

# Rentgenová aparatura I

## Vznik a vlastnosti RTG záření

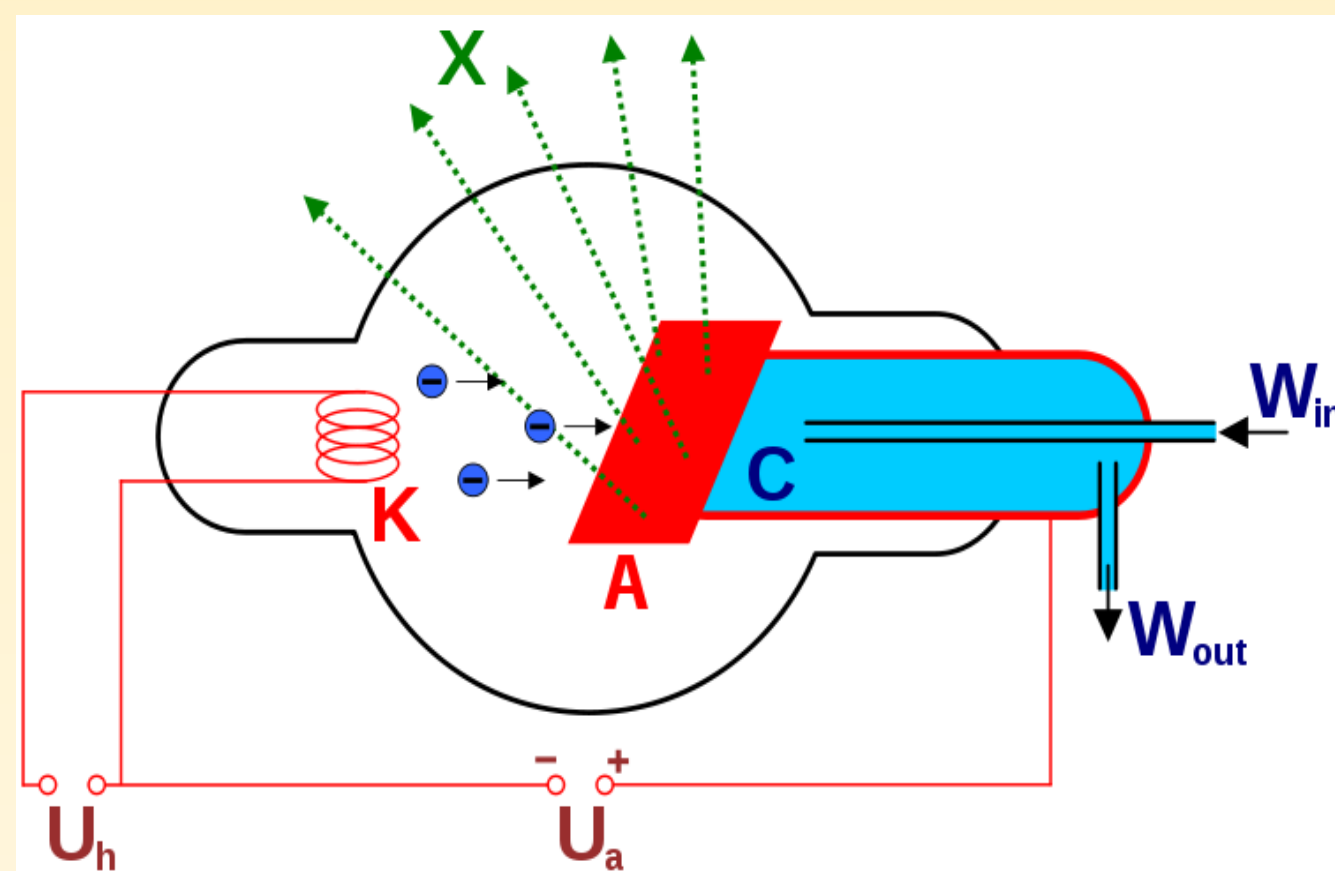
V roce 1895 W. C. Röntgen zkoumal vlastnosti katodového záření a objevil paprsek, který je schopen pronikat předměty. Pojmenoval ho jako neznámý paprsek X.

Rentgenové záření je elektromagnetické vlnění krátké vlnové délky v rozsahu 10 nm až 1 pm. Přírodním zdrojem tohoto záření jsou hvězdy, uměle se získává z rentgenky nebo betatronu. Rentgenka (obr. 1) je skleněná vakuová trubice s anodou a katodou. Z katody vylétávají elektrony, které jsou napětím mezi katodou a anodou urychlovány a ve vysoké rychlosti dopadají na anodu. Kinetická energie dopadajících elektronů se z 99 % přemění na teplo, 1 % energie na energii fotonů RTG záření. Změnou proudu žhavené katody lze regulovat množství emitovaných elektronů a tedy celkově i intenzitu záření. Změnou napětí mezi anodou a katodou lze regulovat pronikavost záření a tím rozlišit záření na měkké (méně pronikavé) a tvrdé (více pronikavé).

