

Ανιχνευτές CERN

Τι είναι;

Είναι «μηχανήματα» τα οποία «φωτογραφίζουν» τις τροχιές των σωματιδίων και ανιχνεύουν νέα σωματίδια που προκύπτουν από τις συγκρούσεις των δεσμών, όπως το Μποζόνιο Χιγκς. Υπάρχουν 6 ανιχνευτές για το «πείραμα», από τους οποίους οι 2 νεότεροι είναι κολοσσιαίων μεγεθών.

Λειτουργία:

Ένα σωματίδιο διέρχεται από τον ανιχνευτή, συγκρούεται με άτομα και εκβάλλει ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια έλκονται από το πλησιέστερο θετικά φορτισμένο σύρμα. Ο ηλεκτρικός παλμός στο καλώδιο ενισχύεται και οδηγείται στον υπολογιστή. Από τη θέση του σύρματος και το χρόνο άφιξης του σήματος, ο υπολογιστής εντοπίζει τη θέση της σύγκρουσης

Πως καταγράφονται τα σωματίδια που δημιουργούνται από τις συγκρούσεις;

Κάθε σύγκρουση διαρκεί ελάχιστα κλάσματα του δευτερολέπτου και επιπλέον τα περισσότερα σωματίδια που παράγονται ζουν κι' αυτά με τη σειρά τους ελάχιστο χρονικό διάστημα και διασπώνται σε άλλα. Προσθέστε σ' αυτό ότι όλα αυτά γίνονται με τα σωματίδια κινούνται με ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός. Οι συγκρούσεις που πραγματοποιούνται στην καρδιά των τεσσάρων ανιχνευτών, είναι τόσο σφοδρές που με την τερατώδη ενέργεια των 14 Terra-eV (Τέρα-ηλεκτρονιοβόλτ) δημιουργούν τις ακραίες συνθήκες της Μεγάλης Έκρηξης και της δημιουργίας του Σύμπαντος! Οι Επιστήμονες προσδοκούν ότι στις συνθήκες αυτές η ύλη θα μας αποκαλύψει τα καλά κρυμμένα για αιώνες μυστικά της. Πως προλαβαίνουμε να τα δούμε όλα αυτά; Αυτή την εργασία καλούνται να κάνουν οι ανιχνευτές των σωματιδίων, ογκώδεις, βαριές και πολύπλοκες κατασκευές που προσπαθούν να καταγράψουν τα σωματίδια που παράγονται. Οι ανιχνευτές έχουν διάταξη βαρελιού που στον άξονα του γίνεται η σύγκρουση και αποτελείται από στρώματα όπως το κρεμμύδι στα οποία καταγράφονται διαδοχικά τα διαφορετικά σωματίδια. Ο ATLAS ο μεγαλύτερος από τους ανιχνευτές είναι βαρύτερος από τον πύργο του Eiffel και μεγαλύτερος σε διαστάσεις από την Παναγία των Παρισίων. Και όλα αυτά σε μια τεχνητή σπηλιά σε βάθος 0m από το έδαφος! Το πλήθος των δεδομένων που καταγράφονται στους ανιχνευτές έθεσε από μόνο του ένα πρόβλημα που απαιτούσε επίλυση. Αν καταγράφονταν σε CD τα δεδομένα ενός χρόνου των ανιχνευτών (15 εκατομμύρια GB) και τοποθετούνταν όλα σε μια στήλη, θα είχε ύψος 20km! Η λύση που προτάθηκε και υλοποιήθηκε ονομάστηκε GRID και αποτελείται από ένα δίκτυο συνδεδεμένων υπολογιστών σε ερευνητικά ιδρύματα και πανεπιστήμια από όλο τον κόσμο στους οποίους διαμοιράζονται τα δεδομένα του LHC για την αποθήκευσή τους και διαθέτουν ένα μέρος από την υπολογιστική τους ισχύ για την επεξεργασία τους.

Οι ανιχνευτές

ATLAS

Ο ανιχνευτής ATLAS (A Toroidal LHC Apparatus) αποτελεί την μεγαλύτερη ανιχνευτική διάταξη από άποψη όγκου στο πρόγραμμα του LHC. Καταγράφει σετ μετρήσεων σχετικά με τροχιές, ενέργειες και είδος σωματιδίων που παράγονται στις συγκρούσεις. Αυτό συμβαίνει με τη βοήθεια έξι διαφορετικών ανιχνευτικών υποσυστημάτων του ATLAS που αναγνωρίζουν σωματίδια και μετράνε την ορμή τους. Σημαντικό στοιχείο του ATLAS είναι το σύστημα των μαγνητών που καθοδηγεί και λυγίζει τις δέσμες των φορτισμένων σωματιδίων για τη μέτρηση της ορμής τους.

