

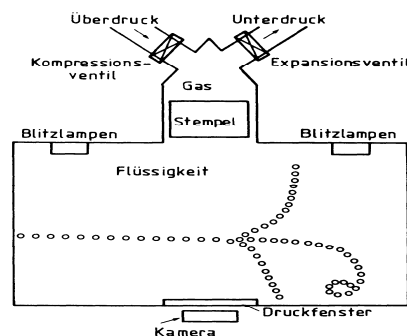
Bubble Chamber

- Ένας μεγάλος κύλινδρος γεμάτος με υγρό υδρογόνο σε θερμοκρασία πάνω από το κανονικό σημείο βρασμού βρίσκεται υπό πίεση περίπου 10 Atm με τη βοήθεια ένα μεγάλου πιστονιού.
- Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο περνάει μέσα από αυτό τον όγκο, το πιστόνι μετακινείται για να μειωθεί η πίεση, τότε επιτρέπεται η δημιουργία φυσαλίδων κατά μήκος της τροχιάς του.
- Μετά από περίπου 3 ms αφού οι φυσαλίδες έχουν μεγαλώσει αρκετά, τότε φωτογραφίζεται το γεγονός με τη βοήθεια αυτόματης φωτογραφικής μηχανής με flash.
- Χρησιμοποιούνται περισσότερες από μια φωτογραφικές μηχανές για μια απεικόνιση των τροχιών σε 3 διαστάσεις.
- Το πιστόνι επιστρέφει στην αρχική του θέση ώστε το υγρό υδρογόνο να τεθεί υπό πίεση και επομένως οι φυσαλίδες καταστρέφονται προτού δημιουργηθεί βρασμός.

- Ανακαλύφθηκε απ
TOUS.....

-

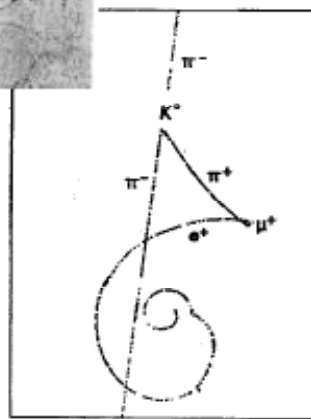
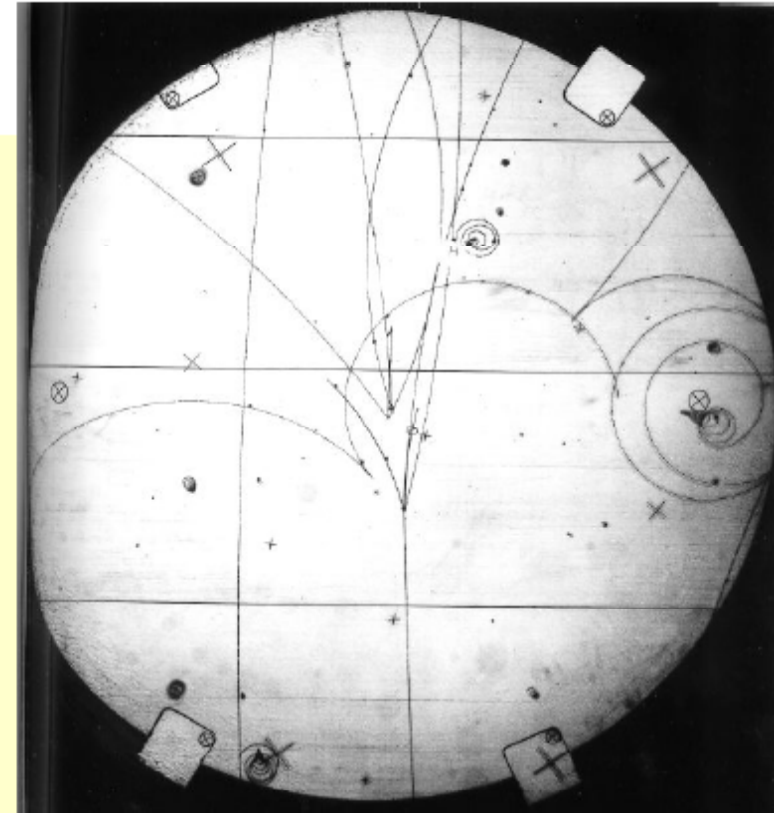
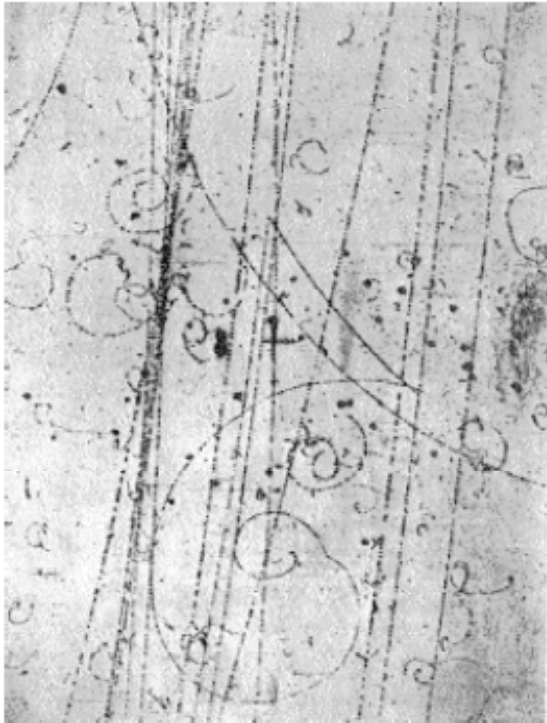
Γ. Τσιπολίτης



' έπιναν μπύρα με τους φίλους

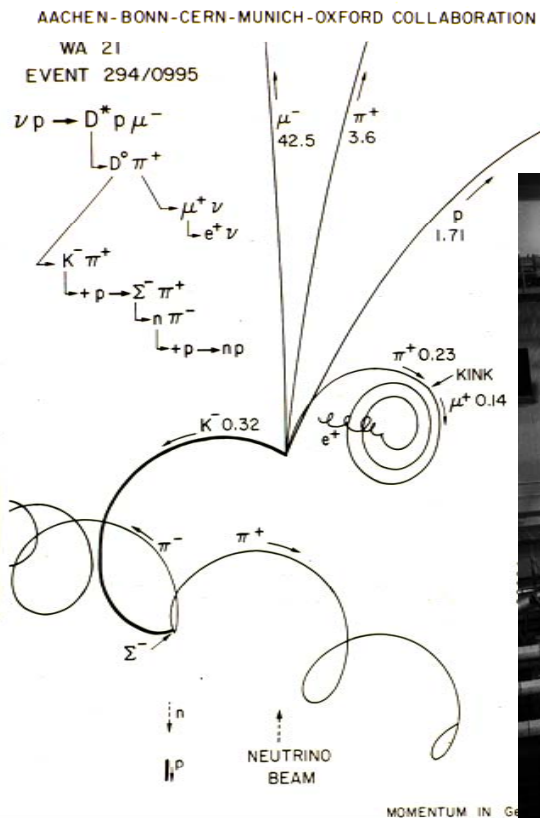
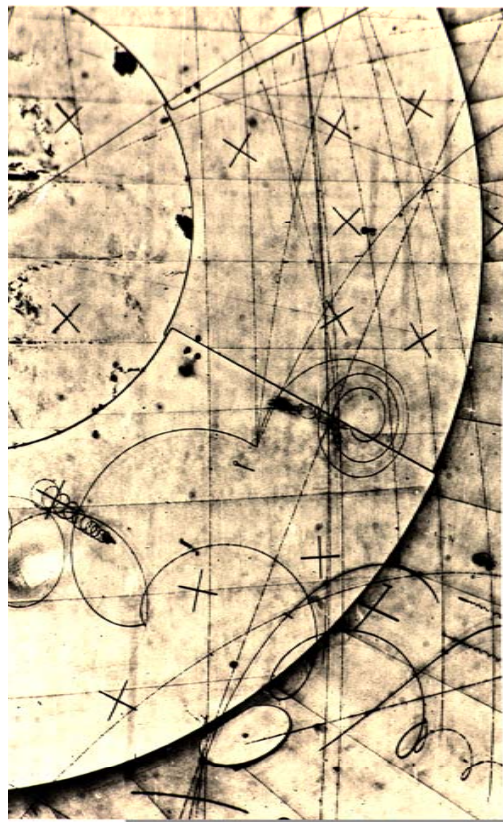
Bubble Chamber

- Kaon: discovered 1947; first called "V" particles

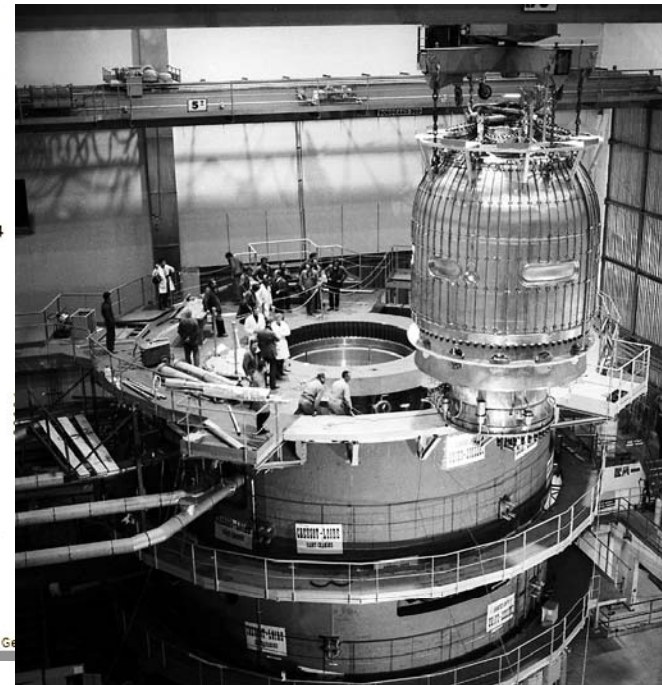


K^0 production and decay
in a bubble chamber

- $p\bar{p} \rightarrow p\bar{n} K^0 K^- \pi^+ \pi^- \pi^0$
- $\bar{n} + p \rightarrow 3 \text{ pions}$
- $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma, \gamma \rightarrow e^+ e^-$
- $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$



BEBC, equipped with the largest superconducting magnet in service at the time.

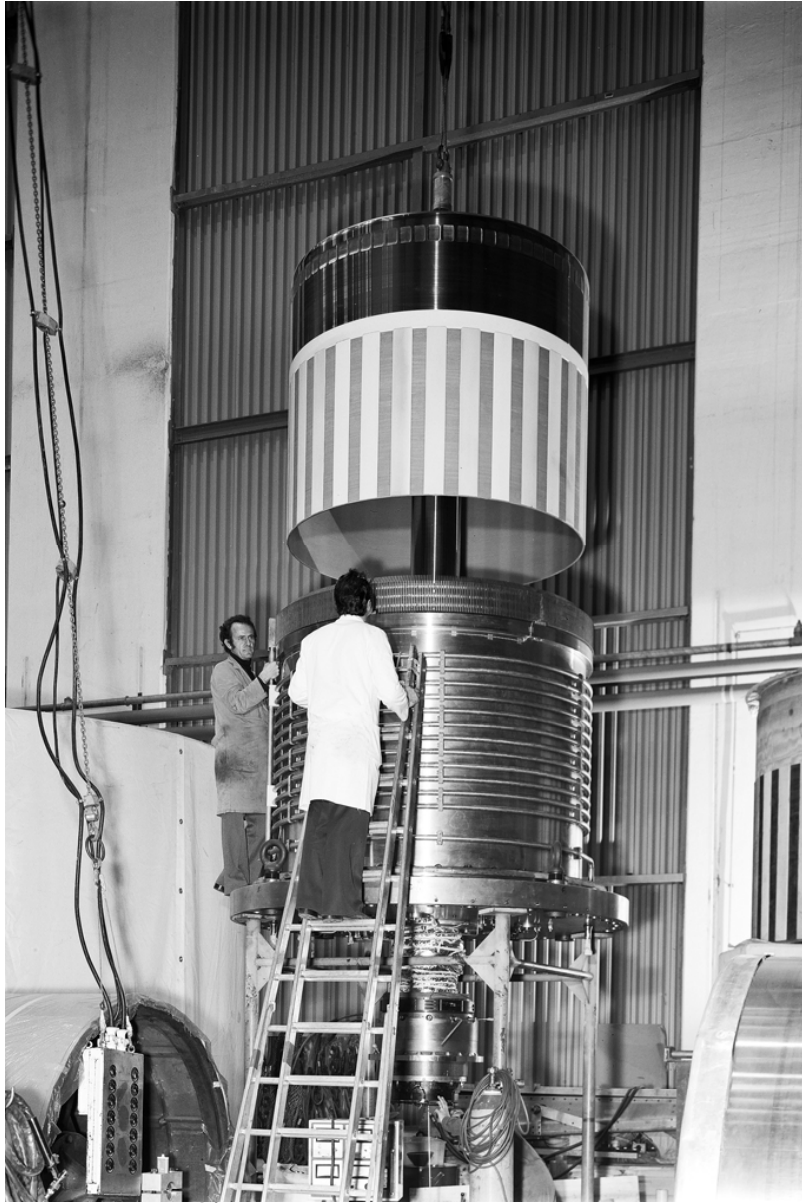


D^* (excited D-meson, carrying the "charm" quantum number): production and decay during a wide band exposure in experiment WA21, in the BEBC liquid hydrogen bubble chamber.

