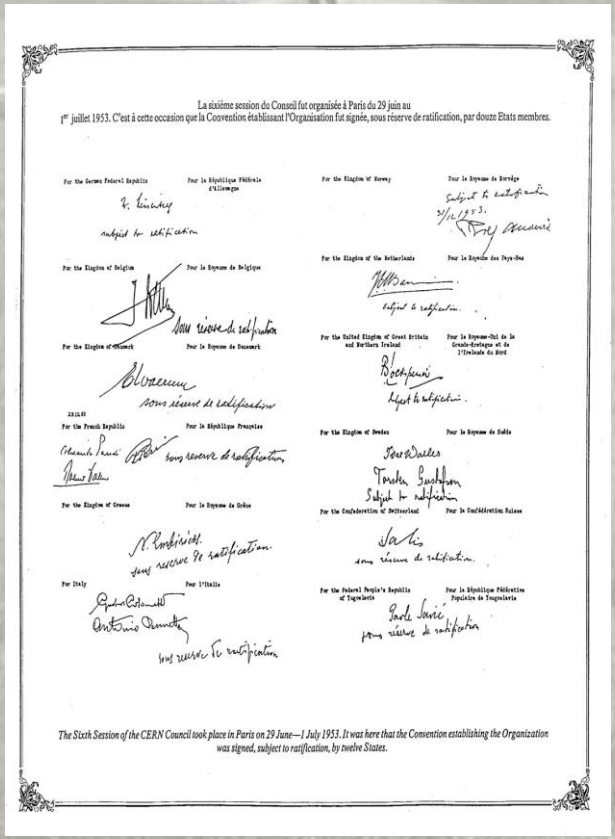
ALICE: το πείραμα βαριών ιόντων στο CERN

Δέσποινα Χατζηφωτιάδου
INFN Bologna και CERN

INTERNATIONAL MASTERCLASSES
hands on particle physics

CERN : Conseil Europeen pour la Recherche Nucleaire (1953)



La sixième session du Conseil fut organisée à Paris du 29 juin au 1er juillet 1953. C'est à cette occasion que la Convention établissant l'Organisation fut signée, sous réserve de ratification, par douze Etats membres.

For the German Federal Republic — Pour la République Fédérale d'Allemagne
subject to ratification

For the Kingdom of Norway — Pour le Royaume de Norvège
Subject to ratification 3/12/1953.

For the Kingdom of Belgium — Pour le Royaume de Belgique
sous réserve de ratification

For the Kingdom of the Netherlands — Pour le Royaume des Pays-Bas
subject to ratification.

For the Kingdom of Denmark — Pour le Royaume du Danemark
sous réserve de ratification

For the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland — Pour le Royaume-Uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande du Nord
Subject to ratification.

For the French Republic — Pour la République Française
sous réserve de ratification

For the Kingdom of Sweden — Pour le Royaume de Suède
Subject to ratification

For the Kingdom of Greece — Pour le Royaume de Grèce
sous réserve de ratification

For the Confederation of Switzerland — Pour la Confédération Suisse
sous réserve de ratification.

For Italy — Pour l'Italie
sous réserve de ratification

For the Federal People's Republic of Yugoslavia — Pour la République Fédérative Populaire de Yougoslavie
sous réserve de ratification

The Sixth Session of the CERN Council took place in Paris on 29 June—1 July 1953. It was here that the Convention establishing the Organization was signed, subject to ratification, by twelve States.

European
Organization for
Nuclear
Research

1954

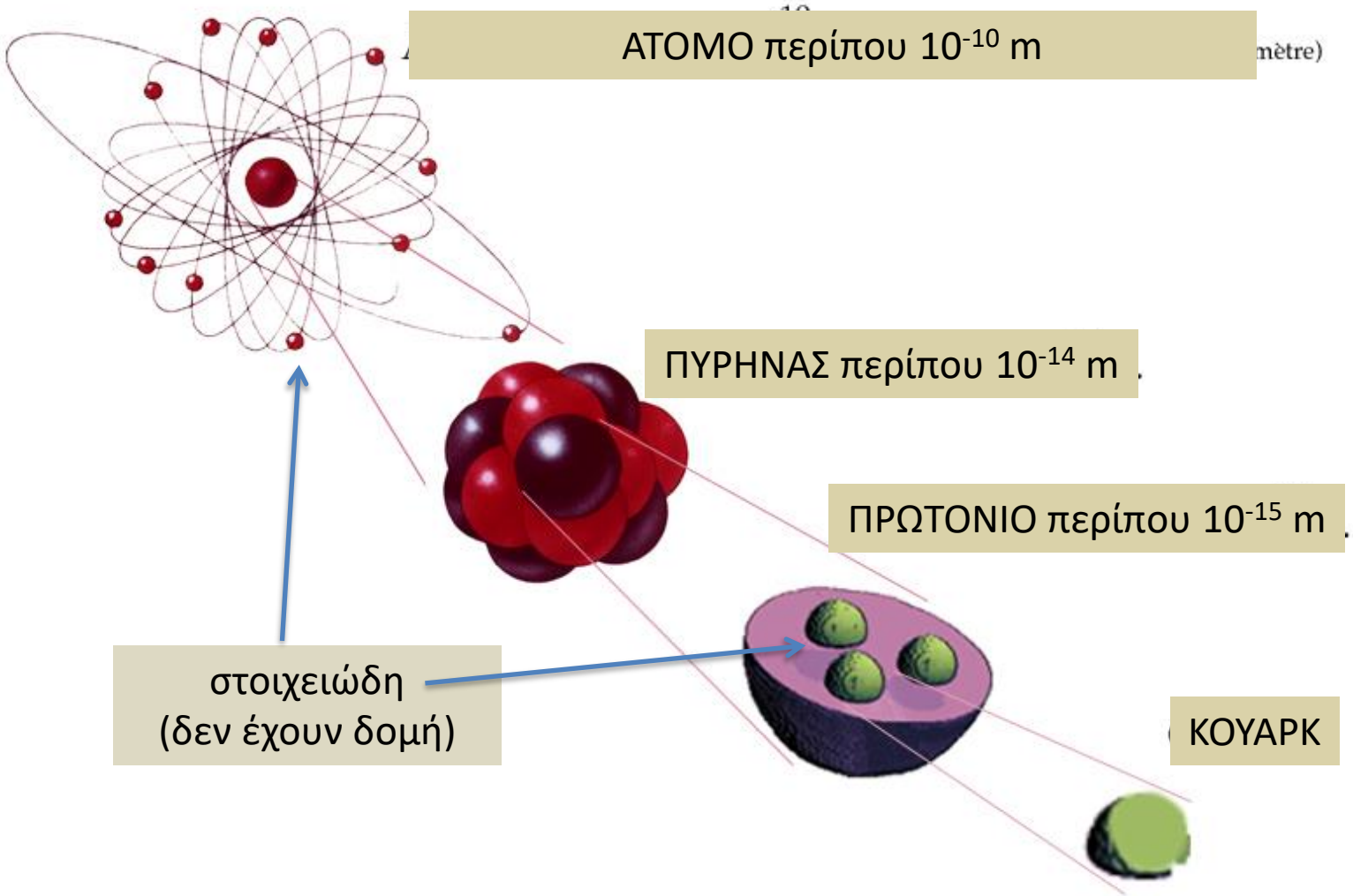
Ευρωπαϊκός Οργανισμός Πυρηνικής Έρευνας

Για την Ελλάδα υπέγραψε ο Καθηγητής Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης κ. Ν. Εμπειρίκος (29.9.1954)

Σήμερα το CERN έχει 24 χώρες – μέλη και 10 χώρες associate members

Ευρωπαϊκό Εργαστήριο για τη φυσική των στοιχειωδών σωματιδίων

- Στο CERN, χρησιμοποιώντας επιταχυντές και ανιχνευτές, μελετάμε:
- Τα στοιχειώδη σωμάτια απ’τα οποία είναι φτιαγμένη όλη η ύλη στο σύμπαν
- Τις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις



Il y a environ onze milliards de milliards d'atomes de fer dans un milligramme de fer !