Δομή του ATLAS:

Ο ανιχνευτής ATLAS είναι συμμετρικός και παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.4. Η διάταξη των μαγνητών περιλαμβάνει ένα λεπτό υπεραγωγίμο σωληνοειδές που περιβάλλει την κοιλότητα του εσωτερικού ανιχνευτή και τρία μεγάλα υπεραγωγίμα σπειροειδή διατεταγμένα με αξιμουθιακή συμμετρία γύρω από τα θερμιδόμετρα. Ο εσωτερικός ανιχνευτής βρίσκεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο του σωληνοειδούς. Λόγω της υψηλής διακριτικής ικανότητας των ημιαγωγίμων ανιχνευτών, (ικανότητα δημιουργίας και ανίχνευσης της ακτινοβολίας μετάβασης) επιτυγχάνεται μέτρηση της ορμής. Το ηλεκτρομαγνητικό θερμιδόμετρο υγρού αργού (LAR) έχει εξαιρετική χωρική και ενεργειακή διακριτική ικανότητα και καλύπτει το εύρος ψευδοσωκυτήτων $|\eta| < 3.2$. Το αδρονικό θερμιδόμετρο στην περιοχή $|\eta|$ είναι ένα θερμιδόμετρο σπινθηριστή. Το θερμιδόμετρο περιβάλλεται από το φασματόμετρο μιονίων. Το δακτυλιοειδές σύστημα, περιέχει ένα μακρύ κύλινδρο και δυο μαγνήτες, δημιουργεί ισχυρή κάμψη σε ένα μεγάλο όγκο. Επιτυγχάνεται επομένως εξαιρετική διακριτική ικανότητα ορμής μιονίων ενώ ελαχιστοποιούνται φαινόμενα πολλαπλής σκέδασης με τρία στρώματα θαλάμων τροχιάς υψηλής ακρίβειας. Το φασματόμετρο μιονίων περιέχει θαλάμους σκανδαλισμού με χρονική διακριτική ικανότητα της τάξης 1.5-4 ns. Το φασματόμετρο μιονίων ορίζει τις συνολικές διαστάσεις του ανιχνευτή ATLAS. Ο ρυθμός αλληλεπιδράσεων πρωτονίου-πρωτονίου σε φωτεινότητα $34 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ είναι περίπου 1 GHz, ενώ ο ρυθμός καταγραφής δεδομένων περιορίζεται σε 200 Hz. Αυτό απαιτεί ένα συνολικό παράγοντα απόρριψης περίπου 5×6 για μέγιστη αποδοτικότητα. Το πρώτο επίπεδο σκανδαλισμού χρησιμοποιεί ένα υποσύνολο πληροφοριών του συνολικού ανιχνευτή, αποφασίζοντας σχετικά με το εάν θα συνεχίσει την επεξεργασία ενός γεγονότος, μειώνοντας το ρυθμό δεδομένων σε περίπου 75 kHz. Τα επόμενα δυο επίπεδα, γνωστά ως σκανδαλισμός υψηλού επιπέδου, είναι το επίπεδο 2 (L2) και το φίλτρο γεγονότων. Παρέχουν μείωση του ρυθμού καταγραφής δεδομένων σε περίπου 200 Hz.

Συγκεκριμένα, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ανιχνευτή είναι τα ακόλουθα:

- I. Ο ανιχνευτής έχει μήκος 46 m, ύψος 25 m και πλάτος 25 m ενώ είναι ο μεγαλύτερος ανιχνευτής που έχει σχεδιαστεί ποτέ. Έχει βάρος 7000 τόνους και βρίσκεται στην τοποθεσία Meyrin της Ελβετίας. Έχει κυλινδρικό σχήμα που αναφέρεται ως barrel plus end cups.

II. Αποτελείται από τα εξής κύρια στοιχεία:

- 1) Εσωτερικός Ανιχνευτής
- 2) Θερμιδόμετρα
- 3) Μιονικό Φασματόμετρο
- 4) Μπροστινοί Ανιχνευτές

1) ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ

Ο Εσωτερικός Ανιχνευτής (Σχήμα 2.5) είναι ο πλησιέστερος ανιχνευτής στην δέσμη και δίνει ακριβείς πληροφορίες για την ορμή και το φορτίο των φορτισμένων σωματιδίων ενώ ταυτόχρονα αναγνωρίζει τις τροχιές. Αποτελείται από:

