

# Λίγα λόγια περί CERN – LHC – ATLAS

---

## Τι είναι το CERN

Το όνομα CERN είναι αρχικά γαλλικών λέξεων: *Organisation Européenne pour la Recherche Nucleaire* ή στα αγγλικά *European Organization for Nuclear Research* που σημαίνει «Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικών Ερευνών». Είναι το μεγαλύτερο ερευνητικό κέντρο στον κόσμο που ασχολείται με πειράματα Φυσικής Στοιχειωδών Σωματιδίων. Βρίσκεται βορειοδυτικά και λίγο έξω από την πόλη της Γενεύης, στα σύνορα μεταξύ Γαλλίας και Ελβετίας.

Σκοπός του CERN είναι η κατασκευή επιταχυντών και εγκαταστάσεων για πειράματα Φυσικής Υψηλών Ενεργειών. Με τα πειράματα αυτά γίνεται διερεύνηση των πλέον θεμελιωδών ερωτημάτων για τη Φύση: Τι είναι η ύλη; Από πού προέρχεται; Πως συγκρατείται για να σχηματίσει άστρα, πλανήτες και ανθρώπινα όντα;

Το CERN ιδρύθηκε στις 29 Σεπτεμβρίου 1954 από 12 ευρωπαϊκές χώρες: Βέλγιο, Δανία, Δ. Γερμανία, Γαλλία, Ιταλία, Νορβηγία, Σουηδία, Ελβετία, Ολλανδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Γιουγκοσλαβία και **Ελλάδα**. Σήμερα οι χώρες – μέλη έχουν φθάσει τις 20<sup>1</sup> αλλά τα περισσότερα πειράματα στο CERN γίνονται με διεθνείς συνεργασίες και με άλλες χώρες (ΗΠΑ, Ινδία, Ισραήλ, Ρωσία, Ιαπωνία, Τουρκία αλλά και η UNESCO). Στο CERN απασχολούνται περίπου 3.000 μόνιμοι εργαζόμενοι και περίπου 6.500 επιστήμονες και μηχανικοί που αντιπροσωπεύουν 500 πανεπιστήμια από 80 διαφορετικές εθνικότητες. Περίπου το μισό έμψυχο δυναμικό της επιστημονικής κοινότητας της σωματιδιακής φυσικής, απασχολείται στο CERN!

## Μερικά από τα σημαντικότερα επιστημονικά επιτεύγματα του CERN

- Το 1973 ήταν η χρονιά των πρώτων σημαντικών ανακαλύψεων. Η ανακάλυψη των λεγόμενων «ουδέτερων ρευμάτων<sup>2</sup>» δίνει ώθηση στη θεωρία ενοποίησης ασθενούς και ηλεκτρομαγνητικής δύναμης.
- Το 1983 γίνεται η ιστορική ανακάλυψη των μποζονίων W και Z, των φορέων δηλαδή της ασθενούς πυρηνικής δύναμης, οπότε επιβεβαιώνεται η «ηλεκτρασθενής» θεωρία που συνδυάζει την ασθενή και την ηλεκτρομαγνητική δύναμη σε ενιαίο πρότυπο. Για την ανακάλυψη αυτή, αποδόθηκε το βραβείο Νόμπελ Φυσικής την επόμενη χρονιά, το 1984, στους Carlo Rubbia και Simon van der Meer.

---

<sup>1</sup> Προσχώρησαν οι Αυστρία, Ισπανία, Πορτογαλία, Φινλανδία, Πολωνία, Ουγγαρία, Τσεχία, Σλοβακία, Βουλγαρία ενώ αποσύρθηκε η Γιουγκοσλαβία το 1961.

<sup>2</sup> Πειράματα στο συγκρουστή πρωτονίων ISR δείχνουν ότι τα πρωτόνια μεγεθύνονται όταν αυξάνεται η ενέργειά τους. Ο θάλαμος φυσαλίδων υδρογόνου αποκαλύπτει ότι τα νετρίνα μπορούν να αλληλεπιδράσουν με άλλα σωματίδια αλλά να παραμείνουν νετρίνα. Αυτή η ανακάλυψη των «ουδέτερων ρευμάτων» δίνει τη μεγαλύτερη ώθηση σε μια νέα θεωρία, που επιχειρεί να ενοποιήσει το μοντέλο της ασθενούς πυρηνικής δύναμης με εκείνο της ηλεκτρομαγνητικής.

- Το 1990 γεννιέται στο CERN ο παγκόσμιος ιστός ή World Wide Web που επιτρέπει σε όλους μας την πλοήγηση στο Internet.
- Το Σεπτέμβριο του 1995 επιτυγχάνεται για πρώτη φορά η σύνθεση αντιύλης και συγκεκριμένα αντι-υδρογόνου.
- Το 2001 το CERN ανακοινώνει τα τελικά αποτελέσματα των ερευνών για την άμεση «Charge Parity (CP) – violation», το ιδιαίτερο εκείνο φαινόμενο παραβίασης που εξηγεί γιατί η φύση προτιμά την ύλη από την αντιύλη.

