

ΣΤΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ...



ΑΝΑΖΗΤΩΝΤΑΣ ΤΟ «ΣΩΜΑΤΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΟΥ»

ΕΝ ΑΡΧΗ ΗΝ ΤΟ... CERN

Του ΓΙΩΡΓΟΥ ΚΙΟΥΣΗ

Επιστροφή στην «ώρα μηδέν». Η μεγάλη στιγμή έφτασε. Οι φυσικοί -και όχι μόνον- όλου του κόσμου έχουμε στραμμένο το βλέμμα στη Γενεύη όπου «ανάβει» τις «μηχανές» του, για την πρώτη σημαντική δοκιμή, ο Μεγάλος Επιταχυντής Συγκρουόμενων Δεσμών Αδρονίων (Large Hadron Collider, LHC) - η μεγαλύτερη πειραματική μηχανή σωματιδιακής Φυσικής που κατασκευάστηκε ποτέ, για να μελετήσουν οι επιστήμονες πώς επηρεάζεται η μάζα των σωματιδίων στις εξισώσεις που περιγράφουν την ύλη (με απλά λόγια, πώς αποκτούν μάζα τα σωματίδια) αλλά και ποια ήταν η κατάσταση συμπαντικής ύλης του Σύμπαντος ένα τρισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Εκρηξη (Big Bang) -περίπου 13,5 δισεκατομμύρια χρόνια πριν- και τη δημιουργία του κόσμου.

Σύμφωνα με τον Διονύση Σιμόπουλο, αστροφυσικό και διευθυντή του Ευγενιδείου Πλανηταρίου, «το βασικό ερώτημα είναι η ύπαρξη του σωματιδίου Χιγκς. Οι επιστήμονες θα προσπαθήσουν να δώσουν κάποια απάντηση στο φαινόμενο της σκοτεινής ύλης και της σκοτεινής ενέργειας, καθώς και σε όσα ερωτήματα προκύπτουν κατά τη διενέργεια των πειραμάτων. Αλλά ο κύριος στόχος της αναζήτησής τους είναι το Χιγκς: το «Αγίο δισκοπότηρο» της Φυσικής». Ο Λέον Λέντρεμαν που έδωσε το προσωνύμιο στο συγκεκριμένο σωματίδιο ήταν νομπελίστας φυσικός και δούλεψε πολλά χρόνια στο αντίστοιχο αμερικανικό ίδρυμα ερευνών, το Fermi Lab, στο Σικάγο. Ονόμασε έτσι το Χιγκς, επειδή αυτό δημιουργεί ένα πεδίο στο οποίο τα υπόλοιπα σωματίδια «κολυμπούν». Ανάλογα, λοιπόν, με το «κολύμπι» που κάθονται τα σωματίδια στην «παχύρρευστη θάλασσα» που δημιουργεί το Χιγκς, αποκτούν συγκεκριμένη έννοια και σημασία. Γι' αυτό, επειδή το πεδίο του Χιγκς καθορίζει και τα υπόλοιπα σωματίδια, ονομάστηκε το Χιγκς «σωματίδιο του Θεού».

Ο LHC του Ευρωπαϊκού Εργαστηρίου Φυσικής Σωματιδίων (CERN) είναι ο ισχυρότερος επιταχυντής σωματιδίων που φτιάχτηκε ποτέ. Θα παράγει δέσμες πρωτονίων με ενέργεια επιταχυντή και περίπου τριάντα φορές πυκνότερη, όταν επιτύχει τις τελικές προδιαγραφές σχεδιάσής του, γύρω στο 2010. Είναι τοποθετημένος σε ένα τούνελ κοντά στη Γενεύη, μια υπόγεια κατασκευή βάθους 50-175 μέτρων, μήκους 27 χιλιομέτρων και διαμέτρου 3,8 μέτρων κάτω και από τις δύο πλευρές των γαλλο-ελβετικών συνόρων. Είκοσι χώρες-μέλη (μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα από το 1954 ως ιδρυτικό μέ-

λος) συμμετέχουν στην όλη προσπάθεια, μήκους 27 χιλιομέτρων, λειτουργεί με τεχνολογία που ήταν αδιανόητη πριν από 30 χρόνια.

