

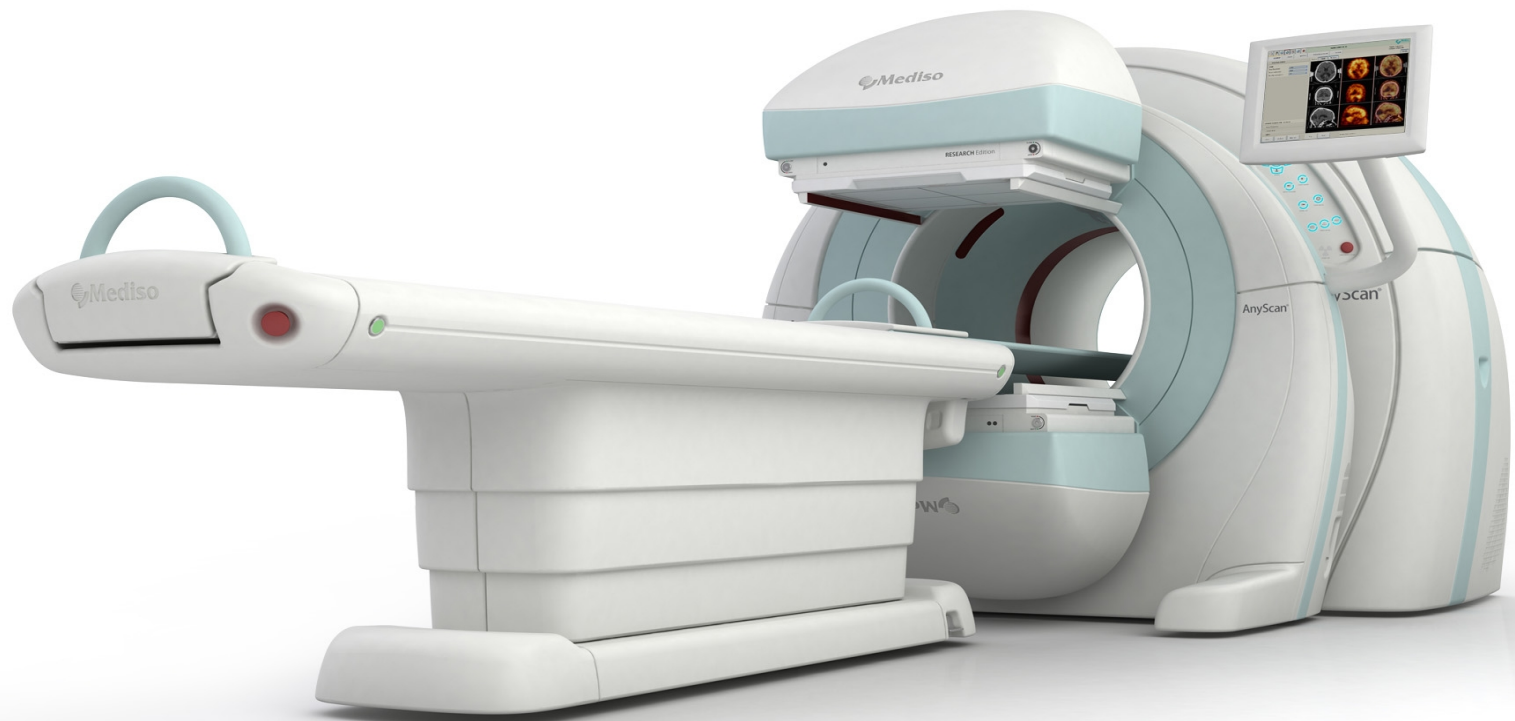
Pozitron-emissziós tomográf (PET) — mire való és hogyan működik?

Major Péter

Atomoktól csillagokig, 2011. nov. 10.

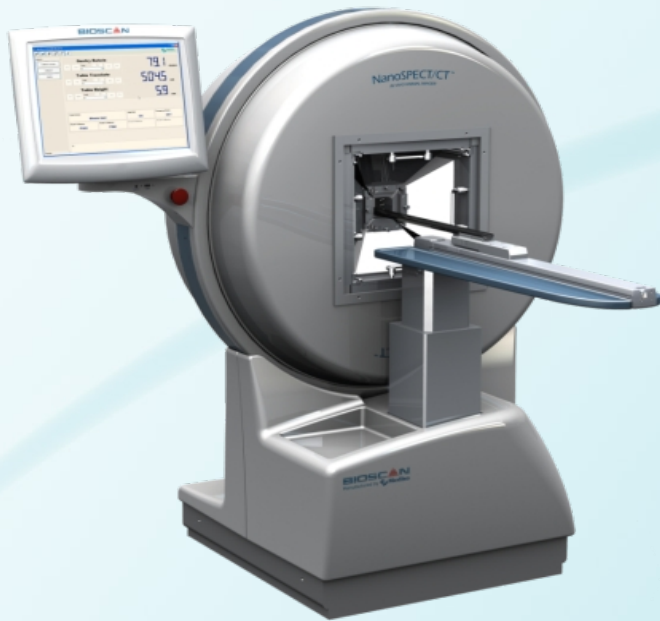
- Mi az hogy Tomográf? (fajták, képek)
- Milyen tomográfok vannak, miért van ennyi?
- Milyen tomográf a PET?
- Hogyan működik a PET? (alapelvek, fotók)
- A megvalósítás nehézségei
- A várható jövő, PET-MR

- Olyan készülék, amivel a páciens belső szerveiről kaphatunk térbeli képet anélkül hogy fel kellene vágni.
- A „páciens” lehet ember (orvosi, humán)
- Vagy egér (gyógyszerkutatás, pre-klinikai)



Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.

SPECT-CT



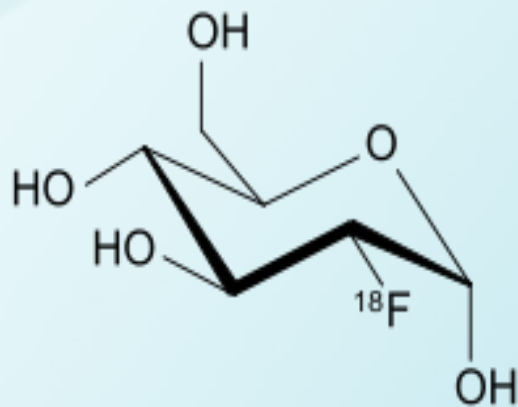
PET-CT

PET-MR

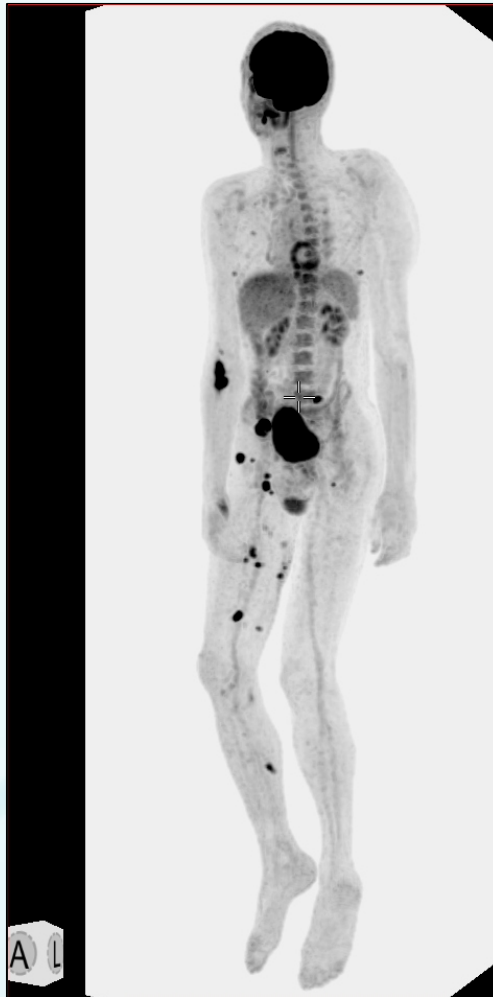


Miért van ennyi tomográf?

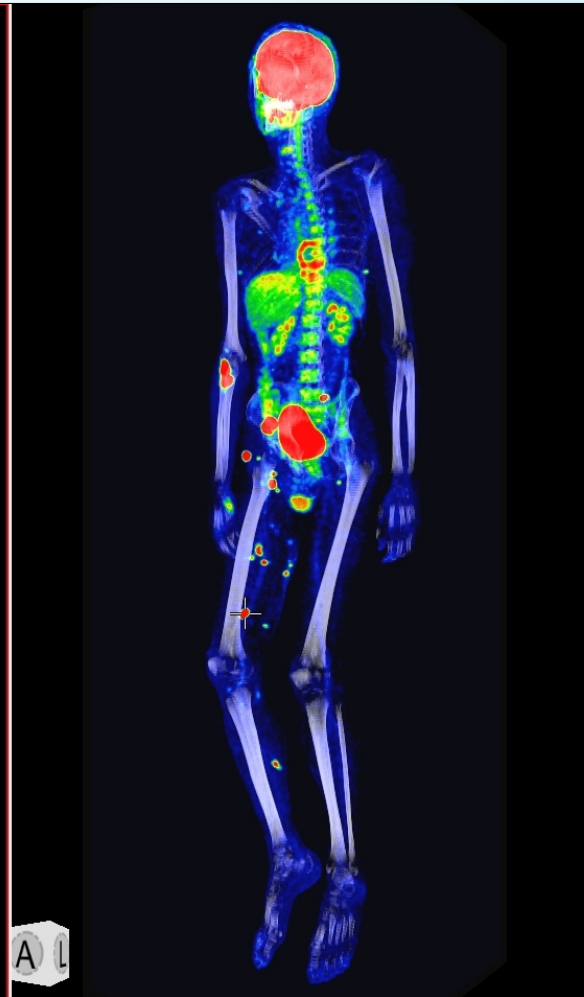
- **Anatómiai** tomográf, (CT, MR) amin a szervek láthatók jól
- És **funkcionális**, (SPECT, PET) amin egy radioaktív jelölőanyag “marker” látszik jól (Emisszió)
- Hevesy György, 1944 kémiai Nobel-díj
- Példa: FDG – radioaktív cukor



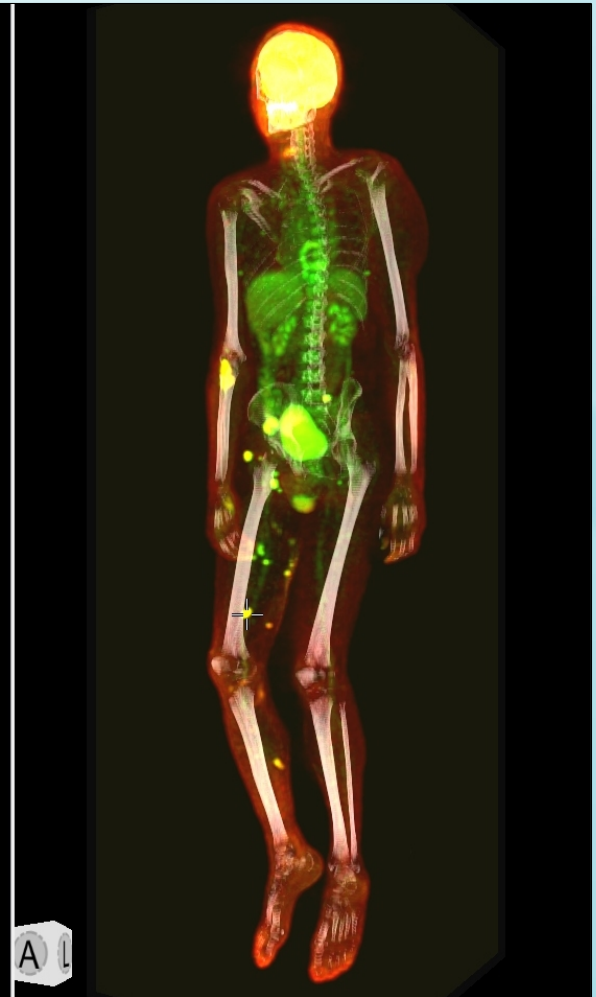
- A két fajta tomográf (funkcionális és anatómiai) képét érdemes számítógéppel egymásra vetíteni.
- Az anatómiai kép adja a „térképet”, a funkcionális kép pedig a kémiai aktivitást.



