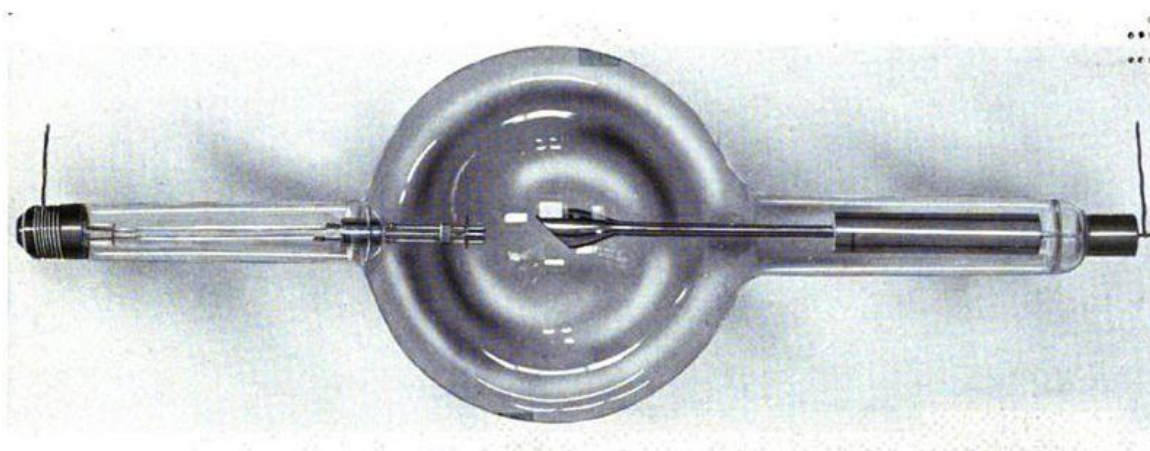
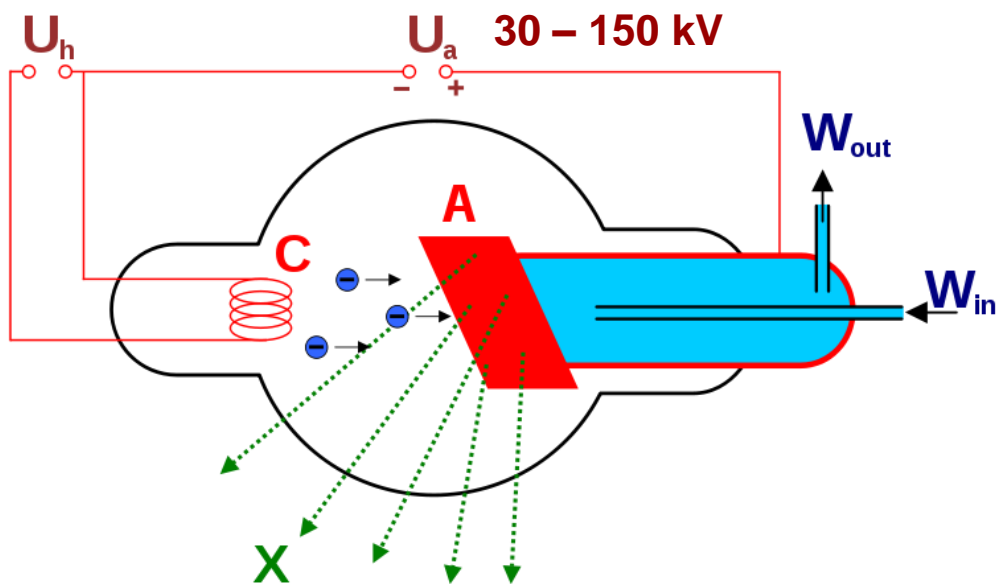