Το πρώτο τεστ συγχρονισμού των επιμέρους τμημάτων του επιταχυντή έγινε στις 9 Αυγούστου 2008. Η πρώτη ακτίνα σωματιδίων που θα κυκλοφορήσει στον επιταχυντή αύριο, θα έχει αρχική ενέργεια 450 GeV ή 0,45 τρισεκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ (TeV). Στις 3 Οκτωβρίου θα παρουσιαστεί το Grid, ένα παγκόσμιο δίκτυο υπολογιστών που σχεδιάστηκε για να διαχειριστεί 15 εκατομμύρια γιγαμπάιτ δεδομένων κάθε χρόνο που θα παράγει ο επιταχυντής. Στις 21 Οκτωβρίου θα γίνει η επίσημη έναρξη του επιταχυντή και όλων των υπόλοιπων λειτουργιών με την παρουσία επιστημόνων και αντιπροσώπων όλων των συμμετεχουσών χωρών. Μέσα στο 2008 οι ακτίνες που θα κυκλοφορούν εντός του LHC θα έχουν σταθεροποιηθεί, οπότε πλέον η ισχύς των σωματιδίων προβλέπεται να έχει αυξηθεί μέχρι τα 5 TeV. Όταν θα αρχίσει η ολοκληρωμένη φάση λειτουργίας του, πιθανότατα το 2010, η ενέργεια σύγκρουσης των σωματιδίων θα ξεπεράσει κατά περίπου 30 φορές οποιαδήποτε άλλη στο παρελθόν.

Η κατασκευή του στοίχισε πάνω από 6 δισεκατομμύρια ευρώ και αποτελείται από 71.600 χιλιάδες υπεραγωγίσιμους μαγνήτες, ικανούς να δημιουργούν ένα μαγνητικό πεδίο δεκάδες χιλιάδες φορές μεγαλύτερο από αυτό της Γης.

Η εκκίνηση μιας τέτοιας μηχανής δεν είναι τόσο απλή όσο το γύρισμα ενός διακόπτη. Είναι μια μακρά διαδικασία που ξεκινά με την ψύξη καθενός από τα οκτώ τμήματα του επιταχυντή. Ακολουθεί ο έλεγχος των 1.600 υπεραγωγίσιμων μαγνητών και η ξεχωριστή για τον καθένα ηλεκτρική τροφοδότηση με ηλεκτρικό ρεύμα καλονικής λειτουργίας. Θα ακολουθήσει η παροχή ισχύος σε όλα τα κυκλώματα καθενός από τα τμήματα του επιταχυντή και, τέλος, η παροχή στον επιταχυντή ως ενιαίο σύνολο.

Στα τέλη του Ιουλίου, η προετοιμασία είχε σχεδόν ολοκληρωθεί και τα οκτώ τμήματα του επιταχυντή βρισκόταν στη θερμοκρασία λειτουργίας των 1,9ο Κέλβιν (ή -271°C). Η επόμενη φάση ήταν ο συγχρονισμός του LHC με το Υπερσύγχροτρον Πρωτονίων (Super Proton Synchrotron, SPS), τον επιταχυντή που αποτελεί το τελευταίο τμήμα της αλυσίδας παροχής της δέσμης. Ο συγχρονισμός των δύο μηχανών πρέπει να είναι σε ακρίβεια της τάξης του νανοδευτερολέπτου (τρισε-

κατομμυριοστό του δευτερολέπτου). Η πρώτη προσπάθεια συγχρονισμού προβλέπεται για αύριο. Οι δοκιμές θα συνεχιστούν τον Σεπτέμβριο ώστε να διασφαλιστεί ότι το σύνολο του επιταχυντή θα επιτύχει την επιτάχυνση των συγκρουόμενων δεσμών σε ενέργεια 5 TeV (τρισεκατομμυρίων ηλεκτρονιοβόλτ), που αποτελεί και τον στόχο για το 2008. Μόλις επιτευχθεί σταθεροποίηση των δεσμών, οι τελευταίες θα οδηγηθούν σε σύγκρουση, ενώ το τελευταίο βήμα είναι η έναρξη λειτουργίας του επιταχυντικού συστήματος του LHC για να ανεβάσει την ενέργεια στα 5 TeV, ανοίγοντας νέους ορίζοντες στην έρευνα της φυσικής των σωματιδίων.

Τι ακριβώς θα κάνει ο «τερατόδης» επιταχυντής; Ούτε λίγο ούτε πολύ θα αναπαράγει τις ακραίες συνθήκες που επικρατούσαν στο Σύμπαν κατά τις πρώτες στιγμές της ύπαρξής του. Μέσα σε αυτή την κυκλική σήραγγα οι επιστήμονες θα δημιουργήσουν δύο παράλληλες δέσμες πρωτονίων, των σωματιδίων που ως γνωστόν μαζί με τα νετρόνια συγκροτούν τους πυρήνες όλων των ατόμων. Κάθε μία από αυτές τις δέσμες πρωτονίων θα αποτελείται από 300.000 δισεκατομμύρια από αυτά τα σωματίδια: ο τεράστιος αυτός αριθμός θα παράγεται από τον επιταχυντή σε 2.808 «πακέτα» πρωτονίων που θα ταξιδεύουν σαν τα βαγόνια ενός τρένου σε απόσταση 7,5 μέτρων το ένα από το άλλο. Οι γιγάντιοι μαγνήτες εξυπηρετούν αυτόν ακριβώς το σκοπό: να εξαναγκάσουν τα πρωτόνια να κινούνται σε μια ορισμένη

