



LHC Large Hadron Collider

386

Ch. de Maisonnex-L

Square Galileo Galilei



Meyrin
CERN

Ch. de Maisonnex-Dess



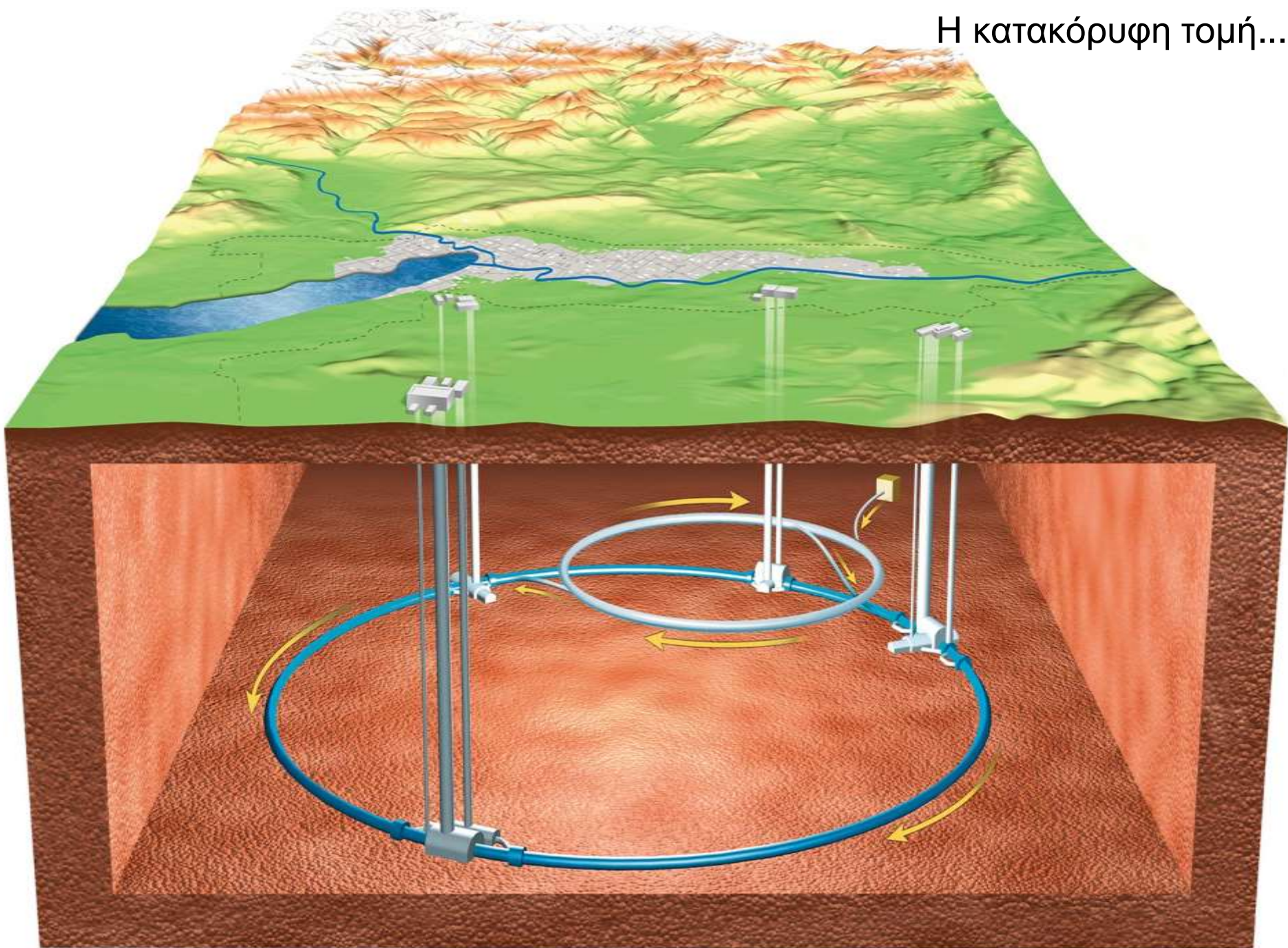
Το CERN γεννήθηκε στη Γενεύη της Ελβετίας το 1954 από 12 ευρωπαϊκές χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα.

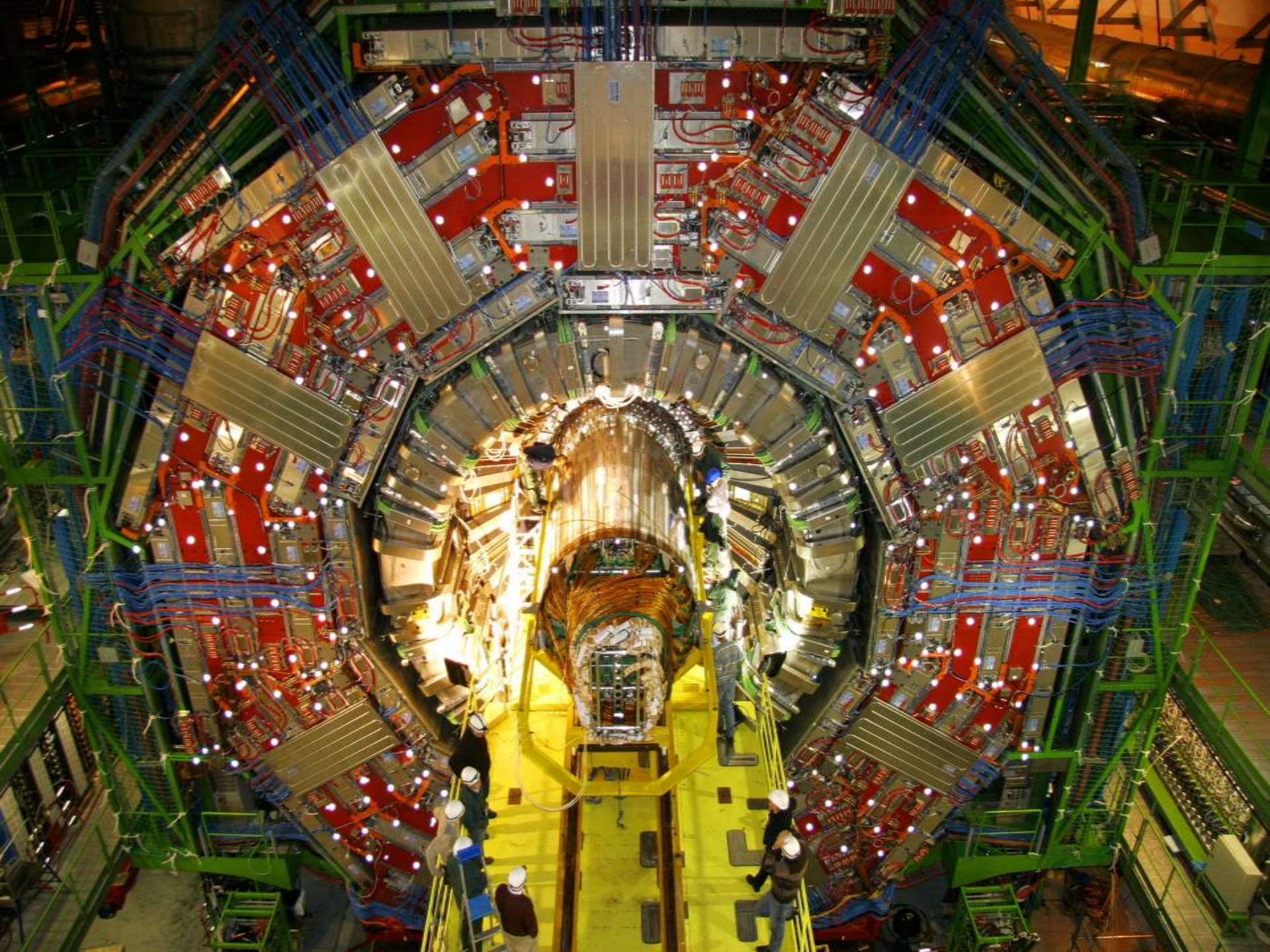
Σήμερα, απαρτίζεται από 20 κράτη – μέλη (τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τις ΗΠΑ, Ινδία, Ισραήλ, Ρωσία, Ιαπωνία, Τουρκία και την UNESCO).

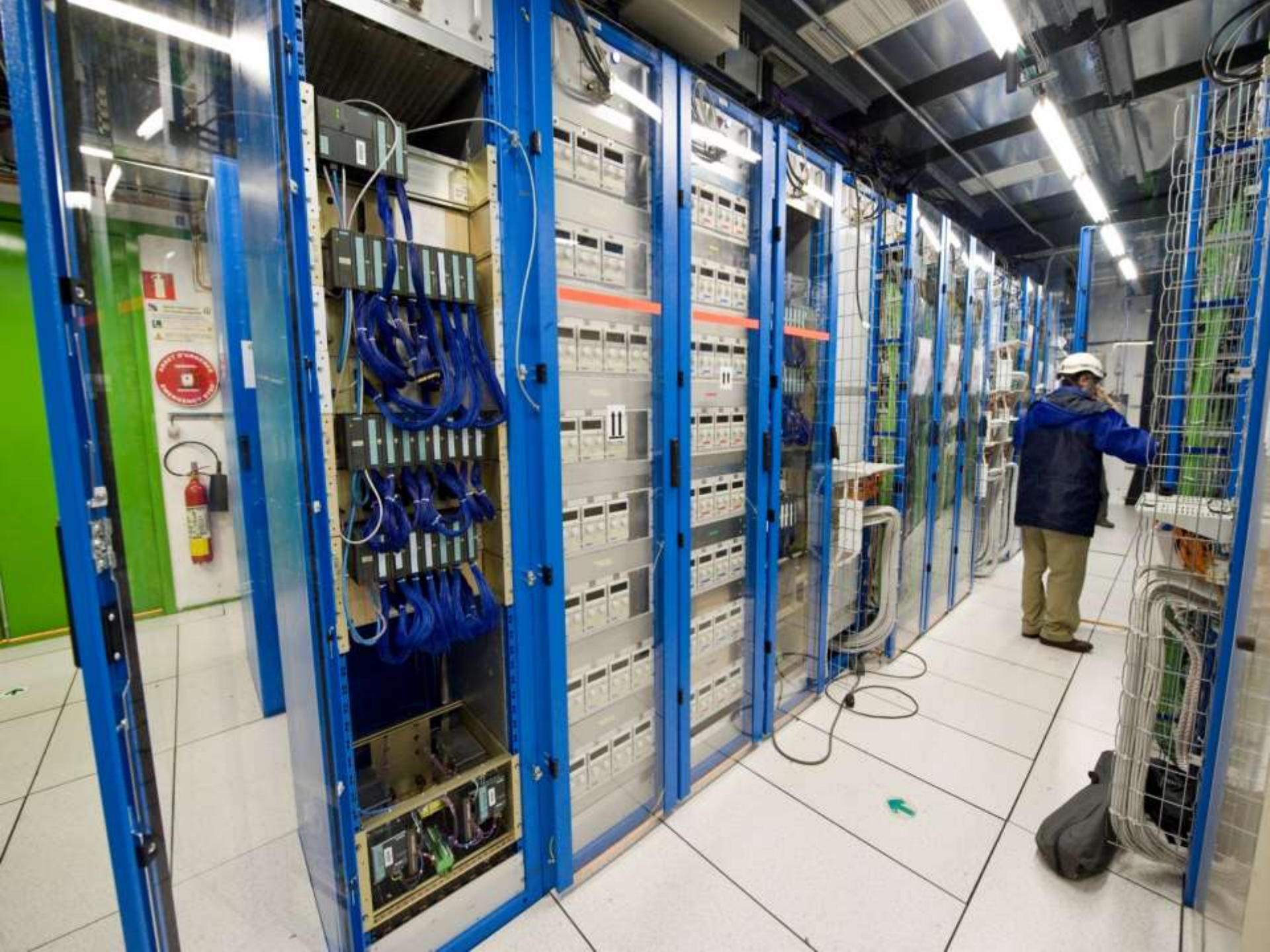
Τα ιδρυτικά μέλη

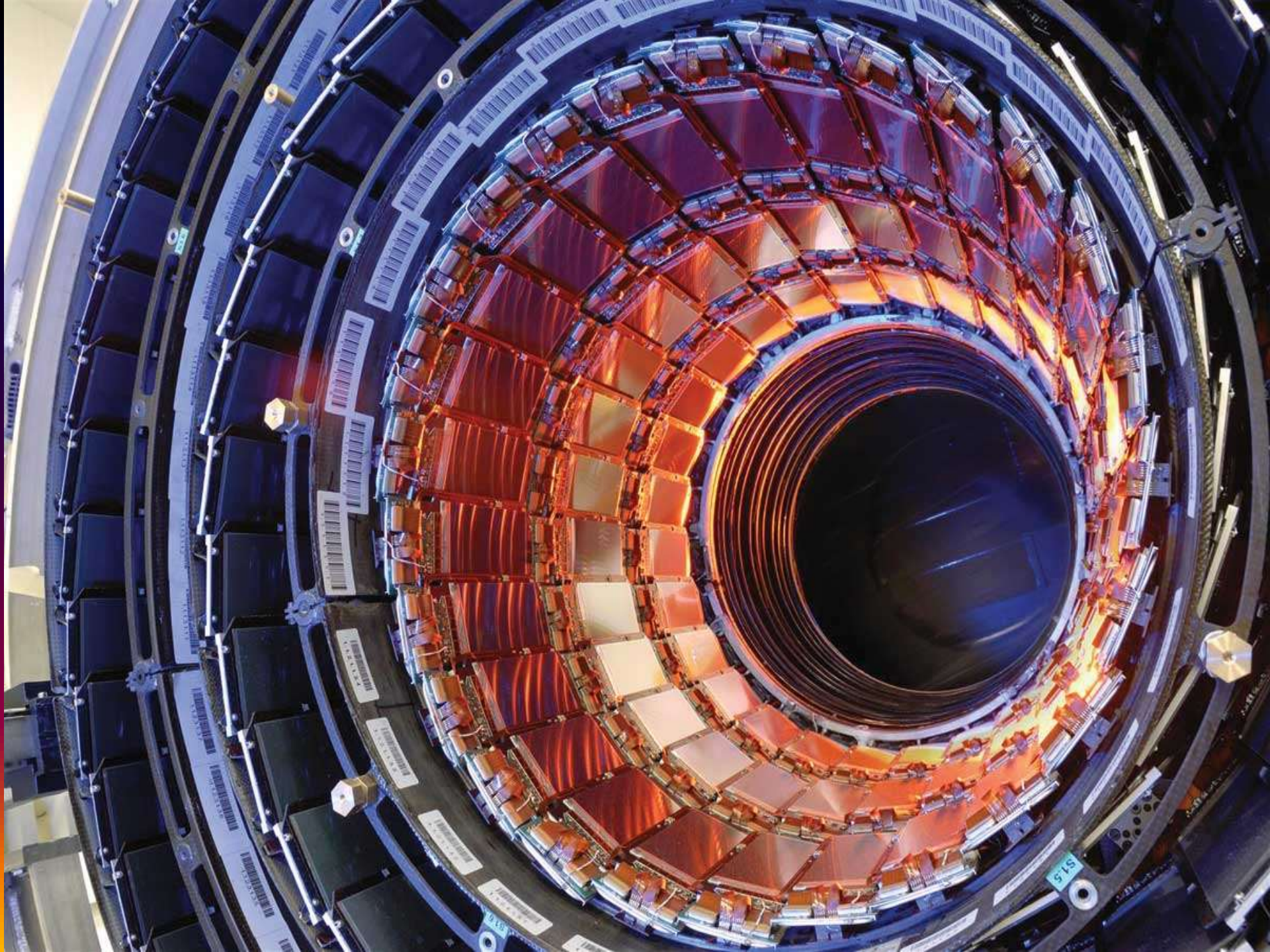


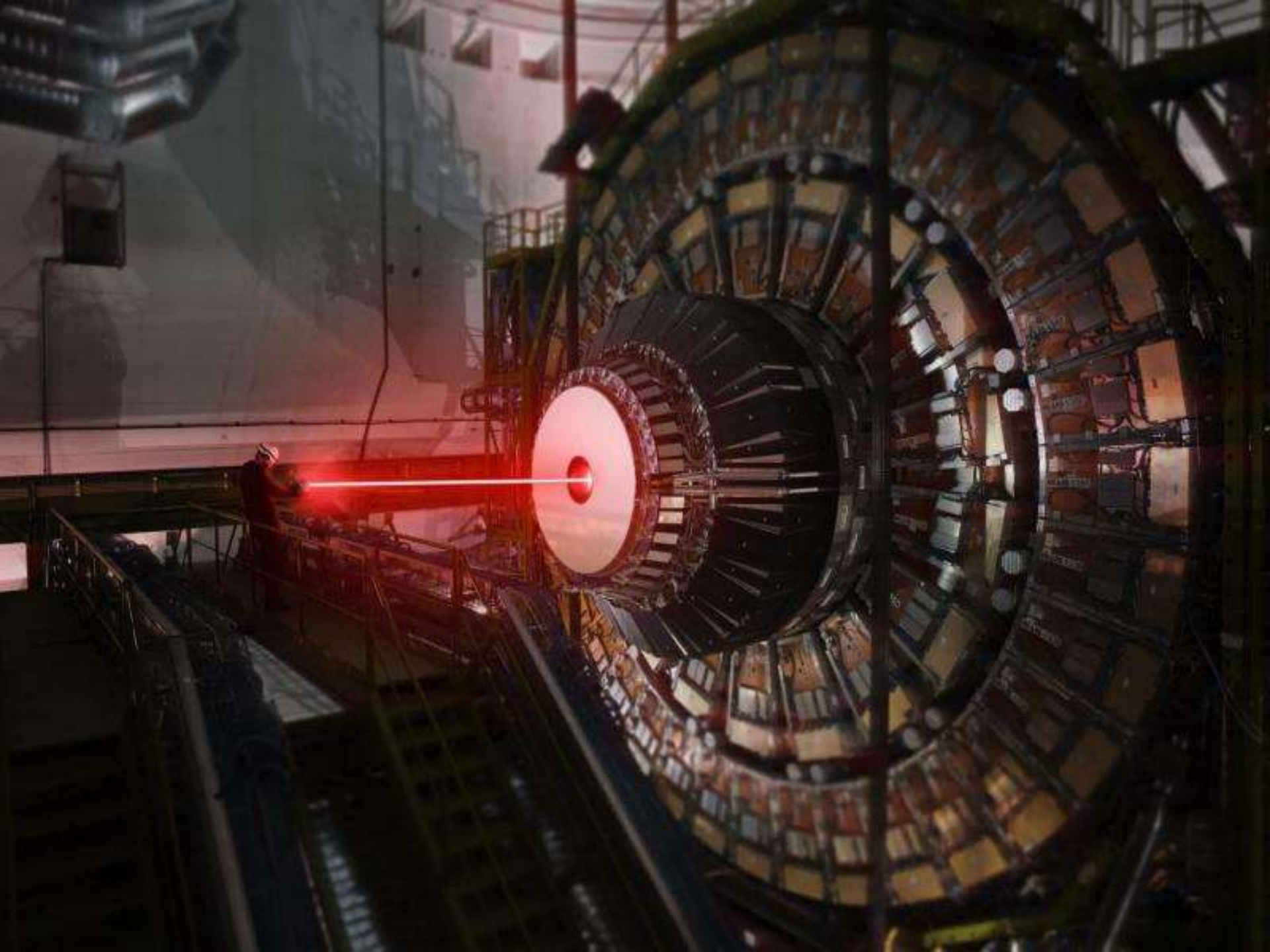
Η κατακόρυφη τομή...













