

1

ΤΑ ΝΕΚΡΑ ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΑ ΚΑΙ Η ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ

Η ιστορία που ακολουθεί αφορά ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της φυσικής του 20^{ού} αιώνα, την ανάπτυξη και τεκμηρίωση της θεωρίας της δημιουργίας του σύμπαντος, και τα πρόσωπα που πήραν μέρος στην ιστορία αυτή.

Όλα ξεκίνησαν από τη γενική θεωρία της σχετικότητας του Αϊνστάιν, που διατυπώθηκε το 1915. 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 του εξίσωση, προσθέτοντας σε αυτήν έναν όρο, την κοσμολογική σταθερά, που προέβλεπε ένα σφαιρικό, τεσσάρων διαστάσεων κλειστό σύμπαν.

Ο Ρώσος μαθηματικός Αλέξανδρος Φρίντμαν (Aleksander Friedmann), ανέλυσε την κοσμολογική σταθερά του Αϊνστάιν και προέβλεψε ότι, σύμφωνα με τις εξισώσεις, το σύμπαν είχε τη δυνατότητα είτε να επεκτείνεται για πάντα είτε να καταρρεύσει σε ένα σημείο. Η θεωρία του διατυπώθηκε το 1922, αλλά ο Φρίντμαν πέθανε το 1925 και δε μπόρεσε να την αναπτύξει περισσότερο.

Ο Βέλγος Ζορζ Λεμαίτρ (Georges Lemaître), αφού μελέτησε κλασικά γράμματα σε μία σχολή Ιησουϊτών, φοίτησε στη σχολή πολιτικών μηχανικών του καθολικού πανεπιστημίου του Louvain σε ηλικία 17 ετών. Το 1914, με την έναρξη του Α΄ Παγκόσμιου Πολέμου διέκοψε τις σπουδές του και πήγε εθελοντής στο βελγικό στρατό. Μετά τον πόλεμο άρχισε σπουδές στη φυσική και τα μαθηματικά, ενώ ταυτόχρονα άρχισε να ετοιμάζεται για τη χειροτονία του. Πήρε το διδακτορικό του το 1920. Το 1923 χειροτονήθηκε ιερέας και άρχισε μεταπτυχιακές σπουδές στην ασ-

τρονομία στο πανεπιστήμιο του Cambridge. Τον επόμενο χρόνο συνέχισε τις σπουδές του στις ΗΠΑ. Το 1925 επέστρεψε στην πατρίδα του και έγινε λέκτορας στο καθολικό πανεπιστήμιο του Louvain. Τότε άρχισε να συγγράφει την εργασία του για τη διαστολή του σύμπαντος, η οποία δημοσιεύθηκε το 1927 στα «Χρονικά της επιστημονικής εταιρείας των Βρυξελλών», υπό τον τίτλο «Ένα ομογενές σύμπαν σταθερής μάζας και αυξανόμενης ακτίνας ως ερμηνεία για την ακτινική ταχύτητα των εξωγαλαξιακών νεφελωμάτων». Η δημοσίευση είχε μικρή αρχική απήχηση, καθώς το περιοδικό αυτό ήταν περιθωριακό.

Οι λύσεις του Λεμαίτρ και του Φρίντμαν αναλύθηκαν από τον Αϊνστάιν και συνοπτικά απορρίφθηκαν.

Σε μια δεύτερη εργασία του, που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Nature* το 1931, ο Λεμαίτρ πρότεινε ένα διαστελλόμενο σύμπαν που ξεκίνησε από ένα σημείο με τεράστια, συμπυκνωμένη μάζα, το οποίο εξερράγη κατά τη στιγμή της δημιουργίας. Ο Λεμαίτρ θεωρείται ο θεμελιωτής της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης (Big Bang). Η θεωρία του συμφωνούσε με την ανακάλυψη του Αμερικανού αστρονόμου Έντγουιν Χαμπλ (Edwin Hubble), που απέδειξε 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. Έτσι, ο Αϊνστάιν αναγκάστηκε να απορρίψει το στατικό μοντέλο του σύμπαντος και υιοθέτησε τη θεωρία του Λεμαίτρ, βοηθώντας έτσι στην ταχύτερη αναγνώριση της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης.

