

A Nukleáris Medicina alapjai

Szegedi Tudományegyetem
Nukleáris Medicina Intézet

Történet 1.

- 1896 Henri Becquerel – titokzatos sugár (Urán)
- 1897 Marie and Pierre Curie - radioaktivitás
- 1901-1914 Rádium terápia
- 1924-1935 Hevesy György – radioizotópos állatkísérletek (csontanyagcsere, ^{32}P)
- 1938 Glenn Seaborg - ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$
- 1946 Allen Reid, Albert Keston - ^{125}I , RIA (inzulin) (1959)

Történet 2.

- 1957 Benedict Cassen, David Kuhl - rektilineáris szkennerek (Picker 1959)
- 1958 Hal Anger - gamma kamera (Nuclear Chicago 1962)
- 1962 David Kuhl - emissziós tomográfia (SPECT, PET)
- 1964 szériában gyártott ^{99m}Tc -generátor

Történet 3.

- 1971 önálló szakma az USA-ban
- 1976 John Keyes, Ronald Jaszcak - SPECT
- 1983 Henry Wagner- neuroreceptor PET
- 1990 Számítógépes hálózat
- 1995 koincidencia SPECT (SPECT/PET)
- 1999 PET/CT, SPECT/CT

Nukleáris Medicina

- Diagnosztika (in vivo, in vitro)
- Terápia
- Multidiszciplinaritás

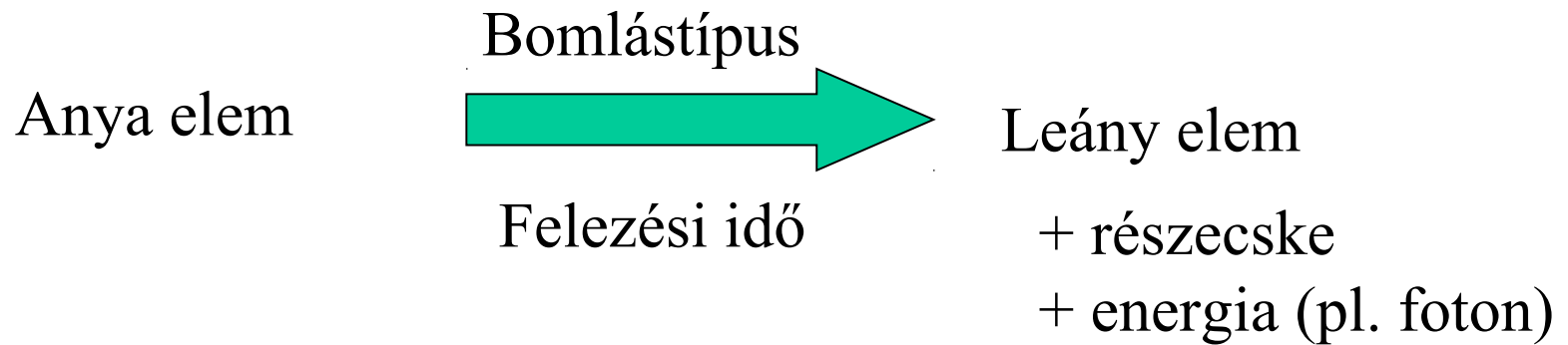
Radioaktív izotópok a NM-ben

- Sugárzás áthatolóképesége
- Elnyelődés
- Felezési idő $T_{1/2}$
- Atomszám

Atomfizika

- Atommag és elektronfelhő (héj)
- Elektron (e) (10^{-10} m) K, L, M etc.
- Atommag (10^{-15} m) proton (p)(Z), neutron (n)(N)
- Tömegszám $A=Z+N$
- Izotópok ${}_Z X$, isobárok ${}^A X$
- Nuklid tábla (Karlsruher Nuklidkarte)

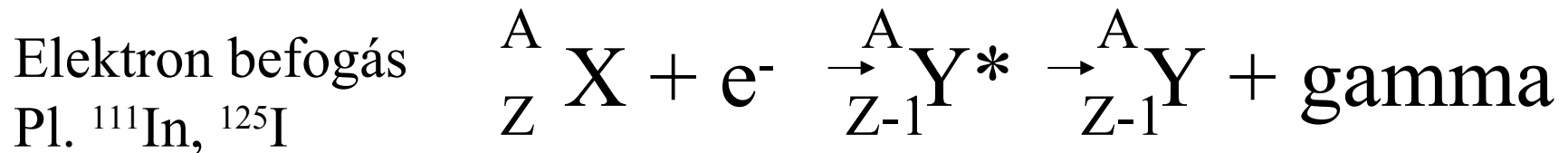
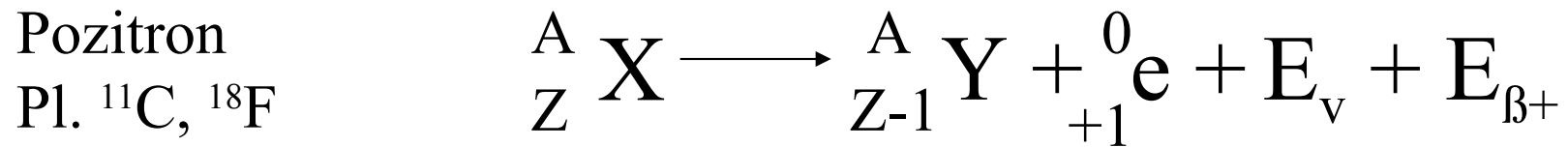
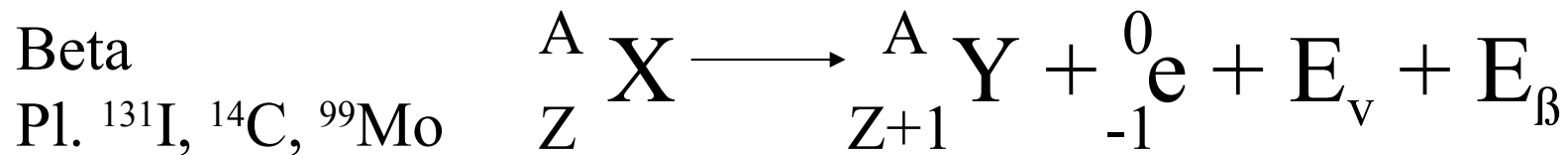
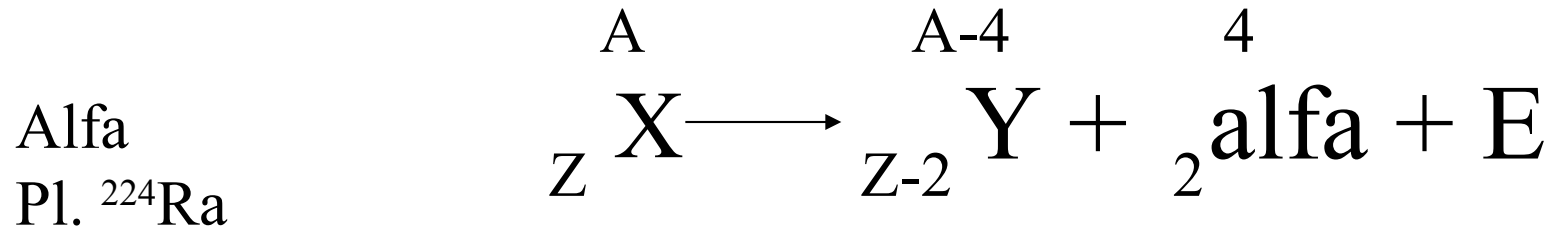
Radioaktív bomlás



