

Πριν το μεγάλο Μπαμ

Ε. Δανέζης, Ε. Θεοδοσίου
Επίκουροι Καθηγητές Αστροφυσικής
Πανεπιστήμιο Αθηνών



Όπως γνωρίζουμε σήμερα η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης είναι η πιο γνωστή θεωρία η οποία επιχειρεί να ερμηνεύσει την δημιουργία και την εξέλιξη του Σύμπαντος. Η θεωρία αυτή περιγράφεται επαρκώς από την κλασική Γενική Θεωρία της Σχετικότητας και

ερμηνεύει επιτυχώς πολλά κοσμικά φαινόμενα, όπως ο νόμος της διαστολής του Σύμπαντος, η μετρούμενη κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου κ.ά. Παρ' όλα αυτά η θεωρία αυτή δεν προβλέπει —και ως εκ τούτου δεν εξηγεί— διάφορα «παράδοξα» φαινόμενα που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των πρώτων απειροελάχιστων στιγμών του Σύμπαντος.

Η εποχή του Πλανκ



Κατά την περίοδο των πρώτων εκείνων στιγμών του Σύμπαντος, η οποία θεωρούμε ότι διήρκεσε απειροελάχιστα κλάσματα του δευτερολέπτου, και την οποία ονομάζουμε «Εποχή του Πλανκ», η ακτίνα του Σύμπαντος ήταν μόλις κάποια απειροελάχιστα κλάσματα του χιλιοστού, ενώ η πυκνότητα και η θερμοκρασία της ύλης του ήταν τεράστιες.

Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες η Θεωρία της Σχετικότητας παύει να ισχύει. Αυτό συμβαίνει επειδή οι προηγούμενες ακραίες αρχικές συνθήκες του Σύμπαντος

αναγκάζουν —σε μαθηματικό βέβαια επίπεδο— να απειριστούν πολλές φυσικές ποσότητες, όπως είναι ο χρόνος, η καμπυλότητα του χώρου και η πυκνότητα της ενέργειας, γεγονός που σημαίνει ότι παύει οποιαδήποτε δυνατότητα μέτρησής τους. Η σύγχρονη θεωρία υποστηρίζει ότι τέτοιες καταστάσεις, όπως αυτές που αναφέραμε προηγουμένως, μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο με τη βοήθεια της Κβαντικής Θεωρίας Βαρύτητας. Η χρήση αυτής της νέας θεωρίας δημιούργησε την Κβαντική Κοσμολογία, έναν κλάδο της Κοσμολογίας που ασχολείται με τη μελέτη του Σύμπαντος στη διάρκεια, όπως, αυτού του σχεδόν απειροστού αρχικού χρονικού διαστήματος, που το ονομάσαμε περίοδο Πλανκ.

Τα αντίγραφα του Σύμπαντος

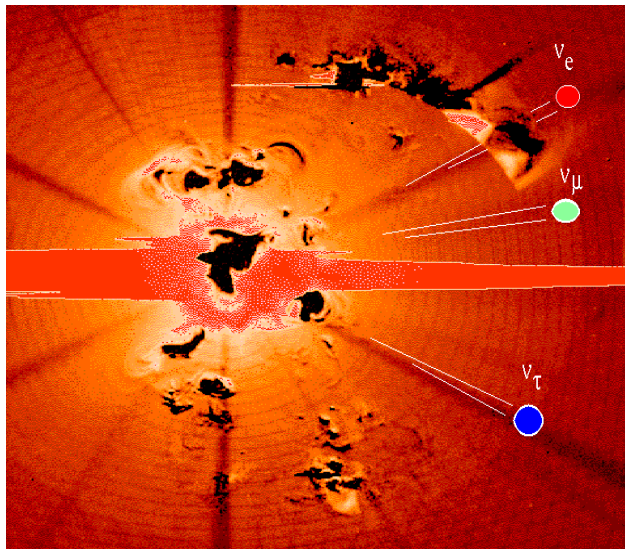


Ο Χιου Έβερετ 3, μαθητής του Άρτσιμπαλντ Χουήλερ στο Πανεπιστήμιο του Πρίνστον, κατά τη δεκαετία του '50, ήταν από τους πρώτους φυσικούς που εφάρμοσε τους νόμους της Κβαντομηχανικής στην Κοσμολογία. Μετά από επίπονη έρευνα, ο μεγάλος κοσμολόγος ανακάλυψε ότι η θεωρητική μελέτη των εξισώσεων που περιγράφουν το Σύμπαν δεν οδηγούσαν σε ένα και μοναδικό αποτέλεσμα, αλλά σε ένα τεράστιο αριθμό πιθανών λύσεων, που η κάθε μία από αυτές κατέληγε στη δημιουργία ενός πιστού αντιγράφου του Σύμπαντος. Δηλαδή το Σύμπαν

