



# CERN – Επιτεύγματα, Προοπτικές, Προσδοκίες

Έρευνα και  
Ανακάλυψη

Τεχνολογία

Εκπαίδευση

Συνεργασία

Καθ. Εμμανουήλ Τσεσμελής (CERN)

22 Αυγούστου 2012

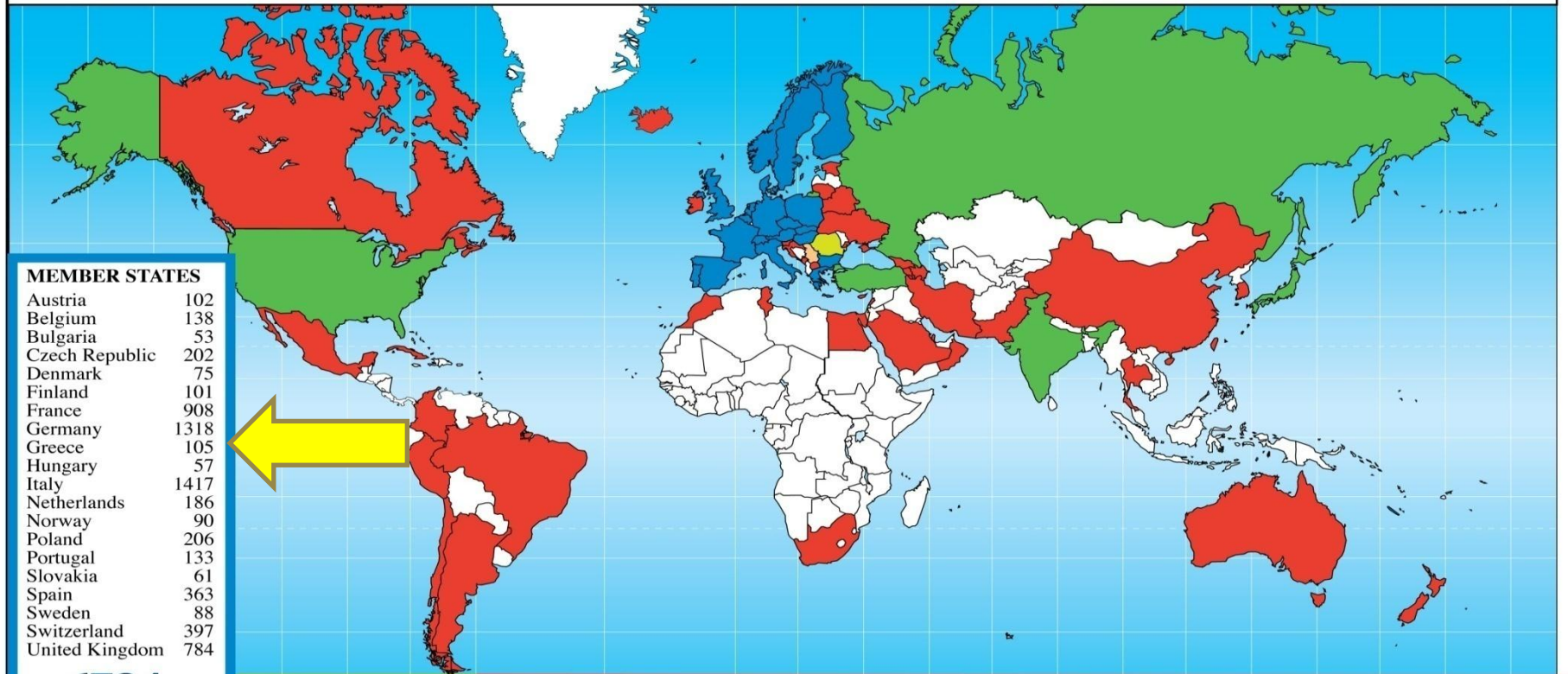
# Το CERN σε Αριθμούς

- ▣ ~2300 προσωπικό
- ▣ ~1050 υπότροφοι και πρόσεδρα μέλη
- ▣ >11 000 επιστημονικοί συνεργάτες
- ▣ Προϋπολογισμός (2012) ~1000 MCHF

Ιδρύθηκε το 1954

- ▣ **Κράτη - Μέλη:** Αυστρία, Βέλγιο, Βουλγαρία, Γαλλία, Γερμανία, Δανία, Ελβετία, **Ελλάδα**, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία, Ιταλία, Νορβηγία, Ολλανδία, Ουγγαρία, Πολωνία, Πορτογαλία, Σλοβακία, Σουηδία, Τσεχία, Φινλανδία
- ▣ **Υποψήφια Χώρα για Ένταξη σε Προχωρημένο Στάδιο -** Ρουμανία
- ▣ **Νέο καθεστώς των Συνδεδεμένων Μελών -** Ισραήλ, Σερβία
- ▣ **Υποψήφιες Χώρες για Ένταξη -** Κύπρος, Σλοβενία, Τουρκία (Βραζιλία, Ουκρανία)
- ▣ **Παρατηρητές στο Συμβούλιο:** Ηνωμένες Πολιτείες, Ιαπωνία, Ινδία, Ρωσία, Τουρκία, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, UNESCO

## Distribution of All CERN Users by Nation of Institute on 4 April 2012



### MEMBER STATES

Austria	102
Belgium	138
Bulgaria	53
Czech Republic	202
Denmark	75
Finland	101
France	908
Germany	1318
Greece	105
Hungary	57
Italy	1417
Netherlands	186
Norway	90
Poland	206
Portugal	133
Slovakia	61
Spain	363
Sweden	88
Switzerland	397
United Kingdom	784

**6784**

### OBSERVERS

India	134
Japan	225
Russia	859
Turkey	83
USA	1749

**3050**

### CANDIDATE FOR ACCESSION

Romania	78
---------	----

### ASSOCIATE MEMBER IN THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP

Israel	67
Serbia	26

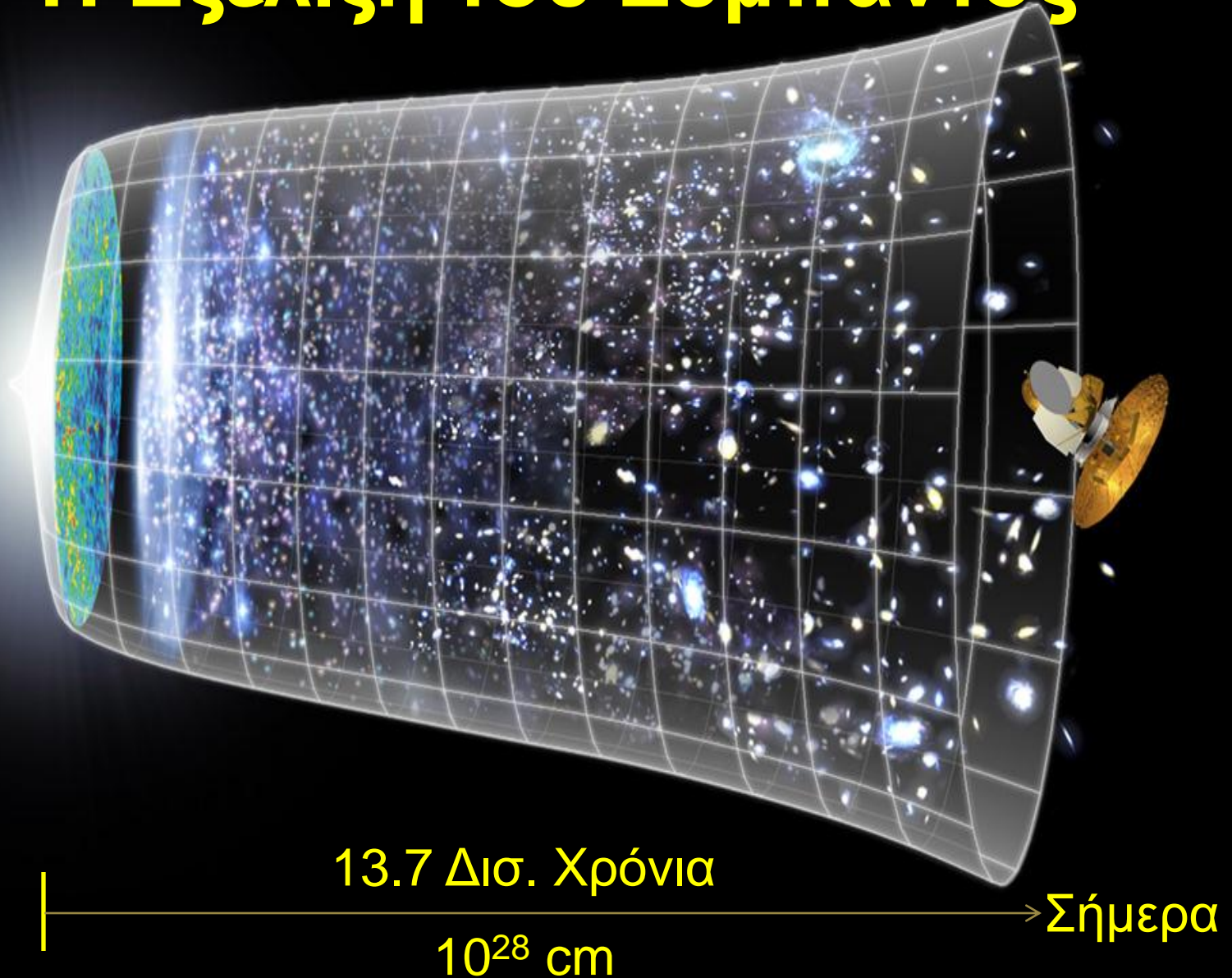
### OTHERS

Argentina	18	China	115	Iran	16	Oman	1	Ukraine	21
Armenia	13	China (Taipei)	70	Ireland	10	Pakistan	22	Uzbekistan	1
Australia	28	Colombia	10	Korea	91	Peru	2		
Azerbaijan	1	Croatia	21	Lebanon	1	Qatar	1		
Belarus	22	Cuba	4	Lithuania	13	Saudi Arabia	3		
Brazil	102	Cyprus	9	Malta	1	Slovenia	38		
Canada	170	Egypt	7	Mexico	43	South Africa	21		
Chile	4	Estonia	17	Montenegro	1	Thailand	5		
		Georgia	10	Morocco	6	T.F.Y.R.O.M.	2		
		Iceland	3	New Zealand	11	Tunisia	1		