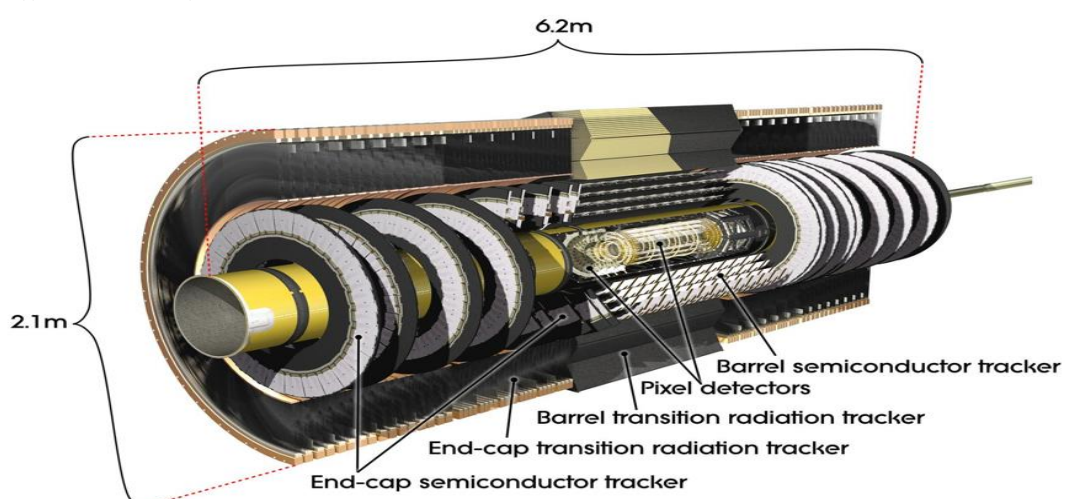
∅ Ημιαγωγίμο Ανιχνευτή Πυριτίου (Pixel Detector)

∅ Ημιαγωγίμο Ανιχνευτή Τροχιών (Semi Conductor Tracker)

∅ Ανιχνευτή Τροχιών Ακτινοβολίας Μετάπτωσης (Transition Radiation Tracker)

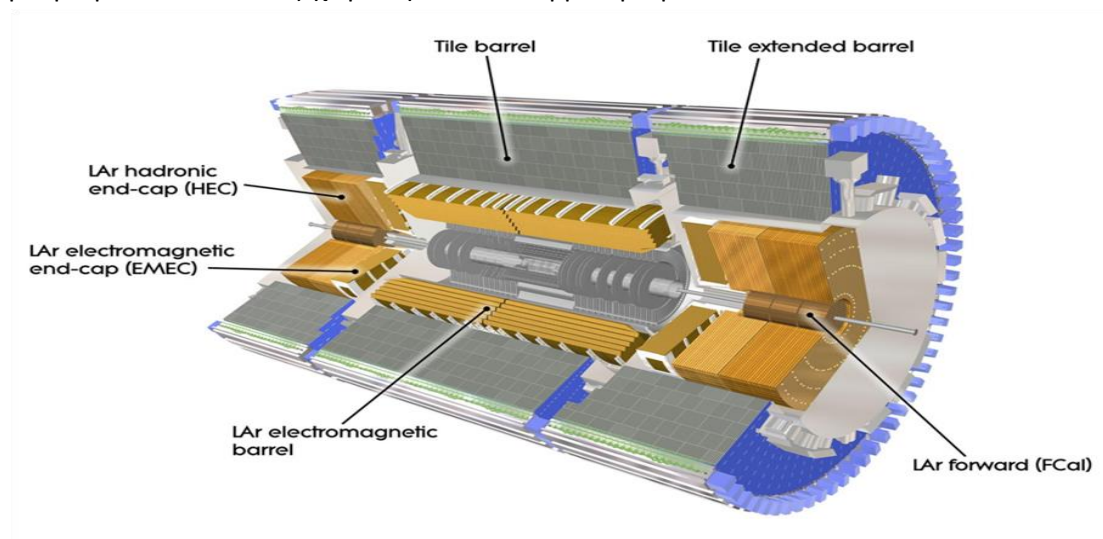
∅ Εσωτερικό Σωληνοειδή Μαγνήτη

Βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο 2T, που παράγεται από το κεντρικό σωληνοειδές το οποίο εκτείνεται σε μήκος 5.3 m με διάμετρο 2.5 m. Οι ανιχνευτές τροχιάς ακριβείας (pixel και SCT) καλύπτουν την περιοχή $|η| < 2.5$. Όλοι οι αισθητήρες του ανιχνευτή είναι όμοιοι και έχουν ελάχιστο μέγεθος pixel $50 \times 400 \mu m^2$. Ο ανιχνευτής pixel έχει περίπου 80.4 εκατομμύρια κανάλια διαβάσματος. Στην περίπτωση των SCT, ο συνολικός αριθμός των καναλιών είναι περίπου 6.3 εκατομμύρια. Τέλος, το σύστημα του εσωτερικού ανιχνευτή παρέχει μετρήσεις τροχιάς σε ένα εύρος που ταιριάζει με τις μετρήσεις ακριβείας του ηλεκτρομαγνητικού θερμιδόμετρου. Οι δυνατότητες αναγνώρισης ηλεκτρονίων αυξάνονται με την ανίχνευση φωτονίων ακτινοβολίας μετάβασης στο αέριο μείγμα ξένου των ανιχνευτών σωλήνων.



2) ΘΕΡΜΙΔΟΜΕΤΡΑ

Τα θερμιδόμετρα υγρού αργού (Ar) του ATLAS αποτελούνται από τέσσερα ξεχωριστά θερμιδόμετρα που χρησιμοποιούν το υγρό αργό ως ενεργό μέσο. Το υλικό αλλά και η γεωμετρία αυτών είναι ξεχωριστή σε κάθε θερμιδόμετρο.



