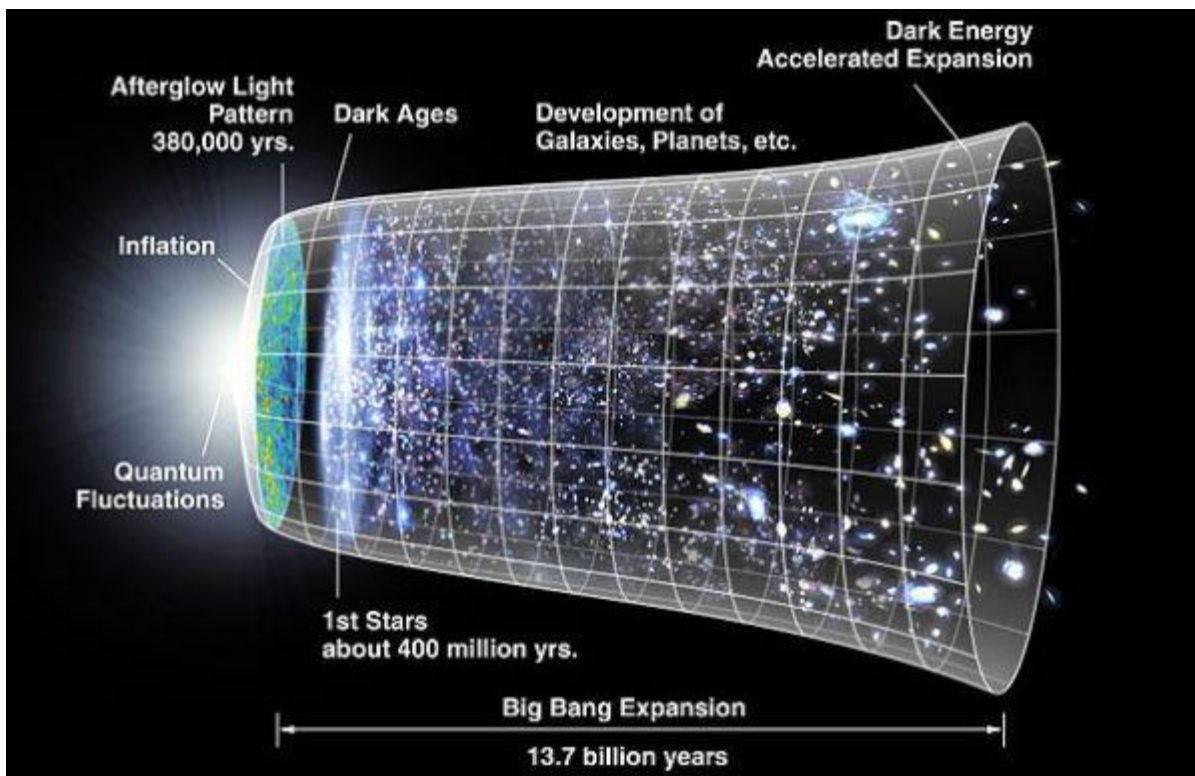


**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

**ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ ( ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΕΝΝΕΣΗΣ, ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ, ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ CERN, ΒΑΡΥΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ )**



**ΔΟΥΡΑΚΗΣ ΛΟΙΖΟΣ**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΑΕΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΛΑΜΠΟΥΡΑ ΣΤΕΦΑΝΙΑ**

**ΘΕΜΑ: ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ ( ΘΕΩΡΙΕΣ ΓΕΝΝΕΣΗΣ,  
ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ, ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ CERN, ΒΑΡΥΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ )**

**ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΔΟΥΡΑΚΗ ΛΟΙΖΟΥ  
Α.Γ.Μ: 3594**

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας:

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1				
2				
3				
	ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ			

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	Περίληψη	5
1.1	Ιστορική διαδρομή	6
1.2	Η κατανομή και η εξέλιξη των γαλαξιών	7
1.3	Ηλιακό σύστημα	8
1.4	Προέλευση ηλιακού συστήματος	9
1.5	Θεωρίες δημιουργίας σύμπαντος	12
1.6	Δημιουργία σύμπαντος	13
2	Μεγάλη έκρηξη ( Bing bang )	13
2.1	Το μοντέλο της μεγάλης έκρηξης	13
2.2	Τα στάδια μετά την μεγάλη έκρηξη	16
2.3	Προβλήματα της θεωρίας της μεγάλης έκρηξης	20
3	Cern	21
3.1	Δομή του cern	21
3.2	Ο επιταχυντής LHC (Large Hadron Collider)	24

3.3	Ανυχνευτής ATLAS	.....	26
3.4	Που εστιάζουν τα πειράματα του cern	.....	28
3.5	Επιτεύγματα του cern	.....	28
4	Βαρυτικά κύματα	.....	29
5	Το μέλλον του σύμπαντος	.....	33
6	Βιβλιογραφία	.....	35

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Το χρονικό του σύμπαντος (θεωρίες γένεσης, ηλιακό σύστημα, πειράματα CERN, βαρυτικά κύματα)» περιγράφεται η εξέλιξη του Σύμπαντος σύμφωνα με τη θεωρία του Big Bang, οι φυσικές διεργασίες που συντελούνταν στο πρώιμο Σύμπαν και οι διαδικασίες σχηματισμού των κοσμικών δομών.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία εξωγαλαξιακής αστρονομίας, μελετάται η κατανομή των γαλαξιών στο χώρο καθώς και η κατηγοριοποίησή τους με βάση διάφορα χαρακτηριστικά. Καθώς και το ηλιακό μας σύστημα το οποίο απαρτίζεται από τον ήλιο (κεντρικός αστέρας) τους 8 πλανήτες, τους περίπου 168 δορυφόρους τους, την ζώνη των αστεροειδών, πλήθος μετεωριτών, κομητών και 5 νάνους και την προέλευση του.

Επίσης ασχολείται με τα πειράματα CERN σκοπός του οποίου είναι η κατασκευή επιταχυντών και εγκαταστάσεων για πειράματα Φυσικής Υψηλών Ενεργειών. Με τα πειράματα αυτά γίνεται διερεύνηση των πλέον θεμελιωδών ερωτημάτων για τη Φύση: Τι είναι η ύλη; Από πού προέρχεται; Πως συγκρατείται για να σχηματίσει άστρα, πλανήτες και ανθρώπινα όντα;

Ακολούθως ασχολείται με τα βαρυτικά κύματα τα οποία είναι διαταραχές οι οποίες διαδίδονται στον χωροχρόνο. Όπως ένα σκάφος που πλέει σε μια ήρεμη θάλασσα προκαλεί «ρυτιδώσεις» στην επιφάνειά της, που διαχέονται σε ολοένα μεγαλύτερο μέρος της, έτσι και τα βαρυτικά κύματα είναι οι αντίστοιχες ρυτιδώσεις που προκαλούνται από την κίνηση των υλικών σωμάτων μέσα στο χωροχρονικό συνεχές.

Τέλος γίνεται αναφορά στο μέλλον του σύμπαντος όπου υπάρχουν τρία διαφορετικά σενάρια τα οποία είναι : α) Η Μεγάλη Ψύχρα β) Το Μεγάλο Σχίσμα ((Big Rip) και γ) Η Μεγάλη Σύνθλιψη ( BigCrunch ).

## 1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ

Κάνοντας μια μικρή ιστορική διαδρομή των κοσμολογικών αντιλήψεων μέσα στους αιώνες, δεν μπορούμε παρά να σταματήσουμε στην αρχαία Ελλάδα και να θαυμάσουμε τις φιλοσοφικές αναζητήσεις και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν οι πρόγονοί μας παρατηρώντας τη Φύση.

Οι αρχαίοι Έλληνες στοχαστές, ιδιαίτερα οι Ίωνες, ήταν οι πρώτοι στην ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού που απορρίπτοντας τις μυστικιστικές δοξασίες και τις μυθολογικές διηγήσεις και ερμηνείες περί της γένεσης του κόσμου -διηγήσεις που κυριαρχούσαν στους λαμπρούς πολιτισμούς της Ανατολής. Αποπειράθηκαν να εξηγήσουν το Σύμπαν παρατηρώντας διεξοδικά τα φαινόμενα, χρησιμοποιώντας βέβαια και τις αναλυτικές καταγραφές τους από προγενέστερους πολιτισμούς (Ασσυριακό, Βαβυλωνιακό αλλά και Αιγυπτιακό), και ερμηνεύοντας τα βάση αυτών που σήμερα ονομάζουμε Φυσικές επιστήμες. Πολλές φορές προσέγγισαν με εκπληκτική διορατικότητα σύγχρονες επιστημονικές αλήθειες, που για να τις κατακτήσει η ανθρωπότητα χρειάστηκε η συσσώρευση γνώσης δεκάδων αιώνων.

Παραδείγματος χάριν, δεκαοκτώ περίπου αιώνες πριν τον Κοπέρνικο, ο Αρίσταρχος ο Σάμιος επηρεασμένος πιθανώς από την Πυθαγορική κοσμολογία (όπως την διατύπωσε ο Φιλόλαος) ότι η Γη δεν βρίσκεται στο κέντρο του Σύμπαντος αλλά περιστρέφεται, μαζί με τον ήλιο και τους άλλους πλανήτες, γύρω από ένα κοινό κέντρο, το Κεντρικό Πυρ αλλά και από την εκπληκτική παρατήρηση του Ηρακλείδη του Πόντιου (ότι ο Ερμής και η Αφροδίτη έχουν μια μέγιστη γωνιακή απόκλιση από τον Ήλιο που ποτέ δεν υπερβαίνουν και συνεπώς περιστρέφονται γύρω από αυτόν), προτείνει, σε ένα κείμενο που δυστυχώς δεν έχει σωθεί (το γνωρίζουμε από μεταγενέστερες αναφορές), το Ηλιοκεντρικό σύστημα: "υποτίθεται γάρ τά απλανέα των άστρον και τόν άλιον μένειν ακίνητον, τάν δέ γαν περιφέρεσθαι περί τόν άλιον κατά κύκλου περιφέρειαν, ός έστιν έν μέσω τώ δρόμω κείμενος". Αυτή του η θέση δεν έγινε αποδεκτή από το φιλοσοφικό κατεστημένο της εποχής που αποδεχόταν την κυρίαρχη Αριστοτελική φιλοσοφική θεώρηση σύμφωνα με την οποία η Γη, η κατοικία Θεών και ανθρώπων, ήταν το κέντρο του Σύμπαντος.

Επίσης ενδιαφέρουσα είναι η θέση του Ηράκλειτου του Εφέσιου (~500 πΧ), του πατέρα της Διαλεκτικής κατά πολλούς, ότι πυρός τε ανταμοιβή τά πάντα καί πυρ δέ πάντων, που διαισθητικά προσεγγίζει την ταυτότητα ύλης και ενέργειας μέσω της μετατροπής του ενός στο άλλο.

Χωρίς να αναφερθώ σε άλλους σπουδαίους στοχαστές της αρχαιότητας, θα προχωρήσω στην καταγραφή των σύγχρονων κοσμολογικών απόψεων.

## 1.2 Η ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΓΑΛΑΞΙΩΝ.

Οι γαλαξίες σχηματίστηκαν σε μια συγκεκριμένη περίοδο περίπου πριν από 10 με 20 δισεκατομμύρια έτη ή μερικές εκατοντάδες εκατομμύρια έτη μετά τη γένεση του ίδιου του Σύμπαντος. Σύμφωνα με το επικρατέστερο μοντέλο, αρχικά η ύλη του Σύμπαντος ήταν ομοιόμορφα διασπαρμένη. Ωστόσο, μικρές τυχαίες διαταραχές στην πυκνότητα της δημιούργησαν μικρές συγκεντρώσεις ύλης σαν φουσκάλες αερίων. Η ισχυρότερη βαρύτητα κάθε τέτοιας συγκεντρώσεως ήταν η αιτία που προσέλκυσε και άλλο υλικό από τον περιβάλλοντα χώρο και έτσι συνέχισε να μεγαλώνει. Η διαδικασία της συσσώρευσης όλο και μεγαλύτερης μάζας σε ορισμένες περιοχές με ταυτόχρονη αύξηση της βαρυτικής έλξης, είχε αποτέλεσμα τη δημιουργία σχηματισμών μεγάλου όγκου, τους γαλαξίες.

Η ύλη που παρέμεινε μεταξύ των γαλαξιών ήταν ελάχιστη. Οι μικρότερες συγκεντρώσεις ύλης εξελίχθηκαν σε μεμονωμένους γαλαξίες, ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις δημιούργησαν τα σμήνη των γαλαξιών. Η περιστροφή και η ακτινοβολία αυτών των σχηματισμών μαζί με τη συστολή τους λόγω βαρύτητας προσδιόρισε στη συνέχεια τη μορφή και την εξέλιξή τους. Οι γαλαξίες που μέχρι σήμερα έχουν παρατηρηθεί και μελετηθεί είναι δύο ειδών. Στην πρώτη κατηγορία, που και χρονολογικά προηγείται, ανήκουν οι τυπικοί γαλαξίες ή γαλαξίες κατά Χαμπλ, δηλαδή οι ελλειπτικοί, οι σπειροειδείς και οι ανώμαλοι. Κύριος εκπρόσωπος των σπειροειδών γαλαξιών μπορεί να θεωρηθεί ο «δικός μας» Γαλαξίας, ο Milky Way Galaxy, όπως ονομάζεται διεθνώς. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι ενεργοί γαλαξίες, δηλαδή οι ραδιογαλαξίες, οι γαλαξίες Seyfert και τα κβάζαρς. Χρονολογικά η ανακάλυψή τους ακολουθεί, παρ' όλο που μερικοί από αυτούς βρίσκονται διασκορπισμένοι στην ίδια απόσταση με τους τυπικούς γαλαξίες ( Εικόνα1 ).

Η συστηματική μελέτη του Γαλαξία έδωσε τη δυνατότητα να διαπιστώσουμε τη δομή του καθώς και τα άλλα χαρακτηριστικά του. Ο κεντρικός πυρήνας και το γαλαξιακό εξόγκωμα απαρτίζουν την κεντρική του περιοχή. Αποτελείται από αέρια, σκόνη και νεαρούς κυρίως αστέρες. Από την κεντρική περιοχή ξεκινούν οι σπείρες του, οι οποίες αποτελούνται από αέρια, σκόνη και παλαιότερους αστέρες. Πέρα από τις σπείρες εκτείνεται η άλως του Γαλαξία που αποτελείται από μεσοαστρική ύλη, μεμονωμένους αστέρες και σμήνη αστέρων. Όλα αυτά περιστρέφονται γύρω από το γαλαξιακό κέντρο με μια περιοδική κίνηση, την οποία ο Ήλιος μας ολοκληρώνει σε 250 εκατομμύρια χρόνια περίπου. Οι τυπικοί γαλαξίες έχουν περίπου την ίδια δομή, παρ' όλο που μορφολογικά διαφέρουν. Παρατηρήσεις και μελέτες θεωρούν τους σπειροειδείς γαλαξίες ως μια εξέλιξη των ελλειπτικών γαλαξιών και αυτούς με τη σειρά τους ως μια εξέλιξη των ενεργών γαλαξιών και ιδιαίτερα των κβάζαρς.



