



Eötvös Loránd Fizikai Társulat
Sugárvédelmi Szakcsoport

PIN dióda felhasználása energiaszelektív szcintillációs detektorrendszerhez

Nagy Gábor, Somos Kft.

Sarkadi András, Gamma Műszaki Zrt.

Zagyvai Péter, KFKI AEKI

Előadás témája

A jelenleg, gammasugárzó izotópok felderítésére használt, félvezető és szcintillációs detektorok hátrányos tulajdonságokkal rendelkeznek a terepi alkalmazhatóságukat tekintve.

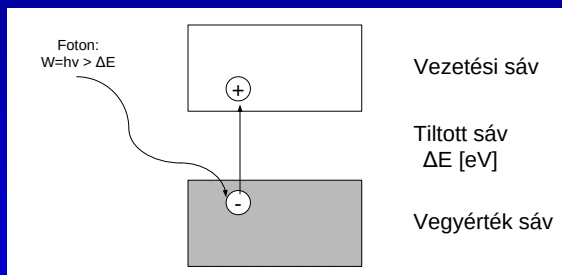
Az előadásban egy terepi körülmények közötti is használható, szcintillátor kristályból és PIN diódából álló detektor kialakításának nehézségeit mutatom be, illetve próbálok megoldást adni ezekre.

„Ideális” terepi detektor

- gyorsan telepíthető, használható
- alacsony fogyasztás
- alacsony tömegű
- robosztus kivitel
- saját kijelző, PC csatlakozás

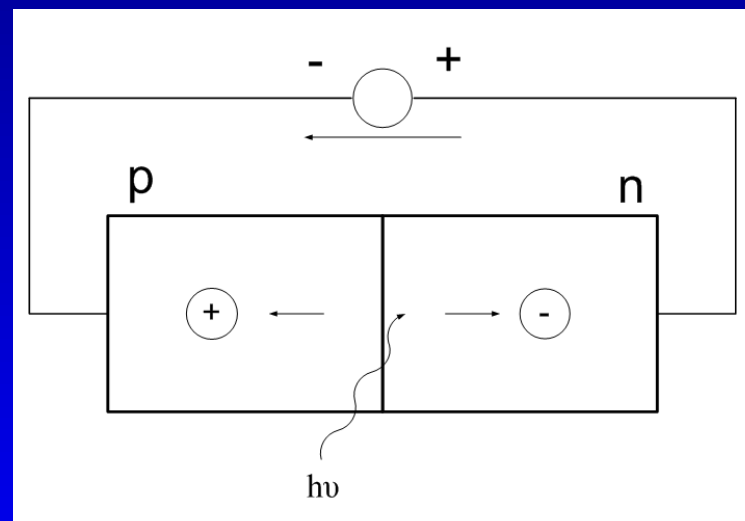
Félvezető eszközök, mint fényérzékelő detektorok

