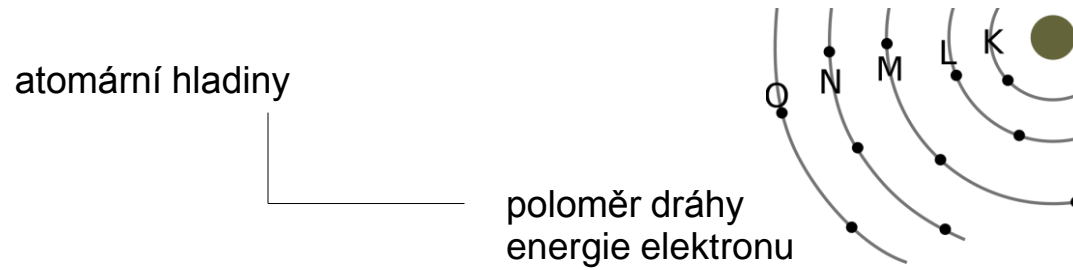


Bohrův model atomu



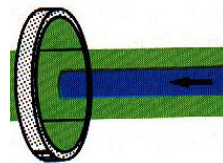
- *rentgenka*



luminiscence

Stokesův zákon

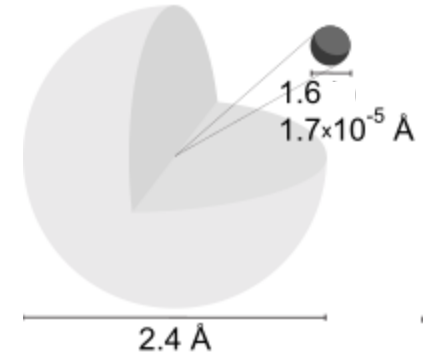
- angiograf



Démokritos – Pudingový model - **Bohrův model atomu** – Sommerfeldův model atomu – model kvantové fyziky

Kladný náboj je soustředěný v jádru atomu, jádro zabírá zlomek velikosti atomu.
(soudržnost jádra je zajištěna dostatečným počtem neutronů)

Elektrony obíhají kolem jádra po kruhových drahách (resp. na kulových slupkách)



Poloměry jednotlivých drah nejsou libovolné, ale vyjádřeny vztahem

$$r_n = \frac{n^2 \hbar^2}{k_e e^2 m_e Z} = \frac{n^2}{Z} a_0$$

$a_0 = 0,522 \text{ \AA}$ je tzv. **Bohrův poloměr**
(poloměr prvního orbitalu v atomu vodíku)