Εικόνα 1 : Ο κοντινός γαλαξίας M31 στον αστερισμό της Ανδρομέδας

### 1.3 ΗΛΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

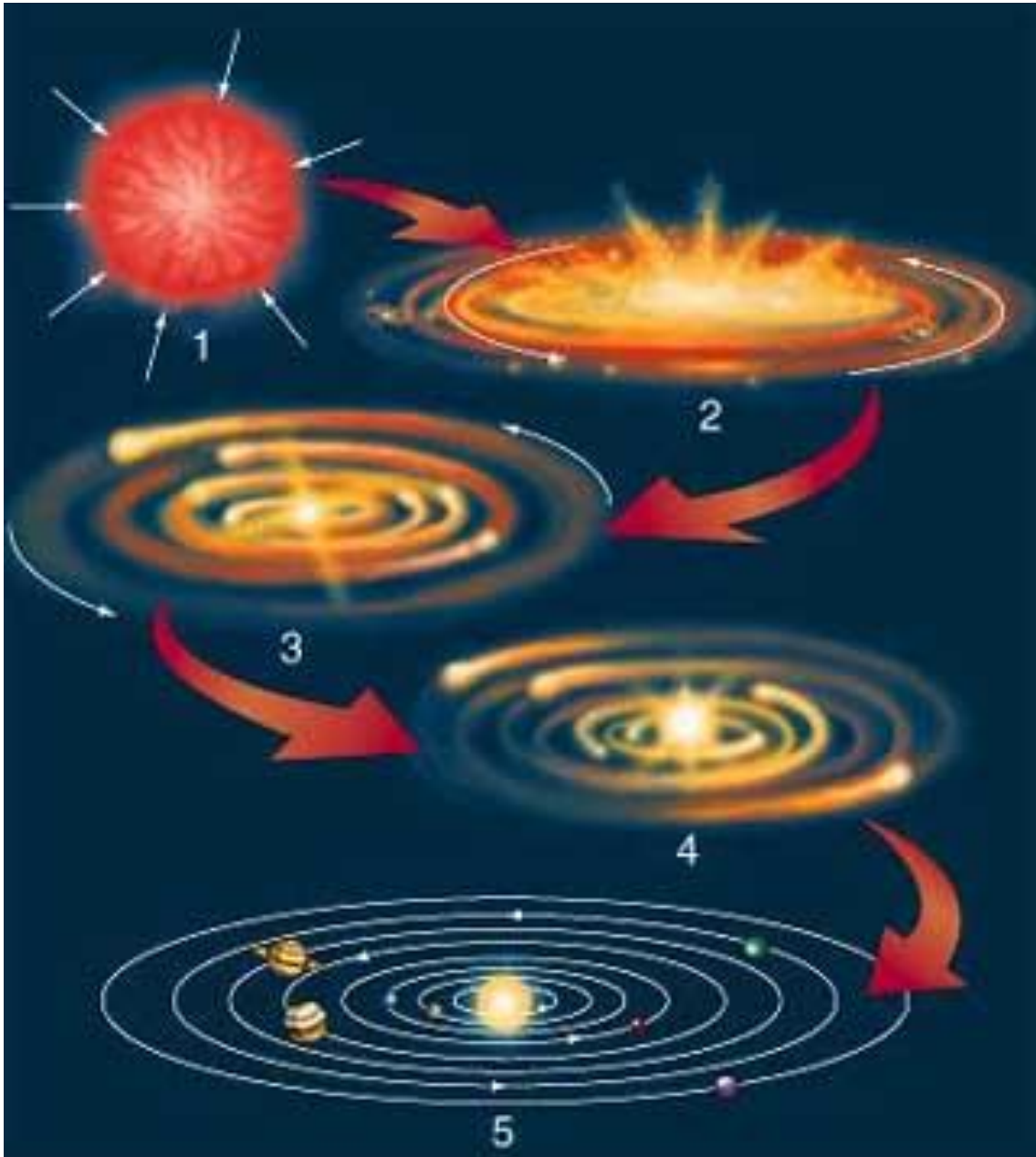
Το ηλιακό μας σύστημα απαρτίζεται από τον ήλιο (κεντρικός αστέρας) τους 8 πλανήτες, (4 εσωτερικούς ή πετρώδεις: Ερμής, Αφροδίτη, Γη και Άρης, και 4 εξωτερικούς: Δίας, Κρόνος, Ουρανός και Ποσειδώνας), τους περίπου 168 δορυφόρους τους, την ζώνη των αστεροειδών, πλήθος μετεωριτών, κομητών και 5 νάνους πλανήτες, τον Πλούτωνα, την Έριδα, την Δήμητρα (Ceres), τους Makemake και Haumea και είναι ένα από τα εκατοντάδες δισεκατομμύρια συστήματα του γαλαξία μας. Ο ήλιος μας, ένας τυπικός αστέρας μικρού μεγέθους, αποτελεί το 99.86% της συνολικής μάζας του ηλιακού συστήματος, ενώ το 0.14% καταλαμβάνεται από όλα τα υπόλοιπα αντικείμενα (πλανήτες, δορυφόροι, αστεροειδείς, μετεωρίτες και διαπλανητική ύλη), τα οποία ταξιδεύουν σε σχεδόν κυκλικές (ελλειπτικές) τροχιές γύρω από τον ήλιο. Εκτός από τον ήλιο και τους 4 πετρώδεις πλανήτες και μεταξύ Άρη και Δία συναντάμε την κύρια ζώνη των αστεροειδών που περιέχει αντικείμενα μεγέθους από 1 μέχρι 1000 χλμ. Πέρα από την τροχιά του Ποσειδώνα και μεταξύ 30 και 55 περίπου αστρονομικών μονάδων (μία αστρονομική μονάδα ισούται με 150 εκατομμύρια χιλιόμετρα) υπάρχει μία περιοχή που φιλοξενεί ένα μεγάλο πλήθος αντικειμένων με μεγέθη μεγαλύτερα των 100 χλμ καθώς και έναν μεγάλο αριθμό κομητών και ονομάζεται ζώνη Kuiper. Τέλος, πέρα από την ζώνη αυτή υπάρχει ένας πραγματικά τεράστιος αριθμός (~ 10 δισεκατομμύρια) κομητών (νέφος Oort) που



κινούνται σε πολύ ελλειπτικές τροχιές γύρω από τον ήλιο και βρίσκονται σε μία σφαίρα διαμέτρου περίπου 100,000 αστρονομικών μονάδων (AU), δηλαδή 2 ετών φωτός (~ 20 τρισεκατομμύρια χλμ). Αυτό είναι και το ανώτατο όριο του ηλιακού μας συστήματος, δηλαδή το σημείο εκείνο όπου σταματά η ηλεκτρομαγνητική και η βαρυτική επιρροή του ήλιου μας. Για την καλύτερη κατανόηση των μεγεθών και των αποστάσεων στο ηλιακό σύστημα αν υποθέσουμε ότι ταξιδεύουμε με τη ταχύτητα του φωτός (300,000 χλμ/δευτερόλεπτο), η απόσταση Γης – Ήλιου (1 AU) θα καλυπτόταν σε περίπου 8 λεπτά. Ακόμη, θα φτάναμε στον Ερμή σε 3 λεπτά, στην Αφροδίτη σε 6, στον Άρη σε περίπου 13, στον Δία σε 42, στον Κρόνο σε 80, στον Ουρανό σε 2.5 ώρες και στον Ποσειδώνα σε 4 ώρες φωτός. Το τέλος της ζώνης Kuiper θα καλυπτόταν σε περίπου 8 ώρες, ενώ το ταξίδι μας για το ανώτατο όριο του ηλιακού συστήματος θα διαρκούσε κάτι λιγότερο από 2 έτη φωτός (απόσταση που διανύει το φως σε 2 χρόνια).

## 1.4 ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Αρκετές είναι οι θεωρίες προέλευσης του ηλιακού μας συστήματος. Ωστόσο, η επικρατέστερη, χωρίς να είναι ολοκληρωμένη, είναι εκείνη του μεγάλου ηλιακού νεφελώματος (solar nebula) που προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Γερμανό φιλόσοφο I. Kant και τον Γάλλο μαθηματικό και αστρονόμο P. S. Laplace στα τέλη του 18ου αιώνα. Σύμφωνα με αυτή, το ηλιακό μας σύστημα σχηματίστηκε από ένα πρωταρχικό νέφος αερίων (υδρογόνου) και σκόνης, διαμέτρου 10 – 20 τρισεκατομμυρίων χλμ πριν από περίπου 4.6 δισεκατομμύρια χρόνια, το οποίο άρχισε να συστέλλεται με την πιθανή βοήθεια κάποιας έκρηξης κοντινού υπερκαινοφανούς αστέρα (supernova) (Εικόνα 2). Η έκρηξη αυτή δημιούργησε κύματα αστρικού ανέμου στον περιβάλλοντα χώρο του αρχικού νέφους υδρογόνου το οποίο ξεκίνησε να περιστρέφεται και να θερμαίνεται. Τα γειτονικά στο κέντρο του σημεία περιστρέφονταν με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα από ότι τα μακρινά και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός πεπλατυσμένου σφαιροειδούς σώματος. Σταδιακά, ο δίσκος αυτός ανέπτυξε υψηλή θερμοκρασία (και πυκνότητα) στο κέντρο και χαμηλή στα άκρα του καθώς κατέρρεε βαρυτικά και γινόταν ολοένα και λεπτότερος λόγω της ταχύτατης περιστροφής του. Τυχαίες, αρχικές συγκεντρώσεις μαζών με την βοήθεια της βαρύτητας αναπτύχθηκαν σε μεγαλύτερα συσσωματώματα και μέσω της διαδικασίας επαύξησης στους σημερινούς πλανήτες, ενώ το κεντρικό τμήμα του δίσκου αποτέλεσε τον ήλιο μας, ο οποίος αποτελείται περίπου από 74% υδρογόνο, 24% ήλιο και 2% βαρύτερα στοιχεία (οξυγόνο, άνθρακας, άζωτο, πυρίτιο κλπ). Καθ' όλη την παραπάνω διαδικασία ο πρωτοήλιος (protosun) συνεχίζει να συστέλλεται βαρυτικά μέχρι να φτάσει την θερμοκρασία περίπου του ενός εκατομμυρίου βαθμών πάνω από την οποία ξεκινά η θερμοπυρηνική σύντηξη του υδρογόνου σε ήλιο (δημιουργία ατόμων ηλίου από σύνεση πυρήνων υδρογόνου). Ο ήλιος μας αναφλέγεται παράγοντας συγχρόνως ηλιακό άνεμο που σπρώχνει αρκετά μακριά τα ελαφρά αέρια (υδρογόνο και ήλιο) και την σκόνη σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 5 AU, διευκολύνοντας έτσι την δημιουργία των αεριωδών (Δία και Κρόνου) καθώς και των



Εικόνα 2 : 1. Το νέφος των αερίων λόγω βαρύτητας καταρρέει. 2. Συγχρόνως άρχισε να περιστρέφεται λόγω φυγόκεντρον δύναμης.3. Δημιουργείται ένας πεπλατυσμένος δίσκος.4. Εξέχει μέσα στον δίσκο, οπρωταστέρας,οπρο-ήλιος.5. Δημιουργούνται οι πλανήτες, τα φεγγάρια τους, οι κομήτες και οι αστεροειδείς

παγωμένων (Ουρανός και Ποσειδώνας) πλανητών περίπου 10 εκατομμύρια χρόνια μετά την συστολή της αρχικής συμπύκνωσης (σημείο μηδέν) . Για αποστάσεις μικρότερες των 5 AU, ο θερμός αστρικός άνεμος ενόησε την δημιουργία των 4 πετρωδών πλανητών που ήταν

πλούσιοι σε βαριά στοιχεία (μέταλλα) και με χημική σύσταση τελείως διαφορετική από αυτή του σύμπαντος. Θεωρητικά μοντέλα οριοθετούν την διαδικασία αυτή περίπου 100 εκατομμύρια έτη από το σημείο μηδέν.

## 1.5 ΘΕΩΡΙΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

Υπάρχουν πολλές θεωρίες δημιουργίας του σύμπαντος παρακάτω θα παραθέσουμε κάποιες από αυτές:

### 1.Ανυπαρξία αρχής και τέλους του σύμπαντος

Είναι τόσο παλιά αυτή η θεωρία όσο και οι θεωρίες για τη δημιουργία του σύμπαντος που έχουν διατυπωθεί μέχρι σήμερα, είναι οι εξής:οι άνθρωποι και είναι εξ ορισμού αποδεκτοί από τους πολιτισμούς της ανατολικής Ασίας (Ινδία, Κίνα κ.ά.) Μαθηματικοποιημένη μορφή της είναι η Κβαντική Θεωρία Βρόχων (LQG) που προτάθηκε από τους Bojowald, Ashtekar και άλλους. Δεν υπάρχει ακόμη καμία απόδειξη της. Σε επίπεδο εικασίας, την άποψη για αιώνιο σύμπαν είχε διατυπώσει στην Αρχαιότητα ο φιλόσοφος Επίκουρος.

### 2.Η εκτυρωτική θεωρία

Προτάθηκε το 2001 από τον Neil Turok και δεν υπάρχει καμία απόδειξη που να την επαληθεύει. Σε επίπεδο εικασίας, την άποψη για εκτυρωτικό σύμπαν είχε διατυπώσει στην Αρχαιότητα ο Ζήνων ο Κιτιεύς.

### 3.Το σύμπαν αποσπάστηκε από ένα μεγαλύτερο σύμπαν

Προτάθηκε από τον Cumrun Vafa το 1994 και προκύπτει από έμμεσα συμπεράσματα της αποστολής WMAP.

### 4.Το σύμπαν δημιουργήθηκε εκ του μηδενός

Υπάρχουν πολλοί που υποστηρίζουν τη θεωρία από το 1925, που αναπτύχθηκε η κβαντική θεωρία. Αποδείξεις υπάρχουν στην κβαντική θεωρία (π.χ. στο πείραμα της διπλής σχισμής).

### 5.Το σύμπαν κατασκευάστηκε στο εργαστήριο εξωγήινων πολιτισμών

Προτάθηκε από τον Ed Harrison γύρω στο 2001 και δεν υπάρχει καμία απολύτως απόδειξη. Προϋπόθεση είναι ότι δεχόμαστε την ύπαρξη άλλων, ανώτερων εξωγήινων πολιτισμών. Αυτή η θεωρία συμπίπτει ουσιαστικά με τη θρησκευτική (που δεν είναι επιστημονική), με την παραδοχή ύπαρξης ενός εξωτερικού, ανώτερου όντος, του θεού.

