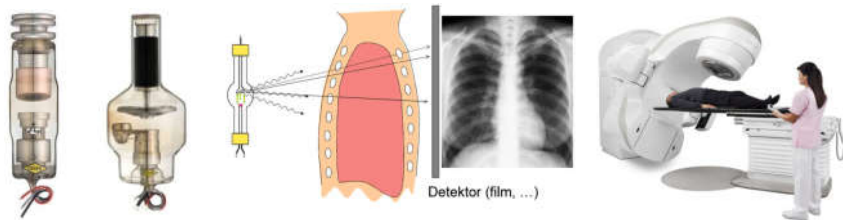


# Röntgensugárzás és kölcsönhatása az anyaggal

Orosz Ádám

- A röntgensugárzás jellemzői
- Röntgen sugárzás előállítása
- Fékezési és karakterisztikus röntgen sugárzás
- Lineáris gyorsító
- Röntgen sugárzás és az anyag kölcsönhatása
- Röntgendiffrakció
- Diagnosztikai alapok



## A röntgensugárzás jellemzői

Elektromágneses hullám

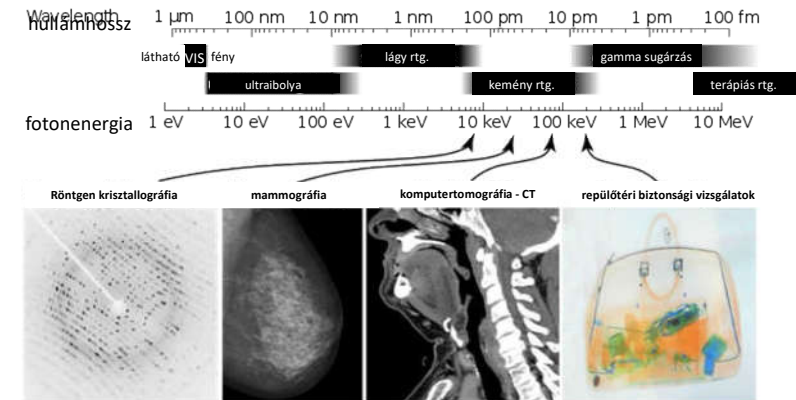
$f \approx 10^{15} - 10^{18}$  Hz (penta-exahertz)

$\lambda \approx 10$  nm - pm

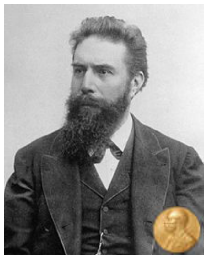
$\epsilon \approx 100$  eV- 20 MeV

diagnosztika: 30-200 keV; terápia: 5-20 MeV

$$\epsilon = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$



## Az X-sugarak felfedezése (1895)



Wilhelm Conrad Röntgen  
1845-1923



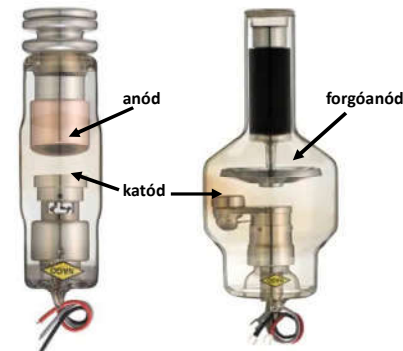
Crookes cső



„Hand mit Ringen”  
1895. dec. 22.



