

Vážení studenti,

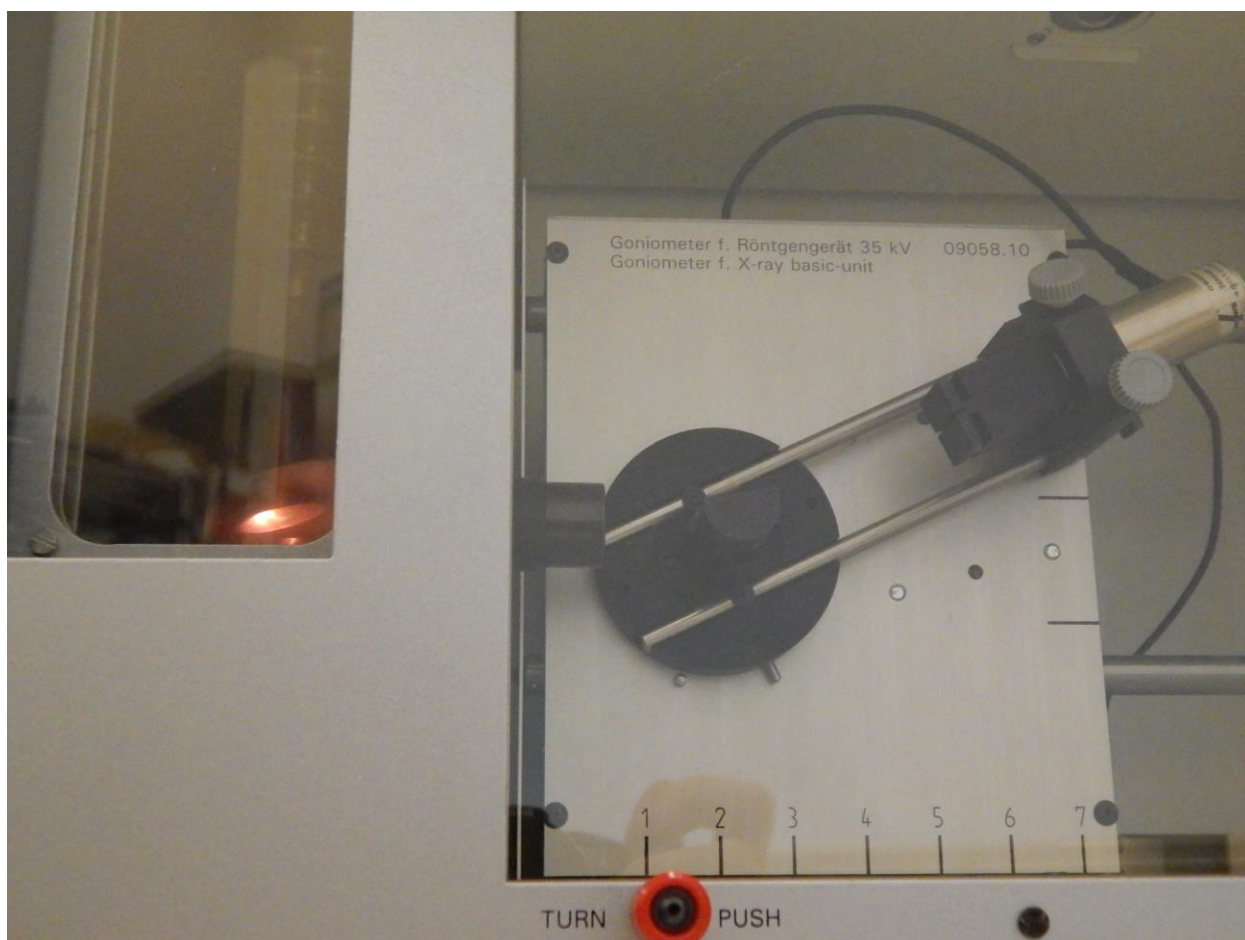
v příloze Vám zasíláme naměřená data k úloze D21, Studium rentgenových spekter, společně s platným pracovním úkolem (je také na webu ZFP, úloha D21). Zpracované referáty odevzdávejte do 14 dnů, termín s bonusem 3 body končí až 8.11.2020 ve 24:00 hod.