Τη δεκαετία του 1940, ο Ουκρανοαμερικανός Τζορτζ Γκάμοφ (George Gamow) ανέπτυξε περισσότερο την εργασία του Λεμαίτρ, χρησιμοποιώντας τις ανακαλύψεις στην κβαντική θεωρία. Θεώρησε και αυτός ότι αφητηρία του σύμπαντος ήταν ένας πυρήνας που περιείχε όχι μόνο νετρόνια, αλλά και πρωτόνια και ηλεκτρόνια. Ο Γκάμοφ προέβλεψε επίσης ότι η Μεγάλη Έκρηξη προκάλεσε την έκλυση μιας τεράστιας ποσότητας ενέργειας και ότι η θερμοκρασία του σύμπαντος μειωνόταν με τη διαστολή του, ώστε σήμερα να βρίσκεται μερικούς μόνο βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν (5 βαθμοί Κέλβιν ή -268 βαθμοί Κελσίου). Επίσης, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι πρέπει να υπάρχει μια μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου, που θα προέρχεται εξίσου από όλα τα μέρη του σύμπαντος και θα έχει μήκος κύματος που ταιριάζει με τη θερμοκρασία αυτή.

Η ακτινοβολία υποβάθρου αποτελεί, θα έλεγε κανείς, ένα «απολιθωμένο» κατάλοιπο της Μεγάλης

Έκρηξης (σαν τη ζέστη που απομένει στην εστία ενός τζακιού μετά το σβήσιμό του). Οι αστρονόμοι και οι φυσικοί δεν επιχείρησαν να ανιχνεύσουν αυτή την ακτινοβολία εκείνη την εποχή, εξαιτίας τόσο έλλειψης ενδιαφέροντος, όσο και απειρίας στην παρατήρηση μικροκυμάτων. Η θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης κέρδισε την αποδοχή έως ότου ήρθε η αντίπαλος κοσμολογία γνωστή ως θεωρία της σταθερής κατάστασης. Ο Βρετανός Φρεντ Χόιλ (Fred Hoyle) (που έπλασε κοροϊδευτικά τον όρο *Big Bang* ή Μεγάλη Έκρηξη) και οι συνάδελφοί του κατασκεύασαν ένα μοντέλο του σύμπαντος που έγινε ευρύτατα αποδεκτό κυρίως για θρησκευτικούς λόγους και όχι για την επιστημονική επάρκειά του. Ο Χόιλ πρότεινε ότι το σύμπαν είναι απείρως παλαιό και έχει παραμείνει σε μια σταθερή κατάσταση εκτός από το ότι πράγματι επεκτεινόταν.

Ο Ρόμπερτ Ντίκε (Robert Dicke) του πανεπιστημίου Princeton ήταν ο πρώτος που έψαχνε στον ουρανό για την εναπομένουσα ακτινοβολία της Μεγάλης Έκρηξης. Ο Ντίκε, πρότεινε ότι κατά τη Μεγάλη Έκρηξη η θερμοκρασία του σύμπαντος ήταν πάνω από ένα δισεκατομμύριο βαθμούς. Αυτή η ενέργεια στη συνέχεια θα παρήγαγε ένα απειροελάχιστο ποσό ακτινοβολίας που πρέπει να είναι μετρήσιμη σήμερα,

με βάση το νόμο του Πλανκ ότι όλα τα σώματα εκπέμπουν ενέργεια που μπορεί να τεκμηριωθεί με ένα διάγραμμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Μια εκπομπή ακτινοβολίας από ένα σώμα εξαρτάται από τα συστατικά στοιχεία του σώματος, την επιφάνεια του σώματος και τη θερμοκρασία της επιφάνειάς του. Ο Ντίκε υπολόγισε ότι η κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου της Μεγάλης Έκρηξης πρέπει να είναι περίπου 3 βαθμοί Κέλβιν πάνω από το απόλυτο μηδέν. Ο Ντίκε ήταν βέβαιος ότι υπήρχαν κατάλληλα όργανα που θα μπορούσαν να ανιχνεύσουν την κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου.

Το 1957 η Σοβιετική Ένωση έθεσε σε τροχιά γύρω από τη Γη τεχνητό δορυφόρο με την ονομασία Σπούτνικ. Ο αγώνας για την κατάκτηση του διαστήματος είχε αρχίσει. Το 1960 τα φημισμένα εργαστήρια Bell των ΗΠΑ κατασκεύασαν μια τεράστια κεραία για την επικοινωνία με τον τεχνητό δορυφόρο Echo. Το 1962 τέθηκε σε τροχιά ο δορυφόρος Telstar, ο οποίος ήταν πιο εξελιγμένος και είχε ενσωματωμένη κεραία για τη λήψη και μεταβίβαση των ραδιοσημάτων. Έτσι, το σύστημα Echo ξαφνικά έγινε απαρχαιωμένο και η τεράστια κεραία έμεινε ανενεργή. Οι δορυφόροι Echo και Telstar ήταν οι πρώτοι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι των ΗΠΑ. Να σημειωθεί ότι τα

εργαστήρια Bell είχαν τεράστια εμπειρία στις τηλεπικοινωνίες, καθώς ο Αμερικανός ραδιοηλεκτρολόγος μηχανικός Καρλ Τζάνσκι (Karl Jansky), πειραματιζόμενος με μια κεραία στα εργαστήρια της εταιρείας, ανακάλυψε την ύπαρξη των ραδιοκυμάτων το 1931. Η ανακάλυψη αυτή ήταν ο προπομπός της γέννησης της Ραδιοαστρονομίας.

