

ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ATLAS ΣΤΟΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΗ LHC ΤΟΥ CERN

Στη δίψα του ο άνθρωπος να καταλάβει τον εαυτό του και τον κόσμο θέτει υπαρξιακά ερωτήματα και αναζητά και επιστημονικές απαντήσεις: Στη μελέτη του αχανούς Σύμπαντος και στα βάθη του Μικρόκοσμου. Τις τελευταίες δεκαετίες οι απίστευτα ραγδαίες επιστημονικές πρόοδοι σύνδεσαν τη γνώση στις δύο αυτές κατευθύνσεις. Έτσι, πιστεύουμε ότι η δημιουργία του υλικού Σύμπαντος με τη Μεγάλη Έκρηξη πέρασε αρχικά από την εμφάνιση των στοιχειωδών σωματιδίων. Αυτά, με τις αλληλεπιδράσεις τους, καθώς το Σύμπαν διαστελλόταν από τις απειροελάχιστες αρχικές διαστάσεις του και ενύχето, συγκρότησαν σταδιακά τις διάφορες δομές της ύλης: τα νουκλεόνια, τα πολύ απλά άτομα, τα αέρια συμπυκνώματα ύλης, που εξελίχθηκαν σε αστέρες, γαλαξίες, σμήνη γαλαξιών... Πολύ σύντομα, φαίνεται, ότι θα είμαστε σε θέση να σχηματίσουμε στο εργαστήριο ενεργειακές συνθήκες που υπήρξαν ένα εκατομμυριοστό του δευτερολέπτου, μετά την αρχική Γένεση.

Οι γνώσεις μας για τη θεμελιώδη δομή της ύλης και τις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

Σύμφωνα με το **Καθιερωμένο Πρότυπο (Κ.Π.) της Σωματιδιακής Φυσικής**, σήμερα πιστεύουμε ότι κάθε μορφή ύλης που υπάρχει ή δημιουργείται στο φυσικό Σύμπαν συγκροτείται τελικά από (ή είναι) τα λεγόμενα **στοιχειώδη ή θεμελιώδη σωματίδια ύλης**, δηλαδή σωματίδια που θεωρούνται ότι δεν αποτελούνται από άλλα πιό στοιχειώδη. Αυτά είναι τα έξι κουάρκ και τα έξι λεπτόνια (π.χ. λεπτόνιο είναι το πολύ γνωστό μας απειροελάχιστο ηλεκτρόνιο) και έχουν διαστάσεις μικρότερες των 10^{-18} μέτρα*. Στα σωματίδια αυτά αντιστοιχούν άλλα τόσα, επίσης θεμελιώδη, που έχουν κάποιες «αντίθετες» ιδιότητες (π.χ. αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο) και ονομάζονται αντισωματίδια. Έτσι το γνωστό μας πρωτόνιο, ο πυρήνας δηλαδή του απλούστερου ατόμου στη φύση, του υδρογόνου, δεν είναι θεμελιώδες σωματίδιο, αλλά αποτελείται από δύο κουάρκ (με «γεύση» u) και ένα αντικουάρκ (με “γεύση” d), είναι δηλαδή αδρό («χοντρό») και γι’ αυτό λέγεται και **αδρόνιο**, με διαστάσεις περίπου 10^{-15} μέτρα.

Τα θεμελιώδη αυτά σωματίδια αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με μία ή περισσότερες από τις τέσσαρες **θεμελιώδεις δυνάμεις**: τη βαρυτική, την ηλεκτρομαγνητική, την ασθενή και την ισχυρή αλληλεπίδραση. Οι δυνάμεις αυτές εξασκούνται μεταξύ των θεμελιωδών σωματιδίων με την ανταλλαγή μεταξύ τους άλλων **σωματιδίων-φορέων** της αντίστοιχης δύναμης, που ανταλλάσσονται, όπως δύο παιδιά ανταλλάσσουν μια μπάλα στο βόλλεϋ. Τα σωματίδια-φορείς των παραπάνω θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων (ή δυνάμεων) ονομάζονται, αντίστοιχα, βαρυτόνιο (δεν έχει ακόμα ανακαλυφθεί πειραματικά), φωτόνιο, W και Z για την τρίτη, και γλιόνιο ή γκλουόνιο για την τέταρτη.