Aktivitás

- Egységnyi idő alatt elbomló atomok számát a radioaktív készítmény aktivitásának nevezzük
- 1 bequerel (Bq): egy bomlás másodpercenként (dps)
- 1 curie (Ci): 3.7×10^{10} dps (1g ^{226}Ra)

Bomlástípusok 1.



Bomlások 2.

- Izomerikus átalakulás (pl. ^{99m}Tc)
- Belső konverzió
- Maghasadás

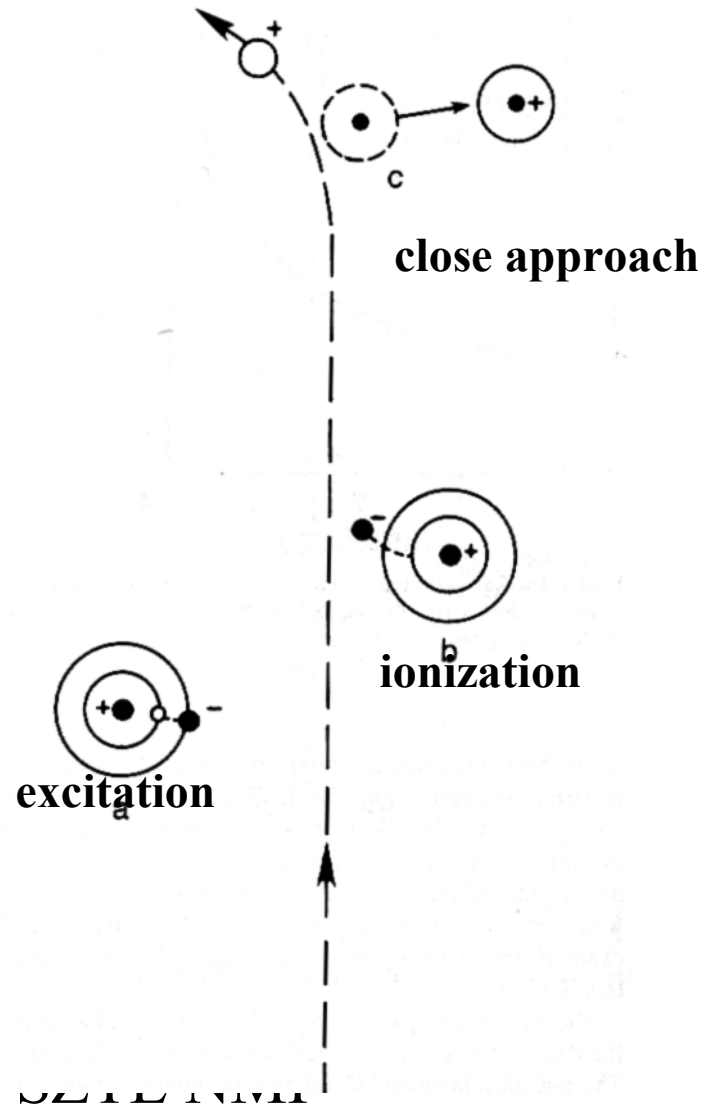
Sugárzás és az anyag kölcsönhatása

- Radioaktivitás mérése
- Biológiai hatás
- Ionizáció: ionpár (negatív töltésű elektron, pozitív töltésű mag)
- Gerjesztés: fény, meleg, kémiai reakció

A korpuszkuláris sugárzás és az anyag kölcsönhatásai (alfa, beta)

- Rugalmas ütközés (Bremsstrahlung)
- Elektron gerjesztés (rtg sugárzás, Auger elektronok)
- Ionizáció (ionpárok)

