



Το CERN και η Έρευνα Σωματιδιακής Φυσικής

Καθ. Εμμανουήλ Τσεσμελής
Principal Physicist
CERN

Greek Teacher Programme 2023

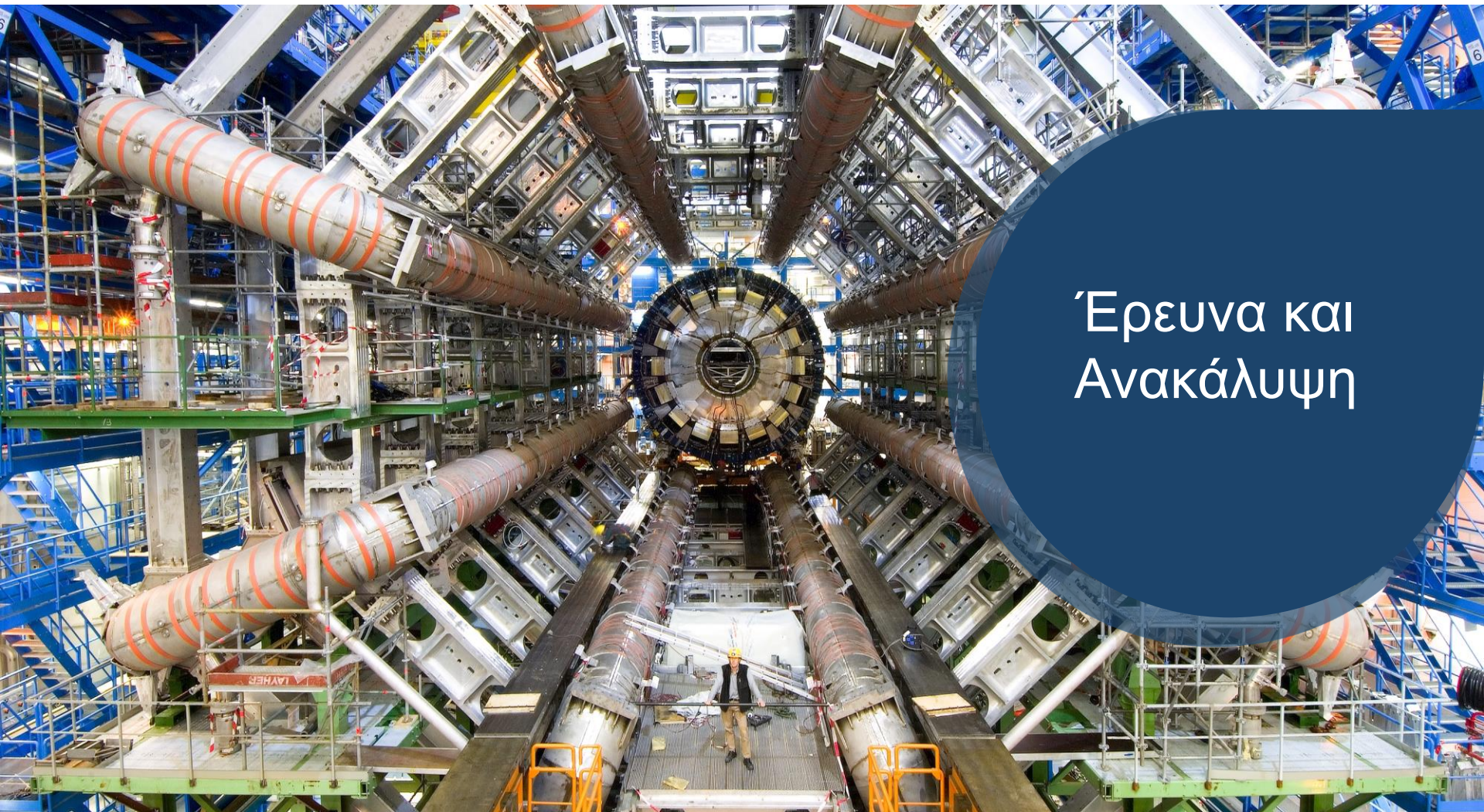


Το CERN είναι το μεγαλύτερο εργαστήριο σωματιδιακής φυσικής στον κόσμο.

Στόχος μας είναι να κατανοήσουμε τα πιο θεμελιώδη σωματίδια και τους νόμους του σύμπαντος.

Η Αποστολή του CERN

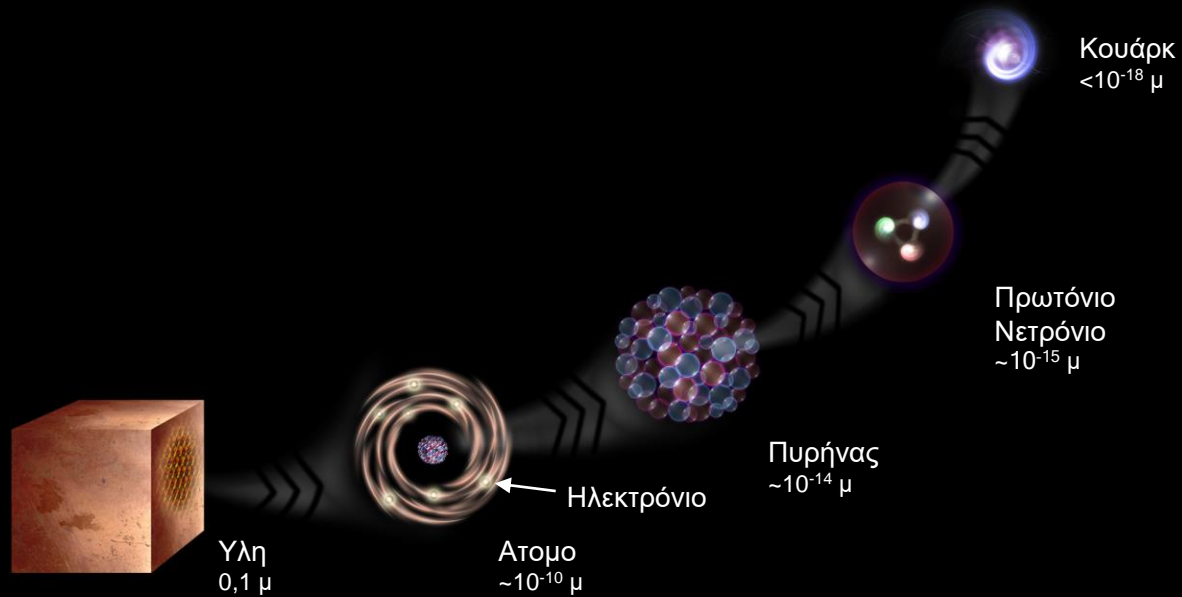




Έρευνα και
Ανακάλυψη

Από τι αποτελείται το σύμπαν;

