

Καλώς Ορίσατε στο CERN



Το Ευρωπαϊκό Ερευνητικό Κέντρο Σωματιδιακής Φυσικής CERN - Σήμερα και στο Μέλλον...

Ευάγγελος ΓΑΖΗΣ
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
LHC - 27 km



Περιεχόμενα της Ομιλίας

- **Τί είναι το CERN και ποιά η αποστολή του**
- **Οι διαστάσεις του (μικρο-) κόσμου**
- **Πού βρισκόμαστε σήμερα?**
- **Γιατί συνεχώς πιο μεγάλη ενέργεια στις δέσμες των σωματιδίων?**

- **Μεγάλα αναπάντητα ερωτήματα στη Φυσική - Νέες ιδέες**
- **Οι επιταχυντές στο CERN**
- **Ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής LHC**
- **Τα πειράματα στον επιταχυντή LHC**
- **Αποτελέσματα Φυσικής - Το Μποζόνιο HIGGS**

- **Συμπεράσματα**

Η Αποστολή του CERN

- ❑ **Πρωθεί** το μέτωπο της ΓΝΩΣΗΣ
π.χ. Τα μυστικά της **Μεγάλης Έκρηξης** ... πώς είναι η ύλη μέσα στις πρώτες στιγμές της ύπαρξης του Σύμπαντος?
- ❑ **Αναπτύσσει** ΝΕΑ Τεχνολογία για **Επιταχυντές και Ανιχνευτές**.
Πληροφορική - Web και GRID
Ιατρική - Διάγνωση και Θεραπεία
- ❑ **Εκπαιδεύει** τους επιστήμονες και τους μηχανικούς του αύριο
- ❑ **Ενώνει** τους ανθρώπους από διαφορετικές χώρες και πολιτισμούς

CERN: ιδρύθηκε το 1954: 12 Ευρωπαϊκά Κράτη

“Science for Peace”

Σήμερα: 21 Κράτη Μέλη

~ 2300 Μόνιμο Προσωπικό
~ 1300 Προσωρινό Προσωπικό
~ 12000 Επισκέπτες-Συνεργάτες
Προϋπολογισμός (2015) ~1000 MCHF

Κράτη Μέλη: Austria, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Israel, Italy, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom

Υποψήφια Κράτη Μέλη: Romania, Serbia

Αναπληρωματικά Κράτη Μέλη: Pakistan, Turkey, Cyprus

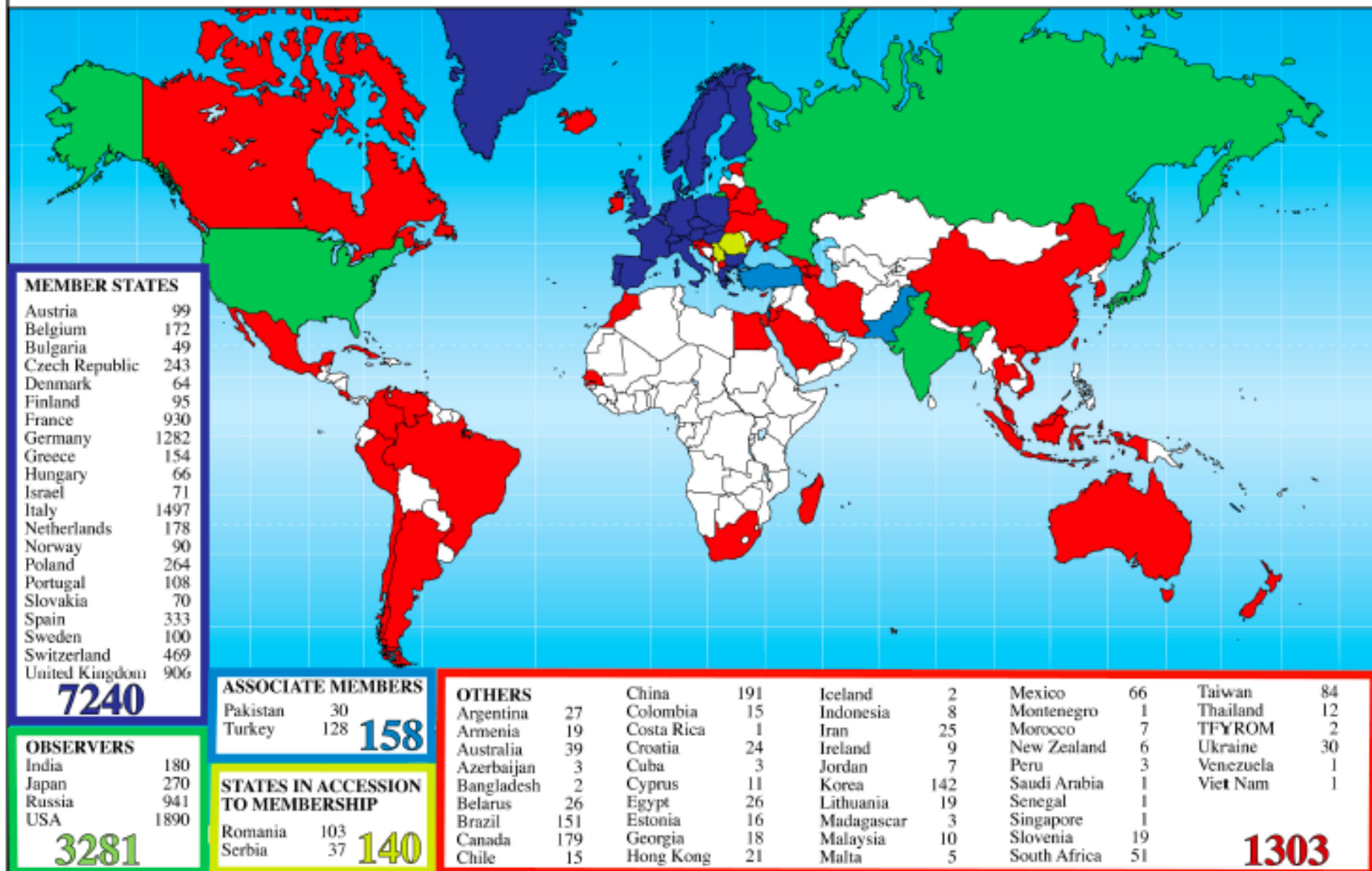
Υποψήφια Αναπληρωματικά: Azerbaijan, Brazil, Croatia, India, Russia, Slovenia, Ukraine

Παρατηρητές: India, Japan, Russia, United States of America; European Union, JINR and UNESCO

