

4^ο ΓΕΛ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ – ΣΧ. ΕΤΟΣ 2016-17

ΓΡΑΠΤΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ Α3 ΤΗΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ «ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ».

ΘΕΜΑ:

ΤΟ ΣΥΜΠΛΗΝ & Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ

ΜΑΪΟΣ 2017

Πίνακας Περιεχομένων

1^ο κεφάλαιο: Big-bang

- 1^η υποενότητα: Πως δημιουργήθηκε το Σύμπαν Σελίδα 4
- 2^η υποενότητα: Τι είναι και ποιες οι συνέπειες του Σελίδα 10
- 3^η υποενότητα: Τι υπήρχε πριν από το Big bang Σελίδα 11
- 4^η υποενότητα: Τα αναπάντητα ερωτήματα που προκάλεσε το Big Bang Σελίδα 13

2^ο κεφάλαιο: Γαλαξίες

- 1^η υποενότητα: Γενικές πληροφορίες Σελίδα 15
- 2^η υποενότητα: Πως είναι ο Γαλαξίας μας Σελίδα 16
- 3^η υποενότητα: Τι υπάρχει στο κέντρο του Σελίδα 17
- 4^η υποενότητα: Local group Σελίδα 18
- 5^η υποενότητα: Ταξινόμηση Γαλαξιών κατά HUBBLE Σελίδα 19

3^ο κεφάλαιο: Ηλιακό σύστημα

- 1^η υποενότητα: Πλανήτης Σελίδα 25
- 2^η υποενότητα: Εξωγήινη ζωή στον Άρη Σελίδα 26
- 3^η υποενότητα: Σύμπαν Σελίδα 29
- 4^η υποενότητα: Μεσοαστρική ύλη Σελίδα 32
- 5^η υποενότητα: Κοσμική ακτινοβολία Σελίδα 34
- 6^η υποενότητα: Μαύρες τρύπες Σελίδα 35

4^ο κεφάλαιο: Ο πλανήτης γη

- 1^η υποομάδα : Η δημιουργία και η εξέλιξη της γης Σελίδα 38
- 2^η υποομάδα: Το κλίμα Σελίδα 40
- 3^η υποομάδα: Εποχές Σελίδα 41
- 4^η υποομάδα : Φαινόμενα Σελίδα 42

Βιβλιογραφία

Σελίδα 47

Παράρτημα I: Ομάδες εργασίας ανά κεφάλαιο

Σελίδα 49

Πίνακας Σχημάτων

ΣΧΗΜΑΤΑ 1^ο κεφαλαίου

Σχήμα 1.1 Σχηματική απεικόνιση του big bang	Σελίδα 3
Σχήμα 1.2 Απεικόνιση της δημιουργίας του σύμπαντος	Σελίδα 9
Σχήμα 1.3 η Πορεία του σύμπαντος	Σελίδα 10
Σχήμα 1.4 Ο χρόνος σε συνάρτηση με το σύμπαν	Σελίδα 11
Σχήμα 1.5 Οι πλάνητες του ηλιακού μας συστήματος	Σελίδα 13

ΣΧΗΜΑΤΑ 2^ο κεφαλαίου

Σχήμα 2.1 Φωτογραφία από τηλεσκόπιο	Σελίδα 17
Σχήμα 2.2 Δομή γαλαξία	Σελίδα 18
Σχήμα 2.3 Πυρήνας Γαλαξία	Σελίδα 19
Σχήμα 2.4 Bullet cluster	Σελίδα 21
Σχήμα 2.5 Ταξινόμηση γαλαξιών κατά Hubble	Σελίδα 22
Σχήμα 2.6 Γαλαξίας	Σελίδα 23
Σχήμα 2.7 Συγχώνευση γαλαξιών	Σελίδα 25
Σχήμα 2.8 Διάγραμμα περιεκτικότητας γαλαξία	Σελίδα 26
Σχήμα 2.9 Αστέρια στο γαλαξία	Σελίδα 26

ΣΧΗΜΑΤΑ 3^ο κεφαλαίου

Σχήμα 3.1: Το ηλιακό μας σύστημα	Σελίδα 27
Σχήμα 3.2: Ο πλανήτης Άρης	Σελίδα 33
Σχήμα 3.3: Μεσογαλαξιακό αέριο	Σελίδα 39
Σχήμα 3.4: Κοσμικές ακτίνες	Σελίδα 40
Σχήμα 3.5: Μαύρη τρύπα	Σελίδα 45

ΣΧΗΜΑΤΑ 4^ο κεφαλαίου

Σχήμα 4.1: Δημιουργία της γης	Σελίδα 46
Σχήμα 4.2: Ορογένηση	Σελίδα 47
Σχήμα 4.3: Χάρτης κλίματος	Σελίδα 48
Σχήμα 4.4: Διαμόρφωση εποχών	Σελίδα 49
Σχήμα 4.5: Βόρειο σέλας	Σελίδα 50

Σχήμα 4.6: Θέρμα ρεύματα του κόλπου	Σελίδα 52
Σχήμα 4.7: Παγετώνες Ισλανδίας με επιμήκεις ριγματώσεις	Σελίδα 53
Σχήμα 4.8: Νέφος στο Λονδίνο	Σελίδα 54
Σχήμα 4.9: Η δημιουργία της όξινης βροχής	Σελίδα 55

Περίληψη

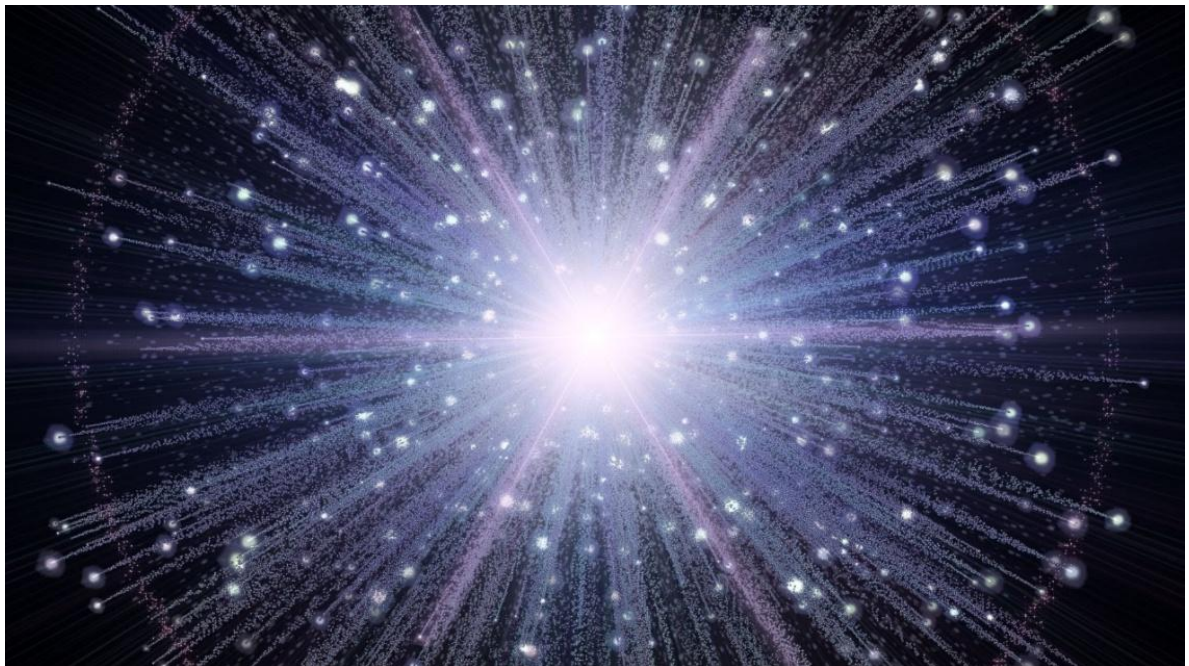
Στο πρώτο Κεφάλαιο της εργασίας μας αναζητήσαμε πληροφορίες σχετικά με το Big bang. Αρχικά μελετήθηκε, η δημιουργία του σύμπαντος. Συνεχίζοντας τι είναι το big bang , ποιες οι συνέπειες του, τι υπήρχε πριν από αυτό καθώς και τα αναπάντητα ερωτήματα που δημιούργησε. Το δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας αφορά τους Γαλαξίες, για τους οποίους δίνονται γενικές πληροφορίες. Στη συνέχεια υπάρχουν στοιχεία σχετικά με τη δομή του γαλαξία μας , το κέντρο του αλλά και το local group (μικρή ομάδα κοντινών γαλαξιών) στο οποίο εντάσσεται. Κλείνοντας γίνεται η ταξινόμηση γαλαξιών κατά HUBBLE (ανάλογα με το μορφολογικό τους τύπο). Το τρίτο κεφάλαιο , αφορά το ηλιακό μας σύστημα. Δίνονται οι πλανήτες από τους οποίους αποτελείται, ο αριθμός των δορυφόρων τους, το μέγεθος τους αλλά και η σχετική τους θέση. Ύστερα μελετάται η ύπαρξη ζωής στον πλανήτη Άρη, ακόμη δίνεται ορισμός του όρου σύμπαν, αλλά και διάφορες πληροφορίες σχετικά με αυτό, λ.χ. το μέγεθος και το σχήμα του. Γίνεται ακόμα λόγος για τη μεσοαστρική ύλη , την κοσμική ακτινοβολία και τις μαύρες τρύπες. Το τέταρτο κεφάλαιο επικεντρώνεται στη Γή .Γίνεται λόγος για τη δημιουργία και την εξέλιξη της και τη διαδικασία της ορογένεσης (δημιουργία βουνών και οροσειρών). Αναφέρονται οι εποχές και η διαφοροποίηση τους ανάλογα με την περιοχή, το κλίμα και ειδικότερα οι κλιματικές ζώνες και οι ζώνες βλάστησης. Επίσης γίνεται αναλυτική περιγραφή του βόρειου σέλας, του ρεύματος του κόλπου του Μεξικού αλλά και των παγετώνων. Τέλος αναλύονται φαινόμενα που έχει προκαλέσει ο άνθρωπος, όπως η όξινη βροχή και το φωτοχημικό νέφος καθώς και οι επιπτώσεις τους στη φύση και τον άνθρωπο

Summary

In the first chapter of our project, we looked up information about the big bang. At first we studied the creation of the universe. We went on to study, what big bang is, its consequences, what there was before it, as long as the unanswered questions it created. In the second chapter, we present information about galaxies , next we analyze the structure of our galaxy, its centre along with the local group it belongs to. In the final section of this chapter are rang based HUBBLE (depending on each galaxy's morphology). The third chapter is about our solar system. The planet it consists of are mentioned, the number of their satellites, their size and their position. Furthermore the existence of life on planet Mars is discussed and the definition of universe is also given. There are references about ISM (interstellar matter), the cosmic radiation and the black holes. The final chapter focuses on planet earth , we talk about the creation, the evolution and the creation of mountains and mountain ranges . What is more we deal with the seasons , the differeciation depending on the location and the climate. We also offer a detailed description of northern lights, the current of the Mexican gulf and the glaciers. Finally manmade phenomena like acid rain and their impact on nature and man are analyzed

Κεφάλαιο 1^ο

Big Bang - Πώς δημιουργήθηκε το Σύμπαν;



ΣΧΗΜΑ 1.1 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ BIG BANG

1.1 Πώς δημιουργήθηκε το σύμπαν;

Στην επιστήμη της κοσμολογίας, η πιο διαδεδομένη θεωρία για τη δημιουργία του σύμπαντος είναι η «Μεγάλη Έκρηξη» ή αλλιώς Big Bang, σύμφωνα με την οποία, το σύμπαν γεννήθηκε 13,8 δισεκατομμύρια χρόνια πριν. Ολόκληρο το σύμπαν ήταν συμπιεσμένο στα όρια ενός ατομικού πυρήνα. Μια κατάσταση γνωστή ως ιδιομορφία, είναι η στιγμή πριν από τη δημιουργία όταν δεν υπήρχε ούτε χώρος ούτε χρόνος. Σύμφωνα με το καθιερωμένο κοσμολογικό μοντέλο που εξηγεί τον Κόσμο μας, μια απίστευτη έκρηξη, θερμοκρασίας τρισεκατομμυρίων βαθμών και απείρως πυκνή, δημιούργησε όχι μόνο τα θεμελιώδη υποατομικά σωματίδια και από εκεί την υπόλοιπη ύλη, αλλά και τον ίδιο τον χώρο και χρόνο. Η μοναδικότητα έρχεται από τη θεωρία της γενικής σχετικότητας, του Αϊνστάιν, η οποία περιγράφει πώς η μάζα στρεβλώνει τον χωροχρόνο. Πηγαίνοντας πίσω στο χρόνο, σύμφωνα με τις εξισώσεις αυτές, όλη η ύλη στο σύμπαν ήταν κάποτε συγκεντρωμένη σε ένα μόνο σημείο το οποίο ξεερράγη και από την ύλη που εκτοξεύθηκε δημιουργήθηκαν οι γαλαξίες και οι αστέρες. Εισηγητές της θεωρίας υπήρξαν ο Βέλγος Αββάς και ο αστρονόμος Ζωρζ Λεμαίτρ οι οποίοι διαπίστωσαν ότι οι λύσεις της Θεωρίας της Σχετικότητας προέβλεπαν ως αρχή του Σύμπαντος μια μαθηματική ανωμαλία και εφόσον η εντροπία (το μέτρο της αταξίας) του Σύμπαντος ολοένα και αυξανόταν θα υπήρχε στιγμή στο παρελθόν με ελάχιστη εντροπία όπου η ύλη θα είχε τη μέγιστη δυνατή πυκνότητα.

Το Big Bang αντιμετωπίζεται συνήθως με δυσπιστία από τον μέσο αναγνώστη και η αξιοπιστία του έχει αμφισβητηθεί από γνωστούς φυσικούς και από πολλούς φιλόσοφους ενώ δεν έπαψαν να γίνονται προσπάθειες για να ξεπεραστούν τα αδιέξοδα με νεότερες παραλλαγές της θεωρίας. Ο λόγος είναι ότι, πέρα από τις όποιες φιλοσοφικές αντιρρήσεις που σχετίζονται με την εμφάνιση του χώρου και του χρόνου από το τίποτα, Όταν θεωρούμε, πως έχει μια αρχή δημιουργίας ή εξέλιξης σαν σύνολο μέσα στο χρόνο και ότι πριν από αυτήν την αρχή δεν υπήρχε -ή τουλάχιστον έτσι όπως το γνωρίζουμε- τότε με έναν πρωτοφανή αντιεπιστημονικό τρόπο το απομονώνουμε σαν ένα μέρος. Καταστρέφουμε την έννοια του χρόνου και ορίζουμε παράλογα, ότι το Σύμπαν δεν είναι το σύνολο όλων των πραγμάτων και απ' όλους τους χρόνους. Η απλή λογική μας οδηγεί να αναγνωρίσουμε ότι το Σύμπαν δεν έχει αρχή σαν σύνολο ή ότι πριν από την αρχή υπήρχε μια άλλη πραγματικότητα που αποτελεί μέρος του και όχι ένα άλλο Σύμπαν.

Υπάρχουν και μερικές «τεχνικές» λεπτομέρειες που δεν έχουν απαντηθεί ικανοποιητικά ως σήμερα. Μερικές από αυτές είναι προφανείς και σε έναν μη ειδικό, για παράδειγμα το πώς και το γιατί δημιουργήθηκε η Μεγάλη Έκρηξη. Άλλες προκύπτουν από αστρονομικές παρατηρήσεις που δείχνουν ότι το Σύμπαν έχει μερικές απροσδόκητες ιδιότητες, όπως π.χ. η ομογένεια, η ισοτροπία και η επιταχυνόμενη διαστολή, που εξηγούνται μόνο με την επίκληση άγνωστων στην καθημερινή Φυσική δυνάμεων. Και είναι πραγματικά εντυπωσιακό ότι η εισαγωγή και η ευρύτατη αποδοχή αυτού του εξηγητικού σχήματος όχι μόνο δεν ικανοποιούν κάποιες βασικές επιστημολογικές παραδοχές για τη διατύπωση των εξηγήσεων στην επιστήμη της Φυσικής, αλλά προσκρούει και σε ανυπέρβλητα λογικά παράδοξα. Και επιπρόσθετα, η βασική παραδοχή ότι ο χρόνος και ο χώρος δεν υπήρχαν πριν από αυτή τη γενεσιουργό έκρηξη έχει ως «λογική συνέπεια» ότι αυτή έλαβε χώρα στο ποτέ

και στο πουθενά. Ωστόσο, αφού το Σύμπαν, σύμφωνα με τη κβαντική θεωρία, δημιουργήθηκε από το κενό, δηλαδή τον άδειο χώρο, το φαινομενικά αδρανές κενό, δεν είναι καθόλου άδειο, αλλά σε υποατομικό επίπεδο, βρίσκεται σε διαρκή αναβρασμό. Όμως, αν το Σύμπαν μας δημιουργήθηκε από τον κενό χώρο, από πού προέρχεται ο χώρος αυτός; Στην καθημερινή μας εμπειρία, συνηθίζουμε να εξισώνουμε τον άδειο χώρο με το «τίποτα». Ο κενός χώρος δεν έχει μάζα, ούτε χρώμα, ούτε υφή, ούτε σκληρότητα, ούτε θερμοκρασία. Αν αυτό δεν είναι το «τίποτα, τότε τι είναι; Από τη σκοπιά της γενικής θεωρίας της σχετικότητας, ο χώρος δεν είναι ένα παθητικό υπόβαθρο, αλλά ένα εύκαμπτο μέσο το οποίο μπορεί να στραφεί, να καμπυλωθεί, να αλλάξει μορφή. Η καμπύλωση του χώρου είναι ακριβώς ο τρόπος με τον οποίο περιγράφεται το βαρυτικό πεδίο.

Για αυτόν τον λόγο αρκετοί επιστήμονες προτείνουν ότι το Σύμπαν δημιουργήθηκε με κβαντικές διαδικασίες «κυριολεκτικά από το τίποτα», θεωρώντας όχι μόνο την απουσία της ύλης, αλλά ταυτόχρονα και την απουσία ΧΩΡΟΥ και ΧΡΟΝΟΥ. Η έννοια του απόλυτου τίποτα είναι δυσνόητη, γιατί έχουμε συνηθίσει να θεωρούμε το χώρο σαν ένα αμετάβλητο υπόβαθρο, το οποίο πρέπει να υπάρχει. Στο τελευταίο του βιβλίο, ο Στίβεν Χόκινγκ, φαίνεται πως βρήκε την απάντηση σε αυτό το βασανιστικό ερώτημα. Όπως αναφέρει σχετικό απόσπασμα από το βιβλίο, που δημοσιεύτηκε στους Times του Λονδίνου: «Η δημιουργία του Σύμπαντος όχι μόνο δεν ήταν ένα στατιστικά απίθανο και μη προβλέψιμο φυσικό συμβάν, η πραγμάτωση του οποίου υποτίθεται ότι προϋποθέτει και χρειάζεται την ενεργητική επέμβαση ενός Θεού, αλλά αντίθετα ήταν το αναπόφευκτο και αναγκαίο αποτέλεσμα της ύπαρξης και της δράσης των φυσικών νόμων. Επειδή ακριβώς υπάρχει ένας νόμος όπως αυτός της βαρύτητας, το Σύμπαν ήταν δυνατόν να δημιουργηθεί -και πράγματι δημιουργήθηκε- από μόνο του, εκ του μηδενός. Η αυθόρμητη δημιουργία είναι ο λόγος που υπάρχει κάτι και όχι το μηδέν· ο λόγος που υπάρχει το Σύμπαν και που υπάρχουμε και εμείς».

Η αξιοσημείωτη ομογένεια του Σύμπαντος σε μεγάλες κλίμακες, δηλαδή το γεγονός ότι το Σύμπαν φαίνεται από όλα τα σημεία του το ίδιο, και η αξιοσημείωτη ισοτροπία του, δηλαδή το γεγονός ότι το Σύμπαν φαίνεται το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις, οδήγησαν στην εισαγωγή της θεωρίας του πληθωριστικού Σύμπαντος. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, μόλις 10^{-35} δευτερόλεπτα μετά τη Μεγάλη Έκρηξη (δηλαδή, ένα δισεκατομμυριοστό του τρισεκατομμυριοστού του τρισεκατομμυριοστού του δευτερολέπτου) το Σύμπαν άρχισε να διαστέλλεται επιταχυνόμενο εξαιτίας μια δύναμης πέρα από τις τέσσερις γνωστές δυνάμεις της φύσης στις οποίες βασίζεται η Φυσική που διδάσκουμε. Σήμερα δεν είναι πλήρως κατανοητό ούτε γιατί ξεκίνησε αυτή η επιταχυνόμενη διαστολή ούτε πότε και πώς σταμάτησε. Είναι όμως σίγουρο ότι διήρκεσε ένα μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου κατά τη διάρκεια του οποίου το μέγεθος του Σύμπαντος αυξήθηκε κατά 10^{25} (δηλαδή, δέκα τρισεκατομμύρια τρισεκατομμυρίων) φορές. Η ασύλληπτα γρήγορη και ισχυρή διαστολή εξάλειψε όλες τις πιθανές ανομοιογένειες και ανισοτροπίες έτσι ώστε το Σύμπαν να παρουσιάζει την εικόνα της ομογένειας και ισοτροπίας που παρατηρούμε σήμερα.

