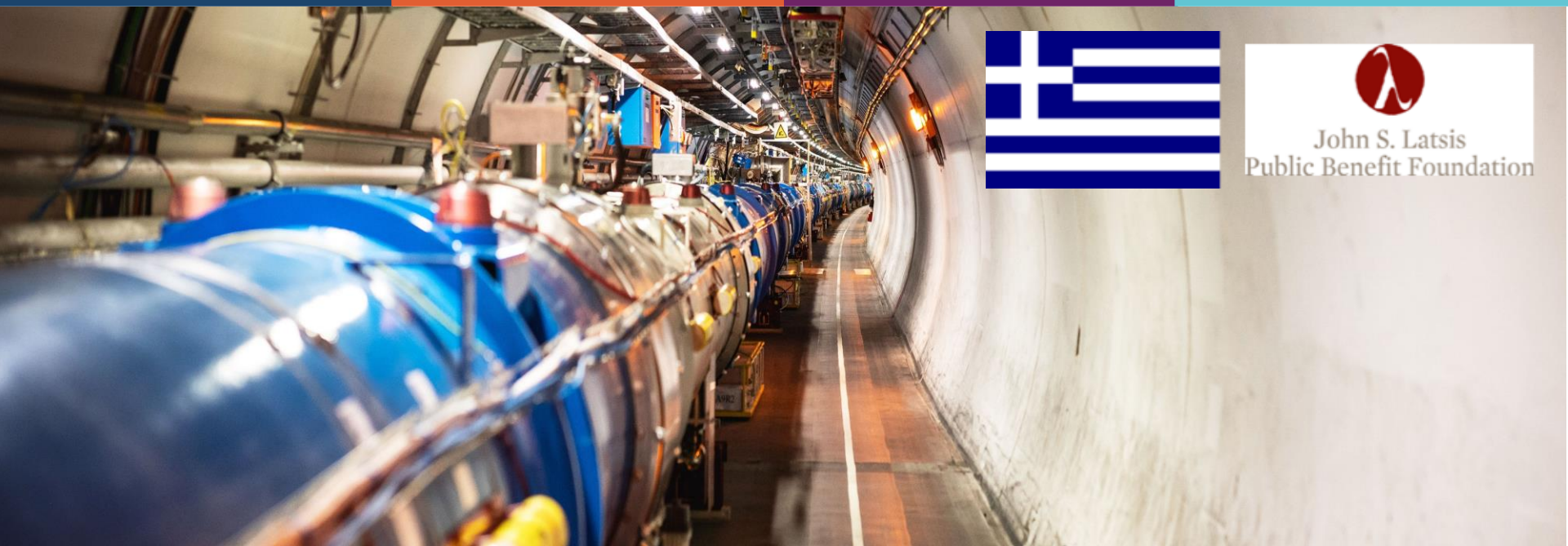




John S. Latsis
Public Benefit Foundation

Το CERN και η Έρευνα Σωματιδιακής Φυσικής

Καθ. Εμμανουήλ Τσεσμελής
Principal Physicist
CERN

Επιμορφωτικά Σεμινάρια για Καθηγητές
Πλωτό Μουσείο Νεράιδα, Μαρίνα Φλοίσβου, Αθήνα
13-14 Απριλίου 2024



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

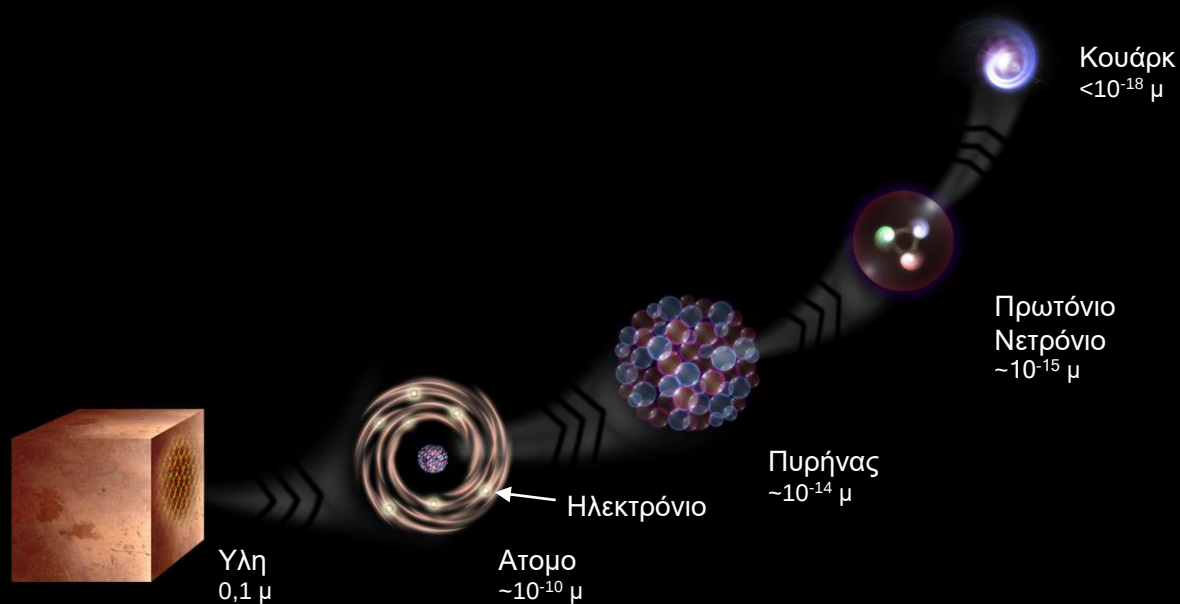




Έρευνα και
Ανακάλυψη

Από τι αποτελείται το σύμπαν;