### 6.Το σύμπαν δημιουργήθηκε από μόνο του

Το 1998 ο Richard Gott III δημοσίευσε μια εργασία στην οποία υποστήριξε τη θεωρία αυτή. Ο ίδιος αναφέρει σαν αποδείξεις την διάσπαση του ουρανού (κι άλλα κβαντικά φαινόμενα με το πέρασμα σήραγγας), καθώς επίσης τη θεωρία χορδών και τους κανόνες για ένα ταξίδι στον χρόνο.

### 7.Η θεωρία περί μεταβολής της ταχύτητας του φωτός

Η θεωρία περί θεωρητικό João Magueijo γύρω στο 1998. Ο ίδιος λέει ότι αποδείξεις υπάρχουν στις αλλαγές της συχνότητας του φωτός, που μας έρχεται από πολύ μακριά (πχ από

τα κβάζαρ) και από διάφορες αποστάσεις, ενώ περνάει μέσα από κοσμικά νέφη αερίων.

### **8: Η Θεία Πρόνοια**

Είναι η θεωρία που ξεκίνησε από το Μωϋσή και υπάρχει εδώ και 4.000 χρόνια. Οι αποδείξεις βρίσκονται στα Ιερά Κείμενα.

## **1.6 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ**

Ανά τους αιώνες πολλές θεωρίες έχουν προταθεί για τον τρόπο δημιουργίας και εξέλιξης του Σύμπαντος. Ένα από τα πρώτα γεωκεντρικά μοντέλα όπως αναφέρθηκε παραπάνω αναπτύχθηκε από τους Αρχαίους Έλληνες και περιέγραφε ένα Σύμπαν αιώνιο και άπειρο όπου περιέχονταν ομόκεντρες σφαίρες πεπερασμένου μεγέθους. Αυτές οι σφαίρες αντιστοιχούσαν στα αστέρια, τον Ήλιο και τους πλανήτες, οι οποίοι περιστρέφονταν γύρω από την ακίνητη Γη. Αργότερα προτάθηκαν και άλλα μοντέλα όπως το Ηλιοκεντρικό μοντέλο του Κοπέρνικου ή το Νευτώνειο μοντέλο του Ηλιακού συστήματος .

Με την πάροδο του χρόνου, την ανάπτυξη της τεχνολογίας και της αστρονομίας έγινε γνωστό ότι το ηλιακό μας σύστημα περιέχεται σε ένα γαλαξία που αποτελείται από δισεκατομμύρια άστρα, γνωστό ως Milky Way, πέρα από τον οποίο εκτείνονται και άλλοι γαλαξίες . Οι παρατηρήσεις των φασματικών γραμμών και της κατανομής των γαλαξιών αυτών οδήγησαν σε πληθώρα νέων θεωριών ενώ η ανακάλυψη της μετατόπισης στο ερυθρό (redshift) και της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου (cosmic microwave background radiation) απέδειξαν τη διαστολή του σύμπαντος και το γεγονός ότι αυτό “πρέπει να έχει μια αρχή”

Σε γενικές γραμμές, οι γνωστές κοσμολογικές θεωρίες εμπίπτουν σε τρεις κατηγορίες:

- 1.** Τις θεωρίες, όπως η Μεγάλη Έκρηξη, που θεωρούν ότι το σύμπαν εμφανίστηκε ξαφνικά κάποια συγκεκριμένη στιγμή του παρελθόντος και έκτοτε εξελίσσονται.
- 2.** Τις θεωρίες σταθερής κατάστασης, που υποστηρίζουν ότι το σύμπαν παραμένει αιώνια αμετάβλητο.
- 3.** Και τις κυκλικές θεωρίες που περιγράφουν το κυκλικό μοντέλο του σύμπαντος όπου οι γαλαξίες, τα άστρα και η ζωή είχαν δημιουργηθεί ξανά και ξανά, πολύ προτού συμβεί η τελευταία Μεγάλη Έκρηξη και θα συνεχίσουν να αναδημιουργούνται σε κάθε κύκλο μέχρι το απώτερο μέλλον. Η κοσμική εξέλιξη είναι μια σειρά μετασχηματισμοί από το θερμό στο ψυχρό, το πυκνό στο αραιό και το ομοιόμορφο στο ανομοιογενές, οι οποίοι συμβαίνουν σε τακτά χρονικά διαστήματα με διάρκεια ίση ή μεγαλύτερη από ένα τρισεκατομμύριο χρόνια. Το επικρατέστερο επιστημονικό μοντέλο δημιουργίας του Σύμπαντος είναι γνωστό ως Big Bang (Μεγάλη Έκρηξη).

## 2. ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ ( BIG BANG )

### 2.1 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΡΗΞΗΣ

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)** Δεν έχει νόημα η ερώτηση «τι υπήρχε πριν τη Μεγάλη Έκρηξη;» Ο χρόνος δημιουργήθηκε μαζί με το χώρο, την ύλη και την ακτινοβολία ακριβώς τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης.

**γ)** Δεν 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. Στις εξαιρετικά ιδιάζουσες συνθήκες της περιόδου αυτής οι έννοιες και οι νόμοι της σύγχρονης Φυσικής αποδεικνύονται ανεπαρκείς και μη εφαρμόσιμοι.

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: Το νόμο του Hubble, την ακτινοβολία υποβάθρου, τον τρόπο σύνθεσης των ελαφρών στοιχείων (H, He, Li κ.ά.), τη μεταβολή της πυκνότητας των γαλαξιών σε συνάρτηση με το χρόνο κτλ.

Η ονομασία Big Bang (Μεγάλη Έκρηξη) δεν είναι ακριβής αλλά χρησιμοποιείται για λόγους καλύτερης (νοερής) κατανόησης. Στην πραγματικότητα όπως αναφέρεται παραπάνω το Σύμπαν δεν ξεκίνησε με μία Μεγάλη Έκρηξη. Μια έκρηξη αρχίζει σε ένα σημείο του χώρου και συνεχίζει εκτοξεύοντας ύλη προς τα έξω με απαρχή το αρχικό της κέντρο. Το Σύμπαν δε διαστέλλεται γύρω από ένα κέντρο και δεν διαστέλλεται μέσα ή προς κάτι. Ο ίδιος ο χώρος διαστέλλεται. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό το Σύμπαν ξεκίνησε να διαστέλλεται από ένα στάδιο υψηλής θερμοκρασίας και πυκνότητας όπου ήταν συγκεντρωμένη όλη η ύλη και η ενέργεια του Σύμπαντος.

Η κατασκευή του μοντέλου στηρίζεται στις γενικότερες θεωρίες της Φυσικής. Η σχέση χώρου, χρόνου και ύλης απορρέουν από τη Γενική θεωρία της Σχετικότητας του Αϊνστάιν. Η συμπεριφορά προβλέπεται από τη Κβαντική Φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων της ύλης

στις διαδοχικές φάσεις της ζωής του Σύμπαντος .

Αναμφισβήτητα μία από τις μεγαλύτερες επιστημονικές κατακτήσεις όλων των εποχών υπήρξε η διατύπωση από τον Αϊνστάϊν αρχικά της θεωρίας της Ειδικής Σχετικότητας και ακολούθως της Γενικής Σχετικότητας.

Εξελίσσοντας ωστόσο τις εξισώσεις της Γενικής Σχετικότητας, παρατήρησε ότι τον οδηγούσαν σε ένα Σύμπαν κυρίαρχο ρόλο στο οποίο διαδραμάτιζε η βαρύτητα. Τα παρατηρησιακά δεδομένα όμως έδειχναν ότι σε αυτήν την περίπτωση το Σύμπαν θα έπρεπε να καταρρεύσει στον εαυτό του λόγω της κολοσσιαίας βαρύτητας. Για να εξηγήσει αυτό το «παράδοξο», προσέθεσε -δίχως να έχει παρατηρησιακά δεδομένα στην διάθεσή του- στις εξισώσεις του έναν ακόμη όρο, την «κοσμολογική σταθερά» που συμβολίζεται με το ελληνικό γράμμα «λ», η οποία δρα εξισορροπητικά ως προς την βαρύτητα.

Παρ όλα αυτά, το Σύμπαν εξακολουθούσε να μην είναι στατικό. Την λύση στο ζήτημα της στατικότητας του Σύμπαντος έδωσε ο αββάς Georges Lemaitre (1894- 1966), ο οποίος εισηγήθηκε την θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Η ιδέα του Lemaitre ήταν απλουστατη. Η αρχή του Σύμπαντος εντοπίζεται σε ένα μαθηματικά ανώμαλο σημείο, όπου ολόκληρη η μάζα του είναι συγκεντρωμένη σε ένα πρωταρχικό άτομο μηδενικής εντροπίας, με την ακτίνα και τον χρόνο να έχουν μηδενικές τιμές ( $R=0$ ,  $t=0$ ). Η έκρηξη αυτού του πρωταρχικού ατόμου που προκαλεί την αρχική εκθετική διαστολή του Σύμπαντος (πληθωριστική διαστολή), οδηγεί στον σταδιακό σχηματισμό των πρώτων χημικών στοιχείων και εν συνεχεία των quasars, των γαλαξιών και των πλανητικών συστημάτων. Η θεωρία που διετύπωσε ο Lemaitre περί της υπάρξεως του αρχικού ατόμου από το οποίο ξεκίνησε η διαστολή του Σύμπαντος ενισχύθηκε από την διαπίστωση του αστρονόμου Edwin Hubble (1889-1953), της ιδιότητας των γαλαξιών να απομακρύνονται. Ο σπουδαίος αστρονόμος μελετώντας μακρινούς γαλαξίες, διεπίστωσε πως το φάσμα τους μετατοπίζεται προς το ερυθρό, αναλόγως προς την απόστασή τους. Ουσιαστικά δηλαδή, όσο πιο μακριά βρίσκεται ένας γαλαξίας, τόσο γρηγορότερα απομακρύνεται από τον παρατηρητή, λόγω της αύξησης του μήκους κύματος του φάσματός του.

Κατά λογική αναγκαιότητα επομένως, το αρχικό Σύμπαν είχε το μέγεθος ενός υποατομικού σωματιδίου. Εντούτοις, το Σύμπαν σε αυτό το πρώιμο στάδιο θα πρέπει να είχε πολύ μικρό μέγεθος, το οποίο φυσικά δεν δικαιολογεί τις σημερινές του διαστάσεις. Γι αυτόν τον λόγο ο Ρώσος φυσικός Andrei Linde υπεστήριξε ότι η αρχική διαστολή του Σύμπαντος γινόταν με ταχύτητα μεγαλύτερη του φωτός, χάρη στην επίδραση του «πεδίου πληθωρισμού». Ως εκ τούτου το Σύμπαν όχι μόνο δεν είναι στατικό, αλλά αντιθέτως διαστέλλεται με επιταχυνόμενο ρυθμό.

Το 1948 ο Ρώσος φυσικός George Gamow διετύπωσε ακόμη μία υπόθεση, η οποία έμελλε να ενισχύσει την θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Ο σπουδαίος επιστήμων υπέθεσε πως αν πράγματι έγινε μία τέτοια κολοσσιαία έκρηξη, τότε τα «ίχνη» της θα μπορούσαν να ανιχνευθούν. Ανεζήτησε επομένως την ύπαρξη μίας διάχυτης στο Σύμπαν ακτινοβολίας, που θα αποτελεί τον «απόηχο» της Μεγάλης Εκρήξης. Η θεωρητική αυτή σύλληψη του Ρώσου φυσικού εν τέλει επιβεβαιώθηκε. Το 1965 οι Allan Penzias και Woodrow Wilson εντόπισαν ένα είδος ακτινοβολίας μέλανος σώματος της τάξεως των 2,7 Kelvin, η οποία απεδείχθη πως είναι η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου που φωτογραφήθηκε το 1992 από τον δορυφόρο COBE και εν συνεχεία το 2003 από τον Ανιχνευτή Κοσμικής Ανισοτροπίας Wilkinson (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe-WMAP). Όλα αυτά τα στοιχεία κατέστησαν την θεωρία της Μεγάλης Εκρήξης, ως την πλέον αποδεκτή από τους αστρονόμους εκδοχή για την δημιουργία του Σύμπαντος. Σύμφωνα λοιπόν με τη θεωρία της μεγάλης έκρηξης το σύμπαν

γεννήθηκε πριν από περίπου 15 δισεκατομμύρια χρόνια από μια μεγάλη έκρηξη. Όπως γίνεται φανερό, η θεωρία του Big Bang στηρίζεται σε τέσσερις θεμέλιους λίθους που έχουν αποδειχθεί από παρατηρήσεις κατά τα αρχικά στάδια μελέτης του Σύμπαντος. Αυτοί είναι:

- **Ο νόμος του Hubble** που οδηγεί στην παρατήρηση των μετατοπίσεων στο ερυθρό (redshifts) των γαλαξιών. Ο Hubble το 1929 με παρατηρήσεις δικές του αλλά και του Shlipher από το 1914, ανακάλυψε ότι το φάσμα του φωτός των γαλαξιών είναι μετατοπισμένο προς το ερυθρό, που σύμφωνα με το φαινόμενο Doppler σημαίνει ότι οι γαλαξίες απομακρύνονται από τον παρατηρητή και επιπλέον ότι η ταχύτητα απομάκρυνσης των γαλαξιών είναι τόσο μεγαλύτερη όσο πιο μακριά βρίσκονται οι γαλαξίες (νόμος του Hubble).

- **Οι λεπτομερείς μετρήσεις της μικροκυματικής ακτινοβολίας** είναι η ύπαρξη μιας διάχυτης ακτινοβολίας μικροκυμάτων που είναι το ίχνος της αρχικά υπέρθερμης και υπέρπυκνης κατάστασης του πρώιμου Σύμπαντος. Σε αυτήν την κατάσταση, η ακτινοβολία και η ύλη ήταν συζευγμένες λόγω των ελεύθερων ηλεκτρονίων που δρούσαν σαν ανακλαστήρες της ακτινοβολίας. Όταν η θερμοκρασία του Σύμπαντος έπεσε περίπου στους 4000 βαθμούς Kelvin (280000 χρόνια μετά τη «Μεγάλη Έκρηξη»), τα ηλεκτρόνια, τα πρωτόνια και τα νετρόνια συνέθεσαν τα άτομα των ελαφρών στοιχείων (κύρια του υδρογόνου) και έτσι η ακτινοβολία ελεύθερα διαχύθηκε στο Σύμπαν. Αυτή η θεωρία προβλέπει ότι λόγω της διαστολής του Σύμπαντος η θερμοκρασία της ακτινοβολίας αυτής ελαττώνεται με το χρόνο και πρέπει να είναι σήμερα 2.7 βαθμοί Kelvin καθώς και ότι το φάσμα της ακτινοβολίας πρέπει να έχει τη μορφή φάσματος θερμικής προέλευσης (φάσμα μέλανος σώματος).