### Σε τι χρησιμεύουν αυτά τα πειράματα;

Τον 19ο αιώνα, όταν ο Μάικλ Φάραντεϊ (Michael Faraday) ρωτήθηκε από ένα δύσπιστο μέλος της Βρετανικής κυβέρνησης για τη χρησιμότητα της εργασίας του στον ηλεκτρισμό, του απάντησε δείχνοντας μεγάλη προνοητικότητα: «Μια μέρα, κύριε,» είπε, «μπορεί να την φορολογήσετε».

Τα οφέλη από αυτά τα πειράματα συνίστανται στο ότι οι **γνώσεις** που προκύπτουν αλλά και οι **τεχνολογικές απαιτήσεις** για τη διεξαγωγή τους, προωθούν την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Έτσι έχουμε βελτίωση της τεχνολογίας της επεξεργαστικής ισχύος των υπολογιστών αλλά και βελτίωση της τεχνολογίας δικτύων και του internet.

Από τις γνώσεις που προκύπτουν σχετικά με τις ιδιότητες της ύλης και τη χρήση των ακτινοβολιών έχουμε βελτίωση ή ανακάλυψη απεικονιστικών και θεραπευτικών μεθόδων στην ιατρική (τομογραφίες π.χ. ποζιτρονική, ακτινοθεραπείες) και εκμετάλλευση νέων ιδιοτήτων των υλικών σε κατασκευές ή ηλεκτρονικές συσκευές (η υπεραγωγιμότητα δημιουργεί ισχυρά μαγνητικά πεδία). Φυσικά πάνω απ' όλα ικανοποιείται η έμφυτη τάση του ανθρώπου να εξερευνά το φυσικό κόσμο και έτσι η επιστήμη διαπιστώνει τον τρόπο λειτουργίας του φυσικού κόσμου.

### Ο επιταχυντής LHC

Ο επιταχυντής LHC (Large Hadron Collider = Μεγάλος Συγκρουστής Αδρονίων) είναι μία τεράστια πειραματική διάταξη με σκοπό να επιταχύνει σωματίδια υπό μορφή δέσμης και να προκαλεί συγκρούσεις μεταξύ τους.

Ουσιαστικά είναι ένα τούνελ σε μέσο βάθος 100m κάτω από την επιφάνεια της Γης. Το τούνελ αυτό δεν επεκτείνεται ευθύγραμμα αλλά είναι κυκλικό, ένας τεράστιος κυκλικός δακτύλιος περιφέρειας 27km και πλάτους 3m.

Κατά μήκος του επιταχυντή LHC υπάρχουν ειδικές πειραματικές διατάξεις που περιλαμβάνουν μαγνήτες των οποίων σκοπός είναι να κατευθύνουν και να επιταχύνουν δέσμες στοιχειωδών σωματιδίων. Για τη λειτουργία και ψύξη αυτών των ιδιαίτερων μαγνητών απαιτείται εξαιρετικά χαμηλή θερμοκρασία· έτσι, χρησιμοποιείται υγρό άζωτο και ήλιο που ψύχουν τους μαγνήτες σε θερμοκρασία  $-271^{\circ}$  C. Η θερμοκρασία αυτή είναι μόλις 2 βαθμούς πάνω από το απόλυτο 0 (πλήρης απουσία θερμότητας) και το περιβάλλον αυτό είναι πιο ψυχρό και από το διάστημα!

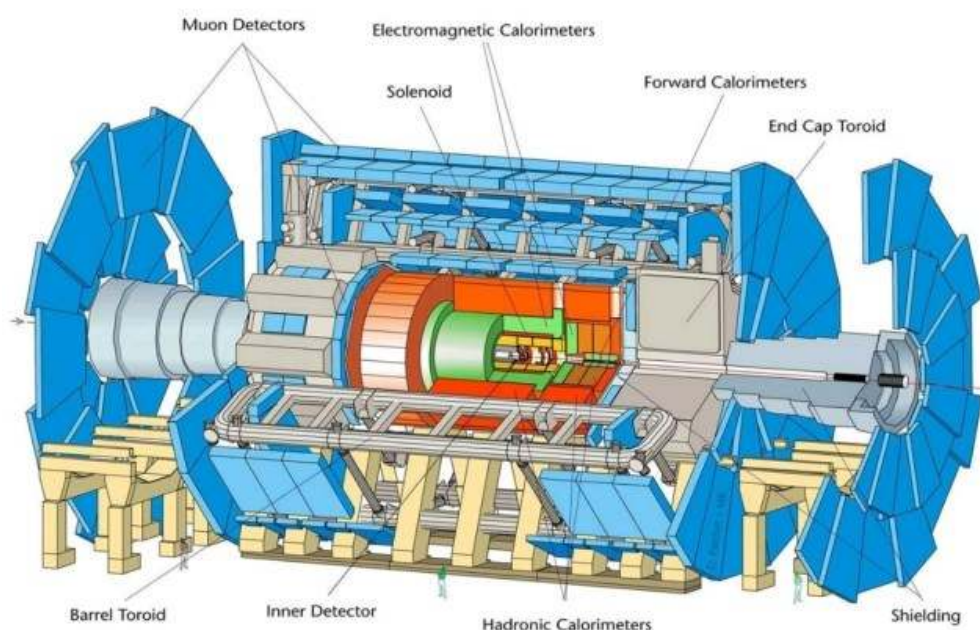
Κύριος σκοπός του επιταχυντή LHC είναι η επιτάχυνση δεσμών πρωτονίων. Για τα πειράματα, απαιτείται η επιτάχυνση δύο δεσμών πρωτονίων σε ταχύτητες σχεδόν ίσες με την ταχύτητα του φωτός. Αυτό αντιστοιχεί σε μία ενέργεια  $7\text{TeV} = 7.000.000.000.000\text{ eV}$  η κάθε δέσμη, σύνολο 14 τρισεκατομμύρια eV. Για να καταλάβουμε πόσο μεγάλη είναι η ενέργεια, κάθε δέσμη έχει ενέργεια ισοδύναμη με την κινητική ενέργεια ενός μικρού πλοίου 10 000 τόννων που κινείται με ταχύτητα 30 km/h ή 450 αυτοκινήτων 2 τόννων που κινούνται με ταχύτητα 100 km/h.