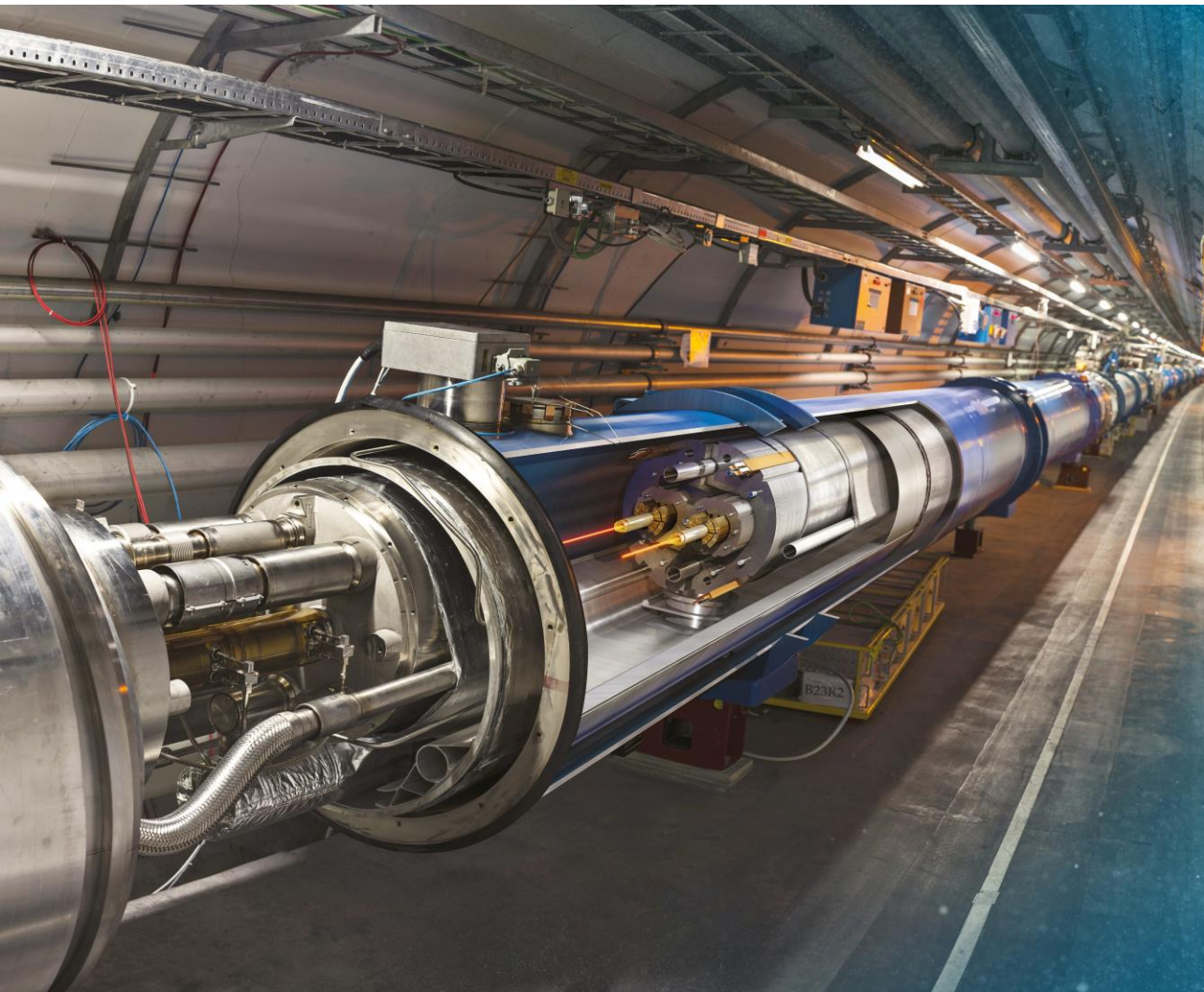
Μελετάμε τα στοιχειώδη δομικά στοιχεία της ύλης και τις δυνάμεις που ελέγχουν τη συμπεριφορά τους





Πώς ξεκίνησε το σύμπαν;

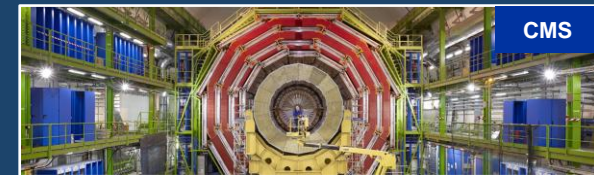
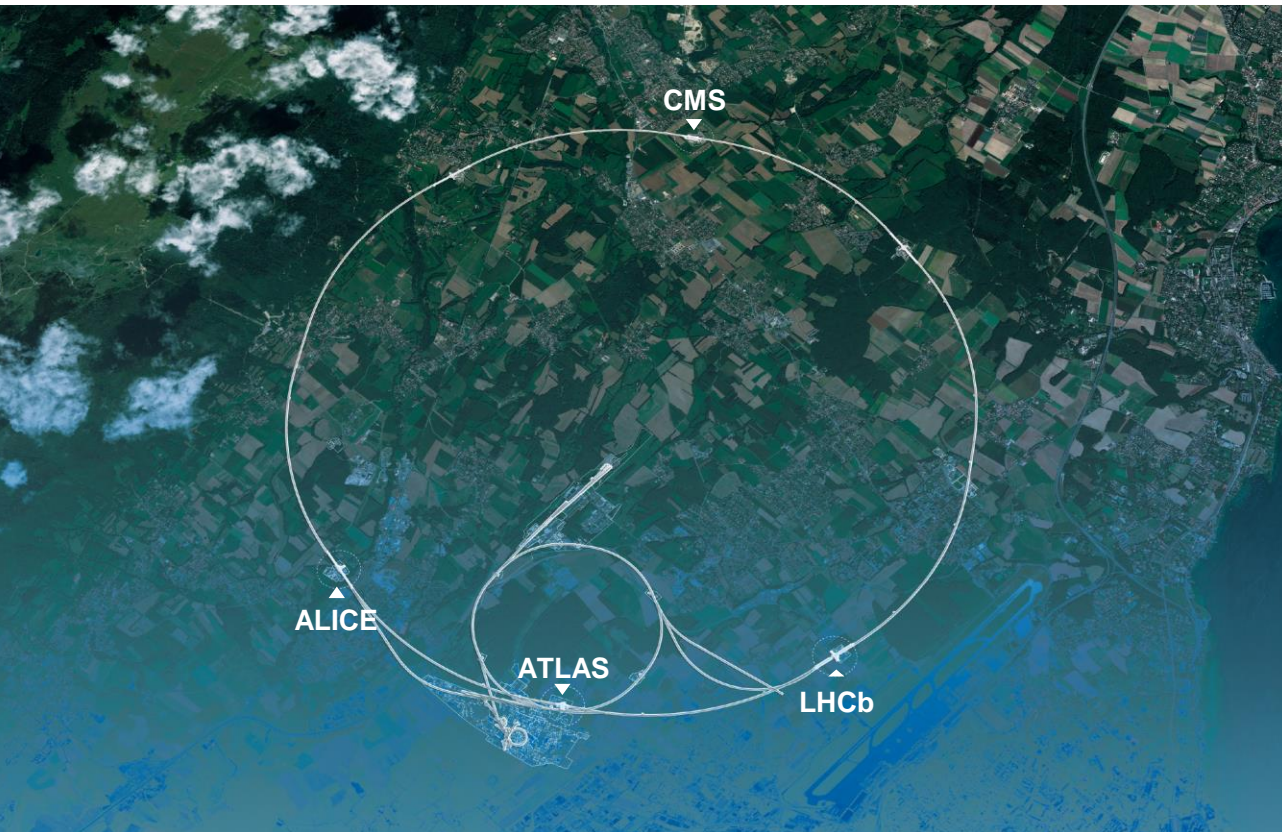
Αναπαράγουμε τις συνθήκες ένα κλάσμα του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, για να αποκτήσουμε εικόνα για τη δομή και την εξέλιξη του σύμπαντος.



