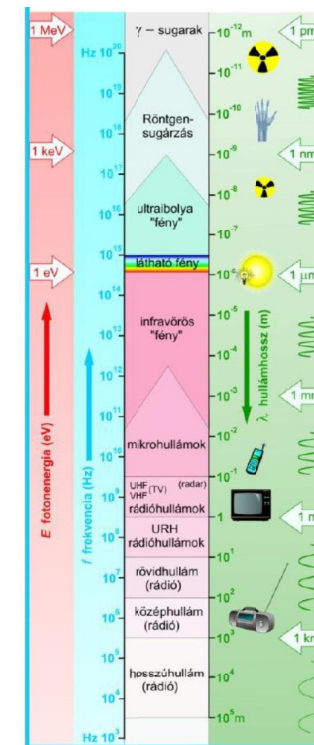


# Gamma-energia

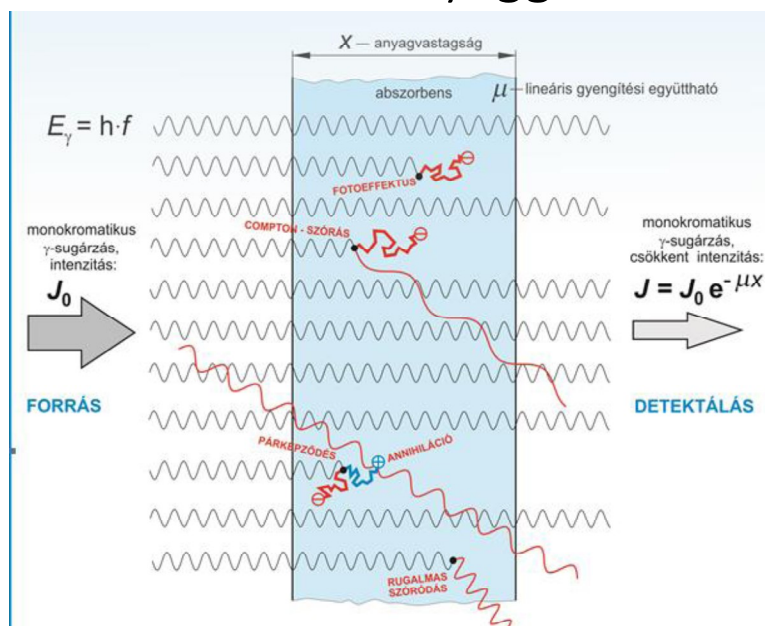
BME – Egészségügyi mérnök MSc  
Biofizika 2020

## Gamma-sugárzás

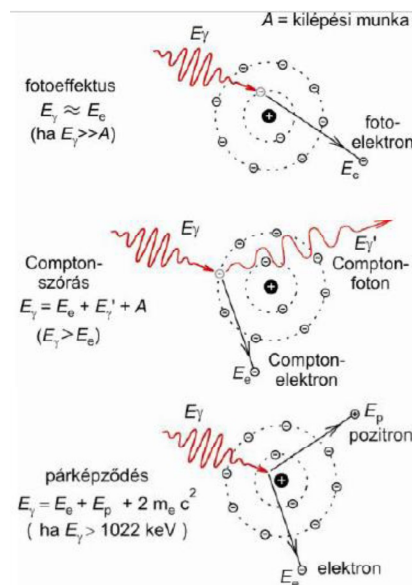
- $E = hf$
- $E = h \frac{c}{\lambda}$
- $\gamma$ -sugárzás ( $E > 100 \text{ keV}$ )
  - radioaktív magok bomlása, kozmikus sugárzás
- Röntgensugárzás (100 eV-1MeV)
  - RTG cső (karakterisztikus és fékezési sugárzás)