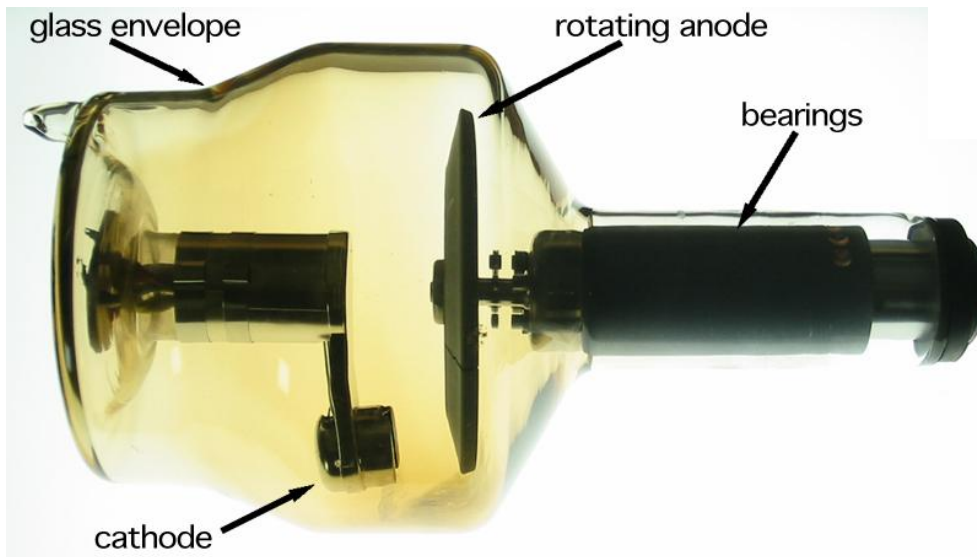
# Rtg. záření

- rentgenka
- anoda Cu, Co, W, Mo
- ~ 1% energie → rtg. záření

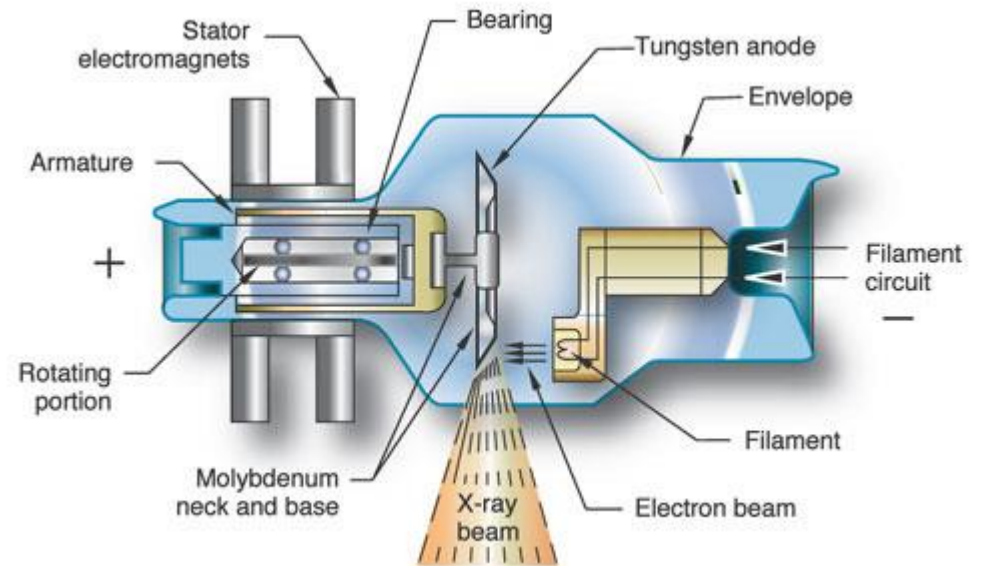


# Rtg. záření

- rentgenka
- anoda Cu, Co, W, Mo
- ~ 1% energie → rtg. záření



## rotující anoda

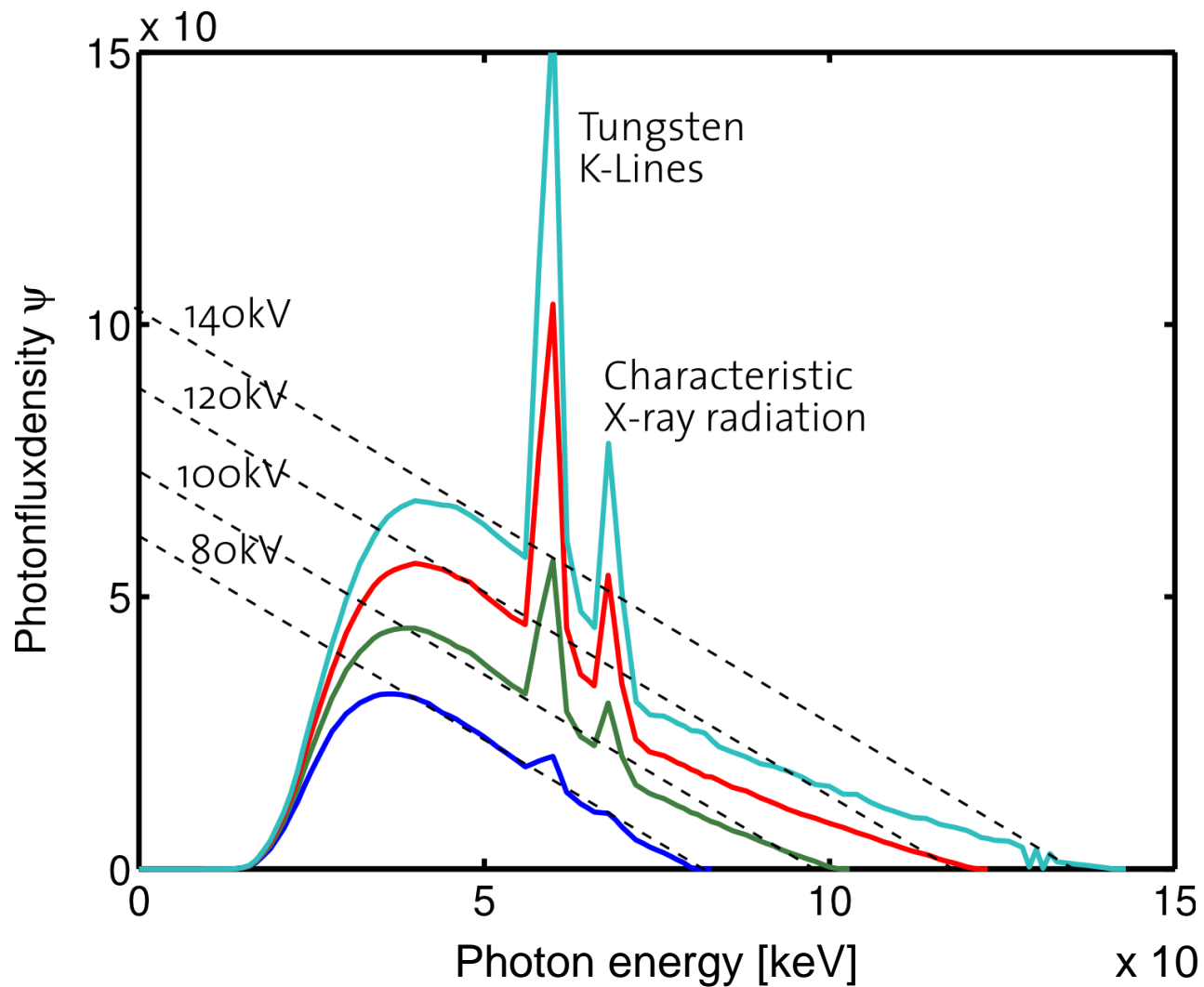
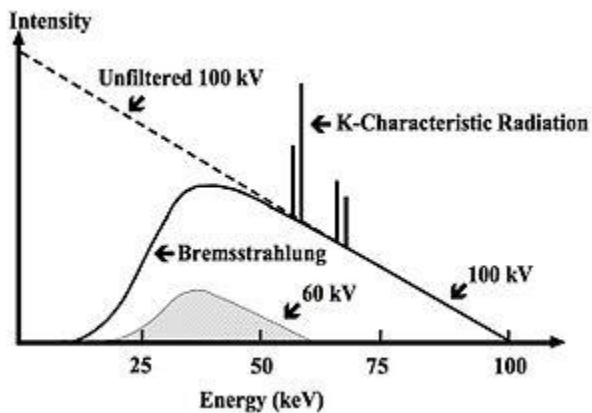


# Spektrum rtg. záření

- rentgenka

$$I_{cont} = AiZV^m$$

$$m \approx 2$$



# Spektrum rtg. záření

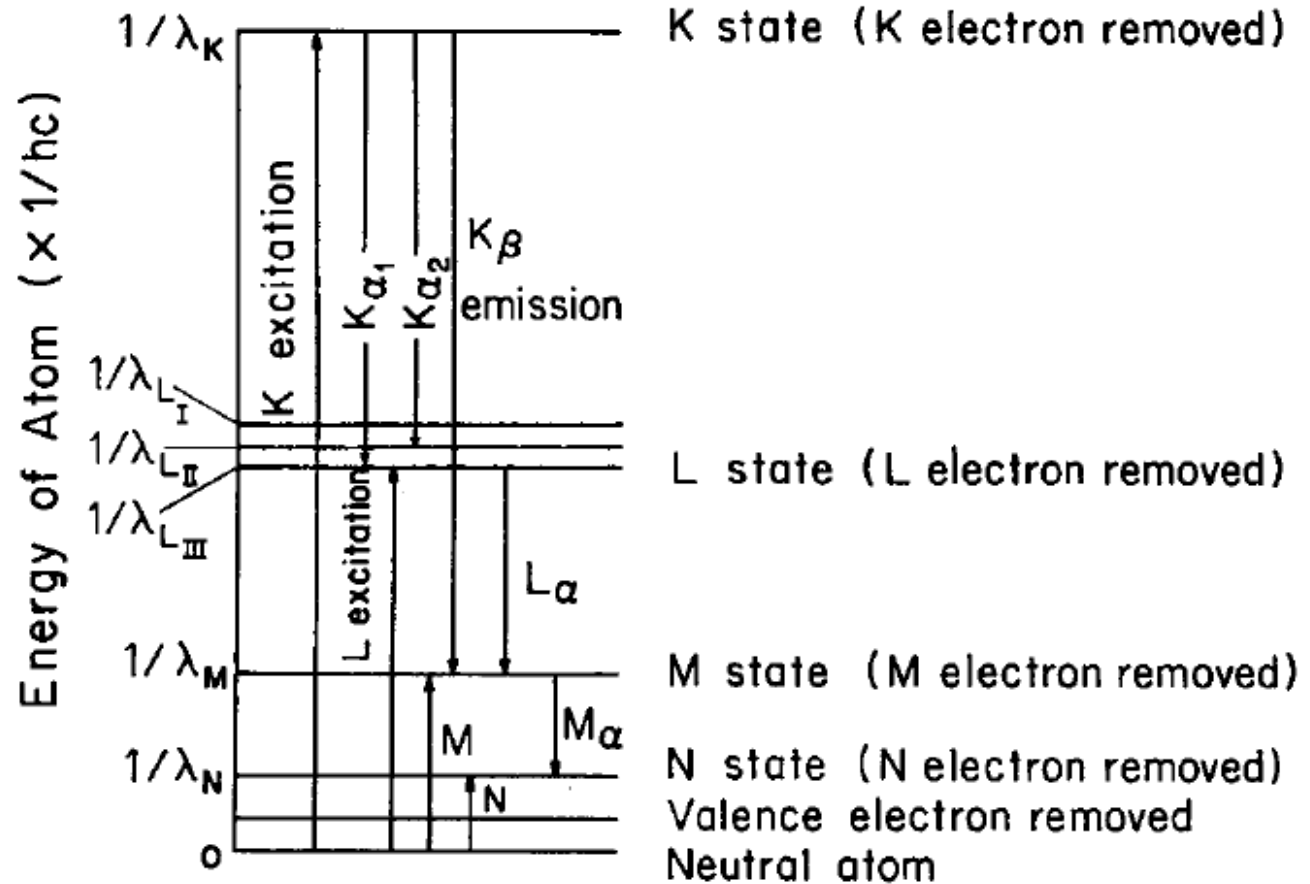
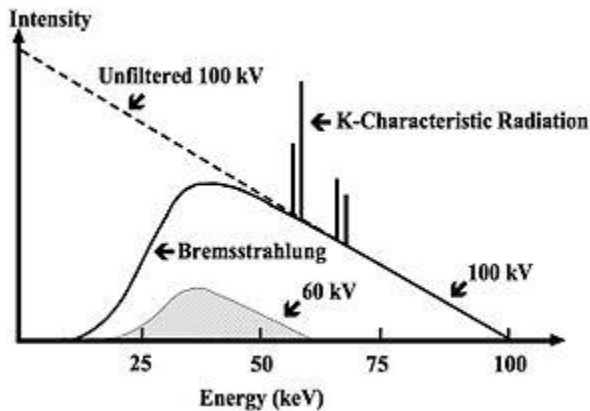
- rentgenka