Belső fényelektromos hatás

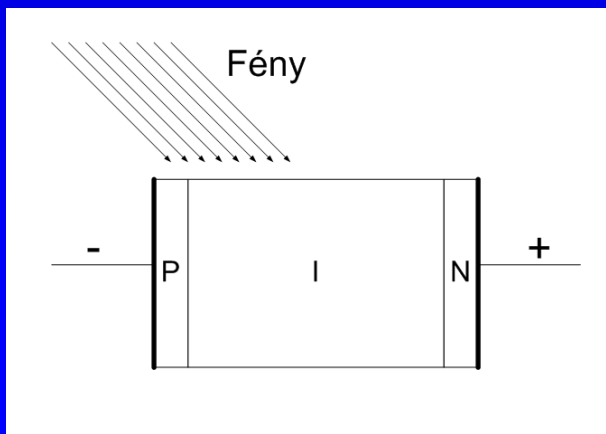


$$W = h\nu > \Delta E$$

p-n átmenet



PIN dióda



rekombináció
valószínűsége
alacsony

PMT ↔ PIN

- jelentős méretbeli különbség

PIN dióda 1x1cm, PMT Ø1cm - ~10cm magasság

- működési feszültség

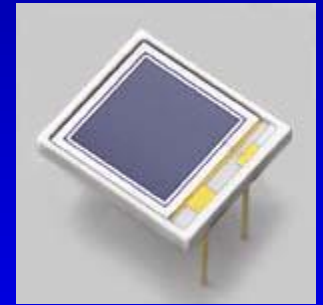
PIN dióda 12V - ~100V, PMT ~1000V

- kvantum hatásfok

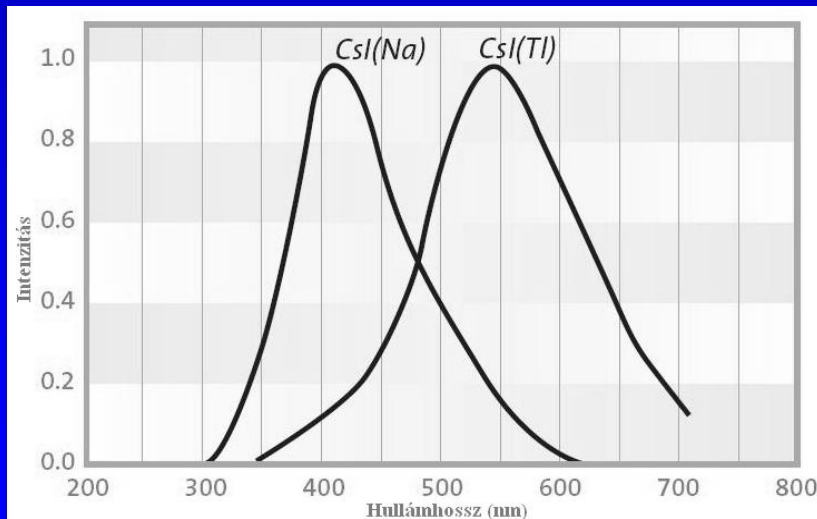
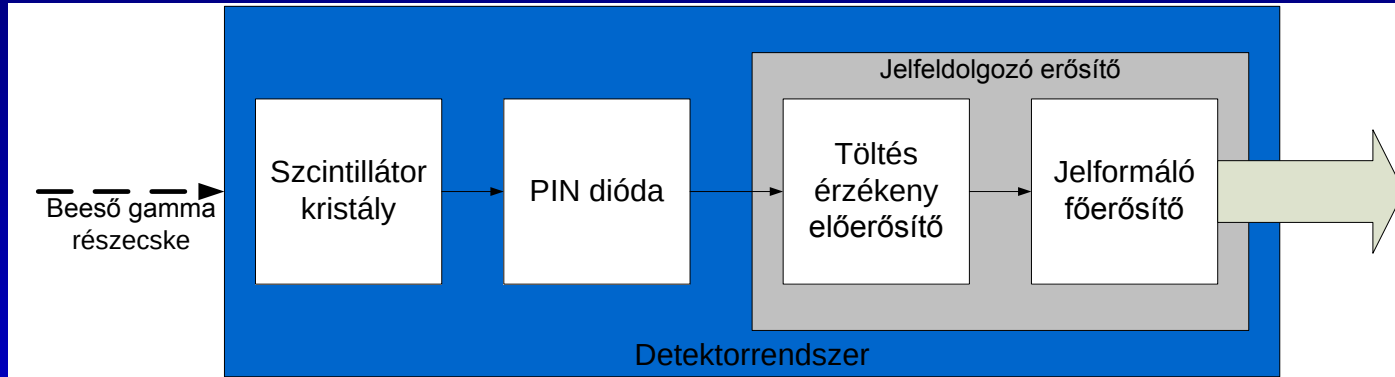
PIN dióda 90%, PMT fotokatód 25%