CERN / 30 May 2016

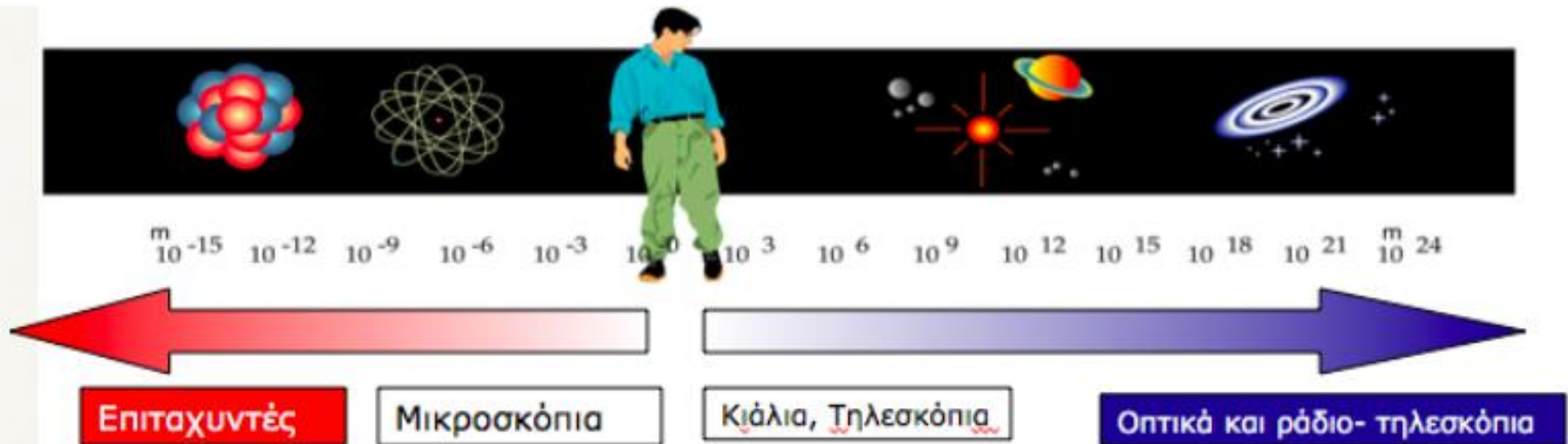
Η Επιστήμη γίνεται Παγκόσμια

Distribution of All CERN Users by Location of Institute on 21 September 2015



Οι Διαστάσεις του (μικρο-)κόσμου

Η σωματιδιακή φυσική ερευνά την ύλη στις μικρότερες δυνατές διαστάσεις της:



**ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΚΑΙ
ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ**

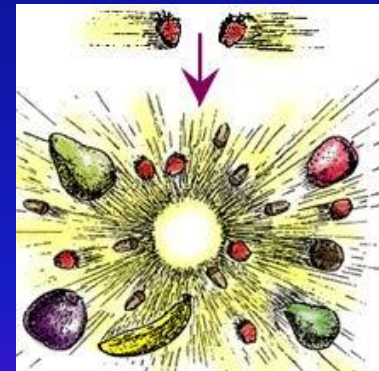
ΑΣΤΡΟΦΥΣΙΚΗ, ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΑ

ΤΑ ΔΥΟ ΜΕΓΑΛΑ ΜΕΤΩΠΑ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

→ ΑΣΤΡΟ-ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΗ ΦΥΣΙΚΗ!!

Γιατί πιο μεγάλη ενέργεια?

- ◆ Η αρχή της γένεσης του Σύμπαντος (**ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ**) προϋποθέτει τη συγκέντρωση μέγιστης ενέργειας σε ελάχιστο χώρο και χρόνο. Με την πάροδο του χρόνου η ενέργεια ελαττώνεται και μεταμορφώνεται σε ύλη.
- ◆ Οι επιταχυντές παρέχουν **φορτισμένα σωματίδια με υψηλή κινητική ενέργεια**, οι συγκρούσεις των οποίων δημιουργούν συνθήκες ενέργειας και ύλης πολύ κοντά στη ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΡΗΞΗ, για την ακρίβεια μερικά εκατομμυριοστά του ΠΡΩΤΟΥ δευτερολέπτου, μετά την μεγάλη έκρηξη.
- ◆ Για να αυξηθεί η ενέργεια των σωματιδίων της δέσμης, εφαρμόζονται ισχυρά **ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία** που τα επιταχύνουν και συγχρόνως τα εστιάζουν.
- ◆ Οι επιταχυντές έχουν είτε κυκλική μορφή (**ΚΥΚΛΙΚΟΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΕΣ**), όπου τα σωματίδια της δέσμης επιταχύνονται διαγράφοντας επαναλαμβανόμενες κυκλικές τροχιές, είτε ευθεία γραμμή (**ΓΡΑΜΜΙΚΟΙ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΕΣ**), όπου η δέσμη ταξιδεύει από την μια άκρη στην άλλη.
- ◆ Οι ανιχνευτές ανιχνεύουν/συλλαμβάνουν τα σωματίδια παράγονται στις συγκρούσεις, προκειμένου να διερευνηθούν οι δομικοί λίθοι των νουκλεονίων και οι δομικοί λίθοι των νουκλεονίων λεπτόνια.

