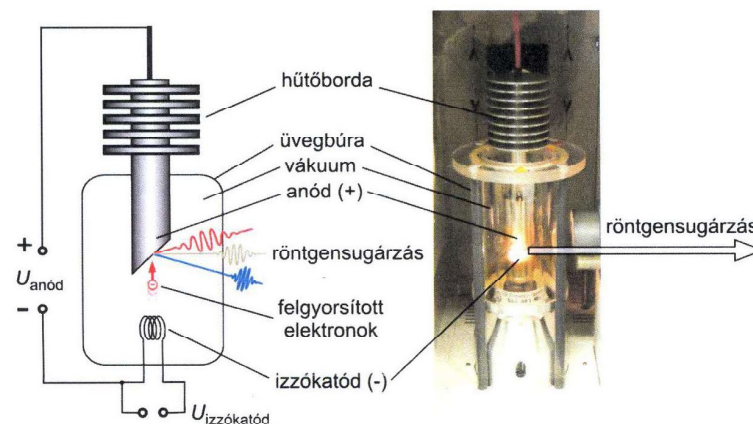


# Röntgen-cső, emissziós spektrumok

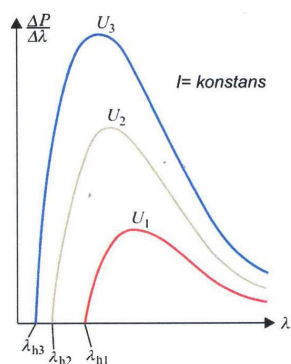
2020

## Röntgen cső felépítése és működése



Anód anyaga: W , Mo – magas olvadáspont

## Fékezési röntgensugárzás



- Folytonos spektrum
- Határhullámhosszal rendelkezik

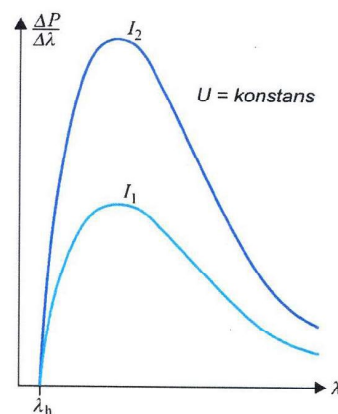
$$eU = hf_h = h \frac{c}{\lambda_h}$$

$$\lambda_h = \frac{k}{U}$$

Duane-Hunt törvény

Nő az  $U_{\text{anód}}$  → Kisebb határhullámhossz, keményedik a sugárzás

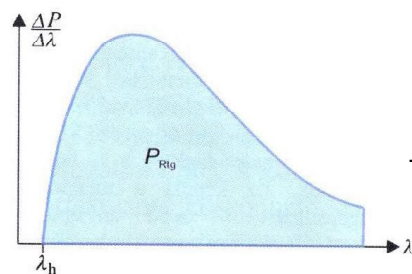
## Fékezési röntgensugárzás



A sugárzás nem tolódik el, de nő az intenzitás

$$P_{\text{Rtg}} = c_{\text{Rtg}} U^2 I Z$$

ahol  $U$  a katód és az anód közé kapcsolt gyorsítófeszültség,  $I$  az anóddáram áramerőssége,  $Z$  az anód anyagának rendszáma és  $c_{\text{Rtg}}$  egy arányossági tényező, melynek értéke  $1,1 \cdot 10^{-9} \text{ V}^{-1}$ .



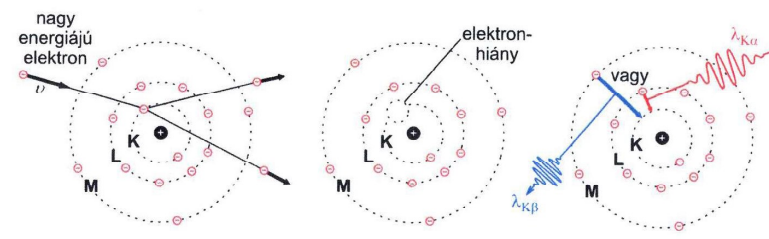
$$P_{\text{be}} = U I$$

Elektromos energia - röntgenenergia  
– átalakítás hatásfoka:

$$\eta = P_{\text{Rtg}} / P_{\text{be}} = c_{\text{Rtg}} U Z$$

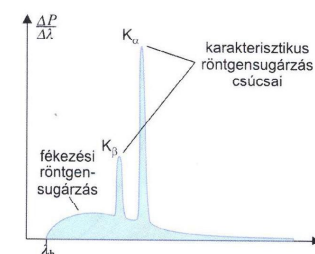
Nagyobb  $U$  és nagyobb  $Z$   $\longrightarrow$  nagyobb hatásfok

