



A CERN és a gyógyítás

Ujvári Balázs



LHC

GYORSÍTÓ



CMS, ATLAS

DETEKTOR



WWW, GRID

SZÁMÍTÓGÉP

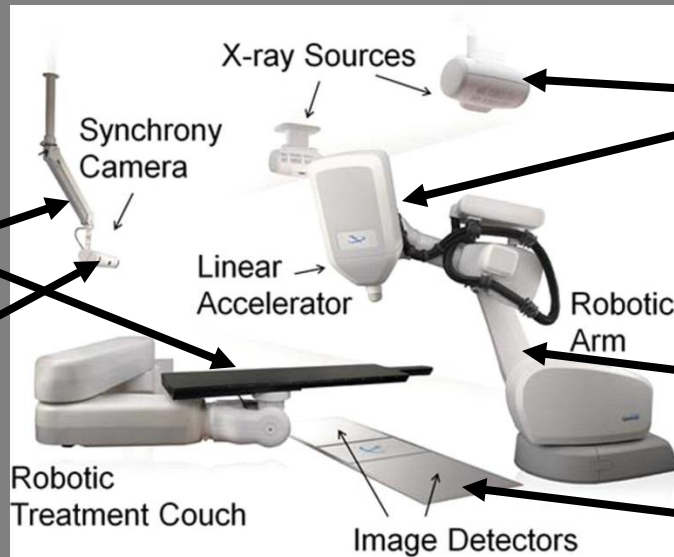


**Számítógép
(képalkotás)**

Gyorsító

**Számítógép
(robot vezérlés)**

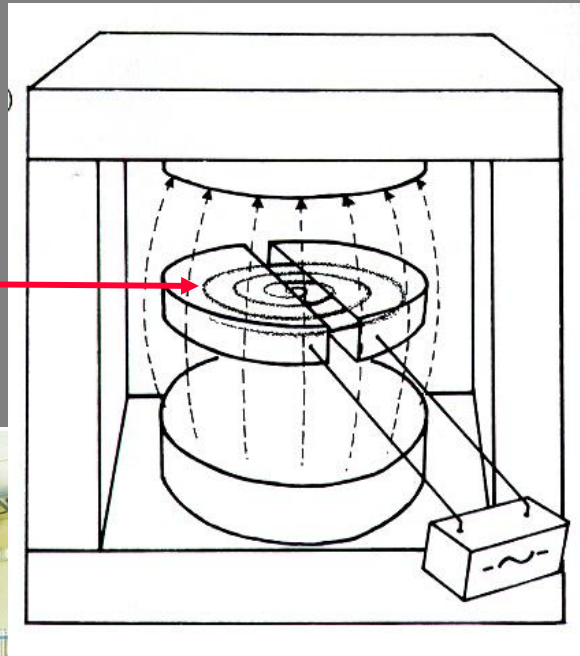
Detektor



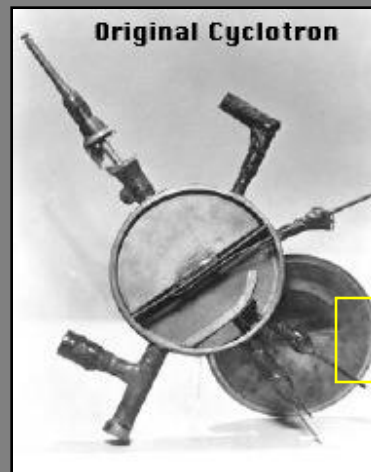
Detektor

1930: a ciklotron létrehozása

Felgyorsított atommag spirális pályája



Modern ciklotron



Ernest Lawrence
(1901 – 1958)

Másolat a CERN kiállításán

A Lawrence-fivérek



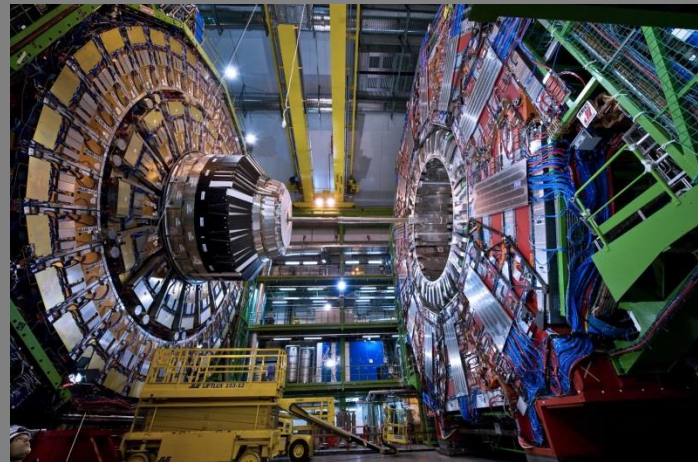
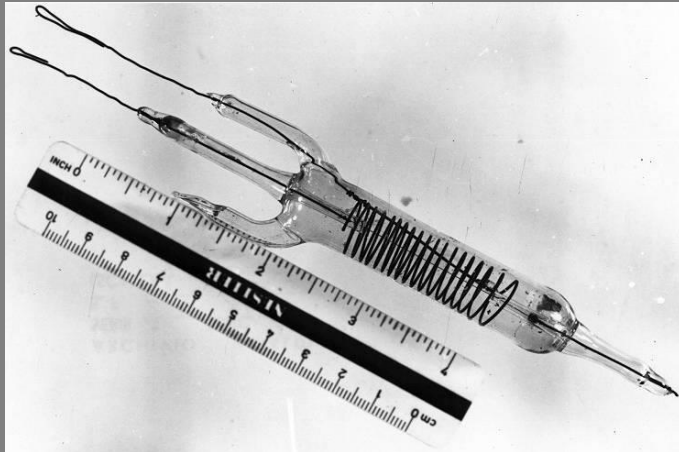
John H. Lawrence használt először mesterségesen előállított **radioaktív** ^{32}P -t a leukémia terápiájában (1936)

- John Lawrence, Ernest fivére szintén fizikus volt
- Mindketten Berkeley-ben dolgoztak
- Mesterséges izotóp első alkalmazása orvosi diagnosztikában
- A nukleáris medicina kezdete (MeV) 1937-ben meghosszabbították anyukáik életét 15 évvel!

Az interdiszciplináris környezet segíti az innovációt!