φαινόταν σαν να οδηγείται σε μια διαδικασία αναπαραγωγής αμέτρητων αντιγράφων του. Η θεωρία του αυτή είναι γνωστή ως Ερμηνεία των πολλών κόσμων, ως θεωρία των πολλαπλών κόσμων ή ως θεωρία του διακλαδιζομένου Σύμπαντος. Οι απόψεις του Έβερετ μελετήθηκαν από πολλούς θεωρητικούς φυσικούς, από τους οποίους ξεχωρίζουν οι θέσεις των Γκελ-Μαν και Χαρτλ, οι οποίοι διατύπωσαν μια παραλλαγή της θεωρίας του Έβερετ, που την ονόμασαν «Οι ασύμφωνες εξελίξεις». Σύμφωνα μ' αυτή την θεωρία το Σύμπαν μπορεί να εξελιχθεί με ποικίλους τρόπους διαφορετικών πιθανοτήτων, έναν από τους οποίους έχει ήδη επιλέξει το Σύμπαν μας για να εξελιχθεί. Κάποιες παραλλαγές αυτής της θεωρίας δέχονται ότι είναι πολύ πιθανόν το Σύμπαν, ενώ εξελίσσεται ταυτόχρονα με όλους τους δυνατούς τρόπους, εμείς να αντιλαμβανόμαστε μόνο τον έναν.

Η εποχή του πληθωρισμού

Μετά την εποχή του Πλανκ και μέχρι 10^{-36} δευτερόλεπτα από τη γέννηση του Σύμπαντος διακρίνουμε μια άλλη περίοδο παράδοξων φαινομένων την οποία δεν μπορεί να μελετήσει η Θεωρία της Σχετικότητας. Είναι η ονομαζόμενη εποχή του πληθωρισμού.



Την περίοδο αυτή του Σύμπαντος τη μελέτησε το 1980, ο Άλαν Γκουθ από το MIT διατυπώνοντας τη θεωρία του πληθωρισμού. Σύμφωνα με τις απόψεις του Άλαν Γκουθ η διαστολή του Σύμπαντος την περίοδο του πληθωρισμού πραγματοποιείται μ' έναν εξαιρετικά ταχύ ρυθμό. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η ακτίνα του Σύμπαντος να γίνει περίπου ένα μέτρο. Από το σημείο αυτό και μετά το Σύμπαν εξελίχθηκε

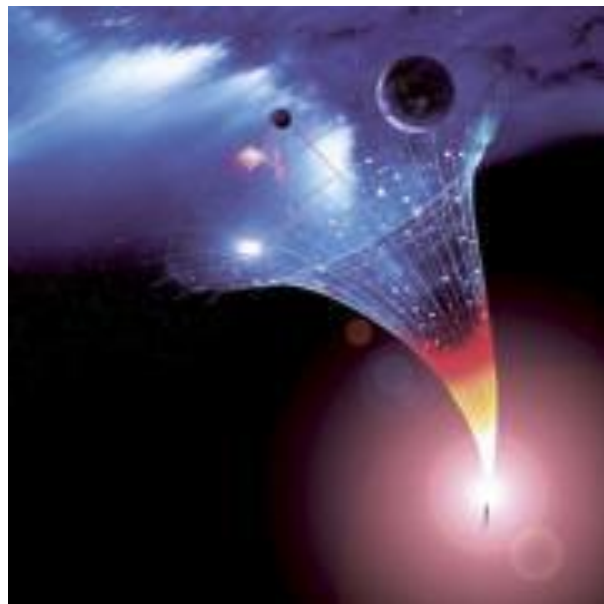
όπως προβλέπει η σχετικιστική θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι το πληθωριστικό μοντέλο δίνει μια πολύ καλή εξήγηση για το πως δημιουργούνται τα γαλαξιακά σμήνη, γεγονός το οποίο δεν εξηγείται μέσω της Θεωρίας της Σχετικότητας

