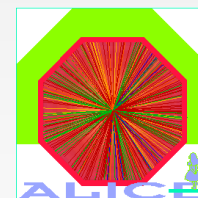
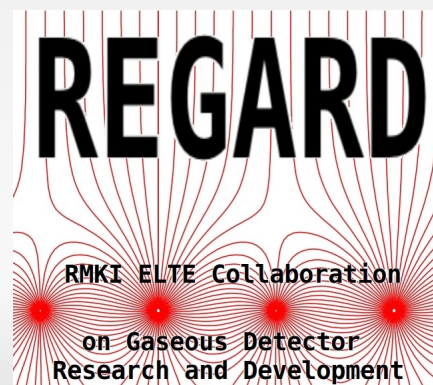


Gáztöltésű részecskedetektorok fejlesztése



Hamar Gergő
MTA Wigner FK
hamar.gergo@wigner.mta.hu



Vázlat

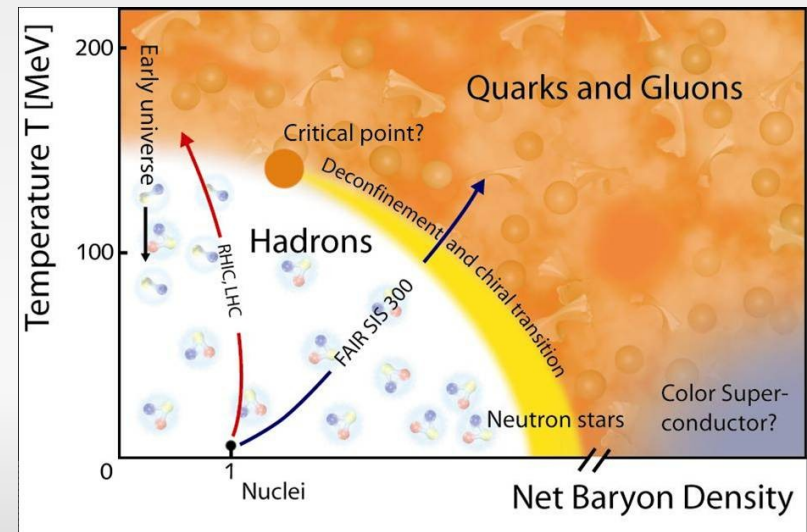
- **Részecske- és nehézion fizika**
- **CERN, LHC**
- **Részecskedetektorok**
- **Gáztöltésű detektorok**
- **REGARD**
- **Kapcsolódó projektek**
- **TDK / BSc / MSc témák**

Mik az elemi részecskék ?

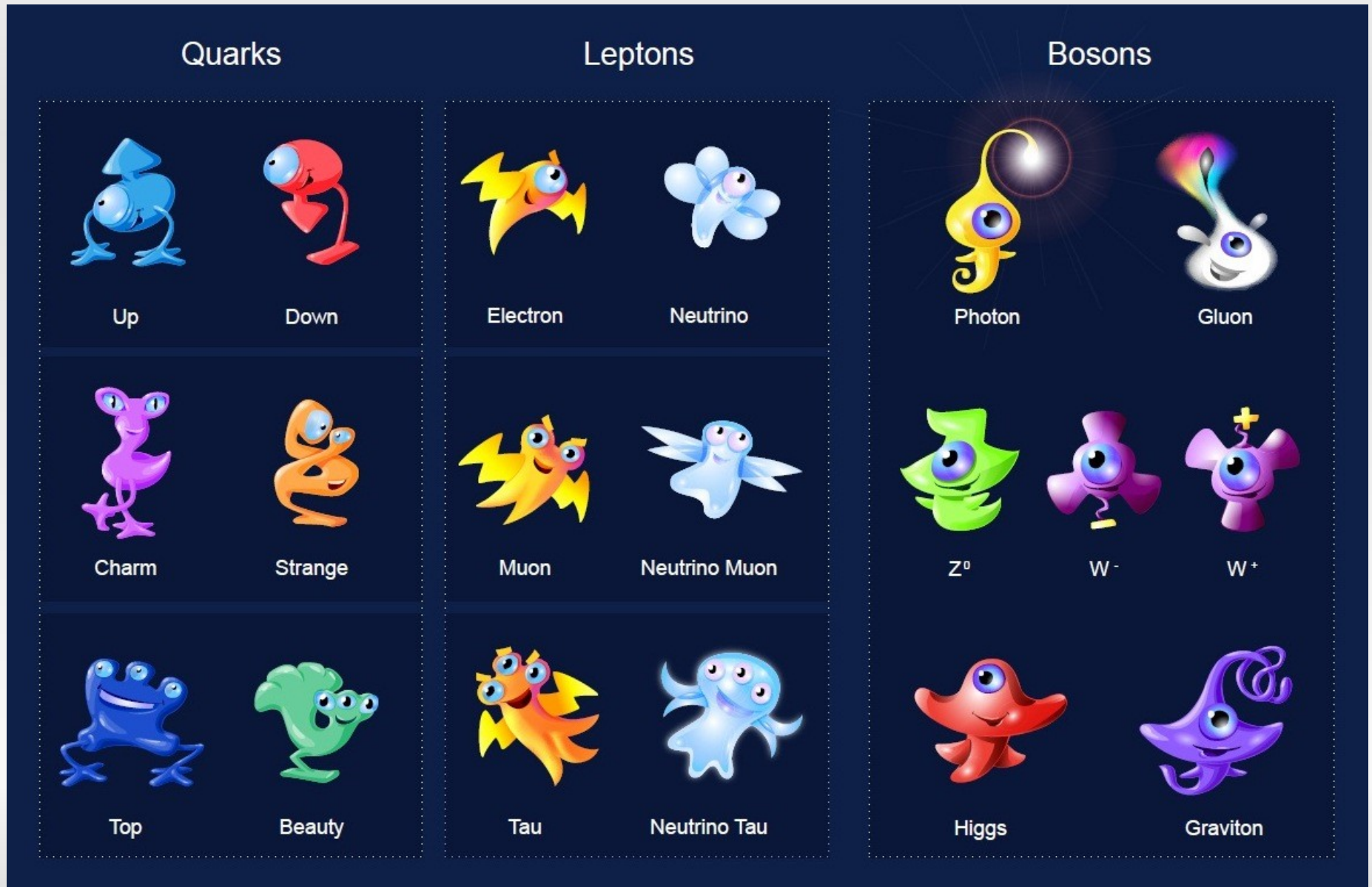
- Tűz, víz, föld, levegő
 - Atomok
 - Atommag + elektron
 - Proton + neutron + elektron
 - Kvarkok, leptonok, bozonok
 - ??
-
- Elemi kölcsönhatások

Mik az elemi részecskék ?

- Tűz, víz, föld, levegő
- Atomok
- Atommag + elektron
- Proton + neutron + elektron
- Kvarkok, leptonok, bozonok
- ??
- Elemi kölcsönhatások

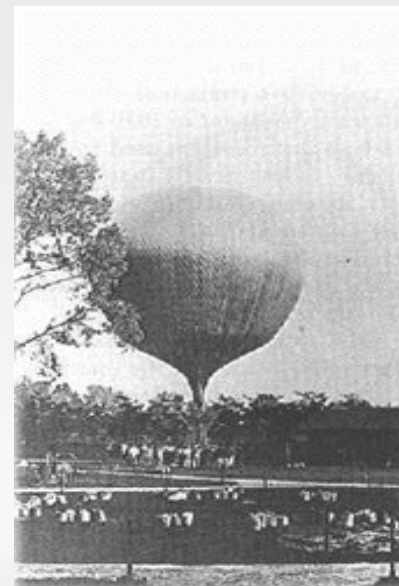
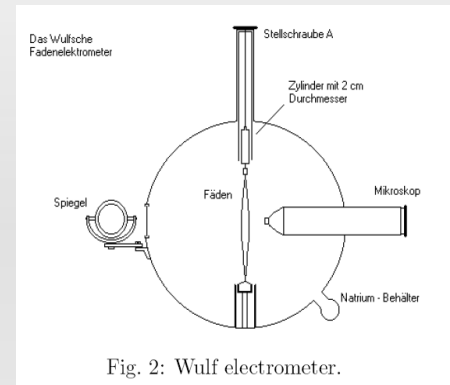


Standard modell

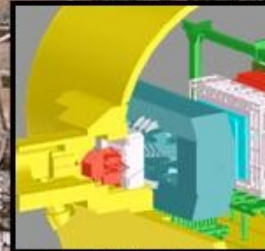
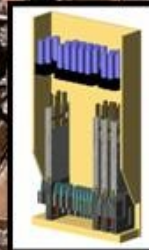
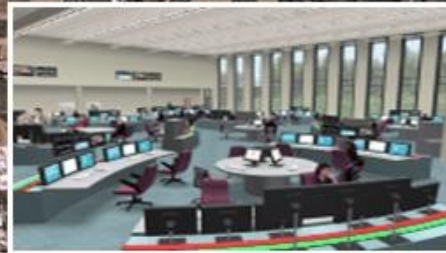
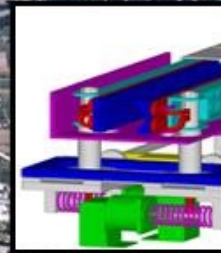
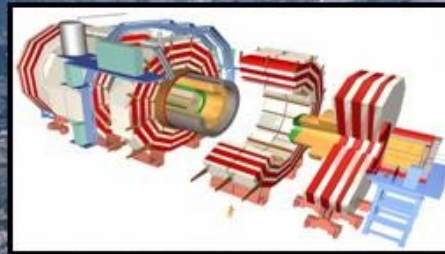
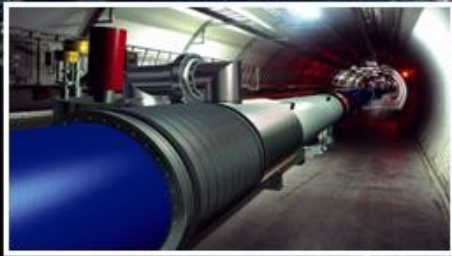


A kozmikus sugárzás története

- Elektroszkóp elveszti a töltést
- Wulf szerzetes (1909): kísérletek az iskolában és a környék homokkőbányáiban.
- Eredetileg a kőzetre gyanakodtak, de a bányában lassabban.
- Párizsi egyetem + Eiffel torony: magasabban erősebb a sugárzás
- Viktor Hess (1912) hőléggallonos mérés 6 km-ig. (Nobel: 1936)
- Carl Anderson: pozitron (1932)
- Powell: a müonok nehéz elektronok (1947)
- Pierre Auger, Jánossy Lajos



LHC (Large Hadron Collider)



LHC kísérletek

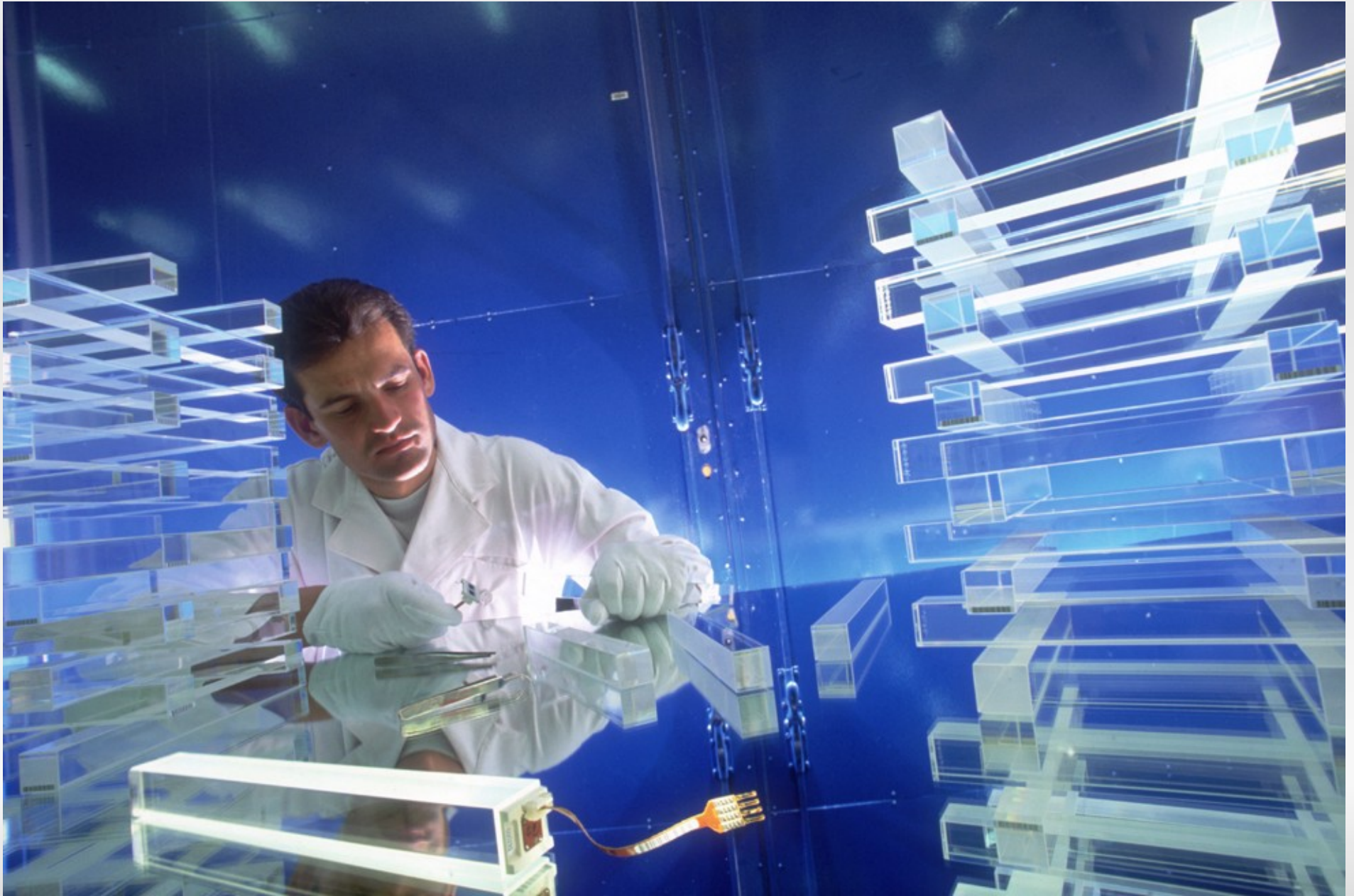
- ATLAS, CMS
 - Higgs, extra dimenziók, szuperszimmetria
- ALICE
 - Kvark-gluon-plaza, magfizika, kozmológia
- LHCb
 - Standard modell, B-fizika
- + TOTEM, MODEAL, CASTOR

Részecskefizikai Detektorok

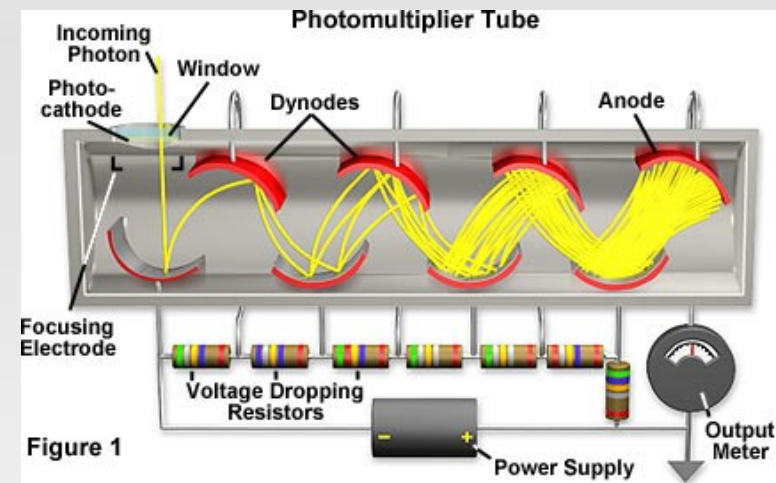
Detektorok

- Mit akarunk mérni?
- Mit lehet mérni?
 - tömeg
 - töltés
 - lendület
 - energia
 - részecske fajtája
 - ...
- Hogyan?

