

Részecskedetektorok

Varga Dezső

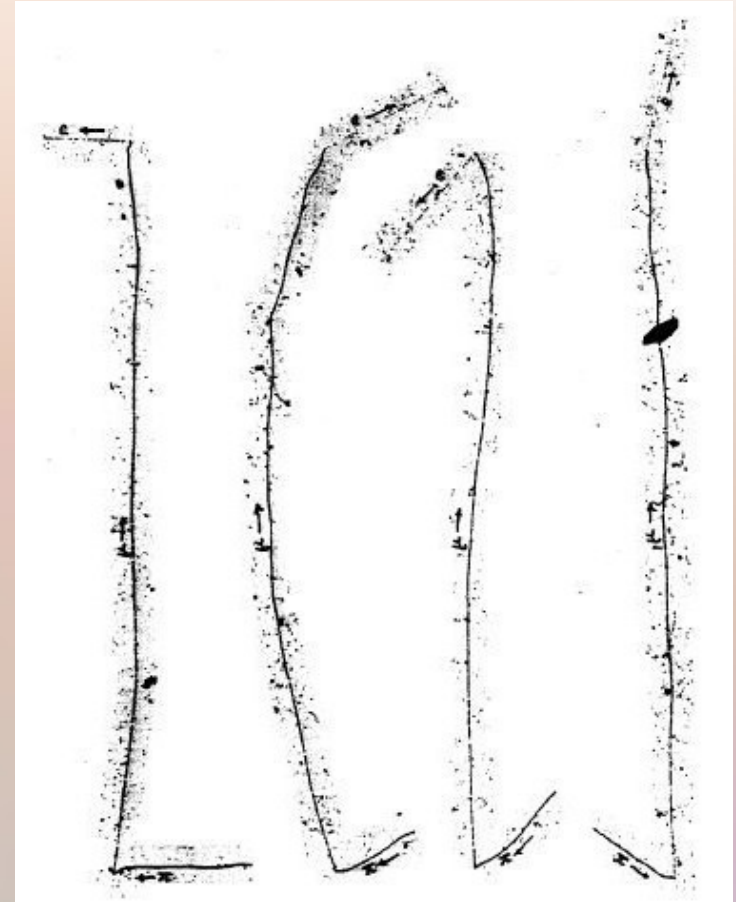
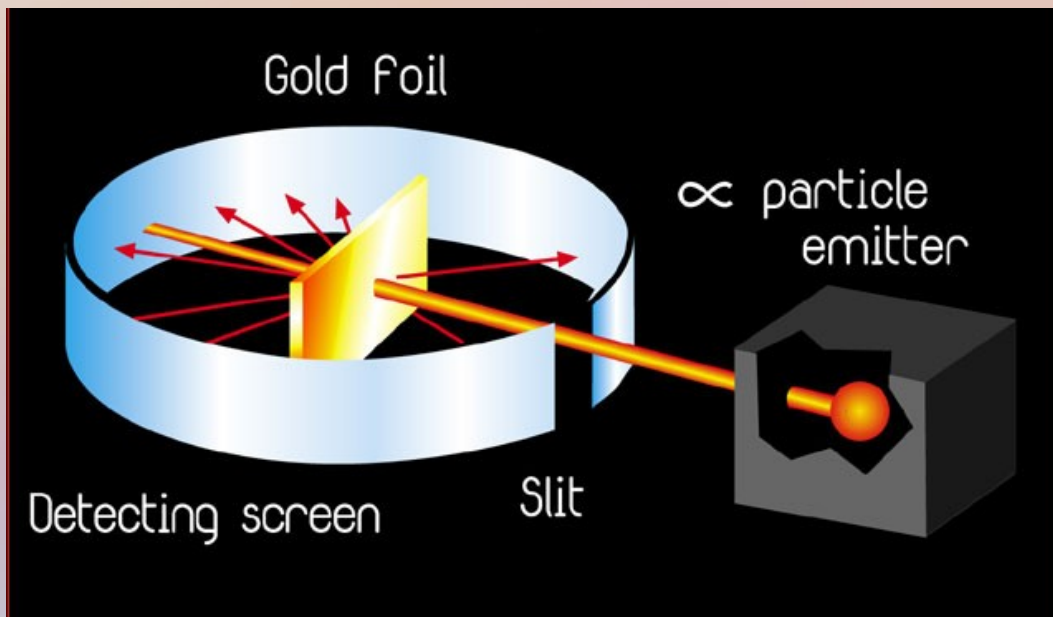
HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont, RMI NFO

- Kölcsönhatások megfigyelése: észleljük a szóródási folyamatot
- Buborékkamra: a részecskefizika hőskora
- Anyag és részecskék kölcsönhatásai
- Modern detektorelemek
- Összetett detektorok felépítése
- Speciális folyamatok megfigyelése: keressük a „tűt a szénakazalban”

CERN Tanári Program

Kezdetekben vala...

- ... hát gyorsító az nem
- ... detektor se nagyon...



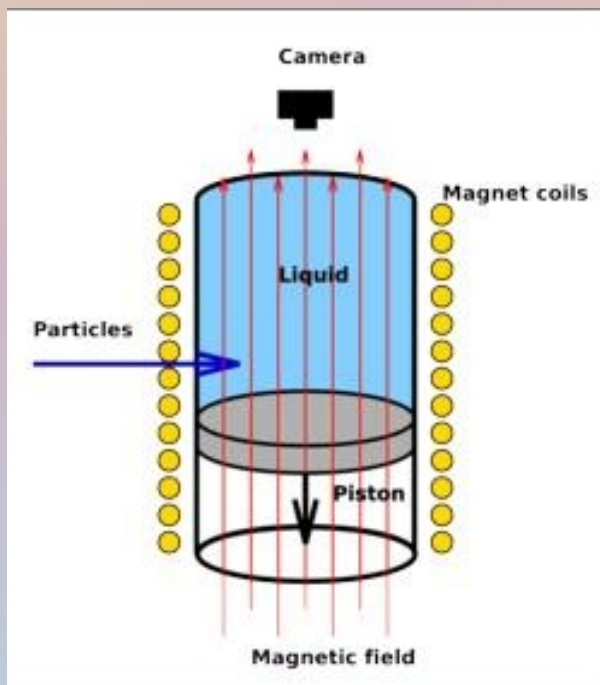
Elemi részecskék
felfedezése (emulzió)

(rsc.org) **Rutherford kísérlet: Atommag felfedezése**

Hogyan
is „láthatjuk” ezeket?

Buborékkamra

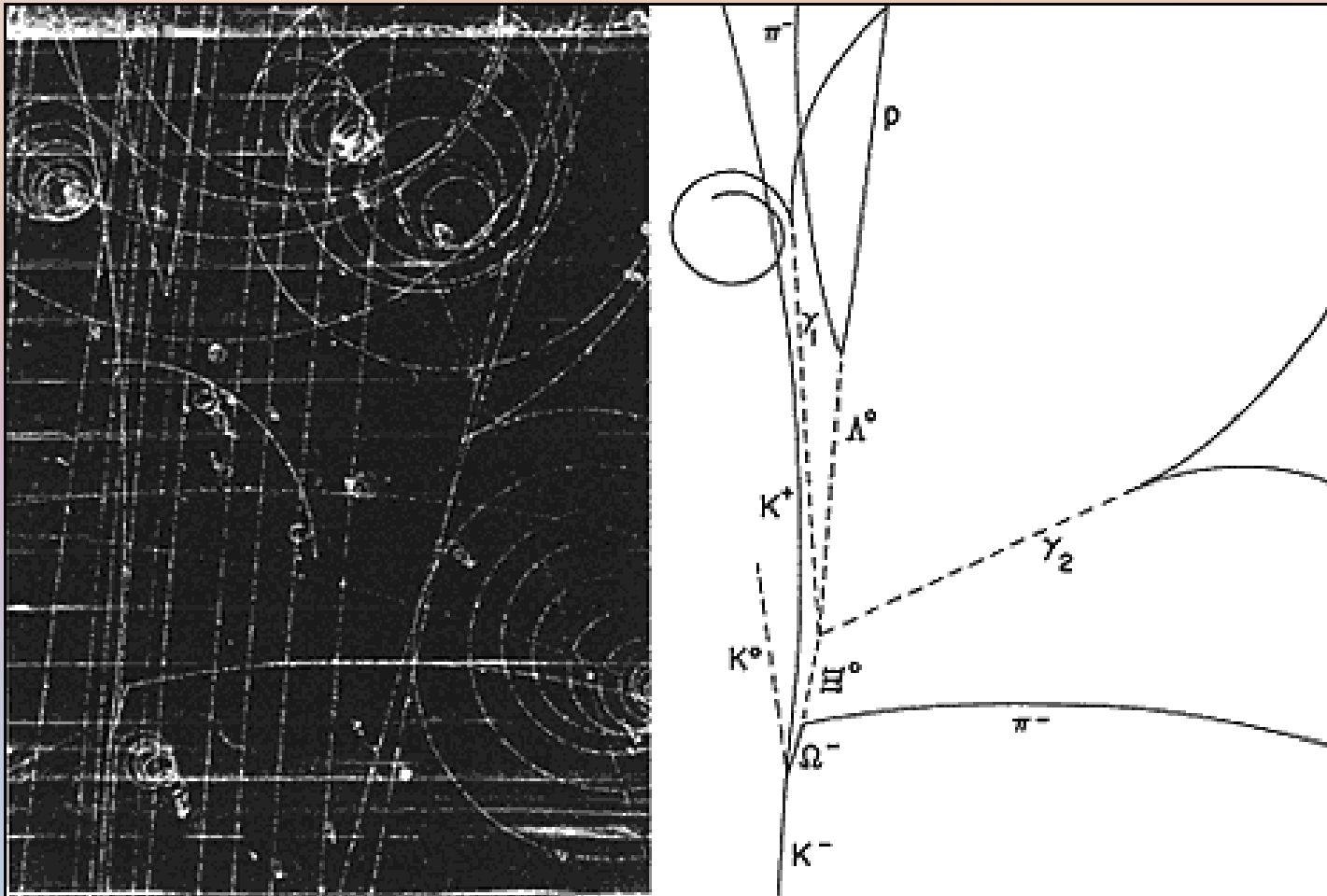
(Glaser 1952, Nobel-díj
1960)