**Jako záznam z měření přiložte soubor Sada-x.zip!**

## Komentář k úloze 21: Studium rentgenových spekter

V roce 1901 byla udělena první Nobelova cenu za fyziku právě W. K. Röntgenovi za jeho objev „paprsků X“, které jsou dnes nazývány rentgenovo záření. Schopnost generovat, detekovat a umět „přečíst“ informace skryté v rtg záření nám přinášejí bohaté spektrum nových poznatků, a to jak z dalekého kosmu, tak v pozemských laboratořích. Zde nám rtg spektra (často spolu s informacemi z elektronového mikroskopu) přinášejí především poznatky o struktuře různých materiálů (kovů, polovodičů, chemických sloučenin, minerálů a hornin, biologických objektů aj.). Specifické využití má rtg záření v lékařství, a to jak v podobě klasického rentgenu, tak v podobě počítačové tomografie.

V materiálovém výzkumu využíváme znalosti rtg záření k popisu nových materiálů, ke studiu jejich struktury, vnitřního uspořádání. Avšak v praktiku budeme postupovat obráceně, díky znalosti vlastností krystalu (v našem případě se jedná o LiF), na který dopadá svazek rtg záření, budeme zkoumat vlastnosti záření samotného.



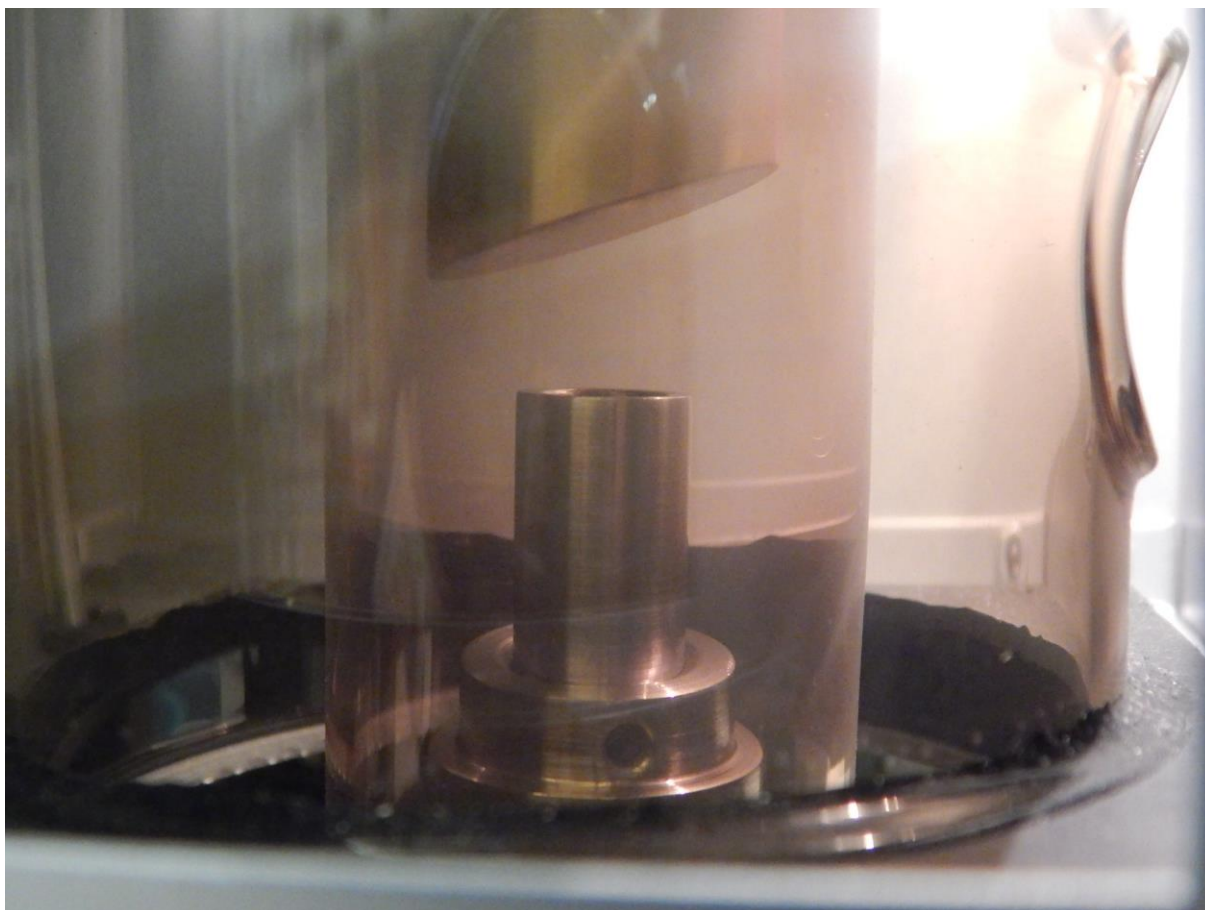
Vlastní měření probíhá ve zcela automatizovaném režimu, přístroj je řízen počítačem pomocí programu dodaného výrobcem zařízení (tím je německá firma Phywe). V programu vyvoláme tabulku (na obrázku), kde postupně zadáváme parametry měření, jejich výčet obsahuje první část pokynů pro měření a zpracování úlohy. Po zadání parametrů do tabulky a jejich kontrole je spuštěno vlastní měření, jeho výsledkem je datový soubor načtený z detektoru a příslušný graf, který je následně zpracován podle požadavků v druhé části pokynů pro měření a zpracování úlohy.