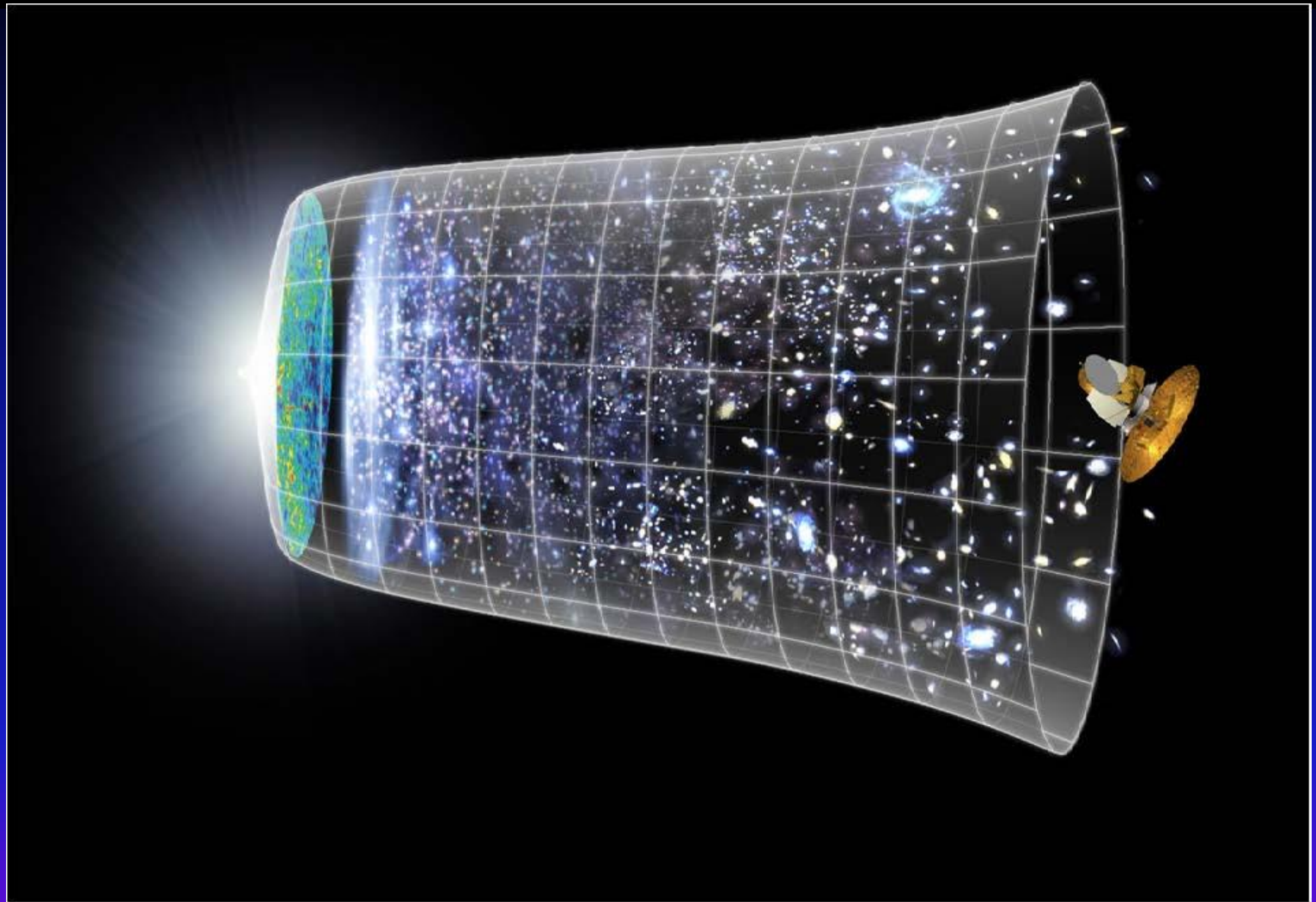


Σχέση του Einstein

$$E = mc^2 \Rightarrow m = E/c^2$$

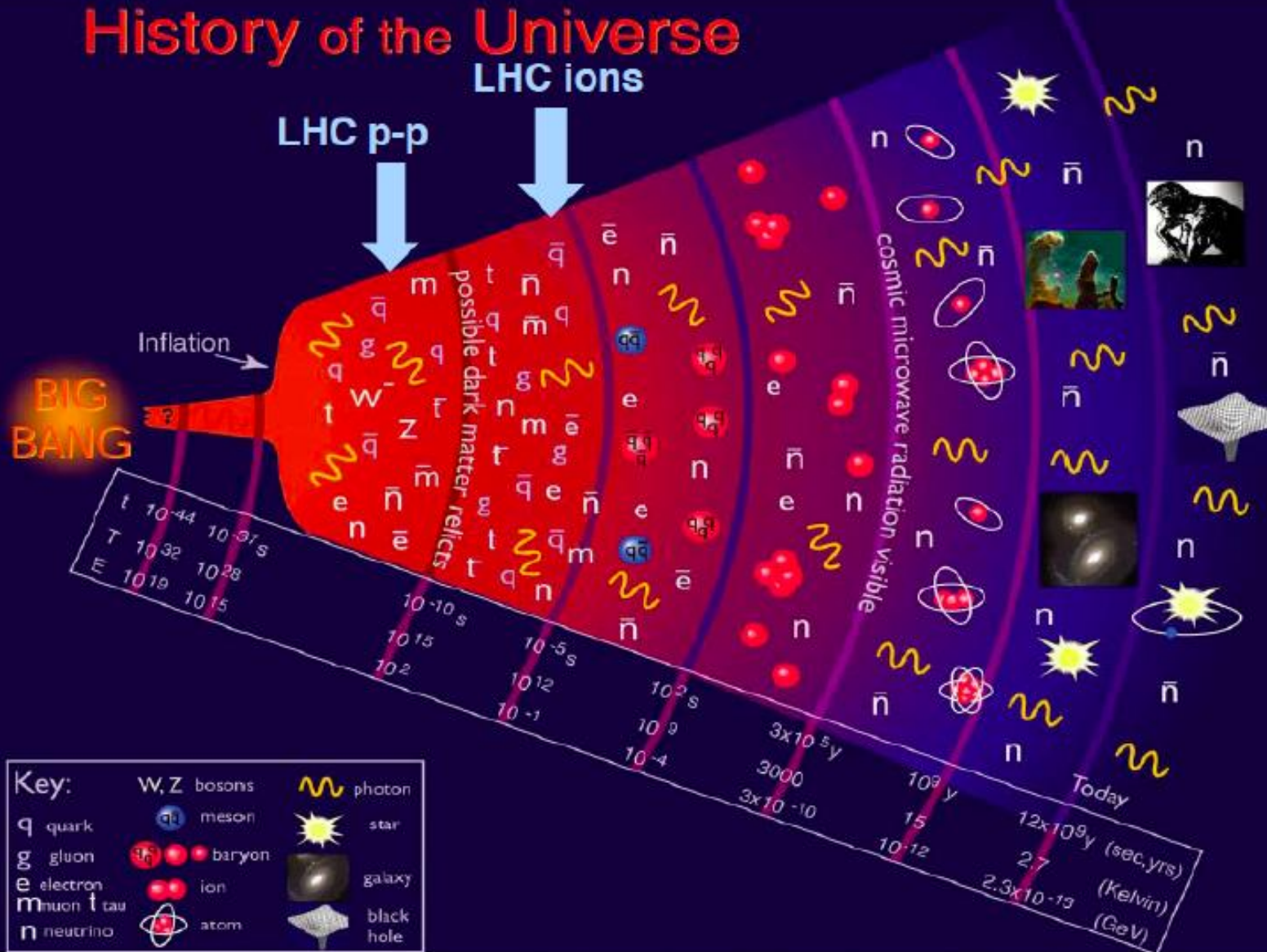
Η Εξέλιξη του Σύμπαντος

Μεγάλη
Έκρηξη



10²⁸ cm → Σήμερα

Η ΕΞΕΛΙΞΗ του Σύμπαντος



Μεγάλα και Αναπάντητα Ερωτήματα

Ποιά είναι η προέλευση της μάζας ?

Γιατί δεν υπάρχει ισοδύναμη αντι-ύλη?

Τί είναι η αθέατη ή σκοτεινή ύλη?

Ενώνονται όλες οι δυνάμεις μαζί?

Υπάρχει Υπερσυμμετρία?

Υπάρχουν άλλα είδη δυνάμεων?

Υπάρχει το σωματίδιο higgs?