Τις ιδιότητες των θεμελιωδών σωματιδίων και των αλληλεπιδράσεών τους συνήθως μελετάμε με **πειράματα σκέδασης**. Σε αυτά χρησιμοποιούνται **δέσμες σωματιδίων** (π.χ. ηλεκτρονίων ή πρωτονίων) μεγάλης ενέργειας τα οποία χτυπούν κάποιο στόχο, που είτε είναι σταθερός, ή είναι τα σωματίδια μιάς άλλης, αντίθετα κινούμενης δέσμης, με τα οποία μπορεί να αλληλεπιδράσουν. Τα συγκρουόμενα σωματίδια πρέπει να έχουν σχετικά **πολύ μεγάλη ενέργεια**, προκειμένου να διειδύσουν βαθειά, ώστε να αλληλεπιδράσουν μεταξύ τους τα συστατικά τους (δηλαδή τα θεμελιώδη σωματίδια) από τα οποία μπορεί να αποτελούνται. Κατά τις αλληλεπιδράσεις αυτές, τα

συγκρουόμενα σωματίδια συχνά μετασηματίζονται και η ενέργειά τους (και η μάζα τους) διατίθεται για την παραγωγή πολλών άλλων κινούμενων γνωστών ή αγνώστων ή αναζητούμενων σωματιδίων.

Τη μεγάλη ενέργειά τους τα φορτισμένα σωματίδια μιάς δέσμης την αποκτούν με πολύπλοκες και πανάκριβες ηλεκτρομαγνητικές διατάξεις που ονομάζονται **επιταχυντές σωματιδίων** και υπάρχουν σε ελάχιστα Εργαστήρια στον κόσμο, ένα από τα οποία είναι και το Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Σωματιδιακής Φυσικής, CERN. (Σχ.1).

Πραγματοποιούνται, όμως, και σπουδαία πειράματα όπου τα σωματίδια-βλήματα (π.χ. νετρίνα) μας έρχονται κατευθείαν από τον «ουρανό» ως κοσμική ακτινοβολία. Τα σωματίδια που παράγονται στα πειράματα σκέδασης που αναφέρθηκαν παραπάνω, «παρατηρούνται» με σύνθετες διατάξεις που ονομάζονται **ανιχνευτές** και εγκαθίστανται γύρω από το «σημείο» σύγκρουσης της δέσμης με το στόχο, ή των δύο συγκρουόμενων δεσμών.

Το Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Σωματιδιακής Φυσικής, CERN



Σχήμα 1: Τμήμα του CERN που βρίσκεται σε ελβετικό έδαφος (Laboratory I)

Το CERN (Centre Europeen pour la Recherche Nucleaire) είναι το μεγαλύτερο Εργαστήριο Σωματιδιακής Φυσικής διεθνούς χρήσης, όπου επιστήμονες συνεργάζονται για τη μελέτη των θεμελιωδών λίθων της ύλης και των δυνάμεων μεταξύ τους. Βρίσκεται κοντά στη Γενεύη, στα Γαλλο-Ελβετικά σύνορα, και υπάρχει κυρίως για να προσφέρει τα απαραίτητα εργαλεία γι' αυτό, δηλαδή τους επιταχυντές και τους μεγάλους ανιχνευτές. Ιδρύθηκε το 1954 (η Ελλάδα ήταν ιδρυτικό μέλος), ήταν από τα πρώτα ευρωπαϊκά εγχειρήματα δημιουργικής συνεργασίας μετά τον όλεθρο του Β΄ Παγκόσμιου Πολέμου και, επί πολλά χρόνια, αποτελεί ένα καταπληκτικό φαινόμενο διεθνούς προσέγγισης, άμιλλας και συνεργασίας. Λειτουργεί με την οικονομική συνδρομή και τη διοικητική

εκπροσώπηση (στο Συμβούλιο του CERN) των κρατών-μελών που είναι σήμερα 20, αλλά και τη σημαντική συμμετοχή 220 Ινστιτούτων και Πανεπιστημίων από κράτη μη-μέλη (και) εκτός Ευρώπης.

