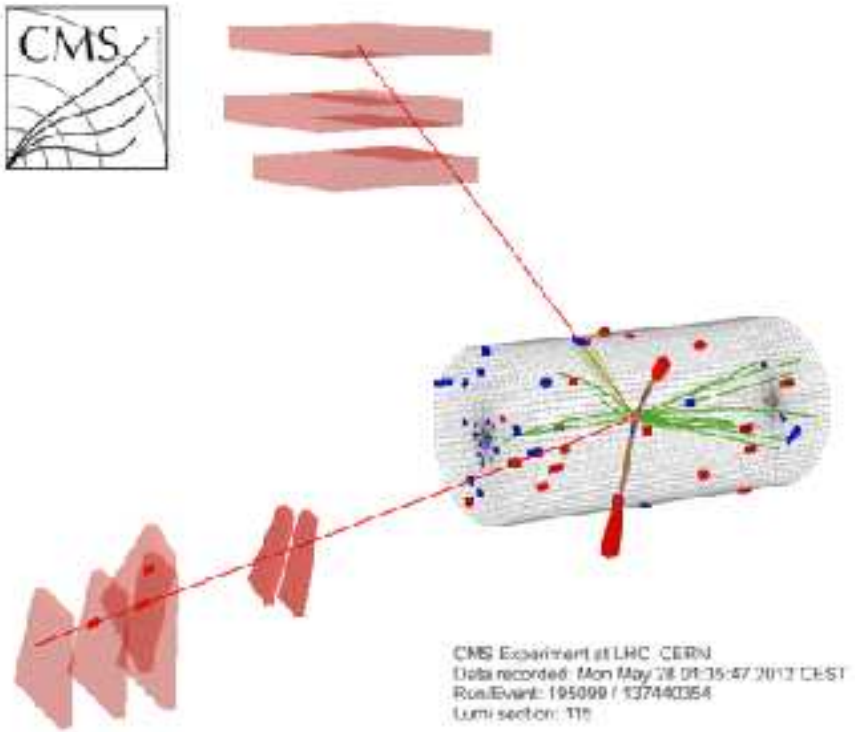
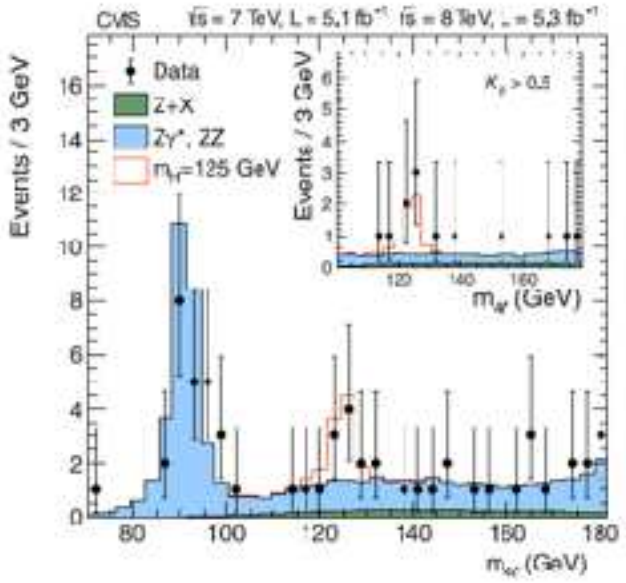




Masterclass Χανιά 2019

Ανάλυση γεγονότων CMS/LHC (ή βρες το μποζόνιο μόνος σου)

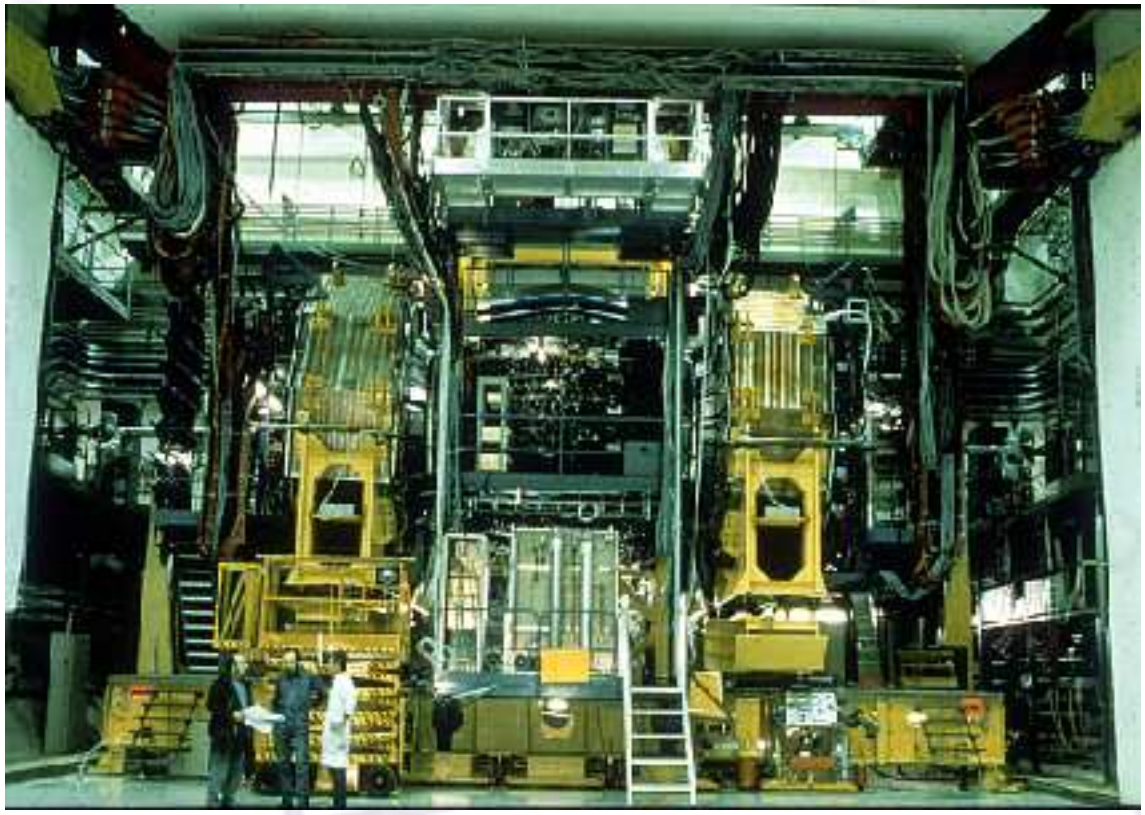
Γιώργος Αναγνώστου

ΙΠΦΣ - Δημόκριτος

Λίγη ιστορία

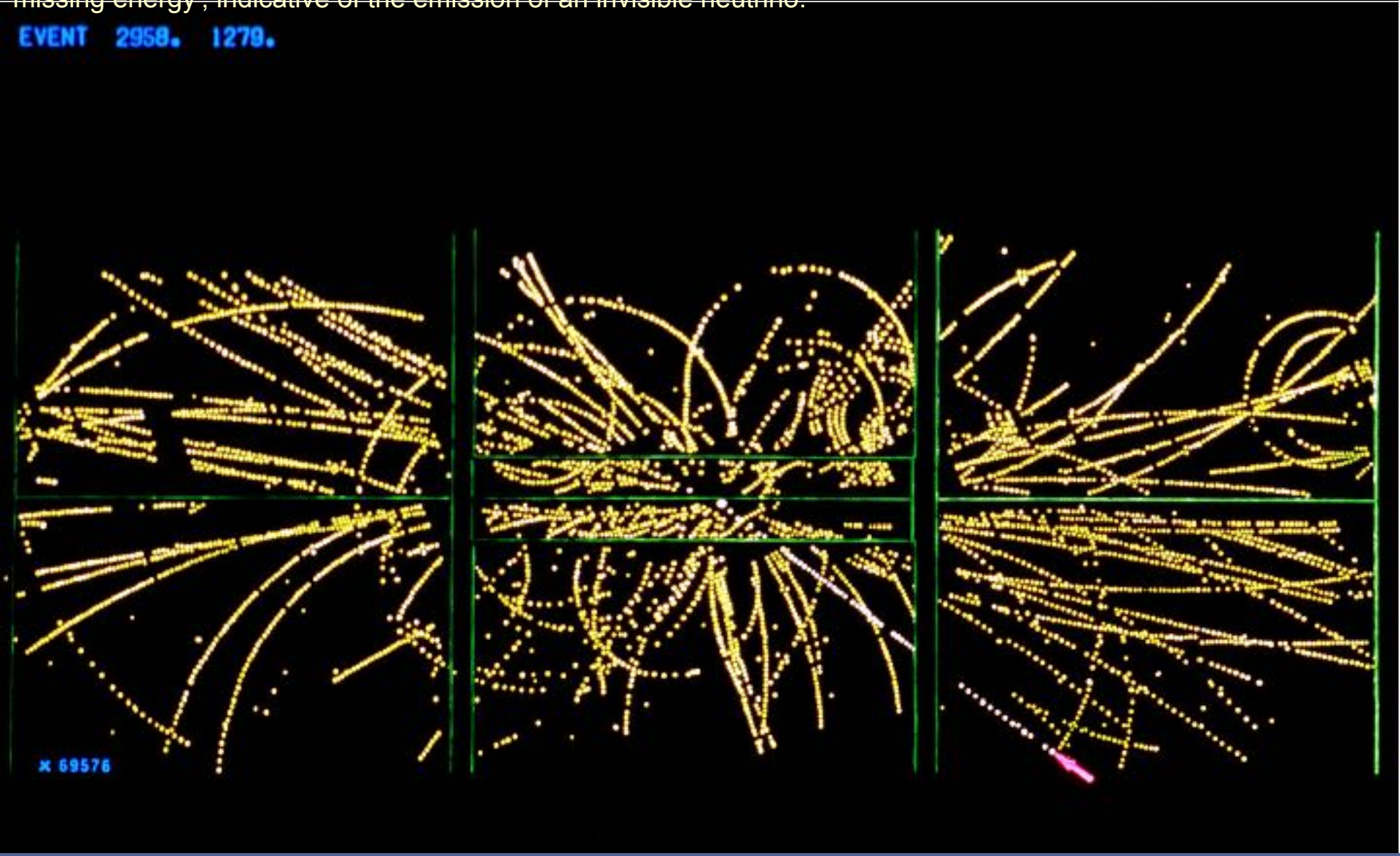
Super Proton Synchrotron
CERN, Geneva
(6km circumference)

Τα πειράματα UA1 & UA2



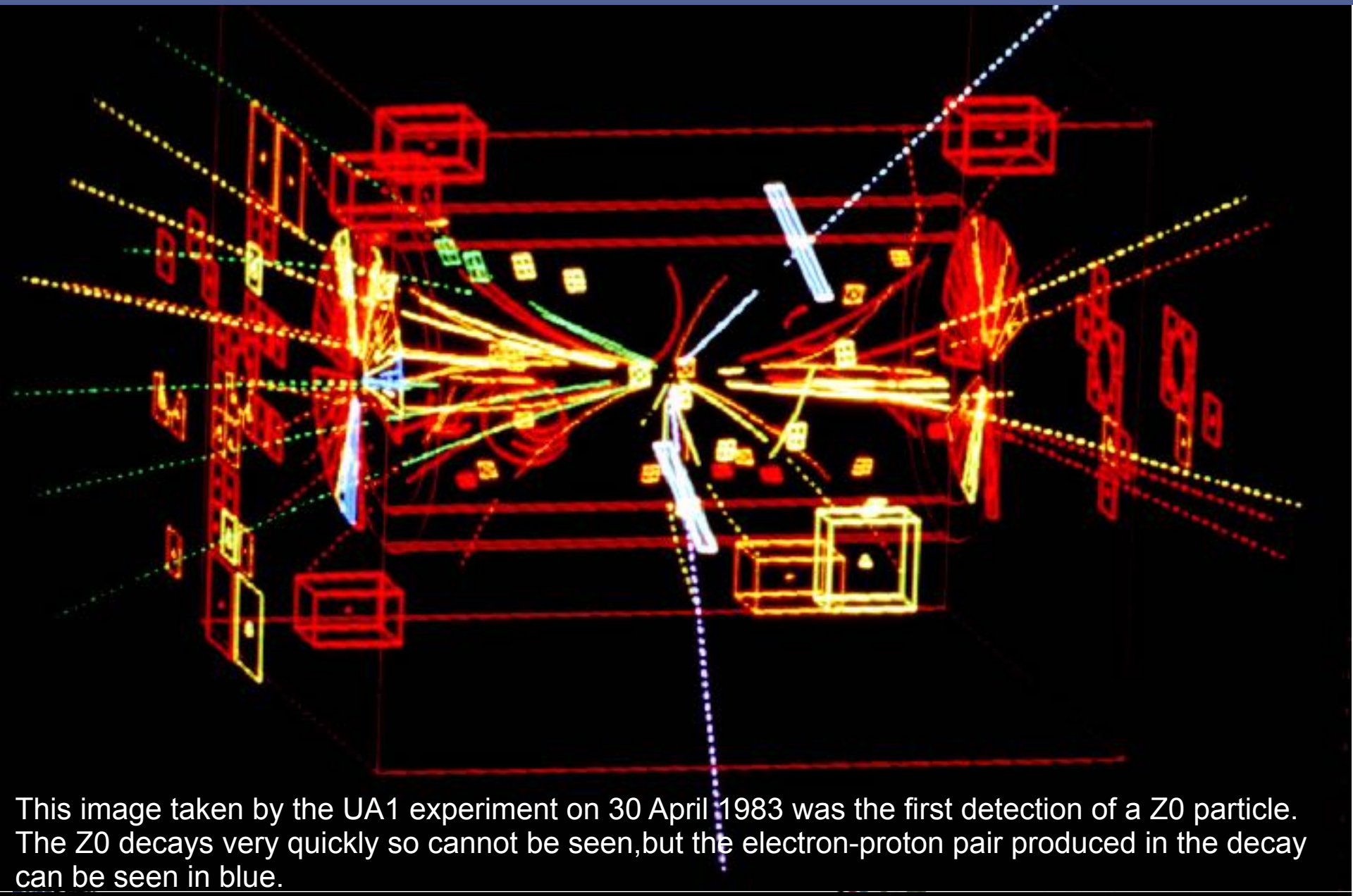
Underground Areas 1 and 2 (UA1 and UA2)

The discovery of the W particle in the UA1 detector from the October-December 1982 run of the proton-antiproton collider, producing a high transverse energy electron (arrowed). This particle is produced back-to-back with 'missing energy', indicative of the emission of an invisible neutrino.



Η ανακάλυψη του W boson

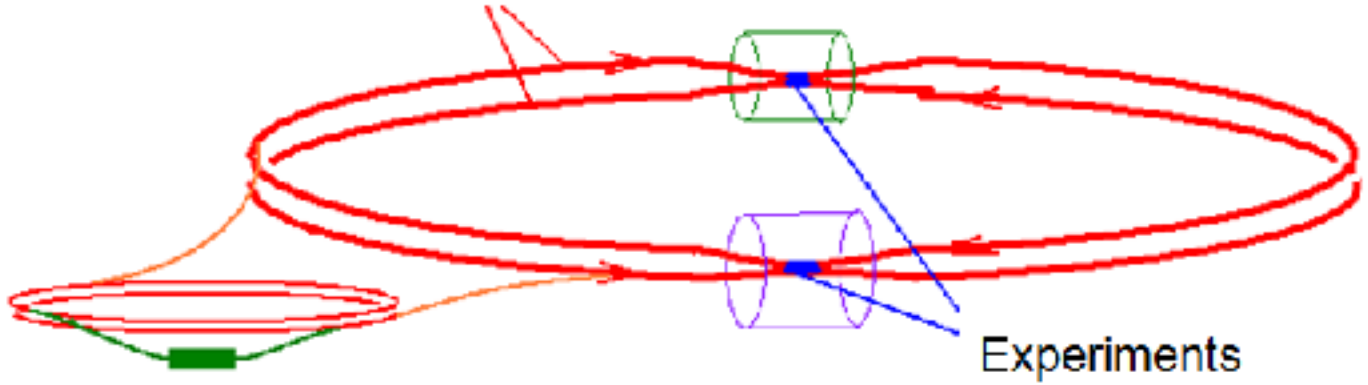
Η ανακάλυψη του Z boson



This image taken by the UA1 experiment on 30 April 1983 was the first detection of a Z0 particle. The Z0 decays very quickly so cannot be seen,but the electron-proton pair produced in the decay can be seen in blue.