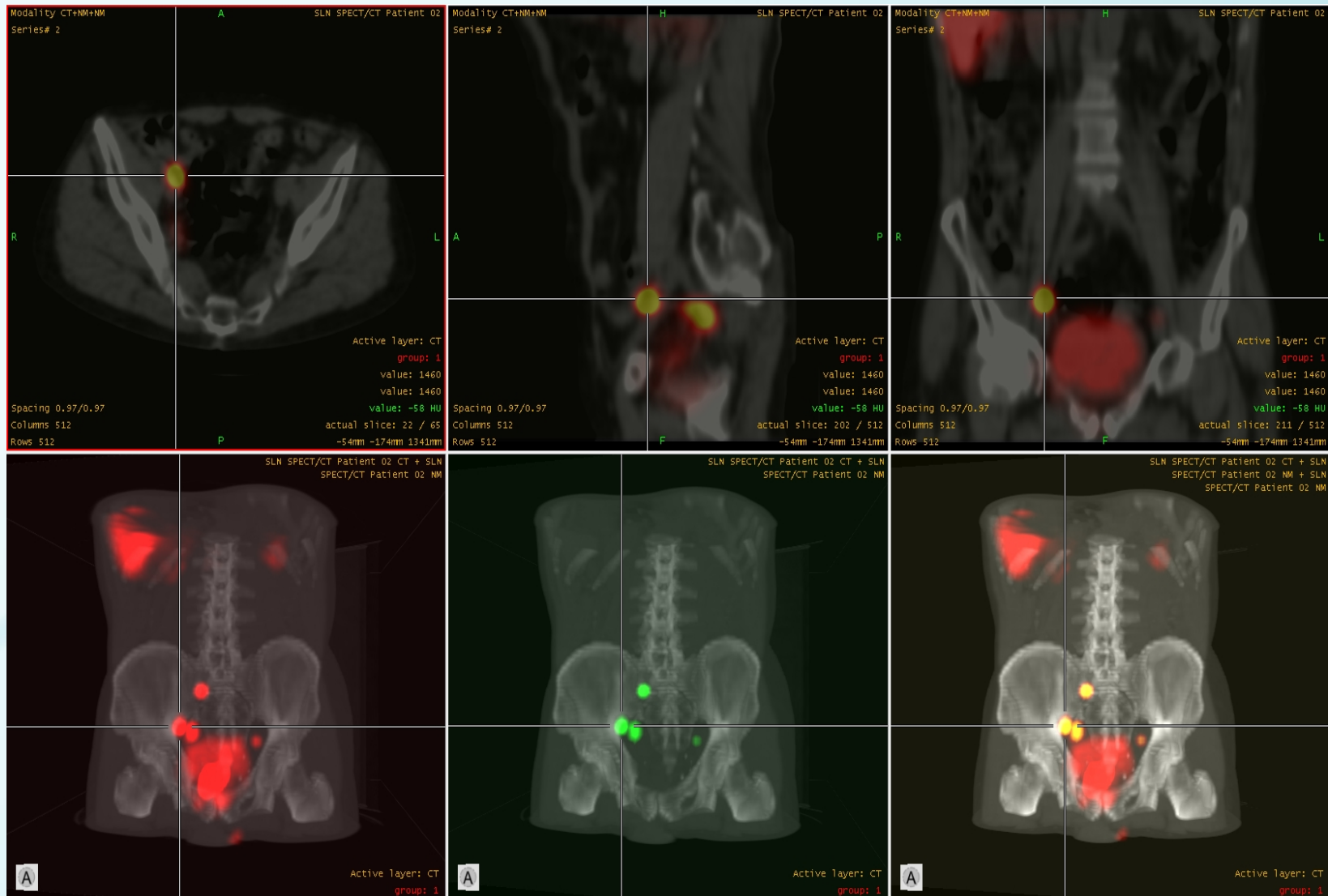
AC PET 3D MIP



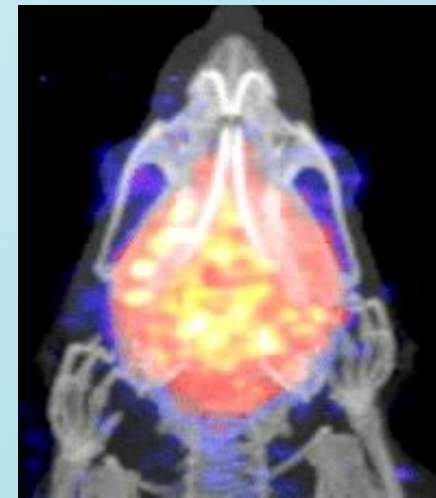
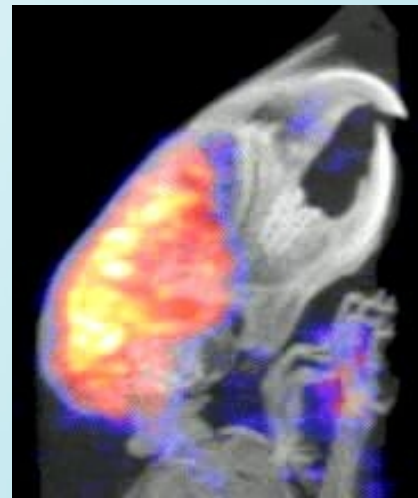
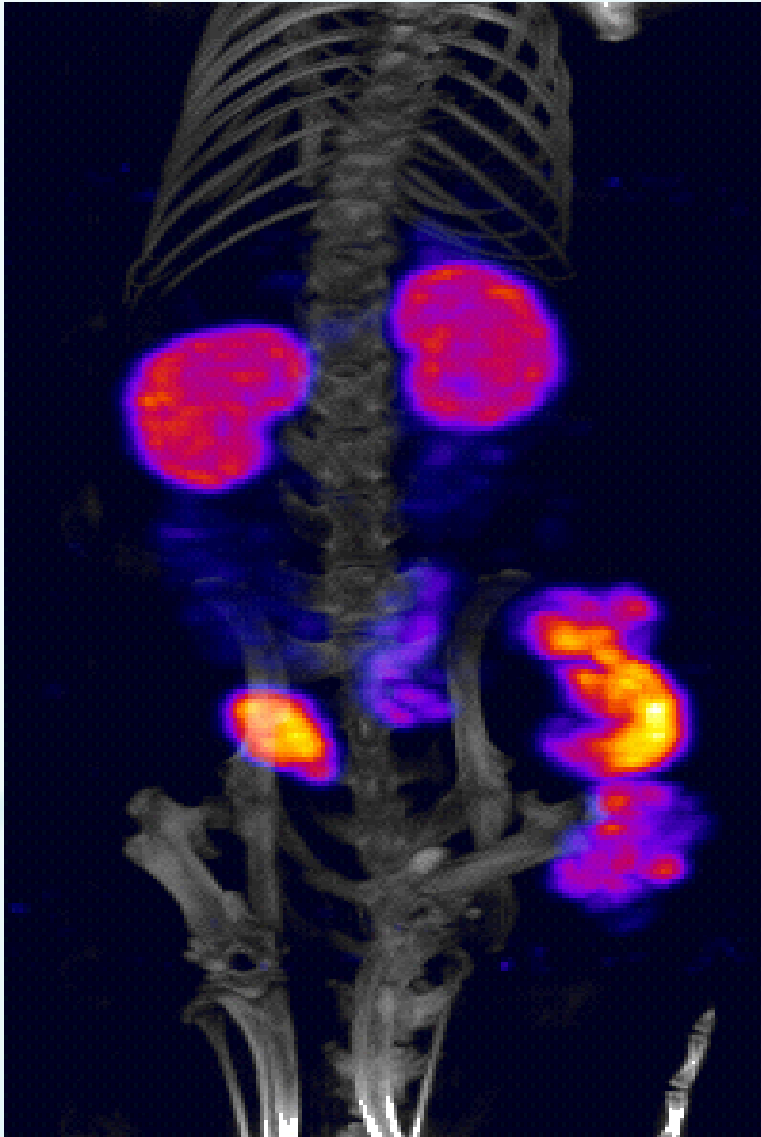
AC PET / CT fused 3D MIP



