4 Οκτωβρίου 2014

60 χρόνια CERN: πρωτοπορία στην έρευνα

/ Πεμπτουσία

Image not found or type unknown

CERN Geneva Image not found or type unknown

Πριν από λίγες μόνο μέρες, στις 29 Σεπτεμβρίου, συμπληρώθηκαν 60 χρόνια από την ίδρυση του CERN (Conseil Europeéne pour la Recherche Nucléaire), δηλαδή της της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Πυρηνικών Ερευνών. Στο διάστημα που πέρασε το CERN αναδείχθηκε σε κορυφαίο ερευνητικό ίδρυμα και η πειραματική και θεωρητική έρευνα που διεξάγεται σε αυτό δείχνει το δρόμο για την κατεύθυνση που θα πάρει η έρευνα στη φυσική στα επόμενα χρόνια.

Το Δεκέμβριο του 1949 άρχισε να διαμορφώνεται η κατεύθυνση που θα ακολουθούσαν οι έρευνες στον τομέα της φυσικής. Την περίοδο εκείνη ο μεγάλος θεωρητικός φυσικός και Νομπελίστας (1929) Louis de Broglie (1892-1987), σε μια επιστολή του προς το European Cultural Conference στην Λωζάνη, πρότεινε την ίδρυση ενός νέου ευρωπαϊκού ερευνητικού κέντρου, προκειμένου να εμποδιστεί η «διαρροή εγκεφάλων» προς τη Βόρεια Αμερική και για να ανακτήσει ο ευρωπαϊκός χώρος έρευνας τη χαμένη του αίγλη. Πέντε χρόνια αργότερα, στις 29 Σεπτεμβρίου 1954, δώδεκα ιδρυτικά κράτη-μέλη, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, υπέγραψαν την τελική σύμβαση για την δημιουργία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής Πυρηνικών Ερευνών (Conseil Europeéne pour la Recherche Nucléaire-CERN)! Σήμερα τα κράτη-μέλη έχουν φτάσει τα 20.

Για να καθιερωθεί, όμως, το CERN ως το κορυφαίο ερευνητικό κέντρο στη φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων έπρεπε να περάσει αρκετός καιρός. Ιδιαίτερα τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του και έχοντας να ανταγωνιστεί τα κορυφαία ερευνητικά κέντρα του Berkeley και του Brookhaven της Αμερικής, το CERN έρχονταν συχνά δεύτερο στις μεγάλες ανακαλύψεις. Όμως με προσεκτικό σχεδιασμό, την κατασκευή όλο και ισχυρότερων επιταχυντών και τη συγκέντρωση της αφρόκρεμας των Ευρωπαίων ερευνητών η κατάσταση, αργά αλλά σταθερά, αναστράφηκε.

Πρώτος σταθμός στη καθιέρωση του CERN ως κορυφαίου ερευνητικού κέντρου

μπορεί να θεωρηθεί το έτος 1959 όταν κατασκευάστηκε το «Σύγχροτρο Πρωτονίων» (Proton Synchrotron-PS), το οποίο και κατέρριψε κάθε προηγούμενο ρεκόρ επιτάχυνσης πρωτονίων. Στα μέσα της δεκαετίας του 1960 αποφασίζεται η επέκταση του CERN από την Ελβετία προς τη Γαλλία με την κατασκευή του πρώτου πρωτονικού επιταχυντή/συγκρουστή (Interactive Storage Rings-ISR), ένα έργο που ολοκληρώθηκε το 1971, οπότε και αποφασίστηκε η κατασκευή ενός νέου, ισχυρότερου κυκλικού επιταχυντή, του SPS (Super Proton Collider). Δύο χρόνια αργότερα, στις 31 Ιουλίου 1974, ο «μετροπόντικας» του CERN επέστρεψε στο σημείο από το οποίο ξεκίνησε, έχοντας διανοίξει μία κυκλική σήραγγα μήκους 7 χιλιομέτρων. Στις 17 Ιουνίου 1976 ανακοινώθηκε επιτάχυνση πρωτονίων σε ενέργειες που έφταναν τα 400 δισεκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ (400 GeV), ενώ το ερευνητικό πρόγραμμα του SPS ξεκίνησε τον επόμενο χρόνο.

