

Difração de Elétrons

OBSERVAÇÃO DA DIFRAÇÃO DE ELÉTRONS NO GRAFITE POLICRISTALINO E CONFIRMAÇÃO DA NATUREZA (MODO) ONDULANTE DOS ELÉTRONS.

- Determinação do diâmetro de ambos os anéis de difração na presença de diferentes tensões de aceleração.
- Confirmação do comprimento de onda dos elétrons para diferentes tensões de aceleração das condições de Bragg.
- Confirmação da relação-de Broglie para o comprimento de ondas.

UE501050

09/08 JS

FUNDAMENTOS GERAIS

Em 1924 *Louis de Broglie* estabeleceu a hipótese de que, partículas também tinham a mesma qualidade ondulante, sendo que o comprimento dessas ondas dependia do impulso. Suas conclusões foram confirmadas por *C. Davisson* e *L. Germer* através da difração de elétrons em níquel cristalino.

Para provar a dependência do comprimento de ondas λ do impulso inicial de uma partícula p , de *Broglie* elaborou a relação.

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

h : constante de Planck

Essa fórmula permite uma alteração e fazer uma aproximação para elétrons, que tem o fluxo de tensão de aceleração U_A

$$(2) \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot m \cdot e \cdot U_A}}$$

m : Massa de elétrons, e : Carga elementar

Se a tensão de aceleração for de p.ex. 4 kV, podemos atribuir uma onda de 20 pm ao comprimento de onda dos elétrons.

Na experiência a natureza das ondas dos elétrons é demonstrada num tubo de vidro livre de vácuo, através da difração no grafite poli-cristalino. Na tela correspondente ao tubo de vidro podemos observar anéis de difração em torno de uma mancha central na direção da luminosidade, cujo diâmetro D depende da tensão de aceleração (vide fig. 1). Esse efeito é causado pela difração dos elétrons na rede de micro-cristais, que preenchem as condições de Bragg (ver fig. 2).

$$(3) \quad 2 \cdot d \cdot \sin \vartheta = n \cdot \lambda$$

ϑ : Ângulo de Bragg, n : Ordem (seqüência) de flexão

d : Distância da rede

O diâmetro que determina o ângulo de Bragg ϑ classifica o anel de difração

$$(4) \quad D = 2 \cdot L \cdot \tan 2\vartheta$$

L : Distância entre a folha de grafite e a tela luminosa.

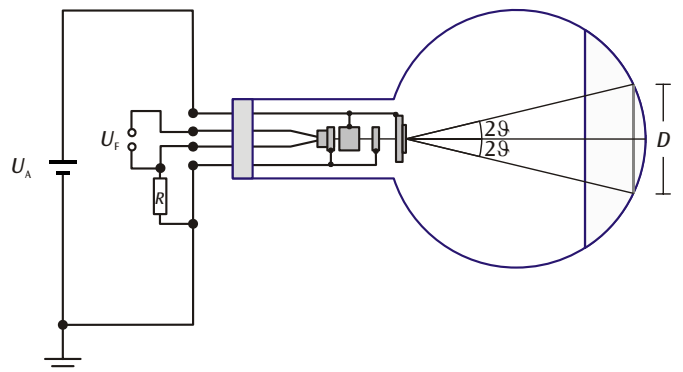


Fig. 1: Representação esquemática do tubo de difração de elétrons

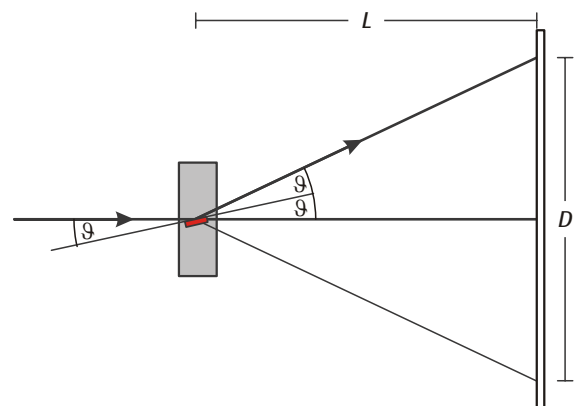


Fig. 2: Reflexão Bragg diante de uma rede "ajustada" de um cristal numa folha de grafite

Como o gráfico apresenta uma estrutura cristalina com duas distâncias de rede $d_1 = 123 \text{ pm}$ e $d_2 = 213 \text{ pm}$ (ver fig. 3), podemos observar na primeira seqüência (ordem) de difração ($n = 1$) dois anéis de difração com os diâmetros D_1 e D_2 .

Em vista dos diâmetros de ambos os anéis de difração e pela distância das redes podemos determinar o comprimento de onda λ utilizando-nos das condições de Bragg.

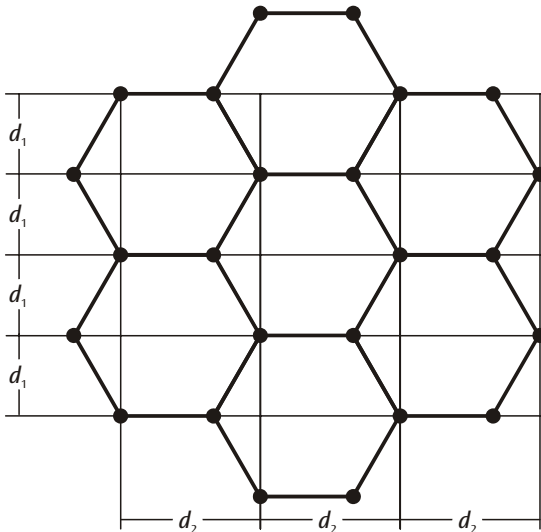


Fig. 3: Estrutura de cristal do grafite com as duas constantes de grade $d_1 = 123 \text{ pm}$ e $d_2 = 213 \text{ pm}$.