**Το LHC θα
βοηθήσει να
απαντηθούν
τέτοιες
ερωτήσεις**



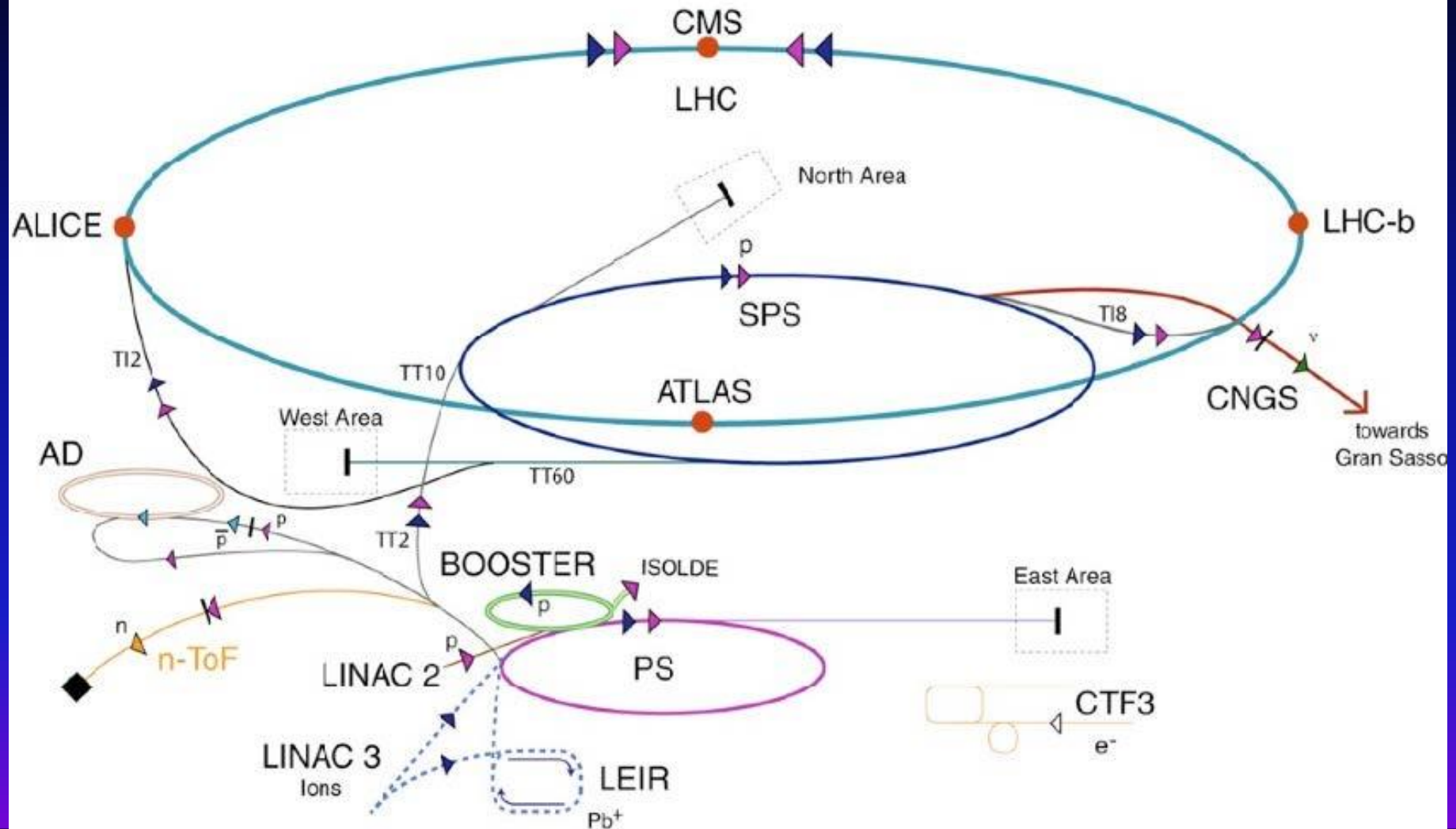
Αρχίζοντας το 1954



**Μέσα της δεκαετίας του '50,
ο πρώτος επιταχυντής το
ΣΥΓΧΡΟ-ΚΥΚΛΟΤΡΟΝ φτάνει
στις τότε εγκαταστάσεις του
CERN . . .**

Το σύμπλεγμα ~20 επιταχυντών του CERN ΣΗΜΕΡΑ

Accelerator chain of CERN (operating or approved projects)



- ▶ protons
- ▶ ions
- ▶ neutrons

- ▶ antiprotons
- ▶ electrons
- ▶ neutrinos

- AD Antiproton Decelerator
- PS Proton Synchrotron
- SPS Super Proton Synchrotron

- LHC Large Hadron Collider
- n-ToF Neutron Time of Flight
- CNGS CERN Neutrinos Gran Sasso