Το Φεβρουάριο του 1985 άρχισε η κατασκευή του γιγαντιαίου επιταχυντή ηλεκτρονίων-ποζιτρονίων LEP (Large Electron-Positron Collider), τετραπλάσιου, περίπου, μήκους από αυτό του SPS. Η διάνοιξη μιας κυκλικής σήραγγας 27 χιλιομέτρων και η εγκατάσταση του εξοπλισμού του νέου επιταχυντή αποτέλεσε μια τεράστια τεχνολογική πρόκληση κι ένα κατασκευαστικό επίτευγμα, το οποίο υπολείπονταν μόνο αυτού της διάνοιξης της σήραγγας της Μάγχης. Για την κατασκευή του διανοίχτηκαν οκτώ κατακόρυφα φρεάτια κατά μήκος μιας νοητής κυκλικής περιφέρειας 27 χιλιομέτρων και οι «μετροπόντικες» του CERN ανέλαβαν να εκσκάψουν τμηματικά οκτώ τοξοειδείς σήραγγες μήκους 3.3 χιλιομέτρων η κάθε μία, προκειμένου να ενωθούν τα φρεάτια μεταξύ τους.

Το έργο θεωρήθηκε τόσο δύσκολο που καμία εταιρεία δεν αναλάμβανε την επίβλεψή του. Έτσι, οι ίδιοι οι μηχανικοί και οι τοπογράφοι του CERN, βασιζόμενοι στην προηγούμενη εμπειρία τους από την κατασκευή του SPS, ανέλαβαν την πρόκληση. Η εκσκαφή της σήραγγας ολοκληρώθηκε με επιτυχία το Φλεβάρη του 1988 με μία παρέκκλιση μόνον ενός εκατοστού του μέτρου από τη τιμή που είχε υπολογιστεί στα σχέδια! Έπειτα από 11 χρόνια αδιάκοπης λειτουργίας αλλά και τεράστιας συνεισφοράς στην εμπέδωση του Καθιερωμένου Προτύπου (Standard Model) στη φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων, ο LEP έκλεισε προσωρινά στις 2 Νοεμβρίου του 2000 για να αρχίσει η κατασκευή του νέου Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων-LHC (Large Hadron Collider), ο οποίος άρχισε να λειτουργεί το 2008.

Με την επαναλειτουργία του CERN η Ευρώπη ανέλαβε πλέον τα σκήπτρα παγκοσμίως στον τομέα της Φυσικής αφού οι ΗΠΑ αποφάσισαν το 1993 να μην προχωρήσουν στην δημιουργία ενός κυκλικού «Υπέρ-Επιταχυντή» στο Τέξας ο οποίος θα είχε περιφέρεια 86 χιλιομέτρων. Στον τερατώδη εκείνο επιταχυντή τα πρωτόνια θα συγκρούονταν με ενέργεια 40 τρισεκατομμυρίων ηλεκτρονιοβόλτ (40

TeV), ενώ ο μεγαλύτερος επιταχυντής που διαθέτουν οι Ηνωμένες Πολιτείες σήμερα είναι ο Τέβατρον στο «Φέρμιλαμπ» του Ιλλινόις, ο οποίος έχει φτάσει πλέον στα όρια της προσφοράς του κι σχεδιάζεται ήδη η σταδιακή εγκατάλειψή του. Στον Τέβατρον η σύγκρουση πρωτονίων και αντιπρωτονίων (αντιύλη) παράγει ενέργεια ενός τρισεκατομμυρίου ηλεκτρονιοβόλτ (1TeV), 14 φορές δηλαδή μικρότερη της ενέργειας που μπορεί να πετύχει ο LHC.

