

ANIXNEYTES

Λίγα λόγια για τους ανιχνευτές

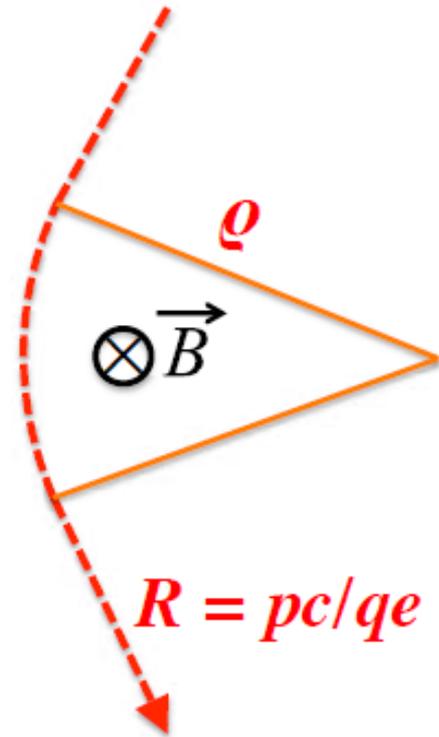
Κάμψη τροχιάς φορτισμένου σωματιδίου σε μαγνητικό πεδίο.

- $\rho = qe\rho B$ [eV/c]
- $R = c\rho B$ ($R = \rho c/qe$ [V])
- $R/\text{GV} \approx 0.3 (\rho/\text{m}) \cdot (B/\text{Tesla})$

$$q < 0 \rightarrow R < 0$$

$$\rho = 1 \text{ GeV}/c, q = 1 (R = 1 \text{ GV}), "$$

$$B = 1 \text{ Tesla} \rightarrow \rho \approx 3.3 \text{ m}$$



Μαγνητικό φασματομέτρο

- Ακτίνα καμπυλότητας r_L
- p είναι η ορμή του σωματιδίου
- Z ο ατομικός αριθμός
- e το φορτίο του ηλεκτρονίου
- Το R ονομάζεται ακαμψία του σωματιδίου.
- Αν η ενέργεια μετριέται σε eV , η ακαμψία μετριέται σε V .

$$r_L = \frac{R}{B} \quad \text{όπου } R = \frac{pc}{Ze}$$

$$\delta p \approx ZeB \delta t = ZeBL / c$$

$$\frac{\delta p}{p} \approx \frac{\delta x}{L} \approx \frac{ZeBL}{pc}$$

$$\delta x = \frac{ZeBL^2}{pc}$$

Αν το φασματομέτρο έχει μαγνητικό πεδίο B και μήκος L , η μεταβολή της ορμής δp , κάθετα προς την ταχύτητα του σωματιδίου:

Η μέγιστη ακαμψία που μπορεί να ανιχνεύσει:

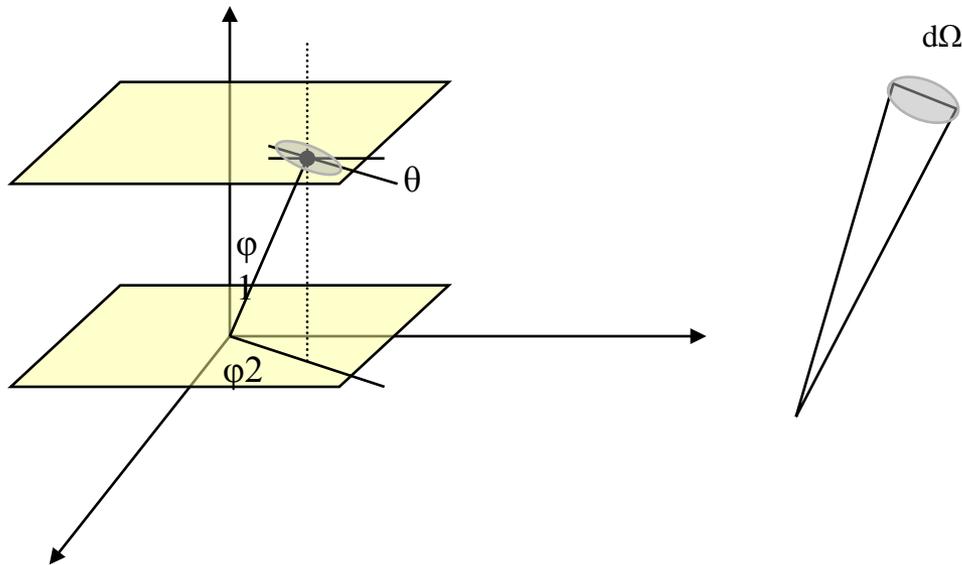
$$R_{\max} = \frac{p_{\max} c}{Ze} = \frac{BL^2}{\delta x_{\min}}$$

Παράδειγμα: Για $B=1$ T και $L=1$ m, $R_{\max} = 300$ GV.

Γεωμετρική αποδοχή ανιχνευτή.

- Έστω δύο επίπεδες πλάκες εμβαδού A_1 και A_2 . Υπολογίζω την γεωμετρική αποδοχή, για τυχαίες τροχιές.

$$A \Delta\Omega = \int_0^{2\pi} d\varphi_1 \int_0^{r_{\max}} r dr \int_0^{2\pi} d\varphi_2 \int_0^1 \cos\theta d(\cos\theta)$$



TOF

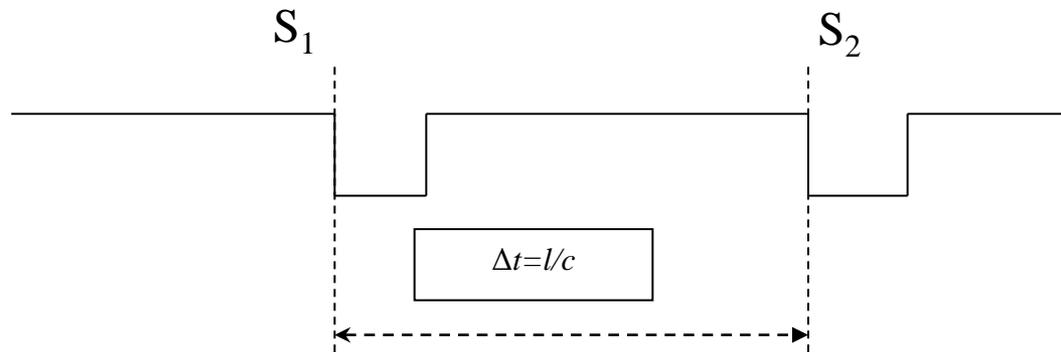
Σπινθηριστής

PMT

S_1

l

S_2



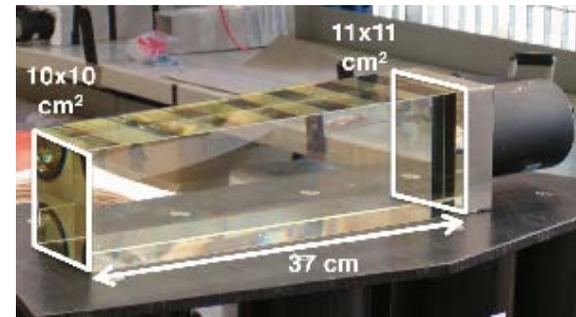
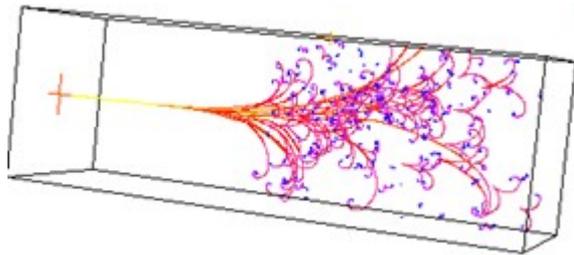
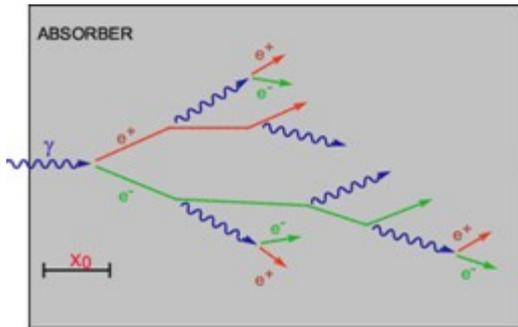
Χρονική διαφορά ανάμεσα στους δύο σπινθηριστές.