Κατά μήκος της περιφέρειας του επιταχυντή LHC υπάρχουν συνολικά 6 πειράματα – ανιχνευτικές διατάξεις, δύο μεγάλες (ATLAS και CMS), και 4 μικρότερες (LHCb, ALICE, TOTEM και LHCf)

### Τι είναι το ATLAS

Πρόκειται για μία τεράστια ανιχνευτική διάταξη σε συγκεκριμένο σημείο της περιφέρειας του επιταχυντή LHC. Πρόκειται για έναν κύλινδρο «ξαπλωμένο» με μήκος 46m και διάμετρο 25m που έχει βάρος περίπου 7.000 τόνους.

Στην πραγματικότητα αποτελείται από επιμέρους εσωτερικούς ομοαξονικούς κυλίνδρους καθένας από τους οποίους αποτελεί ένα στρώμα ανιχνευτών. Υπάρχει ο λεγόμενος “Inner Detector” που καταγράφει με μεγάλη ακρίβεια τροχιές παραγομένων σωματιδίων από τις συγκρούσεις, τα καλορίμετρα που καταγράφουν τις ενέργειες σωματιδίων που σταματούν γρήγορα και το φασματόμετρο μιονίων για τον προσδιορισμό της τροχιάς των μιονίων, σωματίδια που παράγονται από τη σύγκρουση και προχωρούν αρκετά πριν σταματήσουν. Το ATLAS διαθέτει και διατάξεις ισχυρών μαγνητών διότι υπό την επίδραση του μαγνητικού πεδίου επιτυγχάνεται διαχωρισμός των τροχιών των σωματιδίων ανάλογα με το είδος του καθενός. Έτσι καταλαβαίνουμε τί είδους σωματίδια είναι αυτά που παρατηρούμε.



## Η ελληνική συμμετοχή στο πείραμα ATLAS

Στο πείραμα του επιταχυντή LHC στο ερευνητικό κέντρο CERN, η ελληνική παρουσία είναι αξιοσημείωτη καθώς έχουν αποσταλεί έμπειροι επιστήμονες αλλά και επιλεγμένοι φοιτητές οι οποίοι εργάζονται στο σχεδιασμό του λογισμικού για τον έλεγχο των πειραμάτων ATLAS και CMS, στη συλλογή των δεδομένων που θα προκύψουν αλλά και στην επεξεργασία τους από το παγκόσμιο δίκτυο υπολογιστών (GRID). Επίσης, πολύ σημαντική συμμετοχή για την Ελλάδα αποτελεί η κατασκευή 128 μιονικών ανιχνευτών από τους περίπου 1.200 που περιέχει το πείραμα ATLAS. Για την κατασκευή, τον έλεγχο και την εγκατάσταση των ελληνικών μιονικών ανιχνευτών, συνεργάστηκαν το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Οι Έλληνες εργαζόμενοι στα πειράματα του επιταχυντή LHC, έχουν αποσταλεί από τα τρία αυτά ιδρύματα καθώς και από το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και το Κέντρο Ερευνών Δημόκριτος.

### Πηγές:

- Προσωπικές σημειώσεις των Α. Ηλιόπουλου και Δ. Περάκη από την περίοδο εργασίας τους στο CERN ως φοιτητές του ΕΜΠ
- <http://cern.gr/>
- <http://hep.physics.uoc.gr/DOC/OUTREACH/MICROCOSM/DETECTORS/whatiscern.html>
- [http://www.physics.ntua.gr/POPPHYS/LHC/LHC\\_facts.html](http://www.physics.ntua.gr/POPPHYS/LHC/LHC_facts.html)