## Kölcsönhatás az anyaggal

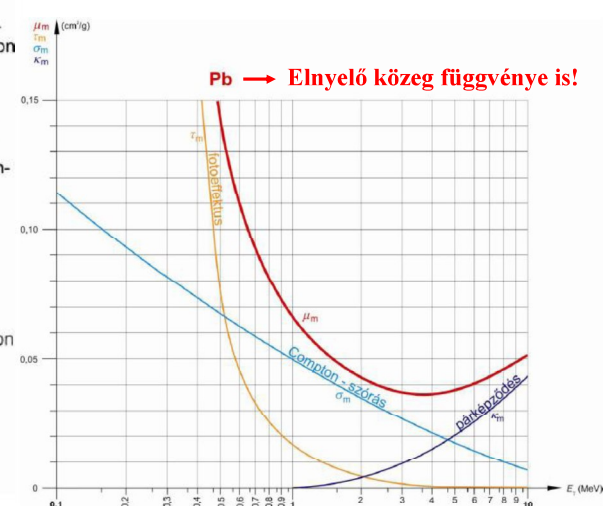


## Kölcsönhatás az anyaggal



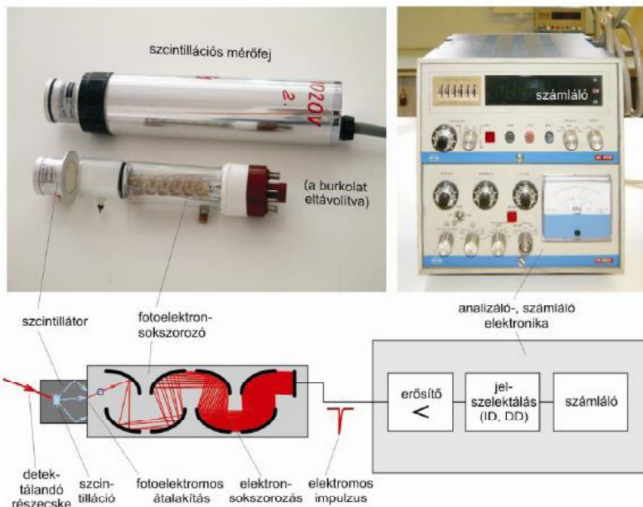
$$J = J_0 e^{-\mu_m \cdot X_m}$$

Tömeggyengítési együttható:  $\mu_m = \tau_m + \sigma_m + \kappa_m$



# Szcintillációs számláló

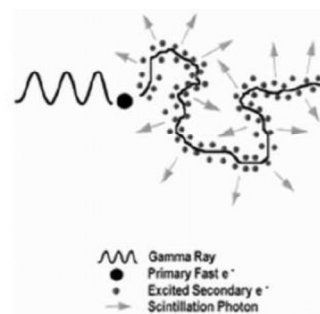
1. Szcintillátor
2. Fotoelektron sokszorozó
3. Elektronika



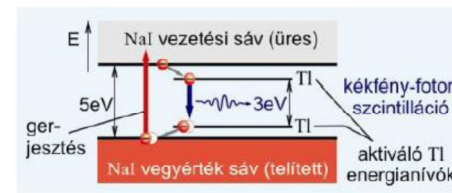
# Szcintillátor

- Gamma sugárzás egy töltött részecskét ( $e^-$ ) hoz létre
  - *fotoelektron vagy Compton-elektron*
- Mi történik ezzel a töltött részecskével?

