

Εισαγωγή στους ανιχνευτές στοιχειωδών σωματιδίων

Χρυσόστομος Βαλδεράνης
Ludwig-Maximilians-Universität München
chrysostomos.valderanis@cern.ch

Εναλλακτικός τίτλος

Εισαγωγή στην φιλοσοφία
των ανιχνευτών, στις
εφαρμογές των υποατομικών
σωματιδίων και στις
ανιχνευτικές διατάξεις

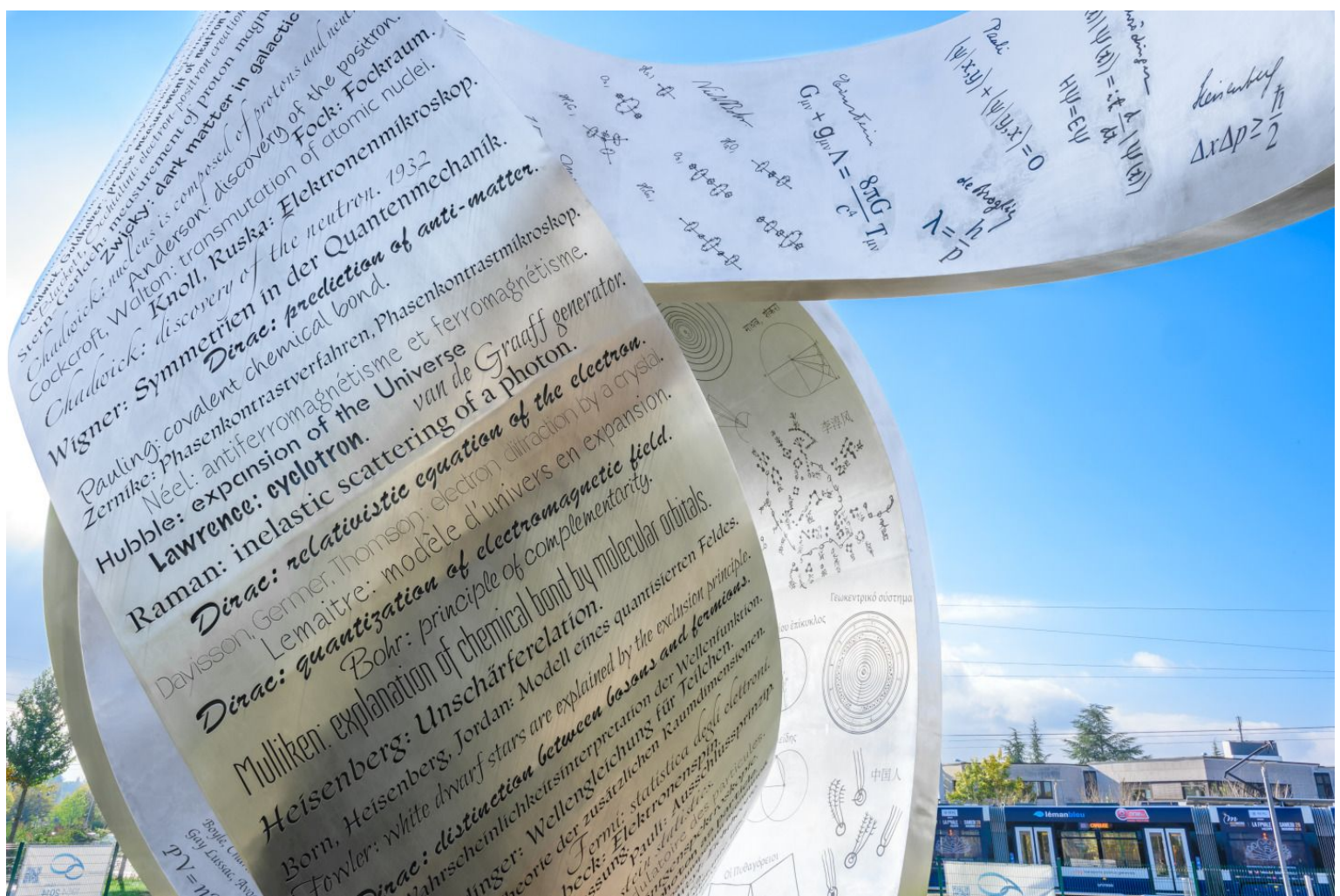
Περιεχόμενα

1. Ψάχνοντας για εφαρμογές των ανιχνευτών στην καθημερινότητα
2. Μια εισαγωγή στην φιλοσοφία των ανιχνευτών και των μετρήσεων
3. Ένα παράδειγμα εξέλιξης ανιχνευτή με την τεχνολογία
4. Μετρήσεις με νετρίνα (κατά παραγγελία)

Τί θα αφήσουμε απ' έξω

- Πρακτικά όλες τις σύγχρονες τεχνολογίες ανιχνευτών
- Τα ηλεκτρονικά των ανιχνευτών
- Τα συστήματα σκανδαλισμού
- Την προσομοίωση των ανιχνευτών και την ανακατασκευή των γεγονότων

