

## 5.4.5 Rentgenové a gama záření

**Předpoklady:** 4407, 5401

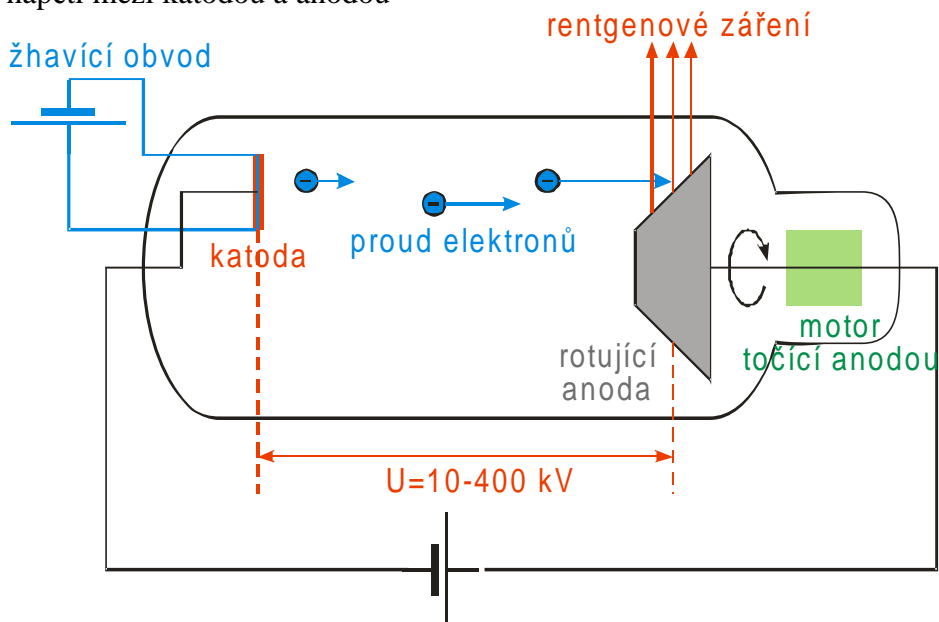
Frekvence [Hz]	Frekvence	Vlnová délka ve vakuu [m]	Vlnová délka
$3 \cdot 10^{16}$ - $3 \cdot 10^{20}$	30 PHz - 300 EHz	$10^{-8}$ - $10^{-12}$	10 nm – 1 pm
⇒ vlnová délka rentgenového záření je minimálně 40x menší než vlnová délka fialového světla			

rentgenové záření objevil ho Wilhelm Conrad Röntgen v roce 1895: při pokusech s elektronkami s velmi vysokým napětím vyvolal fotografické papíry uložené v neprůhledné obálce ⇒ zřejmě jde o nový typ záření (Röntgen jim říkal paprsky X)

1901 - Röntgen dostal za objev rentgenového záření první Nobelovu cenu za fyziku

Vznik záření:

**rentgenka** = speciální elektronka (skleněná baňka s vyčerpaným vzduchem) s velmi vysokým napětí mezi katodou a anodou



ze žhavené katody vylétají elektrony ⇒ napětí je přitahuje k anodě ⇒ kvůli velkému napětí získávají elektrony během letu obrovskou rychlost (a tedy i energii) ⇒ při nárazu na anodu energii ztratí:

- část energie se změní na rentgenové záření
- část energie zahřeje anodu (proto se anoda otáčí, aby se zahřívala postupně na různých místech a neroztavila se)

fotony rentgenového záření získají od elektronů obrovskou energii a mají tedy velmi malou vlnovou délku ⇒ vlnové vlastnosti se projeví pouze na rozměrech desítek nm nebo menších ⇒ dlouho se předpokládalo, že rentgenové záření není druh elektromagnetického záření, ale proud neznámých neutrálně nabitých částic

1912 – Max von Laue zjistil že rentgenové záření interferuje na krystalové mřížce, podobně jako světlo interferuje na optické mřížce ⇒ zabil dvě mouchy jednou ranou:

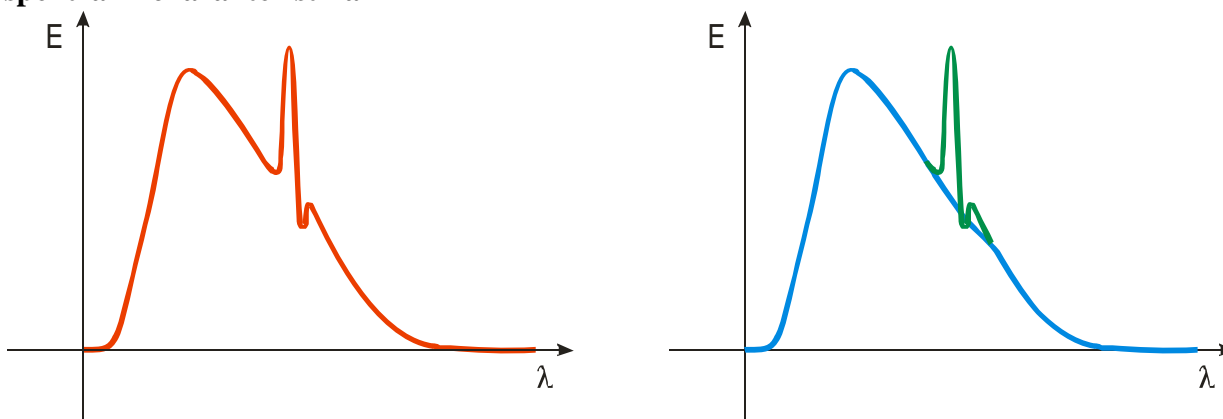
- rentgenové záření je vlnění a tedy druh EM záření
- přímý důkaz toho, že se látka skládá z částí uspořádaných do pravidelné krystalové mřížky

⇒ **rentgenová strukturální analýza** = svítíme rentgenovým zářením na látku, z interference rentgenového záření se dá určit, jak je látka uvnitř složena (například struktura krystalů, organických molekul, DNA, hemoglobinu)

### vlastnosti rentgenového záření

- neviditelné
- ionizuje vzduch (fotony mají dostatečnou energii na rozdělení neutrálního atomu nebo molekuly na kladné a záporné ionty)
- pohlcování v látkách závisí na protonovém čísle prvků, čím větší číslo prvku, tím více pohlcuje rentgenové záření
- nebezpečné (fotony mají ještě větší energii než u UV záření ⇒ způsobují rakovinu)

### spektrální charakteristika



křivka je složena ze dvou částí:

- **brzdné záření:** fotony, které jsou vyzářeny elektrony brzdícími v anodě. Závisí na napětí mezi katodou a anodou, nezáleží na tom, z čeho je vyrobena anoda.
- **charakteristické záření:** závisí na tom, z čeho je vyrobena anoda (jiný materiál -> „laloky“ jsou jinde), brzdící elektrony vyrazí z atomu, který je v anodě, vnitřní elektrony. Na místo vyraženého elektronu spadne elektron z vnější vrstvy, při tom musí vyzářit hodně energie ⇒ vyzáří rentgenový foton o vlnové délce odpovídající „laloku“

### Využití rentgenového záření

- rentgenová strukturální analýza
- defektoskopie: na rentgenových snímcích namáhaných míst jsou vidět jinak neviditelné změny, ohlašující poruchy
- rentgenové snímky: maso, krev, vnitřní orgány jsou složeny zejména z vodíku, uhlíku a kyslíku (prvky s malým protonovým číslem), kosti obsahují větší množství vápníku (protonové číslo 20) ⇒ rentgenové záření projde tělem s malou ztrátou, pohlcuje se nejvíce v kostech ⇒ nevyvolaná místa na rentgenové fotografii odpovídají místům, kde záření mělo projít přes kost
- výroba polovodičových součástek: dnešní součástky jsou menší než vlnová délka běžného světla (současná technologie je označována jako 43 nm) ⇒ na nafocení předlohy musíme používat záření odpovídající vlnové délky (UV nebo rentgenové)

### Gama záření

Frekvence [Hz]	Frekvence	Vlnová délka ve vakuu [m]	Vlnová délka
$> 3 \cdot 10^{18}$	$> 3 \text{ EHz}$	$< 10^{-10}$	$< 100 \text{ pm}$

částečně se překrývá s rentgenovým zářením, ale jinak vzniká:

- jadernými reakcemi (jde o jeden z druhů jaderného záření)
  - přilétá z vesmíru
- „hustší rentgenové“ záření, větší energie, kratší vlnová délka

**Shrnutí:** Rentgenové záření má kratší vlnovou délku a větší energii než světlo.