- mágneses mező

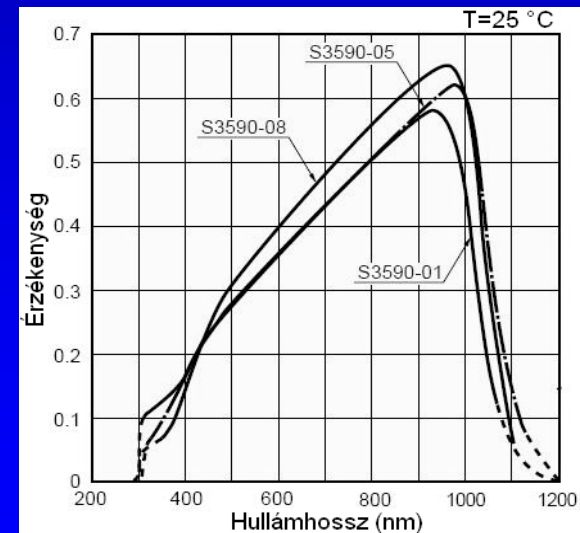
- belső erősítés



Detektorrendszer



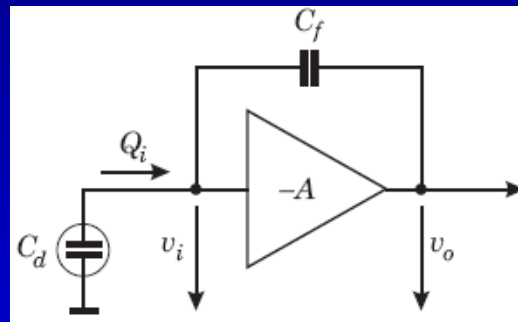
CsI emissziós spektrum
 $\lambda_{\max}=550\text{nm}$



PIN dióda érzékenységi spektruma
 $S=0,36\text{ A/W}$

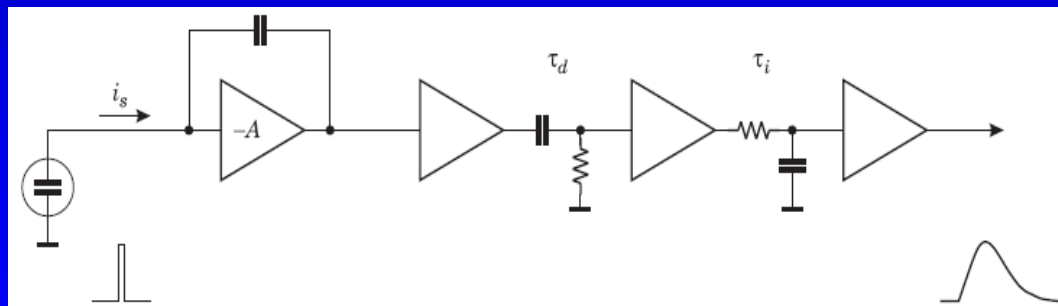
PIN diódás detektorrendszer kialakítása

Töltés érzékeny előerősítő



$$v_o = -\frac{Q_i}{C_f}$$

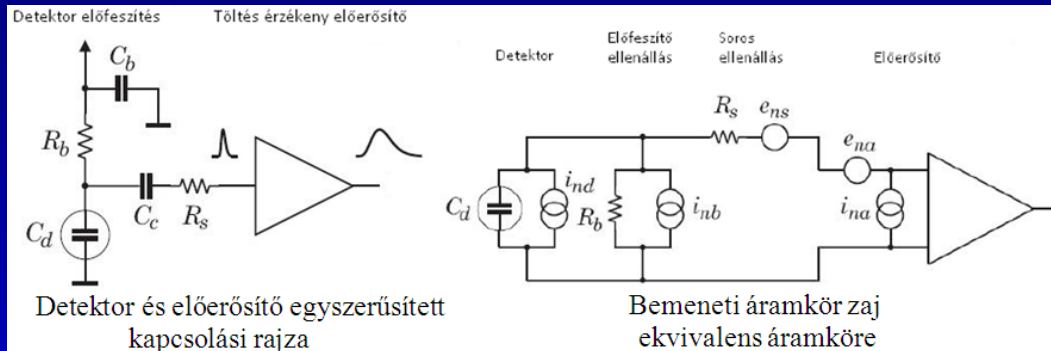
Jelformáló főerősítő



Teljes zajtényező

$$F = F_1 + \frac{F_2 - 1}{A_1} + \frac{F_3 - 1}{A_1 A_2} + \dots + \frac{F_n - 1}{A_1 A_2 \dots A_{n-1}}$$