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m} = 0.1 \text{ nm}$$

S každou kruhovou orbitou je spojena energie

$$E_n = -\frac{m_e c^2 \alpha^2 Z^2}{2 n^2} = -13.6 \text{ eV} \frac{Z^2}{n^2}$$

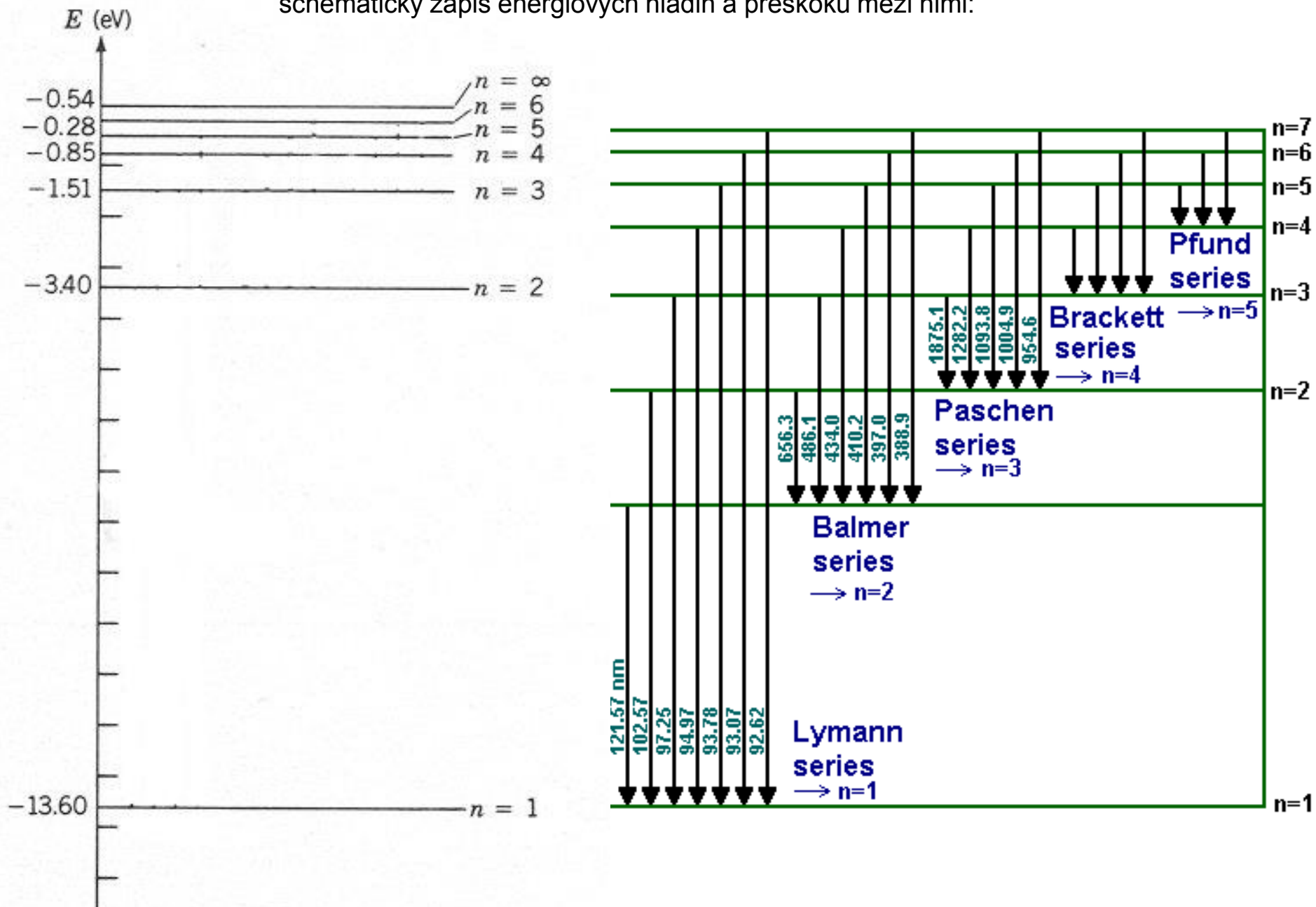
-13,6 eV je energie první hladiny
atomu vodíku

$$E[\text{eV}] = E[\text{J}] / |e|$$

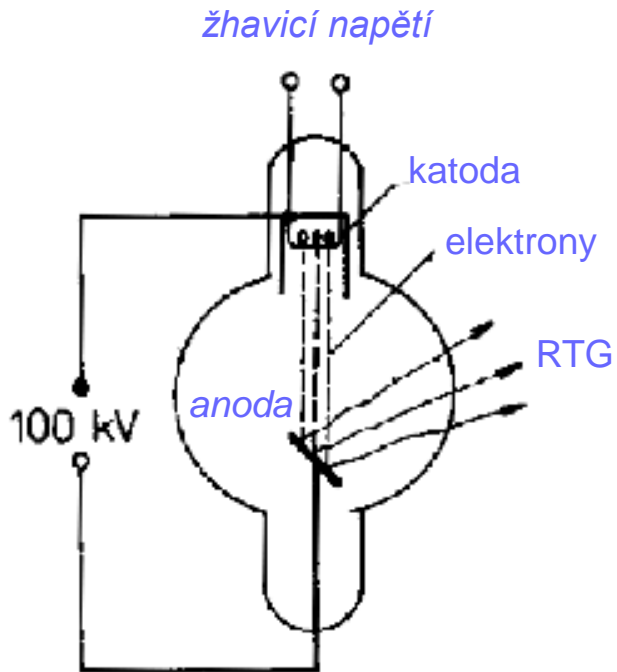
Záporné energie představují hladiny, na nichž jsou elektrony vázány k jádru,
kladné hodnoty energie mají volné elektrony.