AC PET / NAC PET / CT triple fused 3D MIP

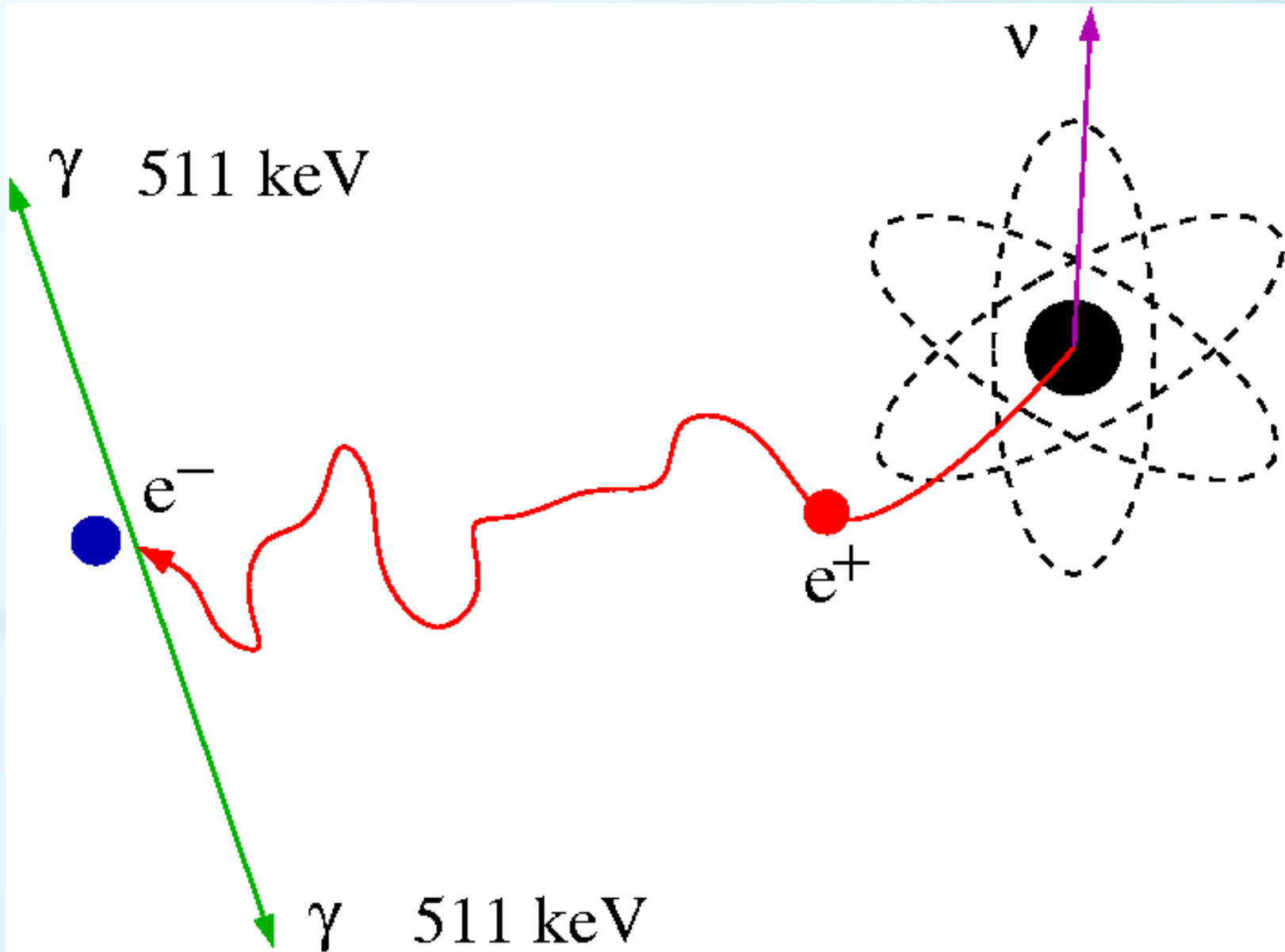


Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



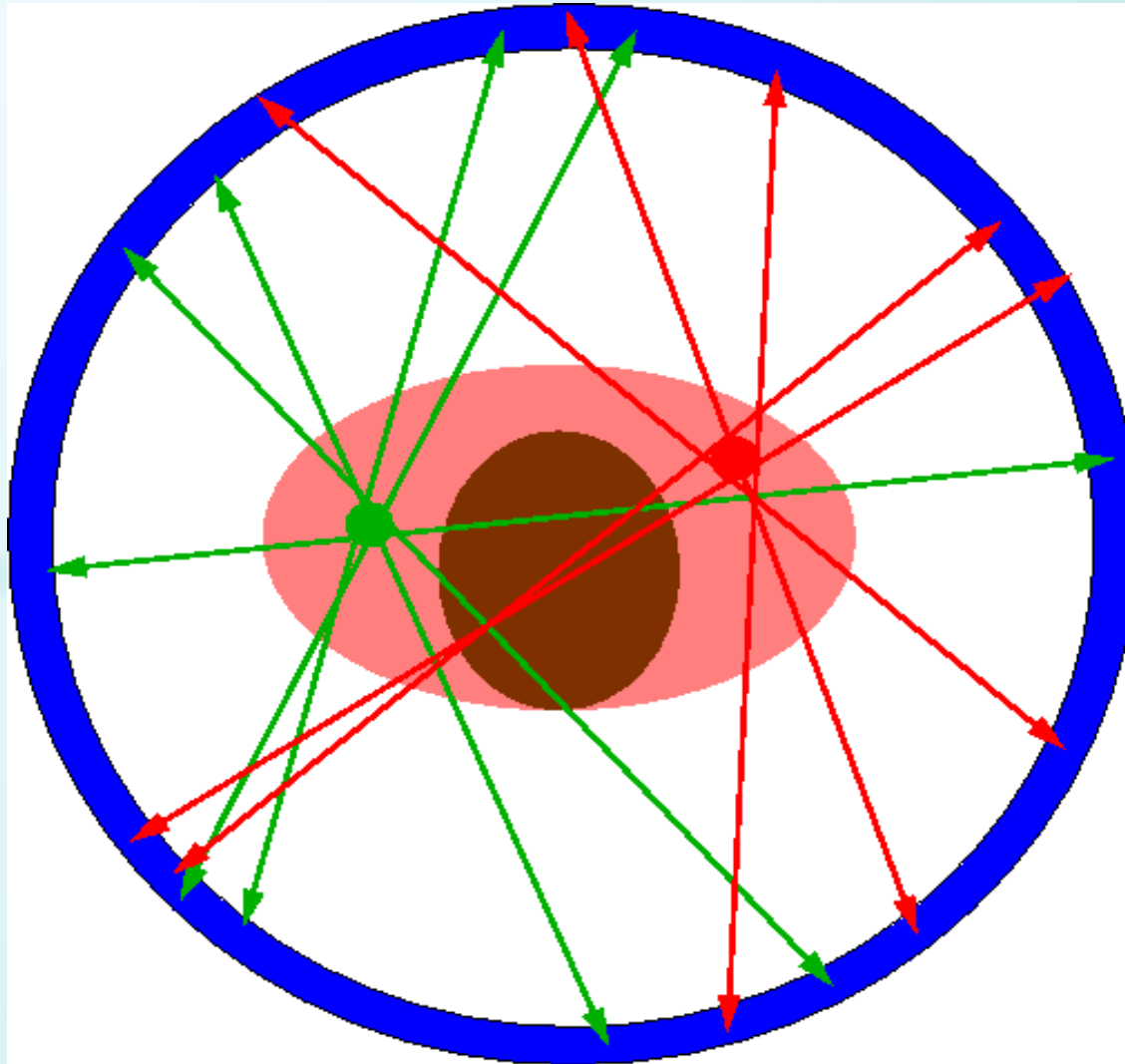
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.

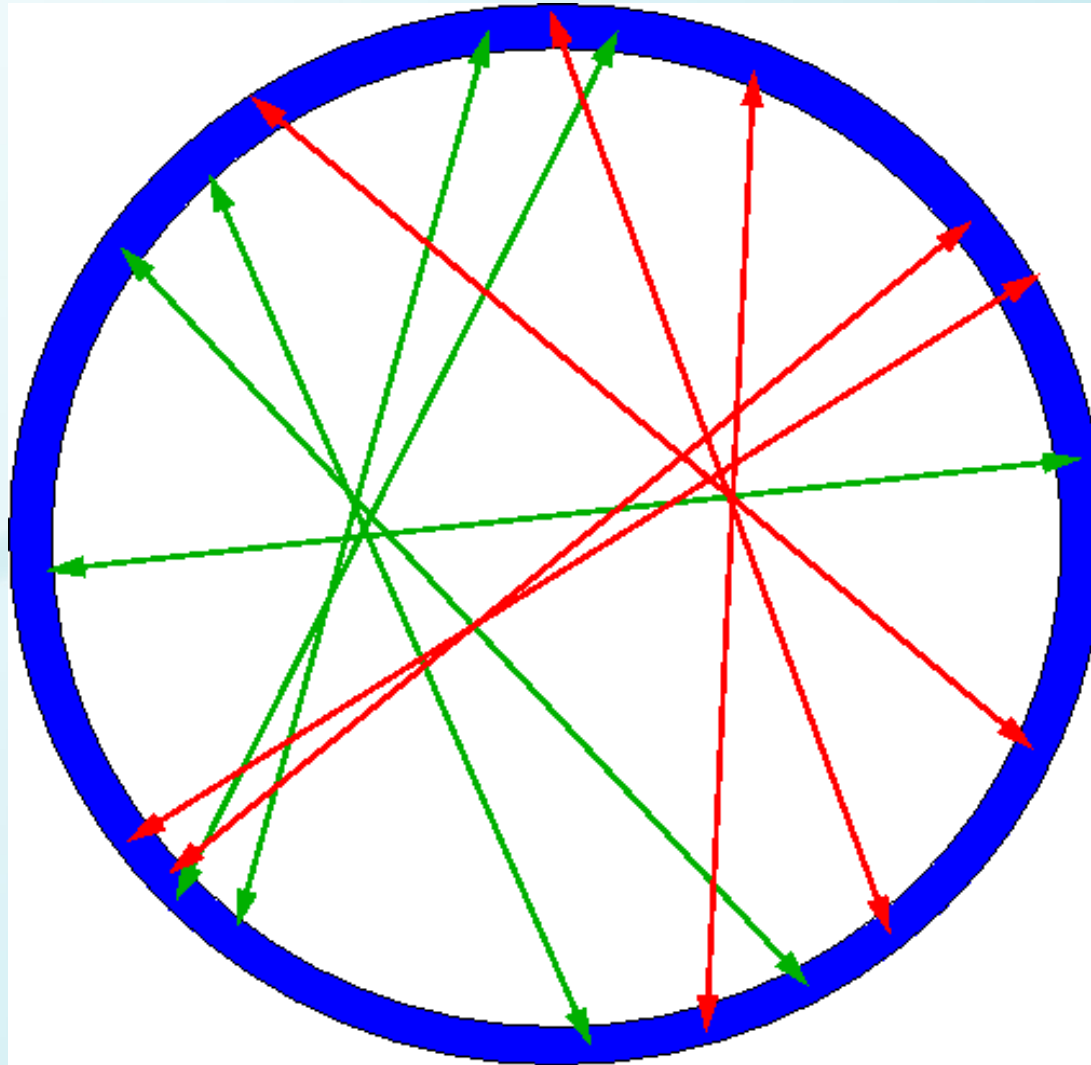
- Funkcionális
- Emisziós
- Pozitron emissziós tomográf: pozitron bomló jelölőanyag kell hozzá, a bomlás során keletkező sugárzást mérjük

