ μακριά από τον Ήλιο και η θερμότητα που λαμβάνει απ' αυτόν είναι ελάχιστη. Σαν τον Δία, έχει κι αυτός μια χαρακτηριστική κηλίδα στην ατμόσφαιρα, μόνο που η δική του είναι σκούρα μπλε. Για αρκετά χρόνια ήταν ο πιο μακρινός πλανήτης του Συστήματος, καθώς η τροχιά του Πλούτωνα μπαίνει μέσα στη δική του.



Ο Ποσειδώνας έχει 13 γνωστούς δορυφόρους.

#### Ζώνη του Kuiper

Η Ζώνη Kuiper βρίσκεται σε απόσταση 30-50 AU και αποτελείται από μικρά, παγωμένα σώματα. Τα σώματα της ζώνης που, λόγω έλξης απ' τους μεγάλους πλανήτες, μπαίνουν στο Ηλιακό Σύστημα (και συχνά γίνονται κομήτες) λέγονται Κένταυροι. Η Ζώνη Kuiper τερματίζεται απότομα στις 49 AU, πράγμα που ίσως σημαίνει ότι ένα μεγάλο σώμα βρίσκεται σε αυτή την απόσταση.

#### Πλούτωνας



Ο Πλούτωνας, που βρίσκεται στις 39,5 AU, ήταν ο μικρότερος απ' τους πλανήτες (με διάμετρο μικρότερη από την Σελήνη) μέχρι τον αποχαρακτηρισμό του, και αυτός για τον οποίο έχουμε τα λιγότερα στοιχεία. Αποτελεί διπλό σύστημα με το δορυφόρο του Χάροντα (συνολικά ο Πλούτωνας έχει 3 δορυφόρους). Ο Πλούτωνας θεωρείται πλέον πλανήτης νάνος, μιας και στη Ζώνη Kuiper έχουν ανακαλυφθεί σώματα του ίδιου ή και μεγαλύτερου μεγέθους απ' αυτόν και αφού το ελάχιστο όριο μεγέθους για πλήρη πλανήτη τέθηκε μεγαλύτερο από αυτόν.

## Κομήτες



Οι κομήτες είναι ουράνια σώματα που σε αντίθεση με τους απλανείς αστέρες και τους πλανήτες παρουσιάζουν όψη νεφελώδη, ενώ η ύλη από την οποία συνίστανται επιμηκύνεται υπό μορφή μακριάς κόμης (= μακριά μαλλιά) όταν διέρχονται κοντά από τον Ήλιο. Κάθε κομήτης αποτελείται από τρία μέρη, τον πυρήνα, την κόμη και την ουρά. Οι τροχιές των κομητών είναι ελλειπτικές με εκκεντρότητα που τείνει προς τη μονάδα (1).

### Σχηματισμός και εξέλιξη

Το ηλιακό σύστημα δημιουργήθηκε από την κατάρρευση ενός τεράστιου μοριακού νέφους πριν από 4,568 δις έτη. Το αρχικό νέφος είχε διαστάσεις αρκετών ετών φωτός και δημιούργησε πολλά άστρα. Καθώς η περιοχή που θα γινόταν το ηλιακό σύστημα, γνωστή ως προηλιακό νέφος, κατέρρευσε, η διατήρηση της στροφορμής το ανάγκασε να περιστραφεί ταχύτερα. Το κέντρο στο οποίο συγκεντρώθηκε η περισσότερη μάζα γινόταν όλο και θερμότερο από το δίσκο, ο οποίος το περιέβαλλε. Καθώς το συρρικνωμένο νεφέλωμα περιστρεφόταν, σχηματίστηκε ένας πρωτοπλανητικός δίσκος με διάμετρο 200 AU και ένα καυτό πρώταστρο στο κέντρο. Οι πλανήτες σχηματίστηκαν από επισυσσώρευση υλικού από αυτό το δίσκο. Μέσα στα επόμενα 50 εκατομμύρια χρόνια, οι συνθήκες στον Ήλιο επέτρεψαν την εκκίνηση θερμοπυρηνικής σύντηξης στον πυρήνα του. Από αυτό το σημείο και για τα επόμενα 10 δισεκατομμύρια χρόνια ο Ήλιος θα ανήκει στην κύρια ακολουθία. Το ηλιακό σύστημα θα έχει αυτή τη μορφή που έχει σήμερα μέχρι ο Ήλιος να εξελιχθεί σε ερυθρό γίγαντα. Αυτό αναμένεται να συμβεί σε περίπου 5 δισεκατομμύρια χρόνια.

# ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΓΗΣ

## Η Γη

Η ηλικία της γης φτάνει τα 200 εκ. χρόνια.

### Πως δημιουργήθηκε η γη;;;

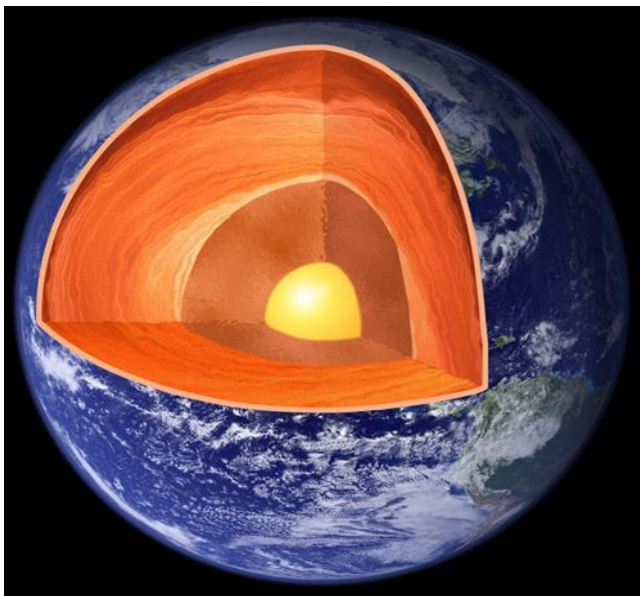
Πριν από δισεκατομμύρια χρόνια αποτελούσε ένα απέραντο νέφος θερμών αερίων και σκόνης που περιφερόταν γύρω από το νεογέννητο ήλιο. Τμήματα

αυτού του νέφους άρχισαν να συμπυκνώνονται πριν από 4,6 δισ. Και σχημάτισαν τη γη. Η ατμόσφαιρα σχηματίστηκε από την αποβολή αερίων και υδρατμών κατά την ψύξη της γης.

Πριν από 4δισ. Η γη είχε ένα στερεό φλοιό γεμάτο από κρατήρες μετεωριτών και τεράστια ηφαίστεια. Τα υλικά από τα οποία σχηματίστηκε η γη ήταν αρκετά ψυχρά αλλά συγκρούονταν μεταξύ τους με τεράστια δύναμη με αποτέλεσμα την αναθέρμανση της γης. Η ραδιενεργός διάσπαση των χημικών στοιχείων την θέρμανε περισσότερο ο σίδηρος και το νικέλιο υγροποιήθηκαν και βυθίστηκαν σχηματίζοντας τον πυρήνα. Τα ελαφρότερα υλικά επέπλευσαν και σχημάτισαν τον φλοιό. Το νερό εμφανίστηκε στην επιφάνεια της γης πριν από 3,9δισ. Ενώ ο πρώτος ωκεανός σχηματίστηκε 1 εκ. χρόνια αργότερα. Πριν από 3,8 δισ. Αρχέγονες μορφές ζωής άρχισαν να αναπτύσσονται. Πριν από 1 δις η γη είχε μορφή ανάλογη με την σημερινή με στροβιλιζόμενα σύννεφα, τεράστιους ωκεανούς και εκτεταμένες μάζες ξηράς.

### Σε τι διαφέρει η Γη από τους άλλους πλανήτες;

Η γη είναι ο πλανήτης που κατοικούν οι άνθρωποι καθώς και εκατομμύρια άλλα είδη και ο μοναδικός πλανήτης στον οποίο γνωρίζουμε ότι υπάρχει ζωή. Είναι ο τρίτος σε απόσταση πλανήτης από τον ήλιο, ο πέμπτος μεγαλύτερος σε μάζα, βρίσκεται ανάμεσα στην Αφροδίτη και τον Ποσειδώνα. Στον ήλιο χωράνε πάνω από 1 εκ σφαίρες όπως η γη. Έχει ένα φυσικό δορυφόρο τη Σελήνη, η οποία περιφέρεται γύρω από τη Γη κάθε 27,3 μέρες. Μία ακόμα βασική διαφορά της γης από τους άλλους πλανήτες είναι ότι, αποτελεί ένα τεράστιο φυσικό μαγνήτη. Ο γήινος μαγνητισμός ονομάζεται γεωμαγνητισμός.



