

CERN “Conseil Européen pour la recherche Nucléaire” (Ευρωπαϊκό συμβούλιο για την πυρηνική έρευνα)



Το CERN “Conseil Européen pour la recherche Nucléaire” (Ευρωπαϊκό συμβούλιο για την πυρηνική έρευνα) είναι το μεγαλύτερο στον κόσμο ερευνητικό κέντρο πυρηνικών ερευνών και ειδικότερα της σωματιδιακής φυσικής.

Ιδρύθηκε το 1954, στη Γενεύη. Στη συνθήκη του CERN, που υπογράφηκε από τα 12 ιδρυτικά κράτη-μέλη (μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα) επισημαίνεται:

- Η συνεργασία μεταξύ ευρωπαϊκών κρατών
- Ο χαρακτήρας της έρευνας είναι καθαρά επιστημονικός και θεμελιώδης
- Οι πολεμικές εφαρμογές δεν επιτρέπονται ρητά
- Τα αποτελέσματα της έρευνας πρέπει να δημοσιεύονται και να είναι προσβάσιμα στο ευρύ κοινό .

Σήμερα το CERN επεκτείνεται στα γαλλοελβετικά σύνορα δυτικά της Γενεύης και αριθμεί 22 κράτη – μέλη και χώρες (ΗΠΑ, Ινδία, Τουρκία, Ιαπωνία, Ρωσία) που συμμετέχουν με το ρόλο του παρατηρητή. Απασχολεί περισσότερους από 10.000 επιστήμονες, μηχανικούς, τεχνικούς και διοικητικούς υπαλλήλους, συνεργάζονται πάνω από 100 εθνικότητες και κάθε χρόνο δέχεται εκατοντάδες φοιτητές για έρευνα στη φυσική υψηλών ενεργειών.

Οι ερευνητές χρησιμοποιούν όλες τις, υψηλού επιπέδου, εγκαταστάσεις (επιταχυντές και ανιχνευτές) που τους παρέχει το εργαστήριο του CERN με σκοπό να επαληθεύσουν πειραματικά θεωρίες όπως : του «Καθιερωμένου Προτύπου» (Standard Model), της «Μεγάλης Έκρηξης» (Big Bang), τη « θεωρία των Χορδών / Μεμβρανών», τη θεωρία «SUSY» (Super Symmetry) κ.α. που προσπαθούν να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα : Τι είναι ύλη; Από πού προέρχεται; Οι τέσσερις δυνάμεις της φύσης είναι απλά διαφορετικές εκφάνσεις της ίδιας δύναμης; Πράγματι δεν υπάρχει αντιύλη στο Σύμπαν; Τι είναι η σκοτεινή ύλη και η σκοτεινή ενέργεια; Πώς τα σωματίδια αποκτούν τη μάζα τους;

Το Σύμπαν που μας φιλοξενεί όχι μόνο δεν είναι στατικό, αιώνιο και αναλλοίωτο, αλλά είναι απολύτως δυναμικό, σε φάση διαρκούς εξέλιξης και δημιουργίας. Η επικρατέστερη έως τώρα θεωρία για τη γένεση και εξέλιξη του Σύμπαντος είναι της «Μεγάλης Έκρηξης» (Big Bang), σύμφωνα με την οποία στα πρώτα κλάσματα του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Έκρηξη τα πάντα ήταν ενεργειακής υπόστασης (άυλα) και απαιτούνταν κάποιος «μηχανισμός» ή κάποιο «σωματίδιο» που θα οδηγούσε στην «ενύλωση» των αρχικά ενεργειακών οντοτήτων. Καθώς το Σύμπαν διαστελλόταν, ψύχονταν και παράλληλα μειώνονταν η πυκνότητα της ενέργειας δημιουργήθηκαν τα πρώτα στοιχειώδη σωματίδια, τα οποία αλληλεπιδρώντας, έδωσαν σταδιακά την γνωστή μας σήμερα ύλη. Η ενέργεια με τη μάζα είναι στενά αλληλοσχετιζόμενα μεγέθη και η μια μπορεί να μετατραπεί στην άλλη και αντίστροφα σύμφωνα με την Ειδική Θεωρία Σχετικότητας του Einstein (ισοδυναμία μάζας- ενέργειας : $E = mc^2$).

Οι επιταχυντές δίνουν τεράστια ποσά ενέργειας (TeV) για να επιταχύνουν σωματίδια (πρωτόνια, ηλεκτρόνια, ιόντα) σε ταχύτητες που πλησιάζουν τη ταχύτητα του φωτός. Μετά τη σφοδρή σύγκρουση των επιταχυνόμενων σωματιδίων μέρος της μάζας τους μετατρέπεται σε ενέργεια και σε βραχύβια σωματίδια που καταγράφονται από γιγάντιους ανιχνευτές (ATLAS, ALICE, LHCb, CMS, DELPHI, ALEPH...). Στη συνέχεια ακολουθεί η ανάλυση πειραματικών δεδομένων σε οθόνες υπολογιστών, για να γίνει η ταυτοποίηση των σωματιδίων και η πιστοποίηση των ιδιοτήτων τους. Η κατάταξη των στοιχειωδών σωματιδίων με βάση τις ιδιότητες τους (μάζα, φορτίο, spin, διάρκεια ζωής) είναι αναγκαία για απλοποίηση (το ωραίο είναι και απλό) και βαθύτερη κατανόηση. Το Καθιερωμένο Πρότυπο δίνει απαντήσεις για τα σωματίδια που δομούν την ύλη και για τα σωματίδια φορείς δυνάμεων . Επιπλέον το μικρό όχι μόνο συνθέτει το μεγάλο αλλά παίζει καθοριστικό ρόλο στις συμπεριφορές του μεγάλου. Οι ερευνητές εξετάζουν εκατομμύρια γεγονότα προσπαθώντας να καταλάβουν πώς έφτασε το Σύμπαν, έπειτα από περίπου 13,8 δισεκατομμύρια χρόνια, σ' αυτό που υπάρχει σήμερα.