α) Ηλεκτρομαγνητικό Θερμιδόμετρο

Το Ηλεκτρομαγνητικό Θερμιδόμετρο είναι ιδανικό για μετρήσεις ακριβείας ηλεκτρονίων και φωτονίων λόγω της πυκνής διαμέρισής του. Αποτελείται από ένα κυλινδρικό μέρος και δύο εμπρόσθια μέρη. Αποτελείται από ένα στρώμα LAr το οποίο περιστοιχίζεται από πλάκες μολύβδου για απορρόφηση φωτονίων και ηλεκτρονίων. Το πάχος του μολύβδου στις απορροφητικές πλάκες έχει βελτιστοποιηθεί ώστε το ηλεκτρομαγνητικό θερμιδόμετρο να έχει τη μέγιστη διακριτική ικανότητα ως προς την μέτρηση της ενέργειας των σωματιδίων.

β) Αδρονικό Θερμιδόμετρο

Το Αδρονικό Θερμιδόμετρο χρησιμοποιεί χαλκό σαν παθητικό υλικό και αποτελείται από δύο μέρη:

∅ Θερμιδόμετρο Πλακών (Tile Calorimeter): Το ενεργό υλικό του είναι πλακίδια σπινθηρισμού ενώ την απορρόφηση των σωματιδίων αναλαμβάνουν μια σειρά από πλάκες σιδήρου.

∅ Εμπρόσθιο Αδρονικό Θερμιδόμετρο LAr: Βρίσκεται ακριβώς μπροστά από το Εμπρόσθιο Ηλεκτρομαγνητικό Θερμιδόμετρο και αποτελείται από στρώματα LAr και χαλκού τα οποία εναλλάσσονται μεταξύ τους.

3) ΜΙΟΝΙΚΟ ΦΑΣΜΑΤΟΜΕΤΡΟ

Το Μιονικό Φασματόμετρο μετρά την ορμή των μιονίων με μεγάλη ακρίβεια ανεξάρτητα από τον εσωτερικό ανιχνευτή και αυτό γιατί έχει σχεδιαστεί για να επιτύχει διακριτική ικανότητα ορμής καλύτερη από % για εγκάρσιες ορμές μιονίων μέχρι 1 TeV. Το φασματόμετρο αποτελείται από τα εξής συστήματα:

∅ Τοροειδής Μαγνήτης

∅ Θάλαμοι Ολίσθησης

∅ Θάλαμοι Καθοδικού Συστήματος

∅ Θάλαμοι Λεπτού Διάκενου Το μιονικό φασματόμετρο είναι εξοπλισμένο με ένα εξειδικευμένο σύστημα ευθυγράμμισης ώστε να επιτρέπεται μια ακριβής συσχέτιση μεταξύ μετρήσεων διαφόρων μερών του ανιχνευτή. Επίσης, ένα σύνολο από αισθητήρες μαγνητικού πεδίου επιτρέπουν την ανακατασκευή του πεδίου B, απαραίτητη για την επίτευξη της επιδιωκόμενης διακριτικής ικανότητας ορμής. Επιπρόσθετα, το αναφερόμενο φασματόμετρο συλλέγει κοσμικά μόνια τα οποία προσφέρουν μια μοναδική ευκαιρία αξιολογήσεις του ανιχνευτή ως προς την αποδοτικότητα, κάλυψη, και διακριτική του ικανότητας. Πολλά εκατομμύρια κοσμικές τροχιές έχουν καταγραφεί και αναλυθεί από τα διάφορα υποσυστήματα.

4) ΜΠΡΟΣΤΙΝΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Οι μπροστινοί ανιχνευτές του ATLAS είναι τρεις. Η κύρια λειτουργία των δυο πρώτων συστημάτων είναι να προσδιορίσουν τη φωτεινότητα (luminosity) που υπάρχει στον ATLAS. Σε απόσταση 17 m από το σημείο αλληλεπίδρασης, βρίσκεται ο ανιχνευτής LUCID (Luminosity measurement Using Cerenkov Integrating Detector) ο οποίος ανιχνεύει μη-ελαστικές σκεδάσεις στην μπροστινή περιοχή και είναι ο κύριος online μετρητής σχετικής φωτεινότητας στον ATLAS. Ο δεύτερος ανιχνευτής είναι ο ALFA (Absolute Luminosity For ATLAS) και βρίσκεται σε απόσταση 240 m από το σημείο αλληλεπίδρασης. Ο αναφερόμενος ανιχνευτής αποτελείται από ίνες σπινθηριστών. Το τρίτο σύστημα αναφέρεται στο θερμιδόμετρο μηδενικού βαθμού (ZDC) το οποίο παίζει κυρίαρχο ρόλο στον προσδιορισμό της κεντρικότητας των συγκρούσεων των βαρέων ιόντων. Το αναφερόμενο σύστημα είναι τοποθετημένο 140 m από το σημείο αλληλεπίδρασης. Τα μέρη του ZDC αποτελούνται από εναλλασσόμενα στρώματα ράβδων χαλαζία και πλακών βολφραμίου.