D.Bertola/CERN

Στοιχειώδη σωμάτια

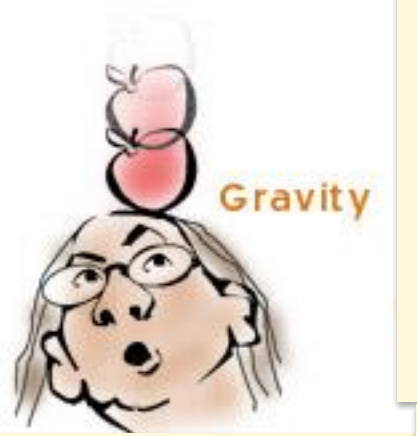
	Quarks		Leptons	
Generation 3	t Top	b Bottom	τ Tau	ν_τ Tau-neutrino
Generation 2	c Charm	s Strange	μ Muon	ν_μ Muon-neutrino
Generation 1	u Up	d Down	e Electron	ν_e Electron-neutrino

4 θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

4 θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

βαρυτικά φαινόμενα
Κινήσεις ουρανίων σωμάτων
ισχύς: 10^{-39}
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: βαρυτόνιο;

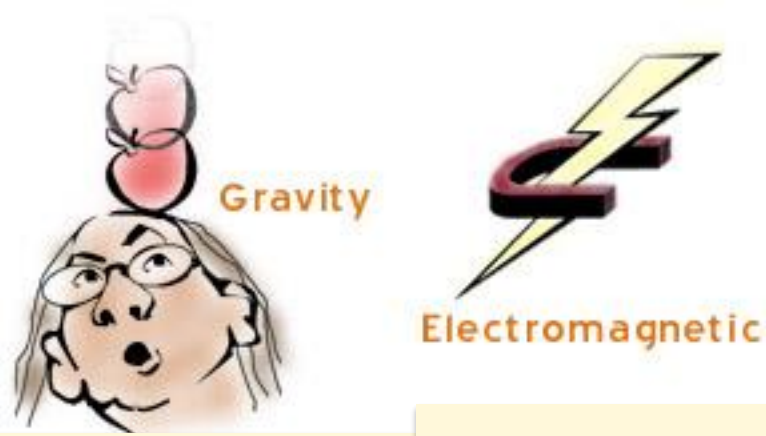
βαρυτική



4 θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

βαρυτικά φαινόμενα
Κινήσεις ουρανίων σωμάτων
ισχύς: 10^{-39}
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: βαρυτόνιο;

βαρυτική



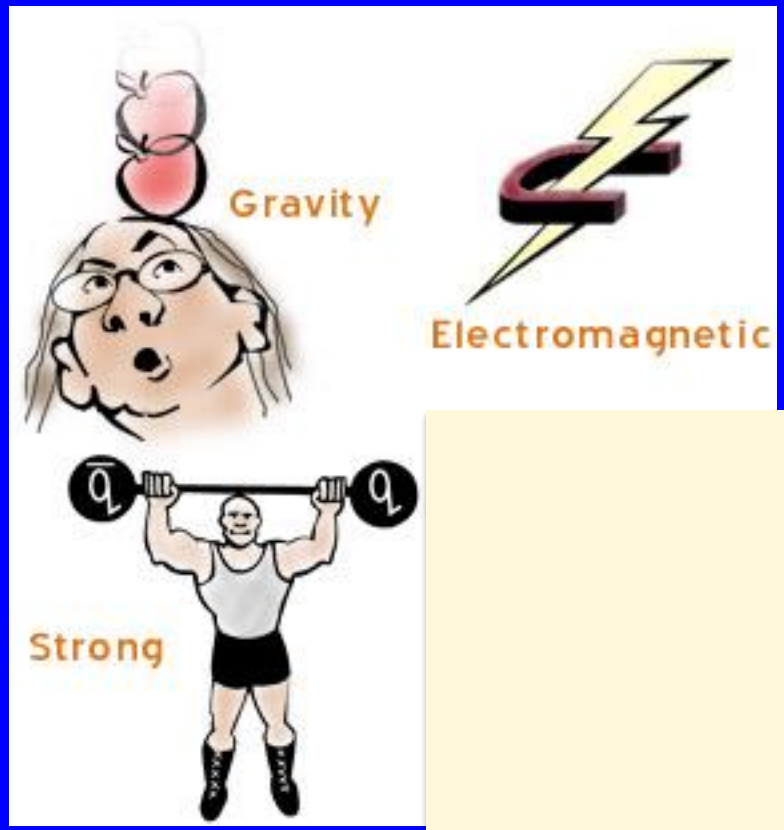
Άτομο
Ηλεκτρικά/μαγνητικά φαινόμενα
ισχύς: 1/137
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: φωτόνιο

ηλεκτρομαγνητική

4 θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

βαρυτικά φαινόμενα
Κινήσεις ουρανίων σωμάτων
ισχύς: 10^{-39}
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: βαρυτόνιο;

βαρυτική



Ατομο
Ηλεκτρικά/μαγνητικά φαινόμενα
ισχύς: 1/137
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: φωτόνιο

ηλεκτρομαγνητική

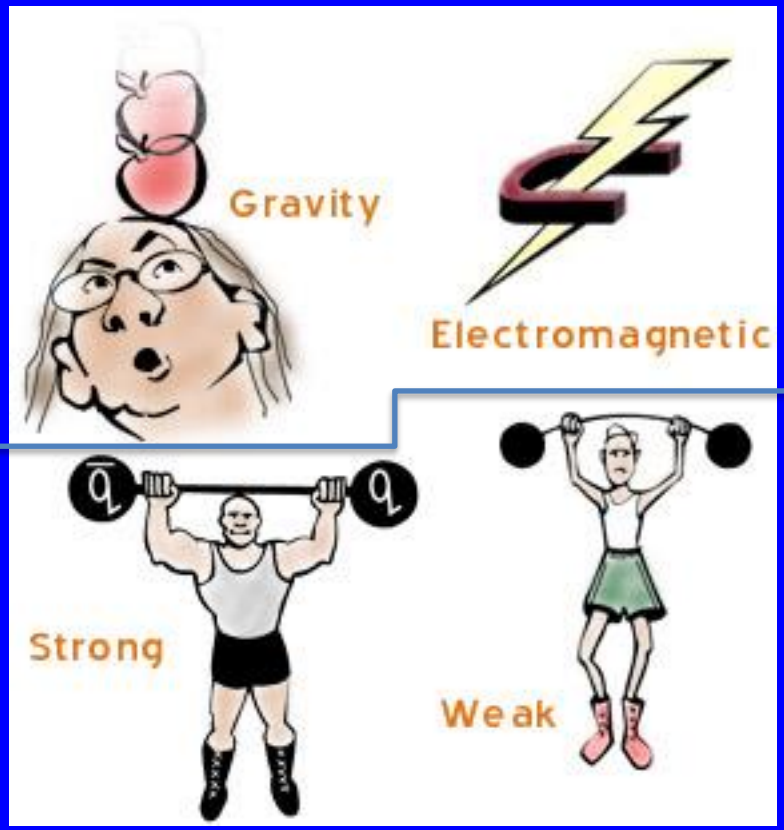
Σταθερότητα των πυ-ρήνων, εγκλωβισμός των κουάρκ
ισχύς: 1
Εμβέλεια: 10^{-15} m
Φορέας: γλουόνιο

ισχυρή

4 θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις

βαρυτικά φαινόμενα
Κινήσεις ουρανίων σωμάτων
ισχύς: 10^{-39}
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: βαρυτόνιο;

βαρυτική



Ατομο
Ηλεκτρικά/μαγνητικά φαινόμενα
ισχύς: 1/137
Εμβέλεια: άπειρη
Φορέας: φωτόνιο