S přechodem elektronu mezi dvěma hladinami dojde k pohlcení/vyzáření fotonu s energií právě rovnou rozdílu energií obou zúčastněných hladin
(znaménko závisí na směru přechodu).

schematický zápis energií hladin a přeskoků mezi nimi:



rentgenka



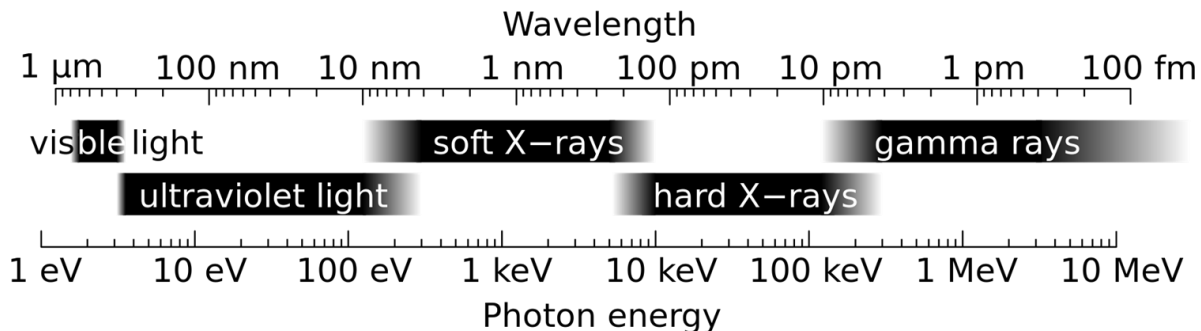
rentgenka je tvořena evakuovanou trubicí se speciálně připravenými elektrodami:

průtok proudu katodou, způsobený žhavicím napětím způsobuje silný ohřev materiálu katody;

elektrony se díky získané energii vytrhávají z katody, kde je začíná okamžitě urychlovat napětí urychlovací (dopadová rychlost elektronů na anodu při 100 kV je přes 150 000 km/s)