Γιατί συνεχίζεται η επιταχυνόμενη διαστολή; Τη δεκαετία του 1930, ο μεγάλος αστρονόμος Εντγουιν Χαμπλ (Edwin Hubble) χάρη στις παρατηρήσεις του κατέληξε στο εντυπωσιακό συμπέρασμα ότι το Σύμπαν διαστέλλεται, δηλαδή επεκτείνεται διαρκώς σε κάθε ορατό

σημείο του χωροχρόνου! Όλα τα κοσμικά σώματα -αστέρες, πλανήτες, γαλαξίες, σμήνη γαλαξιών- που υπάρχουν μέσα σε αυτό απομακρύνονται το ένα από το άλλο σαν να βρίσκονται πάνω σε ένα μπαλόνι που φουσκώνει ασταμάτητα. Η παρατήρηση ότι το Σύμπαν διαστέλλεται και σήμερα με επιταχυνόμενο ρυθμό δημιούργησε ένα άλλο πρόβλημα. Από τις τέσσερις γνωστές και γενικά αποδεκτές δυνάμεις της φύσης μόνο η βαρύτητα ενεργεί σε μεγάλες αποστάσεις και είναι ελκτική. Έτσι όλοι οι γαλαξίες έλκονται μεταξύ τους, σαν να είναι συνδεδεμένοι με ιδιότυπα ελατήρια, πράγμα που σημαίνει ότι η διαστολή του Σύμπαντος θα έπρεπε να επιβραδύνεται. Η παρατήρηση της επιταχυνόμενης διαστολής μάς οδήγησε στην υπόθεση της ύπαρξης μιας πέμπτης απωστικής δύναμης, η οποία δρα μόνο σε μεγάλες αποστάσεις και η οποία οφείλεται στην ύπαρξη μιας νέας μορφής ενέργειας που ονομάστηκε σκοτεινή ενέργεια. Τη δύναμη αυτή εισήγαγε πρώτος ο Αϊνστάιν στις εξισώσεις της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας με τη μορφή ενός σταθερού όρου σε αυτές ο οποίος ονομάστηκε κοσμολογική σταθερά.

Παράλληλα, υπάρχουν και άλλα προβλήματα στη φυσική - δηλαδή, ότι οι δύο επικρατέστερες θεωρίες, η κβαντομηχανική και η γενική σχετικότητα, δεν μπορούν να συμφιλιωθούν. Η κβαντομηχανική λέει ότι η συμπεριφορά των μικροσκοπικών υποατομικών σωματιδίων είναι ουσιαστικά αβέβαιη. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τη γενική σχετικότητα του Αϊνστάιν, η οποία είναι ντετερμινιστική, πράγμα που σημαίνει ότι μόλις γίνουν γνωστοί όλοι οι φυσικοί νόμοι, το μέλλον θα είναι προκαθορισμένο από το παρελθόν.

Καμία θεωρία όμως δεν εξηγεί από τι είναι φτιαγμένη η σκοτεινή ύλη, μια αόρατη μορφή ύλης που ασκεί βαρυτική έλξη στη συνηθισμένη ύλη, αλλά δεν μπορεί να ανιχνευθεί από τα περισσότερα τηλεσκόπια. Η σημαντική αυτή ανακάλυψη ρίχνει περισσότερο φως στο μυστήριο της βαρύτητας και στις απαρχές δημιουργίας του σύμπαντος κατά τη «Μεγάλη Έκρηξη» (Big Bang) ενώ, για μια ακόμη φορά, επιβεβαιώνει τη Γενική Θεωρία Σχετικότητας του Αλμπερτ Αϊνστάιν.

Σύμφωνα με τη θεωρία της Σχετικότητας, τίποτε δε μεταδίδεται ταχύτερα από το φως, και αυτό ισχύει ακόμη και για τις δυνάμεις, όπως τη βαρύτητα. Η θεωρία του Αϊνστάιν περιγράφει τη βαρύτητα μέσω της καμπύλωσης του χωροχρόνου που προκαλούν η μάζα και η ενέργεια, και σύμφωνα με αυτή, μεταδίδεται με βαρυτικά κύματα, τα οποία είναι στην ουσία ρυτιδώσεις στη δομή του χωροχρόνου. Εκτός από τα αρχέγονα βαρυτικά κύματα, τέτοια κύματα, σύμφωνα με τη θεωρία του Αϊνστάιν, μπορούν να παραχθούν επίσης στο σύμπαν από σώματα πολύ μεγάλης μάζας, όπως μαύρες τρύπες και άστρα νετρονίων. Αυτά προκαλούν παραμορφώσεις στην καμπυλότητα του χωροχρόνου, με συνέπεια την αδιόρατη μεταβολή στις διαστάσεις μεγάλων αντικειμένων, όπως φαίνονται από τη Γη.

Η κβαντική θεωρία προτείνει ότι λίγες στιγμές μετά από την Έκρηξη, σε 10^{-43} δευτερόλεπτα, οι τέσσερις δυνάμεις της φύσης, η ισχυρή πυρηνική, η ασθενής πυρηνική, η ηλεκτρομαγνητική και τέλος η βαρύτητα ήταν ενωμένες σε μια "υπερ-δύναμη". Τα στοιχειώδη σωματίδια κουάρκ αρχίζουν να ενώνονται ανά τρία, να σχηματίζονται τα φωτόνια, τα ποζιτρόνια και τα νετρίνα, ενώ δημιουργήθηκαν συγχρόνως και τα αντισωματίά τους. Σε αυτή τη φάση υπάρχουν πολύ μικρές ποσότητες πρωτονίων και νετρονίων, περίπου 1 για κάθε 1 δισεκατομμύριο φωτόνια, νετρίνα ή ηλεκτρόνια. Η πυκνότητα του σύμπαντος στην πρώτη στιγμή της ζωής του θεωρείται πως ήταν 10^{94} g/cm³

με την πλειοψηφία να είναι σε μορφή ακτινοβολίας. Για κάθε ένα δισεκατομμύριο ζεύγη σωματιδίων ύλης και αντιύλης που δημιουργήθηκαν στις απαρχές του Κόσμου, μόνο το ένα σωματίδιο ύλης επέζησε και αυτά αποτελούν τον σημερινό Κόσμο μας. Τα υπόλοιπα σωματίδια-αντισωματίδια εξαϋλώθηκαν ακαριαία προς ακτινοβολία.

Κατά τη διάρκεια αυτής της δημιουργίας αλλά και εξαϋλώσης των σωματιδίων το σύμπαν υποβλήθηκε σε ένα ρυθμό επέκτασης πολλαπλάσια αυτής της ταχύτητας του φωτός. Στην εποχή αυτή που έμεινε γνωστή ως πληθωριστική εποχή, το σύμπαν σε λιγότερο από ένα χιλιοστό του δευτερολέπτου διπλασιάστηκε σε μέγεθος τουλάχιστον εκατό φορές, έτσι ξεκίνησε με διαστάσεις ενός ατομικού πυρήνα και σήμερα φτάνει τα 10^{30} μέτρα. Ένας ιστροπικός πληθωρισμός του σύμπαντος τελειώνει μόλις σε 10^{-35} δευτερόλεπτα φτιάχνοντας τον σχεδόν με τέλεια ομαλότητα. Εάν δεν υπήρχε όμως μια μικρή διακύμανση στην κατανομή της πυκνότητας της ύλης, όπως υποστηρίζουν οι θεωρητικοί, δεν θα μπορούσαν να σχηματιστούν οι γαλαξίες.

Το σύμπαν ήταν σε αυτό το σημείο ένα ιονισμένο πλάσμα όπου η ύλη και η ακτινοβολία ήταν αδιάσπαστα ενωμένα. Επιπλέον, υπήρχαν ίσα ποσά σωματιδίων και αντισωματιδίων. Η αναλογία των νετρονίων και των πρωτονίων αν και μικρή είναι ίση. Όταν το σύμπαν γέρασε κατά ένα εκατοστό του δευτερολέπτου τα νετρόνια άρχισαν να διασπώνται μαζικά. Αυτή η διάσπαση επέτρεψε στα ελεύθερα ηλεκτρόνια και πρωτόνια να συνδυαστούν με άλλα σωματίδια. Τελικά τα υπόλοιπα νετρόνια ενώθηκαν με τα πρωτόνια και σχημάτισαν το βαρύ υδρογόνο (το δευτέριο). Αυτοί οι πυρήνες του δευτερίου συνδυάστηκαν ανά δύο και σχημάτισαν τους πυρήνες του ηλίου. Ο σχηματισμός της ύλης από την ενέργεια πραγματοποιείται από τα φωτόνια που υλοποιούνται σε βαρυόνια και αντιβαρυόνια, ενώ όταν ακολούθως εξαϋλώνονται να μετασχηματίζονται σε καθαρή ενέργεια. Λόγω αυτών των συγκρούσεων και εξαϋλώσεων η ύλη ήταν ανίκανη να παραμείνει βιώσιμη για πάνω από μερικά νανοδευτερόλεπτα προτού έρθει ένας βομβαρδισμός με ηλεκτρόνια που θα σκέδαζε αυτά τα φωτόνια. Όπως το νερό που παγιδεύεται μέσα σε ένα σφουγγάρι, έτσι και η ακτινοβολία ήταν τόσο πυκνή (10^{14} g/cm³) που καμιά ακτινοβολία δεν ήταν ορατή. Την εποχή αυτή, γνωστή ως "εποχή της τελευταίας σκέδασης", η θερμοκρασία έχει μειωθεί δραματικά σε 10^{13} K μόνο με τις ισχυρές πυρηνικές, ασθενείς πυρηνικές και ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις να είναι τώρα ικανές να ασκήσουν τη δύναμή τους χωριστά.

Καθώς το νέφος του αερίου επεκτείνεται ένα ολόκληρο δευτερόλεπτο μετά από την αρχική Έκρηξη, και η θερμοκρασία του Κόσμου μας έχει μειωθεί σε δέκα δισεκατομμύρια βαθμούς, τα φωτόνια δεν έχουν πλέον την ενέργεια να αναστατώσουν τη δημιουργία της ύλης καθώς επίσης και να μετασχηματίσουν την ενέργεια σε ύλη. Μετά από τρία λεπτά η θερμοκρασία γίνεται ένα δισεκατομμύριο βαθμούς, ενώ τα πρωτόνια και τα νετρόνια επιβραδύνθηκαν τόσο που ήταν ικανά να πραγματοποιήσουν την πυρηνοσύνθεση. Δημιουργήθηκαν πυρήνες του ηλίου από δύο πρωτόνια και δύο νετρόνια, και για κάθε πυρήνα του ηλίου που σχηματίστηκε έμειναν περίπου δέκα πρωτόνια ελεύθερα επιτρέποντας έτσι το 25% του σύμπαντος να αποτελείται από ήλιο. Η επόμενη σημαντική φάση της διαστολής εμφανίστηκε περίπου τριάντα λεπτά αργότερα όταν αυξήθηκε η δημιουργία των φωτονίων μέσω της εξαϋλώσης ζευγαριών ηλεκτρονίων - ποζιτρονίων. Το γεγονός ότι το σύμπαν

άρχισε με ελαφρώς περισσότερα ηλεκτρόνια από ποζιτρόνια είχε εξασφαλιστεί ότι το σύμπαν μας ήταν σε θέση να διαμορφωθεί όπως το βλέπουμε σήμερα.

Το σύμπαν για τα επόμενα 380.000 χρόνια θα αρχίσει να επεκτείνεται και να ψύχεται μέχρι μια θερμοκρασία 10.000 K. Αυτές οι συνθήκες επέτρεψαν στους πυρήνες του ηλίου να απορροφήσουν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια και να σχηματιστούν τα πρώτα άτομα ηλίου. Εν τω μεταξύ συνδέθηκαν μαζί άτομα του υδρογόνου και σχημάτισαν το λίθιο. Είναι η εποχή που η πυκνότητα του σύμπαντος έχει φτάσει στο σημείο όπου το φως μπορεί να γίνει πια αντιληπτό. Μέχρι τότε τα φωτόνια συνέχισαν να παγιδεύονται μέσα στην ύλη. Τελικά η διαστολή επέτρεψε στο φως και την ύλη να διαχωριστούν, καθώς η ακτινοβολία γίνεται όλο και λιγότερο πυκνή. Από εκεί και πέρα διαχωρίστηκε η ύλη και η ακτινοβολία, ενώ από τότε υπάρχει και η παλαιότερη ακτινοβολία λείψανο, που γεννήθηκε στο σύμπαν.

Καθώς οι αστρονόμοι συνέλεγαν στοιχεία για το Σύμπαν βασισμένα στις παρατηρήσεις τους, οι θεωρητικοί ήταν απασχολημένοι με μοντέλα που προσπαθούσαν να εξηγήσουν τον Κόσμο. Εξοπλισμένος με τη θεωρία της σχετικότητας ο Αϊνστάιν ήταν ένας από τους πρώτους που προσπαθούσε να βρει μια εξήγηση του φυσικού κόσμου. Ο Αϊνστάιν πίστευε σε ένα σύμπαν στατικό, ομοιόμορφο, με ισοτροπική κατανομή της ύλης. Οι εξισώσεις του εντούτοις έδειχναν ότι το σύμπαν δεν ήταν σταθερό, αλλά είχε τη δυνατότητα είτε να διαστέλλεται είτε να συστέλλεται. Ήταν όμως σίγουρος ότι το σύμπαν ήταν σταθερό. Έτσι, αναγκάστηκε να τροποποιήσει την αρχική εξίσωσή του. Πρόσθεσε σε αυτήν ένα όρο, την κοσμολογική σταθερά Λ , που δημιούργησε ένα σφαιρικό, τεσσάρων διαστάσεων κλειστό σύμπαν.

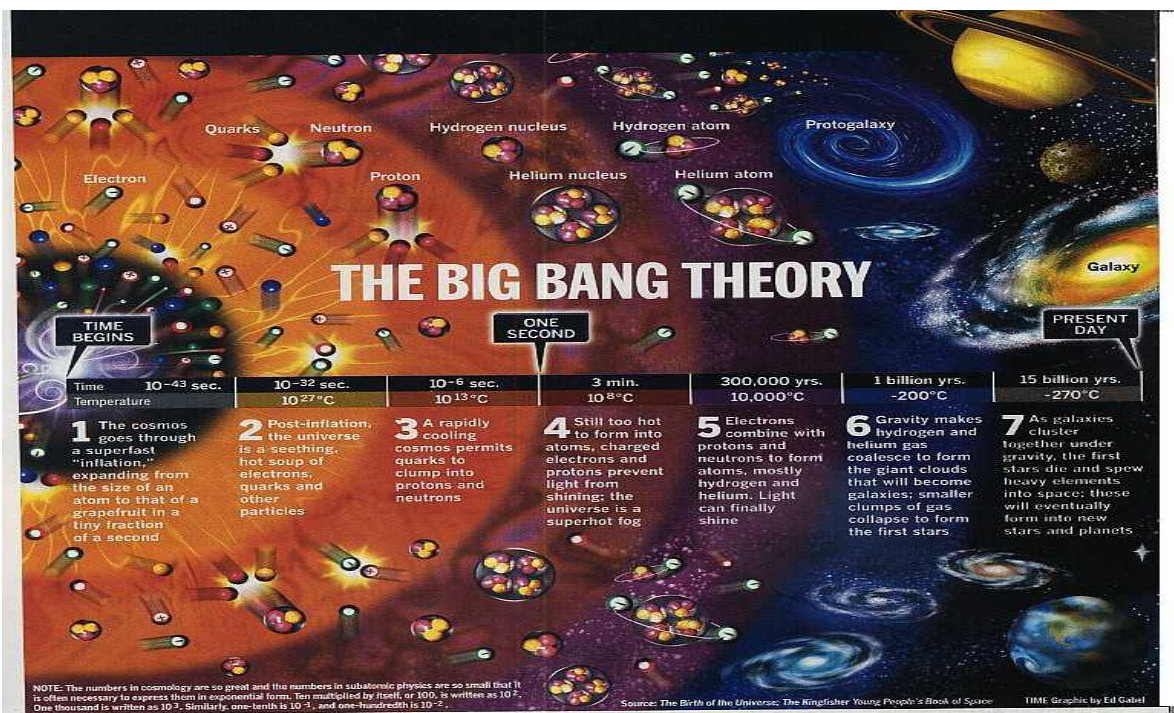
Εάν η ύλη ήταν μικρότερη από την κρίσιμη πυκνότητα το σύμπαν θα επεκτεινόταν για πάντα. Εάν το σύμπαν ήταν επίπεδο με μια κοσμολογική σταθερά μηδέν και η πυκνότητά του ίση με την κρίσιμη πυκνότητα, το σύμπαν θα επεκτεινόταν πάλι για πάντα.

Ο Hubble απέδειξε ότι οι γαλαξίες υποχωρούσαν στην πραγματικότητα, έτσι ο Αϊνστάιν αναγκάστηκε να απορρίψει το στατικό μοντέλο του σύμπαντος του. Στη δεκαετία του '50 οι θεωρητικοί της σταθερής κατάστασης δέχτηκαν ένα βαρύ χτύπημα όταν ανακαλύφθηκαν ραδιογαλαξίες δείχνοντας ότι, σύμφωνα με την κοσμολογία της Μεγάλης Έκρηξης, οι γαλαξίες εξελίσσονται και ήταν πολύ ενεργοί δισεκατομμύρια χρόνια πριν. Τελικά τα εμπειρικά δεδομένα που είχαν προβλέψει οι κοσμολόγοι του Big Bang παρατηρήθηκαν το 1965 από τους φυσικούς των εργαστηρίων Bell Arno Penzias και Robert Wilson. Ο Robert Dicke του πανεπιστημίου Princeton ήταν ο πρώτος που έψαχνε στον ουρανό για την εναπομείνασα ακτινοβολία της Μεγάλης Έκρηξης. Ο Dicke μάλιστα πρότεινε ότι η Μεγάλη Έκρηξη προήλθε από ένα προηγούμενο σύμπαν και ότι ήταν απαραίτητη μια θερμοκρασία πάνω από ένα δισεκατομμύριο βαθμούς για να δημιουργήσει το νέο σύμπαν μας. Αυτή η ενέργεια στη συνέχεια θα παρήγαγε ένα απειροελάχιστο ποσό ακτινοβολίας που πρέπει να είναι μετρήσιμη σήμερα, με βάση το νόμο του Planck ότι όλα τα σώματα εκπέμπουν ενέργεια που μπορεί να τεκμηριωθεί με ένα διάγραμμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Ανάλογα με το μήκος του κύματος μπορούν να βρεθούν οπουδήποτε από την περιοχή των ακτίνων X έως τα ραδιοκύματα. Μια εκπομπή ακτινοβολίας από ένα σώμα εξαρτάται από τα συστατικά στοιχεία του σώματος, την επιφάνεια του σώματος και τη θερμοκρασία της επιφάνειάς του. Το σώμα που εκπέμπει το μέγιστο ποσό ενέργειας λέγεται

μέλαν σώμα. Με την χρήση της καμπύλης Planck του μέλανος σώματος ως οδηγό ο Dicke υπολόγισε ότι η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου της Μεγάλης Έκρηξης πρέπει να είναι περίπου 3 Kelvin πάνω από το απόλυτο μηδέν.

Κεντρικά σημεία στο ζήτημα της ηλικίας του σύμπαντος είναι δύο σημαντικοί θεωρητικοί όροι. Η σταθερά του Hubble που αναφέρεται στο πόσο γρήγορα αυξάνονται οι ταχύτητες των γαλαξιών ανάλογα με την απόστασή τους από τη Γη. Έχει γίνει μεγάλη συζήτηση σχετικά με την τιμή αυτής της σταθεράς, που αρχίζει από την τιμή των 50 Km/sec/Mpc (1 Mpc είναι περίπου 3 εκατομμύρια έτη φωτός) έως τα 100 Km/sec/Mpc. Η διαφορά αυτή στην τιμή εξηγεί και τη διαφορά στην εκτίμηση για την ηλικία του σύμπαντος κατά ± 5 δισεκατομμύρια.

Η άλλη σπουδαία σταθερά είναι γνωστή ως q , που καθορίζει την επιβράδυνση της διαστολής του σύμπαντος. Ανάλογα με την κρίσιμη πυκνότητα του σύμπαντος από την οποία εξαρτάται αυτή η σταθερά q , το σύμπαν θα αποδειχθεί είτε ότι θα διαστέλλεται συνεχώς σαν ένα επίπεδο και ανοικτά μοντέλο, είτε θα είναι ένα ταλαντευμένο κλειστό σύμπαν, που θα δοκιμάζει εναλλάξ μια Μεγάλη Σύνθλιψη και μια Μεγάλη Έκρηξη με τη Μεγάλη Σύνθλιψη θα συμπυκνωθεί τελικά σε μια ιδιομορφία και μετά θα αρχίσει τη διαδικασία της Μεγάλης Έκρηξης. Έως σήμερα η σταθερά του Hubble και η σταθερά q παραμένουν τα δύο σημαντικότερα αναπάντητα προβλήματα στη σύγχρονη κοσμολογία.