Σε βάθος 100 περίπου μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, στα σύνορα Ελβετίας-Γαλλίας, διάφορες πειραματικές διατάξεις στον μεγάλο επιταχυντή αδρονίων (LHC) του CERN στην Γενεύη της Ελβετίας μπορούμε να δούμε το Σύμπαν να ξαναγεννιέται! Στον επιταχυντή αυτό δύο αντίθετα κινούμενες ροές πρωτονίων (αδρόνια) με ταχύτητα που φτάνει σχεδόν την ταχύτητα του φωτός (300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο) συγκρούονται μεταξύ τους με αποτέλεσμα την δημιουργία τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας.

cern01

Image not found or type unknown

Άποψη της περιοχής της Γενεύης από ψηλά, με σημειωμένη τη θέση της μεγάλης σήραγγας του επιταχυντή αδρονίων (LHC) και τα σημεία που είναι εγκατεστημένοι οι διάφοροι ανιχνευτές.

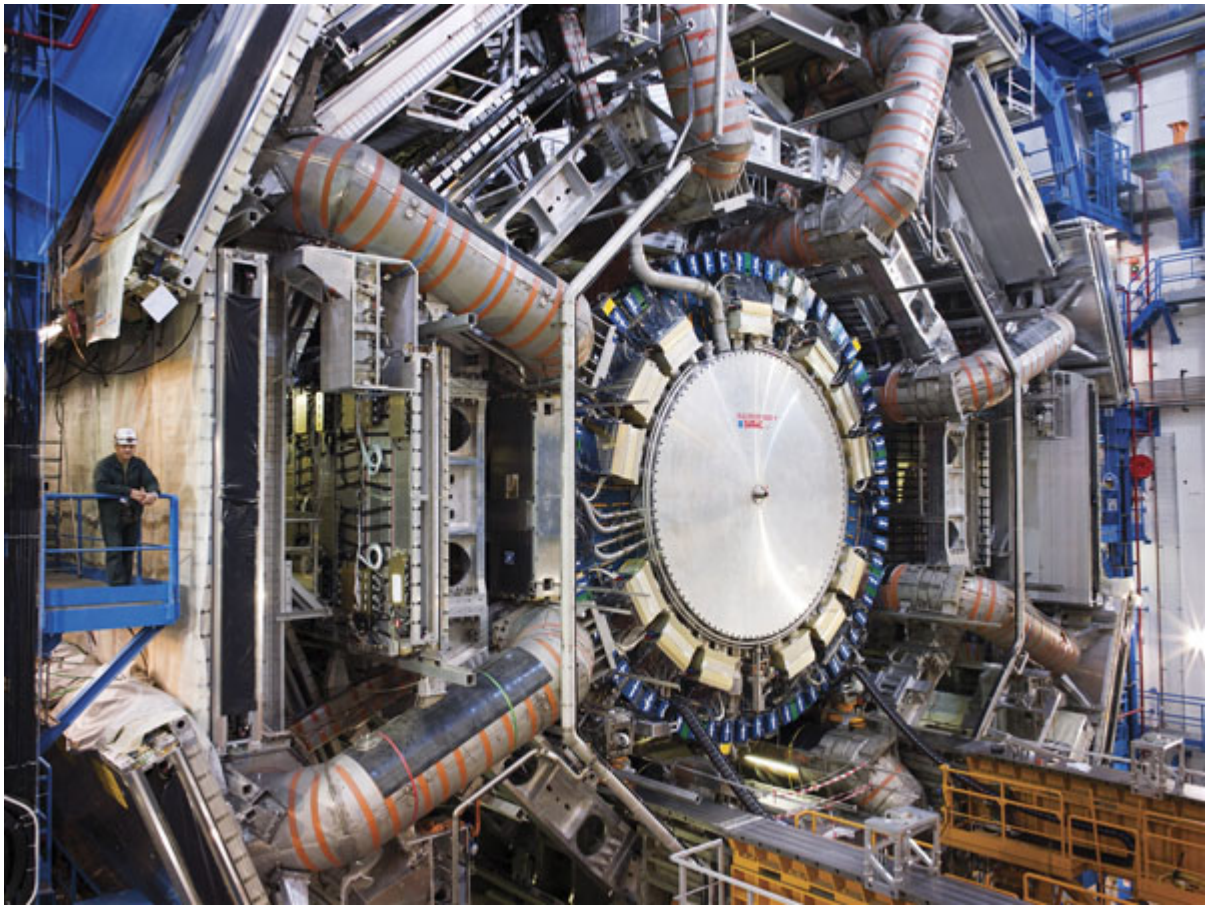
Ο τεράστιος κυκλικός επιταχυντής LHC με μήκος 27 χιλιομέτρων, αποτελείται από χιλιάδες χιλιόμετρα καλωδιώσεων, χιλιάδες ηλεκτρομαγνήτες και ερευνητικές συσκευές με δεκάδες δισεκατομμύρια τρανζίστορ. Επί πλέον 128 τόνοι υγρού ηλίου κρατούν την θερμοκρασία των υπεραγώγιμων μαγνητών στους 1,8 βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν, θερμοκρασία δηλαδή 271 βαθμών Κελσίου κάτω από το μηδέν. Στον LHC οι ροές σωματιδίων επιταχύνονται σχεδόν στην ταχύτητα του φωτός (300.000 χιλιόμετρα το δευτερόλεπτο), εκτελούν δηλαδή περίπου 11.200 βόλτες γύρω από τον κυκλικό επιταχυντή κάθε δευτερόλεπτο!