Wandering the
immeasurable



Chadwick: discovery of neutron
 Cockcroft, Walton: transmutation of atomic nuclei
 Chadwick: nucleus is composed of protons and neutrons
 Zwicky: measurement of proton magnitudes
 Anderson: discovery of the positron
 Fock: Fockraum

Wigner: Symmetrien of anti-matter
 Pauling: covalent chemical bond
 Zernike: Phasenkontrastverfahren, Phasenkontrastmikroskop
 Néel: antiferromagnétisme et ferromagnétisme
 Hubble: expansion of the Universe
 Lawrence: cyclotron

Dirac: relativistic equation of the electron
 Davisson, Germer, Thomson: electron diffraction by a crystal
 Lemaitre: modèle d'univers en expansion
 Dirac: quantization of electromagnetic field

Knoll, Ruska: Elektronenmikroskop
 Dirac: prediction of anti-matter
 Bohr: principle of complementarity
 Heisenberg: explanation of chemical bond by molecular orbitals
 Heisenberg, Jordan: Modell eines quantisierten Feldes
 Born, Heisenberg, Jordan: White dwarf stars are explained by the exclusion principle
 Fowler: White dwarf stars are explained by the exclusion principle
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni

Heisenberg: Unscharferelation
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni

Heisenberg: Unscharferelation
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni

Pauli: discovery of the positron
 Einstein: discovery of the photon
 Dirac: prediction of anti-matter

Heisenberg: Unscharferelation
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni

Heisenberg: Unscharferelation
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni

Pauli: $(\psi(x,y) + \psi(y,x)) = 0$
 Einstein: $G_{\mu\nu} + g_{\mu\nu} \Lambda = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$
 Dirac: $\lambda = \frac{h}{p}$
 Heisenberg: $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$



Pauli: $(\psi(x,y) + \psi(y,x)) = 0$
 Einstein: $G_{\mu\nu} + g_{\mu\nu} \Lambda = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$
 Dirac: $\lambda = \frac{h}{p}$
 Heisenberg: $\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$

Heisenberg: Unscharferelation
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni

Heisenberg: Unscharferelation
 Dirac: distinction between bosons and fermions
 Heisenberg: Wellengleichung für Teilchen
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni
 Dirac: Fermi-Statistica degli elettroni



Ακτίνες Χ ρίχνουν «φως» σε άγνωστα προσχέδια της «Παρθένου των Βράχων» Ντα Βίντσι

Στην πρώτη σύνθεση, ο άγγελος κρατά τον Ιησού βρέφος πολύ πιο κοντά. Οι δύο φιγούρες έχουν σκιτισσαριστεί πιο ψηλά στην επιφάνεια του πίνακα.



ενόπισαν επίσης αποτυπώματα από χέρια στην επιφάνειά της από το σβήσιμο των γραμμών πάνω στην επιφάνεια του πίνακα, τα οποία ισχυρίζονται ότι ανήκουν σε κάποιον από τους βοηθούς του καλλιτέχνη, ή ακόμη και στον ίδιο τον ντα Βίντσι.

Οι νέες αποκαλύψεις πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση υλικών τα οποία περιείχαν ψευδάργυρο, που επιτρέπει στα επικαλυμμένα σχέδια να γίνονται ορατά στις φωσφορίζουσες αποτυπώσεις των ακτίνων Χ. Η επιστημονική ανάλυση του πίνακα χρησιμοποίησε επίσης νέες ειδικές αποτυπώσεις υπέρυθρων και υπερφασματικών ακτίνων. Η έρευνα, που ξεκίνησε το 2004 είχε δείξει αρχικά πως η στάση της Παρθένου είχε αλλάξει, αλλά τότε λίγα είχαν αποκαλυφθεί για τις άλλες αλλαγές στις θέσεις των άλλων προσώπων του πίνακα. Το 2008 είχε πραγματοποιηθεί μία 18μηνη συντήρηση κι αποκατάσταση του πίνακα, ο οποίος ξαναεκτέθηκε προς τέρψιν του κοινού το 2010.

Ο πίνακας «Η Παρθένος των Βράχων» αποτελεί τη δεύτερη εκδοχή του Λεονάρντο για το ίδιο θέμα (μολονότι πολλοί μελετητές αμφισβητούν την πατρότητα του μεγίστου των καλλιτεχνών της Αναγέννησης). Πολλοί ειδικοί θεωρούν πως οι πελάτες του Λεονάρντο δεν έμειναν ικανοποιημένοι από τον αρχικό πίνακα και τον ανάγκασαν να τον ξαναφιλοτεχνήσει. Η πρώτη εκδοχή του 1480 ανήκει στο Μουσείο του Λονδίνου.

ΕΠΙΣΤΗΜΗ 12.08.2019

Στην καρδιά του Καρκίνου

ΔΙΟΝΥΣΗΣ Π. ΣΙΜΟΠΟΥΛΟΣ*



Από τη μια άκρη στην άλλη το Νεφέλωμα Καρκίνος έχει διάμετρο 11 ετών φωτός ή 105 τρισεκατομμυρίων χιλιομέτρων, που σημαίνει ότι το μέγεθός του είναι 273 εκατομμύρια φορές μεγαλύτερο από την απόσταση Γης - Σελήνης.