Το πειραμα CMS/LHC

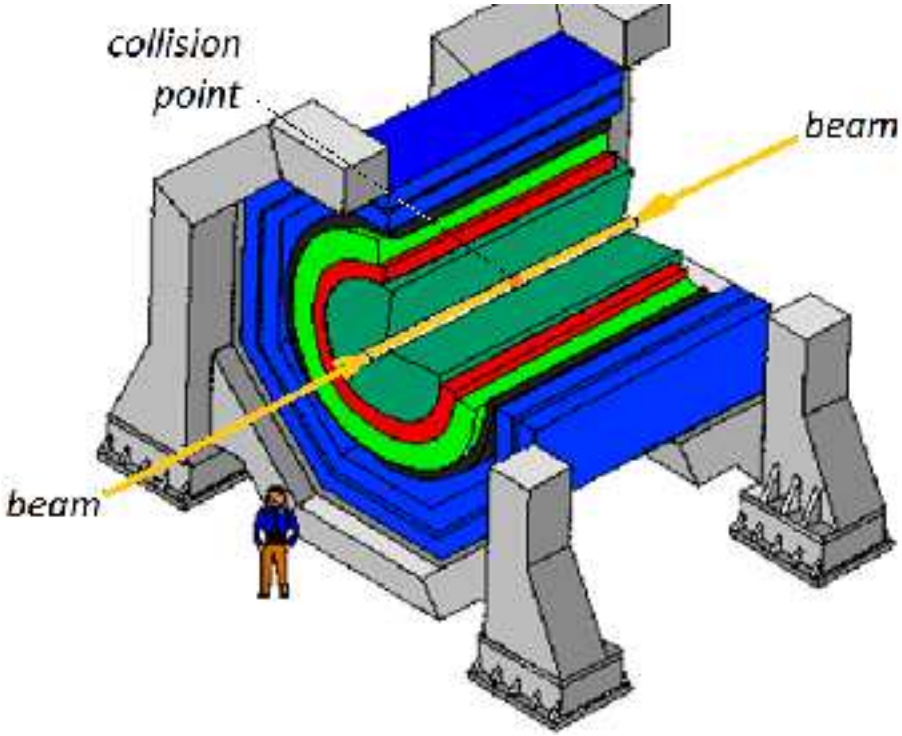
beams accelerated in large rings
(27 km circumference at CERN)



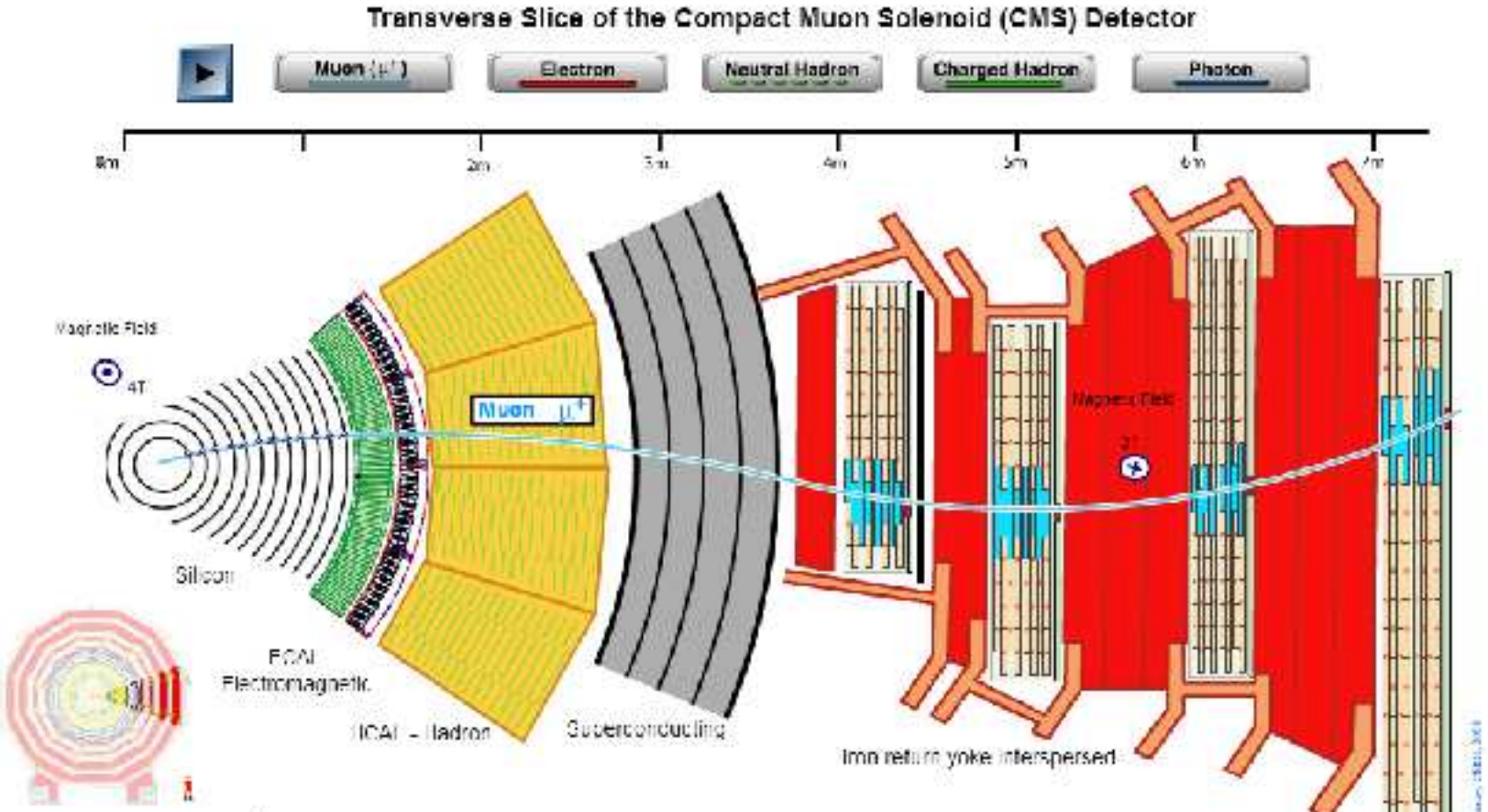
Τυπικος ανιχνευτης

Κυλινδρος γυρω απο το σημειο συγκρουσης των δεσμων

Ανιχνευτης τροχιων
Ηλεκτρομαγνητικο Θερμιδομετρο
Αδρονικο Θερμιδομετρο
Μαγνητης*
Ανιχνευτης τροχιων μιονιων

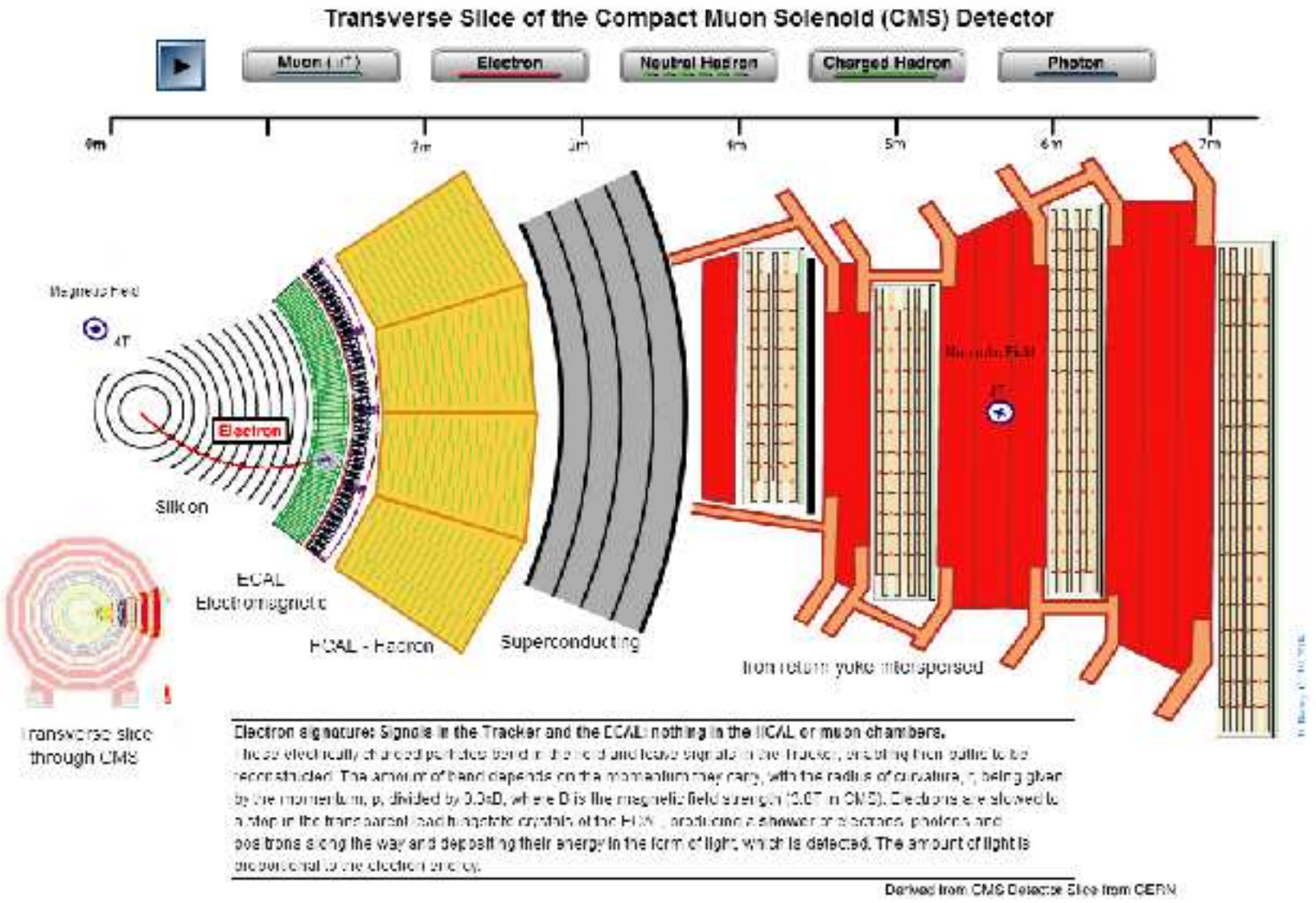


Miovio

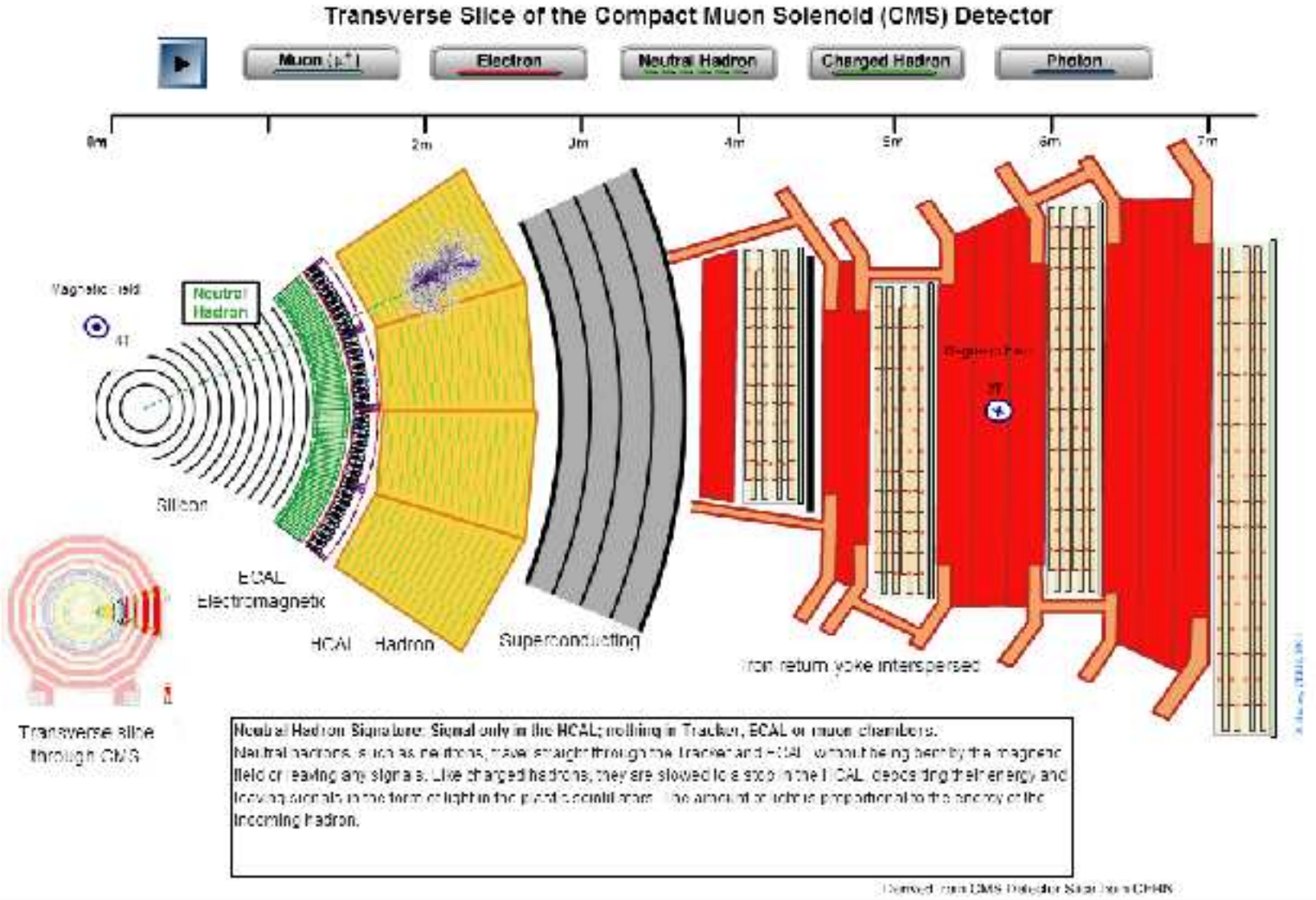


Muon signature: Signals in the Tracker and muon chambers; almost nothing seen in the calorimeters.
Muons are perhaps the easiest particles to identify in CMS: no other charged particle traverses the whole detector.
Being charged, they are bent by the field in one direction inside the solenoid and in the opposite direction outside. As muons can only come from the decay of something heavier, their presence could be that something potentially interesting has happened.