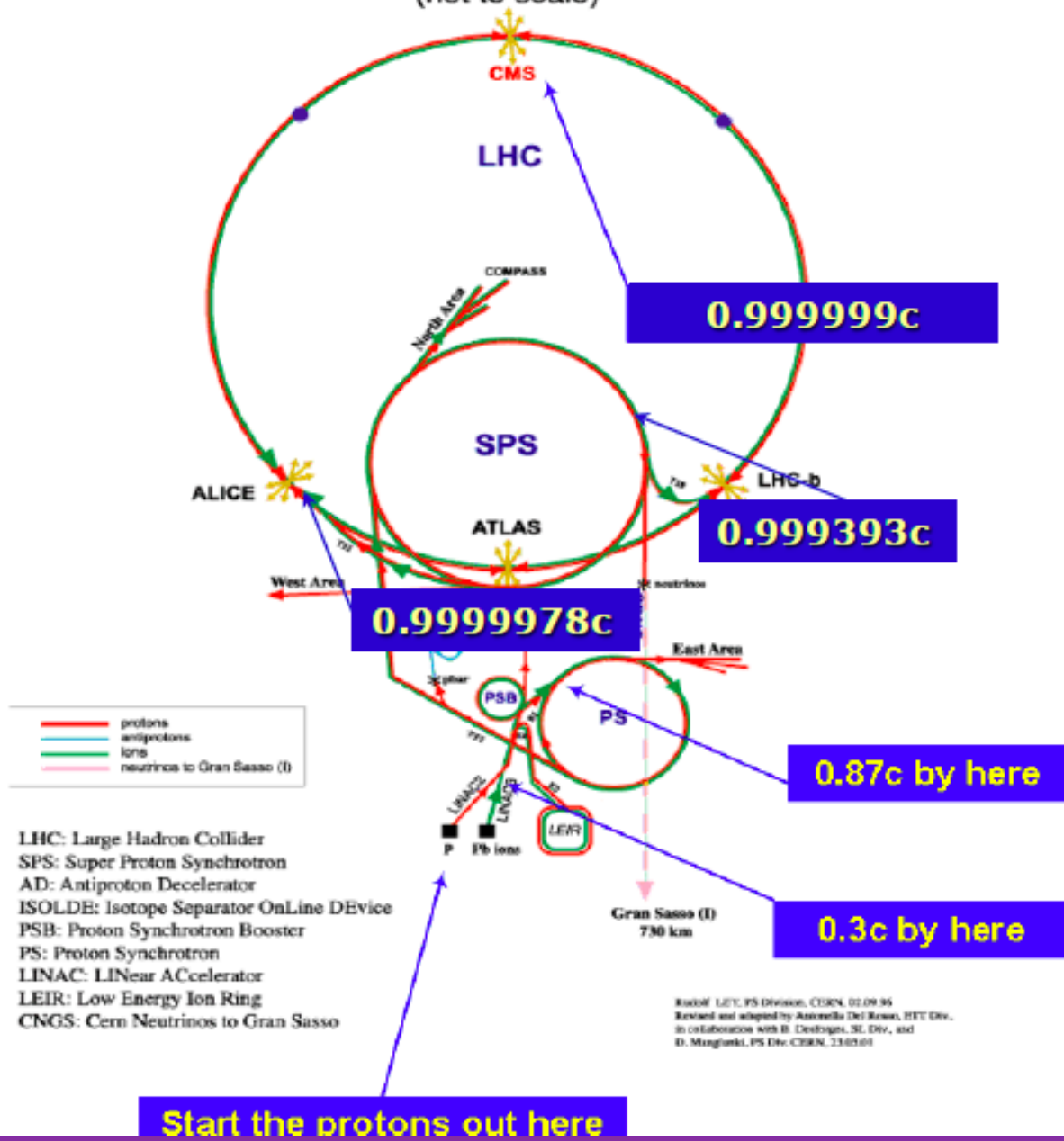
CTF3 CLIC Test Facility 3

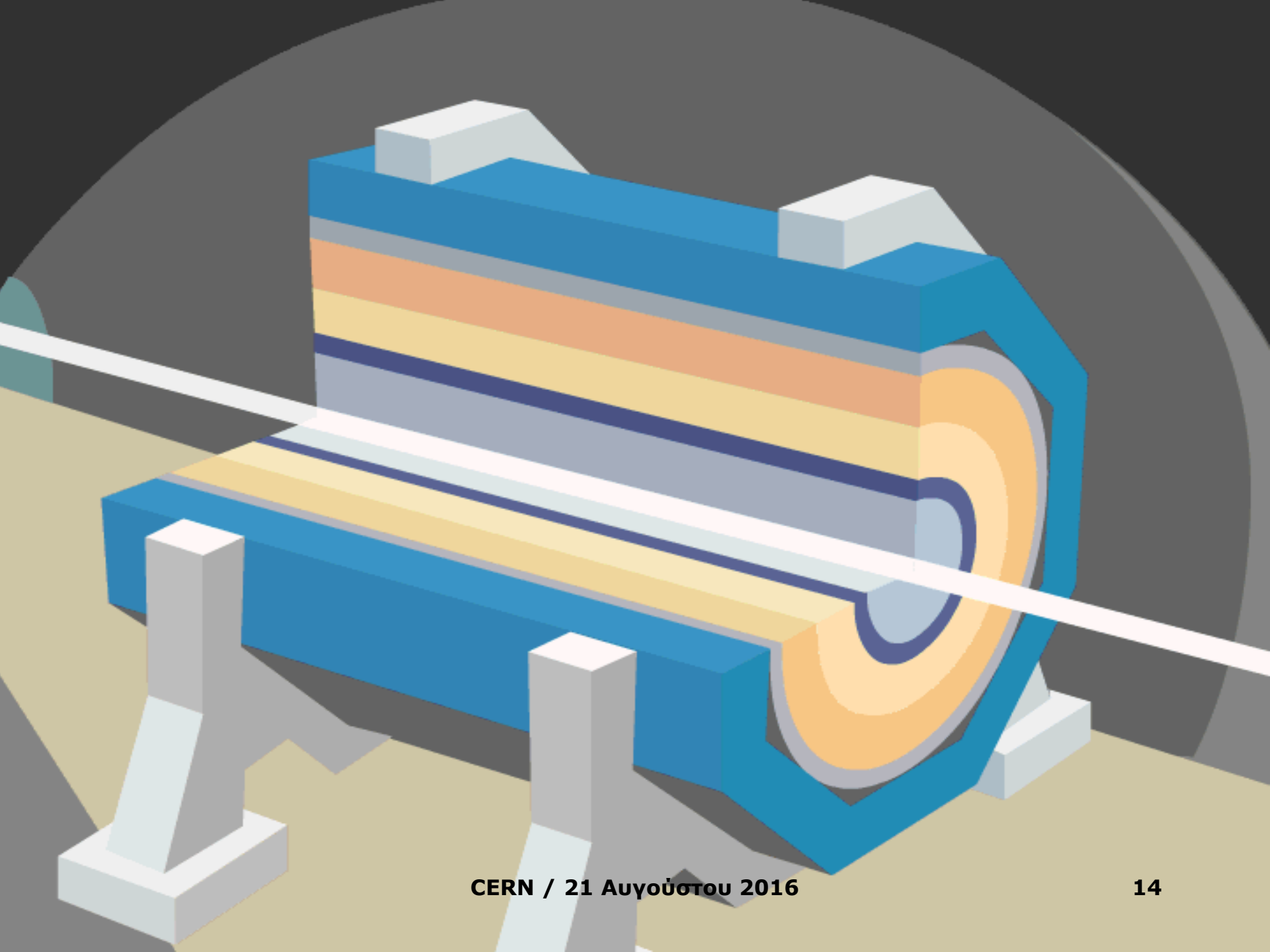


Επιταχυντές για εισαγωγή δέσμης στον LHC

- Linac2 (p, 50 MeV, 1978)
- PSB (1.4 GeV, 1972)
- PS (28 GeV, 1959)
- SPS (450 GeV, 1976)

CERN Accelerators (not to scale)