Για να επιτευχθούν οι τεράστιες αυτές ταχύτητες το κενό στους σωλήνες ροής είναι παρόμοιο με αυτό που επικρατεί σε υψόμετρο 1.000 χιλιομέτρων πάνω από την επιφάνεια της Γης, για να αποφευχθούν συγκρούσεις των πρωτονίων με μόρια

αέρα, ενώ η πίεση που επικρατεί είναι 760 φορές μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση που επικρατεί στην επιφάνεια της θάλασσας. Όταν φτάσουν την επιθυμητή ταχύτητα οι ροές των πρωτονίων κατευθύνονται προς έναν από τους ανιχνευτές του LHC για να συγκρουστούν με αντίθετα κινούμενες ροές σωματιδίων στα έγκατά του παράγοντας στιγμιαία τεράστια ποσά ενέργειας που φτάνουν τα 14 τρισεκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ (TeV), η θερμοκρασία δηλαδή που δημιουργείται στιγμιαία φτάνει τα περίπου 162.000 τρισεκατομμύρια βαθμούς Κελσίου.

Η κατασκευή των νέων εγκαταστάσεων στο CERN είχε εξ αρχής στόχο να κατανοήσουμε καλύτερα ένα βασικό τμήμα της εξελικτικής πορείας του Σύμπαντος και για να μάθουμε επί τέλους από τι αποτελείται ο κόσμος μας. Ελπίζουμε επίσης ότι θα μας βοηθήσει να ανακαλύψουμε για πρώτη φορά τα συστατικά μιας μυστηριώδους ύλης που ενώ έχουμε εντοπίσει την επίδραση την οποία έχει στους γαλαξίες του Σύμπαντος, δεν γνωρίζουμε εντούτοις ούτε τι είναι ούτε από τι αποτελείται και γι’ αυτό την έχουμε ονομάσει «σκοτεινή ύλη». Κι όμως η ύλη αυτή αποτελεί το 27% των συστατικών του Σύμπαντος! Συγχρόνως οι ενέργειες που θα επιτευχθούν τελικά ίσως μπορέσουν να μας εξηγήσουν τι θα μπορούσε να είναι η απωθητική δύναμη που ονομάζουμε «σκοτεινή ενέργεια» της οποίας η ύπαρξη ανακαλύφτηκε το 1997 και η οποία αποτελεί το 68% των συστατικών του Σύμπαντος.

