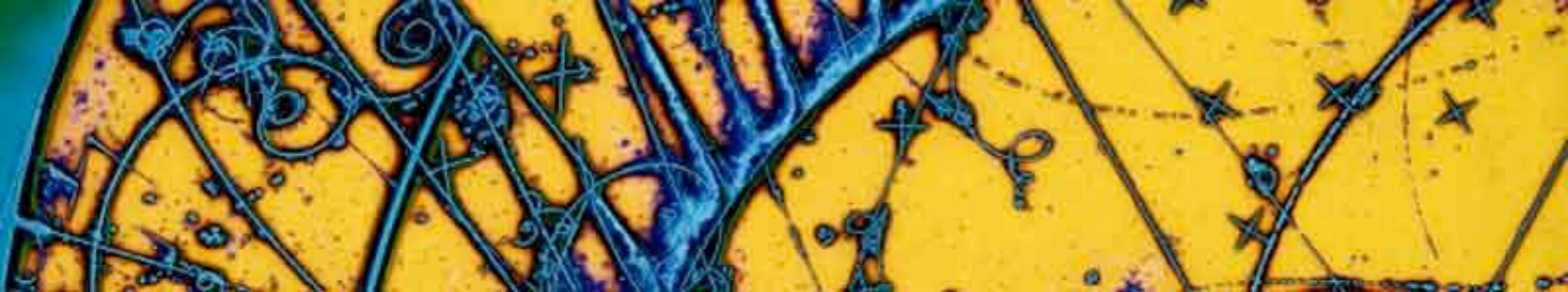




Αναστασόπουλος Πασχάλης

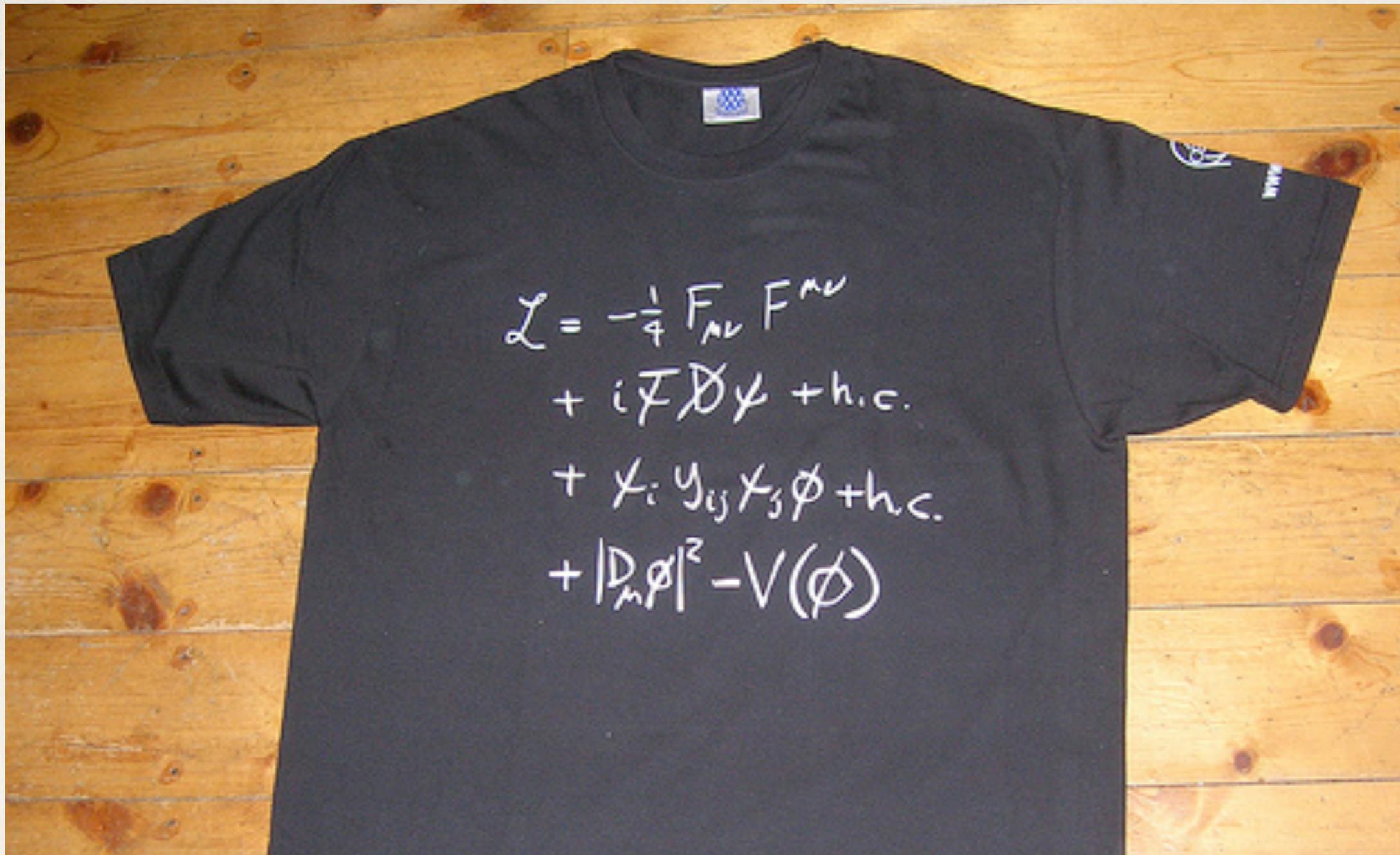
LHC στο CERN:

Η μεγαλύτερη μηχανή του κόσμου



Περιεχόμενα

- ♦ Η θεωρία:
 - * Τι ξέρουμε.
 - * Τι ψάχνουμε.
- ♦ Ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής (LHC)
 - * Περιγραφή.
 - * Πώς δουλεύει.
- ♦ Επίλογος.

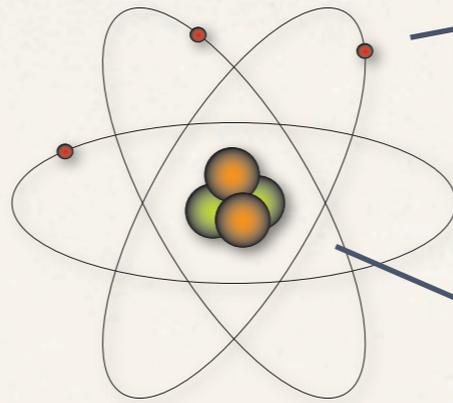


Η Θεωρία

Μια ταχύρυθμη εισαγωγή



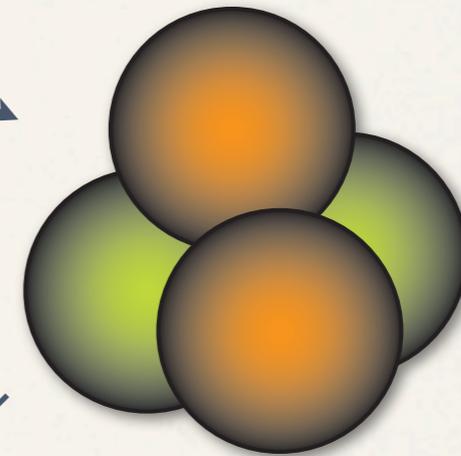
άνθρωπος $\sim 1.7m$



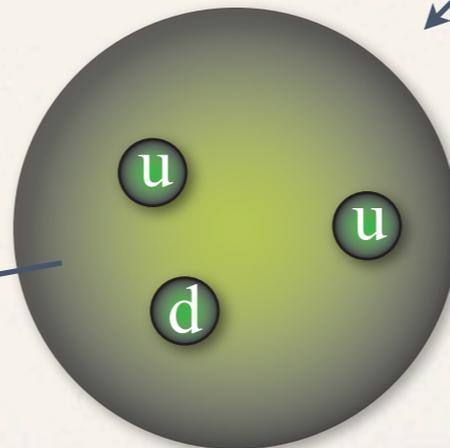
άτομο $\sim 10^{-10}m$



ηλεκτρόνιο



πυρήνας $\sim 10^{-15}m$

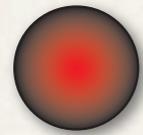


πρωτόνιο $\sim 0.7 \times 10^{-15}m$



κουάρκς $\sim 10^{-18}m$

Τα πάντα αποτελούνται απο 3 σωματίδια!!!



Ηλεκτρόνια



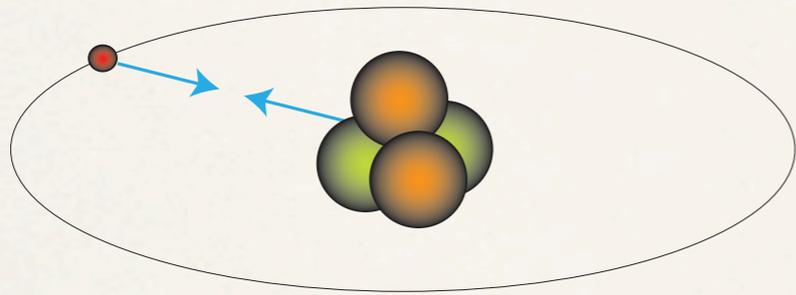
Πάνω Κουαρκς



Κάτω Κουαρκς

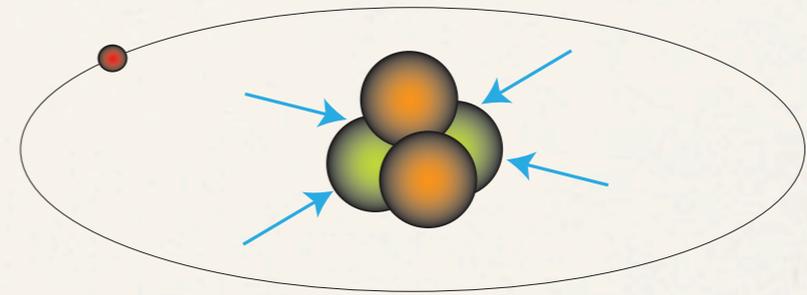


Οι Δυνάμεις & οι φορείς τους



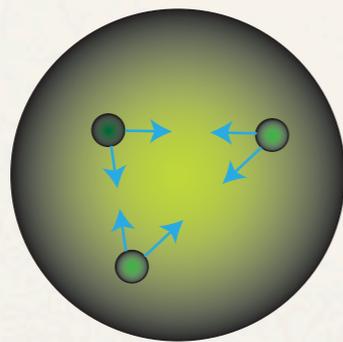
φωτόνια

Ηλεκτρομαγνητισμός



Z, W[±]