Large Hadron Collider (LHC)

- Περιφέρεια 27 χλμ.
- Σε βάθος περίπου 100 μ. σε υπόγεια σήραγγα
- Οι υπεραγώγιμοι μαγνήτες κατευθύνουν τα σωματίδια γύρω από τον δακτύλιο
- Τα σωματίδια επιταχύνονται για να πλησιάσουν την ταχύτητα του φωτός

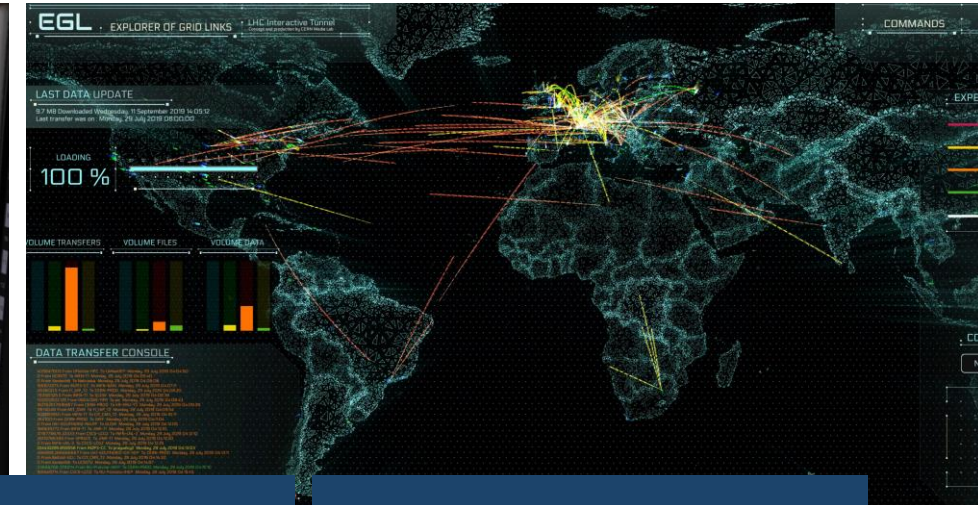
Οι γιγάντιοι ανιχνευτές καταγράφουν τα σωματίδια που σχηματίζονται στα τέσσερα σημεία σύγκρουσης



The Worldwide LHC Computing Grid (WLCG)



Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, διανομή, επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων.



1 εκατομμύριο πυρήνες επεξεργασίας σε περίπου 170 κέντρα δεδομένων και 42 χώρες.

Περισσότερα από 1000 Petabytes δεδομένων από το CERN είναι αποθηκευμένα σε όλο τον κόσμο.

Το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2013



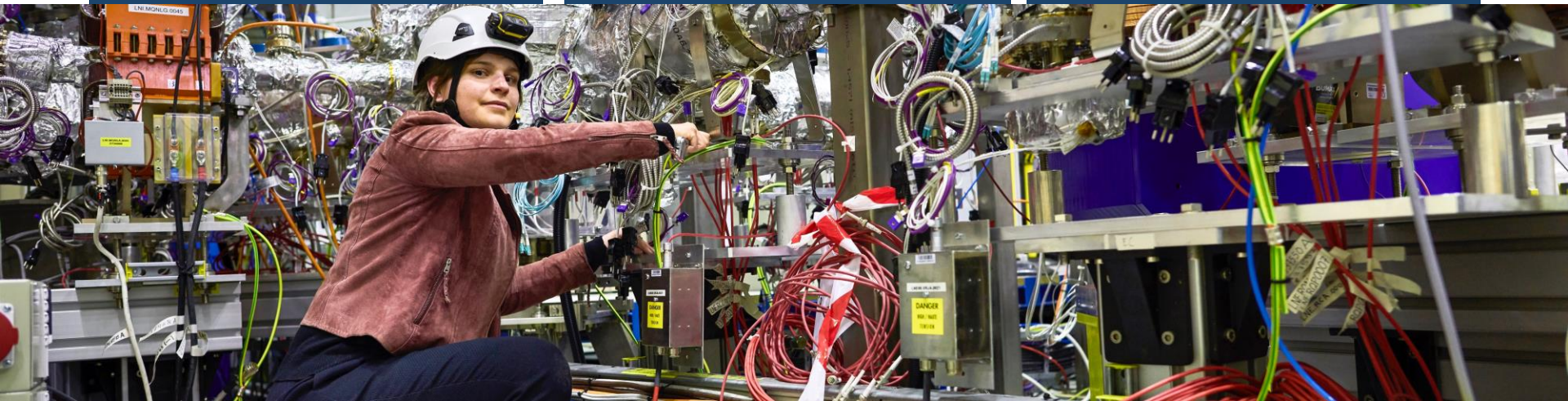
Το βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2013 απονεμήθηκε από κοινού στον Francois Englert και Peter W. Higgs "για τη θεωρητική ανακάλυψη ενός μηχανισμού που συμβάλλει στην κατανόηση της προέλευσης της μάζας των υποατομικών σωματιδίων, η οποία πρόσφατα επιβεβαιώθηκε με την ανακάλυψη του προβλεπόμενου στοιχειώδους σωματιδίου, από τα πειράματα **ATLAS** και **CMS** στον Μεγάλο Επιταχυντή Αδρονίων (**LHC**) του **CERN**."