ηλεκτρομαγνητική

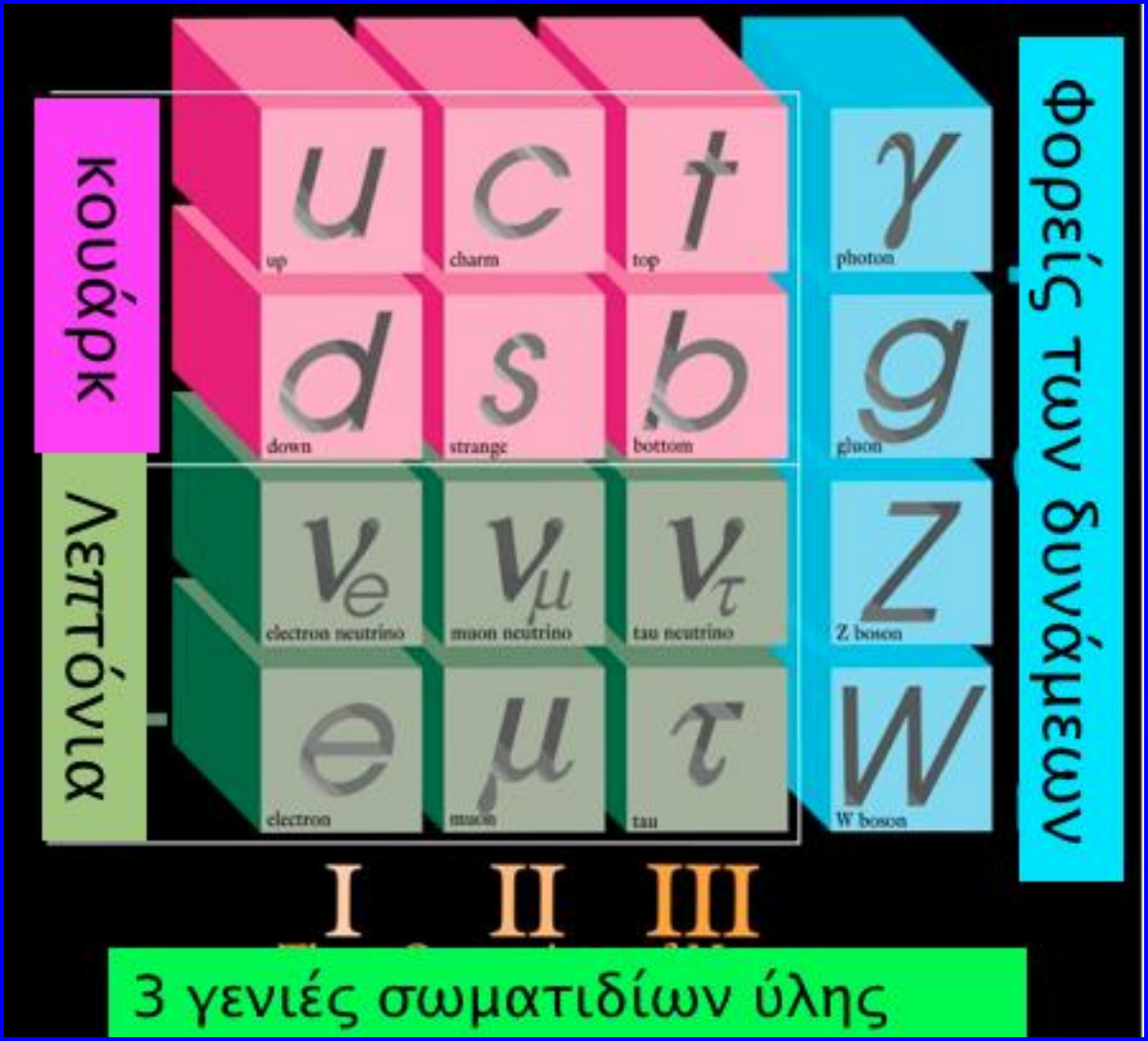
Σταθερότητα των πυρήνων, εγκλωβισμός των κουάρκ
ισχύς: 1
Εμβέλεια: 10^{-15} m
Φορέας: γλουόνιο

ισχυρή

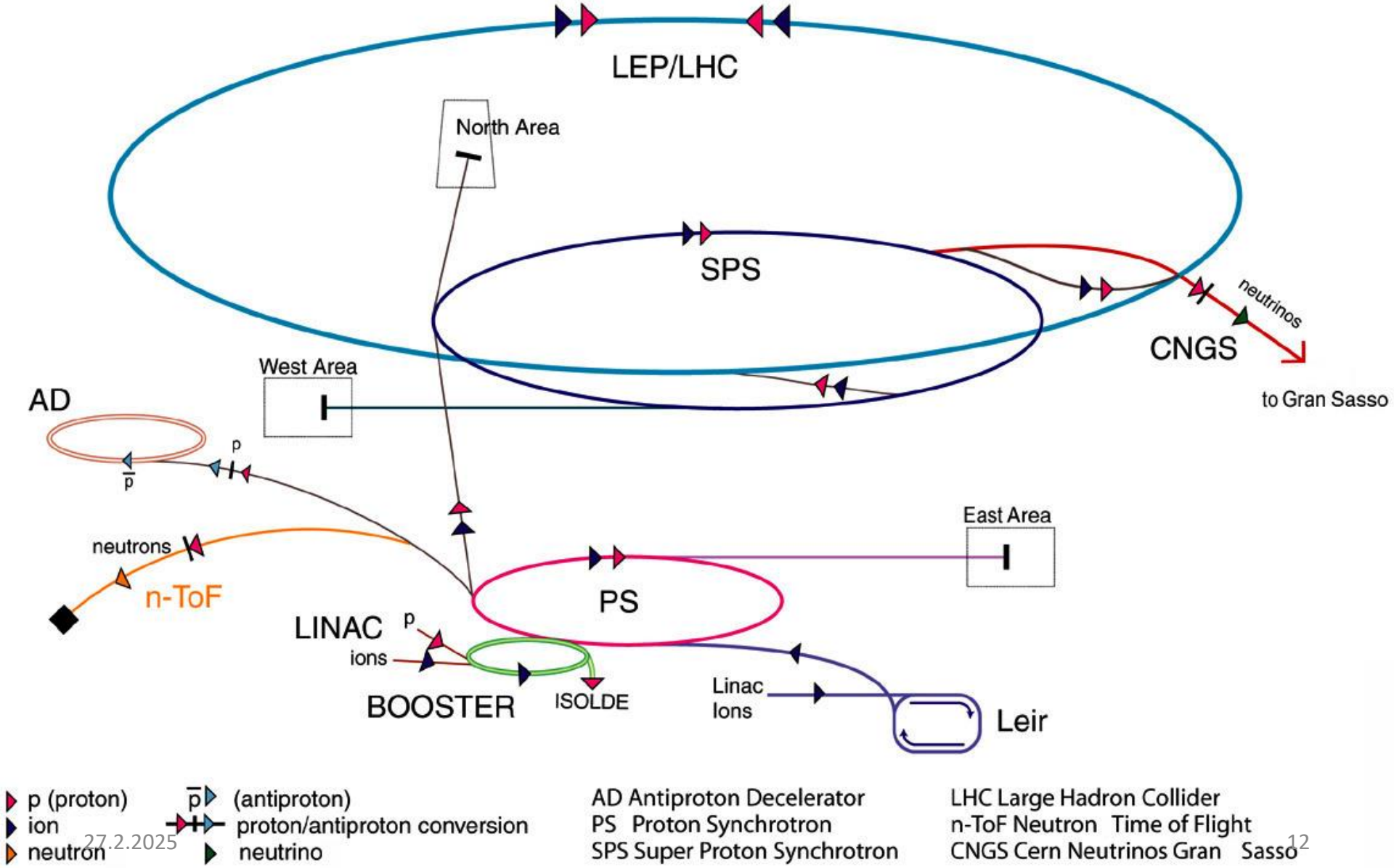
Ραδιενεργός βήτα διάσπαση
$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$
ισχύς: 10^{-5}
Εμβέλεια: 10^{-18} m
Φορέας: μποζόνια W,Z

ασθενής

Το Καθιερωμένο Πρότυπο (The Standard Model)

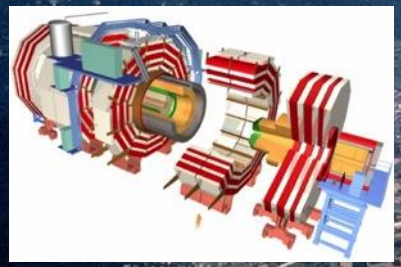


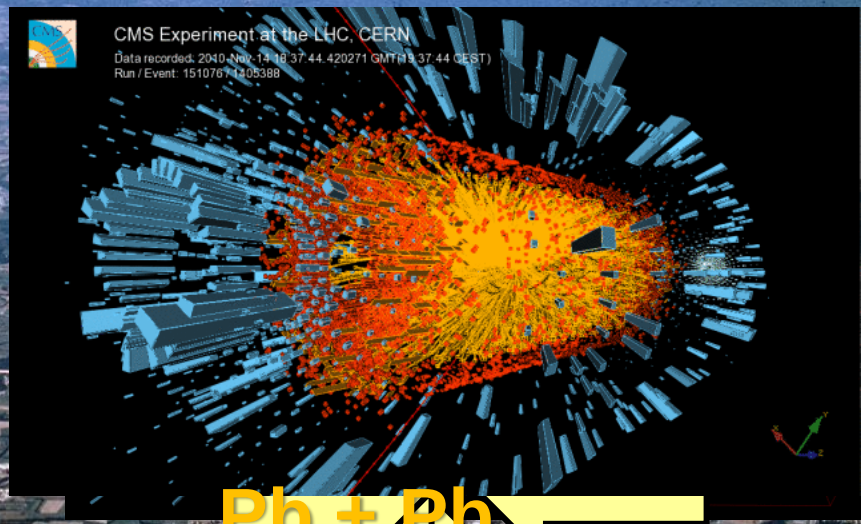
Η αποστολή του CERN ειναι να φτιάχνει τους επιταχυντές για τα πειράματα