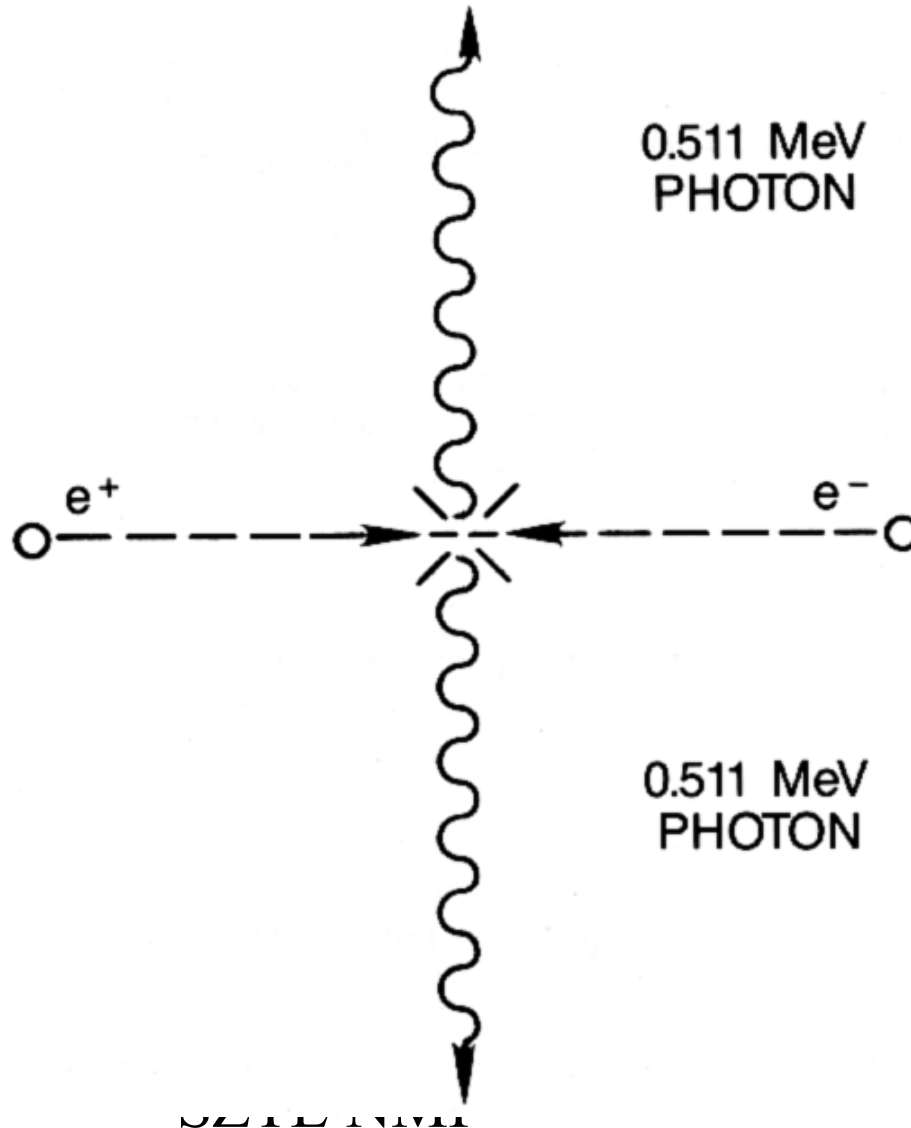
Részecskék és az anyag kölcsönhatása



Elektronok hatása

- Fékezési rtg sugárzás
- Cserenkov sugárzás
- Megsemmisülési sugárzás (pozitron)

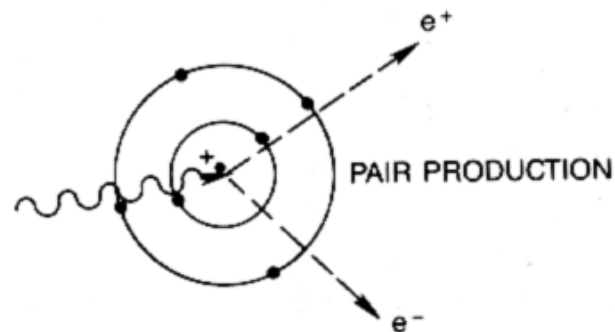
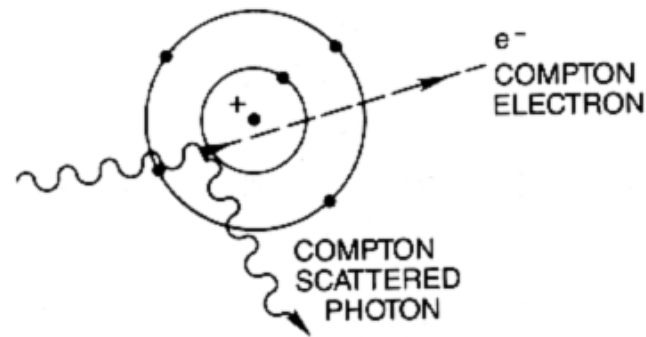
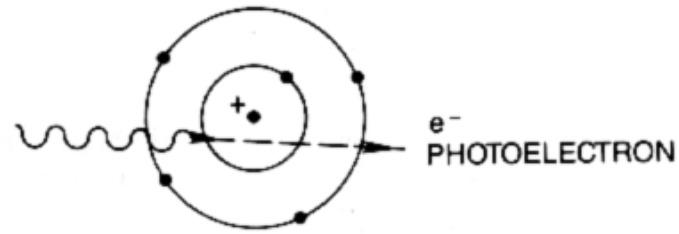
Megsemmisülési sugárzás



Fotonok hatásai

- Fotoelekton képzés
 - Compton szóródás
 - Párkeltés
 - (Rayleigh szóródás (koherens szóródás) (CT))
 - (Fotonukleáris hatás)
-
- Elnyelődés mérése (lineáris gyengülési együttható [cm^{-1}])