CERN Tanári Program

A detektorok egyik klasszikusa: buborékkamra

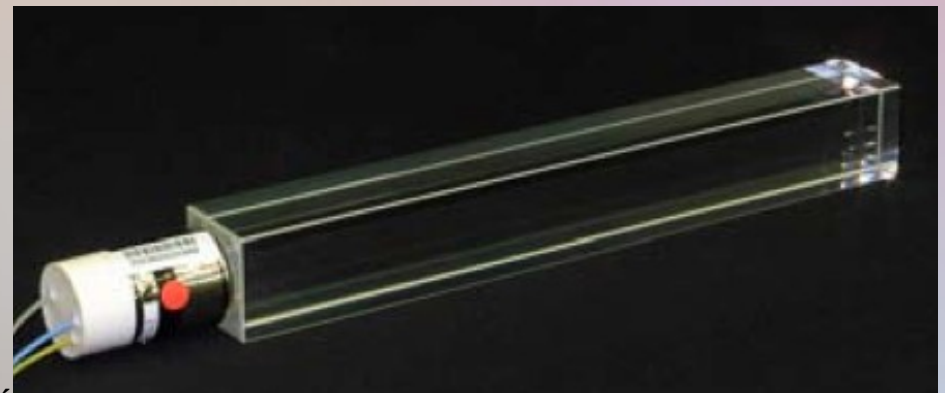
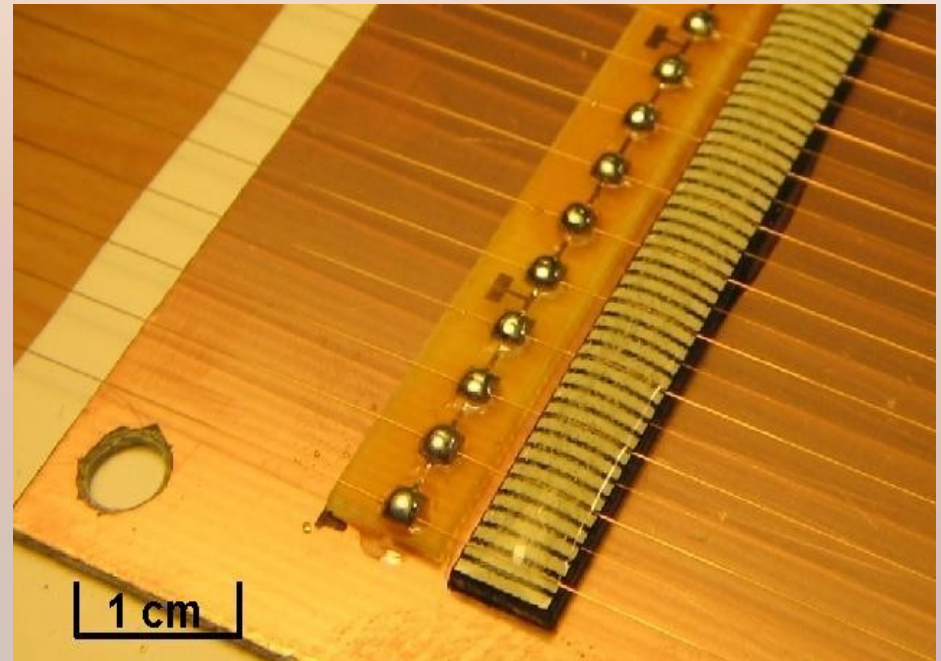
- Az instabil részecske bomlási folyamata rekonstruálható!



Technológiai forradalom: „elektronikus detektorok”

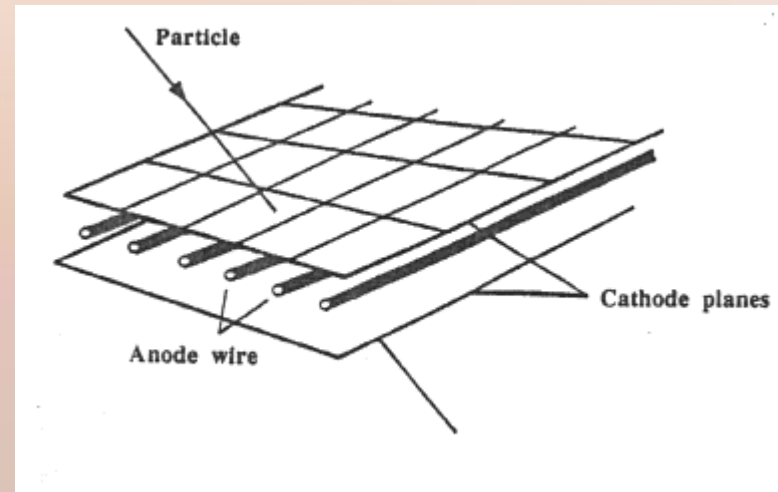
- Részecskepálya: sokszálas proporcionális kamra (MWPC)
- Energialeadás: kaloriméterek
- Áthaladás ideje: szcintillátorok

Mindent elektronikus jellé alakítunk!

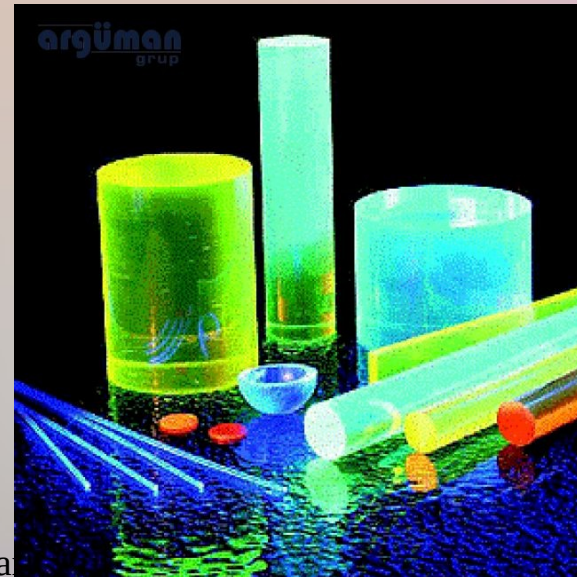


A tipikus elektronikus detektorok

- MWPC (sokszálas proporcionális kamra)
Charpak, Nobel díj 1992

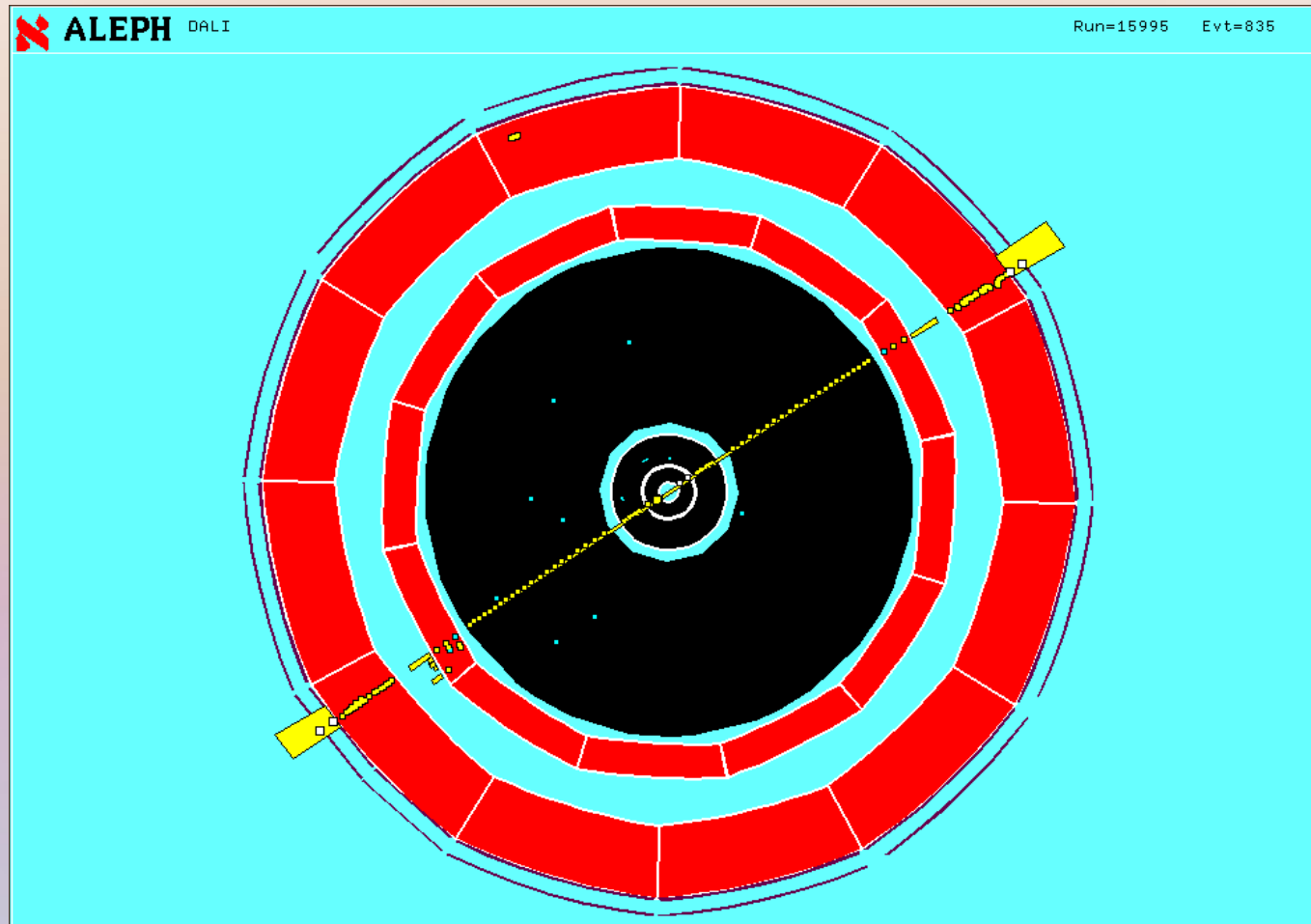


- Szcintillátorok
(fényfelvillanás)



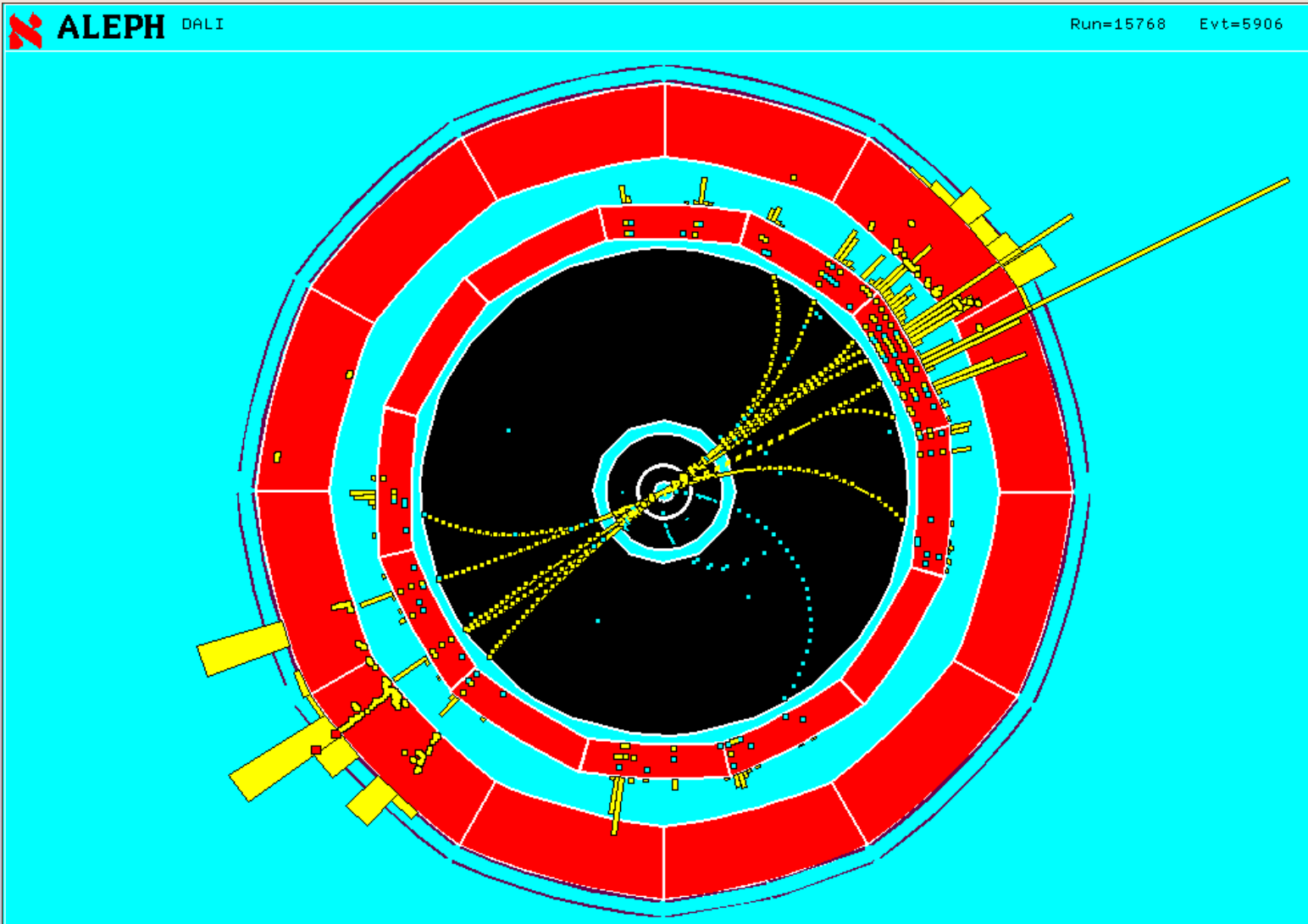
CERN Ta

Instabil részecskék megfigyelése: bomlás



- Z részecske bomlása két müonra (e^+ és e^- ütközés)