Η Φυσική των σωματιδίων
εξετάζει τη φύση στη
μικρότερη διάστασή της



Η Αστροφυσική
εξετάζει τη φύση στη
μεγαλύτερη διάστασή της

10^{-15} 10^{-12} 10^{-9} 10^{-6} 10^{-3} 10^0 10^3 10^6 10^9 10^{12} 10^{15} 10^{18} 10^{21} 10^{24} m

Μικροσκόπια

Κιάλια

Οπτικά τηλεσκόπια
Ραδιοτηλεσκόπια

Γυμνό μάτι

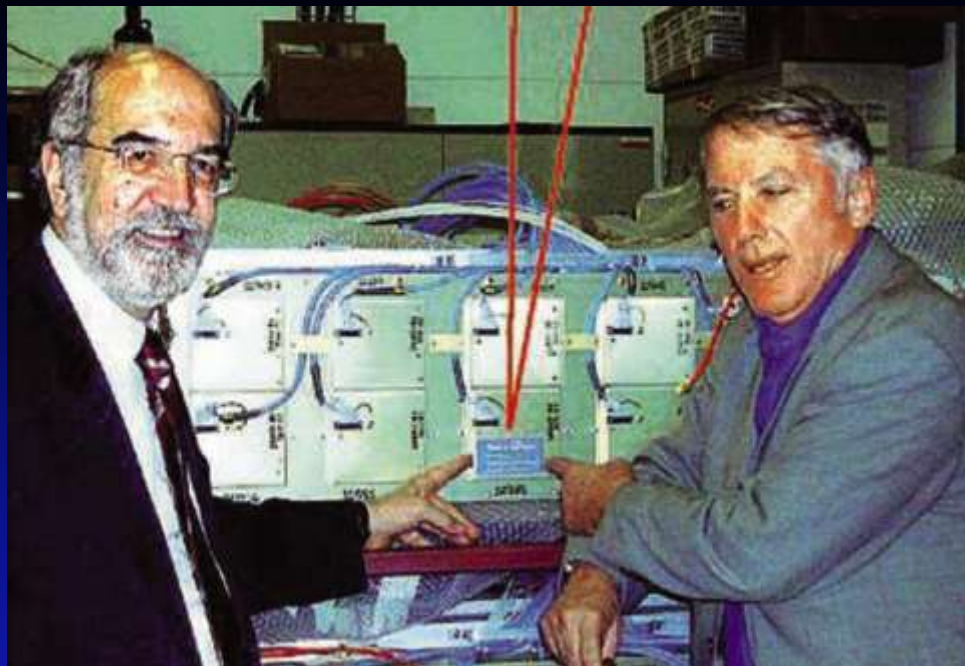
Επιταχυντές
Ανιχνευτές

Τα δυο σύνορα της Φυσικής

20 κράτη μέλη και 84 χώρες συνεργάζονται ή είναι παρατηρητές. Απασχολεί σε μόνιμη βάση 3.000 ανθρώπους, ενώ 6.500 Φυσικοί που εκπροσωπούν 500 Πανεπιστήμια και περισσότερες από 80 εθνότητες έχουν άμεση συνεργασία με το Κέντρο για τις έρευνές τους.

Τα τελευταία 10 χρόνια απονεμήθηκαν 4 βραβεία Nobel σε Επιστήμονες του Κέντρου!





Ο κ. **Ευάγγελος Γαζής** καθηγητής του ΕΜΠ, επικεφαλής στο πείραμα ATLAS, ο οποίος μετέχει στην προετοιμασία του εγχειρήματος εδώ και 18 χρόνια.

Ο κ. **Δημήτρης Νανόπουλος** είναι διευθυντής του Κέντρου Αστροσωματιδιακής Φυσικής, του Κέντρου Προχωρημένων Ερευνών (HARC), στο *Χιούστον*, Τέξας, όπου διευθύνει ερευνητικό τμήμα του World Laboratory, που εδρεύει στη Λωζάνη.

ΜΕ ΤΙ ΑΣΧΟΛΕΙΤΑΙ ΤΟ CERN;

Το CERN ερευνά τα συστατικά της ύλης και τις δυνάμεις που τα συγκρατούν.

Μέσα από την «ανάγνωση» του Μικρόκοσμου επιδιώκει να βρει απαντήσεις σε ερωτήματα τόσο της σύγχρονης Φυσικής, όσο και σε προαιώνια σχετικά με τη δημιουργία του Κόσμου και τη δομή του Σύμπαντος.



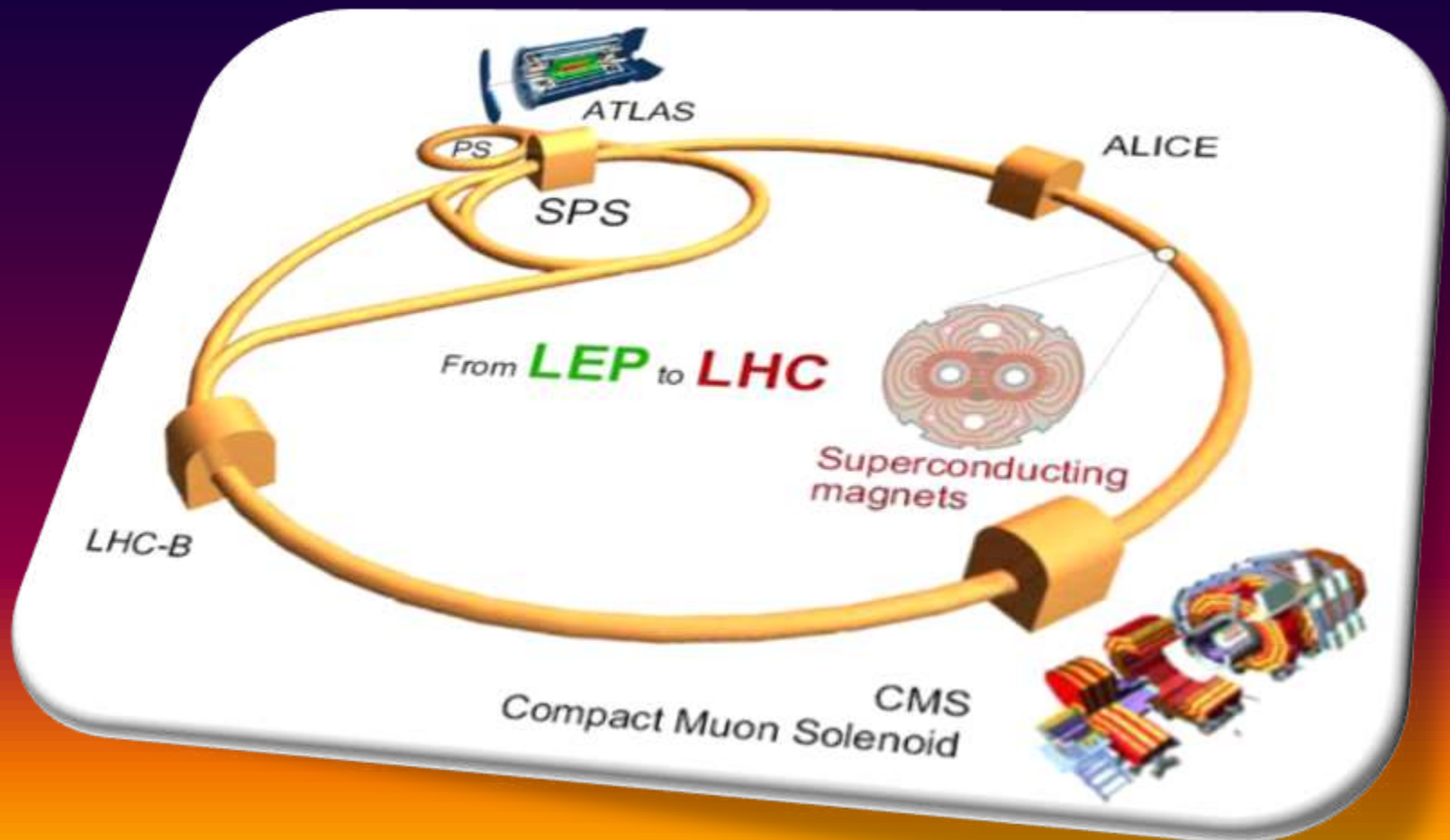
ΤΙ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΤΟ CERN;

A) ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΕΣ

B) ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ

Γ) ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Οι επιταχυντές δίνουν στα σωματίδια ταχύτητες που πλησιάζουν την ταχύτητα του φωτός, και τα ωθούν να συγκρουστούν, είτε με σταθερούς στόχους, είτε μεταξύ τους.



Οι επιταχυντές
μπορούν να χωριστούν
σε δύο βασικές κατηγορίες:

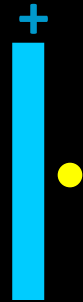
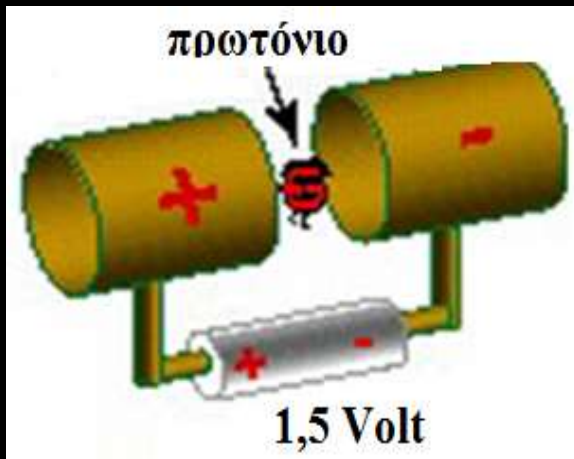
- **Κυκλικοί**
- **Γραμμικοί**

Το **CERN** έχει και τους δύο τύπους.

Στους γραμμικούς
η ενέργεια δίνεται στα σωματίδια
σε όλο το μήκος του επιταχυντή.

Στους κυκλικούς,
τα σωματίδια αποκτούν
επιπλέον ενέργεια
σε κάθε περιφορά.

Πως επιταχύνονται τα σωματίδια;



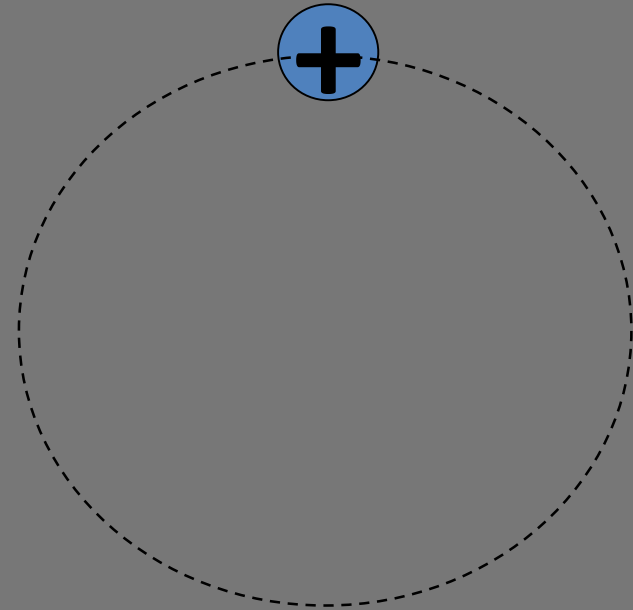
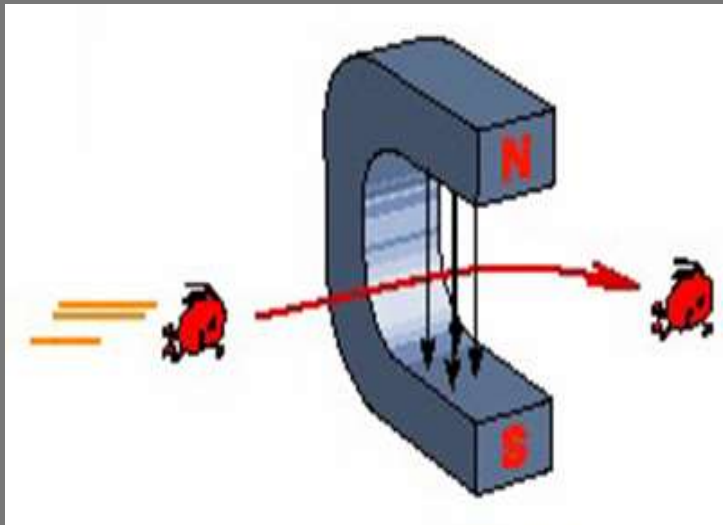
Με χρήση ηλεκτρικών πεδίων.
Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο
-όπως το πρωτόνιο- έλκεται
από ένα αρνητικό ηλεκτρόδιο.

Με μια μπαταρία 1,5V θα αποκτήσει ενέργεια
ιση με 1,5 eV.

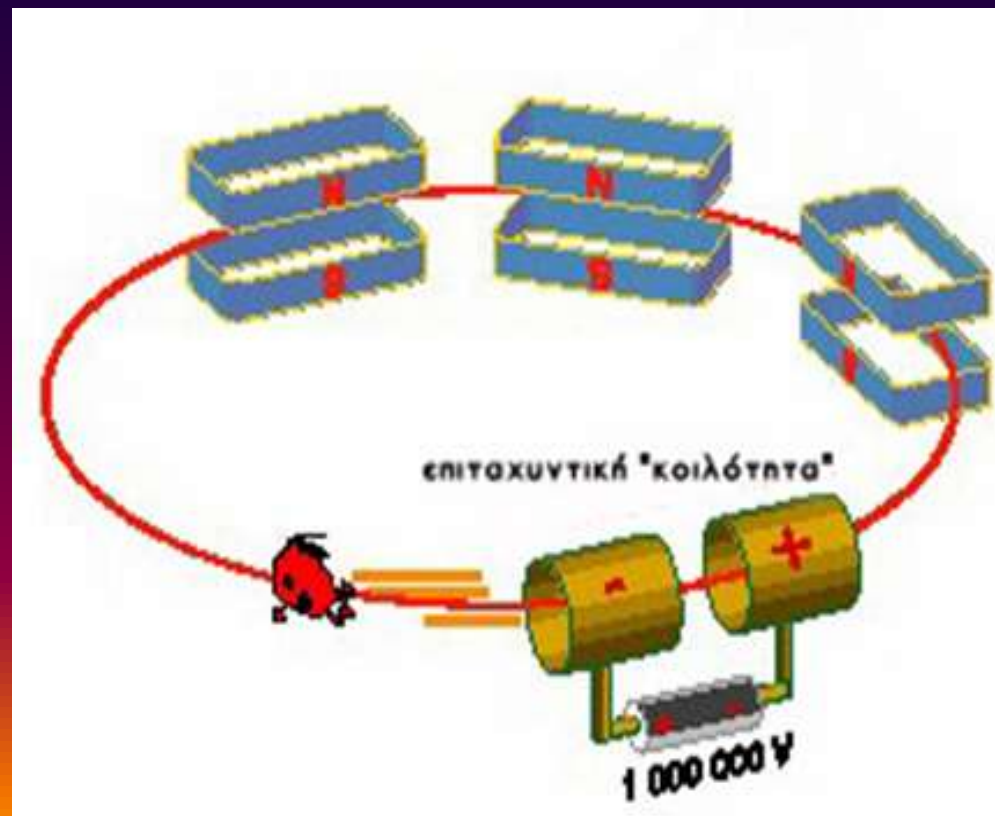
Με αυτή τη μονάδα μετράμε
πόσο ισχυρός είναι ο επιταχυντής.

Γιατί χρησιμοποιούνται οι μαγνήτες;

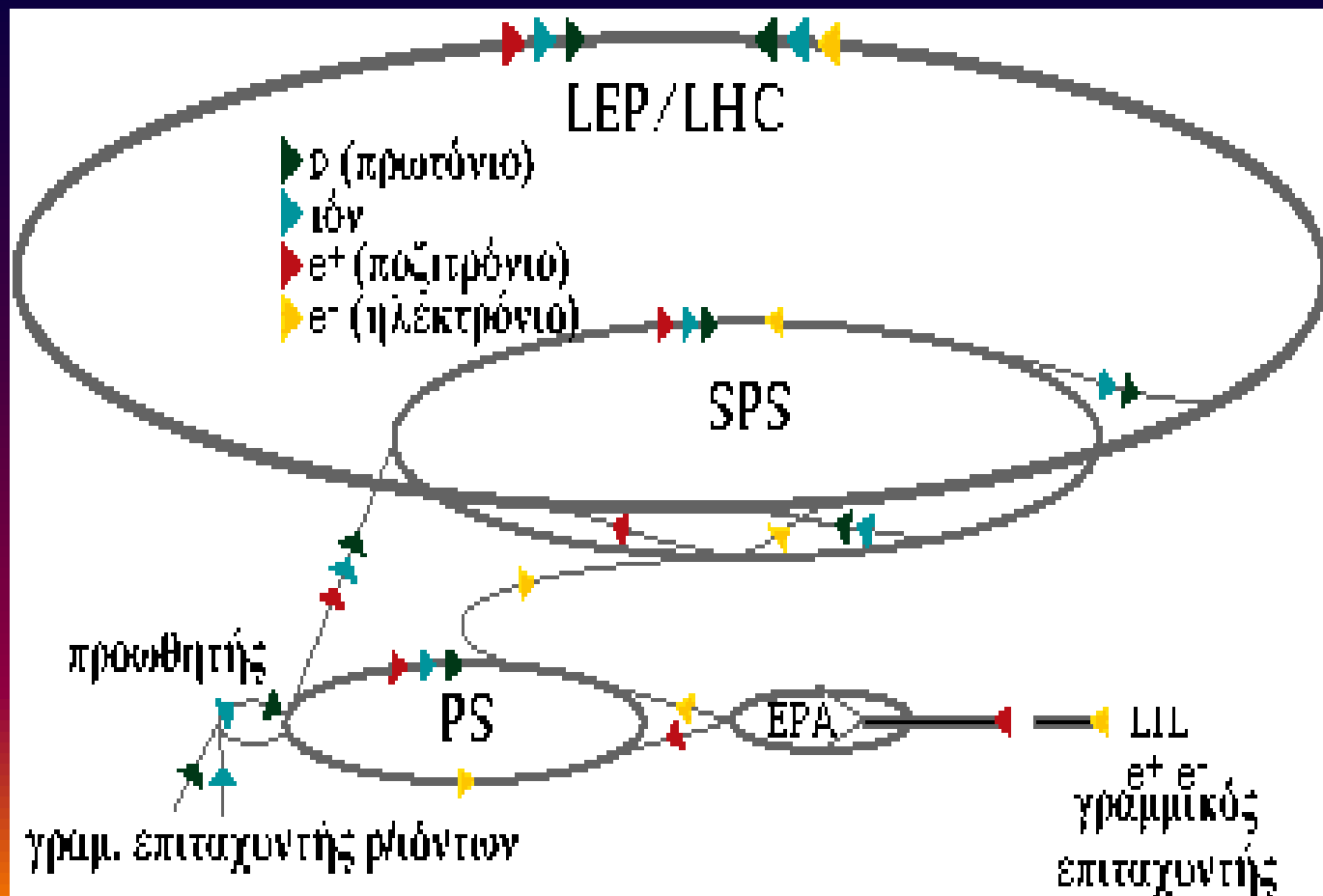
Το μαγνητικό πεδίο μεταβάλλει τη διεύθυνση ενός φορτισμένου σωματιδίου.