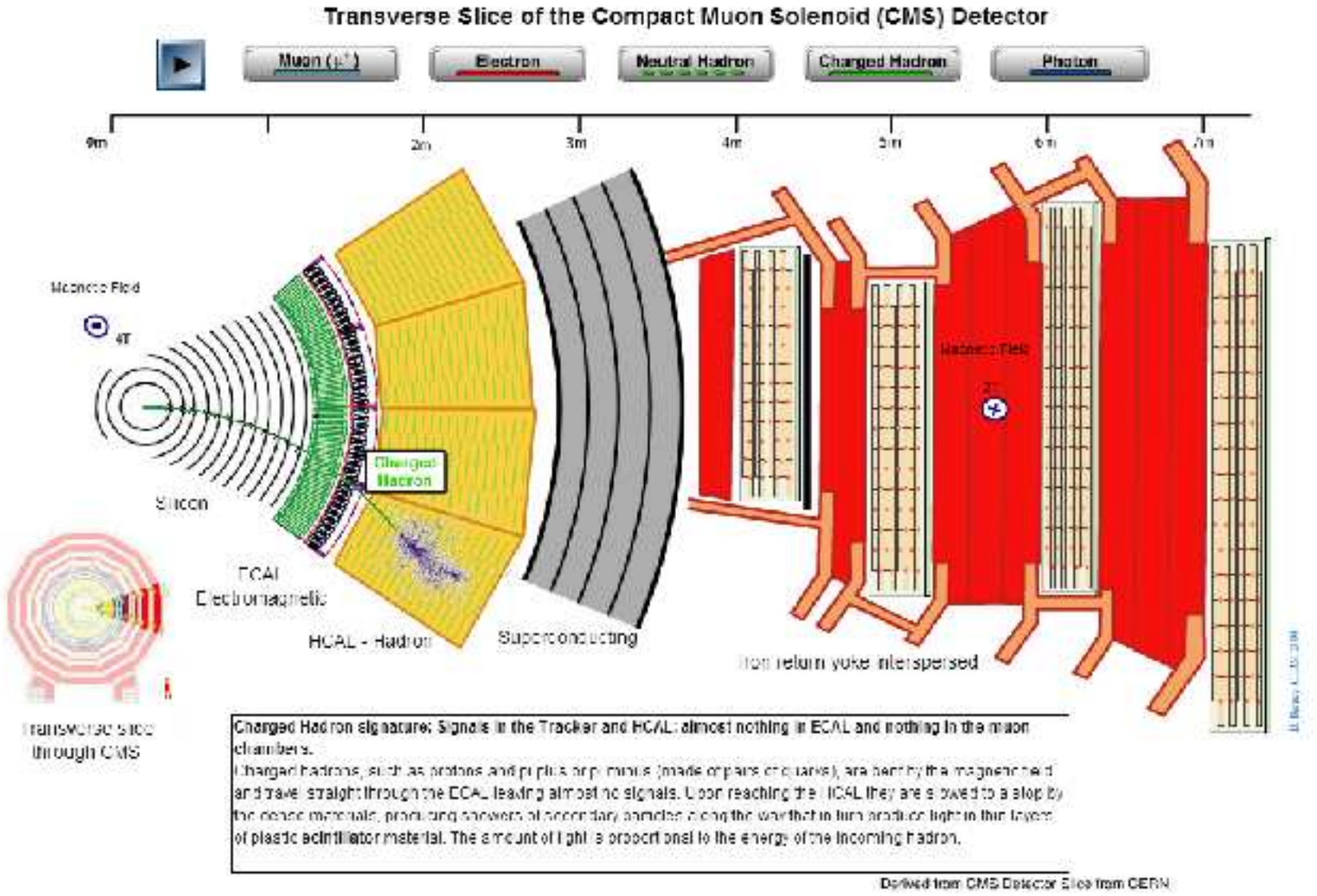
Ηλεκτρονιο στο CMS



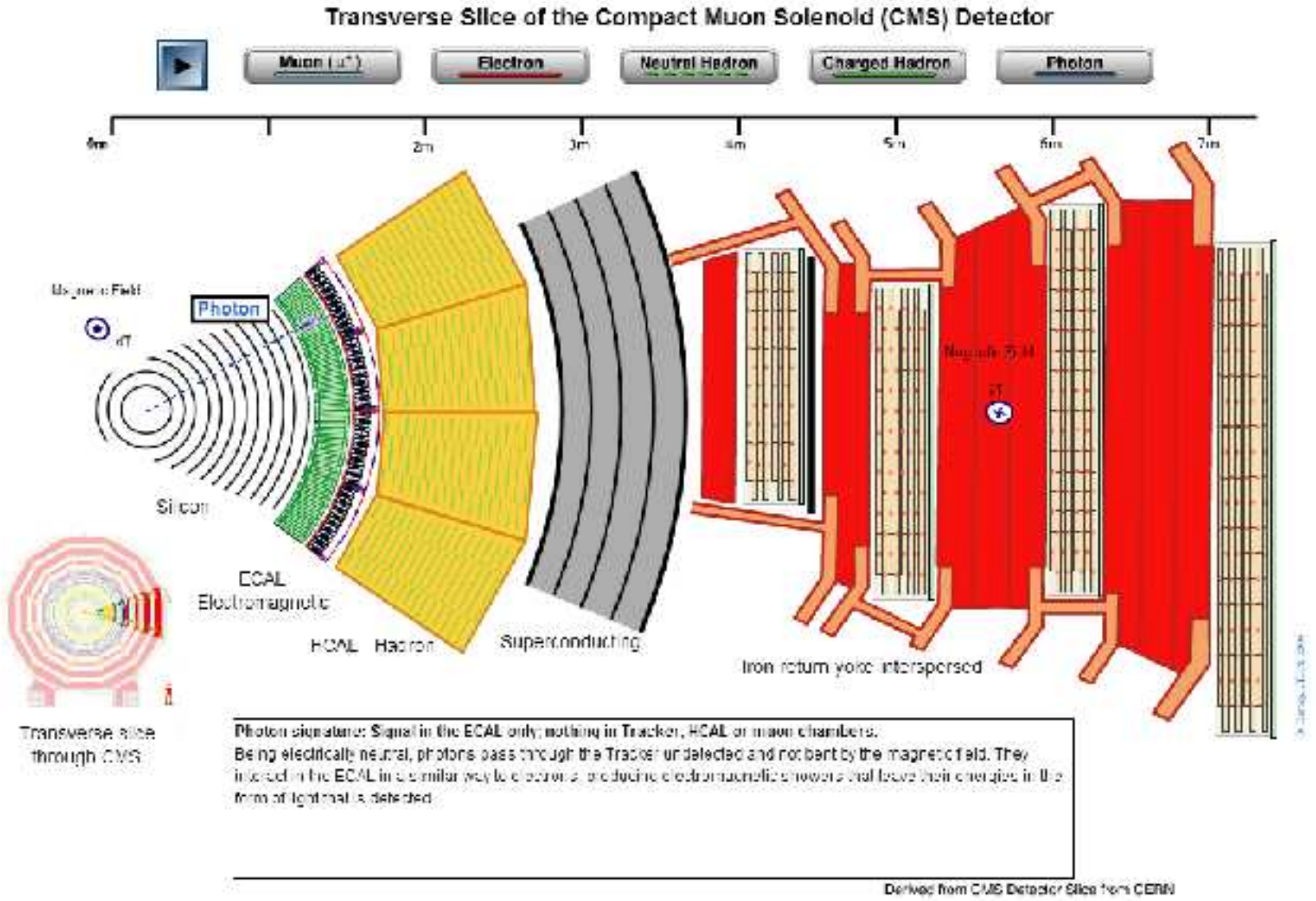
Ουδετερο αδρονιο στο CMS



Φορτισμενο αδρονιο στο CMS



Φωτονιο στο CMS



Μεθοδολογία Σωματιδιακής Φυσικής (Ι)

Θεωρια

Εξομοιωση σε Η/Υ

Πειραμα LHC

(Στατιστικη) συγκριση

Θεωριας - πειραματος

Μεθοδολογία Σωματιδιακής Φυσικής (I)

Θεωρια

Η κβαντομηχανικη και η εξελιξη της (κβαντικη θεωρια πεδιου) μπορει να μας δωσει την πιθανοτητα να συμβει ενα γεγονος π.χ η διασπαση του Higgs σε 2 φωτονια ειναι ~1/3000

Μεθοδολογία Σωματιδιακής Φυσικής (Ι)

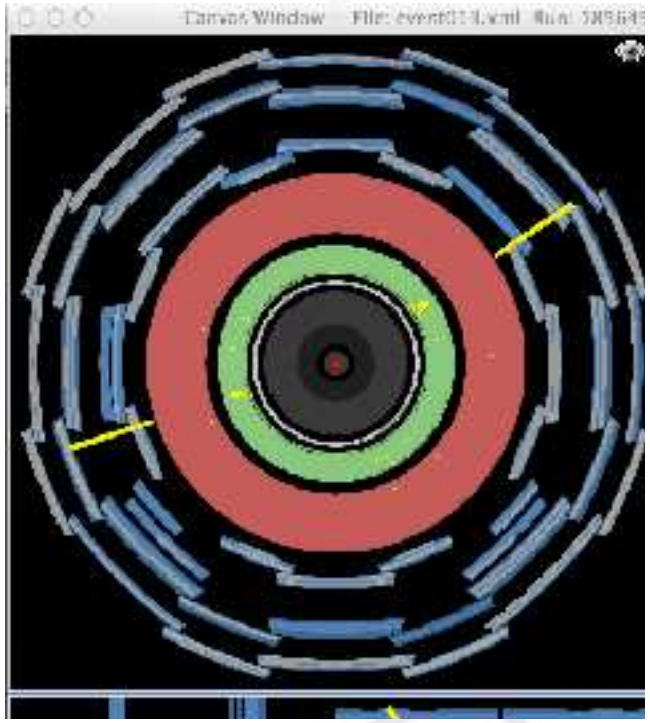
Εξομοιωση με Η/Υ

Μπορουμε να φτιαξουμε ενα προγραμμα που να “ριχνει ζαριες” με πιθανοτητα 1/6 (γεννητρια τυχαιων αριθμων).

Μπορουμε να το ρυθμισουμε ωστε τα “ζαρια” να ειναι ρυθμισμενα στις απαιτησεις μας (π.χ προβλεψεις της θεωριας που θελουμε να μελετησουμε + ανιχνευτης).

Ψαχνοντας βελονα στα αχυρα

Ψαχνουμε (πολυ) σπανιες διασπασεις



Υπαρχουν και αλλες αντιδρασεις που δινουν παρομοιο πειρματικο αποτελεσμα (πχ 2 φωτονια)

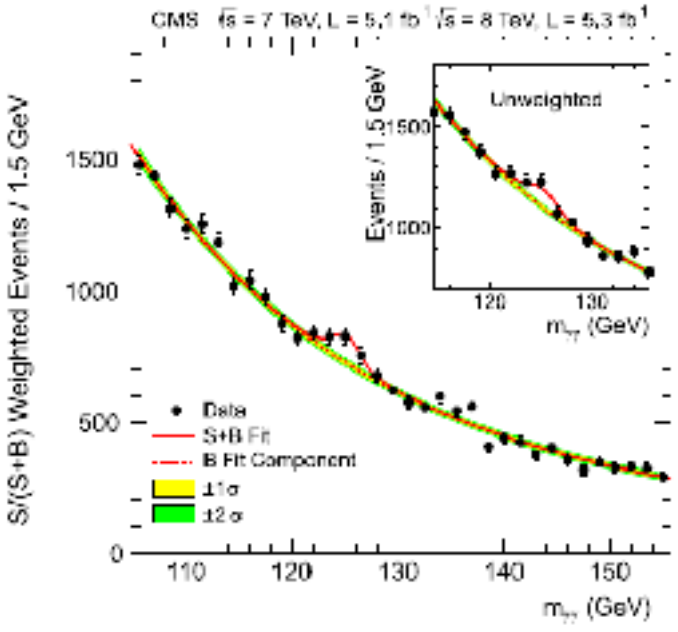
Πρεπει να προσπαθησουμε να ξεχωρισουμε το σημα απο τις διαδικασιες υποβρθρου οσο καλυτερα γινεται

Π.χ μπορουμε να διαλεγουμε γεγονοτα με 2 φωτονια τα οποια Εχουν μεγαλη ενεργεια και ειναι απομονωμενα.

Στατιστικη αναλυση

Μετραμε ποσα γεγονοτα παρατηρουμε με π.χ 2 φωτονια

Υπολογιζουμε την μαζα τους

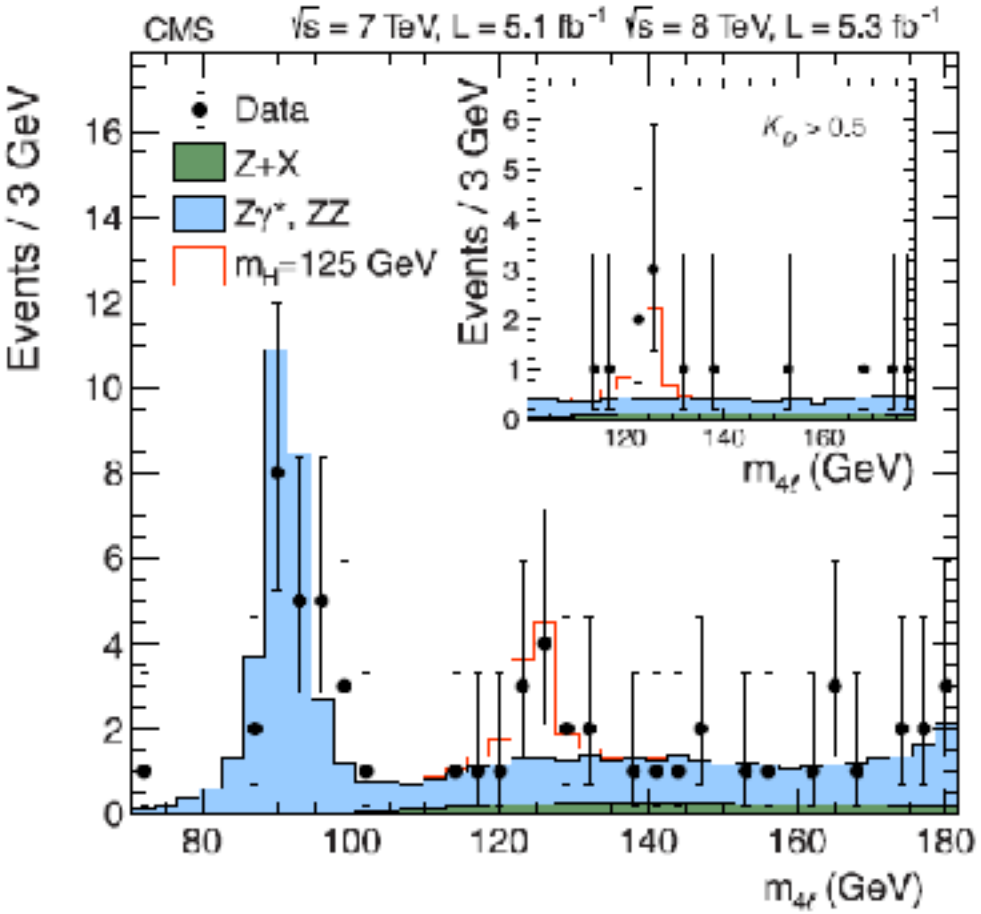


Εξομοιωνουμε στον Η/Υ την διαδικασια παραγωγης σηματος & υποβαρθρων.