Το CERN έχει ένα ποικίλο επιστημονικό πρόγραμμα

Πυρηνική Φυσική
(ISOLDE)

Έρευνα για την Αντιύλη
(Antiproton Decelerator)

Κοσμικές ακτίνες και σχηματισμός
σύννεφων (CLOUD)



Πειράματα σταθερού στόχου, τα οποία περιλαμβάνουν αναζητήσεις για σπάνια φαινόμενα

Συνεισφορά στην Εγκατάσταση Νετρίνων Long Baseline στις ΗΠΑ (LBNF)

Θεωρητική Φυσική

Υπάρχουν πολλά αναπάντητα ερωτήματα στη θεμελιώδη φυσική

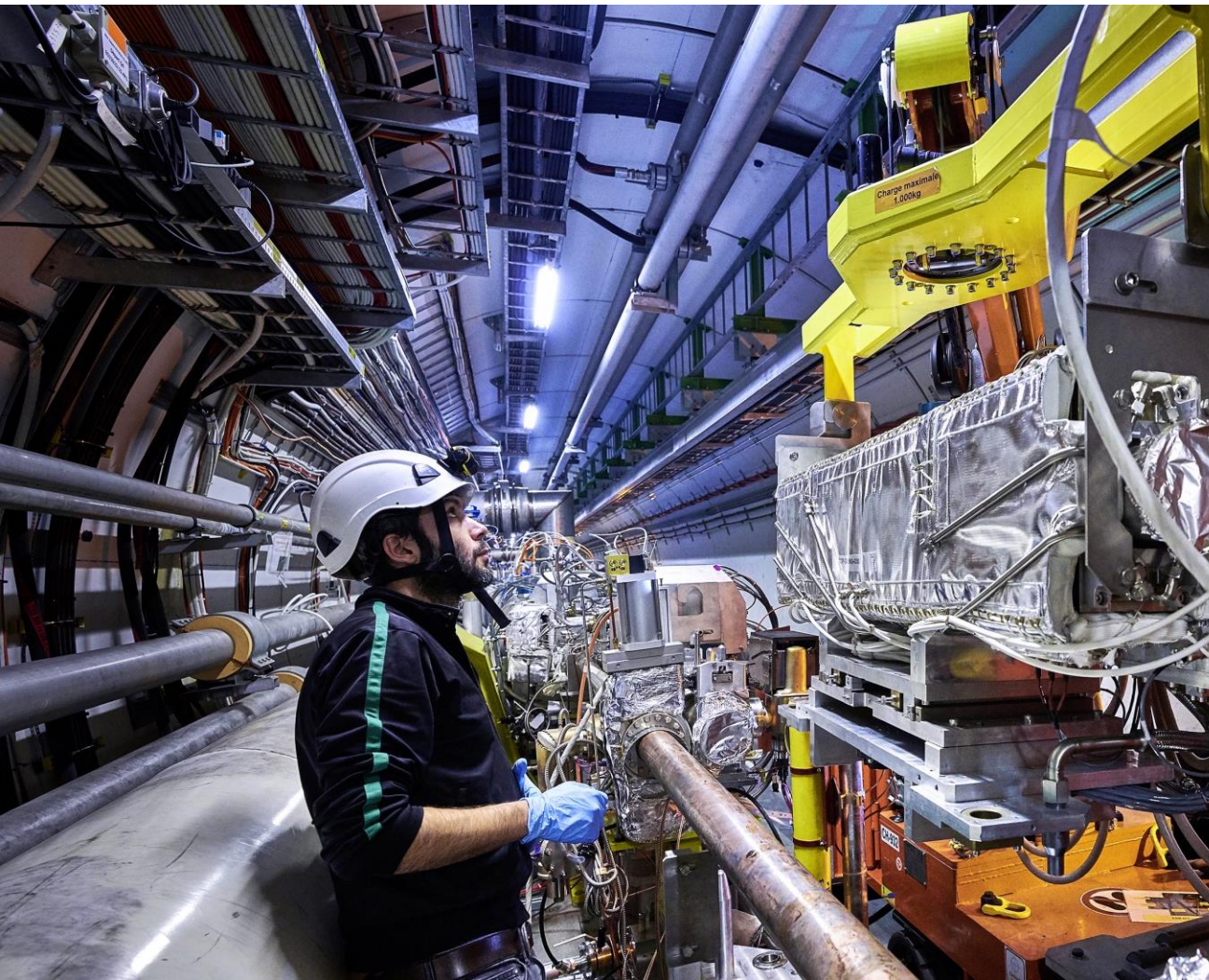
Συμπεριλαμβανομένου

Το 95% της μάζας και της ενέργειας του σύμπαντος είναι άγνωστο.

Υπάρχει μόνο ένα μποζόνιο Higgs και συμπεριφέρεται ακριβώς όπως αναμένεται;