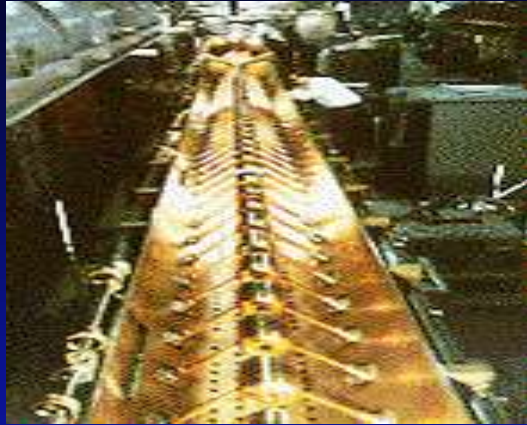
Τοποθετώντας πολλούς μαγνήτες κυκλικά,
το σωματίδιο επανέρχεται
στο αρχικό σημείο
απ' όπου δέχεται άλλη μία "ώθηση"



Το CERN διαθέτει συνολικά 10 επιταχυντές



Το σύγχροτρο πρωτονίων (PS)



Είναι ο παλαιότερος επιταχυντής
του CERN (1959).

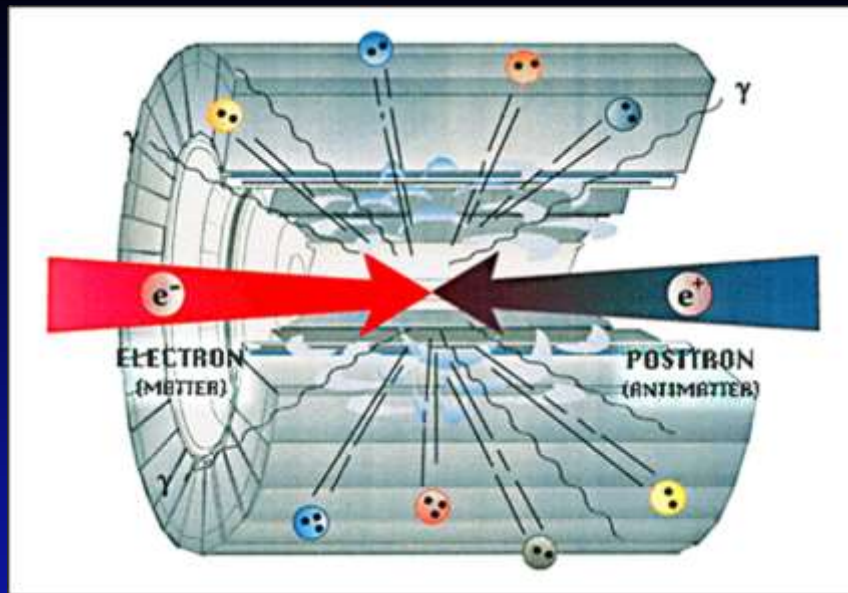
Με διάμετρο 200 μέτρα και τελική
ενέργεια 28 GeV,
αποτελούσε τον ισχυρότερο επιταχυντή
του κόσμου.

Ο Μεγάλος Επιταχυντής Συγκρουόμενων Δεσμών Ηλεκτρονίων - Ποζιτρονίων (LEP)



Είναι ο μεγαλύτερος επιταχυντής συγκρουόμενων δεσμών του κόσμου (δακτύλιος περιμέτρου 27 km, εγκατεστημένος σε βάθος 100 m).

Δέσμες ηλεκτρονίων και ποζιτρονίων (αντι-ηλεκτρόνια) κινούνται κυκλικά σε αντίθετες διευθύνσεις, επιταχύνονται φτάνοντας σχεδόν μέχρι την ταχύτητα του φωτός.



Όταν ένα ηλεκτρόνιο και ένα ποζιτρόνιο πλησιάσουν αρκετά, εξαφανίζονται σε μια πράξη αμοιβαίας καταστροφής με αποτέλεσμα την παραγωγή μεγάλης ποσότητας ενέργειας.

Σχεδόν αμέσως, αυτή η ενέργεια μετατρέπεται και πάλι σε σωματίδια, όπως ακριβώς η ύλη πρέπει να σχηματίσθηκε από ενέργεια στο πρώιμο Σύμπαν.

Το Υπερσύγχροτρο Πρωτονίων (SPS)

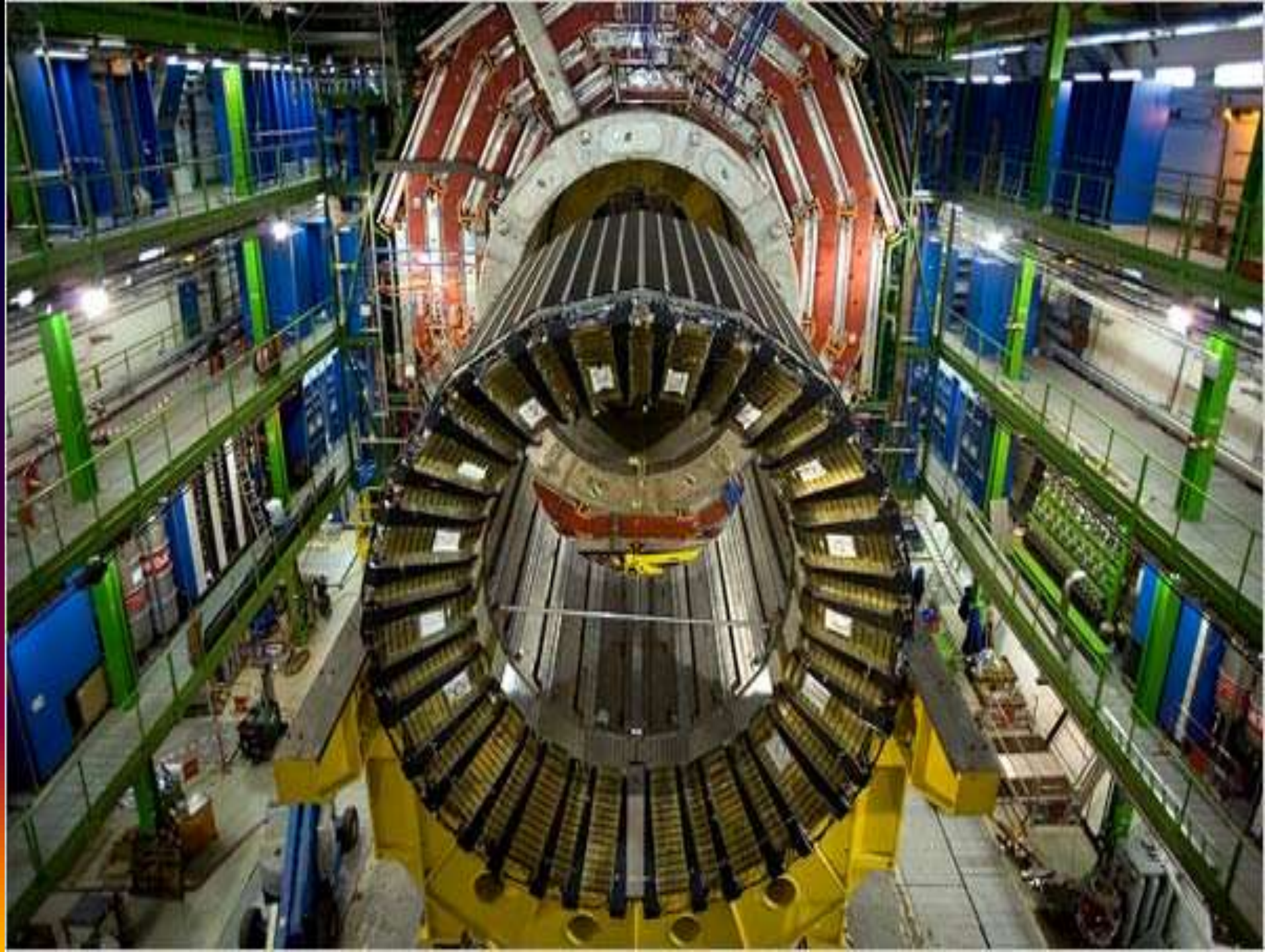


Είναι ένας κυκλικός επιταχυντής,
περιμέτρου 6 km
εγκατεστημένος κάτω από το έδαφος.
Κατασκευάσθηκε για την
επιτάχυνση πρωτονίων.

LHC

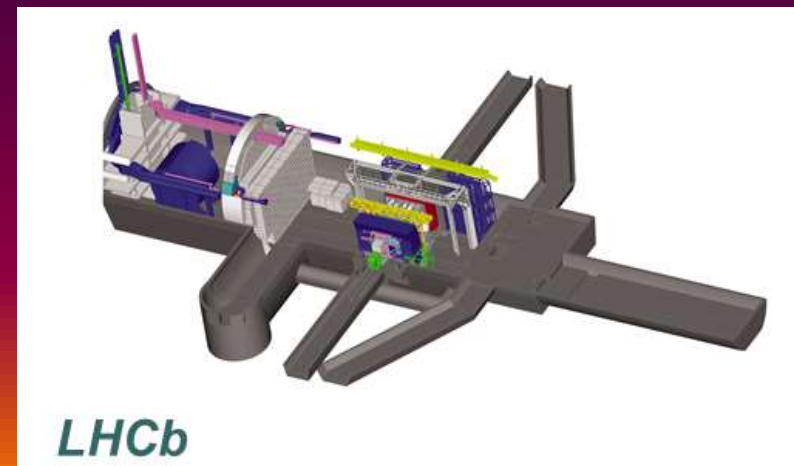
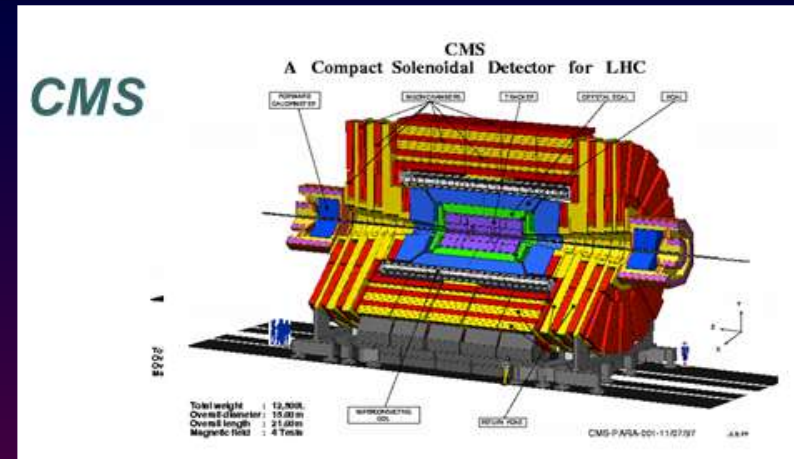
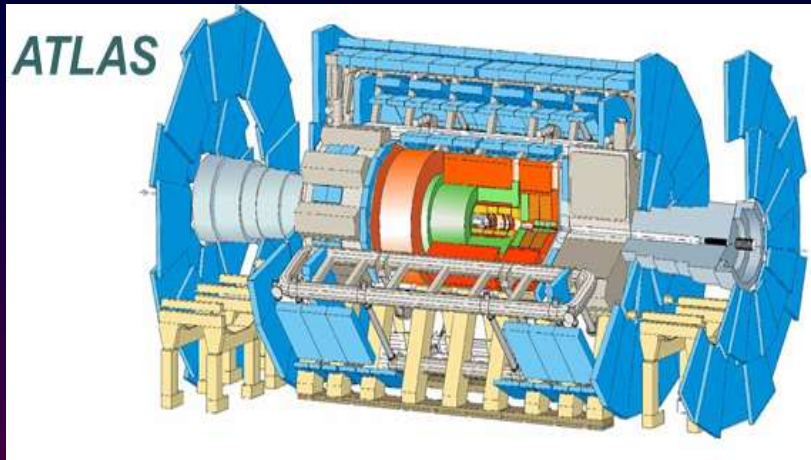
**Ο Μεγάλος Επιταχυντής Αδρονίων είναι
ο μεγαλύτερος επιταχυντής στον κόσμο.
Έχει περιφέρεια 27 χιλιομέτρων
σε βάθος 150 μέτρων περίπου.**



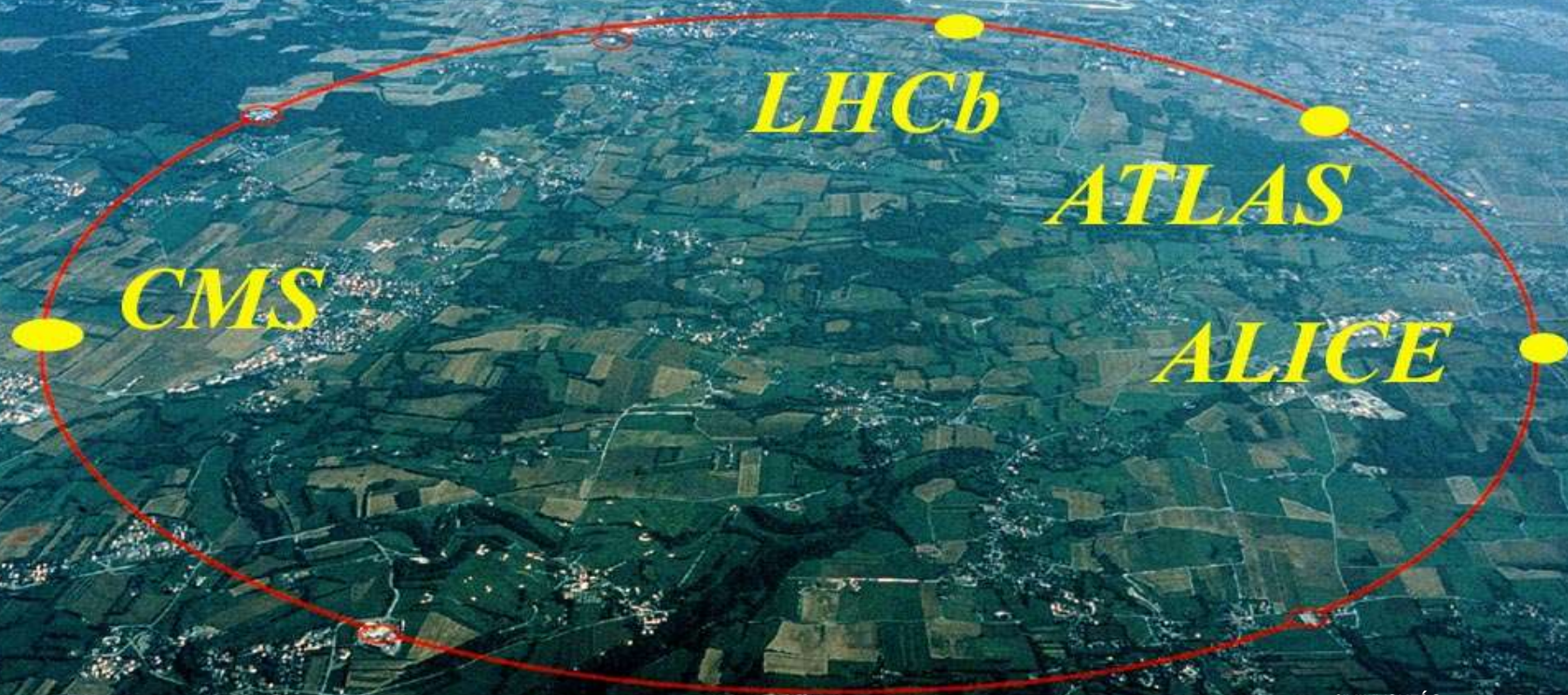




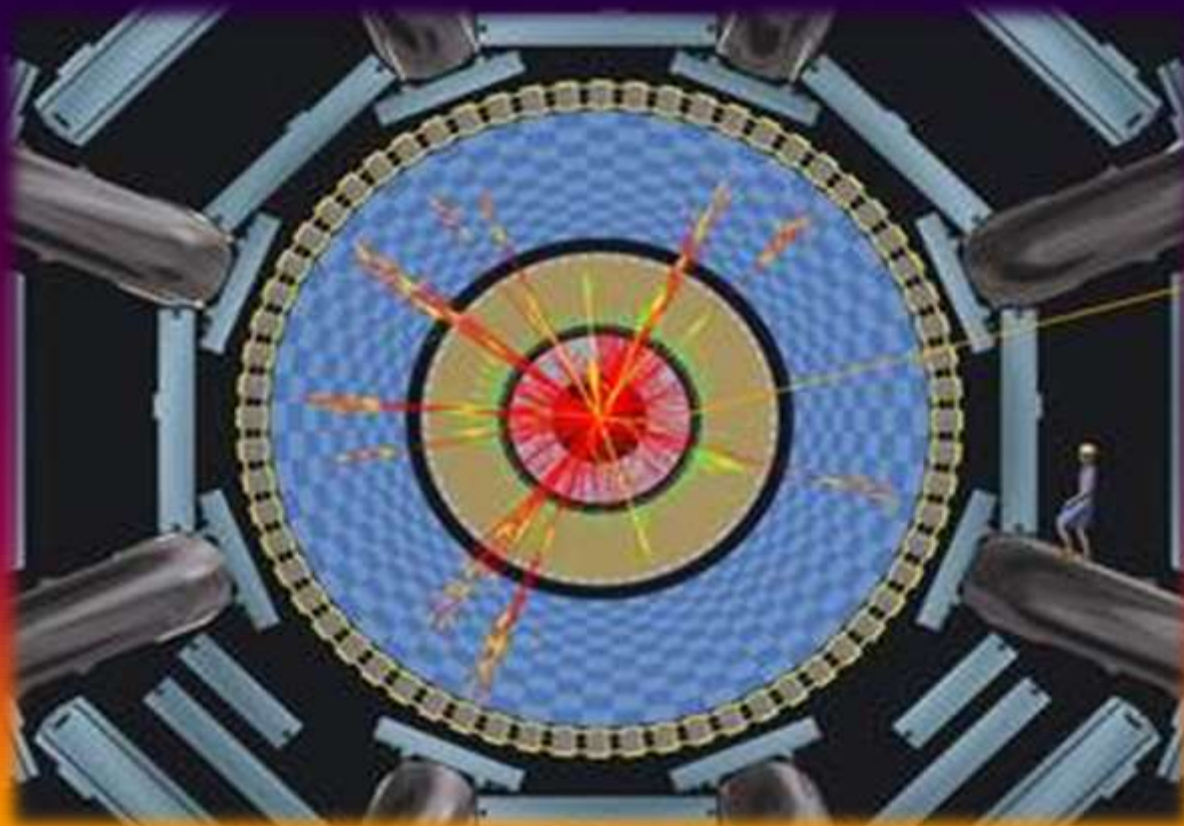
Τέσσερις ανιχνευτές περιβάλλουν το σημείο σύγκρουσης των σωματιδίων