The screenshot shows a software window titled "X-ray device <Serial no.: 09380421-407-50154>". It contains several sections for configuring an X-ray measurement:

- Type of measurement:** Radio buttons for "spectra" (selected), "transmission curve", "impulse count", and "Compton experiment".
- X-data:** A dropdown menu currently showing "Crystal angle".
- Emissions current:** A text box with "0,8" and the unit "mA".
- Integration time:** A text box with "4" and the unit "s".
- Voltage:** Radio buttons for "constant voltage" (selected) and "variable voltage". Below are text boxes for "33" kV, "5" kV (minimal voltage), "35" kV (maximal voltage), and "2" kV (voltage increment).
- Rotation mode:** Radio buttons for "2:1 coupled mode" (selected), "fixed crystal angle" (with a text box "14" °), and "both angles constant".
- Crystal angle:** Text boxes for "starting angle" (3 °), "stopping angle" (30 °), and "angle increment" (0,1 °).
- Setup:**
  - Anode material: "Fe"
  - Crystal: "LiF (100); d=201,4pm"
  - Absorber: "no absorber"
  - Filter: "no filter"
  - A button labeled "Crystal / Absorber / Filter".
- Displays:** Checkboxes for "Crystal angle", "Detector angle", "Voltage", "Emissions current", "Impulse rate", "Spectrum", and "Geometry". "Crystal angle", "Voltage", "Emissions current", "Impulse rate", and "Spectrum" are checked.

At the bottom, there are "Continue" and "Cancel" buttons, and the version "Ver 02.00" is displayed in the bottom right corner.