Γ. Τσουολίτης

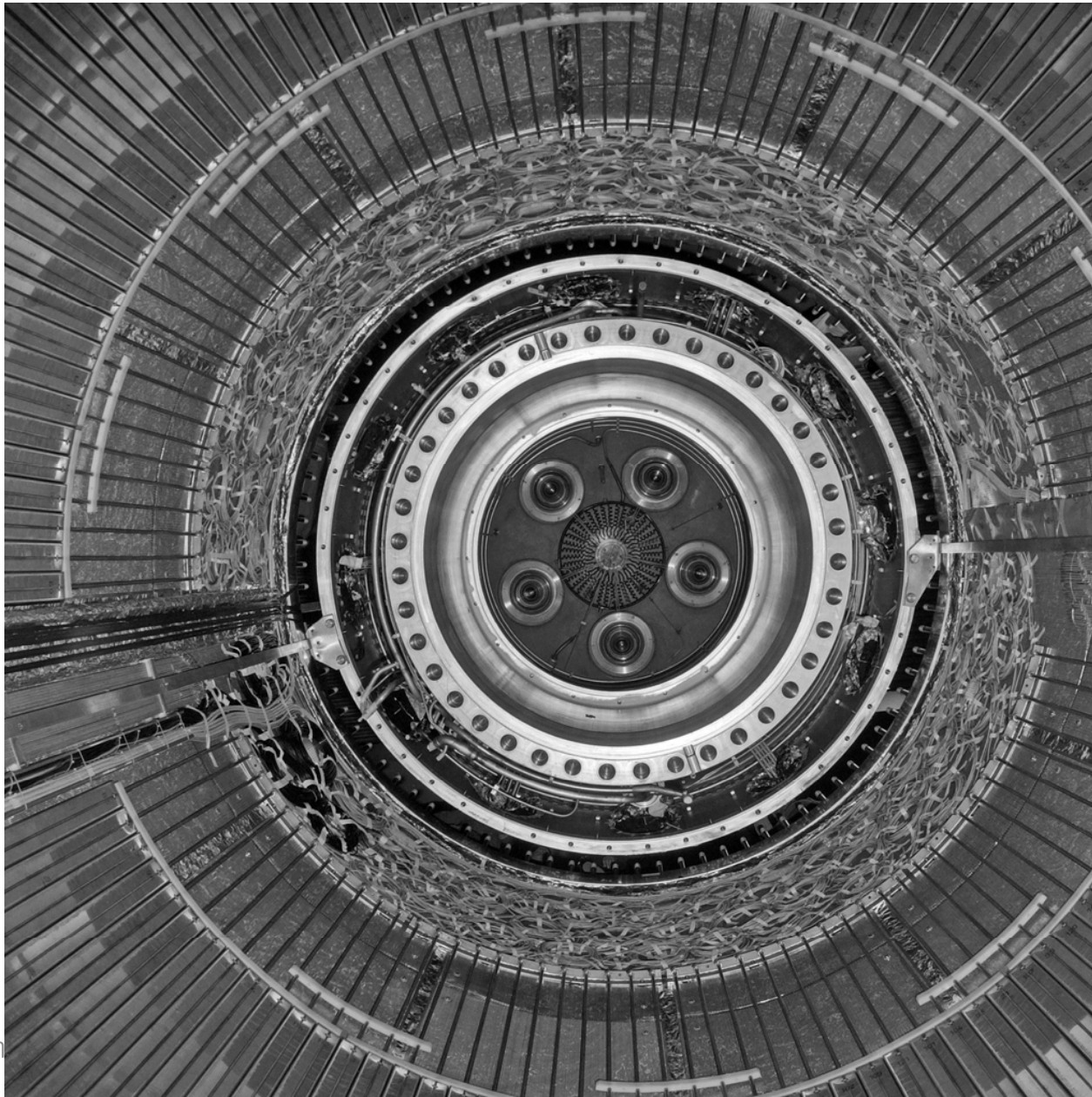


Γ. Τσμπολίτης

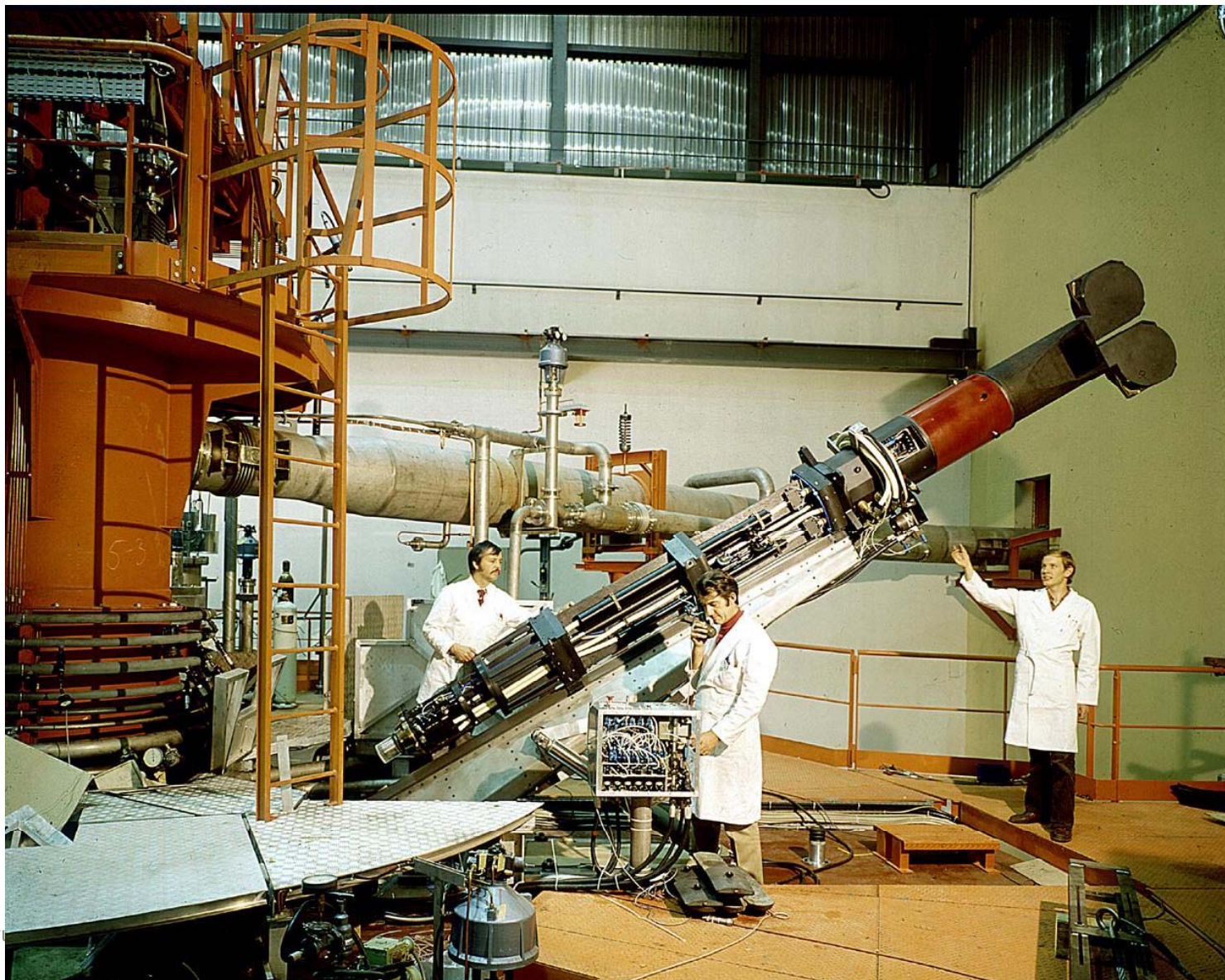


Γ. Τσιπολιτης





Γ. Τσιπολίτη



Г. То



Γ. Τσμπολίτης

Ανιχνευτές



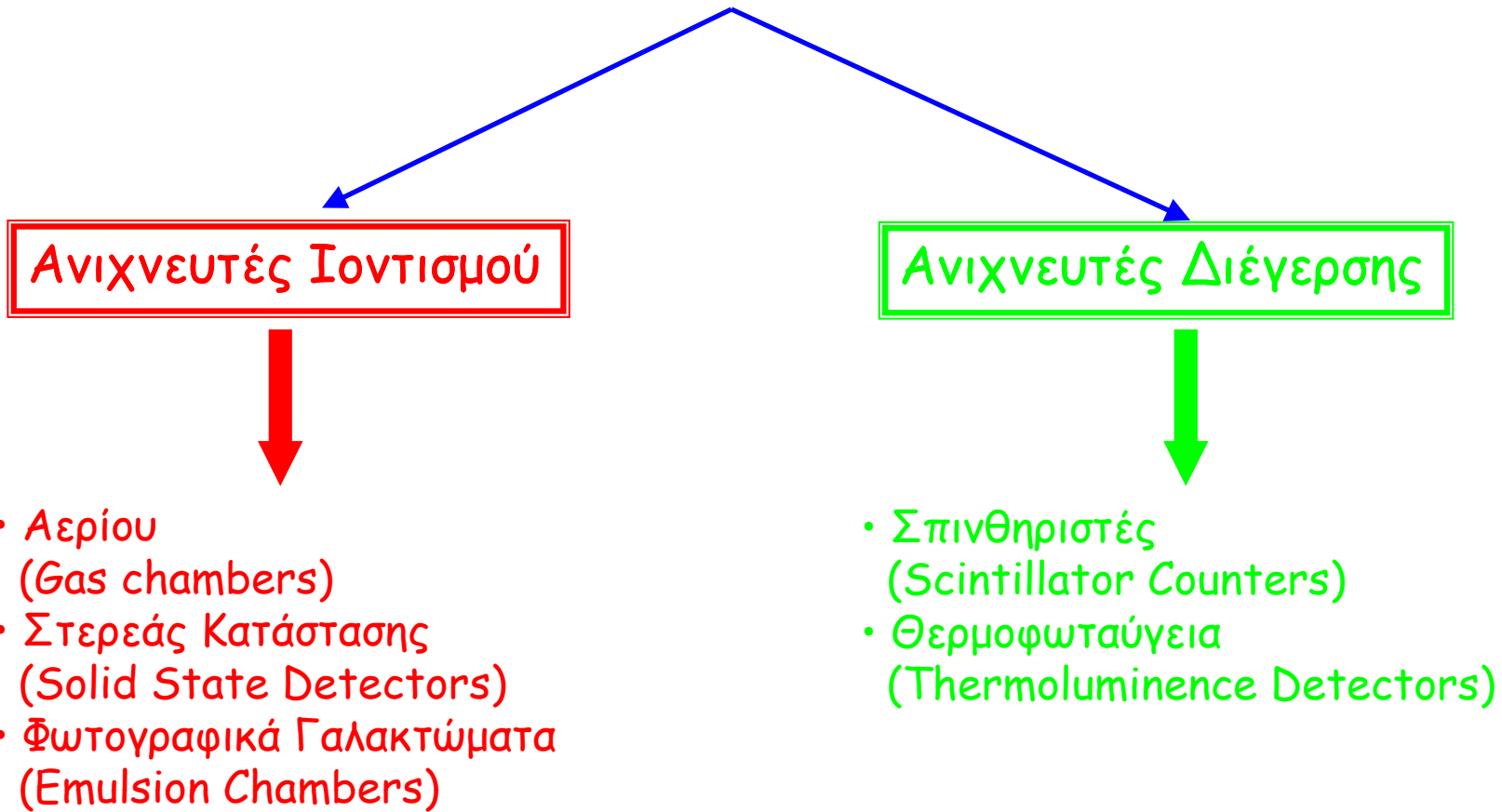
Φορτισμένα Σωματίδια	Ιοντίζουν ή Διεγείρουν	ΑΜΕΣΑ
Ουδέτερα Σωματίδια	Δημιουργούν με την ύλη Φορτισμένα Σωματίδια (πυρηνικές αντιδράσεις)	ΕΜΜΕΣΑ
Ακτίνες γ-Χ	Ιοντίζουν ή Διεγείρουν την ύλη	ΑΜΕΣΑ