- **Η αφθονία ελαφρών στοιχείων** (όπως προκύπτει από την πρωταρχική νουκλεοσύνθεση) την υπέρπυκνη και υπέρθερμη κατάσταση του πρώιμου Σύμπαντος τα πρωτόνια και νετρόνια, που είναι τα στοιχειώδη σωματίδια από τα οποία αποτελούνται οι πυρήνες των ατόμων όλων των στοιχείων της φύσης, όντας μη συζευγμένα σε άτομα, δημιουργούν τους πυρήνες των ελαφρύτερων στοιχείων της ύλης (Υδρογόνου, Ήλιου, Δευτέριου, Λίθιου). Οι συγκεκριμένες αρχικές αναλογίες αυτών των στοιχείων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων είναι ο ρυθμός διαστολής του Σύμπαντος δηλαδή ο ρυθμός ψύξης του, ο λόγος πρωτονίων νετρονίων κ.α

## 2.2 ΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ

Με τα σημερινά δεδομένα, 53 πειράματα με επιταχυντές και παρατηρήσεις από δορυφόρους στη φυσική μπορούμε να φτάσουμε μέχρι ενέργειες της τάξεως του  $10^{19}$  GeV πράγμα που σημαίνει ότι φτάνουμε πίσω στο χρόνο στο  $10^{-43}$  s από τη δημιουργία του σύμπαντος. Από το όριο αυτό και για μικρότερο χρόνο απαιτείται μια κβαντική θεωρία για τη βαρύτητα πράγμα που δεν έχουμε ακόμα σε μορφή θεωρίας. Με την αντιστοίχιση θερμοκρασίας με ενέργειας ( $8,6 \cdot 10^{-5}$  eV=1K) μπορούμε να περιγράψουμε αναλυτικά τα στάδια που ακολουθούν τη μεγάλη έκρηξη (Εικόνα 3):

**α)** Από  $0 < t < 10^{-43}$  s Η θερμοκρασία του σύμπαντος από άπειρη πέφτει στο  $10^{19}$  GeV. Εικάζεται ότι οι τέσσερις αλληλεπιδράσεις στη φύση είναι ενοποιημένες, στο τέλος αυτής της περιόδου η βαρύτητα ξεχωρίζει από τις άλλες αλληλεπιδράσεις που παραμένουν ενοποιημένες. Λόγω της έλλειψης θεωρητικού πλαισίου για την κβαντική βαρύτητα το στάδιο αυτό είναι αδύνατο να περιγραφεί.

**β)** Από  $10^{-43}$  s  $< t < 10^{-35}$  s Η θερμοκρασία του σύμπαντος από  $10^{19}$  GeV πέφτει στο  $10^{14}$  GeV. Οι τρεις αλληλεπιδράσεις είναι ενοποιημένες και η μέση κινητική ενέργεια των σωματιδίων είναι περίπου  $10^{15}$  GeV. Οι μεγάλες θερμοκρασίες δεν επιτρέπουν τη δημιουργία σταθερών συνδυασμών σωματιδίων, αυτό που επικρατεί σαν ύλη είναι ένα πλάσμα quark και λεπτονίων σε συνεχή αλληλεπίδραση με τα φωτόνια και τα νετρίνα. Κατά την περίοδο αυτή συντελούνται όλες οι διαδικασίες που έχουν σαν αποτέλεσμα την παρατηρούμενη σήμερα ασυμμετρία ύλης και αντιύλης.

**γ)** Από  $10^{-35}$  s  $< t < 10^{-12}$  s Η θερμοκρασία του σύμπαντος πέφτει στα  $10^2$  GeV, και είναι η περίοδο όπου η ισχυρή δύναμη ξεχωρίζει από την ηλεκτρασθενή. Τα quark είναι ακόμα ελεύθερα και τα φωτόνια με τα νετρίνα σε συνεχή αλληλεπίδραση με την ύλη. Το ποσό της βαρυονικής ύλης που δεν εξουδετερώνεται από την αντιύλη προς την παραγωγή ακτινοβολίας είναι αρκετά μικρό και παραμένει σταθερό μέσα στο σύμπαν ακόμα και μέχρι τις μέρες μας. Τα φωτόνια έχουν αρκετή ενέργεια για την παραγωγή ζευγών ηλεκτρονίων – ποζιτρονίων που με τη σειρά τους ξαναδίνουν φωτόνια συνεχώς.

**δ)** Από  $10^{-12}$  s  $< t < 10^{-6}$  s Το σύμπαν ψύχεται στους 1 GeV. Η ψύξη αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τον διαχωρισμό της ασθενούς από την ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση. Τα quark παραμένουν ελεύθερα αλλά και τα νετρίνα με τα φωτόνια αλληλεπιδρούν με την ύλη συνεχώς.

**ε)** Από  $10^{-6}$  s  $< t < 1$  s Η θερμοκρασία πέφτει κάτω από 1 GeV και σχηματίζονται τα πρώτα αδρόνια. Για κάθε ένα πρωτόνιο ή νετρόνιο αντιστοιχούν ένα δισεκατομμύρια φωτόνια ή νετρίνα. Η ισορροπία νετρονίων και φωτονίων αρχίζει να μετατοπίζεται προς τα φωτόνια και έτσι στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου έχουμε αναλογία φωτονίων νετρονίων 75% με 25%.

**στ)** Από  $1$  s  $< t < 3$  s Η θερμοκρασία του σύμπαντος πέφτει κάτω από 1 MeV. Τα νετρίνα αποδεσμεύονται από την ύλη σχηματίζοντας το αέριο των νετρίνων που ακολουθεί τη διαστολή και την ψύξη του σύμπαντος. Στο στάδιο αυτό σχηματίζονται πρώτοι πυρήνες.

**ζ)** Από  $3$  s  $< t < 100$  s Η θερμοκρασία του σύμπαντος πέφτει σταδιακά στα 0,1 MeV τα ζεύγη ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων δίνουν φωτόνια και η αλυσίδα αυτή δίδυμης γένεσης σταματά αφού η ενέργεια κατοφλίου του φαινομένου είναι τώρα ψηλότερη από την ενέργεια των φωτονίων. Το σύμπαν από την εποχή αυτή και έπειτα κυριαρχείται από φωτόνια. Στο τέλος αυτής της περιόδου σχηματίζονται οι πρώτοι πυρήνες He.

**η)** Από  $100$  s  $< t < 10^5$  years Στη διάρκεια αυτής της περιόδου, μέχρι τα πρώτα 180s, σχηματίζονται οι πρώτοι πυρήνες. Πυρηνοσύνθεση από εκεί και έπειτα γίνεται μόνο στη διαδικασία εξέλιξης των αστέρων. Την περίοδο αυτή κυρίαρχη παρουσία έχουν τα φωτόνια.

**θ)** Από  $10^5$   $< t < 10^9$  years Εδώ παρατηρείται η αποδέσμευση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από την ύλη και κυκλοφορεί με τη μορφή φωτονικού αερίου. Είναι αυτό που ανιχνεύεται σαν ισοτροπική μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου σήμερα. Κατά τη διάρκεια του πρώτου εκατομμυρίου χρόνων το σύμπαν είναι πολύ πυκνό και αδιαφανές. Το εκπεμπόμενο φως επαναπορροφούταν αμέσως και δεν είχε καμιά να φτάσει σε εμάς. Η εκπομπή όμως της ακτινοβολίας μικροκυμάτων έγινε τη στιγμή της μετάβασης από την αδιαφάνεια στη διαφάνεια, έκτοτε το σύμπαν είναι διαφανές. Σ' αυτή της περιόδου αρχίζουν να



δημιουργούνται οι πρώτοι γαλαξίες από τοπικές ανισοκατανομές στη βαρυτική ύλη. Η παρατήρηση της ακτινοβολίας μικροκυμάτων μας επέτρεψε να ανατρέξουμε έως ένα εκατομμύριο χρόνια από την αρχή, όταν η θερμοκρασία έφτανε στους μερικούς χιλιάδες βαθμούς. Η μέτρηση της περιεκτικότητας του ηλίου μας επέτρεψε να κάνουμε ένα νέο βήμα, που μας έφερε σε απόσταση μερικών δευτερολέπτων από την αρχική έκρηξη θερμοκρασίες πολλών δισεκατομμυρίων βαθμών. Ο πληθυσμός των φωτονίων και η απουσία της αντιύλης θα μας επέτρεπαν να ανατρέξουμε ακόμα νωρίτερα.

Εκτός από την παραπάνω αναλυτική περιγραφή των σταδίων που ακολούθησε μετά την Μεγάλη Έκρηξη μπορούμε να παραθέσουμε μια γενικότερη περιγραφή η οποία είναι η παρακάτω και μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις περιόδους: α) Την περίοδο των **αδρονίων** (ή βαρέων σωματιδίων) β) Την περίοδο των **λεπτονίων** (ή ελαφρών σωματιδίων) 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**.

**α) Περίοδος των αδρονίων.** Διήρκεσε λιγότερο από 10's μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Η θερμοκρασία του Σύμπαντος ήταν μεγαλύτερη από 1012 K. Στην περίοδο των αδρονίων, τα φωτόνια έχουν τόσο μεγάλη ενέργεια, ώστε μετασχηματίζονται σε σωματίδια ύλης και αντιύλης (για παράδειγμα, πρωτόνια και αντιπρωτόνια. Ωστόσο, τα σωματίδια της ύλης, όταν συναντηθούν με τα αντισωματίδιά τους, καταστρέφονται αμοιβαία και παράγουν πάλι φωτόνια. Έτσι αποκαταστάθηκε μια πρόσκαιρη δυναμική ισορροπία. Η φάση αυτή χαρακτηρίζεται από ισόρροπη δημιουργία και καταστροφή αδρονίων. Το Σύμπαν αποτελείται από φωτόνια, σωματίδια ύλης και σωματίδια αντιύλης ομοιόμορφα κατανεμημένα σ' όλο το χώρο.

**β) Περίοδος των λεπτονίων.** Διήρκεσε από  $10^{-6}$  έως 6s μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Η θερμοκρασία του Σύμπαντος μεταβλήθηκε από τους 1013 στους 6109 K. Η γρήγορη διαστολή προκάλεσε πτώση της θερμοκρασίας και μείωση της ενέργειας των φωτονίων. Τα φωτόνια δεν μπορούν πλέον να δημιουργούν βαρέα σωματίδια. Μπορούν όμως να δημιουργούν ελαφρότερα (λεπτόνια) που απαιτούν λιγότερη ενέργεια. Οι πιο σημαντικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ στοιχειωδών σωματιδίων κατά την περίοδο των λεπτονίων ήταν:

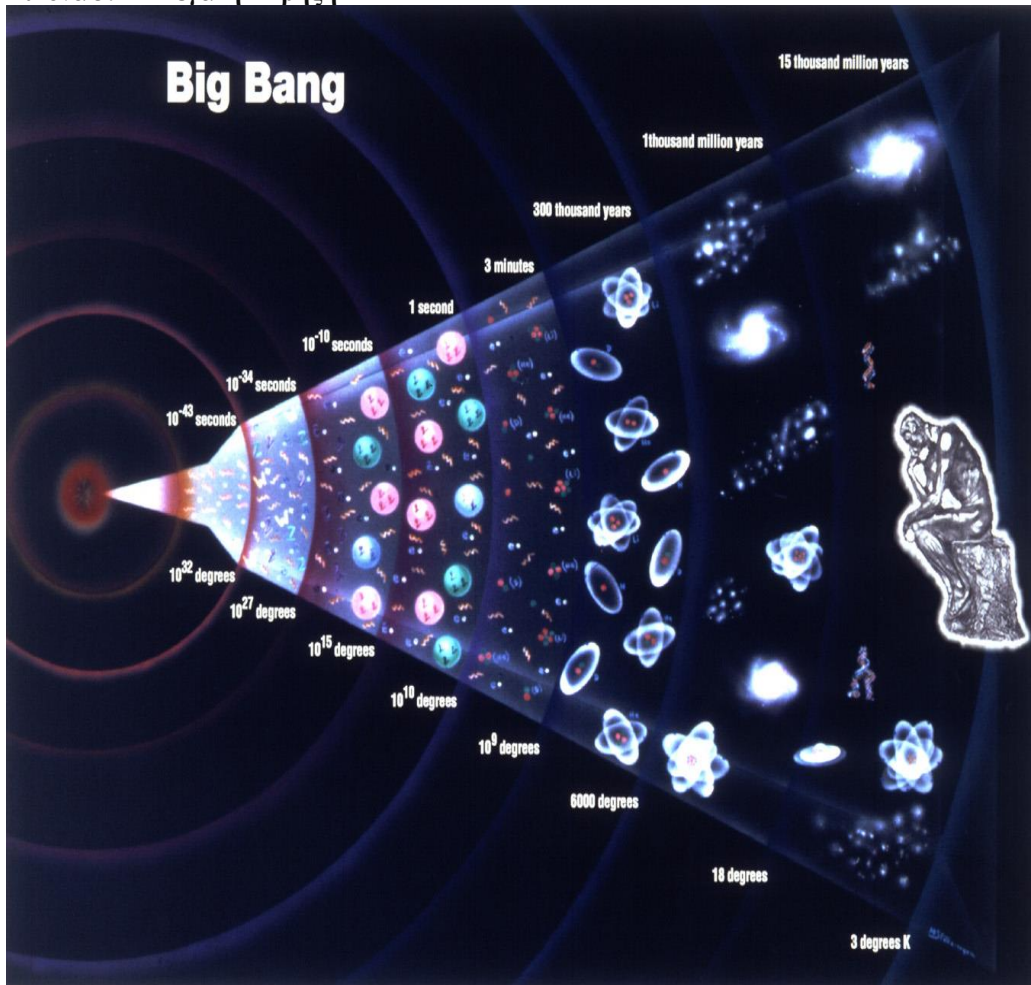
- Η παραγωγή φωτονίων υψηλής ενέργειας από την αμοιβαία καταστροφή αντισωματιδίων, που συνεχίστηκε από την προηγούμενη περίοδο.
- Ο σχηματισμός ζευγών ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων από φωτόνια γ.
- Ο σχηματισμός νετρονίων από αντιδράσεις μεταξύ πρωτονίων και ηλεκτρονίων ή αντιπρωτονίων και ποζιτρονίων.