Részecskedetektorok

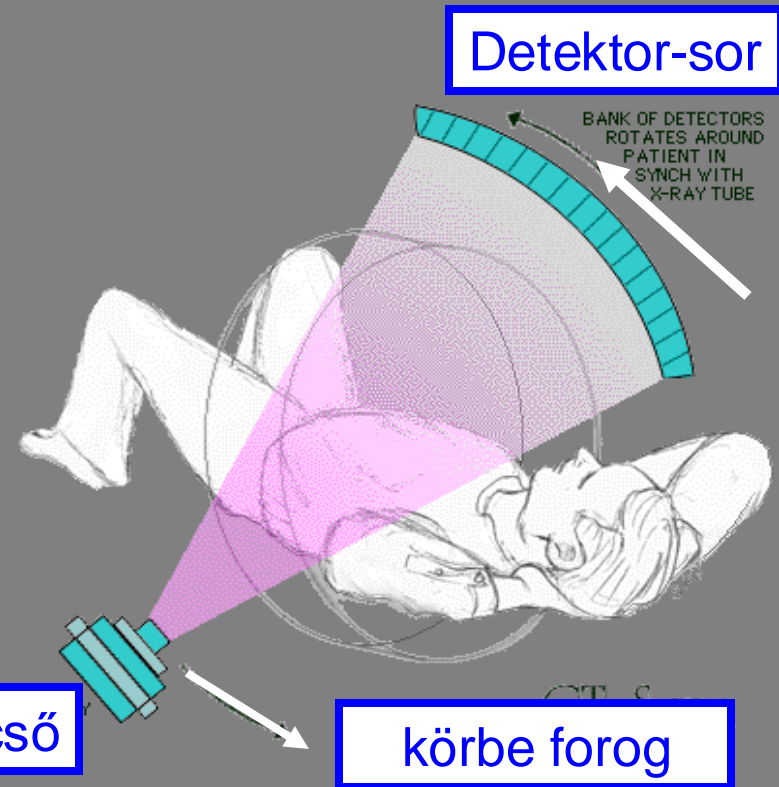
- A részecskefizikusok "szeme"
- Megdöbbentő fejlődés az utóbbi néhány évtizedben
 - Geiger -Müller számláló → ATLAS és CMS !



- Létfontosságú sok orvosi alkalmazásban

A diagnosztika lényeges!

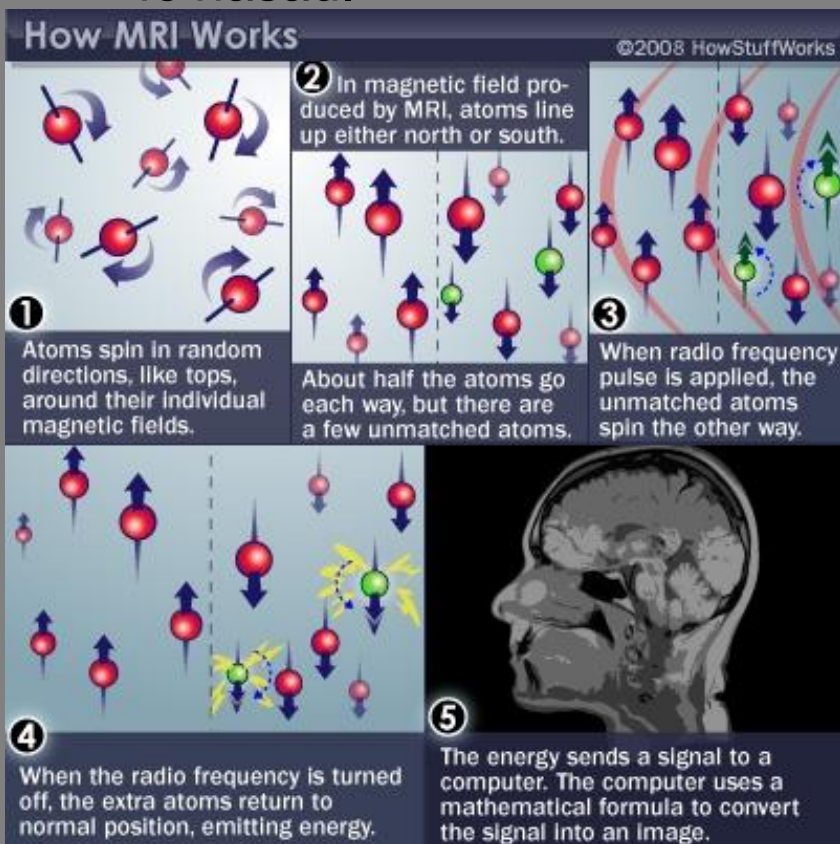
Computer Tomography (CT)



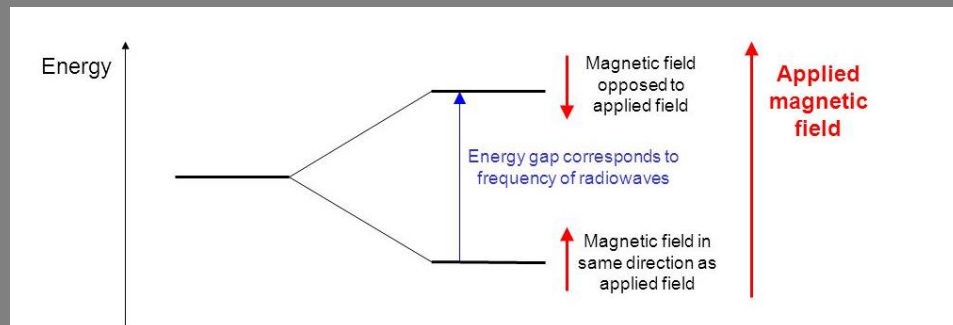
- Az elektronsűrűség mérése
- Morfológiai (alaktan) információ 3D-ben!

Mágneses atommagrezonancia (NMR)

- Nukleonoknak van mágneses momentuma, külső mágneses tér hatására az állapot felhasad.