Για καθε εξομοιωμενο γεγονος κανουμε ακριβως το ιδιο με οτι κανουμε στα πραγματικα δεδομενα

Τα συγκρινουμε: ποσα γεγονοτα με μαζα 120-130 GeV παρατηρουμε;

Στατιστικη αναλυση



Μεθοδολογία Σωματιδιακής Φυσικής (Ι)

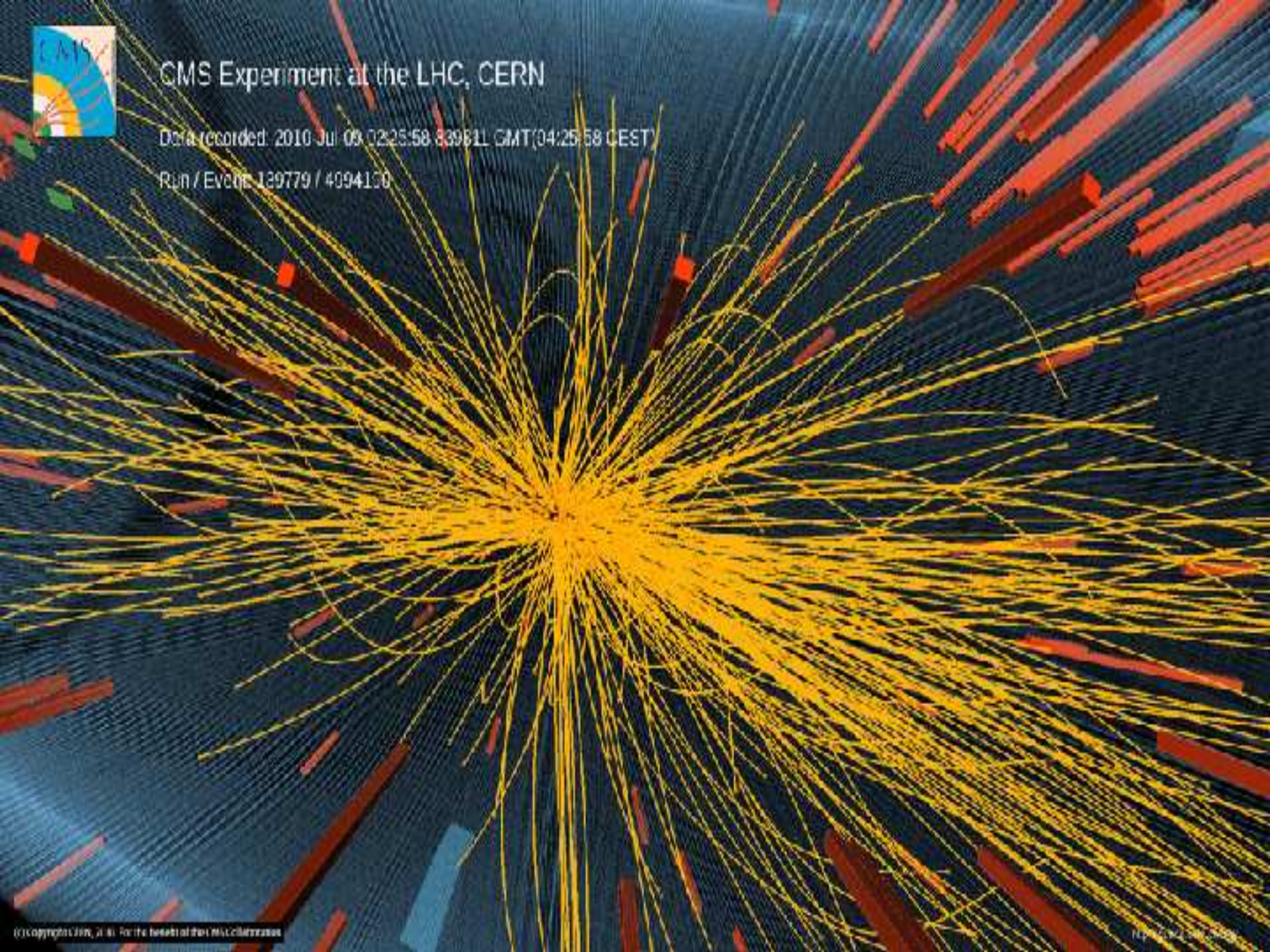
- Θεωρητικός υπολογισμός των όρων που περιγράφουν την φυσική διαδικασία (βάση κάποιου μοντέλου)
- Δημιουργία γεγονότων που προσομοιώνουν τις φυσικές διαδικασίες με την χρήση προγραμμάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών
  - Γεννήτριες Γεγονότων (Monte Carlo)
  - Στόχος η δημιουργία γεγονότων όμοιων με αυτά που παράγει η φύση
- Υπολογισμός της αλλοίωσης των γεγονότων λόγω της παρουσίας του ανιχνευτή

Μεθοδολογία Σωματιδιακής Φυσικής (II)

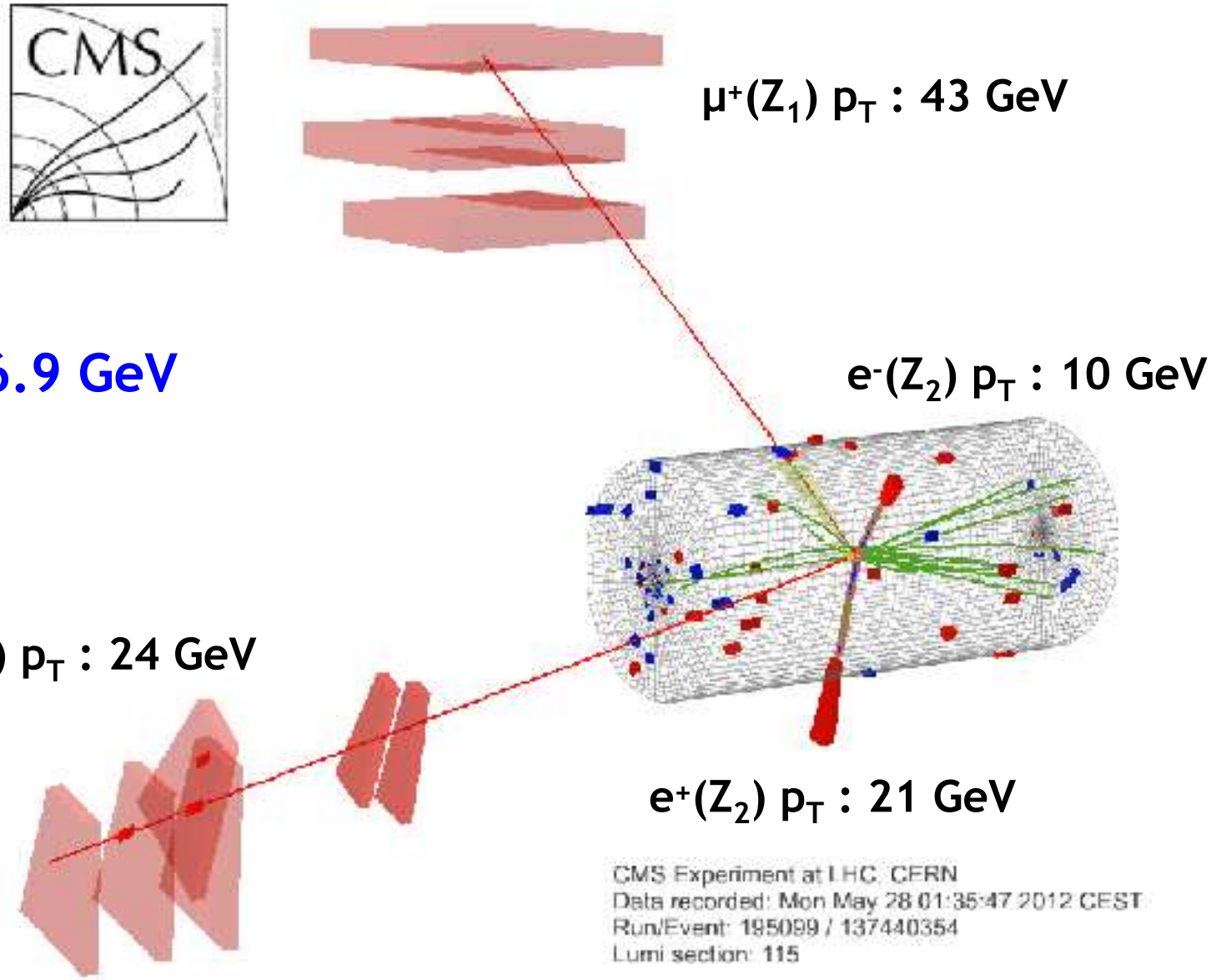
- Εύρεση κατάλληλων χαρακτηριστικών που διαφοροποιούν τα προσομοιωμένα γεγονότα μεταξύ τους
- Βάση των χαρακτηριστικών διαφοροποίησης, διαχωρισμός των ενδιαφερόντων γεγονότων (σήμα) απο τα μη ενδιαφέροντα (υπόβαθρο).
- Μεγιστοποίηση αναλογίας σήματος / υποβάθρου
- Εκτίμηση αβεβαιοτήτων για όλα τα παραπάνω
- Σύγκριση πειραματικών και θεωρητικών αποτελεσμάτων

Μεθοδολογία Σωματιδιακής Φυσικής (III)

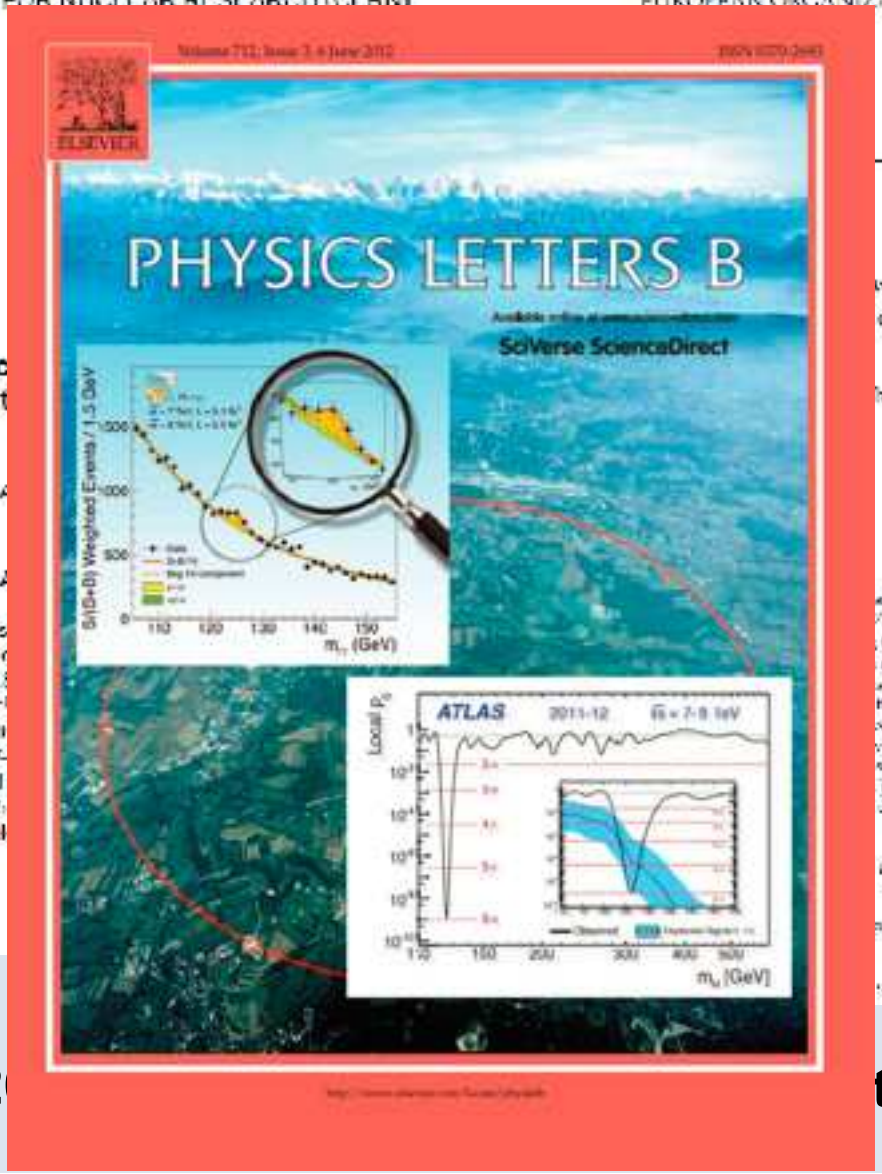
- «**Άμεσα**» ανιχνεύσιμα σωμάτια (ηλεκτρόνια, φωτόνια, μιόνια)
  - Αλληλεπιδρούν με τον όγκο της ανιχνευτικής διάταξης
- «**Έμμεσα**» ανιχνεύσιμα σωμάτια (Z, W, νετρίνα)
  - Δεν αλληλεπιδρούν με τον ανιχνευτή
    - Σύντομου χρόνου ζωής ή μη ανιχνεύσιμα σωμάτια (νετρίνα)
- Τεχνική της «**αναλλοίωτης**» μάζας
  - Ανίχνευση σωματίου απο τα υπολείμματα της διάσπασης του.


CMS Experiment at the LHC, CERN
Data recorded: 2010 Jul 09 0225:58.839811 GMT(04:25:58 CEST)
Run / Event: 139779 / 4094130

Candidate of H→ZZ*→4l (CMS)



Observation of a New Particle !



Phys. Lett. B 716 (2

tt. B 716 (2012) 30-61

NEWS about the Higgs Boson (2012.7.4)

The New York Times

Science

Physicists Find Elusive Parti

BBC NEWS SCIENCE & ENVIRONMENT

The Higgs boson discovery is another giant leap for humankind

The Cern discovery of the Higgs particle is up there with putting man on the moon – something all humanity can be proud of

Themis Bowcock

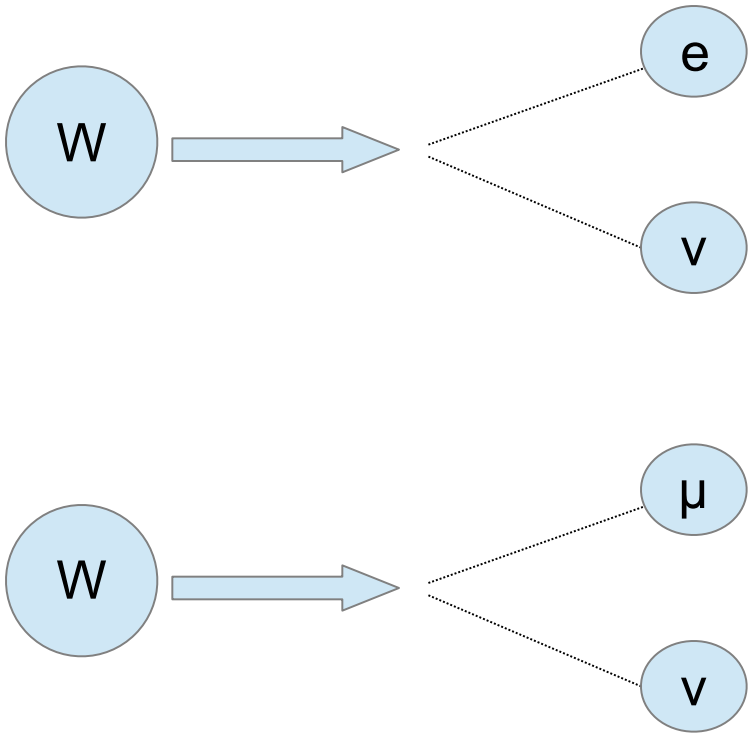
guardian.co.uk, Wednesday 4 July 2012 12.45 BST

Jump to comments ( )