MontBlanc



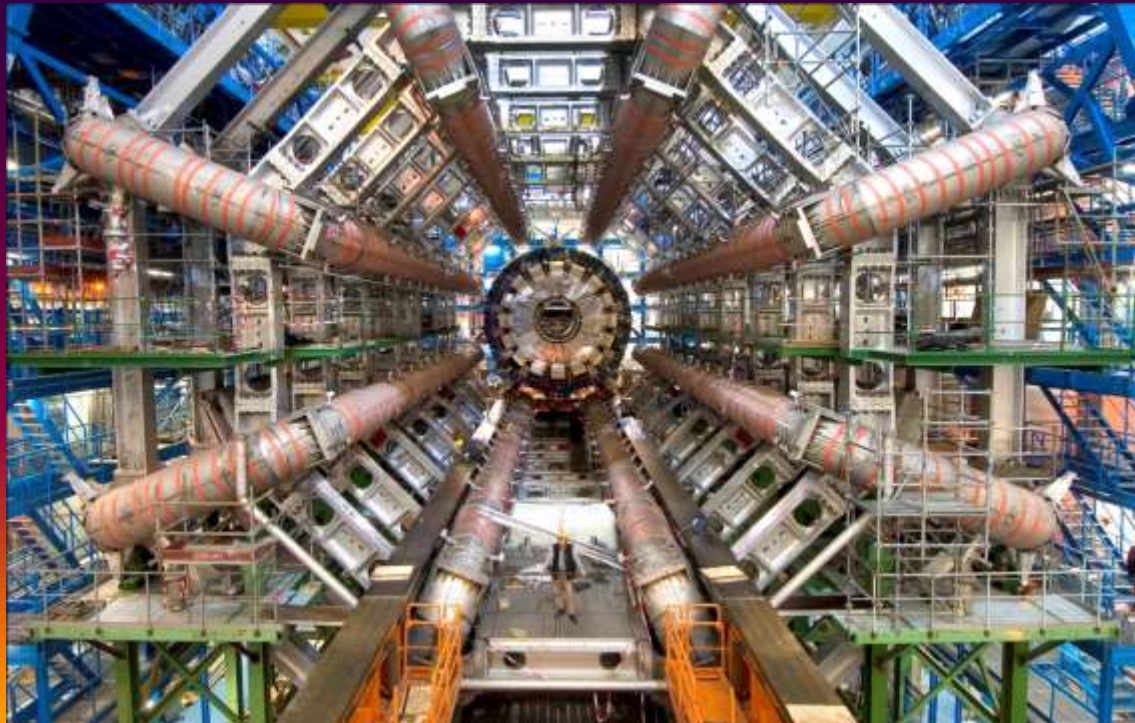
Είναι «μηχανήματα» τα οποία θα «φωτογραφίσουν»
τις τροχιές των σωματιδίων.
Οι ανιχνευτές αποτελούνται από επάλληλα στρώματα
- όπως είναι οι φλούδες ενός κρεμμυδιού.
Σε κάθε στρώμα γίνονται μετρήσεις για διαφορετικές
ιδιότητες των σωματιδίων που το διαπερνούν.

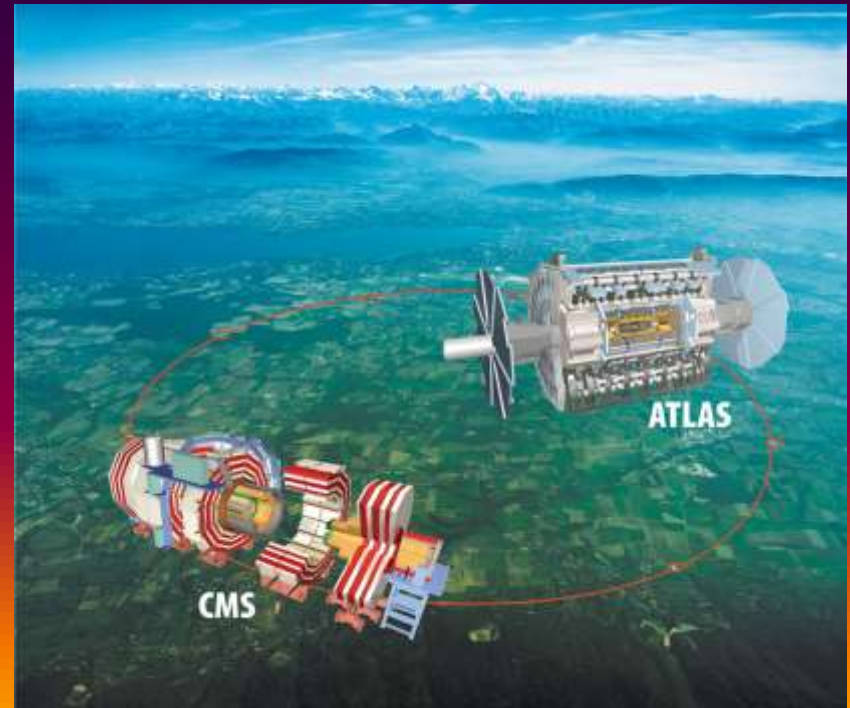
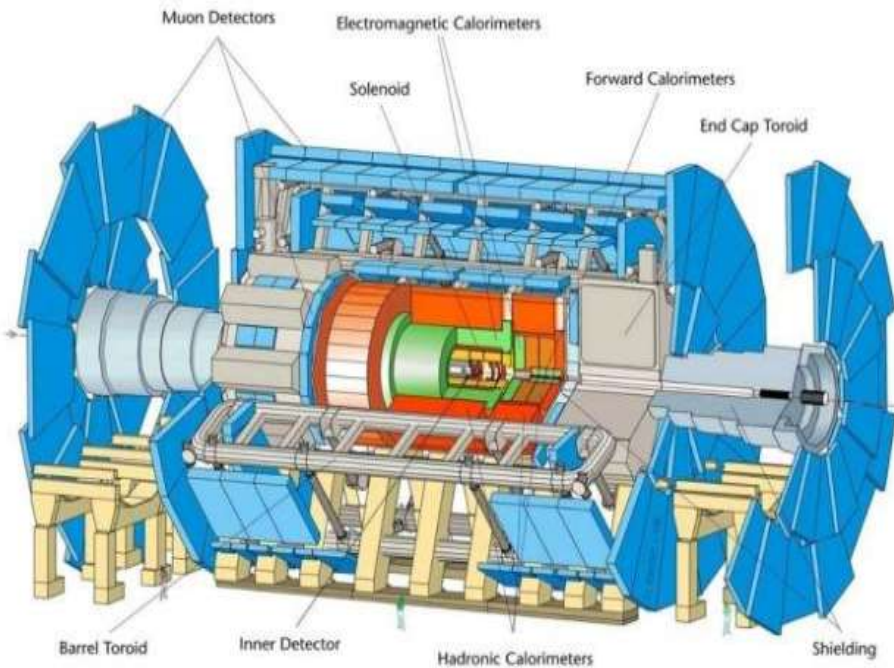
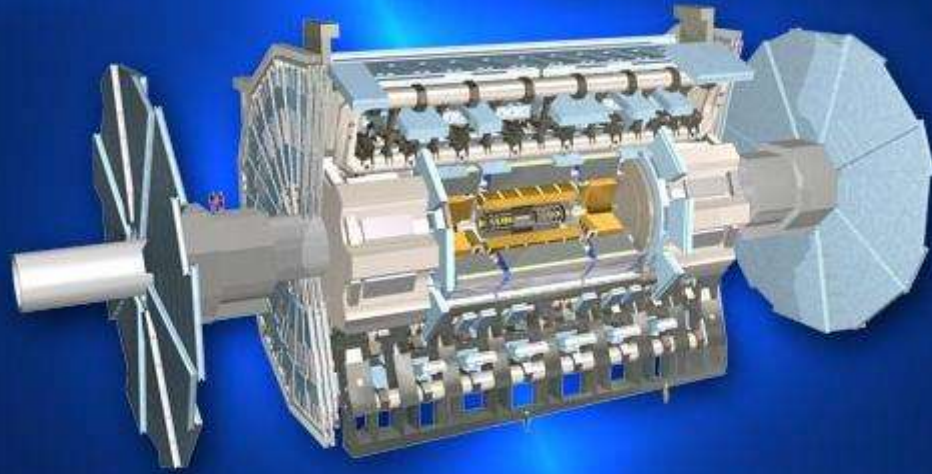


ATLAS

(Πλάτος 20 μ.– Ύψος 20 μ.– Μήκος 45 μ. Βάρος 7.000 τόνοι)

Δέσμες σωματιδίων από το LHC συγκρούονται στο κέντρο του και ανιχνεύονται τα συντρίμια της σύγκρουσης με τη μορφή νέων σωματιδίων.



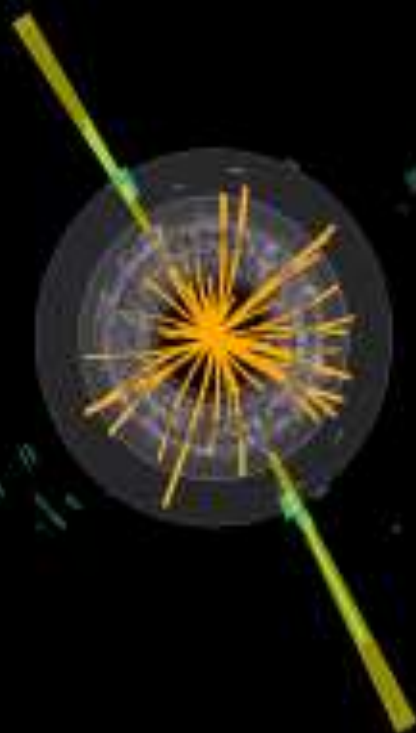
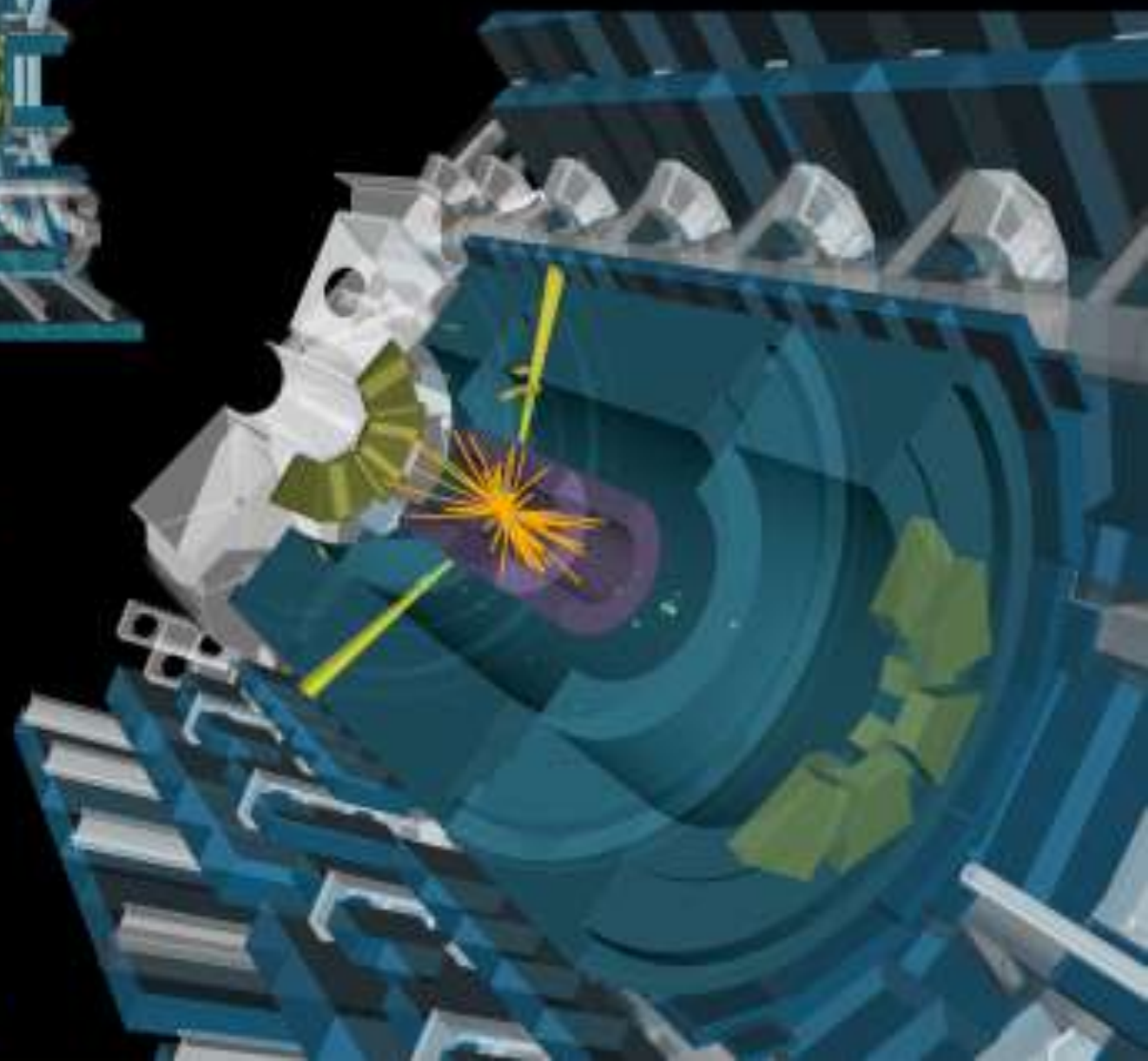
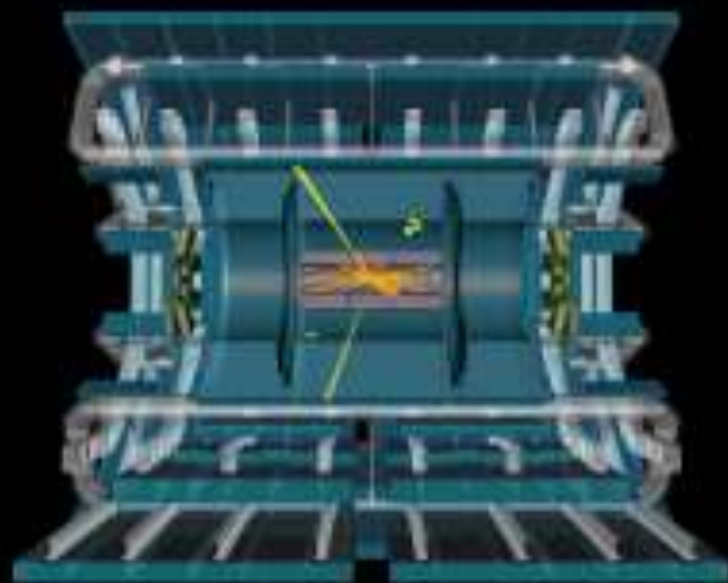


ATLAS



CMS

Run: 191426
Event: 86694500
2011-10-22 17:38:29 CEST



Τα πρωτόνια που συγκρούονται μέσα στο πείραμα ATLAS, ΠΟΣΟ γρήγορα κινούνται?