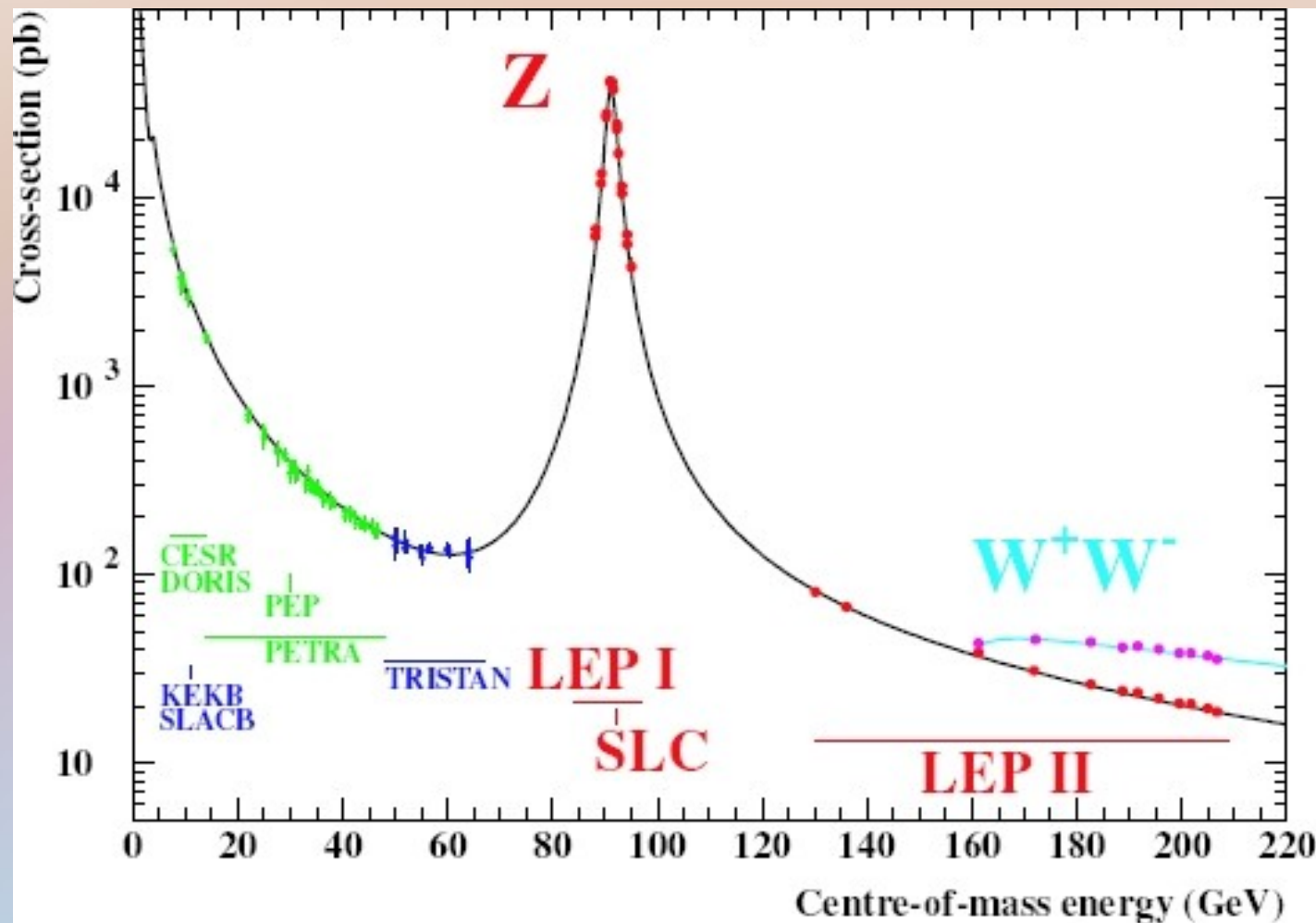
Z részecske bomlása két kvarkba



- részecskezápor – kvarkok nem léteznek szabadon...

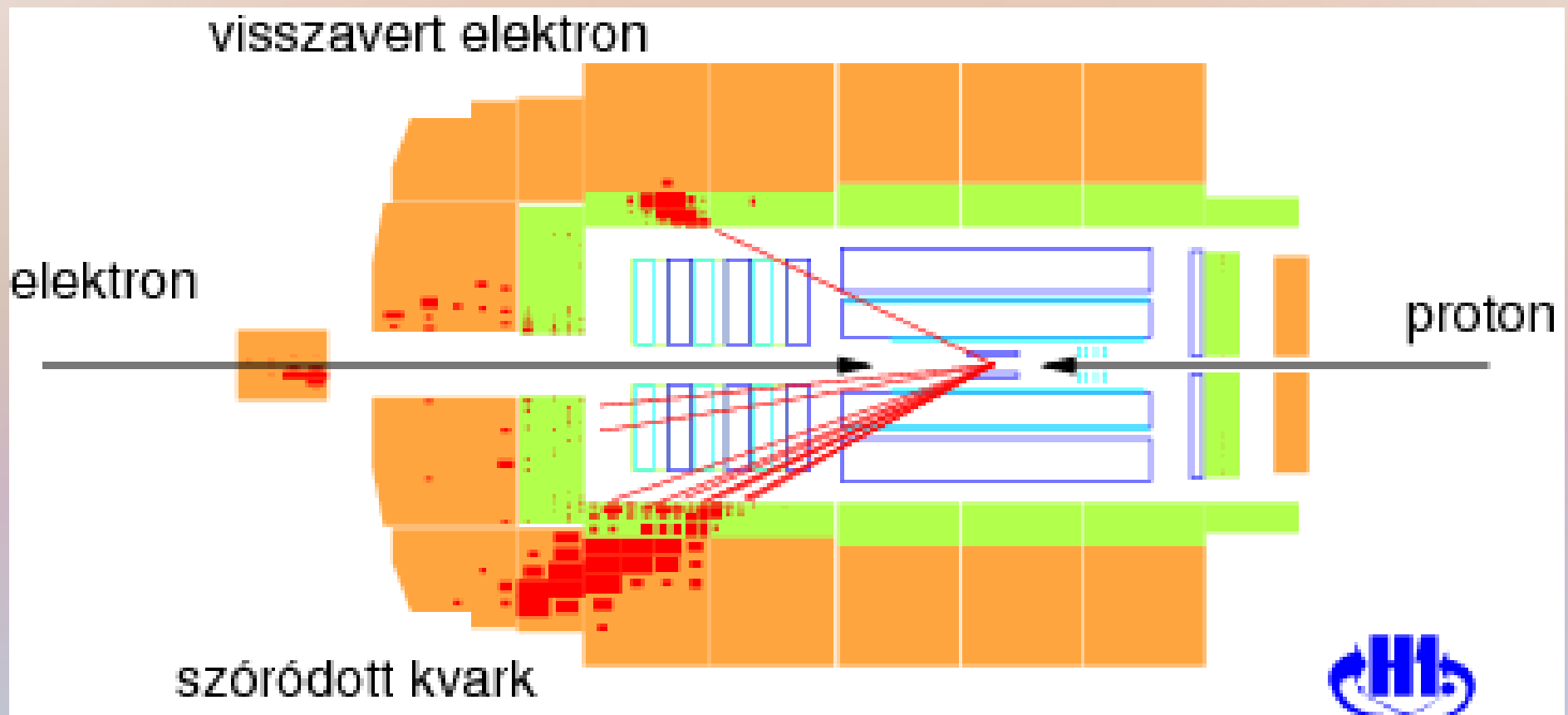
Z részecske (gyenge kölcsönhatás egyik közvetítője) mint „maximum” látható

- Szóródás valószínűsége az energia függvényében



Kvarkok felfedezése: „elektronmikroszkóp”