Φυσικοί, μηχανικοί και οικονομικές πηγές από τα συνεργαζόμενα κράτη ευθύνονται για τη σχεδίαση, χρηματοδότηση, κατασκευή των πειραματικών διατάξεων και τη λειτουργία τους, ενώ το CERN χρηματοδοτεί κυρίως την κατασκευή των επιταχυντών. Συνεργάζεται με κατασκευαστικές εταιρίες στις διάφορες χώρες για την υλοποίηση των τεχνολογικά προηγμένων ή καινοτόμων επινοήσεων που συχνά απαιτούνται για την επίτευξη υψηλότερων ενεργειών, τελειότερων ανιχνευτών και αποδοτικότερης και ευρύτερης διαχείρισης του τεράστιου όγκου δεδομένων. Οι επινοήσεις αυτές έχουν συχνά ευρύτερες εφαρμογές, όπως π.χ. το παγκόσμιο γνωστό μας διαδίκτυο WWW, που επινοήθηκε στο CERN.



Σχήμα 2: Φωτογραφία της περιοχής κάτω απο την οποία υπάρχει το τούνελ του LHC. Το βάθος η λίμνη της Γενεύης και οι Άλπεις

Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων, LHC

Ο νέος επιταχυντής πρωτονίων ή ατομικών πυρήνων Large Hadron Collider (LHC, Μεγάλος Επιταχυντής Συγκρουομένων δεσμών Αδρονίων) «συναρμολογείται» στο ίδιο υπόγειο κυκλικό τούνελ μήκους 27 χιλιομέτρων (Σχ.2), όπου είχε λειτουργήσει τη δεκαετία (και πλέον) του 90 ο άλλος μεγάλος επιταχυντής LEP (Large Electron Positron) συγκρουομένων δεσμών ηλεκτρονίων και αντιηλεκτρονίων. Σε αυτό το τούνελ θα παραταχθούν με εξαιρετική ευθυγράμμιση συνολικά περισσότεροι απο 2000 πολύ ισχυροί υπεραγώγμοι μαγνήτες. Αυτοί θα κάμπτουν ή θα εστιάζουν δύο αντίθετα κινούμενες σειρές εξαιρετικά πυκνών «πακέτων» πρωτονίων (σε ξεχωριστούς

αερόκενους σωλήνες), κρατώντας τα επί ώρες σε λεπτές κυκλικές τροχιές, καθώς αυτά θα κινούνται σχεδόν με την ταχύτητα του φωτός. Τα πρωτόνια των «πακέτων» θα έχουν σταδιακά προηγουμένως επιταχυνθεί και σε μία σειρά άλλων (παλαιότερων) επιταχυντών. Αφού τελικά αποκτήσουν ενέργεια 7 TeV το καθένα ($1 \text{ TeV} = 10^{12} \text{ eV}$, δηλαδή ένα τρισεκατομμύριο ηλεκτρονιοβόλτ*), τα πρωτόνια θα οδηγούνται σε σύγκρουση στη θέση των μεγάλων ανιχνευτικών πειραματικών διατάξεων.



Σχήμα 3: Δύο στάδια του συναρμολογούμενου επιταχυντή LHC

Προγραμματίζεται ο LHC να έχει ολοκληρωθεί το φθινόπωρο του 2007 και η πολυ-επιταχυντική διάταξη να δώσει την άνοιξη του 2008 την επιδιωκόμενη συνολική ενέργεια των $7 + 7 = 14 \text{ TeV}$ για κάθε ζεύγος συγκρουομένων πρωτονίων. Ο LHC θεωρείται το μεγαλύτερο επιδιωκόμενο τεχνολογικό επίτευγμα της εποχής μας. Στις φωτογραφίες φαίνεται ένα μικρό τμήμα του (Σχ. 3).

Το πείραμα ATLAS στο CERN

Το ATLAS είναι ένα πολυτετές πείραμα με την ομώνυμη πολυσύνθετη ανιχνευτική διάταξη ATLAS (ακρωνύμιο της φράσης A Toroidal Lhc ApparatuS = Μία τοροειδής διάταξη στο LHC) η οποία συναρμολογείται 100 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της Γης στο CERN. Στη θέση αυτή του ανιχνευτή θα συγκρούονται επανειλημμένα οι δύο αντίθετα κινούμενες δέσμες πρωτονίων του επιταχυντή LHC. Τα διάφορα τμήματα του ανιχνευτή θα ανιχνεύουν πολλά από τα σωματίδια που παράγονται κατά τις αλληλεπιδράσεις των συγκρουομένων πρωτονίων, και από τις μετρήσεις τους θα είναι δυνατόν να συναχθούν η διεύθυνση κίνησής τους αμέσως μετά την παραγωγή τους, η ενέργειά τους (ή η ορμή τους) και πιθανόν η ταυτότητά τους. Παρακάτω, παρατίθενται επιγραμματικά οι επιστημονικοί στόχοι και τα κύρια τμήματα του ανιχνευτή ATLAS.