1938-1945:
Felix Bloch és Edward Purcell
kidolgozza az NMR-t



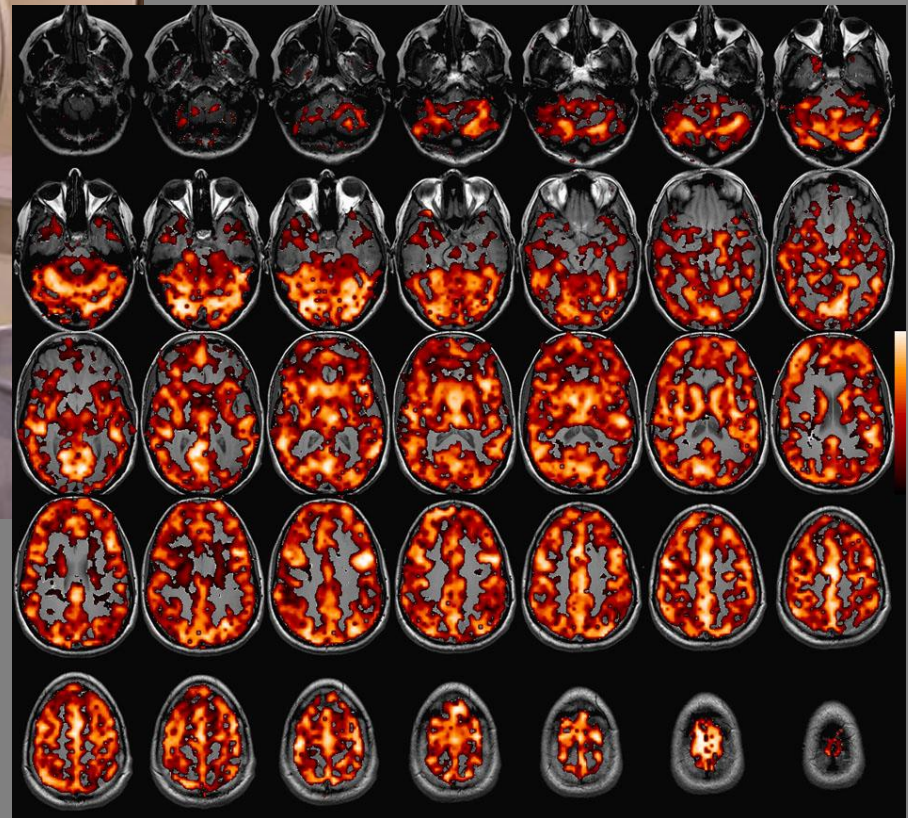
1954: Felix Bloch lett
a CERN első főigazgatója

Az MRI-szkennelés

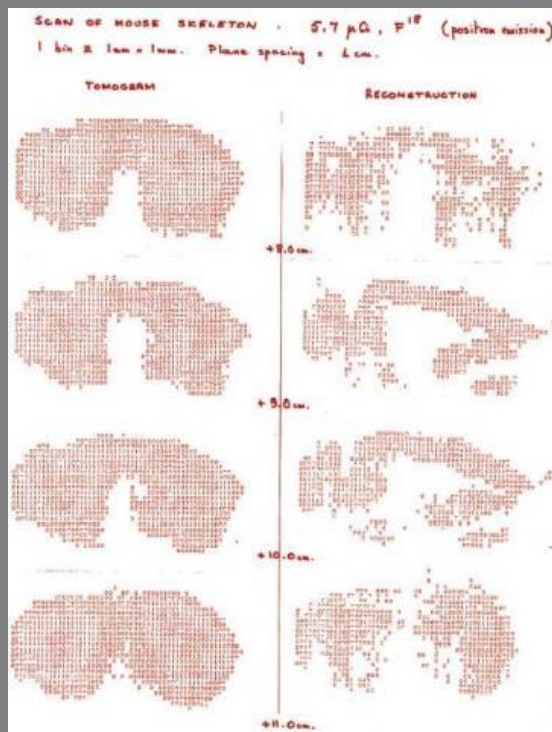
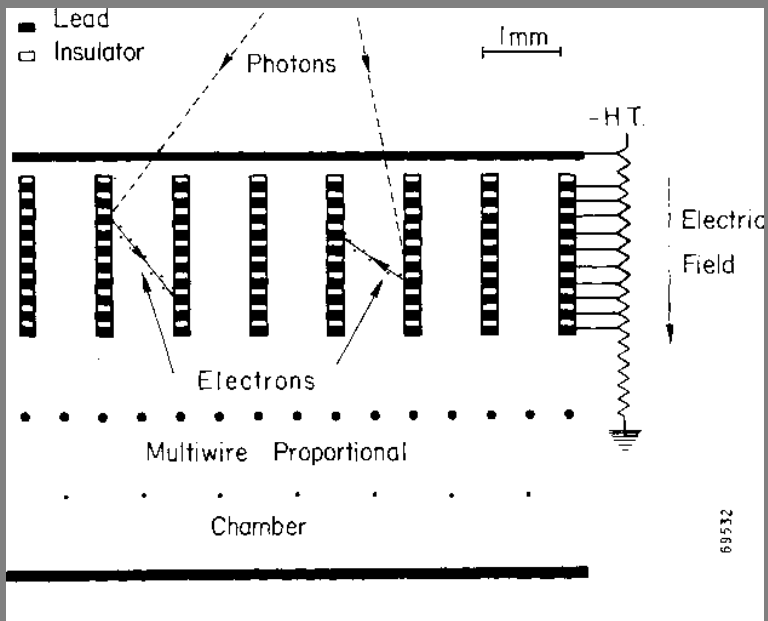
SZÁMÍTÓGÉPEK!



Például: koponya rétegfelvételek
Számítógépes kép- és
adatfeldolgozás!



PET kezdetek (1977)



David Townsend

CERN: 1970-78

Eff:7.5%

78-tól Geneva Hospital

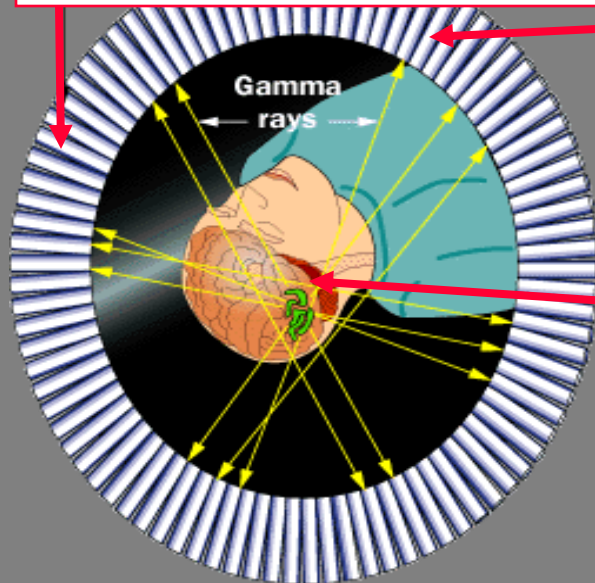
CERN biológus Marilena Streit-Bianchi (CERN: 1969-2010 ->KT)