Ασθενείς Αλληλεπιδράσεις



γλουόνια

Ισχυρές Αλληλεπιδράσεις



βαρυτόνια

Βαρύτητα

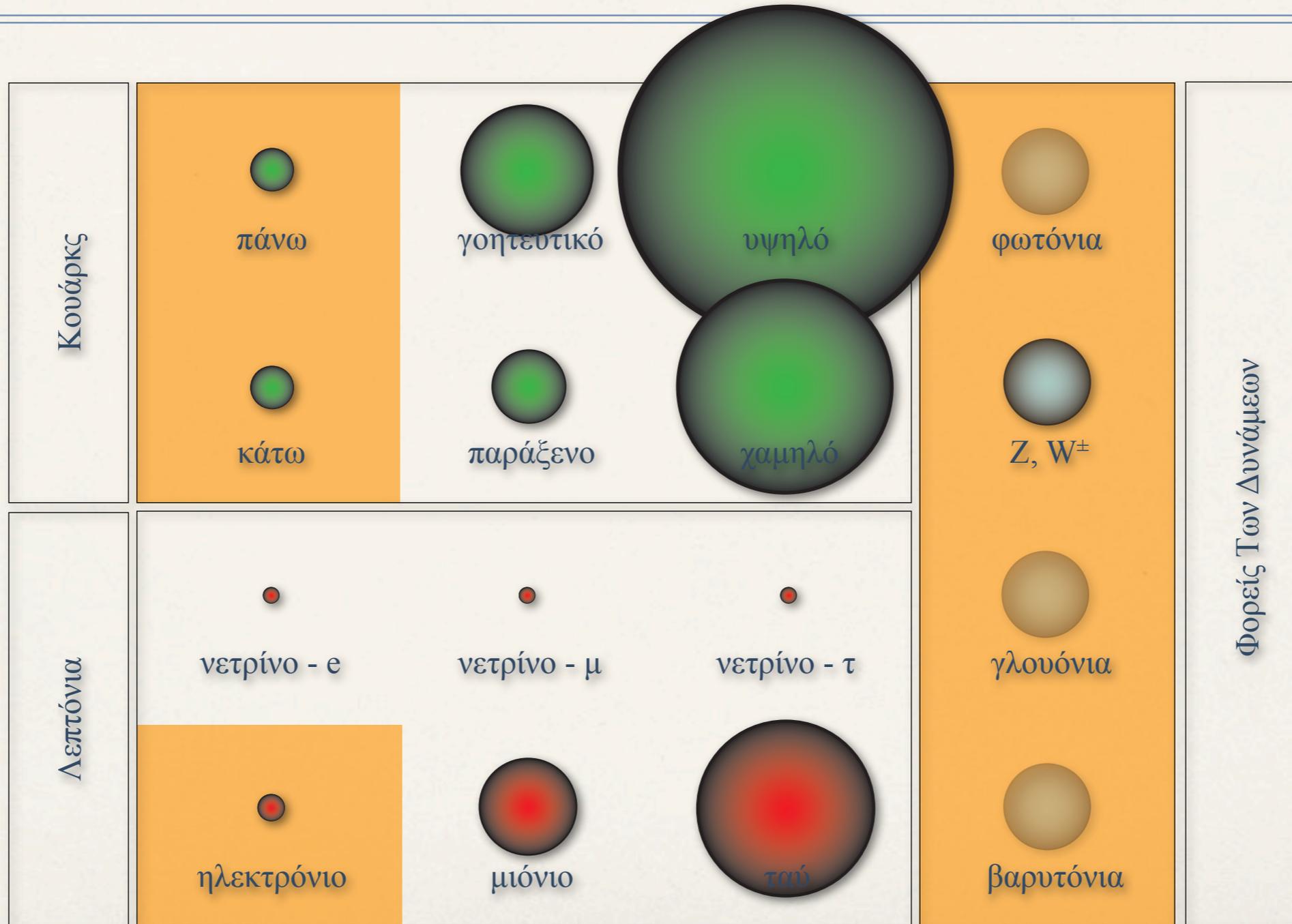
Όσα σήμερα δομούν όλο το σύμπαν

Όσα υπήρξαν κάποτε στο σύμπαν

Τα Θεμελιώδη Σωματίδια

Κουάρκς	 πάνω	 γοητευτικό	 υψηλό	 φωτόνια	Φορείς Των Δυνάμεων
	 κάτω	 παράξενο	 χαμηλό		
Λεπτόνια	 νεutrino - e	 νεutrino - μ	 νεutrino - τ	 γλουόνια	
	 ηλεκτρόνιο	 μιόνιο	 ταύ	 βαρυτόνια	

Τα Θεμελιώδη Σωματίδια έχουν μάζες



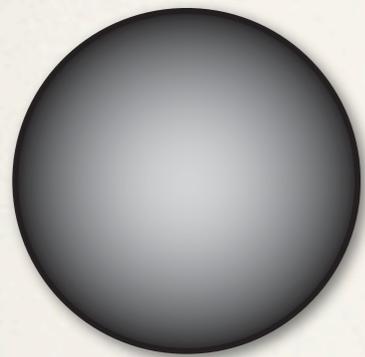
Το ακριβέστερο μοντέλο που έγινε ποτέ

Το Καθιερωμένο Πρότυπο

Κουάρκς	 πάνω	 γοητευτικό	 υψηλό	 φωτόνια
	 κάτω	 παράξενο	 χαμηλό	 Z, W [±]
	 νεutrino - e	 νεutrino - μ	 νεutrino - τ	 γλουόνια
Λεπτόνια	 ηλεκτρόνιο	 μίονιο	 ταύ	 βαρυτόνια
				 Higgs

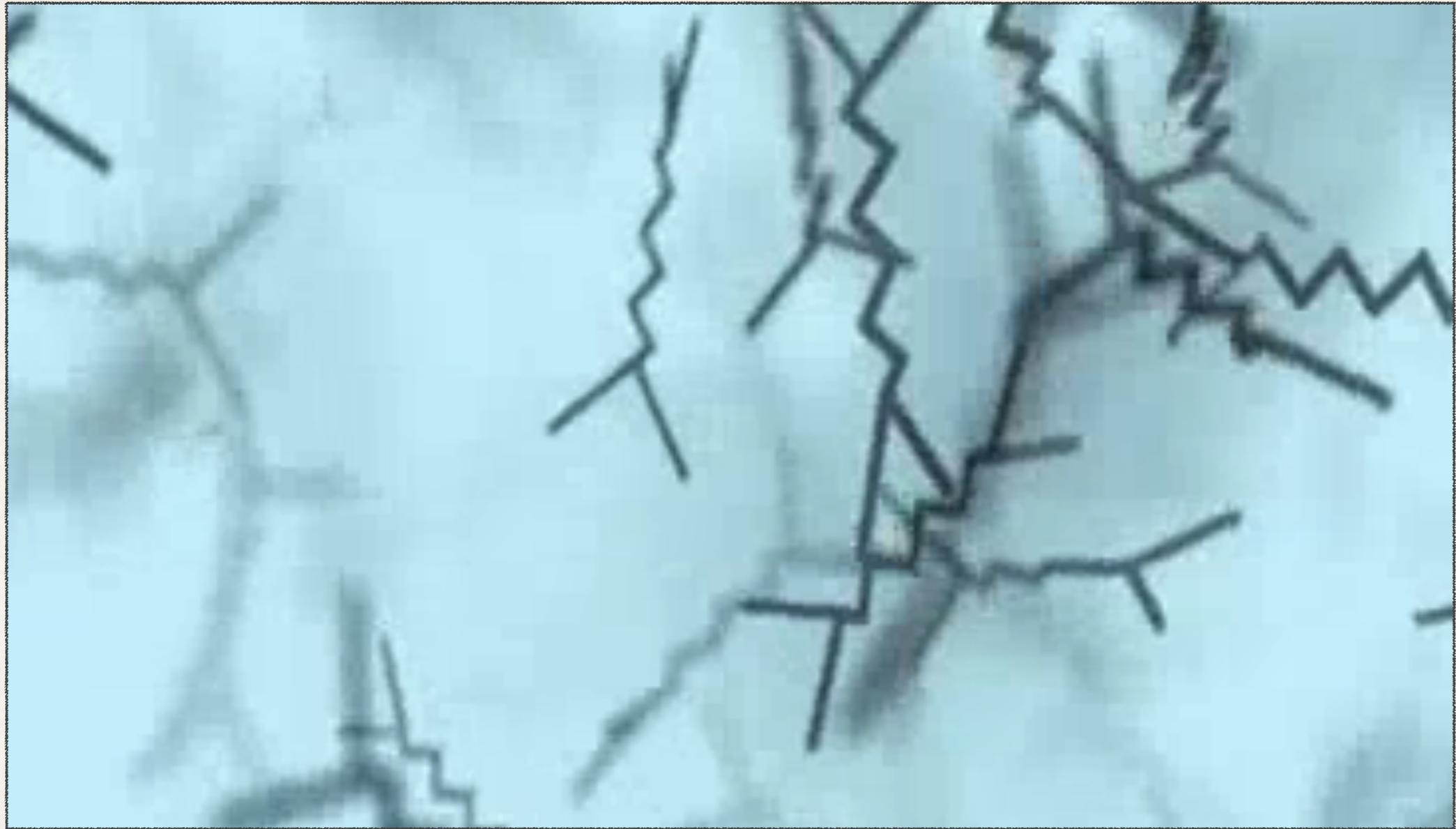
- ♦ Η ακριβέστερη θεωρία που έγινε ποτέ.
- ♦ Η διαφορά θεωρίας - πειράματος είναι λιγότερη από 0.000000001%!
- ♦ Ένα κομμάτακι όμως λείπει απο το παζλ ώστε να συμπληρώσει τον θρίαμβο του ανθρωπίνου πνεύματος...
- ♦ Το σωματίδιο του Higgs.

Το Higgs: Τι το σπουδαίο έχει;



Higgs

- ♦ Κατά το Καθιερωμένο Πρότυπο, τα θεμελιώδη σωματίδια αρχικά δεν έχουν μάζα!;!;
- ♦ Κινούνται όμως μέσα σε μια θάλασσα σωματιδίων Higgs.
- ♦ Οι αλληλεπιδράσεις τους με το Higgs δίνει τη μάζα τους.
- ♦ Συνεπώς, το Higgs είναι μια θεμελιώδης πρόβλεψη της θεωρίας μας.