Foton hatása az anyagra



Radioaktivitást mérő berendezések

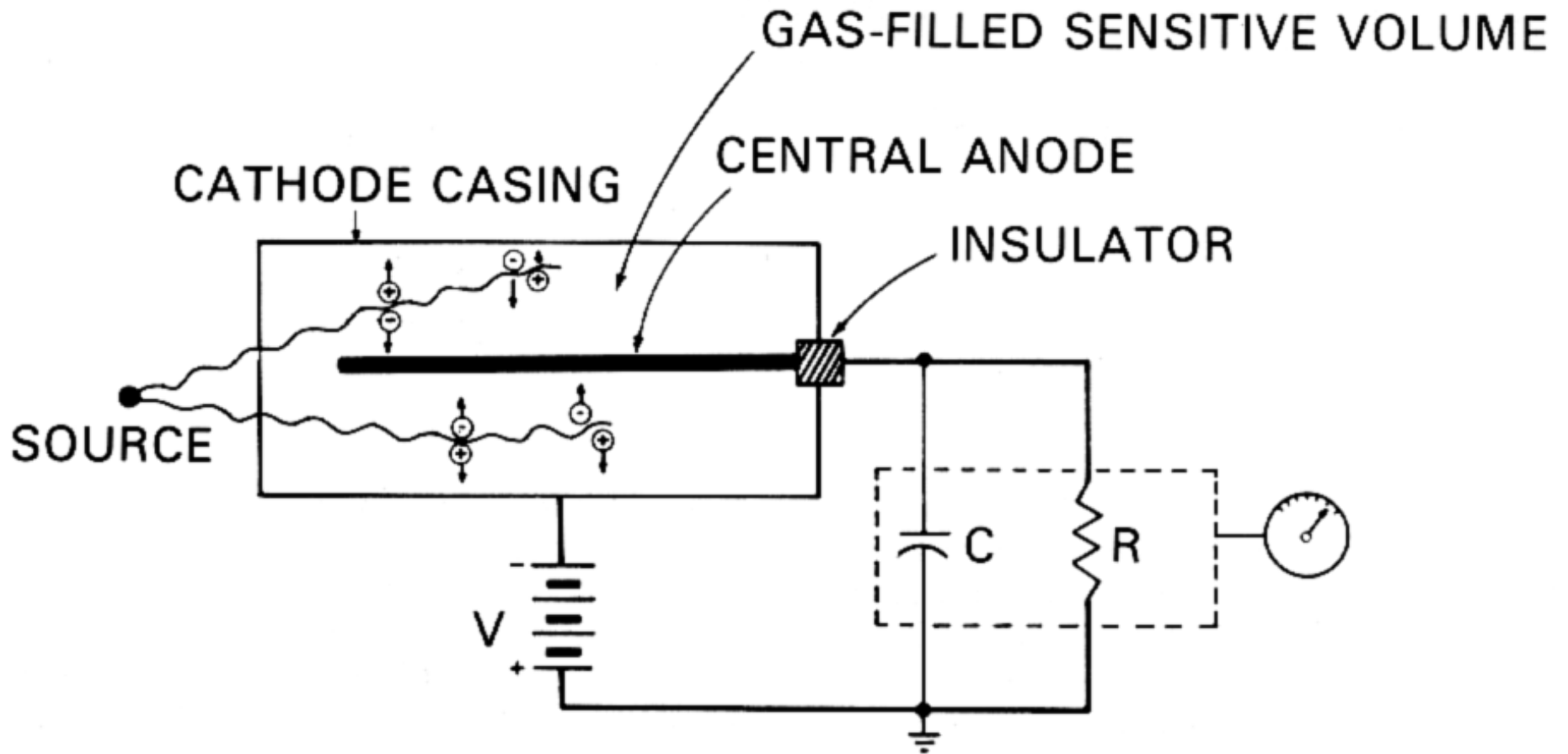
Detektorok osztályozása

- Anyaga szerint (szilárd, folyékony, gáz)
- A kiváltott fizikai hatás szerint
(gerjesztés, ionizáció, kémiai változás)
- Kiváltott elektromos jel típusa szerint