Alan Jeavons CERN fizikus, detektor fejlesztő

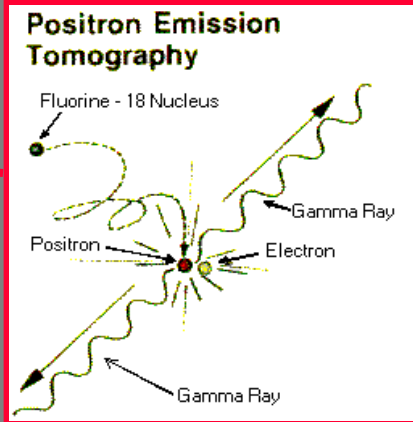
Pozitron-Emissziós Tomográfia (PET)

- ^{18}F -al jelzett FDG a leggyakoribb anyag (felezési idő 110 perc)
- A ^{18}F eloszlásának mérése 180-fokban kibocsátott fotonokkal
- Információ: metabolizmus

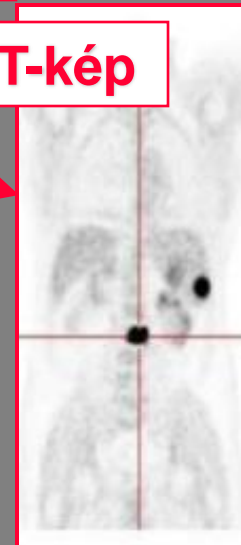
Gamma -detektorok (Pl. BGO kristályok)