Η θάλασσα του Higgs

Όλος ο χώρος κατακλύζεται απο σωματίδια του Higgs

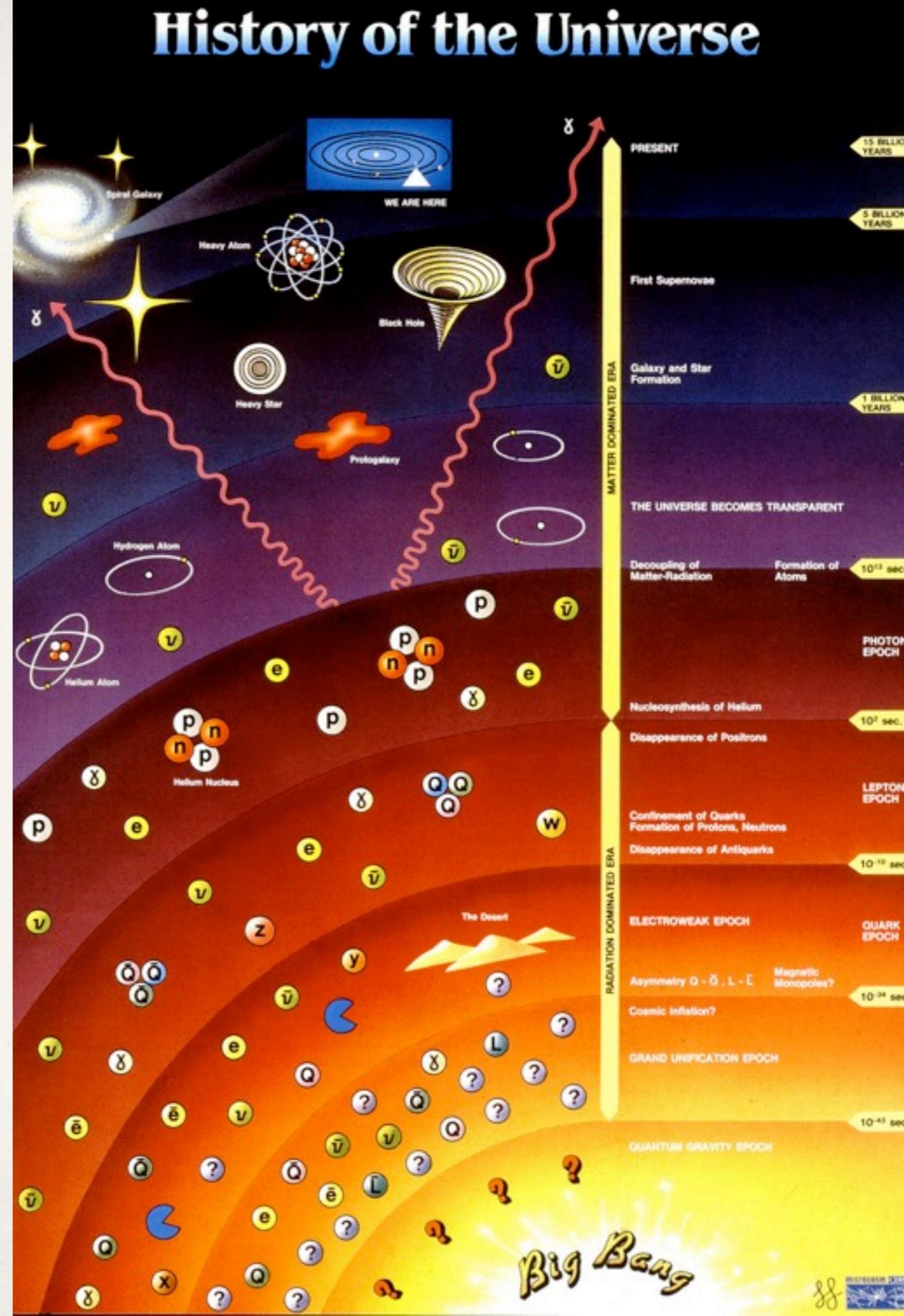


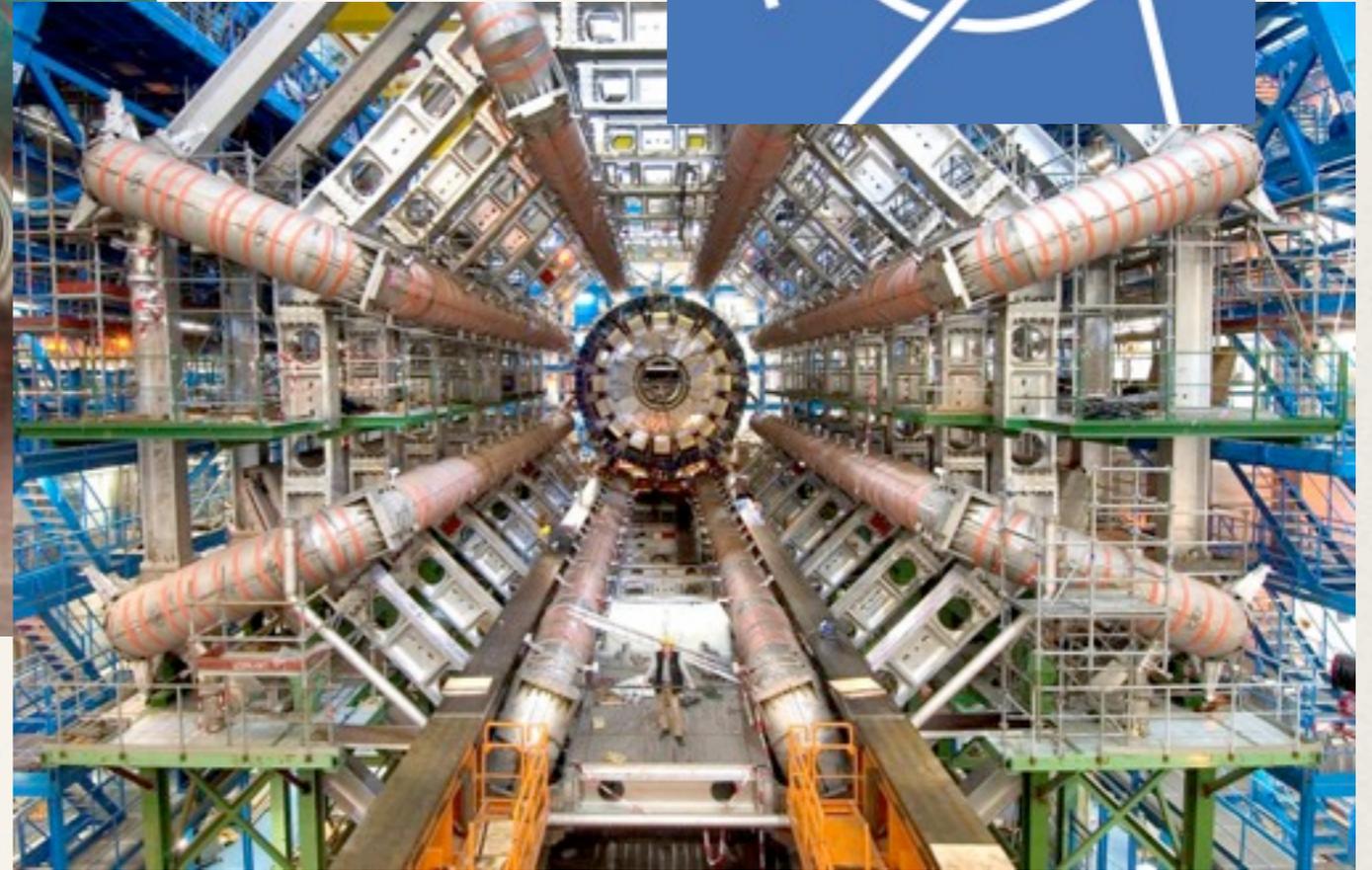
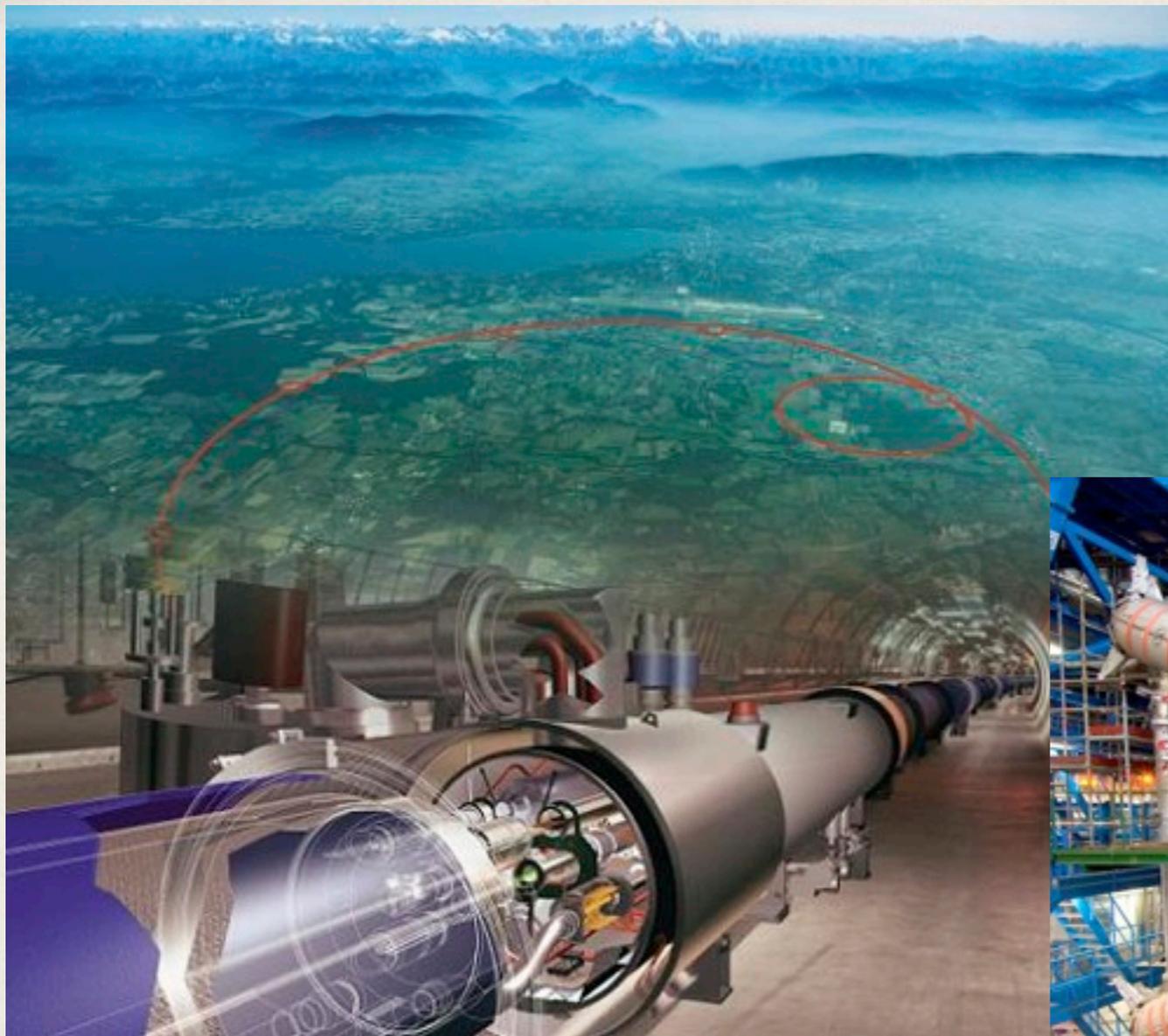
Η αλληλεπίδραση/τριβή με τα Higgs δίνει τη
μάζα σε όλα τα θεμελιώδη σωματίδια

Μετατρέποντας κίνηση σε μάζα: $E=mc^2$

Μεγάλη Έκρηξη κατα παραγγελία

- ♦ Το Higgs ήταν ελεύθερο στο σύμπαν για 0.000000000000001 sec μετά τη Μεγάλη Έκρηξη!
- ♦ Για να το δούμε λοιπόν, πρέπει να αναπαράγουμε τις συνθήκες που επικρατούσαν την στιγμή εκείνη.
- ♦ Δηλαδή: 100.000.000.000.000.000° C
- ♦ Κι αυτό θα πετύχουμε στο CERN!



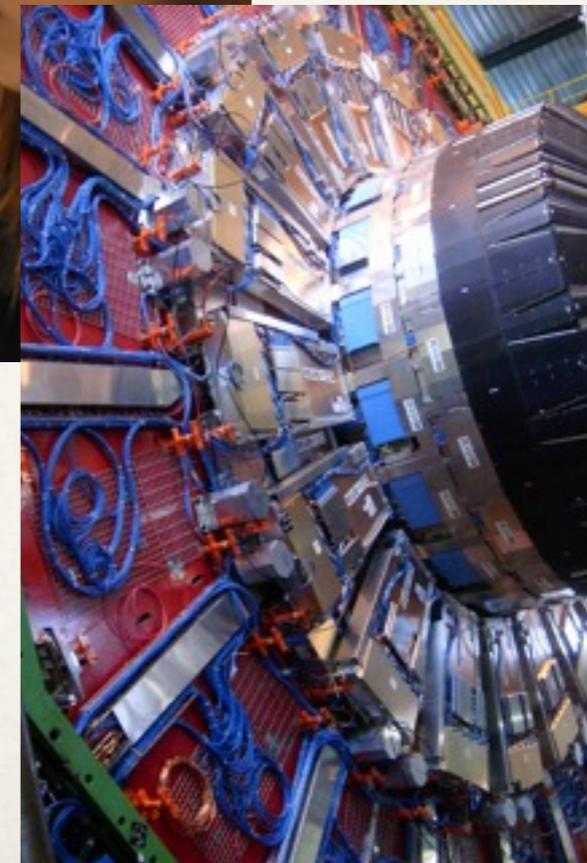


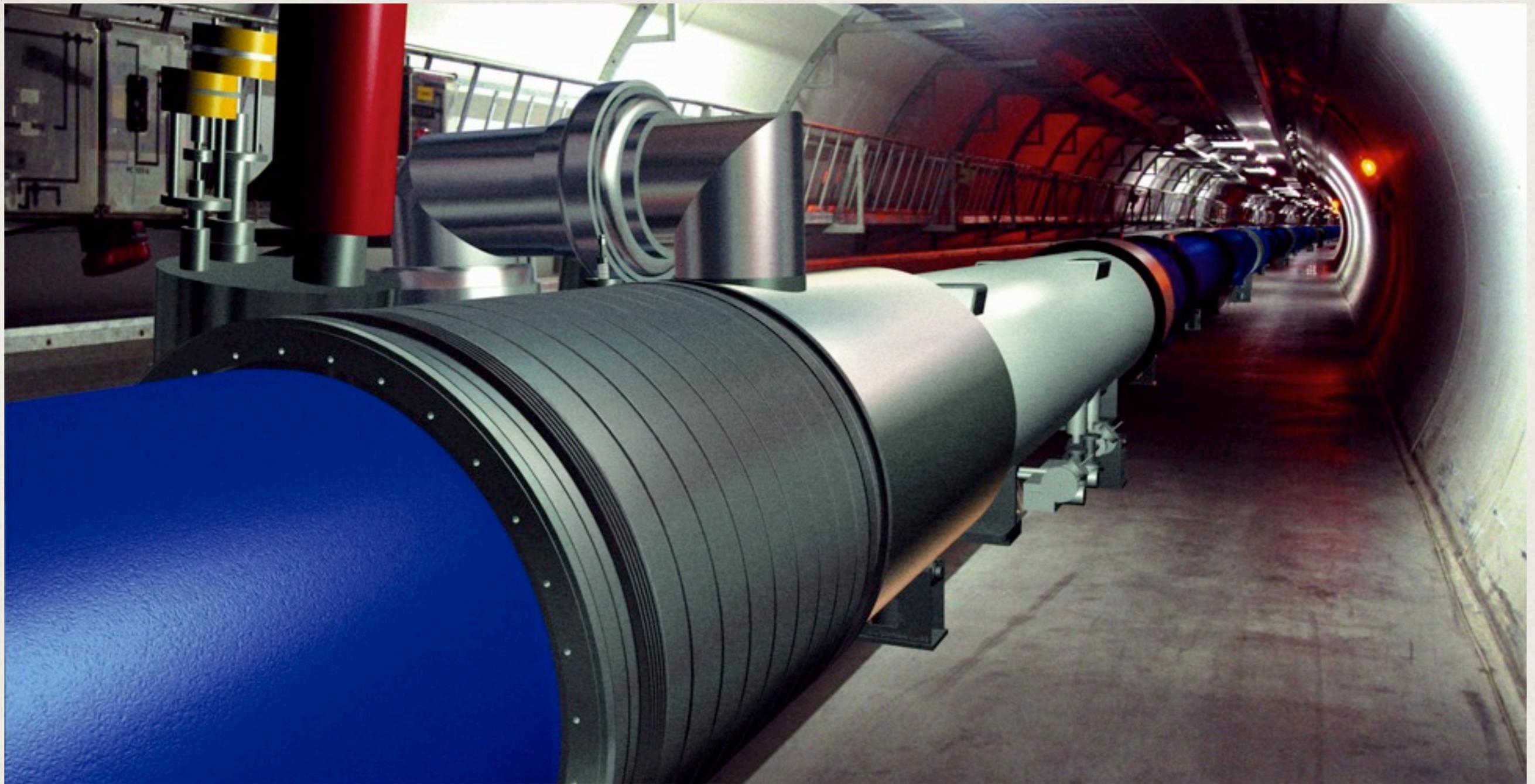
LHC: Ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής

Η μεγαλύτερη μηχανή που έγινε ποτέ.