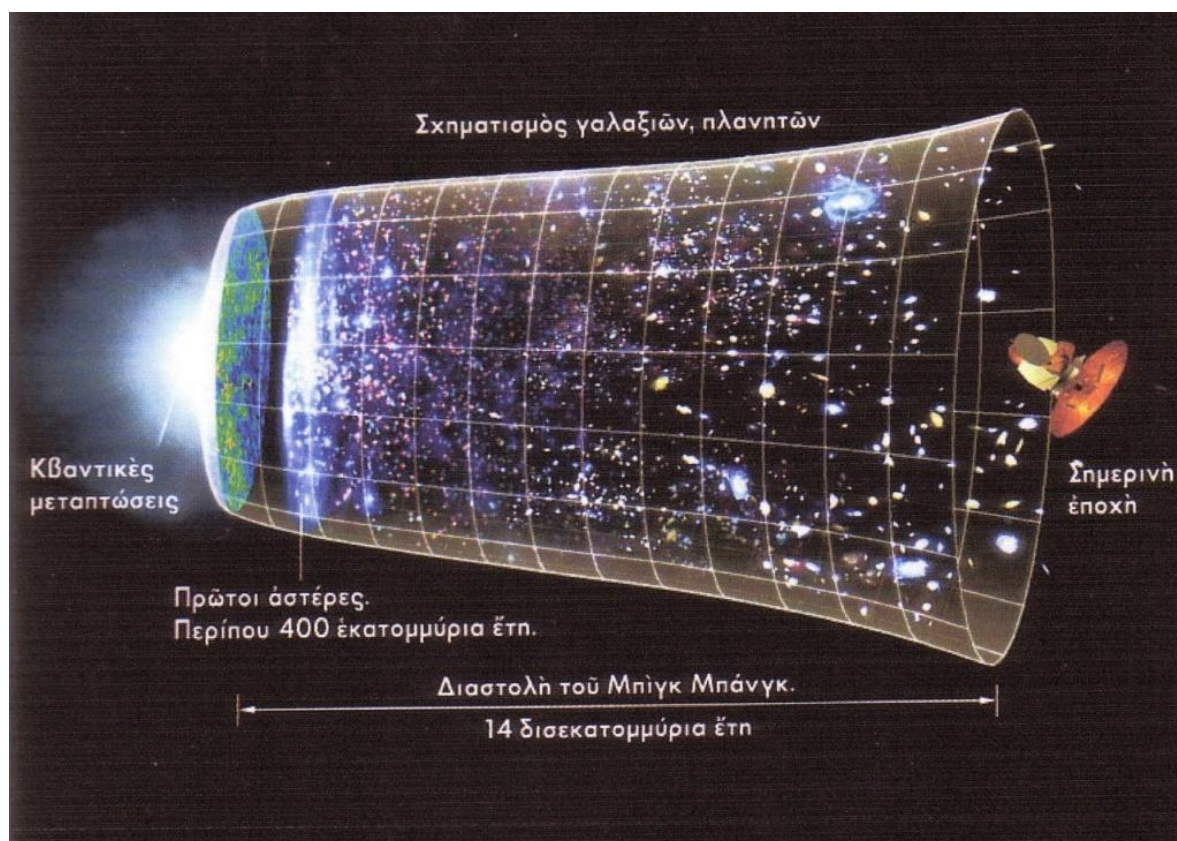
ΣΧΗΜΑ 1.2 ΑΠΟΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

Επιτέλους, η απόδειξη του μοντέλου της Μεγάλης Έκρηξης είχε τελειώσει. Γενιές φυσικών, αστρονόμων και κοσμολόγων - Αϊνστάιν, Λεμέτρ, Χάμπλ, Γκάμοφ, Άλφερ, Μπάαντε, Πενζίας, Ουίλσον, Σμούτ και πολλοί άλλοι - είχαν καταφέρει να αντιμετωπίσουν το έσχατο ερώτημα περί δημιουργίας του Κόσμου. Ήταν πια ξεκάθαρο πως το σύμπαν ήταν διαστελλόμενο, δυναμικό και εξελισσόμενο για πάνω από 13 δισεκατομμύρια χρόνια. Η

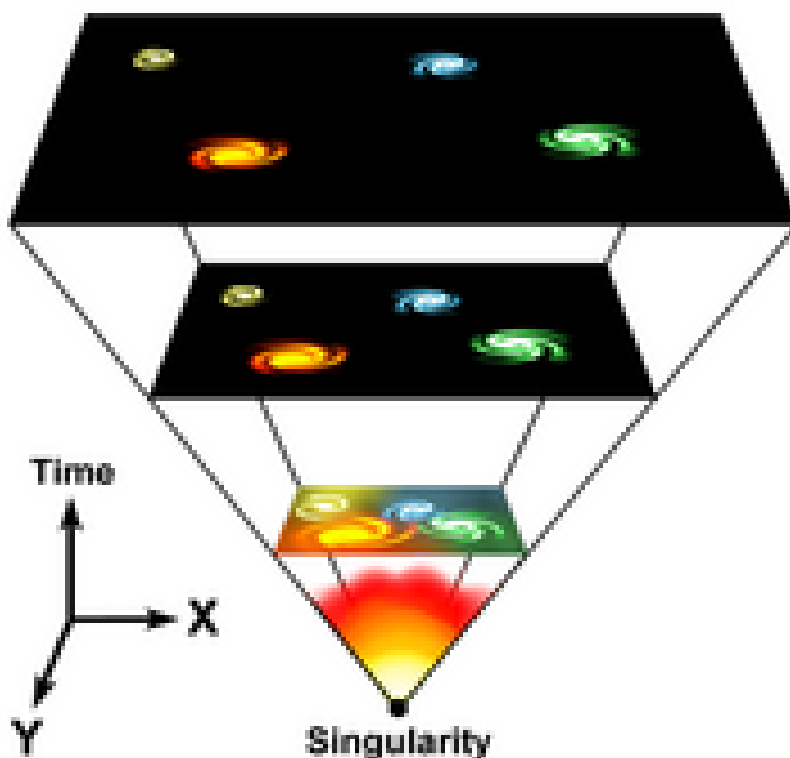
αλλαγή από ένα σύμπαν αιώνιο και αμετάβλητο στο σύμπαν της Μεγάλης Έκρηξης είχε ολοκληρωθεί.

1.2 Τι είναι το Big Bang; Ποιες οι συνέπειές του;

Ο όρος Big Bang χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Φρεντ Χόουλ σε ραδιοφωνική εκπομπή του BBC, το κείμενο της οποίας δημοσιεύθηκε το 1950. Ο Χόουλ δεν χρησιμοποίησε τον όρο για να περιγράψει μία θεωρία, αλλά για να ειρωνευθεί τη νέα ιδέα. Παρόλα αυτά ο όρος επικράτησε, αποβάλλοντας το ειρωνικό του περιεχόμενο. Η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης με όλες τις σύγχρονες παραλλαγές και βελτιώσεις της είναι η πλέον αποδεκτή εκδοχή της Ιστορίας του Σύμπαντος σήμερα. Παρά τα αναπάντητα προβλήματα που υπάρχουν ακόμα, το μοντέλο αυτό εξηγεί πολύ ικανοποιητικά σχεδόν το σύνολο των παρατηρησιακών δεδομένων που υπάρχουν μέχρι στιγμής. Μια συνέπεια της μεγάλης έκρηξης είναι ότι οι συνθήκες στο σύμπαν σήμερα, είναι διαφορετικές από τις συνθήκες στο παρελθόν ή το μέλλον.



ΣΧΗΜΑ 1.3 Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ



ΣΧΗΜΑ 1.4 Ο ΧΡΟΝΟΣ ΣΕ ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΣΥΜΠΛΗΝ

1.3 Τι υπήρχε πριν από το Big Bang;

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια οι κοσμολόγοι αρνούσανται ακόμη και να ασχοληθούν με το εύλογο ερώτημα «τι υπήρχε πριν από το Μπιγκ Μπανγκ». Μάλιστα ο Στίβεν Χόκινγκ σχολίαζε χαριτολογώντας πως είναι σαν να ρωτάμε «τι υπάρχει βορειότερα από τον... Βόρειο Πόλο». Η κρατούσα άποψη θέλει τη «Μεγάλη Έκρηξη» να συμπίπτει με την «απόλυτη αρχή των Πάντων». Πριν από αυτήν δεν υπήρχε ούτε Χώρος ούτε Χρόνος. Για την ακρίβεια δεν υπήρχε καν η έννοια του «πριν». Τα τελευταία χρόνια όμως, ένας ταλαντούχος - όσο και θαρραλέος - φυσικός του CERN (Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Φυσικής Σωματιδίων και Υψηλών Ενεργειών) προσπαθεί να κοιτάξει συστηματικά στο σκοτεινό παρελθόν του Κόσμου.

Ο Γκαμπριέλε Βενετσιάνο ξεκίνησε τη μελέτη του στα «προ Μπιγκ Μπανγκ» κοσμολογικά μοντέλα στις αρχές της δεκαετίας του '90, μαζί με τον συνάδελφό του Μαουρίτσιο Γκασπερίνι, ο οποίος εργαζόταν τότε στο πανεπιστήμιο του Τορίνο. Δεν ξεκίνησαν από το μηδέν, αλλά βασίστηκαν στην εξαιρετικά δημοφιλή Θεωρία των Υπερχορδών (Superstring Theory).

Με τη βοήθειά της έχουν κατασκευαστεί μοντέλα που περιγράφουν με αρκετά ικανοποιητικό τρόπο όλες τις πτυχές της Πραγματικότητας, από το ξεκίνημα του Κόσμου μέχρι σήμερα. Το «μόνο» που λείπει είναι η πειραματική επιβεβαίωση, πρακτικώς αδύνατη

επηρεάστηκε, σε μεγάλο βαθμό από κβαντικά φαινόμενα τα οποία η Γενική Σχετικότητα εν ευτυχία αγνοεί. (Τα 10^{-43} δευτερόλεπτα είναι η κλίμακα Planck: χρονική κλίμακα η οποία κατασκευάστηκε για πρώτη φορά από τον Max Planck μέσω της ταχύτητας του φωτός, της σταθεράς του Planck και της σταθεράς της βαρύτητας του Νεύτωνα. Στις ενέργειες των επιταχυντών, η βαρυτική δύναμη μεταξύ δύο στοιχειωδών σωματιδίων είναι πολύ πιο ασθενής από τις υπόλοιπες δυνάμεις της φυσικής.



ΣΧΗΜΑ 1.5 ΟΙ ΠΛΑΝΗΤΕΣ ΤΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΜΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1.4 Τα αναπάντητα ερωτήματα που προκάλεσε το Big Bang;

Η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης, παρά τις πειραματικές της επιβεβαιώσεις αφήνει και κάποια φυσικά και φιλοσοφικά ερωτήματα αναπάντητα, τα βασικότερα των οποίων είναι:

1. Προβλέπει ένα μικρότερο Σύμπαν από αυτό που υπάρχει σήμερα.
2. Δεν εξηγεί την Κοσμολογική Αρχή, αλλά τη δέχεται αξιωματικά, πράγμα ασυμβίβαστο με τη μαθηματική ανάλυση.
3. Τι υπήρχε πριν; Πώς από το τίποτα προήλθαν τα πάντα;
4. Γιατί δημιουργήθηκαν οι συγκεκριμένοι φυσικοί νόμοι και όχι κάποιοι άλλοι; Γιατί για παράδειγμα ο χωροχρόνος είναι τετραδιάστατος;
5. Η ύλη και η αντιύλη δημιουργήθηκαν μαζί κατά την Μεγάλη Έκρηξη, αλλά σήμερα ο κόσμος μας είναι φτιαγμένος μόνο από ύλη. Γιατί;
6. Γιατί η διαστολή του Σύμπαντος είναι επιταχυνόμενη ή τι ακριβώς είναι η σκοτεινή ενέργεια στην οποία αποδίδεται αυτή η επιτάχυνση;

Απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα προσπάθησαν να δώσουν κάποιες άλλες θεωρίες. Η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης έχει και πολλούς πολέμιους, εκτός από υποστηρικτές, οι οποίοι στηρίζουν διαφορετικές κοσμολογικές θεωρίες, όπως η Κοσμολογία της συνεχούς δημιουργίας και η Θεωρία Λίντε. Τον Φεβρουάριο του 2016 ανακοινώθηκε από τους επιστήμονες η επιτυχής παρατήρηση των βαρυτικών κυμάτων, μια εξέλιξη η οποία χαιρετίστηκε ως η μεγαλύτερη ανακάλυψη του αιώνα καθώς μέσω της παρατήρησης τους μπορεί να μελετηθεί απευθείας η στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης, κάτι που τα συμβατικά τηλεσκόπια τα οποία συλλέγουν ακτινοβολία φωτός αδυνατούσαν καθώς μπορούν να παρατηρήσουν μόνο έως 400.000 έτη μετά την Έκρηξη λόγω της μη επαρκούς διασποράς του φωτός.

Κεφάλαιο 2^ο

Γαλαξίες

2.1 Γενικές πληροφορίες

Η ύλη στο Σύμπαν δεν είναι τυχαία κατανομημένη. Σε οποιαδήποτε κλίμακα και αν εξετάσουμε το χώρο γύρω μας, η ύλη παρουσιάζει τοπικές συγκεντρώσεις μάζας. Για παράδειγμα, στο μικρόκοσμο συναντάμε τα quarks, τα ηλεκτρόνια και τα άτομα. Στο μακρόκοσμο η ύλη είναι συγκεντρωμένη κυρίως στους αστέρες. Αλλά και αυτοί οι αστέρες δεν είναι μεμονωμένοι. Συνήθως αποτελούν ομάδες που ονομάζονται γαλαξίες (galaxies). Ανάλογα με το μέγεθός του, ένας γαλαξίας περιέχει μερικά δισεκατομμύρια ή τρισεκατομμύρια αστέρες.

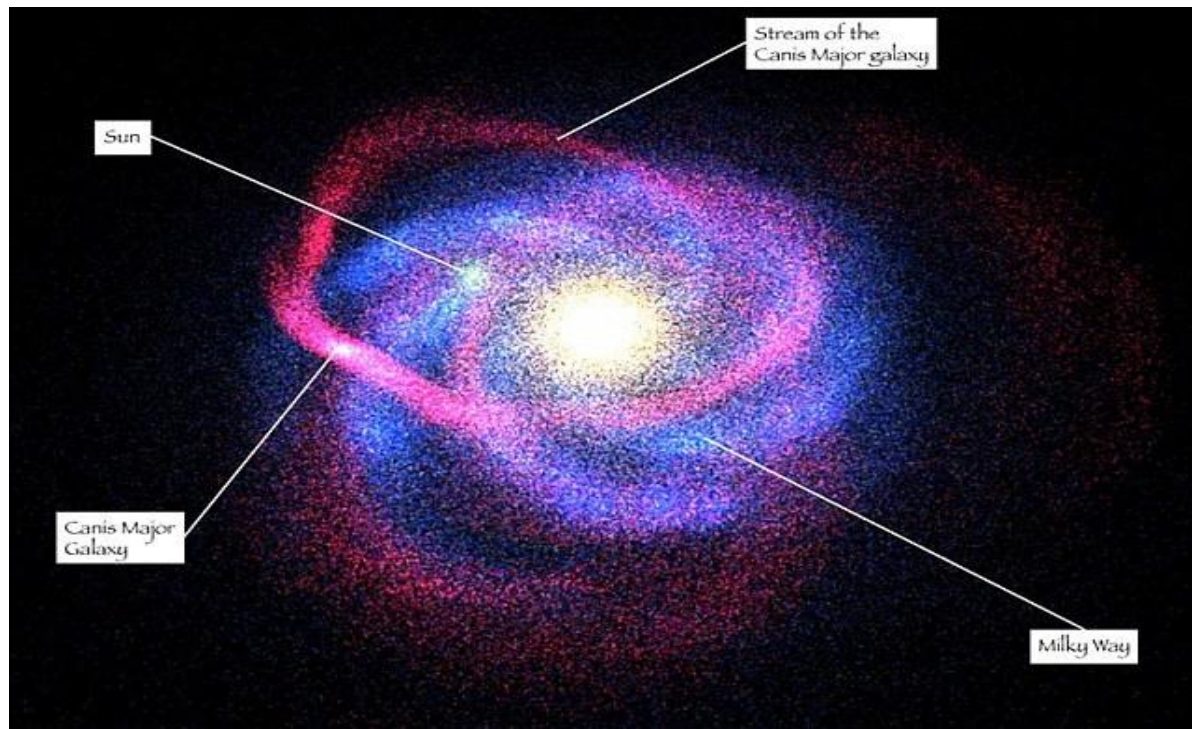
Οι περισσότεροι γαλαξίες έχουν σχήμα ελλειπτικό και ονομάζονται ελλειπτικοί (ellipticals). Σε άλλους η ύλη δεν είναι ομοιόμορφα κατανομημένη, αλλά συγκεντρώνεται σε σπειροειδείς σχηματισμούς. Οι γαλαξίες αυτοί, στους οποίους ανήκει και ο δικός μας Γαλαξίας, ονομάζονται σπειροειδείς (spirals). Οι υπόλοιποι δεν έχουν καμία εμφανή συμμετρία και ονομάζονται ανώμαλοι.



ΣΧΗΜΑ 2.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΑΠΟ ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ

2.2 Πως είναι ο γαλαξίας μας

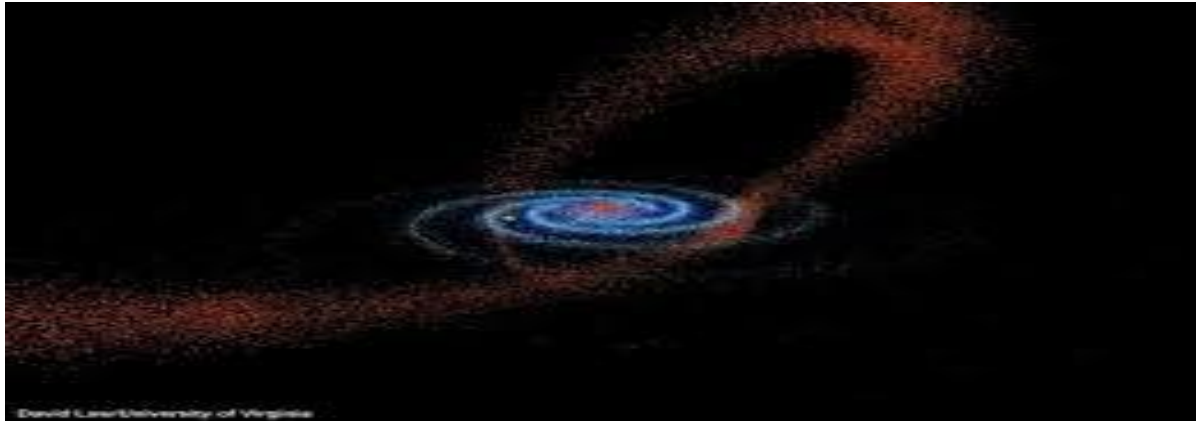
Είναι σπειροειδής με έναν ορθογώνιο κεντρικό κόμβο. Μπορεί να γνωρίζεις ότι ο γαλαξίας μας είναι ένας σπειροειδής γαλαξίας, ίσως το πιο όμορφο είδος γαλαξία. Το έχεις δει: μαγευτικά σκέλη να στριφογυρίζουν έξω από ένα κεντρικό κόμβο ή την έξαρση λαμπερών αστεριών. Αυτοί είμαστε εμείς. Αλλά πολλές σπείρες έχουν ένα περίεργο χαρακτηριστικό γνώρισμα: ένα ορθογώνιο σμήνος αστεριών στο κέντρο, αντί για μια σφαίρα, και τα σκέλη να ακτινοβολούν από τις άκρες του ορθογώνιου αυτού. Οι αστρονόμοι αποκαλούν αυτό το σμήνος “bar” και όπως σωστά μάντεψες: έχουμε ένα. Στην πραγματικότητα, το δικό μας είναι αρκετά μεγάλο. Με 27.000 έτη φωτός απόσταση από άκρη σε άκρη, είναι μεγαλύτερο από τα περισσότερα “bar” που υπάρχουν. Βέβαια, το διάστημα είναι μια σκληρή γειτονιά. Ποιος δεν θα ήθελε ένα τεράστιο “bar” να βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο της πόλης του;



ΣΧΗΜΑ 2.2 ΔΟΜΗ ΓΑΛΑΞΙΑ

2.3 Τι υπάρχει στο κέντρο του

Στο κέντρο του γαλαξία, ακριβώς στον πυρήνα του, κείται ένα τέρας: μια τεράστια μαύρη τρύπα. Γνωρίζουμε ότι βρίσκεται εκεί, εξαιτίας της βαρύτητας. Τα άστρα πολύ κοντά στο κέντρο κινούνται σε τροχιά γύρω από το κέντρο σε απίστευτες ταχύτητες. Κινούνται με χιλιάδες χιλιόμετρα ανά δευτερόλεπτο και η πρωτοφανής τους ταχύτητα προδίδει την μάζα του αντικειμένου που τα έλκει. Εφαρμόζοντας μερικά βασικά μαθηματικά, είναι δυνατό να καθοριστεί ότι η μάζα που απαιτείται για την επιτάχυνση των άστρων σε τέτοιες ταχύτητες πρέπει να ανατρέψει σε κοσμική κλίμακα 4 εκατομμύρια φορές την μάζα του ήλιου. Ακόμα και έτσι όμως, τίποτα δεν μπορεί να φανεί σε φωτογραφίες. Οπότε, τι μπορεί να είναι τόσο ογκώδες όσο 4.000.000 ήλιοι και να μην εκπέμπει καθόλου φως; Μια μαύρη τρύπα. Αν και είναι τεράστια, έχει κατά νου ότι ο γαλαξίας είναι περίπου 200 δισεκατομμύρια ηλιακές μάζες ισχυρός, έτσι στην πραγματικότητα, η μαύρη τρύπα στο κέντρο είναι μόνο ένα μικρό κλάσμα της συνολικής μάζας του γαλαξία. Και σε καμία περίπτωση δεν κινδυνεύουμε να πέσουμε μέσα σε αυτή. Εξ' άλλου είναι 250.000.000.000.000.000 χιλιόμετρα μακριά.