**γ) Περίοδος πλάσματος.** Διήρκεσε ένα εκατομμύριο χρόνια από τη Μεγάλη Έκρηξη. Η θερμοκρασία του Σύμπαντος μεταβλήθηκε από τους 109 στους 3.000 K. Κατά την περίοδο αυτή από τα πρωτόνια και τα νετρόνια που είχαν σχηματιστεί σε προηγούμενες φάσεις, δημιουργήθηκαν οι πυρήνες των ελαφρότερων στοιχείων: Πυρήνες των ισοτόπων του υδρογόνου (δευτερίου και τριτίου), ηλίου και σε μικρότερες ανα- λογίες λιθίου (Li) και βηρυλλίου (Be). Λόγω της υψηλής ακόμα θερμοκρασίας, η ύλη είναι πλήρως ιονισμένη. Δηλαδή, δεν υπάρχουν ηλεκτρόνια γύρω από τους πυρήνες των ατόμων. Το Σύμπαν συμπεριφέρεται σαν ένα πολύ πυκνό και θερμό αέριο που αποτελείται από πρωτόνια, νετρόνια ηλεκτρόνια, πυρήνες ελαφρών στοιχείων και ακτινοβολία. Η ακτινοβολία αλληλεπιδρά ισχυρά με την ιονισμένη ύλη, το φάσμα της είναι συνεχές και διαχέεται ομοιόμορφα σε ολόκληρο το Σύμπαν. πρόκειται για τον πρόγονο της ακτινοβολίας υποβάθρου.

**δ) Περίοδος της ύλης.** Διαρκεί από το τέλος της περιόδου του πλάσματος μέχρι σήμερα.

Όταν η θερμοκρασία έπεσε στους 3.000 K, έγινε δυνατός ο σχηματισμός των πρώτων ατόμων: Οι πυρήνες των ελαφρών στοιχείων, που είχαν ήδη συντεθεί, παγίδευσαν ηλεκτρόνια και δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα: υδρογόνου, δευτερίου, τριτίου, ηλίου, λιθίου και βηρυλλίου. Η ακτινοβολία δεν παγιδεύεται από την ουδέτερη πλέον ύλη και αποδεσμεύεται απ' αυτήν. Καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται και ψύχεται, η θερμοκρασία της μειώνεται μέχρι τη σημερινή τιμή των 2,7 K. Η ακτινοβολία αυτή δεν είναι άλλη από την ακτινοβολία υποβάθρου, της οποίας η ανακάλυψη αποτέλεσε πραγματικό θρίαμβο για τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Κατά την περίοδο αυτή τοπικές διαταραχές της ομοιογένειας της κοσμικής ύλης προκάλεσαν το σχηματισμό των γαλαξιών και των αστερών. Στους πυρήνες των αστερών δημιουργήθηκαν τα υπόλοιπα γνωστά μας στοιχεία.

Εικόνα 3: Η Μεγάλη Έκρηξη



## 2.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΚΡΗΣΗΣ

Η θεωρία της μεγάλης έκρηξης δείχνει να είναι και θεωρητικά αλλά και πειραματικά τουλάχιστον μέ τις σημερινές τεχνικές δυνατότητες αρκετά καλά θεμελιωμένο. Αυτό δε σημαίνει ότι δεν υπάρχουν κοσμολογικά προβλήματα τα οποία είναι ανοιχτά και αναπάντητα από τη θεωρία της μεγάλης έκρηξης. Τα κυριότερα αναπάντητα ερωτήματα για το σύμπαν, με το κυρίαρχο ερμηνευτικό κοσμολογικό μοντέλο, εκείνο της μεγάλης έκρηξης είναι :

- Το Σύμπαν φαίνεται το ίδιο στις αντίθετες πλευρές του ουρανού. Άρχισαν να διαστέλλονται όλα ταυτόχρονα; Εάν ναι, τότε πώς μπόρεσαν όλα τα διαφορετικά μέρη του σύμπαντος να συγχρονίσουν το ξεκίνημα της διαστολής τους και να εξελίσσονται σε κάθε κατεύθυνση έτσι όπως χρειάζεται, ώστε να αποτελούν ενιαίο σύνολο μαζί με τις εξελίξεις του προς τις άλλες κατευθύνσεις; Αυτό το ονομάζουν "*πρόβλημα του ορίζοντα*".
- Τι υπήρχε πριν από τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης, η οποία συμπίπτει με αρχή του χρόνου και του χώρου, και έχει νόημα ένα τέτοιο ερώτημα; Υπήρχαν προηγουμένως οι νόμοι που ρυθμίζουν τις εξελίξεις του Σύμπαντος ή οι νόμοι αποκτήθηκαν μετά;
- Παρατηρώντας το Σύμπαν σε τεράστιες αποστάσεις και σε παρελθόντα χρόνο μερικών δισεκατομμυρίων ετών, το Σύμπαν φαίνεται να λειτουργεί και να σχηματίζεται με τους ίδιους νόμους και η ύλη να μοιράζεται ομοιόμορφα, όπως προβλέπεται με τη λογική της διαστολής του χώρου. Όμως σε τοπικές διαστάσεις δεν λείπουν οι σημαντικές αποκλίσεις, οι ιδιαιτερότητες και οι διαδικασίες που δημιουργούν νέες δομές.
- Μελετώντας τις κινήσεις των Γαλαξιών, προκύπτει ότι η παρατηρούμενη μάζα του Σύμπαντος είναι πολλές φορές μικρότερη από αυτή που υπολογίζουμε ότι χρειάζεται για να διατηρούν οι Γαλαξίες τη δομή τους. Αυτό είναι γνωστό σαν *πρόβλημα της μάζας που λείπει ή της αθέατης ύλης*.
- Το Σύμπαν εμφανίζεται επίπεδο, παρά την έκταση που το παρατηρούμε, ενώ θεωρητικά ο χώρος θα μπορούσε να είναι κυρτός σε πολύ μικρή απόσταση. Οι προβλέψεις και οι θεωρητικοί υπολογισμοί απέχουν αρκετά από τις παρατηρήσεις.
- Οι φυσικές σταθερές εμφανίζονται ακριβώς με την αριθμητική τιμή που χρειάζεται για να είναι ο κόσμος αυτός που ζούμε, ενώ με την ελάχιστη απόκλιση δεν θα υπήρχαν τα περιθώρια να εμφανιστεί η ζωή. Με τέτοιες ανεξήγητες φυσικές σταθερές και με δεδομένο ότι ζούμε σε έναν τετραδιάστατο κόσμο, αναγκάζονται στα θεωρητικά μοντέλα να εισάγουν περισσότερες διαστάσεις και φαινόμενα που δεν μπορούμε να παρατηρήσουμε.
- Ενώ η θεωρία προβλέπει την ύπαρξη των λεγόμενων μαγνητικών μονοπόλων, ακόμα δεν έχει παρατηρηθεί κανένα.
- Από τις νεότερες παρατηρήσεις και υπολογισμούς, προέκυψε, ότι η αποκαλούμενη Διαστολή του Σύμπαντος είναι επιταχυνόμενη και όχι επιβραδυνόμενη, όπως αναμενόταν σαν πιο συνεπές.
  - Ο ρόλος της βαρύτητας και η σχέση της με τις υπόλοιπες φυσικές δυνάμεις (ιδιαίτερα με την πυρηνική και την ηλεκτρομαγνητική) που καθορίζουν την τύχη και τη δομή της ύλης παντού μέσα στο Σύμπαν, παραμένει σκοτεινός.

### 3. CERN

Το όνομα CERN είναι αρχικά γαλλικών λέξεων: Organisation Europeenne pour la Recherche Nucleaire ή στα αγγλικά European Organization for Nuclear Research που σημαίνει «Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών». Γεννήθηκε στη Γενεύη της Ελβετίας στις 29 Σεπτεμβρίου 1954 και αποτελεί μια διεθνώς κοινή προσπάθεια μεταξύ 12 ευρωπαϊκών χωρών όπως Βέλγιο, Δανία, Δ. Γερμανία, Γαλλία, Ιταλία, Νορβηγία, Σουηδία, Ελβετία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γιουγκοσλαβία και Ελλάδα. Επομένως, είναι ένας από τους πρώτους οργανισμούς που κατευθύνθηκε προς την διευρωπαϊκή ένωση αλλά και συνεργασία μεταξύ των κρατών. Σήμερα οι χώρες – μέλη έχουν φθάσει τις 201 αλλά τα περισσότερα πειράματα στο CERN γίνονται με διεθνείς συνεργασίες και με άλλες χώρες (ΗΠΑ, Ινδία, Ισραήλ, Ρωσία, Ιαπωνία, Τουρκία αλλά και η UNESCO). Στο CERN απασχολούνται περίπου 3.000 μόνιμοι εργαζόμενοι και περίπου 7.931 επιστήμονες και μηχανικοί που αντιπροσωπεύουν 580 πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα από 80 διαφορετικές εθνικότητες. Περίπου το μισό έμψυχο δυναμικό της επιστημονικής κοινότητας της σωματιδιακής φυσικής, απασχολείται στο CERN! (Εικόνα 4 )

#### 3.1 ΔΟΜΗ CERN

Ο CERN έχει μια πολύπλοκη διάταξη η οποία αποτελείται από:

**α) Επιταχυντές:** πρόκειται για γιγαντιαίες διατάξεις που επιταχύνουν σωματίδια (Ηλεκτρόνια, πρωτόνια, ιόντα και άλλα) και τα οδηγούν σε σύγκρουση. Αιχμή του δόρατος αποτελεί ο Μεγάλος Ανιχνευτής Αδρονίων LHC (Large Hadron Collider). Είναι «μηχανήματα» τα οποία θα «φωτογραφίσουν» τις τροχιές των σωματιδίων και θα ανιχνεύσουν νέα σωματίδια που ενδεχομένως θα προκύψουν από τις συγκρούσεις των δεσμών , όπως το Μποζόνιο Χιγκς.

**β) Ανιχνευτές:** υπάρχουν 6 ανιχνευτές για το «πείραμα», από τους οποίους οι 2 νεότεροι είναι κολοσσιαίων διαστάσεων και είναι οι παρακάτω:

- Ο ανιχνευτής ΑΤΛΑΣ έχει βάρος 7.000 τόνους (δηλαδή λίγο μεγαλύτερο από το βάρος του Πύργου του Άιφελ στο Παρίσι) Κάθε ανιχνευτής είναι εξειδικευμένος για μελέτη διαφορετικών αντικειμένων. Ο ATLAS (1700 Επιστήμονες) θα αναζητήσει το Μποζόνιο Higgs και τυχόν υπερσυμμετρικά συστατικά της σκοτεινής ύλης.

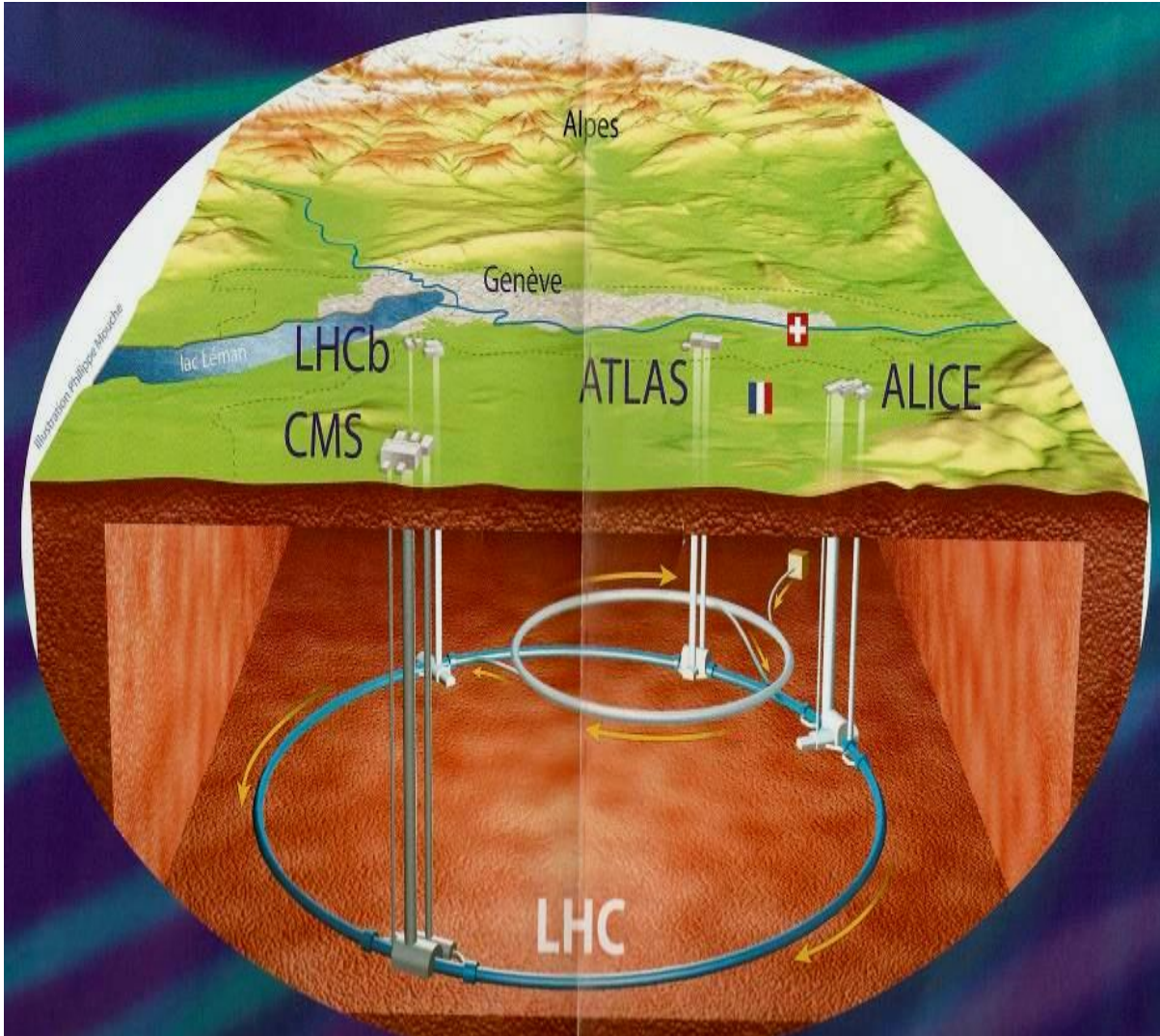


Εικόνα 4 : Εγκαταστάσεις CERN

- Ο ανιχνευτής CMS έχει βάρος 12.000 τόνους, και θεωρείται το μεγαλύτερο και πολυπλοκότερο μηχάνημα που κατασκευάστηκε ποτέ στη Γη! CMS (2000 Επιστήμονες) χρησιμοποιώντας μαγνητικά πεδία έντασης 4 tesla, δηλαδή 100.000 φορές ισχυρότερα από το Γήινο, θα κάνει πειράματα ανάλογα με αυτά του ATLAS, αλλά με διαφορετικές τεχνικές.
- Ο ALICE (1000 Επιστήμονες) θα μελετήσει το πλάσμα κουάρκς-γκλουονίων μια μορφή ύλης που πιστεύεται ότι υπήρξε στο Σύμπαν από το 10ο μέχρι το 25ο δευτερόλεπτο της δημιουργίας του, πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια.
- Ο LHCb (650 Επιστήμονες) θα μελετήσει σωματίδια που ονομάζονται β-Μεσόνια και θα ερευνήσει τις διαφορές ανάμεσα σε ύλη και αντιύλη.
- Οι δύο μικρότεροι ανιχνευτές θα μετρήσουν την φωτεινότητα της σύγκρουσης και μεγέθη του πρωτονίου (TOTEM) και θα αξιοποιήσουν τα σωματίδια που θα παραχθούν στον Επιταχυντή στην παραγωγή κοσμικών ακτίνων σε συνθήκες Εργαστηρίου (LHCf).