### Ποιά τα χαρακτηριστικά της Γης;

Η γη δεν είναι τελείως σφαιρική, είναι πεπλατυσμένη στους πόλους και εξογκωμένη στον ισημερινό. Σήμερα το σχήμα της λέγεται απλώς γεωειδές. Ο ισημερινός διαιρεί τον πλανήτη μας σε δύο μέρη, το βόρειο και το νότιο ημισφαίριο. Η γη κινείται με 105.000 km/h και κάνει μια πλήρη στροφή γύρω από τον εαυτό της η οποία διαρκεί 24 ώρες, παράλληλα χρειάζεται 365 μέρες για πλήρη περιστροφή γύρω από τον Ήλιο.

## Πώς δημιουργήθηκαν οι τέσσερις εποχές ;

Η γη διατηρεί σταθερή την διεύθυνση του άξονα της, καθώς περιφέρεται γύρω από τον ήλιο. Έτσι για ένα διάστημα είναι στραμμένο προς τον ήλιο το βόρειο ημισφαίριο, οπότε σε αυτό το τμήμα του πλανήτη οι ημέρες είναι μεγάλες και ζεστές ενώ το νότιο ημισφαίριο έχει χειμώνα.



Όταν η γη βρεθεί στο διαμετρικά αντίθετο σημείο της τροχιάς της το βόρειο ημισφαίριο θα έχει χειμώνα και το νότιο καλοκαίρι.

## Το εσωτερικό της γης.

Το εσωτερικό της Γης κάτω από το στερεό φλοιό είναι μαλακό ενώ ο πυρήνας αποτελείται από ατόμιο μέταλλο

Η Γη αποτελείται από τρία στρώματα. Ο εσωτερικός φλοιός είναι ο πυρήνας, ο μεσαίος είναι ο μανδύας και ο εξωτερικός είναι ο στερεός φλοιός. Ο στερεός φλοιός επιπλέει στον πυκνότερο και μαλακότερο μανδύα. Ο μανδύας έχει πάχος περίπου 2.900 km και αποτελεί το 80% του συνολικού όγκου της Γης. Αποτελείται κυρίως από πετρώματα που λέγονται περικοδοτίτες.

**Πυρήνας:** Ο πυρήνας της Γης αποτελείται από σίδηρο και νικέλιο. Ο εξωτερικός πυρήνας είναι πολύ θερμός ενώ ο εσωτερικός έχει πολύ μεγάλες πιέσεις, με αποτέλεσμα η τήξη να είναι σχεδόν αδύνατη.

**Λιθόσφαιρα:** Είναι το σκληρό και ανώτερο στρώμα της Γης. Αυτή αποτελείται από στερεό φλοιό και το σκληρό επάνω στρώμα του μανδύα.

**Ασθενόσφαιρα:** Είναι το εύκαμπτο στρώμα της γης που βρίσκεται κάτω από τη λιθόσφαιρα.

**Μεσόσφαιρα:** Είναι το στρώμα του μανδύα κάτω από την ασθενόσφαιρα.

## Πώς δημιουργήθηκαν οι Ήπειροι;

Ρεύματα λιωμένου πετρώματος βαθιά μες στο μανδύα κινούν τις ηπείρους. Έτσι φαίνονται να κινούνται πάνω στον πλανήτη πριν από 200 εκ. χρόνια όλες οι ήπειροι ήταν ενωμένες σε μία υπερήπειρο την Παγγαίο. Άρχισε να χωρίζεται πριν από 120 εκ χρόνια. Ο Ατλαντικός ωκεανός χώρισε την Παγγαίο στα δύο. Η Ινδία αποκόπηκε από την Αφρική. Πριν από 40 εκ. Χρόνια η Ινδία προσέγγισε περισσότερο την Ασία. Η Αυστραλία και η Ανταρκτική χωρίζονται. Αργότερα η Ινδία συγκρούστηκε με την Ασία ωθώντας προς τα πάνω τα Ιμαλάια. Αν συνεχιστεί η σημερινή κίνηση των πλακών ο Ατλαντικός Ωκεανός θα είναι ευρύτερος κατά 1250. Η Αφρική και η Ευρώπη θα ενωθούν η Αμερική θα χωριστεί και πάλι και η Αφρική ανατολικά της κοιλάδας του Μεγάλου ρήγματος θα γίνει νησί.