PET-tomográf



PET-kép



**Protonok
~15 MeV, ~50 μA**



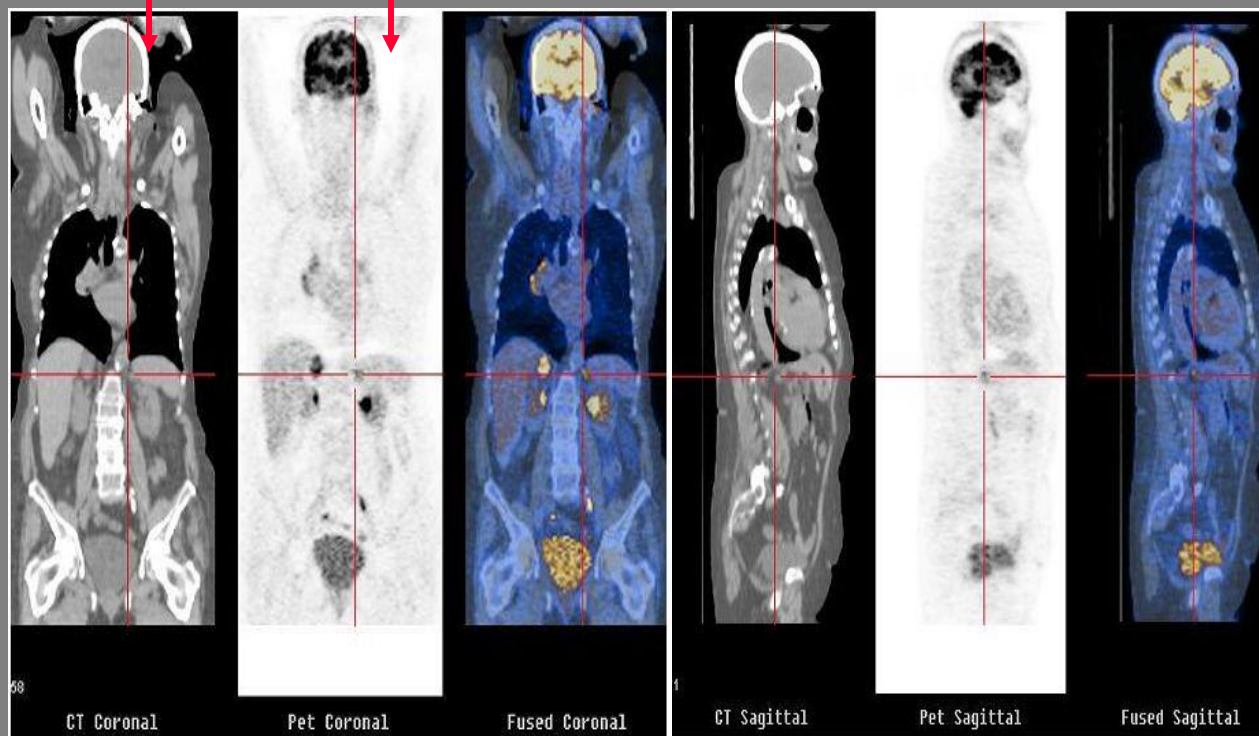
Ciklotron

**Gyorsító
Detektor
Számítógép**

Új diagnosztika: CT/PET

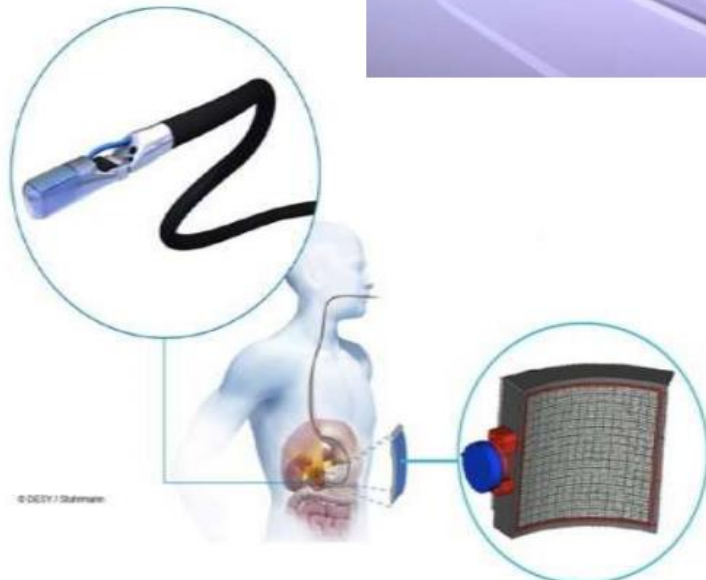
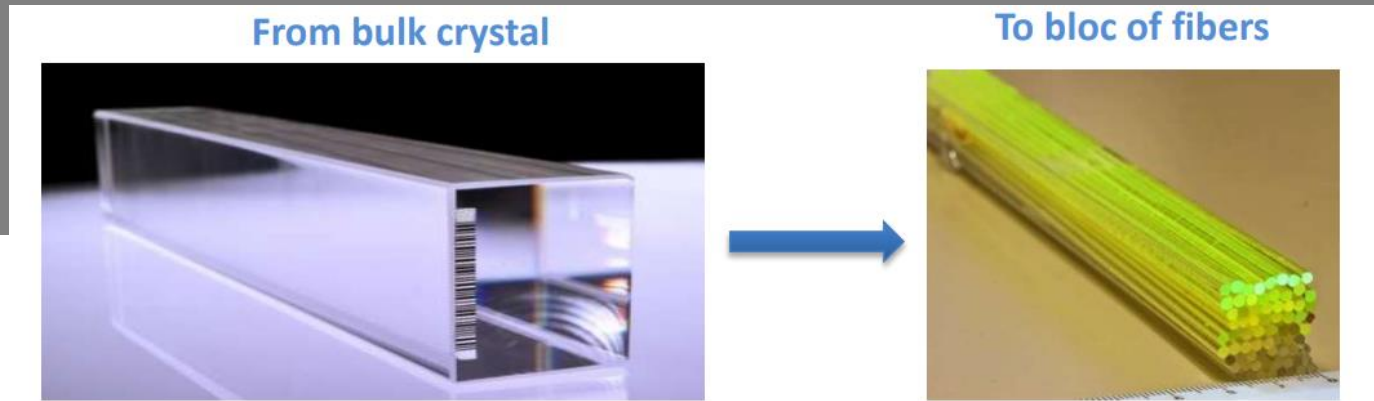
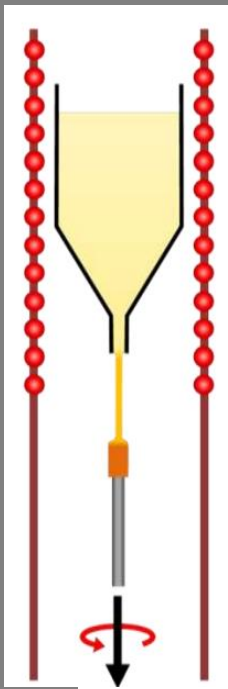
morfológia

metabolizmus



Rekonstrukció,
orvosoknak
megfelelő
megjelenítés

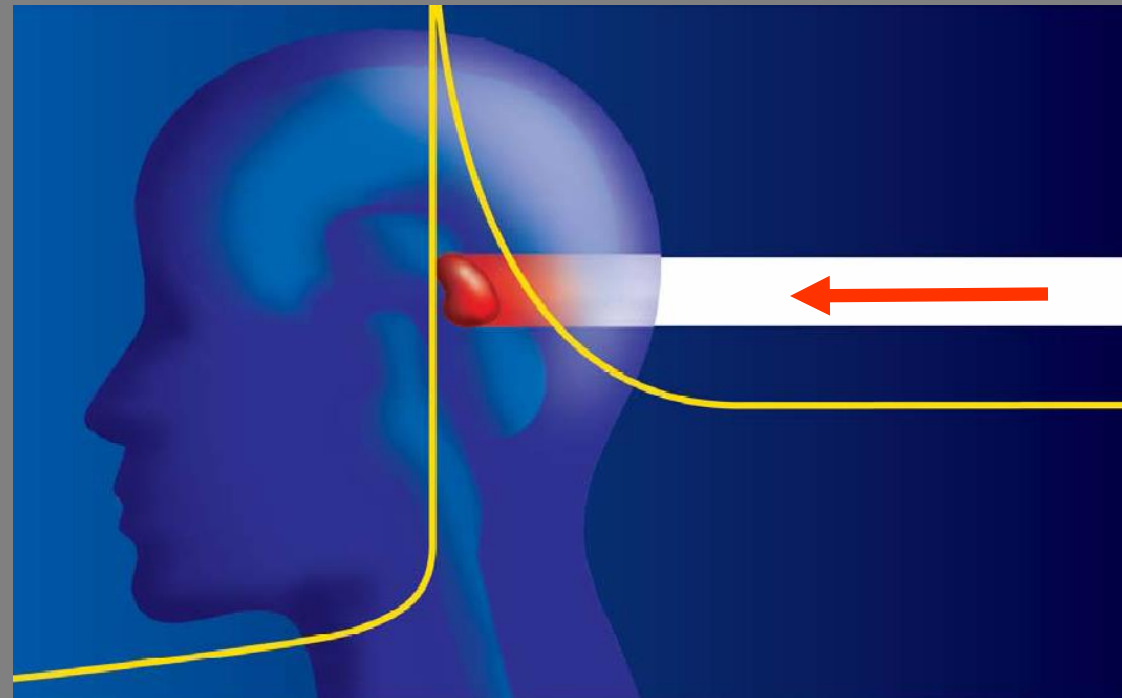
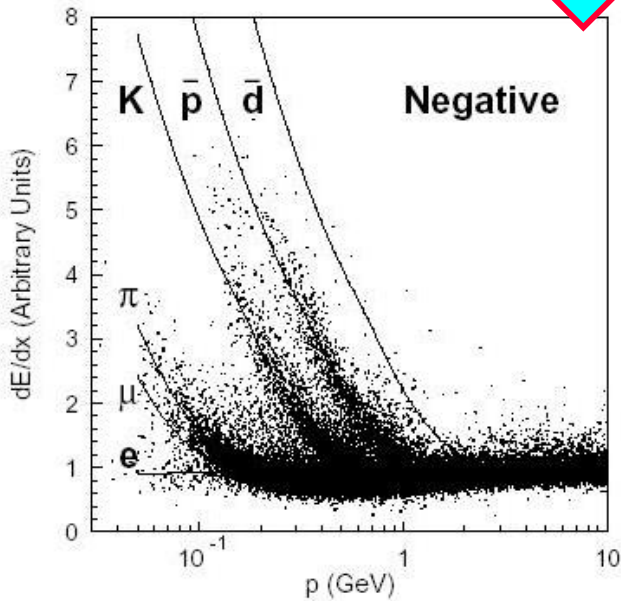
Crystal Clear Collaboration