Ένα ανάλογο «παντός σκοπού» πείραμα και ανιχνευτής που ετοιμάζεται παράλληλα, σε άλλο σημείο σύγκρουσης των δεσμών πρωτονίων, είναι το CMS (Compact Muon Spectrometer), με παρόμοιους επιστημονικούς στόχους. Η παράλληλη λειτουργία τουλάχιστον δύο πειραμάτων είναι απαραίτητη για την επιβεβαίωση (ή μή) των αναμενομένων (ή μή) σπουδαίων νέων φαινομένων και ανακαλύψεων. Επίσης, ετοιμάζονται δύο ακόμη πολυσύνθετοι ανιχνευτές μεγάλης κλίμακας αλλά ειδικότερων

επιδιώξεων, το **ALICE** και το **LHCb**, σε άλλα σημεία σύγκρουσης, και το μικρής κλίμακας **TOTEM** στη γειτονιά του CMS.

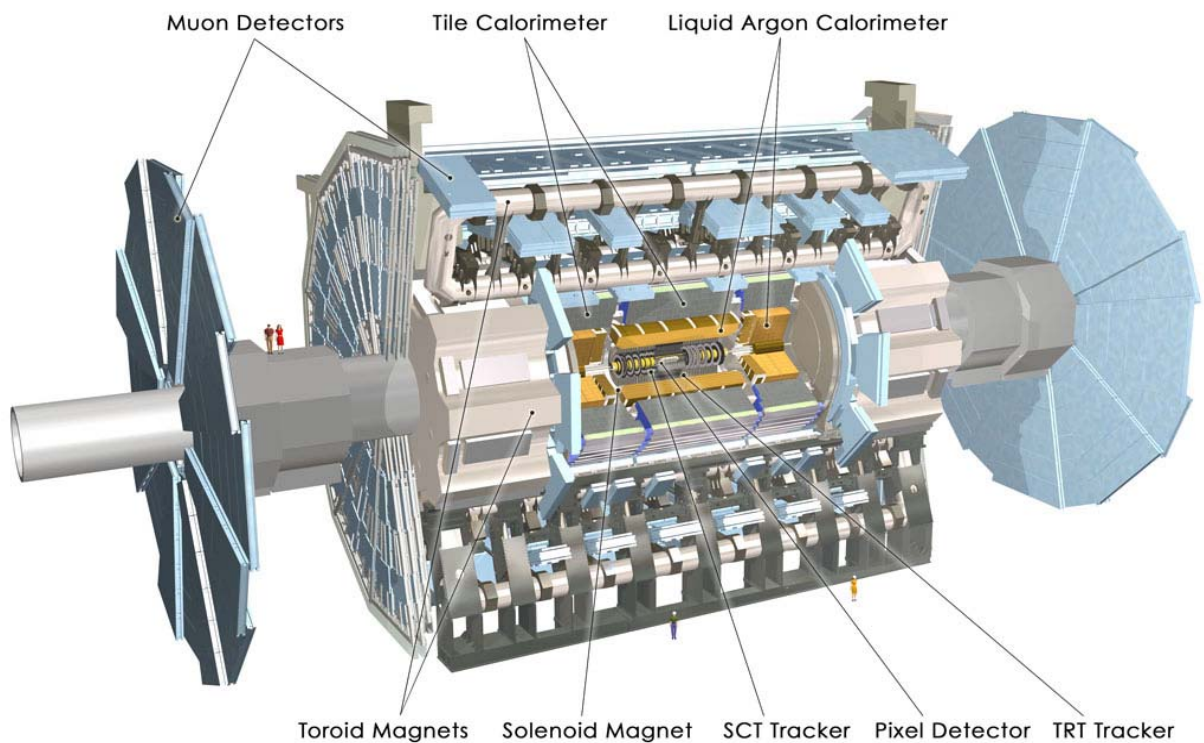
Ποιοί είναι οι στόχοι του πειράματος ATLAS