$$d = 30 \text{ cm} / \text{nm}$$

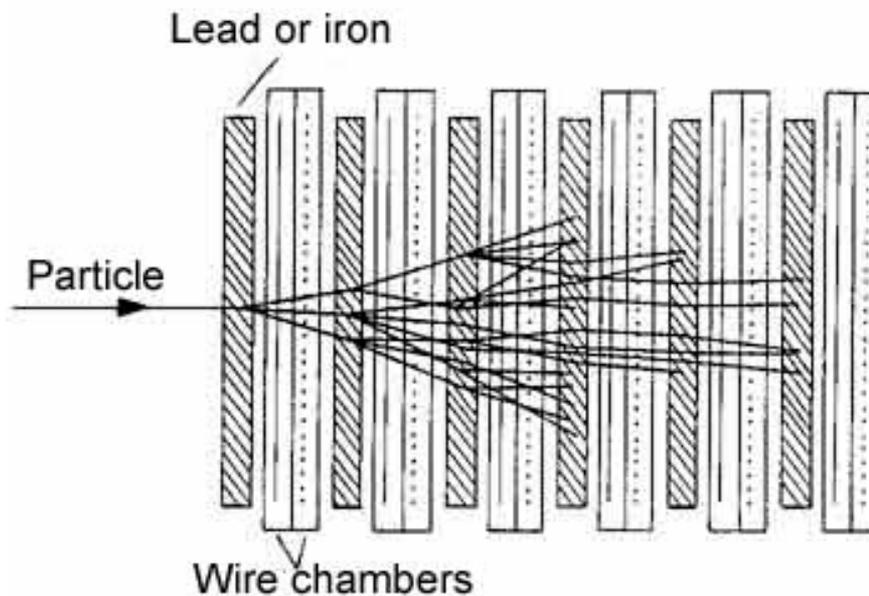
Μετρήσεις με καλορίμετρα

Ηλεκτρομαγνητικό με κρυστάλλους lead glass.

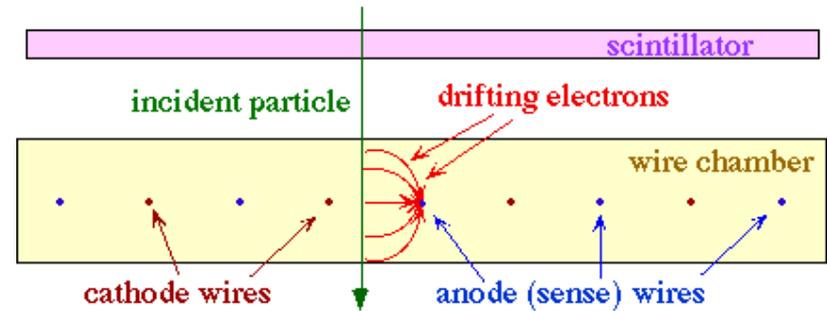
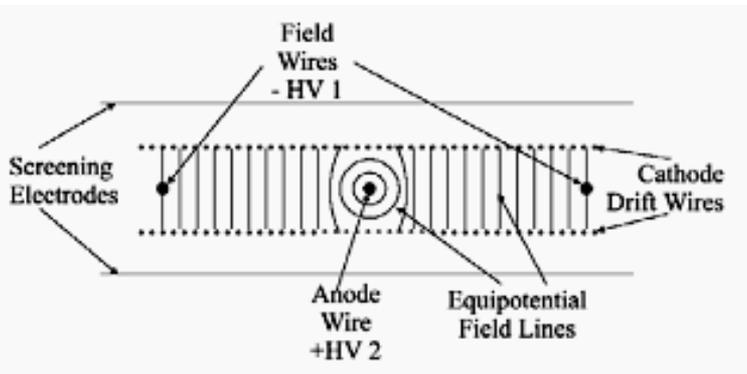
Τα ηλεκτρόνια και γάμα δημιουργούν Η.Μ. καταιονισμούς, ανιχνεύουμε το φως από την ακτινοβολία Cerenkov.



Καλορίμετρα με φέτες υλικού.



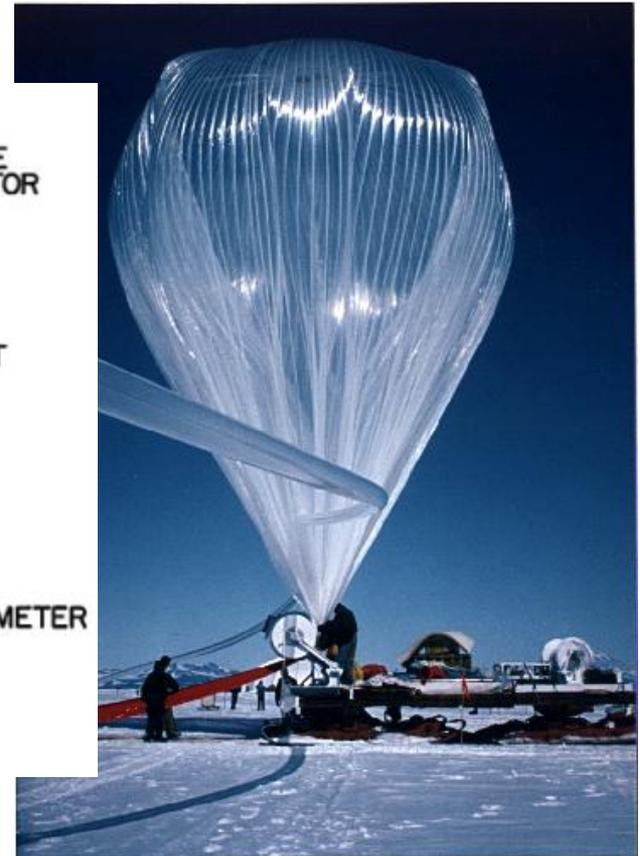
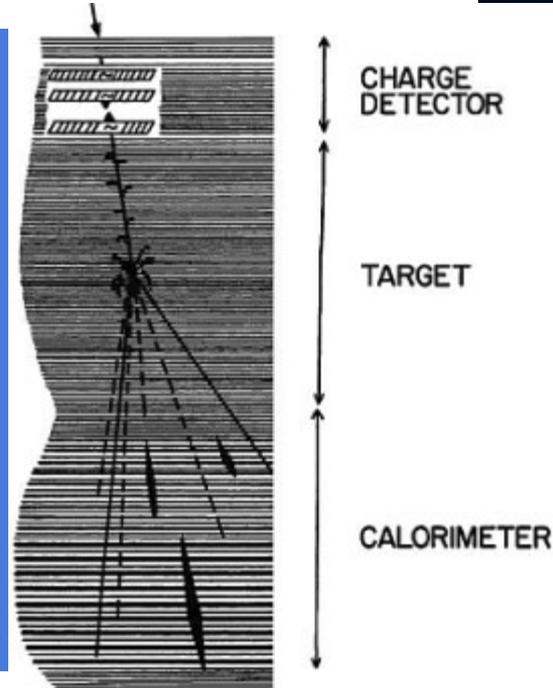
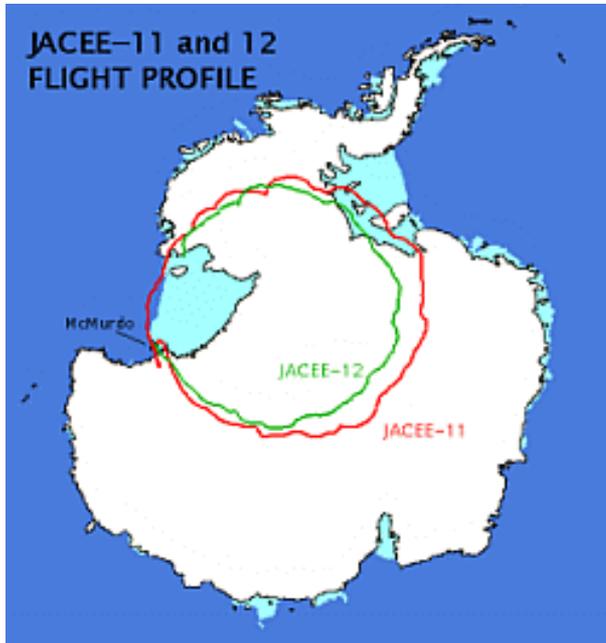
Θάλαμος ολίσθησης.