- Ποσότητα ακτινοβολίας
- Ενέργεια Ακτινοβολίας
- Χρόνος Διέλευσης Ακτινοβολίας
- Σημείο Πρόσκρουσης
- Είδος Ακτινοβολίας

Γ. Τσίτολιτης

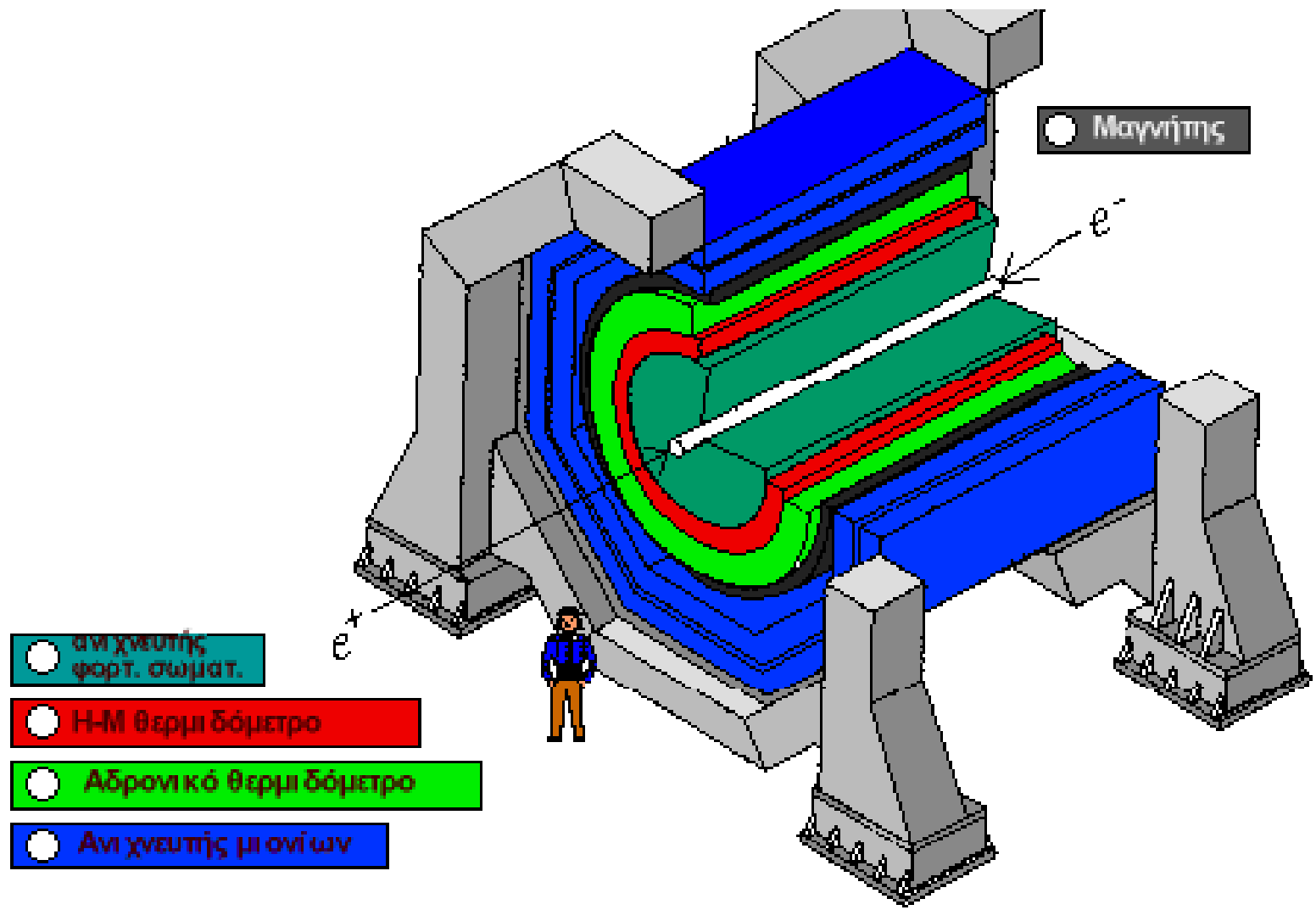
Ανιχνευτές

Ταξινόμηση Ανιχνευτών



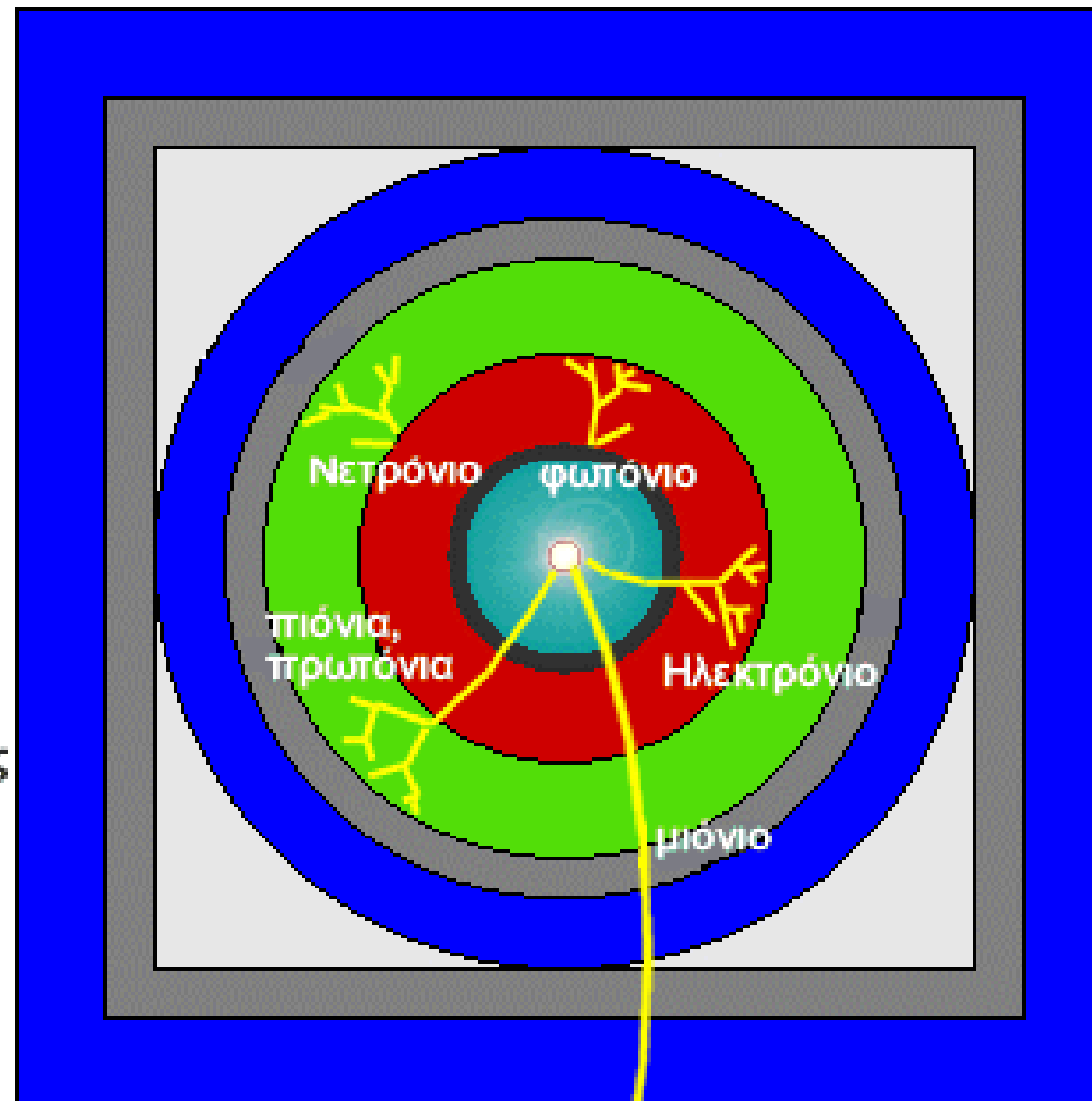
Χαρακτηριστικά Ανιχνευτών

- Ευαισθησία (Sensitivity)
- Ενεργειακή Διακριτική Ικανότητα (Energy Resolution)
- Χωρική Διακριτική Ικανότητα (Spatial Resolution)
- Ανιχνευτική Ικανότητα (Detector Efficiency)
- Γεωμετρική Αποδοχή (Solid Angle or Acceptance)
- Χρόνος Απόκρισης (Response Time)
- Ανενεργός Χρόνος (Dead Time)

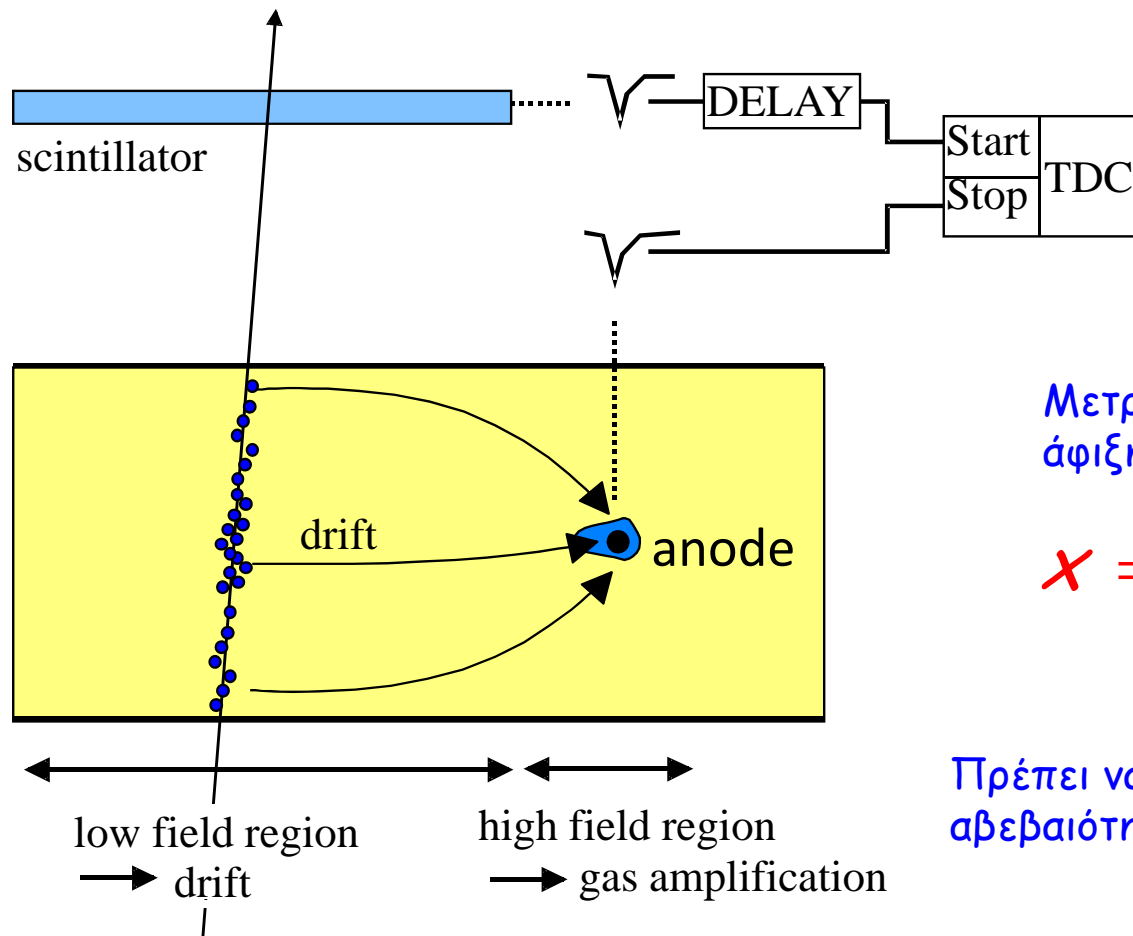


Η τομή ενός ανιχνευτή, με τις τροχιές σωματιδίων

-  θάλαμος της δέσμης (κέντρο)
-  θάλαμος μέτρησης τροχιών
-  μαγνήτης
-  Η-Μ θερμιδόμετρο
-  Αδρονικό θερμιδόμετρο
-  Μαγνητισμένος σίδηρος
-  θάλαμος μέτρησης μιονίων