Szcintillátor – a fénylő detektor



Szcintillátor és fénydetektálás



Pályák vonala

- **Köd-kamra**
- **Buburék-kamra**
- fázisátalakulás közeli állapotban vannak
- töltött részecske
- ionizáció
- lokális fázisátalakulás
- kamerával figyelhető

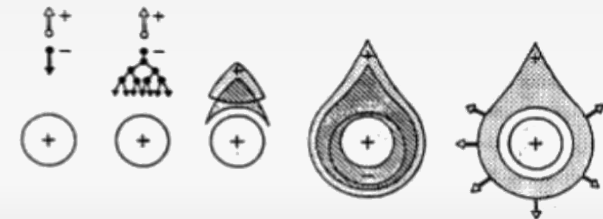
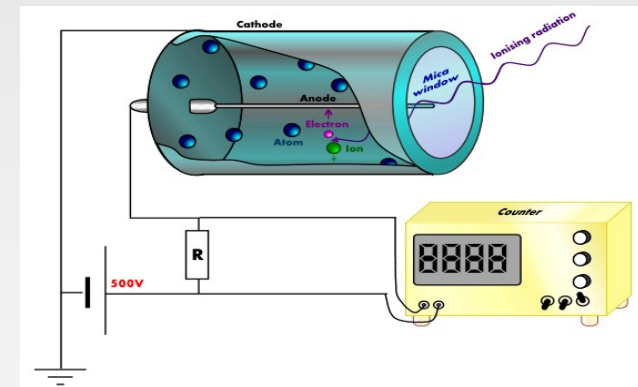
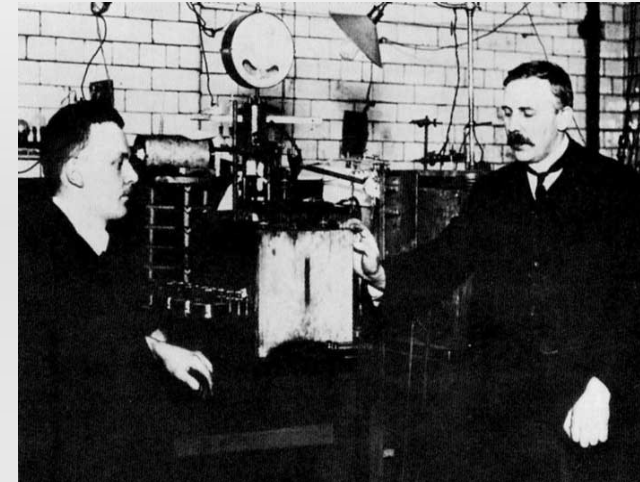


Buborék-kamrák



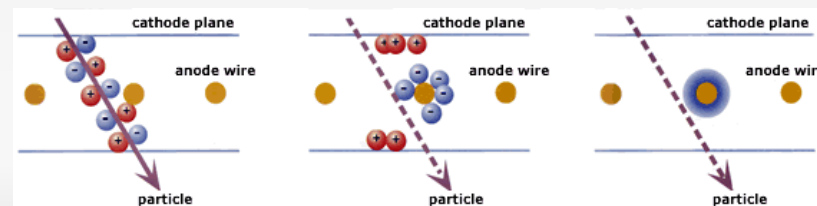
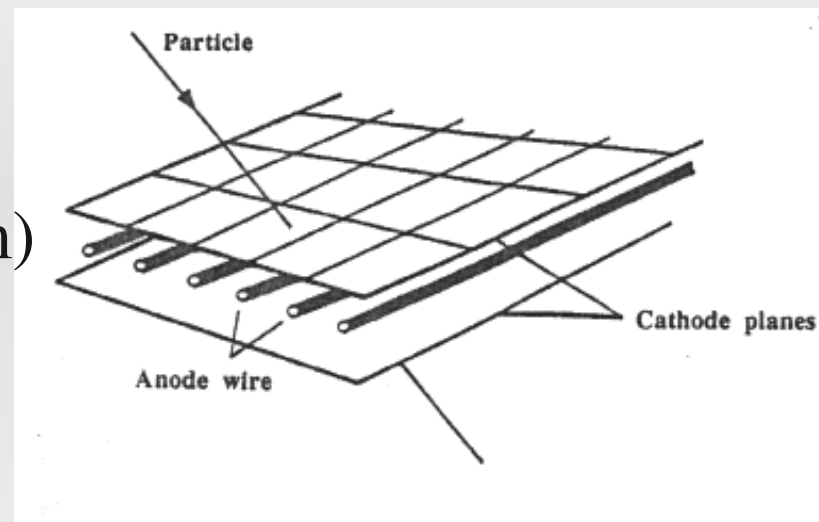
Gáztöltésű detektorok – GM cső

- Geiger-Müller számláló
 - H. Geiger, E. Rutherford W. Müller
 - 1908 H. Geiger-cső
 - 1928 W. Müller tökéletesíti
- Működési elv
 - Töltött részecske ionizálja a gázt
 - ~ 100 elektron-ion pár / cm
 - Kevés a detektáláshoz
 - Nagytérerősség $\rightarrow$ elektronlavina
 - Utaztatás + sokszorozás !
(nagyfeszültséggel)

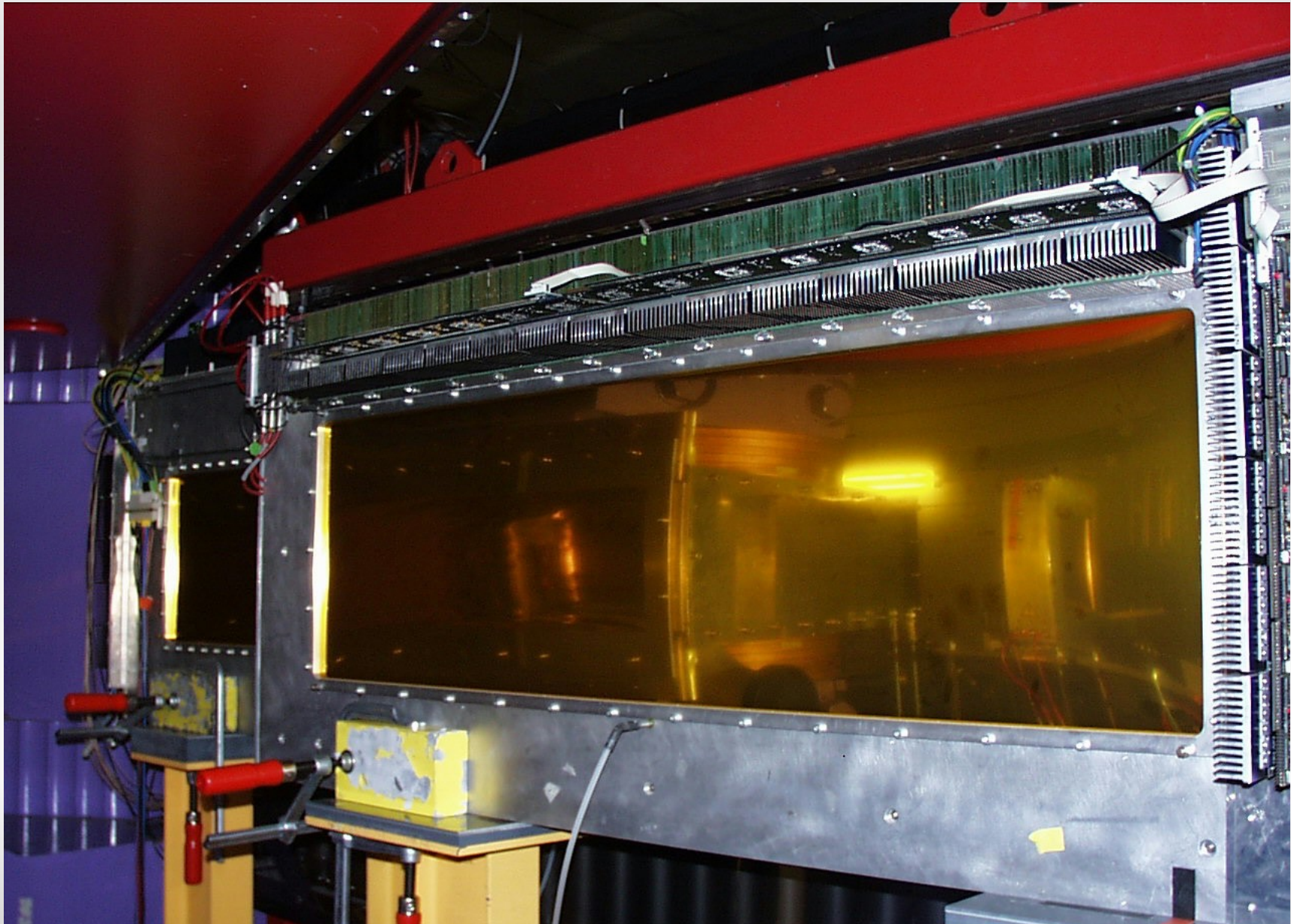


Sokszálas kamra (MWPC)

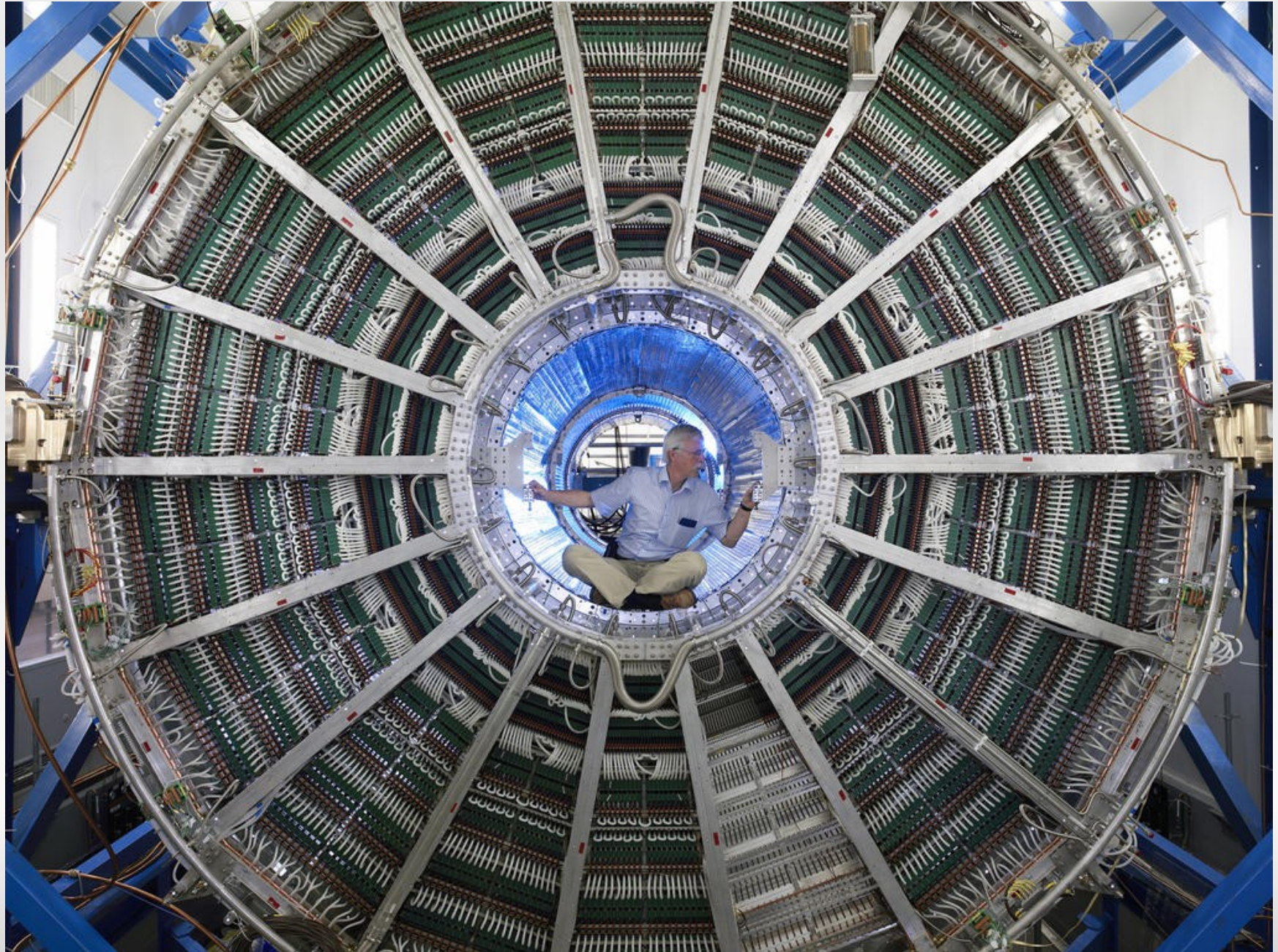
- Párhuzamos katódsíkok
- Köztük vékony szálak ($\sim 20 \mu\text{m}$)
- Nagyfeszültség $\rightarrow$ nagy térerősség a szálak körül
- Energetikus elektron-gáz ütközések
- Lavina alakul ki a szál mellett, erősítés $\sim 10^4$ - 10^6
- Parkettázható katódok, felbontás $\sim 1\text{mm}$
- 2 dimenziós adat
- Ionizáció nagysága mérhető



