

10 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ 10 ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ CERN

1. Τι είναι το CERN

- Το CERN είναι Ευρωπαϊκό Ερευνητικό κέντρο που ασχολείται με τη μελέτη της φυσικής των στοιχειωδών σωματιδίων.
- Ιδρύθηκε λίγο μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο από ανθρώπους που είχαν αντιληφθεί ότι η Ευρώπη έχει μέλλον μόνο αν υπάρξει συνεργασία των λαών της και σήμερα αποτελεί πρότυπο διακρατικής συνεργασίας.
- Η έδρα του είναι στην Ελβετία, λίγο έξω από τη Γενεύη στα Γαλλοελβετικά σύνορα.
- Σήμερα στο CERN απασχολούνται ερευνητές και φοιτητές: φυσικοί, μηχανολόγοι μηχανικοί και μηχανικοί ηλεκτρονικών υπολογιστών από πολλές χώρες του κόσμου. Αποτελεί ένα χωριό με κατοίκους από όλο τον κόσμο. Μεταξύ αυτών είναι και αρκετοί Έλληνες μια και η Ελλάδα είναι από τα ιδρυτικά μέλη.

2. Τι είναι τα στοιχειώδη σωματίδια;

- Τα στοιχειώδη σωματίδια είναι τα πιο μικρά σωματίδια από τα οποία είναι φτιαγμένη η ύλη του Σύμπαντος. Όπως ξέρουμε από τη Χημεία όλη η ύλη είναι φτιαγμένη από άτομα τα οποία με τη σειρά τους αποτελούνται από πρωτόνια νετρόνια και ηλεκτρόνια.
- Σήμερα οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι από τα τρία αυτά σωματίδια μόνο το ηλεκτρόνιο είναι στοιχειώδες (δεν διαιρείται σε άλλα σωματίδια) ενώ **το πρωτόνιο και το νετρόνιο είναι σύνθετα και τα σωματίδια από τα οποία αποτελούνται ονομάζονται quarks.**

3. Με ποιο τρόπο τα μελετούν;

- Η βασική ιδέα είναι απλή: αν έχεις ένα κουτί που θέλεις να δεις τι περιέχει και δεν μπορείς να το ανοίξεις πρέπει να το σπάσεις.
- Στο CERN εκτοξεύουν δύο δέσμες σωματιδίων τη μια εναντίον της άλλης και η σύγκρουση είναι τόσο σφοδρή που βγάζουν συμπεράσματα για τη φύση των σωματιδίων.
- **Στο CERN σήμερα, στο μεγαλύτερο πείραμα από αυτά που είναι σε εξέλιξη συγκρούονται δύο δέσμες πρωτονίων.**

4. Δηλαδή τα πρωτόνια σπάνε όπως και ένα ποτήρι;

- Η απάντηση είναι όχι. Η σύγκρουση των σωματιδίων είναι διαφορετική από τις συγκρούσεις των μακροσκοπικών σωμάτων της καθημερινής ζωής.
- Τα σωματίδια όταν συγκρουστούν έχοντας **πολλή μεγάλη ενέργεια** αλληλεπιδρούν και από την αλληλεπίδραση **παράγονται νέα σωματίδια**. Η δυνατότητα αυτή προβλέπεται από τη σχέση της ισοδυναμίας μάζας και ενέργειας του Einstein. Η μάζα των σωματιδίων δηλαδή που παράγονται είναι σχεδόν συμπτυκνωμένη κίνηση ή ενέργεια κίνησης αν θέλετε.

- **Οι επιστήμονες καταγράφουν τα παραγόμενα σωματίδια σε ανιχνευτές που είναι ειδικά φτιαγμένοι γι αυτό το σκοπό** και μπορούν να υπολογίζουν την ενέργεια, την ορμή τους και το φορτίο τους.