Drift Chamber



Μετράμε τον χρόνο
άφιξης στο σύρμα

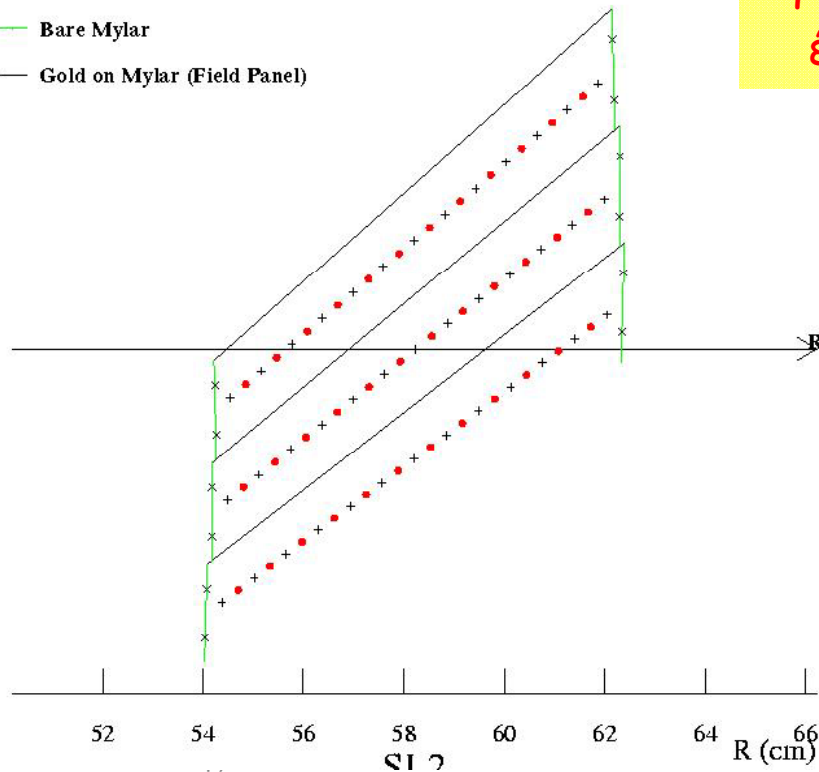
$$x = v_d(t - t_0)$$

Πρέπει να λύσουμε την
αβεβαιότητα δεξιά - αριστερά

Large Area Drift Chamber

“open cell” drift chamber χρησιμοποιεί field και sense wires: field wires “σχηματίζουν” το ηλεκτρικό πεδίο, τα sense wires ανιχνεύουν το χρόνο άφιξης του παλμού.

- × Shaper wires
- Bare Mylar
- Gold on Mylar (Field Panel)



Η εφαρμογή από το πείραμα CDF - τα έχουν κλίση εξαιτίας του $E \times B$ drift!



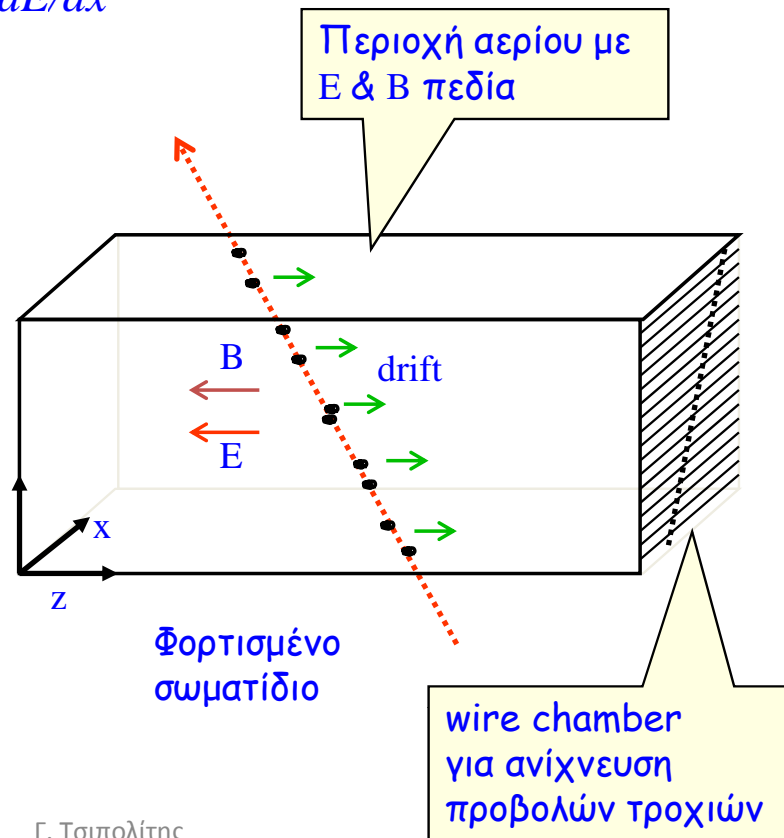
Time Projection Chambers (TPC)

Ανιχνευτής με μεγάλο όγκο. 3-D ανακατασκευή τροχιών

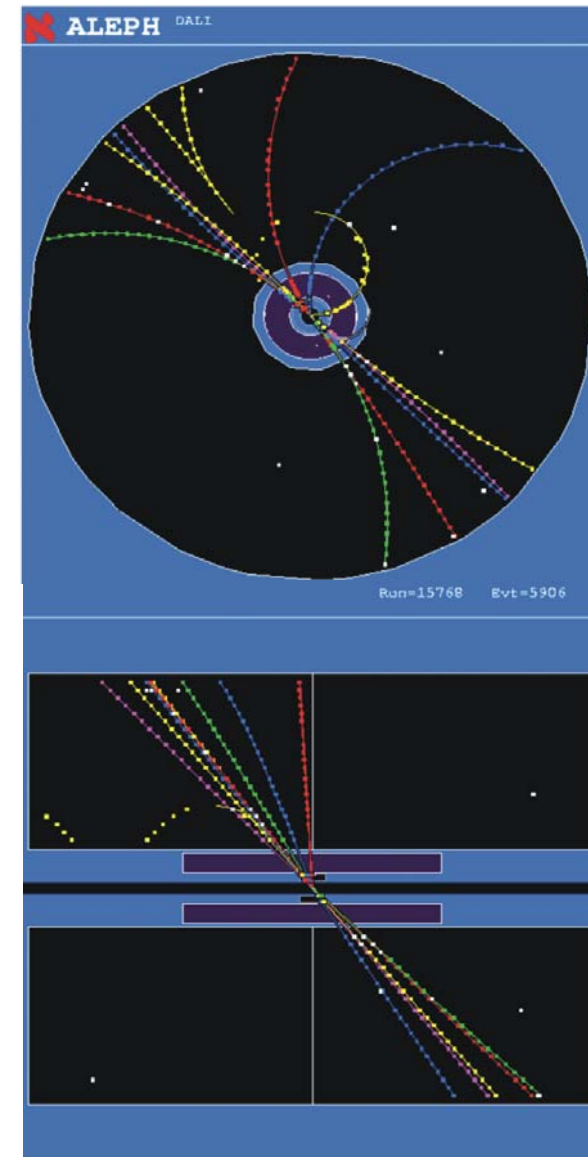
x-y από σύρματα και την κάθοδο MWPC

z από το drift time

dE/dx



Γ. Τσουπλίτης



Time Projection Chambers (TPC)

Βάζοντας $B \parallel E$ βελτιώνεται η διάχυση

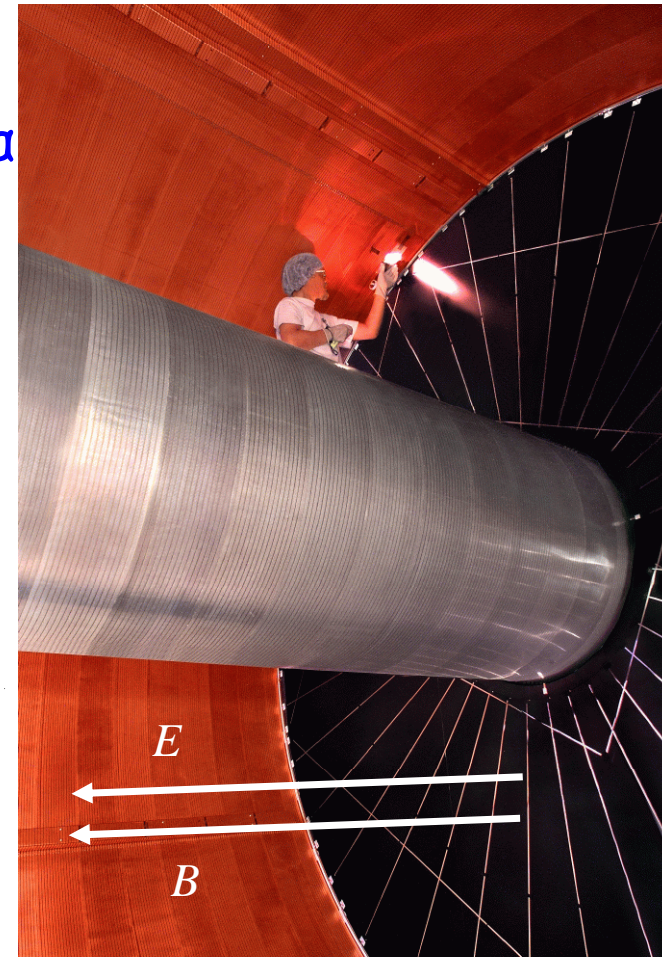
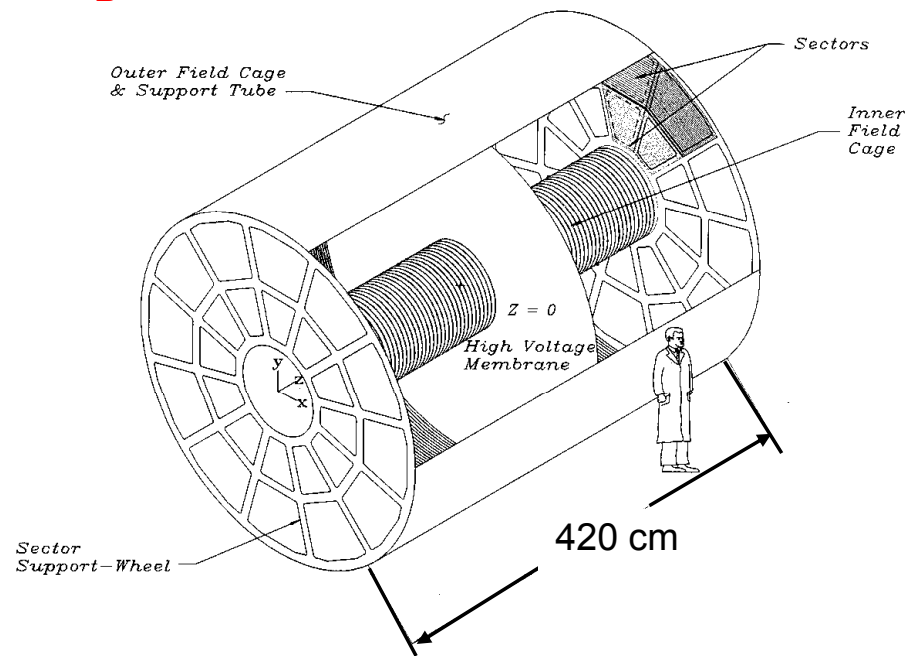
Drift length $\geq 1\text{m}$