Collider of Large Hadrons

Design Energy:
14 TeV (pp)
1150 TeV (PbPb)





CMS

Pb + Pb

LHCb

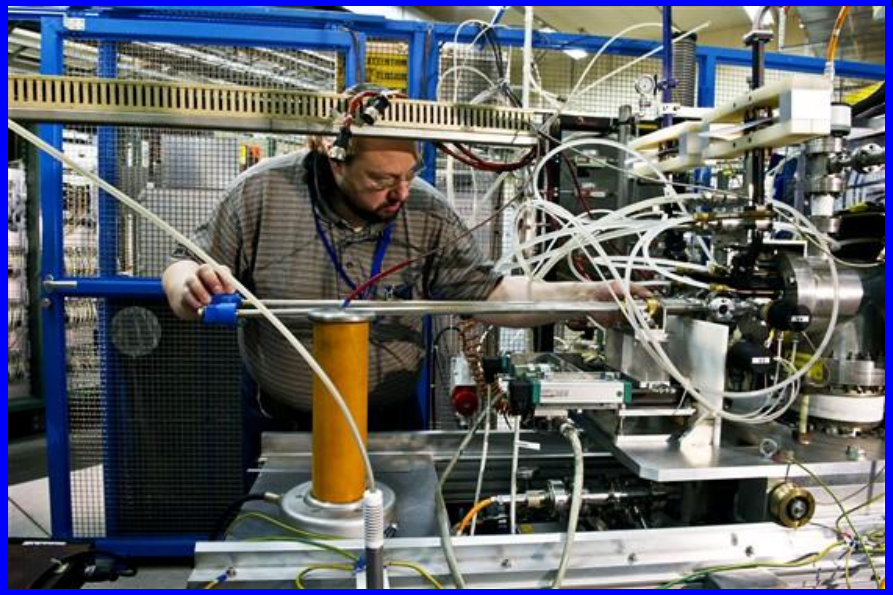
ALICE

ATLAS

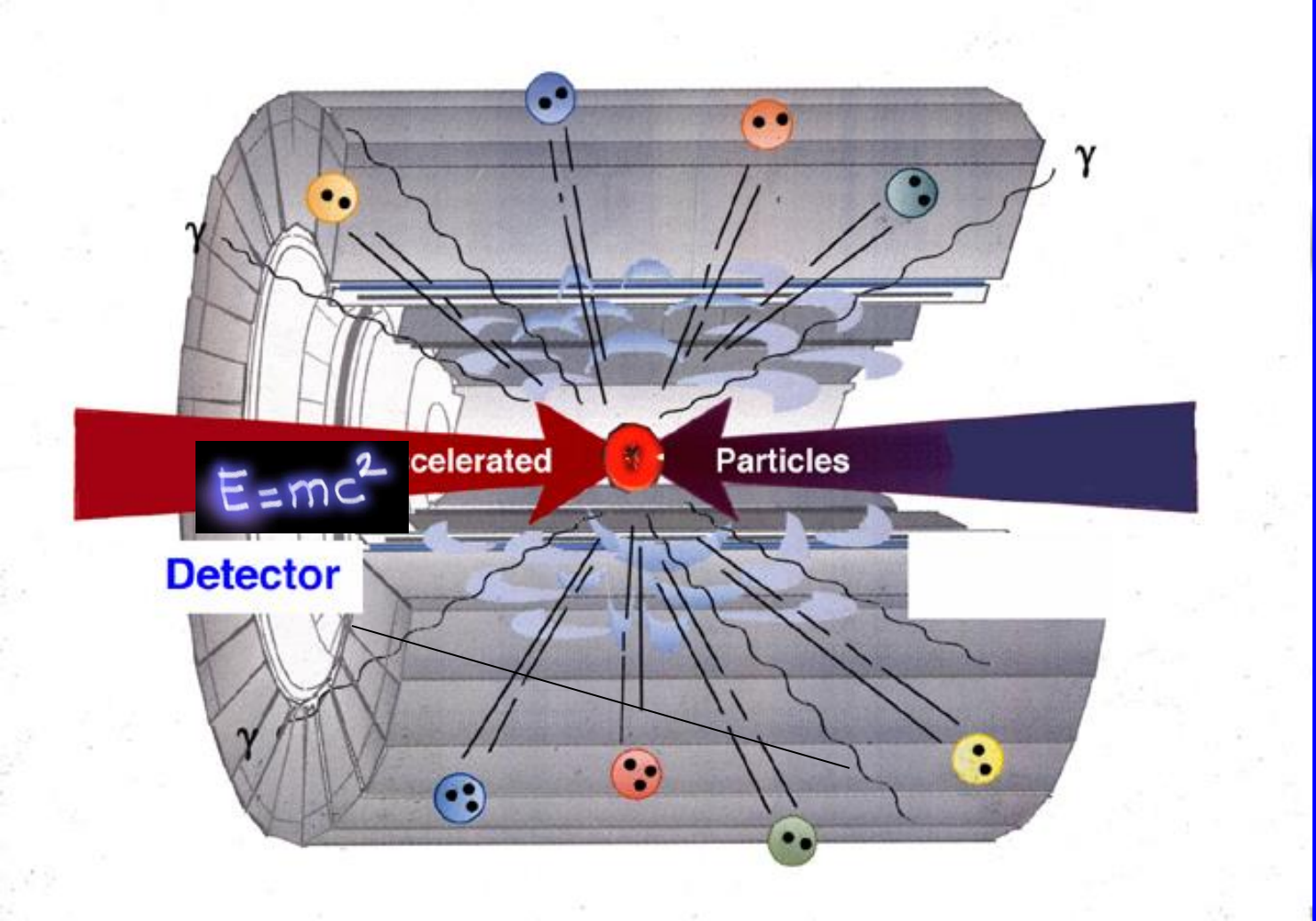
all participate in HI program (L

Βαριά ιόντα στο LHC

Μικρή ράβδος μολύβδου Pb ^{208} (2 cm, 500 mg) θερμαίνεται σε 500°C και εξαερώνεται. Ενα ισχυρό ηλεκτρικό ρεύμα βγάζει ηλεκτρόνια από τα άτομα



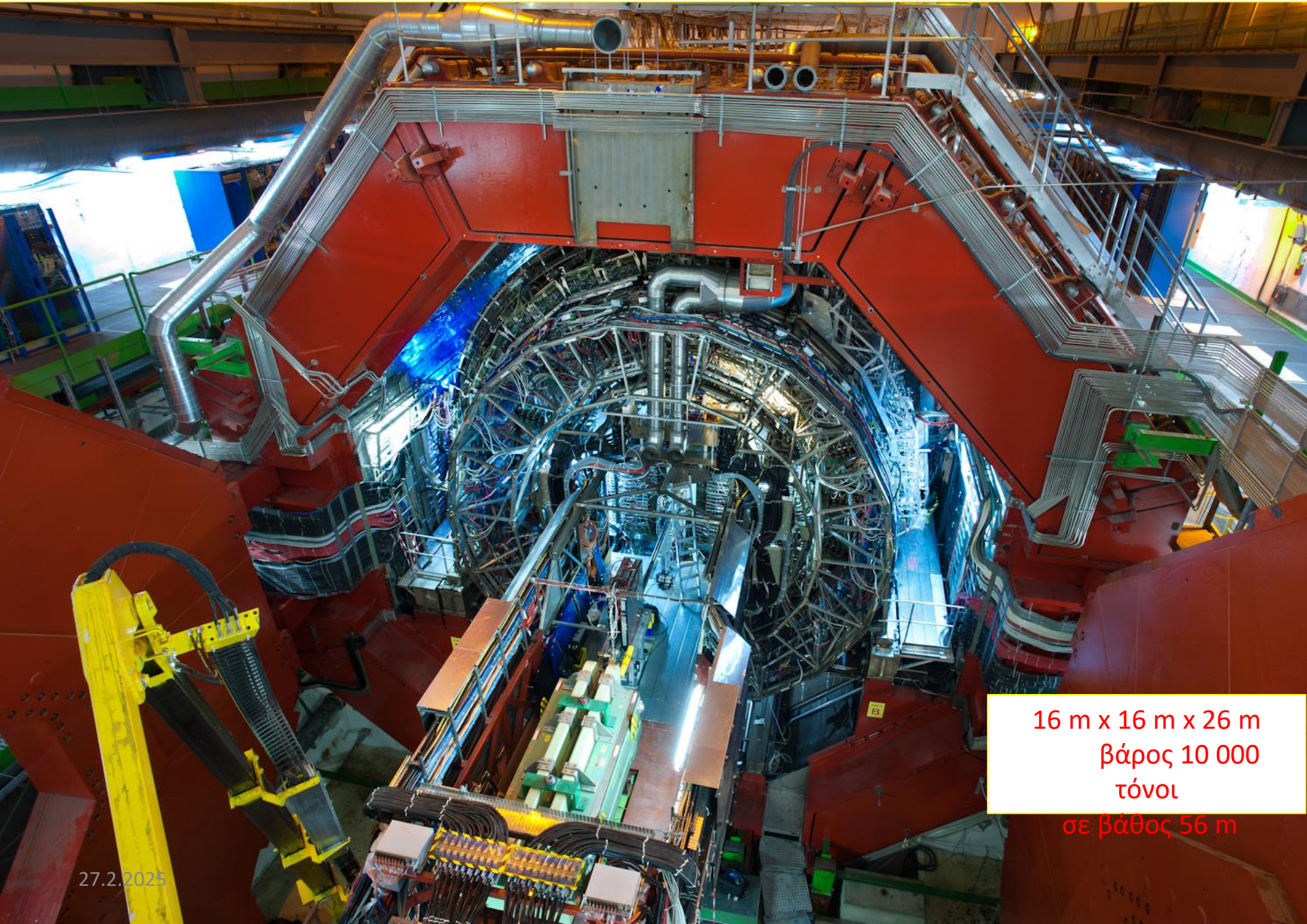
ισότοπο Pb ^{208}
82 πρωτόνια
126 νετρόνια