$$I_{cont} = AiZV^m$$

$$m \approx 2$$

$$I_{K-line} = Bi(V - V_K)^n$$

$$n \approx 2$$



# Spektrum rtg. záření

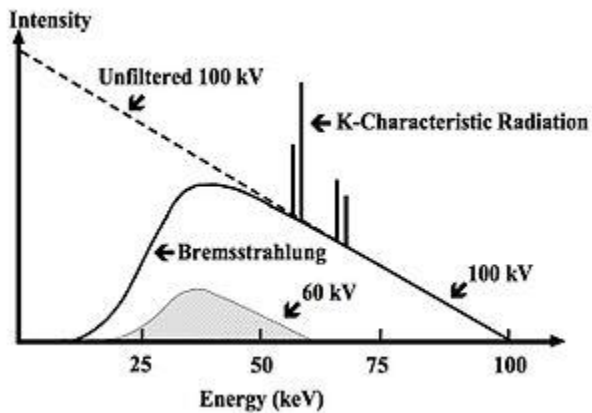
- rentgenka

$$I_{cont} = AiZV^m$$

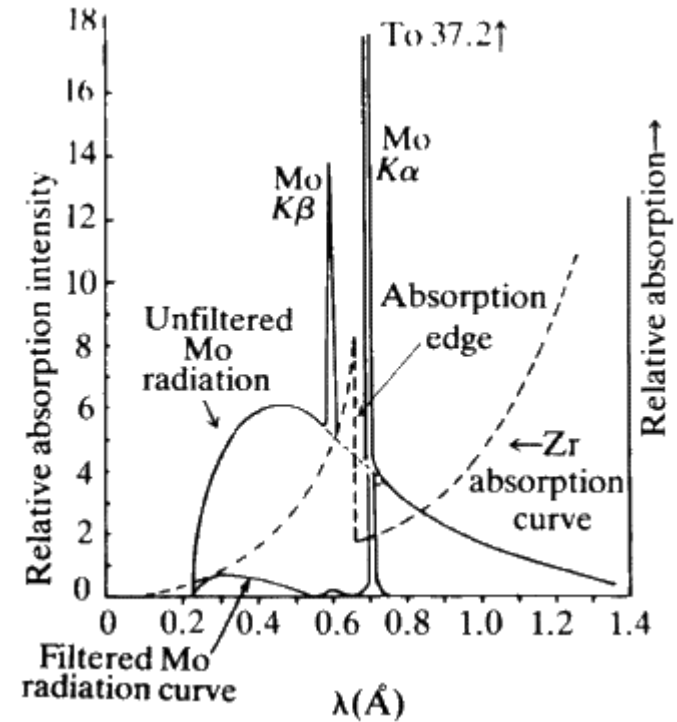
$$m \approx 2$$

$$I_{K-line} = Bi(V - V_K)^n$$

$$n \approx 2$$



Mo anoda, Zr  $\beta$  filter



$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

# Absorpce rtg. záření

- absorpce

$$\frac{dI}{dx} = -\mu I$$

- $\mu$  – lineární absorpční koeficient

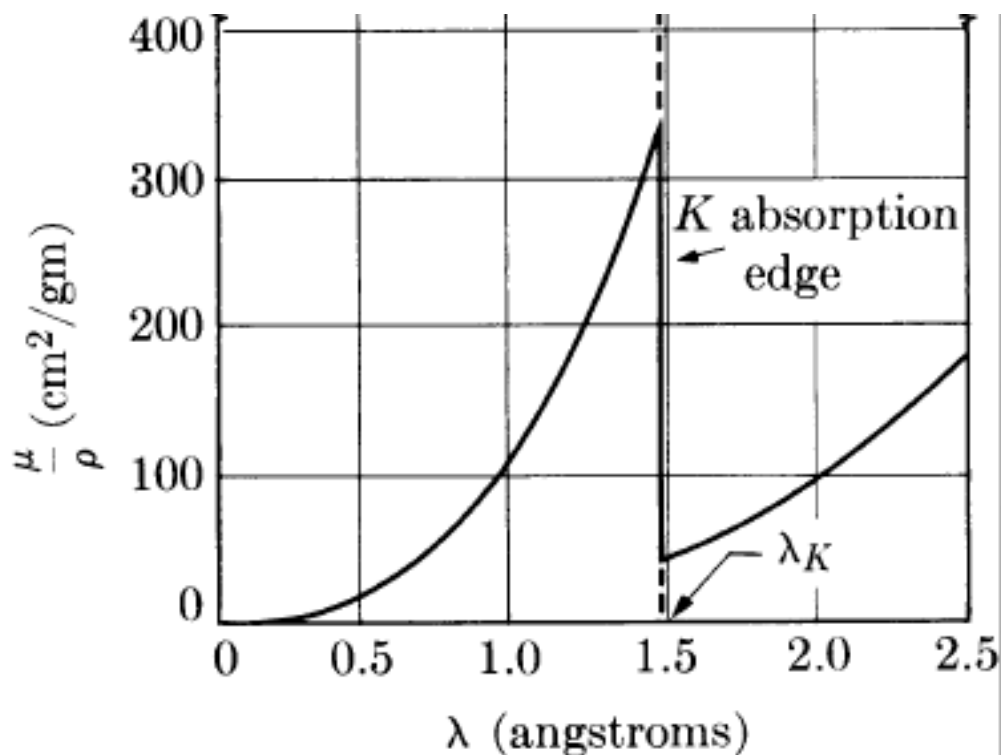
$$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$$