## 1. Ionizáció

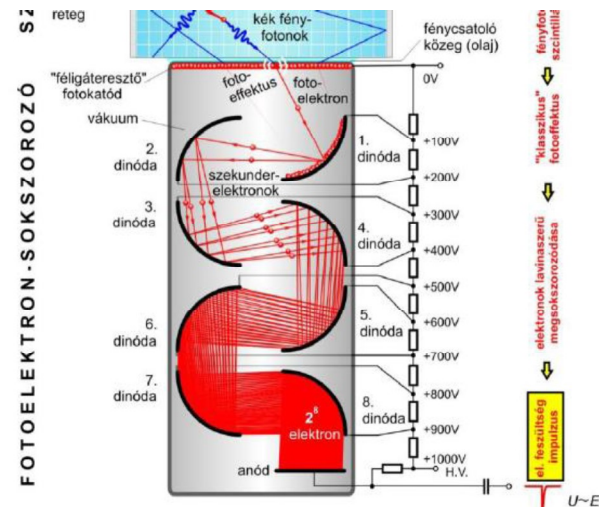
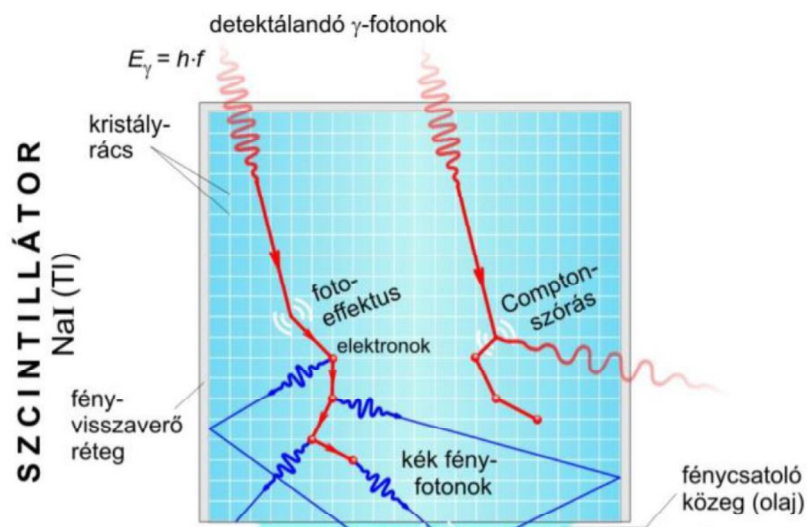


## 2. Gerjesztés



$\gamma$ -foton  $\rightarrow$  elektron  $\rightarrow$  fényfoton (3 eV, 415 nm)

# Fotoelektron sokszorozó



Fényfoton  $\rightarrow$  fotoelektron  $\rightarrow$  Feszültségimpulzus

Feszültségimpulzus amplitudója  $\sim E_\gamma$  **fotoeffektus esetén!**

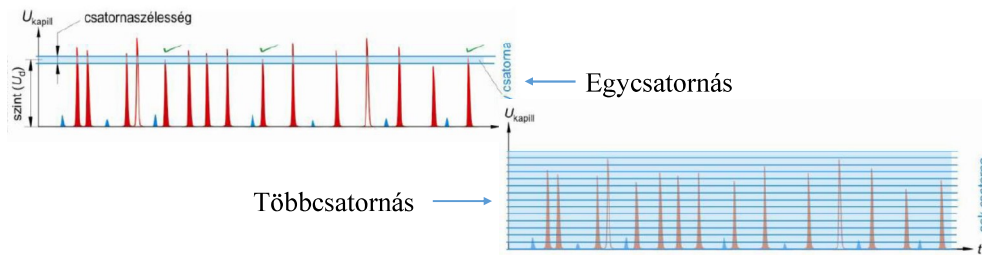
# Elektronika

- Feszültségimpulzusok megszámlálása & amplitúdó szerinti osztályozás

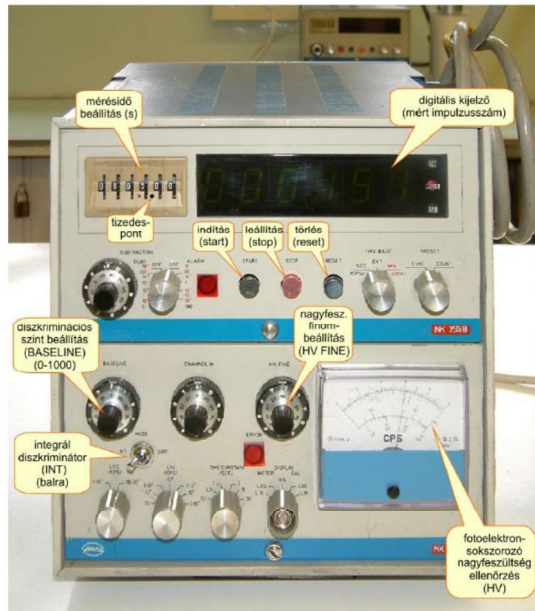
## Integrál diszkriminátor (ID)