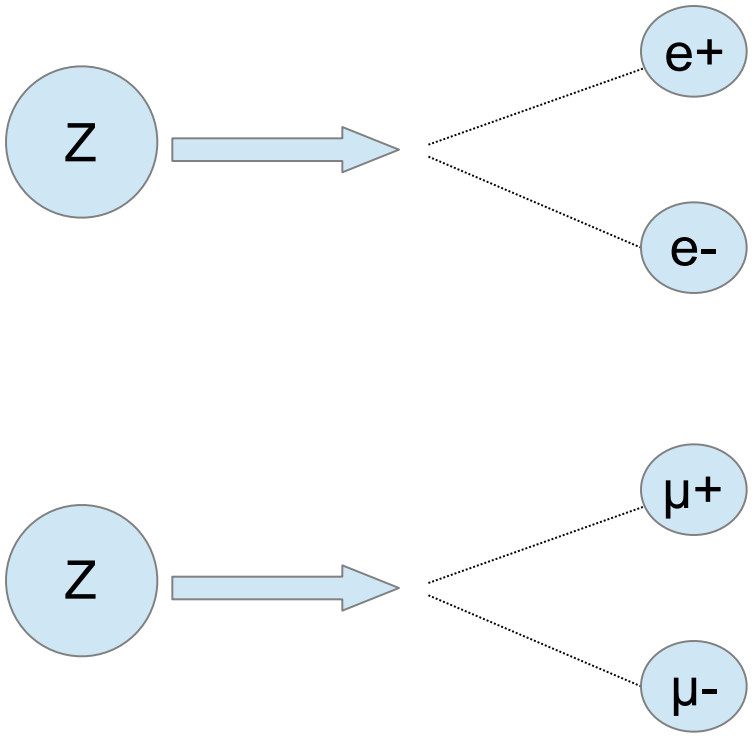
Scientists gather at Cern. Formal confirmation of the Higgs boson discovery is expected to follow in the next few months. Photograph: Denis Balibouse/Reuters

iSpy - CIMA

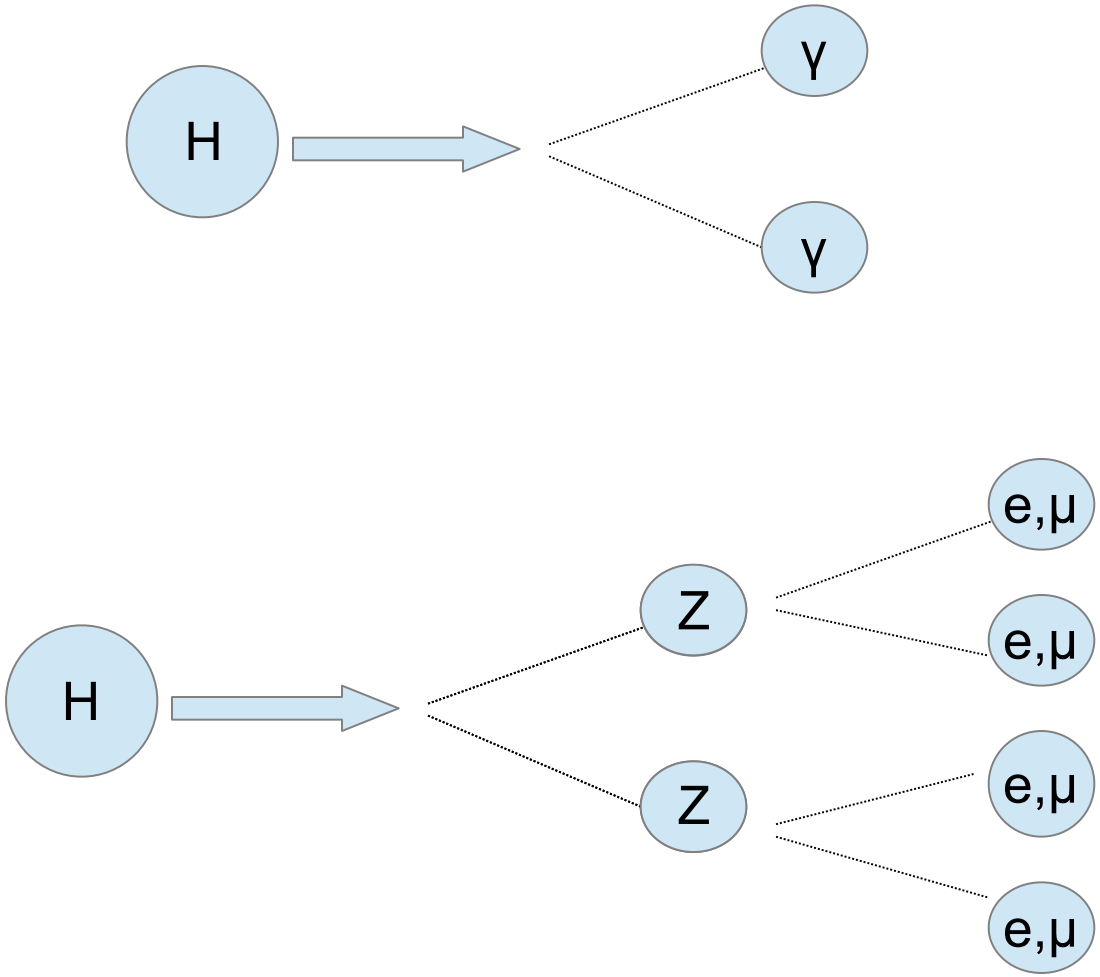
(μερικες) Διασπασεις του W



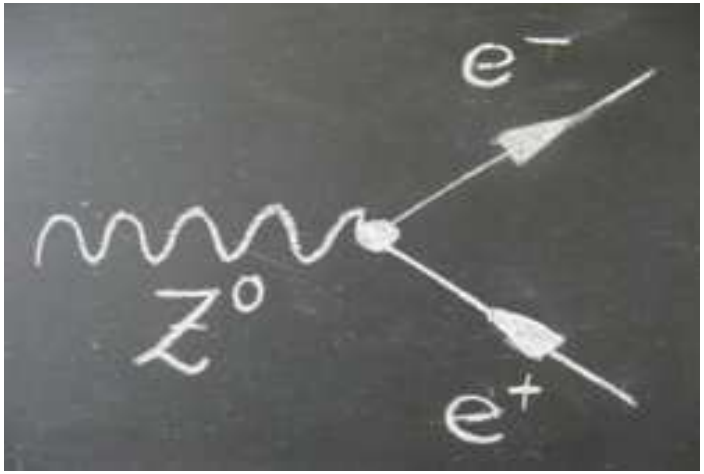
Διασπασεις Z → 2 λεπτονια (= ηλεκτρονια, μιονια)