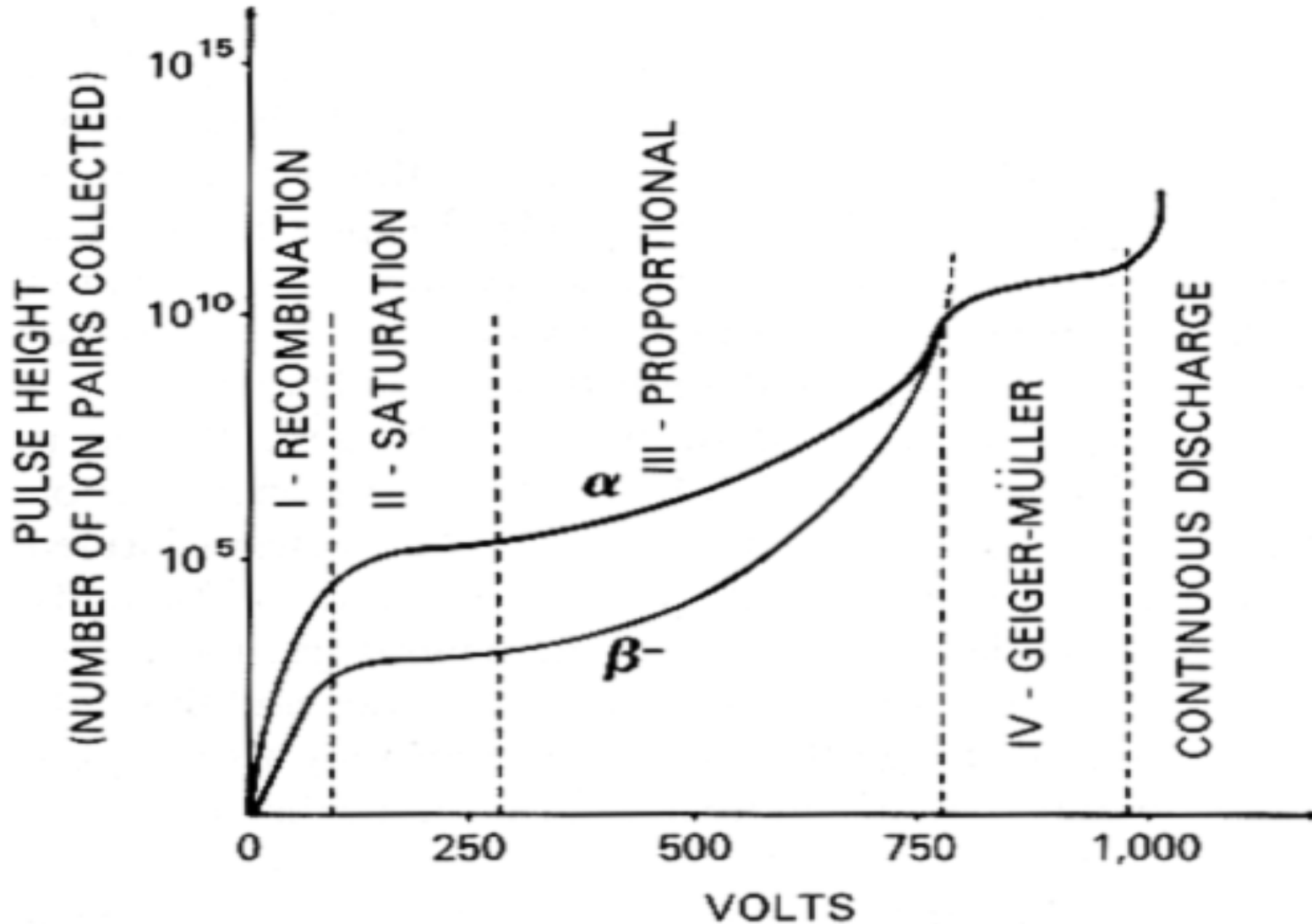
Gázzal töltött detektorok

- Ionizációs kamrák (személyi doziméterek, dóziskalibrátorok)
- Proporcionális számlálók (gáz kromatográfia, sugármérő szondák)
- Geiger-Müller számláló (sugármérő szondák)

