

Relatório 05 - Difração

* Resumo

Avaliou-se a difração de elétrons ao passar um feixe de elétrons por uma rede cristalina de grafite. Para a rede hexagonal obtive-se a distância menor como $d = 0,335(2,07 \pm 0,02) \text{ \AA}$ e $D = (1,18 \pm 0,03) \text{ \AA}$, sendo a razão d/D igual a 1,76, 1,38% maior do que o esperado teoricamente avaliando os ângulos teóricos.

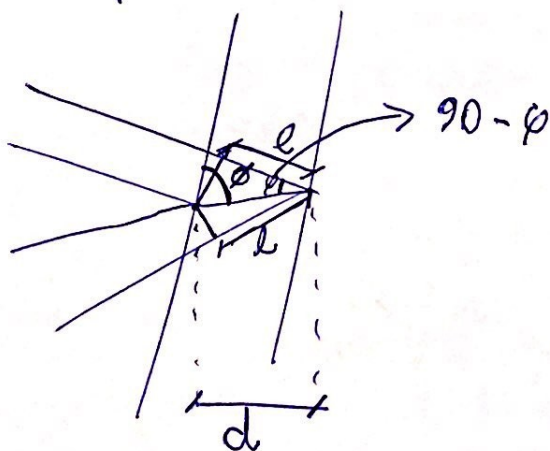
* Introdução

Em 1924 o físico francês Louis de Broglie constatou que partículas deveriam se comportar como ondas.

Ao passar um feixe de elétrons por um filme de metal, George Thomson observou os padrões de interferência previstos por Bragg em sua lei:

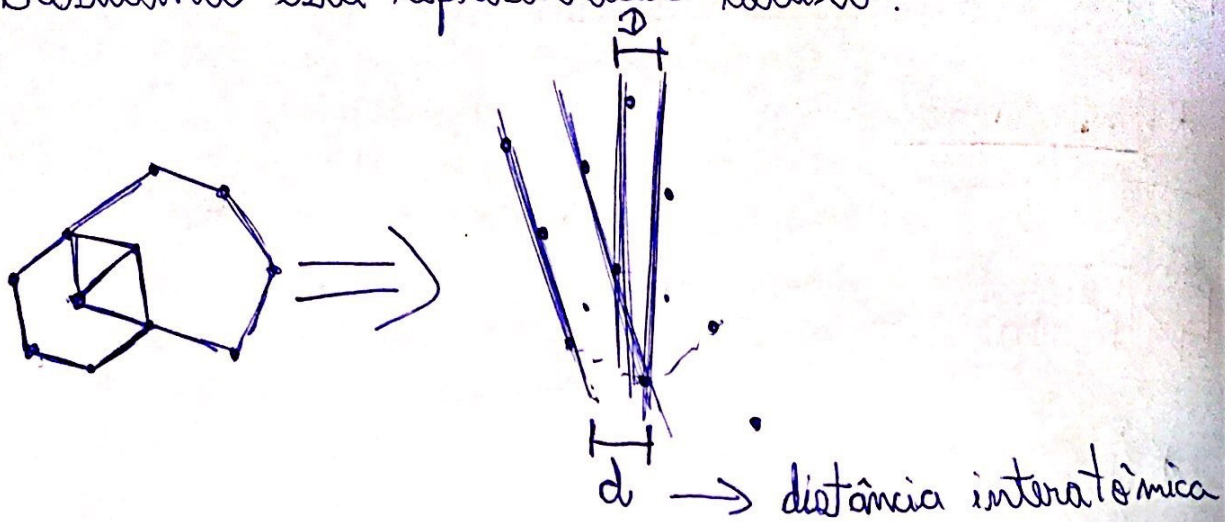
$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

A relação acima pode ser obtida por trigonometria considerando o seguinte sistema óptico:



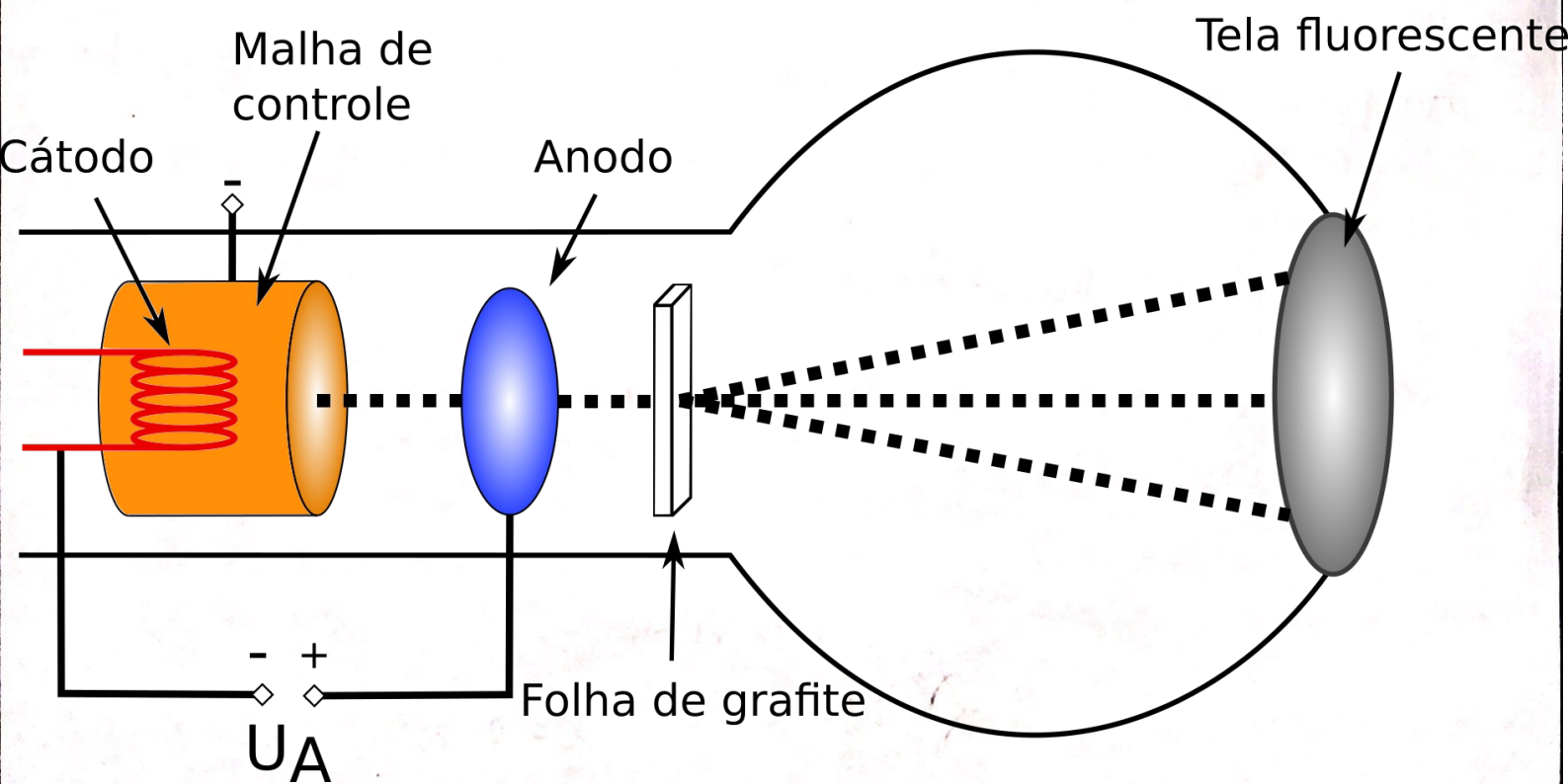
$$l = d \cos(90 - \varphi) = d \sin\varphi$$

A rede cristalina está representada abaixo:



⇒ Metodologia

Utilizando-se um tubo, produz-se um feixe de elétrons pelo cátodo aquecido em um bulbo evacuado. Esse feixe é direcionado para uma grade composta por uma camada de grafite, a qual irá difratar o feixe de elétrons sendo possível visualizar na tela fluorescente na superfície do bulbo, formando uma "imagem" composta por dois anéis. Um esquema está a seguir:



Inicialmente liga-se a alimentação do cátodo e se espera até que o filamento atinja uma ~~alta~~ dada temperatura constante. Aplica-se uma tensão no ânodo e se observa o padrão de difração formado na tela do bulbo. Logo em seguida a formação se mede os diâmetros dos anéis interno e externo para valores de 2,5 KV até 4,0 KV de tensão com passos de 0,5 KV.