čím těžší materiál anody, tím tvrdší záření je emitováno

+ rentgenku lze řídit a vypnout

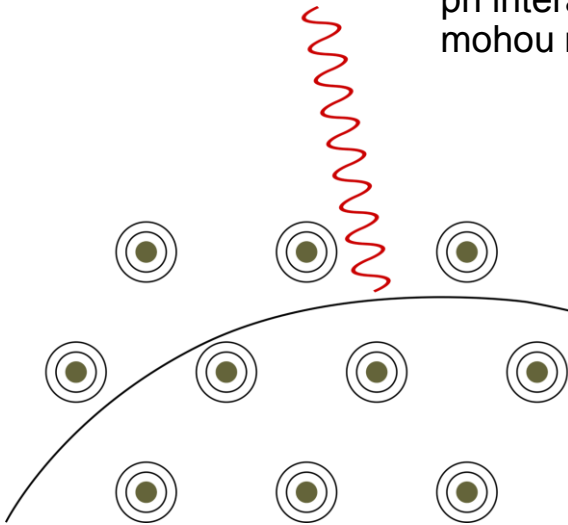


měkké RTG záření
silně absorbováno
přeměna na teplo

tvrdé RTG záření
méně absorbováno
ionizující účinek

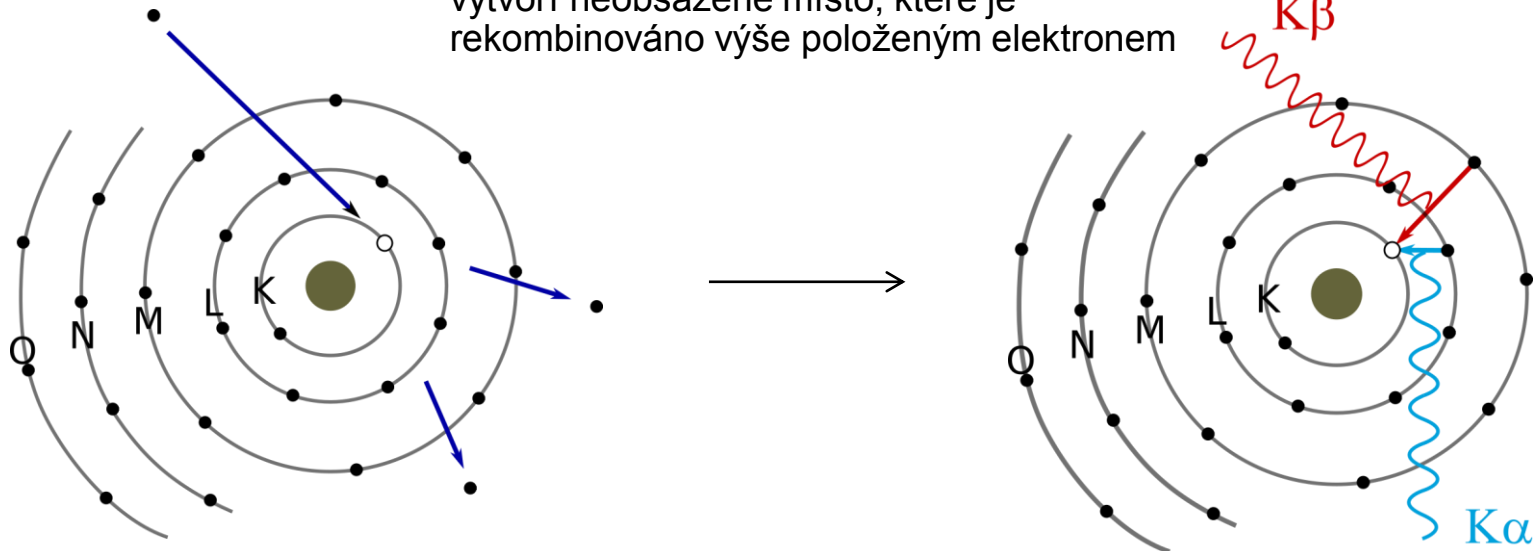
rentgenka

při interakci urychlených elektronů s terčem anody mohou nastat dva jevy:



- rozptyl přilétajících elektronů spojený s **brzdným zářením**
urychlený elektron při průletu anodou nezasáhne žádný konkrétní atom, ale je v jejich poli (postupně) brzděn

- vyražení elektronů (blízkých atomovému jádru) spojené s emisí **charakteristického záření**
po zásahu konkrétního atomu se v jeho elektronovém obalu vytvoří neobsazené místo, které je rekombinováno výše položeným elektronem