LISTA DE APARELHOS

- | | | |
|---|--|---------|
| 1 | Tubo de difração de elétrons S | U18571 |
| 1 | Suporte de tubo S | U185001 |
| 1 | Fonte de alimentação de alta tensão 5 kV | U33010 |
| 1 | Conjunto de 15 cabos de segurança para experiências, 75 cm | U138021 |

INDICAÇÕES DE SEGURANÇA

Tubos catódicos incandescentes são ampolas de vidro evacuadas de paredes finas, manusear com cuidado: risco de implosão!

- Não sujeitar os tubos a qualquer tipo de esforço físico.

Durante o funcionamento, o gargalo do tubo se aquece.

- Caso necessário, deixar esfriar os tubos antes de desmontá-los.

MONTAGEM



Fig. 4: Arranjo de medição

- Empurrar o tubo de difração de elétrons no suporte de tubo. Com isto, há que ter o cuidado, que os pinos de contato do tubo encaixem completamente nas aberturas de contato do suporte para isso previstas. O pino guia central do tubo deve sobressair ligeiramente da parte de atrás do suporte.
- Ligar os conectores do suporte de tubo F3 e F4 com a saída da tensão térmica da fonte de alimentação.
- Conectar o pólo negativo da saída de 5-kV com a tomada C5 e o pólo positivo com a tomada assim como o aterro de segurança.

EXECUÇÃO

- Ligar a alta tensão de 5000 V e medir os diâmetros dos dois anéis de difração sobre a tela curva de iluminação.
- Reduzir a alta tensão em passos de 500 V e medir cada vez os anéis de difração.

EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Distância da tela de iluminação: $L = 130 \text{ mm}$,
 Diâmetro do êmbolo de vidro: $D = 100 \text{ mm}$,
 Constantes de grade: $d_1 = 123 \text{ pm}$, $d_2 = 213 \text{ pm}$

Tab. 1: Diâmetro dos anéis de difração e os de aí calculados comprimentos de onda com diferentes altas tensões

U / V	$\lambda(U) / \text{pm}$	D_1 / mm	$\sin \vartheta_1$	λ_1 / pm	D_2 / mm	$\sin \vartheta_2$	λ_2 / pm
2500	24,6	58	0,105	25,9	32	0,060	25,8
3000	22,4	50	0,092	22,7	29	0,055	23,4
3500	20,8	47	0,087	21,4	26	0,049	21,1
4000	19,4	43	0,080	19,7	25	0,048	20,3
4500	18,3	41	0,077	18,9	23	0,044	18,7
5000	17,4	39	0,073	18,0	22	0,042	17,9

ANÁLISE

Dos valores anotados na tabela de medição para a tensão U é calculada segundo (2) o comprimento de onda de-Broglie $\lambda(U)$.

Se os diâmetros dos anéis de difração D_1 e D_2 forem medidos na tela curva de iluminação, há que considerar na verificação do ângulo de Bragg ϑ_1 respectivamente. ϑ_2 , o diâmetro D do êmbolo de vidro. Segundo (3) vale

$$\lambda = 2 \cdot d_{1/2} \cdot \sin \vartheta_{1/2} \text{ com } \sin \vartheta_{1/2} = \frac{D \cdot \sin\left(\frac{D_{1/2}}{2 \cdot D}\right)}{4 \cdot L}$$

Na Tab. 1 estão anotados os comprimentos de onda calculados segundo as condições-Bragg e os comprimentos de onda-de Broglie. A Fig. 5 mostra uma representação gráfica. A reta aí desenhada foi calculada em suposição, que ambos os comprimentos de onda são iguais.

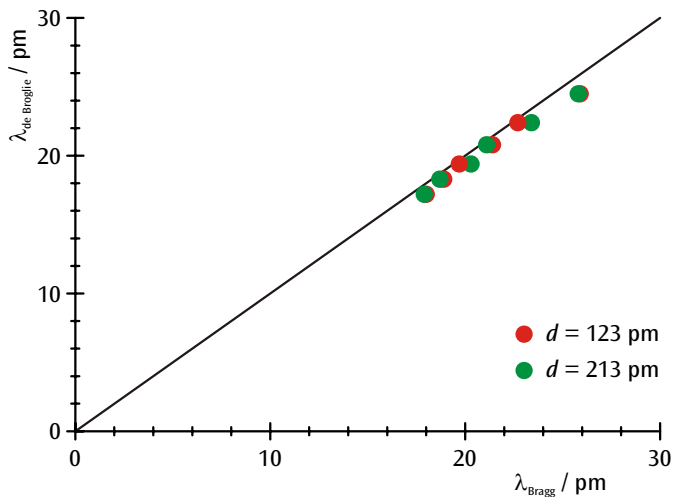


Fig. 5: Um comprimento de onda selecionado de uma condição - Bragg dependendo do comprimento de onda de Broglie