- $\mu/\rho$  – hmotnostní absorpční koeficient

$$I(x) = I_0 e^{-\frac{\mu}{\rho} \rho x}$$

# Absorpce rtg. záření

## Ni - hmotnostní absorpční koeficient



- $\mu/\rho$  – hmotnostní absorpční koeficient

$$\frac{\mu}{\rho} = k\lambda^3 Z^3$$

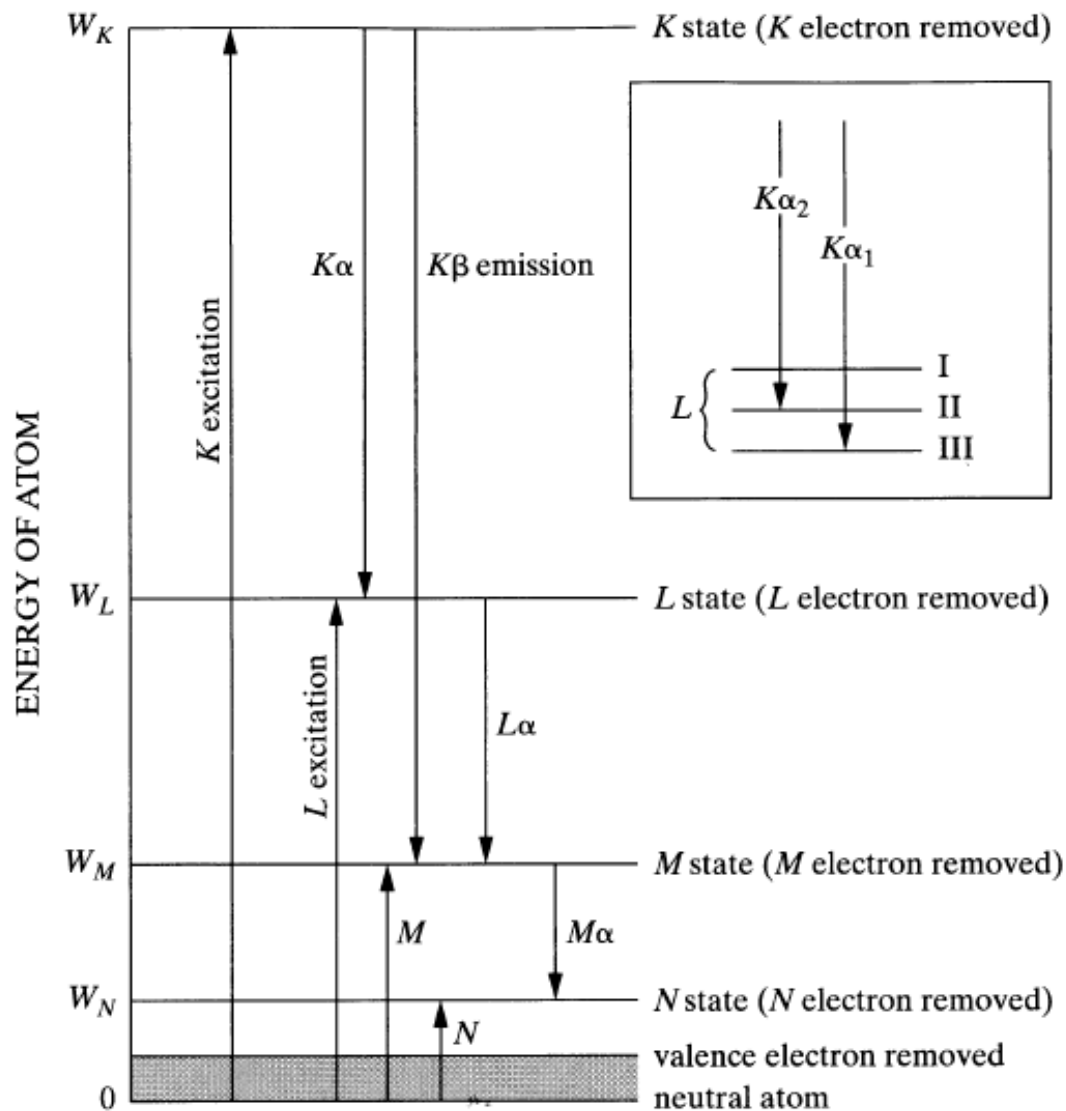
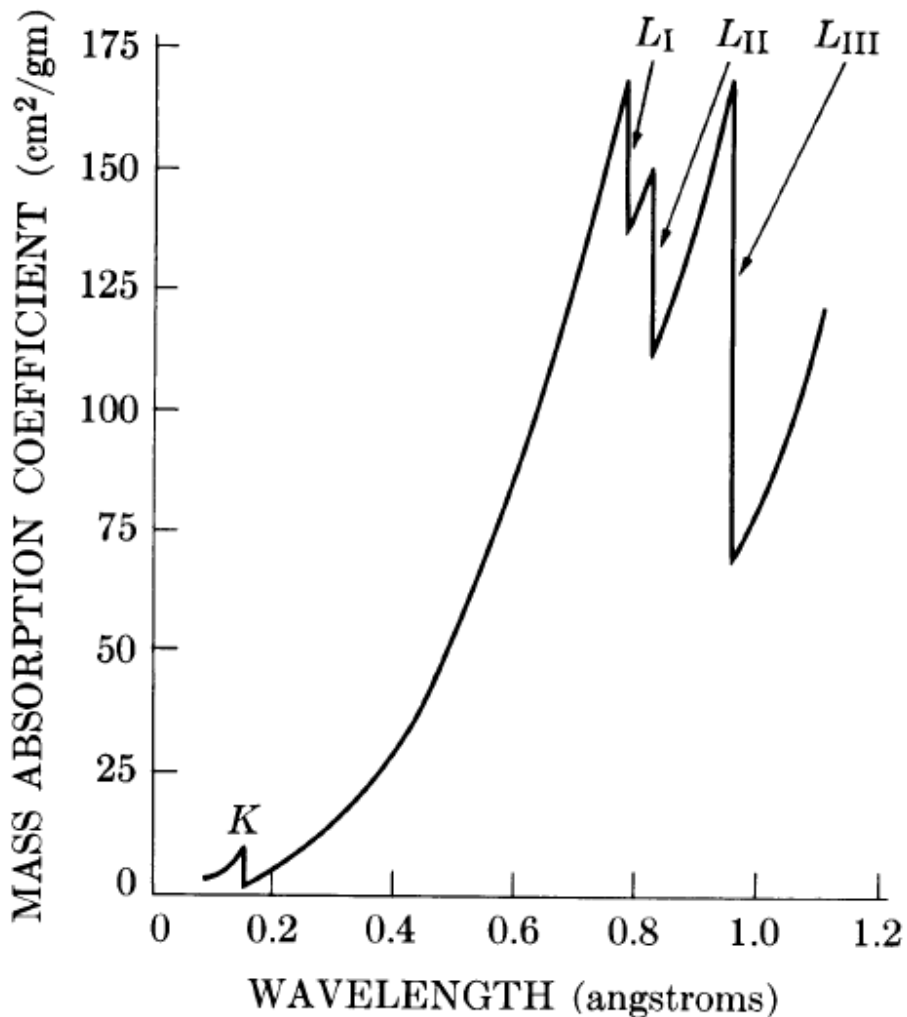
látka složená z více typů atomů:

$$\frac{\mu}{\rho} = \sum_i w_i \frac{\mu_i}{\rho_i}$$

- $w_i$  – hmotnostní koncentrace

# Absorpce rtg. záření

## Pb - hmotnostní absorpční koeficient

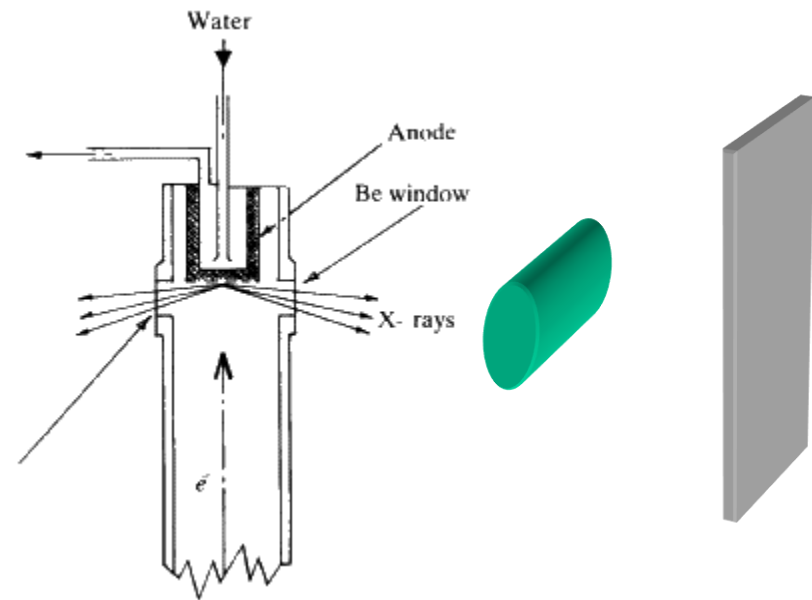




# Rtg. záření

- rentgenografie

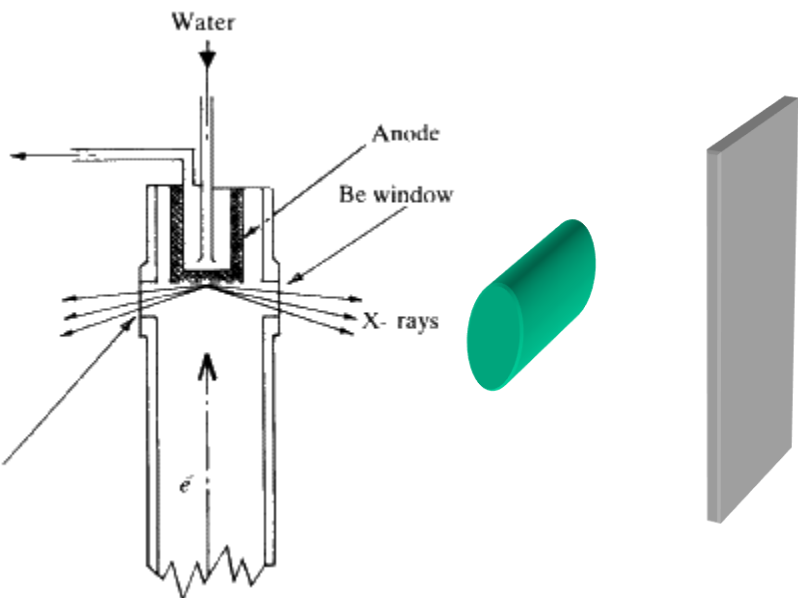
$$\frac{\mu}{\rho} = k\lambda^3 Z^3$$



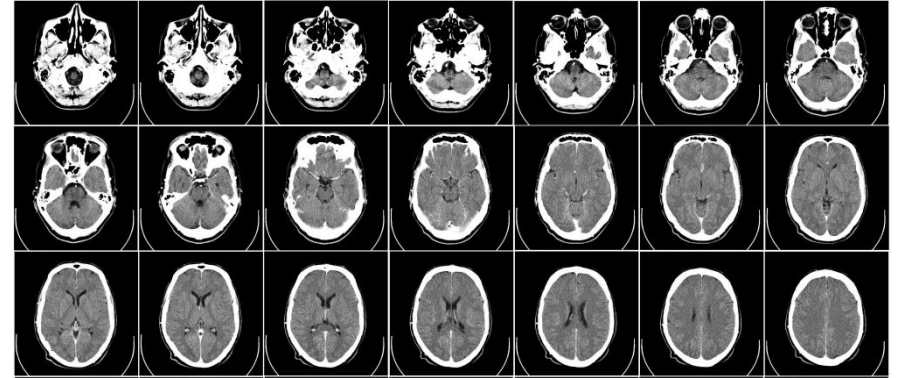
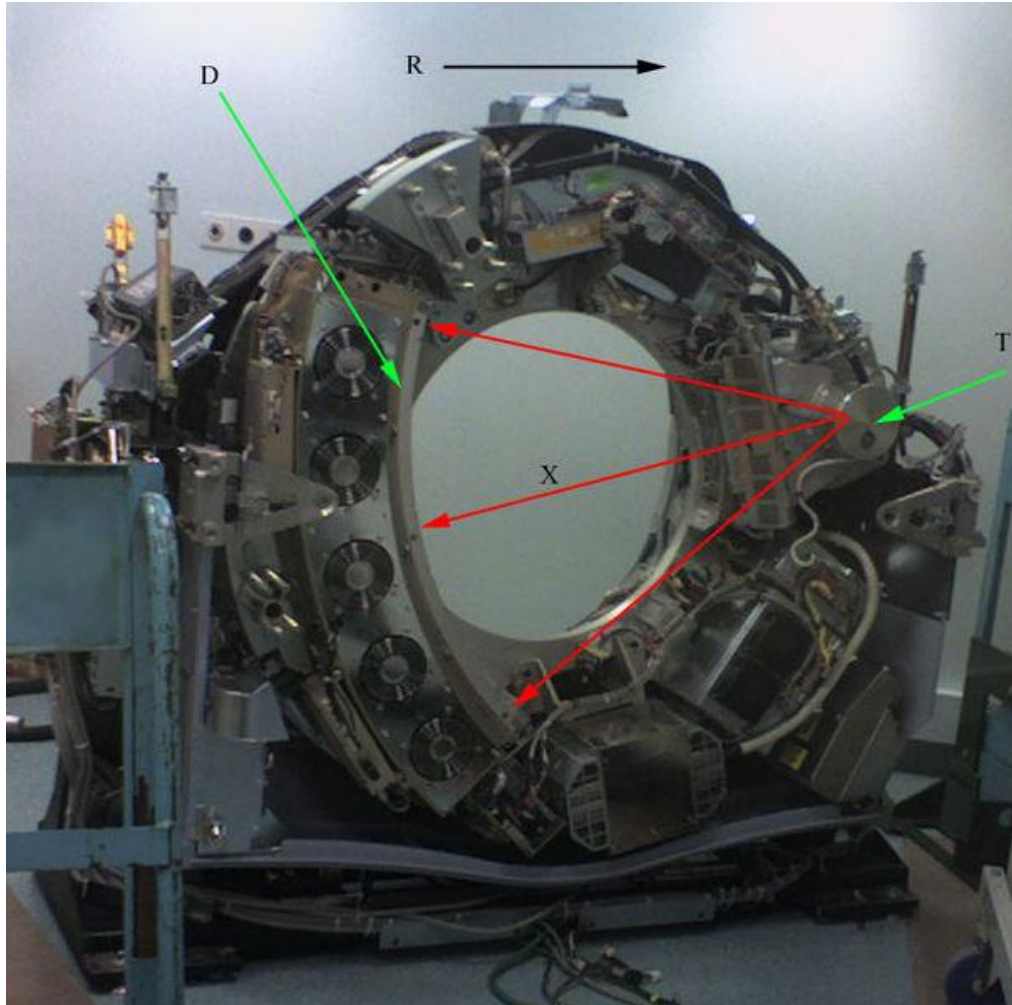
# Rtg. záření

- rentgenografie

$$\frac{\mu}{\rho} = k\lambda^3 Z^3$$



# CT (X-ray computed tomography)



# Radonova transformace

- absorpce vzorku:  $f(x,y)$

$$I = I_0 \exp\left(-\int f(x,y) ds\right)$$

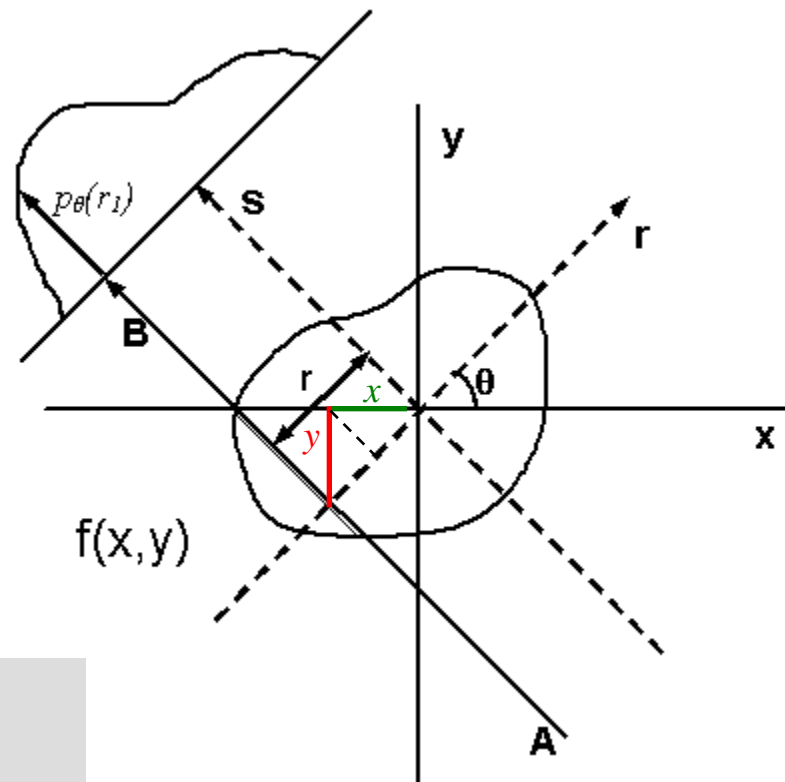
- celkové zeslabení signálu:

$$p_\theta(r) = \ln(I / I_0) = -\int f(x,y) ds$$

$$x \cos \theta + y \sin \theta = r$$

- Radonova transformace (sinogram) funkce  $f(x,y)$

$$p_\theta(r) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - r) dx dy$$



# Radonova transformace

- Radonova transformace (sinogram) funkce  $f(x,y)$

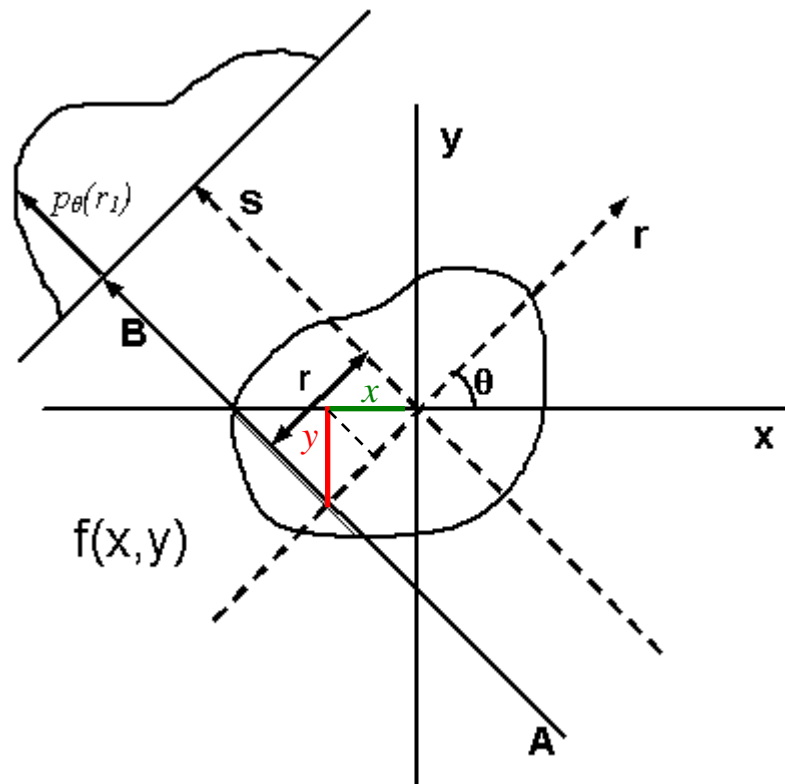
$$p_{\theta}(r) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - r) dx dy$$

- inverzní Radonova transformace

$$f(x,y) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} g_{\theta}(x \cos \theta + y \sin \theta) d\theta$$

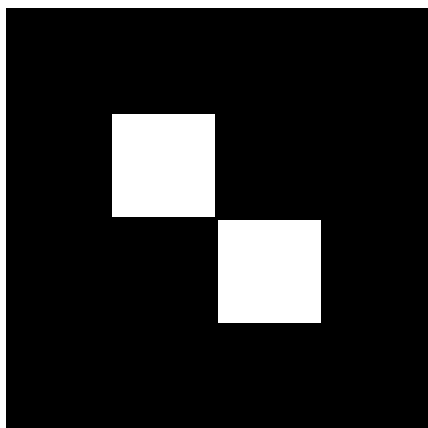
$$g_{\theta} = \frac{d}{dr} \left[ \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{p_{\theta}(\rho)}{r - \rho} d\rho \right]$$