Διάστημα

Στο νεφέλωμα αυτό Κινέζοι και Ιάπωνες αστροφυσικοί ανακοίνωσαν τον περασμένο μήνα ότι εντόπισαν πάνω από το Θιβέτ την υψηλότερης ενέργειας ακτινοβολία Γ που έχει παρατηρηθεί μέχρι τώρα. Ενέργειες δηλαδή που φτάνουν να είναι 450 τρισεκατομμύρια φορές μεγαλύτερες από το ορατό φως (450 τρισεκατομμύρια ηλεκτρονιοβόλτ, TeV), όταν το προηγούμενο ρεκόρ δεν υπερέβαινε τα 75 TeV, ενώ συγκριτικά η ακτινοβολία που έρχεται από τον Ήλιο έχει ενέργεια μερικών μόνο ηλεκτρονιοβόλτ. Στο ίδιο αυτό νεφέλωμα 51 χρόνια νωρίτερα (τον Οκτώβριο του 1968), Αμερικανοί ραδιοαστρονόμοι ανακάλυψαν έναν από τους πρώτους πάλσαρ (ένα άστρο νετρονίων δηλαδή) που είχε τη μικρότερη μέχρι τότε παλμική περίοδο. Ήταν ένα μικροσκοπικό άστρο 30 χιλιομέτρων στο κέντρο σχεδόν του νεφελώματος με την καταπληκτική ιδιότητα να αναβοσβήνει 30 φορές κάθε δευτερόλεπτο.

Η ύπαρξη των παράξενων αυτών άστρων είχε προβλεφθεί από τη δεκαετία ακόμη του 1930. Σύμφωνα, μάλιστα, με τις τότε εκτιμήσεις η απότομη και υπερβολικά γρήγορη βαρυτική κατάρρευση των υλικίων της καρδιάς ενός νινάντιου άστρου θα είχε ως αποτέλεσμα

Χρήσεις στην ιατρική

- Από την διαγνωστική
 - Από τις ακτίνες Χ
 - Μέχρι όλες τις μοντέρνες απεικονιστικές τεχνικές CT, PET, MRI
-
- Στην θεραπεία
 - Θεραπεία όγκων με δέσμες ιόντων

Από <https://en.wikipedia.org/wiki/X-ray>



Χρήσεις στην βιομηχανία

- Ραδιογραφίες
- Αποστειρώσεις
- Ανιχνευτές καπνού
- Βιομηχανία τροφίμων
- Ραδιοχρονολογήσεις
- Θέματα ασφάλειας

Τί είναι ένας ανιχνευτής

detector

Also found in: [Thesaurus](#), [Medical](#), [Legal](#), [Acronyms](#), [Encyclopedia](#), [Wikipedia](#).

de·tec·tor (dĭ-tĕk'tər)

n.

One that detects, especially a mechanical, electrical, or chemical device that automatically identifies and records or registers a stimulus, such as an environmental change in pressure or temperature, an electric signal, or radiation from a radioactive material.

Τί μετράει ένας ανιχνευτής;

- Ηλεκτρικά φορτία
- Φωτόνια (που θα τα μετατρέψουμε σε φορτία)
- Χρόνο

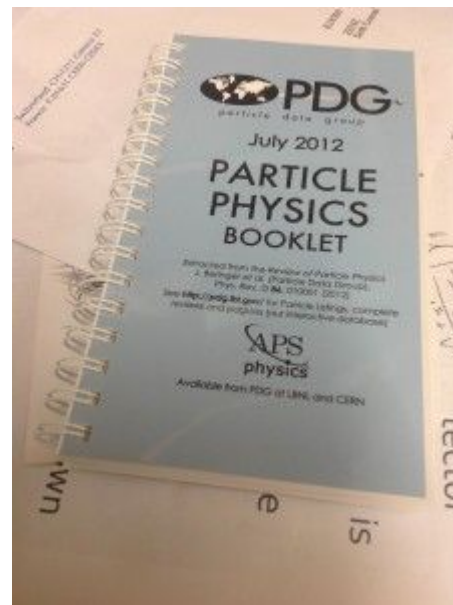
Πώς ξέρουμε ότι ένας ανιχνευτής μετράει σωματίδια;