ΣΧΗΜΑ 2.3 ΠΥΡΗΝΑΣ ΓΑΛΑΞΙΑ

2.4 “Local Group”

Ο γαλαξίας μας δεν είναι μόνος του στο διάστημα. Είμαστε μέρος μιας μικρής ομάδας κοντινών γαλαξιών που ονομάζονται “Local Group”. Είμαστε οι βαρύτεροι σε αυτή την ομάδα και ο γαλαξίας της Ανδρομέδας μπορεί να είναι λίγο μεγαλύτερος σε μάζα, αν και στην πραγματικότητα είναι πιο «απλωμένος». Ο γαλαξίας Triangulum είναι επίσης σπειροειδής, αλλά όχι πολύ μεγάλος. Υπάρχουν και άλλοι γαλαξίες σκόρπιοι εδώ και εκεί που ανήκουν στην ομάδα αυτή. Στο σύνολο υπάρχουν γύρω στους 12 γαλαξίες στο “Local Group”, με τους περισσότερους να είναι απλά γαλαξίες νάνοι εξαιρετικά ασθενείς και δύσκολο να ανιχνευθούν. Το “Local Group” είναι μικρό και ζεστό. Αυτό συμβαίνει, επειδή αν το δεις από μακριά, είμαστε στα προάστια. Η μεγάλη πόλη σε αυτή την εικόνα είναι ο Virgo Cluster, ένα τεράστιο σύνολο 2.000 περίπου γαλαξιών, πολλοί από τους οποίους είναι πολύ μεγαλύτεροι από τον δικό μας. Είναι το κοντινότερο σύμπλεγμα, το κέντρο του οποίου είναι 60 εκατομμύρια έτη φωτός μακριά. Από ότι φαίνεται είμαστε βαρυντικά δεμένοι με αυτό, με άλλα λόγια είμαστε ένα εκτεταμένο μέρος του. Η συνολική μάζα του συμπλέγματος είναι τόσο μεγάλη, όσο τετράκις εκατομμύρια φορές η μάζα του ήλιου.

2.4.1 Μπορούμε να δούμε μόνο το 0.000003% από αυτόν

Όταν κοιτάξεις τον ουρανό μια σκοτεινή νύχτα, θα δεις χιλιάδες αστέρια. Αλλά ο γαλαξίας μας περιλαμβάνει 200 δισεκατομμύρια αστέρια. Βλέπεις μόνο ένα μικροσκοπικό κλάσμα του αριθμού των άστρων γύρω από τον γαλαξία. Στην πραγματικότητα, εκτός μερικών εξαιρέσεων, τα πιο μακρινά αστέρια που μπορείς να δεις είναι 1.000 έτη φωτός μακριά. Ακόμα χειρότερα, τα περισσότερα άστρα είναι τόσο εξασθενημένα που δεν φαίνονται ούτε σε μικρότερες αποστάσεις. Ο ήλιος είναι τόσο αμυδρός που δεν φαίνεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 60 έτη φωτός μακριά... και ο ήλιος είναι πολύ φωτεινός σε σχέση με τα περισσότερα άστρα. Έτσι, η μικρή φούσκα με αστέρια που βλέπουμε γύρω μας είναι απλά μια σταγόνα στον ωκεανό του γαλαξία μας.

2.4.2 Το 90% είναι αόρατο

Αν κοιτάξεις τις κινήσεις των άστρων του γαλαξία μας, μπορείς να εφαρμόσεις μαθηματικά και φυσική και να καθορίσεις πόση είναι η μάζα του (περισσότερη μάζα σημαίνει και περισσότερη βαρύτητα, που σημαίνει ότι τα αστέρια θα κινούνται πιο γρήγορα). Μπορείς επίσης να μετρήσεις τον αριθμό των αστεριών στον γαλαξία και να βρεις πόση μάζα έχουν. Το πρόβλημα είναι ότι τα δυο αυτά νούμερα, δεν ταιριάζουν: τα αστέρια (και τα άλλα εμφανή πράγματα όπως τα αέρια και η σκόνη) αποτελούν μόνο το 10% της μάζας του γαλαξία. Που βρίσκεται το υπόλοιπο 90%; Η εικόνα του Bullet Cluster, η πρώτη άμεση απόδειξη της σκοτεινής ύλης δείχνει ότι έχει μάζα αλλά δεν φωσφορίζει. Από αυτό προκύπτει και η ονομασία της. Γνωρίζουμε ότι δεν είναι μαύρες τρύπες, νεκρά άστρα ή ψυχρά αέρια (όλα αυτά έχουν ελεγχθεί και έχουν σβηστεί από την λίστα) και οι υποψήφιοι που παραμένουν είναι πολύ περίεργοι (WIMPs). Αλλά γνωρίζουμε ότι είναι αληθινό και ξέρουμε ότι βρίσκεται εκεί έξω. Απλά δεν ξέρουμε τι ακριβώς είναι. Οι επιστήμονες προσπαθούν να το διαπιστώσουν και δεδομένων των ανακαλύψεων των τελευταίων χρόνων, στοιχηματίζω ότι σε λιγότερο από μια δεκαετία θα το έχουν καταφέρει.



ΣΧΗΜΑ 2.4 BULLET CLUSTER

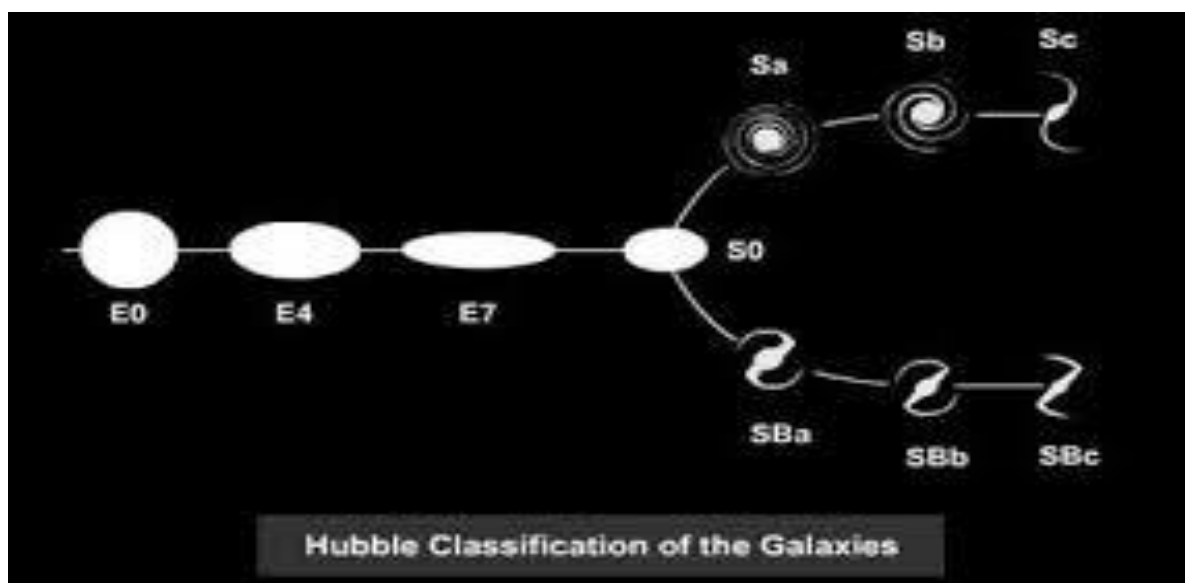
2.5 Ταξινόμηση Γαλαξιών Κατά HUBBLE

Παρά το μεγάλο αριθμό των γαλαξιών που υπάρχουν στο Σύμπαν, όλοι σχεδόν μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το μορφολογικό τους τύπο. Σήμερα οι γαλαξίες κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Σπειροειδείς (τύπου S – spirals). Οι γαλαξίες αυτοί είναι οι πιο εντυπωσιακοί. Αποτελούνται συνήθως από ένα λαμπρό πυρήνα και δυο συνεπίπεδεςαντιδιαμετρικές και συμμετρικές σπείρες. Ανάλογα με τη διάμετρο, τη φωτεινότητα του πυρήνα και τη μορφή των περιελίξεων των σπειρών τους
2. Ραβδωτοί σπειροειδείς (τύπου SB – barredspirals). Στους γαλαξίες αυτούς, που αποτελούν το ένα τρίτο περίπου των σπειροειδών γαλαξιών, οι σπείρες δεν ξεκινούν

εφαπτομενικά από τον πυρήνα αλλά από τα άκρα μιας «ράβδου» που αποτελείται από αστέρες, αέρια και σκόνη.

3. Ελλειπτικοί (τύπου E – ellipticals). Είναι ο πιο κοινός τύπος γαλαξία. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μεγαλύτεροι γαλαξίες που έχουν παρατηρηθεί μέχρι σήμερα είναι ελλειπτικοί.
4. Ανώμαλοι (τύπου Irr – irregulars). Ένα μικρό ποσοστό γαλαξιών (γύρω στο 3%) δεν παρουσιάζουν εμφανή συμμετρία. Η κατανομή της ύλης τους είναι ακανόνιστη.



ΣΧΗΜΑ 2.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΑΛΑΞΙΩΝ ΚΑΤΑ HUBBLE

2.5.1 Πάνω από 2 τρις. γαλαξίες περιέχονται στο σύμπαν

Ξαφνικά το σύμπαν έγινε πολύ πιο πυκνοκατοικημένο! Οι αστρονόμοι έκαναν τον αναπάντεχο υπολογισμό ότι στο ορατό σύμπαν υπάρχουν τουλάχιστον δέκα φορές περισσότεροι γαλαξίες από ό,τι πίστευαν έως τώρα. Ο συνολικός αριθμός τους στο σύμπαν (στο ορατό και μη ορατό από τη Γη) μπορεί να φθάνει τα δύο τρισεκατομμύρια, δηλαδή είναι 20πλάσιος έναντι της προηγούμενης εκτίμησης, που ήταν περίπου 100 δισεκατομμύρια γαλαξίες. Η νέα μελέτη δείχνει ότι όσο το σύμπαν εξελισσόταν στην πορεία των 13,7 δισεκατομμυρίων ετών που υπάρχει, τόσο μειωνόταν ο αριθμός των γαλαξιών μέσω συγχωνεύσεων. Όμως οι αστρονόμοι συνειδητοποιούν πλέον, ότι μόνο στο ορατό σύμπαν - δηλαδή στο τμήμα εκείνο που είναι παρατηρήσιμο από τη Γη- ένα 90% των γαλαξιών είναι υπερβολικά αχνοί και πολύ μακρινοί για να γίνουν αντιληπτοί από τα υπάρχοντα τηλεσκόπια.



ΣΧΗΜΑ 2.6 ΓΑΛΑΞΙΑΣ

2.5.2 Σπειροειδείς Γαλαξίες

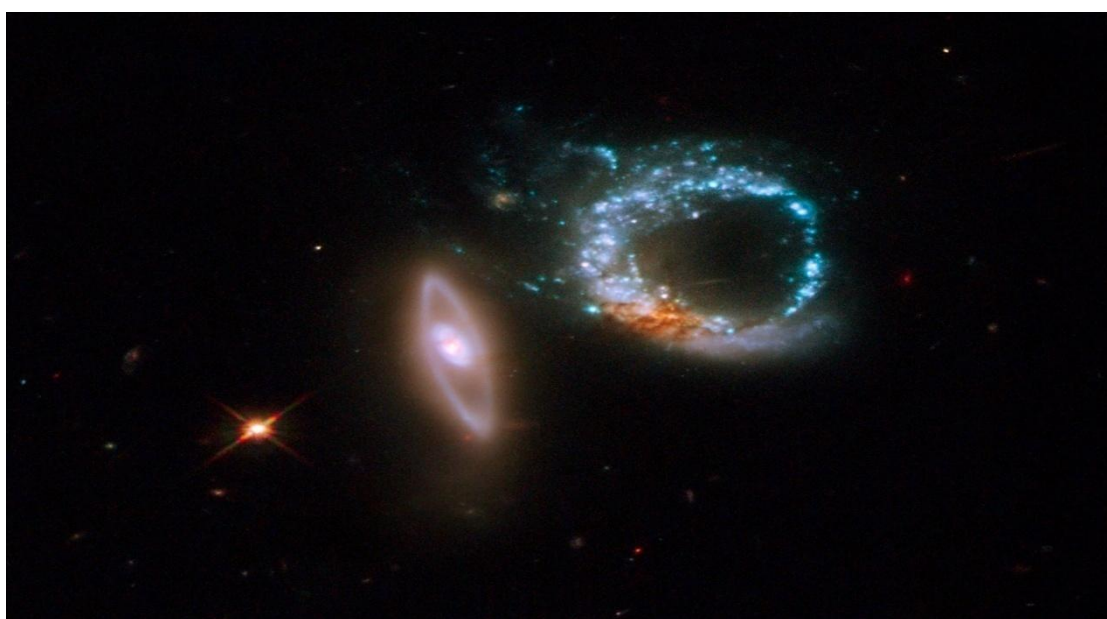
Ως σπειροειδείς γαλαξίες ορίζονται οι περισσότεροι των γαλαξιών, από τη σπειροειδή όψη που παρουσιάζουν. Απαντάται και σε αυτούς ο πυρήνας, που όμως μπορεί να μοιάζει με ελλειπτικό σχήμα ή και με επιμήκη ράβδο. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις, από τα άκρα του ραβδωτού ή ελλειψοειδή πυρήνα εκφύονται βραχίονες που ελίσσονται σπειροειδώς περί τον πυρήνα, εξ'ού και σπειροειδείς. Το πλήθος αυτών των γαλαξιών αντιπροσωπεύει το 80% του συνόλου των γνωστών γαλαξιών. Ανάλογα με το τύπο του πυρήνα ονομάζονται κανονικοί σπειροειδείς και συμβολίζονται με το γράμμα S, ενώ αν ο πυρήνας είναι ραβδωτός ονομάζονται ραβδωτοί σπειροειδείς και συμβολίζονται με το ζεύγος των γραμμάτων SB (B = Bar = Ράβδος). Οι S αντιπροσωπεύουν τα 2/3 του συνόλου των σπειροειδών, ενώ οι SB το 1/3 των σπειροειδών γαλαξιών. Ο Γαλαξίας μας είναι ένας μεγάλος ραβδωτός σπειροειδής γαλαξίας με δίσκο. Περιέχει 200 δισεκατομμύρια άστρα και ενδεχομένως έως και 400 δισεκατομμύρια. Επίσης, έχει συνολική μάζα 600 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από την ηλιακή.

2.5.3 Αλληλεπιδρώντες

Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των γαλαξιών είναι σχετικά συχνές, και παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξή τους. Παρολίγον συγκρούσεις μεταξύ των γαλαξιών έχει ως αποτέλεσμα τη στρέβλωσή τους και μπορεί να προκαλέσει την ανταλλαγή αερίων και σκόνης. Οι συγκρούσεις εμφανίζονται όταν δύο γαλαξίες περνούν απευθείας ο ένας μέσα από τον άλλο και έχουν επαρκή σχετική ορμή, δεν θα συγχωνευτούν. Τα αστέρια στο εσωτερικό αυτών των γαλαξιών που αλληλεπιδρούν θα περάσουν κατευθείαν μέσα χωρίς σύγκρουση. Ωστόσο, αέριο και σκόνη μέσα στους δύο γαλαξίες θα αλληλεπιδράσουν. Αυτό μπορεί να προκαλέσει εκρήξεις σχηματισμού αστερών, καθώς διαστρικό μέσο είναι διαταραγμένο και συμπιεσμένο. Η σύγκρουση μπορεί να στρεβλώσει σοβαρά το σχήμα του ενός ή και των δύο γαλαξιών, σχηματίζοντας ράβδους, δαχτυλίδια ή δομές που μοιάζουν με ουρές.

2.5.4 Γαλαξιακές Συγχωνεύσεις

Ακραία περίπτωση της αλληλεπιδράσης είναι οι γαλαξιακές συγχωνεύσεις. Στην περίπτωση αυτή, η σχετική ορμή των δύο γαλαξιών είναι ανεπαρκής για να καταστεί δυνατό οι γαλαξίες να περάσουν ο ένας μέσα από τον άλλο και να συνεχίσουν την πορεία τους. Αντ' αυτού, βαθμιαία συγχωνεύονται για να σχηματίσουν έναν ενιαίο, μεγαλύτερο γαλαξία. Οι συγχωνεύσεις μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντικές αλλαγές στην μορφολογία του νέου γαλαξία, σε σύγκριση με τους προηγούμενους. Αν τυχόν ένας από τους γαλαξίες είναι πολύ πιο ογκώδης, όμως, το αποτέλεσμα είναι γνωστό ως κανιβαλισμός. Τότε ο μεγαλύτερος γαλαξίας θα παραμείνει σχετικά ανεπηρέαστος από τη συγχώνευση, ενώ οι μικροί γαλαξίες κυριολεκτικά ξεσκίζονται και τελικώς αφομοιώνονται.



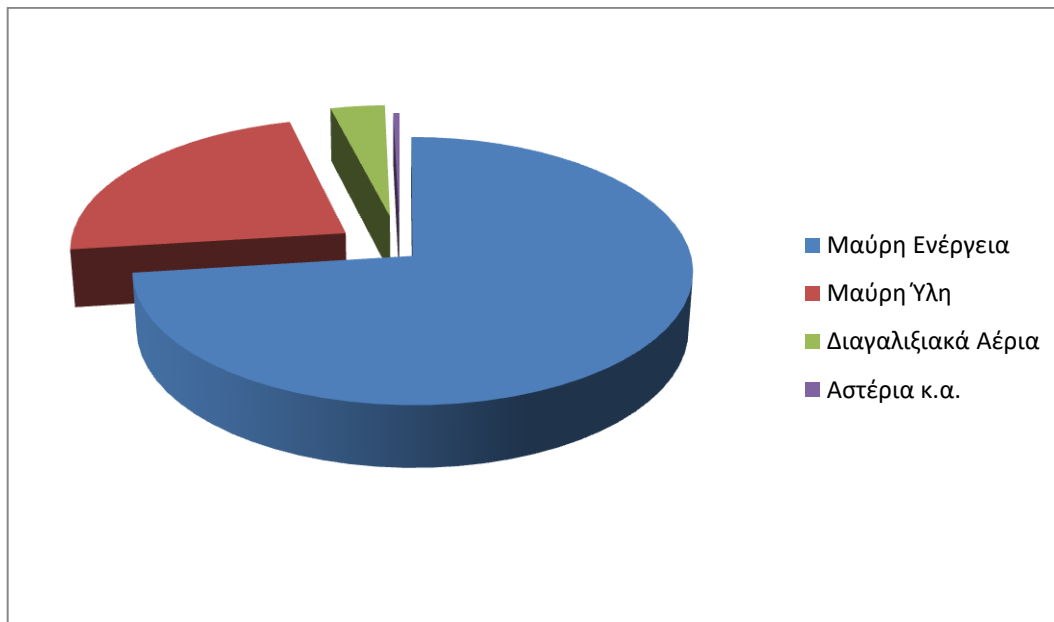
ΣΧΗΜΑ 2.7 ΣΥΓΧΩΝΕΥΣΗ ΓΑΛΑΞΙΩΝ

2.5.5 Αστρογόνοι

Τα αστέρια δημιουργούνται μέσα στους γαλαξίες από αποθέματα ψυχρών αερίων που αποτελούν γιγαντιαία μοριακά νέφη. Ορισμένοι γαλαξίες έχουν παρατηρηθεί να σχηματίζουν αστέρια με εξαιρετικά ταχύ ρυθμό, το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως αστρική έκρηξη. Σε περίπτωση που συνεχίσουν κατά αυτόν τον τρόπο, θα καταναλώσουν τα αποθέματά τους σε αέρια, σε ένα χρονικό διάστημα μικρότερο από τη διάρκεια ζωής τους. Ως εκ τούτου η 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. Οι αστρογόνοι γαλαξίες χαρακτηρίζονται από συγκεντρώσεις σκόνης και αερίων και την εμφάνιση νεοσύστατων αστέρων, συμπεριλαμβανομένων και τεράστιων αστέρων.

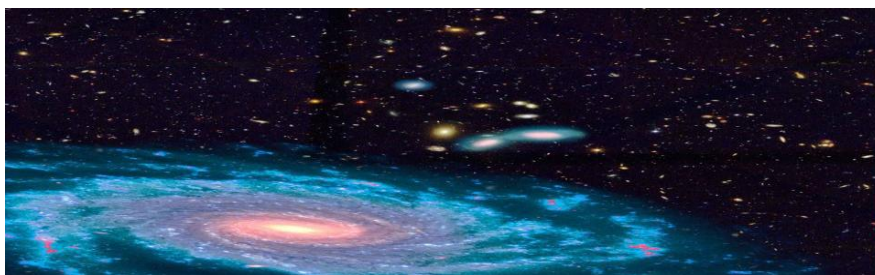
2.5.6 Μάζα Γαλαξιών

Η ταχύτητα περιστροφής ενός γαλαξία επιτρέπει να υπολογισθεί και η μάζα του, δηλαδή το ποσόν της ύλης που περιέχει. Εξάλλου, όταν είναι γνωστές οι διαστάσεις και η μάζα ενός γαλαξία, εύκολα υπολογίζεται και η μέση πυκνότητα της ύλης του από το γνωστό τύπο $\rho = m/v$ (όπου ρ = η πυκνότητα, m = η μάζα και v = ο όγκος του γαλαξία).