5. Πως αποκτούν τα πρωτόνια την ενέργεια που χρειάζονται ;

- Τα πρωτόνια επιταχύνονται μέχρι η ταχύτητα που θα αποκτήσουν να φτάσει στο 99,999999% της ταχύτητας του φωτός. Για να μπορέσουν να αποκτήσουν αυτή την ταχύτητα έχει κατασκευαστεί μια κολοσσιαία διάταξη που ονομάζεται **LHC** από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων Large Hadron Collider δηλαδή **μεγάλος συγκρουστής αδρονίων**.

6. Πως λειτουργεί ο LHC;

- LHC βρίσκεται σε ένα κυκλικό τούνελ σε βάθος 100m που έχει μήκος 27 km.
- Σε όλη αυτή τη διαδρομή έχουν τοποθετηθεί δύο σωλήνες μέσα στους οποίους επικρατεί υψηλό κενό (**χαμηλότερη πίεση από την πίεση που υπάρχει στο διάστημα**).
- Τους σωλήνες διατρέχουν οι δέσμες των πρωτονίων κινούμενες αντίθετα.
- Για την **επιτάχυνση των πρωτονίων** χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά πεδία μέσα από τα οποία κάθε φορά που περνούν τα πρωτόνια κερδίζουν ενέργεια. Οι διατάξεις αυτές ονομάζονται ηλεκτρομαγνητικές κοιλότητες.
- Για να αναγκαστούν τα πρωτόνια να κινηθούν σε **κυκλική τροχιά** χρησιμοποιούνται **μαγνήτες** που βρίσκονται σε όλο το μήκος της διαδρομής. Επειδή η ενέργεια των πρωτονίων είναι τεράστια χρειάζονται πολύ ισχυρούς μαγνήτες. Οι ηλεκτρομαγνήτες του CERN είναι οι ισχυρότεροι μαγνήτες που έχουν κατασκευαστεί ποτέ.
- Καθώς τα πρωτόνια κινούνται σε κυκλικές τροχιές επανέρχονται στις ηλεκτρομαγνητικές κοιλότητες μετά από κάθε κύκλο και κάθε φορά κερδίζουν όλο και περισσότερη ενέργεια. Οι δέσμες διασταρώνονται και συγκρούονται σε τέσσερα σημεία στα οποία διεξάγονται τα πειράματα.

7. Ποιες είναι μερικές από τις δυσκολίες που αντιμετωπίσαν και αντιμετωπίζουν οι επιστήμονες και μηχανικοί κατά την κατασκευή και λειτουργία του CERN;

- α) Τα πρωτόνια για να μπορέσουν να κρατηθούν σε κυκλική τροχιά απαιτούνται πανίσχυροι μαγνήτες. Οι μαγνήτες αυτοί πρέπει να διαρρέονται από ρεύμα Α και για να διαχειριστούν τόσο μεγάλο ηλεκτρικό ρεύμα αποφασίστηκε **οι μαγνήτες να διατηρούνται σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία**, περίπου 2 βαθμούς πιο ψηλά από το απόλυτο μηδέν (-273 C) που είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στη φύση. Μ αυτό τον τρόπο εκμεταλλεύονται το φαινόμενο της υπεραγωγιμότητας. Για το σκοπό αυτό λειτουργούν τέσσερα κρυογενικά εργοστάσια που έχουν σκοπό να κρατούν σ αυτή την τόσο χαμηλή θερμοκρασία τους μαγνήτες σε όλο το μήκος των 27 km.
- β) Για να λειτουργεί όλη η κατασκευή σαν ρολόι, και μάλιστα ελβετικό, μια και βρίσκεται στην Ελβετία, χρειάζεται **πάρα πολύ μεγάλη ακρίβεια στην κατασκευή και στη συναρμολόγηση των εξαρτημάτων**. Το φθινόπωρο του 2008 που ξεκίνησε να λειτουργεί ο LHC οι πανηγυρισμοί της κοινότητας των Φυσικών δεν κράτησαν για πολύ, μια βλάβη έβγαλε τον επιταχυντή εκτός λειτουργίας και χρειάστηκαν πάνω από έξι μήνες για την επισκευή του. Η αιτία; Μια λάθος κόλληση από περίπου συγκολλήσεις που έγιναν επί τόπου μέσα στο τούνελ!