↓  
derivace Hilbertovy transformace projekce  $p_{\theta}$

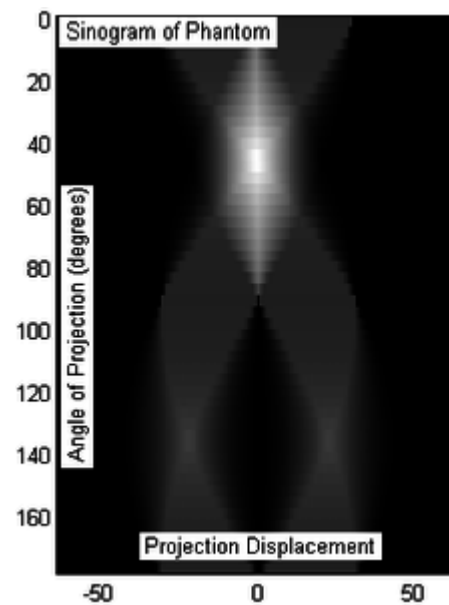


# Radonova transformace

předmět



Radonova transformace  
(sinogram)

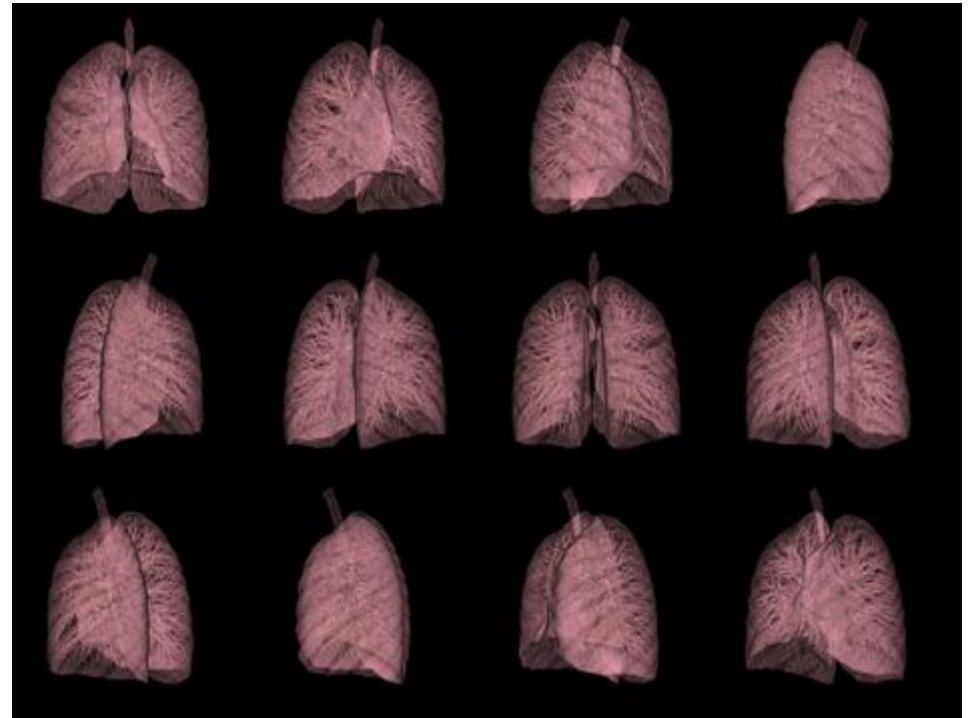
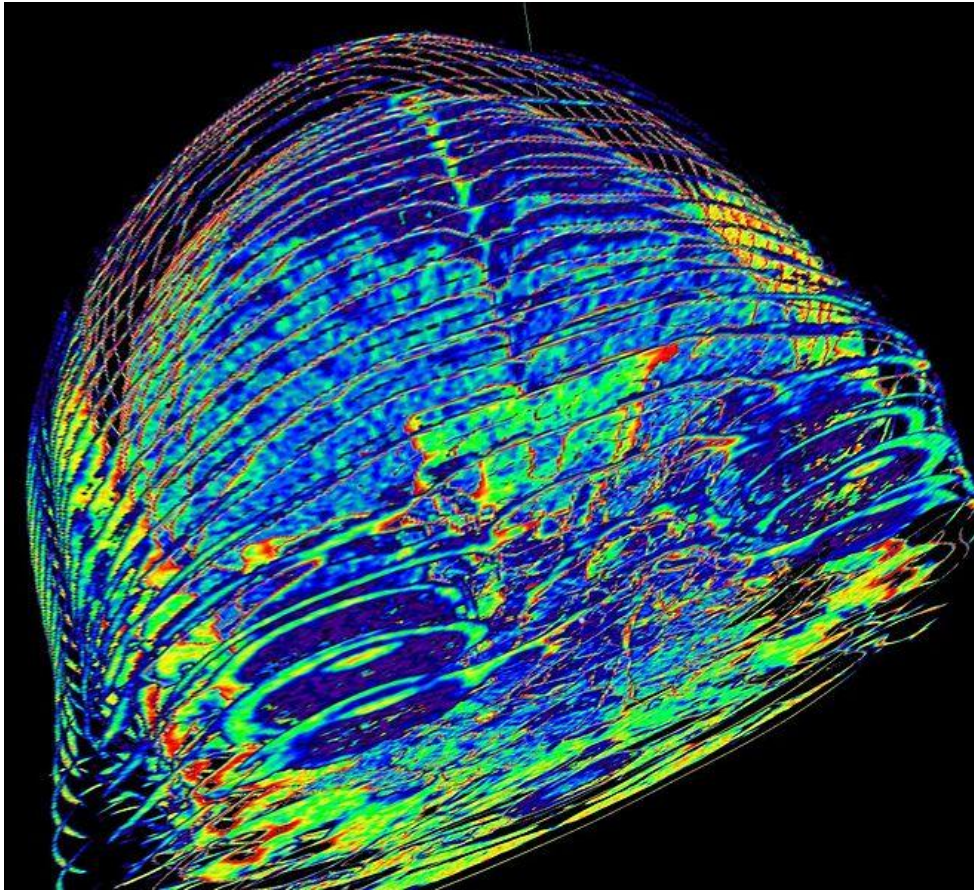


rekonstrukce  
(inverzní Radonova transformace)