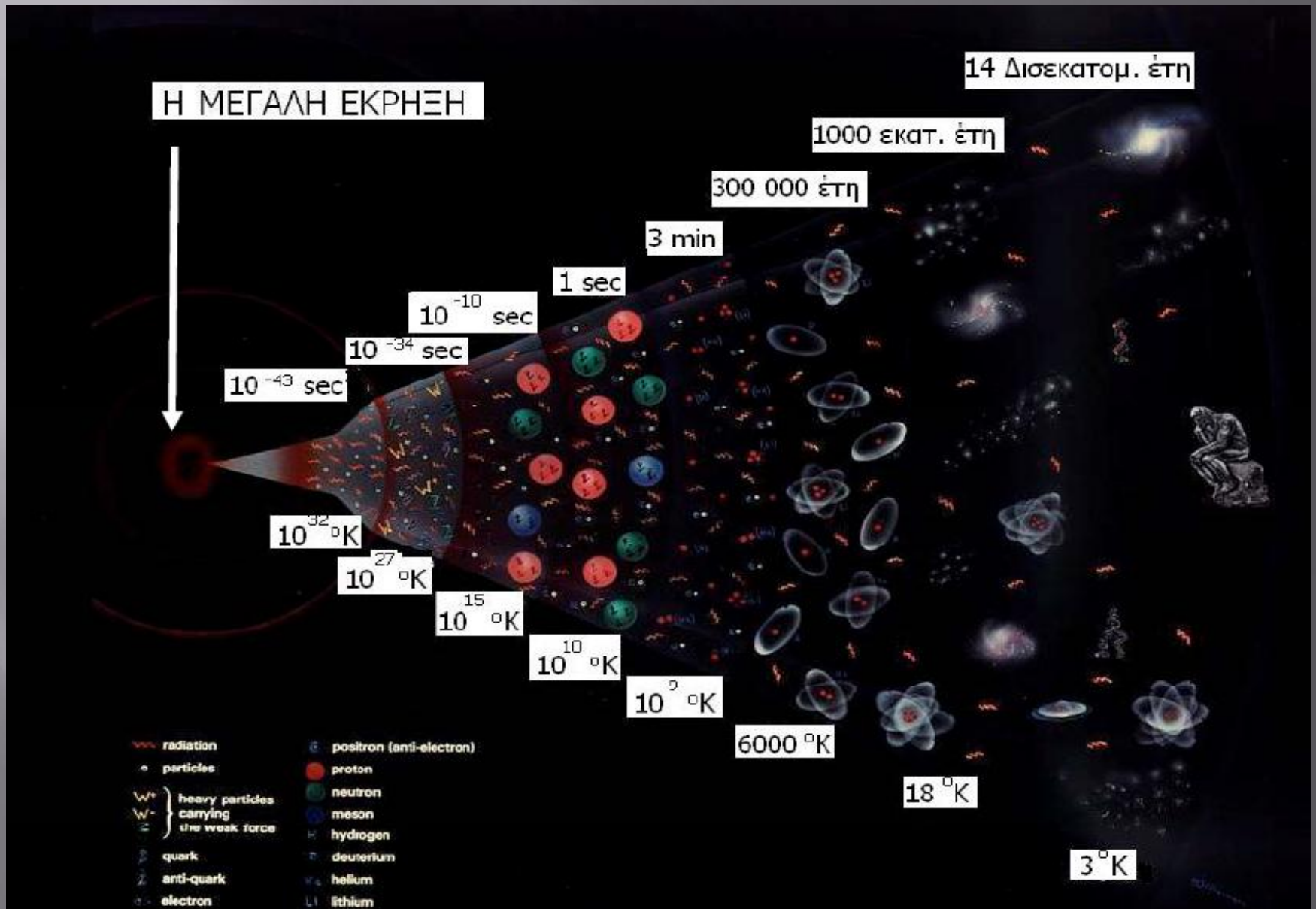
**934**

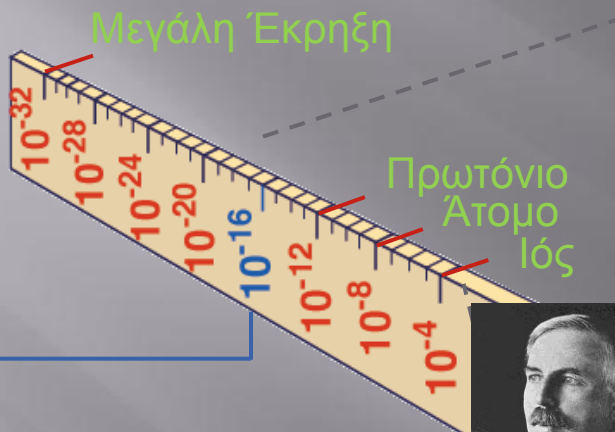
# Η Εξέλιξη του Σύμπαντος

Μεγάλη  
Έκρηξη



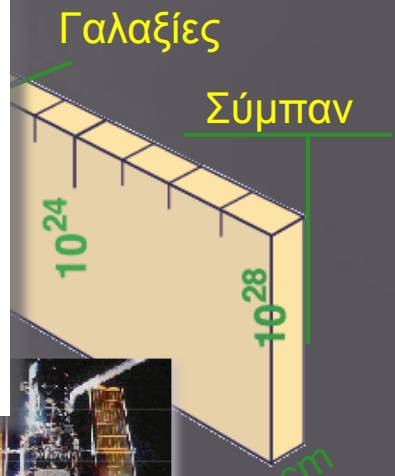
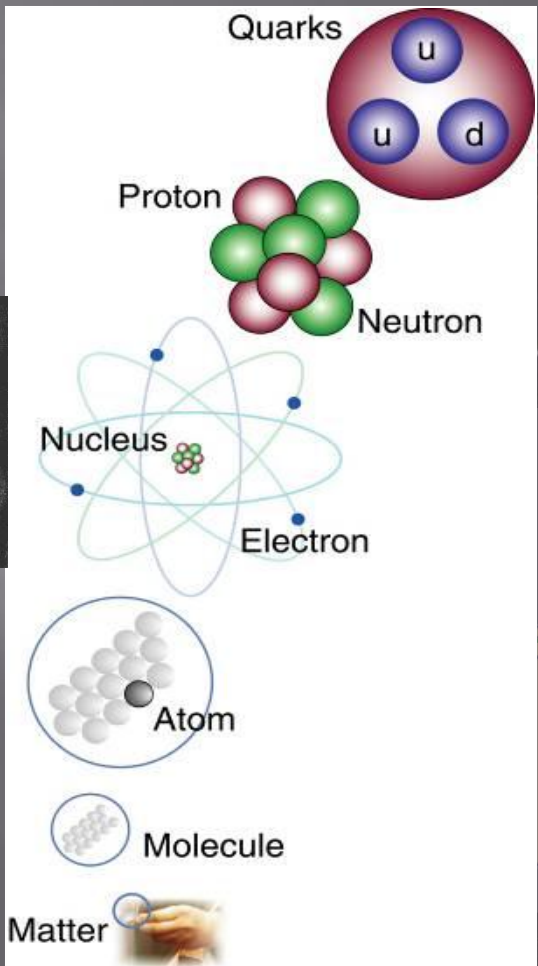
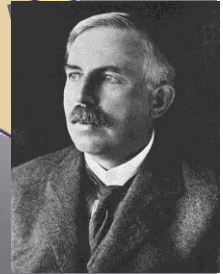
# Το Σύμπαν



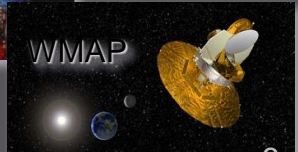


LHC

Super-Μικροσκόπιο



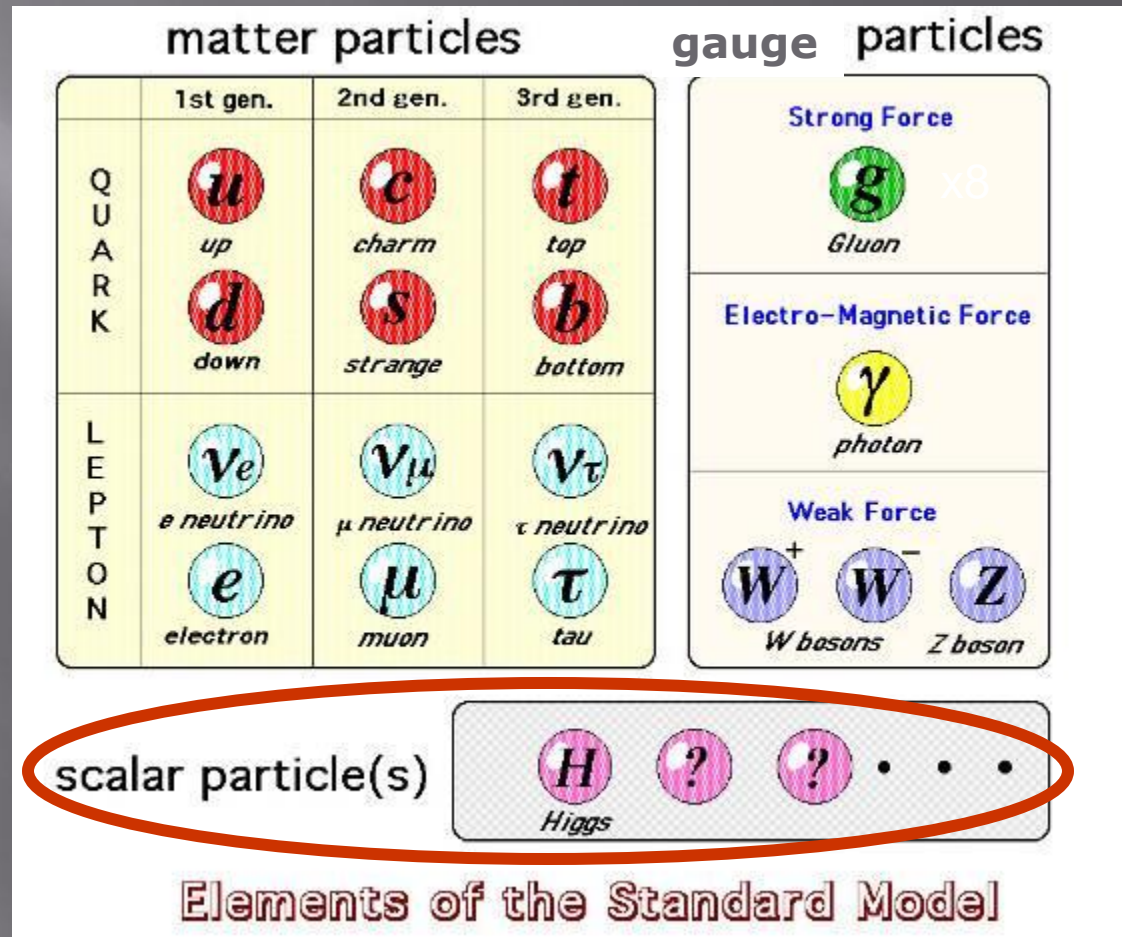
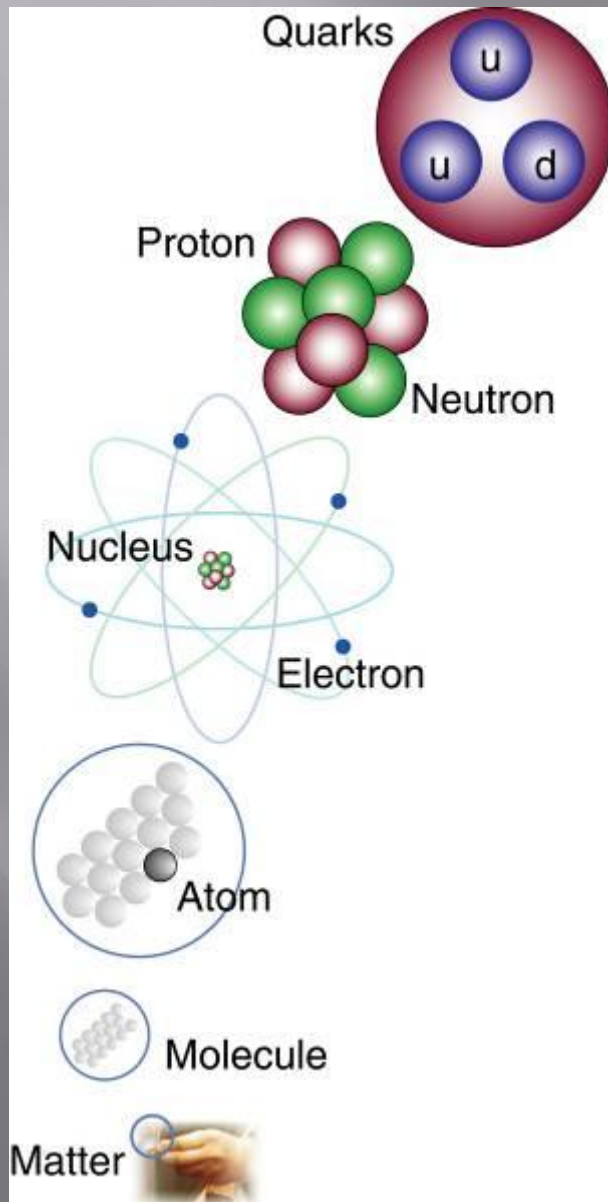
Hubble