8. Ποια είναι η μεγαλύτερη ενέργεια στην οποία φτάνουν τα πρωτόνια;

- Όταν ο επιταχυντής θα δουλεύει σε πλήρη ισχύ (γύρω στο 2014) το κάθε πρωτόνιο θα έχει ενέργεια 7TeV. Η ενέργεια αυτή είναι περίπου ίση με την κινητική ενέργεια μιας μύγας που μπορεί να φαίνεται μικρή αλλά αυτό που μετράει είναι η πυκνότητά της που είναι τεράστια γιατί είναι συγκεντρωμένη σε πολύ μικρό χώρο.
- **Η πυκνότητα της ενέργειας τόσο μεγάλη όσο επικρατούσε στην αρχή της δημιουργίας του Σύμπαντος**, λίγο μετά τη μεγάλη έκρηξη (big-bang) πριν καν το σύμπαν κλείσει το πρώτο δευτερόλεπτο της ζωής του.
- Έτσι ο LHC εκτός από **έναν τεράστιο μεγεθυντικός φακός** που μας αποκαλύπτει το απειροστά μικρό, λειτουργεί και **σαν μηχανή του χρόνου** που μας οδηγεί στα γεννητούρια του σύμπαντος επιτρέποντας μας να αναπαραστήσουμε πειραματικά, γεγονότα που συνέβησαν 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια πριν.
- Όταν λειτουργεί ο LHC η συνολική ενέργεια στις δέσμες των πρωτονίων είναι ίση με την κινητική ενέργεια ενός θωρηκτού πλοίου που κινείται με επιχειρησιακή ταχύτητα, ενώ η ενέργεια σε ολόκληρο τον LHC είναι ίση με την κινητική ενέργεια ενός αεροπλανοφόρου.
- Κατά το μεγαλύτερο μέρος της αυτή η ενέργεια βρίσκεται στους μαγνήτες σαν ενέργεια μαγνητικού πεδίου.

9. 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.
- 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 100m 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.

10. Ποιο είναι το κόστος ενός τέτοιου εγχειρήματος και τι έχει να κερδίσει η ανθρωπότητα από αυτό;

- Το κόστος λειτουργίας του CERN είναι τεράστιο γι αυτό και αποτελεί προϊόν διακρατικής συνεργασίας. (Μικρότερο πάντως από άλλα μεγάλα εγχειρήματα όπως η διοργάνωση των Ολυμπιακών αγώνων). Φέτος μάλιστα που ο επιταχυντής Tevatron των ΗΠΑ σταμάτησε τη λειτουργία του δεν υπάρχει, στον τομέα των σωματιδίων, άλλο τέτοιου μεγέθους project.
- Τα **οφέλη** που μπορούν να προκύψουν για την ανθρωπότητα είναι πολλά.
- Καταρχήν τα πειράματα ATLAS, CMS, ALICE και LHCb που διεξάγονται εκεί προσπαθούν να απαντήσουν σε **αναπάντητα ερωτήματα** της θεωρητικής φυσικής που θα μας φέρουν κοντύτερα στο σκοπό μας να ερμηνεύσουμε καλύτερα **τον κόσμο που μας περιβάλλει**.
- Οι απαιτήσεις των πειραμάτων του CERN σπρώχνουν την τεχνολογία στα όρια της.
- Οι τεχνολογίες αυτές που αναπτύσσονται στο CERN μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές και μερικές φορές απρόβλεπτες εφαρμογές της καθημερινότητας. Για παράδειγμα στο CERN επινοήθηκε τη δεκαετία του 1980 το σύστημα που χρησιμοποιεί **ο παγκόσμιος ιστός (World Wide Web)** για τη επικοινωνία των υπολογιστών μέσα στο internet.
- Πολύ σημαντική είναι η συμβολή των επιταχυντών **στον τομέα της υγείας**. Σήμερα πάνω από το 90% των επιταχυντών σωματιδίων στον κόσμο είναι εγκατεστημένοι σε **νοσοκομεία και ιατρικά κέντρα** και χρησιμοποιούνται για ιατρικούς σκοπούς.