ΣΧΗΜΑ 2.8 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΑΛΑΞΙΑ

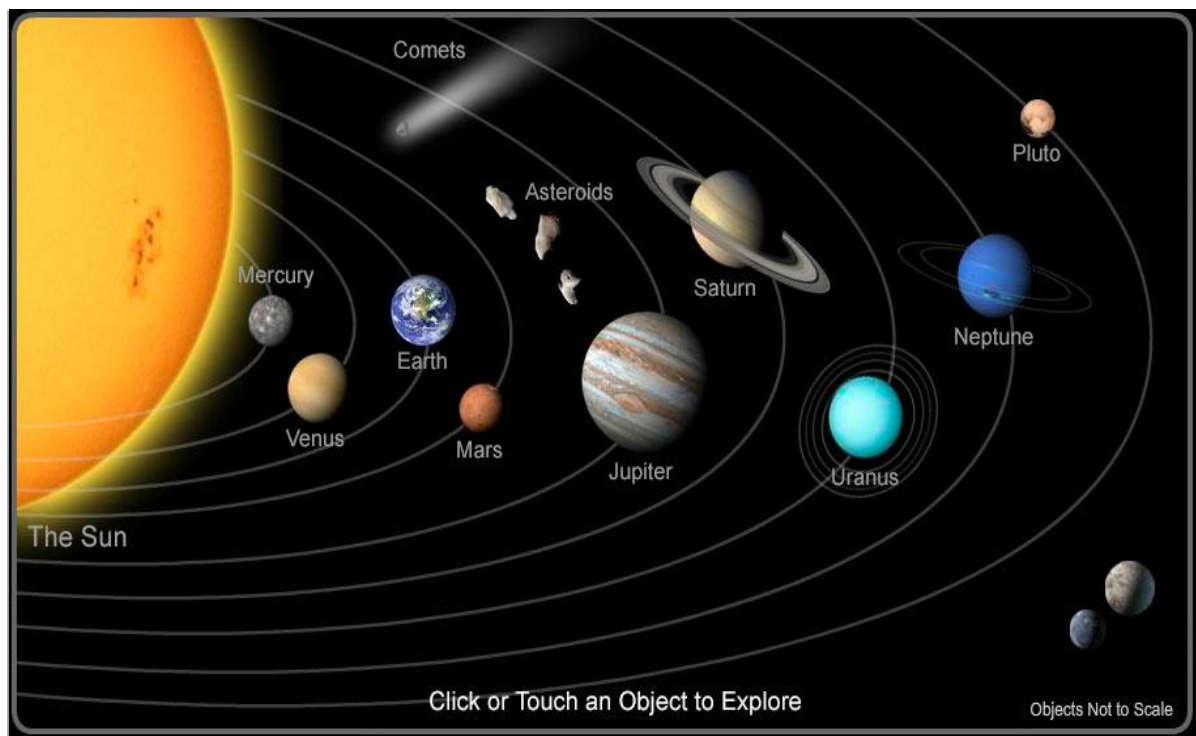
Βρέθηκε έτσι πως η μάζα των μεγάλων γαλαξιών μπορεί να είναι και 300 δισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερη της μάζας του Ηλίου μας. Οι περισσότεροι όμως γαλαξίες έχουν μάζα μικρότερη της τάξεως των $6 \cdot 10^{10}$ και $2 \cdot 10^{10}$ ηλιακών μαζών. Οι εξαγωγές αυτών των μετρήσεων της μάζας των γαλαξιών είναι εκείνες που επιτρέπουν την έμμεση εκτίμηση και του πλήθους των αστέρων που περιέχονται σε κάθε γαλαξία.



ΣΧΗΜΑ 2.9 ΑΣΤΕΡΙΑ ΣΤΟ ΓΑΛΑΞΙΑ

Κεφάλαιο 3^ο

Ηλιακό Σύστημα



ΣΧΗΜΑ 3.1 ΤΟ ΗΛΙΑΚΟ ΜΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑ

3.1 Πλανήτες

Το Ηλιακό μας Σύστημα αποτελείται από τον Ήλιο, που βρίσκεται στο κέντρο του, από πλανήτες και από άστρα. Ξεκινώντας από αυτόν που βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο, οι πλανήτες του Ηλιακού Συστήματος είναι οι παρακάτω:

1. Ερμής (κανένας δορυφόρος)
2. Αφροδίτη (κανένας δορυφόρος)
3. Γη (ένας δορυφόρος)
4. Άρης (δύο δορυφόροι)
5. Δίας (δεκαέξι δορυφόροι)
6. Κρόνος (δεκαοχτώ δορυφόροι)
7. Ουρανός (δεκαπέντε δορυφόροι)
8. Ποσειδώνας (οχτώ δορυφόροι)
9. Πλούτωνα (ένας δορυφόρος)

Ως ορισμός του πλανήτη μπορεί να δοθεί ο εξής:

Σώμα που περιστρέφεται γύρω από τον ήλιο ή κάποιον άλλο αστέρα. Ο πλανήτης δεν εκπέμπει ακτινοβολία από εσωτερικές του πηγές. Ανακλά την ακτινοβολία του αστέρα γύρω από τον οποίο περιστρέφεται. Οι πλανήτες σχηματίστηκαν από την συμπύκνωση υλικού που περιέβαλε με τη μορφή δακτυλίων τους αστέρες κατά τις πρώτες φάσεις της ζωής τους. Τα μορφώματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης ονομάζονται πρωτοπλανήτες.

1. Ερμής: Ο Ερμής είναι ο πιο κοντινός στον Ήλιο και ο δεύτερος μικρότερος (μετά τον Πλούτωνα) πλανήτης του Ηλιακού μας Συστήματος. Η ζέστη εκεί είναι ανυπόφορη και στον Ερμή δεν υπάρχει νερό ούτε ζωή.
2. Αφροδίτη: Η Αφροδίτη είναι ο δεύτερος πλανήτης σε απόσταση από τον Ήλιο. Η αδιαφανής ατμόσφαιρά της αποτελείται από ανθρακικό αέριο και κατακρατεί τη θερμότητα του Ήλιου σαν καπάκι! Όπως και στον Ερμή, ούτε στην Αφροδίτη υπάρχει νερό και ζωή, ενώ στην επιφάνειά της έχουν ανακαλυφθεί χιλιάδες ηφαίστεια.
3. Γη: Η Γη είναι ο τρίτος πλανήτης σε απόσταση από τον Ήλιο. Το νερό που περιέχει είναι σε υγρή, στερεά και αέρια μορφή. Είναι ο μοναδικός πλανήτης στον οποίο υπάρχει ζωή στο δικό μας Ηλιακό Σύστημα, τουλάχιστον σύμφωνα με όσα ξέρουμε μέχρι σήμερα! Η Σελήνη είναι ο μόνος δορυφόρος της Γης.
4. Άρης: Ο Άρης είναι ο τέταρτος πλανήτης σε απόσταση από τον Ήλιο. Παρόλο που είναι πολύ κοντά στον ήλιο είναι ένας πολύ ψυχρός πλανήτης συγκριτικά με τη Γη. Το έδαφος του Άρη επιτρέπει την προσγείωση ενός διαστημόπλοιου, αλλά για να φτάσει κάποιος εκεί θα πρέπει να ταξιδεύει για περίπου δυο χρόνια!
5. Δίας: Ο Δίας είναι ο πέμπτος πλανήτης πιο κοντά στον Ήλιο. Είναι ένας θεόρατος πλανήτης που περιέχει ήλιο και υδρογόνο στην ατμόσφαιρά του. Επειδή κινείται γύρω από τον άξονά του πολύ γρήγορα, δημιουργούνται ανεμοστρόβιλοι κι ο πιο γνωστός από αυτούς είναι η «ερυθρά κηλίδα». Η επιφάνεια του Δία δεν είναι στερεά, αλλά καλύπτεται από παχύ στρώμα αερίων. Έτσι, είναι πολύ δύσκολο να προσγειωθεί κάποιο σκάφος στο Δία.

6. Κρόνος: Ο Κρόνος είναι ο έκτος πλανήτης σε απόσταση από τον Ήλιο και ο δεύτερος μεγαλύτερος πλανήτης του Ηλιακού μας Συστήματος. Η ατμόσφαιρά του καλύπτεται από ήλιο και υδρογόνο όπως και του Δία. Τον περιτριγυρίζουν δακτύλιοι από πετρώματα και πάγους και η επιφάνειά του δεν είναι στερεά.
7. Ουρανός: Ο Ουρανός είναι ο έβδομος πλανήτης σε απόσταση από τον Ήλιο και λόγω αυτής της μεγάλης απόστασής του από τον Ήλιο, η θερμοκρασία στην επιφάνειά του είναι πολύ χαμηλή. Παρατηρώντας τον Ουρανό από το τηλεσκόπιο, βλέπουμε ότι έχει την όψη πρασινωπού δίσκου με φωτεινές ζώνες και σκοτεινές ταινίες σαν κι αυτές του Δία και του Κρόνου. Η διάμετρος του Ουρανού είναι περίπου 4 φορές μεγαλύτερη από της Γης. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι στον ένα από τους 15 δορυφόρους του Ουρανού, τη Μιράντα, υψώνονται μεγάλοι ορεινοί όγκοι.
8. Ποσειδώνας: Ο Ποσειδώνας είναι ο όγδοος σε απόσταση από τον Ήλιο, η διάμετρός του είναι τετραπλάσια σχεδόν από εκείνη της γης, ενώ η μάζα του είναι ίση με 17 γήινες μάζες. Έχει 8 δορυφόρους, τον Τρίτονα και την Νηρηίδα, αλλά μετά την αποστολή του Βόγιατζερ 2 μάθαμε για ακόμα 6 δορυφόρους. Επειδή είναι μακριά από τον Ήλιο, ο Ποσειδώνας είναι ένας πολύ ψυχρός πλανήτης, ενώ η ατμόσφαιρα του μοιάζει με την ατμόσφαιρα του Δία, με κύριο συστατικό το υδρογόνο.
9. Πλούτωνας: Ο πιο απομακρυσμένος και ταυτόχρονα ο μικρότερος από τους εννιά πλανήτες του Ηλιακού μας συστήματος. Το μέγεθός του είναι το μισό της Γης και το ένα έκτο του βάρους της. Σύμφωνα με ένα σημαντικό εύρημα του 1988, στον Πλούτονα υπάρχει ατμόσφαιρα! Είναι πολύ πιθανό όμως η ατμόσφαιρα αυτή να μην είναι μόνιμη: όταν ο Πλούτωνας βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τον Ήλιο, η ατμόσφαιρα στερεοποιείται σε πάγο, ενώ όταν βρίσκεται πιο κοντά στον Ήλιο, η ατμόσφαιρα εμφανίζεται και πάλι.

3.2 Εξωγήινη ζωή στον Άρη

Βρέθηκαν απολιθώματα ζωής στον Άρη! Η είδηση, μέσα από ειδησεογραφικά πρακτορεία, κανάλια τηλεόρασης, εφημερίδες και τον Παγκόσμιο Ιστό (WWW) του Internet, έπεσε στο ευρύ κοινό σαν «κεραυνός εν αιθρία», ειδικά επειδή συνοδεύθηκε από αντιδράσεις και σχόλια γνωστών επιστημόνων, αστρονόμων, βιολόγων και χημικών, αλλά ακόμη και του προέδρου των ΗΠΑ Μπιλ Κλίντον. Αν όμως η ανακοίνωση των αποτελεσμάτων ερευνών των αμερικανών επιστημόνων εντυπωσίασε τόσο έντονα την κοινή γνώμη, δεν μπορούμε να πούμε ότι είχε το ίδιο αποτέλεσμα και στη διεθνή επιστημονική κοινότητα. Κατ' αρχήν επειδή τα στοιχεία στα οποία βασίστηκε το παραπάνω συμπέρασμα δεν είναι ακόμη ατράνταχτα (πολλοί βιολόγοι έδειξαν ήδη σοβαρό σκεπτικισμό), αλλά κυρίως επειδή οι επιστήμονες από τα μέσα

της δεκαετίας του 1970 αντιμετώπιζαν σοβαρά το ενδεχόμενο να υπήρξε κάποτε (ή να υπάρχει και σήμερα) κάποια μορφή ζωής στον γειτονικό μας πλανήτη. Είναι λοιπόν σκόπιμο να παρουσιάσουμε την ανακάλυψη αυτή στις σωστές της διαστάσεις. Ο Άρης, η Γη και η Αφροδίτη είναι οι μοναδικοί πλανήτες που κινούνται στη «ζώνη βιωσιμότητας» του ηλιακού μας συστήματος. Είναι φυσικό λοιπόν να αποτέλεσαν τον πρώτο στόχο των επιστημόνων στην προσπάθειά τους να διαπιστώσουν αν η Γη φιλοξενεί τις μοναδικές μορφές ζωής στο

Σύμπαν. Στα μέσα της δεκαετίας του 1970 η NASA είχε στείλει στον Άρη δύο αυτοματοποιημένα διαστημόπλοια, τα Viking-1 και 2, τα οποία φωτογράφισαν λεπτομερώς την επιφάνεια του πλανήτη και έστειλαν μικρά θυγατρικά σκάφη που προσεδαφίστηκαν σε αυτόν. Από τις φωτογραφίες διαπιστώθηκε ότι στον πλανήτη δεν υπάρχουν σήμερα έμβια όντα ορατά με γυμνό μάτι. Ταυτόχρονα όμως βρέθηκαν γεωλογικοί σχηματισμοί (αποξηραμένες κοίτες ποταμών και λιμνών) που έδειχναν ότι σε παλαιότερες εποχές ο πλανήτης είχε άφθονο νερό, το στοιχείο στο οποίο βασίζεται η ζωή στη Γη, παρ'όλο που σήμερα υπάρχουν μόνο ασήμαντες ποσότητες. Αυτό όμως δεν ήταν το μοναδικό ενδιαφέρον στοιχείο που μας έδωσαν τα διαστημόπλοια Viking. Τα σκάφη που προσεδαφίστηκαν στον Άρη ήταν εφοδιασμένα με ένα «μηχανικό φτυάρι» το οποίο πήρε δείγματα του εδάφους. Τα δείγματα αυτά στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν στο εσωτερικό των σκαφών σε μια σειρά πειραμάτων με σκοπό να διαπιστωθεί αν στον Άρη υπάρχει ζωή με τη μορφή μικροοργανισμών. Τα αποτελέσματα των πειραμάτων προβλημάτισαν τους επιστήμονες επειδή ούτε επιβεβαίωναν αλλά και ούτε απέρριπταν οριστικά την ύπαρξη ζωής στον Άρη. Για τον λόγο αυτόν, αλλά και επειδή οι επιστήμονες πιθανολογούν την ύπαρξη νερού ακόμη και στη σημερινή εποχή, κάτω από την επιφάνεια του πλανήτη, η NASA είχε αρχίσει εδώ και πολλά χρόνια τον σχεδιασμό και άλλων αποστολών στον Άρη, με αποκορύφωμα την αποστολή ενός επανδρωμένου διαστημοπλοίου (πιθανότατα σε συνεργασία με το διαστημικό πρόγραμμα της Ρωσίας) στη δεύτερη δεκαετία του 21ου αιώνα. Είναι φανερό λοιπόν ότι αστρονόμοι και βιολόγοι εδώ και 20 περίπου χρόνια αντιμετωπίζουν σοβαρά το ενδεχόμενο να βρεθούν ίχνη ζωής στον Άρη, όχι μόνο υπό μορφή απολιθωμάτων αλλά ίσως και υπό μορφή ζωντανών οργανισμών. Τα τελευταία αποτελέσματα προέρχονται από τη συστηματική μελέτη ενός μετεωρίτη, δηλαδή ενός κομματιού από πέτρα και μέταλλα, που έπεσε στη Γη από το Διάστημα πριν από 13.000 χρόνια. Ο μετεωρίτης αυτός έχει βάρος 2 περίπου κιλών, βρέθηκε το 1984 στην Ανταρκτική και θεωρείται ότι προέρχεται από τον Άρη επειδή η χημική του σύσταση είναι ίδια με αυτή των πετρωμάτων του πλανήτη που ανέλυσαν οι αποστολές Viking. Αξίζει να σημειωθεί ότι ως σήμερα έχουν βρεθεί άλλοι 11 μετεωρίτες που πιστεύουμε ότι προέρχονται από τον Άρη. Ο τρόπος με τον οποίο οι μετεωρίτες αυτοί έφθασαν στη Γη είναι απλός: όταν σε έναν πλανήτη, όπως ο Άρης, πέσει ένας μεγάλος μετεωρίτης, θραύσματα από τα επιφανειακά στρώματα του πλανήτη εκτοξεύονται με μεγάλες ταχύτητες προς το Διάστημα. Αν η ταχύτητα των θραυσμάτων είναι μεγάλη, τότε μερικά από αυτά μπορεί να ξεφύγουν από τη βαρύτητα του πλανήτη και να αρχίσουν ένα ταξίδι στον μεσοπλανητικό χώρο, που μπορεί να τα οδηγήσει σε τροχιά σύγκρουσης με τη Γη. Ο μετεωρίτης αυτός αποτέλεσε το αντικείμενο μελέτης μιας ομάδας αμερικανών επιστημόνων με επικεφαλής τον δρ David McKay που εργάζεται στο διαστημικό κέντρο Johnson της NASA στο Χιούστον του Τέξας. Από τη μελέτη του μετεωρίτη οι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το πέτρωμα από το οποίο αποκόπηκε δημιουργήθηκε πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια κάτω από την επιφάνεια του Άρη. Κάποια στιγμή πριν από 3,6-4 δισεκατομμύρια χρόνια η περιοχή όπου βρισκόταν πλημμύρισε από νερό, στο οποίο ήταν διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα του Άρη. Το διοξείδιο του άνθρακα με το νερό μετατράπηκαν σε ανθρακικά άλατα, τα οποία εναποτέθηκαν στις τριχοειδείς ρωγμές του πετρώματος. Το πέτρωμα έμεινε στη συνέχεια αμετάβλητο, ώσπου εκτοξεύθηκε στο Διάστημα κατά την πρόσκρουση ενός

μεγάλου μετεωρίτη στον Άρη πριν από 16 εκατομμύρια χρόνια και, μετά από ένα μακρό ταξίδι, έπεσε στη Γη πριν από 13.000 χρόνια. Δύο είναι τα βασικά επιχειρήματα στα οποία στηρίζουν οι αμερικανοί επιστήμονες το 3.1 Πλανήτη συμπέρασμα ότι υπήρχε ζωή στον Άρη πριν από 3,6 δισεκατομμύρια χρόνια.

1. Φωτογράφιση με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο λεπτών τομών του υλικού του μετεωρίτη στην περιοχή όπου έχουν εναποτεθεί τα ανθρακικά άλατα έδειξε την ύπαρξη σφαιρικών και κυλινδρικών σχημάτων, διαμέτρου όσο το 1/100 μιας τρίχας, τα οποία πιστεύεται ότι είναι τα απολιθώματα «πρωτόγονων» μικροβίων. του μετεωρίτη, με σκοπό την επιβεβαίωση των παραπάνω συμπερασμάτων με άλλους τρόπους, είναι σίγουρα απαραίτητη. Είναι όμως επίσης πολύ πιθανόν ότι θα χρειαστεί να περιμένουμε το προσεχές διαστημόπλοιο της NASA στον πλανήτη Άρη, που θα εκτοξευθεί σε μερικούς μήνες και θα προσεδαφιστεί στον πλανήτη του χρόνου το καλοκαίρι, ή ακόμη και την πρώτη επανδρωμένη πτήση, μετά από 16 περίπου χρόνια, ώσπου να αποφανθούμε οριστικά αν υπάρχουν μορφές ζωής και σε άλλους πλανήτες του ηλιακού μας συστήματος, πέρα από τη Γη.
2. Στην περιοχή όπου βρέθηκαν αυτά τα «απολιθώματα» διαπιστώθηκε η ύπαρξη πολύπλοκων οργανικών ενώσεων, παρόμοιων με αυτές που αποτελούν το προϊόν αποσύνθεση ζωντανών οργανισμών στη Γη. Είναι φανερό ότι μια συστηματικότερη μελέτη



ΣΧΗΜΑ 3.2 Ο ΠΛΑΝΗΤΗΣ ΑΡΗΣ

3.3 Σύμπαν

Σύμπαν: Ως σύμπαν εννοούμε το σύνολο των πραγμάτων που υπάρχουν, το σύνολο δηλαδή των όντων. Σύμφωνα με την επιστήμη το σύμπαν αφορά το χωροχρονικό συνεχές, στο οποίο περιλαμβάνεται το σύνολο της ύλης και της ενέργειας. Το σύμπαν, στις μεγάλες διαστάσεις του, είναι αντικείμενο μελέτης της επιστήμης της αστροφυσικής. Στις πολύ μικρές διαστάσεις το σύμπαν το εξερευνά η κβαντική μηχανική. Ενδιάμεσα προσπαθούν να κατανοήσουν τη λειτουργία του και την υπόστασή του όλες οι επιστήμες.

3.3.1 Επί του ορισμού

Οι γνωστές μορφές της ενέργειας, όπως το φως, η θερμότητα, κτλ συνδέονται με την ύλη μέσα από σχέσεις ανταλλαγής. Σύμφωνα με την σύγχρονη Φυσική υπάρχει ισοδυναμία μεταξύ ύλης και ενέργειας, οπότε και οι δύο συνολικά απαρτίζουν το σύμπαν. Μέσα στο σύμπαν ενδεχομένως περιλαμβάνεται και η σκοτεινή ύλη, όχι όμως απαραίτητα και η σκοτεινή ενέργεια. Το σύμπαν αφορά την τωρινή κατάσταση της ύλης και της ενέργειάς του. Η εικόνα της παρατήρησης αστερών, γαλαξιών κλπ είναι ψευδής σε ότι αφορά το παρόν και δεν αποτελεί κατ' ανάγκη τη μορφή που έχει το σύμπαν σήμερα, καθώς ένας αστέρας πχ μπορεί να έχει πάψει να υπάρχει και να μην το γνωρίζουμε ακόμα γιατί δεν έχει ταξιδέψει ως εμάς η πληροφορία αυτή μέσω του φωτός. Υποθέτοντας πως στο σύμπαν δεν εισρέει ύλη ή ενέργεια, και ούτε χάνονται από αυτό, η εικόνα του παρελθόντος, με βάση την ισοδυναμία ύλης και ενέργειας, μας βοηθά να εκτιμήσουμε ποσοτικά το σύνολό τους.