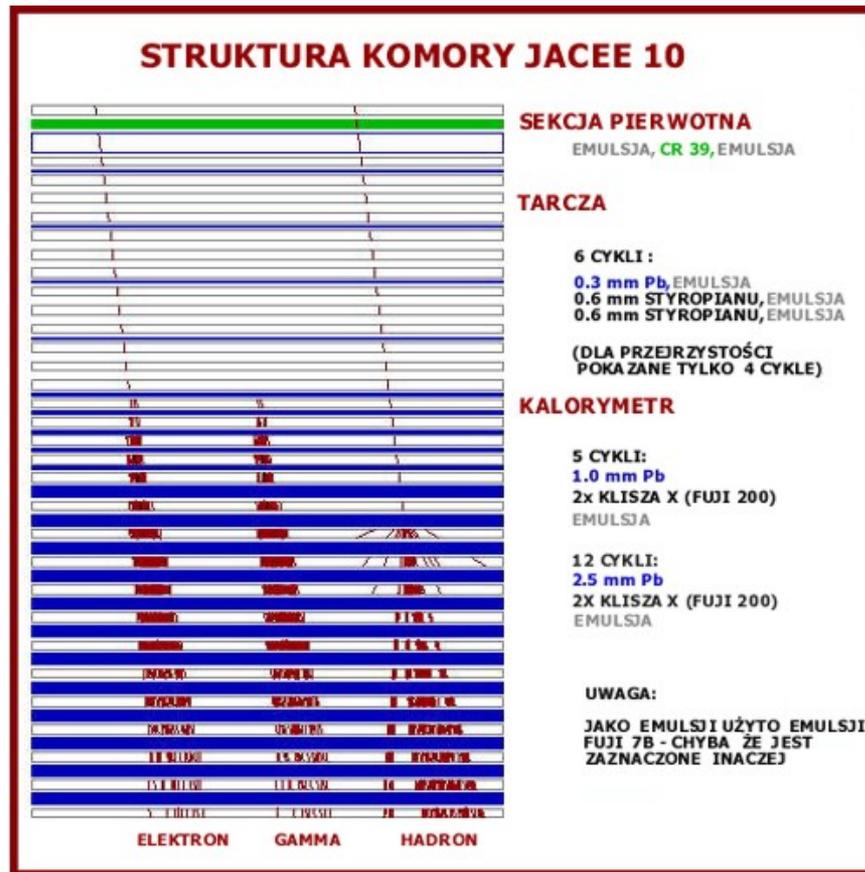
- Αέριο, συνήθως CH_4 , C_2H_6 , τα παραγόμενα ηλεκτρόνια κινούνται με ταχύτητα ολίσθησης προς την άνοδο.
- Στην άνοδο δημιουργείται χιονοστιβάδα.
- Καταγράφουμε τον χρόνο ολίσθησης, που είναι ανάλογος με την απόσταση από το σύρμα της ανόδου.
- Η θέση της τροχιάς είναι το άθροισμα της θέσης του σύρματος συν την απόσταση $d = v_d t_d$.

- Πολύ καλή ακρίβεια 100 μ – 200 μ
- Καλύπτουν μεγάλες επιφάνειες
- Ευαίσθητη κατασκευή
- Αέρια
- Υψηλή τάση

Πείραμα JACEE



Jacee



Ανιχνευτής
τροχιάς.

Καλορίμετρο.

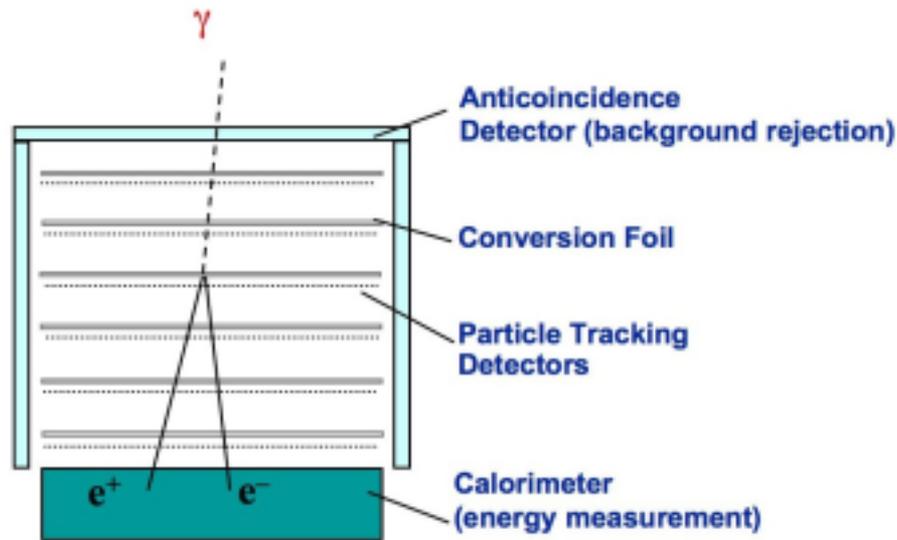
Ένα είδος καλορίμετρου, που ανάμεσα στις πλάκες μολύβδου τοποθετείται φιλμ ακτίνων X. Από τον ιονισμό στο φιλμ προσδιορίζουν το είδος του πυρήνα. Από το προφίλ του καταιονισμών που δημιουργούνται, υπολογίζουν την ενέργεια του σωματιδίου. Έχει μετρήσει ενέργεια πύρήνων μέχρι 100 TeV.