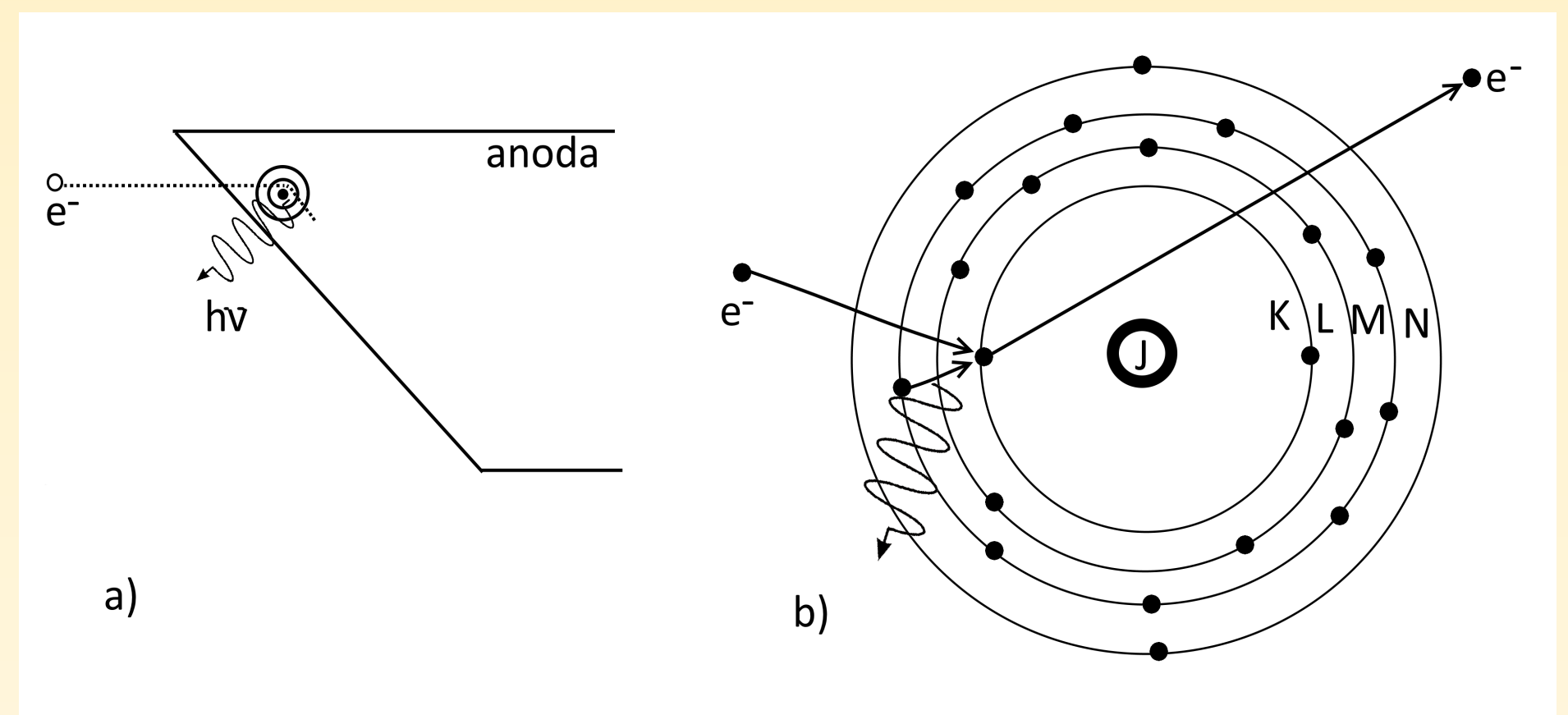
Vystupující anodové záření je dvojího druhu (obr. 2). Rychle letící elektrony, které se nárazem na anodu prudce zabrzdí a jejichž kinetická energie se přemění na energii fotonů, se nazývá brzdné záření. Vzniklé paprsky vytváří spojité energetické spektrum. Vedle tohoto vychází z rentgenky ještě tzv. charakteristické záření. Vzniká tak, že rychle letící elektrony, které se dostaly až k vnitřní sféře atomového obalu, předají energii elektronu z nižších energetických hladin (tj. K nebo L). Tím dojde k jeho excitaci na neobsazenou vyšší energetickou hladinu nebo častěji k úplnému opuštění atomu tj. ionizaci. Na volné místo pak přeskočí elektron z hladiny, která je jádru vzdálenější a má vyšší energii. Přitom dochází k vyzáření rentgenového paprsku ve formě fotonu s energií rovnou rozdílu energií uvažovaných energetických hladin elektronů.