- . Επιβεβαίωση ή ακριβέστερες μετρήσεις ιδιοτήτων γνωστών αντικειμένων για μεγάλης ακριβείας έλεγχο του Καθιερωμένου Προτύπου (δηλ. του βασικού πλαισίου γνώσης) της Σωματιδιακής Φυσικής.
- . Η ανακάλυψη του πολυσυζητημένου σωματιδίου higgs (χιγγς), που υποτίθεται ότι προσδίδει μάζα σε όλα τα θεμελιώδη σωματίδια, όταν τα πεδία τους αλληλεπιδρούν με το πεδίο του σωματιδίου χιγγς. Σε αυτό αποδίδεται και η μεγάλη διαφορετικότητα των ηλεκτρομαγνητικών αλληλεπιδράσεων από τις ασθενείς, που παρατηρείται στη φύση στη «χαμηλή» ενεργειακή κλίμακα της καθημερινότητας (δηλαδή, το σπάσιμο της μεταξύ τους συμμετρίας, όπως λέγεται. Η σχέση και η σύγκλιση (ενοποίηση) μεταξύ αυτών των δύο δυνάμεων έχει εντυπωσιακά επιβεβαιωθεί σε ενέργειες πολύ ψηλότερες από τις συνηθισμένες). Ο ανιχνευτής ATLAS είναι ευαίσθητος σε όλη την περιοχή ενδεχομένων μαζών και τρόπων διάσπασης του χιγγς (αν υπάρχει).
- . Αναζήτηση άλλων σωματιδίων που προβλέπονται από διάφορες θεωρίες, όπως η υπερσυμμετρία, ή βαρύτερες εκδόσεις των θεμελιωδών μποζονίων-φορέων της ασθενούς αλληλεπίδρασης, W και Z. Κάποιο από αυτά ίσως συνιστά τη λεγόμενη «αθέατη ή σκοτεινή ή αόρατη ύλη», άγνωστη και ασυνήθιστη δηλαδή ύλη η οποία δεν ακτινοβολεί ηλεκτρομαγνητικά, αλλά φαίνεται ότι πρέπει να είναι 5 φορές περίπου περισσότερη από τη συνηθισμένη μάζα του Σύμπαντος που αλληλεπιδρά βαρυτικά, και ότι μπορεί να εξηγήσει ορισμένες κινήσεις αστέρων και σμηνών γαλαξιών.
- . Ακριβείς μετρήσεις των θεμελιωδών σωματιδίων W και του σχετικά (και παράξενα) εξαιρετικά βαρπού έκτου κουάρκ t (τοπ), που ανακαλύφθηκαν το 1983 και 1995, αντίστοιχα.
- . Ακριβείς μετρήσεις της παραβίασης της συνδυασμένης συμμετρίας φορτίου-ομοτιμίας, CP, που ευθύνεται για την παρατηρούμενη ποσοτική ασυμμετρία ύλης και αντιύλης στο Σύμπαν.
- . Ενδεχόμενη ανακάλυψη περισσότερων χωρικών (πολύ μικρών «κουλουριασμένων») διαστάσεων, πέραν των γνωστών τριών διαστάσεων του χώρου στον οποίο κινούμαστε καθημερινά.
- . Αναζήτηση χαρακτηριστικών σημάτων, αν τα κουάρκ ή/και τα λεπτόνια, όπως το ηλεκτρόνιο, δεν είναι πραγματικά θεμελιώδη σωματίδια, αλλά αποτελούνται από άλλα θεμελιωδέστερα σωματίδια.
- . Διάφορες άλλες σημαντικές αναζητήσεις.

Ποιά είναι τα κύρια τμήματα του ανιχνευτή ATLAS;

Στο ανοιχτό (και ελλειπές) σχέδιο της εικόνας διακρίνονται ενδεικτικά τα κύρια μέρη του κυλινδρικού ανιχνευτικού συγκροτήματος, που θα έχει μήκος 45 μέτρα, διάμετρο 25 μέτρα και βάρος 7000 τόνους. Οι δέσμες των πρωτονίων θα εισέρχονται κατά μήκος του άξονα του κυλίνδρου και θα συγκρούονται στο κέντρο του (Σχ. 4).