Πρέπει να έχουμε ομογενή E και B πεδία

Space charge από τα ιόντα

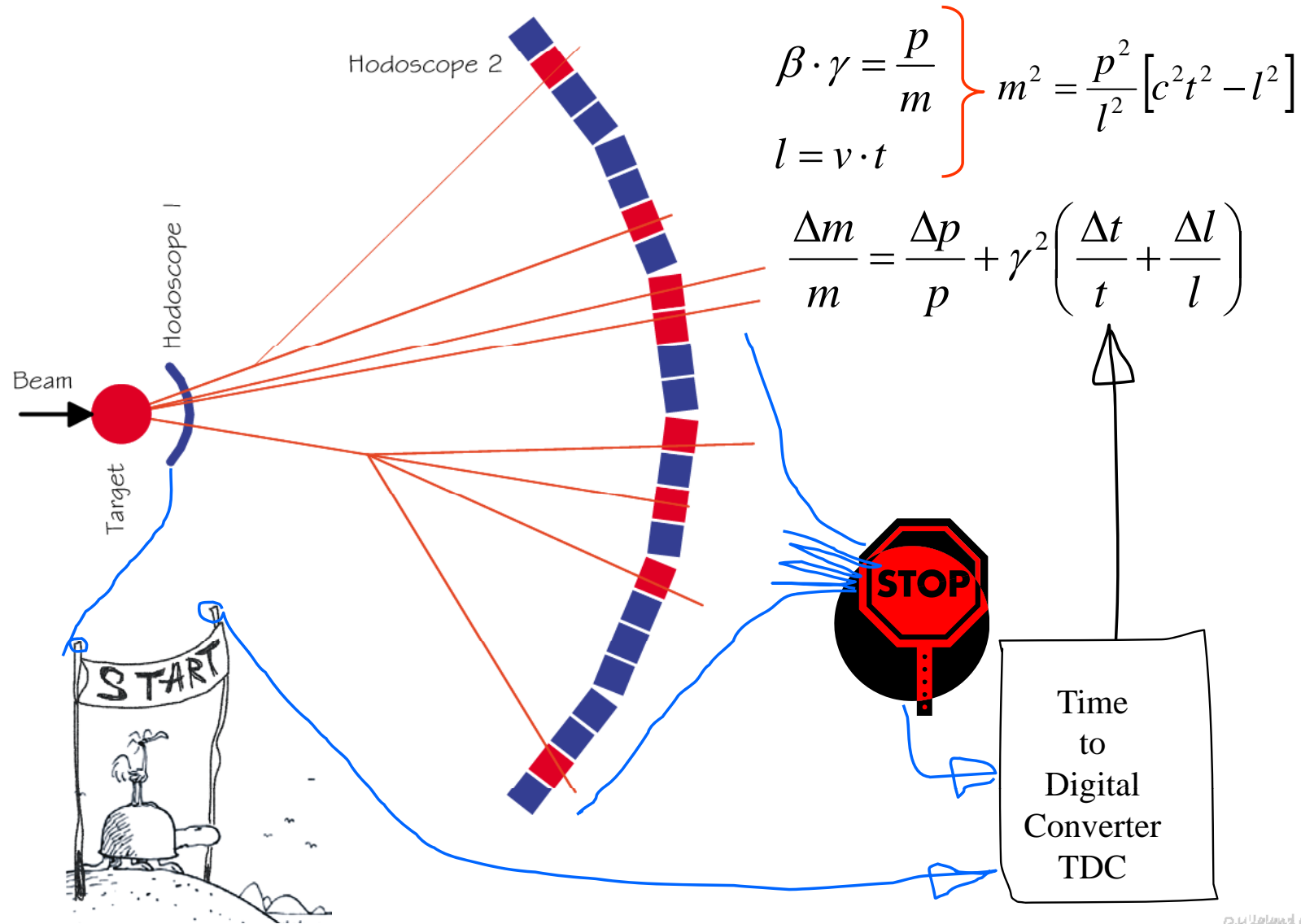
"αργός" ανιχνευτής

$$t_D \sim 10 \rightarrow 100 \mu\text{s}$$

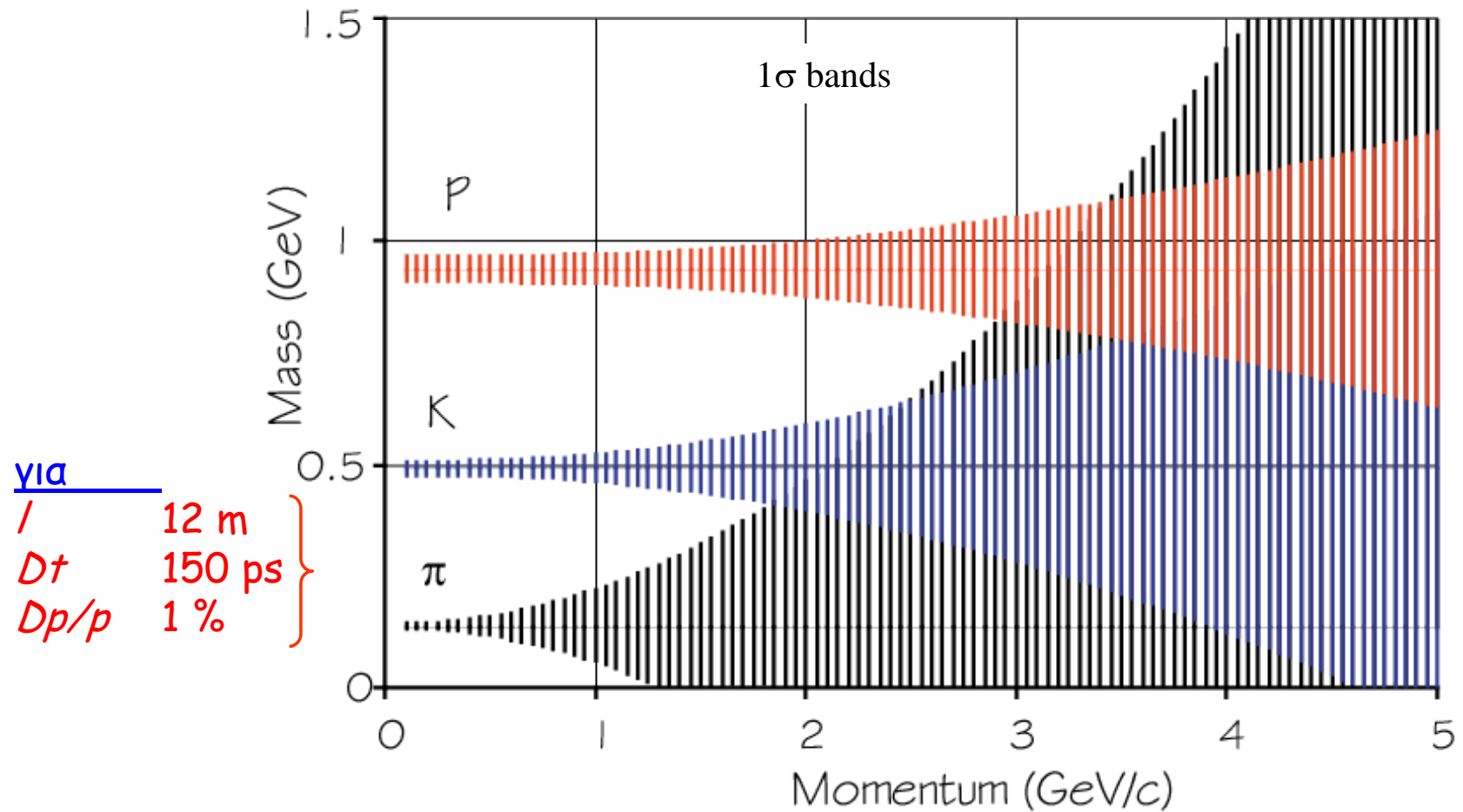


Γ. Τσιπολίτης

Time-Of-Flight (TOF)



Time-Of-Flight (TOF)



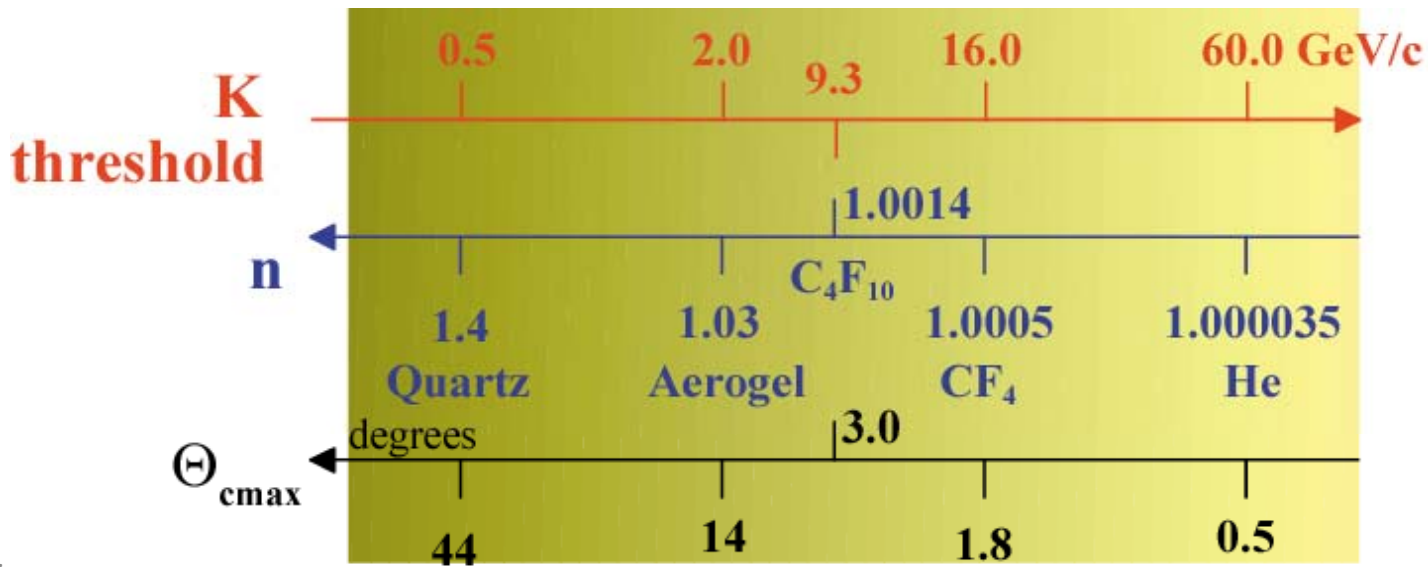
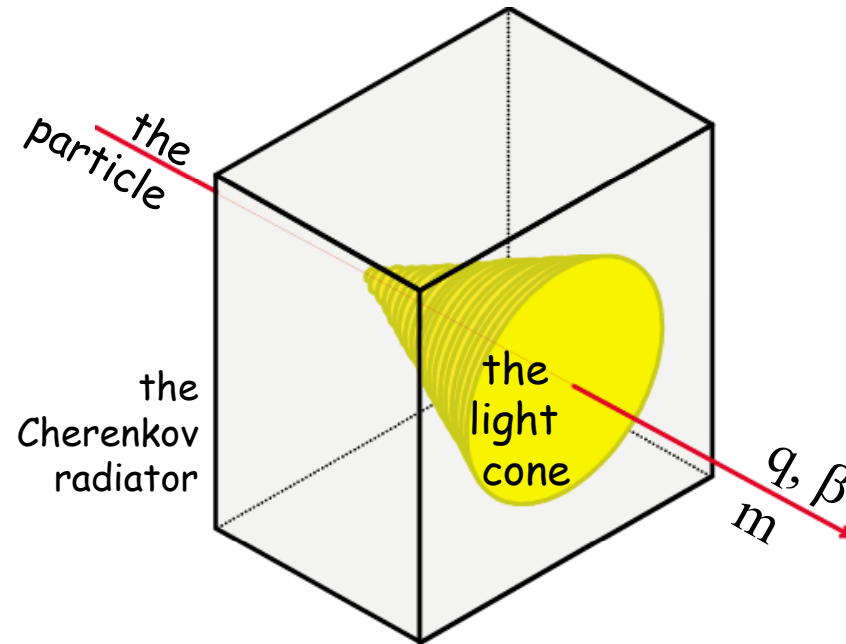
Γ. Τσιπολίτης