Δημιουργία

Παρατήρηση



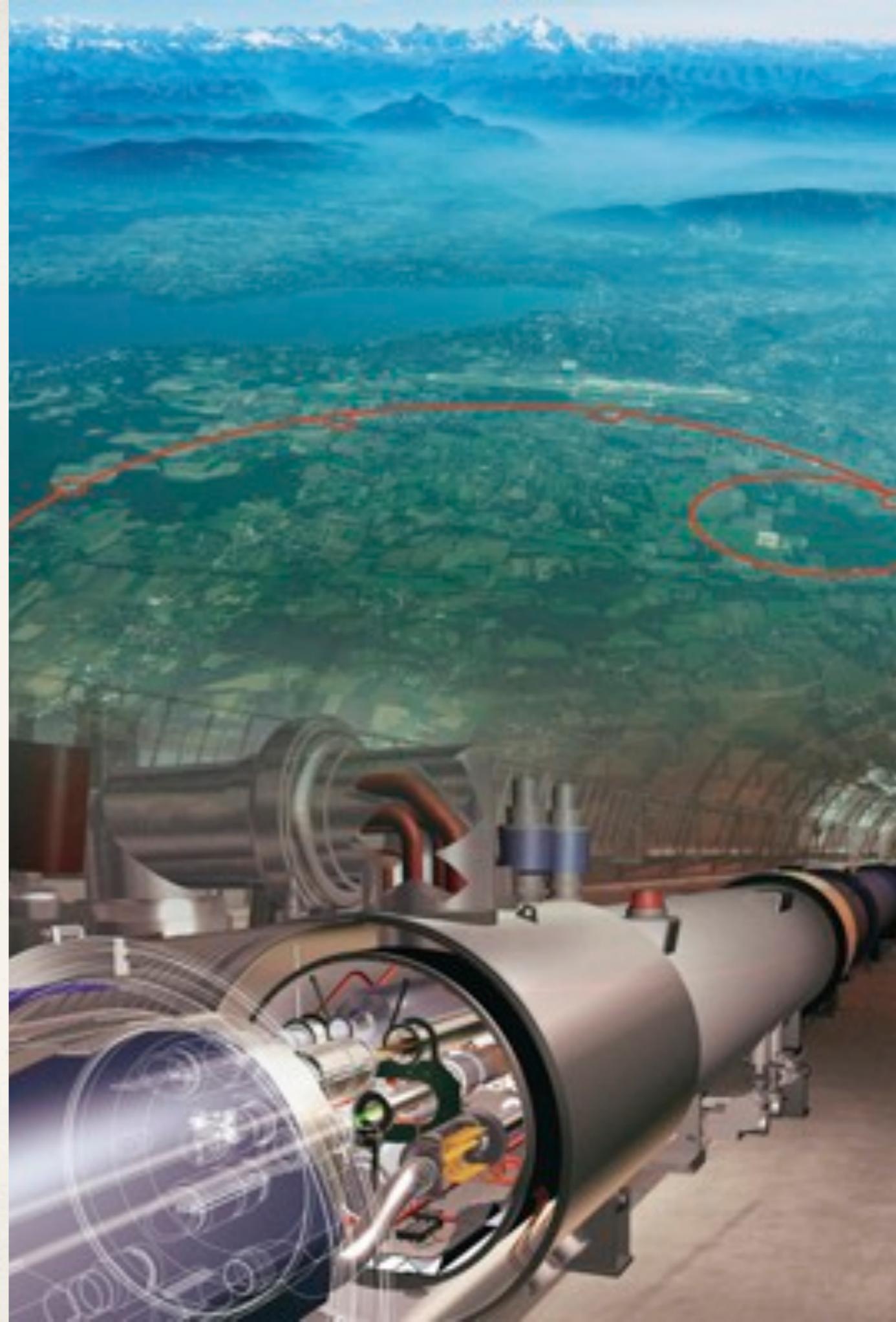


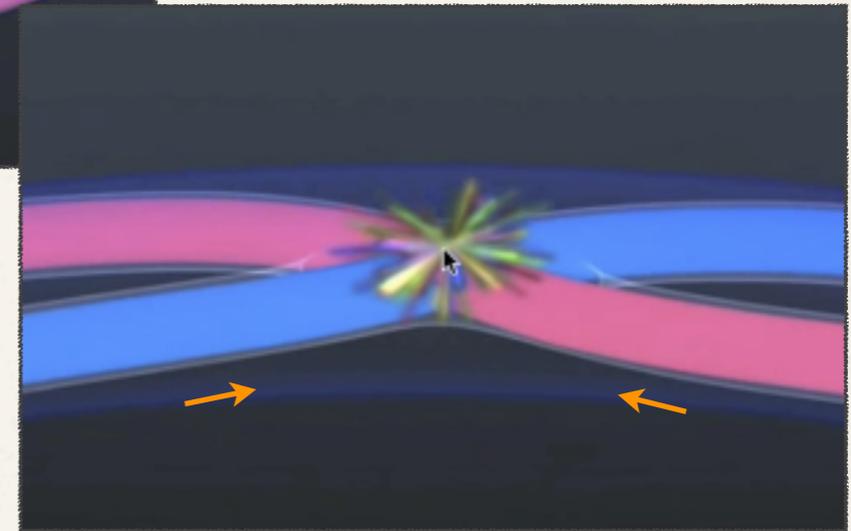
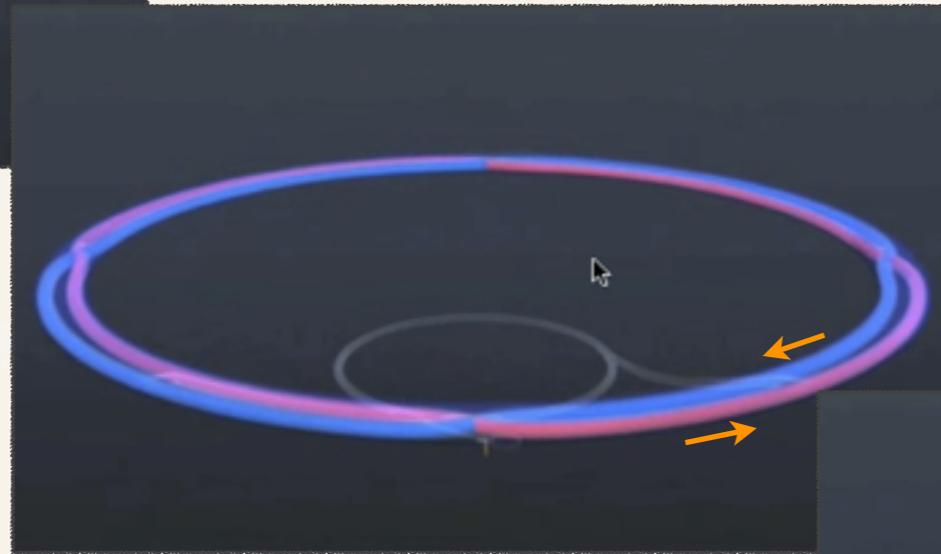
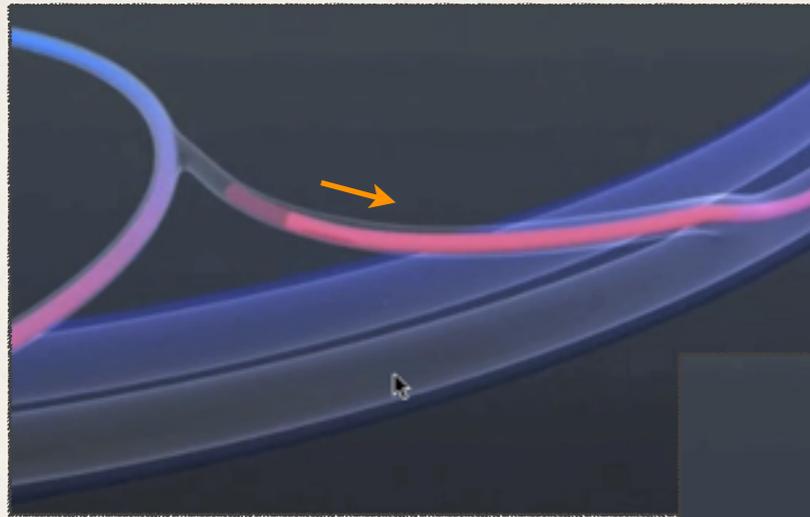
Ο επιταχυντής

Δημιουργώντας όσα χάθηκαν

Τι και πώς το κάνει;

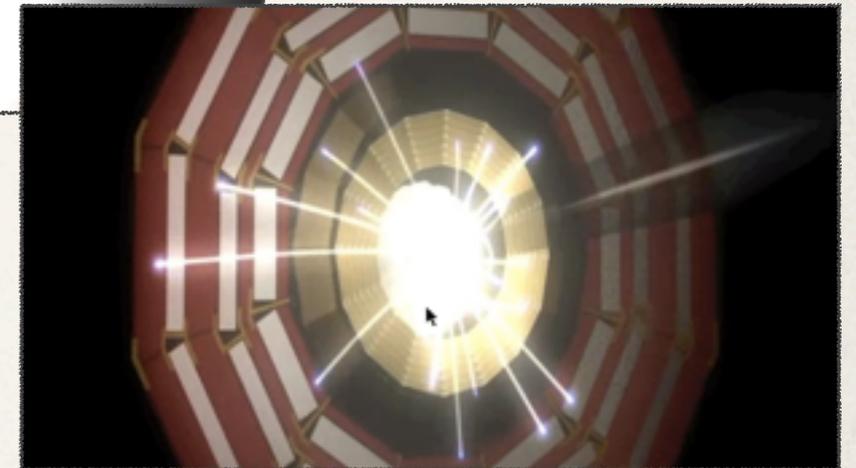
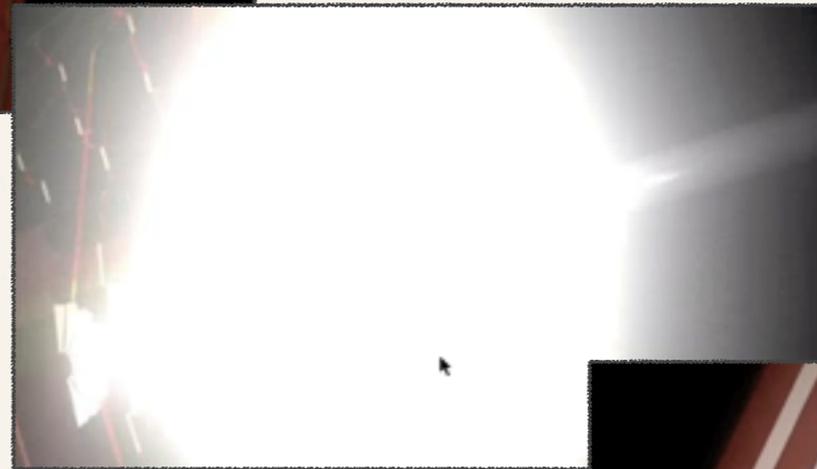
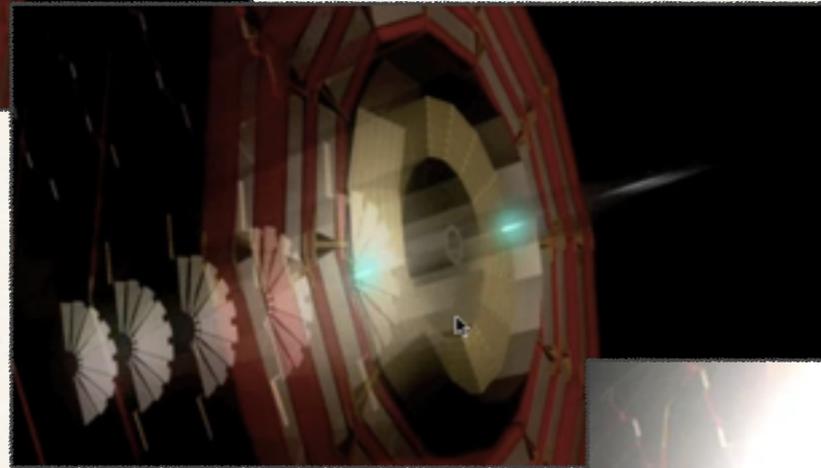
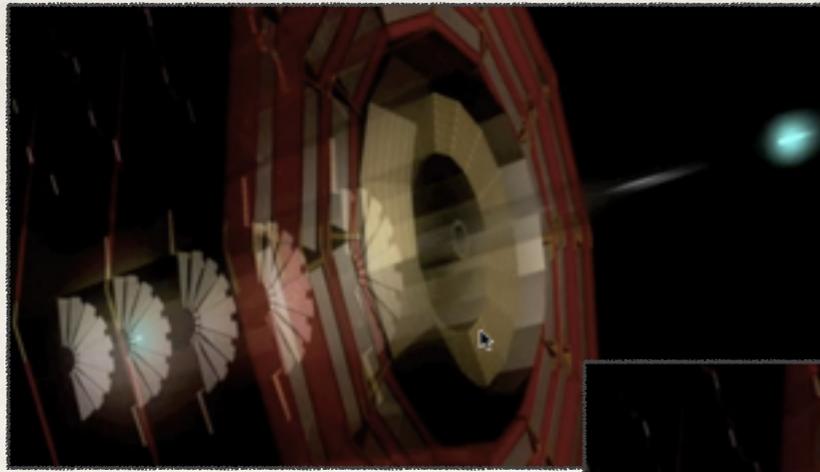
- ♦ Επαναδημιουργεί σωματίδια που δεν υπάρχουν πια.
- ♦ Πώς;
 - * Επιταχύνει πρωτόνια σε τεράστιες ταχύτητες (99% της ταχύτητας του φωτός).
 - * Τα συγκρούει.
- ♦ Σε κάποια απο τις συγκρούσεις αυτές θα δημιουργήθουν νέα σωματίδια.