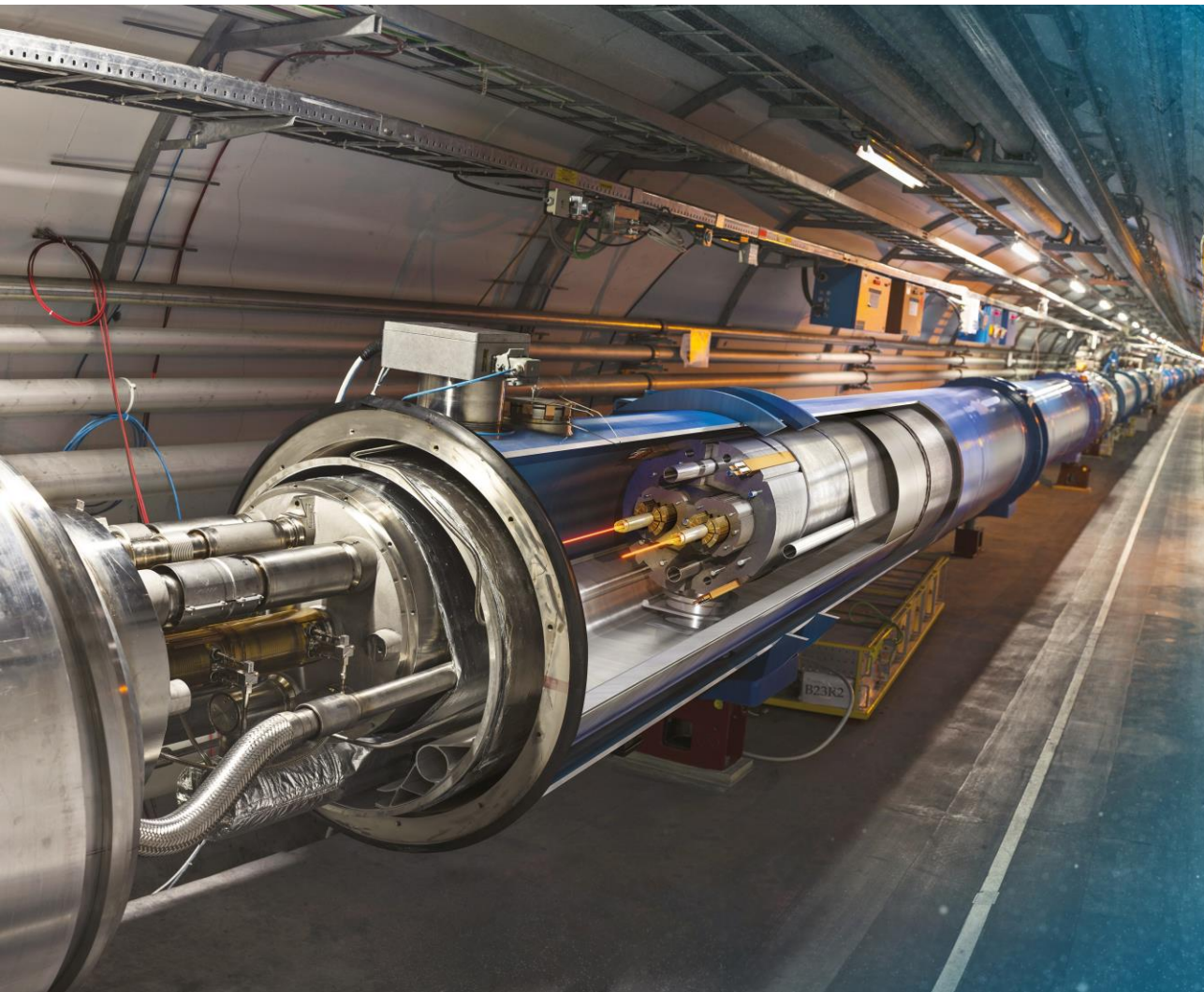
Μελετάμε τα στοιχειώδη δομικά στοιχεία της ύλης και τις δυνάμεις που ελέγχουν τη συμπεριφορά τους





Πώς ξεκίνησε το σύμπαν;