CMS

Με βάρος περίπου 14000 τόνους, το CMS είναι το βαρύτερο από τα πειράματα του LHC. Ζυγίζει σχεδόν το διπλάσιο από τον πύργο του Eiffel, αλλά με διαστάσεις 15 μέτρα σε διάμετρο και 21.5 μέτρα σε μήκος καταλαμβάνει κάπου 400 φορές μικρότερο όγκο. Το CMS κατασκευάστηκε σε 15 μεγάλες φέτες και πολλά μικρότερα κομμάτια, με τα διαφορετικά υποσυστήματα του ανιχνευτή να δημιουργούν στρώματα γύρω από τον κεντρικό σωλήνα της δέσμης, κάνοντας κάθε τομή του ανιχνευτή να μοιάζει με μια τεράστια φέτα κρεμμυδιού. Οι φέτες συναρμολογήθηκαν στην επιφάνεια και στη συνέχεια κατέβηκαν 0 μέτρα υπογείως, μέσα στο χώρο του πειράματος.

Για το βαρύτερο κομμάτι βάρους 2000 τόνων χρειάστηκαν 12 ώρες για να κατέβει, με μόλις εκατοστά περιθώριο από το τοίχωμα του πηγαδιού. Ο υπεραγώγιμος σωληνοειδής μαγνήτης τους CMS έχει διάμετρο 6 μέτρων, μήκος 13 μέτρων και είναι ο ισχυρότερος του είδους του που έχει κατασκευαστεί ποτέ. Ψύχεται στους -268.5oC, μόλις ένα βαθμό πάνω από τη θερμοκρασία του διαστήματος και δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο 0.000 φορές δυνατότερο από αυτό της γης. Η ενέργεια που αποθηκεύεται στο μαγνήτη θα μπορούσε να λιώσει 18 τόνους χρυσού. Ο καταγραφέας τροχιών είναι το μέρος του ανιχνευτή που βρίσκεται πλησιέστερα στο σημείο σύγκρουσης και γι' αυτό το λόγο έχει εξαιρετικά μεγάλη πυκνότητα αισθητήρων: το εσωτερικό του τμήμα έχει 6.000 συνδέσεις ανά τετραγωνικό εκατοστό. Υπάρχουν συνολικά 75 εκατομμύρια κανάλια μετρήσεων στον ανιχνευτή τροχιών, ενώ οι ευαίσθητοι αισθητήρες πυριτίου που τον απαρτίζουν μπορούν να καλύψουν την επιφάνεια ενός γηπέδου τένις. Το ηλεκτρομαγνητικό θερμιδόμετρο (ECAL) περιέχει 75.648 κρυστάλλους μολύβδου- βολφραμίου, που για τη δημιουργία του καθενός απαιτούνται δύο μέρες. Αποτελούνται κατά 86% από μέταλλο, αλλά είναι πλήρως διαφανείς. Κάθε κρύσταλλος ζυγίζει περισσότερο από 1.5 κιλό αλλά καταλαμβάνει τον ίδιο όγκο με μια μικρή κούπα καφέ. Υπάρχουν 1846 θάλαμοι μιονίων, ένα είδος ανιχνευτή σωματιδίων, στο CMS. Αυτοί περιέχουν 2 εκατομμύρια σύρματα, κάθε ένα τόσο λεπτό όσο μια ανθρώπινη τρίχα. Οι θάλαμοι είναι ευθυγραμμισμένοι με τον κεντρικό ανιχνευτή τροχιών με ακρίβεια περίπου ενός έκτου του χιλιοστού. Σε κατάσταση πλήρους λειτουργίας, από το ένα δισεκατομμύριο συγκρούσεων πρωτονίων που συμβαίνουν μέσα στον ανιχνευτή κάθε δευτερόλεπτο, κρατάμε τα 0 πιο ενδιαφέροντα γεγονότα χρησιμοποιώντας ένα εξαιρετικά γρήγορο σύστημα σκανδαλισμού. Ακόμα και μετά από αυτό το φιλτράρισμα, το CMS καταγράφει και κρατάει προς ανάλυση κάθε δευτερόλεπτο ένα όγκο δεδομένων ισοδύναμο με την ποσότητα πληροφορίας που περιέχεται σε 32 τόμους εγκυκλοπαίδειας. Το όνομα CMS προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Compact Muon Solenoid, το οποίο μεταφράζεται σαν Συμπαγές Σωληνοειδές Μιονίων. Συμπαγές γιατί είναι "μικρό" αν και έχει εξαιρετικά μεγάλο βάρος, σωληνοειδές είναι το πηνίο που δημιουργεί τη βάση του τεράστιου υπεραγώγιμου μαγνήτη του πειράματος, ενώ τα μόνια είναι ένας από τους τύπους σωματιδίων που μπορεί να ανιχνεύσει. Το CMS σχεδιάστηκε για να μπορεί να δει ένα ευρύ φάσμα σωματιδίων και φαινομένων που συμβαίνουν στις συγκρούσεις υψηλής ενέργειας του LHC. Ο LHC συγκρούει δέσμες πρωτονίων με ταχύτητες κοντά σε αυτή του φωτός. Σχεδιάστηκε για να παράγει συγκρούσεις 40 εκατομμύρια φορές κάθε δευτερόλεπτο, με ενέργεια περίπου 7 φορές ισχυρότερη από αυτή του προηγούμενου ισχυρότερου επιταχυντή. Από αυτές, κάποιες είναι πολύ ισχυρές, μετωπικές συγκρούσεις. Όταν συμβαίνει αυτό, ένα ποσοστό ενέργειας μετατρέπεται σε μάζα και μπορεί να δημιουργήσει καινούργια, ασταθή σωματίδια μέσα στον ανιχνευτή, που μπορούν να μας δώσουν στοιχεία για το πως λειτουργεί η φύση στο πιο βασικό της επίπεδο. Τα διάφορα στρώματα του ανιχνευτή εκμεταλλεύονται διαφορετικές ιδιότητες των σωματιδίων ώστε να καταγράψουν την ενέργεια και την ορμή καθενός από αυτά που τον διασχίζουν. Κάθε σωματίδιο είναι σαν το κομμάτι ενός παζλ και δουλειά του CMS είναι να συλλέξει πληροφορίες για το καθένα από αυτά, ώστε οι φυσικοί να τα ενώσουν και πάλι για να μπορέσουμε να δούμε μια ολοκληρωμένη εικόνα από το τι συνέβη στην καρδιά μιας σύγκρουσης.