Απάντηση

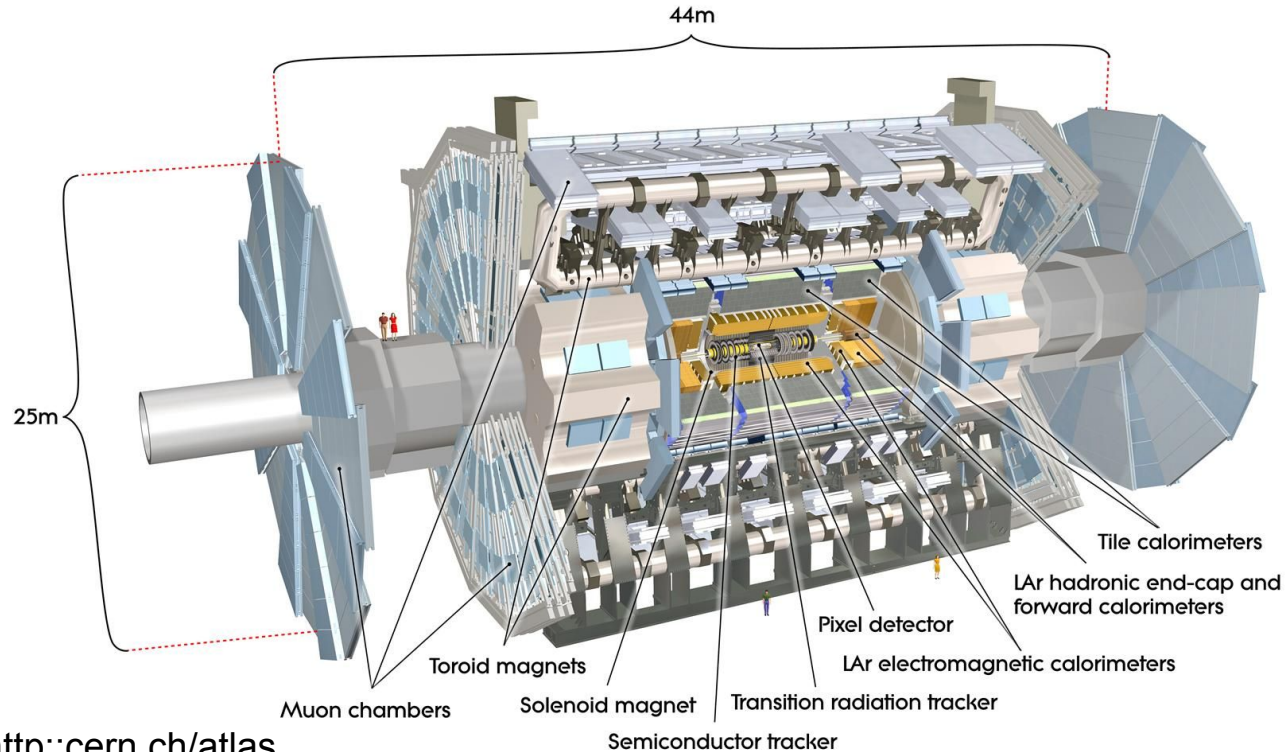
Σωματίδια είναι η ερμηνεία που δίνουμε στα αποτελέσματα των μετρήσεων

Εισαγωγή στα υποατομικά σωματίδια

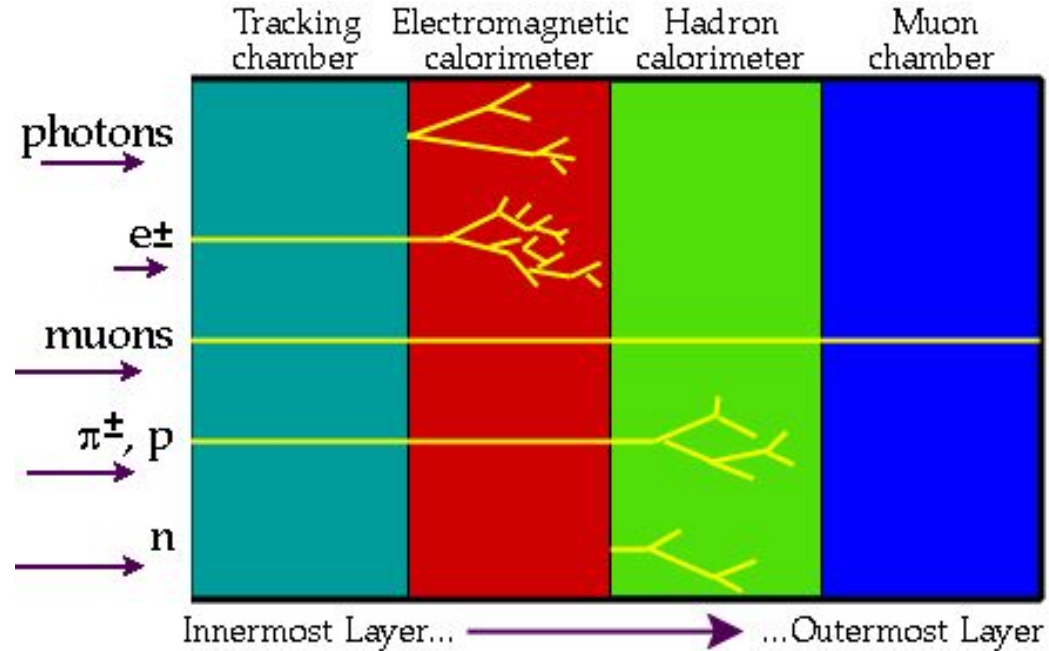
- Πόσα σωματίδια γνωρίζουμε;
 - Περίπου 200
- Πόσα από αυτά έχουν αρκετά μεγάλο χρόνο ημιζωής, ώστε να φτάσουν στον ανιχνευτή μας;
 - Πρωτόνια, νετρόνια, φωτόνια, μίονια, ηλεκτρόνια, τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε στην καθημερινότητα
 - Πιόνια και καόνια, τα οποία παράγονται σχετικά εύκολα στα πειράματα
 - Ορισμένα ακόμη τα οποία αφήνουν ίχνη της τάξης του χιλιοστού
 - Και φυσικά τα νεutrίνο
- Τι γίνεται με τα υπόλοιπα σωματίδια;