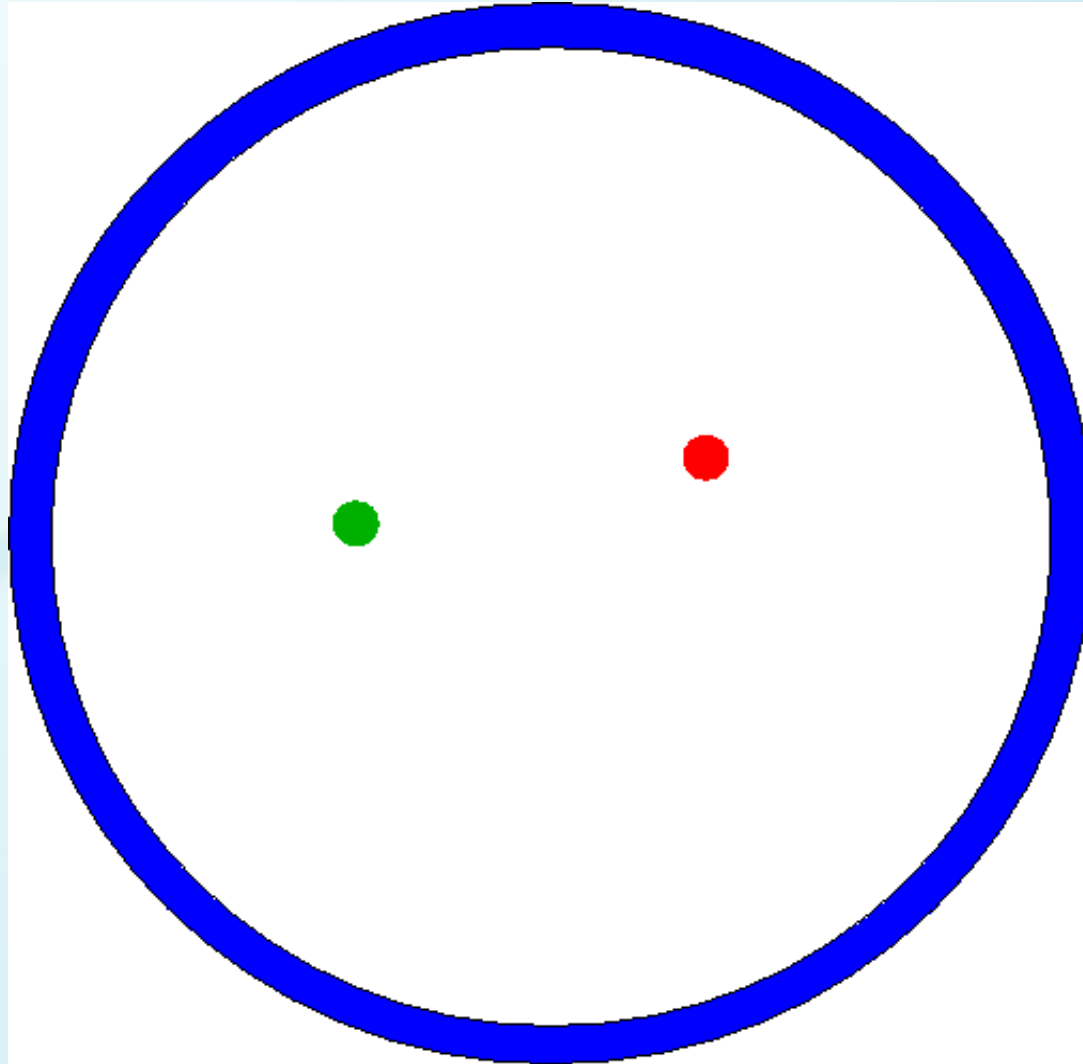


A két keletkező γ foton

- Ellentétes irányú
- Egyszerre keletkeznek







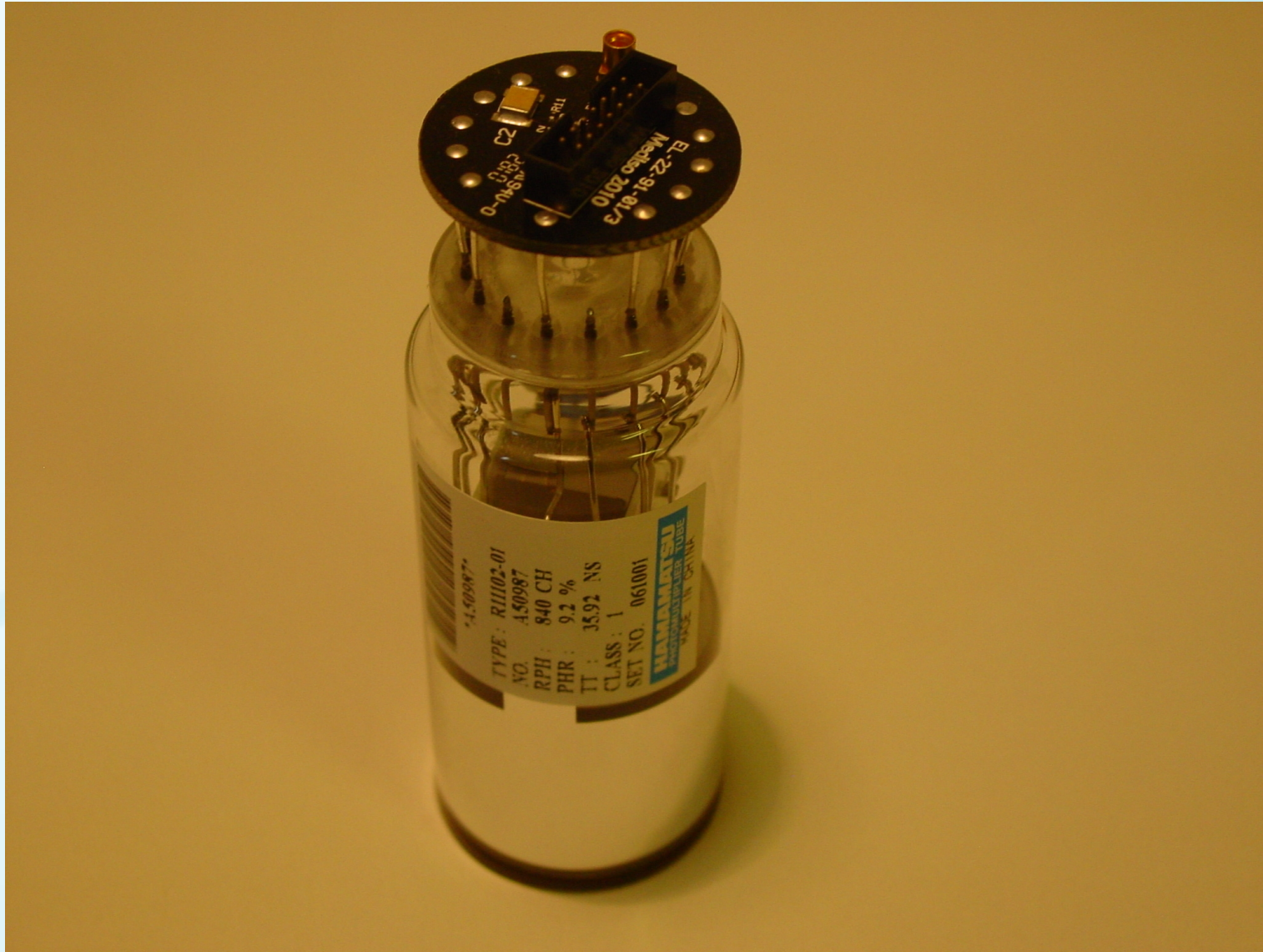
- A működés alapelve egyszerű, de mi kell egy igazán jó képhez?
- A képképzést hátráltató jelenségek
- Modellelés, korrekciók, szerepük

- **Hogyan lehet 511 keV fotonokat elkapni?** (A felezési réteg vastagság ólomban kb. 6 mm)
- Szcintillációs kristályok: A nagy energiájú fotonok hatására sok kis energiájú foton keletkezik bennük.
- A mai PET-ekben használt LYSO kristályban egy 511 keV gamma foton hatására kb. 16000 látható foton keletkezik.

- **Mit csináljunk 16000 látható fotonnal?**
- Van olyan anyag, amiből elektronokat lök ki a látható fény (fotokatód).
- Kevés elektronból elektronsokszorozóval lehet sokat csinálni (~ milliószor annyit).
- Az így kapott elektromos jel már jól mérhető, digitalizálható.



Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



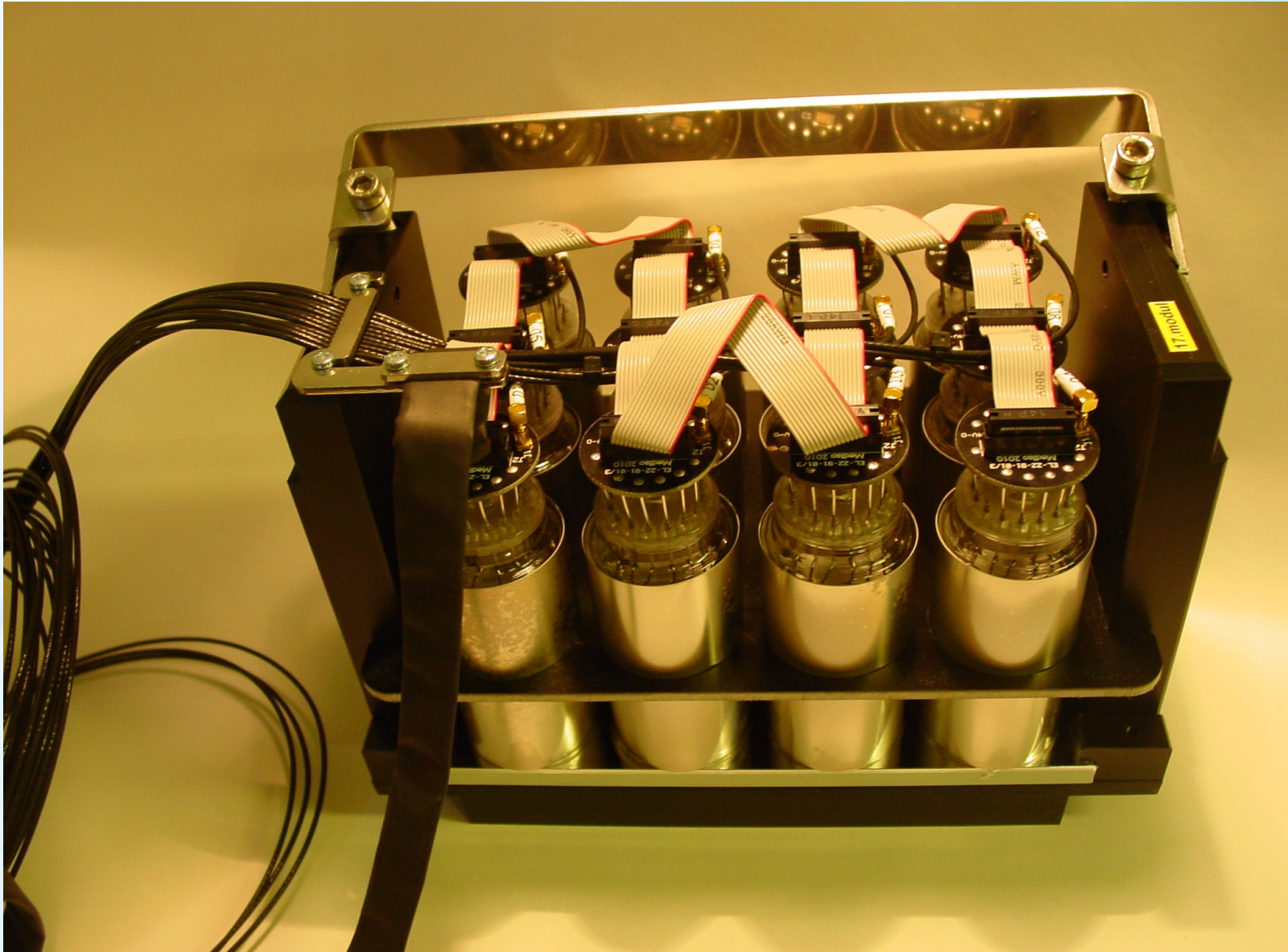
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