Partindo da teoria de De Broglie, temos

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad (1)$$

Supondo que o elétron parte do repouso, o potencial é convertido em energia cinética:

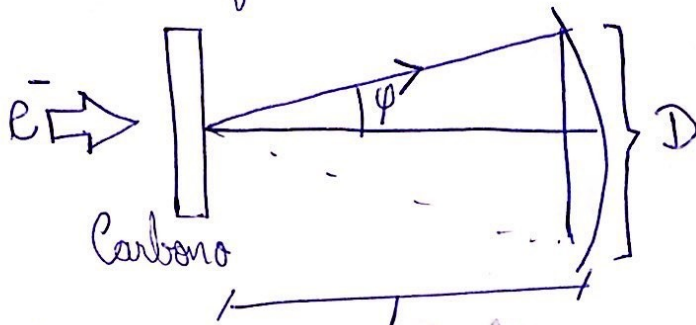
$$eV_f = \frac{1}{2} m v_f^2$$

Ao substituímos temos:

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2emV_f}} \approx 1,23 V_f^{-1/2} \text{ [nm]}$$

Com o objetivo de obter uma expressão para o diâmetro em função da tensão, temos o seguinte:

Onde θ é o ângulo de incidência do feixe



$$\text{sen } \varphi \approx \text{tg } \varphi \approx \varphi$$

$$\varphi = \frac{D/2}{L} \rightarrow \varphi = \frac{D/2}{L} = 2\theta \rightarrow \theta = \frac{\varphi}{2}$$

$$\therefore \lambda = d \frac{D/2}{L} = d \cdot \frac{D}{2L}$$

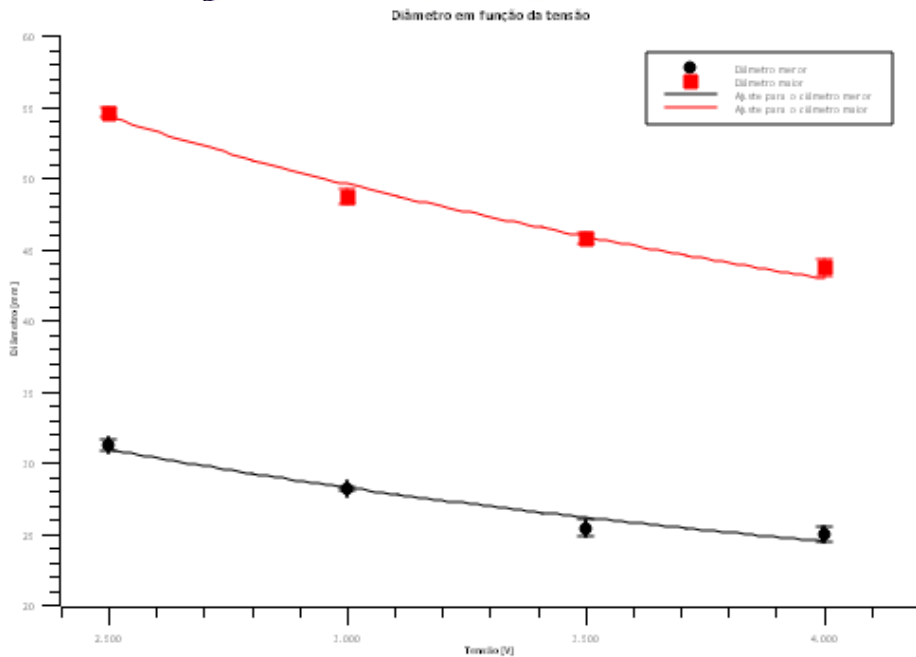
$$\text{Como } \lambda = 1,23 V_f^{-1/2}$$

$$\text{Temos: } D = \frac{1,23 \cdot 2L \cdot V_f^{-1/2}}{d}$$

Essa eq. foi usada no ajuste de curva para estimar "d"

⇒ Resultados e Discussão

O gráfico abaixo apresenta o fitting da curva dos pontos experimentais utilizando a função obtida na seção anterior.



O valor de "d" encontrado pelo ajuste de curva é igual a $(2,07 \pm 0,02) \text{ \AA}$ e $(1,18 \pm 0,01) \text{ \AA}$ para o segundo círculo de difração. Esperava-se um valor igual a $\sqrt{3}$ para $d/D = 1,76$, o que difere em 1,38%.

Ao avaliar os princípios da incerteza temos:

$$\Delta p = p_f = \sqrt{2 m e V_f} \approx 3,4 \cdot 10^{-23}$$

$$\text{Como } \Delta d \approx 10^{-10} \text{ m, } \Delta p \Delta y = \Delta p \Delta d = 3,4 \cdot 10^{-33}, \text{ o que confere}$$

com o princípio de incerteza.

* Conclusão

Determinou-se a distância interatômica de cada região cristalina do carbono grafite, de modo que a razão d/λ dessas distâncias para a primeira interferência e a segunda respectivamente se deu por aproximadamente 3,76, diferindo em 3,38% do valor teórico esperado de $\sqrt{3}$. Também comprovou-se a validade do princípio de incerteza.