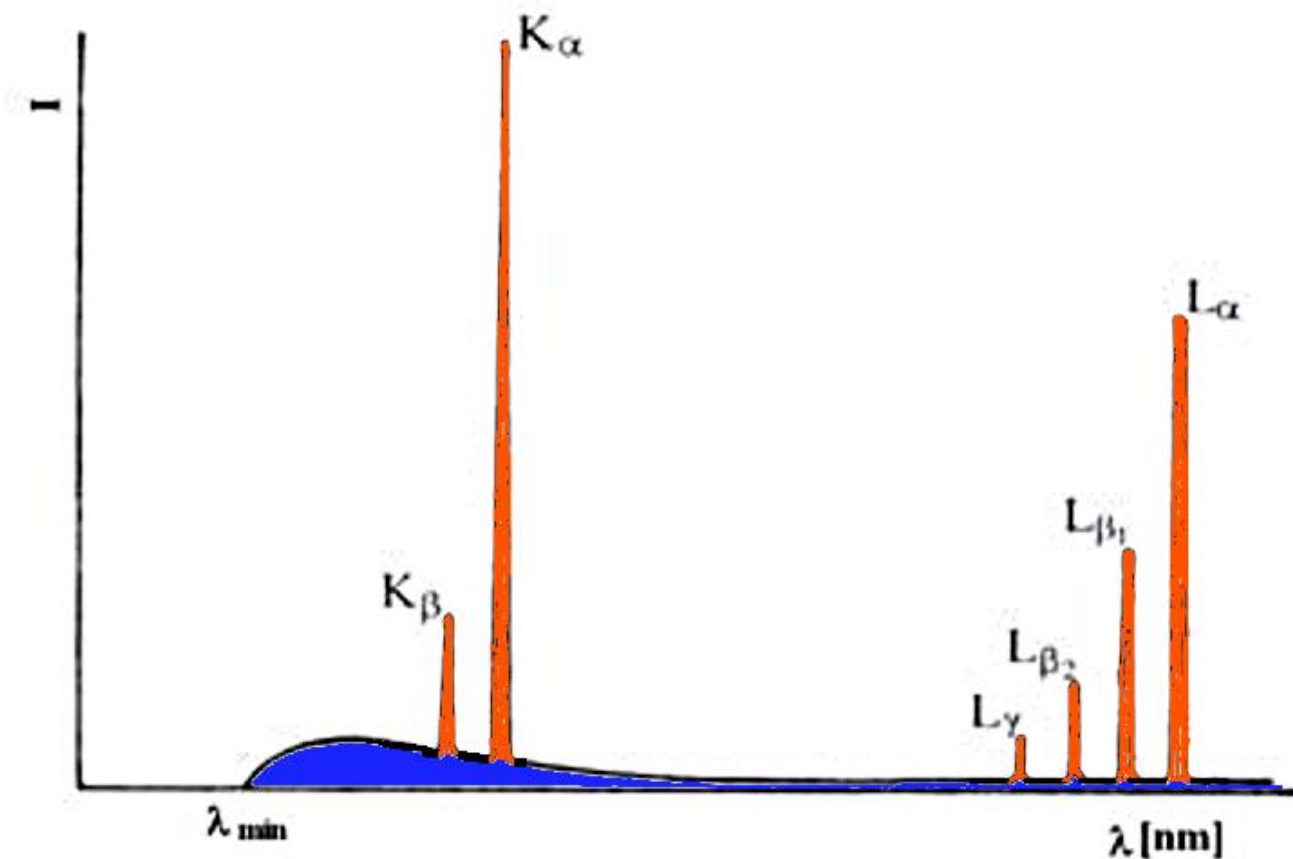
Ve svém důsledku oba jevy vedou k silnému zahřívání anody

brzdné záření:

nezávisí na materiálu anody
závisí na urychlovacím napětí

charakteristické záření:

závisí na materiálu anody
nezávisí na urychlovacím napětí



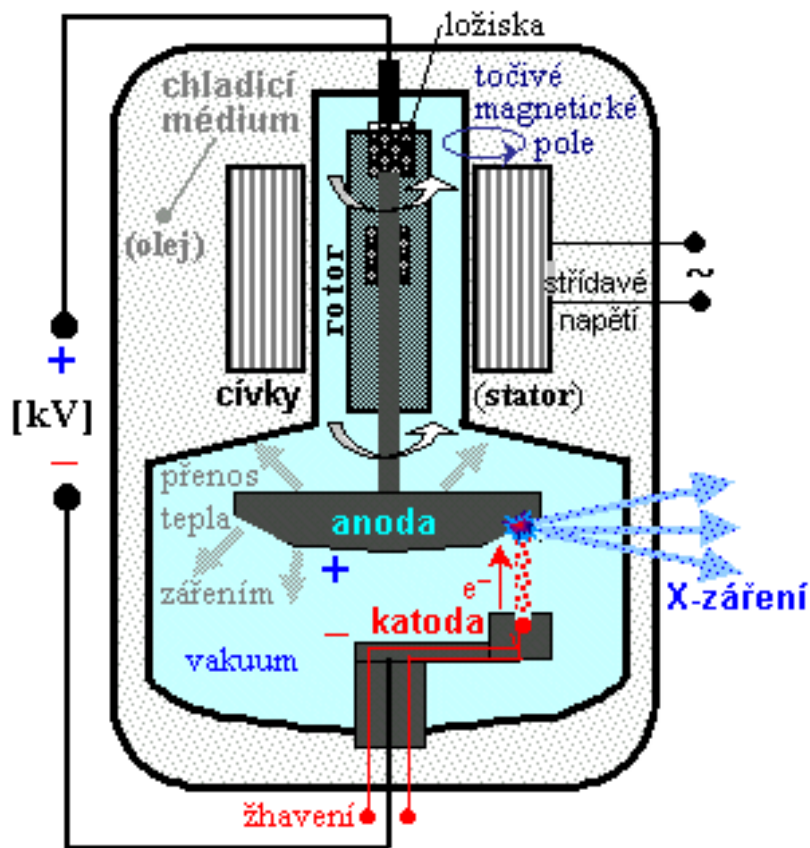
práh brzdného záření závisí na urychlovacím napětí:

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{e \cdot V}$$

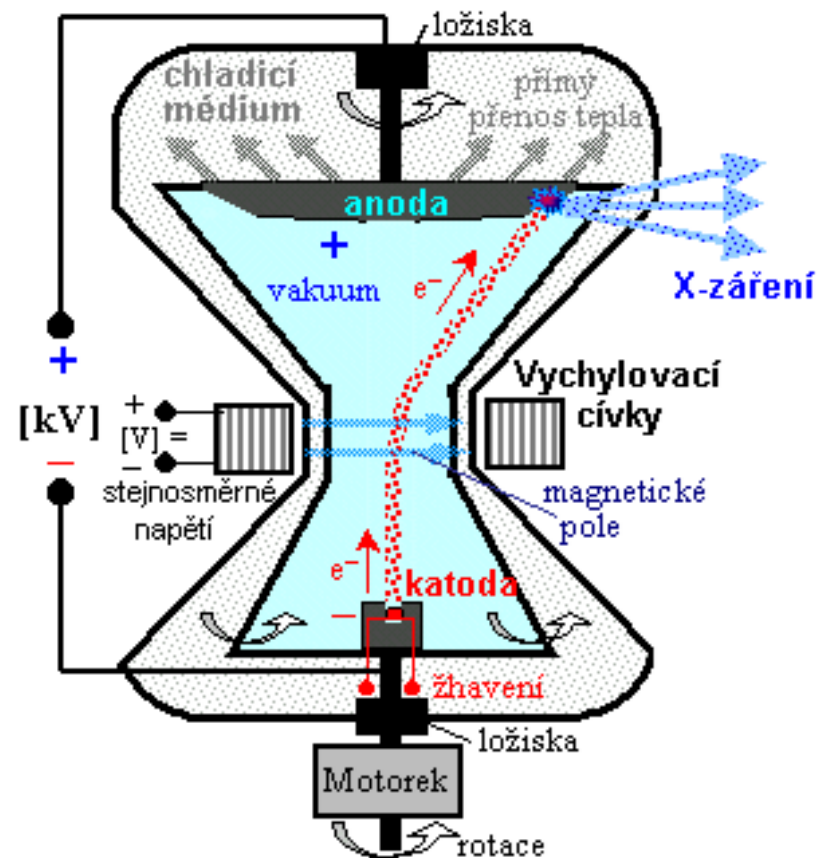
(Duane – Hunt)

rentgenka

technická realizace rentgenek



Rentgenka s excetrickou katodou a s anodou rotující uvnitř vakuové trubice



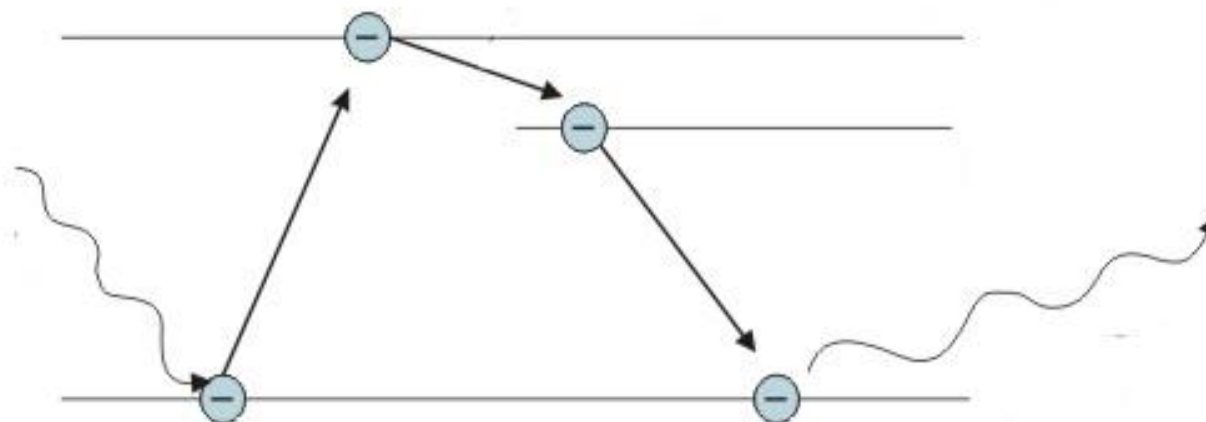
Rentgenka rotující jako celek s čelní anodou a magnetickým vychylováním elektronového svazku