Η βελτιστοποίηση της ευαισθησίας της ανιχνευτικής διάταξης, όταν σχεδιάζονται, προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, έγινε με πολλαπλές μελέτες Monte Carlo , με την κατασκευή επανειλημμένα βελτιούμενων προτύπων των διαφόρων τμημάτων και εκτέλεση πολλαπλών πειραματικών δοκιμών. Σε αυτές επιδιώχθηκε η εξακρίβωση της λειτουργίας των διαφόρων επινοήσεων, η αποδοτική λειτουργία τους, η ασφάλεια και η διάρκεια τους . Παράχθηκαν, δηλαδή, με προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή, οι διάφορες φυσικές διαδικασίες αλληλεπίδρασης και τα σωματίδια που προκύπτουν από αυτές, δηλαδή «γεννήθηκαν» σε μεγάλο αριθμό αντιπροσωπευτικά «γεγονότα» που είτε είναι γνωστά , ή υποτιθέμενα. Στη συνέχεια, τα σωματίδια πέρασαν μέσα από τον (εικονικό) ανιχνευτή και προσομοιώθηκε η αλληλεπίδρασή τους με τις διάφορες συνιστώσες του ανιχνευτή, ώστε να βελτιστοποιηθούν τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των διαφόρων μερών του.



Σχήμα 4: Το σχήμα δείχνει τμήμα του υπο συναρμολόγηση ανιχνευτή ATLAS

- A) Εσωτερικός ανιχνευτής (με διάφορες συνιστώσες SCT, TRT, Pixel Detector) με τα σήματα από τον οποίο θα μπορούν να ανακατασκευάζονται οι τροχιές των φορτισμένων σωματιδίων, που θα παράγονται κατά τις αλληλεπιδράσεις των συγκρουόμενων πρωτονίων.
- B) Τα καλορίμετρα (Calorimeters) : Το ηλεκτρομαγνητικό (Liquid Argon) και το αδρονικό (Tile) για την ανίχνευση και μέτρηση, αντίστοιχα, της ενέργειας και διεύθυνσης των ενεργητικών φωτονίων και ηλεκτρονίων, ή των αδρονίων (πρωτονίων, νετρονίων, πονίων, κλπ).
- Γ) Οι ανιχνευτές μιονίων (Muon Detectors: γαλανά «κουτάκια» σε τρεις στρώσεις στο «βαρέλι» ή τομείς στις κυκλικές βάσεις.) Τα μόνια μιάζουν με τα ηλεκτρόνια αλλά είναι

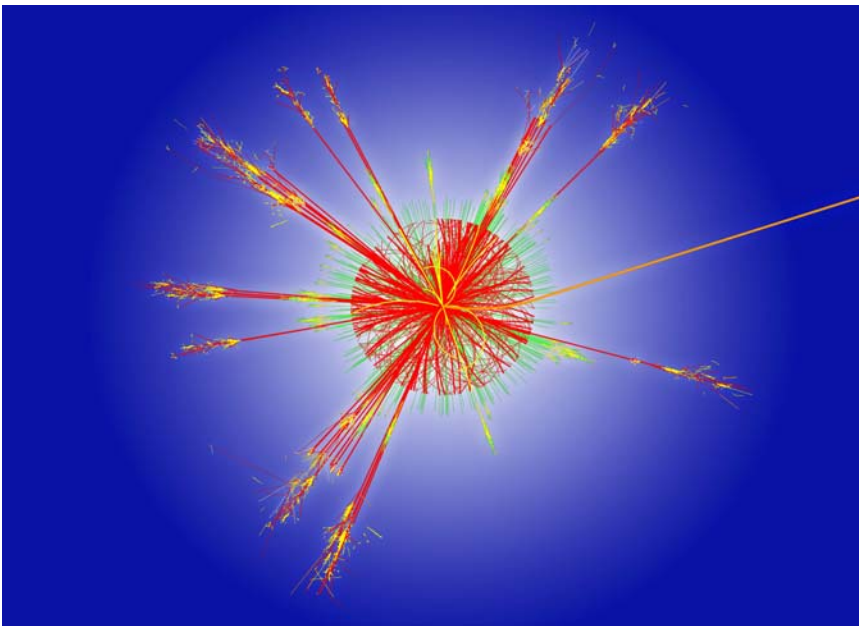
200 φορές βαρύτερα. Τα ενεργητικά μίονια διαπερνούν όλους τους περιεχόμενους ανιχνευτές και αφήνουν ομάδα σημάτων στις στρώσεις των ανιχνευτικών σωλήνων που συγκροτούν τους ανιχνευτές μιονίων.