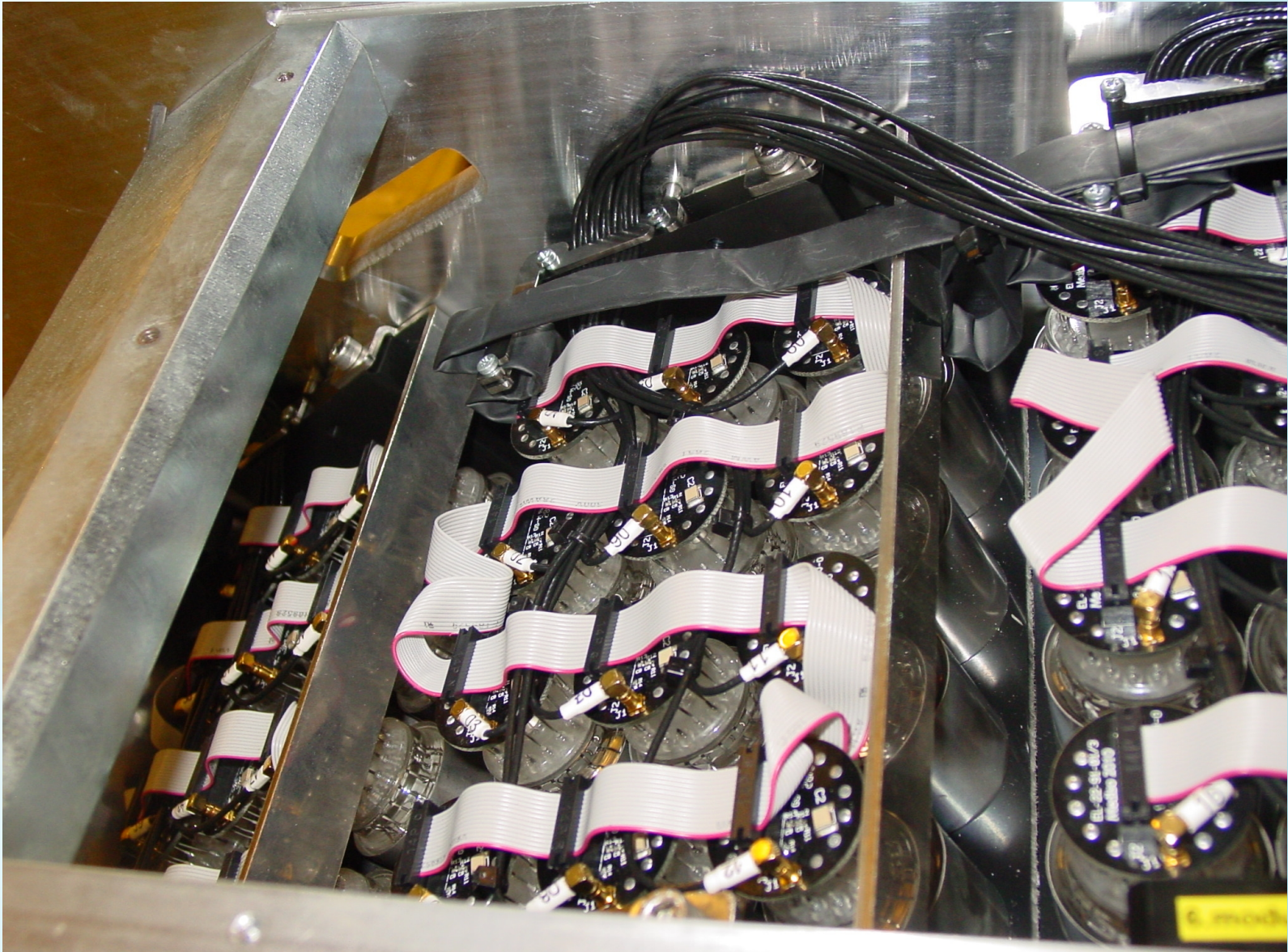
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



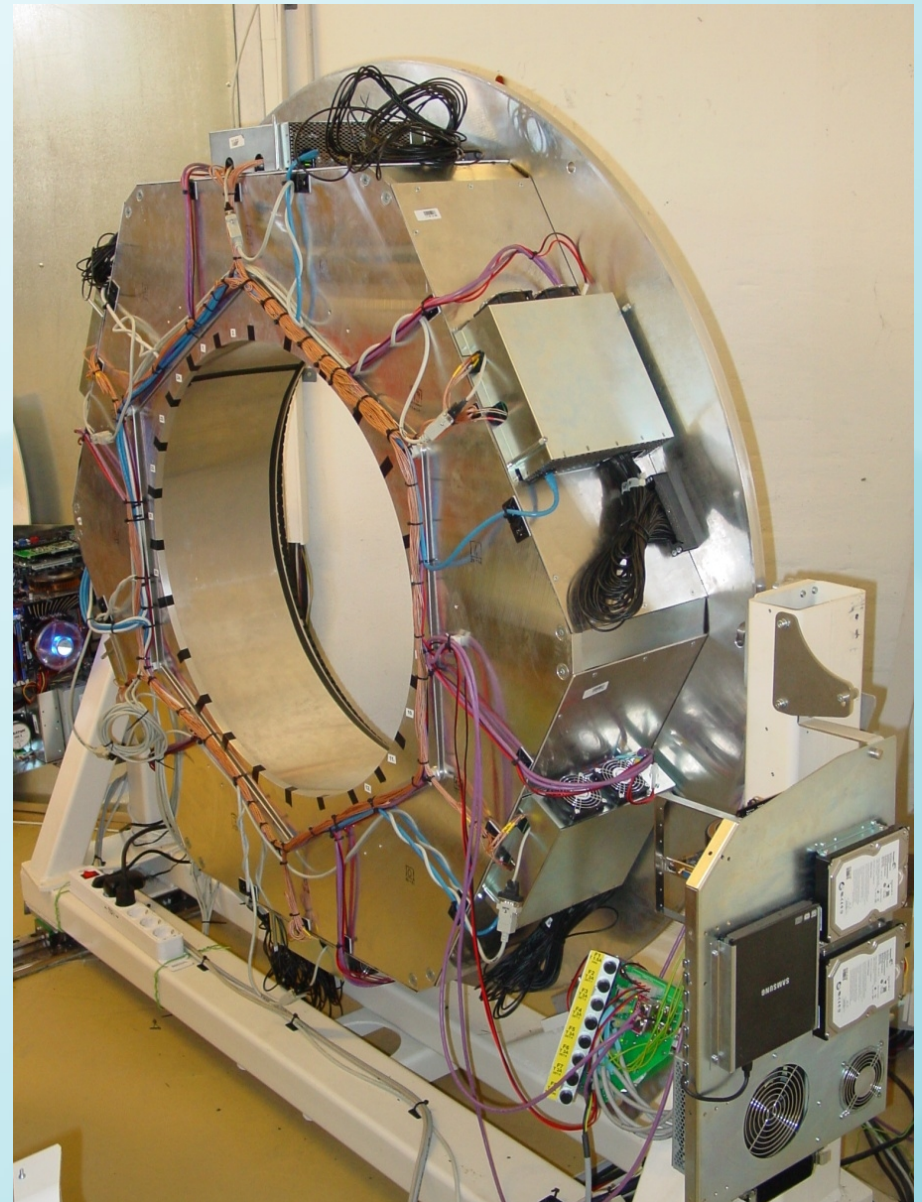
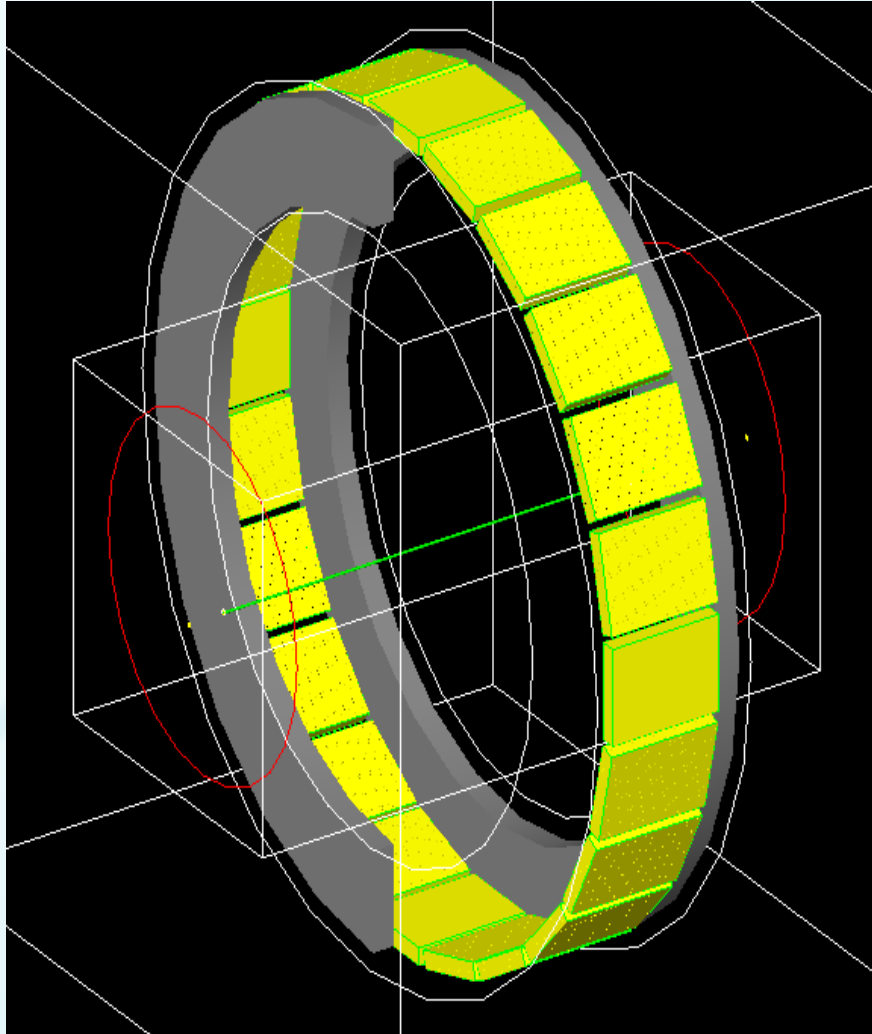
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



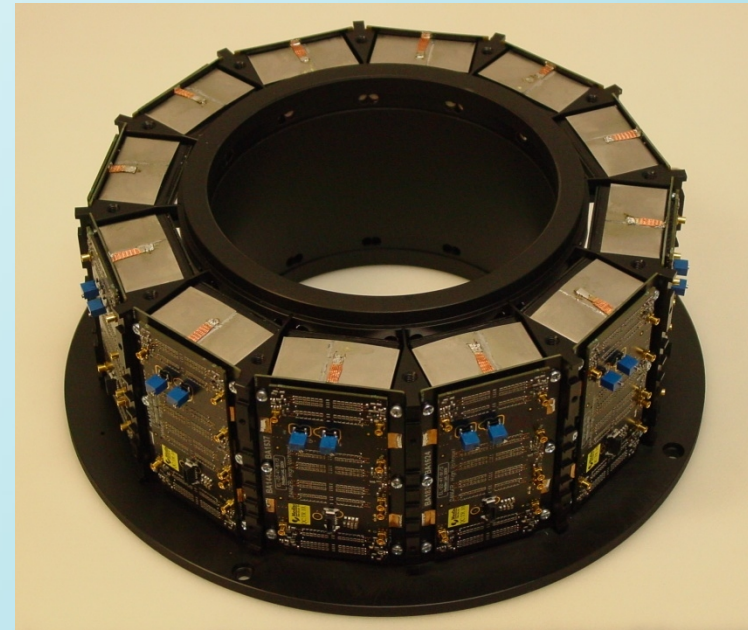
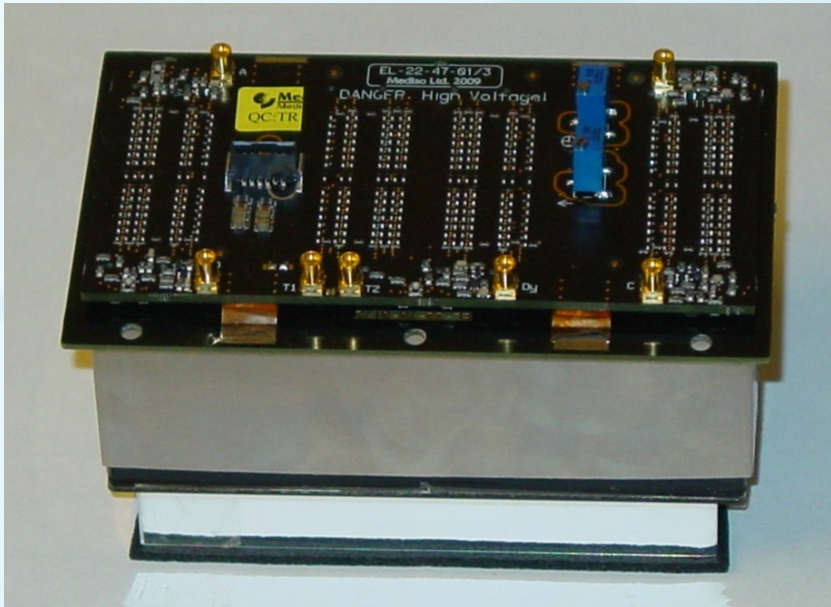
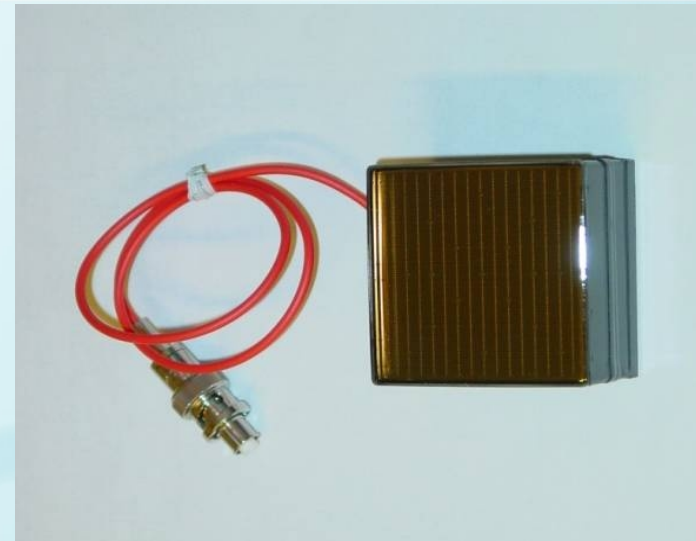
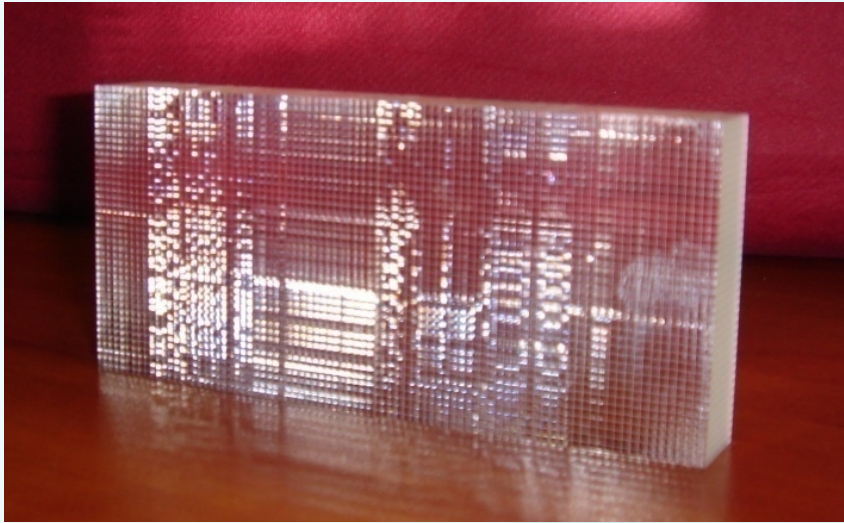
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.