## Karakterisztikus röntgensugárzás

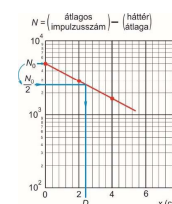
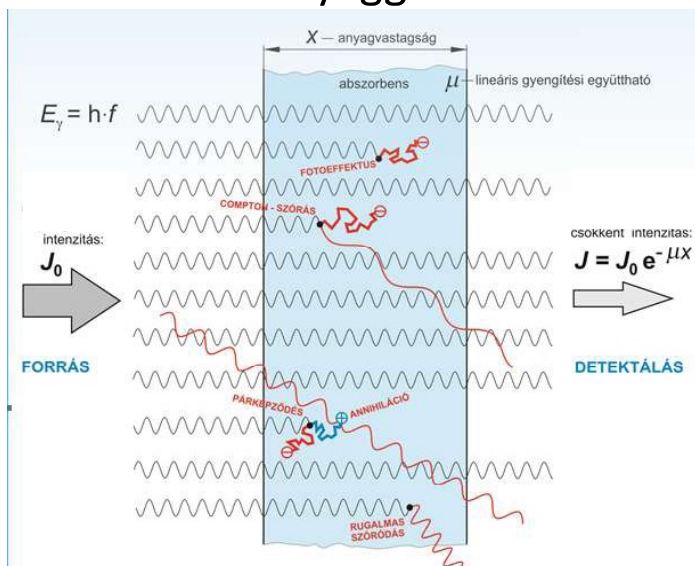


Spektruma vonalas

A fékezési RTG sugárzáshoz adódik.  
Megjelenik kellően nagy  $U_{\text{anód}}$  és  $I_{\text{anód}}$  mellett.



## Röntgen sugárzás kölcsönhatása az anyaggal



Félező rétegvastagság

$$\frac{J}{J_0} = 0,5 = e^{-\mu \cdot D}$$

$$D = \frac{\ln 2}{\mu} \cong \frac{0,693}{\mu}$$

Tömeggyengítési együttható

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

Tizedelő rétegvastagság

$$\frac{J}{J_0} = 0,1 = e^{-\mu \cdot x_{1/10}}$$

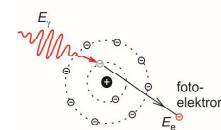
$$x_{1/10} \cong 3,33 D$$

Felületi sűrűség

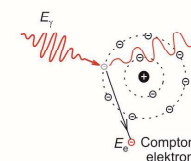
$$x_m = x \cdot \rho$$

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

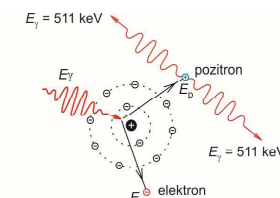
$$\mu_m = \tau_m + \sigma_m + \kappa_m$$



a.) **fotóeffektus**  
 $E_i = A + E_e$   
 $A$  = kilépési munka



b.) **Compton-szórás**  
 $E_i = A + E_e + E_i'$



c.) **párképződés, annihilláció**  
 $E_i = 2 m_0 c^2 + E_e + E_p$   
(ha  $E_i > 1022 \text{ keV}$ )

## A röntgensugárzás diagnosztikus alkalmazásának alapjai

$$\mu = \mu_m \cdot \rho$$

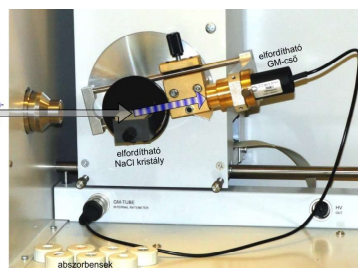
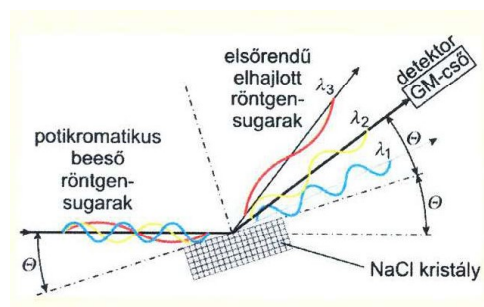
A szövetek  $\mu$  gyengítési együtthatói különböznek egymástól

$$\mu_m = \tau_m + \sigma_m$$

Míg a Compton-szórás tömeggyengítési együtthatója ( $\sigma_m$ ) gyakorlatilag nem függ a rendszámtól, a fotoeffektus tömeggyengítési együtthatója ( $\tau_m$ ) annál erősebben, a rendszám köbével arányos:

$$\tau_m = C \lambda^3 Z^3$$

vagyis a fotoeffektus tömeggyengítési együtthatója a sugárzás hullámhosszának és az abszorbens rendszámának harmadik hatványával arányos ( $C$  egy arányossági együttható).