Ενέργεια πρωτονίου

Ποσοστό Ταχύτητας του φωτός

1 eV

0.00005

1 MeV

0.046

1 GeV

0.875

1 TeV

0.99999956

7 TeV

0.9999999991

MeV = 10^6 eV

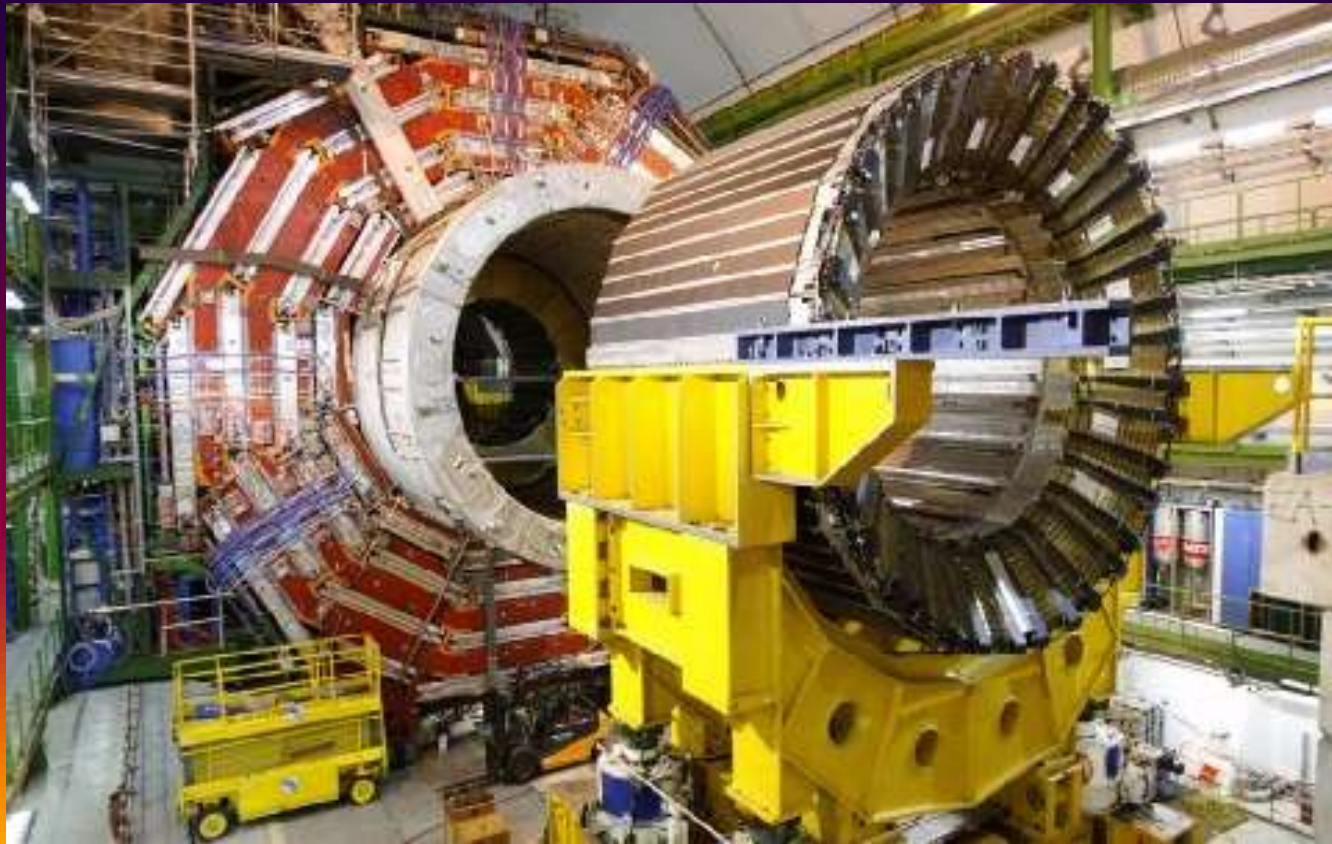
GeV = 10^9 eV

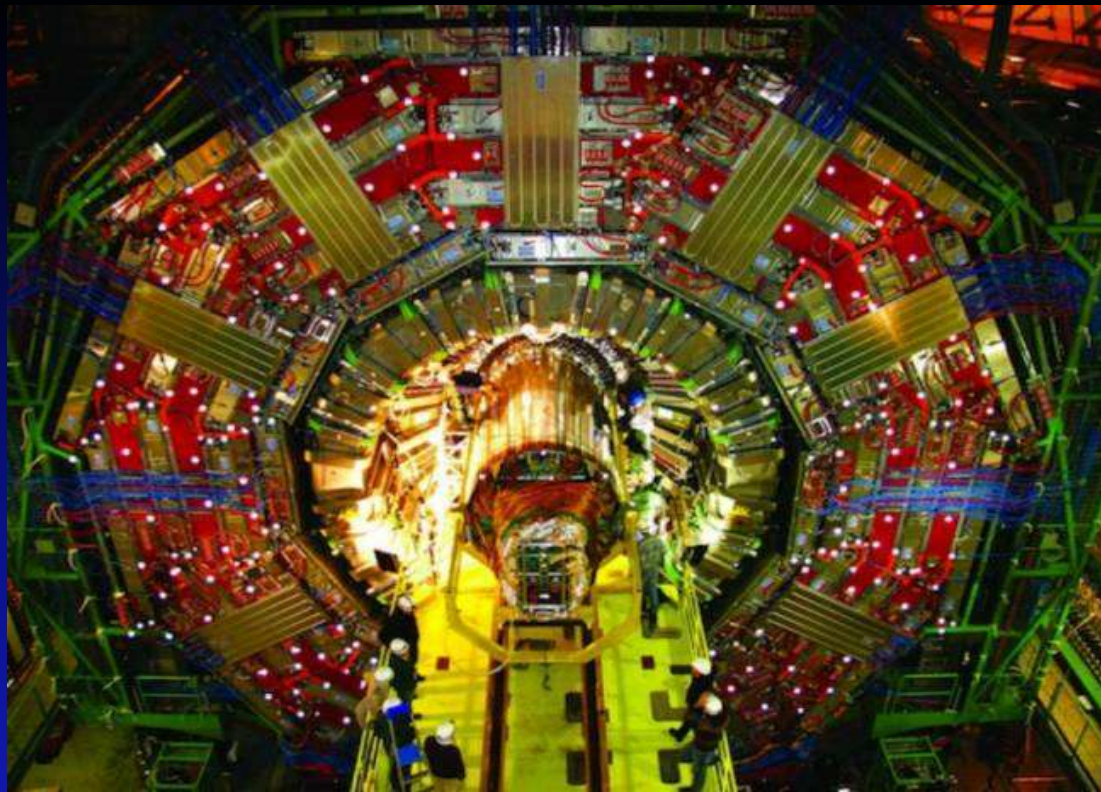
TeV = 10^{12} eV

CMS

Θεωρείται το μεγαλύτερο και πολυπλοκότερο μηχάνημα που κατασκευάστηκε ποτέ στη Γη και έχει βάρος 12.500 τόνους!

Μήκος 21 μ. – Ύψος 15 μ. – Πλάτος 15 μ.

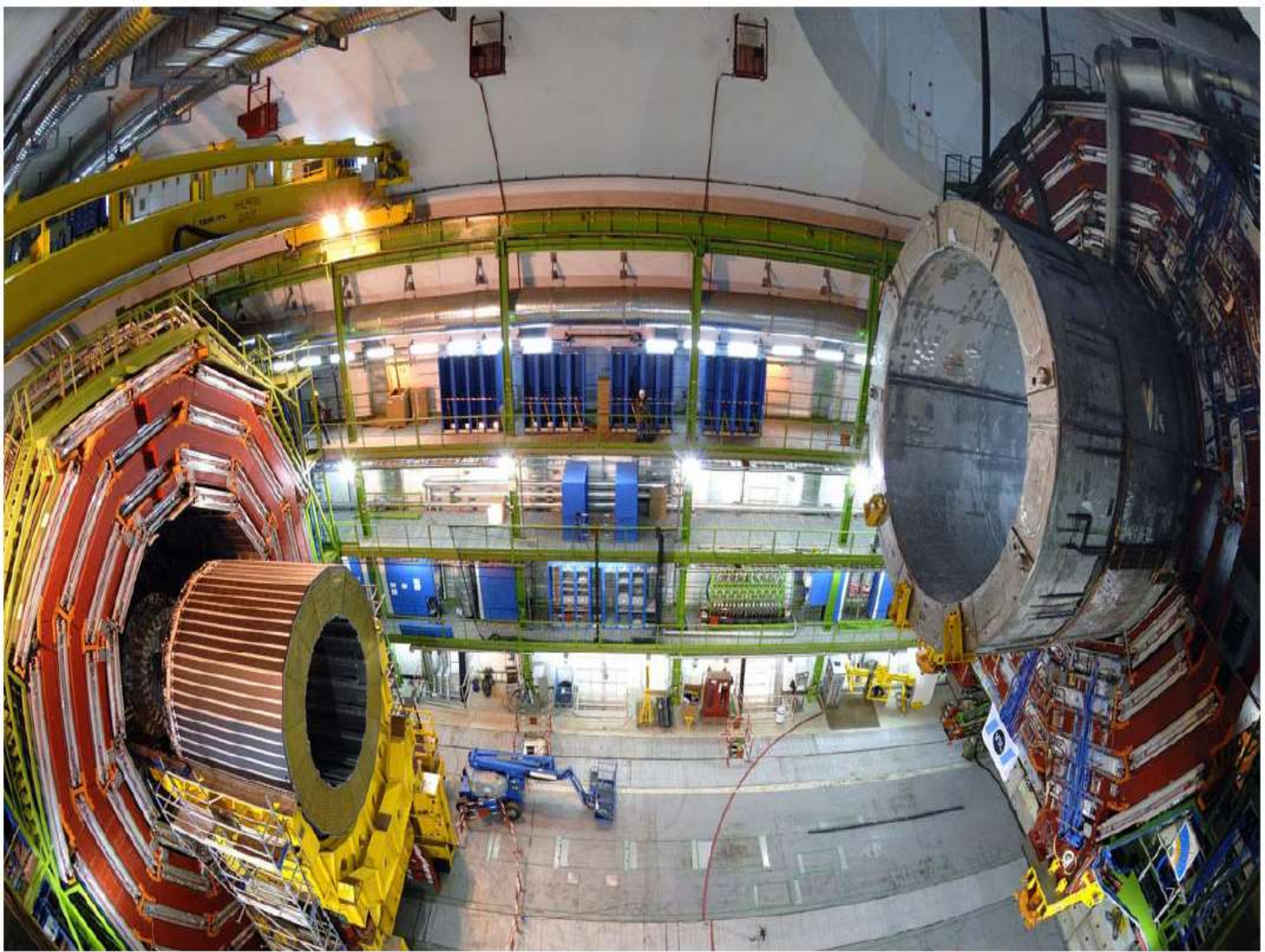




Χρησιμοποιεί ένα τεράστιο μαγνήτη για να κάμψει τις διαδρομές των σωματιδίων από τις συγκρούσεις στο LHC.

Έχει σχεδιαστεί για να διερευνήσει την ύπαρξη του **σωματιδίου Higgs**, τις **επιπλέον διαστάσεις** και τα σωματίδια που θα μπορούσαν να αποτελούν τη **σκοτεινή ύλη**.







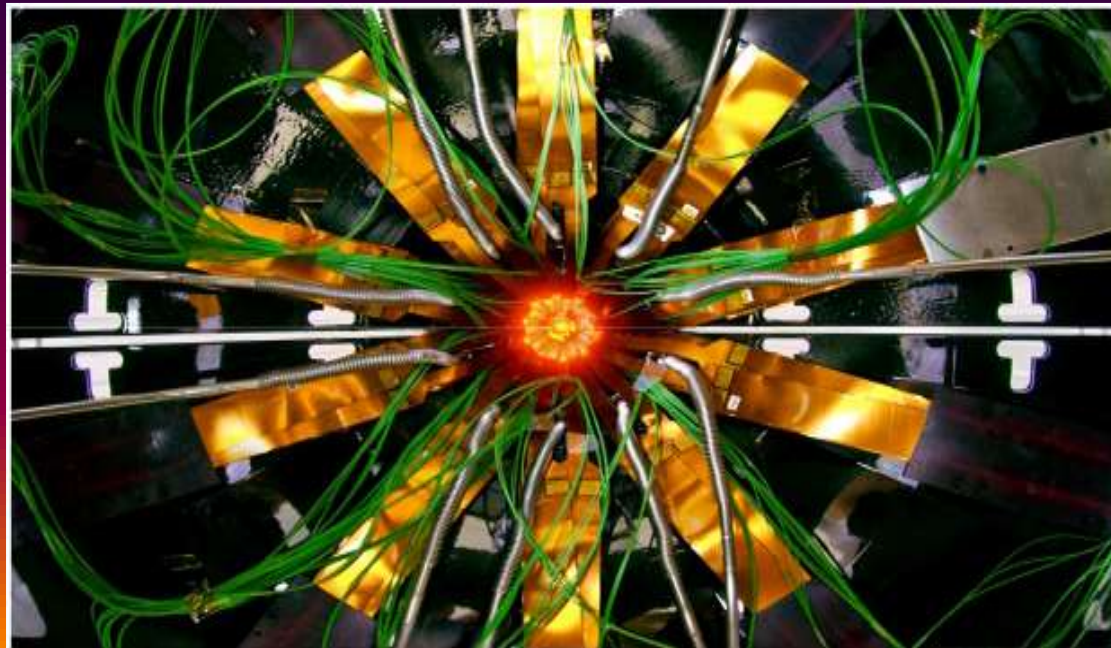
ALICE

Μελετά τη μορφή της ύλης που πιστεύεται ότι υπήρξε στο Σύμπαν από το 10^o μέχρι το 25^o sec της δημιουργίας του, πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια.

Μήκος 26 μ. – Ύψος 16 μ. – Πλάτος 16 μ. – Βάρος 10.000 τόνους!



Ο κύριος σκοπός του ALICE
(A Large Ion Collider Experiment)
είναι να μελετήσει τις ιδιότητες της ύλης που
δημιουργείται κατά τη διάρκεια συγκρούσεων
βαρέων πυρήνων, όπως του μολύβδου.



LHCb

Το πείραμα LHCb θα ρίξει φως σχετικά με το γιατί ζούμε σ' ένα Σύμπαν που φαίνεται να αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από ύλη και όχι αντιύλη.



An aerial photograph of the CERN facility in Geneva, Switzerland, showing the extensive LHC tunnel and surrounding landscape. Overlaid on the image are several white circular lines representing particle tracks. Three blue semi-transparent rectangular boxes contain Greek text: "Έρευνα και Ανακάλυψη" (Research and Discovery) on the left, "Τεχνολογία" (Technology) on the right, and "Συνεργασία" (Cooperation) in the center. A fourth blue box with the text "Εκπαίδευση" (Education) is partially visible at the bottom left.

**Έρευνα και
Ανακάλυψη**

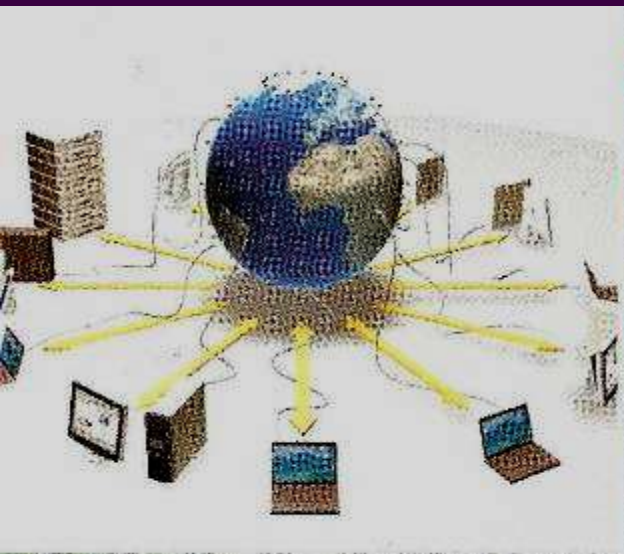
Τεχνολογία

Συνεργασία

Εκπαίδευση

ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Πέρα από τα Κέντρα Ελέγχου και τα δεκάδες Εργαστήρια Φυσικών Επιστημών και Η/Υ που υπάρχουν στο CERN υπάρχει δίκτυο Υπολογιστών διασπαρμένο σε δεκάδες Πανεπιστήμια που θα επεξεργάζονται τα δεδομένα του Πειράματος.



ΕΙΝΑΙ ΜΙΑ ΠΟΛΙΤΕΙΑ άριστα οργανωμένη, με εξειδικευμένα εργαστήρια, ξενώνες, κέντρα διοίκησης, εστιατόρια, αμφιθέατρα, βιβλιοθήκες κ.λ.π.



ΑΞΙΖΕ ΤΟΝ ΚΟΠΟ;

Το CERN στο οποίο αναπτύσσεται το «Πείραμα» έχει προσφέρει ήδη στην Ανθρωπότητα πολλά «δώρα» που αποτελούν «παράπλευρες ωφέλειες» των θεωρητικών του ερευνών.

Το Παγκόσμιο δίκτυο (WWW) .



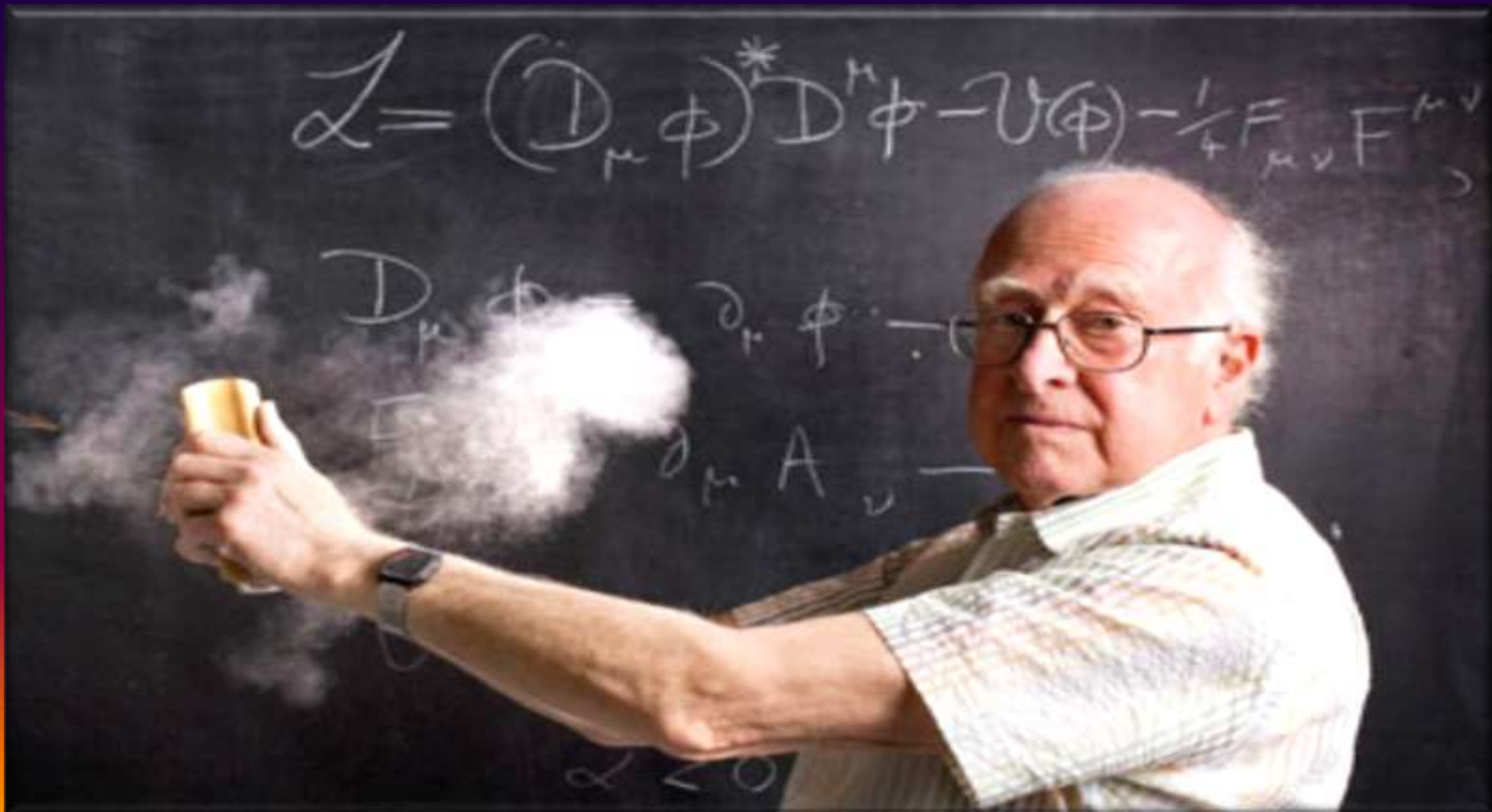
Νοσοκομειακοί Επιταχυντές, Αξονικοί τομογράφοι και Σύγχρονες Διατάξεις που χρησιμοποιεί η Ιατρική Επιστήμη.