- Aktivitás mérés ismert E-jű izotóp esetén

## Differenciál diszkriminátor (DD)



# Mérőberendezés



# γ fotonenergia meghatározása DD-al

## Compton

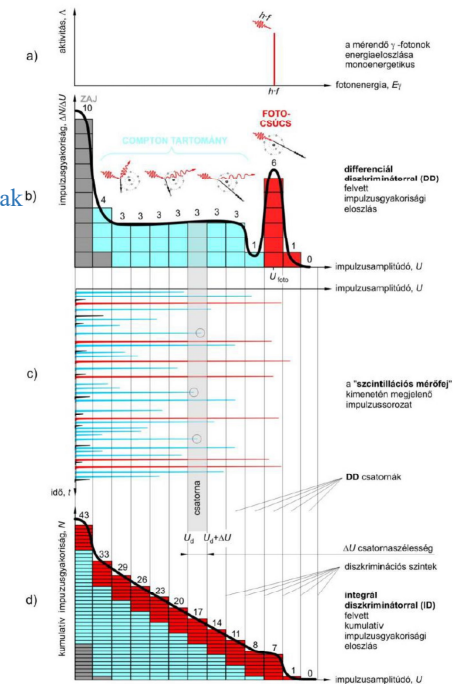
γ-foton E-je részlegesen adódik át primer e<sup>-</sup>-nak

Változó nagyságú impulzusok

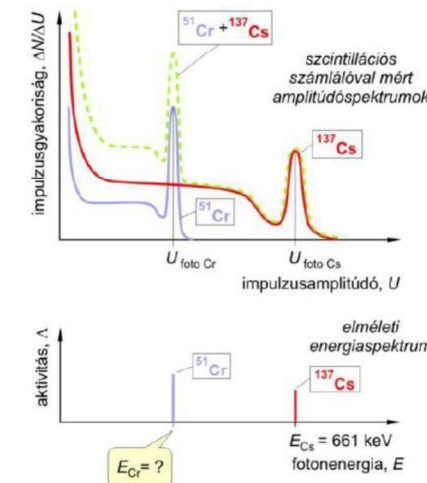
## Fotoeffektus

γ-foton E-je teljesen átadódik primer e<sup>-</sup>-nak

Fesz. impulzusból következtetni lehet E<sub>γ</sub>-ra



# Mérési feladat



## A MÉRÉS MENETE

Gyakorlatunkon két izotóp impulzusamplitúdó-spektrumának felvétele után meghatározzuk az egyik izotóp fotonenergiáját (5. ábra). Az egyik izotóp a korábbi mérésekből már ismert, 661 keV fotonenergiájú <sup>137</sup>Cs, míg a másik a <sup>51</sup>Cr, melynek fotonenergiáját a mérés során határozzuk meg a számláló DD állásában, az U<sub>d</sub> diszkriminációs szint lépcsőzetes emelésével. Az izotópokat külön-külön, és együtt is megmérjük (itt megfigyelhetjük a szuperpozíció hatását). A fotocsücsok U<sub>foto Cr</sub>, U<sub>foto Cs</sub> meghatározása után az alábbi aránypárból számíthatjuk ki a <sup>51</sup>Cr fotonenergiáját:

$$\frac{E_{Cr}}{E_{Cs}} = \frac{U_{fotoCr}}{U_{fotoCs}} \rightarrow E_{Cr} = E_{Cs} \frac{U_{fotoCr}}{U_{fotoCs}} \quad (1)$$

A mérőkészülék (NK-350 típusú szcintillációs számláló, 6. ábra) beállítása:

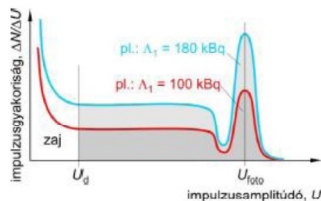
- nagyfeszültség ellenőrzése: U<sub>HV</sub> a mérőfejre írva;
- üzemmód: (DD) differenciál diszkriminátor.
- csatornaszélesség: (CHANNEL WIDTH): 20 egység.
- ajánlott mérési idő diszkriminátor-szintenként: 10 s.
- a diszkriminátorszint: U<sub>d</sub> = D/200, (pl. D = 1000 diszkriminátor egység (BASELINE) megfelel U<sub>d</sub> = 5 V-nak).

