

Το ιστορικό της ανακάλυψης της διαστολής του σύμπαντος

Το 1915, ο Einstein, ολοκλήρωσε τη γενική θεωρία της σχετικότητας¹ και το 1917 προσπάθησε να κάνει μια εκτίμηση της χωροχρονικής δομής ολόκληρου του σύμπαντος. Τότε ήταν που αντιμετώπισε ένα μεγάλο πρόβλημα. Ο Einstein έκανε μία παραδοχή που έμοιαζε απολύτως φυσιολογική: ότι όταν υπολογιστεί η μέση πυκνότητα το σύμπαν είναι **ομογενές, ισότροπο και χρονικά αμετάβλητο**. Όμως, οι εξισώσεις της γενικής σχετικότητας δεν επέτρεπαν καμία λύση για ένα σύμπαν ανεξάρτητο του χρόνου με μία ομοιόμορφη κατανομή της ύλης, εκτός από την τετριμμένη περίπτωση του κενού σύμπαντος!

Για να διορθώσει αυτή την ατέλεια, ο Einstein, τροποποίησε τις εξισώσεις του εισάγοντας μια απωστική δύναμη άγνωστης προέλευσης, την οποία ονόμασε *κοσμολογική σταθερά*. Αν στο σύμπαν υπάρχει μόνο η ελκτική δύναμη της βαρύτητας, τότε το σύμπαν θα κατέρρεε και δεν θα μπορούσε να ήταν στατικό, όπως πίστευαν μέχρι τότε. Γι αυτό και ο Einstein σκέφτηκε ότι η άπωση που προερχόταν από την κοσμολογική σταθερά θα μπορούσε να ισορροπήσει το σύμπαν.

Όμως το λάθος του δικαιολογείται αν σκεφθούμε ότι οι θεωρητικοί αντιλαμβάνονται το σύμπαν όπως αυτό παρουσιάζεται στους παρατηρητές. Οι σχετικά χαμηλές παρατηρηθείσες ταχύτητες των αστεριών την εποχή εκείνη (1917), ανάγκαζαν τους επιστήμονες να υποθέτουν ότι το σύμπαν είναι σχεδόν σίγουρα στατικό.

Το 1922, ο Ρώσος μαθηματικός και Φυσικός *Alexandr Friedmann*, δημοσίευσε τις λύσεις του για τις κοσμολογικές εξισώσεις της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας του Einstein. Συγκεκριμένα, ανακάλυψε δύο κατηγορίες μη κενών κοσμολογικών μοντέλων που δεν απαιτούσαν την κοσμολογική σταθερά. Τα ίδια μοντέλα ανακαλύφθηκαν το 1925 ανεξάρτητα και από τον *Lemaitre*. Αυτά λοιπόν τα μοντέλα, χωρίς την ανάγκη ύπαρξης της κοσμολογικής σταθεράς, περιγράφουν μοντέλα για το σύμπαν να μην ομογενή και ισότροπα αλλά και **χρονικά εξελισσόμενα** και μάλιστα όλα έδειχναν ότι το σύμπαν θα πρέπει να διαστέλλεται ξεκινώντας από ένα αρχικό σημείο άπειρης πυκνότητας.

Το 1919 ολοκληρώθηκε η κατασκευή του πιο ισχυρού ως τότε τηλεσκοπίου με το οποίο ο διάσημος αστρονόμος Edwin Hubble ξεκίνησε παρατηρήσεις. Ανακάλυψε λοιπόν ότι το φως των γαλαξιών μετατοπίζεται προς το ερυθρό (κοσμολογική μετατόπιση του φωτός προς το ερυθρό). Αυτό σημαίνει ότι τα κύματα φωτός «απλώνονται», με άλλα λόγια, οι γαλαξίες απομακρύνονται. Το 1931, δημοσίευσε τις εργασίες του σχετικά με την ανακάλυψη ότι οι γαλαξίες απομακρύνονται μεταξύ τους και μάλιστα όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ δύο γαλαξιών τόσο μεγαλύτερη είναι και η μεταξύ τους ταχύτητα απομάκρυνσης.

¹ Η Γενική θεωρία της Σχετικότητας είναι η θεωρία βαρύτητας που προτάθηκε από τον Άλμπερτ Αϊνστάιν, και η οποία περιγράφει την βαρυτική δύναμη μέσω των καμπυλώσεων του χωρόχρονου παρουσία μάζας. Με τη θεωρία αυτή, η βαρύτητα δεν θεωρείται ως το αποτέλεσμα μιας δύναμης, αλλά οφείλεται στην καμπύλωση του χωρόχρονου, η οποία προκαλείται από την περιεχόμενη στον χωρόχρονο ύλη και ενέργεια.

Με αυτή την ανακάλυψη που βασιζόταν στην παρατήρηση, ο Einstein κατάλαβε ότι οι εξισώσεις του ήταν αρχικά σωστές χωρίς την προσθήκη της κοσμολογικής σταθεράς, κίνηση την οποία ο ίδιος χαρακτήρισε ως το μεγαλύτερο λάθος της ζωής του.