Ήδη χρησιμοποιούνται επιταχυντές Πρωτονίων για αποτελεσματική αντιμετώπιση καρκινικών όγκων.

Η τεχνική εμφύτευσης δέσμης ιόντων χρησιμοποιείται στις μηχανές αεροσκαφών αλλά και στην εμφύτευση τεχνητών ανθρώπινων μελών.

Η τεχνολογία των επιταχυντών σωματιδίων βοηθά σε πολλές ακόμη περιπτώσεις όπως στην αποκωδικοποίηση της δομής των ιών, στην αποικοδόμηση μακρόβιων πυρηνικών αποβλήτων σε αβλαβή υλικά κλπ...

Η 4η Ιουλίου του 2012 ήταν μια μέρα ορόσημο για την ερευνητική κοινότητα καθώς το CERN ανακοίνωσε την ανακάλυψη ενός νέου σωματιδίου με χαρακτηριστικά συμβατά με αυτά του σωματιδίου Higgs, από τα πειράματα CMS και ATLAS.



ΤΟ ΠΙΟ ΜΕΓΑΛΟ ΟΦΕΛΟΣ

Ανεξάρτητα από τα προσδοκώμενα οφέλη, το «Μεγάλο Πείραμα» έφερε κοντά 10.000 επιστήμονες απ' όλο τον κόσμο, που πρόσφεραν το Πνευματικό τους δυναμικό στην πιο περίπλοκη επιστημονική συνεργασία που έγινε ποτέ. Το «Πείραμα» επομένως, στην ταραγμένη εποχή που ζούμε, αποτελεί πρότυπο διεθνούς συνεργασίας και καλής θέλησης, κάτι που το έχουμε περισσότερο ανάγκη από ποτέ.

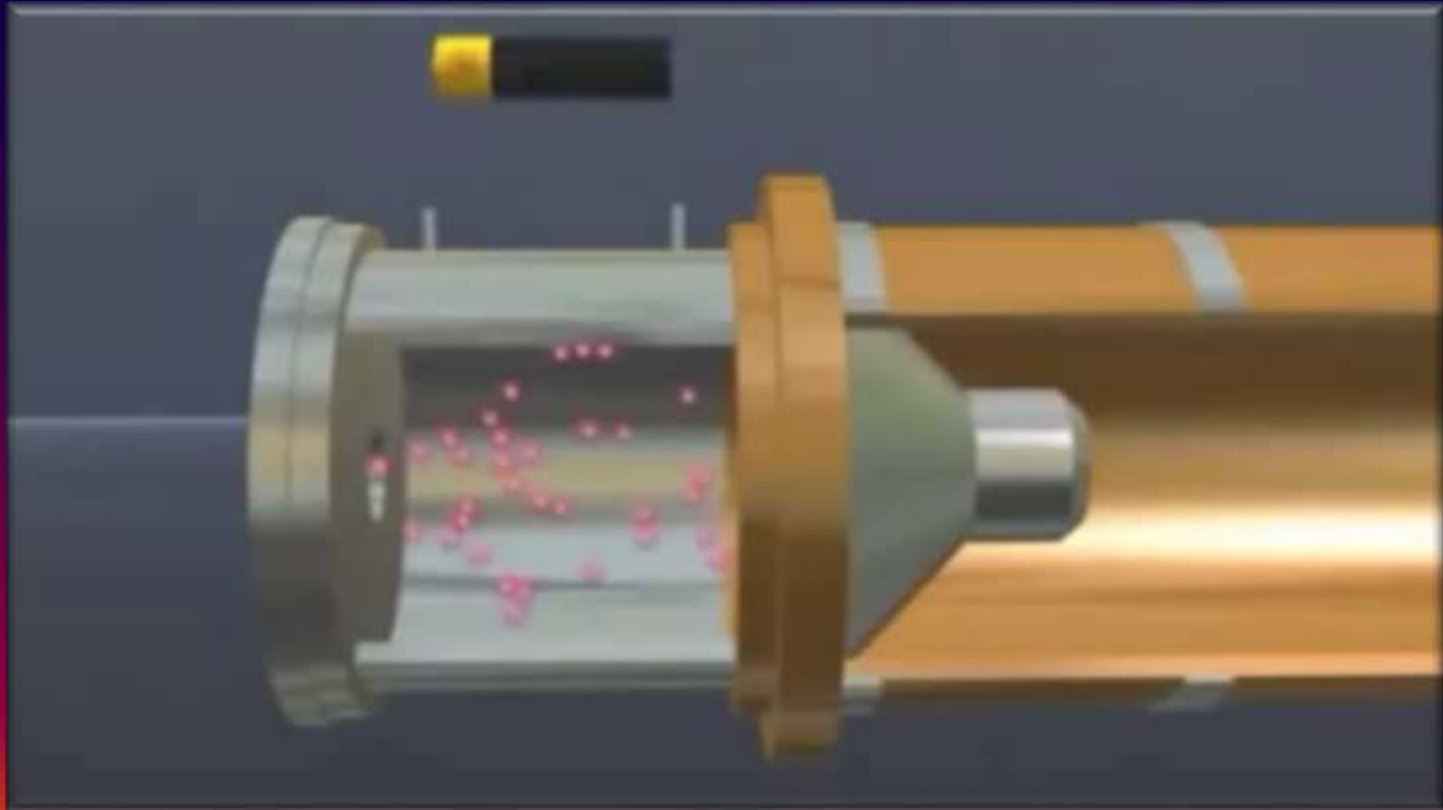


Πως λειτουργεί ο LHC

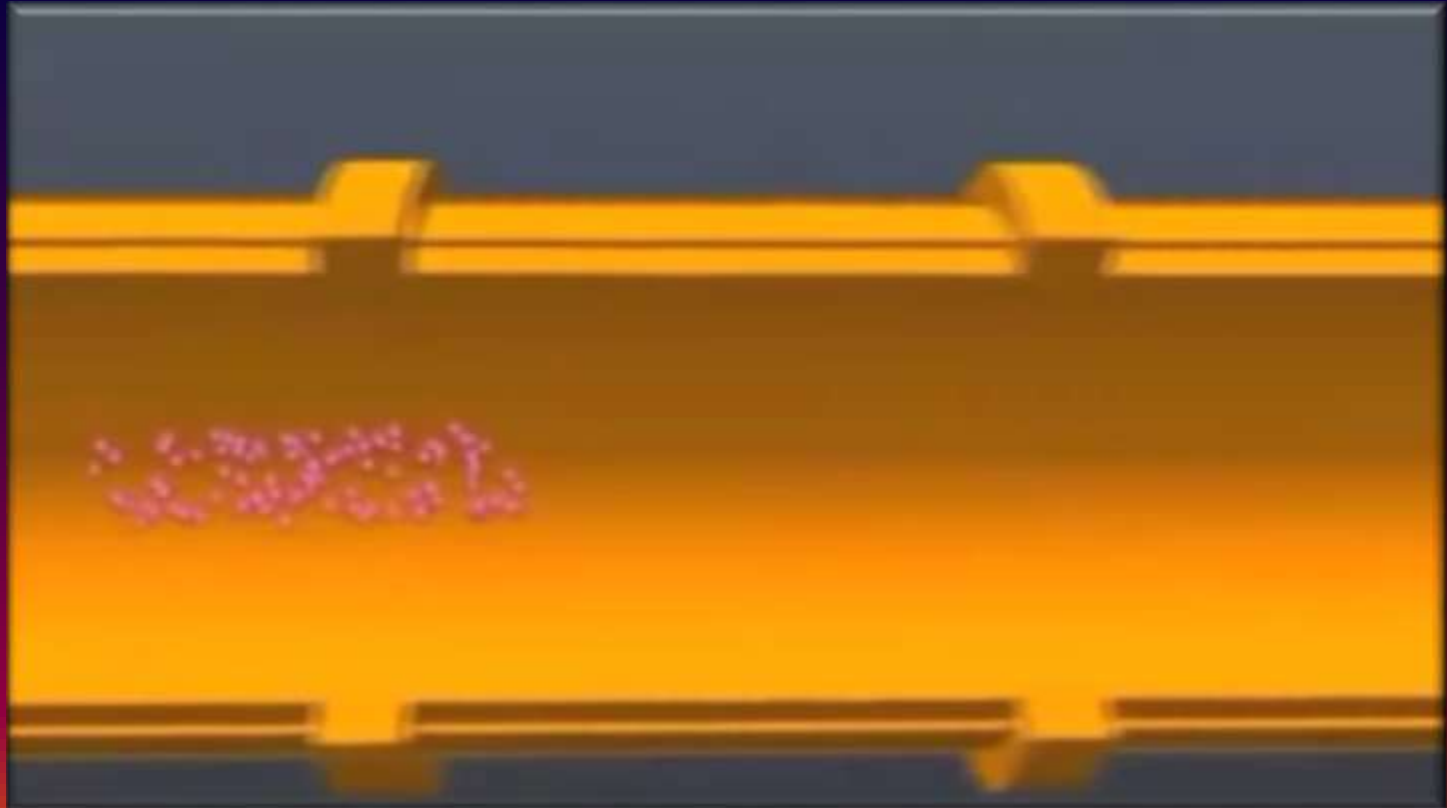
Άτομα υδρογόνου εισέρχονται στο γραμμικό επιταχυντή Linac - 2



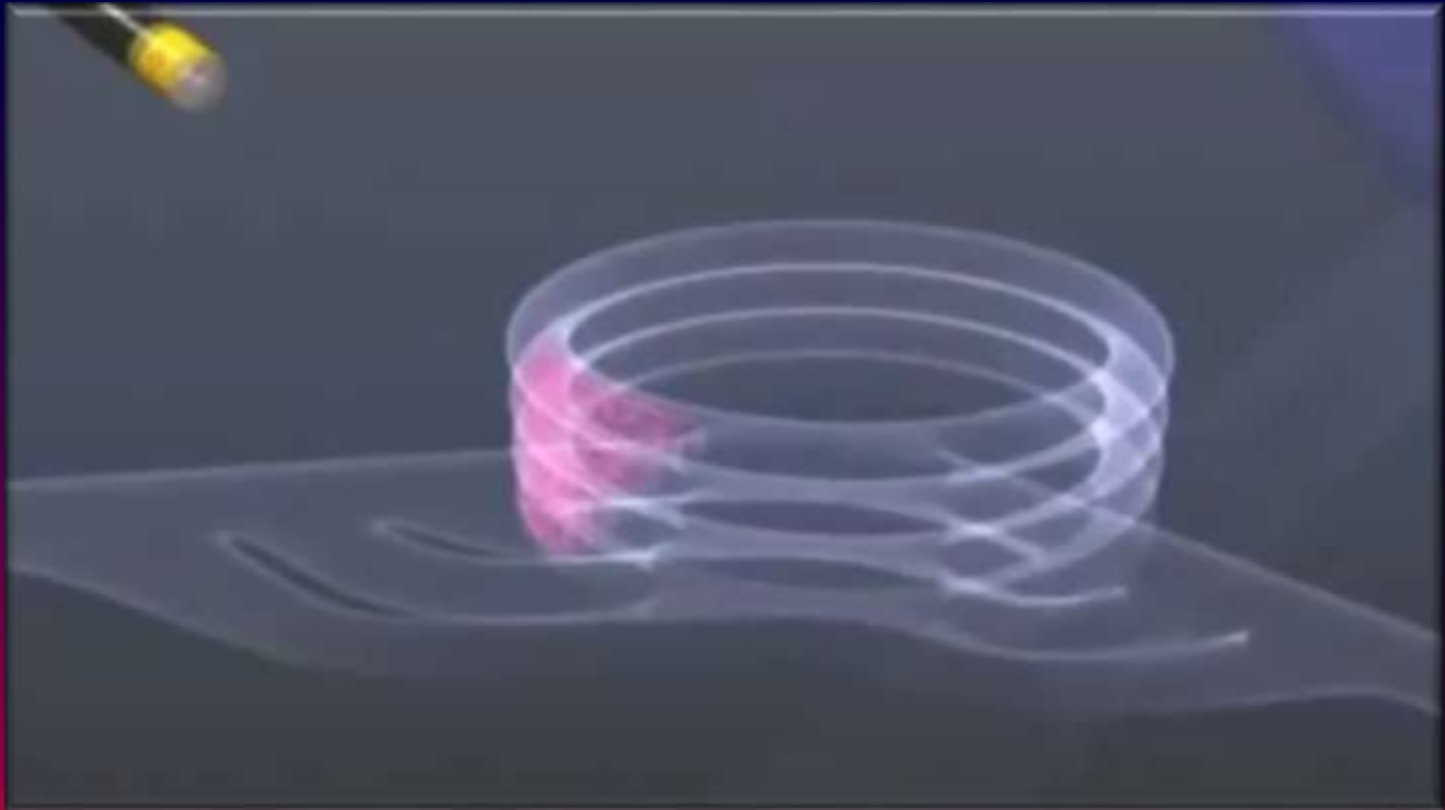
Τα p επιταχυνόμενα αποκτούν
το $1/3 c$



Εισαγωγή p σε Δακτύλιους
με μήκος περιφέρειας 157 m



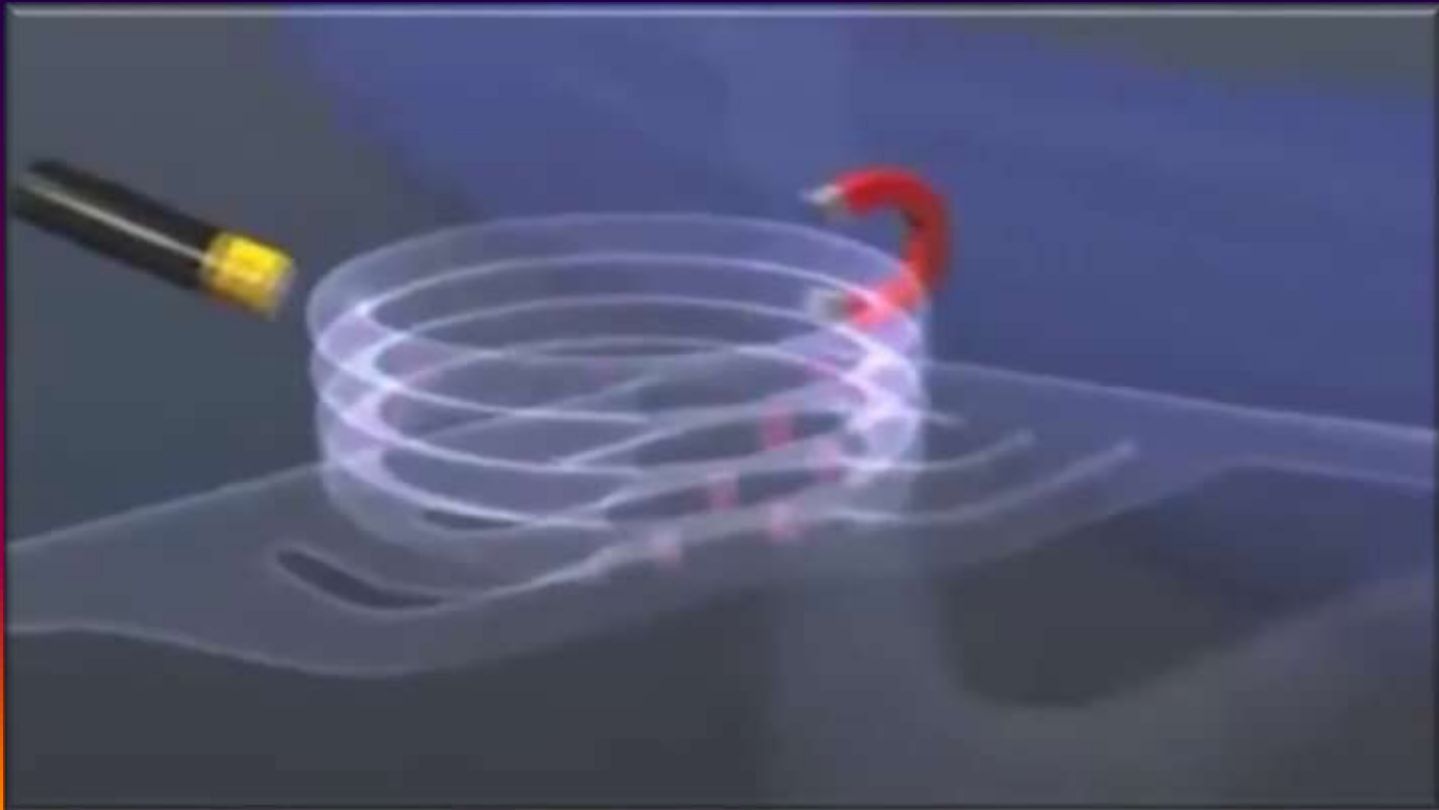
Τα p αποκτούν το 91,6 % c



Εισαγωγή p στο Σύγχροτρο πρωτονίων (PS)



Τα p αποκτούν το 99,9 % c (25 GeV)