Δορυφορικά Πειράματα

Φασματογράφοι με μαγνήτη ή χωρίς μαγνήτη, μικρογραφίες των πειραμάτων που γίνονται σε επιταχυντές.

Κινούνται σε τροχιά γύρω από τη γη. Ο χρόνος παραμονής από λίγα ως πολλά χρόνια, δίνει τη δυνατότητα για μετρήσεις με υψηλή στατιστική.

Ανιχνευτής ακτίνων γάμα GLAST Fermi Gamma-ray Space Telescope



Λεπτά φύλλα μολύβδου χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή των ακτίνων γ σε ζεύγη. Ακολουθούνται από επίπεδα silicon strip, τα οποία μετρούν την τροχιά των φορτισμένων σωματιδίων. Ο ανιχνευτής με μπλόκ CsI, μετρά την ολική ενέργεια του φωτονίου.



Φωτόνια (20 MeV) μέχρι (300 GeV)

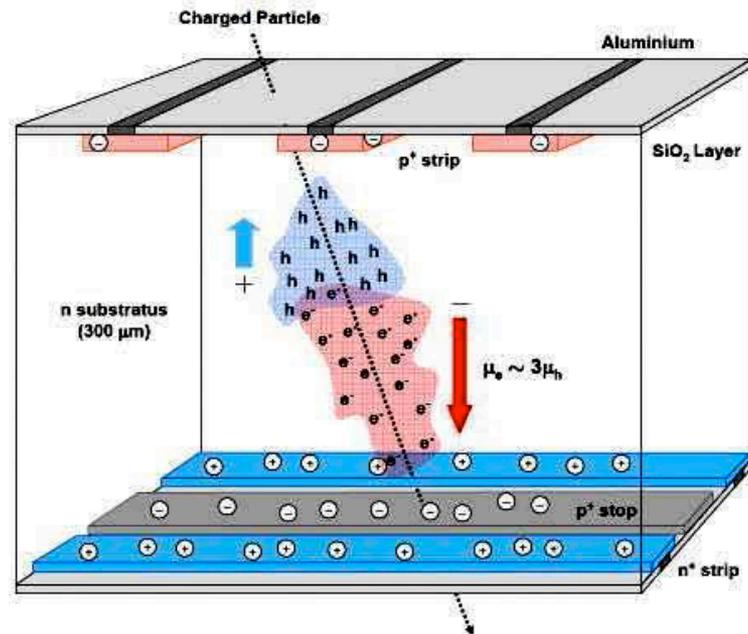
Resolution – Silicon Tracker

- Important factors
 - Strip readout pitch**
 - Signal/Noise ratio**
 - Alignment**

Το φορτισμένο σωματίδιο ιονίζει και δημιουργεί ζεύγη ηλεκτρονίων και οπών.

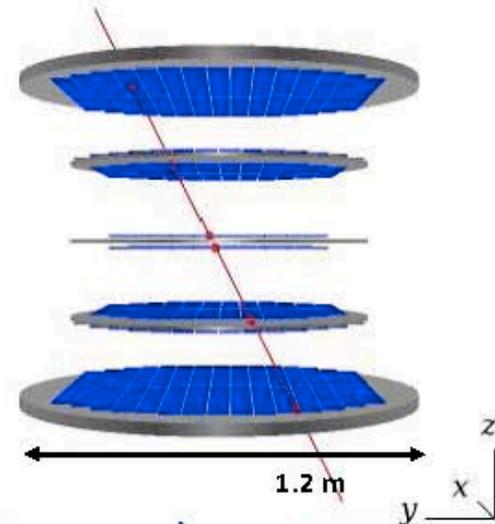
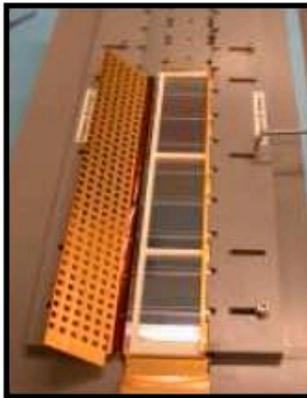
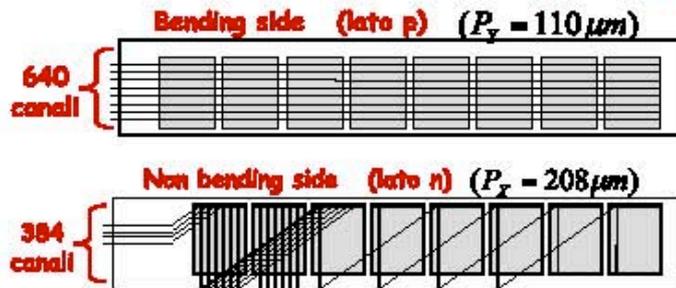
Οι φορείς κινούνται προς τα ηλεκτρόδια, όπου εμφανίζεται ηλεκτρικός παλμός.

Στις δύο όψεις της πλάκας εφαρμόζεται μικρή τάση 50-100 V. Λόγω του μικρού πάχους του υποστρώματος η ένταση του πεδίου είναι μεγάλη.