Το 1948 ο Ρώσος Φυσικός George Gamow, δημοσίευσε μια ερευνητική εργασία με την οποία εξηγούσε με ποιόν τρόπο οι σημερινές πυκνότητες Υδρογόνου (H) και Ηλίου (He) στο σύμπαν μπορούσαν να εξηγηθούν με το μοντέλο μιας αρχικής έκρηξης². Στην ίδια εργασία, ο Gamow, εκτίμησε την ένταση της εναπομένουσας ακτινοβολίας από την αρχική έκρηξη. Προέβλεψε σωστά πως ο απόηχος αυτός της Μεγάλης Αρχικής Εκρήξεως θα είχε ψυχθεί μετά από δισεκατομμύρια έτη, γεμίζοντας τον χώρο του σύμπαντος με μία ακτινοβολία μικροκυμάτων σε αντίστοιχη θερμοκρασία 5 βαθμών Kelvin (-268 °C). Οι αστρονόμοι και οι φυσικοί δεν επεχείρησαν να ανιχνεύσουν αυτή την ακτινοβολία εκείνη την εποχή, εξαιτίας τόσο ελλείψεως ενδιαφέροντος όσο και απειρίας στην παρατήρηση μικροκυμάτων.

Ο Robert Dicke του πανεπιστημίου Princeton ήταν ο πρώτος που έψαχνε στον ουρανό για την εναπομείνουσα 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. Ο Dicke υπολόγισε ότι η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου της Μεγάλης Έκρηξης πρέπει να είναι περίπου 3 Kelvin πάνω από το απόλυτο μηδέν.

Στις αρχές τις δεκαετίας του '60, η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου ανακαλύφθηκε κατά τύχη. Οι ραδιοαστρονόμοι Arno Penzias και Robert Wilson, κατά τη διάρκεια ενός τεστ ρουτίνας μιας κωνικής κεραιάς μικροκυμάτων στο New Jersey, παρατήρησαν ένα στατικό ηλεκτρικό θόρυβο στο σήμα τους που φαινόταν να προέρχεται από κάθε σημείο του ουρανού. Αφού κάθε προσπάθεια να απαλλαγούν από αυτό το θόρυβο απέτυχε, ζήτησαν βοήθεια από συναδέλφους τους και τότε πληροφορήθηκαν από τον Robert Dicke του Princeton ότι μόλις είχαν "ακούσει" τον απόηχο από τη Μεγάλη Εκρηξη, αλλά εξασθενημένο σε μια αντίστοιχη θερμοκρασία 2,74 βαθμών της κλίμακας Kelvin λόγω της διαστολής του Σύμπαντος που ακολούθησε.

Από το 1989 έως το 1992 ο δορυφόρος COBE μελέτησε τη μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου και επιβεβαίωσε ότι είναι αποτέλεσμα ενός διαστελλόμενου σύμπαντος. Ο George Smoot που επεξεργάστηκε τα δεδομένα από τον δορυφόρο COBE, αναφώνησε «σαν να βλέπουμε το πρόσωπο του Θεού»!

Το Φεβρουάριο του 2003 ο δορυφόρος WMAP (διάδοχος του COBE που φτιάχτηκε για να μετρήσει την Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου με 35 φορές καλύτερη ανάλυση) έφτιαξε μια ακόμα πιο λεπτομερή εικόνα της Κοσμικής Ακτινοβολίας Υποβάθρου (CMB), την ακτινοβολία που εκπέμφθηκε από το σύμπαν όταν είχαν περάσει 380.000 χρόνια από το Big

² Δεν πρόκειται για έκρηξη τύπου βόμβας αλλά για μια απότομη και ταχύτατη διαστολή του χώρου και του χρόνου.

Bang. Η ακτινοβολία αυτή που θεωρείται το αρχαιότερο φως στον Κόσμο, διέρρευσε από το νεογέννητο σύμπαν όταν αυτό ήταν ακόμα μια πυρακτωμένη σφαίρα πλάσματος³.

Της ομάδας «Χριστιανισμός και Επιστήμη»

Πηγές:

- Frank H. Shu, «Αστροφυσική Τόμος II», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2003
- http://www.physics4u.gr/articles/2006/einstein_constant.html
- <http://www.physics4u.gr/articles/cobe.html>
- <http://www.physics4u.gr/news/2006/scnews2616.html>
- http://www.physics4u.gr/articles/2007/Big_Bang_theory.html
- <http://www.physics4u.gr/articles/2002/80yearbb.html>

³ Πολύ πριν να υπάρξουν αστέρια και γαλαξίες, το σύμπαν αποτελούνταν από ένα καυτό, λαμπρό πλάσμα που αναταρασσόταν κάτω από τις ανταγωνιστικές επιδράσεις της βαρύτητας και της ακτινοβολίας. Τα καυτά σημεία στην Κοσμική Ακτινοβολία Υποβάθρου είναι οι εικόνες του συμπιεσμένου, πυκνού πλάσματος σε ένα σύμπαν που συνεχώς ψύχεται, ενώ τα ψυχρά σημεία του χάρτη είναι η υπογραφή των απόκρυφων, εσωτερικών, περιοχών του αερίου.

Ακριβώς όπως ο τόνος ενός κουδουνιού εξαρτάται από τη μορφή του και το υλικό από το οποίο αποτελείται, έτσι συμβαίνει και με τον 'ήχο' του αρχικού σύμπαντος -- η αναλογία των υλικών του και τα μεγέθη των καυτών και ψυχρών σημείων στην CMB -- που εξαρτάται από τη σύνθεση του σύμπαντος και τη μορφή του. Ο δορυφόρος WMAP επέτρεψε τελικά στους επιστήμονες να ακούσουν αυτή την ουράνια μουσική και να υπολογίσουν από τι αποτελείται ο Κόσμος μας: 4% συνηθισμένη ύλη, 23% αόρατη σκοτεινή ύλη, 73% σκοτεινή ενέργεια.