Μεγάλοι ανιχνευτές = Ερμητικοί ανιχνευτές



Αλληλεπίδραση σωματιδίων με την ύλη

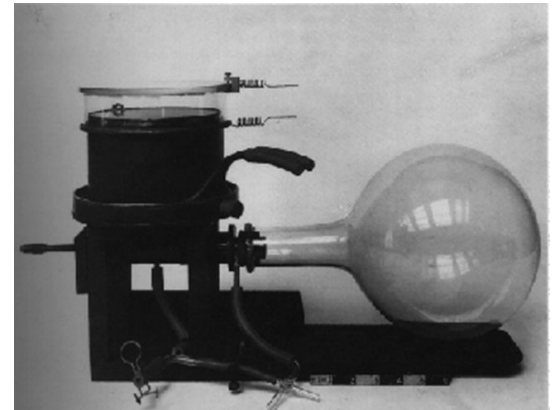
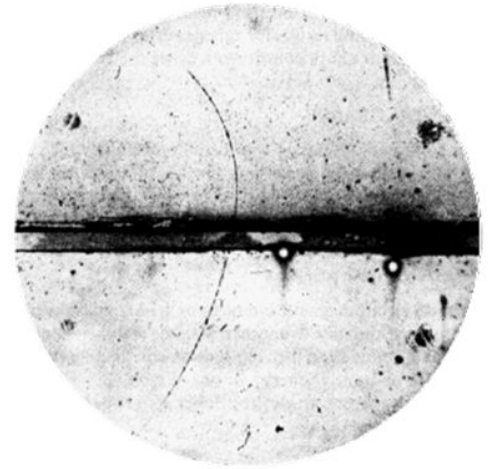


Πώς ξεκίνησαν όλα;

- Χρονολογία: ~1900
- Τοποθεσία: Ευρώπη
- Επιστημονικό επίπεδο: Ραδιενέργεια, Μεταστοιχείωση, Ατομικό μοντέλο, Εκκενώσεις αερίων, Ανακάλυψη κοσμικών ακτίνων

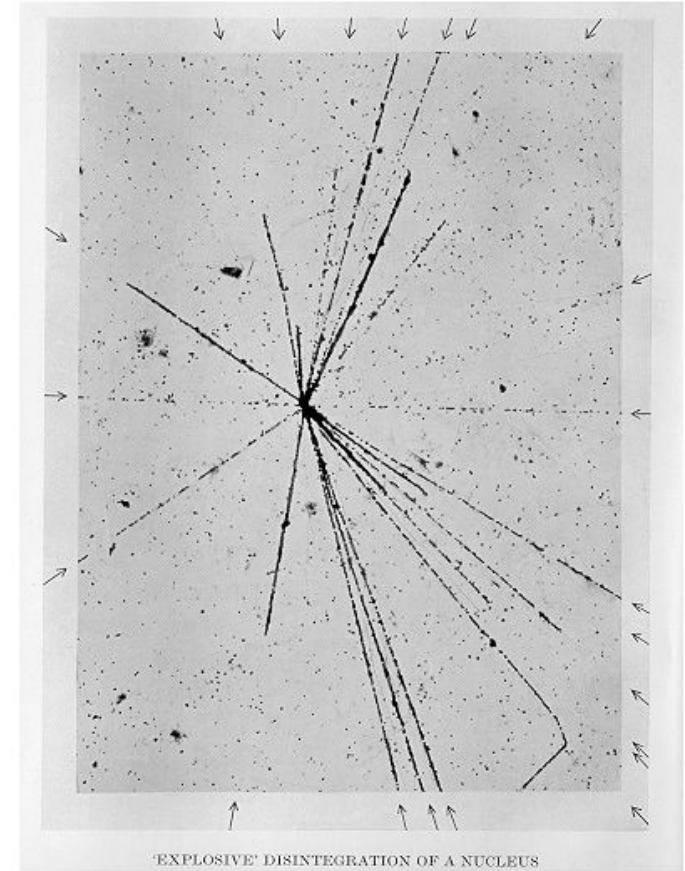
Θάλαμοι νεφώσεως / φουσαλίδων

- Ξεκινώντας από την προσπάθεια για να καταλάβουμε την δημιουργία σύννεφων
- Περνώντας στην ανακάλυψη σωματιδίων
- Καταλήγοντας στους σύγχρονους ανιχνευτές αερίου