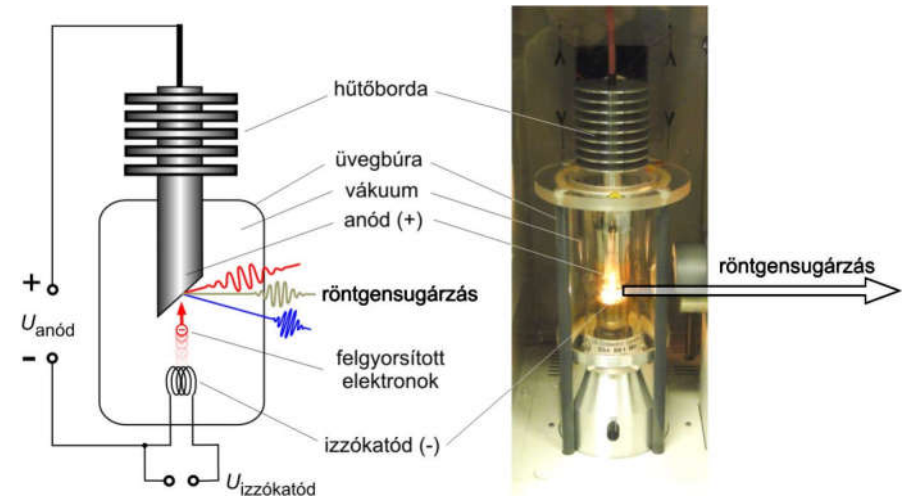
## Röntgensugárzás előállítása



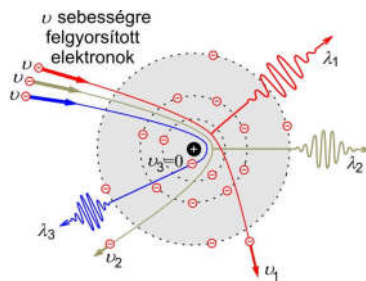
lineáris gyorsító sugárterápiához



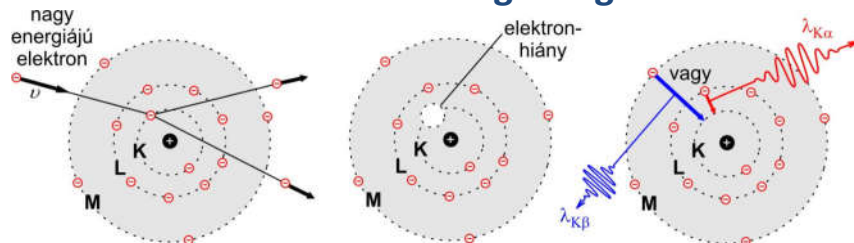
## A röntgenső elvi felépítése



## Fékezési röntgensugárzás (Bremsstrahlung)



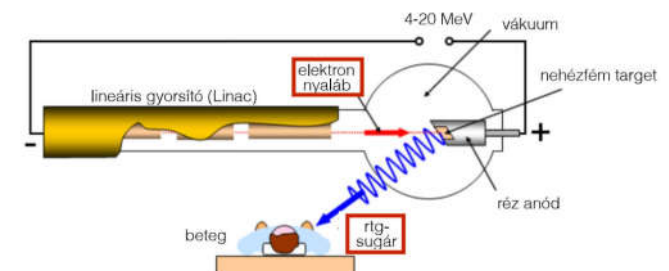
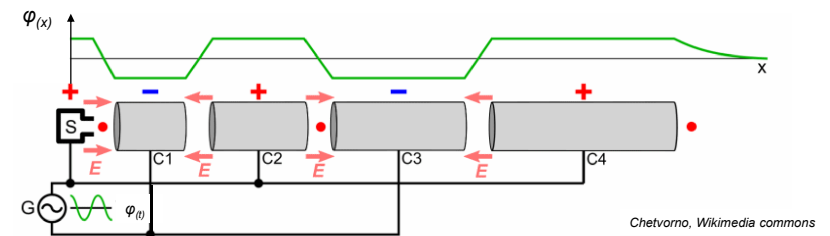
## Karakterisztikus röntgensugárzás