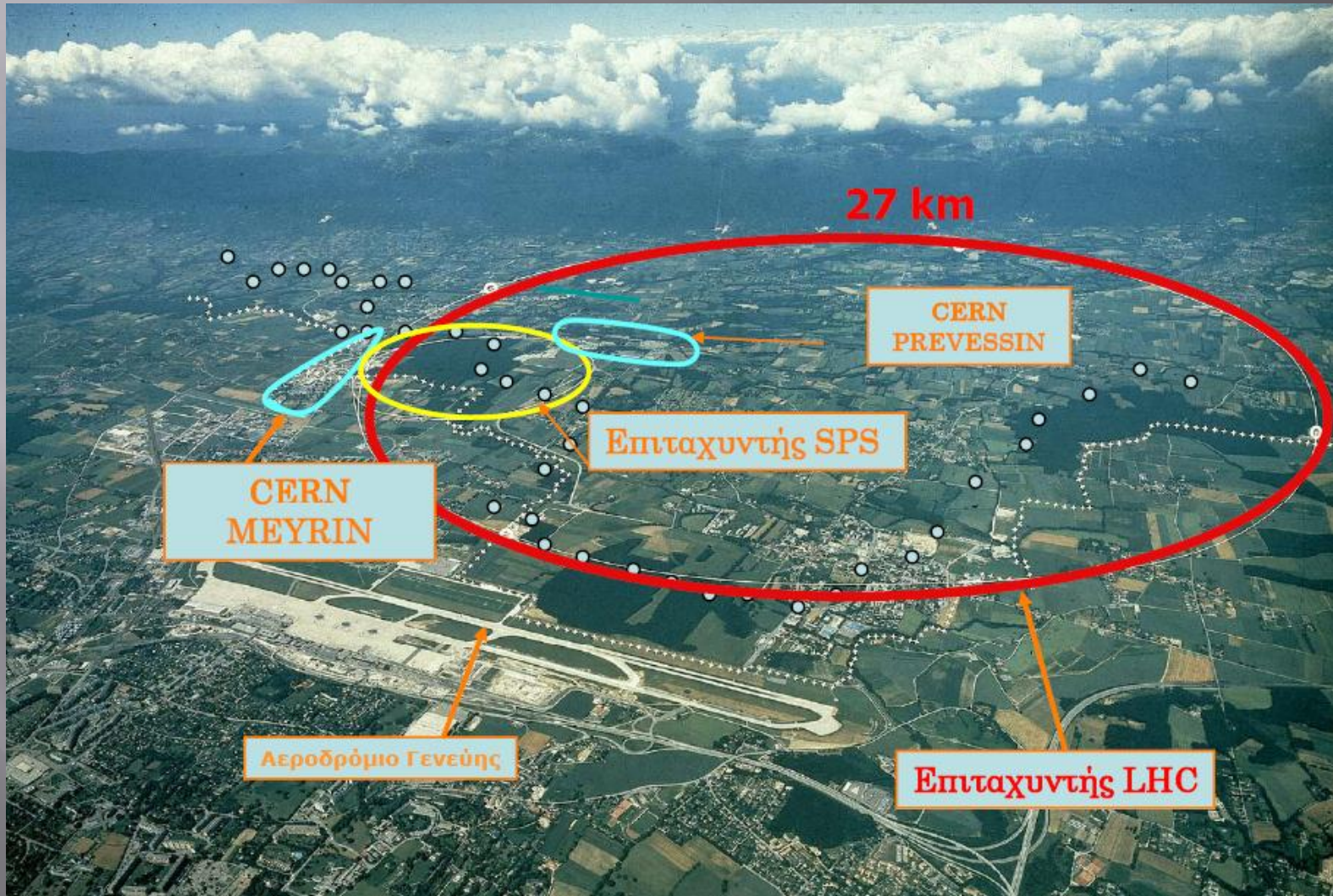
WMAP

Οι νόμοι της φυσικής στις πρώτες στιγμές μετά την Μεγάλη Έκρηξη.  
 Συμβίωση μεταξύ σωματιδιακή φυσική, αστροφυσική, και κοσμολογία.

# Η Έρευνα των Στοιχειωδών Σωματιδίων και των Δυνάμεων

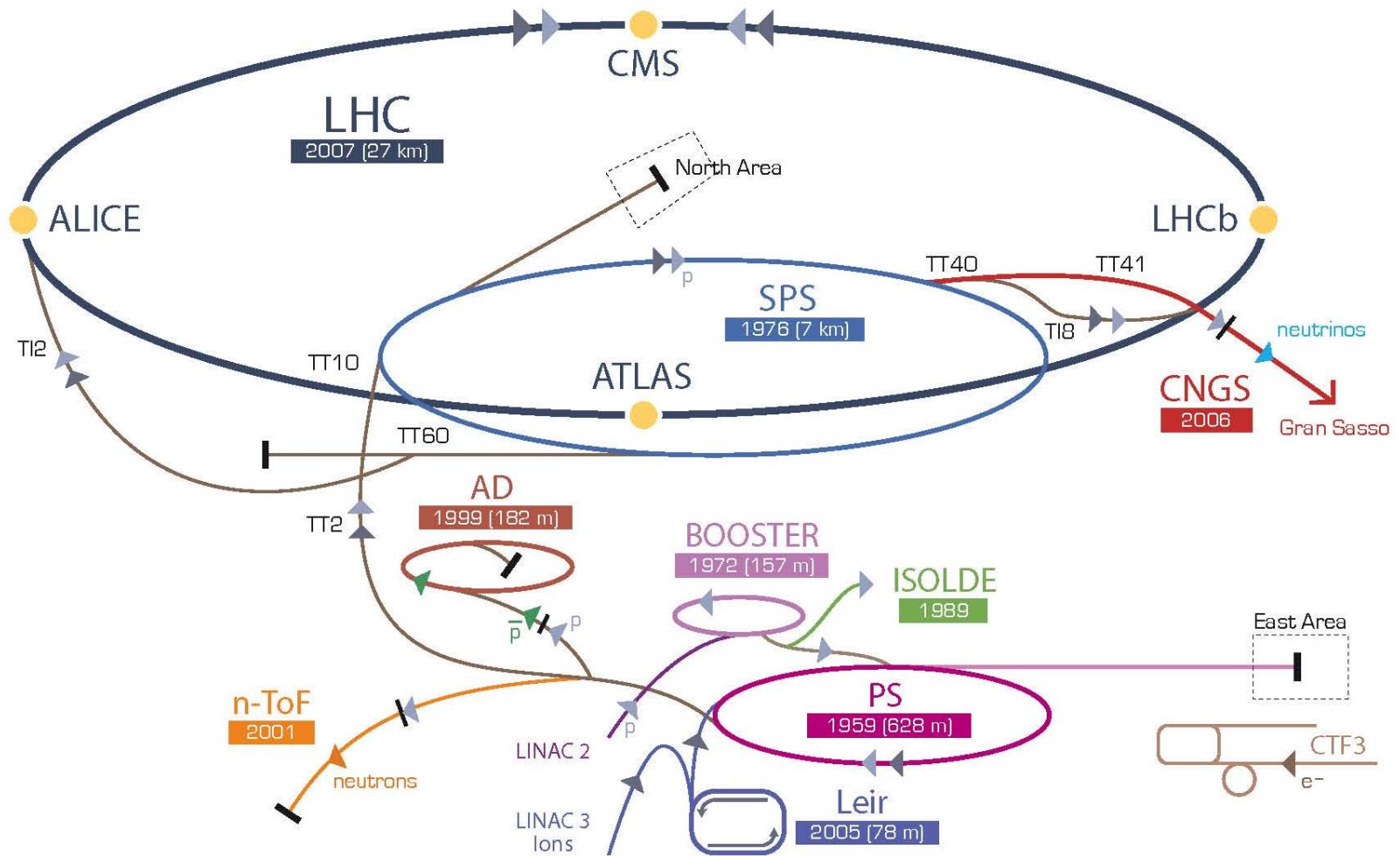


# Οι Εγκαταστάσεις του CERN





# CERN Accelerator Complex



▶ p [proton] ▶ ion ▶ neutrons ▶  $\bar{p}$  [antiproton] →+→ proton/antiproton conversion ▶ neutrinos ▶ electron

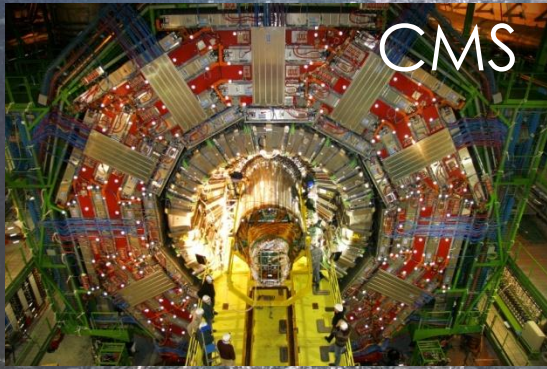
LHC Large Hadron Collider SPS Super Proton Synchrotron PS Proton Synchrotron

AD Antiproton Decelerator CTF3 Clic Test Facility CNGS Cern Neutrinos to Gran Sasso ISOLDE Isotope Separator OnLine DEvice

LEIR Low Energy Ion Ring LINAC LINear ACcelerator n-ToF Neutrons Time Of Flight

# Έχουμε εισέλθει σε μια νέα εποχή στον τομέα των βασικών επιστημών

Η έναρξη λειτουργίας του LHC, ένα από τα μεγαλύτερα και πραγματικά παγκόσμια επιστημονικά προγράμματα, είναι το πιο συναρπαστικό σημείο καμπής στη φυσική σωματιδίων.

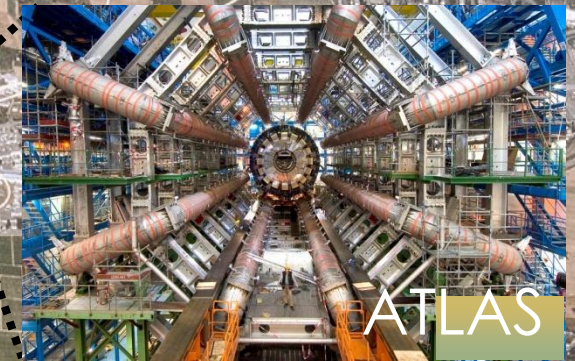


Εξερεύνηση σε νέες υψηλές ενέργειες



Και τρία μικρότερα πειράματα

TOTEM  
LHCf  
MoEDAL

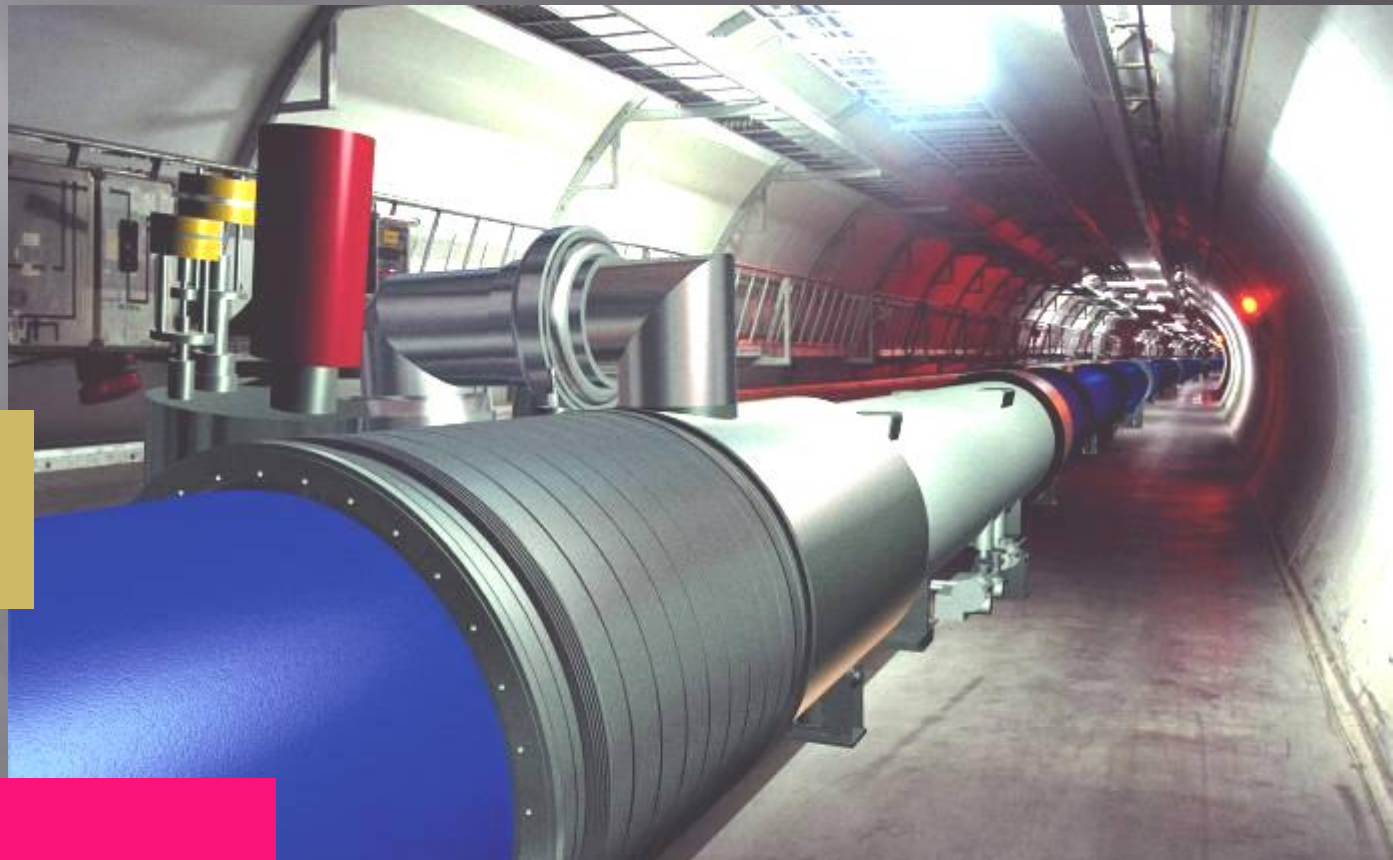


# Ο Μεγάλος Αδρονικός Επιταχυντής LHC

7 TeV p + 7 TeV p



Φωτεινότητα =  
 $10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$



Κύριοι Στόχοι:

- Προέλευση της μάζας
- Φύση της Σκοτεινής Ύλης
- Αρχέγονη μάζα ύλης
- Ύλη εναντίον αντιύλης

Τα αποτελέσματα του LHC θα καθορίσουν το μέλλον της Φυσικής των Στοιχειωδών Σωματιδίων



**Ο Επιταχυντής LHC**

# Χρειαζόμαστε Μεγάλους Ανιχνευτές



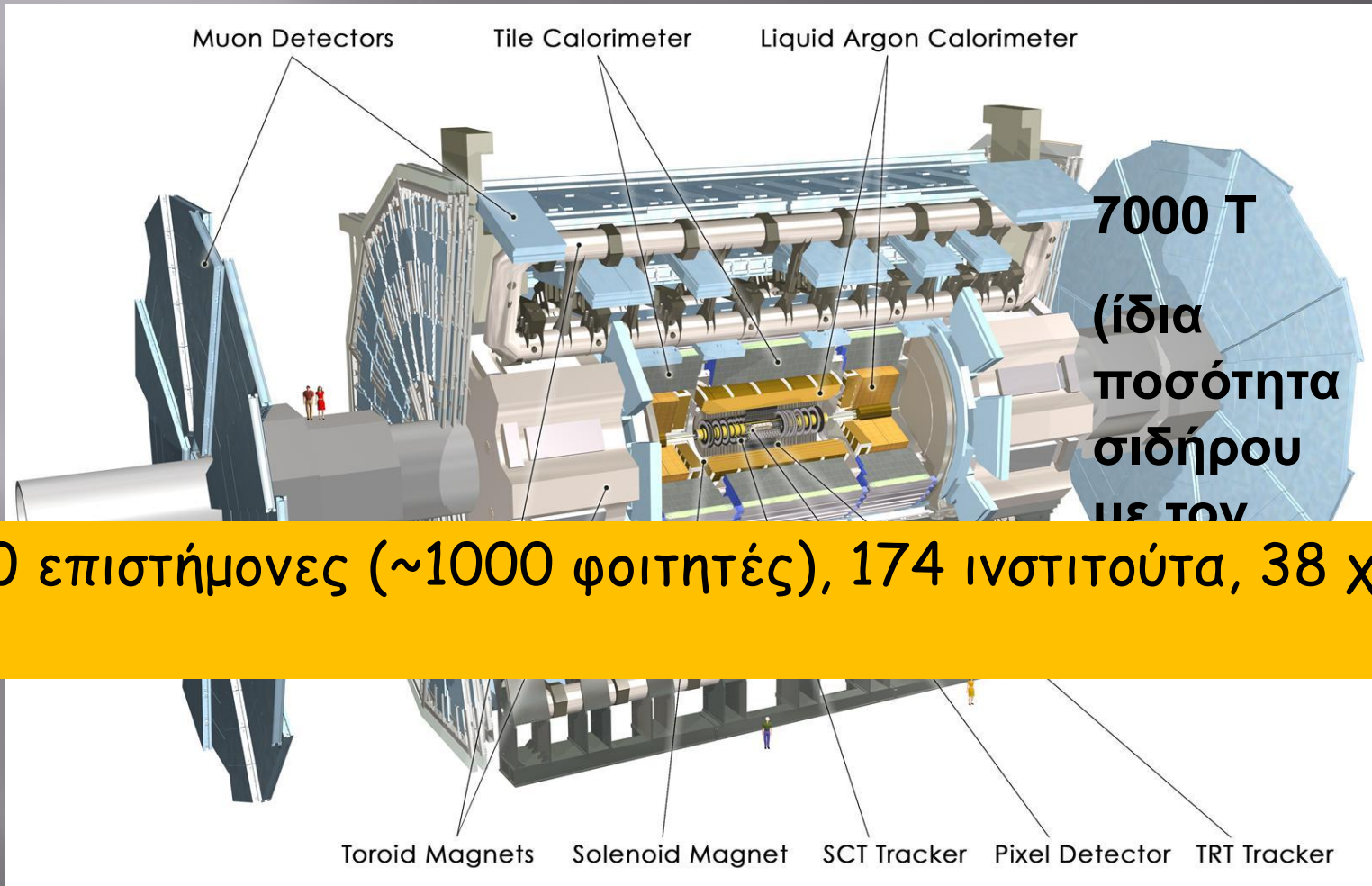
43  $\mu$

Muon Detectors

Tile Calorimeter

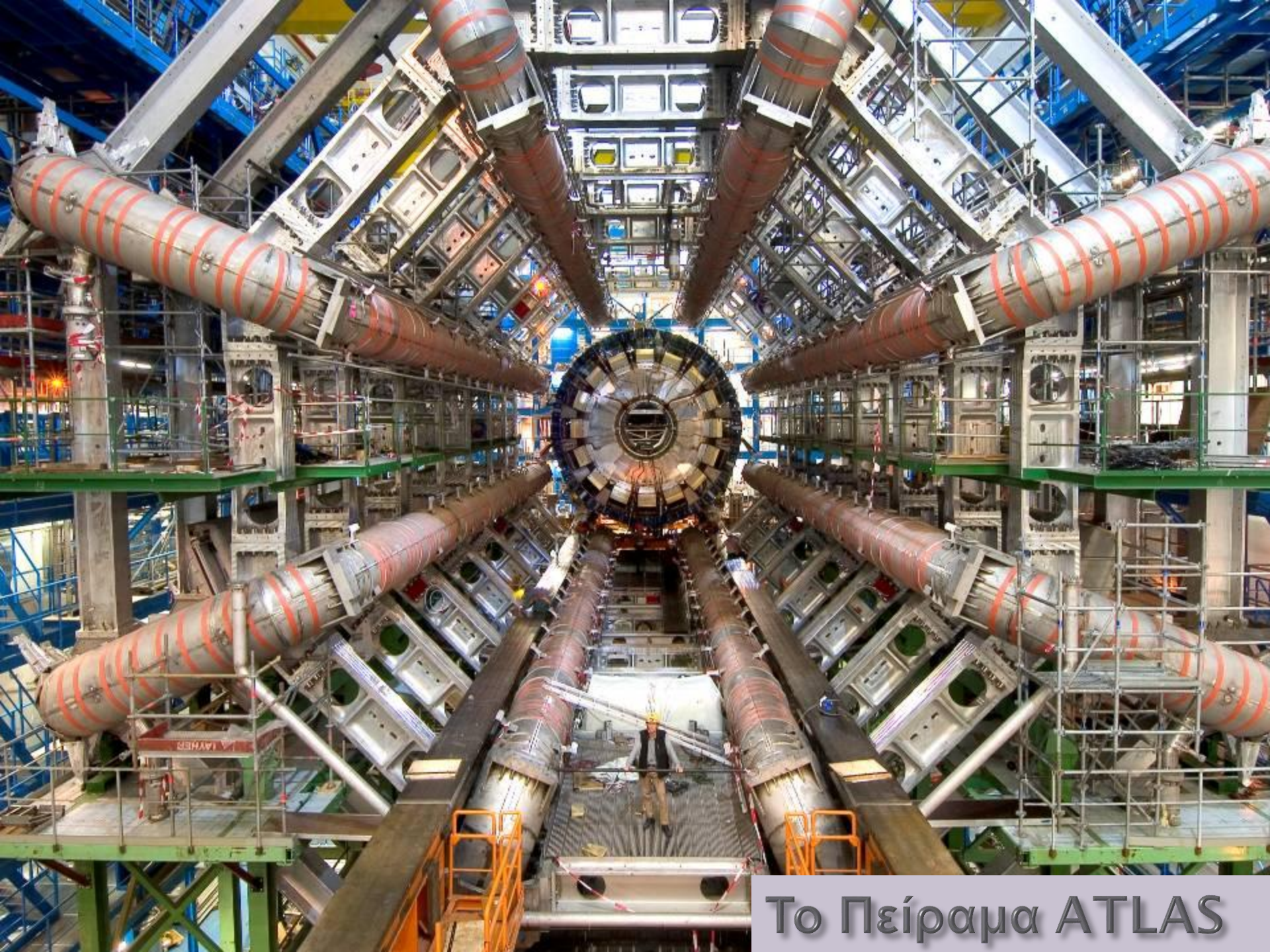
Liquid Argon Calorimeter

22  $\mu$



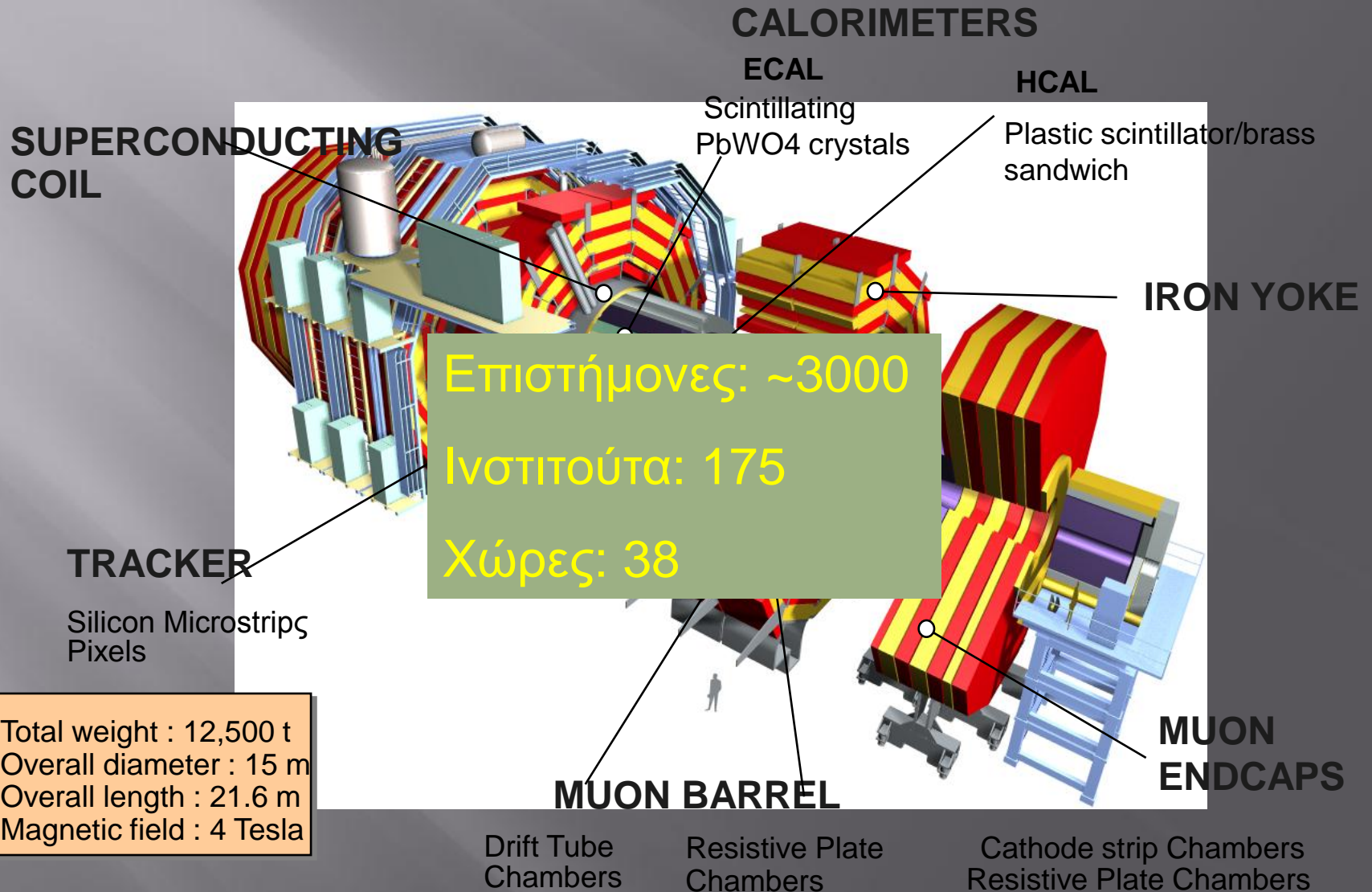
~ 3000 επιστήμονες (~1000 φοιτητές), 174 ινστιτούτα, 38 χώρες