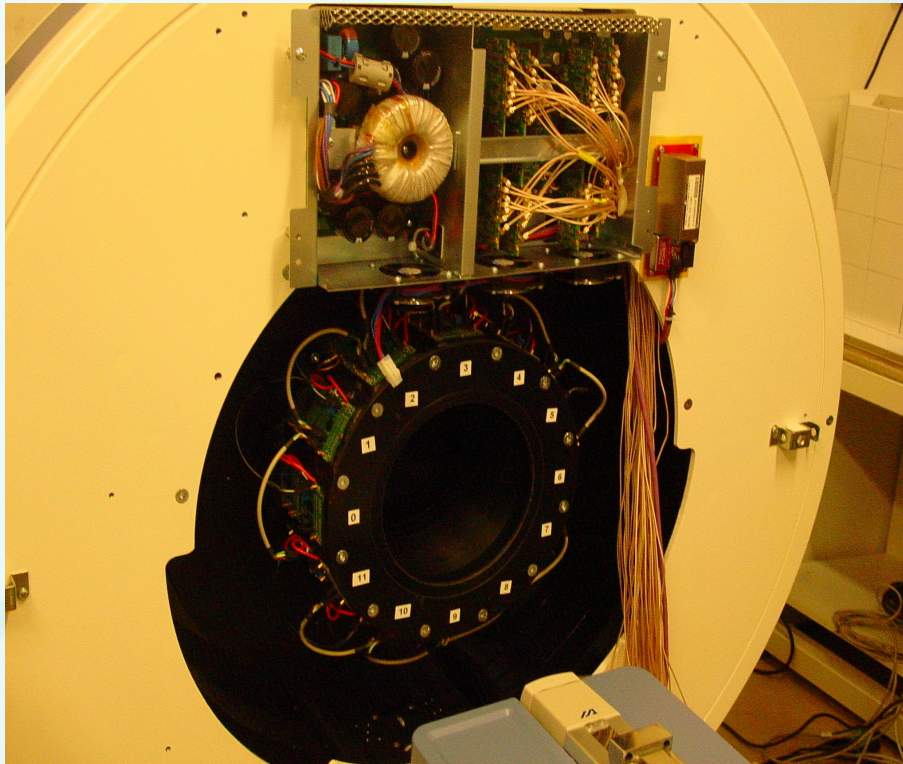


Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



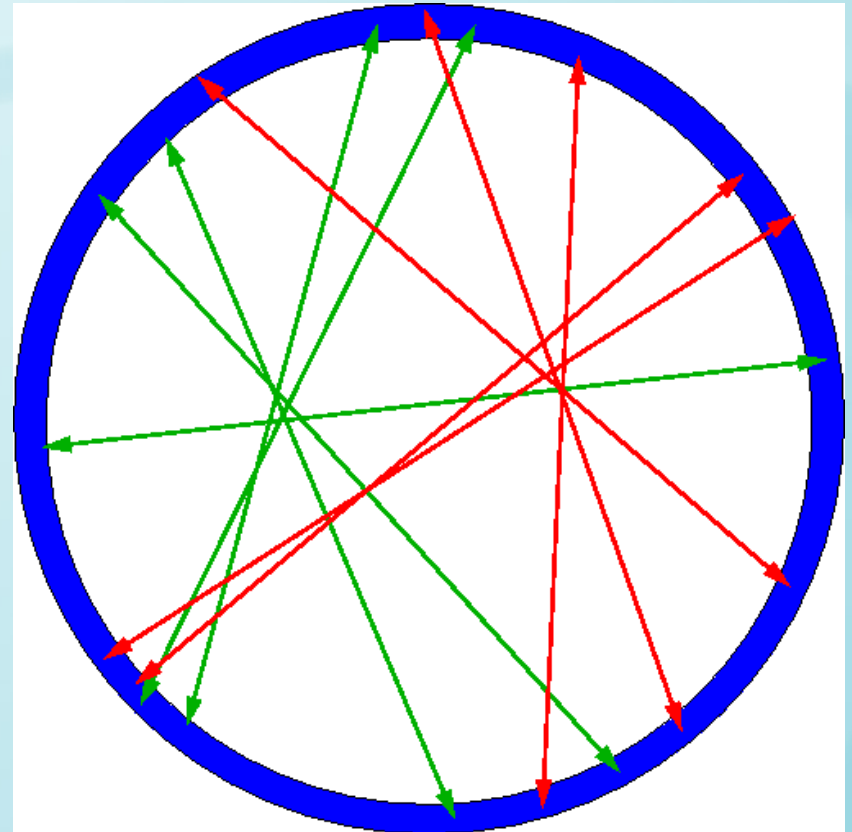
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.

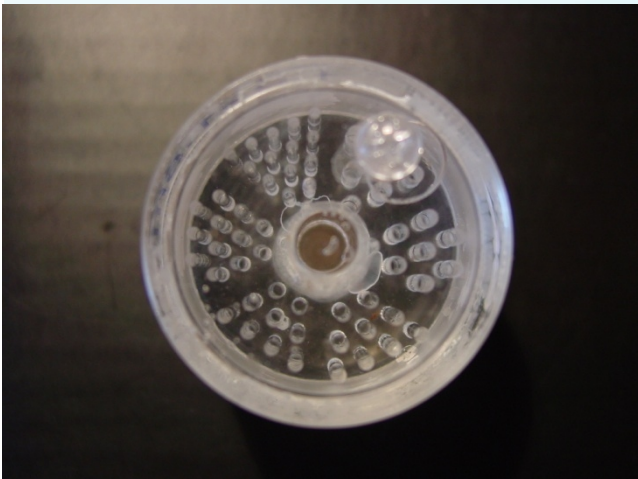




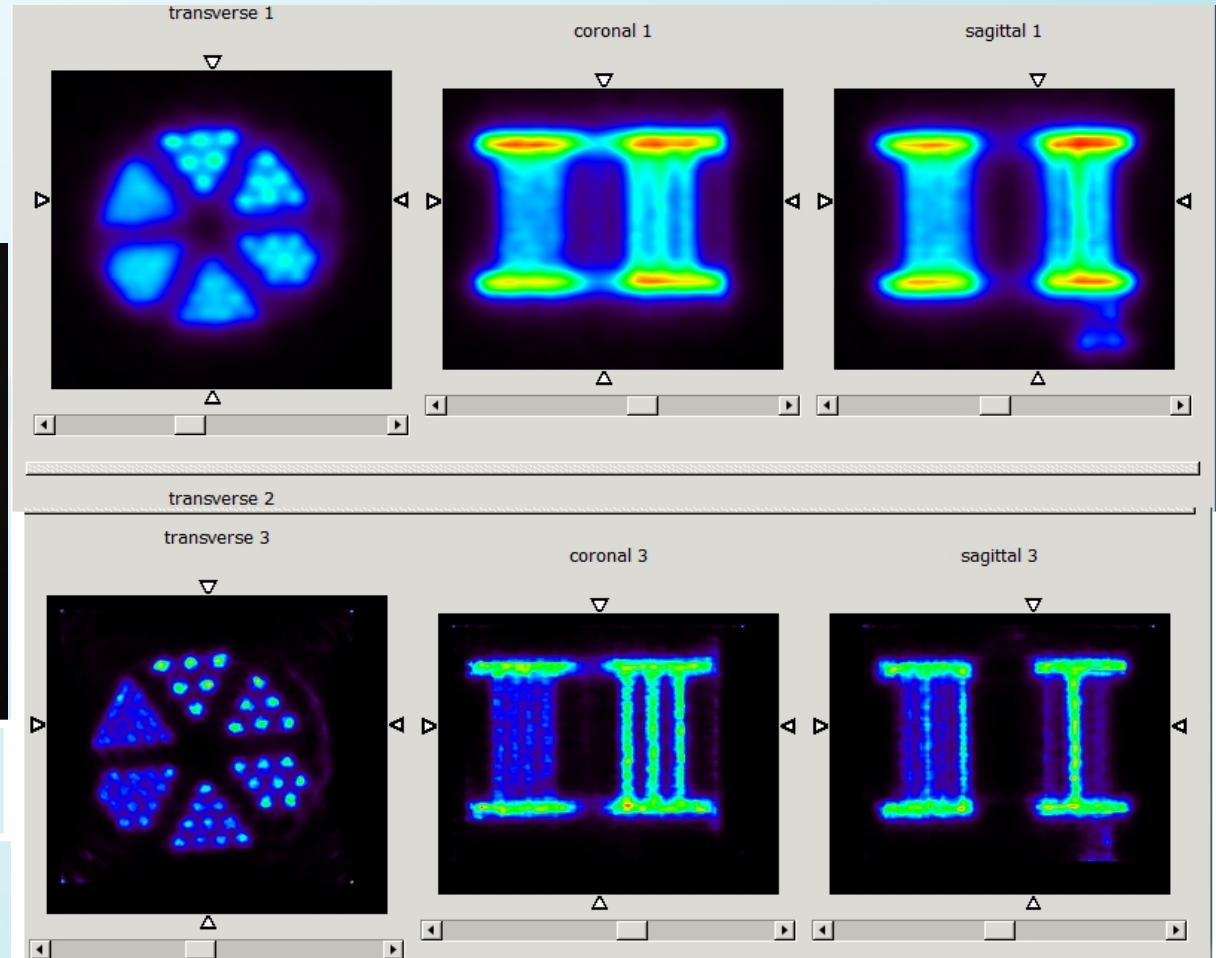
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.

