

Parte 1 - Difração de raios-X

O objetivo deste experimento é investigar a estrutura cristalina dos cristais de NaCl e KBr a partir da difração de raios-X, e obter a constante de Planck a partir do fundo de Bremsstrahlung.

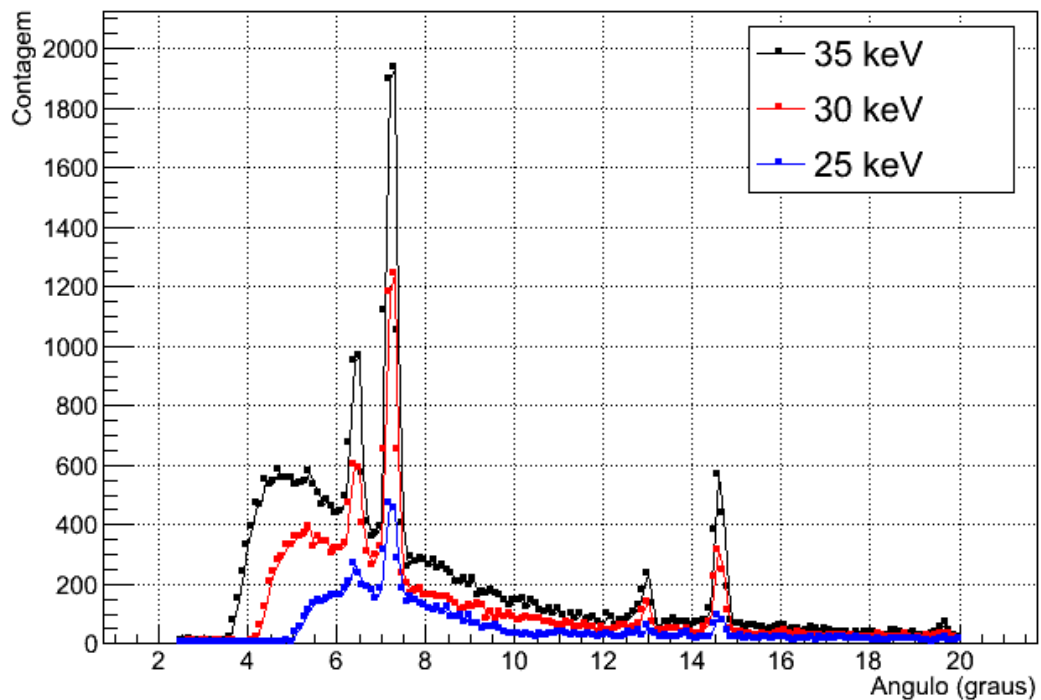
Aparato

- Fonte de alta tensão $U \sim 20\text{-}30\text{ kV}$ e corrente $I \sim 0.8\text{-}1.0\text{ mA}$
- Anodo de Molibdênio ($K_\alpha = 17.426\text{ keV}$ e $K_\beta = 19.607\text{ keV}$)
- Cristal a ser estudado (NaCl e KBr)
- Contador Geiger-Muller