πορεία χωρίς να συγκρούονται στα τοιχώματα της σήραγγας. Αυτά τα «τρενάκια» πρωτονίων θα ταξιδεύουν με ιλιγγιώδεις ταχύτητες (πολύ κοντά σε αυτή του φωτός) και, σε αυτές τις ακραίες συνθήκες, θα τα αναγκάσουν να συγκρουστούν μεταξύ τους σε τέσσερα προκαθορισμένα σημεία του κυκλικού επιταχυντή. Στις τέσσερις αυτές θέσεις έχουν τοποθετηθεί περίπλοκες και εξαιρετικά ευαίσθητες ανιχνευτικές συσκευές που θα καταγράφουν λεπτομερώς ό,τι θα συμβεί.

«Εδώ στα γαλλο-ελβετικά σύνορα, δίπλα στη Γενεύη, εδρεύει από το 1954 το CERN, το Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Φυσικής Σωματιδίων», μας λέει ο Νίκος Τράκας, αναπληρωτής καθηγητής στη Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, συντονιστής της Ελληνικής Ομάδας Εκκλαίευσης.

«Ο σκοπός του Κέντρου είναι η λεγόμενη «βασική έρευνα» της έσχατης



δομής της ύλης. Δηλαδή, έρευνα που δεν έχει, κατ' αρχήν, σκοπό την εφαρμογή αλλά μόνο την επέκταση των συνόρων της γνώσης μας. Πολύ σύντομα μέσα στο 2008 ξεκινούν τα νέα πειράματα στο CERN που αυτή τη στιγμή κατέχει τον ισχυρότερο στον κόσμο επιταχυντή, τον LHC: κυκλική συσκευή περιφέρειας 27 χιλιομέτρων που θα επιταχύνει πρωτόνια και θα τα φέρει σε μετωπική σύγκρουση. Τα αποτελέσματα αυτών των συγκρούσεων ελέγχονται από τους δύο (στο πρώτο στάδιο) ανιχνευτές (τον ATLAS και τον CMS), συσκευές μεγέθους πενταώρων κτιρίων, που με ηλεκτρονικά μέσα τελευταίας τεχνολογίας καταγράφουν τα σωματίδια που παράγονται από τις συγκρούσεις».

Η Ελλάδα συμμετέχει ενεργά στα πειράματα αυτά (που προβλέπεται να διαρκέσουν δέκα χρόνια) με πειραματικούς επιστήμονες από τα Πανεπιστήμια Αθήνας, Θεσσαλονίκης, Ιωαννίνων, το Ανοικτό Πανεπιστήμιο, το ΕΜΠ και τον Δημόκριτο. Ταυτόχρονα, θεωρητικοί επιστήμονες από όλα τα πανεπιστήμια της χώρας ασχολούνται ερευνητικά στον τομέα αυτόν της Φυσικής και έχουν τη δική τους συνεισφορά στην έρευνα που πραγματοποιείται στο CERN.

Σε τι αποσκοπούν τα νέα αυτά πειράματα;

«Τα τελευταία είκοσι χρόνια, οι επιστήμονες του κλάδου έχουν φτάσει σε ένα πάρα πολύ καλό επίπεδο ερμηνείας του μικρόκοσμου μέσω του λεγόμενου Καθιερωμένου Προτύπου (Standard Model), που εξηγεί με εκπληκτική επιτυχία όλα τα αποτελέσματα των έως και σήμερα σχετικών πειραμάτων. Παρ' όλα αυτά, στον πίνακα των στοιχειωδών σωματιδίων που προτείνει το Καθιερωμένο Πρότυπο και που έχουν ήδη ανακαλυφθεί, υπάρχει ένα κενό: αυτό που αντιστοιχεί στο επονομαζόμενο σωματίδιο Χιγκς (από τον Αγγλο φυσικό Πίτερ Χιγκς που το εισήγαγε θεωρητικά). Η ανακάλυψη αυτού του σωματιδίου είναι ο κύριος στόχος των πειραμάτων που ξεκινούν άμεσα στο CERN. Βέβαια, πέρα από το «ξεκαθάρισμα της υπόθεσης Χιγκς», οι φυσικοί περιμένουν πολλά περισσότερα από τους νέους ορίζοντες έρευνας που ανοίγει ο LHC. Πολλές νέες θεωρίες/αναβαθμίσεις του Καθιερωμένου Προτύπου (που απαντούν σε όρους όπως υπερσυμμετρία, θεωρία χορδών ή εισάγουν περισσότερες από τρεις χωρικές διαστάσεις) περιμένουν την επιβεβαίωση ή την απόρριψή τους».