- Rutherford kísérlet analógiája, nagy energián



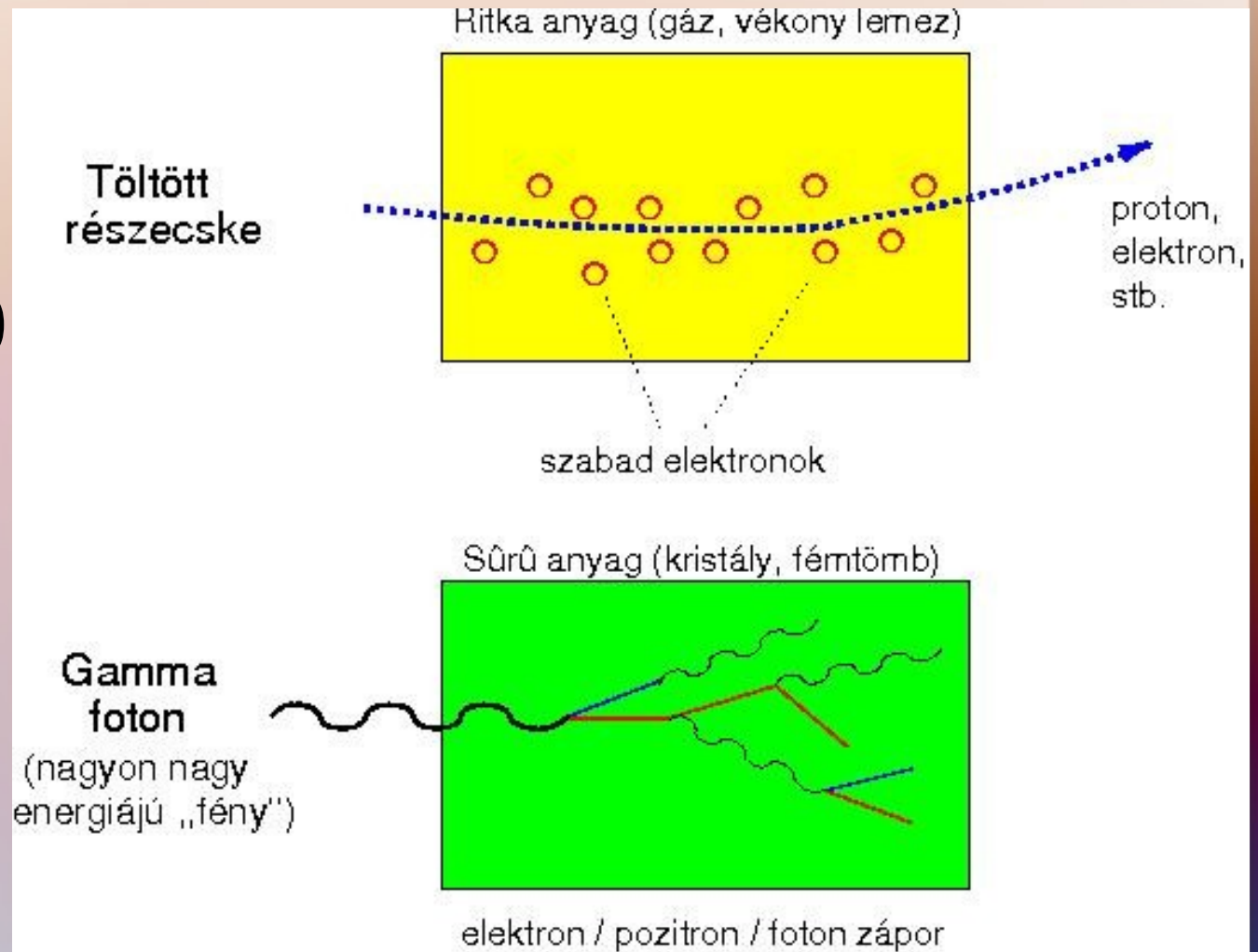
Mit szeretnénk (tudunk) mérni?

(A keletkező részecskékről minél több mindent)

- Darabszám, irány, impulzus, részecske fajtája, energiája, ...
- Impulzus (és irány): pálya iránya és görbülete mágneses térben: **nyomkövető (tracking)**
- Teljes leadott energia: **kaloriméterek**
- Részecske típusa: **azonosítás (identification)**

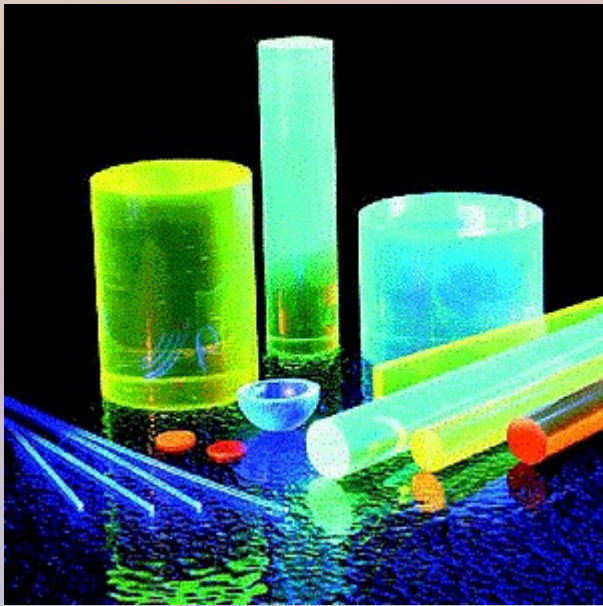
- Nyomkövető:
ritka anyag
(cél: áthaladás)

- Kaloriméter:
sűrű anyag
(cél: elnyelés)



Nyomkövető: szcintillátorok

- Fényfelvillanás megfelelően adalékolt anyagban
- Gyors jel, nagyon jó hatásfok, rossz helyfelbontás



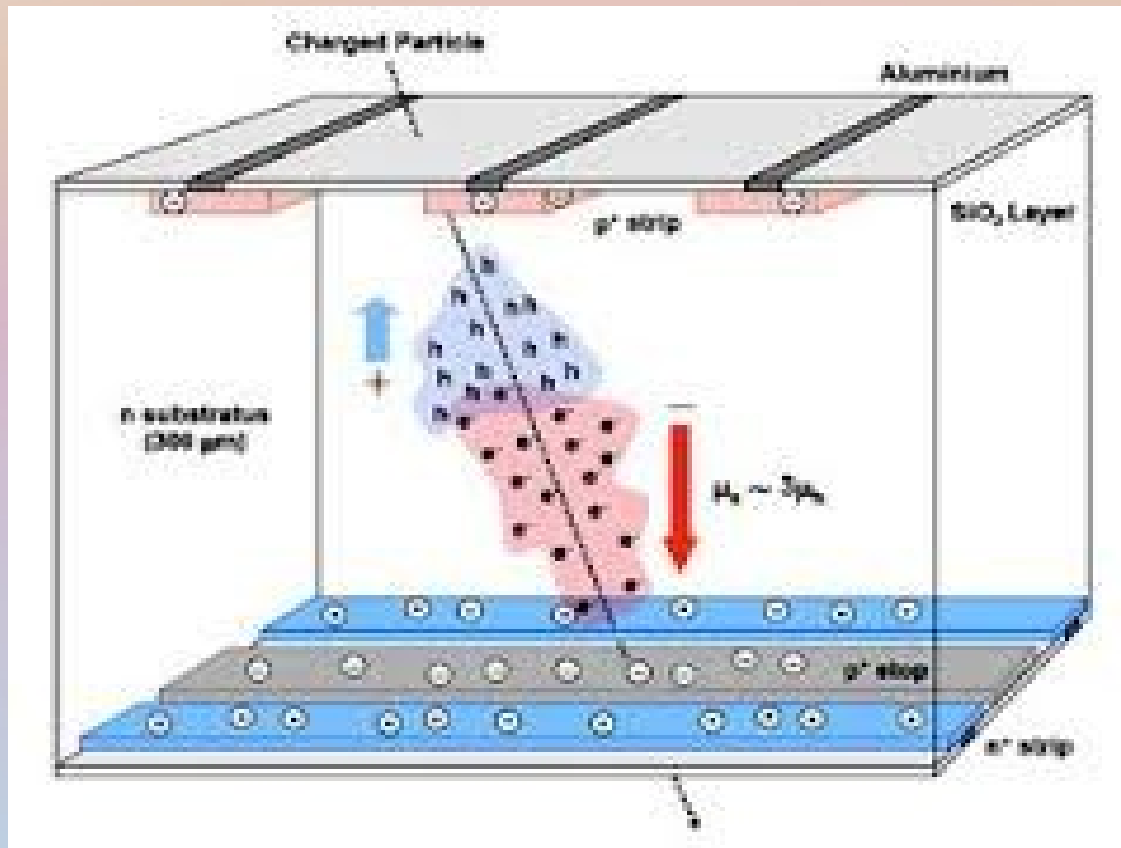
Nyomkövető: félvezetők

- Hasonlóan a CCD kamera érzékelőihez, csak az áthaladó részecske által keltett jelet méri
- Rendkívül pontos és rendkívül drága



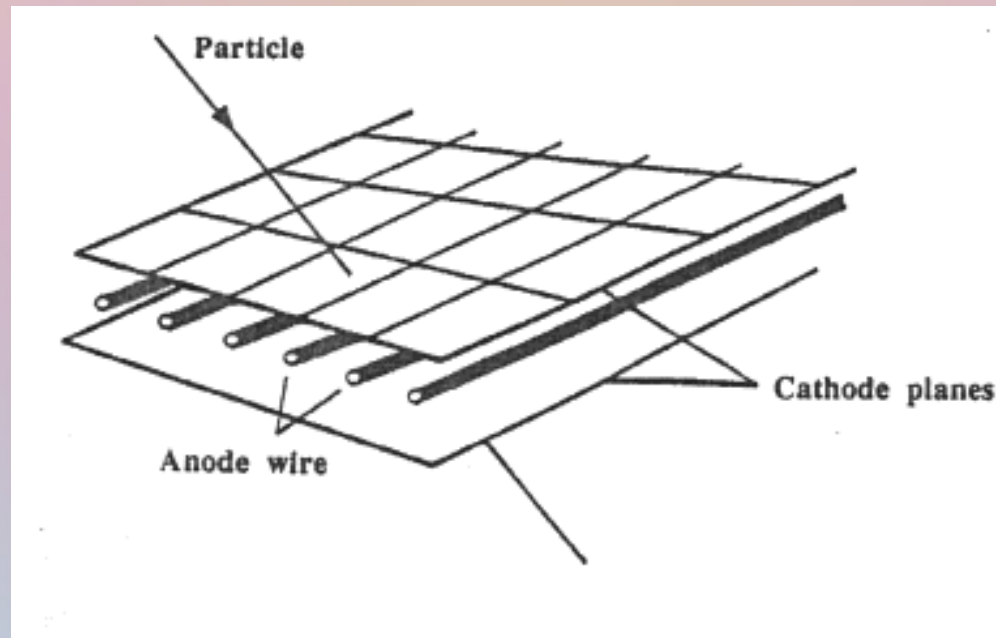
Félvezető detektor felépítése

- Mint egy jókora dióda, a töltések (lyuk-elektron párok) szétválnak, és begyűjtésre kerülnek