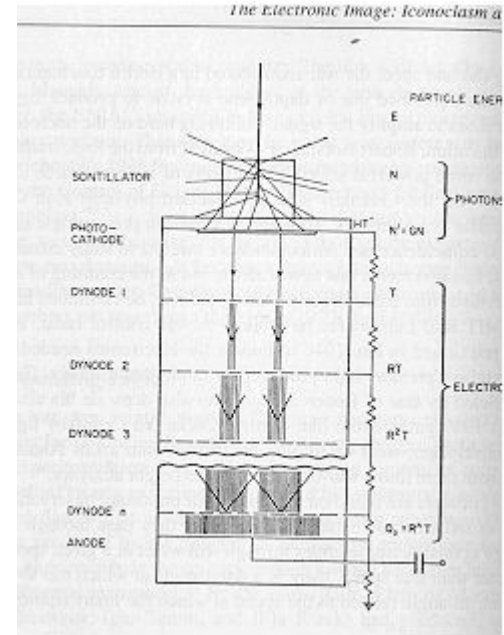
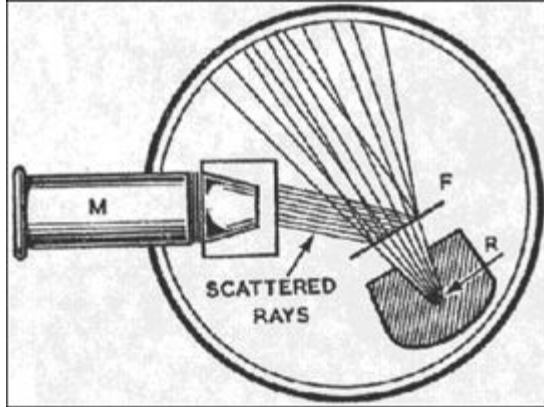