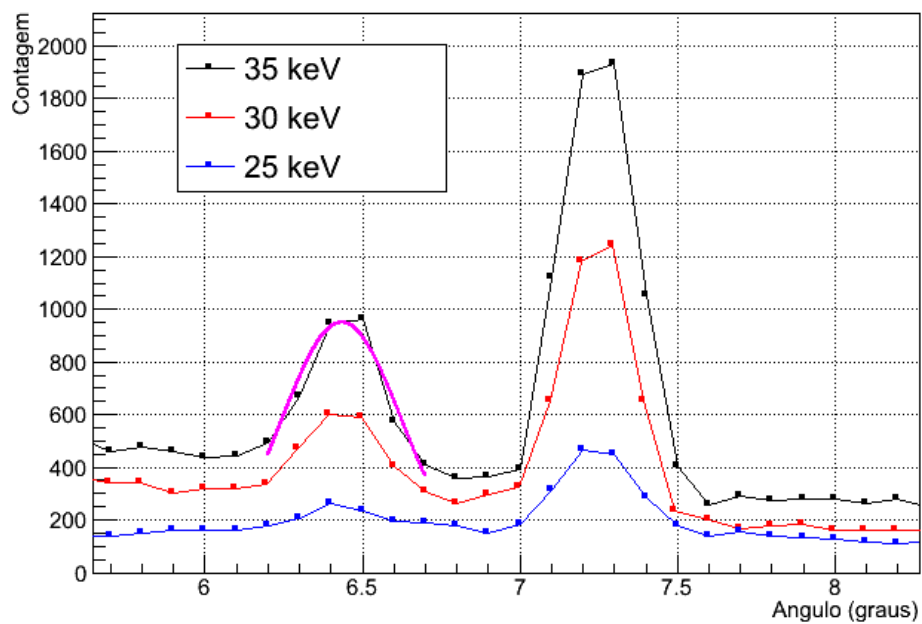


Procedimentos

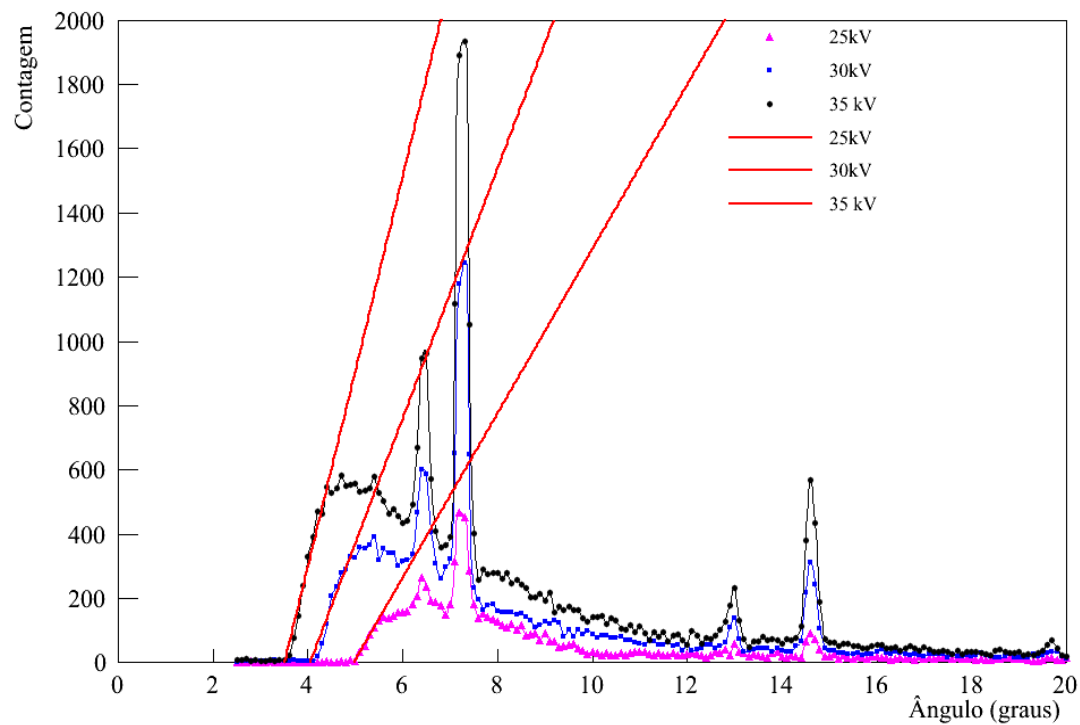
- Abrir o programa *X-ray apparatus*
- Ajustar os parâmetros U , I , Δt , $\Delta\beta$, $\beta_{\min}$ e $\beta_{\max}$ convenientemente
- Calibrar o zero do equipamento na opção "Crystal calibration"
- Em seguida, ao selecionar o box "scan", o aparato irá realizar a varredura angular
- Adquirir o espectro para os dois cristais (NaCl e KBr) em cinco valores de tensão
- Exportar os dados com "clique direito -> copy table"
- A partir da posição dos picos de K_α e K_β , determinar a distância interplanar dos cristais
- A partir da análise do fundo de Bremsstrahlung, determinar a constante de Planck.



Espectro de emissão de raio-X do Molibdênio.