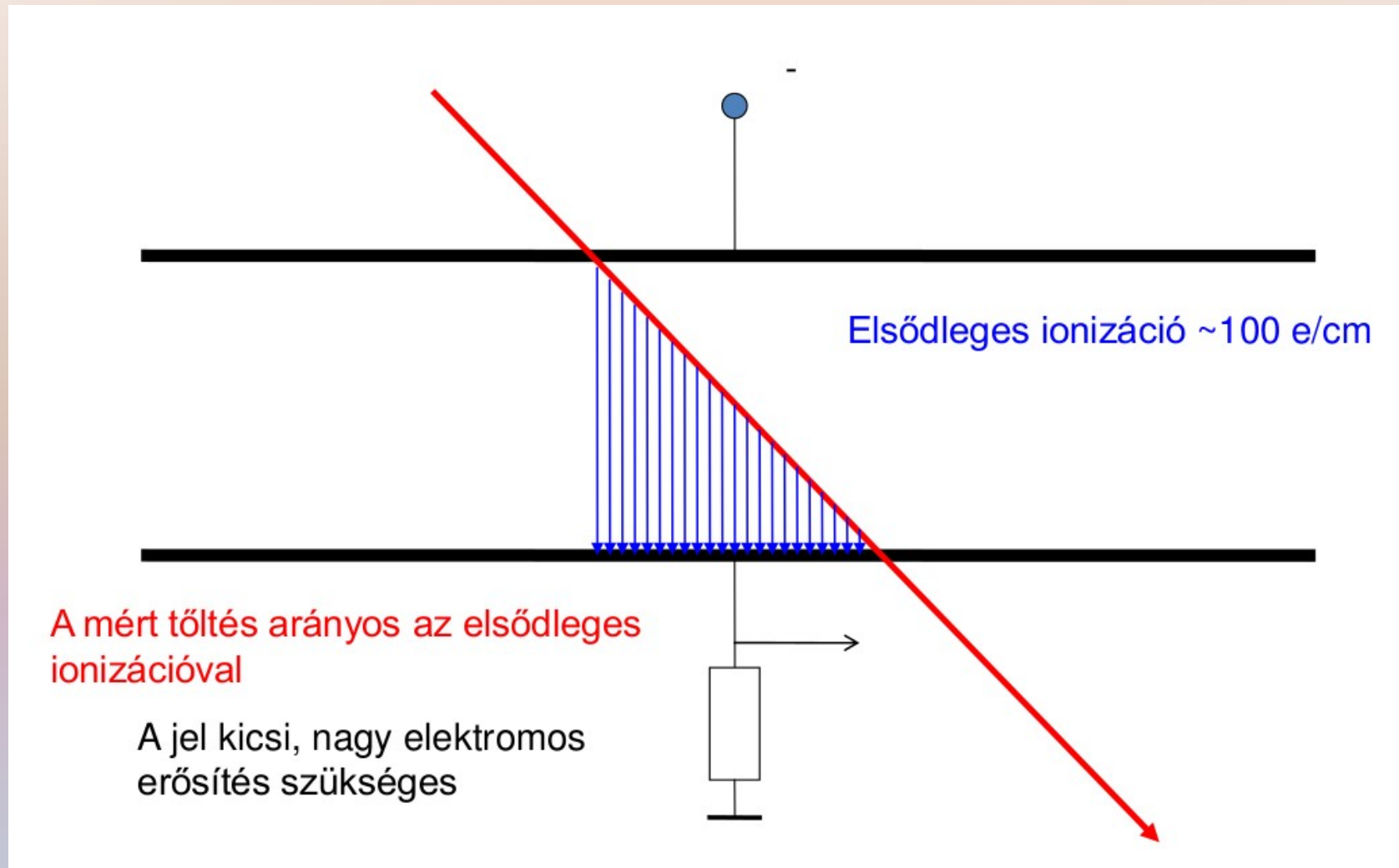


Nyomkövető: gáztöltésű detektorok

- Gázban szabad elektronokat kelt az áthatló részecske; ezeket vékony szál közelében sokszorozzuk (G. Charpak, Nobel-díj 1992)



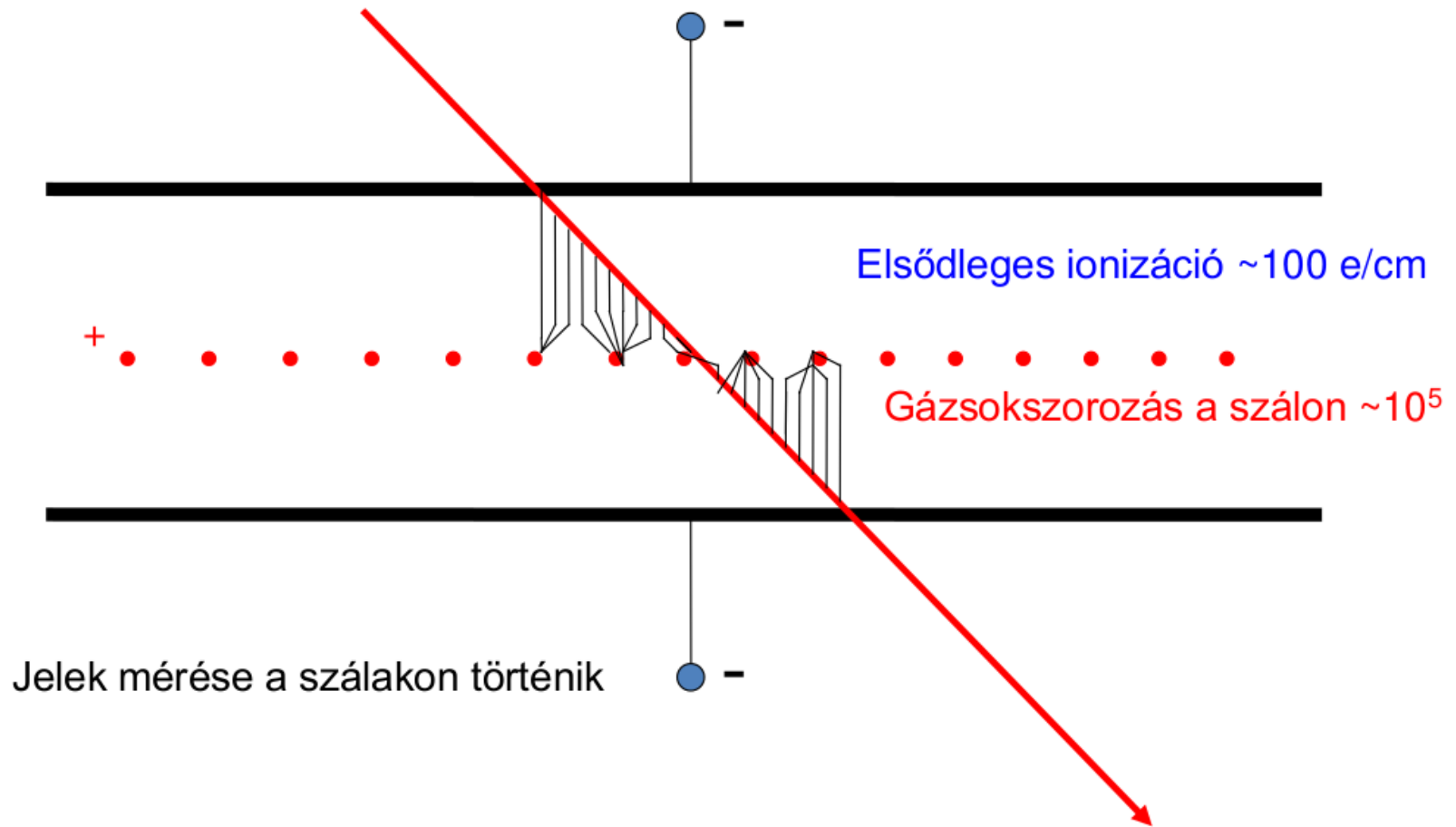
Ionizációs kamra



(Fodor Zoltán gondolatmenete)

CERN Tanári Program

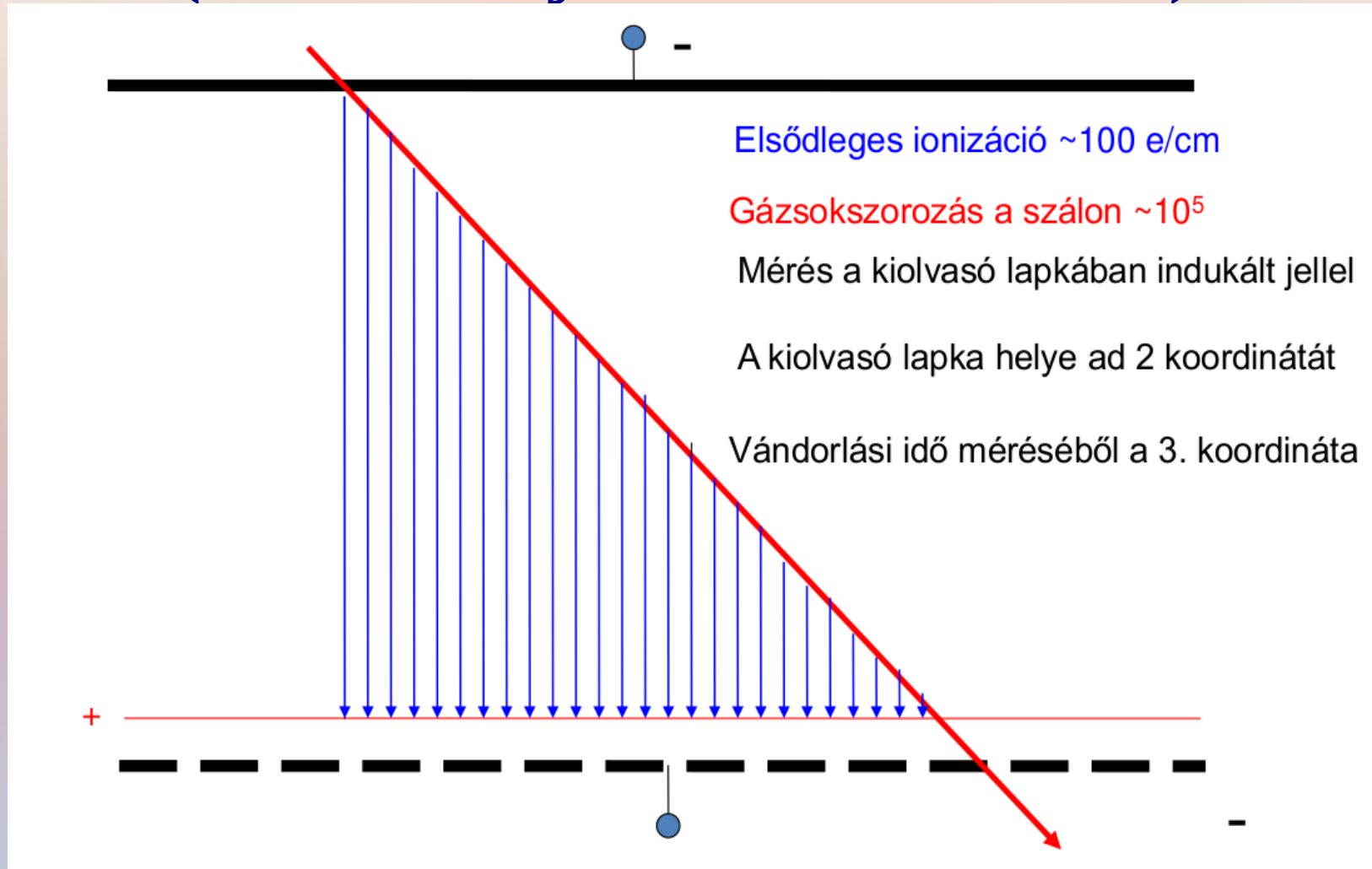
Proporcionális detektor



(Fodor Zoltán gondolatmenete)

CERN Tanári Program

Időprojekciós kamra (Time Projection Chamber)