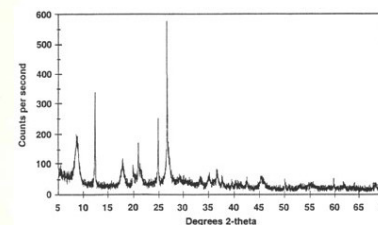
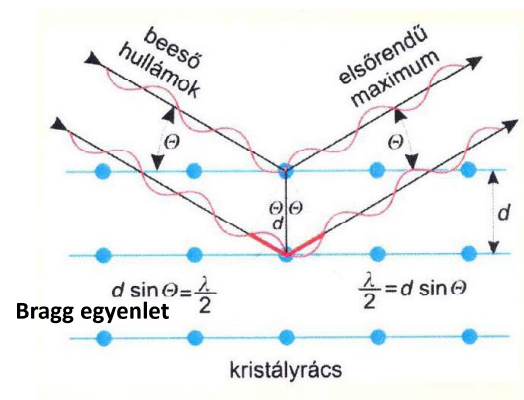


**Bragg-diffrakciós rács : NaCl kristály ( $\omega$  sebesség)**

**A röntgensugárzás teljesítményének mérésére: GM – cső ( $2\omega$  sebesség)**

A Rtg sugárzás hullámhosszainak szétválasztása, teljesítményének és spektrumának mérése

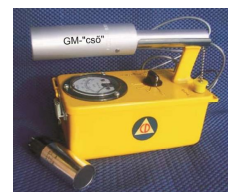
### Bragg-diffrakció



Spektrumból információ:

- Anyagi minőség (azonosítás)
- Kristályosság
- Legnagyobb csúcsból kristály méret → nanorészecske domén méret

## Geiger Müller számláló



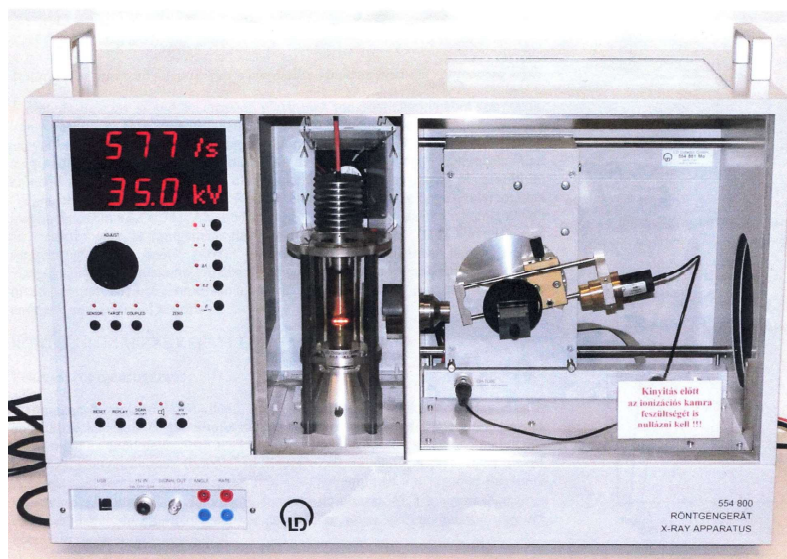
ionizációs kamrája hengerszimmetrikus felépítésű, melynek katódja (–) maga a henger fala, míg anódja (+) a henger tengelyében elhelyezkedő vékony fémzárl.

nemesgáz töltésű



A kamra geometriája, és az elektródokra kapcsolt nagyfeszültség a sugárzás hatására létrejött elektronokat oly mértékben gyorsítja fel, hogy azok **lavinaszzerű ionizációt** indítanak el a gáztöltésben. Egyetlen felszabadított elektron akár  $10^8$  lavinaelektron is előidézhet (gáz-erősítés), amely áramimpulzus már külön erősítő nélkül is mérhető.

bármely sugárzásfajta egyetlen elnyelt részecskéje, ill. fotonja **azonos nagyságú áramimpulzust kelt**, ezért a GM-cső által mutatott érték az **ionizáló részecskék számával lesz arányos**.



abszorbens	Z	lg Z	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	x (cm)	$J_0$ (rel. egys)	J (rel. egys)	$\mu$ (1/cm)	$\mu_m$ (cm <sup>2</sup> /g)	$\tau_m$ (cm <sup>2</sup> /g)	lg $\tau_m$
–						–				
Al	13		2,70	0,05	„					
Fe	26		7,86	0,05	„					
Cu	29		8,92	0,007	„					
Zr	40		6,49	0,005	„					
Zr	40		6,49	0,01	„					
Mo	42		10,28	0,01	„					
Ag	47		10,50	0,005	„					

$$\mu = \frac{1}{x} \ln \left( \frac{J_0}{J} \right) \quad \mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad \tau_m = \mu_m - 0,2 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$$

1. Ábra: A  $\tau_m$  értékek logaritmusának ábrázolása a rendszám logaritmusának függvényében. A mérési adatokra egyenes illesztése. Az egyenes meredekségének meghatározása.
2. Ábra: Az x rétegvastagság függvényében (a Zr lemezek esetében) ábrázolni az intenzitás változását. A D felező rétegvastagság kiszámolása a kapott grafikon alapján.