- Line of Response (LOR)
- 300 millió lehetséges LOR
- 1 millió – 1 milliárd adat
- iteratív
- Számításigényes...
- ~ 30% felbontás javulás



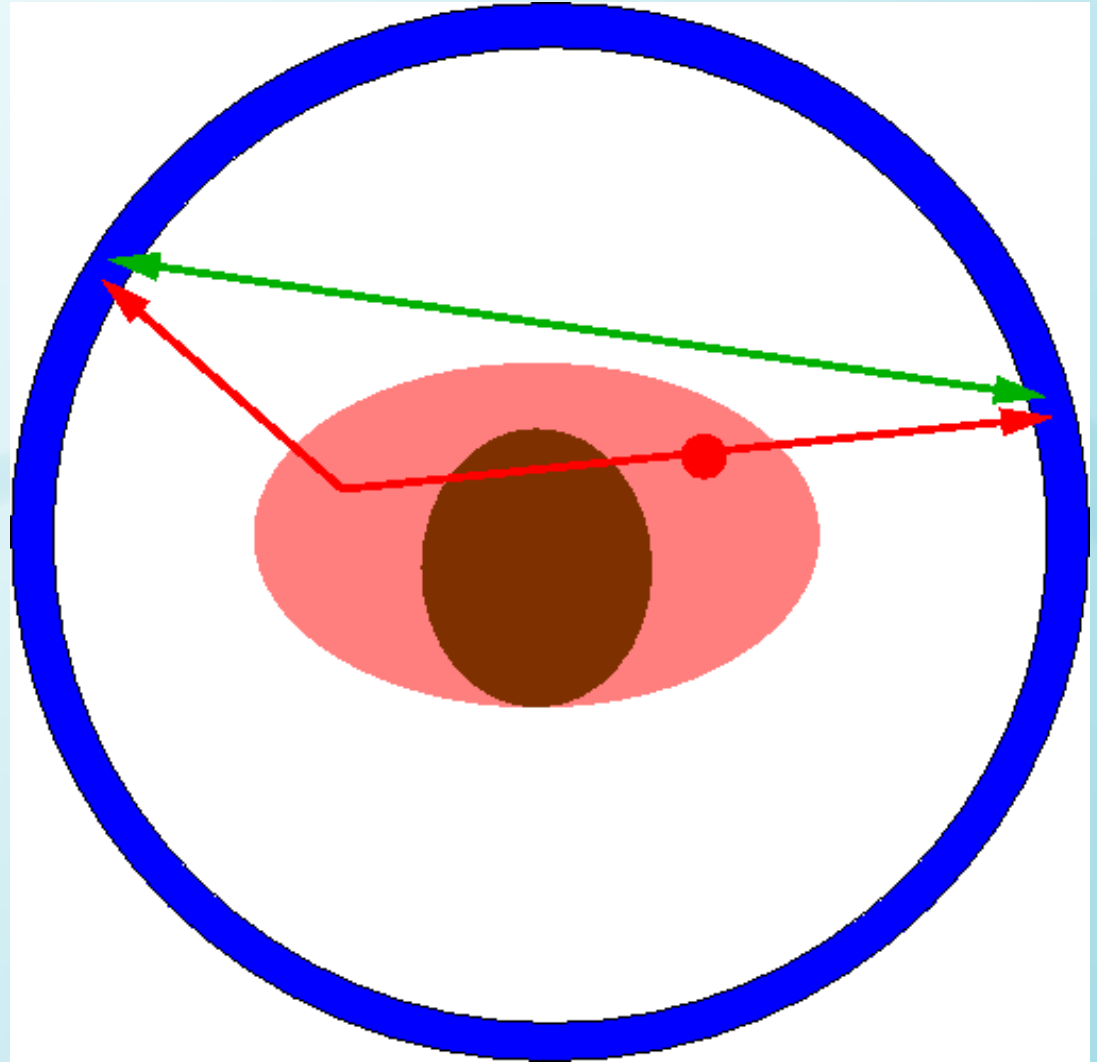


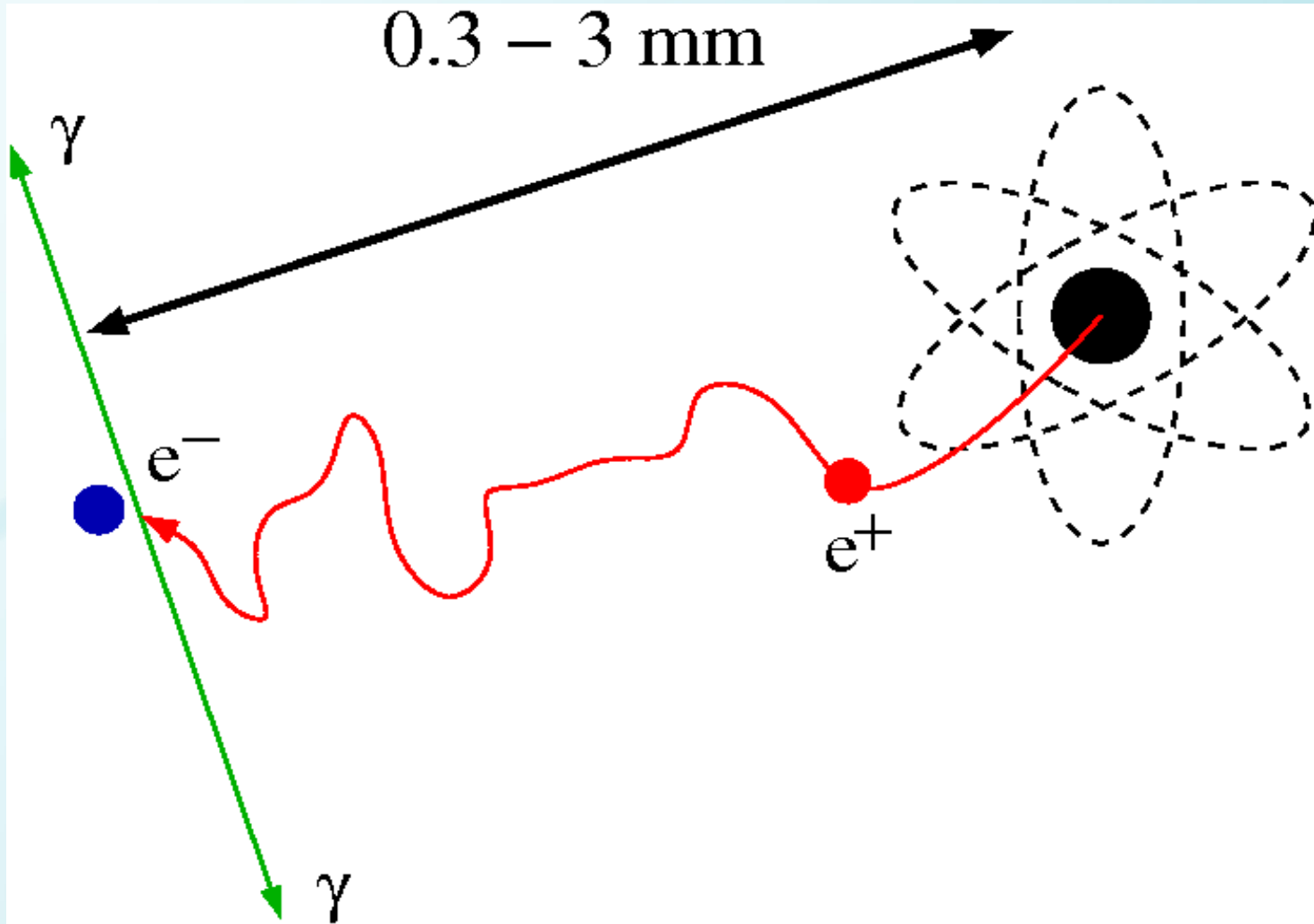
0.7 - 1.2 mm



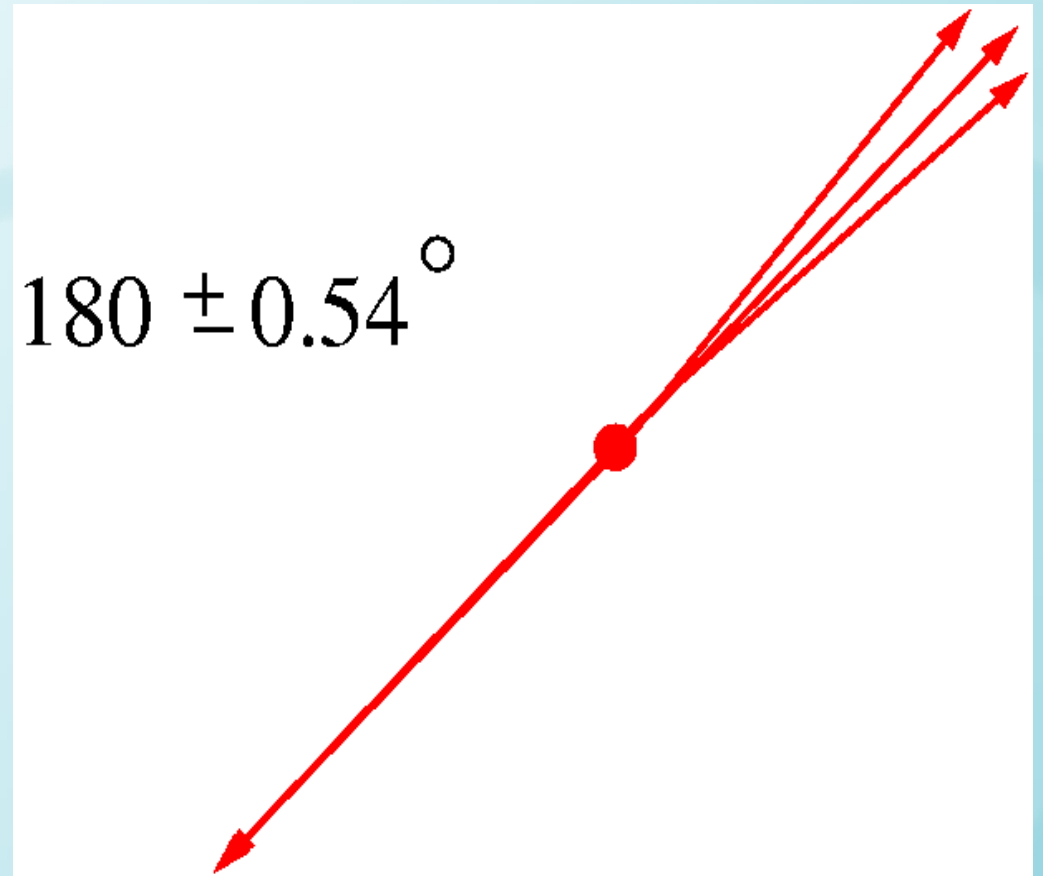
- **Honnan tudjuk, melyik gamma fotonnak melyik a párja?**
- Egyidejűség, koincidencia alapján, csak az “elégé egyszerre” érkező eseménypárokat fogadjuk el. Minél pontosabb az “egyszerre”, annál valószínűbb hogy egy bomlásból származtak.
- „Elégé egyszerre”; a mai PET-ekben 0.5–5 ns pontos az időkülönbség mérés.