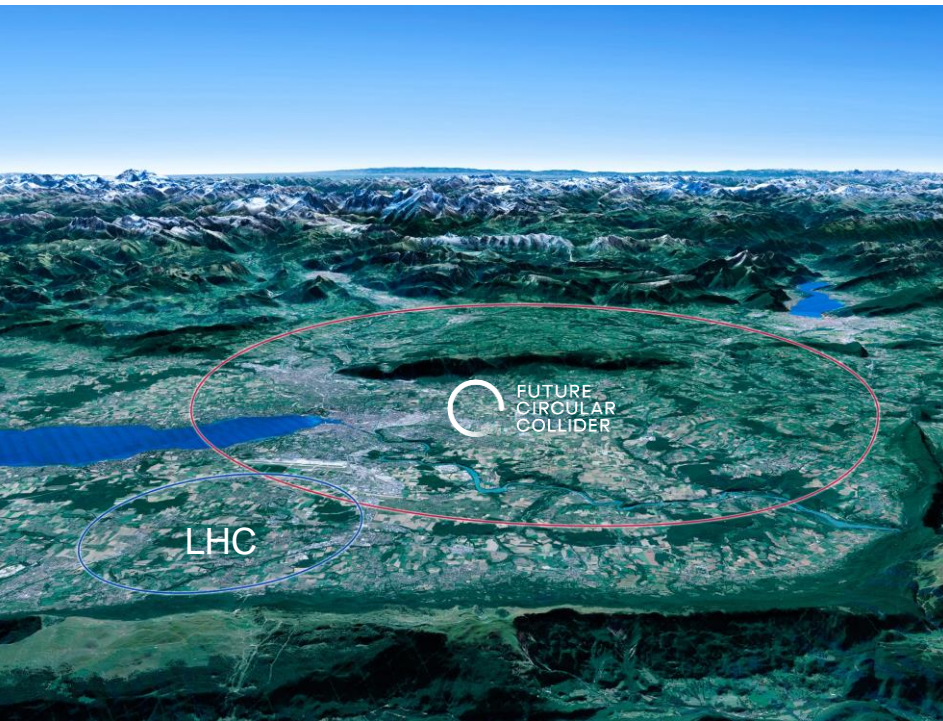
Γιατί το σύμπαν αποτελείται μόνο από ύλη, με σχεδόν καθόλου αντιύλη;

Γιατί η βαρύτητα είναι τόσο αδύναμη σε σύγκριση με τις άλλες δυνάμεις;



Η αναβάθμιση του LHC σε υψηλή φωτεινότητα βρίσκεται σε εξέλιξη

- Το HL-LHC θα χρησιμοποιήσει νέες τεχνολογίες για να παρέχει 10 φορές περισσότερες συγκρούσεις από το LHC.
- Θα δώσει πρόσβαση σε σπάνια φαινόμενα, μεγαλύτερη ακρίβεια και δυνατότητες ανακάλυψης.
- Θα ξεκινήσει να λειτουργεί το 2029 και θα διαρκέσει έως το 2040.



Επιστημονικές προτεραιότητες για το μέλλον

Εφαρμογή των συστάσεων της επικαιροποίησης του 2020 της **Ευρωπαϊκής Στρατηγικής για τη Σωματιδιακή Φυσική:**

- Πλήρη εκμετάλλευση του LHC και HL-LHC.
- Οικοδόμηση εργοστασίου Higgs για να κατανοήσουμε περαιτέρω αυτό το μοναδικό σωματίδιο.
- Διερεύνηση της τεχνικής και οικονομικής σκοπιμότητας ενός μελλοντικού επιταχυντή ενεργειακών συνόρων 100 km στο CERN.
- Ενίσχυση της σχετικής Ε&Α.
- Συνεχή υποστήριξη έργων σε όλο τον κόσμο

Συνεργασία



Επιστήμη για την Ειρήνη

Το CERN ιδρύθηκε το 1954 με 12 ευρωπαϊκά κράτη μέλη



23 Member States

Austria – Belgium – Bulgaria – Czech Republic
Denmark – Finland – France – Germany – **Greece**
Hungary – Israel – Italy – Netherlands – Norway
Poland – Portugal – Romania – Serbia – Slovakia
Spain – Sweden – Switzerland – United Kingdom

3 Associates Member States in the pre-stage to membership

Cyprus – Estonia – Slovenia

7 Associate Member States

Croatia – India – Latvia – Lithuania – Pakistan
Turkey – Ukraine

6 Observers

Japan – Russia (suspended) – USA
European Union – JINR (suspended) – UNESCO

More than 50 Cooperation Agreements with non-Member States and Territories

Albania – Algeria – Argentina – Armenia – Australia – Azerbaijan – Bangladesh – Belarus – Bolivia
Bosnia and Herzegovina – Brazil – Canada – Chile – Colombia – Costa Rica – Ecuador – Egypt – Georgia – Iceland
Iran – Jordan – Kazakhstan – Lebanon – Malta – Mexico – Mongolia – Montenegro – Morocco – Nepal
New Zealand – North Macedonia – Palestine – Paraguay – People's Republic of China – Peru – Philippines – Qatar
Republic of Korea – Saudi Arabia – Sri Lanka – South Africa – Thailand – Tunisia – United Arab Emirates – Vietnam

Ο ετήσιος προϋπολογισμός
του CERN είναι 1200 MCHF
(ισοδύναμο με ένα μεσαίου
μεγέθους ευρωπαϊκό
πανεπιστήμιο)

Στις 31 Δεκεμβρίου 2022:

Υπαλλήλους:
2658 προσωπικό, 900 υπότροφοι

Συνεργάτες:
11 860 χρήστες, 1516 άλλοι

Ένα εργαστήριο για άτομα από όλο τον κόσμο

Κατανομή όλων των χρηστών του CERN ανά χώρα των ιδρυμάτων προέλευσής τους στις 31 Δεκεμβρίου 2022



Γεωγραφική και πολιτιστική πολυμορφία
Χρήστες 110 εθνικοτήτων
19,4% γυναίκες

Member States 7147

Austria 85 – Belgium 129 – Bulgaria 43 – Czech Republic 244
Denmark 49 – Finland 90 – France 844 – Germany 1225
Greece 119 – Hungary 73 – Israel 64 – Italy 1527
Netherlands 169 – Norway 79 – Poland 305 – Portugal 100
Romania 109 – Serbia 33 – Slovakia 70 – Spain 383
Sweden 103 – Switzerland 406 – United Kingdom 898

Associate Member States

in the pre-stage to membership 69

Cyprus 15 – Estonia 30 – Slovenia 24

Associate Member States 382

Croatia 38 – India 132 – Latvia 16 – Lithuania 14 – Pakistan 35
Türkiye 122 – Ukraine 25