většina medicínských zařízení registruje záření brzdné, výjimkou je mamografie

Luminiscence

luminiscence je souhrnné označení emise světla, která nastává po pohlcení záření látkou, ale které předchází nezářivé deexcitační procesy

odezva na buzení je časově zpožděna, při dlouhém dozvuku emise hovoříme o fosforescenci

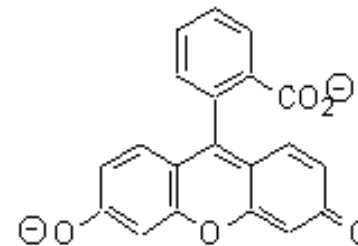


Stokesův zákon: záření emitované luminiscencí má větší vlnovou délku než pohlcené.

příklad: zelené signální doutnavky – emise v UV + luminofor

fluorescenční (fluoresceinová) angiografie (FAG)

fluorescein neprostupuje stěnami sítnicových cév, ale zbarvuje kůži a sliznice a moč (většinou mizí během 6 hodin)

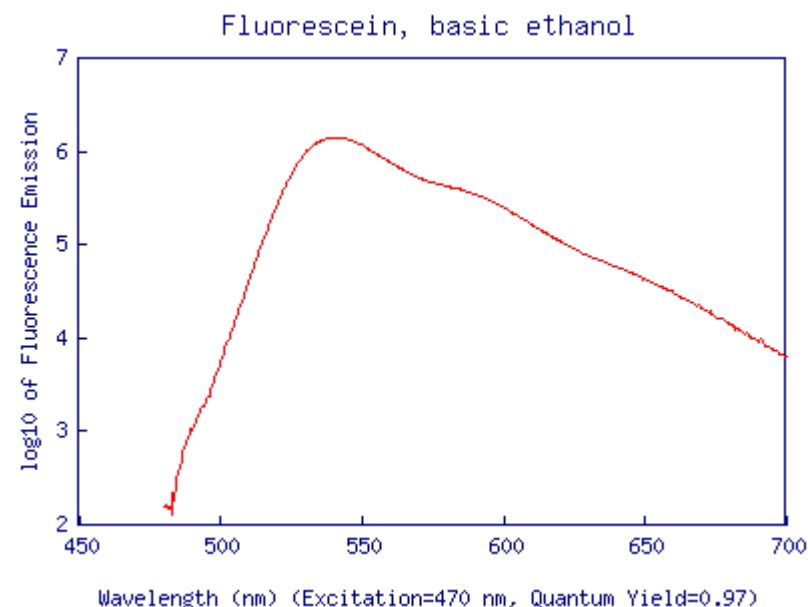
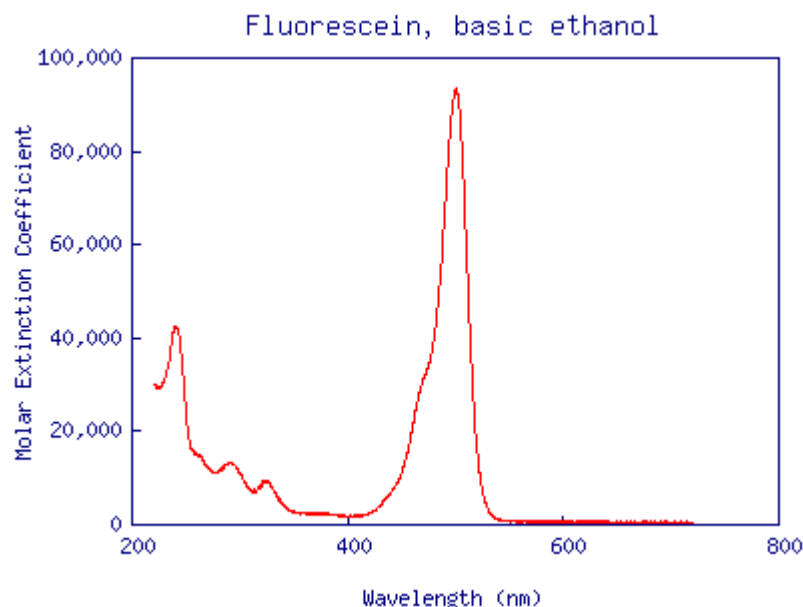