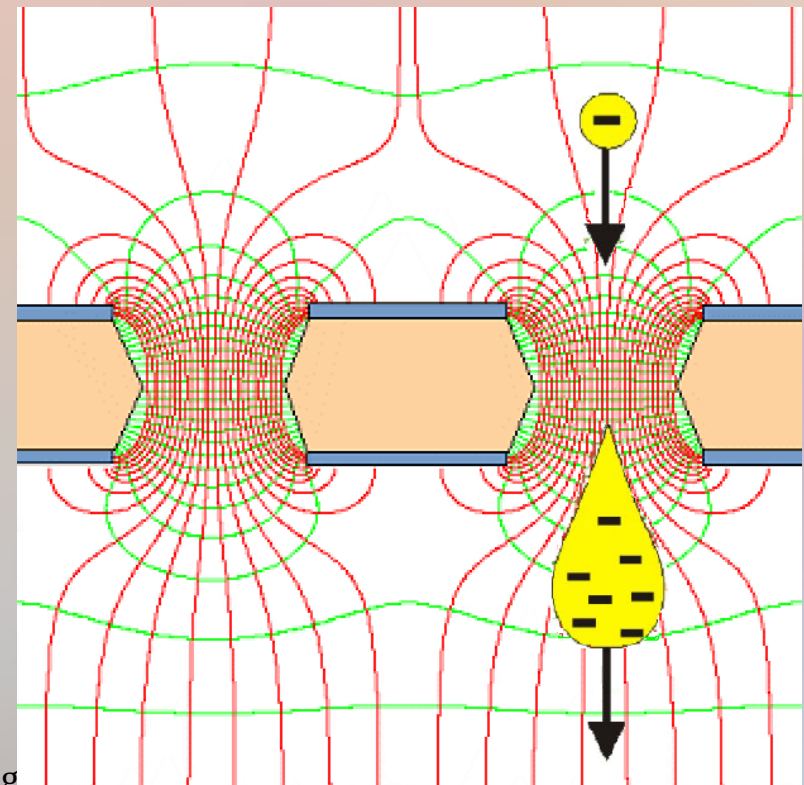
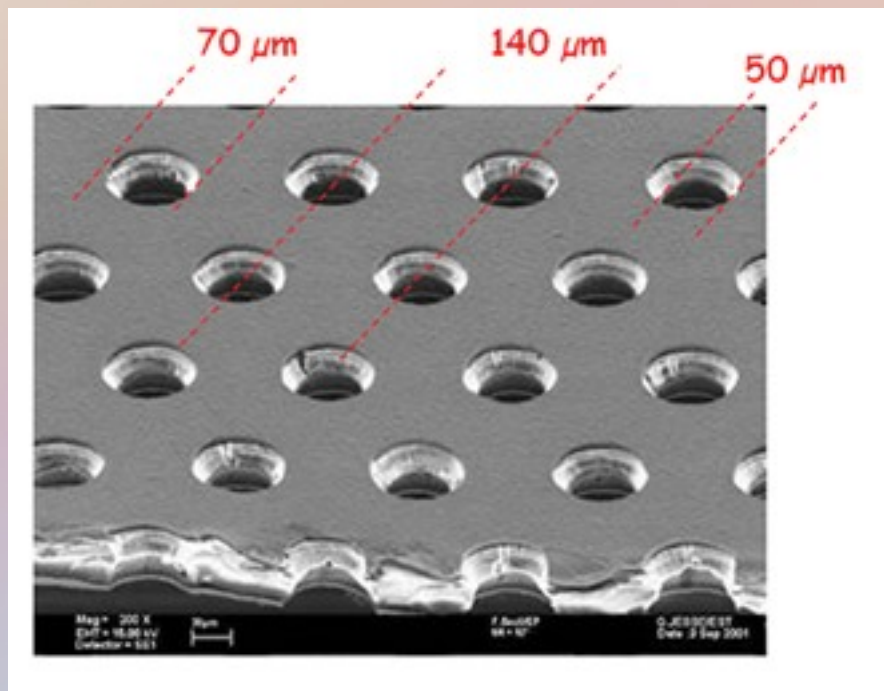


(Fodor Zoltán gondolatmenete)

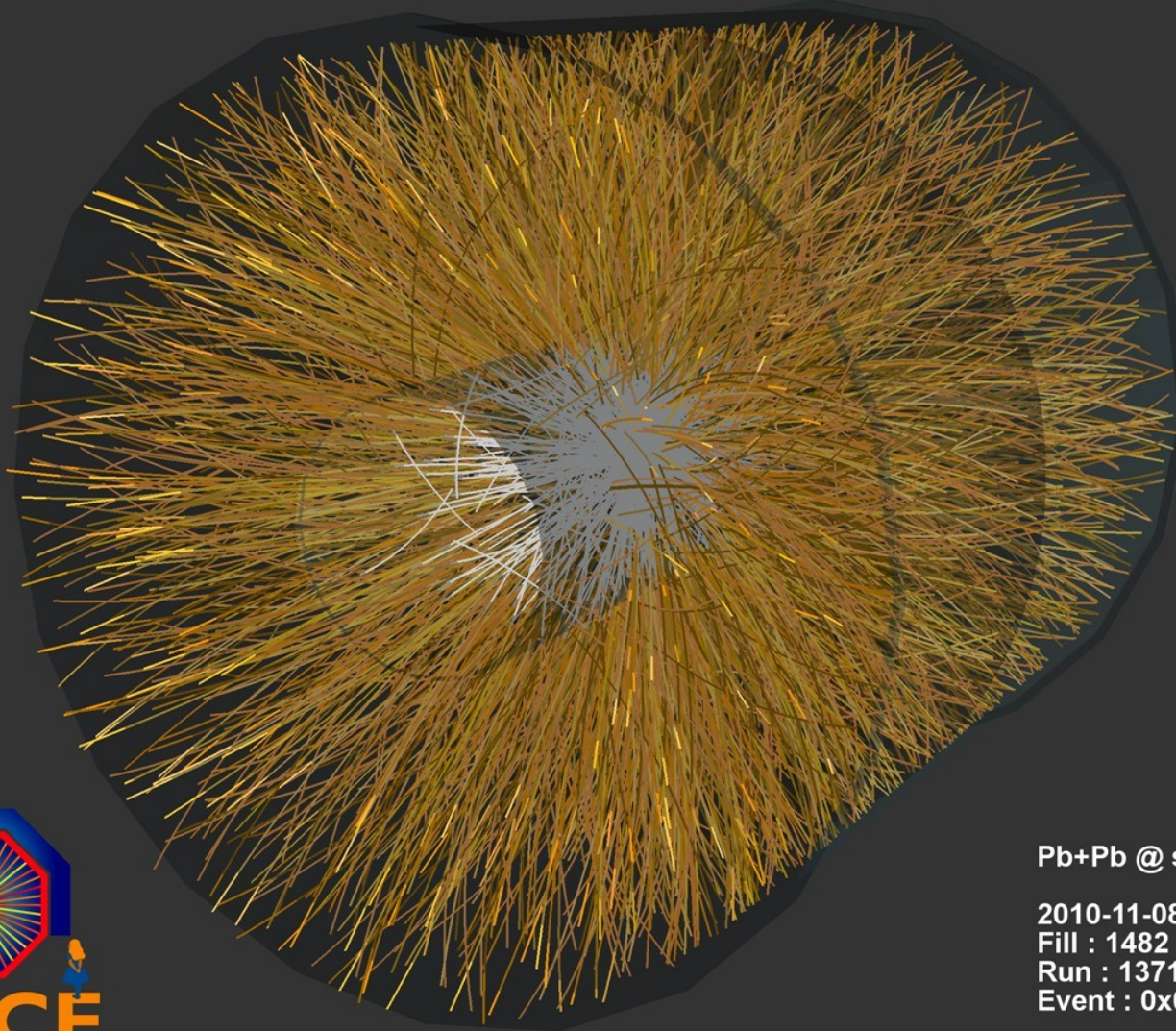
CERN Tanári Program

Nem csak szál közelében lehet nagy elektromos térerősség...

- GEM: fólia két vezetővé tett oldala között nagy feszültség; lyukakban sokszorozás lép fel