Οι επιστήμονες στη συνέχεια χρησιμοποιούν αυτά τα δεδομένα κατά την αναζήτηση νέων φαινομένων που θα δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα όπως: Από τι είναι φτιαγμένο το σύμπαν και τι δυνάμεις υπάρχουν σε αυτό; Το CMS επίσης μετράει τις ιδιότητες από σωματίδια που έχουν ανιχνευτεί στο παρελθόν με πρωτοφανή ακρίβεια και ψάχνει συνεχώς για εντελώς νέα, απρόβλεπτα φαινόμενα.

Σύμπραξη CMS

- Το κόστος των υλικών του ανιχνευτή CMS ήταν 550 εκατομμύρια ελβετικά φράγκα.
- Το CMS είναι μια σύμπραξη μεταξύ περισσότερων από 2600 επιστήμονες, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται και περίπου 900 φοιτητές.
- Το CMS είναι το αποτέλεσμα της δουλειάς ανθρώπων από 182 ινστιτούτα που προέρχονται από 42 χώρες.

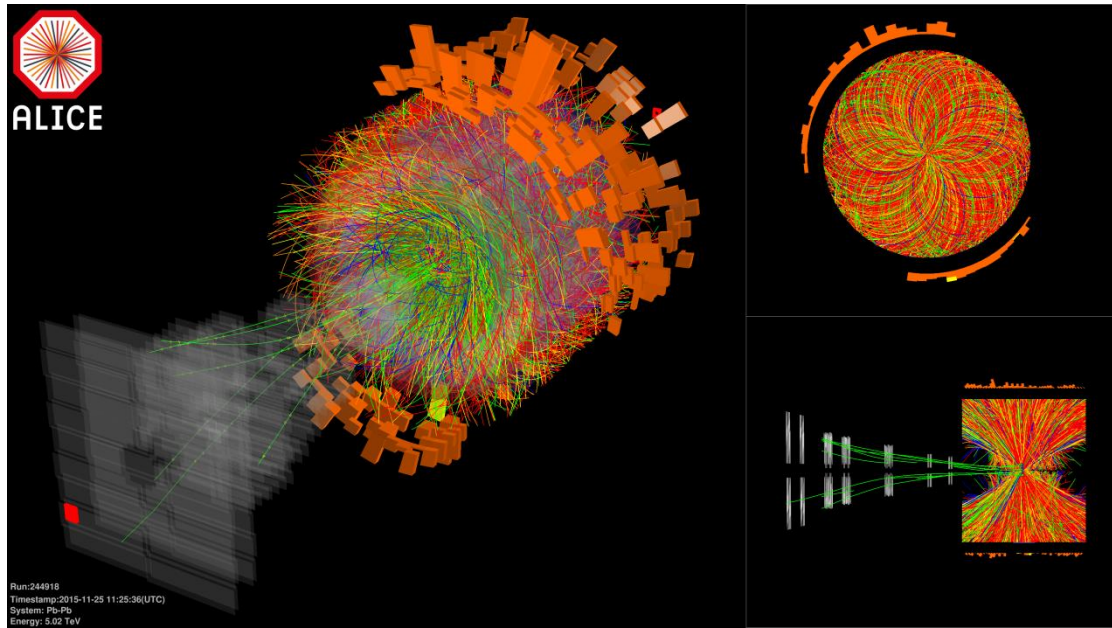
Στο εσωτερικό του βρίσκονται:

- ⊙ Τροχιογράφος
- ⊙ Ηλεκτρομαγνητικό θερμοδόμετρο
- ⊙ Αδρονικό θερμοδόμετρο
- ⊙ Υπερανώγιμο Σωληνοειδές
- ⊙ Θάλαμοι Μιονίων

ALICE

ALICE είναι το ακρωνύμιο του **L**arge **μ**ου για **C**ollider **E**xperiment, ένα από τα μεγαλύτερα πειράματα του κόσμου για την έρευνα στη φυσική της ύλης σε μια απείρως μικρή κλίμακα. Φιλοξενείται στο **CERN**, το Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Πυρηνικής Έρευνας, το έργο αυτό περιλαμβάνει μια διεθνή συνεργασία περισσότερων από 1500 φυσικοί, μηχανικοί και τεχνικοί, συμπεριλαμβανομένων περίπου 350 μεταπτυχιακούς φοιτητές, από 154 φυσική ιδρύματα σε 37 χώρες σε όλο τον κόσμο. Το πείραμα ALICE θα σε αναζήτηση απαντήσεων σε θεμελιώδη ερωτήματα, χρησιμοποιώντας τα έκτακτα εργαλεία που παρέχονται από τον LHC:

- Τι συμβαίνει να έχει σημασία, όταν θερμαίνεται σε 0.000 φορές η θερμοκρασία στο κέντρο του Ηλίου;
- Γιατί πρωτόνια και τα νετρόνια ζυγίζουν 0 φορές περισσότερο από ό, τι τα κουάρκ είναι φτιαγμένα;
- Μπορεί να ελευθερωθούν τα κουάρκ μέσα στα πρωτόνια και τα νετρόνια;



LHCb

Το πείραμα LHCb είναι αφιερωμένο στην ακριβή μέτρηση της παραβίασης της συμμετρίας CP και στις σπάνιες διασπάσεις των B αδρονίων στον επιταχυντή LHC. Είναι γνωστό ότι ο βαθμός παραβίασης της συμμετρίας CP στο καθιερωμένο πρότυπο των ασθενών αλληλεπιδράσεων, δεν είναι δυνατό να εξηγήσει την ποσότητα της ύλης στο σύμπαν. Έτσι, μια νέα πηγή παραβίασης της συμμετρίας CP πέρα από το καθιερωμένο πρότυπο χρειάζεται για να δώσει απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα. Η νέα πηγή με αυτή τη δυνατότητα μπορεί να βρεθεί μέσα από τη μελέτη των δυνατών τρόπων διάσπασης των B και D μεσονίων. Σε ενέργεια 14 TeV, ο επιταχυντής LHC θα είναι η πιο πλούσια πηγή B μεσονίων στον κόσμο. Λόγω του μεγάλου όγκου των B μεσονίων, ο LHCb πρέπει να διαθέτει ένα αποτελεσματικό και ευαίσθητο σύστημα σκανδαλισμού. Επίσης, απαιτείται πολύ καλή χρονική διακριτική ικανότητα του ανιχνευτή για τη μελέτη της ταχέως ταλάντωσης των B μεσονίων. Ακόμη, πέρα από την ανίχνευση των e^- , μ^- , γ , και π^0 , ο ανιχνευτής έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει πρωτόνια, καόνια και πιόνια.

TOTEM

Το πείραμα TOTEM είναι το μικρότερο σε μέγεθος από τα αναφερόμενα έξι πειράματα που τρέχουν στον επιταχυντή LHC. Είναι ένα ανεξάρτητο πείραμα ενώ είναι τεχνικά ενσωματωμένο στο πείραμα CMS. Το TOTEM λειτουργεί αρχικά μόνο του και στο επόμενο στάδιο συνάμα με το πείραμα CMS σε ένα κοινό πρόγραμμα. Είναι αφιερωμένο στη μέτρηση της συνολικής ενεργού διατομής πρωτονίου- 30 πρωτονίου και την μέτρηση του ενεργού μεγέθους του πρωτονίου (proton effective size) καθώς και στη μέτρηση για τον έλεγχο φωτεινότητας στον LHC. Ακόμη, το πείραμα αυτό στοχεύει σε μια μεγαλύτερη κατανόηση της δομής του πρωτονίου.