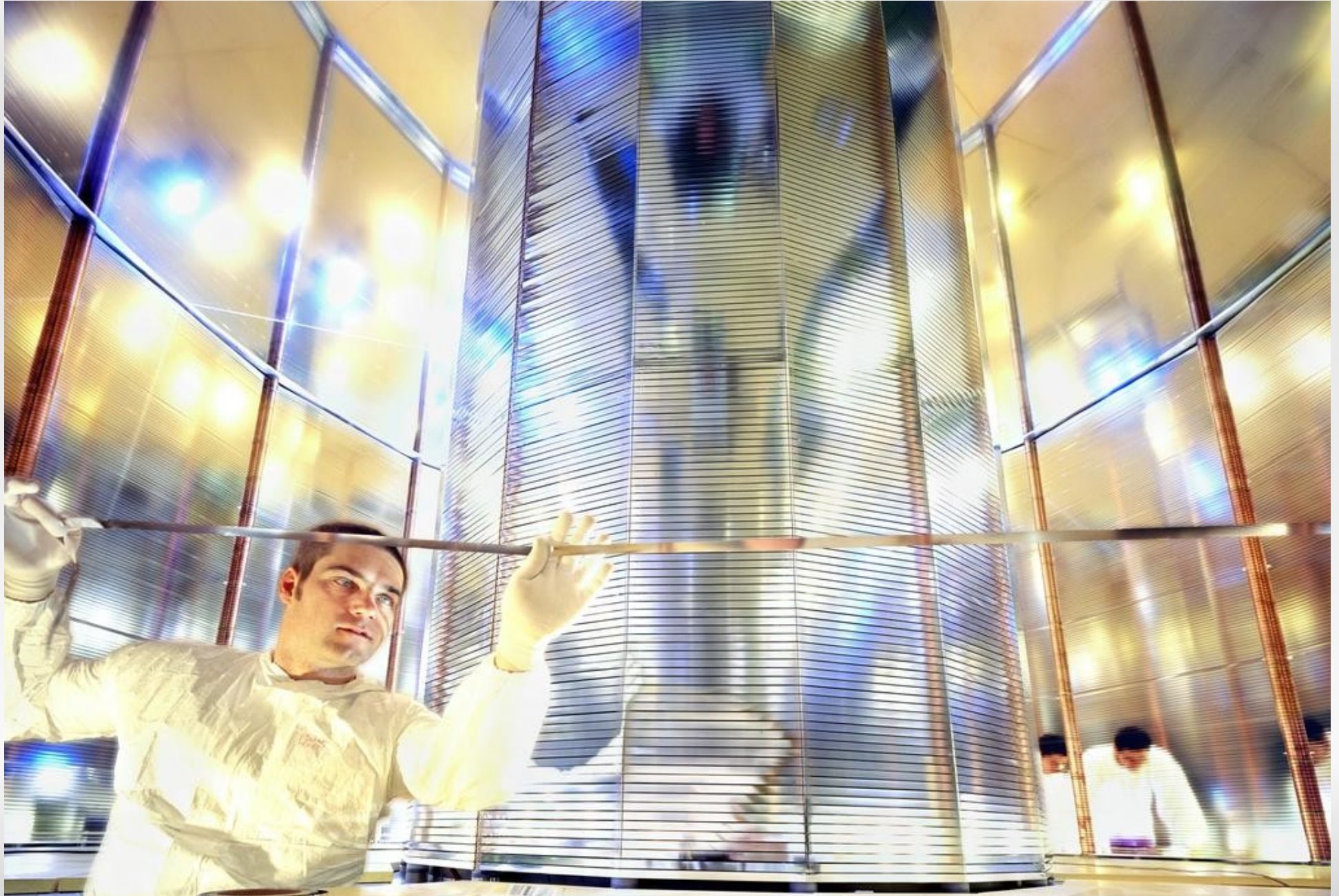
Sokszálas kamra - 2D (MWPC)



Sokszálas kamra - 3D (TPC)

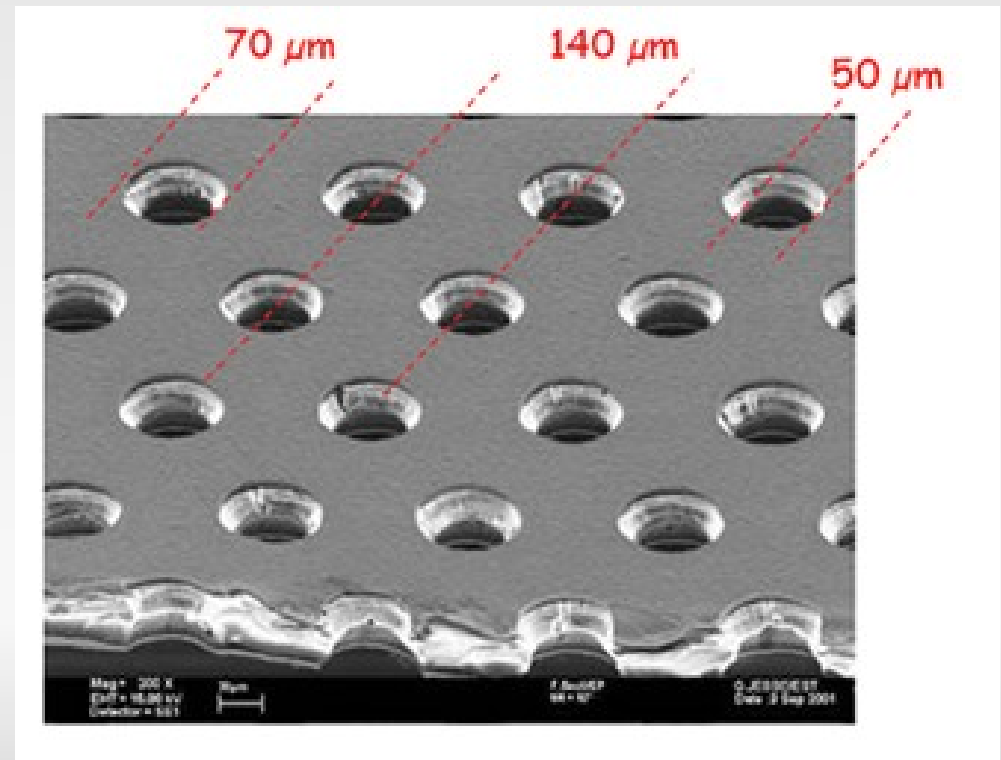
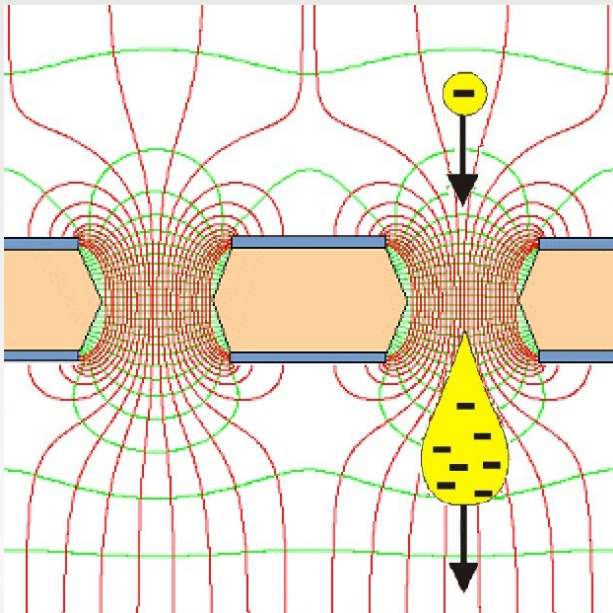


Sokszálas kamra - 3D (TPC)

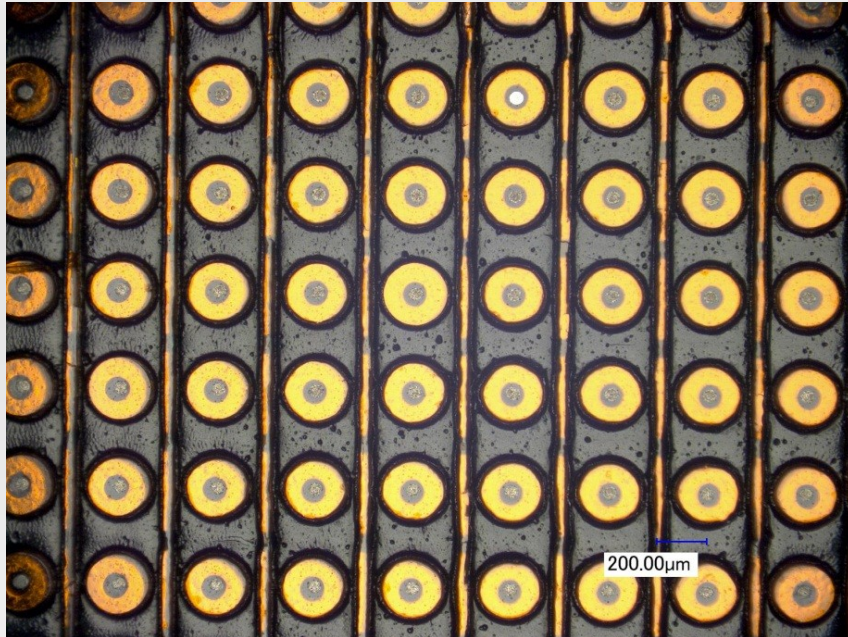


Mikrostruktúrák detektorok

- Modern technikai / kémiai módszerek
Nyomtatott áramköri lapok gyártása
- **GEM**, ThGEM, MicroMegash, InGrid, ...

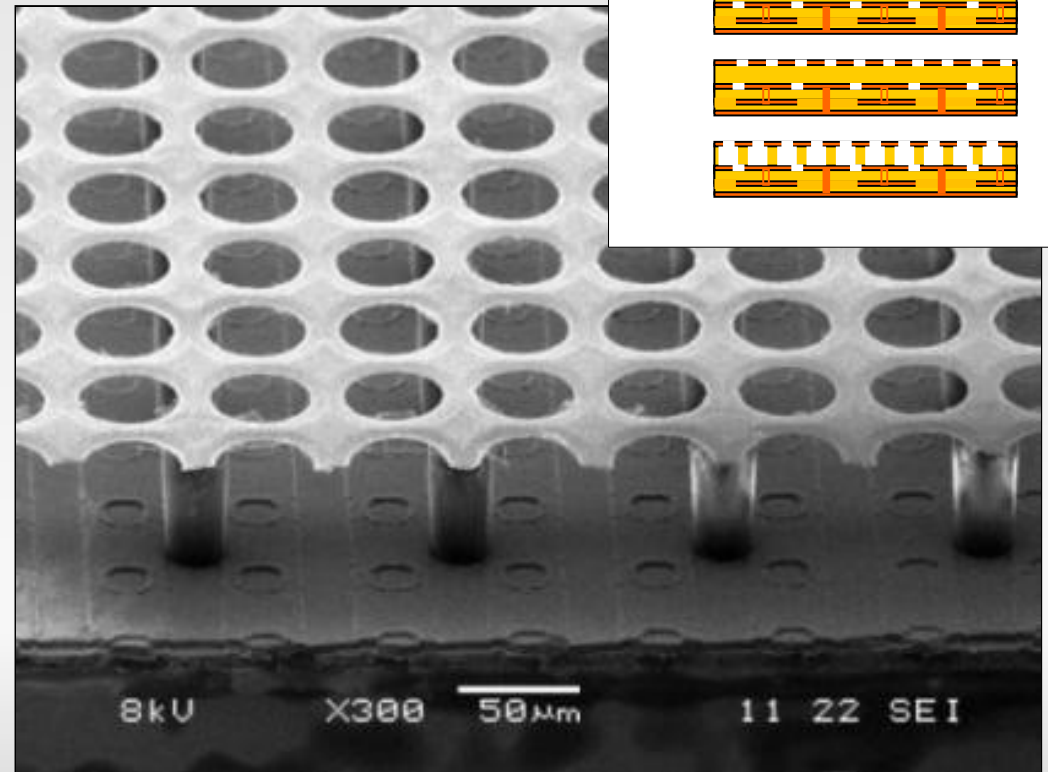
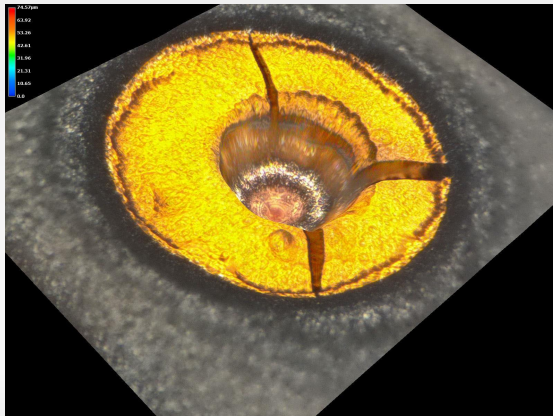
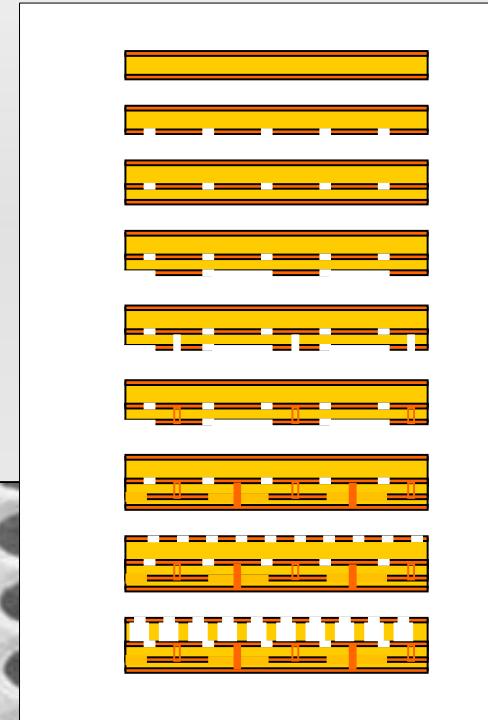


Mikrostruktúrák detektorok



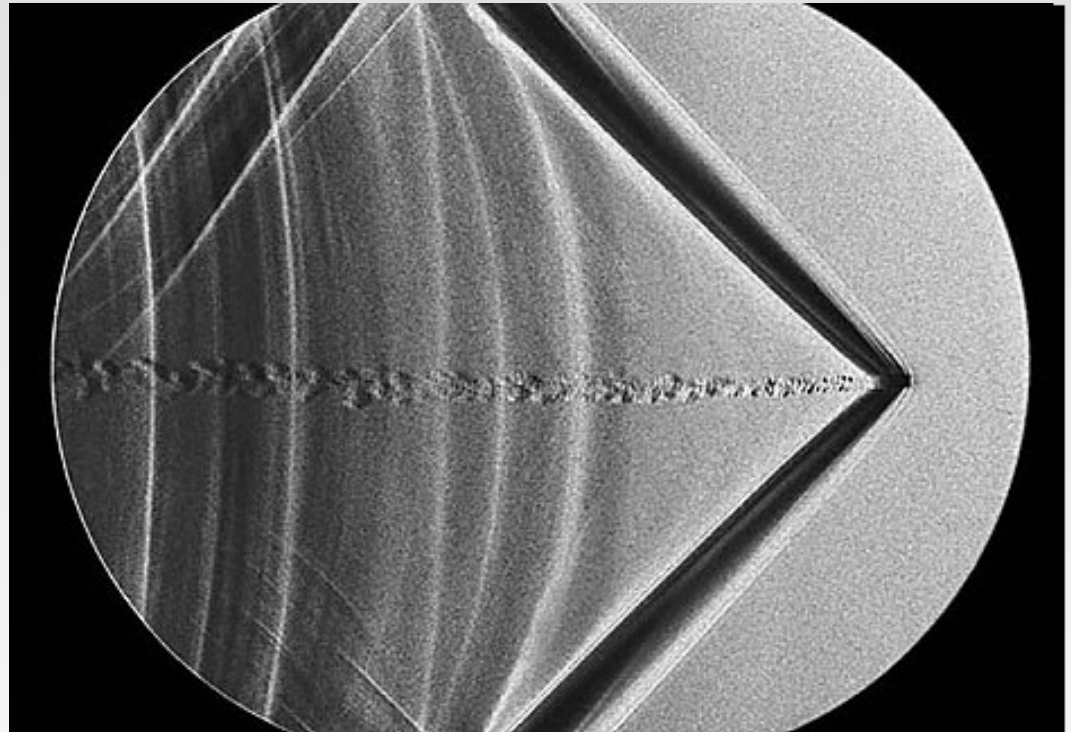
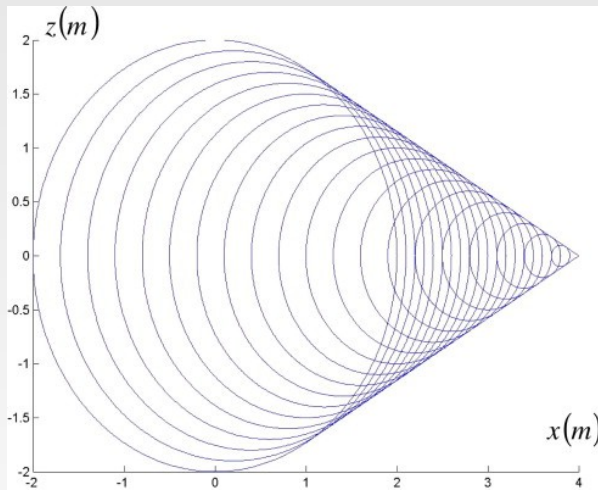
μ PIC