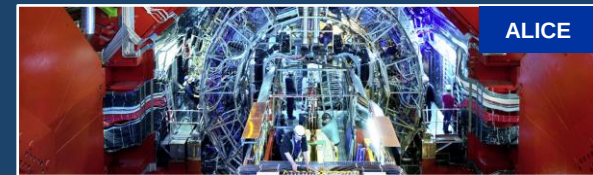
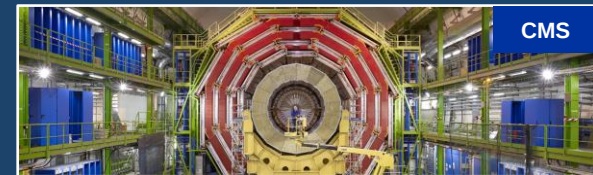
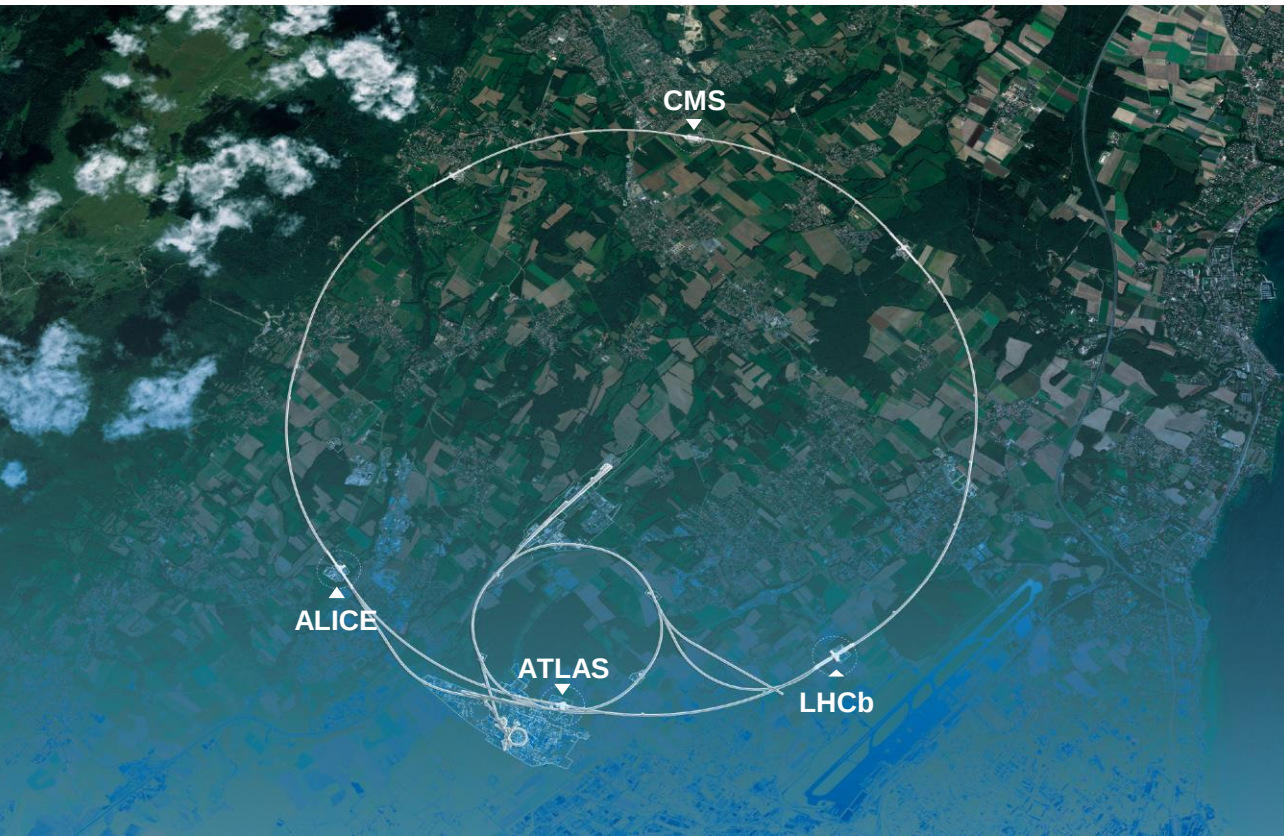
Αναπαράγουμε τις συνθήκες ένα κλάσμα του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, για να αποκτήσουμε εικόνα για τη δομή και την εξέλιξη του σύμπαντος.



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 1500 Petabytes δεδομένων από το CERN είναι αποθηκευμένα σε όλο τον κόσμο.