CMS



LHCb



ATLAS



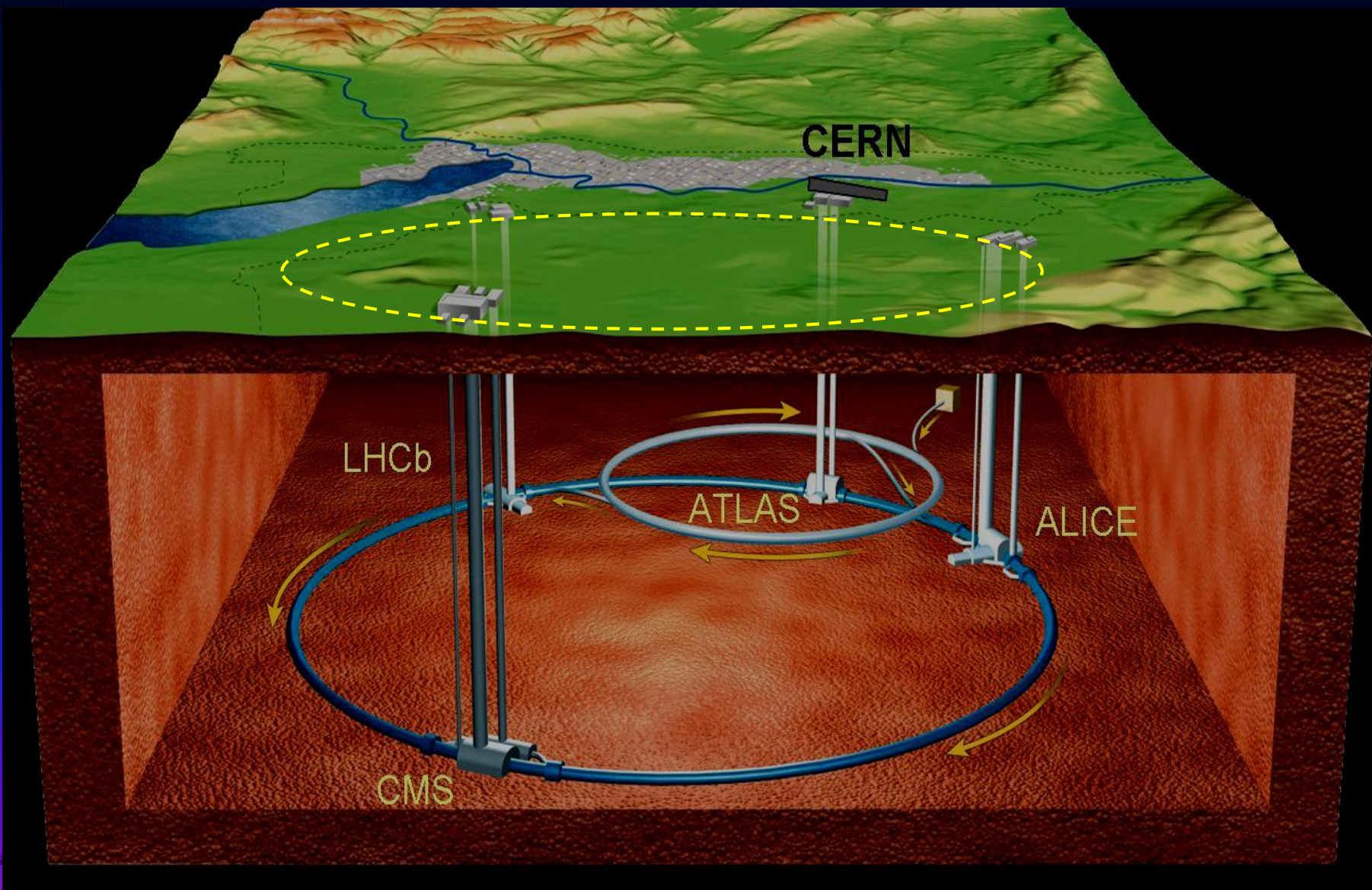
LHC ring:
27 km circumference



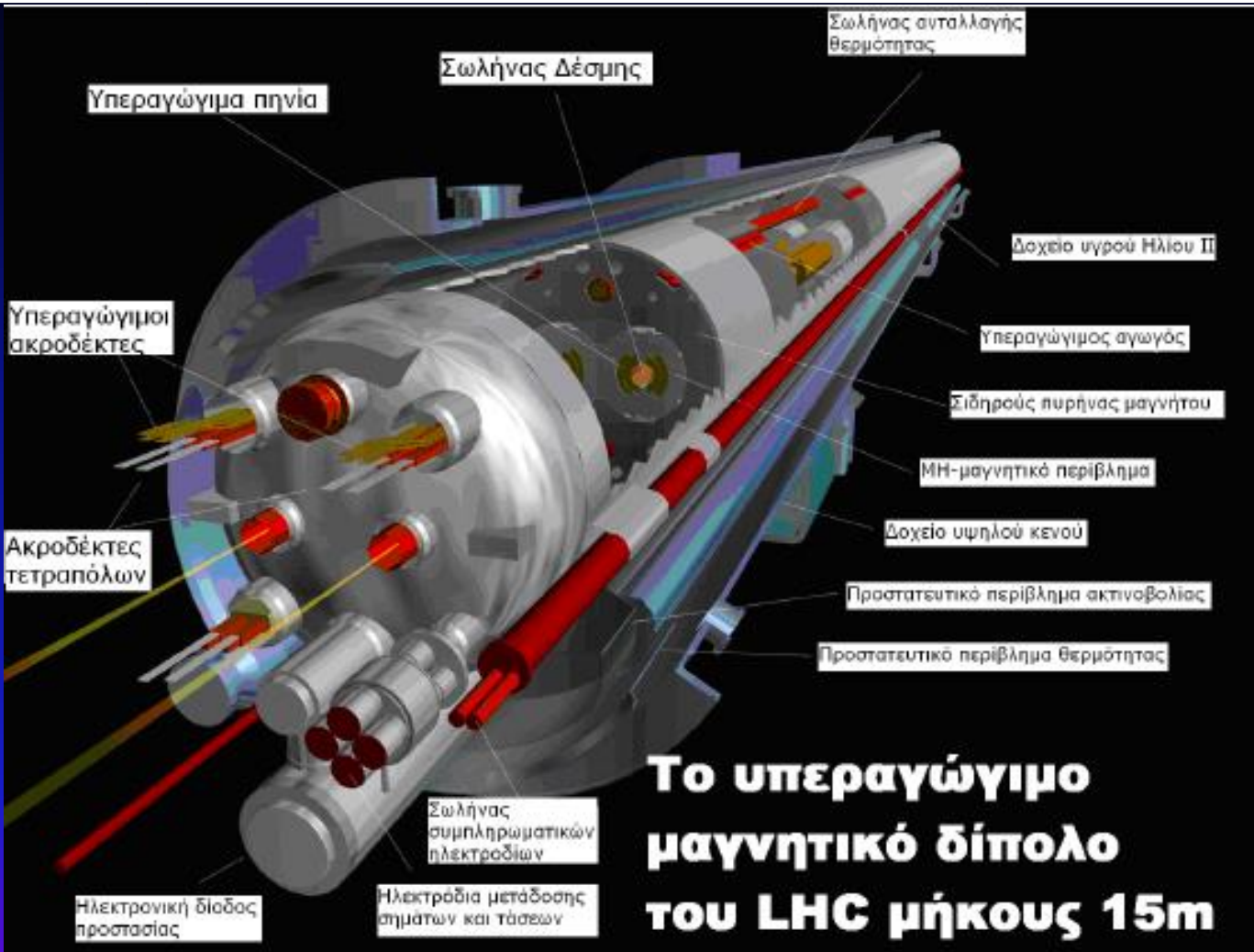
ALICE



LHC – Large Hadron Collider



Ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής LHC

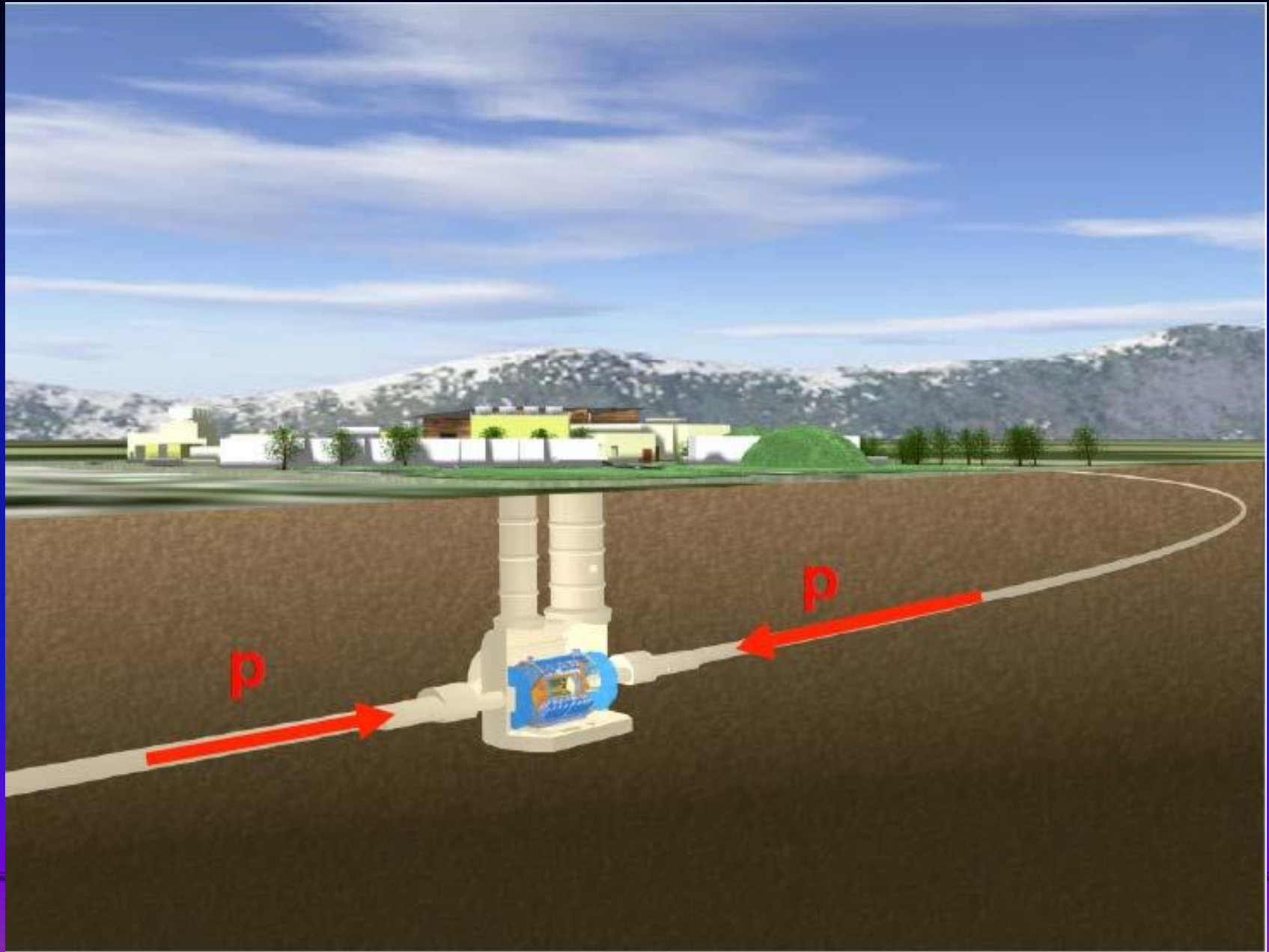


1238 υπεραγωγίμα μαγνητικά δίπολα, βάρους **35 τόνων** το καθένα κατασκευάστηκαν και συναρμολογήθηκαν για τον Μεγάλο Αδρονικό Επιταχυντή, με περίμετρο **27 χιλιόμετρα!**