3.3.2 Σχήμα

Το Σύμπαν υποστηρίζεται ότι δεν είναι ούτε «άμορφο» ούτε «άπειρο», αλλά έχει πέρατα.[εκκρεμεί παραπομπή] Απόψεις της τελευταίας πεντηκονταετίας συγκλίνουν σε αυτήν την άποψη, ότι δηλαδή το Σύμπαν είναι περιορισμένο, «περατό». Θεωρίες όπως αυτή της μεγάλης έκρηξης εκτιμούν ότι το σχήμα του Σύμπαντος είναι, το πιθανότερο, υπερσφαιρικό. Μια υπερσφαίρα μπορεί να νοηθεί αφαιρετικά ως μια σφαίρα τριών διαστάσεων της οποίας η ακτίνα συνεχώς μεταβάλλεται, μοιάζοντας με μπαλόني που διαστέλλεται. Αυτή η διαστολή φαίνεται να συνεχίζεται από τη δημιουργία του μέχρι σήμερα, σύμφωνα με το μοντέλο της μεγάλης έκρηξης.

3.3.3 Έκταση

Επειδή οι αποστάσεις μεταξύ των μελών του Σύμπαντος, των ουρανίων σωμάτων, είναι πάρα πολύ μεγάλες κατέστη αναγκαίο στην Αστρονομία να γίνει χρήση μιας μεγάλης μονάδας μήκους, που ονομάζεται έτος φωτός (ε.φ.) / light year (l.y.) και που δεν είναι τίποτα άλλο από την απόσταση που διανύει το φως, με τη γνωστή ταχύτητά του, των σχεδόν 300.000 km/s (για την ακρίβεια 299.792,458 km/s) σε χρονική διάρκεια ενός έτους. Το έτος φωτός ισούται με $9,465 \times 10^{12}$ km. Παρά τη μεγάλη ισχύ των σημερινών τηλεσκοπίων το πέρασ του Σύμπαντος δεν είναι καν αντιληπτό. Από το αστεροσκοπείο του Πάλομαρ (Palomar), όπου βρίσκεται ένα από τα μεγαλύτερα τηλεσκόπια του κόσμου, διακρίνονται

ουράνια σώματα και πέραν της απόστασης των 2 δισεκατομμυρίων ε.φ. Επίσης, από τα μεγάλα ραδιοτηλεσκόπια είναι δυνατόν οι αστρονόμοι να διεισδύσουν στον χώρο του Σύμπαντος μέχρι των έξι δισεκατομμυρίων ε.φ. Και όμως το Σύμπαν τελικά είναι τόσο μεγάλο, που θα χρειασθεί να κατασκευασθούν πολύ ισχυρότερα τηλεσκόπια για να κατορθωθεί να γίνει αντιληπτή η έκτασή του στο σύνολό της.

3.3.4 Υλικό περιεχόμενο

Το ορατό Σύμπαν περιέχει περίπου 3 ως 7×10^{22} άστρα, τα οποία είναι οργανωμένα σε περίπου 8×10^{10} γαλαξίες και οι οποίοι με την σειρά τους συγκροτούν σμήνη και υπερσμήνη. Ο αριθμός των ατόμων στο ορατό Σύμπαν υπολογίζεται σε περίπου 1080.

Η χωρική καμπυλότητα του ορατού Σύμπαντος είναι κοντά στο μηδέν, η οποία σύμφωνα με τα σύγχρονα κοσμολογικά μοντέλα δείχνει ότι η παράμετρο πυκνότητα του Σύμπαντος πρέπει να είναι κοντά σε μία συγκεκριμένη κρίσιμη τιμή. Η τιμή αυτή έχει υπολογισθεί σε $9.9 \times 10^{-27} \text{ kg/m}^3$, ή περίπου 5,9 άτομα υδρογόνου/πρωτονίων ανά κυβικό μέτρο. Σύγχρονες παρατηρήσεις υπολογίζουν την ορατή ύλη στο 4,6% του περιεχομένου του ορατού Σύμπαντος, με το υπόλοιπο 23% να αποτελείται από ψυχρή σκοτεινή ύλη και περίπου 72% από σκοτεινή ενέργεια. Συνεπώς, το ορατό Σύμπαν έχει μία μέση πυκνότητα ορατής ύλης περίπου 0,27 ατόμων υδρογόνου/πρωτονίων ανά κυβικό μέτρο.

3.3.5 Διαίρεση

Όλα τα ουράνια σώματα του Σύμπαντος ανήκουν σε δύο συστήματα:

1. Το Ηλιακό σύστημα ή Κοπερνίκειο σύστημα* στο οποίο περιλαμβάνονται ο Ήλιος, οι Πλανήτες, οι δορυφόροι τους, οι Κομήτες, οι διάττοντες αστέρες, οι αερόλιθοι και οι βολίδες.
2. Το Σύστημα των απλανών που περιλαμβάνει τους αστέρες και τα νεφελώματα.(*)
Ονομάζεται ηλιακό σύστημα επειδή ο Ήλιος είναι το κέντρο του συστήματος και Κοπερνίκειο από το όνομα του αστρονόμου, που βασιζόμενος στη θεωρία των Πυθαγόρειων, απέδειξε ότι ο Ήλιος είναι ακίνητος και περί αυτόν περιφέρονται η Γη, οι Πλανήτες και οι δορυφόροι τους. Προ του Κοπερνίκειου συστήματος ήταν σε χρήση το Πτολεμαϊκό σύστημα όπου η Γη ήταν το κέντρο ακίνητη και περί αυτής περιφέρονταν ο Ήλιος, οι Πλανήτες και οι δορυφόροι τους.

3.3.6 Είδη ουρανίων σωμάτων

Γενικά τα ουράνια σώματα διακρίνονται σε πλανήτες και απλανείς ή αστέρες.

Α. Πλανήτες (Planets) είναι τα ουράνια σώματα που κινούνται (πλανώνται) γύρω από τον Ήλιο σε ελλειπτικές τροχιές σύμφωνα με τους Νόμους του Κέπλερ.

Κυριότερος πλανήτης του Ηλιακού συστήματος είναι η Γη.

B. Απλανείς ή Αστέρες (Stars) χαρακτηρίζονται οι λίαν απομακρυσμένοι ήλιοι, δηλαδή οιαστέρες που μένουν ακίνητοι στο χώρο (δεν πλανώνται).

3.3.7 Δημιουργία του σύμπαντος

Το Σύμπαν, δηλαδή ο χώρος, ο χρόνος, η ύλη και η ακτινοβολία, δημιουργήθηκαν με μια μεγάλη έκρηξη σε μια συγκεκριμένη στιγμή στο παρελθόν. Από τη στιγμή αυτή της δημιουργίας του χρόνου ($t=0$) ξεκίνησε και η διαστολή του Σύμπαντος. Υπολογίστηκε ότι αυτό συνέβη πριν από 10 έως 20 δισεκατομμύρια χρόνια. Η Μεγάλη Έκρηξη από την οποία γεννήθηκε το Σύμπαν είναι ένα φαινόμενο, του οποίου δεν υπάρχει ανάλογο στον κόσμο που ζούμε. Ο νους μας δεν μπορεί να το κατανοήσει στηριζόμενος στην εμπειρία του. Είναι, επομένως, απαραίτητες ορισμένες διευκρινίσεις: α) Δεν πρέπει να φανταζόμαστε ότι η Μεγάλη Έκρηξη έγινε σε κάποιο σημείο του χώρου, όπως π.χ. εκρήγνυται μια χειροβομβίδα, και από τότε το Σύμπαν διαστέλλεται μέσα σ' αυτόν. Αντίθετα, η έκρηξη συνέβη σε ολόκληρο το χώρο ταυτόχρονα τη στιγμή της δημιουργίας του. Η ύλη και η ακτινοβολία δημιουργήθηκαν ομοιόμορφα την ίδια στιγμή σε κάθε σημείο του χώρου και μαζί με αυτόν. β) Δε γνωρίζουμε γιατί και πώς έγινε η Μεγάλη Έκρηξη. Επίσης δεν είμαστε σε θέση να περιγράψουμε την κατάσταση του Σύμπαντος από τη στιγμή της δημιουργίας του ($t=0$) μέχρι 10^{-43} δευτερόλεπτα μετά από αυτήν.

3.3.8 Εξέλιξη του σύμπαντος

Μπορούμε όμως σήμερα να περιγράψουμε την εξέλιξη του Σύμπαντος με βάση τις θεωρίες της Φυσικής των στοιχειωδών σωματιδίων 10^{-35} s από τη Μεγάλη Έκρηξη και μετά. Η ιστορία του Σύμπαντος μπορεί να υποδιαιρεθεί σε τέσσερις περιόδους:

α) Την περίοδο των αδρονίων β) Την περίοδο των λεπτονίων γ) Την περίοδο του πλάσματος και δ) Την περίοδο της ύλης. Οι περίοδοι (α), (β) και (γ) συνιστούν την εποχή της ακτινοβολίας, ενώ η (δ) την εποχή της ύλης. Κατά την εποχή της ακτινοβολίας το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του Σύμπαντος βρίσκεται στα φωτόνια. Κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των φάσεων της κοσμικής ιστορίας είναι η διαστολή του Σύμπαντος που ακολούθησε τη Μεγάλη Έκρηξη. Η διαστολή αυτή -που ήταν ταχύτερη στα αρχικά της στάδια- προκάλεσε συνεχή πτώση της θερμοκρασίας και της πυκνότητας του Σύμπαντος.

3.3.9 Το μέλλον του σύμπαντος

Το μέλλον του Σύμπαντος εξαρτάται από την τιμή της πυκνότητας της ύλης που περιέχει. Υπάρχουν δύο ενδεχόμενα: α) Η βαρύτητα που αντιστρατεύεται τη διαστολή να είναι αρκετά ασθενική, οπότε το Σύμπαν θα διαστέλλεται για πάντα, β) Η βαρύτητα να είναι αρκετά ισχυρή, ώστε να σταματήσει τη διαστολή, οπότε το Σύμπαν θα αρχίσει κάποτε να συστέλλεται. Μέχρι σήμερα δεν είναι γνωστή ακριβώς η τιμή της πυκνότητας του Σύμπαντος, για να μπορούμε να αποφανθούμε με σιγουριά για το μέλλον του.

3.4 Μεσοαστρική ύλη

Μεσοαστρική ύλη ονομάζεται η διάχυτη ύλη που βρίσκεται ανάμεσα στους αστέρες του γαλαξία. Αποτελείται από αέρια, κυρίως υδρογόνο και ήλιο, και από κόκκους σκόνης και είναι εξαιρετικά αραιή. Διαπιστώθηκε ότι στο Σύμπαν, εκτός των γαλαξιών, βρίσκεται και διασκορπισμένη αραιότατη ύλη, εξ' αερίων και σκόνης - συχνά πολύ αραιότερη του «κενού» που επιτυγχάνεται

πειραματικά. Έτσι η ύλη αυτή δύναται να θεωρηθεί ότι πληροί εν γένει τον χώρο του Σύμπαντος. Και επειδή ακόμη τέτοια ύλη καταλαμβάνει όλο το «μεσογαλαξιακό» χώρο (διαγαλαξιακό διάστημα), δηλαδή το διάστημα μεταξύ των γαλαξιών, γι' αυτό και ονομάζεται μεσογαλαξιακή ή διαγαλαξιακή ύλη.

Η τελευταία φάση συμπύκνωσης της μεσοαστρικής ύλης που οδηγεί στο σχηματισμό των αστέρων. Σύμφωνα με τη θεωρία της αστρικής εξέλιξης, οι αστέρες δημιουργούνται από τα μεγάλα νέφη της μεσοαστρικής ύλης που υπάρχουν σε διάφορες μορφές στους γαλαξίες. Τυχαίες τοπικές συμπυκνώσεις στα νέφη αυτά έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σχηματισμών που διαθέτοντας βαρυντικό πεδίο ισχυρότερο από τη γύρω τους περιοχή αρχίζουν να μεγεθύνονται, έλκοντας και άλλες ποσότητες ύλης. Σε κάποιο στάδιο, η συνολική μάζα που συσσωρεύεται οδηγεί σε έναν μικρό σχετικά χώρο, σε μια μεγαλύτερη συμπύκνωση, η οποία αφού

αποχωριστεί από το υπόλοιπο νέφος, αποτελεί πλέον το αστρικό εκείνο έμβρυο που είναι ο πρωταστέρας.

3.4.1 Μορφές μεσοαστρικής ύλης

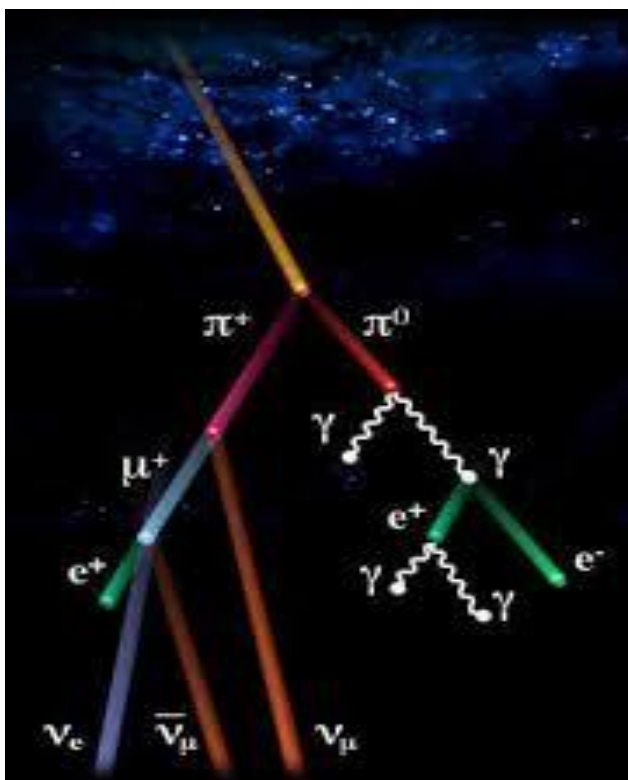
Χωρίζεται στις εξής τρεις μορφές:

1. Σε σμήνη και αστέρες που διέφυγαν από τους γαλαξίες ή δημιουργήθηκαν έξω από αυτούς, όπως ορισμένα σφαιροειδή σμήνη κοντά στον Γαλαξία μας, οι γέφυρες μεταξύ των γαλαξιών ή άλλοι αμυδροί βραχίονες κοντά σε συγκεκριμένους γαλαξίες. Σε διάφορα ζεύγη γαλαξιών παρατηρείται διαφυγή ύλης, όπως γίνεται και σε ορισμένους διπλούς αστέρες.
2. Σε μεσογαλαξιακό αέριο ή σκόνη. Στη μορφή αυτή η πυκνότητα της μεσοαστρικής ύλης φαίνεται να είναι πολύ μικρή. Τα πειράματα που πραγματοποιούνται γι' αυτό τον σκοπό στηρίζονται στα φάσματα απορρόφησης, ενώ οι ενδείξεις, που προκύπτουν έως αυτή τη στιγμή, υποδηλώνουν την εξαιρετικά αραιή κατάσταση της ύλης στον μεσογαλαξιακό χώρο.
3. Τέλος, η τρίτη μορφή είναι οι κοσμικές ακτίνες. Αυτές έχουν υψηλές ενέργειες και, επειδή δεν μπορούν να συγκρατηθούν από τα μαγνητικά πεδία των γαλαξιών, διαφεύγουν στο μεσογαλαξιακό διάστημα. Οι κοσμικές αυτές ακτίνες παράγονται από ιδιόμορφους γαλαξίες, όπως είναι οι ραδιογαλαξίες ή οι ημιαστέρες, ενώ κατά μία άλλη

εκδοχή μέρος των κοσμικών ακτινών αποτελείται από υπολείμματα της αρχικής έκρηξης του Σύμπαντος.



ΣΧΗΜΑ 3.3 ΜΕΣΟΓΑΛΛΕΙΑΚΟ ΑΕΡΙΟ



ΣΧΗΜΑ 3.4 ΚΟΣΜΙΚΕΣ ΑΚΤΙΝΕΣ

Οι συγκεκριμένες κοσμικές ακτίνες, που παράγονται έξω από τον Γαλαξία μας, έχουν συνήθως υψηλότερες ενέργειες από αυτές που δημιουργούνται στο ηλιακό σύστημα. Αποτελούνται κυρίως από πρωτόνια, μικρές ποσότητες ελαφρών πυρήνων με ατομικό αριθμό μέχρι 28 (πυρήνες νικελίου) και ουδέτερα σωματίδια, όπως τα νετρόνια και τα φωτόνια.

3.4.2 Σχηματισμοί μεσοαστρικής ύλης

Φωτεινά Νεφελώματα

1. Περιοχές Ιονισμένου Υδρογόνου
2. Νεφελώματα Εκπομπής
3. Νεφελώματα Ανακλάσεως
4. Πλανητικά Νεφελώματα
5. Υπολείμματα Υπερκαινοφανών

Σκοτεινά Νεφελώματα

1. Νέφη Μεσοαστρικής Σκόνης
2. Νέφη Ουδέτερου Υδρογόνου
3. Μοριακά Νέφη

3.5 Κοσμική ακτινοβολία

Είναι μία κατηγορία ακτινοβολίας που αποτελείται από σωματίδια υψηλών ενεργειών τα οποία παράγονται σε κάποιο μέρος του σύμπαντος μακριά από τη Γη και προσκρούουν στην ατμόσφαιρα

της Γης με ανιχνεύσιμα αποτελέσματα. Είναι μια ροή από ιονισμένα άτομα (δηλαδή πυρήνες χωρίς ηλεκτρόνια). Συνέχεια ο ουρανός βρέχει ασήμι, χρυσάφι, χαλκό ψευδάργυρο, υδρογόνο, οξυγόνο και άλλα άτομα (αόρατα). Τα άτομα αυτά ταξιδεύουν προς τη

γη ομαδικά, με την ταχύτητα του φωτός, με σταθερό ρυθμό, πλημμυρίζοντας τον πλανήτη από όλες τις διευθύνσεις. Στην πρωτογενή της σύνθεση περιέχονται πρωτόνια (υδρογόνο), πυρήνες σιδήρου ή άλλοι βαρύτεροι ατομικοί Πυρήνες, δηλαδή θετικά φορτισμένα ηλεκτρικώς σωματίδια και σωματίδια άλφα(3 πρωτόνια , 2 νετρόνια)Ο ήλιος, Άλλα αστέρια, Supernova και τα υπολείμματα τους, Αστέρες Νετρονίων, μαύρες τρύπες, Μακρινούς γαλαξίες Μία από τις κύριες πηγές, ίσως και μοναδική, των κοσμικών ακτινών είναι οι υπερκαινοφανείς αστέρες, οι οποίοι έχουν ως αποτέλεσμα την έκκληση τεραστίων ποσοτήτων ενεργειών.

Οι κοσμικές ακτίνες αποτελούνται κυρίως από πυρήνες, και λίγους βαρύτερους πυρήνες. ένα μικρό ποσοστό των κοσμικών ακτινών είναι ακτίνες γ (φωτόνια) πολύ υψηλών ενεργειών, ηλεκτρόνια και νετρίνα. Οι κινητικές ενέργειες των σωματίων των κοσμικών ακτινών εκτείνονται σε 14 τάξεις μεγέθους, με τη ροή(αριθμός σωματίων ανά μονάδα επιφάνειας και χρόνου) στην περιοχή της Γης να είναι αντιστρόφως ανάλογη του κύβου της ενέργειάς τους. Η μεγάλη αυτή διαφορά στις ενέργειες υποδεικνύει τη μεγάλη ποικιλία των πηγών της

κοσμικής ακτινοβολίας. Οι διαδικασίες παραγωγής εκτείνονται από αστρικά φαινόμενα μέχρι μυστηριώδεις διαδικασίες υψηλών ενεργειών στα βάθη του Σύμπαντος. Μία κοσμική ακτίνα (1 σωματίο) μπορεί να φθάσει σε ενέργεια τα 1020eV(περίπου 50 Joules, η ενέργεια μιας μπάλας του τένις που κινείται με 151 km/h).