© Université de Genève 2005

$$n - 1 = \frac{A}{\lambda_0^2 - \lambda^2}$$

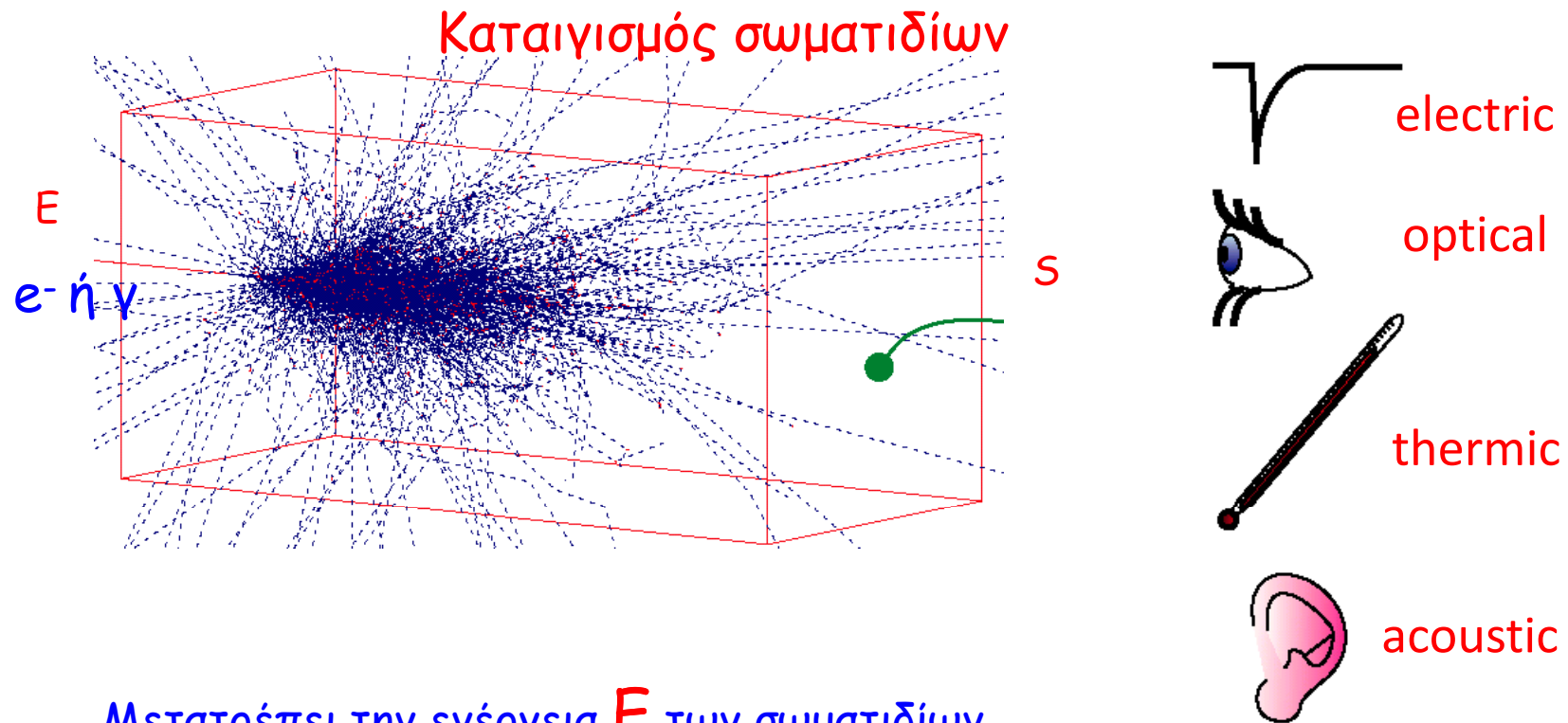
$$\frac{dN_{ph}}{dLdE} = \frac{aZ^2}{\hbar c} \sin^2 \Theta$$

$$\cos \Theta = \frac{1}{\beta n}$$



D. W. L. 2005

Θερμιδόμετρα (Calorimetres)



Μετατρέπει την ενέργεια E των σωματιδίων
σε απόκριση ανιχνευτή S :

$$S \propto E$$

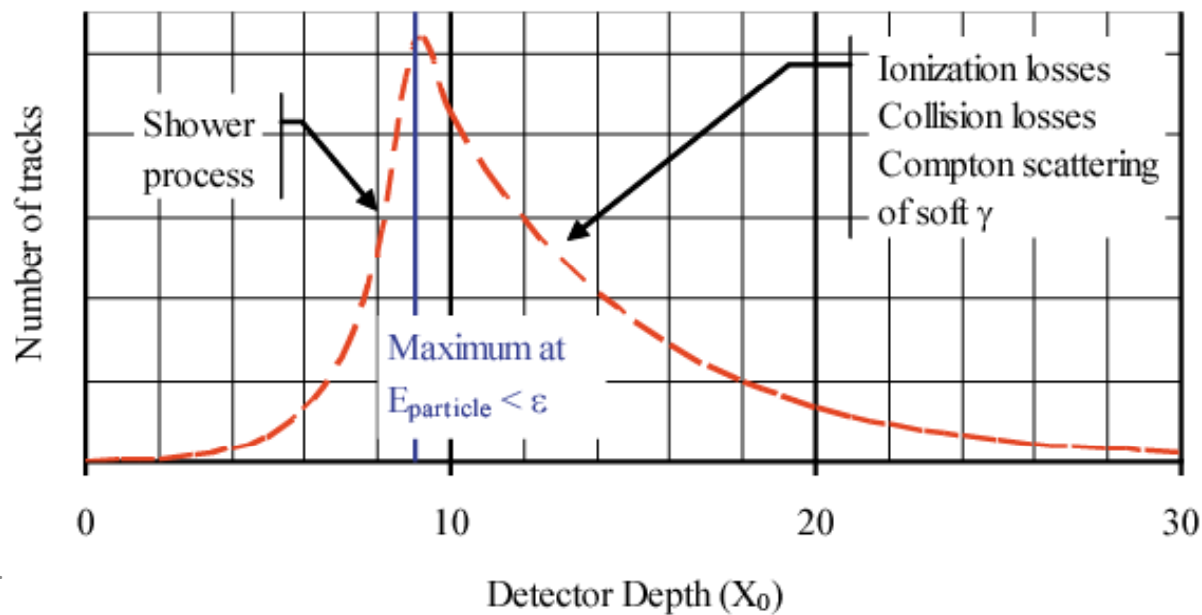
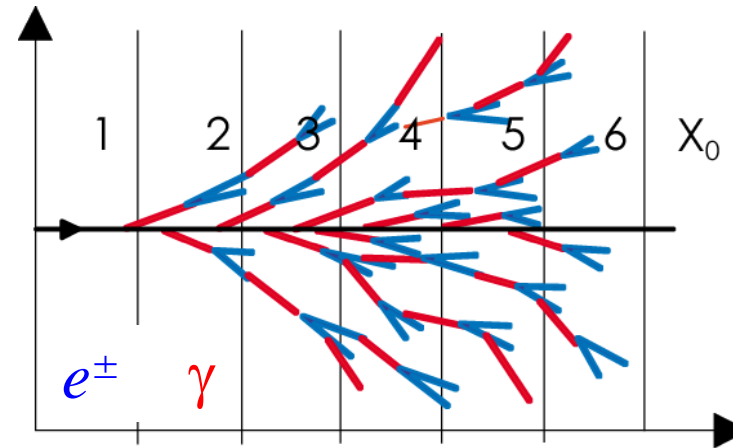
Γ. Τσουλίτης

Η/Μ Καταιγισμός

Rossi B. Approximation to Shower Development.

1) Τα ηλεκτρόνια χάνουν ένα σταθερό ποσοστό ενέργειας (ϵ) για κάθε radiation length, X_0

2) Εκπομπή φωτονίων και δίδυμη γένεση σε όλες τις ενέργειες περιγράφονται από asymptotic formulae.

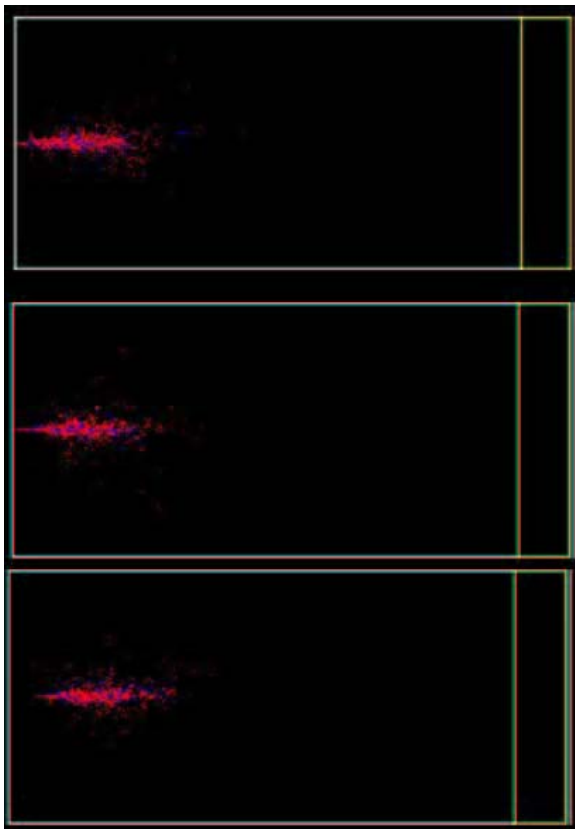


Γ.

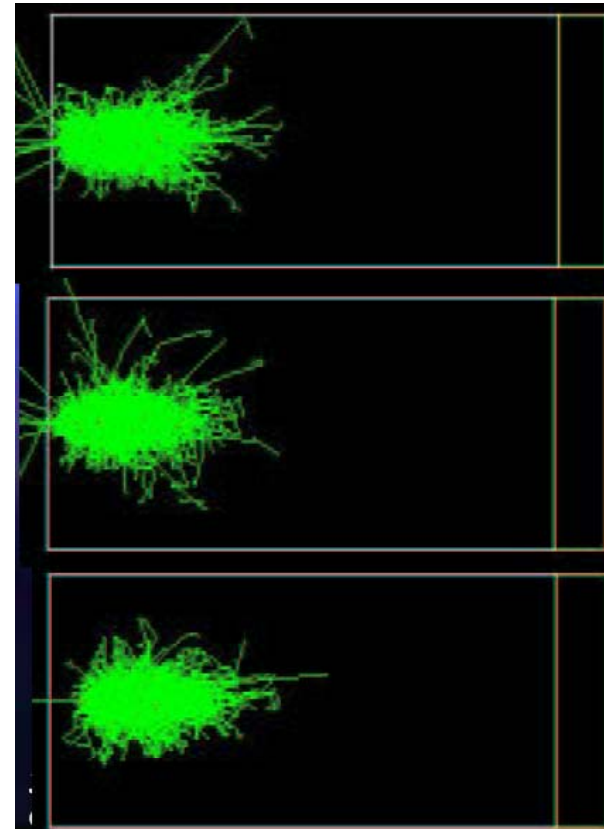
Η/Μ Καταιγισμός

20 GeV γ σε Cu (simulation)

charged particles only



all particles

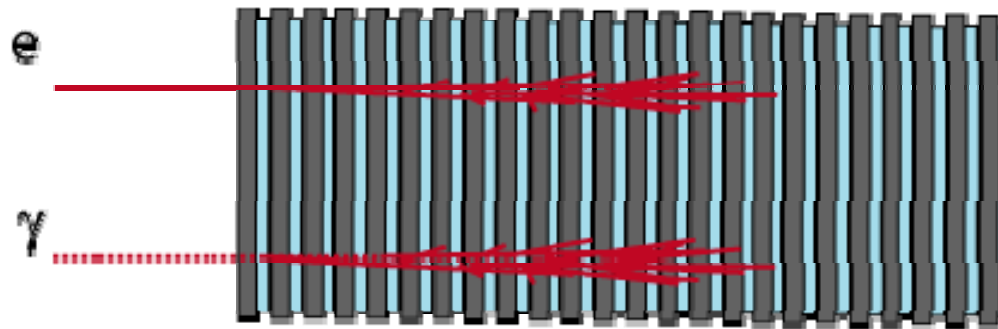


Γ. Τσιπολίτης

© Université de Clermont 2005

Τύποι ΗΜ Θερμιδομέτρων

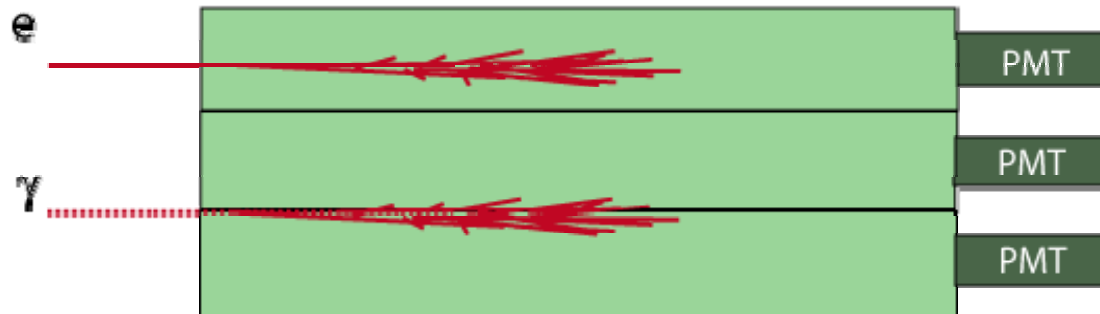
- Θερμιδόμετρο “Pb-σπινθηριστών sandwich”