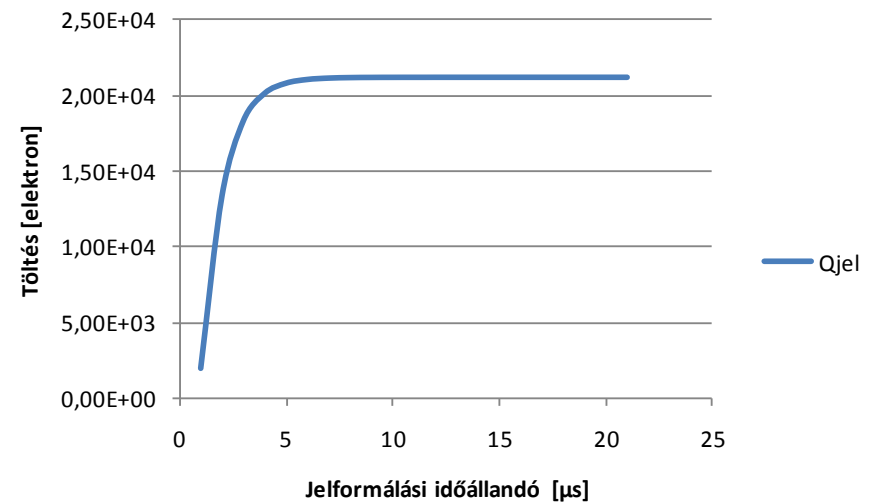
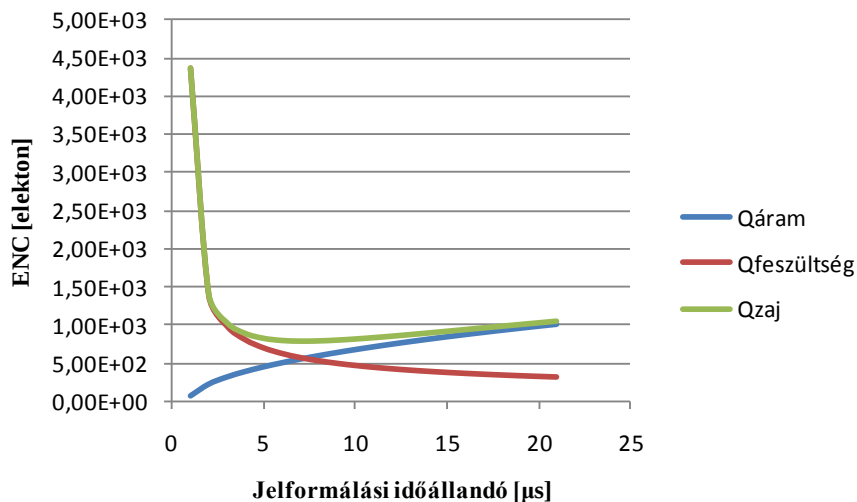
Zajanalízis



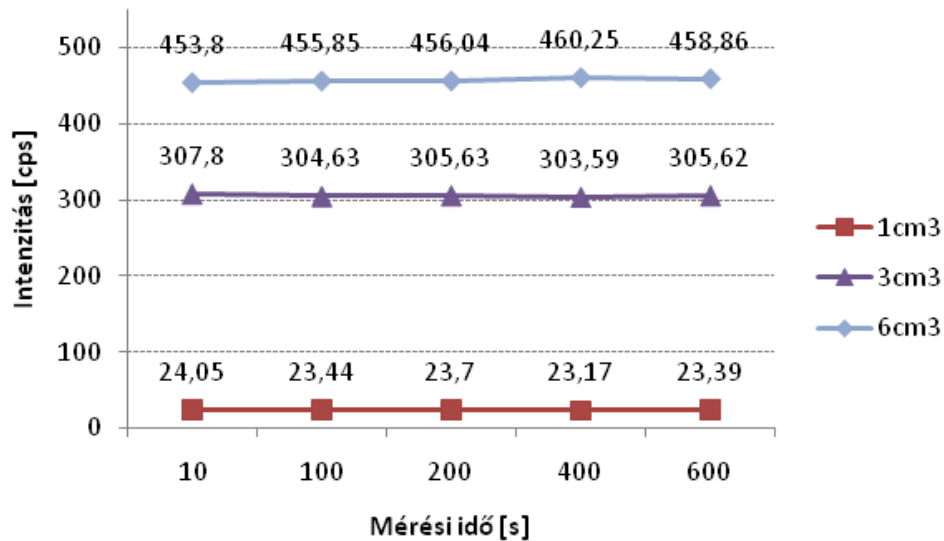
Előerősítő
zajvizsgálata (soros,
párhuzamos zajok)

$$Q_n^2 = \left[\left(2eI_d + \frac{4kRT}{R_b} + i_{na}^2 \right) \cdot \tau + \left(4kTR_s + e_{na}^2 \right) \cdot \frac{C_d^2}{\tau} + 4A_f C_d^2 \right]$$