Gázzal töltött detektorok



Jel nagyság görbe

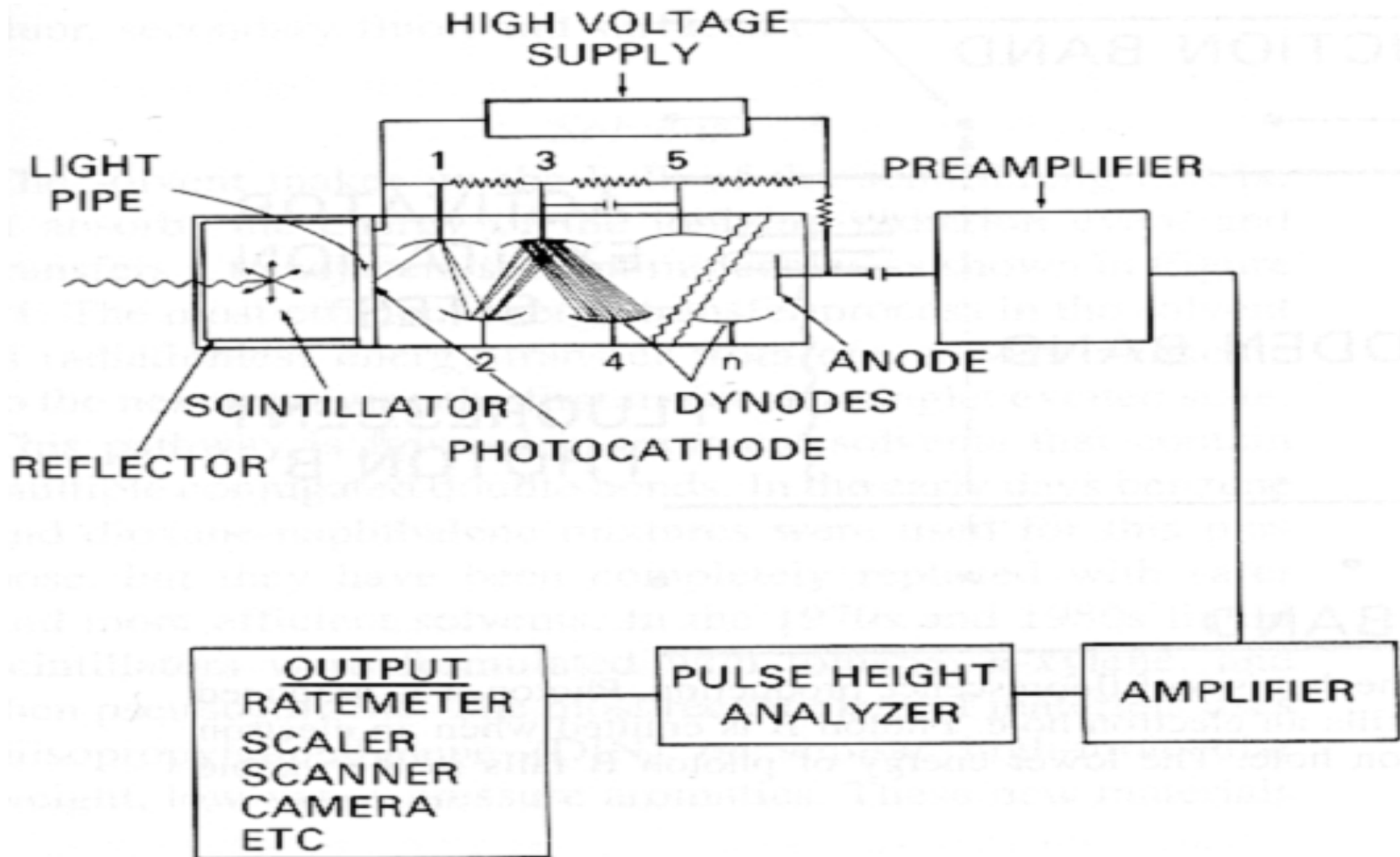


Szilárd detektorok

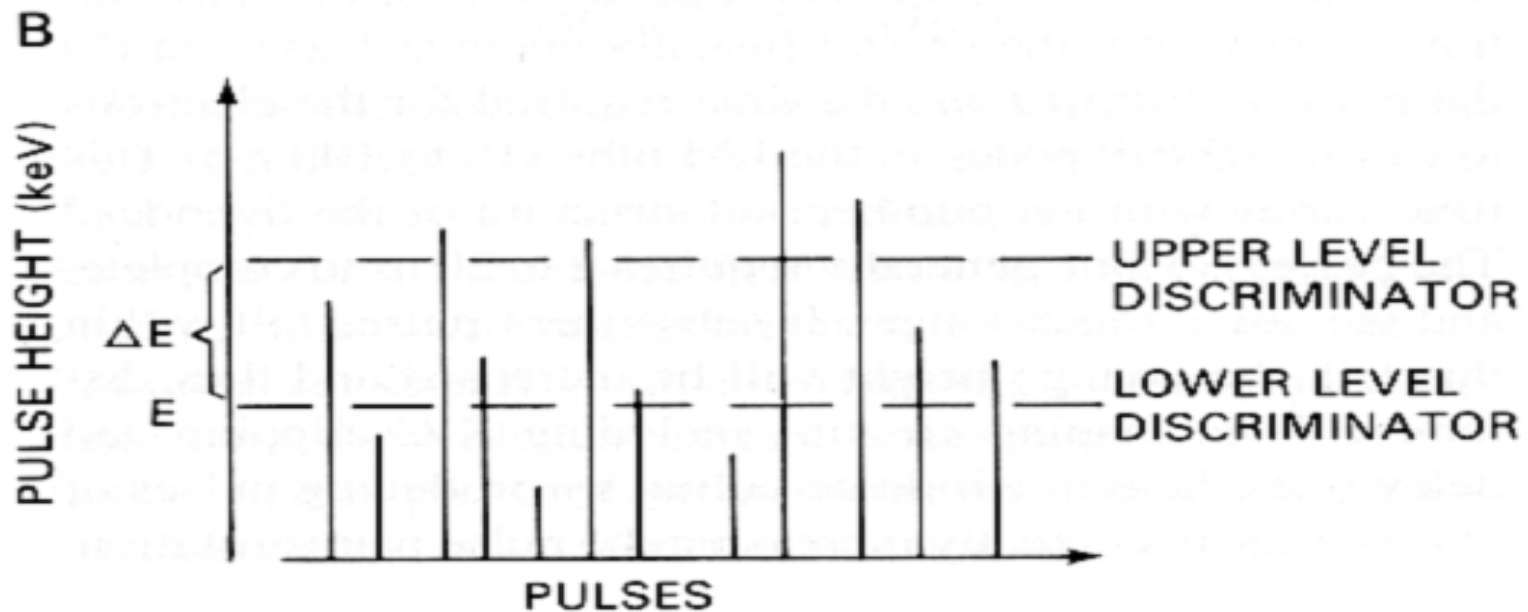
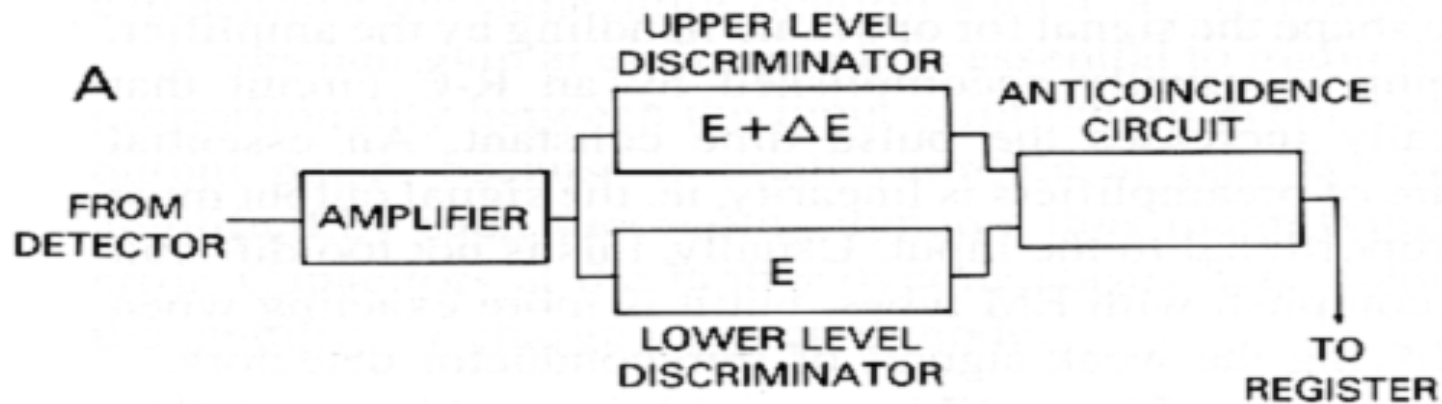
- Magas impulzushozam (kis pihenési idő)
- Gamma sugárzás (arányosság)

- NaI kristály (Tl aktiválva) (üreges mérőhely, gamma kamera, SPECT)
- BGO, LSO (PET)
- Félvezetők (doziméterek, kamera?)