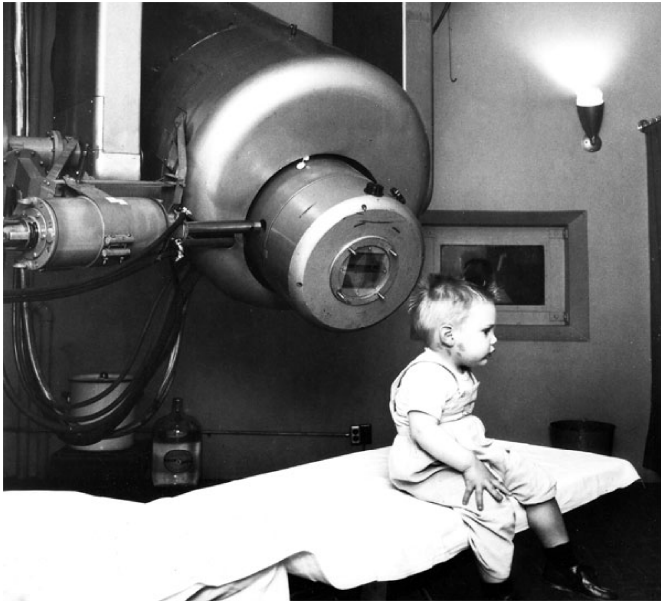


felhasználás: mammográfia, diffrakció

## Részecskegyorsítók

### Lineáris gyorsító (Linear accelerator, Linac)



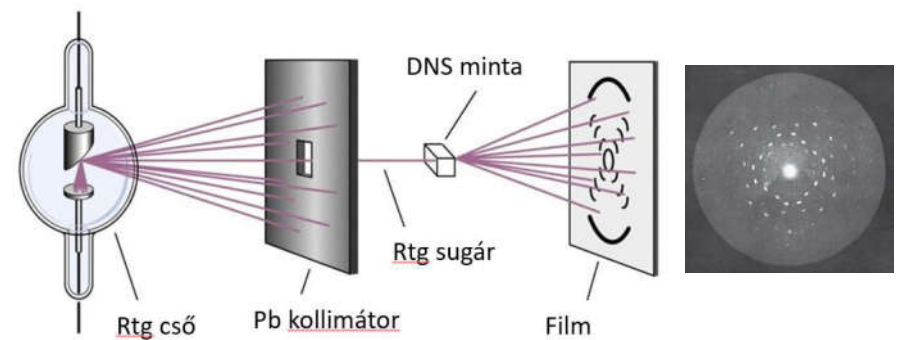


## Röntgensugárzás és az anyag kölcsönhatása

1. **Diffrakció** – rugalmas szóródás, vagy visszaverődés  
kristályok vizsgálata
2. **Abszorpció** – elnyelődés  
orvosi diagnosztika és terápia

## Röntgensugárzás és az anyag kölcsönhatása

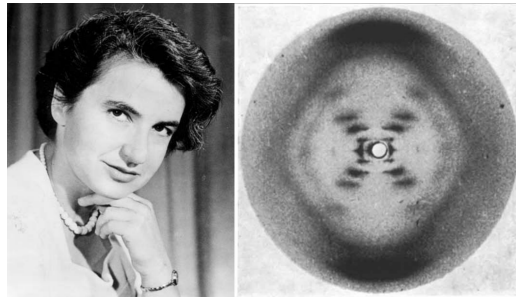
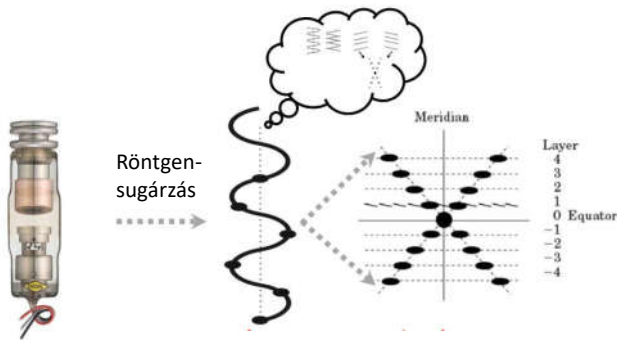
### Röntgendiffrakció





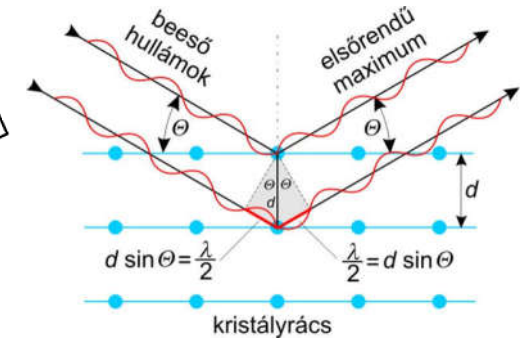
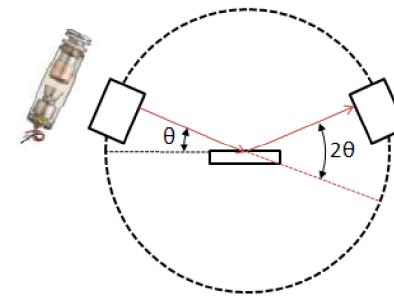
## Röntgendiffraktometria - XRD