Energy resolutions:

$$\sigma_E/E \sim 20\%/\sqrt{E}$$

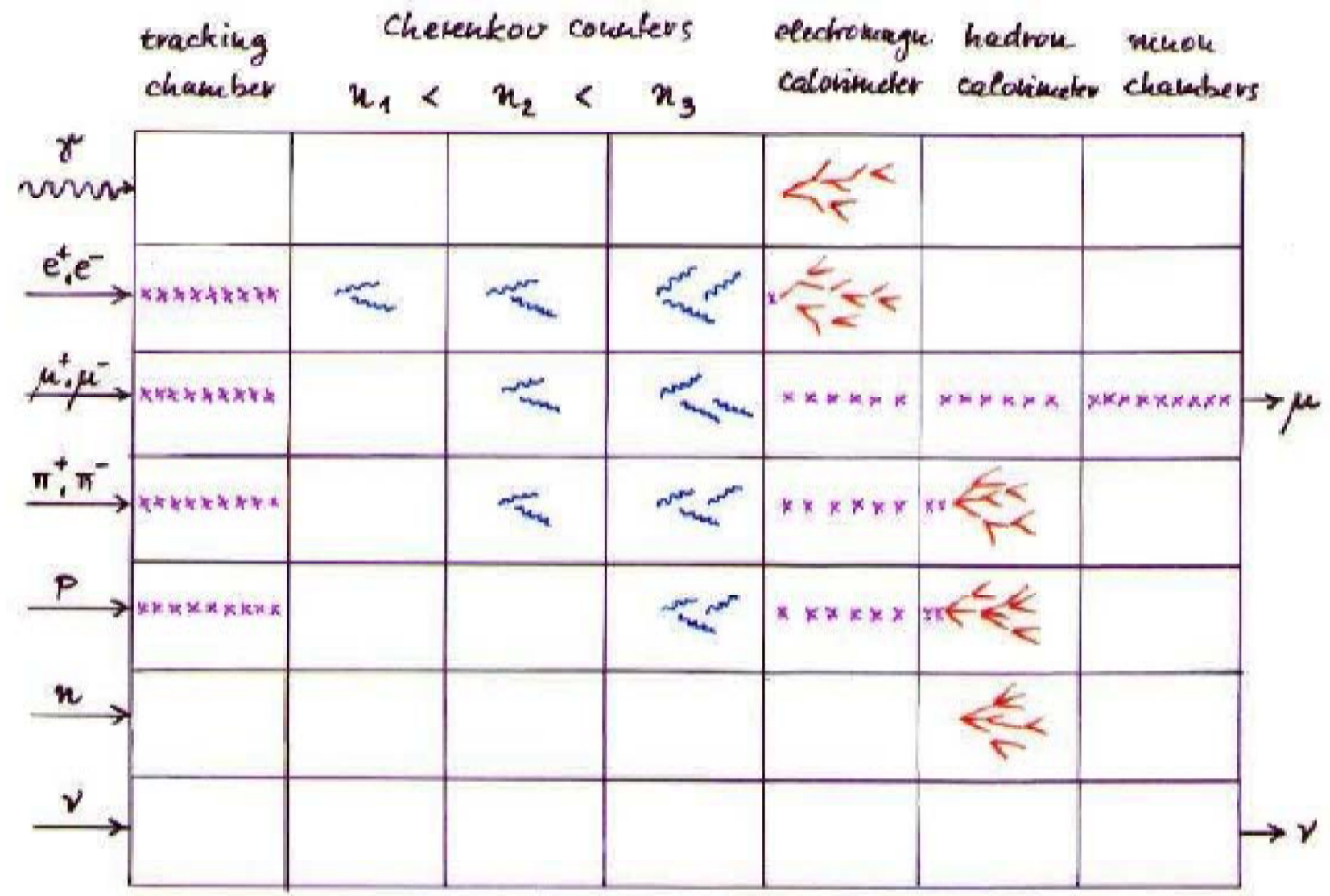
- Εξωτικοί κρύσταλλοι (BGO, PbW, ...)



$$\sigma_E/E \sim 1\%/\sqrt{E}$$

- Θερμιδόμετρο υγρού $\sigma_E/E \sim 18\%/\sqrt{E}$

Γ. Τσιπολίτης



Ταυτοποίηση Σωματιδίων
Χρησιμοποιώντας τα

DELPHI
TPC

και

RICHes

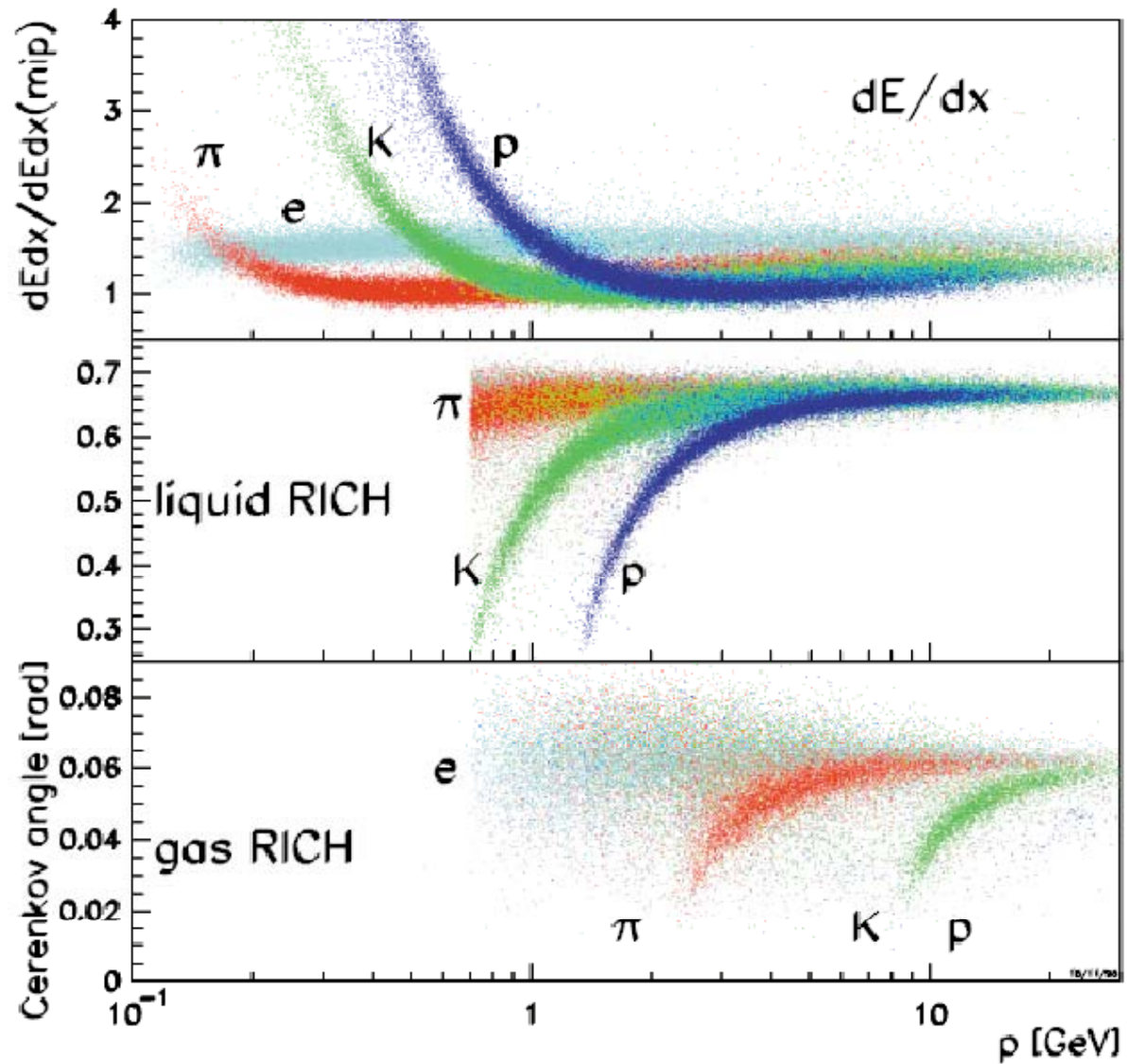
data:

p from Λ

K from Φ D^*

π from K^0

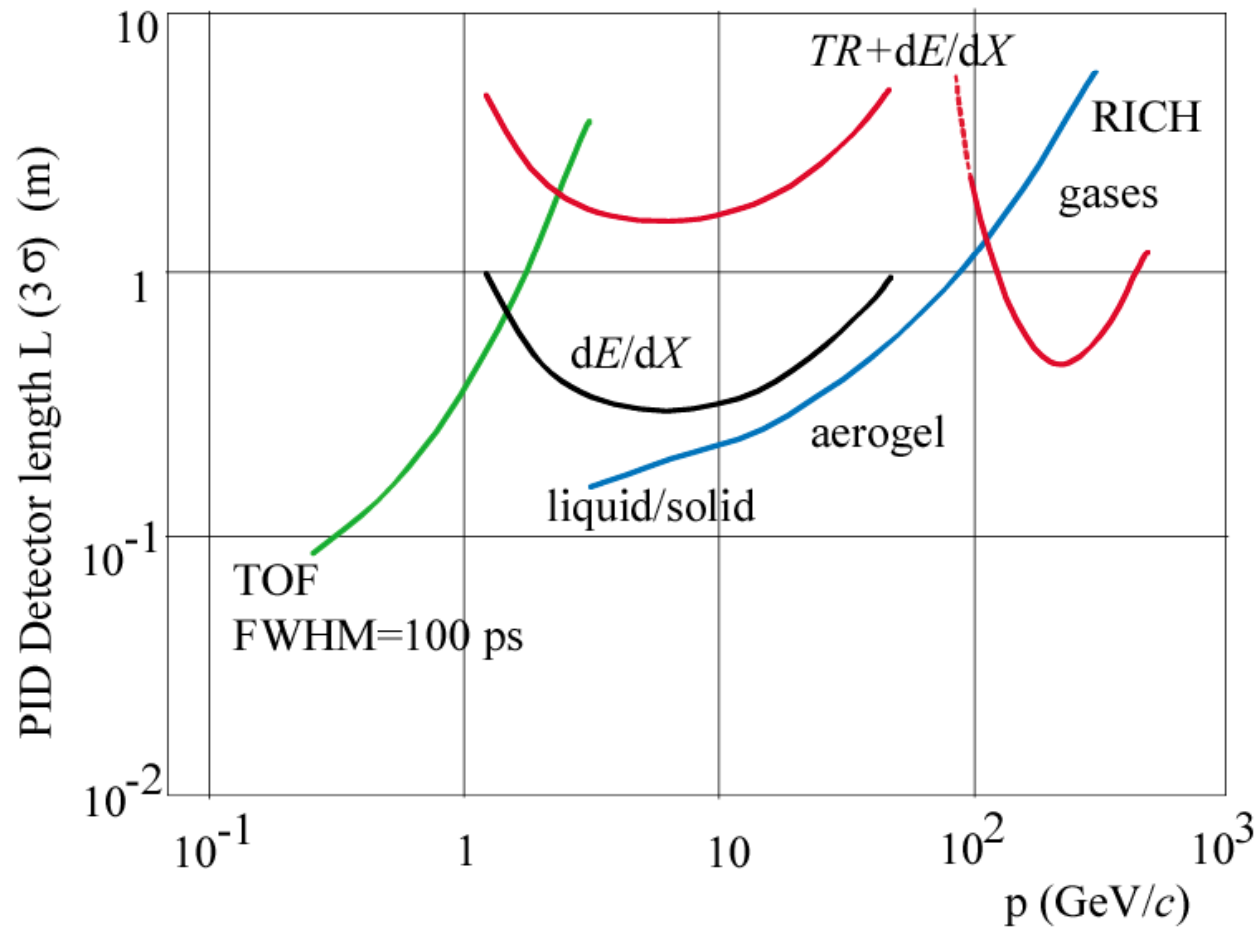
DELPHI particle ID



Γ. Τσμπολίτης

Ταυτοποίηση Σωματιδίων

Διαχωρισμός π / K με διαφορετικές μεθόδους ταυτοποίησης
 Το μήκος του κάθε ανιχνευτή για διαχωρισμό 3σ