Σαν συμπλήρωμα του πληθωριστικού μοντέλου οι κοσμολόγοι Λίντε και Βίλενκιν, θεώρησαν ότι πριν από την πληθωριστική φάση και από τη φάση εξέλιξης —μετά τα πρώτα 10^{-30} δευτερόλεπτα—,

προηγήθηκε η «διέλευση» του υλικού του Σύμπαντος από ένα φαινόμενο σήραγγας. Με βάση το φαινόμενο σήραγγας ένα γεγονός μπορεί να εξελίσσεται περιστασιακά στο πλαίσιο μη

Ευκλείδειων χώρων, χωρίς, όμως, αυτό να γίνεται αντιληπτό από τις ανθρώπινες αισθήσεις. Δηλαδή είναι, σαν να εξελίσσεται αυτό το γεγονός μέσα στο πλαίσιο μιας αδιαφανούς σήραγγας και ως εκ τούτου να μην είμαστε σε θέση να το αντιληφθούμε.



Τα ερωτήματα του Αντρέι Λίντε

Ας δούμε όμως αναλυτικότερα τις απόψεις του μεγάλου κοσμολόγου



Αντρέι Λίντε. Σύμφωνα με τις απόψεις του η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης δημιουργεί μια σειρά φυσικών και φιλοσοφικών ερωτημάτων στα οποία δεν δίνεται απάντηση από τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης. Συγκεκριμένα: Πρώτον, η Θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης προβλέπει ότι το Σύμπαν που προκύπτει πρέπει να είναι πολύ μικρό, γεγονός που όπως παρατηρούμε δεν είναι αληθές. Δεύτερον, δεν εξηγεί το γιατί το Σύμπαν πρέπει να είναι ομογενές και ισότροπο. Τις δύο αυτές

ιδιότητες τις δεχόμαστε κυρίως αξιωματικά, γεγονός που δεν προκύπτει από τη μαθηματική ανάλυση του προβλήματος Τρίτον, Τι υπήρχε πριν από τη Μεγάλη Έκρηξη; Είναι δυνατόν τα πάντα να γεννήθηκαν από το τίποτα, αφού από το τίποτα μόνο το τίποτα προκύπτει;

Τέταρτον, Πώς δημιουργήθηκαν οι συγκεκριμένοι φυσικοί νόμοι και όχι κάποιοι άλλοι; Γιατί, για παράδειγμα, ο χώρος περιγράφεται από τρεις διαστάσεις και ο χρόνος από μία;

Προκειμένου να δοθεί απάντηση σε κάποια από τα προηγούμενα ερωτήματα, όπως ήδη είδαμε, ο Άλαν Γκουθ, πρόσθεσε, το 1980, στη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης την ιδέα ότι στην αρχή της δημιουργίας η διαστολή του Σύμπαντος γινόταν με ταχύτητα μεγαλύτερη του φωτός. Με τον τρόπο αυτό μπόρεσε να ξεπεράσει το ερώτημα, για ποιο λόγο το Σύμπαν έχει τόσο μεγάλες διαστάσεις. Τα άλλα όμως ερωτήματα έμεναν αναπάντητα. Ο Αντρέι Λίντε για ν' αντιμετωπίσει τα προηγούμενα ερωτήματα, διατύπωσε την άποψη ότι θα μπορούσαμε να έχουμε διαστολή του Σύμπαντος χωρίς την προϋπόθεση ότι αυτό ξεκίνησε από ένα συγκεκριμένο και μοναδικό σημείο μεγάλης πυκνότητας και θερμοκρασίας.

Τα πεδία Χίγκς και το πεδίο πληθωρισμού.



Ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι προκειμένου ο Λίντε να δικαιολογήσει τη δημιουργία της διαστολής, στηρίχθηκε στην ιδέα της ύπαρξης στο αρχικό νεαρό Σύμπαν δύο γνωστών πεδίων: του «πεδίου Χίγκς» και του «πεδίου πληθωρισμού».