monokromatikus röntgensugárzás - karakterisztikus csúcsok használata

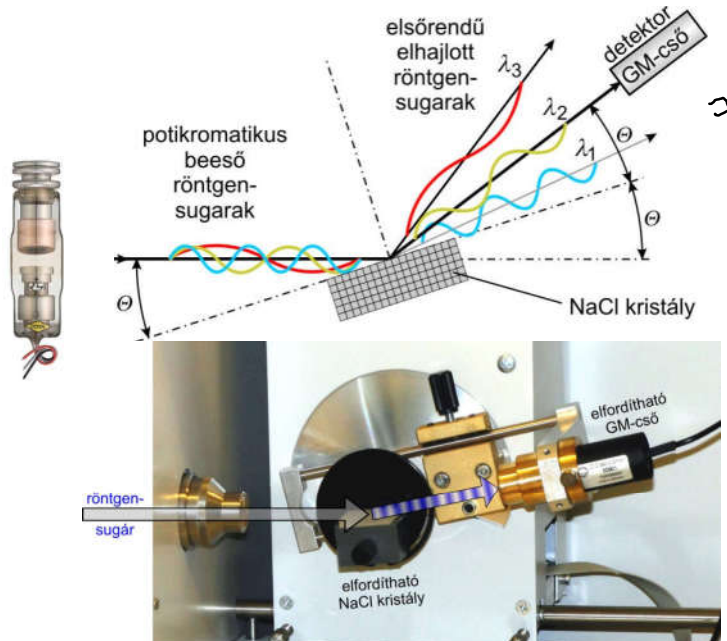


Rosalind Franklin

51-es kép



## Röntgensugárzás spektrumának felvétele



## Röntgendiagnosztikai alapok

- A röntgen kép árnykép.
- Elnyelődésen alapul.
- Statikus: filmfelvétel, dinamikus: fluoroszkópia
- Szummációs kép: 2D
- Tomográfia (rétegfelvétel): CT, 3D

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

tömeggyengítési eh.

sűrűség

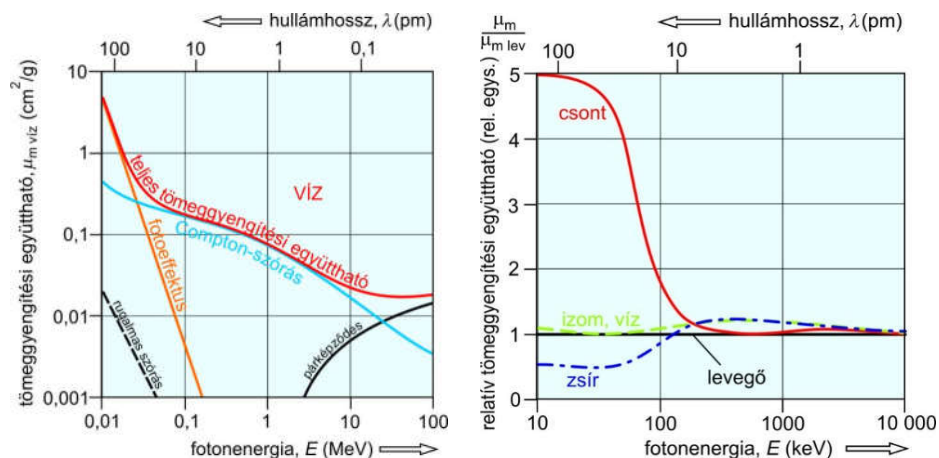
$$\mu_m = \tau_m + \sigma_m \quad \leftarrow \sigma_m = C \cdot Z/A$$

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

közeg	$Z_{\text{eff}}$	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]
levegő	7,3	$1,3 \cdot 10^{-3}$
víz	7,4	1
lágyszövet	7,4	1
csont	13,8	1,7-2

## Röntgendiagnosztikai alapok

### Az elnyelődés mechanizmusai



## Szummációs kép

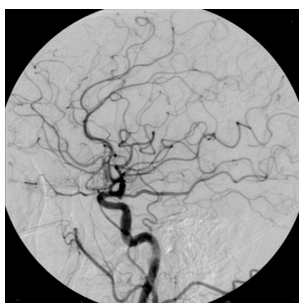


## Röntgendiagnosztikai alapok

### Kontrasztanyagok, lágy és kemény sugárzás



dupla kontraszt:  $\text{BaSO}_4$  (+) és levegő (-)



cerebrális angiográfia jód (+) kontrasztal



$\text{BaSO}_4$  (+) lenyelése – fluoroszkópos felvétel

**Pozitív kontrasztanyag**  
nagyobb abszorpció

$\mu \uparrow$   $\mu_m \uparrow$   $Z_{\text{eff}} \uparrow$   
jód (erek),  
bárium (gyomor,  
bél)

**Negatív kontrasztanyag**  
kisebb abszorpció

$\mu \downarrow$   $\mu_m \downarrow$   $Z_{\text{eff}} \downarrow$   
levegő,  $\text{CO}_2$  (bél)

## Röntgendiagnosztikai alapok

### Kollimátor, szűrés