# ATLAS

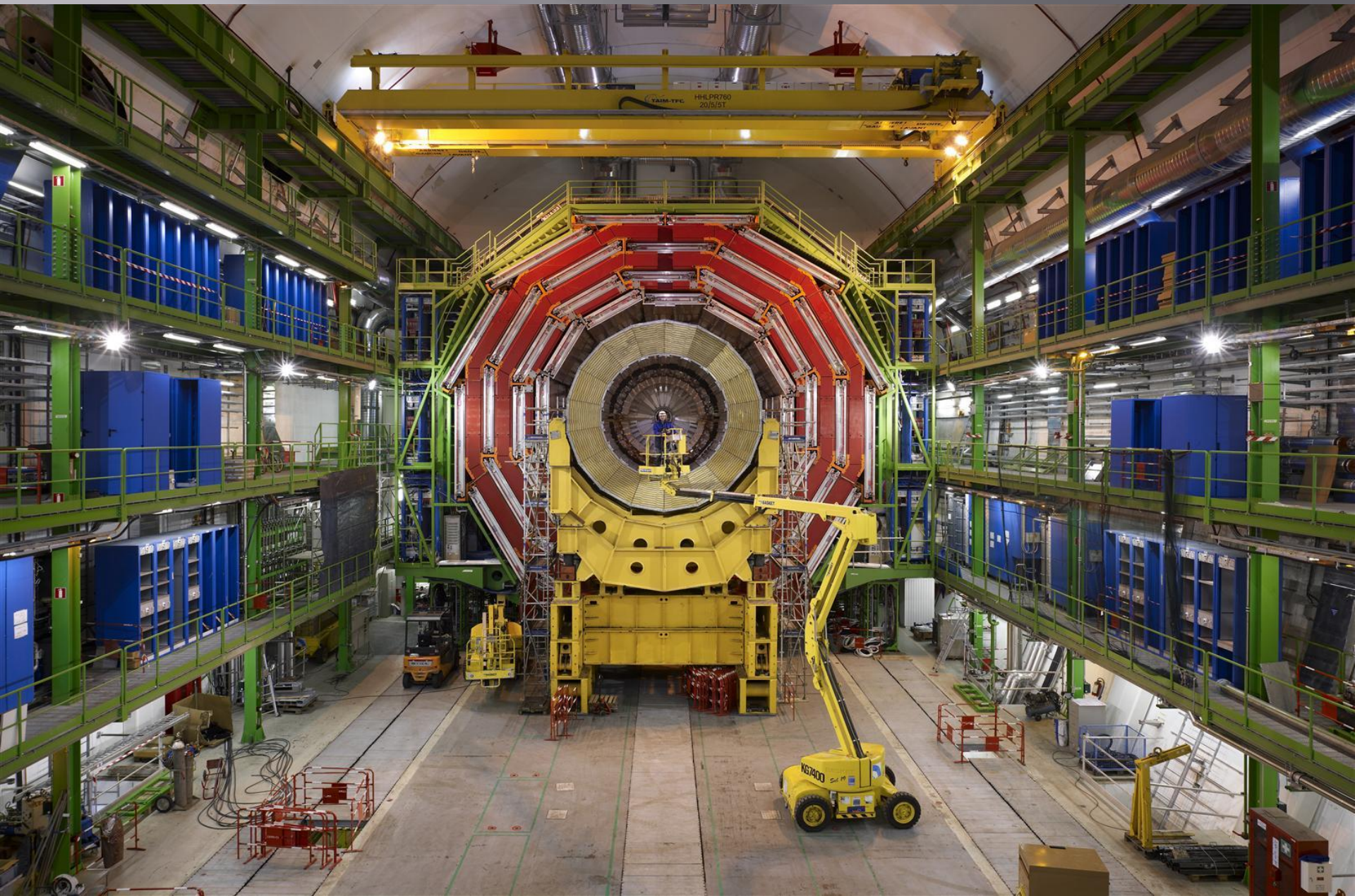


Το Πείραμα ATLAS

# Το Πείραμα CMS



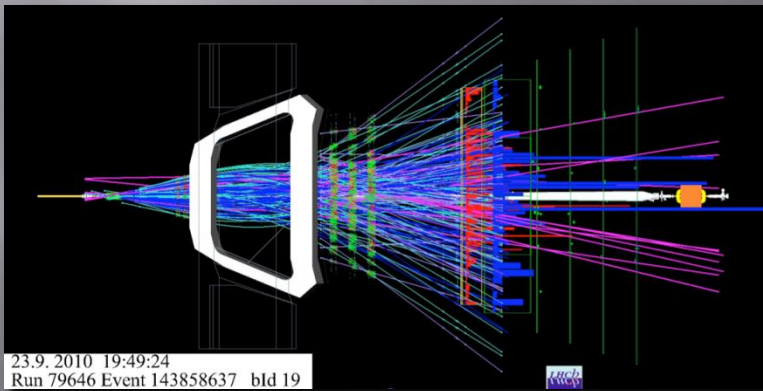
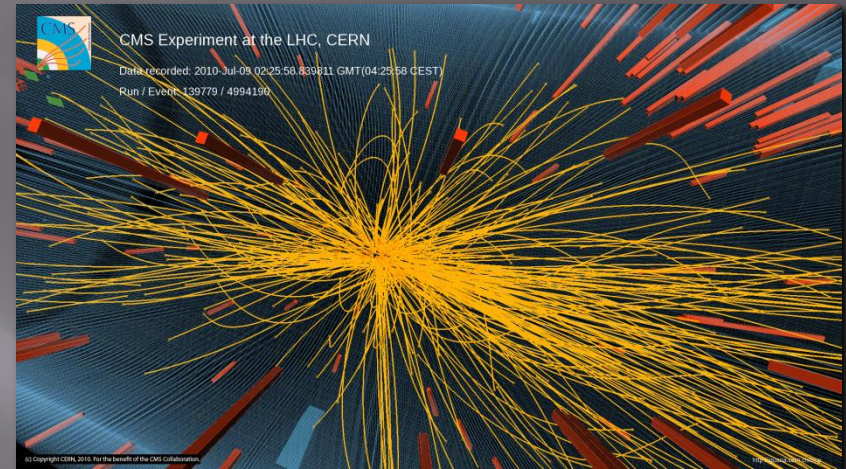
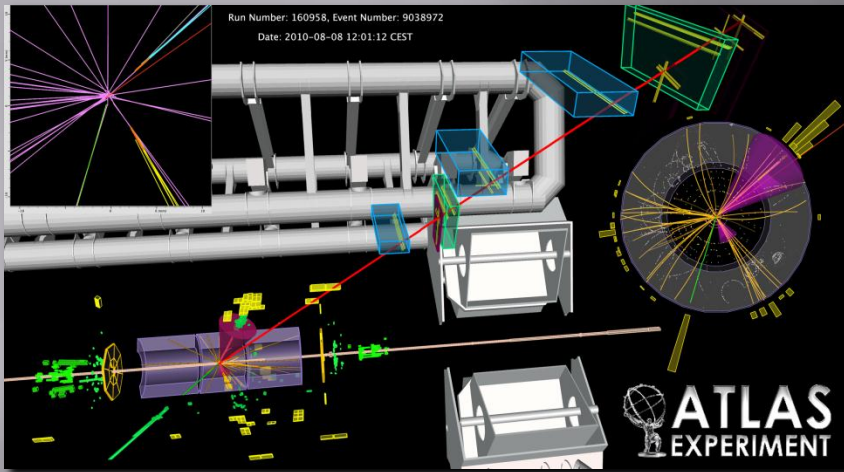
# CMS



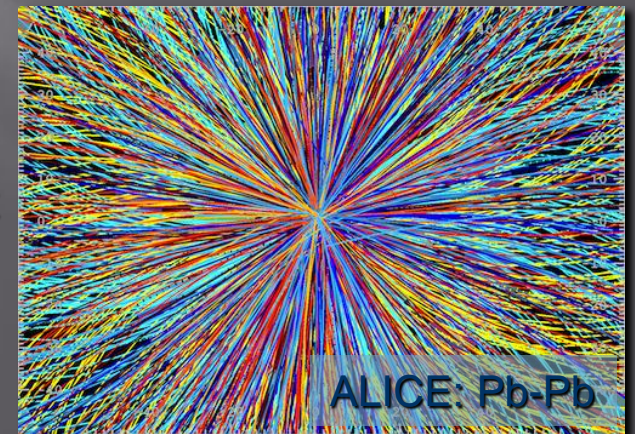


# LHC + Πειράματα: Θεαματική εκκίνηση το 2010

Πρώτες p-p συγκρούσεις σε  $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$  στις 30 Μαρτίου 2010



Πρώτες Pb-Pb  
συγκρούσεις σε  
 $\sqrt{s} = 2.76 \text{ TeV/N}$   
στις  
7 Νοεμβρίου  
2010



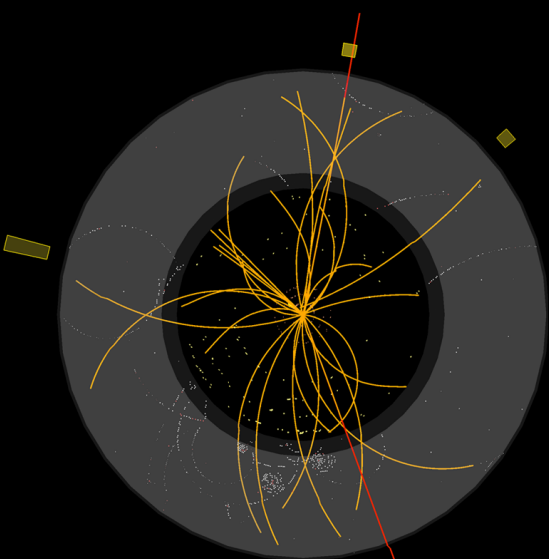
→ Εξαιρετική απόδοση του LHC, των πειραμάτων και του GRID.

# Η ιστορία μέχρι τώρα ...

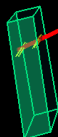


# ATLAS EXPERIMENT

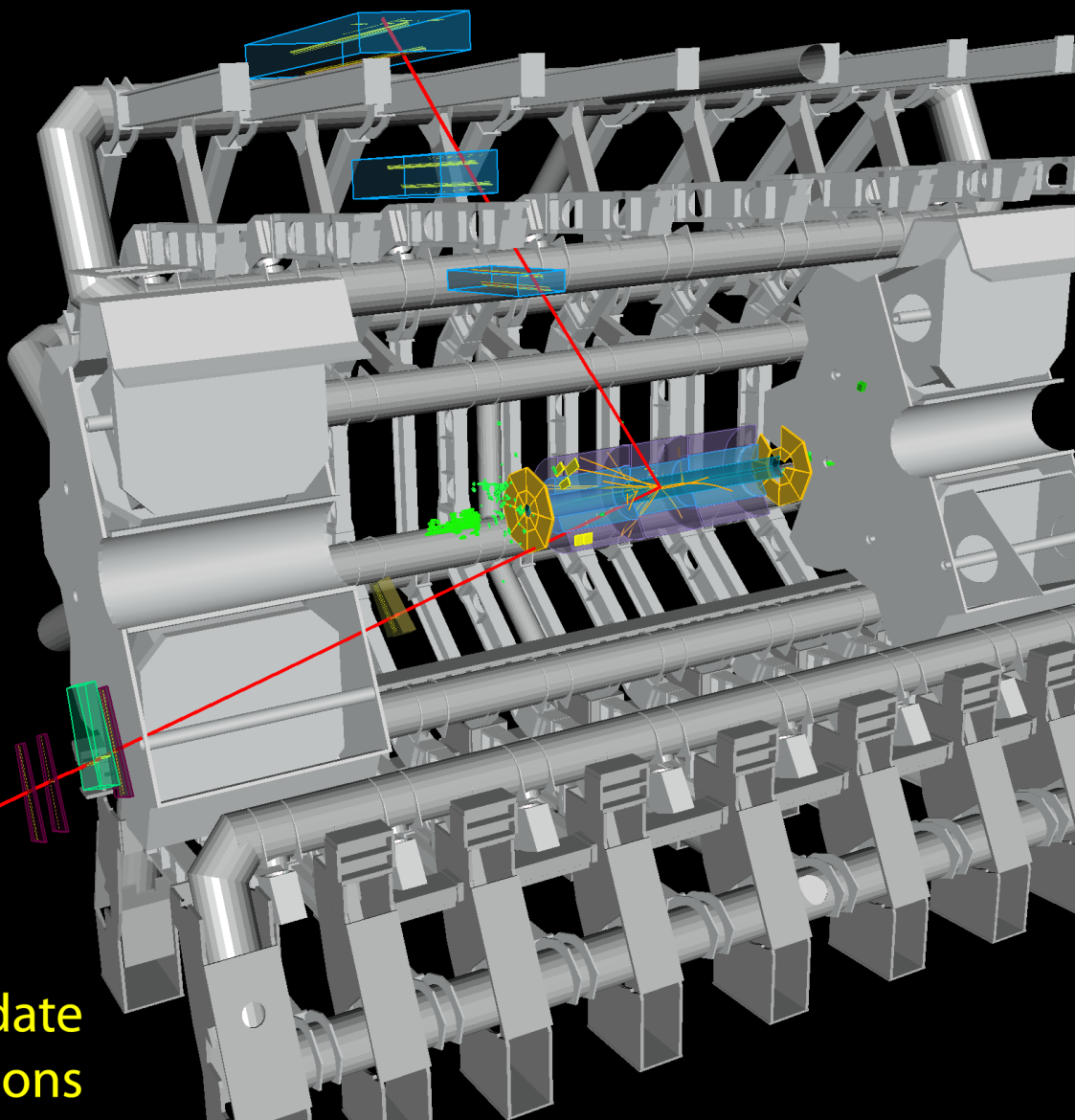
Run: 154822, Event: 14321500  
Date: 2010-05-10 02:07:22 CEST