1) Συγκεντρώνουμε ενέργεια πάνω στα πρωτόνια επιταχύνοντάς τα	2) Τα πρωτόνια συγκρούονται – η ενέργειά τους απελευθερώνεται στο σημείο της σύγκρουσης	3) Παράγονται καινούργια σωμάτια λόγω μετατροπής ενέργειας σε μάζα

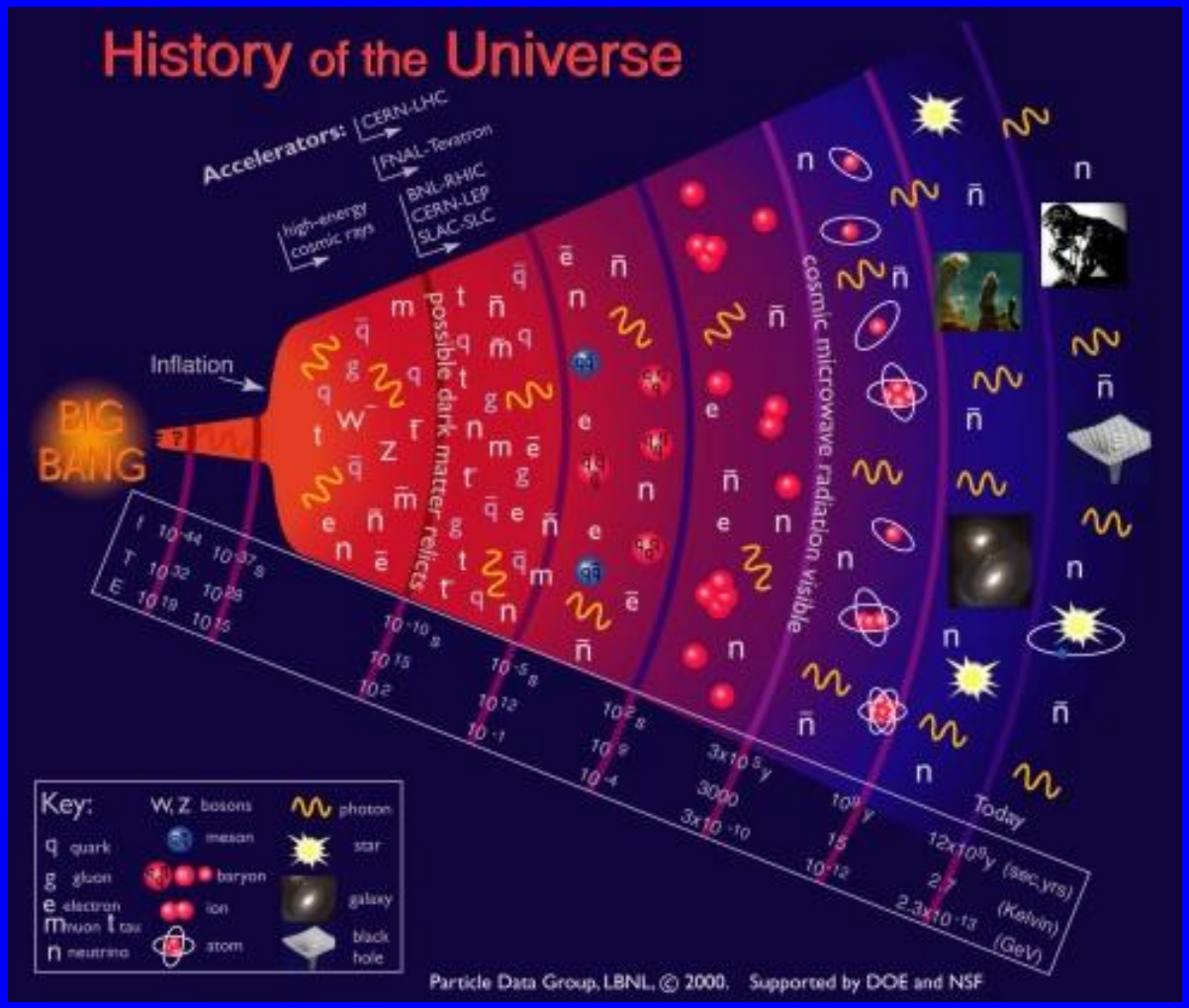
"βλέπουμε" αυτά τα νέα σωμάτια και μετράμε τα χαρακτηριστικά τους με τους ανιχνευτές

ALICE : A Large Ion Collider Experiment



16 m x 16 m x 26 m
βάρος 10 000 τόνοι
σε βάθος 56 m

The Big Bang – Η μεγάλη έκρηξη



Πριν από 13.7 δισεκατομμύρια χρόνια «γεννήθηκε» το σύμπαν

Εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου μετά τη γέννηση του σύμπαντος, όλη η ύλη αποτελείται από κουάρκ και γλουόνια που κινούνται ελεύθερα

QUARK GLUON PLASMA

Καθώς το σύμπαν διαστέλεται και ψύχεται, τα κουάρκ και τα γλουόνια «φυλακίζονται» για πάντα μέσα στα αδρόνια, από τα οποία σήμερα παραμένουν μόνο πρωτόνια και νετρόνια

Mini Big Bang

Συγκρούοντας πυρήνες μολύβδου με πολύ υψηλή ενέργεια αναδημιουργούμε τις συνθήκες πυκνότητας και θερμοκρασίας που υπήρχαν κλάσματα του δευτερολέπτου μετά το Big Bang

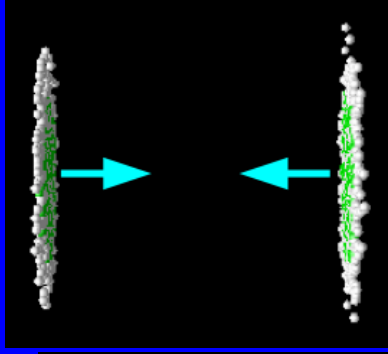
Δημιουργείται μια σταγόνα της πρωταρχικής κατάστασης της ύλης (Quark Gluon Plasma, QGP)