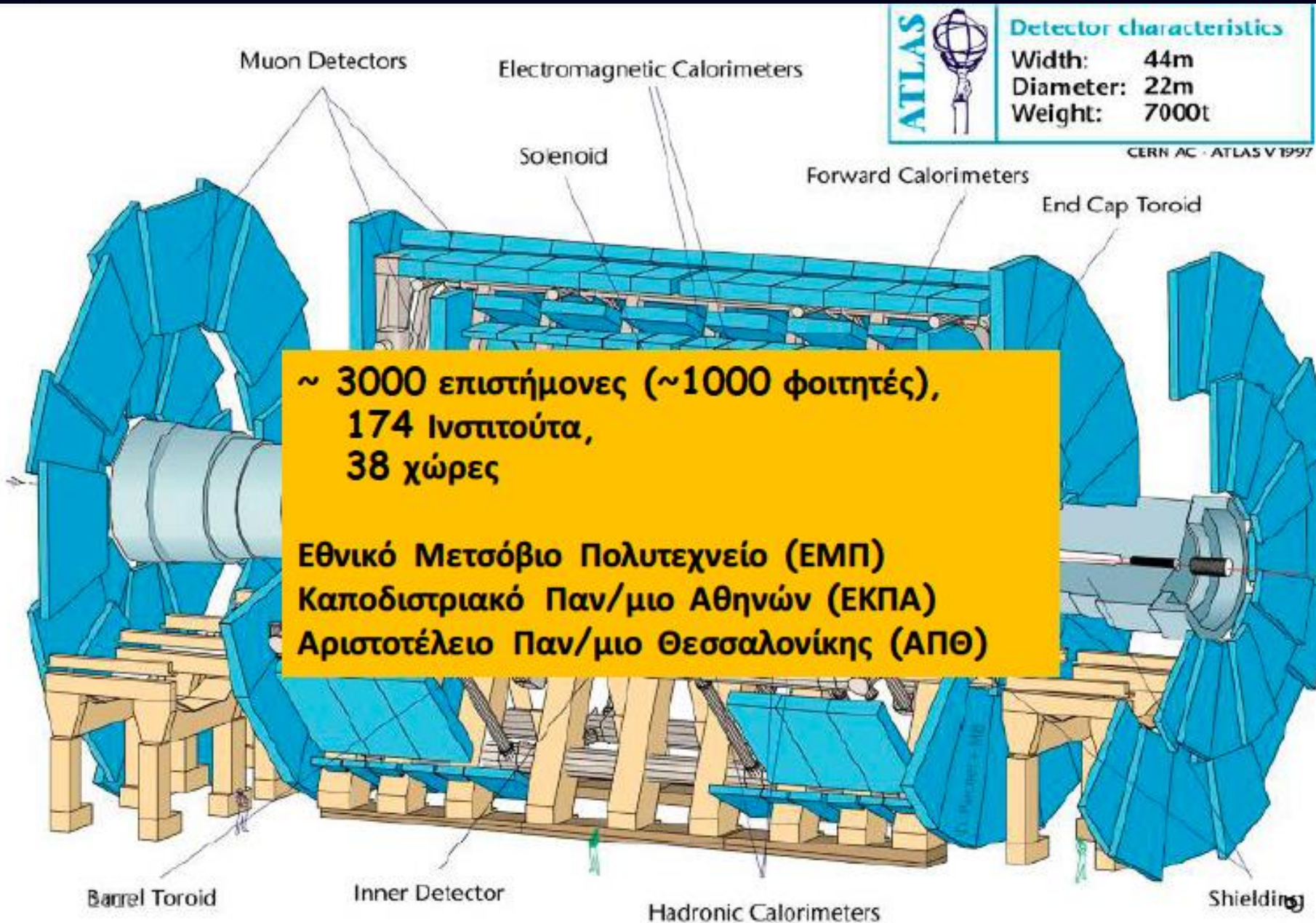
Αν χρησιμοποιούσαμε συμβατικούς μαγνήτες θα χρειαζόμασταν περίμετρο επιταχυντού με **120 χιλιόμετρα !!!** για να έχουμε την ίδια τελική ενέργεια.