3 dimenziós fényképezőgép: TPC



Pb+Pb @ $\sqrt{s} = 2.76$ ATeV

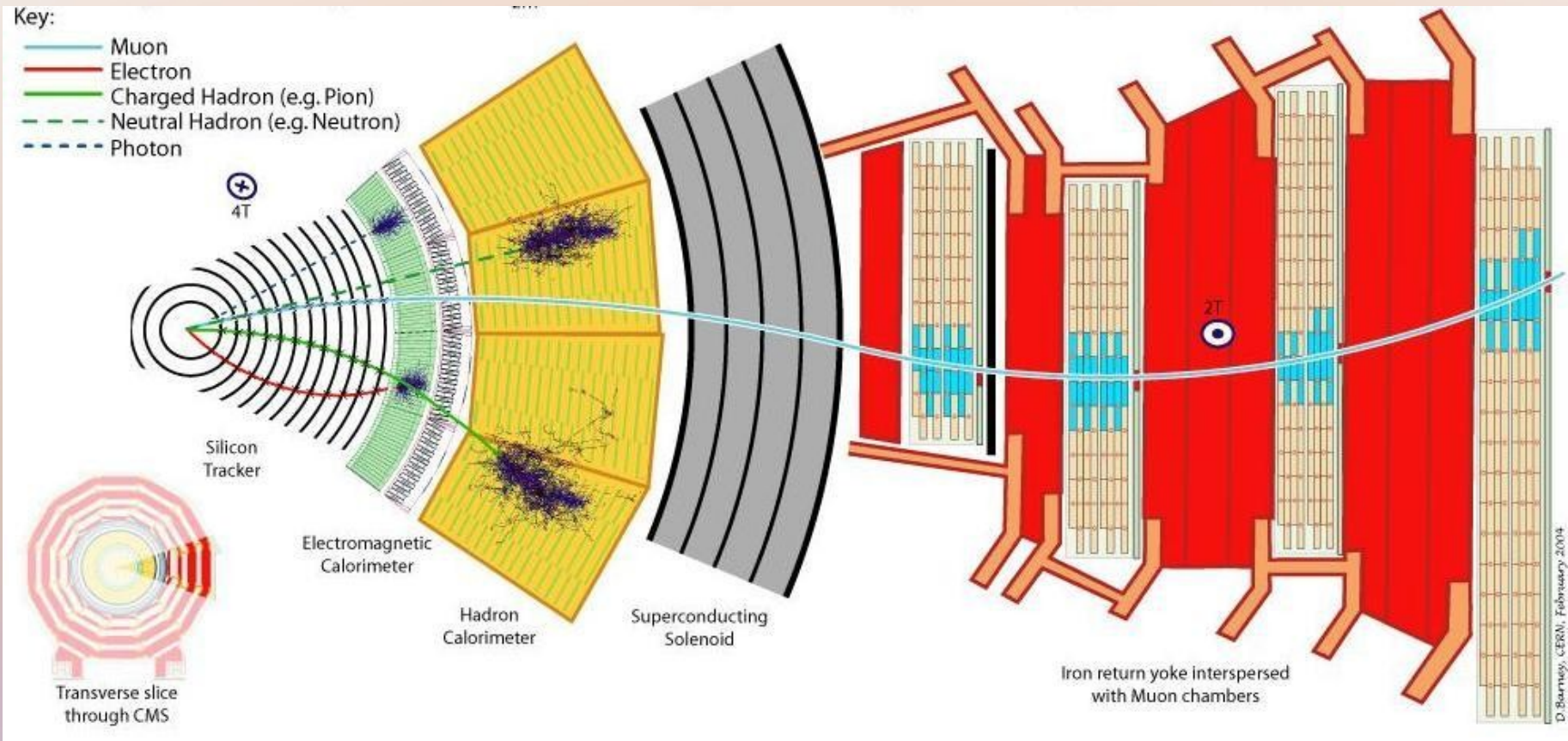
2010-11-08 11:29:52

Fill : 1482

Run : 137124

Event : 0x0000000042B1B693

Tipikus detektor: réteges szerkezet



gamma foton,
elektron



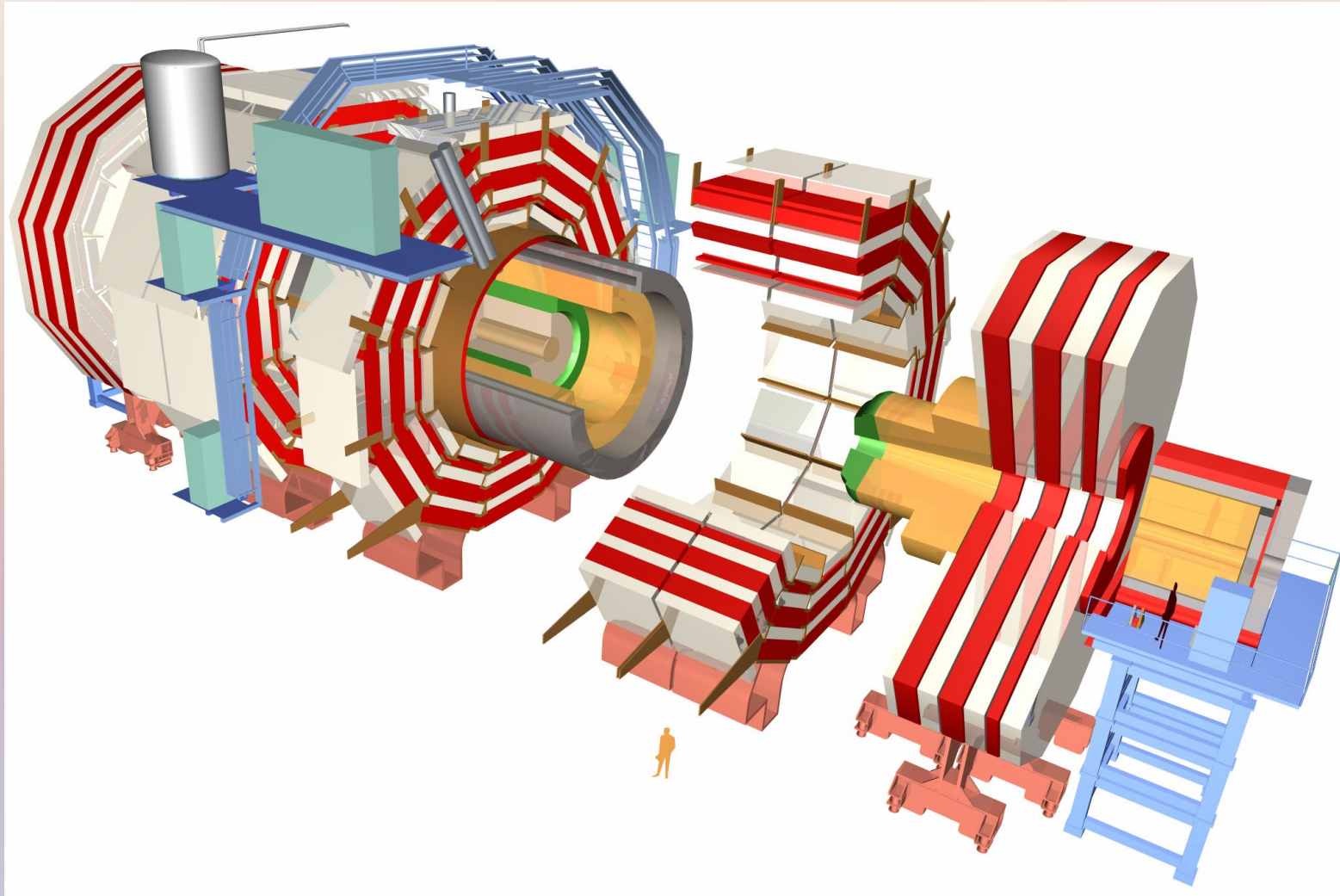
kvarkokból álló
részecskék



Muon

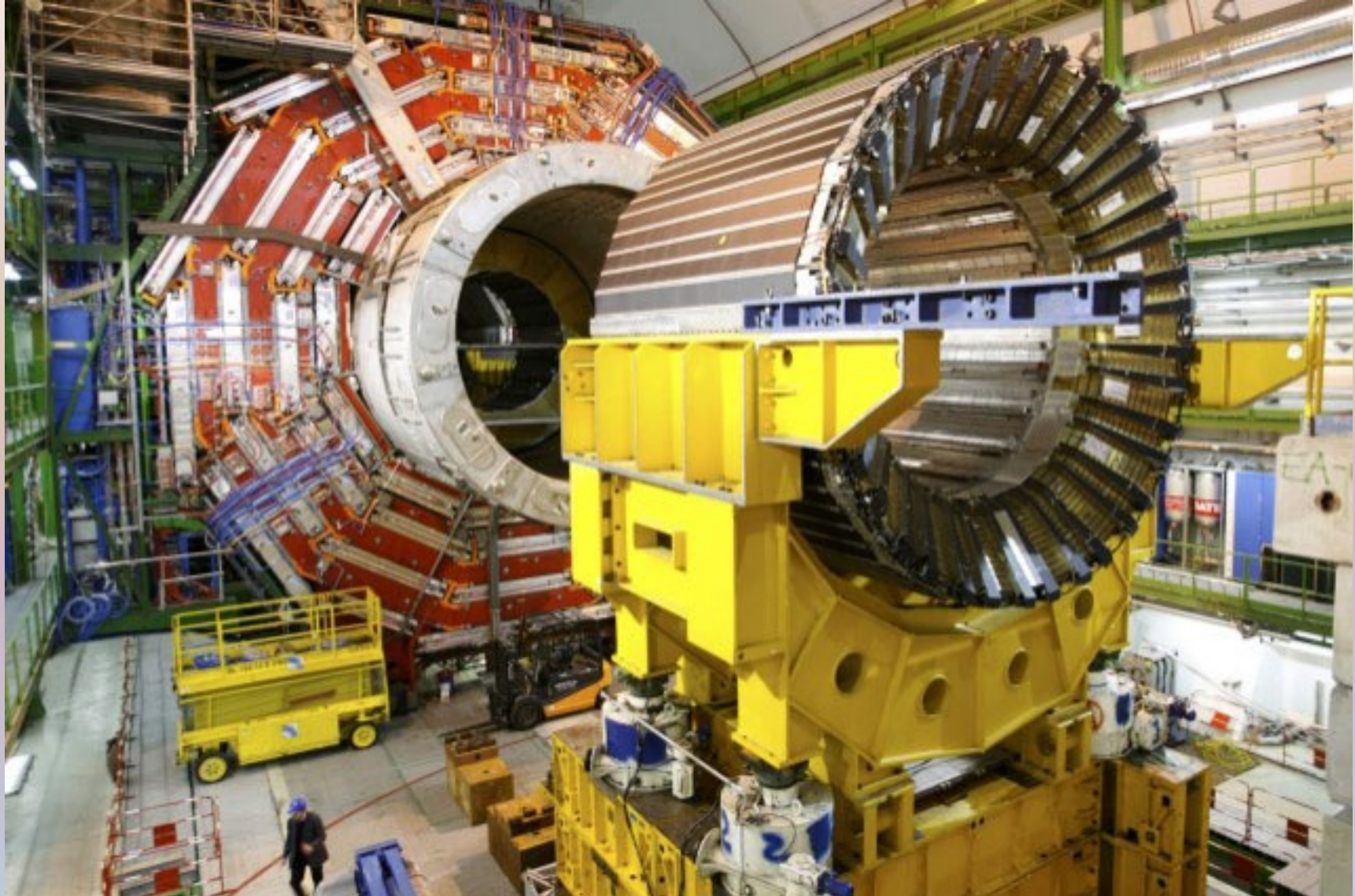


A CMS detektor: hagymahéj-szerkezet

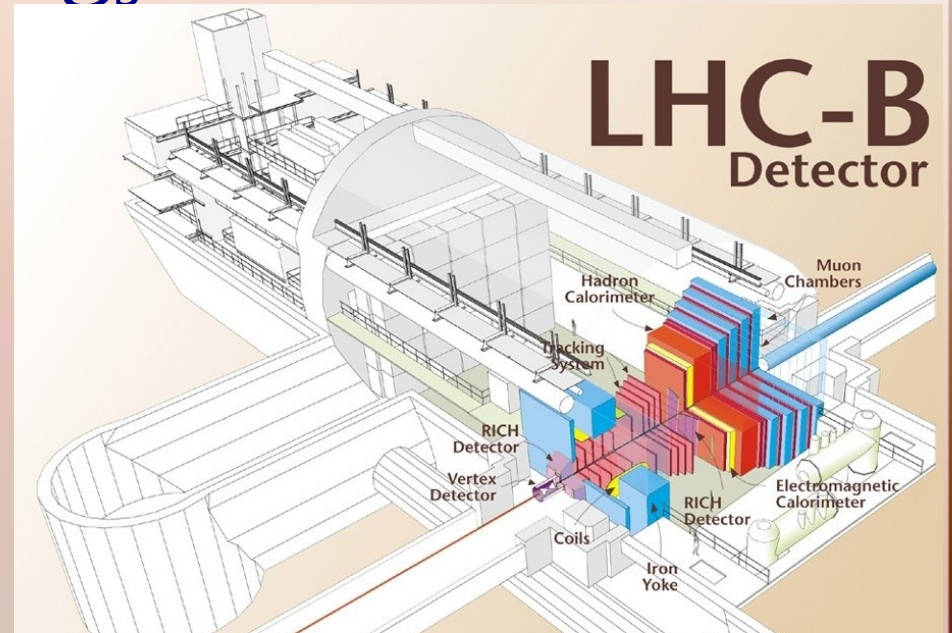
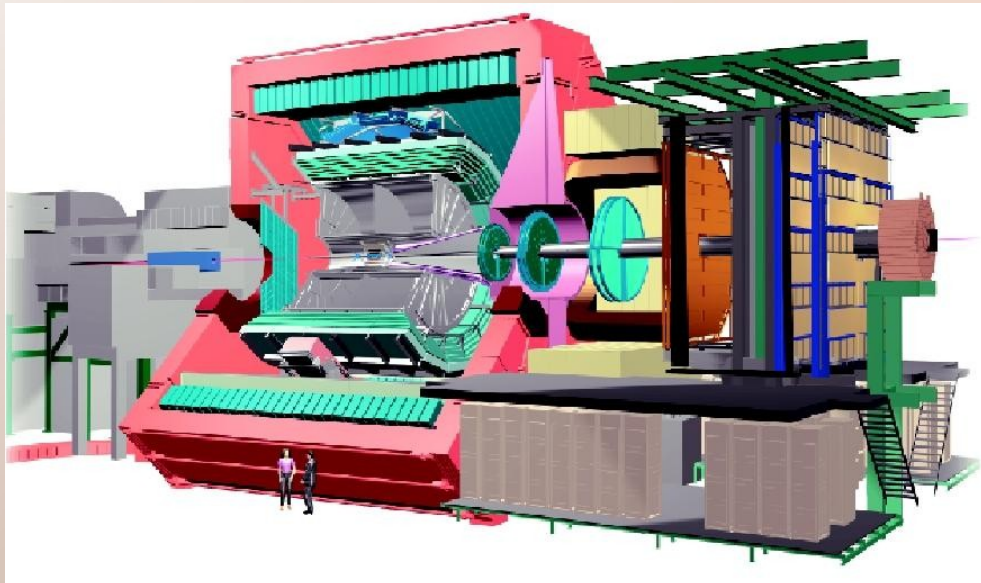