Το πείραμα LHCf είναι αφιερωμένο στη μέτρηση των ουδέτερων σωματιδίων που παράγονται στην πολύ μπροστινή περιοχή των συγκρούσεων στον LHC. Στόχος του είναι να παρέχει δεδομένα για τη βαθμονόμηση των μοντέλων αλληλεπίδρασης μεταξύ αδρονίων που χρησιμοποιούνται στη μελέτη κοσμικών ακτίνων πολύ υψηλής ενέργειας. Η έρευνα στις κοσμικές ακτίνες πολύ υψηλών ενεργειών (ενέργειες πάνω από 19 eV) έχει μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον μιας και η προέλευση, η διάδοση καθώς και οι αλληλεπιδράσεις τους είναι άγνωστες ενώ είναι πιθανό να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για νέα φυσική. Τέλος, το πείραμα LHCf αποτελείται από δύο μικρά καλορίμετρα καθένα από τα οποία είναι τοποθετημένο 140 μέτρα από το σημείο αλληλεπίδρασης του πειράματος ATLAS.

Τα πειράματα CMS και LHC αποκαλύπτουν νέα σπάνια διάσπαση σωματιδίου

Την πρώτη παρατήρηση μιας εξαιρετικά σπάνιας διάσπασης, του σωματιδίου B_0 s σε δύο μόνια, αποκάλυψαν οι επιστημονικές ομάδες των πειραμάτων CMS και LHC στο Ευρωπαϊκό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών (CERN). Το Καθιερωμένο Πρότυπο (η καλύτερη ως τώρα φυσική θεωρία που περιγράφει τα δομικά συστατικά της ύλης και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις - πλην της βαρυτικής) προβλέπει ότι αυτή η σπάνια υποατομική διεργασία συμβαίνει με συχνότητα 4 φορές στο δισεκατομμύριο και γι' αυτό δεν είχε καταγραφεί ποτέ πριν. Τέτοιες διασπάσεις θα μπορούσαν μάλιστα να ανοίξουν ένα παράθυρο σε θεωρίες πέρα από το Καθιερωμένο Πρότυπο, όπως η υπερσυμμετρία. Η πρόσφατη ανακοίνωση βασίζεται στην ανάλυση δεδομένων που συλλέχθηκαν από τον Μεγάλο Επιταχυντή Αδρονίων (LHC) μεταξύ 2011 και 2012, και οι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι τα δεδομένα ενδεχομένως υποδεικνύουν και μια δεύτερη, ακόμη σπανιότερη, διάσπαση, του B_0 (ξαδέλφου του B_0 s) σε δύο μόνια. Τα B_0 s και B_0 είναι μεσόνια, δηλαδή μη στοιχειώδη ασταθή υποατομικά σωματίδια που αποτελούνται από ένα κουάρκ και ένα αντι-κουάρκ, τα οποία συγκρατούνται μαζί μέσω της ισχυρής αλληλεπίδρασης. Τέτοια σωματίδια παράγονται μόνο σε συγκρούσεις υψηλής ενέργειας στο εσωτερικό των επιταχυντών ή στη φύση, για παράδειγμα κατά την αλληλεπίδραση κοσμικών ακτίνων. Το πιθανό σωματίδιο μπορεί να έχει μάζα περίπου 1.500 GeV και να διασπάται σε δύο φωτόνια με μάζα 750 GeV το καθένα. Αν αυτό όντως συμβαίνει, τότε θα είναι πολύ βαρύτερο από το μποζόνιο Χιγκς (που είναι περίπου 125 GeV) και από κάθε άλλο σωματίδιο που έχει ανακαλυφθεί μέχρι σήμερα.

Βιβλιογραφία

- http://ikee.lib.auth.gr/record/131910/files/kilintari_final-1%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%BF.pdf
 - http://users.sch.gr/achompi/Aspects_7/10%20%20Questions%20and%20Answers%20about%20CE RN.pdf
 - <http://www.pemptousia.gr/2014/04/cern-to-evropaiko-kentro-pirinikis-erevn/>
 - https://indico.cern.ch/event/375117/attachments/747404/1025392/CMS_Factsheet_GR.pdf
 - <http://www.kathimerini.gr/842479/article/epikairothta/episthmh/cern-endei3eis-gia-anakalyyh-neoy-swmaticiou>
 - <http://www.e-typos.com/gr/tech/article/129476/cern-ta-peiramata-cms-kai-lhc-apokaluptoun-neo-spania-diaspasi-somatidiou/>
 - <http://alice-collaboration.web.cern.ch/>
 - <http://www.scienceinschool.org/node/1127>
-

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Τι είναι οι ανιχνευτες.....σελ.1
- Πώς λειτουργούν.....σελ1
- Καταγραφή σωματιδίων.....σελ1

ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Atlas

- Δομή.....σελ.2
- Εσωτερικός ανιχνευτής.....σελ.3
- Θερμιδόμετρασελ.3
- Μιονικό Φασματόμετρο.....σελ.4
- Μπροστινοί Ανιχνευτές.....σελ.5

CMS

- Δομή.....σελ.5
- Σύμπραξη.....σελ.7
- Εσωτερικό.....σελ.7

ALICE.....σελ.7

LHCb.....σελ.8

TOTEM.....σελ.8

LHCf.....σελ.9

- Τα πειράματα CMS και LHC.....σελ.9
 - Βιβλιογραφία.....σελ.10
-