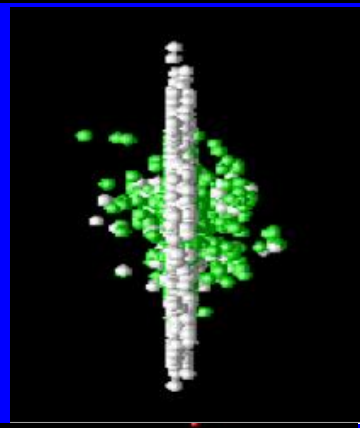
που ζει ελάχιστα

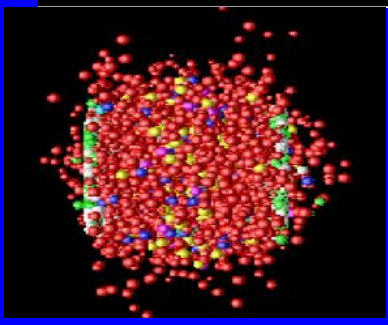
Μελετώντας τις ιδιότητές της

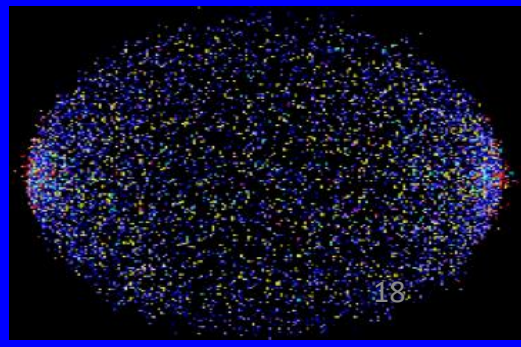
- Θα κατανοήσουμε καλύτερα τις διαδικασίες που συνέβησαν τα πρώτα κλάσματα του δευτερολέπτου στη ζωή του σύμπαντος

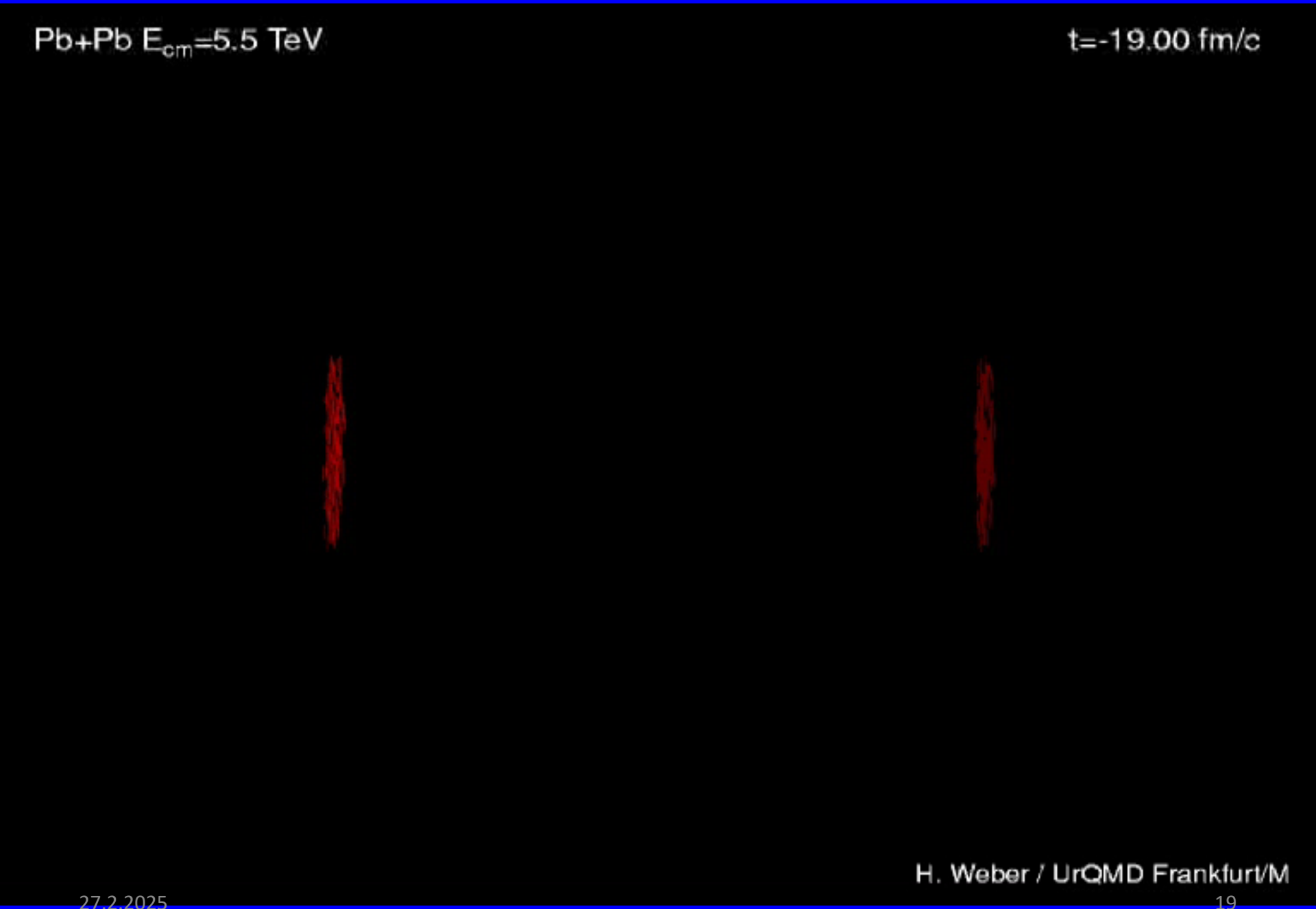
- Θα κατανοήσουμε καλύτερα την ισχυρή αλληλεπίδραση