Το Βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2013



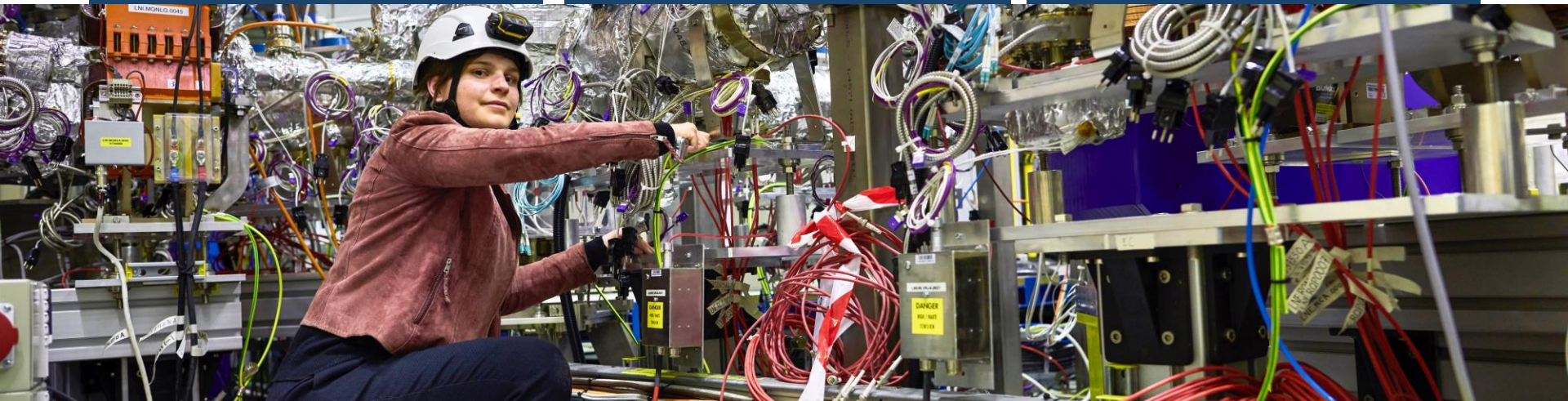
Το βραβείο Νόμπελ Φυσικής 2013 απονεμήθηκε από κοινού στον François Englert και Peter W. Higgs "για τη θεωρητική ανακάλυψη ενός μηχανισμού που συμβάλλει στην κατανόηση της προέλευσης της μάζας των υποατομικών σωματιδίων, η οποία πρόσφατα επιβεβαιώθηκε με την ανακάλυψη του προβλεπόμενου στοιχειώδους σωματιδίου, 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