MM, InGrid



Cserenkov sugárzás

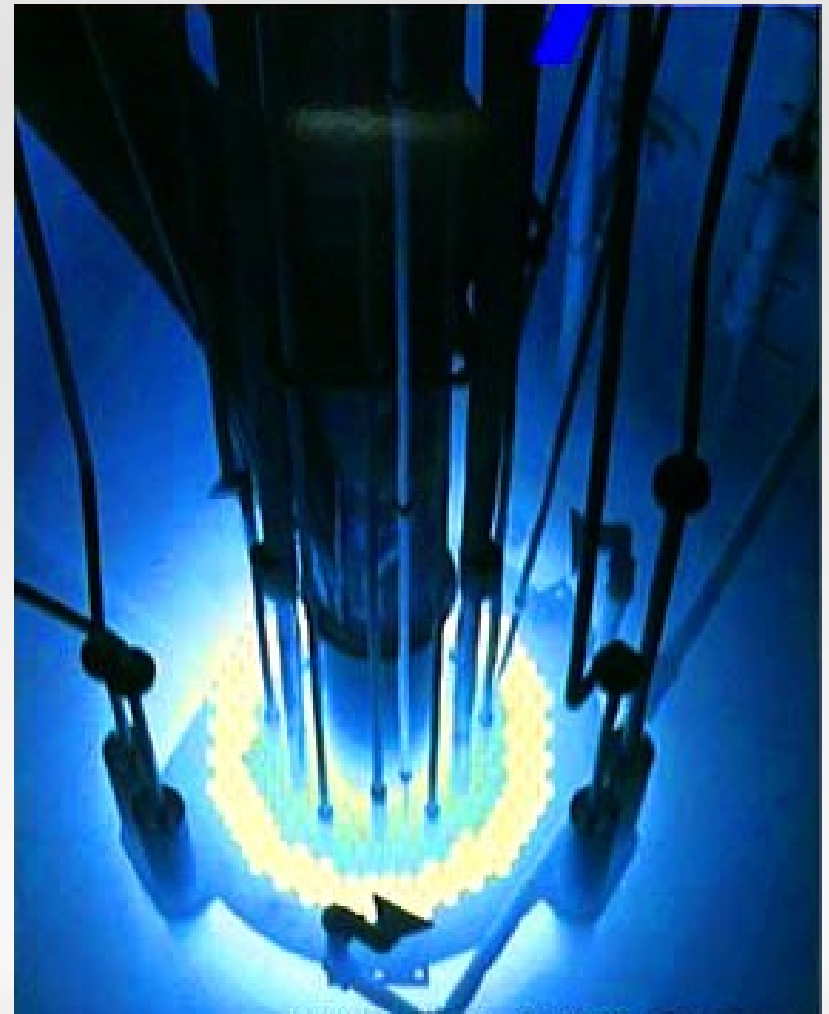
- Hangrobbanás
- Fényrobbanás ?



- Hogyan detektáljuk ?

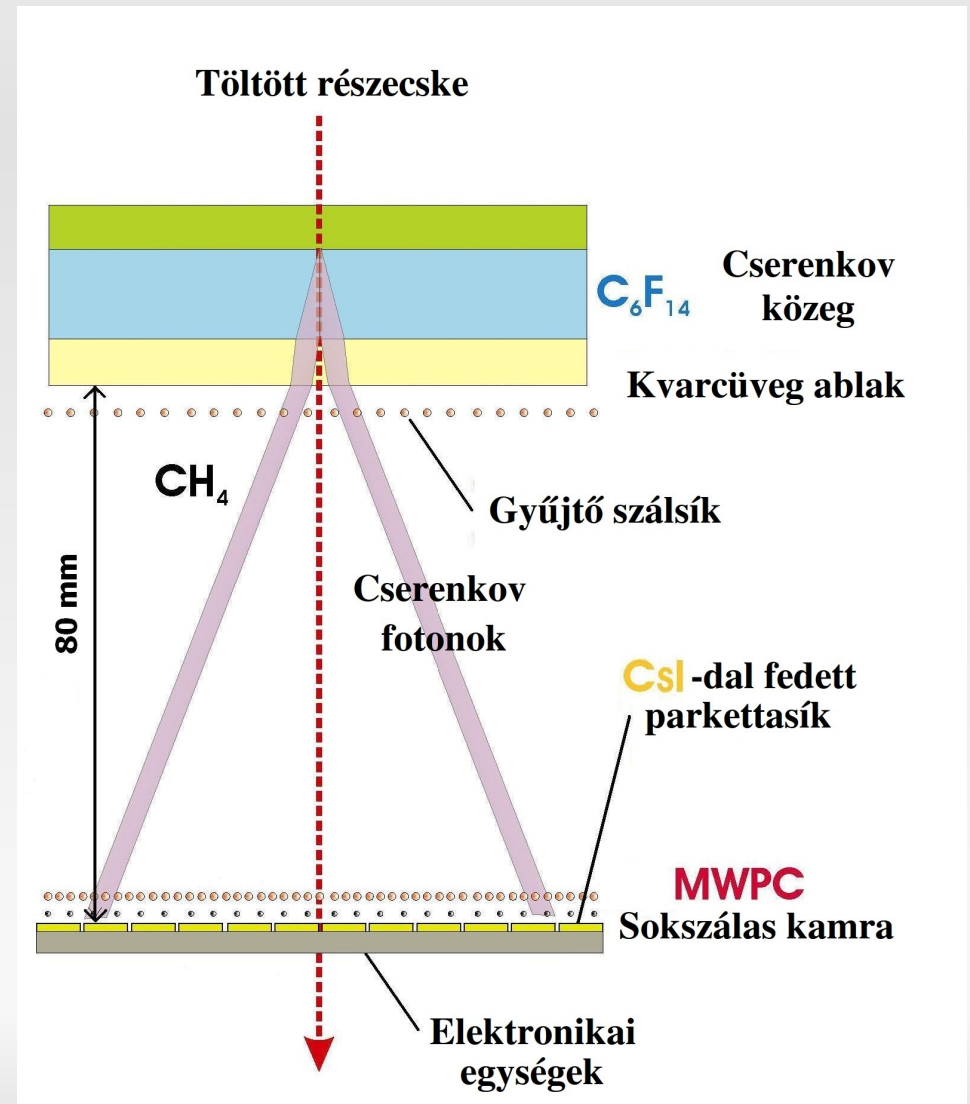
Cserenkov sugárzás

- Hangrobbanás
- Fényrobbanás?
van, a neve:
Cserenkov sugárzás:
- Töltött részecske
a közegbeli
fénysebességnél
gyorsabban megy
fényt sugároz
- Hogyan detektáljuk ?

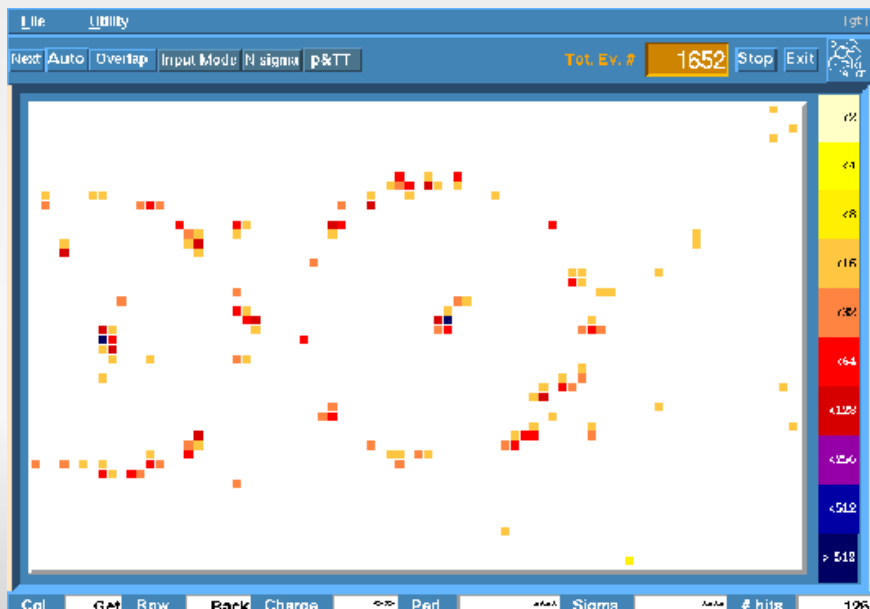
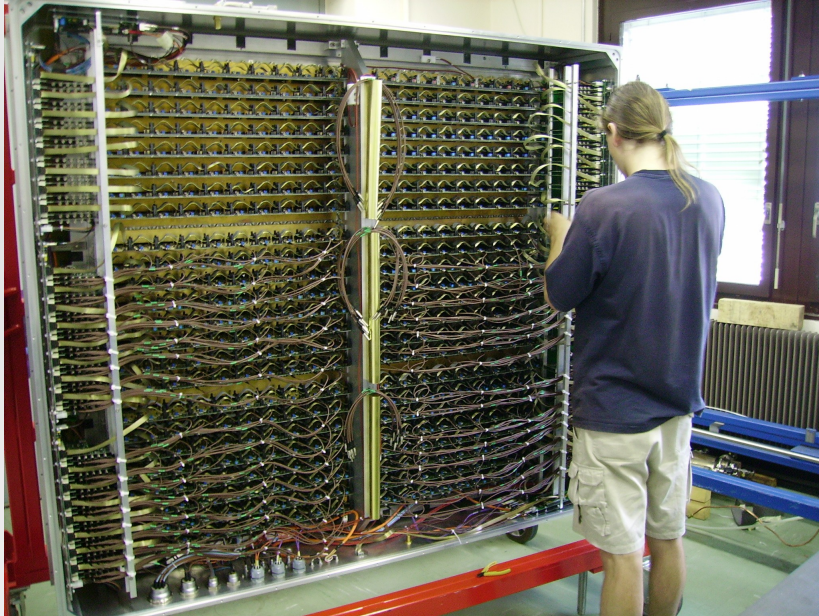


Cserenkov sugárzás

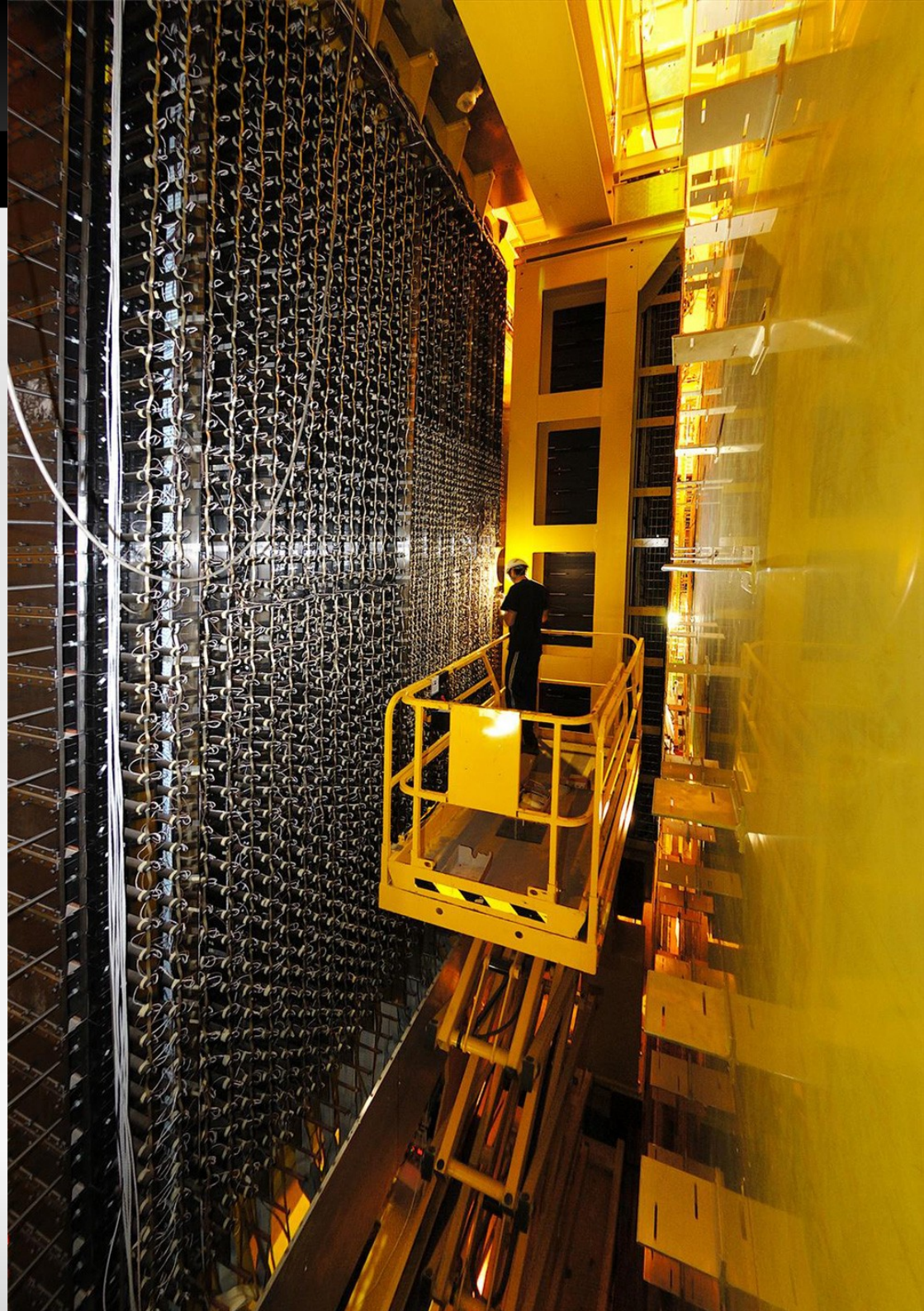
- Hangrobbanás
- Fényrobbanás?
van, a neve:
Cserenkov sugárzás:
- Töltött részecske
a közegbeli
fénysebességnél
gyorsabban megy
fényt sugároz
- Hogyan detektáljuk ?