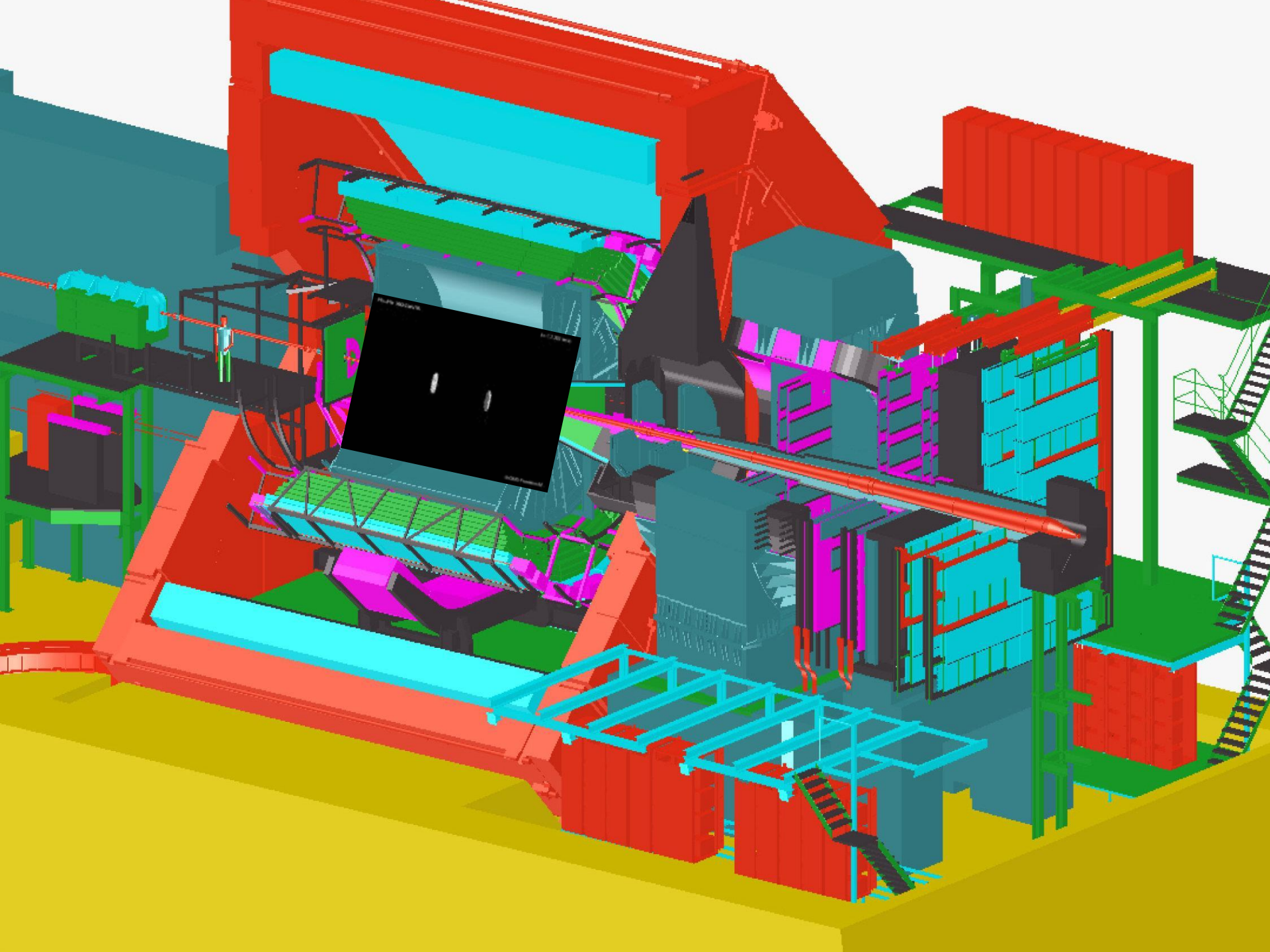


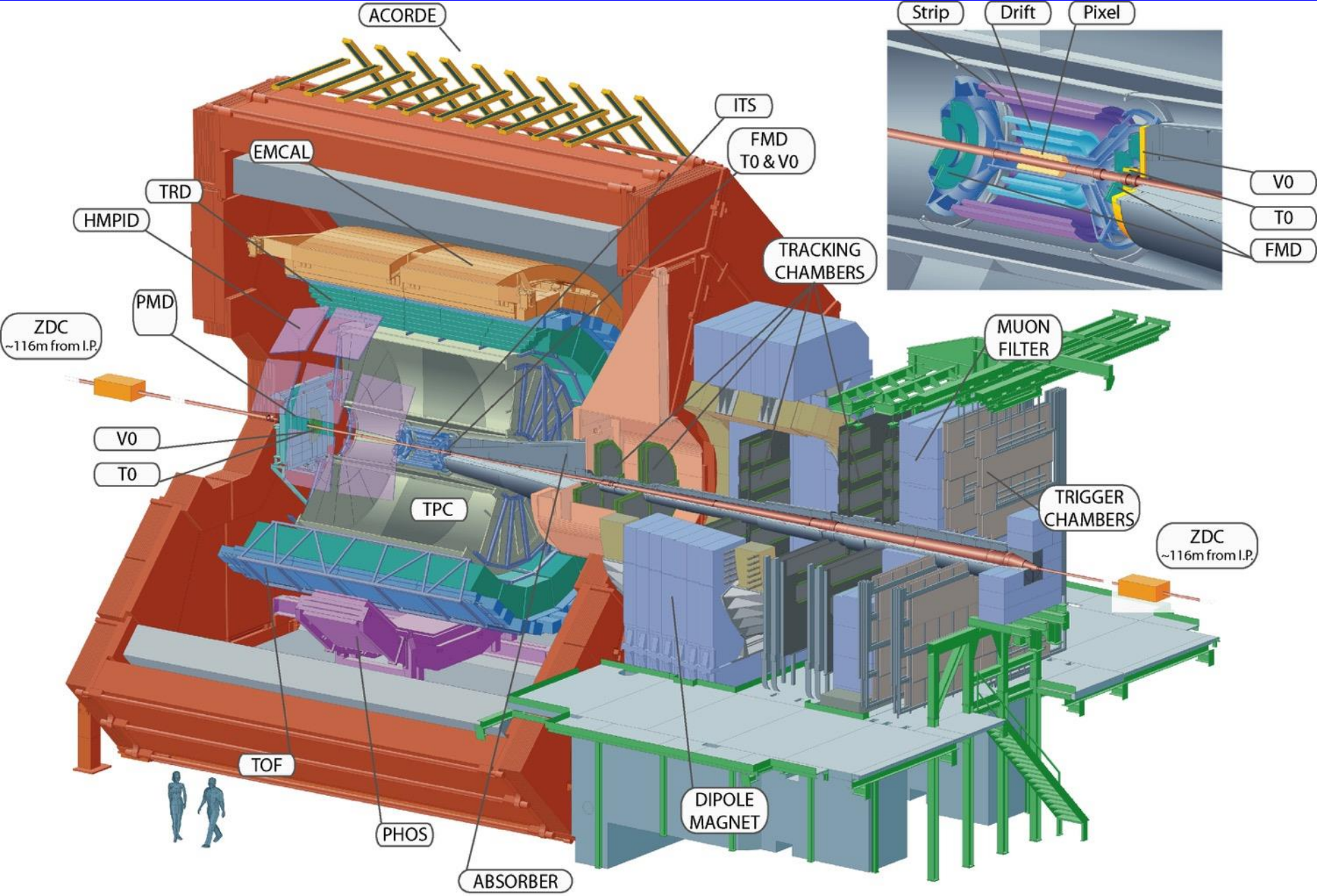


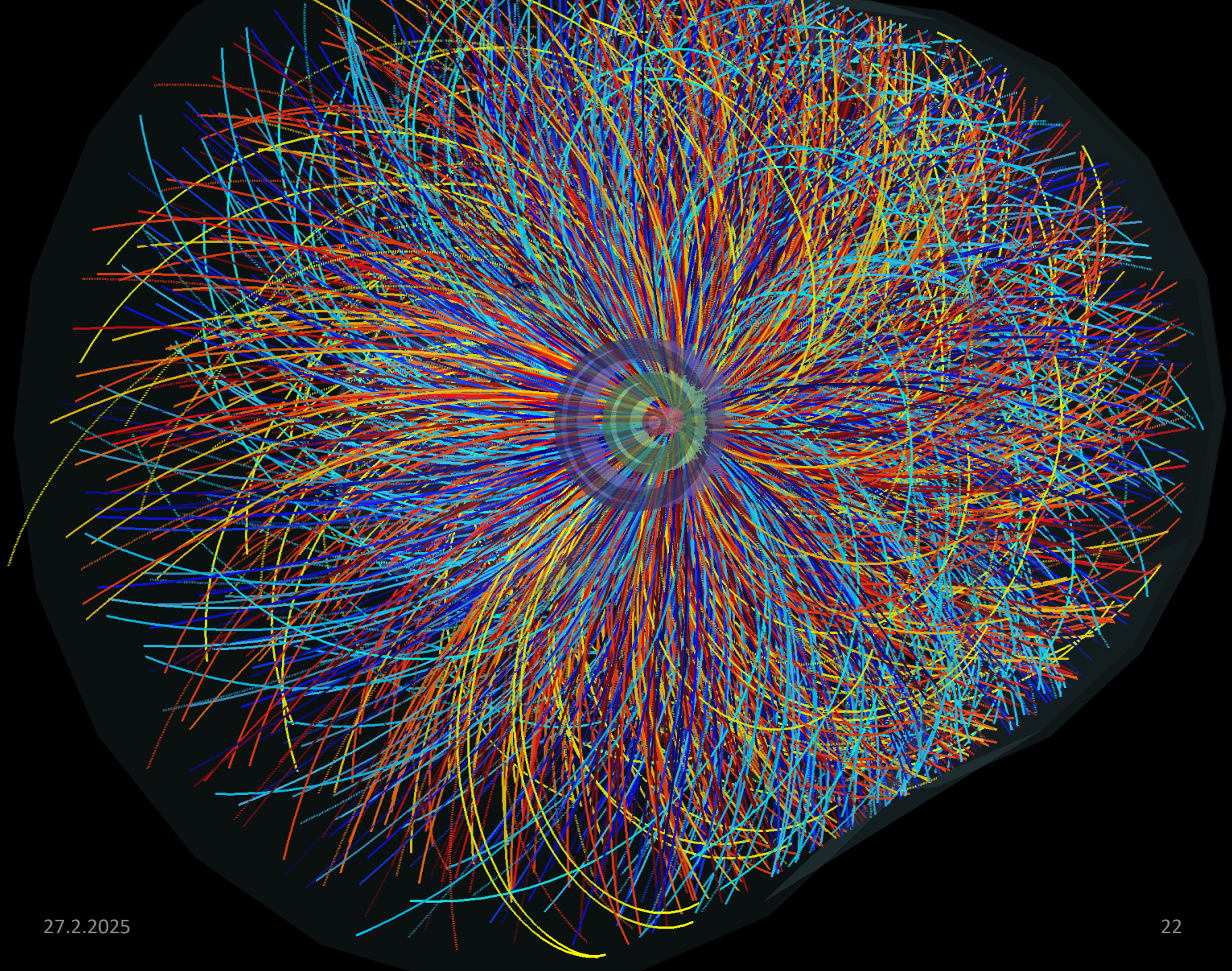


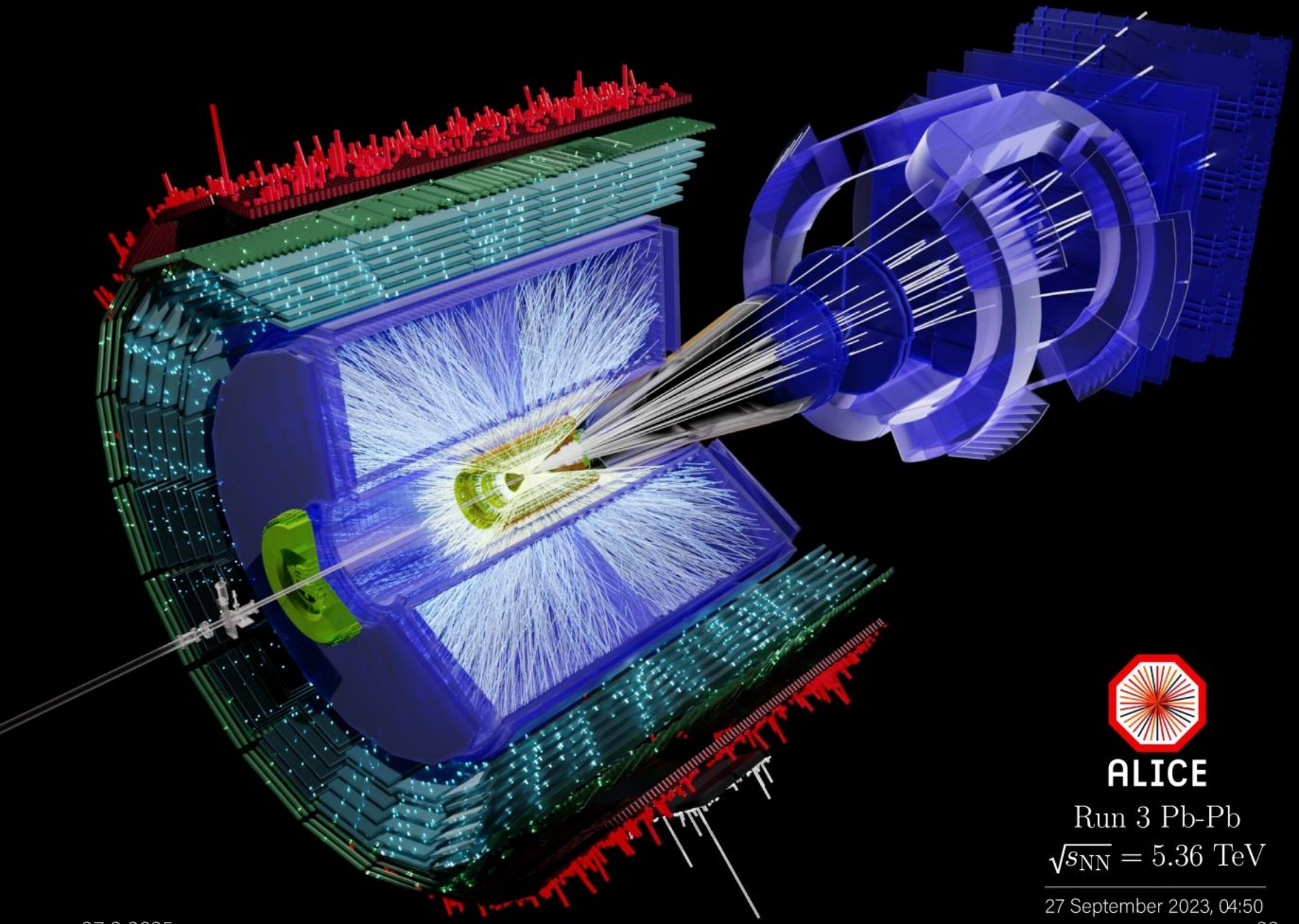



Pb+Pb E_{cm}=5.5 TeV
t=-19.00 fm/c
H. Weber / UrQMD Frankfurt/M



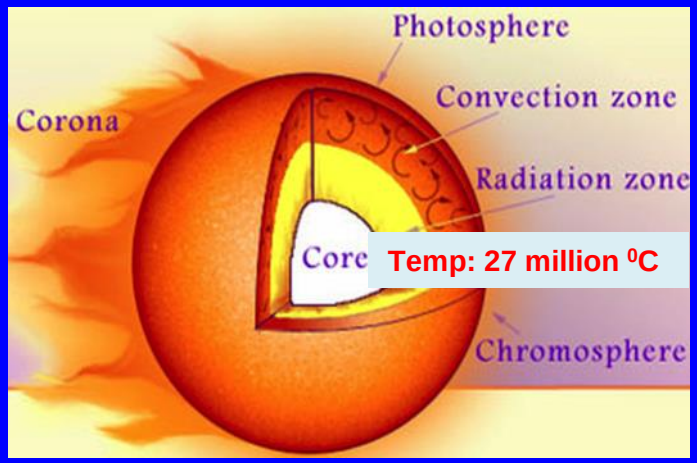

ACORDE
ITS
FMD
T0 & V0
EMCAL
TRD
HMPID
PMD
ZDC
~116m from I.P.
V0
T0
TPC
TRACKING
CHAMBERS
MUON
FILTER
TRIGGER
CHAMBERS
ZDC
~116m from I.P.
TOF
PHOS
ABSORBER
DIPOLE
MAGNET
Strip
Drift
Pixel
V0
T0
FMD