Aim
Spatial Resolution <1mm
Time resolution <200ps
for early detection

**Fizikai alap kutatás:
részecskék azonosítása**

Leadott energia: Bragg-csúcs



**Orvosi alkalmazás
rák kezelés hadronokkal**

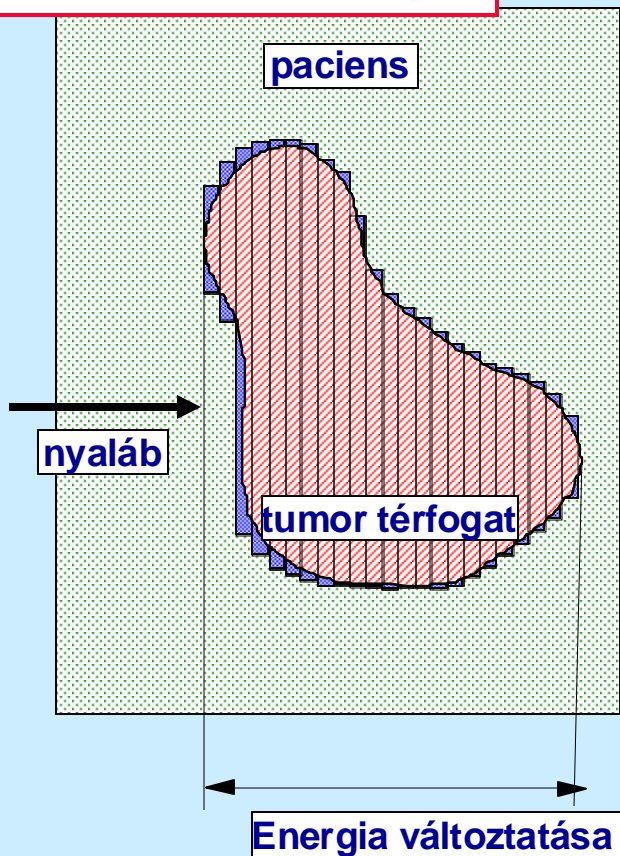
A hadronterápia alapelve



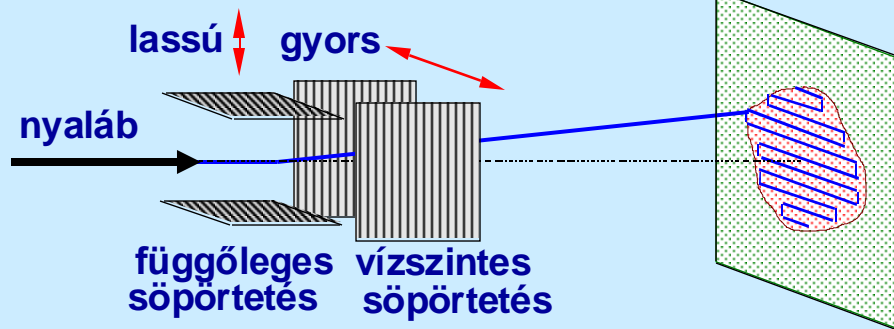
- Bragg-csúcs: maximális energiavesztés tumorban
- Jobb igazítás a tumor alakjához → ép szövet kímélése
- Töltött hadronok jól terelhetők
- Nehéz ionok biológiai hatása nagyobb