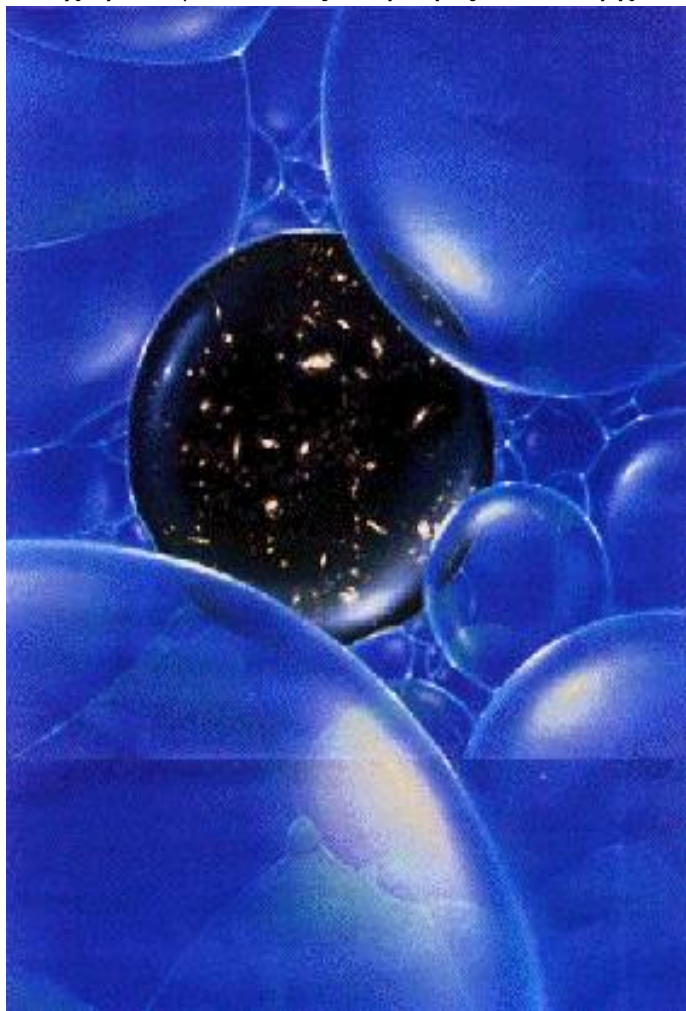
Το πεδίο πληθωρισμού και τα φαινόμενα που δημιουργεί είναι το αίτιο της διαστολής του χώρου,

ενώ στο πεδίο Χίγκς οφείλεται το είδος και η ποιότητα των φυσικών νόμων που δημιουργούνται μέσα στον διαστελλόμενο χώρο.

Τα δύο αυτά πεδία, όπως έχει αποδειχθεί, υπάρχουν παντού μέσα στο Σύμπαν και η παρουσία τους γίνεται αισθητή λόγω της επίδρασής τους πάνω στα στοιχειώδη σωμάτια. Τα πεδία αυτά όμως δεν είναι σταθερά και μέσα τους δημιουργούνται συνεχώς διακυμάνσεις. Αν οι διακυμάνσεις αυτές προκαλέσουν μια μεγάλη αύξηση του μεγέθους του πεδίου πληθωρισμού, τότε στο σημείο αυτό το Σύμπαν θ' αρχίσει να διαστέλλεται πολύ γρήγορα. Το γεγονός ότι τέτοιες διακυμάνσεις δημιουργούνται συνεχώς σημαίνει ότι αν σχεδιάσουμε το Σύμπαν σαν μια ομοιογενή φυσαλίδα, η δημιουργία κάθε νέας διαταραχής σ' αυτή θα δημιουργεί μια νέα συμπαντική φυσαλίδα.