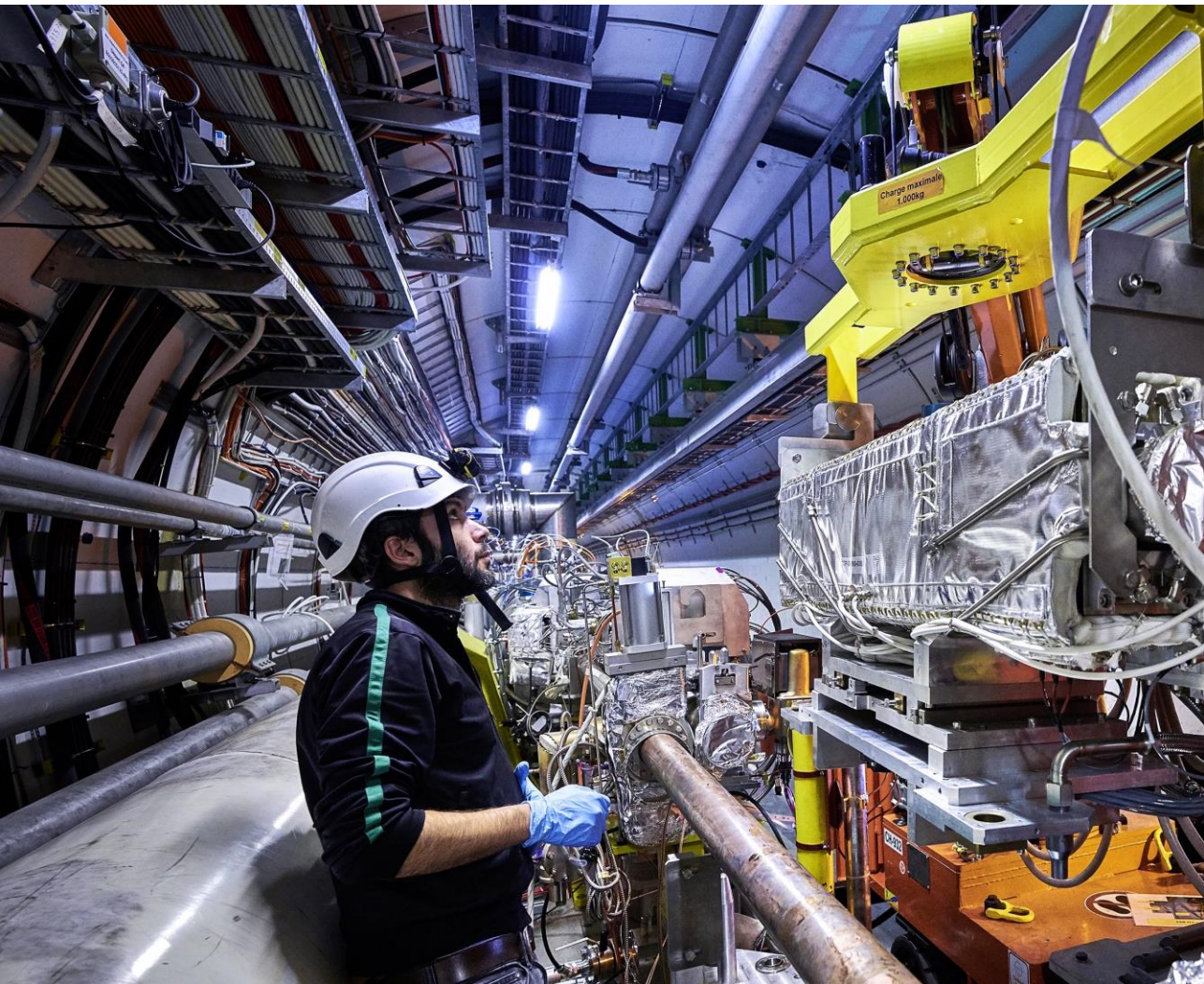
Συμπεριλαμβανομένου

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 Associate Member States in the pre-stage to membership

Cyprus – Estonia – Slovenia

8 Associate Member States

Brazil – Croatia – India – Latvia – Lithuania – Pakistan
Türkiye – Ukraine

6 Observers

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



CERN's annual budget is 1200 MCHF (equivalent to a medium-sized European university)

As of 31 December 2022
Employees:
2658 staff, **900** graduates
Associates:
11 860 users, **1516** others

Around 50 Cooperation Agreements with non-Member States and Territories

Albania – Algeria – Argentina – Armenia – Australia – Azerbaijan – Bangladesh – Belarus – Bolivia
Bosnia and Herzegovina – Canada – Chile – Colombia – Costa Rica – Ecuador – Egypt – Georgia – Honduras
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

Ένα εργαστήριο για άτομα από όλο τον κόσμο

Κατανομή όλων των χρηστών του CERN ανά χώρα των ιδρυμάτων
προέλευσής τους στις 31 Δεκεμβρίου 2023



Geographical & cultural diversity
Users of **110 nationalities**
22.5 % women

Member States 7438

Austria 86 – Belgium 129 – Bulgaria 46 – Czech Republic 252
Denmark 47 – Finland 88 – France 842 – Germany 1296
Greece 112 – Hungary 80 – Israel 74 – Italy 1609 – Netherlands 167
Norway 77 – Poland 322 – Portugal 105 – Romania 113
Serbia 38 – Slovakia 67 – Spain 413 – Sweden 106
Switzerland 419 – United Kingdom 950

Associate Member States

in the pre-stage to membership **69**

Cyprus 14 – Estonia 29 – Slovenia 26

Associate Member States 541

Brazil 135 – Croatia 37 – India 145 – Latvia 21 – Lithuania 17 – Pakistan 30
Turkey 129 – Ukraine 27

Observers 3005

Japan 219 – Russia (suspended) 779 – United States of America 2007



Αριθμοί για την Ελλάδα

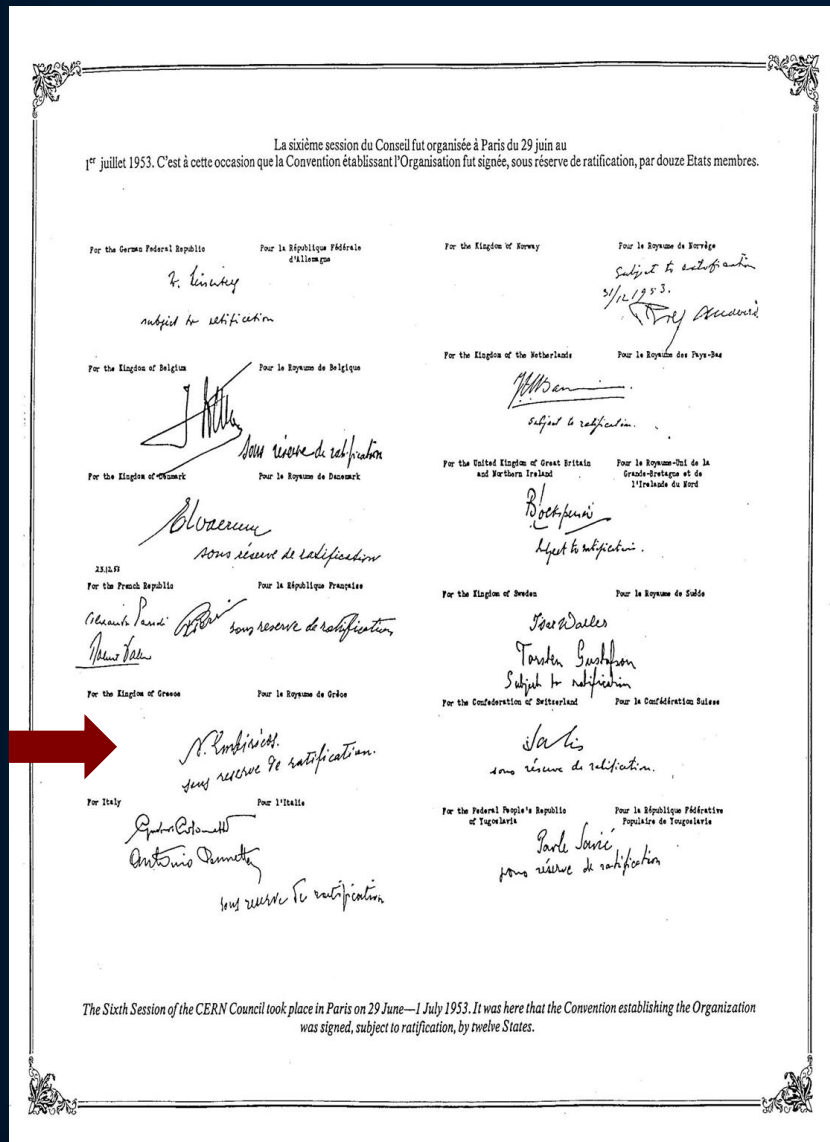
- 31 Δεκεμβρίου 2023
 - 67 Staff
 - 71 Fellows/GRAD
 - 12 Doct. Students
 - 13 Tech. Students
 - 3 Admin. Students