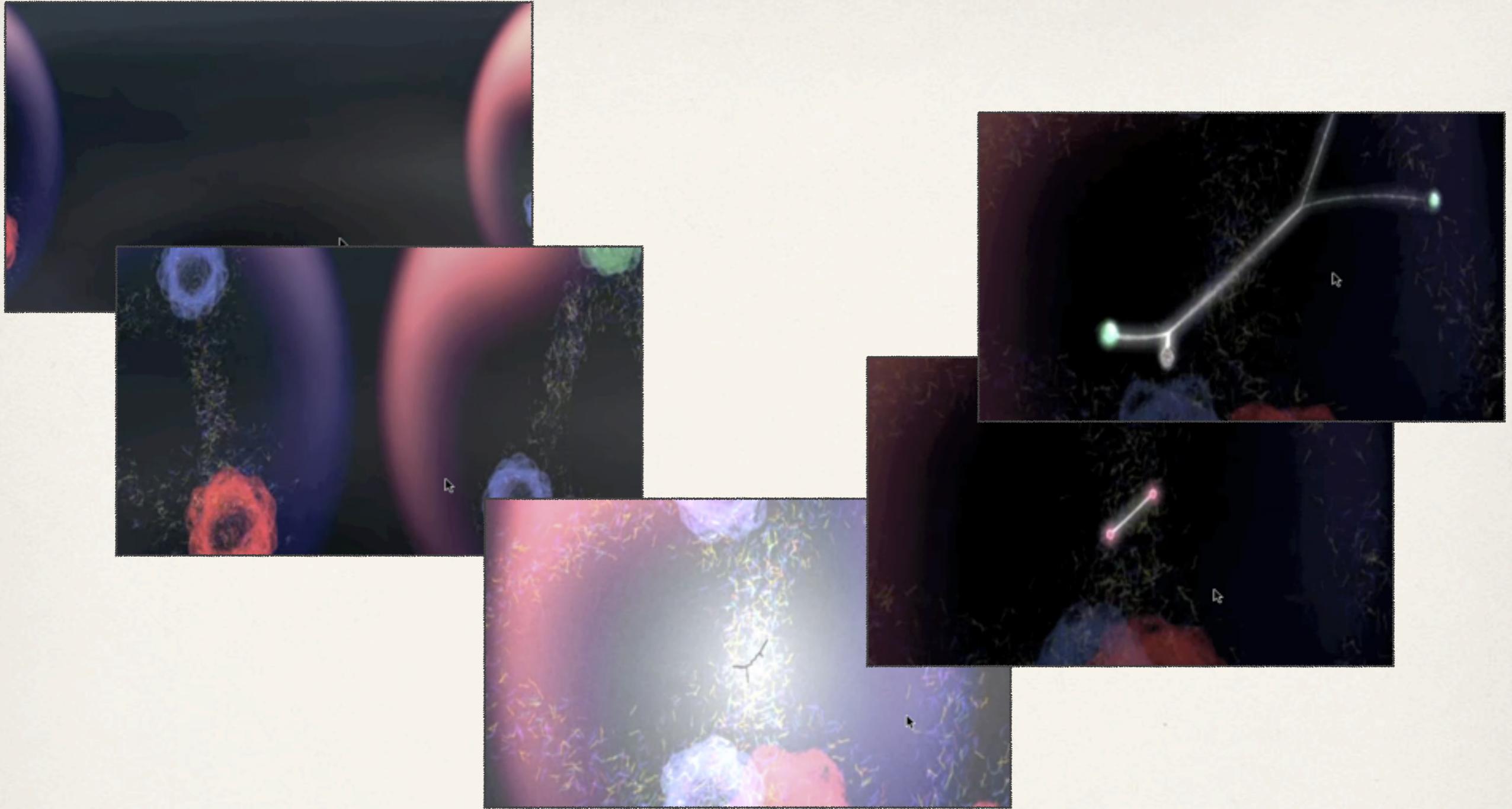
Κίνηση μέσα στους διαδρόμους

Ένας μακρύς δρόμος πριν τη σύγκρουση



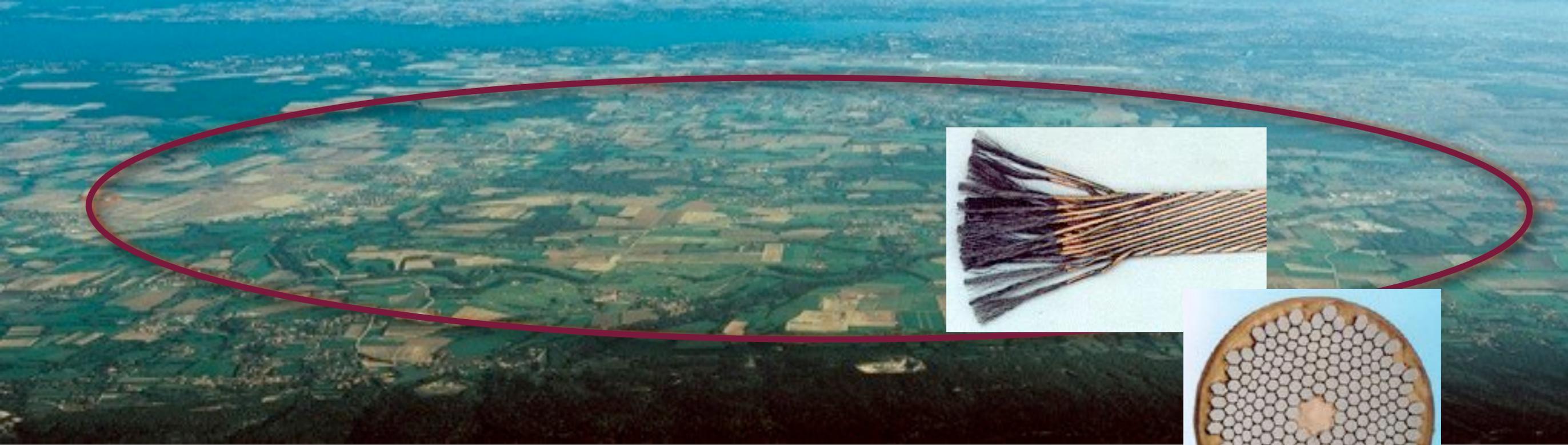
Η σύγκρουση

Κατά τη σύγκρουση νέα σωματίδια δημιουργούνται!



Δημιουργώντας το Higgs

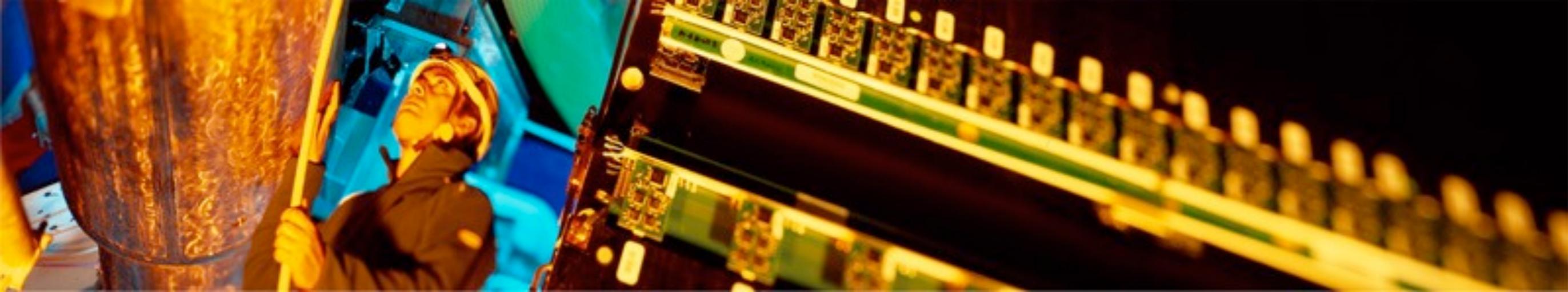
Το όνειρο των φυσικών



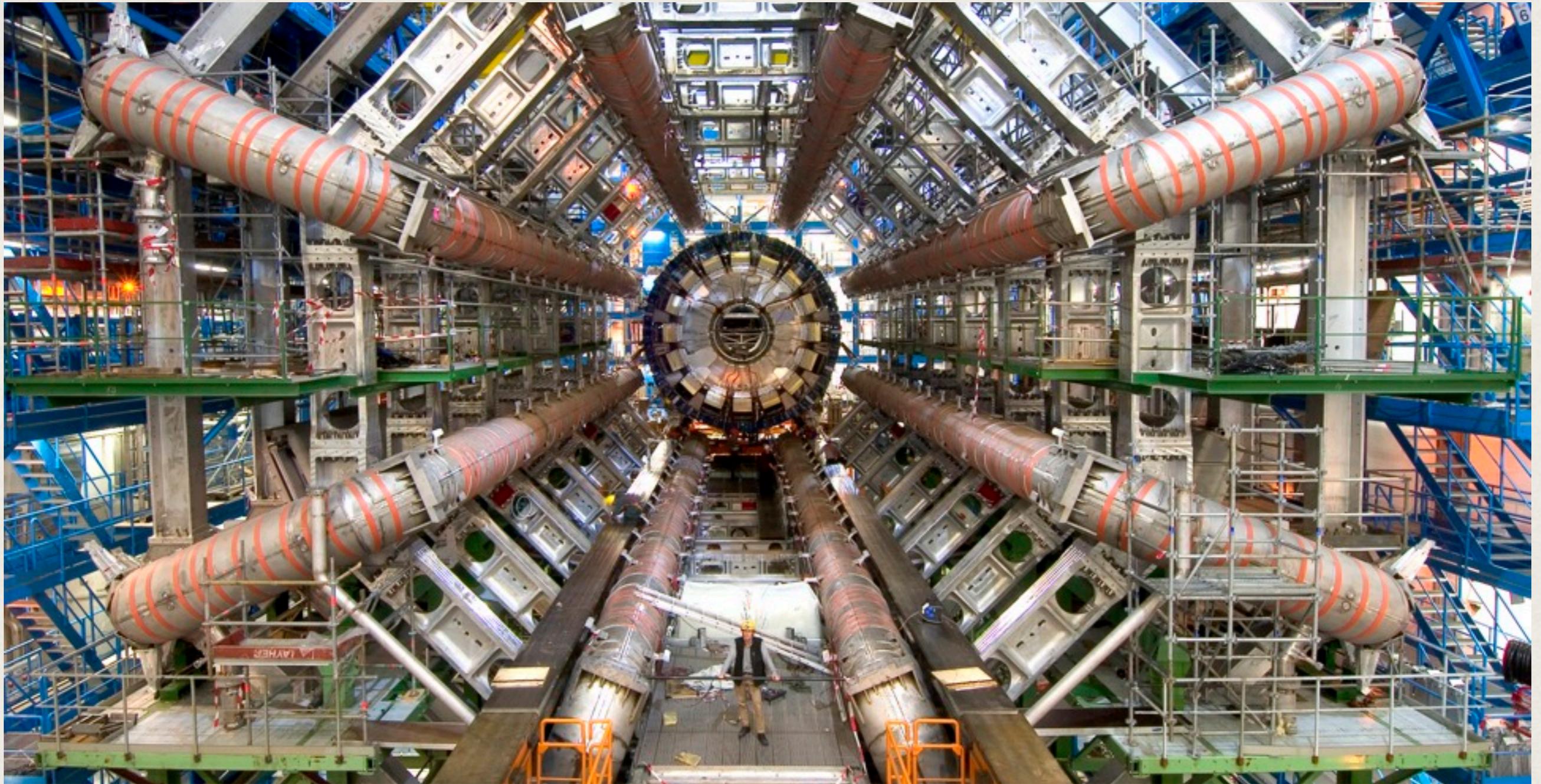
- ♦ Περίμετρος του επιταχυντή: 27km.
- ♦ Για την κατασκευή του χρειάστηκαν περίπου 7600 km υπεραγώγιμα καλώδια Νιοβίου-Τιτανίου.
- ♦ Αυτά με τη σειρά τους είναι κατασκευασμένα απο συρματάκια
 - * πάχους: 10 φορές πιο λεπτά απο μια ανθρώπινη τρίχα και
 - * συνολικού μήκους: 10 φορές την απόσταση γης-ήλιου (37.500 φορές την περίμετρο της γης)!!!



- ♦ Μέσα στο διάδρομο θα πρέπει να υπάρχει το απόλυτο κενό.
- ♦ Κι αυτό σημαίνει παγωνιά: -271°C .
- ♦ Είναι οι πιο παγωμένες συνθήκες σε ολόκληρο το σύμπαν!!!
- ♦ Μονο για να παγώσει ο επιταχυντής χρειάζονται 3 μήνες...