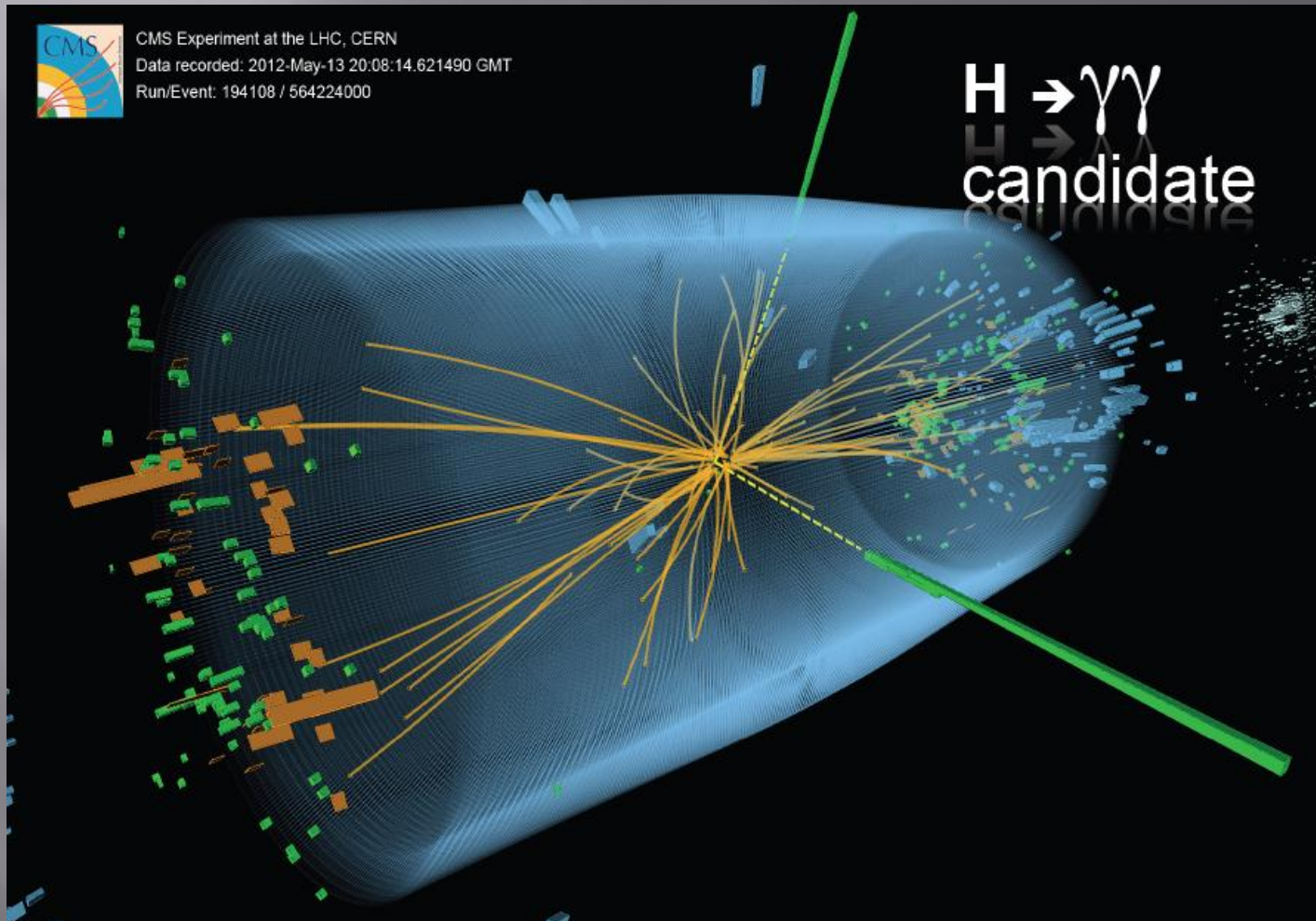
$p_T(\mu^-) = 27 \text{ GeV}$   $\eta(\mu^-) = 0.7$   
 $p_T(\mu^+) = 45 \text{ GeV}$   $\eta(\mu^+) = 2.2$   
 $M_{\mu\mu} = 87 \text{ GeV}$



**Z $\rightarrow\mu\mu$  candidate  
in 7 TeV collisions**



# Υποψήφιο Γεγονός Μποζόνιο Higgs



# Υποψήφιο Γεγονός Μποζόνιο Higgs



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2011-Jun-05 09:01:21.346043 GMT04:01:21 CDT

Run / Event: 166512 / 337493970

$$H \rightarrow Z^0 Z^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- \mu^+ \mu^-$$

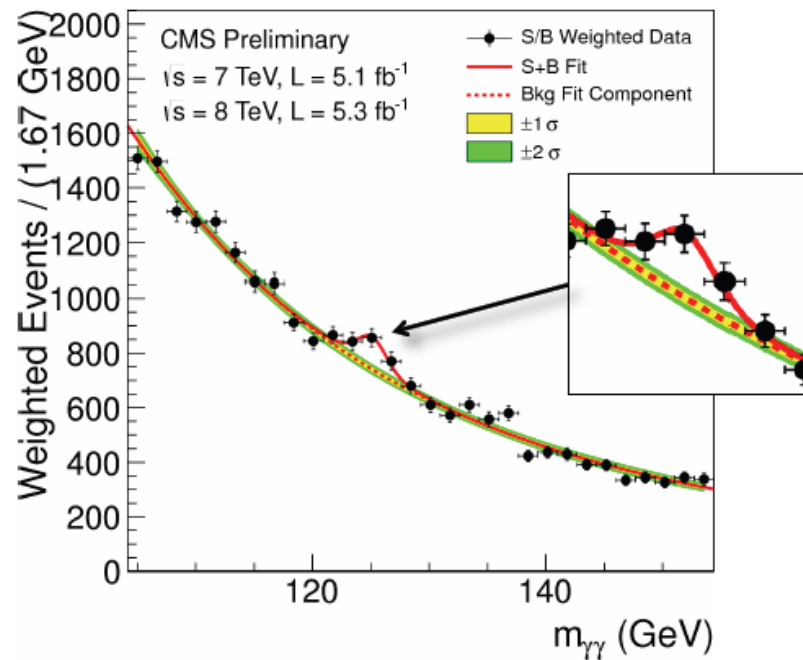
# Κατανομή της Μάζας



July 4<sup>th</sup> 2012. The Status of the Higgs Search J. Incandela for the CMS COLLABORATION

## S/B Weighted Mass Distribution

- Sum of mass distributions for each event class, weighted by S/B
  - B is integral of background model over a constant signal fraction interval



43

$$m_X = 125.3 \pm 0.6 \text{ GeV}$$

# Το CERN και τα ΜΜΕ



Σπάζοντας το τείχος της επικοινωνίας  
Πριν από 22 χρόνια: γεννήθηκε το Web



... και σήμερα;



# Τι είναι το Grid;

- Το **World Wide Web** παρέχει εύκολη πρόσβαση σε πληροφορίες αποθηκευμένες σε εκατομμύρια διαφορετικές τοποθεσίες.
- Αντίθετα, το **Grid** είναι μία καινούργια υποδομή που παρέχει εύκολη πρόσβαση σε υπολογιστική ισχύ και ηλεκτρονική μνήμη καταμεμημένη σε όλον τον κόσμο.





# Τα Δεδομένα του LHC

- 40 εκ. γεγονότα (φωτογραφίες) ανά δευτερόλεπτο.
- Επιλογή (on the fly) ~ 200 ενδιαφέροντα γεγονότα ανά δευτερόλεπτο για εγγραφή σε ταινία.
- "Ανασυγκρότηση" δεδομένων και ανάλυση: *δεδομένα φυσικής* [το GRID...]

(x4 πειράματα x20 χρόνια)

Ανά Γεγονός

Ανά Χρόνο

Raw data

1.6 MB

3200 TB

Reconstructed data

1.0 MB

2000 TB

Physics data

0.1 MB

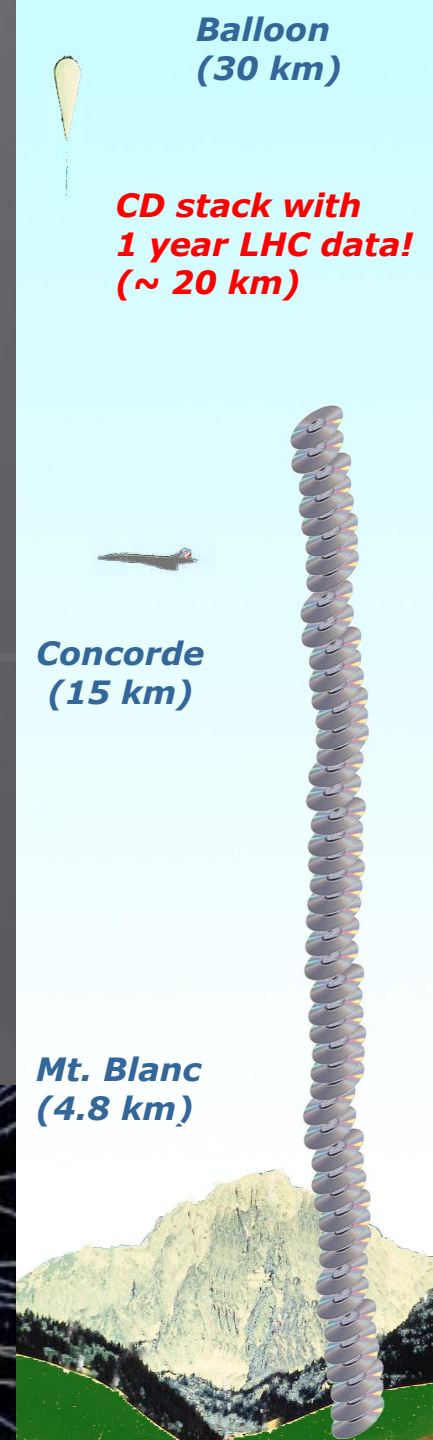
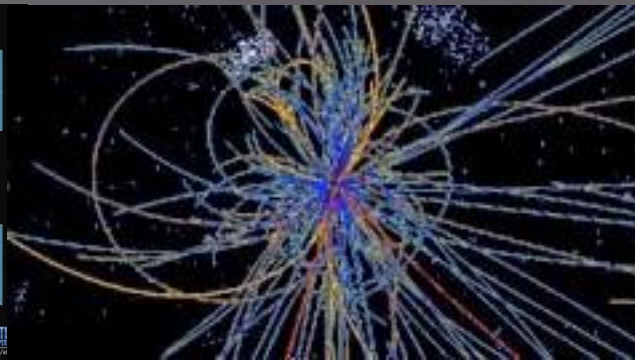
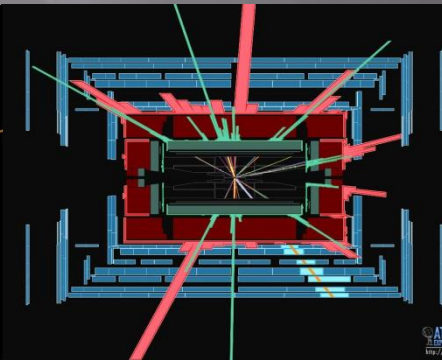
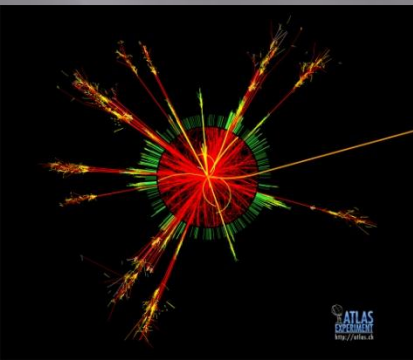
200 TB