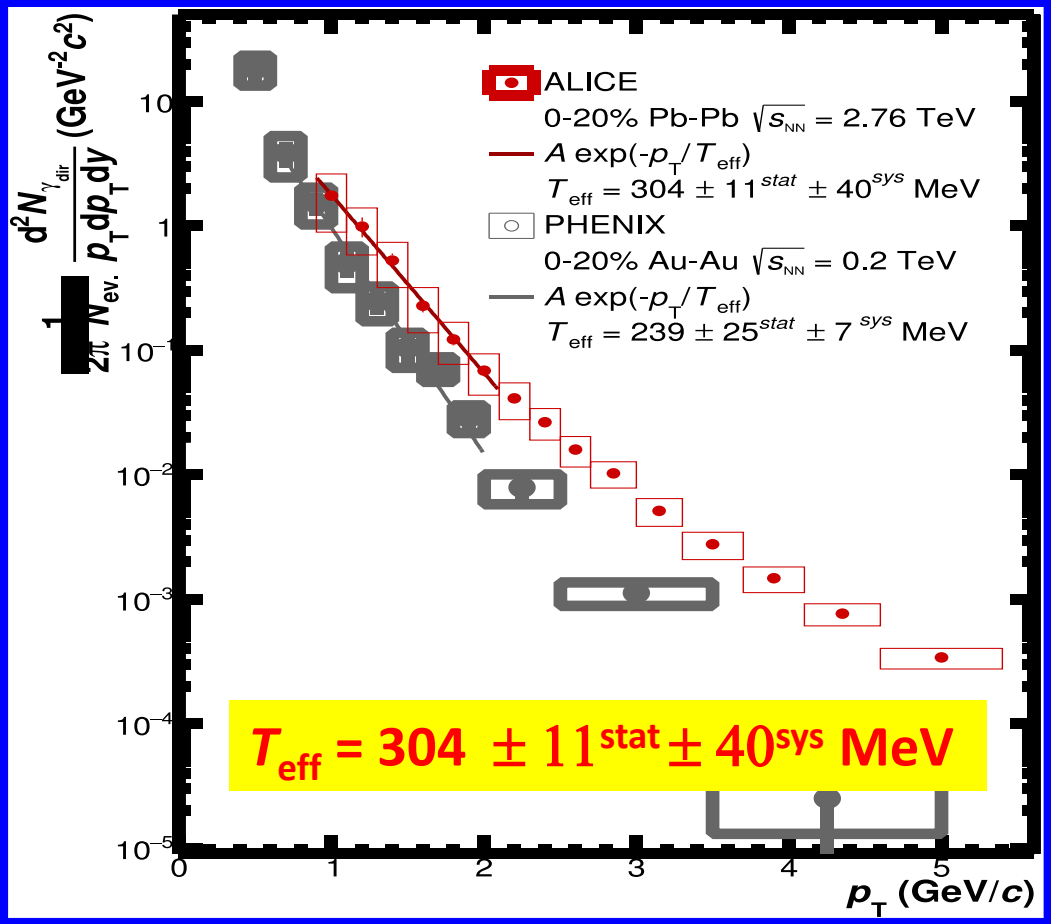



ALICE
Run 3 Pb-Pb
$\sqrt{s_{\mathrm{NN}}} = 5.36$ TeV
27 September 2023, 04:50

Η υψηλότερη θερμοκρασία που δημιούργησε ο άνθρωπος

Θερμικά φωτόνια, που εκπέμπονται από το πλάσμα κουάρκ και γκλουονίων, δίνουν πληροφορία για την αρχική θερμοκρασία του συστήματος.





(1eV=11605K

150 000 φορές υψηλότερη από τη θερμοκρασία στο κέντρο του ήλιου

T_{eff} = 3,527 trillion deg

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας

despina.hatzifotiadou@cern.ch