- ♦ Ο επιταχυντής λοιπον:
 - * Επιταχύνει πρωτόνια σε ταχύτητες $\sim 300.000 \text{ km/sec}$.
 - * Τα συγκρούει.
- ♦ Απο τη σύγκρουση δημιουργούνται άλλα σωματίδια.
- ♦ Χρειαζόμαστε τώρα ένα καλό μικροσκόπιο που θα παρατηρήσει τ' αποτελέσματα της σύγκρουσης.

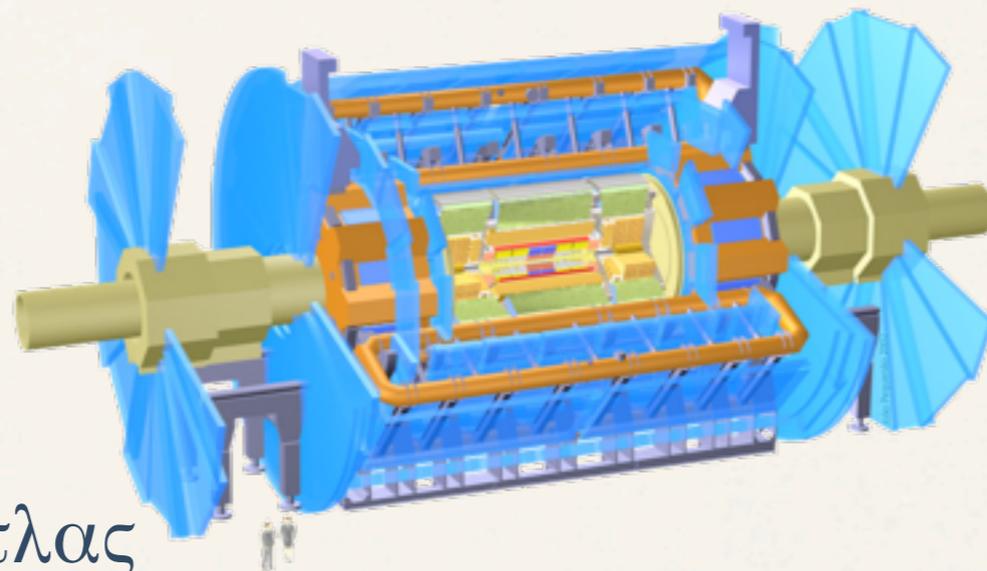


Οι ανιχνευτές (δηλαδή τα μικροσκόπια μας)

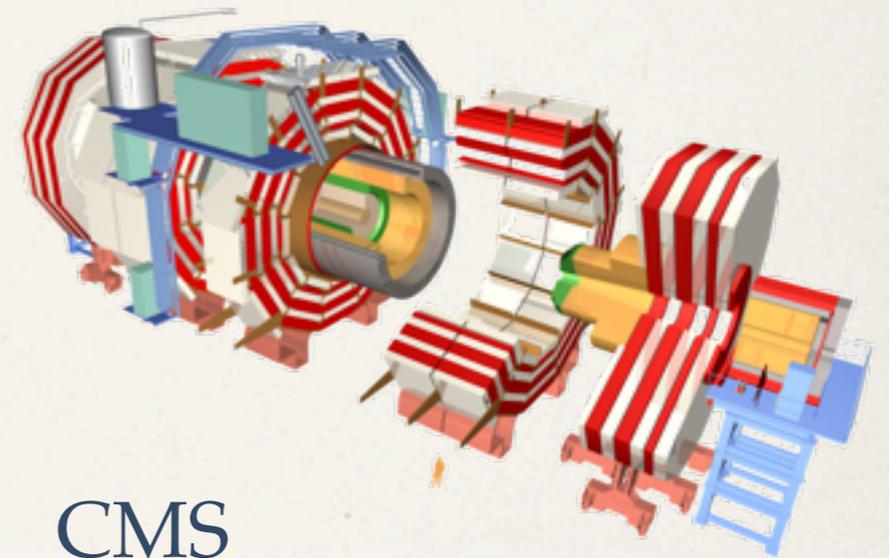
Παρατηρώντας όσα δημιουργήθηκαν



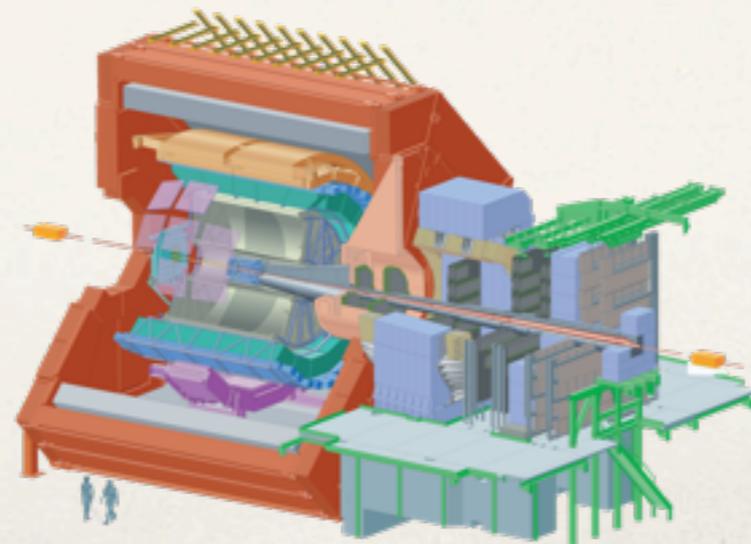
♦ Όχι 1, αλλά 4!



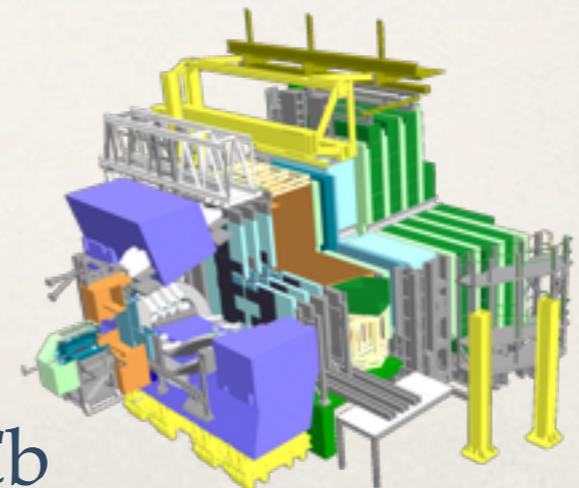
Άτλας



CMS



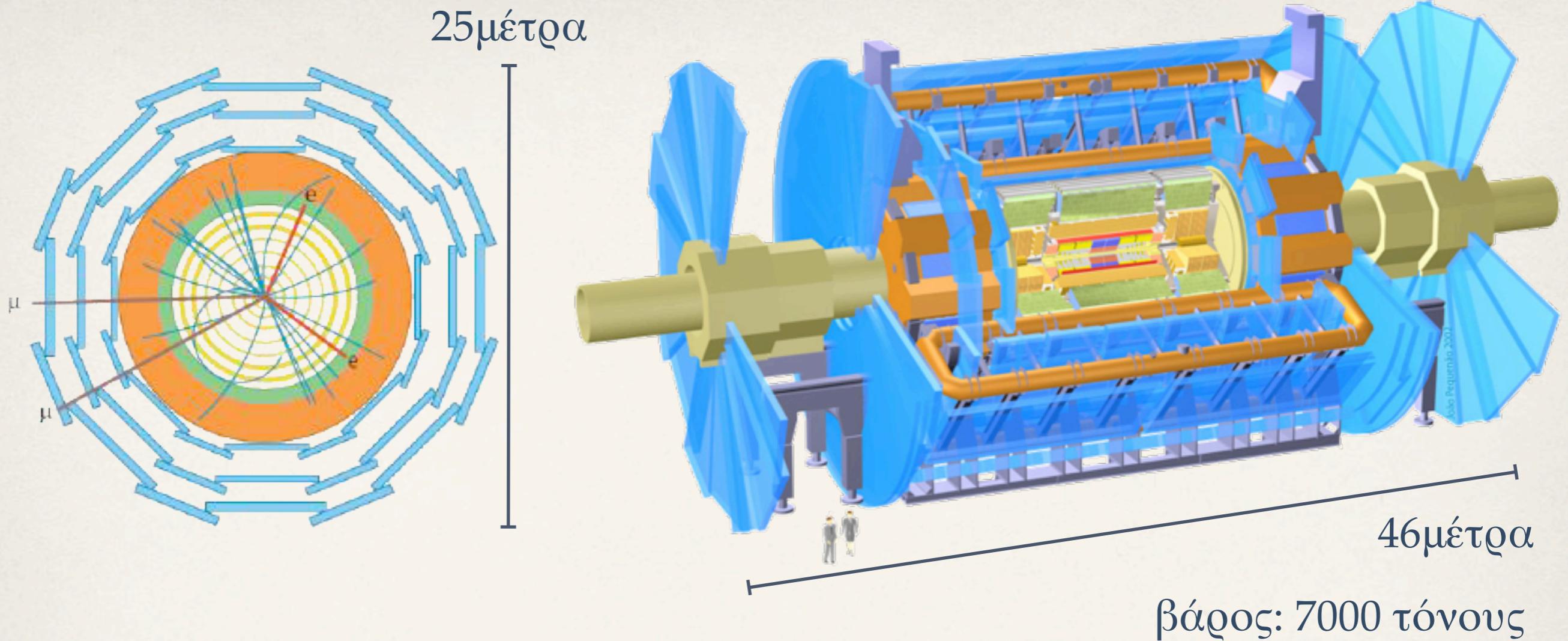
Αλίκη



LHCb



- ♦ Όχι 1, αλλά 4!
- ♦ “Μικροσκόπια” σε μέγεθος καθεδρικών ναών.
- ♦ Με εκατομμύρια υπερευαίσθητες συσκευές - πρώτη γραμμή της τεχνολογίας.
- ♦ Άτλας, το πιο πολύπλοκο μηχανήμα του κόσμου.



♦ Ο Άτλας:

- * Ένας γίγαντας 100 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης.
- * Αποτελείτε από περίπου 10.000.000.000 τρανζίστορ.
- * 35 χώρες συμμετέχουν στην κατασκευή του (και η Ελλάδα).