Observers 2991

Japan 216 – Russia (suspended) 873 – United States of America 1902



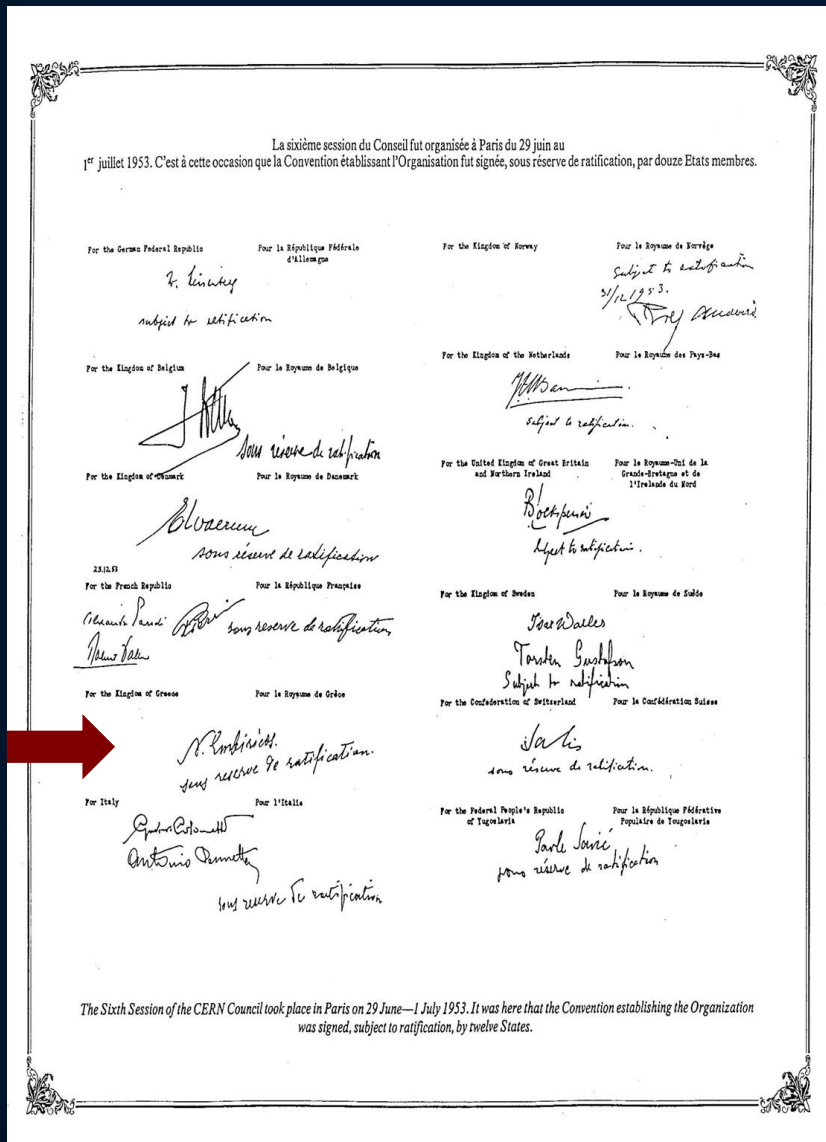
Αριθμοί για την Ελλάδα

- 1 Δεκεμβρίου 2021
 - 57 Staff
 - 50 Fellows
 - 13 Doct. Students
 - 23 Tech. Students
 - 2 Admin. Students

Non-Member States and Territories 1271

Algeria 2 – Argentina 13 – Armenia 8 – Australia 21 – Azerbaijan 2 – Bahrain 4 – Belarus 18 – Brazil 122
Canada 199 – Chile 34 – Colombia 21 – Costa Rica 2 – Cuba 3 – Ecuador 4 – Egypt 20 – Georgia 32
Hong Kong 15 – Iceland 3 – Indonesia 5 – Iran 11 – Ireland 5 – Jordan 5 – Kuwait 4 – Lebanon 13 – Madagascar 1
Malaysia 4 – Malta 1 – Mexico 49 – Montenegro 4 – Morocco 19 – New Zealand 5 – Nigeria 1 – Oman 1
Palestine 1 – People's Republic of China 333 – Peru 2 – Philippines 1 – Republic of Korea 147 – Singapore 2
South Africa 52 – Sri Lanka 10 – Taiwan 45 – Thailand 17 – Tunisia 2 – United Arab Emirates 7 – Viet Nam 1

Η Συνθήκη του CERN



- Από τη πλευρά της Ελλάδας υπέγραψε ο Καθηγητής Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. Ν. Εμπειρικός.



Τεχνολογία και Καινοτομία

Οι τεχνολογικές καινοτομίες του CERN έχουν εφαρμογές σε πολλούς τομείς

Το CERN είναι η γενέτειρα του World Wide Web

Και υπάρχουν πολλά ακόμη παραδείγματα

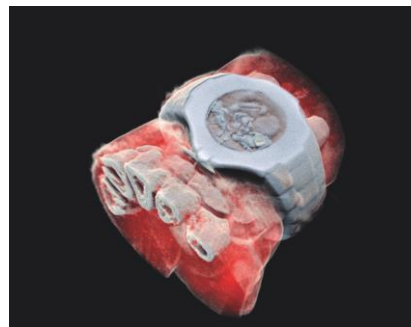
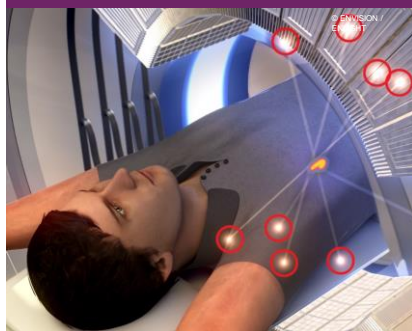
Ιατρική απεικόνιση, θεραπεία καρκίνου, επιστήμη των υλικών, πολιτιστική κληρονομιά, αεροδιαστημική, αυτοκινητοβιομηχανία, περιβάλλον, υγεία και ασφάλεια, βιομηχανικές διαδικασίες.

Οι τεχνολογικές καινοτομίες του CERN έχουν σημαντικές εφαρμογές στην ιατρική και την υγειονομική περίθαλψη



Τεχνολογίες που εφαρμόζονται στο CERN χρησιμοποιούνται επίσης στο PET, για ιατρική απεικόνιση και διαγνωστικά.

Οι τεχνολογίες επιταχυντών εφαρμόζονται στην ακτινοθεραπεία του καρκίνου με πρωτόνια, ιόντα και ηλεκτρόνια.



Οι τεχνολογίες ανιχνευτών Pixel χρησιμοποιούνται για τρισδιάστατη έγχρωμη απεικόνιση ακτίνων X υψηλής ανάλυσης.

Το CERN παράγει καινοτόμα ραδιοϊσότοπα για έρευνα στην πυρηνική ιατρική.



A group of students in a laboratory or workshop setting. They are wearing hard hats (yellow and blue) and safety glasses. They are focused on a large, dark, cylindrical mechanical component mounted on a metal frame. One student in the foreground is adjusting the component. In the background, there are other students and a green exit sign with a white arrow pointing down. A teal circular graphic is overlaid on the left side of the image, containing the text "Εκπαίδευση και Κατάρτιση".