Πυρηνικά γαλακτώματα

- Φωτογραφικό φιλμ
- Μετρήσεις με διάρκεια μηνών σε υψόμετρο



Η ηλεκτρονική λογική συναντά τους ανιχνευτές - συστήματα σκανδαλισμού

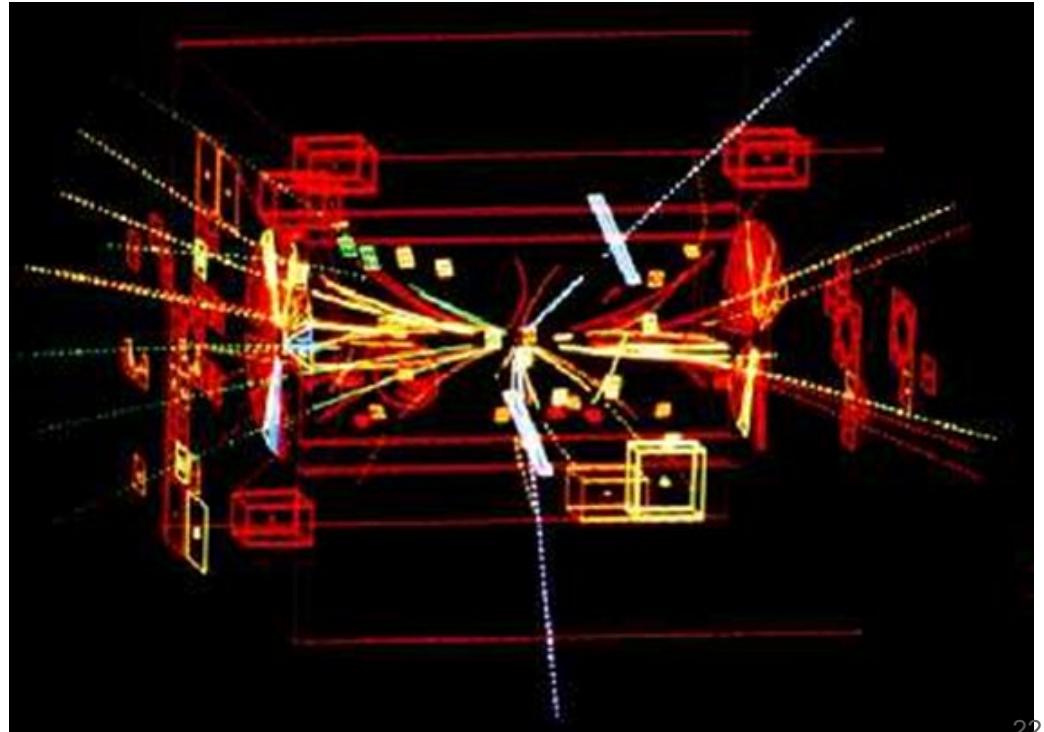


Το πρόβλημα της χρονικής διάρκειας των μετρήσεων

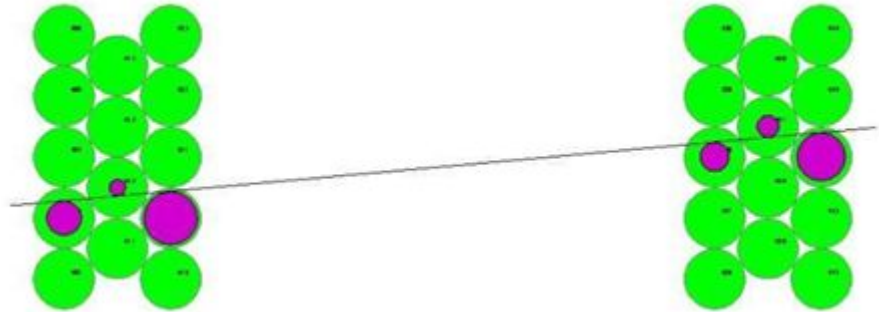
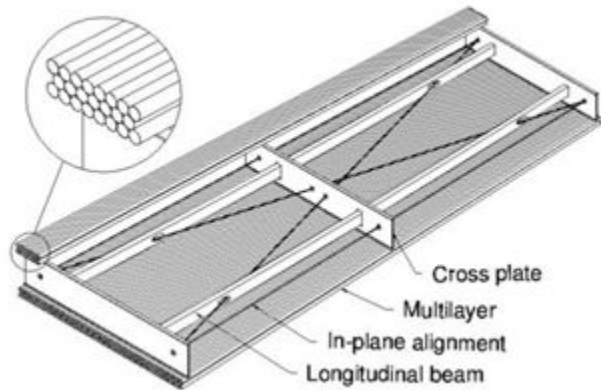
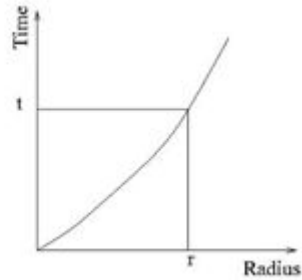
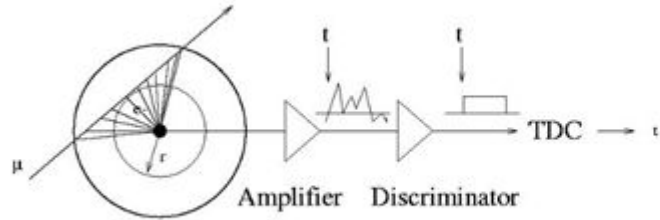
- Τα φωτογραφικά γαλακτώματα αιωρούνταν σε μπαλόνια για μήνες
- Τα σύγχρονα πειράματα διαρκούν πολλά χρόνια ή δεκαετίες