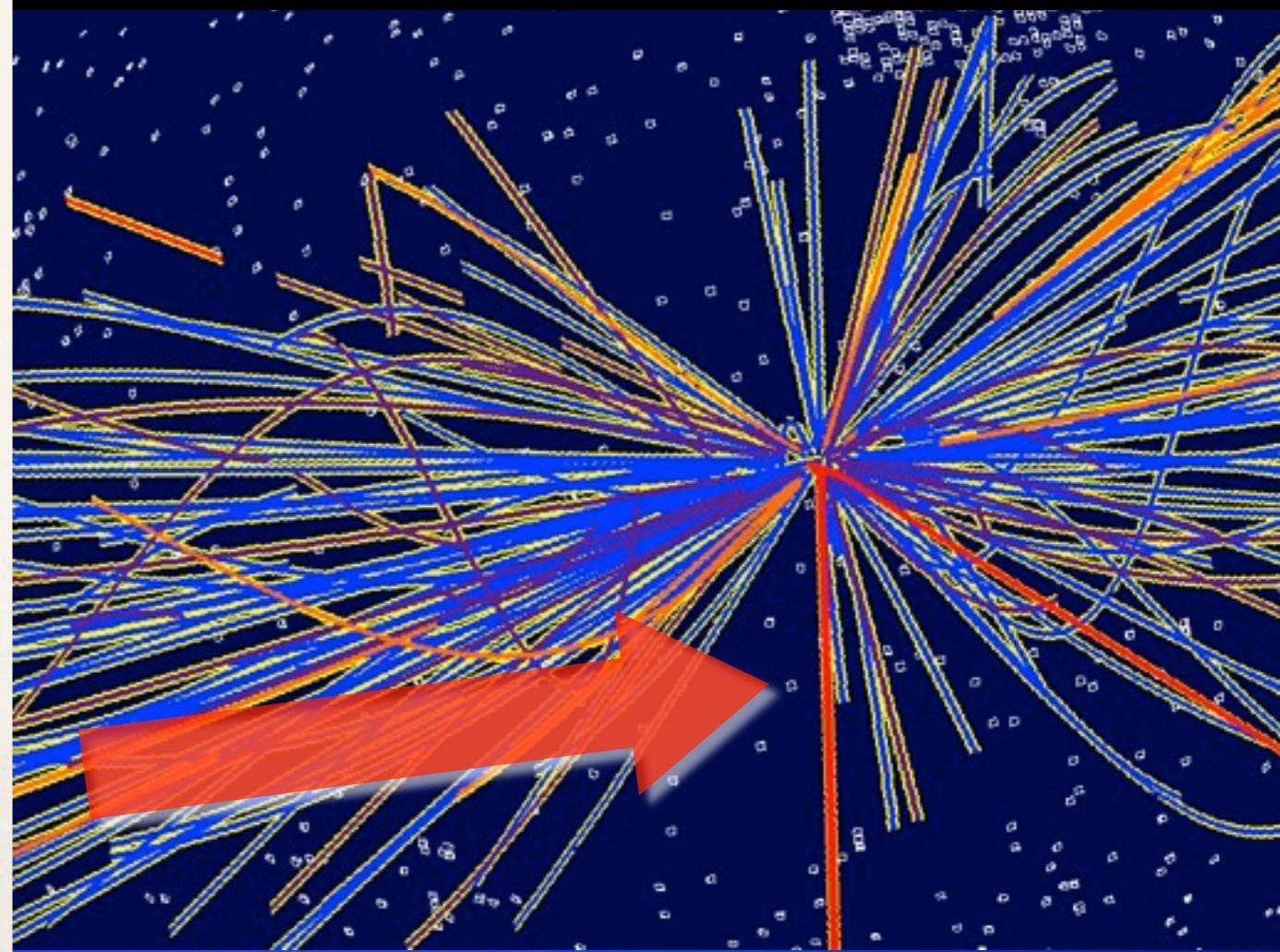
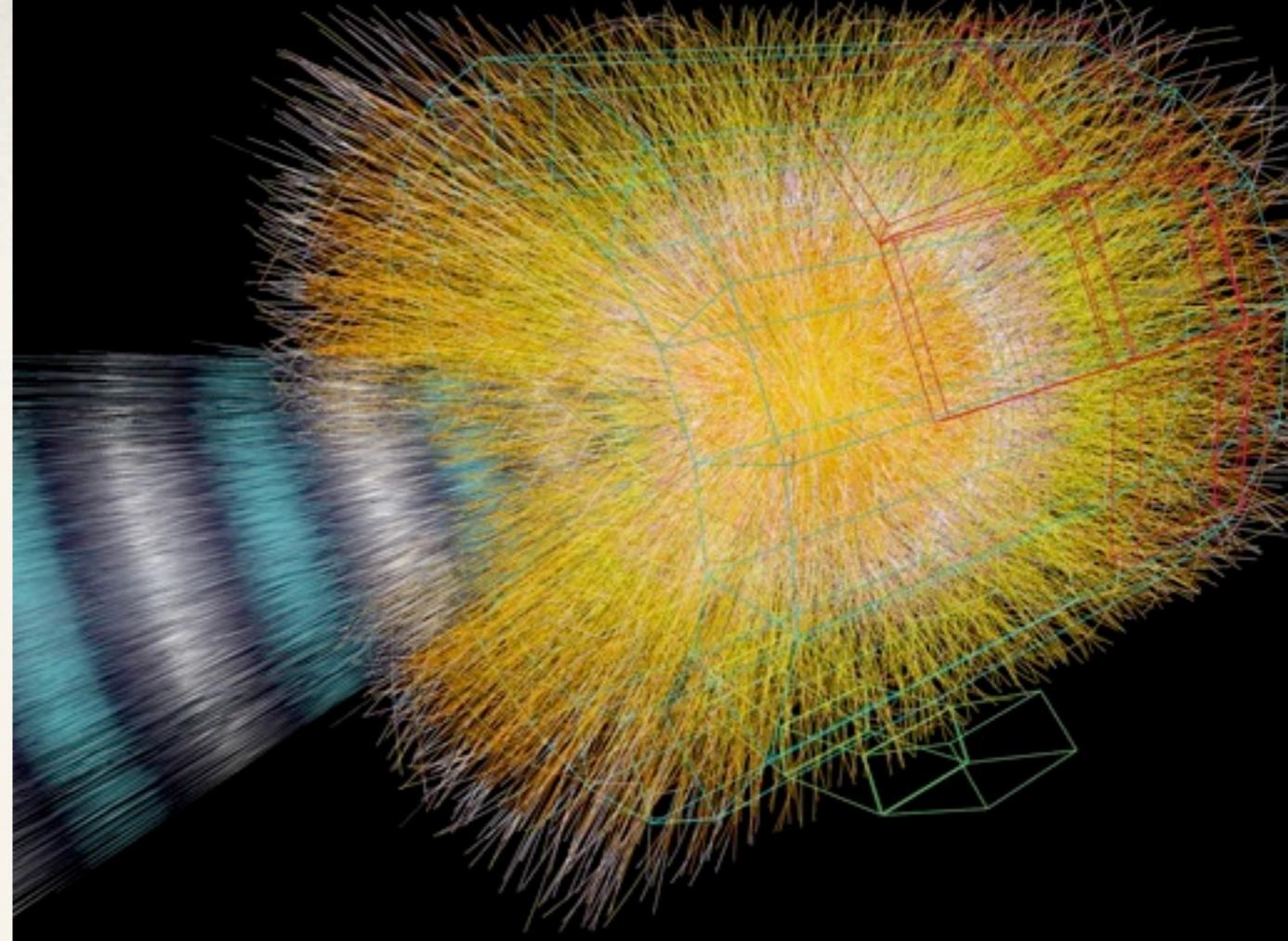
- ♦ Ένας ταχύτατος παρατηρητής!
- ♦ Μέσα στον Άτλαντα θα γίνονται 1.000.000.000 συγκρούσεις-πυροτεχνήματα/sec.

- ♦ Ο Άτλαντας:

- * θα διαχωρίζει,
- * θα αναλύει,
- * θα καταγράφει

τις σημαντικότερες απο αυτές.

HIGGS!!!





- ♦ Ο ρυθμός μεταφοράς των δεδομένων θα είναι ισοδύναμος με 20 τηλεφωνικές συνδιαλέξεις όλων των κατοίκων της Γης συγχρόνως.
- ♦ Κάθε χρόνο, η αποθήκευση των δεδομένων σε CD θα σχημάτιζε μια στίβα 20 χιλιομέτρων.
- ♦ Για να ξεπεράσει το πρόβλημα αυτό, οι επιστήμονες ανακάλυψαν το ίντερνετ δεύτερης γενιάς: το GRID.

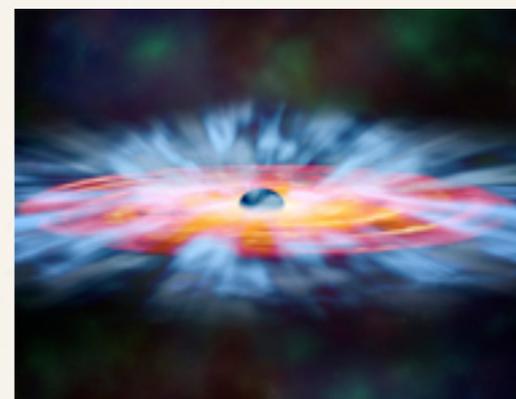
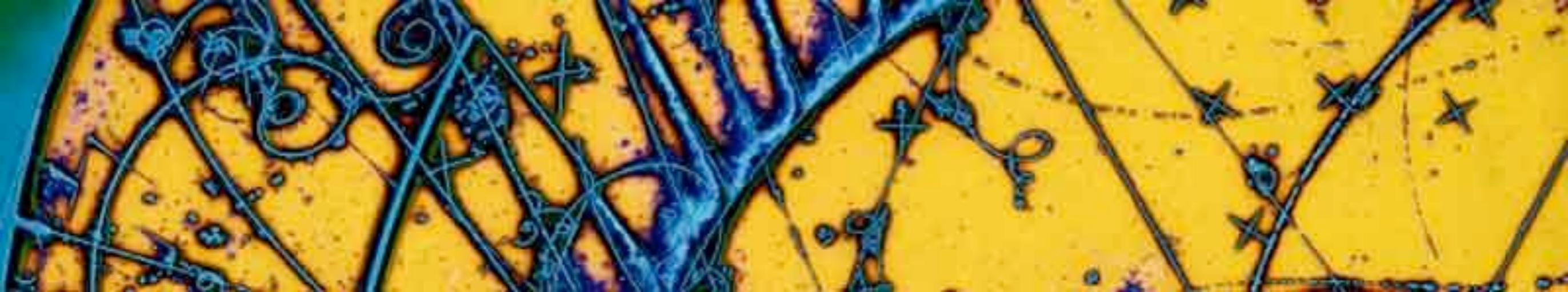


- ♦ Το GRID: Φτιάχνοντας τον ισχυρότερο ΗΥ του κόσμου!!!
- ♦ Κάθε ΗΥ του δικτύου GRID θα μπορεί να χρησιμοποιήσει ανα πάσα στιγμή:
 - * την υπολογιστική δύναμη (τους επεξεργαστές CPU),
 - * τους σκληρούς δίσκους,
 - * την μνήμη RAM κάθε άλλου ΥΗ του δικτύου.
- ♦ Όλοι μας θα έχουμε μπροστά μας... τον ισχυρότερο ΗΥ του κόσμου!



Κι όλα αυτά μόνο για το Higgs;!;!;

Άλλες κατευθύνσεις



◆ Υπερσυμμετρία!

◆ Μίνι μαύρες τρύπες!!



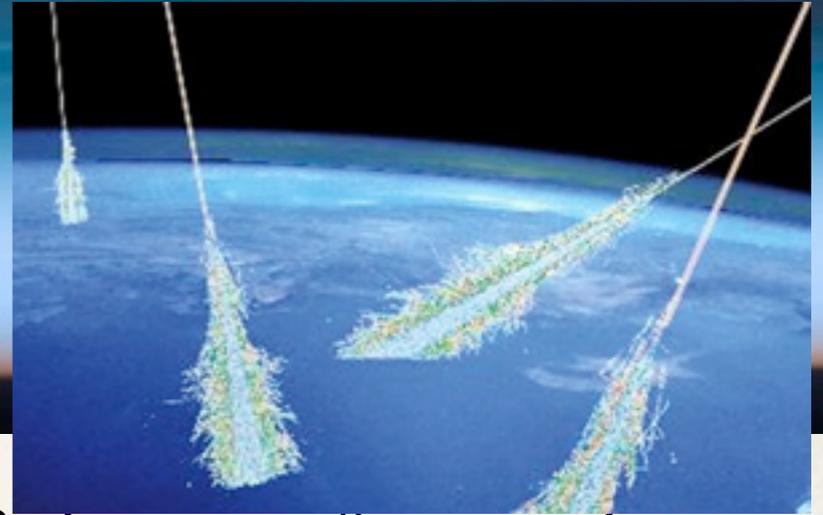
◆ Extra Διαστάσεις!!!

◆ ...ότι δεν έχει περάσει απ' το νού μας!!!!!!!!!!!!!!



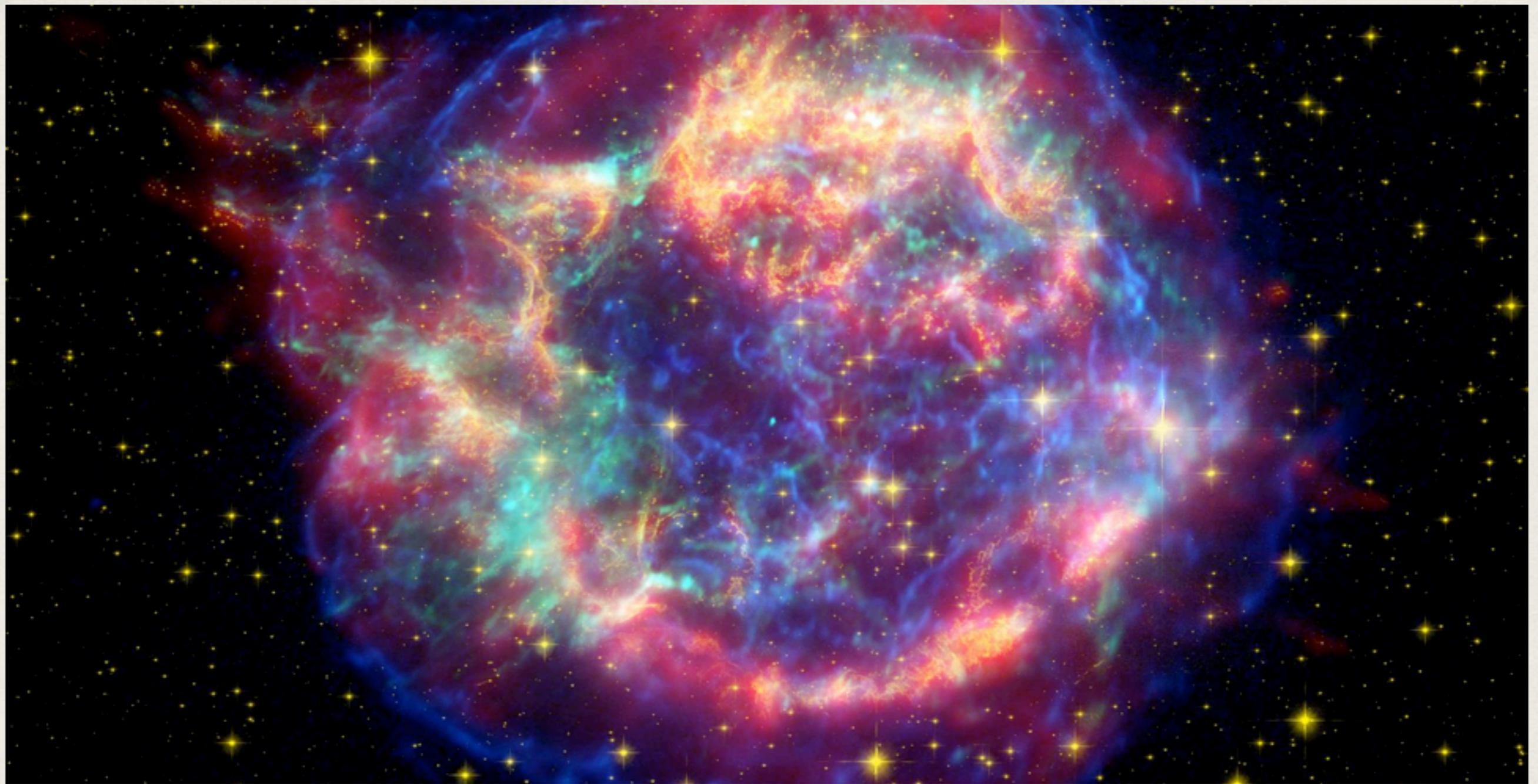
Μίνι Μαύρες Τρυπές

Πόσο επικίνδυνες πραγματικά είναι;