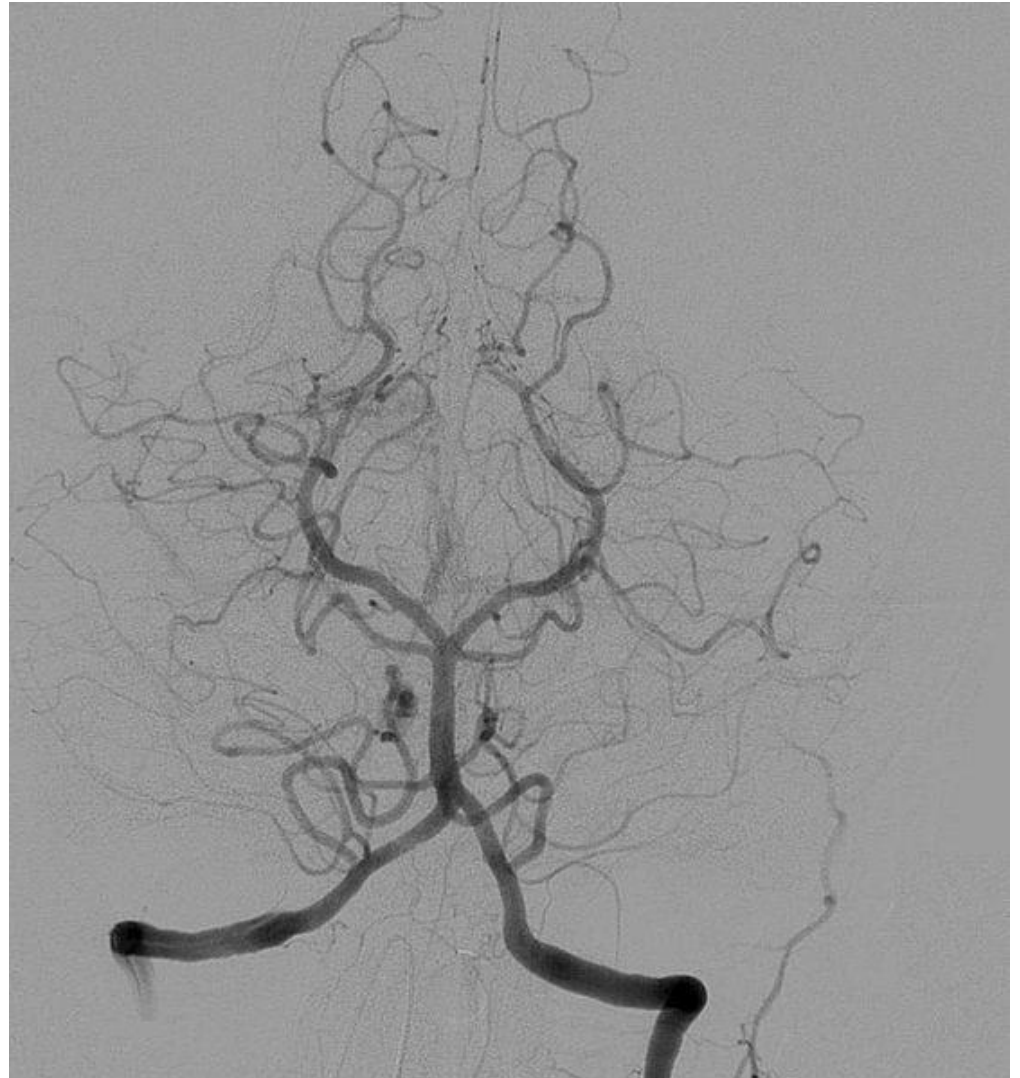
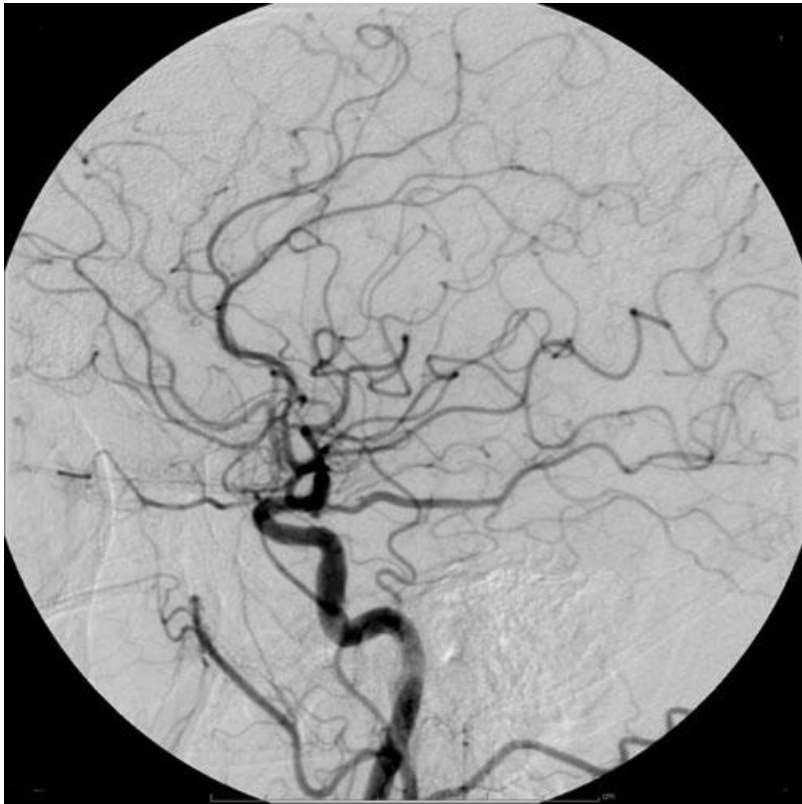
# CT (X-ray computed tomography)

- tenké řezy 5 mm



# CT – radiokontrastní látky

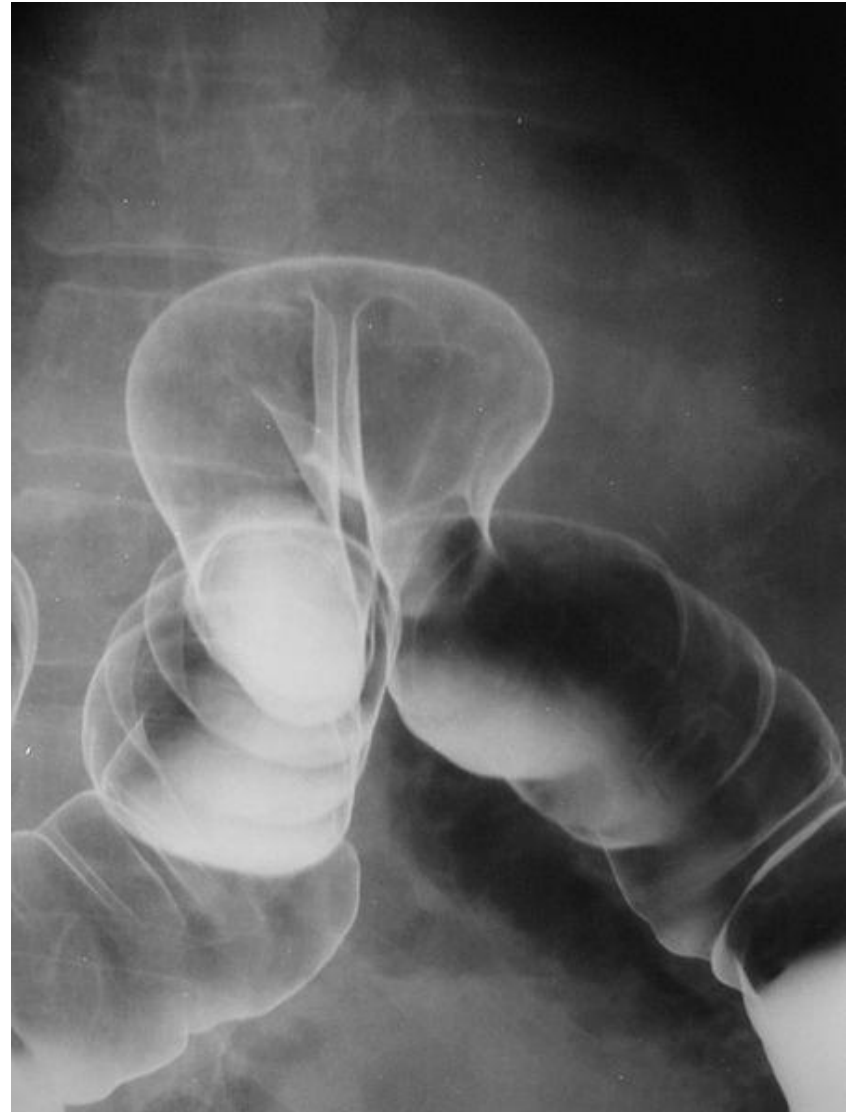
- sloučeniny jódu  $Z_I = 53$
- neškodný pro lidské tělo
- kontrastní zobrazení cév, žil, tepen





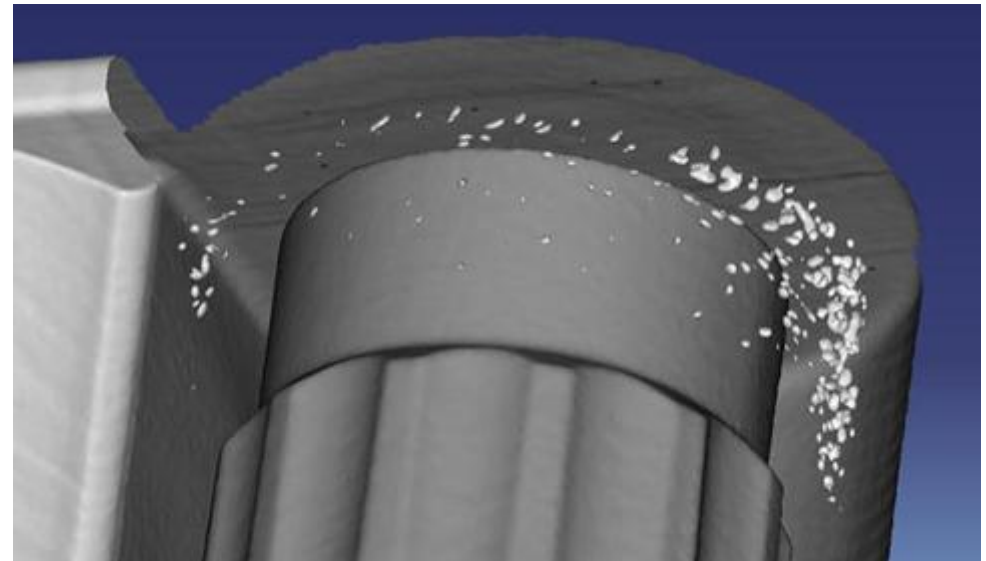
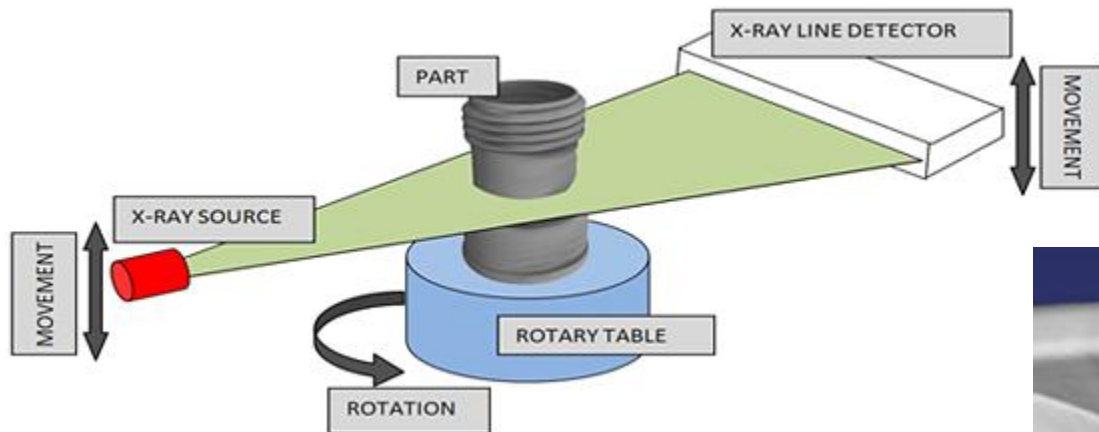
# CT – radiokontrastní látky