Q_n = ekvivalens
zajtöltés
 τ = jelformálási
időállandó



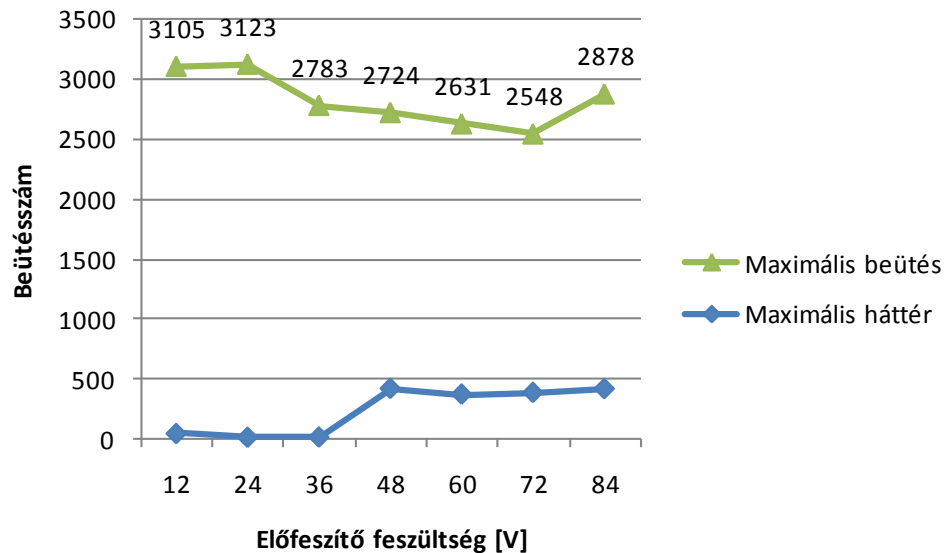
Mérési eredmények



Intenzitás vizsgálata

^{137}Cs izotóp, 24V