Cserenkov detektor



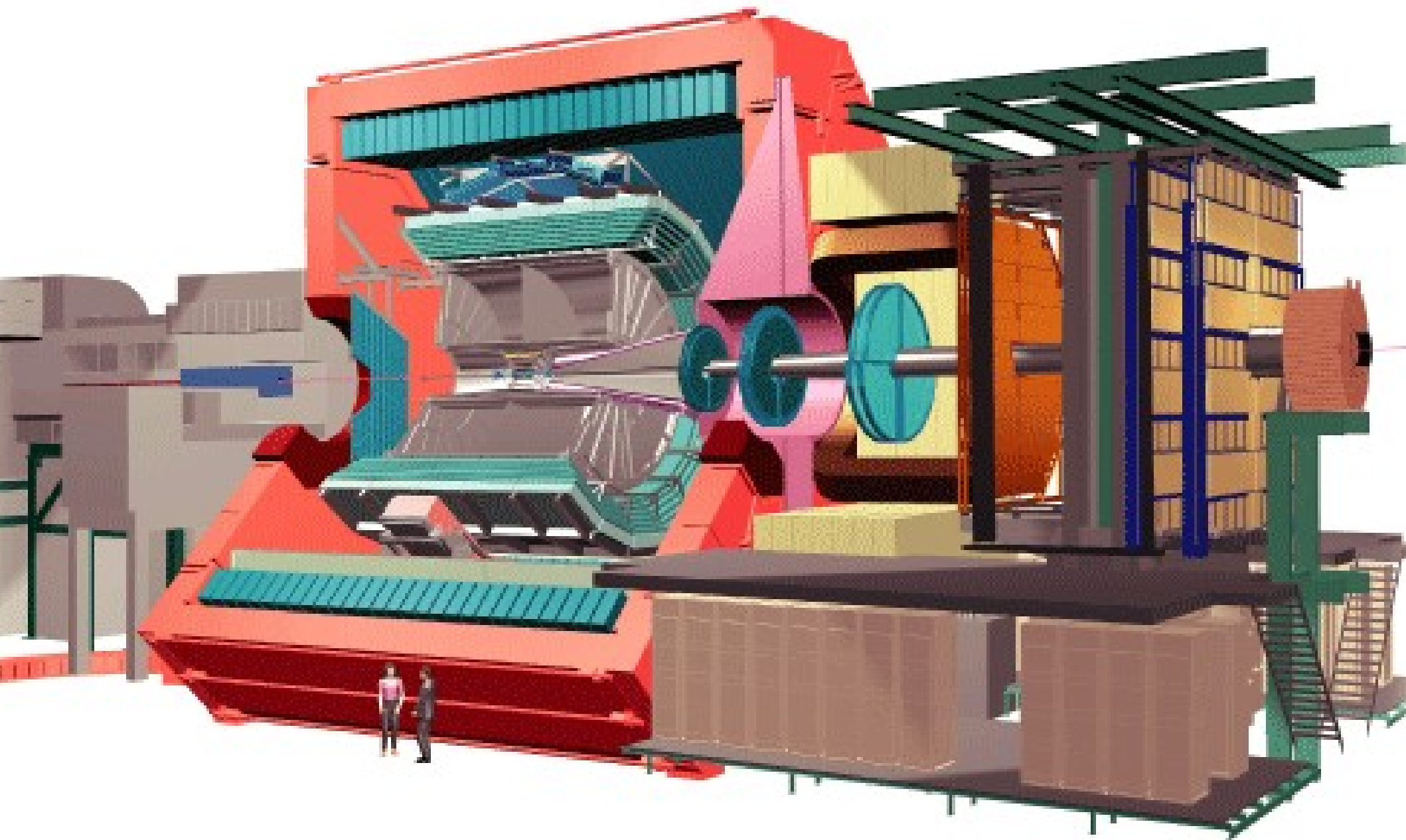
Kaloriméterek



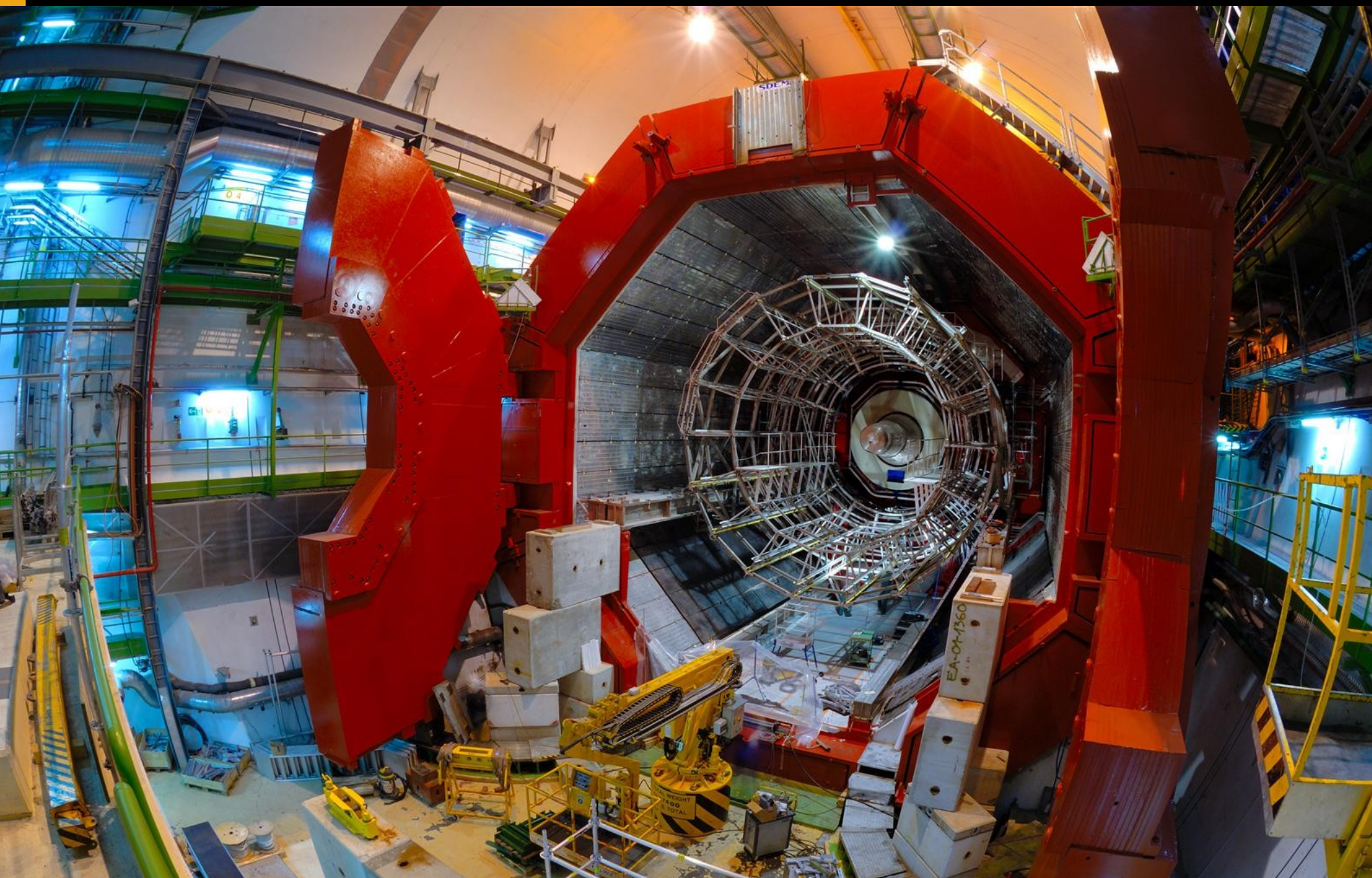
LHC kísérletek

- ATLAS, CMS
 - Higgs, extra dimenziók, szuperszimmetria
- ALICE
 - Kvark-gluon-plaza, magfizika, kozmológia
- LHCb
 - Standard modell, B-fizika
- + TOTEM, MODEAL, CASTOR

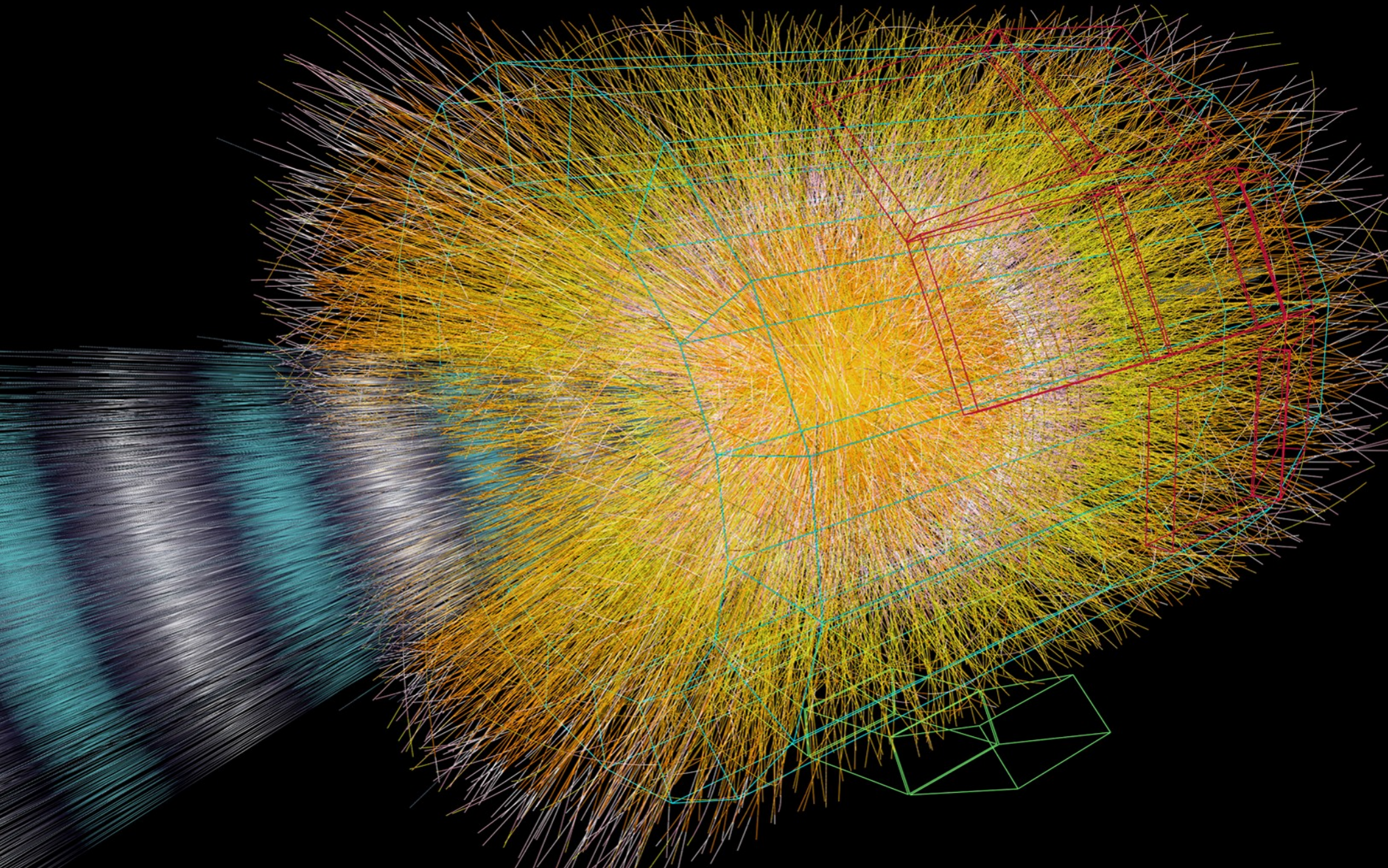
ALICE az LHC-ban



ALICE az LHC-ban



ALICE ólom-ólom esemény

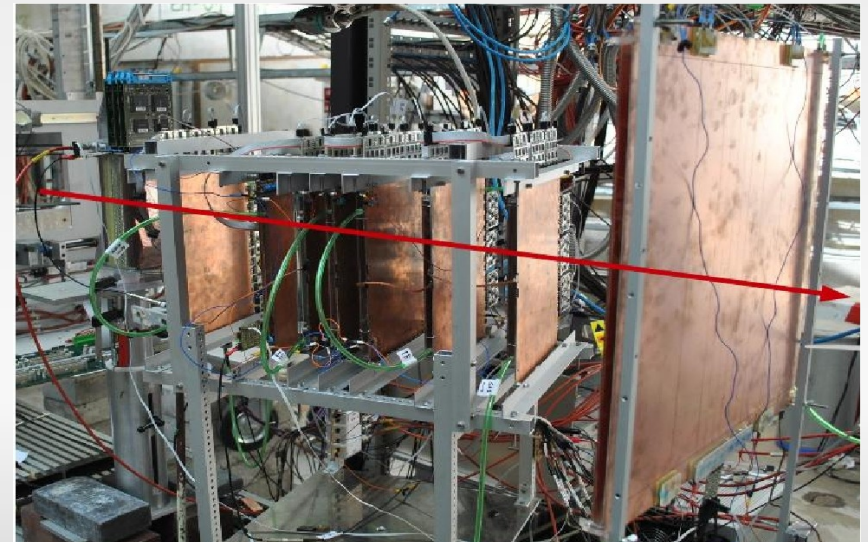
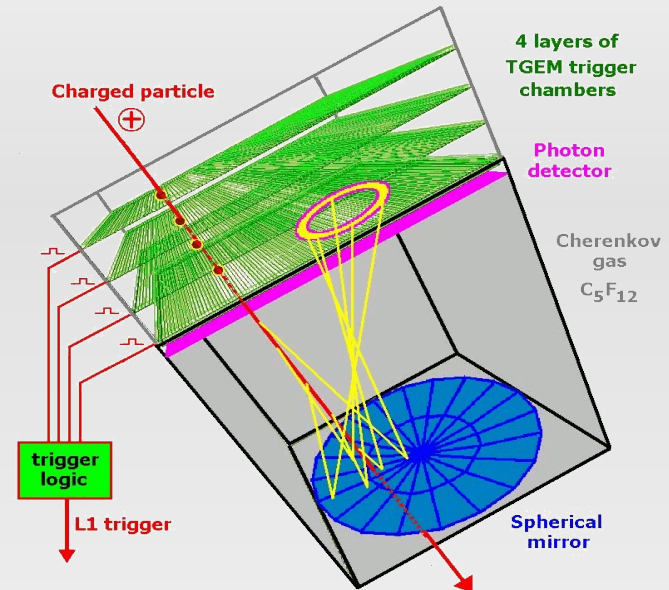


REGARD

Csoport

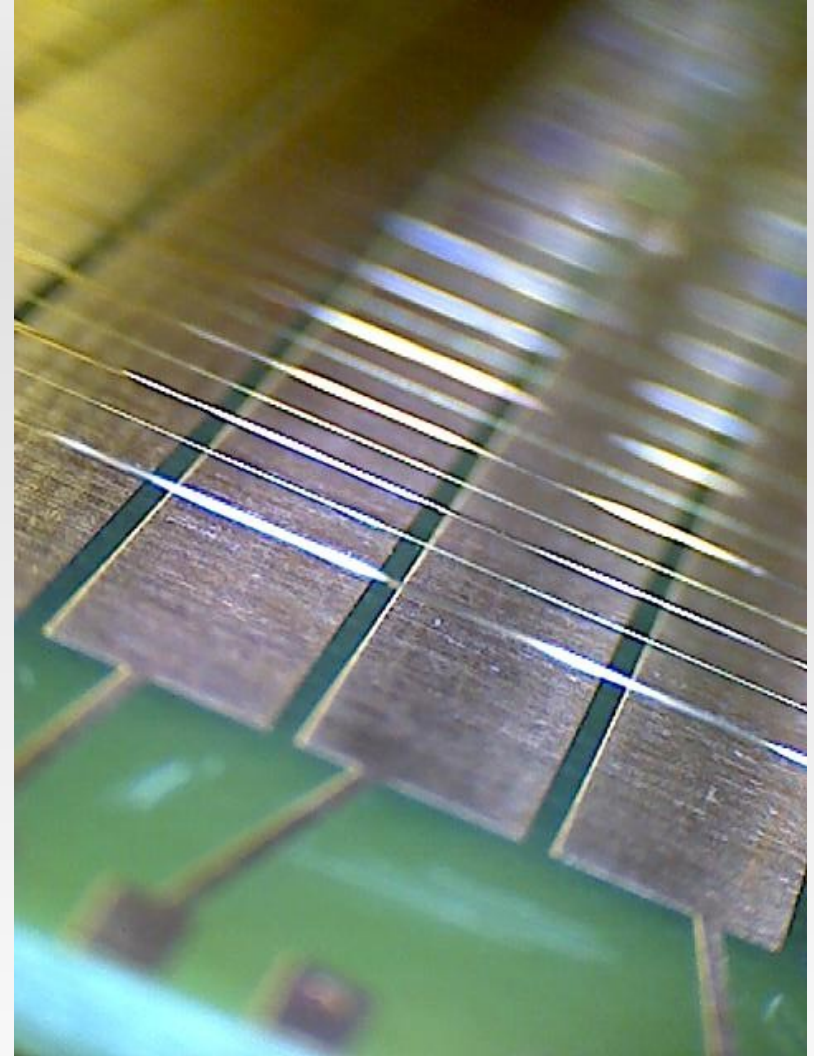
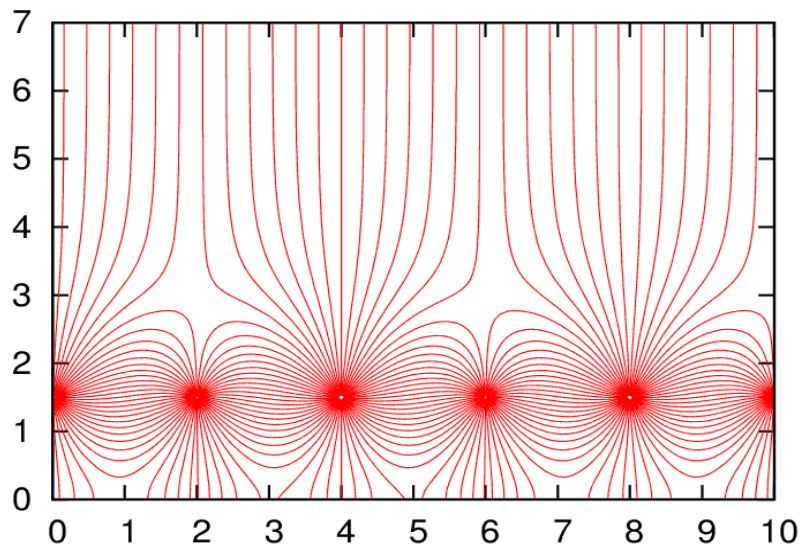
A REGARD csoport és tevékenysége