Balloon  
(30 km)

CD stack with  
1 year LHC data!  
(~ 20 km)

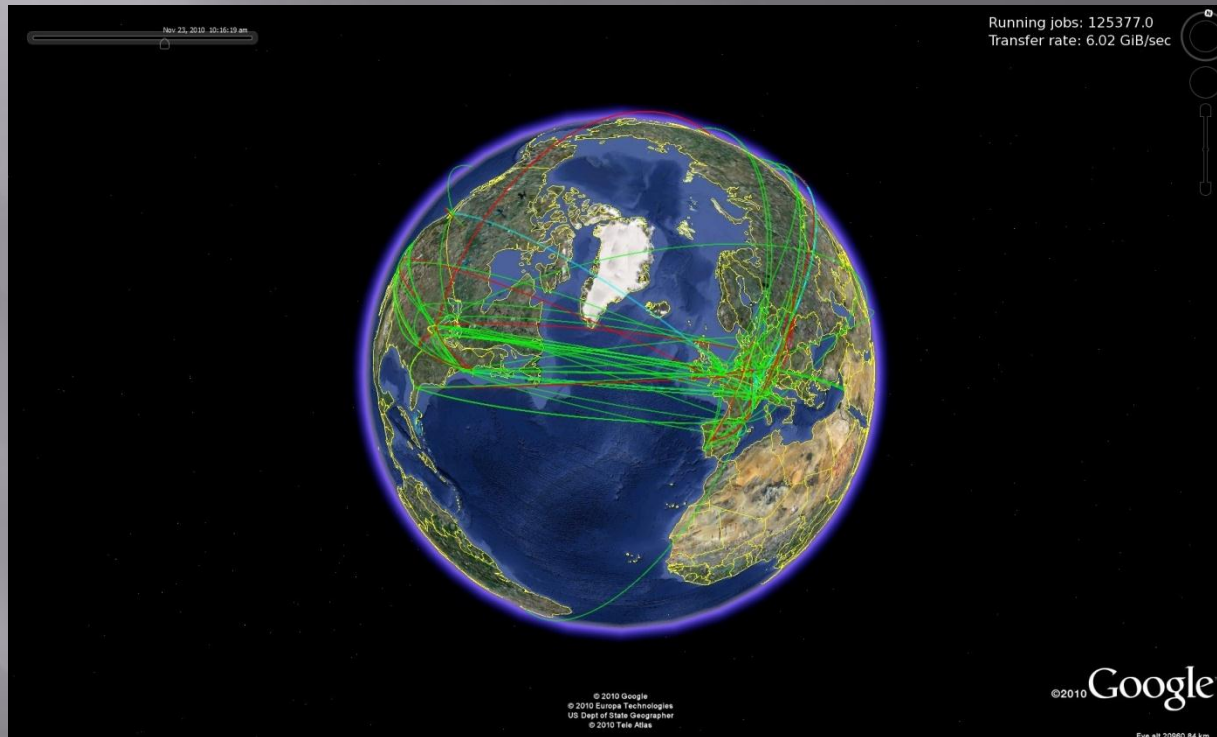
Concorde  
(15 km)

Mt. Blanc  
(4.8 km)



# Σπάζοντας το τείχος της επικοινωνίας: χθες το Web, σήμερα το GRID

Ένα από τα πιο εκτεταμένα συστήματα υπολογιστών στον κόσμο ...



Για την ανάλυση των δεδομένων, δεκάδες χιλιάδες υπολογιστές σε όλο τον κόσμο αξιοποιούνται στο Grid. Το εργαστήριο που έδωσε στον κόσμο το Web, σήμερα κάνει ένα μεγάλο βήμα μπροστά με το Grid.

# Ανάπτυξη και Μεταφορά Τεχνολογίας Αιχμής



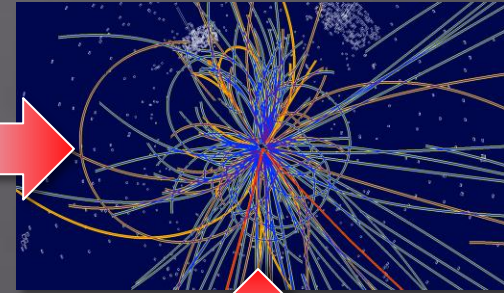
Ιατρική Απεικόνιση

Παράδειγμα: Ιατρική

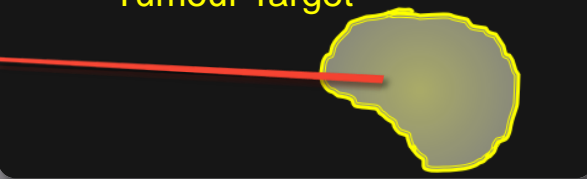
Επιτάχυνση  
σωματιδίων



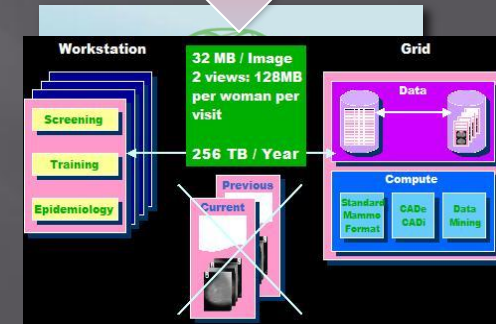
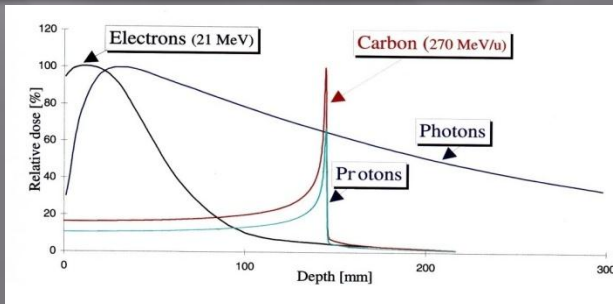
Ανίχνευση σωματιδίων



Tumour Target



Μεγάλης κλίμακας  
υπολογιστών (Grid)



Grid – για την διαχείριση και ανάλυση  
ιατρικών δεδομένων

# Το CERN ως Εκπαιδευτικό Κέντρο

Apprentices

Accelerator School

Doctoral Students

Academic Training

Fellows

Physics School

Exhibitions

CERN-Latin America School

Computing School

Visits

Technical Students

Summer Students

Microcosm

Outreach

Science on Stage

Language Training

Technical Training

Communications Training

Teachers programmes

Conferences

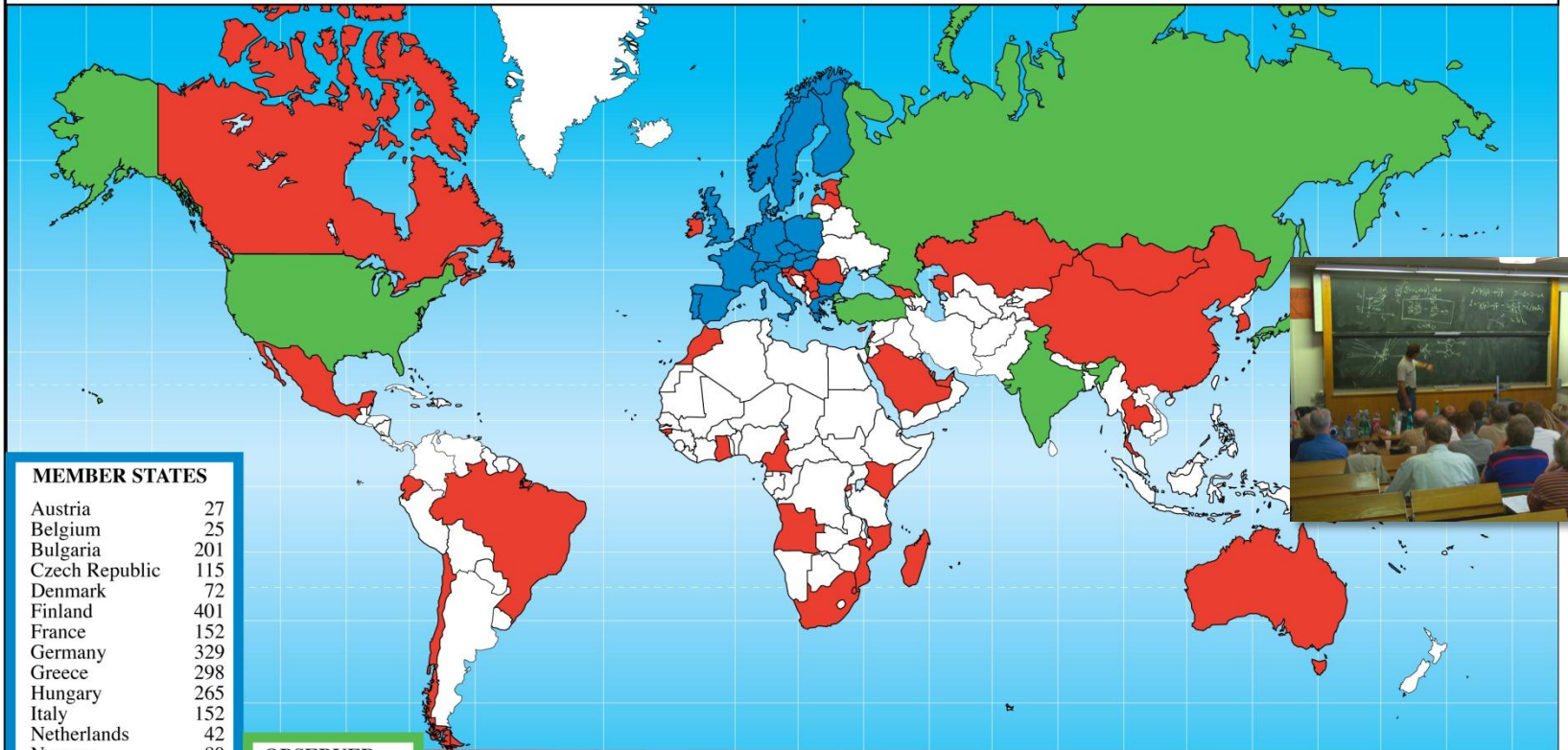
Management Training





# CERN ως Εκπαιδευτικό Κέντρο

## CERN Teacher Programme Participants 1998 - September 2011



### MEMBER STATES

Austria	27
Belgium	25
Bulgaria	201
Czech Republic	115
Denmark	72
Finland	401
France	152
Germany	329
Greece	298
Hungary	265
Italy	152
Netherlands	42
Norway	80
Poland	485
Portugal	255
Slovakia	190
Spain	217
Sweden	79
Switzerland	34
United Kingdom	799