Οι 4 ανιχνευτές (ATLAS, CMS, ALICE και LHCb)( Εικόνα 5 ) και οι 2 μικρότεροι (TOTEM και LHCf), αφού καταγράψουν τα συμβάντα (συγκρούσεις), θα τα φιλτράρουν «πετώντας» τα αδιάφορα και θα τα στείλουν για επεξεργασία (Παγκόσμιο δίκτυο GRID).  
γ) **δίκτυα υπολογιστών:** Πέρα από τα Κέντρα Ελέγχου και τα δεκάδες Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών και Η/Υ που υπάρχουν στο CERN υπάρχει δίκτυο Υπολογιστών διασπαρμένο σε δεκάδες Πανεπιστήμια που θα επεξεργάζονται τα δεδομένα του Πειράματος , στα πλαίσια ενός πρωτοποριακού Προγράμματος του GRID.



**Εικόνα 5: Οι ανιχνευτές ATLAS, ALICE, LHCb, CMS**

### 3.2 Ο ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΗΣ LHC (Large Hadron Collider)

Ο επιταχυντής LHC (Large Hadron Collider = Μεγάλος Συγκρουστής Αδρονίων) είναι μία τεράστια πειραματική διάταξη με σκοπό να επιταχύνει σωματίδια υπό μορφή δέσμης και να προκαλεί συγκρούσεις μεταξύ τους. Ουσιαστικά είναι ένα τούνελ σε μέσο βάθος 100m κάτω από την επιφάνεια της Γης. Το τούνελ αυτό δεν επεκτείνεται ευθύγραμμα αλλά είναι κυκλικό, ένας τεράστιος κυκλικός δακτύλιος περιφέρειας 27km και πλάτους 3m. Μια διαδοχή επιταχυντών χρησιμοποιείται για να ενισχύσει προοδευτικά τις δέσμες πρωτονίων σε όλο και υψηλότερες ενέργειες, καταλήγοντας στον LHC που είναι η τελευταία παγκόσμια τεχνολογική κατάκτηση αυτής της αλυσίδας επιταχυντών, όπου τα πρωτόνια επιταχύνονται ως τη μοναδική ενέργεια των 6.5 TeV (1 τρισεκατομύριο Ηλεκτρονιοβόλτ) ανά δέσμη. Οι περισσότεροι από τους άλλους επιταχυντές της αλυσίδας έχουν επιπλέον τους δικούς τους πειραματικούς θαλάμους, όπου οι δέσμες σωματιδίων χρησιμοποιούνται για πειράματα σε χαμηλότερες ενέργειες. Ο επιταχυντής LHC χρησιμοποιεί μία σήραγγα περιφέρειας 27 χιλιομέτρων και μερικούς από τους ισχυρότερους δίπολους και τετράπολους μαγνήτες και κοιλότητες ραδιοσυχνότητας, όλα από υπεραγώγιμο υλικό (NbTi) ( Εικόνα 6 ) . Για τη λειτουργία και ψύξη αυτών των ιδιαίτερων μαγνητών απαιτείται εξαιρετικά χαμηλή θερμοκρασία· έτσι, χρησιμοποιείται υγρό άζωτο και ήλιο που ψύχουν τους μαγνήτες σε θερμοκρασία - 271° C.

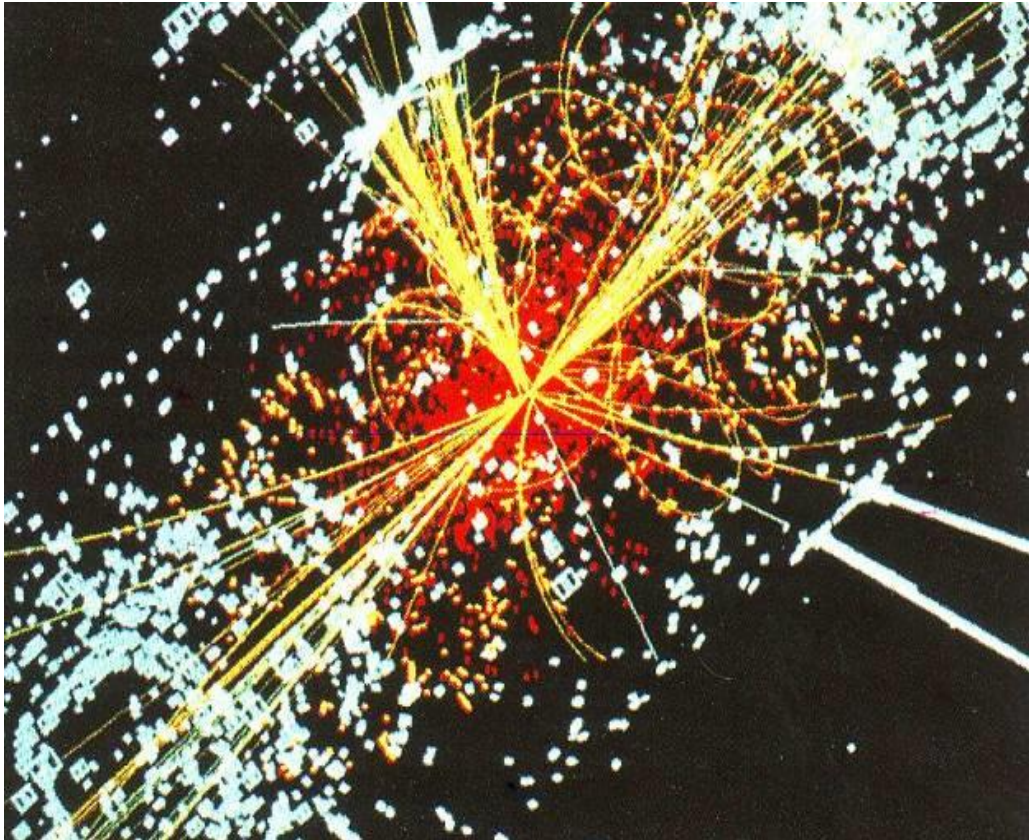
Η θερμοκρασία αυτή είναι μόλις 2 βαθμούς πάνω από το απόλυτο 0 (πλήρης απουσία θερμότητας) και το περιβάλλον αυτό είναι πιο ψυχρό και από το διάστημα. Η σήραγγα βρίσκεται σε μέσο βάθος 100 μέτρων, γιατί ο φλοιός της Γης παρέχει καλή θωράκιση από την εξωτερική ακτινοβολία και δεν εμποδίζει τις τωρινές ή μελλοντικές πολιτικές δράσεις στην περιοχή (υπόγειες σήραγγες ύδρευσης, παροχής ενέργειας, συγκοινωνία μετρό κ.λπ.). Δέσμες αδρονίων (πρωτονίων ή ιόντων Μολύβδου 208Pb) ταξιδεύουν σε αντίθετες κατευθύνσεις στο εσωτερικό δύο δακτυλίων για πολλές ώρες καλύπτοντας απόσταση μεγαλύτερη από 10 δισεκατομμύρια χιλιόμετρα (αρκετή για να πάει κανείς στον πλανήτη Ποσειδώνα και να επιστρέψει), με ταχύτητες σχεδόν ίσες με την ταχύτητα του φωτός. Αυτό αντιστοιχεί σε μία ενέργεια 7TeV = 7.000.000.000.000 eV, σύνολο 14 τρισεκατομμύρια eV . Για να καταλάβουμε πόσο μεγάλη είναι η ενέργεια, κάθε δέσμη έχει ενέργεια ισοδύναμη με την κινητική ενέργεια ενός μικρού πλοίου 10. 000 τόννων που κινείται με ταχύτητα 30 km/h ή 450 αυτοκινήτων 2 τόννων που κινούνται με ταχύτητα 100 km/h. Κατόπιν οδηγούνται σε σύγκρουση στα τέσσερα σημεία τομής των δακτυλίων όπου βρίσκονται οι ανιχνευτές των τεσσάρων μεγάλων πειραμάτων ALICE, ATLAS, CMS και LHCb ( Εικόνα 7,8 ). Από την αλληλεπίδραση των δεσμών του LHC στα σημεία σύγκρουσης των πειραμάτων δημιουργούνται ως και 800 εκατομμύρια συγκρούσεις σωματιδίων το δευτερόλεπτο.



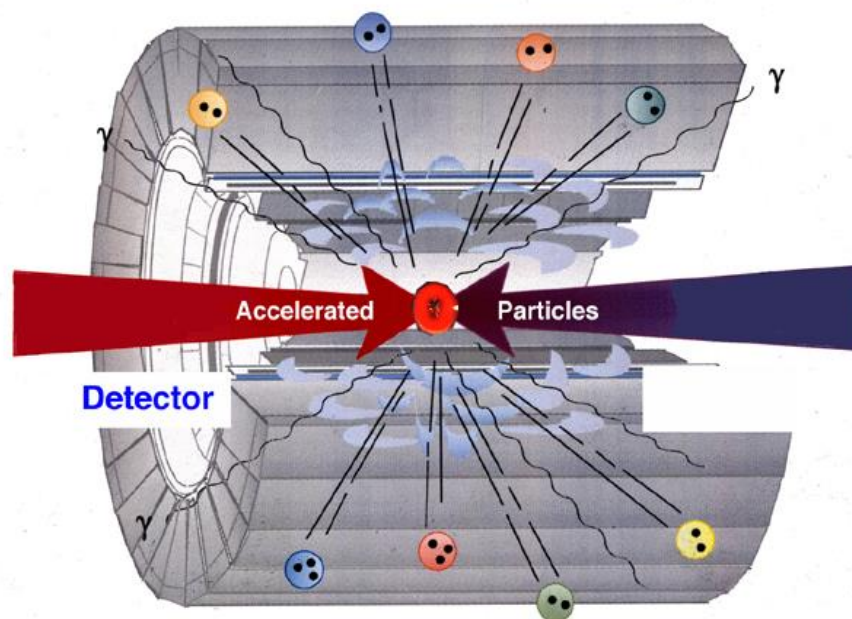
Εικόνα 6 : Επιταχυντής LHC

Η ενέργεια που καταναλώνει ο LHC είναι περίπου 120 MW (230 MW για όλο το CERN) και αντιστοιχεί λίγο-πολύ στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όλων των νοικοκυριών στο καντόνι της Γενεύης. Υποθέτοντας ένα μέσο όρο 270 εργασιμων ημερών του επιταχυντή, η εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ενέργειας είναι περίπου 800.000 MWh, ανεβάζοντας το συνολικό ετήσιο κόστος για τη λειτουργία του LHC στα 19 εκατομμύρια ευρώ. «Το κόστος λειτουργίας για 10 χρόνια του LHC ισοδυναμεί με τα έξοδα 3 ημερών ενός τοπικού πολέμου (π.χ. Ιράκ), ενώ αν προσθέσουμε και το κόστος κατασκευής του (περίπου 6 δισ. ευρώ), ισοδυναμεί με το κόστος ενός αεροπλανοφόρου».





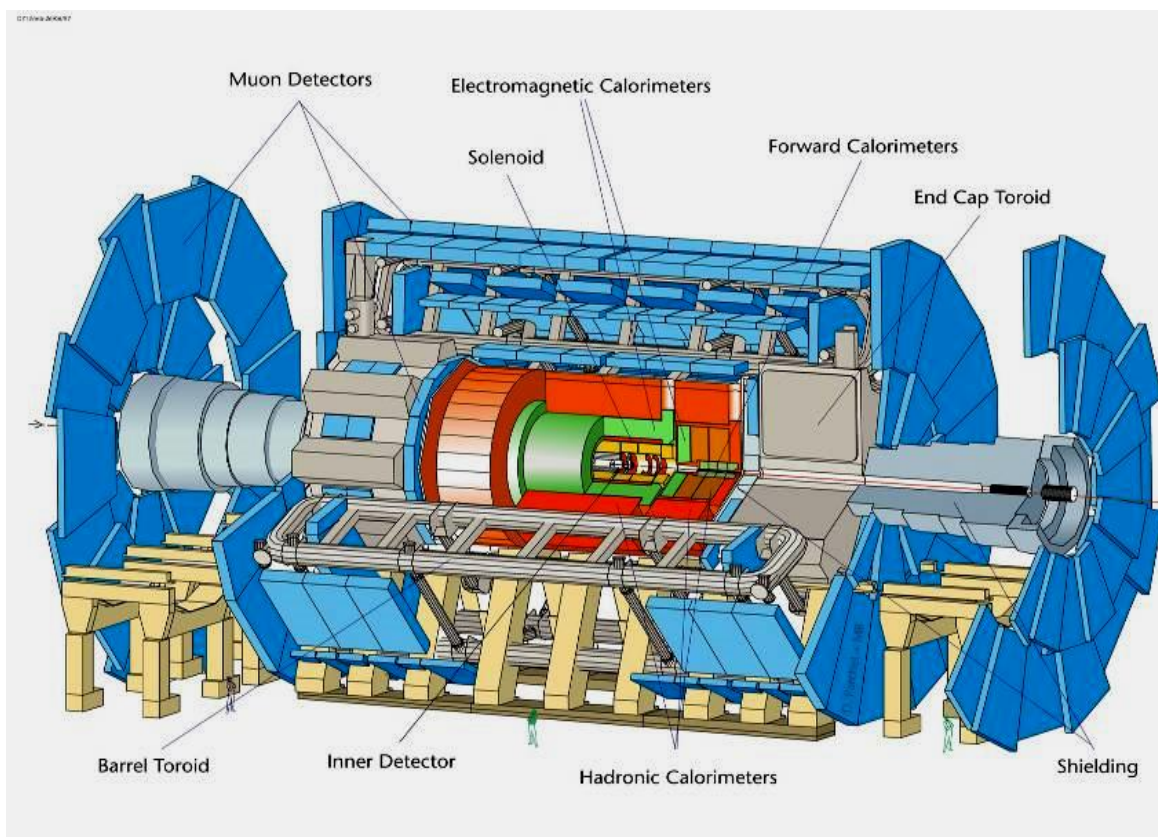
Εικόνα 7,8 : Συγκρούσεις ανδρονίων



Εικόνα 8

### 3.3 ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ATLAS

Τι είναι το ATLAS Πρόκειται για μία τεράστια ανιχνευτική διάταξη σε συγκεκριμένο σημείο της περιφέρειας του επιταχυντή LHC (Εικόνα 9 ). Πρόκειται για έναν κύλινδρο «ξαπλωμένο» με μήκος 46m και διάμετρο 25m που έχει βάρος περίπου 7.000 τόνους. Στην πραγματικότητα αποτελείται από επιμέρους εσωτερικούς ομοαξονικούς κυλίνδρους καθένας από τους οποίους αποτελεί ένα στρώμα ανιχνευτών. Υπάρχει ο λεγόμενος “Inner Detector” που καταγράφει με μεγάλη ακρίβεια τροχιές παραγομένων σωματιδίων από τις συγκρούσεις, τα καλορίμετρα που καταγράφουν τις ενέργειες σωματιδίων που σταματούν γρήγορα και το φασματόμετρο μιονίων για τον προσδιορισμό της τροχιάς των μιονίων, σωματίδια που παράγονται από τη σύγκρουση και προχωρούν αρκετά πριν σταματήσουν. Το ATLAS διαθέτει και διατάξεις ισχυρών μαγνητών διότι υπό την



Εικόνα 9: Ανιχνευτής ATLAS

επίδραση του μαγνητικού πεδίου επιτυγχάνεται διαχωρισμός των τροχιών των σωματιδίων ανάλογα με το είδος του καθενός. Έτσι καταλαβαίνουμε τί είδους σωματίδια είναι αυτά που παρατηρούμε.