Ο Άρνο Πενζίας (Arno Penzias) είχε ολοκληρώσει τη διδακτορική του διατριβή το 1961 και προσλήφθηκε προσωρινά ως ραδιοαστρονόμος στα εργαστήρια Bell. Ένας άλλος ραδιοαστρονόμος, ο Ρόμπερτ Ουίλσον (Robert Wilson), έφτασε στα εργαστήρια Bell το 1963. Οι δύο ερευνητές σκέφτηκαν να χρησιμοποιήσουν την «άχρηστη» κεραία για αστρονομικές παρατηρήσεις και τη μετέτρεψαν σε ραδιοτηλεσκόπιο. Τα ραδιοτηλεσκόπια διαφέρουν από τα συνηθισμένα (οπτικά) τηλεσκόπια στο ότι ανιχνεύουν ραδιοκύματα αντί για φως. Έστρεψαν, λοιπόν, την κεραία προς το διάστημα για αναζήτηση σημάτων από το σύμπαν. Εργαζόμενοι στο μήκος κύματος των επτά εκατοστών ανίχνευαν ένα ασθενές, επίμονο, άγνωστο μέχρι τότε σήμα, το οποίο έφτανε στην κεραία από όλες τις κατευθύνσεις με την ίδια ένταση. Κατόπιν άρχισαν τις προσπάθειες να ανακαλύψουν την προέλευση του σήματος. Στην αρχή υπέθεσαν ότι

μπορεί να προέρχεται από τον ήλιο, από τους θορύβους της Νέας Υόρκης ή από την ίδια την κεραία. Κάποια μέρα, καθώς προσπαθούσαν να εντοπίσουν την προέλευση του σήματος διαπίστωσαν ότι το «πιάτο» της κεραίας ήταν γεμάτο κουτσουλιές από τα περιστέρια που ζούσαν εκεί. Για να αποκλείσουν την περίπτωση προέλευσης του σήματος από την κεραία καθάρισαν τις κουτσουλιές και σκότωσαν τα περιστέρια. Παρ' όλα αυτά, το σήμα εξακολουθούσε να υπάρχει. Μετά από επίπονες προσπάθειες, αφού απέκλεισαν όλες τις παραπάνω πηγές, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το σήμα προέρχεται από το σύμπαν.

Στη συνέχεια, οι δύο ερευνητές άρχισαν να αναζητούν θεωρητική εξήγηση για την προέλευση του σήματος και έτσι ήρθαν σε επαφή με τον Ρόμπερτ Ντίκε, που εργαζόταν στο γειτονικό πανεπιστήμιο του Princeton και έψαχνε αποδείξεις για τη θεωρία του. Ο Ντίκε πήγε αμέσως στα εργαστήρια Bell, για να διαπιστώσει ο ίδιος την ύπαρξη του σήματος, και συμπέρανε αμέσως ότι οι δύο νεαροί ερευνητές είχαν ανακαλύψει τυχαία αυτό που προέβλεπε η θεωρία του, ότι, δηλαδή, ακτινοβολία που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία 3 K (-270 βαθμοί Κελσίου) υπάρχει ως υπόλειμμα στο σύμπαν μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Η ανακάλυψη των Πενζίας και Ουίλσον δημοσιεύτηκε

στο περιοδικό *Astrophysical Journal* το 1965. Στο ίδιο περιοδικό δημοσιεύτηκε και μια θεωρητική εργασία από την ερευνητική ομάδα του Ντίκε.