Jelikož k přechodu elektronu dochází pouze mezi sférami atomu má emitované záření pouze určité vlnové délky a tedy čárové en. spektrum.

Mezi důležité vlastnosti záření X patří schopnost pronikat předměty, vyvolat luminiscenční efekt, ionizaci v kapalinách a plynech a v neposlední řadě vyvolat určité změny v živé tkáni.



Obr. 1: Schéma rentgenky —  $U_h$  žhavicí napětí,  $U_a$  anodové napětí, C - chladič, X - rentgenové paprsky, K - katoda, A - anoda,  $W_{in}$  a  $W_{out}$  chlazení vodou. [Hmilch, 2008]



Obr. 2: Schéma vzniku:

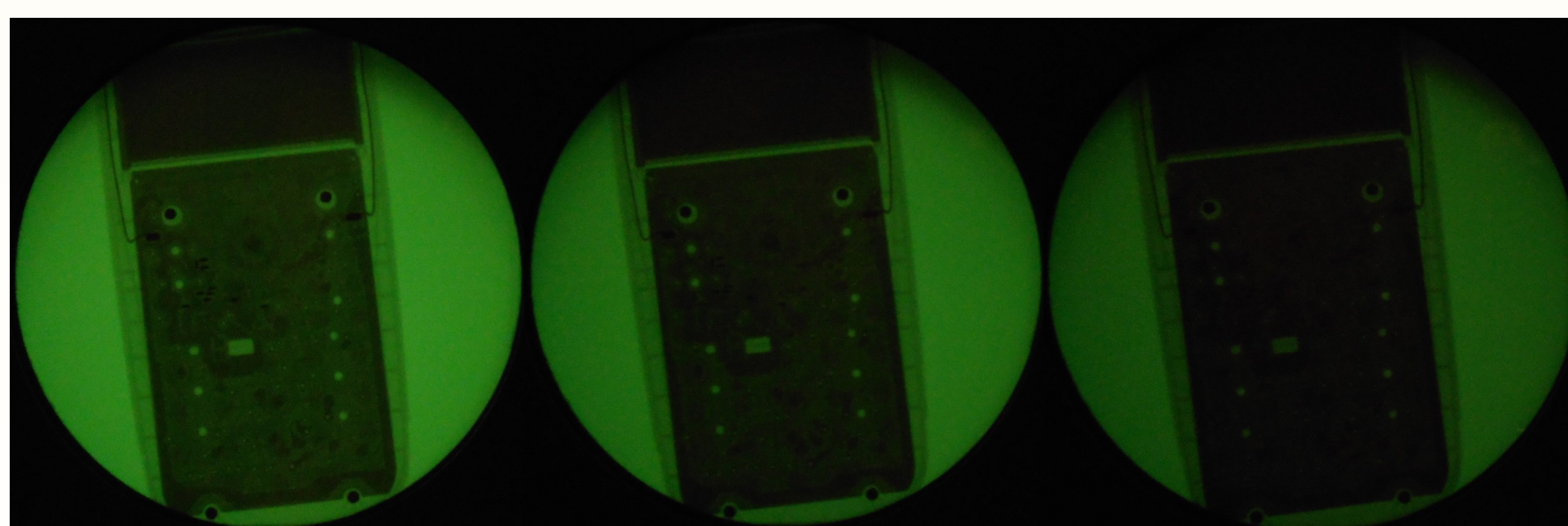
a) brzdného rentgenového záření  
b) charakteristického rentgenového záření.

## Princip fluorescence

Zviditelnění RTG záření umožňuje jev zvaný luminiscence. V závislosti na složení prozařovaného materiálu je záření průchodem materiálu více či méně zeslabeno. Díky tomu jsme schopni zkoumat i vnitřní strukturu prozařovaných předmětů.

Rozlišujeme dva případy zviditelnění záření. Prvním typem je fluorescence. Fluorescenční látka se nanese na olovnatá skla chránící pozorovatele před škodlivými účinky záření. Energie dopadajícího záření se využívá k excitaci atomu luminoforu. Při návratu elektronu do základního stavu se část energie vyzáří ve formě viditelného světla. Tyto přechody jsou velmi rychlé ( $\mu s$ ), a viditelné světlo je tedy produkováno pouze při dopadu záření. Naopak u fosforescence je viditelné světlo vydáváno ještě určitou dobu po skončení dopadu záření na luminofor.

Fluorescence se využívá např. v medicíně (obr. 3, 4), na letištích při prosvěcování zavazadel (obr. 5) nebo při skenování automobilů a hledání ukrývaných osob a nelegálního zboží (obr. 6).