előfeszítés



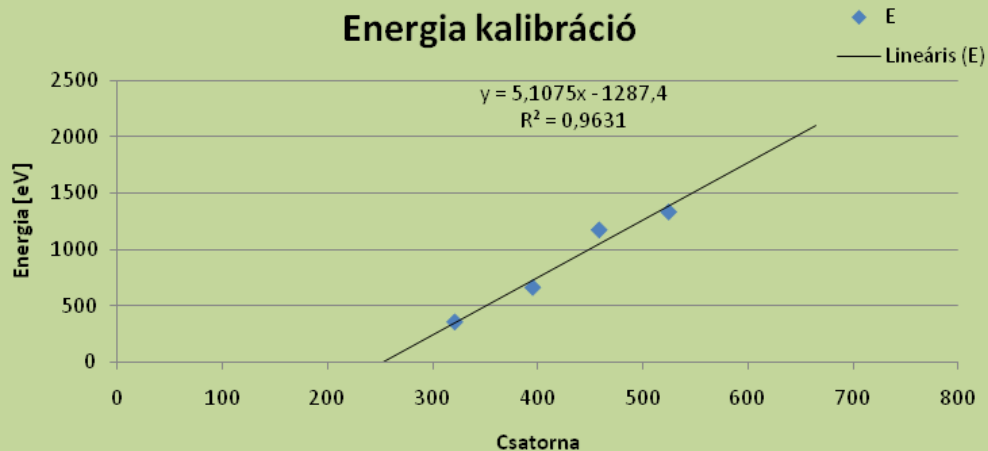
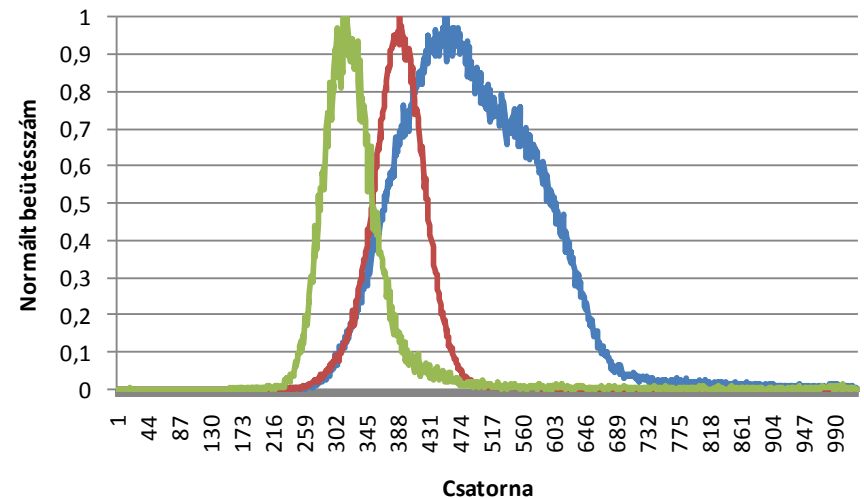
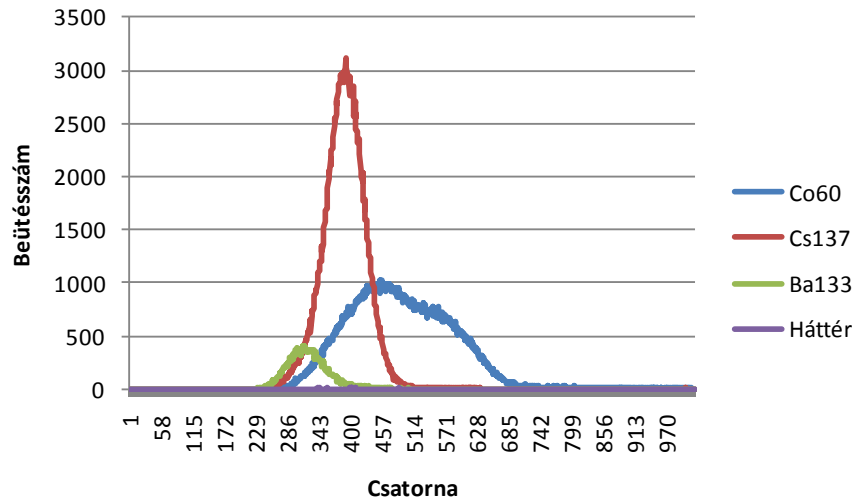
Előfeszítés vizsgálata