Szcintillációs detektor



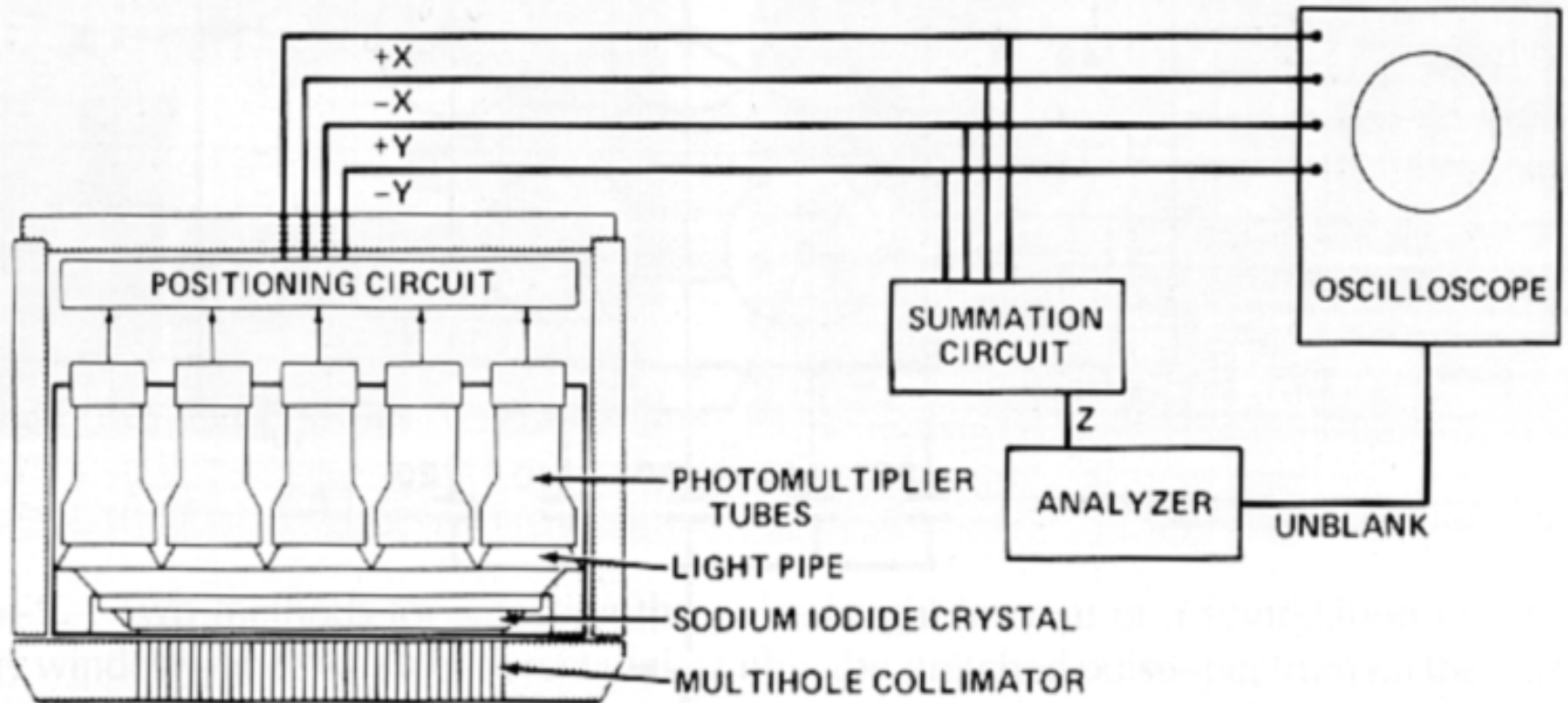
Differenciál-diszkriminátor



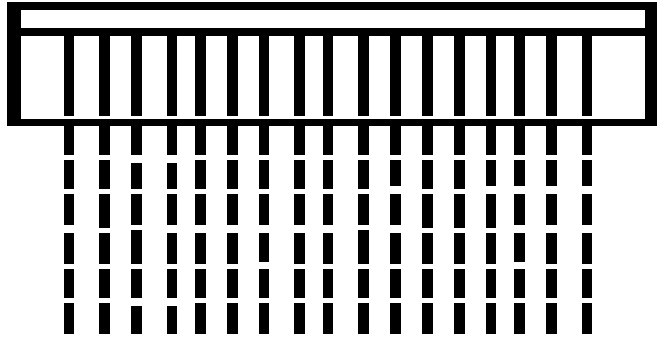
Gamma Kamera

- Szcintillációs kristály (NaI)
- Foto-elektronsokszorozó
- Elektronika (nagyfeszültség táp, erősítők, differenciál diszkriminátor)
- Számítógép
- Minőség-ellenőrzés (érzékenység, homogenitás, linearitás, felbontás)