A mérendő izotóp preparátumok:

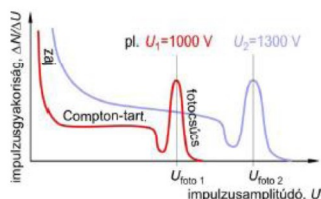
- <sup>137</sup>Cs zárt sugárforrás, és <sup>51</sup>Cr nyílt sugárforrás,
- mindkét izotóp monoenergetikus gamma spektrummal rendelkezik,
- a <sup>137</sup>Cs γ-fotonjainak energiája E<sub>Cs</sub> = 661 keV.



# Aktivitás és anódfeszültség



2. ábra. Különböző aktivitások hatása az impulzusgyakorisági eloszlásra.



3. ábra. A fotocsúcs helye, a fotoelektron-sokszorozó anódfeszültségétől is függ.

## FELADATOK

Vegyünk fel mindkét preparátumra külön-külön az impulzusamplitúdó-spektrumokat, 100-as állástól kezdve, 50-es lépésekkel növelve a  $D$  diszkriminátorszintet (BASELINE)! A mérést addig folytatjuk, amíg a fotocsúcson túljutva már nem jelentkeznek további impulzusok. Ekkor — a fotocsúcs helyének pontosabb meghatározása érdekében — végezzünk két további (25-re és 75-re végződő) diszkriminátorszintnél méréseket a fotocsúcs környezetében! (Háttéreffektust nem kell mérnünk, mert az nem befolyásolja a fotocsúcsok helyét.) Végezzük el a mérést úgy is, hogy mindkét preparátumot betesszük az ólomtoronyba, így a két impulzusamplitúdó-spektrum egymásra szuperponálódik (5. ábra szaggatott vonal)!

A mérések befejeztével rajzoljuk meg közös koordináta-rendszerben a két impulzusamplitúdó-spektrumot külön-külön és együtt is! Határozzuk meg a fotocsúcsok értékeit  $U_{\text{foto Cs}}$ ,  $U_{\text{foto Cr}}$ ! Végül (1) szerint határozzuk meg a  $^{51}\text{Cr}$  izotóp  $\gamma$ -fotonjainak az energiáját ( $E_{\text{Cr}}$ )!

## A JEGYZŐKÖNYV TÁBLÁZATÁNAK TERVEZETE

diszkriminátorszint		$^{137}\text{Cs}$	$^{51}\text{Cr}$	$^{137}\text{Cs} + ^{51}\text{Cr}$
BASFI.INF., $D$	$U_d$ (V)	$N_{\text{Cs}}$	$N_{\text{Cr}}$	$N_{\text{Cs}} + N_{\text{Cr}}$
(osztás)		(imp/10 s)	(imp/10 s)	(imp/10 s)
100	0,5			
150	0,75			
200	1			
250	1,25			
300	1,5			
350	1,75			
400	2			
450	2,25			
500	2,5			
550	2,75			
600	3			
650	3,25			
700	3,5			
750	3,75			
800	4			
850	4,25			
900	4,5			
950	4,75			
1000	5			
...25				
...75				
...25				
...75				

## Sugárvédelem

- ALARA elv - *As low as reasonably achievable*
  - Kapott dózist az ésszerű minimumra szorítsuk
- Törvényben előírt effektív dóziskorlát
  - 100 mSv/5 év
  - 50 mSv/év



A radioaktív izotópok kezelésével kapcsolatos alapszabályok:

- A sugárforrás és a kezelő személy **távolsága maximális** legyen!
- A sugárforrás közelében eltöltött **idő minimális** legyen!
- Ha lehetséges, alkalmazzunk sugárzást elnyelő **árnyékolást** (pl. ólomtartalmú anyagok)!
- Nyílt sugárforrások esetén akadályozzuk meg a **szennyeződést!**

Az ionizáló sugárzások alkalmazásának mindig pozitív hasznót kell produkálnia!