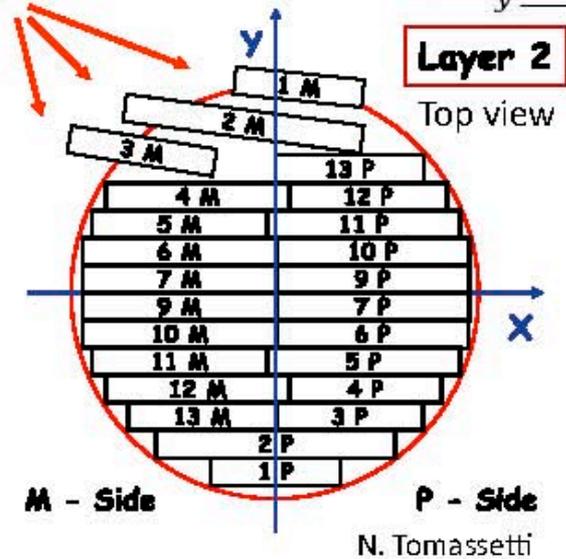


AMS-02 Silicon Tracker

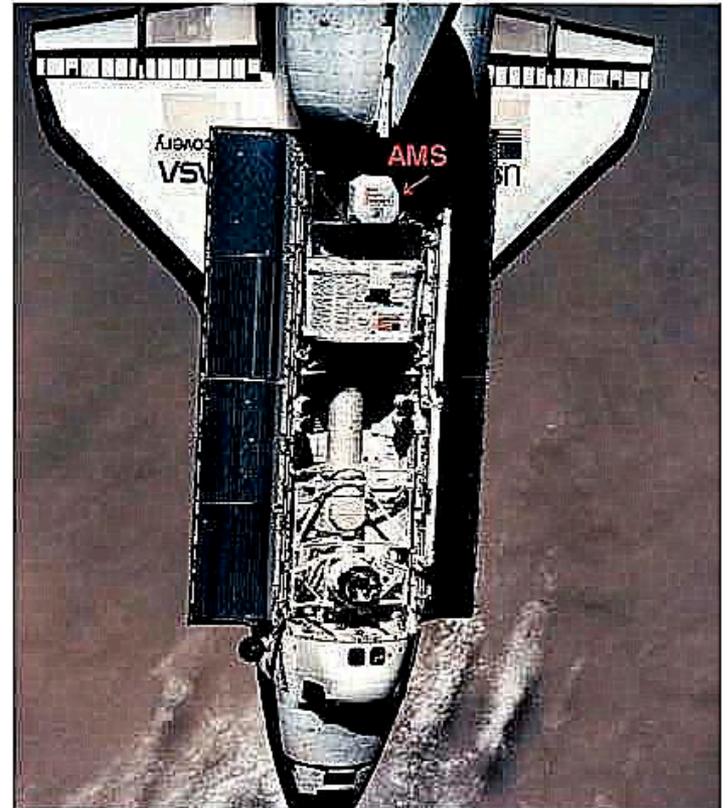
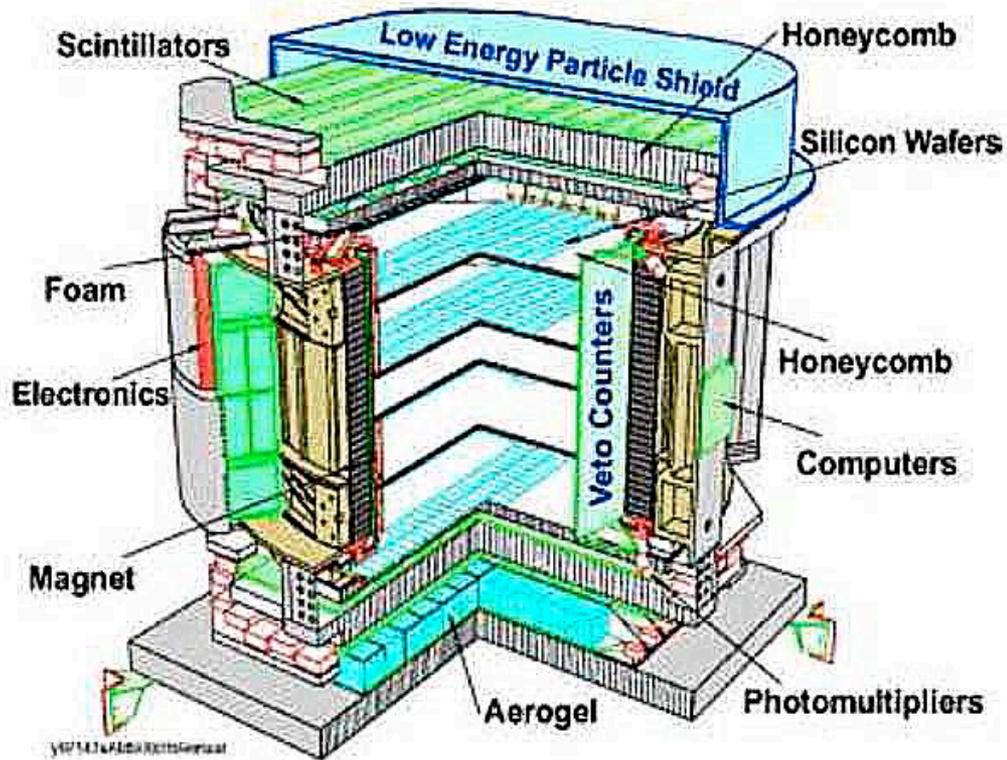
- Tracker : 192 ladders in 8 layers
- Ladder : 7~5 silicon sensors
- Sensor : Double-sided, 640(p)+384(n) ch



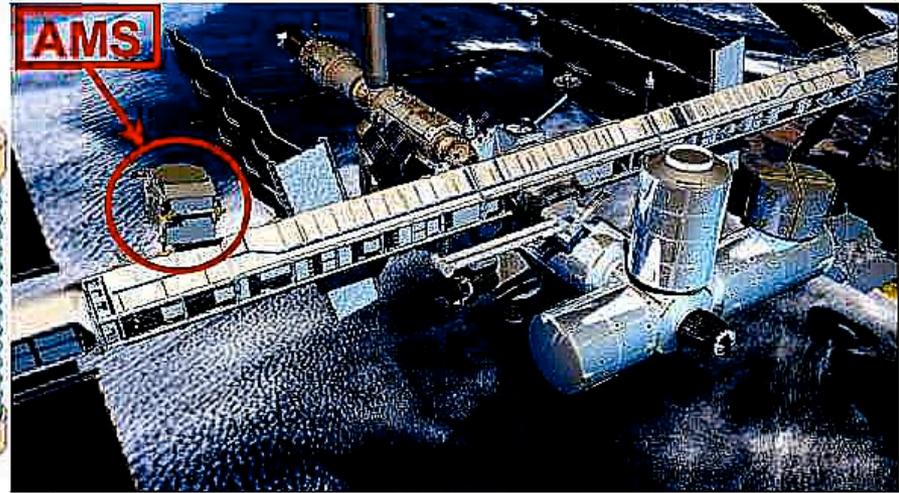
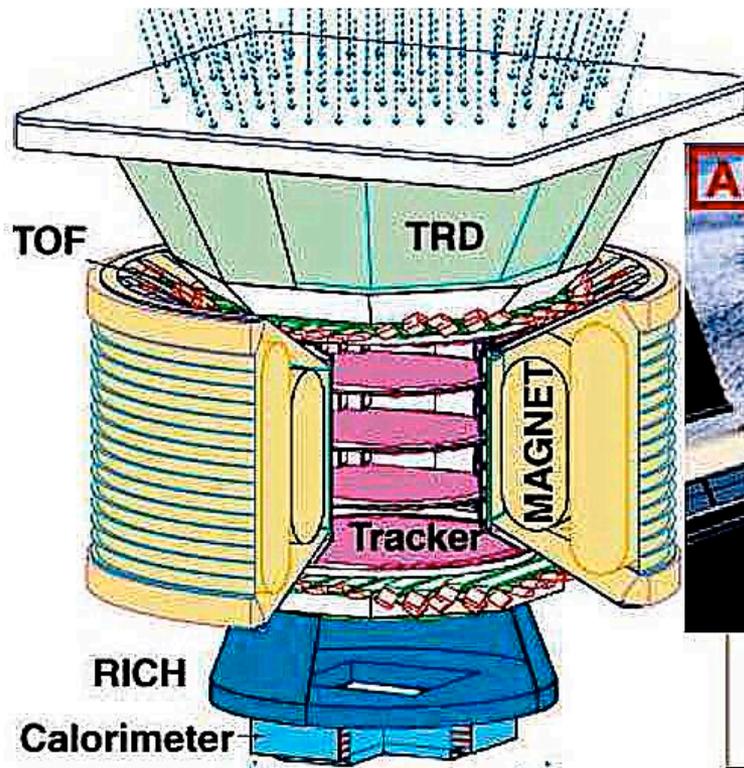
Ladder