- ♦ Συγκρούσεις παρόμοιες με αυτές στο CERN συμβαίνουν καθημερινά και μάλιστα λίγο πάνω από το κεφάλι μας!!!
- ♦ Σωματίδια με υπερ-υψηλές ταχύτητες που διασχίζουν το διάστημα, συγκρούονται στην ατμόσφαιρα και παράγουν όλα τα σωματιδια που πασχίζουμε να δημιουργήσουμε στο CERN...
- ♦ Συνεπώς δημιουργούν και μικροσκοπικές μαύρες τρύπες.
- ♦ Αν αυτές οι μαύρες τρύπες ήταν τόσο επικίνδυνες, θα είχαν ήδη καταβροχθίσει την γη εκατομμύρια χρόνια πριν!!!
- ♦ Δεν υπάρχει λοιπόν ΚΑΝΕΝΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑ!

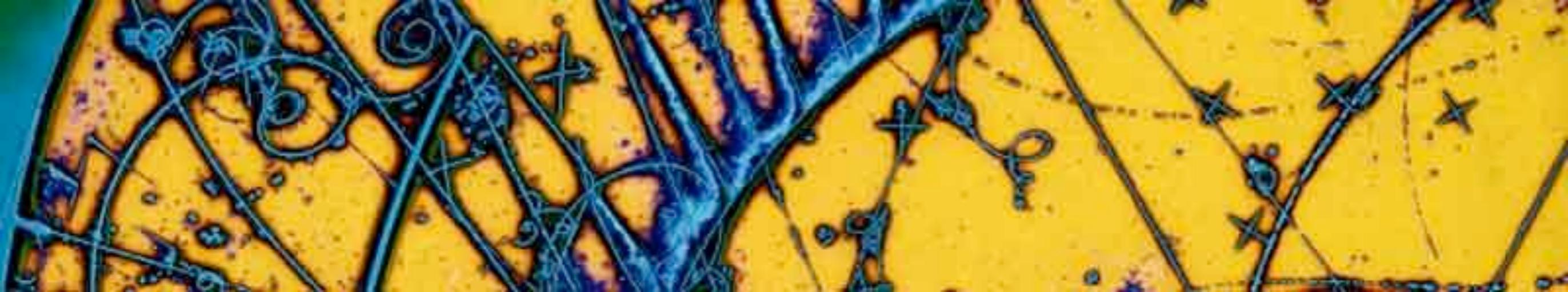




Επίλογος



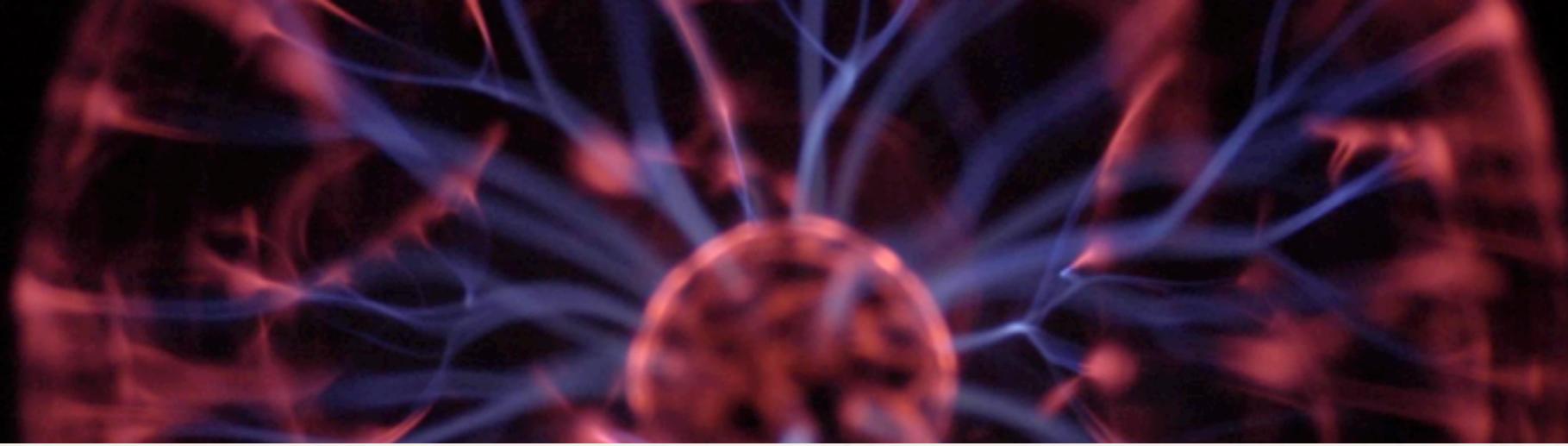
- ♦ Ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής αποτελεί το μεγαλύτερο και πιο σύνθετο μηχάνημα που έφτιαξε ποτέ ο άνθρωπος.
- ♦ Και λοιπόν;!
- ♦ Ποιά τα κέρδη που θα αποκομίσουμε απο την κατασκευή του;



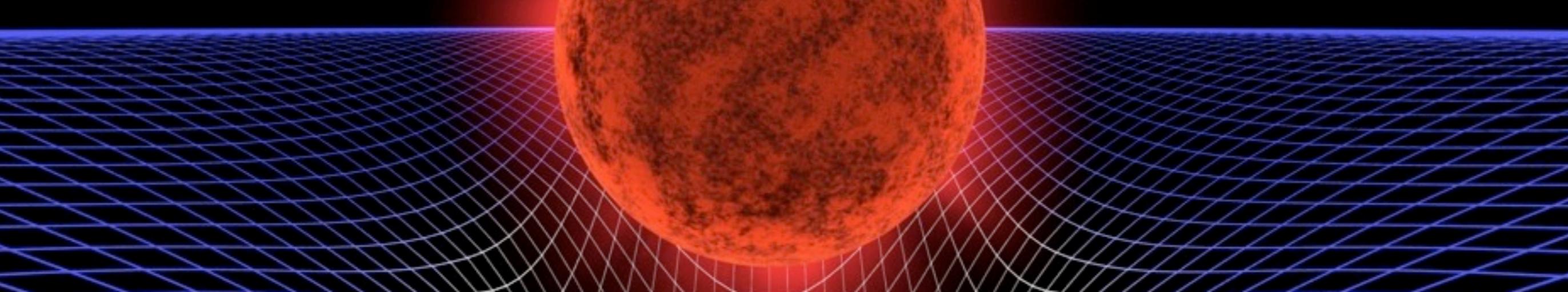
- ♦ Στο CERN γίνεται “Βασική Έρευνα”: Έρευνα βασιζόμενη στην περιέργεια.
- ♦ Στοχεύει στην εξερεύνηση των βασικών ερωτηματικών της φύσης:
 - * Τί είναι ύλη;
 - * Από πού προέρχεται;
 - * Πώς συνθέτει τα αστέρια, τους πλανήτες, τα ανθρώπινα όντα;
- ♦ Οι ερωτήσεις αυτές απασχολούν και θα απασχολούν τον ανθρωπό στους αιώνες των αιώνων.



- ♦ Γενικά, δεν γνωρίζουμε εκ των προτέρω ποιά τα οφέλη της βασικής έρευνας.
- ♦ Ωστόσο, ΌΛΕΣ οι μεγάλες ανακαλύψεις που άλλαξαν την ιστορία του ανθρώπου προήλθαν απο τη βασική έρευνα.
- ♦ Θυμηθείτε:
 - Ηλεκτρισμός.
 - Κβαντική μηχανική (Λείζερ, Τρανζίστορ, ipods, ...).
 - Θεωρία Λογικής - Μαθηματικά (Computers, Ίντερνετ, ...).



- ♦ Ενδεικτικός ο διάλογος του πρωθυπουργού της Αγγλίας με τον Faraday:
 - Πολύ ενδιαφέροντα τα όσα μας λέτε για τον ηλεκτρισμό κ. Faraday, αλλά ... σε τί οφελούν;
 - Δε γνωρίζω κύριε, όμως είμαι βέβαιος πως έσείς κάποια μέρα θα τα φορολογήσετε!!!
- ♦ Ο Faraday, ο Einstein, ο Turing και πολλοί άλλοι δεν ήξεραν ποιά τα οφέλη των εργασιών τους. Ωστόσο αυτές προκάλεσαν τις μεγαλύτερες επαναστάσεις στην ιστορία της ανθρωπότητας.



- ♦ Παρομοίως και στο CERN δεν γνωρίζουμε ούτε μπορούμε, ίσως, να φανταστούμε τα μεγαλύτερα οφέλη αυτού του προγράμματος.
- ♦ Αν ωστόσο δεν σας ικανοποιούν τα παραπάνω, θα σας έλεγα οτι πολλές από τις γνώσεις και την τεχνολογία που αναπτύχθηκε εκεί έχουν ήδη αρχίσει να βελτιώνουν τη ζωή μας.



♦ Στην ιατρική:

- * Βελτίωση των ακτινογραφικών συσκευών: Τώρα, η απορρόφηση ακτινοβολίας απο τους ιστούς είναι δέκα φορές λιγότερη.
- * Τομογράφοι με εκπομπή ποζιτρονίων για την έγκυρη διάγνωση μεταβολών σε ιστούς πριν εμφανιστούν σοβαρά συμπτώματα.
- * Δημιουργία μηχανημάτων για τον βομβαρδισμό όγκων με τεράστια ακρίβεια.



- ♦ Στις τηλεπικοινωνίες:
 - * Επαναστατικές ιδέες πάνω στη μεταφορά δεδομένων.
 - * Νέα γενιά ίντερνετ.

Κι ας μη ξεχνάμε...

**WHERE THE
WEB
WAS BORN**

In the offices of this corridor, all the fundamental technologies of the World Wide Web were developed.

Started in 1990 from a proposal made by Tim Berners-Lee in 1989, the effort was first divided between an office in building 31 of the Computing and Networking Division (CN) and one in building 2 of the Electronics and Computing for Physics Division (ECP).

In 1991 the team came together in these offices, then belonging to ECP. It was composed of two CERN staff members, Tim Berners-Lee (GB) and Robert Cailliau (BE), aided by a number of Fellows, Technical Students, a Coopérant and Summer Students.

At the end of 1994 Tim Berners-Lee left CERN to direct the WWW Consortium (W3C), a world-wide organization devoted to leading the Web to its full potential. The W3C was founded with the help of CERN, the European Commission, the Massachusetts Institute of Technology (MIT), the Institut National pour la Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), and the Advanced Research Projects Agency (ARPA).

In 1995 Tim Berners-Lee and Robert Cailliau received the ACM Software System Award for the World Wide Web. In 2004, Tim Berners-Lee was awarded the first Millenium Technology Prize by the Finnish Technology Award Foundation.

*The CERN Library
June 2004*



- ♦ Όλος ο κόσμος (επιτέλους) ενωμένος για ένα κοινό σκοπό:
 - * 10.000 επιστήμονες απο
 - * 64 χώρες συνεργάζονται για το “Μέγα Πείραμα”.

- ♦ Ένα πρότυπο διεθνούς συνεργασίας που αν μη τι άλλο μας δείχνει πως με καλή θέληση και δίχως εμμονές σε ανύπαρκτες διαφορές μπορούμε να πετύχουμε το ακατόρθωτο.



- ♦ Τα οφέλη πολλά. Σε επιστημονικό, τεχνολογικό, φιλοσοφικό επίπεδο.
- ♦ Ωστόσο, όλα έρχονται με κάποιο κόστος.
- ♦ Το συνολικό κόστος του CERN ανέρχεται στα 4.500.000.000 €.
- ♦ Αρκετά πράγματι...
- ♦ Όσα περίπου κοστίζει 1 βδομάδα του πολέμου στο Ιρακ!!!



Το ταξίδι μας τώρα αρχίζει.