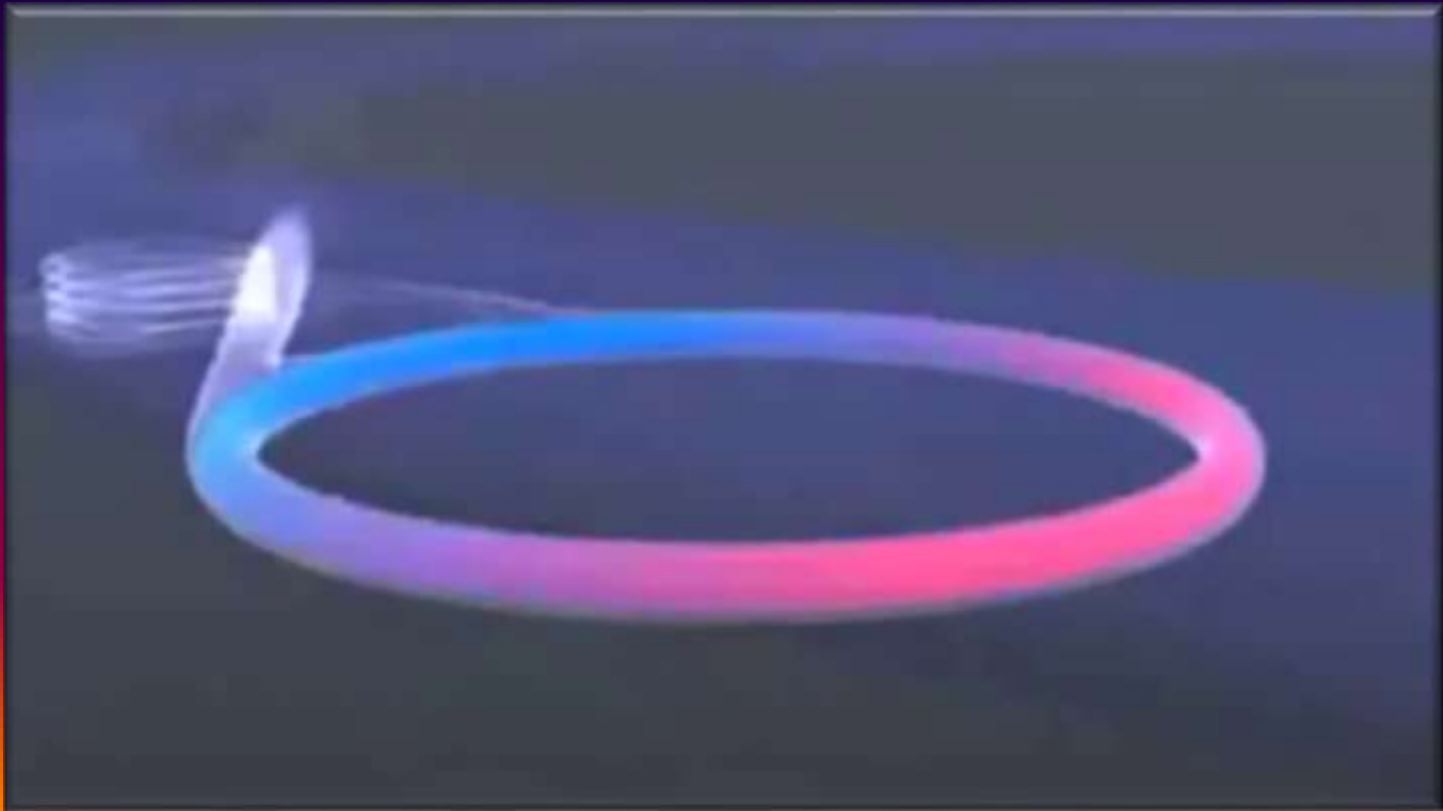
Τα p έχουν 25πλάσια μάζα από την αρχική τους



Υπερ-Σύγχροτρο Πρωτονίων (SPS)

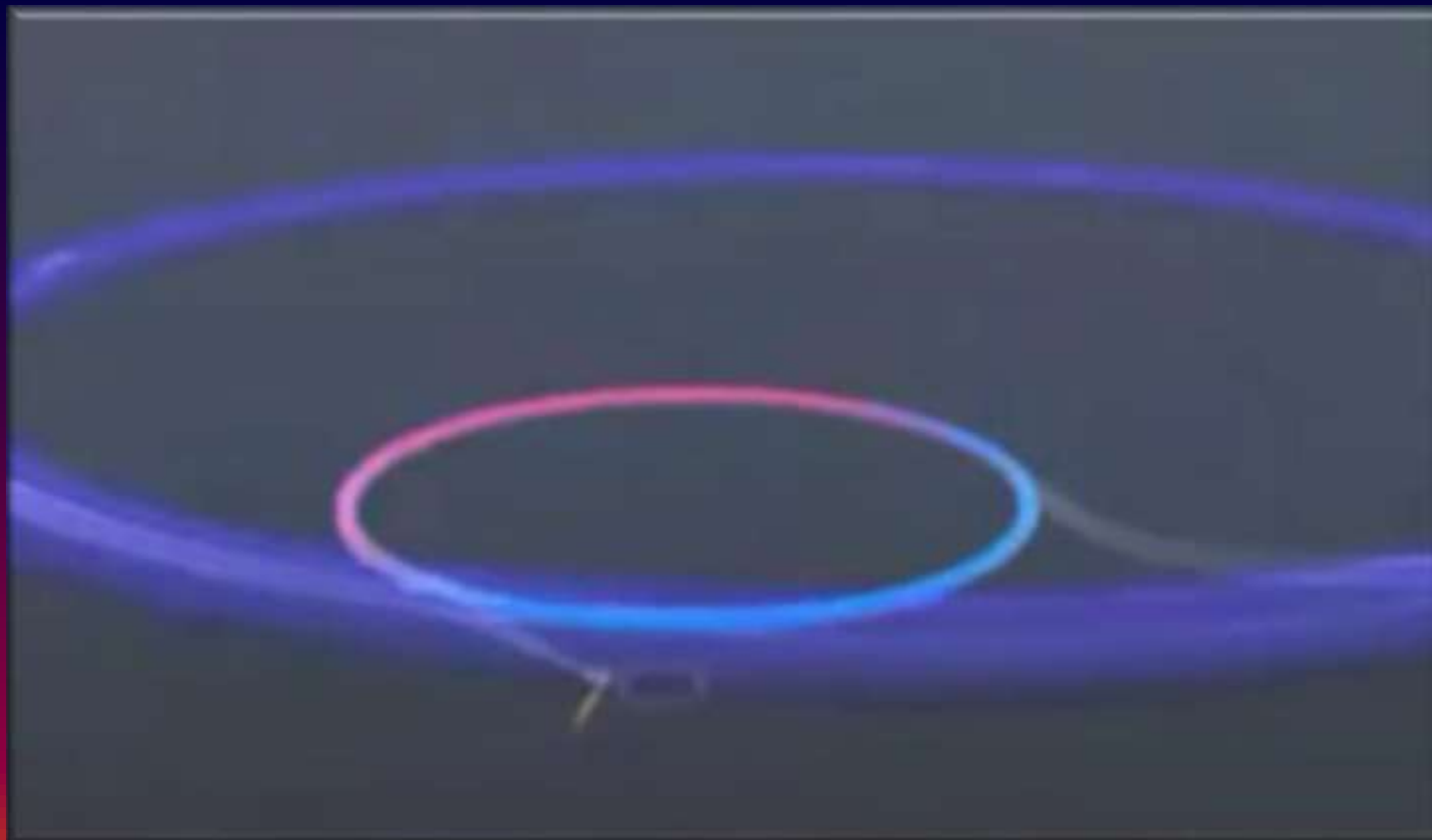


450 GeV

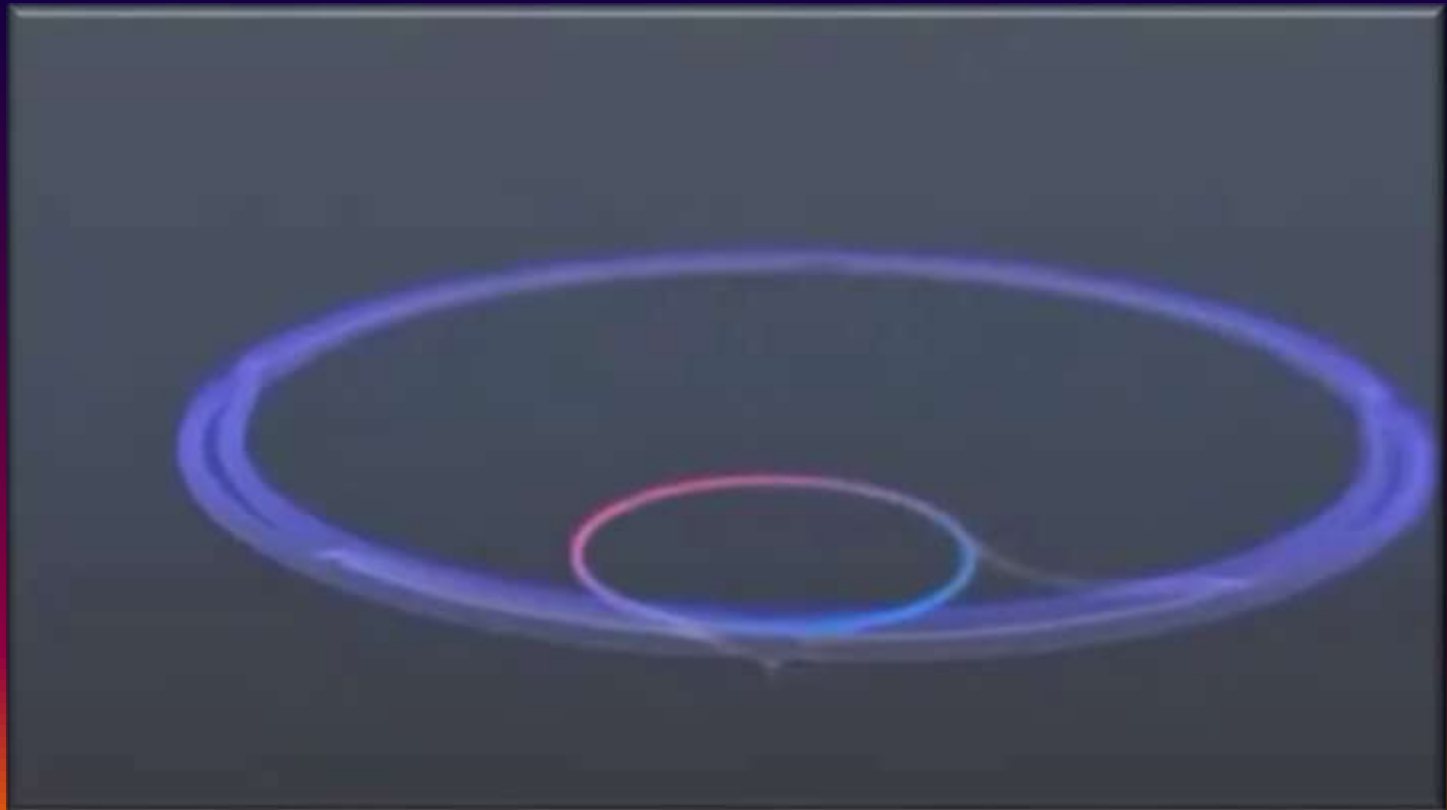




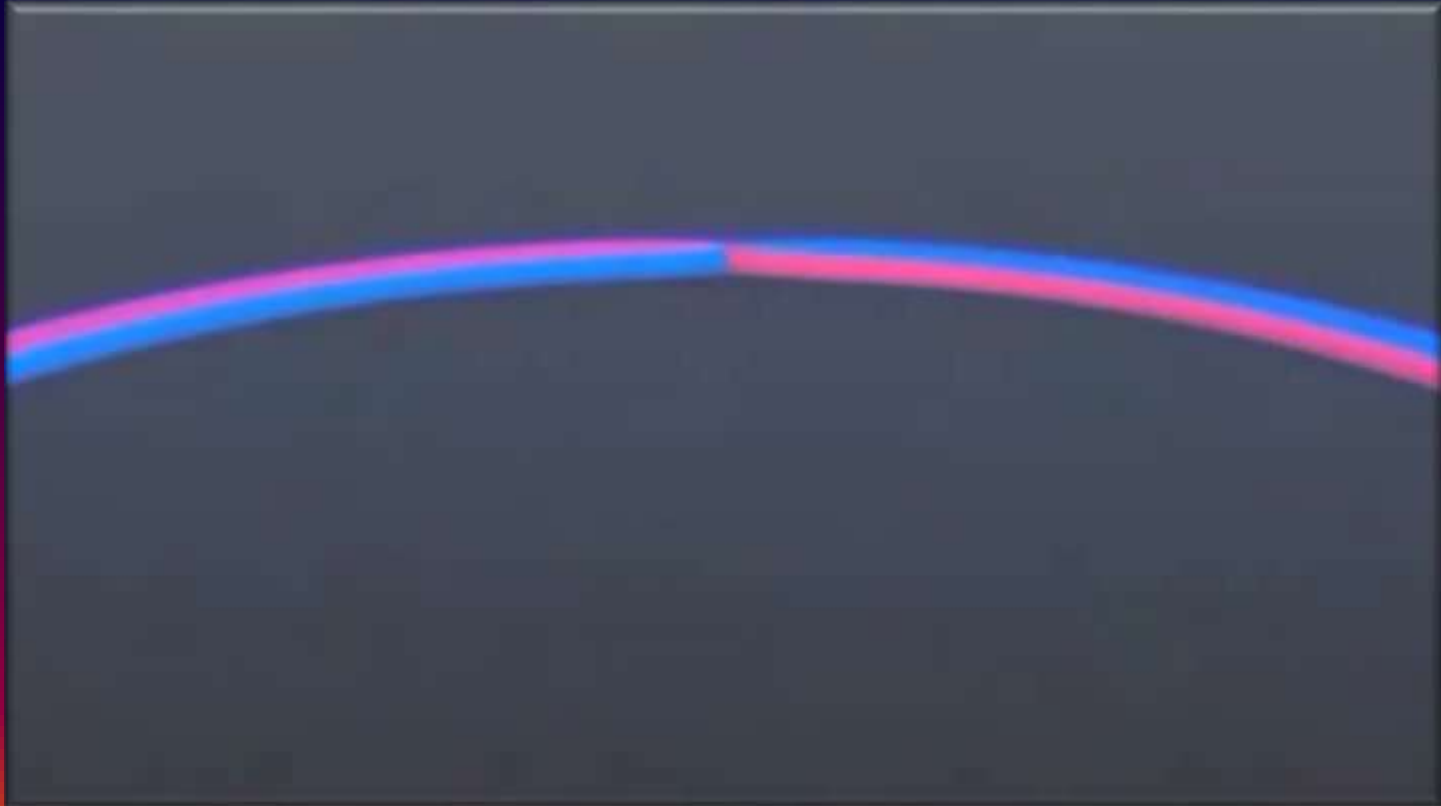
Εισαγωγή στον LHC

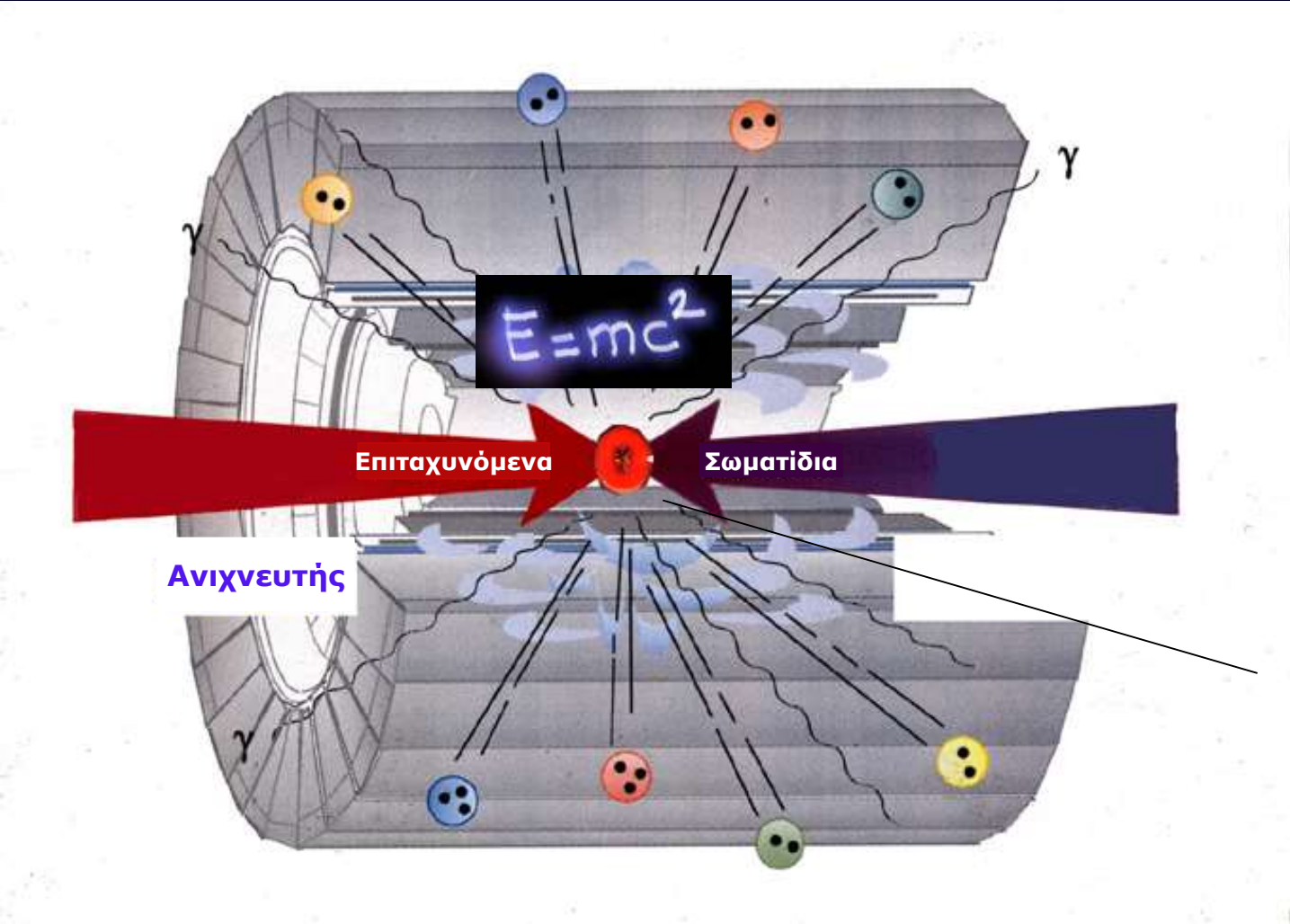


Κάθε p αποκτά ενέργεια 7 TeV
Η μάζα κάθε p είναι
7000 φορές μεγαλύτερη της αρχικής