- WignerFK + ELTE
- Projektorientált detektorfejlesztés
- Projektek
 - CERN ALICE VHMPID
 - CERN NA61 LMPD
 - Gáztöltésű fotondetektor
 - Müion tomográfia
 - PET
 - Radon detektálás
- Alkalmazott technológiák
 - Sokszálas kamrák: CCC, TPC
 - Mikrostruktúrák: TGEM



Close Cathode Chamber

- Új típusú sokszálas kamra
- Kis anyagmennyiség
- Mechanikai tolerancia
- Egyszerű gyártás
- Kiváló uniformitás

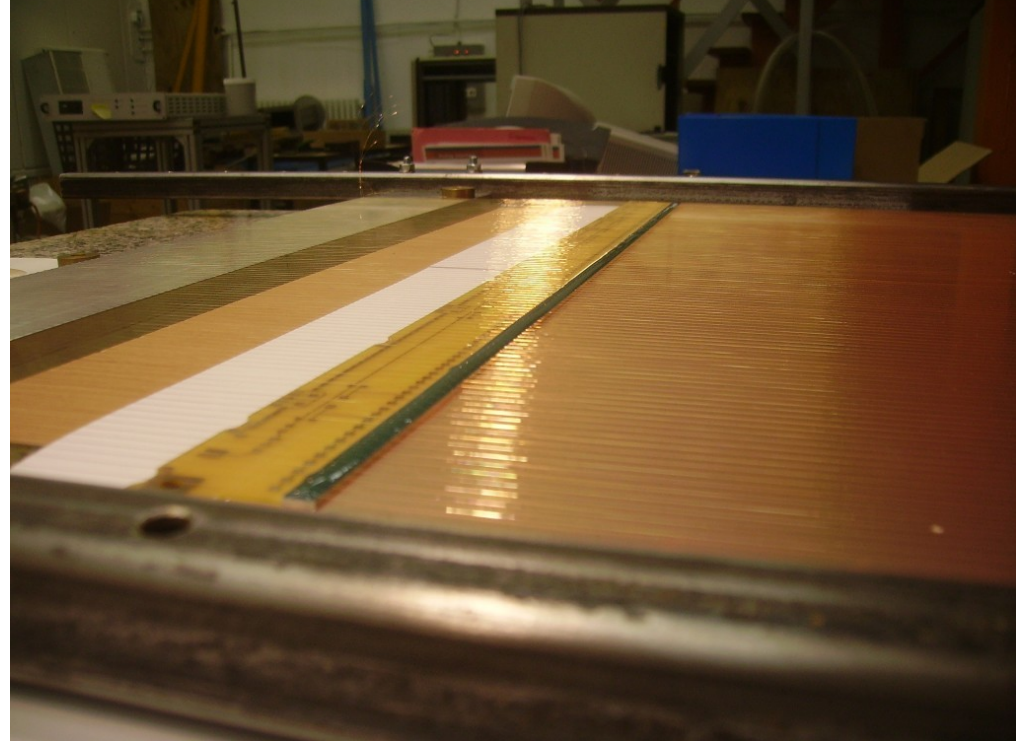
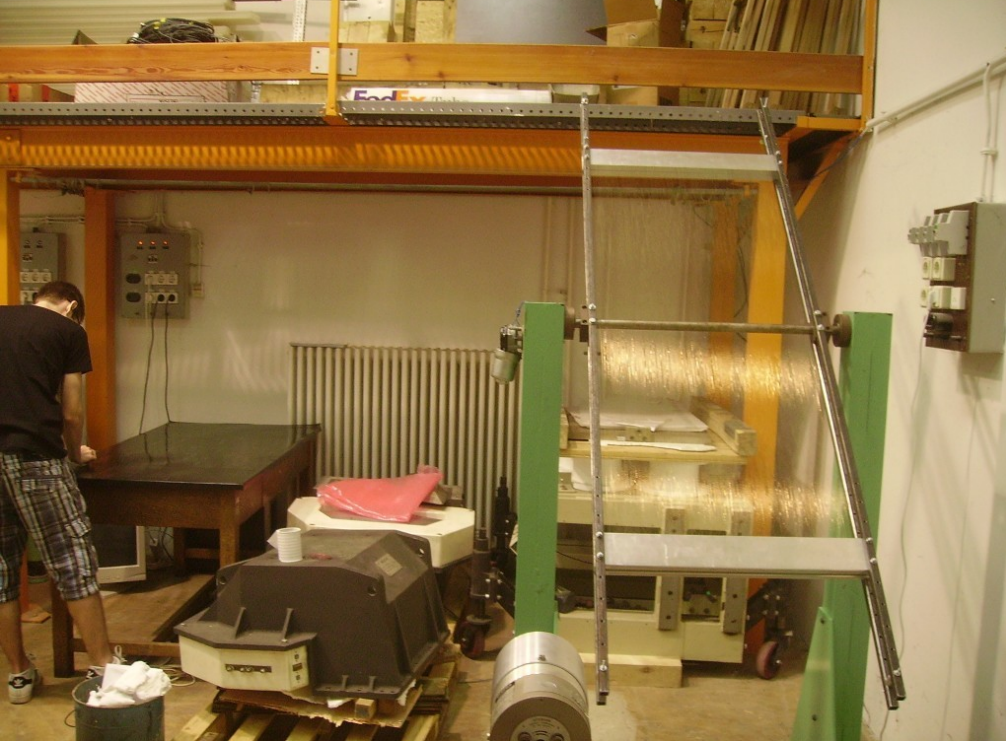


2010 August HPTD Beam Test at PS

50cm x 50cm CCC

7 layers of
20cm x 20cm
CCC





Nagy méretű CCC



NA61LMPD Proto2

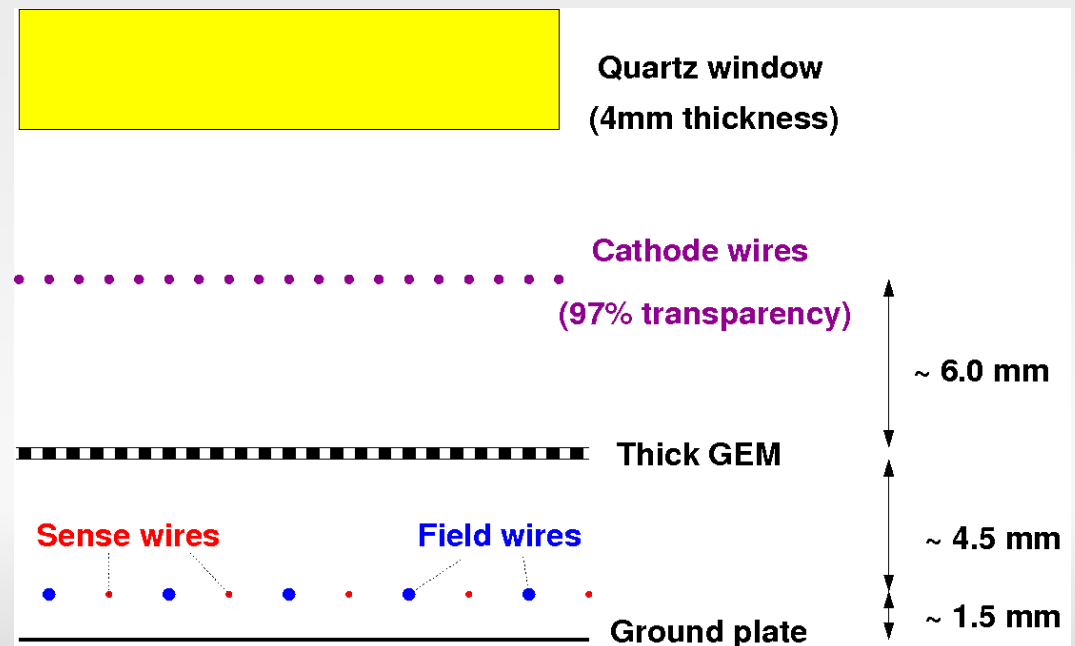
Teszt
CERN PS

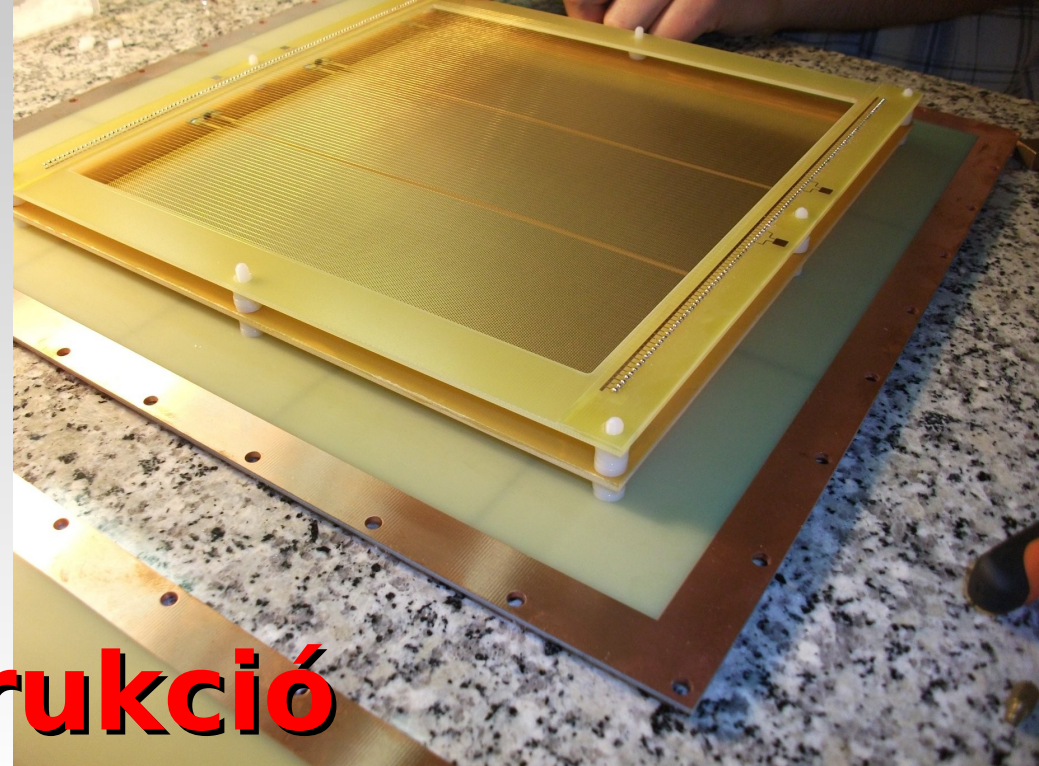
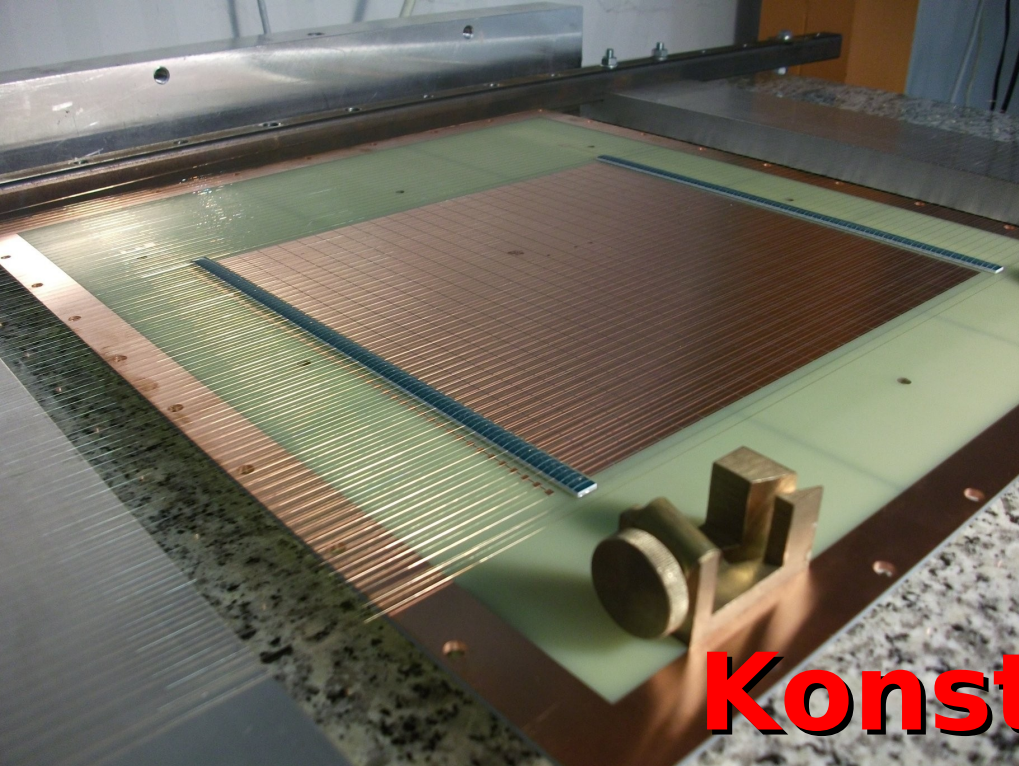
Jelenleg már
része az
NA61SHINE
kísérletnek