Dóziseloszlás: aktív söpörtetés

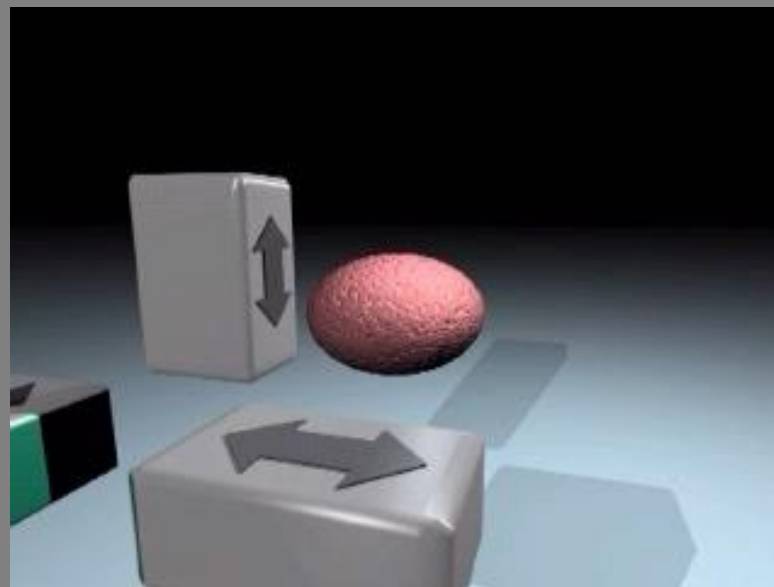
Hosszanti irány



Transzverzális irány



Új technika, jórészt a GSI-ben
és PSI-ben fejlesztve

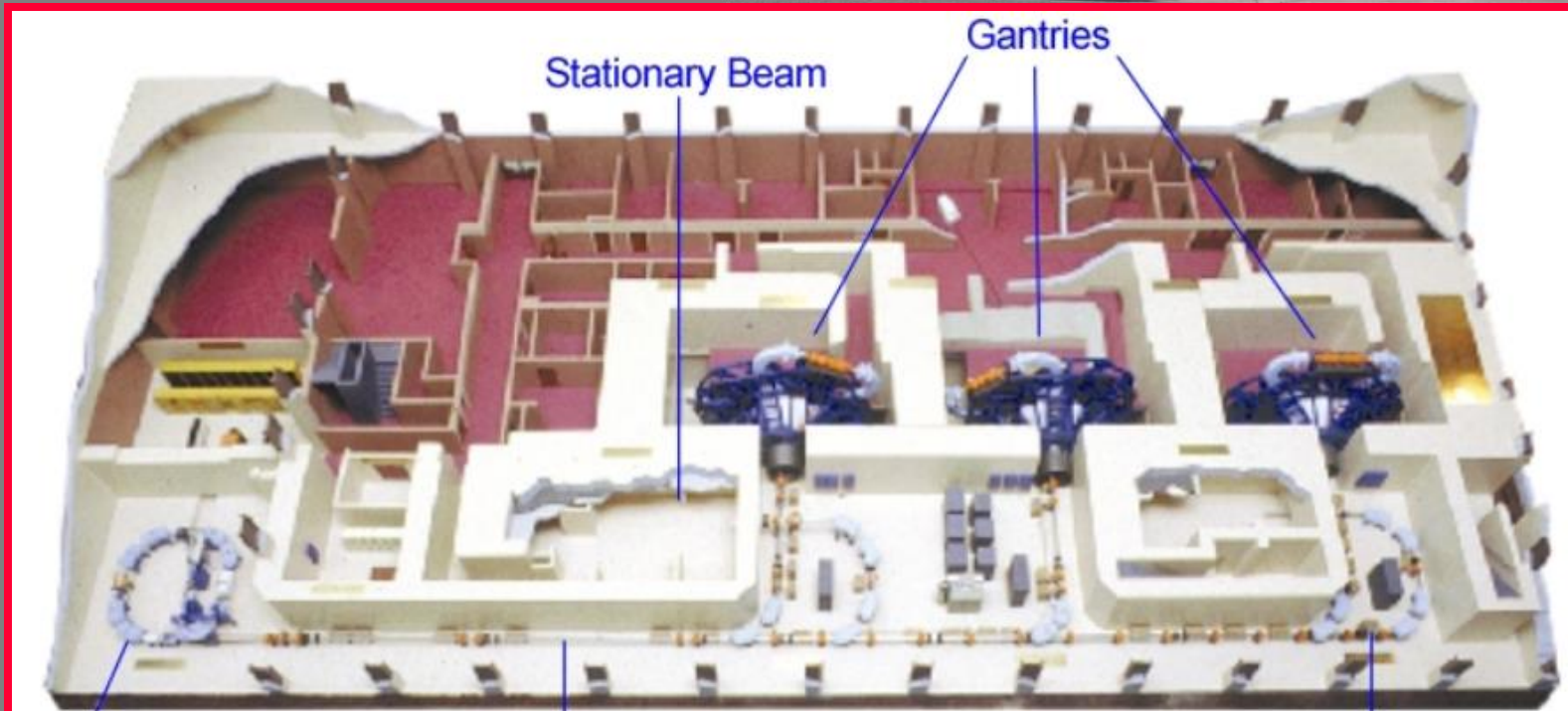


Protonterápiás állvány



The Loma Linda University Medical Center (USA)

- Az első kórházi proton-terápiás centrum, 1993-ban épült
- napi ~160 kezelés
- ~1000 beteg/év



- Beam Instrumentation & Systems
- Cooling & Ventilation
- Cryogenics
- Digital Sciences
- High & Ultra-High Vacuums
- Industrial Controls
- Magnet Technology
- Manufacturing & Mechanical Processes
- Material Science
- Metrology
- Particle Tracking & Calorimetry
- Power Electronics, Optoelectronics & Microelectronics
- Radiation Protection & Monitoring
- Radio Frequency Technology
- Robotics
- Sensors
- Superconductivity
- Testing Facilities



- MEDICAL & BIOMEDICAL TECHNOLOGIES**
- AEROSPACE APPLICATIONS**
- SAFETY**
- INDUSTRY 4.0**
- CULTURAL HERITAGE**
- EMERGING TECHNOLOGIES**

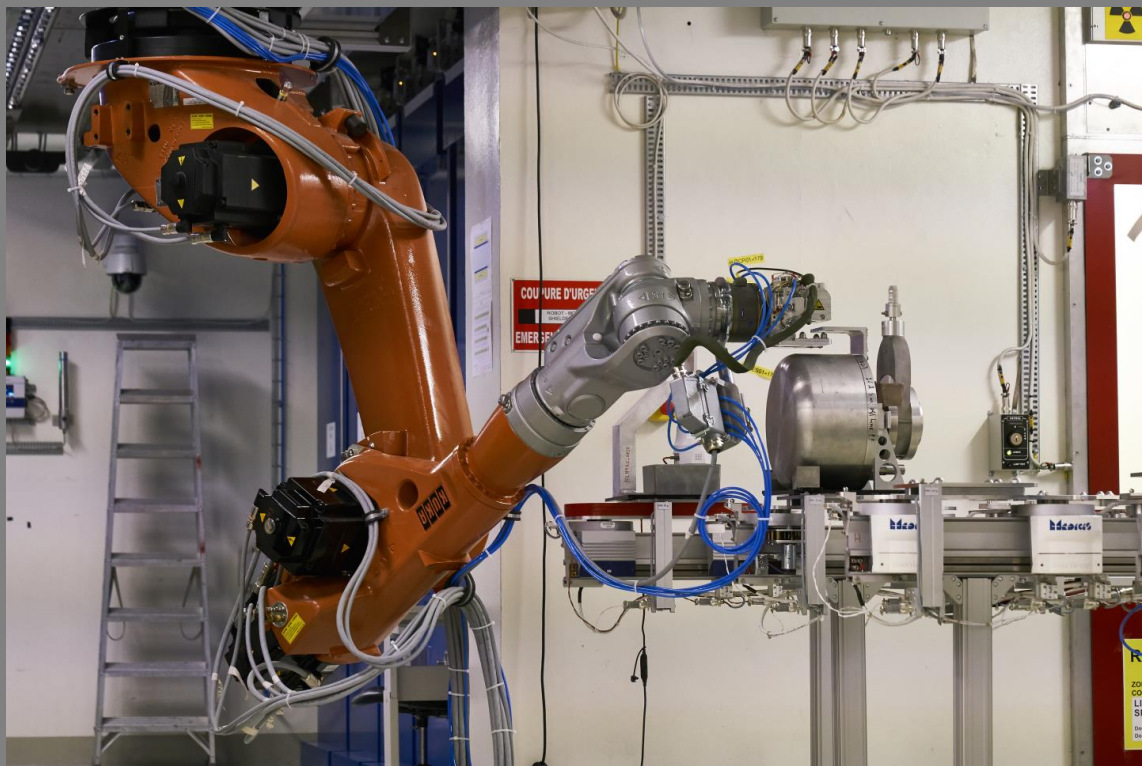
 Giovanni ANELLI Group Leader giovanni.anelli@cern.ch +41 22 76 59394 See more	 Manuela CIRILLI Section Leader Medical Applications & Deputy Group Leader manuela.cirilli@cern.ch +41 22 76 75963 See more	 Myriam KISS Section Leader IP management and IT policies & Legal Advisor myriam.kiss@cern.ch +41 22 76 75964 See more
 Van DOLS Section Leader Business Development Section van.dols@cern.ch +41 22 76 64294 See more	 Lars ANDREASSEN Fellowship Development Student lars.andreasen@cern.ch +41 22 76 75959 See more	 Andrey GALLANTING Support Officer andrey.gallanting@cern.ch +41 22 76 75959 See more
 Amy BILTON Knowledge Transfer Officer amy.bilton@cern.ch +41 22 76 75958 See more	 Gerico CHIESTA Aerospace Applications Coordinator gerico.chiesta@cern.ch +41 22 76 75952 See more	 Julian DODD-ADAMS Medical Applications Support Officer julian.dodd-adams@cern.ch +41 22 76 75952 See more
 Stephanie CLIFERING Legal Advisor stephanie.clifering@cern.ch +41 22 76 69294 See more	 Rita FERREIRA Medical Applications Officer rita.ferreira@cern.ch +41 22 76 69294 See more	 Benjamin FRISCH Medical Applications Officer benjamin.frisch@cern.ch +41 22 76 69294 See more
 Bettina HANNOU Group Administrative Officer bettina.hannou@cern.ch +41 22 76 75962 See more	 Marcello LOSASSO Knowledge Transfer - Industrial Relations marcello.losasso@cern.ch +41 22 76 69294 See more	 Tiziana HENTSCHE Medical Applications Officer tiziana.hentsche@cern.ch +41 22 76 69294 See more
 Aurélien FEZOUS Knowledge	 María Luisa POLO RUIZALEZ	 Alejandro RAMONDO