Non-Member States and Territories 1317

Algeria 2 – Argentina 16 – Armenia 16 – Australia 26 – Azerbaijan 3 – Bahrain 3 – Belarus 14 – Canada 206
Chile 45 – China 414 – Colombia 24 – Costa Rica 3 – Cuba 3 – Ecuador 4 – Egypt 24 – Georgia 34 – Hong Kong
15 Iceland 3 – Indonesia 7 – Iran 14 – Ireland 4 – Jordan 3 – Kazakhstan 3 – Kuwait 2 – Lebanon 7 – Madagascar
1
Malaysia 4 – Malta 1 – Mexico 56 – Montenegro 3 – Morocco 18 – New Zealand 2 – Nigeria 2 – Oman 1
Palestine 1 – Peru 3 – Philippines 1 – Republic of Korea 168 – Saudi Arabia 6 – South Africa 61 – Sri Lanka 10
Taiwan 52 – Thailand 17 – Tunisia 4 – United Arab Emirates 10 – Vietnam 1

Λαμπρό Παράδειγμα Διεθνούς Συνεργασίας

Η Συνθήκη του CERN



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

A photograph of a complex industrial piping system. The system features numerous large, polished stainless steel pipes and elbows, some with green and white striped markings. Several blue electric pumps are integrated into the system, with one prominently labeled 'KSB'. Various valves, gauges, and control panels are visible, including a large orange panel in the background. The setup is located in a room with concrete walls and a light-colored floor. A purple circular overlay on the right side of the image contains the text 'Τεχνολογία και Καινοτομία'.

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

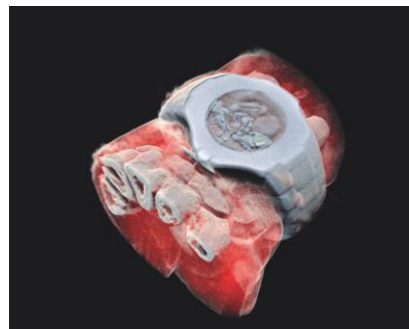
Ιατρική απεικόνιση, θεραπεία καρκίνου, επιστήμη των υλικών, πολιτιστική κληρονομιά, αεροδιαστημική, αυτοκινητοβιομηχανία, περιβάλλον, υγεία και ασφάλεια, βιομηχανικές διαδικασίες.

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



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

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



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

Το CERN παράγει καινοτόμα ραδιοϊσότοπα για έρευνα στην πυρηνική ιατρική.



A group of students in a workshop or laboratory setting. They are wearing hard hats (yellow and blue) and safety glasses. One student is adjusting a large black cylindrical object mounted on a metal frame. Other students are observing. A teal circle with white text is overlaid on the left side of the image.