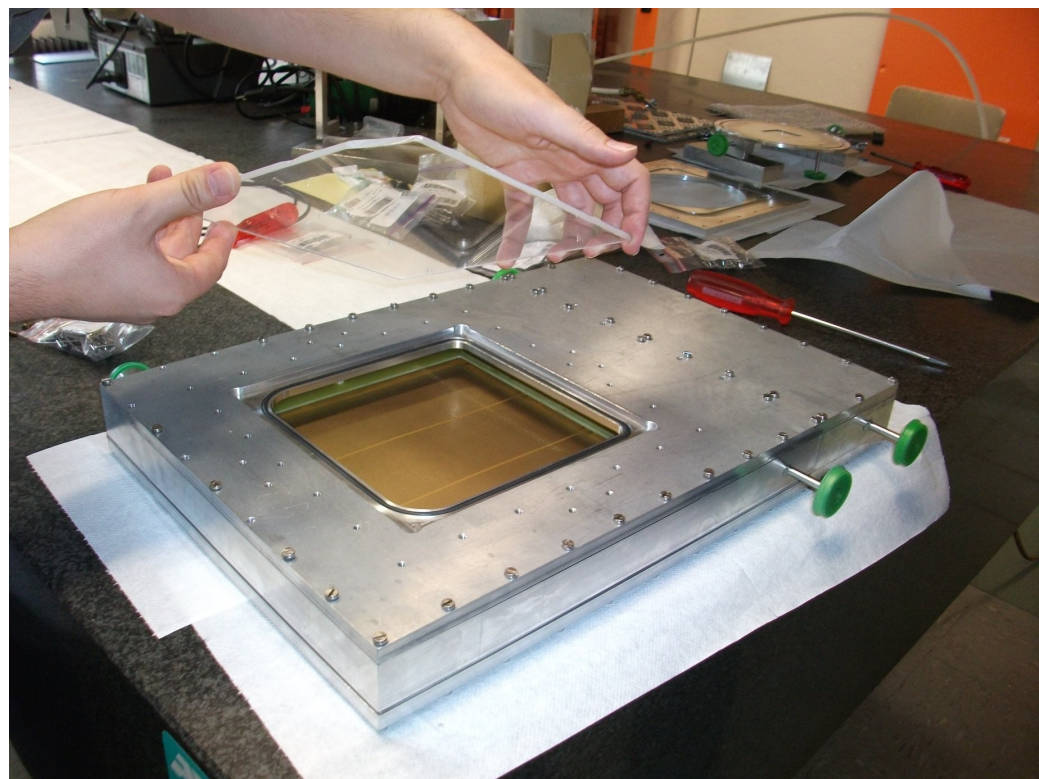
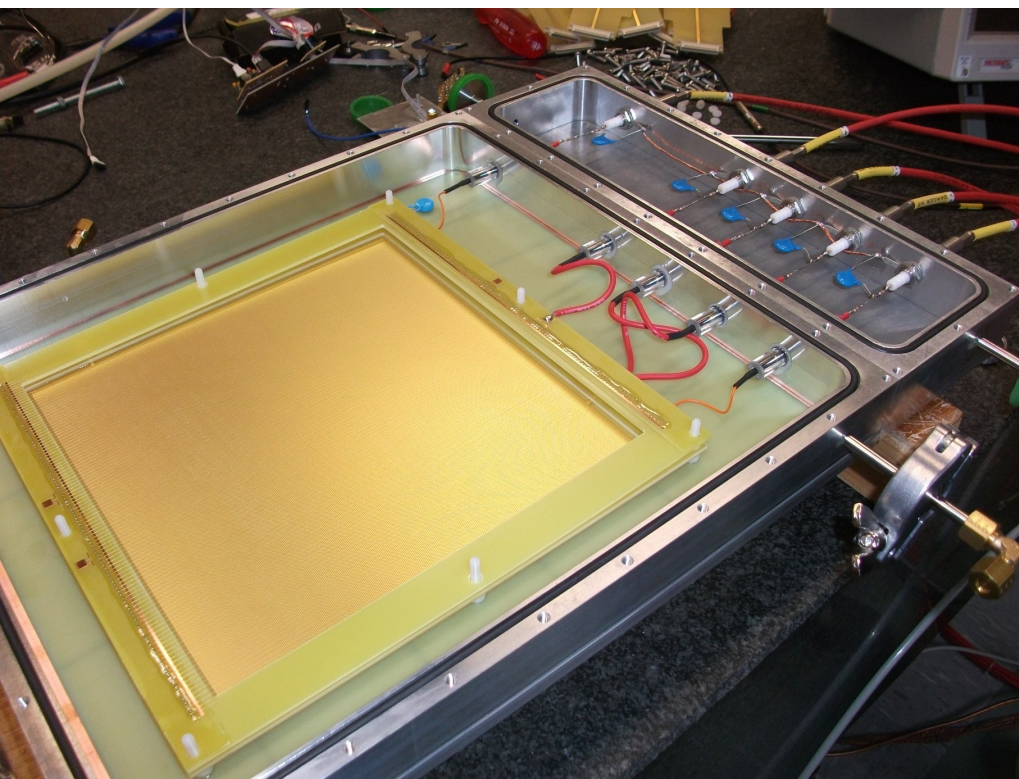
Thick-GEM CCC Photon Detector

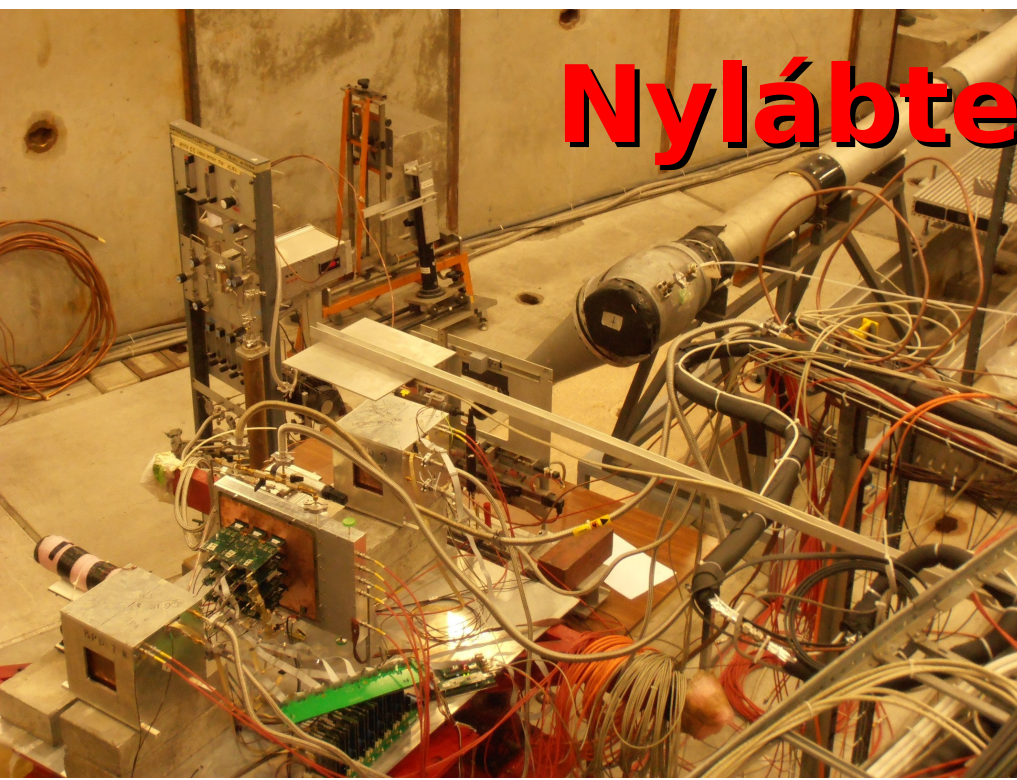
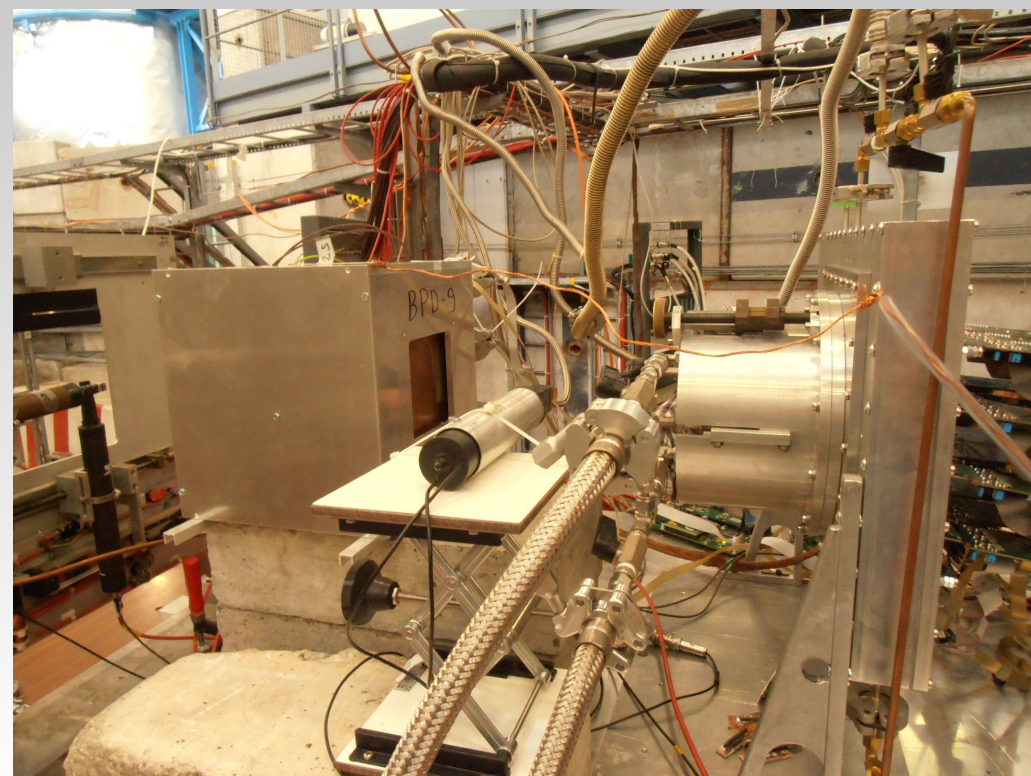
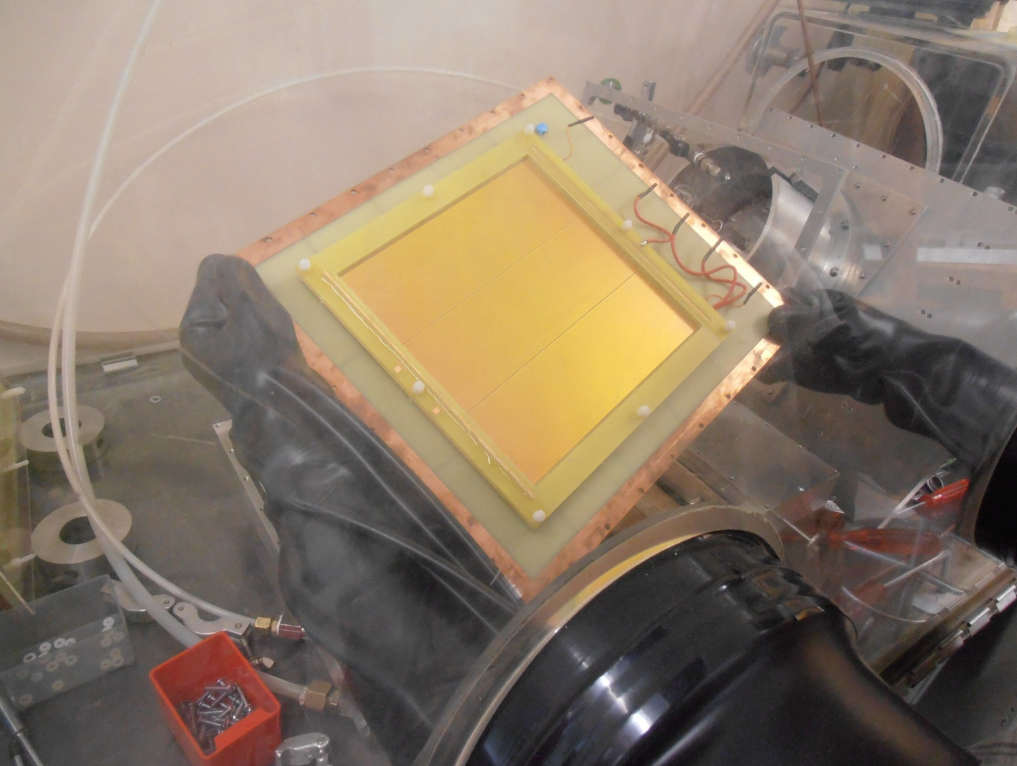
- Cserenkov sugárzás detektor
- Egyedi foto-elektronokat képes detektálni
- Mikrostruktúra és sokszálas hibrid
- Sikeres labor- és nyalábtesztek