Ένα Σύμπαν Φυσαλίδων

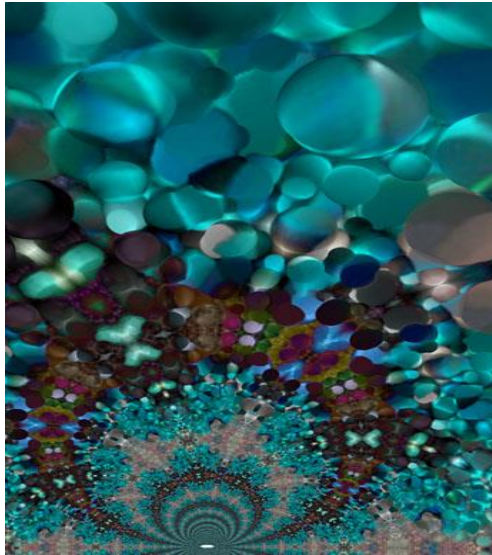
Οι χώροι φυσαλίδες περιορίζονται αρχικά από ακανόνιστα όρια, που



συνεχώς εξομαλύνονται και έχουν τη διαρκή τάση να επεκτείνονται με πολύ μεγάλες ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός. Στη συνέχεια, τα όρια των φυσαλίδων αυτών είναι δυνατόν να συρρικνωθούν με πολύ μικρότερες ταχύτητες. Όπως γίνεται φανερό, αν δεχθούμε την τοπική Θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης, το όριο της τοπικής συμπαντικής μας φυσαλίδας, απέχει από εμάς τουλάχιστον 10 δισεκατομμύρια έτη φωτός, που αντιστοιχούν περίπου στην ελάχιστη τιμή της ηλικίας του Σύμπαντος.

Με βάση τα προηγούμενα, η Θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης περιγράφει απλώς

τη γέννηση μιας και μοναδικής συμπαντικής φυσαλίδας, όπως αυτής μέσα στην οποία υπάρχουμε, και όχι το συνολικό Υπερσύμπαν των φυσαλίδων.



Εκείνο που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι αν θεωρήσουμε πως στην αρχική συμπαντική φυσαλίδα υπήρχε ένα σύστημα συγκεκριμένων φυσικών νόμων, το πεδίο Χιγκς το μεταβάλλει στις επιμέρους αναπαραγόμενες φυσαλίδες. Ουσιαστικά, αυτό σημαίνει ότι κάθε φυσαλίδα μπορεί να έχει τους δικούς της φυσικούς νόμους, άρα και διαφορετικές μαθηματικές δομές που περιγράφουν αυτούς τους νόμους.

Η πεπερασμένη ανθρώπινη Γνώση

Η εξέλιξη των ιδεών για το πώς δημιουργήθηκε το Σύμπαν καλπάζει. Παρόλα αυτά ουσιαστικά δεν ξέρουμε αν το Σύμπαν έχει αρχή και αν θα



υπάρχει για πάντα. Είναι γεγονός ότι δεν αντιλαμβανόμαστε παρά μόνον σε περιορισμένη κλίμακα τους τρισδιάστατους χώρους και τις τετραδιάστατες μη Ευκλείδειες γεωμετρίες του χώρου και του χρόνου. Συνάμα δεν γνωρίζουμε αν ο χρόνος είναι συνεχής ή

ασυνεχής και παράλληλα αν ο χώρος και ο χρόνος είναι αυθύπαρκτες οντότητες, μορφές ή παραστάσεις της ύλης. Βέβαια, οι σύγχρονες αντιλήψεις στην κβαντική φυσική μπορούν να αλλάξουν πολλά στη λεγόμενη Αστροφυσική των Υψηλών Ενεργειών, να μετασχηματίσουν ίσως τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης και να δώσουν τελική απάντηση στο ερώτημα αν το Σύμπαν συστέλλεται ή διαστέλλεται. Τα ερωτήματα όμως συνεχίζονται, αφού δεν ξέρουμε ακόμη αν η αντιύλη προέρχεται από άλλους γαλαξίες, ένα θεμελιώδες ερώτημα προκειμένου να κατανοήσουμε την προέλευση του Σύμπαντος στο οποίο ανήκουμε.



Έτσι εκ των πραγμάτων, η Κοσμολογία περιέκλειε το μυθολογικό υπόβαθρο των πολιτισμών, ενώ αργότερα εθεωρείτο ο κατ' εξοχήν τομέας της Αστροφυσικής, όπου μπορούσαν να ανθίσουν οι φιλοσοφικές αναζητήσεις των ερευνητών. Ο αλληλοσυσχετισμός της με τη Φυσική των Στοιχειωδών Σωματιδίων τοποθετεί την Κοσμολογία στην πρωτοπορία της Φυσικής και την προάγει σε τομέα αιχμής.