3.6 Μαύρες τρύπες

Μαύρη τρύπα είναι μια συγκέντρωση μάζας σημαντικά μεγάλης ώστε η δύναμη της βαρύτητας να μην επιτρέπει σε οτιδήποτε να ξεφεύγει από αυτή, παρά μόνο μέσω κβαντικής συμπεριφοράς. Το βαρυτικό πεδίο είναι τόσο δυνατό, ώστε η ταχύτητα διαφυγής κοντά του ξεπερνά την ταχύτητα του φωτός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι τίποτα, ούτε καν το φως, δεν μπορεί να ξεφύγει από τη βαρύτητα της μαύρης τρύπας, εξ ου και η λέξη «μαύρη». Ο όρος μαύρη τρύπα (black hole) είναι ευρύτατα διαδεδομένος και επινοήθηκε το 1967 από τον Αμερικανό αστρονόμο και θεωρητικό φυσικό Τζον Χουίλερ (John Wheeler). Δεν αναφέρεται σε τρύπα με τη συνήθη έννοια (οπή), αλλά σε μια περιοχή του χώρου, από την οποία τίποτα δεν μπορεί να επιστρέψει. Μία «μαύρη τρύπα» είναι το σημείο εκείνο του διαστήματος, όπου κάποτε υπήρχε ο πυρήνας ενός γιγάντιου άστρου, ένας πυρήνας που περιείχε περισσότερα υλικά από δύομισι ηλιακές μάζες και ο οποίος στην τελική φάση της εξέλιξης του άστρου έχασε την πάλη του ενάντια στη βαρύτητα, με αποτέλεσμα τα υλικά του να καταρρεύσουν και να συμπιεστούν περισσότερο ακόμα και από τα υλικά ενός αστέρα νετρονίων. Αν μπορούσαμε να συμπιέσουμε τη Γη μας ολόκληρη στο μέγεθος ενός κερασιού, θα την είχαμε μετατρέψει σε μία «μαύρη τρύπα». Παρομοίως, αν συμπυκνώναμε τον Ήλιο σε μια ακτίνα τριών χιλιομέτρων (στα 4 εκατομμυριοστά του τωρινού του μεγέθους), θα είχε μετατραπεί σε μαύρη τρύπα. Φυσικά, δεν υπάρχει καμία γνωστή διαδικασία που θα μπορούσε να μετατρέψει τη Γη ή ακόμα και τον Ήλιο, σε «μαύρη τρύπα».

3.6.1 Σχηματισμός

Οι μαύρες τρύπες προβλέπονται από την Γενική θεωρία της Σχετικότητας, η οποία όχι μόνο αναφέρει ότι οι μαύρες τρύπες (ή αλλιώς μελανές οπές) μπορούν να υπάρξουν, αλλά προβλέπει ότι σχηματίζονται στη φύση οποτεδήποτε συγκεντρώνεται σε ένα δεδομένο χώρο επαρκής ποσότητα μάζας, μέσω της διαδικασίας που καλείται βαρυτική κατάρρευση. Όσο η μάζα μέσα σε μία συγκεκριμένη περιοχή μεγαλώνει, η δύναμη της βαρύτητας γίνεται πιο ισχυρή – ή στη γλώσσα της σχετικότητας, ο χώρος γύρω της παραμορφώνεται όλο και εντονότερα. Όταν η ταχύτητα διαφυγής σε μια συγκεκριμένη απόσταση από το κέντρο φθάσει την ταχύτητα του φωτός, σχηματίζεται ένας ορίζοντας γεγονότων μέσα στον οποίο ύλη και ενέργεια αναπόφευκτα καταρρέουν σε ένα μοναδικό σημείο, σχηματίζοντας μία μοναδικότητα. Μια ποσοτική ανάλυση αυτής της ιδέας οδήγησε στην πρόβλεψη ότι ένας αστέρας που έχει τουλάχιστον 3 φορές την μάζα του ήλιου στο τέλος της εξέλιξής του, σχεδόν σίγουρα θα συρρικνωθεί μέχρι το κρίσιμο εκείνο μέγεθος που χρειάζεται για να υποστεί βαρυτική κατάρρευση. Μόλις αρχίσει η κατάρρευση, δεν φαίνεται να μπορεί να

διακοπεί από καμία φυσική δύναμη και σχηματίζεται αστέρας νετρονίων. Αν η μάζα του είναι ακόμα πιο μεγάλη, τελικά σχηματίζεται μαύρη τρύπα.

3.6.2 Ιδιότητες και δομή

Σύμφωνα με την κλασική γενική σχετικότητα, ούτε ύλη ούτε πληροφορίες μπορούν να κινηθούν από το εσωτερικό μιας μαύρης τρύπας προς έναν εξωτερικό παρατηρητή. Για παράδειγμα, δεν μπορεί κάποιος να πάρει δείγμα του υλικού της ή να δεχτεί την ανάκλαση από μια φωτεινή πηγή (π.χ. φακό) ούτε να πάρει πληροφορίες για το υλικό από το οποίο αποτελείται η μαύρη τρύπα. Κβαντομηχανικά φαινόμενα μπορούν να επιτρέψουν σε ύλη και ενέργεια να δραπετεύσουν από μαύρες τρύπες. Εικάζεται, όμως, ότι η φύση τους δεν εξαρτάται από αυτά που έχουν εισέλθει στη μαύρη τρύπα κατά το παρελθόν. Αυτό σημαίνει ότι στις μαύρες τρύπες έχουμε απώλεια πληροφορίας σε σχέση με το είδος των σωματιδίων (τα μόνα χαρακτηριστικά που «διατηρεί στη μνήμη» η μαύρη τρύπα είναι η μάζα και το φορτίο της απορροφημένης ύλης). Επομένως, μια μαύρη τρύπα πρέπει να χαρακτηρίζεται από μια ορισμένη εντροπία.

3.6.3 Ορίζοντας των γεγονότων

Το καθοριστικό χαρακτηριστικό μιας μαύρης τρύπας είναι η εμφάνιση ενός ορίζοντα γεγονότων σε ένα όριο στο χωροχρόνο μέσα από το οποίο η ύλη και το φως μπορεί να περάσει μόνο προς τα μέσα για τη μάζα της μαύρης τρύπας. Τίποτα, ούτε καν το φως, δεν μπορεί να δραπετεύσει από το εσωτερικό του ορίζοντα γεγονότων. Ο ορίζοντας των γεγονότων αναφέρεται ως τέτοιος, διότι αν κάτι συμβεί εντός των ορίων του, οι πληροφορίες από αυτό το γεγονός δεν μπορούν να φτάσουν σε ένα εξωτερικό παρατηρητή, καθιστώντας αδύνατο να προσδιοριστεί αν κάτι τέτοιο συνέβη. Όπως προβλέπεται από τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας, η παρουσία μιας μεγάλης μάζας παραμορφώνει τον χωροχρόνο κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα μονοπάτια που λαμβάνονται από τα σωματίδια στρέφονται προς τη μάζα. Κατά τον ορίζοντα γεγονότων μιας μαύρης τρύπας, η παραμόρφωση γίνεται τόσο ισχυρή που δεν υπάρχουν μονοπάτια που να οδηγούν μακριά από τη μαύρη τρύπα. Για μια μη περιστρεφόμενη (στατική) μαύρη τρύπα, η ακτίνα Schwarzschild οριοθετεί ένα σφαιρικό ορίζοντα γεγονότων. Η ακτίνα Schwarzschild ενός αντικειμένου είναι ανάλογη προς τη μάζα. Οι περιστρεφόμενες μαύρες τρύπες διαθέτουν στρεβλωμένους, μη σφαιρικούς ορίζοντες γεγονότων. Δεδομένου ότι ο ορίζοντας γεγονότων δεν είναι μια επιφάνεια του υλικού, αλλά απλώς μια μαθηματική έννοια οριοθέτησης συνόρου, τίποτα δεν εμποδίζει την ύλη ή την ακτινοβολία από το να εισέρχεται σε μια μαύρη τρύπα, μόνο την έξοδό της. Η περιγραφή των μαύρων τρυπών που δίνεται από τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας είναι γνωστό ότι είναι μια προσέγγιση, και μερικοί επιστήμονες αναμένουν ότι οι επιπτώσεις της κβαντικής βαρύτητας θα είναι σημαντική κοντά στην περιοχή του ορίζοντα γεγονότων.



ΣΧΗΜΑ 3.5 ΜΑΥΡΗ ΤΡΥΠΑ

***Παρατήρηση**

Θεωρητικά κανένα αντικείμενο πέρα από τον ορίζοντα γεγονότων δεν θα μπορούσε να έχει αρκετή ταχύτητα να διαφύγει από μια μαύρη τρύπα, συμπεριλαμβανομένου και του φωτός.

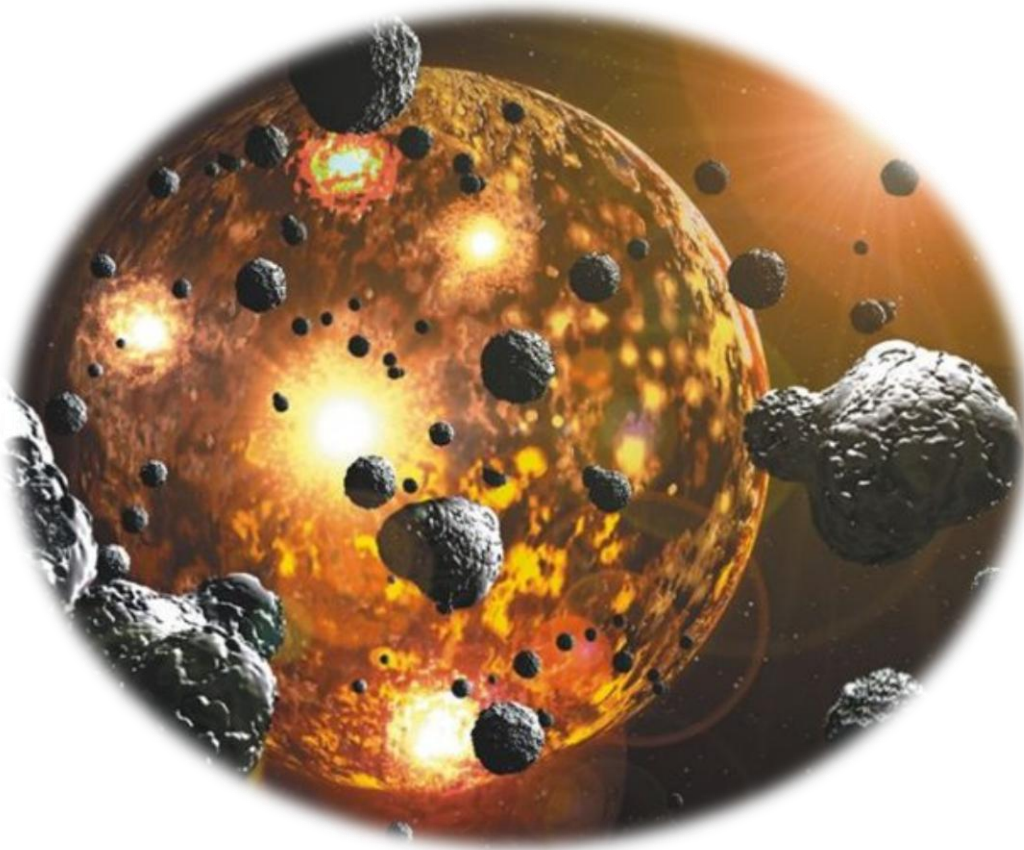
Εξαιτίας αυτού, οι μαύρες τρύπες δεν μπορούν να εκπέμπουν κανενός είδους φως ή άλλο στοιχείο που θα μπορούσε να επιβεβαιώσει την ύπαρξή τους. Παρ' όλα αυτά οι μαύρες τρύπες μπορούν να ανιχνευτούν με την μελέτη φαινομένων γύρω τους, όπως για παράδειγμα η βαρυτική διάθλαση και τα αστέρια που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από χώρο που δεν φαίνεται να υπάρχει εμφανής ύλη. Τα πιο εμφανή αποτελέσματα πιστεύεται ότι προέρχονται από ύλη που πέφτει μέσα σε μια μαύρη τρύπα, η οποία προβλέπεται ότι συγκεντρώνεται σε ένα εξαιρετικά θερμό και γρήγορα περιστρεφόμενο δίσκο γύρω από τη μαύρη τρύπα, πριν εισέλθει σε αυτή. Ο δίσκος αυτός είναι γνωστός ως δίσκος προσαύξησης. Η τριβή ανάμεσα σε γειτονικές ζώνες αυτού του δίσκου τον θερμαίνουν τόσο, ώστε να ακτινοβολεί μεγάλη ποσότητα ακτινών X. Η θέρμανση είναι εξαιρετικά αποτελεσματική και μπορεί να μετατρέψει ακόμα και το 50% της ενέργειας ενός αντικειμένου σε ακτινοβολία. Η ύπαρξη μαύρων τρυπών στο σύμπαν υποστηρίζεται και από τις αστρονομικές παρατηρήσεις, ειδικά από τη μελέτη των σουπερνόβα και των ακτινών X που εκπέμπουν ενεργοί γαλαξίες.

Κεφάλαιο 4^ο

Ο πλανήτης Γη

4.1 Δημιουργία- εξέλιξη της Γης

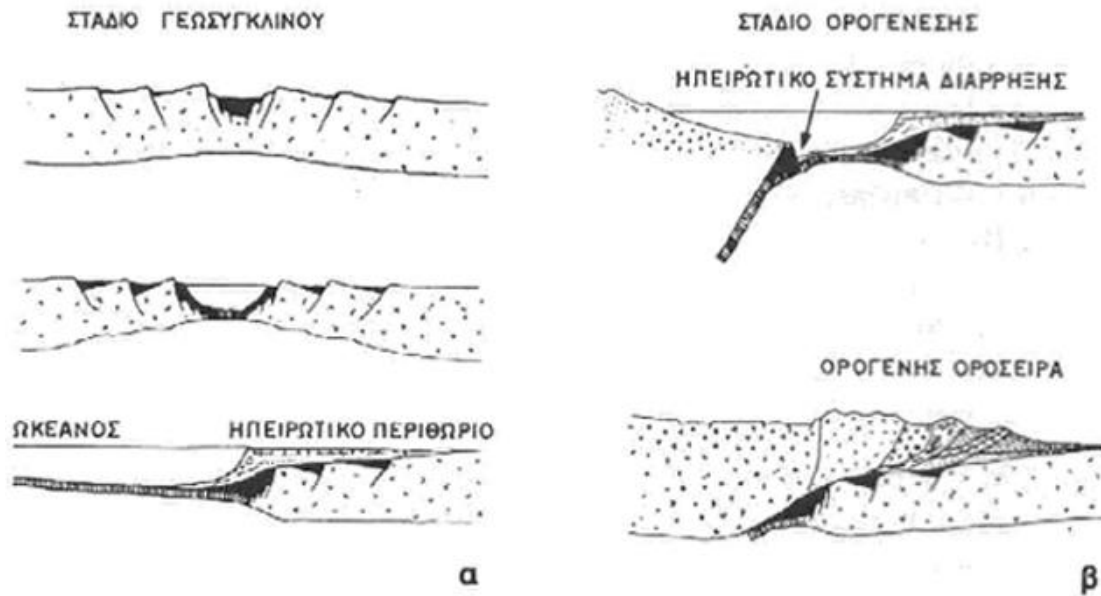
Η επιφάνεια της Γης παρουσιάζει μια μεγάλη ποικιλία μορφών αναγλύφου και πετρωμάτων. Αυτά δεν δημιουργήθηκαν στιγμιαία αλλά έχουν μια πολύ μακρόχρονη ιστορία που άρχισε από την εποχή που δημιουργήθηκε ο πρώτος στερεός φλοιός. Οι μεταβολές οφείλονται στην επίδραση τόσο ενδογενών όσο και εξωγενών δυνάμεων που δρουν συνεχώς στη Γη. Οι ενδογενείς και εξωγενείς δυνάμεις, που ελέγχονται από φυσικούς νόμους, κατά τη διάρκεια της ιστορίας της Γης, δεν είχαν συνεχώς την ίδια ένταση και διάρκεια και επίσης δεν είχαν την ίδια κατανομή στο χώρο και στο χρόνο. Οι μεταβολές στην ένταση, στο είδος και στην κατανομή των διεργασιών αποτυπώνονται στα πετρώματα και στη μορφή του αναγλύφου. Οι ενδογενείς και εξωγενείς δυνάμεις δρουν συνεχώς ανταγωνιστικά μεταξύ τους.



ΣΧΗΜΑ 4.1 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ

4.1.1 Ορογένεση

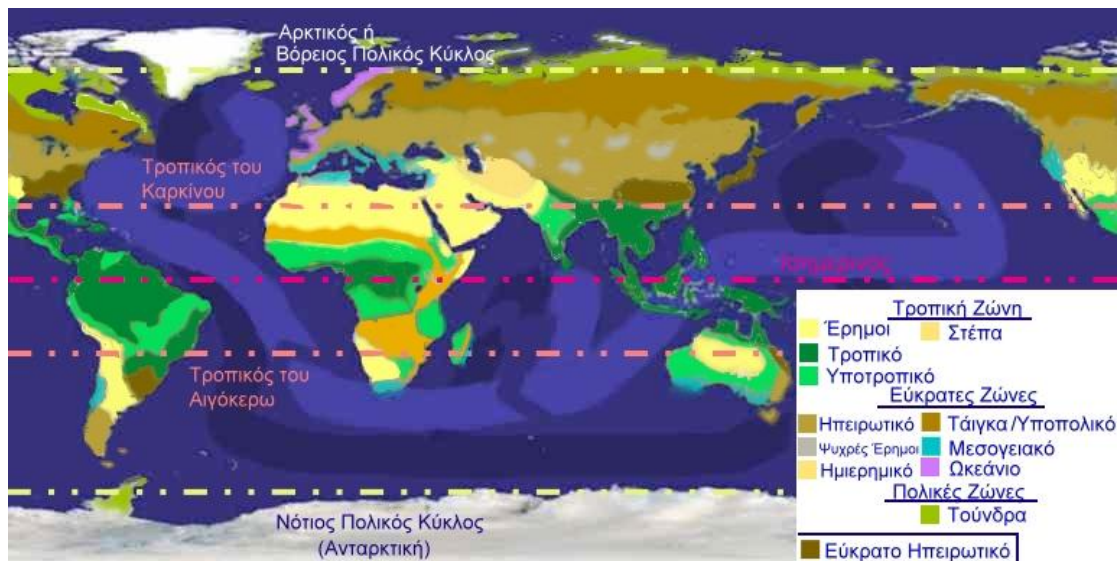
Με τον όρο ορογένεση χαρακτηρίζουμε τις διεργασίες, κατά τις οποίες δημιουργείται μια οροσειρά. Οι διεργασίες αυτές γίνονται σε καθορισμένες ασθενείς, μεγάλης κινητικότητας ζώνες της γης, τις ορογενετικές ζώνες και οι οροσειρές που θα προκύψουν ονομάζονται ορογενετικές ή πτωσιγενείς οροσειρές ή ορογενή. Οι ορογενετικές κινήσεις σε αντίθεση με τις ηπειρογενετικές είναι κυρίως οριζόντιες και οι τεκτονικές δομές που θα προκύψουν, αποτελούν μη αντιστρεπτά φαινόμενα. Έχουμε δηλαδή στην περίπτωση της ορογένεσης μη αντιστρεπτή παραμόρφωση. Τέλος οι νέες τεκτονικές δομές που σχηματίζονται κατά τη διάρκεια της ορογένεσης επηρεάζουν και επηρεάζονται από τις ήδη προϋπάρχουσες τεκτονικές δομές. Εκτός από τη δημιουργία των τεκτονικών δομών στη διάρκεια μιας ορογένεσης παρατηρείται και έντονος μαγματισμός, μεταμόρφωση προϋπαρχόντων πετρωμάτων, καθώς και συνορογενετική ιζηματογένεση. Η ορογένεση συνδέεται λειτουργικά και γενετικά με την ηπειρογένεση ως έκφραση γεωλογικών διεργασιών του μανδύα.



ΣΧΗΜΑ 4.2 ΟΡΟΓΕΝΝΗΣΗ

4.2 Κλίμα

Κλίμα ονομάζεται η μέση καιρική κατάσταση ή καλύτερα ο μέσος καιρός μιας περιοχής, που προκύπτει από τις μακροχρόνιες παρατηρήσεις των διάφορων μετεωρολογικών στοιχείων. Το κλίμα επομένως είναι κάτι διαφορετικό από τον καιρό, που χαρακτηρίζεται σαν μια φυσική κατάσταση της ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια μιας μικρής χρονικής περιόδου. Το κλίμα παίζει σπουδαιότατο ρόλο, τόσο στο φυτικό όσο και στο ζωικό βασίλειο. Από το κλίμα ορίζονται οι ζώνες της βλάστησης καθώς και η κατανομή των ζώων και των ανθρώπων πάνω στη γη. Ο τύπος ενός κλίματος συνήθως καθορίζεται από την ταξινόμηση κατά Köppen, που υιοθετεί διαφορετικές κλιματικές ζώνες με βάση τη βλάστηση κάθε περιοχής.



ΣΧΗΜΑ 4.3 ΧΑΡΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΟΣ

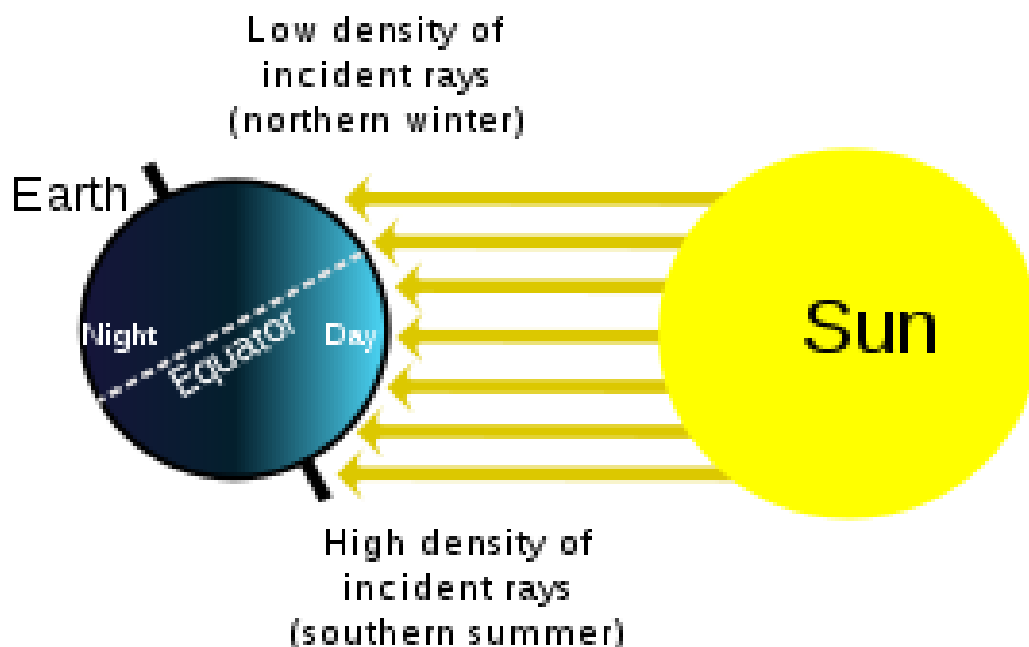
4.2.1 Παράγοντες μεταβολής κλίματος

1. το γεωγραφικό πλάτος και υψόμετρο
2. η διανομή ξηράς και θάλασσας
3. το ανάγλυφο και η κάλυψη του εδάφους
4. οι άνεμοι
5. τα κέντρα υψηλής και χαμηλής πίεσης κ.ά.