CERN Tanári Program

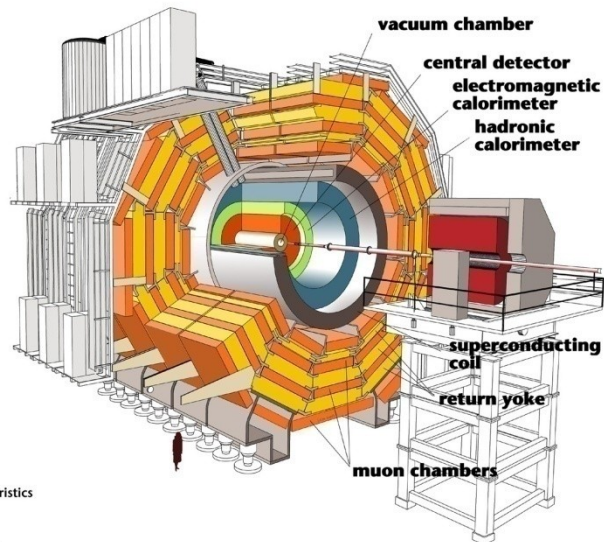
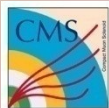
CMS építése: mérnöki csúcsteljesítmény



Az LHC négy nagy detektora

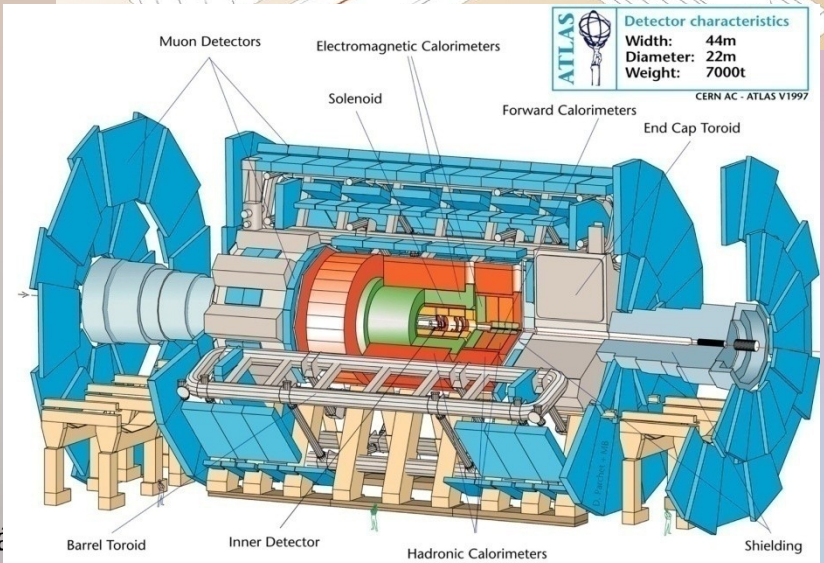


LHC-B Detector



Detector characteristics
 Width: 22m
 Diameter: 15m
 Weight: 14'500t

CERN Taná

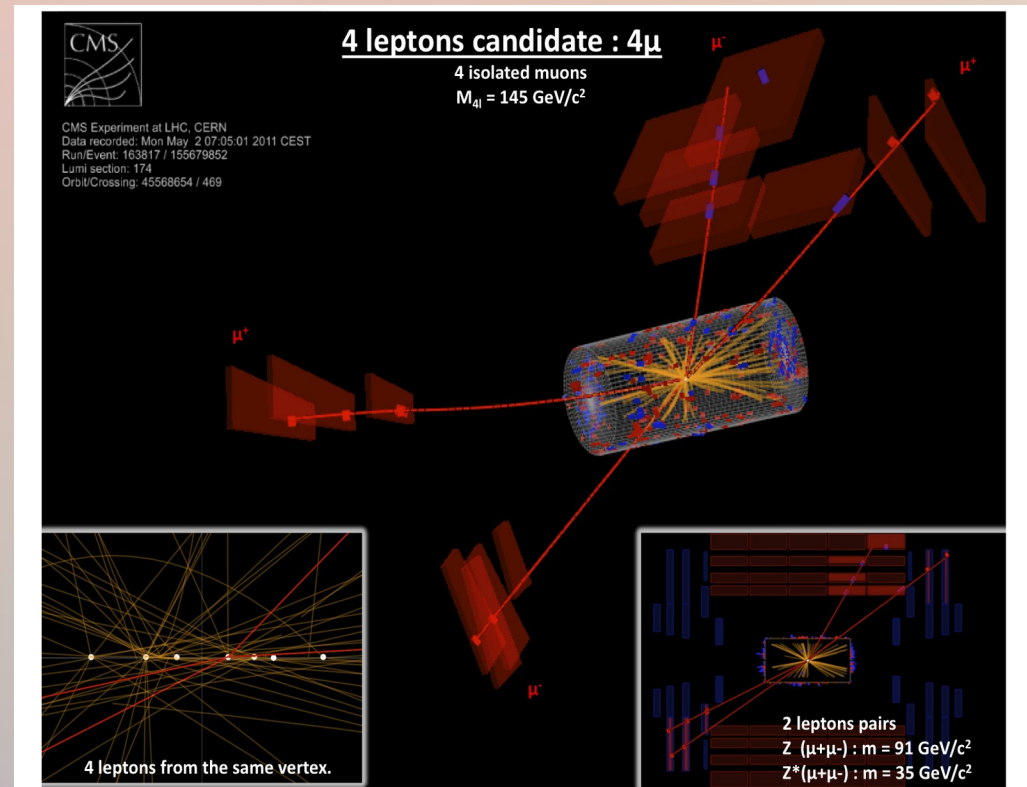
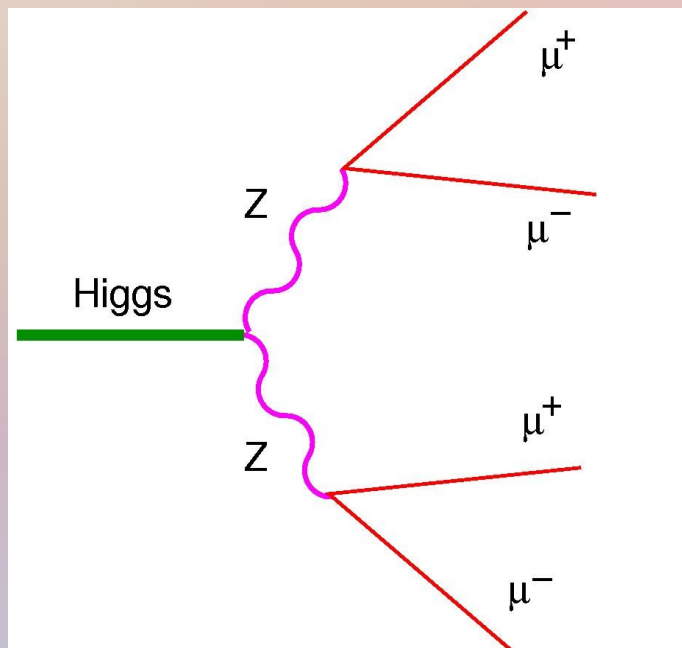


Detector characteristics
 Width: 44m
 Diameter: 22m
 Weight: 7000t

CERN AC - ATLAS V1997

Keressük a tűt a szénakazalban: az érdekes események kiválogatása

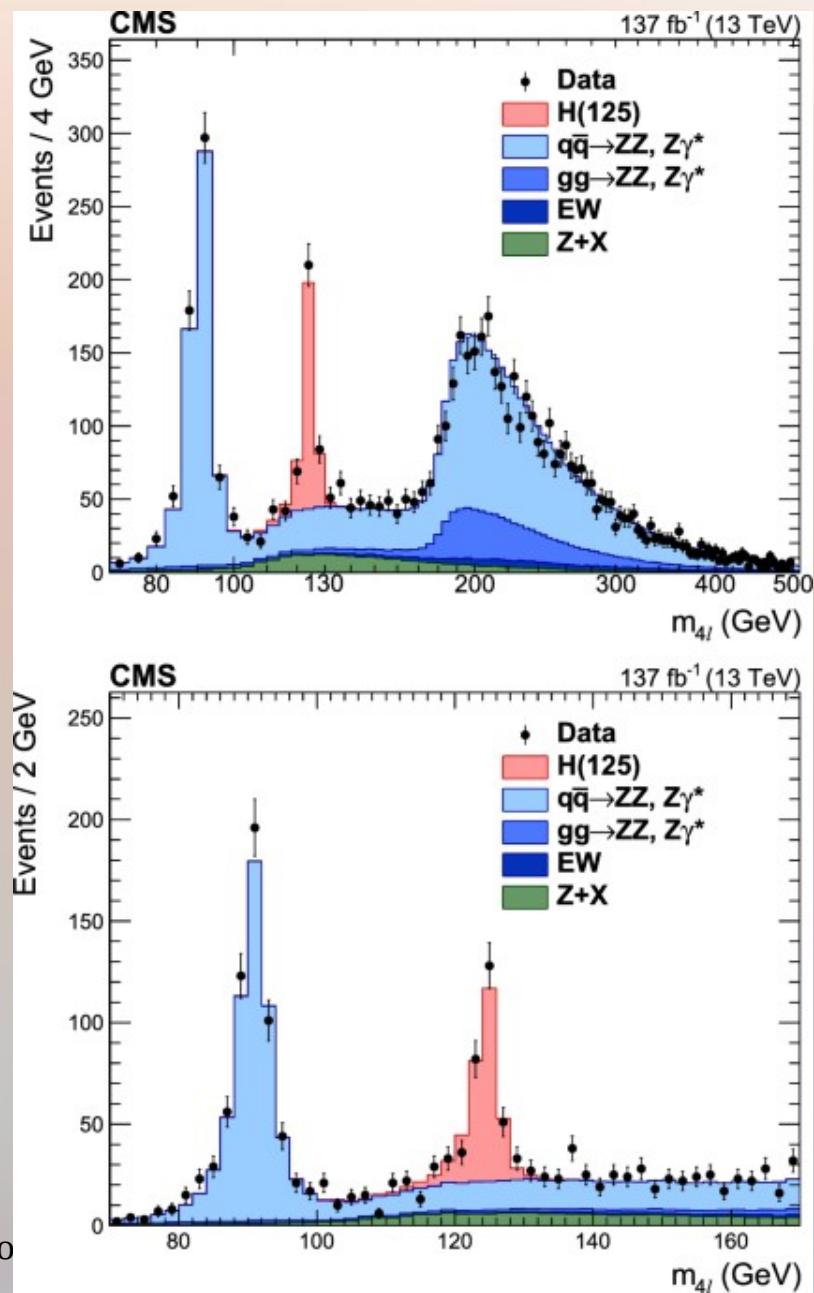
- Okosan választott fizikai folyamat (ehhez kell a fizikus) sok-sok érdektelen közül is előbújik



CERN Tanári Program
Az érdekteleneket örökre eldobjuk, nem rögzítjük...

A Higgs-részecske: bomlás 4 leptonba

- Markáns csúcs az egyéb bomlási lehetőségek mellett
- 10000 x 1M x 1M (10M x 1Mrd) ütközés körülbelül
- Rendkívül erős szűrés



Összefoglalás

- Detektorok célja: a kölcsönhatási folyamatban keletkező részecskékről minél többet megtudni
- Pályakövető: impulzus (mágneses térben)
- Kaloriméter: energiaelnyelődés
- Hagymahéj szerkezet: különböző áthatolóképesség „szűrése”
- Eseményválogatás (trigger): érdekes események megjelölése és rögzítése