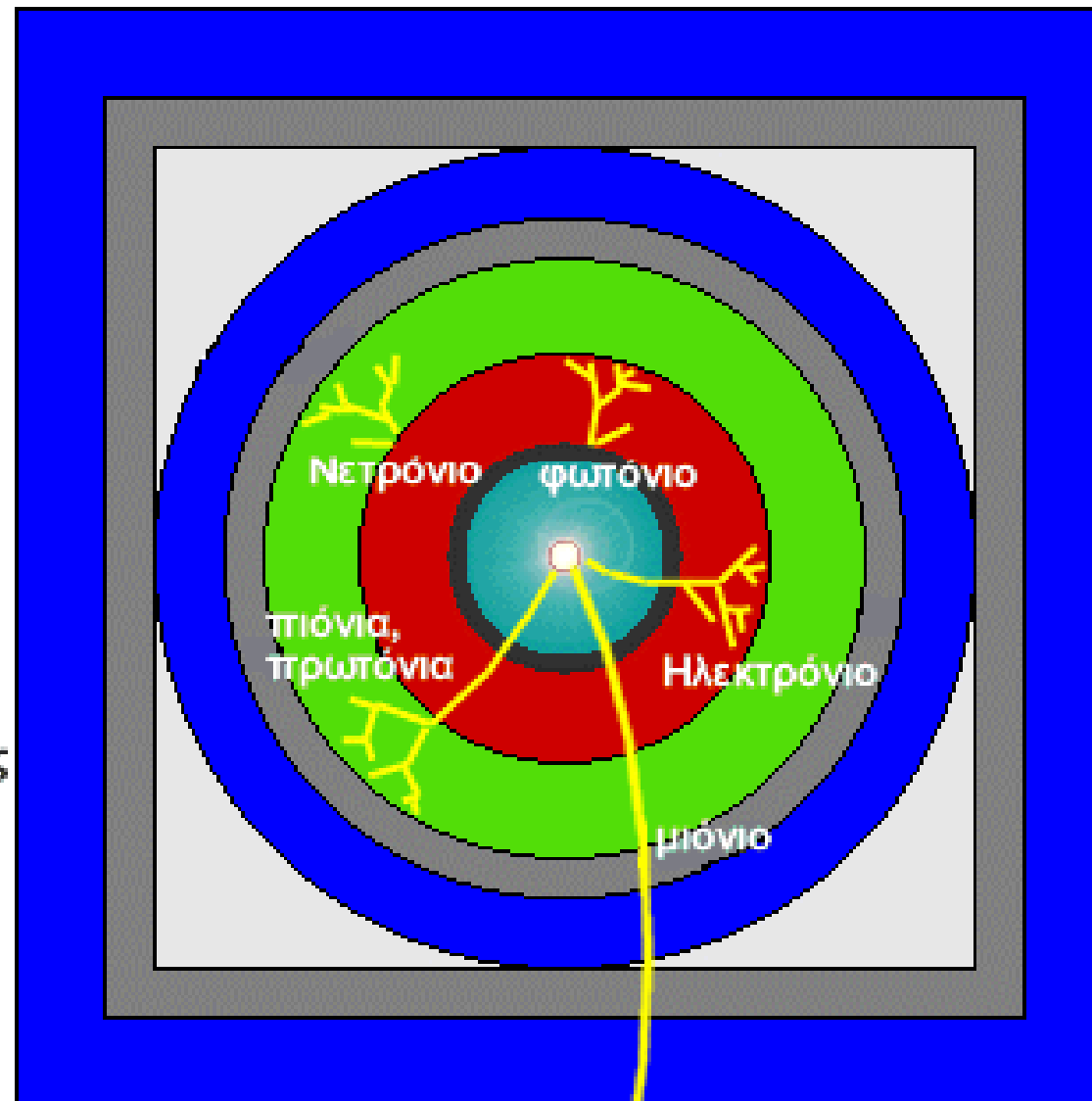
Γ. Τσιτς ...

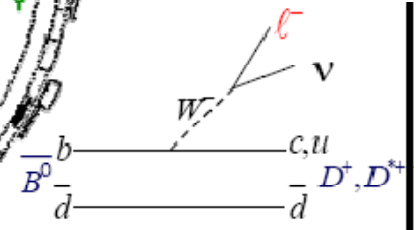
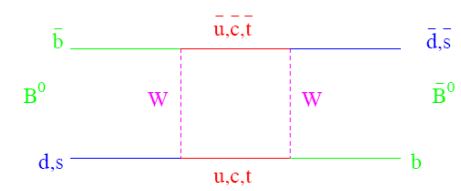
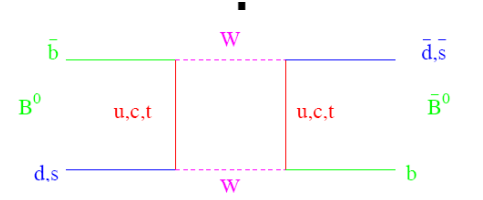
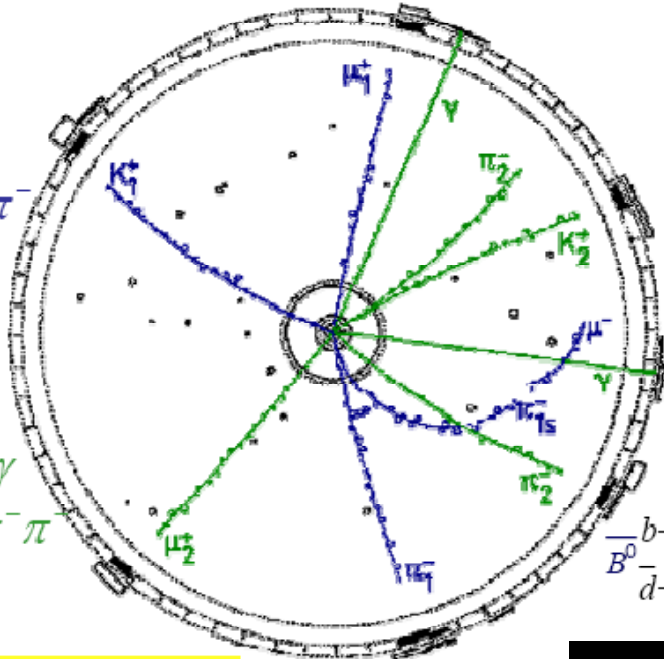
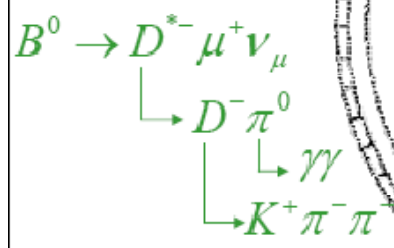
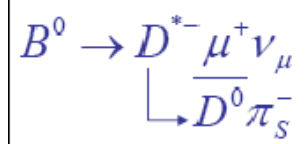
Dolgoshein, NIM A 433 (1999)

© WILEY-VCH 2005

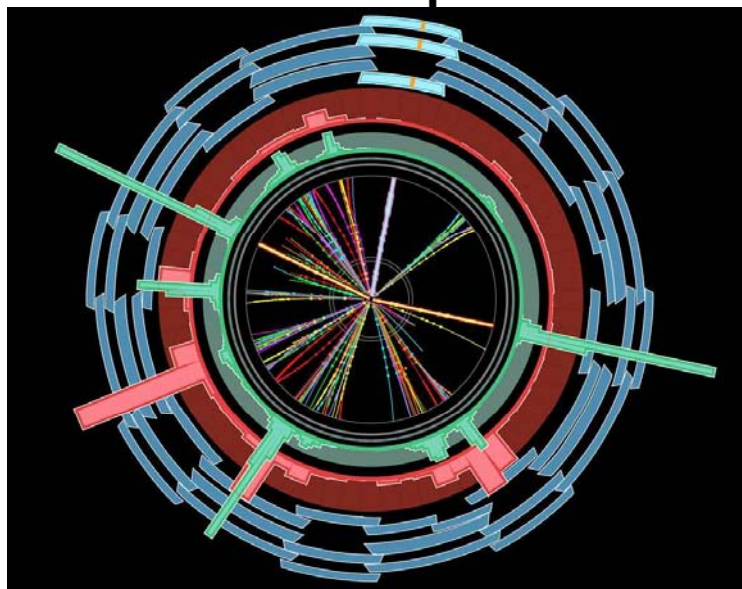
Η τομή ενός ανιχνευτή, με τις τροχιές σωματιδίων

-  θάλαμος της δέσμης (κέντρο)
-  θάλαμος μέτρησης τροχιών
-  μαγνήτης
-  Η-Μ θερμιδόμετρο
-  Αδρονικό θερμιδόμετρο
-  Μαγνητισμένος σίδηρος
-  θάλαμος μέτρησης μιονίων

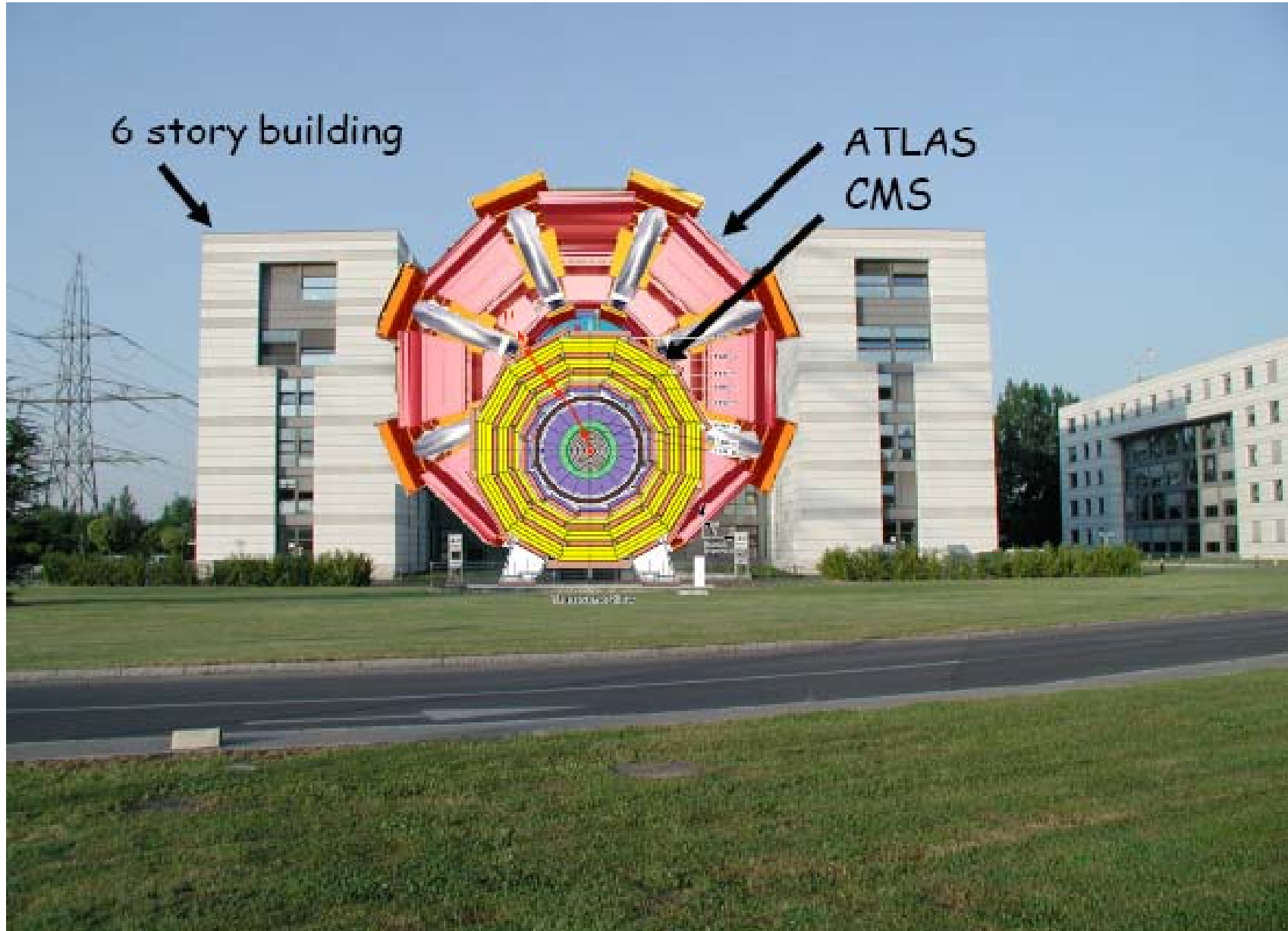




Discovery: ARGUS 1987



Γ. Τσμπολίτης



Πείραμα ATLAS - LHC

Monitored Drift Tubes