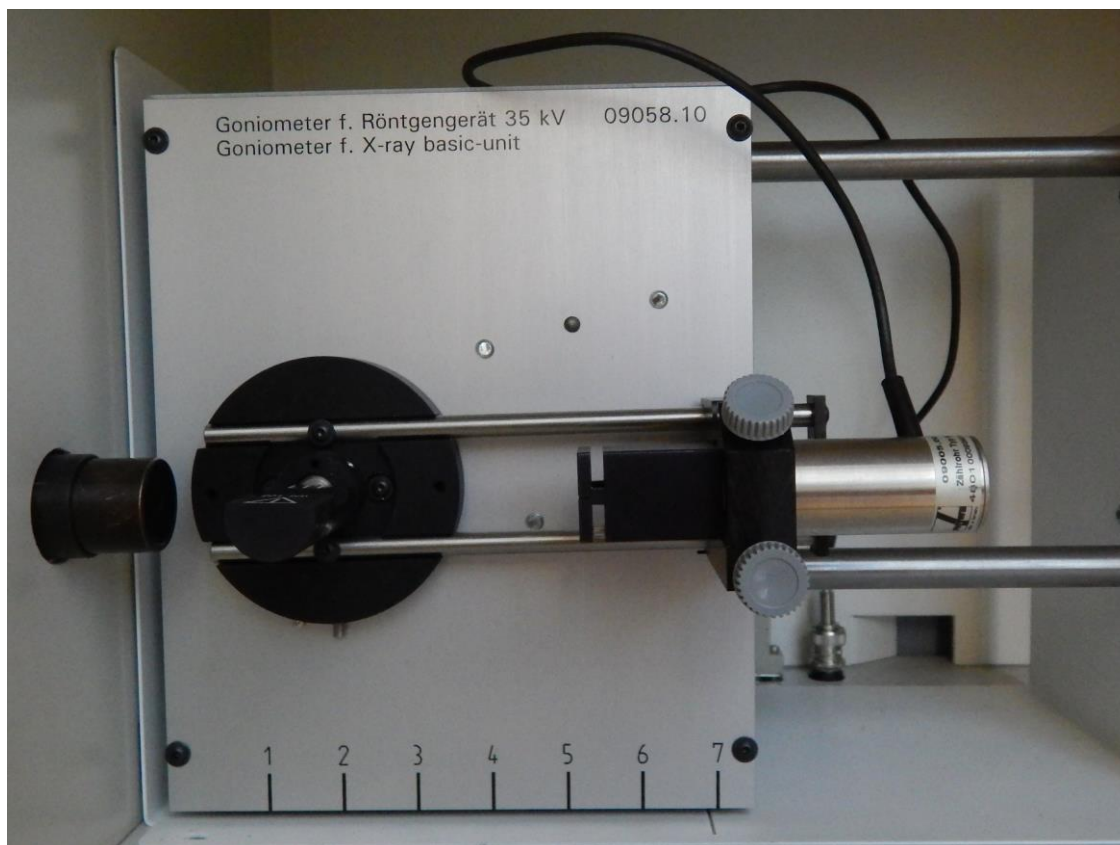
Zařízení umožňuje výměnu části, kde dochází ke generaci rtg záření, v praxi tedy studujeme postupně záření vycházející z rtg lampy s anodou z mědi, železa a molybdenu. Zdrojem elektronového svazku je žhavená katoda, proud elektronů usměřuje k anodě válec, který katodu obklopuje (viz obrázek). Anoda je zešíkmená, aby svazek rtg paprsků vystupoval z rentgenky potřebným směrem a zvenku chlazená proudem vzduchu (výkonová ztráta přesahuje při napětí 33kV a proudu do 1mA výkon 30W).



Do cesty paprsků před jejich dopadem na krystal LiF je možné vkládat clonky různých průměrů nebo také různé absorbéry. Jejich přítomnost je nutné v tabulce řídicího programu označit, protože aparatura samotná je nedokáže rozpoznat (na rozdíl například od typu vložené rentgenky). Clonky s fokusačním otvorem o průměru 2 mm jsou na následujícím obrázku.



Při měření na této aparatuře se setkáváme s některými přístrojovými efekty, které ovlivňují měření. Jedním z nich je geometrické uspořádání, které způsobuje, že při nastavení malých úhlů dopadu leží clonka, vymezující svazek (nalevo), goniometr s krystalem a vstupní clonka detektoru (napravo) téměř v jedné přímce (viz obrázek).



Dalším efektem je nepřesné nastavení goniometru (indikovaný úhel se o něco liší od skutečnosti - viz Poznámka III pracovního úkolu).

Názvy souborů odpovídají podmínkám měření Cu10kV-20s\_15-25 znamená použití Cu anody při napětí 10kV, expozice 20 s a rozsah goniometru 15 – 25 stupňů. Zaznamenaná data zaokrouhlují na celé impulzy za sekundu dolů, což znehodnocuje dlouhé expozice při nízkých intenzitách, ale tak je aplikace Measure nastavena od dodavatele. Textové soubory udávají tyto na sekundu přepočtené a poté zaokrouhlené hodnoty v závislosti na indikovaném úhlu goniometru, v souborech TIF jsou odpovídající grafy.

K pracovnímu úkolu jsou přiloženy rentgenografické tabulky s parametry použitých materiálů a vysvětlením vlivu závislosti absorpce rtg záření na jeho vlnové délce pro nikl na změnu pozorovaného charakteristického spektra měděné rentgenky oproti hodnotám bez absorbéru.

Úspěšné zpracování přeje kolektiv P-IV.