4.3 Εποχές

Η εποχή είναι μία από τις μείζονες διαιρέσεις του έτους και βασίζεται γενικά σε ομοιογενή κλιματικά χαρακτηριστικά. Για τις εύκρατες περιοχές του πλανήτη το έτος χωρίζεται τυπικά σε τέσσερις εποχές: την άνοιξη, το καλοκαίρι, το φθινόπωρο και τον χειμώνα.

Ορισμένοι πολιτισμοί έχουν διαφορετικό αριθμό εποχών. Για παράδειγμα, οι αυτόχθονες της Αυστραλίας, (Αβορίγινες) στη βόρεια περιοχή χρησιμοποιούν έξι εποχές. Στους τροπικές ή ακόμα και στις υποτροπικές περιοχές είναι συνηθέστερο να μιλά κανείς για ξηρή και υγρή εποχή, ανάλογα με το πότε εμφανίζονται οι μουσώνες, ενώ η πρόβλεψη των θερμοκρασιακών αλλαγών καθίσταται δύσκολη. Στην αρχαία Αίγυπτο το έτος διαιρείτο σε τρεις ουσιαστικά εποχές, που καθορίζονταν από τη συμπεριφορά του Νείλου. Υπήρχε η εποχή της πλημμυρίδας, η εποχή της έκτακτης ανάγκης που δημιουργούσε η πλημμυρίδα και η εποχή της συγκομιδής.



ΣΧΗΜΑ 4.4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΠΟΧΩΝ

4.4 Φαινόμενα

4.4.1 Βόρειο Σέλας

Το Σέλας είναι το φωτεινό ουράνιο φαινόμενο που συμβαίνει στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και που παρατηρείται ιδίως στις πολικές περιοχές (Πολικό Σέλας), τόσο στο Βόρειο ημισφαίριο, όσο και στο Νότιο, αποκαλούμενο αντίστοιχα <<Βόρειο Σέλας>> και <<Νότιο Σέλας>>. Πρόκειται για ένα από τα ωραιότερα θεάματα, που προσφέρει η φύση, με ποικιλία χρωμάτων και σχεδίων σε αιφνίδιες εμφανίσεις και με γρήγορες σχετικά μεταμορφώσεις.

Τέτοια φαινόμενα, τα οποία γενικά ονομάζονται *aurorae*, δημιουργούνται από τη σύγκρουση φορτισμένων σωματιδίων, (κυρίως ηλεκτρονίων, αλλά και πρωτονίων) από το διάστημα, τα οποία παγιδεύονται στο μαγνητικό πεδίο της γης, μετακινούνται προς το βόρειο πόλο και τελικά αντιδρούν με τα σωματίδια



ΣΧΗΜΑ 4.5 ΒΟΡΕΙΟ ΣΕΛΑΣ

Η ζώνη του Σέλας: Το Σέλας, παρατηρείται συχνότερα κατά μήκος ζώνης της οποίας το κέντρο απέχει από τους πόλους περίπου 10 μοίρες, ενώ ακριβώς πάνω από τους πόλους εμφανίζεται πολύ αραιότερα. Το κέντρο της ζώνης εμφάνισης του βόρειου Σέλας βρίσκεται κοντά στη βορειοδυτική ακτή της Γροιλανδία, άρα και πιο κοντά στην Αμερικανική ήπειρο, παρά στην Ευρώπη. Όσο νοτιότερα κινούμαστε από αυτή τη ζώνη, τόσο σπανιότερη γίνεται η εμφάνιση του φαινομένου.

4.4.2 Θερμά ρεύματα

Το Ρεύμα του Κόλπου του Μεξικού είναι ένα ισχυρό και θερμό ρεύμα που δημιουργείται στη θάλασσα της Καραϊβικής. Αυτό το ρεύμα, ανοιχτά της Florida, έχει πλάτος 80 - 150 χιλ.

και βάθος 800 – 1200 μέτρα. Η θερμοκρασία στα επιφανειακά νερά του φθάνει τους 30 - 35°C , έχει ταχύτητα από 104-233 km ανά ημέρα και μεταφέρει μάζες νερού σε συχνότητα 85 εκατομμυρίων κυβικών μέτρων το δευτερόλεπτο. Το Ρεύμα του Κόλπου κατευθύνεται βόρεια κατά μήκος των ανατολικών ακτών των Ηνωμένων Πολιτειών και αργότερα ενώνεται με το ψυχρό ρεύμα του Labrador που φέρνει ψυχρότερες μάζες νερού από τον Αρκτικό ωκεανό. Έτσι, το κύριο Ρεύμα του Κόλπου επιβραδύνεται, γίνεται ψυχρότερο (25°C), αλλά ακόμη είναι θερμό και αλλάζει διεύθυνση, καθώς ρέει βόρειο-ανατολικά διασχίζοντας τον Ατλαντικό ωκεανό. Είναι το γνωστό Θερμό Ρεύμα του βόρειου Ατλαντικού. Αυτό ο ρεύμα όταν φθάνει στην Ευρώπη (ΒΔ της Ιρλανδίας) χωρίζεται στα δύο. Το βόρειο τμήμα του ρέει προς την Ισλανδία και το νότιο παρακλάδι του προς τις Αζόρες με κατεύθυνση τα Κανάρια νησιά. Το Θερμό Ρεύμα του βόρειου Ατλαντικού είναι μέρος ενός παγκόσμιου κυκλοφοριακού δακτυλίου ανακύκλωσης των νερών. Τα επιφανειακά νερά που θερμαίνονται στους τροπικούς ρέουν προς το βόρειο Ατλαντικό ωκεανό, ενώ τα ψυχρά βυθίζονται και ρέουν προς τον Ισημερινό για να θερμανθούν πάλι. Εξάλλου, τα επιφανειακά νερά του Θερμού Ρεύματος του βόρειου Ατλαντικού, κατά τη μεταφορά τους προς τις Πολικές περιοχές ψύχονται, λόγω της εξάτμισης και της μεταφοράς θερμότητας προς την ατμόσφαιρα. Ο ωκεανός παγώνει εκεί και ο σχηματισμός θαλάσσιου πάγου αυξάνει την αλατότητα των νερών. Έτσι, τα ψυχρά νερά γίνονται αλμυρότερα, πυκνότερα και συνεπώς βαρύτερα και βυθίζονται σε βάθη μεγαλύτερα των 3000 μέτρων. Σ' αυτό το στάδιο, καθώς τα νερά αυτά βυθίζονται μεταφέρουν το 50% του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που έχουν απορροφήσει οι ωκεανοί. Χάρη σ' αυτή τη διαδικασία το CO₂ παγιδεύεται στα βάθη των ωκεανών για μερικές εκατοντάδες έως και χιλιάδες χρόνια.



ΣΧΗΜΑ 4.6 ΘΕΡΜΑ ΡΕΥΜΑΤΑ ΤΟΥ ΚΟΛΠΟΥ

4.4.3 Παγετώνες

Παγετώνες ονομάζονται μεγάλες μάζες πάγου συνήθως κινούμενες λόγω συμπίεσης του χιονιού. Οι παγετώνες σχηματίζονται σε περιοχές υπεραιωνόβιας παρουσίας χιονιού. Στις εκτάσεις αυτές λόγω της γεωγραφικής τους θέσης (Αρκτική, Ανταρκτική) ή του ύψους που βρίσκονται, η ποσότητα του χιονιού που πέφτει είναι μεγαλύτερη της ποσότητας του τηκόμενου και στη συνέχεια εξατμιζόμενου. Αυτό έχει ως συνέπεια οι συσσωρευμένες και συνεχώς αυξανόμενες μάζες να μεταβάλλονται λόγω της πίεσης εκ του βάρους τους σε πάγο, ο οποίος αν και σκληρός και καταφανώς εύθραυστος, όπως το γυαλί, κινείται προς τη θάλασσα.



ΣΧΗΜΑ 4.6 ΠΑΓΕΤΩΝΕΣ ΙΣΛΑΝΔΙΑΣ ΜΕ ΕΠΙΜΗΚΕΙΣ ΡΙΓΜΑΤΩΣΕΙΣ

Τύποι παγετώνων: Οι παγετώνες παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία τόσο ως προς τη μορφή τους όσο και κατά το μέγεθός τους. Συνήθως όμως διακρίνονται στους τέσσερις ακόλουθους τύπους:

1. Ηπειρωτικοί παγετώνες. Χαρακτηρίζονται εκείνοι που αποτελούν συνεχή και εκτεταμένα στρώματα πάγου που καλύπτουν ολόκληρη σχεδόν Ήπειρο. Τέτοιοι υφίστανται σήμερα μόνο δύο, της Γροιλανδίας και του Νότιου Πόλου.
2. Παγετώνες Α' Τάξης. Χαρακτηρίζονται εκείνοι που παρουσιάζουν μορφή ποταμού και οι οποίοι καταλήγουν στη θάλασσα.
3. Παγετώνες Β' Τάξης. Χαρακτηρίζονται εκείνοι που πλησιάζουν μεν προς τη θάλασσα αλλά δεν καταλήγουν σ' αυτή, επομένως δεν δημιουργούν Παγόβουνα.

4. Παγετώνες Γ' Τάξης. Χαρακτηρίζονται εκείνοι που αποτελούν πλευρικούς βραχίονες παγετώνων Β' Τάξης που από τήξη έχουν αποσπασθεί από τον κύριο κορμό τους και έχουν καταστεί ανεξάρτητοι. Οι περισσότεροι σήμερα στον κόσμο παγετώνες είναι αυτής της κατηγορίας.
5. Οι τελευταίοι τρεις τύποι παγετώνων λέγονται επίσης και αλπικοί παγετώνες ή παγετώνες των κοιλάδων

4.4.4 Φωτοχημικό νέφος

Το φωτοχημικό νέφος είναι μια μορφή ρύπανσης της ατμόσφαιρας που εμφανίζεται σε μεγάλες πόλεις, όπως η Αθήνα. Πρόκειται για μια κατάσταση που οφείλεται σε συσσώρευση αέριων ρύπων, οι οποίοι προέρχονται κυρίως από τις μηχανές καύσης των βιομηχανιών και των αυτοκινήτων. Κύρια συστατικά του είναι διάφορα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το όζον. Το όζον, που είναι δευτερογενής ρύπος, παράγεται -στην περίπτωση του φωτοχημικού νέφους- από την αλληλεπίδραση των οξειδίων του αζώτου με την ηλιακή ακτινοβολία, γι'αυτό και το νέφος ονομάζεται "φωτοχημικό. Οι ρύποι που αποτελούν το φωτοχημικό νέφος, ειδικά τα οξείδια αζώτου και το όζον, προκαλούν σημαντικά προβλήματα υγείας στους ανθρώπους που ζουν στις μεγαλουπόλεις και τους εισπνέουν καθημερινά.



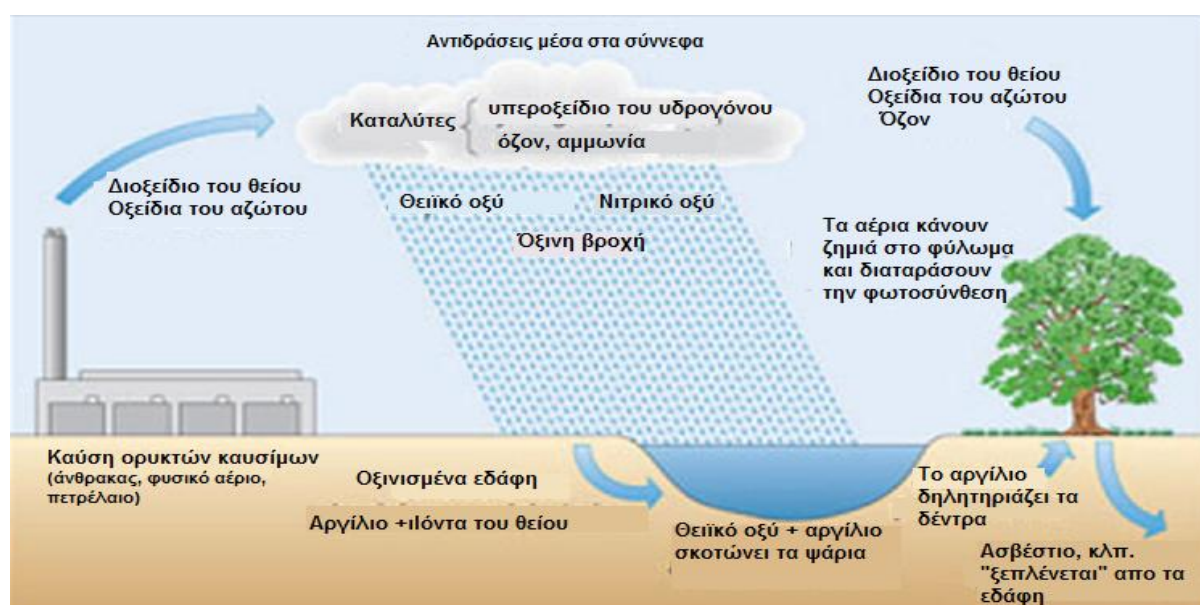
ΣΧΗΜΑ 4.7 ΝΕΦΟΣ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ

4.4.5 Όξινη Βροχή

Με τον όρο όξινη βροχή ονομάζουμε όλες τις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις (δηλ. η βροχή, το χιόνι, το χαλάζι) οι οποίες έχουν pH (ενεργό οξύτητα)* χαμηλότερο από το pH της κανονικής βροχής, δηλαδή οι κατακρημνίσεις αυτές είναι πιο όξινες από την κανονική βροχή.

Η βροχή, στη φυσική της κατάσταση, είναι ελαφρά όξινη με pH μεταξύ 5.0 και 5.6 και αυτό οφείλεται κυρίως στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) της ατμόσφαιρας, το οποίο διαλύεται στο νερό της βροχής και σχηματίζει το ανθρακικό οξύ και, σε μικρότερη έκταση, στην

ύπαρξη χλωρίου στην ατμόσφαιρα, το οποίο προέρχεται από τη θάλασσα. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως, η βροχή γίνεται όλο και περισσότερο όξινη και το pH της κυμαίνεται από 3,5 έως 4,5. Βροχή με pH 4,6 είναι 10 φορές πιο όξινη από βροχή με pH 5,6. Η αυξημένη οξύτητα οφείλεται συνήθως σε νιτρικά και θειικά οξέα τα οποία συνήθως προέρχονται από ανθρωπογενείς πηγές. Ανεβαίνοντας, λοιπόν, οι ρύποι στην ατμόσφαιρα αντιδρούν με τους υδρατμούς της και το νερό της βροχής, και σχηματίζουν αντίστοιχα οξέα, όπως θειικό και νιτρικό. Αυτά τα οξέα στη συνέχεια πέφτουν στην επιφάνεια της Γης είτε μαζί με τη βροχή, το χιόνι ή το χαλάζι (οπότε μιλάμε για υγρή απόθεση οξέων ή όξινη βροχή) είτε ως ξηρά σωματίδια οπότε μιλάμε για ξηρή απόθεση των οξέων. Η όξινη βροχή επιφέρει καταστροφικά αποτελέσματα σε οικοσυστήματα, καλλιέργειες, πολιτιστικά μνημεία και περιουσιακά στοιχεία των πολιτών (π.χ. αυτοκίνητα). Οι βαριές επιπτώσεις του φαινομένου ανάγκασαν, τα τελευταία χρόνια, πολλές κυβερνήσεις να επιβάλλουν νόμους και άλλα μέτρα με σκοπό τη μείωση, τουλάχιστον, του φαινομένου και άρα των επιπτώσεών του.



ΣΧΗΜΑ 4.8 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΟΞΙΝΗΣ ΒΡΟΧΗΣ

Βιβλιογραφία

- <http://www.eoellas.org/2015/06/04/gnorimia-me-ton-planiti-gi/>
- <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL100/418/2818,10623/>
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%99%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%93%CE%B7%CF%82
- <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL100/418/2818,10623/>
- <http://www.eoellas.org/2016/02/29/voreio-selas/>
- <http://www.meteo-news.gr/2013/01/to-perifimo-reyma-tou-kolpou.html>
- <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGYM-C103/698/4601,20889/>
- http://ebooks.edu.gr/modules/document/file.php/DSGL-A119/Διδακτικό%20Πακέτο/Βιβλίο%20Μαθητή/22-0113-02_Geologia-k-Diaxeirisi-Fysikon-Poron_A-LYK_BM.pdf
- <http://users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMas/FainThermoKip.htm>
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BE%CE%AF%CE%B5%CF%82>
- http://to-new-sas.blogspot.gr/2014/01/blog-post_7974.html
- <http://www.mousaios.gr/%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B1-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%B7-%CE%B8%CE%AD%CF%83%CE%B7-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%>
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1
- http://www.livepedia.gr/index.php/Big_Bang
- <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=612684&h1=true#commentForm>
- http://www.e-keimena.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=314:dimiourgia&catid=138:philosophia-perennis&Itemid=66
- <http://www.enet.gr/?i=news.el.episthmh-texnologia&id=203735>
- <https://physicsgg.me/2011/05/02/%CE%B7-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B9%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%83%CF%8D%CE%BC%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82-%CE%B1%CF%80%CF%8C-%CF%84%CE%BF-%CE%B1%CF%80%CF%8C/>

- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B7_%CE%88%CE%BA%CF%81%CE%B7%CE%BE%CE%B7
- http://www.physics4u.gr/articles/2007/Big_Bang_theory.html
- (New Scientist: Η Γέννηση του σύμπαντος
John Gribbin: Big Bang
Stephen Hawking: Το χρονικό του Χρόνου
Paolo Maffei: Το Σύμπαν
Barry Parker: Η υπεράσπιση του Big Bang
Steven Weinberg: Τα 3 πρώτα λεπτά
Simon Singh: Big Bang
John Barrow: Η απαρχή του σύμπαντος)
- Τελικά πώς δημιουργήθηκε το σύμπαν; Νέα θεωρία απορρίπτει το Big Bang | iefimerida.gr <http://www.iefimerida.gr/news/194591/telika-pos-dimioyrgithike-sympan-nea-theoria-aporriptei-big-bang#ixzz4UtogCJvI>
- <http://www.protothema.gr/environment/article/362423/fos-sti-dimiourgia-tou-subados/>
- http://www.kosmologia.gr/the_complete_theory/MEGALOADIEXODO.htm
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%B3%CE%AC%CE%BB%CE%B7_%CE%88%CE%BA%CF%81%CE%B7%CE%BE%CE%B7
- http://www.livepedia.gr/index.php/Big_Bang
- <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-B114/42/264,1232/>
- <http://www.physics4u.gr/>
- <http://www.physics.ntua.gr/>

Παράρτημα Ι

Ομάδες εργασίας ανά κεφάλαιο

ΣΑΧΙΝΙΔΗ	ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ	BIG BANG - Η ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ
ΣΔΡΕΓΑΣ	ΦΩΤΙΟΣ	
ΤΣΕΣΜΕΛΗΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	
ΤΥΜΠΑΝΙΔΗΣ	ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ	
ΧΡΙΣΤΟΠΟΥΛΟΥ	ΔΑΝΑΗ	
ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΣ	ΝΙΚΟΛΑΟΣ	ΓΑΛΑΞΙΕΣ
ΤΖΑΝΕΣ	ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ	
ΤΣΑΚΙΡΗΣ	ΝΙΚΟΛΑΟΣ	
ΤΣΩΝΗΣ	ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ	
ΧΑΤΖΗΚΥΡΙΑΚΟΥ	ΣΟΥΛΤΑΝΑ	
ΧΗΤΑΣ	ΑΝΤΩΝΙΟΣ	ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΠΕΤΡΟΥ	ΙΩΑΝΝΗΣ	
ΣΤΑΘΑΤΟΥ	ΜΑΡΙΑΝΝΑ	
ΣΥΝΕΣΙΟΣ	ΓΕΩΡΓΙΟΣ	
ΣΥΡΡΗΣ	ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ	
ΤΣΟΥΡΟΥΠΗ	ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΑ	
ΧΑΡΙΣΠΑΠΑ	ΝΕΦΕΛΗ	Η ΓΗ
ΠΟΤΑΜΙΑΝΟΣ	ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ	
ΣΕΦΕΡΛΗ	ΜΑΡΙΝΑ	
ΣΕΦΕΡΛΗΣ	ΘΕΟΔΩΡΟΣ	
ΣΙΓΑΝΟΥ	ΖΑΜΠΙΑ	
ΣΜΥΡΝΗ	ΜΑΡΙΝΑ	
ΣΜΥΡΝΗ	ΝΑΤΑΛΙΑ	