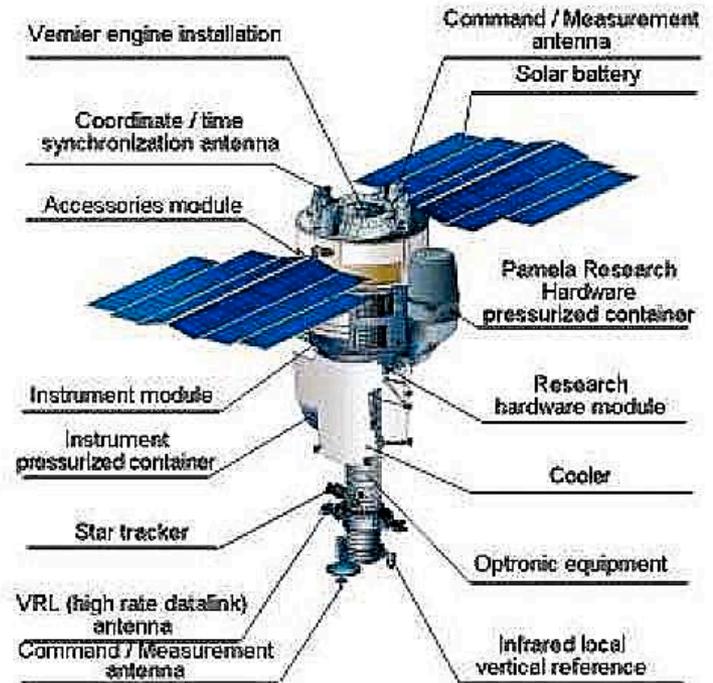
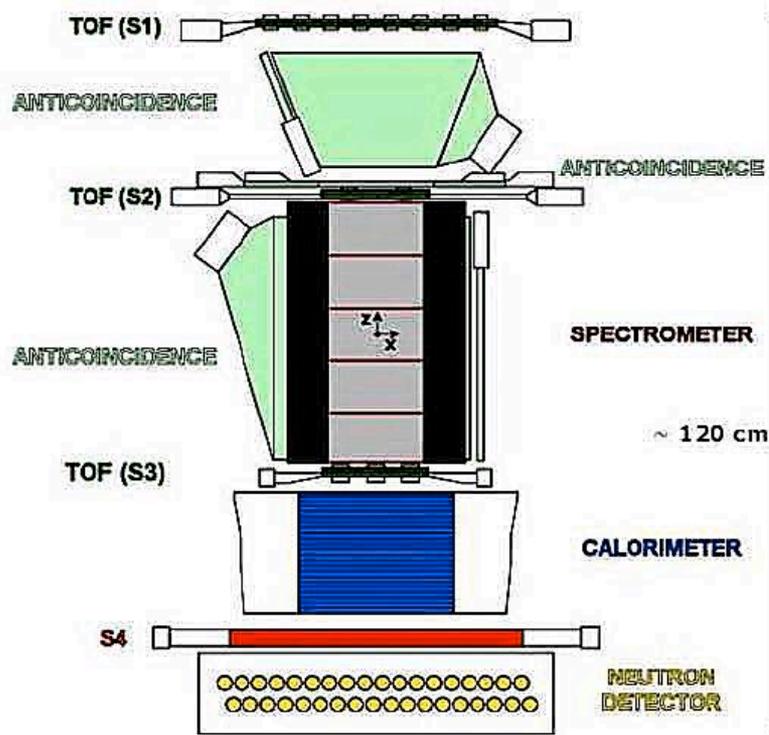
AMS-01 – 1998