- $\text{BaSO}_4$   $Z_{\text{Ba}} = 56$
- ve vodě nerozpustný bílý prášek
- kontrastní zobrazení trávicího systému



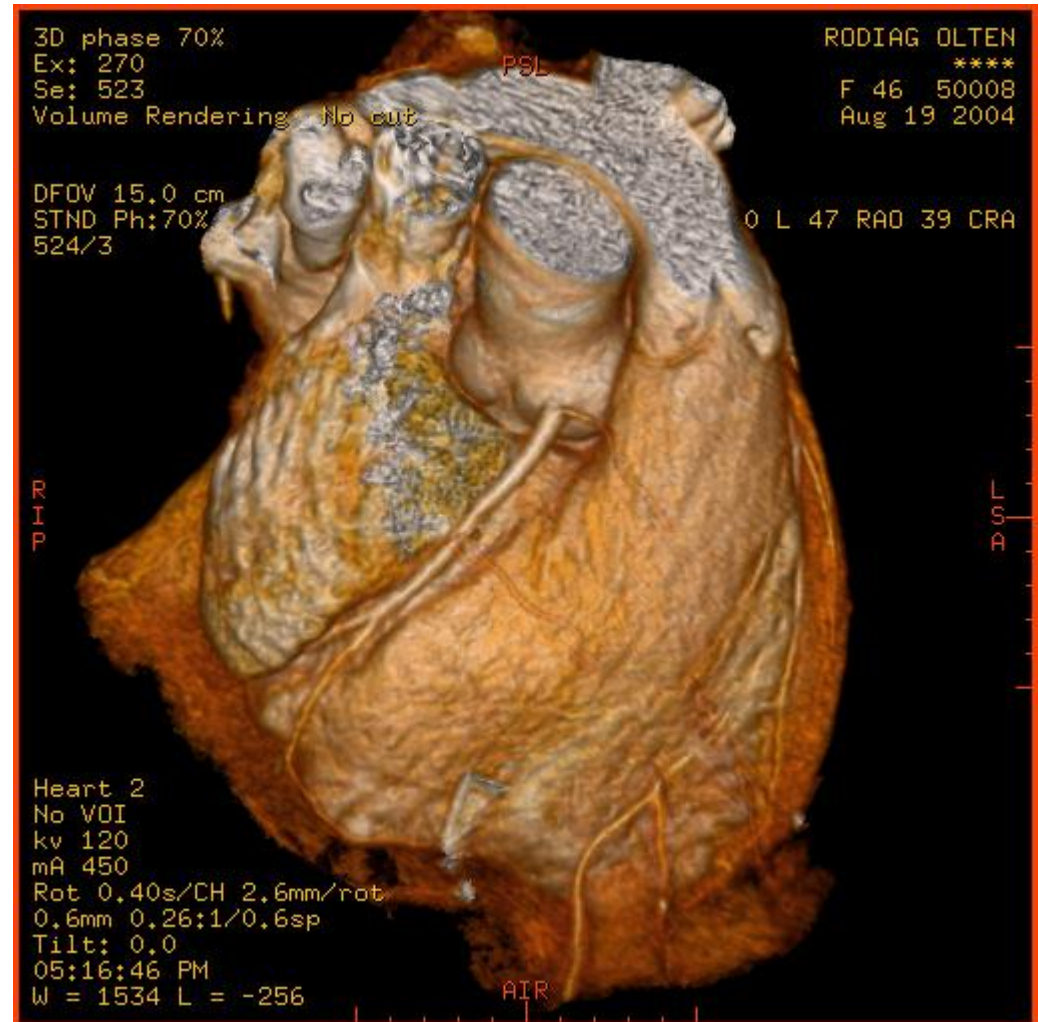
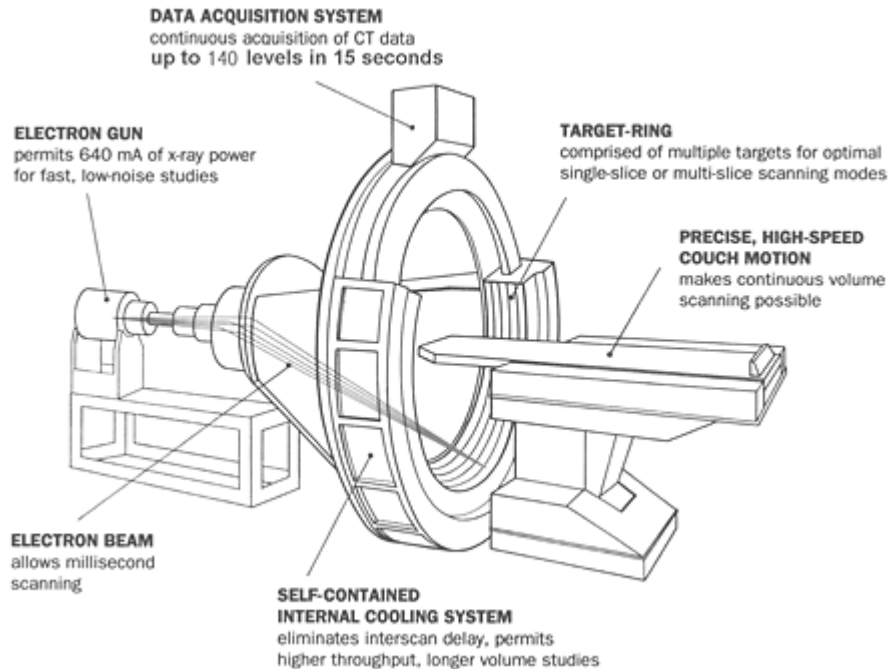
# CT – průmyslové využití

- kónický svazek rtg. záření
- rotující vzorek
- nedestruktivní test



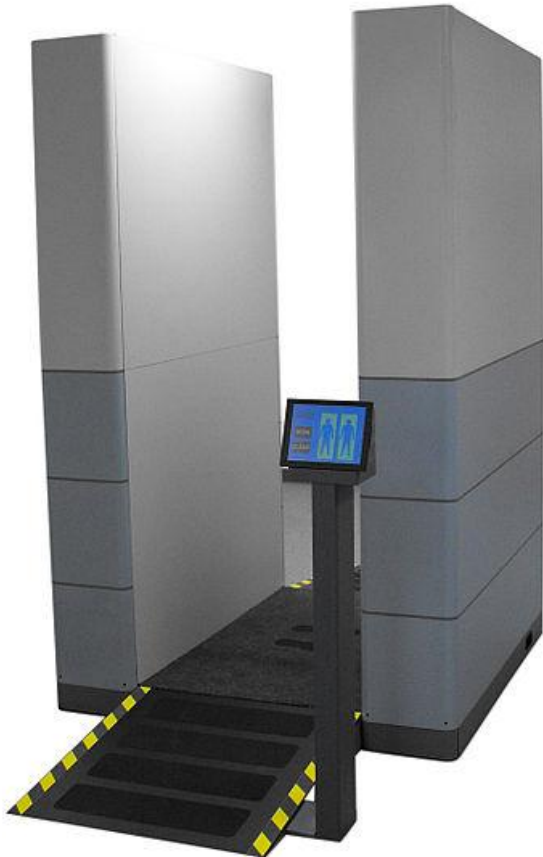
# EBT – electron beam tomography

- rtg. záření generuje na prstenci okolo pacienta svazek elektronů vychylovaný magnetickým polem
- stacionární
- vyšší rychlost skenu
- zobrazení srdce



# Zpětně odražené rtg. záření

- detekce rtg. záření deflektovaného Comptonovým rozptylem
- bezpečnostní skenery



# XRF – X-ray fluorescence

- charakteristické rtg. záření indukované rtg. nebo gama zářením
- chemická analýza