## Η ρύπανση.

Το μεγαλύτερο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης προέρχεται από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, των κλιβάνων των εργοστασίων των ενεργειακών σταθμών καθώς και την οικιακή καύση ορυκτών καυσίμων (τζάκια). Ωστόσο τα παρασιτοκτόνα που χρησιμοποιούνται για τις καλλιέργειες ,μολύνουν τον αέρα αλλά μεταφερόμενα με τη βροχή καταλήγουν στα ποτάμια και χείμαρρους και μολύνουν τον ζωικό και φυτικό κόσμο.

## Η όξινη βροχή

Όλες οι βροχές είναι ελαφρώς όξινες αλλά γίνονται καταστρεπτικές όταν το ηλιακό φως αναγκάζει το διοξείδιο του θείου και του αζώτου να ενωθούν με το οξυγόνο και το νερό της ατμόσφαιρας. Έτσι παράγεται θειικό και νιτρικό οξύ. Η όξινη βροχή έχει pH μικρότερο από 4.5 και 2.5 προκαλώντας βλάβες ε κτήρια, δέντρα και αξιοθέατα. Ακόμα μπορεί να προκαλέσει το θάνατο των ζωικών οργανισμών στις λίμνες.

## Παγκόσμια αναθέρμανση

Υπάρχει κίνδυνος λόγω της αύξησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από μολυσμένα αέρια, να αυξηθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου και έτσι να αρχίσει μία παγκόσμια αναθέρμανση. Τα αέρια αυτά γνωστά ως αέρια θερμοκηπίου περιλαμβάνουν το διοξείδιο του άνθρακα που ελευθερώνεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Αν ο αριθμός αυτών των αερίων συνεχίσει να αυξάνεται η θερμοκρασία της Γης θα αυξηθεί κατά 4C,έτσι η πολική πάγοι θα λιώσουν προκαλώντας καταστροφικές πλημμύρες.

## Η τρύπα του όζοντος

Οι χλωροφθοράνθρακες είναι αέρια που χρησιμοποιούνται σε προϊόντα καθαρισμού. Προβάλλουν το στρώμα του όζοντος στην ατμόσφαιρα που μας προστατεύει από τις επιβλαβείς ηλιακές ακτινοβολίες. Οι τρύπες του όζοντος εμφανίζονται πάνω από τους πόλους κάθε άνοιξη και κάθε χρόνο διευρύνονται και διαρκούν περισσότερο.

Οι άνθρωποι έχουν επιβληθεί στη Γη με τρόπο ανάλογο του οποίου κανένα άλλο είδος δεν έχει. Οι απαιτήσεις μας έχουν δημιουργήσει τεράστια συμπίεση στα περιορισμένα αποθέματα του πλανήτη.

Όπως υποστήριξε ο Τζέιμς Λάβλοκ το 1979 η Γη και κάθε μορφή ζωής πάνω σε αυτή είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους σαν να αποτελούσαν έναν αυτοτελή ζωντανό οργανισμό. Όπως κάθε οργανισμός , η Γη είναι ταυτόχρονα αυτορρυθμιζόμενη και αυτοοργανούμενη. Αυτόματα προσαρμόζεται στις μεταβολές του περιβάλλοντος για να διατηρήσει τις σωστές και απαραίτητες συνθήκες ζωής. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζει αρκετό οξυγόνο για τα ζώα και διοξείδιο του άνθρακα για τα φυτά, ενώ η ατμόσφαιρα και οι ωκεανοί θα διατηρήσουν τη σωστή θερμοκρασία παρά το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

# ΕΠΙΛΟΓΟΣ

---

## Σημειώσεις

- Βιβλιογραφία: Βιβλιοθήκη του Μουσικού Σχολείου Καλαμάτας
- Ιστοσελίδες: Βικιπαίδεια, Google
- Ευχαριστίες: Στον Κ. Παπαδόπουλο, καθώς και στον Κ. Ρούσση για την πολύτιμη βοήθειά τους.