### 3.4 ΠΟΥ ΕΣΤΙΑΖΟΥΝ ΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ CERN

Τα πειράματα του CERN εστιάζουν στη θεμελιώδη έρευνα της φυσικής για τη δομή της ύλης με συμπεράσματα που οδηγούν στη διαδικασία της δημιουργίας του σύμπαντος. Δημιουργούν συνθήκες της ύλης αντίστοιχες με εκείνες που επικρατούσαν κλάσματα του πρώτου δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Εκρηξη. Ερωτήματα που ζητούν απαντήσεις όπως:

1. Τι έγινε το «σκοτεινό» πρώτο δευτερόλεπτο της δημιουργίας του Σύμπαντος πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια;
2. Μέσα από πιο «Μηχανισμό» περάσαμε από την μη ύπαρξη στην ύπαρξη;
3. Γιατί εξαφανίστηκε η Αντιύλη από το Σύμπαν, ενώ θεωρείται ότι δημιουργήθηκε σε ίσες ποσότητες με την ύλη αρχικά;
4. Υπάρχει το αινιγματικό σωματίδιο Higgs που δίνει μάζα σε ορισμένα σωματίδια, ενώ δεν δίνει σε κάποια άλλα; («Σωματίδιο του Θεού» το ονόμασαν, «Άγιο Δισκοπότηρο» της Φυσικής κάποιοι άλλοι)
5. Ποια είναι η προέλευση της μάζας;
6. Θα επιβεβαιωθεί η Θεωρία των χορδών;
7. Υπάρχουν επιπλέον διαστάσεις όπως προβλέπεται από διάφορα μοντέλα που εμπνέονται από τη θεωρία χορδών δηλαδή το Σύμπαν είναι τετραδιάστατο ή πολυδιάστατο;
8. Τι είναι η «σκοτεινή» ύλη και η «σκοτεινή» ενέργεια;
9. Γιατί είναι η βαρύτητα τόσο πολλές τάξεις μεγέθους ασθενέστερη από τις άλλες τρεις θεμελιώδεις δυνάμεις;
10. Θα αποδειχθεί πειραματικά η ύπαρξη των Γκραβιτονίων που αποτελούν τους φορείς της πλέον προσιτής αλλά και πλέον ασθενούς δύναμης της βαρύτητας;
11. Θα μπορέσουμε να φθάσουμε στην ενοποίηση των τεσσάρων βασικών δυνάμεων, δηλαδή της Ισχυρής, της Ηλεκτρομαγνητικής, της Ασθενούς και της Βαρύτητας;
13. Υπάρχουν πρόσθετα quark flavors, πέραν εκείνων που έχουν ήδη προβλεφθεί στο πλαίσιο του standard model;
14. Ποια ήταν η φύση του quark-gluon πλάσμα στην πρώτη δεκαετία του σύμπαντος;

### 3.5 ΕΠΙΤΕΥΓΜΑΤΑ ΤΟΥ CERN

Η τεχνολογία είναι θα έλεγε κανείς το μέσο με το οποίο η κοινωνία και η καθημερινότητά μας μπολιάζεται με την επιστήμη. Η φυσική υψηλών ενεργειών απαιτεί τεχνολογία αιχμής που δεν υπάρχει ακόμη στη βιομηχανία. «Εξήντα χρόνια μετά την ίδρυσή του, το CERN αποτελεί σήμερα το μεγαλύτερο παγκόσμιο διεθνή ερευνητικό οργανισμό με σπουδαία επιτεύγματα όχι μόνο στον τομέα της βασικής έρευνας αλλά και με πολλαπλά οφέλη τεχνολογικών και καινοτομικών ανακαλύψεων. Από την επιστήμη των υλικών, μέχρι τους υπολογιστές, την ιατρική, την ενέργεια και το περιβάλλον. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η ανάπτυξη του Παγκόσμιου Ιστού (του γνωστού μας world wide web) που ξεκίνησε τον Μάρτιο του 1989 από το CERN και είναι πια αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητάς μας, αλλάζοντας για πάντα την συμπεριφορά και λειτουργία του σύγχρονου ανθρώπου και των κοινωνιών.

Οι ανιχνευτές ακριβείας, οι επιταχυντές και οι τεχνολογίες δεσμών βρίσκουν σπουδαίες ιατρικές (διαγνωστικές και θεραπευτικές) εφαρμογές: ιατρική απεικόνιση (τομογραφία SPECT, PET, MRI), αναιμάκτη θεραπεία καρκίνου με αδρόνια (περισσότεροι από 60.000 ασθενείς έχουν θεραπευθεί παγκοσμίως), ιατρικά ραδιοϊσότοπα για την έγκαιρη διάγνωση και αντιμετώπιση σοβαρών ασθενειών, βραχυθεραπεία καρκίνου. Πάνω από το 50% των επιταχυντών που λειτουργούν παγκοσμίως χρησιμοποιούνται στην ιατρική. Οι ιατρικές εφαρμογές, περισσότερο ίσως από τους υπόλοιπους τομείς, είναι η επιτομή της συνεργασίας μεταξύ επιστημονικών πεδίων και ερευνητών από πολύ διαφορετικούς κλάδους (φυσικοί, γιατροί, ραδιοβιολόγοι, μηχανικοί, προγραμματιστές, βιομηχανικός κόσμος) αποδεικνύοντας ότι βασική και εφαρμοσμένη επιστήμη μπορούν να συμβαδίζουν προωθώντας η μια την άλλη σε νέες καινοτόμες τεχνολογίες με πολλαπλά οφέλη για την ανθρωπότητα.

Ανεξάρτητα από τα προσδοκώμενα οφέλη, το «Μεγάλο Πείραμα» έφερε κοντά 10.000 επιστήμονες απ' όλο τον κόσμο, που πρόσφεραν το Πνευματικό τους δυναμικό στην πιο περίπλοκη επιστημονική συνεργασία που έγινε ποτέ. Το «Πείραμα» επομένως, στην ταραγμένη εποχή που ζούμε, αποτελεί πρότυπο διεθνούς συνεργασίας και καλής θέλησης, κάτι που το έχουμε περισσότερο ανάγκη από ποτέ.



## 4. ΒΑΡΥΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ

Τα βαρυτικά κύματα είναι διαταραχές ή διακυμάνσεις στον ίδιο τον ιστό του χωροχρόνου, οι οποίες διαδίδονται κατά τρόπο ανάλογο περίπου με τους κυματισμούς που δημιουργούνται όταν πετάξουμε ένα βότσαλο μέσα σε μια λίμνη. Σχεδόν κάθε μεταβολή στην κινητική κατάσταση ενός σώματος (εκτός από την περίπτωση που η μεταβολή αυτή είναι σφαιρικά συμμετρική, όπως κατά την σφαιρικά συμμετρική κατάρρευση ενός άστρου), αφήνει το «αποτύπωμά» της στον χωροχρόνο με τη μορφή ενός βαρυτικού κύματος, το οποίο απομακρύνεται από την «πηγή» του με την ταχύτητα του φωτός. Κάθε βαρυτικό κύμα, κατά τη διάδοσή του, μεταβάλλει με συγκεκριμένο και ρυθμικό τρόπο (επιμήκυνση σε μία διεύθυνση και συρρίκνωση κατά την κάθετη διεύθυνση) τις αποστάσεις μεταξύ των ελεύθερων σωμάτων, σε ένα επίπεδο κάθετο στη διεύθυνση διάδοσής του.

Προκειμένου να οπτικοποιήσουμε όσο είναι δυνατόν αυτές τις ταλαντώσεις της ύλης που προκαλούνται από τα βαρυτικά κύματα, ας υποθέσουμε αρχικά ότι παρατηρούμε από το πλάι ένα πλοίο που βρίσκεται στη θάλασσα και ότι μία σειρά από κύματα το προσεγγίζουν επίσης από το πλάι. Καθώς η κορυφή ενός θαλάσσιου κύματος διέρχεται κάτω από το πλοίο, παρατηρούμε ότι το πλοίο «ανεβαίνει» σε ένα μέγιστο ύψος και στη συνέχεια «κατεβαίνει», για να καταλήξει σε ένα ελάχιστο ύψος, όταν ακριβώς από κάτω του βρίσκεται η «κοιλιά» του κύματος κ.ο.κ.. Σε κάθε περίπτωση, όμως, οι διαστάσεις του πλοίου παραμένουν αμετάβλητες. Εάν, όμως, σε αυτό το «νοητικό» μας πείραμα αντικαθιστούσαμε τα κύματα της θάλασσας με τα βαρυτικά κύματα, θα βλέπαμε κάτι εντελώς διαφορετικό. Όταν, για παράδειγμα, η «κορυφή» του βαρυτικού κύματος διερχόταν από το πλοίο, θα το «ξεχείλωνε», προκαλώντας διαστολή στο μήκος του και ταυτόχρονη συρρίκνωση στο ύψος του. Στη συνέχεια, όταν η «κοιλιά» του βαρυτικού κύματος διερχόταν από το πλοίο, θα προκαλούσε την αντίθετη μεταβολή, δηλαδή συρρίκνωση στο μήκος του και επιμήκυνση στο ύψος του. Με δυο λόγια, εκείνες οι διαστάσεις του πλοίου, οι οποίες είναι κατακόρυφες στη διεύθυνση διάδοσης του βαρυτικού κύματος, θα μεταβάλλονταν περιοδικά.

Καθώς ένα βαρυτικό κύμα ( Εικόνα 10 ) διαδίδεται στον χωροχρονικό ιστό του Σύμπαντος, όσο περισσότερο απομακρύνεται από τη φυσική αιτία που το δημιούργησε, τόσο περισσότερο εξασθενεί και τόσο περισσότερο ελαχιστοποιούνται οι ταλαντώσεις που προκαλεί στην ύλη. Αυτή η αλληλεπίδραση των βαρυτικών κυμάτων με την ύλη είναι μάλιστα τόσο αμελητέα, που εάν κάποιο βαρυτικό κύμα, προερχόμενο από έναν γειτονικό μας γαλαξία, διερχόταν από το Ηλιακό μας σύστημα, θα μετέβαλλε τη μέση απόσταση της Γης από τον Ήλιο κατά απόσταση μικρότερη από τη διάμετρο ενός ατόμου. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει και πόσο δύσκολο είναι να ανιχνευθούν στην πράξη τα βαρυτικά κύματα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα φαινομένων που, όπως

πιστεύουν οι επιστήμονες, είναι δυνατό να δημιουργήσουν βαρυτικά κύματα ικανά να προκαλέσουν μετρήσιμες ταλαντώσεις στην ύλη, αποτελούν και τα διπλά συστήματα άστρων νετρονίων, οι εκρήξεις



**Εικόνα 10: Βαρυτικά κύματα**

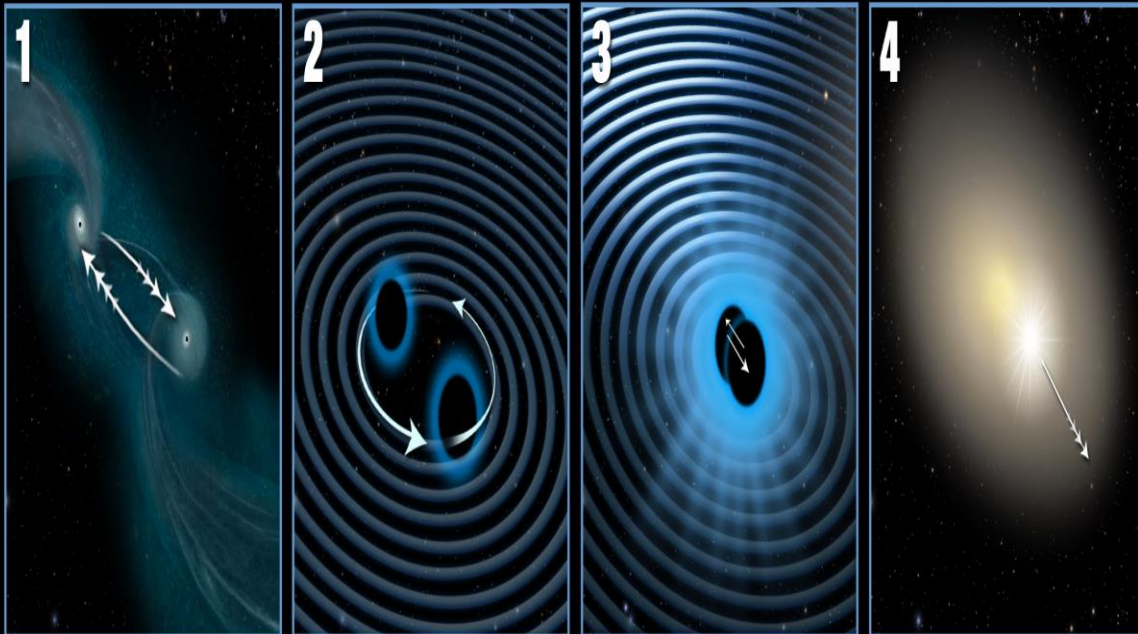
υπερκαινοφανών που δεν είναι σφαιρικά συμμετρικές, οι συγκρούσεις μεταξύ αστέρων νετρονίων και οι συγχωνεύσεις γιγάντιων μαύρων τρυπών στους γαλαξιακούς πυρήνες.