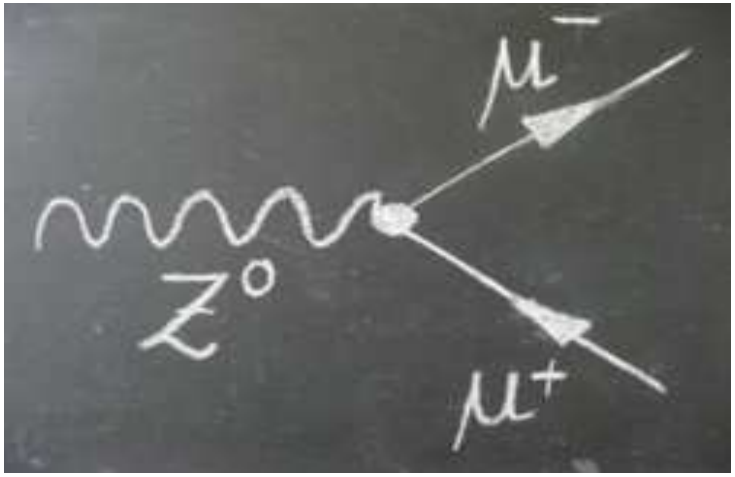


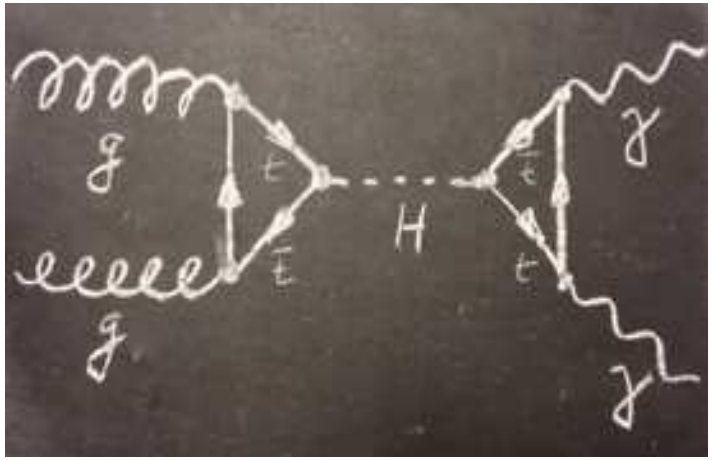
(μερικες απο τις) Διασπασεις του Higgs

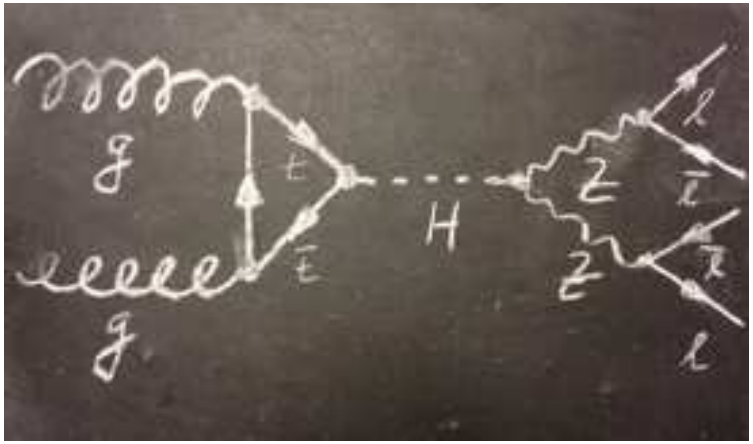


Τελικες καταστασεις

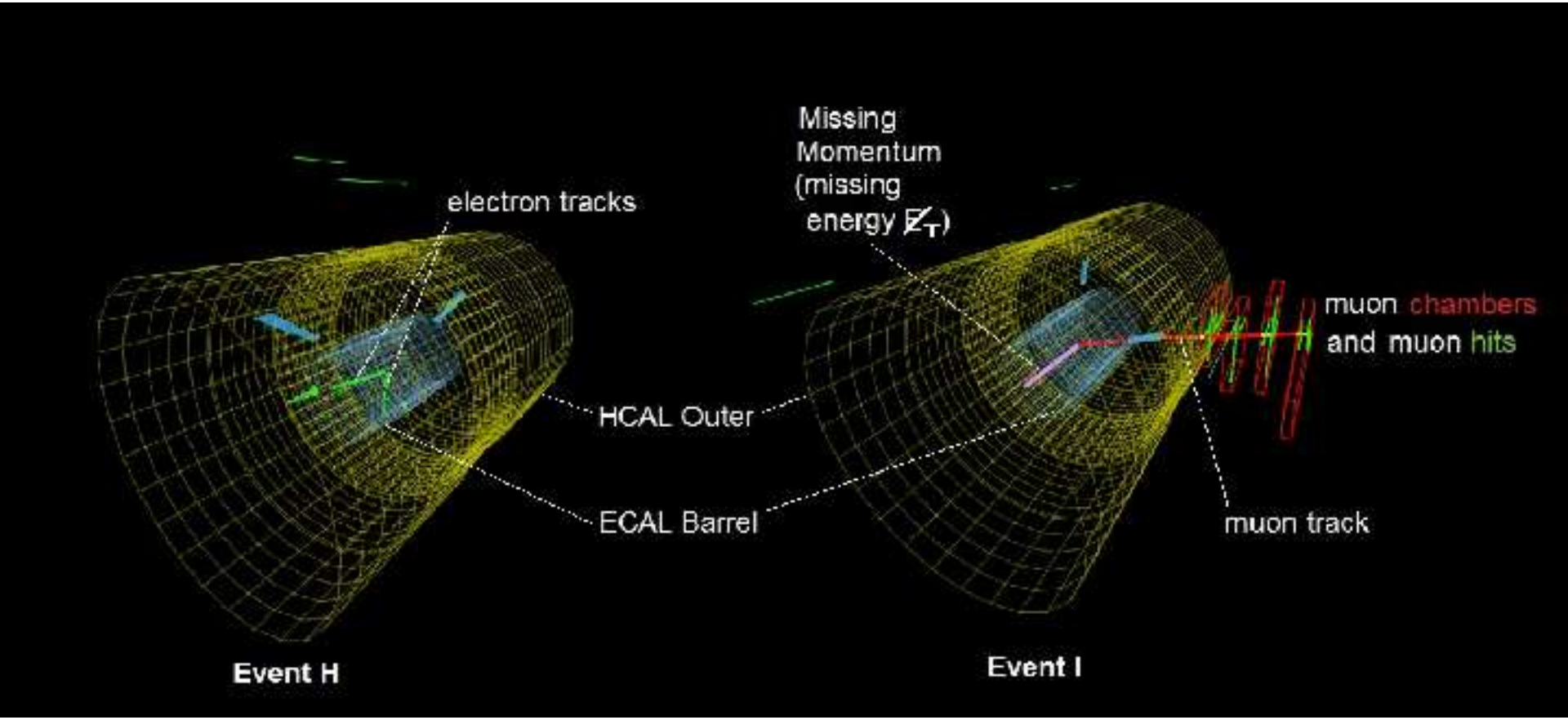




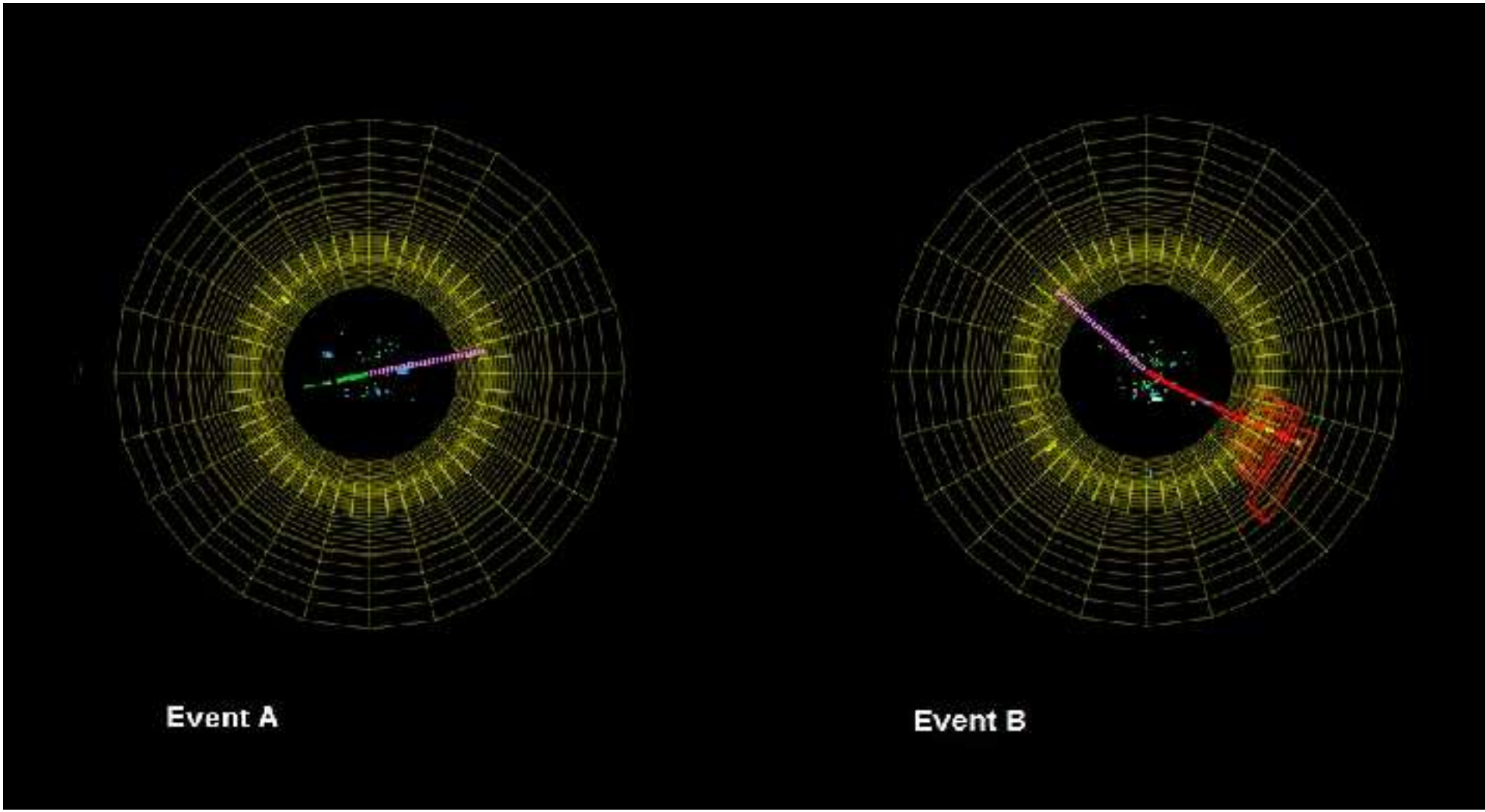




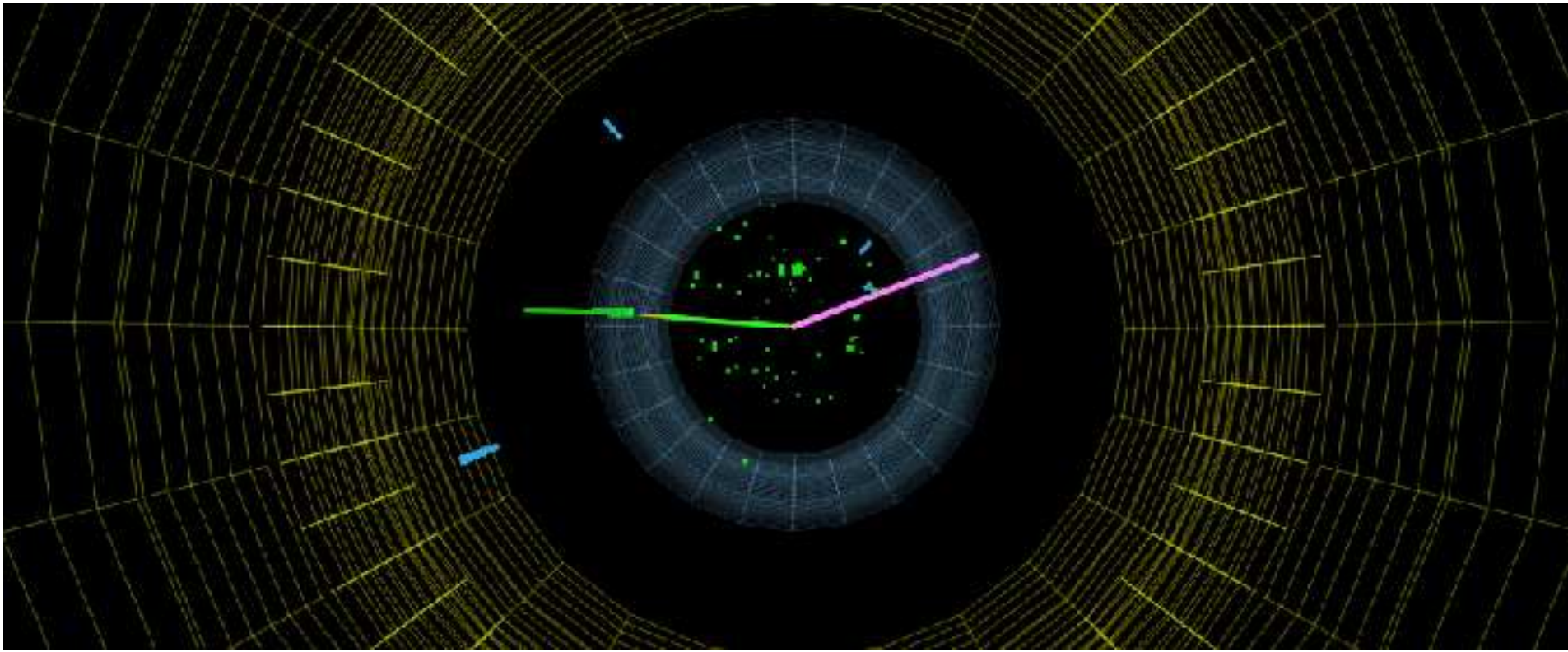
iSpy-Webgl


electron tracks
Missing
Momentum
(missing
energy $\not{E}_T$)
muon chambers
and muon hits
HCAL Outer
ECAL Barrel
muon track
Event H
Event I