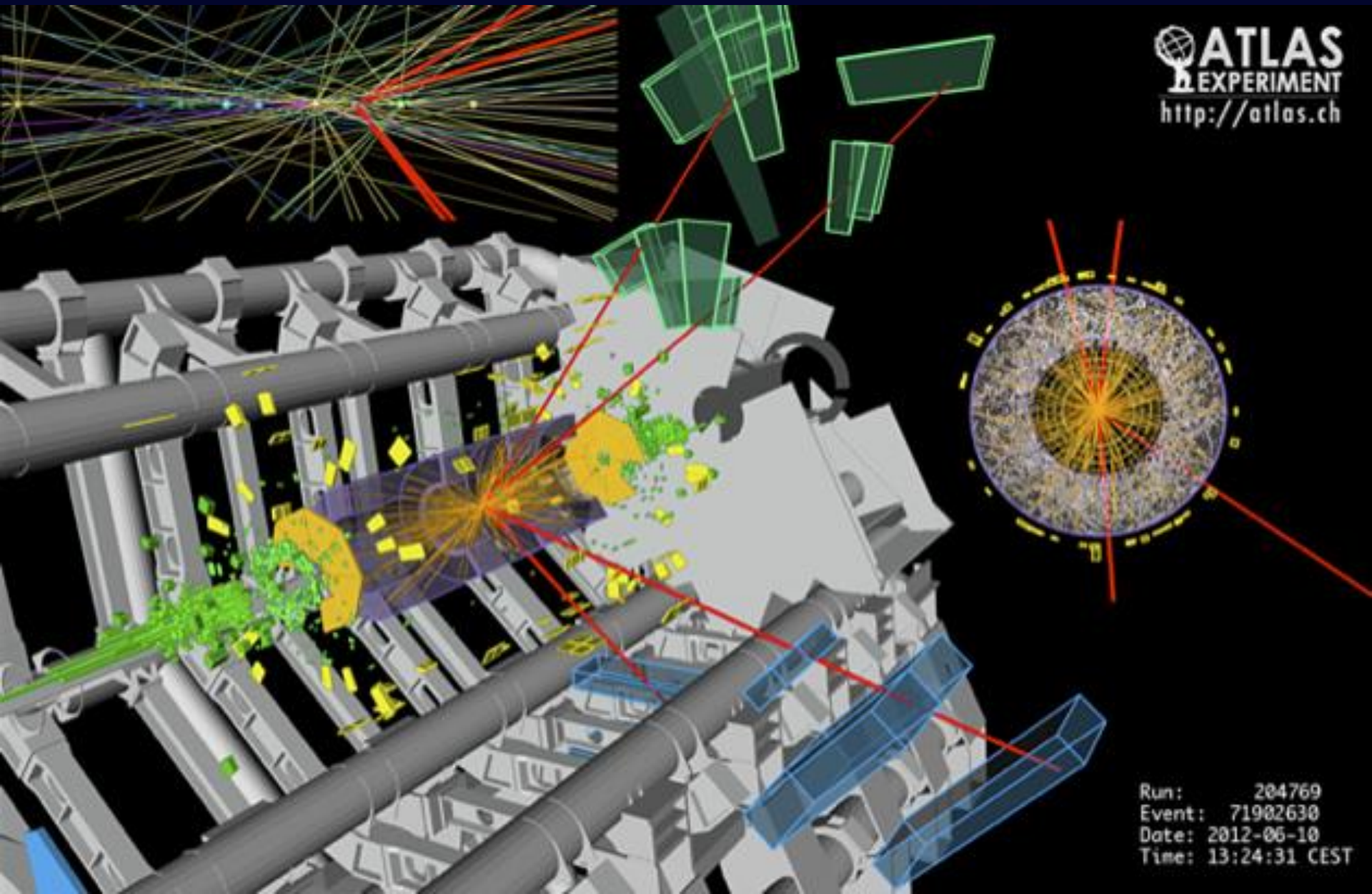
Πείραμα ATLAS – Large Hadron Collider



Πείραμα ATLAS – Large Hadron Collider

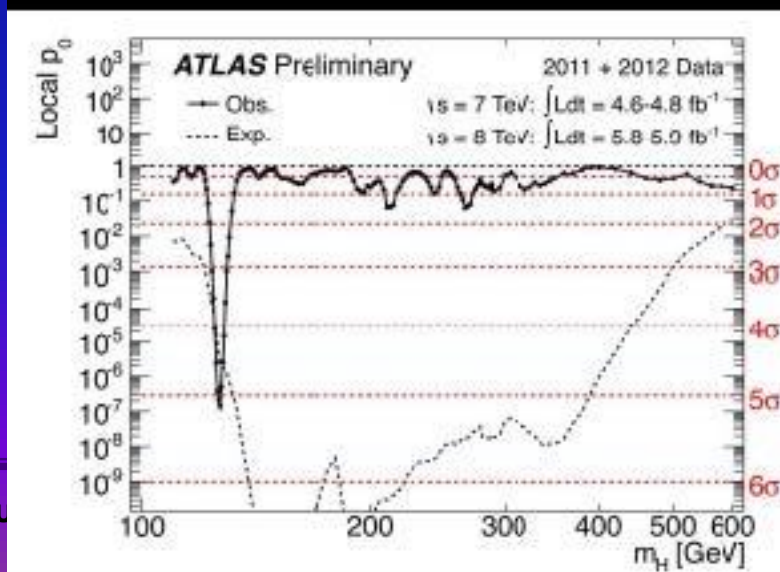
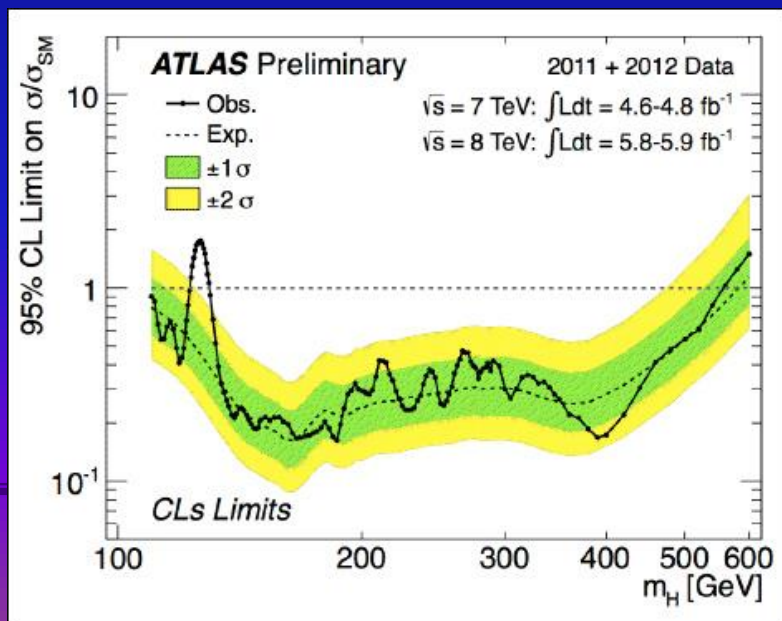
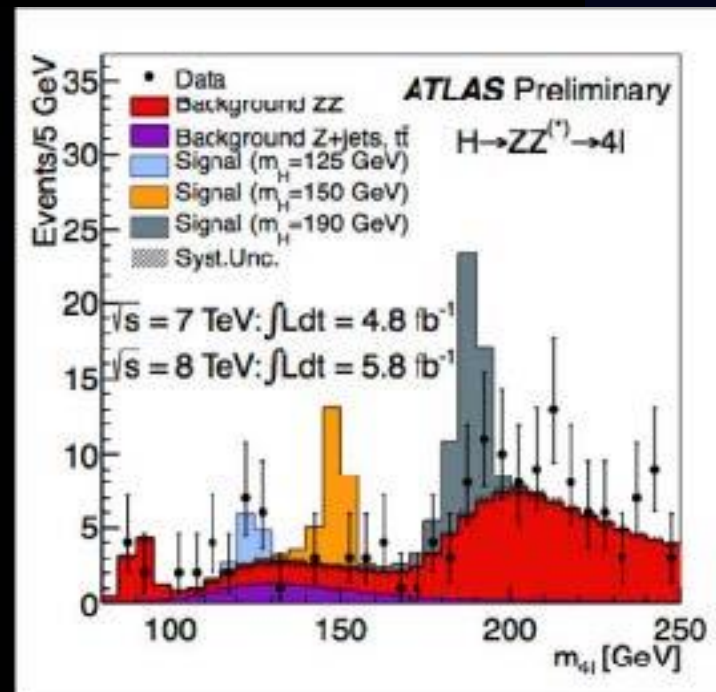


Υποψήφιο Γεγονός Μποζόνιο Higgs



Αναζήτηση του Μποζονίου Higgs

- Ανακατασκευή της αναλλοίωτης μάζας του μποζονίου Higgs
- Αναζήτηση κορυφών πάνω από το υπόβαθρο άλλων αντιδράσεων: 1, 2, 3
- Στατιστική ανάλυση για την ανεύρεση της σπουδαιότητας της εξέχουσας: 3 κορυφές
- Μάζα Higgs = $125.5 \pm 0.4 \text{ GeV}$



2013 NOBEL PRIZE IN PHYSICS

François Englert
Peter W. Higgs



© The Nobel Foundation. Photo: Lovisa Engblom.

Το βραβείο Nobel Φυσικής του 2013 απονέμεται από κοινού στους **François Englert** και **Peter W. Higgs**

«για την θεωρητική ανακάλυψη του μηχανισμού που συνεισφέρει για την κατανόηση της προέλευσης της μάζας των υποατομικών σωματιδίων, και ο οποίος επαληθεύτηκε πρόσφατα με την ανακάλυψη **παραγόμενου θεμελιώδους σωματιδίου**, στα πειράματα **ATLAS** και **CMS** στον Μεγάλο Αδρονικό Επιταχυντή του **CERN**»