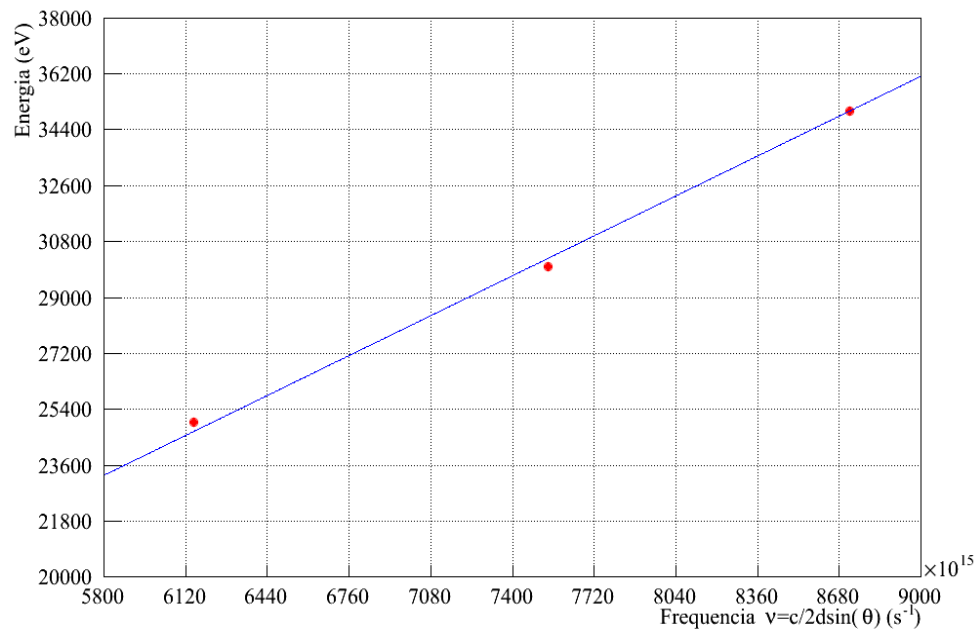


Determinação do pico K_{β} a partir do ajuste de uma gaussiana. A distância interplanar do NaCl obtida desta forma foi $d = \lambda_{\beta} / 2 \sin(\theta) = 281.8(4)$ pm.



Determinação do ângulo de emissão do raio-X mais energético.

raio-X Planck



Determinação da constante de Planck a partir do fundo de Bremsstrahlung.
O valor obtido foi $h=4.013(22)\times 10^{-15}$ eV·s. O valor aceito é $h=4.13\times 10^{-15}$ eV·s.

Parte 2 - Difração de elétrons

A noção de *dualidade onda-partícula* exerce papel central na interpretação da Mecânica Quântica. Proposta em 1924 por de Broglie, a ideia de que elétrons têm um comprimento de onda associado, $\lambda = h/p$, foi confirmada experimentalmente em 1927 através da difração de elétrons. O objetivo deste experimento é verificar a difração de elétrons, medir seu comprimento de onda associado e comparar com o valor esperado.



Fórmulas úteis para análise (ver apostila do LabDid para maiores detalhes):

$\lambda = hc/\sqrt{2}Em_e c^2$ (comprimento de onda do elétron)

$m\lambda = 2d \sin(\theta)$ (lei de Bragg para interferência entre planos)

$\theta = \arctan(r/D)$ sendo r =raio do anel de difração medido, D =distância alvo-tela

$d = a/\sqrt{3}, a/2, a/2\sqrt{2}, a/\sqrt{11}$ sendo $a = 4.04 \times 10^{-10} \text{m}$ (planos de difração no alumínio)

1 polegada = 2.54 centímetros



Imagem gerada a partir da difração de elétrons em cristais de alumínio.

Perguntas¹ (parte 1)

(Quando necessário, use $hc = 1.239 \times 10^{-6} \text{ m}\cdot\text{eV}$)

- Qual a origem dos picos de K_α e K_β observados no espectro do Molibdênio?
- Qual a ordem de magnitude da energia da luz visível e de raios-X, em elétron-volts?
- Por que a transição $n=2$ para $n=1$ no Molibdênio emite raio-X, enquanto que no átomo de hidrogênio essa “mesma” transição emite próximo ao visível?
- A posição dos picos de K_α e K_β variam com a tensão aceleradora? Por quê?
- Qual a origem do fundo de Bremsstrahlung no espectro do Molibdênio?
- O início do fundo de Bremsstrahlung varia com a tensão aceleradora? Por quê?
- Qual a principal diferença entre os cristais de NaCl e KBr e uma rede de difração?
- Seria possível espalhar raios-X utilizando uma rede de difração? Por quê?
- O que é e como funciona um contador Geiger?

Perguntas (parte 2)

- O comprimento de onda característico de um elétron não relativístico é dado por $\lambda_e = hc / \sqrt{2Em_e c^2}$. Sabendo que $hc = 1.239 \times 10^{-6} \text{ m}\cdot\text{eV}$, qual é o comprimento de onda de um elétron de 10 keV? Compare este valor com o comprimento de onda de raios-X de 10 e 30 keV de energia ($\lambda = hc/E$). Dado: $m_e c^2 = 510 \text{ keV}$.

¹ As perguntas podem servir como guia na escrita do relatório, mas não devem ser respondidas na forma de “itens”.