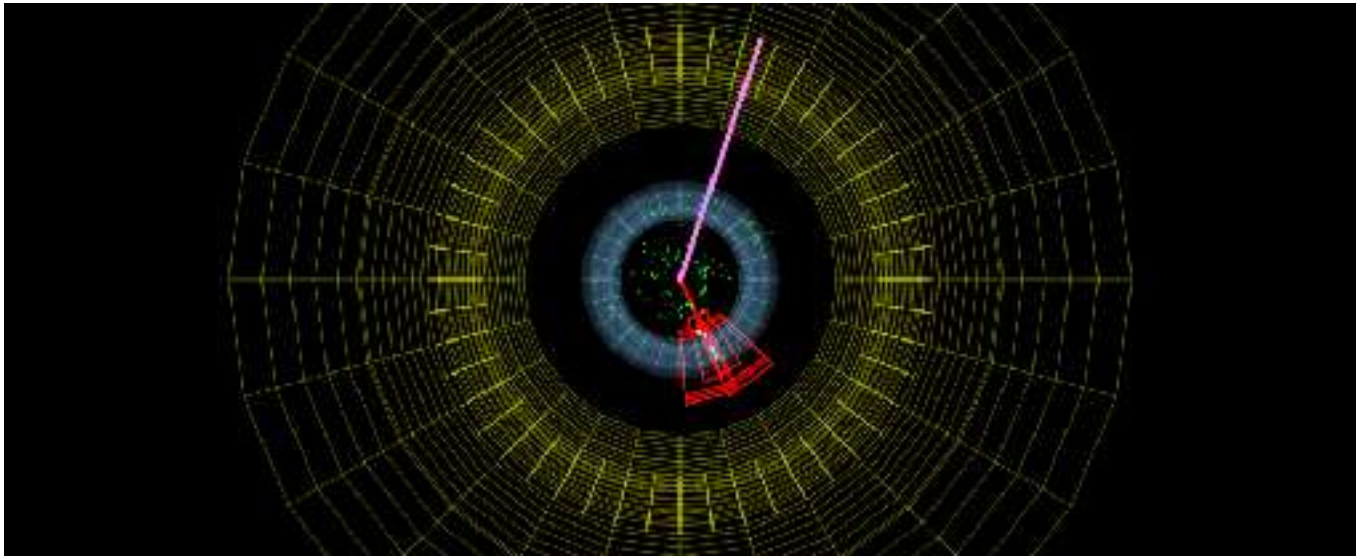
W boson candidate events

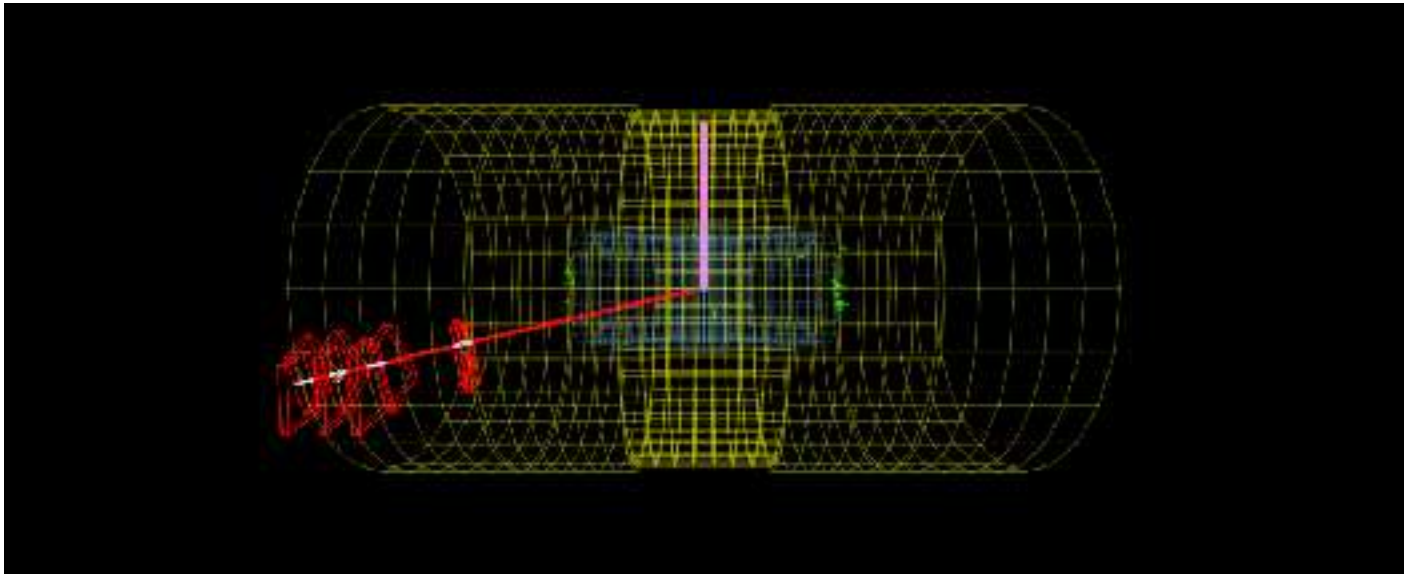


W boson candidate events

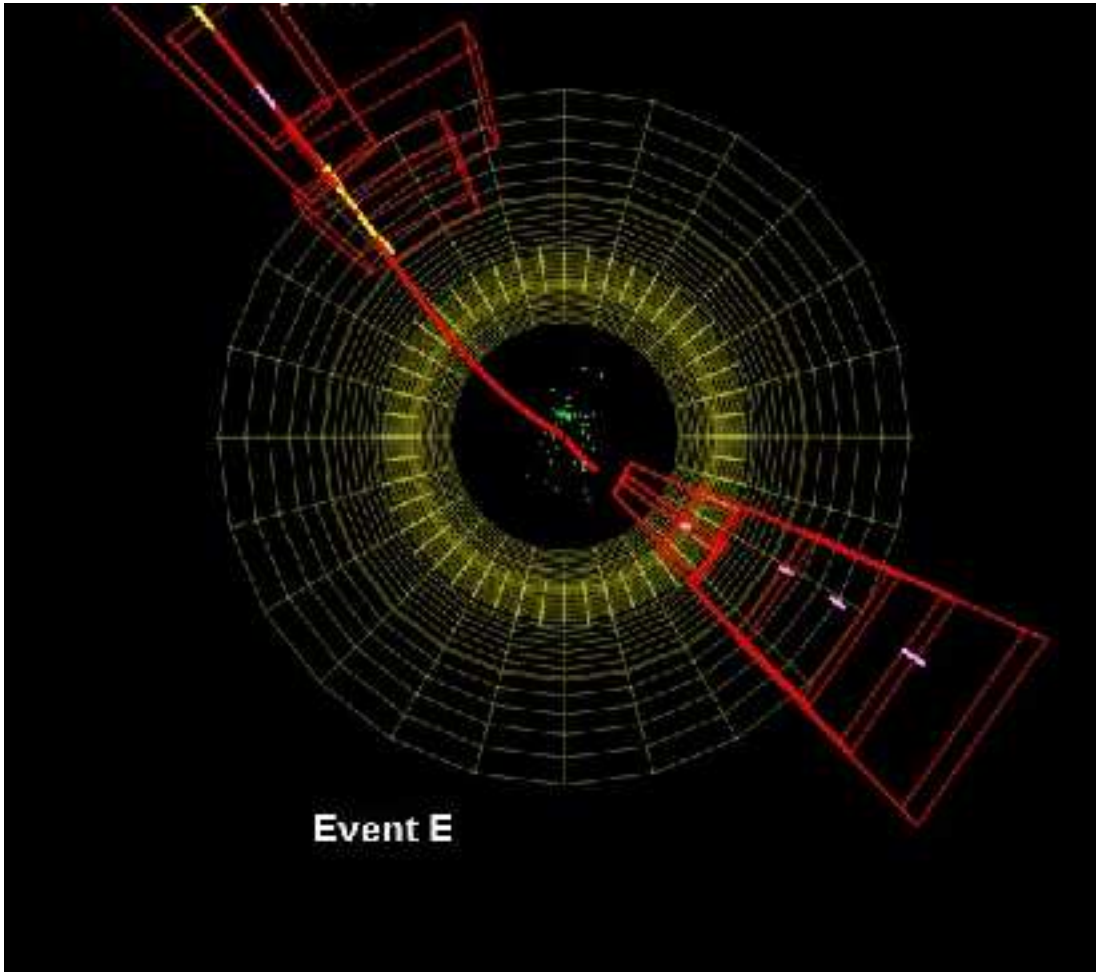


W boson candidate events

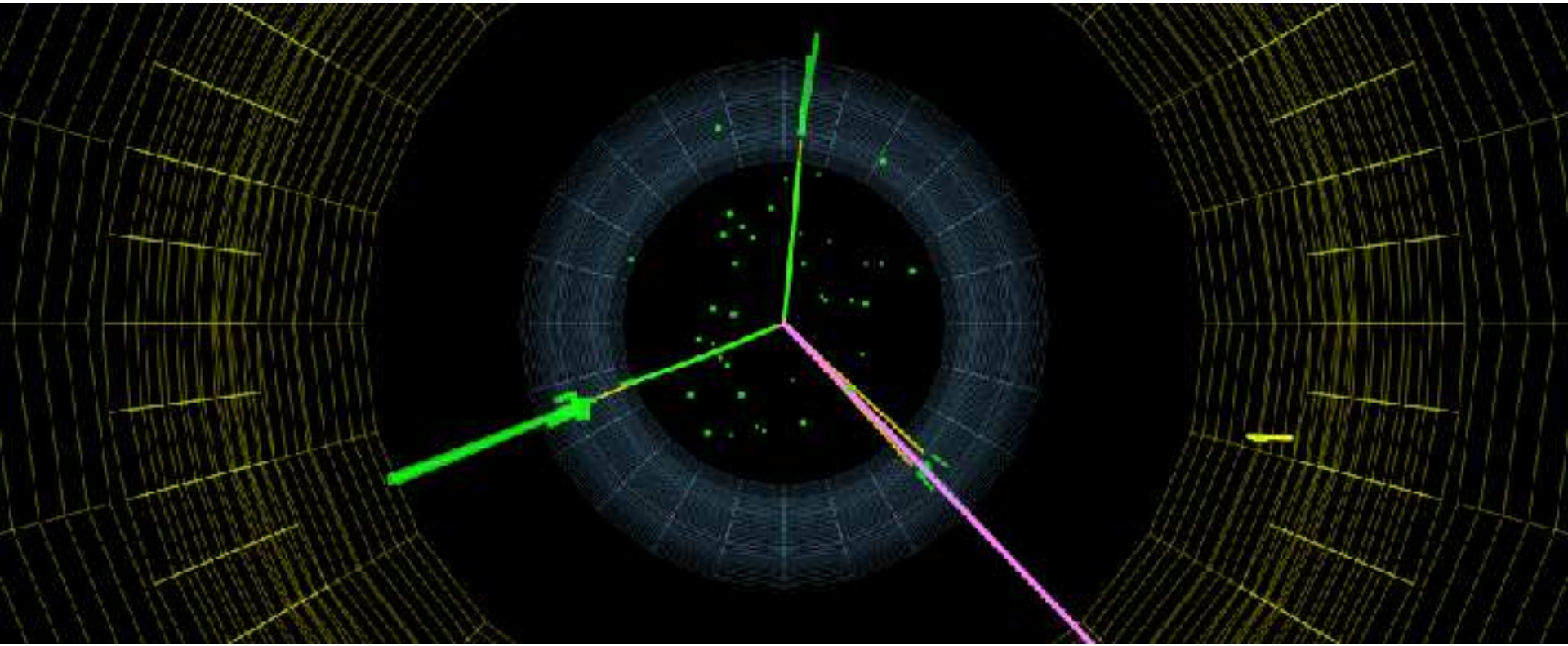




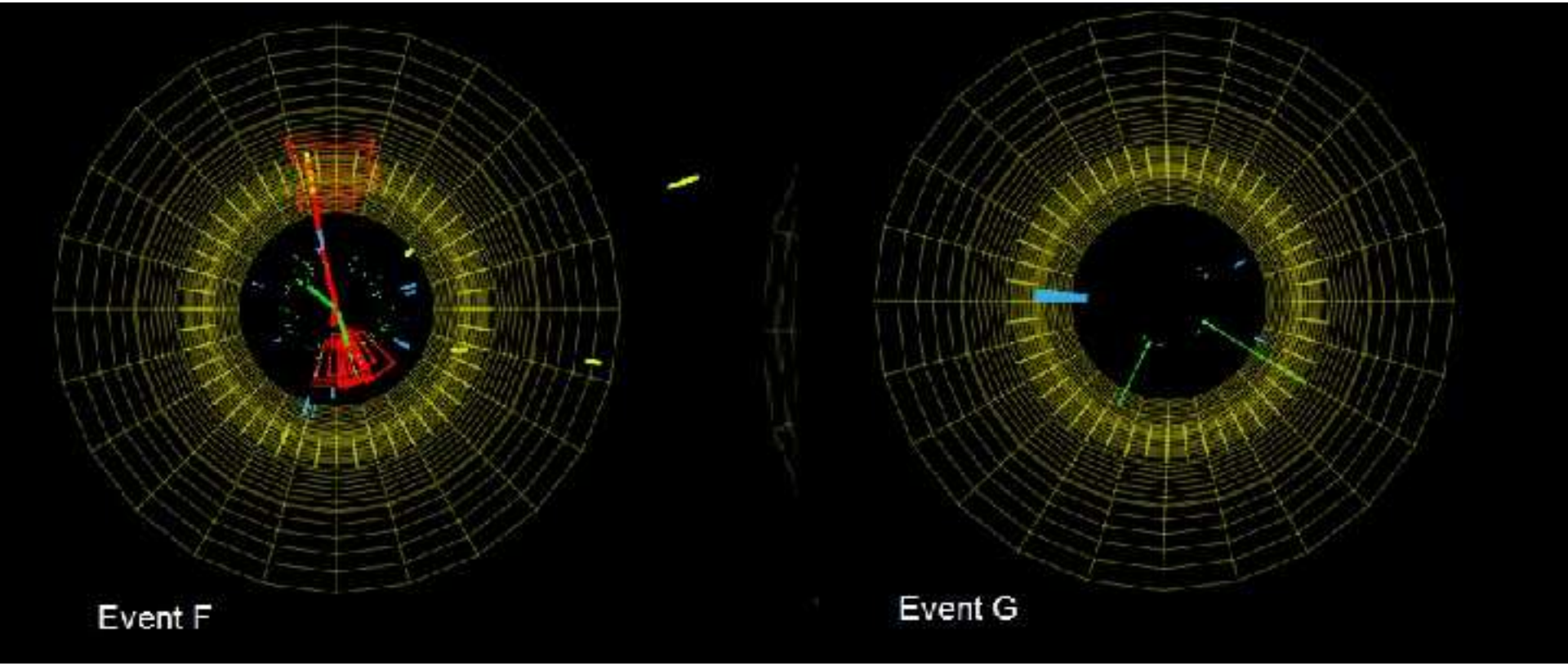
Z boson candidate events



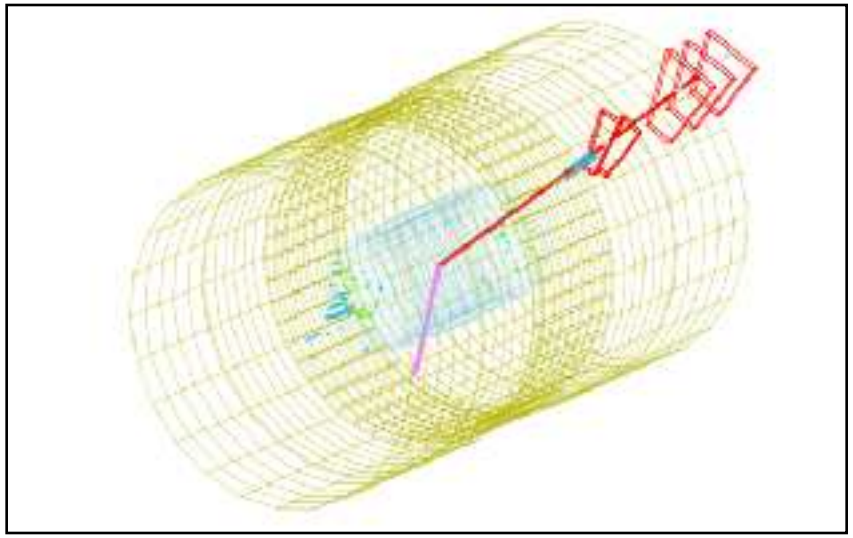
Z boson candidate events

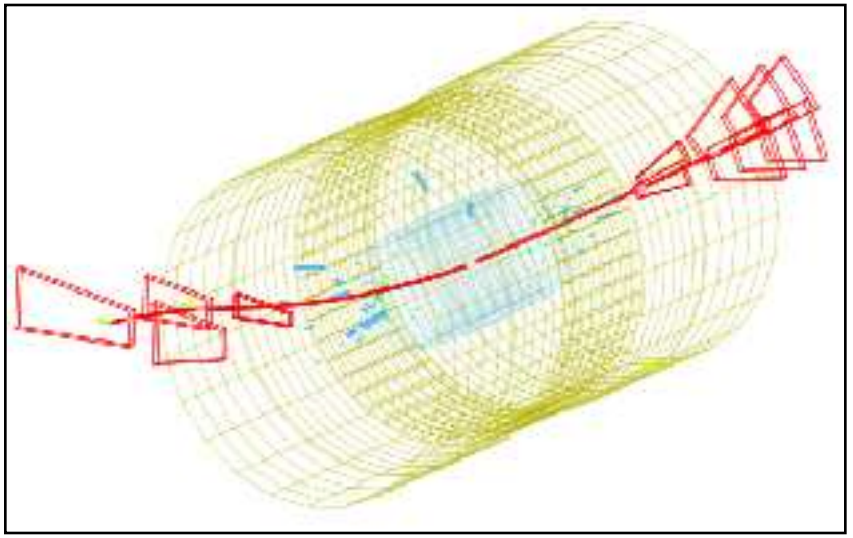


Higgs boson candidate events

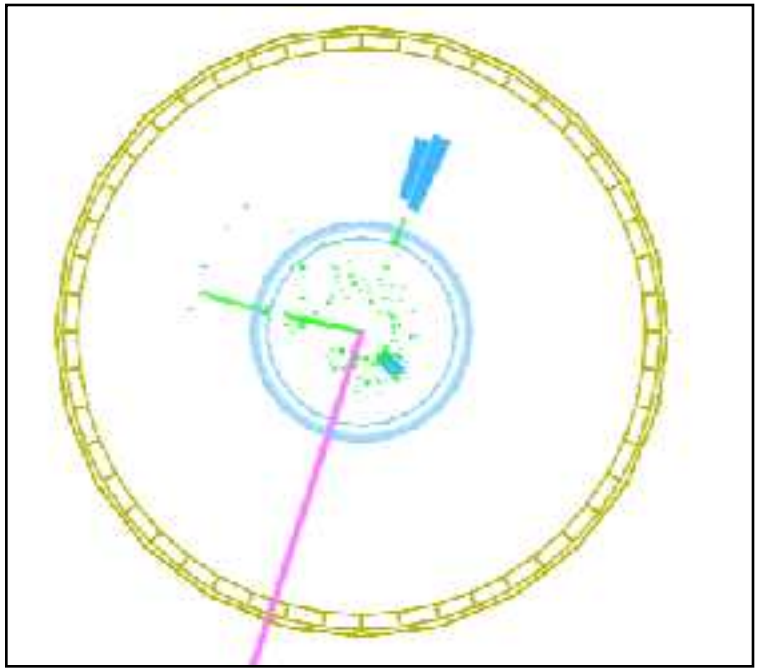


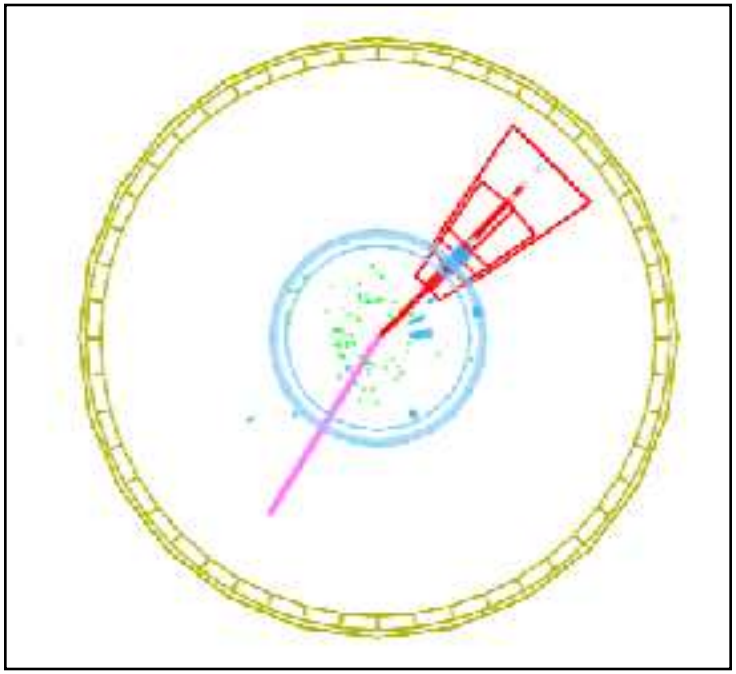
Αρχιζουμε να ταυτοποιουμε



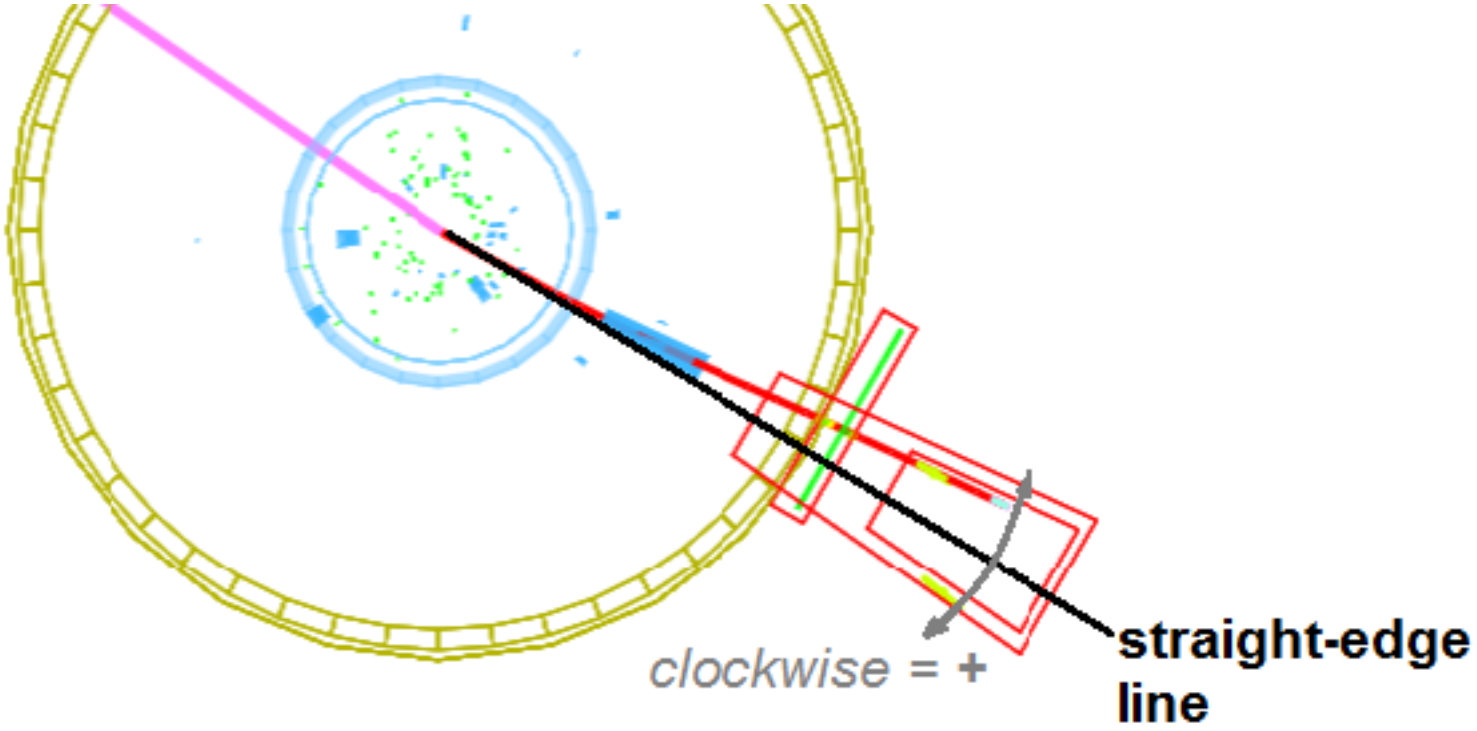


Αρχιζουμε να ταυτοποιουμε

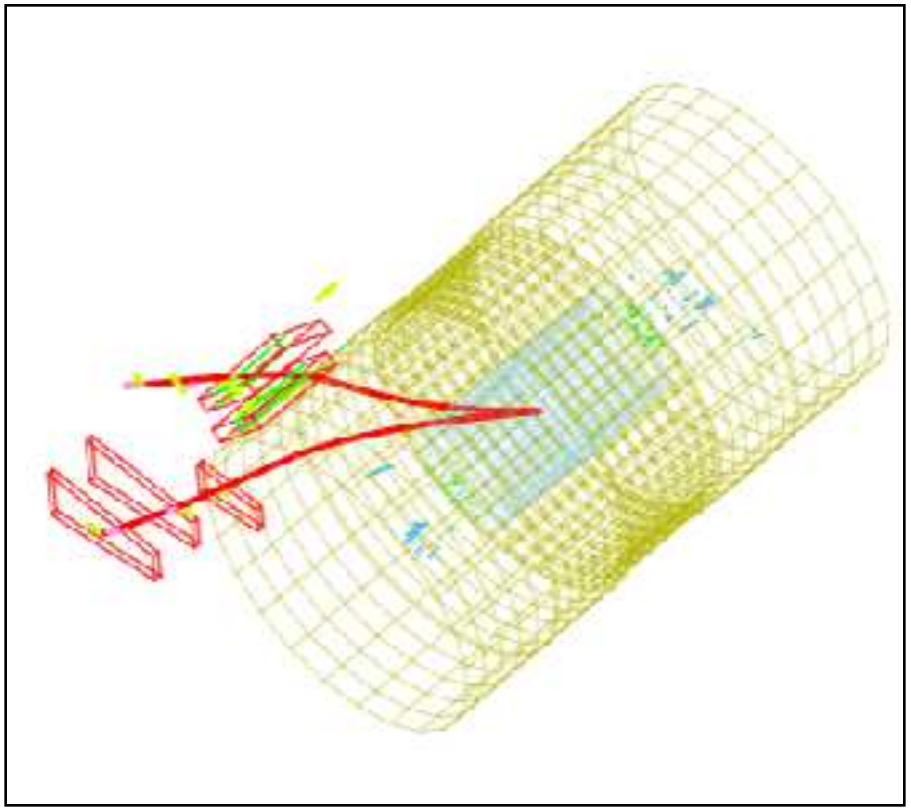


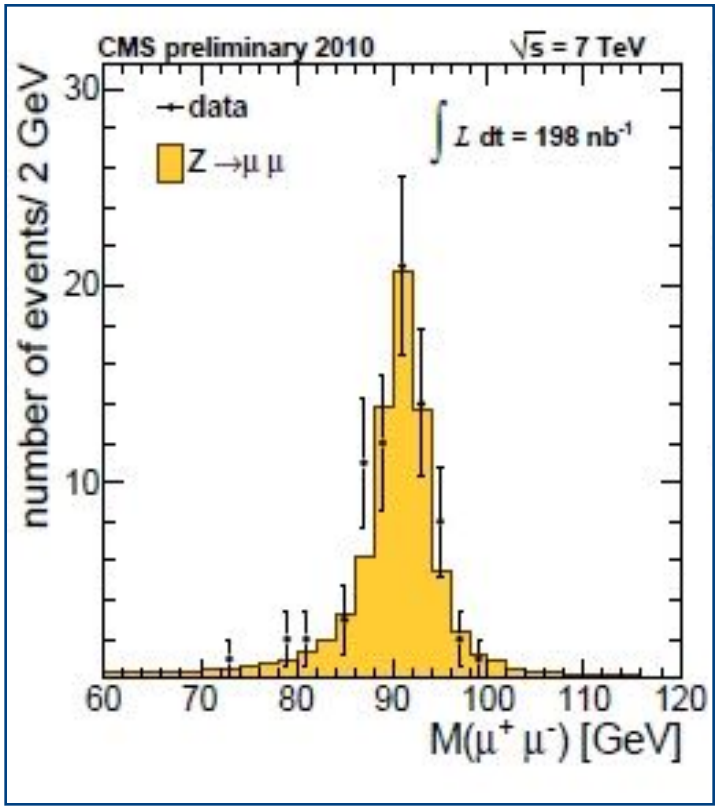


Αρχιζουμε να ταυτοποιουμε

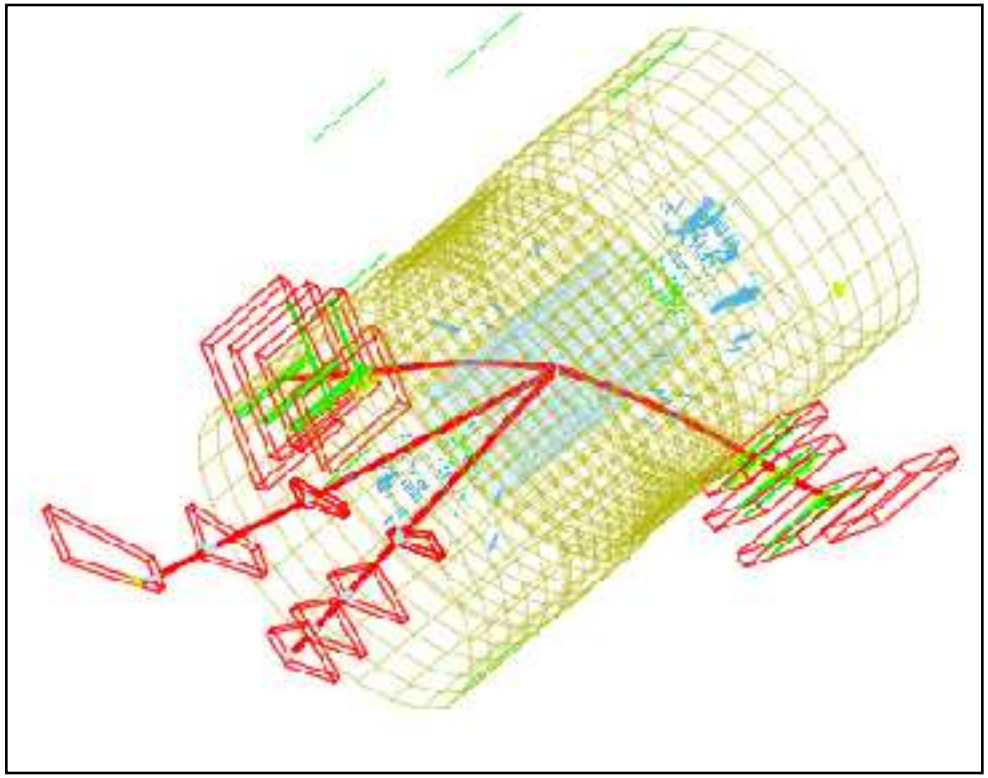


Το ιστογραμμα των μαζων

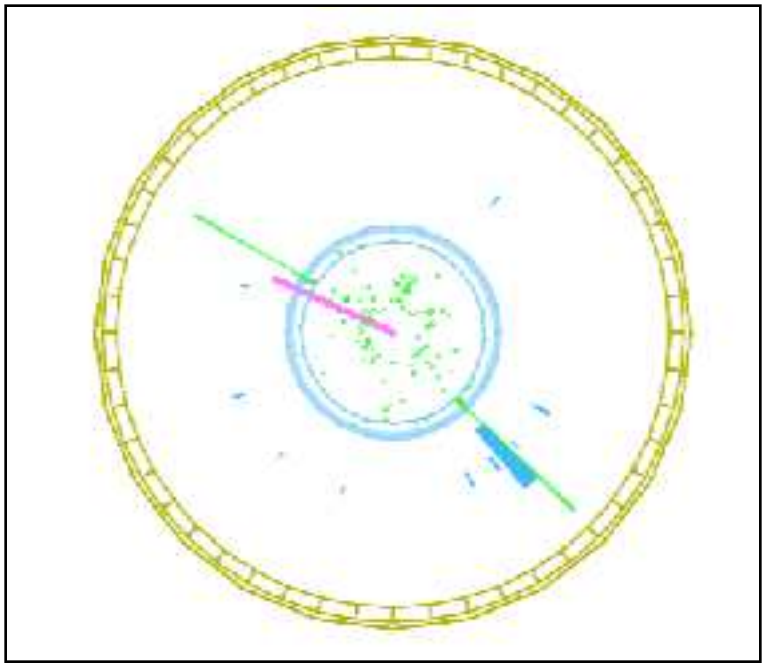




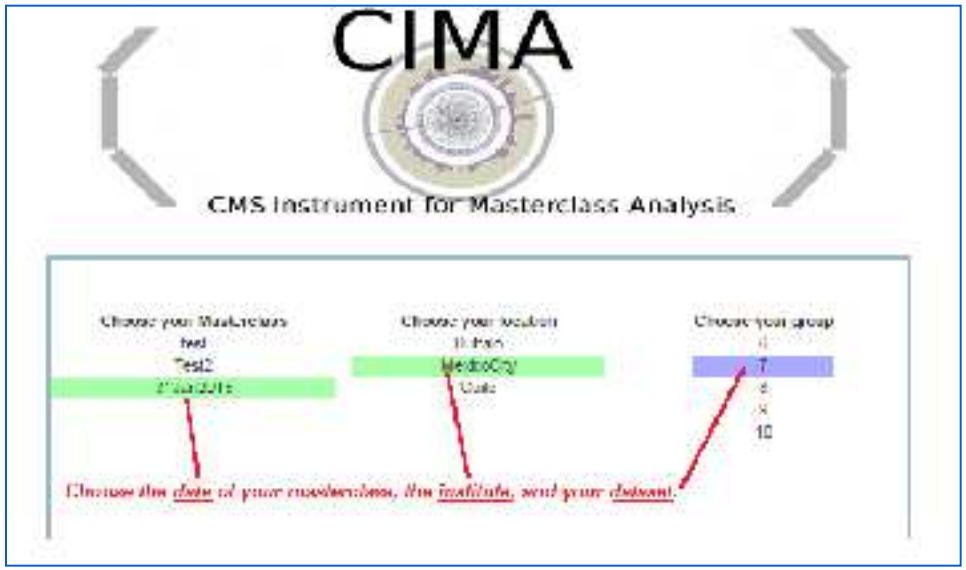
Αρχιζουμε να ταυτοποιουμε



Αρχιζουμε να ταυτοποιουμε



CIMA – CMS Instrument for Masterclass Analysis

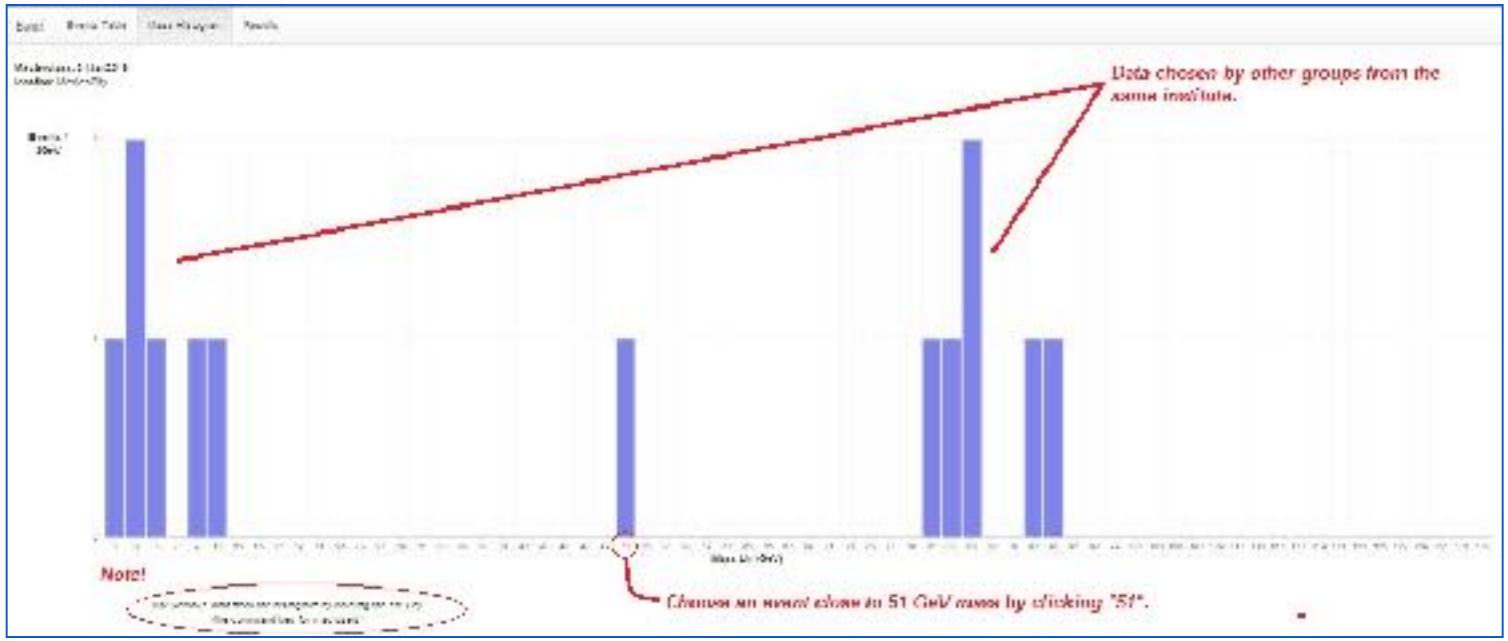