**4218**

### OBSERVER STATES

India	2
Israel	2
Japan	3
Russia	84
Turkey	3
USA	56

**150**

### OTHERS

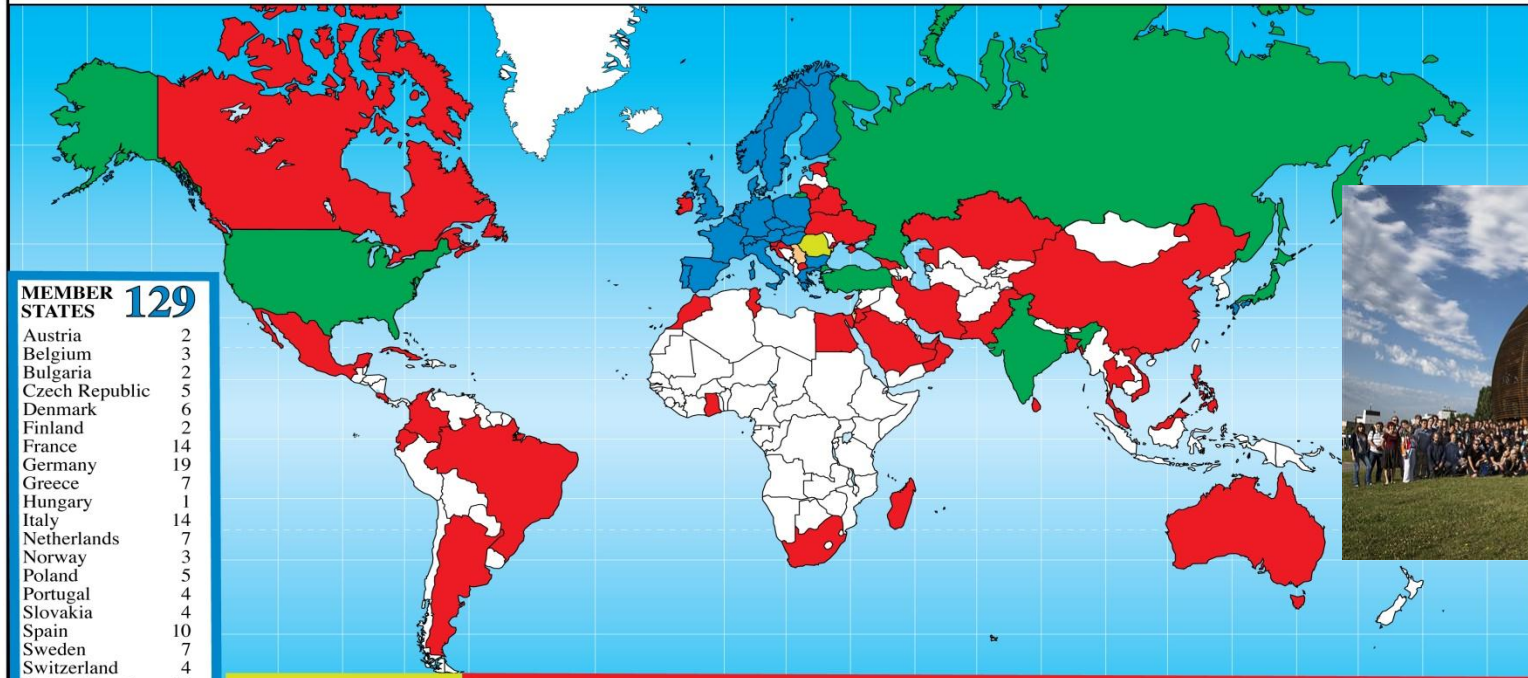
Angola	4	China	1	Kenya	2	Qatar	1	Swaziland	1
Australia	3	Croatia	1	Latvia	1	Romania	10	Thailand	4
Azerbaijan	1	Cyprus	4	Lebanon	1	Rwanda	15	T.F.Y.R.O.M.	11
Brazil	53	Ecuador	1	Madagascar	1	Sao Tome	2	Timor-Leste	1
Cameroon	1	Estonia	2	Malta	36	Saudi Arabia	1	U.A.E.	1
Canada	1	Georgia	16	Mexico	5	Serbia	10		
Cape Verde	2	Ghana	4	Mongolia	1	Singapore	2		
Chile	3	Guinea Bissau	1	Montenegro	13	Slovenia	21		
		Ireland	3	Morocco	2	South Africa	6		
		Kazakhstan	3	Mozambique	13	South Korea	22		

**287**



# Το CERN ως Εκπαιδευτικό Κέντρο

## Distribution of Summer Students 2012



### MEMBER STATES 129

Austria	2
Belgium	3
Bulgaria	2
Czech Republic	5
Denmark	6
Finland	2
France	14
Germany	19
Greece	7
Hungary	1
Italy	14
Netherlands	7
Norway	3
Poland	5
Portugal	4
Slovakia	4
Spain	10
Sweden	7
Switzerland	4
United Kingdom	10

### OBSERVERS 41

India	5
Japan	5
Russia	11
Turkey	6
USA	14

### CANDIDATE FOR ACCESSION

Romania	6
---------	---

### ASSOCIATE MEMBER IN THE PRE-STAGE TO MEMBERSHIP

Israel	2
Serbia	2

### OTHERS

Argentina	1	Croatia	6	Iran	4	Morocco	2	Sri Lanka	1
Australia	2	Cuba	2	Ireland	1	Oman	1	Thailand	2
Bangladesh	1	Cyprus	3	Jordan	1	Pakistan	5	Tunisia	1
Belarus	1	Ecuador	2	Kazakhstan	1	Palestinian Territories	1	T.F.Y.R.O.M.	3
Brazil	1	Egypt	3	Lithuania	1	Philippines	1	Ukraine	1
Canada	5	Estonia	5	Madagascar	1	Saudi Arabia	1	U.A.E.	2
China	8	Georgia	1	Malaysia	3	Singapore	2	Vietnam	1
Colombia	1	Ghana	1	Malta	3	Slovenia	1		
Costa Rica	1	Hong Kong	2	Mexico	1	South Africa	2		

89

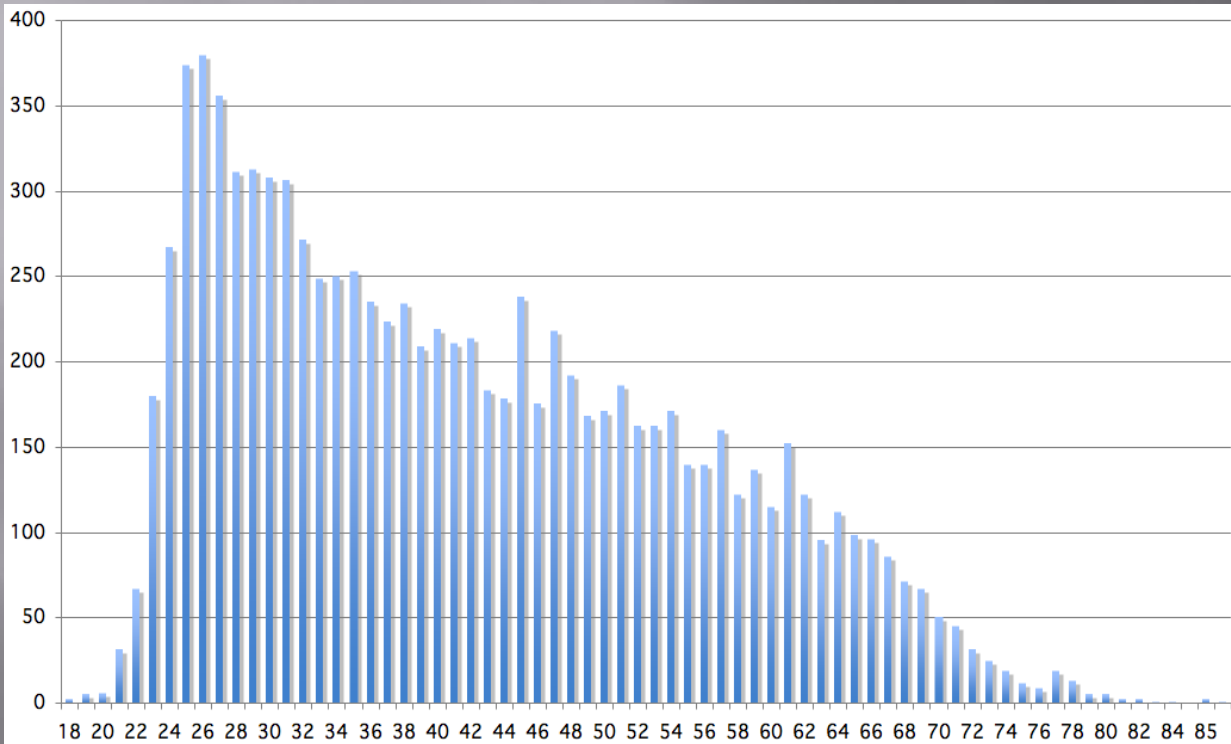




# Η Ηλικιακή Κατανομή των Επιστημόνων

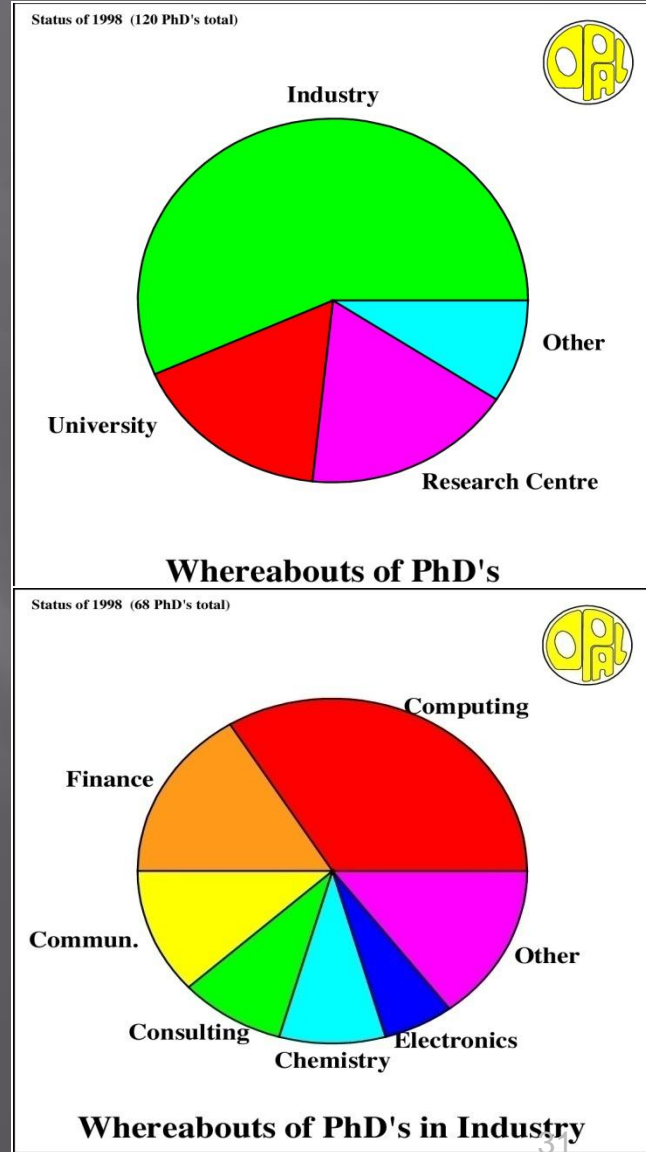
## - και πού πάνε στη συνέχεια

Μάρτιος 2009



2500 Υποψήφιοι Διδάκτορες  
στα πειράματα LHC

Πού πάνε;

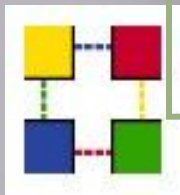


# Φωτεινό Παράδειγμα Διεθνούς Συνεργασίας



**“...η προώθηση επαφών μεταξύ και η ανταλλαγή επιστημών...”**





# Ελληνικές Ερευνητικές Ομάδες ΦΥΕ



ΠΕΡΙΟΧΗ	ΟΜΑΔΑ	ΠΕΙΡΑ- ΜΑ	ΘΕ ΩΡ ΙΑ
<b>ΑΘΗΝΑ</b>	<b>ΕΜΠ ΕΚΠΑ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ</b>	<b>X X X</b>	<b>X X X</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>ΑΠΘ</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>ΔΥΣΗ</b>	<b>Π. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>ΑΝΑΤΟΛΗ</b>	<b>Π. ΑΙΓΑΙΟΥ (ΧΙΟΣ)</b>	<b>X</b>	
<b>ΝΟΤΟΣ</b>	<b>Π. ΠΑΤΡΩΝ ΕΑΠ Π. ΚΡΗΤΗΣ</b>	<b>-- X --</b>	<b>X -- X</b>

# CERN . . .



- ▣ Ζητά απαντήσεις σε ερωτήσεις για το Σύμπαν.
- ▣ Προωθεί τα όρια της τεχνολογίας αιχμής.
- ▣ Εκπαιδεύει τους επιστήμονες του αύριο.
- ▣ Φέρνει τις χώρες πιά κοντά μέσω της επιστήμης.