Η αυτοματοποίηση -δεκαετία του 80

Ανακάλυψη των σωματιδίων W
/ Z στο CERN



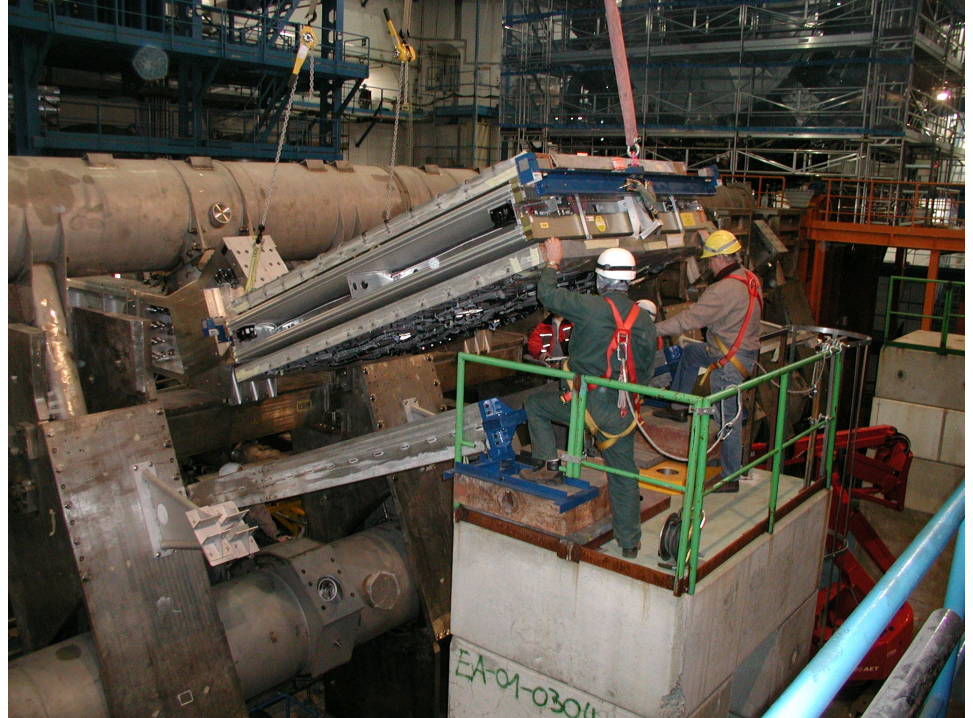
Ανιχνευτές αερίου - Ένα παράδειγμα



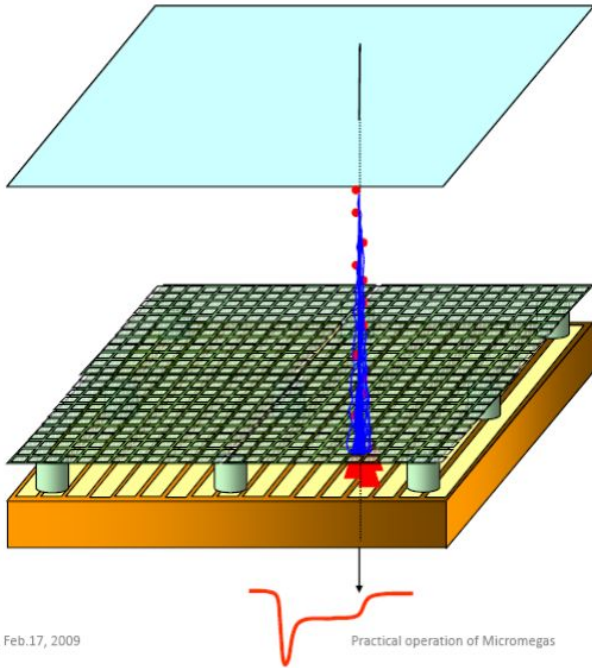
Τι ρόλο παίζει η Ελλάδα;

- Ιδρυτικό μέλος του CERN
- Παρουσία ελληνικών ομάδων τόσο στα μεγάλα, όσο και στα μικρότερα πειράματα
- Παρουσία στο R&D
- Υπάρχει ζωή εκτός CERN;

Θάλαμοι ανίχνευσης μιονίων στο πείραμα ATLAS



Προετοιμασία για τις μελλοντικές αναβαθμίσεις - Ανιχνευτές Micromegas



1, Feb.17, 2009

Practical operation of Micromegas



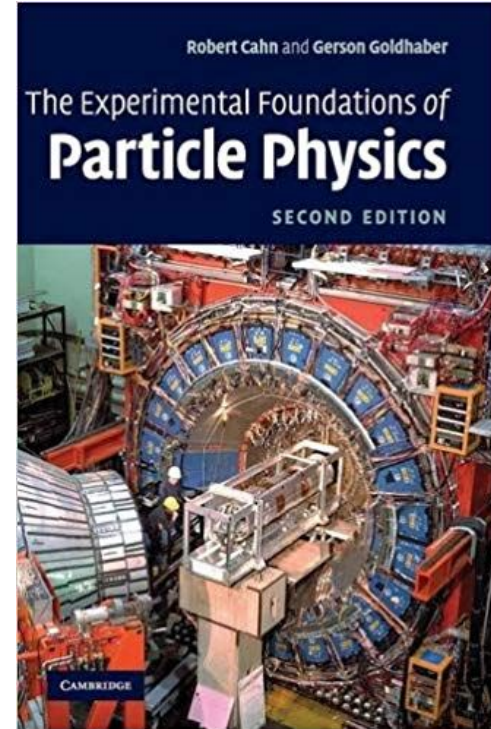
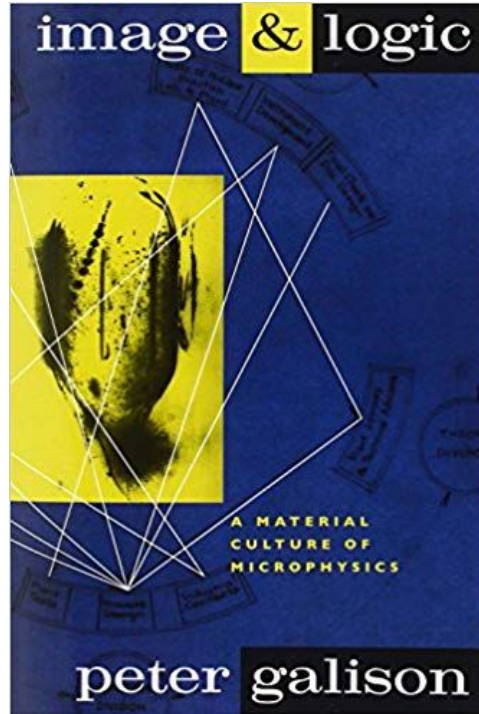
Άσκηση. Να ανιχνεύσετε νετρίνο

1. Τί είναι τα νετρίνο
2. Και γιατί μας ενδιαφέρουν;
3. Τι δυσκολίες θα συναντήσουμε στην ανίχνευσή τους;
4. Και πώς θα τις λύσουμε;

Και κάποια βιβλία

Αν θέλετε να διαβάσετε για τους ανιχνευτές που αναπτύχθηκαν μαζί με το κοινωνιολογικό πλαίσιό τους

Αν θέτετε να διαβάσετε για όλα τα πειράματα που μας έφεραν ως το σήμερα.



Πηγές άντλησης πληροφοριών για την παρουσίαση

- Τα διάφορα προγράμματα για καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
 - <https://indico.cern.ch/category/5886/>
- Τα Summer Students Lectures του CERN
 - <https://indico.cern.ch/category/345/>
- Wikipedia
- Google is your friend

Με ιδιαίτερη αναφορά στην παρουσίαση του Werner Riegler στο αντίστοιχο αυστριακό πρόγραμμα (από το οποίο αντέγραψα ένα σωρό φωτογραφίες και ιδέες)