Εκπαίδευση και Κατάρτιση

Το CERN ως Εκπαιδευτικό Κέντρο

Apprentices

Accelerator School

Doctoral Students

Academic Training

Fellows

Physics School

Exhibitions

CERN-Latin America School

Computing School

Visits

Γενναιόδωρη και σημαντική υποστήριξη



Summer Schools

Technical Students

Outreach

Microcosm

Technical Training

Science

Language Training

Teachers programmes

Communications Training

Conferences

Management Training



Τα εκπαιδευτικά μας προγράμματα προσεγγίζουν χιλιάδες καθηγητές και μαθητές από όλο τον κόσμο κάθε χρόνο

300 προπτυχιακοί φοιτητές σε
Θερινά προγράμματα
>3000 εγγεγραμμένοι διδάκτορες.

>1000 υπότροφοι, τεχνικοί και
διδακτορικοί φοιτητές στην έρευνα και
την εφαρμοσμένη φυσική, τη
μηχανική και την πληροφορική.

13.304 εκπαιδευτικοί από το 1998
και 2000 συμμετέχοντες στο
διαδικτυακό σεμινάριο από το 2020.



Αριθμοί για την Ελλάδα

5 summer students during 2019
882 teachers in Teacher Programmes since 1998
51 teams in BL4S competition since 2014
665 students participating in S'Cool LAB since 2015
8312 Greek visitors in 2019

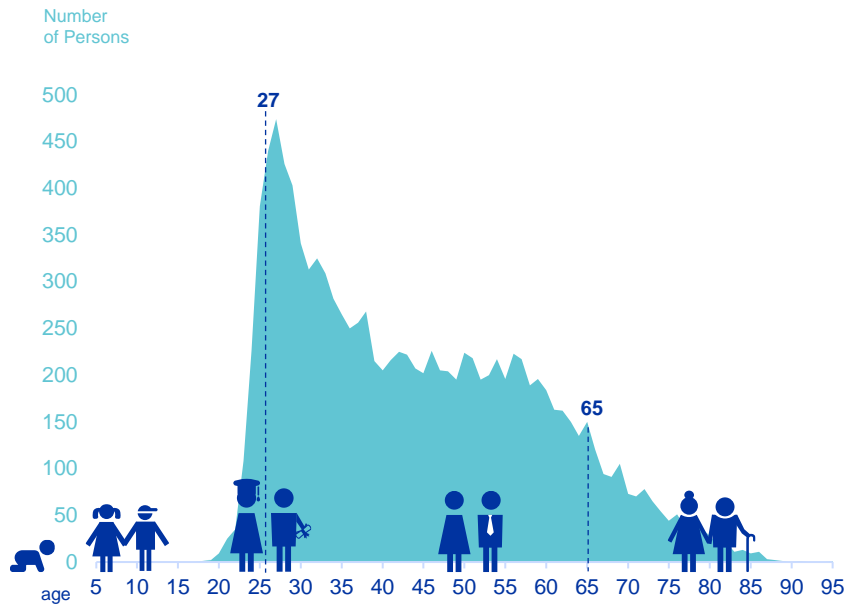


151.000 επισκέπτες σε ξεναγήσεις
στο CERN το 2019, από 95 χώρες.

Το CERN συνεργάζεται με πολίτες
σε όλο τον κόσμο:
επιτόπιες και ταξιδιωτικές εκθέσεις
σε 15 χώρες, > 1 εκατομμύριο
επισκέπτες

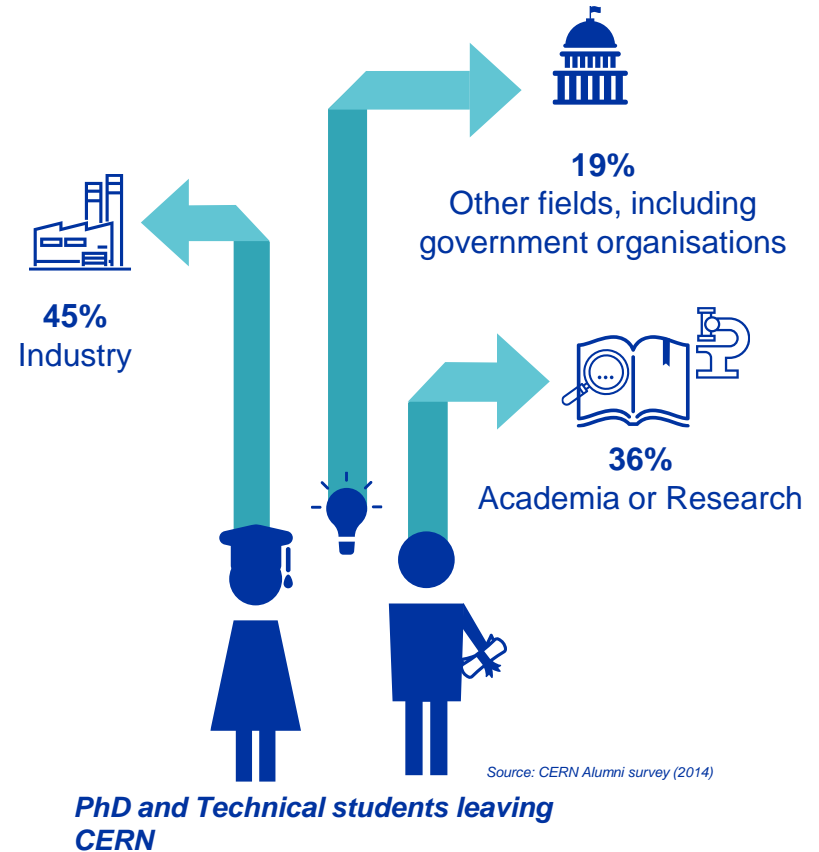
Το Science Gateway θα ανοίξει το
2023, επεκτείνοντας την
προσέγγιση και τον αντίκτυπο του
CERN, σε τοπικό και παγκόσμιο
επίπεδο.

Το CERN ανοίγει έναν κόσμο ευκαιριών σταδιοδρομίας



Age Distribution of Scientists working at CERN

Presentation Greece



CERN Science Gateway



Το νέο κέντρο εκπαίδευσης και ενημέρωσης του CERN για όλα τα άτομα ηλικίας άνω των 5 ετών.

Έναρξη λειτουργίας
Οκτώβριος 2023.

Θεματικές εκθέσεις,
εκπαιδευτικά εργαστήρια,
εκδηλώσεις και παραστάσεις.