jednotlivé snímky angiografie:

fotografie očního pozadí v bezčerveném světle – zachycení autofluorescence

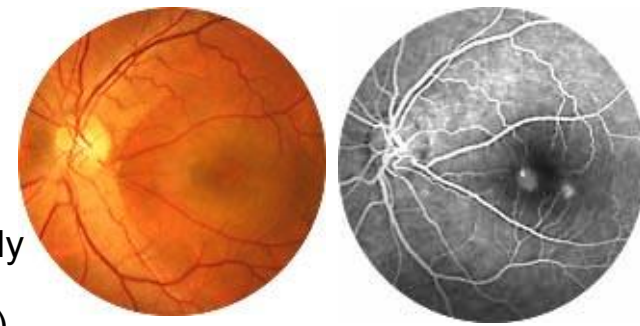
aplikace 5ml 10-15% roztoku fluoresceinu intravenózně + fotografie fundu do 5-10 min. (zpočátku po 1 vteřině)

event. pozdní snímky po 10 min, 20 min



do 24 hod. po podání fluoresceinu neaplikovat argonový laser – jeho světlo excituje fluorescein

Retinální fotografie a fluorescenční angiografie



fluorescence – světelná odezva materiálu po osvětlení, časově milisekundy zpravidla na jiných vlnových délkách, než bylo buzení (pokud k posunu dochází, jedná se vždy o posun červený)

při delších časech dozvuku (jednotky sekund a více) hovoříme o **fosforescenci**

některé části lidských tkání jsou přirozenými fluorofory, stačí je tedy silně krátce osvětlit a snímat odezvu s výhodou lze využít do krve uměle dodaného fluroforu, který po osvětlení trasuje cévní řečiště, např:

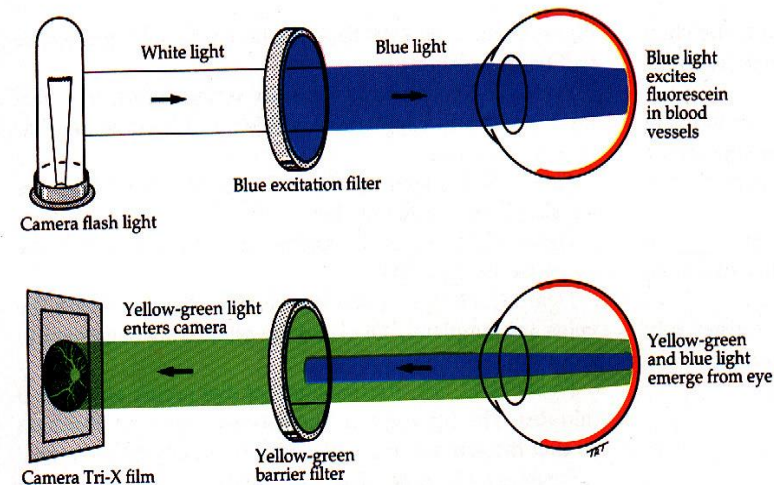
fluorescein absorbuje v modrém spektru 485-500 nm a emituje paprsky blízké zelenému spektru 525-530 nm

indocyaninová zeleň (ICG) má excitační maximum při 800 nm a emituje světlo kolem 835 nm (celý jev se tedy odehrává v IČ oblasti)



k osvětlení sítnice lze využít **retinální fotografie**

- jako objektiv fotoaparátu se používá speciálně upravený mikroskop
- je třeba silného zdroje zábleskového světla



obě metody se zpravidla použijí současně