Isotope mass Separator On-Line (ISOLDE)

Kis energiás exotikus nyalábok (sok neutron, kevés neutron)

1300 izotóp, 15 nyalábvég

Rengeteg ötlet van arra, milyen izotópokat milyen molekulákba lehet elhelyezni a belső sugárterápiához. Ehhez van szimulációs környezet, de egyszer meg is kell csinálni és le kell tesztelni éles környezetben. Itt ötleteket lehet kipróbálni



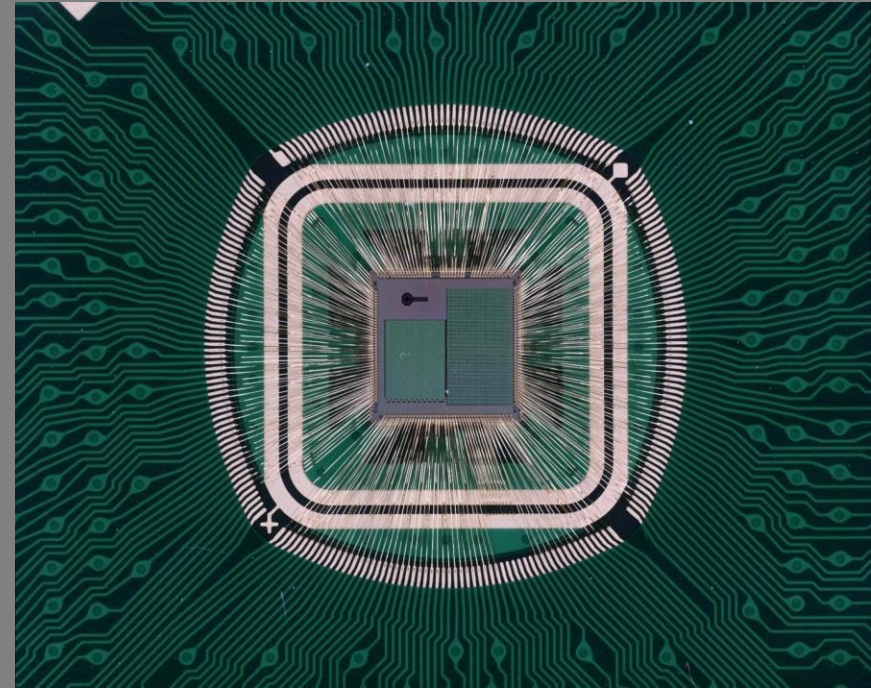
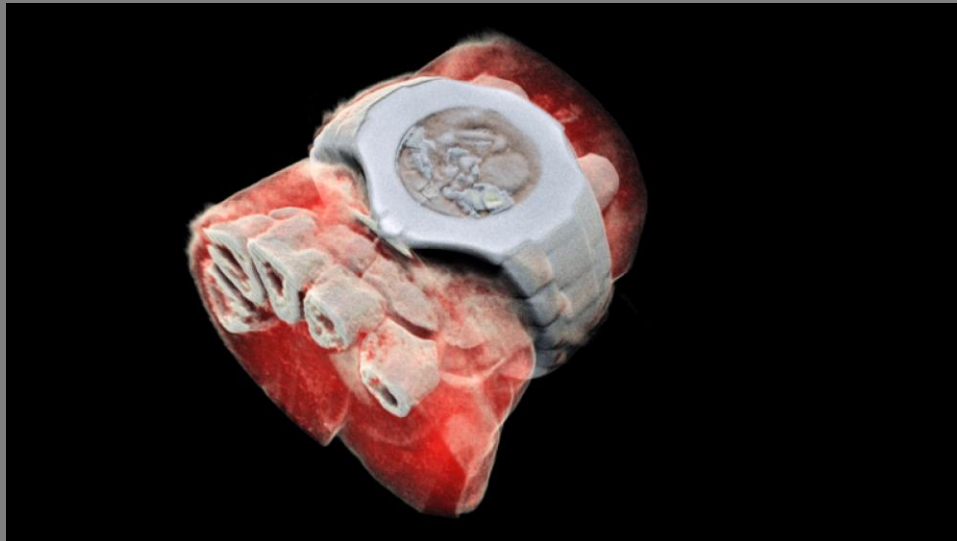
Medipix, picoTDC

55x55 mikron
256x256 csatorna
Mindegyik mögött egy-három
küszöb és számláló



64 csatornán ToT, ToA

3-12ps felbontás



Kis méretű gyorsítók

LINAC4 injektor
5MeV 2m
Proton terápiához
Kicsi, könnyen
kezelhető

A hadron terápia ne egy
nagy komplexum
legyen!

Az egészségügy
hasonló, nem túl
bonyolult rendszereket
vár tőlünk (Zil-plató).