Εκπαίδευση και Κατάρτιση

Το CERN ως Εκπαιδευτικό Κέντρο



Γενναιόδωρη και σημαντική υποστήριξη

IKY
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΑΤΙΚΩΝ ΥΠΟΤΡΟΦΙΩΝ
STATE SCHOLARSHIPS FOUNDATION



Κοινωφελές Ίδρυμα
Ιωάννη Σ. Λάτση

Τα εκπαιδευτικά 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

4 summer students during 2023

1023 teachers in Teacher Programmes since 1998

57 teams in BL4S competition since 2014

665 students participating in S'Cool LAB since 2015

8312 Greek visitors in 2019

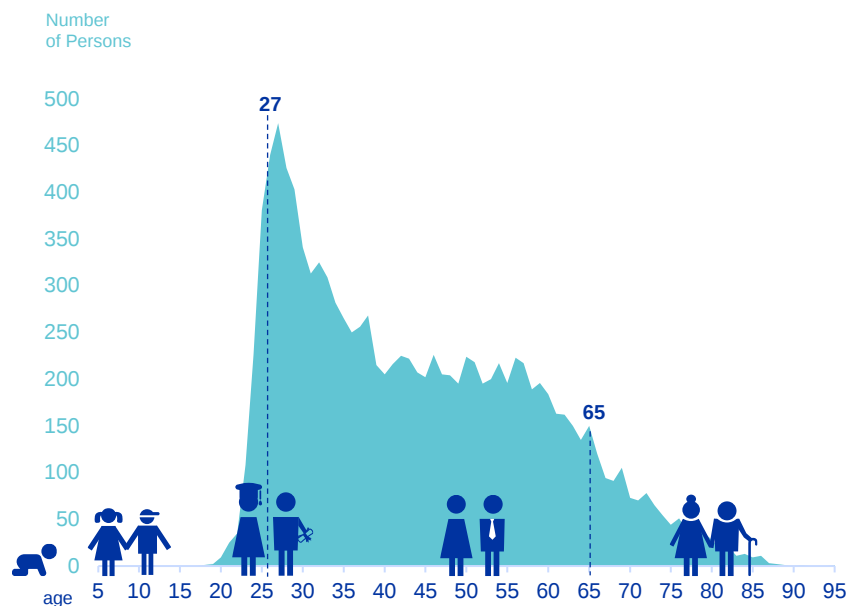


151.000 **επισκέπτες** σε ξεναγήσεις στο CERN το 2019, από 95 χώρες.

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

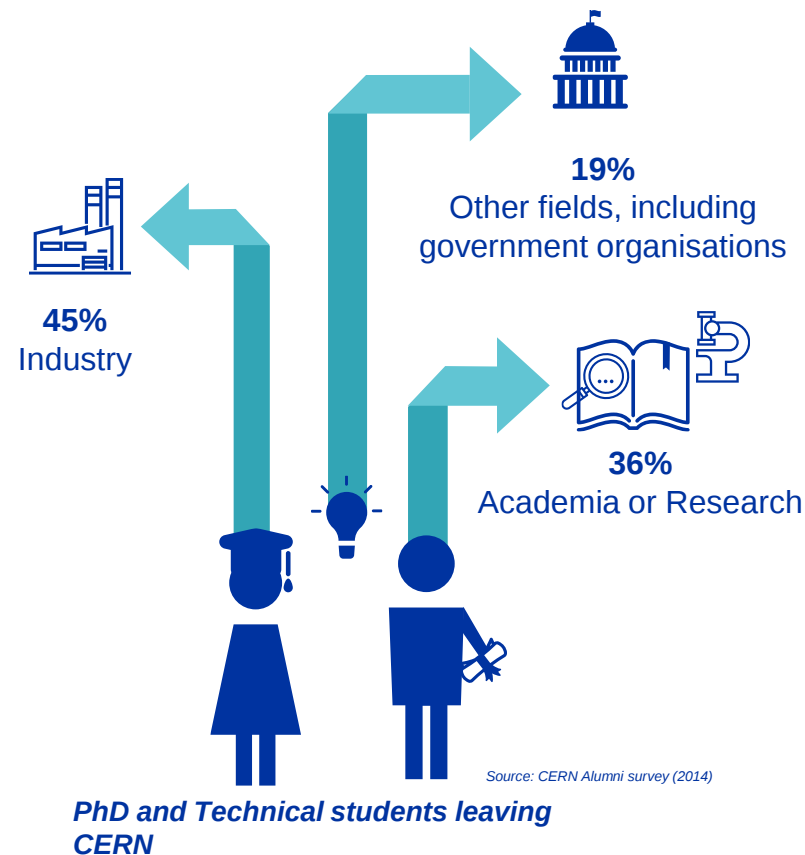
Το **Science Gateway** θα ανοίξει το 2023, επεκτείνοντας την προσέγγιση και τον αντίκτυπο του CERN, σε τοπικό και παγκόσμιο επίπεδο.