Τα βαρυτικά κύματα εντοπίστηκαν για πρώτη φορά το 2015 και έκτοτε έχουν ανιχνευθεί ακόμη αρκετές φορές. Οι πηγές όπου εντοπίστηκαν τα βαρυτικά κύματα είναι:

**α)** κατά την συγχώνευση των μαύρων τρυπών ( Εικόνα 11 ), η παρατήρηση των «συνεπειών» της σύγκρουσης είναι ουσιαστικά ανούσια, αφού υπάρχει μονάχα «σκοτάδι» και δεν υπάρχουν δεδομένα τα οποία μπορούν να καταγράψουν τα τηλεσκόπια.

**β)** βαρυτικά κύματα από αστέρες που περιστρέφονταν προς τον θάνατό τους.

## Gravitational waves eject black hole from galaxy



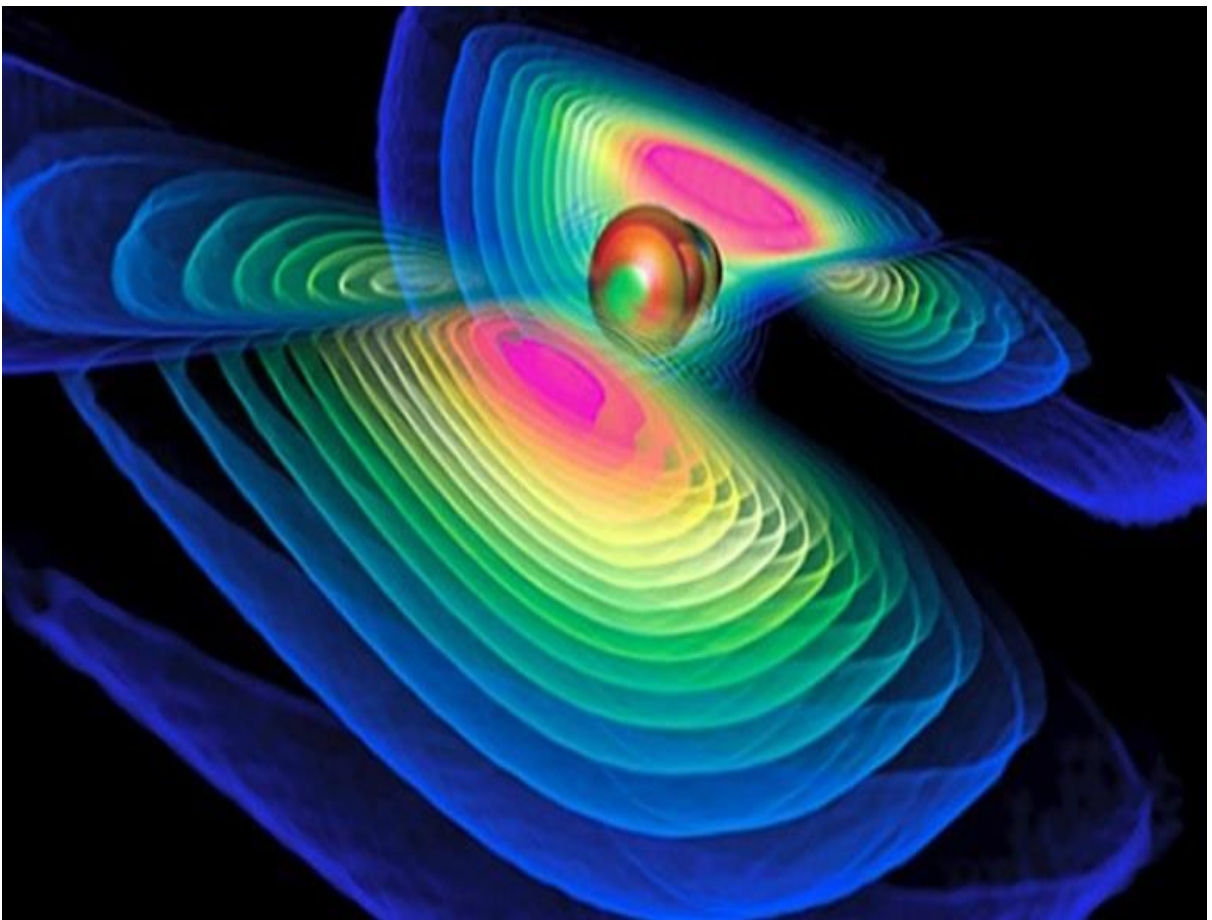
Εικόνα 11 : Συγχώνευση των μαύρων τρυπών

γ) κατά την κατακλυσμική «σύγκρουση» αστέρων νετρονίων, των μικρότερων και πιο πυκνών άστρων στο σύμπαν ,δηλαδή όταν δύο αστέρες νετρονίων καταστρέψουν ο ένας τον άλλον, η έκρηξη παράγει φως και ραδιοκύματα, τα οποία μπορούν να καταγραφούν ( Εικόνα 12 ). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα «σόου με πυροτεχνήματα» που παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον για τους επιστήμονες, αλλά το γεγονός ότι πλέον μπορούμε να καταγράψουμε τις συνέπειες για μεγαλύτερο διάστημα.

Τα ευρήματα που αναφέρονται παραπάνω ανοίγουν τον δρόμο για πιο ακριβείς μετρήσεις του σύμπαντος. Οι επιστήμονες προσπαθούν εδώ και δεκαετίες να προσδιορίσουν το ακριβές μέγεθος του σύμπαντος, αλλά αυτό είναι ακατόρθωτο με την χρήση της παραδοσιακής αστρονομίας. Η περίπλοκη φόρμουλα που χρησιμοποιούσαν μέχρι στιγμής (κοσμική κλίμακα) έχει πολλούς περιορισμούς. Τα βαρυτικά κύματα,

ωστόσο, παράγουν έναν χαρακτηριστικό ήχο που σου αποκαλύπτει πόσο μακριά βρίσκεται η πηγή τους, και πλέον οι ερευνητές μπορούν να ταυτίσουν αυτήν την πηγή και με μια σύγκρουση σε έναν συγκεκριμένο γαλαξία. Κατά συνέπεια, μπορούν πλέον να έχουν μια πολύ πιο σαφή εικόνα για την απόσταση αυτού του γαλαξία από τη Γη. Για πρώτη φορά έχουμε στη διάθεση μας μια μεζούρα που μπορεί να μας βοηθήσει να υπολογίσουμε το μέγεθος του σύμπαντος και είναι απαλλαγμένη από τις αβεβαιότητες της παραδοσιακής αστρονομίας.

Ακόμη, οι επιστήμονες βρήκαν ένα νέο τρόπο για να μετρήσουν, τη «σταθερά του Χάμπλ», που περιγράφει τον ρυθμό επέκτασης του σύμπαντος. Η νέα εκτίμηση είναι, ότι το σύμπαν επεκτείνεται με ρυθμό περίπου 70 χιλιομέτρων ανά πάρσεκ, που συμβαδίζει με τις έως τώρα εκτιμήσεις.



**Εικόνα 12: Σύγκρουση αστέρων νετρονίων**



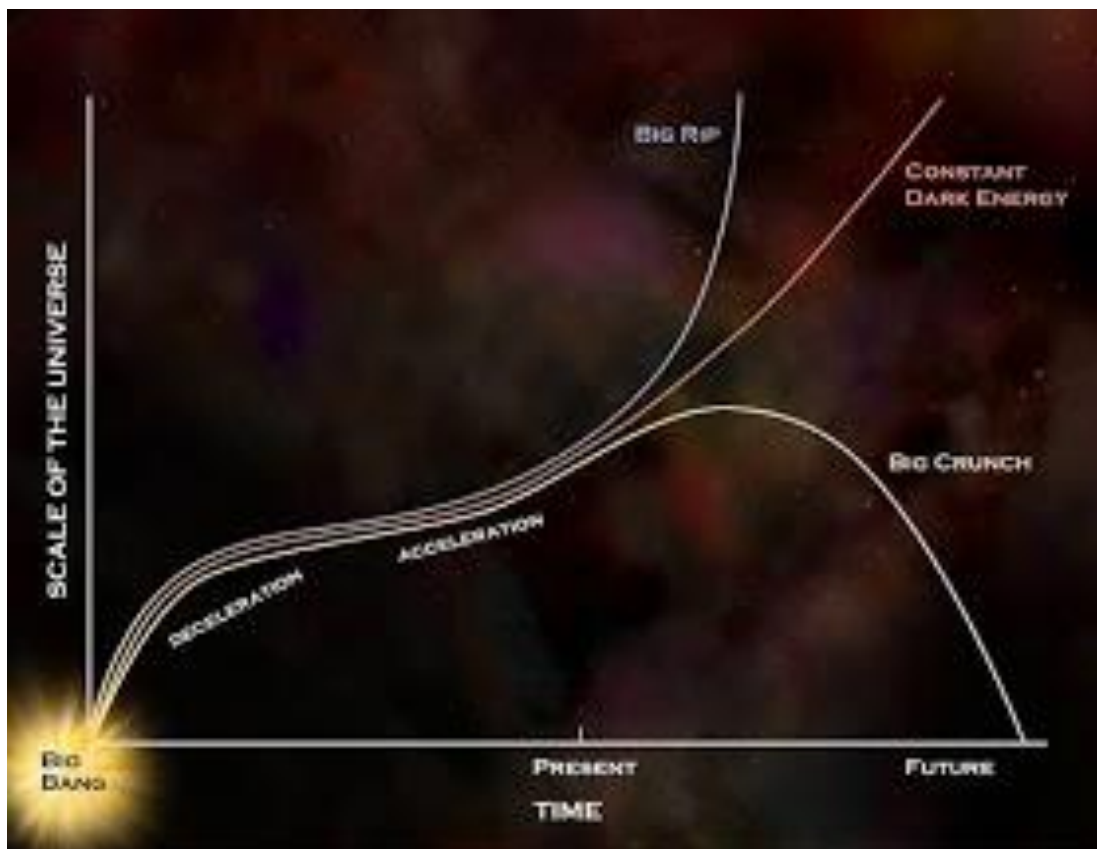
## 5. ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά σενάρια για το μέλλον του Σύμπαντος. Η εικόνα 12 δείχνει τρεις πιθανές εκδοχές για το μέλλον του Σύμπαντος, ανάλογα με τη συμπεριφορά της σκοτεινής ενέργειας, δείχνοντας πως η κλίμακα του Σύμπαντος μπορεί να αλλάξει με το χρόνο.

Πρώτο σενάριο είναι αυτό της «**Μεγάλης Ψύχρας**», όπου σκοτεινή ενέργεια είναι σταθερή, όπως μας δείχνουν τα νέα αποτελέσματα του Chandra, η διαστολή του Σύμπαντος θα πρέπει να συνεχίσει να επιταχύνεται για πάντα, ο κόσμος θα αραιώνεται και θα μετατραπεί σε ένα ψυχρό, σκοτεινό και τελικά νεκρό μέρος.

Δεύτερο σενάριο είναι αυτό της «**Μεγάλης Ρήξης**» ( **Big Rip** ), όπου η σκοτεινή ενέργεια αυξάνεται, η επιτάχυνση της διαστολής του Σύμπαντος μπορεί να συμβεί τόσο γρήγορα που οι γαλαξίες, τα αστέρια, και τελικά τα άτομα θα πρέπει να διαλυθούν.

Τρίτο σενάριο είναι αυτό της «**Μεγάλης Σύν λυψης**» ( **Big Crunch** ), όπου η σκοτεινή ενέργεια μπορεί επίσης να οδηγήσει σε επανακατάρρευση του Σύμπαντος. Η εξέλιξη του είναι αντιστρεπτή, δηλαδή, αφού το Σύμπαν φθάσει στις μέγιστες διαστάσεις του, θα αρχίσει, υπό την επίδραση του βαρυτικού πεδίου του, να συστέλλεται και τελικά να καταρρέει προς μια δεύτερη ανωμαλία, όμοια με την αρχική από την οποίαν θεωρείται ότι προήλθε. Προοδευτικά όλοι οι γαλαξίες θα σχηματίσουν μια τεράστια ενιαία μάζα, η ακτινοβολία θα γίνει κυρίαρχη και η ύλη θα διασπασθεί στις πλέον στοιχειώδεις μορφές της. Η τελική κατάρρευση θα συμβεί όπως και η αρχική έκρηξη κατά την δημιουργία, μόνο που τώρα θα φαίνεται να γίνεται κατά την αντίστροφη φορά του χρόνου. Η εικόνα επίσης δείχνει την πρόωρη επιβράδυνση της διαστολής του Σύμπαντος που ακολουθείται από την επιταχυνόμενη φάση αυτής της διαστολής που ξεκίνησε περίπου 6 δισεκατομμύρια χρόνια πριν.



Εικόνα 13: Πιθανές εκδοχές για το μέλλον του σύμπαντος

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. «Από την κοσμογονία στη γλωσσογονία» μια συν-ζήτηση/ Δημήτρης Νανόπουλος- Γεώργιος Μπαμπινιώτης/ Εκδόσεις Καστανιώτη Α.Ε., Αθήνα 2010
2. <http://kosmaser.pblogs.gr/tags/dimitris-nanopoulos-gr.html>
3. <http://paraxenolibrary.blogspot.gr/2011/09/cern-neutrinos.html>
4. <http://hep.physics.uoc.gr/DOC/OUTREACH/MICROCOSM/TECHNOLOGY/industry.html>
5. <http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/epikaira/CERN>
6. <http://tinella.gr/p/liga-logia-CERN/> Μελέτη (26.12.2012)
7. [www.cern.gr](http://www.cern.gr)
8. [www.physics.ntua.gr](http://www.physics.ntua.gr) [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) [www.hep.physics.uoc.gr](http://www.hep.physics.uoc.gr)
9. photo <http://www.google.gr>
10. [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
11. <http://blogs.sch.gr/mpsaroudakis/2012/09/26/cern-%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B1-%CF%83%CE%BA%CE%BF%CF%80%CF%8C%CF%82/>
12. Σχετικά Δανέζης, Μ. Θεοδοσίου, Ε. Το Σύμπαν που αγάπησα, εισαγωγή στην αστροφυσική, Δίαυλος, Αθήνα (1999)
13. «Τα επτά θαύματα του Σύμπαντος», Jayant Narlikar, εκδόσεις Π. Τραυλός [planck.caltech.edu](http://planck.caltech.edu)

**14.** Βικιπαίδεια <http://en.wikipedia.org>

**15.** [www.ligo.caltech.edu/page/gw-sources](http://www.ligo.caltech.edu/page/gw-sources)