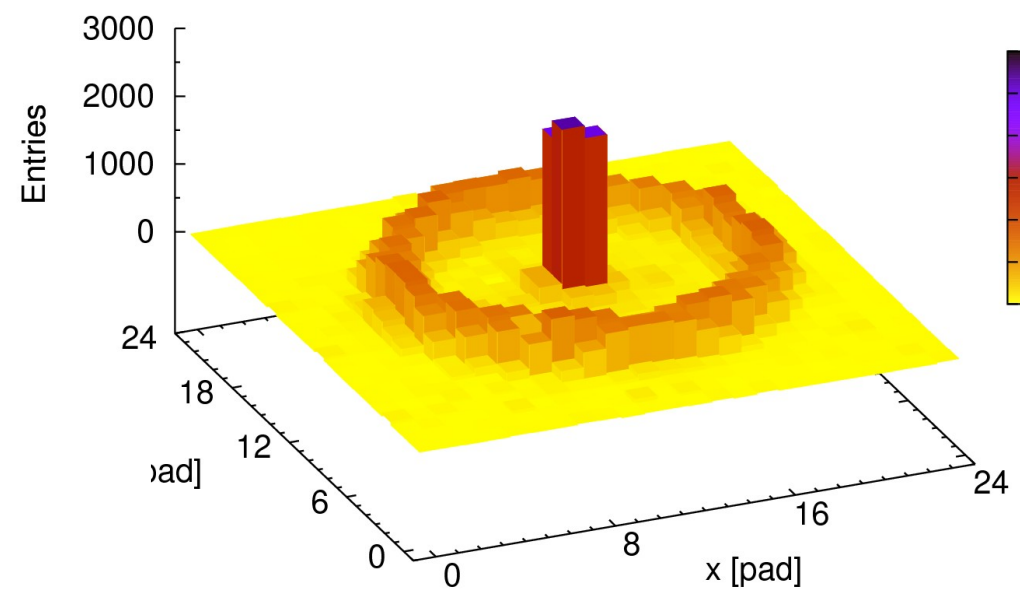


Konstrukció



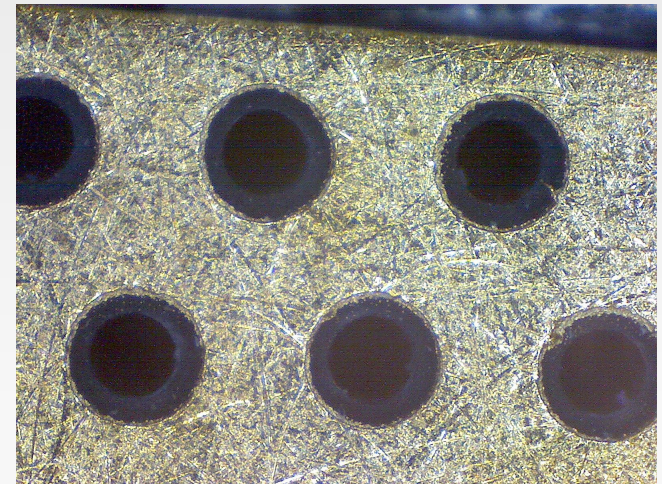


Nylábteszt CERN

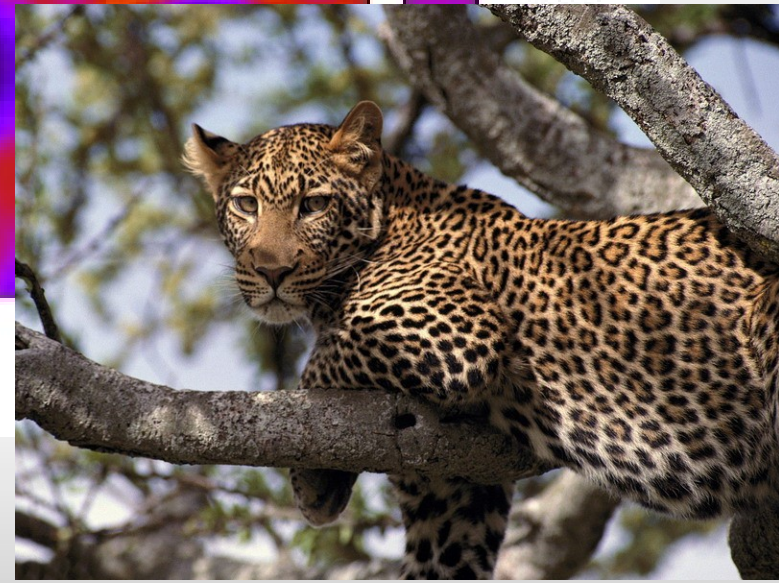
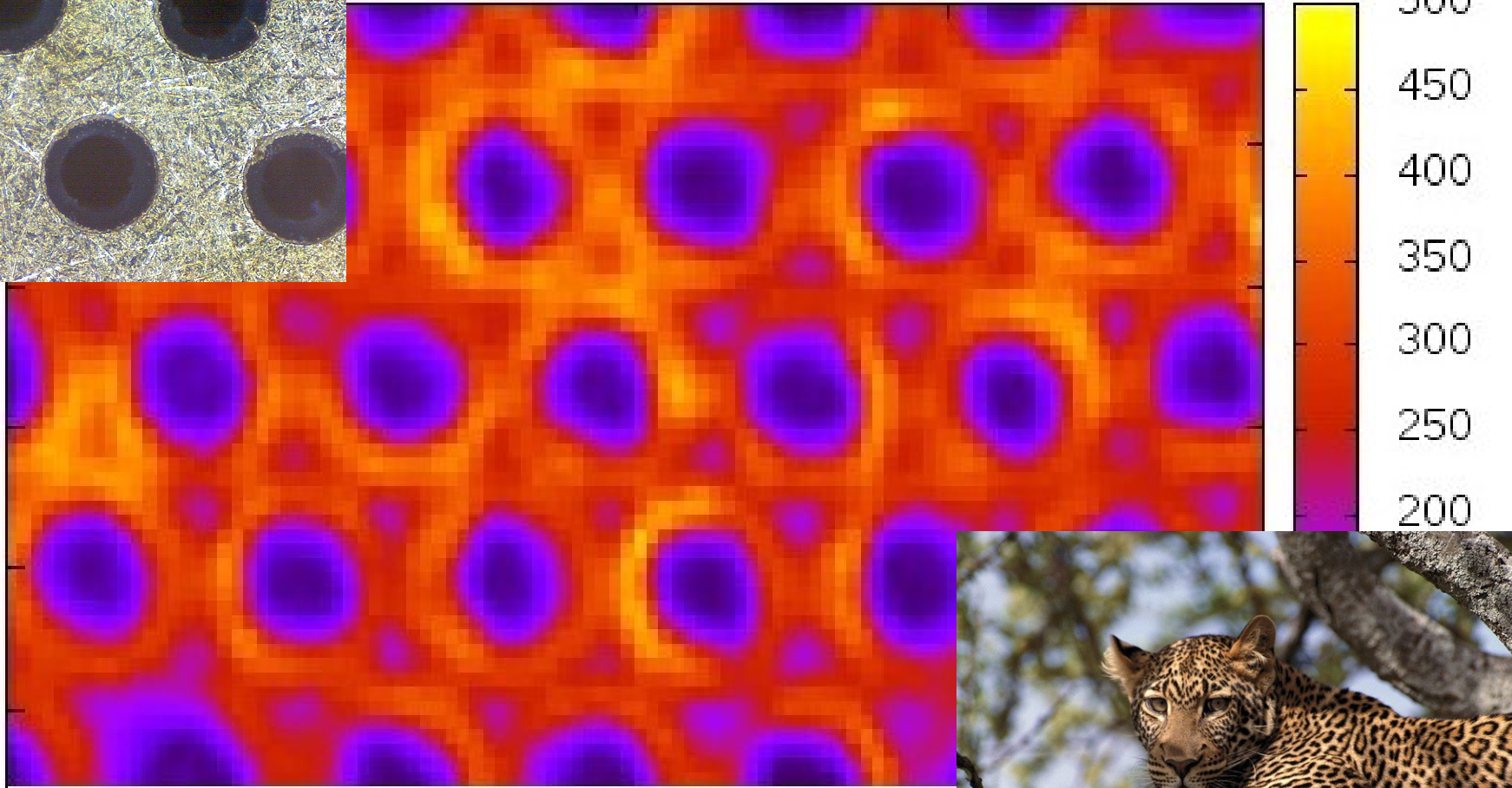
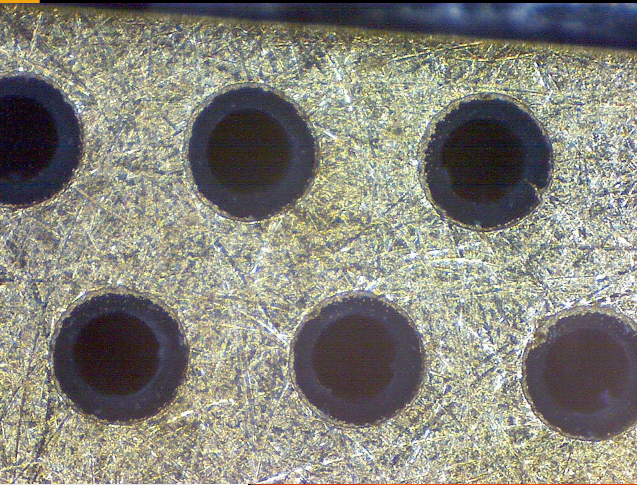


LEOPARD

- Mikrostruktúrák TGEM detektorok vizsgálata mikrostruktúrák skálán
- 0.1mm-re fókuszált UV fény
 - + 3D asztal
 - + gyors kiolvasás és vezérlés
- Lukák egyedi viselkedése
- Luk konfiguráció optimalizálás
- Technológiai vizsgálat
- Alkalmazható más technológiákon ?



LEOPARD

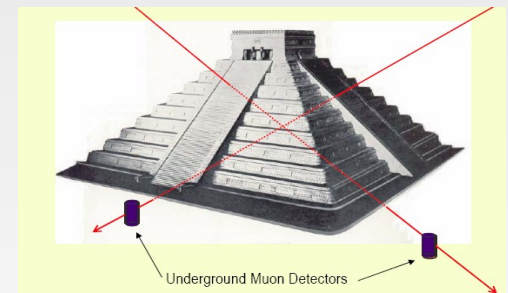
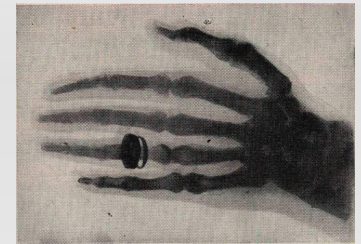


Radon detektálás

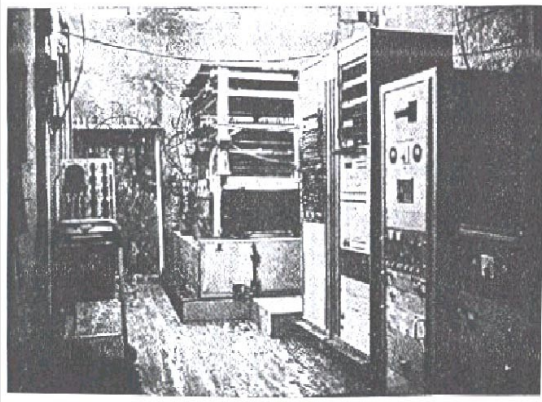


Kozmikus müon tomográfia

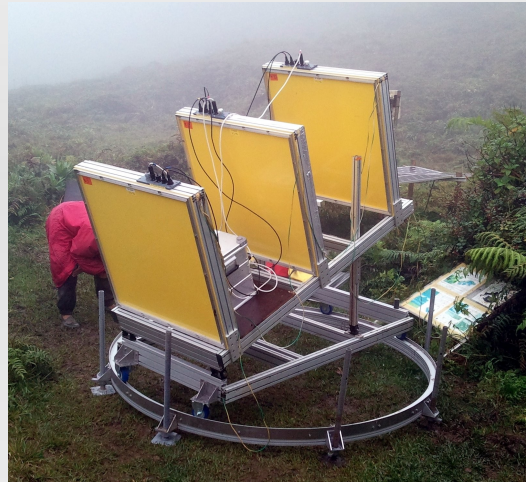
- Folyamatos energiaveszteség anyagon áthaladva
- Tomográfia (~ Röntgen kép)
- Nagy méretű objektumok “átvilágítása”
 - Piramis, hegy, vulkán, barlangrendszer, kamionok
- Precíz észlelés
 - Jó pozíció- és szögfelbontás
 - Speciális detektorrendszerek mint a részecskefizikai kísérletekben (?)
- Gyakorlati alkalmazások
 - Piramisok, vulkánok, bányászat, nemzetvédelem
 - barlangászat, ...



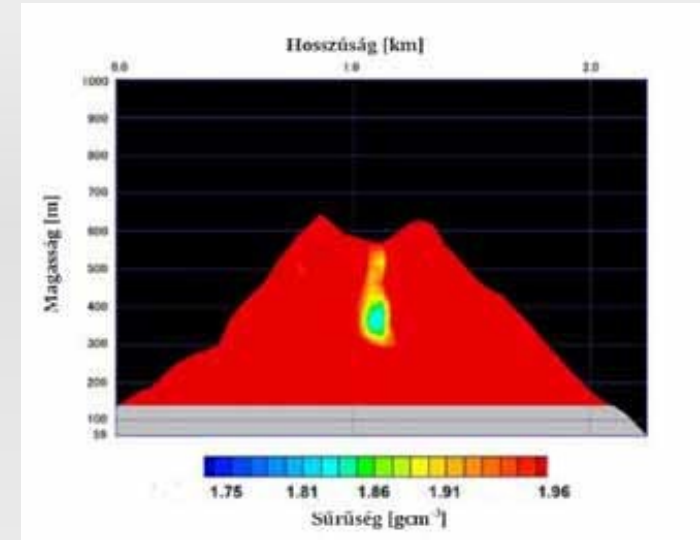
Kozmikus müon tomográfia



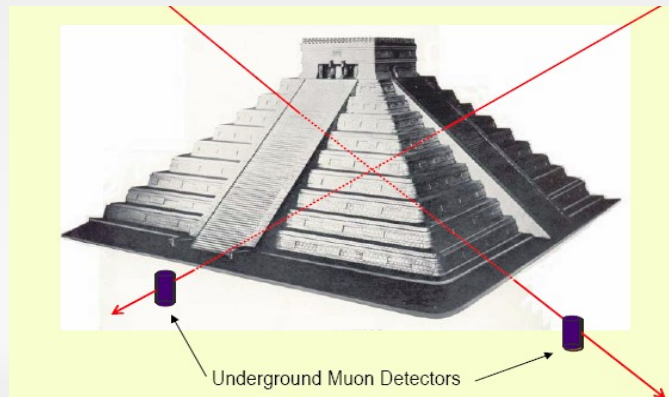
Alvarez (1957)
Kefren piramis



Vulkánvizsgálat (Japán, Francia, Olasz)



Nemzetvédelmi alk.

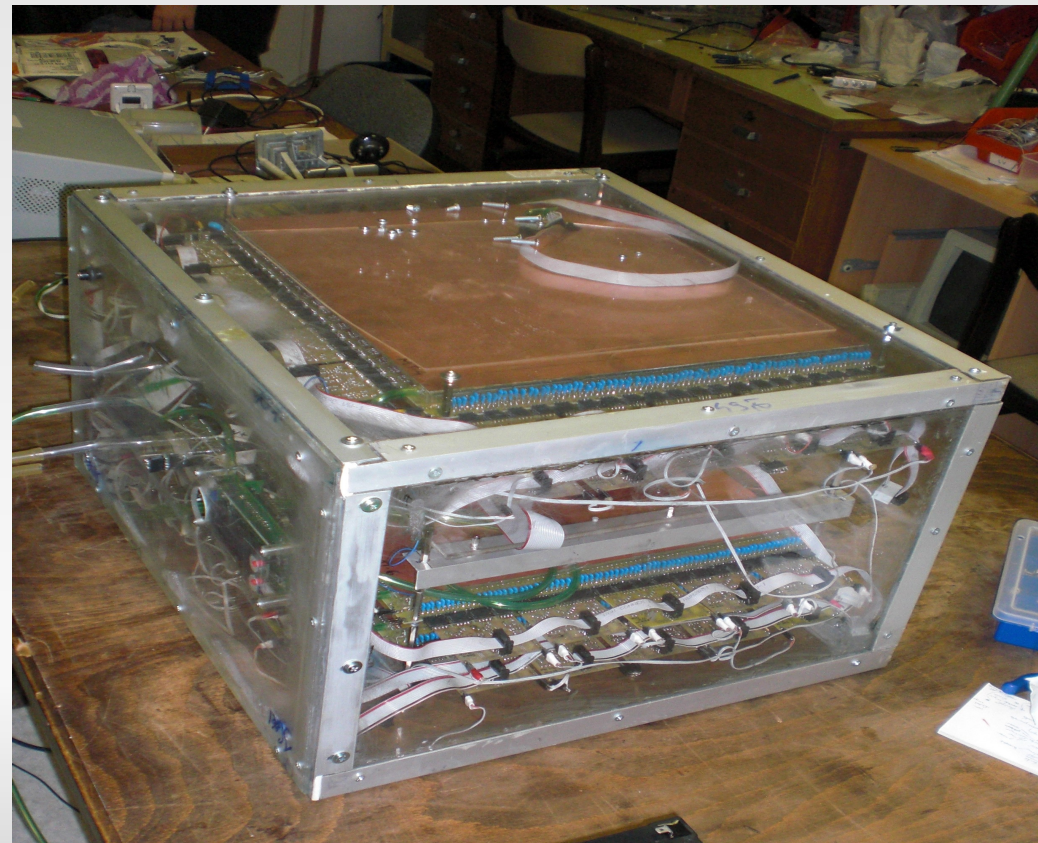


Bányászat
Barlangászat



A REGARD műontomográf

- Kozmikus müonok detektálására
- Nagy sűrűségű tárgyak leképezésére müonokkal
- Talaj inhomogenitások és földalatti üregek kimutatására
- Precizitás:
 - 1-2 cm-es helyfelbontás
 - 2-3 °-os szögfelbontás
- Mobilis (< 50 kg)
- Költséghatékony
- Alacsony fogyasztás (5W)



Ajándék barlang a Pilisben



TDK / BSc / MSc témák

- Detektorfejlesztés
- Fizikai szimulációk
- Adatanalízis
- Kamra szimulációk
- Elektronikai fejlesztés
- TGEM
- TCPD
- Leopard
- Müon Tomográfia
- PET
- Radon det.
- TPC
- ...

hamar.gergo@wigner.mta.hu
dvarga@mail.cern.ch
regard@lists.kfki.hu
<http://regard.kfki.hu>