Δ) Το σύστημα των μαγνητών καμπυλώνει τις τροχιές των φορτισμένων σωματιδίων για τη μέτρηση της ορμής τους. Αποτελείται από τρία συστήματα υπεραγωγίων μαγνητών:

1) τον κεντρικό σωληνοειδή μαγνήτη (Solenoid Magnet), 2) τα οκτώ γιγάντια ορθογώνια-τοροειδή πηνία (διακρίνεται ένα ψηλά, σχεδόν κατακόρυφο) και 3) τους τοροειδείς μαγνήτες στις βάσεις (Toroid Magnets).

Ε) Συστήματα «σκανδαλισμού», λήψης ηλεκτρονικών δεδομένων και ταχείας ανάλυσης: Με τις κυκλοφορούσες επανειλημμένα συγκρουόμενες δέσμες πρωτονίων θα παράγονται 4×10^7 (δηλ. 40 000 000) γεγονότα-αντιδράσεις ανά δευτερόλεπτο. Το σύστημα «σκανδαλισμού» θα ενεργοποιεί τη λήψη δεδομένων του ανιχνευτή (δηλ. την «ανάγνωση» των σημάτων που θα έχουν παραχθεί στους επι μέρους ανιχνευτές από τη διέλευση των διαφόρων σωματιδίων) για επιλεγμένα γεγονότα. Υπάρχουν τρία επίπεδα επιλογής και ταχείας ανάλυσης, ξεκινώντας από 10^5 (δηλ. 100 000) γεγονότα/δευτερόλεπτο (και αποθηκεύοντας για ακριβέστερη ανάλυση μόνο μερικές εκατοντάδες ανά δευτερόλεπτο από αυτά). Χρειάζεται για το τελευταίο στάδιο αποθηκευτικός χώρος 15×10^{15} byte/έτος (15 εκατομμύρια CD/έτος !). Σημαντικό ρόλο στην περαιτέρω διανομή και ανάλυση των δεδομένων για την ανάδειξη των ποθητών και αναμενόμενων (ή μή) σημάτων θα παίξει το Grid Computing (διεθνές σύστημα συνεργασίας μοιράσματος αποθηκευτικού χώρου και υπολογιστικής ισχύος).

Ανάλυση για την επίτευξη των παραπάνω στόχων



Σχήμα 5: Το σχήμα δείχνει τις τροχιές ενός προσομοιωμένου γεγονότος

Μέσα από αυτόν τον «αχυρώνα» αποθηκευμένων δεδομένων πρέπει να ψάξει εξαντλητικά κανείς για να βρεί μια «χρυσή βελόνα», π.χ. γεγονότα με την «υπογραφή»

του σωματιδίου χιγγς, απορρίπτοντας με αποτελεσματικές τομές-κριτήρια τα γεγονότα υποβάθρου που προέρχονται από γνωστές διαδικασίες του Καθιερωμένου Προτύπου. Τα κριτήρια αυτά έχουν μελετηθεί και μελετώνται με τη βοήθεια προσομοιώσεων Monte Carlo των διαφόρων φυσικών διαδικασιών που περιμένουμε, είτε επειδή γνωρίζουμε ότι συμβαίνουν, ή υποθέτουμε ότι θα πρέπει ή μπορεί να συμβαίνουν σε αυτή τη ανεξερεύνητη περιοχή ενέργειας. Οι προσομοιώσεις αυτές περιλαμβάνουν και τη λεπτομερή απόκριση των διαφόρων τμημάτων του ανιχνευτή στα σωματίδια που παράγονται από τις συγκρούσεις δύο πρωτονίων, που μπορεί να είναι και 1000 ! Τα προσομοιωμένα δεδομένα του ανιχνευτή εισάγονται μετά στα ίδια προγράμματα ανακατασκευής των τροχιών των σωματιδίων που θα χρησιμοποιηθούν και για τα πραγματικά δεδομένα, και παράγονται περιληπτικές δομές πληροφορίας για κάθε γεγονός. Στη βάση δεδομένων του ATLAS υπάρχουν προσομοιώσεις που αντιστοιχούν σε 600 διαφορετικά σενάρια (Σχ. 5).