Είναι ειρωνεία της τύχης ότι και άλλοι ερευνητές είχαν εντοπίσει, πριν από τους Πενζίας και Ουίλσον, την απομένουσα ακτινοβολία της Μεγάλης Έκρηξης, χωρίς να το ξέρουν. Ο Edward Ohm εντόπισε το ίδιο σήμα στην ίδια κεραία, αλλά θεώρησε ότι προέρχεται από την κεραία. Δέκα χρόνια νωρίτερα ο Γάλλος Emile Le Roux ανακοίνωσε την εύρεση ακτινοβολίας υποβάθρου 3 βαθμών Κέλβιν, όταν μελετούσε ραδιοσήματα του σύμπαντος. Το 1957 ο Ρώσος Tigran Shmaonov ανακοίνωσε τη μέτρηση ακτινοβολίας υποβάθρου 4 βαθμών Κέλβιν. Οι Le Roux και Shmaonov απέτυχαν να δώσουν θεωρητική ερμηνεία για την προέλευση του σήματος και στην επιστήμη η απλή πειραματική μέτρηση χωρίς θεωρητική εξήγηση θεωρείται ελλιπής. Οι Πενζίας και Ουίλσον θα είχαν την ίδια τύχη, αν δεν αναζητούσαν τη θεωρητική ερμηνεία στο γειτονικό πανεπιστήμιο του Princeton.

Σήμερα είναι παραδεκτό ότι το σύμπαν δημιουργήθηκε τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης πριν από 13,7 δισ. χρόνια. Το πρώτο στοιχείο που δημιουργήθηκε, λίγο μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, ήταν το άτομο του υδρογόνου. Κάθε φορά που μετακινούμε το κο-

υμπί του ραδιοφώνου, για να συντονιστούμε με κάποιον ραδιοφωνικό σταθμό περνούμε από περιοχές με θόρυβο. Ένα μέρος αυτού του θορύβου προέρχεται από τη στιγμή της Μεγάλης Έκρηξης που δημιουργήθηκε το σύμπαν. Όταν πίνουμε νερό, που αποτελείται από άτομα οξυγόνου και υδρογόνου, πίνουμε άτομα υδρογόνου που έχουν ηλικία 13,7 δισ. χρόνια.

Ο Πενζίας γεννήθηκε στο Μόναχο της Γερμανίας το 1933. Οι γονείς του ήταν Εβραίοι. Σε ηλικία έξι ετών μετακινήθηκε στη Μ. Βρετανία ως μέλος μιας ομάδας παιδιών Εβραίων που εγκατέλειψε τη Γερμανία λόγω του ναζιστικού καθεστώτος και στη συνέχεια η οικογένεια εγκαταστάθηκε στη Νέα Υόρκη το 1940. Το 1946 πήρε την αμερικάνικη υπηκοότητα. Το 1951 αποφοίτησε από την τεχνική σχολή του Μπρούκλιν και το 1954 αποφοίτησε από το κολέγιο της Νέας Υόρκης μεταξύ των 10 πρώτων και μετά υπηρέτησε για δυο χρόνια στον αμερικανικό στρατό ως ειδικός των ραντάρ. Έλαβε μάστερ από το πανεπιστήμιο Κολούμπια το 1958 και διδακτορικό από το ίδιο πανεπιστήμιο το 1961 στην επιστημονική περιοχή της ραδιοαστρονομίας. Στη συνέχεια προσλήφθηκε προσωρινά στα περίφημα εργαστήρια Bell, αλλά έμεινε τελικά εκεί 37 χρόνια. Το 1978 τιμήθηκε μαζί με τον Ουίλσον με το Νόμπελ φυσικής για την ανακάλυ-

ψη της ακτινοβολίας υποβάθρου και την επιβεβαίωση της θεωρίας της Μεγάλης Έκρηξης.

Ο Ρόμπερτ Ουίλσον γεννήθηκε στο Χιούστον των ΗΠΑ το 1936. Φοίτησε στο δημόσιο σχολείο του Χιούστον και διακρίθηκε στη φυσική και τα μαθηματικά. Σπούδασε φυσική στο πανεπιστήμιο Rice και πήρε το διδακτορικό του από το τεχνολογικό ινστιτούτο της Καλιφόρνιας το 1962 στην επιστημονική περιοχή της ραδιοαστρονομίας. Το 1963 προσλήφθηκε στα εργαστήρια Bell, όπου μαζί με τον Πενζίας ανακάλυψε την κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου. Το 1978 τιμήθηκε μαζί με τον Ουίλσον με το Νόμπελ φυσικής.

Ο Λεμαίτρ πέθανε το 1966 ένα χρόνο μετά την πειραματική επιβεβαίωση της θεωρίας του για τη δημιουργία του σύμπαντος. Η ανακάλυψη της κοσμικής ακτινοβολίας υποβάθρου σήμανε και το τέλος της θεωρίας του σταθερού σύμπαντος του Χόιλ. Ο Χόιλ πέθανε το 2001 και ποτέ δεν αποδέχτηκε τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης.