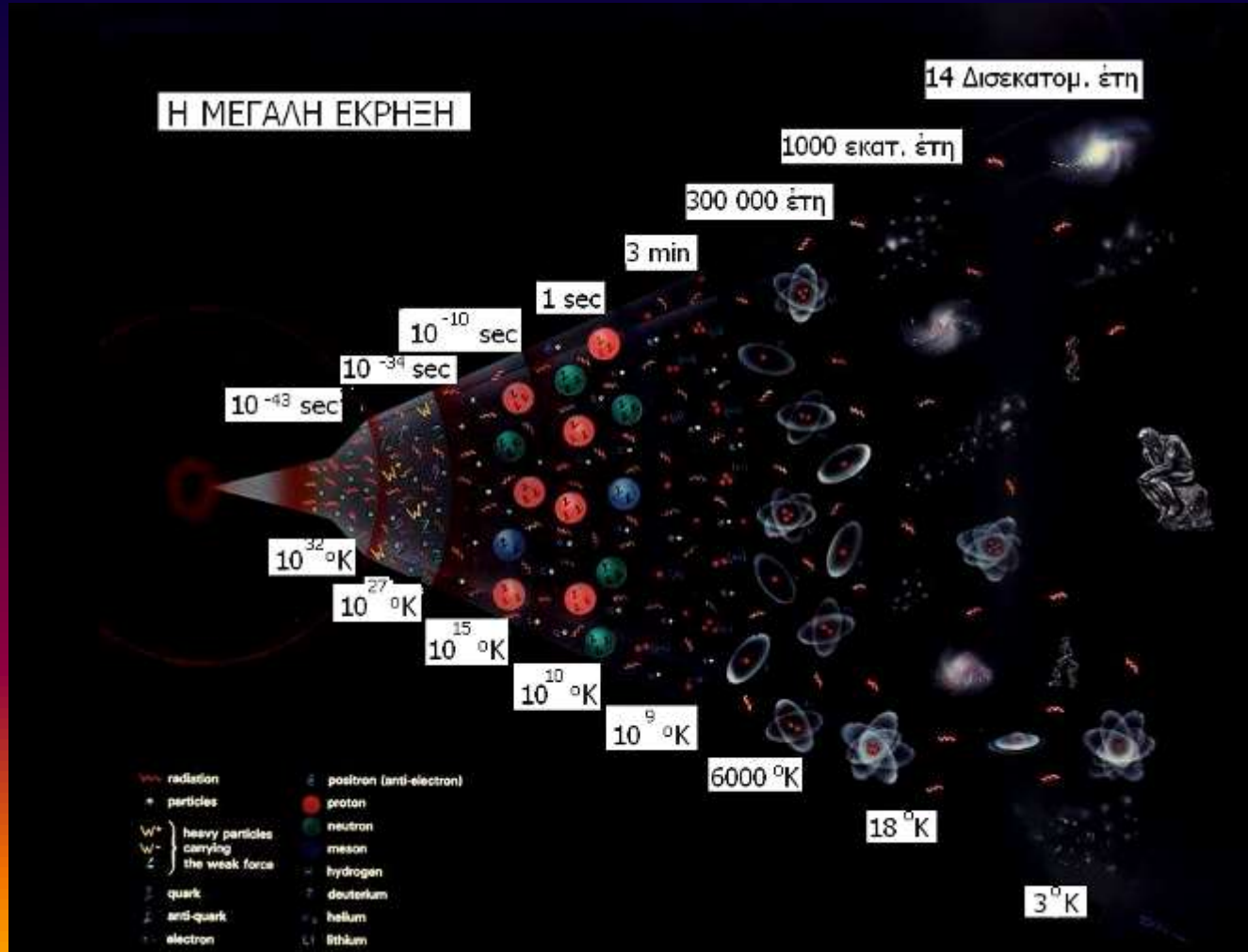


Η συνολική ενέργεια 2 συγκρουόμενων p
είναι 14 TeV





Με τους προηγούμενους Επιταχυντές είχαμε πετύχει πυκνότητα ενέργειας ίση με αυτή που είχε το πρώιμο Σύμπαν 1sec μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Με τις συνθήκες που θα δημιουργήσει ο LHC θα «δούμε» το πρώτο σκοτεινό δευτερόλεπτο και συγκεκριμένα έως 10^{-25} sec.



ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΖΗΤΟΥΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

Τι έγινε το «σκοτεινό» πρώτο δευτερόλεπτο της δημιουργίας του Σύμπαντος πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια;

Μέσα από πιο «Μηχανισμό» περάσαμε από την μη ύπαρξη στην ύπαρξη;

Γιατί εξαφανίσθηκε η Αντιύλη από το Σύμπαν, ενώ θεωρείται ότι δημιουργήθηκε σε ίσες ποσότητες με την ύλη αρχικά;

**Υπάρχει το αινιγματικό σωματίδιο Higgs που δίνει μάζα σε ορισμένα σωματίδια , ενώ δεν δίνει σε κάποια άλλα;
(«Σωματίδιο του Θεού» το ονόμασαν , «Άγιο Δισκοπότηρο» της Φυσικής κάποιοι άλλοι)**

Ποια είναι η προέλευση της μάζας;

Θα επιβεβαιωθεί η Θεωρία των χορδών;

Τι είναι η «σκοτεινή» ύλη και η «σκοτεινή» ενέργεια;

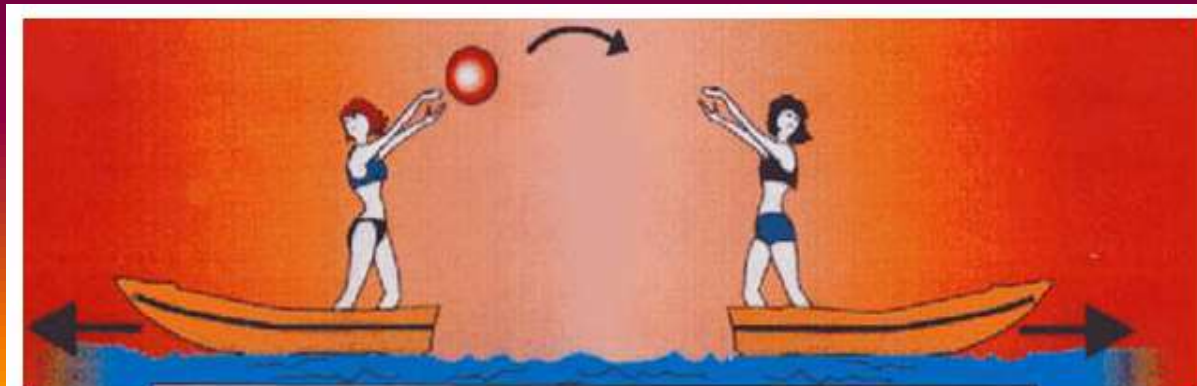
Το Σύμπαν είναι τετραδιάστατο ή πολυδιάστατο;

**Θα αποδειχθεί πειραματικά η ύπαρξη των
Γκραβιτονίων που αποτελούν τους φορείς της πλέον
προσιτής αλλά και πλέον ασθενούς δύναμης της
βαρύτητας;**

**Θα μπορέσουμε να φθάσουμε στην ενοποίηση των
τεσσάρων βασικών δυνάμεων, δηλαδή της Ισχυρής,
της Ηλεκτρομαγνητικής, της Ασθενούς και της
Βαρύτητας;**

Οι θεμελιώδεις δυνάμεις

| Αλληλεπίδραση | Ισχύς | Εμβέλεια | Σωματίδιο-φορέας |
|---------------|------------|----------------------------|------------------------|
| Ισχυρή | 60 | περίπου 10^{-15}m | Γκλουόνιο |
| Ηλεκτρομαγ/κή | 1 | άπειρη | Φωτόνιο |
| Ασθενής | 10^{-4} | περίπου 10^{-18}m | W^+ , W^- Z^0 |
| Βαρυτική | 10^{-41} | άπειρη | Βαρυτόνιο |



Η ΑΝΤΑΛΛΑΓΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ ΕΙΝΑΙ ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ

Το **Καθιερωμένο Πρότυπο**

(Standard Model) είναι μια φυσική θεωρία που περιγράφει τα δομικά συστατικά της ύλης και τις μεταξύ τους ισχυρές, ασθενείς και ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις.

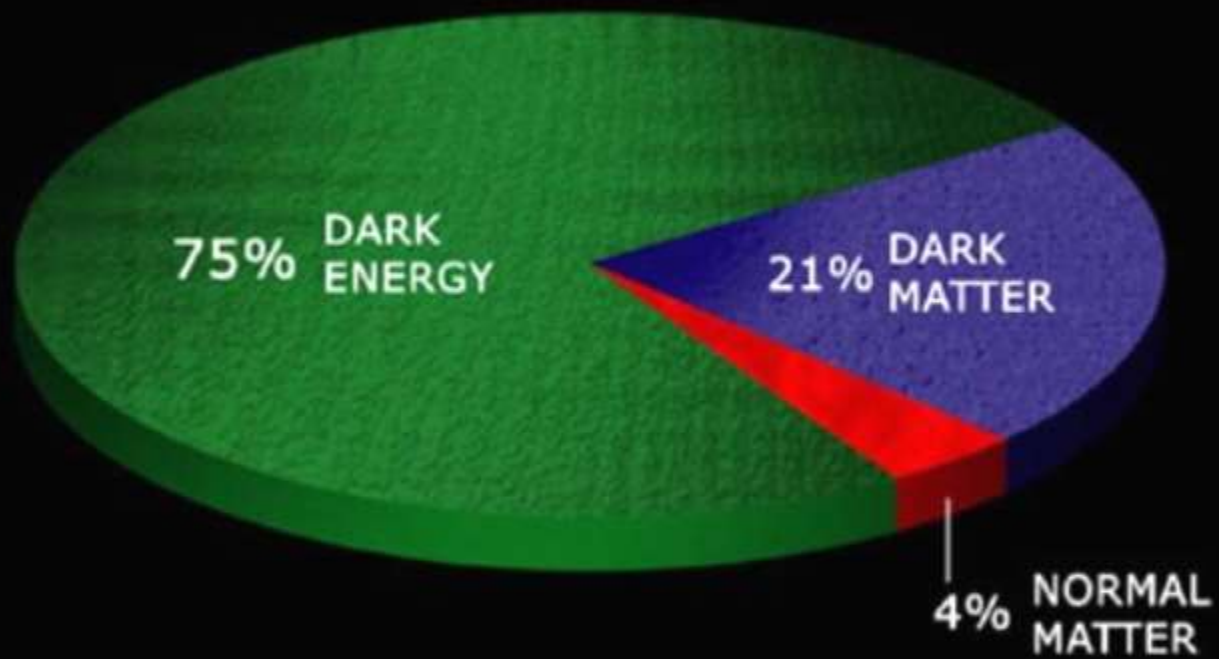
Δεν περιλαμβάνει καμία περιγραφή των βαρυτικών αλληλεπιδράσεων.

Η **σκοτεινή ύλη** είναι ένας υποθετικός τύπος ύλης που συνεισφέρει κατά μεγάλο ποσοστό στη συνολική μάζα του Σύμπαντος.

Δεν εκπέμπει φως ή οποιαδήποτε άλλη ανιχνεύσιμη ακτινοβολία, έτσι δεν μπορούμε να τη "δούμε", αλλά η παρουσία της γίνεται αισθητή από τα βαρυτικά φαινόμενα που εμφανίζονται στην ύλη που μπορούμε να δούμε.

Οι αστέρες των γαλαξιών, για παράδειγμα, φαίνεται ότι κινούνται πολύ πιο γρήγορα απ' ό,τι αν επηρεάζονταν μόνο από την ορατή ύλη του γαλαξία.

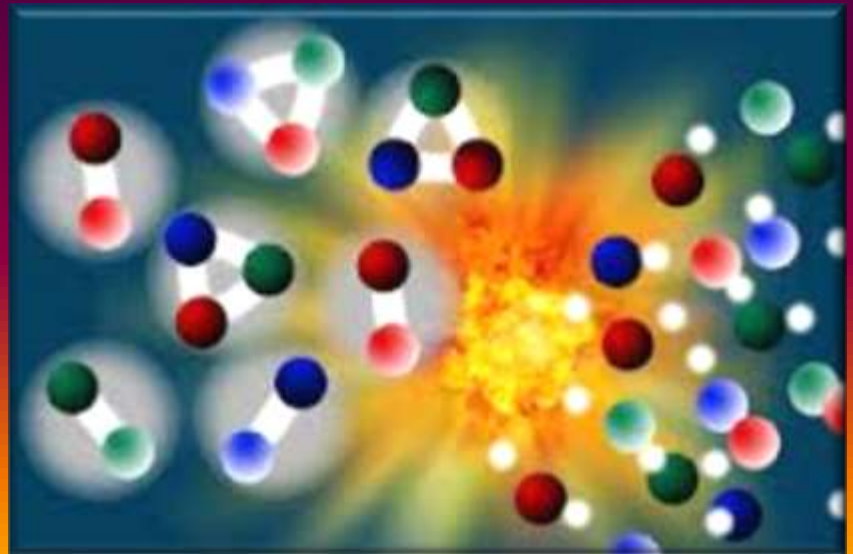
Η σκοτεινή ενέργεια
είναι ένα υποθετικό είδος ενέργειας
που εκτείνεται παντού στο Σύμπαν
και τείνει να επιταχύνει τη διαστολή του.



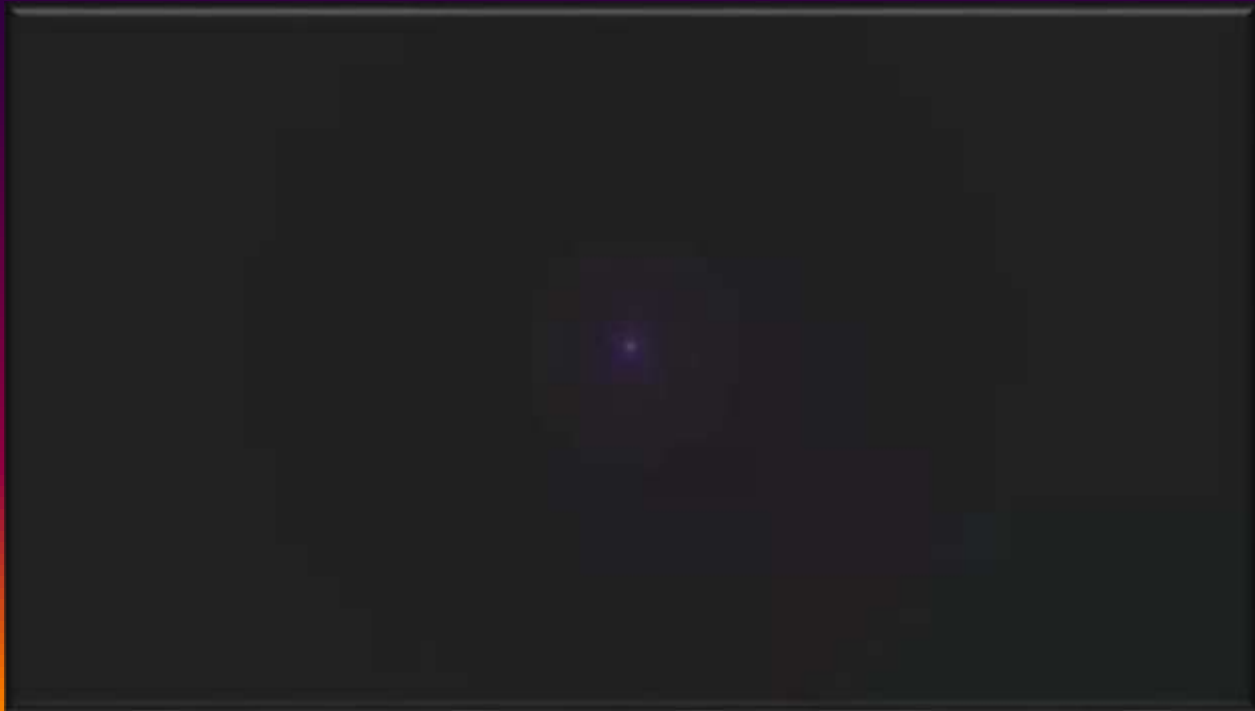


Πως δημιουργήθηκε το Σύμπαν;

Το Σύμπαν δημιουργήθηκε πριν από 13,7 δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, από μια πολύ πυκνή και θερμή κατάσταση.



**ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ
ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΡΗΞΗΣ
(BIG BANG)**



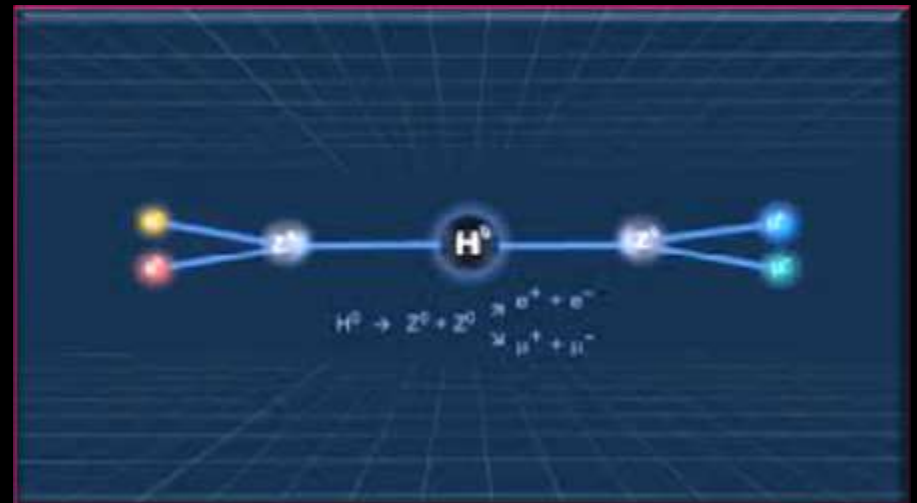
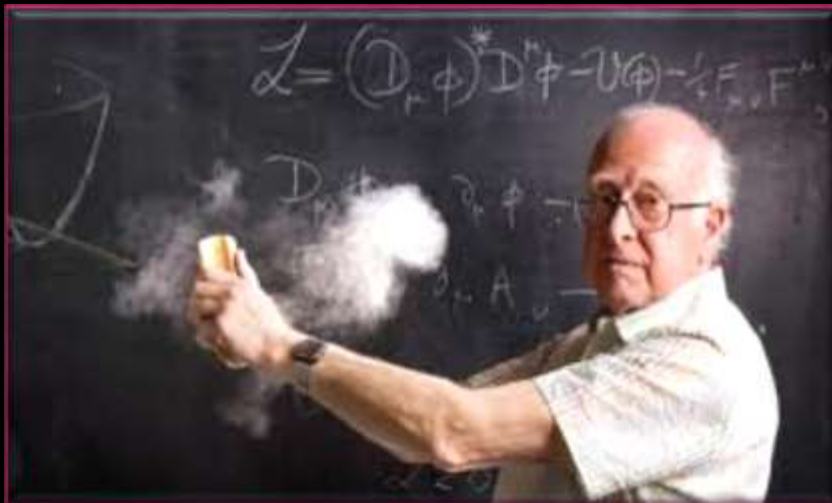
Το σωματίδιο Higgs

Στη θεωρία της Σχετικότητας,
υπάρχει σημαντική διαφορά
μεταξύ σωματιδίων με μάζα
και χωρίς μάζα.

Κάθε **άμαζο** σωματίδιο ταξιδεύει
με την ταχύτητα του φωτός,
ενώ τα σωματίδια **με μάζα**
δεν μπορούν να αγγίξουν ποτέ
αυτό το όριο ταχύτητας.

Ο **Higgs** πρότεινε πως το κενό περιέχει
ένα πεδίο που μπορεί να αιχμαλωτίζει
κάποια στοιχειώδη σωματίδια,
και να τους προσδίδει μάζα.

Άλλα σωματίδια - όπως τα φωτόνια -
είναι απρόσβλητα στο πεδίο
και παραμένουν **άμαζα**.



Τ Ε Λ Ο Σ