Στη συνέχεια επινοούνται διάφορες κατανομές φυσικών ποσοτήτων και εφαρμόζονται στατιστικές μέθοδοι για την ελαχιστοποίηση του υποβάθρου («θορύβου»), την ανάδειξη και την εκτίμηση της γνησιότητας ή μή του «ποθητού ευρήματος» (δηλαδή ότι δεν είναι μια τυχαία διακύμανση το απομονωθέν «σήμα», αλλά το πραγματικό «ον» που συμπεριελήφθη αρχικά στην προσομοίωση, έστω και αριθμητικά μειωμένο λόγω της διαδικασίας επιλογής!).

Η διαδικασία αυτή ανακατασκευής των τροχιών, αναγωγής των δεδομένων και εφαρμογής των (γνωστών πλέον) κριτηρίων και κατανομών επιλογής θα εφαρμοστεί ακριβώς και στα πραγματικά δεδομένα που θα πάρει ο ανιχνευτής. Είναι πολύ πιθανόν, όμως, να ανακαλυφθεί «νέα φυσική», όπως λέγεται, δηλαδή που να μην εξηγείται από το Καθιερωμένο Πρότυπο, αλλά να μην είμαστε βέβαιοι τί είναι αυτό το καινούργιο «ον» !

Ποιό ετοιμάζουν τα πειράματα στον LHC;

Το πείραμα ATLAS είναι αποτέλεσμα εξαιρετικά οργανωμένης, διανεμημένης και συντονισμένης Διεθνούς Συνεργασίας επιστημόνων και μηχανικών, που ξεκίνησε το 1992 και τώρα αριθμεί περί τους 1850 από 175 Πανεπιστημιακά Ιδρύματα σε 34 χώρες, μεταξύ των οποίων το Εθνικό-Καποδιστριακό της Αθήνας, το Αριστοτέλειο της Θεσσαλονίκης και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Ανάλογο διεθνές πλήθος ερευνητών και μηχανικών με συμμετοχή και από άλλα Ελληνικά Πανεπιστήμια και τον «Δημόκριτο» ετοιμάζουν πυρετωδώς και τα άλλα μεγάλα πειράματα που αναφέρθηκαν.

Για ποιό σκοπό όλη αυτή η ηράκλεια προσπάθεια;

Άραγε ο άνθρωπος θα απορροφηθεί και πάλι μόνο από τα νέα επιτεύγματά του, τις εφαρμογές τους και τα νέα ερωτήματα που θα προκύψουν; Ή, παράλληλα, θα μπορέσει να διακρίνει τον Θεό μέσα στις καταπληκτικές δυνατότητες με τις οποίες έχει προικιστεί από Αυτόν, μέχρι και να κατανοεί το Σύμπαν στις λεπτομέρειές του, και έτσι να αισθανθεί ευγνωμοσύνη, θαυμασμό, ταπείνωση και εμπιστοσύνη στην Πρόνοιά Του, και να αναζητήσει το πρόσωπό Του;

Ηλίας Κ. Κατσούφης
Αναπλ. Καθηγητής, Τομέας Φυσικής, Ε.Μ.Π.

* 10^N συμβολίζει το 1 ακολουθούμενο από N μηδενικά. Έτσι, 10^3 σημαίνει 1000.

10^{-3} συμβολίζει το 1/1000, δηλαδή το 1 διαιρεμένο με τον αριθμό 10^3 .

**Τα φωτόνια, όπως είναι γνωστό, είναι «πακετάκια» ενέργειας της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, όπως είναι π.χ. το ορατό φως. Τα φωτόνια, που ερεθίζουν τον αμφιβληστροειδή των ματιών μας και βλέπουμε, έχουν ενέργεια περίπου μόνο ένα ηλεκτρονιοβόλτ.

Το περιοδικό «Physics World», Οκτώβριος 2006, σχετικά πρόσφατα άρθρα π.χ. σε τεύχη του περιοδικού «Φυσικός Κόσμος» και οι διευθύνσεις π.χ. www.cern.ch και <http://www.fnal.gov> έχουν πολύ πλούσιο υλικό για τα παραπάνω θέματα.