AMS-02 - 2010 ~



PAMELA PAMELA - 2006 ~



PAMELA σχεδιάγραμμα

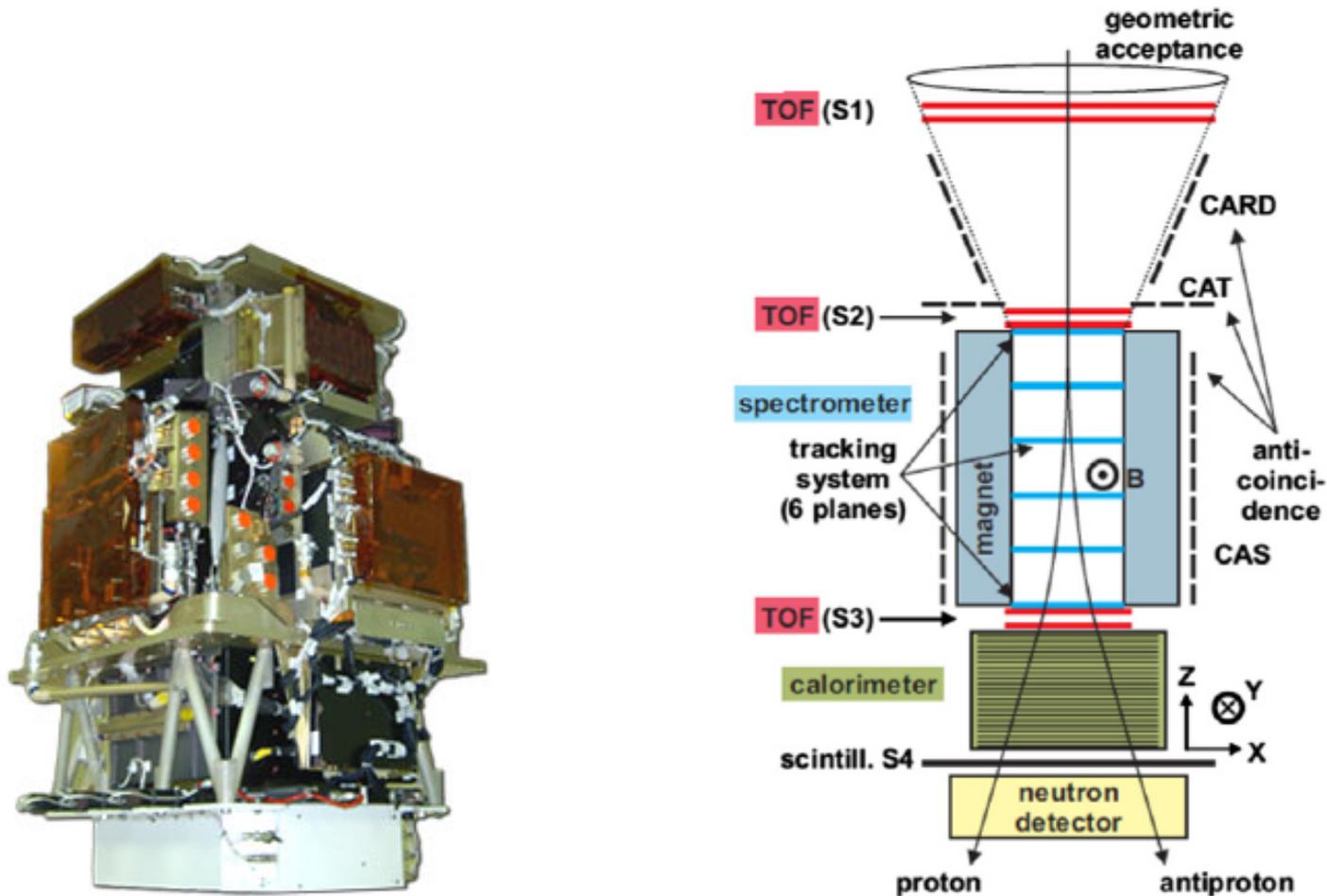


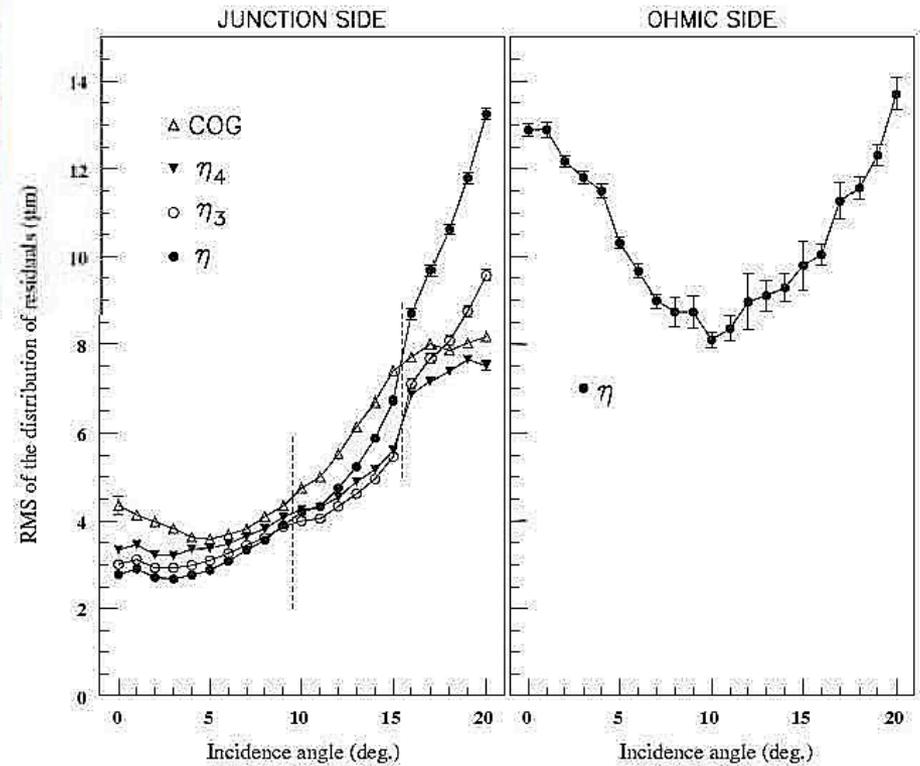
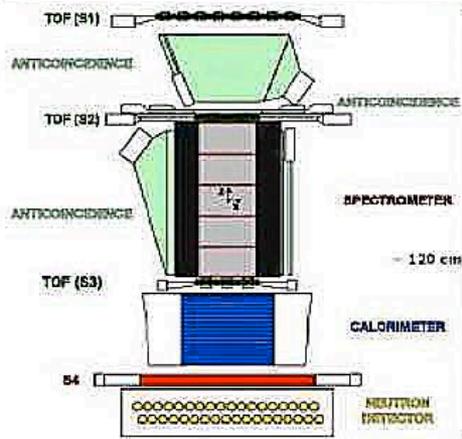
Fig. 1. A sketch of the PAMELA telescope. The method of discrimination between particle and antiparticle with the magnetic spectrometer is illustrated. The main direction of the magnetic field B inside the spectrometer is also shown.

σημείωση

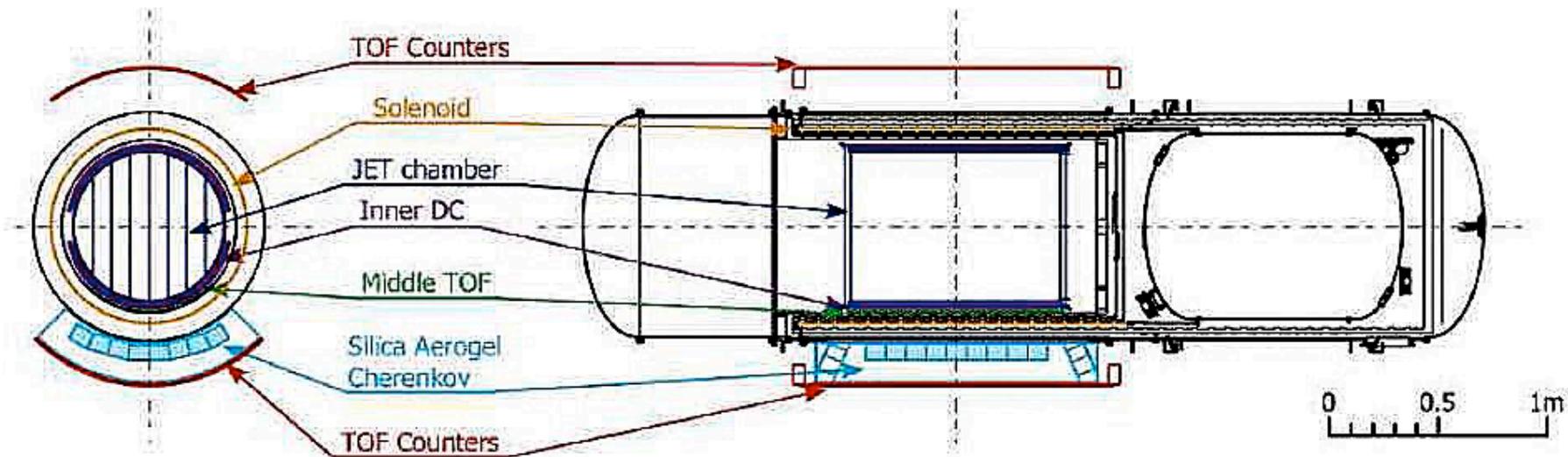
Particle	Energy Range
Antiproton flux	80 MeV – 190 GeV
Positron flux	50 MeV – 270 GeV
Electron flux	up to 400 GeV
Proton flux	up to 700 GeV
Electron/positron flux	up to 2 TeV
Light nuclei (up to Z=6	up to 200 GeV/n
Light isotopes (D, ³ He)	up to 1 GeV/n
Antinuclei search	sensitivity better than 10^{-7} antiHe/H

The PAMELA apparatus, shown in Fig. 1, is composed of several sub-detectors: TOF system, anticoincidence system (CARD, CAS, CAT), magnetic spectrometer with microstrip silicon tracking system, W/Si electromagnetic imaging calorimeter, shower-tail-catcher scintillator (S4) and neutron detector.