^{137}Cs izotóp, 6cm³ kristály,

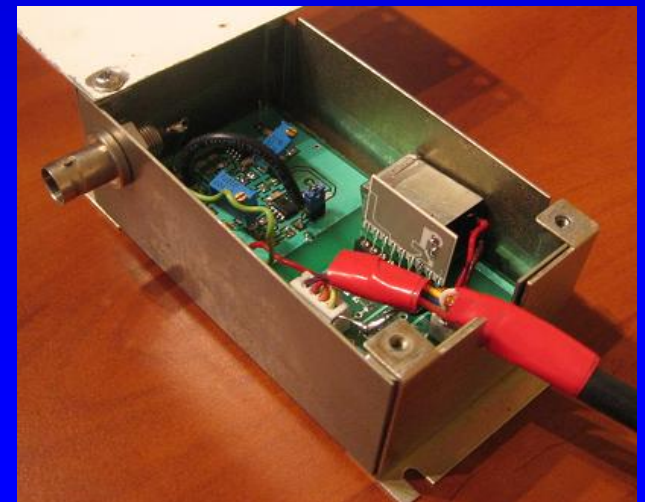
600s

Mérési eredmények

6cm³, 24V, 6μs



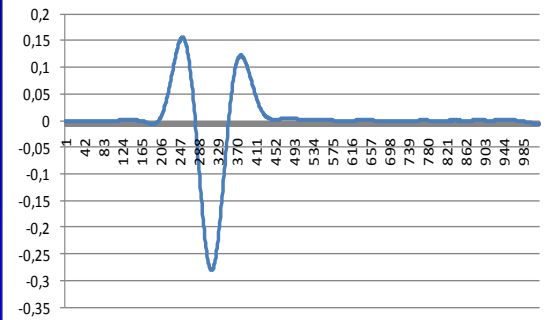
Prototípus



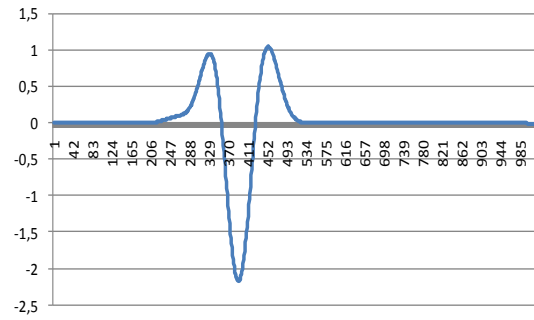
Spektrumértékelés

Félértékszélesség meghatározása (Savitzky-Golay simítás)

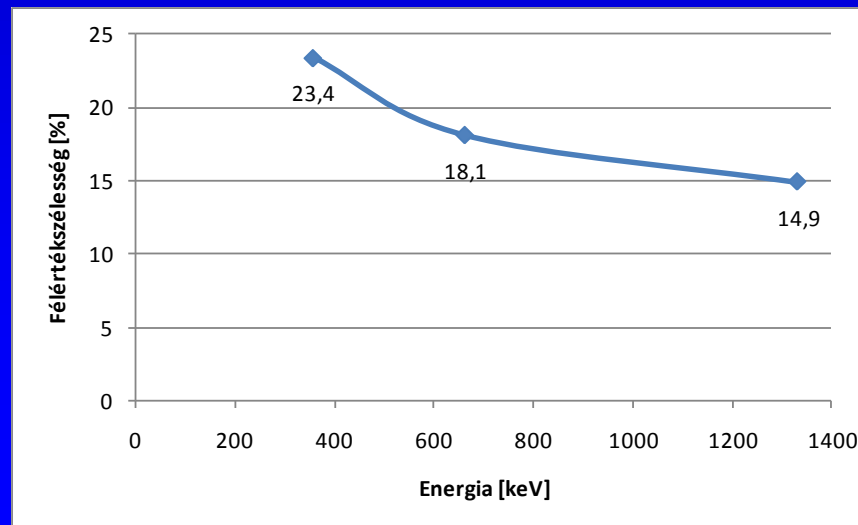
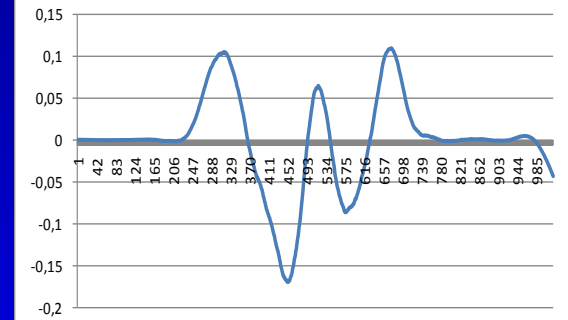
$\text{FWHM}_{\text{Ba}} = 23,4\%$