- Το 1959 κατασκευάστηκε στο CERN ο πρώτος **γραμμικός επιταχυντής πρωτονίων PS (Proton Synchrotron)**.
- Το 1976 λειτούργησε ο **κυκλικός επιταχυντής – συγκρουστής SPS(Υπέρ -σύγχροτρο πρωτονίων)** σε υπόγειο τούνελ μήκους 7Km. Τα πρωτόνια που κυκλοφορούν σε αντίθετες κατευθύνσεις συγκρούονται σε συγκεκριμένα σημεία κατά μήκος του ‘δαχτυλιδιού ‘ (αντί να συγκρουστούν σε κάποιο ακίνητο στόχο), πράγμα που μεγιστοποιεί τη διαθέσιμη ενέργεια.
- Το 1988 λειτούργησε ο **κυκλικός επιταχυντής – συγκρουστής LEP(Large Electron Positron collider)** σε ένα τούνελ μήκους 27 Km και σε βάθος 100m μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Δέσμες ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων κινούνται κυκλικά σε αντίθετες διευθύνσεις καθώς επιταχύνονται σε ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός.
- Το 2008 ο **μεγάλος επιταχυντής αδρονίων LHC (Large Hadron Collider)** αντικατέστησε τον LEP στο ίδιο τούνελ. Ήταν το μεγαλύτερο κατασκευαστικό πρόγραμμα στην Ευρώπη και η μεγαλύτερη επιστημονική μηχανή που κατασκευάστηκε ποτέ. Αποτελείται από 10.000 μαγνήτες και 1700 ηλεκτρικά κυκλώματα , λειτουργεί στους -271°C , εξαιρετικά υψηλό κενό αερίου υπάρχει στο εσωτερικό του (10^{-13} atm), η ταχύτητα των πρωτονίων φτάνει στο 99,99999% της ταχύτητας του φωτός, ενώ συμβαίνουν 600 εκατομμύρια συγκρούσεις το δευτερόλεπτο.

Μερικά από τα σημαντικά επιτεύγματα στο πεδίο της φυσικής των σωματιδίων μέσω των πειραμάτων στο CERN είναι:

- Η ανακάλυψη των μποζονίων W και Z που επιβεβαίωσαν την εγκυρότητα του Καθιερωμένου Προτύπου για την ενοποίηση των ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων με τις ασθενείς πυρηνικές δυνάμεις.
- Η πρώτη δημιουργία ατόμων αντιυδρογόνου και ο εγκλωβισμός τους για 15 λεπτά. (πείραμα ALPHA)
- Η ανακάλυψη του σωματιδίου Higgs από τα πειράματα ATLAS και CMS στον LHC του CERN . Η ύπαρξη του μποζονίου Higgs προβλέπεται από το Καθιερωμένο Πρότυπο . Το πεδίο που δημιουργεί το σωματίδιο είναι υπεύθυνο για την ύπαρξη μάζας χωρίς την οποία δεν θα υπήρχε βαρύτητα στο Σύμπαν .
- Το διαδίκτυο - Ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web) που ξεκίνησε ως ένα έργο του CERN από τον Τιμ Μπέρνερς Λι το 1989 και τον Ρομπέρ Καγιό το 1990 που είχε ως στόχο να διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ ερευνητών. Πιο πρόσφατα, το CERN έχει μια μονάδα για την ανάπτυξη του Grid computing
- Επιτεύχθηκαν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες (-271°C) και εξαιρετικά υψηλές (5 τρισεκ/ρια $^{\circ}\text{C}$)
- Τομογραφία ποζιτρονίων (PET)
- Τεχνολογία μαγνητικών κυκλωμάτων με πολλαπλές εφαρμογές στην Ιατρική, Βιολογία, Αστροφυσική, Μετεωρολογία, Βιομηχανία.

Περισσότερες πληροφορίες για το CERN και τη Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων στα παρακάτω links:

1. **Το πείραμα του αιώνα στο CERN**
<https://www.youtube.com/watch?v=202hCDFIsEo>
2. **Το καθιερωμένο πρότυπο - ελληνική αφήγηση**
<https://www.youtube.com/watch?v=M4NNNBu9uHl>
3. **Φυσική Στοιχειωδών Σωματιδίων - Πείραμα CERN**
<https://www.youtube.com/watch?v=kDzsozneB7U>
4. **Καθιερωμένο Πρότυπο της Σωματιδιακής Φυσικής: Από τι είναι φτιαγμένα τα πάντα γύρω μας; - YouTube**
5. **ΩΡΑΙΟΙ ΩΣ ΕΛΛΗΝΕΣ, ο Κύκλος των Ελλήνων του CERN**
https://www.youtube.com/watch?v=KvfaGcv_unE
6. <https://home.cern/>
7. <http://www.physics.ntua.gr/POPPHYS>