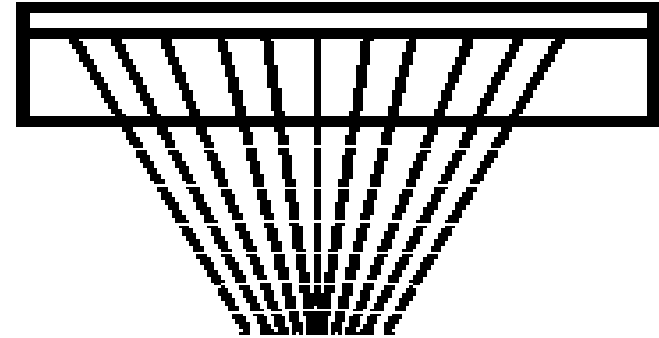
Anger kamera



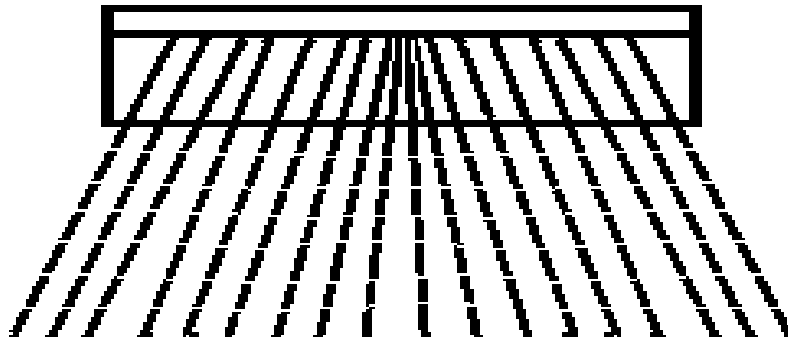
Kollimátorok



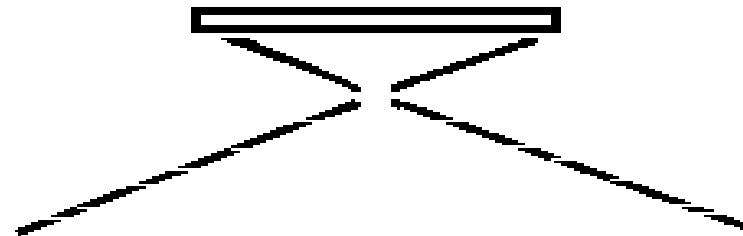
Parallel-hole collimator



Converging collimator

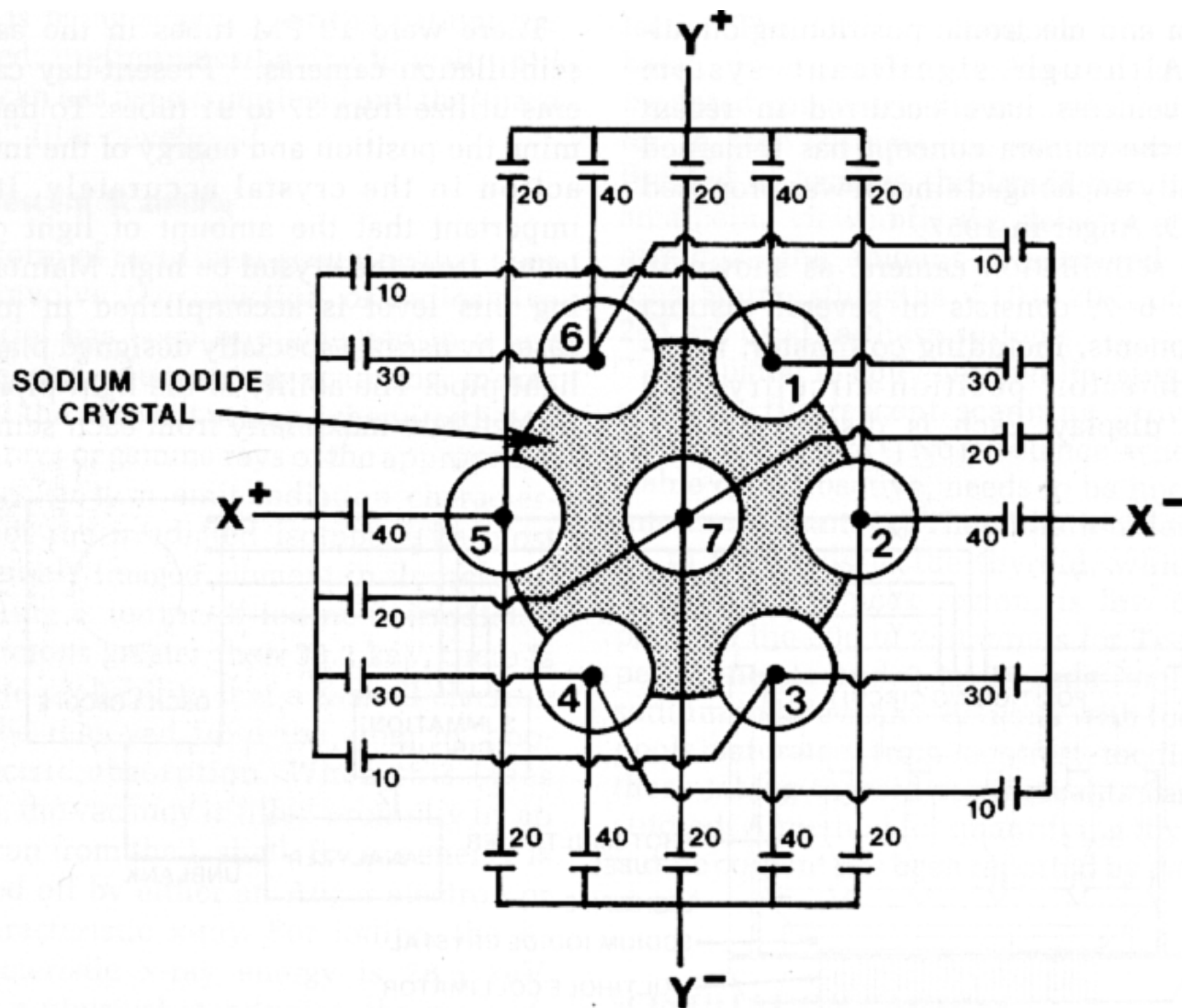


Diverging collimator



Pinhole collimator

Helymeghatározó áramkör



Single photon emission computed tomography (SPECT)

- Dedikált SPECT
- Gamma kamera alapú SPECT (egy-több fejes)
- Detektor
- Gantry
- Számítógép
- Vizsgáló ágy
- Minőség-ellenőrzés (COR, 3D fantomok)

Positron emission tomography (PET)

- Dedikált PET (agy)
- Egésztest PET (PET/CT)
- Kisállat PET
- Detektorok BGO, LSO
- Gantry, ágy
- Számítógép
- Minőségellenőrzés