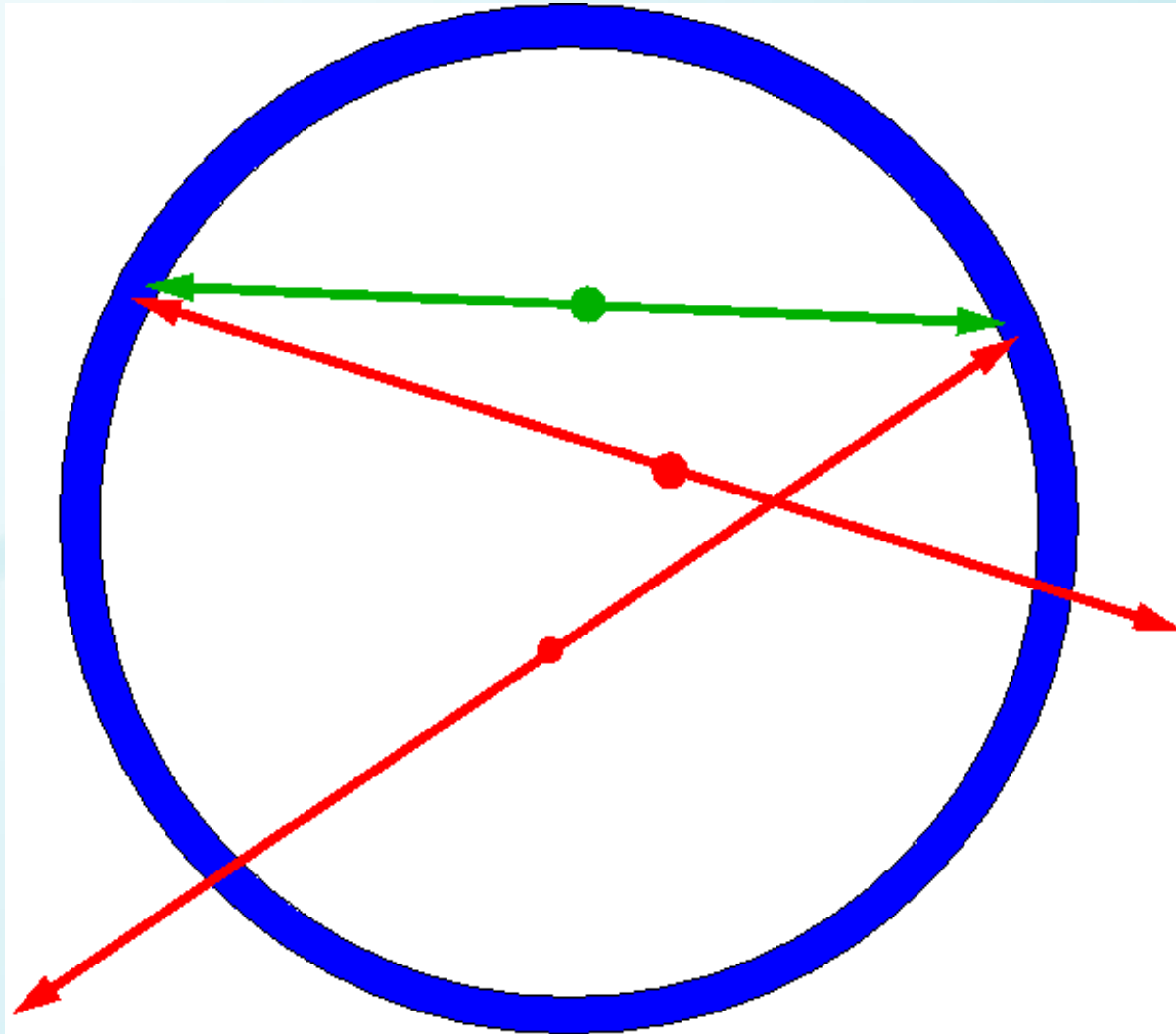
- testben
- detektorban

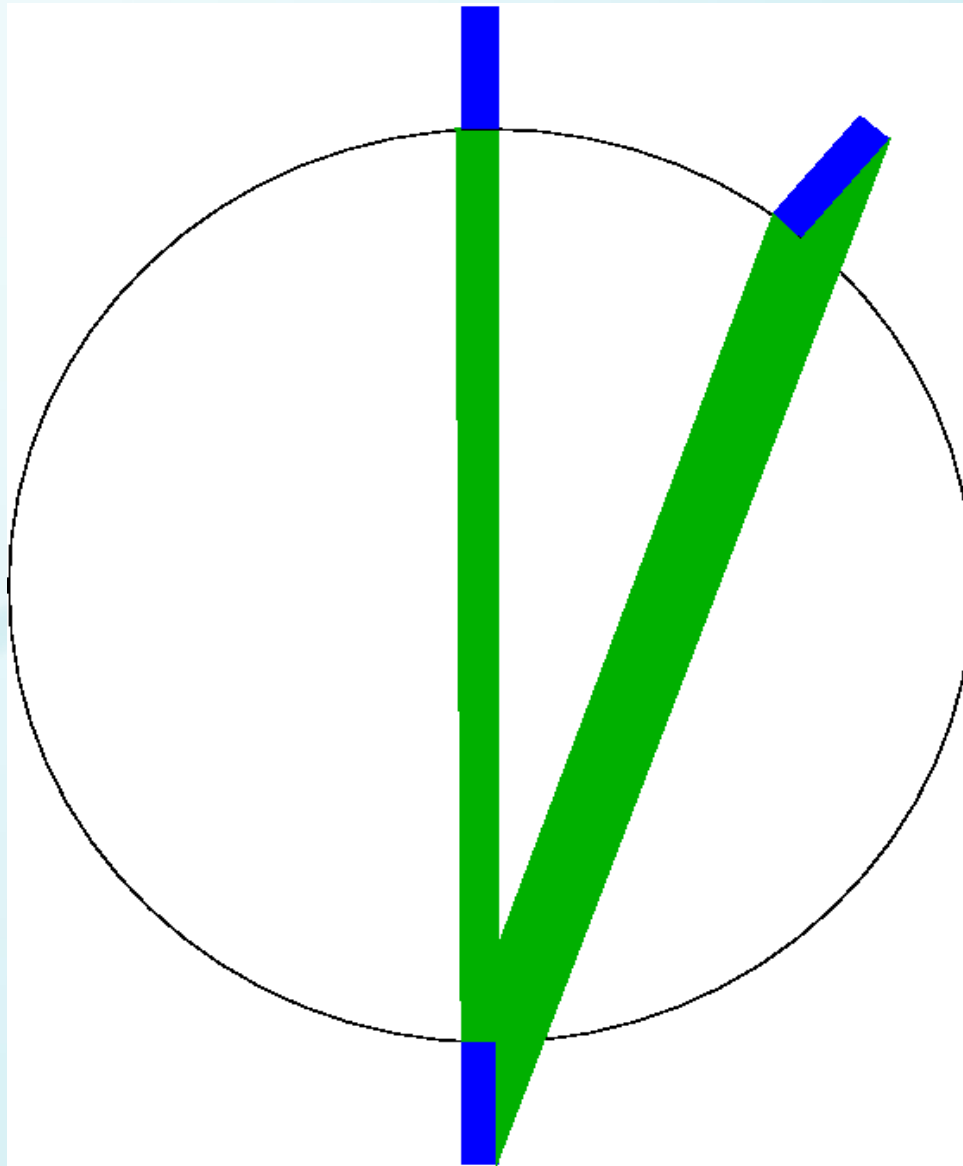




- Humán PET (~80cm)
- Kerületen kb. 4 mm







-
- Detektálás, időzítés, rekonstrukció, szórt események, pozitron vándorlás, nem tökéletesen ellentétes irányú fotonpárok, parallaxis hiba
- Mindezek figyelembevételével, modellezésével humán PET-ekben 3–4 mm, kisállat berendezésben <1 mm érhető el ma.

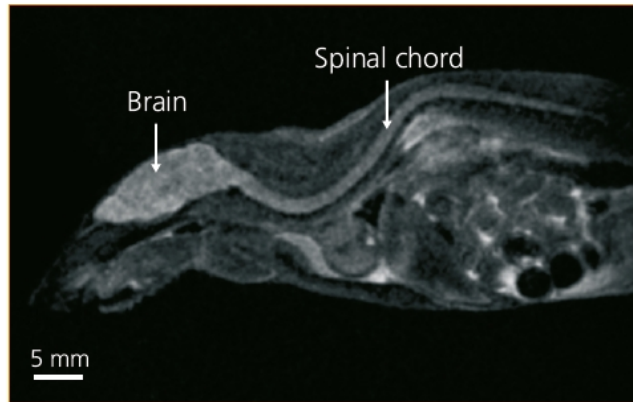
A „világ legszebb képe”

Egér, (20g), PET-CT,
4 MBq, 10 perc gyűjtés

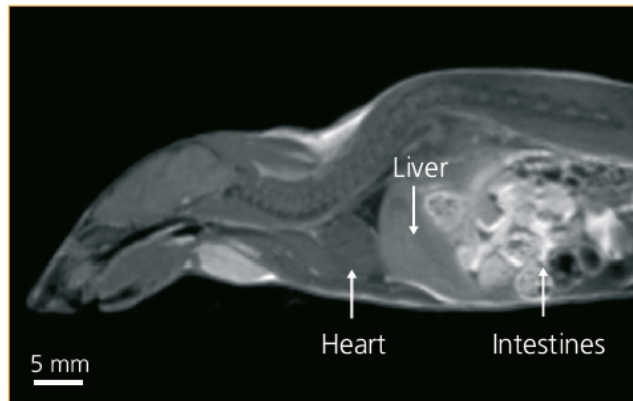


Images courtesy of P. Blower, G. Mullen & P. Marsden, King's College, London

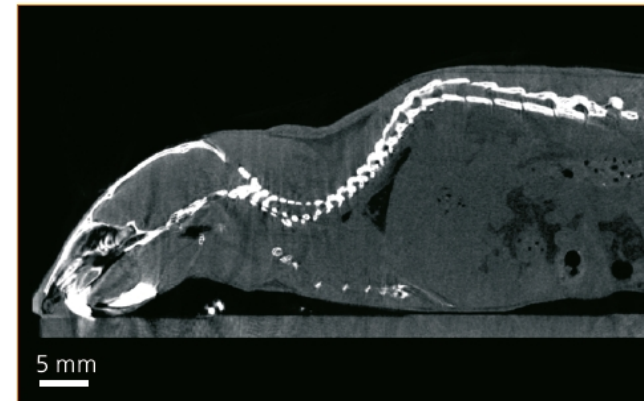
Atomoktól csillagokig 2011. nov. 10.



T₂ weighted



T₁ weighted



45 kV CT

High soft tissue contrast as illustrated here between a mouse MRI and CT images. The MRI imaging time was 17 minutes while the CT took 10 minutes (with the animal already placed on the bed). Images courtesy of Karolinska Institute

- A fotoelektronsokszorozó nem működik mágneses térben
- A '90-es években a PET-CT reneszánszát élte
- A CT technikailag egyszerűbb, olcsóbb
- A félvezető detektorok fejlődése miatt az MR-PET új lendületet kapott az elmúlt években

- Delta, (mtv1) nov. 5. adása



Köszönöm a figyelmet!