Βρες τα γεγονότα σου

Ανάλυσε &

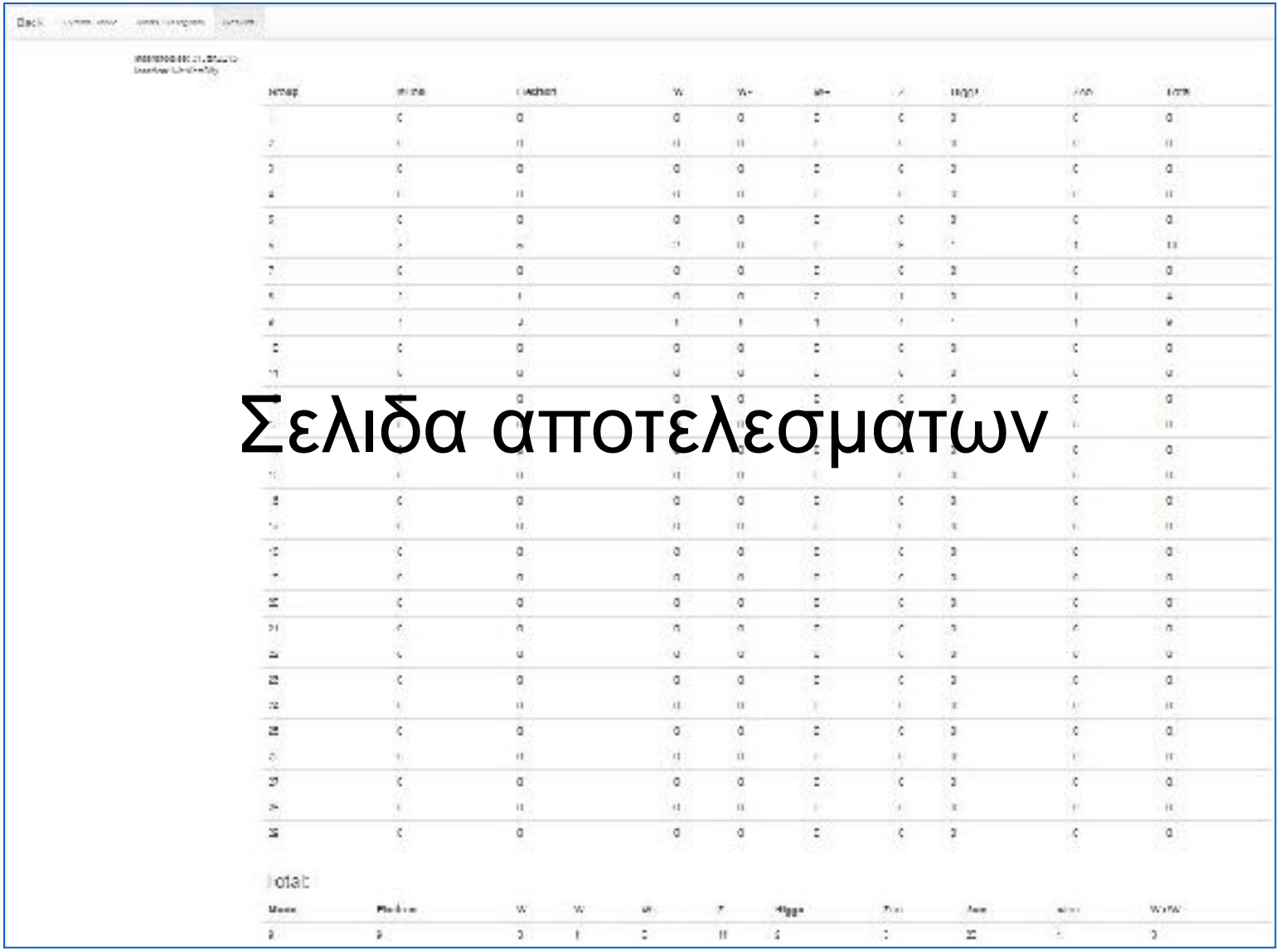
κατέγραψε τις μάζες

CIMA – CMS Instrument for Masterclass Analysis



Ιστόγραμμα μαζών

CIMA – CMS Instrument for Masterclass Analysis



Και τωρα αναλυση!!

Είναι οι τροχιές των λεπτονίων, μιόνια η ηλεκτρόνια;

Είναι W η Z η Higgs; Η μήπως είναι γεγονός zoo;

Είναι W+ η W-?

Εαν είναι Z η Higgs ποιά είναι η μάζα σε GeV;

Και τωρα αναλυση!!

documentation
https://quarknet.i2u2.org/page/cms-masterclass-2017-documentation

Event display (ispy):
https://www.i2u2.org/elab/cms/ispy-webgl

Analysis of results with CIMA:
https://www.i2u2.org/elab/cms/cima/index.php

Video conference
https://vidyoportal.cern.ch/join/3sGCerNrQV

Τεστ
https://vidyoportal.cern.ch/join/PNAG1VqJTW4n

Και τωρα αναλυση!!

Detector

Turn ON Ecal Barrel Detector

Physics objects

Turn OFF Tracking,

Turn ON Electrons (GSF), Muons, Photons, Missing Energy

Turn ON Ecal Rechits, Endcap Rechits

Και τωρα αναλυση!!

WIFI network name : NCSR DEMOKRITOS

Password : ncsrdemo