PAMELA silicon tracker



BESS-Polar – 2004, 2007



Πειράματα με αερόστατα. BESS

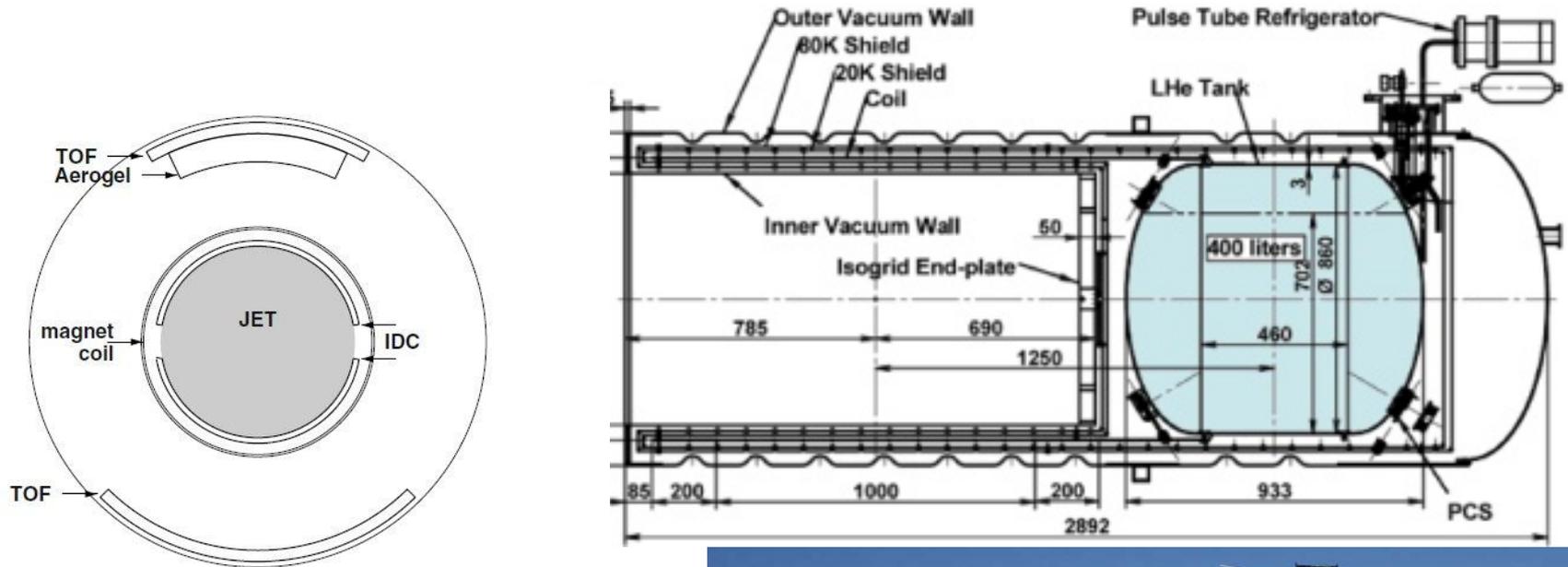


Fig. 5.3. The BESS detector (not to scale).
Εξωτερικοί σπινθηριστές μετρούν χρόνο πτήσης, θάλαμοι ολίσθησης μετρούν την τροχιά, ελαφρύ υπεραγωγίμο πηνίο δημιουργεί μαγνητικό πεδίο, εσωτερικοί θάλαμοι ολίσθησης για τον υπολογισμό της ορμής.



Διατομή ανιχνευτή BESS

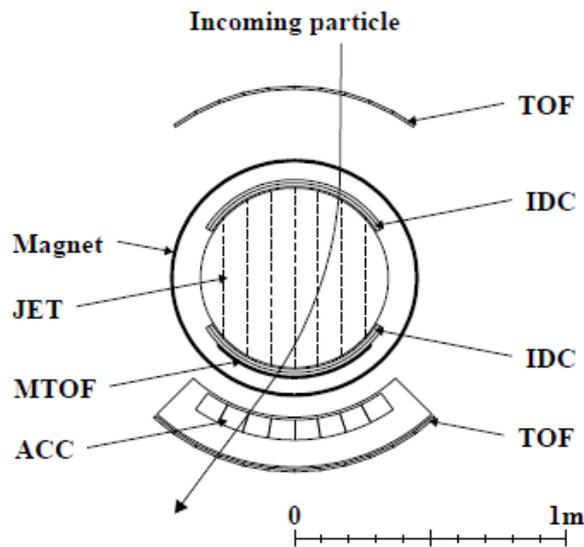


Fig. 1. Cross-sectional view of the BESS-Polar spectrometer.

TOF scintillator hodoscope

Supeconductive coil

IDC inner drift chamber

MTOF middle time of flight
(hodoscope)

ACC aerogel cerencov counter

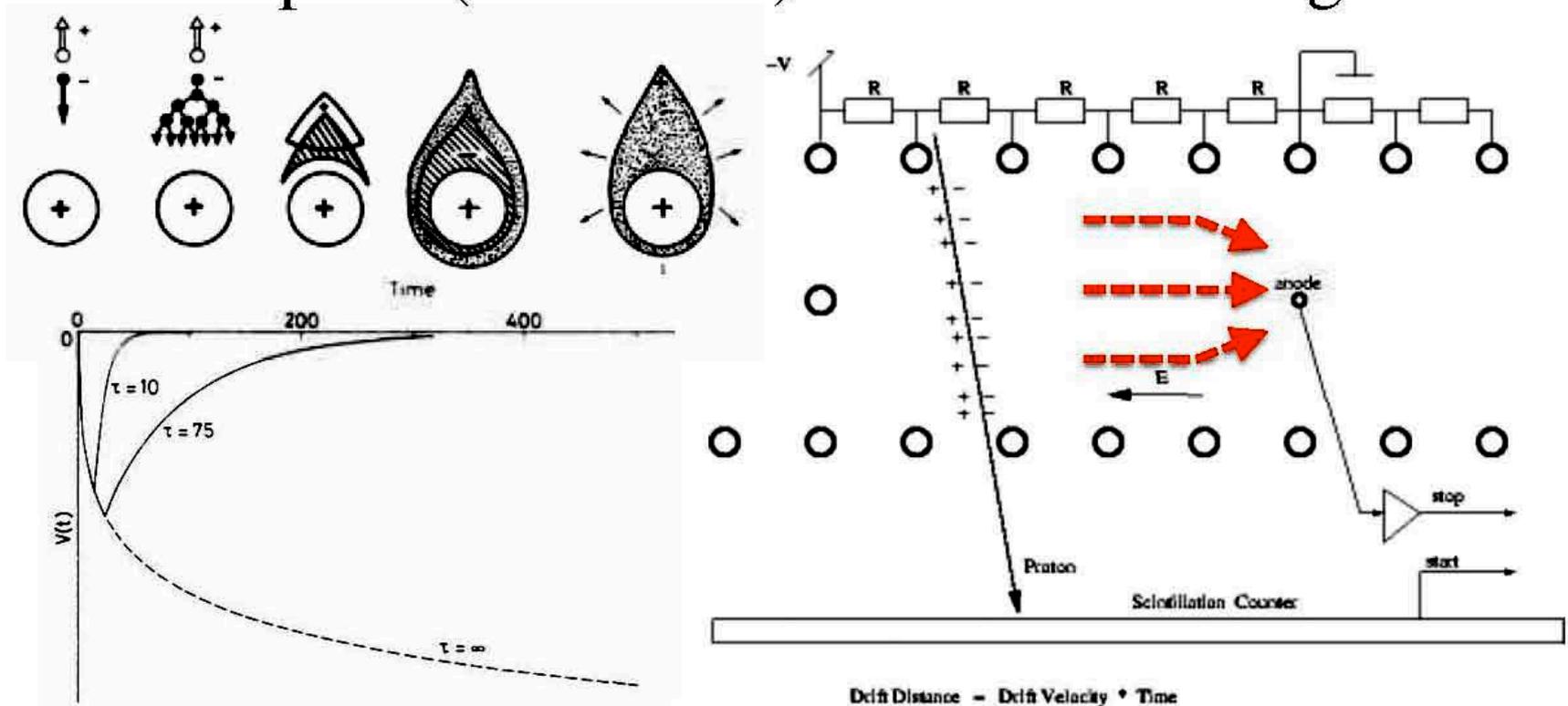
Σχεδιασμένος να μετρά p και πυρήνες He, καθώς και αντιπρωτόνια.

Drift Chamber

Λειτουργία θαλάμου ολίσθησης

- Basic principle

When arrived at anode(sense) wire pairs are multiplied (avalanche) -> detected as signal



BESS Drift chamber (JET type)