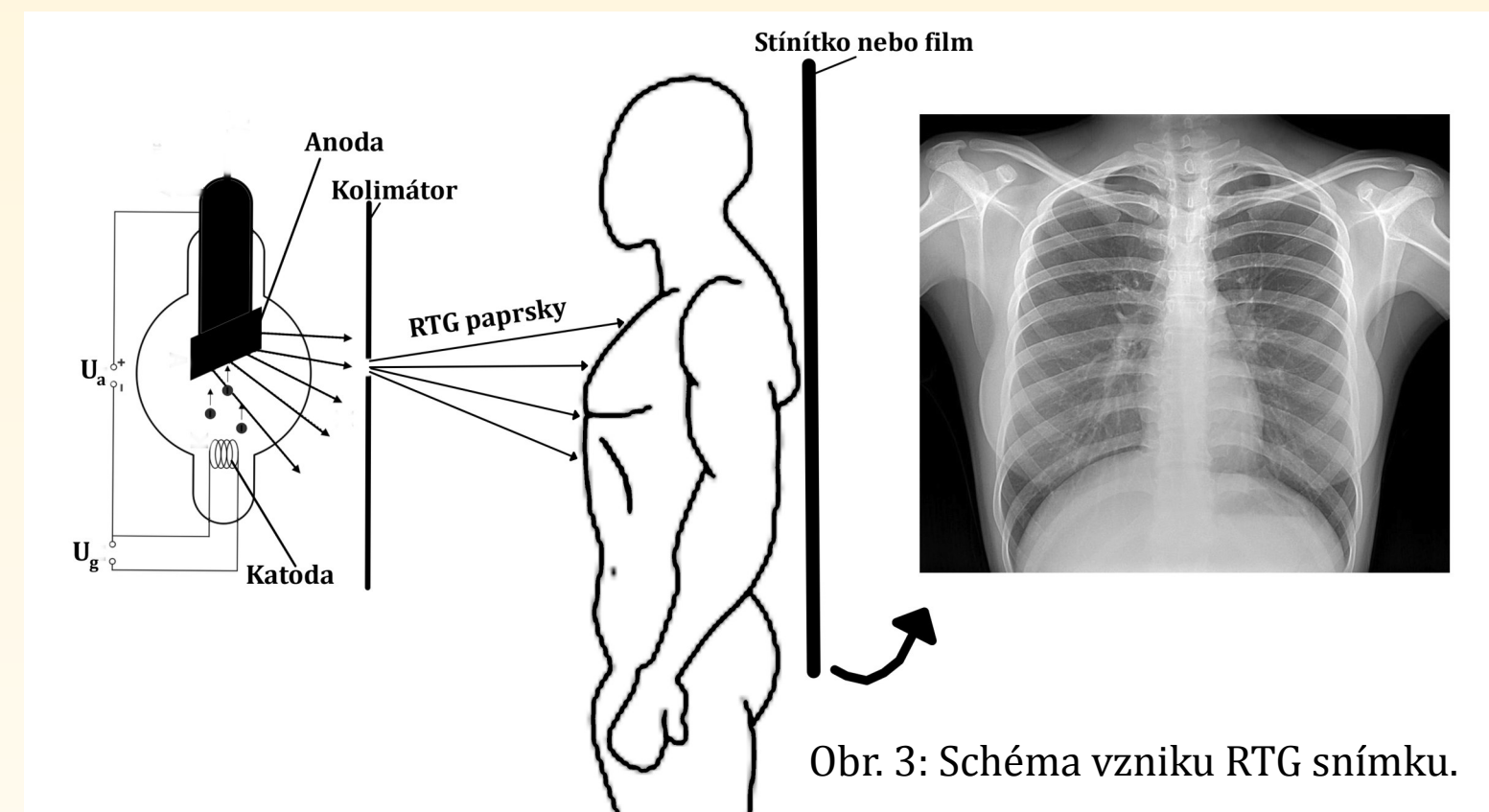


$I = 1 \text{ mA}$ ,  $U = 35 \text{ kV}$

$I = 1 \text{ mA}$ ,  $U = 31 \text{ kV}$

$I = 1 \text{ mA}$ ,  $U = 27 \text{ kV}$

Závislost vysokého napětí na kontrastu obrazovky.



Obr. 3: Schéma vzniku RTG snímku.



Obr. 5: Kovová pistolka na kapsle s plastovou rukojetí v zavazadle.



Obr. 6: Mobilní RTG celní správy ČR, foto: Celní správa.



Obr. 4: RTG snímek kuřecích kostí v krabici ukazuje využití rentgenu v diagnostice.



Univerzita Hradec Králové  
Přírodovědecká fakulta

Tento text vznikl jako podklad bakalářské práce:  
„Školní demonstrační experimenty z jaderné a částicové fyziky“  
Autorem je Michal Klátil, vedoucím práce RNDr. Daniel Jezbera.