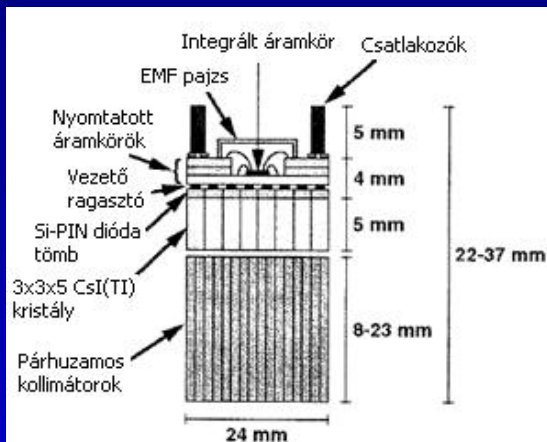
$\text{FWHM}_{\text{Cs}} = 18,1\%$



$\text{FWHM}_{\text{Co}} = 14,9\%$



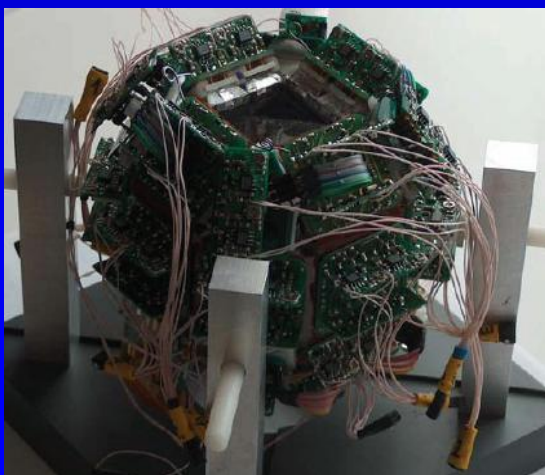
Összehasonlítás



Gamma kamera



Béta részecske detektor

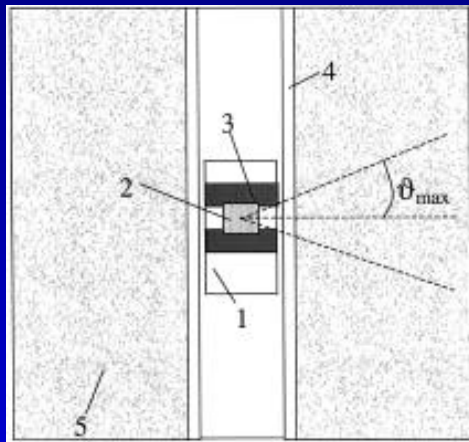


Alfa részecske detektor

- tömbös kialakítás
- laboratóriumi körülmények
- más alkalmazási terület

Összehasonlítás

Talajszennyezettség mérése:



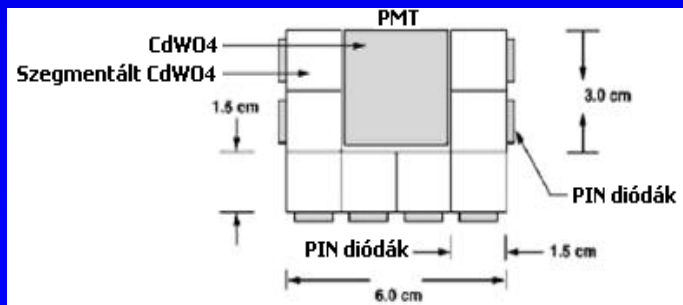
1-a detektor doboza; 2-CsI(Tl) kristály;
3-ólom kollimátor; 4-megvezető cső;
5-szennyezett talaj

$$FWHM_{CS}=8\%$$

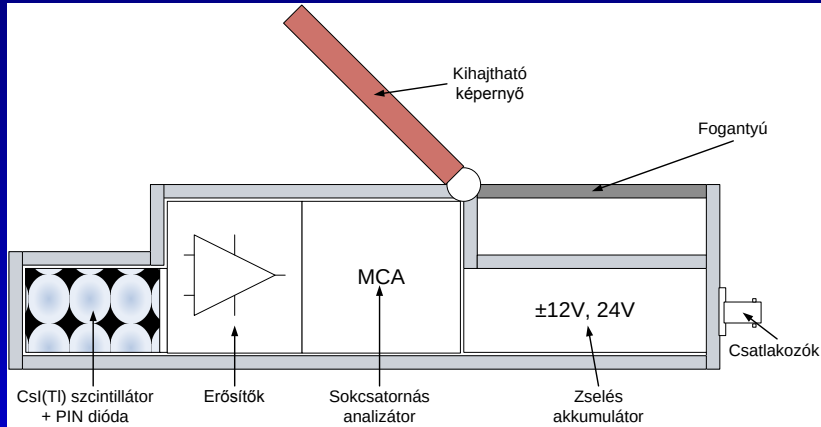
$$FWHM_{CS}=18,1\%$$

$$FWHM_{CS}=7,2\%$$

NASA gamma spektrométer:



Összefoglalás



Lehetséges kialakítás:

- detektor
- analízátor
- kijelző
- megfelelő borítás



Ajánlások

- MH HAVÁRIA készenléti szolgálatnál, felderítő eszközként
- Tömbös felépítést kihasználva, változtatható geometriájú detektor (pl. gömb geometria)
- Kis méret kihasználása (pl. szellőző rendszerek)
- Pilóta nélküli földi eszközök (pl. szárazföldi robot)

KÖSZÖNÖM FIGYELMÜKET!