Αλλά και οι διαστάσεις ενός από τους επί μέρους ανιχνευτές, που ονομάστηκε «Άτλας», είναι κι αυτές ιδιαίτερα εντυπωσιακές αφού ο ανιχνευτής αυτός έχει μήκος 43 μέτρων, διάμετρο 22 μέτρων και βάρος 7.000 τόνων, όταν σε σύγκριση το βάρος του Πύργου του Άιφελ είναι 7.300 τόνοι. Ο υπόγειος χώρος στον οποίο βρίσκεται ο Άτλας έχει μήκος 84 μέτρων, πλάτος 35 μέτρων και ύψος 30 μέτρων, ενώ στη διάρκεια της ενεργού του ζωής θα απασχολήσει 2.000 επιστήμονες και μηχανικούς από 165 ερευνητικά κέντρα σε 35 χώρες. Ο σχεδιασμός του πειραματικού αυτού γίγαντα άρχισε το 1992, η συναρμολόγηση των διαφόρων τμημάτων του άρχισε το 2003, ενώ η λειτουργία του ξεκίνησε το 2008.



Ο ανιχνευτής ATLAS.

Στη διάρκεια των πειραμάτων που εκτελούνται στα πειραματικά αυτά συμπλέγματα σαν τον Άτλαντα, δύο δέσμες πρωτονίων συγκρούονται με τόση δύναμη ώστε ως αποτέλεσμα έχουμε την παραγωγή σωματιδίων με μάζα δέκα φορές μεγαλύτερη από οποιοδήποτε άλλο σωματίδιο που είναι γνωστό μέχρι τώρα. Αυτού του είδους τα πειράματα υπόσχονται να μας πάνε πίσω στα πρώτα τρισεκατομμυριοστά του πρώτου δευτερολέπτου, όχι μία αλλά 30 εκατομμύρια φορές το δευτερόλεπτο και επί χρόνια!

Οι Ανιχνευτές στους Επιταχυντές είναι έτσι διαμορφωμένοι ώστε τα διάφορα μέρη τους μπορούν να εντοπίσουν τα είδη των σωματιδίων που δημιουργούνται κατά την σύγκρουση, την ενέργεια και την διεύθυνσή τους, από τα οποία μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για την δομή της ύλης. Στον ανιχνευτή του «Άτλαντα», για παράδειγμα, διακρίνουμε τρία κύρια μέρη: τον εσωτερικό ανιχνευτή που μετράει την ορμή των σωματιδίων, το θερμιδόμετρο που απορροφά την ενέργεια των σωματιδίων όταν αυτά συγκρούονται πάνω του κι έτσι μετράει τις ενέργειές τους, και το φασματόμετρο μιονίων που μετράει την ορμή τους.

Στο επιστημονικό αυτό μεγαθήριο, που κόστισε 6 δισεκατομμύρια ευρώ, παράγονται κάθε χρόνο πληροφορίες που καλύπτουν τρία εκατομμύρια DVD. Στην περίπτωση του «Άτλαντα» έχουμε ένα τρισεκατομμύριο συγκρούσεις το

δευτερόλεπτο και υπολογίζεται ότι μία στα δέκα εκατομμύρια συγκρούσεις μπορεί να υποδηλώνει κάποιο νέο φαινόμενο. Κι αν όλα πάνε όπως έχουν σχεδιαστεί τότε θα έχουμε κατορθώσει να αποτυπώσουμε στις ειδικές συσκευές και την μνήμη των ηλεκτρονικών υπολογιστών τα χνάρια των συνθηκών που επικρατούσαν στις πρώτες απειροελάχιστες στιγμές της δημιουργίας πριν από 13,8 δισεκατομμύρια χρόνια.