Η Ελλάδα έχει μια ισχυρή παράδοση στη σωματιδιακή φυσική

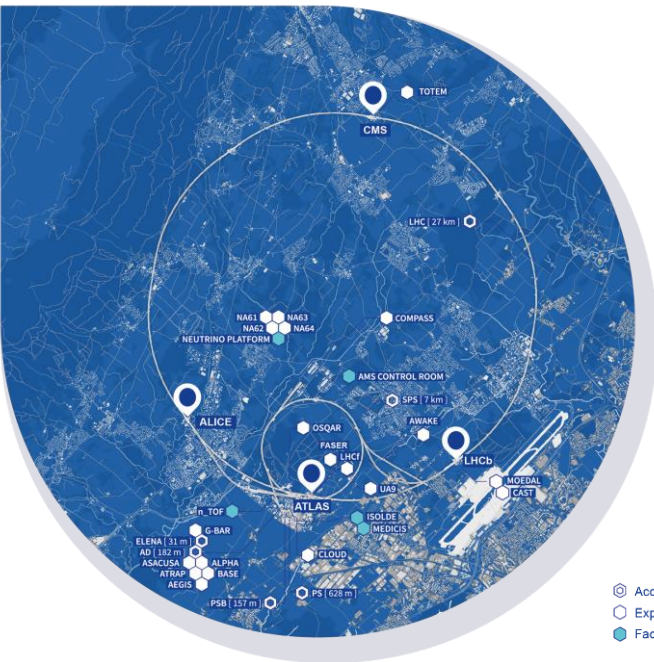


3 Μαΐου 2014: Ο Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, ο Αυτού Εξοχότης Κάρολος Παπούλιας επισκέφθηκε το CERN.

- Η Ελλάδα ήταν ένα από τα 12 ιδρυτικά κράτη μέλη του CERN (1954).
- Η Ελλάδα έχει συμμετάσχει σε όλο το φάσμα των ερευνητικών δραστηριοτήτων στο CERN, από την ανάπτυξη ανιχνευτών και υπολογιστών έως πολυάριθμα πειράματα στις εγκαταστάσεις PS, SPS, ISR, SPS Collider & LEP του CERN.
- Οι Έλληνες ερευνητές έχουν κάνει αξιοσημείωτη συμβολή στην πειραματική και θεωρητική φυσική των σωματιδίων.
- Σήμερα, 11 ελληνικά πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα συμμετέχουν σε προγράμματα στο CERN.

Με την ισχυρή και συνεχή υποστήριξη του Υπουργείου Ανάπτυξης και της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Καινοτομίας

Η Ελλάδα συμμετέχει στο πειραματικό πρόγραμμα του CERN



LHC EXPERIMENTS:

ALICE 1 Institute, 6 members

ATLAS 7 Institutes, 84 members

CMS 4 Institutes, 69 members

FIXED TARGET EXPERIMENTS

- **CAST** 4 institutes
- **nTOF** 3 institutes
- **NA61** 1 institute
- **Neutrino Platform 2** institutes

ISOLDE

4 institutes

Greece participates in WLCG with a Tier-2 centre (under MoU):

- University of Ioannina

Η Ελλάδα και το CERN

ATLAS Muon Spectrometer



Πειράματα LHC

Η εκμετάλλευση του LHC είναι επί του παρόντος ο κύριος στόχος των Ελλήνων ερευνητών, οι οποίοι έχουν αναλάβει ισχυρή δέσμευση για το LHC, ιδιαίτερα για το ALICE, το ATLAS και το CMS

ATLAS

Ελληνικά ινστιτούτα έχουν συμμετάσχει στη σχεδίαση, κατασκευή και θέση σε λειτουργία του φασματογράφου μιονίων του ATLAS

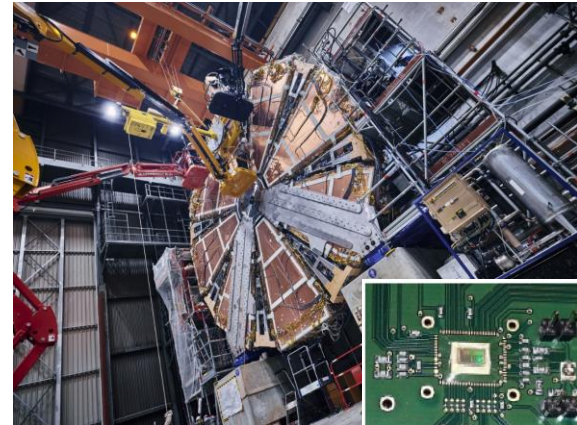
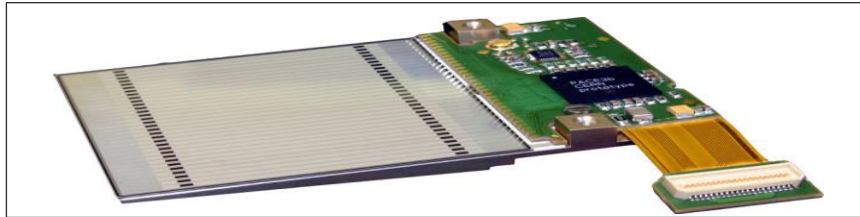
CMS

Ελληνικά ινστιτούτα έχουν συμμετάσχει στη σχεδίαση, κατασκευή και θέση σε λειτουργία του ανιχνευτή και το σύστημα συλλογής δεδομένων του CMS



CMS Preshower Detector

Η Ελλάδα και το CERN



CMS
Upgrade

ATLAS
Upgrade

Αναβάθμιση ATLAS

Ερευνητικές ομάδες από την Ελλάδα έχουν σημαντική εμπειρία στην ανάπτυξη και θέση σε λειτουργία ανιχνευτών αερίων (Micromegas) και στην ανάπτυξη ηλεκτρονικών συσκευών ανάγνωσης και σκανδάλης.

Αναβάθμιση CMS

Ερευνητικές ομάδες από την Ελλάδα επικεντρώνονται στην ανάπτυξη τεχνολογιών γρήγορων ηλεκτρονικών (FPGA, οπτικές ζεύξεις 10-25 Gbps) και αισθητήρων πυριτίου.

Συνεργασία Επιταχυντών

Τα ελληνικά ινστιτούτα εμπλέκονται ενεργά στην E&A και τις μελέτες για μελλοντικούς επιταχυντές (CLIC, FCC) καθώς και συνεισφέροντας σε μεγάλο βαθμό σε υπάρχοντα έργα (LHC, HL-LHC).

Υπάρχουν πολλά αναπάντητα ερωτήματα στη
θεμελιώδη φυσική

**Το CERN θα συνεχίσει να διαδραματίζει
κρίσιμο ρόλο στο ταξίδι της εξερεύνησης**