Το CERN ανοίγει έναν κόσμο ευκαιριών σταδιοδρομίας

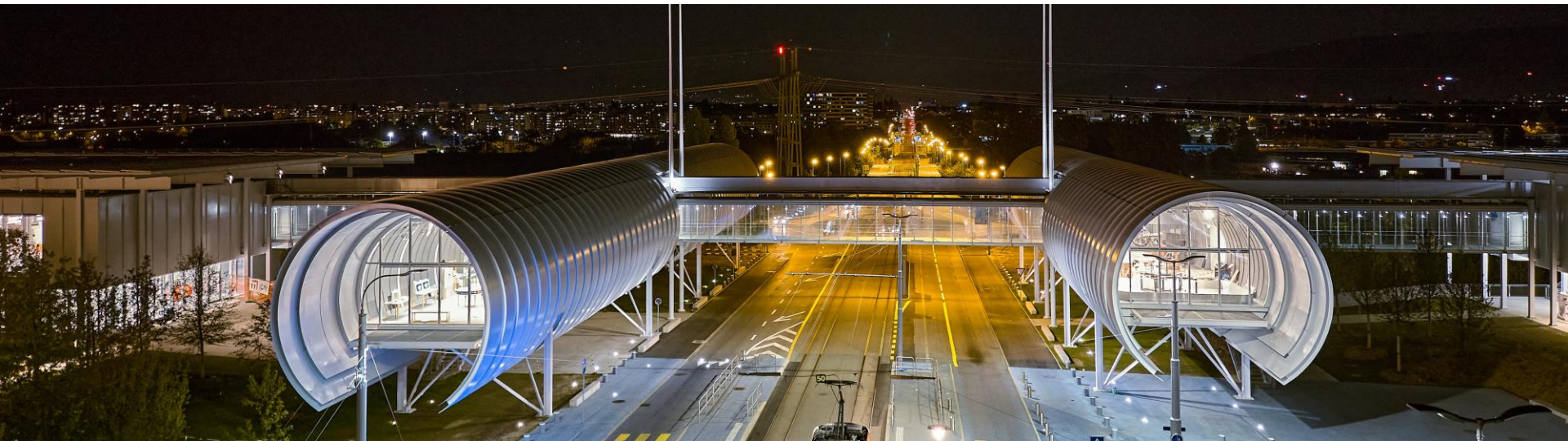


Age Distribution of Scientists working at CERN

Presentation Greece



CERN Science Gateway



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

Εγκαινιάστηκε στις 7 Οκτωβρίου 2023.

Εκθέσεις, εκπαιδευτικά εργαστήρια, εκδηλώσεις και παραστάσεις.

Εορτασμοί 70ης επετείου του CERN το 2024

Η Ελλάδα έχει μια ισχυρή παράδοση στη σωματιδιακή φυσική

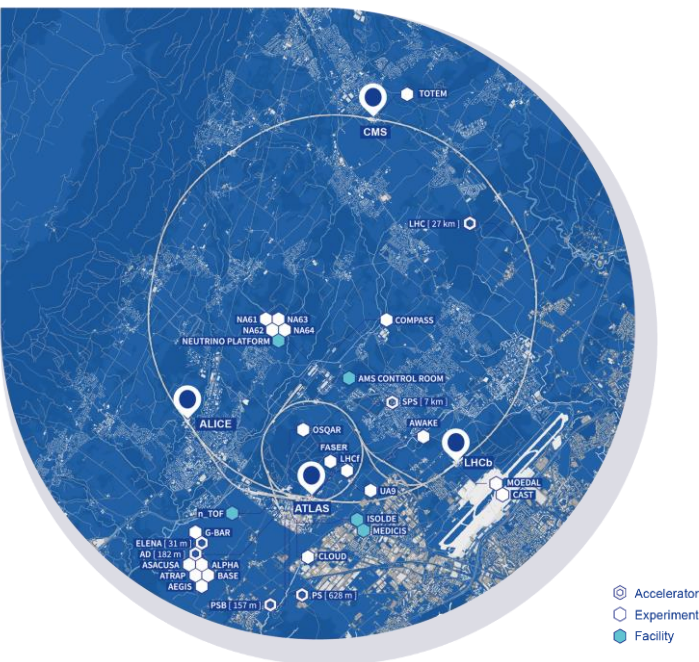


3 Μαΐου 2014: Ο Πρόεδρος της Ελληνικής Δημοκρατίας, ο Αυτού Εξοχότης Κάρολος Παπούλιας επισκέφθηκε το CERN.

- 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



CMS Preshower Detector

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

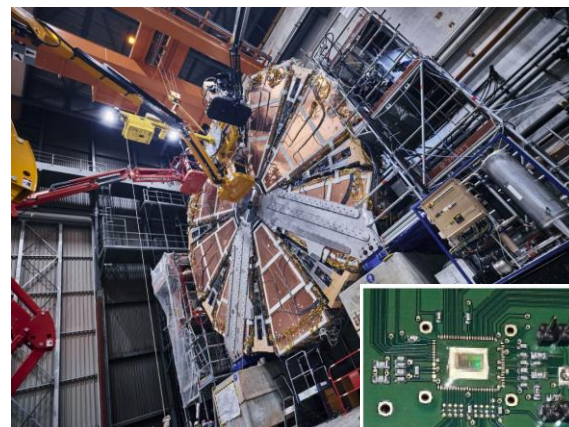
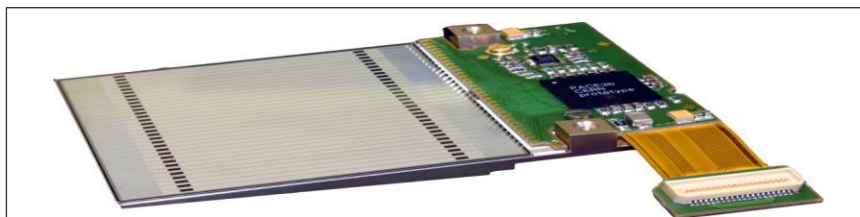
ATLAS

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

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 Ε&Α 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**